

多孔性金属錯体からなる ナノチューブ



京都大学 大学院理学研究科 教授
北川 宏

研究の背景

活性炭やゼオライトに代表される多孔性材料は、物質の内部に無数の細孔を有しています。その細孔内に分子を取り込み吸着する性質を持つことで、水の浄化や臭いの除去に加えて、最近では放射性物質の除去等で注目されています。カーボンナノチューブも多孔性材料の一つであり、その内部に分子を取り込む性質だけでなく、導電性を有することから電子材料への応用が期待されています。その反面、カーボンナノチューブを作製するためには、真空や高温を必要とする、アーク放電、レーザーアブレーション、化学的気相成長法(CVD)等の大掛かりで特殊な手法を用いる必要があります。一方、金属錯体を基本骨格とした構造体は、金属イオンや有機分子といった構成要素(パーツ)からレゴブロック的に組み上がることから、パーツの組み換えにより、構造や性質を精密にコントロールできる利点を持ちます。筆者等は最近、世界に先駆けて、金属錯体からなる新しいナノチューブの開発に成功し、この成果をNature Materials誌(2011年2月)に発表しました。

研究の成果

我々が開発に成功したナノチューブ(図)は、フラスコで簡単に合成することが出来ます。しかも、低温で作れ、壊れにくい性質を有しています。ナノ細孔の大きさや性質の細かな制御も可能です。部品を組み上げるような方式で合成したもので、フラスコに白金イオンと二種類の有機化合物を入れ、1辺が約1.1ナノメートルの四角形の枠を作った後にヨウ素を加えることで、四角柱の単層型のナノチューブになりました。白金をニッケルで置き換えれば、1g数百円で合成できます。このナノチューブは、内部の細孔に水やアルコールの蒸気を選択的に取り込めます。さらに、内細孔に何も分子が存在しないときは半導体の挙動(0.7eVの光学バンドギャップ)

を示しますが、電子供与体の有機分子を細孔に取り込むと高い電導性を示します。

今後の展望

金属錯体からなるナノチューブは、内部の細孔にさまざまな分子を選択的に取り込む性質を有し、またその光学バンドギャップは半導体領域に位置しておりシリコンの値に近いです。取り込んだ気体の種類や構成要素の置換によりその電子状態を変化させることも出来ます。金属錯体ナノチューブの研究はまだ始まったばかりですが、将来的にはこのような機能を活かして、種々のガス分子に対して応答するセンサー材料や、ドーピング等により導電性をコントロールすることによるガス吸着能と導電性を併せ持った多機能な電子デバイスへの発展が期待されます。

関連する科研費

平成20-22年度 基盤研究(B)「表面集積ナノ細孔金属錯体の創製」

平成23-25年度 基盤研究(A)「固体プロトニクスに基づく新しい物性化学の展開」

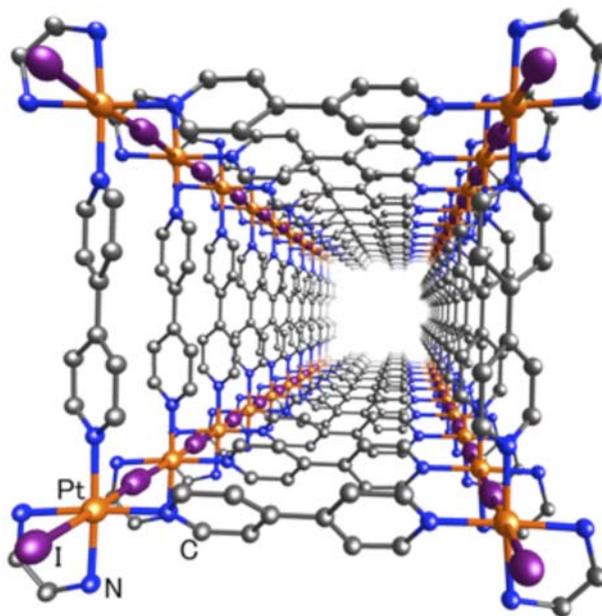


図 金属錯体ナノチューブの構造