

MERIT インターンシップ報告書

令和5年8月2日

工学系研究科 応用化学専攻 山口研究室 博士3年

MERIT-WINGS 9期生

小泉 慶洋

実施概要

受入れ先 産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 革新的酸化チーム
実施期間 令和5年7月3日～令和5年7月31日（1ヶ月間）
テーマ フロー合成法を活用したレドックス材料原料の合成

（注）研究内容の詳細は機密情報であるため、本報告書では概要のみに言及する。

背景

レドックスフロー電池は、貯蔵タンクの溶液を拡張することで容易に大容量のエネルギー貯蔵が可能であるほか、耐久性や応答性、放電深度等に優れているため、エネルギー貯蔵の観点から非常に有望な技術の一つである。しかし、固体電極にエネルギーを貯蔵する従来の電池と比較して、水溶液電解質を用いたレドックスフロー電池のエネルギー密度は低い。そのため、電池電位と酸化還元活性種の濃度の増加が課題である。したがって、水より電位窓が広い非水溶性電解質に酸化還元活性な有機分子を溶かして用いるレドックスフロー電池が注目されている。酸化還元活性な有機分子、すなわちレドックス材料原料を合成するためには、前駆体の還元およびその官能基化が必要となるが、反応中間体が不安定なため、中間体の単離は困難である。また、一連の合成反応をワンポットで行うことができる化合物も限られている。そこで、不均一系触媒を用いた液相フロー反応は、触媒の種類や触媒カラムの充填方法、基質の流速を適切に制御することで、高い転化率と選択性を維持しながら連続的に反応を進行させることが可能である。触媒分離も必要とせず、不安定な中間体も高い純度で合成してそのまま官能基化できるため、この反応系はレドックス材料原料にとどまらず多様な有機分子の高効率な合成に応用可能な優れた手法と言える。

本期間中では、フロー合成法によりレドックス材料原料として有用な有機分子の触媒的合成の開発を行った。近年無機化合物の合成に関する研究に従事している私は卒業後企業の研究職に就くことが決まっているため、産業面の視野を持つ新たな環境で自身の研究とは異なる内容の研究を行うことにより、実験技術の幅を広げるとともに、次年度以降の研究生活の糧にできると期待した。

活動内容

- ・フロー反応に用いる基質の合成・単離及びキャラクタリゼーション
- ・液相フロー合成法に関する一連の操作の習得
(触媒カラムの作製から反応結果解析まで)
- ・複数種類の触媒を用いた、反応スクリーニング

所感

今回のインターンシップで、液相フロー反応にはじめて触れて大変勉強になった。システム自体は思っていたよりシンプルであったが、合理的な設計で操作性も良く、[背景] に述べた利点は非常に大きい。今回は触媒スクリーニングであったため、小スケール用のカラムを使用したが、実用化に向けた検討のため企業の方々も使用する kg 超スケール用のカラムも存在し、その施設も見学することができた。自身の専門分野とは異なっているが、普段は実験室レベルのスケールでしか検討できないため、実応用に至るまでの過程をより身近にイメージできる貴重な機会であった。今回のスクリーニングにおいては、触媒の種類による明瞭な活性差を示す良い知見を得ることができて良かった。

普段とは異なる環境で実験できる経験は貴重であり良い刺激を受けた。学生ばかりで溢れる所属研究室とは異なり、様々な経歴を経た方々が集まった研究チームは非常に落ち着いていた。ドラフトの数と配置が所属研究室と異なり、有機溶媒の扱える場所に限りがあったことが一番慣れない違いであった。このような実験環境の変化は今後何度も経験することになるが、学生のうちに経験できることは大変有意義であり、MERIT 生に限らず他の学生にも是非お勧めしたい。また、長らく企業に勤めていらっしゃる方からも当時の形態や安全事項等の体験談を伺うことができ、後に就職する私自身にとっては参考になった。

謝辞

本インターンシップをご快諾いただきました産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 革新的酸化チームの今喜裕チーム長、宮村浩之様に心より御礼申し上げます。また、実験操作や所内・チーム内ルール等快く教えていただきましたスタッフの皆様にも深く感謝申し上げます。

最後に、本インターンシップをご支援・ご快諾いただきました指導教員の山口和也先生、副指導教員の高鍋和弘先生、ならびにこのような機会を設けていただきました MERIT プログラムにも、この場を借りて感謝申し上げます。