

令和元年度 MERIT 長期海外派遣報告書

工学系研究科 化学生命工学専攻
MERIT 5 期生 博士課程三年 上田倫久

【実施期間】

2019 年 9 月 1 日～2019 年 11 月 30 日

【受入先期間】

フンボルト大学ベルリン 化学科 Stefan Hecht 研究室

【概要】

2019 年 9 月 1 日から 2019 年 11 月 30 日まで、ドイツ ベルリンにあるフンボルト大学ベルリン化学科 Stefan Hecht 教授の研究室に滞在し、光応答性超分子集合体構築に関する研究を行った。Hecht 研究室は光化学分野のトップラボのひとつであり、緻密な分子設計に基づく「複数種の刺激に応答する光異性化分子」を数多く報告してきた。本派遣研究では、その Hecht 研究室が持つ幅広い知見に私がこれまで従事してきた超分子化学の知見をあわせ、多波長応答性の超分子集合体の化学という新しい分野の開拓に挑戦した。なお、滞在費および渡航費は日本学術振興会若手研究者海外挑戦プログラムおよび吉田科学技術財団海外研究派遣研究者に採択されたため、その範囲内で賄った。

【研究内容】

1867 年にテトラセンのフォトクロミズム（光照射による構造・物性変化）現象が初めて観測されて以降、多くのフォトクロミック分子が開発されてきた。特に近年、一分子内に複数のフォトクロミック部位を有する分子の研究が活発に行われており、多段階での光異性化挙動や多波長の光による波長選択的光異性化など新しいフォトクロミズム現象が開拓されている。私はこの異種のフォトクロミック分子を組み込んだ波長選択的フォトクロミズムに着目した。このようなシステムを超分子集合体に組みことができれば、これまで達成されたことがない「多波長の光による超分子集合体の複雑な時空間制御」を現実のものにすることができると考えた。その実現のための最も大きな問題点は、吸収波長帯が完全に離れている分子ペアが極めてまれであるという事実である。そこで着目したのが、派遣先研究室が 2017 年に開発した N,N'置換型インディゴ誘導体である。この分子は赤色光照射で異性化し、紫外領域に広い吸収波長帯の窓を持つ。私はこの N,N'置換型インディゴ誘導体の超分子モノマー化と他のフォトクロミック分子との共集合化を目指し研究を行った。

本研究では当初、超分子共集合化の方法として静電相互作用に着目し、ジカチオン化したインディゴ誘導体の合成に挑戦した。しかしながら、ジカチオン化されたインディゴ誘導体の合成はその低い反応性と安定性から困難を極め、当初予定した分子の合成はできなかった。そこで、インディゴ誘導体の合成に関する知見を持つメンバーや Hecht 教授と何度も研究ディスカッションを行い合成ルートを再検討し、ついにアジド基を 2 個有するインディゴ誘導体を設計、合成単離することに成功した。合成された分子の紫外可視吸光スペクトル測定とその光照射下での変化を調べたところ、合成された分子は 350 nm から 500 nm に窓を持つ吸収波長帯と 660 nm の赤色光による素早いフォトクロミック能を有しており、他のフォトクロミックモノマーとオルソゴナルに駆動可能であることが示唆された。本分子はアジド基を分子内に 2 つ有するためその誘導体化の可能性は幅広い。今後は共同研究として本研究プロジェクトを継続し、本研究で得られた合成化学的な知見と派遣先研究室に蓄積されている光化学の知見を合わせることで当初の目的である多波長応答可能な超分子集合体の設計に挑戦したい。具体的には、合成された分子のクリック反応による機能化、派遣先研究室で既に合成されているアゾベンゼン誘導体との共集合化とその光応答性能評価を行うことで、超分子集合体の多波長応答能と物性変化への知見を集める。その後、得られた情報と本研究で得られた合成化学的な知見をもとに超分子モノマー設計を最適化することで、多波長の光照射によって多段階で物性を変化させる超分子集合体を実現する。

【謝辞】

研究室の異動時期という忙しい中に関わらず私の受け入れを快諾してくださった Stefan Hecht 教授、実験・研究のサポートをしてくださった Björn Kobin 博士、中島康介博士、Jan Boelkes 氏、Kevin Broi 氏、Anna Jasny 氏をはじめとする研究室のみなさまには深く感謝申し上げます。このような貴重な機会への参加を許可してくださった指導教員である相田卓三教授には心より感謝申し上げます。また、滞在費・派遣費をサポートしていただいた日本学術振興会と吉田科学技術財団に厚く御礼申し上げます。最後になりましたが本長期海外派遣申請を許可してくださった MERIT プログラムに感謝申し上げます。