

発光デバイスを指向した超音波ビーズミルによる 赤色発光ペロブスカイトナノ結晶の作製とその光学特性評価 Preparation and optical properties of red-emissive perovskite nanocrystals by ultrasound-assisted beads milling

山形大工¹, 山形大院理工², 山形大院有機シス³, 伊勢化工⁴, 千葉ヨウ素イノセ⁵,
山形大有機材料シスセ⁶ ◯榎本 純哉¹, 梅本 和輝², 手塚 優樹²,

高橋 佳人³, 浅倉 聡^{2,4,5}, 千葉 貴之^{3,6}, 増原 陽人^{2,6}

Fac. of Eng., Yamagata Univ.¹, Grad. Sch. of Sci. and Eng., Yamagata Univ.², Grad. Sch. of Org.
Mat. Sci., Yamagata Univ.³, Ise Chem. Corp.⁴, CIRIC, Chiba Univ.⁵, FROM, Yamagata Univ.⁶

◯Junya Enomoto¹, Kazuki Umemoto², Yuki Tezuka², Yoshihito Takahashi³, Satoshi Asakura^{2,4,5},
Takayuki Chiba^{3,6}, Akito Masuhara^{2,6}

E-mail: tcw40463@st.yamagata-u.ac.jp

【研究背景】近年、第五世代移動通信システムの普及による遠隔医療の実現に向けて、医療用ディスプレイの視認性の向上が求められている。この視認性の向上を実現する発光材料として、現在、ペロブスカイトナノ結晶 (PeNCs) が有望視されている。PeNCs は、高い発光量子収率・色純度等のこれまでの半導体ナノ結晶には無い優れた光学特性を有し、また、ハロゲン組成による可視光全域での精緻な発光波長制御も可能である。しかしながら、これまでに報告されてきた LARP 法¹やホットインジェクション法²等による PeNCs の作製では、それぞれ、分散液中に PeNCs が可溶である極性溶媒を含む点や高温且つ N₂ 下での合成である点で課題を有し、PeNCs の実用的な作製手法は未確立である。

本研究では、上記課題を克服する作製手法として、ビーズによる粉砕と超音波による PeNCs の合成を組み合わせた新規合成法である「超音波ビーズミル」を開発 (Fig.1) し、これまで困難であった長時間において高い発光安定性を維持した赤色発光 PeNCs (CH₃NH₃PbI₃) の合成を達成したので報告する。

【実験手順】分散媒 (トルエン) に PeNCs 前駆体 (PbI₂, MAI)、配位子 (オレイン酸、オクチルアミン) を加えた系へジルコニアビーズを投入し、そこに直接、超音波を照射した。反応系内において、「超音波キャビテーションによる前駆体から PeNCs への直接合成」と「ビーズの振動・衝突による PeNCs の粉砕」を同時に進行させる。それにより、赤色発光 PeNCs 分散液を作製し、その特性を評価した。

【実験結果】粉砕 (超音波照射) 時間の増加に伴い、分散液は黒色を呈し、UV 照射下において PeNCs 由来の赤色発光が明瞭に確認出来た。また、超音波照射時間 60 min の時に、最大の発光量子収率 56% が確認でき、本手法における最適な粉砕時間を見出した。さらに、作製した PeNCs 分散液の吸収・発光スペクトル (Fig.2 (a)) より、発光波長 738 nm、半値全幅 51 nm の単一ピークの発光が確認でき、TEM 像 (Fig.2 (b)) からは、粒径 10 nm 以下のサイズ・形状共にほぼ単分散な PeNCs を確認した。以上より、本手法が PeNCs の作製において有用であることを確認した。粉砕条件が、作製した PeNCs の各種特性に与える影響等の詳細は、当日報告する。

【参考文献】1) L. Protesescu *et al.*, *Nano Lett.*, **2015**, 15, 3692-3696.

2) F. Zhang *et al.*, *Chem. Mater.*, **2017**, 29, 3793-3799.

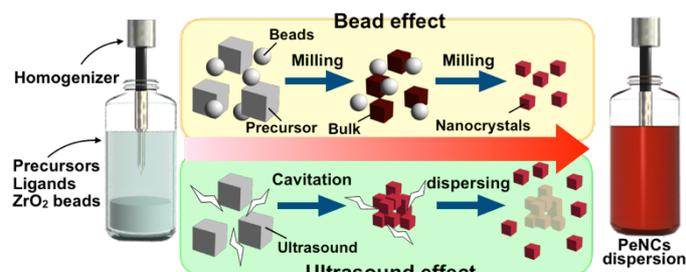


Fig. 1 Schematic illustration of Ultrasound-assisted beads milling preparing for PeNCs.

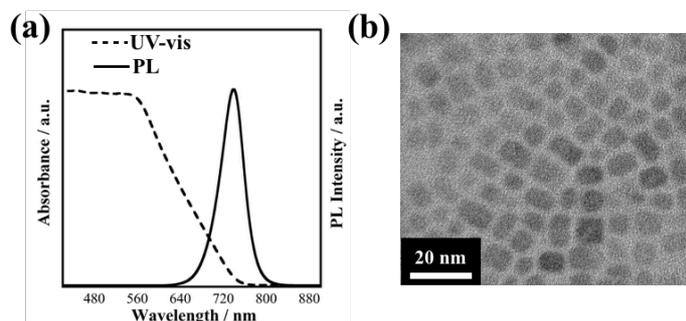


Fig. 2 (a) UV-vis / PL spectra and (b) TEM image of PeNCs dispersion.