

公益財団法人 立松財団 御中
様式 2021A1,A2,B

2024 年 8 月 9 日

所属:名古屋大学

氏名:松井公佑



2020 年度 助成
研究終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	3D-CT-XAFS 法による CO ₂ 燃料電池のオペランド可視化
研究の結果	本研究では、電気化学反応による CO₂ 活性化のため、独自の反応セルの開発を進めた。過去に報告されている電気化学セルでは、酸性の電解質溶液に銅の作用極を浸し、対極の白金電極に対して負の電位を印加することで、CO₂ の還元、及び水素化を誘起する。一方、CO₂ が活性化される電位では、銅電極上で水素の再結合反応が競合し、CO₂ 還元の選択性が大幅に低下してしまう。そこで、反応系中の水素イオン濃度を低下させるため、中性からアルカリ電解質溶液中での反応も検討されているが、銅電極上への水素イオン供給が不足し、CO₂ 還元反応の効率は大幅に低下してしまう。このように、CO₂ 燃料電池は反応効率の面で大きな問題を抱えていた。そこで本研究では、電極上での局所酸性度の制御を掲げ、作用極と対極を分け、その間を高分子電解質膜で接続する新型の 2 層式反応セルを考案した。対極は酸性の電解質液とし、水素イオンの供給は担保したうえで、高分子電解質膜を隔壁とすることで、作用極側の酸性度を中性程度で反応させることができ、CO₂ 還元反応の選択性を大幅に向上させることに成功した。また、銅の作用極に対して効果的に水素イオンを供給させるため、触媒表面に超強酸である酸化ジルコニウムを固定化した触媒を調製した。興味深いことに、酸化ジルコニウムの担持量に対して、目的とするメタンの生成比率が火山型に変化する傾向が示され、担持された酸化ジルコニウムがブレンステッド酸として機能し、水素イオンを補足することで、銅表面上で CO₂ と相互作用することが初めて示された。 また本助成により、燃料電池のオペランド XAFS イメージング研究をさらに発展させ、燃料電池の硫黄被毒や水の可視化につなげ、デバイス中の複雑な反応様式の可視化に成功した。これらの成果は王立化学会の Catal. Sci. Technol. 誌、Phys. Chem. Chem. Phys. 誌に掲載され、下記の成果をあわせて 3 報の論文が表紙に選出された。
研究発表 (実績)	本助成によって、燃料電池用の電極触媒の開発も行い、得られた研究成果に関する論文発表を行った。王立化学会(RSC)の Catalysis Science & Technology 誌に掲載され、Front Inside Cover に採択された。 “Local Structures and Robust Oxygen Reduction Performances of TiN-Supported Bimetallic Pt-Cu Electrocatalysts for Fuel Cell”, Catal. Sci. Technol. 2024, 14, 1501–1511.

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。