

電子やイオン等の能動的制御と反応
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

椿 俊太郎

東京工業大学 物質理工学院
助教

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

太陽光や風力発電に由来する再生可能エネルギー電力を用いてリグノセルロースを水素や、化成品、高性能材料などの貯蔵可能な有用化合物へ効率的に変換する化学プロセスの実現が望まれる。本課題では、高周波やマイクロ波、ミリ波などの電磁波で駆動する触媒反応によって、効率的なリグノセルロース変換を実現する。上記実現のため、本課題は以下の3項目に取り組む。

- (1) 触媒材料の誘電特性に基づく電磁波駆動触媒の開発
- (2) 精密制御型電磁波反応装置の開発
- (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

2020年度は下記の項目について進めた。

- (1) 触媒材料の誘電特性に基づく電磁波駆動触媒の開発

担持金属触媒の誘電特性の解析、および、空洞共振器に触媒を配置した際の S-parameter 測定により、固体触媒に適したマイクロ波照射条件を探索した。また、触媒構造として担持金属や担体を変化させ、触媒の誘電特性の向上に重要な因子を明らかにした。さらに、リグノセルロースの触媒的熱化学変換反応の開発にも着手し、マイクロ波によって Ni 触媒を介したリグノセルロースの熱化学変換が加速されることを見出した。

- (2) 精密制御型電磁波反応装置の開発

高周波からミリ波に至る広帯域の電磁波装置として、200MHz および 30GHz における周波数自動追従型装置を開発した。さらに、異なる Q 値の空洞共振器を開発し、触媒のマイクロ波吸収特性の評価などに応用した。

- (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

前年度までに開発したマイクロ波 in situ XAFS 測定と Debye-Waller 因子を用いた担持金属の局所温度解析により、マイクロ波による触媒上の局所高温場形成について、マイクロ波照射条件や触媒種類への依存性を解析した。

【代表的な原著論文情報】

1. Shuntaro Tsubaki, Tomoki Higuchi, Tomoki Matsuzawa, Satoshi Fujii, Masateru Nishioka, Yuji Wada, Real-time facile detection of the WO₃ catalyst oxidation state under microwaves using a resonance frequency, *ACS Omega*, 2020, 5, 49, 31957-31962. (Highlighted in Supplementary Cover)
2. Shuntaro Tsubaki, Kosuke Furusawa, Hidetaka Yamada, Tsuguhiro Kato, Takayuki Higashii, Satoshi Fujii, Yuji Wada, Insights into the dielectric-heating-enhanced regeneration of CO₂-rich aqueous amine solutions, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2020, 8, 36, 13593-13599. (Highlighted in Supplementary Cover)
3. Taishi Ano, Shuntaro Tsubaki, Anyue Liu, Masayuki Matsuhisa, Satoshi Fujii, Ken Motokura, Wang-Jae Chun, Yuji Wada, Probing the temperature of supported platinum nanoparticles under microwave irradiation by in situ and operando XAFS, *Communications Chemistry*, 8, 86, 2020.