

日本—中国 国際共同研究「環境・エネルギー分野」 2020 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	ナノ構造由来の特異場を利用した二酸化炭素の資源化
研究課題名（英文）	CO ₂ conversion into valuable resource by nanostructured field effect.
日本側研究代表者氏名	宮内 雅浩
所属・役職	東京工業大学・物質理工学院・教授
研究期間	2019 年 4 月 1 日 ～ 2022 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
宮内 雅浩	東京工業大学・物質理工学院・教授	研究開発リーダー
山口 晃	東京工業大学・物質理工学院・助教	触媒開発サブリーダー
Wardhana Aufandra	東京工業大学・物質理工学院・D1 学生	触媒合成、触媒性能評価 中国側へ 3 か月派遣
Yang Yue	東京工業大学・物質理工学院・M2 学生	触媒性能評価
風見 和宏	東京工業大学・物質理工学院・M2 学生	触媒合成
張 葉平	東京工業大学・物質理工学院・M2 学生	触媒性能評価
平林 透	東京工業大学・物質理工学院・M2 学生	触媒性能評価
櫛田 優	東京工業大学・物質理工学院・M1 学生	触媒性能評価
リュウ ヨンシン	東京工業大学・物質理工学院・M1 学生	触媒性能評価

久保 諒太	東京工業大学・物質理工学院・ M1 学生	触媒合成
An Niza El Aisnada	東京工業大学・物質理工学院・ M1 学生	触媒合成および性能評価
Anna Strijevskaya	東京工業大学・物質理工学院・ M1 学生	触媒合成および性能評価
Chiu Tzu Hsuan	東京工業大学・物質理工学院・ M1 学生	触媒性能評価
島田 知佳	東京工業大学・物質理工学院・ B4 学生	触媒性能評価

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

CO₂ 還元を選択性を高めるため、ナノレベルで混合した異種材料組成の最適化をおこない、その高選択性のメカニズムについて、オペランド分光法等を駆使して明らかにする（ワークパッケージ 1）。日本側で組成の最適化を進めるとともに、中国側で開発しているナノ先鋭構造（ワークパッケージ 2）の成果を日本側で開発した組成物に反映させ、CO₂ 還元システムの集積化を進める（ワークパッケージ 3）。

3. 日本側研究チームの実施概要

ワークパッケージ 1（CO₂ 資源化反応の高選択性実現）において、光照射型オペランド分光法を構築し、Cu と Cu-Zn の CO₂ 還元選択性と吸着中間体の関係を明らかにすることができた。特にギ酸と一酸化炭素生成に関わる中間吸着種をとらえることができ、触媒構造と反応選択性の理解が進んだ。硫化物を用いた CO₂ 還元触媒開発は、鉄ニッケル硫化物とアミノ酸の相互作用を分光学的に検討することで吸着様式、各サイトの役割を明らかにした。さらに、情報科学的アプローチにより広く金属硫化物における活性発現における鍵パラメータの抽出に成功した。金属硫化物における CO₂ からの一酸化炭素生成においては、金属―硫黄結合距離や結合角など、構造的なパラメータの寄与が大きいことがわかった。一方、ギ酸生成においてはこれらの寄与は小さく、電子親和力やバンドギャップといった電子的なパラメータが大きく寄与していることが判明し、触媒組成の設計指針を得ることができた。

ワークパッケージ 3（CO₂ 資源化システム集積化およびデバイス化）において、電気化学プロセスによって Cu のナノ先鋭構造を合成することができた。銅基板の陽極酸化で水酸化銅のナノ先鋭構造を構築し、その後の還元処理によって銅合金のナノ先鋭構造電極を合成することができ、平板の銅基板に対して大きなカソード電流を観測した。本年度開発した Cu 先鋭構造をベースに、来年度以降に合金や硫化物のナノ先鋭構造電極を開発する。