

プラスチック太陽電池のマルチカラー化に成功

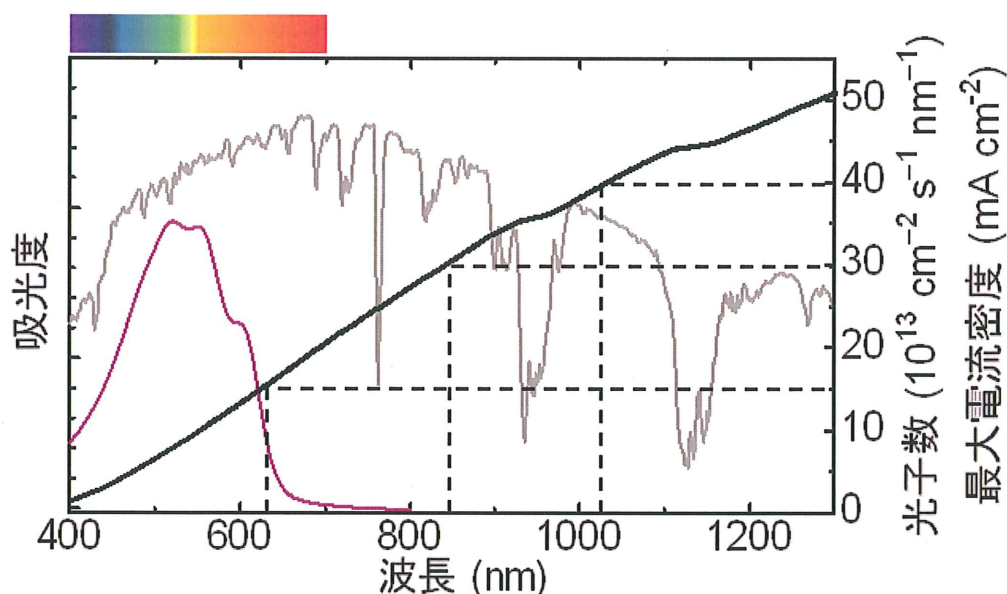
近赤外色素による高分子太陽電池の多色増感

(京大院工・JST さきがけ) ○大北英生、(京大院工) 本田哲士、辨天宏明、伊藤紳三郎

[1J11R]

(Tel: 075-383-2613)

京都大学工学研究科の大学院生の本田哲士、大北英生准教授 (JST さきがけ兼任)、辨天宏明助教、伊藤紳三郎教授らの研究グループは、高分子とフラーレンをベースとしたプラスチック太陽電池の光捕集効率を向上させるため、光活性層中に近赤外色素を導入した色素増感プラスチック太陽電池を開発した (昨年の高分子年会記者発表にて報告)。今回、複数の色素を導入することでマルチカラー化に成功し、エネルギー変換効率を最大 23%向上させることに成功した。

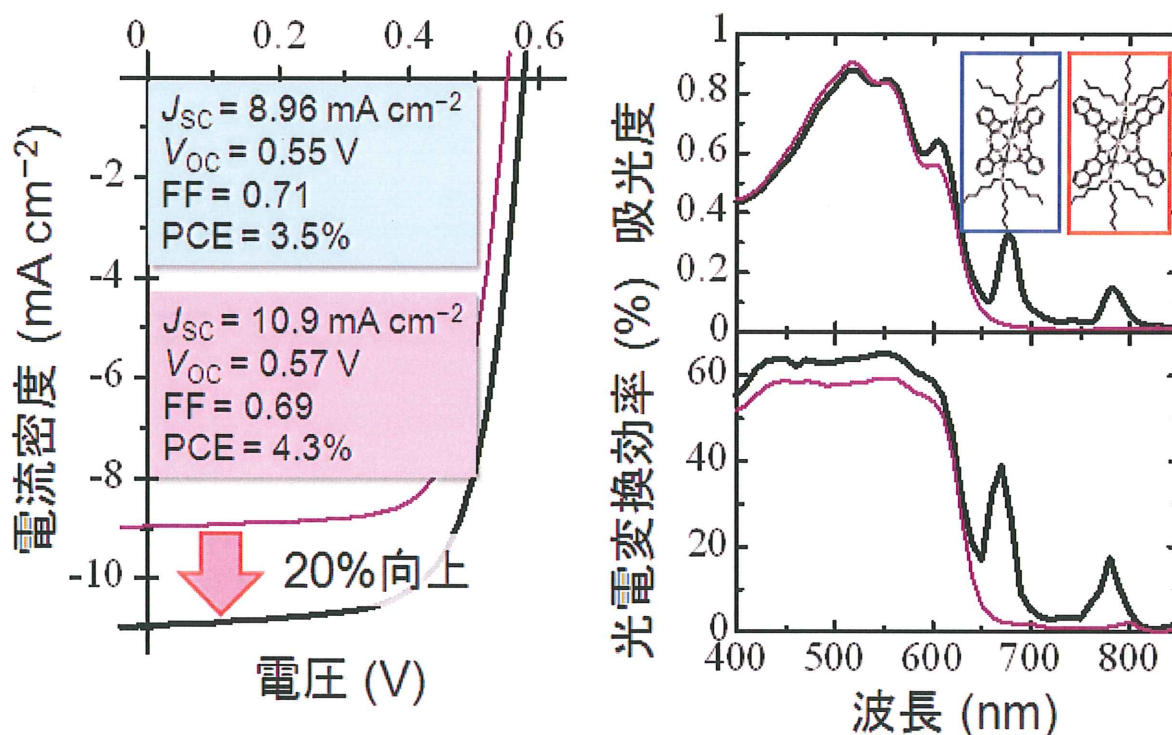


太陽光スペクトル (灰色実線) と代表的な共役高分子 (P3HT) の吸収スペクトル (紫色)。実線は、太陽光スペクトルの積分から得られる最大電流密度。P3HT の吸収端~630 nm までの太陽光をすべて電流に変換したとすると、~15 mA cm⁻² の最大電流密度が得られる。以下同様に、~850 nm まで捕集すると~30 mA cm⁻²、~1025 nm まで捕集すると~40 mA cm⁻² の最大電流密度が得られる。

共役高分子を基材として用いたプラスチック太陽電池は、軽量かつフレキシブルといった特長を有するとともに、印刷技術を適用することで生産コストを大幅に低減できる可能性を有することから、次世代太陽電池として近年活発に研究開発が進められている。しかしながら、ポリヘキシルチオフェン (P3HT) に代表される既存の共役高分子の吸収帯は可視領域に限定されるため太陽光全体のわずか 25%程度の光子しか捕集できない。すなわち、さらなる高効率化をめざすためには可視領域のみならず近赤外領域の光も利用することが不可欠である。それゆえ長波長に吸収帯を有する狭バンドギャップ高分子の開発が進められ、プラスチック太陽電池の変換効率は 10%に迫るようになった。10%を超える変換効率を実現するには、1 種類の材料の吸収帯だけでは困難であり、複数の材料による光捕集技術が不可欠となる。複数の電池を積層したタンデムセルは光捕集帯域を拡大する有望な技術であるが、素子作製のプロセスが多く、素子構造も複雑で

あるため、プラスチック太陽電池での成功例は少ない。

昨年的高分子年会記者発表では、色素を導入することでも光捕集帯域を拡大することが可能であることを実証した色素増感高分子太陽電池を報告した。我々は、近赤外色素として、下図に示すような、軸配位子にかさ高い置換基を有するシリコンフタロシアニン (SiPc) を用い、ドナーおよびアクセプター性材料として結晶性の P3HT とフラーレン誘導体 (PCBM) を用いた。SiPc は P3HT よりも長波長の 680 nm 付近に吸収帯を有するため発生する光電流が増加し、色素なしの素子に比べてエネルギー変換効率は 10% 向上した。今回、SiPc と同様に軸配位子にかさ高い置換基を有するシリコンナフタロシアニン (SiNc) をさらに追加することによって、光捕集域を 800 nm にまで拡張した。その結果、光電流は色素一種類につきおよそ 1 mA cm^{-2} 増加し、2 種類の色素を導入した色素増感高分子太陽電池では光電流がおよそ 2 mA cm^{-2} 増加し、色素なしの素子に比べてエネルギー変換効率は 23% 向上した。この結果は、複数の色素を導入しても互いに悪影響を及ぼすことなく、各々の光捕集能の和として機能していることを示す。吸収帯域の異なる 2 種類の色素、高分子、フラーレンの 4 種類の材料をブレンドした溶液を用いてスピコートにより製膜した素子でありながら、色素を界面偏在させ効率よく機能させることが可能であることを示しており、高分子をベースとした有機電子デバイスなどの広い分野におけるさらなる発展が期待される。



2 種類の近赤外色素を導入した色素増感高分子太陽電池の素子特性 (左)、吸収スペクトル (右上)、光電変換効率スペクトル (右下)。紫色実線は色素なしの参照素子、黒実線は色素有りの素子を表す。右上図の青枠内は SiPc、赤枠内は SiNc の分子構造を示す。

【適用分野】 有機太陽電池、有機 EL、有機フォトダイオード、有機トランジスタ

【謝辞】 本研究は、京都大学と三菱化学による包括的産学融合アライアンス事業ならびに JST さきがけの助成により得られた成果である。