

## NEWS LETTER

## 会長挨拶

東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター  
多元物質科学研究所

虻川 匡司



本年度4月から二期目の会長を務めさせていただくことになりました。一期目と同様にどうぞよろしくお願いいたします。

さて、本会設立時からの念願でございました軟X線領域の高輝度光源である次世代放射光施設が、2024年度のユーザー利用開始に向けて仙台にて着々と建設が進められております。現在、建屋が完成し線形加速器や蓄積リング加速器の機器を所定の場所に配置する作業が行われています。また、それに並行してフロントエンドなどの上流側からビームラインの建設も徐々に開始される予定と伺っております。

本会の活動の場であります東京大学放射光アウトステーション物質科学ビームラインBL07LSUも、

本年度の前期の課題申請を最期に共同利用を一旦打ち切って次世代放射光施設への移設作業に入る事になっております。すでに、スタッフの皆様は移設準備のため多忙を極めていることは想像に難くありません。新しい3GeV施設の高輝度な軟X線を利用することで移設エンドステーション群の性能が高まることは間違いなく、会員の皆様も利用開始を待ち望んでいるものと推察いたします。

施設のハードウェアに関しては、ほぼスケジュール通りに建設が進んでおりますが、施設の利用方法などのソフトウェア面に関してはまだ具体的な情報が少ない状況です。特に、BL07LSUのエンドステーションは、出資した企業や研究機関が優先的に利用可能とされ

## NEWS LETTER

## 会長挨拶

るコアリションビームラインに移設される予定であり、これまでのように専用のビームラインとはならないことが決まっておりますので、その利用方法がどうなるかに関しては本会としても注目しているところでもあります。一方で、昨年の幹事会では、移設を機会に本会の活動の場を特定のビームラインに限らずに、国内のVUV・SX領域の光を使ったサイエンス全体を対象にしてはどうかとの意見が出され、それも含めて本会の将来のありかたを検討するワーキンググループを作ることを総会で提案して承認いただきました。今後、次世代放射光施設での具体的な利用方法や、共同利用の仕組みが施設運営者によって決定されて明らかになって行くものと思われれます。ワーキングでは、それらの状況を見極めながら、これまで通りVUV・SXサイエンスの発展に貢献して行く会として継続できるよ

うに議論を進めることになると思います。総会などで都度報告して皆様からのご意見を頂きながら検討を進める予定ですのでどうぞよろしくお願いいたします。

2022年5月

## 特集

## コロナ禍での海外放射光実験

・・・4

 Swiss Light Source での  
リモート計測体験記

小林 正起 氏

東京大学 大学院工学系研究科  
スピントロニクス学術連携研究教育センター コロナ禍でのMAX IVでの  
リモート実験

坂本一之 氏

大阪大学 大学院工学研究科  
物理学系専攻

## ○実験課題公募について

東京大学物性研究所 軌道放射物性研究施設では、次世代放射光施設への移設作業に入るため、SPring-8における2022年度後期以降の募集を行いません。

一般の共同利用に関しては、以下をご覧ください。

[HTTP://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/jointinfo/offering10.html](http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/jointinfo/offering10.html)

 賛助会員

.....16

賛助会員として、5社の企業各社にご協力いただいております。  
ここに深く感謝申し上げますとともに、掲載させていただきます。

 編集後記 宮脇 淳 編集委員長  
(量子科学技術研究開発機構)

今号から編集委員長となりましたQSTの宮脇です。コロナ禍の影響でweb会議はすっかり定着した感がありますが、放射光施設でのリモートでの実験についても対応が進んでいるように思います。本号の特集記事では海外の放射光施設でのリモート実験の体験談についてご紹介いただきました。至らぬ点があつてご迷惑をおかけしましたが、ご執筆いただいた先生方、本号の完成にご尽力いただきました皆様、お忙しいところ誠にありがとうございました。特に相原様には多大なるご協力をいただきましたこと、深く感謝申し上げます。

# Swiss Light Source でのリモート計測体験記

小林 正起

東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻

東京大学 大学院工学系研究科 スピントロニクス学術連携研究教育センター

## 要旨

2019 年末から続く新型コロナウイルス感染症によるパンデミックにより、国内出張および海外渡航の制限がかかり、国内外での放射光実験が困難な状況が生じた。この状況下においては海外の放射光施設へ直接赴いて実験を実施することが困難なために、リモートで放射光施設でのビームを用いた計測を行えるシステムの開発・整備が急速に発展した。スイスの放射光施設 Swiss Light Source ではもともとビームラインサイエンティスト用に整備していたリモート接続システムをユーザーが使用できるようにして、国外からでもビーム実験を実施可能となった。本記事では、著者が実際に体験した、スイスの放射光施設 Swiss Light Source の軟 X 線ビームライン ADDRESS における軟 X 線角度分解光電子分光のリモート実験について紹介する。

## 0. はじめに

著者は 2011 年 4 月より、Swiss Light Source (SLS) の軟 X 線ビームライン ADDRESS に日本学術振興会特別研究員として滞在しする機会を得た。SLS ではビームラインサイエンティスト Dr. Vladimir N. Strocov の指導のもと、当時、建設が完了した直後の軟 X 線角度分解光電子分光 (SX-ARPES) エンドステーションにて、SX-ARPES により強磁性半導体 (FMS) や鉄系超伝導体の電子状態を調べる研究を行った。2017 年 3 月より現職に着任した後も Strocov 氏との共同研究を続けており、年 1~2 回の頻度でビームタイムを獲得し、FMS や遷移金属酸化物などの機能性電子材料を用いた薄膜・ヘテロ構造の電子状態解析の研究を行なっている。本記事では、ADDRESS ビームラインや SLS でのリモートシステムについて紹介し、2020 年および 2021 年に行なったリモートでのビーム実験の体験について述べる。

## 1. ADDRESS ビームライン

軟X線は 100 – 2000 eV 程度のエネルギー帯の X線であり、このエネルギー範囲には 3*d* 遷移金属の 2*p* 内殻準位や酸素及び窒素等の軽元素の 1*s* 内殻準位が存在しており、3*d* 遷移金属化合物における磁性、金属絶縁体転移や超伝導並びに巨大磁気抵抗などの特異な物性の起源を調べる研究において重要なエネルギー領域である。真空紫外-軟X線領域の輝度が高い中型の放射光施設は世界中に多く存在している：イギリスの Diamond, フランスの SOLEIL, イタリアの ELETTRA, ドイツの DESY-HASYLAB、スイスにある SLS、台湾の National Synchrotron Radiation Research Center (TPS) とブルックヘブンの National Synchrotron Light Source (NSLS-II) などが例として挙げられる。現在、日本では新しい中型の第3世代放射光施設である NanoTerasu の建設が進められている。

スイスにある Paul Scherrer 研究所の放射光施設である SLS には全部で 12 のビームラインがあり、ADDRESS (ADvanced REsonance Spectroscopy) はそのうちの軟X線専用ビームラインである。このビームラインでは APPLE II 型の挿入光源[1]を採用しており、縦横の直線偏光に加えて左右円偏光を利用することができる。エネルギー分解能に関する回折格子は、現在、刻線間隔が 800 line/mm のものが主に使用されており、1 keV において分解能  $E/\Delta E > 10\,000$  (Cu L 吸収端で 100 meV 以下) が達成されている。ADDRESS には軟X線発光分光 (Super Advanced X-ray Emission Spectrometer: SAXES) と軟X線光電子分光 (Soft X-ray Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy: SX-ARPES) (図 1) の 2 つのエンドステーションが連なっている[2]。下流にある軟X線発光分光装置での実験の際には、軟X線光電子分光装置のマニピレータ及び再集光ミラーを退避させることで光を下流まで通す仕様になっている。再集光ミラーは特徴的な Hexapod (Oxford-FMB 社製) と呼ばれる六本足の台で制御されており、その精度は並進移動に対して 1  $\mu\text{m}$ 、回転移動に対して 1 mrad と高精度でかつ位置の再現性も良く、エンドステーションの切り換え時に行う再集光ミラーの調整にはほとんど時間が掛からない。再集光後の試料上でのスポットサイズは、SX-ARPES で 34 $\times$ 74  $\mu\text{m}$ , SAXES で 3.9 $\times$ 52  $\mu\text{m}$  である[2]。

## 2. SLS でのリモート計測システム

SLS では NoMachine [3]を用いてビームラインのパソコンへ接続し、リモートデスクトップ操作ができるように整備されている。ビームラインのパソコンでは、バルブやシャッターのインターロックに関連する数値の確認とビームラ

インの制御、またはビームライン毎に専用の測定システムの操作が可能である。コロナ禍の前には、実験中のユーザーからビームライン担当者へ問い合わせがあった際に、ビームライン担当者が自宅またはオフィスから外部パソコンでビームラインのパソコンへリモートアクセスして、現場に赴くことなくトラブルを解決するなどに使われていた。コロナ禍以降では、ビームライン担当者の許可が得られれば、ユーザーも NoMachine を用いてビームラインのパソコンへリモート接続することが出来るようになった。著者はこのシステムを用いて日本にある自宅のパソコンからスイスの ADDRESS ビームラインのパソコンへ接続して、実験を行なった。

### 3. SX-ARPES エンドステーション

ADDRESS の SX-ARPES 装置は、半球型の光電子分析器 Phoibos 150 (SPECS 社製)を採用しており、広い運動エネルギー範囲に渡って均一な角度分解光電子分光イメージを得ることが可能である。X線の侵入長と光電子の検出深さを考慮して光電子放出量を稼げるように、分析器は鉛直から 20 度の角度（試料に対して入射角が 70 度）で設置されている [図 1(b)での $\alpha=20^\circ$ ]。試料を乗せるマニピレータは CARVING を用いており、独立した三軸の併進移動と三軸の回転 [図 1(b)の x, y, z, Tilt, Theta, Phi] が可能でその精度は並進に対して 10  $\mu\text{m}$ 、回転に対して 0.05 度である。輸送チャンバーには測定チャンバーの他に準備チャンバーと繋がっており、そこではガス雰囲気下での加熱やイオン銃によるスパッタリングを行うことが可能である。

SX-ARPES 装置での実験については、SLS のソフトウェアチームが開発した独自のユーザーインターフェースが用いられている。リモート計測において特にユーザーインターフェースが重要だったので、紹介する：

- (1)搬送用インターフェース (図 2(a))。搬送位置や試料固定のためのネジ締め位置などが予め設定されており、ボタンを選択することで位置を変えられる。輸送チャンバーと計測チャンバー間のバルブの開閉や真空度、試料位置の座標が表示されている。試料位置を記憶すれば、その位置を中心に回転操作を行うことが可能である（回転中心からのずれを考慮して、常に同じ位置にビームが当たるように面内座標を動かして試料位置を補正する）。
- (2)試料位置調整用カメラシステム (図 2(b))。ビームライン上流方向から試料を映したカメラ。ビーム位置に画面上の十字マーカーを置くことが出来る。
- (3)計測用インターフェース (図 2(c))。計測には Phoibos の計測アプリケーション

ョンそのものではなく、ソフトウェアチームが開発したユーザーインターフェースが用いられている。計測インターフェースではリアルタイムでの計測が可能で（図 2(c)）、こちらは試料の位置調整などに用いられる。また、ベクトル指定で測定を設定できて、例えば入射光のエネルギー依存性を測定する場合はエネルギーの欄に [(初期値) : (エネルギー間隔) : (最終値)] のように入力する。光のエネルギーや角度依存性などをベクトル計測した場合、データは 3次元のブロックデータとして保存される。また、複数の測定を一度に設定することが可能で、ロングスキャンにも対応している。ロングスキャン中にビームダンプがあると、途中で測定を止めて、ビームが回復した際にその測定から再開するように設定されている。

(4)データ解析アプリケーション。ADDRESS では、測定後に保存される 2次元または 3次元データを即座に表示・解析するための MATLAB[4]ベースのアプリケーションが用意されている。このアプリでは、3次元マッピングの 2次元切り出し (ex. Fermi 面マッピング)、共通バックグラウンド除去、Fermi 準位を基準とした結合エネルギー補正、などが可能で、処理したデータを保存することも出来る。

#### 4. 薄膜試料におけるリモート計測

ADDRESS の SX-ARPES 装置では、板型のサンプルホルダー (通称オミクロンタイプ) を採用している (図 3)。幸い、著者の研究室で同型のサンプルホルダーを使っているのもので、日本で試料を準備して、それを SLS へ郵送した。当時は、コロナ禍で海外への郵送に時間を要しており、国際速達便を使っても日本から SLS へ届くまでに約 2 週間かかった。

リモートでのビーム実験に際して、現地のポスドク研究員の Dr. Procopios Constantinou が、試料ホルダーを Load Lock チャンバーへ入れて (図 3(a))、メインのマニピュレータへの搬送 (図 3(b))、試料準備チャンバーでの薄膜試料のアニリング、および試料の位置出しのサポートを担当した。著者は、デュアルディスプレイを使って自宅のパソコンから計測用のパソコンおよびビームライン制御用のパソコンへリモート接続し (図 4)、Skype で現地の方と連絡を取りながら実験を実施した。試料をメインチャンバーへ搬送して試料位置を出した後は、ユーザーインターフェースを用いてオンラインからの操作だけで測定を実行することができた。リモート実験では、試料交換などは現地スタッフがいるスイス時間の日中になるようにして、それ以外の時間は長時間測定をかけるよう

にして実験を進めた。

リモート実験では現地に行くのとは勝手が異なる点があると感じた。まず、薄膜試料の表面処理や試料交換など現地の人との協力が必要不可欠であることが挙げられる。現地の方の勤務時間中に長時間計測できる状態にする必要があるため、測定可能かわからない・表面処理が難しいような挑戦的な試料はリモート実験にはあまり向かないように思った。また、時差がかなり辛いと感じた。日本―スイスでは時差が7時間（サマータイム中）あり、日本に滞在して実験ができるために体内時計は日本時間のままなので、ビームタイムに合わせて休むことやスイス時間の夜から測定ができる状況（日本時間で明け方）は身体的な疲労が大きかった。

以上の点は困難であったが、リモート計測の良い点もあったと思った。リモート実験では、Zoomの画面共有などを利用すれば多くの人と実験状況を共有できた。画面共有により、実験中に共同研究者と相談しながら測定する、または複数の学生に実験に参加してもらうことが可能であった。特に、放射線従事者登録をしていない研究者・学生に放射光実験の様子を共有できたことは、得難い経験だったように思う。また、現場に行く必要がないので、出張準備や移動のための時間が節約でき、旅費もかからないことは利点だと感じた。リモート計測では、はじめは思うように実験ができなかったが、リモート実験に慣れてきてデータを順調に得られるようになってからはとても効率の良い実験であると思えた。

## 5. まとめと所感

リモート接続での Swiss Light Source での SX-ARPES 実験は、時差や試料の搬送などの困難さはあるが、便利で効率的な測定方法のように思われる。特に画面共有を利用して共同研究者に実験に参加してもらえることは、利点のように思えた。リモート実験では、現地スタッフに協力をしてもらうために、測定しやすい試料構造の選定や表面処理条件の確立などの事前準備が重要になる。著者は、2020年と2021年で2回のリモート実験を行ったが、リモート接続に登録するパソコンを一台ではなく複数台にして、何人かでオペレーションをするべきだったことは反省点である。SLSではソフトウェア専門のチームがあり、非常に使いやすい洗練されたユーザーインターフェースが準備されていたので、リモート計測を無理なく実施することができた。

リモート実験は、現地の装置を知っている方や放射光実験の経験が豊富な方には、とても効率的で良い方法であるが、初心者にはハードルが高い。また、挑

戦的な実験では、現地に赴いて実験をする必要がある場合もあるように思われる。リモート実験の経験を通しての私見としては、リモート計測にも一長一短があるので、今後は、現地へ赴くチームとリモートで参加するチームとのハイブリッドのような形式を選択できると良いのではないかと思う。

#### 参考文献

- [1] S. Sasaki *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, **331**, 763 (1993).
- [2] V. N. Strocov *et al.*, J. Synchrotron Radiation **17**,631 (2010).
- [3] <https://www.nomachine.com/>
- [4] <https://jp.mathworks.com/products/matlab.html>

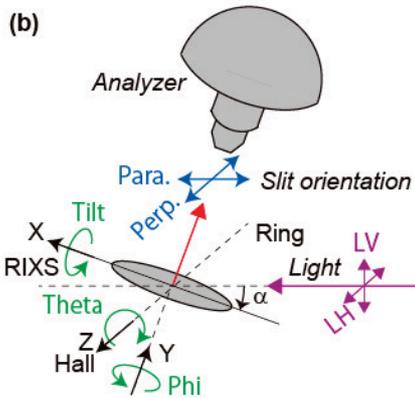
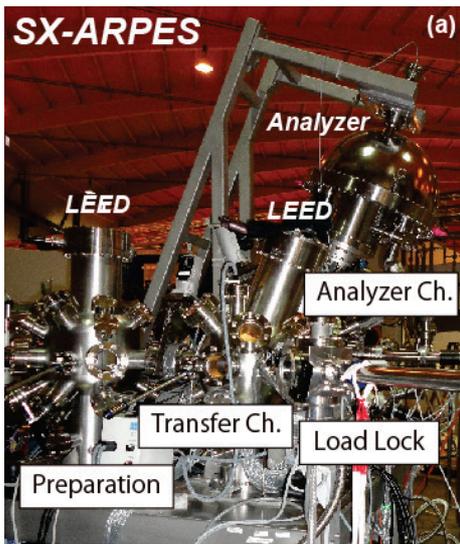


図 1. ADDRESS ビームラインの SX-ARPES エンドステーション. (a)光電子分光装置. (b)測定配置図. 6 軸のマニピュレータが備わっている.

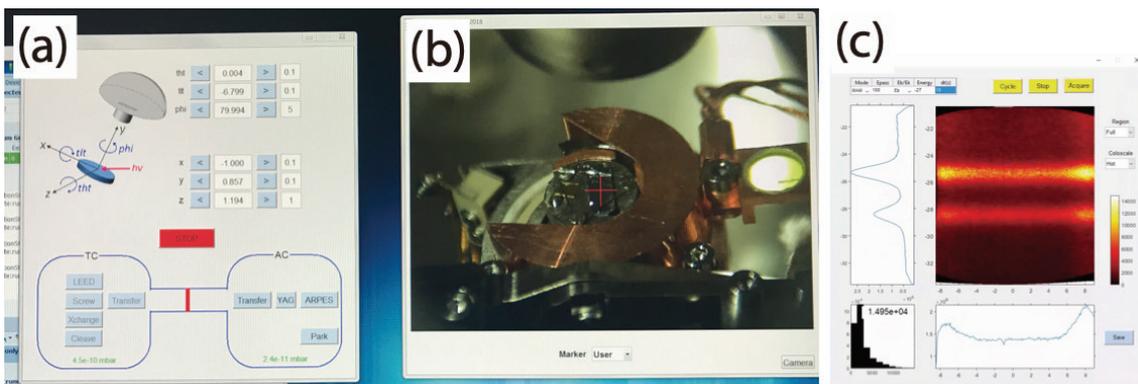


図 2. ADDRESS でのユーザーインターフェース. (a)試料搬送用インターフェース. (b)試料位置調整用カメラシステム. 十字のマーカールの位置がスポットを表す. (c)計測システム. ARPES のイメージをリアルタイムで確認できる.

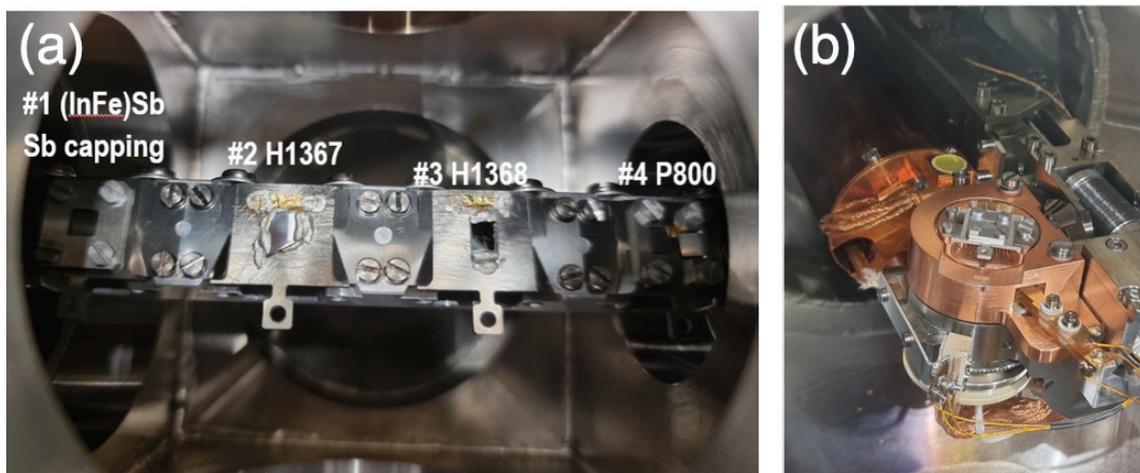


図 3. SX-ARPES 装置での試料搬送. (a) Load Lock チャンバー. (b)メインマニピュレータへの試料搬送.

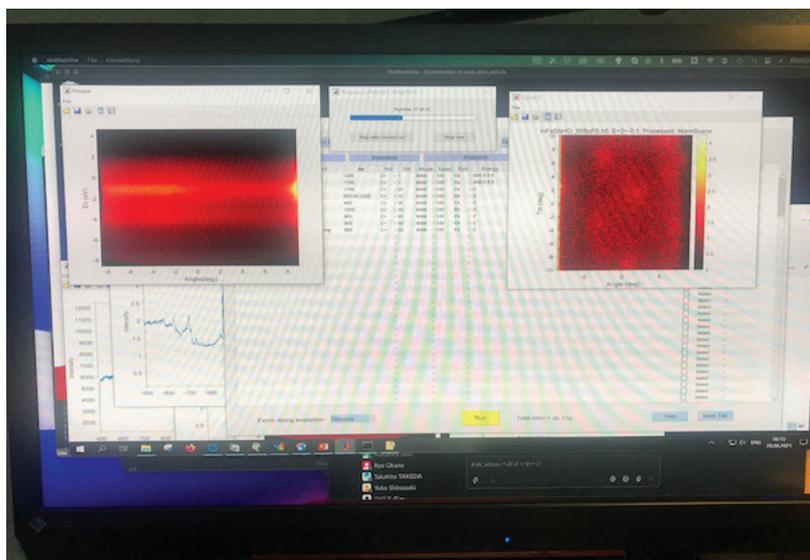


図 4. リモート実験中のデスクトップの様子.

# コロナ禍での MAX IV でのリモート実験

坂本一之

大阪大学 大学院工学研究科 物理学系専攻

2020年1月30日に国際的に懸念される国際衛生上の緊急事態とWHOに宣言された新型コロナウイルス感染症は、同年2月11日に正式名称をCOVID-19と命名され、その1ヶ月後の3月11日には流行の拡大がパンデミックとみなされると表明されました。このCOVID-19のパンデミックに対処する方針として、多くの国がロックダウンに入りました。日本では、ロックダウンにこそならなかったものの、他国へ移動のみならず他都市への移動も制限されることとなり、多くの研究者が共同研究や研究発表などに関して、また大学教員は講義に関しても大幅な制約を受けることとなりました。大阪大学では、文部科学省のガイドラインに沿って2020年前期は講義と学生実験を全てオンラインで行い、同年後期からは受講者数を教室の収容人数の2/3を上限としての対面とオンラインを併用して行い、2021年度からは講義が収容人数の制限はあるものの基本対面で行われるようになってコロナ禍以前に戻りつつあります。研究に関しては、活動を後退させてはいけないという観点から、受入機関の了解があれば放射光施設の利用や共同研究のための国内の移動に大きな制約は当初からありませんでした（少なくとも私はなかったように感じました）。そのおかげで、パンデミック以降も国内の放射光利用や共同研究は以前とあまり変わることなく行うことができました。しかし、パンデミック以前は気軽に行けていたElettra、MAX IV、BESSY II、SOLEIL、SLS、PLS-IIなどの海外の放射光施設や、欧米やアジアの大学や研究機関には、海外でのロックダウンと日本からの厳しい渡航制限のため実質不可能となってしまいました。ロックダウン中は海外でも国間・都市間を移動ができないため、日本の放射光ユーザーのみならず海外のユーザーも放射光を利用した研究を継続できない状態となりました。この問題を解決するため、多くの放射光施設ではパンデミックにより来所出来なくなったユーザーに試料を送ってもらってZOOMなどで議論しながらビームラインスタッフが測定する方法や、ビームラインの測定PCへユーザーがリモート接続することによってユーザーが自らのオフィスにいながら測定する方法といったリモート実験が行われるようになりました。（放射光施設のリモート実験への取り組みに関しては、イタリアのElettraでビームラインサイエンティストとして活躍されておられるCNR-IOMの藤井純さんが執筆された昨年のニュースレターの記事をぜひご覧下さい。）

パンデミックが表明されてから1年過ぎたあたりから、COVID-19の陰性証明書や入国時（外国入国時と日本帰国時）の検疫隔離などが課されるものの、大阪大学ではどうしても必要な場合は海外出張が認められるようになりました。私の研究では、超高真空槽内で蒸着により作製した原子層厚さの試料を測定することが多いのですが、このような試料は一度大気に晒すとその物性が大きく変わってしまいます。そのため、作製した試料を郵送してビームラインスタッフにセットしてもらう方法でのリモート実験を行うことはほとんど不可能です。これは、実験を遂行するためには現地での試料作製が不可欠であることを意味し、大阪大学の“どうしても必要”に該当するということで久しぶりに海外放射光を利用することを考えました。幸いにも COVID-19 のために有効期間が延長された MAX IV の Bloch ビームライン（高分解能角度分解光電子分光用ビームラインで、現在稼働中の ScientaOmicron 社 DA-30 L 光電子分析器を備えたブランチと、建設中のスピン・角度分解光電子分光用ブランチに STM も併設されているビームラインです。ビームラインオプティクスやエンドステーションに関する詳細は <https://www.maxiv.lu.se/beamlines-accelerators/beamlines/bloch/> をご参照下さい）を用いる課題があったことと、スウェーデン政府による日本からスウェーデンへの入国禁止措置が2021年6月14日に解除されたことで、現地スタッフと打ち合わせてコロナ禍ではあるものの2021年10月末に学生と一緒にスウェーデンに向かうための準備を始めました。ところが、オミクロン株による感染者数の再増加により、スウェーデン政府が9月20日から同国への入国禁止措置を再び適応することになり（当初は10月31日までの予定でしたが、その後同措置は延長されました）、渡航を諦めざるを得なくなりました。ただ、Bloch ビームラインのスタッフがその前身である MAX I のビームライン 33 のスタッフだった Balasubramanian Thiagarajan 博士、MAX III のビームライン I4 のスタッフだった Johan Adell 博士と Craig Polley 博士、ビームライン I3 のスタッフだった Mats Leandersson 博士と、東北大学で博士号を取得した後にスウェーデン Linköping 大学（Roger Uhrberg 教授のもと）と MAX-lab でポスドク経験のある Jacek Osiecki 博士といったほとんど旧知の者だったおかげで、試料作製や手順を含めたリモート実験遂行の可能性を ZOOM と e-mail で綿密に打ち合わせることができました。特に Jacek は計画していた試料と類似した試料を作製した経験があること、彼が実験対象試料を作製するための原子蒸着源を自作できることと、有機分子の蒸着源をスウェーデン Karlstad 大学の Hanmin Zhang 准教授と Lars Johansson 教授からお借り出来ることがわかったことで、（1番の理由は課題の有効期間の再延長が不可だったことですが）リモート実験をすることを決断しました。

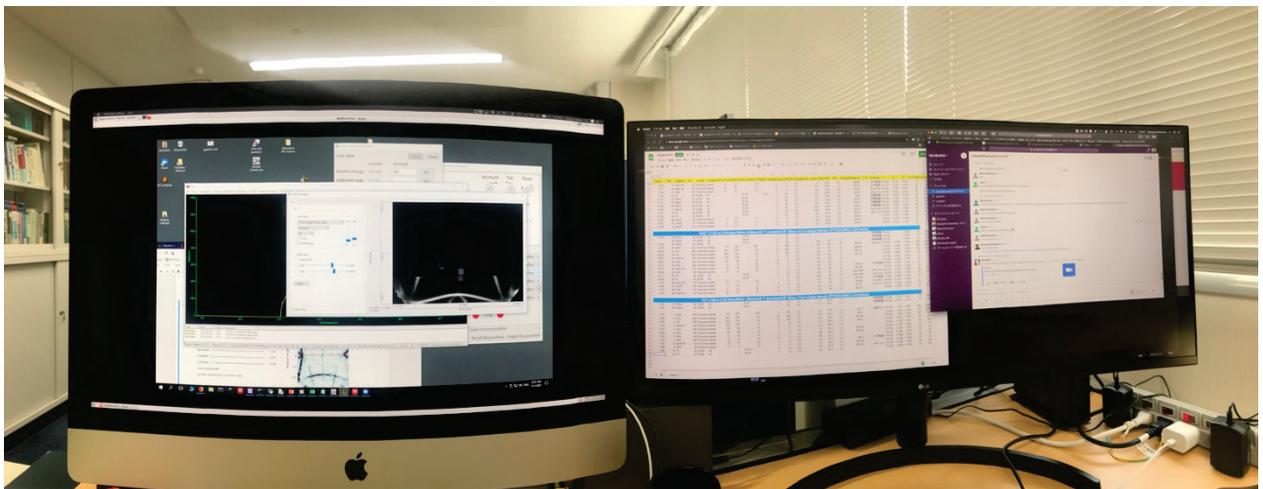
スウェーデン時間の10月27日8時から11月1日8時まで（日本時間の10月27日15時から11月1日16時まで、10月最終日曜日に夏時間から冬時間へ変わるため開始

時間と終了時間が1時間異なっています)のビームタイムに備え、実験手順などの詳細を前々日と前日の2回、日本からの参加メンバー(私と学生2人)とビームラインスタッフ(主に Jacek と Craig)で ZOOM を用いた最終打ち合わせを行いました。ビームタイム中の連絡は Slack を、打ち合わせは ZOOM を用い、測定、光エネルギーの変更と試料位置の調整などは自分の PC から ThinLinc client を使ってビームラインの測定用 PC にアクセスして行いました。また、logbook は Google drive に置いてある Excel ファイルに記入することで、日本メンバーと現地スタッフで情報を共有しました。(これら全ての情報を同時に把握するために、日本メンバーは全員自らの PC に外部ディスプレイを接続して実験を行いました。図は測定中の私の PC の様子です。) 試料は、こちらから送ったレシピに沿って真空蒸着により Jacek に作製してもらい、その評価は Slack にあげてもらった LEED 像で確認しました。試料作製後の準備槽から測定槽へのトランスファーもリモートでできないため、現地スタッフ(主に Jacek と Bloch ビームラインのポストドクの Khadiza Ali 博士)に行ってくださいました。ここまでは Slack や ZOOM でやり取りをしながら先方に全てやってもらったのですが、トランスファー後は日本メンバーの仕事です。まずは(通常のオンサイトでの実験と同様)アンジュレーターギャップやグレーティングを調整して光エネルギーを測定に用いる値に合わせ、試料が焦点位置に来るようにマニピュレーターの位置と角度( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ )を調整します。試料位置を調整した後は一度粗くフェルミ面を測定し、試料の電子状態から試料の評価を行います(ここでダメなら再度試料を作ってもらわないといけないのですが、今回のビームタイムではそのようなことはありませんでした)。フェルミ面測定で確認した試料は、その後より詳細な価電子帯・フェルミ面の測定、仕事関数、内殻準位の測定を行いました。仕事関数を測定するときは試料にバイアスをかけないといけないため、ここでも現地スタッフに手伝っていただきました。今回のビームタイムでは、蒸着源が作製でき、試料作製の経験がある Jacek がスタッフとしていてくれたおかげで実験が非常スムーズに進みました。同様の経験があるスタッフがいなければ試料作製に時間がかかり、計画していたデータを全て取ることは不可能だったと思います。

海外放射光施設を利用したリモート実験を行って、私が感じたメリットとデメリットについて述べたいと思います。今回のビームタイムは条件を変えながらの測定が多かったため、日本からの参加者3人で24時間体制を敷いて遂行しました。これは現地で行うのと同様のシステムですが、24時間営業のコンビニや自動販売機があって深夜でも買い物できる日本で行うリモート実験の方が夜番にとっては夜食の購入が容易であるなどのメリットがあるかもしれません。また、今回リモートで行ったような実験は、試料作製やトランスファーなどは真空槽に触れながら行うため現地での作業が必要ですが、測定自体は(仕事関数の測定以外は)PCで制御するだけですので、測定が順調であれ

ば基本的に実験者がどこにいても同じことだと感じました。つまり、蒸着や劈開が不要な試料であれば長時間の移動を伴う出張をせずに自らデータを収集できます。移動での疲れや研究費をセーブできるのもリモート実験のメリットかもしれません。（以前は海外出張を理由に会議を休めるのもメリットだと感じていましたが、パンデミック以降のオンライン会議システムの構築によりこのメリットは残念ながら消失したようです。）ただ、これまで現地のビームラインスタッフや研究分野の近いスタッフとの雑談などで研究の新しいアイデアや新しい共同研究の種が生まれる機会が消失するというは大きなデメリットだと感じました。今後はこのようなメリット・デメリットをバランスにかけ、各研究者が個人の判断でオンサイト実験かリモート実験かを選択することになるでしょう。（私にとってはメリットの方が大きいため、これからもオンサイトでの実験を主とする予定です。）

最後になりましたが、我々の初めてのリモート実験に対し、詳細な打ち合わせをしていただき、早朝や深夜での試料移動などビームラインでの作業で世話になりましたMAX IV Bloch ビームラインのスタッフの皆様、特に Jacek と Khadiza に感謝し、ここで筆を擱くことにいたします。



図：測定中の大阪大学の私のオフィスの様子。左のディスプレイには Bloch ビームラインの測定 PC の画面が映っており、右のディスプレイには測定条件などを記した Logbook (Excel ファイル) と Slack の画面が映っている。

**賛助会員****ツジ電子株式会社**

住 所：〒300-0013 茨城県土浦市神立町3739

連絡先：Tel:029-832-3031 Fax:029-832-2662 E-mail:info2@tsuji-denshi.co.jp

U R L：http://www.tsujicon.jp

営業内容：ステッピングモータのコントローラを始め、エレクトロニクスを駆使して、より良い実験環境構築のお手伝いをさせていただいております。過去の図面はすべて保存されており、メンテナンスも迅速に対応いたします。

**株式会社 トヤマ**

住所：〒258-0112 神奈川県足柄上郡山北町岸3816-1

連絡先：Tel:0465-79-1411 Fax:0465-79-1412 E-mail:salesdept@toyama-jp.com

U R L：http://www.toyama-jp.com

営業内容：「精密加工技術」「超高真空技術」「超高精度メカ技術」を駆使し、ご要望に合わせた装置の設計・製作が可能です。また、STXM、表面分析装置や成膜装置用の各種コンポーネントなどの製造販売も行っています。トヤマはモノづくりを通して最先端の科学に貢献して参ります。

**株式会社 ユニソク**

住 所：〒573-0131 大阪府枚方市春日野2丁目4番3号

連絡先：Tel:072-858-6456 Fax:072-859-5655 E-mail:info@unisoku.co.jp

U R L：http://www.unisoku.co.jp

営業内容：当社は創業以来一貫して高速分光測定装置や走査型プローブ顕微鏡等、先端的な測定機器の開発、製品化、販売を行ってきました。その技術は大学、研究機関及び民間企業の研究者様から高い評価を得ております。

**賛助会員****ラドデバイス株式会社**

住 所：〒192-0071 八王子市八日町8-1 ビュータワー八王子3F

連絡先：Tel:042-622-8818 Fax: 042-622-8819 E-mail: sales@rad-dvc.co.jp

URL：http://www.rad-dvc.co.jp

営業内容：光学デバイスを軸に、研究・開発フィールドのニーズにマッチするユニーク且つ優れた海外製品をお届けする輸入商社です。製品に加え、校正・測定、カスタマイズ等のサービスを提供いたします。

研究・開発フィールドのニーズにマッチするユニーク且つ優れた海外製品をお届けする輸入商社です。製品に加え、校正・測定、カスタマイズ等のサービスを提供いたします。

**ロックゲート株式会社**

住 所：〒116-0013 東京都荒川区西日暮里1-61-23

連絡先：Tel:03-5805-8411 Fax: 03-5805-8431 E-mail: info@rockgateco.com

URL：http://www.rockgateco.com

営業内容：低温・磁場関係の技術がベースになっている会社で、以下の製品の取り扱いがある。ヘリウムフロー式クライオスタット、冷凍機、無冷媒希釈冷凍機、AC 抵抗ブリッジ、引抜き式磁化測定装置、低温/磁場用ピエゾポジショナー・ローテーター、STM・CFM・AFM・SNOM、ラマンイメージングシステム、微小磁場測定装置、など。