

2024 年度年次報告書

地球環境と調和しうる物質変換の基盤科学の創成

2023 年度採択研究代表者

岩瀬 和至

東北大学 多元物質科学研究所

講師

触媒から電極構造の一貫制御による高効率電気化学的二酸化炭素変換

研究成果の概要

本研究では、触媒および電極構造の精密制御を通じて、電気化学的二酸化炭素還元反応(CO₂RR)の高効率化を目指した。特に本年度は、新規触媒材料の合成に加えて、電極作製プロセスがCO₂RRに与える影響の定量化に取り組んだ。主な取り組みは以下の通りである。

① Ag-Sn 金属間化合物触媒の開発

メカニカルアロイングにより得られた金属間化合物である Ag₄Sn を CO₂RR 触媒に展開した。その結果、Ag₄Sn が特に高電流密度領域において、高効率でギ酸を生成することを明らかにした。

② Ag 担持ガス拡散電極(Ag-GDE)に対する機械学習による実験条件最適化

実験データのみを用いた機械学習モデルを構築し、Ag-GDE において CO および H₂ の生成に対して、電極作製プロセスや電解条件が生成物選択性に与える影響を可視化した。さらに、予測モデルが逆解析にも機能することを実証した。

③ Au ナノ粒子を精密担持した Au 担持ガス拡散電極(Au-GDE)の作製と活性評価

RF スパッタリングを用いることにより、Au ナノ粒子を精密に分散担持した Au-GDE が作成できることを明らかにした。また、Au-GDE は CO 生成に対して高い質量活性(単位重量あたりの触媒活性)を示すことを明らかにした。

④ ナノスピネル酸化物の in-situ XAFS による構造解析

触媒材料の電位印加条件での in-situ 解析を目的として研究を行った。Mn 系スピネル酸化物における A サイト金属(Ni, Co, Cu など)の違いが OER 活性に与える影響を系統的に比較し、電位印加条件下での構造変化の様子を解析した。

以上の研究に加えて、触媒構造の再現性と高精度な構造制御を達成するため、触媒合成条件の精密制御装置およびフローリアクターの開発も進めている。上記の合成系を確立し、より高精度かつ再現性の高い触媒開発を進める。

【代表的な原著論文情報】

- 1) **K. Iwase**, T. Kamimura and I. Honma, *Electrochemistry*, 92, 7, 077001 (2024).
- 2) V. A. Setyowati, S. Mukaida, K. Nagita, T. Harada, S. Nakanishi and **K. Iwase**, *ChemElectroChem*, 11, 24, e202400518 (2024).
- 3) T. Yamada, **K. Iwase**, N. Todoroki and It. Honma, *ACS Appl. Energy Mater.*, 8, 2, 821-829 (2025).
- 4) Y. Sugawara,[†] **K. Iwase**,[†] R. Iimura, T. Yabu, A. Nasu, M. Matsui, I. Honma, T. Yamaguchi, H. Kobayashi ([†]: equally contributed), *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 17, 15, 22487–22497 (2025).