

## 錫と鉛の混晶比による CsSn<sub>x</sub>Pb<sub>1-x</sub>Br<sub>3</sub> ペロブスカイトナノ結晶 の光物性と光励起キャリアダイナミクスの変化

### Dependence of the optical properties and carrier dynamics of CsSn<sub>x</sub>Pb<sub>1-x</sub>Br<sub>3</sub> Perovskite nanocrystal on the ratio of tin to lead

○川畑 健大朗<sup>1</sup>, 劉 峰<sup>1</sup>, 張 耀紅<sup>1</sup>, 丁 超<sup>1</sup>, 豊田 太郎<sup>1</sup>, 早瀬 修二<sup>1</sup>, 沈 青<sup>1</sup>  
(電通大基盤理工<sup>1</sup>)

Kentaro Kawabata<sup>1</sup>, Feng Liu<sup>1</sup>, Yaohong Zhang<sup>1</sup>, Chao Ding<sup>1</sup>, Taro Toyoda<sup>1</sup>,  
Shuzi Hayase<sup>1</sup> and Qing Shen<sup>1</sup>  
(Univ. of Electro-Commun. <sup>1</sup>)

E-mail: [kawabata@jupiter.pc.uec.ac.jp](mailto:kawabata@jupiter.pc.uec.ac.jp)

【序論】全無機ハロゲン化物ペロブスカイトナノ結晶(NC)はバルク材料より高い安定性を示すことと光電変換デバイスへの応用の可能性をもつことから、広い関心を集めている。従来 CsPbBr<sub>3</sub> NC は、高い発光量子効率を示すことで知られているが、毒性のある鉛によりデバイス化が難しいと考えられてきた。しかし、私たちが近年 Pb と Sn を混晶させた CsSn<sub>x</sub>Pb<sub>1-x</sub>Br<sub>3</sub> NC の作製に成功し、鉛使用量の減少に加えて、高い安定性を持つことも報告した[1]。一方、スズと鉛を混晶させることによって CsSn<sub>x</sub>Pb<sub>1-x</sub>Br<sub>3</sub> NC の光物性に大きな影響を与えることが示唆されているが、そのメカニズムに関する基礎研究は不十分である。そこで、本研究では、鉛の量を固定して、スズの量を変化させる条件下で CsSn<sub>x</sub>Pb<sub>1-x</sub>Br<sub>3</sub> NC を作製し、その光吸収やフォトルミネッセンス (PL) などの光物性と光励起キャリアダイナミクスの変化およびそのメカニズムについて検討した。

【作製方法】セシウム(Cs)源としてオクタデセン(ODE)、オレイン酸(OA)とオレイン酸アミン(OAM) の混合液中に炭酸セシウムを溶解させた Cs-オレエート溶液を用意した。その溶液を 180 °C にしたときに前駆体として作製した 1.2 mmol の臭化鉛(PbBr<sub>2</sub>)と数種類の異なるモル数での臭化スズ(SnBr<sub>2</sub>)の溶液を注入した[1]。Sn と Pb の混合比の異なる数種類の NC を作製した。

【結果と考察】図 1 に作製した NC の X 線回折パターンを示す。Cubic のペロブスカイト構造を持つことが確認できた。混晶比の変化による NC の安定性や結晶内でのひずみの変化については当日発表する予定である。図 2 では、Sn と Pb の混晶比の違いによる NC の結晶状態の乱れや欠陥準位の変化を比較するため、各試料の光吸収スペクトルにおける Urbach tail を比較した。Urbach 則、すなわち  $\alpha(E) = \alpha_0 \exp((E - E_0)/E_U)$  [2] ( $\alpha(E)$ : 光吸収係数,  $E$ : フォトンエネルギー,  $E_0$ : バンドギャップエネルギー,  $\alpha_0$ : 材料固有の光吸収係数 ( $E=E_0$  の時)) を適用して得られた Urbach エネルギー  $E_U$  を表 1 に示す。Sn の割合  $x$  が大きくなっていくと  $E_U$  が増加することが分かった。これは Sn の割合  $x$  が大きくなると共に、電子-フォノン相互作用の影響や結晶状態の乱れと欠陥密度の増加の可能性が示唆される。また、Sn の割合  $x$  変化による光励起キャリアダイナミクスの変化も見られた。詳細については、当日発表する予定である。

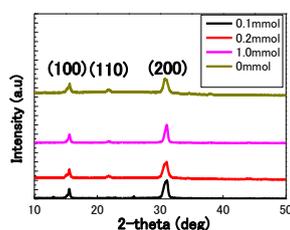


図 1 X 線回折パターン

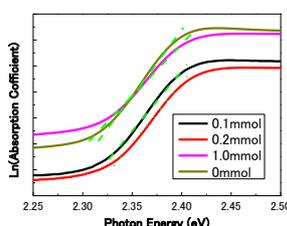


図 2 Urbach tail の比較

表 1 Urbach エネルギーの比較

The volume of Tin	Urbach energy(meV)
0mmol	20.4
0.1mmol	21.7
0.2mmol	21.9
1.0mmol	24.0

[1] Liu et al., *Chem. Mater.* **32**, 1089(2020). [2] F. Urbach, et al., *Phys. Rev.* **92**, 1324 (1953).