

低コスト合成と高効率を実現する有機薄膜太陽電池材料の開発

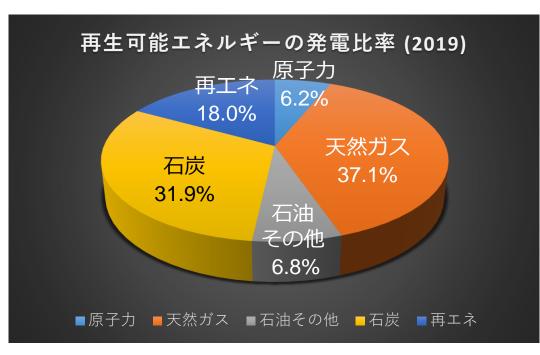
岡山大学 異分野基礎科学研究所 研究准教授 森 裕樹

2024年1月18日

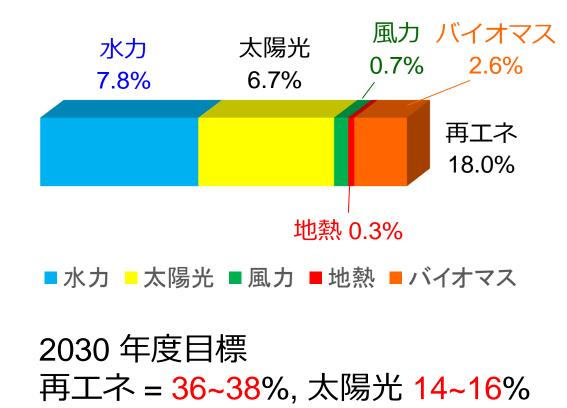
1



再生可能エネルギーの現状



出典:資源エネルギー庁



カーボンニュートラルに向けて、さらなる太陽光発電 の普及拡大が不可欠



太陽光発電の導入率

各国の再工ネ発電導入容量 (2020 年実績)

各国の太陽光発電導入容量 (2020 年実績)

順位	国名	導入量
1	中国	934 GW
2	アメリカ	336 GW
3	ブラジル	151 GW
4	インド	141 GW
5	ドイツ	138 GW
6	日本	132 GW
7	カナダ	101 GW
8	スペイン	63 GW
9	イタリア	60 GW
10	フランス	58 GW

		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
順位	国名	導入量
1	中国	253 GW
2	アメリカ	95 GW
3	日本	72 GW
4	ドイツ	54 GW
5	インド	41 GW
6	イタリア	22 GW
7	オーストラリア	21 GW
8	韓国	16 GW
9	ベトナム	16 GW
10	イギリス	14 GW

*国土面積当たりの太陽光設備容量: 日本 = 147 kW/km² (世界 1 位)

出典:資源エネルギー庁



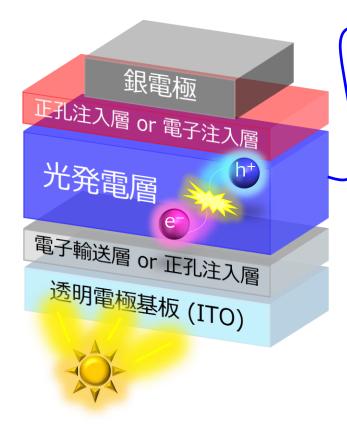
シリコン太陽電池の現状

- 発電コストは年々低下している (2019年: 13円/kWh)
- 設置が困難または不可能な屋根や場所の存在
 - → 太陽光パネルが重い (1 枚当たり約 15 kg)、金属が腐食する などの問題のため
- 災害による被害や景観、環境への影響 土地造成による土砂崩れなどの二次災害 豪雨や台風、地震による事故件数の増大 地域社会とのトラブル
 - → 少なくとも 175 自治体で太陽光の規制に関わる条例 (2022 年)
- 今後、大量廃棄による問題が浮上





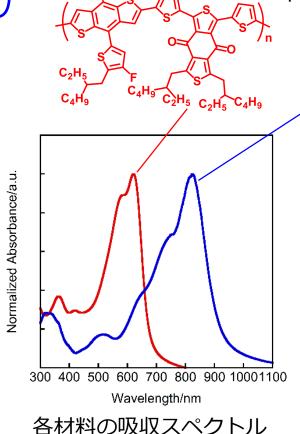
有機薄膜太陽電池 (OPV)



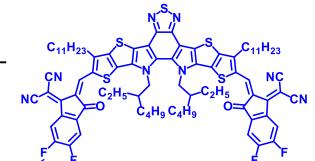
次世代太陽電池の 候補の一つ

バルクヘテロ混合層 (光発電層)

→ p 型半導体高分子 + 低分子 n 型半導体の混合層



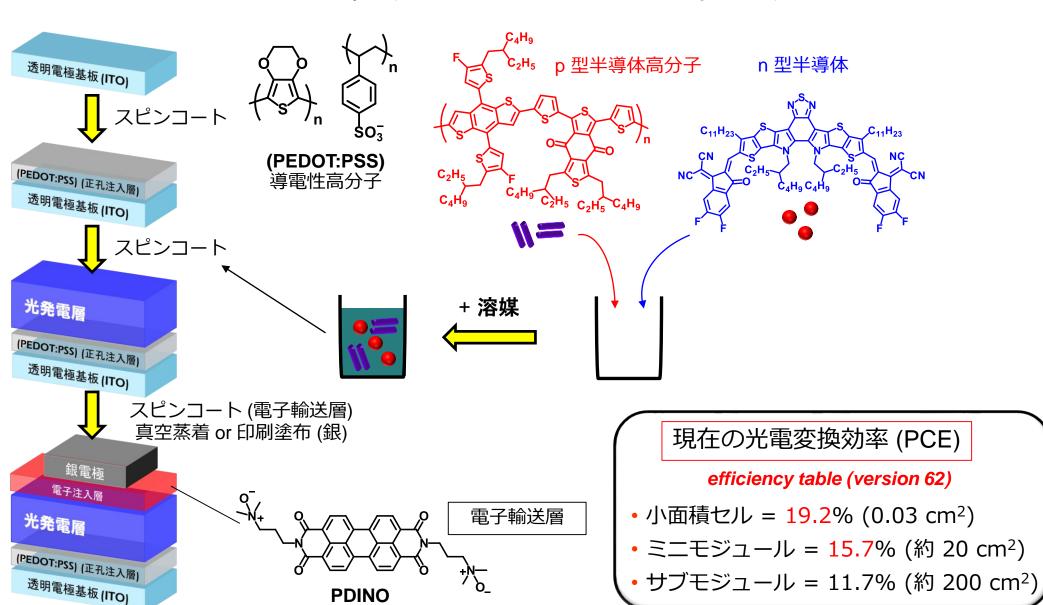
- 生体適合性が高い



- 印刷による低コスト、大面積化が可
- 低照度である室内光 (< 1000 lux) 下では 変換効率 = >30%
- 半透明でも一定の発電が可能
- ・有毒な物質を使用しない
- 有機物であるため、柔軟かつ伸縮可能
- 設置場所を選ばない



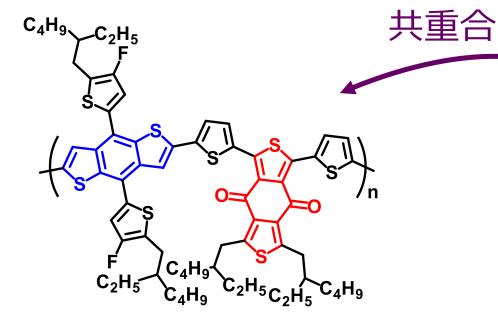
OPV の作製法と現在の変換効率





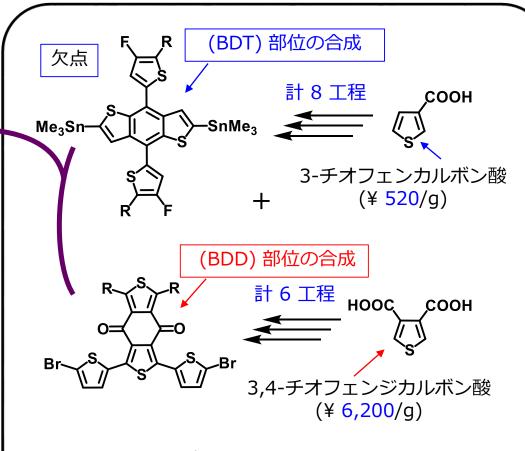
従来技術の問題点

代表的な高性能 p 型半導体高分子



PM6 (変換効率 = ~17.1%)

Y. Zou, et al., Joule 2019, 3, 1140.

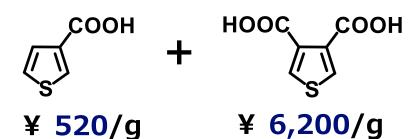


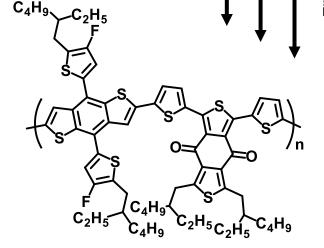
- 計 15 工程での多段階合成
- ・ 極低温での反応が 8 工程必要
- ・カラムクロマトグラフィーによる精製が 9 工程必要
- 低い全収率 (4%)→ 合成コストの増加



新たな p 型半導体高分子の開発

従来の高性能有機薄膜太陽電池材料





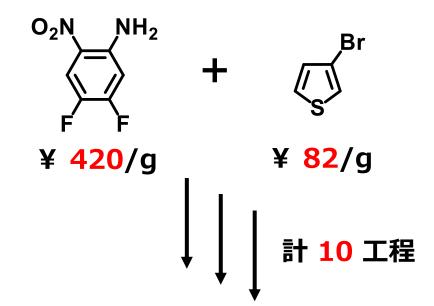
PM6

-78 °C での極 低温反応多数

高コストな精製 が9 工程必要

全収率 = 4%

本技術で開発する新材料





極低温反応はわずか2工程

高コストな精製は3工程まで削減

全収率 = 9%



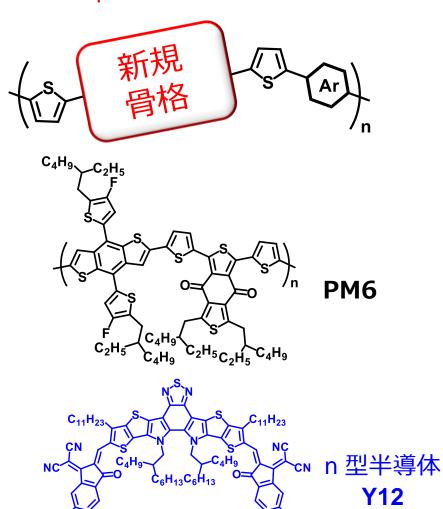
新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、合成工程数の 削減、全収率の改善、高コストな精製工程 数や極低温反応数の削減に成功した。
- 本技術の適用により、全収率が4%から9%まで向上、合成工程数を15工程から10工程まで短縮できたため、合成コストが低下することが期待される。

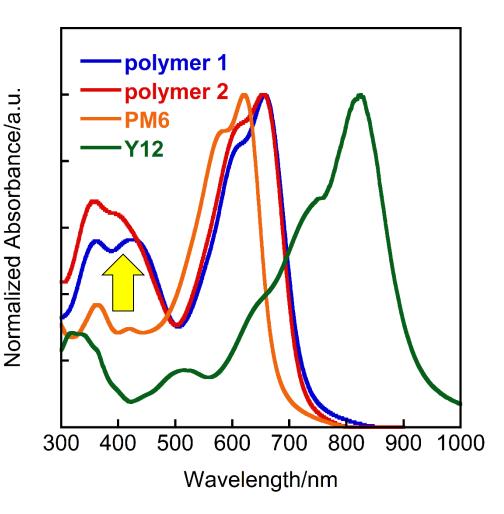


新規 p 型半導体高分子の特性

p 型半導体高分子

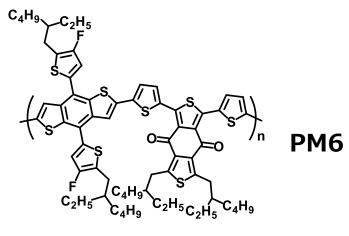


薄膜の吸収スペクトル





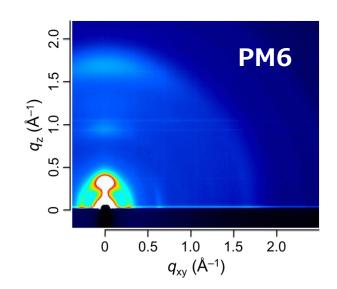
新規 p 型半導体高分子の薄膜構造

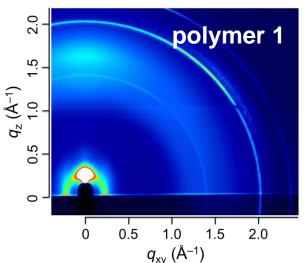




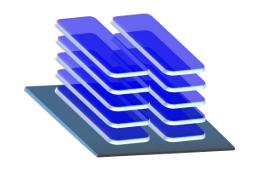
p 型半導体高分子



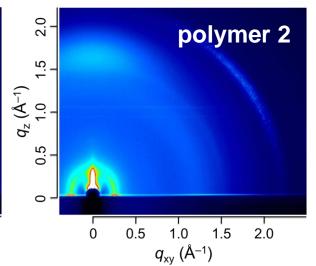




@SPring-8 (BL13XU)



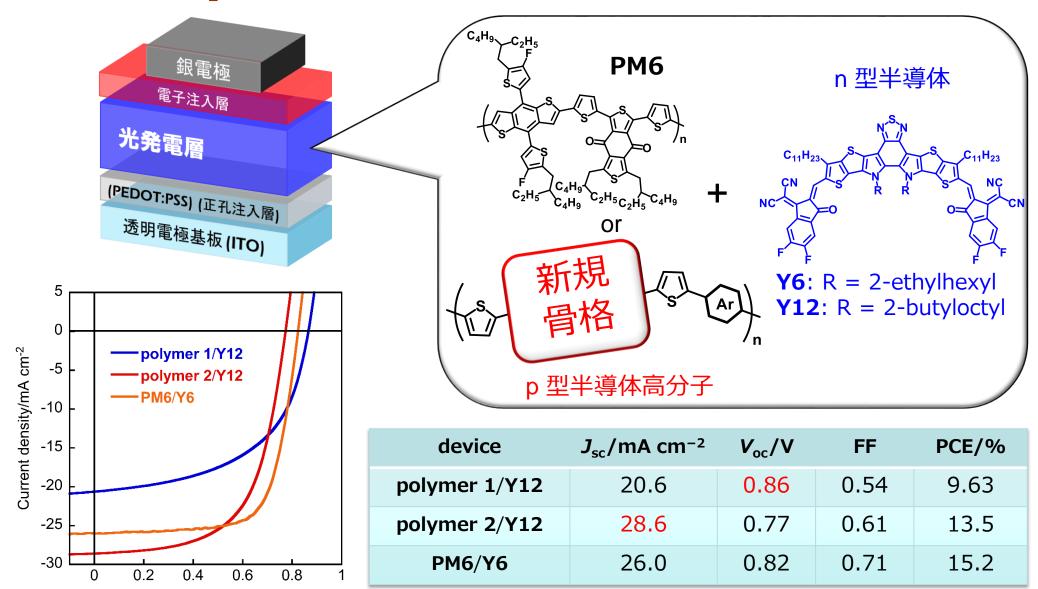
face-on





Voltage/V

新規 p 型半導体高分子のOPV特性





想定される用途

- より低コストでのOPVの作製により、建材 一体型太陽電池やシースルー太陽電池(窓 の調光材など)の普及拡大が期待される。
- また、光電変換の特性に着目すると、光触 媒としての水分解やフォトダイオードへの 展開によって光センサーの用途に展開する ことも可能である。
- 半導体材料だけでなく、機能性色素としての母骨格やその中間体となりえる。



実用化に向けた課題

- 現在、変換効率が 13.5% と既存材料にわずかに劣っている。今後の分子修飾によりさらなる変換効率の改善は十分に可能である。
- 今後、光や熱安定性について実験データを 取得し、実用化に耐えうる材料かを確認す る必要あり。
- 実用化に向けて、大面積モジュールの作製 技術を確立する必要もあり。



企業への期待

- 新材料の量産に向けて、有機合成の大量合成 が可能な共同研究を希望。
- インクジェットやスクリーン印刷などの大面 積塗布技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、次世代太陽電池分野への展開を考えている企業には、本技術で開発した新材料の供給が可能であるため、本技術の導入が有効と思われる。



本技術に関する知的財産権

 発明の名称:ビニレン架橋キノキサリン誘導体及びこれを用いて得られるπ 共役系重合体

● 出願番号 : 特願2023-089807

• 出願人 : 国立大学法人 岡山大学

• 発明者 : 森 裕樹、西原康師



お問い合わせ先

岡山大学 研究推進機構 知的財産本部

知的財産プロデューサー 小川 紀之

TEL:086-251-8417

E-mail: chizai@okayama-u.ac.jp

URL: https://www.orsd.okayama-u.ac.jp/