

ナノテクノロジー

~10億分の1メートルの

カーボンナノチューブとその性質



お助 丸山 茂夫 教授
(工学系研究科)

60個の炭素原子で構成されたサッカーボール状の分子。炭素系ナノ素材として注目されている。

●カーボンナノチューブの性質と応用の展望

カーボンナノチューブは、グラファイトやダイヤモンドなど従来の炭素材料にはない性質を持つ。まず、炭素原子が全ての手を用いて規則正しく配列しているため、カーボンナノチューブは化学反応性が低く機械的にも強靱だ。熱伝導性はダイヤモンドと同等かそれ以上である。また、直径や巻き方を変化させることで金属や半導体の性質を示す。

●カーボンナノチューブの構造

炭素原子が直径約1ナノメートル、長さ数十マイクロメートルの筒状に規則正しく配列した炭素素材。平面構造の炭素素材であるグラファイトを筒状に巻くと、単層のカーボンナノチューブができる。考えてよい。

両端では炭素原子が球状に配列し、カーボンナノチューブは全体として袋状の構造をとる。カーボンナノチューブは単層のものだけではなく、多層のもの、中にフラーレンを入れたものなども存在する。

フラーレン

フラーレン

カーボンファイバーなど

バイオへの 応用にも期待

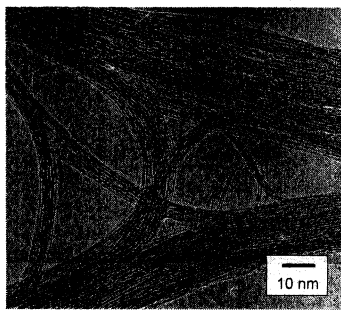
の強度材料としてはもちろん、トランジスタ、燃料電池の電極、平面型ディスプレイ用の電子放出源など、ナノテクノロジーへの広範な応用も考えられている。また、DNAとサイズが同じであるため、バイオテクノロジー分野への応用も期待される。

丸山茂夫助教授は次のように語る。「カーボンナノチューブは電気配線として優れています。カーボンナノチューブをシリコン基盤に配線することが可能になれば、LSIなどの半導体技術も大きく変化することが期待される。」

●カーボンナノチューブの合成技術
このような実用を考えると、高純度のカーボンナノチューブを大量かつ安価に合成する必要があります。

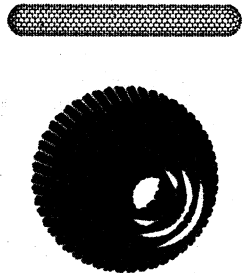
この点で、すでに大量生成も、クリアしなければならぬハードルがある。カーボンナノチューブの直径や巻き方、層の数を制御し、目的とする使用法に適したカーボンナノチューブを合成は困難だといふ。丸山助教授はエタノールを炭素源として用いることで、この問題を解決した。

現在、このような制御を行うことは極めて難しい。従来型のトンネル顕微鏡によって、多層カーボンナノチューブを観察できるようになったのは比較的近くであり、ナノ制御もこれからの発展が期待される技術だと見られる。



(↑) アルコールから生成した単層カーボンナノチューブの透過型電子顕微鏡像

(↓) ナノチューブの幾何学上：単層カーボンナノチューブ
下：多層カーボンナノチューブ



丸山助教授は「カーボンナノチューブは、金属触媒の表面で炭素原子が成長することで生成されます。なぜ炭素原子が自然にカーボンナノチューブを形成するのかが今のところ不明です。このメカニズムを解明できれば、任意の直径や巻き方のナノチューブに加えて炭素以外の原子を組み込むなど、自由にカーボンナノチューブを組立てることができると考えています。」

●カーボンナノチューブの実用に向けて
大量合成以外に