

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-1. 有機材料
小項目	1-1-4. ナノチューブ

概要（200字以内）

単層カーボンナノチューブ（SWNTs）は通常は不溶性の固体であり、これを化学修飾や分散剤等により高分散化することで精製、化学修飾による機能化、集積化等が容易になり、ナノマテリアルとして種々の応用への展開が検討されている。また、SWNTsには金属性 SWNTs と半導体 SWNTs が存在するが、それらの分離にも最近成功している。



金属性 SWNTs

混在 SWNTs

現状と最前線

カーボンナノチューブ(CNT)はグラファイトのシートが円筒を巻いてチューブ状になったものである。このチューブを巻く時の幾何学パラメータに依存して金属とも半導体にもなりうるという独特の性質を持っており、全く新しいタイプの光・電子機能材料として大きな期待が寄せられている。特に、チューブの長さが数マイクロメートルから数十マイクロメートルに達するため究極の一次元ナノワイヤーとみなすことができ、今後発展が期待されているナノ電子デバイスの素材として特に注目されている。その中でも単層カーボンナノチューブ（SWNTs）がもっとも注目され、数多くの研究が行われている。

1) 単層カーボンナノチューブの高分散化

単層カーボンナノチューブ（SWNTs）は通常は不溶性の固体であり、これを化学修飾や分散剤等により高分散化することで精製、化学修飾による機能化、集積化等が容易になり、ナノマテリアルとして応用が可能となる。そこで、水や有機溶剤への分散化のために、種々の分散剤や、化学修飾法が開発されている。

2) 単層カーボンナノチューブの分離

SWNTsには金属性 SWNTs と半導体 SWNTs が存在するが、それらを合成段階で作り分ける事は難しく、現在のところ成功例はほとんどない。

そこで、それらの金属性 SWNTs と半導体 SWNTs を分離する試みが活発に行われ、最近では何件かの成功例が報告されている。今後、より高効率で高選択的な分離法の開発が期待されている。

### 3) 単層カーボンナノチューブの化学修飾による機能化

単層カーボンナノチューブには、末端部分と側面の  $\pi$  電子系の二カ所に化学修飾が可能であり、様々な化学修飾による機能化が報告されている。特に最近では、ポルフィリンなどの電子供与体を化学修飾等により付加し、カーボンナノチューブを用いた光電子移動系の構築が注目されている。

### 4) 内包ナノチューブ (Peapods) の合成と物性

カーボンナノチューブの内側の空間にフラーレン等の分子を内包させたナノチューブの合成とその物性に関する研究が盛んに行われ、その興味深い物性が明らかになって来ている。カーボンナノチューブの電子状態が内包された分子の影響を受けるという報告があることから、さまざまな分子を内包させたナノチューブがすでに報告されている。

### 5) 実用化に向けた研究

実用化には、カーボンナノチューブの大量合成が必要であるが、最近いくつかの大量合成法が発表され、実用化に向けた研究も活発になっている。特に、カーボンナノチューブを用いた電界放出型ディスプレイや、ナノチューブの高い導電性を活かした導電性薄膜等、ナノチューブの特性を活かした応用が企業を中心に数多く行われている。

### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

大量合成法の確立。金属性 SWNTs と半導体 SWNTs の分離あるいは、作り分け技術の開発。

カーボンナノチューブディスプレイの実用化。

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

ヘリシティ、直径の完全制御、分離技術の確立。それを基盤とするナノテク材料への展開。

### キーワード

カーボンナノチューブ、単層カーボンナノチューブ、金属性単層カーボンナノチューブ、半導体単層カーボンナノチューブ、高分散化

(執筆者：赤阪健)