

GSO シンチレータのポジティブヒステリシス現象

Positive hysteresis of Ce-doped GSO

九工大¹, 東北大工², 名大工³ ○柳田 健之¹, 藤本 裕¹, 越水正典², 渡辺賢一³,Kyushu Inst. Technol.¹, Tohoku Univ.², Nagoya Univ.³, °Takayuki Yanagida¹, Yutaka Fujimoto¹,Masanori Koshimizu², Kenichi Watanabe³

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

シンチレータは単一の高エネルギー放射線を、数万の可視光子に即発的に変換する蛍光体の一種であり、医療 (X 線 CT、PET)、空港の荷物検査等のセキュリティ、資源探査、火山・活断層・温泉探査、宇宙や素粒子と言った高エネルギー物理学などに広く用いられている [1]。このような放射線計測において、重要な特性の一つに放射線耐性が挙げられる。そのため多くの実用化されたシンチレータにおいては、詳細な放射線耐性の研究が行われてきた。放射線耐性の研究において発見された新規現象として、ポジティブヒステリシス [2-3] が知られている。これは、非常に高い量の放射線量の照射によって、シンチレーション発光量の増強が見られる現象である。同現象はこれまで Tl 添加 CsI [2] と Ce 添加 Gd₂SiO₅ (GSO) [3] でのみ観測されて来ており、その起源は未だ明らかではない。

本研究では、(株)日立化成により作製された Ce 添加 GSO およびこれに Zr を共添加したもの (GSOZ) におけるポジティブヒステリシス現象の発光中心濃度依存性を調査した。当該シンチレータは医療や高エネルギー物理分野では広く使われており、既述のようにポジティブヒステリシス現象が知られている材料であるが、現象の濃度依存性はあまり検証されてはおらず、また Zr を共添加した際の研究もおこなわれていない。本研究で用いたサンプルは 5 mm 角であり、Ce 0.5、1、1.5%、およびこれらに Zr を共添加した計 6 種のサンプルである。放射線源としては名古屋大学の ⁶⁰Co 照射施設を利用し、200 Gy の照射毎に発光量を計測した。また最もポジティブヒステリシス現象が強く表れたサンプルは、2000 Gy 照射後、分子科学研究所 UVSOR に持ち込んで、バンドギャップ以上のエネルギー領域 (50-200 nm) における励起準位の観測を行った。

結果として、Ce 単独添加サンプルからは、発光量が上昇するポジティブヒステリシス現象を観測した。図 1 にはこの例を示す。照射後において、¹³⁷Cs の 662 keV 光電吸収ピーク位置が 20%程度向上していることが分かる。これは既に過去研究が存在しているが、Ce濃度依存性に関する報告は初である。一方、Ce-Zr 共添加サンプルでは放射線損傷によって発光量が減少した。単独添加、共添加に関わらず、Ce濃度が高いものは、透過率の劣化が少なかった。ポジティブヒステリシスを起こしたサンプルは、照射前後において発光中心の量子収率の上昇が観測された。講演では、⁶⁰Co 照射前後における発光量の変化を放射線物性的な観点から議論する。

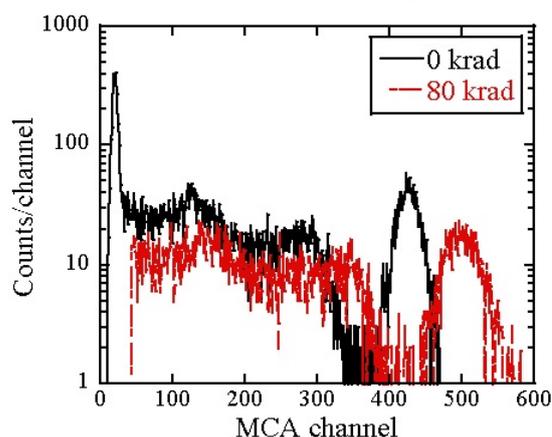


図 1 Ce 0.5% 添加 GSO の照射前後における ¹³⁷Cs スペクトル。

参考文献

- [1] T. Yanagida, Opt. Mat., 35 1987 (2013).
 [2] C. Grescovich, D. Cusano, D. Hoffman, R. J. Riedner, Am. Ceram. Soc. Bull. 71, 1120 (1992).
 [3] M. Tanaka, et al., Nucl. Instr. Meth-A 404 283 (2002).