

## Solomon を用いた燃料乱雑体系の臨界量解析

Critical mass calculation of a fuel randomization system using Solomon

\*渡邊 友章<sup>1</sup>, 植木 太郎<sup>1</sup>, 須山 賢也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA

JAEA が開発中のモンテカルロソルバーSolomon は、燃料デブリの臨界評価を目的とした多種物質乱雑体系での臨界計算が可能である。本研究では、Solomon を用いて数種類の燃料が乱雑に混ざった体系での臨界量解析を実施し、均質体系との比較等により燃料の空間的乱雑さが臨界量へ与える影響を確認した。

**キーワード** : Solomon, 乱雑体系, 臨界量, モンテカルロ, 燃料デブリ

**1. 緒言** JAEA では燃料デブリの臨界評価に向けて様々な燃料組成における均質・非均質体系での臨界量解析を実施してきた[1, 2]。一方で、JAEA では燃料デブリの乱雑な燃料組成で臨界計算を行うためのモンテカルロソルバーSolomon[3, 4]を開発している。本研究では、Solomon の乱雑化モデルを用いた臨界量評価手順の確立及び燃料組成の乱雑さが臨界量解析に与える影響の確認を目的とし、数種類の燃焼度の異なる燃料による乱雑体系での臨界量解析を実施した。

**2. 手順** 図1に示す水反射体を伴う球体系において、Solomon を用いて、燃料領域にワイエルシュトラウス関数に基づく乱雑な燃料分布を与えて  $k_{\text{eff}}=0.98$  となる燃料領域の大きさを計算した。まず、ある一つの乱雑分布に対して燃料領域半径を  $k_{\text{eff}}=0.98$  となる半径を含むように4点変えて臨界計算を行い、3次関数補間により  $k_{\text{eff}}=0.98$  となる燃料領域半径(臨界半径)を求めた。この一連の計算を100個の異なる乱雑分布に対して行い、得られた100個の臨界半径を統計処理することにより燃料分布の乱雑さによる臨界半径の不確かさを評価した。核データにはJENDL-4.0を用いた。

**3. 結果** 結果の一例として、BWR STEP3 燃料集合体[5]のSWAT4.0による燃焼計算により得た燃焼度15.2, 33.3, 40.2 Gwd/tの3種の集合体平均燃料組成を2:3:4の割合で乱雑に混合させた場合の臨界半径計算結果を図2に示す。横軸

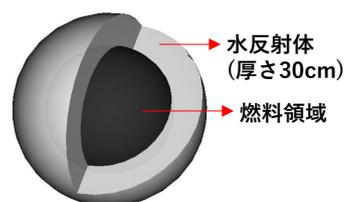


図1 計算体系

の  $V_m/V_f$  は燃料領域に一定割合で混合させた水の割合(燃料に対する水の体積割合)を表す。図2は臨界半径の平均値(Ave.)及びその $\pm 3\sigma$ の範囲、また比較として燃料領域の燃料分布を一樣とした場合の臨界半径(Homo.)を示している。臨界半径のばらつき( $3\sigma$ )は最適減速付近で約5 cm となった。乱雑分布での臨界半径平均値は一樣分布の臨界半径に比べて小さく、これは100ケースのうちの多くのケースで燃料分布の不均一性により実効増倍率が増加したことを意味する。なお、臨界半径の頻度分布は平均値の周りに概ね正規分布で分布しており、標準偏差によるばらつきの評価が妥当であることを確認した。

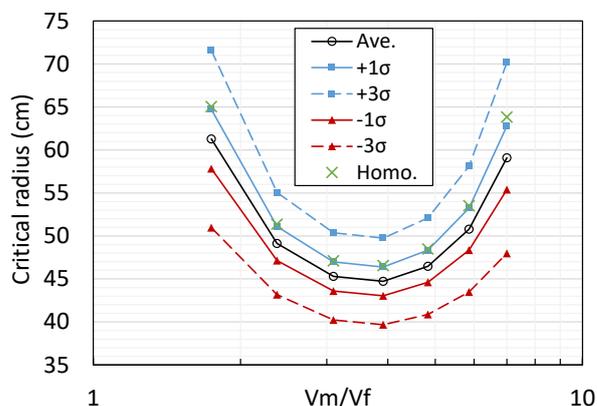


図2 燃料乱雑体系での臨界半径

**4. 結論及び今後の課題** Solomon を用いた臨界量解析を実施し、乱雑体系の臨界量及びそのばらつきを評価できる見通しを得た。今後の課題として、非均質な体系への適用やサンプル数の合理化等が挙げられる。

**参考文献** [1] K. Tonoike et al., Proceedings of ICNC2015. [2] T. Watanabe et al., Proceedings of ICNC2019. [3] Y. Nagaya et al., Proceedings of ICNC2015. [4] T. Ueki, Progress in Nuclear Energy, 2022. [5] K. Suyama et al., NEA/NSC/R(2015)6, 2016.

本研究は原子力規制庁の「東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備事業」の成果の一部である。

\*Tomoaki Watanabe<sup>1</sup>, Taro Ueki<sup>1</sup> and Kenya Suyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA