

【ナノテクノロジー特集】**触媒**

研究者らは、金属触媒なしにカーボンナノチューブを作製（米国）

金属触媒と同様に酸化物触媒から、カーボンナノチューブを作製することができる

カーボンナノチューブは、微少なラセン状のグラファイトのチューブで、電子回路のスピードを加速したり、また、飛行機やレースカーなどに使用されるカーボン複合材料のような材料の強度を増すことができる。しかしながら、ナノチューブ成長のために使われる金属が回路と複合材料に好ましくない反応をすることに大きな問題である。

しかし今、MITの技術者らは、金属触媒なしにナノチューブが成長できることを初めて示した。研究者らは、キュービックジルコニアの『疑似ダイヤモンド』と同じ化合物である酸化ジルコニウムが金属による副作用なしにナノチューブを成長させることができることを実証した。

カーボンナノチューブの製造から金属を取り除くことが持っている意味は重要である。歴史的にみると、ナノチューブは、鉄、金およびコバルトのような元素と共に成長してきた。しかし、これらの金属は有害で、クリーンルーム環境の中では問題を引き起こす可能性があり、その上、ナノチューブ合成への金属の使用は、赤外分光器による成長過程の観察を難しくしている。そのため、ナノチューブ成長のある局面については研究者らが解明出来ない課題となっていた。

「私達はカーボンナノチューブ合成方法に関する議論が根本的に変わると考えている」と宇宙および航空学の研究をリードしてきた教授で、8月10日に刊行されたアメリカンケミカル協会誌（Journal of the American Chemical Society）のオンライン版の著者、Brian Wardle は語っている。

Wardle は、金属はナノチューブを成長させることができるが、それ以外の方法は誰もこれまで明らかにしなかったため、多くの研究者において議論が分かれるところであると付け加えた。「人々は、新しい金属（触媒）をしばしば公表している」と彼は語っている。「しかし今、私達は、全く新しい触媒と新しいメカニズムの理解について議論している。」

ナノチューブの成長に対するこれまでの一般的なモデルは次のとおりである。特定の金属ナノ粒子で目的とする（望まれる）ナノチューブと同じ直径のものが基材に対して散布される。基材とナノ粒子は、600 から 900 に加熱され、メタンまたはアルコールのようなカーボンを含むガスが加えられる。高い温度によって、分子が分解され、そして再集合する。これらのカーボンを含むいくつかの分子は、ナノ粒子の表面に向かい、そこで溶解し、それからナノチューブの形状に析出する。

研究者らは、もし基材上で酸化ジルコニウムナノ粒子を使用すれば、カーボンを上手く誘導してナノチューブにすることも可能であることを発見した。重要なことは、酸化ジルコニウムの成長メカニズムは、金属粒子のチューブ成長メカニズムとは全く異なっていると見られていることである。ナノ粒子に溶解してから析出する代わりに、ジルコニアで成長したナノチューブは、表面上に直接集まってくる。

MIT の研究者らは、英国、ケンブリッジ大学の Stephan Hofmann 教授と共同で、酸化物ナノチューブの成長過程について XPS^{注1}を使用して観察した。XPS によって彼らは、ナノチューブが形成されたときには酸化ジルコニウムが存続し、金属を形成しなかったことを観察することが可能になり、彼らの結論を支持することになった。

この発見によって予想される最も刺激的な内容の一つは、これが、かつては異なる技術を構成していたカーボンファイバーと複合材料が、共にナノチューブにより強化されうるということを意味していることである。「複合材料は耐久性があるが、合板がはげて離れて割れる時のように、ある加重条件で破壊にいたる」と MIT 卒業生で研究の第一著者である Stephen Steiner は述べている。「しかし、コンクリートのビルディングや橋を鉄筋により補強する方法のように、ナノチューブを使ってミクロレベルで複合材料を強化することができるとしたらどうだろうか。それこそが、カーボン複合材料の機械的特性と割れ抵抗を改善するために我々がしようとしていることである。」

Steiner は、エアバス A380 とボーイングの新しい 787 航空機で複合材料の使用がわずか 40 パーセントであって 90 パーセントではない理由として、複合材料のみでは、航空機の全ての部品に対しては強度不足であると語っている。しかし、それらがナノチューブにより強化されれば、さらに多くの複合材料で飛行機を作製でき、そのためとても軽量で飛行費用をより安価にできる。なぜならば、大量の燃料を節約できるためである。

研究結果は、産業界の研究者らに既に良い印象を与えている。「この新しいアイデアは、カーボンナノチューブの市場生産に対して大きな影響を与えている」と Nanocomp Technologies Inc.(ニューハンプシャー州、コンコード)の CTO(Chief Technical Officer、最高技術担当執行役員)の David Lashmore は述べている(ただし同社はこの研究には取り組んでいない)。「この技術によって初めて、磁気遷移金属(その中には発ガン性のものもある)の代わりにセラミック触媒を使用することが可能になった。」

Wardle は、もっと多くの酸化物触媒を 来年度中には見つけれられるかもしれないだろうと考えている。彼と彼のチームは、このタイプのナノチューブ成長の基本的なメカニズムを理解しようとしている。そして、ナノチューブの成長に対して多くのタイプの触媒を

注1 X-ray photoelectron spectroscopy

提供し、手助けを行っている。研究者らには具体的な計画は無いが、彼らはこのシステムが単純で順応性があり、金属触媒による成長よりも柔軟性があるので、多くの場合簡単に商業化できると考えている。

この研究は、MIT の Engineered Composite aerospace Structures (NECST) コンソーシアムを通して、エアバス S.A.S、ボーイング、エンブラエル、ロッキードマーチン、サーブ AB、スピリットエアロシステム、Textron Inc.、Composite Systems Technology、および東邦テナックスによりサポートされている。

翻訳 NEDO (担当 総務企画部 土橋 誠)

出典 :

<http://web.mit.edu/newsoffice/2009/nanotubes-0810.html>

(Copyright 2009 Massachusetts Institute of Technology. Used with Permission)