

革新的プラズマ理工学応用による炭素起源ナノバイオ研究未踏領域の開拓

畠山 力三 (東北大学・大学院工学研究科・教授)

【研究の概要等】

炭素起源ナノバイオ研究未踏領域の開拓を意識して、独自に開発したナノ領域への原子・分子注入に関する気相中のプラズマ理工学的手法を液相に拡張し、様々な電子状態の電荷・スピン活用の原子と原子内包C₆₀、及び生体高分子DNAとコロイドを単層カーボンナノチューブ(SWNT)及び二層カーボンナノチューブ(DWNT)の内部ナノスペースに配列制御することにより、この超構造のSWNT, DWNTに新物性を発現させることを目的とする。

具体的には、ナノスコピックプラズマプロセス制御の第一段階として、拡散プラズマ化学気相堆積(CVD)法により単独・孤立垂直配向SWNTを生成する。次に、アルカリハロゲン、アルカリ原子内包C₆₀等の斬新な異種イオン気体プラズマ、及びDNAとコロイド溶液中電解質プラズマを発生し、この元になる空のSWNTに対して、超分子イオンをも含むプラズマイオン照射法を駆使することにより、電子ドナー・アクセプターのpn接合型内包SWNT、強磁性金属内包SWNT、及びDNA内包SWNTとコロイド内包SWNTを創製する。また、DWNTに対しても同様のプロセスを実践し、各種内包DWNTを創製する。最後に、それらの電気・磁気・光学特性の測定を通して、1次元伝導性、半導体・ダイオード特性、超伝導性、スピン・磁性、発光性、分子認識性等の炭素起源ナノバイオチューブ特有の新しい物性が発現することを明らかにする。

【当該研究から期待される成果】

単独・孤立垂直配向のSWNTを低温成長させ、これを用いた気相及び液相中プラズマイオン照射法により、従来不可能であった新規な1次元ナノバイオデバイスの特性創出に寄与するpn接合型内包SWNT, DNA内包SWNT, 及びコロイド内包SWNTが初めて創製され、プラズマ科学によるナノバイオ科学未踏領域開拓という大きな学術的・学際的意義がもたらされると共に、プラズマ応用ナノスペース制御という学術基盤の体系化に寄与する意義がある。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “Cesium Encapsulation in Single-Walled Carbon Nanotubes via Plasma Ion Irradiation: Application to Junction Formation and *Ab Initio* Investigation”, G. -H. Jeong, A. A. Farajian, R. Hatakeyama, T. Hirata, T. Yaguchi, K. Tohji, H. Mizuseki, and Y. Kawazoe: *Physical Review B*, **68**, 075410-1-6 (2003).
- “Electrically Triggered Insertion of Single-Stranded DNA into Single-Walled Carbon Nanotubes”, T. Okada, T. Kaneko, R. Hatakeyama, and K. Tohji: *Chemical Physics Letters*, **417**, 288-292 (2006).

【研究期間】 平成18年度 - 22年度

【研究経費】 31,600,000 円

【ホームページアドレス】

<http://www.plasma.ecei.tohoku.ac.jp/>