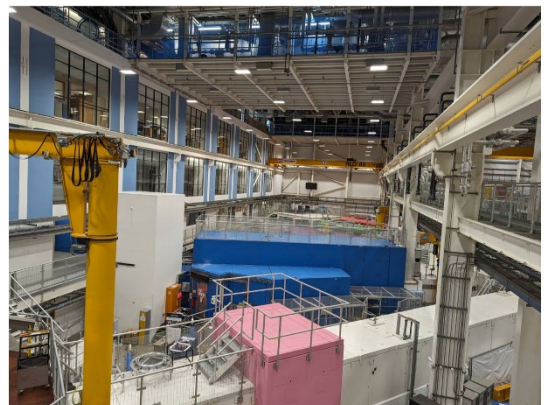


ISIS および Keele 大学訪問記

氏名： 板橋 裕毅
班名： [A01] メゾヒエラルキー造形 矢貝グループ
所属・学年： 千葉大学 大学院融合理工学府 博士前期課程 2年
留学期間： 2024年2月17日-2月28日
訪問先： イギリス ISIS Neutron and Muon Source、Keele 大学

イギリス Keele 大学の Martin Hollamby 博士のご協力の元、小角中性子散乱 (SANS) 実験のため、学術変革領域研究 (A)「メゾヒエラルキーの物質科学」によるご支援をいただき、イギリスに渡航する機会を得ました。所属研究室では 10 nm–1 μ m ほどの大きさの様々な形を有する分子集合体を作成する研究を行っており、小角 X 線/中性子散乱法 (SAXS/SANS) はその構造を解析する上で強力な手法です。超分子ポリマー溶液に X 線や中性子線を照射することで球、シリンダー、チューブのような分子集合体の形の違いに応じた特有の散乱パターンが現れ、粒径のみならず内部構造の詳細な情報を得ることができます。我々は普段高エネルギー加速器研究機構 (KEK) にて SAXS 測定を行い、溶液中での超分子ポリマーの構造を分析していますが、SANS を組み合わせることでより正確かつ定量的な超分子ポリマーの構造の分析が可能になります。今回は花山博紀助教とともに ISIS Neutron and Muon Source および Hollamby 博士が所属する Keele 大学へ訪問し、SANS 測定および散乱パターンのフィッティング解析を行ってきましたので報告します。

実際に実験が始まるビームタイムの前日に羽田から直行便に乗って 14 時間かけてロンドン・ヒースロー空港へ行きました。その日の夕方にオックスフォード近郊の町で Hollamby 博士と合流し、ISIS のドミトリーに宿泊して翌日から 3 日間実験を行いました。昨年に先輩が ISIS を訪れた際はサンプルの濃度不足やビームの不調により理想的なデータが得られなかったようですが、今回の実験では濃度を上げ、丸い形をした光路長の長いバンジョーセル (Banjo という楽器に似ている) を用いることで十分な強度の散乱プロファイルが得られました。



ISISのビームライン

X 線は電子、中性子は原子核に散乱されるため SAXS は電子密度の高い π 共役部位の散乱がよく現れるのに対し、SANS は重溶媒中に分散した集合体の ^1H リッチなアルキル鎖部位に由来する散乱がよく現れます。我々は普段メチルシクロヘキサン (MCH) を溶媒として実験を行うことが多く、SAXS も MCH 中で測定していますが、SANS の場合は水素と重水素で散乱長が大きく異なることを利用してコントラストをつけるため、重水素化された MCH 中で測定を行いました。このため温度可変測定のような会合・

脱会合を伴う実験では普段の MCH 中でのポリマーとは挙動が変化し得るという問題に直面しました。したがって今回の SANS の結果を踏まえ、今後は必要に応じて重溶媒の影響も考慮に入れて各種実験を行い議論する必要があります。

ISIS はサンプルを調製する実験室とサンプルをセットするオートサンプラー付きビームライン、実験条件を入力し測定を実行するオフィスが分かれており、オフィスから一度実行するとオートサンプラーが全てのサンプルを測定してくれるシステムとなっているため、食事や休憩中に効率的に測定を実行できました。KEK ではビームラインの外の机でサンプルの調製と測定の実行を行い、測定が終わったらセルを洗浄してその都度サンプルを調製する作業を繰り返していたので ISIS の快適さに衝撃を受けました。測定中は ISIS 内に併設されたレストランやカフェで Hollamby 博士と食事を楽しみ、快適に研究生活を送ることができました。

実験を終えた後日は Hollamby 博士が所属する Keele 大学を訪問し、散乱プロファイルの解析方法を丁寧にご教授していただきました。原子間力顕微鏡や分子モデリングから推定される分子集合体構造のコアとシェルの厚みや数をもとに各パラメーターを設定し、フィッティングを行いました。解析に用いたフィッティングソフトは特に複雑な操作は必要ないものの、高次構造の微妙な違いや多分散性を考慮しつつ特徴的な散乱パターンに合わせた適切なモデルを選択して構造の複数の各パラメーターを矛盾なく決定する作業は難解で、滞在期間だけでは正確に構造を決定するまでには至りませんでした。しかし今回の留学で解析に値する SANS データを得て、ポリマーの構造を決定する上で一般的に利用できる強力な構造解析ツールとなる散乱プロファイルのフィッティング方法を学べたことは大きな収穫でした。Keele 大学は広大で自然が多くリスなどの動物もたくさんいてのびのびとした雰囲気にあふれていました。また Hollamby 博士に案内していただいた化学系の学部生用実験室はきれいで広く、ドラフトチャンバーと分光器が奥までずらっと並んでいる様子が驚かされました。

食事については円安（1ポンド 189円）の影響もあり、外食は大体 10ポンド程度（1500～2000円）と日本の感覚とは大きく異なり非常に高かったため、観光や Hollamby 博士との食事以外はスーパーでサンドイッチを買って食べていました。あまりいい噂を聞かないことで有名なイギリス料理ですが、イングリッシュブレックファスト、バンガーズアンドマッシュ、フィッシュアンドチップス、ステーキパイ等のイギリス料理を堪能し、どれも噂されているほど悪くなくおいしかったです。しかし基本的に何



ISISにてHollamby博士との写真
左から筆者、Hollamby博士、花山助教



Keele大の学部生実験室を横から見た写真
これが縦にずらっと並んでいる



Keele大学食堂のステーキパイ

を注文しても大量のポテトやグリーンピースが山盛りに盛られるので、しばらくはいいかなという感じです。

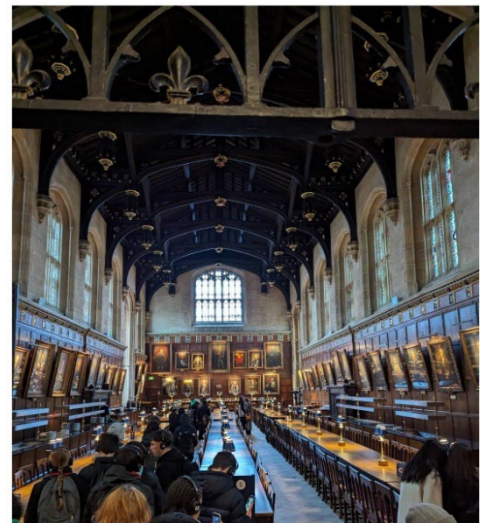
土日はロンドンや宿泊場所の近郊の町を観光しました。ロンドンではアイザック・ニュートンやチャールズ・ダーウィンなどの偉大なイギリス人たちが埋葬されているウェストミンスター寺院、衛兵交代が行われるバッキンガム宮殿、世界の貴重な展示物が集まる大英博物館、国会議事堂の時計台ビッグベン等へ行き、イギリスの歴史や世界の文化に触れて充実した休日を過ごしました。ロンドンのピカデリー・サーカス周辺はまさに大都会という雰囲気でおしゃれな店舗が立ち並び、近場に観光名所も多いため各国々からの観光客が入り乱れていました。またロンドンのみならずハリポッターの撮影地であるオックスフォード大学のクライストチャーチや産業革命を展示したマンチェスターの科学産業博物館にも訪れ、イギリスを満喫しました。イギリスは現金が使えずキャッシュレス決済の場合がほとんどでしたので、羽田空港で現金を念のため両替して行きましたが使うことはありませんでした。

最終日はヒースロー空港でお土産を買い、14時間かけて羽田空港へ帰ってきました。留学というには短いあつという間の期間でしたが、Hollamby 博士には親切丁寧に SANS 測定のことやイギリスの文化を教えていただき、充実した日々を送ることができました。Hollamby 博士は日本に滞在していたこともあり聞き取りやすい英語で話してくださり、こちらの拙い英語もくみ取っていただきました。また Lovely、Lift、Tricky、Ground floor、Underground、Cheers 等々普段の勉強ではあまり触れることのない意味でのネイティブがよく使う生のイギリス英語に触れ、現地ではかできない学びができたと思います。Hollamby 博士とは実験や解析はもちろん、ドミトリーでの朝食、レストランや Pub での食事をともに楽しんだ他、何度か送迎もしていただいたので最初から最後まで本当にお世話になりました。英語でコミュニケーションしなければいけない環境におかれる今回の経験を通して英語を話すハードルが下がったと思います。また英語の勉強のため極力頼らないように心がけたつもりでしたが、結局私の英語力不足で花山助教にも大変お世話になりました。今回のイギリスへの渡航は周りの皆様のおかげで特に大きな問題も起きず良い経験となりました。振り返ると準備不足や反省も多く英語力不足と英語力以前の度胸のなさを痛感した日々でもあったので、ますます気を引き締めて英語を勉強するとともに積極的に挑戦し続けて参ります。

本研究留学は「メゾヒエラルキーの物質科学」のご支援のもと実現いたしました。このような貴重な機会を与えてくださった関係者の皆様に深く感謝いたします。また現地で手厚くサポートしていただいた Keele 大学の Martin Hollamby 博士に改めて感謝申し上げます。



ウェストミンスター寺院の
ニュートンのモニュメント



オックスフォード大学
クライストチャーチカレッジの食堂