

有機無機ハイブリッドペロブスカイトの光物性と光デバイス

Photophysics of Organic-Inorganic Hybrid Perovskites

京大化研 金光義彦

Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.

E-mail: kanemitsu@scl.kyoto-u.ac.jp

低温溶液プロセスで作製できる高品質半導体のハロゲン化鉛ペロブスカイトが新しいフォトニクス材料として注目されている[1,2]。ハロゲン化鉛ペロブスカイトの化学的組成は APbX_3 と表すことができ、多くの場合 A サイトカチオンとして CH_3NH_3^+ (MA^+)や $\text{CH}(\text{NH}_2)_2^+$ (FA^+)などの有機分子が用いられ、有機無機ハイブリッド半導体のひとつである。ハロゲン X を I, Br, Cl と変化させることにより、近赤外から青色の幅広い波長領域でバンドギャップエネルギーを連続的に変えることができる。また、A サイトカチオンを MA, FA などの有機物と Cs などの無機物を組み合わせることにより光デバイスの耐久性が大きく向上する。このように有機無機ハイブリッドペロブスカイトは、構成元素や構成分子を選択・最適化することにより様々な特性を示す半導体を作製できる特長を有する。

有機無機ハイブリッドペロブスカイトとして最も研究されている MAPbI_3 は直接遷移型半導体であり、室温のバンドギャップエネルギーは 1.61eV である[3]。励起子束縛エネルギーは室温で 10meV 以下であり[4]、光電特性は励起子ではなく自由キャリアの応答で決まる[5,6]。シャープな吸収端（小さなアーバック裾）[3]と大きな輻射再結合速度[5]は、高品質 GaAs と同程度である。高い発光効率に基づくフォトンリサイクリング[7,8]、非常に長い拡散長、さらには電子一格子の強結合などの特徴がある。また、高品質単結晶が容易に作製でき、それを用いて光学特性の詳細が明らかになりつつある[9,10]。高い量子効率や幅広い波長範囲をカバーする発光は、ディスプレイデバイスさらには単一光子源[11]としての利用が期待できる。講演では、発光デバイス材料としての有機無機ハイブリッドペロブスカイトの光物性とその特徴を利用したフォトニクスデバイスについて議論する。

本研究は JST-CREST (JPMJCR16N3) の援助による。

- [1] Y. Kanemitsu: J. Mater. Chem. C. **5** (2017) 3427.
- [2] Y. Yamada *et al.*, Bull. Chem. Soc. Jpn. (2017) to be published.
- [3] Y. Yamada *et al.*: Appl. Phys. Express **7** (2014) 032302.
- [4] Y. Yamada *et al.*: IEEE J. Photovoltaics **5** (2015) 401.
- [5] Y. Yamada *et al.*: J. Am. Chem. Soc. **136** (2014) 11610.
- [6] L. Q. Phuong *et al.*: J. Phys. Chem. Lett. **7** (2016) 2316.
- [7] Y. Yamada *et al.*: J. Am. Chem. Soc. **137** (2015) 10456.
- [8] T. Yamada *et al.*: Adv. Electron Mater. **2** (2016) 15002.
- [9] L. Q. Phuong *et al.*: J. Phys. Chem. Lett. **7** (2016) 4905.
- [10] T. Yamada *et al.*: Phys. Rev. Applied. **7** (2017) 014001.
- [11] N. Yarita *et al.*: J. Phys. Chem. Lett. **8** (2017) 1413.