

臨界安全解析用モンテカルロ計算ソルバーSolomonの開発

(2) 非分離共鳴断面積に対する確率テーブル法の実装

Development of a Monte Carlo Solver Solomon for Criticality Safety Analysis

(2) Implementation of the Probability Table Method for Unresolved Resonance Cross Sections

*長家 康展¹, 羽倉 洋行²

¹原子力機構, ²ナイス

基礎臨界特性データのデータベースの作成に資するため、燃料デブリ体系を取り扱うことができる新規モンテカルロ計算ソルバーSolomonを開発している。非分離共鳴の自己遮へい効果を正確に取り扱うため、確率テーブル法をSolomonに実装し、単純球体系に対する実効増倍率を計算することにより実装を検証した。

キーワード : Monte Carlo Solver, Solomon, Criticality Safety, Probability Table Method

1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所の事故で生じた燃料デブリ性状を網羅した基礎臨界特性データのデータベース(DB)を構築するため、燃料デブリ体系をより忠実に取り扱うことができる新規モンテカルロ計算ソルバーSolomon (Solver of Monte Carlo)の開発を開始した。前回の報告[1]では、MCNPコード[2]の断面積データ形式(ACE形式)の断面積を読み込み、単純な球体系で中性子のトラッキングを行い、実効増倍率が計算できることを確認した。今回は、非分離共鳴の自己遮へい効果を正確に取り扱うため、確率テーブル法をSolomonに実装し、単純球体系に対する実効増倍率を計算することにより確率テーブル法が正しく実装されていることを検証する。

2. 確率テーブル法の実装と検証

非分離共鳴断面積の確率テーブルはNJOYなどの核データ処理コードシステムにより生成され、それらはACE形式においてUNRブロックに格納される。今回、このブロックを読み込んで確率テーブルデータを格納するクラスとその格納されたデータから非分離共鳴断面積をサンプリングするクラスをSolomonに実装した。検証計算としてSolomonとMCNP5を用い、高速球体系に対する実効増倍率(k_{eff})を計算した結果を表1に示す。1サイクル当りのヒストリー数は1万で、スキップサイクル100、有効サイクル1万で計算を行い、用いた評価済み核データはJENDL-4.0である。両者の結果は1標準偏差の範囲で一致し、確率テーブル法は正しく実装されていることが確認できた。

表1 高速球体系に対してSolomonとMCNP5を用いて計算した実効増倍率(k_{eff})の比較

体系 (ICSBEP[3] ID)	k_{eff} (Solomon)	k_{eff} (MCNP5)
Godiva (HMF-001)	0.99766 ± 0.00006*	0.99742 ± 0.00006*
Topsy (HMF-002)	0.99705 ± 0.00007*	0.99716 ± 0.00006*

*統計誤差は1標準偏差を表す。

3. 結論

燃料デブリ体系を取り扱うことができるモンテカルロ計算ソルバーSolomonに確率テーブル法を実装し、MCNPコードと比較することにより正しく実装できていることを確認した。今後は、熱中性子散乱モデルの実装、幾何形状表現の拡張などを行う予定である。

参考文献

[1] 長家、羽倉、日本原子力学会 2018年春の大会(2F12) [2] X-5 Monte Carlo Team, LA-UR-03-1987 (2003). [3] NEA Nuclear Science Committee, NEA/NSC/DOC(95)03 (2013).

本報は原子力規制庁の平成 28, 29 年度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として行われたものである。

*Yasunobu Nagaya¹, Hiroyuki Hagura²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²NAIS Co., Inc.