

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

2021 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

§ 1. 研究成果の概要

(1) <水素を電子源とする電子貯蔵触媒を用いた炭素—炭素結合反応> (A) 電子貯蔵触媒を用いた炭素—水素結合のアリール化および(B) 電子貯蔵触媒を用いた還元的炭素(C_{sp^3})—炭素(C_{sp^3})結合生成反応を開発した。具体的には次のとおりである。(A) 水素から電子を抽出できる Rh 錯体を用いて、ハロゲン化アリールを還元的に活性化し、ベンゼンの炭素—水素をアリール化することで、ビアリール類の合成を行なった。(B) 水素の電子を抽出する Rh 錯体を用いて、炭素(C_{sp^3})—ハロゲン結合を還元的に活性化し、基質同士の炭素(C_{sp^3})—炭素(C_{sp^3})結合生成反応を行なった。

(2) <水蒸気と二酸化炭素二段階電解によるメタノール合成> (A) 一つの電解セルで、カソードにおいて二酸化炭素を高効率にメタンへ電気化学的に還元した。カソードでブーストされた水素が特異な還元状態をもたらしていた。(B) 同じ電解セルで、アノードにおいてメタンを高選択率にメタノールへ電気化学的に酸化した。酸素ガスよりも高活性な $\cdot OH$ ラジカルや PtO_x 中間体の生成が確認された。

§ 2. 研究実施体制

(1) 小江グループ (九州大学)

① 研究代表者: 小江 誠司 (九州大学大学院工学研究院 教授)

② 研究項目

- ・電子貯蔵触媒の設計・合成
- ・電子貯蔵触媒の構造解析
- ・電子貯蔵触媒の性能評価 (フラスコ実験)
- ・電子貯蔵触媒の性能評価 (電気化学実験)

(2) 日比野グループ

① 主たる共同研究者: 日比野 高士 (名古屋大学大学院環境学研究科 教授)

② 研究項目

- ・電子貯蔵触媒の電気化学的特性評価
- ・OH・ラジカル生成による H₂O 酸化反応の促進

(3) 金子グループ (九州大学)

① 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)

② 研究項目

- ・走査型透過電子顕微鏡を用いた電子貯蔵触媒の構造・組成解析

【代表的な原著論文情報】

- 1) Yatabe, Takeshi; Tome, Tamon; Takahashi, Yukina; Matsumoto, Takahiro; Yoon, Ki-Seok; Nakai, Hidetaka; Ogo, Seiji. * “C-H Arylation of Benzene with Aryl Halides using H₂ and a Water-Soluble Rh-Based Electron Storage Catalyst.” Chem. Eur., J. vol. 27, No. 69, 17326-17330, 2021.
- 2) Yatabe, Takeshi; Futakuchi, Sayaka; Miyazawa, Keishi; Shimauchi, Daiki; Takahashi, Yukina; Yoon, Ki-Seok; Nakai, Hidetaka; Ogo, Seiji. * “Reductive C(sp³)-C(sp³) Homo-Coupling of Benzyl or Allyl Halides with H₂ using a Water-Soluble Electron Storage Catalyst.” RSC Adv., Vol. 11, No. 62, 39450-39454, 2021.
- 3) Takashi, Hibino; Kazuyo, Kobayashi; Takuma Hitomi. “Biomass Solid Oxide Fuel Cell Using Solid Weed Waste as Fuel” Electrochim. Acta, Vo. 388, 138681, 2021.