

## 高分子太陽電池の機構解明と高効率化

### Challenging Issues for Highly Efficient Polymer Solar Cells

○大北 英生、辨天 宏明、伊藤 紳三郎（京大院工）

°Hideo Ohkita, Hiroaki Bente, Shinzaburo Ito (Kyoto Univ.)

E-mail: ohkita@photo.polym.kyoto-u.ac.jp

〔緒言〕 高分子太陽電池の変換効率は 10%を超えるようになり、アモルファスシリコン太陽電池に匹敵しつつある。さらなる高効率化を実現するためには、有機半導体特有の発電機構の本質を解明するとともに、新たなアプローチを開拓することが求められている。本講演では、過渡吸収分光法により明らかにした電荷生成機構と、近赤外色素を導入した三元ブレンド高分子太陽電池による光捕集域の拡大について述べる。

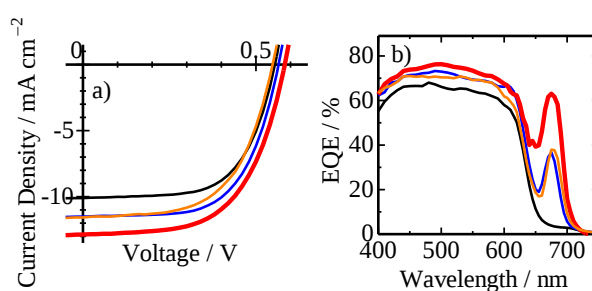
〔電荷生成機構の解明〕 結晶性の異なる種々の共役高分子と PCBM からなるブレンド膜における電荷生成効率を過渡吸収分光法によって評価した結果を表 1 にまとめる。その結果、結晶性が高い高分子ほど、励起子拡散効率  $\eta_{ED}$  は低下するものの、電荷解離効率  $\eta_{CD}$  は逆に向上するという傾向が見出された。前者は結晶化ドメインの成長とともに一部の励起子が界面に到達できないこと示しており、後者は高分子の結晶化が電荷解離を促進することを示している。

**Table 1.** Photovoltaic conversion efficiency in polymer solar cells with different crystallinities.

| Polymer               | Phase              | $\eta_{ED}$ | $\eta_{CD}$ |
|-----------------------|--------------------|-------------|-------------|
| PNOz4T                | Highly crystalline | ~0.6        | 1           |
| RR-P3HT w annealing   | Highly crystalline | 0.9         | >0.9        |
| RR-P3HT w/o annealing | Less crystalline   | 0.95        | 0.8         |
| PNTz4T                | Less crystalline   | >0.95       | 0.7         |
| PSBTBT                | Less crystalline   | 1           | 0.75        |
| PCPDTBT w additive    | Slightly ordered   | 1           | 0.7         |
| PCPDTBT w/o additive  | Less ordered       | 1           | 0.5         |
| RRa-P3HT              | Amorphous          | 1           | 0.3         |

$L_{010}$  と  $d$  の値は文献値（引用文献は文献 1 を参照されたい）

〔三元ブレンド高分子太陽電池〕 吸収帯域の狭い有機半導体では、二種類の材料での光捕集には限界があるため、第三成分を導入した三元ブレンド太陽電池が活発に研究されている。近赤外色素を導入する場合、いかに多くの色素を界面に偏在できるかが鍵となる。ここでは、ポリマーとフラーレンの両方に親和性を示すヘテロ構造の色素 SiPcBz6 が最も効果的に近赤外光捕集特性を示すことを紹介する。



**Fig. 1.** a)  $J$ - $V$  characteristics and b) EQE spectra: P3HT/PCBM/SiPcBz6 (red thick), P3HT/PCBM/SiPc6 (orange), P3HT/PCBM/SiPcBz (blue) ternary blend polymer solar cells, and P3HT/PCBM binary control cell (black).

#### 〔文献〕

- 1) Y. Tamai, K. Tsuda, H. Ohkita, H. Bente, S. Ito, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **16**, 20338 (2014).
- 2) K. Kawashima, Y. Tamai, H. Ohkita, I. Osaka, K. Takimiya, *Nat. Commun.*, **6**, 10085 (2015).
- 3) H. Ohkita, Y. Tamai, H. Bente, S. Ito, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, **22**, 4100112 (2016).
- 4) S. Honda, H. Ohkita, H. Bente, S. Ito, *Adv. Energy Mater.*, **1**, 588 (2011).
- 5) H. Xu, H. Ohkita, Y. Tamai, H. Bente, S. Ito, *Adv. Mater.*, **27**, 5868 (2015).