

ペロブスカイトナノ結晶の表面処理と発光デバイスへの応用

(山形大院有機) ○千葉 貴之¹

Post-synthetic surface modification of perovskite nanocrystals for LED applications

(¹Graduate School of Organic Materials Science, Yamagata University,) ○Takayuki Chiba¹

Cesium lead halide perovskites nanocrystals (NCs), CsPbX_3 ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$), have attracted much attention for apply in light-emitting devices (LEDs), owing to their high color purity and narrow full width at half maximum over the entire visible-wavelength range as well as their low-cost solution processing¹⁻³). Recently, metal halide treatment of perovskite nanocrystals (NCs) have explored to improve photoluminescence quantum efficiency (PLQY), colloidal stability, and performance of light-emitting devices (LEDs)⁴⁻⁵). In this work, we demonstrate the lead(II) bromide (PbBr_2) doping CsPbBr_3 NCs by post-synthetic treatment⁵). In general, PbBr_2 is insoluble in non-polar solvent such as toluene. The use of quaternary ammonium salt, didodecyldimethylammonium bromide (DDAB), enabled the complete dissolution of PbBr_2 in toluene. The PbBr_2 -DDAB doping treatment facilitated surface crystal growth and simultaneously enhanced the colloidal stability (more than 6 months). The PbBr_2 doped NCs exhibited a high PLQY (83.9% solution, 66.6% for film), excellent thermal stability, and enhancement of LED performances.

Keywords : perovskite nanocrystal, post-synthetic treatment, light-emitting devices

メタルハライドペロブスカイトナノ結晶 (CsPbX_3 , $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) は、高い発光量子収率と半値幅の狭い発光スペクトルを示し、塗布成膜が可能であることから、発光ダイオード (LED) 材料として期待されている¹⁻³)。近年、ハロゲンアニオン欠陥の補填や結晶構造の安定化を企図したナノ結晶の表面処理が検討されている⁴)。

本講演では、ペロブスカイトナノ結晶の高い分散安定性と LED 特性の向上を指向した金属ハライド塩のドーピング手法を紹介する⁵)。一般的に、臭化鉛は無極性溶媒であるトルエンに不溶であるが、四級アンモニウム塩を相間移動触媒として添加することで、トルエン中で臭化鉛が溶解することを見出した。合成した CsPbBr_3 と臭化鉛溶液を 80°C にて加熱攪拌し、二次的に結晶成長することで、発光量子収率や分散安定性が向上するとともに、ペロブスカイトナノ結晶 LED の高性能化に成功した。

- 1) T. Chiba, Y. Hayashi, H. Ebe, K. Hoshi, J. Sato, S. Sato, Y.-J. Pu, S. Ohisa, J. Kido, *Nat. Photon.* 12, 681–687 (2018).
- 2) T. Chiba, S. Ishikawa, J. Sato, Y. Takahashi, H. Ebe, S. Ohisa, J. Kido, *Adv. Opt. Mater.* 2000289 (2020).
- 3) W.-C. Chen, Y.-H. Fang, L.-G. Chen, F.-C. Liang, Z.-L. Yan, H. Ebe, Y. Takahashi, T. Chiba, J. Kido, C.-C. Kuo, *Chem. Eng. J.* 414, 128866 (2021).
- 4) T. Chiba, J. Sato, S. Ishikawa, Y. Takahashi, H. Ebe, S. Sumikoshi, S. Ohisa, J. Kido, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 12, 53891 (2020).
- 5) T. Chiba, Y. Takahashi, J. Sato, S. Ishikawa, H. Ebe, K. Tamura, S. Ohisa, J. Kido, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 12, 45574 (2020).