

熱中性子体系に対する MCNP を用いた ランダムサンプリングによる不確かさ評価

Random Sampling-Based Uncertainty Quantification

using a Continuous Energy Monte Carlo Method for a Thermal Neutron System

*大池 宏弥¹, 近藤 諒一¹, 遠藤 知弘¹, 山本 章夫¹

¹名古屋大学

より正確度の高い確率論的手法による不確かさ評価に向けて、FRENDY モジュールを用いた ACE 形式断面積のランダムサンプリングコードが開発された。本研究では、この摂動機能を用い、連続エネルギーモンテカルロコード MCNP を用いたランダムサンプリング法を、軽核種を含む熱中性子体系に適用した。

キーワード：不確かさ評価, ランダムサンプリング, 評価済み核データライブラリ, MCNP, 熱中性子体系

1. 緒言：炉心解析で得られる核特性の不確かさ要因の一つに、断面積がある。断面積に起因する核特性の不確かさを評価する手法として、ランダムサンプリング(RS)法が検討されてきた。先行研究では、RS 法を確率論的手法の核特性計算コードに適用するため、核データ処理コード FRENDY のモジュールを用いた ACE 形式断面積の摂動機能が開発され、その妥当性が検証された[1]。しかし、検証体系は重核種のための単純な臨界体系であり、軽水炉などで重要となる軽核種は含まれていない。そこで、本研究では軽核種を含んだ体系に対する摂動機能の妥当性の確認、および確率論手法による熱中性子体系に対する不確かさ評価を実施した。

2. 検証計算：不確かさ評価を実施した体系は、軽核種 ^1H , ^{16}O 等を含む、高濃縮フッ化ウラニル溶液の球形炉心 HEU-SOL-THERM012(ICSBE)である。SCALE6.2.3 付属の 56 群核データ共分散を用いて断面積摂動因子を作成し、開発された摂動機能により摂動後 ACE ファイルを取得した。不確かさ評価は、計算体系に含まれる核種の摂動、及び ^1H , ^{16}O , ^{235}U のみの摂動を考慮した 4 ケースで実施した。核データライブラリは ENDF/B-VII.1、核特性計算コードは MCNP6.2 を用い、RS のサンプル数は 100 とした。

3. 結果・考察：表 1 に、本手法による RS 法による相対標準偏差の結果と、一次摂動論に基づく決定論的手法 (TSUNAMI-1D)による結果、RS の結果の 95 %信頼区間を示す。表 1 より、本手法による不確かさ評価の結果は概ね妥当であると判断できる。しかし、 ^{235}U の RS による不確かさは決定論的手法と比較すると信頼区間の範囲内ではあるが、過小評価する傾向となった。これは図 1 のように、 k_{eff} に感度をもつエネルギー領域 ($\sim 10^7$ eV)の断面積と負方向に摂動しやすい領域 ($\sim 10^3$ eV)の断面積に相関がある状況で、負の摂動因子を全て棄却したことに問題があると考えられる。今後は、このような状況にも適用できる摂動因子のランダムサンプリング方法を検討することが望まれる。

参考文献

- [1] R. Kondo, T. Endo, A. Yamamoto, "Implementation of Random Sampling for Ace-Format Cross Sections using FRENDY and Application to Uncertainty Reduction," Proc. M&C 2019, Portland, OR, Aug. 25-29, 2019 (2019).

*Hiroya OIKE¹, Ryoichi KONDO¹, Tomohiro ENDO¹, Akio YAMAMOTO¹

¹Nagoya Univ.

表 1 不確かさ(相対標準偏差) $\Delta k/k[\%]$ の比較

	TSUNAMI-1D	RS	95%信頼区間
^1H	0.44	0.44	0.371-0.496
^{16}O	0.10	0.10	0.090-0.116
^{235}U	0.67	0.60	0.511-0.693
全核種	0.81	0.81	0.698-0.919

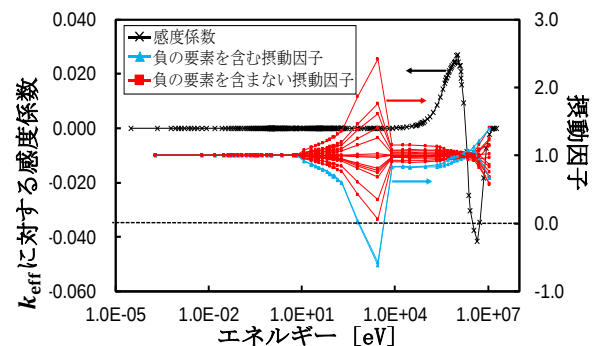


図 1 ^{235}U の核分裂スペクトルに対する感度係数と摂動因子