

A サイト欠陥の補填による ペロブスカイト量子ドットの高内部量子収率化

High photoluminescence quantum yield of perovskite quantum dots by passivating for A site defect

山形大工¹, 山形大院理工², 伊勢化学³, 山形大院有機シス⁴, 山形大有機材料シスセ⁵

°佐藤 颯軌¹, 森川 結策², 浅倉 聡³, 千葉 貴之^{4,5}, 増原 陽人^{2,5}

Fac. of Eng., Yamagata Univ.¹, Grad. Sch. of Sci. and Eng., Yamagata Univ.², Ise Chem. Corp.³,
Grad. Sch. of Org. Mat. Sci., Yamagata Univ.⁴, FROM, Yamagata Univ.⁵

°Soki Sato¹, Yusaku Morikawa², Satoshi Asakura³, Takayuki Chiba^{4,5}, Akito Masuhara^{2,5}

E-Mail: thn89877@st.yamagata-u.ac.jp

【研究背景】

ABX₃型ペロブスカイト量子ドット (PeQDs) は、可視光全域での色相調整が可能なほか、高い色純度、高内部量子収率 (PLQY) を有し、次世代 LED 等の発光源として注目されている。しかし、この PeQDs を発光層に用いた LED デバイスの外部量子収率 (EQE) が低く、実用化への大きな課題となっている。これは、EQE の因子である PeQDs の PLQY が、本来の高い値を発揮できないことに起因する¹⁾。具体的には、A site 欠陥に由来する結晶構造の歪みにより、トラップ準位が形成され、PLQY の低下の主要因である非放射失活を誘発する²⁾。上記課題に対し本研究では、アルカリ金属 ($M = K, Rb, Cs$) を導入した PeQDs を作製した。これにより PeQDs の A site の欠陥を補填することで、結晶構造の歪みを緩和し、高い PLQY を有する PeQDs の作製に成功したので報告する。

【実験項】

配位子支援再沈殿法³⁾により PeQDs を作製した。具体的には、配位子 (oleic acid、oleyl amine) を酢酸エチルに溶解させ、貧溶媒を調製し、この貧溶媒中に、N,N-dimethylformamide (DMF) に caesium bromide (CsBr), lead(II) bromide (PbBr₂) を溶解させた前駆体溶液を注入し、CsPbBr₃ を作製した。その後、CsPbBr₃ 分散液へ炭酸塩を用いて M を添加し、 $M/CsPbBr_3$ を作製した。

【結果および考察】

X 線光電子分光法 (XPS) から、 $M/CsPbBr_3$ の M の存在を明らかにし (Fig. 1)、結晶構造解析 (XRD) から、 M を添加することで、PeQDs の A site 欠陥が補填され、結晶構造の歪みが改善できることも明らかにした。特に、 M として Rb を添加した系では、PLQY の大幅な向上 (28%→84%) を達成した (Table. 1)。以上の結果より、PeQDs 作製時に M を添加することで、所望である PeQDs の A site 欠陥の補填と、それに伴う結晶構造の歪みを改善したことで、PLQY の大幅な向上を達成した。当日は、他の M 材料を用いた PeQDs の光学特性についても議論する。

【参考文献】

- 1) 安達 千波矢, 『有機半導体のデバイス物性』(講談社, 2012) p. 81.
- 2) B. M. Wicliczka *et al.*, ACS Nano. **15**, 19334 (2021).
- 3) F. Zhang *et al.*, ACS Nano. **9**, 4533 (2015).

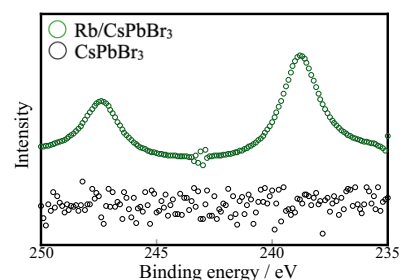


Fig. 1 XPS spectra of the Rb3p

Table. 1 PLQY of the CsPbBr₃ and Rb/CsPbBr₃

Sample	PLQY / %
CsPbBr ₃	28
Rb/CsPbBr ₃	84