

有機半導体界面での光電変換機能の開拓

Exploring Efficient Photoconversion System at Organic Semiconductor Interface

分子研¹, 総研大²○伊澤 誠一郎^{1,2}IMS¹, SOKENDAI²○Seiichiro Izawa^{1,2}

E-mail: izawa@ims.ac.jp

有機半導体ヘテロ接合界面であるドナー／アクセプター (D/A) 界面では、電荷分離・再結合など有機太陽電池で最も重要な光電変換素過程が起こる (図1)。そのため、D/A 界面近傍のナノ構造が有機太陽電池の性能を支配するといっても過言ではない。特に近年、有機太陽電池の最重要課題として挙げられる開放端電圧 (V_{oc}) 損失は、D/A 界面での無輻射再結合によるエネルギー損失が主な原因と挙げられている。そのため、D/A 界面近傍の構造と光電変換素過程との相関を正しく理解することが重要である。

その界面での光電変換を支配する中心的存在は、電荷分離・再結合の中間体である電荷移動 (CT) 状態である。まずこの CT 状態について、D/A 界面近傍のエネルギー構造を単分子層スケールで制御することで、分子層スケールのエネルギー勾配が存在すれば、電子・ホール対のクーロン束縛に打ち勝ち、電荷分離による自由電荷生成が可能であることを明らかにした[1]。さらに界面近傍の結晶性を分子層スケールで変化させることで、D/A 界面近傍の結晶性を向上させれば有機太陽電池の V_{oc} 損失を無機太陽電池並みに減少できることを明らかにした[2]。本発表ではこれら界面物性と CT 状態、光電変換や有機太陽電池性能との相関について詳しく述べる。

また最近になって、D/A 界面での電荷分離・再結合原理を応用し、CT 状態をスピン反転・エネルギー移動の前駆体として用いることで、長波長の光を短波長に変換するフォトンアップコンバージョン (UC) を起こせることを見出した[3]。この手法は従来の分子内項間交差を用いた UC とは異なり、希少金属・有害元素を用いず、LED 光などの弱い励起光でも UC を可能とし、さらに固体薄膜上において高い量子収率を実現した。これらの有機半導体界面での新たな光機能についても紹介する。

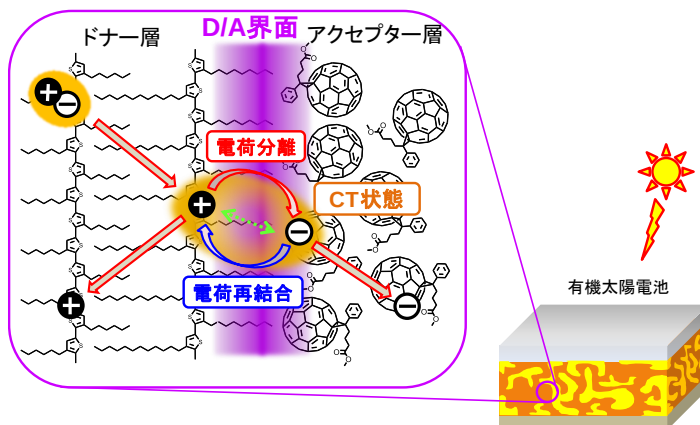


Fig. 1. Schematic image of photoconversion mechanism in organic solar cells.

[1] **S. Izawa**, K. Nakano, K. Suzuki, K. Hashimoto, K. Tajima, *Adv. Mater.*, **2015**, *27*, 3025.

[2] **S. Izawa**, N. Shintaku, M. Kikuchi, M. Hiramoto, *Appl. Phys. Lett.*, **2019**, *115*, 153301.

[3] **S. Izawa**, M. Hiramoto, *submitted*. 特願 : 2020-104543.