

自己組織化法による CsPbI<sub>3</sub> ナノ結晶超格子の作製 IISynthesis of 3D-superlattices of CsPbI<sub>3</sub> perovskite nanocrystals by self-assembly method II名工大院<sup>1</sup>, 室工大<sup>2</sup>, ○(M2) 増田 拓真<sup>1</sup>, 濱中 泰<sup>1</sup>, 葛谷 俊博<sup>2</sup>, 武田 圭生<sup>2</sup>Nagoya Inst. Tech.<sup>1</sup>, Muroran Inst. Tech.<sup>2</sup>, ○T. Masuda<sup>1</sup>, Y. Hamanaka<sup>1</sup>, T. Kuzuya<sup>2</sup>, K. Takeda<sup>2</sup>

E-mail: cmw12003@ict.nitech.ac.jp

【背景】ハロゲン化鉛ペロブスカイト CsPbX<sub>3</sub>(X=Cl, Br, I)のナノ結晶 (NC) は、高い発光量子効率、シャープな発光スペクトル、可視光全域をカバーする波長制御性を示し、新規蛍光材料として期待されている。近年、CsPbBr<sub>3</sub> NC が高密度周期的に配列した三次元超格子 (3D-SL) において、コヒーレントに結合した NC が共同的に放出する超蛍光<sup>[1]</sup>や NC 間の電子的結合<sup>[2]</sup>、NC 間での共鳴エネルギー移動 (FRET)<sup>[3]</sup>などが報告されている。我々は、研究例が少ない CsPbI<sub>3</sub> NC の三次元超格子の作製と発光特性の調査を進めている。今回は、電子顕微鏡 (TEM、SEM) による NC の粒径解析と NC 配列構造の観察を行った。また発光特性を調査した。

【超格子の作製方法】ホットインジェクション法<sup>[4]</sup>により合成した CsPbI<sub>3</sub> NC (PLQY ≈ 87%) を、貧/良溶媒を用いた再沈殿法によりサイズ分離した。この NC をトルエンに分散させてシリコン基板上に滴下し、約 6 時間かけてトルエンを揮発させ、自己組織的に配列、凝集させた。

【結果と考察】Fig. 1 に生成物の SEM 像と光学顕微鏡像 (上)、および単一 NC の TEM 像 (下) を示す。NC は一辺が平均約 14.5 nm の立方体形状であった。光学顕微鏡像には一辺が約 1.5 μm の正方形の粒子が観測される。その SEM 像から、粒子内部では NC が辺を接して周期的に配列していることがわかる。このような特徴より、三次元超格子を形成していることが期待される。Fig. 2 に、NC 溶液と単一の超格子の発光スペクトルを示す。溶液と比較すると、超格子の発光ピークは約 6 meV レッドシフトしている。Fig. 3 に、同じ試料の、Fig. 2 の矢印のエネルギーで測定した発光減衰曲線を示す。超格子の減衰は溶液よりもはるかに速い。溶液ではエネルギーが異なっても減衰挙動に差がないが、超格子では高エネルギーの発光減衰がより速い。このような傾向は、半導体 NC 間の励起エネルギー移動が生じ非輻射的なキャリア緩和が加速される場合に観測される結果と定性的に一致している。今後は、超放射が報告されている低温領域で、発光特性を詳細に調査する予定である。

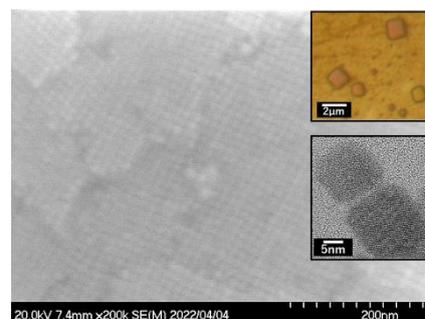
[1] G. Rainò et al., *Nature* 563, 671 (2018).[2] C. Zhou et al., *Nat. Commun.* 11, 329 (2020).[3] E. Penzo et al., *ACS Nano* 14, 6999 (2020).[4] F. Liu et al., *ACS Nano* 11, 10373 (2017).

Fig.1 SEM image of a single SL of the CsPbI<sub>3</sub> NCs. Insets: Optical microscope image of SLs (upper) and TEM image of NCs (lower).

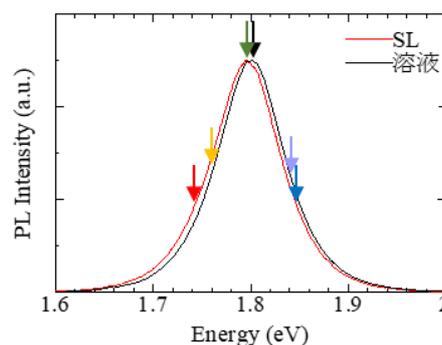


Fig.2 PL spectra of the CsPbI<sub>3</sub> NCs dispersed in solvent and a single NC-SL at room temperature.

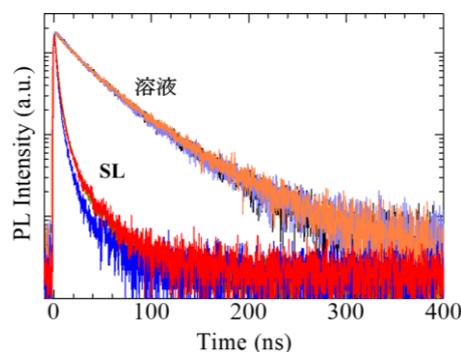


Fig.3 PL decay profiles of CsPbI<sub>3</sub> NCs dispersed in solvent and a single NC-SL at room temperature.