

超伝導転移端センサによる超精密 γ 線スペクトロスコピーを駆使した MA 燃焼精密計測システムの開発

Innovative measurement of Minor Actinide burnup in Fast Reactor applying the ultrahigh energy resolution gamma-ray spectroscopy using superconducting transition edge sensors

*大野 雅史¹, 入松川 知也¹, 石井 裕也¹, 三浦 義隆¹, 高橋 浩之¹, 安宗 貴志², 伊藤 主税²,
高崎 浩司², 神代 暁³, 大谷 知行⁴

¹ 東京大学, ² 日本原子力研究開発機構, ³ 産業技術総合研究所, ⁴ 理化学研究所

既存 Ge 半導体検出器の分光精度を凌駕する超伝導転移端センサ(TES)を用いて、高速炉で照射済みの試料の精密核種分析に成功した。

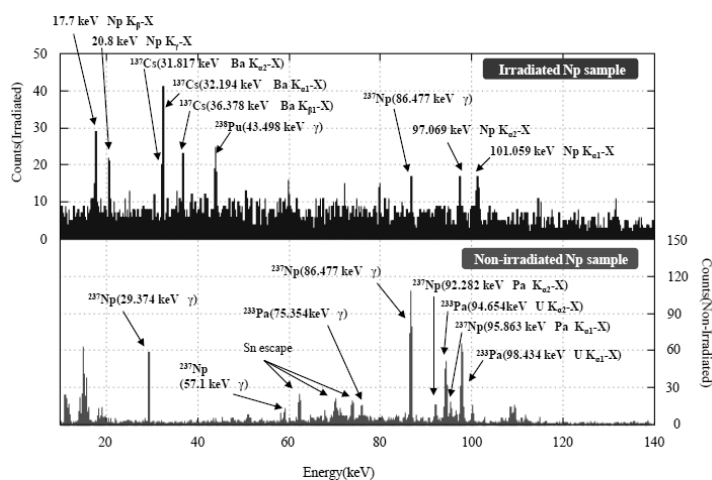
キーワード：超伝導転移端センサ, γ 線スペクトロスコピー, 燃焼度, MA 減容

1. 緒言

超伝導転移端センサ (TES : Transition Edge Sensor)は放射線入射による温度上昇を超伝導転移領域における急峻な温度抵抗変化を用いた高感度な温度計により検出する革新的なスペクトロメータであり、原理的には高純度ゲルマニウム半導体検出器に比べて 2 桁以上優れたエネルギー分解能を実現しうる可能性を秘めている。本研究では、核物質から発生する硬X線や γ 線を極めて高いエネルギー分解能を有する TES により分析し、プルトニウム(Pu)やマイナーアクチニド全元素を精密に弁別、分析しうる革新的な核種同定分析技術の確立を目指している。

2. 実験

東京大学にて開発した錫バルク製放射線吸収体と超伝導 Ir/Au 薄膜温度センサを組み合わせた TES 検出器システム^[1]を日本原子力研究開発機構大洗研究開発センターに搬入して、核燃料物質測定実験を実施した。TES スペクトロメータを用いた原子炉照射済み中性子化箔の精密な同位体分析の試みは世界で初めてである。右図に TES により測定した原子炉で照射済みの ^{237}Np 中性子化箔ドシメータ試料の γ 線エネルギースペクトルを示す。 ^{237}Np の(n, γ)反応を起点として最終的に生じる ^{238}Pu の α 崩壊に伴い放出される 43.498 keV の γ 線や ^{237}Np および ^{238}Pu の中性子捕獲核分裂で生じた ^{137}Cs の Ba K-X 線等に起因する複数のピークの同定に成功した。



図：TES により計測された照射済み ^{237}Np ドシメータ試料の γ 線エネルギースペクトル

3. 結論

本実験における TES スペクトロメータによる分析結果では、優れたエネルギー分光性能が生かされ、より顕著に核種から発生する γ 線のピークを分離できており、高速炉の炉心内部の詳細な燃焼度計測および MA 燃焼精密計測において TES が有用な検出器となりうることが実証された。

参考文献

[1] M. Ohno, *et al.*, IEICE TRANS. ELECTRON., VOL.E100–C, NO.3, pp 283-290 2017, DOI: 10.1587/transele.E100.C.283

*Masashi Ohno¹, Tomoya Irimatsugawa¹, Yuya Ishi¹, Yoshitaka Miura¹, Hiroyuki Takahashi¹, Takashi Yasumune², Chikara Ito², Koji Takasaki², Satoshi Kojiro³, and Chiko Otani⁴

¹The Univ. of Tokyo, ²JAEA, ³AIST, ⁴RIKEN