

顕微蛍光分光法による太陽電池デバイスの電荷分離効率評価 Evaluation of Charge-Separation Efficiency on Solar Cells by Fluorescence

Microspectroscopy

関西学院大理工¹, 奈良先端大物質創成², 山形大院理工³, CREST⁴ ○増尾貞弘^{1,4}, 佐藤亘¹, 青竹達也², 山口裕二^{3,4}, 大倉達也^{3,4}, 中山健一^{3,4}, 山田容子^{2,4}

Kwansei Gakuin Univ.¹, NAIST², Yamagata Univ.³, CREST-JST⁴, ○Sadahiro Masuo^{1,4}, Wataru Sato¹, Tatsuya Aotake^{2,4}, Yuji Yamaguchi^{3,4}, Tatsuya Okura^{3,4}, Ken-ichi Nakayama^{3,4}, Hiroko Yamada^{2,4},

E-mail: masuo@kwansei.ac.jp

【序】高効率な太陽電池を構築するためには、励起子生成—励起子拡散—電荷分離—電荷輸送の過程を高効率化する必要がある。そのため、これらの過程を詳細に評価する手法が必要不可欠である。励起子生成～電荷分離に至る過程を評価できる分光学的手法として過渡吸収測定があるが、高度な測定・解析技術を要する、適用できるサンプルが限られる等の問題がある。ここでは、顕微蛍光分光法を用い、作製した太陽電池デバイスの蛍光像、蛍光寿命測定を超高感度に測定することにより、電荷分離に至るまでの効率を簡便に評価する手法について報告する。

【実験】太陽電池デバイスは、p型としてP3HT、アントラセンジケトン誘導体(DTAntDK, Fig.1)を、n型としてPCBMを用い、塗布により作製した。ピコ秒パルスレーザーを導入したステージ走査型共焦点顕微鏡を用い、作製した太陽電池デバイスの蛍光像、蛍光寿命、および蛍光スペクトル測定を行った。

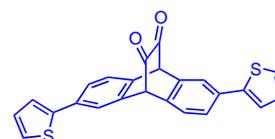


Fig.1 Chemical structure of anthracene diketone derivative (DTAntDK).

【結果、考察】Fig.2 (a, b)には、P3HT:PCBMを用いて作製した太陽電池デバイス(変換効率PCE:3.5%)の蛍光像(a)、および蛍光減衰曲線(b)を示す。蛍光像において蛍光がほとんど観測されておらず、蛍光減衰曲線においても測定限界まで寿命が短くなっていたことから、この系では高効率に電荷分離が起こっていることが示唆され、電荷分離効率は約90%と見積もられた。

一方、DTAntDK:PCBM (PCE:0.14%)では(c, d)、蛍光像(c)において高い蛍光強度のドメインが多数観測されて、蛍光減衰曲線(d)においても、P3HT:PCBM系(b)ほど短寿命化していないことがわかる。この結果から、DTAntDKとPCBMの相溶性の悪さに起因し電荷分離効率が低く、これがPCEの低い一因になっていることが示唆された。以上のように、顕微蛍光分光法を駆使することにより、デバイスの電荷分離効率のみならず、活性層の混合状態などの空間情報についても知見が得られ、有効なデバイス評価法であることがわかった。

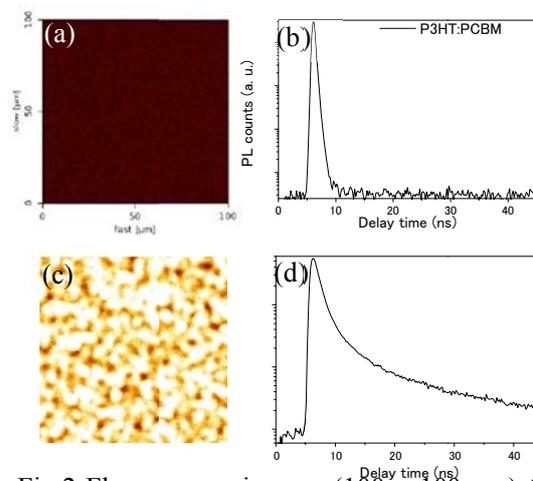


Fig.2 Fluorescence images ($100 \times 100 \mu\text{m}$) (a, c) and fluorescence decay curves (b, d) observed from solar cell devices consisting of P3HT/PCBM (a,b) and DTAntDK/PCBM (c, d), respectively.