



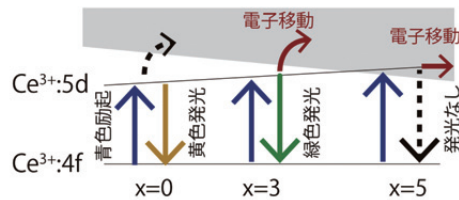
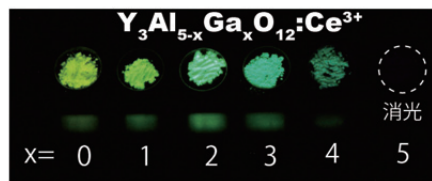
蛍光体の消光プロセスの 解明と新規蓄光材料の開発

う え だ じ ゅ ん べ い
上 田 純 平

京都大学大学院 人間・環境学研究所
相関環境学専攻 助教 (令和元年12月6日時点)

上田氏は、白色LEDに使用される蛍光体の消光のメカニズムを世界で初めて実験的に証明するとともに、蛍光体にとってデメリットである消光プロセスを逆に利用し、既存の材料に匹敵する新しい蓄光材料を開発しました。

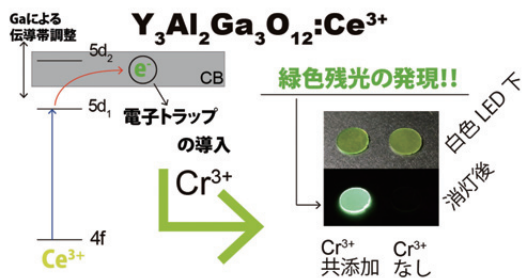
1



Ce³⁺添加ガーネット蛍光体 (Y₃Al_{5-x}Ga_xO₁₂:Ce³⁺)における 消光原因の特定

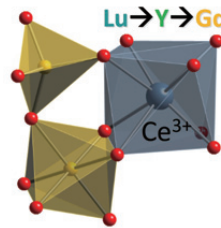
これまで消光プロセスは、主に励起状態から基底状態へ直接熱により緩和する消光原因が提唱されてきましたが、Ce³⁺添加ガーネット蛍光体において、青色光の照射でCe³⁺の電子が伝導帯へ移動する電子移動プロセスを実験で観測し、光誘起電子移動を世界で初めて明らかにしました。この光誘起電子移動消光による消光原因の証明は、新たな蛍光体開発の材料設計指針を与えるものになりました。しかしながら、この光誘起電子移動のプロセスを有する数多くの蛍光体は、蛍光体としては致命的であり、いわゆる“使えないもの”でありました。

2



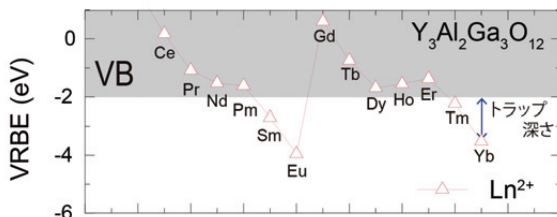
この電子移動消光プロセスを逆に取り、電子を一時的に蓄えることができる電子トラップ(Cr³⁺)を導入することにより、青色光照射遮断後も光り続けることができる蓄光材料開発への展開に成功しました。蓄光材料は夜光塗料として、時計の文字盤や緊急避難用の標識などに広く用いられていますが、近年白色LEDが室内照明として急速に普及する中、白色LEDを構成する最短波長成分である青色光で蓄光できる材料の需要は高まっています。

3



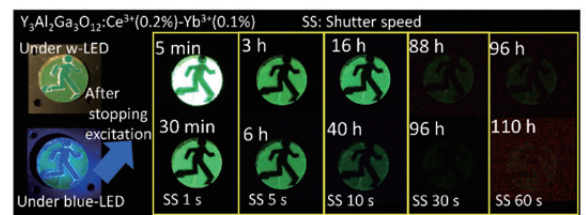
さらに、Ce³⁺の結晶場分裂制御により、青色光蓄光の特徴を残したまま、青緑から黄色に残光する新規蓄光材料の開発にも成功しました。

4



半経験的な理論モデルにより最適電子トラップの予測にも取り組み、効率的な新規蓄光材料の開発を可能にしました。構築したエネルギーダイアグラムから、Y₃Al₂Ga₃O₁₂化合物ではYb³⁺も蓄光材料に最適な電子トラップであると予測されました。

5



理論的に電子トラップとして働くことと予測されたYb³⁺は、確かに電子トラップとして働くことが確認され、非常に長い長残光を実現することに成功しました。これにより、残光蛍光体は、トライアンドエラーにより、偶然発見されるものから、設計できるものであることを示すことに成功しました。