

X線および重粒子線照射による $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Tb}$ 焼結体の熱蛍光特性

X-ray and heavy particle-induced thermoluminescence of $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Tb}$ ceramics

東北大院工¹, 奈良先端大², 金沢工大³, 量研機構⁴, [○](B)小宮 基¹, 川本 弘樹¹, 藤本 裕¹,

越水 正典¹, 木村 大海², 岡田 豪³, 古場 裕介⁴, 柳田 健之², 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST², KIT³, QST⁴, [○]Hajime Komiya¹, Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹,

Hiromi Kimura², Go Okada³, Yusuke Koba⁴, Takayuki yanagida², Keisuke Asai¹

E-mail: hajime.komiya.s4@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】一般に、X線等の放射線検出に用いられる個人被曝線量計には、熱蛍光(TL)や光刺激ルミネッセンス(OSL)等の原理を応用したドシメータが利用されている。これらに用いられる材料には、放射線に対して高感度であること、使用環境における長時間の安定性に優れること等の性能要件を満たすことが求められる。焼結体は、化学的・熱的な高耐性に加え、製造コストの低廉性という利点を有するため、放射線測定素子への応用に適した材料であると考えられる。我々は、熱中性子に対する高い反応断面積を持つホウ素¹⁰(¹⁰B)の特性に着目し、¹⁰B含有焼結体の熱中性子計測用ドシメータへの応用を企図した。本研究では、 γ 線に対する反応性の低い軽元素のみで構成される $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 焼結体に Tb^{3+} を添加し、X線、陽子線、および重粒子線照射後の熱蛍光特性を調べた。

【実験方法】 H_3BO_3 , CaCO_3 , および Tb_4O_7 の粉末を(Caに対するTb濃度を0, 0.5, 1, および2 mol%として)混合し、電気炉内(700°C)で加熱後さらに混合し、タブレット型に成形後、電気炉内(850°C)で焼成した。こうして得られた焼結体を試料として、X線(管電圧40 kV)、陽子線(HIMAC)、および炭素イオン線(HIMAC)照射後における熱蛍光特性を調べた。熱蛍光の発光量測定には、フォトンカウンティングヘッド(H11890, Hamamatsu)を使用した。

【結果・考察】Fig 1に、X線照射後の熱蛍光グローカーブを示す。約340, 430, 500, および650 K付近にピークが見られる。

Fig 2に、X線照射後の約300 KにおけるTLスペクトルを示す。無添加焼結体に比して、 Tb^{3+} 添加焼結体では490および550 nm付近に顕著なピーク出現を伴う発光強度の増大が見られる。これらはそれぞれ Tb^{3+} における $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_6$ および $^5\text{D}_4 \rightarrow ^7\text{F}_5$ 遷移に起因する発光帯であり、 Tb^{3+} 添加による発光中心の形成を示唆する。

Fig 3に、陽子線照射後の熱蛍光グローカーブを示す。約350, 420, および640 Kにピークが、490 Kにおいてショルダーが見られる。これらのピーク温度は、X線照射後の熱蛍光グローカーブにおけるピーク温度とほぼ一致する。

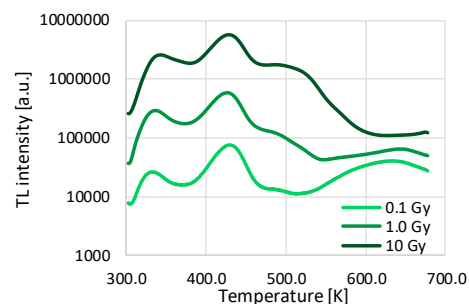


Fig 1. Thermoluminescence glow curves of $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Tb}$ (0.5 mol%) ceramics after X-ray irradiation.

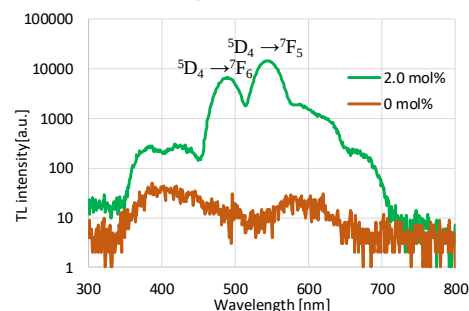


Fig 2. Thermoluminescence spectrum of $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Tb}$ (0 and 2.0 mol%) ceramics after X-ray irradiation (150 Gy).

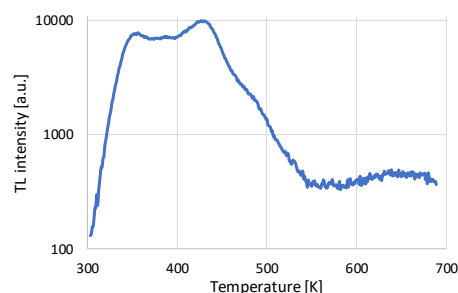


Fig 3. Thermoluminescence glow curves of $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Tb}$ (1.0 mol%) ceramics after proton beam (150 MeV/n, 10 Gy) irradiation.