

ユーザーとスタッフの広場

SRI2003 報告その1 —新光源、時分割測定、VSX 関連技術など—

物質科学第一研究系 間瀬一彦

第 8 回 International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2003、ホームページ：<http://www.sri2003.lbl.gov/>) が 2003 年 8 月 25 ～ 29 日にサンフランシスコにて開催されました。会議は 1 時間の全体講演、30 分の招待講演 (2 会場平行)、ポスター発表 (昼と夕方) で構成されており、運営も手際よく快適でした。本稿では全体講演と招待講演の内容を中心に筆者が関心を持っている話題 (将来計画、時分割測定、VSX 関連技術など) を報告いたします。飯田主幹、平野氏の SRI2003 報告も併せてご覧ください。また、放射光学会誌 16-6 にも石川哲也氏 (理研)、宮原恒昱氏 (都立大理)、鈴木芳生氏 (JASRI) による報告が掲載されます。プロシーディングスは American Institute of Physics (AIP) から出版される予定で、AIP の WWW からアクセスできるようになるそうです。

放射光源、挿入光源、ビームライン

次世代の放射光源に関しては Free Electron Laser (FEL)[1, 2] と Energy Recovery Linac (ERL)[2, 3] の話題が重点的に取り上げられました。輝度、コヒーレンス、短パルス特性においてリング型放射光源をはるかに上回るため、コミュニティの期待は高まっております。低エミッタンス電子銃の開発など技術的課題は依然として残されておりますが、加速器研究、利用研究、技術開発の検討は進んでいるとの印象を受けました。X-FEL に関しては DESY、SLAC、SPring-8 など、ERL に関しては CHESS、原研などの取組みが紹介されておりました。Daresbury Lab. は赤外から極端紫外領域の次世代光源計画として ERL と赤外 FEL、真空紫外 FEL などから構成される 4GLS プロジェクト [4] を報告しておりました。

一方、第 3 世代リングは、Top-up 入射などの新しい技術が確立し安定性も経済性も向上しているため、依然として主役の位置を占めております。DESY は PETRA を第 3 世代の蓄積リング PETRA III (6 GeV、100 mA、1 nm-rad、アンジュレーター 13-15 本) に改造する計画 [5] を報告し、MAX-Lab は周長 285 m の 1.5GeV と 3.0GeV の第 3 世代蓄積リング (周長 285 m、500 mA、0.86 nm-rad (1.5GeV) 0.3 nm-rad (3.0GeV)、直線部 12、MAX-IV 計画) [6] を紹介しておりました。また、変わったところでは、広帯域遠赤外 THz のコヒーレント放射光の発生に関する話題 [7] も取り上げられておりました。この領域は他に良い光源がないので将来性があります。

SOLEIL (2.75GeV) の Marcouille らは 3 種の電磁石を組



活気に満ちたポスター会場の様子

み合わせた可変偏光アンジュレーター HU640 (周期長 640 mm、5eV 以上) [8] を紹介しておりました。3 種のコイルに流す電流を調整することで任意の偏光を発生させることができる点が特長です。製作とコミッショニングは従来のアンジュレーターと比べてはるかに大変そうですが、試料位置で希望通りの偏光が得られます。一方、SPring-8/理研の原らは 1 対の APPLE-2 型アンジュレーターを備えた軟 X 線ビームライン (BL23SU) において、電子軌道変動を押し込みながら左右の円偏光を高速で切り替える研究を報告しました [9]。また、超伝導マグネットを用いたウィグラー、アンジュレーター、ミニポールアンジュレーター、ベンディングの研究も招待講演、ポスターにおいて多数報告されておりました。

SLS と BESSYII のグループは可変偏角平面回折格子斜入射分光器に直入射用のミラー 1 枚を組み込んだビームライン (5-250eV、分解能 10000 以上、 10^{12} - 10^{13} ph/s) をポスターで紹介しておりました [10]。調整はむづかしそうですが、直入射領域から斜入射領域まで高輝度光を供給するビームラインは魅力です。また、NSRRRC (台湾) の H.S. Fung らは非球面不等間隔アクティブ回折格子から出射した軟 X 線 (400-1200 eV、楕円偏光) を試料に照射し、軟 X 線発光を非球面不等間隔アクティブ回折格子で分光して

位置敏感検出器で測定することにより、効率は従来の 10 ~ 100 倍、分解能は 10000 以上という驚異的な軟 X 線発光分光用ビームラインのアイデアを報告しておりました。

利用研究

今回の SRI では時分割測定関連の話題が多数取り上げられました。P. Fischer は $40 \times 40 \mu\text{m}^2$ のミュンヘン薄膜にマイクロコイルでパルス磁場 (<100ps) を印加した際のスピンドダイナミクスを、磁気透過 X 線顕微鏡を用いてサブピコ秒の時間分解能で測定した研究を報告しました。また、S.B. Choe はフェムト秒レーザーを photoconductive スイッチに照射してパルス電流を発生させ、サブナノ秒時分割 X 線光電子顕微鏡 (X-PEEM) を用いて磁性薄膜試料の vortex ダイナミクスを観察した動画を紹介しました。他にも X 線回折、吸収分光法、X 線共鳴磁気散乱などを用いたサブナノ秒時分割測定、フェムト秒レーザーを用いてサブピコ秒の放射光を切り出す手法 [11] などが紹介されました。また、J. Arthur は SLAC のライナックによって供給される ~ 80 fs、28.5 GeV のパルス電子をアンジュレーターに導入して 2×10^7 photons/パルスの X 線を得ることに成功したことを報告しました。

J. Spence は全体講演において周期構造をもたない試料のスペックル回折パターンから位相を回復して実像を再生する手法に関して解説しました。コヒーレント電子ビームではすでにカーボンナノチューブの原子分解像が得られており [12]、軟 X 線 (ALS、2.1 nm、 $E/\Delta E=500$) では 50 nm の金ナノクラスターの鮮明な像が得られております [13]。軟 X 線領域では空間分解能は劣りますが、照射による試料の損傷は X 線領域の場合より小さいので有望とのことでした。J. Lüning らは共鳴磁気散乱と位相回復法を組み合わせ Co/Pt 多層膜の磁区構造を再構築する研究を報告しておりました。また、C. Masciovecchio (Trieste) は真空紫外域 (5-11eV) での非弾性散乱により液体やガラスの集団励起を調べる研究を報告しておりました。これも高輝度光源でなくてはできない研究です。検出器に関しては高エネルギー物理実験グループとの共同開発による高速読出しが可能なピクセルアレイ型検出器などが紹介されておりました。

おわりに

会議に参加してこの分野が成熟してきたことを感じました。招待講演では複数の分野の専門家が参加した大きなプロジェクトの成果が増えております。一方、ポスターでも標準的なビームライン、エンドステーションの建設の報告は減少しているように思います。スタッフ数と予算面で大きなハンデを負う PF が今後どのように放射光利用研究手法開発を進めてゆくべきか悩ましいところです。次回の SRI (韓国、慶州) ではオリジナリティの高い成果が日本から数多く発表されることを願っております。

参考文献

[1] 北村英男、新竹 積、石川哲也、放射光 **16** (2003)

65.

- [2] 羽島良一、放射光 **14** (2001) 323.
 [3] 放射光将来計画検討報告— ERL 光源と利用研究一、高エネルギー加速器研究機構、2003。
 [4] <http://www.4gls.ac.uk/>、2003 年 4 月に原理実証機の建設を含む 3 年間の予算が認められた。
 [5] http://www.desy.de/pr-info/News/petra_e.html.
 [6] <http://maxsun5.maxlab.lu.se/acc-phys/projects/max4/>. MAX-Lab の現状に関しては [野村昌治、PF NEWS **21**(2) (2003) 43] 参照。
 [7] http://infrared.als.lbl.gov/pubs/PAC2003-CSR_Model.pdf.
 [8] http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/e02/PAPERS/TU_PLE029.pdf 参照。
 [9] SPring-8 の BL23SU に関しては 安居院あかねら、放射光 **14** (2001) 17; 松下智裕ら、放射光 **15** (2002) 303 を参照。
 [10] <http://sls.web.psi.ch/view.php/beamlines/sis/optics/index.html>、<http://sls.web.psi.ch/Annual/1999/SLSAR99-21.PDF> 参照。
 [11] R.W. Schoenlein et al., Science **287** (2000) 2237.
 [12] J. Zuo et al, Science **300** (2003) 1419.
 [13] H. He et al., Phys. Rev. B **67** (2003) 174114.

SRI2003 報告その 2

—各施設の将来計画の印象—

物質科学第二研究系 飯田厚夫

1) SRI '03 のキーワード

前項の間瀬氏の報告に続き、SRI 2003 の印象を主に各施設の将来計画の動向を中心に報告します。今回の会議の主題の設定は「高輝度・可変偏光・超短パルス光源とその分光学・顕微分光・イメージング・コヒーレント散乱・微小領域回折への応用」となっていました。第 3 世代リングの成果・評価が定着しつつあり、しかし一方で第 3 世代以降の放射光科学の展開を模索する段階にある時期に開催された今回の SRI としては妥当な設定と思われます。プログラムの構成から今回の SRI の特徴をもう少し詳しく見てみましょう。

Plenary session は、初日 (8/24) の P.Ellemaume (ESRF) の Ring 型光源の新しい動向、S.Gruner (CHESS) の ERL (Energy Recovery Linac) 開発の現状に始まり、2 日目は J.Hastings (SSRL) の FEL と P.Bucksbaum (U. Michigan) の超高速実験の話題および利用実験の立場から A.Manceau (CNRS) の環境化学への応用の紹介がありました。3 日目はやはり利用研究の側から G.Sawatzky (UBC) による固体物性への応用、G.Ice (ORNL) のギターパフォーマンス付の X 線微小領域法による材料評価、下村氏 (原研) の高圧研究のレビューが行われました。会議の実質的な最終日 (金曜日は施設見学に当てられた) の 4 日目には、G.Debysire

(RAL)の検出器の(開発にまつわる)話とJ.Spencer(ASU)のCoherent Imagingと続きました。Parallel sessionのテーマは、Source, Beamlines, Microscopy, Time-resolved studies, Insertion Device, Optics, Detectors, Techniques、一方Poster sessionのTopicsはHigh brightness radiation, New sources, Ultrashort pulse, Imaging, New Optical designs, Spectroscopy, Future challenge, diffraction/scatteringとなっていました。Plenary sessionの構成は、新光源の話から利用研究のレビューまで含んだバランスの取れたものでしたが、Parallel sessionやPoster sessionに利用研究の発表は少なく、利用研究の動向はこの会議からは見えにくくなってきています。この傾向はしばらく前のSRIから顕著になっており、ある意味では放射光科学の成熟を示すものと思われます。様々なトピックスが提示されましたが、各施設の将来計画の動向に関連した報告をPlenary Talkを中心に紹介します。

2) リング型光源の計画

P.Ellaumeはリング型光源の限界と可能性をまとめ、いくつかの実例を、既存リングのupgrade(ALSの高電流化・full energy injectionなど、PETRAの第3世代リングへの改造計画PETRA III)、中規模リング計画(Soleil, Diamond, NSLS II, MAX IVなど)、野心的な開発(超短パルス、リング型光源の極限への挑戦、など)に分けて紹介していました。PETRA IIIは既存リングの第3世代リング(6GeV, 1 nmrad, ID数13~15本)への改造計画です。DESYはFELとリングを両方とも持とうという野心的な計画のようです(SSRLもその方向です)。またNSLS IIは第3世代リングの新設計画(3 GeV, 1.5 nmrad, 0.5A)でしたが、PFとNSLSは状況の共通点も多く特に興味深いものでした。他に私の良く知らない計画もありましたが、計画の段階にはかなり差があるようです。最近では先進性の観点から直線加速器に注目が集まっていますが、リング型光源は汎用性の高い新第3世代光源として、また放射光の極限を迫る光源としても検討が進んでおり、今後も放射光利用の王道のようにも思えます。

3) ERLとFEL

リング型光源限界を突破するものとして考えられているのが、それぞれ位置づけは異なりますが、ERLとFELです。ERLについては、PFでも昨年度将来計画のための検討を行ったものです。ERL放射光計画を先頭に立ってCHESSで進めているS.Grunerの講演では、リング型光源では実現できないERLの特徴である高輝度、短パルス、小さな水平エミッタンス(丸いビーム)の説明とそれを利用した研究の概要が述べられ、開発の現状が紹介されました。CHESSでは5GeV級のX線領域に最終目標を置いた計画が立てられていますが、PFも同様な目的の計画であると紹介されていました…。ERLは前回のSRIで重要な将来計画の一つと広く認識されるようになり、今回も重要なトピックスのひとつであったことは間違いありません。しかし、何しろまだ技術的な問題が実験的に詰められておらず、

実証器の実現が期待されるどころです。

一方SASE FELは、前回のSRI 2000でもDESYでの発振を受けてハイライトになっていました。本会議主催施設の一つであるSSRLは、X-FEL計画を強力に進めています。J.HastingsからはLCLS計画の紹介とともに、LCLSの前段階として、超短パルスを狙ったSLACを用いたSPPS(sub ps pulse source)計画の報告がありました。既に今年5~6月にcommissioning runが行われています。この他、Parallel sessionでは、TESLA Test Facility(DESY)およびSCSS(SPring-8)の計画が紹介されていたのでX線領域を目指したSASE FELの3つのプロジェクトの発表が行われたこととなります。勿論軟X線領域のBESSY II、4 GLS(Daresbury Lab.)などの報告もありました。またピコ秒以下の超短パルスの計画は、パルス発生の提案・実験がいくつかの施設から行われていましたし、利用研究もポンププローブを始めとして未知の時間領域での高速現象に興味が集まっていました。光源開発も利用研究の展開もこれからの領域であり、放射光のフロンティアの一つであることは間違いが無いようです。

4) その他

2~3の講演を紹介したらスペースがなくなってきました。バランスを欠いた紹介になりました。興味のある方は各施設のホームページを調べてみてください。ホームページからも多くの場合(労力を厭わなければ)詳しい情報が見つかります。ほとんどの主要施設は、計画の段階には大きな差があるものの、upgrade計画と将来計画を2本立てで持っているようです。PFもupgrade計画は、成熟度の



図. SRI 2003の会場となった、Yerba Buena Arts Center, San Francisco(大きな矢印)。道の反対側(左手)が近代美術館(MOMA)。東(上方)に見えるのがサンフランシスコ湾。

高い直線部増強計画を持っていますので、この具体化と将来計画への取り組みを一層進める必要があるのでしょうか。また、これまでのSRIのトピックスを見ても放射光科学・施設に時とともに変わる流れは確かに存在するので、柔軟な計画を持ちタイミング良く提案することが必要と思えました。

会議は形式張らないものでしたが、ペーパーレスの時代とは言え、やはりアブストラクト集は配ってほしいというのが注文です。片手で持てるプログラムしか配られませんでしたので帰りのバッグも軽いままでしたが、何か印象も軽くなってしまいました。Abstractは以下のURLで見えます。ProceedingsもCD-Rでの配布になるそうです。

(http://lbl.confex.com/lbl/sri2003/techprogram/meeting_sri2003.htm)

SRI2003 報告その3 「International Workshop on X-ray Science with Coherent Radiation」報告

物質科学第一研究系 平野馨一

8月22日と23日の二日間にわたって、標記のWorkshopがパークレーで開催された。このWorkshopはSRI2003のSatellite Meetingとして設けられたもので、Q. Shen (CHESS, Cornell)、J. Spence (Arizona State/LBNL)、J. Arthur (SSRL, Stanford)の三人がWorkshop Chairを務めた。このような研究会が開催された背景には、X線自由電子レーザー(XFEL)[1,2]やエネルギー回収型ライナック(ERL)[3,4]といった次世代光源に対する関心の高まりと、第三世代光源におけるコヒーレンス利用研究の急速な発展があると思われる。このような世界的潮流のせい、X線

のコヒーレンスに関する研究会が最近よく開催されるようになってきている。たとえば、「International Workshop on Noncrystallographic Phase Retrieval」という国際会議がこのWorkshopの約二ヶ月前にオーストラリアのケアンズで開催されているし、国内でも昨年秋には「X線相利用計測における最近の展開」(提案代表者:東大・百生敦)というPF研究会[5]、今年春には物理学会で「X線・中性子線による干渉計測の最近の展開」(提案者:物構研・平野馨一)というシンポジウムが行われている。さらに、来年1月の日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムでは、「コヒーレントX線で見えてくる世界」(提案者:東大・百生敦)という企画講演が開催される予定である。

さて、標記のワークショップは全部で七つのセッションから成っていた。初日はQ. Shenによる短い問題提起の後、四つのセッションが持たれた。最初のセッション「New Sources and Tutorial」では、S. GrunerがERLについて、J. HastingsがXFELについて概観し、B. Lengelerがコヒーレンスの基礎に関する講義を行った。二番目のセッション「Coherent Diffuse Scattering」では、まずM. SuttonがX線強度相関分光法に関する講演を行い、ポリスチレン中の金微粒子による小角散乱の実験結果を示した。次にG. Grubelが光子相関分光法の講演を行い、コロイドや液晶といったComplex Fluidsに関する実験結果を紹介した。J. Goedkoopは磁気スぺックルの観察例を示し、「位相回復法を用いれば数nmの分解能で磁気構造を観察することができる」[6]という注目すべき指摘を行った。このセッションでは、質疑応答中になされた、「パルス光のXFELよりも連続光のERLの方が測定可能な時間領域を広く取れるので有利である」というコメントが印象的であった。三番目のセッション「Coherent Diffraction on Nanocrystals」では、I. RobinsonがX線コヒーレント回折によるナノ結晶の外形測定について発表した。次に、J. SpenceがX線と電子線に



参加者の集合写真 (Q. Shen 博士の御厚意により掲載)

よるコヒーレント散乱について講演し、電子線でカーボンナノチューブの二重壁を原子分解能でとらえた見事な実験結果を紹介した。さらに、試料の外形に関する情報が無くても像を再生することができる、「Shrinkwrap」HiO アルゴリズムの紹介もなされた。コヒーレント散乱と位相回復による構造決定法はまだ生まれたばかりの揺籃期にあるため、拡張や改善の余地がたくさん残されている。J. Spence や J. Goedkoop の講演はそのいくつかの方向性を示した点で非常に意義深い。他にも様々な拡張法を考えることができよう。たとえば、従来の手法では試料の電子密度分布しか得られないが、吸収端近傍の異常分散を利用すれば、特定元素の密度分布の取得 (element mapping) や化学状態密度分布の取得 (chemical-state mapping) も可能であろう [7]。初日最後のセッション「X-ray Optics for Coherence」では、SPring-8 の石川がコヒーレンス保存のための光学素子の現状と、Takagi-Taupin 方程式に基づくコヒーレンスの伝搬理論を紹介した。特に興味深かったのは、Plasma CVM と EEM で表面処理を施したミラーによる KB- 集光光学系である。15 keV の X 線に対して垂直方向で 180 nm、水平方向で 90 nm という回折限界に近いビームサイズが得られており、その応用例として走査蛍光 X 線顕微鏡による癌細胞の観察結果が紹介された。続く三名は、Zone Plate による X 線顕微鏡と、Young の干渉実験によるコヒーレンス測定について発表した。

二日目は三つのセッションが持たれた。午前前半のセッション「Phase Contrast Microscopy」では、まず C. Jacobsen が X 線顕微鏡、ホログラフィー、コヒーレント X 線散乱等々といった幅広い分野を簡潔に網羅した。P. Cloetens は波動伝搬による位相コントラストイメージング (Holo-tomography) と、KB 集光光学系による走査蛍光 X 線顕微鏡について紹介した。コヒーレンスの保存に関する話では、光源と検出器の間にあるすべてのものが位相物体として振る舞うことから、「No optics is best optics !」という従来の主張が繰り返された。K. Nugent は波動場とコヒーレンス関数の測定について講演した。強度輸送方程式を用いるこの方法の利点は一義的に解が求まることであるが、それは波面に不連続点が無い場合に限られる。渦のように位相場に特異点が存在すると、特殊な場合を除いて解は一義的には求まらない。A. Peele はこの問題に光を当てるために spiral phase plate を作成し、それによって生じる渦巻き状の波動場の挙動を実験的に調べている。午前後半のセッション「Holography and Interferometry」では、まず C. David が linear zone plate と shearing 干渉計について発表した。次に、当初の予定では A. Snigirev がフーリエ変換ホログラフィについて話すはずだったが、トラブルで渡米が遅れたため、代わりに M. Drakopoulos が high-q resolution の小角散乱について発表した。SPring-8 の矢橋は強度干渉計について講演し、その応用例として光源の垂直方向のエミッタンスとサイズ、それにバンチ長の測定結果等について示した。P. Cloetens の「No optics is best optics !」という言葉を意識してか、「We do need optics !」と強調する場面

も見られたが、それには筆者も同感であった。ただ今後の方向性を冷静に考えると、「No optics」という至極単純な方向と洗練された Optics を駆使する職人芸的な方向とに二極分化していくのではないかと感じないでもない。午後のセッション「Coherent Diffraction Imaging」は D. Sayre の講演と共に始まった。オーバーサンプリングによる構造解析の可能性を初めて指摘したのは彼であり、50 年も昔の 1952 年のことである [8]。その後、位相回復アルゴリズムの発明や高輝度光源の登場により、ようやく最近になってそのアイデアが実を結ぶに至ったわけである。OHP を一枚も使わず、ただ原稿を読み上げるだけの素朴な講演だったが、そのことを思うと実に感慨深かった。続いて J. Miao がオーバーサンプリング法によるイメージングの原理と実験結果について講演した。オーバーサンプリングで原子分解能を目指そうとすると、まず問題になるのが放射線損傷である。M. Howells が示したグラフによると、液体窒素冷却した蛋白質の場合、10nm 程度の空間分解能が限界のようである。無機の試料の場合は条件が緩くなるので、1nm 程度まで大丈夫だろうとのことであった。ただし、最終的な結論を出すには、データの蓄積による議論のさらなる精密化が必要であろう。S. Hau-Riege は Hydrodynamic model による放射線損傷のシミュレーション結果を紹介したが、これについてもさらなる精密化が必要だと思われる。

Workshop 全体を振り返って見ると、実に内容の濃い有意義な Workshop であったと言える。Summary Talk で J. Arthur が「Interest in the use of coherence is exploding」「The future looks bright」と言っていたが、まったく同感である。次世代光源の登場が近未来に控えていることを考えると、コヒーレンス利用研究への関心は今後もますます高まっていくに違いない。この分野のさらなる発展に期待したい。

参考文献

- [1] "LCLS the First Experiments", Ed. By G. K. Shenoy and J. Srohr, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford (2000).
- [2] "TESLA Technical Design Report Part V: The X-ray Free Electron Laser", Ed. By G. Materlik and Th. Tschentscher, Deutsches Elektronen Synchrotron, Hamburg (2001).
- [3] "Study for a proposed phase I energy recovery linac (ERL) synchrotron light source at Cornell University", Ed. By S. M. Gruner and M. Tigner, Cornell University, New York (2001).
- [4] 「放射光将来計画検討報告 — ERL 光源と利用研究 —」編集 諏訪田剛 飯田厚夫、2003 年 3 月、高エネルギー加速器研究機構
- [5] http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/pf_future2/index.html
- [6] T. O. Menten, C. Sanchez-Hanke and C. C. Kao : J. Synchrotron Rad. **9** (2002) 90.
- [7] K. Hirano : Trans. Mater. Res. Soc.-J in press.
- [8] D. Sayre : Acta Cryst. **5** (1952) 843.

海外滞在記 — Berkeley の丘から —

McMaster University 荒木 暢

一昨年(2010年)の11月より、軟X線顕微分光の研究のため利用しているALS (Advanced Light Source) について紹介しています。ALSは、CaliforniaのBerkeley (San Franciscoから地下鉄(BART: Bay Area Rapid Transit)で約30分)にあるLawrence Berkeley National Laboratoryの中にある第3世代の放射光施設です。この10月にあったユーザーミーティング(年1回開催)では、10周年ということもあり、「ALS 10-YEAR RETROSPECTIVE」と題したセッションも設けられていました。Berkeleyは多数のノーベル賞受賞者を輩出しているUniversity of California, Berkeley (UCB)で有名ですが、街の中央から丘の上に向かってUCBのキャンパスが広がっており、Berkeley Labは、その丘の上に位置しています。そのお陰で、研究所からサンフランシスコ湾を見渡した眺めはとてもきれいで、素晴らしい夜景がピークタイムの疲れを癒してくれます。但し、月一金曜日の日中は、ダウンタウンと研究所の間でバスのサービスがあるためいいのですが、歩いて(または自転車)で登ってくるとなると一苦勞です。最後まで自転車で上がってくる人も見かけますが、少なくとも私には無理でした。(以下の研究所のWebサイトからQuickTime Movieなどが見られますから時間がある時にどうぞ。<http://www-library.lbl.gov/teid/mPhoto/gallery/QTVR/PhotoQtvr.htm>)

Sept.11の後北米に渡ってALSで実験を行うようになってから、もうすぐ2年になります。私の正式な所属はMcMaster University (MAC)のDepartment of Chemistryで、ALSではVisiting Scholarとして研究を行っています。MACはCanadaのOntario州のHamilton(ナイアガラの滝から車で1時間ほど、Torontoからも同じくらい)にあり、Prof. Adam HitchcockのもとでResearch Associateとして働いています。最初の半年は、Hamiltonに住んで、ピークタイムの度にALSに出張していました。東から西へ時差3時間の移動で、同じ出張の実験でもPFの時は楽だったな—と思ったものでした。結局、半年で4往復した後、Berkeleyに引っ越しました。

ALSの運転は、マルチバンチ(通常1.9GeV)の時は、午前9時、午後5時、午前1時の3回の入射となっています。電流値は、入射直後で400mA、入射直前で200mAといったところ、この他にマルチバンチ(1.5GeV)と2バンチの運転があります。

さて、一番の違いですが、それは光の強度、分解能といったscientificなものではなく、フィルムバッジを付ける必要がなく、実験ホール内で飲食が出来るということでしょう!実は、初めてのピークタイムまで全く知らなかったため、これには本当に驚きました。もう今はすっかり慣れてしまったので日本に帰ることになったら逆に大変ですね。つい先日、お腹がすいてきたころに何かいいおにぎりがしてくるなと思っていたら、近くのピークラインでピザ

を囲んでいるグループがいました。実験ホール内は空調のために喉が渇きやすいですから、実験に支障がなければ飲み物がとれるとありがたいですね。

ではこの辺で、私の研究内容について紹介させて下さい。

学生時代から、ずっと軟X線吸収分光法(NEXAFS)を用いた機能性有機材料の研究をしてきました。真空蒸着膜・Langmuir-Blodgett膜、自己組織化単分子膜といった様々な手法で薄膜化した試料中の分子の配向や吸着状態を研究してきたのですが、ビームサイズ1mmφ程度の2次元面内の平均的な情報を見ていることになるため、次のステップとしてMicroscopyがやりたいと思い、現在のグループに参加しました。

軟X線の顕微分光法は、1) X線をKB mirrorまたはZone Plateなどを使ってマイクロンからサブマイクロンサイズに絞り、試料を走査することで像を得るものと、2) X線は集光せずに用い、電子レンズ系を使って拡大投影するものの二つに分けることが出来ます。1)としては、STXM (Scanning Transmission X-ray Microscopy), SPEM (Scanning Photoemission Microscopy)が、2)としてはPEEM (Photoemission Electron Microscopy)が挙げられます。

私が主に実験を行っているのは偏向電磁石を光源にしたBeamline5.3.2です。Polymer STXMと呼んでおり、その名前の通り、ポリマーの主なる元素C, N, OのK吸収端を含む250-700 eVのエネルギー領域をカバーし、エネルギー分解能: E/ΔEが5000で、集光した試料位置でのPhoton fluxが 10^7 - 10^8 photon/sです。空間分解能は、集光に用いるZPで決まりますが、現在使用しているものでは35 nmを達成しています。

STXMでは、この他にBeamline7.0.1より移設・改造が施されたBeamline11.0.2のものを利用しています。BL11は、EPU (Elliptical Polarization Undulator)を光源としており、より輝度が高く、可変偏光かつ150-1000 eVの広いエネルギー領域をカバーしています。どちらのSTXMでも共通のWindows上で動く測定プログラムが利用でき、とてもユーザーフレンドリーな環境が実現されています。STXMでは試料を透過してきたX線を検出し、試料を走査することでイメージを得ますから、試料の形態・環境に制限が少ないことが利点です。軟X線が透過するSi₃N₄を窓材にしてセルを構成することで、水のある環境での測定も可能です。我々のグループでは、例えば、河川の浄化に有効とされるバクテリアと藻類からなる複合膜(Biofilm)の測定などをこのウェットセルを用いて行っています。

表面感度が必要、またはX線の透過しない試料については、PEEM (beamline7.3.3.1)を利用しています。例えば、微量のたんぱく質が相分離したポリマー膜表面に吸着した試料はもちろん、PEEMでは光電子(2次電子)を検出しますから、真空中での測定になりますし、試料には導電性が必要となるなどの制限があります。STXM興味のある方は文末の文献などを参照してください。

ALSに、この他にも第3世代光源の特徴を生かした様々なMicroscopyが設置されています(Visible, IR

Spectromicroscopy, Micro XPS, Micro X-Ray Diffraction, X-Ray Fluorescence Microscope, Imaging X-Ray Microscopy, EUV Lithography Mask Inspection など ; <http://www-als.lbl.gov/als/microscopes/> 参照)。今年のコユーザーミーティングにおいて「Recent Advances in Synchrotron-Based Microscopy」という Workshop が SSRL との共催でありました。この WS の要旨が下記のサイトから Download できます (http://www-als.lbl.gov/als/usermtg/xrm_workshop.pdf)。

最後に、もうすぐ3年目を迎えることになります。何とかやってこれたのは周りの方々の励ましとご指導のお陰だと思っています。ここで特に名前を挙げませんが、全てのお世話になった方々、温かく送り出してくださった方々に心より感謝いたします。

Beamline5.3.2 & STXM についての参考文献

T. Warwick, H. Ade, A.L.D. Kilcoyne, M. Kraitsch, T. Tylicszak, S. Fakra, A. P. Hitchcock, P. Hitchcock, H.A. Padmore, A New Bend Magnet Beam Line for Scanning Transmission X-ray Microscopy at the Advanced Light Source, *J. Synchrotron Radiation* 9 (2002) 254-257.

A.L.D. Kilcoyne, T. Tylicszak, W.F. Steele, S. Fakra, P. Hitchcock, K. Franck, E. Anderson, B. Harteneck, E.G. Rightor, G.E. Mitchell, A. P. Hitchcock, L. Yang, T. Warwick, H. Ade, Interferometrically controlled Scanning Transmission Microscopes at the Advanced Light Source, *J. Synchrotron Radiation* 10 (2003) 125-136.

CSSTN 参加報告

物質科学第一研究系 間瀬一彦

2003年9月7～10日にドイツの Ringberg 城（マックスプランク研究所の会議場として使われているお城、<http://www.rzg.mpg.de/ringberg-castle/> 参照）にて開催された Coincidence Studies of Surfaces, Thin Films and Nanostructures (CSSTN、Chairpersons: J. Berakdar (Halle)、J. Kirschner (Halle)) に参加したので報告いたします。CSSTN は表面におけるコインシデンス研究に関する初めての国際会議で、主題は電子-電子、オージェ-光電子、電子-イオン、電子-光子、光子-光子コインシデンス分光法を用いた表面研究でした。詳細についてはホームページ (www.mpi-halle.mpg.de/csstn) をご覧ください。密度の高い交流ができるように、宿泊、食事、会議のすべては町から離れた Ringberg 城で行なわれ、参加者は30名でした。日本からの参加者は強相関物質の電子状態の第一原理計算研究をされている F. Aryasetiawan 氏（産総研）と筆者の二人だけでした。

放射光を用いるコインシデンス分光としてはオージェ-光電子コインシデンス分光 (Auger-photoelectron coincidence spectroscopy, APECS) と電子-イオンコインシ

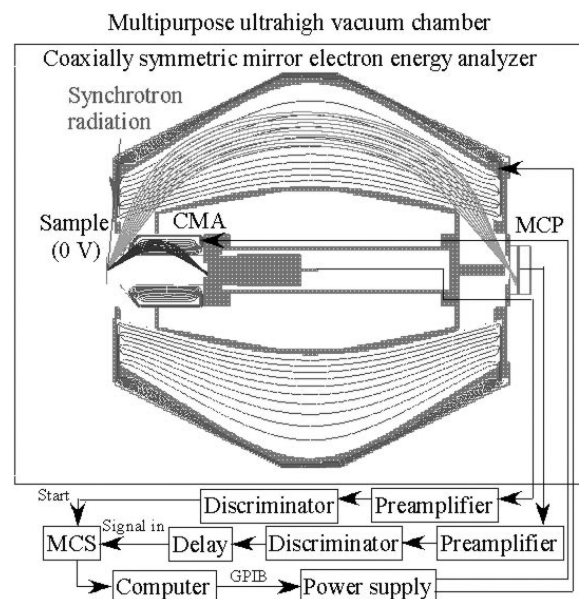


図. KEK で開発した新しい APECS 装置。光電子は外側の同軸対称鏡型エネルギー分析器で検出し、オージェ電子は内側の円筒鏡型エネルギー分析器 (CMA) で検出する。PF-12A で性能評価を行なった。特許出願中。

デンス (Electron-ion coincidence, EICO) 分光が代表的です。Rutgers 大の R. A. Bartynski 教授は TiO_2 、 MnO など金属酸化物のサイトを選別した APECS 研究について報告し、Roma 大の G. Stefani 教授は角度分解 APECS により光電子の特定の軌道角運動量を持つ部分波に対応するオージェを測定できることを示しました。筆者は EICO 分光研究について報告するとともに KEK 工作センターと協力して開発した新しい APECS 装置 (図) を紹介しました。この装置は、構造が単純で操作性が高い上に、シグナル/バックグラウンド比が従来の装置より 10 倍優れております。講演は幸い好評でほっとしました。

会議の終わりにこれから定期的に表面コインシデンス分光の国際会議を開催することが提案されました。また、本会議のプロシーディングは WILEY 社より "Coincidence Studies of Surfaces, Thin Films and Nanostructures" という単行本として来年 4 月に発行される予定です。表面研究においてコインシデンス分光は非常にマイナーですが、これを契機に発展してゆくことを願っております。

平成 15 年度 防災・防火訓練について

物構研防災・防火担当主幹 小林正典

今年度の機構全体の防災・防火訓練は、10月21日(火)午後実施されました。放射光施設での防災訓練では、80名以上のユーザーの方のご参加をいただき、避難や安否確認の訓練が実施されました。訓練に関して、ご理解とご協力をいただいたことを心よりお礼申し上げます。訓練



図1. PFの緊急時避難場所（PF駐車場脇広場）に集まる参加者。



図2. 「安否確認表」に記入するユーザーの皆さん。

後に皆さまからご提出いただきましたアンケートなどをもとに、より適切な防災・防火体制の構築を行なっていきたいと考えています。貴重なお時間をいただき、本当にありがとうございました。また、来年4月からは新法人に移行するわけですが、今まで以上にユーザー及びスタッフの安全確保が求められるようになります。今後とも、より一層の防災・防火に対するご協力を改めてお願い申し上げます。

PF懇談会だより

XAFS ユーザーグループミーティング報告

産業技術総合研究所 島田広道

第6回 XAFS 討論会(2003年9月25～27日、千葉大学)に合わせて、9月25日に表記会合が千葉大学西千葉キャンパスで開催されました。参加者は24名で、PF 将来計画や XAFS の今後の展開などについて約2時間にわたって活発な議論が交わされました。

会合では、まず、北大の朝倉先生から去る8月5日に開催された「将来計画に関するPFとユーザーの意見交換会」について報告いただきました。PFの野村先生と東大の太田先生から周辺状況についての補足説明があり、どのような計画にせよ、それによって特徴あるサイエンスをどう展開していくのかを示していかないと実現していくのは難しいだろうとのコメントがありました。

出席者からは、PF 将来計画に不確定要素が多い状況下、引き続き XAFS ユーザーグループから次世代 XAFS 研究に求められる光源性能についての要望をとりまとめていくとともに、XAFS 研究の具体的な将来展開を提示したり、アピール性の強い成果を発信し、放射光利用研究における XAFS 研究の意義を明確化していくことが必要であろうとの意見が出されました。続く議論では、アピール性の強い成果の発信例として、これまでに幅広いアウトプット実績がある触媒分野からの発信強化、注目度の高い科学雑誌上での発表、「放射光学会誌」、「PF Activity Report (Part A)」などによる XAFS 以外の分野の放射光研究者への宣伝、各研究者個人のホームページによる“草の根”広報活動などが有効であろうとの声も聞かれました。

また、大型競争的資金を獲得しての新たな XAFS 分析分野の展開の必要性も唱えられましたが、他方多くのユーザーの研究指向性を考えると、むしろ応用分野の研究に能動的に取り組み、リーダーシップを持って XAFS の有用性をアピールすべきではないかとの意見も出されました。XAFS の応用が特に強く期待される分野として、環境(微量状態分析)、生態・生物が例示され、このような分野への応用研究は結果的に注目を集める機会が多くなるとの声も聞かれました。

そのほか、実験者への旅費支給が話題となりました。SPring-8 では旅費支給が廃止されましたが、アカデミックユーザーの多い PF では学生の実験機会を確保するためにも是非継続して欲しいとの声が強く出されました。