

透明セラミックス Nd:YAG シンチレータの基礎特性

Basic properties of transparent ceramic Nd:YAG scintillator

九工大¹, 東北大², 神島化学³ ○柳田 健之¹, 藤本 裕², 八木 秀喜³, 柳谷 高公³Kyushu Inst. Tech.¹, Tohoku Univ.², Konoshima Chemical³ ○Takayuki Yanagida¹, Yutaka Fujimoto²,Hideki Yagi³, Takagimi Yanagitani³

E-mail: yanagida@lsse.kyutech.ac.jp

シンチレータは単一の電離放射線を、量子分割によって数千から数万の可視光子に変換する蛍光体の一種であり、核医学、セキュリティ、資源探査、高エネルギー物理等に広く用いられている。従来、シンチレータには単結晶が用いられてきたが、近年のレーザー分野における技術革新により、透明セラミックスのシンチレータ応用が考えられるようになった。本研究においては、添加物濃度の異なる透明セラミックス Nd:YAG のシンチレーション特性の計測を行った。Nd:YAG は、添加物濃度不明の単結晶シンチレータが、二重ベータ崩壊用の基礎研究が (Danevich et al., NIM-A 541 583 2005)、唯一のシンチレーション特性に関する先行研究である。レーザー分野においては 1064 nm の近赤外発光を用いるため、シンチレータとして利用するような可視光域における研究はほとんどなされていないのが現状である。

本研究においては、Nd 添加 $Y_3Al_5O_{12}$ (Nd:YAG) シンチレータの光学およびシンチレーション特性の評価を行った。サンプルには Nd を 0.1、1.1、2、4、6% 添加しており、神島化学工業において真空焼結法で作製された。基礎的な特性として JASCO V670 を用い、透過率を計測したところ、紫外から近赤外の広い範囲にかけて 80% 以上の高い透過率を示した。分光器付 CCD 検出器を用いた X 線励起のシンチレーション発光スペクトルの計測においては、特に 400 nm 近辺の $^2F_{7/2} \rightarrow ^4F_{3/2}$ 、 $^2H_{9/2}$ 、 $^4F_{5/2}$ 遷移に起因する輝線が強く観測された。400 nm を中心とする発光に対し、パルス X 線ストリークカメラ (T. Yanagida et al., APEX 3 056202 2010) で蛍光減衰時定数の計測を行ったところ、約 1 マイクロ秒程度の時定数を持つことが分かった。さらに光電子増倍管 R7600 を用い、パルス波高値計測を行った結果を図 1 に示す。一見して分かるように、明瞭な光電吸収ピークを検出することが出来た。Nd 1.1% 添加サンプルが最大の発光量を示しており、400 nm における R7600 の量子効率を用いて計算した場合、Nd:YAG の発光量は約 6000 ph/MeV となり、紫外-可視シンチレーション光のみでも BGO (~8000 ph/MeV) 等の標準的なシンチレータと同等の発光量であることが分かった。

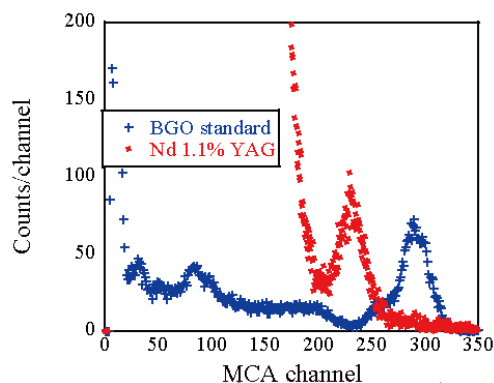


図 1 Nd 1.1% 添加 YAG および参照 BGO シンチレータの ^{137}Cs スペクトル。