

令和5年度 地域貢献特別支援事業 実施報告書

第3回 夏休みシンクロトン体験学習

「タンパク質の結晶を作る！観る！調べる！」

主催: 名古屋大学シンクロトン光研究センター

1. 事業の目的と概要

名古屋大学シンクロトン光研究センターはあいちシンクロトン光センターの運営を支援している。あいちシンクロトン光センターは愛知県が地域の共同研究拠点として整備を行っている「知の拠点あいち」内に設置されており、産・学・行政が連携して地域共同利用施設として運用されている。大学関係者だけでなく、主に中部地区の地場産業がシンクロトン光を用い、物質の化学状態や局所構造を明らかにすることで革新的な成果を上げている。名古屋大学シンクロトン光研究センターは単結晶 X 線回折・名古屋大学ビームライン(BL2S1)を管理し、主にタンパク質の単結晶構造解析を支援している。2021年から、将来を担う高校生にタンパク質の結晶化実験を通してタンパク質に親しんでもらう体験学習と、タンパク質1分子の複雑な構造を可視化する放射光施設の見学会を開催している。本年度のプロジェクト「2023年 夏休み体験学習 タンパク質の結晶を作る！観る！調べる！」の参加者は、卵白由来のリゾチーム、ウマ由来のミオグロビン、藍藻由来のフィコシアニンの結晶化実験を行い、実験結果をまとめてポスターを作成し、名古屋大学の学生に向けて発表会を行った。

2. 担当者

・ 講義、実習、実験

シャバス レオナルド	名古屋大学シンクロトン光研究センター 副センター長・教授
寺田 智樹	名古屋大学大学院工学研究科応用物理学専攻 准教授
梅名 泰史	名古屋大学シンクロトン光研究センター 准教授
千見寺 浄慈	名古屋大学大学院工学研究科応用物理学専攻 准教授
小野田 浩宜	名古屋大学シンクロトン光研究センター 准教授

・ 放射光施設解説

國枝 秀世	あいちシンクロトン光センター 所長
高嶋 圭史	名古屋大学シンクロトン光研究センター センター長・教授
田淵 雅夫	名古屋大学シンクロトン光研究センター 副センター長・教授
岡島 康雄	名古屋大学全学技術センター 技師

・ 放射光施設解説

國枝 秀世	あいちシンクロトン光センター 所長
高嶋 圭史	名古屋大学シンクロトン光研究センター センター長・教授

3. 参加者

夏休み体験学習には愛知県内の7つの高校から9名の高校生が参加した。例年と異なり女性の参加者が多く、理系分野での女性の活躍の未来が期待される傾向が見られた。

4. 実施内容

7/24 (月) 10:00 - 16:00

午前： 講義 タンパク質の科学を学ぼう
午後： 実験 タンパク質の結晶を作ってみよう

7/25 (火) 10:00 - 16:00

午前： 実験 タンパク質の結晶を見て触ってみよう
午後： 実習 タンパク質の構造をパソコン上で動かしてみよう
講義 タンパク質の科学を学ぼう

7/27 (木) 10:00 - 16:00

午前： 見学 最新の放射光施設を訪問してみよう
午後： 実習 X線回折測定に参加してみよう

7/28 (金) 10:00 - 16:00

午前： 実習 体験したことを皆でポスターにしよう
午後： 発表 大学生や先生を相手に発表してみよう

1) 講義

場所: 名古屋大学 8号館南棟 602号室

名古屋大学シンクロtron光研究センターの講義室で夏休み体験学習の開会し、参加者間で自己紹介とアイスブレイクを行った。その後、タンパク質の結晶化実験を行うために必要な、生体内でタンパク質ができるまでの流れ、タンパク質の構造に関する講義を行い、タンパク質の構造と薬の作用機序に関する講義を行った。



体験学習の開会式の様子

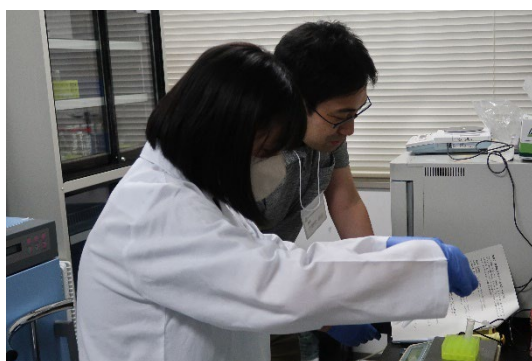


講義の様子

2) タンパク質結晶化実験

場所: 名古屋大学 8 号館南棟 201 号室(A 班)、203 号室(B 班)

ミオグロビンとリゾチームを結晶化する A 班とフィコシアニンを結晶化する B 班の 2 つに分かれて実験を行った。結晶化溶液を調製し、様々な結晶化試薬の混合比や pH でタンパク質の結晶化を行った。A 班はウシ由来のミオグロビンを水溶液に溶かし、酸化状態と還元状態の色の変化を観察することで、細胞が酸素を貯蔵する仕組みを説明した。また、初日に赤色のミオグロビンと、透明な卵白由来リゾチームを結晶化し、一日後に形成した結晶を観て、ループで拾い上げる実験を行った。B 班は塩析効果という塩による凝集による結晶化と、排除体積効果という高分子による結晶化を、光を集めるアンテナとして機能する藍藻由来のフィコシアニンを用いて行った。pH4 の酸性状態よりも pH8 の塩基性状態の方が結晶化しやすい事を確認し、塩析効果と排除体積効果では異なる結晶が形成する事を確認した。



結晶化溶液の準備



結晶化実験



リゾチーム結晶の観察



フィコシアニン結晶の観察

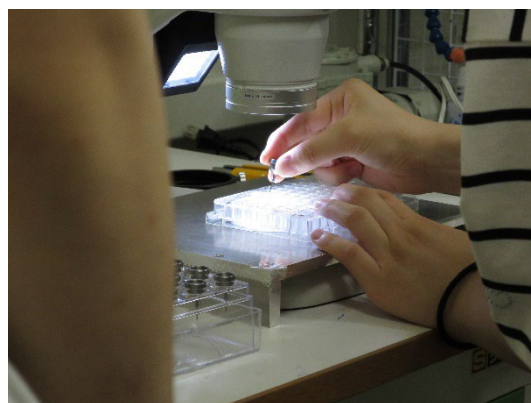
3) 放射光見学

場所: 「知の拠点あいち」、あいちシンクロtron光センター

タンパク質結晶化実験で作成した結晶を分析する施設のあいちシンクロtron光センターに訪問し、國枝 秀世 所長にあいちシンクロtron光センターの説明をしていただいた。X 線の回折を用いたタンパク質結晶分析だけでなく、X 線の吸収を用いた原子の状態の分析や、X 線の散乱を用いた素材の分析等、様々な用途で利用されている事を説明していただいた。特に愛知県のものづくりにおいて重要な役割を担っている事を説明していただいた。

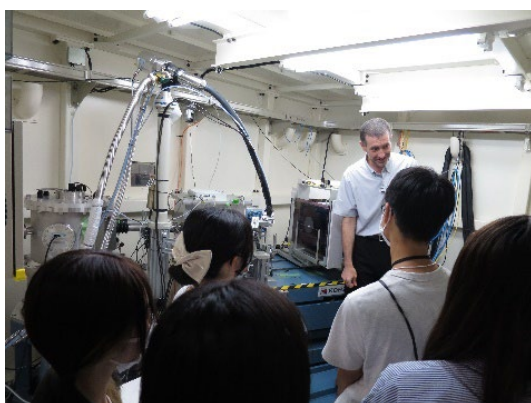


所長によるあいちシンクロtron光センターの説明

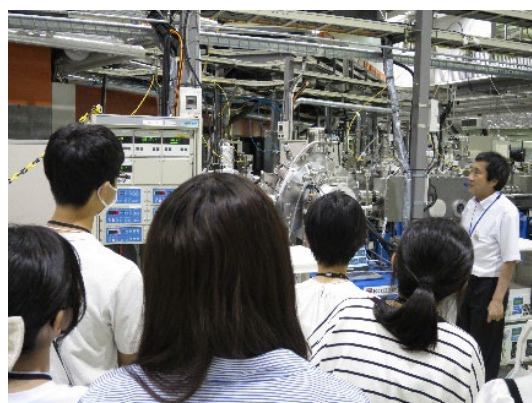


タンパク質結晶のピッキング作業

あいちシンクロtron光センターの説明の後、単結晶 X 線回折・名古屋大学ビームライン (BL2S1) を見学し、リゾチームの結晶を測定装置に乗せるシャドーイング体験を行った。名古屋大学ビームラインでの体験後、あいちシンクロtron光センターの様々なビームラインを訪問し、測定装置を観察した。ビームラインが利用する X 線を発生させる光源や光源を管理する部屋を見学した。



名古屋大学ビームライン BL2S1 の見学



BL1N2 の見学



光源管理室の見学



光源の見学

4) タンパク質構造解析実習

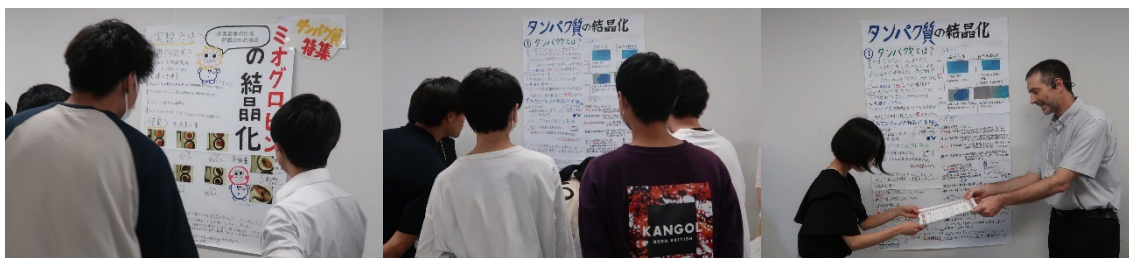
単結晶 X 線回折・名古屋大学ビームラインの測定データから得られた、タンパク質の電子密度のデータに対して、タンパク質の構造を当てはめる「タンパク質構造解析実習」を行った。20種類のアミノ酸から電子密度に合致するアミノ酸を選択し、コンピューター上でアミノ酸のモデルを動かしてリゾチームの構造を解析した。本支援事業の採択通知日と実施日の関係上、本年度は研究室のコンピューターを集めて実施した。本支援事業で導入した PC は次年度以降の実習で使用する為、Education License の PyMOL や、COOT 等実習に必要なソフトウェアを導入した。



タンパク質構造解析実習の様子

5) ポスター発表

タンパク質結晶化実験の結果を班ごとにまとめ、名古屋大学大学院工学研究科の学生や、もう一方の班の高校生に向けてポスター発表を行った。高校生が協力し、講義や見学で得た知識を生かしてポスターを仕上げた。タンパク質の結晶化実験を経験したことがない大学院生の質問にも答えながら、ポスター発表を1時間程度行っていただき、高校生だけでなく大学院生にも有意義な経験を積んでいただいた。ポスター発表終了後に、4日間の体験学習に参加していただいた高校生に修了証を授与した。



ポスター発表(左: A 班、中央: B 班)と修了証授与式(右)

5. 今後の展望

本年度の地域貢献特別支援事業のおかげで、安全に実験するための保護具を新調して、安全に実験を行うことができた。また、来年度以降の開催に向けて、構造解析実習や AI を用いた構造予測実習用のパソコンを入手することができた。本活動を充実させることで、地域共同利用施設を維持するために、その重要性を認知する事が出来ると期待している。

6. おわりに

夏休み体験学習を行うために、名古屋大学シンクロtron光研究センターの事務員には大変お世話になりました。また、あいちシンクロtron光センターでの手続きに際して、コーディネーターや事務員にお世話になりました。あいちサイエンス・コミュニケーション・ネットワークの担当者には、体験学習の告知や参加登録ページの管理に際してお世話になりました。体験学習に関わった全ての方にお礼申し上げます。