

## 単層カーボンナノチューブの量産技術 産総研ナノテクノロジーの研究成果を社会に還元



齋藤 毅

さいとう たけし  
takeshi-saito@aist.go.jp

ナノチューブ応用研究センター  
流動気相成長 CNT チーム  
研究チーム長  
(つくばセンター)

カーボンナノチューブの量産技術や加工技術、デバイス製造技術などの幅広いシーズ研究を行い、それに基づいて産官学の共同研究を積極的に推進しながら、カーボンナノチューブの新しい応用用途の開発と実用化を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

橋本 剛、八名 拓実 ((株)名城ナノカーボン)、栗原有紀、八名 純三 (産総研)

#### ● 用語説明

\* eDIPS法：化学気相成長(CVD)法の一つである気相流動法をさらに進化させた触媒/気体接触反応法の一つで、基板を用いない連続法によりカーボンナノチューブを合成する方法。

\*\* ラジアルブリージングモード (radial breathing mode: RBM)：カーボンナノチューブ固有の振動で、ラマン分光法で測定できる。カーボンナノチューブが直径方向に伸縮する振動である。

#### ● プレス発表

2013年12月24日「単層カーボンナノチューブの量産技術を開発」

● この成果につながった研究開発の一部は、NEDOの支援を受けて行いました。

### 単層カーボンナノチューブ実用化における課題

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)は、銅の20倍の強度、銅の10倍の熱伝導性、アルミニウムの半分の密度、シリコンの10倍のキャリア移動度など、その優れた特性から広い分野への応用が期待されており、ナノテクノロジーの最も有望な材料の一つとして多くの研究が世界的に行われてきました。

しかし、これまでSWCNTは量産が難しく、また現在市販されているSWCNTには構造欠陥が多く純度が低い、あるいは品質バラツキがあるなど、研究開発用の試料製品としてもさまざまな問題があり、SWCNTの実用化を阻害する要因となっています。

### これまでの100倍の製造スピードを達成

私たちは今回、産総研が開発した単層カーボンナノチューブの製造技術であるeDIPS法\*を株式会社名城ナノカーボンに技術移転し、両者の共同研究によりeDIPS法による単層カーボンナノチューブの工業生産プラントを開発しました。さらに、このプラントの種々の反応条件を最適化した結果、当該企業におけるこれまでのSWCNT製造スピードの100倍の製造スピードを達成しました。この成果により、高品質、高純度の試料を大量に研究開発用途の市場に投入できるため、単層カーボンナノチューブの実用化研究が加速されると期待されます。

今回開発した工業生産プラントで合成される



図1 開発した工業生産プラントで合成した単層カーボンナノチューブの塊(左は比較のためのスマートフォン)

SWCNTの特徴は以下の通りです。

#### ・特徴その①【高結晶性】

ラマン分光法による品質評価の基準であるG/D比(数字が高いほど品質の良さを示す)が、市販品が10~20程度であるのに対し、今回のSWCNTでは100以上でした(図2)。これは不純物カーボンや欠陥が少なく、結晶性が高いことを示しています。また、透過型電子顕微鏡による観察からも不純物が少ないことが確認できました。

#### ・特徴その②【高純度】

乾燥空气中で加熱すると500~600℃で燃焼が始まり重量が減少していきました。燃え残った不純物の触媒などの残渣が1%未満であり、純度としては99%以上を実現しました。

#### ・特徴その③【直径】

ラマン分光法によりラジアルブリージングモード(RBM)\*\*を測定したところ、その振動数から直径2nm程度のSWCNTであることが確認できました。

### 今後の予定

引き続き共同研究を進め、量産化技術のさらなる向上と効率化を目指しつつ、用途開発や周辺技術開発を希望する企業や研究機関に高純度で高品質なSWCNTを供給することにより、カーボンナノチューブを利用した製品開発に貢献していきます。

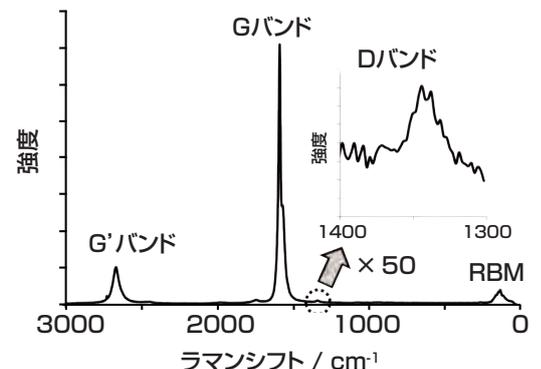


図2 ラマン分光(レーザー波長532nm)