



Title	新炭素材料及びその導電性高分子との複合体の電子・光物性とドーピング効果
Author(s)	梶井, 博武
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42140">https://hdl.handle.net/11094/42140</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	梶 井 博 武
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 15484 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 12 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電子工学専攻
学 位 論 文 名	新炭素材料及びその導電性高分子との複合体の電子・光物性とドーピング効果
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉野 勝美
	(副査) 教 授 濱口 智尋 教 授 尾浦憲治郎 教 授 森田 清三 教 授 西原 浩 助教授 大森 裕

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は新炭素材料及びその導電性高分子との複合体の電子・光物性とドーピング効果に関する研究成果をまとめたもので、9 章から構成されている。

第 1 章では、フラーレン  $C_{60}$ などを始めとする新炭素材料及びその導電性高分子との複合体の電子・光物性とドーピング効果に関するこれまでの研究を概観し、本研究の目的及び各章の意義を明らかにしている。

第 2 章では、導電性高分子- $C_{60}$ 複合体に K などのアルカリ金属をドープすることで、 $C_{60}$ に単にアルカリ金属をドープした系で発現する以外の超伝導相が発現することを低磁場マイクロ波吸収 (LFMA) と磁化率測定から見出している。

第 3 章では、アルカリ金属ドープ導電性高分子- $C_{60}$ 複合体における LFMA ピークの磁場位置の温度依存性と磁束トラッピング磁場依存性、LFMA ピーク強度の磁束トラッピング磁場依存性を詳細に調べ、更に LFMA 信号のマイクロ波による加熱効果を検討している。

第 4 章では、光誘起 LFMA 測定からアルカリ金属ドープ導電性高分子- $C_{60}$ 複合体の LFMA 信号が光照射により増大する現象を見出し、そのメカニズムを検討している。

第 5 章では、ナノスケール  $SiO_2$  小球を積層した三次元周期構造を鋳型として多孔性とナノ周期性を兼ね備えた周期多孔性フェノール樹脂と周期多孔構造炭素の作製を行い、鋳型周期の変更や熱処理による周期性の変化及び空隙部の屈折率の変化に伴う光学特性が著しく変化することを見いだしている。

第 6 章では、焼成温度の増加と共に周期多孔構造炭素の電気的性質は大きく変化し、可変領域ホッピングに従う絶縁状態から、弱局在効果による金属状態に変化する事を見出している。

第 7 章では、2800°Cで焼成した周期多孔構造炭素の光学的性質が K の気相ドーピングにより大きく変化することを見いだしている。更に、周期多孔構造炭素の電気化学的性質を調べ急速充電可能なリチウムイオン 2 次電池負極材料として利用可能なことを示している。

第 8 章では、周期多孔構造グラファイトのバンド構造の理論計算を行い、バンド構造の形とバンドギャップが孔間の距離によって周期的に変化する事など、多孔構造を反映する特徴的な性質があることを見いだしている。

最後に、第 9 章で本研究による成果をまとめ結論としている。

## 論文審査の結果の要旨

$C_60$ などのフラーレン、カーボンナノチューブなど種々の新しい構造的、電子構造的特徴を有する炭素材料の開発が進み新炭素材料と呼ばれて基礎科学的にも、応用という視点からも非常に注目されているが、十分にその性質は解明されておらず、また更に様々な新炭素材料が期待されている。一方、主鎖に共役系が発達した導電性高分子はその性質がドーピングにより大きく変化することで注目されている。

本論文は新炭素材料及び導電性高分子との複合体の電子・光物性とドーピング効果を詳細に調べたもので、得られた成果を要約すると以下の通りである。

- (1) K、Rbなどのアルカリ金属をドープした導電性高分子- $C_60$ 複合体では、低磁場 $\mu$ 波吸収(LFMA)測定においてESR信号と逆相信号だけでなく同相信号の2種類の信号を見い出し、また、磁場冷却下での磁化率測定において正の磁化率を示す現象を観測し、 $C_60$ に単にアルカリ金属をドープした系で発現する以外の新しい超伝導相が発現することを見出している。
- (2) アルカリ金属ドープ導電性高分子- $C_60$ 複合体に関するLFMAピークの磁場位置の温度依存性と磁束トラッピング磁場依存性、LFMAピーク強度の磁束トラッピング磁場依存性及びLFMA信号のマイクロ波による加熱効果を検討し、超伝導相の起源、そこでの導電性高分子の役割などを明らかにしている。
- (3) 光誘起LFMA測定からアルカリ金属ドープ導電性高分子- $C_60$ 複合体のLFMA信号が光照射により増大する現象を見出し、光誘起超伝導性の可能性について検討を加えている。
- (4) レプリカ法による多孔性とナノ周期性を兼ね備えた三次元周期多孔性フェノール樹脂更にそれらの熱処理などによる周期多孔構造炭素の作製を行い、その光学的性質の起源を明らかにしている。
- (5) 焼成温度やレプリカ法の鋳型の周期性の違いによって周期多孔構造炭素の電気的性質が大きく異なることを見出し、そのメカニズムを明らかにしている。
- (6) 周期多孔構造炭素のドーピング特性に関して詳しく調べ、カラースイッチ材料や急速充電可能なりチウムイオン2次電池負極材料としての応用を提案、実証するなど多様な可能性を検討している。
- (7) 周期多孔構造グラファイトのバンド構造の理論計算を行い、バンド構造の形とバンドギャップが孔間の距離によって周期的に変化するが、それぞれ長距離と短距離の孔の端の形により決定されることを見出している。更に、周期多孔構造炭素の焼成から周期多孔構造グラファイトを作製する方法は、平坦バンド強磁性を実現する1つの有効な手段であることを述べている。

以上のように本論文はこれまで殆ど研究例がなかった新炭素材料と導電性高分子複合体及び三次元周期構造炭素を作製し、その電子・光物性を解明し種々の新しい性質を見いだしそのメカニズムを解明するとともに、これらを用いた新しい機能応用を提案しており、電子工学の発展に寄与するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。