

コロナ禍での測定感想文

昨年度の38-4号では、新型コロナウイルス感染症対策として多くのビームラインでリモート測定が行なわれたことを踏まえて、ユーザーの皆さんやスタッフの感想文を掲載致しました。2021年度も新型コロナウイルスは猛威を振るっておりますが、リモートや全自動実験などの対応を進めつつ、十分な感染対策を取りながら来所しての実験も続けられています。そこで、今号ではこのような状況下での実験に関して、学生のユーザーの皆さんに感想をお寄せ頂きました。色々と思うように行かない状況の中でも皆さんがんばって実験を進められています！応援しています！！

茨城大学理工学研究科量子線科学専攻 博士前期課程1年 飯田泰由, 南本晃希

私たちは2020年度より構造生物学の研究に触れ始めました。新型コロナウイルスの関係でこれまでのPFでの実験はすべてリモートまたは全自動のみでしか経験したことがありませんが、その中で不便を感じたことは一度もありません。本年度BL-17Aでのリモート測定を行った際にも、試料のマウント後自動でセンタリングが行われるようになっており、より一層便利になっていると感じています。全自動測定に関しても、リストを作成しサンプルを送付するだけで回折実験が行え、時間等の面からもとても助かっており、今後とも積極的にリモート、全自動による測定を活用していきたいと考えています。最後になりますが、現在の社会状況の中でも私たちが何不自由なく実験を行えているのはKEKスタッフ等皆様のご尽力あってのものです。この場を借りて深く感謝申し上げます。

東京理科大学先進工学部生命システム工学科 学部4年 沼野弘幸

私が所属する東京理科大学生命システム工学科では、3年生の2月に卒業研究を行う研究室配属があります。研究室配属以前にも実験実習はありましたが、実際に自分で考えて実験を進めることはありませんでした。研究を始めて2か月ほど過ぎた4月頃に「PFで分子量解析（SEC-MALS測定）やX線小角散乱解析（SEC-SAXS測定）をしてみないか？」と教授から提案がありました。「測定したいです」と即答して6月17日に測定することが決まりました。しかし、その時点ではどのようなものか知らなかったため、研究室の先輩から『第4回タンパク質溶液散乱講習会 講義テキスト』を借りて、MALS測定やSAXS測定の原理

や装置について学びました。

できるだけ状態の良いサンプルで測定したかったため、測定の前日にタンパク質を精製しました。新鮮なサンプルを手にPFへ到着すると、入り口を入ってすぐ目の前に広がる緑豊かな広大な施設に驚きました。その後、PF施設の中で清水先生と小山先生にSEC-MALSやSEC-SAXSの原理、装置の使い方を詳しく説明していただきました。実際に装置を見てみると、研究室のタンパク質精製装置と似ていたのが親近感が湧き、原理もよく理解できました。得られたSEC-MALS測定の結果は一本の綺麗なピークで、分子量も疑いようのないものでした。これまで研究を行ってきた先輩より難しいサンプルだと聞いていたので、結果に感動しました。その後、SEC-SAXS測定のため、放射線管理区域の中に入ると、今まで見たこともないような様々な種類の装置が目に入り、驚嘆しました。また、真空パイプを通じてハッチ内へ引き込まれた放射光によってサンプルの測定が可能になることには、装置作成に携わった方々の努力のおかげであると感じました。

私が所属する研究室では、今回のSEC-MALSやSEC-SAXS測定以外にもタンパク質結晶構造解析ビームラインにおいて自動測定やリモート測定で常々お世話になります。スタッフの皆様のご協力に感謝申し上げますとともに、今後はクライオ電子顕微鏡解析などさらなる構造解析にもチャレンジしたいと思っています。今後ともどうぞよろしく願いいたします。

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科バイオベースマテリアル学専攻 博士前期課程1年 國領也恵子, 田中大翔, 安威友裕

2021年、私たちはBL-6A, BL-10C, BL-15A2の三つのラインで実験を行いました。実験開始前に職員の方々がキーボードやマウス、装置といった私たちが実験の過程でよく触る部分をしっかりと消毒してくれていました。そのため安心して実験を行うことができました。また、実験中も常にマスクの着用を心がけ、定期的な手指の消毒を行いま



図1 実験中に消毒をする様子



図2 実験開始前に職員が机を消毒する様子

した。

コロナ禍の影響で密を避けるために談話室の椅子の数が減っているため、談話室にいる時間が少なくなり、結果的に3密を避けることに成功していると思います。

おかげさまで、昨年私たちの研究室ではコロナ感染者が出ることはありませんでした。

筑波大学数理物質科学研究科化学専攻 博士前期課程2年 藤田 睦

コロナ前後において使い勝手が悪くなったと感じた場所は談話室です。談話室は、BLから最も近く、冷蔵庫やロッカーなどが並びユーザーが最も利用する休憩スペースで、実験の合間に軽食を挟む人やBLを離れてリフレッシュできる貴重な場所です。しかし、コロナ禍で不特定多数のユーザー同士の接触を回避するために、4つほどあった椅子が2つに変わり、BL以外で落ち着いて休憩できる場所が無くなってしまい、BLの近くに複数の談話室が欲しいと感じました。

また、実験における変化は、BLの人数削減でした。以前は実験スペースにグループのほぼ全員がいることが多く、測定試料の状況やPFの状況に応じて臨機応変に即座に対応できるようになっていました。しかし、人数制限により実験者同士のリアルタイムでの議論ができず、ロスタイムができやすくなったように感じます。ただし、限られたBTの中で実験計画を組む必要性が高まり、自分の測定ではない時間にBLにいる不要な時間が削減され、デメリットだけではなく効率化というメリットももたらしました。

不特定多数の方々が集う場所で、コロナ対策を続ける難しさとユーザーに対する便利な利用環境の提供は非常に両立が難しい問題であると思いますが、ユーザー側もそれぞれ創意工夫を凝らしコロナ禍での測定を行っているように感じています。

名古屋工業大学大学院工学研究科工学専攻 博士前期課程2年 不破良明

私は波長可変でSAXS測定（BL-10Cにて、多成分からなるブロック共重合体の相分離構造中の特定元素の空間分布を解析）をしています。昨年度にリモート（試料のリモート交換と波長可変）測定を試みましたが、スタッフの方々のご協力もあり、有益なデータを得ることができました。まだまだスタッフの方々の支援がないと難しい面もあるかと感じていました。今年度は、コロナの感染拡大の状況も緩和したこともあり、現地での測定が行えることとなりました。緊急事態宣言が解除されていた時期ではありましたが来訪人数を最小限にし移動の際に交通機関が混雑する時間を避けるなど感染対策を行った上で実験を行った以外は、以前と変わらず問題なく測定をすることができました。多くの試料を測定しようと思うと、やはり現地での実験は必要でもあり、何か当初の予定と異なることをやらなければならないことも多いのが実際です。リモート測定には、移動時間がなくなり効率的に実験が行えるといったメリットもあるかと思いましたが、学生の身としては、ラボスケールの実験装置ではできない実験でもあり、実際に現地で装置を目の当たりにしながら測定したいという気持ちが強いのが、正直な気持ちです。全体（施設側・利用者）として、様々な対策を講じることで安全に、且つ効率的に実験を行える環境を整えることができれば、一つの新しい形にもなるかと思いました。

最後に、実験環境を整備頂いている現地のスタッフの皆様には感謝いたします。

筑波大学理工情報生命学術院数理物質科学研究群化学学位 プログラム

博士前期課程2年 阿部充華

新型コロナウイルスによる自粛が始まったのは、私が大学院に入学してすぐのことでした。それまでに、PFに来訪し実験・測定を行ったことは数回ありました。しかし、コロナ禍で、リモート測定が決まったとき、まだ誰も経験をしたことがなく、不安な部分が大きかったです。実際のリモート測定では、先生が1人でPFに来訪し、試料のセッティングを行い、私は大学内のPCから遠隔操作で測定を行いました。最初は、本当にリモートで測定ができるのか不安でしたが、実際にやってみると、想像していた以上にスムーズに測定を行うことができました。現場とのコミュニケーションがとりにくい部分はありましたが、測定をする中で不自由に感じることはほとんどありませんでした。私が所属する大学は、PFまで比較的距離が近いですが、体力的な負担を考えると、より遠方から来訪される研究者の方々や学生にとっては、リモートで測定を行うことができるのは、新しい実験の形になるのではないかと感じました。私がリモート測定を行ったときは、世の中もまだリモ

ートに慣れていない時期であったということもありますが、現場とのコミュニケーションがよりスムーズに取れるような工夫があると、良いと思いました。リモートでの実験・測定がより活発に行われるようになれば、距離が遠くPFへの実験が難しい方々が実験を行うことができ、PFを用いた研究がより盛んになるのではないかなと思います。

東京工業大学物質理工学院応用化学系
博士前期課程 2年 小島佑太
博士前期課程 1年 齊藤 穂

我々は、固体高分子電解質 (SPE) を用いた電解反応によるオレフィンの部分酸化について研究しています。2021年6月に BL-9C にて、SPE 電解を行いながら電極触媒である白金酸化物の XAFS スペクトルを測定する in-situ 実験を行いました。

当時は緊急事態宣言が発令されている時期であり、新型コロナウイルス感染対策を徹底する中での XAFS 測定となりました。東京工業大学の指針として出張前に PCR 検査の陰性証明が必要であったため、民間の PCR 検査を受けることになりました。PCR 検査は、検体を郵送し結果はメールで通知される形式で非常に手軽でした。KEK では、持参したアルコールでこまめに消毒を行うことや密にならないよう食事を済ますなど、できるだけ感染対策を講じながら測定を実施していました。

KEK に滞在している時、コロナ禍を感じたエピソードとしては、飲食店の閉店時間が早かったことです。当時は KEK 付近のほとんどの飲食店が 20 時頃に閉店していました。今までは夜の測定終了後、友人と共に夕食に行くこともありましたが、今回はそれをすることができませんでした。部屋に戻って 1 人でカップ麺を食べながらコロナ禍であることを実感した、そんな出張でした。今回の出張では新型コロナウイルスの感染者を出すことなく、無事に測定を終えて帰宅することができました。非常に安堵したことを今でも覚えています。

このように、今回の XAFS 測定は緊急事態宣言下ということもあり、多くの苦勞がありました。ただ、そのような中でも無事に測定を行うことができたのは、ひとえに KEK で働く方のサポートのおかげであると思っております。心より感謝申し上げます。

京都大学大学院人間環境学研究所 相関環境学専攻
博士後期課程 1年 石田達祐

私たちは BL-28A にて高分解能角度分解光電子分光を行いました。測定時に測定試料を交換する機会が多く、測定条件もシビアであった為、リモート測定は難しく現地で測定を行いました。

現地に着いて、まず気づいたことは新型コロナ対策とし

てユーザー控室の椅子が少なくなっていたことです。コロナ前は先生方とユーザー控室で食事をしながら、談笑するのが楽しみの一つだった為、少し物寂しい気がしました。早く新型コロナが落ち着いて、椅子が戻ってくることを願います。

実験の工程は新型コロナの感染拡大前とほとんど変わらなかつたです。新型コロナの影響で大学院生の実験機会が減っており、経験値が不足していることが不安でしたが、BL-28A のユーザーインターフェイスが非常に使いやすいため、経験の少ない学生も積極的に実験に参加していたように思います。また、2020 年度から KB ミラーが導入されスポットサイズがマイクロスケールになった為、非常に空間分解能の高いデータを取ることが出来ました。このようなシステムを作ってくださったビームライン運用スタッフの皆さんにこの場を借りて感謝申し上げます。

やはり、私は実験場におもむき、測定を行う事が好きなので、早く新型コロナが落ち着きコロナ前の様な実験に戻ることを切に願います。

PF ユーザーの横浜国立大学 藪内直明教授らが、水系リチウムイオン電池の開発に成功しました

物構研トピックス
2021年12月7日

フォトンファクトリー（PF）ユーザーの横浜国立大学工学研究院 藪内直明教授らは、ドイツ ミュンヘン工科大学や物質・材料研究機構、住友電気工業株式会社との共同研究において、水系電解液を用いた燃えないリチウムイオン電池の開発に成功しました。

独自に開発した岩塩型モリブデン系酸化物負極材料を利用することで、充電時に水が分解されるという問題をクリアし、長寿命化を図りました。充放電時の岩塩型モリブデン酸化物負極材料の電子状態の変化は、KEK 物構研の PF BL-9A および BL-12C にて測定が行われました。

物構研ユーザーの有馬孝尚教授が 2021 年度仁科記念賞を受賞

物構研トピックス
2022年1月6日

東京大学大学院新領域創成科学研究科の有馬孝尚教授（兼 理化学研究所 創発物性科学研究センター・強相関量子構造研究チームリーダー）が、2021年度（第67回）仁科記念賞を受賞されました。仁科記念賞は、故仁科芳雄博士の功績を記念して、わが国で原子物理学とその応用に関して優れた研究業績をあげた研究者を表彰するために、1955年に創設された賞です。

受賞業績は「スピン誘起マルチフェロイクスの発見と開拓」で、東京大学大学院新領域創成科学研究科の木村剛教授との共同受賞となりました。マルチフェロイクスとは、例えば1つの物質中に強磁性体と強誘電体の両方の性質が



2021年11月につくばキャンパスで開催されたKEK 50周年記念式典（スクリーンは配信画像）

共存しているような状態を指し、磁場によって電氣的性質を制御したり、逆に電場で磁化を誘発することが可能になることから、記憶素子やスイッチなどへの応用が期待されています。両氏は、2003年にTbMnO₃というマルチフェロイクス物質を発見し、これを契機としてマルチフェロイクスが急速に注目されるようになりました。その後、有馬教授は、放射光X線や中性子を複合的に用いて結晶構造や磁気構造を解析し、マルチフェロイクスがどのようなしくみで発現するか実証を進め、マルチフェロイクスの基礎物理の発展に大きく貢献したことが評価されての受賞となりました。また、複数の量子ビームを複合的に用いるアプローチは多くの物質科学研究者に影響を与え、物構研においても量子ビーム連携研究センター（CIQuS）の設立につながっています。

有馬教授は、CIQuSの連携メンバーや物構研運営会議のメンバーなど、物構研の研究者との連携や、運営にも多大な貢献をされています。11月に行われたKEK 50周年記念シンポジウムでは、物構研のユーザーから見た物質構造科学の今後に向けての貴重な提言を含めたご講演をいただきました。

この受賞に際して、有馬教授から「今回の受賞の最大の要因となった研究には、フォトンファクトリーでの成果が非常に重要な役目を果たしていました」とのコメントをいただいています。

野村昌治 名誉教授が日本放射光学会 第5回放射光科学賞を受賞

物構研トピックス
2022年1月26日

元KEK理事であり、フォトンファクトリー（PF）でも長く研究主幹を務めた野村昌治 名誉教授が、第5回日本放射光学会 放射光科学賞を受賞しました。受賞理由は『XAFS計測技術の開発による放射光科学への貢献』です。放射光科学賞は放射光科学の進展に大きく貢献した研究者または研究グループの功績を讃える賞、毎年最大1名または1グループに授与されます。

X線吸収分光（XAFS、ザフス）法は、X線のエネルギーを連続的に変えながら試料のX線吸収を測定し、物質の局所構造や化学状態などの情報を得る測定法で、X線領域の連続光である放射光ならではの手法です。野村博士はPFが初めて放射光の発生に成功した直後の1982年4月に、当時の高エネルギー物理学研究所 放射光実験施設に着任しました。まもなく、XAFSのビームライン、実験装置とその計測技術の開発に着手し、2012年にKEKの理事に着任するまでに多くのXAFSビームラインの開発に関与しました。放射光の出現以前はほとんど実用的に使われていなかったXAFSという手法を、その計測技術を磨くことによって、より高度でかつ使いやすい手法として構築した

ことは、XAFS が様々な分野で使われることにつながりました。なかでも、元物構研の副所長である故・松下正博士が先駆し、野村博士を中心に技術開発が行われ実用化された Dispersive XAFS (DXAFS) 法は、分光器の結晶を湾曲させることによりマイクロ秒という短い時間で XAFS スペクトルを取得することができるため、触媒の反応メカニズムの解明などに威力を発揮しました。特に、自動車の排ガスを除去する三元触媒の中で酸素の動きを世界で初めて捉えた研究は、国内外で多くの注目を集めました。

授賞式および受賞講演は 2022 年 1 月 7 日、オンライン開催された第 35 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムの初日に、東京大学小柴ホールで開催され、ライブ配信されました。野村博士は「今日のスゴイを明日のフツーに」という、かつて広告で使われたキャッチコピーをサブタイトルとした受賞講演を行いました。1980 年代初めには「スゴイ」手法であった XAFS ですが、野村博士はこれをさらに「スゴイ」手法にした一方で、誰でも使える「フツー」の手法にすることに注力し続けました。開発された多くのビームラインには、ビームを試料に導く光学系の開発はもちろん、計測系やデータ転送など、質の良いデータを取得できるようにするための工夫が随所に散りばめられています。また、利用する研究者が測定原理を理解してより良いデータを得るために編集された「XAFS 実験の手引き」は何度も改訂され、手法の普及や次の世代の育成に大きな役割を果たしました。今や国内だけでも 10 近くの放射光施設があり、その全てに XAFS ビームラインがあります。触媒や電池などの機能性材料、合金や炭素繊維などの構造材料、高分子材料、環境試料や地球外試料、文化財、生物試料や食品など、ありとあらゆる分野で利用される「フツー」の手法となった XAFS は、多くの研究成果を生み出しています。

受賞に際して野村博士は「利用実験開始時期より PF に奉職し、XAFS 利用研究の発展に多少なりとも貢献でき、また多くの放射光施設で XAFS が更に発展したこと、直接的な研究成果だけではなく研究基盤活動を評価頂けたことは無上の幸せです」と話し、XAFS を用いて高い研究成果をあげた多くの研究者に感謝の言葉を述べられました。



授賞式にて、日本放射光学会 横山利彦会長（左）と

PF トピックス一覧 (11 月～1 月)

PF のホームページ (<https://www2.kek.jp/imss/pf/>) では、PF に関係する研究成果やイベント、トピックスなどを順次掲載しています。各トピックスの詳細は PF ホームページをご覧ください。

2021 年 11 月～2022 年 1 月に紹介された PF トピックス一覧

- 11.15 【トピックス】 KEK50 周年記念シンポジウムを開催しました
- 11.17 【プレスリリース】 C-配糖体の安定な炭素-炭素結合を切断する酵素の機能と立体構造を解明
- 11.18 【物構研ハイライト】 超分子ナノ (メゾ) サイエンスと量子ビーム
- 11.24 【ハイライト】 高速データ解析で極薄膜物質の原子配列解析を加速 ～全反射高速陽電子回折における新しいデータ解析法の導入～
- 12.7 【物構研トピックス】 PF ユーザーの横浜国立大学 藪内直明教授らが、水系リチウムイオン電池の開発に成功しました
- 12.9 【プレスリリース】 共鳴トンネル効果を用いたモットトランジスタの原理検証に成功 ～次世代デバイスの実現に向けて～
- 12.10 【物構研トピックス】 クライオ電子顕微鏡の実験棟を建設中
- 12.28 【物構研トピックス】 私にスピンをわからせて！ スピンオフ問答 ～波動関数たし算がかけ算に～
- 1.5 【プレスリリース】 放射光源設計の新機軸 - ハイブリッドリングによる放射光 2 ビーム同時利用 -
- 1.6 【物構研トピックス】 物構研ユーザーの有馬孝尚教授が 2021 年度仁科記念賞を受賞
- 1.7 【物構研トピックス】 【1/9 放送】 小惑星リュウグウ試料分析についてテレビ番組「ガリレオ X」で紹介されます
- 1.26 【物構研トピックス】 野村昌治 名誉教授が日本放射光学会 第 5 回放射光科学賞を受賞
- 1.31 【物構研トピックス】 加速器第六研究系の原田健太郎准教授が Lightsources.org の動画キャンペーンに参加