

様々な環境下における金表面の原子レベルその場観察

In-situ observation of atomic dynamics on gold surfaces depending on various environments using Environmental TEM

阪大産研¹, 阪大院工², [○]麻生 亮太郎¹, 小川 洋平^{1,2}, 吉田 秀人¹, 竹田 精治¹

ISIR, Osaka Univ.¹, Osaka Univ.², [○]Ryotaro Aso¹, Yohei Ogawa^{1,2}, Hideto Yoshida¹, Seiji Takeda¹

E-mail: r-aso@sanken.osaka-u.ac.jp

金ナノ構造は、ナノ粒子触媒やセンシング技術などへの幅広い応用が期待されている。さらなる応用に向けて、ナノデバイスが動作している実環境下における金表面の化学反応を高空間分解能かつ高時間分解能で解明することが重要となる。金は実環境下において化学的に安定であるが、5 nm 以下のサイズのナノ粒子は高い触媒活性を示すことが知られている。Facet や Edge や Corner といった金の表面構造は、反応環境に依って様々に変化しうる。ここで、気体雰囲気下で高分解能観察が可能な環境制御型透過電子顕微鏡法 (ETEM) [1]を用いて、様々な環境下で金表面の動的構造変化をその場解析した。

試料には、電解研磨法で研磨したバルクの金を使用した。環境セルを搭載した TEM (FEI Titan ETEM G2) を使用し、真空、酸素、窒素、水素の各観察雰囲気下で観察した。真空下 ($\sim 10^{-5}$ Pa) では、金の表面構造は安定であり、{001}と{111}の Facet が明瞭に観察された。窒素、水素それぞれ 100 Pa 導入した場合も、真空下と同様に安定な表面構造を保持していた。一方、酸素 100 Pa を導入した場合、金の最表面がわずかに荒れだした。酸素の分圧または照射電子線の電流密度を小さくすると表面構造はより安定となるが、酸素中の表面構造は未だ乱れていた。ここで、酸素中の金表面の構造変化を解明するために、高時間分解能 (25 ms) 観察が可能な電子顕微鏡用 CMOS カメラを用いてさらなる解析を行った。

高速でその場観察することで、個々の金原子が表面を移動する様子を捉えることに成功した。これは、周囲の酸素分子と表面の金原子の相互作用によるものと考えられる。実環境下における金属表面の動的挙動は、金属表面の原子と気体分子との相互作用に強く影響を受ける。動作環境下での動的挙動を理解することは、ナノ材料やナノデバイスを応用する上で必要不可欠である。そのため、表面の金原子の動きを捉えた本成果は、実際に動作中のナノデバイスの反応を理解するうえで重要な知見を与える。

[1] H. Yoshida, Y. Kuwauchi, J. R. Jinschek, K. Sun, S. Tanaka, M. Kohyama, S. Shimada, M. Haruta, S. Takeda, *Science* **335**, 317–319 (2012).