

グにおける放射光干渉計によるビームサイズ測定, Single-Bunch 不安定性, 単バンチ不純度測定, KEK-PF における入射ビーム蓄積率の測定, XY カップリングの補正, 過渡的ビーム不安定性の検出など多岐にわたっていた。ビームモニターやハンドリングなどのビーム技術の研究開発は, 放射光の利用者に対するさらなる高品質ビームの供給だけでなく, 加速器科学やビーム物理学の発展にも大きな寄与があると思われる, 将来の放射光科学の進歩発展につながるトピックスが多く, 大変興味深いセッションであった。

本研究会は主に午前中に口頭セッション, 午後はポスターセッションが催された。口頭セッションは会場の2つのホールで催され, 登壇者の発表後の質疑応答は活発であり, 座長が途中で質疑を打ち切らなければならない事態もしばしばであった。口頭セッションの途中で随時コーヒープレイクがあり, 会場のエントランスホールではコーヒを片手に和やかな雰囲気の中で活発な議論が行なわれていた。口頭セッションと同様ポスターセッション会場も大変な盛況であり, セッションが始まる前からポスターの前で議論が行なわれ, 終了後もなお議論を続ける参加者も見つけられた。

研究会1日目の終了後には理化学研究所の食堂にて懇親会が催された。本研究会は日本国内の加速器関連の研究者が一同に会するものであり, 懇親会会場は大変な盛り上がりを見せた。筆者もまた様々な分野で活躍されておられる方々と交流を持つことができ, 大変有意義かつ楽しいひとときを過ごすことができた。また2日目終了後には理化学研究所の加速器施設見学ツアーが催され, 理研線形加速器, またリングサイクロトロンを見学する機会を得た。

本研究会では, 研究会の開催と同時に製本されたプロシーディングスの配布が行なわれた。これは参加者に対して事前に原稿の提出が要請されていたため, 参加者はプロシーディングスを参考にしながらセッションに臨むことができた。非常にありがたいことであった。

この研究会に参加して, 現在の加速器科学のトピックスや将来計画に身近に接することができた。筆者もまたポスターセッションで発表を行い, じっくりと参加者と議論することができ大変に有意義であった。また, 参加者の方々が見せる Activity の高さや情熱に, 現在大学院生である筆者は大変感銘するものであった。

研究会は大変な活気に溢れたまま3日目に閉会した。次回は2年後の2001年に開催される予定である。

＜研究会報告＞

MRS 1999 Fall Meeting に参加して

小林 憲司 (NEC 基礎研究所)

Materials Research Society (MRS) 1999 Fall Meeting が1999年11月28日～12月3日にかけて米国・ボストンで開催された。会場はボストンのバックベイ地区にある HYNES CONVENTION CENTER と BOSTON Marriott copley place の2つが利用された。MRS は物質科学を対象として43のシンポジウムに細分化されており, 発表件数は3900近くのにほる巨大な会議である。シンポジウムは毎年開かれるものとその年だけ企画されるものがあり, 内容的にも半導体・結晶成長・有機物質・デバイス・バイオといった幅広い分野にまたがっている。筆者はその中の「Application of Synchrotron Radiation Technique to Materials Science」というシンポジウムで発表及び聴講を行ってきた。このシンポジウムは物性評価方法に焦点をあわせて企画されたもので, 関連して optical and electron microscopy, nondestructive methods の3つが企画されていた。ここでは同シンポジウムで聴講した内容を紹介する。以下, 内容的には筆者の専門分野に偏っていますが,

あらかじめご了承ください。

まず, 発表件数は約70件でそのうち APS, ESRF からの発表が目立った。ご当地ということもあり, APS を利用した発表が全体の1/5を占めた。また, 手法別にみると XAFS と X 線回折が半分近くであった。発表全体を通じてのキーワードは「高エネルギー X 線利用」, 「その場観察」の2点であると感じた。しかし, その場観察といっても時間分解しているわけではなく, これには検出器の進歩が必要だと感じた。その検出器としては X 線 CCD カメラが広く利用されており, 精度の高いデータが得られている。オーラル発表は Marriott の小さな部屋で行われ, お客の入りは日程によって違うわけだが, その中でもマイクロビーム X 線, XAFS によるその場観察, 位相イメージングの発表では多くの聴講者があり, この分野の関心の高さを感じた。

【XAFS 関係】

NEC 北米研の Sho 氏から光伝導度測定による XAFS 測定の紹介があり、興味深い結果が示された。(NSLS) これは JASRI の石井氏によるキャパシタンス XAFS と同じ発想によるものであり、DX センターに関係した部分だけの吸収スペクトルが得られる。試料は Si をドーブした $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ で (石井氏は Se をドーブした AlGaAs) 光伝導度の入射 X 線エネルギー依存性と蛍光 X 線スペクトルの比較が示された。As K-edge では pre-edge 付近で違いはあるが、Ga では両者はほぼ同じ振る舞いがみられ、DX センターが局在していないと結論していた。このような XAFS と他の物性評価を組み合わせた手法は今後、発展が期待される分野といえる。

A. J. Kropf らは Li イオンバッテリーの充放電に伴う XAFS 測定によるその場観察の結果を示した。(APS) 正極は $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、負極には LiInSb (Zn ブレンド) が用いられていた。まず、正極側の Co と Ni の XANES 測定の結果が示され、Ni では価数変化が連続的にみられ、Co 側ではそれが顕著にみられないという結果が示された。また、負極側に関しても In と Sb の XANES 測定結果が示され、Sb のみピークシフトがみられることが示された。これは Li の出入りによって Sb のみが酸化されていると結論していた。最近、この手の実験が多くみられるが、得られた結果をいかに材料屋さんにはフィードバックをかけられるかが腕のみせどころになるだろう。

N. Moelders からマイクロビーム X 線 ($18.8 \times 7 \mu\text{m}^2$) を用いた蛍光 X 線分析、XAFS 実験結果が報告された。(CAMAD) 軽元素をターゲットにしているのが特徴である。ビームサイズとして決して小さいといえないが、評価方法として期待される分野である。

【マイクロ X 線ビーム関係】

X. Zhang らはマイクロ X 線回折の Cu 配線のエレクトロンマイグレーションへの適用例を示した。(APS) ゴンプレートによってビームサイズを $5(\text{H}) \times 1(\text{V}) \mu\text{m}^2$ まで絞っていた。格子歪みに対する感度は 10^{-4} 程度であると報告された。検出器には CCD カメラが用いられており、標準的なものとなってきている。試料は EB による Cu as-deposited のものと Ti による passivation を行った 2 つのものが用意された。まず、蛍光 X 線強度によるラインスキャンからエレクトロンマイグレーションによる void があることが示された。また、この void がみられる周りでは Cu-Ti 合金と考えられる回折ピークが観測されることが示された。また、マイグレーションによる盛り上がった部分では圧縮応力が働いていることも示された。

B. C. Larson らは K-B ミラーによる $0.7 \times 0.7 \mu\text{m}^2$ のマイクロビームの適用例を示した。(APS) この実験では背面ラウエ法が用いられており、回折実験のようにビームサイズを広げることなく本来のビームサイズで実験できるの

がメリットである。また、深さ方向の分解能は試料と検出器との距離を変えることで $2 \sim 3 \mu\text{m}$ の精度で測定ができていることが示された。応用例としてトリプル接合部分での実験結果が示され、違いが見出されていた。

【イメージング関係】

F. Beckmann から高分解能 X 線 CT の紹介があった。(HASYLAB) 干渉計を用いた位相イメージングによる 3 次元 CT の結果が報告され、人間の脳・骨 (ラットではないところがすごい) などを横方向 $8 \mu\text{m}$ 、縦方向 $15 \mu\text{m}$ の分解能で測定した結果が示された。また、70 keV の高エネルギー X 線を利用した測定結果も示され、こちらはラットの 3 次元像が示された。この他、通常の吸収画像による CT の結果も示され、空間分解能 $2 \mu\text{m}$ での測定結果が示された。CT はデバイスの非破壊評価として注目されており、今後の発展が期待される。

筆者は SPring-8 兵庫県ビームラインで行ったカーボン電極の位相コントラストの実験結果を紹介した。電極過充電中の気泡発生・移動を空間分解能 $5 \mu\text{m}$ 、時間分解能 30 s^{-1} で撮影した結果などを紹介した。

【その他】

V. Petkov らは高エネルギー X 線回折の有用性として high-Q までの $S(Q)$ 測定による動径分布関数の解析結果を紹介した。(CHESS, APS) InGaAs 粉末、 CaAlSiO_2 などへの適用例が示された。

A. Kazimirov は強誘電体である PTO, PZT 薄膜試料の極性を調べるための X 線定在波の測定例を示した。(APS) 蛍光 X 線強度を測定するので、特定の原子についての情報が得られるユニークな手法である。PTO 膜では Ti 側ではその極性ははっきりしているが、Pb 側ではそのプロファイルから両方の極性が混成したような状態ではないかと報告がなされた。ここで用いられている数十 nm の薄膜試料の X 線定在波測定は大強度 X 線が必要であり、今後の発展が期待される分野といえる。X 線定在波に関する発表は APS から他に 2 件あった。

P. Bergonzo らから CVD ダイヤモンド膜を用いたインライン用検出器の紹介があった。(ESRF) ESRF の 2/3 filling モードで 2.8 ナノ秒周期のパルス信号を精度よく測定した結果が示された。発表で示されたのは低エネルギー X 線 (4, 6.2 keV) だけへの適用例であったが、素子の薄膜化と装置の小型化がすすめば有用な検出器になるのではないかと感じた。

他のシンポジウムでは PF の顔である村上先生による ATS 散乱、APS の A. Munkhol らによる強誘電体のその場観察の招待講演があった。Munkhol の発表は PZT エピ膜に 10 Hz の周波数で分極反転している試料の in-situ での X 線回折の結果である。試料にかかる電界と Ti(Zr) 原子の位置変化による回折パターンをアニメーションで見事

に表現し、好評だったようである。

【雑感】

ボストンは独立戦争のきっかけとなった歴史のある場所で、日本でいうと京都のような観光地である。石畳の路地にレンガ造りの家並みといった美しい景観が印象的であり、街を歩いていて楽しくなる本当に素敵な場所であった。また、食の面でもクラムチャウダー・ロブスター・オイスターなど米国の他の場所と比べるとおいしいものが多かった。ただ、量がとにかく多いのでコストパフォーマンスがよくないのが残念ではあった。最後に UFO キャッチャーならぬロブスターキャッチャーがありましたので、ボストンを訪れる機会がありましたらぜひチャレンジして下さい。



ボストンは歴史のある観光地。
写真は独立戦争の英雄ポール・リビアの像。

＜研究会報告＞

第17回 PF シンポジウム

岸本 俊二 (高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所)

第17回 PF シンポジウムが1999年12月21・22日の2日間にわたって KEK にて開催されました。参加者はスタッフを含めて約120名でした。例年どおり多くのユーザーの参加をいただいたことにまず感謝いたします。

今回のシンポジウムは、冒頭、尾嶋 PF 懇談会会長の挨拶で述べられたように「ユーザーへの PF の求心力は落ちていない。しかし、将来を考える時期」にあることを意識して準備されました。厳しい財政状況下で認められた PF-AR リング改造のための補正予算はその報告をされた木村物構研所長をはじめ KEK 首脳部の尽力はもちろんですが、やはりユーザーの支持と期待があつてのことと思います。これこそまさに PF のもつ財産です。PF の将来の姿をどう具体化するかを考えるにあたって、この価値ある財産を生かして、まずユーザーから積極的に提案してもらおう、ということになりました。これがうまくいくかどうか、今回の PF シンポジウムに課せられたテーマだったと思います。

最初のセッションは、「施設報告」でした。松下副所長からは「既存の施設により最大限の成果を得る」、「将来への準備を行う」という2つの視点から報告がありました。そのあと小林光源系主幹から PF リングの大電流運転など不断の改良と PF-AR 高度化計画の全体像が紹介されました(写真1)。2001年1月からシャットダウンして改造にかかり10月からは運転を開始する予定であること、ただ

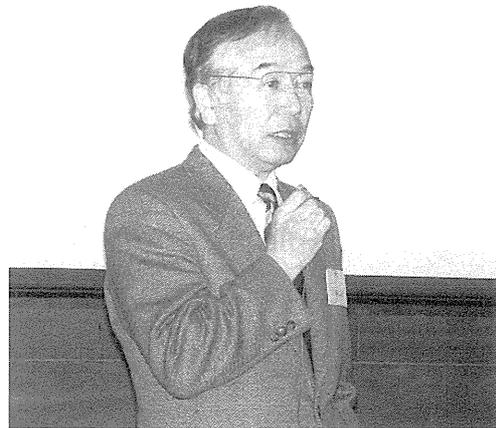


写真1 PF および PF-AR リングの報告を行う小林光源系主幹

し、限られた人数で周長が PF リングの2倍のリングをかけもちですすめなければならないという言葉は利用側のものにとって気を引き締めさせるものでした。PF・野村、東大・太田、PF・小出の各氏からは PF リングで進みつつあるビームライン整備の現状が報告され、引き続き光源系の春日氏からは PF-AR 高度化の当面の目標—(運転) 6.5 GeV, (入射・蓄積) 70 mA, (寿命) 10時間—が報告され、物質科学系河田氏からはバンチ純化改良のもとで行