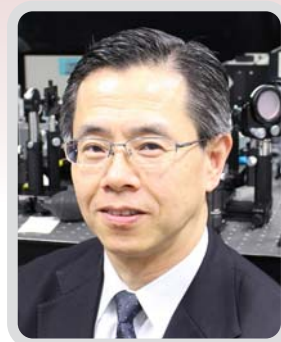


液晶性有機半導体を用いた プリンダブル薄膜太陽電池

大阪大学 大学院工学研究科 教授
尾崎 雅則



研究の背景

シリコンなどを用いた従来の電子デバイスは、高真空下で高温プロセスを用いて作る必要があります。ところが、近年、炭素を主元素としたいわゆる有機半導体が脚光を浴びています。この有機半導体の溶液から印刷法などを用いて常温・常圧でデバイスを作製できるので、低コスト・低環境負荷の電子デバイスの実現が期待されています。なかでも、有機半導体の特徴を生かした応用の一つに太陽電池があります。現在の太陽電池の最大の課題は発電コストですが、印刷可能な有機半導体を用いれば、低コストで広く普及する太陽電池の実現が期待できます。私たちは、有機化合物の中でも、液晶性を示す有機半導体の開発と太陽電池への応用を研究してきました。

研究の成果

液晶は、固体と液体の中間の状態、分子が自己組織的に並ぶ性質を持っています。その性質を最大限に活用したのが大型液晶ディスプレイです。電気がよく流れる有機半導体を実現するには、有機分子を規則的に並べてやる必要があります。私たちは、そこに液晶の性質を活用しました。これまで安定性などで定評のあるフタロシアニンをベースとした液晶性有機半導体の開発に取り組んできましたが、図1に示す材料で $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ を超える高いキャリア移動度を観測し、太陽電池への応用に向けて研究を進めています。この材料は、円盤状の分子があたかも皿を積み重ねたようにカ

ラム構造を形成しており、その軸に沿ってキャリア輸送が起こっていると考えています。また、この材料とフラーレン誘導体とを組み合わせることにより、塗布法でエネルギー変換効率が5%に達する有機薄膜太陽電池を実現しました。

今後の展望

フタロシアニンは、顔料にも使われる堅牢な分子で実績もあります。緑色の波長域に吸収の窓が空いているのが問題ですが、組み合わせるアクセプタ材料を選ぶことでこれを解決することができます。今後、光によって生成されたキャリアが動きやすいカラム軸の方向を制御することにより、光を十分に吸収する厚い素子も作製できると考えています。分子が自発的に並ぶ「液晶性」を活用することによって、特別な細工をしなくても大面積の太陽電池が実現できるものと期待しています。

関連する科研費

- 平成21-22年度 特定領域研究「有機薄膜太陽電池の表面プラズモン共鳴による高効率化に関する研究」
- 平成24-27年度 基盤研究(A)「高移動度液晶性半導体を用いた塗布型低分子バルクヘテロ接合有機太陽電池の開発」
- 平成25-26年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「融合マテリアルによる薄膜太陽電池の高効率化」

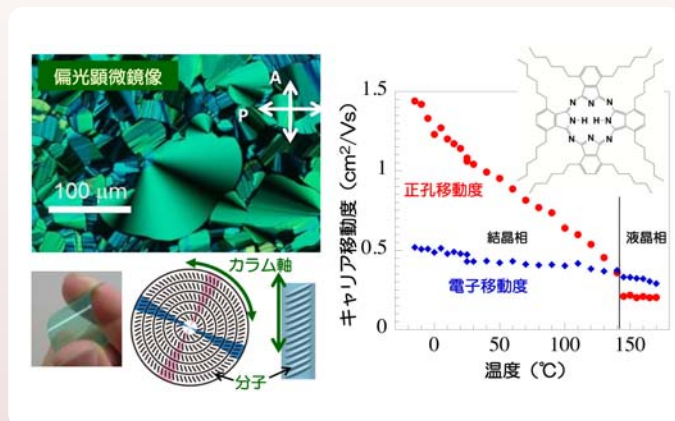


図1 液晶性フタロシアニンの分子構造と偏光顕微鏡写真。Time of Flight法を用いて評価したキャリア移動度の温度依存性。単結晶以外の塗布膜で世界最高クラスの移動度が確認された。

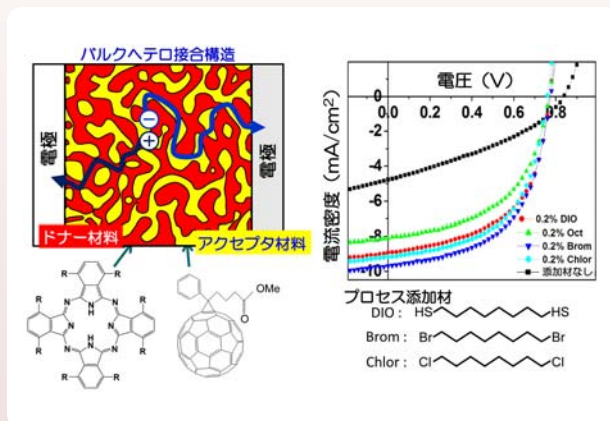


図2 有機太陽電池に好都合と考えられている、ドナー材料とアクセプタ材料とが複雑に絡み合った「バルクヘテロ接合構造」太陽電池の模式図。変換効率は、添加材の導入によるモルフォロジーの制御によって改善される。