

様々な化学反応において、金属ナノ粒子が触媒として利用されている。高性能な触媒システムを実現する為には、担体上での触媒金属ナノ粒子の安定化と微細化が重要である。触媒金属ナノ粒子の粗大化を抑制する方法として、担体にナノ構造を利用することが挙げられる。例えば、カーボンナノチューブは一次元的なナノ構造を持っており、担持した金属の拡散の方向をカーボンナノチューブの成長軸方向のみに制限でき、さらに優れた物理、化学特性を持っていることから<sup>1)</sup>、触媒担持体としての応用も期待されている<sup>2)</sup>。また、カーボンナノチューブの曲率が Pt の拡散障壁に依存することが報告されていることから<sup>3)</sup>、担持体に曲率の大きな材料を用いることも粗大化を抑制する手立ての一つだと考えられる。

そこで我々の研究グループでは、上記の 2 つを満たす担持材料として、多層カーボンナノチューブが潰れて形成されるカーボンナノリボンの担体としての利用に着目して研究を行なっている。その先行研究において、Au 担持カーボンナノリボンのエッジ部における優れた分散性、安定性が確認された<sup>4)</sup>。また、触媒金属に Ni を使用した場合には、蒸着直後には Ni 粒子はエッジを避けるように付着し、電子線照射下においてはエッジ部に付着した少数の Ni 粒子の粗大化が抑制された<sup>5)</sup>。これはカーボンナノリボンが中央部では平板状であるのに対し、エッジ部では非常に大きい曲率を持つためであると考えられる。しかし、先行研究の Ni 担持カーボンナノリボンで見られるエッジを避ける現象にはばらつきが見られた。

本研究では、Ni 担持カーボンナノリボン固有のエッジを避ける効果に着目し、エッジ効果のばらつき要因の調査、エッジ部の接触角の曲率依存性について調べた。さらに、本研究室でナノスケールでの Au のライデンフロスト効果が観察されたことを受けて、Ni においてもライデンフロスト効果を起こし、エッジ部において Ni 粒子が反射する挙動を期待し、同様の実験を試みた。最後に、カーボンナノリボンの潰れる方向が 90 度切り替わることで形成されるカーボンナノ四面体構造もエッジ部に大きな曲率を持つため、同様に Ni を担持することでカーボンナノリボン同様のエッジ効果があるのか観察を行なった。

ばらつきの要因として、カーボンナノリボンの層数および方位に焦点を当て、エッジ効果の関係を調査した。方位については十分なデータが得られなかったが、層数に関してはエッジ効果が見られる場合の方が層数が少ない傾向にあり、エッジ効果の曲率依存性を支持する結果となった。担持体の曲率による Ni の濡れ性の変化を調べるために、曲率の異なるカーボンナノリボンとカーボンナノチューブに担持した Ni の比較を行なったが、大きな濡れ性の違いは確認できなかった。ライデンフロスト効果を起こすために、加熱ホルダー、プローブの二通りの方法で用いて温度を急上昇させたが、どちらも場合にもライデンフロスト効果を観察することはできなかった。この原因としては、カーボンナノリボンに対する Au と Ni 間の沸点・融点と濡れ性の違いが考えられる。カーボンナノ四面体にも Ni を担持したが、エッジ効果は観察できなかった。

## 文献

- 1) Z. Liu, Z. Li, F. Wang, J. Liu, J. Ji, K. C. Park, and M. Endo, *Mater. Res. Bull.* **2012**, 47, 338-343.
- 2) T. O. Eschemann, W. S. Lamme, R. L. Manchester, T. E. Parmentier, A. Cognigni, M. Rønning, and K. P. de Jong, *J. Catal.* **2015**, 328, 130-138.
- 3) H. C. Dam, N. T. Cuong, A. Sugiyama, T. Ozaki, A. Fujiwara, T. Mitani, and S. Okada, *Phys. Rev. B* **2009**, 79, 115426.
- 4) D. Sasaki and H. Kohno, *J. Phys. Soc. Jpn.* **2022**, 91, 064801.
- 5) Y. Inoue and H. Kohno, *Appl. Phys. Exp.* **2022**, 15, 075004.