

「平成 27 年度安全研究委員会」でいただいた意見の取りまとめ

平成 28 年 6 月 15 日

日本原子力研究開発機構 安全研究センター

## 1. 平成 27 年度安全研究委員会の開催について

平成 27 年度安全研究委員会は、以下の通り開催した。

日時：平成 28 年 3 月 22 日（火）13:30～16:30

場所：富国生命ビル 20 階 日本原子力研究開発機構 東京事務所 第 1 会議室  
（東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号）

委員：

出席委員：安濃田委員長、阿部委員、柴田委員、中島委員、原委員、藤城委員

欠席委員：井口委員、大江委員、岡本委員、奥山委員、登坂委員、吉村委員

議事：

1. 挨拶、資料等の確認
2. 安全研究委員会について
3. 安全研究センターの研究活動
4. 分野別の研究成果
  - ・材料劣化・構造健全性に関する研究
  - ・軽水炉燃料の安全性に関する研究
  - ・臨界安全管理に関する研究
5. 全体質疑
6. その他

配付資料リスト：

安研委 H27-1 安全研究委員会 委員名簿

安研委 H27-2 安全研究委員会について

安研委 H27-3 安全研究センターの研究活動

安研委 H27-4 材料劣化・構造健全性に関する研究

安研委 H27-5 軽水炉燃料の安全性に関する研究

安研委 H27-6 臨界安全管理に関する研究

安研委 H27-7 所見記入シート

<参考資料>

安研委 H27-参考 1 安全研究委員会設置達

安研委 H27-参考 2 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 H27-参考 3 平成 27 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

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。

- 1) 軽水炉の事故時熱水力挙動に関する研究
- 2) 軽水炉燃料の安全性に関する研究
- 3) 材料劣化・構造健全性に関する研究
- 4) 核燃料サイクル施設の安全性に関する研究
- 5) 臨界安全管理に関する研究
- 6) リスク評価及び原子力防災に関する研究
- 7) 放射性廃棄物管理の安全性に関する研究
- 8) 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27年度安全研究委員会では、平成27年度に実施した研究成果を主に紹介し、特に以下に挙げる研究の進め方、研究成果に対する技術的観点からの意見を受けた。

- 1) 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
- 2) 研究成果（アウトプット）の創出状況（質・量）
- 3) 研究成果の公表、発信の状況

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を取りまとめた。

なお、平成 27 年度安全研究委員会では、特に「2) 軽水炉燃料の安全性に関する研究」、「3) 材料劣化・構造健全性に関する研究」及び「5) 臨界安全管理に関する研究」については、目的、計画、成果とその反映等を詳細に説明し、意見を受けた。一方、その他のテーマについては、安全研究センターの研究活動の一環として、各テーマのトピックスについて説明し、意見を受けた。

### 3. 安全研究委員会でのいただいた意見等

#### (1) 個別研究課題に対する所見としていただいた意見等

##### 1) 軽水炉の事故時熱水力挙動に関する研究

- ・ 1F 事故の経験を踏まえた高い研究ニーズに対応する課題に取り組んでおり、有用な成果が出る事を期待する。なお、本研究テーマは重要な基盤研究でもあり、原子力機構としての研究成果が見える形のまとめと早期の公表を望みたい。
- ・ 各論は分かるし、良い成果となっている。ただ実験と理論が一致するのは特段不思議なことではないと思う。理論通りの結果が出るように外乱要因をきちんとつぶしたということで、その点では評価できる。規制のどこに役立つのかも示していただきたい。

##### 2) 軽水炉燃料の安全性に関する研究

- ・ NSRR 等を用いた貴重な実験データを取得しており、適切に研究が進捗していると判断する。
- ・ 高燃焼度化のための改良燃料の安全評価に必要な実燃料試験を進め国の安全審査に不可欠なデータを提供するとともに、燃料挙動解析でも成果を得ており、国際的にも高く評価されている。主要な実験手段である NSRR の運転再開が遅れているが、早期の運転再開に努め着実な実験研究の遂行を望みたい。また、本研究成果は国際的にもユニークなものであり、引続き国際協力を積極的に進め成果の活用に努めることを期待する。
- ・ 規制ニーズの整理と研究の位置づけが分かりやすく、各研究の成果も着実に得られており、良い成果が上がっていると評価される。ただ、規制ニーズと研究の整理においては、何ができていて、何ができていないのか、この成果は必要十分なのか、課題は何か、を常に整理したほうが良いと思う。
- ・ LOCA 後の長期炉心冷却中の炉心冷却喪失時の燃料挙動研究については、福島第一事故（炉心熔融進展）の再現・評価のために重要であることは間違いないが、被覆管の酸化発熱反応（水-Zr 反応）の模擬の妥当性に十分気を付けていただきたい。
- ・ 研究テーマから外れるかもしれないが、事故耐性燃料（ATF）の研究も進めるべきと考

える。

### 3) 材料劣化・構造健全性に関する研究

- ・最終的に学協会規格等の改定に資する知見を提供することが明示されており、原子力機構が実施する事業として相応しいものとする。
- ・民間規格との連携も強化されており良い成果が出ていると評価される。また、純粹に研究として価値のあるものなのでぜひ伸ばしてもらいたい。ただ、「得られた知見をどのように規制に反映させていくのか」を考えると、民間規格の質向上に資する研究であるかのように見えがち（そちらの方向からのアプローチしかしていないように見える）なので、留意が必要。
- ・PASCAL3 のソースコードを産学5機関に開示することは、大変良いことである。規制用の解析コードは、(少なくとも一部は) 非公開である必要はあるが、今後は、こうしたオープンソースコードをプラットフォームとして産学官の英知を結集することにより、安全評価手法の高度化と信頼性確保 (V&V) を進めていただきたい。
- ・JMTR 再稼働が大きく遅れた場合を想定し、海外炉照射等の代替実験の準備を進めておくべきと考える。
- ・高経年化に備えた原子炉圧力容器の安全評価に不可欠な課題に取り組み、照射試験データの取得と共に評価手法においても有用な成果を出している。今後の課題として主要な照射施設として利用してきた JMTR の再起動が見通せない問題があるが、材料の照射劣化は重要な研究課題であり、海外炉による照射等も積極的に検討を進め、継続的な研究の遂行を望みたい。
- ・研究成果の公開が積極的に行われていることは高く評価できる。

### 4) 核燃料サイクル施設の安全性に関する研究

- ・重大事故を含めた再処理施設の安全評価に必要な試験データと知見の整備に取り組み、重要核種の Ru 化学種の移行挙動に関する成果をあげ、新基準適用審査でも活用されてきている。本研究は 1F 事故以前から進められてきたものであるが、1F 事故後重要度は高く認識されるようになっており、ニーズに的確に対応した着実な遂行が求められる。
- ・各論としては理解できる。研究成果の発露としての表現としては良いと思う。ただし、開発側の視点で研究がまとめられていて、規制のどこに役に立つのかも示していただきたい。

### 5) 臨界安全管理に関する研究

- ・STACY の更新は、燃料デブリの臨界特性に関する実験データの取得のみならず、今後の炉物理研究及び人材育成の基盤整備にもなり、非常に有益といえる。
- ・研究成果は着実に得られていると評価される。1F 廃炉にあたって臨界安全管理の規制概

念もこれから精緻化していかなければいけない点と思う。規制研究として、規制上の課題抽出の研究や規制体系を作っていく研究も求められるはずで、そういう大枠作りにも期待する。

- ・これから取り組む研究の全体像（これまでと何が違うのか）が明確になっており、解かり易い。欲を言えば、福島第一廃炉計画の加速のために、自らのアクションプランだけでなく、国のロードマップを左右するような（判断根拠を示す）成果を期待する。
- ・従来進めてきた核燃料施設の臨界安全研究に加え、1F 燃料デブリ取出しの臨界管理に関わる研究を進めており、従来研究の成果、経験の有意な展開が図られている。1F 燃料デブリ取出しに関わる研究は対象となる燃料デブリの性状、分布などが未だ不明のため進めにくい点はあるが、実務上のニーズが高い課題であり実効性が高い評価手法の提示など現場活用が出来る成果を出していくことを期待したい。
- ・増倍率の確率分布の導出は、興味深いアプローチであり、今後の研究の進展に期待したい。なお、手法の妥当性について広く専門家の評価を受けることが重要と考える。
- ・国内外の同種の研究との連携による研究のより一層の進展を図るべき。
- ・今後の研究成果の公開（特に学術論文）が進むことを期待する。

#### 6) リスク評価及び原子力防災に関する研究

- ・事故影響評価のためのコード整備が着実に進んでいると評価される。
- ・重大事故評価や防護措置の効果の定量的な評価など現時点で重要度の高いニーズに対応した研究の遂行が図られている。一方で、資料では主要な成果は解析コードの応用に止まっているように見受けられ、1F 事故経験等を活かした新たな研究の展開が見えにくい。本テーマの研究に 1F 事故の経験を積極的に活かしているのであれば、それを示す工夫をして欲しい。

#### 7) 放射性廃棄物管理の安全性に関する研究

- ・廃棄物や汚染水の管理上の問題に着目しており良い成果が出ている。ただこれは本来であれば開発者側がなすべき研究ではないかとも考えられる。開発者側の研究との対比を積極的に行うことが規制につながる知見と考える。
- ・福島第一原子力発電所事故後、原子炉建屋・タービン建屋内の汚染水処理によって多量の水処理二次廃棄物が排出されている。水処理二次廃棄物の放射能が減衰するまで安全に保管する容器の劣化現象に関連して、①水処理二次廃棄物保管容器の情報整理、②ステンレス鋼劣化についての既往の研究成果・知見の整理、③ステンレス鋼腐食の評価手法の開発、④ポリエチレン製容器の放射線劣化データの取得が行われている。研究成果について検討した結果、上記 4 課題について、ほぼ当初設定した目標は達成された。特筆すべき課題は、放射線場におけるステンレス鋼の腐食および放射線場におけるポリエチレンの劣化現象の解明であるが、これについては現象の把握はなされたが、理論的解

明は不十分であって、さらなる研究が必要である。たとえば水の放射線分解によって生成する  $\text{H}_2\text{O}_2$  や  $\text{O}_3$  などの酸化種によるステンレス鋼腐食電位貴化やゼオライトの効果などを解明する必要がある。またポリエチレンの劣化に対する環境因子の影響の解明が必要である。

- ・ 1F 汚染水処理の二次廃棄物管理に関わる取組みがなされている。一般の関心も高く、現場的にもニーズの高い課題への取組みであり、長期を見通した着実な知見の蓄積と分かり易い成果のまとめと提供を望みたい。

#### 8) 保障措置分析に関する研究

- ・ 高度な分析技術上の成果を出し IAEA 保障措置強化への貢献を果たしている。原子力機構の研究機関としての役割を果たす上でも本研究における分析技術の開発は重要と考える。
- ・ 核セキュリティの向上のための微小物質分析技術であり、良い成果が出ていると評価される。

#### (2) 全般的所見としていただいた意見等

##### 1) 研究成果の説明と発信の在り方について

- ・ 全体的には良い成果が出ていると思われる。
- ・ 規制や適切な管理に向けた取り組みの全体の中における、JAEA の安全研究の位置づけが良く分からない。まず、規制の中における課題とその優先度の整理、ロードマップが示されるべき（ただし、この点は規制庁の責任でなされるべきもの）。そして、その中における JAEA 安全研究の位置、成果の活用先（適用先）、研究を時間発展的に俯瞰した時の当該年度成果の自己評価、などを整理されたい。
- ・ 資料による成果の説明では、「やるべき研究ではなくできる研究を実施しているのはいいか？」とも受け取れる。規制ニーズが何で、どう分析をして技術課題を選定して、優先順位の高いものから実施し、どのようなスケジュールで達成していくのかという視点での説明が必要。
- ・ JAEA が「実施可能な」研究をリストしているようには受け取られないように留意すべき。
- ・ 研究概要の説明で用いた一枚モノの簡単なまとめでは、十分な説明を受けた課題との間に差がつきすぎる。一方、全ての課題を詳細にプレゼンしてもらうのも冗長かもしれない。そこで、詳細説明をする課題は限定するとしても、同様の詳細説明資料を配布し、持ち帰って読み直して判断できるような工夫を期待する。
- ・ 原子力規制委員会が新規制基準に適合していた高浜原子力発電所 3・4 号機の運転差し止め仮処分の司法判断が下った理由として「原子力規制委員会が信頼できない」とされたことについて、安全研究の責任を真摯にとらえ、今後、安全研究センターの成

果の発信がどうあるべきかを考えていただきたい。

- ・年間一人当たり一本強の論文を出している勘定で、研究所という立場からすると、もっと励行して良いと思われる。資料全体を見わたすと、分野によって論文数に多寡があるように思われるので、底上げが必要。

## 2) 原子力規制庁との連携について

- ・原子力規制委員会が求めるものとそれに対して安全研究センターがどう応えているか、その連携が見えにくい。「原子力規制委員会における安全研究について」においてより明確で具体的な規制ニーズが示されるよう、安全研究センターは積極的に関与していく必要がある。
- ・原子力規制庁の職員と安全研究センターの研究者との人事交流は、規制ニーズの明確化、研究の加速、人材育成などあらゆる面で非常に重要で良い取組みだと思う。

## 3) 研究の方向性について

- ・原子力機構には国の安全規制への技術支援機関（TSO）としての機能が要求されているが、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。この観点から、喫緊のニーズに対応することに併せ、長期的な視点を持った継続的な研究の遂行を期待する。特に、長期の実施期間が必要な燃料、材料に関わる炉内実験を含めた研究の継続は重要と考える。また、熱水力挙動に関する研究においては、基本事象の解明や解析モデル構築など研究面での成果も期待したい。
- ・原子力施設立地自治体を支援するような原子力防災に関する研究も実施すべきと考える。
- ・安全研究の目的・方針は適切に設定されている。既往の研究結果も十分に反映されているが、放射線場における研究については、ステンレス鋼腐食についてもポリエチレン劣化についても従来の知見が不足していて、体系的理解には至っていない。幸い原子力機構には関連分野に専門研究者がいるので、横断的研究組織を設けて課題解決に当たることが望まれる。その成果は福島第一原子力発電所事故後の課題解決のみならず国際貢献に役立つと考えられ、研究成果の積極的公開が望まれる。

## 4) 研究体制等について

- ・今後の安全研究遂行に向け、人材の確保は重要な課題であり、新規採用や大学、研究機関との協力による人材の確保・育成への更なる努力を望みたい。
- ・安全規制支援の役割から生ずる制約はあるが、福島研究開発部門等の他部門組織との協力は重要であり、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。
- ・原子力安全研究においては、情報共有や技術水準向上に向けた国際的な協力が不可欠であり、積極的な国際協力研究の推進を期待する。
- ・リソースの制限はやむを得ないことかもしれないが、研究の規模に比して、研究者の全



体数が少ないと思われる。逆の見方をすると、少ない研究者のもと、効率的な研究運営が行われているともいえる。

#### 4. まとめ

平成 27 年度安全研究委員会では、「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」及び「臨界安全管理に関する研究」について目的、計画、成果とその反映等を詳細に説明し、その他のテーマについては安全研究センターの研究活動報告の一部としてトピックスのみを紹介した。各委員からの意見等は以下に要約される。

- ・軽水炉燃料の安全性に関する研究では、適切に研究が進捗しており、得られた成果は国際的にも高く評価されている。
- ・材料劣化・構造健全性に関する研究では、学協会規格等の改訂に資することを目標として、原子力機構に相応しいデータ取得や評価手法整備などの有用な成果が出されている。
- ・臨界安全管理に関する研究では、研究の全体像が明確であり、従来研究の成果、経験の有意な展開が図られている。STACY の更新は、1F 廃炉のみならず今後の炉物理研究及び人材育成の基盤整備としても有益である。
- ・安全研究センターの活動全般に対しては、少ない研究者のもとで効率的な研究運営が行われている。一方、より規制ニーズに合致した研究成果を創出、発信するため、原子力規制庁との連携強化や研究成果の「原子力規制委員会における安全研究について」との関連の明確化が必要である。

以上のように、個々のテーマを詳細に説明した「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」及び「臨界安全管理に関する研究」については、目的、計画、成果とその反映等は概ね妥当であるとの高い評価が得られた。また、国際協力の活用を含む国内外における研究の連携や評価手法の信頼性確保などの取り組みの強化が期待された。

また、説明不足との指摘のあったその他のテーマを含む安全研究センターの活動全般については、今後詳細に説明していきたい。さらに、安全研究の実施内容と原子力規制委員会のニーズとの関連が不明瞭であるとの指摘に対しては、設定課題の規制ニーズとの関係や安全研究の中での位置づけ等が見えるよう、説明等を工夫していきたい。一方、原子力規制委員会から提示された規制ニーズに係わらず、安全性の継続的な改善等のために必要な具体的課題やマイルストーン等の情報を自ら把握することも重要である。

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。