

入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 古川 和朗

運転概要

2012年度の運転統計によると、総運転時間は5331時間(-2.9%)、故障率は1.30%(+0.24ポイント)であった(括弧内は前年度比)。故障率については入射器としての故障を表しており、PF・PF-AR入射に使用していない機器の故障や予備装置を使用した時間も含まれているため、全てが実際の入射へ影響したわけではない。震災復旧やSuperKEKBに向けた建設・試験を継続していることを考慮すると、相応の値だと思われる。故障の中では、昨年11月に発生した、AC_35_4加速管の冷却水路からの真空漏れの入射への影響が、比較的大きかった。近年の運転統計は次のとおりである(図1)。

今年度は4月1日に入射器を立ち上げ、8日PF入射、9日PF-AR入射がそれぞれ順調に始まった。入射器後半部分で仮電子銃(GU_31)を使用して入射運転を継続しながら、前半部分ではRF電子銃(GR_A1)に用いるファイバ・レーザ、レーザ増幅、光学系、マイクロ波源の調整などの他、アライメント作業の継続と測定データ解析、ダンピング・リング接続部のビームライン構築作業、カンタル同軸負荷の大電力試験や陽電子捕獲に用いられるフラックス・コンセントレータの大電力試験など、多数の開発作業が行われている。

施設検査準備

電子陽電子入射器は、5月に放射線施設検査(ダンピング・リング入射路および出射路の新設に伴う遮蔽と性能変更のための施設検査)を受ける予定になっている。これ

は、SuperKEKB計画に向けた改造に伴う計画的な検査の一段階であり、今回は主にダンピング・リングの建設とビーム加速試験の共存を図るために必要となっている。震災復旧のために多少遅れていたが、昨年11月に予備検査を行い、この施設検査の前提条件となる600mの入射器全体を通したビームの確認に震災後初めて成功した。その後、SuperKEKBに向けた建設全体の予定を考え、熱電子銃を一度撤去して、光陰極RF電子銃(GR_A1)を設置した上で検査を受ける予定となっている。新規開発のイッテルビウム媒質ファイバ・レーザを導入し(図1)、これまでに開発を続けてきた長寿命・高量子効率のイリジウム・セリウムを用いた光陰極やディスク・アンド・ワッシャー(DAW)タイプの空洞と組み合わせて、ここ数ヶ月、低エ



図1 Ybファイバ・レーザ発振器とファイバ・レーザ増幅器。

表1 近年の運転統計。

| | 運転時間 | 運転達成時間 | 延故障時間 | | 延故障回数 | | 平均故障間隔時間(MTBF) | | 平均故障時間(MTL) | |
|--------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|----------------|---------|-------------|---------|
| | x(時間) | y(時間) | x-y(時間) | | z | | x/z(分) | | (x-y)z(分) | |
| | | | Failure | RF Trip | Failure | RF Trip | Failure | RF Trip | Failure | RF Trip |
| FY1999 | 7,297 | 6,499 | 537 | 261 | 1,888 | 69,994 | 232 | 6 | 17 | 0.22 |
| FY2000 | 7,203 | 6,577 | 466 | 160 | 2,401 | 39,380 | 180 | 11 | 12 | 0.24 |
| FY2001 | 7,239 | 6,839 | 310 | 90 | 1,304 | 21,420 | 333 | 20 | 14 | 0.25 |
| FY2002 | 7,086 | 6,813 | 205 | 68 | 1,424 | 17,372 | 299 | 24 | 9 | 0.23 |
| FY2003 | 6,815 | 6,500 | 253 | 62 | 2,259 | 17,462 | 181 | 23 | 7 | 0.21 |
| FY2004 | 7,117 | 6,936 | 129 | 52 | 2,323 | 12,956 | 184 | 33 | 3 | 0.24 |
| FY2005 | 6,988 | 6,846 | 86 | 56 | 1,752 | 12,467 | 239 | 34 | 3 | 0.27 |
| FY2006 | 6,927 | 6,777 | 95 | 55 | 1,665 | 13,064 | 250 | 32 | 3 | 0.25 |
| FY2007 | 6,322 | 6,148 | 120 | 54 | 1,914 | 12,684 | 198 | 30 | 4 | 0.26 |
| FY2008 | 6,556 | 6,390 | 117 | 49 | 1,536 | 11,228 | 256 | 35 | 5 | 0.26 |
| FY2009 | 6,362 | 6,193 | 108 | 61 | 1,316 | 13,443 | 290 | 28 | 5 | 0.27 |
| FY2010 | 5,847 | 5,721 | 89 | 37 | 1,027 | 8,079 | 342 | 43 | 5 | 0.27 |
| FY2011 | 5,492 | 5,301 | 58 | 133 | 766 | 38,258 | 430 | 9 | 5 | 0.21 |
| FY2012 | 5,331 | 5,191 | 69 | 71 | 859 | 14,893 | 372 | 21 | 5 | 0.29 |

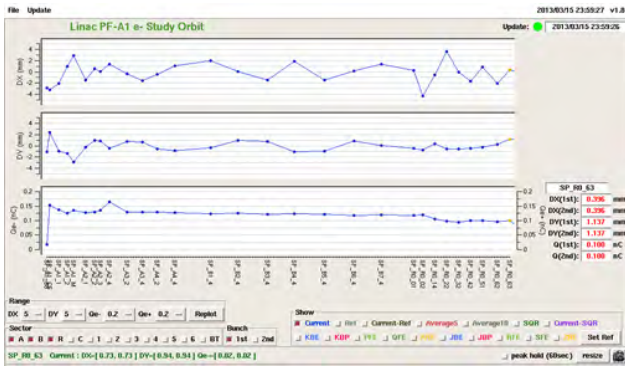


図2 RF電子銃を用いて約140mを導いた1.7GeV 0.1nCのビームの軌道。グラフは横軸が観測位置、縦軸が上から水平位置、垂直位置、ビームパンチ電荷。較正が充分でないデータも含まれる。

ミッタンス・ビームの安定加速を目指してきた。

当初、電子系加速器は2月25日に年度内の通常運転を停止し、その後4月までビーム運転の予定は無かった。しかし、交換した電子銃の安定化の準備が完全に終了できていたわけでは無かった。そこで、施設検査に万全のビーム状態で臨むことの必要性を重視し、臨時電子加速器運転計画策定・調整委員会を開催していただき、3月中に6回、準夜のみ運転を認めていただいた。関係者には感謝したい。この運転ではレーザー光の光学切り出し機構などに進展があり、マイクロ波やタイミングの微調整により試験に十分耐えるビームが確認された(図2)。

陽電子増強

SuperKEKB計画においては、究極のルミノシティを目指して、蓄積電流を倍増させるとともに、採用されるナノビーム方式によって10分程度まで短くなるビーム寿命に対応するために、入射器の陽電子ビームも大幅に増強する必要がある。

陽電子ビーム強度増強の方策の1つとして、陽電子捕獲効率を向上させるために、これまでの磁場強度2TESLAの空芯型パルスコイルに代わるものとして、4TESLA級のフラックス・コンセントレータ型パルスソレノイドの開発を進めている。SLAC及びIHEPで使用されたフラックス・コンセントレータの設計を参考にして、試作1号機を製作した。また入射器で使用されているクライストロン・モジュレータ電源を改造した試験用パルス電源を用いて、テストスタンドで1号機の磁場分布測定や大電流通電試験を行っている(図3)。実用運転時に想定される最大電流値12kAに対して、テストスタンドでは現在のパルス電源で最大使用可能な6kAまで到達しており、放電の問題等も特になく、順調に通電試験が進んでいる。

陽電子強度増強の当初の設計では、陽電子発生標的直下流の加速管はLバンド(1298MHz)とし、通常のSバンドシステムと比較して大口径と長波長の特性を生かす計画であった。周波数の選択には、入射器とリングの共通周波数の整数倍であるべきこと、サテライトバンチを避け得る

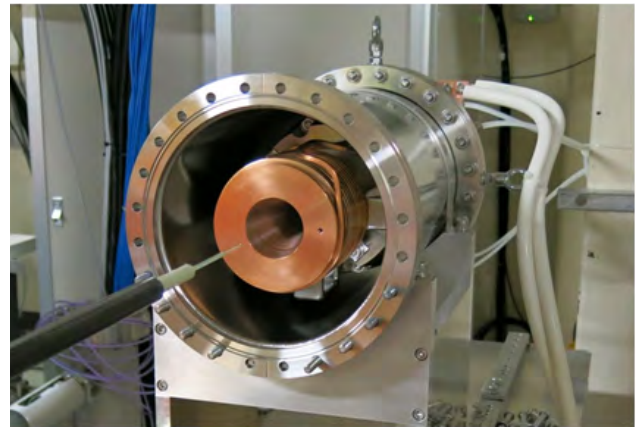


図3 フラックス・コンセントレータの大電力試験。



図4 Lバンドクライストロンなどのマイクロ波源地上側設備。

周波数関係を持つこと、リニア・コライダとのシナジーなどが考慮された。Lバンドのシステム開発に2010年度より着手し、マイクロ波源(40MWクライストロン)、加速管(15MW入力時に加速勾配12MV/m)の設計製造を開始した。その後、設計の再検討を経て、Sバンドシステムでの設計が可能であり、経済性・保守性も優位であることから、SuperKEKB開始時点にはLバンドは導入せず、代わりに口径の大きなSバンド加速管を採用することとした。

しかし、Sバンドでは要求仕様に対して余裕が小さく、将来の特性向上に対してはLバンドシステム導入の可能性があるため、これまで製作した各種Lバンド機器の性能確認のため、高電力試験を行なった。三菱電機と共同開発のクライストロンは、加速管を運転するために必要なパワー及びパルス幅(30MW, 1.5μs)で安定な運転ができることを確認した(図4)。また、日立製作所と開発した加速管も、パルス幅500ns~700nsでピークパワー約6MWまでの性能を確認した(図5)が、定格での試験は、時間的制約のため見送った。経済性と重量のための真空仕様アルミ導波管を開発し、その性能も実証された。さらに、2011年度に東芝と共同開発した、SiCダミーロードの高電力試験も行い、良好な性能を確認した。

Lバンドシステムの場合、巨大化するソレノイド収束マ

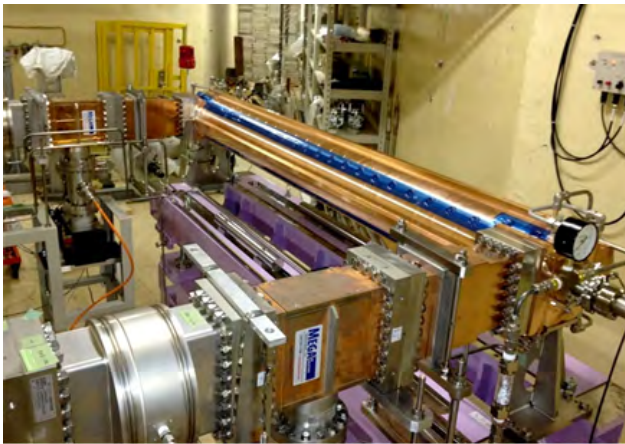


図5 大電力試験時のLバンド加速管など地下側設備。

ダミーロードの小型化のため、Lバンド加速管ダミーロードとして、セルの内面にマイクロ波吸収材（カンタル）を溶射

光源の現状

光源リングの運転状況

冬の停止期間の後、PFリング、PF-ARは概ね順調に運転を再開した。図1に、2月5日～2月25日まで両リングの蓄積電流値の推移を示す。両リングともに2月25日9:00に運転を停止して、春の停止期間に入った。この停止期間中には、PFリングにおいてBL-15新アンジュレータビームライン建設に伴う基幹チャンネル等の作業が行

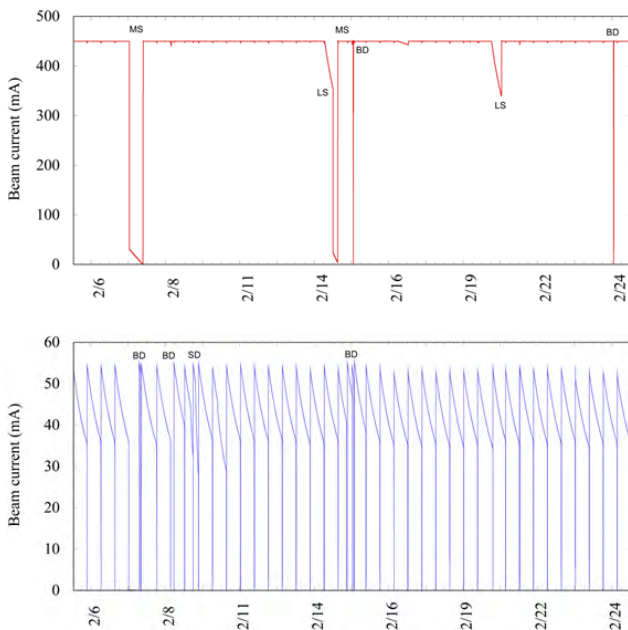


図1 PFリングとPF-ARの蓄積電流値の推移。MSはリングマシニング調整、LSは入射器調整、BDはビームダンプ、SDは寿命急落を示す。

したコリニア・ロードの開発も行った。吸収剤の最適な溶射法の選定、溶射条件の最適化、また、溶射面の機械的強度の試験（剥離試験）、溶射面からガス放出の測定（真空特性評価）などを行ない、問題が無いことを検証した。

体制

今期、技術職の新人として田中窓香さんが入射器加速管グループに加入した。現在進行中の SuperKEKB に向けた改造において、加速管グループの進める建設やアライメントでの活躍が期待されている。一方、長年マイクロ波グループにおけるマイクロ波源・電源や低電力システムの開発維持、さらに電子入射器の放射線担当者を努められた本間博幸技術副主幹が、昨年度末をもって定年を迎えられた。放射光施設建設当初からマイクロ波源の安定運転に成果を上げられ、大きな貢献をされたことに感謝したい。お願いをして、当面は放射線担当者を継続していただけることになっている。

加速器第七研究系研究主幹 小林 幸則

われた。H25年度の立ち上げは、PFリングが4月8日、PF-ARが4月12日に行われ、4月の運転も概ね順調に行われた。

平成24年度の運転統計

表1と2に、平成24年度のPFリングおよびPF-ARの運転統計を示す。平成24年度の加速器総運転時間は、光熱費上昇等の諸事情により、例年に比べて600時間ほど短くなっている。しかし、ユーザ運転時間は、加速器の調整時間を減らすことで、200時間程度の減少にとどめた。加

表1：平成24年度PFリングの運転統計

| | 合計(h) / 率(%) |
|-----------|-----------------|
| 加速器総運転時間 | 4416.0 / 100.00 |
| 加速器調整時間 | 624.0 / 14.13 |
| 予定ユーザ運転時間 | 3792.0 / 85.87 |
| 実ユーザ運転時間 | 3752.9 / 84.98 |
| 加速器故障時間 | 39.1 / 0.89 |

表2：平成24年度PF-ARの運転統計

| | 合計(h) / 率(%) |
|-----------|-----------------|
| 加速器総運転時間 | 4080.0 / 100.00 |
| 加速器調整時間 | 408.0 / 10.00 |
| 予定ユーザ運転時間 | 3672.0 / 90.00 |
| 実ユーザ運転時間 | 3643.2 / 89.29 |
| 加速器故障時間 | 28.8 / 0.71 |

速器の故障時間に関しては、PFリングの前期運転でRF高圧電源やサーキュレータ水漏れ等のトラブルはあったものの、夏の停止期間中に対処したことにより、後期運転では安定に運転されたことから、例年と比べて大幅な故障時間増加とはならなかった。PF-ARは例年と同程度の故障時間となった。

PF-AR 直接入射路トンネル建設

SuperKEKB 運転時にも PF-AR の安定な入射を確保するため、4リング (SuperKEKB:HER, LER, PFリング, PF-AR) 同時入射を実現するとともに、PF-AR の入射を 6.5 GeV フルエネルギーにすることで将来トップアップ運転を目指した PF-AR 直接入射路増強計画がスタートしました。H25年度は、電子陽電子リニアック第3スイッチヤードから PF-AR の南西部へ向けてほぼ直線に近い直接入射路トンネルの建設 (図2) をほぼ一年かけて行う予定です。現在施設部と建設業者の間で、詳細な工程の検討および作業の準備に取り組んでいます。トンネル建設には、道路の通行止めが必要になりますが、通行止めの期間でも、迂回道路で通行していただくことで、全くアクセスできなくなるような場所ができないように配慮する予定です。現時点での建設工程では、前期運転期間は PF 光源棟へのアクセス道路の通行止めはありませんが、後期運転では道路の通行止めが生じます。このアクセス道路と KEKB 周回道路の通行止めを同時に行わない等の処置により、徒歩で来られた PF ユーザの皆様にも極力不便にならないような対策を検討をしています。ユーザの皆様におかれまして、通行止めの期日・期間、迂回路の情報に注意を払って頂くようお願いします。工事期間中は何かとご迷惑をかけることとなりますが、PF-AR 直接入射路トンネル建設へのご理解・ご協力のほどよろしくをお願いします。

人の動き

加速器第7研究系の阪井寛志さんと原田健太郎さんが、4月1日付けで准教授に昇任されました。阪井さんには、引き続き光源第2グループに所属し、放射光源加速器の高周波加速システムに関する研究・開発および次世代放射光源 ERL における超伝導空洞開発において中核的な役割を、原田さんには光源第1グループに所属し、次世代放射光源 ERL を含めた放射光源加速器の高電磁石システムに関する研究・開発において中核的な役割を担って頂くことを期待しています。

さらに、加速器第7研究系の多田野幹人さんが前任技師に昇任されました。多田野さんには、引き続き光源第4グループに所属し、将来光源を含めた放射光源加速器のビーム診断システムに関する技術開発を行って頂くとともに、技術職員のまとめ役としての役割を担って頂くことを期待しています。

本年度4月1日付けで、分子科学研究所助教の阿達正浩さんが、加速器第7研究系に助教として異動して来られました。阿達さんには、光源第1グループに所属して頂き、次世代放射光源 ERL を含めた放射光源加速器における挿入光源の開発・研究に取り組んで頂くことになりました。

最後になりましたが、加速器研究施設の施設長として、さらには機構の専任理事として12年間にわたり重責を担われてこられたのち、一年だけでしたが加速器第7研究系に教授として配属されました神谷幸秀さんが、3月31日付けで退職されました。神谷さんにはシニアフェローとして、継続して光源第1グループに所属して頂き、今後も軌道に関連する研究・開発と若手の教育指導を担って頂けることを念願しています。



図2 PF-AR 直接入射路および工事エリア。赤線で示したところが矢板をする新トンネル部分、緑線が工事境界のフェンスで囲まれる部分、水色部分がフェンス扉、橙色で塗られた部分が道路覆工場所で、建設工事期間中支障がない限り通行可能にする部分。

はじめに

2013年4月より伊藤健二前主幹（現シニアフェロー）の後任として、放射光科学第一研究系主幹に着任した熊井玲児です。PFのスタッフとしてはまだまだ新参者ですが、PF執行部の一員として微力ながら、共同利用の利便性の向上や、PFの将来計画などを通じてユーザーの皆様へ貢献していきたいと思っております。昨今の予算あるいはマンパワーなどのリソース不足、装置の老朽化に伴う故障など、共同利用に際してご不便をおかけしている部分も多々あるかと思いますが、ひとつでも多くの改善点が見いだせるよう、ユーザーの皆様と執行部をはじめとするPFスタッフ一同とのコミュニケーションをより密にしていければ、と思います。私自身も物構研着任前に外部ユーザーとしていくつかのPFのビームラインを使ってきた経験から、ユーザーとしての視点も持ち合わせております。幸い(?)にも、主幹着任後も現場での作業にかなり時間を費やしておりますので、実験ホールで見かけた際にお気軽にコメントをお寄せください。

少しだけタイムスケールの大きな話になりますが、PFも共同利用開始（1983年）から30年が経過しようとしております。今年は次期光源として期待されているERLの実証機であるcERLの運転も始まるなど、PFの将来計画にとって大切な時期を迎えております。PFの将来を決める上で、ユーザーの皆様からのご意見が重要な意味をもってきます。これまでに共同利用を通じて築き上げられてきたPFのアクティビティをより向上させるためにも、将来計画へ積極的な声を上げていただくようお願いいたします。施設側からの情報発信も、このPFニュースや、webサイトを通じて迅速に行っていくよう努めて参ります。

運転、共同利用関連

PF、PF-ARともに、2月25日（月）朝まで運転を行いました。当所の計画よりもやや伸びたものの、電気代の高騰や予算の削減などの影響で例年よりも早い時期に運転を停止せざるを得なくなりました。多忙な2月よりも3月にビームタイムの配分が欲しかった、というコメントもお聞きするなど、ユーザーの皆様にはご迷惑をおかけしたかと思えます。年々削減される予算と高騰する電気代の流れを止めることは難しいですが、PFのプロジェクト経費以外の収入を運転資金として確保することなど、様々な努力を行っており、今後も最大限運転時間を確保できる方法を検討していきたいと思っております。運転終了後には、少し時間をおいて3月14日（木）から2日間にわたり、物構研サイエンスフェスタが開催されました。多くのPFユーザーの皆様にご参加いただきありがとうございました。昨年まで行われていた物構研シンポジウムとPFシンポジウムを統合した物構研サイエンスフェスタでしたが、いかがでした

でしょうか。今後も物構研で利用できる4つのプローブ（放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子）のユーザーが一堂に会する貴重な機会として、積極的な参加をお願いいたします。

4月以降の運転では、PFでは4月12日（金）に、PF-ARでは4月16日（火）に、それぞれ無事にユーザー実験が再開されました。26日（金）の朝からゴールデンウィークを挟んで一時運転を停止しますが、その後、5月9日（木）の朝から運転が再開され、PF、PF-ARともに6月28日（金）の朝までの運転を予定しています。この間PF-ARの直接入射に向けた入射路変更作業の一環として、トンネル工事の開始が予定されています。PF、PF-ARへの道路及び歩道の一部が工事の影響で使用出来なくなることが予想されています。工事期間や代替通路などの情報が判明次第アナウンスを行う予定になっておりますので、ご協力をお願いいたします。また、秋以降の運転スケジュールについては5月頃に決まる予定です。

一方、PFの実験ホール内に目を移すと、ビームラインの改編・統廃合計画に基づいていくつかのビームライン建設が進行中です。2月の運転停止後にBL-2、BL-15周辺で、旧ビームラインコンポーネントの移設・解体作業や、床の補強などの大がかりな工事が行われました。これらのビームラインの統廃合計画は既にPFニュースやPFシンポジウムでもお伝えしている通りですが、BL-2は日立製作所と共同で広いエネルギー範囲をカバーするVUV・SXビームラインの建設が、またBL-15では高輝度ビームを利用した小角散乱とセミマイクロビームを利用したXAFS用のビームラインの建設が進められています。これにともない、これまでBL-15で展開されていたイメージングなどの一部のアクティビティは、BL-20Bへの移行作業を行っています。2005年に行われたPFリングのアップグレードによって増設された短直線部には、BL-17A（2005年）、BL-3A（2008年）、BL-1A（2010年）、と短周期アンジュレータによる硬X線ビームラインが建設されてきましたが、今回のBL-15の建設により一段落することになります。新BL-15は夏の停止期間中にビームライン建設を行い、秋にはコミッションを開始し、年内に共用を開始する予定です。BL-2では、今年の冬に既存のSX用アンジュレータ光による分光光学系及び測定装置の調整を進め、SX領域での共同利用を開始した後、2014年春にはVUV領域用のアンジュレータを設置して、VUV・SX領域全体での利用実験を実施する予定になっています。このほか、春のシャットダウン期間中にBL-13では光電子分光用の新しいブランチの建設が行われました。

人事関連

この春にもいくつかの人事異動がありました。最初に述

べたように、昨年まで放射光科学第一研究系主幹として PF の運営に多大な貢献をされてこられた伊藤健二さんが定年退職されました。4 月からはシニアフェローとして PF に在籍され、共同利用をはじめとする PF の運営に引き続きご協力いただいております。また、VOEGELI Wolfgang さんが東京学芸大学に、豊田智史さんが京都大学にそれぞれ異動されました。新天地でのご活躍、またユーザーとして PF を利用していただけることを希望しております。

昇任関連では、小菅隆さんが、技師から前任技師に、田中宏和さんが准技師から技師に、森丈晴さんが技師から専門技師に、それぞれ昇任されました。

また、新しく PF のメンバーに加わっていただいた方を簡単にご紹介いたします。安達成彦さん（特別助教）、千田美紀さん（特任助教）のお二人は構造生物学研究センターで、千田俊哉センター長とともに研究をされる予定です。安達さんはバイオ産業情報化コンソーシアム（JBIC）で、転写機能に係わるクロマチン因子群の構造生物学的な研究をしてこられ、今後もこのテーマ、特に巨大な複合タンパ

ク質に関する研究をされる予定です。千田美紀さんは産業技術総合研究所において蛋白質の結晶化スクリーニングと結晶工学的処理の方法の開発をされてこられました。今後もこの研究テーマを継続され、特にタンパク質複合体の結晶化に力を入れるとのことでした。

齊藤耕太郎さん（特任助教）は、これまでレオン・ブリルアン研究所（LLB）で、新奇な反強磁性秩序をもつ物質の磁気構造解析などの研究を行ってこられました。今後は小野寛太准教授とともに、主に元素戦略プロジェクトで中性子と放射光を相補利用した磁性材料の構造物性的な研究を行う予定です。

上條亜衣さん（技術員）は、大学院修士課程修了後、新卒で技術職員へ採用されました。現在建設中の BL-15 ビームライン建設チームに加わり、建設作業やコミッションングなどを経験し、一連のビーム制御技術を習得することを手始めに、大学院時代に研究されたライフサイエンスをベースとして、小角散乱ビームラインの運用にも参加される予定です。

ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

はじめに

いよいよ 2013 年度の幕が開かれました。ERL 計画に取って節目の年度となります。2006 年度に ERL 計画推進室が発足し、厳しい予算状況の中、ERL の開発研究を進め、特にそれらの要素技術を確認する cERL の建設を進めてきました。機構として本当に cERL の建設を行うか否かを議論するために 2010 年 4 月に一度予算を棚上げして「ERL 評価専門委員会」を開催し（http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/erl_hyouka/index.html）、その技術開発方針と予算、マンパワーの実現性を評価頂き、2012 年度末までに運転を開始する計画を開始した経緯がありました。現在に至るまでの間には震災もあり若干遅れましたが、1 ヶ月遅れで電子ビーム調整のための試運転に辿りついた所です。この、ほぼオン・スケジュールの建設は「ERL 次世代放射光源を KEK で実現するのだ」という強い志をもった加速器集団の力以外の何者でもないことに感謝する次第です。おそらく、この PF ニュースがウェブに掲載される頃には、既に放射線施設検査も終了し電子ビームの調整運転も本格化しているものと想像しています。

一方、東日本放射光計画が放射光のコミュニティーに広く知られる様になった所で、「3 GeV クラスの第 3 世代放射光源がコストパフォーマンス良く建設する事ができる。」ということから、『ERL といった回折限界放射光源かつ短パルス放射光源の実現の前に、「3 GeV クラスの第 3 世代放射光源」の実現が先である』という議論が学術会議のマスタープランに放射光学会が取りまとめた形で提出されました。しかし、前号にも書きました様に ERL の加

速器技術のベースとなる連続ビームの超伝導ライナックは、XFEL-O といった夢の光の入口となることも射程に入れて、ERL の開発チームはその「夢の光」の実現に向けて、cERL の研究開発を現在全力で進めています。

cERL：建設から運転へ

この 4 月からの入射部の運転に向けて、昨年 6 月に現場に設置し、9 月に 2 K までの冷却、チューナーや入力カプラーの低電力での試験を終えていた前段加速超伝導空洞は、2 月 5 日から高周波の大電力試験を行ないました。3 台の空洞 1 台ずつパワーを導入し、すべての空洞で所定の性能を確認すると同時に当初の目標である 5 MV の加速は可能であることを確認しました。高輝度電子銃に関しましては、JAEA から KEK に移設する際に明らかとなった問題も原因が判り、無事に電子ビームを発生する状況まで cERL のサイトで立ち上げる事ができました。また、この高輝度電子銃の性能は世界のトップクラスであり、3 月 14 日に、「次世代光源用光陰極直流電子銃から 500 keV 大電流ビーム生成に成功」に関するプレス発表を協力して開発を進めてきた JAEA、KEK、広島大学、名古屋大学の共同で行いました。まさに、回折限界 X 線放射光源である ERL を実現していくにあたり重要な一里塚となる事象です（<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20130314150000/>）。

このプレス発表をきっかけに、日刊工業新聞が 3 月 19 日の朝刊で「500 kV 電子ボルトの大電流ビーム、原子力機構等、次世代光源に道」を掲載し、日本経済新聞が 4 月 4 日の朝刊に「瞬時の化学反応動画に」という記事を掲載

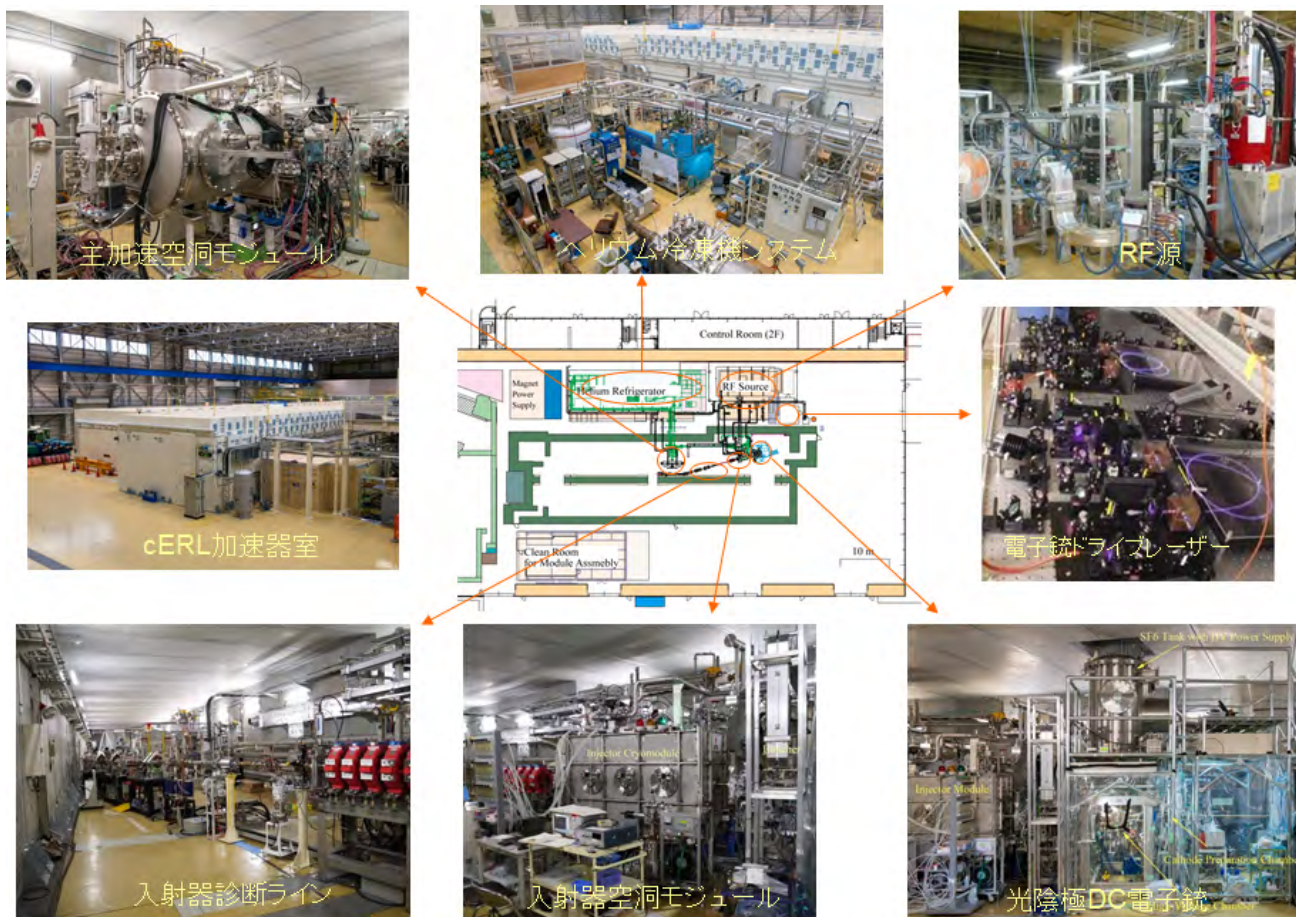


図1 現状のcERLの各部の状況。

しています。

図1は現状のcERLの各部の状況です。JAEAと共同で開発している高輝度電子銃、入射部超伝導空洞、入射器診断ライン、光電子ドライブレザーシステム、RF源、ヘリウム冷凍システム、主加速部超伝導空洞、そしてそれらを収納するcERL加速器室（放射線シールド）です。特に4月から6月末までに加速器運転では、高輝度電子銃から発生する電子ビームを入射部超伝導空洞で加速しその電子ビームの性能を入射器診断ラインで評価することとなります。4月11日に佐々木放射線科学センター長による主任者検査を無事に合格し、4月15日の週から電子ビーム運転（入射部のビームテスト運転）に向けて超伝導空洞の冷却を開始しました。15日の週は超伝導空洞の冷却とエージング等を行い、4月22日から26日に、順にビームテスト運転を開始しました。先ず4月22日には電子銃からの390 kVの電子ビームを確認し、23日には390 keVの電子ビームが超伝導空洞を通過させました。24日には入射部超伝導空洞の一つの2セル空洞だけにRFパワーを投入して、約600 keVまで加速、そして、25日には所定の5 MeV迄の加速に成功しています。26日には5 MeVの電子ビームオプティクス調整を行なった上で、マクロパルス（1 msec）で電流を増強し、約200 nAの電流で、5月23日に予定している放射線施設検査の必要項目迄の調整に成功しました。非常に順調なビーム運転開始の裏には、



図2 cERLのコントロール室で調整運転の様子を見守るERL関係者。

ここまで開発してきたメンバーの努力と支えてくださった皆様の力添えの御蔭と思っています。まだ、始まったばかりですが、今後、6月末までは入射部のビーム調整を行い、夏のシャットダウンで周回部の設置作業（マグネット、真空ダクト等）を行なって、11月からいよいよERLの周回運転の調整を開始する予定です。図2は、cERLのコントロール室で調整運転を行なっているときに集まって来ているERL関係者の写真です。

ERL 計画の対内外の活動

cERL の建設ではないですが非常に重要な一ステップは、ERL 計画の愛称とロゴの決定です。そのお披露目は3月14-15日に開催された物構研サイエンスフェスタのPFシンポジウムで行いました。愛称はPEARL (Photon Factory ERL Advanced Research Laboratory)



図3 ERL 計画の愛称「PEARL」とそのロゴマーク。

図3 ERL 計画の愛称「PEARL」とそのロゴマーク。図3のロゴマークは、真珠と電子加速器をモチーフに Photon Factory から PEARL への発展をデザインしたもので、光輝く星は、生み出されるサイエンスの輝き、研究者の閃きや情熱を表し、研究がもたらす成果の大きさを表す象徴として地球をイメージさせるブルーをベースとしています。どうか、今後ともよろしく願いいたします。その決定には昨年度の年度当初からユーザーの方々を含めて推薦作業を経ましたが、物構研の広報グループにご尽力頂いたことをここに深く感謝いたします。

また、ERL 関係の委員会や研究会関係でも2月から3月にかけて多くのイベントがございました。

まず、2月7～8日に行われたPF-SACでは、PF及びPF-ARの運営を議論、そしてアドバイスを頂いていますが、今回はKEKのロードマップを策定する状況にも有り、将来計画(ERL及びcERL)の進捗に関してアドバイスを頂きました。ERL関係で頂いたアドバイスは以下の通りです。

- ◆ PF-SACは3 GeV-ERLへの準備とcERLの建設の進展に感銘した。3 GeV-ERLを実現できる世界でも唯一の研究施設であり、かつ3 GeV-ERLの第2ステージであるXFEL-Oは非常に魅惑あるものである」と言う2012年7月に開催されたERL IACの結論を強く支持する。
- ◆ 2012年度末に電子ビーム運転を開始すべく、ERL建設チームに特筆すべき努力が認められる。
- ◆ PF-SACはcERLを用いたサイエンス(レーザー逆コンプトンX線技術)の実現を奨励する。cERLのポテンシャルユーザ開拓と新しいアイデアの形成を要望する。
- ◆ 全体の成功を実現するに当たり、フィールドエミッションの解決が重要で有り、それに予算を投入する事が重要である。

また、この機会にcERLの見学を行い、委員の先生方の現在の進捗状況を理解頂きました(図4)。



図4 2月に開催されたPF-SACでのcERLのサイト見学の様子。



図5 KEK-BINPのcollaboration meetingにてBINPのクリパノフ博士(中央)と談笑する著者(左)。右はShanghai Synchrotron Radiation FacilityのZhao Zhentang所長。

続いて、2月14日、15日に韓国のPOSTECHで「Workshop on Science Outlook and R&D Issues for an X-Ray Free Electron Laser Oscillator (XFEL)」が開かれ、KEKのERL計画の概要の講演を行いました。加速器のR&Dはもちろんです、XFELでどのようなサイエンスが開けるかというアイデアを含めて議論する場が提供されていました。またPALではXFELのプロジェクトも予算化されて建設が行われており、SASE-XFEL、SEEDED-XFEL、そしてXFELとそれぞれに分類してサイエンスの議論が行われていることも印象的でした。

そして、2月27日にKEK-BINPのcollaboration meetingがノボシビルスクのBINPで有り、ERLプロジェクトの現状を報告すると同時に今後のコラボレーションの内容に関する議論に参加してきました。BINPはERLに関して歴史的に世界で魅的な立場を築いていますし、PFの将来計画を作っていくに当たって、BINPのクリパノフ博士から大きな寄与を頂きました。BINPからは今後、3 GeV-ERLの設計に関して協力したい旨の打診を頂いています。図5はミーティング中にクリパノフ博士と談笑する小生です。このように、ERL計画は確実に世界の放射光施設の中で認知されるとともに、その地位を築いてきています。今後とも、どうか実現に向けてご支援ください。

第7回放射光科学研究施設諮問委員会 (PF-SAC) 報告

放射光科学研究施設長 村上洋一

去る2013年2月7、8日に第7回の放射光科学研究施設諮問委員会 (PF-SAC) が開催されました。委員長の Ingolf Lindau スタンフォード大学教授から Executive Summary and Closing Remarks が送られてきましたので、その要約をお知らせします。なお、これまでの PF-SAC および分科会のプログラムや委員会からの報告書については、次の URL: http://pfwww.kek.jp/publications/review_isac.html からご覧いただけます。

以下の質問は、事前に PF から PF-SAC メンバーにお送りしたものです。本委員会では、これらの質問に対して我々からの報告などを基に議論を行い、まとめて頂いたものです。

質問1：今後10年間のPFの将来計画について

◆ (PF-SAC) PF のビームライン統廃合計画, PF-AR 直線入射路計画, 時間分解実験への取組計画を支持する。コンパクト ERL 計画の成功は 3 GeV ERL 計画にとって重要であるので、この計画の優先的推進を薦める。3 GeV ERL の CDR 完成やワークショップの開催など、本計画のリーダーシップを賞賛する。3 GeV ERL の建設・コミッションの予定を守り、ユーザーの放射光利用に支障をきたさないようなプランを作ることを推奨する。構造生物学研究センターと構造物性研究センターの成功は、今後の PF のロードマップにおいて重要である。

質問2：PF-AR への直線入射路建設計画について

◆ (PF-SAC) PF-AR の性能向上において重要な本計画を強く支持する。将来の PF-AR 利用のために挿入光源の更新を推奨する。

質問3：BL-2 と BL-15 のビームライン改造計画について

◆ (PF-SAC) BL-2 の改造は、物質科学の広い領域における ARPES, XPS, XAS の推進を可能にする。BL-15 の改造は、SAXS, XAFS, XRD を使った広いサイエンスをサポートする有効なものである。SAC はこれらの改造を強く支持する。

質問4：時間分解実験研究分科会の諮問について

◆ (PF-SAC) 時間分解分科会の諮問とそれに対する回答を支持する。本分科会は運転モード切替えの効率化のため NW14 の改造を示唆した。時間分解実験にコンパクト ERL の光を利用することを薦める。時間分解実験に必要な高速検出器の継続的な開発を推奨する。XFEL 施設 (LCLS と SACLA) もまた時間分解の科学をターゲットとしている中、PF はインパクトの高い結果を出す方策を見つける必要がある。PF-AR での硬 X 線, PF での軟 X 線を利用した時間分解実験はユーザーにとって魅力的である。



図1 PF-SAC の委員, サイエンストピックスの講演者と PF スタッフ。

質問5：PF-UA の組織化について

◆ (PF-SAC) PF の新しいユーザーコミュニティ PF-UA の発足を歓迎する。PF-UA の PF 運転時間確保への働きかけを評価する。PF-UA の小委員会がうまく機能することを希望する。多くのアクティブなメンバーを確保し、ユーザーコミュニティが活発な活動を行うことを勧める。

質問6：cERL および ERL プロジェクトについて

◆ (PF-SAC) 3 GeV ERL の準備と cERL の進行状況に感銘を受けた。3 GeV ERL の国際諮問委員会の結論を支持する。特に、KEK と JAEA の協力は ERL 建設の成功にとって重要である。また、XFEL-O は極めて刺激的で、ダイナミクス研究の大部分の領域において変革をもたらすものである。cERL 建設メンバーの努力を大いに賞賛する。逆コンプトン散乱実験の推進を支持する。また、cERL ポテンシャルユーザーの継続的な関与と新しい実験のアイデアの提出が望まれる。一方、観測されたフィールドエミッションの原因を突きとめるために十分な配慮を行い、そのためのリソースを配分することも重要である。

以上の6件の質問への回答以外に、以下のようなコメントを頂きました。

○次期 KEK ロードマップを高く評価する。日本の放射光科学に対して KEK が果たす役割は非常に重要である。

○PF-SAC で発表されたサイエンストピックスの内容は極めて印象的であった。

○PF の優れた研究成果、国内外の研究協力など高く評価するが、一方で何度も指摘しているように、マンパワー不足は大変深刻である。

○PF は大学院生や若手研究者に対して先端的研究の場を提供している。

○復興予算は有効に使われ、迅速に復興が行われたことを評価する。

○PF の若手研究者は、PF の運転・運営に優れた洞察を持っており、彼らとの個別面談は非常に有意義であった。

光電子分光器用光学系 BL-13B の整備

放射光科学第一研究系 間瀬一彦

2013年3-4月に表面化学研究用高輝度真空紫外軟X線ビームラインBL-13Aを分岐して、光電子分光器用光学系(BL-13B, 図1, 図2)と光強度モニター用超高真空槽を設置しました。光エネルギー範囲と光エネルギー分解能はBL-13Aと同様(図3) [1]ですが、 2° 入射 4° 振りの高次光除去平面鏡(図4)が設置されているため、クロム蒸着面、ニッケル蒸着面を利用すると、炭素K吸収端領域、窒素K吸収端領域の高次光をそれぞれ除去することができます。4-6月に調整を行ない、7-9月にBL-13Aの光電子分光装置SES-200を移設して第2期から共同利用への提

供を始める予定です。詳細につきましては、担当者(間瀬一彦, 放射光科学第一研究系, mase@post.kek.jp)までお問い合わせください。

BL-13B設置は、間瀬、豊島、菊地、田中、雨宮が担当し、インターロックシステム、制御系の構築は小菅、濁川、斉藤、永谷が行ないました。最後になりましたが、BL-13B設置にご尽力くださいました日本アクシス、三菱SC、トヤマの皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] A. Toyoshima, T. Kikuchi, H. Tanaka, K. Mase, K. Amemiya, and K. Ozawa, J. Phys.: Conf. Ser. **425**, 152019 (2013).

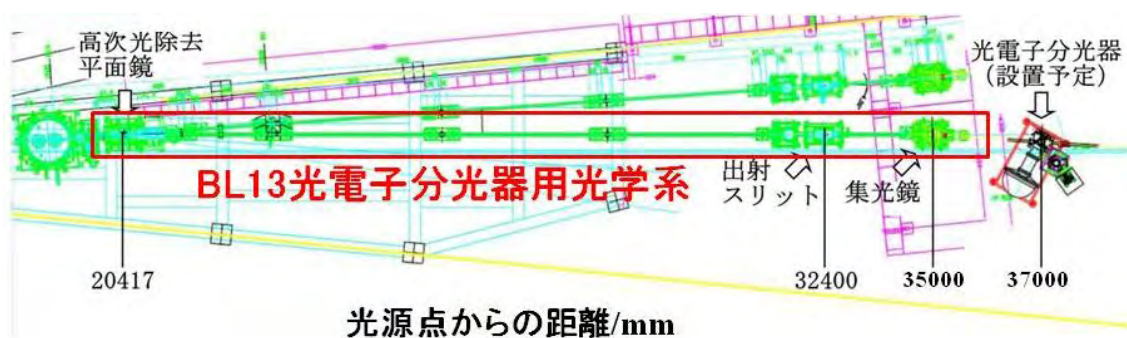


図1 BL-13Bのレイアウト。

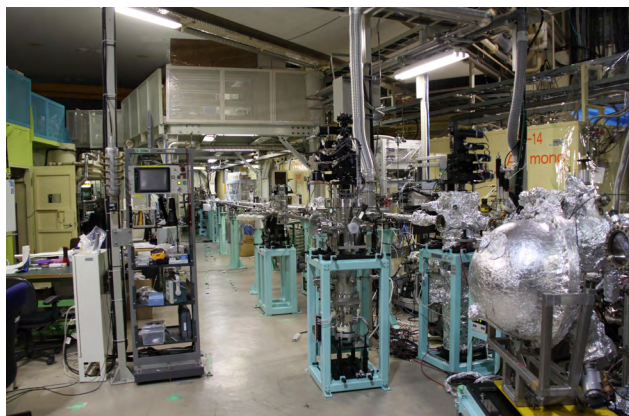


図2 設置直後のBL-13Bの写真。

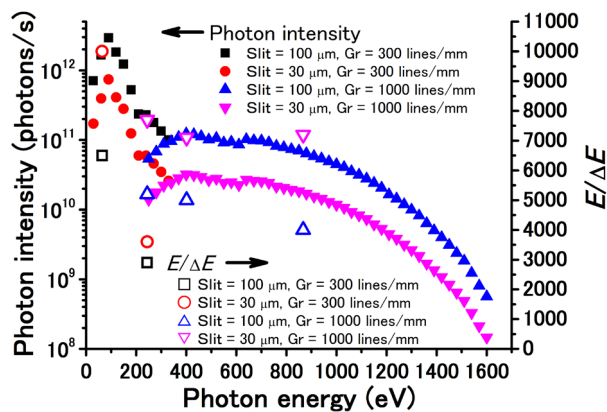


図3 BL-13Aの光強度と光エネルギー分解能 [1]。

高次光除去平面鏡の正面図(縦40mm、横100mm)

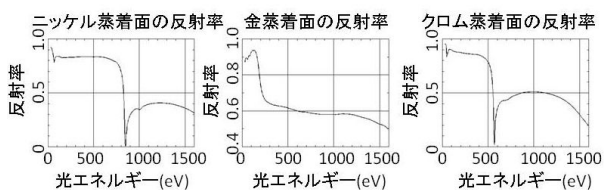
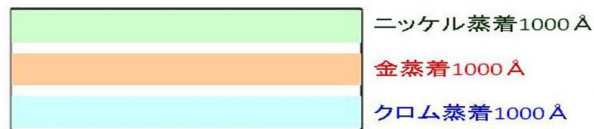


図4 2° 入射 4° 振りの高次光除去用平面鏡。