

共鳴吸収法を用いた Pu-239 の磁気双極子遷移強度の測定

Measurements of magnetic dipole strength in Pu-239 using nuclear resonance fluorescence

* 静岡 俊行^{1,2}, C.T. Angell¹, 羽島 良一^{1,2}, B. Ludewigt³, B.J. Quiter³, 小泉 光生²

¹量研, ²原子力機構, ³LBNL

核共鳴蛍光散乱を用いた核物質の非破壊分析では、対象となる原子核の共鳴散乱断面積の情報が必要となる。本研究では、デューク大学 HIγS 施設で稼働中のレーザーコンプトンガンマ線を用いて、透過型の核共鳴蛍光散乱法（共鳴吸収法）による Pu-239 の双極子遷移強度および分岐比の測定を行った。

キーワード：核共鳴蛍光散乱、レーザーコンプトンガンマ線、双極子遷移

1. 緒言

四重極変形核では、励起エネルギー2.5~4MeVに、ハサミ状振動（シザースモード、ScM）に基づく準位が現れ、これまで、核共鳴蛍光散乱や非弾性電子散乱を用いて、ScM準位からの磁気双極子（M1）遷移の測定が行われてきた。一方、2000年代半ばから、軽イオン散乱等を用いて、ScM-M1遷移強度の測定が行われているが、核共鳴蛍光散乱実験の結果と比べて2倍以上の強度が報告されている。本研究では、Pu-239のScM-M1遷移強度および分岐比を求めめるため、共鳴吸収法によるPu-239の核共鳴蛍光散乱実験を行った。

2. 核共鳴蛍光散乱実験

核共鳴蛍光散乱実験は、米国デューク大学のHIγS施設で行った。中心エネルギー2.14 MeVで、エネルギー半値幅約4%のレーザーコンプトンガンマ線を厚さ7mm、濃縮度93%のPu-239吸収ターゲットに照射した。さらに、透過ガンマ線を濃縮Pu-239散乱ターゲットに照射し、散乱ターゲットから放出される共鳴散乱ガンマ線を、相対効率60%の高純度ゲルマニウム検出器4台を用いて計測した。

3. 結果

図1に、散乱ガンマ線のエネルギースペクトルを示す。本測定により、新たに17本の遷移を観測し、励起エネルギー2.12から2.19 MeVにおける平均積分断面積は13 eV bであった。また、基底状態と第一励起状態への分岐比として0.4、全M1遷移強度として $3.6\mu_N^2$ を得た。このことから、毎秒 10^{13} の強度をもつレーザーコンプトンガンマ線を用いることにより、燃料集合体中のPu-239を、4時間で3%の測定誤差で分析可能であることが分かった。なお、本研究は「核セキュリティ強化等推進事業費補助金」事業の一部として実施した。

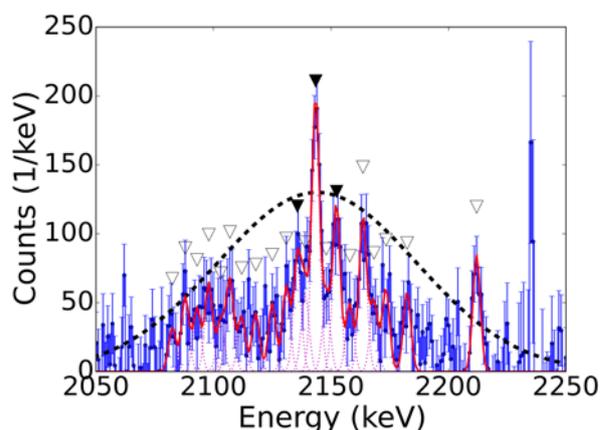


図1. Pu-239の散乱ガンマ線のエネルギースペクトル。既知の遷移を▼、新たに観測された遷移を▽で示している。

*Toshiyuki Shizuma¹, Christopher T. Angell¹, Ryoichi Hajima¹, Bernhard Ludewigt², Brian J. Quiter², and Mitsuo Koizumi³

¹QST, ²LBNL, ³JAEA