

審査の結果の要旨

氏名 羽柴 寛

本論文は「メタン生成反応の高速・高効率化に向けた電気化学 CO₂ 還元反応における 反応パラメータ効果の研究」と題し、CO₂ 還元反応時の具体的パラメータを複数選定し、それらと CO₂ 還元反応速度との関係性を定量的に解析することを通じて、CO₂ からメタンを生成する反応の高速・高効率化に向けた指針を得たもので、6章より構成されている。

第1章は序論であって、研究の背景、動機、目的と、論文の構成が述べられている。

第2章は「コンビナトリアル装置を用いた実験系の構築」と題し、本研究において着目した反応パラメータの評価を体系的かつ高速に行うために開発された、独自の実験システム(コンビナトリアル装置)について詳述し、そのシステムを用いることで生じる本研究の特徴について説明している。

第3章は「圧力・攪拌効果の実験解析」と題し、本研究で評価する反応パラメータの中で、実験系中の CO₂ 圧力と攪拌速度に着目し、それぞれを変化させた合計 9 条件で電流密度依存性のスクリーニング実験を行ったことについて述べている。その結果から、各条件下における CO₂ 反応速度の最大値(J_{lim})を取得し、圧力、攪拌と J_{lim} との関係性を論じている。また、メタン生成反応への圧力・攪拌の効果についても論じている。

第4章は「温度効果の実験解析」と題し、反応パラメータの中で、反応時の温度に着目し、温度と圧力を変化させた際のメタン選択性の変化や、 J_{lim} の変化について評価を行い、反応速度・選択性に温度が与える影響と、そのメカニズムについて議論している。

第5章は「電解液効果の実験・シミュレーション解析」と題し、用いる電解液の種類および濃度の効果を論じている。前章までの実験で用いた塩化カリウムから、炭酸水素カリウム水溶液に変化させた際のメタンの選択性への効果を

議論し、また他種パラメータとの相乗効果を活用して得られた高速かつ高選択性のメタン生成反応について述べている。また、 J_{lim} について示した炭酸水素カリウムの圧力依存性について、一次元モデルを構築してシミュレーション解析を行った結果についても詳述している。

第6章は結論であって、得られた成果を総括するとともに将来展望について述べている。

以上のように本論文は、電気化学 CO₂ 還元技術に基づくメタン生成システムの実用化に向けて、電気化学 CO₂ 還元における反応パラメータの効果に着目し、これらのスクリーニング評価に特化した独自のコンビナトリアル装置を開発して、CO₂ 圧力、攪拌速度、反応温度、電解液種といった各パラメータが反応に与える影響を明らかにし、メタン生成実用化に向けた指針を得たものであって、電気化学・環境科学への貢献が少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。