

新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による革新的反応技術の創出

2018年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

小江 誠司

九州大学 大学院工学研究院
教授

電子貯蔵触媒技術による新プロセスの構築

主たる共同研究者:

金子 賢治 (九州大学 大学院工学研究院 教授)

日比野 高士 (名古屋大学 大学院環境学研究科 教授)

研究成果の概要

(1) < 電子貯蔵触媒の開発 >

安全、一つのフラスコで水素と酸素のみを用いた高効率な過酸化水素合成触媒の開発を行い、一報の学術論文(*Journal of the American Chemical Society*, 2023, 145, 4384–4388)として報告した。本研究成果は、これまでの水素と酸素からの過酸化水素合成触媒の開発において達成されていなかった、爆発範囲外の水素と酸素の混合ガスを使用し、単純な反応装置で高い触媒回転頻度の三つの条件を初めて満たす触媒である。触媒回転頻度は、これまでに報告された均一系触媒で最も高い 910 を示す。また、触媒中間体である低原子価種の単離およびその結晶構造も明らかにしており、今後の過酸化水素合成触媒の設計にも重要な知見を与える。本成果は、JST および九州大学よりプレスリリースしている。また、水素を電子源とする新有機合成法の開発に関する研究で得られた成果を一報の総説として報告した(*Coordination Chemistry Reviews*, 2022, 470, 214697)。本総説では、我々が開発した水素を利用した炭素-炭素結合生成反応を含めて、還元的炭素(Csp³)-炭素(Csp³)結合生成反応および芳香族化合物のアリール化をまとめている。

(2) < メタンからのメタノールとエタンの個別合成 >

PtFe 電極をアノードに用いた熱-電気化学セルで、(A) 水蒸気から活性酸素種をアノード表面に生成し、メタンと反応させることによってメタノールを選択的に合成した。(B) メタンの C-H 結合を開裂することによってメチルラジカルを生成・二量化することで、エタンを選択的に合成した。(C) (A) と(B) プロセスを交流電解で行うことによって、直流電解以上の耐久性を発現させた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Ogo, Seiji;* Yatabe, Takeshi; Tome, Tamon; Takenaka, Riko; Shiota, Yoshihito; Kato, Kenji. “**Safe, One-Pot, Homogeneous Direct Synthesis of H₂O₂**”, *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 145, pp.4384–4388, **2023**.
- 2) Ogo, Seiji;* Yatabe, Takeshi; Nakai, Hidetaka. “**Insights from Hydrogenase Model Studies on C–C Bond Forming Reactions**”, *Coord. Chem. Rev.*, 470, pp.214697, 2022.
- 3) Takashi Hibino;* Kazuyo Kobayashi; Masahiro Nagao; Zhou Dongwen; Chen Siyuan. “**Two-Stage Electrolysis of H₂O and CO₂ to Methanol: CO₂-to-Methane Reduction at the Cathode and Subsequent Methane-to-Methanol Oxidation at the Anode**”, *J. Mater. Chem. A*, vol. 10, pp. 22718-22729, 2022.