

ペロブスカイト太陽電池に向けた材料開発

Development of Novel Materials for Perovskite Solar Cells

上智大理工 °竹岡裕子

Sophia Univ. °Yuko Takeoka

E-mail: y-tabuch@sophia.ac.jp

地球温暖化など様々な環境問題が深刻化する中、化石燃料の代替となるエネルギー源が注目を集めています。太陽電池はその一つとして期待されており、盛んに研究が行われています。数多くある太陽電池の中でも、この数年、恐るべきスピードで変換効率を伸ばしている太陽電池がペロブスカイト太陽電池であり、有機物質と無機物質を複合化させた有機無機ペロブスカイト型化合物を可視光吸収材として用いることを特徴としています。桐蔭横浜大学の宮坂力教授らが報告したのがそのスタートであり、2009 年報告当時の発電効率は3.8%でしたが、それ以降直線的に発電効率は上昇し、発電効率20%の領域に既に達しています。これはペロブスカイト太陽電池が実用化材料の候補に近づいてきたことを意味しており、新しい時代を担う可能性を示しています。

有機・無機ペロブスカイト型化合物は、無機物であるハロゲン化金属(MX_2 ; M: 二価金属、X: ハロゲン)と有機アミンハロゲン化物(RNH_3X)を複合化して得られる化合物であり、 $[\text{MX}_6]^{4-}$ 八面体を構成単位としています。 $[\text{MX}_6]^{4-}$ 八面体が規則的に配列し、有機アンモニウムのようなカチオンがその間を埋めて、構造を形作っています。メチルアミン(MANH_2)やホルムアミジン($\text{NH}_2\text{CH}=\text{NH}_2$)のような小さいカチオンを用いると、 $[\text{MX}_6]^{4-}$ 八面体は隣り合う $[\text{MX}_6]^{4-}$ 八面体と全ての頂点を共有し、ペロブスカイト型結晶格子が三次元的に広がった結晶構造を形成します。これらは、 AMX_3 (A: 有機カチオン)の化学組成で表され、三次元(3D)系化合物と呼ばれています。一方でペロブスカイト型化合物群の特徴はその構造多様性にあり、より鎖長の長いアルキルアミンを導入すると、八面体ネットワークが二次元(2D)に連結した化合物や、双頭型のジアンモニウムや環状アミンを用いると、一次元(1D)、またはゼロ次元(0D)に孤立した化合物を合成することも可能です。これまでに私達はこのような組み合わせの多様性を活かし、0~3次元のペロブスカイト化合物を精密に合成することに成功しています。¹⁻⁴八面体のネットワークを自在に変化させることができることにこの材料の面白みがあり、このように次元性が変わることによって、ペロブスカイト型化合物の半導体としての性質が変化することから、次元性と光物性の関係を明らかにするための有用な材料として、注目されています。しかし、太陽電池に応用されているのはほぼ3D系化合物に限定されており、その多様性が活かされていないのが現状です。本発表では、ペロブスカイト化合物の多様性と太陽電池への応用に向けた材料展開について、幅広く紹介したいと思います。

1) Y. Takeoka, K. Asai, M. Rikukawa, and K. Sanui, *Chem. Lett.* (2005), **34**, 4, 602. 2) Y. Takeoka, K. Asai, M. Rikukawa, and K. Sanui, *Bull. Chem.* (2006), **24**, 1607. 3) R. Arai, M. Yoshizawa-Fujita, Y. Takeoka, M. Rikukawa, *ACS Omega*, (2017) **2** (5), 2333. 4) R. Hamaguchi, M. Yoshizawa-Fujita, T. Miyasaka, H. Kunugita, K. Ema, Y. Takeoka, M. Rikukawa, (2017) *Chem. Comm.*, 53, 4366.