

CsPbBr₃ ペロブスカイト量子ドット蛍光体の光退色と自己回復Photobleaching and self-recovery of CsPbBr₃ perovskite quantum dots

慶大理工 °城所 宏次, 磯 由樹, 磯部 徹彦

Keio Univ., °Koji Kidokoro, Yoshiki Iso, Tetsuhiko Isobe

E-mail: isobe@applc.keio.ac.jp

【目的】完全無機ハロゲン化物ペロブスカイト半導体である CsPbBr₃ 量子ドット(QDs)蛍光体は半値幅の狭い緑色蛍光を示す。このため、広色域ディスプレイへの応用が期待されている。一方、励起光により QDs が劣化し光退色することが知られている。本研究では、励起光により光退色した QDs が光照射後に回復することを発見した。

【実験方法】攪拌しながら 1-オクタデセン中に臭化鉛(II)、オレイン酸およびオレイルアミンを加えて 180 °C まで昇温した。これに、オレイン酸セシウムの 1-オクタデセン溶液をインジェクションして CsPbBr₃ QDs を得た。この QDs を遠心分離で回収し、真空乾燥して CsPbBr₃ QDs 粉末試料を得た。この試料を粉末試料ホルダーに充填して 468 nm の青色励起光 (48.5 W m⁻²) を 72 h 連続で照射した。その後 432 h まで、室温の暗所に粉末試料ホルダーを保管した。この間の QDs の光学特性を、粉末試料ホルダーに QDs を充填したまま測定した。

【結果および考察】Fig. 1(A)に示すように、72 h の励起光照射により PL 強度は初期強度の 20%まで低下した。Fig. 1(B)に示すように、72 h 照射後、室温の暗所に保管すると徐々に PL 強度が増加し、432 h で初期強度の 90%まで回復した。Fig. 2 に示すように、青色励起光を照射することで QDs の色は黄色から黒色へ変化した。この変色した試料を暗所に保管すると元の黄色へ徐々に戻る様子が観察された。青色励起光照射の前後および暗所保管後に、CsPbBr₃ 以外の X 線回折ピークは検出されなかった。Fig. 3 に、合成直後、72 h 励起光照射後および 18 h 暗所保管後の TEM 像を示す。励起光照射後、粒子が合一して平均粒子径は 8.4 nm から 18.8 nm へ増大した。これは励起光照射により QDs 表面に吸着した配位子が脱離し、隣接する粒子の表面が接合したためと推察される。また、暗所保管中に粒子のさらなる成長は見られなかった。UV-vis 吸収スペクトルの測定の結果、励起光照射中や暗所保管中に吸収端の変化は見られず、QDs のバンドギャップは 2.26 eV と見積もられた。蛍光強度が初期値近くまで回復したことも踏まえると、粒子径の変化が光学特性に与える影響は大きくないと言える。劣化と自己回復のメカニズムの解明には更なる分析を要する。

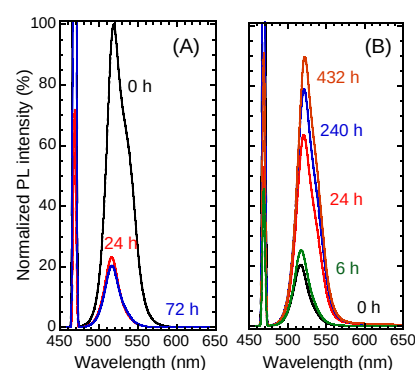


Fig. 1 CsPbBr₃ QDs の PL スペクトル.
(A) 励起光照射中の変化、
(B) 暗所保管中の変化。

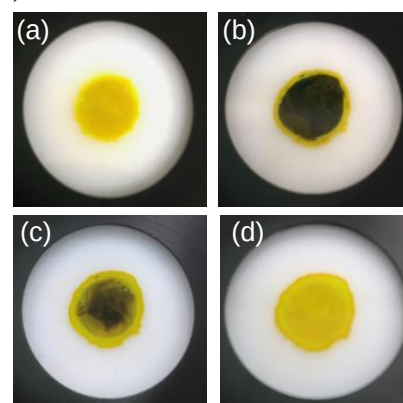


Fig. 2 CsPbBr₃ QDs の外観.
(a) 光照射 0 h、(b) 光照射 72 h、
(c) 暗所保管 6 h、(d) 暗所保管 432 h.

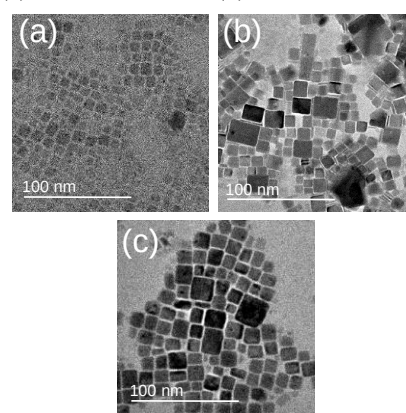


Fig. 3 CsPbBr₃ QDs の TEM 像.
(a) 光照射 0 h、(b) 光照射 72 h、
(c) 暗所保管 18 h.