

液面下 CVD 法によるナノカーボン物質の合成

Synthesis of nano-carbon materials by an in-liquid CVD process

熊本大院自然¹, 熊本大工² ○横井 裕之¹, 大坪 一輝², 平山 翔太²Kumamoto Univ., ○Hiroyuki Yokoi¹, Kazuki Otsubo², Shota Hirayama²

E-mail: yokoihr@kumamoto-u.ac.jp

炭素は結合形態により直線的にも平面的にも立体的にもなり、その形態によって多様な特性を示す。そのため、新規構造をもつナノカーボン物質の探索と開発は長年にわたって大きな関心を持たれている。たとえば、原料からバラバラになった炭素原子同士を従来になかった反応環境中で再結合させると、新しい構造をもった物質が形成される可能性がある。我々は、本研究において、急峻な温度勾配や急冷といった非平衡場中でナノカーボン合成を試み、新しい形態を含むいくつかのナノカーボン物質の生成を行った。

急峻な温度勾配と急冷を実現するナノカーボン物質合成法としては、固液界面接触分解法がよく知られている。この手法では、触媒を担持した基板を原料となる有機液体に直に沈めて基板を 1000℃近傍の高温に加熱する。そのため、合成中に非常に高い温度勾配が基板表面近傍に発生する。本手法では多層カーボンナノチューブの合成に成功しており、成長速度が高いと報告されているが、その高い温度勾配が成長を促進させると考えられている。この方法では、ナイーブな触媒を使用すると合成中に基板からはがれ落ちてしまうという難点があった。

我々の開発した液面下 CVD 法では、有機液体槽に下面を開放した容器を沈めて、その容器内の気相空間で触媒塗布基板を加熱する。原料は、容器下方開放部の液面から有機液体が基板加熱に伴う輻射熱で気化することにより得ら

れる有機ガスである。容器はアルミナ板とガラス板を組み合わせたものであり、容器側面は沸点以下の有機液体で冷やされているため、合成時には通常の熱 CVD では発生しない大きな温度勾配が合成場に発生することになる。

合成では、有機液体としてエタノール (99.5%) を使い、触媒として $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Fe}$ と $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Co} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ をそれぞれの金属成分重量比が 2.5wt% となるように超安定 Y 型ゼオライトに担持させたものを用いた。触媒を熱酸化シリコン基板上に塗布し、900℃で 10 分間合成を行ったところ、ゼオライト微粒子間を橋渡しするように形成したりボン状の物質が生成した (図 1)。また、シリコン基板表面にはカーボンナノウォールの生成も認められた。どちらも通常の熱 CVD 法では生成例が知られていない物質であるため、液面下 CVD 法の特殊な合成場が機能した可能性がある。

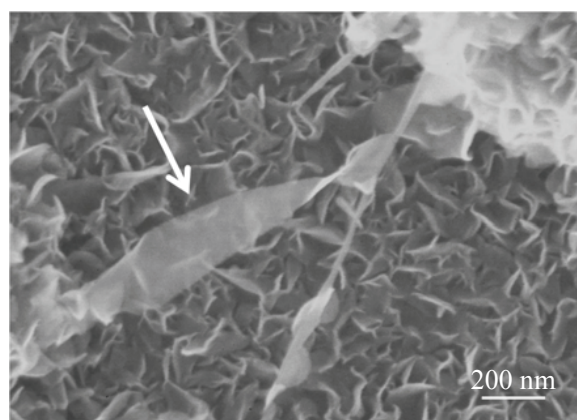


Figure 1 FE-SEM image of a carbon nanoribbon (indicated with an arrow). Synthesis of carbon nanowalls on the substrate is also recognized.