



Title	Development of Electron Donor-Acceptor Nanohybrids Based on a Variety of Nanostructured Carbon Materials and Their Application to Light-Energy Conversion Systems
Author(s)	大谷, 政孝
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57472
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	大 谷 政 孝
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 23768 号
学 位 授 与 年 月 日	平成22年3月23日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当
工学研究科生命先端工学専攻	
学 位 论 文 名	Development of Electron Donor-Acceptor Nanohybrids Based on a Variety of Nanostructured Carbon Materials and Their Application to Light-Energy Conversion Systems (ナノ炭素材料を基盤とする電子ドナー・アクセプターナノ複合体の開発と光エネルギー変換システムへの応用)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 福住 俊一 (副査) 教授 宮田 幹二 教授 菊地 和也 教授 伊東 忍 教授 伊東 一良 教授 高井 義造 教授 金谷 茂則 教授 渡部 平司 教授 兼松 泰男

論文内容の要旨

カーボンナノチューブに代表されるナノ炭素材料は特異な構造に由来する優れた化学的・物理的性質のため、機能性材料等への応用用途が飛躍的に増大している。特に、光電変換系への応用に向けた電子ドナー・アクセプターレ复合体の開発は非常に注目を集めている。これまでに、ナノ炭素材料を用いた光エネルギー変換システムとしてはナノチューブ表面にポリマーなどの電子ドナーを組織化した系が数多く報告されている。しかし、いずれの系においてもその光電変換効率は非常に低いものしか得られていない。

ナノ炭素材料と基盤とする電子ドナー・アクセプターレ复合材料において、光電変換効率を向上させるための方策としては、主に以下の2点が挙げられる。1つ目は、ナノ炭素材料の構造制御を行うことである。ナノ炭素材料のサイズ、特に軸方向の長さを制御することは、電荷分離後の電極への電子輸送を効率よく行う上で非常に重要な鍵となる。2つ目は、電荷分離状態の長寿命化と高エネルギー化である。長寿命かつ高エネルギーの電荷分離状態を達成できれば、電極への電子注入効率が飛躍的に向上し、高い光電変換効率が期待できる。

以上の観点から、本論文では、種々のナノ炭素材料を基盤とする電子ドナー・アクセプターレ复合体の開発およびその光エネルギー変換系への応用を目的とし、基礎と応用の双方から一連の研究を行った結果についてまとめている。

本論文は以下の章から構成されている。
第1章では、サイズ制御されたカップ型ナノカーボンを光捕集分子で機能化した新規な電子ドナー・アクセプターナノ複合体の構築及び開発したナノ複合材料の光ダイナミクスについて各種分光測定を用いて詳細に検討した結果をまとめている。

第2章および第3章では、サイズ制御されたカップ型ナノカーボンの光エネルギー変換システムへの応用について検討した。具体的には、カップ型ナノカーボンを電子アクセプターとして用いた光電気化学セルの構築とその光電気化学特性について詳細に検討し、カップ型ナノカーボンが電子輸送体として働くことで電極への電子注入が効率よく起こることを見出した。

第4章では、新たなナノ炭素材料としてカーボンナノダイアモンドに注目し、カーボンナノダイアモンドを基盤とする電子ドナー・アクセプターレ复合材料の開発及びその光電気化学特性について検討した。その結果、カーボンナノダイアモンドが電子アクセプターとして機能することで、参照系と比較して光電流発生が大幅に向上することを見出した。

第5章および第6章では、ナノ炭素材料を基盤とするドナー・アクセプターレ复合材料の電荷分離エネルギーのさらなる高エネルギー化を目指し、単層カーボンナノチューブの電子ドナー性についての検討を行った。具体的には、単層カーボンナノチューブと種々の電子アクセプターを組み合わせた新規な電荷分離系を構築し、それらの光ダイナミクスについて各種分光測定により詳細に明らかにした。

結論では、以上の結果の総括を記した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、様々なナノ構造を有する炭素材料に基づいた電子ドナー・アクセプターレ复合材料の開発と光エネルギー変換システムへの応用に関する研究をまとめたものである。その内容は以下のように要約される。

(1) 1章から4章では、サイズ制御されたナノ炭素材料を電子受容体とした新規な光機能性材料の開発と光電変換系への応用についてまとめている。

1章では、サイズ制御されたカップ型ナノカーボンを光捕集分子で機能化した新規な電子ドナー・アクセプターナノ複合体の構築および開発した光機能性材料の光電子移動ダイナミクスについて各種分光測定を用いて詳細に検討した結果をまとめている。

2章および3章では、サイズ制御されたカップ型ナノカーボンの光エネルギー変換システムへの応用について検討している。その結果、カップ型ナノカーボンを電子受容体として用いた光電気化学セルの構築とその光電気化学特性について詳細に検討し、カップ型ナノカーボンが電子輸送体として機能することで電極への電子注入が効率よく起こることを明らかにしている。

4章では、新たなナノ構造を有する炭素材料としてカーボンナノダイアモンドに注目し、新規な電荷分離系の開発およびその光電気化学特性について検討している。その結果、カーボンナノダイアモンドが電子受容体として機能することで、参照系と比較して光電流発生が大幅に向上することを明らかにしている。

(2) 5章および6章では、ナノ炭素材料を基盤とするドナー・アクセプターレ复合材料の電荷分離エネルギーのさらなる高エネルギー化を目的とし、単層カーボンナノチューブの電子ドナーとした電荷分離系の構築について記されている。本章では、単層カーボンナノチューブと電子アクセプターとして種々の酸化還元活性な補酵素類縁体を組み合わせた新規な電荷分離システムを構築し、ナノチューブの電子ドナー性について各種分光測定法を用いて詳細に明らかにしている。これは、単層カーボンナノチューブを電子ドナーとした電荷分離系が光電変換デバイスへ応用展開できることを示しており、今後の更なる発展が期待される。

以上のように、本論文は様々なナノ構造を有する炭素材料を基盤とした複合材料の開発から光電変換材料への応用まで多岐にわたる研究成果をまとめたものであり、新しい光機能性ナノ炭素材料を開発したこと高く評価できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。