

ジケトピロロピロール骨格を有するドナー・アクセプター型コポリマーを用いた有機太陽電池における光励起状態ダイナミクス

Photoexcited-state dynamics in Diketopyrrolopyrrole-Based Copolymer Solar Cells

産総研¹, 日大工², Shiv Nadar Univ.³, IMRE⁴ ○松崎 弘幸¹, 古部 昭広¹, 加藤 隆二²,
Samarendra Pratap Singh³, Prashant Sonar⁴, Evan Laurence Williams⁴, Chellappan Vijila⁴,
Gomathy Sandhya Subramanian⁴, Sergey Gorelik⁴, Jonathan Holey⁴
AIST¹, Nihon Univ.², Shiv Nadar Univ.³, IMRE⁴ ○Hiroyuki Matsuzaki¹, Akihiro Furube¹,
Ryuji Katoh², Samarendra Pratap Singh³, Prashant Sonar⁴, Evan Laurence Williams⁴,
Chellappan Vijila⁴, Gomathy Sandhya Subramanian⁴, Sergey Gorelik⁴, Jonathan Holey⁴

E-mail: hiroyuki-matsuzaki@aist.go.jp

ジケトピロロピロール(Diketopyrrolopyrrole: DPP)骨格を有するドナー・アクセプター結合型コポリマーは、低バンドギャップ(~ 1.5 eV)に由来する広帯域の光吸収性から、バルクヘテロ型有機薄膜太陽電池におけるドナー材料として注目され、近年盛んに研究されている。実際に、DPP ポリマーを用いたバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池では、高い変換効率(6.5%) [1]が報告されている。本研究では、DPP とナフタリンからなるコポリマー(PDPP-TNT : 図(a)挿入図)とこれを用いたバルクヘテロ型太陽電池における基礎光電過程を明らかにするために、フェムト秒過渡吸収分光法とピコ秒時間分解発光分光法を用いて、本系における励起子及び光キャリアの高速ダイナミクスを調べたので、その結果について報告する。PDPP-TNT 薄膜と PDPP-TNT/PC₇₁BM ブレンド膜 (重量比 1:2)は、材料を溶媒に融解させ、スピコート法によりガラス基板上に作製した。前者では溶媒にクロロホルム、後者ではクロロホルムまたはクロロホルム/オルソジクロロメタン混合溶媒(体積比 4:1)を用いた。

図(a)に、PDPP-TNT/PC₇₁BM ブレンド膜(溶媒: クロロホルム)の吸収スペクトルを示す。740nm の吸収ピークは、DPP 部位からナフタレン部位への電荷移動遷移によるものである。フェムト秒過渡吸収分光では、ポンプ光を 650nm、プローブ光を 740 nm とし、基底状態の吸収減少であるブリーチ信号を観測した。ストリークカメラを用いたピコ秒時間分解発光分光では、660nm を励起光とし、発光スペクトルの時間変化を測定した。図(b)は、pDPP-TNT 薄膜と、上記 2 種の溶媒から作製した PDPP-TNT/PC₇₁BM ブレンド膜の弱励起下 (~ 0.1μJ/cm²)での過渡吸収信号 ΔOD の時間変化である。PDPP-TNT 薄膜では、ΔOD の減衰は、単一の指数関数(時定数 175ps)で良く再現され、時間分解発光測定の結果(~180ps)と矛盾しない。すなわち pDPP-TNT 薄膜単体では電荷分離は生じず、励起子の生成と消滅過程のみが観測されている。一方、ブレンド膜では、同様な高速な減衰成分に加えて長寿命の信号成分(>>2 ns)が観測されており、長寿命成分は電荷分離によって生じた光キャリアに由来するものであると考えられる。信号強度全体に占める光キャリアによる成分の割合は、混合溶媒から作製したブレンド膜の方が大きく、デバイス性能の結果と一致する。以上の結果は、ブレンド膜では電荷分離しない励起子が存在し、溶媒の種類によるデバイス性能の違いは、電荷分離速度や再結合速度によるものではなく、構造的に電荷分離しない不活性部分の割合の違いによるものであることを示唆している。

[1] A. T. Yiu *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **134** (2012) 2180.

