



有機薄膜太陽電池の製品化に向けた 安定供給可能な新規機能性材料の開発

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター(都産技研)と東京大学は、共同研究により有機薄膜太陽電池に用いる新規有機半導体材料を開発しました。研究成果は 9 月 2-7 日開催の国際学会 69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (ボローニャ)にて発表予定です。

◆研究概要・研究のポイント◆

有機薄膜太陽電池用の新規ドナー材料(※1)の開発と太陽電池素子の試作および性能評価を行いました。精製の簡単なドナー材料をコンセプトに、**ポルフィリン化合物(※2)**に着目しました。

- 合成・精製が簡単な化合物の開発により、安定的な材料供給が可能
- 幅広い波長の光を吸収可能なため、太陽電池の光吸収効率の向上が図れる
- 構造修飾により、太陽電池材料として重要な電気化学特性を任意に調整可能
- 最高効率 5.73%の有機薄膜太陽電池素子の作製に成功

以下の国際学会にて、本研究の成果についての発表を行います。

69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (2018/9/2-7)

開催場所:ボローニャ(イタリア)

発表日:2018/9/3 (現地時間)

タイトル:Magnesium Tetraethynylporphyrin Derivatives for Small Molecule Organic Solar Cells

◆今後の展開◆

有機薄膜太陽電池用ドナー材料としての活用に加え、有機 EL や有機トランジスタなど他分野での有機半導体材料としての応用展開も試みる予定です。

◆特許・論文情報◆

- 特許:特願 2018-117844
- 論文投稿:英国王立化学会 Journal of Materials Chemistry A. 2017, 5, 23067_23077.
- 学会発表:電気化学会 2017 年電気化学秋季大会 (2017/9/10-11)

本プレスリリースに関するお問い合わせ

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター

先端材料開発セクター 林英男 TEL 03-5530-2646 FAX 03-5530-2629

経営企画部経営企画室 竹内由美子 TEL 03-5530-2521 FAX 03-5530-2536

(共同研究)東京大学 松尾豊 特任教授 TEL 03-5841-0978

<http://www.iri-tokyo.jp/>

◆背景◆

環境に配慮したクリーンエネルギーの開発が求められる昨今において、太陽電池は重要な研究分野であり、なかでも**有機薄膜太陽電池**は、現在主流のシリコン型(無機型)太陽電池に比べて軽量性や透明性、低コストなどのメリットがあるため、世界中で研究・開発が進められています。有機薄膜太陽電池は 2 種の**有機半導体材料**(ドナー・アクセプター(※3))を組み合わせることで電力を発生します(図 1)。現在多用されているドナー材料は精製が難しいため、製品化への課題とされていました。

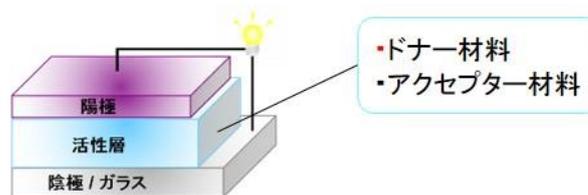
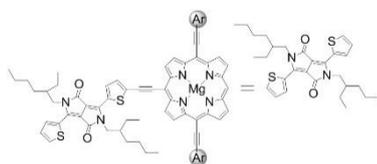


図 1. 有機薄膜太陽電池のモデル

◆実験内容◆

ポルフィリン骨格の中心にマグネシウム(Mg)を配位させた新規ドナー材料を 4 種類開発しました(図 2)。4 種の化合物は、ポルフィリン骨格の上下の Ar 部位にそれぞれ異なる官能基(※4)を導入しています(導入した官能基は図 2 の a~d のとおり)。いずれの化合物も、液体クロマトグラフィー(※5)を用いた精製により高純度の目的物を容易に得ることができました。

開発した材料は可視光から近赤外領域にまで及ぶ幅広い波長の光を吸収することがわかりました。これにより太陽電池として光吸収効率の更なる向上が見込まれます。



- a: Ar = C₆H₅
- b: Ar = 4-n-hexyl-C₆H₄
- c: Ar = 4-CF₃-C₆H₄
- d: Ar = 4-NMe₃-C₆H₄

図 2. 開発したポルフィリンドナー材料

さらに Ar 部位に導入した官能基の種類が化合物の電気化学特性(※6)に影響を与えていることを明らかにしました(表 1)。電気化学特性は太陽電池の性能を決める重要な要素のため、電気化学特性を最適化することでより高効率な太陽電池の実現が可能となります。開発した材料を用いて太陽電池素子を作製し、化合物 b を用いた場合に最適条件で 5.73%の変換効率(※7)を達成しました。

	solution			solid	film
	HOMO [eV]	LUMO [eV]	Eg [eV]	IP [eV]	IP [eV]
a	-5.11	-3.44	1.67	-5.14	-5.27
b	-5.12	-3.43	1.69	-5.11	-5.25
c	-5.18	-3.47	1.71	-5.40	-5.45
d	—	—	—	-4.93	-5.18

表 1. 開発した材料の電気化学特性

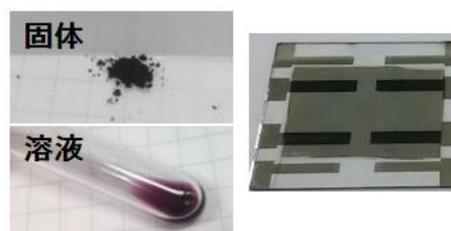


図 3. 開発した材料の写真(左)と試作した太陽電池素子(右)

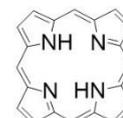
◆用語の説明◆

※1:ドナー

光を照射すると電力発生に必要な励起子を発生させる材料。分子サイズの違いから主にポリマーと低分子の 2 種類の π 共役系化合物に分けられる。本研究で開発したポルフィリン化合物は低分子ドナー材料である。

※2:ポルフィリン化合物

ポルフィリン環をもつ化合物。ユニークな特性や安定性の高さから多くの分野で応用研究が行われている。右に示した図はポルフィリン化合物の基本骨格。



※3:アクセプター

ドナー材料から電子を受け取り電極へ流す材料。主にフラーレン誘導体が用いられる。

※4:官能基

有機物の特性を決める原子団

※5:液体クロマトグラフィー

液体(移動相)に溶かした溶質(たとえば、化学反応後に得られた混合物)を、シリカゲルなどの充填剤(固定相)を詰めた筒状の容器(カラム)に通過させ、溶質が固定相から溶出するまでの時間差を利用して物質を分離・精製する方法。溶出する時間の差は、化合物ごとに固定相との相互作用(分子サイズの違い、吸着しやすさなど)の強さが異なることに由来する。

※6:電気化学特性

各化合物において電子が入っている軌道のうち最もエネルギーの高い軌道を HOMO(最高被占軌道)、電子が入っていない軌道のうち最もエネルギーの低い軌道を LUMO(最低空軌道)という。ドナーおよびアクセプターの HOMO / LUMO の値は太陽電池の性能に密接に関係する。一般的にドナーの HOMO とアクセプターの LUMO のギャップが大きいほど太陽電池の開放電圧が向上する傾向にある。

※7:変換効率

太陽電池に入射した光のエネルギーのうち、電気エネルギーに変換された割合。