

SRI2003に参加して 宮原恒昱 (東京都立大学大学院理学研究科)

表記の会議が8月24日から28日(ツアーを含めると29日)までサンフランシスコで行われた。私の参加したセッションで受けた印象を整理して報告に変えたい。

1) 冒頭の P. Elleaume の話でショックを受けたのは世界の放射光計画の中で、我が国の第3世代 VUV/SX の計画が見あたらなかったことである。世界の目から見るとこの計画の存在感は上海の計画や英国の 4GLS など、まだ本予算を獲得していない計画と比べても存在感が薄いようである。このような印象は、海外の著名な研究者と口頭で話しても受けた、悲しい現実であった。

2) FEL や ERL の計画はそれなりに進展し、克服すべき問題点も明らかになりつつある。しかし世界の動向を大局的にみると、依然として3世代光源の性能をどこまで引き出すかに関わって技術的な開発が行われている、という印象を受けた。すなわち、これまでのところ我々はまだ第3世代光源の性能を究極のところまで追いついていないのである。性能引き出しには4つの流れがみられる。

2-1) 1つは、蓄積リングを所与のものとして、それからいかに多様な光を生み出すかに関して挿入光源も多様な展開が現在でもおこなわれていることである。挿入光源はその周期長、K 値、偏光性などについて希望する性能を実現するために、磁気配列構造の工夫だけでなく、超伝導電磁石の利用がなされ始めている。超伝導電磁石はまた、比較的低エネルギーの低い蓄積リングで高エネルギー光を放出するための偏向電磁石にも用いられている。磁場の補正や偏光の補正の技術も高度化している。

2-2) M. Eriksson によれば、MAX IV のように野心的なラティス設計によって 1 nmrad を切るような水平エミッタンスの実現のための検討がなされている。3 GeV と 1.5 GeV の運転モードをもつ設計が示されたが、こゝまでエミッタンスが小さいと、そもそもベータatron 振動の振幅が低エネルギーのほうが小さいのでかえって Touschek 寿命が長くなるという一見常識に反する結果が得られるのは興味深かった。このような設計でも十分大きなダイナミック・アパチャーは確保されている。ただし直線部が長くとりえないという弱点があるので、何らかの最適化が必要であろう。

2-3) 所与の光源に対する分光技術、結像技術も進展しており、軟 X 線においても3万を超える分解能は常識になりつつある。しかしながら軽視できないのは、機械切りで優良な回折格子をつくるメーカーが Zeiss と日立だけの2社になり、ここに市場原理が働くこと撤退する可能性すらあるという現実である。それに備えたホログラフィックな製作手法も多くの新しい提案があるが、まだ、機械切りが不要という段階には到底達していないように思われ

た。

2-4) 検出器の開発は光源やビームラインの開発に比べれば大がかりではないが、3年前と比べて進展が見られている。特に、微弱な信号を検出する技術よりも、一度に大量の光子がやってきたときの検出法に格段の進歩が見られた。これは多分に、将来の FEL や ERL などの短パルス光源を意識したものと思われるが、動作の高速化、高集積化など最近の半導体技術の飛躍的発展に対応しているように思われた。問題は光源やビームラインに比べて検出器への投資が軽視される傾向があるとの指摘が、G. Derbyshire よりなされたのは印象的であった。せっかく光源が高分解能でも光電子分析器がそうではないというミスマッチはなくしたいものである。

以上が全体的に受けた印象であるが、個別の分野について印象に残ったものをあげる。

3) 従来、長波長でなされたものが短波長にシフトする傾向、およびその逆の傾向も見られた。顕微技術は明らかに前者の例である。数年前は「水の窓」を意識した軟 X 線顕微鏡の重要性が指摘されていたが、最近では硬 X 線領域でのコントラスト技術が格段に進歩し軟 X 線にこだわらなくても多くのものが解像できるようになっている印象を受けた。

逆に、硬 X 線で盛んに行われた弾性・非弾性散乱は軟 X 線での試みが増えつつある。J. B. Godkoop は Gd の M 準位を利用した MCD とコヒーレントな弾性散乱によるスペックルを観測して、それらから磁区構造を再構成して見せた。長波長では観測される相関長の下限も長くなるという問題があるが、磁区のような比較的大きな構造ではその散乱断面積の大きさを活かした観測が可能であることをこの例は示している。この例はしかし、複数の分野の共同に支えられて成功したと言うべきであろう。スペックルから実像を再構成する手法ですらオーバー・サンプリングをはじめ、それだけを専門にしている研究者がいるくらいである。その他に、コヒーレント化の技術、MCD の技術などが組み合わさって可能になった研究に見えたから、今後の放射光利用における共同作業の重要性をも示している、という印象を受けた。なお、この研究例は本質的に空間コヒーレンスの良さが必要で、第2世代の光源では長尺挿入光源をもってしても容易な実験ではないであろう。

4) P. Fischer は、サブナノ秒の時間分解能かつ顕微鏡と吸収 MCD の手法をくみあわせて磁性薄膜試料のスピン・ダイナミクスを観測した例を動画をも使用しながら示し、単純な理論予想とは異なる結果を得たこと報告した。装置の会議であるからこの側面で言うと、おそらくこの研究も第3世代の光源でなければ実行は難しいであろう。

分光, 顕微法, 時間分解の3要素のうち2要素までならなんとか第2世代でも実行可能かと思われるが, 3つを同時に実行するとなると難しい。

5) G. IceはX線顕微構造解析を環境科学に応用した多様な例を示した。ナノ結晶では一辺40 nmの立体的構造解析が可能であるという。構造解析から物質を同定し, 3次元の空間分布を示した例は, 環境科学上重要な物質に無知である筆者にとっても, いかに放射光が実社会の要請に応えているかを示す好例に見えた。しかも内部の歪みや応力についての情報も3次元的に示しているから, おそらくこの手法は材料科学の分野にも広く適用されるのではないかと, という印象を持った。タンパク質の構造解析について, 研究費を獲得しやすい分野ではないだろうか。しかも, それだけの資金獲得努力は確かにしているようである。実際, テネシー出身のG. Iceが最後にプロナミの腕でギターの弾き語りを行い, ナノ構造解析を賛美する歌を披露したとき, 会場からは嵐のような拍手がわきおこり「CDを出してほしい」などの注文がわき起こった。研究資金獲得のための涙ぐましいまでの努力は我が国においても参考にすべきであろう。

6) 時間分解測定において, 時間分解能を向上し同時にピーク輝度をあげるためにバンチ長を短くする種々の手法が示された。ただし蓄積型のリングでは今のところ数ピコ秒が下限のようである。この場合, 蓄積ビーム寿命が短くなるので, top-up運転が必須になるが, top-up入射運転自身はAPSなど数カ所で実行されている。これは熱負荷を一定にする長所もあり, 世界的流行になるのではないかと印象を持った。

一方, FELやERLでは本質的にサブピコ秒のバンチ長が得られるので, このような時間分解能でどのような研究ができるのか, J. HastingsやB. Bucksbaumから提案があった。またS. GrunerはERLが第3世代光源の研究活動をすべて取扱うことができると言う点でFELとは異なることを強調していたが, 技術的には克服すべき課題が多いように見えた。

7) G. Sawatzkyは固体物理学における放射光の利用について述べたが, 既知の話が多く新鮮みがなかったし, そうかといってそれほど教育的でもなかった。どちらかというと落胆した講演の一つである。悪く考えると, 強相関電子系の研究者は放射光の必要性についてあまりハングリーでないとの誤解を与えるような, あまり熱意を感じとれな

い内容であるとの印象をもったのは筆者だけであろうか。

8) まとめはF. van der Veenが行ったが, 第3世代と第4世代のあいだの世代ギャップをどう埋めるかが主題であった。会議全体のトピックスを要領よくまとめたと思うが, 結論として彼は「すでにギャップは埋まっている」と結論したのは, 本当にそうであろうか, との疑問が残った。私は, ギャップは埋まっていないとの印象を持った参加者の一人である。

最後に, 次回開催が韓国の慶州でおこなわれることがアナウンスされ, 韓国の代表者から挨拶があった。

内容的には以上であるが, 一つの大きな問題は, ロシアや中国からの直接の参加者が米国入国のビザ取得の問題があって, ほとんど皆無に近いことであった。9.11以後の国際情勢の問題は一定程度理解できるが, 今後も米国で国際会議を開催する場合の重大な問題になると思われるので善処を望みたい。そういう事情もあってか, 会議の参加登録者総数とか国別の参加者数も一切発表されなかった。これもSRIとしては異例のことである。したがって, ポスターを含めて全体としては個々の発表は非常にレベルが高いにもかかわらず, なにか盛り上がり欠けた印象を持てしまった。

我が国からの発表も, SPring-8を用いた研究発表を中心に世界の最先端を走るものが多数あった。しかし, ベルリンにおける前回の会議でSPring-8の成果が突出して目立っていたのとは状況が違うようであった。逆に, 筆者はSwiss Light Sourceなど新しい施設からの発表を期待したが, 期待ほど多くはなかったようである。伝統あるこの会議をどのように位置づけどのように求心力をもたせるのか, 難しい問題であるが, 「放射光」というだけで人集めができる時代は終わりつつあることを自覚して, 今後の展開をはかることが重要であると思われる。

29日は, 会議とは別にALSまたはSSRLまでのツアーがあって, 私は前者に参加した。5年ぶりであったが, 前回と比べて応用科学重視で大いに変っていた。

最後に, 国際的動向の中で我が国を見ると, 今からでも遅くはないから第3世代の軟X線光源を作ることの重要性を改めて感じた。先行する外国でも, 応用研究に比べて基礎研究は苦戦しており, 遅れてスタートしても追いつける基礎力を我が国のコミュニティは十分に有していると確信した次第である。

SRI2003報告 (X線分野) 石川哲也 (理化学研究所・播磨研究所)

2003年8月25日～29日に第8回 International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2003)が, アメリカ合衆国カリフォルニア州サンフランシスコのYerba Buena Art Centerで開催された。今回のホスト施設

はバークレーのAdvanced Light Source (ALS)とスタンフォードのStanford Synchrotron Radiation Laboratory (SSRL)が共同で務め, Conference ChairはALSのHarold PadmoreとSSRLのJo Stohrが共同で務めた。