

題名	電気化学的CO ₂ 還元反応における触媒とガス反応特性評価に関する共同研究		
実施者	国立大学法人 東北大学	期間	2024年7月～2025年3月

【課題】

- ①リサイクル料金低減（ASRの削減、処理費低減等）
- ②自動車の新素材、新技術採用へのリサイクル対応（軽量化、電動化等）

【目的】

自動車シュレッダーダスト（Automobile shredder residue:ASR）のサーマルリサイクル時の排ガスに含まれるCO₂を樹脂原料などの有価物へ変換することを目的とし、環境負荷が低い電気化学的CO₂還元反応活性が高い触媒種を探索する。

【取り組み課題】

活性点の構造と機能の関係を明らかにすることを目的の1つとし、分子触媒を採用した。特に金属錯体は中心金属と配位子の組み合わせにより分子設計が可能であり、その中でも構造設計自由度が大きい金属ポルフィリン錯体をベースに電気学的CO₂の還元反応特性を検討した。中心金属にはCO₂の還元反応に活性に高いと考えられるNi、Co、Cuを用いた。

【取り組み体制】

国立大学法人東北大学 材料科学高等研究所
 教授 西原 洋知 助教 吉井 丈晴 博士課程後期3年 千田 晃生

日産自動車総合研究所
 久保田浩、内藤哲郎、伊藤淳二

【検討内容】

取り組み① 導電性担体の選定

金属錯体は、中心金属と配位子の組み合わせによって反応性を精密にチューニング可能であり、電子供与性、立体障害、水素結合性などの分子設計パラメータを自在に変化させることで、特定の反応経路や中間体を選択的に安定化させることが可能である。中でも、金属ポルフィリン錯体は、生体触媒であるヘム酵素に類似した構造を持ち、中心金属と大環状n共役配位子の相互作用によって多様な電子状態をとることができる。さらに、ポルフィリン環への周辺置換基の導入、中心金属の変更、配位子環境の改変といった多角的な構造修飾が可能であり、極めて高い設計自由度を有している。近年の研究において、コバルトポルフィリンや鉄ポルフィリンをベースとした錯体がCO₂を選択的にCOに還元できることが報告されており、分子触媒としての高いポテンシャルが示されている。このような理由から様々な導電性担体が考えられる(図1)。今回は金属錯体/導電性錯体の組み合わせが可能な3種を選定した。

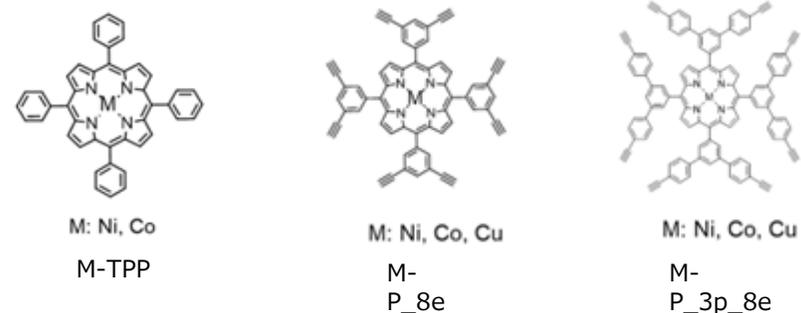


図1 金属/導電性担体

題名

電気化学的CO₂還元反応における触媒とガス反応特性評価に関する共同研究

実施者

国立大学法人 東北大学

期間

2024年7月～2025年3月

取り組み② CO₂還元反応に優れる金属／導電性担体探索

表1 各触媒におけるCO₂からのCO生成反応特性

導電性担体	M-TPP (テトラフェニルポルフィリン)	M-P_8e (ポルフィリン_8エチニル)	M-P_3p_8e (ポルフィリン_3フェニル_8エチニル)
配位金属種			
Ni			
Co			
Cu	未反応		

各触媒の性能はファラデー効率で示し、一定量の電子を投入した際に生成する反応物の収率で比較した。金属種、担体の違いにより反応性や生成物の収率に違いが生じることを見出した。金属種にCoを用いた際にCO₂の還元反応が進行し、担体にポルフィリンを用いることで、水の還元反応が抑制されることが確認できた(表1)。

【成果まとめ】

CO₂からCOへの反応は遷移金属としてCoを用い、導電性担体にはポルフィリンを用いることで高いファラデー効率を得られることが確認できた。特に、導電性担体をポルフィリンとすることで、生成物として100%のCOが得られることが確認できた。

【今後の展望】

COの還元反応に有効な触媒種についても同様の触媒検討を行い、CO₂の還元反応との両立を可能にする触媒システムを確立することで、高効率なCO₂からの樹脂原料などの有価物化が実現できる。