

核分裂収率、FP 核データ及び核分裂機構の系統的研究

(3) 核分裂収率実験データと各種理論計算コードによる計算結果の比較

Systematic study on fission yields, fission product nuclear data and fission mechanisms

(3) Comparison of experimental and theoretical fission product yield

*奥村 森¹, 椿原 康介¹, Kean Kun Ratha¹, 河野 俊彦², 千葉 敏¹

¹東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所, ²ロスアラモス国立研究所

核分裂生成物の収率（核分裂収率）のデータ精度向上を目的とし、核分裂収率の質量分布の各種理論コードを用いた計算及び実験核反応データベース（EXFOR）から抽出した実験値との比較・評価を行った。

キーワード：核分裂、核分裂生成物収率、EXFOR、長寿命核種

1. 緒言

原子核分裂の機構は、その発見以来、多くの研究がなされてきたが未だ未解明の部分も多い。例えば、一番よく研究されている ^{235}U の熱中性子による核分裂反応によって生成する核分裂直後の核分裂片（FF）や、 β 崩壊により生成する核分裂生成物（FP）の収率を定量的かつ高精度に予測することは未だ困難である。FP のうち長寿命核分裂生成物（LLFP）は、TRU 廃棄物と並んで使用済み核燃料の処理・処分問題における重要課題であり、LLFP の核分裂収率を高精度で把握することは、炉内での生成量や発熱量の評価、ADS や高速炉を用いた核変換を目的とした評価においても重要性が高い。しかしながら、核分裂収率の実験データは不確かさが大きく、実験値を基礎として理論計算と組み合わせて決定される評価済み核データは余裕を見込んだ値を採用しているのが現状である。また、 ^{235}U 以外の核分裂性元素では、核分裂収率の実験データが非常に少ないことも課題となっている。

本研究室では、核分裂機構の理解を目的として核分裂を記述する模型や統計模型の開発に取り組んでいる。本発表では、熱中性子や高速中性子との核分裂で発生する LLFP に焦点を当て、利用可能な各種理論計算コード（GEF, FREYA, TALYS, CYFP 等）及び、本研究室が独自に開発した核分裂模型計算を用いて計算した結果と、実験核反応データベース（EXFOR）から抽出した実験値を比較し、その精度を評価する。

2. 解析手法

様々な核分裂核種の熱中性子及び高速中性子による核分裂収率を、理論計算コード（TALYS、CYFP、FREYA 等）及び本研究室が独自に開発した核分裂模型計算コードを用いて計算を行い、EXFOR から抽出したデータとの比較を行った。

3. 結果

図 1 に、 $^{235}\text{U}(n_{th}, f)$ の実験値、評価済み核データ及び計算値の核分裂収率の比較を示す。 $^{235}\text{U}(n_{th}, f)$ では、複数の実験データから、 $A=134$ にシャープな収率のピークがあり、評価済み核データは全てこの値を採用している。一方で、全ての理論計算の結果は、重い分裂片と軽い分裂片のピーク高さの非対称性を再現しておらず、 $A=134$ のピークも再現しなかった。また、LLFP に着目すると、これらの核は β 崩壊により安定核に移行する直前の核であるが、その崩壊過程にある核種における累積収率には 1 桁以上の誤差が報告されているケースも確認できた。計算値は、高収率の核種に限ると GEF+Hauser-Feshbach モデルでの計算が比較的良好的な実験値の予測を示した。発表では、独自開発の計算結果についても報告する。

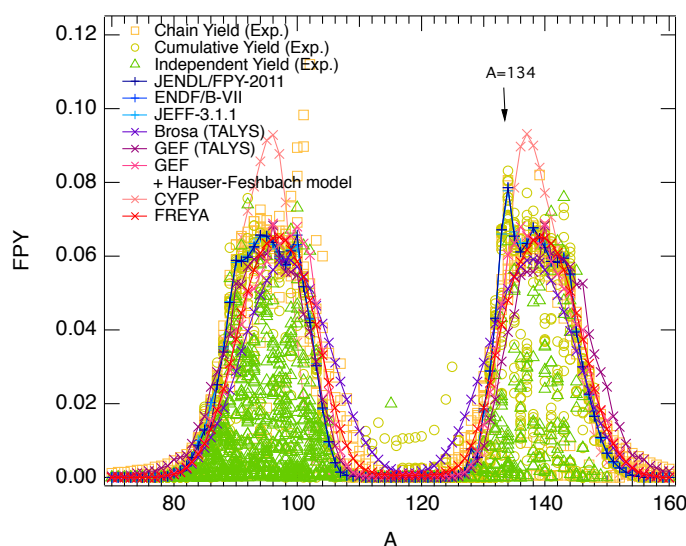


図 1 $^{235}\text{U}(n_{th}, f)$ 核分裂収率の実験値、評価値、計算値の比較

謝辞：本研究は特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として東京工業大学が実施した平成 28 年度「もんじゅ」を活用した LLFP 核変換システムの研究開発」の成果である。

Shin Okumura¹, Kohsuke Tsubakihara¹, Kean Kun Ratha¹, Toshihiko Kawano², Satoshi Chiba¹

¹Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Institute of Innovative Research, TITech, ²Los Alamos National Laboratory