

2024 年度年次報告書

地球環境と調和する物質変換の基盤科学の創成

2024 年度採択研究代表者

大須賀 遼太

北海道大学 触媒科学研究所

助教

赤外分光法を駆使した液相固体酸塩基触媒反応ダイナミクスの解明

研究成果の概要

本研究では、赤外分光 (IR) 法を駆使して、液相中における固体酸塩基触媒の活性点構造および触媒反応ダイナミクスの解析を目指している。特に、調和物質変換を志向したバイオマス変換反応を主要なターゲットとしている。

本年度は、グルコースの逆アルドール反応に活性を示す触媒の酸性質評価を中心に検討を行った。本反応は、6 炭糖であるグルコースから、4 炭糖であるエリスロースおよび対応する C2 成分であるグリコールアルデヒドが生成するため、バイオマス由来糖類から多様な炭素数の基幹化学品を誘導するために重要である。本反応に対する種々の金属酸化物の触媒活性評価を実施した結果、5 族および 6 族の金属酸化物は、エタノール溶媒中において比較的良好な目的物収率を示した。一方で、水溶媒においては、収率が顕著に低下した。

触媒反応活性評価の結果を踏まえ、 Nb_2O_5 に着目して液相中での酸性質評価に取り組んだ。はじめに、測定条件の最適化を行った。特に、使用する触媒ペレットや、液層 (スぺーサー) の厚みについて詳細に検討することで、液相中に固体触媒ペレットが存在する条件においても、十分な透過光量を確保できた。次に、一般的な塩基性プローブ分子であるピリジンを用いて、エタノールまたは水溶媒中での Nb_2O_5 の酸性質評価に取り組んだ。エタノール溶媒中では、ルイス酸点上に配位したピリジンが観測された一方で、水溶媒中ではそのような吸着種は観測されなかった。この結果は、水のルイス酸点への配位は、エタノールよりも強いことを示唆しており、触媒反応結果とも一致している。気相 (溶媒が存在しない条件) でのピリジン吸着 IR 測定を実施し、エタノール溶媒中での結果と比較したところ、エタノール溶媒中ではピリジンのルイス酸点への配位が弱まることが確認された。この結果は、溶媒が存在する条件において、酸性質評価を行う重要性を示している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Wang, Z., Osuga, R., Endo, K., Padovan, D., Suganuma, S., Fukuoka, A., Kato, H., Nakajima, K., Lewis acid catalysis of phosphate-modified CaNb_2O_6 for xylose dehydration to furfural. *Catalysis Science and Technology*, **15**, 2665-2669 (2025).