

平成 28 年度安全研究委員会 報告書

－ いただいた意見の取りまとめ －

平成 29 年 6 月 8 日

日本原子力研究開発機構 安全研究センター

1. 平成 28 年度安全研究委員会の開催について

平成 28 年度安全研究委員会は、以下の通り開催した。

1) 日時：平成 29 年 3 月 2 日（木）13:30～16:40

2) 場所：航空会館 502 会議室（東京都港区新橋 1-18-1）

3) 委員：

出席委員：安濃田委員長、井口委員、大江委員、篠原委員、中島委員、原委員、藤城委員

欠席委員：阿部委員、岡本委員、奥山委員、吉村委員

4) 議事：

① 挨拶、資料等の確認

② 安全研究センターの活動方針と外部評価について

③ 分野別の研究成果

- ・原子炉安全研究ディビジョンの活動
- ・材料・構造安全研究ディビジョンの活動
- ・リスク評価研究ディビジョンの活動
- ・燃料サイクル安全研究ディビジョンの活動
- ・環境安全研究ディビジョンの活動

④ 全体討議、その他

5) 配付資料リスト：

安研委 H28-1 安全研究委員会 委員名簿

安研委 H28-2 安全研究センターの活動方針と外部評価について

安研委 H28-3 原子炉安全研究ディビジョンの活動

安研委 H28-4 材料・構造安全研究ディビジョンの活動

安研委 H28-5 リスク評価研究ディビジョンの活動

安研委 H28-6 燃料サイクル安全研究ディビジョンの活動

安研委 H28-7 環境安全研究ディビジョンの活動

安研委 H28-8 所見記入シート

<参考資料>

安研委 H28-参考 1 安全研究委員会設置達

安研委 H28-参考 2 平成 27 年度安全研究委員会報告書 -いただいた意見の取りまとめ-

安研委 H28-参考 3 平成 27 年度版「原子力規制委員会における安全研究について」

安研委 H28-参考 4 今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針（平成 29 年度以降の安全研究に向けて）

安研委 H28-参考 5 平成 28 年度成果公表参考リスト 2. 安全研究委員会での報告と審議について

2. 安全研究委員会での報告と審議について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）の第3期中長期目標期間（平成27～33年度）における業務は、国から提示された第3期中長期目標を受け、第3期中長期計画を策定して業務を実施している。第3期中長期目標で示された安全研究センターにおける業務は、『原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究として、原子力安全規制行政を技術的に支援することにより、我が国の原子力の研究、開発及び利用の安全の確保に寄与する。このため、原子力規制委員会が策定する「原子力規制委員会における安全研究について」等を踏まえ、原子力規制委員会からの技術的課題の提示又は要請等を受けて、原子力の安全の確保に関する事項（国際約束に基づく保障措置の実施のための規制その他の原子力の平和利用の確保のための規制に関する事項を含む。）について安全研究を行うとともに、同委員会の規制基準類の整備等を支援する。』こととされている。これを受け、第3期中長期計画においては、下記8研究分野について研究を進めている。

- ・ 軽水炉の事故時熱水力挙動に関する研究
- ・ 軽水炉燃料の安全性に関する研究
- ・ 材料劣化・構造健全性に関する研究
- ・ 核燃料サイクル施設の安全性に関する研究
- ・ 臨界安全管理に関する研究
- ・ リスク評価及び原子力防災に関する研究
- ・ 放射性廃棄物管理の安全性に関する研究
- ・ 保障措置分析に関する研究

安全研究委員会は、原子力機構の通達「26 全(通達)第3号 安全研究委員会の設置について」に基づき設置され、その目的は『委員会は、原子力規制委員会が定めた「原子力規制委員会における安全研究について」等に沿って安全研究センターが実施する安全研究に係る事項について討議する。』こととされている。これを受けて、平成28年度安全研究委員会では、8研究分野を実施する5つの研究ディビジョン：1) 原子炉安全研究ディビジョン、2) 材料・構造安全研究ディビジョン、3) リスク評価研究ディビジョン、4) 燃料サイクル安全研究ディビジョン、5) 環境安全研究ディビジョン ごとに、第3期中長期目標期間における研究の全体像と実施スケジュール、平成28年度の実施内容と成果の概要、代表的な成果トピックス、成果の公表状況、学協会活動や国際協力活動、平成29年度計画の案について紹介し、特に以下に挙げる観点からの意見、提案をいただいた。

- ・ 目的を達成するための研究のねらい、計画、実験・解析手法、国際協力の活用、等の妥当性・有効性

- ・ 研究成果（アウトプット）の創出状況（質・量）
- ・ 研究成果の公表、発信の状況
- ・ 研究体制や人材育成の観点

本報告書では、安全研究委員会においていただいた意見等、ならびに各委員に配布した「所見記入シート」で回答いただいた意見等と今後の対応方針を取りまとめた。

3. 安全研究委員会でのいただいた意見等と今後の対応方針

(1) 各ディビジョンの活動に対する意見等と今後の対応方針

1) 原子炉安全研究ディビジョン

意見等	対応方針
大型格納容器実験装置 CIGMA により SA 時の格納容器内 3 次元熱流動の分布データを取得し、今後の SA 評価解析の高精度化に役立つと見込まれる。	拝承。
高圧熱流動実験ループ HIDRA などを用い、解析モデル開発の基礎基盤研究を推進していることは、研究水準の維持強化のためにも評価できる。	拝承。
福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえ、安全評価上のニーズに対応した炉心損傷事故条件下における炉心および格納容器内の熱水力上の課題に取り組んでおり、大型非定常ループ LSTF、高圧熱流動ループ HIDRA、大型格納容器 CIGMA 装置による実験データの収集も順調に進捗していると評価する。	拝承。
熱水力安全研究は炉心損傷事故評価および対策の基盤を成すものであり、成果については実機評価への適用性や妥当性の検討を進め、積極的な情報公開を期待したい。	今後、有効性評価等に資する条件を意識した実験データ取得とモデル開発を進め、迅速に結果をまとめて外部発表していく所存です。
改良燃料の安全評価に係る実燃料試験を進め国の安全審査に必要なデータを提供するとともに、燃料破損や破壊力発生機構の解明に実験、解析の両面から取り組みレベルの高い成果を挙げている。	拝承。
燃料安全研究成果については、出来るだけ規制、基準等への効果的な反映を図るため、定量的な評価に向けた検討を進めることを望みたい。	実験的アプローチに加え、計算コード等を利用した解析的アプローチも行うことで、燃料安全に係る現象の解釈を進め、データの定量的性の向上を図ってまいります。
燃料安全研究は国際的にも安全評価上重要な知見を提供するものであり、引続き国際協力を積極的に進め成果の活用を努めることを期待する。	国際プロジェクト等と密接に連携し、研究成果の活用の最大化を図ってまいります。
評価コードを作り上げることが一つの目標となっています。これらは、広く使われることで専門家の間でオー	燃料挙動解析コード FEMAXI につきましては、国内では既に

<p>ソライズされるということもあります。機微な情報を含むものは別として、多くの研究者に広く開示することも考慮されてはいかがでしょうか。</p>	<p>公開済みとなっており、メーカー、大学等での利用実績がございます。国外での研究利用例もありますが、まだ数が限られております。今後、解析コードの国外輸出管理への対処を含め、利用者の拡大を図る所存です。</p>
--	---

2) 材料・構造安全研究ディビジョン

意見等	対応方針
<p>新規制基準において厳格化された外的事象に対する詳細評価を可能とする原子炉建屋・機器・配管に関する評価手法や耐力データの整備に取り組んでおり、今後の審査等への活用が期待できる。</p>	<p>拝承</p>
<p>運転期間延長や高経年化対策評価に必要な知見の収集に取り組み、材料データの取得と評価手法高度化の両面で有用な成果を出している。</p>	<p>拝承</p>
<p>本成果は安全評価の信頼性向上には大きく貢献すると考えるが、達成目標が必ずしも明確ではないため安全規制ニーズに対する充足のレベルが曖昧になっている。</p>	<p>破壊靱性評価法等は、学協会規格の技術評価に活用しており、確率論的健全性評価に係る標準的解析要領等は規制の技術根拠として活用できるものです。今後は規制ニーズに対する充足のレベルを明記していく所存です。</p>
<p>本研究分野は安全評価の基盤研究の一つであり継続的な遂行が望まれるが、今後 JMTR が利用出来なくなることとを考慮すると新たな照射手段の検討を進めるなど、先の見える計画の立案が必要と考える。</p>	<p>今後、既存の照射済材、実機監視試験片サンプル等によるデータ取得を行い、基盤研究を遂行していく所存です。なお、次期照射炉に関する議論が始められたところであり、安全研究として必要な機能の要求等、積極的に検討に関与していく所存です。</p>
<p>安全規制ニーズに対応した達成目標やロードマップをより明確にした上で、試験研究や解析手法高度化研究の継続を望みたい。</p>	<p>原子力規制委員会の「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針（平成 29 年度以降の安全研究に向けて）」等の規制ニーズを踏まえて、PDCA を繰り返し、試験研究や解析手法高度化を継続していく所存です。</p>
<p>評価コードを作り上げることが一つの目標となっています。これらは、広く使われることで専門家の間でオーソライズされるということもあります。機微な情報を含むものは別として、多くの研究者に広く開示することも考慮されてはいかがでしょうか。</p>	<p>PRODAS ウェブサイトや解析コードの信頼性向上 WG 等を通じて、ソースコードを含めて評価コードを多くの研究者に開示しています。</p>

3) リスク評価研究ディビジョン

意見等	対応方針
シビアアクシデント総合解析コード THALES 等の高度化を進め、評価ツールとして活用しているとしているが、新規制基準における SA 対策の適合審査への具体的な活用実績を (OSCAAR コードのように) 示して欲しい。	現時点では、THALES2 コード等が SA 対策の適合審査に活用された実績はありませんが、今後、FP 化学を考慮したソースターム情報や SA 対策有効性評価手法を提供していきたいと思います。合わせて、THALES2 コードと OSCAAR コードの連携強化を図り、緊急時防護対策の最適化に係わる検討等を進める予定です。
福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえ重大事故解析や防災対策評価に関する解析手法の高度化、解析評価、調査活動等を進めるなど、新たな安全規制ニーズに適切に対応した成果を挙げている。	拝承。
本研究分野は、重大事故への実効的な対応を進める上で重要な基盤となるものであり、今後、福島第一原子力発電所の廃止措置の進展に伴って得られる知見等も積極的に反映しつつ、効果的な研究の遂行を期待する。	拝承。
基本的に発電用原子炉に関する研究しか行われていないように見える。(これは表現上の問題かもしれませんが。) 原子力施設全般をカバーしたリスク評価研究への展開を期待する。	これまで発電用軽水炉、再処理施設及び MOX 燃料加工施設を対象としたリスク評価に係わる研究を進め、現在は前者二つを継続しています。今回は極簡単な説明に留めてしまいましたが、次回の委員会では、再処理施設に係わる研究の成果についても詳細に紹介したいと考えています。
東京電力福島第一原子力発電所の事故に関する情報のうち環境に係る分野では、専門的な学術誌への論文発表だけでなく、社会一般へも情報を提供する価値があると思われます。表現に難しさがあるかもしれませんが、工夫を凝らしてお願いしたいところです。	拝承。原子力機構の広報誌や安全研究センターの成果報告会等、様々な機会を利用して情報を発信していきたいと思います。

4) 核燃料サイクル安全研究ディビジョン

意見等	対応方針
再処理施設 SA 研究では、再処理施設の新規制基準への適合性審査のために重要な知見が得られており、評価できる。	拝承。
サイクル施設におけるシビアアクシデント研究では、高レベル濃縮廃液蒸発乾固過程における RuO ₄ の気相移行挙動、セル内有機溶媒火災時の煤煙等の放出挙動と差圧上昇について定量的に調査されており、公衆への影響評価に資する結果が得られている。	拝承。

再処理施設の重大事故評価に必要な試験データ収集を進め、安全規制ニーズに対応した成果を挙げている。	拝承。
再処理施設経年変化に関して、高レベル廃液濃縮缶のステンレス鋼の腐食進展式を導出するなど、安全評価に資する成果が得られている。	拝承。
燃料デブリ臨界評価研究では、福島第一廃炉のために重要な研究が行われており、今後さらに廃炉作業の判断を左右する決定的な貢献を期待する。	拝承。
臨界安全研究では、1Fの燃料デブリ臨界評価手法に関して、臨界特性解析のための解析コードの整備などが順調に進められている。	拝承。
燃料デブリ臨界評価研究においては、これまで蓄積した臨界試験研究の経験と施設を活用し、福島第一原子力発電所廃炉作業を安全に進める上で有用な知見を得ている。	拝承。
成果は国際会議報告や論文の形で公開されているが、更なる成果の活用を図る上では、データベースや評価手法等として整理されたJAEA報告書での公開も望みたい。	積極的な公開を考えています。特に、デブリ臨界規制庁受託事業においては、現在データベースシステムの整備を進めているところです。
評価コードを作り上げることが一つの目標となっています。これらは、広く使われることで専門家の間でオーソライズされるということもあります。機微な情報を含むものは別として、多くの研究者に広く開示することも考慮されてはいかがでしょうか。	事業委託元の規制庁と相談のうえ、可能な限り速やかに開示できるように検討を進めます。なお、デブリ臨界規制庁受託事業で整備中のデータベースシステムについては、研究者がデータベースを拡張できる機能を備える予定です。
核物質粒子の性状分析技術開発や濃縮ウラン粒子の精製時期決定法の開発も予定通り進行しており、IAEA保障措置の強化・効率化への寄与が期待できる。	拝承。
保障措置の分析技術に関する研究では、高度な技術開発の成果を出しており、IAEA保障措置の強化・効率化への貢献を果たしている。	拝承。

5) 環境安全研究ディビジョン

意見等	対応方針
福島第一廃炉に係る汚染物の処理・処分やエンドステートの判断に必要な多岐に渉る研究を実施しており、それぞれ、福島の復興や事故の教訓を将来に活かすための成果を期待する。	拝承
環境安全研究では、燃料デブリの処分に関して、乏しい情報を整理しながら、現状の知識レベルにおいて処分を実施するには何が欠けているのか、を明確にできたものと評価します。	拝承

<p>福島第一原子力発電所廃止措置の安全評価に関連し、汚染水処理廃棄物、汚染土壌、燃料デブリ等各種の放射性廃棄物の処理・処分にかかる課題に取り組み、成果を挙げている。</p>	<p>拝承</p>
<p>基盤的研究あるいは安全評価研究として進められ、現地の廃止措置の実務との連携はあまり強くないように感じられる。本研究成果の活用においては現地の実務状況が深く関わるので、成果の適切な適用を図る観点から、廃止措置の現場と出来るだけコンタクトをとりつつ研究を遂行することが重要である。</p>	<p>規制庁からの受託事業として実施しているので、IRID 事業のように 1F の現場と直に連携することは適切ではありませんが、ご指摘の点は重要で、事業者やメーカーあるいは環境省との意見交換等コンタクトをとりつつ、進めています。</p>
<p>東京電力福島第一原子力発電所の事故に関する情報のうち環境に係る分野では、専門的な学術誌への論文発表だけでなく、社会一般へも情報を提供する価値があると思われまます。表現に難しさがあるかもしれませんが、工夫を凝らしてお願いしたいところです。</p>	<p>論文発表だけでなく一般向け成果普及情報誌への掲載も行っており、今後とも取り組んで行く所存です。</p>

(2) 全般的所見としていただいた意見等と今後の対応方針

1) 研究への取り組み方について

ご意見等	対応方針
<p>殆どの研究が規制庁からの受託で実施されているにもかかわらず、物理モデル開発のための実験など基礎基盤研究もしっかりと取り組んでいる。</p>	<p>拝承。</p>
<p>規制対応研究としてニーズが明確にされている中・長期計画にもとづいて H28 年度計画も策定され、着実に成果を上げていると評価します。</p>	<p>拝承。</p>
<p>安全研究センターの研究の多くが原子力規制委員会からの受託研究として進められ、安全規制への技術的支援としての役割を良く果たしている。また、基礎的な事象まで踏み込んで研究の遂行を図っていることは評価したい。</p>	<p>拝承。</p>
<p>国の唯一の安全研究を遂行する研究機関としての役割も担っているところから、長期的な視点から各研究分野の研究課題や目標を定め、継続的な研究の遂行を図ることが必要であり、特に若手研究者の育成の観点から重要である。</p>	<p>規制ニーズに直接的に応える研究を受託事業で進める一方で、人材育成や将来の受託研究に繋がる基礎基盤を推進しているところであり、今後も計画的に取り組んでいく所存です。</p>
<p>ニーズに基づく実証的な安全研究のみならず、シーズを提供するような提案型の安全研究に取り組んでいただきたい。</p>	<p>成果が将来の受託研究を誘発できるような萌芽的研究や挑戦的研究にも、若手研究員を主に一層取り組んでいく所存です。</p>

2) 研究体制等について

ご意見等	対応方針
<p>全ての分野で国際プロジェクトに参加し、主体的に活動しており、原子力安全に関する課題の抽出や成果の共有において、規制支援の国際的責任を果たしている。</p>	<p>拝承。</p>
<p>特に、福島第一廃炉に係る研究については、より積極的に開発部門との連携を進め、廃炉作業の判断を左右する決定的な貢献を期待する。</p>	<p>オフサイト研究分野について福島研究開発部門と強く連携しているところです。今後はオンサイト研究分野についても、OECD/NEA 国際プロジェクト等での協働も含め、さらに強化していく所存です。</p>
<p>安全規制支援の立場から開発業務から独立して進めなければならない制約はあるが、研究を遂行する上で福島研究開発部門等の他部門組織との協力は不可欠であり、人的交流も含め出来るだけ柔軟な協力体制の構築を望みたい。</p>	<p>福島研究開発部門、原子力科学研究開発部門、地層処分研究開発部門とは、人的交流を含む協力を進めているところです。兼務等の人事制度を最大限に活用しつつ、より分野を拡大した協力を推進していく所存です。</p>
<p>原子力安全研究においては、国際的な協力が不可欠であり、引き続き多国間および2国間協定による国際協力の積極的な推進を期待する。</p>	<p>国際レベルの成果創出を図るため、OECD/NEA や IAEA の国際プロジェクト参加及び2国間協定に基づき、H28 年度は9 件の新規プロジェクトを含む52 件の国際協力を進めております。引き続き、JAEA 主体での国際プロジェクトを提案するなど、積極的に推進していく所存です。</p>
<p>限られた人的資源をうまくマネージして、非常に広範な研究分野をカバーしており、高く評価できる。若手の研究者にとって魅力的な研究環境であるよう、継続して努力をお願いしたい。</p>	<p>人材育成の観点から、国際協力を活用した若手研究員の海外研究機関への派遣や、将来に繋がる萌芽的研究や挑戦的研究にも計画的に取り組んでいく所存です。</p>
<p>原子炉のような原子力システム全体の安全性研究を実施するには、対象とするシステムで用いられている幅広い技術分野に関する知識と経験が必要となる（例えば、原子炉の安全評価を行うのであれば、原子炉の運転管理を一通り経験(あるいは理解)した人材が必要)。そのような研究を実施できる将来の人材の計画的な育成をぜひ行っていただきたい。</p>	<p>規制支援に直接関与しない若手研究員を原子炉運転管理や施設再稼働対応業務に参画させるなど、可能な範囲で運転管理に関与できる機会を増やしていきたい。</p>

3) 成果の公表と示し方について

ご意見等	対応方針
報告が行われた各研究については、学術論文等による成果の公開が適切に行われている。	拝承。
外部発表にも留意され、十分な情報公開がなされているものと考えます。	拝承。
成果情報の公開については、多くが学会論文、口頭発表、国際会議報告、受託報告書などとしてなされ、JAEA レポートとして出されているものは限られているため公開資料としての利用はかなり不便である。広範な利用があつて初めて情報公開が生かされるので、JAEA レポートとしての刊行を増やすなど情報公開の仕方に更なる工夫を望みたい。	新規性や独創性を主眼とした学会誌論文等への外部発表の目的と、成果の広範な利用を主眼とした JAEA レポートの目的を安全研究センターとして再整理し、論文等では説明しきれない成果活用において必要な情報を JAEA レポートとして公開していくことをより積極的に検討したい。
ニーズが明確であるがゆえに目標を達成することに集中しがちになり、対外発表も数を競うようであつては意味がありません。成果の客観評価も重要ですが、研究に対する冒険心が希薄になりはしないかと懸念しております。目標達成は必要条件ではありますが、失敗を恐れずに果敢にチャレンジした部分についても光を当てるよう評価を工夫する必要があるかもしれません。しかし、頂いた情報だけからは、その判断は難しいものがあります。	人材育成の観点からも、直接的に規制に活用されない萌芽的、挑戦的研究課題にも計画的に取り組んでいるところです。次回の委員会では、そのような取り組みについてもトピックスの1つとして紹介させていただきます。
安全研究センター全体の方針が見て取れる鳥瞰図的なマップを作って、個々の研究が何処に位置づけられているのかを説明すべき。	今回の説明では研究分野ごとに全体像、スケジュール、個々の研究の位置づけを紹介しましたが、今回は安全研究センターとしての研究方針と全体像を提示できるよう工夫いたします。

4. まとめ

平成 28 年度安全研究委員会では、5 つの研究ディビジョン： 1) 原子炉安全研究ディビジョン、2) 材料・構造安全研究ディビジョン、3) リスク評価研究ディビジョン、4) 燃料サイクル安全研究ディビジョン、5) 環境安全研究ディビジョン ごとに、第 3 期中長期目標期間における研究の全体像と実施スケジュール、平成 28 年度の実施内容と成果の概要、代表的な成果トピックス、成果の公表状況、学協会活動や国際協力活動、平成 29 年度計画の案について紹介した。各委員からの意見等は以下に要約される。

- ・研究への取り組み方については、「研究分野ごとに規制ニーズに対応して着実に成果を創出しているとともに、並行して基礎的な研究にも取り組んでいる」との高い評価を

得た。

- 研究体制については、「国際協力を活用しつつ、また人的資源を適切に配置し、非常に広範囲な研究分野をカバーしている」との高い評価を得た。一方、他部門とのより柔軟な連携強化の推進や原子炉の運転管理などの現場の知識経験の醸成などが必要であるとの意見をいただいた。
- 成果の公表と示し方については、「学术论文等の成果の公表が適切に行われている」との評価を得た。一方、成果利用を推進するためには JAEA レポートの活用が有効であるとの提案、並びに、安全研究委員会での成果の示し方として挑戦的な研究への取り組み状況や安全研究センターとしての研究の方針や全体像を示す工夫が必要であるとの意見をいただいた。

本報告書で取りまとめた意見等は、今後の安全研究の実施にあたって、また規制行政等への技術的支援に際して反映させたい。