

【特別推進研究】

理工系（化学）



研究課題名 有機半導体分子の合成とナノ組織化による高効率光電変換

東京大学・大学院理学系研究科・教授

なかむら えいいち
中村 栄一

研究分野：物理有機化学、有機合成化学、有機エレクトロニクス

キーワード： π 電子系、フラレン、有機半導体、ナノ組織化、薄膜構造、有機薄膜太陽電池

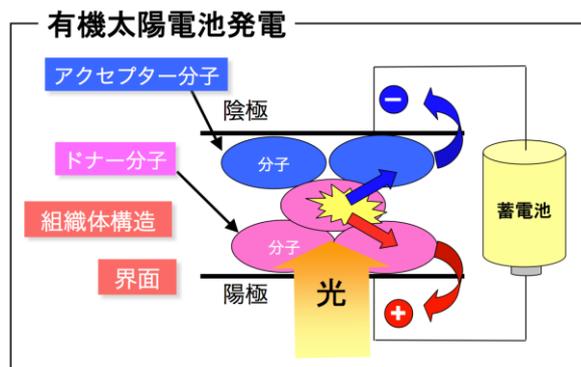
【研究の背景・目的】

有機半導体分子とそれらが形成する組織体の構造には無限の多様性が存在するが故に、異なる機能を持った多種の有機物の薄膜で構成される高効率有機薄膜太陽電池の設計は、化学者にとって心躍る新しいチャレンジである。太陽光エネルギーの有効利用は人類の生存に関わる技として、化学者が積極的関わりを持つべき重要な研究テーマである。これまで行われてきた有機化学の医薬・農薬への応用と異なり、有機化学の電気電子科学技術への本格的な応用はこれから始まる場所である。

そこで本研究では、有機エレクトロニクス研究における新しい研究指針「発想を新反応に求めて機能分子を探索する」という考えに基づき、半導体性を示す新型の平面共役分子や球形をした共役分子であるフラレン誘導体の設計・合成、およびそれらの分子組織体のナノレベルでの構造制御法を開発し、高効率有機薄膜太陽電池の早期実用化に資することを目的とする。

【研究の方法】

本課題で研究する「低分子塗布変換型有機薄膜太陽電池」は、耐久性、材料設計の多様性など、従来の有機薄膜太陽電池に比べて優れている点が多い。本研究では、以下の研究課題に取り組む。(1) 有機半導体分子の探索と分子設計・合成。(2) 階層的ナノ組織化デバイス構造構築。(3) 半導体組織のナノ構造の解析（非周期構造の分子レベル解析）。有機合成と物理有機化学を柱に、薄膜モルフロジー解析、電子顕微鏡によるナノ構造解析などを通して、太陽電池特性と分子物性との相関を明らかにし、さらなる高効率化を図る。



【期待される成果と意義】

本研究の鍵である「高機能有機半導体分子の設計」、「ナノからマクロスケールでの分子組織体の完全階層化」、これまでの化学研究で正面から取り上げられることが少なかった「非周期構造の分子レベル解析」への挑戦は、基礎科学の新しい領域の開拓に繋がるのが期待される。世界に先駆けて長寿命・高効率の有機薄膜太陽電池の基礎研究を完成し、実用化の道筋を明らかにすることにより、学術の発展と資源・エネルギー問題解決の両方に貢献できる。

有機太陽電池への期待



【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- 1) “Columnar Structure in Bulk Heterojunction in Solution-Processable Three-Layered p-i-n Organic Photovoltaic Devices Using Tetrabenzoporphyrin Precursor and Silylmethyl[60]fullerene”, Y. Matsuo, Y. Sato, T. Niinomi, I. Soga, H. Tanaka, E. Nakamura, *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 16048-16050 (2009).
- 2) “Bis(carbazolyl)benzodifuran: A High-mobility Ambipolar Material for Homo Junction Organic Light-emitting Diode Devices”, H. Tsuji, C. Mitsui, Y. Sato, and E. Nakamura, *Adv. Mater.*, **21**, 3776-3779 (2009).
- 3) “Imaging Single Molecules in Motion”, M. Koshino, T. Tanaka, N. Solin, K. Suenaga, H. Isobe, and E. Nakamura, *Science*, **316**, 853 (2007).

【研究期間と研究経費】

平成22年度－26年度

458,700千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/common/NakamuraLab.html>