

◁研究会報告▷

第7回 SRI2000報告

吉田 啓晃 (広島大学大学院理学研究科)

8月21日から25日までの5日間、第7回シンクロトロン放射光装置技術国際会議 (7th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation; SRI2000) がドイツのベルリンで開催された。SRIは3年に1回開催される放射光関連装置技術に関する国際会議で、前回は1997年に SPring-8 をホストとして姫路で開催された。筆者はこのときの参加が初めてで、今回は2回目になる。ホストはベルリン工科大と BESSY で、会場はベルリン中心部にある工科大の校舎であった。外見は近代的なビルディングなのだが、校舎内に入って2階に上がると真ん中に吹き抜けを持つ中世の宮殿風の内装になっている。オール講演は近代的な講堂や教室で、ポスター講演と企業展示の一部はこの宮殿風の広間とそれを囲む廊下を利用して行われた。会議はチェアマンの一人である BESSY の W. Gudat 教授のオープニングトークに始まり、工科大副学長やベルリン市長らによる歓迎の挨拶があった後、SSRL の J. Stöhr 教授による全体講演で実質的にスタートした。毎朝一番に全体講演があり、その後は3会場平行的のオールセッションが開かれ、2日目と4日目の夕方にポスターセッションが設けられていた。以下、筆者が出席したセッションの講演の中からいくつか代表的なものを挙げて触れることにする。

まずは毎朝一番に行われる全体講演について。初日、上述の J. Stöhr 教授による講演は「The Power of X-ray Polarization—From Spectroscopy to Microscopy」という題目で、円偏光発生のおくみから始まり Multiplet structure enhanced X-ray Magnetic Linear Dichroism (XMLD), Scanning transmission X-ray microscope (STXM), Photoemission electron microscopy (PEEM) へと話が広がってゆき、最後は今後10年における挑戦すべき課題として、1)空間分解能 1 nm, 2)偏光の自由な切り替え, 3)空間分解能 5 nm かつ時間分解能 50 ps という点を挙げて話を締めくくられた。2日目、ノースカロライナ州立大の H. Ade 教授の講演は「Applications in Polymer Science enabled by NEXAFS Microscopy Instrumentation」という題で、ポリマーの NEXAFS の話から始まり Microscopy, Linear Dichroism, STXM と続き、内容的には前日の Stöhr 教授と比較的近いものであった。4日目、ハンブルグ大の B. Sonntag 教授は「VUV and X-ray Free Electron Lasers」という題で Self-Amplified Spontaneous Emis-



写真1 ベルリン工科大入口

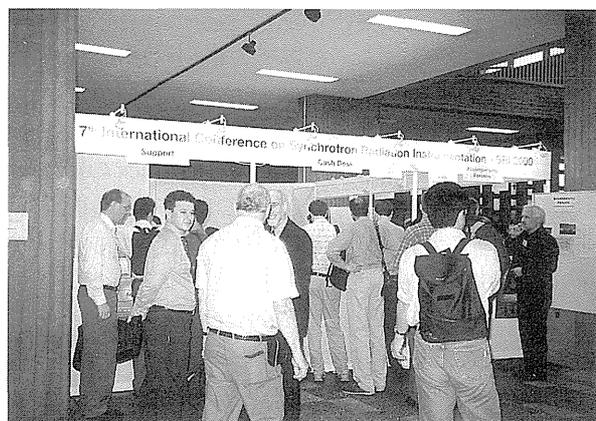


写真2 受付

sion (SASE) に基づいたシングルパスの Free Electron Laser (FEL) の現状について講演された。VUV 領域 (波長 108.5 nm) での SASE-FEL は既に DESY で今年の 2 月に発振に成功している。これをおよそ 12 keV のエネルギーまで拡張する計画が進行中で、Peak Brilliance が何と 10^{33} photons にも達するはずとのことだった。

オールセッションはテーマごとに最初にやや長めの招待講演があり、その後何件かの選ばれた短い講演が続いて 2 時間で一区切りという形式で行われた。以下、発表者の敬称は省略する。初日、「Time Resolved Technique」のセッションでは、まず初めに ALS の Schoenlein により、

蓄積リング内の電子のバンチ (幅30 ps) に同期させて100 fs 幅のレーザーパルスを打ち込むことで得られた300 fs 程度のパルス SR 光についての紹介があり、引き続いて同じ ALS でのレーザー照射後の結晶の超高速 X 線回折実験、マインツ大での放射光のパルス構造を利用した TOF-PEEM 実験などの講演が続いた。「Mirrors and Gratings」のセッションでは、Carl Zeiss 社と Jobin Yvon 社の研究者による回折格子の設計、製造、性能評価に関する最近の成果がそれぞれ報告された。1つのセッションには通常招待講演は1件だけなのだが、片方の会社だけを選ぶことには問題があったのか、両社仲良く招待講演で同じ時間だけ話をした。Zeiss の方は、これまでホログラフィック回折格子のイオンビームブレイジング角が5度以上という制限のためそれより小さなブレイズ角の回折格子は機械刻線をしていたが、新たにブレイズ角1.3度のイオンビームブレイジングに成功したこと、1 nm r.m.s. 以上あった microroughness を0.4-0.7 nm r.m.s. にまで減らすことに成功したことなどを発表した。一方、Jobin Yvon の方は、非球面波露光によるホログラフィック可変刻線間隔 (VLS) 回折格子が作れるようになったことなどを発表した。両社とも出来上がった製品に対する AFM や Long trace Profiler を用いた表面プロファイルの測定を行うのが常識となりつつあるようだ。それらの装置が BESSY II や LURE にあるのも大いに役立っているようである。「VUV- and Soft X-Ray Beamlines」のセッションでは、BESSY II の Follath により、BESSY II における SX700 型 PGM の改良の歴史がレビューされて、最近のメカの改良と光学素子の角度の精密な制御により分光器の安定性が飛躍的に改善されて、エネルギーの絶対較正さえ可能になりつつある現状が紹介された。新たに開発された UHV 角度エンコーダーを平面鏡や回折格子の回転軸に直接マウントすることにより、非常に高い安定性と再現性が得られるようになったとのことであった。その後、SRRC, BESSY II, Super-ACO と3件のビームラインの紹介があったが、いずれも楕円偏光アンジュレーターを光源として利用するものであった。Weiss によって紹介された BESSY II の UE56/1 は2台の APPLE アンジュレーターから発せられるダブルビームを同じ分光器に通して、出射スリット手前に置かれたチョッパー (132 Hz) を回して偏光をスイッチするという仕掛けのものである。これは翌日の BESSY II ツアーの際に現物を見せてもらった。Nahon によって紹介された Super-ACO の SU5 は OPHELIE と呼ばれる Onuki-type crossed undulator を備えていて、直線偏光も円偏光も出すことが可能である。6.65 m off-plane Eagle 分光器が付いていて、VUV 領域での超高分解能実験を目的としている。このセッションの最後には LURE の Mirone によってビームラインの設計と最適化のための “SOLEMIO” というソフトウェアに関する報告があった。Jobin Yvon 社との共同開発のソフトで、LINUX 環境で

動き、簡単なレイトレースから VLS 回折格子の設計まで出来るそうである。「Spectroscopy」のセッションでは、大阪大の Suga により、SPRING-8 BL25SU の VLS 分光器の性能評価に始まって、末端の実験装置で得られた High resolution photoemission, two dimensional photoemission, XMCD, PEEM などの成果が次々と息つく暇もなく紹介された。次に Trieste の Gotter により ELETTRA の “ALOISA” というビームラインの末端に設置された Angle resolved Auger-Photoelectron coincidence spectroscopy を行うための実験装置が紹介された。オージェ電子と光電子の角度相関測定を行う装置であり、チャンバー内に軌道半径33 mm の半球型電子エネルギー分析器を7つも組み込んで、そのうちの5つは光軸のみを回転軸とするのに対して、残りの2つは極方向にも回転可能になっていて、試料表面からあらゆる方向に飛び出した2つの電子についての角度相関の測定が可能になっている。「Two Color Experiments」のセッションでは、ALS の Glover により LASER と SR 光の Two-Color 実験による Si(111) からの photoemission についての結果が報告された。次に UVSOR の Kamada により SR と LASER を用いた Pump-probe 光電子分光実験システムに関する講演があった。引き続き SLS, NSLS, LURE での同様の pump-probe 実験が紹介された。対象とする物質は表面、溶液、孤立分子とそれぞれ異なっているが、目的はいずれも短寿命中間種の検出である。レーザー技術の進歩と相まってまさにこれからの発展が望まれる研究分野といえよう。

オーラル講演の際に、ノートパソコンをプロジェクターに接続してパワーポイントを使って行う講演も何件か見られた。さすがに国際学会ということもあって慎重に準備を進めているのか、講演中にパソコンがフリーズしてしまうような状況は筆者の見限りではなかった。通常の OHP による講演では表すことができないアニメーションなどが可能であり、より視覚的に訴えるという点では有効なので、今後は増えていくことが予想される。

ポスター講演は2日目と4日目の夕方の都合2回行われた。合計436件もあり、参加者の大部分がここで発表を行う。発表を申し込んだ本人が参加せずに共同研究者でもない人が代わりにポスターだけ貼っていて、発表時間には誰もいないようなものもあった。紙数が限られているので、ポスター講演の内容については触れないことにするが、今回は非常に多くの日本人が参加していたにもかかわらず、日本の放射光施設の紹介ポスターが SPRING-8 のものただ1件しかなかった。日本からは若手の参加者が多くて施設全体の説明をされるような重鎮の方々の参加者が少なかったからかもしれないが、ちょっと寂しい思いをしたのは筆者だけではないと思う。ポスターそのものについては、1枚の大きな用紙 (A0 サイズあるいはもっと大きい?) にタイトル、図、表や文章をレイアウトして印刷し



写真3 ポスターセッション



写真4 BESSY II 見学

てしまう（もちろんカラー）手法が、諸外国では主流になりつつあるようだ。日本人のポスターでもかなりその種のもが目に付いた。持ち運びはちょっと面倒かもしれないが、何と言っても見映えが抜群に良い。いろいろと聞いてみると、情報量が多くて一部が印刷されなかったり文字化けを起こしたりするようであるが、これもやはり今後は増えていくであろう。

さて、講演に関してはこれくらいにして、その他のイベントについて述べる。3日目の午後は BESSY II 見学ツアーにあてられていて、多くの人々が参加した。バス7台をチャーターしてベルリンの壁の残骸や“Molecular man”なる川の中に屹立する訳のわからない巨大なオブジェなどを横目に見ながらベルリン市内を巡った後、郊外の科学公園都市（Science and Technology Center Berlin-Adlershof）に向かった。ベルリン南東部に位置するこの科学公園都市は420 ha に及ぶ広大な敷地を有しており、300 に及ぶ企業と13の独立研究所が誘致されて2010年の完成を目指してあちらこちらで工事が進められている。そのなかで目玉となるのが第3世代高輝度シンクロトロン放射光施設 BESSY II である。バスは公園内のいくつかの建物を巡った後ようやく BESSY II に到着した。公園都市内の各通りには様々な科学者の名前がつけられており、“Kekuléstraße”などの標識が交差点ごとに設置されていた。建物内に入るとあとは決められた順路どおりに各自で廻った。まず外周のビームラインを1周し、次に内周の蓄積リングを1周する。その後、反対側の出口から外に出ると BESSY II 主催のレセプションが開かれているという見学コースだった。各ビームラインや末端装置ごとにポスターが掲示されていて担当の人が丁寧に説明してくれた。分光器は Petersen-type PGM が主流であり、平面鏡と平面回折格子をそれぞれ回転させるための独自のメカを開発して改良を重ねており、多くのビームラインに共通したコンポーネントとして、そのセットアップと調整法がしっかりと確立されている。ビームラインの内訳としては、

X-Ray Microscopy や X-Ray Lithography などのために Microfocus を行うものが比較的多く目についた。Lithography の展示ブースには直径2.2 mm のマイクロモーターを2台搭載した全長2 cm ほどのマイクロヘリコプターが、スイッチを入れると実際にプロペラが回転して空中に浮かび上がる様子が実演されていてとても興味深かった。ビームライン見学コースの最後には日本の電総研に相当する The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) の専用ラインが8本あり、光源、検出器の較正や光学素子の性能評価をそれぞれの目的に合わせて設計したビームラインで行っていた。階段を登り降りして蓄積リング内に入り、APPLE II タイプの変偏光 double undulator (UE56/1) を見学した後、建物の外に出ると既にレセプションは始まっていて大勢の人が食べ物を求めて長蛇の列をなしていた。この時期のドイツの日没は午後8時頃なので、まだ日が落ちる前の明るい時間であり、皆片手にはビールやワインを持ち、ソーセージや豚の丸焼き（1匹を丸ごと焼いて肉を少しずつ削って配る！）などつつきながら談笑に興じていた。特に堅苦しい挨拶など何もなく、携帯オルガンをバックにドイツ民謡を唄う芸人もいれば（これは誰も聞いてはいなかったが…）、ジャズバンドによる演奏もあった。筆者らはたまたまテーブルに来られた C. T. Chen 教授の「Super Nature」の話で大いに盛り上がった。Chen 教授は非常に気さくな方で、Dragon 分光器で窒素の高分解能内殻吸収スペクトルを取ったときのエピソードなどを面白おかしく話してくださった。次第に食べるものもなくなり日が暮れて寒くなってきたので、筆者らは帰りのバスを待たずに S バーンの駅まで歩いて帰ってしまった。

4日目の夜はバンケットがあり、ベルリン西南の郊外にあるヴァンゼーという湖を周遊するボートの中で行われた。このバンケットは事前の人氣が非常に高く、参加者が多すぎてボートに乗り切れないのでは…という情報も学会期間中に流れたくらいであった。前日同様に工科大から



写真5 BESSY II レセプション。「Super Nature」について語る C. T. Chen 教授 (中央)

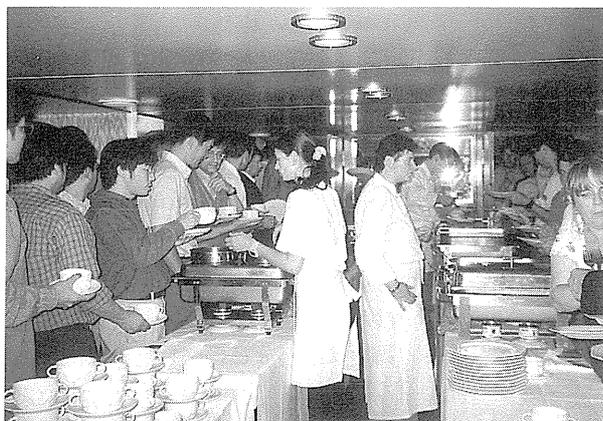


写真6 バンケット。ボートツアー船内にて。

バスで移動し、湖に到着すると早速停泊中のボートに乗り込んだ。船は完全に貸し切りになっていて、参加者は上下のフロアに適当に分かれて着席した。ボートが出発してもなかなか料理が出来上がらないので、配られたビールやワインを飲みながら、甲板に上がって沈む夕陽を眺めたりして過ごした。しばらくして上の階では Gudat 教授による冒頭の挨拶があったが、筆者らがいた下の階にはそんなものは全然聞こえないので、お構いなしに誰かが出来上がった料理を取りに立つといっせいに皆が立ち上がって料理の列に並んだ…というより群がった。上の階はオードブルが中心で下の階はメイン料理が中心という構成だったにもかかわらず、最初のうちは上下共に同じ料理があるものと皆思い込んでいて上下の往来がなかった。結果的には下の階にいた人がメイン料理の大部分を食べてしまい、上の階のオードブルがなくなってから下に降りてきた人はほとん

どメイン料理が食べられなかったのではないと思う。食べ物が無くなった後は皆ひたすらビールやワインを飲みながらボートの中にいることなどは忘れて談笑に耽っていた。ずっと以前に別の学会のバンケットでやはり今回と同じヴェンゼーのボートツアーに参加した方の話では、「昔(まだベルリンの壁が崩壊する前の冷戦時代)は湖の中の島に上陸して大いに騒いだ。東ドイツ領の直ぐそばまで行って静まり返っているのを尻目にドンちゃん騒ぎをした。」とのことだったのですが、今回はボートから降りることもなく暗闇の中をいつのまにか元の港に戻ってきていた。ボートを降りて帰りのバスに乗り、工科大まで再び戻ってきたのは午後11時過ぎであった。

最終日の午前中には「Hot topics」という会議の期間中に講演者を決めたセッションも催された。午前中の講演が終わると昼食を挟んで「Closing」セッションだけが午後にあるというプログラムだったので、会議に参加していた日本人の大部分は既に帰ってしまい、最後までいた人はかなり少なかった。ESRFのC. Kunz教授によるSummaryでは今回の講演数とその内訳、参加者とその内訳などが明らかにされた。全参加者700人あまりで、そのうちドイツ国外からの参加者は471人であった。国別の棒グラフを示すと、開催国であるドイツの220人に次いで、日本人が170人あまりで断トツに多かった。その次がアメリカで70人程度、隣国のフランスからでも50人程度である。国外からの参加者のうち3人に1人以上は日本人ということになる。このとき会場にいた日本人は20人程度だったのをKunz教授が見ていたとは思えないが、棒グラフの突出した日本を指して、「日本からの参加者が他と比べて異常に多い」と笑っておられたのが印象的だった。その後、今回の講演の中から各分野でのトピックスに相当するものを1つずつ選んでは簡単なコメントを述べられた。教授の一番の関心事はやはり本年2月のDESYでのVUV領域におけるSASE-FELの発振であった。最後に、「この学会の参加者は自分も含めてだいぶ年齢層が上がってきたので、もっと若い人にこの分野にどんどん入って来てもらわなければならない」と締めくくった。その後、次回SRI2003の開催地がサンフランシスコであることが発表された。VUV-12, ICES-8など最近立て続けにサンフランシスコで学会が開かれている。ホストはALSとSSRLが共同で担当する。ALSのN. Smithによるサンフランシスコの紹介があった後、次回SRI2003のチェアマンがALSのH. Padmore教授とSSRLのJ. Stöhr教授であることがアナウンスされた。最後にスタッフ一同の紹介と花束贈呈が行われ、拍手喝采のもとにSRI2000は閉幕した。