

## 核物質精密計測のための超伝導転移端センサの開発

### Transition Edge Sensors for the inspection of the nuclide material

○大野雅史<sup>1</sup>、三浦義隆<sup>1</sup>、高橋浩之<sup>1</sup>、入松川知也<sup>2</sup>、安宗貴志<sup>3</sup>、伊藤主税<sup>3</sup>、高崎浩司<sup>3</sup> (東大工<sup>1</sup>、産総研<sup>2</sup>、原機構<sup>3</sup>)

M. Ohno<sup>1</sup>, Y. Miura<sup>1</sup>, H. Takahashi<sup>1</sup>, T. Irimatsugawa<sup>2</sup>, T. Yasumune<sup>3</sup>, C. Ito<sup>3</sup>, K. Takasaki<sup>3</sup>

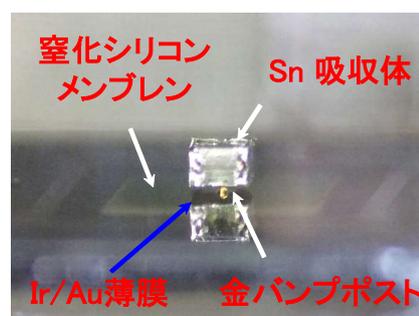
(The Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, JAEA<sup>3</sup>)

E-mail: ohno@n.t.u-tokyo.ac.jp

核物質の核種分析・同定において、核物質から発生する硬X線、 $\gamma$ 線検出を主な手法とする非破壊測定は、溶媒抽出、沈殿回収等の化学的手法を適用したアクチニド分析に比べ、測定効率、作業の安全性に優れている。ただし $\gamma$ 線検出に用いるNaIシンチレーション検出器やGe半導体検出器の分光精度の限界からPuやAm等の核種に起因した $\gamma$ 線エネルギーピークの分離が不完全であり、現状の非破壊測定法では正確な核種同定、定量は期待できない。そこで本研究では、核物質から発生する硬X線や $\gamma$ 線を極めて高いエネルギー分解能を有する超伝導転移端センサ( TES : Transition Edge Sensor)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開発研究を進めている。TES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。

本研究ではこれまでにスズや鉛等の重金属バルク放射線吸収体を超伝導薄膜温度センサ上に搭載したTESの開発を行い(右下図参照)、およそ100mKの極低温にて安定に動作させ、100keV領域の $\gamma$ 線に対して既存ゲルマニウム(Ge)半導体検出器より5~10倍程度に相当する優れたエネルギー分解能を達成している。そしてこの検出システム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、Pu試料中の<sup>239</sup>Pu及び<sup>240</sup>Puの同位体比の精密な定量測定、また世界で初めてとなるTESを用いた核分裂生成物(FP)に含まれる元素、核種の同定にも成功した。さらに、高速実験炉「常陽」関連施設にて、<sup>237</sup>Np中性子化箱の照射済試料と未照射の試料に対してTESによる精密な $\gamma$ 線スペクトロスコピーを実施し、高速炉内の燃焼により中性子化箱に含まれる同位体組成の変化を高い精度で検出しうることを実証した。

今後、ピクセルアレイ大規模化による有感面積の増大を図り検出効率をより向上させることにより、使用済み燃料の非破壊検査に対して極めて有効な計測システムになりうるものと考えられ、精密かつ高効率な高速炉燃焼反応の革新的分析手法としての適用や、過酷事故により損傷した原子炉の燃料デブリの精密検査にも大きな威力を発揮するものと期待される。



スズバルク製 $\gamma$ 線吸収体を搭載したTES検出素子