

垂直配向P/N接合界面を有する 超分子太陽電池の創製と特性評価

Supramolecular Photovoltaic Cells Possessing One-Dimensional Donor-Acceptor Columns

H24助自53

代表研究者 羽 曾 部 卓 慶應義塾大学 理工学部 化学科 准教授

Taku Hasobe

Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology,
Keio University

Increased efforts to assemble dye molecules into desired structures have been recently made because of their extended π -electron conjugation. Such organization of molecular assembly of porphyrins is an interesting topic because of a variety of applications such as solar energy conversion and electronic devices. Construction of organized assemblies makes it possible to show the new property and phenomenon in comparison with those of the corresponding monomeric forms.

In general, the driving force of self-assembly is mainly dependent on the single interaction such as π - π or van der Waals interaction. However, by introducing new functional groups or bonds onto the peripheral positions, which induce additional intermolecular interactions, we can construct a variety of superstructures with different sizes and shapes. Therefore, one of the useful methods for controlling the superstructures is to employ coordination bond. Herein we first demonstrate the metal coordination-assisted supramolecular architectures of porphyrins utilizing metal-organic frameworks (MOFs). Then, remarkable enhancement of photocatalytic hydrogen evolution efficiency utilizing an internal cavity of supramolecular porphyrin hexagonal nanotubes under visible-light irradiation is discussed. Finally, a photoelectrochemical solar cell composed of supramolecular nanoassemblies of lithium-encapsulated fullerene and zinc sulphonated meso-tetraphenylporphyrin exhibits significant enhancement in the photoelectrochemical performance as compared with the reference system containing only a single component.

研究目的

近年の環境・エネルギー問題に対する地球規模的な議論に関連して、太陽光を用いたエネルギー変換が注目を集めている。太陽電池に代表例されるように、光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換は極めて関心が高い。この流れは有機半導体分野の急速な発展と連動し、有機色素を用いた光電変換技術

の開発へと繋がっている。しかし、近年の有機薄膜作製法は低分子系では‘真空蒸着’、高分子系では‘スピンコート’、さらに薄膜中のモルフォロジー制御は基板加熱による‘アニーリング’といういずれも恣意的なトップダウンの手法が固定化している。したがって、デバイス特性向上の鍵は実験現場でのテクニカルな要素が色濃くなっているのが現状である。合成化学・超分子化学的手法を用いて光電変換駆

動に必須な機能である光吸収及びキャリア生成・移動に適した分子集合体を作製し、高効率な光エネルギー特性を発現することを目的とする。

概 要

有機色素から構成され、サイズおよび形状が制御された分子集合体は、エレクトロニクスや光エネルギー変換など多岐にわたる機能材料への応用展開が期待されている。現在、この分子集合体は金属錯体をはじめとする多彩な分子により展開されており、疎水性相互作用等の非共有結合を駆動力として有機溶媒中で簡便に形成される。一方、配位高分子に代表されるように、金属架橋の利用は特異な内部空孔環境と高い配向性を有する組織体の構築が可能となる。

このような分子集合体を構成する代表的な構成分子として自然界のクロロフィルと似た構造を持つポルフィリンが挙げられる。ポルフィリンは高い光捕集機能および優れた電子移動特性を有していることから、光エネルギー変換材料としての利用に高い関心が寄せられている。特に、我々はこれまでに亜鉛テトラピリジルポルフィリン [$\text{ZnP}(\text{Py})_4$] が構築する特異な六角柱型結晶特性を利用して中空構造を有するナノチューブ状棒状分子集合体に関する系統的な研究展開を行ってきた。

本研究ではまず、比較的強固な結合力と同一平面内に結合方向を有する Paddle-Wheel 型配位結合を利用することで、ポルフィリンシート構造を基盤とした光機能性分子集合体の作製と特性評価を試みた。次に、亜鉛テトラピリジルポルフィリンの配位結合を基盤とした特異な六角柱型結晶特性に着目し、中空構造を有する有機ナノチューブ(有機ゼオライト)の作製を行った。本研究ではこのナノサイズの中

空構造を光触媒(可視光利用型水素発生)における反応場として用いることに成功した。最後に、カチオン性の Li 内包フラーレンとアニオン性のポルフィリンを用いた超分子太陽電池の構築と高効率エネルギー変換特性についても簡単に述べる。

－以下割愛－