

原子カプラント内で利用可能な ポータブル高分解能ガンマ線スペクトロメータ—の開発

(1) 研究計画

Development of a portable high-resolution gamma-ray spectrometer for nuclear facilities

(1) Research Plan

*前田 茂貴¹, 野上 光博², 伊藤 主税¹, 渡辺 賢一³, 人見 啓太郎²

¹JAEA, ²東北大, ³名古屋大

原子カプラント内で利用可能なポータブル高分解能ガンマ線スペクトロメータの開発を進めている。背景、目標設定等の研究計画を概説し、具体的なアプリケーションとして高速炉燃料破損検出のための OLGМ への適用可能性、要求される性能について検討した。

キーワード : TlBr 検出器, 高分解能, 高速炉, 燃料破損検出

1. 緒言

アクセシビリティの良いとは言えない原子カプラント内でも容易に利用可能なポータブルかつ高エネルギー分解能を示すガンマ線スペクトロメータを、TlBr 半導体検出器を用いて実現することを目指す。原子カプラントでのアプリケーションに応じて、TlBr 検出器素子の大型化・高品質化を進め、さらには電極構造・信号処理法の改良を進めることで、実際の現場での利用を想定した TlBr 半導体検出器を開発する。

2. 研究計画

以下の4つの検討・課題を通して、実用化を目指した TlBr 半導体検出器開発を進める。

- ① 検出器仕様策定：実際の原子カプラントへの適用として JAEA 大洗研の高速実験炉「常陽」の燃料破損検出設備であるオンラインガンマ線モニタを1つの候補とする。従来、HP-Ge 検出器を用いて、Ar カバーガス中の希ガス FP (放射性 Xe, Kr) を測定することで、燃料破損やクリーブ破断試験の破断検知を行っている。しかし、液体窒素での冷却が必要であり、また、検出器が設置されている雰囲気は約 40 ~ 50°C のため供給頻度が多く、簡便な冷却で作動する検出器が望まれている。エネルギー分解能としては、最も近接したピーク (^{135}Xe : 249.8keV、 ^{138}Xe : 258.5keV) を分離する必要がある。また、「常陽」の定格運転日数は 60 日であり、長期安定性が必須である。HP-Ge 検出器の代替を目的として、検出器仕様を策定した。
- ② TlBr 結晶の大型化・高品質化：検出効率としては、HPGe 検出器の製品ラインナップに並ぶレベル (相対効率 (3 インチ NaI シンチレータに対する比率) で最低でも 10%以上) として 25 mm 径×20 mm 以上を目指す。高品質化にあたり、評価指標の一つとなる不純物評価を LA-ICP-MS を用いて行う。
- ③ 結晶性評価：最終形である検出器にする前段階で、その品質の評価を行う枠組みを構築し、検出器開発の効率化や性能向上に資するため、中性子ブラッグディップイメージングを用いた結晶性評価を行う。
- ④ 電極構造設計：大きなサイズの検出器を実現するには単極電荷有感法を活用し、ポラリゼーションに対して定期的に印加電圧を正負入れ替え可能な電極構造を設計する。

3. まとめ

ポータブルかつ高エネルギー分解能を利点として、具体的な原子カプラントへの適用を考え、TlBr 検出器ベースのポータブルのガンマ線スペクトロメータを開発し、エネルギー分解能 1%以下、相対効率 10%程度を実現する。本研究により、HPGe 検出器に代わるガンマ線スペクトロメータとして TlBr 検出器を目指す。

謝辞 本研究は科研費 (20H02670) の助成を受けたものです。

*Shigetaka Maeda¹, Mitsuhiro Nogami², Chikara Ito¹, Kenichi Watanabe³ and Hitomi Keitaro²

¹JAEA, ²Tohoku Univ., ³Nagoya Univ.