

# 近赤外発光を示すペロブスカイト量子ドット FAPbI<sub>3</sub> の開発と LED 応用

## Synthesis of Near-Infrared Emitting Perovskite Quantum Dots FAPbI<sub>3</sub> under Iodine-Rich Conditions for High Performance

○上野瑞穂<sup>1</sup>, 江部日南子<sup>2</sup>, 隅越俊介<sup>1</sup>, 千葉貴之<sup>1,3,4</sup>, 城戸淳二<sup>1,3,4</sup>

(1. 山形大院有機、2. 山形大院理工学、3. 山形大有機エレ研セ、4. 山形大有機材料セ)

°Mizuho Uwano<sup>1</sup>, Hinako Ebe<sup>2</sup>, Shunsuke Sumikoshi<sup>1</sup>, Takayuki Chiba<sup>1,3,4</sup>, Junji Kido<sup>1,3,4</sup>

(1. Grad. Schl. Of Org. Mater. Sci., Yamagata Univ., 2. Fac. Of. Sci., Yamagata Univ.

3. Research Center for Organic Electronics, 4. Frontier Center for Organic Materials)

Email: [t-Chiba@yz.yamagata-u.ac.jp](mailto:t-Chiba@yz.yamagata-u.ac.jp)

**【緒言】** 近赤外領域の発光波長 (700~2500 nm) を有する発光デバイス (LED) は、医療用画像や光センサー、セキュリティ、光通信など幅広い用途への応用が期待されている。近赤外発光を示すペロブスカイト化合物 FAPbI<sub>3</sub> (FA=CH (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>+</sup>) は、従来材料に比べ安価かつ簡便な塗布プロセスにより成膜できる。また、優れた電荷輸送特性・光応答性を有することから、次世代の近赤外 LED 材料として注目されている。しかしながら、FAPbI<sub>3</sub> は、相安定性が低く、相転移や欠陥形成が起こることから、発光量子収率やデバイス性能の低下が知られている<sup>[1]</sup>。相安定性が乏しい主たる要因として、結晶構造の歪みやイオン脱離により生じた表面欠陥などが挙げられるが、ナノ結晶化することで相安定性の改善を図ることができる。本研究では、合成時のハロゲン組成制御により表面欠陥および粒径制御を行い、優れた相安定性および発光量子収率を有する近赤外ペロブスカイト量子ドット (QD) の開発と LED への応用を試みた。

**【実験方法・実験結果】** ヨウ化鉛 (PbI<sub>2</sub>) に対して質量比 25%でヨウ化亜鉛 (ZnI<sub>2</sub>) を添加した前駆体を用いたホットインジェクション法により FAPbI<sub>3</sub> QD を合成した。反応終了後、酢酸メチルを用いた再沈殿精製により、不純物を除去した。光学特性評価より、ZnI<sub>2</sub> を添加した FAPbI<sub>3</sub> QD 薄膜は、近赤外発光を示し、ZnI<sub>2</sub> 処理をしない系と比較して短波長化を確認した (Fig. 1a)。これは、ZnI<sub>2</sub> による小粒形成によりバンドギャップが増加したためだと考えられる。また、発光量子収率 (PLQY) は31%から74%へと大幅に向上<sup>[2]</sup>しており、小粒形成により表面張力が増加し、相安定性が向上したと考えられる。これらの FAPbI<sub>3</sub> QDs を用いてペロブスカイト量子ドット LED を作製した。駆動電圧 4 Vにおいて、近赤外発光 (754 nm) の EL スペクトルを示し、最大放射輝度 16.9 W/Sr<sup>m</sup>2 を達成した (Fig. 1b)。また、外部量子効率 (EQE) は5.8%から9.7%へと高性能化を達成した (Fig. 1c)。以上の結果から、FAPbI<sub>3</sub> QDs をヨウ素過剰条件下で合成することで、相転移や表面欠陥の抑制が可能になり、LED を高性能化する上で有効な手法であることを明らかにした。

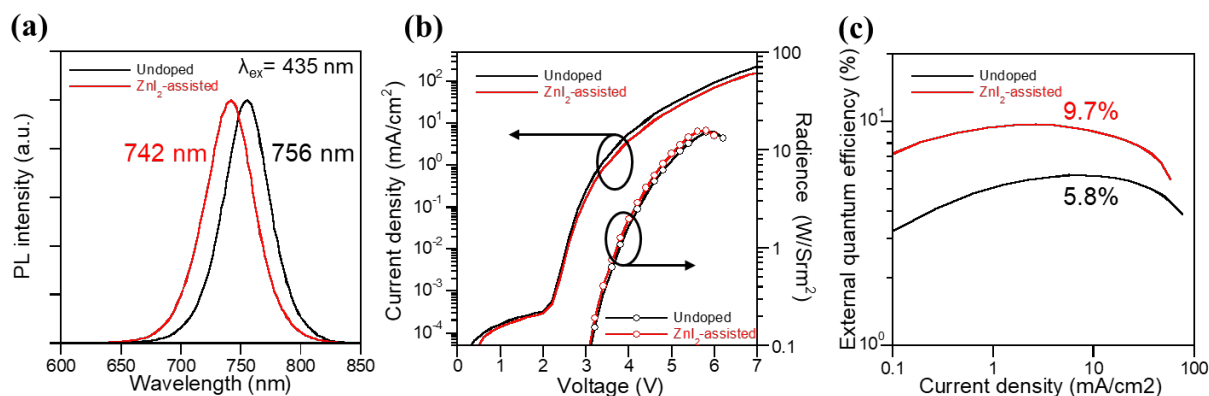


Fig. 1. (a) FAPbI<sub>3</sub> の光学特性, (b) 電流密度-電圧-放射輝度特性, (c) 外部量子効率-電流密度特性

### 【参考文献】

- [1] L. Protesescu *et al.* *ACS Nano* **2017**, *11*, 3119–3134
- [2] Q. Zhao *et al.*, *ACS Ener. Lett.* **2020**, *5*, 238