

## 【基盤研究(S)】

理工系 (化学)



### 研究課題名 特異な1~2次元反応場を用いた未踏ナノ物質の創製と機能開拓

名古屋大学・大学院理学研究科・教授

しのはら ひさのり  
篠原 久典

研究課題番号：16H06350 研究者番号：50132725

研究分野：基礎化学

キーワード：カーボンナノチューブ、グラフェン、反応場

#### 【研究の背景・目的】

本研究の目的は当研究グループが世界をリードする“ナノチューブとグラフェンの特異な1~2次元の反応場を利用した未開拓物質の創製と機能開拓”を包括的に発展・普遍化させることである。われわれは2008年、ピーポット（フラーレン内包ナノチューブ）の高効率合成方法を世界に先駆けて開発し、ナノチューブ内部の1次元空間ではバルク条件下では決して起こらない極めて特異な反応が誘起されることを見出した。また2014年、大面積単結晶の単層グラフェンを独自の化学気相成長法で合成することに成功し、2枚のグラフェンでサンドイッチされた空間は新規な2次元の反応場であることを実証した。本研究ではナノリボン、ナノワイヤ、ヘテロナノチューブや2次元原子層物質などバルクでは合成困難な新規物質のナノ反応場を用いた高効率合成法を確立し、構造と機能を調べることでナノサイエンスの進展に大きく寄与する基盤の創出を目指す。

#### 【研究の方法】

カーボンナノチューブ (CNT) およびグラフェンサンドイッチ構造の内部の1~2次元ナノスペースの反応場を用いることにより、バルク条件下では合成が困難な未踏ナノ物質（主に、極小幅グラフェンナ

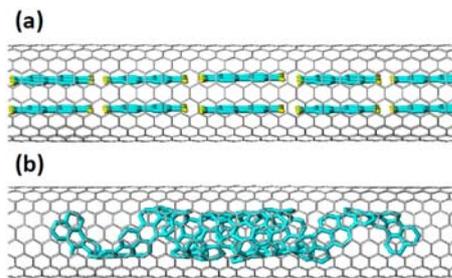


図1 CNT 内部空間

ノリボン、ダイヤモンドナノワイヤ、単層BNチューブ、金属原子層物質、水超微粒子など）の創製を行う。この新合成法で重要な点は、(1) 高純度・高品質の単層および2層CNT、大面積・単結晶の単層グラフェンの使用；(2) 前段物質（分子、金属）の選択（上記のナノ物質にはそれぞれ、多環芳香族分子、ダイヤモンド（高次アダマンタン）、ホウ素・窒素化合物や金属を使用）；(3) 800~1,200℃での高温熱アニリングによる反応の促進；(4) 独自の溶液超

音波抽出法を用いた未踏ナノ物質の抽出・単離と物性測定、の4つである。実験方法を駆使して、未踏ナノ物質の創製と機能開発を系統的に行う。

また、2枚のグラフェン間の2次元ナノ空間には

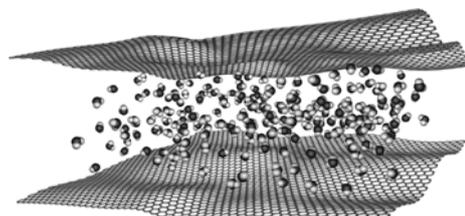


図2 グラフェンの2次元空間

比較的高い圧力が印加されている。このため、水や水溶液などの液体の超微粒子液滴も安定にグラフェンサンドイッチ構造にすることができ、HRTEMによって直接その構造や動的挙動をリアルタイムで観測・追跡できる。

#### 【期待される成果と意義】

CNTや2層グラフェン内部で合成された1~2次元の新規ナノ物質の構造決定や電気・磁気的な物性測定と機能開拓は、物質科学やナノサイエンスへ革新的な進展をもたらし、将来的には現在のCNTやグラフェン電子デバイスを凌駕する高性能電子デバイスの創製へもつながるであろう。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “Template Synthesis of Linear-Chain Nanodiamonds inside Carbon Nanotubes”  
Y.Nakanishi *et al.*  
*Angew. Chem.Int.Ed.* **54**, 10802-10806 (2015).
- “Core-Level Spectroscopy to Probe the Oxidation State of Single Europium Atoms”  
L.H.G.Tizei *et al.*  
*Phys.Rev.Lett.* **114**, 197602-1-5 (2015).

#### 【研究期間と研究経費】

平成28年度-32年度 108,200千円

#### 【ホームページ等】

<http://nano.chem.nagoya-u.ac.jp/noris@nagoya-u.jp>