

1P080

ドナー- π -アクセプター型分子による色素増感太陽電池の製作と評価

(城西大学) ○田中 伸英、若山 美穂、

関口 翔也、井筒 大樹、見附 孝一郎、橋本 雅司

Fabrications and analyses of the dye-sensitized solar cells using donor- π -acceptor-type organic molecules

(Josai Univ.) ○Nobuhide Tanaka, Miho Wakayama,

Shoya Sekiguchi, Daiki Idutsu, Koichiro Mitsuke, Masashi Hashimoto

[序論]

色素増感太陽電池の実用化に向けた基礎研究が多くの企業や大学でなされ、近年、そのエネルギー変換効率、安定性、耐久性は著しく向上している。Ru 金属錯体以外の増感剤としては、D- π -A 型有機色素が注目されている。ここで、D は電子供与ユニット、A は電子受容ユニット、 π は π 共役部位を表す。我々は D ユニットと A ユニットの組み合わせを系統的に変えて色素を合成し、吸収スペクトル、発色団から吸着サイトへの分子内電子輸送および色素から酸化チタンへの電子注入効率にどのような違いが生ずるかを検討している。

[実験]

マスキングテープを導電性ガラス上に貼り付け、スキージー法によって TiO₂ ペーストを塗布し、電気炉を用い 450°C で焼成した。合成した有機色素を TiO₂ に吸着させ陽極とした。市販の白金ペーストを導電性ガラス上にスキージー法で塗布し 400°C で焼成し陰極とした。陽極と陰極の間にシール材であるハイミランを挟み、120°C で融かして両電極を貼り合わせた。電極間にヨウ素系電解液を注入し、電極端に銀ペーストを塗り電池を作製した (図 1)。発電面積は約 0.25 cm² であった。ソーラーシミュレーターで電力変換効率を、インピーダンス法で各部位の抵抗を、作用スペクトル測定器で光子電流変換効率 (外部量子収率: IPCE) の波長依存性を測定した。

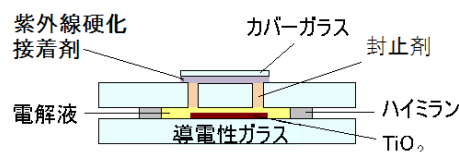
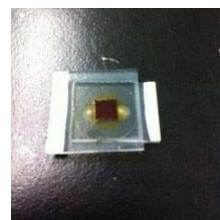


図 1. 太陽電池の外観と構造

[結果と考察]

10 種類の D- π -A 型有機色素を合成し、それぞれの分子構造や電荷分離状態と DSSC の性能との関連性を調べた。

最初に D ユニットのトリフェニルアミンに固定し、A ユニットの末端を次の 6 通りに変化した。

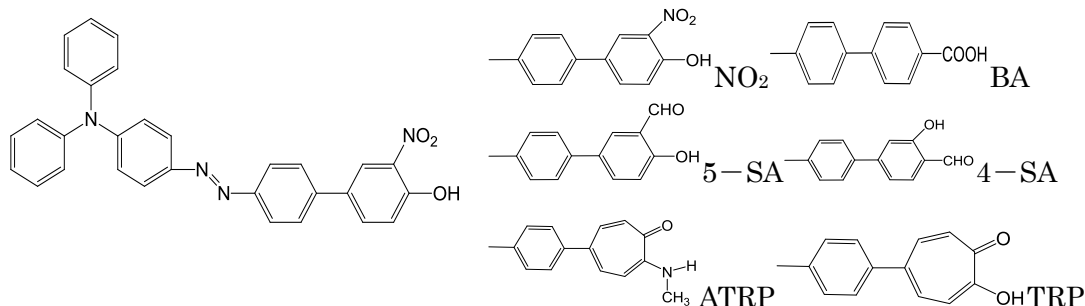


表 1 の電流電圧測定の結果から、トロポロン環が吸着サイトである TRP 色素を用いたときに、太陽電池の電力変換効率が最も高くなった。これは、TRP がカルボニル基の O 原子を使って TiO₂ に配位すると、O 原子への電子移動でトロポロン環が 7π電子系から 6π系となって安定化するためと思われる。また、メタ位とパラ位がそれぞれアルデヒド基とヒドロキシル基のサリチルアルデヒド 5-SA で、2 番目に高い変換効率が得られた。

次に、A ユニットのチオフェン環を間に挟んだシアノアクリル酸に固定し、D ユニットの構造を次の 4 通りに変化させた。D ユニットの 3 個のフェニル環は、TPA ではねじれた構造を取る。しかし、Ph-CZ、IND と橋掛けの数が増えるに連れて D ユニットの平面性が増すと予想される。

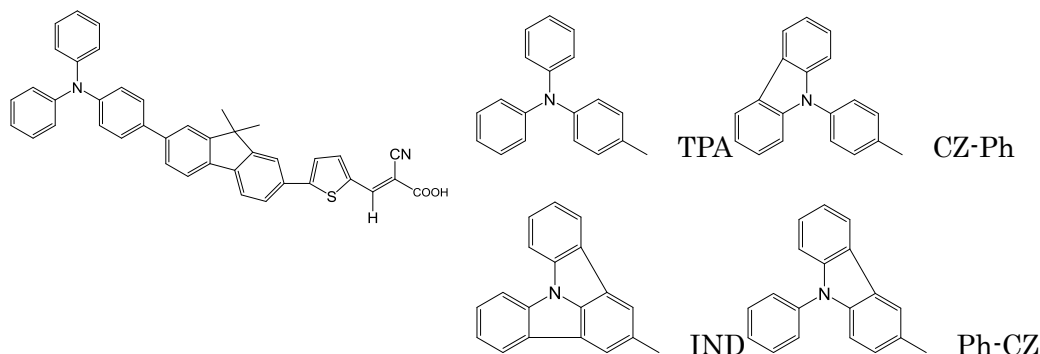


表 1 から、Ph-CZ < CZ-Ph < TPA の順に変換効率が高くなり、IND は中位の CZ-Ph とほぼ同じ値となるのが分かった。

表 1 D-π-A 型有機色素の I-V 測定の結果

昨年度、A ユニットのチオフェン環をベンゼン環に替えた色素で測定を行っており、その結果は CZ-Ph < Ph-CZ < TPA の順であった。¹⁾ 今回、CZ-Ph の変換効率が顕著に向上した理由を、吸収スペクトルと IPCE 曲線に基づいて考察する予定である。

	Jsc	Voc	FF	変換効率
TRP	2.02	0.551	0.692	0.767
BA	0.467	0.635	0.0725	0.0725
4-SA	0.373	0.478	0.616	0.11
5-SA	0.522	0.643	0.245	0.245
NO ₂	0.112	0.31	0.432	0.015
ATRP	0.733	0.437	0.506	0.162
TPA	3.99	0.548	0.675	1.47
CZ-ph	2.95	0.58	0.698	1.19
ph-CZ	2.58	0.564	0.684	0.994
IND	3.41	0.569	0.62	1.2

¹⁾ 井筒, 若山, 見附, 橋本, 日本化学会春季年会 (名古屋), 2PA-060, 2014 年 3 月.