

結晶性有機薄膜太陽電池における電荷解離ダイナミクス

Charge-Carrier Generation Dynamics in Organic Solar Cells using
Crystalline Donor Polymers

京大院工¹, JST さきがけ² ^{○(PC)}玉井 康成¹, 津田 一樹¹, 大北 英生^{1,2}, 辨天 宏明¹, 伊藤 紳三郎¹

Kyoto Univ.¹, JST PRESTO² ^{○(PC)}Yasunari Tamai¹, Kazuki Tsuda¹, Hideo Ohkita^{1,2}, Hiroaki Bente¹,
Shinzaburo Ito¹

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

【緒言】 電子ドナー/アクセプター (D/A)界面における電荷解離過程は有機薄膜太陽電池におけるボトルネックの一つである。経験的には結晶性 D 材料の方が非晶性 D 材料に比べ優れた電荷解離効率を示すことが知られているが、電荷解離過程において高分子結晶相の果たす役割については未だ十分に理解されているとは言い難い。本研究では結晶性狭バンドギャップ高分子を用いたブレンド素子の電荷解離効率を評価するとともに、電荷解離過程における高分子結晶相の役割について検討した。

【実験】 D 材料に結晶性狭バンドギャップ高分子 PSBTBT、A 材料にフラーレン誘導体 PCBM を用いた(図 1)。両材料を重量比 1:1 で混合した *o*-dichlorobenzene 溶液をガラス基板上にスピコートすることで膜厚 100 nm 程度の薄膜を製膜した。過渡吸収分光法により光電変換の各素過程の効率を評価した。励起波長は 800 nm とし、PSBTBT を選択的に励起する条件下で行った。

【結果と考察】 PSBTBT/PCBM ブレンド膜の過渡吸収スペクトルを図 2 に示す。1500 nm 付近に見られる PSBTBT の一重項励起子は、PCBM への電荷移動により時定数 0.8 ps で消光し、代わりに 800–1300 nm にかけてブロードな吸収を持つ PSBTBT の正孔ポーラロンが生成した。詳細な検討の結果、PSBTBT/PCBM ブレンド膜内では二種類の状態の異なるポーラロンが生成することがわかり、これらを PSBTBT の非晶相に生成するポーラロンおよび結晶相に生成するポーラロンと帰属した。非晶ポーラロンの約半分は対再結合により失活したが、結晶ポーラロンはほぼ 100%の収率で自由電荷となり、合計で電荷解離効率は約 75%と比較的高い値を示すことがわかった。

以上の結果を参照系と比較することで電荷解離過程における高分子結晶相の役割について検討した。その結果、D 材料の π -スタック方向の結晶子サイズ L_{010} が大きくなるにつれ、電荷解離効率も向上した。この結果は正孔ポーラロンが結晶中に非局在化することで、界面電荷移動状態における実効的な電子-正孔間距離が伸長し、電荷解離が促進されることを示唆している。講演では最近の取り組みについても紹介する。

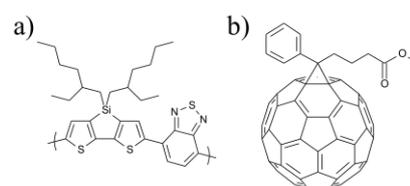


Figure 1. Chemical structures of (a) PSBTBT and (b) PCBM.

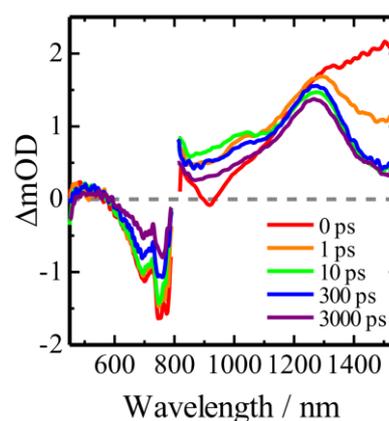


Figure 2. Transient absorption spectra of a PSBTBT/PCBM blend film. The film was excited at 800 nm with a fluence of $11 \mu\text{J cm}^{-2}$.