

MERIT 長期海外派遣報告書

MERIT 10 期生・応用化学専攻 植村研究室 博士 2 年 武富 大空

派遣先：フランス共和国 パリ多孔質材料研究所（IMAP）

派遣期間：2023 年 11 月 10 日～2024 年 1 月 31 日

研究課題：MOF の粒子形状制御によるカラムクロマトグラフィー分離能の向上

研究内容

多孔性金属錯体(MOF)は金属イオンと有機配位子が自己組織化的に錯形成した結晶性多孔体である。本研究室では MOF をカラムに充填した、MOF カラムを用いることで高分子を分離してきた。しかしながら MOF の粒子形状やサイズが不均一であったために、得られたクロマトグラフは非常にブロードなものであった。そこで本留学では MOF の粒子形状を制御することにより、カラムの性能の向上を目的とした共同研究を行った。

IMAP は MOF の分野で著名な研究室であり、MOF の新規合成から触媒、エネルギー、バイオアプリケーションなど幅広く研究をしている。また社会実装にも注力しており、数十 kg スケールの大量合成装置や、MOF の成形技術も有している。スプレードライは微粉体製造手法の 1 つであり、均一なサイズの球状粒子を造粒することができる。今回我々はスプレードライを MOF に適用することで、カラムの担体に適した MOF 粒子の作製を目指した。

始めに数種類の MOF を合成し、その後スプレードライ処理を施すことで球状の凝集粒子を得た。この凝集体は 10 μm 、球状であることが確認され、カラムの担体として適していることが確かめられた（図 1、論文未発表なためイメージ図を掲載）。帰国後、2024 年 2 月～4 月の 2 か月間、IMAP から博士課程学生 1 名が植村研究室に訪問し、MOF カラムの性能試験を実施した。結果、従来の高分子分離機構とは異なる興味深い結果を得ることができた。今後はメカニズムを解明すると共に、従来は分離困難であった高分子の分離に挑戦する。

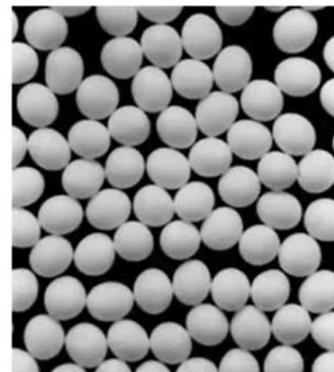


図 1 (左) スプレードライ装置。(右) スプレードライ後の粒子。図は Buchi Webinar から引用。

研究生活

IMAP は MIL シリーズの MOF で知られる、ラヴォアジエ材料研究所を前身とする研究所であり、現在はパリ高等師範学校（ENS）とパリ市立工業物理化学高等専門大学（ESPCI）に拠点を有している。この他の機関からも学生や教員が参加しており、フランスの大学組織は非常に複雑である。その分、多くのイベントに参加する機会があり、他研究室との交流が広いように感じた。

ラボには 30 人以上の研究者が在籍しており、半分以上がフランス国外からやって来ていた。また大多数の学生がドクター以上であった点は日本の大学と比較して顕著な違いであった。コアタイムは設けら

れていなかったが、9時くらいに来て、18時にはほとんどの人が帰宅していた。各人がやるべき事をしっかりと自覚し、ラボを主体的に運営している印象があった。

今回の共同研究は交換留学形式であり、始めに私が IMAP に行き、帰国とほぼ同時に IMAP の博士学生が植村研に訪問して1つの研究を進めた。現地でのスタートアップは交換相手の学生が親身にサポートしてくれた。多くの留学生の場合、最初の1か月はトラブルが多く、何かと研究が進まないと聞く。何か困った時、すぐに聞くことができる人が始めからいたのは幸運であった。また、自分の代わりに実験を進めたりしてくれたおかげで余裕をもって研究できた。数か月の留学だけで1つの研究を完成させることは難しい。2人でやれば研究時間が2倍に増えることから共同で研究するのは良いと思った。海外での生活に不安がある人（行ってみたら何とかなることの方が多いが）や少し難しい研究を予定している人は交換留学という形式も選択肢の1つとしてどうだろうか。

フランスでの生活

私が留学したのは11~1月であり、日本よりも寒く、昼は短い季節であった。活動時間はどうしても短くなってしまいが、悪いことだけではなかった。11月の中頃から各地でクリスマスマーケットが開催されはじめ、賑わいを見せていた（図2）。過ごしやすさでは春の方が良いと言われたが、ヨーロッパの雰囲気を感じするにはこの時期もお勧めである。

注意すべき点としては、コロナ前後で物価や為替が大きく異なることである。ネットにあった旅行者の情報では8€と書いてあったランチが、実際には20€を越えていたこともあった。フランスの中でもパリは特に物価が高いため、金銭的余裕はなかった。宿泊地は Cite University という、学生寮群に住んでいた（図3）。ここも事前情報よりもだいぶ高くなっていたが、パリ市内に住むのであれば利便性などを考えるとお勧めである。学食はフランス政府の奨学金受給者であれば1€、その他の学生は3.3€で食べることができ、食費はだいぶ浮かすことができた。

謝辞

滞在を受け入れ指導して頂いた Christian Serre 教授、研究指導やディスカッションをして頂いた Antoine Tissot 研究員をはじめとする IMAP のメンバーには非常にお世話になりました。特に交換留学生である Soraya Bouras 氏には何度も助けていただきました。また、本留学は指導教員の植村 卓史 教授の推薦によって実現しました。細野 暢彦 准教授には渡航のアドバイスや留学中の指導をしていただきました。留学の手続きは Pauline Barjolin 氏および本庄 かや子 氏に手厚いサポートをしていただきました。派遣期間中は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。



図2 コルマルのクリスマスマーケット。ハウルの動く城の舞台として有名。



図3 宿舎からの景色。隣はスウェーデン館、ベルギー・ルクセンブルク館など。どの宿舎に入居するにも、まずは日本館に申し込む必要がある。