研究室訪問記 2025 年度 奨励助成（エネルギー）
訪問日 2026 年 10 月 23 日

東北大学 多元物質科学研究所准教授
研究題名：カーボンフレームワーク化された分子触媒からなる二酸化炭素還元電極触媒の開発

東北大学 岩瀬先生の研究室に訪問して、これまでの研究や助成研究についてお伺いしました。（図１）

プロフィール

私は 2013 年に学部を卒業し、2018 年に博士号を取得しました。その後、半年ほど海外でポスドクを経験し、2019 年から現在の大学で研究を始めました。2023 年に講師となり、現在は准教授として、約 20 人の研究室に在籍しています。専門は電気化学で、電気を使って物質を変換する研究をしています。もともとは高校時代から化学や実験が好きで、大学では超電導、博士課程では分子触媒を研究しました。現在は、触媒材料の設計や製造方法、電気化学反応の評価に取り組んでいます。



図１ 岩瀬先生（有形文化財の前で）

研究内容の紹介

助成研究で取り組んでいるのは、二酸化炭素を電気の力で有用な物質に変える技術です。二酸化炭素は地球温暖化の原因として知られていますが、単に減らすだけでなく、一酸化炭素やギ酸、メタンなどの原料に変換できれば、資源として利用できます。その際に、再生可能エネルギーで反応を進められれば、環境負荷の低い物質生産にもつながります。一方で、この反応には大きく二つの課題があります。一つ目は、目的の物質だけを選んで作ることです。二酸化炭素を還元すると、複数の物質ができる可能性があります。また、同じ条件では水から水素が発生する反応も起こります。そのため、二酸化炭素を優先的に反応させ、さらに一酸化炭素など特定の生成物を選択的に得る必要があります。二つ目は、反応の速さです。工場などから大量に排出される二酸化炭素を処理するには、ゆっくり反応する触媒では実用になりません。そこで、燃料電池にも使われる多孔質の電極を利用し、気体の二酸化炭素を電極へ効率よく届ける工夫をしています。今回の研究では、ニッケルなどの金属を窒素原子で支え、それをカーボン材料の表面に分散させた触媒に注目して研究を進めています。従来の方法では、材料を 700～1000℃程度の高温で焼くため、金属の周囲にどのような構造ができたのかを細かく制御することが困難でした。そこで、ポルフィリンやフタロシアニンに似た、あらかじめ構造を設計した分子を使います。分子の外側にある結合を熱でつなぎ合わせ、分子同士を網目状の構造にします。その結果、金属の周囲の構造をある程度保ったまま、カーボン表面に触媒を作ることを目指しています。分析の結果、約 700℃までは触媒の構造が比較的保たれ、ニッケルが大きな粒になることなく、カーボン上に分散していることが確認できました。実際に二酸化炭素を反応させると、一酸化炭素を高い割合で作ることができました。条件によっては、反応の約 98%が一酸化炭素の生成に使われ、約 10 時間にわた

って安定して反応することも確認しています（図２）。さらに、カーボンの内部に細かな空間がある多孔質材料を使うと、二酸化炭素が触媒まで届きやすくなり、反応速度が向上することも分かりました。現在は、ニッケルだけでなく他の元素を使った触媒や、異なる分子構造を持つ触媒にも研究を広げています。

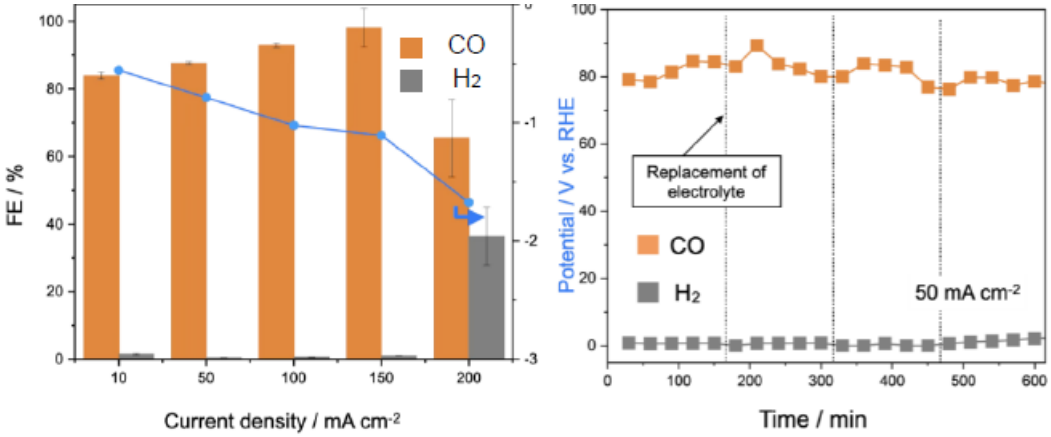


図２　堅牢なフレームワーク構造を有する分子触媒の電気化学測定結果

強み

私の強みは、異なる分野の経験を組み合わせて研究できることです。博士課程では分子触媒や放射光分析を扱い、その後は無機材料やセラミックス、触媒を作るプロセスにも取り組んできました。専門分野を一つに限定せず、分子の構造を見る視点と、材料全体の性質を見る視点の両方を持っています。また、電気化学の実験だけではなく、材料の合成や構造分析を共同研究者と分担して進められる点も特徴です。ドイツの研究室に滞在して、電池研究を学んだ経験もあります。こうした幅広い経験を生かし、分野の境界にある課題に取り組めることが、私の研究上の強みだと考えています。

苦労話

電気化学の研究では、触媒そのものが優れていても、電極の作り方や装置の組み立てに問題があると、期待した性能が出ません。電極に触媒を均一に塗れているか、電気や気体が適切に流れているかなど、細かな条件を一つずつ確認する必要があります。また、実験結果が仮説どおりにならないことも少なくありません。性能が低い原因が触媒の構造にあるのか、測定方法にあるのかを切り分けるには時間がかかります。学生には時間の制約もありますが、予想外の結果から新しい発見が生まれることもあります。そのバランスを考えながら、テーマや実験計画を一緒に組み立てています。

今後

今後は、触媒の金属や分子構造をさらに変え、二酸化炭素から作りたい物質をより正確に選べる材料を目指します。更なる活性の向上も不可欠なため、金属の周囲の構造を改良して性能を高めたいと考えており、分子触媒に加えて原子レベルで構造が制御されたナノ材料の開発にも取り組んでいます。実用化を考えると、実験室で用いる純度の高い二酸化炭素だけでなく、工場の排ガスのように酸素や硫黄などの不純物を含む気体にも対応する必要があります。さらに、電気を多く使いすぎると、せっかく二酸化炭素を変換しても環境

面での利点が小さくなります。そのため、反応速度、選択性、耐久性、エネルギー効率を総合的に高めることが重要です。

　将来的には、今回の触媒設計を空気電池など別のエネルギー材料にも応用したいと考えています。原子や分子レベルで構造を設計し、それを実際に使える材料へつなげる研究を続けていきます。