

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

2020年度 年次報告書
-----------------

跡部 真人

横浜国立大学 大学院工学研究院  
教授

固体高分子電解質電解技術に基づく革新的反応プロセスの構築

## § 1. 研究成果の概要

本研究ではクリーンな化学合成プロセスとして期待されている有機電解合成反応を燃料電池等で開発が進んでいる固体高分子電解質(SPE)電解ユニットの応用により、高効率かつシンプルなシステムで行う。今年度は以下の研究項目を推進するとともに必要に応じて触媒改良のためのPDCAサイクルを活用した。

電解水素化グループにおいては、不斉電解水素化に関する研究を継続するとともに、環状ケトンのアルコールへの効率的な電解水素化(還元)にも着手した。また、カソード触媒上に生成する吸着水素種の活性や状態をIR分光によりオペランド計測し、電解水素化の機構解明に努めた。

電解酸化グループにおいては、2 cm<sup>2</sup> PEM型リアクターで再現良くシクロヘキサン部分酸化およびプロピレンエポキシ化が進行した実験結果を10 cm<sup>2</sup> PEM型リアクターで実現できるようにナフィオン膜への電極触媒塗布法や炭化水素供給法および印加電圧の適切化を行った。

新規電解反応グループにおいては、カソード反応プロセスとして、エノンの選択的部分還元に関する検討を継続するとともに、機能性分子の合成の際に汎用されるニトリル基やニトロ基などの官能基の還元反応条件の探索にも着手した。アノード反応系としては、跡部グループと連携しアニオン交換膜を用いるシステムを構築した。

反応機構解析グループにおいては、電解ユニット直後に組み込んだインラインIR装置から得られた分析データを用いて生成物を定量するソフトセンサを構築し、多重結合の電解水素化における操作変数と収率との相関関係を解明した。

電解モジュール大型化グループにおいては、縦型セルを用い、トルエン並びにジフェニルアセチレンのモデル電解水素化を行い、大型化に伴う課題を抽出・改善を行い、反応選択性を高める為の電解槽構成要素の最適化を行った。また大きな電極反応速度を実現するための合金触媒も開発した。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 電解水素化グループ

- ① 研究代表者: 跡部 真人 (横浜国立大学 大学院工学研究院 教授)
- ② 研究項目
  - ・小型評価電解セルによる各種電解水素化検討
  - ・カソード触媒材料検討とPDCA

### (2) 電解酸化グループ

- ① 主たる共同研究者: 山中 一郎 (東京工業大学 物質理工学院 教授)
- ② 研究項目
  - ・小型評価電解セルによる各種電解酸化検討
  - ・アノード触媒材料検討とPDCA

### (3) 新規電解反応グループ

- ① 主たる共同研究者: 菅 誠治 (岡山大学 大学院自然科学研究科 教授)

② 研究項目

- ・カソード触媒表面活性種を活用する新規電解反応プロセスの開発
- ・アノード触媒表面活性種を活用する新規電解反応プロセスの開発

(4) 反応機構解析グループ

① 主たる共同研究者: 永木 愛一郎 (京都大学 大学院工学研究科 准教授)

② 研究項目

- ・インラインフロー分析法の構築
- ・各種電解プロセスの反応機構解明

(5) 電解モジュール大型化グループ

① 主たる共同研究者: 光島 重徳 (横浜国立大学 大学院工学研究院 教授)

② 研究項目

- ・機能検証電解セル作製・各種電解水素化、電解酸化検討
- ・運転制御、耐久性支配因子把握

【代表的な原著論文情報】

- 1). Atsushi Fukazawa, Kenta Tanaka, Yasushi Hashimoto, Yoshihiro Kobori, Yasushi Sato, Mahito Atobe, “Electrocatalytic Asymmetric Hydrogenation of  $\alpha, \beta$ -Unsaturated Acids in a PEM Reactor with Cinchona-modified Palladium Catalysts”, *Electrochem. Commun.*, vol. 115, pp.106734–106738, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2020.106734>.
- 2). Nogami, Shuji, Kensaku Nagasawa, Atsushi Fukazawa, Kenta Tanaka, Shigenori Mitsushima, and Mahito Atobe. “Highly Selective and Efficient Electrocatalytic Semihydrogenation of Diphenylacetylene in a PEM Reactor with Pt-Pd Alloy Cathode Catalysts.” *J. Electrochem. Soc.*, vol. 167, 155506. <https://doi.org/10.1149/1945-7111/abaae7>.