

4次元ランジュバン模型による核分裂の研究 核分裂片の形状と変形エネルギー

Fission study using four-dimensional Langevin model

Nuclear shape of fission fragments and their deformation energies

*張 旋¹, 石塚 知香子¹, 稲倉 恒法¹, イワニョク フェディエール², 千葉 敏¹

¹東工大 先導原研, ²キエフ原子核研究所

東工大が開発した4次元ランジュバン模型を改良し、個々の核分裂片の四重極及び八重極モーメントの計算を可能とした。ウラン領域核では軽い分裂片の四重極モーメントは重い分裂片より大きく、また四重極モーメントの分裂片質量数依存性は即発中性子の鋸歯構造と非常に似た構造を示すことも分かった。また即発中性子放出機構解明のため、ランジュバン模型で示唆される核分裂片の形状や内部温度に相当する変形エネルギーをハートリーフォック法で微視的に計算し、励起エネルギーの推定を行った。

キーワード: 核データ、核分裂、ランジュバン模型、核分裂片、多重極モーメント、変形エネルギー

1. 緒言

核分裂片から放出される即発中性子の多重度は、核分裂直後に左右対称であった質量数分布の対称性が破れる要因として重要であり、原子力においては連鎖反応の維持可能性を推定するために必要なデータである。また、即発中性子数の質量数依存性は核種によらず鋸歯構造を持つことが実験的に知られており、分裂片の励起エネルギーは即発中性子数を直接決める物理量である。変形エネルギーは励起エネルギーの主要な項であるため、本研究では、4次元ランジュバン^[1]と密度汎関数理論(HFBTHO)を用いて核分裂片の変形エネルギーを求めた上で励起エネルギーを推定し、即発中性子の鋸歯構造発現機構の解明を試みる。

2. 計算方法

本研究では、4次元ランジュバンを用いて²³⁶Uの低励起状態での核分裂の計算を行った。計算では二中心模型により表現した原子核形状に対して、巨視的・微視的手法により自由エネルギーを計算し、殻補正の温度依存性を考慮した^[2]。輸送係数は巨視的な流体模型により計算した。断裂直後の二つの分裂片のシャープカットな形状を直接用いてそれぞれの四重極モーメント Q_{20} と八重極モーメント Q_{30} を計算し、分裂片の質量数に対する分布及び平均値を求めた。次にHFBTHOを用いて、得られた Q_{20} 、 Q_{30} 及び温度を拘束条件とした際の変形エネルギーを求め、励起エネルギーの推定を行った。

3. 結果

図に示したように、核分裂片の Q_{20} の質量数依存性が即発中性子と極めて類似した鋸歯状の様相を示すことが明らかになった。本発表では、2つの鋸歯構造間の相関が発現した機構を詳細に検討し、その結果について報告する。

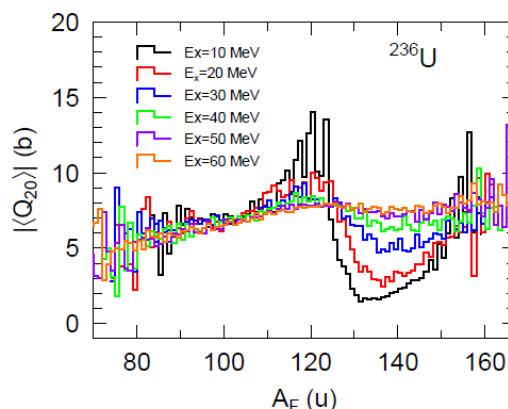


図1 核分裂片の Q_{20} の質量数依存性

参考文献

[1] Chikako Ishizuka et al. Physical Review C **96**, 064616, (2017)

[2] F.A.Ivanyuk et al, Phys. Rev. C **97**, 054331(2018)

*Xuan Zhang¹, Chikako Ishizuka¹, Tsunenori Inakura¹, Fedir Ivanyuk², Satoshi Chiba¹

¹LANE, Tokyo Tech, ²Kiev Institute for Nuclear Research