

◁研究会報告▷

第4世代放射光源ワークショップ報告(挿入光源)

高エネルギー物理学研究所 北村 英男

第4世代放射光源ワークショップが2月24日～27日にかけてスタンフォード線形加速器センターにて開催された。ワークショップということで参加者数は当初60人程度に限定されていたが、会場の混み具合から判断する限り100人近く出席していたように思える。日本からはKEK 8人の大部隊を含め計15人、ヨーロッパからは16人の参加者があった。このワークショップの主旨は、第3～4世代光源を実現するために加速器および挿入光源技術における問題点を割り出しその解決法を模索すること、新しい高性能加速器や挿入光源について意見を交換することであった。しかし、参加者の少なくない部分が第4世代放射光源の正しい定義付けを理解していないように見受けられた。ここで確認のために広く認められている第1世代～第4世代の定義を整理してみる。

第1世代放射光源

高エネルギー実験のために建設された加速器で寄生的に放射光利用しているか、あるいは発展的に放射光専用器となった光源のことをいう。主として偏向部放射を利用する。

第2世代放射光源

放射光専用器として建設された加速器のことをいう。主として偏向部放射利用を目的とするが、挿入光源用の直線部も備えている加速器もある。

第3世代放射光源

挿入光源(特にアンジュレータ)に最適化され

た加速器のことをいう。主として挿入光源放射利用を目的としているが、偏向部放射の利用も考慮されている。高輝度のアンジュレータ放射を得るために低いビームエミッタンスを持つよう設計されている。

第4世代放射光源

アンジュレータから真空紫外～X線領域のコヒーレント放射(レーザー光)が得られる加速器のことをいう。目標とするコヒーレント放射の波長を λ とすると科せられるビームエミッタンスの条件は $\varepsilon_{x,y} \leq \lambda/4\pi$ でなければならないと同時に蓄積電流の瞬時値は十分高い必要がある。

初日はRichter, Bienenstock, Winick等によるwellcome & opening remarksで始まり、5人の総合講演で午前中のスケジュールは終了した。Winickの話は挨拶というよりは講演と言ったほうがふさわしいものであった。放射光源が偏向部放射から挿入光源放射そしてFELへと発展していく歴史的必然性を説いていたのが印象的であった。総合講演で印象に残ったのは、Newnam (Los Alamos)の講演で、世界各国における真空紫外～X線領域FELのactivityを紹介した。真空紫外FELとしてPF($\sim 1770 \text{ \AA}$)と軟X線FELとしてトリスタンMR($\sim 40 \text{ \AA}$)に大きく時間を割いていた。

Kirz (SUNY)の第2世代光源の経験と称した講演は彼がNSLSのユーザーであることを割り引いてもたいへんおもしろかった。ふたつのコミュニティ(放射光ユーザーと加速器屋)間の相互作用

について述べたが、典型的な放射光ユーザーを以下のように定義した。常に光源性能に不満を抱いているにもかかわらず光源の性質はさほど理解していない、また、加速器物理学上の革新的アイデアよりも今日の安定な運転に関心がある人達である。一方、典型的加速器屋の定義は、日常的運転業務よりも加速器物理学上の革新的アイデアに興味、放射光ユーザーを目先のことしか考えない不満分子とみている人達のことである。両コミュニティ間にはこのような対立があり、しかし、互いに他を必要としているとのこと。この種の緊張関係は洋の東西を問わないものらしい。しかし、逆説的だがこの緊張関係が続く限り放射光科学は安泰であろう。

初日の午後から3日目までは、3つのワーキンググループ①蓄積リングを利用する光源②直線加速器を利用する光源③挿入光源に分けられた。私は挿入光源グループに参加していたのでここでの報告は主として挿入光源関連に限定したい。蓄積リング関連の報告は鎌田 進氏にお願いした。挿入光源での最初のテーマは、挿入光源が蓄積リング運転に与える影響であった。まず、Halbach (LBL) が挿入光源における不整磁場について、Hassenzahl (LBL) たちが挿入光源の非線形磁場がビームダイナミクスに与える影響について、Kincaid (LBL) が不整磁場が放射スペクトルに与える影響について報告した。以上の報告に対する私の感想は、ほとんどの議論が実証を欠いて今ひとつ迫力がないことである。かれらのために言い訳をすると、たぶん、ご機嫌に動作している挿入光源が数少ないのであろう。この意味でKEKに属する私たちの責任はたいへん重いものになるであろう。というのは、KEKにはPFリングとTRISTAN-ARに計8台の挿入光源が稼働しているにもかかわらず、日常運転のためのスタディ（主としてビーム位置の安定性）しか行っていないからである。PFのような第2世代光源では問題にならないような挿入光源効果が第3～4世代光源では深刻な

ものとなるかもしれない。したがって、PFやARを使ってこの効果を定量的に観測するようなスタディが急務とされる。

次のテーマは新しい原理に基づく挿入光源の開発についてであった。山本 (KEK), Tatchyn (SSRL), Csonka (Oregon 大学), Coisson (Parma 大学), 新竹 (KEK) たちが各々開発したあるいは提案している挿入光源について報告した。ここで印象に残ったのは日本勢の活躍である。山本は88年に建設したX線領域円偏向ウイグラーと90年に建設した真空封入型X線アンジュレータについて、新竹は10年前に建設したマイクロ波アンジュレータ（いまだに世界唯一）と高速（～MHz）の可変偏光型マイクロ波アンジュレータのアイデアについて報告した。

3日目はescapeして建設途上のALS (LBL)を見学、最終日は日程の都合で早朝に帰国せざるを得なかったのでワークショップ関連の報告はここまでにしたい。LBLではHoyer氏（挿入光源担当のsenior engineer）の案内で長時間にわたり建設中のALS (1.5GeV 第3世代リング)を見学させていただいた。光源棟はベバトロン用建屋を転用したもので、真ん中には巨大な電磁石の残骸が撤去されずに残っていた。余りにも重すぎて出せないそうである。蓄積リングは12セル（1セルあたり偏向磁石3台）のうちおよそ半数が完成していた。ここで採用している真空槽は1セル分をカバーする長大なものである。したがって真空槽を据え付けた後、各磁石を横から挿入していくような設置方式が採られている。12箇所の長直線部のうち1箇所は入射とRFに使用されるが、残りはすべて挿入光源用である。挿入光源関連の準備室（約1000 m²）には完成した多数の永久磁石ユニット（4～5台分の挿入光源に相当）が並べられていた。ここでは永久磁石だけを購入し、ホルダー部の製作、磁石ユニットの組立、磁場と機械精度の評価は自前でやっている。真空系の準備状況も見せてもらったが、出来上がったものを見る限りセンスは抜

群で、engineer 集団の力量が並でないことをうかがい知ることができた。

次回の第4世代ワークショップは今のところ予定されていない。しかし、我国では、第3世代光源とはいえビーム技術上の革新が必要とされる大型放射光 SPring-8 (原研理研共同チーム) が建設

中であり、また、第4世代放射光源としてトリスタンMR放射光計画(KEK)も提案されている。さらに、VUV領域の第3世代光源計画(東大物性研・KEK)も真剣に検討されていることを考慮すれば、ひきつづき同じ主旨のワークショップを我国において開催する必要があると思う。



◁研究会報告▷

第4世代放射光源ワークショップ報告(貯蔵リング)

高エネルギー物理学研究所 鎌田 進

1992年2月24日から27日にわたり催された第4世代放射光源ワークショップから、「貯蔵リングに拠る放射光源」サブワーキンググループの活動について報告する。筆者は長く高エネルギー加速器の仕事をして来ているが放射光加速器業界の最近の発展など諸事情には疎く、新鮮な気持ちで勉強ができることを期待しての参加であった。「貯蔵リングに拠る放射光源」サブワーキンググループでは、プレナリーセッションにおける第3世代放射光源の概観(A. Wrulich)に引き続いて以下の発表が行なわれた。

2月24日(月曜日)

(A)パネル討論;第3世代リングに於ける問題点

座長; A. Jackson

パネラー; J. Galayda, G. Kulipanov, M. Poole, H. Wiedemann, K. Wille, A. Wrulich, M. Zisman

2月25日(火曜日)

(B)TRISTAN低エミッタンスラティス(S. Kamada)

(C)PETRA低エミッタンスラティスおよび他の DESY に於ける計画(W. Brefeld)

(D)PEP低エミッタンスラティス(M. Donald)

(E)英国の放射光源将来計画(M. Poole)

(F)SPEAR低エミッタンスラティス(J. Safranek)

(G)低エミッタンスラティス(L. Rivkin)

(H)コンバインド型磁石使用の低エミッタンスラテ