

### 2023年度量子ビームサイエンスフェスタ 第15回 MLF シンポジウム／第41回 PF シンポジウム開催報告

量子ビームサイエンスフェスタ 実行委員長 宮田登  
実行副委員長 熊井玲児

2024年3月5, 6, 7日に KEK 物質構造科学研究所, J-PARC センター, 総合科学研究機構 (CROSS), PF ユーザーアソシエーション (PF-UA), J-PARC MLF 利用者懇談会が主催する量子ビームサイエンスフェスタが開催されました。今回の量子ビームサイエンスフェスタは6年ぶりに水戸で行われ, 2023年7月にオープンした水戸市民会館で対面を主体とした開催となりました。初日の3月5日にはPFシンポジウムが行われ, 午前中は施設の現状, ビームラインの整備・高度化の報告に続いて, 今回から新たにプログラムに加えられた課題進捗報告が, S2型, T型, PF-S型課題の課題責任者から行われ, その後, 建設が進められている開発研究多機能ビームラインの検討・建設報告がありました。午後はPF-UAによる総会と昨年度より設立された「PF-UA 学生論文賞」の授賞式と記念講演が行われました。午後の後半はPFの次期光源計画に関するセッションがあり, 全体計画の説明のあと, 検討が進められている加速器技術についての報告が行われ, その後の総合討論で次期光源計画に加えてPFの運営や研究開発に関して, ユーザーと施設スタッフの間での意見交換が繰り返されました。また, PFシンポジウム終了後には低速陽電子実験施設 (SPF) の施設報告が行われ, 稼働中の4つのステーションの高度化と, 共同利用の成果について報告がありました。2日目の3月6日の量子ビームサイエンスフェスタでは, 午前中は出口茂氏 (海洋研究開発機構) から, 「深海インスパイアード化学: 物質化学からアプローチする持続可能な海洋利用」, 大竹淑恵氏 (理化学研究所)

から, 「理研小型中性子源システム RANS - 広がる中性子利用ならびに小型 - 大型連携 - 」と題した基調講演が行われ, 続いて, 来賓・主催者代表による挨拶が行われました。午後の前半はユーザー及び施設による260件のポスター発表が行われました。後半は3会場での口頭発表が行われ, 電池, 生命科学, デバイス・手法開発, ソフトマター, 磁性・強相関, 材料・触媒の6つのセッションで18件の講演がありました。3日目の3月7日にはMLFシンポジウムが行われ, 施設報告に引き続き, 「1 MW までの道, 1 MW からの道。」というテーマで, 加速器, 中性子源, 中性子利用, ミュオン施設, 産業利用, 計算科学・情報科学の観点からそれぞれ発表がありました。会場とな



図2 基調講演での出口 茂氏 (海洋研究開発機構) と大竹 淑恵氏 (理化学研究所) (左より)

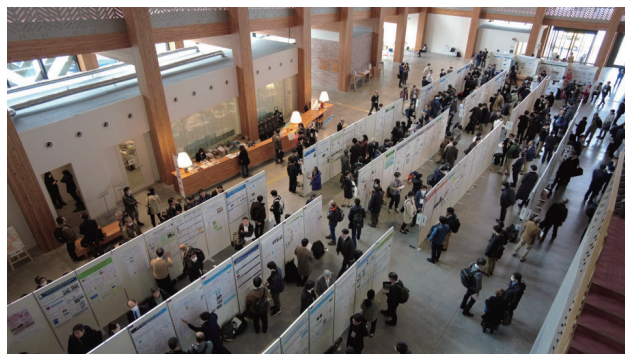


図3 ポスター会場



図1 PFシンポジウムの会場の様子



図4 集合写真 (量子ビームサイエンスフェスタ会場にて)

った水戸市民会館には470人の参加があり、PFシンポジウムなど、一部のセッションはハイブリッド（オンライン参加約40人）でも配信しました。期間中にはPF-UAユーザーグループミーティングが行われ、会期終了後にもサテライト研究会が水戸市民会館で開催されました。

2015年度から始まった量子ビームサイエンスフェスタは、施設スタッフとユーザーの情報交換の場であるだけでなく、異なるプローブを用いる、あるいは異なる分野の研究者間の交流を通じて新たな研究の発展に繋がる場でもあります。対面主体の開催となり、5年ぶりに懇親会も行われた今回の量子ビームサイエンスフェスタが新たな研究に繋がるきっかけとなれば幸いです。

## 2023年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して1

東京大学大学院理学系研究科 辻川夕貴

昨年度から対面での量子ビームサイエンスフェスタの開催が再開されましたが、私はT課題の責任者として共同研究員となり3年目で、はじめて水戸で開催される量子ビームサイエンスフェスタに参加できました。水戸もはじめて。会場の美しさに驚きつつも、広い会場に集まった多くの人で改めてKEKで実験を行っている人の多さを実感いたしました。他の学会や研究会は自身の近い分野の話が行われることがほとんどだと思いますが、同じ実験施設を利用しているという繋がりですら専門と少し異なる話を聞く機会に恵まれるのが、このフェスタの一つの利点であるように感じます。

私は三年前にT課題(2021T002)を取り、最終年度の現在まで三回、各年度でポスターにて成果報告を行ってきました。T課題は学生主体での課題実験であり、学生主体で実験を進めることが出来ませんが、G課題にはない自己評価書の提出やポスター発表、口頭発表などの負担がありません。近年、G課題でも博士課程の学生が申請を行えるようになり、T課題でなくとも経験のある学生が課題責任者として実験を進めることも可能になりました。そのような中で、T課題として実験を進める利点の一つに大学とPFから共同で指導・支援をもらえることがあります。三年間の成果報告を振り返ると、一見、負担に思える量子ビームサイエンスフェスタでの成果報告もこのような指導の一環として重要な役割を担っているように思います。年に一度、決まった報告の場のために実験結果をまとめ審査員に報告する、というだけで自身の研究の進捗を落ち着いて振り返る機会になります。一年はあっという間に過ぎもう三年も終わるので、このようにきっちり成果を報告する機会を一年ごとに頂けたのは、自身の研究のために非常によかったです。また、ポスター発表で人が集まって話をたくさん聞いてくれる機会は意外とありません。研究が上手く行けば褒めてもらえる(かもしれない)。自身の研究室

やビームラインで閉じがちな研究が、年に一度は同じように放射光を使う他の専門家の目に留まり、意見をもらえるというのは博士課程の研究においても、その後の研究人生においてもよい経験になったと感じます。何より自身の研究に興味をもってもらえるというのは嬉しいものです。来年はポスターの義務はなくなりますが、私の発表を聞いてくださった皆様の恩返しのためにも、頑張る学生さんたちの発表を聞きに行こうかと思えます。三年間、大変お世話になりました。今後もPF、SPFを使わせていただきますので、何卒どうぞよろしくお願いたします。

## 2023年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して2

東京大学大学院理学系研究科 渋谷昂平

博士課程1年生から通算2年目となるT型課題のポスター発表による進捗報告を行うために量子ビームサイエンスフェスタに参加しました。初年度の報告となった昨年と同様、T型課題の進捗報告とその審査に加えて学生奨励賞としての審査も含まれているというてんこ盛りの場となりました。T型課題を持っていると量子ビームサイエンスフェスタでの進捗報告が義務なので、自動的に参加することになりますが、T型課題を取得する人は学生なので学生奨励賞の審査もあるということになり、ポスター作成時に誰に向けた書き口にするかによいのかもややもやした気持ちになるのが恒例となりつつあります。

量子ビームサイエンスフェスタの参加は2度目でしたが、昨年同様ポスターの数の多さと会場のきれいさに吃驚しました。近頃はオンラインの場合もありましたが、オンラインの場合には大学のキャンパスの一部や放射光施設の一部を会場としたものに参加する事が多かったため、今回の水戸市民会館や前回のつくば国際会議場のような今風な建築物にはあまり縁がなく、初参加の昨年に至ってはそもそも量子ビームサイエンスフェスタが施設報告メインの会でポスターの数も少ない小規模なものだと思っていました。実際の量子ビームサイエンスフェスタは”量子ビーム”と名がつく通り、放射光はもちろん中性子やミュオン、低速陽電子に関連した多種多様な発表が一度に、大規模に行われる会であり、今回も昨年同様会場は活気にあふれていました。私は装置開発分野での発表であり、周りを見渡すと(何の装置か私にはわかりませんが)試行錯誤の末に行きついたと感じさせる洗練されたデザインの装置が描かれたポスターが並び、発表の時間には緻密な議論が行われていました。

私の発表はというと、昨年は初のT型課題の報告ということもあってかPF内部の方を中心にかなり多くの方に話を聞きに来ていただいたのですが、今回は審査員を除くと数人程度と少なめでした。ただ、前年同様、各審査員の方々はまさに私のいる軟X線分野、さらに細かく吸収分光

の分野を深くご存じなので、軟X線領域で確認される現象や使用しているビームラインの特徴を踏まえて議論していただき、大変貴重な場となりました。私は正直学会発表が得意な方ではなく、準備が億劫なものあって発表の機会を避ける悪い癖があるのですが、そんな私でもまた参加したいと思えるような学会でした。

量子ビームサイエンスフェスタ主催者の皆さま、会場設営をしていただいた皆さま、発表の場をいただきありがとうございました。来年もよろしく願いいたします。

## 2023年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して3

東大物性研 Xiaoni ZHANG

Although it has been almost 3 years after I participated experiments in KEK, this is the first time I participated Quantum Beam Science Festa. Besides, it is also the first time I participated in the KEK activity as a graduate student having T-Proposal.

I was surprised at the wide range of topics covered. Our laboratory are focusing on soft X-ray spectroscopies to unveil the electronic states for various two-dimensional materials, I myself also am currently conducting experiments at the Photon Factory utilizing micro-focused photoelectron spectroscopy. Before participating in the on-site Quantum Beam Science Festa, I did not have such a direct impression that the synchrotron facility has been utilized by a wide variety of fields, from the understanding particle physics to exploring astrophysics.

I am already a D2 student and I have participated in many conferences and workshops, but most time I have chosen the sections related to my field. However, in Quantum Beam Science Festa, the talks given in the morning sessions on Day 2 were totally beyond my fields, and I was totally attracted by the interesting topic and wise logic, even though I am not a Japanese native. These speakers opened a new view of wide ranges of researches. By participating in such a festa, I gained not only the understanding for my own research, but also received a wider range of new knowledge.

As a student with T-class proposal, I needed to make a poster presentation based on my first year achievement utilizing the synchrotron facility of the Photon Factory. As a foreigner, my presentation is always in English which limits my opportunities of communication in Japanese conferences. This time in the Quantum Beam Science Festa, many people came to discuss with me about my research and progress, which was very impressed. People in synchrotron facility shows impressive enthusiasm to new topics. All these professors and students I directly talked to were so nice and provided me much encouragement.

By exchanging diverse opinions and perspectives, you can expand the scope of your research. I hope that I will be able

to continue to make new discoveries and interact with others through participation in academic conferences.

## PF 研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」開催報告

放射光実験施設 高木秀彰

小角散乱ユーザーグループ代表 京都大学 奥田浩司

「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」と題した PF 研究会を 2024 年 3 月 26 日（火）、27 日（水）の 2 日間にわたって 4 号館セミナーホールで開催した。小角散乱ユーザーグループが主導して PF 研究会を開催したのは 2018 年 12 月以来、約 5 年ぶりとなった。その間、手法や施設を取り巻く環境は大きく変化した。東北大学の敷地内に軟 X 線を得意とする NanoTerasu が建設され、KEK では次期放射光源施設として、エネルギー選択式蓄積リングと超伝導ライナックを組み合わせたハイブリッド光源の計画を立ち上げた。さらに、PF では BL-11 を BL-12A に移設し、BL-11 の跡地には 2 つの放射光ビームが同時利用できる 2 ビームラインの建設が進行している。

小角 X 線散乱法 (SAXS) はポリマー、液晶、コロイドなどのソフトマテリアルや金属・無機材料のハードマテリアルといった物質科学や、タンパク質などの生命科学など多岐に渡る分野で利用されている。PF では、2 ビーム利用が可能な開発研究多機能ビームラインの建設も進み、従来の小角散乱手法にとらわれない新しい利用方法の検討も進んでいる。そこで本研究会では、小角散乱法の発展的研究の可能性を探ることで、より先進的な放射光利用による小角散乱研究の今後の展望について議論することを目的に開催した。本研究会では 7 件の依頼講演、8 件の一般口頭発表、12 件のポスター発表があった。

初日は大雨で足元が悪い中での開催となった。午後から研究会が開始し、最初の講演では KEK 物構研の若林大佑助教から PF で建設中の BL-11 の紹介と建設状況について説明があった。現在建設中の BL-11 の最大の特徴は 2 つの放射光ビームを利用できることであり、その 2 つのビーム性能と実際の試料部でどのようにビームが交差するのかなどの説明があった。質疑応答では SAXS と 2 ビーム利用に関して活発な議論が行われ、2 ビームを使用したポリマー材料の劣化過程の追跡など実際のサイエンスを交えた議論となった。2 件目の依頼講演は分子研の岩山洋士助教から軟 X 線を使った共鳴散乱法の紹介があった。UVSOR の BL3U で利用できる共鳴散乱装置の紹介とそれらを使用した液晶構造の研究結果が説明された。また PF で開発中の共鳴軟 X 線散乱装置が紹介され、従来 SAXS 法で利用されてきた硬 X 線とは違う利用方法が説明された。3 件目の発表は群馬大の高橋浩教授によりリン脂質からなるモデ

ル生体膜を使った、コレステロールに関する研究が紹介された。分子の膜内でのつまり具合はコレステロール、酸化コレステロール、ラノステロールの順になることが分かり、膜の機械的強度増強、バリア機能強化の観点からはコレステロールが最も優れていることが示された。

4件目の発表は京都工繊大の櫻井伸一教授による天然ゴムの二軸伸長による結晶化の複雑性の研究成果が発表された。二軸延伸機を使用した SAXS 実験から二軸延伸ひずみと結晶発生の有無の相関を作製したところ天然ゴムのひずみ誘起結晶化の複雑性が存在することが明らかにされた。また発表の最後に小角散乱の 2 ビーム利用のサイエンスの紹介がされた。続いて東京理科大の菱田真史准教授により高分子ミセルの凝集構造と水和状態および曇点の相関性の研究成果の発表がされた。SAXS とテラヘルツ分光法を利用して高分子ミセル内の親水鎖の状態と水和量を評価した。親水鎖の水和量が低下することで、脱水和が進みやすくなり、曇点が低下したと説明された。6件目は筑波大の赤田圭史助教により高速時間分解 Rheo-SAXS によるシアッキング流体の構造解析の研究発表がされた。シアッキング現象のメカニズムを解明するために高輝度放射光による高速時分割 SAXS を行った。SAXS プロファイルを解析した結果、定常せん断では等方的に溶解するのに対し、衝撃せん断ではクラスター構造を保ちながら溶解することを示した。続いて岡山大の墨智成准教授が共溶媒溶液の小角散乱データを用いたタンパク質構造への共溶媒効果の解析というタイトルで講演を行った。SAXS を利用して共溶媒を加えたタンパク質溶液の相反する共溶媒効果の分子メカニズムの解明を目的に研究を行った。SAXS を詳細に解析した結果、共溶媒及び水がタンパク質の構造に与える影響の結果を示した。

その後、夕方からはポスター発表が 4 号館セミナーホール前で行われた。ポスター発表では学生の発表も多く行われた。また施設側から PF の SAXS ビームラインの現状の紹介や、X 線ではなく中性子施設での小角中性子散乱 (SANS) 装置やサイエンスを紹介するポスター発表もあり非常に活発な議論が行われた。初日最後に懇親会が開かれ、お酒と料理を楽しみながら引き続き交流が行われた。

2 日目は初日の大雨とかわり快晴に恵まれた。2 日目最

初は京都工繊大の丸林弘典准教授から X 線回折・散乱法による結晶性ソフトマテリアルの構造とダイナミクスというタイトルで講演が行われた。放射光 SAXS を用いてバイオプラスチックの結晶構造解析や、結晶性 - 結晶性ブロック共重合体の結晶化過程の in-situ SAXS 測定結果の紹介が行われた。トポロジーを変化させたブロック共重合体のマイクロ相分離構造に関する研究成果の発表もされた。続いて名工大の山本勝宏准教授から SAXS と SANS を利用した親一疎水性ランダム共重合体の構造評価を行った研究発表がされた。SAXS とコントラスト変調による SANS 実験から構造解析を進め、親一疎水性ランダム共重合体の構造について説明がされた。3 件目は千葉大の森田剛准教授から超臨界ゆらぎの観測と高分子ナノ粒子間相互作用場の評価に関する研究成果の発表がなされた。異常分散 SAXS を利用した超臨界状態での二成分混合溶液のゆらぎ構造に関する研究と、高分子鎖が水溶液中で自己集合し形成される高分子ナノミセル間の相互作用場に関する研究を紹介された。続いて東工大の石毛亮平准教授により剛直性高分子を膜面垂直方向に配向制御する研究発表があった。従来の研究手法では剛直性高分子を膜面に対して垂直に立たせるのは困難であったが、液晶やクレイをうまく利用することで構造制御を行い、斜入射 SAXS を利用して構造評価した研究の発表がなされた。

休憩をはさんだ後、量研機構の新井栄揮上席研究員により小角散乱法によるタンパク質の磁場応答性と磁覚の研究展開というタイトルで講演が行われた。一部の鳥類は磁場の情報を感知して知覚化する能力である磁覚を有しており、渡り・帰巣などの行動に利用されている。磁覚に関与していると考えられているタンパク質に磁場を与えどのように構造が変化するのか SAXS を利用した研究成果が紹介された。6 件目は京大の井上倫太郎准教授により X 線・中性子溶液散乱によるマルチドメインタンパク質の溶液構造解析に関する講演が行われた。SAXS と計算機解析からマルチドメインタンパク質内の内部運動に関する研究成果の紹介があった。タンパク質を重水素化させ、SAXS、SANS と計算機解析を駆使した一連の研究成果が紹介された。昼食後に東北大の星野大樹准教授の講演が行われ、X 線光子相関分光 (XPCS) 法を利用してコロイド系相転移ダイナミクスを評価した研究成果が発表された。ロッド状および円盤状のコロイド液晶系の静的・動的な振る舞いについて XPCS 法を利用し、円盤状コロイド液晶系はロッド状粒子系とは異なる振る舞いを示すことを示した。最後の発表は長浜バイオ大の今村比呂志助教から SEC-SAXS 法を利用した抗体の変性構造に関する研究発表がなされた。SEC-SAXS を利用することで凝集体を除去し、単量体みの構造解析を行った。その結果酸変性した抗体のサイズは減少し、従来の定説とは逆の結果になることを説明した。

2 日目最後にはユーザーグループ代表の奥田浩司教授が司会となり総合討論会が実施された。群馬大平井光博名誉教授から本研究会のタンパク質溶液散乱研究の総論がなされ、京都工繊大の櫻井伸一教授からソフトマター散乱研究



図 1 会場の様子



図2 集合写真

の総評が行われた後に討論会が開始した。2ビーム利用も議題となり、施設側スタッフや2022年に行われた2ビーム利用のPF研究会でサイエンスを紹介した先生方と討論が進んだ。2ビームを利用した材料の劣化過程や破壊過程の研究などのサイエンスケースについて討論が行われた。従来のSAXS手法にとらわれない自由な発想で議論できたことは非常に意義のある研究会となったことと思われる。

本報告の最後に、本研究会の開催にあたって、開催に多大なご支援をいただいた物構研PF執行部の皆様ならびに事務局として尽力頂いたPF事務室の高橋良美さん、加世田薫さん、PF小角散乱ビームライン秘書の佐々木明由実さん、会場設営等をお手伝い頂いたPF小角散乱ビームラインの業務委託メンバーの皆さんには多大なご協力を頂いたことに対し、お礼の言葉を述べたい（研究会ホームページ：<https://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20240326/>）。

## PF研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」に参加して

東京理科大学 菱田真史

2024年3月26日～27日に行われたPF研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」に参加しました。本研究会はPFの小角散乱ユーザーズグループが主催するものであり、コロナ禍を経て、5年ぶりの対面開催となりました。7件の依頼発表では、2ビーム利用に向けた取り組みや、共鳴軟X線散乱、中性子散乱といった小角X線散乱と相補的になる実験手法の紹介が多く企画されており、小角X線散乱測定が他の手法と交わることで、研究に大きな広がりが見られることを感じさせるものでした。最新の実験手法の発展を学ぶことができ、大変ためになる企画でした。この学びを活かし、今後我々も2ビーム利用や軟X線利用を考えていきたいと考えております。企画発表以外にも、一般口頭発表が8件、ポスター発表も12件あり、ソフトマター科学を中心に、様々な

分野からの研究紹介がありました。大学院生や学部生など若い方からの発表も多く、休憩時間も含めて各所で非常に活発に議論がなされ、小角散乱の明るい未来を感じさせるものでありました。また最後には、今後の小角散乱利用や2ビーム利用に関する全体討論の時間があり、いくつかの案が提示されました。このような未来に向けた密な議論ができたのは、小規模な研究会ならではだと思えます。懇親会での新たな出会いも含め、やはり研究会は対面に限るなど改めて感じさせられるものとなりました。