

現 状

入射器の現状

電子・陽電子入射器
 加速器第五研究系主幹 榎本收志

概況

4月から6月の運転日程は以下の通りであった。

- 4月 1日 入射器運転開始
- 4月 13日 KEKB 運転開始
- 4月 16日 PF-AR 運転開始
- 4月 20日 PF 運転開始
- 5月 1日 PF, PF-AR 運転停止
- 5月 7日 PF 運転再開
- 5月 11日 PF-AR 運転再開
- 6月 29日 KEKB 運転停止
- 6月 30日 PF, PF-AR 運転停止
- 7月 2日 入射器運転停止

3月23日からの短い停止のあと、4月1日から入射器の運転を開始した。今期からPFとKEKBへの同時トップアップ入射を試験的に開始したが、大きなトラブルもなく順調に運転を続けられたことは大変大きな成果であった。7月2日から9月9日まで夏期保守作業を行う。

同時トップアップ入射好発進

今期の報告として、まずしなければならないのは、同時

トップアップ入射の成功についてであろう。4月24日から、今期の運転終了まで、大きなトラブルなく、PFとKEKB双方へのトップアップ連続入射を続けることができた。これまで、入射改善に関わってきた入射器、KEKB、PF各位の奮闘、また、関係者の財政面、精神面での支援に感謝したい。

入射器はPF、PF-AR、KEKB-HER、KEKB-LERの4つのリングに粒子やエネルギーの異なる4種類のビームを供給している。2004年1月、KEKBの連続入射開始によって入射問題が表面化し、2005年度に入射改善工事に着手して、4年後ようやくPFとKEKB同時のトップアップ運転にこぎつけることができたわけである。今期は完全なパルス運転で、一例として、PF、0.5 Hz、HER、12.5 Hz、LER、25 Hzで、2.5 GeV電子、8 GeV電子、3.5 GeV陽電子パルスを入射している。PF-ARだけはまだ連続入射が実現していない。今後の課題である。図1に、運転状態表示の一例を示す。

夏期保守

RF、加速管、制御、運転管理の各グループが計画表にしたがって、2カ月余りの保守作業を行う。この中には、高圧電源の清掃・点検、クライストロン、RF窓等の消耗品の交換、電子銃消耗品の交換・保守、真空装置の保守、ビームモニターの保守、計算機・ネットワークの保守などの定期的な作業項目が含まれる。また、工事として、これまで第1セクター上流にあった、「仮入射部（PF用電子源）の第3セクター上流への移動」と「#44BユニットCバンド化」がある。

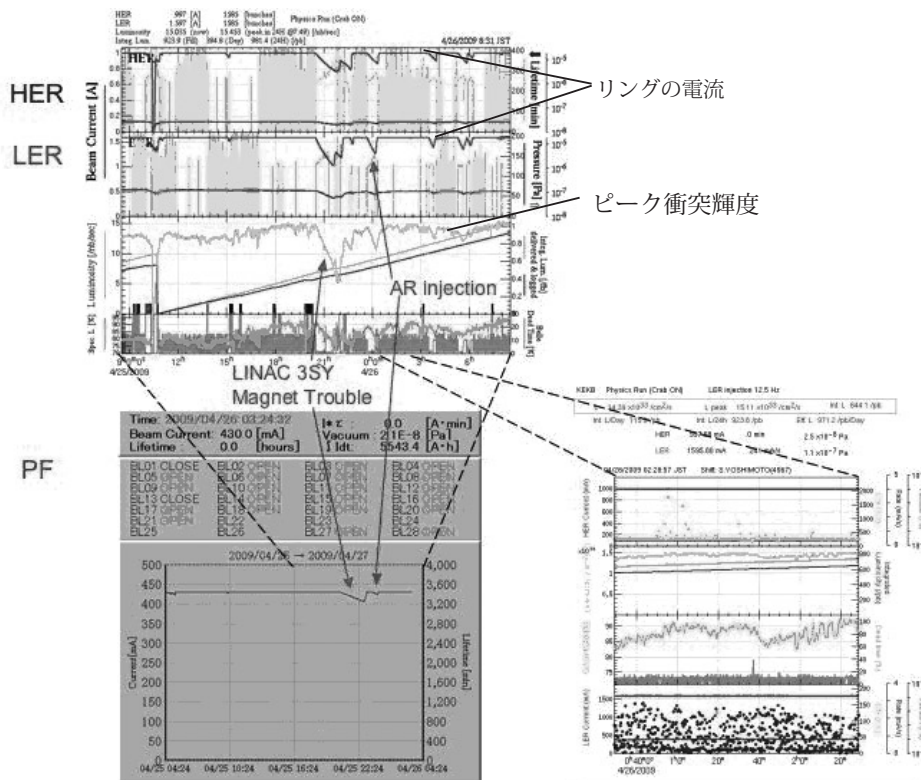


図1 (上) KEKB リング状態表示パネル。横軸は4/25, 9:00 から4/26, 9:00までの1日。各リングの電流、ピーク衝突輝度などが表示される。(下左) PF リング状態表示パネル。横軸は4/25, 4:24 から4/26, 4:24までの1日。蓄積電流が表示される。(下右) KEKB リング状態表示パネル。横軸拡大: 4/26, 0:30 から4/26, 2:30までの2時間。3リング共、AR入射、BTトラブル時を除き、電流は100%最大値に維持されている。

夏工事等

KEKB はピークルミノシティの世界記録を更新し (2.1×10³⁴/cm²/s), 今年中に 1000/fb の積分ルミノシティを達成しようとしている。そして、更にひと桁高いルミノシティの加速器への改造が計画されている。これに関連して、この夏、PF, PF-AR 入射用の電子源を第 1 セクター上流から第 3 セクター上流に移設することにした。これは、KEKB の改造が始まったとき、入射器の 8 分の 5 に当たる A, B, C, 1, 2 セクターと 3, 4, 5 セクターを切り離し、後者で PF, PF-AR への入射を続けつつ、前者で入射器増強のためのビーム開発を行うための準備である。下流側加速器のアップグレードに伴い、入射器の改造を半年～1 年早く進めていかなければならないのは入射器の宿命である。この秋の運転では、PF への同時トップアップ入射はこれまで通り A1 電子銃から行うが、PF-AR への入射は、移設された CT 電子銃から行うことを考えている。このための、放射線申請も順調に進み、秋には認可される予定である。

光源の現状

加速器第七研究系主幹 小林幸則

新グループ組織

旧放射光源研究系が、物質構造科学研究所から加速器研究施設の所属となり加速器第七研究系となることに伴い、PF リング、PF-AR およびコンパクト ERL に対するミッションが変更になりました。3 つの光源加速器の運転維持管理・研究開発および建設に対して、第七研究系は加速器研究施設で中心的な研究系となり、責任を持って対応していくことがより明確になりました。そのため、従来のメンバーに加え、他の研究系からの異動メンバーおよび新人メンバーを考慮し、系全体で 3 つの加速器に対応していけるようにという観点から見直しを行い、新しいグループ組織としました。図 1 に、加速器第七研究系の新グループ組織および研究主幹・グループリーダー (GL) 名を示します。グループ名は旧来まで使用していた名称を変更し、光源第一グループ～第六グループとしました。グループリーダーは、それぞれ原田健太郎氏 (第一グループ)、坂中章悟氏 (第二グループ)、本田 融氏 (第三グループ)、帯名 崇氏 (第四グループ)、宮内洋司氏 (第五グループ)、宮島 司氏 (第六グループ) にお願しました。これまで概ねミッションとグループ名は一致してしまして運営しやすい面はありましたが、PF リングと PF-AR の運転に加え、今後コンパクト ERL などの次期光源建設への対応を考えるとグループ横断的な仕事が益々必要になってくるということを考慮し、思い切ってグループ名称を変更することにしました。加速器研究施設の研究系自体が、加速器の装置名で研究系の名称を決めず第何研究系にしているのと同様に、主な業務のある程度は決めるもののグループ名も光源第何グ

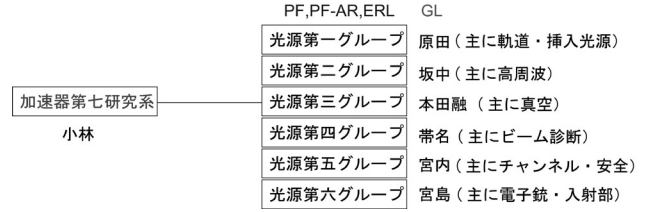


図 1 加速器研究施設加速器第七研究系の新グループ組織

ループで表すことにしました。加速器第七研究系は、この新しいグループ組織で今後の光源加速器の運転業務、研究開発および建設に対応していきますので、よろしくお願します。

新人紹介

阪井寛志氏が 6 月 1 日付けで、東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設から助教として加速器第七研究系の配属となりました。阪井氏は物性研の時からすでに ERL 用超伝導主加速空洞の開発グループに参加されており、今後は光源第二グループの所属メンバーとして、引き続きその空洞の研究開発を行なうとともに、PF リング、PF-AR の高周波関連の運転・維持、研究開発に携わっていただくこととなります。

光源リングの運転状況

PF リングは、今年度前半の運転を 4 月 20 日に再開し、ゴールデンウィークの中断を挟み、約 2 ヶ月間運転を続けてきましたが、6 月 30 日に停止し夏期のシャットダウンに入りました。今期は、昨年度の後半における入射器の 3 リング同時入射 (KEKB HER, LER と PF リング) の成功に伴い、今秋から予定されていたトップアップ運転をテスト運転として前倒しで行うことにしました。トップアップ運転では、多バンチモードの場合、蓄積電流値を、繰り返し 0.5 Hz の入射で 450 mA ± 0.05 mA に維持します。1 日 2 回の PF-AR 入射時は、およそ 15 分程度の中断となり、3~4 mA 程度の電流減少となりますが、PF-AR から入射ビームが戻ってきたら、直ちに 450 mA まで回復させトップアップ運転を継続します。ただし、ビームダンプの場合は、

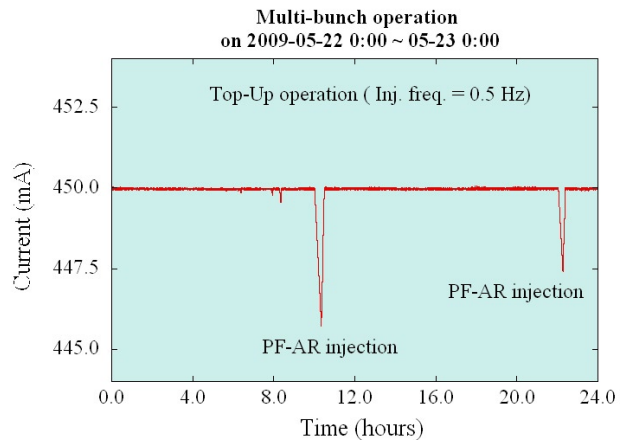


図 2 トップアップ運転での典型的な 1 日の蓄積電流値の経過。

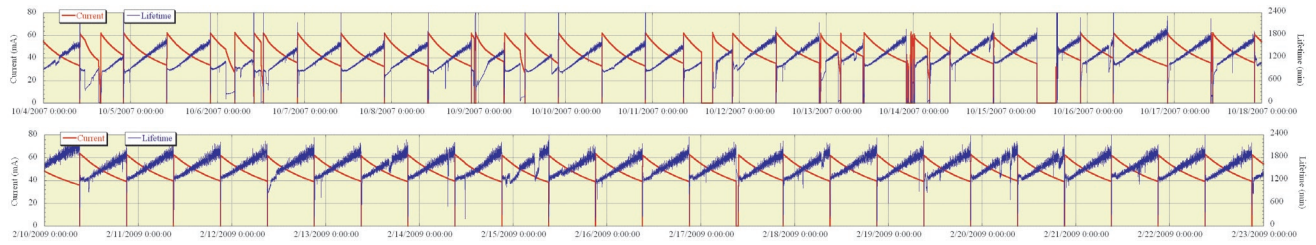


図3 SIP 増強前（上段：2007年2月）、増強後（下段：2009年2月）の蓄積電流値（右下がりの線）とビーム寿命（右上がりの線）の一週間の経過。

繰り返しを 25 Hz に上げて、できるだけ早く電流を回復させ、ユーザ運転の再開ができるようにしています。図2に典型的な1日の蓄積電流値の経過を示します。

PFリングは、立ち上げから概ね順調な運転が続いていましたが、5月22日にビームダンプが2回発生しました。原因はRF#1の不調によるものでした。原因調査の結果、クライストロンに問題があるとの判断から、そのRF#1を運転から切り離し、夏のシャットダウンまでRF3台で運転することにしました。そのため、RF1台ずつにかかる負荷を考慮して、蓄積電流値を450 mAから430 mAに下げたことにしました。

6月16日から6日間は、単バンチモードでトップアップ運転が実施されました。ユーザ運転時の蓄積電流値が51.0 mA ± 0.05 mAとなるように、入射繰り返しを調整し2 Hzとしました。単バンチモードは、多バンチモードに比べビーム寿命が短いため、ビームロスに打ち勝つ程度の入射ビームが必要であるとの理由からです。

その他の運転上のトラブルとしては、U#16のモード変更に伴う予期せぬビームライン側での強度変動の問題がありました。これは、モード変更に伴い水平方向のベータatronチューンがシフトすることが原因であると判明し、チューンを少しずつすることで対処し、変動を抑制しました。今後は、モード変更に伴うベータatronチューンシフトを補正するよう対応する予定です。

PF-ARも、4月16日の運転再開以降、約2ヶ月運転し、6月30日9:00に停止して、夏期のシャットダウンに入りました。リングは、継続的なSIP(Sputter Ion Pump)の増設により、平均真空度が増強前に比べて10%ほど良くなったことに伴い、ビーム寿命が10%ほど改善されています。その結果、現在では蓄積電流値とビーム寿命の積が約80 A・minになるとともに、寿命急落現象の頻度が減ってきていました。図3に真空度改善前（2007年10月）と改善後（2009年2月）の一週間の蓄積電流値およびビーム寿命の経過を示します。

真空度の改善がより安定な運転に貢献して、概ね順調な運転が続いていましたが、6月23日の22時入射後のCOD (Closed Orbit Distortion: 閉軌道の歪み) 補正中に、NE7付近の真空が悪化するという現象が発生しました(図4)。現場でリーク調査を開始したところ、偏向電磁石NE6とNE7間にある溶接ベローズのヒダ部分であることが判明しました(図5)。この部分に真空リークが発生した原

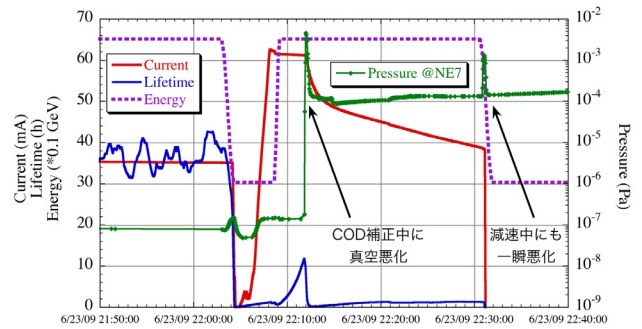


図4 6月23日の22時入射前後のNE7の真空圧力、およびビーム電流、寿命、エネルギーの推移。

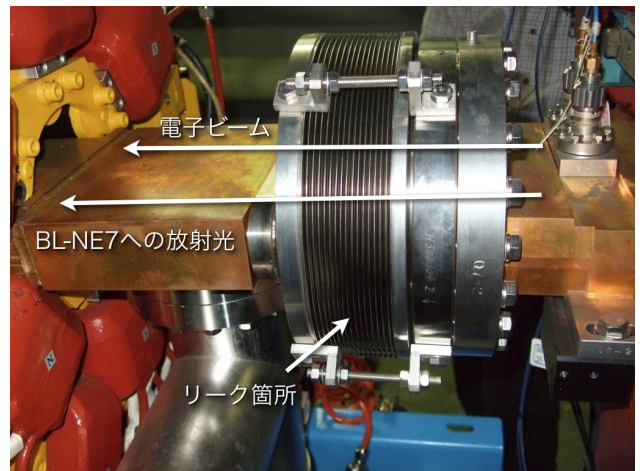


図5 真空リークを起こしたNE6-7間溶接ベローズ。「リーク箇所」矢印の先端付近の奥側溶接部でリークを起こしていた。

因は明確にわかっているわけではありませんが、リーク発生直前にCOD補正がうまくいかず、ビーム軌道が大きく乱れるという事態が発生していました。しかし、軌道が大きくなったからといって、放射光アブソーバとベローズの位置関係から、放射光が直接ベローズのヒダを照射したとは考えにくく、いくつかの要因が複合した結果起こったと推察されます。真空リークはバックシールの塗布による手当を行うことで急激に改善し、24日3:00頃ビーム入射を再開しました。真空の様子を観察しながら、徐々にビームを積み上げ、60 mAまで蓄積したところで、加減速を行ないました。加減速途中でNE7付近での瞬間的な真空度悪化は見られたものの、次第に真空度は改善しビーム寿命もほぼリーク前の値に戻っていること、またベローズの外部温度も異常がないことから、1日2回の入射で行けると

判断し、運転を再開しました。今後は、このままでしばらく様子を見ることとし、万が一同じトラブルが再発しバックシールで止められなくなった場合は、予備ベローズと交換することを想定し、交換作業等の工程などをビームダクト製造および設置業者と打ち合わせ、準備を進めておく予定です。

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 伊藤健二

PF リングの top-up 連続入射と 3 GeV 運転

PF および PF-AR の運転は 6 月末で概ね順調に終了することができました。その中で特筆することとして、PF リングで top-up 連続入射が前倒しで実施されたことです。Top-up 連続入射で蓄積電流値を一定に維持されることにより、光学素子への熱負荷も一定で安定な放射光ビームが実験装置まで導けることは非常に大きなメリットです。このメリットを享受させていただいたことについて、この実現に努力していただいた加速器関係者に御礼申しあげます。この秋以降、PF リングは top-up 連続入射モードで運転されますが、今回の試行期間中に出てきたビーム変動の問題についても早期に解決されることと思います。

さて、この件に絡んで、PF では、3 GeV 運転廃止を PF 懇談会に提案しています。PF リングへの top-up 連続入射は、2.5 GeV 運転においてのみ可能で、3 GeV 運転では成立しません。PF リングへの入射路は 2.5 GeV 対応で、3 GeV で運転するためには、一旦 2.5 GeV でリングへ入射して加速する必要があります。一方、PF で進められているビームラインの統廃合の目的の一つは、高エネルギー X 線実験を PF-AR に集めて行く事です。PF としては、現在進めている AR-NE 棟実験ホール再開発によりその大枠が完成されたと判断しています。2.5 GeV での top-up 連続入射により供給される安定なビームを要望するユーザーが多数いらっしゃるかと判断し、3 GeV 運転は 2009 年 12 月を以て廃止することを提案しています。すでに、各ビームライン担当者を通して皆様の意向をお伺いして大部分のユーザーの方々にはご了解いただいていると理解しています。

2009 年 10 月以降の PF および PF-AR の運転スケジュールは本 PF ニュース (p.17) に掲載されていますが、その中で皆様お気づきのように、マシンスタディーの曜日が変更になっています。電子入射器の定期保守が隔週木曜日に行われるため、その日は top-up 連続入射ができなくなります。そこで、マシンスタディーを月曜日から木曜日にすることにより、ほとんどすべてのユーザータイムで top-up 連続入射が可能となります。この件について、加速器研究施設スタッフのご理解とご協力に感謝します。

現在進行しているビームライン建設等作業

PF および PF-AR の運転も 6 月末に終わり、BL 建設を

実施するスタッフにとっては非常に大変な夏期シャットダウンに入りました。今年も、PF リングでは、BL-1 と BL-13 で新しいビームラインの建設が始まりました。BL-1 では、低エネルギー X 線を用いる微小結晶のタンパク質構造解析用ビームライン、BL-13 では有機薄膜機能性物質研究のための軟 X 線分光ビームラインの建設作業がいよいよ本格的に始動しました。ご存知のように、2005 年に PF リング直線部の増強改造が行われ、新たに 4 箇所の短直線部が生み出されました。これらの短直線部には、short-gap-undulator を設置して X 線領域のビームラインを、また中長直線部はアンジュレータを光源とする軟 X 線領域のビームラインを整備することを基本方針とするビームライン統廃合計画が着実に進められてきています。上述の 2 本のビームラインでは、それぞれ綿密な計画の基に建設が行われており、旧 BL-1A および BL-1B は、BL-8A と BL-8B に移設が終了し、すでに放射光利用実験に供されています。また BL-1C の光電子分光に関する研究は 2009 年 3 月で終了し、今後 BL-28A および新 BL-13A に発展的に吸収されます。旧 BL-13A のアクティビティーは AR-NE1 へ移設され、すでに 5 月 19 日より共同利用実験に公開されています。旧 BL-13B で行われていた研究は、XAFS のビームラインへ吸収されることになっています。このように BL-1 と BL-13 は今春で更地になりました。5 月連休以降床補強工事、ハッチ建設が進められ、夏期シャットダウン中に新ビームラインが設置され、今秋放射光をそれぞれのビームラインに導入する予定です。

縦型超伝導ウィグラーを光源とする BL-14C では、6 月末まではタンデム型に二つの実験ステーションが設置されており、14C1 では二つの実験装置を入れ替えてイメージングの研究が行われてきました。7 月初旬に、14C2 から高圧プレス MAX-III が AR-NE 7 に移設されるべく撤去されました。そこで、14C1 と 14C2 のハッチを合体し、従来入れ替えて使用していた二つの実験装置の常設が可能となりました。このことにより、繊細な分離型干渉計を用いる実験では再調整の時間が短縮され実験効率の向上が期待されます。さて、AR-NE7 は検出器校正用の内部標的ビームラインとして素核研によって使用されていましたが、10 月には放射光を導く予定で新たに放射光用ビームラインの建設が進んでいます。

今後の BL 統廃合整備計画

さて、BL-1A にビームラインが完成すると、4 箇所の短直線部のうち残るのは BL-15 の 1 箇所になります。現在いくつかの研究分野から、コヒーレンス回折顕微鏡イメージング、小角散乱、XAFS 複合解析、高次多極子モーメントの直接観察などの利用提案が出つつあります。この秋には方向性を明らかにしていくことが必要であると考えています。

PF リングの中長直線部に関しては、挿入光源ベースの軟 X 線用ビームラインを整備することが既定方針であることは上述のとおりです。真空紫外から軟 X 線領域のビーム

ラインについては、PF 建設以来偏向電磁石を光源とする多くのビームラインが建設されてきましたが、挿入光源ビームライン整備計画の進展とともに、これら偏向電磁石ビームラインについてもその役割を大幅に見直す必要が出てきました。PF では、ここ 2-3 年にわたり電子物性グループを中心として、偏向電磁石を光源とする真空紫外から軟 X 線領域ビームラインの統廃合について検討を重ね、その方向性がほぼ見えてきましたので関連のメタ UG および関連の UG の方々と相談させていただく機会を持ちたいと考えています。なお、BL-7B は東京大学スペクトル化学センター所属のビームラインでしたが、競争力の低下が顕著でセンター側から閉鎖の申し入れがありましたので、2009 年 6 月末で閉鎖しました。

PF では、現在、生体高分子 X 線結晶構造解析用ビームラインとして、BL-5A, BL-6A, BL-17A, AR-NW12A, AR-NE3A と、5 本のビームラインが運用されています。上述のように、これに加えて BL-1A の建設を進めており、さらに、生命科学グループとしては、ビームラインや実験装置の高度化プロジェクトも行う必要があり、マンパワー的にはかなり苦しい状況になっています。このような状況の中で、BL-1A が放射光利用実験に供される今年度末を目処に、BL-6A の運用を廃止する方向で検討を開始しており、タンパク質結晶構造解析 UG の方々にご相談の機会を設けさせていただき、御意見をいただきたいと考えております。

安全について

新型インフルエンザの発症が確認された 2009 年 5 月のほぼ 1 ヶ月間、ユーザーの皆様が PF で研究活動を行っていただく上でご迷惑をおかけしました。皆様のご理解ありがとうございます。別項の関連記事(p.14)もご覧下さい。

PF では、放射光利用実験が効率よく、かつ安全に行われるために様々な配慮をしています。ユーザーの皆様にも貴重な時間をいただき、毎年 1 度安全講習ビデオを通じて安全な放射光利用実験について考えていただいています。また、安全に関する Web ページも整備し、必要な情報が容易に入手できるようになっています。

ところで、運転当番業務日誌、安全関係者の打合せで比較的多く登場するのは、ロータリーポンプ (RP) 絡みのトラブルです。RP は、放射光利用実験では必須のアイテムであり、真空紫外・軟 X 線のみならず X 線のビームラインでも頻繁に使用される真空排気装置です。RP 内のオイルが劣化しますと、モーターに負荷がかかり、これが長時間継続しますとモーターが損傷し、発煙、発火事故に繋がります。2009 年 5 月 30 日未明、BL-2 の RP が発煙しました。設置されていた鉄製ハッチ内の煙検知器が作動し、火災警報の発報、全 BL のビームシャッターが閉となりました。発煙に先立って、漏電監視システムでも約 1A の漏を検知し、RP とターボ分子ポンプのコントローラからも過電流ブレーカーが動作しました。このように何重もの安全システムが動作し、重大な事故を未然に防ぐことができ

ましたが、結果的に原因探査および対応処置などで 1 時間のロスタイムとなり、ユーザーの皆様にはご迷惑をおかけすることになりました。PF では、RP の定期的なメンテナンスを行っており、所属に関わらず PF では過電流ブレーカーを併用することとさせていただきますので、ご協力をお願いします。

また、実験ホールでは、ベーキングあるいは試料用加熱装置の使用が珍しくありません。前者でも 200-300°C、また後者では 1000°C まで達する場合があります。これらの温度は、可燃物の発火点を遥かに越えており、ベーキングあるいは加熱装置の近くに可燃物があれば発火の原因になります。限られた実験時間で注意が散漫になり、ひやり、はっとされた経験をお持ちの方も少なからずいらっしゃると思います。

幸い、PF では 1982 年の運転開始以来火災は起きていません。また、放射線、化学薬品、電気関連の重大な事故もありません。実験ホールにおいて重大な事故が発生しますと、人的被害および物的損害から事故に関わった方々は肉体的および精神的な被害を被ります。さらに、二次的には、機構内の研究活動の継続にも大きな支障が出るのが容易に想像されます。このことが、意外に精神的な苦痛となるケースもあります。PF においては、今後とも安全の維持管理をキーワードとして運転を継続して行く所存です。ユーザーの皆様におかれましても、放射光利用実験の安全な遂行により一層のご理解とご協力をお願いします。

ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

この 3 ヶ月間の動き

2009 年 6 月から夏にかけてはいくつかの大きな動きがありました。ひとつは 6 月 8 日から 12 日にコーネル大学で「ERL09」<http://www.lepp.cornell.edu/Events/ERL09/> (ICFA: International Committee for Future Accelerators のビームダイナミクス・ワークショップのひとつとして 2 年ごとに開催されており、今回で 3 回目の国際ワークショップ) が開催されました。主催者側の報告で約 170 名の参加者があり、正に 2 年に一度、ERL に特化した議論の場となっています。KEK を中心とした ERL プロジェクトからは図 1 で示すようにプレナリー・セッションで 3 件、各分科会で 9 件、そして施設ポスター 2 件、また分科会のまとめ役を JAEA の西森氏、KEK の坂中氏が務めました。この発表件数から分かりますように、KEK の ERL プロジェクトは世界的に重要な位置を占める状況となって来ており、次回の ERL ワークショップ (ERL11) は日本で KEK と JAEA の共同主催で行うことが決定しております。会議全体の詳細は別の紹介記事 (p.34) を参照いただければ幸いです。

7 月 9 日から 11 日には KEK の国際交流ラウンジで ERL サイエンスワークショップを開催いたしました (<http://pfw>

<Plenary session>

KEK/JAEA ERL Program	H. Kawata (KEK)
Beam Dynamics Challenges in ERL	R. Hajima (JAEA)
X-Ray Applications for ERLs II	H. Kawata (KEK)

<RF & Cryomodules >

KEK ERL Cryomodule Development	H. Sakai (KEK)
KEK ERL HOM Absorber Development	M. Sawamura (JAEA)
Digital LLRF System in KEK and Conceptual LLRF Design for Compact ERL in KEK"	S. Michizono (KEK)

<Injectors, Guns, & Cathodes >

JAEA/KEK Gun Status	N. Nishimori (JAEA)
DC Gun Discussion: Vacuum and Field Emission from Electrodes	M. Yamamoto (KEK)

<Optics & Beam Dynamics >

Design of a 2-Loop Compact ERL	M. Shimada (KEK)
Tolerances for Errors in ERL Lillacs	T. Miyajima (KEK)
Effects of Longitudinal and Transverse Wall Wakefields on ERLs	N. Nakamura (ISSP)
Role of Test Facilities	R. Hajima (JAEA)

<Poster Session>

KEK ERL Light Source Project	S. Sakanaka (KEK)
JAEA ERL Development Group	R. Hajima (JAEA)

図1 ERL09での発表リスト

ww.kek.jp/pf-seminar/ERL/workshop/ 図2はワークショップの様子を示します)。昨年10月に行われたERL推進委員会で、「ERLに特徴的なサイエンスをもっと精鋭化すべき」との意見を受け、昨年末に並河東京学芸大学教授に議長をお願いし、ERLサイエンス戦略会議を行い、ERLの高繰り返しのコヒーレント放射光、100フェムト秒放射光パルス性から期待される特徴的実験手法の吟味と、その手法によって切り開かれるサイエンスケースの方向性を以下のよ

- 1) 不均一系の科学(触媒, デバイス, 薄膜・界面, 生物等の局所・原子/電子・構造)
- 2) 時空間スケールの階層構造(高分子, 相転移, 細胞等の空間および時間における揺らぎを含めた階層構造)
- 3) 時間分解測定法による物質研究
- 4) 既存測定の高精度化
- 5) 極限を実現する装置・光学系の検討

この中の既存測定の高精度化は言わずもがなのところがありますので、今回のワークショップでは1), 2), 3), 5)のセッションごとにその分野の第1人者の方にERLへの期待を含めた話題提供を頂き、その実現に向けての開発要素の検討を各セッションの世話人を中心として最終日の総合討論でまとめる、と言う形のワークショップを開催いたしました。のべ人数で85名の参加を頂き、活発かつ有意義な議論が展開されました。このワークショップの詳細も別の報告記事(p.24)を参照いただければ幸いです。



図2 ERLサイエンスワークショップでの著者

7月31日には第2回ERL推進委員会が開催されました。以下の議事次第のもと、オープンミーティング形式で議論を行いました。

- (1) ERL 計画進捗状況概要
- (2) 各要素技術の開発進捗状況について
- (3) ERL サイエンスの検討
- (4) 今後のERL 計画推進について

頂いた貴重なコメントに関しましては次号でお知らせいたします。

コンパクトERLの建設状況

前号にて東カウンタホールでコンパクトERLが今年度から建設フェーズに入ったことを報告しました。東カウンタホールではまさに急ピッチで、従来原子核実験を行ってきっていた実験装置および放射線シールドブロックの整理が行われています(図3参照)。完全に整理が終了した状況ではありませんが、今年2月の作業前と比較しますと変化の様子がよくわかると思います。7月中旬からは、内部の整理を進めると同時に建物の老朽化対策の一環で外壁の断熱処理, 居室の耐震整備, 屋根の修復のための足場の建設も進んでいます。尚, より詳細な進捗状況はhttp://pfwww.kek.jp/ERLoffice/pik_eastCH/のサイトに掲載していますのでご覧ください。

一方, コンパクトERLの加速器要素(超伝導空洞, RF電源, 冷凍設備等)の製作も順調に契約が進行していますが, 最も開発要素の高い高輝度電子銃に関して新たに21年度の補正予算の導入が確実となりました。その結果, 500 kV/DC電子銃の第2号機製作, およびそれに続く電子ビーム入射部とその評価装置をPF-AR南棟に作製すべく関係者一同作業を開始しています。従来, 次世代放射光に必要な高輝度電子銃の開発は, JAEA, 広島大学, 名古屋大学との協力のもと第1号機の製作を進めてきています。しかし, フォトカソードの材料開発, 高電界下での電子放出が少なくかつ放出ガスの少ない材料開発, そして総合的に高輝度大電流電子ビームの実現という数々の開発項目を有しており, 第1, 第2号機を用いて開発機(R&D機)と実機との棲み分けを行い, コンパクトERLの建設

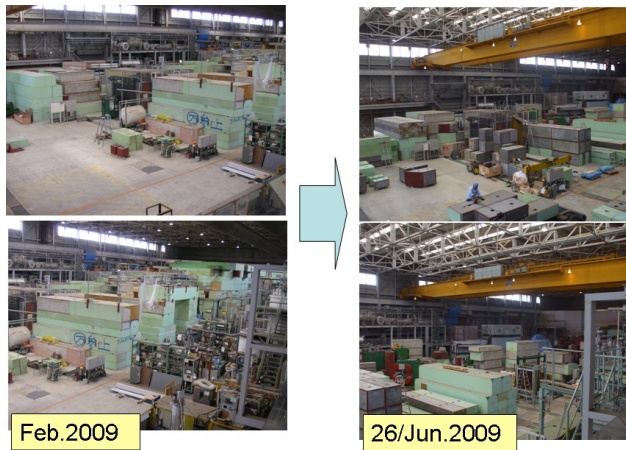


図3 東カウンターホールの整備状況

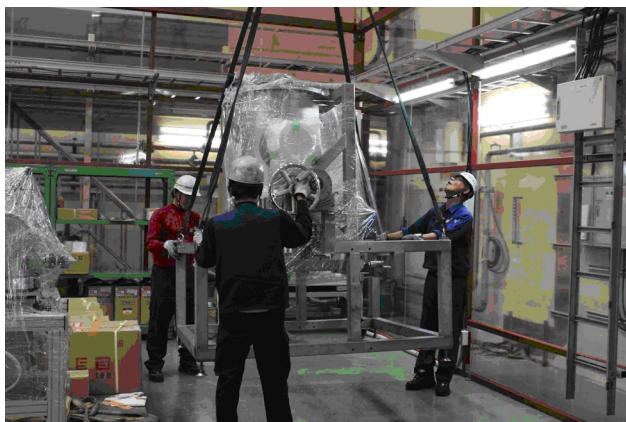


図4 200 kV/DC 電子銃の PF-AR 南棟への移設作業（上）と移設が完了した 200 kV/DC 電子銃（下）。

に向けて整備していくことを予定しています。ERL の高輝度電子銃用フォトカソードの開発に関しましても、従来 NEA-GaAs 系の開発を精力的に進めてこられている名古屋大学理学研究科・中西暁名誉教授、桑原真人助教、奥見正治研究員、名古屋大学工学研究科・竹田美和教授、宇治原徹准教授の強力な研究開発チームの協力のもと、その設計および試作をする開発体制が構築されてきております。また、前号で予告しておりましたが、5月20日に名古屋大学の中西研究室で開発された 200 kV/DC 電子銃が PF-AR 南棟に移設されました（図4参照）。この 200 kV/DC 電子銃は、

実機の 500 kV 電子銃が立ち上がる前に、入射部の諸々の調整を行うとともに、フォトカソードの寿命測定等の開発研究に使用する予定です。山本将博特別助教、本田洋介助教、内山隆司技師補、宮島司助教、松葉俊哉特別共同利用研究員のもと、移設後、電子銃および Preparation システムのリークテストを行い、輸送時の振動などで漏れが発生してない事を確認しています。また、PF-AR 南棟のビニール小屋側面にクリーンユニットを設置し、クラス数千レベルの準クリーンルームの環境を整え、電子銃組み立てや真空作業にとってより良い環境を達成し、ベーキングモニターシステムを設置後、プリ・ベーキングおよび本ベーキング、高電界試験、その後接続部のベーキングを経て、8月下旬に電子銃からのビーム取出しを行う予定です。順調にビーム取り出しに成功すれば、フォトカソードの NEA 表面寿命測定を9月には開始する予定です。

ユーザーグループ運営ステーション (UG 運営 ST) 制度の正式発足

共同利用・広報グループ 小林克己

昨年度に提案させていただいたユーザーグループ運営ステーション (UG 運営 ST) 制度では、PF 施設とユーザーグループ (UG) とが連携してステーションまたは装置の運営に責任を持つことになることから、その運営に関する詳細が PF 施設と PF 懇談会の間で検討されておりました。またその過程において懇談会内の UG からのご意見・質問などが PF 側に寄せられておりました。

7月8日に開かれました PF 懇談会運営委員会・UG 代表者合同会議におきまして、それらに対する PF 側からの回答を説明し、さらに議論をいただいた結果、この制度が認められましたので改めて内容をご紹介します。

PF としては利用者である UG の責任を伴う形でのステーション運営をお願いするので、どのように評価をするかが重要な問題となります。それに対しては以下のような方法、観点を提案させていただきました。

- 更新時期の半年前に評価委員会を開き、下記の評価項目に関するヒアリングおよび質疑応答を基に継続・更新するか判断する。
- 委員会メンバーは PF 執行部および PF 懇談会から推薦された委員とする。
- 評価の観点は以下の通りとする。
 - ▶ 論文登録数が毎年 10 報程度（成果が挙がっているか？）
 - ▶ ビームタイム要求が配分可能ビームタイムより多い。（実験ステーション利用希望が多いか？）
 - ▶ 実験グループ or 有効課題が定期的あるいは増えている。（立ち上げフェーズの ST では重要。実験ニーズが増えているか？）
 - ▶ 新規実験グループが参入している。（立ち上げフ

ューズの ST では重要。利用分野が拡大しているか？新規ユーザーへの教育はされているか？)

- ▶ WG が管理している装置類の維持管理が適切に行われている。
- ▶ WG と UG, および WG とユーザーとの連携に問題がない。
- ▶ ST 運営に対する UG および WG からの財政的貢献 (予算投入額)
- ▶ ST 運営に関する次期 3 年の計画, および今後の展望

また, UG から選ばれた WG メンバーには PF のスタッフに準じた用務をしていただきますので, それにふさわしい待遇を用意しました。WG の用務と特典は以下のようになります。

- 運営 WG メンバーの用務
 - ▶ 共同利用実験が円滑に行われるよう装置の維持・管理及び一般ユーザーの実験支援, 新規ユーザーの教育を PF と協力して行う。
 - ▶ ビームタイム配分案を作成する。
- 運営 WG メンバーの特典
 - ▶ 予算: 運営グループ責任者は所内担当者を通じて, 毎年 12 月頃に翌年度の予算申請を行うことができます。執行は所内担当者が行います。
 - ▶ PF への出張: WG メンバーの出張は機構の共同研究員に準じます。この用務による出張はビームタイムによる制限を受けないので, ほぼ自動的に承認されます。
 - ▶ やむを得ない事情で大学院生を運営 WG の用務で出張させたいときはビームタイム外で出張申請を行い, 理由を書いてください。
 - ▶ ビームタイムの確保: WG メンバーは「優先ビームタイム」(注 1), あるいは「留保ビームタイム」(注 2) を利用して最大 25% のビームタイムを確保できます。ビームタイム配分案を作成する前に申請してください。また, 調整, 立ち上げのためのビームタイムを確保できます。
 - ▶ 居室: WG メンバーが来所したときのデスクワークのために居室スペースを確保できます。(複数の UG 運営 ST で一つの居室を使っていただくケースもあります。)

注 1. 優先ビームタイム: 物構研の職員および大学院生が, 実験手法や試料のテスト, 新しい研究の予備実験などのために優先的に使えるビームタイム。

注 2. 施設留保ビームタイム: ビームタイム配分時にあらかじめ留保枠を決めておき, 故障などの補填, 装置の性能向上, 新規ユーザー開拓のための試行実験, その他運用の柔軟性を確保するために利用するビームタイム。

PF 懇談会からの個別の質問, 意見に関する回答は別稿(「PF 懇談会だより」)の「PF 懇談会 UG へのアンケート結

果」(p.47)) の通りです。これらの議論の結果, 提案された UG 運営 ST の制度は正式に承認されました。PF 懇談会運営委員会・UG 代表者合同会議での質疑応答については今号に掲載されている同会議の議事メモも参照下さい。

いろいろな事情から試行という形で以下の UG 運営 ST がすでに動いていますが, これらの UG 運営 ST にも今回承認された制度が適用されます。それらの UG 運営 ST は以下の通りです。

- 低速陽電子 UG (低速陽電子ビームライン)
- 酵素回折計 UG (BL-10C)
- 小角散乱 UG (BL-15A)
- 粉末回折 UG (BL-4B2)
- 物質物理 UG (BL-6C)

構造物性ビームライン BL-8 の現状

放射光科学第二研究系 中尾朗子

これまで PF ニュース等でお知らせしてきましたように, BL-8 は構造物性研究のためのビームラインとして 2007 年度から再建設が始まり, それまで利用されてきた BL-1A および 1B のアクティビティを移す作業が行われ, ほぼ現在までに終了しています。

BL-8B は, 2008 年度第 1 期運転終了後すぐに閉鎖された BL-1B のビームラインコンポーネントおよび IP 回折計の移設を行い, コミッショニング期間を経て, 2008 年 11 月に共同利用実験が開始されました。また, BL-1A は 2008 年度第 2 期まで共同利用実験ステーションとして利用してきましたが, 運転終了後の冬期シャットダウン期間中に, 実験ハッチ, BBS を除く実験ホール側の機器を撤去するとともに, ビームラインコンポーネントを BL-8A へ移動しました。BL-8A は 2009 年度春には回折計の設置作業および既に新設されている基幹部との接続が行われ, 2009 年度第 1 期に光導入および立ち上げを経て 6 月中旬より共同利用実験が行われています。表 1 に主な BL-8A と 8B の光学系性能を掲載します。

表 1. Preliminary characteristics of the beam

	BL-8A	BL-8B
Horizontal Acceptance (mrad)	1.71	1.80
Photon Energy (keV)	5 - 19	5 - 19
Beam size (H (mm)×V (mm))	0.82×0.52	0.75×0.45
Photon Flux at the sample position (phs/sec) 400 mA	3.2×10 ¹¹ (12.4 keV) 8.8×10 ¹⁰ (18 keV)	2.2×10 ¹¹ (12.4 keV) 7.9×10 ¹⁰ (18 keV)
Energy Resolution (ΔE/E)×10 ⁻⁴	~ 5	~ 5

新 AR-NE1 における 共同利用実験開始のお知らせ

放射光科学第二研究系 亀卦川卓美

2008 年度より建設作業を進めて来た新しいレーザー加熱超高压実験用ビームライン AR-NE1A は、2009 年 5 月 19 日より共同利用実験に公開いたしました。ただ集光光学系の整備に遅れが生じてしまい、結局全ての光学系完成は 5 月末にずれ込んでしまいました。その間は立ち上げ作業と並行してビームタイムを利用させていただくことになってしまい、一部のユーザーの方にご迷惑をおかけいたしました。更にそれ以降も、分光器冷却水系ガasketの放射線損傷による水漏れや分光器結晶位置のずれ等、予期せぬトラブルに見舞われてしまい、ユーザーの貴重なビームタイムを復旧・調整作業に費やしてしまいました。この場をお借りしてお詫びいたします。また BL-13A から新 AR-NE1 への実験装置一式の移動には高压ユーザーグループが主体的に作業を進めていただきました。こちらは建設スタッフを代表してお礼を申し上げます。現在は秋からの共同利用に向けて、レーザー加熱超高压実験ステージ改造やオフラインの新ラマン分光測圧装置の整備等に鋭意当たっている最中です。

本ビームラインは、BL-13A の超高温・超高压下における X 線回折実験のアクティビティーと旧 AR-NE3A で培われた核共鳴散乱を合わせて新しい地球科学の研究分野を探

ることを目的として建設されたビームラインです。

詳細につきましては、担当者（放射光科学第二研究系 亀卦川卓美 takumi.kikegawa@kek.jp）までお問い合わせください。

新ビームライン AR-NE3A の現状

放射光科学第二研究系 山田悠介

これまでの PF ニュース等で報告してきましたように、2008 年 3 月からアステラス製薬株式会社からの受託研究という形で建設作業を進めてきた新しい構造生物学研究用ビームライン AR-NE3A が 2009 年 4 月より本格利用を開始しました。そして、2009 年 4～6 月期のビームタイムを大きなトラブルもなく無事に終えることが出来ました。

AR-NE3A は、多数の低分子化合物について対象とするタンパク質との複合体構造のスクリーニングを行う創薬研究を主眼において建設されたビームラインです。このような研究では迅速且つ正確な回折データセット収集が求められます。既存の構造生物ビームラインに比べて高い集光率で試料位置でのビーム強度をより高めたり、大面積高速読み出し且つ高感度な CCD 検出器を導入したりすることで、回折データ収集に必要な露光時間を短縮化できるようにしました。表 1 は 2009 年 3 月に行われたビームラインコミッション時の AR-NE3A、及び AR-NW12A で

表 1. Data collection conditions and statistics for a human metabolic enzyme.

	AR-NW12A	AR-NE3A
Crystal size (mm)	0.5 × 0.1 × 0.02 (thin plate)	0.5 × 0.1 × 0.02 (thin plate)
Space group	<i>P1</i>	<i>P1</i>
Cell dimensions		
<i>a</i> (Å)	86.152	86.137
<i>b</i> (Å)	85.326	85.152
<i>c</i> (Å)	86.117	86.147
α (deg.)	94.337	94.362
β (deg.)	93.887	93.885
γ (deg.)	119.111	119.113
No. of subunits / ASU	8 (2 tetramers) 2,080 a.a. (2 × 4 × 260 a.a.)	8 (2 tetramers) 2,080 a.a. (2 × 4 × 260 a.a.)
Detector	ADSC Q210r	ADSC Q4R*
Wavelength (Å)	1.000	1.000
Exposure time / image (sec.)	10	3
Total rotation range (deg.)	180 (0.5 × 360 images)	180 (0.5 × 360 images)
Resolution (outer shell) (Å)	1.65 (1.68-1.65)	1.6 (1.63-1.60)
No. of observed reflections	480,415	510,629
No. of unique reflections	243,952	267,586
Multiplicity	2.0 (1.9)	1.9 (1.9)
Mean <i>I</i> / $\sigma(I)$	21.8 (2.1)	24.4 (2.6)
R_{sym} (%)	6.9 (45.5)	7.3 (40.5)
Completeness (%)	95.9 (94.7)	95.7 (94.4)

* ビームラインコミッション時は CCD 検出器として Q4R を使用。
(提供元：昭和大学田中信忠准教授，日下部吉男助教)



AR-NE3A の実験装置の様子。左から PAM, 高精度回折計, CCD 検出器 (Quantum270)

の回折データ測定の比較ですが、AR-NE3A が AR-NW12A よりも短い露光時間で同等以上の質の回折データを取得できていることが分かります。AR-NE3A では BL-5A, AR-NW12A と同様に幅広い波長領域 (0.7 ~ 2.0 Å) が選択可能で、この波長選択性を生かした MAD/SAD 実験も容易に行えるようになっています。

多量の試料をスクリーニングする創薬研究では、実験の一つ一つに実験者の手を介することは効率的とはいえず、測定そして解析という実験の流れを全て自動化することも重要な要素となります。そこで AR-NE3A の利用に合

わせて、ビームライン制御システムの改修を行い、全自動データセット収集・処理システムを構築しました。これまでも実績のあるサンプル交換システム (PAM) の利用に加えて、試料のセンタリングの信頼性の向上、データ収集後の自動データ処理システムの開発、それらを統合する制御ソフトの更新を行うことで、このシステム構築を実現しました。実験者は、予め試料とそのデータ収集条件を記載したリストを登録し、試料を PAM 内に設置させ、システムをスタートさせた後は、ほとんど手を介することなく、データ処理結果までを得ることが可能になっています。このシステムは 4 ~ 6 月期のビームタイムでも実際に利用され、創薬研究において大きな役割を果たしました。

2009 年 4 月から始められた本格利用では、アステラス製薬による専有的な利用のほか、大学・公的研究機関による共同利用及び他の民間企業による施設利用に利用されました。現在 PF では 5 本の構造生物ビームラインが一般利用されていますが、ビームラインにより光源性能こそ違うものの、実験ハッチ内の実験装置、制御システム、そして解析環境はどのビームラインでも極力統一するように開発されています。したがって今回はじめて AR-NE3A を利用したユーザーも他のビームラインと同様の実験操作で特に違和感なく利用していただけたいと思っています。また、同様に上で説明した全自動データセット収集・処理システムは AR-NE3A に限らず、他のビームラインでも利用可能ですので、興味のある方はビームラインスタッフに一声かけていただければと思います。