

塩化ゲルマニウム前駆体を用いた Cs₂NaInCl₆ ペロブスカイト量子ドットの作製と光物性

Preparation and optical properties of Cs₂NaInCl₆ perovskite quantum dots with germanium chloride precursors

電気通信大学基盤理工¹ ○(M1)戸佐 圭汰¹, 丁 超¹, 早瀬 修二¹, 沈 青¹

The Univ. of Electro-Commun.¹, ○Keita Tosa¹, Chao Ding¹, Shuzi Hayase¹ and Qing Shen¹

E-mail: t2233063@edu.cc.uec.ac.jp

ABX₃ (A: CH₃NH₃, Cs etc., B: Pb, X: Cl, Br, I) の分子式で表されるペロブスカイト量子ドットは、優れた光電特性をもち、ディスプレイの光源などに適用できる発光を示すが、鉛の毒性によってデバイスへの適用が困難である^[1]。そこで、2 価の陽イオンである鉛を 1 価の陽イオンであるナトリウム、3 価の陽イオンであるインジウムに置換した Cs₂NaInCl₆ で表されるダブルペロブスカイトが注目されている^[2]。また、Cs₂NaInCl₆ にアンチモンをドーピングすることでより高い発光量子収率の青色発光を示すことが報告されている^[3]。しかし、鉛フリーなペロブスカイト量子ドットの青色発光領域の発光量子収率は低く、デバイスに適用するためにはさらなる高効率化が望まれる。

本研究では、塩化ゲルマニウム前駆体を用いたホットインジェクション法で Cs₂NaInCl₆ を作製した。従来ホットインジェクション法の前駆体としてクロロトリメチルシラン (TMSCl) など毒性の高い有機ハロゲン化合物が使われているが、毒性の低い塩化ゲルマニウムはその代替として期待されている^[4]。発光量子収率の向上および発光メカニズム解明を目指し、アンチモンドープ量、インジェクション後の反応時間など最適作製条件を検討した。また、発光量子収率 (PLQY)、吸収およびフォトルミネッセンス (PL) スペクトル、X 線分光法 (XPS)、X 線回折 (XRD) を測定した。

先行研究では、16~18 分の反応時間だが、本研究での XPS の結果から多くの副生成物ができていると考えた。そのため反応時間を 1 分にして作製し、発光量子収率を測定した (Fig. 1)。その結果、発光量子収率が 61.9% から 81.8% に向上した。これは、反応時間を短くすることによって副生成物が少なくなり、より高効率な発光になったからだと考えられる。今後は発光および PLQY 向上のメカニズム解明を目的として、光励起キャリアダイナミクスを、過渡吸収分光法を用いて測定、評価する。これらのメカニズム解明により発光量子収率が改善されることによって、無毒で高効率な発光デバイスとして適用可能である。

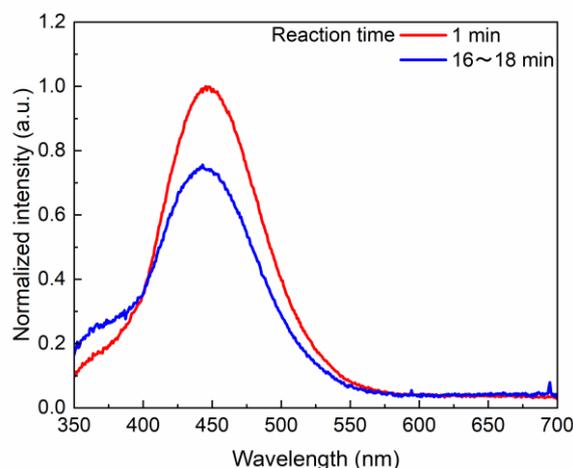


Fig. 1 PL spectra of Cs₂NaInCl₆ at different reaction time.

- [1] L. Protesescu, *et al.*, *Nano Lett.* **15**(6), 3692 (2015).
 [2] J. Zhou, *et al.*, *Adv. Opt. Mater.* **7**(8), 1801435 (2019).
 [3] R. Zeng, *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.* **11**(6), 2053 (2020).
 [4] X. Wang, *et al.*, *Nano Lett.* **22**(2), 636 (2022).