

環状 P3HT の合成と有機薄膜太陽電池への応用

Synthesis of cyclic P3HT and its application to organic solar cells

京大化研¹, 北大院工² ○福島 達也¹, 石橋 寛隆¹, 末政 大地², 中村 亮介², 蓬田 昌伸²

磯野 拓也², 佐藤 敏文², 梶 弘典¹

ICR, Kyoto Univ.¹, Hokkaido Univ.², ○Tatsuya Fukushima¹, Hirotaka Ishibashi¹, Daichi Suemasa²,

Ryosuke Nakamura², Masanobu Yomogida², Takuya Isono², Toshifumi Satoh², Hironori Kaji¹

E-mail: kaji@scl.kyoto-u.ac.jp

はじめに 塗布型有機薄膜太陽電池はプリンタブルかつフレキシブルなエネルギーハーベスタとして注目されている。その素子の基盤となる高分子半導体はここ10年間で大きく発展し、様々な分子骨格からなる半導体が開発された。^[1,2] しかし、既報の高分子半導体の主鎖骨格は主に線形であり、特殊形状を有する高分子はほとんど報告されていない。本発表では、ドナー材料として最も一般的な poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT) を分子内菌頭反応により環状化させた結果、光電変換効率の向上が確認されたので報告する。^[3]

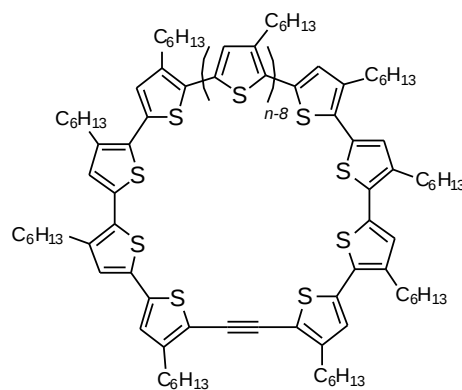


Fig. 1 Chemical structure of c-P3HT.

実験 Fig. 1 に示す環状 P3HT (*c*-P3HT) ($M_n \approx 17,000$,

dispersity ≈ 1.2 , regioregularity $\approx 99\%$) を合成した後、クロロベンゼンを用いて各種基板上に成膜し、基礎物性評価を行った。また、*c*-P3HT を用いて有機薄膜太陽電池 (酸化インジウムスズ (ITO)/PEDOT:PSS/*c*-P3HT: PC₇₁BM (1:1 wt%)/LiF/Al) を作製し、擬似太陽光 (AM1.5G:100 mW cm⁻²) 照射下にて光電変換特性を評価した。単膜および混合膜のキャリア輸送性は Time of flight (TOF) 法にて、単層素子 (ITO/*c*-P3HT or *c*-P3HT: PC₇₁BM/Al) を用い評価した。同手法による混合膜測定時、*c*-P3HT および PC₇₁BM が主に光吸収する波長 540 および 337 nm の励起光源を用いて、ホールおよび電子輸送性を評価した。比較として、ほぼ同じ分子物性を有する線形 P3HT (*l*-P3HT) も合成し、*c*-P3HT と同様に評価した。

結果と考察 *c*-および *l*-P3HT 単膜、混合膜の光学特性、イオン化ポテンシャルには大きな違いが見られなかった。その一方、光電変換特性においては環状化により 30%程度の変換効率向上が確認された (*c*-P3HT: 4.05%, *l*-P3HT: 3.03%)。主に短絡電流密度 (J_{sc}) およびフィルファクター (FF) の向上が変換効率向上に寄与した結果となった。キャリア輸送性に関して、*c*- および *l*-P3HT 単膜、混合膜のホール輸送性はほぼ同じ特性を示したが、混合膜の電子輸送性には違いが見られた。この電子輸送性の違いが光電変換特性向上に寄与していると考えられる。本研究にて提案する高分子主鎖の環状化は、既報の高特性高分子ドナー材料に加えて、近年、広く展開されているアクセプター材料へも適用可能であり、同手法により光電変換効率のさらなる向上が期待される。

謝辞: 本研究は日本学術振興会 (JSPS) 科研費 (JP25248053, JP17H01231, JP16H04152, JP16K05952) および京大化研 共同利用・共同研究プログラムによる助成を受けたものです。

参考文献: [1] P. M. Beaujuge and J. M. Fréchet, *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, 133, 20009. [2] S. Xiao, *et al.*, *Adv. Mater.* **2017**, 29, 1601391. [3] T. Fukushima, *et al.*, *J. Polym. Sci. B* **2019**, accepted.