

MERIT 長期海外派遣報告書

理学系研究科化学専攻中村研究室

博士一年 道場貴大

概要

2019年8月1日から10月29日にかけてドイツのマックスプランク高分子研究所のMüllen研究室に滞在し、研究活動を行なった。本報告書では、背景、研究内容、及び長期海外派遣を通して感じたことについて報告する。



背景

私は学部四年生より鉄触媒を用いた炭素-水素結合活性化反応の開発に取り組んでいる。有機化学反応のメカニズムについて考えて新たな有機化学反応を開発する反応開発の分野はまさに有機化学の中心的な位置付けであり、反応開発の研究を通して得られるものの考え方は有機化学全体に応用できる。しかしながら、反応開発の世界は他の研究分野に比べてそれ自身で独立、孤立しがちであり、他の分野との融合が少ない傾向があると感じている。そこで今回の長期海外派遣では炭素材料の開発で最先端の研究を行なっているMüllen研究室に滞在し、実際に有機反応が有用な物質の合成を行うためのツールとして用いられている現場に身を置くことで、反応開発の在り方、さらには化学分野の方向性について考える機会とした。

研究内容

本報告書で詳細を述べることはできないが、主に多環芳香族炭化水素(PAH)の炭素-水素結合活性化反応による修飾とPAHの表面合成に関する研究を行なった。

近年PAHはその特異な光学的・電子的特性から様々な種類のPAHの合成がおこなわれてきた。しかしそれぞれの骨格の合成法は離散的であり、新たな骨格を有するPAHを合成するには一から合成ルートを検討し、数ステップ以上か

けて合成する必要があった。そこで既存の PAH を炭素-水素結合活性化反応により官能基化し、それを足がかりとした π 拡張により新たな骨格を構築できればより簡単により複雑な骨格にアクセスすることが可能となる。反応条件の検討の結果、イリジウムを用いた炭素-水素結合ホウ素化反応が有効であることがわかり、引きつづくパラジウムによるクロスカップリングにより実際に π 拡張された PAH を合成することができた。

PAH の表面合成に関しては、先のプロジェクトと並行して研究を行った。グラフェンはバンドギャップが 0 であることが知られているが、構造的欠陥を有する場合にはバンドギャップができ、半導体になることが予想される。そこで、周期的な欠陥を持つグラフェンの合成を目指したモノマーを設計し、合成ルートを検討し、実際に合成を行なった。得られたモノマーは表面合成を行うために共同研究先に送る予定である。

長期海外派遣を通して感じたこと

両プロジェクトを進めるにあたって、いかなる反応を用いても目的物を得る必要があるという状況においては、用いることのできる反応に対する要求はとても高いことがわかった。特に溶解性が低いことが多い PAH の合成においては、低濃度でも反応が進行するように触媒の活性は十分に高い必要があり、さらに PAH を直接酸化・還元してしまうような犠牲酸化剤・還元剤の使用は避けなければならない。

また研究生活全体を通しては、PAH の炭素-水素結合活性化による π 拡張は事前に相談して決めた研究プロジェクトであったが、周期的な欠陥を有するグラフェンの表面合成に関しては自らのアイデアをもとにプロジェクトを立案し、分子を設計し、合成しることができた。三ヶ月という限られた期間でプロジェクトの立案を行い、目的物の合成を終えたということは今後の研究生活における自信となる経験である。

謝辞

本海外派遣でご指導いただいた Klaus Müllen 教授、成田明光プロジェクトリーダー、海外派遣を後押ししていただいた中村栄一教授、金銭面を含め多大な支援をいただいた GRASP 関係者の方々に深く御礼申し上げます。