

# 安全研究に係る中間評価結果

令和5年6月21日  
原子力規制委員会

## 1. 評価の対象

原子力規制庁長官官房技術基盤グループで実施している安全研究プロジェクトのうち、中間評価の対象となるプロジェクトは次に示す2件である。

中間評価対象プロジェクト		
No.	プロジェクト名	実施期間（年度）
I	特定重大事故等対処施設等を考慮した緊急時活動レベル（EAL）見直しに関する研究	R3 - R7 (2021 - 2025)
II	再処理施設及び MOX 燃料加工施設における重大事故等の事象進展に係る研究	R3 - R7 (2021 - 2025)

## 2. 中間評価結果

上記2件の安全研究プロジェクトについて原子力規制庁が実施した中間評価（別添）は妥当である。

## 安全研究に係る中間評価結果

令和5年6月21日  
原子力規制庁

### 1. 評価対象プロジェクト

今回の中間評価の対象は、令和3年度に開始し令和7年度に終了する以下の2件の安全研究プロジェクトである。

- I. 特定重大事故等対処施設等を考慮した緊急時活動レベル（EAL）見直しに関する研究
- II. 再処理施設及びMOX燃料加工施設における重大事故等の事象進展に係る研究

### 2. 評価の方法

中間評価は、安全研究プロジェクトの活動内容及びこれまでの成果等を取りまとめた資料<sup>1</sup>に基づき、技術動向、規制動向等の情勢の変化も踏まえ、当初計画の適切性や見直し（研究期間の短縮、研究の中断、中止等を含む。）の要否（以下、「当初計画の適切性」という。）を判断した上で、①研究の進め方に関する技術的適切性に加え、②研究マネジメント及び予算・契約管理の適切性（以下、「研究の実施状況」という。）を評価した。

なお、評価に当たっては、研究手法、成果の取りまとめ方法等の技術的妥当性の評価に客観性を加味する観点から、技術評価検討会を開催し、外部の専門家の意見を聴取した。

### 3. 評価結果

評価結果の全体概要を表1に示す。各評価項目についての評価は以下のとおりである。

#### (1) 「当初計画の適切性」について

2件の安全研究プロジェクトはいずれも、当初計画の変更が必要となるような技術動向、規制動向等の情勢の変化はない。また、国内外の技術知見を踏まえ、計画どおり研究が進捗し、当初計画の目標を着実に達成しつつある。なお、評価対象プロジェクトの先行安全研究プロジェクト（「緊急時活動レベル（EAL）に係るリスク情報活用等の研究（H29-H31）」及び「加工施設及び再処理施設の内部火災等に関するリスク評価手法に関する研究（H29-R2）」）では、事後評価において、論文等による成果の公表がプロジェクト実施期間中に行われなかったことが指摘されている。これを受け、評価対象プロジェクトについては、研究計画において、実施期間中に論文投稿を行うこととしている。

以上より、当初計画は適切であり、見直しは不要と判断できることから、2件の安全研究プロジェクトを継続し、計画どおり研究を行うことが適切であると判断した。

<sup>1</sup> 安全研究プロジェクトの中間評価用資料を示す。「特定重大事故等対処施設等を考慮した緊急時活動レベル（EAL）見直しに関する研究」は第12回シビアアクシデント技術評価検討会 資料3-3として、「再処理施設及びMOX燃料加工施設における重大事故等の事象進展に係る研究」は第6回核燃料サイクル技術評価検討会 資料3として、原子力規制委員会のホームページに掲載済。

## (2) 「研究の実施状況」について

### 項目別評価

- ・ 「①研究の進め方に関する技術的適切性」について  
2件の安全研究プロジェクトはいずれも、研究の実施にあたっては、国内外の先行研究及び最新知見を反映しつつ進めており、技術評価検討会における外部専門家の意見を踏まえ、技術的に適切であると判断し、「A」評価とした。
- ・ 「②研究マネジメント及び予算・契約管理の適切性」について  
2件の安全研究プロジェクトはいずれも、適切な研究体制を構築する等により、研究マネジメント及び予算・契約管理が適切に行われていると判断し、「A」評価とした。

### 総合評価

2件の安全研究プロジェクトはいずれも、技術評価検討会の外部専門家の意見も踏まえ、技術的適切性をもって研究が行われていると判断し、上記項目別評価の評語を基礎として、「A」評価とした。

## 4. 評価結果の今後の活用

研究計画を大きく見直す必要はないが、技術評価検討会における外部専門家の意見を踏まえ、「特定重大事故等対処施設等を考慮した緊急時活動レベル（EAL）見直しに関する研究」では、国際協力等の活用を研究計画に反映するとともに、汎用的な評価手法の整備を検討していく。また、「再処理施設及びMOX燃料加工施設における重大事故等の事象進展に係る研究」では、可能な限り予備解析を行い、事後解析や理論的モデルとの照合による分析を実施するとともに、得られた成果を積極的に公表し、規制活動への具体的な活用方法を明確にしていく。

表 1 安全研究に係る中間評価結果の全体概要

評価項目		I. 特定重大事故等対処施設等を考慮した緊急時活動レベル（EAL）見直しに関する研究	II. 再処理施設及び MOX 燃料加工施設における重大事故等の事象進展に係る研究	
当初計画の適切性		計画どおりに行うことが適切である	計画どおりに行うことが適切である	
研究の 実施状況	項目別評価 ※1	①研究の進め方に関する技術的適切性	A(3)	A(3)
		②研究マネジメント及び予算・契約管理の適切性	A(3)	A(3)
	総合評価 ※2	項目別評価結果の総合点	6	6
		項目別評価結果の平均点	3	3
		評価結果(全体評語)	A	A

※ 1 項目別評価に示す括弧内の数字は、SABC による項目別評価結果を数字に換算（S を 4 点、A を 3 点、B を 2 点、C を 1 点）したものを示す。

※ 2 総合評価の評価結果は、項目別評価結果の平均点が 3.3 点以上を S、3.0 点以上～3.3 点未満を A、2.0 点以上～3.0 点未満を B、2.0 点未満を C とする。

## 技術評価検討会 名簿

### シビアアクシデント技術評価検討会

(五十音順)

#### 外部専門家

糸井 達哉 国立大学法人東京大学 大学院工学系研究科 准教授

牟田 仁 学校法人五島育英会東京都市大学  
大学院総合理工学研究科 准教授

守田 幸路 国立大学法人九州大学  
大学院工学研究院エネルギー量子工学部門 教授

#### 専門技術者

倉本 孝弘 株式会社原子力エンジニアリング  
解析サービス本部 本部長代理

高橋 浩道 三菱重工業株式会社 原子力セグメント 炉心・安全技術部  
リスク評価担当部長

田原 美香 東芝エネルギーシステムズ株式会社 磯子エンジニアリングセンター  
原子力安全システム設計部  
安全システム技術第二グループ フェロー

# 核燃料サイクル技術評価検討会

(五十音順)

## 外部専門家

浅沼 徳子	東海大学工学部応用化学科 准教授
榎田 洋一	名古屋大学大学院工学研究科 教授
本間 俊司	埼玉大学工学部応用化学科 准教授
村松 健	公益財団法人原子力安全技術センター 理事

## 専門技術者

中林 弘樹	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理廃止措置技術開発センター 廃止措置推進室廃止措置技術グループ グループリーダー
-------	--

## 安全研究のプロジェクトごとの中間評価結果

令和 5 年 5 月 3 0 日  
原 子 力 規 制 庁

### I. 特定重大事故等対処施設等を考慮した緊急時活動レベル (EAL) 見直しに関する研究 (R3~R7 (2021~2025))

#### 1. 研究プロジェクトの目的

- 原子力規制庁では、緊急時活動レベル（以下「EAL」という。）の中長期的な課題として、特定重大事故等対処施設、多様性拡張設備及び自主設備（以下「特定重大事故等対処施設等」という。）を踏まえた EAL の見直し、新規基準を踏まえた防護措置となるようオフサイトとオンサイトが一体となった EAL の見直し等が挙げられている。このため、本研究プロジェクトでは、これらの中長期的課題を議論する際に重要と考えられる知見を取得することを目的とする。

#### 2. 研究概要

- EAL の検討に関する事故シナリオに係る研究  
特定重大事故等対処施設等を考慮した EAL の見直しのため、設計基準対象施設、重大事故等対処施設に加え、特定重大事故等対処施設等を考慮したモデルの整備を行い、様々な事故シナリオによる公衆の被ばくの特徴分析を行う。
- 防護措置実施の検討に関するリスク評価研究  
事故シナリオと防護措置を組み合わせた試解析を行い、防護措置の判断の分岐点になり得る要素をオンサイトとオフサイトの両方から検討する。

#### 3. 現状の研究成果

- EAL の検討に関する事故シナリオに係る研究  
EAL の設定の条件、根拠等について、海外事例を調査して取りまとめ、我が国の設定条件との比較を行うとともに、参考事故シナリオの事故進展解析及び環境影響評価を実施し、公衆被ばくの特徴分析を行った。特に、核分裂生成物（以下「FP」という。）の放出時期及び格納容器破損、管理放出等の FP 放出の形態について特徴を整理した。なお、現状では防護措置を考慮しない場合を仮定した事故シナリオの特徴分析までを行った。
- 防護措置実施の検討に関するリスク評価研究  
事故シナリオと防護措置を組み合わせた試解析を行うために、確率論的環境影響評価コード OSCAAR の被ばく評価モデル及び防護措置解析モデルについて、運用上の介入レベル（以下「OIL」という。）に則した評価を行うためのモデルの改良、避難に関する解析パラメータの整備等を実施した。なお、研究の一部は、JAEA に

委託して実施した。

#### 4. 技術評価検討会における主な意見及びその対応

- 国内外の先行研究、最新知見を踏まえて研究が進められているとの評価を受けた。
- 炉型や設備が異なる原子力発電プラントについてもその違いを考慮して適用できる汎用的な評価手法の整備を期待するとの意見があり、今後、汎用的な評価手法の整備について検討することとした。
- 国際協力、国際会議への積極的な参加等を行うことが期待されるとの意見があり、研究計画に反映させることとした。
- 詳細は別表1参照

#### 5. 中間評価結果

##### (1) 当初計画の適切性に関する評価

###### ① 技術動向の観点からの評価

- EAL の検討に関する事故シナリオに係る研究では、海外の EAL の例を調査し、国外の技術知見を踏まえ、特定重大事故等対処施設等を考慮した EAL の見直しのための知見の整理を行っていることから、当初計画どおり継続的に研究を行うことが適切である。
- 防護措置実施の検討に関するリスク評価研究では、国外での継続的な環境影響評価コードの開発による最新知見が得られており、継続的にこれらのコードの適用性を確認しながら研究を進めている。これまでに、特定重大事故等対処施設等を考慮した解析モデルの整備を行い、複数のシナリオでの試解析を実施していることから、当初計画どおり継続的に研究を行うことが適切である。

###### ② 規制動向の観点からの評価

- 本研究の目的は、中長期課題である緊急時活動レベルの高度化に資するための評価手法の整備及び確率論的環境影響評価手法の高度化であり、より実効的な防護措置の枠組みを検討するために必要となる知見を取得するものである。今年度までの成果としては、BWR の特重施設を踏まえた現行 EAL の考え方の範囲内での事象進展の整理等であることから、本判断とした。今後も引き続き実効的な防護措置の枠組みの検討を進めていただきたい。なお、確率論的環境影響評価コード OSCAAR の改良項目のうち、中長期的な防護措置の効果に係る事項（長期被ばく 50 年までの評価や再浮遊による内部被ばくの評価等）については、その内容がどのように活用されるかを明確にしてほしい。（関係する規制部門（緊急事案対策室・放射線防護企画課）による評価。当初計画の見直しの要否「否」。）

###### ③ 上記評価を踏まえた当初計画の見直し等の要否に係る評価

- 評価結果：計画どおりに行うことが適切である
- 評価コメント：本研究で得られた知見は、より実効的な防護措置の枠組みを検討



するために必要となる知見であることから、当初計画どおりに研究を行うことが適切である。なお、先行安全研究プロジェクト「緊急時活動レベル（EAL）に係るリスク情報活用等の研究（H29-H31）」の事後評価において、論文等による成果の公表がプロジェクト実施期間中に行われなかったことが指摘されている。これを受け、令和5年度の論文投稿を計画しており、それに向けた準備を進めることとする。

## （2）研究の実施状況の評価（項目別評価）

### ① 研究の進め方に関する技術的適切性： A

- 国内外の先行研究及び最新知見を反映し研究を進めていることから、技術評価検討会の外部専門家の意見も踏まえ、技術的適切性を有していると判断した。なお、国際協力等の積極的な活用を求める意見もあったことから、今後は、積極的に活用し、計画を進めることとする。

### ② 研究マネジメント及び予算・契約管理の適切性： A

- 委託研究の相手も含め適切な実施体制を構築するとともに、これまでの成果の一部は原子力防災分野に知見が活用されるなどの研究成果が得られていることから、研究マネジメントは適切であると評価した。
- 予算執行、進捗管理及び検収を含めた契約業務を、法令等を遵守して実施しており、適切に業務管理が行われている。

## （3）総合評価

- 評価結果： A
- 評価コメント： 計画どおりの成果が得られていると評価できる。また、研究マネジメント及び業務管理も適切に行われており、今後も計画どおりに進めることが適切である。

## 6. 研究計画への反映

- 技術評価検討会の外部専門家の意見を踏まえ、今後は、積極的に国際協力等を活用し、計画を進めるとともに、汎用的な評価手法の整備を検討していく。

## （主な成果の公表）

### （1）原子力規制庁の職員による公表

なし

### （2）委託先による公表

なし

**別表 1**

特定重大事故等対処施設等を考慮した緊急時活動レベル（EAL）見直しに関する研究に対する外部専門家の評価意見及び専門技術者の御意見並びにその回答

（外部専門家から頂いた評価意見及びその回答）

No.	評価項目	評価意見	回答
系井 達哉 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	概ね適切であると考えられる。	拝承いたしました。
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	概ね適切であると考えられる。	拝承いたしました。
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	概ね適切であると考えられる。	拝承いたしました。
4	④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	図 2.1 などを見ると原子力災害対策指針全体の課題を扱っているように見えますが、一方で、本研究でできること、できないことがあるように思います。最終報告をまとめるうえで、そのような点が明確になるようにまとめていただけるとよいのではと考えます。	図 2.1 では活用先の内容を含む概要を記載いたしました。この点の最終報告での記載を充実化させます。具体的には時間、シナリオ、対象住民及び防護措置の組合せによる被ばくの特徴を整理します。時間については EAL 発出時間、環境への放射性物質の放出時期等、シナリオについては早期・晩期放出、格納容器破損・管理放出等、住民については PAZ・UPZ、一般住民・要配慮者等、防護措置は避難、屋内退避及びヨウ素剤の服用の項目に着目し、これらの組合せで特徴的な公衆被ばくを明確化します。 この際、実際の EAL や防護措置の判断

No.	評価項目	評価意見	回答
			<p>を決定する明確な提言は規制庁内の検討チームなどによる公開の場での議論において取り扱う予定です。そのため、ここでは従来の EAL や防護措置と一定の合理性のある EAL や防護の最適化を行った結果を示し、その利点と悪影響について明確化したいと考えます。</p>
5	その他	<p>今後の課題が、今後の予定の記載にとどまっておらず、当初の研究の目的を達成するうえで必要なことが何かかわかりづらいため記載になっているように感じます。</p>	<p>「3.5.1. EAL の検討に関する事故シナリオに係る研究」について、「令和4年度までに、防護措置を考慮しない場合について、代表的な事故シナリオの特徴分析を進めてきた。今後の課題としては、防護措置を考慮する場合についても、事故シナリオの特徴分析、防護措置の特徴整理を考慮した検討を進め、EAL の見直し及び実効的な防護措置の判断の作成等に資するための知見を整理する。」としております。目標達成のために、防護措置を考慮した場合の特徴分析ができていないことが課題のため、これを実施します。</p> <p>「3.5.2. 防護措置実施の検討に関するリスク評価研究」について、「防護措置モデルの改良として屋内における核種の濃度と被ばく量の推定手法の改良及び実プラントにおける周辺住民の避難経路データの整備を進めるとともに、複数の事故シナリオにおける防護措置のタイミングの影響を分析する予定である。」としております。防護措置の影響を考慮した解析においては、屋内退避に関する防護のモデル化が重要であり、屋内の濃度と被ばくの関係のモデル化が課題と考えておりますので、これを実施します。</p>
牟田 仁 氏			
1	① 国内外の過去の	<p>研究の入り口として国内外の知見を参照しており、問題ないと考えます。今後、</p>	<p>最終報告でご指摘の点を踏まえて、記載をいたします。</p>

No.	評価項目	評価意見	回答
	研究、最新知見を踏まえているか。	どのような知見をどのように活かしていたか、ご報告の際に明確にされることを望みます。	
2	②解析実施手法、実験方法が適切か。	本日のご説明で問題ないと感じました。時間の制約と、まだ中間の報告であるためか、詳細な説明が得られなかった部分もありますが、追って説明があるものと期待します。	最終報告でご指摘の点を踏まえて、報告をいたします。
3	③解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	こちらも検討途上であることから十分な結果を示されておりませんが、今後に期待します。また、前と被りますが、得られた解析結果の評価だけでなく、目的に対する解析コードの機能の充分性にも言及いただければと思います。	最終報告でご指摘の点を踏まえて、記載をいたします。
4	④重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	今の所、大きな見落としはないように思います。まだ試行錯誤があるものと思いますが、適切に検討いただくことを期待します。	拝承いたしました。
5	その他	報告会の時間配分について、十分な説明ができるように配慮いただくことを望みます。	拝承いたしました。

守田 幸路 氏

1	①国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	EALの検討に関する事故シナリオの研究やリスク情報を活用した防災研究等の国外での取り組みにおける最新の知見を踏まえた研究が進められていると評価されます。国外の動向に関する知見の調査・取りまとめだけでなく、国際協力を積極的に活用して研究開発を進めていくことが重要と思われます。これに関連して、これまでの活動及び今後の展望について成果報告書において補足することをご検討ください。	最終報告でご指摘の点を踏まえて、記載をいたします。
---	--------------------------	---	---------------------------

No.	評価項目	評価意見	回答
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	研究計画で提示された2つの項目、(1) EAL の検討に関する事故シナリオに係る研究 (2) 防護措置実施の検討に関するリスク評価研究 は、ともに最新の知見を踏まえて実施されており、これまでの技術的知見が集約された解析コードを基盤とした評価手法の整備が進められており、解析実施方法について適切と評価されます。	拝承いたしました。
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	本研究では、EAL の検討に関する事故シナリオと防護措置の組み合わせを考慮した最新の評価手法の整備が進められており、特定重大事故等対処施設等を考慮した EAL の見直し及び防護措置の最適化に必要な技術的知見が得られることから、解析結果の評価手法は適切と評価されます。炉型や設備が異なる原子力発電プラントについてもその違いを考慮して適用できる汎用的な評価手法が整備されることが期待されます。また、今後、国際会議や学術雑誌等へ積極的に成果を公表することが望まれます。	最終報告に向けて、他プラントへの対応を実施する方針で作業を進めて参ります。最終報告までの期間に成果の公表を進めて参ります。
4	④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	重大な見落としはないと評価されます。	拝承いたしました。
5	その他	—	—

(専門技術者から頂いた御意見及びその回答)

No.	評価項目	御意見	回答
倉本 孝弘 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	我が国の EAL は米国に比べて非常に細分化され複雑な判断基準となっている中、本研究成果の活用により、米国並みのシンプルでより実効的な EAL 判断基準に整理していくことが期待されるものと考えますが、この研究の成果としてどこまでを目指し、EAL 見直しに対して最終的なアウトプットとして何を示すように考えられているのかお教えいただきたい。	EAL の見直しに資する技術知見として、時間、シナリオ、対象住民及び防護措置の組合せによる被ばくの特徴を整理します。時間については EAL 発出時間、環境への放射性物質の放出時期等、シナリオについては早期・晩期放出、格納容器破損・管理放出等、住民については PAZ・UPZ、一般住民・要配慮者等、防護措置は避難、屋内退避及びヨウ素剤の服用の項目に着目し、これらの組合せで特徴的な公衆被ばくを整理します。 直接的な EAL や防護措置の提案ではなく、ケーススタディの結果をとりまとめるとともに、従来の EAL や防護措置の判断との差異、利点、悪影響等について整理し、EAL の見直しにおける重要な視点を整理する予定です。
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	今回の研究での被ばく評価解析には、FARCON、MACCS、OSCAAR を使用されています。FARCON を簡易被ばく解析に使用するの理解するとして、EAL の事故シナリオ検討には MACCS、防護措置検討には OSCAAR と使い分けておられますが、これらは MACCS 或いは OSCAAR にて共通的に実施できないもののでしょうか。MACCS では、防護措置を複雑に扱う場合に対応できず、改良、機能追加を含めた OSCAAR でないと評価できないという判断からなののでしょうか、また、事故シナリオ検討解析向けにも改良を加え国産コード OSCAAR を積極的に使用していくことも考えられそれを期待するものですが、こ	MACCS は多岐にわたるシナリオを小さな計算負荷で実施できること、総合シビアアクシデント解析コード MELCOR とのインターフェイスの充実度から採用しております。 一方で OSCAAR は、計算ニーズに沿った解析コードの改良を行いながら MELCOR、MACCS で解析した重要なシナリオの評価を行う予定です。ご指摘のとおり国産コード OSCAAR に知見を拡充し、活用する計画をしております。

No.	評価項目	御意見	回答
		の点に関しての御見解、計画などをお教えいただきたい。	
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	—	—
4	④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	MELCOR+OSCAAR によるシナリオと防護措置の組み合わせを考慮した解析については、EAL 高度化に必要な技術的知見の蓄積に資するために加えて、実際に原子力災害発災時にその時の事象シナリオ・気象条件に基づいて解析を実施し、防護措置の種類・タイミングを判断するという活用も有用であると考えますが、そのような活用は想定されるものでしょうか。本研究の中で、そのような活用に向けた検討を実施というようなことがあるのかお教えいただきたい。	実際の発災時における成果の活用については、本研究の結果を意思決定に直接活用することは考えておりませんが、本研究の成果の一部を規制庁について整備予定である緊急時対応技術マニュアルにおける計算に活用する予定です。
5	その他	(誤記) スライド 16/24 の下から 3 行目: 「CDF 解析」→「CFD 解析」	誤記です。最終報告において修正を行います。
高橋 浩道 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	—	—
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	避難ルートとして 32 方位にメッシュを切っていますが、実際の気象データは 16 方位と思われるので、16 方位をどう 32 方位に展開したのか説明を追記いただいた方が良いでしょう。	気象データは気象庁メソ数値予報モデル GPV (MSM) のサイト近傍の値を基に作成しております。風ベクトルの東西成分と南北成分が与えられており、そこから風向を計算し、OSCAAR コードにおけるメッシュの 32 方位に展開した旨記載いた

No.	評価項目	御意見	回答
			します（最終報告において修正を行います）。
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	<p>事故シナリオに対する被ばくの特徴分析では、BWR5 プラントを対象に分析を実施していますが、PWR では事故発生から EAL 発出、炉心損傷、FP 放出までの時間の傾向が異なってくると考えます。PWR への適用において留意事項等の記載があった方が良く考えます。</p> <p>避難の順次開始を考慮した際の線量が評価されていますが、一方で気象シーケンスも 500 ケースの評価を実施しており、線量の 95%値は避難開始時間と気象シーケンスの両方を加味した 95%なのか、気象シーケンスのみを考慮した 95%なのか明記願います。</p> <p>図 2.3.10、図 2.3.11、図 2.3.12 図の説明で「1.5 km 地点における各ケースの 95%値シーケンスの避難開始前の位置ごとの早期被ばく線量（各時刻における位置を考慮して線量を積算）の分布」とありますが、各図で避難しない/直線避難/経路避難の 3 グラフが記載されており、各ケースと各避難経路の関係が不明瞭ですので説明追記願います。</p>	<p>今後 PWR での検討も併せて行います。中間報告では管理放出に着目するためフィルターベントが SA 設備として位置づけられている BWR を代表例としました。</p> <p>全てのケースについて避難開始時間は全て放出開始時に設定しており、気象シーケンスのみを考慮した 95%である旨記載いたします（最終報告において修正を行います）。</p> <p>共通の気象シーケンスを各ケースに適用した被ばく線量の分布を比較するものであり、気象シーケンスの選択基準が各ケースの 95%値である旨記載いたします（最終報告において修正を行います）。</p>
4	④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	—	—
5	その他	—	—
田原 美香 氏			
1	① 国内外の過去の	国内外の過去の研究、最新知見を踏まえていると思います。	拝承いたしました。



No.	評価項目	御意見	回答
	研究、最新知見を踏まえているか。		
2	②解析実施手法、実験方法が適切か。	<p>報告書 p. 49 の MACCS の解析条件について、タイムステップが 1.0h ごと、と記載されていますが、これはタイムステップというよりも気象データの時間間隔とした方が正しいのではないのでしょうか。MACCS はタイムステップ毎に計算をするプログラムにはなっていないと思いますので、タイムステップという記載に違和感を覚えました。また、気象条件に「一年平均」とあり、備考に「大気安定度、風速、降雨、混合層高さは簡単のため代表プラントの1年間の平均とした」とありますが、これは MACCS で1年間の気象データを用いて計算を行い、その結果を平均した年間気象平均値を用いているのか、あるいは、各気象データを平均化したものを1パターンだけ与えて計算したものが区別できません。わかるような記載をお願いします。</p>	<p>ご指摘のとおり、タイムステップではなく気象データの時間間隔です。また、「一年平均」というのは MACCS で1年間の気象データを用いて計算を行い、その結果を平均した年間気象平均値ですので、その旨も分かるよう修正いたします（最終報告において修正を行います）。</p>
3	③解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	<p>適切であると思います。</p>	<p>拝承いたしました。</p>
4	④重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	<p>報告書 p. 51～52 の防護措置を考慮した場合において重要と考えられる視点について、検討のアプローチの観点で意見を述べさせていただきます。例えば、TQUX では早期に GE22 が出ます。そして、その後のマネジメントの成否によって格納容器破損や管理放出を回避できる場合や、回避できない場合の大規模 FP 放出タイ</p>	<p>検討会でのご回答のとおり、破損なし（設計漏洩）に関する取り扱いについて、今後検討します。最終報告でご指摘の点を踏まえて、記載を検討いたします。</p>

No.	評価項目	御意見	回答
		<p>ミングの違いが生じます。表 2. 2. 16 によれば、超早期放出であれば屋内退避、早期及び晩期放出であれば避難が有効な対策ということになりますが、結果としてそうであったとしても、GE22 が出た段階で、超早期放出になるのか、早期・晩期放出になるのかはわかりません。GE が出た段階でマネジメントの成否の見通しと事態の深刻度をどう判断するのか、その検討が重要であると考えます。このような検討をするのであれば、表 2. 2. 16 と表 2. 2. 17 に「放出なし（事故収束）」の欄を追加してみると良いかもしれません。今後のご検討をお願いします。</p>	
5	その他	<p>工程表の「防護措置に関する知見の整理」に該当する箇所が報告書中に見当たりませんでした。今回は検討途中であるため報告なしということでしたが、この項目で何を実施するのかがわかるようにしていただくと良いと思いました。オンサイトにおける EAL とオフサイトにおける防護措置の最適化を考える上で、オフサイトの防護措置に影響を与える自然災害との重畳を考えることが重要であると思います。それをどう扱うのか（扱わないのか）、中間報告でその方向性を記載していただけたらよかったですと思いました。</p>	<p>「防護措置に関する知見の整理」は、次年度から実施予定の防護措置についての文献調査、環境影響評価コードにおけるモデルの調査等を行いました。現行の防護に関する知見とモデルの整備状況から今後実施予定の解析の計画と解析範囲を同定しております（最終報告において内容を記載します）。</p> <p>自然災害との重畳については、本研究プロジェクトの対象外としております。</p>

## Ⅱ. 再処理施設及びMOX燃料加工施設における重大事故等の事象進展に係る研究 (R3～R7 (2021～2025))

### 1. 研究プロジェクトの目的

- 令和2年4月から施行された原子力規制検査では、合理的な範囲でリスク情報を活用し、効率的かつ効果的な検査の実施に努めることとされている。このようなリスク情報を得るに当たっては事故シナリオを明確にし、不確かさを低減する必要がある。本研究プロジェクトでは、再処理施設での蒸発乾固事象及びMOX燃料加工施設でのグローブボックス(GB)火災について、既往の安全研究では得られていないデータ等を取得することにより事象を明確にし、これらの事故シナリオの不確かさを低減することを目的とする。

### 2. 研究概要

- 蒸発乾固事象に関する研究  
重大事故の緩和対策やその際に想定される機器設備の環境を踏まえた条件下での Ru 移行挙動データ及び凝縮液への Ru 化学吸収効果データの拡充を行うほか、乾固後の温度上昇段階における Cs の移行挙動データを取得する。加えて、事象進展解析コード整備のための検討を実施する。
- GB 火災に関する研究  
GB 火災の事象進展シナリオを評価する解析手法の整備のため、実規模 GB 火災試験データ※等に基づく分析及び解析を行う。  
(※：仏国放射線防護原子力安全研究所 (IRSN) と原子力規制庁との間で締結された FIGARO プロジェクトの試験データ。)

### 3. 現状の研究成果

- 蒸発乾固事象に関する研究
  - ・ 重大事故等の緩和対策やその際の環境を踏まえた条件下での Ru 移行挙動について、気体状 Ru 放出に対する亜硝酸の抑制効果に係る試験データを得た。また、NOx 含有気相における気体状 Ru 化合物の分解阻害反応の温度依存性等に係る知見を得た。
  - ・ 凝縮液への Ru の化学吸収挙動について、取得した試験データから反応モデル案を作成した。
  - ・ 乾固後の Cs 化合物の移行挙動について、共存元素の影響に係る知見を得た。また、乾固物温度解析モデルについて検討し知見を整理した。
  - ・ 事象進展解析コードの整備に向けた課題を分析し整理した。  
(上記は、JAEA への委託研究を含む。)
- GB 火災に関する研究
  - ・ 開放空間及び換気条件下の GB 火災試験データから GB の構成 (パネルの材料、開

口部位置等)によるパネル溶融への影響に係る知見を得た。また、GB 火災への防護対策(消火剤の放出、給排気の停止、ダンパ閉止等)を含む GB 内火災シナリオの解析から、火災防護対策の燃焼抑制効果等に係る知見を得た。

- 実規模 GB 火災の試験データに基づくベンチマーク解析から、GB 火災の発熱速度、パネル材燃焼時の GB 内温度上昇等に係る知見を得た。

#### 4. 技術評価検討会における主な意見及びその対応

- 実験の予備解析と事後解析との比較や、実験結果と理論的モデルとの照合による分析があれば一層高い成果が期待できることから、実験計画の段階で物理・化学現象に関するモデルを用いた予備解析をもっと行うべきであるとの意見があった。本研究では、実験計画は事前の文献調査及び予備試験に基づいて作成しているが、実験結果の分析がより深まるように、可能な限り予備解析を実施していく。
- 得られた知見を体系的に整理し、知識・技術の継続的な改善を可能とするツールとして、物理・化学現象の知見を解析コードに反映していくことが重要であり、その際 PIRT (Phenomena Identification and Ranking Table: 重要な現象を抽出しランク付けする分析方法。)による整理が有効であるとの意見があった。本研究では、長期的な目標として解析コードの整備のための検討を進めており、今後も、TSO (国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 安全研究センター)とともに、当該コードを基にした解析研究の強化を検討していく。また、PIRT が有効なツールであると認識しており、今後、PIRT の活用を進めていく。
- 蒸発乾固事象に関する研究について、Ru や Tc 等の揮発性物質の化学的挙動は複雑で技術的に捉えにくい現象であるため、関係者と積極的に実験データ等を共有し、海外専門家に確認してもらうなど、多くの視点をもって見落としや見誤りのないよう慎重に取り組むべきとの意見があった。本研究では、当該化学反応の基礎的な検討のほか、広範な反応の評価をこれまで以上に進め、研究実施機関と連携して慎重に検討し、現場でしか得られない情報等を加味しながら、研究を進めていく。
- GB 火災については、成果を活用していく上で、解析結果に対する支配因子や不確かさの因子に関して考察を充実させていくことが有益であり、また、今後も解析コードの V&V (検証と妥当性確認) と不確かさの検討が望まれるとの意見があった。指摘のあった因子については重要な因子であると認識しており、本研究では、今後も解析結果に対する支配因子等について検討していくほか、現在実施中の試験等から得られているデータも踏まえた解析を実施し、V&V と不確かさの検討を進めていく。
- 本研究で得られた成果について、論文誌や原子力安全規制上の利用に加えて学会等での口頭発表等を促す意見のほか、成果の具体的な活用を明確にすべきとの意見があった。本研究では、今後、成果を学会等での口頭発表や論文等にて積極的に公表していく。また、具体的な活用について、検査部門と継続して議論をしており、検査活動の場での有効な利用を踏まえた活用方法を検討していく。

- 詳細は別表2参照

## 5. 中間評価結果

### (1) 当初計画の適切性に関する評価

#### ① 技術動向の観点からの評価

- 蒸発乾固事象に関する研究については、世界的にみても貴重な試験データの取得に取り組んでおり、技術評価検討会においても同様な意見をいただいている。また、試験の実施においては、委託先において、実施内容及び進捗について有識者によるレビューを受けながら試験を実施しているほか、海外研究機関との意見交換から得られた知見を踏まえて研究を進めている。
- GB 火災に関する研究については、MOX 燃料加工施設における対策を考慮した解析を行っているほか、海外研究機関との意見交換から得られた科学的・技術的知見を踏まえて研究を進めている。
- 本研究プロジェクトの当初計画は、事前評価時に行った技術評価検討会の意見も踏まえて作成しており、研究の途中で課題が発生したとしても柔軟に対応できる計画となっている。また、研究は計画どおり進んでおり、現時点での目標とした科学的・技術的知見を取得している。
- 以上より、外部専門家の意見も踏まえながら研究を進めてきており、技術動向の観点から適切に研究を実施できたと評価できる。今後も計画どおりに研究を進めることで、目標とした科学的・技術的知見が取得できる見込みである。

#### ② 規制動向の観点からの評価

- 本研究で得られた知見については、直ちに規制に活用できる状態に至ってはいないが、施設全体のリスクの一部であり、その他のリスク情報とともに取りまとめ、原子力規制検査に加え、必要に応じて安全性向上評価の確認へ活用できるよう計画どおり研究を行うことが適切である。（関係する規制部門（核燃料施設等監視部門）による評価。当初計画の見直しの要否「否」。）

#### ③ 上記評価を踏まえた当初計画の見直し等の要否に係る評価

- 評価結果： 計画どおりに行うことが適切である
- 評価コメント：得られた研究成果の規制への活用については、その具体的な方法を今後の規制部門のニーズに合わせて検討する必要があるが、本研究は科学的・技術的な適切性をもった研究であり、計画的な研究の進捗により期待される成果が見込まれることから、計画どおり研究を行うことが適切である。なお、先行安全研究プロジェクト「加工施設及び再処理施設の内部火災等に関するリスク評価手法に関する研究（H29-R2）」の事後評価において、論文等による成果の公表がプロジェクト実施期間中に行われなかったことが指摘されている。これを受け、令和7年度の論文投稿に向け準備を進めることとする。

## (2) 研究の実施状況の評価（項目別評価）

### ① 研究の進め方に関する技術的適切性： A

- 研究に必要な試験の実施においては、委託先において有識者による専門委員会を設置し、実施内容及び進捗についてレビューを受けながら試験を実施した。また、解析を含め、国内外の最新知見及び海外研究機関との意見交換から得られた知見を踏まえて研究を進めた。以上より、技術的適切性をもって研究が進められていると判断した。

### ② 研究マネジメント及び予算・契約管理の適切性： A

- 委託先を含め適切な研究体制を構築し、計画どおりに進捗させ目標を達成していることから、研究マネジメントが適切に行われたと判断した。
- 予算執行、進捗管理及び検収を含めた契約業務を、法令等を遵守して実施しており、適切に業務管理が行われたと判断した。

## (3) 総合評価

- 評価結果： A
- 評価コメント：

計画どおりに試験及び解析を実施して計画していた知見を取得し、現時点での目標を達成している。また、研究マネジメント及び業務管理も適切に行われており、今後も計画どおりに進めることが適切である。

## 6. 研究計画への反映

- 研究計画作成の段階で可能な限り予備解析を実施して検討を行い、事後解析や理論的モデルとの照合による分析を行っていく。
- 得られた知見について、PIRT等を活用して体系的に整理し、解析コード整備のための検討を行っていく。
- 成果を学会等での口頭発表等や論文にて積極的に公表していく。また、具体的な活用については検査部門とも議論をしており、今後、規制活動への具体的な活用方法を明確にしていく。

## (主な成果の公表)

### (1) 原子力規制庁の職員による公表

- 論文（査読付）  
なし
- 国際会議のプロシーディング（査読付）  
なし

- 論文（査読無）  
なし

- 口頭発表

- ① 瀧澤 真、櫻井 智明、「グローブボックス火災の事象進展評価における火災解析に関する検討」、日本原子力学会 2023 年春の年会 東京大学駒場キャンパス、令和 5 年 3 月

- (2) 委託先による公表  
なし

## 再処理施設及びMOX燃料加工施設における重大事故等の事象進展に係る研究に対する外部専門家の評価意見及び専門技術者の御意見並びにその回答

## (外部専門家から頂いた評価意見及びその回答)

No.	評価項目	評価意見	回答
浅沼 徳子 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	国内外のこれまでの取組みを十分踏まえたうえで計画及び実行されていると判断する。特に、高レベル廃液の蒸発乾固事象に関する研究については、世界的にも貴重な試験データの取得に取り組んでいる。また、GB火災に関する研究では、海外との協力関係の下で実規模データが取得できており、解析まで含めて良好な取り組みであると評価する。	蒸発乾固事象に関する研究については、今後とも最新知見を注視しながら研究を進めていきます。 GB火災に関する研究についても、引き続き、実規模データを取得するとともに、解析から得られた知見を踏まえて、研究を実施していきます。
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	蒸発乾固事象に関する研究については、亜硝酸という不安定な化学種を取り扱っており、ルテニウム化学種も多様であることから、大変捉えにくい状況と推察する。実験方法や条件により結果が大きく左右される可能性があるため、ある程度の試行錯誤も必要と考えられる。得られたデータを吟味しつつ、現場でしか得られない情報は実験担当者と積極的に共有するなど、多くの視点をもって見落としや見誤りのないよう取り組んだ方が良い。 GB火災に関する研究では、試験結果と解析がおおむね一致する結果となっており、取り組みとして適切であると判断する。	ご指摘の点を踏まえ、亜硝酸に関連する実験の考察は、研究実施機関と連携して慎重に検討し、現場でしか得られない情報等を加味しながら、多角的に進めていきます。  引き続き、試験結果と解析結果との比較を行いながら、適切に実施していきます。
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が	蒸発乾固事象に関する研究については、豊富な実験結果に対して、これらの情報をどう解析に生かすかが今後の課題と考える。	ご指摘の点を踏まえ、解析コードの整備のために、まずは個々の物理・化学現象をモデル化するなど、実験結果を解析に活用することを視野に入れて研究を進めていきます。



No.	評価項目	評価意見	回答
	適切か。	GB 火災に関する研究では、海外の協力の下で貴重な実データが取得できる見込みである。現時点では解析結果も良好な一致が見られているので、評価手法として適切な対応がなされているものと判断する。今後は、想定し得る様々なケースに対応できるように、更に研究が進展することを期待したい。	想定し得る様々なケースに対応できるように、実規模データの分析等により GB 火災において発生する現象等に関する知見を蓄積していきます。
4	④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	特に気づいた点はない。	—
5	その他	なし	—
榎田 洋一 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	<p><u>(蒸発乾固事象に関する研究)</u></p> <p>当該評価対象の前の段階の関連研究を含めて、長期にわたり、本質的な基盤研究に取り組んでいて、海外に比較しても、実液での試験を除けば、現時点において、日本でかなりの知見が蓄積されてきており、最新知見を踏まえた素晴らしい成果が得られつつあると評価できる。</p> <p><u>(GB 火災に関する研究)</u></p> <p>仏国との共同研究の枠組みで、GB 火災の実際に係るデータが取得できており、他の基礎研究や数理モデルと数値シミュレーションによるシステム工学的手法のこれまでの国内外の様々な研究や最新知見も踏まえて、研究が実施されてきており、適切であったと評価する。</p>	<p>これまで蓄積してきた知見を踏まえつつ、今後も蒸発乾固事象について知見を蓄積していきます。</p> <p>引き続き、国内外の過去の研究、最新知見を踏まえて研究を実施していきます。</p>
2	② 解析実施手法、実	<p><u>(蒸発乾固事象に関する研究)</u></p> <p>Ru の挙動について、亜硝酸の分解の影響を検討していて、揮発性の Ru 化合物で</p>	引き続き、安全研究プロジェクトの行程に従い、実施していきます。

No.	評価項目	評価意見	回答
	<p>実験方法が適切か。</p>	<p>ある RuO<sub>4</sub> について、これまでよりも深く、その挙動を把握しようとしており、価値があり、手法や、研究方法は適切であると考える。</p> <p>(GB 火災に関する研究)</p> <p>実際の MOX 燃料加工施設やその前プロセスに相当する転換工程における操業条件に鑑みると、燃焼試験の条件の十分性や変動因子の把握は多数のパラメタとその変動範囲の大きさが、これらを既に十分に考慮した実験パラメタと実施方法となっており適切であったと評価する。得られた試験データの活用観点からは令和7年度の研究内容の適切な実施が重要であり、試験結果を踏まえた中間的な研究成果のまとめを受けて中間評価以降の研究項目に如何なる反映（フィードバック）を図るかが説明されるとさらに良かった。要すれば、中間報告段階までの解析実施手法と実験方法が適切であったと評価する。</p>	<p>中間評価以降の研究項目への反映に関しては、中間的な研究成果のまとめを踏まえ、試験結果等から得られた GB 火災時の燃焼挙動、GB 内の流動状態等を踏まえた解析の実施を検討しています。</p> <p>また、取得した試験結果の分析、課題の抽出を継続して実施し、適宜研究項目への反映を図ることを考えています。</p>
3	<p>③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。</p>	<p>(蒸発乾固事象に関する研究)</p> <p>亜硝酸と揮発性の Ru 化合物である RuO<sub>4</sub> の反応については、液相と気相の 2 相系での物質移動と化学種の変化が想定され、複雑であることが容易に想起できるので、例えば気相中での NO と RuO<sub>4</sub> の反応について温度や圧力をパラメタとした熱力学データに基づく化学種の安定性評価や反応の検討など、基礎的な検討結果も含めて広範な評価をおこなうとわかってくる部分があると助言する。既に実施済みであれば、一例を併せて説明して欲しかった。全体として、評価方法は適切であると認める。</p>	<p>ご指摘いただいたように、亜硝酸と RuO<sub>4</sub> の反応については、液相と気相の 2 相系での物質移動と化学種の変化が想定される複雑な反応になると考えられます。令和4年度では、温度や NO<sub>x</sub> 濃度をパラメタとして、気相中での NO と RuO<sub>4</sub> の反応に関する試験を実施し、反応機構の検討を進めています。今後も、既存データ等を活用し、熱力学データに基づく化学種や反応の安定性評価などの基礎的な検討結果を含め、広範な反応の評価をさらに進めていきます。</p>

No.	評価項目	評価意見	回答
		<p>(GB 火災に関する研究)</p> <p>これまでの研究における解析結果の評価手法や実験結果の評価手法は、予定した成果が得られていることやこれまでは不確定であったパラメタに新たに値が得られたことから判断して、適切であると評価する。一方で、これまでに得られた試験結果で得られた評価結果を用いることにより、具体的な事象進展の解析を行って、従前の知見に基づく結果との差異、例えば不確実性の減少を示すことが明示的にできれば、当該安全研究の成果を、さらに明示的に検証できたものと考え</p>	<p>ご指摘の点を踏まえ、試験結果から得られた評価結果や知見に基づく事象進展の解析を行い、従前の知見に基づく結果との差異について検討していきます。</p>
4	<p>④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。</p>	<p>(蒸発乾固事象に関する研究)</p> <p>準揮発性物質の気相への移行に係る研究項目の中で、Re による Tc の模擬を行っているが、国際会議での議論が正しいとすると、水相中での Tc の溶液化学的挙動の模擬物質としての活用は正当であるものの、融体中での挙動の模擬は、複数原子価をとり得る複雑な化学的性質のために無理があるということです。蒸発乾固現象では、溶液化学的な段階と融体または固体での取り扱いが必要な段階が含まれるため、文献調査や、より好ましくは、海外専門家の訪問調査等を根拠に実験結果について慎重な取り扱いが必要と考えます。今後の検討課題としていた</p> <p>でも、次の段階移行の将来計画として Tc の使用を試みるということでもよいと考える次第。</p> <p>(GB 火災に関する研究)</p> <p>今後の安全規制上での成果の利用を図るという観点から、原子力規制庁内での知の蓄積に加えて、外部、特に事業者や</p>	<p>融体または固体での取り扱いが必要な段階における Tc の模擬物質としての Re の適用性については今後の検討課題であり、ご助言を踏まえて、その実験結果は慎重に取り扱っていきます。また、Tc の使用も将来的な計画として検討していきます。</p> <p>代表的なシナリオの進展解析に加えて、火災防護対策の条件に着目したケーススタディ等を実施し、条件の違いが対</p>

No.	評価項目	評価意見	回答
		<p>民間企業での成果利用の促進が諮られるべきであり、最もあり得るシナリオの進展解析に加えて、複数の代表的な火災の局面における運転員による換気系の操作に関して、その是非について事例摘出があるとさらに結果の取り纏めと国税を使用した原子力安全研究としての技術的有効性に説得力が増したのではないかと考える。この観点は令和7年度研究項目に反映できると期待されるが、総じて重大な観点の欠落はなく、技術的な成果公表の効果を、学術発表や安全規制での内制的活用に加えて、波及的により広く捉えるとよいと提案し、評価する。</p>	<p>策の効果に及ぼす影響について検討するとともに、対策の是非に関連する情報を整理していきます。また、本研究の成果については、規制側だけでなく事業者等も利用できるよう学会等において公表を行っていきます。</p>
5	その他	<p><u>(蒸発乾固事象に関する研究)</u></p> <p>国税の用途としての観点からすると、研究成果の公表については、原子力学分野での学術的なインパクトの観点からは現実としての議論があることは背景として理解するが、技術的な知の価値に鑑みて、日本原子力学会での口頭発表や関係する部会、支部の研究発表会での研究報告も原子力安全規制上での利用と並んでむしろ重要であり、関係者の認識を新たにすべきと評価する。</p> <p><u>(GB 火災に関する研究)</u></p> <p>国税の用途としての観点からすると、研究成果の公表については、原子力学分野での学術的なインパクトの観点からは現実としての議論があることは背景として理解するが、技術的な知の価値に鑑みて、日本原子力学会での口頭発表や関係する部会であるリスク部会や再処理リサイクル部会、各支部の研究発表会での研究報告も学術雑誌発表や原子力安全規制上での利用と並んでむしろ重要であり、</p>	<p>ご指摘いただいたように、本研究の技術的な知の価値を踏まえ、成果を積極的に、論文や学会等での口頭発表等により、公表を行っていきます。</p> <p>ご指摘いただいたように、本研究の技術的な知の価値を踏まえ、成果を積極的に、論文や学会等での口頭発表等により、公表を行っていきます。</p>

No.	評価項目	評価意見	回答
		関係者の認識を新たにすべきと評価する。	
本間 俊司 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	蒸発乾固事象に関する研究および GB 火災に関する研究、共に過去の研究、最新の知見を踏まえていると評価できる。  蒸発乾固事象に関する研究における亜硝酸の挙動については、既往の再処理における研究の知見が使えるのかどうか？本研究で得られた知見は、それら既往の研究と異なるのかどうか？ などについて整理するとさらに研究の見通しが良くなると思われる。	ご指摘の点を踏まえ、研究実施機関とともに検討を進めていきます。
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	蒸発乾固事象に関する研究および GB 火災に関する研究、共に解析実施手法および実験方法は適切であると評価できる。	引き続き、適切に解析及び試験を実施し、蒸発乾固事象に関する研究及び GB 火災に関する研究を実施していきます。
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	蒸発乾固事象に関する研究および GB 火災に関する研究、共に解析結果の評価手法および実験結果の評価手法は適切であると評価できる。	解析結果及び試験結果の評価につきましては、引き続き適切に実施していきます。
4	④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。	蒸発乾固事象に関する研究および GB 火災に関する研究、共に重大な見落としならびに観点の欠落は見当たらない。	引き続き、見落としがないように、類似研究の確認を行うほか、委託業務専門部会の外部専門家等の確認を受けながら研究を継続します。
5	その他	蒸発乾固事象に関する研究においては、事象進展解析コードの整備に向けた課題分析が適切になされていると評価できる一方、事象発生段階の移動現象を模擬する解析コードの開発が鍵であると考えられる。温度、圧力、水蒸気濃度な	ご指摘の点を踏まえ、長期的に、事象発生時の移動現象を模擬できる解析コードの開発を検討していきます。なお、TSO（（国研）日本原子力研究開発機構 安全研究センター）において、当庁からの委託研究の成果（試験データや現象モデル）

No.	評価項目	評価意見	回答
		どの変動をあらかじめ抑えておけば、実験方法や解析手法の妥当性の検討、実験および解析結果の妥当性確認および精度向上に貢献できると考えられる。	等を活用し、蒸発乾固事象で重要となる硝酸蒸気等の移行挙動を模擬する解析コードの開発がなされており、当該コードも活用し、実験方法や解析手法の妥当性の検討、実験および解析結果の妥当性確認および精度向上に努めていきます。
村松 健 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	<p>蒸発乾固実験については、報告書（案）及び質疑応答から、同種研究の実施機関や公開文献が少ない中で、実験で対象とする物理現象に関する文献調査が丁寧に行われていること、原子力学会が作成している再処理施設のための蒸発乾固ソースチームに関する PIRT など参考に行っていることなどがわかりましたので、最新知見を踏まえていると評価します。</p> <p>GB 火災については、報告書（案）及び質疑応答から、IRSN との研究協力により入手する試験データや解析コードを活用するとともに、高温下での GB の材質・性状の変化や国内の GB の情報を広く調べており、最新知見を踏まえていると評価します。</p>	<p>今後とも最新知見を注視しながら研究を進めていきます。</p> <p>引き続き、試験データや火災解析コードを活用しつつ、最新知見を踏まえて研究を実施していきます。</p>
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	蒸発乾固実験については、委託先にて経験のある実験技術を用いて実験を行い、着実に研究目的に沿ったデータ取得がなされていることから、基本的には適切であったものと評価します。しかしながら、実験計画の段階で物理・化学現象に関するモデルを用いた予備解析があまり行われていないようです。粗い近似又はバウンディング解析的なものであっても、モデルによる事前予測があれば、実験結果の分析が深まるのではないかと考えます。	実験計画の段階においては文献調査及び予備試験に基づいて作成しています。今後は、実験結果の分析がより深まるように、可能な限り予備解析の実施も含めて検討していきます。

No.	評価項目	評価意見	回答
		<p>GB 火災については、国内の GB に関する公開情報をもとに解析条件を設定し、火災発生時の緩和対策の効果に注目した感度解析を行っており、研究目的に沿った極めて適切なアプローチと評価します。なお、用いた解析コード SILVIA の V&amp;V と不確かさの検討が望まれますが、既に実規模データを含めた検証が計画されているので、今後の成果が期待できると考えます。</p>	<p>本研究で使用している解析コードの検証等につきましては、実規模データを含めて実施していきます。</p>
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か。	<p>蒸発乾固実験については、表形式での整理を含めて、既往知見の広範かつ詳細な分析を踏まえて実験結果を分析・評価しており、適切と評価します。しかしながら、理論的モデルとの照合による結果の分析があれば一層有益な成果となると考えます。</p> <p>GB 火災については、適切と評価します。今後、この成果を活用していく上では、解析結果に対する支配因子や不確かさ因子に関する考察を今後充実させていくことが有益と考えます。(例えば HRR 等が今回の解析では重要な因子ではないかと感じました。)</p>	<p>ご指摘の点を踏まえ、一層有益な成果となるように、理論的モデルとの照合等による結果の分析を検討していきます。</p> <p>ご指摘いただいたとおり HRR 等については GB 火災解析において重要な因子であると認識しています。今後も火災解析を継続し、解析結果に対する支配因子等について検討していきます。</p>
4	④ 重大な見落とし(観点の欠落)がないか。	<p>蒸発乾固実験及び GB 火災の両方について、重大な見落としとすべき気づき事項はありません。</p>	<p>引き続き、見落としがないように、類似研究の確認を行うほか、委託業務専門部会の外部専門家等の確認を受けながら研究を継続します。</p>
5	その他	<p>蒸発乾固事実験については、研究計画における目的を的確に達成する上で、実験の事前予測と事後解析があれば一層高い成果が期待できることは②、③へのコメントに述べたとおりですが、それに加</p>	<p>ご指摘の点を踏まえ、引き続き、長期的な目標として解析コードの整備のための検討を進めていきます。</p> <p>また、本検討における TSO との議論等を通じ、研究者の人材育成を進めていき</p>

No.	評価項目	評価意見	回答
		<p>えて、研究計画を超える事項ですが、当該事故は他の事象に比べてリスク上の重要度が高いこと及び実験の最終目的が検査への貢献であることを考慮すれば、実施設を想定した事故進展及び放射性物質移行に関する解析を行うことにより、実験で得た知見が実施設の事故時ソースタームに、どのように、かつどれほど影響するかを定量的に評価しておくことは、実験結果を適切に活用する観点から必須と考えます。さらに、実施設に関する解析的研究を強化することは、規制庁及びTSOにおける人材育成のためにも必須かつ有益と考えます。</p> <p>両テーマ共通に、実験や解析の知見を体系的に整理し、知識・技術の継続的な改善を可能とするツールとして、物理・化学現象の知見を解析コードに反映していくことは基本的なことですが、それに加えて、PIRTによる整理と、その裏付けとなる技術基盤に関する現状レビュー報告書の作成が役に立つと考えます。また、それらを作る際には、安全規制の参考としてPIRTを活用しているNRCの実施手順や、再処理施設のためのPIRT作成を試行している日本原子力学会の活動・成果は参考になると考えます。原子力学会によるPIRTは既に参考にしていただいているとの説明を伺いましたが、今後とも、規制の独立性を維持する配慮をしつつ、互いの成果を参考にすることは、重要な見落としを防ぐこと及び情報収集を効率的に進める意味で有益と考えます。</p>	<p>ます。なお、TSO（（国研）日本原子力研究開発機構 安全研究センター）では、当庁からの委託研究の成果（試験データや現象モデル）等を活用し、蒸発乾固事象で重要となる硝酸蒸気等の移行挙動を模擬する解析コードの開発がなされており、今後、TSOとともに、当該コードを基にした解析研究の強化を検討していきます。</p> <p>ご指摘いただいたように、PIRTは、実験や解析の知見を体系的に整理し、知識・技術の継続的な改善を可能とするツールとして有効であると認識しており、今後とも、NRC、日本原子力学会等の活動・成果を参考にしながらPIRTの活用を進めていきます。また、本研究成果を積極的に論文・学会等の場で発表し、規制の独立性の維持に配慮しつつ、学協会等と互いの成果を参照できるようにしていきます。</p>



(専門技術者から頂いた御意見及びその回答)

No.	評価項目	御意見	回答
中林 弘樹 氏			
1	① 国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか。	蒸発乾固事象に関する研究において、高放射性廃液の沸騰晩期段階から乾固段階までの揮発性・準揮発性物質の基本的挙動については、人為的に蒸発乾固を起こしているガラス固化プロセス（とりわけフランスのガラス固化プロセスは乾固（calcination）とガラス溶融が別プロセスとなっており、calciner での現象は蒸発乾固に極めて近いと考えられる）の基礎研究で参考になるものがあるのではと考えます。	ご指摘いただいたように、ガラス固化プロセスの乾固（calcination）での現象は蒸発乾固に近い現象と考えており、実験計画の段階において、ガラス固化プロセスの基礎研究の知見を参考にしております。今後とも、当該知見等を参考にしつつ、実験結果の考察を実施していきます。
2	② 解析実施手法、実験方法が適切か。	実際の再処理施設の高放射性廃液貯槽においては、底部に白金族元素や二次スラッジから成る不溶解残渣が多く堆積している。蒸発乾固の沸騰晩期段階から乾固段階においては Ru や Cs 等の着目元素とこれらの不溶解残渣が混じり合った環境にあることから、不溶解残渣が着目元素の移行挙動に与える影響の有無について確認することで、研究成果の精度向上につながるものと考えます。 (そのような観点も含めて、村松理事がコメントされていた PIRT などで現象のランキングを整理する際に、実系との差異とその効果（実験・解析で考慮すべきか、無視できる程度か）も合わせて示されると網羅性が確認できるので良いと考えます。)	今後研究を実施する上で、いただきましたコメントにつきましては、研究実施機関と検討していきます。 まずは、系全体の主となる攪拌された混合状態条件下の試験を確実に実施していきます。次に、PIRT などを活用し、実系との差異とその効果、網羅性等を検討した上で、ご指摘の不溶解残渣等の影響の有無について可能な限り検討していきます。
3	③ 解析結果の評価手法、実験結果の評価	—	—

No.	評価項目	御意見	回答
4	<p>価手法が適切か。</p> <p>④ 重大な見落とし（観点の欠落）がないか。</p>	<p>GBの火災において、資料3の成果報告書案ではアクリル板やPC板の放射率が記載されておりますので、火災時の放射熱の影響も考慮されているものと考えますが、火災の進展に伴いアクリル板等では発泡や白濁などで放射率が上昇し、また火災時に随伴して生じる煤が付着するような場合には熱放射の影響を大きく受けようになると予想します。室内等の密閉・狭所での火災では局所で生じた火災からの放射熱によって周囲全体が過熱されて温度が上昇し、急激に火災が拡大するフラッシュオーバーが懸念されるところです。</p>	<p>ご指摘いただきました放射熱の影響の大きさに関連する現象（アクリル板等の発泡、煤の付着等）や室内におけるフラッシュオーバー等の現象を考慮した上で試験及び解析を実施するとともに、これらの現象の影響について検討していきます。</p>
5	<p>その他</p>	<p>資料3の成果報告書案の背景及び目的においてリスクベースの原子力規制検査の技術基盤となることが謳われております。この点をより具体的に本研究成果がどのように活用されるか、例えば検討会では事故発生時の事象進展のタイムチャートの精度の向上や、運転員の操作の重要性（GB火災における換気系弁の操作）といった話題もありましたが、そのような研究成果と原子力安全の現場活動（規制の監視活動、事業者の保安活動、PIとの関係、等）を結びつける具体的イメージが記載されていれば、研究の位置づけ・重要性がより明確に伝わるものと考えます。</p>	<p>本研究成果につきましては、検査部門との共有を図っているとともに、検査ニーズや現場での検査方法も踏まえた具体的な成果の活用方法について議論を始めています。これらを通して、今後、研究成果の検査活動への具体的な活用方法を明確にしていきます。</p>