「2017 年度量子ビームサイエンスフェスタ, 第 9 回 MLF シンポジウム,第 35 回 PF シ ンポジウム」開催報告

PF シンポジウム実行委員会委員長 平野馨一(KEK 物構研) MLF シンポジウム実行委員会委員長 佐野亜沙美(原子力機構 J-PARC センター)

「2017年度量子ビームサイエンスフェスタ,第9回 MLF シンポジウム, 第 35 回 PF シンポジウム」は, KEK 物質 構造科学研究所(物構研), J-PARC センター,総合科学研 究機構 (CROSS), PF-UA, J-PARC MLF 利用者懇談会が 主催となり、茨城県、つくば市、東海村の後援と21の学 術団体の協賛のもと、3月2日(金)から4日(日)に水 戸市の茨城県立県民文化センターにて開催されました。一 昨年度より名称を「量子ビームサイエンスフェスタ」と変 更した本会は,放射光,中性子,ミュオン,低速陽電子な ど多様な量子ビーム利用の推進とサイエンスの発展を目指 し,量子ビーム施設スタッフと利用ユーザーが一堂に会し, 異なるプローブの専門家が垣根を越えて交流できる出会い の場として開かれました。今回は初の水戸開催で、しかも 年度末の多忙な時期だったにもかかわらず、ほぼ例年なみ の 524 名の方に参加頂き、それぞれの量子ビームの特長を 生かしたサイエンスや、異なる量子ビームの相補利用や複 合解析により創出される新たなサイエンスの展開など熱い 議論が行われました。

初日には、第9回 MLF シンポジウムおよび J-PARC MLF 見学会が行われました。MLF シンポジウムでは斎藤直人 J-PARC センター長による開会挨拶に続いて、施設からの報告、MLF における新規技術・解析手法開発に関する講演、CROSS・MLF サイエンスグループからの報告がありました。またデンマーク工科大学の S. Schmidt 氏による特別講演では、中性子と放射光を用いた 3D イメージン

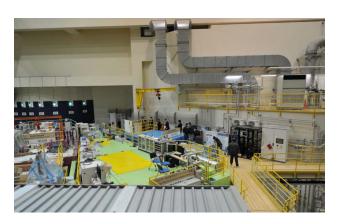


図1 MLF 見学会の様子



図2 基調講演を行う高尾正敏氏(元大阪大学/パナソニック) (左)と有馬孝尚氏(東京大学/理化学研究所)

グ手法の開発について紹介がなされました。初の試みとなった MLF 見学会には、主に放射光を利用している研究者など30名の参加者があり、iBIX、SPICA、POLANOおよびミュオンの D-Line のビームラインについて、装置担当者からの説明を受けました。なお当日は偕楽園の梅も一気に開花が進む陽気となりましたが、架線トラブルにより常磐線が停止し、集合場所である東海駅への電車到着が遅れるというトラブルが発生しました。スケジュールの変更を余儀なくされたものの、最終的には予定通りビームラインを見学していただくことができました。

二日目の量子ビームサイエンスフェスタは、金谷利治 MLF ディビジョン長による開会挨拶から始まりました。 基調講演では、元大阪大学/パナソニックの高尾正敏氏と 東京大学/理化学研究所の有馬孝尚教授がそれぞれ「スモ ールをメディアムへ束ねる場・大型研究施設」、「物質科学 者として量子ビームに何を期待しているか」と題して講演 を行いました。高尾氏からは、材料開発における安全性・ 信頼性の確立に「学」の場としての大型施設が果たす役割 について、光ディスクに使用されている相変化メモリの開 発経験を交えての講演をいただきました。また有馬教授か らは、近年注目されているマテリアルズ・インフォマティ クスにおいては、より小さなものを高い選択性で検出する 観測の高度化が求められていること、そのためには量子ビ ームの線源とセンサーの両方の進歩が必要であり、異なる 量子ビームに携わる研究者が一堂に会する今回のようなフ ェスタを良い機会として活用すべきとのお話がありまし た。続く来賓挨拶では、文部科学省の轟渉 素粒子・原子 核研究推進室長からご挨拶を賜り、続いて三浦幸俊 日本 原子力研究開発機構理事と山内正則 KEK 機構長からご挨 拶がありました。その後, 恒例の参加者全員での記念撮影 が行われました。

午後にはポスターセッションとパラレルセッションが行われました。2日間にわたったポスターセッションではさまざまな分野から300件を超える発表があり、会場のあちこちで熱い議論が交わされました。学生によるポスター発表についてはPF-UA及びJ-PARCMLF利用者懇談会による審査が行われ、奨励賞として優秀な発表が6件選出され



図3 パラレルセッションでの様子

ました。パラレルセッションは、(A1)産業利用・材料科学、(B1・B2)強相関、(C1)機能性物質の探索と物質科学、(A2)自動化の後ろ側、(C2)量子ビームを支える先端計測技術、また CMRC セッションとして物構研主催による (D1) 2017ハイライト~各プロジェクトから、(D2)中性子・ミュオンで調べる摩擦と潤滑の8つの分野で実施されました。サイエンスフェスタでは、さまざまな量子ビームの相補利用や複合解析による新しい研究展開の創出を推進するため、パラレルセッションの構成も概ねサイエンスの分野をベースにテーマ分けされています。それぞれのセッションでさまざまなプローブを用いた研究発表が行われ、それぞれの量子ビームの利用研究者がプローブ間の垣根を越えて議論する場となりました。

二日日のセッション終了後には、懇親会が開かれました。物構研の瀬戸秀紀 副所長の開会挨拶により始まり、文部科学省・量子研究推進室の西山崇志 室長よりご挨拶を、また山田修 東海村村長より乾杯のご挨拶を頂きました。懇親会中には学生奨励賞の授賞式が行われ、その中で平井光博 PF-UA 会長と久保謙哉 MLF 利用者懇談会会長からお言葉を頂きました。昨年度に引き続き、審査委員の方々のご尽力により、ポスター発表中に迅速に受賞者を決定し、受賞者全員に授賞式に参加して頂くことが出来ました。審査委員をお引き受け頂いた方々に感謝いたします。また、昨年に倣って受賞者のポスターを懇親会場に掲示しましたが、発表とはまた違った雰囲気でのざっくばらんな議論が盛り上がって良かったのではないかと思います。



図4 記念写真



図 5 PF シンポでの小杉信博次期物構研所長(左)と平井光博 PF-UA 会長(当時)



図6 PFシンポの会場の様子

三日目の3月4日には、ポスターセッション・パート II の後、PF シンポジウムと MLF 将来計画検討会がパラレルで開催されました。PF シンポジウムでは、平井光博 PF-UA 会長が、来年度から物構研執行部と PF-UA 執行部がそれぞれ新しく発足するが、今後も連携をとりながら進んでいきたいと開会のあいさつをしました。続いて、小杉信博物構研次期所長が、物構研の20年の歴史と将来像について、施設の維持管理だけでなく研究開発や新たな研究者コミュニティーを育成していくことの重要性を述べました。午後は PF-UA 総会の後、光源・ビームライン・将来計画 R&D 報告がなされ、最後に村上洋一 PF 施設長から閉会の挨拶がありました。

量子ビームサイエンスフェスタは、物構研サイエンスフェスタから数えて6回目となります。今回は初の水戸開催だったことから思わぬトラブルの発生等が危惧されましたが、大きな問題もなく無事終えることができて胸をなでおろしました。来年度のフェスタは2019年3月11日(月)~13日(水)頃につくば国際会議場で開催予定です。今後の量子ビーム科学研究の発展のために本フェスタが益々大きな役割を果たせるよう、PFスタッフ一同、MLFのスタッフと共にこれからも頑張っていきますので、今後ともよろしくお願いいたします。

最後になりましたが、事前準備から当日まで長期にわたり積極的に活動頂きました実行委員の方々、当日一生懸命働いて下さったアルバイトの皆様、そして、いつもながら事務手続きと当日の運営を円滑に進めて頂き、本フェスタを献身的に支えて下さいました事務局の皆様に深く御礼申し上げます。

2017 年度量子ビームサイエンスフェスタ に参加して

総合研究大学院大学高エネルギー科学研究科 降旗大岳

2017年度は水戸で3月2日(金)から3日間開催された。3日共に天気が良く、偕楽園の梅祭りが会場近くで開催されており、日中の暖かさから春の訪れを感じる中でのサイエンスフェスタとなった。初日にMLFシンポジウム・PF-UAユーザーグループミーティング、2日目に量子ビームサイエンスフェスタ、3日目にPFシンポジウム・MLF将来計画検討会が実施された。普段顔を合わせる方々や、人しぶりの方々も含め、多くの方が集まったのではないかと感じられた。筆者は全日程に参加し、ポスターセッションでは発表も行った。

今回は水戸で初めての開催となり、東京からは電車で水戸駅まで、つくばからは車やバス・電車で来られた方が多かった。水戸駅からは南側に出て、川沿いを千波湖方向へ歩いていくと、15分程度で県民文化センターの正面へ向かう斜面が見えてくる。県民文化センターから千波湖の対岸側には偕楽園が見え、お昼頃になると多くの方々が湖の周りを歩いている姿が見られた。

会場は本館、分館で、本館は中庭を三方から囲う構造をしており、正面の中庭への階段を上がって、右手側には大ホールが、左手側には集会室、一般展示室、小ホールがある。大ホールは1700人の収容規模があり、講演の音声はホール前の受付エリアにも流れていた。初日のMLFのシンポジウムではミュオン・中性子を利用した新規の解析法などが講演され、最終日は中間子科学として世界の情勢も含めて、今後の将来計画が検討され、放射光を使う筆者が普段接することがない内容を聞くことが出来た。

PF シンポジウムは最終日の午前に行われた。昨年,新たに約180mの地下トンネルを作って,電子陽電子入射器 (LINAC) から PF-AR リングに 6.5 GeV の電子ビームを入射可能になり,加速の手間が短縮された。PF リングは利用開始から35年が経過するものの,PF-AR などを含めると約50本のビームラインで3,000名を超えるユーザーが利用している。しかしながら,経費や電気単価の値上がりで加速器運転時間が減少しており,自動測定によるビームタイムの効率的利用,産業利用促進などを取り入れることでユーザー実験時間を確保することが報告された。また、PF・PF-AR の後継機となる次世代高輝度光源リングに向けた,現状の研究開発として,光学系設計,振動・熱負荷対策,ビーム制御,真空技術などの検討状況が紹介された。

ポスターセッションでは、ミュオンによる二酸化炭素、水、硫化水素の2電子励起状態や生成断面積の比較、中性子・X線を用いた遷移金属酸化物の磁性や電子構造の研究、XAFSによる触媒や相転移制御の評価、小角散乱による高分子のダイナミクスの観察、検出器や光学機器の開発など、PFとMLFに関わる全分野から興味深い発表を聞くことが



図1 ポスターセッションでの様子

できた。二日目のポスターセッションでは学生対象のポスター賞の審査があり、筆者も参加した。筆者の発表では、短い時間に様々な角度から貴重な意見を頂いた時間となった。ポスター賞は二日目の懇親会に発表があり、受賞者は数時間後には発表され、多くの関係者を前に表彰された。このような評価の機会は、筆者を含む学生にとって成長の機会にもなるので、今後も是非続けて頂きたいと感じている。

サイエンスフェスタを通して、異なる光源、試料であっ たとしても, 各分野の研究は総じて物質のミクロな構造や 振る舞いを評価しているように感じた。光子、陽電子、中 性子、ミュオンのそれぞれの相互作用から、多岐に渡る内 容が展開されていることは非常に興味深いことである。筆 者は現在タンパク質の結晶構造解析に取り組んでいるが、 他分野のユーザーの方と、結晶作製法、解析法の原理など 議論になることもある。散乱理論の応用においても、単結 晶や粉末での回折パターンの違いによる解析法の違いや, 入射X線に励起された試料の励起電子と他の原子との干渉 による振動構造の解析など, 同じ光源に対して試料に適し たアプローチをとっている。ビームと試料の衝突現象を辿 ることで見えてくるミクロの世界は、実感をしにくい現象 の集合であるが、そのミクロの世界がマクロの現象の理解 に繋がった瞬間の喜びを改めて感じることができた。最後 に、執筆の機会を頂いた編集委員の方々に感謝申し上げま す。

PF 研究会「量子ビームと新規合成手法の融合による酸化物の新機能探索」開催報告

東北大学多元物質科学研究所 /KEK 物構研 組頭広志

「量子ビームと新規合成手法の融合による酸化物の新機能探索」と題しました PF 研究会を,2018 年 7月 3 日 (火),4 日 (水)の2日間に渡って,KEK4号館2階輪講室において開催いたしました。放射光を初めとする量子ビーム解析技術は,機能性物質・材料の特性にかかわる電荷・スピン・軌道・格子の状態を観測する手法として多大な貢献を果たしてきており、「機能のメカニズムを解明する」段階では、その有用性はほぼ確立されたとも言って良いと思います。しかしながら、材料開発を行っている方々から見ると、これらはあくまで新物質探索・新機能開発における最終段階での話であり、開発途中の段階では量子ビームが有効に利用されているとは言いがたい点も指摘されています。

このような背景から、今回の研究会では、量子ビーム解析技術と新合成手法の融合による新物質探索手法の確立を目指すために、最先端の量子ビーム研究、インフォマティクスや計算科学による機能探索、新しい合成手法による材料開発、を行っている研究者に最新の研究成果をご紹介頂くとともに、これらの融合によって実現可能となる機能性酸化物研究の新機軸の可能性について議論することを目的としました。特に、「新物質探索・新機能開発の途中段階で量子ビームを有効活用するとしたらどのような形になるのか?」を議論するため、量子ビーム解析を行っている講演者の方には「量子ビームをどのように物質開発・探索中にどのようなことが量子ビームで知りたいのか」、という観点でのお話をしていただきました。そのため、プログラムでは、量子ビーム計測と材料開発研究の講演が入れ

籠になるようにいたしました。

7月3日は、初めに PF の雨宮健太主幹よりご挨拶を頂 いた後、組頭から本研究会の趣旨説明がありました。続い ての講演では、まず低速陽電子の話題として、KEK 物構 研の兵頭俊夫先生より、全反射高速陽電子回折を用いた結 晶最表面の原子配列解析についてのご紹介があり、次いで NIMS の山崎裕一氏からは、コヒーレント軟 X線回折イメ ージングとインフォマティクスの融合による新しいデータ 解析手法の試みについてご講演頂きました。次に、北大の 高草木達氏から、PTRF-XAFS 法による酸化物上金属ナノ 構造の3次元可視化技術という放射光解析技術と触媒設計 への応用という、まさに本研究会の趣旨を実行している内 容をお話いただきました。また、最近の触媒インフォマテ ィクスを用いた触媒設計についての試みについてもご紹介 いただきました。ここから話題が移り、新合成手法による 物質開発を行っている方々からの講演になりました。筑波 大学の都甲薫氏から層交換という新合成手法を用いた IV 族材料の薄膜合成について、産総研の中島智彦氏からパル スレーザー光による光結晶化を用いた酸化物薄膜の研究に ついて, 東北大の丸山伸伍氏からフラックス法による固液 界面を用いた酸化物薄膜合成手法と真空下でのイオン液体 の薄膜合成による機能薄膜の研究について、ご紹介頂きま した。これらの合成手法によって得られる試料は、基本的 に薄膜およびヘテロ構造になりますので,一般的な量子ビ ーム解析との相性も良く, 量子ビーム解析との融合が期待 できます。そのため、これらの講演の質疑応答では、具体 的な量子ビーム測定に関する活発な意見交換がありまし た。続いて産総研の白澤徹郎氏から X線 CTR 散乱法によ る界面の構造解析、特に結晶成長中の動的構造解析への取 り組みについてご紹介いただきました。所謂、「オペラン ド解析」になりますので、上記の新合成手法を用いている 方々から、具体的な測定・解析に関する質問が飛び交い、



図1 集合写真

かなり時間オーバーして懇親会ぎりぎりでの1日目終了となりました。もちろん、懇親会でも量子ビームと新規合成手法の融合による新機能探索に関するざっくばらんな議論がつづき、大いに盛り上がりました。

2日目の7月4日は、まずKEK物構研の武市泰男氏にSTXMを用いた不均一系の研究についてご紹介いただきました。その後に、東大の近松彰氏からトポタクティック反応を用いた複合アニオン酸化物薄膜の合成と新機能探索に関する取り組みについて紹介いただきました。高草木氏の講演と同様、材料設計・開発の要所要所で放射光を用いた電子状態解析がとても有効であること強く感じた講演でした。続いて、NIMSの後藤真宏氏からコンビナトリアルスパッタ成膜法による低摩擦係数をもつ酸化物材料開発についてのご講演がありました。コンビナトリアル的に一枚の基板上に幾つもの薄膜をパターニングしたライブラリーを作製し、実験室での一括物性評価を行うことで物質開発速度を高めている内容で、一括評価の部分で放射光解析が有効に活用できる分野と思いました。

その後、再び量子ビーム解析の講演になり、KEK 物構研の小嶋健児氏からミュオンを用いた酸化物内の水素位置・電荷状態の解析手法について、同じく KEK 物構研の大友季哉氏から中性子散乱を用いた物質中水素の観測手法についての紹介がありました。近年、物質中の水素の役割と機能が様々な分野で注目されており、これらをどのように計測できるかについてのチュートリアルな内容も含めてお二方にはご講演いただきました。午後からは、ちょうどPF運転中と言うこともあり、希望者に対して PF の見学会を行いました。「百聞は一見にしかず」で、どのように測定しているかを見てもらうことで、実際の測定をイメージしてもらえたかと思います。

本研究会は、ビームタイム中にもかかわらず、34名という多数の方にご参加頂きました。講演者の方々の研究成果はどれも素晴らしいものであり、改めて物質材料研究における量子ビームの重要性を強く認識しました。一方で、量子ビーム計測という非常に有益だがコストが高い実験を、いかに適切に物質開発の途中段階で用いるか、実験室で可能な評価とどのように組み合わせていくか、という物質開発における評価の問題を改めて認識した研究会でした。

最後になりましたが、本研究会の開催にあたり、世話人および秘書室の方々をはじめとした関係者の皆様には多大なご協力を頂きました。深く感謝申し上げます。また、本 PF 研究会は、応用物理学会機能性酸化物研究会と酸化物研究の新機軸に向けた学際討論会との協賛で行われました。

(研究会ホームページ: https://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20180703/index.html)

SRI2018 に参加して

加速器第七研究系 阿達正浩

台北市のランドマークの一つである「台北 101」の足元にある国際会議場「Taipei International Convention Center (TICC)」で開催された13th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2018)に参加する貴重な機会を得た。本会議は、放射光ユーザーとビームライン開発者、そして光源加速器開発者といった放射光に係る関係者が一堂に会して意見交換ができる貴重な場であり、今回、25 カ国から850名(日本から125名)を超える参加者を迎えたとのことだった。

台湾の National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC)が会議を主催し、光源リング Taiwan Photon Source (TPS)の見学ツアーや台北市のもう一つのランドマークである「台北圓山大飯店」での懇親会などが実施された。

会場内外に厳重な警護が配される中、ホール入口でセキュリティチェック(筆者はポスター容器の中も確認された)を受けて開会式会場に入った。大太鼓を撃ち鳴らす盛大なショーの余韻がホール内に残る中、中華民国副総統陳健仁氏による開会のスピーチが行われた(図 1)。続くPlenary Sessionでは、1944年の理論予測から始まる放射光の発展史とその将来展望についての石川哲也氏(理研)の講演が行われ、MAX-IV の C. Quitmann 氏からは、今年の3 GeV リング加速器調整で約 369 mA のビーム蓄積を達成したことなど、MAX-IV に続く高性能リング計画を後押しするとともに加速器科学の進展を伝えるニュースがもたらされた。なお、数々の実績が各国との共同研究で得られており、次期高性能リングに向けた加速器技術を実機で試す場になっていることが感じられた。

会期中、多くの光源新設・改造計画が紹介された。その中からいくつか紹介させていただきたい。MAX-IVではFemtoMAX ラインに設置した磁場周期長 15 mm、最小ギャップ 2.2 mm の In-Vacuum Undulator (IVU) の立ちあげ



図1 開会を告げる陳健仁氏によるスピーチ。



図2 TPS ツアーで加速器とビームライン見学する参加者。

が進んでおり、さらに、光子エネルギー 0.25~1 keV、繰り 返し 100 Hz, ピーク出力 ~1 GW の FEL のコンセプトデザ インが紹介された。建設が進む LNLS の SIRIUS では、5 月5日には線形加速器からのビームを初観測し、リング構 成要素の各機器の設置も開始しているとのことで、世界初 の Round beam 回折限界光源リングの稼働が間近に迫って いる。DESY からは、PETRA IV の建設開始を 2024 年に、 運転開始を2026年に目標に定め、2019年4月の出版を目 指して CDR を作成中であることが紹介された。SPring-8 からは、SACLA の高繰り返し化を目指す SACLA-II、そ して、電子エネルギーを 6 GeV へ落とすことで省運転電 力化を図りつつ、アンジュレータを短周期長化して利用可 能な光子エネルギー範囲は維持し、電流増強と 100 pm·rad 程度までエミッタンスを低下させることで輝度をこれまで の30倍に高めるSPring-8-II, その先には、リング型コヒ ーレント光源を目指す SPring-8-III などが紹介された。現 在の30分の1となる水平エミッタンス133 pm·rad を目指 す ESRF-EBS では、装置の製造が順調に進み、今年 12 月 10日から長期シャットダウンに入り、来年11月19日よ り加速器調整を, 2020年3月4日よりBL調整を予定し ている。2020年8月25日からの世界初の大規模回折限界 リングのユーザー運転開始が迫っている。58 pm·rad を目 指す北京の HEPS は 2018 年 12 月に着工を予定し、2024 年1月に加速器調整の開始,2025年からのユーザー運転 開始を目指しているとのことであり、アジア初の大規模回 折限界リングの建設がいよいよ始まりつつある。さらに, European-XFEL および Swiss-FEL からは加速器調整,レー ザー利用実験, BL 増設計画などについての発表が, LCLS からは、タイトルを変更して LCLS-II とその先の LCLS-II-HE (High-Energy upgrade) 計画が紹介されるなど, FEL 施 設からも多数の興味深い発表があった。

さて、筆者は挿入光源を開発するグループの一員である。 特に印象深かった挿入光源に関するトピックスをいくつか 紹介させていただきたい。本会議では、各施設の次期光源 計画を支える最先端の挿入光源として Cryogenic Permanent Magnet Undulator (CPMU) と Super Conducting Undulator (SCU) に関する講演数が多かったように思える。それぞれの開発チームによる白熱した討論が行われる一幕もあった。CPMU は SOLEIL で開発・運用実績が積み重ねられ、現在は MAX-IV や ESRF-EBS、SPring-8-II 計画、TPS など多くの施設で検討・開発が進められている。2 台の直線偏光型 SCU と 1 台のヘリカル型 SCU を運用する APS からは、開発中の可変偏光型 Super Conducting Arbitrarily Polarizing Emitter(SCAPE)SCU を APS upgrade に設置し、高速偏光スイッチングを供する計画が、具体的な架台設計とともに紹介された。

KEK の山本樹氏からは、周期長 4 mm の極短周期アンジュレータからのアンジュレータ光を東北大学の t-ACTS にて初観測した結果が、SOLEIL の M.E. Couprie 氏からは、レーザープラズマ加速と CPMU を組み合わせて小型自由電子レーザーの開発を目指す COXINEL 計画に関して、アンジュレータ光の観測結果などを交えて今後の FEL 発振への展望が紹介された。

HZB の J. Bahrdt 氏は,真空封止型の APPLE-II EPUである IVUE-32 の開発と,将来的に Cryogenic in-vacuum APPLE II への発展を検討していることを紹介していた。 HEPS では,Cryogenic DELTA 型(in-air 型)アンジュレータの開発が進められていることが紹介されていたが,in-vacuum 型で実現すれば,SCU に対して大きなアドバンテージとなる可能性を秘めていると感じた。また,P. Vagin 氏からは,磁場周期長を変更可能な Variable period undulators という一際ユニークな提案がなされた。

さて、本会議を主催した NSRRC では、電子エネルギー3 GeV、蓄積電流500 mA、周長518 mの TPS を2016年9月よりユーザー運転している。エミッタンスは1.6 nm·radと、最新の中規模回折限界リングに比べて若干高いものの、挿入光源を設置可能な12 mの直線部6箇所と7 mの直線部18箇所を備えた24セルDBAラテイスリングでは様々な試みが行われている。見学会ではそれらの開発現場を直接見ることができた(図2)。特に、SOLEILの真空封止型ウィグラーを彷彿とさせるバネによる磁場分布補償機

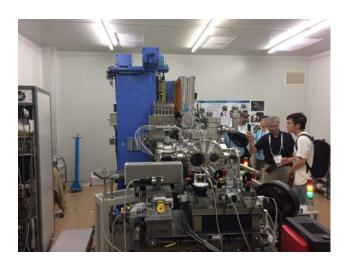


図 3 TPS ツアーで CPMU CU15 を見学する参加者。

構と、APS の SCU を彷彿とさせる Cryostat を備えたユニークな CPMU CU15 の実機を開発システムとともに直接見ることができたことは大変幸運だった(図 3)。

さて、会期中、小籠包やマンゴーかき氷といったテッパン台北グルメを楽しみながら南国の雰囲気漂う街を散策した。ガイド本を頼りに訪れた問屋街「迪化街」では、夜遅くに広場で踊るおばちゃん達に驚かされた(1カ所だけではなかったので台北の日常なのだろう)。まだまだ明かりの灯るお茶屋さんやドライフルーツ屋さんなどを巡ったが、どの店でも日本語が目に入り、日本語が通じ、台北にいることを忘れそうになった。

次回, SRI2021 は, 8/31~9/3 にドイツ・ハンブルクの Congress Center Hamburg (CCH) にて開催されることが発表されて会議は終了した。Hamburg は 36 年前の 1982 年に最初の SRI が開催された地であるとのことである。今回見聞きした様々な計画や開発の進展,新たなアイディアの提案など、本会議のさらなる発展が期待される。

SRI2018 滞在記

放射光科学第一研究系 山下翔平

2018 年 6 月 10 日から 6 月 15 日の間, 13th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2018) が 開催された。National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) が主催し、会場は台湾の名所を代表する台北 101 (地上 101 階建ての超高層ビル) すぐ横の台北国際会議センターであった。筆者の SRI への参加は今回が初めてであり、放射光科学全般についての知識は勿論のこと、業務に係わるビームラインの建設や X線イメージングの技術を学ぶために臨んだ。

11日朝からのオープニングの際には、まず会場入口に て厳重なセキュリティチェックを受けた。テロ対策なのか と個人的にやや物々しい雰囲気を感じていたが、台湾の副 総統がご登場され警備の厳重さに納得した。参加者の内訳



図1 ポスター発表中の会場の1コマ。3日間に渡り行われたポスター発表では終始賑わいを見せていた。



図2 TPS の見学ツアー。リング内やビームラインの各所ではスタッフの方々がポスターやデモ機を使い、丁寧に説明して下さっていた。

は現地台湾、次いでドイツ、日本の順で多いとのことで、 少し見渡すと日本の放射光施設の関係の方を見つけられる といった様子であった。

Taiwan Photon Source (TPS) の見学ツアーが予定されている14日までの3日間は、午前中に基調講演が行われ、引き続いてポスター発表、午後からは4会場に分かれて分野ごとのセッションが行われるプログラム構成であった。

筆者が参加したセッションの中でも特に印象に残ったテーマは、コヒーレントX線を使った回折イメージングを利用したX線タイコグラフィーに関する研究発表であった。とりわけ、第三世代放射光施設による実験結果が印象的で、KBミラーやキャピラリによる集光技術や最新の検出器開発、その技術を駆使した材料解析の結果を見て、最先端の技術や世界的な動向を知ることができ感銘を受けた。また、ポスター発表の際には、CTへの応用技術や、オペランドでの実験への工夫点(ナノ材料の測定中の試料の振動を如何に抑えるかなど)を具体的に聞くことができ、今後の研究に役立つ情報を得ることができた。

ポスター会場は2フロアにまたがって2箇所に設置され、日程とポスターの設置場所によっておおまかにテーマが分かれており、関係の研究者との意見交換が活発に行われるとともにそのスペース付近に企業ブースが併設されていることで企業の方とも良い距離感を築いていた(図1参照)。

12 日の筆者のポスター発表では、時間分解 Dispersive XAFS の測定技術を応用し NiCu 合金触媒中の Ni と Cu の 化学状態変化の情報を同時に取り出すことを目的にした二元素同時測定手法に関する研究について報告した。スペクトル変化の化学的な解釈よりもむしろ測定手法の原理や特徴に関する装置側の質問を多く受けた。同じ会場では、高速動作が可能な結晶分光器で二元素を同時に測定した(正確には二元素分のエネルギー範囲を高速でスキャンした)という内容のポスター(TPS の 44A の Q-Mono)も発表されており、お互いの特徴について議論し合い、有意義な時間を過ごした。



図3 会場すぐ傍の台北101から見た夜景。筆者は右から2番目。

14日の午後からは、企画されていた TPS の見学ツアーに参加した(図 2 参照)。リング内やビームラインにはスタッフの方々が待機され、参加者に対して説明して下さった。上記の高速でスキャン可能な結晶分光器(チャンネルカットモノクロ)を見せてもらった。軟 X線ビームラインにはタイコグラフィーが導入されている高度な技術と周辺の測定環境を直接見て学ぶことができ、非常に良い経験を得た。また、施設の広さに加え、実験ホール上部に窓がある点、ビームラインのすぐ傍にトイレが併設されている点など、細かなところにも魅力を感じた。

限られた時間の中ではあったが、現地の観光も満喫した。 筆者は台湾へは初めて訪れたということもあり、気持ちが 高ぶり初日 10 日の夜には一人で台北市内を散策した。11 日夜には職場の方々と台北 101 へ登り、夜景を堪能し(図 3 参照)、火鍋と台湾ビールを味わった。遠出こそ叶わな かったが、会中の Banquet では、ワインと台湾料理に舌鼓 を打ちながら台湾の文化と音楽を楽しんだ。

会全体を通して,放射光科学を代表とする X 線工学や加速器科学,検出器などの様々な分野における国際的なレベルの高さを知れる非常に良い機会となった。

研究会等の開催・参加報告

XAFS2018 に参加して

広島大学大学院理学研究科 加藤盛也

広島大学の加藤盛也と申します。私はこの度,2018年7月22日から27日までの期間にポーランドのクラコフで開催された国際会議,17th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure(XAFS2018)に参加させていただきました。この会議は名前からもわかるように XAFS に関する発表を主としており、測定に用いられる加速器・検出器の開発やデータ解析・理論研究、それらを用いた地質学・生化学・物質科学研究など様々な分野に携わる専門家の方々が情報交換のために集まりました。修士課程1年目の私にとっては海外で研究発表をする初めての機会だったので、とても楽しみにしていました。研究発表以外にもイベントが催されており、初日にはワークショップ、2日目には放射光施設である SOLARIS の見学ツアー、3日目には Excursion がありました。

初日のワークショップでは、X線吸収スペクトルを計算 するためのコードである FEFF の取り扱い方について学び ました。私は学部4年生のころから実験データの解釈のた めに FEFF を用いてシミュレーションを行っていたのです が、周りにはスペクトルの理論計算に明るい方がおらず、 マニュアル片手に手探り状態で計算を進めていました。こ のワークショップは、得られた計算結果をどこまで信用し ていいのか、自分の結果の解釈方法が正しいものなのかを 確かめる絶好の機会でした。前半部分では FEFF のインス トールから基本的な使い方の説明がなされ、私が今まで行 ってきた計算やその解釈がおおむね正しいことがわかって 安堵しました。後半部分では DFT 計算と連携させた方法 の説明があり、とても参考になりました。私は今までは文 献値を元にして, そこから一部の構造を変化させたモデル で計算をしていました。DFT 計算によって構造を決定し、 得られた値を用いることで, より実際の状況に近い条件で

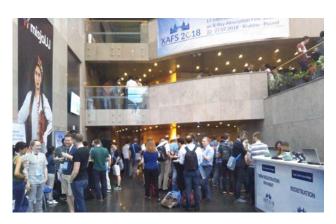


図1 会場の様子



図 2 見学で訪れた SOLARIS の蓄積リング

の計算が可能となるという説明を受けて, ぜひとも挑戦してみたいと感じました。

SOLARIS の見学ツアーでは実験ホール内を歩きました。 私は SPring-8 や KEK-PF の放射光実験に参加した経験があるのですが、その2つの施設と比べて空間的にゆとりがあるのに加え、窓から外の光が差し込んでいるのもあって、とても開放的に感じました。窓から外を見ると、芝生の上でキャッチボールしている人もいて、リラックスした雰囲気だったことが印象的でした。見学では、普段立ち入ることのない蓄積リングや加速器部分も見ることができて楽しかったです。

Excursion では、世界遺産で世界最古の岩塩抗である Wieliczka Salt Mine を訪問しました。現在では稼働はして おらず、観光地となっているようです。ツアーでは、延々 と階段を下りる苦行を遂行した後、坑内を探索しました。 塩抗だけあって塩の結晶があちこちに見受けられました。 坑内はとても広く, 採掘の歴史の展示物や歴史上・宗教上 の彫像が多数ありました。特に、岩塩で形成された礼拝堂 は壮観でした。私は西洋の神話や宗教に詳しくないので、 あくまで建築物として見ていたわけですが、信仰心を持つ 人は私とは違った視点でその光景を眺めるであろうことを 想像すると、それを感じ取ることのできないことが少し残 念に感じました。見学自体はとても楽しかったのですが, 岩塩抗はいくつものフロアから構成されており、また、ひ とつひとつのフロアも十分な広さを持っているため、散策 には2時間以上かかりました。そのため、Excursionが終 わる頃には歩き疲れてしまいました。

私のポスター発表は Excursion の直後にありました。歩き疲れた状態で立ちながら行うポスターの説明は体力的に厳しいものがありましたが、せっかく海外で自分の研究を説明するという機会に恵まれたからには頑張ろうと奮起し

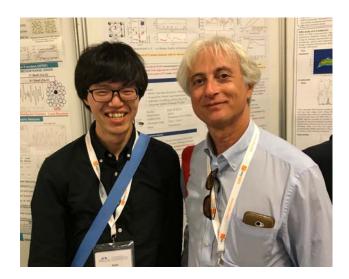


図3 ポスターセッションでの著者(左)

ました。しどろもどろの慣れない英語でなんとか自分の研究を伝え、相手の質問も何度も聞き返しながら返答に努めました。ポスター発表を通して学べた一番のことは、伝えたいことがあり、それを必死に伝えようとすれば、相手は聴いてくれるということでした。私の英語は文法も誤りだらけで、時には単語を羅列しただけというお粗末なものでしたが、それでも研究について議論ができたことはとても貴重な良い経験となりました。特に、海外の学生さんに自分は英語が苦手なことを謝ったときに、そんなことない、きちんと伝わっていると答えてくれたときは本当に嬉しかったです。

連日行われていた口頭発表では、自身の専門分野だけでなく、理論や触媒・地質学などのセッションも聴講しました。用いている手法は XAFS で共通しているわけですが、私の研究とは分野も異なるのに加えて、言語も英語であるため、正直なところ半分も内容を理解することができませんでした。前提となる知識が不足しているため、XAFSの測定結果からどうしてそのような結論に至るのかがわかりませんでした。自分の研究分野と比較的近い内容の発表では理解しやすかったので、基礎的な学力が十全に身についていれば、多少英語が聞き取れなくても内容の理解は可能なのかもしれないと思いました。自身の学力不足にただただ恥じ入り、もっと知識を身に着けなければならないと刺激を受けました。

講演の休憩時間に海外の共同研究者との議論に参加できたのはとても有意義でした。普段は直接会って話をするという機会にはなかなか恵まれないものですから、学会期間中行動を共にできたのはとても有難いことでした。次回のビームタイムについての相談もでき、実験計画に具体性が帯びてきたのはとても嬉しかったです。

最後になりましたが、今回このような原稿執筆の機会を 頂けたことに感謝いたします。本学会に参加することがで きて、とても勉強になりました。この経験を生かして、今 後の研究生活に役立てていければと思います。

XRM2018 に参加して

放射光科学第二研究系 渡邊稔樹

2018年8月19日から2018年8月24日の5日間,カナダサスカチュワン州最大の都市であるサスカトゥーンで14th International Conference on X-ray Microscopy(XRM2018)が開催された。この会議は、放射光やラボ光源などに関わらずX線を用いた顕微鏡技術に関する研究発表・議論を目的としており、2年に一度、主に放射光施設のある都市で開催されている。昨年の4月からX線顕微鏡を使った研究を始めた筆者にとっては、X線顕微鏡技術に関する昨今の動向を知るよい機会であり、参加と発表の機会を頂いたことに感謝する。

サスカトゥーンには、カナダ唯一の放射光施設である Canadian Light Source (CLS) がある。町の規模は人口・広さ共につくば市とほぼ同じであり、町の中心をサウスサスカチュワン川が流れており、その川に7つの橋が架かっていることから「橋の町」とも呼ばれている。会議はその川の西側にあるダウンタウンのショッピングモールに併設された TCU place と呼ばれる会議場で行われた。

会議場には、会場が2つあり、そこでパラレルセッション、その外のホールでポスターや企業展示が行われた(図1)。朝に基調講演・招待講演、その後2つの会場でパラレルセッション、夕方にポスター発表の順で5日間行われた。最終日は、ポスター発表の代わりにCLSの見学ツアーがあった。

研究発表で最も多かったテーマは最近の流行である高コヒーレント光を用いたタイコグラフィーに関するものであり、全体の発表の約20%を占めた。空間分解能の高度化も進んでおり、2次元イメージングで3nm、3次元イメージングで14nmとの報告があった。また、分光法、蛍光検出と組み合わせることによって化学状態、元素マッピングが可能になってきており、3次元的にnmオーダーの観察できるようになってきている。測定対象は生体試料、電池材料などが多く、電池材料に関しては充放電を行いながら



図1 メイン会場内の様子。学会では珍しく丸テーブルが並んでいる。

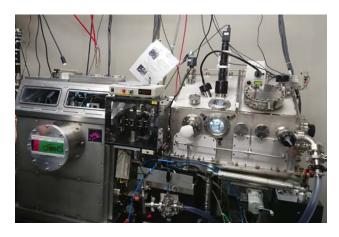


図2 CLS 内で見学した STXM ビームラインの実験チャンバー

の in situ 測定も盛んに行われている。

この会議で特に筆者の興味を引いたのは、Paul Scherrer Institute (PSI) の時分解の Computed Tomography (CT) 技術だ。その測定の早さは最短で 20 Hz にもなる。言い換えると、1 s の間に 20 の CT データ、0.1 ms の露光時間で500 枚の 2 次元像のデータセットを 20 回も得ることができる。特に、BN 製の加熱セルの中でマグマを熱して泡が消えては現れる様子を観察した動画は衝撃的であった。この測定を行えば 3 次元の動画データを in situ で取得できるわけである。

筆者も「In situ XRM Observation of Cracking in CFRP during Nanomechanical Testing」という題でポスター発表を4日目の夕方に行った。NW2Aに導入された高空間分解能CTを用いて炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の内部に発生させたき裂進展の過程をin situ で観察した結果について発表した。X線顕微鏡の学会なので、当然だが測定手法や装置に関する質問が多かった。海外でのポスター発表はまだ2回目で、未だに慣れないたどたどしい英語だったが何とか議論を交わすことができた。

学会最終日の午後は、CLS の見学会が行われた。CLS はサスカチュワン大学内のはずれにあり、学会会場からバ スで移動した。CLS は 2005 年からユーザー利用が始まっ た第三世代放射光施設で電子エネルギー 2.9 GeV, 蓄積電 流 250 mA の比較的新しい施設である。見学者が多かった ため数名のグループに分かれて実験ホール内を案内され た。実験ホール内では、各ビームラインに数名のスタッ フが待機しており、それぞれのビームラインについて丁 寧に説明していただいた (図2)。走査型透過X線顕微鏡 (STXM), X線回折やCTなどのビームライン4本を見学 した。スケジュールが詰まっていたためか、かなり忙しな く施設を案内されたが他の見学グループの中でも一番に受 付に戻ってきた。受付では、CLS のロゴの入ったマグカ ップやペンライトなどの様々なグッズが販売されていた。 変わったものではヨーヨーなどもあった。他のグループを 待つ時間があったため、お土産として CLS のロゴの入っ たペンライトを購入した。

次回の XRM2020 は台湾の新竹で行われる。新竹には台

湾の放射光施設である Taiwan Photon Source (TPS) がある。 台湾といえば、今年6月に SRI2018 が開催されたばかり であるが、XRM 技術の発展についての研究についての新 しい情報を得ることができる重要な学会であるため、また 次回も参加したいと思う。

本学会に参加して感じたことは、どの分野にも共通してこれからの将来、データ処理が重要になることである。測定手法、検出器の発展によって時間・空間の高分解能化が進み、さらに分光や蛍光などの複数の手法が組み合わさることによって、データ量は指数関数的に増えていくことが予想される。これらの膨大なデータの取り扱い方についても考えていくことが、これからは重要となるだろう。

ICPA-18 参加記

量子科学技術研究開発機構 前川雅樹

2018 年 8 月 19 日 か ら 24 日 の 間, 18th International Conference on Positron Annihilation(ICPA-18)が、米 国フロリダ州オーランドのホテル Sheraton Lake Buena Vista Resort で開催された。この会議は3年毎に開かれており、陽電子関連の研究者が一堂に会する最も規模の大きな国際会議である。陽電子ビームや計測手法などの装置関連研究だけでなく、金属・半導体など無機材料の原子空孔検出・電子状態測定、高分子自由体積評価などの多種多様な材料研究、原子/分子といった離散系での消滅研究、PETのようなライフサイエンス、最表面構造解析や反水素生成など、基礎科学から実応用分野まで幅広い研究テーマを包含しており、陽電子研究の幅広さが実感できる。

私達のグループからは、陽電子ビームを使った磁性研究や、KEKの低速陽電子実験施設を使った表面ポジトロニウム研究、低速陽電子回折などのテーマで発表を行った。これらの研究成果は、いずれも人類未踏の最先端領域を切り拓くものであると自負している。その一助となっているのは世界最高レベルの強度とビーム品質を有している KEK の低速陽電子実験施設であり、非常に大きな助けになっている。KEK の低速陽電子施設は、電子加速器で生成した高エネルギー制動 X線を用いて対生成で高強度の



図1 ポスター会場では活発な議論が交わされた。口頭発表は約140件、ポスター発表が約70件であった。

陽電子ビームを発生させているが、近年はいくつかの研究施設で原子炉ベースの強力陽電子源が運用されている。陽電子ビーム技術の進歩と合わせ、高強度陽電子ビームを用いてポジトロニウム・ボーズ・アインシュタイン凝縮(Ps-BEC)のような新たな基礎研究分野が発展しつつある。KEKの低速陽電子ビームも抜かりなくアップグレードを重ね、世界の潮流から取り残されないよう切に希望する。

陽電子ビーム装置の開発は、電流でいうとフェムトアン ペア以下の弱い陽電子ビームを、いかに強度を落とさずに 品質を高められるかという戦いであると筆者は考えてい る。陽電子ビームが実用的に物性研究に用いられるように なって40年ほどになるが、基本的にそれは変わっていな い。しかしながら確実に技術革新は進んでおり、上述した ような強力陽電子源や陽電子蓄積装置の実用化に伴い,以 前では考えられなかったような高度な陽電子ビーム技術が 提案され実用化されている。ドイツ勢からは陽電子ビーム を 1μm に収束しながら 100ps のパルス幅に圧縮する装置 が開発され、そのためにビームエネルギーを保ちながら静 電ポテンシャルをシフトさせる新技術が紹介された。また 荷重印加下での陽電子マイクロビームその場測定を、しか も 2 本の消滅ガンマ線のコインシデンス測定にて行うとい う装置が紹介された。これらは原子炉ベースの強力陽電子 源ならではのアプリケーションである。消滅ガンマ線の検





図2(上)スペースシャトル・アトランティスの実機。全身を隙間なく覆っている耐熱タイルは、ペンローズ・タイルのように複雑で美しい。(下)サターンVロケットの一段目ノズル。横倒しでも鎌倉の大仏に匹敵する高さがある一方,配管類は精緻で、繊細な工芸品のようである。



図3 ウォルト・ディズニー・ワールド(WDW)の象徴、EPCOT の球体。これ自体がアトラクションであり、コースターで中を巡る間にアメリカの情報通信技術の発展の歴史が学べる。

出についても、近年は高速デジタル技術を使った高度化が著しく、LYSO2次元ピクセルデジタイザを使ったポジトロニウム計測を行うことで CP/CPT 対称性破れの検証を行うといった研究が紹介され、基礎研究への広がりが期待される。

さてフロリダ州には、NASA ケネディ宇宙センターがあ り,学会主催の見学ツアーで探訪した。展示物のメインは, アポロ計画で使用されたサターン V ロケットと、スペー スシャトル・アトランティスの実機である。私はスペース シャトル世代ど真ん中であり, アポロ計画は正直古すぎて ピンと来ない。しかしそこはエンターテインメントの国ア メリカである。ただ単にサターンロケットが置いてあるわ けではない。アメリカ宇宙開発の黎明期が良くわかる短編 映画を見せられた後、管制室から打ち上げの3分間を体験 する。そしてゲートが開くと、サターン1段目の巨大なロ ケットノズルが絶妙な角度で出現!緻密に計算された演出 によって、ただのロケットノズルが感動巨編に早変わりす るのである。スペースシャトルも同様の演出が施され、た だの航空機に全身鳥肌が立つのである。フロリダに行った 際にはぜひ訪ねてみてほしい。プレゼンテーションの重要 性を感じざるを得ないと同時に、分かりやすい科学技術の アピール法として極上の教科書ではないかと思った。国民 (納税者) に巨額の開発費の理由を納得してもらうために、 周到な演出を用意して100%以上の魅力を引き出すのも、 一種の説明責任といえるかもしれない。それにしてもすべ てが桁外れの大きさであった。結局, 科学技術は金なのだ ろうか?

そして、フロリダ州オーランドと言えば、ウォルト・ディズニー・ワールド(WDW)である。東京ディズニーランドの110倍、山手線内側の1.5倍に相当する広さを誇る世界最大のテーマパークである。腹立たしいことに(好都合なことに?)、会場となったホテルはWDWエリアに隣接しており、都市全体がリゾート気分で満ち溢れていた。

WDW は、骨太な世界観ときめ細かい演出、隅々まで行き届いた整備に支えられており、圧倒的なホスピタリティの高さを感じた。些末な問題一つも放置しないプロフェッショナルな姿勢こそが、世界中の人を引き付ける要因なのであろう。WDW のように、陽電子研究者の一人一人が奥深いホスピタリティを提供できることが出来れば、これまで陽電子と無縁であった多くの研究者を引き付けることが出来るのではないかと感じた。機会があれば、ぜひ陽電子を利用して頂き、テーマパークのようにバリエーションあふれる陽電子研究の世界に浸っていただければと思う。一緒に陽電子研究を盛り上げていただければ幸甚である。

The 2nd AOFSRR School に参加して

東京理科大学 /KEK 物質構造科学研究所 鈴木雄太

韓国の Pohang Accelerator Laboratory (PAL) において The 2nd Asia Oceania Forum Synchrotron Radiation Research (AOFSRR) School が 2018 年 9 月 9 日から 9 月 15 日にかけて開催され、PF および日本放射光学会からの推薦により参加の機会をいただきました。このスクールは放射光に関連した若手研究者・学生に向けて放射光技術とその応用の基礎的なレクチャーをすることを目的にしており、今回は 50 人ほどの参加者がありました。参加者は Ph.D candidate や放射光施設で研究する若手ポスドクが中心で、国籍は韓国、中国、台湾、オーストラリア、タイ、ニュージーランドなど様々です。日本からは筆者、物構研の若林さんを含む 3 人が受講者として参加し、KEK 構造生物学研究センター長の千田先生が講師として参加されていました(図 1)。

金海国際空港から PAL までは、バスとタクシーを乗り継いでおよそ 1 時間強の道のりです。PAL は浦項工科大学の隣に立地しており、周辺では学生の姿も見受けられました。PAL は改修がなされた直後らしく、真新しい建物が立ち並ぶ様子が印象的でした。セミナーホールの 2,3F は常



図1 オープニングセレモニーにて



図2 PAL-XFEL コントロールルームにて説明を聞く参加者達

設ギャラリーとなっており、放射光発生の仕組みやビームラインの構造、物性解析の成果等について、CGやVRを用いたインタラクティブな展示がなされるなど、一般向けの展示にも非常に力を入れている様子でした。

さて、スクール初日は放射光・XFEL の発生やビームラインにおける光学といった基礎的な事柄の講義からスタートしました。その後 Prof. Frank de Groot による X線吸収・光電子分光の理論と応用についての熱心な講義がなされ、夕方からは 2016 年に完成したばかりの PAL-XFEL のツアーが催されました(図 2)。ビームタイム中ということもあり実験ハッチ内の装置を間近で見ることはできませんでしたが、XFEL の強みを活かしてコヒーレント硬 X線を用いたタンパク質結晶構造解析など構造生物学向けの応用が盛んであることや、ポンプ・プローブ法による fs 時間分解実験の事例、ロボットを用いた実験の自動化を進めていることなどの説明を受けました。XFEL についての説明では、隣国で、かつ特徴も似ていることもあってか、かなり日本の SACLA を意識している様子がありました。

2,3日目は本格的な講義で、XAFS、PES、XRD、ARPES、SAXS、STXM、MX、XFEL応用といった幅広いトピックについて、各分野の研究者からレクチャーを受けることができました。いずれの講義も、基本的な原理や特徴から出発し、現代における主要な関心や具体的な応用について数多くの研究成果を示しつつ紹介する、迫力あるものでした。試料の準備や実験における工夫といった詳細な実験セットアップにも言及されており、教科書や論文からは読み取りづらい実際の実験のイメージを掴むことができ、非常に有意義な講義となりました。3日目の午後にはProf. de Groot による X線吸収スペクトルシミュレーションの実習が実施され、CTM4XAS や Crispy といったソフトウェアを用いて実際に自分の PC で XAS を計算する演習を行いました。

講義のうち個人的に印象に残ったのは(同じ研究機関に 所属するからという理由ではありませんが)KEK 千田先 生による Macromolecular Crystallography のレビュー講義で、 光源・検出器・ロボット・データ解析ソフトウェアの進化

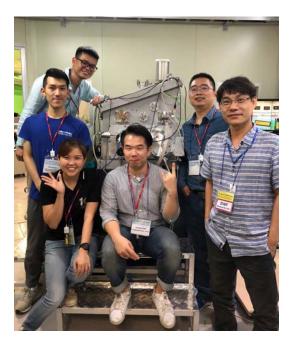


図 3 PLS-II BL10A STXM におけるビームライン実習(左奥から 2番目が筆者,右端が Dr. Kim)

と統合によって、20年前には研究者が不眠不休で1日7件だった測定試料数が、現在ではほぼ全自動で300件にまで加速したというお話を伺いました。PFの実験ホールを歩いていても MX ビームラインが洗練されていることには気づいていましたがここまでとは思わず、その進化には驚かされるばかりでした。筆者は測定やデータ解析の自動化・効率化に関連した研究に取り組んでいますが、MX はこの点で非常に先行しており、まだまだ学ぶべきところが多そうです。これらの講義中、コーヒーブレイクの間も講師陣には質問の列が途切れず、参加者同士でのディスカッションも活発に行われるなど、参加者の熱意・レベルの高さを感じました。また一日の講義が終わった後も、皆で街に出て散策やお酒を楽しむなど、充実した時間を過ごしました。

4日目にはPLS-IIにおいてビームライン実習が行われ ました。PLS-II は前身である Pohang Light Source を改修し た第3世代放射光施設で、一周およそ282 mの蓄積リン グにブランチ含め34本のビームラインが運用されていま す。参加者は XAFS, ARPES, MX といったいくつかのグ ループに分かれて、測定とデータ解析を行いました。筆 者は透過型X線顕微鏡(STXM)のグループに入り、Dr. Namdong Kim からビームライン概要と装置諸元について の説明を受けた後、鉄酸化物ナノ粒子の試料準備および測 定を行いました。同じグループには上海やタイ放射光のビ ームラインサイエンティスト, 韓国, マレーシアの Ph.D candidate が参加しており、国際色あるグループとなりま した(図3)。測定データからはナノ粒子の分布の様子を 明瞭に見て取ることができ、皆でディスカッションしなが ら一連の実験結果をまとめ、発表スライドの準備を進めま した。最終日となる5日目は、まだ慣れない英語プレゼン に苦労しながらも無事に発表を終え、その後の Excursion と Banquet で参加者達と親睦を深めました。

あっという間の数日間でしたが、講義や実習はもちろんのこと、同年代の海外の研究者達とのディスカッションや日常にまつわる雑談は非常に刺激的で、実に学びの多いスクールとなりました。立場や考え方は異なりながらも真剣に研究に取り組む他の参加者の姿からは、負けまいと奮起させられました。スクールを通じて増えた友人達とは国際会議や実験等でまた会う機会もありそうで、再会して近況を聞くのが楽しみです。最後に、Prof. Hyun-Joon Shin をはじめとする AOFSRR School のオーガナイザーや他の参加者の皆様、また修士の学生ながらも参加の機会を与えてくださった、物構研の足立先生、小野先生をはじめとした皆様に深く感謝いたします。この学びを生かし、今後の研究に邁進してまいります。

研究会等の開催・参加報告

PF 研究会「X 線とクライオ電子顕微鏡で挑む生命の機能とかたち」開催報告

放射光科学第二研究系 湯本史明

これまで放射光X線を利用した生体高分子の立体構造解 析は、生命科学の発展や創薬プロセスにおいて欠かせない 技術となってきました。しかしながら近年、クライオ電子 顕微鏡によるタンパク質(および、その複合体)の単粒子 解析技術に電子直接検出器や位相板などの大きな発展があ り、クライオ電子顕微鏡によって近原子分解能の解析が可 能になりました。その結果として、世界各地の大学および 研究所では、結晶化の難しいタンパク質複合体等の構造解 析を推進するため、急速に最新鋭の電子顕微鏡装置の導入 が進められています。日本においても、創薬等先端技術支 援基盤プラットフォーム事業(BINDS)を通じ、最高峰の クライオ電子顕微鏡装置の導入が行われました。こちら高 エネルギー加速器研究機構 (KEK) においても平成 29 年 度にクライオ電子顕微鏡装置(Thermo Fisher Scientific 社 の 200 kV 電子顕微鏡・Talos Arctica) の導入が行われ、平 成30年10月から共同利用が開始されているという状況に あります。

このように構造生物学分野においては放射光 X 線に加え、クライオ電子顕微鏡の利用が急激に拡大しつつあり、世界的な変革期とも言える状況の下、本 PF 研究会「X 線とクライオ電子顕微鏡で挑む生命の機能とかたち」(平成30年9月7日~8日)は開催されました。

本題に入りますが、本研究会には全国各地から合計 189 名もの方々が集い、クライオ電顕の歴史から現状、そして 未来展望、またX線結晶構造解析、X線小角散乱解析にお いては自動化の現状と未来像についての発表や活発な議論 が行われました。具体的な内容としては、最初に世話人代 表の千田俊哉教授(KEK 物構研)から開会の挨拶があり、 KEK で立ち上げたクライオ電顕施設の紹介と共に、姚閔 教授(北海道大学)から送られたスライドを用いた本研究 会の開催目的が紹介されました。そのように記しますのも, 前日に発生した北海道での地震の影響から、発起人である 姚教授が交通網の遮断によって本会に参加することができ なくなったために、代理での紹介となりました。その後, 第1セッションでは、村田和義准教授(生理学研究所)が クライオ電子顕微鏡の歴史について, Q & A 方式で聴衆 とインタラクティブにやり取りをされながら講演され、そ のお陰もあってか、会場全体が大変和やかな雰囲気となり ました。次いで、大嶋篤典教授(名古屋大学)が、クライ オ電子顕微鏡用の試料調製方法とデータ収集について,特 に、膜タンパク質での実例を挙げて試料調製やグリッド作 製における工夫について話をされました。そしてセッショ

ンの最後には、吉川雅英教授(東京大学)からクライオ電 顕の未来について講演があり、現在盛んに行われている単 粒子解析に加え、今後より発展が見込まれる手法としてク ライオトモグラフィーによる解析例について紹介がありま した。また、将来的にクライオ電顕がX線結晶構造解析の レベルに行くには?という観点から改善すべき課題につい て指摘されました。

第2セッションでは、放射光X線を使った構造解析分野 で進行中の自動化の現在と未来に関して議論が行われまし た。まず、山本雅貴部長(理研/SPring-8)からは SPring-8 におけるX線結晶構造解析ビームラインの全体像について お話があり、その後、平田邦生博士(理研/SPring-8)から、 SPring-8 における結晶構造解析の自動化の例として特に BL32XU において開発されてきた多数の微小結晶から自動 でデータセット取得を可能とする Zoo システムの紹介が ありました。また Photon Factory (PF) からは, 山田悠介 助教(KEK 物構研)によって PF のタンパク質 X 線結晶構 造解析ビームラインにおける自動化の現状と将来に関する 紹介があり、自動結晶センタリング技術の導入によってX 線結晶構造解析用のデータ収集における自動測定がより高 効率化している様子が伝えられました。また清水伸隆准教 授(KEK 物構研)からはタンパク質 X線溶液散乱(SAXS) における自動データ解析ソフトウェア開発について講演が ありました。PFの SAXS ビームラインでは、ゲルろ過ク ロマトグラフィーと連結された SEC-SAXS の利用も普及 しており、また、その一方でハードのみならずデータの自 動解析ソフトといったソフトウェアの高度化についても紹 介されました。

その後に開催された懇親会には120名以上の方々が参加され、大変盛況となりました。これは増田千穂氏、鮏川理恵子氏(KEK 物構研)の尽力のお陰であり、お二人につくば市内あるいは近郊にある飲食店で人気となっている料理や地酒を大変リーズナブルな価格で準備していただ



図1 200 名席の小林ホールが満席

き、参加者の皆さんにこれらの食事と歓談を大いに楽しん でいただくことができました。

2日目は、土曜日ということもあって、所内のレストランや売店が全て閉店していることから小林ホール前での朝食会場設営から始まりました。おにぎりやパン、懇親会から持ち越しのカレー(2日目でより美味しくなっていた!?)など大量に準備しましたが、特にドミトリー宿泊者の方々や早めに到着された方々の多くにご利用いただき、世話人一同の一番の懸案事項であった"土曜朝食問題"は無事に解決することができました。

そして,2日目のはじめに行われた第3セッションでは, これからクライオ電子顕微鏡解析を始められる方々にとっ て最も関心が高い, 実際のサンプル調製法や測定方法につ いて、5名の研究者から実例を挙げて紹介していただきま した。第一に、安達成彦特別助教(KEK 物構研)からは、 KEK の共用電顕施設の立ち上げについて紹介があり、特 に日本国内の多くの電顕関係者の皆様の指導や協力をいた だきながら、10月からの共同利用の開始に向けて着々と 準備が進んでいる様子が伝えられました。その後、杉田征 彦博士(大阪大学)は、前職である沖縄科学技術大学院大 学で行われたウイルス蛋白質 - 核酸複合体サンプルの調製 と解析についてお話され、特に、グリッド作製やデータ解 析における工夫について紹介がありました。また、西澤知 宏助教(東京大学)からは、サンプル調製法における工夫 や今後の課題などについて紹介いただくと共に、現在の世 界の膜タンパク質におけるクライオ電顕解析の最新情報を 交え発表していただきました。次に, 田中良和教授(東北 大学) からは、巨大タンパク質であるヘモシアニンを例に して、X線結晶構造解析では結晶構造の一部において電子 密度マップの解釈が困難であったために正しい構造を導き 出すことができていなかったものの、クライオ電顕を使っ て正しい構造を得ることができたというケースについて, 紹介がありました。そして、守屋俊夫特任准教授(KEK 物構研)は,前職であるマックスプランク研究所(ドイツ・ ドルトムント市) において開発したクライオ電顕構造解 析パイプラインである SPHIRE について紹介されました。 現在,世界ではクライオ電顕構造解析における構造解析 ソフトウェアとして MRC の Scheres グループが開発した RELION が最も多く利用されていますが、異なる特長をもつ SPHIRE の開発背景や内容について話をされました。このセッションの最後には、福田善之博士(東京大学)から前職であるマックスプランク研究所(ドイツ・マーティンスリード市)で行われたトモグラフィーによるプロテアソームの in situ 構造解析の例について話していただきました。現在、クライオ電顕分野では単粒子解析が非常に活発に行われていますが、フロントエンドではクライオトモグラフィーの開発が活発に行われている状況にあることを紹介いただきました。

そして、2日目の最後のセッションでは、吉川教授(東 大),村田准教授(生理研),山本部長(理研/SPring-8), 千田教授(KEK 物構研)によって, 東大, 生理研, SPring-8, KEK とある各共同利用施設の今後の運営方針の 紹介と共に、そして構造生物学分野として、今後の放射光 X線やクライオ電子顕微鏡の共同利用について議論が行わ れました。中でも、クライオ電顕に関心をもつ研究者が国 内の最新鋭の電子顕微鏡装置が有効に活用できるようにと の趣旨で設立された"クライオ電顕ネットワーク"(https:// www.cryoemnet.org/) や情報共有のためのサイトの紹介が 行われました。その後、PF研究会としては一旦閉会した 後に開催された KEK のクライオ電顕施設見学ツアーには 80 名以上の見学者が参加され、関心の高さを伺い知る機 会となりました。このように、PF 研究会「X線とクライ オ電子顕微鏡で挑む生命の機能とかたち」は、今後の放射 光X線とクライオ電子顕微鏡の共同利用のあり方や両手法 を併用した相関構造解析について, アカデミアあるいは企 業の研究者が皆で議論する絶好の機会となりました。特に 放射光X線を使ってX線結晶構造解析を行ってきた研究者 の方々の多くが、クライオ電子顕微鏡を併用する時期が来 ていることを実感したことと思います。

最後に、本研究会の開催にあたり、PF 秘書室の方々には申込みサイトや資料準備をはじめ、研究会運営において様々な協力をいただき、また構造生物学研究センターのメンバーには会場準備や研究会運営において尽力いただき、感謝申し上げます。また本 PF 研究会は、Thermo Fisher Scientific 社、日本電子社、Nanome、Inc 社に協賛いただいています。



図2 集合写真

「第3回タンパク質結晶構造解析ビームライン中級者向け講習会〜タンパク質結晶構造解析ソフトウェアの使い方について学ぶ〜」開催報告

放射光科学第二研究系 山田悠介

2018 年 10 月 27 日 (土), 東京理科大学葛飾キャンパス において, タンパク質結晶構造解析ビームラインのユーザーを対象とした講習会を開催した。この会は, PF-UA タンパク質結晶構造解析ユーザーグループ幹事会が主催し, 創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム事業, 構造解析 ユニット/構造解析領域の代表機関である高エネルギー加速器研究機構と共催で行った。

PF-UA の幹事会が企画する中級者向け講習会は一昨年から始まり、今年で3回目となったが、今回はこれまでの講習会の目的であったある程度経験を積んだユーザーを対象に、今更聞けない構造解析の最新事情について情報共有を行うことに加えて、より経験の浅いユーザーにも有用な情報を提供するようにした。今回はテーマを「タンパク質結晶構造解析ソフトウェアの使い方」と設定し、午前中は初心者を対象とした解析ソフトウェアのインストールに関するサポートと、構造解析の基礎講習を、午後は XDS やSHELX、CCP4 に関する使い方の講習と、実際のデータ処理、精密化の演習を行った。

講習会は盛況で土曜日開催にもかかわらず会場での参加者は合計94名, Youtubeによるライブ配信の視聴数は78であり,関心の高さが伺えた。

午前の部でのソフトウェアインストールサポートでは、 XDS のインストールに対するサポート希望が多かったが、 2019 年度より PF タンパク質 X 線結晶構造解析ビームライ ンにおいて回折データ処理プログラム HKL2000 が廃止さ れることも影響していると思われる。その後、初心者を対 象とした構造解析の基礎講習が東理大の西野氏により行わ れた。午後の部では、KEK 松垣氏によるビームラインで の開発紹介の後、PFで 2018年度から開始された全自動測 定ビームタイムについて京大藤橋氏による実例を交えた紹 介があった。全自動測定だけでなく、BL-17Aの In-situ 回 折計を利用した複合体結晶探索など PF ビームラインを最 大限駆使した実例の紹介、そしてそれらを踏まえた一般ユ ーザーへの利用提案およびビームラインへの要望提示は 大変有意義であった。次に行われた東大山下氏による回 折データ処理プログラム XDS の紹介では、その動作原理 や HKL2000 との違いなどを分かりやすく解説していただ き、また最近開発が活発に行われている新しいプログラ ム DIALS についても紹介があった。量研機構平野氏によ る SHELXL を用いた精密化の紹介では、高分解能構造解 析ではスタンダードでありながら、多くの人にとって普段 なかなか利用する機会がない SHELXL の使い方について 実例とともに分かりやすく解説いただいた。午後の部、後 半では東京理科大学の端末室に移動し、筆者による XDS/



図1 講習会の様子

SHELX を用いた Native-SAD データの解析と、徳島大真板氏による CCP4/Coot の使い方に関する演習が行われた。実際のデータを用いて演習を行うことで初心者にとってはより良い理解につながったと思われるし、中/上級者の参加者からも「おぉー、こんな使い方があるのか!」などの反応を見ることが出来た。最後には KEK 千田氏より、本講習会の総括および解析技術共有に関するユーザーへの期待などが述べられ講習会は幕を閉じた。

このように本講習会は大変有意義なものであったが、これは単に PF-UA タンパク質結晶構造解析ユーザーグループ幹事会の皆様、そして講師の皆様のご尽力の賜である。この場を借りて感謝の意を表したい。

<プログラム>

(午前の部)

「XDS/SHELX/CCP4/coot のインストールサポート」 有志メンバー

「タンパク質結晶構造解析の基礎」 西野達哉(東理大)

(午後の部)

「PF ビームラインの現状」

松垣直宏 (高エネ研)

「全自動測定ビームタイムを使ってみて」

藤橋雅宏(京大)

「XDS による回折データ処理 (DIALS も少々)」

山下恵太郎(東大)

「SHELX による精密化の紹介」

平野優(量研)

「XDS/SHELX の演習 |

山田悠介(高エネ研)

「CCP4/Coot の講義と演習」

真板宣夫 (徳島大)

PF 研究会「多様な物質・生命科学研究に 広がる小角散乱〜多(他)分野の小角散 乱を学ぼう!」開催報告

小角散乱ユーザーグループ代表 京都工芸繊維大学 櫻井伸一

「多様な物質・生命科学研究に広がる小角散乱~多(他)分野の小角散乱を学ぼう!」と題しました PF 研究会を,2018 年 12 月 20 日 (木),21 日 (金)の2 日間に渡って,KEK4 号館セミナーホール(初日),ならびに3号館セミナーホール(2日目)において開催いたしました。これまでの PF 研究会とは趣を異にして,1件当たりの講演時間を質疑応答込みで15分とし,たくさんの演者に登壇頂き,聴講される参加者ご自身のご研究の分野とは異なる分野の研究事例を広く知って頂きたいという思いで,型破りな PF 研究会を開催させて頂きました。このような開催趣旨にご賛同頂き,お陰さまで,初日は18件,2日目は20件のご講演を賜りました。また,参加者は合計72名という規模で,2日間の日程を盛会裏に終了させて頂くことができました。

小角散乱は、無機・金属・生物・高分子など、多くの分 野でなくてはならないツールとなっています。しかしなが ら、初心者のユーザーからは「小角散乱はとっつきにく い」という意見を聞くことが多く、また、ともすれば、熟 練したユーザーでも小角散乱の種々の有効性を活かすこと なく, お決まりの解析方法で満足し研究を慢性的に続けて いる、という場合があることも否めません。他の分野で実 施されている実験や研究の内容を知ることは、自身の研究 の展開の刺激になり、研究の殻を打ち破る良い機会になる ことは疑う余地がありません。あるいはまた、ご自身が常 日頃抱いている疑問の数々、研究のブレイクスルーをした いのにできなくて困っているなどの相談を、他の分野の研 究者に対して問いかけてみることも重要です。自分が行な っている実験方法やデータ解析方法以外の手法に気付かせ てもらえるようなアドバイスを, 分野の異なる研究者から もらえることも十分あり得ますし、そもそもそういう認識 すら持っていなかったことに自分自身が気付く機会にもな ります。その意味で、分野の裾野の広がりが著しい小角散



図1 集合写真



図2 会場の様子

乱ユーザーが一堂に会して、たくさんの研究発表を一つの 講演会場で座して聴講する機会を持つことは、非常に有効 です。しなしながら、ご自身が所属している学協会以外の 研究発表の場には、なかなか参加する機会がなく、自らそ のような機会を作ることは困難です。このような機会を作 ることは、研究のツールとして小角散乱という同じツール を用いているユーザーグループの使命であると考え、この ような企画を立案した次第です。

今回の PF 研究会では特に、大御所の先生に一つのテー マで深くお話をお伺いする機会を提供する、というよりも むしろ, 大学院生, あるいは, 若手教員クラスの研究者の 方々の研究発表を短時間でもいいので、できるだけ数多く 聞くことのできる機会をユーザーに提供することを目的と させて頂きました。「普段、交流はあるが実際どのような 研究をやっているのか実はよく知らなかったので、今回の PF 研究会に参加できて本当に有意義でした」というご意 見を多数の参加者の皆様から頂きました。当初,15分× 30件程度を念頭に募集を開始致しましたが、それを8件 も上回るご講演のお申し込みを頂き、予想以上の大きな反 響に我々世話人一堂(清水伸隆氏, 五十嵐教之氏; KEK 物構所),嬉しい悲鳴を上げました次第です。プログラム 編成では、かなり無理をして時間的に詰め込みすぎたとい う反省も込めて,次回の企画に反映させたいと考えます。 今回のような形式の研究会を毎年開催するのは負担が大き 過ぎますので無理だとしても、2~3年に一度の頻度で実 施することが重要だと感じました。

38件ものご講演の内容をご紹介するのは、紙面の都合で省略させて頂きます。また、演題を載せるだけでもかなりの分量を取ってしまいますので、詳細は下記の研究会ホームページをご覧頂くとしまして、本稿では分野別に概要をご紹介させて頂きます。最も発表件数が多かった分野は、生物・生命関連物質研究分野で14件でした。続いて、高分子・高分子材料研究分野で12件、また、高分子以外のソフトマター研究分野の発表が6件、金属材料研究分野が5件でした。その他のご発表として、1件ですが食品(チョコレート)に関する発表がありました。また、X線だけでなく中性子散乱との相補利用による研究発表も3件程



図3 懇親会の様子

度ありました。マイクロデバイスを用いた測定、PF における BioSAXS、深層学習(ディープラーニング)を用いた成分解析、高分子材料の延伸過程での構造解析、核共鳴小角散乱、等のキーワードで興味深い発表が目白押しに続き、質疑応答の時間が絶えず超過傾向になってしまいましたが、非常に有意義な盛りだくさんの内容でありました。

特にこれらからの小角散乱の担い手である若手研究者の 皆様の交流を推進させて頂くことができたのではないかと 自負しております。折角、生身の交流ができたことに加え て, 研究内容の相互理解が深まった訳ですので, 今後の小 角散乱ユーザーグループの運営に積極的に関わって頂ける ような運営体制に刷新させて頂こうという思いを、小角散 乱 UG 代表として新たに致しました。皆様方の積極的なご 参画を大いに期待しています。今回の PF 研究会の開催の 成果としましては、単に多(他)分野の小角散乱を学ぶ ことができただけでなく、今後の小角散乱 UG 活動の活性 化に大きく貢献できたものと思っております。ご参加頂き ました全ての皆様、研究会の冒頭でご挨拶頂きました千田 俊哉放射光科学第二研究系研究主幹(KEK 物構研),懇親 会でご挨拶頂きました瀬戸秀紀物構研副所長(KEK 物構 研), また, 開催に当たり多方面からのご支援・サポート 頂きました PF 所内スタッフの皆様に深謝申し上げ、筆を 擱きます(研究会ホームページ:https://www2.kek.jp/imss/ pf/workshop/kenkyukai/20181220/index.html)_o

小角散乱の国際会議(SAS2018)に参加 して

群馬大学理工学府 博士後期課程一年 味戸聡志

10月7日から10月12日にかけて開催された小角散乱の国際会議 XVII International Small Angle Scattering Conference (SAS2018) に参加しました。SAS は小角散乱を扱う学生にとって憧れの国際会議ですので、開催前から非常に楽しみにしておりました。開催地は米国ミシガン州北部のトラバースシティで、ミシガン湖と紅葉の美しいコントラストの中での会議となりました。

登録日の午前中は観光する余裕があったので、先生方と共に湖岸とダウンタウンを散策しました。小さな町でしたので徒歩で回ることができ、地元の食材を使ったハンバーガーと地産ビールを昼間から堪能しました。会場に着いてまず目に付いたものは、広くはないエントランスに並べられた装置の展示です。各社のラボ SAXS 測定装置や検出器が所狭しと展示されており、小角散乱の国際会議ならではの光景でした。私は放射光X線しか利用経験がなかったためラボ SAXS 装置を見学する良い機会となり、予想以上の性能とその価格に恥ずかしながら驚かされてしまいました。改めて放射光共同利用施設の有り難みを痛感した次第です。

私自身の研究テーマがタンパク質を対象としていることもあり、会議では生体高分子の講演を中心に聴き、その合間に測定手法・モデリングのセッションに出席しました。全体を通して最も印象的だった点は、タンパク質に関する講演のほとんどでSEC(Size-Exclusion Chromatography)-SAXS 法(凝集体等を除去して単分散の散乱を測定する手法)が利用されていたことです。私は利用経験がないため実感がありませんでしたが、タンパク質の構造を議論する上でSEC-SAXSが世界的に標準となっていることを強く認識しました。SEC-SAXSによって容易に単分散の散乱が得られるようになったためか、多くの講演で散乱曲線か



図1 会場の様子



図 2 開催会場 (Grand Traverse Resort & Spa) のエントランス写真

ら導いた詳細な三次元モデルが示され、視覚的に分かり易い発表が多かった印象です。モデリングのセッションでは新しい解析法やプログラムがいくつも発表され、小角散乱の解析法が発展途上であることを知ることとなりました。これら多くの講演を聴講したことで小角散乱が測定手法として進化し続けていることを痛感し、研究者として取り残されないように日頃からの情報収集を心がけたいと思いました。

私は英語が苦手なため自身のポスター発表が大変憂鬱で したが、お酒のサーブもあったせいかフランクな方が多く、 皆さん小角散乱の利用者ということもあり議論しやすい環 境で助かりました。専門家だけあって散乱の概念や解析プ ログラムの使い方といった踏み込んだ質問が多く、他の学 会では味わえない貴重な発表体験を得ることができまし た。エクスカーションでは私は初めてながらマウンテンバ イクでのサイクリングに参加しました。経験者向けのコー スを雨天の中実施したため肉体的にハードなアクティビテ ィとなり、紅葉の中を風を切って進む爽快感と疲労や寒さ からくる悲壮感を同時に味わえる思い出深い経験となりま した。日本に長期滞在されていた参加者からは筑波山のサ イクリングを勧められましたので、機会があれば挑戦した いと思います。学会賞の授賞式はバンケットの前に執り行 われ, Guinier Prize Award には Svergun 教授が選ばれました。 Svergun 教授らが開発された解析プログラムを利用させて 頂いてることもあり、門外漢ながら感慨深いものがありま した。バンケットでは地元のネイティブアメリカンの方々 によるショーを楽しみつつ普段は接点のない先生方と熱く 語らわせて頂き, SAS2021 でまた皆様と会えることを今 から楽しみにしております。

最後にこの場をお借りし、このような素晴らしい会議を 主催して下さった実行委員の先生方に厚く御礼申し上げま す。

bMASR2018 に参加して

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科 亀沢知夏

2018年10月23-27日に中国の北京にて、bMASR2018 (bioMedical Application Synchrotron Radiation, 放射光医学 生物学応用国際ワークショップ)が開催されました。この 会議は、放射光X線を利用した医学及びバイオメディカル 関係のワークショップです。1992年に茨城県の大子町で (当時) 高エネルギー物理学研究所放射光施設と筑波大学 臨床医学系の共催で第一回が開催されました。その後も世 界各国の放射光施設が主催して3年に一回程度の頻度で開 催されており、今回で9回目です。次回は2021年にイタ リアで開催予定と発表されました。今回は世界各国から全 体で約100名程度出席し、診断と治療、基礎医学研究に関 する口頭講演、ポスター発表と各国の放射光施設の最新状 況の報告がありました。演題は治療に関するものが 1/3, 診断に関するものが 1/3, また放射光施設報告が 1/3 程度 です。私にとっては、博士課程に入学後最初の国際発表で もあり、大変楽しみでした。

施設報告で最も印象的だったのは、開催地でもある北京の新しい放射光計画です。放射光は The High Energy Photon Source (HEPS) と呼ばれ、6 GeV、直径 1300 m、水平方向のエミッタンスは 0.06 nm·rad のものを計画しています。Phase 1 では、テスト用ビームライン(光学系開





図 1 会議の様子(上)と集合写真(下)。会議場は北京の政府施 設を使用した。

発テスト用)と他 14 のビームラインを 2018 年から建設を 開始し、2025年に運転開始する予定です。硬X線イメー ジングビームラインや、ナノ分解能を持つイメージングが 可能なビームライン等を計画しています。他国の放射光施 設の発表も大変すばらしいものでした。スイスの放射光施 設のイメージングビームライン(TOMCAT)では,測定 から解析まで一貫してリアルタイムで画像を確認すること ができるシステムを開発運用しています。吸収イメージン グ,位相イメージングなど様々なイメージング手法を,様々 な視野サイズや空間分解能で使用することができ, かつダ イナミクスをとらえることができます。画像処理まで合わ せてビームラインを開発しています。光学系だけではなく 検出器や解析ソフト開発まで含めてチームで研究推進を行 っている報告は、欧州でいくつも発表がありました。カナ ダの放射光施設では、ポリクロメーターを利用した多波長
 を同時に入射する方法などの発表がありました。

また、イタリアとオーストラリアの放射光施設は、人へ対するマンモグラフィの位相コントラストイメージングのシステムの研究開発の報告がありました。実際にイタリアでは2006-2009年に人への放射光利用が行われ、オーストラリアの放射光では2020年に最初の人に対する方法を開始する予定です。このマンモグラフィは圧迫する必要がなく、さらにこれら施設は治療もできる設備を兼ね備えています。検出器はPhoton Counting形式のものが数多く報告されていました。アルツハイマー、肺がんなど数多く報告されました。

治療分野では、放射光を利用した microbeam radiation therapy とナノパーティクルを組み合わせた方法が、欧州とオーストラリアで研究が盛んになっています。また放射線診断および放射線治療に重要な線量測定に関しても報告がありました。いかに少ない線量で測定できるか、また線量測定の正確さに関しても議論が行われていました。

私は Basic study on the advantage of vertically polarized synchrotron radiation for medical imaging at the Photon Factory というタイトルで発表し、現在では世界で唯一の縦偏光放射光のメリットについて報告しました。

この会議のメインイベントは Banquet といっても過言ではないと思います。伝統的に各国対抗でカラオケをします。



図2 北京放射光建設現場。まだ形は何もなく広い土地があった (PFの兵藤一行先生(左)と総研大DI三木宏美さん)。

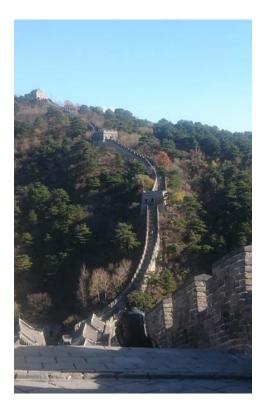


図3 万里の長城

特に各国の代表的な研究者が率先してマイクを握り、ときには国も関係なくみんなで踊り楽しい時間を過ごしました。研究するときは全力でやり、遊びも全力でやるというのを体現されていました。

また最終日には北京に建設される放射光とそれを取り巻く町全体の計画(怀柔科学城:Huairou Science City)について、北京怀柔科学城展示中心(Exhibition Center)という施設にて紹介していただきました。この計画は、放射光を中心として、大学、複数の研究所、国際会議場や居住区を設け科学都市にし、2050年には世界で一流の重要な科学技術と人が集まる場所にするという計画です。都市全体では100 km²の面積を誇り、30000人のスタッフ、学生を集め、200億元(日本円で3237億円)の予算規模です。展示場内には、広いジオラマやきれいなCGを多数取り入れた動画など、力の入れ具合を感じました。その後放射光の建設地へ行きました。まだ形はありませんでしたが、大変広い土地がありました。

さらに中国の万里の長城へ行きました。スキー場のリフトのようなもので上へあがります。大変長く、高く、一時間ですべてを見ることは不可能です。当時の人々は、どんなに苦労して作ったのだろうと驚きました。また紅葉がきれいな時期で大変美しかったです。最後は滑り台を5分ほど滑り下山しました。

この会議に参加し、世界で活躍されている研究者の、研究だけでなく何事にも全力で取り組むパワーを感じることができました。この経験を生かして、引き続き研究に取り組んで参りたいと思います。