

電子やイオン等の能動的制御と反応
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

椿 俊太郎

九州大学 大学院農学研究院／大阪大学 大学院工学研究科
准教授／招へい准教授

電磁波駆動触媒反応によるリグノセルロースの熱化学変換

§ 1. 研究成果の概要

石油資源の枯渇や CO₂ の排出削減に向けて、太陽光や風力などの再生可能なエネルギーへシフトが進む中、変動が大きく貯蔵が困難な再生可能エネルギー由来の電力を用いて、バイオマスから貯蔵可能な化成品を得る化学プロセスの実現が望まれる。本課題では電磁波照射によって駆動する触媒反応を用いてリグノセルロースを低温で熱化学変換し、合成ガスや有用芳香族化合物などを得る技術の確立を目指す。

電磁波照射による反応促進効果を最大化するため、①触媒材料の誘電特性に基づく電磁波駆動触媒、および②電磁波工学に基づく電磁波駆動触媒反応装置を開発する。また、③「その場観察」により電磁波駆動反応の促進機構の理解を深め、電磁波を用いて触媒反応を能動的に制御する手法を体系化する。

(1) 触媒材料の誘電特性に基づいた電磁波駆動型触媒の開発

空洞共振器摂動法を用いて、固体触媒のマイクロ波吸収特性を網羅的に測定し、触媒のマイクロ波吸収能のデータベース構築を進めた。さらに、触媒上にマイクロ波を集めることが可能な、合金触媒、ナノ構造触媒、欠陥導入型金属酸化物触媒の開発を進めるとともに、マイクロ波照射下でのリグノセルロース系バイオマスの触媒的な熱化学変換反応に応用した(図1)。

(2) 精密制御型電磁波反応装置の開発

従来のマイクロ波装置群に加えて、新たに半導体発振器搭載の 30 GHz ミリ波触媒反応装置を開発し、本装置が固体触媒の急速加熱に効果的であることを実証した。2022 年度は本装置を用いて、パルス波形等の電磁波照射条件の効果を検証する。

(3) 「その場観察」による電磁波駆動反応の促進機構の理解と触媒反応制御手法の確立

マイクロ波照射下での XAFS 測定により、担持金属触媒の局所加熱効果について、電磁波の周波数、および空洞共振器の空洞共振器の Q 値の効果を検証した。元素によって局所温度が異なり、担持金属の種類により局所温度を制御できる可能性が示唆された。2022 年度は、これらの結果を集約し、電磁波による能動的な反応促進体系の確立を進める。

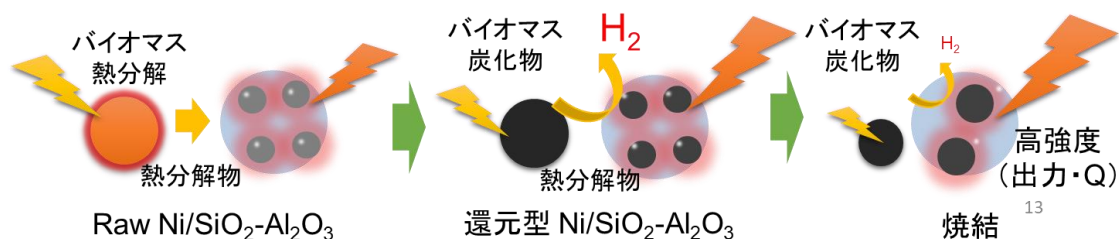


図 1、マイクロ波によるバイオマスの触媒的急速熱分解の概要

【代表的な原著論文情報】

- 1) Taishi Ano, Shuntaro Tsubaki, Satoshi Fujii, Yuji Wada, Designing local microwave heating of metal nanoparticles/metal oxide substrate composites, *Journal of Physical Chemistry C*, 125, 43, 23720-23728, 2021. (Highlighted in Supplementary Cover)
- 2) Shuntaro Tsubaki, Tomoki Matsuzawa, Tomoki Higuchi, Satoshi Fujii, Yuji Wada, Determining the influence of microwave-induced thermal unevenness on vanadium oxide catalyst particles, *Chemical Engineering Journal*, 433, 133603, 2021.