

Planning Lecture | Technical division and Network : International Nuclear Information Network

📅 Wed. Sep 11, 2024 1:00 PM - 2:30 PM JST | Wed. Sep 11, 2024 4:00 AM - 5:30 AM UTC 🏢 Room
G(Recture RoomsB 1F B101)

[1G_PL] Activities of EGSMR (Expert Group on Small Modular Reactors)

Chair:Kazuaki Kito(HGNE)

[1G_PL01]

Activities of EGSMR (Expert Group on Small Modular Reactors)

*Takeshi Takeda¹ (1. JAEA)

海外情報連絡会セッション

EGSMR（小型モジュール炉に関する専門家グループ）の活動

Activities of EGSMR (Expert Group on Small Modular Reactors)

*竹田 武司¹¹ 日本原子力研究開発機構

1. はじめに

日本の原子力研究開発における政策対応には、国際連携による 2030 年までの小型モジュール炉（SMR）技術の実証が盛り込まれている。OECD/NEA の原子力施設安全委員会（CSNI）は、SMR の安全性への影響評価を支援するため、2021 年 6 月に EGSMR（SMR に関する専門家グループ）を招集した。この EGSMR の成果物として CSNI Technical Opinion Paper No. 21（TOP-21）[1]が 2023 年 10 月に発行された。本セッションでは、EGSMR 参加国へのアンケート調査を基に TOP-21 で特定された SMR の安全性に係る 4 つの関心領域と CSNI への推奨活動を概説する。また、TOP-21 のベースとなる情報として、アンケートに対する日本の主な回答を示し、SMR の研究開発を中心とした日本の取り組みを紹介する。詳細は文献[2]を参照されたい。

2. EGSMR 参加国へのアンケートの狙いと日本の対応体制

EGSMR は、SMR に関心を持つ CSNI 参加国（15 か国：ベルギー、カナダ、チェコ、仏、独、イタリア、日本、韓国、オランダ、ノルウェー、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコ、米）と国際機関（IAEA と EC）のメンバーから構成される。また、EGSMR の任務には、参加国の SMR の安全性研究のニーズを評価すること、参加国から特定された知識のギャップや安全性の課題に対処するための推奨活動を CSNI に対して提示することが含まれる。そのため、参加国の SMR の導入や研究活動に関する最新情報の収集を主目的として、2022～2023 年の数回に渡り、以下の狙いに則した EGSMR のアンケートへの回答が求められた。

- (1) 1 回目のアンケートの狙い：SMR の導入を支援するための SMR の安全性に係る関心領域を特定する。
- (2) 2 回目のアンケートの狙い：CSNI への推奨事項をレビューし、改善する。
- (3) 3 回目のアンケートの狙い：SMR の安全性に関する実験装置や国内または多国間プロジェクト、既存の現象に対する重要度ランク表（PIRT）に係る情報を収集する。

著者が日本における EGSMR の窓口を担当し、日立 GE ニュークリア・エナジー㈱、三菱重工業㈱、日本原子力研究開発機構の高速炉サイクル研究開発センター及び高温ガス炉研究開発センターの協力のもと、アンケートへの回答を作成した。

3. TOP-21 で特定された SMR の安全性に係る 4 つの関心領域と CSNI への推奨活動

EGSMR では、様々な冷却材や原子炉サイズを備えた SMR を水冷却型 SMR と革新型 SMR（高温ガス炉や高速炉等）に大別している。EGSMR 参加国へのアンケート調査では何れの SMR への関心が高かった。調査結果を基に TOP-21 で特定された SMR の安全性に係る 4 つの関心領域と CSNI への推奨活動を以下に示す。

- (1) 規制の調和：SMR に関する規制活動は、主に原子力規制活動委員会（CNRA）により対処されるが、CSNI は SMR の規制上の安全評価に対する技術支援を行う。
- (2) 横断的な安全課題：(i)受動的安全機能が多層の防護レベルで 사용되는場合の深層防護の適用、(ii)革新的設計のための確率論的安全評価、(iii)SMR の燃料安全性、(iv)人的要因（遠隔操作を含む）、(v)緊急時計画区域（EPZ）と SMR の緊急対応要件、(vi)複数基/複数モジュールの側面で安全性に与える影響、(vii)燃料装荷済みのモジュール及び可搬型/浮体式 SMR の輸送、(viii)関連するプロセス利用（水素製造とプロセス熱）を含む安全課題に対して、関連する CSNI の作業部会等により検討・評価する。
- (3) 実験実施のためのキャンペーン：実験は、SMR の安全性を実証するうえで不可欠であり、知識のギャップの特定や既存の実験データの活用等に対して CSNI は支援を行う。
- (4) 計算コードの検証と妥当性確認（V&V）のベンチマーク：適格なモデル/分析ツールは、SMR の安全評

価において重要であり、CSNI の計算コードの検証マトリックス（CCVM : CSNI Code Validation Matrix）のレビュー・更新等の活動を通じて支援を行う。

4. EGSMR のアンケートに対する日本の主な回答

4-1. ナトリウム冷却高速炉（SFR）の実用化に必要な技術と現状の主なギャップ

SFR の実用化に必要な技術と現状の主なギャップには、(i)経済性向上を狙い、高燃焼度を達成するための酸化物分散強化型被覆管の量産技術の開発と照射データの取得、(ii)事故を含めた高温耐性を有する構造材料のデータの整備、(iii)原子炉容器のコンパクト化を可能とする液体金属ナトリウムの熱流動評価技術の開発、(iv)耐震性向上のための免震装置の技術開発、等が含まれる。

4-2. SMR と関連する熱利用施設との相互接続に関する安全上の影響

日本原子力研究開発機構は、水素製造施設の接続に係る HTTR（高温工学試験研究炉）の許認可を通じて、日本の産業界からの要望に応えるため、水素製造施設への一般産業法規（高圧ガス保安法）の適用を可能とする高温ガス炉の安全設計を確立する計画である[3]。また、水素製造施設を高圧ガス保安法とその下での技術基準に基づいて設計・製作及び管理するうえで考慮すべき事象を明らかにするとともに、水素製造施設の異常が原子炉施設に与える影響は、外部事象として原子炉等規制法の下で評価する計画である[4]。

4-3. SMR 設計への実験データの有効利用

SMR の安全評価を実施するうえで、広範な条件の実験データによる計算コードの予測性能の妥当性確認が不可欠である。また、水冷却型 SMR と革新型 SMR に関連する受動的な安全系等を模擬した熱水力実験装置による実験を通じて、関与する熱水力現象の解明が必要である。さらに、EGSMR 参加国で所有している熱水力実験装置は、参照炉とのスケール比が異なり、スケーリング手法も異なることが考えられる。これらの熱水力実験装置を利用した実験データのうち、公開データベースで情報を共有し、集約・比較することで、着目する現象のスケーラビリティに対する方法論について検証することが望ましい。

5. TOP-21 の発行に基づく EGSMR の任務の見直し

TOP-21 の発行を基に、2024 年 4 月～2026 年 4 月における EGSMR の任務が以下のように見直された。

- (1) 水冷却型 SMR と革新型 SMR に関連する CSNI の活動を支援する。
- (2) 多くの設計に共通な安全上の課題に焦点を当て、SMR の安全性に関する知識のギャップに対して優先順位を付けるとともに、そのギャップに対処するための CSNI への推奨事項を提供する。
- (3) CSNI の作業部会（WGAMA、WGHOF、WGFS 等）と協力し、新たな課題を予測して対処するための CSNI の関連活動を組織する。また、CNRA の作業部会（WGNT 等）との調整・協力の場を提供する。さらに、SMR の安全設計を支援するために必要な実験プログラムと幾つかの主な実験装置を特定する。

6. まとめ

EGSMR の TOP-21 で特定された SMR の安全性に係る 4 つの関心領域と CSNI への推奨活動を概説した。また、EGSMR のアンケートに対する日本の主な回答として、SFR の実用化に必要な技術と現状の主なギャップ、SMR と関連する熱利用施設との相互接続に関する安全上の影響及び SMR 設計への実験データの有効利用を紹介した。最後に、TOP-21 の発行を踏まえて見直された EGSMR の任務を説明した。

参考文献

- [1] NEA, CSNI Technical Opinion Paper No. 21, NEA No. 7660, 2023, 79p.
- [2] Takeda, T., Shibata, T., JAEA-Review 2024-040 (in press).
- [3] Shibata, T., et al., Nuclear Engineering and Design, 398, 2022, Article ID 111964, 4p.
- [4] 青木 健 他, JAEA-Review 2022-016, 2022, 193p.

*Takeshi Takeda¹

¹Japan Atomic Energy Agency