

高性能赤色発光ペロブスカイト量子ドットの 室温合成と波長変換フィルムの創製

High-performance red-emissive perovskite quantum dots via room-temperature synthesis for wavelength conversion film

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

°吉田 謙伸¹, 大下 直晃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

°Kenshin Yoshida¹, Naoaki Oshita², Satoshi Asakura³, Takayuki Chiba^{4,5}, Akito Masuhara^{2,5}

E-mail: ttr84240@st.yamagata-u.ac.jp

【研究背景】波長変換フィルムは、紫外線を特定の波長に変換し、発光波長を自在に制御できることから、ディスプレイなどのカラーフィルターの材料として期待されている。この波長変換フィルムに導入する材料として、最も有望視されているのが、ペロブスカイト量子ドット (PeQDs)¹⁾である。PeQDs は、広波長域で高い光吸収係数を示すほか、可視光全域 (λ_{PL} : 400~700 nm) で発光色を制御可能といった、優れた波長変換特性を有する。PeQDs の合成手法として、ホットインジェクション法があるが、高温・窒素下での雰囲気制御が必須であるうえに、煩雑な手順を要するため、実用化には適していない。

これに対し、PeQDs の実用的な作製手法として、室温大気下にて、合成が可能な配位子支援再沈澱法²⁾があるが、この手法では、未だ高性能な赤色発光 PeQDs の作製が困難である。これは、再沈澱法で用いる極性溶媒が、PeQDs を分解してしまう点と、PeQDs 表面のハロゲン欠陥の補填が不十分といった点が要因である。赤色発光 PeQDs の実用化には、極性溶媒フリー、且つ表面のハロゲン欠陥を十分に補填することが、当該課題の解決に必須である。

そこで本研究では、メタセシス反応³⁾により、極性溶媒フリーで PeQDs を合成し、ヨウ化アルキルアンモニウムを用いることでハロゲン欠陥を補填した。これにより、高い発光量子収率 (PLQY) を示す高性能な赤色発光 PeQDs の作製と、その高分子複合フィルムの作製に成功したので報告する。

【実験項】メタセシス反応を利用した極性溶媒フリーの室温合成法 (Fig. 1) により、赤色発光 CsPbI₃ PeQDs を作製した。具体的には、PeQDs の前駆体 A: Cs₂CO₃ を酸系配位子に溶解させた溶液を、前駆体 B: PbI₂ にヨウ化アルキルアンモニウム、酢酸エチル、酸・アミン系配位子を混合した前駆体 B 溶液に添加し、PeQDs を作製した。また、その PeQDs を用いて高分子複合フィルムを作製し、室温大気下における光学安定性を評価した。

【結果】ヨウ化アルキルアンモニウムを添加し、ハロゲン欠陥を補填することで、鉛とヨウ素の物質質量比 1:3.5 の条件において、PLQY 100%を達成した (Table. 1)。また、その PeQDs を用いた高分子複合フィルムは、7 日後も初期値の 93%の発光強度を維持し、極めて高い光学安定性を示した (Fig. 2)。当日は、より詳細な解析結果を報告する。

【参考文献】

- 1) Q. A. Akkerman, *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 2015, **137**, 10276.
- 2) F. Zhang *et al.*, *ACS Nano*, 2015, **9**, 4533.
- 3) Y. Zhang *et al.*, *Chem. Mater.*, 2020, **32**, 5410.

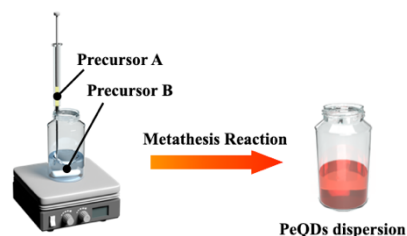


Fig. 1 Schematic illustration of synthesis method of PeQDs in this study.

Table. 1 Optical properties of PeQDs with different amounts of iodine.

Pb : I	1 : 2.0	1 : 2.5	1 : 3.0	1 : 3.5
λ_{PL} / nm	—	701	647	631
PLQY / %	0	21	86	100

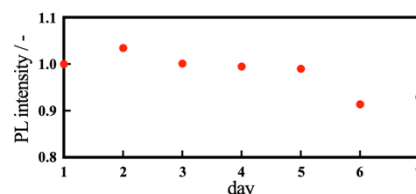


Fig. 2 Optical stability of PeQDs polymer composite film.