

# Cu 含有アルミノホウケイ酸塩ガラスにおける ラジオフォトルミネッセンス挙動

## Radiophotoluminescence behavior in Cu-doped aluminoborosilicate glass

京工繊大<sup>1</sup>, 京大複合研<sup>2</sup> ○(M1)西 祐作<sup>1</sup>, 木野村 淳<sup>2</sup>

岡田 有史<sup>1</sup>, 若杉 隆<sup>1</sup>, 角野 広平<sup>1</sup>

Kyoto Inst. Tech.<sup>1</sup>, KURNS<sup>2</sup>, ○Yusaku Nishi<sup>1</sup>, Atsushi Kinomura<sup>2</sup>

Arifumi Okada<sup>1</sup>, Takashi Wakasugi<sup>1</sup>, Kohei Kadono<sup>1</sup>

E-mail: kadono@kit.ac.jp

【緒言】ガラスに放射線が照射されると、ガラス内に電子正孔対が生成する。電子正孔対の一部はガラス中に存在する金属イオンによって捕獲され、金属イオンの価数が増加することが知られている[1]。この現象を利用して、放射線照射後にガラス内に発光中心を生成し、新たな発光を誘起することが可能となる（ラジオフォトルミネッセンス（RPL））。これは、Ag ドープガラスを用いた個人被ばく線量計に応用されている[2]。当研究室では、Cu をごく微量含有するアルミノホウケイ酸塩ガラスにおいて、ガラス中の  $\text{Cu}^{2+}$  が電子を捕獲し、発光中心である  $\text{Cu}^+$  に変化して、RPL が誘起されることを見出した[3]。前回の発表では、ガラス組成と RPL 挙動との関係を調査し、最適な組成を報告した[4]。本発表では、この組成のアルミノホウケイ酸塩ガラスにおける RPL 強度の放射線量依存性や照射後の熱処理による変化など、より詳細な RPL 挙動について報告する。

【実験操作】所望の組成の原料粉末 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ) に  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  水溶液を所定量滴下し、 $200^\circ\text{C}$ 、1 h 乾燥させた。その後、残りの原料粉末 ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ) を加え、混合し、白金坩堝で  $1600^\circ\text{C}$ 、2 h 溶融した。ガラス融液をカーボン板に流し出し、 $T_g$  付近で 1 h アニールした。作製したガラスを厚さ 1.0 mm に成形し、光学研磨を行って試料とした。ガラスの組成は、外割で 5 mmol% Cu をドープした  $30\text{Na}_2\text{O} \cdot 20\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 40\text{SiO}_2$  (以下 ABS30) である。ガラス試料に対して、X 線やガンマ線 ( $^{60}\text{Co}$ ) を照射した。ガンマ線照射は京大複合研コバルト 60 ガンマ線照射装置で行った。吸収スペクトルや発光スペクトル、ESR スペクトルを測定し、RPL 挙動を調査した。また、熱処理による RPL の変化についても調査した。

【結果と考察】Fig. 1 に X 線照射前後の発光スペクトル及び、照射後更に熱処理によるスペクトルの変化を示す。照射前は、ほとんど発光は観察されず、ガラス中には発光を示す  $\text{Cu}^+$  がほとんど存在しないと考えられる。照射後は、 $\text{Cu}^{2+}$  が電子を捕獲し、 $\text{Cu}^+$  に変化して誘起される明瞭な発光が観察された。放射線照射により誘起された発光は、熱処理により増減を示す。150°C では発光強度が増大した。さらに 200°C での熱処理では強度は変化せず、250°C で減少した。さらに 500°C の熱処理で照射前の状態に戻ることが観察された。放射線照射による欠陥の生成は吸収スペクトルや ESR スペクトルから確認でき、主に O 原子に捕獲された正孔中心として存在している。Fig. 2 に照射線量に対する発光強度の変化を示す。300 Gy 付近までは比例的に増大し、それ以上の照射線量では飽和する傾向が認められた。挿入図に示すように 10 Gy 以下でも発光強度の増加が観察できた。

【参考文献】[1] K. Kadono et al., *Nucl. Inst. Meth. Phys. Res. B* 267 (2009) 2411–2415. [2] R. Yokota et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* 23 (1967) 1038–1048. [3] R. Hashikawa et al., *J. Am. Ceram. Soc.* 102 (2019) 1642–1651. [4] 西他, 第67回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 14p-PA2-67, (2020, 3. 東京)

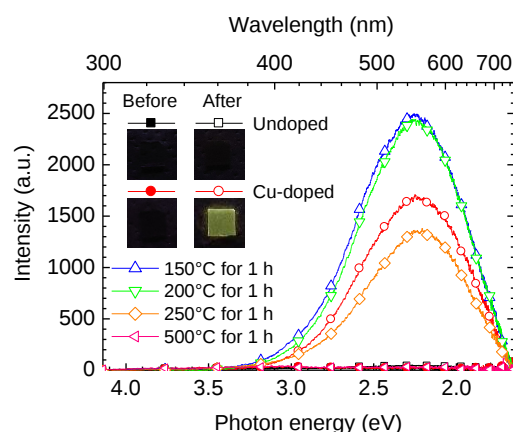


Fig. 1. Emission spectra of ABS30 doped with 5 mmol% Cu before and after X-ray irradiation and heat treatments.

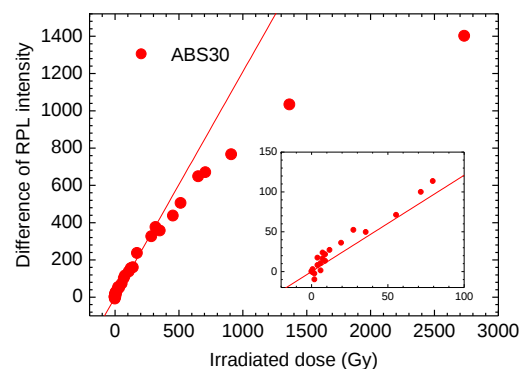


Fig. 2. Relationship between irradiated dose and difference of RPL intensity of ABS30 doped with 5 mmol% Cu.