

Nd ドープガーネット結晶のシンチレータとしての特性評価

Characterizations of Nd-doped garnet crystals as scintillators

(奈良先端大¹) °岡田 豪¹, 河川 範明¹, 柳田 健之¹

NAIST¹, °Go Okada¹, Noriaki Kawaguchi¹, Takayuki Yanagida¹

E-mail: go-okada@ms.naist.jp

シンチレータとは放射線を光に変換する為に用いられる蛍光体材料を指し、従来の光検出器と併用する事により間接的に放射線を計測する事を可能とする。一般的に、光検出器としてその高い検出感度から光電子増倍管 (PMT) が用いられ、従来のシンチレータは PMT の検出波長感度を考慮して近紫外-可視領域の発光を示すものが精力的に開発されてきた。一方で、近年アバランシェフォトダイオード (APD) および InGaAs 半導体検出器が市場に出回るようになり、近赤外領域で発光を示すシンチレータの興味が集まりつつある。

近赤外光を示すシンチレータは応用の観点からも興味深い。シンチレータの発光光子エネルギーが低い為、従来のシンチレータと比べて単一放射線量子当たりの発光光子数の向上が期待できる。また、光ファイバを経由させた遠隔検出の場合、紫外・可視領域におけるチェレンコフ光の発生および光ファイバの欠陥生成による光吸収を避ける為、近赤外領域の利用が効果的である。

本研究では Nd³⁺ をドープしたガーネット結晶のシンチレータとしての特性評価を目的とする。Nd³⁺ イオンは 4f 電子の遷移により近赤外領域 (およそ 1050 nm) で発光を示す事が知られている。また、ガーネット材料は白色 LED 用蛍光体に代表されるように、蛍光体を目的とした希土類イオンのホスト材料として高い適合性を有する。今回は Nd³⁺ をドープした Y₃Al₅O₁₂ (YAG)、Y₃Al₂Ga₃O₁₂ (YAGG)、Gd₃Al₂Ga₃O₁₂ (GAGG)、Lu₃Al₅O₁₂ (LuAG) および Lu₃Al₂Ga₃O₁₂ (LuAGG) 結晶をフローティングゾーン (FZ) 法により作成し、その特性評価を行った。

図 1 に X 線照射下におけるシンチレーションスペクトルを示す。いずれのホスト結晶においても Nd³⁺ の 4f-4f 遷移による発光がみられ、Nd³⁺ が発光中心としてアクティブであることが確認された。一方で、各スペクトル信号に含まれるノイズ強度がそれぞれ異なる事が確認できる。これは、各サンプルの大きさの違いよりも、単位体積あたりの発光強度の違いによる影響が大きく、その強度関係は LuAG>YAG>GAGG>YAGG>LuAGG であった。発表では、フォトルミネッセンス特性結果と合わせて包括的にシンチレーション特性について議論を行う。

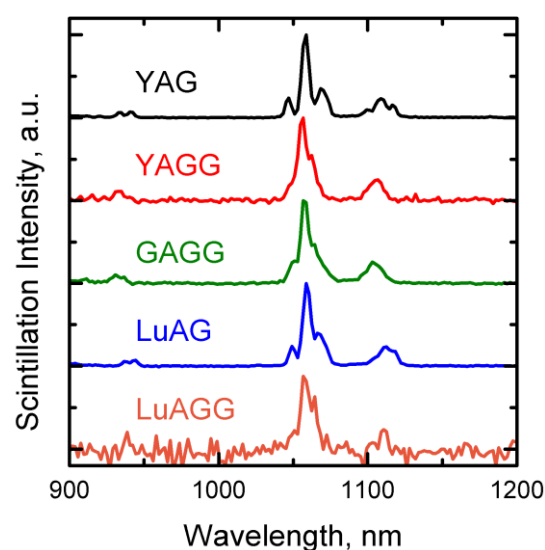


図 1 Nd³⁺ ドープガーネット結晶のシンチレーションスペクトル