

2024 年度年次報告書

地球環境と調和しうる物質変換の基盤科学の創成

2024 年度採択研究代表者

前野 禪

工学院大学 先進工学部

准教授

低濃度 CO₂ 吸蔵・水素化を革新する多元機能触媒の設計開発

研究成果の概要

本研究では、従来の CO_2 回収・水素化が抱える、 O_2 による失活、多量の白金族元素の利用、高温での運転、低い CO_2 処理速度の全てを解決する革新的な触媒反応場の開発に取り組む。2024 年度は、低温・ O_2 共存下で機能する多元機能触媒の設計開発に向けて、低温 H_2 活性化能を付与するための触媒材料の探索を主に行った。 CO_2 吸蔵サイトとしてアルカリ金属あるいはアルカリ土類金属塩を、吸蔵 CO_2 水素化サイトとしてレドックス活性の低い非白金族元素を共担持した触媒を合成した。これら合成した触媒を用いて CO_2 吸蔵水素化を行い、 CH_4/CO 生成量とそれらの値から求めた CO_2 変換能、触媒活性の指標として生成 CH_4/CO 最大濃度を各種触媒で比較した。種々の元素の組み合わせを検討することで、 CH_4 および CO 合成それぞれに有効な触媒材料の候補を見いだすことができた。また、共担持する担体についても、複数の金属酸化物系材料を検討した結果、触媒性能に大きく影響を与える結果が得られた。これら CO_2 吸蔵能を有する元素、水素化能を担う元素、担体の 3 つの構成要素による協奏的な触媒作用が発現していることが示唆された。さらに、見出した候補材料の一つに対して白金族元素を添加することで低温域での触媒性能が向上し、多元機能触媒の設計方針を立てることができた。従来の白金族元素を多量に使った触媒では共存 O_2 によって触媒性能が大幅に低下したのに対して、上記の多元機能触媒では共存 O_2 による失活が抑制された。多元化により白金族元素の使用量削減のみならず、 O_2 耐性の向上も見込めることがわかった。

【代表的な原著論文情報】

1) “ CO_2 capture in the presence of O_2 and selective hydrogenation to CO over an Ag–K dual functional material (DFM): comparative investigation with a Cu-based DFM”, Soma Shukuya, Hideki Hashimoto, Norikazu Namiki, Zen Maeno, Catal. Sci. Technol., 2025, 15, 2519-2526.