

未来社会創造事業 探索加速型  
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域  
年次報告書(探索研究期間)

令和2年度 研究開発年次報告書
--------------------

令和2年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：尾坂 格]

[広島大学大学院先進理工系科学研究科・教授]

[研究開発課題名：  
革新的有機半導体の開発と有機太陽電池効率20%への挑戦]

実施期間：令和2年11月1日～令和3年3月31日

## §1. 研究開発実施体制

### (1)「材料開発」グループ(広島大学)

① 研究開発代表者:尾坂 格 (広島大学大学院先進理工系科学研究科、教授)

#### ② 研究項目

- ・p型(ドナー性)半導体ポリマー材料の開発
- ・n型(アクセプター性)半導体分子およびポリマー材料の開発
- ・有機薄膜太陽電池素子の作製・評価

### (2)「発電機構解析」グループ(京都大学)

① 主たる共同研究者:大北 英生 (京都大学大学院工学研究科、教授)

#### ② 研究項目

- ・電荷生成ダイナミクスの解析
- ・電圧損失機構の解析

### (3)「電子構造解析」グループ(千葉大学)

① 主たる共同研究者:吉田 弘幸 (千葉大学大学院工学研究院、教授)

#### ② 研究項目

- ・精密電子構造解析
- ・励起子束縛エネルギー解析
- ・電荷解離エネルギー解析

## §2. 研究開発実施の概要

塗布型有機薄膜太陽電池(OPV)は、従来のシリコン太陽電池にはない特長を有する重要な次世代太陽光発電技術である。本研究では、合理的かつ精密な分子設計に基づき、革新的有機半導体材料を開発することで、OPV未踏のセル変換効率20%達成に挑む。材料開発の指針として、電荷分離効率を向上するため、電荷非局在化を促進しうる剛直な分子構造をもつ高結晶性有機半導体の開発を推進する。今年度、まず平面ロッド型構造を有する新規 $\pi$ 電子系骨格を有するn型半導体分子(NFA)として、YS2やTT3を合成した。特にYS2は励起子寿命が0.85 nsと極めて長く、分子内および分子間で電荷非局在化が大きいことが示唆された。TT3では一次評価としては十分に高い10%を超える変換効率を得られた。一方、平面ロッド型骨格を有する新規p型ポリマー材料として、PTBTz1やPTNT2Tを開発した。PTBTz1では、ベンチマークNFAであるY6と組み合わせたOPV素子にて15%と世界水準に大きく近づく変換効率を得られた。PTNT2Tでは、フラーレン系n型半導体PC<sub>61</sub>BMおよびY6のいずれと組み合わせたOPV素子でも約12%の変換効率を得られた。これは、特にPC<sub>61</sub>BM素子としては世界最高水準の値である。また、PTNT2Tは、主鎖間における平面ロッド骨格同士の重なりが極めて大きく、顕著なキャリア輸送性を有することが示唆された。これらの成果は、変換効率20%を目指す上で、重要な知見となる。