

Ce 添加 YBO₃ のシンチレーション特性

Scintillation Properties of Ce-doped YBO₃

奈良先端大¹ °河口 範明¹, 柳田 健之¹

NAIST¹, °Noriaki Kawaguchi¹, Takayuki Ynagagida¹

E-mail: n-kawaguchi@ms.naist.jp

³He ガス比例計数管を用いた中性子検出器は国境検査、資源探査、非破壊検査等に利用されているが、³He は天然 He 中に 100 万分の 1 程度しか含まれない希少元素であり、代替技術の開発が求められている。その本命ともいえるのが固体中性子シンチレーターを用いた検出器で、これまでに ⁶Li 含有固体中性子シンチレーターが数多く研究されてきた。しかしながら、⁶Li 自体も天然 Li 中に約 7.6%しか含まれていない希少元素であり、より希少性の低い材料で代替するのが理想的である。その点で、³He、⁶Li と同様に中性子と核反応を起こす元素である ¹⁰B は天然 B 中に約 20% 含まれるため比較的資源が豊富で、なおかつ熱中性子に対する反応断面積が ⁶Li の約 4 倍という長所もある。つまり、¹⁰B 系中性子シンチレーターは資源の豊富さと検出効率の観点からは理想的な材料となり得る。しかし、Q 値は ⁶Li の約 1/2 で原理的に発光量の期待値が低くなるという欠点もあり、¹⁰B 系中性子シンチレーターの開発は十分に組み立ててこなかった。光子計数法により明瞭な中性子検出ピークが観測されるのは例えば Ce 添加 CaB₂O₄ [1]だが、発光量は約 2000 photons/neutron で十分とはいえない。本研究では新たな ¹⁰B 系中性子シンチレーターの開発に向けた基礎検討の一環として Ce 添加 YBO₃ について調査した。Ce 添加 YBO₃ は粉末サンプルの評価により、X 線励起時の発光強度が比較的高いことが報告されているが[2]、約 1000°Cで構造相転移を起こすため、融液成長法による単結晶育成は困難でバルク体を得にくく、シンチレーション特性の詳細な評価はなされていない。そこで、我々は 1000°C以下の温度での常圧焼結により Ce 添加 YBO₃ の焼結体を作製し、評価した。得られたサンプルは、粉末 X 線回折法により結晶相を同定し、YBO₃ の単相であることを確認した。Fig. 1 に PL 励起蛍光マップを示す。ストークスシフトが小さいことから、Ce³⁺の 5d-4f 遷移に伴う発光が得られていると考えられる。PL 量子収率は励起波長 360 nm の時に 52.5%であり、比較的高い値が得られた。中性子照射による波高分布スペクトル等の評価結果の詳細は当日報告する。

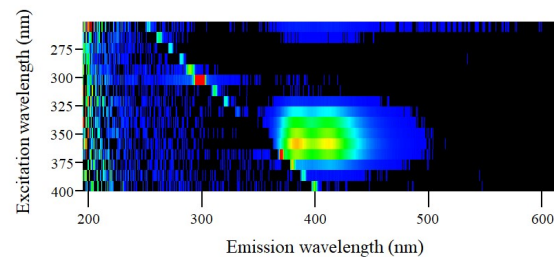


Fig. 1. PL excitation emission map of the Ce doped YBO₃ ceramic.

[1] Y. Fujimoto, T. Yanagida, N. Kawaguchi, S. Kurosawa, K. Fukuda, D. Totsuk, K. Watanabe, A. Yamazaki, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Cryst. Growth Des. 12, 142–146 (2012).

[2] M.J. Knitel, P. Dorenbos, C.W.E. van Eijk, B. Plasteig, B. Viana, A. Kahn-Harari, D. Vivien, Nucl. Instrum. Methods A 443, 364–374 (2000).