

共鳴パラメータの統計的性質を用いた共鳴領域断面積計算

Calculation of cross section in resonance region using the statistical properties
of the resonance parameters

*古立直也, 湊太志, 岩本修

JAEA

本研究では、実験データが存在しない場合の共鳴領域断面積の理論予測について、統計的観点から分析する。

キーワード： 核分裂生成物, 共鳴理論, 中性子核データ

緒言： 非常に軽い核や中性子閾値が極端に低い中性子過剰核を除いて、原子核の中性子閾値近傍では一般に励起状態の密度が非常に大きく、共鳴のエネルギーや幅を理論的に精度良く予言することは困難である。一方で、そのように励起状態の密度が大きくなると共鳴のエネルギー間隔や幅に統計的な性質が現れることが知られている。

この共鳴の統計的性質を用いて共鳴パラメータをランダムに発生させ、共鳴領域の断面積を計算する手法が提案されている[1]。このような手法は共鳴の実験データの存在しない核分裂生成物などの核データ評価において、理論的に共鳴の情報を反映させる手法となり得る。しかし、ランダム性のある断面積計算においてどのように代表値を決定するか、またランダム性に起因する断面積の不定性はどの程度であるかについての研究は十分ではない。

そこで我々はランダムに発生させた共鳴パラメータを用いて熱中性子捕獲断面積を計算し、ランダム性がもたらす断面積の不定性を断面積の確率密度分布として明らかにした[2]。本研究では、同様の手法を共鳴領域全体に拡張し、共鳴領域断面積の理論予測について統計的観点から分析する。

計算手法、結果： 共鳴のエネルギー間隔、中性子幅をそれぞれ Wigner 分布、Porter-Thomas 分布（分布の平均値は理論的に導出）からランダムサンプリングし、Breit-Wigner 公式を用いて断面積計算を行う。ある一定のエネルギービンにおいて断面積のエネルギー平均を計算し、異なるランダムシードから発生する複数の共鳴パラメータセットを用いた計算を行うことでエネルギー平均断面積の確率分布を導出する。

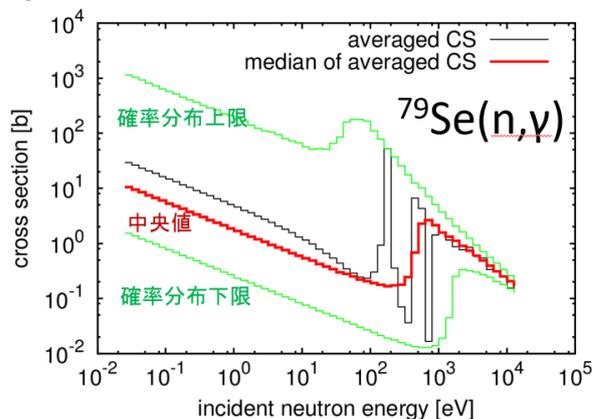
図に $^{79}\text{Se}(n, \gamma)$ 反応断面積の計算結果を示す。黒の実線は一つの共鳴パラメータセットを用いて計算したエネルギー平均断面積、赤の実線は断面積確率分布の中央値である。また、緑の線は断面積確率分布の上限、下限を示している（上限から下限までの累積確率を95%として定義）。

本結果により、確率的に妥当な断面積の振る舞いと、確率的揺らぎによる断面積の不定性が定量的に明らかになった。講演では、このような統計的観点からの断面積の振る舞いについてより詳細な議論を行う。

(付記) 本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の一環として実施したものです。

参考文献： [1] D. Rochman et al., Ann. Nucl. Energy 51 (2013) 60.

[2] 古立直也, 湊太志, 岩本修, 「モンテカルロ法による熱中性子捕獲断面積の予測」、日本原子力学会春の年会、東北大学川内キャンパス、2016年3月26~28日



* Naoya Furutachi, Futoshi Minato and Osamu Iwamoto

Nuclear data center, Japan Atomic Energy Agency