

透明セラミックスレーザー材料による近赤外シンチレーション

Infrared scintillation properties of transparent ceramic laser materials

九工大¹, 神島化学(株)² °藤本 裕¹, 柳田 健之¹, 八木 秀喜², 柳谷 高公²KIT¹, Konoshima Chemical Co., Ltd.² °Y. Fujimoto¹, T. Yanagida¹, H. Yagi², T. Yanagitani²

E-mail: fuji-you@lsse.kyutech.ac.jp

【諸言】核医学をはじめ、セキュリティや資源探査、宇宙・素粒子物理など幅広い分野において利用されている放射線検出器は、一般に放射線を数 eV 程度の光子に変換するシンチレータ、その蛍光を受ける微弱光検出器とから構成されており、事実上、最終製品の性能を左右する素子となっている。シンチレーションを受ける微弱光検出器には、主に光電子増倍管(PMT)や Si 半導体検出器(PD)が主流であり、その最高感度波長領域は、PMT では 300-450 nm, PD では 600 nm 以上となっていることから、これらと組み合わせるシンチレータも、この波長領域で発光する材料に限定されてきた。前者の代表例が Ce^{3+} の 5d-4d 許容遷移を利用した LSO であり、後者は 6s-6p 内殻遷移による Tl:CsI、BGO などである。しかしながら近年、バイオイメージングや、半導体及び太陽電池評価技術の発達に伴い、より長波長領域(800-1500 nm)に感度を持つ検出器の開発が進んでいる。そこで我々の研究グループでは、今後広がるであろう近赤外光検出技術の発展を見据え、近赤外波長領域で発光する無機シンチレータの開発を行っている。特に本研究では、高効率の近赤外レーザー材料として最もよく知られる Nd^{3+} 添加イットリウム・アルミニウム・ガーネット(YAG)に着目し、近赤外シンチレータ材料としての応用を検証した。

【実験内容と結果】評価用サンプルには、神島化学工業(株)社製の Nd^{3+} :YAG 透明セラミックスを使用した。Nd 添加濃度は 0.1, 1.1, 2, 4, 6 % を選択し、シンチレーション特性の濃度依存性を検討した。図 1(a)に X 線励起ラジオルミネッセンス測定の結果を示す。紫外から近赤外波長領域にかけて、複数の発光ピークが見られており、これらはすべて Nd^{3+} の 4f-4f 禁制遷移に伴うものであると思われる。特に、レーザー発振にも用いられる 1064 nm の $^4\text{F}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{11/2}$ 遷移による発光強度は大きく、今回のサンプルでは、Nd 濃度が 1.1 % で最大を示していた。続いて、この近赤外シンチレーションの照射線量応答性について検証した。ラジオルミネッセンス測定の結果より、サンプルは Nd 濃度が 1.1 % のものを使用した。図 1(b)に照射線量に対する 1064 nm の発光ピーク強度をプロットしたものを示す。実験の結果、0.16-1000 mGy という非常に低い照射線量領域においても線形応答性を示すことが確認された。このことから、透明セラミックスレーザー材料は、少なくとも積分型の放射線計測において、近赤外シンチレータとして十分な性能を示す可能性が示唆された。講演では、近赤外シンチレーションの温度依存性についても議論する。

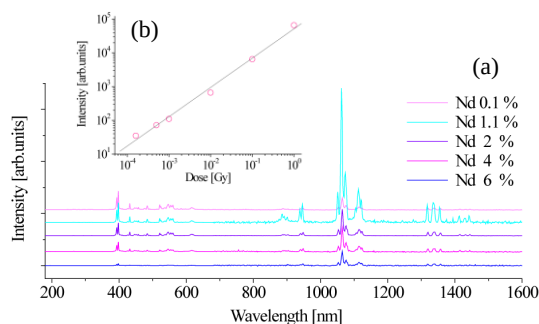


図 1. X 線励起ラジオルミネッセンス(a)及び照射線量応答性(b)。