

高効率な超薄型有機太陽電池の寿命が従来の 15 倍に  
—新しい発電層の設計とポストアニール処理による熱安定化技術—

理化学研究所（理研）の福田憲二郎専任研究員、染谷隆夫主任研究員らの国際共同研究グループは、高いエネルギー変換効率と長期保管安定性を両立する超薄型有機太陽電池の開発に成功しました。本研究成果は、ウェアラブルエレクトロニクスやソフトロボット用のセンサーやアクチュエータなどに安定的に電力を供給できる、軽量で柔軟な電源として応用されると期待できます。

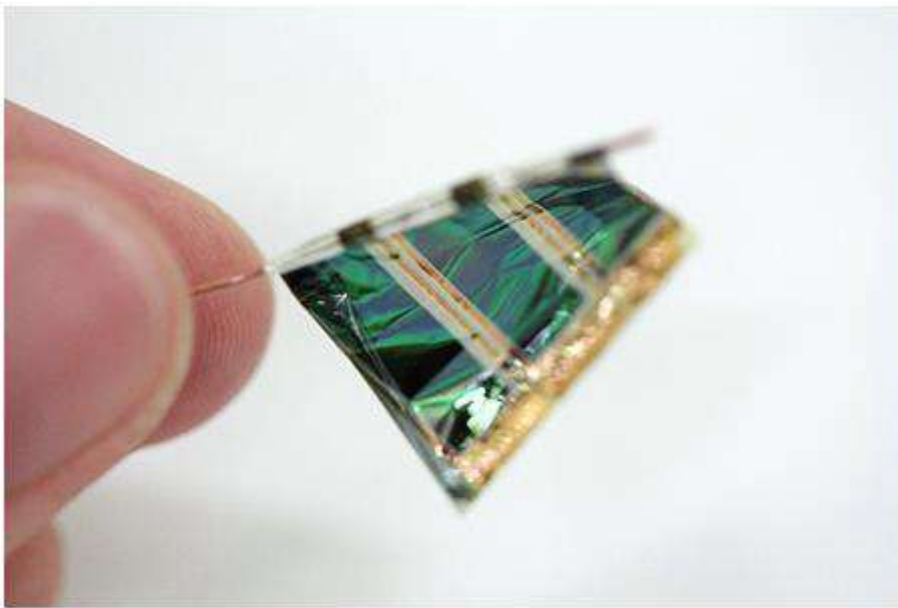


図1 高いエネルギー変換効率と長期保管安定性を両立した超薄型有機太陽電池

今回開発した超薄膜有機太陽電池は、基板から封止膜までの全てを合わせた膜厚が  $3\mu\text{m}$  と極薄でありながらエネルギー変換効率は 13% に達し、大気中で 3,000 時間保管した後も 95% 以上のエネルギー変換効率を保持することができました (図2)。これまでの研究では、エネルギー変換効率は 10.5%、保持率 95% を満たすのは約 200 時間でした。これと比較すると、エネルギー変換効率は約 1.2 倍向上し、長期保管安定性は 15 倍も改善したことになります。

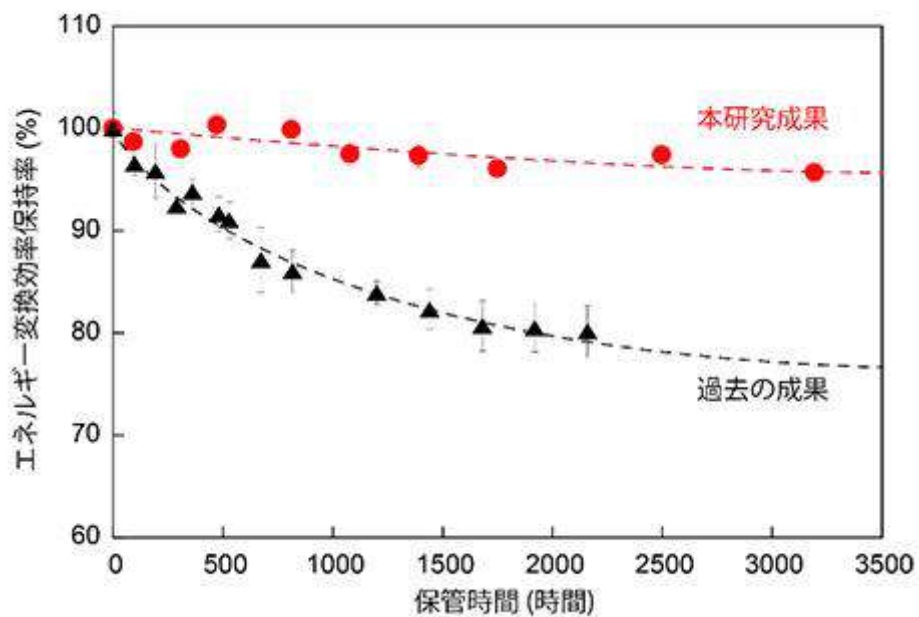


図2 今回開発した超薄型有機太陽電池の長期保管安定性の改善  
 横軸に大気中室温遮光条件での保管時間、縦軸にエネルギー変換効率の保持率をプロットしている。本研究では、3,000 時間保管しても保持率は95%以上であった。研究チームの過去の研究では、95%の保持率を満たすのは200 時間ほどしかなかったことから、今回、保持率が15 倍も改善されたことが分かった。

本研究成果のポイントは、高エネルギー交換効率と熱安定性を両立する新たなドナー・アクセプター材料ブレンド膜の設計による発電層の改良と、ポストアニール処理による発電層と正孔輸送層の界面での電荷輸送の改善を実現したことにあります (図3)。

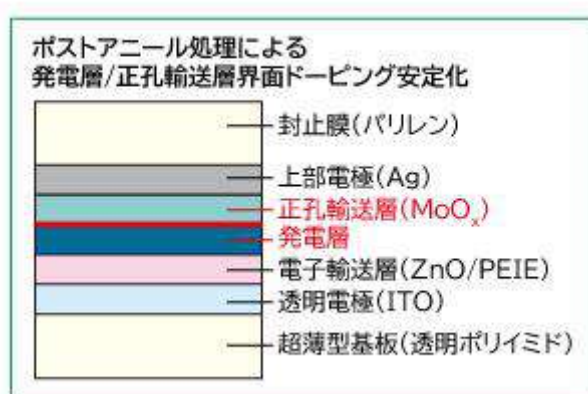
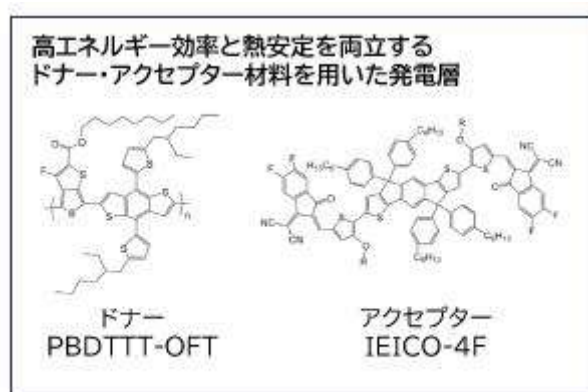


図3 高いエネルギー交換効率と長期保管安定性を両立するための設計指針

発電層のドナー材料に半導体ポリマーの PBDTTT-OFT を、アクセプター材料に非フラーレン誘導体の IEICO-4F を用いることで、高エネルギー変換効率と熱安定性を両立できる発電層を作製できた。また、素子作製後にポルトアニール処理（150℃、5 分間）を施すことで、発電層と正孔輸送層の界面での電荷輸送が改善され、それに伴い長期保管安定性も改善された。

今回ドナー材料に用いた PBDTTT-OFT は、東レ株式会社が近年新たに開発した熱安定性に優れた半導体ポリマーです。これまでの研究では、この PBDTTT-OFT とランダムに混合したバルクヘテロ接合構造の発電層を作製するために、アクセプター材料としてフラーレン誘導体を使用していました。しかし、この組み合わせでは PBDTTT-OFT の高効率や熱安定性といった特長を十分に引き出すことができませんでした。今回、アクセプター材料として非フラーレン誘導体の IEICO-4F を用いることで、光捕集性と熱安定性により優れた発電層を作製できました。

論文情報

タイトル Highly efficient organic photovoltaics with enhanced stability through the formation of doping-induced stable interfaces

雑誌 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

DOI 10.1073/pnas.1919769117

日本語発表原文 [https://www.riken.jp/press/2020/20200310\\_1/index.html](https://www.riken.jp/press/2020/20200310_1/index.html)

文 JST 客観日本編集部