

殻補正に基づく系統的な核分裂収率の算出とその共分散の評価

Estimation of fission product yields and their covariance based on shell correction energy

*椿原 康介¹、石塚 知香子¹、吉田 正¹、千葉 敏¹

¹ 東工大先端原研

核分裂生成物の収率を精度よく求めることは原子炉内での燃焼過程を正確に模擬する上で非常に重要である。本研究では原子核の殻補正効果に基づき核分裂収率の変化を系統的に予測した結果と最小二乗法を用いた収率間の共分散行列を導出する方法について報告する。

キーワード：核分裂, 核分裂生成物収率, 殻補正, LLFP, 共分散

1. 緒言

MA や LLFP 等の処理問題を解決するべく、我々は高速炉での LLFP 核変換を提案している[1]。この際、炉心で生成される LLFP 核種の収率を評価する上で、実験データが乏しい領域において原子核理論からの知見に基づくことは重要である。また、評価した独立収率に対して誤差情報を検討する上で、累積収率とその誤差、また収率の定義上要請される条件と無矛盾であることが重要となる。図1に示すように累積収率が実験から精度よく求められているのに対し、独立収率の誤差を二乗和して累積収率の誤差を求めると過大評価してしまう。条件を満たすには相関を考える必要があり、今回は最小二乗法を用いてこの条件を満たす共分散行列の評価を行う。

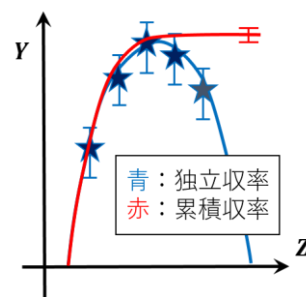


図1：収率の同重体内分布

2. 手法

断裂点モデル[2]に基づき、液滴ポテンシャルが同重体内のZ分布における大局的な構造を与え、殻補正エネルギー ΔE_{sh} [3]が微細構造を決めるとして系統的に独立収率を評価した。また、累積収率とその誤差と無矛盾である他に、独立収率の合計が2になるなどの定義上の条件を満たす必要がある。これら図2に示す条件を満たすように最小二乗法 $Y_{l:upd.} = Y_l + V_l S^t (S V_l S^t + V)^{-1} (\eta - y_a)$ 、 $V_{l:upd.} = V_l - V_l S^t (S V_l S^t + V)^{-1} S V_l$ により、 $Y_{l:upd.}$ 、 $V_{l:upd.}$ として独立収率と共分散行列を更新した。

3. 結論

広い質量領域に対して評価式を適用し、炉物理から得られたデータとの整合性を通じて得られた収率の妥当性や、最小二乗法から求めた共分散について詳細を発表する。

謝辞：本研究は原子力システム研究開発事業による平成30年度の文部科学省から東工大への委託事業「高速炉を活用したLLFP核変換システムの研究開発」の成果である。

参考文献

[1] S.Chiba et al, Scientific Reports **7** (2017) 13961. [2] P.Fong, PR **102** (1956) 434. B.D.Wilkins, E.P.Steinger and R.R.Chasman, PRC **14** (1976) 1832. [3] H. Koura, T. Tachibana, M. Uno and M. Yamada, PTP **113** (2005) 305.

*Kohsuke Tsubakihara¹, Chikako Ishizuka¹, Tadashi Yoshida¹ and Satoshi Chiba¹

¹Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Tokyo Institute of Technology

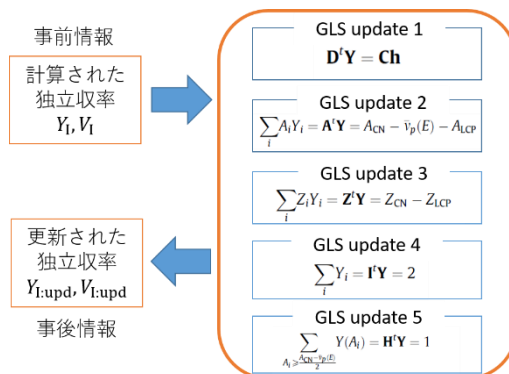


図2：最小二乗法に基づく共分散の推定