

### 「2018年度量子ビームサイエンスフェスタ 第10回 MLF シンポジウム 第36回 PF シンポジウム」開催報告

量子ビームサイエンスフェスタ実行委員長 小野寛太

2018年度量子ビームサイエンスフェスタ、第10回 MLF シンポジウム、第36回 PF シンポジウムは、KEK 物質構造科学研究所、J-PARC センター、総合科学研究機構 (CROSS)、PF- ユーザアソシエーション (PF-UA)、J-PARC MLF 利用者懇談会の共同主催で、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、2019年3月12日(火)、13日(水)の2日間につくば市のつくば国際会議場(エポカルつくば)にて開催されました。2015年からは名称を「量子ビームサイエンスフェスタ」として開催しておりますが、この名称もすでにユーザーの皆様にも定着したものだと思えます。量子ビームサイエンスフェスタでは、放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子などの多彩なプローブを用いた量子ビーム利用研究の推進とサイエンスの発展を目的として、量子ビーム利用ユーザーと量子ビーム施設のスタッフが一堂に会し、プローブの垣根を超えて交流し議論できる場を目指して開催しております。今回も約580名にご参加いただき、複数の量子ビームを利用したマルチプローブ研究や、量子ビーム科学と情報科学との融合により展開される新しいサイエンスなど、量子ビームサイエンスフェスタならではのテーマで盛んな議論が行われました。

3月12日(火)の量子ビームサイエンスフェスタは開会宣言ののち、小杉信博構研所長の開会挨拶から始まりました。基調講演では、近年進展の著しい物質・生命科学と情報科学との協奏についてお二人の先生にご講演いた



図1 大ホールでの基調講演の様子



図2 基調講演を行う豊田中央研究所・武市憲典博士(上)と東京大学・吉川雅英教授(下)

きました。豊田中央研究所の武市憲典博士には、「マテリアルズ・インフォマティクスの現状と展望」と題し、新たな機械学習を用いたデータ駆動型の材料開発手法、マテリアルズ・インフォマティクス(MI)について、MIは真に役立つ技術なのかという疑問に始まり、単なる工期短縮やコストダウンに留まらず、循環型社会の実現に向けて産業界が果たすべき役割と、そのために必要なMIの位置づけについての期待と責務について、最新の研究成果を交えて非常に明解なご講演をしていただきました。東京大学の吉川雅英教授には、「クライオ電子顕微鏡は2Åに達するのになぜ30年もかかったか?」という興味深い内容についてご講演いただきました。電子顕微鏡を用いた生体分子の構造解析の高分解能化に至る道筋について、「水」の問題にフォーカスし、これらを解決してきた凍結技術、クライオステージ、電子線直接検知型カメラ、高度な画像解析などについて分かりやすくご説明いただいたのち、今後のクライオ電子顕微鏡法の発展の可能性と、解決すべき問題についてご講演いただきました。マテリアルズ・インフォマティクスとクライオ電子顕微鏡は量子ビーム利用ユーザーの誰もが興味を持っている話題であり、研究の第一線で活躍されている武市先生、吉川先生の分かりやすい基調講演により参加者の皆様の理解が深まったことと確信しています。続く来賓挨拶では、文部科学省・量子研究推進室の奥室長(大榎室長補佐代読)および山内正則 KEK 機構長からご挨拶がありました。その後、参加者全員でステージ上に上がり恒例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。ポスターセッションでは量子ビーム科学の多岐にわたる分野から300件を超える発表があり、二つの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PF-UA、J-PARC MLF 利用者懇談会に



図3 PFシンポジウムでの様子

よる審査が行われ、奨励賞として優秀な発表が6件選出されました。パラレルセッションでは以下の6つのセッションが開催されました。(A1) 量子ビーム × 情報科学 (生命科学), (A2) 量子ビーム × 情報科学 (物質科学), (B1・B2) 産業利用, (C1) 強相関物質科学, (C2) ソフトマター研究。サイエンスフェスタは、従来のプローブやサイエンス分野の垣根を超えて新しい分野を切り開くことを目的としており、今回のサイエンスフェスタでは「情報科学と量子ビームとの共奏」をテーマに、基調講演と合わせて新しいサイエンスの方向性を参加者全員で議論できるようにセッションを構成しました。

セッション終了後には、つくば国際会議場のアトリウムで懇親会が開かれました。物構研の小杉信博所長の開会挨拶により始まり、文部科学省・素核室の轟室長よりご挨拶を、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、その中で受賞者が一言ずつ喜びを語ったのちに、清水敏之 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。審査委員の方々のご尽力により、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。参加者で量子ビーム科学について大いに懇談したのち、日本原子力開発機構の三浦理事に続き、CROSS 中性子科学センターの横溝センター長よりご挨拶をいただきました。最後に MLF 金谷ディビジョン長より閉会の挨拶とともに、来年度は水戸で開催することと来年度の実行委員長の紹介があり、懇親会は終了いたしました。

3月13日(水)には第10回 MLF シンポジウムと第36回 PF シンポジウムと MLF シンポジウムが平行で開催されました。MLF シンポジウムでは、金谷 MLF ディビジョン長の挨拶に続き、山梨大学の犬飼潤治教授による「量子ビームを用いた固体高分子燃料電池の解析」と題した基調講演が行われました。その後、施設報告と2つのサイエンスセッションののち三宅康博 MLF 副ディビジョン長から閉会の挨拶がありました。PF シンポジウムでは清水敏之 PF-UA 会長の挨拶に続き、PF の施設報告、将来計画、施設・センター報告が行われ、最後に小杉物構研所長から挨拶がありました。

来年度のサイエンスフェスタは2020年3月12日(木)～14日(土)に水戸の茨城県立県民文化センターで開催予定です。今後の量子ビーム科学研究の益々の発展のために本サイエンスフェスタが貢献できるよう、PF スタッフ、MLF スタッフ一同で頑張る所存でございますので、今後ともよろしく願いいたします。最後になりましたが、サイエンスフェスタ開催にあたっては、事前準備から当日まで、献身的に活動していただいた実行委員の方々、当日一生懸命手伝って下さったアルバイトの学生の皆様、そして、サイエンスフェスタ運営に関し、事務手続きから運営まで全てを円滑に進めて頂き、本サイエンス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あげます。



図4 集合写真

## 「2018年度量子ビームサイエンスフェスタ」に参加して

弘前大学大学院理工学研究科  
博士前期課程二年 上出晴輝

つくば市のつくば国際会議場で3月12日(火)13日(水)に2018年度量子ビームサイエンスフェスタ第10回MLFシンポジウム/第36回PFシンポジウムが開催されました。

12日は合同セッション、13日はパラレルセッションが行われ、筆者は12日の合同セッションのみ参加しました。12日は晴れ。寒さを感じながらも春の陽気に包まれるサイエンスフェスタ当日でした。今回はつくば国際会議場が会場となり、つくばセンターからバスや徒歩で来られた方も多いようでした。筆者はKEKに宿泊中であつたので、会場直送の送迎バスを利用しました。

会場は吹き抜けで、一般展示室、小ホール、大ホール等があり、1000人規模の収容が可能だそうです。初参加ということもあり、慣れない空気感の中、新鮮な気分がいっぱいでした。ここまで多くの研究者が一堂に会する場に触れることがなかったため、放射光に関わるイベントの規模に驚き、感動しました。

筆者はポスターセッションで発表も行いました。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、筆者も参加しました。1時間程度の短い時間に分野の異なる方々と意見を交わす貴重な機会となりました。

筆者の研究するペロブスカイトに関する発表を聞くことも出来ました。ペロブスカイト  $\text{CaMn}_{1-x}\text{Sb}_x\text{O}_3$  の結晶構造と磁気構造とプロトン導電性層状ペロブスカイト  $\text{Sr}_2\text{Ti}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_{4.6}$  ( $\text{M}=\text{Fe}, \text{Al}$ ) の結晶構造は特に勉強になりました。

ポスター賞はその後のパラレルセッションに発表があり、受賞者は多くの関係者を前に表彰されました。評価の機会は貴重であり、筆者を含む学生にとってモチベーションや成長のきっかけになると感じました。

午前に行われた基調講演では、マテリアルズ・インフォマティクスの現状と展望、クライオ電子顕微鏡は2 Åに達

するのになぜ30年もかかったのか、という題の講演が行われました。前者は近年注目されている機械学習による材料開発であり、未だ発展途中でポテンシャルを秘めているが、その位置づけを議論するものでした。MI研究では不要と思われる領域のデータにも積極的に研究を行うことができるという話を聞き、興味深いと感じました。後者はクライオ電子顕微鏡について測定精度、測定時間の技術的改善があったことが分かりました。このような高度な技術をひとつの施設のように利用できることに驚きました。

PFリングは利用開始から30年以上が経過し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ますが、引き続き厳しい予算と電気料金の値上がりで加速器運転時間が減少しており、ビームライン運営費の節約に加え、産業利用促進運転やPF-ARの消費電力を抑制する5 GeV運転が試行されるそうです。筆者に関わる研究でも昨年に続き、自動測定による実験の効率化が行われ、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の確保が進んでいます。

2018年度運営報告の特記事項としてPFとPF-ARの同時トップアップ運転の開始、BL-19の建設、PF-AR 5 GeV運転スタディの実施、産業利用促進運転制度の試行があげられました。

これらの報告より、PFとPF-ARについて予算の制約はあるが、計画が縮小するものではなく、むしろ規模の拡大や技術開発、技術導入など前進する姿勢を感じ取りました。

サイエンスフェスタを通して、様々な性質の光源を学問に利用できる環境、放射光に関わる意見を交わす環境の重要性を実感しました。各分野の研究はそれぞれ一見異なるようで、物質のミクロな構造や振る舞いを評価する点で共通するもので、その中でこんなにも多分野で様々な内容が発表されていることに驚きました。

また、私は懇親会に参加しませんでした。特に懇親会は分野、年齢の垣根を越えて交流できる貴重な機会だと思います。分野が違っても、知識だけでなく見えている世界の違いにも気付かされます。満足していること、不足していることを共有することで置かれている環境を評価することができます。学術的なことを超えた情報を得ることもできます。年齢が違うことが特段交流しにくいということはないですが、年齢が近いと交流しやすいと感じることが度々あります。学生という枠組みで交流する場のようなものがあれば、積極的に参加したいと思いました。

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。

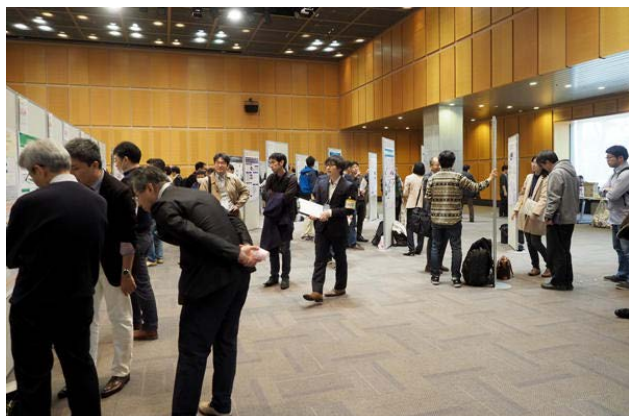


図1 ポスターセッションの様子

## 「第1回クライオ電顕解析初心者講習会 ～データ処理～」開催報告

放射光科学第二研究系 湯本史明

タンパク質の構造生物学分野は、近年のクライオ電子顕微鏡（クライオ電顕）技術の発展により、大きく様変わりしている最中にある。それは、クライオ電顕の装置や技術である電子直接検出器、位相板、解析ソフトウェアにおいて革新が相次ぎ、結晶化が困難であったようなタンパク質や超分子複合体であっても近原子分解能での立体構造解析が行われるようになってきたためである。この分解能革命と呼ばれる時代に突入したのは6年ほど前、2013年初頭に、Chang グループ（カリフォルニア大学サンフランシスコ校）が電子直接検出器 K2 Summit（Gatan 社）を使って、膜タンパク質 TRPV1 チャンネルの構造を分解能 3.4 Å で決定し、報告したことが大きな転機の一つとなっていた。その後、世界各地で最新鋭の電子顕微鏡の導入が相次ぎ、最近では、著名誌にて毎週のようにクライオ電顕による構造決定が報告される状況となっている。

このような状況のもと、高エネルギー加速器研究機構（KEK）・物質構造科学研究所（物構研）・構造生物学研究センターにおいても、2018年3月に200 kVの電子顕微鏡 Talos Arctica（Thermo Fisher Scientific 社）や電子直接検出器 Falcon 3 が導入され、同年10月から共同利用が開始された。このクライオ電顕施設では、物構研の安達成彦氏、川崎政人氏が中心となって測定支援が行われ、日々、アカデミアや産業界のユーザーによる構造解析用サンプルのスクリーニングやデータ測定が進められている。このようにデータ測定の環境は整ってきた背景のもとで、ユーザーコミュニティの中で、クライオ電顕の単粒子解析のデータ処理について学ぶ機会の必要性が顕になってきた。

そこで、2018年12月13日（木）～14日（金）、KEK つくばキャンパスにおいて、クライオ電顕解析の初心者講習会を開催した。参加対象者を、クライオ電顕によるタンパク質の単粒子解析に興味はあるものの、自身では解析されたことがない方（定員25名）とさせていただいたとこ



図2 会場の様子

ろ2倍近くの応募があり、データ解析に対する関心の高さが伺えた。なお、今回はアカデミアから20名（博士課程学生1名）、企業から5名参加されており、X線結晶構造解析をツールとして研究室を主宰されている先生方も多くが参加されていた。残念ながら、解析環境の数に限りがあったために参加できなかった方々には、次回の講習会において優先的にご参加いただく予定である。

今回の講習会の講師は、九州工業大学の安永卓生氏に務めていただいた。安永研究室は、クライオ電顕の解析ソフトウェアとして世界のスタンダードとなっている Relion（Sjors Scheres 博士, MRC-LMB）について、開発者本人の承諾を得た上で日本語解説ウェブサイトを公開されており、Relion を使ったデータ処理を行われてきた方の多くも参考にされている。また、安永研究室は顕微鏡学会・生体解析分科会においても Relion 講習会を複数回開催した実績をもたれている。今回の KEK での講習会では開催時の最新バージョンである Relion 3.0beta を題材として、単粒子解析法における理論的な背景から実習までをご指導いただいた。また実習においては、理化学研究所/放射光科学研究センター・重松秀樹氏、物構研・守屋俊夫氏、Tietz Video & Image Processing Systems GmbH・荒牧慎二氏にインストラクターを務めていただいた。

講習会のはじめには、物構研・千田俊哉氏が KEK クライオ電顕施設の現状や本講習会の意義について説明され、次に物構研・山田悠介氏がクラウド上での解析環境のセットアップ方法を紹介された。物構研・構造生物学研究センターでは山田氏が中心となって構造解析環境のクラウド化が進められている。今回の講習会はその一環として、クラウド環境でクライオ電顕解析環境を人数分整え、提供する形として開催された。クライオ電顕の解析環境設定は、Linux OS、ドライバー、CUDA、GPU といった様々な要素に対応してセットアップする必要があり、実際に Relion を動かすためには相応の経験と知識を要するものとなっている。これはノートパソコンに CCP4 や Phenix といったパッケージをダウンロードし、インストールするだけで解析環境が整う X線結晶構造解析とは大いに異なっており、各大学や企業グループで単粒子解析解析環境構築を困難に



図1 安永氏による解説の様子

している要因の一つであろう。本講習会では、守屋氏の尽力で参加人数分の Relion 解析環境が構築され、提供された。実際の講習会では、クラウド上の GPU を搭載した解析環境に各自がログインすることによって、全ての参加者が同時に Relion を使って、チュートリアルで使われている  $\beta$  ガラクトシダーゼの単粒子解析を行うことができた。

実際の講習では、安永氏が講義と解析実演を交互に行い、それらを参考に参加者が1ステップずつ解析を進めていく形を取った。講義では、安永氏が懇切丁寧に準備された資料に基づいて、3次元電子顕微鏡法について解説をしていただいた。具体的には、クライオ電顕を使った画像解析の流れとして、画像補正(ドリフト補正, CTF 変調等の決定(補正), 粒子像の改善), 前処理(粒子の抽出, 構造の分類), 3次元再構成(投影向きの決定, 構造の分類, 3次元再構成), 画像の解釈といった全てのプロセスについて、また、中央断面定理の説明など理論的背景についても解説していただいた。

解析実習の合間には、重松氏からは実例として世界におけるクライオ電顕の単粒子解析分野の状況や解析例、さらにはご自身の解析例についてご紹介いただいた。また、守屋氏からは同氏がドイツ・マックスプランク研究所において開発に携われたクライオ電顕単粒子解析パッケージ SPHIRE について紹介いただくと共に、本パッケージと Relion との違いなどについてお話いただいた。

1日目の最後に行われた懇親会では講師、インストラクター、参加者の皆さんにご歓談いただいたが、やはり各自の研究グループで解析環境をどのように構築するかという課題についての話題が多かったように思う。

これら2日間の講習会は参加者がそれぞれの分解能で最終的な3次元再構成マップを得る構成となっており、電顕画像から分子のマップを得るまでに至る一連の操作を自ら行った参加者の表情は、充実感に満ちているように見られた。また、最終的に、全く同じデータセットからスタートしたにもかかわらず、参加者それぞれに最高到達分解能にはかなりの開きが見られたこともあり、それぞれのステップごとに“取りこぼしなく”進めていくことの大切さを再認識させられた講習会でもあった。

以上のように、本講習会は、PFでX線結晶構造解析に取り組まれてこられた方々のご尽力によって、クライオ電顕における近年の発展を実践的に学びたいという、新たに単粒子解析を始めようとしている方々のニーズに答えることができた。これも2日間にわたり講師をお務めいただいた安永氏、そして解析指導をいただいた重松氏、守屋氏、荒牧氏、クラウド環境構築で尽力いただいた山田氏、さらには会の開催にあたっての事務手続きで支援いただいた物構研の増田千穂氏、鮎川理恵子氏、高橋良美氏の尽力のお陰であり、この場を借りて感謝の意を表したい。

## 「タンパク質結晶構造解析初心者向け講習会」開催報告

放射光実験施設 松垣直宏

2019年1月31日、2月1日の二日にかけて、タンパク質結晶構造解析初心者向け講習会が開催されました。本講習会はタンパク質結晶構造解析の未経験者を対象として、タンパク質の結晶化から回折実験・構造解析までの一連の流れを理解してもらうことを目的としており、過去数年来毎年開かれています。今回は本研究所の構造生物学研究センター、および国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)の創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム(BINDS)の共催により行われました。

講義・実習は、構造生物学研究センターのスタッフが担当しました。参加者は大学および公的研究機関から11名、茨城大学の学生8名(同大学では、本講習会参加で大学院での単位が取得できます)の計19名でした。講習会初日は講義と結晶化スクリーニング装置のデモが行われました。BINDSの概要と利用方法などを筆者(松垣)が説明した後、タンパク質X線結晶構造解析概論、結晶化スクリーニングについての講義が山田悠介氏、加藤龍一氏からそれぞれ行われました。その後、構造生物実験準備棟に設置された全自動結晶化ロボットのデモ(希望者に対しては持ちこみ試料の結晶化)と、事前に用意されたタンパク質結晶を使っての凍結保存実習が4班にわかれて行われました。

講習会二日目は、放射光ビームラインにおける回折データ測定に対する解説が引田理英氏より行われた後、ビームライン(BL-5A, 17A)に移動して、初日に凍結保存された結晶を用いた回折データ測定のデモを実施しました。運転停止期間であるためX線ビームを用いた実験は出来ませんでしたが、試料結晶の装着から位置合わせ(アライメント)などを実際のビームライン制御ソフトウェアを操作して行いました。また、タンパク質結晶の様子をカメラ画像で確認し、試料凍結状態の良し悪しを議論しました。昼食



図1 構造解析実習(二日目)の様子

後はデモ用回折データを使った構造解析実習で、データセットの処理から構造決定までの流れを標準ソフトウェアの操作を通して体験してもらいました。

二日間を通して、タンパク質結晶構造解析の現場でどのようなことが行われているかということ、そして測定や解析の自動化によってかなりの部分が省力化されているということを感じていただけたのではないかと思います。本講習会をひとつの契機として構造生物学分野に踏み込む研究者が増えていくことを期待します。

## 「XAFS 講習会」(2018 年度) 開催報告

放射光科学第二研究系 木村正雄, 阿部仁,  
武市泰男, 渡邊稔樹  
放射光実験施設 仁谷浩明, 丹羽尉博, 山下翔平,  
若林大佑, 君島堅一  
Nanotech CUPAL KEK 事務局 伴 弘司, 宇津野恵美

2019年3月7-8日の2日間にわたり、PFでXAFS講習会を開催しました。本講習会は、「Nanotech CUPAL 第8回 KEK 放射光利用技術入門コース」および「物質化学グループ XAFS 講習会」との共同開催として実施致しました。新規ユーザーの開拓、既存ユーザーの XAFS の理解、および測定技術の向上を目的とし、受講者の所属を限定せず大学・国研・民間企業等と広く募集致しました。

放射光実験の普及にとともに、様々な分野で XAFS 実験は強力な分析ツールの一つとして認識され、一般化しつつあります。一方で、XAFS 実験は放射光の利用が実質的に必須であり、初めて実験を行うまでにどのようにすればよいか分からない等、放射光実験になじみのない研究者にとっては敷居が高いのも事実です。今回の講習会では、XAFS の基礎的な理論から、実験および解析に亘る講義と、実際のビームラインでの実習を通じて、「XAFS がどのような原理に基づいて、どのような測定を実際に行い、デー



図1 講義の様子



図2 ビームライン実習の様子

タを解釈することによって、何がわかるか」ということを理解できるようなプログラム構成としました。また、講義後に講習参加者、講師の先生、ビームライン担当者の交流会を実施しました。講義には19名、ビームライン実習は17名の方にご参加頂きました。

1日目は、KEKつくばキャンパス4号館において、XAFSに関する講義を行いました。講師として、分子科学研究所の横山利彦教授、名古屋大学の田淵雅夫教授、京都大学の朝倉博行特定講師をお招きしました。

横山先生には「XAFS 基礎」と題して XAFS の基礎的な原理から講義して頂きました。物質と光の相互作用の説明から、ご自身の研究である Invar 合金の系を実例として実際の材料における測定まで、幅広い内容を分かりやすくご講義頂きました。田淵先生には「XAFS 実験」と題して、ビームラインの光学系・検出器の説明から、実際に実験を行うにあたって注意しなければいけないこと、陥りやすい失敗についてご講義頂きました。朝倉先生には「XAFS 解析」として、XAFS の解析ソフトである Athena と Artemis を使って、XAFS の生データの解析の流れを演習形式でご講義頂きました。この演習では、参加者に持ち込んで頂いた PC で、標準試料のデータ解析、さらにナノ粒子のデータ解析を行いました。また、KEK 物構研も実施機関の一員となっている光ビームプラットフォームおよび CUPAL の制度の説明を行いました。

2日目は、主に物質化学グループのメンバーが講師となり、PF BL-9A, 9C, 12C の3つのビームラインを使って実習を行いました。午前は、透過法 XAFS 実験の基礎として、参加者が実際に操作しながら、X線ビーム位置と試料位置などの光学系の調整、モノクロメーターのエネルギー較正、試料の測定を行いました。高調波の影響など、誤った測定条件で得られるスペクトルの特徴などについても説明しました。午後は、ビームライン毎に特徴的な測定手法の実習を行いました。BL-9A と 12C では、多素子半導体検出器を用いた蛍光収量 XAFS 法による測定実習を、BL-9C では高温 *in situ* セルを用いた酸化還元反応の時分割

測定を行いました。

事後アンケートからは、講習内容について概ね満足頂けたようですが、実習の時間が足りないなどのご意見を頂きました。今後の講習会へ反映させたいと考えています。

硬X線 XAFS の講習会は今後も定期的に開催したいと考えていますので、興味をお持ちの方はぜひご参加下さい。詳細は、硬X線 XAFS ビームラインのホームページ (<https://pfxafs.kek.jp/>) やメーリングリスト (xsj, <https://pfxafs.kek.jp/others/xsj-ml>) など案内する予定です。最後になりますが、大変お忙しい中、ご講義頂きました先生方、サポート下さいました秘書、事務の方々、放射線管理室の方々に、この場を借りてお礼申し上げます。ありがとうございました。

## 【プログラム】

### 2019年3月7日(木) 1日目

- 09:00 - 09:25 受付  
09:25 - 09:30 事務連絡  
(KEK 物構研 伴弘司 学術フェロー)  
09:30 - 10:40 講義「XAFS の基礎」  
(分子科学研究所 横山利彦 教授)  
10:40 - 10:45 (休憩)  
10:45 - 11:55 講義「XAFS 実験」  
(名古屋大学 田淵雅夫 教授)  
11:55 - 13:30 (お昼休憩)  
13:30 - 16:45 解析実習  
「Athena, Artemis を用いた XAFS 解析」  
(京都大学 朝倉博行 特定講師)  
16:45 - 17:00 事務連絡  
17:00 - 17:30 交流会

### 2019年3月8日(金) 2日目

#### 午前の実習 09:00 - 11:45

安全関係説明, 光学系の調整, 基本的な透過測定方法の実習

#### 午後の実習 13:15 - 15:00

ビームライン毎 (9A, 9C, 12C) に異なる内容を実習

- ・9A, 12C: 多素子半導体検出器を用いた測定
- ・9C: 高温 *in situ* 測定 (銅の酸化還元反応の時分割測定)