

独立行政法人 日本原子力研究開発機構
平成 22 年度安全研究審議会評価報告書
—平成 21 年度までの成果の事後評価—
(案)

[審議会での議論や提出される所見等を参考に、

追記予定部分があります]

平成22年12月

安全研究審議会

目 次

1. はじめに
2. 重点安全研究の評価について
3. 第1期重点安全研究計画に沿った研究の平成 21 年度までの成果についての総合評価結果
 - 3.1 安全研究審議会における総合評価結果
 - 3.2 安全研究委員会等における総合評価結果
4. 課題別評価結果
 - 4.1 規制システム分野
 - 4.2 軽水炉分野
 - 4.3 核燃料サイクル施設分野
 - 4.4 放射性廃棄物・廃止措置分野
 - 4.5 新型炉分野
 - 4.6 放射線影響分野
 - 4.7 原子力防災分野
5. おわりに

添付資料

1. 安全研究審議会名簿
2. 安全研究審議会の設置について
3. 安全研究審議会における評価の実施要領

1. はじめに

独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下「**JAEA**」という)は、日本原子力研究所(以下「旧原研」という)と核燃料サイクル開発機構(以下「旧JNC」という)が廃止・統合され、平成17年10月、新たに設立された。**JAEA**では、原子力安全委員会が定めた「原子力の重点安全研究計画」等に沿って安全研究(以下「重点安全研究」という)を実施している。安全研究審議会は、**JAEA**が実施している重点安全研究の中立性・透明性を確保するため、**JAEA**の理事長の諮問機関として、重点安全研究の研究計画、研究内容及び成果の評価を行うために設置された。また、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づく研究・開発評価についても本審議会において実施するものとする。

安全研究審議会(添付資料1に委員構成を示す)は、平成22年12月24日に、第8回の会合を開催し、平成21年度までの成果について事後評価するため、安全研究委員会等における重点安全研究について所見についての説明を受けるとともに、これらについて審議した。

本報告書は、これらの審議を踏まえ、平成21年度までの成果の事後評価の結果をとりまとめたものである。

2. 重点安全研究の評価について

(1) 評価対象である JAEA で実施している重点安全研究

国による安全研究は、これまで、原子力安全委員会が5年毎に定めた「安全研究年次計画」(以下「年次計画」という)に基づき、旧原研や旧JNCを中心として、大学や研究機関で実施されてきた。ところが、近年における、原子力安全の確保や安全規制に係わる状況の変化や、安全研究の実施機関の独立行政法人化等の体制の変化を踏まえ、原子力安全委員会では、「年次計画」に代わるものを作成するとの方針の基、原子力安全研究専門部会は、「原子力の重点安全研究計画」(以下「第1期重点安全研究計画」という)を平成16年7月29日にとりまとめた。この「重点安全研究計画」では、原子力安全に関し解決すべき課題に、より確実に取り組めるよう、今後、重点的に実施すべき安全研究の内容や実施体制について明確な基本方針を打ち出すことを目的として、我が国の原子力安全に関する研究活動の現状を国、民間を問わず広く俯瞰・把握しつつ、原子力安全委員会及び規制行政庁が行う原子力安全の確保のための安全規制の向上に向けて、特に必要な研究成果を得るために重点的に進めるべき研究及びその推進に関する事項が取りまとめられている。さらに、平成17年10月に予定されていた JAEA の設立前である、平成17年6月に、JAEA の中期目標の作成の参考とすることを前提に、「日本原子力研究開発機構に期待する安全研究」がとりまとめられた。

JAEA では、安全研究センターを中心に、原子力基礎工学部門、研究開発部門も含め、表1に示すように、7分野(①規制システム分野、②軽水炉分野、③核燃料サイクル分野、④放射性廃棄物・廃止措置分野、⑤新型炉分野、⑥放射線影響分野、⑦原子力防災分野)、合計16の課題に集約して、安全研究が実施されている。

また、原子力安全委員会では、第1期重点安全研究計画が平成21年度で終了するため、平成22年度からの5年間を対象とした「原子力の重点安全研究計画(第2期)」(以下、「第2期重点安全研究計画」という)を平成21年8月に決定した。この第2期重点安全研究計画では、第1期重点安全研究計画に示された7分野11課題の研究は、5分野10課題(表2参照)に再分類された。

重点安全研究計画における安全研究の分野と課題について、第1期計画と第2期計画で比較すると、①規制システム分野、④放射性廃棄物・廃止措置分野、⑥放射線影響分野、⑦原子力防災分野に大きな変更は行われていない。しかし、第1期計画では原子力施設別に②軽水炉分野、③核燃料サイクル分野、⑤新型炉とされていたものが、第2期計画においては、Ⅱの原子力施設分野に統合された。

表1 原子力機構における重点安全研究(第1期)課題一覧

番号	分野	分類番号	研究課題
I. 規制システム分野			
1		1-1-1	確率論的安全評価 (PSA)手法の高度化・開発整備
2		1-2-1	事故・故障分析、情報収集
II. 軽水炉分野			
3		2-1-1	軽水炉燃料の高燃焼度化に対応した安全評価
4		2-1-2	出力増強等の軽水炉利用の高度化に関する安全評価技術
5		2-2-1	材料劣化・高経年化対策技術に関する研究
III. 核燃料サイクル施設分野			
6		3-1-1	核燃料サイクル施設の臨界安全性に関する研究
7		3-1-2	核燃料サイクル施設の事故時放射性物質の放出・移行特性
8		3-1-3	核燃料サイクル施設の安全性評価に関する研究－基盤・開発研究の成果の活用－
IV. 放射性廃棄物・廃止措置分野			
9		4-1-1	高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究(1)
10		4-1-2	高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究(2)－開発研究の成果の活用－
11		4-2-1	低レベル放射性廃棄物の処分に関する研究
12		4-3-1	廃止措置に係る被ばく評価に関する研究(1)
13		4-3-2	廃止措置に係る被ばく評価に関する研究(2)－開発研究の成果の活用－
V. 新型炉分野			
14		5-1-1	高速増殖炉の安全評価技術に関する研究－開発研究の成果の活用－
VI. 放射線影響分野			
15		6-1-1	放射線リスク・影響評価技術に関する研究
VII. 原子力防災分野			
16		7-1-1	原子力防災に関する技術的支援研究

注)原子力安全委員会では、平成 20 年に第1期重点安全研究計画の中間評価を行っており、その際、IV. 放射性廃棄物・廃止措置分野について、地層処分技術、余裕深度処分・浅地中処分技術、廃止措置技術(廃止措置、関連する廃棄物の処理技術等)と、分類が変更された。

表2 重点安全研究課題(第2期)

分類番号	研究課題
Ⅰ. 規制システム分野	
1-1	リスク情報の活用
1-2	事故・故障要因等の解析評価技術
Ⅱ. 原子力施設分野(軽水炉施設、核燃料サイクル施設、新型炉)	
2-1	安全評価技術
2-2	材料劣化・高経年化対策技術
2-3	耐震安全技術
Ⅲ. 放射性廃棄物・廃止措置分野	
3-1	地層処分技術
3-2	余裕深度処分・浅地中処分技術
3-3	廃止措置技術(廃止措置、関連する廃棄物の処理技術等)
Ⅳ. 放射線影響分野	
4-1	放射線リスク・影響評価技術
Ⅴ. 原子力防災分野	
5-1	原子力防災技術

(2) 評価の基本的な考え方

JAEA における安全研究は、原子力安全委員会の定めた「重点安全研究計画」等に則り、原子力安全委員会からの技術的課題の提示や規制行政庁からの要請を受けて実施しているため、基本的には国のニーズに沿ったものと考えられる。

しかしながら、これまで原子力安全規制に直接資する安全研究を実施してきた旧原研と原子力開発・推進の役割を主として担ってきた旧 JNC とが統合されて JAEA が設立されたことから、国の安全規制を支援するための安全研究の「中立性」・「透明性」に特段の配慮を行うよう各方面からの要請がある。また、JAEA が実施する安全研究のかなりの部分が原子力安全・保安院(以下「保安院」という)や原子力安全基盤機構(以下「JNES」という)からの委託研究として実施されており、委託元からも当該研究の「中立性」・「透明性」の確保を要請されている。

こうした背景から、安全研究審議会は、JAEA が実施している安全研究の実施計画、成果のみならず、実施体制や成果の活用等について中立性の観点で評価するとともに、研究実施上の課題等について総合的な審議を行い、社会への情報発信の窓口として社会のニーズを適切に評価に反映させることとする。

(3) 評価の進め方

安全研究審議会は、添付資料 2 に示す「安全研究審議会の設置について(18(達)第 4 号)」に基き、添付資料 3 に示す「重点安全研究の評価の実施要領」(以下「評価の実施要領」という)に沿って審議・評価を実施する。評価の実施要領は、平成 18 年 5 月 30 日に開催された第 1 回会合において審議され、平成 19 年 3 月 6 日に開催された第 2 回会合において決定された。

安全研究審議会は、原則年 2 回公開で開催し、年度毎に前年度の成果と当該年度以降の実施計画について、研究計画(位置付け、設定目標、進め方)、研究内容(進捗状況、成果)、成果の活用(見通し、成果の公開を含む)、計画見直しの必要性等について審議・評価を行う。

また、JAEA では安全研究センター長の諮問機関として、JAEA が実施している安全研究について、主として技術的な情報や助言を聴取するため、JAEA 内外の専門家・有識者で構成される「安全研究委員会(17 全(通達)第 2 号)」を設置している。安全研究審議会は、次年度(平成 19 年度)以降の審議において、安全研究の実施計画、成果、及び成果の活用等に関する評価の際に、安全研究委員会における議論等を参考にできるものとする。また、安全研究委員会の他、次世代原子力システム研究開発部門の「安全研究専門委員会(18 次(通達)第 8 号)」、地層処分研究開発部門の「深地層の研究施設計画検討委員会(18(通達)第 1 号)」、「地質環境の長期安定性研究検討委員会(18(通達)第 2 号)」、「地層処分研究開発検討委員会(18(通達)第 3 号)」、原子力基礎工学研究部門の「原子力基礎工学研究・評価委員会(17(達)第 42 号)」等での議論も参考にできるものとする。

平成 17～21 年度の成果と平成 22 年度以降の計画については、上述した安全研究委員会(以下の研究開発部門の委員会で審議する課題を除く全て)、次世代原子力システム研究開発部門の安全研究専門委員会、地層処分研究開発部門の深地層の研究施設計画検討委員会(表 1 の 5

－1－1)、地質環境の長期安定性研究検討委員会、地層処分研究開発検討委員会(表1の4－1－2)、並びに原子力基礎工学研究部門の原子力基礎工学研究・評価委員会(表1の6－1－1)において審議され、その結果は所見等としてとりまとめられ、第8回会合において説明があった。

(4) 評価結果のまとめ

安全研究審議会における審議・評価結果は、JAEA が実施している安全研究の規制への反映や社会的ニーズへの対応が適時・的確に推進されるよう、「総合評価結果」と「課題別評価結果」について取りまとめる。

「総合評価結果」として、JAEA が実施している安全研究全般について平成17～21年度の成果に関する、事後評価としての総合評価とともに、JAEA における安全研究実施上の留意事項を示す。また、「課題別評価結果」として、JAEA が実施している安全研究課題毎に研究の概要、平成17～21年度の成果について、主として成果の活用の観点から特筆すべき事項及び研究実施上の課題と思われる事項を示す。なお、平成22年度以降の計画については、昨年度事前評価を行っていることから、可能な範囲で、参考意見も記載した。

3. 第1期重点安全研究計画に沿った研究の平成 21 年度までの成果についての総合評価結果

3.1 安全研究審議会における総合評価結果

[3.1 節は、昨年度の総合評価結果を参考のために記載したものである]

(1) 全般的所見

安全研究委員会等の所見にもあるように、原子力安全委員会の第1期重点安全研究計画等を踏まえて各研究が着実に行われており、全体としてよい成果をあげていると、概ね評価できる。

(2) 留意事項

ただし、以下に示すような要望や指摘があった。

- 概ね良好と思われるが、経年変化、地震など外的事象の PSA (内部事象の PSA との関連づけなど) の更なる充実が望まれる。

また特に、個別課題に対して、以下のようなコメントがあった。

- 島根県の防災計画策定に際して、技術的支援を行なった件については、高く評価したい。研究所における研究と現場のすり合わせはきわめて重要であり、研究者自身が現場の課題を具体的に把握し、自らの技術が活用される現場に立ち会う経験を、人材育成の観点から、ふやすようにしていただきたい。社会から信頼される研究者こそが、今求められている。

3.2 安全研究委員会等における総合評価結果

(1) 全般的所見

- ・ 安全評価、規制に直接役立つ重要な成果から学術的に見ても貴重な多くの成果が得られており、高く評価できる。
- ・ 第1期の研究成果は多数の論文等にまとめられており、外部にも公表されている。ただし、その成果が活用されているかどうかについては、今後何らかの方法で確認していく必要がある。
- ・ 研究費の大部分は、外部資金によるものであるにも関わらず、JAEA 全体からの施設整備に関する十分な援助が得られていないような印象があったのは、残念である。
- ・ 全体として安全規制ニーズに適切に対応し目標とした成果をあげている。特に維持管理を含め大型の予算措置が必要になる NSRR、LSTF 等による研究計画を保安院、OECD/NEA 等の受託によるプロジェクトとして進め、大型施設の積極的な利用を維持し、国際的にも評価される実績を挙げている事は高く評価したい。成果の公表は、テーマにより差はあるが一般に良好であり努力が認められる。成果の活用は、委託元の規制/規制支援業務への反映や公開情報に基づく指針、基準等の整備の形で図られている。

(2) 留意事項

ただし、以下に示すような要望や指摘があった。

- 安全研究センターは、多岐にわたる安全研究分野を統括され、非常に多くの成果を得ている。それぞれの分野の研究者が高いモチベーションを維持しながら、研究を進められているように見受けられる。個別の評価は後述するが、それぞれの成果が各グループの研究者の努力のたまものであることは言うまでもないが、計画立案や運営といったセンター執行部のマネジメント能力の高さによるところも大きいと考えられる。
- 全体として、成果は順調に得られているものと判断される。また、第 2 期への方向性、目標についても概ね妥当と思われる。ただし、全体としての研究の終着点、範囲が必ずしも見えないため、第 2 期終了時点の成果が最終目的に照らして、どこまで達成されるのかが分かりにくい。長期的展開による全体の研究スコープの中で、第 2 期計画の位置づけを明らかにすることが必要と考える。
- 規制ニーズに直結した成果に加え、より基礎的な事象解明に資する新知見や解析手法開発に寄与する成果も多く得られており、これら科学技術上の成果もしっかりと集約、整理をし、今後の安全研究の基盤としていくことを期待する。
- 公開された成果については、どのように活用されているかを、何らかの方法で把握しておく必要がある。これは、今後の研究を進める上で、非常に重要な情報となる。
- 安全研究成果の評価方法の見直しについては、保安院の基盤小委や JNES 等において外部評価の仕組みができてきたが、評価疲れが生じているのではと危惧している。国の評価システム全体として、見直しと役割分担が必要と考える。

4. 課題別評価結果

課題別評価では、第1期重点安全研究計画に定められた13の課題とそれに対応する形で第2期計画に沿った研究の方向性について、概要説明を受けるとともに、安全研究委員会等における検討結果等も参考とした。

なお、安全研究センターで実施されている研究の多くは、受託研究であり、その評価は本来個別の委託元においてなされるべきものである。従って、本審議会等では、

- JAEA が、蓄積された知識と能力(人材、施設)を活かして規制行政庁及び原子力安全委員会のニーズに直接的に貢献しているか、
- JAEA が、重点安全研究の目的を達成するために、こうした受託研究という機会を適切に捉え、効果的に成果を挙げているか、

といった観点での意見やコメントを記載することにした。

以下では、提示された資料に基づいて、(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究について研究の概要や21年度までの主要な研究成果、安全研究委員会等における質問、助言を含め、今後の研究において留意して欲しいことと、これらの指摘に対する研究実施者側の回答も示す。さらに、第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性について、(2)に、具体的な課題や方向性についての安全研究委員会等での意見とそれに対する回答を示す。

なお、以下においては、研究成果に関するご意見や、第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性等について、部分的に記載がないものがある。これは、研究開発部門に設置された各種委員会の位置付けや開催時期、事業仕分けの対象となった研究開発部門をはじめとする予算状況がより不透明な部門において検討中であるためである。

4.1 規制システム分野

4.1.1 確率論的安全評価 (PSA)手法の高度化・開発整備

(第1期の1-1-1、第2期の1-1に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- リスク情報を活用した新たな安全規制の枠組みの構築に資するため、発電用軽水炉に対するPSA技術の高度化や核燃料サイクル施設に対するPSA手法の開発整備を行う。また、原子力安全委員会による安全目標の策定、及び立地評価や安全評価指針等の体系化に資するため、原子力施設毎の性能目標等の検討を行う。

[成果の活用]

- 改良・整備したPSA実施手順は、原子力学会等で実施される標準的なPSA実施手順の検討の参考に資する。また、性能目標等に関する成果は、原子力安全委員会の検討に提供する。

[21年度までの主要な研究成果と活用]

- レベル2及び3PSAの不確実さ評価手順を整備した。この成果は、原子力学会のレベル2及び3PSA標準に反映された。
- 軽水炉性能目標案を提示し、導出に係る技術情報をまとめた。この成果を原子力安全委員会での審議のために提供し、軽水炉性能目標値の決定に大きく貢献した。
- 不確実さ寄与度に関する新しい重要度指標を提案した。
- MOX燃料加工施設に対する内的事象PSA手法を整備し実施手順書を作成した。この成果により、規制庁のリスク評価レビューに貢献した。
- MOXモデルプラントのリスクプロファイルを明らかにした。
- 事故影響評価に必要な基礎的データを整備した。

[平成21年度までの研究成果に関するご意見等]

- 軽水炉 PSA 技術の高度化や核燃料サイクル施設に対する PSA 手法の開発整備を行い、多くの成果を得ている。
- 発電用軽水炉に対する PSA 技術の高度化、核燃料サイクル施設に対する PSA 手法の開発整備ともに計画通り進捗し、成果は原子力安全委員会の性能目標の検討や防災指針の見直し、学会基準等に反映されている。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- PSA については、手法やデータの整備などは第1期研究で着実に進められ、これらの高度化を目的とした研究が第2期計画で実施されることとなり、第1期成果及び第2期計画ともに概ね妥当であると判断される。なお、こうしたリスク情報・リスク研究成果を適用した規制の在り方とこれに基づく国内実用炉への具体的適用などは、引き続き検討の段階にある。第2期では、こうした情勢を踏まえた研究面からの考察（例えばリスク手法の具体的な適用上の課題、方策等に係る検討など）についても併せて要望したい。

～回答～

拝承。現在、安全研究センターでは再処理施設におけるリスク情報活用のための基盤研究ロードマップ案の検討を実施しており、安全規制でのリスク情報活用に貢献できるよう研究を進める所存です。

- 研究結果が学会標準等に反映されるなど、成果を挙げていると考える。
- レベル2及びレベル3PSAの不確実さ評価の手順、性能目標値へのPSAの活用核燃料サイクル施設のPSA手法整備に対して着実に成果をあげている。得られた成果を学会標準、JNES、電力会社等への提供に努め、社会への反映に活かされている。
- ヨウ素の挙動を考慮したレベル2PSAコードを整備し、MOX燃料加工施設の内的事象PSA手法を整備など着実に成果をあげている。また、学会標準委員会でも成果が活用さ

れるなど、得られた成果への評価も高い。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- ・発電用軽水炉に対する PSA 技術の高度化については、整備された改良コードの利用が更に進むような努力が望まれる。核燃料サイクル施設に対する PSA 手法の開発については、並行して進められつつある再処理施設の規制支援研究とも連携し、相互の成果の有効な活用を図ることが重要である。

～回答～

拝承。軽水炉の PSA 改良技術の利用促進を図ってまいります。また、核燃料サイクル施設の PSA 手法の活用については、機構内および JNES の関連研究とは、これまでも連携を図っており、今後とも同様に進める所存です。

- ・軽水炉に対する PSA 手法の高度化では、不確実さ評価手順を学会標準に反映させ、また、軽水炉の性能目標値を安全委員会に提示するなど、成果の有用な活用が図られていると判断される。
- ・リスク評価・防災研究では、レベル 2 及び 3PSA の不確実さ評価手法の整備が行われ、成果は日本原子力学会の標準に反映された。軽水炉の性能目標値についての提案が行われ、原子力安全委員会「発電用軽水型原子炉の性能目標について」に反映された。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- ・研究成果は多数の論文としてまとめられており、外部に公表されている。ただし、その成果が活用されているかどうかについては、何らかの方法で今後確認していった方が良い。

～回答～

拝承。規制機関、学会への活用の他、個々の成果の発信に対する活用状況については学会発表等の場を捉えて確認し、研究ニーズを把握する所存です。

- ・「確率論的安全評価手法の高度化・開発整備」については、学会の PSA 実施基準等に反映され、その成果が活用されている。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- ・研究成果については発信することは重要であるが、発信に対してどのようなリスponsがあったか、常にウオッチしていくことが今後の研究ニーズのためにも必要である。

～回答～

拝承。規制機関、学会への活用の他、個々の成果の発信に対する活用状況については学会発表等の場を捉えて確認し、研究ニーズを把握する所存です。

- ・第1期計画中に期待された成果は上がっている。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・リスク評価基盤技術の整備として、不確かさ・感度解析手法の高度化、重要度評価手法の整備、レベル2・3PSA手法の高度化、リスクを考慮した意思決定手法に関する研究
- ・核燃料サイクル施設に対するPSA手法の高度化
(役割としては、PSA手法開発に関連する研究及びリスク概念を活用する基本政策に係る研究を主として担うことが考えられる。)

[研究の方向性]

- ・安全分野の横断的課題に対処するためには、リスク評価基盤技術の維持と最新の知見の反映による進展が必要である。リスク情報を活用した規制の体系化、安全上の課題検討等の国の規制ニーズを睨みつつ、JNESとの連携、役割分担を踏まえ、また国際動向を注視して評価手法を整備する。

[具体的な課題]

- ・リスク寄与因子を同定するための重要度指標の開発、最新知見に基づくレベル2及び3PSA手法の改良、統計的安全評価への対応も考慮した不確かさ・感度解析手法に関する研究を中心にリスク評価基盤技術を整備する。
- ・核燃料サイクル施設のリスク情報活用の支援として、リスク上重要な事象のソースターム評価手法の高度化を図る。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- ・安全規制においてリスク情報の活用は益々重要になりつつある中で、研究計画はニーズに対応しており、着実な遂行を期待する。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- ・安全委の安全目標は「中間とりまとめ」のままで停滞している。「中間とりまとめ」で挙げられている課題のひとつに、核燃料サイクル施設の性能目標の導出があるが、それに向けた取組がなされるのを歓迎する。

～回答～

拝承。核燃料サイクル施設の性能目標策定の実現に向け、積極的に技術的な貢献を行ってゆく所存です。

- ・リスク情報の活用については、リスク評価の手法の整備の部分と、得られた成果を規制に活用することの違いを十分理解した上で、用語もきちんと定義して使い分けて欲しい。鉄鉱石から鉄板を作る仕事と鉄板から自動車を作る仕事がまったく違うのと同様、PSA を行ってリスク情報を作る仕事と、それをパーツのひとつとして新しい規制を作る仕事はまったく違う。保安院のリスク情報活用検討会でも JNES の研究計画・研究成果の報告でも、この2つが峻別されていないため、結果として「リスク情報の規制への活用」はまったく進んでいない。JAEA にはこの分野でも文化を創る役割を継続してくれるよう期待したい。

～回答～

拝承。研究機関としては、第一に不確かさ・感度解析手法の高度化などリスク評価基盤技術の整備に努め、PSA の基礎情報の規制への反映は JNES 等との連携を図りながら進めていく所存です。

- ・リスク情報の活用、防災についての研究は、安全規制、防災計画に直結する重要な研究であるので、着実に進めていって欲しい。

～回答～

拝承。個別のニーズを捉えて、研究成果が活用されるよう着実に研究を進めていきたい。

- ・核燃料サイクル施設に対する PSA 手法の整備に関しては、現状分析をもとに、今後の第 2 期計画における高度化研究として反映すべき課題を明らかにしていると判断される。

～回答～

拝承。現在、検討を進めている再処理施設におけるリスク情報活用のための基盤研究ロードマップ案をもとに必要な PSA 手法の整備を進める所存です。

- ・再処理施設のリスク評価などについては、同事業の本格的な進展をにらみ、事業者との連携のもとで、適切な検討を進めていくことを要望したい。

～回答～

拝承。現在、再処理事業者のリスク情報活用計画に基づき、リスク情報活用のための基盤研究ロードマップ案の検討を進めており、今後とも事業者との連携には留意する所存です。

- ・リスク評価・防災研究では、リスク情報の活用、事故・故障要因等の解析評価、原子力防災に関する技術支援について、適切な計画が図られている。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- ・リスク評価基盤技術の整備研究を進め、リスク情報を活用した安全規制の導入につながるよう積極的に提案を行って頂きたい。

～回答～

拝承。

- ・第1期の成果を踏まえ、さらなる展開のための計画案となっている。関係機関の連携を重視して展開を図ることが望まれる。

～回答～

拝承。今後とも機構内および JNES 等、関係機関と連携して研究成果の活用を図っていく所存です。

- ・「リスク情報の活用」については、特に核燃料サイクル施設(六ヶ所サイクル施設)の運転と関係して重要度が増加すると思われるため、評価するシナリオを十分検討しておく必要がある。

～回答～

拝承。再処理施設のリスク情報活用のための基盤研究では、想定される事故シナリオのリスク評価結果を踏まえ、最も重要と考えられる高レベル濃縮廃液貯槽の冷却機能喪失事故時の放射性物質放出量評価に必要な基礎データ取得のための研究を実施中です。今後も事故シナリオの重要性を反映した研究計画に基づきの研究を進める所存です。

- ・研究成果はタイムリーに発信するとともに、常に関係機関の意見を聞きながら今後の研究展開を考えることが重要である。

～回答～

拝承。今後とも機構内および JNES 等、関係機関と連携して研究成果の活用を図っていく所存です。

4. 1. 2 事故・故障分析、情報収集

(第1期の 1-2-1、第2期の 1-2 に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- ・国内外において発生した原子力事故・故障の分析及び海外の規制等に係る情報の収集、分析を行い、教訓や知見を導出する。

[成果の活用]

- ・事故・故障に関する情報の収集、分析を継続的に実施し、安全規制に適時に対応する。分析の結果得られた安全規制上重要な情報・教訓・知見を随時関係者に提供する。

[21 年度までの主要な研究成果と活用]

- ・ 2005-2008年にIRSに報告された事例315件を分析し、規制機関や電力会社など関係各機関に配布した。
- ・ 2005-2008年にINESに報告された事例117件を分析し、和訳情報をインターネットで公開し

た。

- 米国原子力規制委員会の規制関連文書を分析し、報告書を作成した。

[平成 21 年度までの研究成果に関するご意見等]

- IRS 情報、INES 情報の整理分析等の課題に適切に対応し、期待された成果を挙げている。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- トラブルに係る情報の収集、分析、評価
- 海外の規制等に係る情報の収集、整備

[研究の方向性]

- 国際的に運転経験のフィードバックの重要性が認識されており、各国の規制機関や産業界で事故故障の分析評価を実施している。我が国においても原子力安全委員会が事業者に事故故障事例の分析評価の実施を推奨している。JAEAは、規制支援活動として国内外における事故故障事例の分析を実施する。

[具体的な課題]

- 事故・故障の分析評価に関する研究を継続する。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- 事故・故障要因等の解析評価は、地味な活動ながら安全向上においては重要な研究課題であり、これに当たる人材の養成も含め着実な遂行を期待する。

～回答～

人材育成に関しては、安全研究センター内だけではなく、機構全体としての取組みの中で十分な議論、検討が必要と思っています。

- 「事故・故障要因等の解析評価技術」については、関連情報を継続して収集、分析を行っていく必要がある。

～回答～

拝承。これまでと同様、事故故障に関する情報だけでなく、海外における規制動向など関連する情報についても適宜分析を行って行きたいと考えております。

4. 2 軽水炉分野

4. 2. 1 軽水炉燃料の高燃焼度化に対応した安全評価

(第1期の 2-1-1、第2期の 2-1 の一部に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- 軽水炉燃料の高燃焼度化とプルサーマル利用の本格化に向け、事故時燃料挙動に関するデータベース拡充と解析手法の高精度化を行い、安全審査のための基準等の高度化に資する。

[成果の活用]

- 反応度事故(RIA)時及び冷却材喪失事故(LOCA)時の燃料挙動模擬実験から得られたデータは、より高い燃焼度範囲の燃料健全性に関する安全審査指針類の策定に利用される。また、MOX燃料を対象として室温及び高温条件で実施したRIA実験の結果は、近い将来本格化が予想されるプルサーマル燃料等の高燃焼度化に関する安全審査に際し、重要な判断材料を与える。
- 事故時燃料挙動解析コードは、実験データを用いた検証を進めて信頼性をさらに高めることにより、安全規制の高度化に大きく資することが出来る。

[21年度までの主要な研究成果と活用]

- 燃焼度77 GWd/tまで破損しきい値などに関するデータを拡充した。
- 新たに開発した高温カプセルを用いて実機の冷却条件を模擬し、燃料挙動データを取得した。この成果は高温水条件で世界初のものである。
- 実機照射プルサーマル燃料を対象に実験を行い、室温及び高温条件において燃料挙動データを取得した。この成果は、水条件下で世界初でありPHYSOR'08 最優秀論文賞を獲得した。
- RIA条件下で燃料が破損に至る際のメカニズムを検討し、破損限界と被覆管外面酸化膜厚さとの相関を実験的及び解析的に明らかにした。この成果は、第40回日本原子力学会賞で論文賞を受賞した。
- これらの成果を踏まえ、RIA時の燃料破損しきい値について、燃料の性能向上を反映可能な基準の策定に向け、燃焼度に代わる新たな指標を提案し、高い科学的合理性、適正な安全余裕を備えた安全基準の方向性を示すとともに、65 GWd/tを超える燃焼度範囲やプルサーマル燃料に対し、現行RIA基準の安全余裕を確認し個別の安全審査や立地地域などへの説明を支援した。
- RANNSコードの開発を進めて被覆管内応力歪み分布や燃料ペレット内の熱応力分布などを解析し、燃料破損に至る条件やFPガス放出条件などについてNSRR実験の結果を評価した。
- 冷却材喪失事故(LOCA)時燃料挙動として、燃料棒の急冷時破断限界や被覆管酸化速度に関するデータを燃焼度76 GWd/tまで取得した。この成果は、WRFPM 2008で最優秀論文賞を獲得した。ECCS性能評価指針について高燃焼度領域における安全余裕を確認し、

個別の安全審査や立地地域などへの説明を支援した。

- 高燃焼度燃料挙動解析コードFEMAXI-7のリリースに向けてFEMAXIコードの開発、高度化を継続するとともに、クロスチェック用解析コードとしてJNESに提供した。
- MOX炉心のドップラー反応度測定として、基礎データ取得のためU燃料炉心においてU-238ドップラー反応度測定を実施するとともに、次年度以降に実施するPuサンプルを用いた実験を準備した

[平成 21 年度までの研究成果に関するご意見等]

- 各種の事故時の燃料棒挙動の実験研究並びに解析を行い、貴重なデータを多く得ている。また、燃料挙動解析手法を高度化するなど、安全審査のために貢献した。

～回答～

評価頂きありがとうございます。引き続き安全評価と安全審査に役立つ研究を鋭意、進めて参ります。

- 多くの人的、物的資源を要する研究計画であるが、順調に実施され、目標とした成果を着実に挙げている。

～回答～

評価頂きありがとうございます。第 2 期においても目標を達成するため、鋭意、研究を進めて参ります。

- 軽水炉燃料の高燃焼度化という社会のニーズにマッチした研究が行われており、着実に成果が挙げられている。

～回答～

評価頂きありがとうございます。第 2 期においても社会ニーズを考慮し研究を進めて参ります。

- 指針類の改訂を社会ニーズと対応させ進める上で多大な貢献をあげていると思う。今後も継続的に研究を進めていって欲しい。

～回答～

評価頂きありがとうございます。引き続き社会ニーズを考慮し研究を進めて参ります。

- RIA 時の燃料破損に関する実験を行うとともに、破損限界指標を見出すなど、安全基準に対して大きな影響を与える成果を得ている。燃料挙動解析コードをより高度化するとともに、LOCA 時の燃料挙動などについても多くのデータを得ている。

～回答～

評価頂きありがとうございます。今後も鋭意、研究を進めて参ります。

- RIA 及び LOCA 時の燃料挙動研究においては、軽水炉燃料高燃焼度化に対応し、安全評価や

指針検討のベースとなる優れた実験・解析結果を提供した。また、成果は国際的にも高く評価されている。今後の指針改訂等において、成果の効果的な活用を図ることが重要である。特に燃料破損機構に関する研究成果や燃料挙動解析コードの高度化は、今後、より科学的合理性を備えた安全基準の策定に資するものとして評価したい。

～回答～

評価頂きありがとうございます。指針改訂等に対してもできる限り協力したいと考えます。

- ・燃料安全研究では、反応度事故時、冷却材喪失事故時の燃料挙動に関して、知見の拡充が図られ、安全基準における安全余裕が確認された。

～回答～

評価頂きありがとうございます。今後も鋭意、研究を進めて参ります。

- ・反応度事故時の燃料挙動に関する研究では、世界で初となる先進的なデータが得られており、燃料の高燃焼度化の進展に役立つ成果が得られている。

～回答～

評価頂きありがとうございます。今後も鋭意、研究を進めて参ります。

- ・燃料の高燃焼度化のニーズに合わせて研究展開、研究成果の発信を行ってきている。また、成果の活用先も明確であることを踏まえ、積極的なアクションも今後必要となる。

～回答～

評価頂きありがとうございます。今後も鋭意、研究を進めるとともに成果の活用についても積極的に寄与していきたいと思います。

- ・本研究成果は、安全委員会の指針類の見直し、立地地域への説明、JNESのクロスチェック用解析コードとしての提供等、研究成果の活用を考えた対応で進められてきている。今後も活用先のニーズを念頭に、研究の展開を行うことが重要である。その成果が活用されているかどうかについては、今後何らかの方法で確認していく必要がある。

～回答～

評価頂きありがとうございます。研究の展開及び成果のとりまとめにおいてはニーズを十分に考慮したい。また、成果の反映について分かりやすいかたちでお開めするよう検討する。

- ・研究目的は明確で、学術誌への論文、国際会議等成果が出ている。

～回答～

成果の発信は重要な任務と考えます。引き続き成果の発信に努力いたします。

- ・被覆管外面酸化膜厚さで破損限界が整理された内容は、安全基準の作成等に役立てられると良い。

～回答～

さらにデータを積み重ね信頼性の高いデータとし、科学的合理性のより高い新しい安全基準の策定に貢献したい。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- 軽水炉の供用期間延長、燃料の高燃焼度化、MOX燃料の利用(プルサーマル)、長サイクル運転、出力増強等、軽水炉利用の高度化に対応するための安全評価技術の開発及びデータベースの構築整備が必要。研究内容としては、軽水炉利用の高度化に際して導入される燃料の安全性に関する知見・データの整備及び安全評価技術に関する研究、熱水力学的安全評価技術の高精度化に関する研究等。

特に重点化すべき研究事例としては、軽水炉利用の高度化に係る事故時燃料挙動に関する基礎データの中長期的取得、安全評価技術の高精度化

必要な基礎・基盤的な研究事例としては、核・熱・材料に係る複合的評価技術の高度化、軽水炉利用の高度化に係る燃料挙動評価及び関連の現象モデル等の整備、単相及び二相 3次元流動に係る数値流体力学解析(CFD)手法の整備と最適評価コード整備への応用、シビアアクシデントに関する研究

[研究の方向性]

- 欧州より高燃焼度高度化燃料を入手し、事故時燃料挙動実験を継続するとともに、OECD/NEA CABRI水ループ計画への参加を通じてデータを入手する。
- 仏IRSNと共同してFPガス動的挙動実験をNSRRにおいて実施する。
- 多軸応力下被覆管機械特性測定試験(東京農工大との共同研究)など、炉外においてRIA時の燃料挙動を模擬する分離効果試験技術の開発を進めるとともに、初亀裂先端部における応力集中などに関する理解をもとに破損予測モデルを開発し、RANNSコードにおける破損予測精度の向上を目指す。また、コードの性能評価のため、OECD/NEA/WGFS(燃料安全ワーキンググループ)におけるコードベンチマークをIRSNとともにリードする。
- OECD/NEA/WGFSにおいて国際的な共通理解に向けた検討タスクをリードする。
- FEMAXIコードの開発を継続し、IAEAにおけるコードベンチマークFUMEX-IIIへの参加等を通じて人材を育成する。また、動力炉において観察された被覆管の特異な腐食(原子燃料工業との共同研究)や将来の導入が予定されているZr-Nb二元系合金の腐食メカニズム(東北大との共同研究)など、産学と連携した基礎的な研究を進める。
- NSRRにおいて高温ガス炉燃料の未照射燃料実験を実施するとともに照射済実験に向けたDOEとの協力を検討する。さらにTRIGA燃料実験を継続するとともに、次世代研究炉燃料であるU-Mo燃料について実験の実施に向けたNSRR原子炉設置変更等を検討する。
- STACYの更新を通じ、濃縮度5%超燃料等の臨界安全研究に向けて展開する。

[具体的な課題]

- 改良合金を用いた被覆管や添加物ペレットなどを用いた、近い将来に導入が予定されている高度化燃料に関する事故時燃料挙動データの整備(さらなる高燃焼度化、出力増強、最適運転サイクルの導入に対する安全審査に必要)。

- RIA時の過渡変化初期におけるFPガスの放出、ペレット膨脹に与える寄与の解明(プルサーマルの安全性に関して特に重要)。
- 多くの実証的実験によらないRIA時の安全性確認
- LOCA時の炉心冷却可能限界の根拠とする考え方の整理(日欧の考え方の違い)
- 基盤的な燃料安全研究の実施。人材維持のためにも重要
- 研究炉を含めた次世代炉に向けた展開
- Pu体系でのドップラー反応度測定並びに臨界安全研究に関する基盤の維持、確保

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- 新型燃料について事故、過渡時の挙動評価を進めるとともに、解析コードについても着実に進化させていく計画は高く評価できる。
- 更なる高燃焼度化に向けた新型燃料開発、利用に対し重要な知見を提供するものであり、継続した計画の遂行を期待する。
- 燃料の高度化という社会のニーズにマッチした研究計画が立案されており、適切であると考えている。

～回答～

社会的ニーズや産業界の動向に対応し、燃料の安全性に関する知見をタイムリーに取得していくよう努力いたします。

- 新しい領域での発展(JMTR 試験)にも期待します。

～回答～

拝承。原子力機構が有する施設基盤を活用しつつ広い視野を持って燃料安全研究を進めていきたいと思っております。

- 燃料安全研究に限ったことではないが、安全研究では、一方で規制のニーズに直接的に対応していくとともに、他方で、そうするためにも、自らの能力を維持・向上させていくことが必要。オールジャパンで役割分担をしつつ研究が進められ、成果が出続けることを期待している。

～回答～

拝承。原子力機構たる能力を維持するためには基盤的な研究の実施が必要と考え、基本に立ち返って精進したいと考えています。また、産学との意見交換や協力をを行い、学会ロードマップ(燃料高度化戦略マップ)を活用し研究を実施して参ります。

- 新型燃料についての様々な試験計画は、妥当なものであると考えられる。燃料の安全研究のためには、試験炉の維持整備とともに燃料試験施設の維持管理に加えて高機能化が今後望まれるところであり、JAEA 全体での検討を期待するとともに、国全体での対応が望まれる所である。

～回答～

燃料技術の高度化に対応し燃料安全研究を行い原子力機構の能力を維持するために、施設の維持と技術の高度化が必要であると我々も考えます。

- ・本研究は、今後の更なる高燃焼度化にも対応した安全評価の考え方の基礎を提供するものであり、現行指針の検証に止まらず新たな安全評価の考え方や手法の提言も含めた積極的な研究活動を望みたい。

～回答～

拝承。燃料破損メカニズム解明等を進め、新しい安全評価手法や安全基準の提案に努めていきたいと思えます。

- ・長期的には、解析手法を高度化し、炉内実験による実証だけに頼らなくても良いような、信頼度の高い評価手法開発を目指した研究を期待する。

～回答～

拝承。ご指摘頂いた方向性が向かうべき方向だと我々も考えている。物性値などの基礎データやメカニズムの解明が不十分であり解析コードだけで破損限界等を予想するのは難しい段階であるが、解析コードの開発及び高度化に力を入れていきたい。

- ・燃料安全研究においては、現行計画での成果を踏まえ、適切な計画がなされている。燃料の安全性に関する知見の充実は、今後、産業界における改良燃料の導入が円滑に図られるよう、計画的に推進して欲しい。また、研究基盤を維持していく上での課題や計画についても、合わせて示していただきたい。

～回答～

拝承。研究基盤の維持については学会ロードマップ検討の場等においても議論を行い課題の整理や整備計画を示せるよう努力したい。

- ・本研究の成果は重要性が高いことを認識して、スケジュール管理は十分に行って、タイムリーな成果発信を心がけることが重要である。
- ・現在、原子炉燃料としては高燃焼度化の方向であることを踏まえ、新型燃料等に対して安全評価技術の高度化が必要となっている。このためには、本研究で得られた成果を安全審査の基準類等に活用されるよう、研究内容やスケジュールを十分に詰めて置くことが重要である。
- ・研究成果はタイムリーに発信するとともに、常に関係機関の意見を聞きながら今後の研究展開を考えることが重要である。

～回答～

拝承。社会的ニーズや産業界の動向に対応し、燃料の安全性に関する知見をタイムリーに取得していくよう努力いたします。(第2期計画に関する冒頭のいくつかのコメントも同様のご指摘。)

- ・異常過渡時、事故時の燃料挙動試験等研究対象は明確に見える。

～回答～

評価頂きありがとうございます。目標達成に向かって研究を進めていきたいと思いをします。

- ・軽水炉燃料詳細調査の照射後試験は、サイクル施設安全研究の燃焼度クレジットの核種組成評価との協力とか検討してみたいかかでしょう。

～回答～

検討いたします。

4. 2. 2 出力増強等の軽水炉利用の高度化に関する安全評価技術

(第1期の 2-1-2、第2期の 2-1 の一部に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- ・合理的な規制に資するため、安全余裕のより高精度な定量評価が可能な最適評価手法を開発する。特に、3次元二相流や流動と構造の相互作用、並びに核熱の連成を含む炉心熱伝達等、複合的な熱水力現象のモデル化を図り、必要なデータを取得する。シビアアクシデントに関しては、リスク上重要な現象のソースターム評価の不確実さ低減を図る。

[成果の活用]

- ・熱水力安全研究の各実験より得られる科学的知見と高精度な最適評価手法は、軽水炉の高度利用のための基準類の整備等に役立つ。
- ・過渡ボイド挙動試験から得られる知見は、JNES等で整備しているRIA解析コードやモデルの改良・性能評価に活用できる。
- ・Post-BT熱伝達試験の成果は、原子力学会標準「BWRにおける過渡的な沸騰遷移後の燃料健全性評価基準:2003」の安全審査における適用性評価や技術的判断に活用できる。
- ・シビアアクシデント時の格納容器内ガス状ヨウ素挙動に関する研究は、緊急時の的確な意思決定や実効的な防災計画の立案に必要なソースターム情報、並びに新たなアクシデントマネジメント(AM)策の策定に役立つ。

[21年度までの主要な研究成果と活用]

[研究の成果]

- ・最適評価手法の開発 OECD/NEA ROSAプロジェクトを終了して、第2期計画を開始。LSTF実験によりBE手法の検証・開発に有用なデータを得るとともに、軽水炉の国際的な安全性向上に貢献した。
- ・核熱安定性実験(THYNC実験)により、核熱特性の相違はBWRの炉心安定性に大きな影響を及ぼさないなど、核熱安定性に関する技術的知見を拡充した。
- ・過渡ボイド試験 BWRの全炉心核熱結合解析に基づいた低温時及び高温待機時RIAを模擬する2種類の個別効果試験を行い、RIA時の出力過渡の評価に不可欠な過渡ボイド挙動データを取得した。

- BWR の実機熱水力条件下でPost-BT領域の変化(ドライアウト、リウェット)に関する試験データを取得し、学会標準推奨モデルの妥当性を評価した。
- RISA/JMTR伝熱促進試験を行い、照射下の界面活性(RISA)効果によって限界熱流束が向上することを確認した。この成果は、第39回日本原子力学会賞で技術賞を受賞した。
- ソースターム評価手法の開発 シビアアクシデント後の格納容器内環境を模擬し、照射下ガス状ヨウ素放出に対するpH、雰囲気、有機物などの環境影響に関する系統的パラメータ試験を行うとともに、ヨウ素化学挙動コードkicheを開発した。
- 地震時BWR安定性解析のためにTRAC/SKETCHコードを改良し、加振下核熱連成解析手法の整備を行った。

[成果の活用]

- 軽水炉事故時の現象解明と安全評価用熱水力BE手法の整備
- 軽水炉利用の高度化に伴うRIA指針やECCS性能評価指針等、審査基準の見直しに活用。過渡ボイド試験データをJNESや産業界に提供し、安全評価手法の検証などを支援
- 日本原子力学会が策定したPost-BT基準の技術的検討に有用な情報を提供
- AM策として未整備のシビアアクシデント後対策・防災対策解除の判断基準等の意思決定。独自開発の水蒸気爆発評価コードJASMINEを公開し、JNESや産業界に提供・技術支援

[平成 21 年度までの研究成果に関するご意見等]

- 合理的な規制に役立てるため、3次元二相流や核熱カップリングを含む熱伝達などのモデル化を図り、重要なデータを取得している。また、ソースターム評価に必要なデータの蓄積にも努力した点も高く評価できる。

～回答～

拝承。

- 安全評価に最適評価手法の導入が進められる中、これを支える精度の良い検証データを取得しクロスチェック解析コードへの活用を図るなど、目標に添った成果を挙げている。

～回答～

拝承。

- 軽水炉の高度活用を図るため、熱水力上の安全余裕を高精度に評価することが一層重要となっている。本研究は、機構の有する各種大型設備を活用し、こうした課題を解決することを目的としており、第1期については概ね妥当な成果が得られている。

～回答～

拝承。

- ・安全評価技術の高度化に資する研究が行われ、着実に成果が得られている。

～回答～

拝承。

- ・予算が厳しい条件の下で、国際協力などの工夫をされて大型装置を運転し、貴重なデータを蓄積されていることを高く評価する。

～回答～

拝承。

- ・秋本委員の指摘のように、LSTF、THYNC 等の大型施設を維持していくのは大変であることは私も承知しているが、過去の実験例(美浜 SGTR 再現実験、AP-600 実験など)を見ても、こうした大型施設で得られるデータが世界的に最も信頼されるデータになる。適切な研究がなされていると評価する。

～回答～

拝承。

- ・THYNC 装置を用いて核熱水力安定性の評価を行い、重要なデータを多く得ている。また、リスク評価上重要なヨウ素放出に関する実験を行い、ソースターム評価のための貴重なデータを得ている。得られた多くのデータは、合理的な安全性評価に有用な技術基盤を与えるものと考えられる。

～回答～

拝承。

- ・世界的にもユニークな大型実験施設である LSTF を有効に活用し、喫緊のニーズに対応した熱水力最適評価解析に資する実験データを取得してきていることは、評価できる。国際協力の下での遂行が図られていることも評価したい。

RIA、PostBT 等の条件下の燃料健全性評価に係わる研究においては、有意義なデータを取得しているが、この成果を具体的な解析手法開発に反映することが重要であり、適用に向けた更なる取り組みを期待したい。

～回答～

拝承。燃料健全性評価に係る研究を通じて得た技術情報やデータベースは、モデルの開発や改良を行い、解析コードへ導入することで、より予測精度の高い安全評価手法の構築を行っております。

- ・沸騰遷移後の熱伝達挙動について、原子力学会基準の推奨モデルが、概ね保守的な予測を与えることが確認されており、今後の許認可への適用を図る上で、有効な知見が得られた。

～回答～

拝承。

- ・最適安全評価手法の開発に資する精度の高いデータが得られており、着実に成果を挙げている。

～回答～

拝承。

- ・開発したコードを検証に使うためには、信頼できるデータの取得にあり、そのためには信頼性の高い各試験施設を有していることが必要である。第1期の研究成果から見ると、施設は適切に維持・管理していると言える。

～回答～

拝承。

- ・「熱水力最適評価手法の開発」については高精度・高空間分解能の実験データを取得、国際共同研究として貢献を果たしている。

～回答～

拝承。

- ・各研究項目についての研究成果は、外部に十分に発信していることが分かる。しかしながら、これらを具体的にどのように活用したかが見えないため、常に成果の活用を念頭に置いてサーベイを進める必要がある。

～回答～

拝承。熱水力ロードマップなど外部ニーズや内外の原子力情勢を良く検討し、新たな技術開発や規制支援に対してタイムリーな成果が得られる様、個別の研究計画を策定する様に努めます。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・軽水炉利用の高度化に係る課題に関する研究
(高経年化、燃料の高燃焼度化や MOX 燃料の利用、出力増強、長サイクル運転など)
- ・次世代軽水炉の新型の燃料や安全系に係る安全評価技術の研究

[研究の方向性]

- ・ OECD/NEA ROSA-2プロジェクトを継続し、リスク情報を活用した規制に対応する中口径破断LOCAや AMの有効性評価に係る蒸気発生器伝熱管破損事故回復を模擬したLSTF実験を実施する。
- ・ 次世代軽水炉が備える先進安全系の性能評価のため、LSTFシステム効果実験を計画する。
- ・ LSTFシステム効果実験、並びに中・小型設備を用いた詳細な個別効果実験により、現行軽

水炉の高度利用や新型軽水炉に係るより合理的な安全評価を目指したBE手法の高度化を図る。併せて、BEPU(統計的安全評価手法)の規制への適用に際する評価を行う。さらに、3次元二相流を扱うCFD手法の適用性検討やモデル開発をすすめ、対応する詳細実験により必要なデータベースを整備する。

- ・シビアアクシデントに関して、リスク評価上不確かさが大きい格納容器内ガス状ヨウ素放出挙動に係わる実験及び解析コードの整備を継続する。
- ・さらに、次世代軽水炉など新型軽水炉に対する規制での取り扱いの明確化に備え、シビアアクシデントを考慮した安全評価や安全機器の有効性評価に適用できる解析コードの整備を進める。

[具体的な課題]

- ・単相及び二相3次元流動に係るCFD手法の整備と最適安全評価手法の開発への応用、LSTFを利用した総合試験や核熱結合実験装置(THYNC)等を利用した個別効果試験によるデータベースの拡充。
- ・シビアアクシデントに係る技術基盤の検討・整備。
- ・燃料の高度化に対応した安全評価技術の整備。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- ・3次元熱流動解析及び最適評価手法の高度化を進め、安全評価に必要な技術基盤を構築するという計画は、高く評価できる。

～回答～
拝承。

- ・実験を継続すると共に評価手法開発を進める計画は妥当なものと評価する。

～回答～
拝承。

- ・施設の特徴を活かした研究計画が立案されており、適切であると考えている。

～回答～
拝承。

- ・新しい安全評価技術の提案を積極的に進めて欲しい。同時に、これまでに蓄積されたデータをさらに活用されることを進めて欲しい。

～回答～
拝承。多くのデータベースを活かしてさらにモデルの開発や改良を行い、より高精度の安全評価手法の構築を行っていきます。

- ・日本の原子力プラントを海外に輸出することの必要性が叫ばれているが、そのためには、本委員会でも指摘されたように、より大きなパッケージでというのが前提。研究機関でできることは限られるが、施設を持つ強みを活かし、計算コード開発も研究対象に含め、少なくとも研究の分野では

総合的な結論が出せるような研究計画として欲しい。

～回答～

拝承。プラントの輸出に際する検討を含め、原子力学会の熱水力ロードマップ等で広く議論が進められている。その様な動きや要請を検討しつつ、可能な限り対応することを目指して、実験的研究のほか計算コードの開発に対する支援も視野にいたした研究計画を考えた

- ・個別の試験計画は妥当なものであり、貴重なデータが得られる物と期待できる。

大型装置の維持管理については、貴重な装置設備であるので、JAEA 全体で予算措置を十分検討をお願いしたい。

～回答～

拝承。THYNC は文部科学省からの維持費により実験を継続しており、継続的な予算確保に努めたい。ただし、LSTF は平成21年度以降、文部科学省からの維持費はゼロとなり、外部資金のみで運営している。今後も外部資金による運営が中心になると思われる。

- ・実験を継続しデータの拡充を図り、この成果に基づいて解析手法の開発整備を図るとする計画は妥当である。特に、最適化評価手法の導入に向けた現実的な活用への努力を期待したい。また、人的、物的資源の制約が厳しくなる中、外部機関や原子力機構内関係部門との緊密な協力は、今後、益々重要になるものと考ええる。

～回答～

拝承。

- ・地震影響解析について、第1期では、実機 BWR を対象として、正弦波振動や El Centro 波を入力した時の炉心応答を解析している。地震波については、近年新耐震指針の導入により地震入力が大幅に強化されているので、第2期研究では、こうした条件に対応したより高精度な評価についても可能かどうか検討いただきたい。

～回答～

拝承。文部科学省による CREST 研究への参加は第1期で一旦終了するが、今後、得られた成果を基に、より高精度な評価を行う計画である。

- ・熱水力安全研究においては、現行計画での成果を踏まえ、適切な計画がなされている。最適評価手法に関しては、海外展開を進める上でも、燃料の高度化に合わせて整備を進めていくべき。また、研究基盤を維持していく上での課題や計画についても、合わせて示していただきたい。

～回答～

拝承。軽水炉の規制支援に係る研究基盤の維持に関しては、最適評価手法の検証・整備ならびに、そのための実験によるモデルの検討やデータベースの整備を中心に、対応していく計画である。

- ・軽水炉の高度利用及び新型の軽水炉等に関する熱水力安全研究では、国内原子力産業の国際展開支援に寄与しうよう、広く国内のニーズを踏まえて具体的な研究計画を立案して欲しい。

～回答～

拝承。原子力学会で策定される熱水力ロードマップをはじめ、熱水力安全に係る関係諸機関の意見を広く参照しつつ研究計画を立てていきます。

- ・実験に基づく解析手法開発にあたっては、学术界、産業界とも協力しつつ行っていくことが望ましい。

～回答～

拝承。解析手法の検証・開発のために得たデータベースは産業界などの要請に応じて開示して来ており、基盤情報を有効活用する観点からも、このような協力は継続する計画である。解析手法の開発にあたっては、シビアアクシデント時のヨウ素挙動予測に係る kiche コードをはじめ、産官の協力によって進めて来ており、今後もそのような協力を進めたい。

- ・原子力の海外展開を進めるためには、ハードを売るだけという発想ではなく、安全体系を含めたソフト面もパッケージで輸出する必要がある。安全体系の整備についても輸入国側のニーズを把握しながら進めることも必要がある。

～回答～

拝承。

- ・「個別効果試験によるデータベースの拡充」、「シビアアクシデントに係る技術基盤の検討・整備」については、活用先のニーズも考慮に入れてスケジュールとする必要がある。また、海外展開として進めるためには、研究成果をパッケージの一部となすことも考慮に入れておく必要がある。

～回答～

拝承。「個別効果試験によるデータベースの拡充」、「シビアアクシデントに係る技術基盤の検討・整備」については共に、委託元との十分な協議に基づくニーズに沿った成果産出を行って来ている。研究の実施に際しては、今後も委託元のニーズやスケジュールにマッチしたスタイルやテンポで研究を行う計画である。なお、海外展開に係る研究については、課題の内容を十分に検討した上で研究の進め方を考える計画である。

- ・研究成果はタイムリーに発信するとともに、常に関係機関の意見を聞きながら今後の研究展開を考えることが重要である。

～回答～

拝承。原子力学会で策定される熱水力ロードマップをはじめ、熱水力安全に係る関係諸機関の意見を広く参照しつつ研究計画を立てていきます。

4. 2. 3 材料劣化・高経年化対策技術に関する研究

(第1期の 2-2-1、第2期の 2-2 に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- ・経年機器の構造信頼性評価のため確率論的破壊力学(PFM)解析手法等を整備すると共に、放射線による材料劣化挙動についての照射試験を通して機構論的な経年変化の予測手法

及び検出手法の整備や照射誘起応力腐食割れ(IASCC)に関する照射後試験データの取得を行い、高経年化機器の健全性確認に資する。

[成果の活用]

- PFM解析手法はリスク情報に基づく検査や高経年化技術評価の技術基盤として活用
- 原子炉圧力容器鋼の破壊靱性マスターカーブ法は、日本電気協会や日本機械学会の規格等の改定時の技術的根拠として寄与。
- 中性子照射脆化に関する機構論に基づく予測評価や検出手法は、40年超の長期運転に対する高経年化技術評価の審査において重要な判断材料及び高経年化技術評価に資する。
- IASCCに関する成果は、JNESのIASCC評価ガイド(案)策定に貢献。

[21 年度までの主要な研究成果と活用]

- 原子炉圧力容器及び配管に対する経年劣化やき裂進展評価等の確率論的評価手法を整備し、PFM解析コードに反映した。また、国際ラウンドロビンにより妥当性を確認した。この成果により、日本原子力学会賞を受賞した。
- 原子炉圧力容器(RPV)鋼の中性子照射脆化に関して、国際協力を通して破壊靱性マスターカーブ法整備に貢献するとともに、粒界脆化の発生可能性や評価法に関する知見を取得した。
- RPV鋼溶接熱影響部の照射脆化挙動評価に必要な破壊靱性等のデータを取得した。
- ケーブル劣化に関するメカニズム及び非破壊診断手法に関する知見を取得した。
- 照射誘起応力腐食割れ(IASCC)に関して、JMTR照射材の照射後き裂進展試験データを取得し、IASCC評価ガイド(案)策定に貢献した。
- 3次元仮想振動台の解析結果を実振動データと比較し、応答解析精度を検証することにより、実プラントデータによる地震応答解析技術を実証した。
- RPV鋼の破壊靱性評価手法としての破壊靱性マスターカーブ法試験法に関して、日本電気協会技術規程(JEAC)の策定または改定に対して、データ等を技術的根拠として提供する予定である。
- PFM解析コードの検証を踏まえ、供用期間中検査・保全技術や、高経年化技術評価審査マニュアル等への確率論的評価法導入のための技術基盤として提供する予定である。

[平成 21 年度までの研究成果に関するご意見等]

- 軽水炉高経年化機器の健全性の評価のための確率論的破壊力学解析手法を着実に整備するとともに、照射試験などに基づき炉内構造物の照射誘起応力腐食割れに関する重要なデータの蓄積ができた。
- 原子炉容器、配管等の経年変化評価に係わる重要度の高い課題に対して有用な成果を挙げてきている。

- 全体として概ね妥当な成果が得られているものと判断される。なお今後、第1期としてのまとまりを意識し、ある程度、煮詰まった手法・成果については、可能な範囲でその実用化、活用を実現することを要望したい。

～回答～

拝承。引き続き、解析評価手法や機構論的研究の成果など、安全規制や規格・基準への活用を目指して邁進していく所存です。

- 研究結果が民間規格策定に活用されるなど、着実に成果を挙げていると考える。
- 長時間を必要とする試験に着実に取り組みデータを取得し、ガイドライン等に反映することを進めており高く評価したい。
- 特に指摘したい問題はない。全体として順調に進んでいると評価する。
- 破壊力学解析並びに炉内構造物の劣化挙動に関して、最先端の手法も含めて様々な方法で取り組み多くの成果を得ている。今後も JAEA の他の材料研究者とも積極的に協力交流し精力的に研究を進めていって欲しい。

～回答～

拝承。今後も引き続き、機構内の研究者だけでなく、学术界とも積極的に連携して研究を進めていく所存です。

- 確率論的破壊力学解析の実用化は、確率論的手法による耐震強度評価等において喫緊の課題であり、研究成果活用に向けた積極的な取り組みを期待したい。
また、IASCC 等による材料劣化挙動の予測精度の向上は、原子力プラントの寿命評価や運転管理において極めて高いニーズが示されており、成果反映に向けた取り組みが重要である。

～回答～

拝承。確率論的破壊力学解析手法については、耐震安全に関わる評価のみならず、検査の合理化等、規制や規格・基準への活用を目指して邁進していく所存です。

また、IASCC については、予測評価精度の向上を目標として、JMTR を利用した試験研究により、実機における評価への反映が可能となるよう取り組みを継続する予定です。

- 確率論的破壊力学については、技術的にほぼ確立されたものから、その具体的活用を図っていくことを希望したい。例えば、破損確率と安全率との関係や、破損確率と検査間隔との関係等から、実機への適用を目指した検査や評価の適正化を導くことも可能であれば、ご検討いただきたい。

～回答～

拝承。確率論的破壊力学解析に基づく機器の破損確率については、現行の決定論的手法に基づく規格・基準における安全率の妥当性確認や、検査間隔・検査程度等の合理的な説明等、安全規制や規格・基準への活用を目指して邁進していく所存です。

- 軽水炉長期化対応研究では、確率論的破壊力学(PFM)解析手法の整備などが行われ、その成

果は、電気協会規程及び機械学会規格などに活用された。

- ・本研究は高経年化に対応した安全規制に関連して、研究成果もこれらに活用されていることになるが、さらなる活用のためにも成果の発信方法を工夫する必要がある。

～回答～

拝承。確率論的破壊力学解析手法については、解析コードの公開及び活用方策に関する学会等での発表や論文化に加えて、パンフレットの作成や成果報告会での報告など、成果の発信に努めていく予定です。

また、材料劣化に関する研究については、学会等での発表や論文化を行うとともに、学協会における規格策定の場への成果の発信も検討していく所存です。

- ・「PFM 解析手法の整備と活用方策に関する研究」については、解析コードを公開、高年化技術評価に関わる安全規制の技術評価ツールとして公開、溶接部の残留応力解析及び構造健全性への影響評価を実施し、役立つ成果を発信している。
- ・「放射線による材料劣化挙動の予測と検出に関する評価」については、破壊靱性評価の国際標準化に貢献するとともに、試験法規格の策定に貢献している。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・材料劣化現象の把握とトラブル原因の解明、長期予測と対応技術の開発・実証、形状が複雑な箇所等の健全性評価技術、経年劣化を考慮した確率論的破壊力学解析手法等に基づく構造信頼性評価手法及び長期保全評価手法に関する技術基盤の整備等が必要である。
- ・原子力施設の材料劣化等の経年変化及び健全性評価に関して、原子力機構には以下のような研究の実施が期待されている。
 - JMTR等を用いた放射線、高温水に起因する原子炉材料の経年劣化に対する予測評価法の高度化の研究
 - 確率論的破壊力学(PFM)解析手法を導入した検査や保全手法に関わる構造信頼性評価手法に関する研究
 - 設備の健全性評価や材料劣化に関わるシミュレーション技術に関する研究
(再処理施設機器材料の高経年化評価手法の研究・・・核燃料サイクル施設の安全研究において対応)

[研究の方向性]

- ・JMTR等の施設基盤を活用し、機構論的観点から放射線、水環境等の原子力特有の環境に起因する材料劣化に関する研究や、より合理的に高経年化対策を評価するために必要な健全性評価・材料劣化の高度なシミュレーション技術の整備及び確率論的評価手法の導入に向けた研究に取り組む。また、実機供用材として「ふげん」の機器材料を用いた研究にも取り組む。

[具体的な課題]

- 長期供用に対応した材料劣化予測評価の高度化、データ等に基づく知見の高経年化技術評価審査マニュアル等に反映するために放射線に起因する原子炉材料の経年劣化に対する予測評価法に関して、JMTR等を活用し、長期供用時の実機条件下における劣化機構に着目し、新たな分析評価技術や試験技術を適用し、劣化予測評価法の精度向上を図る。そのために、以下の課題を実施する。
 - 原子炉圧力容器鋼の中性子照射脆化について、JMTR等を活用し、これまで十分に取組まれていない溶接熱影響部等の非均質性や超高照射量域の脆化機構に着目し、ナノ微細組織から破壊靱性における寸法効果までマルチスケールでの試験・シミュレーションにより、脆化予測精度向上に資するデータを取得する。
 - 炉内構造材の照射環境下での応力腐食割れについて、JMTRに整備を進めている照射下試験設備等を活用して、材料、放射線及び水環境の相互作用に着目したデータを取得する。
 - ケーブル絶縁劣化等の高経年化対策上重要な原子炉材料の劣化評価法や、制御棒用ハフニウムの照射成長等の予測精度向上に必要なデータを取得する。
- 構造健全性評価手法の高度化及び保全技術の有効性評価手法の整備として、解析・評価手法の規格基準類の高度化への活用を目指し、第1期中期計画で整備している確率論的破壊力学解析ツールの改良を進め、高経年化技術評価に関する判断基準等の高度化に対する科学的・合理的根拠を提示する。そのために、以下の課題を実行する。
 - 破壊力学的な構造健全性解析手法の高度化、構造信頼性評価手法の適用性検証を行い、高経年化対策に関連する規制・基準の策定に必要な知見を提示するなど、構造健全性評価に関わる安全規制の技術基盤の整備を進める。
 - 「ふげん」において長期間供用された材料等を用いる研究に取り組むことにより、従来の高経年化対策技術の妥当性の検証に資するデータを取得するとともに、長期保全技術の適用性や有効性の評価手法を整備する。
 - 3次元仮想振動台の非弾性解析技術等の研究開発を行い、3次元仮想振動台を高機能化し、構造健全性評価手法の高度化に資する。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見]

- 高経年化に対応した確率論的手法などによる健全性評価及び保全技術の高度化を着実に進めようとしている計画は妥当なものである。
- 本研究に関するニーズは高く、機構内外との密接な協力を図った研究の推進が重要である。
- 材料劣化・高経年化対策に係わる研究は、極めて重要度の高い課題であり、引き続き原子力機構内外との緊密な連携、協力をはかりつつ研究の推進を期待する

～回答～

拝承。これまでも高経年化対応技術戦略マップの更新(ローリング)等において、連携を進めてきましたが、今後も引き続き、規制当局の支援はもとより、機構内における連携に加えて、産業界や学术界と積極的かつ密接に連携して研究を進めていく所存です。

- ・データの充実、手法の高度化は今後も永続的に必要ではあるが、最終的な研究の到達点が必要でも明確でないため、第2期研究終了時の到達度、位置づけが分かりにくい。全体のスコープの提示が必要であると思われる。

～回答～

拝承。研究全体のスコープや研究の進め方については、高経年化技術戦略マップのローリングも踏まえて、年度計画や到達目標を提示していくこととします。

- ・第2期終了時のH26年は、40年超運転の軽水炉が顕著に増加していく状況が予想され、国の高経年化評価においても、長期の運転を想定した健全性評価が一層要求されるものと予想される。こうした長期運転を考慮し、高照射条件に適合した材料データ整備と評価手法の確立等につき、第2期研究計画との整合性を確認しておくことが必要と思われる。

～回答～

拝承。供用期間が40年を超える軽水炉の高経年化評価の増加を念頭に、さらに第3期においては50年を迎えることを想定した長期的な視野も含めて、今後も材料劣化に関わるデータや知見の取得、及び予測評価手法の確立に対するロードマップを明確化し、第2期における成果の目標を確認しつつ研究を進めていく所存です。

- ・軽水炉の長期供用機器に対する予防保全技術の高度化など、今後必要な技術を目指した研究計画であり妥当であると考えます。
- ・材料研究は多くのパラメータがある。今後シミュレーション技術を取り入れて試験を効率的に進めるなどの工夫を一層発展させて欲しい。

～回答～

拝承。材料劣化に関しては、これまでも粒界脆化やSCC進展、水化学、耐震評価等に対してシミュレーション技術を開発してきましたが、今後も取得した実験データをより広範囲に拡張するなど高い汎用性を目指すとともに、現象の理解をより深化させるべく、シミュレーション技術の開発にも取り組んでいく所存です。

- ・高経年化に関する多くの材料研究を精力的に進めようとしている所は、高く評価できる。ただ、材料研究は応用から基礎まで幅広く研究ができる反面、散漫になってしまう可能性があるため、高経年化のために実用上本当に何が必要であるのか、学術的にはどのような点が面白いのかなど、十分検討の上、進めていただきたい。

～回答～

拝承。高経年化に関する安全研究といたしましては、機構の特長を活かしつつ、学術的に価値の高いものに限らず基礎から応用に至るまで、高経年化技術戦略マップにおける位置付けも考慮し、高経年化対策に必要な研究に取り組んでいく所存です。

- ・軽水炉長期化対応研究では、現行計画での成果を踏まえ、適切な計画がなされている。照射脆化に関する PFM 解析の適用性については、実機適用に向けた取り組みを継続して欲しい。

～回答～

拝承。原子炉圧力容器の照射脆化に関する PFM 解析評価については、引き続き、安全規制への活用方策を検討し、実機に適用できるよう研究を継続する所存です。

- ・現在、新規の軽水炉建設が進まないため、各電力会社は軽水炉の長期供用化を進めようとしており、それに合わせて成果が活用される研究計画を念頭に置くことが重要である。

～回答～

拝承。今後も引き続き、40 年を超える長期供用に対する高経年化技術評価に資するべく研究計画及び目標を設定し、成果を適時創出していく所存です。

- ・敦賀発電所の 1 号機等のように運転が既に 40 年を超えて炉がでてきており、それに対して、長期供用の安全確保を行うために、健全性評価手法、予防保全技術の高度化、規格基準類の高度化等が必要である。これからも、軽水炉の長期供用のニーズはでてくるため、タイムリーに活用できる成果を出していく必要がある。

～回答～

拝承。高経年化に関する試験研究において成果を取りまとめるにはある程度の時間を要すると認識しておりますが、今後は 50 年時点の高経年化技術評価も視野に入れて、中間的な成果のとりまとめ等も行いつつ、できる限り適切な時期に成果を提示していく所存です。

- ・高経年化材料の評価を進めるために、今年 7 月にふげんに開設した「高経年化対策研究施設」を活用することも視野に入れたらどうか。

～回答～

拝承。ふげんの高経年化分析室(ホットラボ)は、今年 4 月に開設され、22 年度から推進する「2相ステンレス鋼の熱時効脆化に関する研究」に活用していく予定です。

- ・その成果が活用されているかどうかについては、今後何らかの方法で確認していく必要がある。

～回答～

拝承。今後も研究の進展に合わせて、機構内外の学識経験者や関係者等による委員会等を開催し、研究設備・成果の活用状況を審議していただく予定です。

4. 3 核燃料サイクル施設分野

4. 3. 1 核燃料サイクル施設の安全研究

(第1期の 3-1-1～3、第2期の 2-1 の一部に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- ・再処理施設及びMOX燃料加工施設の臨界事故等に関する実験データを蓄積するとともに、高精度の臨界安全評価手法を整備する。また、軽水炉における高燃焼度燃料やMOX燃料

の利用、並びに使用済燃料の輸送及び中間貯蔵施設の安全基準整備に資するため、燃焼度クレジット、臨界管理手法及び臨界安全データベースを整備する。

- 核燃料サイクル施設の火災・爆発・臨界事故が万一発生した時の放射性物質の放出・移行特性等に関する基礎データを取得し、安全審査等に対する科学的知見を提供する。

[成果の活用]

- 臨界安全性に関する成果については、再処理施設、MOX燃料加工施設、中間貯蔵施設等の核燃料サイクル施設において取扱われる核燃料物質に関する最新の実験データ及び評価手法が、安全審査及び後続規制に活用できる。
- 核燃料サイクル施設における火災時の放射性物質閉じ込め評価に際しては、特にHEPAフィルタによる放射性物質の捕集・閉じ込め機能が重要な役割を担っている。火災に伴って発生する煤煙の粒子径分布や煤煙化率に関する定量的な知見は、HEPAフィルタの目詰まりによる差圧上昇及び破損までに至る現象の定量的評価に対して必要不可欠である。
- MOX燃料加工施設における火災時の閉じ込め評価に係る試験研究は、実際に核燃料サイクル施設に対する規制を担うJNESからの受託研究として実施しており、本試験研究から得られた技術的知見は、国が実施するMOX加工施設の安全審査、後続規制に係る安全確保方策（技術基準策定等）の検討等に対して、JNESを通じて直接寄与するものである。

[21年度までの主要な研究成果]

- 臨界安全設計・管理
 - 解析コード検証用の臨界量データの取得（STACYにおけるウラン溶液の臨界量測定、OECD/NEAや二国間協定を通じた国内外のデータ相互供与）
 - 解析コードの検証作業と標準データの編さん（国内技術である MVP+JENDL3.2 の検証作業を実施、制限値 $k=0.98$ を採用し、臨界安全ハンドブック・データ集改訂）
 - 燃焼度クレジット導入に必要な技術開発（統合燃焼解析コード SWAT3.1 の公開）
- 臨界事故評価
 - 燃料初期温度効果データの取得及び臨界事故解析手法の適用性を評価。
 - MOX燃料加工施設均一化混合槽など容器内の一定量の核分裂性物質が臨界安全上最も厳しい状態となる濃度分布計算コード OPT-TWO 開発、MOX加工施設の安全審査で参考とされた。
- グローブボックス構成材燃焼特性データ取得（エネルギー放出特性、模擬放射性物質と煤煙の放出、HEPAフィルタの目詰まり特性）、火災事故時の閉じ込め評価手法の整備、JNES火災防護ガイドライン策定のための定量評価データとして貢献
- 事故時放射性ヨウ素の放出・移行特性データの取得及び放出・移行評価モデルの整備

[平成 21 年度までの研究成果に関するご意見等]

- ・臨界安全研究を中心に成果がまとめ、実際の施設の安全審査にも成果が活用されており、有意義な研究開発がなされたと評価する。

～回答～
拝承。

- ・核燃料サイクル施設の臨界安全性並びに事故時の放射性物質の放出移行特性に関する研究を行い、多くの重要な成果を得ている。

～回答～
拝承。

- ・核燃料サイクル施設の安全確保上重要な臨界及び火災・爆発事故の評価ニーズに対応し、実験と解析両面から研究を進め有用な成果を提供している。成果は、臨界ハンドブック、MOX 燃料加工施設の安全審査、再処理施設の経年変化評価等に反映されている。

～回答～
拝承。

- ・研究結果が核燃料サイクル施設の安全審査に活用されており、サイクル施設の安全性確保に資する成果が得られていると考える。

～回答～
拝承。

- ・これまでに得られた成果を臨界安全ハンドブックとしてまとめ、広く利用できるようにした点は意義深い。

～回答～
拝承。今後とも、核燃料サイクルの発展に応じて、適宜ハンドブックを改訂する。

- ・臨界、火災事故評価は六カ所 MOX 施設の安全審査に活用されており、有意義な研究がなされたものと評価する。

～回答～
拝承。

- ・臨界安全解析コードに関する成果をハンドブックとして公刊し研究成果を使用可能にしたことを評価する。

～回答～
拝承。今後とも、核データや解析コードの発展に応じて、適宜ハンドブックを改訂する。

- ・ 臨界量測定実験により臨界安全データを取得し、臨界安全ベンチマークデータを整備した。加えて、放射線照射下でのヨウ素の放出試験を行い、放出移行評価モデルを構築した。得られたデータは国際的にも高く評価されていると考えられる。

～回答～

拝承。臨界安全ベンチマークデータは一国だけでは整備が難しく、今後とも、ICSBEP 等の国際協力により拡充を図る。

- ・ 大部分の研究テーマが受託研究として実施され、委託側ニーズへの対応では要求を満足する成果を挙げている。一方、受託事業の性格から比較的短期的視点でのニーズや短期的課題に対応する研究が中心になっている。安全研究センターの研究能力維持や研究センターとしての役割を考えた場合、長期的視点での規制ニーズやリスク情報活用など新たな規制展開を意識した研究への取り組みも重要である。このためにも、委託側とのコミュニケーションを密にして、中長期的な視点での成果の利用や今後の展開についても積極的な提言をしていくことが重要であろう。

～回答～

拝承。なお、現在、安全研究センターに専門部会を設置し、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。原子力学会で策定される核燃料サイクル施設安全研究ロードマップの策定作業において、中長期的な視点での成果の利用や今後の展開についても積極的な提言をしていくこととしている。

- ・ サイクル施設安全研究において、臨界事故及び火災事故研究の成果は、六カ所 MOX 燃料加工施設の安全審査に活用された。再処理施設の経年変化研究の成果は、保安院内規に活用された。

～回答～

拝承。

- ・ 成果は外部に発信していることは実績から見て評価できるところである。公開された成果は安全規制等で活用されているとのことであるが、できるだけ活用先が見えるよう今後の対応が必要である。

～回答～

拝承。火災事故研究については、実際に安全規制業務を担う JNES からの受託研究として実施してきており、研究成果をどのように具体的に安全規制に反映させていくかについても共同で検討を進めているところである。なお、現在、安全研究センターに専門部会を設置し、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。原子力学会で策定される核燃料サイクル施設安全研究ロードマップ

の策定作業において、中長期的な視点での成果の利用や今後の展開についても積極的な提言をしていくこととしている。

- ・「核燃料サイクル施設の臨界安全性に関する研究」については、臨界安全ベンチマークデータの整備、臨界安全ハンドブック・データ集の公開等、活用できる多くの成果がでており、成果も外部に発信されている。

～回答～

拝承。今後とも、基礎的なデータの活用しやすい形での発信に努める。

- ・「核燃料サイクル施設の臨界安全性に関する研究」については、放出・移行評価モデルの整備、ソースデータデータの整理を行い、公開されている。

～回答～

拝承。

- ・公開された成果は安全規制等で活用されているとのことであるが、できるだけ活用先が見えるような今後の対応が必要である。

～回答～

拝承。火災事故研究については、実際に安全規制業務を担う JNES からの受託研究として実施してきており、研究成果をどのように具体的に安全規制に反映させていくかについても共同で検討を進めているところである。なお、現在、安全研究センターに専門部会を設置し、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。原子力学会で策定される核燃料サイクル施設安全研究ロードマップの策定作業において、中長期的な視点での成果の利用や今後の展開についても積極的な提言をしていくこととしている。

- ・中期計画に掲げた事項に関し十分成果が上がっている。

～回答～

拝承。

- ・臨界安全については、臨界安全ハンドブックデータ第 2 版の公開が安全評価に役立つことが望まれる。

～回答～

拝承。今後とも、規制当局や規制 TSO への周知に努める。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・再処理施設及びMOX加工施設の安全対策のうち、特に臨界、火災・爆発、放射性物質の漏えい等の異常発生防止機能や異常拡大防止機能及び万一の事故発生時における閉込め機能について実験的、実証的な研究の知見に加えて、核燃料サイクル施設等に関する運転管理の実績、事故・故障等の実績を踏まえた十分な情報収集と体系的な解析評価を踏まえた安全評価が必要。また、使用済燃料中間貯蔵施設について、貯蔵期間を

通じて管理、実績等に係る情報収集を継続的に行うとともに材料及び燃料の長期健全性と必要な性能を維持していくための研究を行うことが引き続き重要である。さらに、放射性物質輸送の安全性確保の観点からのリスク評価のための研究も必要である。

[研究の方向性]

- リスク評価上重要な事故の影響評価に関する研究
核燃料サイクル施設リスク情報活用への対応
 - 再処理施設等へのリスク情報の安全規制・安全管理への活用例として、性能目標、重要度分類、運転管理に係わる意志決定(AOT等)が検討されている。リスク評価上重要な事故の影響評価手法の整備を行い、リスク評価手法の確立が必要。
- 臨界安全性に関する研究(軽水炉ウラン燃料対応)
新型燃料(核分裂性物質の量が多い)への対応
 - 初期濃縮度 5%超のウラン燃料を想定。臨界事故の想定、リスク評価の考え方の取り入れ、毒物クレジットの詳細検討など加工施設の臨界安全管理・設計の考え方を全面的に見直す必要あり。使用済燃料取扱量の増大への対応
 - 使用済燃料の一層効率的な輸送・貯蔵・取扱に燃焼度クレジットの導入が必須となる。燃焼解析の精度評価(核分裂性物質、FP量の計算)、燃焼度クレジットを用いた管理・設計のロジック(実機運用における品質保証のあり方、事業者間の分担の問題を含む)など。
- 再処理施設機器材料の高経年化評価手法の研究
再処理施設経年劣化への対応
 - 再処理施設機器の高経年劣化対策の妥当性評価に必要な技術データ(腐食など顕在化事象、環境割れなど潜在的な事象)を整備する必要。長期劣化進展傾向評価手法の整備

[具体的な課題]

- 核燃料サイクル施設におけるリスク情報の収集・解析・活用に関する研究、事故評価の技術基盤の整備、使用済燃料の輸送や貯蔵等に燃焼度クレジットを考慮する際の臨界安全及び事故評価手法の整備、新型燃料に関する臨界安全評価手法の整備、再処理施設機器材料の高経年化評価手法の整備等。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- 核燃料施設で重要なテーマである臨界、火災爆発を中心とした安全評価技術の高度化を計画しており、妥当であると評価。但し、先回の評価委員会において助言させて頂いた「サイクル施設の安全評価技術全体を整理・評価して今後の計画を検討すべき」との取り組みがなされたのか

否か確認できなかった。

～回答～

現在、安全研究センターに設置した核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において今後必要となる安全基盤研究での課題を明らかにし、基盤技術の整備の方向性を示すとともにその実現に必要な研究項目とその実施時期を明らかにするための検討を開始したところである。随時検討結果を研究計画に反映させていく。

- ・再処理施設のリスク評価上重要な事象のデータ整備をすすめるとともに新型燃料に対応した臨界安全評価手法を整備するなど、計画は安全研究の遂行上妥当なものと思われる。

～回答～

拝承。今後とも、事業者の開発動向に注意し、新たなリスク要因の把握に努めるとともに、その評価手法の検討を行う。可能であればリスクを低減させる安全対策の検討にも参画する。

- ・従来の研究課題に加え、リスク評価上で重要な事象の影響評価手法整備と実験データ取得に重点を置いて進める計画は妥当である。

～回答～

拝承。

- ・新型燃料に対応したサイクル施設の研究など、社会のニーズにマッチした研究計画が立案されており妥当と考える。

～回答～

拝承。

- ・次世代再処理システムも視野に入れて、長期的な研究展開を考えて欲しい。

～回答～

現在、安全研究センターに設置した核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において、次世代再処理システムも含めた核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。原子力学会で策定される核燃料サイクル施設安全研究ロードマップの策定作業において、中長期的な視点での成果の利用や今後の展開についても積極的な提言をしていくこととしている。

- ・サイクル施設のリスク評価研究として、上述核燃料サイクル施設の性能目標の導出手順の提案と関連してリスク上重要とされた蒸発乾固という現象に着目しているのは、問題解決に向けて異なる分野が連携する研究として歓迎する。

～回答～

拝承。

- ・この分野の研究成果の活用先として、保安院内規や手引きが示されているが、研究成果としてのコード開発やデータ取得が、リスク情報を活用した規制にどこまで活用された

か分かる様にして欲しい。マッチングファンドで実施する研究なので、むしろ JNES が考えるべき問題とは認識しているが。

～回答～

拝承。

- ・今後再処理対象となる使用済み燃料の種類が増加する方向であり、燃料の特徴を踏まえたプロセス条件を考慮し研究開発計画を具体化することが重要と考えます。

～回答～

拝承。

- ・材料腐食、HAW 沸騰時の核種移行に関する研究は、実際の施設の状況を調査、考慮して具体化することが重要と考えます。

～回答～

拝承。

- ・核燃料サイクル施設のリスク評価のために重要な成果が期待できるとともに、新しい燃料への臨界安全の評価が整備されていく可能性も高い。加えて、再処理施設の経年劣化への評価手法も着実に研究を進めて欲しい。

～回答～

拝承。なお、現在、安全研究センターに設置した核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。その中で再処理施設の経年劣化への評価手法についても検討することとしている。

- ・再処理施設のリスク評価手法開発は重要テーマと考えるが、成果が規制に活用されなければ有効な成果とはならない。手法の活用については委託側に主要な責任はあるものの、これを支えし手法開発を担う受託側も規制における活用を十分念頭に置いて研究を遂行することが大切である。

～回答～

拝承。なお、現在、安全研究センターに設置した核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。原子力学会で策定される核燃料サイクル施設安全研究ロードマップの策定作業において、リス情報の安全規制活用策に関しても中長期的な視点での成果の利用や今後の展開についても積極的な提言をしていくこととしている。

- ・サイクル施設安全研究では、現行計画での成果を踏まえ、リスク評価上重要な事象の影響評価手法の整備、臨界安全評価手法の整備などについて、適切な計画が図られている。

～回答～

拝承。

- ・燃焼度クレジットの導入に関しては、昔からのテーマであり、これを規制に取り込んでいく上で、実

効的な提案について、検討されることが望ましい。

～回答～

拝承。なお、現在、安全研究センターに設置した核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。原子力学会で策定される核燃料サイクル施設安全研究ロードマップの策定作業において、燃焼度クレジットの導入に関しても積極的な提言をしていくこととしている。

- ・研究の実施にあたっては、今後とも、日本原燃との情報交換を効果的に図りながら、進めていって欲しい。

～回答～

拝承。

- ・核燃料サイクル施設に関する研究は、六ヶ所サイクル施設の安全性評価を目的としているが、十分に施設の特徴を踏まえた実施内容とすることが重要である。

～回答～

拝承。

- ・「核燃料サイクル施設の安全評価に関する研究」に関する臨界、火災・爆発、漏えい等の安全評価は、全体像を明らかにした上で個別の要素課題に着手することが必要である。要素課題を担当する者は、その位置づけを把握して研究に着手することは効率的な研究を進めることにつながる。

～回答～

拝承。核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において今後必要となる安全基盤研究での課題を明らかにし、基盤技術の整備の方向性を示すとともにその実現に必要な研究項目とその実施時期を明らかにするための検討を開始したところである。随時検討結果を研究計画に反映させていく。

- ・研究成果はタイムリーに発信するとともに、常に関係機関の意見を聞きながら今後の研究展開を考えることが重要である。

～回答～

拝承。なお、現在、安全研究センターに設置した核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。原子力学会で策定される核燃料サイクル施設安全研究ロードマップの策定作業において、中長期的な視点での成果の利用や今後の展開についても積極的な提言をしていくこととしている。

- ・研究成果がニーズに合う工夫をすると良い。

～回答～

拝承。なお、拝承。今後とも、燃料ロードマップと事業者側の開発動向を照らし合わせつつ、サイクル施設ロードマップの中に燃焼度クレジットの課題も組み入れて行きたい。現

在、安全研究センターに設置した核燃料サイクル安全基盤研究調査検討専門部会等において、核燃料サイクル施設の技術展開やそれに対応した規制ニーズ、安全研究課題などについて検討している。

- ・燃焼度クレジットに関しては、高燃焼度化に伴い必要な技術と考えられるが、導入時期の的確な把握が望まれる。

～回答～
拝承。今後とも、燃料ロードマップと事業者側の開発動向を照らし合わせつつ、サイクル施設ロードマップの中に燃焼度クレジットの課題も組み入れて行くこととしている。

4. 4 放射性廃棄物・廃止措置分野

4. 4. 1 放射性廃棄物の安全研究

(第1期の 4-1-1、4-2-1、第2期の 3-1～2 に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- ・人工バリア材の長期変質など変動要因を考慮できる確率論的長期安全評価手法を開発・整備する。
- ・TRU廃棄物及びウラン廃棄物の処分については、廃棄物の特性及び処分方法に応じた安全規制の基本的考え方の策定に役立てるため、評価シナリオの設定、固化体・人工バリア・天然バリアの機能評価等を含めた安全評価手法を開発・整備する。また、処分方法ごとの濃度上限値設定に必要な解析を行う。高 β γ 廃棄物(炉内構造物等廃棄物)については、余裕深度処分に関する規制基準の検討のために安全評価手法を開発・整備する。

[成果の活用]

- ・精密調査地区選定のための環境要件及び安全審査基本指針の策定に資する技術基盤とする。また、最終処分施設建設地選定の要件・基準の策定において、基準を設ける際の科学的根拠とする。
- ・高 β γ 廃棄物(炉内構造物等廃棄物)の処分施設の安全審査指針の策定にあたり研究成果を活用する。また、TRU廃棄物処分やウラン廃棄物処分の基本的考え方、濃度上限値、安全審査指針の検討に活用する。その際には、関連する炉内構造物等廃棄物に関する研究成果も活用する。

[21 年度までの主要な研究成果と活用]

- ・不確実性をふまえた決定論的評価の根拠となる確率論的評価手法の骨格整備。
- ・人工バリアや核種移行の挙動モデル、データ整備。
- ・広域・長期的な地下水流動評価手法の提示と検証。
- ・「科学的合理性のある評価と認めることのできるレベル」を設定し、そこまでの達成度を自己評

価。

- 今後注力すべき重点項目を選定
 - 安全規制として押さえておくべき、危険性と不確実性の大きい現象を選択。
 - 通常シナリオでは感度解析により選定。異常シナリオでは機能の著しい低下現象。
- 浅地中トレンチ処分、ピット処分及び余裕深度処分に対する濃度上限値を算出し、原子力安全委員会報告書、政省令に採用。
- 炉内構造物等の余裕深度処分に関して、人間侵入シナリオの解析。
- ウラン廃棄物のクリアランスレベルの算出方法及び試算値を提示。
 - 原子力安全委員会報告書『ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて』（平成 21 年 10 月 5 日）において公表。

[平成 21 年度までの研究成果に関するご意見等]

- 高レベル放射性廃棄物の地層処分の長期安全性評価手法の開発、整備を着実に進めた。

～回答～

拝承。今後も、地層処分事業の進展に応じて必要となる研究開発を着実に推進する所存です。

- 地層処分、余裕深度処分の基本指針等の整備が進む中、国や大学、産業界との連携を図りつつ評価手法の開発整備を進め、有用な成果を提供できていると評価する。

～回答～

拝承。今後も、産業界や大学等と連携しつつ研究を推進する所存です。

- 研究結果が政省令整備に活用されるなど、十分な成果を挙げていると考える。
- 安全規制に研究結果を反映させるべく努めており、妥当である。

～回答～

拝承。安全規制に活用される成果を発信していく所存です。

- 核種の地下水移行解析のためのコード開発を行うとともに、構成する様々な事象についてのモデル化も実施するなど、有用な成果が多数得られているようである。また、他機関との連携も積極的に推進しているようであり、今後もより国際的な連携研究を実施していただきたい。

～回答～

拝承。今後とも、海外の規制機関との情報交換、研究協力も含め、他機関と連携しつつ研究を進めていきます。

- 解析コードは公開し、外部関係者の利用経験をフィードバックする事により信頼度や利便性が高まる。開発の進んだソフトについては、公開利用を促進するような展開を期待したい。

～回答～

拝承。特に、廃止措置に関わる安全評価コードは、廃止措置現場での活用とそのフィードバックを行いつつ役に立つコードを目指していくとともに、ソフトの公開を念頭に開発を進めていく所存です。

- ・他分野に比べ論文としての公開がやや少ないので、査読がある場での研究成果への更なる努力を期待したい。

～回答～

拝承。

- ・廃棄物安全研究では、地層処分に係る長期安全評価における確率論的手法の整備、低レベル廃棄物処分に係る安全解析などが行われ、その結果は、原子力安全・保安部会小委員会報告書、原子力安全委員会専門部会報告書などに活用された。
- ・廃棄物の処分に関する規制は、国として早々に整備することで進めており、本研究成果もタイムリーな成果の発信が来ている。
- ・「高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る研究」については、指針等策定に必要な研究課題を整理、保安院の委員会で活用する等、国の検討に役立っている。
- ・「低レベル放射性廃棄物の処分に係る研究」については、処分やクリアランスの整備に対して、有効に成果が活用されている。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・地層処分地は、3段階の立地選定プロセス(概要調査地区、精密調査地区、及び最終処分施設建設地の選定)に従って決定され、このうち精密調査地区については平成20年代中頃の選定が計画されている。原子力安全委員会としては、精密調査地区選定開始時期までに精密調査地区選定のための環境要件や安全審査基本指針について検討を進めていく必要がある。
- ・原子力施設及び研究施設等から発生するものについて、廃棄物の特性に応じて安全に処理・処分を行うための研究が求められる。ウラン廃棄物については、自然起源の放射能との関連なども考慮しつつ安全規制の基本的考え方、濃度上限値、安全審査指針を策定する必要がある。

[研究の方向性]

- ・科学的合理的に不確実性を考慮する評価手法を整備し、立地選定段階におけるNUMOの安全性に関する評価の妥当性レビューに資する。
- ・規制機関が、安全規制として考慮すべきシナリオや、求めるべきバリア材の安全機能の性能レベルなどを検討・策定する場合に、評価手法整備を通して得た最新の科学的知見を踏まえ、科学的技術的な観点から提案を行っていく。
- ・研究は、「連携重点研究」産官学連携、JNES・産総研との研究協力協定、およびJAEA内協力を活用して進める。

[具体的な課題]

- 地質環境の調査・評価手法の開発、工学技術の開発、長期の安全評価に関するもの等が重要である。特に重点化すべき研究内容としては、サイト特性を考慮した地質環境の調査・評価手法の開発、長半減期低発熱放射性廃棄物の特性を踏まえた人工バリア等の工学技術の開発、操業中及び閉鎖後の安全評価に係る研究等。
- 地質環境の調査・評価手法の開発、工学技術の開発、安全評価、制度的管理の有効性の評価、評価時間枠の取扱い、長期的安全評価手法の開発、安全評価用データ取得等などが重要である。また、廃棄物の特性に応じた廃棄物処理・廃棄体化技術の開発が必要。ウラン廃棄物に関しては、上記研究内容に加え、安全指標等に関する検討が重要である。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- 基本的にこれまでの研究計画の継続となっているが、これからは具体的な施設の安全審査の段階に入るので、さらに効果的な計画の遂行が求められる。
- 廃棄物処分の地点選定プロセスにあわせた研究計画が立案されており、妥当であると考ええる。

～回答～

拝承。廃棄物処分事業や廃止措置事業の進展に応じて求められる規制ニーズに対し、タイムリーな成果を発信していく所存です。

- 高レベル廃棄物地層処分に関しては、規制のあり方そのものについて方向性が定まっていない中で、多くの研究機関で多くの研究がばらばらとなされている印象である。安全研究全体を統括する JNES の責任は重い、JAEA においても、時間スケールに応じた規制のあり方や判断基準、また、人工バリアが担うべき安全機能やその有効性の評価方法等、根源的な問題に取り組んで欲しい。
- 既に安全研究センターと地層処分部門との協力が進められている状況は歓迎する。一層の協力を期待する。

～回答～

拝承。地層処分に関わる基盤研究の成果を適宜規制研究に取り込みつつ、JNES 及び産業技術総合研究所と連携して規制支援研究を着実に推進する所存です。安全研究センターでは、地層処分の時間スケールごとに重要となる評価対象を明確化した上で、判断指標、判断基準、評価手法といった課題に取り組んでいきます。

- 規制側への技術情報提供などさらに一歩進んだ計画になっており、第 2 期中期計画の間の研究の進展が期待できる。

～回答～

拝承。地層処分、余裕深度処分、廃止措置などの規制ニーズに対し、タイムリーな成果を発信していく所存です。

- 本研究分野の研究は、施設設計や立地検討等の開発活動と関連する所が多い事から、JAEA 内の開発部門や他の研究機関、産業界等と密接な連携を図りながら計画を進める事が重

要である。

～回答～

拝承。地層処分研究開発部門、バックエンド推進部門、廃止措置を進めている拠点等との情報交換、研究協力も含め機構内部の連携をいっそう強化するとともに、第Ⅰ期に構築した産官学との情報交換ネットワークを活用し、研究ニーズを計画に適宜反映していく所存です。

- ・廃棄物安全研究では、現行計画での成果を踏まえ、適切な計画がなされている。時間スケールに応じた評価においては、対象を明確化した上で、評価を進めていって欲しい。

～回答～

拝承。地層処分の時間スケールごとに重要となる評価対象に求めるべき機能を明確化した上で、判断指標、判断基準、評価手法といった課題に取り組んでいきます。

- ・ウラン廃棄物の処分の規制については、埋設事業のスケジュールも考慮に入れながら、研究計画を前倒した対応も必要な場合もでてくる。このため、外部状況を見ながら、フレキシビリティに研究の実施と成果の発信を行う必要が出てくることを念頭に置く必要がある。
- ・「低レベル放射性廃棄物の処分にに関する研究」の浅地中処分技術については、ウラン廃棄物の規制検討が現在一番の課題であり、安全委員会でも検討会を開催して進めようとしている。このため、タイムリーな成果発信が必要である。

～回答～

拝承。ウラン廃棄物処分の安全規制や安全基準の整備に必要な研究は、事業者との情報共有を図りつつ柔軟に進めるとともに、原子力安全委員会や原子力安全・保安院に対しタイムリーな成果を発信していく所存です。

- ・その成果が活用されているかどうかについては、今後何らかの方法で確認していく必要がある。

～回答～

発信した成果が活用されているかどうかについては、安全研究評価委員会、安全研究審議会ならびに原子力安全・保安院の廃棄物安全小委員会等で評価いただく予定です。その際には、活用先や反映先が明確になるよう、国の報告書や検討会議事録等をできる限り参照するよう努めて参ります。

4. 4. 2 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究(2)－開発研究の成果の活用－ (第1期の4-1-2、第2期の3-1に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- ・我が国における地層処分の技術基盤を継続的に強化し、関連する科学的知見の拡充や地層処分の技術的信頼性・安全性の向上を図ることにより、精密調査地区選定のための環境要件や安全審査基本指針の検討に資する。

[成果の活用]

- 精密調査地区選定のための環境要件および安全審査基本指針の策定に対し、必要な最新の技術や成果を技術基盤として整備する。
- さらに、最終処分施設建設地選定の要件・基準の策定において、基準を設ける際の科学的根拠を整備する

[21年度までの主要な研究成果と活用]

- 地層処分研究開発
 - ◆ 処分場の設計や安全評価に必要となる基本的なデータベース・ツールの整備・公開
 - 実施主体や安全規制機関などへ供用
 - ◆ 実際の地質環境データに基づく、現実的な設計・施工技術や安全評価手法の整備
- 深地層の科学的研究
(地下研究施設)
 - ◆ 地上からの調査研究段階の成果取りまとめ(報告書&報告会)
 - 概要調査に向けた技術基盤の確立
 - ◆ 研究用水平坑道の整備
 - 深地層の環境や研究開発の現場を体験できる場の整備
 - ◆ 坑道掘削時の調査研究:地上からの調査技術の妥当性評価,工学技術の適用性確認
(地質環境の長期安定性に関する研究)
 - ◆ 変動の著しい場所を避けて,安定な地質環境を選定するための調査技術の整備

[平成21年度までの研究成果に関するご意見等]

- 実施主体である NUMO が行う実際のサイト選定においては、避けるべき断層破砕帯が地上からの調査では見つからなかったということがあってはならない。現在の調査方法は見逃しが無いシステムなのかという評価が必要である。最終的には、「この程度の断層であればきちんと把握でき、これ以下の断層は避ける必要がなく、現状の技術で十分に安全性が確保できる」という線引きが重要である。

～回答～

断層の有無については、露頭調査や物理探査、ボーリング調査などにより確認しており、今後はそれらの予測結果の妥当性を第2段階の結果を踏まえて評価をしていく予定です。最終的には、避けなくてもよい断層については、工学的に安全性を確保できるという技術も示していきたいと考えております。

- 水平坑道の深度を変更した理由が、当初の予想と実際の地質構造が異なっていたという説明があったが、このような意思決定の変更はどのように知識化するのか。

～回答～

詳細設計と施工の観点から、検出された地質構造の影響で計画した深度では効率的な作業が困難と判断し、深度を変更しました。断層帯の透水性や遮水性などについては報告書

などにまとめております。事業においても情報の取得と施設の設計が並行して進むことが想定されますので、地下施設建設に関わる計画管理という観点で、どの時点でどの程度の情報が得られているのか、どう計画に反映させるのかといった経験やノウハウを整理していくことが重要と考えています。

- ・深地層の研究計画並びに地質環境の長期安定性研究と、工学技術、性能評価研との連携を強化すること。特に深地層の研究計画で得られる調査データを工学技術、性能評価の観点から総合的に評価することの必要性を発信するとともに、深地層の研究計画でとるべき調査データとしてフィードバックしていくことが重要。

～回答～

平成 22 年度の計画実施に反映させるとともに、地層処分に関する研究開発全体として第 2 期中期計画期間を俯瞰した成果の取りまとめに向けて、指摘事項を踏まえた計画、実施をはかってまいります。

- ・10 万年を超える長期間にわたる安定性については、現象の時間変化率が問題である。例えば、沈みこむプレートの性質によって、地域ごとに諸現象の時間変化率が異なると予想され、それにより地域ごとの安定性が異なると考えられる。日本列島どこでも同じ時間変化率で現象が起きているわけではないことを事例に基づいて示していく必要がある。

～回答～

10 万年を超えるような長期の評価については、地質環境に大きな変化を及ぼす恐れがある現象やプロセスの抽出や、10 万年までの予測と比較した場合の不確実性の幅の変化をどう定量化するかについて今後検討していく予定です。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・精密調査地区選定開始時期までに精密調査地区選定のための環境要件を、また、精密調査地区選定までに安全審査基本指針について検討を進めていく必要がある。
- ・研究内容としては、地質環境の調査・評価手法の開発、工学技術の開発、長期の安全評価に関するもの等が重要である。特に重点化すべき研究内容として、サイト特性を考慮した地質環境の調査・評価手法の開発、長半減期低発熱放射性廃棄物の特性を踏まえた人工バリア等の工学技術の開発、操業中及び閉鎖後の安全評価に係る研究等が重要である。
- ・得られる成果は、原子力安全委員会が定める環境要件、安全審査基本指針等の策定に活用

[具体的な課題]

- ・人工バリアや放射性核種の長期挙動に関するデータの拡充、モデルの高度化
 - 処分場の設計や安全評価に活用できる実用的なデータベース・解析ツールの整備

- 深地層の研究施設等の活用(実際の地質環境条件の考慮)
 - 現実的な処分場概念の構築手法や総合的な安全評価手法の整備
- 深地層環境の深度までの坑道掘削時の調査研究、坑道内での調査研究
- 調査技術やモデル化手法の妥当性評価、深地層における工学技術の適用性確認
 - 調査技術やモデル化手法の妥当性評価、深地層における工学技術の適用性確認
 - 地上からの精密調査の段階に必要となる技術基盤の整備
- 地質環境の長期安定性に関する研究
 - 天然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する手法の整備

4. 4. 3 廃止措置の安全研究

(第1期の 4-3-1~2、第2期の 3-3 に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- 原子力施設の廃止措置の安全を確保するため安全評価が必要である。そのため、周辺公衆及び従事者の被ばく評価手法の整備を行う。また、クリアランス対象物検認及びサイト解放を含む廃止措置終了確認について、評価対象核種、組成比、濃度測定方法等の検認手法を検討する。

[成果の活用]

- 今後申請が見込まれる日本原電敦賀発電所1号炉等原子力施設に係る廃止措置計画の審査において、被ばく線量評価の妥当性を評価するために活用する。クリアランスに関しては、今後申請が見込まれる廃止措置等から発生するクリアランス対象物について、その申請の審査及び国による検認作業に活用する。サイト解放に関しては、将来申請が見込まれる原子力施設の廃止措置終了の確認について、その申請の審査及び国による検認作業に活用する。

[21年度までの主要な研究成果と活用]

- サイト解放基準算出のためのコード整備、およびサイト解放のための確認手順を提示、サイト解放基準濃度を例示。
- 解体作業の特徴を反映できる被ばく線量評価コードを開発するとともに、実機切断試験データを取得。評価パラメータの保守性を検証。
- 核燃料サイクル施設の廃止措置における被ばく線量評価手法のあり方及び廃止措置計画の審査に必要な技術情報を整理。

[平成 21 年度までの研究成果に関するご意見等]

- 「廃止措置に係る被ばく評価に関する研究」では、サイト解放の在り方、確認手順を提示については、保安院の検討に貢献している。

～回答～

拝承。今後も、原子力安全委員会や原子力安全・保安院のニーズに対し、タイムリーな成果を発信していく所存です。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- 実用発電用原子炉のうち軽水炉及びウラン取扱施設の廃止措置が近づいていること等に伴い、現在行われている原子炉施設の廃止措置などにおいて蓄積された知見を踏まえつつ行うことが重要である。また、クリアランスについては、核燃料使用施設等の使用、解体に伴って発生する資材等のクリアランスに係る基準の整備及び計測技術等の開発が求められる。

[研究の方向性]

- 余裕深度処分等に対しては、地層処分研究で得た技術的知見を用いて、規制に対する技術的支援を行う。
- 多様な原子力施設の廃止措置について、安全な廃止措置を支援する総合的な廃止措置安全評価コードを整備し、研究施設や研究炉を含む廃止措置の安全確保に貢献する。

[具体的な課題]

- 廃止措置終了後の敷地(建屋)解放に係る基準整備及び残存放射能濃度の測定手法に関する技術開発に係る研究等が重要である。また、クリアランスについては、施設の放射能特性の評価のあり方、大型金属や建屋コンクリート等に対する放射性核種のクリアランスレベルの測定・評価に関するものが重要である。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- 安全審査などへの具体的貢献を目標として計画を立案されている点は高く評価できる。また、廃止措置についても安全評価手法を構築していこうとする所も重要であり、進めて欲しい。

～回答～

拝承。廃止措置に関わる安全評価手法は、廃止措置現場での活用とそのフィードバックを行いつつ、役に立つ評価手法を整備していく所存です。

- バックエンドは今後益々重要度が増してくる分野であると思う。難しい分野であると思うが、戦略性を持って、継続的に研究を展開して行って欲しい。

～回答～

拝承。廃棄物処分事業や廃止措置事業の進展に応じて求められる規制ニーズに対し、タイムリーな成果を発信していく所存です。

- 「廃止措置に係る被ばく評価に関する研究」のサイト解放の在り方等については、規制庁の意向も踏まえた対応が必要である。

～回答～

拝承。原子力安全・保安院では、サイト解放の在り方の検討を進めているところであり、その検討結果を踏まえ、サイト解放に係る評価手法や検認手法の課題に柔軟に対応していく所存です。

4.5 新型炉分野

4.5.1 高速増殖炉の安全評価技術に関する研究－開発研究の成果の活用－

(第1期の5-1-1、第2期の2-1の一部に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

- 高速増殖炉の安全評価技術に関する研究を実施し、高速増殖炉の安全規制の基本的考え方や安全基準類の基本的事項を検討する際に必要な判断資料の整備に資する。

[成果の活用]

- 本研究にて整備する安全評価手法は、高速増殖炉の安全基準類を検討する際の分析のために必要な解析ツール及び判断材料として活用できる。
- 本研究を通じて得られる成果は、高速炉に関する関連の標準等へ反映することが期待できる。

[21年度までの主要な研究成果]

- これまでの研究に基づき、冷却材バウンダリからのナトリウム微量漏えいの早期検出や空気中におけるナトリウム燃焼反応に関する実験的知見を整理した。
- 蒸気発生器の伝熱管損傷時のナトリウム－水反応に関して、反応ジェットの伝熱流動現象や管内伝熱特性を把握するためのデータを取得するとともに、反応場近傍の混相流現象を評価する機構論的解析コードを検証した。
- 「常陽」においてATWSの予備試験(UTOP予備試験)を実施し、解析コード「Mimir-N2」を検証した。また、自己作動型炉停止機構(SASS)の主要構成材料の照射試験及び照射後試験を実施した。
- 熔融炉心物質の炉心周辺への早期流出挙動を実験的に確認し、実用炉での厳しい再臨界が排除できる見通しを示すとともに、既存試験と併せて安全評価手法の改良・検証・標準化へ反映した。
- ナトリウム・デブリ・コンクリートの共存反応挙動に関して、要素試験及び解析コードの改良・整備を実施した。
- 「もんじゅ」のアクシデントマネジメント有効性評価へのPSA適用を通じて手法を整備した。

[平成21年度までの研究成果に関するご意見等]

- ・ナトリウムの化学反応に関する安全評価技術の整備については、微小漏えいの早期検出技術の開発、コンクリートとの反応が競合する場合のナトリウム燃焼挙動に関する研究、ナトリウム液滴燃焼の基本現象確認試験結果の報告に関連して、実証炉の許認可を視野に入れて、それらの評価手法の整備と検証を進めるべきである。
- ・ATWS時の炉心損傷防止及び影響緩和特性の実証に関しては、「常陽」の過渡時プラント特性試験における反応度変化の分析について、後継炉（もんじゅ、実証炉）のためにも出力係数等の詳細分析やモデル化に取り組んでいくべきである。
- ・炉心損傷時の事象推移評価技術の整備については、熔融炉心物質の炉心周辺への早期流出挙動に関わる EAGLE 試験、及びこれを反映した実用炉評価における再臨界の回避技術に関連して、外部専門家を含めた CDA シナリオワーキンググループにおいて、JSFR の炉心損傷事象推移に関わる集中した審議を重ね、専門家の共通認識に基づく報告書のとりまとめたことは評価できる。
- ・PSA 技術の高度化に関しては、機器信頼性データの拡充、運転員信頼性評価手法の整備、規模に依存した漏えい確率推定法の整備、停止状態のリスク評価での留意事項の抽出について、JAEA で整備されたデータが規制研究にも反映されていることは評価できる。将来的には保安規定における点検頻度への反映なども重要になる。

(2) 第2期重点安全研究計画にそった研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・高速増殖炉に関して、安全規制の基本的考え方や安全基準類の基本的事項を検討する際に必要な判断資料の整備等が必要。
 - ナトリウム漏えい燃焼及びナトリウム－水反応評価手法の整備・高度化
 - 「常陽」、AGF、MMF、FMF 等の原子炉及び照射試験施設を利用した実験データの蓄積
 - 大規模な炉心損傷(シビアアクシデント)の発生を防止し、また、その発生を想定した場合の影響を適切に評価できる技術(PSA 技術を含む)
- ・当安全研究について、(独)日本原子力研究開発機構は「常陽」の運転及び「もんじゅ」の建設、各種の試験研究施設を使用した研究開発を行ってきており、引き続き、研究の実施が求められる。

[研究の方向性]

- ・ナトリウム－水反応に関しては、蒸気発生器における隣接伝熱管の破損伝播及び冷却系統内の圧力波伝播等の構造健全性に係る安全評価コード体系を整備・高度化し、既存及び新たな試験研究による知見をもとに検証する。
- ・ナトリウム漏えいに関しては、既存試験データを活用して、ナトリウム燃焼影響評価ツールの妥当性・適用性を検証する。

- 実機データを用いた過渡変化時のプラント挙動評価技術の整備に関しては、「常陽」MK-III 炉心を用いたフィードバック反応度特性試験の計画を検討し、再起動後に実施する。また、試験結果を解析システムの検証、高精度化に反映する。
- 炉心損傷時の事象推移評価技術の整備に関しては、実験データ取得及び検証された解析コードの整備・適用により、炉心損傷事故評価に適用できる標準的評価手法を確立するとともに、JSFR設計を対象とした評価を行い、事故の影響緩和特性を明らかにする。
- PSA技術の高度化に関しては、高速実験炉「常陽」及び高速増殖原型炉「もんじゅ」の機器について運転・故障データを継続・収集し、機器信頼性データ母集団の拡充を図る。また、PSA手法の適用により得られるリスク情報を安全規制の参考情報となるよう整備する。
- 高速増殖原型炉「もんじゅ」の性能試験データにより、安全評価に用いるプラント動特性解析コードを検証する。

[具体的な課題]

- ナトリウム漏えい燃焼に関する評価手法の整備・高度化が課題であり、試験研究で蓄積されてきた知見を活用して、ナトリウム燃焼解析コードを系統的に検証し、適用性向上を図る。
- ナトリウム水反応に関する反応ジェットで生じる化学反応現象やセルフ／ターゲットウェステージ、高温ラプチャ現象の解明が課題であり、現象解明のため実験を進める。
- ナトリウム水反応に関する現象解明結果に基づく機構論的な解析評価手法の高度化及び事象終息まで評価する解析手法の構築が課題であり、それらの整備を進める。
- 実機データを用いた過渡変化時のプラント挙動評価技術について、出力運転時のフィードバック反応度のメカニズムの検討が課題であり、蓄積したフィードバック反応度の測定データ及び新たなデータ取得により出力運転時のフィードバック反応度の発生メカニズムについて検討を進めるとともに、解析手法の検証を行う。
- 炉心損傷時の事象推移評価技術の整備について、炉心損傷時の流出挙動の実証的データ取得が課題であり、炉内・炉外試験データ取得を進める。
- 炉心損傷時の事象推移評価技術の整備について、炉心物質の熱的負荷に対する炉容器内終息性の確認が課題であり、実験研究により評価手法の妥当性を確認する。
- 実証炉に向けたPSA手法の構築が課題であり、受動的安全システムを考慮したPSA手法の検討及び標準化のための材料整備を進める。
- もんじゅの性能試験データ等に基づき、安全評価手法の検証を進めることが課題であり、それらの評価を進める。
- 流出挙動の実証的データ取得

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- 地震 PSA は、国の安全研究全般の中で、FBR の安全研究で提案するのが良いのか？

～回答～

高速炉のレベル1PSAを実施するためには、内の事象と外の事象を両方評価していく必要があるが、特に外の事象の免震建屋に関する地震PSA手法は、軽水炉分野でもまだ導入確立されていないので、高速炉の安全研究の中で提案したい。

- ・燃料の技術基準化は急務だと思われるが、現時点では判断基準がない。炉心の技術基準を整備すべきである。また、ソースタームについても考慮して欲しい。また、保安規定の根拠、AOTの定量化等についても軽水炉を参考にして取り組んで欲しい。さらに、常陽の出力係数、地震時の燃料健全性評価についても是非やって欲しい。

～回答～

重点安全研究としてはいないが、個々の課題について安全研究として着実に実施していくべきものとする。

- ・安全審査に対する指針類について、安全委員会をサポートする計画はあるのか？

～回答～

安全指針類については、そのベースとなる安全要件について、JSFRを対象に検討していきたいと考えている。

- ・統計的安全評価手法を整備することが重要である。プラントの熱流力だけでなく、炉物理的誤差の扱い等を前面に出すべきでは？

～回答～

不確かさの評価については、現状の許認可において、決定論的に積み重ねて、工学的安全係数を評価する方法がとられているが、統計的な評価手法も重要と考えている。それらの議論の中で取扱いを検討していきたい。

4.6 放射線影響分野

4.6.1 放射線リスク・影響評価技術に関する研究

(第1期の6-1-1、第2期の4-1に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

最新の知見を取り入れた放射線被ばく線量評価手法、放射性物質の環境中における挙動の評価手法、放射線被ばくによるリスク評価手法等を開発し、原子力安全委員会が利用可能な基盤技術を確立する。

[成果の活用]

- ・放射性物質の動態研究は、原子力緊急時初期の防災対策から中・後期の監視に必要な情報の提供、国境を超える環境汚染事故に対する国際協力、日本海特有の原子力環境問題への対応等に貢献することができる。
- ・国際放射線防護委員会が2007年に採択予定の新勧告に対応した最新モデルに基づく線量

評価法を開発することにより、我が国の防護基準の策定に資することが期待できる。

- DNA損傷・修復研究から得られる知見は、放射線生物影響の線質効果の基礎データ、また生物学的な事象に基づく新しい線量概念を考案する際の基礎データを与える。また生物影響実験データを系統的に解析するための基本的ツールを提供する。

[21年度までの主要な研究成果]

- 緊急時環境線量情報予測システム(世界版)について、大気拡散・沈着の予測性能と適用範囲を大幅に改善するとともに放出源推定と国際情報交換という新たな機能を追加し、第2版 WSPEEDI-IIを完成し、IAEA支援のためのRANETに登録する予定である。また、本成果は、日本原子力学会賞技術賞(H21年3月)を受賞した。
- 日本海核種移行解明のために、日露の排他的経済水域における日本海海洋調査を実施し、日本海での放射性核種移行の特徴を解明した。この成果は、日本原子力学会賞貢献賞(H19年3月)を受賞した。また、日本海の人工放射性核種データベース(DB) JASPER及び核種分布マップを作成し、世界最大の海洋放射能DB、IAEA-MARISにデータ公開した。
- 放射線治療・診断への貢献として、評価済核構造データファイルENSDF、評価済原子データライブラリEADLを用い、詳細Auger電子スペクトル計算手法を確立し、米核医学会“MIRD-DB”第2版に反映し、完成・出版された。核医学で世界をリードする米核医学会のDBとして、準世界標準データとして利用されており、今後世界の病院等で、放射線治療や診断、放射性物質の投与を受ける人々が受ける被ばく線量の適切な評価に、広く利用されることが期待される。
- 放射線防護の国際標準として、最新の核構造データに基づく被ばく線量計算用放射性核種データベース(1252核種)を完成し、国際放射線防護委員会 ICRP Pub.107に採用され、国際標準データとして採択された。世界各国の放射線防護基準の元となる基本データであり、ほぼ世界中の原子力作業従事者の放射線防護に大きく貢献すると期待される。
- ICRP2007対応外部被ばく線量換算係数として、粒子輸送計算コードPHITSにICRPボクセルファントムを組み込み、線量計算法を確立し、100GeVまでの中性子、陽子、重イオンに対する外部被ばく線量換算係数を計算した。この成果をICRPに提供する予定である。
- 宇宙線被ばく線量評価として、航空機搭乗員の被ばく管理に関するガイドライン等に対応するため、大気中の宇宙線被ばく線量を迅速かつ高精度で計算できるプログラムEXPACSを開発した。ここで、宇宙線被ばく線量の簡易計算式を導出し、放医研が開発した航空機搭乗員被ばく線量計算システムJISCARD-EXに提供した。

[平成21年度までの研究成果に関するご意見等]

- 社会の関心の高い分野であり、成果は高く評価できるが、予測の不確定性や誤差を必要なレベルまで低減させる観点での検討や検証は十分にはなされているだろうか？たとえば中国で放射性物質の放出があったときに日本にいたるまでの降雨など局地気象の影響によるフォールアウト

量の変化は把握できているか。

～回答～

大気・陸域・海洋での包括的物質動態予測モデルについては、観測データ等を用いて妥当性検証を実施し、予測精度や不確かさを確認している。大気モデルでは、チェルノブイリ事故時の欧州における環境汚染データや、1994年に行われた欧州広域拡散実験 ETEX のデータを用いた。前者では、近傍での ^{137}Cs 沈着量の蝶形汚染分布を再現できるなど、局地から広域まで拡散と降雨沈着の予測精度が十分高いことを確認した。陸域モデルでは、河川の流量や水素同位体比のデータを用いた。海洋モデルでは、日本海海洋調査で得られた人工放射性核種データを用いた。

- ・物理化学的な損傷レベルの評価に貢献する知見を得ていることは評価できる。生物影響が損傷と修復とのバランスからなることを生物システムとして理解していくアプローチを期待したい。何をゴールとした研究なのかを明らかにして、放射線の物理化学的な基礎過程の研究として位置づけるのか、それとも、リスク研究として位置づけるのか、後者であれば研究課題と研究方法の検討が必要であろう。

～回答～

本研究は、放射線による DNA 損傷・修復機構の解明に資するため、放射線の物理化学的な基礎過程の研究として位置付けている。今後は、これまで実施した研究を発展させ、DNA・細胞レベルでの実験データと計算シミュレーションを組み合わせた解析により、放射線応答モデル及び生物学的線量評価法の研究開発を行う予定である。人的資源等の制約から現時点ではリスク研究を実施することは困難であるが、放射線生物影響を複雑なシステム応答として理解することの重要性は認識しており、将来的にリスク評価に繋がる研究も模索する。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- ・施設起因の放射性物質の環境挙動と分布の最適評価法の開発研究
- ・リスク評価・規制手法の開発に資するためのICRP2007年勧告に基づく内部被ばく計算 コード開発や新たな防護のニーズに応える被ばく線量評価研究
- ・DNAの損傷・修復解明や線質係数の高精度化に資する基礎・基盤的研究。

[研究の方向性]

- ・再処理施設の稼働により、Kr85、C14、H3、I129が環境で検出される。原子炉からのC14、H3の大気放出の相対比が希ガス、ヨウ素に対して増加(UNSCEAR2000)している。立地審査で安全が確認されていても、住民の安心を醸成するための努力が必要である。
- ・原子力緊急事態後の対策・監視(陸域・海洋)や、環境への微量漏洩などに対しても、住民に

安心を提供するための研究が必要である。

- 安全審査指針の高度化や自治体等による核テロに対する国民保護訓練の実施に備える研究が必要である。
- ICRPが2007年勧告を提示したため、今後、関連Publicationが出版される。
- 放射線治療・診断の増加や人間活動範囲の拡大など、放射線防護のニーズが拡大すると考えられる。
- 科学技術先進国として、ICRP等の国際標準に貢献する必要がある。

[具体的な課題]

- 放出された物質の分布と挙動に関する最適評価(Best Estimate)法の開発。
 - C14、H3、I129、アクチノイドキャリア(有機炭素)の局地域での環境動態の解明。
 - 大気・海洋・陸域での放射性物質の包括的な局地循環モデルの開発。
 - 計算シミュレーションと環境モニタリング値の統合による、周辺濃度・線量分布の最適手法の構築。
- 構造物が無視できない環境に対応した高度な事前評価技術の開発。
 - 建築物及び地形の影響を考慮できる最新の大気流体・拡散モデルの開発。
- 国内基準の策定に必要な、新勧告に基づく被ばく評価技術の開発。
 - ICRP2007年勧告に基づく内部被ばく計算コード開発及び遮へいDBの整備
- 新たな防護のニーズに応える被ばく線量評価研究。
 - 放射線輸送シミュレーション技術や人体ファントム作成技術等の基盤技術による、CT等の診断被ばく線量評価手法の開発。
 - 宇宙・航空環境等の、高エネルギー、高線量環境における被ばく線量評価手法の開発
- 国際標準をリードする基礎・基盤的研究
- 基礎・基盤技術の高度化により、国際勧告のためのデータベースや知見を蓄積する。
 - 線質係数の高精度化
 - 低線量影響に関する基礎的知見

4.7 原子力防災分野

4.7.1 原子力防災に関する技術的支援研究

(第1期の7-1-1、第2期の5-1に対応)

(1) 第1期重点安全研究計画に沿った研究の概要と成果

[研究の目的]

原子力防災対策の実効性の更なる向上を図るため、国や地方公共団体による防災計画策定に資する技術的指標等の整備を行うとともに、緊急時意思決定プロセスにおける専門家支援のた

めの支援手法等の整備を行う。

[成果の活用]

防災に関する指針の改訂等により原子力防災機能の強化を図るとともに、平常時から関係機関の間で活用できる支援システムやマニュアル等のツールを整備し、対応技術の高度化を図る。

[21年度までの主要な研究成果と活用]

- 短期防護措置の複合的実施の効果の評価、移転の最適化に関する費用便益分析を実施した。この成果を今後の防災指針見直しの基礎資料として整理した。
- 一時避難施設の遮へい機能の評価した。この成果を地方自治体(島根県)の防災計画策定のための基礎資料として提供した。
- 専門家支援のためのマニュアル1次案及びPCツールを整備した。

[平成21年度までの研究成果に関するご意見等]

- 国際機関などにおける動向調査、分析結果は、防災指針の改定に反映された。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- 「原子力防災に対する技術的支援研究」については、防災指針見直し、地域防災計画等に反映、活用されている。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

(2) 第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性

[第2期重点安全研究計画での記載]

- 防災指針見直しのための技術的支援研究として、PSA手法を用いた実用上の判断基準の整備、中・長期的管理のための技術指標の整備、防護対策の最適化研究
- 実効性向上のための地域防災計画策定の技術的支援研究

[研究の方向性]

- 原子力防災研究についてはこれをリスク研究に位置づけ、これまでのリスク情報を活用した計画策定支援研究をさらに発展させ、自治体と協力した事例研究を通して、地域防災計画の実効性向上を図る。

[具体的な課題]

- レベル3PSA手法を活用し、総合的な防護措置方策の最適化に関する研究、中・長期(事故後解除、復旧期対策)管理の考え方と技術指標の整備を実施するとともに、リスク情報を活用し

た地域防災計画支援に関する研究を展開する。

[第2期重点安全研究計画に沿った研究の方向性に関するご意見等]

- ・リスク情報を活用した規制に資するためのリスク評価管理手法の高度化を進め、加えて防災における防護対策戦略を提案していくという計画は、安全研究上高く評価できるものである。
- ・原子力防災の高度化、立地指針の見直しなど社会のニーズにマッチした研究が計画されており妥当と考える。

～回答～

今後も期待に応えられるよう努めて参りたいと思います。

- ・レベル 2 及びレベル 3PSA の研究を防災指針見直しに役立てることを意識して進めていることを積極的に進めて欲しい。

～回答～

拝承。PSA 手法の適用として防災研究を進め、防災指針の見直しに役立てていきたいと考えています。

- ・リスク評価・管理手法の高度化については、立地評価指針、防災指針等の指針改訂を視野に入れて研究計画を進め、成果が有効に活用されるような考慮が必要である。

～回答～

拝承。個別のニーズを捉えて、研究成果が活用されるよう着実に研究を進めていきたい。

- ・原子力防災等の技術支援においては、国レベルの活動に加えこれに対応した地域防災計画等の整備への対応も重要である。

～回答～

拝承。防災指針の見直しといった国への貢献と平行して、地域防災計画策定に役立つ具体的な研究成果を発信していく所存です。

- ・「原子力防災研究」については、地域防災計画策定へ反映できるようにデータベースの整備を進めることは重要である。

～回答～

拝承。リスク情報を活用して、地域防災計画の実効性を向上するための基礎データ整備を進めていく所存です。

- ・国の防災計画の具体化に寄与できる部分に力を入れると良い。

～回答～

拝承。リスク情報を活用して、地域防災計画の実効性を向上するための基礎データ整備を

進めていく所存です。

- OIL、PAL の運用の機運は国内でも高まっていると考えられるが、民間全体の動きにどのように JAEA の専門的を生かすかの視点で検討が望まれる。

～回答～

拝承。防災指針の見直しといった国への貢献と平行して、リスク情報を活用して地域防災計画策定に役立つ具体的な研究成果を発信していく所存です。

5. おわりに

平成 21 年度は、原子力安全委員会が平成16年7月に定めた「原子力の重点安全研究計画」の最終年度に当たるとともに、原子力機構の第1期中期目標・中期計画の最終年度であった。なお、原子力安全委員会は、平成 21 年 8 月に「原子力の重点安全研究計画(第2期)」を定めた。

本報告書は、第1期の「原子力の重点安全研究計画」に関して、原子力機構で実施している安全研究の平成 21 年度までの成果について、大綱的指針に基づく事後評価を行った結果をとりまとめたものである。その結果、平成 21 年度までの成果は、〇〇・・・との結論となった。なお、第2期の「原子力の重点安全研究計画」に沿った研究の方向性についての参考意見も記載した。

[審議会での議論や、提出される所見等を参考に、以下、追記予定]

安全研究審議会委員名簿（50音順、敬称略）

	氏名	所属・役職	専門分野
委員長			
委員長代理			
委員	久木田 豊	国立大学法人 名古屋大学大学院工学研究科 教授 (平成 19 年度まで)	熱水力
委員	草間 朋子	大分県立看護科学大学 理事長・学長	保物・環境
委員	小林 傳司	大阪大学コミュニケーションデザインセンター 副センター長	科学技術論
委員	佐藤 一男	財団法人原子力安全研究協会 研究参与 (平成 21 年度まで)	原子力安全
委員	関村 直人	国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻・教授	燃材料
委員	新田 隆司	日本原子力発電(株) 常務取締役	原子力プラント
委員	班目 春樹	国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科 教授 (平成 21 年度まで)	原子炉システム工学
委員	松浦祥次郎	財団法人原子力安全研究協会 理事長 (平成 22 年度から)	原子力安全
委員	松本 史朗	独立行政法人 原子力安全基盤機構 技術顧問	核燃料サイクル
委員	三島 嘉一郎	(株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所 所長 (平成 20 年度から)	熱水力
委員	森山 裕丈	国立大学法人 京都大学原子炉実験 所長	廃棄物処分
委員	山下 弘二	独立行政法人 原子力安全基盤機構 総括参事	安全規制全般

(注:所属・役職は平成 22 年度のもの。但し、退任者は退任時点のもの)

安全研究審議会の設置について次のとおり定める。

平成18年5月15日

理事長

18(達)第4号

安全研究審議会の設置について

(設置目的)

第1条 研究開発課題評価実施規程(17(規程)第48号)に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下「機構」という。)が原子力安全委員会の定める「原子力の重点安全研究計画」に沿って実施する安全研究(以下「重点安全研究」という。)の中立性・透明性を確保するため、安全研究審議会(以下「審議会」という。)を設置する。

(所掌業務)

第2条 審議会は、重点安全研究の評価について、理事長の諮問に応じて審議し、理事長に答申する。

- 2 審議会は、前項に掲げる事項について、理事長に意見を具申することができる。
- 3 審議会は、研究開発の計画、進捗などについて、安全研究センター長の求めに応じて討議し、安全研究センター長に意見を述べる。

(組織)

第3条 審議会は、委員長及び委員若干名をもって組織する。

(委員長)

第4条 委員長は、委員の互選により決定する。

- 2 委員長は、審議会を代表し、会務を総理する。
- 3 委員長に事故があるときは、委員長があらかじめ指名する委員がその職務を代理する。

(委員)

第5条 委員は、機構が実施する重点安全研究分野及びそれに関連する分野に精通する専門家及び有識者で、十分な評価能力を有し、かつ公正な立場で評価を行うことができる機構の役職員以外の者とする。

- 2 委員は、安全研究センター長の推薦を受け、理事長が委嘱する。

(任期)

第6条 委員長及び委員の任期は、3年とする。ただし、再任を妨げない。

- 2 欠員が生じた場合の補欠の委員長及び委員の任期は、前任者の残任期間とする。

(招集)

第7条 審議会は委員長が必要に応じて召集する。

- 2 審議会は、必要があると認めるときは、機構の役職員その他の者の出席を求め、その意見を聴くことができる。

(調査)

第8条 審議会は、答申又は意見具申する上で参考となる事項について、必要に応じて調査することができる。

(事務)

第9条 審議会の事務は、安全研究センター研究計画調整室が行う。

(雑則)

第10条 この達に定めるもののほか、審議会の運営に関し必要な事項は、委員長が審議会に諮って定める。

附 則

この達は、平成18年5月15日から施行する。

重点安全研究の評価の実施要領

1. はじめに

独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下「機構」という)では、原子力安全委員会が定める「原子力の重点安全研究計画」等に沿って実施する安全研究(以下「重点安全研究」という)を実施している。安全研究審議会(18(規程)第4号により設置、以下「審議会」という)は、機構で実施している重点安全研究の中立性・透明性を確保するため、重点安全研究の研究計画、研究内容及び成果の活用等の評価を行う。

本実施要領は、審議会が実施する、かかる重点安全研究の評価の方法を定めるものである。

2. 実施時期

審議会は、原則年2回開催する。

3. 評価対象

原子力安全委員会の「原子力の重点安全研究計画」(平成16年7月29日原子力安全委員会決定)及び「日本原子力研究開発機構に期待する安全研究」(平成17年6月20日原子力安全委員会了承)を踏まえ、同委員会からの技術的課題の提示又は規制行政庁からの要請等を受けて機構が実施する7分野(①規制システム分野、②軽水炉分野、③核燃料サイクル分野、④放射性廃棄物・廃止措置分野、⑤新型炉分野、⑥放射線影響分野、⑦原子力防災分野)の重点安全研究を、審議会の評価の対象とする。

4. 評価内容とスケジュール

(1) 年度評価

審議会では、年度毎に前年度の成果と当該年度以降の実施計画について、研究計画(位置付け、設定目標、進め方)、研究内容(進捗状況、成果)、成果の活用(見通し、成果の公開を含む)、計画見直しの必要性等について審議・評価を行う。

(2) 中間評価

平成20年度開催の審議会では、機構の中期計画期間の中間点として、進捗状況(17～19年度の成果、達成見通し)、成果の活用(見通し、成果の公開を含む)、計画見直しの必要性等について審議・評価を行い、「国の研究開発評価に関する大綱的指針(平成17年3月29日内閣総理大臣決定)」(以下、「大綱的指針」という)に基づく研究・開発評価の「中間評価」として取りまとめる。

(3) 事前評価

平成 21 年度開催の審議会では、第 2 期中期計画期間における重点安全研究課題の実施計画について審議・評価を行い、大綱的指針に基づく研究・開発評価の「事前評価」を取りまとめる。

(4) 事後評価

平成 22 年度開催の審議会では、第 1 期中期計画全期間における重点安全研究課題の成果及び成果の活用等について審議・評価を行い、大綱的指針に基づく研究・開発評価の「事後評価」として取りまとめる。

5. 評価の方法

評価は、重点安全研究課題全般を対象とし、安全研究センターの安全研究委員会(17 全(通達)第 2 号)、次世代原子力システム研究開発部門の安全研究専門委員会(18 次(通達)第 8 号)、地層処分研究開発部門の「深地層の研究施設計画検討委員会(18(通達)第 1 号)」、「地質環境の長期安定性研究検討委員会(18(通達)第 2 号)」、「地層処分研究開発検討委員会(18(通達)第 3 号)」、原子力基礎工学研究部門の「原子力基礎工学研究・評価委員会(17(通達)第 42 号)」等での議論を踏まえた自己評価を参考とし、個別の研究課題又はその他の視点について留意事項を付記する。

6. 評価結果及び答申

評価結果は報告書として取りまとめ、委員の査読を経て、委員長が理事長に答申する。

7. 審議会及び評価結果の公開

審議会は、原則公開で開催し、評価結果報告書は、原則公開とする。

8. その他

その他、審議及び報告書作成に係り必要な事項は、審議会の議決により定めるものとする。