

施設だより

物質構造科学研究所副所長 松下 正

生まれ変わった PF2.5 GeV リング

2.5 GeV リングでは3月から行ってきました直線部増強の作業を終え、9月20日から運転を再開し順調に調整が進み、10月18日に共同利用実験を再開することができました。BL-17に設置した真空封止短周期アンジュレーターからのX線ビームの発生も確認され、またアンジュレーターギャップを最小にしてもリング運転に支障がないことも確認されました。より詳細は本田さんの報告がありますので、ご覧ください (p10)。予算の確保が難しかったために、準備作業等に数年間もかかってしまいましたが、この7ヶ月間に亘る大変大きなリング改造を終えて、無事共同利用実験を再開することができたことをうれしく思います。また、この改造プロジェクトをサポートいただいた戸塚機構長をはじめとする機構内の多くの方々、直接の作業を担当していただいた PF 特に放射光源系のスタッフ、長期シャットダウンに理解をいただいたユーザーの皆様へ改めて感謝の意を表したいと思います。

PF ニュース Vol.22, No.3(2004) の施設だよりでも触れましたが、直線部増強後の PF2.5 GeV リング ($E=2.5$ GeV, $I=450$ mA, $\epsilon=36$ nrad, 挿入光源用直線部数 13) は、2004 年から稼動している Canadian Light Source ($E=2.9$ GeV, $I=200$ mA, $\epsilon=20$ nrad, 挿入光源用直線部数 10) や現在建設中の Australian Synchrotron ($E=3.0$ GeV, $I=200$ mA, $\epsilon=16$ nrad, 挿入光源用直線部数 10) と比べて、エミッタンスでは現状で約 2 倍大きいのですが、蓄積電流値は 2 倍高く、挿入光源用直線部の数もほぼ同じで、トータルの性能としてはほとんど変わらないと言えます。さらに本田さんの報告にもあるように PF リングのエミッタンスは少しですがさらに小さくできる可能性があります。すでに BL-17 に加えて、BL-16 をアンジュレーター利用専用化するために、BL-3 に短周期アンジュレーターをもつ X 線ビームラインの建設準備を開始しており、また VUV・軟 X 線アンジュレータービームラインの建設も積極的に行おうとしています。このようなビームラインが整備されることにより PF2.5 GeV リングは、稼動後 23 年を過ぎてもまだまだ世界の第一線級の放射光源として機能することができますので、ユーザーの方々におかれましても利用研究を積極的にすすめて頂きますようお願いいたします。

PF-AR の運転再開と NW14 ビームラインの立ち上げ

PF-AR では 9 月 24 日に運転が再開され、9 月 30 日から共同利用実験も開始されました。また ERATO 腰原プロジェクトの一環として NW14 に設置した時間分解 X 線回折実験用ビームラインでもモノクロメーター、集光ミラーの調整が順調に進んでいます。光誘起相転移における構造

変化など、シングルバンチ運転によって得られるパルス X 線を積極的に利用した実験が展開される予定です。また、NW10 には、北大の朝倉教授を代表とする科研費プロジェクトと協力して新しい XAFS ビームラインが建設中で、実験ホールを覗くと実験ハッチがすでに設置されているのが見られます。

NW14 を加えると、PF-AR には 5 本の挿入光源ビームラインが設置されており、単バンチ運転という特徴とあわせて PF にとって貴重な存在といえます。加速器のコンポーネントが古くなっていることが気になりますが、PF 次期光源が実現するまでフルに稼動できるよう怠りない整備を心がけたいと考えています。

フォトンファクトリー次期光源計画検討委員会の活動

前号の施設だよりにも書きましたように、PF の次期光源計画についてはスーパーストレージリングの可能性と Energy Recovery Linac (ERL) の可能性について物構研運営会議の下にフォトンファクトリー次期光源検討委員会を設置し、検討を進めていました。7月から9月初旬にかけて、この検討委員会およびその下に設けられた光源および利用研究検討 WG において精力的な活動が行われた結果、PF の次期光源として ERL を選択し、そのための R&D を PF として行うべきとの方針が出されました。この結果は中間報告として 9 月 28 日に開催された物構研運営会議で報告されました。また、9 月 29 日に行われた文科省次世代放射光源計画評価作業部会 (委員長: 太田俊明東大教授) でのヒアリングにおいても、PF 次期光源計画として ERL を検討してゆくことを物構研として表明し、さらに ERL 開発において同様の計画を考えている原子力研究所関西研究所とも協力してゆくことも考えていることが小間所長から述べられています。PF 次期光源検討委員会の様子は、河田主幹がもう少し詳しい報告をしていますので参照ください (p6)。今後、ERL に関する加速器の R&D をどのように進めるかについて、PF、KEK 加速器研究施設、原研グループが合同で行う検討会が 10 月 26 日に開催されます。また、現在では ERL を PF 次期光源とすることは物構研としての方針ですが、それを KEK 全体としての方針とするための手続きをとる動きが始められようとしています。

Beijing Synchrotron Radiation Facility (BSRF) との間の BSRF ユーザーの受け入れに関する MOU の締結

北京の高エネルギー物理学研究所 (IHEP) の電子・陽電子衝突リングの改造 (BEPC-II) のために、BSRF では放射光実験が今年の夏から約 2 年間に亘り実質的には行うことができなくなります。この間、BSRF ユーザーを PF において受け入れるために、PF と BSRF の間で協力協定が結ばれました。BSRF ユーザーは、BSRF を経由して PF-PAC において認められた課題について原則として 2006 年 4 月のビームタイムから放射光利用実験を行えることとなります。このような協力は、PF にとってもプラスの側面があるので積極的に対応したいと考えています。

現 状

入射器の現状

電子・陽電子入射器
 加速器第三研究系主幹 榎本 志志

概況

7～9月の日程は以下の通りであった。

- 6月30日 KEKB 運転停止
- 7月1日 PF-AR 運転停止
- 7月3日 入射器停止
- 8月25日 入射器立上げ
- 9月15日 KEKB 入射開始
- 9月20日 PF 入射開始
- 9月26日 PF-AR 入射開始
- 9月29日 低速陽電子ビーム調整開始

2005年の入射器夏期保守は7月3日～8月25日であった。例年の定期保守の他、PF入射改善など久々にまとまった改造工事があった。

夏期保守

例年行なわれている高周波源低レベル系の保守（恒温槽の点検や交換，モジュールの点検，改修），大電力モジュレータ関係の点検・保守，昨年の夏実施されなかったサブブースター電源の清掃と半導体スイッチ保守のための筐体改善，クライストロンやRF窓の交換，制御・モニター系の保守，運転関係の保守などが順調に行なわれた。

陽電子収束コイルの補修により，昨年以來続いていた水漏れトラブルが解消した。

PF入射の改善工事

KEKBが2004年1月から連続入射を開始し入射器を専有するようになったこと，近い将来PFリングも連続入射に移行する希望があることを背景に，KEKB⇔PF間のビーム切換えを高速にするための改善工事を進めている。従来のビームラインではPFへのビーム振分け電磁石がスイッチヤードの最後であったため，PFに入射するにはKEKBビームラインの電磁石を消磁する必要があった。新しいビームラインではKEKBのビームラインの前に高速で切換えることができる分岐電磁石（図2右図のBK_{58_1}）を設置した。その結果，従来3分以上かかっていた分岐電磁石の切換え時間が数十秒になった。現在は入射器ビームの切換えに時間を要するため実質的な切換え時間が1分以上かかっているが，来年夏の第2期工事後はこの分岐電磁石がパルス化され，入射器ビームの切換えも改善され，PF⇔KEKBの同時入射が実現する予定になっている。一方，KEKB⇔PF-AR間の入射切換え改善の検討も進められようとしている。

この工事はPF，KEKBに関係する6研究系（PF光源，

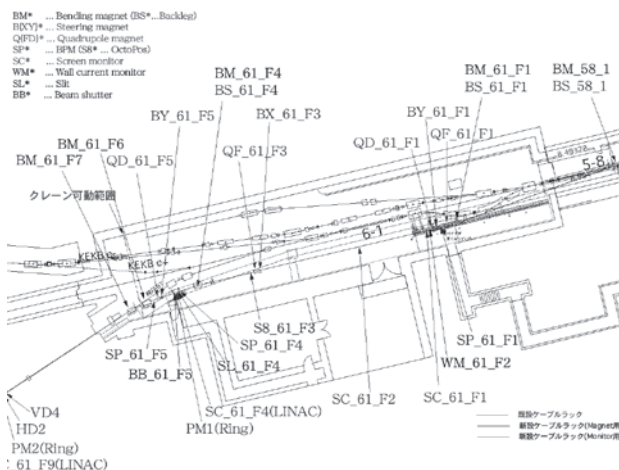


図1 入射器終端のビームスイッチヤード。入射器終端の#5-8加速モジュールが撤去され，その後にPFへの分岐電磁石BKが設置された。分岐後の入射ビームは新設のビームラインを輸送されスイッチヤード末端部でPF入射路に合流する。

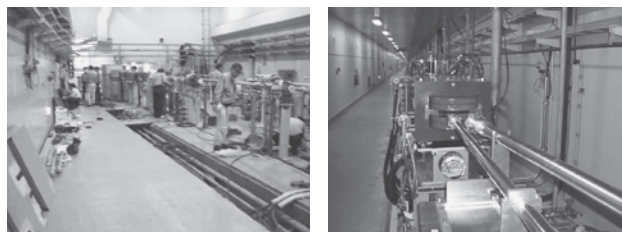


図2 入射器-PF入射路改善工事。左：夏期工事開始時。右：工事完成後のPFビーム分岐電磁石（BK_{58_1}）。

PF放射光科学第1，第2，物理第1，加速器第2，第3研究系）の合意で進められた。工事の監督は加速器の菊池が担当し，入射器の佐藤，柿原，KEKBの飯田等若手の奮闘で夏期期間中に予定通り工事を完了した。また，電磁石の磁場測定やアライメントを確実にこなったことにより，ほぼビームオプティクス設計通り問題なくビームを通すことができたことは特筆に値する（途中，ビームラインにモニター用のスクリーンが入ったままになっていたハプニングがあったが）。

その他

理科大FELへの技術支援が順調に進み，モジュレータ出力の安定化（DeQ回路の改善），冷却水の安定化が実施され，性能向上の成果が上りつつある。宇宙線研究所（宇宙線モニター校正用可搬りニアック），東大上坂研（医療用小型Xバンドリニアック）との打合せも順調に進んでいる。その他の大学（大阪府立大，東京工業大学，東北大学）についても計画の検討を行なった。

前回報告したCバンドの加速モジュールの工事夏期シャットダウン中に完了し，現在エージング中である。結果は次回報告する。

PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 春日俊夫

PF

直線部増強のための改造作業が終了し、予定通り9月20日よりリング再立ち上げを開始した。10月14日現在ビーム調整および焼きだし運転中であり、10月18日にユーザー運転を開始する予定である。詳細は別項参照のこと。

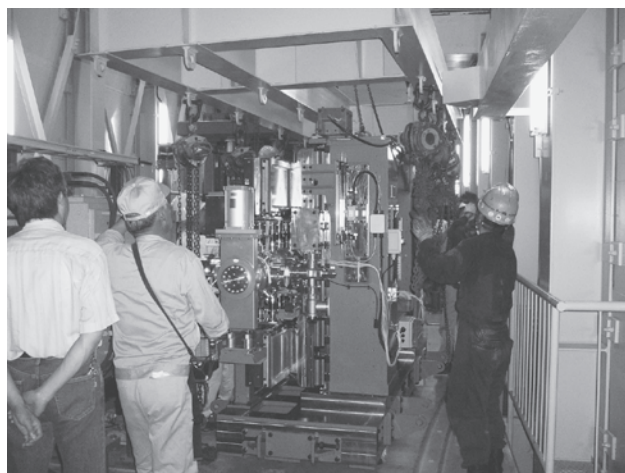
PF-AR

PF-ARの今夏の最大の事業であった西直線部NW-14の挿入光源の設置は無事終了した(写真)。また各加速空洞の上流にアブソーバーを設置した。これまでは高周波加速空洞の内面には偏向電磁石からの放射光が当たっていた。これが、ビーム電流を60 mAで制限して運転している理由の一つである。放射光を遮るために、西直線部に2台、東直線部に4台設置してある計6台の空洞の上流にアブソーバーを取り付けることとした。今回は東西とも最上流空洞を除き4台の空洞にアブソーバーを設置した。準備ができ次第、最上流空洞にも設置予定である。

PF-ARは9月26日に運転を再開した。運転再開時に幾つかの機器(入射用キッカーのトリガー系、RFのシンセサイザー)の不調を発見し、交換を行っている。上記アブソーバーが真空路内でビームに近寄っているため入射が困難になることを懸念していたが特に問題はなかった。不安定現象を抑制するための八極電磁石の結線にミスがあったことが発覚した。夏前までの運転では4台の八極電磁石のうち1台の結線が逆転していたため2台分の効果がキャンセルしあっていた。結線を正常化することにより、八極電磁石の励磁に余裕ができた。

9月30日に光軸確認後ユーザーランを開始したが、翌10月1日にビーム寿命の急落(あるいは入射・加速直後からの短寿命)に伴い、NW12Aビームラインで放射線レベルが上昇する現象が起こった。この現象が頻発したため全ビームラインを一時閉鎖して調査を開始した。6日に当該NW12Aのみを閉鎖継続とし、同ビームライン以外でのユーザーランを再開した。この現象の頻度はNW12A以外でのユーザーランを継続している間に減少した。ビームによる真空路の焼きだし効果によるものと思われる。この現象の原因は(いくつかの仮説はあるが)解明していない。現象の頻度が減少したので12日に同ビームラインも運用を再開した。この現象の解明・解決のための努力は当然のことであるが、真空作業後の立ち上げ時には、十分なビームによる真空路の焼きだし後にユーザーランを開始すべきであった。なお、この現象はNW12A固有の問題ではなく、他のビームラインでも起こりうるものと思われる。

PFの立ち上げとPF-ARの立ち上げ開始の間隔が6日間しかなかった。しかもその間に三連休が挟まっていた。さらに、別項の記述にあるように、PF立ち上げのスケジュールが約4日ほど遅れたため、PF-ARの立ち上げとPF立



搬入作業中のNW14用真空封止アンジュレータ

ち上げ作業が重なりを生じてしまった。この結果本来なら、すべての機器の点検が終了し正常な状態で運転開始とまではなっていたが、点検が間に合わず運転再開時に機器異常を発見することとなった。スケジュールの余裕の無さが結果的に、予定されていたPF-ARのユーザーラン開始を遅らせることおよび中断につながったし、光源系メンバーに過大な負担をかけることになった。マシン立ち上げ時のスケジュールに余裕がなかったことが主因である。スケジュール決定時の判断のミスを反省している。

放射光科学第一・第二研究系の現状

放射光科学第一研究系主幹 野村昌治

運転・共同利用実験

平成17年度第二期(9～12月)のPFリングの運転は9月20日に直線部増強後の立ち上げ作業が開始されました。「PFリング直線部増強計画」(p10)に書かれているようにいくつかのトラブルはありましたが、10月7日、12日に予備的な光軸確認を行い、放射光の光軸にビームライン光学系を合わせる作業を行った上で、18日からは共同利用実験を再開しました。リング内の真空が枯れていないため、電子ビームの寿命が短く、当面1日3回の入射で運転し、寿命の改善状況を見ながら入射間隔を調整します。

PF-ARは9月26日に運転を再開し、30日から共同利用実験を再開しました。10月1日に電子ビームの寿命が短くなるとNW12Aで放射線レベルが上がるという現象が観測されました。このため、NW12Aについては12日朝までの、他のPF-ARのビームラインについても10月4～5日の間の共同利用をキャンセルさせて頂き、原因究明作業を行いました。この他にRF空洞からの真空リークやKEKB制御計算機システムの障害のためにご迷惑をお掛けしました。現在はこの現象も再現頻度が下がり、NW12Aでは念のためいくつかの対策を施しました。従って、ルールを遵守している限りにおいて、放射線作業従事者の被曝線量限

度を越えることはありません。ビームタイムのキャンセル等多くの方にご迷惑をお掛けしたことをお詫び申し上げます。安全、特に放射線関係の安全に関する対応に関して過剰反応ととられる方もおられるかと思いますが、安全確保とその社会的理解は放射光利用実験の遂行に当たって必須の事項とご理解を頂けると幸いです。今後、実験時間とのバランスを見ながら、十分に立ち上げの時間を確保したスケジュールの策定が必要と考えています。

運転再開に先立ち、各ビームラインとも停止期間中にシャッターの安全点検を、PFでは9月13日、PF-ARでは22日にインターロック系の総合動作試験を行い、安全確認を行っています。

ビームラインの建設等

いくつかの新しいビームラインが建設され、まさに立ち上げ作業が開始されています。

PF-ARでは東工大腰原先生のERATO「非平衡ダイナミクス」プロジェクトで進められていたNW14Aビームラインの建設、挿入光源の設置作業が夏の停止期間中に行われ、運転開始とともに放射線安全確認、真空焼き出し、光学系の調整作業が行われています。順調に立ち上がり、既に実験ハッチまで放射光が導かれています。

同じPF-AR北西棟では来年1月の運転開始を目指して、NW10Aビームラインの基幹部が設置されるとともに、同ビームラインのメインハッチ、実験ハッチが建設されました。メインハッチには既に北大朝倉先生の科研費で製作したミラー調整機構、二結晶分光器が設置されています。秋期の実験と平行して、残りのビームライン要素の設置等が進められる予定です。NW10Aの基幹部は旧NE9ビームラインの基幹部を改造、移設したものでコスト削減を図っています。

PFでは若槻氏の先端計測機器開発事業（JST）により、ミニポールアンジュレーターを光源とする構造生物研究用ビームラインBL-17Aが建設され、ビームラインの立ち上げ作業が開始されました。こちらも無事に実験ハッチまで光を導入することが出来ました。ここでは微小結晶の構造解析が期待されています。BL-17Aの建設と同時に、1993年以来ご利用頂いたBL-18Bを構造生物研究用から材料評価用途に変更しました。

これらの新しいビームラインでは、放射光を利用した立ち上げ作業に先立ち、ビームライン検査委員会による立ち会い検査を行い、放射光をビームラインに導入する時は低電流から徐々に蓄積電流値を上げながら、放射線安全やビームライン真空の立ち上げを行い、安全確保に努めています。

BL-17は富士通（株）が使用していましたが、これに先立ち、ビームラインの寄贈を受けています。同様に日立製作所が使用していたBL-8についても寄贈を受けました。快く寄贈頂いた両社に感謝致します。これにより、PFに4本あった企業のビームラインは無くなりました。これは1980年代のX線リソグラフィや光CVDといった製造のための基礎技術開発から分析研究目的へ放射光の用途が変

遷してきたことを反映しているものと考えられます。また、BL-28では春の運転までで明らかになった改善点の対処を行いました。

前号の本欄に紹介されたように、

- 1) BL-16をアンジュレーター専用化するため、BL-3にミニポールアンジュレーターを光源とするビームラインを建設、
 - 2) 既設BL-3Aの移設等
 - 3) BL-28にブランチラインを建設
- という作業の準備が進められています。また、アンジュレーター利用専用化したBL-16の整備に関する検討も進められています。

また、8月10日には挿入光源ビームライン増強に関するユーザーズミーティングを開催しました。詳しくは別項をご参照下さい。

PF次期光源計画

次期光源についての検討は精力的に進められ、PF次期光源検討委員会でEnergy Recovery Linacを次期放射光源として目指す趣旨の中間まとめがまとめられ、運営会議に報告されました。また文科省の次世代放射光源計画評価作業部会（委員長：太田俊明東大教授）での、ヒアリングにおいても上記検討委員会の議論に基づいた次期光源計画の説明を行ないました。詳細については別項を参照下さい。

大学共同利用

皆さん御存知の通り、PFは大学共同利用を担ってきており、年間約700の課題の下に、約3000人の実験者の方々が実験を行い、約500報の報文が登録されています。ユーザーの分布は（文科系を含めた）全国立大学の60%に分布し、まさに全国規模の大学共同利用が行われていると自負しています。この共同利用研というシステムは大学関係者の努力の上に作られたものですが、必ずしも安泰ではありません。例えば、大学評価・学位授与機構による平成16年度の業務評価の中では「今後は、一般社会に十分理解が得られていない『共同利用』の概念の国民への説明や広報を十分行うとともに、本機構の目指す国際化の方向を示すことが期待される」と記されています。また、世の中には「ビームライン整備・運転および計測器の整備・開発に参加する研究のみ共同利用として受け付けるべきでは」、「課題採択率を下げて、所員が研究できる余裕を作るべきでは」、「共同利用研は先端を担うべきで、確立した手法は有償で」という意見もあります。国大協では共同利用研に対する批判的な意見も多いと聞いています。

PFの運転のために、平均するとステーション当たり約5000万円の税金が投下されています。この数字には変電所等のインフラ、電気代、入射器を含む加速器やネットワーク、工作等共通設備に投下されるコストも含まれていますが、我々放射光コミュニティは投資に見合う以上の研究成果を国民に還元することが求められています。総合科学技術会議の報告等でも「社会・国民に支持され、成果を還

元する科学技術」と書かれています。スモールサイエンスの研究者はどちらかというとシャイですが、研究成果とその持つ意味を一般国民に理解してもらえる言葉で伝えていくことが求められる時代となっています。良い研究成果が出た時は是非お知らせ下さい。また各大学内外でも PF を使って素晴らしい研究成果が出ていることを是非アピールして頂きたいと思います。

加速器科学総合支援事業

今年度の予算で加速器科学総合支援事業が認められ、機構として取り組んでいます。この事業は大学が実施する加速器科学に係わる教育研究等について機構と連携して内容を充実しようとするものです。今年度は京都大学谷森研、素核研との連携で放射光実験用二次元ガス検出器の開発を進めるとともに、7月には群馬大学および群馬県試験研究機関・企業の材料研究者ならびに技術者を対象とする放射光セミナーを開催しました。<http://www.kek.jp/intra-j/shienjigyo/index.html> に案内されていますが、次年度以降も継続するものと考えられますので、ご提案のある方はご連絡下さい。

施設・設備関係の整備

夏の停止期間を活用して、以下の施設関係の整備を行いました。

- 1) PF 実験ホールの床補修
- 2) PF-AR 北棟、北西棟の排気ダクト整備
- 3) NW14A の電源増強工事
- 4) PF 研究棟・実験準備棟周りの入館カードシステム整備

一方、BL-2 下流や PF-AR 北東棟の便所の改修については、J-PARC 関係作業のため施設部の手が回らず、秋の運転中に行うこととなりました。いずれも仮設トイレを用意します。ご不便をお掛けしますが、ご理解の程をお願いします。

人の動き

物構研 04-5 として公募していた助手の人事選考が行われ、中尾朗子氏を採用することとなりました。中尾氏は X 線機器メーカーで仕事をされた後、理研の研究員をされており、着任後は澤教授とともに X 線回折実験関係のビームラインを担当して頂く予定です。

高エネ機構でのポストは従来は非常勤職の研究機関研究員でしたが、これを任期付き常勤職の博士研究員とし、年俸制とすることとなりました。これにより、赴任旅費の支給、共済組合への加入ができ、手続きを経ることで日本学生支援機構の免除職となりえます。12月2日締切で公募中ですので、別項をご参照下さい。

学振の外国人研究員として、Mogens LEBECH が着任されました。氏は Universite Paris Sud で原子分子の多電子光励起過程に研究をされ、今後東助教授と共に 2 年間研究を遂行されます。

挿入光源ビームライン増強に関する ユーザーズミーティング報告

放射光科学第一研究系 野村昌治

8月10日に挿入光源ビームライン増強に関するユーザーズミーティングを開催しました。挿入光源ビームラインの増強に関しては、PF 懇談会の各ユーザーグループを中心に研究提案をまとめて頂き、「PF 挿入光源ビームライン増強提案（暫定版）」として3月のPFシンポジウムの場で配布しました。8月に開催したミーティングでは、この提案をベースに、

1. 新しい研究提案、挿入光源・ビームラインに求められる性能、予定される利用実験者についての提案
2. 「PF 挿入光源ビームライン増強提案」に記されていない提案
3. 各提案の配置に関する討論
4. 実現に向けた資金獲得に関する討論

等に関する報告、議論することを目的としました。

8月の時点ではリングの改造もかなり進行しており、その進行状況や改造されて長くなった直線部の様子について光源系の本田氏から報告されました。また、挿入光源ビームライン増強のねらいについて話をしました。要約すると、VUV・SX 域では国際的に競争力のあるビームラインが国内には少なく、日本発の重要な試料が海外へ流出している。以前は極紫外・軟 X 線高輝度光源計画との干渉を避けるため、PF としてはこの分野への提案を控えていたが、このままの状況では日本の VUV・SX 域のアクティビティが低下する懸念がある。PF で当面出来ることとして5本のビームライン (BL-2, 13, 16, 19, 28) をアンジュレーター専用化し、国際競争力を確保する方針を立てた。この内 BL-28 については既にビームラインの改造がなされ、第三代光源に匹敵する性能を実現している。一方新たに生まれる短直線部 (BL-1, 3, 15, 17) ではアンジュレーター光源からの X 線利用が可能であり、主に X 線実験用として整備する方針である。既に BL-17 については着手している。これらの計画実現に当たっては既存のアクティビティの移動も必要となり、PF として特別教育研究経費の予算要求を行うとともにコミュニティの協力を得て、競争的資金を獲得する努力もなされていることを報告しました。

その後、各ユーザーグループ等からの提案がなされましたが、研究提案は多岐に亘るので、サイエンスの中味や要求仕様の詳細については web に掲載した提案書を参照下さい。まず、中長直線部利用に関しては、エネルギー域は 10 ~ 1500 eV 程度ですが、エネルギー分解能については $E/\Delta E$ で $10^3 \sim 10^5$ と広い範囲に分布し、一方で時空間分解実験のためにあえて広いバンド幅を要求する提案もありました。光子束については丁度分解能の逆数と比例関係にあるように見受けられました。実験装置についても研究分野によって常設の専用実験装置を必要とする場合とユーザー毎に独自の装置を利用する場合があります。効率的にビームを

利用出来るようにこれらを配置する必要があります。

短直線部利用に関しては五つの提案がなされ、エネルギー域としては一次光を使う 2～3 keV 域と高次光を使う 4～20 keV 域に大分されます。この中にはイメージングや反射率測定といった手法を開発して、物質科学の研究手段として提供するというスタンスの提案もいくつかあり、従来とは異なった運用法について検討が必要と思われました。

中長直線部、短直線部とも利用可能な資源が限られている中で、ユーザーの数や研究内容がアンジュレーター光源に適しているか等を考慮して配置、優先順位を付けていくことが必要と松下副所長から発言がありました。時間の制約もありビームラインの配置や予算獲得の方法については十分な議論を行なえませんでした。PF としては BL-16 をアンジュレーター利用専用化するために、BL-3 にミニポールアンジュレーターを光源とするビームラインを建設し、BL-16A を移設する準備を進めています。また、専用化後の BL-16 については高速軟 X 線偏光スイッチングビームラインのデザインに関して検討が進められています。

本稿執筆時点の情勢はミーティング当日とも変わってきています。ひょっとすると皆さんが本稿を目にされる頃には更に変化している可能性もありますが、これまでの提案や当日の議論をベースに適宜判断を下し、日本の放射光科学分野の進展に寄与できるよう PF としても努力してゆきます。一方、各研究分野でも競争的資金をベースに実験装置を整備する等の姿勢を機構内外に示すことも極めて重要な状況にありますのでご協力をお願いいたします。

その後、PF 次期光源計画について検討状況の報告がありました。これは従来から PF が重視していた光源としての先端性と汎用性を兼ね備えたものです。関連する記事が本号に掲載されていますので、ここでは割愛します。

プログラム

8月10日 KEK 4号館セミナーホール

10:00～ はじめに

10:10～ 直線部増強作業の状況 本田 融 (PF)

10:30～ PF 挿入光源ビームライン増強の概要
野村昌治 (PF)

10:50～ 短直線部利用提案 (1)

構造生物 若槻壮市 (PF)

軟 X 線分光 北島義典 (PF)

11:30～ 中長直線部利用提案 (1)

原子分子ユーザーグループ

河内宜之 (東工大院化学)

固体分光 I ユーザーグループ

藤森 淳 (東京大理)

12:10～13:30 昼休み

13:30～ 中長直線部利用提案 (2)

量子ナノユーザーグループ 組頭広志 (東大工)

表面化学ユーザーグループ 奥平浩司 (千葉大工)

軟 X 線発光ユーザーグループ 手塚泰久 (弘前大理工)

放射線生物ユーザーグループ 小林克己 (PF)

15:10～ 短直線部利用提案 (2)

X 線反射率 桜井健次 (物材機構)

X 線小角散乱 若林克三 (大阪大基礎工)

X 線位相光学 百生 敦 (東大工)

16:10～ その他の提案, 総合討論

17:00～ PF 次期光源計画 河田 洋 (PF)

関連 web サイト

<http://pfwww.kek.jp/outline/pfring/index.html>

PF 次期光源検討の現状

PF 次期光源検討委員会・副委員長 河田 洋

1. 検討の経緯

フォトンファクトリーの将来計画の検討の歴史をはじめに振り返りますと、1997 年ごろには 4 GeV クラスのストレージリングの案が考えられましたが、当時は機構内では J-PARC 計画の推進が優先的課題であったこと、機構外では VUV・SX 光源計画が熱心に議論されていたことなどがあり、大きな進展は見られませんでした。その後、PF では 2002 年ごろから X 線領域でのコヒーレント特性、短光パルス性、ナノビームという先端性を有し、かつ多くの研究を同時に実行することのできる汎用性をも兼ね備えた光源として Energy Recovery Linac (ERL) の検討が行われ [1]、また 2004 年には上記の性能を部分的に実現する可能性のある高度化されたストレージリング (スーパー・ストレージ・リング (SSR)) の可能性が浮上してきました [2]。

本年度に入り、次期光源として、その両者のどちらを選択すべきかを検討する「フォトンファクトリー次期光源検討委員会」が物構研の運営会議のもとに設置され、精力的に検討が進められました。委員会委員は、加速器研究者と放射光利用研究者からなり、機構全体および国内の加速器研究者・放射光ユーザーの意見と知恵が反映されるような工夫がされています (次頁表 1 参照)。さらに、委員会の下には具体的な光源仕様、問題点等を検討する光源検討ワーキンググループと、次期光源で展開されるべき利用研究を検討する利用研究検討ワーキンググループが設置され検討が行われました。各ワーキンググループは 7 月から 9 月にかけて当初分かれて検討を進め、最後に光源検討、利用研究両 WG の合同会合をへて、9 月 6 日の第 2 回次期光源検討委員会で光源計画の方向性を「フォトンファクトリー次期光源としては ERL をベースにすべき」と決定しました。以下に各ワーキンググループの検討経緯を紹介し、皆様のご理解及びご支援を賜りたく存じます。

2. フォトンファクトリー次期光源が目指すもの

放射光は、これまで物質・生命科学研究分野に対して果たつた役割を果たしてきました。すなわち (1) それまで

表1 フォトンファクトリー次期光源検討委員会メンバー

	氏 名	所属・職名
機 構 外	朝倉 清高	北海道大学触媒化学研究センター教授
	雨宮 慶幸	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	柿崎 明人	東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設長
	加藤 政博	自然科学研究機構分子科学研究所教授
	熊谷 教孝	(財) 高輝度光科学研究センター加速器部門長
	下村 理	(財) 高輝度光科学研究センター審議役・研究調整部長
	羽島 良一	日本原子力研究所東海研究所光量子科学研究センター主任研究員
	藤森 淳	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	水木純一郎	日本原子力研究所関西研究所放射光科学研究センター長
機 構 内	村上 洋一	東北大学大学院理学研究科教授
	◎松下 正	物構研副所長
	野村 昌治	物構研 放射光科学第一研究系研究主幹
	飯田 厚夫	物構研 放射光科学第一研究系教授
	柳下 明	物構研 放射光科学第一研究系教授
	伊藤 健二	物構研 放射光科学第一研究系助教授
	○河田 洋	物構研 放射光科学第二研究系研究主幹
	若槻 壮市	物構研 放射光科学第二研究系教授
	澤 博	物構研 放射光科学第二研究系教授
	春日 俊夫	物構研 放射光源研究系研究主幹
	前澤 秀樹	物構研 放射光源研究系教授
	伊澤 正陽	物構研 放射光源研究系教授
	神谷 幸秀	加速器研究施設長
	生出 勝宣	加速器研究施設 加速器第二研究系研究主幹
	榎本 収志	加速器研究施設 加速器第三研究系研究主幹

◎委員長 ○副委員長

には他の手法では見る事ができなかったものを見えるようにするという極めて先端性の高い研究・解析・分析ツールとしての役割, と(2)それまでには存在しなかった新しい機能をもつ新物質, 新材料について放射光だからこそ得られる原子・電子レベルの静的・動的構造情報をタイムリーに提供するという高度な汎用的ツールとしての役割, です。PFは, 大学共同利用施設という使命を認識し, 上述の二つの役割の両方をバランスよく果たして行くことを目指すべきと考えています。

そのような大筋の方向性のもと, 次期光源で展開されるサイエンスとその光源仕様に関して, 2003年3月に, 「放射光将来計画検討報告ーERL光源と利用研究」を, 2005年3月には, 「放射光将来計画検討資料2004ー今後の将来計画検討のためにー」を出版してきました。その内容は表2に示すよう先端的放射光の性能を用いた「時間領域測定」「空間的コヒーレントX線を用いた広義のイメージング測定」そして「ナノビームを用いた種々の放射光計測による局所電子構造・状態解明」をベースにした種々のサイエンスが期待されます。一方それを実現するハードウェアには, 放射光科学全体の発展を考えますと, それらを同時に展開することができる必要であり, 次期光源に求められ

表2 次期光源で目指すサイエンスの例

<p>生命科学></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 生体高分子超複合体や膜タンパク質のナノ結晶構造解析による構造生物学の新展開 (真の医学応用へ) ○ ポリマー高分子の階層構造の形成・消滅のダイナミクスを含めた完全理解。(新機能物質の開発)
<p>時間領域測定による新たな展開></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 光誘起相転移現象の徹底理解 (次世代高速通信素子開発への応用) ○ 強光子場中の分子ダイナミクス ○ ナノ磁性体のスピンドイナミクス (スピントロニクスへの応用) ○ 光誘起水分解触媒反応のダイナミクス (環境触媒, 電池材料開発) ○ 溶液中反応ダイナミクス ○ 光反応性タンパク質の構造ダイナミクス→電子移動の観測へ (タンパク質の機能の直接的解明) ○ 非晶質物質の高時空分解動画イメージング
<p>物質科学></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 触媒科学: 光触媒の機能発現 (水分解触媒の開発 (エネルギー問題)) ○ 光機能材料の開発研究 (記録媒体, 高速スイッチング素子開発) ○ 工業材料の評価 (例えば腐食メカニズムと防食材料開発) ○ 燃料電池の機能解明とその開発 ○ 光誘起現象の徹底解明。(高速通信素子開発へ) ○ 相転移現象のダイナミクス, 揺らぎ現象。(スペckル測定をベースにしたX線光子相関分光) ○ 表面・界面における軌道・電荷秩序の外場応答 (新しい機能物質創生) ○ 高分解能 RIXS による電子励起のバンド分散 ○ 微量試料 [ナノマテリアル] の電子密度分布測定による機能解明。 ○ コヒーレント軟X線共鳴散乱スペckルによる磁気秩序の解明。(スピントロニクス素子の開発) ○ 時間分解高分解能光電子分光による光誘起状態の電子状態解明 ○ etc..., その他, 全ての現在行われている放射光利用研究において微小領域化・高エネルギー分解能化が進行

表3 次期光源として要求される仕様

光子エネルギー範囲	30 eV ~ 30 keV (コア領域 50 eV ~ 20 keV)
輝度	$10^{21} \sim 10^{23}$ ph/s/0.1%/mm ² /mrad ² @10keV
コヒーレントフラクション	10 ~ 20% @10 keV
エミッタンス	10 pmrad @10 keV
短光パルス	~ 100 fs
ビームライン数	~ 30 本

る光源特性は表3に示すものが必要不可欠と考えています。

3. 各検討ワーキンググループの検討経緯

光源検討ワーキンググループでは実質的な検討会が6月から9月までの間に6回開催され, ERL及びSSRにおけ

る技術的な問題点、及び開発要素の洗い出しが行われました。特に ERL に関してはその心臓部である電子銃の見通しとその実現性、また VUV から X 線に至るまでのサイエンスを展開できるハードウェアの可能性が検討され、一方、SSR に関しては縦と横のビームエミッタンスをカップルさせ 10 pm-rad を実現しようとした時の技術的な可能性、および短い光パルスを得るための「Crab 空洞法」、「Laser Slicing 法」の議論を行ないました。また、それらが実現できたときの将来性・発展性についても議論されました。

一方、利用研究検討ワーキンググループでは実質的な検討会が 5 回開催され、時間領域測定、コヒーレント特性、生命科学、構造物性、化学・材料の各研究分野についてのタスクフォースの検討報告をもとに議論を行いました。そして、将来性をも含めて各タスクフォースから見たときの SSR と ERL の適性について議論を行ないました。また、8 月 10 日「挿入光源ビームライン増強に関するユーザーミーティング」に将来計画のセッションを設けて PF 懇談会ユーザーグループとの意見交換を行うとともに、境界領域の新しいサイエンスに関して自由討論を行い、必ずしも結論は出ないですが将来の夢を語り合いました。

4. 光源の選択

次期光源が持つべき性能・性格は主に利用研究検討 WG において再検討し、特に 10 年後から稼動する次期光源を考えると、先端的な放射光の性質（コヒーレント X 線、短光パルス、ナノビームと種々の放射光実験と融合）は重要な位置を占め、種々な実験手法でそのような先端性を有することが物質科学の発展に重要であることが確認されました。したがって、PF 次期光源は表 3 の仕様を持つべきであることが再確認され、この仕様を満足する光源として、現時点では ERL と SSR が候補に挙げられますが、その得失を光源検討ワーキンググループ、及び利用研究ワーキンググループの両者で議論しました。その概要をまとめたものが表 4 です。

SSR に関しては、基礎となる 3 GeV クラスの高性能第三世代光源は建設が決定されれば実現には基本的な困難さは予想されず、比較的短期間で表 3 にある超低エミッタンスや超短光パルスを要しない目的には高性能光源を得ることができるであろうことが確認されましたが、表 3 にある 10 pm-rad の水平方向エミッタンスや 100 fs 程度の超短光パルスを得るためには、長直線部にこれらのための特殊装置を導入することで実現しようとするものです。したがって、これらの装置を導入していない直線部に対応するビームラインにおいては、超低エミッタンス化、超短光パルスの恩恵にはあずかれず、さらに、超低エミッタンス、超短光パルスを同時に要求される場合は実現困難です。

一方 ERL は全世界でも、可視光や IR などの小規模な装置が稼働しているのみで、表 3 の仕様を満足するものは存在していません。ERL の場合、蓄積リングの場合とは異なり、電子銃の性能が最終的な光源の性能を決定します。その意味で電子銃の開発要素ならびにその実現性がこの技

表 4 光源検討ワーキンググループ及び利用研究検討ワーキンググループで検討された ERL と SSR の得失

光源加速器技術の立場から検討した ERL, SSR の得失		
	ERL	SSR
利 点	<ul style="list-style-type: none"> ●全ビームラインで極低エミッタンス、極短光パルスを実現可能 ●電子銃の改良とともに性能があがる 	<ul style="list-style-type: none"> ●ベースとなる storage ring それ自体が高性能光源 ●ベースとなる storage ring の建設期間が短い ●汎用マシンとしては成熟している
欠点 問題点	<ul style="list-style-type: none"> ●建設開始時に仕様を満足する電子銃が完成しているか否か不明 ●ビーム運動学上の更なる検討が必要 ●VUV の発生に工夫を要する 	<ul style="list-style-type: none"> ●コヒーレント X 線発生技術、短光パルス発生技術が実現しても、限られたビームラインのみの恩恵 ●コヒーレント X 線発生技術の実現性が不明 ●将来の発展性に疑義
開発要素 開発見通し	<ul style="list-style-type: none"> ●仕様を満足する電子銃の見通しはある ●超伝導加速系の実現性は高い ●検討すべきビーム運動学上の諸問題が残されている 	<ul style="list-style-type: none"> ●短光パルス発生法は見通しあり ●コヒーレント X 線発生技術は構想段階

利用研究の立場から検討した ERL, SSR の適性

	ERL	SSR
利用系から見た ERL と SSR の まとめ	全てのビームポートで先端的特性を利用することが原理的に可能であり、放射光科学の全体の基盤的な底上げが可能。	限られたビームポートでのみ先端的特性を利用するに過ぎないが、第 3 世代光源としての立ち上がりには問題はない。しかし、最終的な到達点は、先端性を担い得るポートの数で全体 needs に応えることは困難か。

術の鍵を握っています。検討の中で、想定しているビーム電流値（約 100 mA）では、現在実現している電子銃のエミッタンスは約一桁悪いが、微少電流ではこのエミッタンスは実現していることが明らかとなりました。そして、その性能は電子銃の更なる技術開発によって全てのポートで向上していくことが期待されます。ERL 特有のビーム力学上の理論的な検討もまだ十分ではなく必要です。一方、超伝導加速空洞については、リニアコライダ用空洞の開発と共同すればよいとの議論がなされました。前述のように所定のエネルギーの ERL が実現していない現時点では 200 MeV 程度の実証機の建設が不可欠であることも確認されました。

一方、利用研究検討 WG でも各タスクフォースから見た ERL と SSR の適性を評価した上で、そしてそれらをまとめて整理しました。このタスクフォースの検討結果は省略いたしますが、全体をまとめると表 4 にあるように、SSR では限られたビームポートでのみ先端的特性を利用できるに過ぎず、最終的な到達点で全体に先端的 needs に応

えられるか疑問があるのに対して、ERLではすべてのビームポートで先端的特性を利用することが原理的に可能であり、放射光科学の全体の基盤の底上げが可能です。また、ERLを選択した場合、低光子エネルギー（数十 eV）側にどう対応するかの議論も行われ、実証機（0.2～0.3 GeV）に適切な挿入光源を導入することで対応できる可能性があることが示唆され、必要とする最低の光子エネルギーやビームライン数を考慮に入れながら、さらに検討する必要があることが光源検討ワーキンググループと利用研究検討ワーキンググループの合同ミーティングで確認されました。

両検討ワーキンググループでのSSR, ERLの検討の結果、次期光源はその将来性および拡張性に鑑み、ERLの選択が妥当であろうとの決論に達し、またその議論の結果を9月6日に開催された第2回PF次期光源検討委員会で報告し、委員会でさらに慎重に議論した結果、PF光源検討委員会としては、PF次期光源として5 GeVクラスのERLを選択することが決定されました。

5. ERL実現にむけてのその後の作業

まず文部科学省へのアプローチとしては、現在文部科学省の科学技術・学術審議会、研究計画・評価分科会 研究評価部会のもとに設置されている「次世代放射光源計画評価作業部会」への説明があります。委員会では、次世代放射光光源計画の評価作業が太田俊明東京大学教授を委員長として8月までに主にX-FEL計画を中心にして議論がなされてきました。9月よりリング型先端放射光源に関する議論が始められ、物構研からは小間所長と河田が9月29日に開かれた第5回作業部会に計画説明のために出席し、小間所長が明確にERLをベースにした「PF次期放射光光源計画」を表明しました。また同様な計画を提案している日本原子力研究所・関西研究所（現日本原子力研究開発機構・関西光科学研究所）と実証機の段階で協力して推進するという発言が小間所長、日本原子力研究所・関西研究所・田島所長の両者からあり、両計画が一本化できる可能性を外部に示しました。また、具体的な設計はこれからですが、図1に示しますように2003年に設計したERLをベースにして、挿入光源の本数の増大、建設コストの減少、実証機の有効利用を含めたVUV放射光の発生の工夫等を行い表3で示す光源仕様を満足することを目指すことを報告しました。その一例として図2に示すように、0.3 GeVの実証機のERLおよび5 GeVのERLの両者を用いて適切な挿入光源を設計することによって10 eVから数十 eVまでの高い平均輝度を実現し、かつX線領域においても空間的な干渉性（コヒーレントフラクション）が10～20%の値を得ることができることを報告いたしました。また、放射光学会の中に先端のリング型光源の今後のあり方を学会として議論する特別委員会「先端的リング型光源計画特別委員会」が設置され、10月28日に第1回の委員会が開かれ、PFの次期光源の方向性を明らかにいたしました。

一方、具体的にERLに向けて必要な開発研究要素についての議論を放射光源系スタッフ、加速器施設スタッフ、

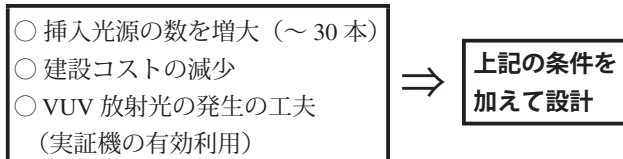
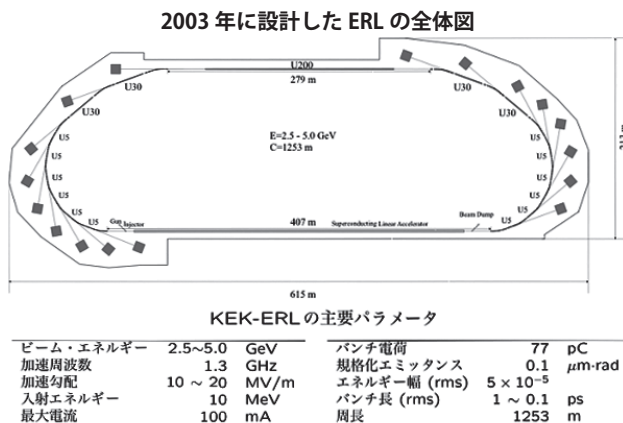


図1 KEK-PFの次期放射光源をERLをベースにしたハードウェアに決定し、2003年に検討したものをベースにして新たな条件を加味して設計を行う。

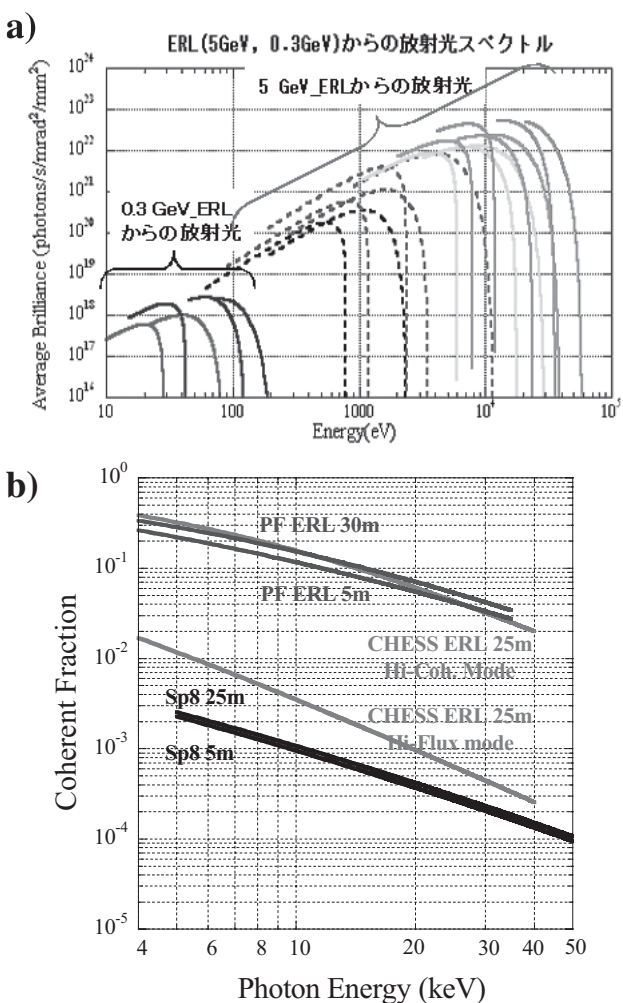


図2 ERL (5 GeV, 0.3 GeV)からの放射光の輝度およびコヒーレント・フラクション・スペクトル。a) 5 GeV ERLおよび0.3 GeV ERLに適切なアンジュレーターを用いることで数十 eVから数十 keVまでの放射光を得る。b) 軟X線からX線領域で期待されるコヒーレント・フラクション。10 keV領域で10～20%のコヒーレント・フラクションを達成。



写真1 熱心に耳を傾ける参加者

日本原子力研究開発機構のスタッフを始め国内の加速器科学を推進する関係者(60人を超える)を一同に会して「ERL キックオフミーティング」が10月26日に開かれました(写真1)。今後これらの関係者の実質的な検討により、実証機のデザイン、どのポイントを主に実証するかに関する戦略、そして実機のデザインが積み上げられる予定です。

6. 年次計画

現在 J-PARC のプロジェクトを進めている KEK の状況を見ると、ERL 建設を直ちに開始する状況には残念ながらありません。また検討しなければならない多くの項目があることから、実証機の建設も必須です。そのような状況の中、想定される建設スケジュールは以下の通りです。

2006～2009	各種 R&D, 理論的研究, 実証機設計と建設および実証試験
2009～2013	5 GeV ERL 建設開始, 試運転
2014	供用開始

7. 終わりに

PF の次期光源についての検討を、PF スタッフ、加速器研究施設スタッフ、機構外の加速器研究者、機構外放射光ユーザーからなる検討委員、さらにその下に設けられた次期光源検討ワーキンググループを利用研究検討ワーキンググループで7月から9月までに集中的に行ってきました。その結果、ERL 光源を PF 次期光源の候補として R&D を進めることになりました。ERL 光源についてはこれから解決すべき技術的問題もありますが、大きな可能性を持っている光源と位置づけられます。ERL 光源の開発および将来の建設、利用研究は PF という枠を超えて KEK 機構内、日本の放射光コミュニティー、加速器研究者コミュニティー、国内外の関連他機関の力を結集して行うべきプロジェクトと言えるでしょう。ユーザーおよび関係の皆様のご支援をお願いする次第です。

- [1] 「放射光将来計画検討報告－ERL 光源と利用研究」(2003年3月発行)
- [2] 「放射光将来計画検討資料 2004－今後の将来計画検討のために－」(2005年3月発行)

PF リング直線部増強計画 －リング立上調整運転の状況－

放射光源研究系 本田 融

2005年3月より約7か月間にわたって続けられてきた PF2.5 GeV リングの直線部改修作業は滞りなく完了し、当初の予定通り9月20日より蓄積リングのコミッションングが開始されました。

入射器を共用する KEKB ファクトリーは先行して9月15日より立上調整運転を開始しており、入射ビームを1時間交替で融通しあいながらの立上となりました。

入射ビームを KEKB、PF-AR と PF リングへ振り分けている第3スイッチヤードでは次年度以降のトップアップ運転開始を目指した PF リング用ビーム輸送 (BT) ラインの経路変更がこの夏に行われました。したがってまず始めに改造した BT ラインのビーム通しから立上りが開始されました。BT ラインの改造部分に新しく設置されたスクリーンモニターの動作不良を発見するのにやや手間取ったため初日は BT のビーム通しにほとんどの時間を費やしてしまい、リングに到達した入射ビームがリングを数ターンすることが確認されたのみで電子ビームの蓄積には至りませんでした。

2日目以降は専らリングへの入射調整を続けました。入射ビームがリングを数十ターンしていることが確認されたにもかかわらず約3日間にわたって蓄積成功に至りませんでした。リングトンネル内の残留放射の分布や、入射ビームの振動および軌道の測定結果などから、アンジュレータ (U) #2 付近の真空ダクト内に障害物の存在が強く疑われました。立上4日目の23日午後に真空ダクトを開けて調べた結果、U#2 の真空チェンバーの真中に誤ってプリズムがビームストッパーのごとく挿入されているのが発見されました。このプリズムは U#2 を使った FEL 実験のときに使用したもので、レーザー光を反射してアンジュレータの



図1 立上直前の PF リング。はしごの手前の角柱が短周期アンジュレータ #17、写真奥に見えるのが MPW#16 と延長された直線部。

光軸を出すためにビーム軌道中心に挿入できるように作られていました。長年使用しないうちに管理がおろそかとなり、今回のリング改造中に失われた圧空配管の復帰やインターロック信号の配線を怠るなどのミスが重なったのが失敗の原因でした。

問題のプリズムと直線導入機構をリングより撤去して真空の復旧作業を行い、明るく 24 日よりまたコミッションングを再開しました。入射系やベータトロンチューンの設定等をやり直した結果、24 日の午後に電子ビームを蓄積することができました。

今回の改造ではリングの約 3 分の 2 近くの区間でビームダクトが新しくなったので、放射光による真空焼き出しが立上調整の最優先課題でした。リング内の真空が悪化すると蓄積寿命が極端に短くなり、また強いビーム不安定性も生じるため、蓄積ビームによって脱ガスする真空の改善を待って徐々に蓄積可能な電流値が増加して行きます。図 2 にプロットしたとおり通常の蓄積電流値 450 mA に到達するまでにまる 5 日間を要しました。ただしまだこの時点で 450 mA でのビーム寿命は 30 分足らずでした。

蓄積電流値が 450 mA に到達した後本格的なビーム調整が開始され、約 1 週間にわたって横方向バンチバイバンチフィードバックシステムの立上げ、COD 補正、ベータトロンチューン他のオプティクス調整、入射効率の改善、超伝導ウィグラー、軌道フィードバックの立上等を連日昼間のシフトで行い、夜間は蓄積電流値を 450 mA から 500 mA まで上げて真空焼き出しが続けられました。

今回の立上では水平方向のエミッタンスは 36 nm-rad、水平、垂直のベータトロンチューンはそれぞれ 9.60, 5.28 に設定されています。これらのパラメータは垂直方向のチューンの整数部が 1 増えた以外は改造前と同じです。エミッタンスはなお 50% 程度改善の余地があり、今後のマシンスタディーを通じて低エミッタンスを目指します。

ビーム調整上のトピックとしてはアンジュレータ #17 の立上あげられます。これは PF リングとしては初の真空封止型のアンジュレータですが、計画された最小ギャッ

プである 4.5 mm をビーム寿命やビーム軌道にまったく影響を与えることなく達成することができました。このアンジュレータは機械的には約 3 mm までギャップを縮めることができるようになっており、今後軌道の微調整を行って 4.5 mm よりさらに小さいギャップで供用可能かどうかを調べる予定です。

10 月 7 日に第一回の予備光軸確認が行われ、新ビームライン BL-17 でアンジュレータ光が首尾よく観測されました。今回の改造では直線部の四極電磁石、ビーム位置モニターを更新しまたリング全周の電磁石のアライメントを行った結果、リングの COD (電子ビームの中心軌道からのずれ) は改造前よりもずいぶん改善されました。ただし改造前の基準軌道と新しい軌道とは微小なずれが生じています。測定器系の全面的な協力をもらって、できるだけビームライン側で光軸のずれに対する対応がなされています。

10 月 8 日以降、立上期間の最後の 10 日間はビームラインの調整期間をかねており、昼間のシフトはできるだけチャンネルを開けて光が出せるようにしながら、リングのほうでは挿入光源のフリーチューニングの調整が進められました。

4 週間にわたる立上期間中に蓄積された電流の積分値と、ビーム寿命の延びをあらわしたグラフが図 3 です。立上初期の数日間ビーム蓄積ができず、真空作業まで行ったため日程的に寿命の改善が危ぶまれましたけれど、何とか積分電流値約 150 Ah を稼ぎ寿命も τ で 200 Amin を超えました。蓄積電流値 450 mA でのビーム寿命は約 8 時間まで改善し、予定通り 10 月 18 日に一日 3 回入射モードでユーザー運転が開始されました。ユーザー運転中は順調に行けば一日に約 10 Ah の積分電流値となります。2005 年末には積分電流値も 500 Ah を超え、寿命も通常の半分程度まで、すなわち 450 mA で約 30 時間程度まで回復すると予想されます。

今回の直線部改造は PF リングにとっては 1997 年の高

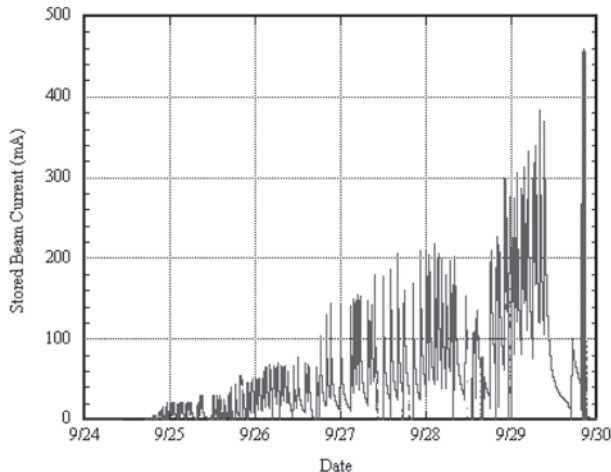


図 2 ビーム蓄積成功後 5 日間の蓄積電流値の推移。

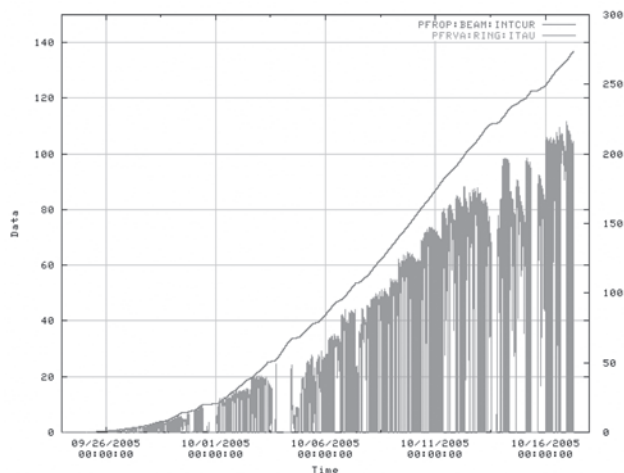


図 3 10 月 18 日のユーザー運転開始直前までの積分電流値と電流×寿命 (τ) の上昇曲線。実線が積分電流値、数値は左の縦軸で単位は [Ah]。実線の下で塗りつぶされている領域の包絡線が τ の増加を表す、数値は右の縦軸で単位は [Amin]。

輝度化改造以来の大改造でした。放射光源研究系のスタッフ、特に先の改造以降に加わったメンバーにとっては蓄積リング立上の経験を得る大変貴重な機会となりました。

ERATO 便り : その (5)

ERATO 腰原非平衡ダイナミクスプロジェクト研究員
野澤俊介
放射光科学第二研究系 足立伸一
東工大フロンティア・院理工 腰原伸也

2005年の夏は、我々 ERATO メンバーにとって忘れられない夏になりました。

7月1日のPF-AR 夏期シャットダウンから、AR 北西棟において新ビームライン NW14 の建設が本格的にスタートしました。実質3ヶ月の間に、実験ハッチ・レーザー用ブースの建設、基幹チャンネル設置、分光器・ミラー・各種真空コンポーネントの設置、インターロック設置、周期長36mmのアンジュレータ設置など多くのビームライン作業が並行して進行しました。またその合間を縫って、秋から始まる立ち上げ実験の準備を着実に進めました。多少の工程の遅れはあったものの、隔週ごとに関係者が集まり連絡を密に取り合って工程管理を行うことで、作業工程は全体として比較的スムーズに進行したと思います。

そして夏期シャットダウン明けの9月30日、ついにアンジュレータ放射光をビームラインに導入する日がやってきました。当初の光軸のずれを軌道補正した後に、アンジュレータ放射光は無事フロントエンドを通り、実験ハッチに導かれました。白色X線モードでは予想外に放射線漏洩があり、漏洩への対処を行うまで白色モードでの実験は行わないこととしましたが、単色X線実験については放射線漏洩の問題はなく、その後のビームラインコミッションングに移行しました。コンポーネントの光焼きだし、光軸確認、白色スリットの調整等を行った後に、現在は10月第

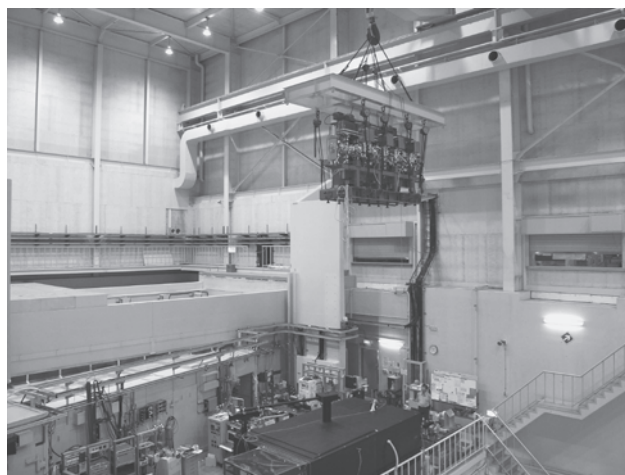


写真2 クレーンに宙吊りで運ばれるアンジュレータ

2週からの作業で、分光器の立ち上げを本格的に開始したところです。今後集光ミラーおよび高次光カットミラーの立ち上げ、各種回折計とパルスレーザーの同期実験の立ち上げなどを順次行いますが、その詳細については、次回以降に改めて報告いたします。

最後になりましたが、NW14の建設にあたっては、昨年度夏の西RF空洞の移設から始まって、アンジュレータの仕様選定、AR内の真空作業、各種ビームライン機器の設置・配線作業など数多くの作業において、放射光科学第一・第二研究系および放射光源研究系のスタッフの皆さん、三菱電機システムサービス、加速器研究施設、施設部の方々など、本当に多くの方々のご協力をいただきました。この紙面をお借りして、心より感謝いたします。今後は、このビームラインから物質科学分野での世界レベルの研究成果を定常的に出せるよう、ビームライン整備と研究開発を着実に進めていきたいと考えています。

BL-17 の建設進捗状況

構造生物学研究センター 五十嵐教之



写真1 建設中の実験ハッチ

前号、前々号で紹介したように、現在放射光科学研究施設では、新しい構造生物学研究用挿入光源ビームライン BL-17A の建設を進めています。BL-17A ではミニポールアンジュレータから得られる高輝度放射光を利用して、超微小結晶（ミクロンサイズ）の構造解析研究と低エネルギーX線（6.5 keV 付近）を利用した構造解析研究の二つにターゲットを絞った実験を行う予定です。2006年春からの共同利用開始を目指して建設を進めています。建設作業は順調に推移しており、9月上旬までに全てのコンポーネント、ハッチ、デッキ、及びインターロックシステムが設置されました。秋のPFリング運転開始後に光導入試験を行ない、10月7日10時20分にミニポールアンジュレータからのファーストビームが観測されました。現在、アン



図1 光導入試験の様子



図2 リング壁直後の蛍光板上のファーストビーム



図3 偏向電磁石からの光とアンジュレータ光。左が B16, 右が B17, 真ん中がアンジュレータ光。

ジュレータ光の性能分析, 実験ハッチへのビーム導入調整を行っており, 12月までにビームライン光学調整, 集光ビーム性能分析を終了させる予定です。来年1月には実験装置を設置し, コミッショニングを開始し, 18年度始めの共同利用開始を目指します。

BL-6A のゴニオ改造について

構造生物学研究センター 五十嵐教之

BL-6A では, PFリングのシャットダウン中にゴニオスタットの改作を行いました(図)。NW12A や BL-5A で開発した, XYZ ステージ付き高精度高速回転軸及び高速シャッターを導入し, 高精度データ測定が安定して行えるようになりました。この改造によりユーザーインターフェースも共通化が図られ, どの構造生物ビームラインに行っても違和感なく測定できるようになりました。また, CCD のオーバーホール及び制御システムの更新を行いました。新しい CCD 制御システムは, BL-5A や NW12A で使用されている Q315 や Q210 と同様のギガネットを利用したパラレル読み出しタイプとなり, 読み出しの若干の高速化が図られると同時に, 安定性も格段にアップしました。その他, 実験ハッチ 2 階に解析用・休憩用のスペースを整備しました。今秋からは, 実験ハッチ 2 階から実験監視やデータ処理ができるようになります。

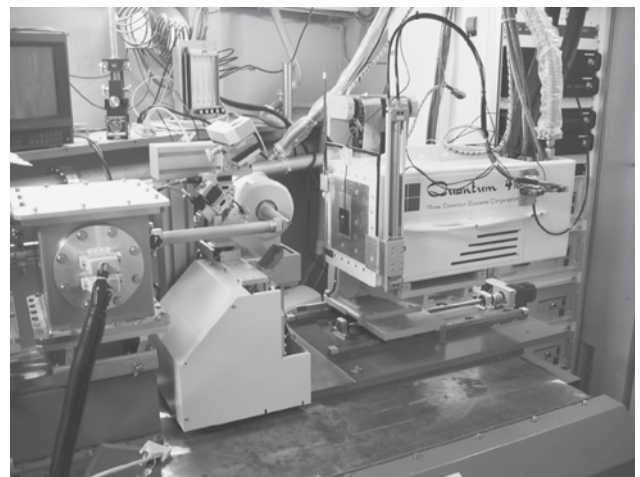


図 更新された BL-6A ゴニオ