

高純度化材料を用いたスズ系ペロブスカイト半導体膜の作製とバンド構造制御

Fabrication and Band Structure Control of Tin-Based Perovskite Semiconductor Films Made from High Purity Materials

京大化研 ○大塚 健斗, Jiewei Liu、半田 岳人、中村 智也、
Richard Murdey、金光 義彦、若宮 淳志

Institute for Chemical Research, Kyoto Univ., ○Otsuka Kento, Jiewei Liu, Taketo Handa,
Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya

E-mail: otsuka.kento.22w@st.kyoto-u.ac.jp

近年、 ABX_3 の組成からなるペロブスカイト材料を光吸収層に用いたペロブスカイト太陽電池が、溶液の塗布により作製できる次世代太陽電池として注目されている。これまで、鉛を含むペロブスカイト半導体を光吸収層材料に用いて 20%を超える高い光電変換効率 (PCE) を示す太陽電池が報告されている。一方、実用化の観点からは、より環境負荷の少ない次世代太陽電池として、鉛をスズに置き換えたスズ系ペロブスカイト半導体材料を用いた太陽電池の高性能化が期待されている。しかし、一般にスズ系ペロブスカイト半導体は鉛系に比べてバンドギャップ (E_g) が小さく、特にその価電子帯 (VB) のエネルギー準位 (-5.02 eV, $MA\text{SnI}_3$ ($MA: \text{CH}_3\text{NH}_2^+$); -5.16 eV, $FA\text{SnI}_3$ ($FA: (\text{NH}_2)_2\text{CH}^+$) は、鉛系 (-5.45 eV, MAPbI_3) に比べて浅いため、一般的な正孔輸送材料 (HTM) への電荷取り出し効率が悪い¹⁾。本研究では、スズ系ペロブスカイト半導体の電子構造の制御という観点から、 ASnX_3 の A サイトと X サイトに様々なイオンを組み合わせた ($A = \text{MA}^+, \text{FA}^+, \text{Cs}^+$; $X = \text{I}^-, \text{Br}^-$)、一連の薄膜材料を作製し、これらの物性評価を検討した。

FASnX_3 の X サイトに Br^- を加える際、 Br^- 源の前駆体材料として $\text{SnBr}_2(\text{dmf})$ 錯体¹⁾を用いると、市販の SnBr_2 を用いた場合に比べて、蛍光スペクトルの強度が増加するとともに蛍光寿命が伸びることを見出した (Figure 1)。高純度化前駆体材料を用いることでペロブスカイト薄膜内の欠陥が減少することが示唆された。また、用いるイオンの組み合わせによりスズ系ペロブスカイト半導体の電子構造が系統的に変化することを明らかにした。例えば、X サイトに Br^- を加えることでバンドギャップが大きくなり、VB が変化することを確認した (Figure 2)。これらの知見に基づいて、得られた材料を用いた太陽電池デバイスの作製と評価についても検討を進めており、最新の成果についても報告する予定である。

1) M. Ozaki, Y. Shimakawa, Y. Kanemitsu, A. Saeki, A. Wakamiya, *et al.* *ACS Omega* **2017**, *2*, 7016-7021.

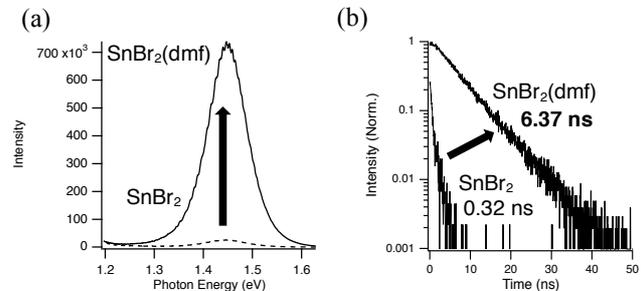


Figure 1. (a) PL spectra and (b) PL decay curve of perovskite films ($\text{FASnI}_{2.75}\text{Br}_{0.25}$).

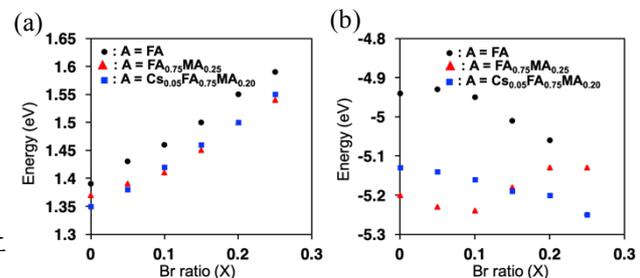


Figure 2. (a) Band gap and (b) valence band (VB) of perovskite films ($\text{ASnI}_{(1-X)}\text{Br}_X$).