

長残光蛍光体における電子トラップ準位の解析
Analysis of electron trap level in persistent phosphors

京都大学 人間・環境学研究科 関連環境学専攻

上田 純平

研究成果概要

長残光蛍光体とは、励起光を遮断後も、数時間から十数時間という長い時間発光し続ける発光材料であり、夜光塗料として時計の文字盤や避難誘導標識に使用されている。現在、市場に出回っている長残光蛍光体の 8 割は、1993 年に根本特殊化学株式会社によって開発された $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}\text{-Dy}^{3+}$ である。この長残光蛍光体をブレークスルーに、様々な長残光蛍光体がトライアンドエラーにより、研究開発がされてきたが、開発から約 20 年以上たった現在でも $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}\text{-Dy}^{3+}$ が最大輝度、最長時間を示す残光蛍光体である。長残光蛍光体の設計には、発光中心イオン、ホスト伝導帯、欠陥トラップ準位のエネルギー位置関係が重要であり、スペクトロスコピーによりこれらのエネルギー準位の決定&予測を行ってきた。本研究では、量子計算ソフトによるバンド構造計算により、長残光蛍光体の機構の理解を深めることを目的としている。

今回、 $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 橙色蛍光体において、長残光特性を付加させるために、真空基準束縛エネルギー準位図を構築し、最適電子トラップ中心が Tm^{3+} と Sm^{3+} であると予測した。実際に、 Tm^{3+} を $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 蛍光体に共添加することで、その残光強度は 9300 倍も向上した。CASTEP を用いた、バンド構造計算により、 $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ の伝導帯下端は、主に Ca の 4s 軌道により形成され、励起光によって Eu^{2+} の電子がこの伝導帯を介して Tm^{3+} へ移動していることを明らかにした。

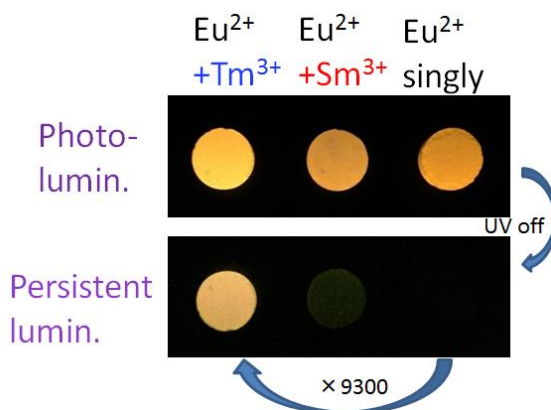


Figure 1. Images of photoluminescence and persistent luminescence in $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ doped with Eu^{2+} , $\text{Eu}^{2+}\text{-Sm}^{3+}$ and $\text{Eu}^{2+}\text{-Tm}^{3+}$.

発表論文(謝辞あり)

発表論文(謝辞なし)

- [1] J. Ueda, R. Maki, and S. Tanabe, *inorg. chem.* 56, 10353 (2017).