

「2015 年度量子ビームサイエンスフェスタ / 第 7 回 MLF シンポジウム / 第 33 回 PF シンポジウム」開催報告

2015 年度量子ビームサイエンスフェスタ実行委員会
 実行委員長 佐賀山基 (KEK 物構研)
 副委員長 丸山龍治 (原子力機構 J-PARC センター)

「2015 年度量子ビームサイエンスフェスタ」を 3 月 15 日 (火) ~ 16 日 (水) につくば国際会議場にて開催いたしました。本会は放射光, 中性子, ミュオン, 低速陽電子の 4 つの量子ビームの総合的な利用促進を目的として 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 利用者懇談会が年に一度開催しています。昨年度まで「物構研サイエンスフェスタ」として開催されていましたが, より広く量子ビームサイエンスの発展に寄与することを目指して, 今回から名称を「量子ビームサイエンスフェスタ」に変更いたしました。初日 15 日はサイエンスに主眼をおいた合同セッションを行い, 16 日はそれぞれの施設が第 33 回 PF シンポジウム, 第 7 回 MLF シンポジウムを並行して開催いたしました。本稿では合同セッションと PF シンポジウムの当日の様子を紹介いたします (<http://qbs-festa.kek.jp/2015/index.html> にて講演要旨をご覧ください)。

15 日は金谷利治 MLF ディビジョン長, 物構研教授による開会の挨拶からはじまり, 最初の基調講演では, 高橋嘉夫 東京大学大学院理学研究科教授が「放射光を用いた地球科学・環境科学: 夢と安全の追及」と題して, 地球規模で起こる気候変動のメカニズムの解明において量子ビームによる分子原子レベルでの素過程を明らかにすることが重要な役割を果たしていることを紹介されました。二つ目の基調講演では五十嵐圭日子 東京大学大学院農学生命科学研究科准教授が「中性子構造解析で可視化するタンパク質本来の姿—多重互変異がセルラーゼの活性に与える影響—」と題して, X 線と中性子の共利用による酵素タンパクの構造研究について講演を行い, タンパク質をこれまでで



図 1 開会挨拶を行う金谷利治 MLF ディビジョン長 (左) と座長の山田和芳物質構造科学研究所所長 (右)。



図 2 基調講演を行う東京大学・高橋嘉夫先生 (左) と東京大学・五十嵐圭日子先生 (右)。



図 3 山内正則 KEK 機構長 (左) と三浦幸俊 日本原子力研究開発機構理事 (右)。

上にダイナミックな分子として認識することが重要であることを示されました。文部科学省より神代浩 科学技術・学術政策局総括官の来賓挨拶を賜り, 続けて, 山内正則 KEK 機構長と三浦幸俊 日本原子力研究開発機構理事よりご挨拶がありました。会場ステージにて参加者全員で記念写真を撮影し, 昼食休憩となりました。

午後からはポスターセッションが行われ, 300 件を超える発表がありました。毎年, PF-UA と J-PARC/MLF 利用者懇談会は共同で学生による優秀な発表を選出し, 奨励賞を授与しています。今年も 73 件と多数の応募があり, 審査対象のポスターではひときわ熱い議論が展開されていました。続いて, 口頭発表が平行で行われ, 前半で二会場, (A1) 量子ビームを用いた生命科学研究, (B1) 量子ビームを用いた強相関物質科学, 後半では三会場, (A2) 量子ビームを用いた表面・界面の研究, (B2) 量子ビームを用いた反応科学研究, (C2) マルチプローブ研究からの成果創出, と題したセッションが実施されました。名称が量子ビームサイエンスフェスタに変更になったことを受けて, 電子線回折や短パルスレーザーを用いた研究に関する発表もありました。サイエンスフェスタではポスター発表や講演をプローブではなく研究内容で分類していることが大きな特徴です。それぞれのセッションで, プローブの垣根を越えて新しいサイエンスの創出や展開を目指した闊達な議論が行われていました。



図4 集合写真。



図5 B1会場でのパラレルセッションの様子。新居陽一先生(左)と山崎裕一先生(右)。

懇親会は村上洋一施設長の開会挨拶により始まり、文部科学省より上田光幸 科学技術・学術政策局研究開発基盤課量子放射線研究推進室長、山田修 茨城県東海村村長、からそれぞれご挨拶を賜りました。また、横溝英明 CROSS 東海センター長のご発声による乾杯の後、奨励賞授与式が行われました。詳細については「PF-UA だより」の別稿にて述べられるので割愛します。本年度は審査の時間を午後の最初にすることが功を奏し、受賞者6名全員が出席して華やかな式になりました。後半では平井光博 PF-UA 会長、鳥養映子 J-PARC/MLF 利用懇会長、齊藤直人 J-PARC センター長よりご挨拶をいただき、最後は曾山和彦 MLF 副ディビジョン長のお言葉で閉会となりました。2日目の PF シンポジウムは、施設のあり方や運営について施設側とユーザーとが直接議論を行いました。今年度は直前に KEK 放射光(仮称)の詳細が公開され、PF の将来計画について重点的に議論が行われました。平井 UA 会長の挨拶からはじまり、施設スタッフから KEK 放射光(仮称)の現時点での検討状況を、蓄積リング、挿入光源、ビームライン、ユーザー利用プログラムについて報告されました。さらに、山内 KEK 機構長とユーザーが直接話し合う時間が設けられ、実現のために忌憚のない意見交換がなされました。ユーザーグループからは新光源を使った新しいサイエンスが提案され、参加者全員で総合的な議論が行われました。ここではユーザーと施設が一体となって計画を推進し、トップサイエンスの創出を目指すという強い決意が確認され、次期光源の実現に向けた大きな一歩となりました。本年度の全体での参加者総数は 569 名、PF シンポジウムでは 302 名となり、過去最高だった昨年度とほぼ同数に達



図6 懇親会での奨励賞授与式の様子。



図7 将来計画について説明をしている村上施設長(左)と PF シンポジウムの様子(右)。

しました。年度末のお忙しい中を多くの方々に参加していただき、実行委員会を代表して感謝申し上げます。サイエンスフェスタと PF シンポジウムは施設スタッフとユーザーが一堂に会し議論を行うことができる貴重な場です。今後、将来計画が具体化されていく中で、いろいろな意味でその重要性は増してくるものと思われます。サイエンスフェスタは今年で四回目、PF シンポと MLF シンポが同時開催するようになって三回目になりましたので、運営に関する経験値はだいぶ上がってきましたが、一方で細かいところではまだまだ課題は山積しています。より充実したフェスタにするべく、KEK 物構研、MLF のスタッフが共に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、準備から開催当日まで積極的に活動していただいた実行委員の皆様、当日にきびきびと働いてくれた学生アルバイトの皆様、そして、いつもながら事務手続き全般と会場設営にご尽力いただき、運営を献身的に支えてくださいました事務局の皆様に深く御礼申し上げます。

2015年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して

大阪大学 大学院理学研究科 萩原健太

私は、3月15、16日に行われた2015年度量子ビームサイエンスフェスタに参加させていただきました。私自身にとって、一人で学術ミーティングに参加するのは初めてのことで、大変緊張しながらこの日を迎えました。

2015年11月にPhoton Factoryを利用させていただき、現地スタッフの方のご協力もあり大変素晴らしい結果が得られました。今回私はその成果をメインとした発表のためポスターセッションに参加しました。

初日の基調講演が終わり、ポスターを張りに行くと、まずその数に圧倒されました。コアタイムが終わってから気が付いたのですが、ポスター会場は2箇所あり、私が圧倒されたのはそのうちの小さいほうの会場だったようです。ポスターセッションが始まってみると、人、人、人・・・、発表者を含め会場には200人程度いたのではないのでしょうか。私のポスター発表にも、たくさんの方々が聞きに来てくださり有意義な議論を行うことができました。私の発表内容は、強相関電子系、表面、光物性など多くの分野にまたがっていたため、それぞれのご専門の方々とじっくりと議論させていただく非常に良い機会になりました。一人一人と長時間議論をしていたせいか、結局他のポスターを見に行く時間はほとんどありませんでした。気になっていた発表は聞きに行くことができましたが、ほかにも面白そうなポスターが何件もあったので、見に行けず少し残念でした。

ポスターセッションに加えパラレルセッションでは最先端の研究や測定手法についての興味深い講演を数多く聞くことができました。とりわけ興味を引いたのは、兵頭先生の「KEK 物構研における陽電子表面回折の最近の進展」というご講演でした。私の研究テーマは前述のように表面分野を含み、低速電子線回折測定を行うことも多いため大変勉強になりました。全ての物質で陽電子に対する内部の静電ポテンシャルは正なので、陽電子をプローブとして使うことで最表面の情報のみを含む回折パターンを得ることができるというのは、非常に画期的であると感じました。

残念ながら全てのプログラムに参加することはできませんでしたが、非常に楽しく充実した二日間でした。最先端の研究や、測定手法について知見を得られたことは勿論、



図1 ポスターセッションの様子。

私自身の研究に対しても様々な視点からご指摘をいただくことで、理解を深めることができました。

最後になりますが、今回このような執筆の機会をいただきましたことに心より感謝いたします。ありがとうございました。

PF 研究会「先進的放射光利用による原子分子科学」開催報告

上智大学理工学部 小田切丈
放射光科学第一研究系 足立純一

PF 研究会「先進的放射光利用による原子分子科学」が2016年1月12日（火）に4号館セミナーホールにて開催された。原子分子科学は、有限量子多体系である原子・分子・クラスターの分光および動的挙動を研究対象とするが、利用する放射光、実験内容、基盤となる実験技術は多岐にわたっており、個々の研究者は独立に装置・技術開発を行う現状にある。原子分子物理学という切り口で集まることはあっても、放射光利用研究について集中的に議論することは最近少なくなってきた。この背景には、国内において他の光源が建設されたことによる影響が少なくない。一方、近年、放射光源の時間的、空間的コヒーレンスの向上、および、要素実験技術の発展に伴い、原子分子科学においてもこれまでにない新しいサイエンスが展開できる可能性が高まっている。近い将来に期待される放射光源の性能を視野に入れながら、PF ユーザーに限らず、普段 SPring-8、FEL 施設、UVSOR、および SAGA-LS といった他の光源を利用する研究者、および、放射光のポテンシャルユーザーを交え、研究・実験内容に対する相互理解、相補的技術利用による発展的研究の可能性を探り、先進的な放射光利用による今後の展望について議論する目的で、研究会は開催された。日程は、参加者の地理的状況を考慮し、柏で開催された日本放射光学会年会の直後に設定した。

始めのセッションでは、PF ユーザーを代表して3件の研究発表があった。早川氏はトラップしたクラスターイオンに対するX線吸収分光から触媒活性のメカニズムを探る研究について、北島氏は直入射分光器からのVUV光を利用した電子ビーム発生と超低エネルギー電子-分子衝突研究について、東氏は高分解能電子分光と放射光の時間構造を利用した基礎研究について発表を行った。午前後半は、UVSORの繁政氏、SPring-8の下條氏により、それぞれの光源紹介とそれを利用した種々の研究について、光の性質と実験技術を中心としたレビューがあった。島田氏からは、SPring-8のX線と液体分子線を利用した液相中のDNA関連分子に対するX線吸収分光について発表があった。

午後始めのセッションでは、PF 光源系の原田氏、ERL推進室の河田氏から次世代光源の性能について詳細な紹介があった。また、SAGA-LSの金安氏より放射光ビーム軸上の光渦を利用した研究について提案があった。その後休



図1 会場の様子。

懇をはさんだのち、放射光のポテンシャルユーザーとして
 歸家氏と松本氏から、それぞれ、高強度フェムト秒レーザー、
 イオン蓄積リングと放射光の組み合わせによる新しい
 実験の提案があった。歸家氏の提案は cERL でのコヒー
 レント SR 生成による THz 光を利用した光ドレスト状態の観
 測、松本氏のもの巨大分子イオンのエネルギー緩和過程
 に関する研究であった。他の量子ビームとの連携では放射
 光輝度、パルス繰り返し率が研究の成否を左右するため、新
 しい光源に対して期待する内容であった。また、FEL 利
 用研究として、James Harries 氏から超放射の観測、菱川氏
 から非線形光イオン化過程の観測、上田氏から分子イメ
 ジングと EUV-pump/EUV-probe 実験についての紹介があっ
 た。

以上のように、原子分子科学らしく非常に多様な研究内
 容について講演が行われた。研究会の最後には、放射光を
 用いた原子分子クラスター科学の展望について総合討論
 が行われた。上田氏からは、基礎研究での今後の予算獲得の
 難しさに対する指摘があった一方、10 年、20 年のスパン
 で実現にこぎつける夢をもつ重要性について若い研究者に
 対する激励があった。予算獲得、ビームタイム、光の性
 質など様々な理由により PF の原子分子科学 UG としては
 メンバーが減少している。研究会の始めて KEK 雨宮氏か
 らも指摘があったように、原子分子科学で得られた知見は
 様々な分野への波及効果があるうえ、光源新設のたびに先
 端研究を展開することにより光源の性能評価という側面
 でも放射光科学に貢献してきた経緯がある。今後も、PF の
 次期中期計画の公開に際して研究者間の交流を継続し、先
 端的放射光利用を進めていくことを確認して閉会した。

閉会后、ほとんどの参加者は研究学園駅付近のワインバ
 ーにて開催された懇親会に参加し、将来の研究計画、原子
 分子科学という線引きの是非など、様々な観点で総合討論
 からの議論を継続する一方、昔話にも花を咲かせた。

《プログラム》

「はじめに」 小田切 丈（上智大）
 施設長挨拶（雨宮 健太）
PF における原子分子クラスター科学

「サイズ選別した気相クラスターの X 線吸収分光」

早川 鉄一郎（コンボン研）

「放射光を用いた電子 Cold Collision 実験」

北島 昌史（東工大）

「放射光原子分光における基礎物理」

東 善郎（上智大）

他放射光施設での原子分子クラスター科学

「UVSOR 蓄積リングの高度化と原子分子研究を振り

返って」 繁政 英治（分子研）

「最近の SPring-8 での原子分子研究について」

下條 竜夫（兵庫県立大）

「液体分子線を用いた溶質分子の内殻電子分光」

島田 紘行（農工大）

新しい光源

「最先端 3 GeV リングの設計」

原田 健太郎（KEK 加速器）

「ERL-FEL をベースにした大強度 EUV 光源開発の検討」

河田 洋（KEK 物構研）

「極端紫外光渦の生成と原子分子実験への適用」

金安 達夫（SAGA-LS）

原子分子クラスター科学の展開と FEL 利用研究 #1

「レーザーアシステッド電子散乱による分子イメージング」

歸家 令果（東大）

「卓上型静電イオン蓄積リングを用いた高温巨大分子の
 遅延過程の研究」 松本 淳（首都大）

「FEL 励起由来の原子分子からの超蛍光：観測と展望」

HARRIES, James（SPring-8）

原子分子クラスター科学の展開と FEL 利用研究 #2

「深紫外強レーザーパルスによる非線形原子過程」

菱川 明栄（名古屋大）

「加速器ベース光源による原子分子研究の展望」

上田 潔（東北大）

「総合討論」 司会 副島浩一（新潟大）

PF 研究会「徹底討論！小角散乱の魅力～ 基礎・応用・産業利用」の開催報告

京都工芸繊維大学繊維学系 櫻井伸一
 （小角散乱 UG 代表）

小角散乱は、ハードマター・無機・金属関連分野、生物
 関連分野、高分子・ソフトマター関連分野において、なく
 てはならない構造分析ツールとなっている。3 年に一度、
 小角散乱国際会議も開催されており、2006 年に京都で開
 催されてから 10 年がたとうとしている。また、PF の小角
 散乱ユーザーグループ（小角散乱 UG）が統合されて 4 年
 が経過したが、ちょうどこの統合が検討されていた 2011
 年に、当時の小角関連の UG（酵素回折計 UG、(旧) 小角
 散乱 UG、及び BL-9C の SAXS ユーザーチーム）が企画し
 た PF 研究会が開催されている。それ以後、しばらく開催

されていなかったため、今回の PF 研究会は、4 年ぶりにユーザーが一堂に会する機会を持ちたいという思いで企画された。一方、PF では近年、小角散乱ビームライン・装置の高度化が重点的に進められており、より最先端の測定がユーザーフレンドリーな環境で行えるように整備され、それにともない産業利用も含めてユーザーの裾野が大きく広がった。現在、小角散乱専用のビームラインは、BL-6A, BL-10C, BL-15A2 の 3 つである。とりわけ、BL-15A2 は、2014 年 11 月から供用が開始されたばかりであり、これまでの PF スタッフの方々の尽力によって、ビームの状態も安定し、ようやく軌道に乗りつつある。すでに低エネルギー X 線（テンダー X 線）を利用した GISAXS 測定により研究成果が上がっている。このような状況に対応して、小角ユーザーの研究内容の相互理解をさらに深めることと、小角散乱になじみの浅いユーザーや小角散乱 UG に所属しておられない方々にも小角散乱の魅力を知って頂くために、基礎・応用・産業利用の観点から徹底討論をする目的で、標記の PF 研究会を 2016 年 3 月 30 日、31 日の 2 日間にわたって開催すべく準備を進めた。

プログラムの流れについては後述するが、今回はユーザーが一堂に会する折角の機会であるので、徹底討論の標榜にふさわしく「小角散乱の今後と小角ユーザーグループの活動」についてパネリストとともに参加者全員が一体となって討論できる場を作ろうという思いで、パネルディスカッションを構想していた。偶然これが功を奏し、次期新光源に対する討論の場とすることができたことが、大変有意義であったと感じている。今回の PF 研究会の開催日程はベストタイミングであった。というのは、2016 年 3 月 16 日に開催された第 33 回 PF シンポジウムにて KEK 放射光計画（仮称）の検討状況について説明がなされ、次期光源の具体的なスペックが公開された。これを受けて、新光源で実現が期待できる新しいサイエンスや産業の創出について各 UG に意見が求められたのである。また、PF スタッフには年度末に concept design report (CDR) 提出が要請されていた。このような非常に重要な課題について、「UG を代表する意見」を集約するためには、ユーザーが一堂に会して徹底討論すること以外に道はない。今回の PF 研究会では、パネルディスカッションのかなりの時間を「小角



写真1 多くの聴衆で盛り上がる小林ホール。



写真2 白熱するポスターセッションの様子。

散乱が開く新しいサイエンスや新しい産業」についてのディスカッションに充てることができた。

この研究会は、物構研 PF の清水伸隆准教授、五十嵐教之准教授の世話人の協力を得て、さらには、大勢のスタッフの皆様の尽力によって、2016 年 3 月 30 日、31 日の 2 日間にわたって KEK 研究本館・小林ホールにて開催された。PF ユーザーを含む一般の参加者 72 名、学生 25 名、企業からの参加者 29 名、KEK 所属の参加者 31 名で合計 157 名ものご参加を頂いた。会場風景の写真（図 1）が示すように、定員 248 名の広い小林ホールが聴衆で埋め尽くされた。口頭発表は、若手枠 2 件以外は全てこちらから依頼させて頂いた。若手枠はポスター発表申し込み者の中から、大学院生（博士後期課程）、若手研究者を選んで口頭発表に切り替えて頂いた。また、ポスターセッションは 46 件であった。これもかなりの件数で、小林ホール脇のオープンスペースでは入りきれなかったため、第 2 会議室を借りてポスターボードを設置した。写真 2 に示すように、部屋いっぱいに参加者があふれ、熱い議論が 1 時間 30 分にわたって繰り広げられた。この研究会の目的のひとつである「小角ユーザーの研究内容の相互理解をさらに深める」目的が達成されたのではないかと考えている。

初日は、平井光博 PF-UA 会長のご挨拶、村上洋一 PF 施設長のご挨拶に引き続き、先端的な測定を行なっている研究者からの講演のあと、ポスターセッションをはさみ、次期光源のビームの特徴やそれを活かしたビームラインや手法等に関する講演が行なわれた。初日の夕刻には、研究本館内ラウンジで懇親会を開催した。73 名の方々に参加して頂き、「小角散乱が開く新しいサイエンスや新しい産業」についての、様々な分野の参加者と忌憚ない意見交換をすることができた。

2 日目は、本研究会の大きなテーマのひとつである産業利用に関する講演、若手研究者による講演、そして本研究会の目玉である、パネルディスカッションが行われた（写真 3）。

パネルディスカッションでは、まず「小角散乱 UG の今後の活動」について議論した。活発に研究展開をしているユーザーを数多く抱えている小角散乱 UG としては、個々

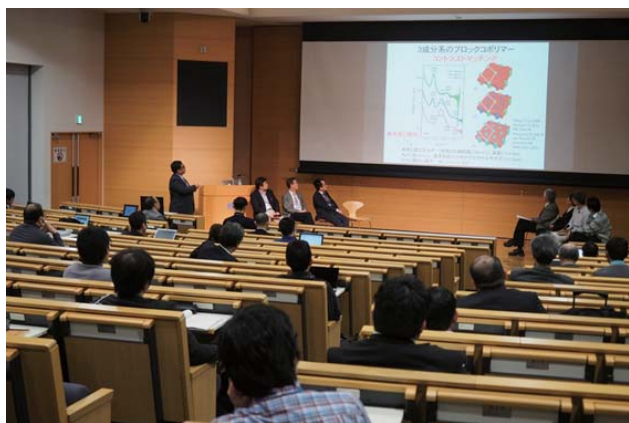


写真3 最後のパネルディスカッション。

の成果をグループ丸となって積極的に支援し広報活動を進めたい(具体的には、個々のユーザーが所属している学協会の顕彰候補者として推薦するなどの活動)、また、このような小角散乱の研究会を、今後このPF研究会で形成できた人的ネットワークに基づいて、小規模でもいいので定期的に開催したい、等の活動が提案された。

次に、平井 PF-UA 会長ならびに佐藤前 PF-UA 会長から、世界に発信できるような小角散乱の flagship を考えて欲しいという命題が与えられ、これについてかなりの時間を使って討議を行った。著者による「新光源に期待する!」と題した趣旨説明を皮切りに、PF 清水伸隆先生による「X線小角散乱ビームラインは今後何をを目指すのか?」と題して CDR 作成に向けた取り組みが説明された。内容は初日の講演内容と同じであったが、議論の方向付けとして再度説明をお願いした。その後、著者が司会進行役をつとめて、7名のパネリスト(氏名は後述)をリーダーとして討論に移った。

まず、各パネラーの先生方からご意見を頂いた。非常に濃い内容だったので、全てをここに記すことはできないが、簡単に抜粋して紹介する。雨宮先生からは、次期光源の性能としては ERL に迫るものであること、そして ERL 計画の時に十分に議論してきたはずなので、その議論を活かすべきであるとの示唆を頂いた。また、3つのフィージビリティが重要であり、その中でも実現性という観点が非常に大事であり、安定性や信頼性が PF の良い所である。確実に実現できる・確実に使えるものが PF には望まれているのではないかと、とのコメントがあった。佐藤先生、平井先生からは、そのフィージビリティに対し、現在の様々な状況からほとんどクリアできそうだとのコメントがあり、その実現性を高めるために、この flagship が非常に大事であることが説明された。雨宮先生からは、次期光源の性能の観点からは、テンダー X 線の利用が唯一最大の flagship となるとのコメントがあり、清水先生から、実際の CDR でも小角散乱のビームライン的(実験手法的な) flagship としては、テンダー X 線のコヒーレント GISAXS を挙げていることが説明され、解析手法の開発や実際の応用例について、小角散乱の専門家の先生方の協力が必要で

あるとの話があった。次期光源で狙うターゲットについて、各先生から意見を頂き、上久保先生からは手法的には crude science、佐藤先生から課題解決型の提案として医学の ABC 問題の解決、奥田先生からは金属分野では flagship としては難しいが、実際に波及効果が非常に大きいこと、山本先生からはポリマーだけではない複合系や、不均質な(きたない)ものが非常に面白いことが紹介された。また、実験手法や解析手法の複合化が非常に大事であることが各先生からコメントがあり、平井先生からは、重要な問題を解決するためには今や複合手法の大きなループを形成することが大事で、そのループの中に小角散乱が不可欠なものとして組み込まれているような研究テーマが考えられないか、という提案があった。複合手法の中でも、小角散乱にとって今後計算科学が重要な役割を果たすだろうことが示唆され、非常に微弱なシグナルを抽出するために、例えばポスト「京」コンピュータを活用した big data 解析を取り込むことが重要になってくると言うことが平井先生、上久保先生等からコメントがあった。清水先生から、CDR のサイエンスセクションの構成について説明があり、生命科学分野では、まさしく ABC 問題を課題として、big data 解析を取り込んだ大きなループの中で小角散乱が重要な位置を占めているような内容で検討が進んでいるが、もう一つの材料科学分野については、KEK 内に材料科学をベースとする小角散乱の専門家が居ないために、検討が不十分なのが実情であるため、ぜひ小角散乱 UG で検討して欲しいとのお願いがあった。以上の議論を受け、今後個々のユーザーから様々な提案を小角散乱 UG で受け付けることが案内され、それらの提案の中から課題解決になるような flagship テーマの設定を検討することとし、パネルディスカッションを終了した。限られた時間ではあったが、パネラーの先生方の的確なコメントや会場の皆さんの議論のお陰で、小角散乱 UG の今後の活動や、PF の将来計画の状況把握、また将来計画に向けて UG としてどのように貢献するべきか、時間いっぱい使って有意義な情報交換、意見交換をすることができたのではないと思う。参加者の皆さんには本当に感謝したい。

最後は世話人である五十嵐先生の閉会のご挨拶を以て、2日間のプログラムを終えた。最後まで小林ホールにたくさんの参加者の方々に残って頂き、帰りのバスの時間が迫っている状態であるにもかかわらず、終了予定時間を 30



写真4 集合写真(研究本館小林ホールにて)

分も超過してしまった。この場を借りて陳謝致します。また、本会を企画、運営をするにあたり、世話人の清水先生、五十嵐先生、事務局の小針美由紀さん、高橋良美さん、運営を支援して頂いた西條慎也博士、高木秀彰博士にお世話になりました。実施にあたっては、各所で PF 関係秘書室や PF 業務委託の皆様にご協力をお願いしました。皆様のご協力のおかげをもって、本会を盛大に開催することができました。末筆ではございますが厚く御礼申し上げます。

<プログラム>

3月30日(水)

12:30 ~ 受付開始

13:00 ~ 13:05 開会挨拶 櫻井伸一(京都工繊大)

13:05 ~ 13:10 PF-UA 会長挨拶 平井光博(群馬大)

13:10 ~ 13:20 PF 施設長挨拶 村上洋一(KEK)

13:20 ~ 13:50 「高輝度放射光を活用した先端的小角 X 線散乱」 雨宮慶幸(東大)

13:50 ~ 14:20 「新設 BL15A2 における微小角入射 X 線散乱法による高分子薄膜の深さ分解構造解析」 山本勝宏(名工大)

14:20 ~ 14:50 「蛋白質溶液散乱を用いた多成分平衡状態の構造 / 相互作用解析の試み」 上久保裕生(奈良先端大)

14:50 ~ 15:20 「1 keV から 100 keV まで: 金属材料における小角散乱測定の使い方」 奥田浩司(京大)

15:20 ~ 16:50 ポスターセッション

17:00 ~ 17:30 「高輝度光源の設計」 本田 融(KEK)

17:30 ~ 18:00 「X 線小角散乱ビームラインは今後何を目指すのか?」 清水伸隆(KEK)

18:00 ~ 18:30 「コヒーレント X 線を用いた小角散乱研究」 篠原佑也(東大)

19:00 ~ 21:00 懇親会

3月31日(木)

9:00 ~ 9:30 「PF 産業利用の現状と今後の展開」 木村正雄(KEK)

9:30 ~ 10:15 「小角 X 線散乱を中心とした放射光によるゴムの構造解析」 岸本浩通(住友ゴム工業)

10:15 ~ 10:30 コーヒーブレイク

10:30 ~ 11:15 「放射光小角散乱による界面活性剤分子集合体の溶液状態解析とその製品応用」 小倉 卓(ライオン)

11:15 ~ 11:45 「超々ジュラルミン系複層材のマイクロビーム小角散乱法による評価」 佐藤和史(神戸製鋼)

11:45 ~ 13:00 ランチ

13:00 ~ 13:20 「球状マイクロ相分離構造が配列して作る格子の小角 X 線散乱法を用いた構造解析」 高木秀彰(KEK-PF)

13:20 ~ 13:40 「二量体形成新規人工タンパク質を用いた

蛋白質ナノブロック(PN-Block)による自己組織化ナノ構造複合体の創製」

小林直也(信州大学)

13:40 ~ 15:30 パネルディスカッション

「小角散乱の今後と小角ユーザーグループの活動」, 「新光源に期待する ~ concept design report (CDR) 作成に向けて」

司会: 櫻井伸一(京都工繊大)

パネラー:

平井光博先生(群馬大, 現 PF-UA 会長として)

佐藤衛先生(横浜市大, 前 PF-UA 会長として)

雨宮慶幸先生(東京大, 日本放射光学会元会長として)

奥田浩司先生(京大, 小角 UG 副代表として)

上久保裕生先生(奈良先端大, 小角 UG 副代表として)

山本勝宏先生(名工大, 小角 UG 副代表として)

清水伸隆先生(KEK-IMSS, BL 担当者として)

15:30 閉会挨拶 五十嵐教之(KEK)

第1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（今更聞けないビームラインの使い方）開催報告

京都大学大学院理学研究科 藤橋雅宏

2016年6月24日（金）に、東京医科歯科大学湯島キャンパスを会場に、タンパク質結晶構造解析ビームラインの中級者を対象とした講習会を、2015年度より発足した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主催で開催した。これまでに、初心者を対象としたタンパク質結晶構造解析ビームラインユーザー向けの講習会はたびたび行われてきたが、ある程度経験を積んだユーザーを対象とした講習会は無く、需要は大きいと考えて企画した。

会場に都心を選んだ効果もあってか、申込受付開始より多数の申込を頂き、最終的に79名が参加する盛況の講習会となった。参加者のタンパク質結晶構造解析の経験年数は平均8年強であり、学生から教授クラスまでの幅広い層の参加があった。講習内容としては、現在のPFで出来ることを学び、ユーザーがPFビームラインの現状を理解して、効率的に実験を進められるように手助けを行うことを目指した。このため、現在のビームラインで出来ることをスライド等で説明するだけでなく、会場からビームラインにリモート接続を行って実際の操作を見せるなど、中級ユーザーが実験を行う際のイメージを行いやすいようにした。また、最近のトピックとして、S-SADによる位相決定の実際や、全自動測定の実際などの講演も行った。世話人の不手際で、予定していた時間を大幅に超過してしまったが、参加者は熱心に聞いて、質問を重ねて下さった。

懇親会は講習会場から少し離れた、東京大学大学院薬学系研究科を会場に、講習会参加者の約2/3が参加して行われた。講習会での講演内容についての話題をはじめとした、活発な意見交換が行われた。



図2 懇親会の様子。

< プログラム >

「ビームラインおよび新型検出器の特性を生かしたデータ収集法」

松垣直宏（高エネ機構）

「リモート実験の準備と実演・X線による結晶センタリング」

藤橋雅宏（京大・院理）、沼本修孝（医科歯科大・難治研）、山田悠介（高エネ機構）

「S-SAD法による位相決定」

原田彩佳（総研大 / 高エネ機構）

「全自動測定のすすめ」

藤間祥子（東大・院薬）

< 世話人 >

藤橋雅宏（代表、京大・院理）、沼本修孝（医科歯科大・難治研）、藤間祥子（東大・院薬）、尾瀬農之（北大・院薬）、山田悠介、松垣直宏、引田理英、湯本史明、田辺幹雄（高エネ機構）



図1 講習会会場の様子。

PF 研究会「次世代に向けたタンパク質結晶構造解析の自動化・高効率化」開催報告

北海道大学大学院薬学研究院 尾瀬農之
放射光科学第二研究系 山田悠介

タンパク質（や生体高分子）結晶構造解析は放射光施設の整備により飛躍的に発展し、今日では分子生物学の標準的ツールとさえ言うことができる。結晶作成後に構造学的研究の可否を左右する拠点は放射光ビームラインであるが、ビームラインでは世界的に見て、リモート測定・自動化・高効率化のための工夫がハード面・ソフト面に取り入れられている。ユーザーに新しいメソッドを提案しつつ、ユーザーからの要望を取り入れていくことで、技術開発は継続され生命科学の命題が日々解決されている状況である。PF の蛋白質結晶構造解析ビームラインでは、全ビームライン共通のコントロールソフトウェア（UGUIS）を使用しつつ、それぞれのビームラインの特性に応じた測定が行われている。結晶構造解析の経験を多く有するユーザーは限りあるビームタイムをより効率的に使用するため、自動化できる箇所は自動化し、高度な測定に対しては人的資源を集中させる仕組みを構築することが必要と考える。また、解析の知識を多くは持たないユーザーが良質な回折データ収集を行うためにも、自動化は欠かせない技術である。今回、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主催で、2016 年 8 月 1 日、2 日の二日間にわたり KEK 研究本館・小林ホールにて表記 PF 研究会を開催した。学生や企業からの参加者を合わせ、合計 139 名ものご参加を頂き、14 名の演者の方の濃密な講演に対し活発な議論が為された。この研究会の目的の一つである、「現状の放射光における自動化・高効率化技術の運用および将来に向けての提案」に対し、研究者の相互理解がさらに深まり、目的が達成されたのではないかと感ずる。

プログラムは後述するが、具体的な内容として初日の最初のセッションは現在稼働中またはパイロットスタディとして試中である全自動データ収集・処理システムに関して紹介を頂くべく、演者を迎えた。PF ビームラインは日進月歩に開発が進められているため、現状の紹介は常に多くのユーザーにとって新鮮であったと思う。また、リガンドソーキングや重原子置換体の作製等、結晶数が多いスクリーニング測定では、自動化技術が現場でどのように威力を発揮するか、アカデミアおよび創薬業界の洗練された実例を目の当たりにし、大いに刺激となった。続くセッションでは、自動化に欠かせない結晶凍結（冷却）やロボティクスの現状と開発、SPring-8 での取り組みに関する発表を頂いた。液体窒素中での冷却・保存時において、クライオーループに霜が付きやすい事例を体系的にまとめて頂き、目から鱗の話題が多数提供された。また、ロボティクス紹介

では世界各国のビームラインで使用されているものの特徴ごとに分類し、将来の課題を提示していただいた。結晶マウント・センタリングからデータ収集までを高度に自動化し、1 試料あたり 3 分足らずのスループットで測定をしていくシステム開発の発表もあり、参加者が度肝を抜かれた。SPring-8 での研究開発では、それぞれのビームラインを特徴付ける最先端技術を紹介頂き、シリアル測定も含め多数の結晶から構造解析をおこなう技術を数多くお話し頂いた。試料の分光や加工に対するその他の要素技術に関しても触れて頂いた。1 日目の最後のセッションでは、創薬業界の方が幾つかのビームライン（海外を含む）を使用される中で、いかに効率よく多くのリガンド複合体結晶のデータを取るかの事例を挙げていただき、アカデミアの多くの方の興味を惹いた。海外放射光ビームライン紹介では、演者の豊富なビームライン使用歴をお話し頂き、利用料や rapid access など申請に関する有用な情報が発信された。また、6 月 24 日に PF-UA タンパク質結晶構造解析ユーザーグループ幹事会により開催された、第 1 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のまとめ、報告がなされた。夕刻には研究本館内ラウンジで懇親会を開催し、95 名の方々にご参加頂いた。夜遅くまで討議に盛り上がりを見せ、この分野の研究者の団結や、分野の発展のための駆動力を見た思いである。

2 日目はまず、PF の小角散乱ビームラインにおける技術開発に関するご講演があり、蛋白質結晶学を専門としている研究者でも今すぐ取り組んでみたい内容が満載であった。次のクライオ電顕に関する話題は、構造生物学に携わっている研究者なら皆気になるところである。最近阪大蛋白研に導入された新型電子顕微鏡を用いた virus like particle の構造解析では、一日で原子レベルの解析が終了したとのホットな紹介をして頂き、日本における電顕新時代の到来を間近に感じた。続く講演では、SPring-8



図1 多くの聴衆で盛り上がる小林ホール

BL32XU で開発された ZOO システムの各コンポーネントを使うことで、クライオループ上にマウントされた多数の微小結晶から各 5-10° 程度の振動範囲からデータセットを収集する技術が紹介された。休憩をはさみ最後のセッションにおいては、PF で成功例の増えてきた S-SAD 法に対して統計的考察も含め技術開発が紹介され、多くの潜在需要が掘り起こせた模様である。また、SACLA におけるシリアル結晶学が紹介された演題では、オンライン・オフライン処理系を有機的に組合せ、測定へのフィードバックをしつつ莫大な量の回折イメージからデータ選別をおこない、構造解析をおこなうパイプラインの紹介があった。

最後は千田俊哉先生の閉会のご挨拶を以て 2 日間の会期を終えた。最後まで小林ホールに沢山の参加者の方々に残って頂き、この場をお借りして深謝申し上げます。また、本会を企画・運営するに当たり、事務局の銭谷智子さん、高橋良美さん、宮本きみさん、大島寛子さんをはじめとし各所で PF 関係秘書室や構造生物学センターの皆様に御協力頂いた。本会を盛会として開催できましたこと、末筆ではございますが厚く御礼申し上げます。

<プログラム>

8 月 1 日 (月)

- 12:30 受付開始
- 13:00 開会挨拶 (尾瀬農之, 北大)
- 13:10 PF における全自動データ収集・処理システム開発 (山田悠介, PF)
- 13:40 PF の自動測定を活用して (藤間祥子, 東大)
- 14:10 タンパク質構造解析を基盤とした創薬研究における自動化ビームラインの活用 (天野靖士, アステラス製薬)
- 14:40 休憩
- 15:00 結晶のハンドリングの実例 (千田美紀, PF)
- 15:30 世界の試料交換ロボット事情 (平木雅彦, KEK)
- 16:00 測定自動化の現在と未来 (篠田晃, 北大)
- 16:30 SPring-8 における自動化への取り組み (熊坂崇, JASRI)
- 17:00 休憩
- 17:20 製薬企業の放射光利用 (宮口郁子, 田辺三菱製薬)
- 17:50 海外放射光施設, ビームライン利用事情 (田辺幹雄, PF)
- 18:20 中級者向け講習会講演のまとめ, および PF-UA タンパク質結晶構造解析ユーザーグループ活動報告 (藤橋雅宏, 京大)
- 19:00 懇親会

8 月 2 日 (火)

- 9:00 BioSAXS におけるパイプライン自動測定解析 (清水伸隆, PF)
- 9:30 電顕構造解析の現状と相関構造解析 (宮崎直幸, 阪大)
- 10:00 データ収集・処理の自動化による多数の微小結晶

- を用いた構造解析の効率化 (山下恵太郎, 理研)
- 10:30 休憩
- 10:50 Native-SAD 法をベースとした自動構造決定システム開発 (山田悠介, PF)
- 11:20 SACLA でのシリアル結晶学のためのデータ処理パイプライン (中根崇智, 東大)
- 11:50 施設から (千田俊哉, PF)
- 12:20 閉会挨拶 (千田俊哉, PF)

CMRC 研究会「量子ビームを用いた多自由度強相関物質における動的交差相関物性の解明」と PF 研究会「共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の進展」の合同ワークショップ 開催報告

放射光科学第二研究系 佐賀山基, 中尾裕則

2016 年 9 月 20 日 (火) ~ 21 日 (水) に KEK つくばキャンパス研究本館小林ホールにて、CMRC 研究会と PF 研究会の合同ワークショップを開催いたしました。PF 研究会「共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の進展」(提案代表者: 山崎裕一氏・東大 / 理研, 藤田全基氏・東北大) は、近年発展が著しい共鳴軟 X 線散乱 (RSXS) の手法を用いた構造物性研究について最近の進展と将来の方向性を議論することを目的として提案されました。他方、CMRC プロジェクト「量子ビームを用いた多自由度強相関物質における動的交差相関物性の解明」(プロジェクトリーダー: 佐賀山基・KEK 物構研) は強相関物質系における多自由度の動的相関による新奇物性開拓とその解明を目的としています。現在、KEK では「学術研究」と「人材育成」の拠点として、加速器やビームラインの技術、大学共同利用の経験を集結した、世界最先端の高輝度光源施設「KEK 放射光」を計画し推進しています。その経緯と現在の状況をより多くの研究者に示し、実現するであろう最先端の光の活用方法を、「測定手法」と「物質あるいは現象」の双方の側面から議論することを目指し、世話人である中尾の仲立の下、合同でワークショップを開催することにいたしました。

はじめに、中尾 (KEK) より本ワークショップの開催にいたる経緯が説明されました。続いてのセッション「共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の現状と将来」では、山崎氏 (東大 / 理研) より強相関電子系の構造物性研究における RSXS の位置付けから最近の成果について紹介され、以降、RSXS を用いた最近の研究の成果に関する発表が続きました。岡村氏 (東大工) からマルチフェロイック Cu_2OSeO_3 におけるスキルミオン格子の電場制御について、本田氏 (KEK) からは一次元螺旋磁性体 CrNb_3S_6 におけるカイラルソリトン格子の特異な磁場応答の観測について、RSXS の小角領域測定の成果を報告されました。木村氏 (東北大多元研) からは複数の量子ビーム (中性子, 硬

軟 X 線共鳴散乱, ミュオンスピン回転)を相補的に用いたマルチフェロイック物質 RMn_2O_5 の磁気構造に関しての研究が紹介され, 多角的な量子ビーム実験の重要性を強調されていました。SPRING-8 における RSXS の取り組みとして, 田中氏(理研)からは結晶と磁気のキラリティの走査型イメージングについて, 和達氏(東大物性研)からはポンププローブ時間分解測定による電子・スピンドायナミクスの観測について紹介されました。近年, 軟 X 線の波長領域で遷移金属元素や酸素の吸収端を用いた非弾性共鳴 X 線散乱による電子励起の観測が急速に進歩しています。藤田氏(東北大金研)は実験的な側面から, 遠山氏(東理大)は理論家の立場から, 銅酸化物高温超電導体に関する研究を通して, 現在の世界的な動向と将来光源計画への期待を述べられました。初日の最後のセッション「KEK 放射光計画」では, KEK 放射光計画の現在の状況に関して, 原田氏(KEK)が光源加速器設計について説明し, 実現が期待されている新光源のスペックが具体的に示されました。その夢の光を使ったサイエンスの展開について KEK 放射光 CDR でまとめられている内容の一部を中尾(KEK)が紹介しました。そのまま, 小林ホール前のスペースにおいてポスターセッションを兼ねた懇親会が催され, 荒唐無稽な夢のような研究について, あるいは発表ポスターを前にして実験のディープなディテールについて, アルコールと共に熱い議論が交わされていました。

二日目は「多自由度強相関物質における動的交差相関物性」と題したセッションを行い, はじめに, 東北大多元研の坂倉氏が, PF の BL-14A に設置されている最高精度を有する 4 軸回折計を用いて得られたデータから, 遷移金属酸化物における軌道占有自由度の秩序化パターンを秩序した軌道の波動関数として精密に決定した結果と, その解析手法について紹介されました。松浦氏(東大新領域)はバナジウム酸化物の非弾性中性子散乱実験を行い軌道占有自由度とスピンのダイナミクスを調べた結果を紹介し, 両者が結合した新しい素励起の可能性について議論されました。佐藤氏(九大理)からは, レーザー光の逆ファラデー効果を用いた, 強磁性体におけるスピン波励起の生成とその実時間観測について紹介され, 実空間実時間測定の威力をまざまざと感じさせられました。短いコーヒーブレイクをはさみ, 高橋氏(東大工)からはテラヘルツ領域における動的な電気磁気効果であるエレクトロマグノン共鳴と, そのマクロな物性である非相反吸収効果について, ペロブスカイト型マンガ酸化物の例を挙げて紹介されました。中島氏(理研)は同じく動的な電気磁気効果について, Y 型ヘキサフェライトにおけるエレクトロマグノン共鳴の微視的な機構解明を目指したスピン偏極中性子実験の成果を紹介されました。谷口氏(東北大金研)は, 電気磁気効果を発現させることを目標とした新たな研究の方向性として, 金属錯体から構成される多孔性遷移金属錯体集積体を電極としてリチウムイオン電池を構成し, その蓄放電により電氣的に磁性を制御することに成功したことが示されました。最後に, 佐賀山(KEK)より CMRC プロジェクト

について紹介し, 複数自由度の多重秩序状態におけるダイナミクスの解明を目指した研究についてのこれまでの取り組みと, 今後の方向について示しました。

以上のように, 二日間にわたって, 強相関物質系の構造物性研究についての現状と将来展望が議論されました。近い将来に実現が期待される高輝度放射光源の実現に向けて, 継続して議論を行っていきたいと考えておりますので, 今後ともよろしくお願いいたします。

<プログラム>

9 月 20 日(火)

共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の現状と将来 1

- | | |
|---------------|---|
| 13:30-14:00 | 共鳴軟 X 線散乱によるスピントクスチャの観測
山崎裕一(東大/理研) |
| 14:00-14:20 | マルチフェロイック Cu_2OSeO_3 におけるスキルミオン格子の電場制御
岡村嘉大(東大工) |
| 14:20-14:40 | CrNb_3S_6 におけるカイラルソリトン格子の特異な磁場応答の観測
本田孝志(KEK 物構研) |
| 14:40-15:10 | 中性子・X 線・ミュオン相補利用による RMn_2O_5 系マルチフェロイクスの磁性・構造物性研究
木村宏之(東北大多元研) |
| 15:10 ~ 15:30 | Coffee break |

共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の現状と将来 2

- | | |
|-------------|--|
| 15:30-16:00 | 共鳴 X 線回折による多極子秩序観察と応用
田中良和(理研) |
| 16:00-16:30 | 時間分解軟 X 線回折・分光と SPRING-8 BL07LSU での取り組み
和達大樹(東大物性研) |
| 16:30-17:00 | 共鳴軟 X 線散乱へ期待すること - 量子ビームの相補利用から -
藤田全基(東北大金研) |
| 17:00-17:30 | 共鳴非弾性 X 線散乱の理論の現状と実験への期待
遠山貴巳(東理大) |

KEK 放射光計画

- | | |
|-------------|---|
| 17:30-18:00 | KEK 放射光(KEK-LS)計画の加速器設計
原田健太郎(KEK 加速器) |
| 18:00-18:30 | KEK 放射光で期待されるサイエンスの展開
中尾裕則(KEK-PF) |
| 19:00- | 懇親会, ポスターセッション |

9 月 21 日(水)

多自由度強相関物質における動的交差相関物性

- | | |
|-----------|---|
| 9:00-9:20 | 単結晶 X 線回折による軌道波動関数測定
坂倉輝俊(東北大多元研) |
| 9:20-9:40 | スピネル型酸化物 MnV_2O_4 におけるスピン - |

	軌道混成励起の観測 松浦慧介（東大新領域）
9:40-10:10	逆ファラデー効果による超高速磁化制御 佐藤琢哉（九大理）
10:10-10:30	Coffee break
10:30-11:00	テラヘルツ帯のエレクトロマグノン共鳴 高橋陽太郎（東大工）
11:00-11:30	偏極中性子非弾性散乱を用いた Y 型ヘキサ フェライトのエレクトロマグノンの研究 中島多朗（理研）
11:30-12:00	多孔性遷移金属錯体集積体におけるリチウ ムイオン電池を用いた電氣的磁性制御 谷口耕治（東北大金研）
12:00-	最後に 佐賀山基（KEK-PF）

ポスター発表

- 軟 X 線共鳴散乱を用いたマルチフェロイック物質 SmMn_2O_5 の磁気秩序観測 石井祐太（東北大多元研）
- X 線ラマン散乱による $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ の電子構造研究 手塚泰久（弘前大理工）
- $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ の共鳴 X 線散乱 田久保耕（東大物性研）
- 軟・硬 X 線で見た $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ 薄膜の電荷・磁気秩序の膜厚依存性 山本航平（東大物性研）
- マルチフェロイック物質 BiFeO_3 - BaTiO_3 混晶系の局所構造と電子状態 中島伸夫（広島大院理）
- 銅酸化物高温超伝導体における、内部構造のある電荷秩序相関とプラズモン励起 山瀬博之（物材研）
- 軌道ネマチック揺らぎによる新しい高温超伝導機構 我妻友明（北大院理）
- T' 構造銅酸化物 $\text{Pr}_{1.4}\text{La}_{0.6}\text{CuO}_4$ における磁気励起スペクトルの温度変化 浅野駿（東北大院理）

【放射光分析技術上級コース】

平成 27 年度は定員の 3 名を受入れ、研修を実施しました（光電子分光 2 名、X 線回折散乱 1 名）。平成 28 年度についても 3 名の研修に取り組んでいます。

この取り組みにおいて受講者の方からいくつかご意見やご感想を頂いているので簡単にご紹介します。

—入門コース—

「放射光を用いた実験手法について具体的なイメージが湧いた。」「精度の高いデータを得る為に放射光を利用する意義を感じた。」「座学だけでなく、実際に装置を操作できたことは貴重な経験になった。」等

—上級コース—

「一通り自身で実験を行うことができるようになった。」「今後も引き続き放射光を利用して自身の研究に関する理解を進めたい。」等

受講者の皆さんからは概ね好評を得ていますが、一方で、例えば入門コースでは講習から実習までの期間をあまりおかないで実施して欲しい、等の要望もあることから、事務局は今後も参加修了後のアンケート等を活用してコース内容を改善して参ります。

—今後の予定—

第 5 回入門コース（講義：平成 29 年 4 月頃、実習：平成 29 年 6 月頃 X 線小角散乱を予定）の募集を平成 29 年 1 月頃に行う予定です。ホームページでお知らせしますが、ご興味のある方は、募集期間の前でも差支えありませんので、下記の問合せ窓口にご連絡下さい。よろしくお願いいたします。

ホームページ：http://cupal.kek.jp
問合せ先：kek-cupal@pfiqst.kek.jp
TEL：029-864-5200（内線 2522）

CUPAL 講習会 開催記

Nanotech CUPAL KEK 事務局

Nanotech CUPAL は、平成 26 年度下期から始まった文部科学省「科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業」のもとで、TIA と京都大学を中核として形成されたコンソーシアムです（https://nanotechcupal.jp）。その中で KEK は、PF を利用した放射光分析に関して 2 つの研修コース（放射光利用技術入門コース、放射光分析技術上級コース）を実施しています。これまでに PF で実施された研修コースを以下に記します。

【放射光利用技術入門コース】

- ・第 1 回 小角散乱
- ・第 2 回 粉末 X 線回折
- ・第 3 回 XAFS
- ・第 4 回 イメージング



図 1 講習会の様子（上）、実習の様子（下）

第3回 KEK 放射光利用技術入門コースに参加して

東京工業大学科学技術創成研究院フロンティア材料研究所
安井伸太郎

この度、ナノテクキャリアアップアライアンス第3回 KEK 放射光利用技術入門コース《短期型》に参加させていただきました。このコースは放射光分析(XAFS)に特化したものであり、3月1日に講義形式、そして6月2および3日で実践形式の測定及び解析を行いました。初日はXAFSの理論からその応用例まで幅広くご説明いただき、初心者の私にも理解が進みました。また2日目および3日目は実際にPF内でXAFS実験を行い、得られたデータの解析を試みました。少人数でのコースであったため、講師の先生方と密にコミュニケーションを取ることが出来、そして手取り足取り教わることが出来ました。実験は3つのビームライン(BL-9A, BL-9C, BL-12C)において、一般的な測定からガス置換、温度変化等の雰囲気制御中での測定など様々な条件下での経験をする事が出来ました。また、透過法と蛍光法の相違を実験的に行うことが出来たのは、机上では理解できない細かい点まで経験する良いチャンスになりました。データ取り扱いの実践においては、EXAFSスペクトルをATHENAによって解析しました。既知のサンプルデータといえども、フィッティングの方法によっては非常に個人差がでやすく、経験的な視点によるアーティファクトの見極めなど肌で感じる事が出来ました。初心者の方にとっては初めての経験を多くさせていただくことができ、扱うことすべてが目から鱗の状態でした。この経験は今後XAFS実験への取り組む非常に大きな第一歩となったと考えております。

ここからは私の個人的意見ですが、XAFSなど放射光施設を使って得られるデータは、様々な実験を行うにあたり非常に強力なツールであります。逆の言い方をすると、現在の科学技術では、このような実験を行うのが当たり前になってきており、論文投稿時のレフリーとのやりとりでデータが無いと強く言論する事が出来ません。特に材料設計、特性解析などすべての材料屋にとって、結晶中のイオン価数や配位数などの情報は重要です。しかしながら放射光は素人にとってはなかなか近づきたい実験施設であるため、簡単にアプライできるとは普通考えづらいものです。しかしながら本コースのような入門編の勉強会、特に実践形式を含んだものは他に類を見ず、これからも若手にとっては非常に活躍する会になると思います。私のような素人でも入って行きやすい環境を作ることが出来ました。ビームタイムを得るためのアプリケーションの書き方など、担当者の方々が講師の先生を務めていたおかげで、コミュニケーションを容易に取ることができ、今後の実験の発展が期待できます。

最後になりましたが、ナノテクキャリアアップアライアンスの本コースに参加を許可していただきました Nanotech

CUPAL に関わる先生方、講師の皆様、事務の皆様、大変お世話になりました。今後の会の発展をお祈り申し上げます。

The 39th International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-Ray Physics (VUVX2016) 会議報告

放射光科学第一研究系 北村未歩, 堀場弘司

International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-Ray Physics (VUVX) は3年に一度開催される国際会議で、今年のVUVX2016国際会議は、Paul Scherrer Institutes (PSI) 主催で、2016年7月3日から2016年7月8日までの6日間に渡り、スイスのETH Zürich (図1) にて開催された。真空紫外光、軟X線及び硬X線の放射光光源に加え、レーザー光源やプラズマソースを利用した研究に携わる約360名の世界各国の研究者が一同に会する会議になった。議題は、各国放射光施設の現状から装置や手法開発、材料研究まで多岐に渡った。全日、2つのパラレルセッションが組まれ、4日と5日の夜には約290件ものポスター発表が行われた。この時期のスイスは想像以上に暑く、気温はつくばとあまり変わらないが湿度が低く、比較的過ごしやすかった。夜は9時まで明るく、時間の感覚がよく分からなくなった。

4日の朝には、PSIのThorsten Schmitt氏のWelcomeトークにより会議が開始した。スイスの名物であるカウベル(図2)が発表時間を知らせるために使用されるなど、粋な計らいがなされていた。Ralph Claessen先生の軟X線及び硬X線光電子分光を用いたペロブスカイト酸化物ヘテロ界面の電子状態に関する研究の発表があり、PFのMUSASHI (BL-2A) にて、軟X線光電子分光を用いて同じような研究を行っている筆者らには、硬X線と軟X線の相補利用は今後の研究展開を考える上で参考になった。パラレルセッションでは、角度分解光電子分光(ARPES)と顕微分光、X線吸収分光(XAS)、及びコインシデンス分光のト



図1 会場となった ETH Zürich



図2 発表時間を知らせるカウベル

ピックで発表が行われた。ARPES のセッションでは、筆者らの酸化物薄膜の *in situ* ARPES の発表の他、真空紫外レーザーによる ARPES や、時間分解 APRES が紹介された。真空紫外レーザーを使うことで非常に高いエネルギー分解能と波数分解能を達成しており、高温超伝導体のバンド構造を詳細に観察できていた。また、時間分解 ARPES では、サブ 100 fs のスピン密度波のダイナミクスが観察されていた。XAS のセッションでは、European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) にて、同じ試料に対して、マイクロビーム照射による X 線回折と X 線吸収分光、及び蛍光 X 線分析を行うことができるシステムが紹介され、サンプル各点での構造や組成の比較が高速で可能になっていた。夜にはポスターセッション (図3) が開催され、発表を行った。筆者らの研究対象である Ni 酸化物や Mn 酸化物は、日本よりもむしろ海外で精力的に研究されている物質であるため、試料の作製の詳細からスペクトルの細かな解釈まで多くの質問を受けた。英語での深い議論はなかなか難しかったが、非常に有意義な時間が過ごせた。また、PSI や Diamond の研究者とも知り合いになれば、とても貴重な機会であったと思う。

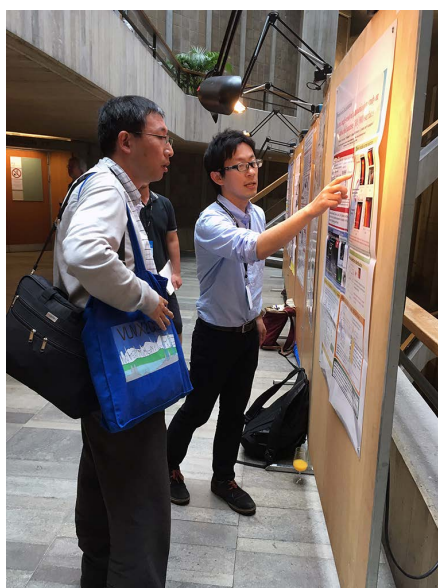


図3 ポスターセッションの様子。飲み物やスナックが準備され、3つのエリアに渡って活発な議論が行われた。

5日には、顕微分光、光電子分光、光源、及び共鳴X線散乱 (RIXS) のパラレルセッションが行われ、夜には4日と同様にポスターセッションが開催された。2日間に分かれたポスターセッションは、トピック毎に日程を分けるのではなく、ポスター番号の偶奇での分類であったため、両日全トピックの発表を聞くことができた。さらに開催期間中はずっと全てのポスターが展示されていたため、発表件数が多かったにも拘らず、自分の見たいポスターをきちんと見に行くことができた。

今回の会議のオーラルセッションは、ARPES の4セッション、XAS の4セッションと並んで RIXS のセッションが4つ行われており、最近の軟X線 RIXS 研究の隆盛を如実に反映していた。この軟X線 RIXS 研究を牽引してきた地元 PSI の Swiss Light Source (SLS) と SPring-8 からそれぞれ最新の研究が紹介されたことに加えて、他施設における更なる高分解能化を目指した分光器建設の報告が次々となされた。ESRF では 880 eV でエネルギー分解能 30 meV ($E/\Delta E \sim 30,000$) を達成したとの報告があり、いよいよ同エネルギー領域の ARPES の分解能を凌駕してきた。また台湾からも新光源 Taiwan Photon Source においてプロトタイプ分光器でエネルギー分解能 10,000 超を達成し、更に分解能 60,000 を目指した分光器を建設中であるという報告があった。今後 KEK 放射光計画を進める上でも、軟X線 RIXS ビームラインの建設はもはや必須であろうと思うと同時に、エネルギー分解能競争はかなり飽和しており、今後はそれ以外の付加価値を付けることで差別化を図っていくという方向性も検討することが重要になっていくのではないかと感じた。それ以外のセッションとしては、顕微分光や時間分解計測が独立したセッションとなっており、これも最近の研究トレンドを反映していると感じた。特に時間分解計測に関しては、昨今のレーザー高調波技術の発展と、世界各施設の FEL が本格稼働してきたことを受けて、fs を切るような時間スケールの測定が実現しており、技術の目覚ましい進歩を痛感した。

8日に VUVX Award の表彰及び記念講演が行われ、会議が終了した。VUVX Award には、物性物理の分野で、大阪大の関山明氏が、強相関電子系のバルク敏感な光電子分光、及び光電子分光の二色性に関する研究を讃えられ受賞された。日本人の受賞を誇らしく感じた。

会議終了後には、PSI の見学ツアーが行われ、軟X線領域の第3世代光源として世界最先端の成果を出し続けている SLS と、その技術と経験を生かして建設中の SwissFEL を見学した。特に SwissFEL の建設現場を見学できたことは、次世代の KEK 放射光の建設をイメージする上でも非常に有意義であった。また、今回は見学できなかったが、PSI 内には中性子とミュオンの実験施設もあり、複数のプローブを同じサイトで利用して実験することが可能となっている。同様にマルチプローブ研究を推進している KEK としては参考になる点が非常に多いのではないかとと思うので、是非また機会を見つけて訪問してみたい。

今回の会議は 2019 年にサンフランシスコで行われるこ

とが決定している。3年後には国内外における本分野の研究環境もまた大きく変化しているであろうと思われるが、更に盛大に会議が開催されることを期待するとともに、我々もこのコミュニティの発展のために大いに貢献できるよう尽力していきたい。

第66回アメリカ結晶学会年会 2016に参加して

構造生物学研究センター 原田彩佳

アメリカ結晶学会 (American Crystallographic Association; ACA) 年会が7月22日から26日にコロラド州デンバーで開催され、出席した。アメリカ結晶学会は、35か国以上のメンバーで構成される中規模の学会で、毎年7月に開催される。コロラド州デンバーは一年間で300日は晴れという気候の都市で、滞在期間中は連日30から35℃とかなりの暑さであったが、日本とは異なり湿度が低いせいか気温の割には過ごしやすかったように感じた。初日、事前登録制の5つのワークショップが行われたため、セッションは23日から始まった。セッションは専門分野である構造生物学のセッションを中心に参加した。中でも“Things We No Longer Need To Know”のセッションが一番記憶に残っている。現在の構造生物学では、回折強度データ収集からデータ処理までのプロセスは全自動化および高速化が進んでいる。近い将来、ビームラインで1つクリックするだけでわずかな時間で構造まで出てしまう時代になるのではと考えている。よって、全自動化が進むほど、その解析の中身は完全にブラックボックスとなってしまう。ブラックボックスの中には、逆空間、結晶の対称性や空間群の基礎的な内容があるが、これらが“Things We No Longer Need To Know”であると紹介された。現在、基礎内容は隅に置かれがちであるが放射光施設で研究している者としてきちんと理解していなければいけないと改めて思うものの、その分今後の構造生物学研究において放射光施設で何ができるかを真剣に考える方が重要であるとも感じた。

総研大生であった時に、3か月間 Advanced Photon Source に滞在させていただく機会があった。今回の学会で、滞在期間中お世話になった研究者の方々と久しぶりに会い、意見や情報交換を行うことができ楽しい時間を過ごすことができた。ポスター発表では、BL-1A を利用した、タンパク質の立体構造決定における Native (Sulfur)-SAD 法の解析条件検討について発表を行った。Native (Sulfur)-SAD 法は、従来から頻繁に用いられている SAD 法とは異なり、結晶中への重原子の導入や、蛋白質中のメチオニンをセレノメチオニンに置換した誘導体などを調製する必要がなく、新規構造の迅速で簡便な決定法として期待を集めている手法である。ACA への参加は初めてであったが、構造生物分野のポスターが非常に多いと感じた。同分野の研究者の方も沢山参加しており、アメリカだけではなく世



図1 筆者(左)と構造生物学研究センター長の千田俊哉氏(右)。

界各国から最先端の研究結果が発表されるため、自身の研究内容における情報収集以外にも収穫が多い学会であると感じた。

最終日の26日には Banquet が行われ、同時にポスター賞の発表があった。8つのポスター賞があり、筆者は Journal on Structural Dynamics Poster Prize を受賞することができた。副賞は Linus Pauling の General Chemistry の教科書と \$250 であった。Native (Sulfur)-SAD 法による位相決定法は、まだまだ発展途上の技術であることから今後の研究への進展に期待されていることを感じた。

来年の ACA は IUCr (International Union of Crystallography, 8月下旬) と重なることから、7月ではなく5月に New Orleans で開催される。

※ ACA の HP (<http://www.amerocrystalassn.org/>)

The 24th International Workshop on Future Rare-Earth Permanent Magnets and Their Applications (REPM2016) 参加報告

放射光科学第一研究系 斉藤耕太郎

8月28日から9月1日にかけてダルムシュタット工科大学にて開催された希土類永久磁石に関する国際ワークショップ REPM2016 に参加してきた。今回で24回目を迎える REPM は、1966年に世界で初めて希土類元素入りの SmCo_5 磁石を発明した Strnat が1974年に第1回を主催してから、日米欧を中心に約2年に1度の頻度で開催されており、現代社会に不可欠となった希土類永久磁石の発展において非常に重要な役割を担ってきたワークショップである。所属機関ベースでは企業ブースも含めて34か国から364名の参加があり、主な国別人数ではドイツ130人、日本72人、中国26人、アメリカ22人、フランス17人、イギリス12人、ブラジル12人、ロシア9人となっていた。

発表はすべてシングルセッション、招待講演は14件、一般講演は55件、ポスター発表は170件であった。ここで特筆すべきは発表者の所属機関の国別分布である。3件以上の口頭発表があった国は日本21件、ドイツ19件、ア

アメリカ 8 件, フランス 4 件, 中国 4 件であり, 5 件以上のポスター発表があった国はドイツ 40 件, 日本 32 件, 中国 20 件, ロシア 14 件, イギリス 9 件, ブラジル 9 件, フランス 7 件, アメリカ 6 件という具合であり, 日本の発表件数が開催国であるドイツとほぼ同数なのだ。このような参加者の統計が研究の質を反映するわけではないが, 磁性研究一般において比較的大きいといえる日本の存在感が, 永久磁石研究においては輪をかけて大きいとは言えるだろう。

このワークショップの特徴はその名の通り, 「希土類元素」と「永久磁石」という二つの要素に還元される。希土類元素は現在採掘中の鉱山に限られた国にしかなく, 同じ鉱石に多数含まれる性質の似た元素の分離抽出にも大変手間がかかるため, 希土類元素を直接購入する磁石メーカーのみならず磁石を使った最終製品のメーカーや大学や研究所の物質科学研究者までもが原料元素の精製と再利用技術の発展及び需給状況や価格に対して高い関心を持っている。また, 永久磁石研究の特徴は, その主な応用であるモーターを例にとると, モーターを搭載した最終製品に必要な性能からモーターに採用する磁石の性能が大まかに決まるため, 磁石・モーター・最終製品の各メーカーが磁石に関する問題を共有している点にある。これら希土類元素と永久磁石の持つ二つの特徴ゆえに, 元素の採掘・精製から磁石の製造・解析技術, モーター設計, 最終製品からの分離・再利用に至るまで希土類永久磁石のライフサイクルをすべてカバーする幅広い発表で構成されているのが REPM の特徴である。ちなみに, このワークショップの名前は 2012 年に長崎で開かれた第 22 回までは "International Workshop on Rare-Earth Magnets and Their Applications" であったが, 2014 年にアナポリスで開かれた第 23 回と今回では Future Rare-Earth Magnets という言い方に変更されている。これは資源の供給不安が常につきまとう希土類元素を含まない高性能希土類フリー永久磁石の開発も希土類永久磁石コミュニティ内で取り組むべきだという姿勢の現れだと考える。事実, 両回ともに希土類フリー磁石に関するセッションが設けられている。希土類永久磁石に特化されたワークショップに希土類元素を含まない磁石のセッション

が含まれるのはいささか奇妙に聞こえるが, 希土類に含まれる 4f 電子の持つ磁気異方性の力を借りずに希土類永久磁石と同等の性能を出せるのかというのは基礎的にも技術的にも興味深いテーマであるし, 何よりも希土類磁石業界の重要なプレーヤーである磁石メーカーと磁石ユーザーは強力な磁石に希土類元素がいなくなる日について重大な関心を持っているからという理由もあるだろう。

口頭発表のセッション名を見ると「資源・抽出」, 「Nd-Fe-B 磁石の製造・性能」, 「Nd-Fe-B 磁石の保磁力機構」, 「Ce 置換 Nd-Fe-B 磁石」, 「その他の希土類磁石」, 「希土類フリー磁石」, 「薄膜及びナノコンポジット磁石」, 「先端計測技術」, 「モデル計算」, 「モーター」, 「リサイクル」となっており前述の通り希土類永久磁石のライフサイクル全体をカバーしていることがわかる。発表の中で特に記憶に残っているのはライフサイクルの始点である鉱山からの希土類元素の精錬抽出に関する大手鉱山会社の講演である。まさにラインと呼ぶにふさわしい数百メートルに及ぶ 1000 個もの精製プロセスを経て環境への影響を考慮した操業をしているという話であった。最近彼らがマレーシアに作った工場に対する地元住民や環境保護団体の反対に関するニュースを小耳に挟んでいたので当事者によるこのような話は少々割り引いて聞く必要はあるだろうが, 「社会のエネルギー効率を高め環境負荷を軽減するために作る高性能磁石の原料に環境破壊を省みずに生産した希土類元素を使用しては意味がない」という主張はもっともである。この話の背景には, ハイブリッドカーの動力モーターや風力発電のタービンに使われる磁石に耐熱性能を上げるために Dy や Tbといった重希土類元素が使われることと, 重希土類元素の供給源が環境負荷を無視した違法採掘で知られる中国南部の鉱山に実質的に限定されているという事実がある。重希土類元素は世界中のいくつかの地域に存在するが, 通常は分離精製が難しい形態で鉱石に含まれる。一方, 中国南部のイオン吸着鉱という特殊な鉱山では, 山の上からドバドバと硫酸アンモニウムを注いで溶け出した希土類イオン溶液を下方で回収するという環境への影響を無視すれば圧倒的に低コストで済む荒っぽい手法が使え, 一時期は麻薬密売と同程度の利益が得られたという (cf. <http://www.globaltimes.cn/content/719978.shtml>, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2013.03.006>)。広大な山間部に点在する鉱山は当局の監視も行き届かず違法採掘が長年ほびこっており, 環境性能が売りである省エネ工業製品を支える重希土類元素の供給源が環境負荷を無視した違法採掘鉱山であるという状況は, 中国の研究者も含めて世界中の希土類永久磁石関係者が共有している大きな問題である。この問題に関しては鉱山会社のアピールの他に, 製造プロセスの改良により重希土類を使わずに耐熱性能を保った磁石を作る王道アプローチに加えて, ウランの抽出技術を持つ原子力系の研究機関による無機錯体の選択的結合を活用した Dy の抽出や役目を終えた最終製品からリサイクルによって希土類元素を抽出する方法などの研究発表があったが, 一時期の希土類元素の価格暴騰も落ち着きハイブリッドカーに使える程



図1 ドイツでの学術イベントでは必ずと言っていいほどセッション終了後にビールが振舞われる。

度の重希土類フリー磁石が生産され始めた現在、研究のトレンドとしてはやや落ち着いてきているようである。

資源に端を発するという点では重希土類をテーマとした研究と同じだが、希少性の高い重希土類とは全く逆の問題意識から最近盛り上がりを見せているのが Ce 置換系磁石の研究だ。定義上は希土類元素の一つとなっている Ce は、実は希土類としては地球上で銅の次に多い元素であり、Nd などの他の希少な軽希土類の副産物として世界中の希土類鉱山で大量に産出されている。しかし、永久磁石の原料として高く売れる Nd とは異なり、あまり使い道のない Ce はタダ同然の価格しかつかずほぼ廃棄物として扱われている。タダ同然の Ce を使って高価な Nd を使った磁石に比肩する磁石が作れば、鉱山会社、磁石メーカー、最終製品メーカー、ひいては一般消費者にとっても利益になるのは明白であるが、残念なことに四価になり 4f 電子を失いやすい Ce イオンは 4f 電子の磁気異方性が重要な役割を担う希土類永久磁石の性能を著しく悪化させることが知られている。本ワークショップでは如何に Ce 置換による磁石性能低下を抑えるかという工学的な研究と、Ce 置換が磁石のベースとなる強磁性体にどのような細かい影響を及ぼすかといった基礎的な研究の発表があり、本稿では触れない希土類フリー磁石とともに希土類磁石業界の大きなトレンドになっている。

170 件のポスター発表を大まかな研究テーマごとに国別に数えてみたところ、希土類磁石業界のトレンドに関してワークショップ前からぼんやりと感じていたことが数字として明らかになった。希土類永久磁石の花形である Nd-Fe-B 焼結磁石の世界市場のシェアを見ると、欧米メーカーの存在感は非常に小さく、比較的安価な製品は中国メーカーが、高価格帯の高性能磁石は日本メーカーが独占している状況が見えてくる (<http://doi.wiley.com/10.1002/adma.201002180>)。一方で、現在日米欧では国家戦略性の高い希土元素の使用量を減らすための大型研究プロジェクトが進行しており、本ワークショップにはそれらプロジェクトの関係者が多数参加していたと思われる（日本からの参加者はかなりの割合が自分の所属する元素戦略磁性材料拠点 ESICMM の関係者であった）。これらのプロジェクトは表面的には似通っているが、実は産業界の市場シェアを如実に反映して日米欧で方針がかなり異なることが本ワークショップではっきりした。ポスター発表のテーマを数えると、それぞれ異なる商品セグメントで世界的なシェアを誇る磁石メーカーを持つ日本と中国は既存の Nd-Fe-B 磁石や他の希土類磁石の改良といった持続的イノベーションの研究が多い一方で、競争に敗れた欧米は最終製品からのリサイクルによる希土類元素抽出や磁石の再生あるいは破壊的イノベーションとも呼べる希土類フリー磁石の研究に力を入れていることがかなりはっきりとわかった。また、永久磁石研究の趨勢を考える上で、このような戦略の違いに加えて重要なのが現在様々な分野でざわめきを起こしている機械学習などの情報学的手法である。銅鉄主義あるいは時に研究者の経験と勘を頼りに泥臭く発展を遂げてきた



図2 バンケット会場となった Orangerie。これほどの会場は日本ではなかなか用意できない。

磁石業界も、昨今の情報学的手法を活用したエレガントでハイスループットな物質開発といった研究手法に関心を寄せている。まだ応用材料独特のあれこれとの実践的な相性の良し悪しの見通しは立っていないものの、このような研究手法における不連続な変化がそれぞれのプロジェクトの目指す連続あるいは不連続な変化にどう寄与するかがわかるのはまだ少し先のことだろう。

ダルムシュタットの街や会場についても少し記しておきたい。フランクフルトから電車で 20 分ほど南に位置するこの街は医薬品・IT・ハイテク企業、複数の大学・研究機関を擁する科学都市（Wissenschaftsstadt）である。フランクフルト大都市圏全体をカバーする世界有数の広域地域交通網 RMV の域内にあるためか、小さい街にもかかわらずバスとトラムが非常に充実している。市街地の端には洞峰公園の池と同じくらいの大きさの遊泳可能だが少し汚い池があり、ワークショップ終了後に向かってみると夏の陽光を楽しむ人々で賑わっていた。そこから南東に 1.5 km ほどいったところにあるダルムシュタット工科大学 Lichtwiese キャンパスが今回のワークショップの会場である。市街地の端といえども中心部から余裕で自転車で通える距離にあり、同じくサイエンスシティを謳うつくばとは全く異なる街のコンパクトさが羨ましい限りであった。ほかにも天井の高い学食やガラス張りで開放的な図書館、しゃれた大学公式グッズなど、浅はかな感想ではあるが自分の出身大学と比べてしまうとかなり魅力的に感じざるを得なかった。バンケットが催されたのは 300 年前に建てられた Orangerie という庭園付きの美しい建物である。Orangerie という名前の建物はパリのオランジュリー美術館やベルサイユ宮殿の庭園の一角を含めヨーロッパ各地に点在し、これらは当初のオレンジなどの暖かい気候を好む植物用の温室から次第に富の象徴として美しい庭園を伴うようになり、冬でも暖かいからか、のちには宿舎や催し物会場として用いられるようになったとのことである。ダルムシュタットの Orangerie は現在は各界の要人を迎えるバンケットに活用されており、ウェブサイトのゲストブックにはメルケル首相やキッシンジャー元アメリカ国務長官な

どの国内外の有名政治家、スポーツ選手、芸術家などの名前が記されている。強い磁力が魅力の希土類磁石だが、彼らの名前のように客を引きつける力がない研究会の名前がゲストブックに載ることはないだろう。

前回決定された2018年のアメリカ開催に続いて、本ワークショップ中に2020年の中国での開催が決まった。エンジン以外のほぼすべての動力源に使われるモーターに必須な磁石は、社会のエネルギー効率に大きな影響を与える。今後強力な磁石の需要がますます高まっていくのは確実だ。30年間チャンピオンであり続けているNd-Fe-B磁石を超える性能を持つ磁石がでてくるのか、本ワークショップで明確になった日米欧のプロジェクトの差がどのような結果を生むのか、2020年にはどこまで明らかになっているのかが楽しみである。

第19回 XAFS 討論会開催報告

名古屋大学シンクロtron光研究センター 田淵雅夫

第19回目となる日本XAFS研究会主催のXAFS討論会が、2016年9月3日（土）から5日（月）までの3日間の日程で開催されました。

開催に当たっては、名古屋大学シンクロtron光研究センターとあいちシンクロtron光センターに御共催を頂き、9月3日、4日は名古屋大学内を会場にし、9月5日はあいちSRのある、あいち産業科学技術総合センター（知の拠点あいち）に会場を移しました。13の学会の御協賛と、10社もの企業からの御後援を頂きましたことを深く感謝致したいと思います。発表件数は5名の招待講演と、1名の依頼講演を加えて合計35件の口頭発表と、46件のポスター発表があり、参加者数は159名を数えました。ここ数年XAFS討論会が盛会続きで80を超える講演数と150に近い参加者数が常態化していた流れを引き継ぐことができました。もちろん両方の数は運営の努力で達成されたのではなく、近年のXAFS研究が広がりを見せ、重要性を増していることの表れではありますが、開催を担当したものと致しましては多数の発表をいただき、御参加頂いた皆様



図1 終始ほぼ満席だった討論会本会場（名古屋大学）



図2 夜まで熱気あふれる討論が続くナイトセッション会場

のおかげと感じています。

招待・依頼させて頂いたご講演は、プログラム上の講演順で、岸本浩通様（住友ゴム工業株式会社）「次世代タイヤ材料開発への量子ビーム活用」、園田早紀先生（京都工芸繊維大学）「マルチバンドギャップ物質開発におけるXAFS研究の重要性」、阿波賀邦夫先生（名古屋大学）「物性化学と固体電気化学の融合から生まれる新しいエネルギー変換と情報変換」、満留敬人先生（大阪大学）「高選択的還元反応を促進する金属ナノ粒子触媒の開発とXAFSによる活性種の解析」、高谷光先生（京都大学）「溶液XAFSで観る均一系触媒反応」、雨澤浩史先生（東北大学）「放射光オペランド計測による固体酸化物形燃料電池の反応解析」でした。伝統的に初日午前と最終日午後の時間を使わないXAFS討論会の枠内で合計6件の御講演は少し多いようではありますが、プログラム委員会からどの御講演にご遠慮いただくことも考えにくいような魅力的な御推薦を頂き、少し窮屈なプログラムになるのは承知で計画しました。結果として、全ての御講演が大変興味深く、新鮮な観点と改めて勉強させて頂く内容に満ちていて、懇親会の場合や閉会後にお会いした色々な方々から良い御講演だったとお声を頂くことができました。

一般の御講演を見ると、近年に比べて、地球環境系や生物系のご発表があまりなかったことや、理論系のご発表が減ったという印象があり、これは少し残念な特徴だったと思っています。実際には他分野の皆様が所属される色々な学会等との兼ね合いがありますし、逆にこれらの分野からのご発表が少なかったにも関わらず、例年並みの講演数だったことを考えると、やはりXAFSという分野が発展しているのだと改めて感じました。

討論会初日夜、名古屋大学VBLに会場を移して開催された恒例のナイトセッションでは、「XAFS 将来光源に関する討論会」と題して、今年度再起動した日本研究会のXAFS 将来光源検討委員会の活動報告に続いて、直近の計画が発表されている東北計画（SLi-T-J）、KEK放射光、SPring-8 IIの概要説明があり、これらを踏まえた討論が行われました。会場の門限いっぱいまで続く討論となり、XAFS分野としては、「それぞれの計画間で協力して事を進めてほしい」ということを継続して伝えていくことが改めて確認されました。

二日目夜の懇親会は、今回開催のあいちSRの代表者でかつ16年前の第3回実行委員長だった竹田先生のご挨拶を頂いた後、立命館大学の太田先生に御挨拶と乾杯の音頭を頂いて始まりました。毎年討論会に参加された学生の方々の御講演で、審査委員会で最優秀と評された御講演には日本XAFS研究会から学生奨励賞が授与されますが、今年も2名の方が奨励賞を獲得され、この懇親会の席で日本XAFS研究会会長の横山先生から表彰されました（佐々木拓朗（千葉大）「NiOナノ粒子と担体との界面構造の分析とプロモーティング効果」、渡邊稔樹（立命館）「転換電子収量法と透過法の同時 *in-situ* XAFS 測定による形状制御されたCu₂O粒子の還元特性の解明」）。お二人は、XAFS研究の未来を担う新しい力として今後の御活躍を期待され、懇親会に参加された皆様からの祝賀を受けられました。

討論会最終日、閉会後にはあいちSRの見学会を討論会に連動して開催させて頂き、これには35名の御参加を頂きました。見学は最初の施設全体の概要説明の後はフリーの時間としました。あいちSRのご利用経験が無く、訪問されるのも初めてという方が多く、あいちSRがどのような施設で、どのようなビームラインが稼働しているか実感して頂ける機会になったと思っています。

今回の討論会の開催は、東海地区で見ると愛知県岡崎市の分子研で開催された第14回以来ですので比較的早く廻ってきたという印象を持たれる方も多いかもかもしれませんが、名古屋市、名古屋大学での開催は第3回以来で16年ぶりでした。私はこの第3回にも委員の一人として参加させて頂きましたが、日本XAFS研究会主催となる前の開催であったことを思うと、やはり随分昔のことという印象を持ちます。この間に、当時は計画も無かったあいちSRが実現し、共用が開始されてからでも既に4年目となっていることを見ても時間の経過を強く感じました。この年月に渡って討論会が継続していることはもちろんとして、この間の参加者数の増加、ご講演の分野の多彩さの増加は、この期間にXAFSが多くの分野の研究手法として重要性を増し、熟成を重ねてきたことを示しているものと思います。

次回開催は、JASRIの宇留賀様のご尽力で進められることが決まっています。次の夏にまた皆様とお会いし、議論を深められますことを祈っています。



図3 ポスター発表会場での議論と交流

第19回XAFS討論会に参加して

千葉大学大学院工学研究科 佐々木拓朗

名古屋大学野依記念学術交流館およびあいち産業科学技術総合センターにて、9月3日～5日の3日間に渡り開催された第19回XAFS討論会に参加し、口頭による研究発表を行った。

XAFS討論会で発表するのは今回が初めてであったが、参加自体は実は二回目である。一回目はつくば、KEKで行われた第18回XAFS討論会に、運営・進行補助のアルバイトとして参加させていただいた。発表はしなかったが、学会進行の補助をする中で、様々な発表を聴くことができ、XAFSを利用する者として大変勉強になった。そして今回は発表者として参加したいと感じ、今回参加するに至った。私の専門領域は固体触媒であるが、特にXAFSを活用した触媒の構造解析に焦点を当てており、XAFS討論会への参加は非常に有意義であった。

一日目、東京発の新幹線に乗り込み、名古屋へ向かった。学会発表に対する緊張感もあったが、名古屋は初めて行く都市であったためか、単純に楽しみでもあった。名古屋駅へ降り立った瞬間、千葉とはまた違った熱気と湿気を感じ、西日本の蒸し暑さに驚いた。丁度お昼時であったため、名古屋駅構内のレストランにて味噌カツ定食を頂き、その後名古屋大学へ移動した。

一日目と二日目の会場は名古屋大学内の野依記念学術交流館であった。野依記念学術交流館は、野依良治名古屋大学特別教授が2001年ノーベル化学賞を受賞されたことを記念して建てられたもので、同じ化学者のたまごとして、この場所で発表できることに感慨深いものがあった。初日から様々な分野の発表が行われ、活発な議論が交わされた。XAFSと一口に言っても多岐に渡った研究領域に活かすことが可能なのだと、XAFSの有用性を改めて思い知らされた。一日目の夜には通常の研究発表とは別にナイトセッションが行われ、それにも参加した。ナイトセッションでは、XAFS研究会や全国の放射光施設の今までとこれからのための議論が行われた。学生の私には付いて行くのがやっとの難しい議題であったが、XAFSという分析手法や放射光施設の更なる可能性を感じることができた。また、XAFSを活用している身として、自身の研究や放射光施設ならびにその利用者が直面している課題に対し、真摯に向き合わなければならないと感じた。

二日目には私の発表があった。研究室に配属されて以来、学会での口頭発表は何度か経験してはいたが、やはり緊張感があった。しかしながら、何人かの先生方から質問をいただいたこともあり、得るものが多い発表となった。その上幸いなことに、今回の発表で学生奨励賞を獲得することができた。発表の仕方や質疑応答での受け答えは自分自身必ずしも満足のいくものではなかったため、授賞式で名前を呼ばれた時は驚いた。懇親会では、学生奨励賞の獲得もきっかけとなり、多くの学生や先生方と言葉を交わすこと

ができた。

三日目はあいち産業科学技術総合センターにて、研究発表およびあいち SR の見学会が行われた。私自身は、普段はつくばの KEK-PF にて XAFS 測定を行っており、他の放射光施設を訪れることはほとんどなかったため、大変貴重な体験となった。あいち SR のマシンタイム申請方法は独特で、二か月前からの申請で先着順である。急な申請にも比較的対応しやすいとのことで、是非利用してみたいと感じた。

今回参加した XAFS 討論会では多くの情報と経験を得ることができ、実りある討論会となった。また次回も参加したい。



図2 学生奨励賞授賞。横山利彦日本 XAFS 研究会会長（左）と筆者（右）。

XAFS 討論会に参加して

立命館大学大学院生命科学研究科 渡邊稔樹

2016 年 9 月 3 日から 5 日の 3 日間、名古屋大学の野依記念学術交流館（9 月 3, 4 日）及びあいちシンクロトロン光センター（9 月 5 日）において開催された第 19 回 XAFS 討論会に参加しました。XAFS 討論会は毎年、夏に開催されており、触媒や電池などを対象に XAFS を使用して解析を行った研究について発表され、活発に討論されています。私は XAFS 討論会に初めての参加であり、口頭で発表があったため、XAFS を専門とする方々の前で発表することへの期待と不安の気持ちで一杯でした。

学会が午後からの開催ということだったので、滋賀在住の私は当日の朝に出発し、昼前には名古屋に到着しました。私の発表は初日の午後だったため、行きの道中に何度も発表資料を確認するなど、かなり緊張していました。名古屋大学までは無事に到着できましたが、キャンパスが想像以上に広く、道に迷ってしまいました。運動部の部室が集まっているような場所に出てしまったり、名古屋大学のキャンパス内のはずなのに住宅街のような場所に出てしまったり。こんな時に限って Google マップの調子が悪く、役に立たない。名古屋大学に着いてから道に迷うこと 30 分、疲れ果ててしまい先程までの緊張などどこかへ行っていました。学内の案内板を頼りに会場へなんとか到着することができましたが、発表を前にすでに満身創痍です。受

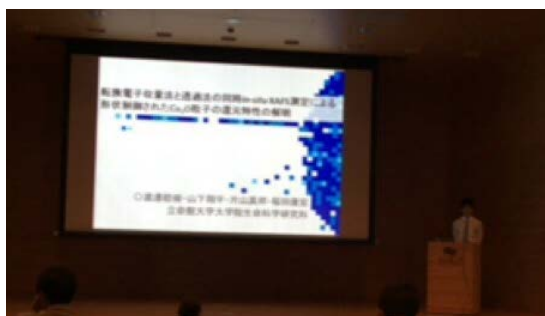


図1 口頭発表

付を済ませ会場に入ると、ちょうど学会が始まりました。なんとか間に合うことができ、時間に余裕を見て出発して助かりました。最初のセッション後の休憩明けが私の発表であったため、発表を聞きつつ、発表資料の最後の確認を行いました。本来は（道に迷わなければ）、学会が始まる前にする予定でした。そして、いよいよ私の発表の番が来ました。「転換電子収量法と透過法の同時 *in-situ* XAFS 測定による形状制御された Cu_2O 粒子の還元特性の解明」というタイトルで発表させて頂きました。内容は、透過法と転換電子収量法による XAFS 測定を同時に *in-situ* 環境下で測定することによって、不均一触媒の活性種粒子を表層と全体に分割して同時に *in-situ* 測定できる手法の開発と、それを応用して立方体と八面体に形を制御した担体上の酸化銅 (I) 粒子の還元反応メカニズムを明らかにした研究です。歩き疲れて緊張が少し和らいでいたためか、発表はスムーズに終わることができた、と私は思っていました。知り合いからの評価はイマイチでした。まだまだ発表の練習が足りなかったようです。自分の発表が終わった後は、緊張も完全に消えて集中して発表を聴くことができました。XAFS 討論会ならではの、他の学会では聞くことのできないような XAFS の深い研究や理論についての発表を聞くことができ、非常に興味深かったです。

一日目のセッションが終わり、一度ホテルに戻った後、私は大学の先輩と後輩と食事に行きました。名古屋ということで、一度は本場で手羽先を食べたいと思っていたため、居酒屋に入りました。肉体改造中で糖質制限をしている後輩の前で、手羽先と名古屋コーチンの親子丼を美味しくいただきました。夕食を済ませてホテルに到着した後、発表の疲れもあったためか、程なく眠りにつきました。

2 日目、午前には口頭発表から始まり、午後からはポスターセッションが行われました。ポスター発表は、口頭発表と比べ発表時間が非常に長く、参加者と研究について十分に議論することができます。参加者全員が激しく議論されていて、会場はとても賑やかでした。私はすでに口頭発表を終えていましたが、この場でポスターでも発表したかったと思いました。一度に多くの人に聴いてもらえる口頭発表と、十分に議論を戦わせることのできるポスター発表、

どちらも良いところがあります。私としては口頭とポスターの両方で発表を行いたいぐらいです。この日の夜は懇親会がありました。懇親会では学生奨励賞の受賞者二名が発表され、はからずも私が選出され、日本 XAFS 研究会会長の横山先生より賞状を頂きました。このような栄誉ある賞を頂くことができ、大変光栄に思っております。もう一人の受賞者は千葉大学の佐々木さんでした。おめでとうございます。その後は他大学の学生と話をしたりするなど、交流を楽しみました。

最終日となる3日目は、会場をあいしシンクロtron光センターに移し行われました。午前中ですべてのセッションが終わりました。XAFS 討論会の3日間を通して、他の研究者の方々が、XAFS を何に対して、どのように測定を行い、何を見ているのかを学ぶことができ、研究に対する視野を広くすることができたと思います。また、奨励賞を頂き研究に対する自信がついた一方、時々発表内容を理解できずに勉強不足も実感することになりました。また、この場で発表できるよう研究に取り組んでいきたいと思えます。

MEDSI2016 参加報告

放射光科学第二研究系 松岡亜衣
放射光科学第一研究系 間瀬一彦

2016 年 9 月 11 日（日）～ 16 日（金）に Mechanical Engineering Design of Synchrotron Radiation Equipment and Instrumentation (MEDSI) 2016 が CosmoCaixa, the science museum of Barcelona (スペイン, バルセロナ) にて開催された。この会議は放射光施設における機械設計開発やコンポーネントに関する工学技術について、最先端の情報を交換することを目的とした国際会議である。今年度は世界中の放射光施設から 250 名以上の参加者が集まった。日本からの参加者は SPring-8: 2 名, UVSOR: 2 名, 東北大多元研: 1 名, PF: 5 名 (五十嵐さん, 野澤さん, 間瀬, 松岡, 宮内さん) の合計 10 名であった。プログラムはチュートリアル, Precision Mechanics, Facility Design & Upgrades, Calculation, Simulation & FEA Methods, Core Technology Developments, Light Sources, Beam Lines の 6 つのセッション, ポスターセッション, ALBA (2011 年から稼働しているバルセロナの放射光施設) 見学から構成されていた。

12 日（月）のチュートリアルでは、1) 放射光源のための真空技術, 2) 光学素子とそのベンド機構, 3) 設計における有限要素解析 (Finite Element Analysis, FEA) の利用, 4) 加速器の物理の 4 つの講座が用意されており、2 講座を選択できるシステムであった。松岡は 2) と 3) に参加した。FEA はあくまでもツールであり、自身で最適なモデルを検討し結果を理解しなければ意味がない、という話が印象に残っている。間瀬は 1) と 3) に参加した。1) の前半は真空の基礎の講義、後半は Molflow というモンテ



図 1 参加者集合写真

カルロシミュレーションソフトウェアに基づく真空ダクト中の圧力分布解析の講義だった。

Precision Mechanics セッションでは、FEA を用いた大型精密機械設計、新しい精密光学素子ベンド機構の開発、精密二結晶分光器駆動機構の開発、試料や検出器の精密位置決め機構の開発といった話題が多かった。Facility Design & Upgrades セッションではヨーロッパの国々が合同で進めている中性子源施設の現状や ESRF 蓄積リングアップグレード計画における機械技術開発など、Calculation, Simulation & FEA Methods セッションでは、熱的安定性解析、多軸検出器のシャドー領域・衝突領域の計算、Core Technology Developments セッションでは加速器コンポーネントの架台開発、耐高熱負荷部品開発などが報告された。間瀬は Core Technology Developments セッションで「Low-Cost, High-Performance Non-Evaporable Getter (NEG) Pumps Using NEG Pills」という口頭発表を行った。質疑も活発に関心を集めたようである。Light Sources セッションでは真空ダクト、FEL 用アンジュレーター、超伝導 RF システム計画、レーザープラズマ加速を用いた X 線自由電子レーザー計画、Beam Lines セッションでは個々のビームラインの分光器や、光学素子駆動・冷却機構、光学素子ベンド機構、各種エンドステーションの開発、強磁場下での試料温度制御、軟 X 線分光用液体セルなどが報告された。少しでも自分の施設に役立てようと積極的に情報収集を行う参加者が多く、議論が盛り上がり、コーヒープレイクやランチの時間が削られることもあった。

ポスターセッションは 12 日、13 日、14 日の 17-18 時に戸外に設置されたテント内で開催された。松岡は 14 日に「Floor Reinforcing Works and Evaluation for Improving an X-ray Beam Stability at KEK PF」というタイトルで、平成 26 年夏に BL-17A にて行われた床補強工事と、それによるビーム変動の改善についてポスター発表を行った。本学会において振動を考慮に入れた設計に関する発表はいくつもあったが、光学系コンポーネントを設置する床自体を補強したものはほかになかった。また、コンポーネントの振動ではなく実際に問題となる試料位置でのビーム変動に

着目した発表も少なかった。このためか、ポスターセッションの時間は1時間と短かったものの数名の方々に関心を持っていただき、説明をすることができた。同じ日に五十嵐さんは「Design and Performance Evaluation of the Next Generation Beamlines at New KEK Light Source (KEK-LS)」, 野澤さんは「Upgrade the Beamline PF-AR NW14A for the High-Repetition-Rate X-Ray Pump-Probe Experiments」, 間瀬は「Present Status of PF BL-13A/B, Vacuum Ultraviolet and Soft X-Ray Undulator Beamlines for Surface Chemistry and STXM」, 宮内さんは「Beamline Front Ends at the 2.5-GeV Photon Factory Storage Ring」というポスター発表を行った。それぞれ数名の方が聞きに来ていた。ポスターセッション会場では27社を超える企業が最新の分光器, 光学素子駆動機構, 光学素子ベンド機構, 真空ポンプ, 防振機構, 各種コンポーネントなどを出展していて参考になった。

ALBAの見学ではコントロールルーム, 加速器トンネル, ビームライン, 設備棟を見て回り, 説明を受けた。ビームラインが設置されている実験ホールの床と通路の床は振動の伝達を抑えるために分離されていた。振動を発生させる原因の一つである真空ポンプも床に直接は置かれていなかった。ほかにもKEK放射光計画の参考になる事柄が多く, 非常に勉強になった。

会場となったCosmoCaixaは科学博物館で, MEDSI2016参加者は無料で展示エリアに入場できた。スケールの大きな参加型物理実験展示が多数用意されており, アマゾンの熱帯雨林を模したエリアには巨大な樹木やカピバラ, 巨大な魚, カメ, ワニなどがいて, ざっと見て回るだけでも楽しむことができた。また, 13日の夜にはバルセロナを一望できる山の上にある天文台の敷地でカクテルディナー, 15日の夜には海岸近くの海洋博物館のレストランでカンファレンスディナーが開催された。こうしたディナーやコーヒーブレイク, ランチの時間を通して多くの参加者と懇親を深めることができた。

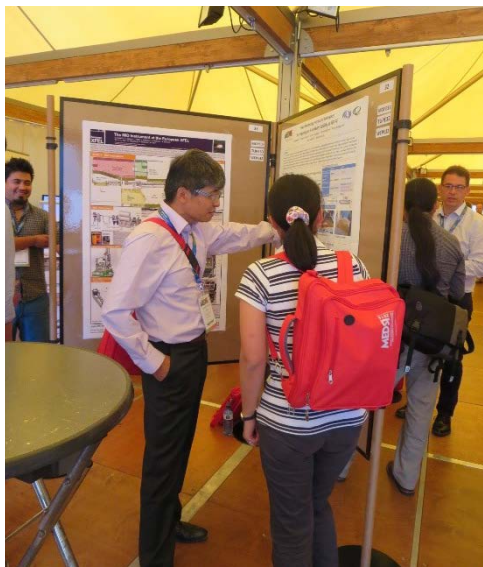


図2 ポスター発表の様子



図3 ALBA 見学の様子

次回開催されるMEDSI2018はフランス・パリ近郊でSOLEIL(2006年から稼働しているパリの放射光施設)が主体となって行なわれることが決まった。MEDSI2016では多くのビームライン担当者, 技術者と知り合うことができた。本会議で学んだことはKEK放射光計画に役立てる予定である。

第57回高圧討論会開催報告～高圧力科学の最前線～

放射光科学第二研究系 亀卦川卓美

長かった台風の季節が終わった10月末, つくば市で第57回高圧討論会が開催されました。26日から28日の3日間は, 筑波大学大学会館をお借りして各種講演や学会総会が行われ, 最終日の29日にはつくばにある4つの研究機関を見学するスタディ・ツアーも実施されています。この討論会は日本高圧力学会が主催し, 高圧力をキーワードにした多様な分野の研究者が, 自らの研究成果を発表する集会で, 筑波大学と高エネルギー加速器研究機構, 農業・食品産業技術総合研究機構など5つの法人が共催しています。実は, この討論会がつくばで開かれるのは, これで三度目になります。最初につくば科学万博の前年1984年に開かれた第25回, 今回と同じ筑波大学をお借りして開催されました。2回目が1995年に工技院(現産総研)で開かれた第36回討論会ですから, 今回は20年の歳月をはさんでの開催となります。つくばには共催機関をはじめとして物材機構, 産総研など, 高圧研究を行っている研究室が数多くありますので, もう少し前に開催しても良かったかもしれませんが, 私を実行委員長として今年開催する運びとなりました。

キーワードである高圧力ですが, 圧力は温度と同じ示強変数ですが, ダイヤモンドアンビルセルを使えば地球中心(360 GPa)を超える圧力を発生することが可能です。つまり, 大気圧から数百万気圧までという, 極めて広い(1～107)外場環境を静的に制御できますので, その技術を利

用した研究分野も広範囲に亘っています。地球・惑星の科学は、惑星の誕生や進化だけではなく、我が国にとって重要な地震や火山といった地球活動のメカニズムを解明する研究テーマも含まれています。またダイヤモンドやBN等の超硬材料の合成という伝統的な研究から、超高压力下の硫化水素が -70°C で超伝導を示すというニュースなど、高压力の物質・材料研究が、常に科学のフロントに位置していることの証でもあります。最近では、生体やタンパク質をはじめとする生命科学にも高压研究が普及し始めているだけでなく、食品をはじめとする有機物や流体の状態制御・加工に高压力技術を展開する研究が注目を集めており、今回の討論会の中でも活発な発表が行われた分野でもあります。

つくばでの討論会開催に当たり、「高压力科学の最前線 - 地球の中から食卓まで -」と題して、討論会の一部であるプレナリーレクチャーと特別講演をつくば市民や学生の方に公開致しました。プレナリーレクチャーは、高压研究の幾つかの分野を俯瞰できるようなものとして、「高压研究からみた地球惑星内部」と題して大谷栄治氏（東北大学）が、「高压処理による食品加工」の講演を山本和貴氏（農業・食品産業技術総合研究機構）が行ないました。また特別講演は、「KEKと基礎科学研究」と題して基礎科学を柱にする当研究機構の目的と社会的な意義を山内正則機構長に話して頂きました。素粒子から宇宙の謎の話は奇妙で大変興味深いものでしたが、基礎科学は社会が価値を認めるかどうかにかかっている、という言葉は重く響きました。この一般公開は、高压力学会の活動を多くの方に知って頂くことが目的ですが、同時に我々研究者自らが科学の社会性を再認識することを期待して実施されました。

この一般公開が行なわれた二日目には、学会行事として各賞の発表が行なわれ、学会賞はメガバール低温領域における各種元素の電子状態の研究が評価された清水克哉氏（大阪大学）が、また奨励賞はダイヤモンドアンビル装置を用いた地球深部物質の先端端的研究を行なっている野村龍一氏（愛媛大学）がそれぞれ受賞されました。その後、参加者は送迎バスや市バスなどで、つくばセンターに程近



図1 会場の様子

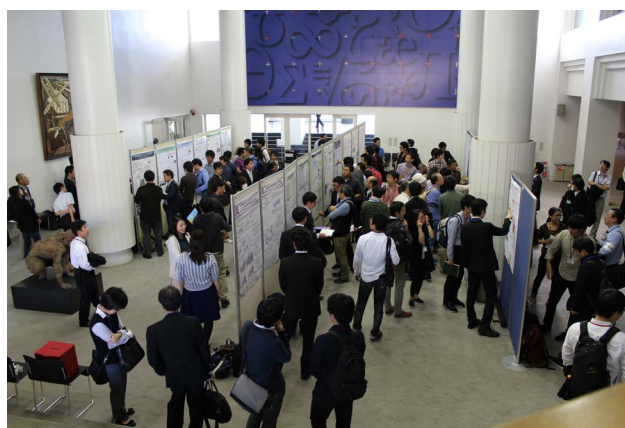


図2 ポスター会場の様子

いホテルグランド東雲へ移動し、懇親会が行われました。懇親会は山内正則 KEK 機構長と筑波大学数理物質系長の伊藤雅英氏をお迎えし、232名の皆様に参加頂き盛大に行うことが出来ました。

三日間を通して一般講演とシンポジウム、ポスターセッションが夕方まで行われ、活発な討論が行われました。シンポジウムは、今年も3件開催されました。尾崎典雅氏（大阪大学）と奥地拓生氏（岡山大学）が世話人を務める「パワーレーザーとXFELによるダイナミック超高压の展開」が初日に、山本和貴氏（農研機構）と松木均氏（徳島大学）が世話人の「生物関連高压シンポジウム 基礎から産業利用へ」、及び船守展正氏（KEK）と齊藤寛之氏（量研機構）による「KEKにおける放射光高压力科学の将来展望」は二日目から三日目に亘って行われました。特に、「KEKにおける放射光高压力科学の将来展望」には、KEKの村上洋一 PF 施設長をはじめ、物構研や加速器研究施設の方々の講演も行われ、将来の放射光計画に対し、多くの参加者による活発な質疑応答が行なわれました。

最終日は、今後の研究のヒントや研究者同士の協力関係に発展する契機になることを目的にしたスタディーツアーが、KEK、農研機構、産総研、物材機構で行われ、延べ71名の学会員が参加しました。参加者は貸し切りバスや市バス、車などでそれぞれの研究所に移動し、講師から研究室で使われている各種高压装置や研究の説明を受けました。また所属する研究機関の代表的な設備や成果の展示についても興味深く見学されていました。

以上のように、4日間に亘って開かれた高压討論会は、例年以上に多くの学協会（共催5、協賛53、後援3、合計61団体）の協力を得て開催され、参加者総数が375名、講演総数は257件（口頭発表109件、ポスター発表106件）でした。参加者にとって今後の研究、教育、社会貢献に多少なりとも役立つ交流の場になったのではないかと思います。今回は、色々と新しい企画を詰め込んだ討論会でしたが、つくば地区と東海地区のメンバーで構成された実行委員の方々の奮闘により、幾つかの反省点はあるものの大過なく無事に終了し、来年開催予定の名古屋に引き継ぐことが出来たと思います。

PF 研究会「高エネルギー X 線・縦偏光を用いる先端研究の現状と将来の展望」報告

放射光科学第二研究系 岸本俊二

2016 年 11 月 11 日（金）4 号館 1 階セミナーホールにて標記の PF 研究会を開催した。本研究会は、PF-AR で実施されている高エネルギー X 線領域を利用する研究や PF リング BL-14 の超伝導ウィグラーを光源とする世界で唯一の垂直偏光を用いた研究の現状と将来について議論する場として準備された。秋の共同利用の最中にも関わらず 40 名を超える方々に参加していただくことができた。現在、BL-14 では超高感度・大視野の大型干渉計などによる X 線イメージング、精密トポグラフィー、高エネルギー X 線領域を利用する検出器開発など、特徴ある放射光利用研究が展開されている。PF-AR では、NE1A, NE5C, NE7A での白色・単色による高エネルギー X 線を活かした高圧科学、NW10A での 40 keV を超えるエネルギーまでの XAFS 測定が実施されている。しかしながら PF リング・PF-AR ともに老朽化が進み、とくに超伝導ウィグラーは 2011 年の東日本大震災によるダメージによりリング全体に影響を及ぼしかねない深刻な真空漏れの問題をビームダクト部に抱えている。今後も放射光共同利用を支えるために次期光源計画の具体化は急務であり、KEK は加速エネルギー 3 GeV の蓄積リング型高輝度放射光施設の建設を提案している。次期光源計画に照らし合わせて、これまでの高エネルギー X 線・縦偏光を用いる研究をどのように展開するのかについても早急に検討することが必要となっている。

研究会の冒頭、村上 PF 施設長から次期光源計画の準備状況の説明と本研究会開催の意義を確認する挨拶をいただいた。続いて最初の講演では KEK 加速器第七研究系の野上隆史氏より、超伝導ウィグラーの真空リークへの対処・運転を維持する大変な苦勞、それも限界にあり 2017 年

3 月以後に真空漏れに対する本格的な対処を予定していることについての説明が行われた。この後、本研究会の前半では、現在の高エネルギー X 線・縦偏光を用いる研究の特長やその成果についてまとめられた。東北大学・多元研の坂倉輝俊氏から BL-14A の水平型四軸回折計による精密構造解析について、APD 検出器と多重散乱回避による測定法の開発により軌道波動関数によるモデリングも可能になっていると報告された。日本女子大学の秋本晃一教授からは BL-14B で行われている縦偏光を活かした精密トポグラフィーによる半導体結晶の評価研究について紹介された。PF-AR で実施されている大容量プレス実験を中心とする高圧力科学研究の説明が KEK 物構研の船守展正教授によって行われ、新光源の輝度を活かしたイメージングや縦偏光利用への期待が述べられた。PF-AR の NW10A での研究としてアモルファス酸化物半導体の局所構造を XAFS で探る報告が東京工業大学の Kim Junwang 氏によって行われた。

後半では、今後の進展が期待される特徴ある研究や次期放射光施設での光源の可能性とビームライン光学系について議論された。京都大学医学部の山田重人教授には BL-14C の大型干渉計を使って行われている位相イメージング法によるヒト胚子の 3 次元撮像の予備研究と今後の本格的なデータベース化に向けた構想について講演していただいた。日立製作所の米山明男氏から同じ大型干渉計を使って行われているリチウムイオンバッテリーの電解液の挙動を充放電中に可視化する研究の紹介をいただき、今後の実用化への期待を語っていただいた。BL-14A で実施されている検出器開発テーマとしてガンマ線バーストの偏光観測を国際宇宙ステーションで行うプロジェクトの紹介が山形大学の郡司修一教授により行われた。そのプロジェクトのための検出器の地上キャリブレーションを 2019 年度から行いたいと説明があった。これらの要求にこたえる光源を設置できる可能性が次期光源計画にあるかどうか、KEK 加速器第七研究系の阿達正浩氏からは縦偏光ウィグラーを含む多極ウィグラーの検討例が示された。リング輝度を損なわずに高エネルギー領域で現在のウィグラーよりもフラックスでも上回る可能性が示され、今後の検討に期待が高まった。また、縦偏光が光源で実現できない場合に備えて移相子を利用して縦偏光を得る場合や分離型 X 線干渉計を水平偏光で使う場合の検討結果が KEK 物構研の平野馨一氏によって示された。

この後、雨宮健太・PF 放射光科学第一研究系主幹より「KEK 放射光」計画の進捗状況についての説明を受けたあと、各研究分野からの次期光源での光源や研究環境への要求をあらためて提案し実現の可能性について議論が行われた。この議論の中で高圧力科学の立場から白色光利用の必要性が指摘されたことは PF でのサイエンス展開の要求が



図 1 集合写真

幅広いことを思い出させ印象的であった。研究会の最後には、本研究会の提案代表者として米山氏により議論をまとめていただいた。高エネルギーX線による研究が物質全体を見渡すうえで重要な役割を果たすこと、縦偏光は重力が観測系の回転に及ぼす影響をキャンセルするのに有利なので高速測定やナノ領域までの高精度化に役立つことが指摘された。高エネルギー・縦偏光利用のような多様性を次期放射光施設でも維持することの大切さを締めくくりの言葉としていただいた。本報告の最期に、研究会終了後に行われた懇親会にも若手を含め多数の方に参加していただき、今後の高エネルギーX線・縦偏光利用の議論が盛り上がったことを付け加えておきたい。

(研究会ホームページ：<http://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20161111/>)

PF 研究会「PF 挿入光源ビームライン BL-19 の戦略的利用に関する研究会」開催報告

放射光科学第一研究系 小野寛太

2017年1月16, 17日に小林ホールにて「PF 挿入光源ビームライン BL-19 の戦略的利用に関する研究会」を開催しました。PF の挿入光源ビームライン BL-19 は、1987 年より東京大学物性研究所の真空紫外・軟X線領域ビームラインとして設置され、数々の輝かしい研究成果を創出した後に、2014 年に共同利用ビームラインとしての役割を終えました。現在は PF の施設スタッフの主導で装置開発・測定手法開拓を推進するためのテストビームラインとして利用されております。BL-19 の挿入光源であるリボルバー型アンジュレータは老朽化による装置上の問題を抱えており、新しい利用プロジェクトを開始するためには挿入光源の更新が不可欠な状況です。一方、PF リングの直線部増強により、BL-19 の挿入光源を設置可能な直線部の長さは 4 m となり、高性能型挿入光源を設置することが可能となっております。将来の高輝度 3 GeV クラス蓄積リングの実現およびそこで展開されるサイエンスを視野に入れ、BL-19 の戦略的利用としてサイエンスケースとビームラインのハードウェア実装に関する議論を進めることを目的として研究会は開催されました。主に顕微分光、軟X線散乱、軟X線分光の分野について、それぞれの分野で成果を挙げられている先生方にご講演いただき議論を行いました。

最初に、PF 村上施設長よりご挨拶を頂いた後、足立主幹より BL-19 の現状に関する紹介と本研究会の趣旨説明がありました。その後、KEK 加速器の土屋氏により BL-19 に設置可能な挿入光源の使用についての発表がありました。次の顕微分光のセッションでは主に走査型透過X線顕微鏡 (STXM) についての研究発表が行われました。はじめに東京大学の高橋嘉夫氏から「STXM 炭素学の必須性：太陽系の誕生から地球環境の将来まで」と題して講演

がありました。STXM を用いた有機物の局所状態分析手法により「STXM 炭素学」と呼ぶことのできる重要な研究分野が開拓でき、その分野は地球惑星の進化、生命の誕生・進化、微生物の機能、石油・石炭などの資源、現在の地球温暖化や環境問題から現代社会を支える炭素材料にわたる広いものであることについて大変分かりやすく説明していただくとともに、ハイスループットかつ適用範囲が広い STXM を BL-19 に設置することの意義についての議論も行われました。愛媛大学の光延聖氏は「STXM を用いた微生物-金属-鉱物相互作用の解明」と題して、STXM を用いたバイオリチングの研究の紹介がありました。広島大学の菅大暉氏は「隕石中の有機物分析における STXM の役割と重要性」という題で、国際宇宙ステーションやはやぶさ 2 で得られた地球外物質の有機物分析という非常に夢のあるテーマについて、STXM による解析の重要性や限られた試料から最大限の情報を取り出す研究のあり方について若手の立場から熱く議論していただきました。海洋研究開発機構の諸野祐樹氏は「海底下環境、および海底下生命圏を紐解く鍵となる STXM 分析」と題し海底下の深さ数千メートルに至り海底下生命圏という地球最大規模の生命圏が存在すること、それを紐解く鍵となるのは STXM による細胞単位での詳細解析であることを紹介していただきました。そこから 2 名の産業界で研究されている方からのご講演がありました。東レリサーチセンターの辻淳一氏から「有機材料及び蓄電材料の STXM 評価」と題し、ポリマー材料やリチウムイオン電池などの材料解析に STXM が有用であることをご紹介いただきました。次に新日鐵住金の原野貴幸氏は「炭素繊維強化プラスチックの顕微化学状態解析」と題し、炭素繊維強化プラスチックの解析には放射光の偏光を利用した STXM 観察が重要であることをご説明いただきました。初日の最後の講演は KEK 物構研の武市泰男氏より「BL-19 における STXM の検討と応用研究」というテーマで BL-19 で STXM を定常運用する場合の光学系の提案と、期待される性能について議論していただきました。その後の懇親会では若手を含め多数の方に



図1 会場の様子



図2 集合写真

ご参加いただき、生命科学、環境科学から炭素材料、物性研究までの広い分野の参加者で今後のビームライン利用の議論が盛り上がりしました。

2日目の1/17の前半のセッションは軟X線散乱に関する研究発表が行われ、東京大学の有馬孝尚氏から「軟X線領域の共鳴散乱研究の今後への期待」と題し、軟X線領域での研究における今後の研究の方向性として、自己組織化の性格が強く出るソフトマター、相分離、超構造などに分野に広がっていき、軟X線領域のコヒーレンスを活かした実空間イメージングを目指すべきであることについて大変わかりやすくご紹介いただいた。東京大学の和達大樹氏には「軟X線散乱・磁気円二色性の時間分解測定への展開」についてご講演いただき、超高速ダイナミクス的重要性と新しい実験によりダイナミクス計測が可能になっていることを紹介していただきました。大阪大学の高橋幸生氏は「コヒーレントX線回折イメージングの今後の可能性」と題し、コヒーレントX線回折イメージングの現状の紹介とコヒーレントX線回折と吸収分光を融合させたX線タイコグラフィ-XAFS法という新しい手法について紹介していただいた。東京大学の山崎裕一氏には「共鳴軟X線コヒーレント回折イメージングの現状と展開」と題し共鳴軟X線コヒーレント回折イメージングを用いたスキルミオンの観察についてご紹介いただくとともに、今後はスパースモデリングなど情報科学手法を取り入れたデータ解析が重要であることについて議論されました。

最後のセッションでは軟X線分光に関する研究発表が行われ、分子研の長坂将成氏は「軟X線吸収分光法による液体と液液界面のオペランド観測」と題し、液体の軟X線分光研究をご紹介いただいたのち、溶液の関わる様々な化学反応について液液界面でのオペランド観測が重要であることについて説明していただいた。立命館大学の浅井智広氏は「透過型軟X線顕微鏡によるシアノバクテリアの元素選択的な細胞内構造の観察」について講演していただき、空気中の分子状窒素を窒素化合物として固定するシアノバクテリアの研究には元素選択的に生きた細胞を観察できる軟X線顕微鏡が極めて有用であることを分かりやすく説明していただいた。量子科学技術研究開発機構の藤井健太郎氏は「軟X線分光を用いた放射線生物研究と今後の展望」に

ついて、DNA損傷のメカニズムを明らかにするためには放射光を用いた放射線生物研究が必要であることを議論していただいた。兵庫県立大学の村松康司氏には「放射光軟X線分光法と第一原理計算による炭素機能材料の構造解析と産業利用への展開」と題し、産業利用も含め炭素機能材料の構造解析のニーズは近年高まっており、これらの解析を進めるためには第一原理計算と組み合わせた新しいデータ解析が重要であることについて議論していただきました。

最後は、全ての参加者の総合討論（BL-19の戦略的利用について）となり、実験装置だけではなく、幅広い分野のユーザのニーズを満たすためには温度変化をはじめとして様々な試料環境を準備することや、オペランド観察の重要性、さらには情報科学を活用した新しいデータ解析技術の重要性について白熱した議論が行われました。

本研究会でご講演を拝聴するとともに参加者と議論させていただき、従来の軟X線利用研究と比べ非常に幅広い分野の方が興味を持っていることを実感しました。また、最先端の物質や材料の解析など産業界にとって重要な解析技術となっているだけではなく、宇宙や海底下の生命の研究にまで活躍する夢のツールとなりつつあり、このような分野の研究の急速な進展が期待されます。BL-19をこのような成長著しい分野の研究に活かせるようユーザとともに今後も考えていきたいと考えております。最後になりましたが、本研究会の開催にあたり、世話人および事務局/秘書室の方々をはじめとしたPF関係者の皆様には多大なご協力を頂きました。この場を借りて深くお礼申し上げます。（研究会ホームページ：<http://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20170116/index.html>）

PF研究会「測定しているけど見えていない情報を引き出すためには？～不可逆反応、不均一反応での情報科学/計算科学×計測技術の融合～」開催報告

放射光科学第二研究系 木村正雄

「測定しているけど見えていない情報を引き出すためには？～不可逆反応、不均一反応での情報科学/計算科学×計測技術の融合～」というPF研究会を、2017年1月19日に高エネ研・4号館セミナーホールにて開催しました。

量子ビームの計測技術（検出器や計数系）や基盤設備（施設の高度化）などの進歩により、従来の平均・静的な測定方法に加えて、ナノメートルオーダーの空間分解能とフェムト秒の時間分解能での計測が可能となっています。これにより、ある物理量の時間発展を速度論的に解釈することで反応時定数だけでなく反応メカニズムの解明や、反応起点のサイトを特定する観察、といったことが出来るようになっていきます。

その一方、得られる測定データは、エネルギー、空間、



図1 会場の様子

時間、等の多次元となり、これまでとは比較にならない膨大な量のデータ (big data) となります。こうした big data を最大限活用するには、単に従来の個別分解型の解析法だけでなく、教師無し学習的な方法による相関因子の抽出といった新たな取り組みが必要です。そのため、スパースモデリング、画像解析、信号処理等の広範な逆解析技術等の情報科学・統計数理による計測対象の特徴量解析手法や、大量データの迅速・高精度解析手法を開発し、それらを計測技術と融合することが大きな課題となっています。

こうした背景を踏まえて、計測分野と情報科学/計算科学のそれぞれの分野でご活躍の先生方にご講演頂き、議論を行うため、本研究会を開催しました。

最初に、PF の村上施設長よりご挨拶を頂いた後、木村より本研究会の趣旨説明を行いました。その後、前半のセッション：「実験で時空のヘテロがどこまでわかるか」を行いました。KEK/物構研の一柳光平氏から「物質の衝撃応答における不均一性」と題して、X線パルスを用いた物質の衝撃応答を測定する時間分解X線回折測定の紹介があり、物質の衝撃応答における不均一な構造変化過程と不均一性解の理解に向けた研究展開について議論しました。量子科学技術研究開発機構の大和田謙二氏から「リラクサー強誘電体に見られるナノドメイン、ヘテロ相ゆらぎ」と題して、リラクサー強誘電体における分極ドメインの形成過程とそれらのゆらぎ、また、ゆらぎと相転移や応答との関係に関する研究の紹介がありました。京都大学の内本喜晴氏から「電気化学エネルギー変換デバイス特性の理解～電流・電位と量子ビーム計測結果との融合～」と題して、放射光を用いた種々な先端的 operando 計測技術の開発と、それを用いた特性支配因子の特定による材料設計指針の提示の成功例の紹介がありました。KEK/物構研の木村から「構造材料の階層構造～微細組織を変数として考えるアプローチ～」と題して、多次元の微細組織 (heterogeneity) を材料のマクロ特性を決める一種の変数と考え、応用数学や情報処理の力を借りて、人力に頼らずその関係性を明らかにする試み (複合酸化物の還元反応における trigger sites の探索) の紹介がありました。

引き続いて後半セッション：「実験で明らかになった時

空のヘテロを如何にして情報処理するか」を行いました。東北大学 WPI-AIMR の大林一平氏から「パーシステントホモロジーによる材料科学データの空間構造解析について」と題して、位相的データ解析の一手法と機械学習の手法を組み合わせる新たなアプローチの研究と材料科学への展開について紹介され、焼鉬石のX線 CT の画像データの重要な空間構造を捉える試みが報告されました。産総研人工知能研究センターの永田賢二氏から「ベイズ推定に基づくスペクトルデータからの情報抽出」と題して、ベイズ推定の枠組みおよびそれを実現するアルゴリズムであるレプリカ交換モンテカルロ法について、スペクトル分解等の実例を交えて紹介があり、基底関数の非線形性やモデルの階層性に起因する局所最適解の問題、基底関数の個数を与えられたデータのみからいかにして客観的に決定するか、の二点を中心に議論がなされました。NIMS の袖山慶太郎氏からは、「マテリアルズ・インフォマティクスによる Li イオン電池の高濃度電解液探索」と題して、電池の有機溶媒に第一原理分子動力学 (DFT-MD) 計算を行い、高濃度電解液における溶媒分子の耐還元耐性向上メカニズムおよび Li イオンの高速拡散機構について検討した結果が紹介されました。

東北大学の石原純夫氏からは、「強相関系のヘテロ時空ダイナミクスと構造物性」と題して、電荷フラストレーションにおける実空間時間ダイナミクス、および二重交換系における電荷・スピン時空間ダイナミクス、についての理論研究の紹介があり、フラストレーションをはじめとした時空間不均一状態に関する議論が行われました。

その後、自由討論+懇親会を開催しました。先生方のご発表を総括した発表を行う予定でしたが、お酒と軽食をつまんでの活発な議論が自発的に始まったので急遽そのまま、各自で話や議論を進めて頂くこととしました。

先生方のご講演や参加者との活発な質疑を拝聴させて頂き、「物性や材料研究のアプローチが大きく変わるかもしれない時期になっている」という問題意識を皆さんがもっていることを改めて実感しました。KEK 放射光計画をはじめとして計測手法は高度化・汎用化の両面でますます変わっていく一方、情報科学/計算科学/応用数学の実学へ



図2 集合写真



図3 懇親会の様子

の応用はどんどん加速されていくと考えられます。本研究会での議論・つながりが契機となり新たな研究者のネットワーク形成につながれば幸いです。何年か後に同様の研究会をさらに盛大に開催できれば、さらにうれしいことです。

なお、本研究会のホームページには、ご講演内容の概要を紹介する予定です。

<http://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20170119/index.html>

最後になりましたが、本研究会の開催にあたり、世話人および事務室/秘書室の方々をはじめとしたPF関係者の皆様には多大なご協力を頂きました。この場を借りて深くお礼申し上げます。

80th IUVESTA Workshop Ultra Low Emittance Light Source Vacuum Systems 参加報告

放射光科学第一研究系 間瀬一彦
加速器第七研究系 本田 融
加速器第七研究系 谷本育律

2016年10月24日(月)～27日(木)に80th IUVESTA Workshop Ultra Low Emittance Light Source Vacuum Systems (<http://iuvsta-80.nsrcc.org.tw/>) が NSRRC (National Synchrotron Radiation Research Center, 台湾, 新竹) にて開催された。この会議は IUVESTA (International Union for Vacuum Science, Technique and Applications) が協賛した第80回目の国際ワークショップであり、超低エミッタンス放射光施設における真空技術について最先端の情報を交換することを目的としている。トピックは、

1. Facility reports and project reviewing for the light sources with emittance $< 0.5 \text{ nm} \cdot \text{rad}$
2. Design concepts of the vacuum systems for the ultra-low emittance light source
3. Surface engineering and treatments for the ultra-low surface outgassing rate

4. NEG-coating technologies, development and applications
5. Critical vacuum components accommodate high beam current operation
6. Methodology of the Manufacturing and Construction
7. Pressure distribution

の7件であった。全参加者数は50名(図1)、日本からの参加者は SPring-8/JASRI: 2名(大熊さん(招待), 大石さん(招待)), 物材機構: 1名(板倉さん), KEK: 4名(末次さん(招待), 谷本, 本田, 間瀬)の合計7名であった。ポスター発表はなく、すべて30分あるいは15分の口頭発表(合計33件)であった。

口頭発表のうち最も多かったのは、MAX IV, ESRF-Extremely Brilliant Source (ESRF-EBS), SOLEIL, DIAMOND-II, CERN, Institute of High Energy Physics (IHEP), Taiwan Photon Source (TPS), APS-Upgrade, ALS, NSLS-II, PLS-II, SPring-8, SPring-8-II, SuperKEKB, KEK 放射光など最近の高輝度放射光源および計画中の放射光源、加速器施設の紹介、真空システムや新しい真空技術に関する発表であった。いずれも内容が豊富で、短時間で最先端の情報を集めることができた。

MAX IV の3 GeV 光源リングは世界で初めて Multi-Bend Achromatic Lattice を採用し、現状で世界一の低エミッタンス $0.3 \text{ nm} \cdot \text{rad}$ を実現している。電磁石の開口、ボア直径は25 mm と小さく、アーク部のビームダクトは低濃度のAgを含有する無酸素銅製、内径22 mm の細い円管で製作されている。2015年8月から3 GeV リングのコミッショニングが開始され、2017年春のユーザ運転開始を目指して調整が続いている。これまでの最大蓄積電流値は約200 mA に達し、リング真空の光焼き出しも順調に進んでいることが紹介された。建設当初からリング全周のビームダクト内面に NEG コーティング(後述)を施した世界初の放射光リングでもあり、光照射の影響に関わる貴重なデータが蓄積されている。

NSLS-II と TPS の2つの3 GeV 光源リングは、第三世代放射光源リングで多用された Double Bend Achromatic Lattice を採用した最新のリングで、約 $1 \text{ nm} \cdot \text{rad}$ の低エミッ



図1 TPS の入口ホールで撮影した参加者集合写真。後ろの壁に色とりどりのパネルで「光」という漢字が描かれている。

タンスを実現している。共に 2014 年にコミッショニングを開始し、2016 年秋の時点ではそれぞれ 250 mA, 300 mA の蓄積電流値でユーザ運転を行っている。

ESRF では現行のリングを 2019 年から 2020 年にかけて改造しエミッタンスを 4 nm rad から 0.14 nm rad に改善する計画が着々と進行中である。SPRING-8 はエネルギーを 8 GeV から 6 GeV へ下げ、エミッタンスを 0.14 nm rad へ改善するアップグレードに備えてビームダクトなどの設計開発が進められている。やはり 6 GeV にエネルギーを下げ 0.1 nm rad より小さいエミッタンスの実現を目指す APS-Upgrade の真空システム設計、2018 年建設開始を目標に開発を進めている北京放射光計画 (6 GeV, 1300 m, 60 pm rad) も紹介された。

最先端の真空技術として特に印象深かったのは、非蒸発ゲッター (Non-Evaporable Getter, NEG) コーティングである。1990 年代後半に Cristoforo Benvenuti (CERN) らによって開発されたマグネトロンスパッタリングによる Ti-Zr-V コーティングは、すでに世界中の 10 を超える放射光施設で利用されており、着実に成果を挙げている。SOLEIL では 10 年間運転した結果、蓄積リング中の圧力が順調に下がり、NEG コーティングによる不具合は特にないとのことであった。MAX IV では上述のように蓄積リングに NEG コーティングを全面的に採用している。一方で、実施するには CERN のライセンスが必要、高度な製造技術が必要などの問題のため、ESRF-EBS, DIAMOND-II, SPRING-8-II のように短期間で真空システムを構築する必要のある計画では、採用しないか部分的な採用に留まるケースが多いようである。また、CERN で開発されたモンテカルロ法に基づく真空シミュレーション技術の MolFlow や放射光シミュレーション技術の SynRad に関して、開発者自らによる有用性の紹介に加え、APS-Upgrade や KEK 放射光などにおける応用例も紹介され、新しい放射光施設の真空システム構築に欠かせない技術になりつつあるという印象を受けた。また、FMB 社、SAES Getters 社、VACOM 社、VAT 社、Wave Power Technology 社など真空システム製造業者による発表では、製造者と研究者の視点の違いを認識させられ、また、加速器建設時の大量生産で



図2 TPS トンネル内見学の様子。右側の壁に沿ってブースターリングが設置されている。

はとりわけ初期の緊密な情報交換による装置開発が重要であることが強調された。

本田は 26 日に『Design Concept of KEK Light Source Based on HMBA Lattice』というタイトルで、KEK 放射光計画に関する 30 分の口頭発表を行った。同じ日に谷本は『A Simulation Study on Beam Lifetime Evolution for KEK Light Source』というタイトルで、KEK 放射光計画におけるビームダクト内圧力の経時変化、いわゆる光焼出し効果によるビーム寿命進展のシミュレーション研究に関する 15 分の口頭発表を行った。間瀬は 27 日に『Low-Cost, High-Performance Non-Evaporable Getter (NEG) Pumps for Synchrotron Light Facilities』というタイトルで、光学素子の炭素汚染除去および NEG ポンプ開発に関する 30 分の口頭発表を行った。

最終日 (27 日) の最後の 1 時間のセッションはさらに議論が必要と思われるトピックについて全員参加で活発な議論が行われた。その一つに、近年シミュレーション技術は飛躍的に向上してきたが、その計算条件として用いるビームダクトの光刺激脱離係数には測定条件の多様性による不確かさが残っていることが指摘された。現在、PF の BL-21 は光刺激脱離係数を系統的に測定している数少ない装置であり、その成果が大いに期待されているとのことであった。最後に、このような最先端の真空技術について情報を交換する国際ワークショップを定期的に開催することを確認して閉会となった。

TPS の見学では蓄積リングの真空システムを中心に見学し、詳しい説明を受けた。先行する放射光施設において開発された技術を十分活かすとともに、独自の工夫も加えていて、KEK 放射光計画の参考になる事柄が多く、非常に勉強になった。

ソーシャルプログラムも充実しており、24 日の夜には滞在ホテルでの歓迎パーティ、25 日夜には新竹市の下町散策、26 日午後には国立故宮博物院、台北 101 観光、26 日晩には新竹市の海の近くの海鮮料理屋でカンファレンスディナー、27 日晩には新竹市の客家料理店でディナーが開催された。こうしたディナーやコーヒープレイク、ランチの時間を通して多くの参加者と情報を交換することができた。

本ワークショップの口頭発表資料は参加者限定で公開されているので、関心のある方は筆者らに連絡いただきたい。本ワークショップでは多くの真空システム担当者、技術者と知り合うことができた。本会議で学んだことは KEK 放射光計画および現 PF の改良等に役立てる予定である。