

MERIT 長期海外派遣報告書

工学系研究科 化学生命工学専攻 博士2年 MERIT 9期生

野崎研究室 正田浩一朗

派遣先：Byers Group (Department of Chemistry, Boston College)

派遣期間：2022年8月1日 - 2022年10月31日

研究課題：電気化学的な触媒スイッチングを用いたエチレン/二酸化炭素共重合の研究

研究内容

私は今回の MERIT 長期海外派遣で、米国ボストンカレッジの Jeffery A. Byers 教授の研究室に 3 か月滞在し、電気化学を利用したポリオレフィン合成の研究を行った。Byers Group は鉄錯体を利用した触媒反応やポリマー合成を中心として研究を行っている。そのうちの一つに、電気化学により鉄錯体の酸化数を変化させて、重合するモノマーを変化させることができるという報告がある。私が所属する野崎研究室ではかねてよりエチレン/二酸化炭素共重合に挑戦してきたが、私は Byers Group の報告のようにエチレン重合触媒の酸化数を変えることで二酸化炭素をポリマーに取り込めるようになるのではないかと考えた。そこで Byers 教授にメールをし、上の研究テーマを提案したところ留学を快諾いただき、今回の長期海外派遣に至った。

研究の前半はエチレン重合の条件と電気化学に適した条件のすり合わせに取り組んだ。一般に電気化学反応は、反応溶液が一定の電流を通せるよう電解質を加えた極性溶媒を溶媒に用いる。一方、エチレン重合は重合触媒の不活化を避けるためにトルエンなどの非極性溶媒を用いることが多い。そこで、重合触媒・電解質・極性溶媒の組み合わせを検討し、トルエン中と変わらない活性を保つ組み合わせを見出した。

前半で見出した条件を利用し、研究の後半は実際に高圧のエチレン・二酸化炭素の存在下で重合触媒の電気化学に取り組んだ。この検討は、Byers Group の共同研究先である Wang Group (Boston College) のメンバーに器具の貸し出しや電気化学に関する助言を頂きながら行った。当初期待していた二酸化炭素の挿入反応は進行しなかった。Byers 教授とのディスカッションで、触媒の濃度が低く電子の輸送が困難であったことや、生成したポリマーの溶解性が低く、それが絶縁体として働いたことなどが理由として挙げられた。前者の触媒濃度の問題については、Byers Group が近年報告した、重合触媒を電極表面に固定し電極上で重合を行う手法が解決策となるのではないかと考え、その技術の習得も行った。

今後は本派遣で学んだ手法を所属研究室のポリオレフィン合成に生かし、ゆくゆくは二酸化炭素との共重合につなげられればと考えている。

研究生活

ボストンカレッジはボストン郊外に位置し、緑に囲まれ落ち着いた環境で研究を行うことができる良い立地だった。実験室も広く、ドラフトつき実験台 1 台とドラフト無し実験台 1 台の計 2 台の実験台を 1 人で使うことができた。Byers Group は自分を除くと院生 4 人学部生 1 人の小規模な研究室だったが、グローブボックス 2 台、GC、GPC などの測定機器を研究室で所有していた。NMR は共通機器であったが、同じ建物にあり予約も空いていた上、平日は技官の方が常駐しているので困ったことがあればすぐに相

談できる環境であった。以上のように、実験をスムーズに行う環境が整っていた。特に Byers Group は学科内のほかの研究室との共同研究に積極的であり、前述の Wang Group を通して電気化学に触れたほか、他のメンバーの共同研究を通してフロー化学やMOFの化学の研究に触れることもできた。

研究室ミーティングにも参加させていただくことができた。進捗報告は週に1回あり、担当の学生が直近2,3週間の研究の進捗を報告していた。パワポ・レジューメなし板書のみで議論するスタイルには面食らったが、ビールやおつまみを

片手に活発な議論を行っており、良い意見を得ることができた。特に毎回イントロを話させて、教授との議論を通して自分の研究の位置づけを見直していくスタイルは良いと感じた。また、論文紹介も週に1度あり、こちらでも論文の内容自体だけでなく自分が査読者なら論文をどう感じるかを教授が問うているのが印象的だった。滞在期間が School year の始まりに被っていたため、こちらの新生オリエンテーションや授業も体験できた。こちらの大学院では、最初のセメスターは授業が中心で、空き時間に研究室を見て回って所属する研究室を決めるようであった。授業も基礎から丁寧に行っており、配属後に自分に合った研究室で腰を据えて研究できるよう制度面から配慮されていた。



ボストンカレッジ化学科の研究棟
(Merkert Chemistry Center)

ボストンでの生活

ボストンは札幌などとほぼ同じ緯度に位置し冬は非常に寒いことで有名な一方、夏は真夏日になることも多く、3か月という比較的短い滞在期間でも気温が大きく変化するのを感じた。宿泊は民泊を利用したが、シェアハウス形式の宿であった。自分と同じくボストンに短期滞在して研究活動を行う様々な国の人たちとともに生活することができ、研究室生活と同様貴重な経験となった。

また、ボストンやその周囲は観光名所が数多く、休日の余暇には事欠かなかった。アメリカは車社会であるが、ボストンはアメリカ最古の地下鉄として知られる MBTA の地下鉄など鉄道網が発達しており、また治安も比較的良いことで知られているため、車無しでも様々な場所を訪問することができた。ボストン市内ではボストン美術館やボストン交響楽団など種々の文化的な施設を楽しむことができ、またボストン市外のコンコード、セイラム、プリマスなどアメリカ初期の歴史を知れる観光地へも1時間強で行くことができた。

謝辞

この度滞在を受け入れてくださった Jeffery A. Byers 教授、ほぼ初めての電気化学に不慣れであった自分に丁寧な指導を下さり日常でも気さくに接してくださった Byers Group や Wang Group をはじめとするボストンカレッジ化学科のメンバー、長期海外派遣という国外で研究を行う貴重な機会を下くださった MERIT プログラム、また、指導教官の野崎教授にこの場を借りてお礼を申し上げます。派遣期間中は科学技術振興機構、日本学術振興会に経済的支援を頂きました。合わせて深く感謝を申し上げます。