

シリカナノチューブ合成とそれを反応器としたカーボンナノチューブ合成

東京工業大学理工学研究科

荻原仁志・竹中 壮・山中一郎・大塚 潔

カーボンナノチューブ、フラーレンの発見以来、新規ナノスケール材料の合成、およびナノスケール材料の応用が盛んに検討されている。カーボンナノファイバー(CNF)はナノサイズの繊維構造を有するナノスケール炭素材料の1つであり、原料である炭化水素、および合成に用いる触媒の種類により、その形状を容易に制御できる。そこで本研究ではCNFの多様なナノスケール構造を鋳型(テンプレート)に応用し、シリカナノチューブの合成を試みた。シリカ源であるテトラエトキシシラン(TEOS)の加水分解によりCNFをシリカで被覆した後に、空气中で焼成してCNFのみを除去したところ、シリカナノチューブが生成した。図1に示したCNFおよび生成したシリカナノチューブの透過型電子顕微鏡像から明らかなように、CNFをテンプレートに使用することによってCNFの形状を反映したシリカナノチューブの合成が可能となることが分かる。シリカナノチューブが高収率に生成したのは、CNF上の表面官能基がTEOSの加水分解反応を促進したためである。さらにシリカナノチューブの直径、シリカ壁の厚さは、CNFの直径およびTEOSの加水分解時間により変化したことから、シリカナノチューブの形状をナノサイズで制御可能であることを見出した。

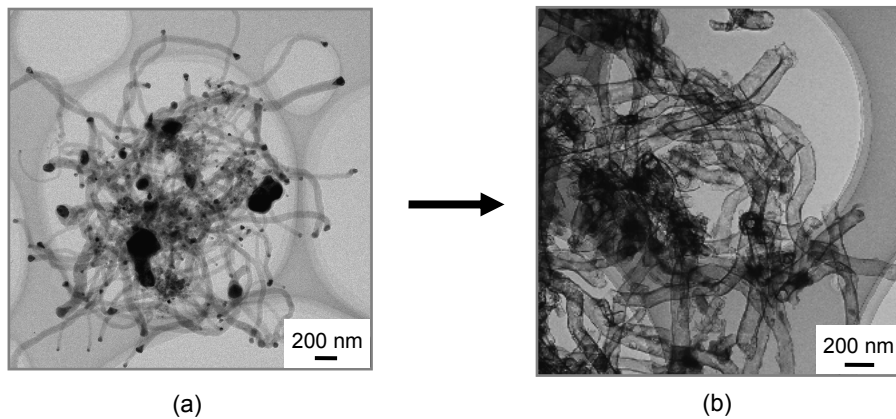


図1 (a)テンプレートに用いたカーボンナノファイバーと
(b)生成したシリカナノチューブの透過型電子顕微鏡像。

またこれらシリカナノチューブ内には微小な金属 Ni 粒子が存在していた。そこでシリカナノチューブを Ni 触媒を含むナノスケールの反応器と見なし、シリカナノチューブ内でメタン分解によるカーボンナノチューブ合成を行ったところ、シリカナノチューブ内部に多数のカーボンナノチューブが生成した(図2)。この結果はシリカナノチューブ内部の金属 Ni 粒子上で触媒反応が進行したことを示しており、シリカナノチューブはナノスケールの反応器として応用できることが分かった。また生成したカーボンナノチューブの直径は約 8 nm に揃っており、シリカナノチューブを反応器に用いることによって、均一な直径のカーボンナノチューブが得られることも明らかとなった。

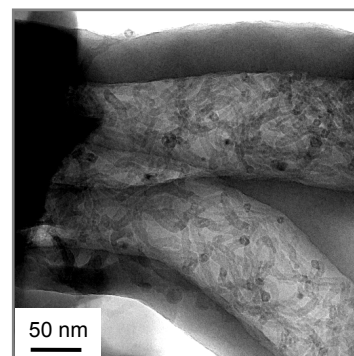


図2 シリカナノチューブ内部に生成したカーボンナノチューブの透過型電子顕微鏡像。