

# メソポーラスシリカ薄膜を利用した 高純度単層カーボンナノチューブの低温合成

(東大院工<sup>1</sup> 科技団 PRESTO<sup>2</sup>) ○ (正) 大久保達也<sup>1,2\*</sup> 山北茂洋<sup>1</sup>  
村上陽一<sup>1</sup> 丸山茂夫<sup>1</sup>

## 1. 緒言

カーボンナノチューブの潜在的な可能性をひき出すためには、多層ナノチューブ MWNTs ではなく、単層ナノチューブ SWNTs を合成する必要がある。これまでに様々な試みが検討されてきたが、MWNTs の副生を伴わない高品質の SWNTs の合成、とりわけ基板上での合成は困難であった。

従来のプロセスでは反応温度が高く、成長開始点となる金属ナノ粒子の凝集・融合が避けられなかった。そこで、シリコン基板上に製膜したメソポーラスシリカ薄膜<sup>1)</sup>をナノ粒子のホストとして利用することを検討した。丸山らが開発したアルコールを原料とする低温 CVD 法<sup>2)</sup>と組み合わせることにより、高品質の SWNTs を基板上に高密度の生成させることに成功した<sup>3)</sup>ので以下報告する。

## 2. 実験方法

3次元の細孔構造を有する SBA-16 型メソポーラスシリカ薄膜 (細孔径 6nm) を基板として用いた<sup>1)</sup>。酢酸鉄(II)  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  および酢酸コバルト(II)四水和物  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  のエタノール溶液を薄膜に含浸させた後、熱処理を行った。CVD 法<sup>2)</sup>の概要は以下の通り。反応前後は 3% $\text{H}_2$ -97%Ar 中で、昇温及び降温を行った。反応はエタノールを原料として 750°C、10Torr で行った。

## 3. 結果及び考察

調製時の金属塩濃度が 0.01wt%(Fig.1(a))のときに比べて、0.001wt%(Fig.1(b))のときに SWNTs を高密度に合成することができた。メソポーラスシリカ薄膜の有無や含浸時の条件を変えて合成を行い、生成物をラマン分光法により評価した (Fig.2)。メソポーラス薄膜を用い、含浸後に洗浄を施すことにより、高純度の SWNTs が得られることがわかる。この条件で合成した生成物の FE-SEM 像を Fig.3 に示す。細孔中に保持された金属ナノ粒子から成長した SWNTs が基板に沿って成長している様子が観察される。

## 4. 結言

基板としてメソポーラスシリカ薄膜を用い、低温 CVD 法を組み合わせることにより、現在世界で最高純度の SWNTs を Si 基板上に高密度に合成することに成功した。ホストとなるメソポーラスシリカによって、成長点となる金属ナノ粒子の凝集・融合が抑制されたためであると考えられる。

本手法を SWNTs の配向制御に適用するため、現在は更なる検討を進めている段階である。

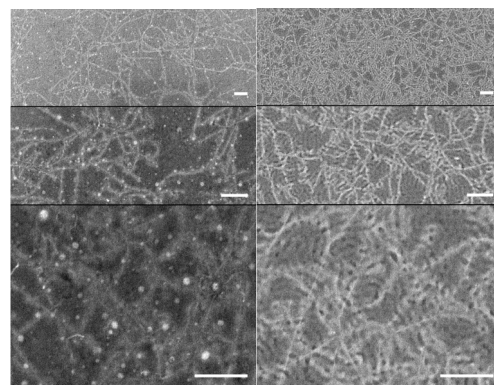


Fig.1 SEM images of MPS/Si surface after the CVD

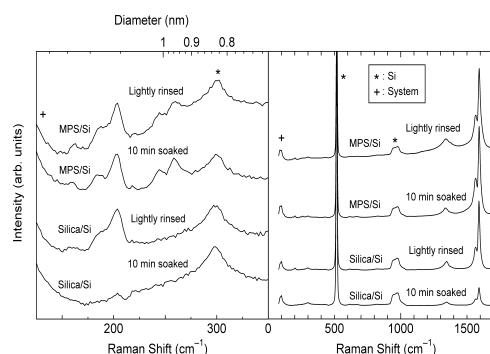


Fig.2 Raman spectra of MPS/Si and Silica/Si

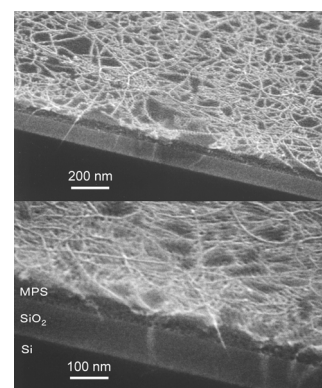


Fig.3 SEM images of MPS/Si substrate after the synthesis of SWNTs

## 引用文献

- 1) Naik, Yamakita, Sasaki, Ogura & Okubo., submitted to Chem. Mater.
- 2) Murakami, Miyaushi, Chiashi & Maruyama, Chem Phys Lett., in press.
- 3) Murakami, Yamakita, Okubo & Maruyama, Chem Phys Lett., in press.

\*Phone: 03-5841-7348

Fax: 03-5800-3806

E-mail: okubo@chemsys.t.u-tokyo.ac.jp