微視的理論計算で導出する Pu-240 核分裂片の荷電偏極

Charge polarization of fission fragments from Pu-240 deduced with a microscopic theoretical calculation

*江幡 修一郎¹, 奥村 森², 石塚 知香子¹, 千葉 敏¹

¹東工大,²IAEA

核分裂片の荷電偏極は即発中性子放出前の核分裂生成物のアイソトープ分布を決める量であり、原子力で 重要な遅発中性子収率に大きな影響を与える。核分裂片の荷電偏極を理論的に導出する為に、微視的理論 模型(3 次元座標表示 Skyrme Hartree-Fock+BCS 模型)を導入する。これまで²³⁶U(²³⁵U+n)の分裂片の荷電偏 極を調べ、統計崩壊及びβ崩壊計算を通してその結果を評価してきた。本講演では同手法を²⁴⁰Pu(²³⁹Pu+n) に適用し、荷電偏極の結果を評価し報告する。

キーワード:核データ、核分裂、荷電偏極、微視的理論計算、平均場模型

1. 緒言

荷電偏極とは即発中性子を放出する前の核分裂片のアイソトープ分布の中心値が核分裂性核種の Z/A から僅かに±0.5 程度ずれる現象である。分裂片の荷電分布を与える基準に、核分裂性核種の Z/A 比から変化しない不変荷電分布(Unchanged Charge Distribution; UCD)仮定があり、荷電偏極は UCD 仮定からのずれで定義される。核分裂の物理の観点では、分裂機構の詳細を理解する為に、荷電偏極の理論的な再現が必要である。一方、ウラン、プルトニウム系の場合、分裂片の Z/A 比と遅発中性子放出の境界がほぼ一致する為、荷電偏極は僅かにしか存在しない遅発中性子収量に大きな影響を与えることが知られている。従って MA 等遅発中性子放出データがない領域の予測精度向上には、データが豊富な領域で理論を検証し、高い精度で外挿することが必要となる。また、分裂片のアイソトープ分布は宇宙で生起する元素合成過程の分布に影響を及ぼす。我々は、実験値の少ない核分裂性核種への適用も研究対象に見据え、現象論を排除して荷電偏極を予測する方法を提案し、²³⁵U+n 系を想定して ²³⁶U の荷電分布を導出してきた。本講演では ²³⁹Pu+n 系の反応で生じる分裂片を対象に、²⁴⁰Pu の結果を Wahl's systematics[1]と比較し報告する。

2. 計算手法

超流動性を持つ原子核の変形を一般に取り扱う手法として3次元座標空間表示 Skyrme Hartree-Fock+BCS (3D SHF+BCS)理論模型を採用した。原子核の伸長を表す四重極変形度(Q₂₀)と非対称性を表す八重極変形 度(Q₃₀)を拘束条件として採用し、自己無撞着にポテンシャル面を計算する[2]。3次元座標空間表示を採る 為、質量数が非対称になる任意の変形が表現可能であり、有効相互作用には Skyrme 型を用いるので、微視 的模型と一貫しており、予言能力のある模型である。この方法を用いて原子核が断裂するまで伸張させ、 質量非対称度の関数として核分裂片の Z/A を求め、荷電偏極を導出した。

3. 結果

図は微視的模型計算で得られた ²³⁶U の荷電偏極を表 す。 $Q_{20} \ge Q_{30}$ に関するポテンシャル面を計算し、断裂 点の密度分布から平均核子数を導出し、計算している。 二つのローレンツ関数でフィットすると、それぞれの 質量数中心値は 102.8, 133.2 となった。微視的模型計算 の結果は原子核構造を強く示唆するものになっている。 本講演では ²⁴⁰Pu を ²³⁶U と同様に伸長させ荷電偏極を 導出し、測定された一次収率における荷電分布[3]と比 較し、その性質について議論する。

参考文献

Arthur C. Wahl, LA-13928 (2002).
S. Ebata and T. Nakatsukasa, Physica Scripta **92** (2017) 064005.
M. Caama no, et. al., Phys. Rev. C**92** (2015) 034606.

*Shuichiro Ebata¹, Shin Okumura², Chikako Ishizuka¹, and Satoshi Chiba¹

¹Tokyo Institute of Technology.

²IAEA



の分裂片質量数依存性