

Nd 添加近赤外発光シンチレータ結晶の探索とその発光特性

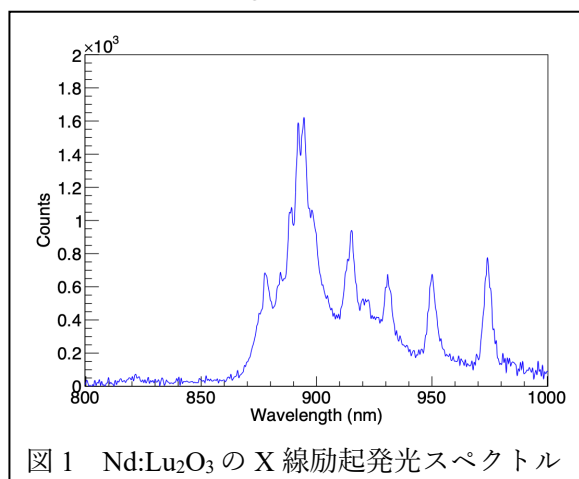
Search of Near-Infrared-Emitting Oxide Scintillator Crystal and its Optical Properties

東北大金研¹, 東北大 NICHe², (株) C&A³○(PC)石澤 倫¹, 黒澤 俊介^{1,2}, 山路 晃広^{1,2}, 吉川 彰^{1,2,3}Institute for Materials Research, Tohoku Univ.¹,New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku Univ.², C&A Corporation³,○(PC) Satoshi Ishizawa¹, Shunsuke Kurosawa^{1,2}, Akihiro Yamaji^{1,2}, Akira Yoshikawa^{1,2,3}E-mail: satoshi.ishizawa.a2@tohoku.ac.jp

我々は廃炉の円滑な遂行を目指し、一部で非常に高い空間線量率（10 Sv/h以上）が予測される領域でも動作可能な遠隔線量計として、赤色発光シンチレータCs₂HfI₆(CHI) [1]と光ファイバーを使用した新しい線量計を開発している [2]。一方で赤色-近赤外発光(700-1100 nm)を示すシンチレータとして潮解性のない酸化物の探索も進めており、これまでにYb添加La₂Hf₂O₇ (Yb:LaHO)の開発に成功し、~1 Sv/hの高線量場で有望なシンチレータの候補となることを示した [3]。そこで、有効原子番号が約64のYb:LaHO以上のガンマ線検出効率を有するHfやLuを含む材料に注目し、高融点の材料探索法コア・ヒーティング法 (CH法)[4]を用いて開発を進めている。具体的には、近赤外発光を示す有効原子番号がそれぞれ約66と69のNd添加Gd₂Hf₂O₇ (Nd:GdHO)とNd添加Lu₂O₃ (Nd:Lu₂O₃)単結晶の育成と特性評価を実施している。

Nd₂O₃とHfO₂ならびにGd₂O₃、およびNd₂O₃とLu₂O₃混合粉末の焼結ペレットをそれぞれ作成し、イリジウム (Ir) 金属とともにアーク炉 (GES-300A, GES Corp.) に設置した。そして電極から照射されるアークでIrを熱して間接的に焼結体を熔融するCH法を行った。育成された透明体は、X線回折装置 (D8 DISCOVER, Bruker)により相同定を行った。また、放射線励起による発光スペクトルをCCDカメラ (DU 420-OE, ANDOR) とX線発生器 (ターゲット:Ag, 印加電圧:20 kV, 印加電流:198 μA, Mini-X, Amptek) を用いて調べた。

Nd:GdHOとNd:Lu₂O₃はCH法によって透明体を得ることができた。粉末XRD回折による相同定の結果、いずれも異相のない単相であることが分かった。またNd:GdHOとNd:Lu₂O₃結晶の発光中心波長はそれぞれ890 nm程度で、期待どおりの近赤外発光を得ることができた。一例として図1に示すように、Nd:Lu₂O₃ではNd³⁺の4f-4f電子遷移(⁴F_{3/2}→⁴I_{9/2})に起因する発光が観測された。本講演ではこれらのシンチレータに対する光学特性評価の詳細について報告する。

図1 Nd:Lu₂O₃のX線励起発光スペクトル

[1] S. Kodama, S. Kurosawa, A. Yoshikawa *et al.*, Appl. Phys. Express, 13 (2020) 4, [2] 小玉、黒澤、吉川ら、第81回応用物理学会秋季学術講演会、2020年9月, [3] 石澤、黒澤、吉川ら、第82回応用物理学会秋季学術講演会、2021年9月, [4] Y. Kurashima, S. Kurosawa, A. Yoshikawa *et al.*, Cryst. Growth Des. 21, 572, (2021).