

2024 年度年次報告書

未踏探索空間における革新的物質の開発

2023 年度採択研究代表者

佐伯 昭紀

大阪大学 大学院工学研究科
教授

光電変換薄膜探索法の開発とマイクロ波誘電学理

主たる共同研究者:

田村 宏之 (東京大学 先端科学技術研究センター 特任准教授)

深澤 愛子 (京都大学 高等研究院 教授)

研究成果の概要

鉛ハライドペロブスカイト太陽電池(PSC)の性能向上で最も重要な役割を果たした技術は、パッシベーション(不活性化)技術である。代表的なパッシベーション材料は、ペロブスカイト多結晶の表面付近に存在する欠陥を不活性化することができるが、エネルギー準位的にはホールや電子を選択的に輸送ないしブロックすることは考えにくい。一方、有機薄膜太陽電池のホール輸送層や電子輸送層に使われている有機半導体分子は、パッシベーションと電荷輸送の両者の機能を付与することが可能である。

そこで本研究では表裏2面性分子という新規概念に着想し、2面性パッシベーション分子(PM)を設計合成した¹。この分子で鉛ペロブスカイト膜を表面処理したところ、表裏の無い *anti* 分子では水の接触角がほとんど変わらなかったのに対し、表裏のある *syn* 分子では明確に小さくなり、立体化学がマクロ膜物性を変化でき、18%程度の変換効率を20%程度へ上昇させ安定性も向上することに成功した。また、他の2面性PMでも同様の効果を確認し、我々の新たな2面性分子概念の有効性と汎用性を実証できた。

また、本課題で注力する光電変換素子は、太陽電池だけでなく光検出素子としても利用できる。ある特定の活性層と電荷輸送層を組み合わせた素子では、波長に応じて電流出力の時間応答が大きく異なることを初めて見出し、波長依存光電効果(WDPE)と名付けた。特に電子輸送層界面での光化学反応によって電子抽出・蓄積のバランスが変化し、本効果が表れることを提案した。この結果は、光電変換素子の新たな利用法の開拓において重要な成果である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) N. Minoi, F. Ishiwari, T. Omine, K. Murotani, R. Nishikubo, A. Saeki, “Evolving bifacial molecule strategy for surface passivation of lead halide perovskite solar cells”, *Sustainable Energy Fuels*, **8**, 4453-4460 (2024).