

アルコールから単層カーボンナノチューブを創る

東京大学工学部機械工学科 助教授 丸山茂夫
工学系研究科機械工学専攻



ほんの 10 数年前まで、高校の化学では炭素原子はダイヤモンドにも黒鉛にもなる特別な原子であると教えられていた。今は、これらに加えて、サッカーボール型の C_{60} などの球殻状の分子であるフラーレンやカーボンナノチューブ(CNT)の存在も教えているはずである。宇宙空間で最もありふれた原子である炭素の、それのみを使った構造であるフラーレンやCNTの存在が20世紀の最後まで知られていなかったことが驚きではある。

CNTには図1(a)のような単層CNTと図1(c)の用に入れ子となった多層CNTとがある。特に直径が1nm程度でその巻き方によって金属にも半導体にもなる単層CNTがおもしろい。引っ張りや曲げに対する強度は従来の材料を大幅にしのぎ、熱伝導率はダイヤモンドを超えて物質中で最大となることが予想されている。さらに、トランジスターとしたり、光のスイッチなどのいろいろな応用が期待されている。この単層CNTの中にはちょうどフラーレンが入ってピーポッド(サヤエンドウ)と呼ばれる構造もできる。

さて、直径1nmの単層CNTをどうやって創るのだろうか？20世紀後半まで人類の前に姿を現さなかった単層CNTを創るには壮大な実験装置があるのであろうか？実は、高校の化学の実験室でもできるのである。我々が数年前に見つけたアルコールCCVDと呼ばれる合成法では、コバルトなどの金属を直径1nmくらいの超微粒子として、電気炉で600~800°Cに熱し、ここにアルコールの蒸気を衝突される。すると、アルコール分子の中の炭素原子が金属微粒子に取り込まれていき、やがて、図2の用に炭素が析出して単層CNTが育っていくと考えている。このようにできた単層CNTを電子の影絵である、透過型電子顕微鏡という装置で観察すると図3のように1本が1nm程度の筒状の単層CNTが図1(b)のような束になって観察されることがわかる。最近では、石英板の表面に触媒金属を高密度で付着させて、これらから一斉に単層CNTを成長させると図4のように、単層CNTの束が石英板と垂直な方向に成長することがわかった。このような厚さ数ミクロンの垂直配向の単層CNT膜の合成は世界初である。

詳しくは <http://www.photon.t.u-tokyo.ac.jp>

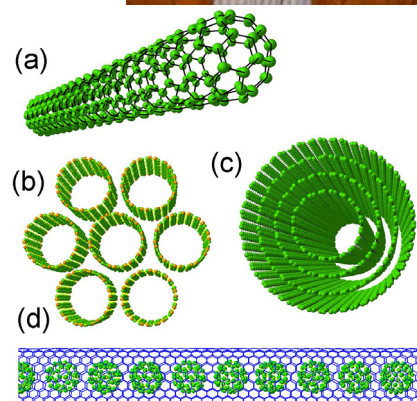


図1 ナノチューブの構造 (a)単層カーボンナノチューブ、(b)単層CNTの束、(c)多層CNT、(d)ピーポッド

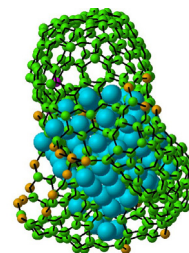


図2 触媒金属から成長する単層CNTのシミュレーション

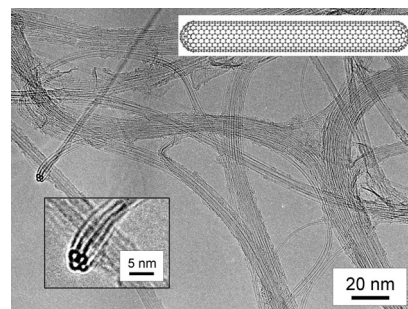


図3 単層カーボンナノチューブの透過型電子顕微鏡像(TEM像)

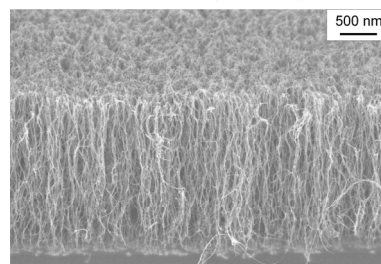


図4 単層カーボンナノチューブの垂直配向膜の走査型電子顕微鏡像