

# 太陽電池講座 (第10講)

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 97 [4], 113-118 (2024)

## P3HTと非フラレン型アクセプターを用いた有機太陽電池開発と 営農型太陽光発電への展開

家 裕隆<sup>\*,†</sup>

\*大阪大学産業科学研究所 大阪府茨木市美穂ヶ丘8-1 (〒567-0047)

† Corresponding Author, E-mail: yutakaie@sanken.osaka-u.ac.jp

(2023年10月27日受付, 2023年11月13日受理)

### 要 旨

有機太陽電池 (OSC) は軽量, フレキシブル, プリントブル, そして, 吸収波長を調節できることから, 次世代太陽電池として期待されている。本稿では, 安価かつ典型的ドナーのポリ (3-ヘキシルチオフェン) と非フラレン型アクセプターで構成されるOSCについて概説する。さらに, 農業における農作物生育と発電の両立を目的として, 『青色と赤色光を農業, 光合成への寄与が少ない緑色光を発電』に用いる緑色光波長選択型OSCへの展開について紹介する。

キーワード: 有機太陽電池, 有機半導体材料, 非フラレン型アクセプター, ポリ (3-ヘキシルチオフェン), 営農型太陽光発電

### 1. はじめに

太陽光発電は二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギー源を用いることから, 脱炭素社会の実現に向けて有望な創エネルギー技術であり, すでに無機系のシリコン太陽電池が国内外で広く普及している。これに対して, 有機半導体材料を発電層に用いる有機太陽電池 (organic solar cell, OSC) は, 軽量, 柔軟, プリントブルなロールツーロールでの大面積モジュール作製が可能, 廃棄・回収においてリサイクルがシリコン太陽電池より容易といった優れた特徴を兼ね備えていることから, 次世代の太陽光発電に位置づけられる。OSCの発電層は, ドナーとアクセプターの二成分の有機半導体材料を混合したバルクヘテロ (BHJ) 構造の100 nmレベルの薄膜で構成される。OSCにおける代表的なドナーとしてポリ (3-ヘキシルチオフェン) (P3HT), アクセプターとしてフラレン誘導体 (PC<sub>61</sub>BM) が用いられてきた。しかし, この組み合わせでは光吸収域が狭いことから, 発電効率の向上が困難であった。この克服に向けて, 長波長域の光吸収能が付与できるドナー—アクセプター構造の狭バンドギャップドナー, および, 電子受容性の $\pi$ 共役分子を用いた非フラレン型アクセプターが見いだされた結果, シリコン太陽電池に迫る18%の発電効率 (power conversion efficiency,

PCE) がセルサイズの素子で達成されている<sup>1)</sup>。OSCの社会実装が視野に入る状況になりつつあることから, ロールツーロールでのモジュール化に向けた研究開発, 素子の長期耐久性を実現する材料開発も不可欠となってきている。一方で, シリコン太陽電池やペロブスカイト太陽電池とは異なる, OSCならではの特徴を活かした創エネルギーの機能開拓も重要になりつつある。この点から, 透過性を付与した太陽電池の利用が注目されている。透過型OSCでは, PCEと平均可視光透過率 (average visible transmission, AVT) の積から算出する光利用効率 (light utilization efficiency, LUE) が定量的な指標として用いられている<sup>2)</sup>。この透過型OSCの社会実装の応用の一つとして, 農業用ハウスへの搭載に向けた研究が報告されている<sup>3,4)</sup>。しかし, 現状の透過型OSCは, 太陽光を透過する一方で, 波長選択性がないことから, 農作物生育の点で課題が残されている。本稿では, 筆者らが取り組んできた非フラレン型アクセプターの設計と開発, 農業用ハウスへの搭載を視野に入れてOSCに波長選択性を付与した緑色光波長選択型OSCの展開について概説する。

### 2. チアジアゾール骨格を用いた 非フラレン型アクセプターの開発

筆者らが非フラレン型アクセプター開発に着手した当時, BHJ型OSCで良好な特性を示すアクセプターはPC<sub>61</sub>BMなどの可溶性フラレン誘導体に限られていた。Linらの2012年頃の総説は当時の状況をよく反映しているが<sup>5)</sup>, 非フラレン型アクセプターはフラレン誘導体と比較して短絡電流密度 ( $J_{SC}$ ) が低いことが課題であり, 良好な $J_{SC}$ を実現するための設計指針の確立が非フラレン型アクセプター開発において重要であった。

上述のとおり, OSCの発電層を構築するためには, ドナーとアクセプターが必要であり, 高いPCEのためにはドナーと



【氏名】 いえ ゆたか  
【現職】 大阪大学産業科学研究所 教授  
【趣味】 スキー, 旅行  
【経歴】 平成7年大阪大学工学部卒業。平成12年大阪大学大学院工学研究科。博士後期課程修了。平成12年住友製薬研究員。平成15年大阪大学産業科学研究所助手。平成19年助教。平成21年准教授。平成31年より現職。

【図表について】 電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/