

カーボンナノチューブ(CNT)は炭素のみで構成される円筒状のナノ物質である。また、CNT のつぶれる方向が切り替わってできるのがカーボンナノ四面体/リボン構造である。カーボンナノ四面体/リボン構造は機械特性・熱的安定性に優れており¹⁻³⁾、複合強化材やナノデバイスとしての応用が考えられる。そのような応用を見据えて、カーボンナノ四面体/リボン構造の収量増加や微細化(単層化)を目指している。また、四面体部分に物質を内包したり、四面体チェーンを高効率で生成することも目標とされている。本研究では、Co 触媒に Mo, V を添加したり、担体を変えたりすることで、それらの目標を達成しようとした。Mo, V は CNT の単層化・微細化に寄与することが知られている^{4,5)}。また、担体の選択が、炭素析出物の収率や多層 CNT(MWCNT)の密度に影響することも知られている⁶⁾。本実験では、従来の四面体構造の生成条件に Mo, V 添加・担体変更などのプロセスを加えた。本研究では、それらのプロセスを加えることで、四面体構造の生成割合やサイズがどのような影響を受けるのか調べた。

担体を従来の Al₂O₃ から SiO₂ に変えた実験では、四面体構造の生成割合は 7.6 %から 20.9 %に増加した。また、担体を MgO に変えたところ、その生成割合は 21.0%に上昇した。Co/Al₂O₃ 基板に Mo を添加した場合、その生成割合は 13.4 %に増加した。Co/SiO₂ 基板に V を添加した条件では、その生成割合は 20.9 %から 22.5 %に上昇した。Co/MgO 基板に Mo を添加した条件では、その生成割合は 21.0%から 24.8%に増加した。Co-Mo/SiO₂ 基板に酸化・還元処理を行った条件では、その生成割合は 15.0%から 24.1%に上昇した。しかし、これら全ての場合において、直径・層厚に大きな増減は見られなかった。

直径が大きいほど、もしくは層数が少ないほど CNT はつぶれやすい⁷⁾。本実験を通して、直径・層厚にあまり増減がなかったことから、四面体構造の生成割合の増減を説明するのは難しい。また、Co 触媒に Mo や V を添加しても、先行研究のように CNT の直径・層厚は小さくならなかった。その原因は、四面体構造の生成温度が高く、担体上の Co ナノ粒子が拡散し凝集してしまったためだと考えている。四面体構造の生成方法においては、単に Co と Mo, V を組み合わせるだけで CNT の直径・層厚が小さくなるわけではないと結論付ける。本研究では、様々な条件下で四面体構造の生成割合を増加させることができた。しかし、微細化(単層化)や四面体物質内包、四面体チェーンの高効率生成を実現することはできなかった。

- 1) K. Sasayama, T. Hayashi and H. Kohno, *J. Nanosci. Nanotechnol.* **2018**, 18, 5828.
- 2) H. Kohno and Y. Masuda, *Appl. Phys. Lett.* **2015**, 106, 193103.
- 3) Y. Masuda, H. Yoshida, S. Takeda and H. Kohno, *Appl. Phys. Lett.* **2014**, 105, 083107.
- 4) B. Kitiyanan, W. E. Alvarez, J. H. Harwell and D. E. Resasco, *Chem. Phys. Lett.* **2000**, 317, 497.
- 5) Y. You, M. Qu, G. Zhou and H. Lin, *Mater. Res. Bull.* **2011**, 46, 1987.
- 6) S. A. Shokry, A. K. El Morsi, M. S. Sabaa, R. R. Mohamed and H. E. El Sorogy, *Egypt. J. Petrol.* **2001**, 39, 547.
- 7) S. Zhang, R. Khare and T. Belytschko, *Phys. Rev. B.* **2006**, 73, 369.