

二層カーボンナノチューブ(CNT)内に モリブデン原子を一次元に整列させることに成功

信州大学工学部教授・カーボン科学研究所長 遠藤 守信

【研究の背景】

カーボンナノチューブ(CNT)はナノテクを先導する素材として大きな期待を集めており、広く研究開発が進められています。これまで、私はCNTの生成法として、ナノサイズの金属触媒を用いた気相(CCVD)法の開発に成功しました(図1)。その結果、単層、二層、多層CNTの高純度生成が進展し、基礎と応用の両分野の研究に一層の加速度がついてきています。

【研究の成果】

私たちは鉄触媒を用いたCCVD法によって高純度な二層CNTの製法を確立し、量産に向けての可能性を開拓しました(図1、b)。二層CNTは、他に単層CNTにC₆₀フラーレンを内包させて熱処理して形成する方法もありますが、CCVD法は効率よく生成し、かつ構造を制御するのに最適な方法で、これにより生成した二層CNTは高い構造完全性と熱安定性を有しています。

また、成長条件を制御して中空チューブ直径が1nmの極細二層構造を選択的に形成することが可能であり、この構造特異性を利用してチューブ内にモリブデン原子を一次元に並べて原子ワイヤーを形成することに成功しました(図2)。白金や金原子も同様にチューブ内に一次元に整列させることが可能です。

これまで単層CNTや多層CNTに鉄やニッケルなどの金属またはその酸化物等を直径数nmのナノロッドとして内包させた報告はありますが、金属原子をチューブ内に一次元に並べた点にブレイクスルーがあり、電子、触媒、磁性等の新機能性付与の観点で期待が拡大しています。

【今後の展望】

CNTの健全な発展には、そのリスクとベネフィットの理解が必須です。構造制御技術を使って調製されたCNTの生体影響を調べるため、マウスの皮下に埋め込み、免疫学的な解析によって、CNTの種類・構造と生体影響の相関性をin vivo(生体内)、in vitro(試験管内)で医学チームと共同して解析しています(図3)。これは米国におけるCNT吸入研究

チームと連携して進めており、信頼ある生体影響評価法の確立が求められる中、評価プロトコル、リスク要因と生体適合性の向上法などで成果を蓄積してきており、国際的に展開されつつあるリスク評価の本格研究に大きく寄与すると思われます。

今後も、私たちの有する触媒CVD法によるCNT生成と構造制御法の研究成果をベースに、基礎から応用、そしてリスク評価までCNTの科学と技術への貢献を目指して広範に先端研究を展開していきたいと考えています。

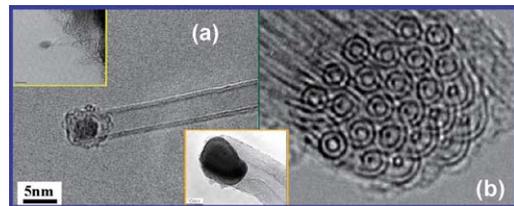


図1 触媒CVD法(鉄)で成長した単層、二層、多層CNT(a)および二層CNTの束(b)

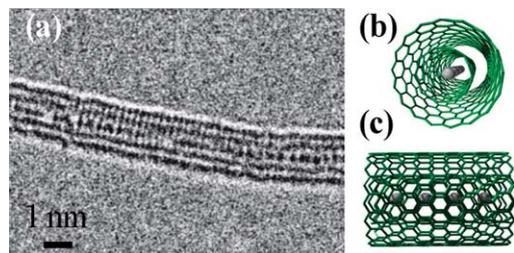


図2 モリブデン原子ワイヤーを内包した二層CNTのTEM像(a)およびその構造モデル(b)(c)

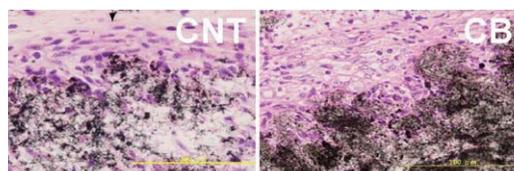


図3 マウスに皮下埋め込み(4週間後)された多層CNTとカーボンブラック(CB)

【交付した科研費】

- 平成16-18年度 基盤研究(A)「金属ナノ粒子を用いるCCVD法によるカーボンナノチューブの成長機構と構造制御法」
- 平成19-23年度 特別推進研究「気相法カーボンナノチューブの選択成長とナノ構造制御ならびに機能評価に関する研究」