

標準委員会 システム安全専門部会 炉心燃料分科会
第 24 回 (S1SC24) 議事録

日 時：2020 年 7 月 22 日(水) 9:30～12:20

場 所：オンライン会議にて開催

出席委員：阿部主査(東大)、北島副主査(電中研)、鈴木幹事(原安進)、青木(MNF)、天谷委員(JAEA)、
大川委員(電通大)、荻田委員(関電)、勝部委員(原電)、河村委員(電中研、途中退席)、草ヶ谷
委員(GNF-J)、黒崎委員(京大)、近藤委員(日立 GE)、笹川委員(NFI)、福田委員(MHI)、
本谷委員(東芝 ESS)、山内委員(東電 HD)、計 16 名
欠席委員：長谷川委員(東大)、山本委員(名大)、計 2 名
常時参加者：久保、大脇(NFI)、金子(GNF-J)、北野、金子(NRA)、舟木(エネ庁)、杉村(NEL)、
佐藤(MNF)、竹野(原電)、根本、大塚(JAEA)、原田(中部電) 計 10 名
オブザーバ：杉野(原電)、村上、大和(MHI) 計 3 名
全 31 名出席 (敬称略)

配付資料：

- S1SC24-1 第 23 回分科会議事録(案)
- S1SC24-2 人事について
- S1SC24-3 第 51 回システム安全専門部会での中間報告について
- S1SC24-4-1 技術レポート改定(案)について
- S1SC24-4-2 技術レポート改定(案)
- S1SC24-4-3 新知見情報の確認について(追加分)
- S1SC24-4-4 技術レポート改定案への分科会の御意見への対応
- S1SC24-4-5 技術レポート改定案へのシステム安全専門部会の御意見への対応
- S1SC24-4-6 燃料の再利用・再使用の要求事項の検討について
- S1SC24-4-7 技術レポート進捗概要
- S1SC24-5 事故耐性燃料に対する燃料安全の考え方の検討
- S1SC24-6-1 LUA WG の検討内容
- S1SC24-6-2-1 Cr コーティング Zr 合金被覆管の実用化に向けた検討及び実機先行照射の活用の検討
- S1SC24-6-2-2 先行照射ケーススタディ
- S1SC24-6-3-1 LUA の有効活用に関わる多様な検討事項の俯瞰
- S1SC24-6-3-2 ①照射データ取得の目的と取得難易
- S1SC24-6-3-3 ②LUA の早期実用化と安全性向上からの活用 開発の流れからの検討
- S1SC24-6-3-4 ③LUA の目的と目的に応じた有効活用の検討
- S1SC24-6-3-5 ④LUA において確認すべき安全性に関する事項と方向
- S1SC24-7 水化学ロードマップ 2020 の概要—核燃料分野に係る課題—

参考資料：

- S1SC24-参考 0 第 80 回標準委員会の開催に当たって (SC80-0-2)
- S1SC24-参考 1 炉心燃料分科会 分科会委員名簿
- S1SC24-参考 2 [原子力規制委員会第 60 回議事録 \(2020. 2. 4\)](#)
- S1SC24-参考 3 [原子力規制委員会記者会見録 \(2020. 2. 5\)](#)
- S1SC24-参考 4 [基本検査運用ガイド、取替炉心の安全性 \(B01050_r0\) \(2020. 4. 1\)](#)
- S1SC24-参考 5 [原子力規制委員会第 7 回議事録 \(2020. 5. 28\)](#)
- S1SC24-参考 6 [「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」について](#)
- S1SC24-参考 7 [原子力規制委員会第 12 回議事録 \(2020. 6. 24\)](#)
- S1SC24-参考 8 [原子力規制委員会記者会見録 \(2020. 6. 24\)](#)

議事

1. 出席者確認

標準委員会で確認された Web 会議の運営 (**S1SC24-参考 0**) に従う。Web 会議の出席も出席者に含める (現在、規約の改定検討中)。挙手による決議はチャット機能を用いる。

委員出席者数 (16 名) が確認され、分科会の定足数 (12 名 : 委員数 18 名の 2/3 以上) を満たす (途中退席 1 名後も満足する) ことが報告された。

2. 水化学ロードマップ 2020 の概要について (S1SC24-7)

「水化学ロードマップ 2020」が 3 月に公開されたので、炉心燃料分野との関係を中心に、河村委員より説明 (御都合により冒頭に実施)。水化学と燃料との相互作用が重点になる事象・メカニズムに関し協業していく。これを受けて技術レポートへの影響を審議した。

Q : p.11、CIPS(Crud Induced Power Shift)対策による核燃料の性能維持が追加された。

CIPS は耳慣れない言葉だが、CIPS あるいは AOA(Axial Offset Anomalies)で、言葉の使い分けがあるのか。

A : 一時期 CIPS が広がったが、AOA も使われている。使い分けてはいないようだ。

C : 従来、技術レポートで AOA は触れていなかった。4 章の展開表 3 にクラッド付着に伴う影響として、追記・改定することにした。追記した該当部分を後で説明する。

Q : p.8、ATF 等改良型燃料の被覆管・部材の耐食性向上には水化学の関与が想定され、当然のことで大切な項目と思うが、現在の開発段階では未検討若しくは今後相談する段階ということか。SiC ではシリコン溶出の問題が言われているが、Cr コーティング材はどのように考えたらよいのか。水化学は変えないのか、やはり何等か適切な水質を検討していくということか。

A : Zry コーティング材の場合、影響は小さいと思うが検討していく。SiC と水との相互作用に関する知見はないので、今後確認していく。Li 代替薬品である KOH は、腐食の面でやさしいと考えられているが、調べていく必要がある。分散剤は停止操作中に注入して付着したクラッド、スケールを剥がす。浄化後に運転するので影響しない。海外では通常運転中に使う考えもあるようだが、国内ではなじまないと考えている。

C : ATF は、まだ開発段階。開発レベルが上がってから、水化学の関与を考えるのだろう。注意深く見て進めていくべきと考える。

3. 人事について (S1SC24-2)

その 1 で、常時参加者の登録解除 1 名を報告、常時参加者 3 名の登録 (舟木、渡壁、尾家) が、すでにメール審議を終えて承認されていると説明された。

続いてその 2 で、委員退任 1 名が報告された後、委員選任 (勝部委員) が決議された。常時参加者の登録解除 2 名を報告、常時参加者 2 名の登録 (根本、竹野) が承認された。オブザーバ 3 名 (杉野、村上、大和) の出席が確認された。

4. 前回議事録(案)の確認 (S1SC24-1) / その後の活動について

第 23 回議事録(案)について報告され、事前送付で確認されており、承認された。

その後の活動で、第 51 回システム安全専門部会に技術レポートを中間報告 (S1SC24-3) してコメント募集となり、本日その回答を審議することが説明された。専門部会では、ATF の動向の質問があり、さらに LUA の仕組みについても言及された。現在の分科会の検討内容が相互に関連していることが分かる。

関連する動向として、規制委員会の委員長発言と委員長記者会見で長期サイクル運転 (S1SC24-参考 2,3)、基本検査運用ガイド、取替炉心の安全性 (S1SC24-参考 4)、また、新しい燃料の導入が進まない、新技術の導入に関する発言 (S1SC24-参考 5,8) があつた。「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」について規制委員会で議論され、核燃料分野では、事故耐性の向上を目指した新しい燃料の健全性評価手法の検討、燃料健全性に係るより科学的合理性の高い判断基準の検討に資する研究が挙げられた。この分科会の活動と関係が深く、他にも、核、熱、ATF を含めた燃料関連で、多くの言及があるため確認が必要であること (S1SC24-参考 6,7) が紹介された。

5. 技術レポートの更新について (S1SC24-4-1~4-7)

前回資料を改定、技術レポート更新の背景、主要な改定項目、第 2,3 分冊は改定不要と判断して専門部会でも確認されたこと、今後の見通しの説明 (S1SC24-4-1) が行われた。

次に、前回分科会からの新規・追加事項等と議論、確認する項目を整理した資料で、更新の進捗概要が説明された (S1SC24-4-7)。追加された新知見情報 (S1SC24-4-3) を確認した。分科会委員のコメント回答 (S1SC24-4-4) を確認、専門部会委員の御意見へのコメント回答 (S1SC24-4-5) を審議した。新たに、燃料の再利用・再使用を可と判断するために必要な要求事項の案の追記について、この考え方を説明 (S1SC24-4-6)、専門部会中間報告以降の追記であり慎重に議論する、他の改定部と分けて決議するとなった。

Q : 追加知見のスクリーニングについて、スクリーニングアウトの意味は。

A : 1 次スクリーニングは明確で、①炉心外 (貯蔵施設等)、②設計基準を超える事象、③ATF 等の現行燃料以外、④特定の解析コード・モデル・手法の個別具体的なもの、⑤運転経験・不具合情報のうち国内では解決済みのものを除外した。2 次は、原因究明中、未確定、検討途上の情報としている。これを整理して、次の改定では、例えば ATWS、SFP の燃料挙動を対象とする際に備える考えである。

Q : 2 段に分ける理由は何か。

A : 1 次はまず明確に分けられるもの、2 次は検討が進むことを少し待った方が良いもの。

C : 階層的な要求の図で、1 番上「人及び環境を…防護する」は、原子力安全の目的。

この目的を達成するために、安全 (リスク) の程度を示す「安全目標」が必要になる。

A : IAEA の基本安全原則も確認して検討する。

- Q : AOA の情報追加は PWR (p.62) だけか。
- A : クラッドの中にほう素を取り込んでしまうことが特徴であるため、PWR だけである。
- C : この部分に分かりやすく「AOA あるいは CIPS」と追記したらどうか。
- Q : 分科会コメント回答の No.13,14、当初「・・・損傷する」で終わっており、その対応が必要と思いコメントしたが削除し、「現象」「挙動」だけにするとした。了解するが、p.168「被覆管の外面上の冷却材中で過渡的な沸騰遷移が発生する。」の部分は、「現象」「挙動」の説明ならば、「過渡的な」は不要ではないか。p.169 の最後、「現象」「挙動」だけと言いながら、事象の前提を置いた「説明」になっている。
- A : p.168「過渡的な」は検討する。p.169 の最後、事象の前提は不要なので削除する。
- C : LOCA 基準、米国の値として書かなければ、2200 ° F ではないか。
- A : 2200 ° F (1204°C) とする。
- C : 燃料の再利用・再使用の要求事項について、新規の追加提案なので、じっくりと検討した方がよい。拙速に急がない方がよい。
- Q : 3.2.5.1 の要求事項 2 の中に、止める機能がない。これは確認する必要がないのか。
- A : 燃料棒をメインに閉込め機能と冷却可能形状維持を書いた。集合体部材、チャンネルボックスまでの展開を考えれば、当たり前なことだが止める機能を追加する必要がある。対象をどこまで考えるか検討する。
- C : 燃料の再利用・再使用の要求事項について、技術レポートの内容から見ると、これまでは設計・評価の体系、基準、プラクティスを整理してまとめたものだが、再利用・再使用の記載は本文に置くには異質なものに見える。「誰もが当たり前と思うような要求事項のみを記載」としても、これを説明する論文、実験データはないと思うので、このような考え方はどうかと提案するものとなっているように見える。技術レポートなので、考え方を提案することも可だが、説明する根拠がないにもかかわらず、本文に記載することは「このような考え方を提案するものである」との趣旨が「このような考え方である」と、つまり決まったものと誤解を招く恐れがあると思うので、混在させるような本文への記載は慎重であるべきと考える。
- A : 要求事項 1 と 2 は、機能要求レベルと性能水準要求レベルへ展開していくところと、同レベルの要求事項を書いたつもり。個別の仕様規定、実施基準では技術的な裏付けが必要だが、今回の考え方の部分では論文、データは必要ないと考えている。
- C : 要求事項 2 にしても、下位につながるものが正しいかがわからないと提案にしかない。現在の記載は提案のスタイルに見えず、考慮すべき事項として 3 章に置くと誤解されることになると思った。
- C : エビデンスがない、論文・試験の根拠がないものが、ここに入ることに違和感がある。材料が健全であることを確認するために 3 章の考え方で整理しようとしたものと理解したが、記載は工夫しなければならない。今回、新たに追加したものであるため、十分な確認、審議が必要。今回の改定に入れることは見合わせることも含めて考える。

A：本文には簡単に記載として、付録に記載する案も考えたい。文案は残して続く検討に生かしたい。3章にこのまま残すことにこだわりはない。

C：その他 p.4、2.10 過渡的な沸騰遷移にコメントがある。定義の最初「拡張した運転時の異常な過渡変化」が見慣れない言葉。最後は「800℃、100秒以内」になっている。800℃、100秒は、安全委員会に却下されて、その反論ができていない状態で、標準も放置したままになっている。しかも、この部分はノーマーク。ここは見直しが必要。このまま記載することは、とても許容できない。「拡張した運転時の異常な過渡変化」は、BWRでは使う用語か。使わないのではないか。Post-BT標準に決着がつくまでは、混乱を招くだけなので、技術レポートに取り入れられない方が良くかもしれない。

A：表現には懸念がある。最初は「拡張した」が付いておらず、現状の運転時の異常な過渡変化であった。現状そのままではない表現を考えたいが、良い表現になっていない。コメントを踏まえて検討したい。

C：この修正は、編集上の修正の範囲とみなせるか。見直しは三役で確認する。

C：適切に参照する形とする案がある。「拡張した…」は検討すること。

燃料の再使用・再利用の要求事項を除く技術レポート改定案について、システム安全専門部会に最終報告することについて決議して可決された。細かなコメントについては、編集上の修正がほとんどで、見直しは三役で確認することとなった。

再使用・再利用の要求事項の記載は、委員の十分な確認、審議を経て、メール審議としたいが、専門部会（8/3）には間に合わない。付録に入れる形とする案もある。

専門部会向け資料の締切り日は7月21日（火）だったが、事務局設定の締切りは早すぎるので、分科会開催後の7月27日（月）午前中にしてもらおうように交渉した。ただし、Web会議なので印刷の手間もないため、さらに交渉するとして、次のように決めた。

追加分の採決

S1SC24-4-6、燃料の再使用・再利用の要求事項について、次の3案で採決する。

- － 1. このまま、本文 3.2.5 とする案
- － 2. 本文にはごく短い記載とし、付録で考え方を提案する案
- － 3. 十分な審議が行えていないため検討継続、先送りとする案

採決の結果により、必要な見直しを加え、三役で確認、専門部会に間に合わせる。

6. 事故耐性燃料に対する燃料安全の考え方の検討（S1SC24-5）

開発が進められている事故耐性燃料に対する燃料安全の考え方について、改良ステンレス鋼や SiC 被覆管を対象に学会としての検討を進めているところである。

本年度より、国委託・補助事業において将来の実用化を見据えた規格・基準の検討・整備の一環として、同様な検討を進めていることを踏まえ、活動の連携案が提案された。

分科会と国事業における検討は上述の通り共通領域を扱うため、相補的に協力するこ

とで、様々な視点に対する議論を通して検討の抜け・漏れ防止を図ることが可能である利点もあり、それぞれ独立した活動であることを前提として協力する方針が確認された。

今年度はコーティング被覆管を対象に現行基準との乖離項目リストを作成して、PIRTの準備を進める予定。

Q：ランキングテーブルを作るのか？

A：今年度 Cr コーテッドで課題整理方法を検討し、他の SiC や FeCrAl への適用も検討するが、それ以降については、まだ明確には決まっていない。

C：学会はあくまでも独立の立場だが適宜協力していきたい。

7. LUA 導入に向けた戦略について (S1SC24-6-1、6-2、6-3)

Cr コーティング Zr 基合金被覆管を導入するケースを例に挙げて、安全性を確保するために必要な評価項目を確認し、各項目について LTR、LTA、LUA の有効性を検討した結果が報告された。本件に関して検討を進めるにあたって ATF 検討 WG と合同検討会を開催することが提案された。

また、設計の改良や変更の度合い、開発の進捗段階に応じて目的・用途が変わる実機の少数体照射の活用方法の検討結果が報告された。

十分な議論の時間が取れなかったため、配布資料についてのコメントに加えて、実機先行照射を有効に活用していくために検討すべき事項、検討成果をまとめる標準又は技術報告書のイメージについては、委員の皆さんからメールで意見を伺う。

8. その他

次回の分科会は、専門部会の最終報告、標準委員会の中間報告を経て、そのコメント回答内容を確認する予定である。LUA 検討 WG と ATF 検討 WG の合同検討 WG の提案もあった。Web 会議はトピックを絞って集中した方が良いため、この進捗も踏まえて、次回の分科会開催日は、別途日程調整するとなった。

以 上