

GAGG、HR-GAGG、GFAG シンチレータにおける波形弁別性能の比較分析

Study of pulse shape discrimination in GAGG, HR-GAGG, and GFAG Scintillators

東北大金研¹, 東北大 NICHe², 株式会社C&A³, 筑波大数理⁴, 徳島大理⁵, 東大 ICRR⁶, 福井大工⁷, 神戸大理

⁸ ○吉野 将生^{1,3}, 飯田 崇史⁴, 鎌田 圭^{2,3}, 伏見賢一⁵, 細川佳志⁶, 中島恭平⁷, 日野原伸生⁴, (D)

水越 慧太⁸, 吉川 彰^{1,2,3}

Tohoku Univ., IMR¹, Tohoku Univ., NICHe², C&A Corp.³, Tsukuba Univ.⁴, Tokushima Univ.⁵, Univ. of

Tokyo⁶, Fukui Univ.⁷, Kobe Univ.⁸, ○Masao Yoshino^{1,3}, Takashi Iida⁴, Kei Kamada^{2,3}, Ken-ichi

Fushimi⁵, Keishi Hosokawa⁶, Kyohei Nakajima⁷, Nobuo Hinohara⁴, Keita Mizukoshi⁵, Akira

Yoshikawa^{1,2,3}

E-mail: yoshino.masao@tohoku.ac.jp

【研究の背景】二重ベータ崩壊の崩壊率は、核種による遷移確率（核行列要素）の理論的不定性もあるため、様々な原子核で実験することが必要となる。¹⁶⁰Gd の二重ベータ崩壊探索実験は、2001年にウクライナで Gd₂SiO₅ (GSO)シンチレータを用いて行われた実験が世界最高感度であるが、内部の放射性不純物による α 線がバックグラウンドとして多く存在し感度が制限されている。我々の研究グループでは、優れた波形粒子識別能 (PSD)が報告されている Gd₃Ga₃Al₂O₁₂:Ce (GAGG) シンチレータ[1]を用いて ¹⁶⁰Gd の $0\nu\beta\beta$ 探索感度更新とニュートリノを放出する二重ベータ崩壊 ($2\nu\beta\beta$) 発見を目指して研究を行っている。GAGG には、Ga/Al 比を調整することで、高エネルギー分解能を達成した HR-GAGG [2]、Mg を微量添加することで蛍光寿命を高速化した GFAG [3]が報告・市販されている。本研究では、それらのシンチレータの PSD 性能の比較を行ったので、報告する。

【実験手法・結果】実験手法として、Cz 法を用いて Gd₃Ga₃Al₂O₁₂:Ce (=GAGG)、Gd₃Ga_{2.7}Al_{2.3}O₁₂:Ce (=HR-GAGG)、Gd₃Ga_{2.4}Al_{2.6}O₁₂:Ce、Gd₃Ga₃Al₂O₁₂:Ce, Mg (=GFAG)、Gd₃Ga_{2.7}Al_{2.3}O₁₂:Ce, Mg、Gd₃Ga_{2.4}Al_{2.6}O₁₂:Ce, Mg の6種類のシンチレータ単結晶を準備し、そのシンチレーション特性や平均波形比較、PSD 性能を評価した。Fig. 1 に平均波形測定結果の一部を示す。本研究結果から、HR-GAGG では他の結晶と比較して、 α 線と γ 線に対する応答に違いが現れなかった。本講演では、準備した6種類のシンチレータ単結晶のシンチレーション特性比較、PSD 性能比較に加え、ICP-MS による組成分析の結果を踏まえた議論を行う。

【参考文献】

- [1] Y. Tamagawa, Y. Inukai, I. Ogawa, M. Kobayashi, NIM-A. 795 (2015) 192–195.
- [2] K. Kamada, S. Kurosawa, P. Prusa, M. Nikl, V.V. Kochurikhin, T. Endo, K. Tsutumi, H. Sato, Y. Yokota, K. Sugiyama, A. Yoshikawa, Opt Mater. 36 (2014) 1942–1945.
- [3] M. Yoshino, K. Kamada, Y. Shoji, A. Yamaji, S. Kurosawa, Y. Yokota, Y. Ohashi, A. Yoshikawa, V.I. Chani, JCG. 468 (2017) 420–423.

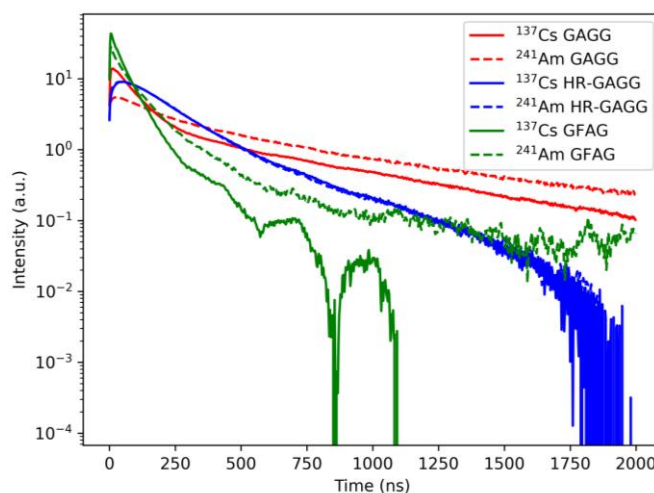


Fig.1 Average waveforms of GAGG, HR-GAGG, and GFAG irradiated by ¹³⁷Cs and ²⁴¹Am