

外れ値に堅牢な核データ調整法の開発

Development of a robust nuclear data adjustment method to outliers

*福井 悠平¹, 遠藤 知弘¹, 山本 章夫¹, 丸山 修平²

¹名古屋大学, ²JAEA

既存の核データ調整において、調整後核データの信頼性は核データ調整に用いた実験データの信頼性に大きく依存する。そこで、実験データの質に依存しにくい堅牢な核データ調整法を開発した。外れ値など、不適切な実験データを含む条件下でも、調整後核データが適切であることを双子実験によって確認した。

キーワード: 核データ調整、外れ値、M推定、ロバスト推定、一般化線形最小二乗法、データ同化

1. 緒言

従来の核データ調整法では、実験データ（核特性測定値とその不確かさ）が正しいことを前提としている。調整後核データは実験データに大きく影響を受けるため、外れ値を含む実験データを用いた核データ調整では、調整後核データのバイアスが增大する。この問題を解消するために、従来の核データ調整解析[1]では、解析者の経験と工学的判断に基づいて除外する実験データを決定している。そこで、本研究では外れ値を含む異常な実験データに対して堅牢な核データ調整手法について検討する。

2. 提案手法

ロバスト推定の1種であるM推定に注目した。M推定とは、回帰モデル $y_i^{(model)}$ と観測値 $y_i^{(obs)}$ の残差から、観測値 $y_i^{(obs)}$ の加重 w_i を設定し、回帰モデルを更新する手法である。本研究では新たに、取り扱う核特性値について加重を付けた核データ調整式を導出し、核特性値の差異から加重を設定する手法を開発した。

3. 検証

Pu 臨界実験体系を想定した双子実験によって提案手法の妥当性を確認した。無作為に決定した²³⁹Pu放射捕獲断面積(仮想的な核データの真値)を用いて、数値解析した核特性(増倍率、反応率比)およびその不確かさを測定値として扱う。この測定値に対し、意図的に外れ値を含めた実験データを用いて核データ調整した例を図1および図2に示す。本手法では、真の調整量(Reference)が本手法で得られた調整量(Estimation)の標準偏差(1σ)の範囲内に概ね入っており、従来手法に比べて核データを堅牢に調整できることを確認した。

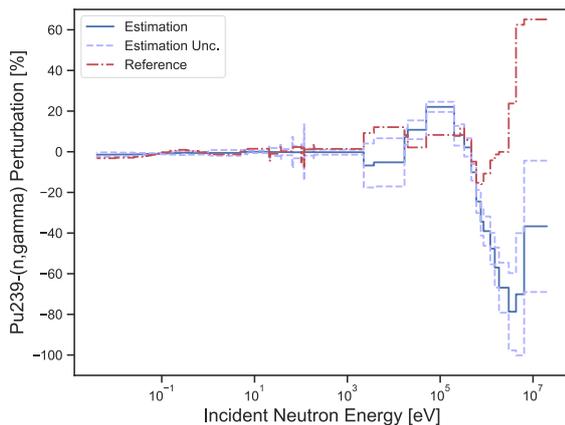


図1 従来手法による核データ調整

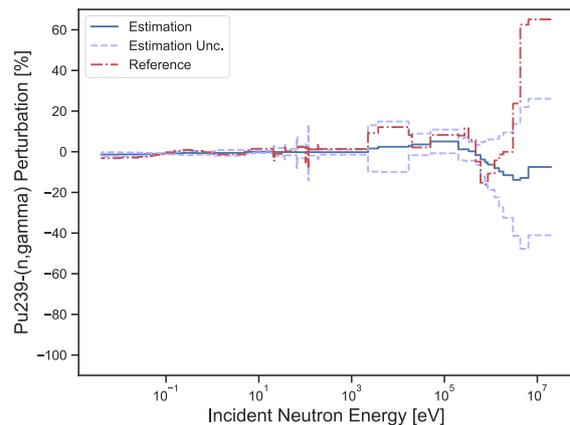


図2 提案手法による核データ調整

参考文献 [1] Kenji Yokoyama, Kazuteru Sugino, Makoto Ishikawa et al., *Development of the Unified Cross-section Set ADJ2017*, JAEA-Research 2018-011, Japan Atomic Energy Agency (2017).

謝辞 本研究は JSPS 科研費(21K04940)の助成による。

*Yuhei Fukui¹, Tomohiro Endo¹, Akio Yamamoto¹ and Shuhei Maruyama²

¹Nagoya University, ²JAEA