

安全規制に適用される手法の検証に資することを目的とした 燃料デブリの臨界安全管理に関する研究

安全研究・防災支援部門 安全研究センター 臨界安全研究グループ

福島第一原子力発電所の過酷事故により発生した燃料デブリを安全に取り出し保管するため、その臨界安全管理評価手法を臨界実験で得られたデータとの比較を通じて検証

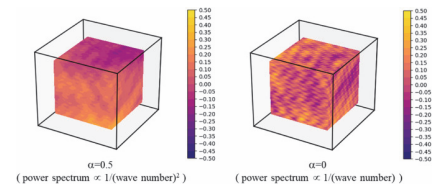


日本原子力研究開発機構 安全研究センターは、原子力規制委員会からの委託により、2014年度から研究開発プロジェクトを実施(2025年3月まで)

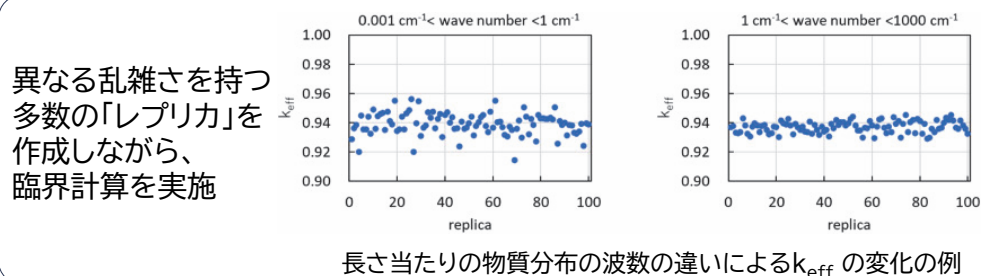
- I. 燃料デブリの臨界特性を把握するための包括的計算とデータベースの作成
- II. 物質分布のランダム性を考慮出来る、新しい連続エネルギーモンテカルロコードの開発
- III. 燃料デブリの臨界事故評価
- IV. 臨界安全管理手法の妥当性を検証するための臨界集合体STACYの更新

新たな連続エネルギーモンテカルロコード « Solomon »

- 燃料デブリには複数の物質が混在する「ランダム性」があるかもしれない(非均質、不均一)。このような物質の分布を直接モデル化した臨界計算を行うことは困難である。
- 自然界での物質分布は「パワースペクトル」に従う。 $\propto 1/f^{\beta}$
- ACEフォーマットファイル(標準的な核データフォーマットと互換性) & デルタトラッキング(効率的な中性子ランダムウォークシミュレーション)



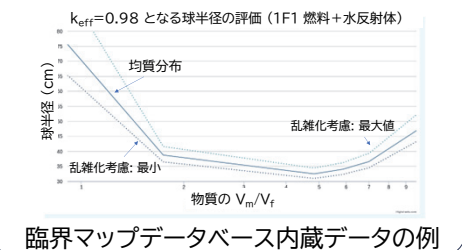
パワースペクトルが示すさまざまなランダム性の模式図



長さ当たりの物質分布の波数の違いによる k_{eff} の変化の例

異なる乱雑さを持つ多数の「レプリカ」を作成しながら、臨界計算を実施

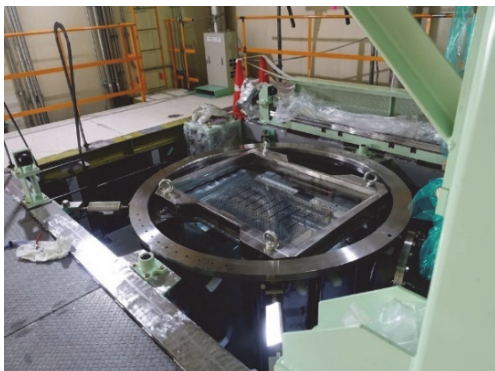
燃料デブリ回収作業の安全評価における物質のランダム性の考慮



臨界マップデータベース内蔵データの例

« STACY »の改造

- STACY(定常臨界実験装置)では、1995年から溶液燃料の臨界安全に関する研究を実施。
- 棒状燃料を使用するためのSTACYの許可申請は2011年2月に当時の規制当局に送付され、2018年1月にNRAが承認。2017年8月から設工認の審査が継続中。
- 予定:2023年12月中に工事終了、装置引き取り。2023年度中に初臨界、2024年5月に正式運転開始。燃料デブリや物質のランダム性を模擬する臨界実験は2025年3月まで継続。



STACY更新炉の炉心タンク上部(2023年4月撮影)

2025年3月までの改造 STACYによる実験の概要

- 構造材(鉄、コンクリート)の反応度効果
- 燃料棒と水棒のランダム配置による反応度効果
- 燃料デブリを模擬した物質の反応度測定
- 燃料デブリ塊落下時の反応度値測定
- ホウ酸溶液の反応度効果、等