

有機薄膜太陽電池の高効率化に向けた半導体ポリマーの設計

Design of Semiconducting Polymers Toward High-Efficiency Organic Solar Cells

○尾坂 格 (理研 CEMS)

○Itaru Osaka (RIKEN CEMS)

E-mail: itaru.osaka@riken.jp

有機薄膜太陽電池の課題は、エネルギー変換効率の向上である。様々なアプローチにより高効率化に向けた研究が行われる中、光活性材料である半導体ポリマーの開発は特に重要である。半導体ポリマーの開発には、電荷生成過程に影響する吸収波長 (バンドギャップ; E_g) やエネルギーレベルなどの電子構造、電荷輸送過程に影響する結晶性や配向性などの薄膜構造を制御することが重要なポイントである。

我々のグループでは最近、ナフトビスカルコゲナジアゾールを用いたポリマーに着目している[1]。ナフトビスカルコゲナジアゾールは電子欠損性が高く、剛直な骨格であるため、これらを用いることでポリマーは、狭い E_g

と深い HOMO レベルだけでなく、高い結晶性を有する。カルコゲン原子として硫黄を用いたナフトビスチアジアゾール (NTz) とオリゴチオフェンとのコポリマーである PNTz4T (図 1) は、10% と OPV としては最高レベルの変換効率を示す[2]。また、カルコゲン原子として酸素を有するナフトビスオキサジアゾール (NOz) は、NTz よりもさらに高い電子欠損性を有するため、PNTz4T と同様の構造を持つポリマー、PNOz4T (図 1) は、PNTz4T と同様の E_g を持ちながら、HOMO および LUMO レベルともに約 0.2 eV 程度深い。PNOz4T を用いた OPV 素子は、狭い E_g を有するポリマーとしては高い極めて V_{oc} (~1 V) を示し、光エネルギー損失 ($E_g - eV_{oc}$) は 0.52~0.55 eV と無機太陽電池並みに小さいことが分かった[3]。さらに、電荷分離のドライビングフォースとなるエネルギーオフセットが極めて小さいが、外部量子効率約 65% と高く、電荷分離が十分に起きていることが明らかとなった。

このように新ポリマー材料の開発により、10%を超える高い変換効率を得ることができた。さらには、OPV の本質的な問題である光エネルギー損失の低減も可能であることを示すことができた。今後、これらのポリマーを基調として改良を加え、さらに素子の最適化を行うことで、実用化の目安とされる変換効率 15% の達成も可能であると考えられる。

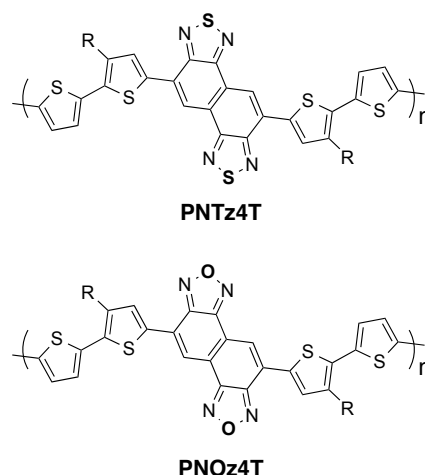


図 1. PNTz4T と PNOz4T の分子構造

参考文献 : [1] (a) I. Osaka, et al. *JACS* **2012**, *134*, 3498. (b) I. Osaka, et al. *JACS* **2013**, *135*, 8834. etc [2] V. Vohra, et al. *Nat. Photon.* **2015**, *9*, 403. [3] K. Kawashima, et al. *Nat. Commun.* **2015**, *6*, 10085.