

「高度情報処理・通信の実現に向けたナノ構造体材料の制御と利用」
平成 14 年度採択研究代表者

篠原 久典

(名古屋大学大学院理学研究科 教授)

「新世代カーボンナノチューブの創製、評価と応用」

1. 研究実施の概要

本研究プロジェクトでは、新規カーボンナノチューブの創製、評価、電子物性の実験的・理論的研究および電子デバイス応用に向けた、今までに例のない創製から応用まで一貫した研究を推進している。

(1) 金属内包フラーレン・ピーポットおよび高純度単層・2層カーボンナノチューブの創製：

各種の金属原子を内包した金属内包フラーレンを、単層カーボンナノチューブ (SWNT) あるいは多層カーボンナノチューブ (MWNTs) に内包させ、新規のナノチューブ・金属内包フラーレンのハイブリッド物質 (通称、ピーポット) を創製した。名大・東レが共同開発したゼオライトをテンプレートとして用いた気相化学蒸着 (CCVD) 法により、高純度の単層、2層、および多層カーボンナノチューブの合成を行なった。また、電子顕微鏡周辺技術を駆使した、nm/サブナノメートルオーダーでの高精度分析技術確立することを目指している。

(2) 新規カーボンナノチューブの電子物性の理論的研究：

共鳴ラマン分光の強度を計算するため光吸収スペクトルの計算をおこない、螺旋度に依存した特異な光吸収依存度があることを見出し、Phys. Rev. で発表した。また二重共鳴ラマン分光でフォノンの分散関係の異方性も観測できることを理論的に見出し、Phys. Rev. Lett. で発表した。最終的にラマン強度を計算するため、電子格子相互作用の計算をするプログラムを開発しているところである。

(3) 新規カーボンナノチューブ・ピーポット物質の電子物性の実験的研究：

多層カーボンナノチューブ (CNT) において近接効果超伝導を観察すること、および一本の二層CNTを電極上に配置してトランジスタ構造を形成しその基礎物性を解明すること、を主なねらいとした。アルミナ膜細孔中に立っている多層CNTを利用することでCNTとNb電極の低抵抗界面を実現し、拡散伝導領域にあるCNTで近接効果による超伝導電流の観察に初めて成功し、臨界磁場がNb電極より35倍程度も大きいことを発見した。

(4) 新規カーボンナノチューブ・ピーポッド物質の電子デバイスへの応用：

ピーポッド・DWNTのデバイス応用を目指し、計算物理による新規ピーポッド・DWNTの材料設計法の確立を目指している。本年度は、計算機リソースの拡充（20CPU-PCクラスター）と新たに導入した分子動力学シミュレーション高速化法により、従来の約10倍（当社比）の高速計算が可能となった。

2. 研究実施体制

2.1 名古屋大学グループ

- ①研究分担グループ長：篠原 久典（名古屋大学大学院理学研究科、教授）
- ②研究項目：新世代カーボンナノチューブの創製、評価と応用

2.2 青山学院大学グループ

- ①研究分担グループ長：春山 純志（青山学院大学、助教授）
- ②研究項目：各種カーボンナノチューブにおける超伝導の探索

2.3 東北大学グループ

- ①研究分担グループ長：齋藤 理一郎（東北大学大学院理学研究科物理学専攻、教授）
- ②研究項目：単層ナノチューブの共鳴ラマン分光。電子格子相互作用の計算。単一ナノチューブの光吸収・発光の理論

2.4 富士通デバイス基礎研究グループ

- ①研究分担グループ長：栗野 祐二（富士通(株)LSI事業本部、デバイス開発統括部長付）
- ②研究項目：デバイス設計を目指した計算物理によるピーポッド・DWNTの材料設計

2.5 東レ(株)化成品研究所グループ

- ①研究分担グループ長：吉川 正人（化成品研究所、主任研究員）
- ②研究項目：高品質カーボンナノチューブ合成に関する研究

2.6 (株)東レリサーチセンターグループ

- ①研究分担グループ長：杉山 直之（(株)東レリサーチセンター、研究員）
- ②研究項目：電子顕微鏡／ラマン分光法を用いた新規ナノカーボン材料の分析・評価