

## 高分子非フラーレン太陽電池中の電荷キャリア緩和過程

### Charge Carrier Relaxation Process in Polymer:Non-Fullerene Acceptor Solar Cells

阪大院工 ○浜田 史也、佐伯 昭紀

Osaka Univ. ○Fumiya Hamada, Akinori Saeki

E-mail: saeki@chem.eng.osaka-u.ac.jp

有機薄膜太陽電池 (OPV) は軽量かつ柔軟などの利点から注目されており、高効率化に向けて材料開発が行われている。近年、n型半導体として従来のフラーレン誘導体ではなく、高分子よりも長波長領域に吸収帯を有する非フラーレンアクセプター (NFA) 分子が登場し、その変換効率は16%を超える報告がなされている<sup>[1]</sup>。しかし、有力な NFA である ITIC とその類縁体は、膜厚方向に濃度勾配が存在することが指摘されており<sup>[2][3]</sup>、これにより膜厚方向で HOMO・LUMO エネルギー準位が変化することが考えられる。また、深さに応じて光吸収波長や<sup>[4]</sup>電荷キャリアの移動度も変化することが考えられるため、空間と移動度の関係の理解は、デバイス性能の向上にとって重要である。

本研究では、近年我々が開発した過渡電流 (transient photocurrent: TPC) 法による飛行時間 (time-of-flight: TOF) 測定と時間分解マイクロ波伝導度 (time-resolved microwave conductivity: TRMC) 測定を同一素子で行う TOF-TRMC 法 (Fig. 1)<sup>[5]</sup>を用いて、高分子非フラーレン混合膜中の電荷キャリア緩和過程を評価した。光照射で生成した電荷キャリアは、印可電圧に応じた速度で膜厚方向にドリフト運動し、同時に非接触 TRMC 法によって電荷キャリアの局所移動度と寿命の情報が得られる。一方、TOF-TPC からは平均ドリフト移動度を求めることができ、同時に TOF から電荷キャリアの膜厚方向の空間情報に変換することができる。先行研究では高分子フラーレン太陽電池の正孔ダイナミクスを評価し、結晶性の高い高分子 (PffBT4T) は低い高分子 (PCPDTBT) と比べて正孔の移動度緩和が小さいことを明らかにした。本研究では、PBDB-T:ITIC 及び PBDB-T:PC<sub>71</sub>BM に対して電子、正孔の双方で TOF-TRMC 測定を行った。その結果、正孔の緩和がフラーレン系よりも非フラーレン系の方が大きい結果となった (Fig. 2)。これは、ITIC の基板側への偏析を示唆する結果と考えられる。当日は、単膜及び混合膜の吸収スペクトルの吸収端の評価等と併せて議論を行う。

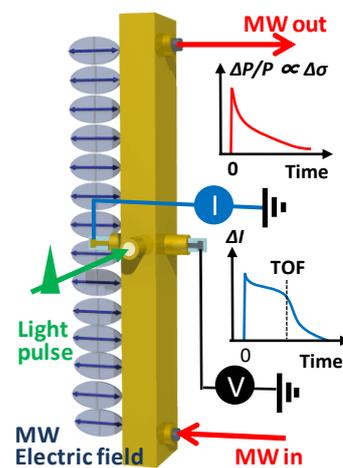


Fig. 1. A harmonic cavity for a TOF-TRMC experiment.

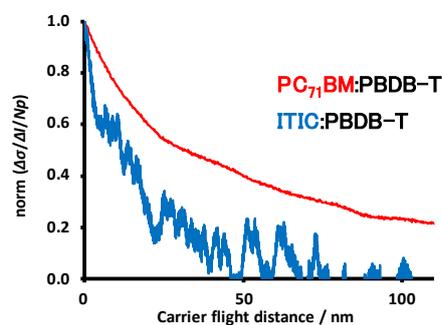


Fig. 2. Hole relaxation process at 4.0V constructed from TRMC and TOF-TPC signals.

[1] Y. Cui, *et al.*, *Nat. Commun.* **2019**, *10*, 2515.

[2] P. Bi, *et al.*, *Nano Energy* **2018**, *46*, 81.

[3] Y. Bai, *et al.*, *J. Mater. Chem. A*, **2018**, *6*, 7257.

[4] Y. Zhang, *et al.*, *Adv. Energy Mater.* **2017**, *7*, 1701548

[5] Y. Shimata, A. Saeki *J. Phys. Chem. C* **2017**, *121*, 18351.