

ランダムサンプリング法による核データ起因の炉物理量の不確かさ解析手法の開発と Godiva への適用

Development of an estimation method of uncertainties in reactor-physics quantities by a random sampling of nuclear data covariance, and application to Godiva

*川口 真穂¹, 山野 直樹¹, 稲倉 恒法¹, 千葉 敏¹

¹東工大

核データの不確かさが炉物理量の不確かさにどのように伝播するかを求めるランダムサンプリング法による解析手法を開発した。計算コード SANDY により JENDL4.0 の ^{234, 235, 238}U の共分散データを用いて摂動ファイルを多数作成し, GODIVA 及び FLATTOP に対して MCNP 計算を実行して本手法の妥当性検証, 出力量の共分散及び異なる体系における核特性の相関を導出した。

キーワード: ウラン 235, 不確かさ, MCNP, SANDY, 核データ, 中性子断面積, 共分散

1. 緒言

核データの持つ不確かさが炉物理量の不確かさに及ぼす影響を評価することは計算科学としての炉物理計算の V&V の一環として重要である。例えば, 放射性廃棄物の削減方法である核変換率や, 中性子束, 実効増倍係数などの不確かさ評価が必要である。本研究ではランダムサンプリング法^{1,2)}による不確かさ解析手法の開発を行い, 従来手法との比較を行ってその妥当性を確認すると共に, 臨界ベンチマーク問題へ適用し本手法で得られる新たな情報についての検討を行う。本手法では炉物理計算コードが出力するすべての物理量を解析対象にできるため感度解析機能がない核計算コードも不確かさ解析に利用できる。

2. 計算方法

まず JENDL4.0 の ENDF 形式の核データ(共分散データ)を NJOY で SANDY³⁾計算に適したファイルに処理する。SANDY ではコレスキー分解の方法で多次元独立標準正規分布から核データファイルの共分散データに基づく分布を生成し, ランダムに摂動を与えた核データファイルを多数(N=1,000~10,000)生成する。このファイルを再び NJOY で使用するコードに適した形式に処理したのち, 実効増倍係数などの物理量を導出する。反応と実効増倍率などの物理量との相関を調べるため, MT や MF の指定を行うことで選択的に核データへ摂動を加えることも可能である。これにより炉物理量の不確かさを評価する。本研究では MCNP を使用し, 核データの不確かさが異なる体系に与える影響の相関を検討するために, GODIVA 体系と FLATTOP 体系の 2 つを比較する。

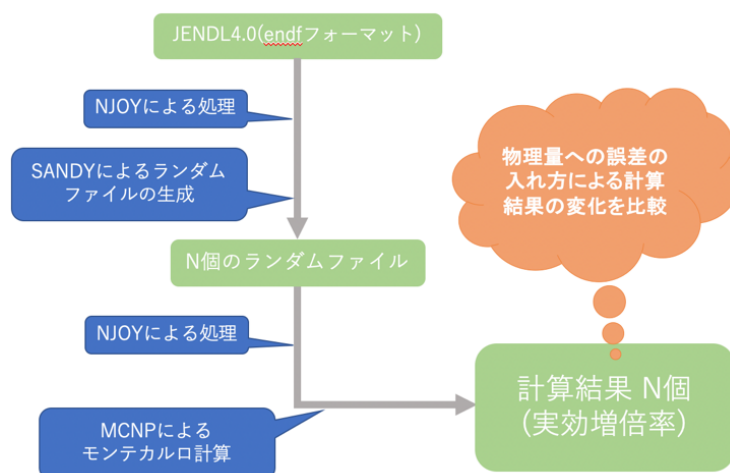


図 本研究で開発したランダムサンプリング法による炉物理量の不確かさ解析手法

3. 結論

GODIVA 体系における実効増倍係数の不確かさについて, 従来手法 (CBG⁴⁾ 計算値) と一致することを確認し本手法の妥当性を検証した。計算値の分布は良い精度で正規分布となった。これは SANDY がランダムに与える摂動の分布が正規分布であることによる。核データに由来する実効増倍係数の不確かさへの物理量の不確かさが影響するのか, また核分裂率や中性子の漏れなどの物理量との相関, 体系の違いによる結果の差異や相関などについては発表内で触れる予定である。

参考文献

- [1] A.J.Koning, D.Rochman, J-Ch.Sublet, N.Dzysiuik, M.Fleming and S. van de Marck. Nucl. Data Sheets 155(2019)1-55.
- [2] N.Yamano, T.Inakura, C.Ishizuka and S.Chiba. J.Nucl.Sci.Tech. DOI: 10.1080/00223131.2020.1845839.
- [3] L.Fiorito, G.Zerovnik, A.Stankovskiy, G.Van den Eynde and P.L. Labeau. Ann.Nucl.Energy 101(2017)359-366.
- [4] G. Chiba, Y. Shimazu. J.Nucl.Sci.Tech. 44(2007)1526-1531.

*Maho Kawaguchi¹, Naoki Yamano¹, Tsunenori Inakura¹ and Satoshi Chiba¹

¹Tokyo Institute of Technology.