

## ユーザーとスタッフの広場

### SESAME-JSPS/KEK 放射光スクールに参加して

慶應義塾大学理工学部化学科 阿部 仁  
(現所属：物構研放射光科学研究施設)

2010年3月1日から5日にかけて、アンタリア（トルコ）の Club Hotel Sera を会場として SESAME-JSPS-KEK-Sabancı Synchrotron Radiation Workshop が開催されました。SESAME は、Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East の略称です。これは1997年に Prof. Herman Winick (SLAC, Stanford Univ., USA) が提案したことがきっかけで始まったプロジェクトで、その後ユネスコが関与する形で検討が重ねられた構想を基に、2002年の第164回ユネスコ執行委員会において、ユネスコが賛助する機関として設立することが承認された国際機関という位置付けになっています。施設としては、運転停止した BESSY-1 が譲渡され、これを利用した放射光施設の建設がヨルダンで進められています。その SESAME 稼働に向けて、この workshop は日本学術振興会のアジア・アフリカ学術基盤形成事業の一環として開催されました。SESAME の加速器、放射光ビームライン、放射光実験に関して、将来 SESAME を担う中核的な研究者となるべき若手研究者を養成することを目標としています。時間外でも受講生が講師の先生を捉まえて質問、議論をするなど、非常に熱気に満ちたものとなった今回の workshop。本稿ではその一部でもお伝えできればと思います。

日本からは、下村理物構研所長を初め、放射光科学や物性物理学、構造生物学等々の幅広い分野における第一人者とも言うべき、錚々たる先生方約20名が講師として派遣され、現地の参加者に講義、講演 (lecture, seminar) や解析実習 (practice) などを行いました。私もこの一団の末席を汚す機会を頂き、軟X線の NEXAFS や XMCD についての lecture, 朝倉先生 (北大) をリーダーとして朝倉研 D3 の宮本氏とともに XAFS の practice を、微力ながらお手伝い致しました。

さて、成田空港を出発した我々が経由地のフランクフルト空港に着く頃、空港周辺は悪天候で、ヨーロッパ内のフライトの多くがキャンセルになっていました。我々のフランクフルト発アンタリア行きは19:05発の予定でしたが、利用する機体の到着が遅れ、延々6時間以上待つはめになりました。待ち時間の極めて有効な活用法として、O田先生 (H島大) とK頭先生 (T大) から、「ドイツと言えば」の琥珀色の液体の堪能の仕方を教わりました。結局23時過ぎの出発になり、会場兼滞在先の Club Hotel Sera に辿り着いたのは朝4時半頃でした。チェックインを済ませると、ほぼ全面鏡張りの若干落ち着かない部屋が待っていました。



図1 参加者の集合写真。最前列は下村所長以外全員女性で、参加者全体の約1/3を占めた。

10時、workshop は Prof. Zehra Sayers (Sabancı Univ., Turkey) の opening remarks で始まりしました。参加者は80名程度でした。参加希望者はもっといたそうですが、practice で受け入れられる人数の都合で数十人以上の希望者を断らざるを得なかったとのことでした。放射光利用研究、SESAME プロジェクトへの関心の高さが伺われます。

最初の講演は Dr. Amor Nadji による “Current status of SESAME” で、続いて下村所長による “SR facilities in Japan” でしたが、日本の放射光施設に関して多くの質問が出ました。日本からより多く学んで SESAME 成功に結びつけたい、という強い思いが見られました。午前中最後の講演として、Dr. Ozgul Kurtulus から “Turkish Accelerator Center Project” がありました。SESAME に加えて、トルコ単独での加速器施設建設設計画で、経済発展を続けるトルコの勢いを感じました。

会場を見回したところ、参加者に女性の姿が目立ち、学生の受講生で言えば女性の方が多かったように思います。トルコ的女子学生に聞いた話では、物理系では男子学生の方がだいぶ多いものの、化学系では80%程度、生物系では99%が女子学生だということで、大変驚きました。

この日の午後には7つの lecture が、2日目には5つの lecture と5つの seminar が行われました。加速器やビームライン、放射光実験の各種方法論、物質科学、構造生物学、構造物性など幅広い分野の講義が色とりどりに展開されました。SESAME 関係各国からの受講生の皆さんには、放射光科学の多種多様性と奥の深さを感じて頂けたものと思います。このような素晴らしい機会はそうあるものではないと感じ、私自身、この場に居られて良かったと思いました。講師の先生方の熱意に呼応して次々と質問が出る会場は、常に熱気に包まれており、汗をかくほどでした。白熱した議論が展開されて嬉しい一方、タイムキープもしなければならぬという司会者の足立伸一先生 (物構研) 泣かせのセッションの連続だったのではないのでしょうか。2日目の午前、私にとっては初めての講義を英語でやるという、貴重な忘れられない経験になりました。緊張してあまり良く覚えていませんが、先生方からお褒めの言葉を



図2 ポスターセッションでは熱心に議論する姿が多く見られた。



図3 受講生による発表の準備。昼食もとらずに準備をしたようだ。

頂いたり、受講生からファイルを欲しいと言われたり、概ね好評だったようでほっとしました。

3日目は excursion で、Perge, Side の2つの遺跡に行きました。全面大理石で覆われ、壮麗な噴水が彩る様は、想像するだけで圧巻です。大理石の彫刻は、大理石を水に浸けて軟化させて彫るそうで、当時は Zeus や Athena, Artemis など多くの像が置かれていたようです。なお, marble の語源は諸説あるようですが、産地の Marmara から来ているそうです。夕方には受講生によるポスター発表があり、今後の放射光利用研究への展開も含めて、活発な議論が繰り広げられていました。

4日目は、受講生が各々の希望によって、Materials science, Structural biology, Electronic structure, XAFS, X-ray Fluorescence Analysis の5つのテーマから選び、実習する日でした。講師の先生方の指導の下、受講生には、日本から持ち込んだ18台のPCを使って実際にスペクトルの解析などを行って貰いました。私は朝倉先生と朝倉研 D3 の宮本氏と共に、XAFS グループを担当しました。朝倉先生による EXAFS の実習では、私自身が大変勉強になりました。私は XMCD スペクトルの解析実習を担当しましたが、これまた初めてのことで、受講生の皆さんには未熟な解説で申し訳なかったと思います。

最終日の5日目の午前、2つの seminar の後、受講生による成果発表の準備の時間でした。部屋に入ると、もう

既に発表資料が大方出来ている状態で、ここでも受講生の熱意に圧倒されることとなりました。午後の成果発表でも、各グループの発表は皆しっかりとまとめられており、また堂々としていて、目を見張るものがありました。ここにいる受講生が近い将来、SESAME で実験をして成果を出す日が来るとすると、とても嬉しい気持ちになりました。

今回の workshop は、基礎から解説する lecture, 最新のトピックス等を紹介する seminar, それに受講生自身が手を動かして学ぶ practice と必要なものがぎゅっと詰まった非常に濃いものだったと思います。「是非また参加したい」という受講生の声から、その充実感が伺えました。私にとっては、出発前は初めて lecture, practice なるものを担当するという不安と緊張で一杯でしたが、この経験は貴重な財産になりました。

最後に、日本学術振興会のアジア・アフリカ学術基盤形成事業の一環である、今回の SESAME-JSPS-KEK-Sabancı Synchrotron Radiation Workshop の一員に私を加えて下さった下村所長を初め関係者の皆様に感謝申し上げます。今後も様々な形で日本の、あるいは KEK-PF の国際貢献が発展して行くことを祈念致します。

## BSR / MASR 合同学会に参加して

放射光科学第二研究系 加藤龍一

2010年2月15～18日にオーストラリアのメルボルンで開催された BSR と MASR の合同学会に参加したので、簡単にその紹介をしたい。BSR は Biology and Synchrotron Radiation という国際学会で、3年に1度定期的に開催されている。今回はそれに加えて、Medical Applications of Synchrotron Radiation (MASR) という国際学会が同時に開催され、運営は一体化されたものであった。サテライトミーティングとして、2月14, 15日に生物分野のX線吸収スペクトロスコーピー (XAS) についての研究会 BioXAS Study Meeting が、2月20日に CASR (Clinical Applications of Synchrotron Radiation) がそれぞれ開催され、私は BioXAS にも参加した。本稿では、私の専門分野の関係でタンパク質の構造解析関連を中心に、印象に残った発表等についてまとめた。

メルボルンは遠かった。成田からの直行便が無く、会社再建で話題の日本航空でシドニーへ行き、そこでカンタス航空に乗り換えたのだが、混んでいる時間帯に当たってしまったせいかシドニーでの乗り継ぎが大変であった。午前7時半の定刻にシドニーに着いたのだが、入国審査の後、国内線の出発ゲートにたどり着いたのは午前10時近かった。午後2時頃に到着したメルボルン市内は曇りで、南半球なのでもう少し暑いかと思っていたが、シャツだけでは肌寒く上着を着て歩くと汗ばむという微妙な気候であった。空港や学会会場など空調されているところでは上着を



図1 会場となったメルボルンコンベンションセンター。2階の一角を使用して学会が開催された。左にエキシビジョンホールの一部が写っている。

着てもかなり寒く感じるくらいだった。会場となったメルボルンコンベンションセンターは、エキシビジョンセンターに隣接する巨大な建物で、河口近くの川沿いの再開発エリアとおぼしき場所に建てられた近未来的なデザインの新しい建物であった(図1)。あとで、コンベンションセンターは1年前にできたばかりだと聞いた。それより前にできたエキシビジョンセンターは、博物館を作る計画が市長(市議会?)が変わったため突然変更され今の形になったと聞いた。政権交代で科学研究予算が大きく影響を受けている日本の現状が思い出される話であった。ちなみに、エキシビジョンセンターでは世界旅行博覧会が開催されていて、韓国や中国のブースは出ているのに日本からのものはなく勢いの差を感じてしまった。

BioXAS Study Meeting は思いの外参加者が少なく、小さな会場1つだけでの開催であった。生物試料を対象とするX線イメージングおよびXASについて10題ほど発表された。その中で印象的だったのは、複数原子の蛍光X線とトモグラフィーを組み合わせて、細胞内の構造と元素分布を可視化する手法であった。蛍光X線測定についてはサンプルを動かすことで位置スキャンを行い、それぞれの場所で複数波長でのデータ収集を行うので、測定に要する時間がかなり長くなる。また、収集した膨大なデータの処理にも相当の時間を要するので、測定から結果を得るまでには数時間から数十時間を要するとのことであった。この問題を乗り越えるために、位置スキャンの高速化と、検出器の高度化を行っているとの発表があった。生体試料に含まれる炭素や窒素については、硬X線よりも軟X線の方が適しているという発表もあった。これらの発表を通じ、試料の放射線損傷は非常に大きい問題として認識されており、それを低減するための方策として、試料を包埋する素材や取扱法やクライオ試料を作成する際の方法などについて、BSR/MASRでのLunch Time Discussionでも議論されていた。

BSR/MASRの本会議は、Ada Yonath氏によるOpening Plenary講演で幕を開けた。2009年のノーベル化学賞を受

賞したりボソームのX線結晶構造解析を中心に話をされた。後日のPFシンポや東京での彼女の講演を聞く機会も得たが、構成を工夫されて全く同じ話とはされていないことに内容と共に大変感心した。次いで、最近完成し運転を始めたばかりのオーストラリア放射光施設の紹介があった。X線蛍光顕微鏡、生細胞イメージング、タンパク質X線結晶構造解析(PX)、X線小角(SAXS)/広角散乱、XAS、医用イメージング、それぞれについての概要が発表され、どれもスタートしたばかりの上り坂の熱気が感じられた。特に、医用イメージングについては予算の投入や準備の力の入れ方が想像以上で、圧倒される思いであった。

これ以降のセッションは、最大4の講演会場を使った同時並行が基本となった。それに加えポスター会場も設けられ、数は少ないものの熱心な質疑応答がなされていた。XASイメージングのセッションは、2月14日のStudy Meetingの概要版のような感じであったが、2-3 keVのX線を用いてタンパク質に結合する化合物に含まれる硫黄や塩素原子のシグナルからその周辺の状態を知ろうとする試みや、ボルボックス(オオヒゲマワリ)という群体を形成する緑藻の形態変化とXAFSによる元素分布の差についての研究などが発表された。位相コントラスト法、マイクロXANES、マイクロXRFなどを同一試料に適用し、細かい構造、元素分布、元素定量、のそれぞれを合わせて解釈する研究成果も報告され、複数の測定手法を有機的に組み合わせることの重要性と、今後それが一般化されて行くであろうことが印象的であった。

2月16日のCarolyn Larabell氏によるPlenary Talkでは、軟X線(500 eV)を用いた細胞試料の高分解能(20 nm)トモグラフィーが紹介された。試料はクライオストリームで満たされた10 μmの空隙にセットされ、その前後は真空チャンバーでX線の吸収を防ぐよう工夫されていた。1イメージを0.1秒程度で取得することができ、電子線トモグラフィーでは試料をプラスチック等で包埋し切片を作成せねばならない手間と時間を考えると有利であるとのことであった。用いる試料について、金属タグ抗体やGFP(緑色蛍光タンパク質)タグで処理し、それぞれ電子顕微鏡や蛍光顕微鏡と組み合わせることで、より多角的な知見が得られることについて発表されていた。その後の個別発表では、マラリアについて、光学顕微鏡、電子顕微鏡、電子線トモグラフィー、X線トモグラフィーを用いた観察結果が報告された。その他にも、酵母や化石などを対象としているいろいろな波長でのトモグラフィーが報告されたが、やはり他の手法と組み合わせた測定法がこれから重要になると感じさせられた。

同日午後は、SAXSのセッションに参加した。Plenary TalkでJohn Tainer氏は、SAXSとPXを1つの実験ハッチにまとめた測定装置をALS(米国バークレーの放射光施設)に構築し、全てのサンプルのSAXS測定を行いその後結晶構造解析に進むという実験スキームを発表した。SAXS測定は96ウェルプレートでハイスループットで行い、その結果を結晶化のサンプルのスクリーニングに用い

るのが目的とのことであった。そのデータ処理を高速で行うソフトウェアの開発についても発表された。欧米で積極的に推進されている構造ゲノム科学の一端を支える技術開発として興味深い。また、膜タンパク質の測定についても発表があった。

2月17日の Clemens Schulze-Briese 氏による Plenary Talk では、SLS（スイス放射光施設）における生物関係ビームラインについての発表があった。SAXS や医用イメージングを含め合計 10 本のビームラインが生物系で、結晶構造解析はそのうちの 3 本である。PILATUS 検出器の高速性も寄与してか、最速のデータセット収集時間は 1.5 分と凄まじいものであった。もっとも、他の施設のビームラインと比較するためには、細かい条件をそろえる必要がある。こちらでも構造ゲノム科学研究を推進するために、大規模結晶化ロボットをビームラインに併設する計画（2010年4月に運用開始予定）が紹介された。結晶化試料の容量は 10 ml と微量で、結晶観察は既存の RockMaker を導入することであった。できた結晶は、ロボットにより実験ハッチ内に搬送され、自動的に測定が行われる。X線回折実験も全てのデータを取得するのではなく、まずは結晶がタンパク質かどうか、またその回折能をチェックするためのスクリーニングを行うためのものである。問題点は、角度が -5 度から +30 度までしか振れないことと、放射線損傷の問題が大きいことであった。スクリーニング実験を支える自動データ処理ソフトウェアも開発したが、今のところ偏光電磁石ビームラインではうまく行くものの、挿入光源ビームラインでのデータは処理できず、原因は X 線ビームの不安定性によるかもしれないとのことであった。その他にも SLS からの発表では、PX と SAXS を組み合わせる相補的な解析を行う他、X 線顕微鏡、SANS、電子顕微鏡、NMR との組み合わせで研究の推進をはかったり、SAXS をスクリーニングに用いる実験などが紹介された。

Gordon Leonard 氏は、ESRF（欧州放射光施設）における PX 実験についての現況を発表した。現在、使用されるビームタイムの 80-90% がスクリーニング目的で、その多くの場合が 1 つの結晶について 0° と 90° の 2 枚の回折イメージのみを取得し、そこから最適な結晶を選択するという方法である。発表中でも紹介していたが、最近構造が決定された G タンパク質共役受容体の場合では 1043 個の結晶のスクリーニングから良いものを得ることで構造を決定することができ、DNA-PK（タンパク質リナーゼ）複合体の場合には約 2000 個の結晶、リボソームの場合には合計すると 10 万個以上の結晶が最終的には使われている。微小結晶の回折能の評価や、大きめの結晶のビームスキャンも、スクリーニングの一端と捉えることができ、この分野においてスクリーニングの重要性がますます増すことが強調されていた。

最終日の午前中は次世代光源による測定法や測定結果についての発表があった。Jochen Schneider 氏による Plenary Talk では、FLASH（ドイツ DESY の X-FEL 施設）や LCLS（米国スタンフォードの X-FEL 施設）において、タンパク質



図2 オーストラリア放射光施設の外観



図3 実験ホール外側は2階建てで、それぞれの階の側室は研究者用のオフィススペース等にも使用されていた。

の水溶液を非常に小さい液滴にして飛ばし、そこに X-FEL（自由電子レーザー）による高輝度 X 線を照射して single shot image を得て、これを繰り返して得たデータからある程度の元の立体構造の再構成に成功していることが紹介された。Thomas Schneider 氏は、高エネルギー物理学用リングを放射光用に転用したドイツの PETRA3 における 3 本の生物関係ビームラインの計画の紹介をした。1 本は少ないサンプル量で高速に自動測定が行える SAXS 用、1 本は低エネルギー PX ビームライン、1 本はマイクロフォーカス PX ビームラインとしてデザインされたもので、輝度は  $10^{13}$  phs/sec、2010 年秋に使用開始予定である。ここでも多数のサンプルを効率よく扱うための自動化と共に、スクリーニングを効率よく行うために結晶化ロボットをビームラインに併設して受益者負担でユーザーがそれを利用するプランが紹介された。結晶化プレートの保存容量は 1 万枚とのことである。

その他、スウェーデンの新しい放射光施設 MAX IV（1.5 GeV および 3 GeV の 2 つのリング、2010 年建設開始 2015 年運転開始）に建設される予定の PX ビームライン、カナダ放射光施設のトップアップ入射計画やタンパク質結晶構造解析測定のリモートアクセス計画、SSRL における PX 測定の自動化の進歩、ESRF における SAXS 測定の自動化の計画などが発表された。

最終日午後は、オーストラリア放射光施設の見学ツアーに参加した。施設は、学会会場からバスで 40 分弱の郊外



図4 未使用のスペースがまだ十分にある。



図5 タンパク質結晶構造解析用ビームラインの見学。ユーザー実験の最中であった。



図6 調整中の SAXS ビームライン

で、Monash大学のキャンパスに隣接している(図2, 3)。できたばかりで、比較的コンパクトな実験ホールにはまだかなりの余裕スペースがある状況であった(図4)。複数のビームラインでユーザーが実験を行っていたが、調整中のビームラインもあった(図5, 6)。また、医学応用のイメージングビームラインは建設途中ではあったが、非常に大規模なものが予定されていたのが印象的だった。

全般を通しての印象は、PXについては、技術的開発の方向性は測定の高スループット化および自動化、マイク

ロビームの利用と低エネルギー実験などであり、これらは以前からPFにおいても進めてきているものである。一方、多数の結晶をスクリーニングする実験様式が多く発表されており、もはや良い結晶が得られたから放射光施設でデータ収集をしよう、という時代ではなくなってきていると感じた。結晶化ロボットやSAXS実験ステーションを隣接して設置する計画も複数の施設で進められており、日本にはないそれらの動きは注目に値する。また、複数の手法を組み合わせてサイエンスを進めるという方向性は多くの発表者が述べており、PX, SAXS, XAFS, トモグラフィーなどを組み合わせることによって、放射光を用いた研究が今後ますます重要になるとの印象を強く持った。次回BSRは2013年にドイツのハンブルグで、MASRは同じく2013年に中国の上海で開催されることが決まり、そこで発表される同分野の進展が楽しみである。

## PF トピックス一覧 (1月～3月)

2002年よりKEKではホームページで「News@KEK」と題して最新の研究成果やプレスリリースなどを紹介しています(KEKのトップページ<http://www.kek.jp/ja/index.html>に掲載。毎週木曜日に更新)。それを受けて、PFのホームページでもNews@KEKで取り上げられたものはもとより、PFの施設を利用して書かれた論文の紹介や受賞記事等を掲載しており、一部は既にPFニュースでも取り上げられています。各トピックスの詳細は「これまでのトピックス」(<http://pfwww.kek.jp/topics/index.html>)をご覧ください。

### 2010年1月～3月に紹介されたPF トピックス一覧

- 2010/1/19 中川文部科学副大臣が高エネルギー加速器研究機構を視察
- 2010/1/21 星から生まれる新デバイス～テトラテーナイトの磁区構造～
- 2010/1/26 Watching light-induced molecular dynamics
- 2010/1/28 非平衡状態にある油滴の自発的変形運動のメカニズムを解明
- 2010/2/25 低電力のデバイス設計へ新たな道～トランジスタの伝導層での分子変形を観測～
- 2010/3/4 2009年ノーベル化学賞受賞者 アダ・ヨナット教授に特別荣誉教授の称号授与を決定
- 2010/3/10 次世代光源用の直流電子銃で世界最高の500 kVの電圧を達成
- 2010/3/11 アダ・ヨナット博士とKEK～リボソーム研究でノーベル賞～
- 2010/3/25 生き物のように蠢く油滴～油滴の自発運動のしくみを解明～
- 2010/3/29 インドビームラインオフィスが開設されました。
- 2010/3/31 連載科学マンガ「カソクキッズ」第16話“マイクロな世界を探る光の工場”が公開されました。

修士論文紹介コーナー

分子および固体における光電子放出とその関連現象についての理論的研究

風間美里

千葉大学大学院融合科学研究科



【修士号取得大学】千葉大学

【実験を行ったビームライン】BL-2C

本論文は以下の3つの理論的研究から成る。(1) 空間中に固定された分子からの光電子回折, (2) 光電子回折における前方焦点効果とスリット効果, (3) 内殻光電子スペクトルにおけるプラズモンロス。以下, (1) の概要を述べる。

近年, 配向した気相分子の内殻光電離角度分布の測定により, 光電離に関する豊富な情報が得られるようになってきている [1]。本研究では配向したCO分子のエネルギー依存光電子回折を広域X線吸収微細構造 (EXAFS) と比較した。

内殻軌道  $|\phi_c\rangle$  に占有された電子がX線により励起され, 波数ベクトル  $\mathbf{k}$  の光電子波  $|\psi_{\mathbf{k}}\rangle$  として検出されるとき, その振幅は次式のように分解できる [2]。

$$\langle \psi_{\mathbf{k}} | \Delta | \phi_c \rangle_{\infty} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots$$

ただし,  $Z_1, Z_2, Z_3$  はそれぞれ直接波, 一回散乱波, 二回散乱波である。そのEXAFSスペクトルに対応する量を  $F_n = [(n \text{ 回散乱強度}) - (\text{直接波強度})] / (\text{直接波強度}) = [|Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n|^2 - |Z_1|^2] / |Z_1|^2$  と定義する。炭素 1s 光電子放出について前方散乱 ( $F_n(0)$ ) および後方散乱 ( $F_n(\pi)$ ) 強度を計算すると,  $F_n(0)$  は緩やかに増加するが,  $F_n(\pi)$  にはEXAFS状の振動構造が見られ, 二回散乱まで計算に入れるとほぼ完全に無限回散乱の曲線と一致した (図1(a))。後方二回散乱過程の二回目の散乱は, それ自体は前方散乱である (光電子が“O → C → 検出器”と進む過程で進行方向が変化し

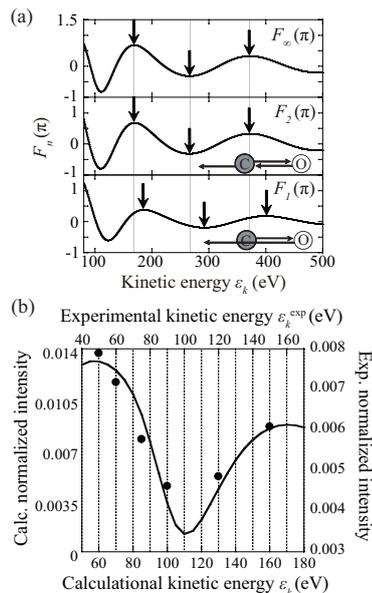


図1 (a) C 1s, 後方散乱  $F_n(\pi)$ 。EXAFS 状の振動が見え, 二回散乱まで考慮すると無限回散乱の結果をよく再現した。後方二回散乱過程では, 光電子は酸素に散乱されたのち炭素にも散乱される。(b) C 1s, 後方散乱強度についての計算 (—) と実測 (●) の比較。値は各々のエネルギーにおける角度分布の面積で規格化した。

ない)。このことから, 光電子回折とEXAFSの関係を考える上で後方二回散乱の前方焦点効果が重要であることがわかり, EXAFS 公式の中心原子の位相シフトの起源が明確になった。また, 計算と実測は傾向が非常に良く一致した (図1(b))。

謝辞

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の柳田明教授, 足立純一研究機関講師には実験データを提供していただき, 有益なご助言を賜りました。深く感謝致します。

参考文献

[1] K. Hosaka, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **45** (2006) 1841.  
 [2] H. Shinotsuka, *et al.*, Phys. Rev. B **77** (2008) 085404.

新しく博士課程に進級された学生さんへ PF ニュースであなたの修士論文を紹介しませんか？

PF ニュースでは, 新しく博士課程に進級された学生さんの修士論文の研究内容を紹介するコーナーを設けております。PF で頑張っている博士課程の学生さん自身の紹介, また, その研究内容がアピール出来る場ですので, 我こそはという博士課程の学生さんは, ぜひ下記のフォーマットに従い, あなたの修士論文の研究を紹介して下さい。また今年, 修士課程から博士課程へと進学する学生さんが所属される研究室の指導教員の方は, 積極的に学生さんに PF ニュースへの投稿を勧めて頂ければ幸いです。

【投稿資格】PF/PF-AR のビームラインを利用した研究に関する修士論文を執筆し, 修士を取得した方。

【投稿フォーマット】

1. 修士論文タイトル
2. 現所属, 氏名, 顔写真
3. 修士号取得大学
4. 実験を行ったビームライン
5. 論文要旨 (本文 650 文字程度)
6. 図 1 枚

【原稿量】

図とテキストで刷り上り最大 1 ページ (2 カラム)。

【提出物・提出方法】

文字データと図表データをメール添付で PF ニュース編集委員会事務局・高橋良美 (pf-news@pf1qst.kek.jp) までお送り下さい。