非フラーレン系太陽電池の三元化による電荷解離の促進

Enhanced Charge Dissociation in Ternarized Non-Fullerene Solar Cells

広大院工 [1]，京大院工 [2]　斎藤 慎彦 [1]，°尾坂 格 [1]，玉井 康成 [2]，大北 英生 [2]

Hiroshima Univ. [1], Kyoto Univ. [2], JST PRESTO[3] Masahiko Saito[1], °Itaru Osaka[1], Yasunari Tamai[2], Hideo Ohkita[2]

E-mail: iosaka@hiroshima-u.ac.jp

【緒言】

有機薄膜太陽電池（OPV）において、p 型材料と n 型材料の間での電荷移動および電荷解離は、極めて重要な発電素過程である。通常、効率的に電荷解離を引き起こすためには、p/n 間での LUMO（または HOMO）エネルギー準位にオフセットが必要であると考えられている。しかし、このオフセットは電荷解離のドライビングフォースとなる一方、光エネルギー損失（電圧損失）の要因にもなる。そのため、OPV の高効率化に向けては、p/n ペアが限りなくゼロに近い ΔE_L を持ちながら、高い電荷解離効率を示す必要がある。最近、我々は結晶性ポリマー（p 型）と PCBM（n 型）に非フラーレン系 n 型材料を少量添加した三元系において、ポリマー/PCBM 二元系に比べて飛躍的に光エネルギー損失が低下し、効率が向上することを報告した。我々は今回、種々の三元系を検討する中で、非フラーレン系材料が、ポリマーあるいは PCBM とのそれぞれの二元系セルでは発電しないものの、三元化することにより発電するケースがあることを発見したので、その OPV 特性と発電メカニズムについて議論する。

【結果】

Figure 1 に本研究で用いた結晶性ポリマー（PTzBT）と非フラーレン系材料（IEICO）の例を示す。また、Figure 2 にセルの電流–電圧特性および分光感度特性を示す。PTzBT/IEICO 膜と IEICO/PCBM 膜を用いた二元系セルでは、いずれも全波長領域においてほとんど発電が見られなかった。これは、PTzBT/IEICO では HOMO のオフセット、IEICO/PCBM では LUMO のオフセットが電荷解離を引き起こすには小さいことが原因と考えられる。一方、PTzBT/PCBM/IEICO 膜を用いた三元系セルでは、IEICO の吸収帯域において約 30%と外部量子収率はそれほど高くはないものの明確な発電が観測された。すなわち、IEICO は PTzBT および PCBM の両者が周囲に存在することで、IEICO 由来のホールは PTzBT へ、電子は PCBM へと解離されていると推測される。この結果は、OPV の光エネルギー損失低減と高効率化に向けて重要な知見と考えられる。

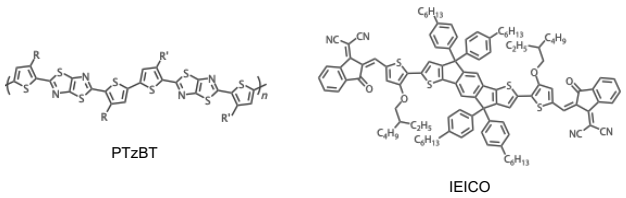

Figure 1. Chemical structures of the materials.

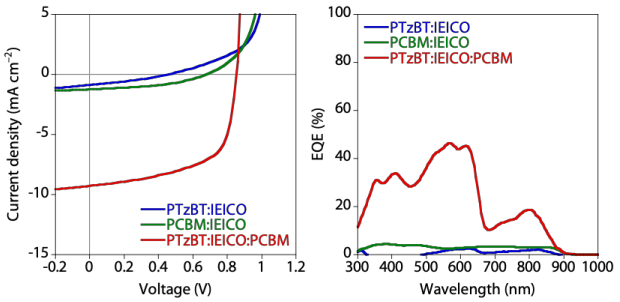

Figure 2. Photovoltaic properties of the cells.