

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	麻生 亮太郎
研究機関名	九州大学
所属部署名	大学院工学研究院
役職名	准教授
研究課題名	環境制御技術による表界面ナノ構造評価
研究実施期間	2024 年 10 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

金属ナノ粒子触媒は、有害ガスの無害化や化成品合成等に貢献する、産業的にもとりわけ重要な材料である。本研究では、最先端電子顕微鏡を用いつつ、従来の延長線にない反応環境と先端ナノ計測を組み合わせた新たな評価技術を開発する。反応ガスや温度を制御することで触媒反応環境を再現し、電子線照射や電圧印加により電子顕微鏡内で化学反応を直接操作することで、ナノ構造変化と機能発現の相関関係の解明を目指す。

これまで、透過電子顕微鏡 (TEM) の一種である電子線ホログラフィーの高感度化に成功し、TiO₂ 上の Pt ナノ粒子単体の帯電状態を電子 1 個レベルで解明している (R. Aso et al., Science, 378, 202–206 (2022))。この技術の発展を目指し、環境制御型 TEM (ETEM) を用いたガス雰囲気下での観察を試み、CeO₂ 上の Au ナノ粒子 (Au/CeO₂ 実触媒) の電荷状態を解析した。その結果、真空中で負に帯電していた Au ナノ粒子が、酸素ガス導入により電子数個レベルで負帯電から正帯電へと変化することを明らかにした。「真空下」での電荷計測が主流だった従来の手法に対し、「ガス雰囲気下」における金属ナノ粒子触媒の電荷状態解析技術を確立したことで、触媒反応における電子の動的変化をより詳細に評価できるようになった。

並行して、先端位相計測技術である電子線タイコグラフィーを用いた高分解能観察技術の構築について、参照試料として BaTiO₃ 単結晶を用いた実験条件の探索ならびに解析技術の構築を進めている。

これらの成果をもとに、より高温かつ反応ガス存在下での測定技術を発展させ、触媒反応メカニズムの解明に貢献することを目指す。