

有機薄膜太陽電池への応用を志向した高効率 p 型高分子の合成

(農工大院・BASE) ○相原佑吏、荻野賢司

【緒言】

近年、2050 年における脱炭素社会の実現に向けて、太陽光発電が注目されている。特に「有機薄膜太陽電池」は軽量・柔軟といった特徴を有し、建物の壁面など従来の太陽電池では実現できなかった場所への設置が期待される。一方で、発電効率が低いことが長年課題とされてきた。そこで、近年高効率有機半導体材料の開発が世界的に進められ、「PBDB-T」と呼ばれる新しい p 型有機半導体が開発された。

これが材料として組み込まれたことにより、有機薄膜太陽電池の変換効率は急上昇している^[1]。また、P3HT と呼ばれる p 型半導体にポリスチレン (PSt) block を導入した P3Ht-*b*-PSt というブロック共重合体はもとの分子と比較して正孔移動度が格段に向上したことが報告されている^[2]。以上より、本研究では PBDB-T 誘導体の中で特に高い変換効率を実現した PBDB-T-2Cl、通称 PM7 に PSt block を導入した PM7-*b*-PSt 共重合体を合成し、元の分子と比較したときの移動度向上、n 型材料と組み合わせたときに高い変換効率が得られることを期待して研究を進めている。目的化合物である PM7-*b*-PSt は Fig.1 のように、①BDT block と②BDD block、そして③PSt block から構成される。

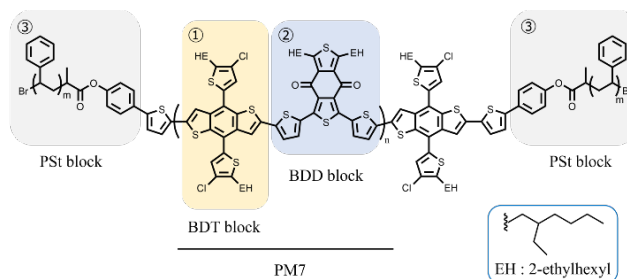


Fig.1 PM7-*b*-PStの構造式

【実験】

BDT block の構成単位であるスズ化合物を thiophene-3-carboxylic acid から 5 段階の反応で、BDD block の構成単位であるジブロモ体を 3,4-dibromothiophene から 7 段階の反応で合成した。また、PSt block の構成単位であるホウ素化合物は Styrene から 3 段階の反応を経て合成した。これらを反応剤として、PM7 はスズ化合物とジブロモ体を Stille カップリングすることにより、PM7-*b*-PSt は Stille カップリング反応と末端基の変換後、ホウ素化合物と鈴木・宮浦カップリングすることによって得た。

【結果と考察】

BDT block と BDD block の構成単位となる化合物はいずれも ¹H NMR の解析により、合成できていることを確認した。また、 $M_w=2000$ の PSt block が合成できていることを GPC 測定により確認した。続いて、Fig.2 は上から PM7、PSt block、PM7-*b*-PSt の ¹H NMR を表している。この図から、PM7-*b*-PSt の ¹H NMR には PM7 由来のピークと PSt 由来のピークの両方が存在していることが分かる。この結果に加え、① GPC 測定により分子量が増加していること、②原料である PSt block はアセトンに溶解しやすい一方で、この生成物はアセトンに不溶であることの 2 点を考慮して、得られた化合物が PM7 と PSt block の混合物ではなく PM7-*b*-PSt であると判断した。

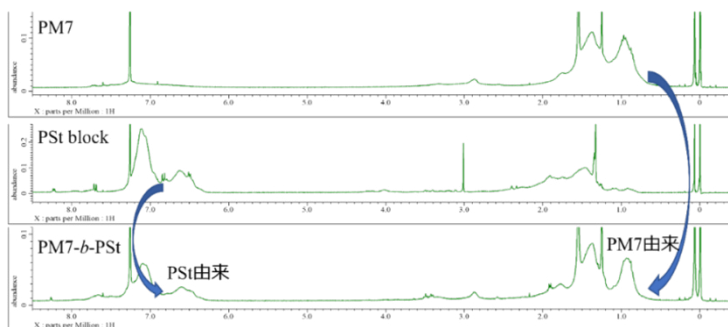


Fig.2 PM7・PSt block・PM7-*b*-PStの¹H NMR

②原料である PSt block はアセトンに溶解しやすい一方で、この生成物はアセトンに不溶であることの 2 点を考慮して、得られた化合物が PM7 と PSt block の混合物ではなく PM7-*b*-PSt であると判断した。

【今後の展望】

合成した PM7 と PM7-*b*-PSt に対してそれぞれサンプルを作製し、電荷移動度測定などの物性評価を行う。また、これらの p 型半導体と相性の良い n 型半導体を組み合わせて簡易的な有機薄膜太陽電池を作製し、その変換効率測定などの評価に取り組むことを予定している。

【参考文献】

- [1] Z. Zheng et al., *Materials Today*, 35, (2020), 115
- [2] E. Tomita et al., *Macromol. Chem. Phys.*, 219, (2018), 1800186

The synthesis of highly efficient p type polymer for organic film solar cells, Yuri AIHARA, Kenji OGINO: Graduate School of Tokyo University of Agriculture and Technology, 2-24-16, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan, Tel: 042-388-7212, E-mail: s230451v@st.go.tuat.ac.jp