

連続エネルギーモンテカルロコードを用いたランダムサンプリングと 炉心特性の不確かさ評価

名古屋大学工学部物理工学科 量子エネルギー工学コース 山本研究室 近藤 諒一

1. 緒言

炉心解析における不確かさの一つとして、入力パラメータである核データの不確かさがある。先行研究では軽水炉などの複雑な炉心に対する実用的な不確かさ評価としてランダムサンプリング法が検討され、その妥当性が示された。先行研究では決定論手法の炉心計算コードを用いているが、正確度や汎用性の観点からランダムサンプリング法を連続エネルギーモンテカルロコードへ適用することが望まれる。本研究では、JAEAが開発した核データ処理コード FRENDDY のモジュールを用いて、連続エネルギーモンテカルロコード MCNP で用いられる ACE(A Compact ENDF)形式の断面積を摂動させるシステムを開発した。このシステムを用いて、ランダムサンプリング法を MCNP6.2 に適用し、その妥当性を確認した。

2. 開発した摂動機能

本研究では、ACE形式の連続エネルギー核データを摂動させるシステムを FRENDDY の計算機能を用いつつ開発した。本システムでは、任意エネルギー領域に対し、弾性散乱・核分裂・(n, gamma)・v値・核分裂スペクトルを入力値に基づき摂動させることができる。本研究では、評価済み

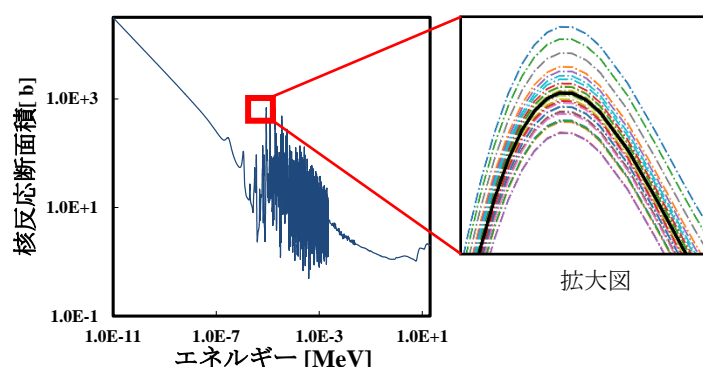


図1 U-235核分裂断面積と拡大図(実線:元データ、破線:摂動値)

核データライブラリ ENDF/B-VII.1 を MCNP6.2 用に処理した ACE ファイルを用いた。断面積の共分散をもとに反応や核種の相関を考慮した断面積摂動因子を作成し、開発したシステムを用いて摂動因子を断面積に作用させることでランダムサンプリングを行った。図1に摂動させた断面積の一例を示す。

3. 結果・考察

開発したシステムにより ^{234}U ・ ^{235}U ・ ^{238}U の弾性散乱・核分裂・(n, gamma)・v値・核分裂スペクトルの断面積を共分散データに基づき摂動させたライブラリを 50 個作成し、ランダムサンプリング法(RS)により Godiva 炉心の核特性

不確かさを評価した。表1より、得られた実効増倍率 k_{eff} の相対標準偏差は、摂動論に基づく決定論的手法(TSUNAMI-1D)に基づく結果と統計誤差の範囲内で一致しており、断面積摂動機能の妥当性を確認するとともに、ランダムサンプリング法の MCNP6.2 への適用可能性を確認した。また、 k_{eff} と動特性パラメータ(実効遅発中性子割合 β_{eff} および中性子生成時間 Λ)間には相関があったため、バイアス因子法により β_{eff} および Λ の不確かさ低減についても検討した。今後は、他の核種・核反応も取り扱うための摂動機能の拡張や、他の体系を用いた不確かさ評価を予定している。また、JAEA と協力し、今回開発した機能を FRENDDY の標準の計算機能として追加し、国内外で広く利用してもらうことを検討している。

発表実績

近藤諒一, 遠藤知弘, 山本章夫, 第50回日本原子力学会中部支部研究発表会, 東桜会館, 12月11-12日, (2018).

発表予定

近藤諒一, 遠藤知弘, 山本章夫, 多田健一, 日本原子力学会2019年春の年会, 茨城大学, 3月20-22日, (2019).

表1 実効増倍率の相対標準偏差
および95%信頼区間

	RS	TSUNAMI
相対標準偏差[%]	1.21 [0.94 - 1.42]	1.09