一般化摂動論に基づくナトリウム遮蔽実験の核データ感度解析

Nuclear data sensitivity analysis for a sodium shielding experiment based on generalized perturbation theory

*丸山　修平[1]，遠藤　知弘[2]，山本　章夫[2]
[1]JAEA，[2]名大

感度解析は不確かさ評価や炉定数調整等のデータ同化を利用した核データの精度向上の観点から重要である。本研究では、遮蔽解析において一般化摂動論(GPT)に基づいた感度解析を可能にする計算システムを開発した。発表では、それをナトリウム遮蔽実験に適用した結果について述べる。

キーワード： 一般化摂動論、感度解析、遮蔽実験、不確かさ評価、データ同化

1. 背景・目的　感度解析やその解析結果を利用した炉定数調整等のデータ同化に関する研究は、これまで主に高速炉の炉物理分野で積極的に行われてきたが、遮蔽の分野においてはあまり行われてきていない。JAEAでは、これまでに高速炉の核設計基本データベース[1]を整備してきており、発表者は、炉物理分野と遮蔽分野等、分野を跨いだ実験データを利用したデータ同化法による不確かさ低減の可能性について検討しているところである。本研究では、遮蔽実験や遮蔽設計における核データ起因不確かさ評価やデータ同化の有効性評価を容易に行えるようにするため、遮蔽実験に利用可能な感度解析ツールを整備することを目的とする。

2. 方法　遮蔽実験においては、原子炉から漏れ出た中性子をコリメートしてビーム状にし、それを遮蔽体に入射させることで線源として利用している実験もある。このような線源に対しても妥当な輸送計算を実施できるように、本研究では、First Collision Source (FCS)を利用した解析を実施可能なようにツールを整備した。中核とする輸送計算コードは PARTISN[2]とし、ソースコードの改良や修正および補助プログラムの作成を実施し、感度解析に必要な一般化(随伴)中性子束を評価できるようにした。

3. 結果　本研究では、米国 ORNL の Tower Shielding Facility (TSF)で実施されたナトリウム遮蔽実験を感度解析の対象とした[3]。本実験では、遮蔽厚や検出器の種類・位置を変えた複数の異なる条件での測定が行われているが、本報告では、以下の条件で測定された実験データの感度解析の結果を右図に示す。

- 遮蔽体厚さ：15 ft. (約 4.57 m)
- 検出器位置：遮蔽体後方 24 in. (約 60 cm)
- 検出器：7.86 in. (約 20 cm) Bonner Ball

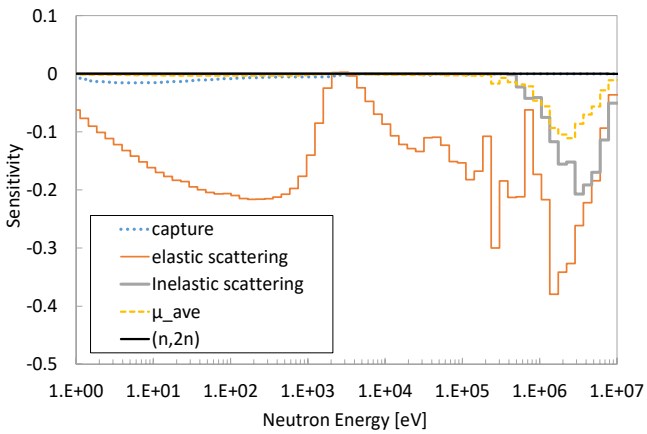

図 中性子検出に用いた核反応率に対する Na-23 の核データ感度係数

4. 結論　本研究では、FCS を利用した遮蔽実験の感度解析を実行可能とする解析ツールを整備し、それを用いてナトリウム遮蔽実験の感度解析を実施した。今後、高速炉の炉心核特性等の不確かさ低減の観点から遮蔽実験データの有効性について検討した結果についても公表していく予定である。

参考文献

[1] 横山，丸山，谷中，他，JAEA-Data/Code 2021-019 (2022).

[2] R. E. Alcouffe, R. S. Baker, J. A. Dahl, *et al.*, LA-UR-08-07258 (2008).

[3] R. E. Maerker, F. J. Muckenthaler, R. L. Childs, *Nucl. Technol.*, **22**, pp.275-297 (1974).

謝辞　本研究はJSPS 科研費(21K04940)の助成による。

*Shuhei Maruyama[1], Tomohiro Endo[2] and Akio Yamamoto[2]

[1]JAEA, [2]Nagoya Univ.