

2023 年度年次報告書

トランススケールな理解で切り拓く革新的マテリアル

2023 年度採択研究代表者

吉川 聡一

東京都立大学 大学院理学研究科
助教

トポケミカル電解法による熱非平衡金属間化合物の創製

研究成果の概要

本課題では、規則的な構造を有する金属間化合物を複合金属酸化物前駆体の電解還元により作製し、熱非平衡結晶相の金属間化合物の自在設計とその構造に特有の電極触媒機能の開拓に取り組む。具体的には、金属酸化物前駆体の結晶構造や結晶性などの構造因子やその電解還元反応条件を変えることで金属間化合物ナノ粒子を合成し、その電解形成過程をバルク解析と表面解析手法を組み合わせたオペランド分光法によりスケール横断分光計測することで、熱非平衡金属間化合物の構造制御因子を解明する。さらに、金属酸化物前駆体の電解による金属間化合物の設計手法を一般化し、新奇な熱非平衡金属間化合物の探索手法を確立することを目的とする。

第一年次には、Cu-In 複合金属酸化物 $\text{Cu}_2\text{In}_2\text{O}_5$ を電極に用いて還元的な電位を印加すると、カソード電流とともに Cu-In 金属間化合物 CuIn_2 及び Cu_2In が形成し、 CO_2 の電気化学還元反応において CO_2 還元生成物への選択性が向上することを見出した。また、種々の還元条件で電解を行い、得られる Cu-In 金属間化合物 CuIn_2 及び Cu_2In の結晶性が還元時の印加電位により変化すること、熱非平衡結晶相の CuIn_2 が高い結晶性で形成するほど CO_2 の電気化学還元反応における CO_2 還元生成物への選択性が向上することを見出した。さらに、大型放射光施設 SPring-8 にて、X 線回折から金属間化合物の形成挙動を、X 線吸収分光から各金属イオンの還元挙動を、流れた還元電流のクーロン量と対応させながら観察するオペランド XAS-XRD 計測を立ち上げ、In 種の優先的な還元によって CuIn_2 が高い結晶性で形成することを明らかにした。第二年次以降では、第一年次の成果に基づき、赤外分光計測による金属間化合物の表面活性点構造の解明や、新奇な金属酸化物前駆体による金属間化合物電極の創出を推進する。