

## 界面の分子工学で進化するペロブスカイト太陽電池

### Molecular engineering of interfaces to advance perovskite solar cells

桐蔭横浜大 宮坂 力

Toin University of Yokohama, Tsutomu Miyasaka

E-mail: miyasaka@toin.ac.jp

ペロブスカイト太陽電池は結晶粒子界面の改良技術によって変換効率と耐久性が改善し、シングルセルの効率は26%、タンデムでは34%以上に達している[1]。現在の研究開発は、欠陥パッシベーションのための界面工学、耐久性の向上のための組成改良、大面積モジュールと多接合タンデムセルの製作が活発化している。筆者らは変換効率、界面構造の改良によって光電変換性能における電圧出力を理論限界に近いレベルに高めることに注力してきた[2,3]。また高温耐久性を高めるために有機無機複合ペロブスカイト（120°Cまで安定）から全無機組成のペロブスカイト（CsPbX<sub>3</sub> (X=I, Br)、400°C以上まで安定）に換えて高効率化に取り組んできた。耐久性の確保にはヨウ素イオンなどのイオンの拡散の問題を解決する技術が必要である。順層構成では、正孔輸送材料（HTM）に拡散性ドーパントを必要としない高分子材料を使用し、電子輸送層には SnO<sub>2</sub> の界面をアモルファスの SnOx 超薄膜を被覆して改質した。この方法によって電圧出力が 1.4V から 1.5V の単セルが実現した。電圧が高まった効果として、低光量の屋内 LED 照明のもとでも 1.1V から 1.2V の電圧を維持し効率は 34%に達する[3]。これらは、界面の構造改質による結果であるが、現在、数多くの有機化合物が、結晶の粒界のパッシベーションに有効とわかり、また電極とペロブスカイトの界面には電流を整流する自己組織化単分子膜として大きな効果を示している。後者によって HTM が不要となるシンプルな構造が高性能を実現しており、この研究の流れは、今後、新しい薄膜構造の素子を高効率化することにつながると思う。

実用化においては、低光量下の高電圧を特長とする光電変換素子は太陽電池としてのみならず、屋内用の IoT デバイスの電源としても有用である。ペロブスカイトはインクジェットなどを使う印刷工程によって、プラスチックフィルムに成膜した極めて軽い素子として作製することができる。軽量フレキシブルな太陽電池は、車載用のみならず宇宙衛星への応用にも期待される。これはペロブスカイトが高エネルギー粒子(陽子および電子ビーム)への暴露に対して高い耐性を示すためである[4]。しかし、大面積モジュールの開発は、生産技術に大きな技術課題を残している。講演では生産技術の課題にも触れる。

1. 宮坂 力、「ペロブスカイト太陽電池」、共立出版、2024年。
2. G. M. Kim, T. Miyasaka, et al., *Adv. Energy Mat.* **2022**, 12, 2102856.
3. Z. Guo, T. Miyasaka, et al., *Adv. Func. Mat.* **2021**, 31, 2103614.
4. Y. Miyazawa, T. Miyasaka, et al., *iScience* **2018**, 2, 148.