

核モデルパラメータ感度係数の計算

Calculation of sensitivity coefficients for nuclear model parameters

*Van Rooijen, Willem F.G.¹

¹ 福井大学

抄録：数値解析の精度上昇を目的として、原子炉物理学分野で「断面積調整法」がよく知られる。核断面積は核モデルとそのパラメータに基づいて定義されているため、断面積ではなく、核モデルパラメータを調整すべきである。本研究では、原子炉物理実験の測定データに基づく核モデルパラメータの調整法について検討する。

キーワード：核データ、核モデルパラメータ、モンテカルロ法、SCALE コードシステム、摂動理論

1. **背景：**核モデルパラメータを調整するために実験で得られた測定値（自己像倍率、反応率等）と核モデルパラメータの感度係数を計算する必要がある。本研究では、既存の計算コードに基づく計算手法について検討する。

2. **理論：**原子炉物理学分野において、複数のベンチマーク実験データベースが整備されている（IRPhE, ICSBEP）。高精度の数値解析（連続エネルギーモンテカルロ法）を用いて、実験の感度係数の計算は可能である。これから、中性子輸送方程式における「核断面積等」は σ で表し、核モデルパラメータは p で表す。実行像倍率の感度係数は下記のとおり定義される：

$$S_{k,\sigma} \equiv \frac{\sigma}{k} \frac{\delta k(\delta\sigma)}{\delta\sigma} \quad (1)$$

ここで、 $\delta k(\delta\sigma)$ は δk の $\delta\sigma$ の依存性を表す。つまり核モデルパラメータの摂動による断面積の変化 $\delta\sigma(\delta p)$ を計算できるなら、下記のとおり実行像倍率と核モデルパラメータの感度係数が計算できる：

$$S_{k,p} \equiv \frac{\sigma}{k} \frac{\delta k(\delta\sigma)}{\delta\sigma} \times \frac{p}{\sigma} \frac{\delta\sigma(\delta p)}{\delta p} \quad (2)$$

2-1. 既存のモンテカルロ計算コードを用いた感度係数はエネルギーで積分された量である。つまり、核モデルパラメータの感度係数は「積分数」としてしか計算できない。つまり、本研究で提案する手法は多群理論と同様な理論である。

3. **計算手法の整備** 本研究では、提案する手法の開発のために T6 コードと SCALE コードを利用する。T6 コードで核モデルパラメータに基づいて ENDF ファイルを作成し、SCALE-6.2.4 の AMPX-6 コードシステムを用いて T6 で作成した ENDF ファイルを用いて中性子輸送計算の断面積を計算する。SCALE の TSUNAMI モジュールを用いて実験の感度係数を計算し、核モデルパラメータの摂動に基づく核モデルパラメータの感度係数を計算する。

4. **結果** 原稿を準備した時に、AMPX システムを用いて、Pu-239 の共鳴パラメータを変更し、摂動断面積を計算し、連続エネルギーモンテカルロ法（KENO-VI）で PU-SOL-THERM-001 のベンチマークを計算し、実効像倍率の変化と感度係数を計算した。残念ながら、核モデルパラメータの感度係数はまだ計算できていない。

5. **結論** 本研究で提案する計算手法を用いて、核モデルパラメータの感度係数の計算手法について検討した。

*Van Rooijen, Willem F.G.¹

¹University of Fukui