

入射器の現状

加速器第五研究系主幹 古川 和朗

電子陽電子入射器

電子陽電子入射器は3月14日に2011年度の運転を終えた。昨年度は震災復旧が大きな課題となり、榎本前主幹の下、限られた資源の中でできるだけ早期の放射光施設への入射につとめた。4月末には入射器後半部分のマイクロ波を投入し加速管のコンディショニングを始め、5月初旬には放射光施設への試験入射を始めることができた。前半部分の復旧はまだ進んでおらず、部分仮復旧の状態での運転であったが、昨年度内は5492時間も運転することができた。この時間は通常より二割程度少ないものの、故障率(マシンダウン)は1.1%で、入射への影響(ビームロス)は0.07%と比較的安定なビーム供給ができた。

放射光施設 PF, PF-AR への入射のために、入射器の全8セクタのうち終段の3セクタのみを運転してきている。震災による架台の損傷やずれは大きく、ミリメートル以上のアライメントのずれがわかってきているが、再度の地震による被害を避けるための最低限の架台の増強を行ってきた。PF, PF-AR へはどうか入射を行なっているが、SuperKEKBの低エミッタンスビーム入射には少なくとも0.1mmに近いアライメント精度が必要となる。3月の停止中には#4-4ユニットの大きなずれだけは修正したが、今年度後半にはSuperKEKBに向けた機器の設置も始まるため、夏の停止中にはアライメント作業を行うべく、準備を進めている。ビームシミュレーションと比較しながら、時間的、経済的に成り立つ修復の方法を探っているところである。

2012年度の運転は4月2日に始まり、PF, PF-AR への

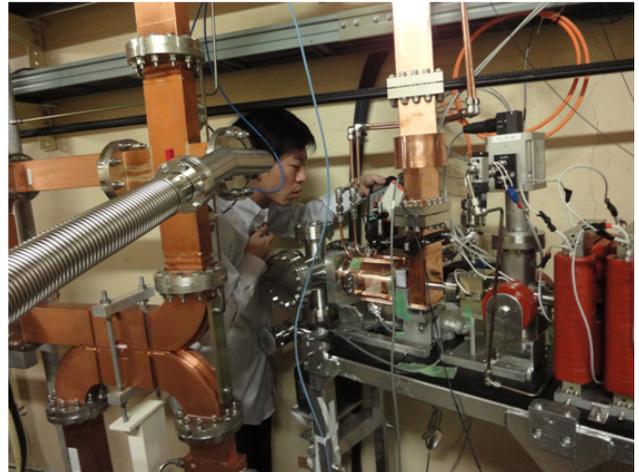


図2 低エミッタンス大電流のビームを生成するフォトカソードRF電子銃の開発が進められている。

入射も9日、10日にそれぞれ開始し、順調である。放射光施設への入射を行いながら、並行してSuperKEKBに向けた低エミッタンスRF電子銃の開発も継続している。停止期間中にもこれまでのカソードのランタン・ボライドを、より量子効率が高く、安定度が高いと思われるイリジウム・セリウムに交換した。レーザーの発振増幅系も大幅に構築しなおし、いくつかの問題点を克服して、1nCを超えるビームが得られるようになっている。将来の運転維持を考え、運転員の教育も始めている。

毎週水曜日のビームスタディ時間を利用した研究開発も各蓄積リングへの入射の高度化のために進められている。RF電子銃関連を中心として、最近ではタイミング系更新や、ビームワイヤスキャナの読み出し系更新などを行なっている。

SuperKEKBへの低エミッタンス陽電子ビーム入射のために使用するダンピングリングの土木工事、A1電子銃室の拡張工事、加速管準備室の拡張工事など、いくつかの施設工事も並行して進めていただいている。また、夏の停止中の工事についても、施設部、放射線管理部に協力をいただきながら、期間内に終わられるよう予定を詰めているところである。

なお、長年マイクロ波グループの責任者を務められた福田茂樹教授が昨年度末をもって退職された。放射光施設建設当初からクライストロンの開発や安定運転に成果を上げられ、また、電子入射器のみならず、cERLやJ-PARC、リニア・コライダなどのマイクロ波システム全般に大きな貢献をされたことに感謝したい。また、主幹も任期で交代することになったのでよろしくお願ひしたい。



図1 入射器の西側で進むダンピングリング建設のための杭打ち作業。並行してA1電子銃室拡張工事、加速管準備室拡張工事なども進んでいる。

光源リングの運転状況

冬の停止期間後、PFリングは1月16日、PF-ARは1月20日に順調に立ち上がり、それぞれ1月19日、1月23日にユーザ運転を再開した。図1に、立ち上げから2月9日までの蓄積電流値の推移を示す。

この期間PFリングでは、2月3日9:00から2月9日9:00までの6日間、ハイブリッドモードでユーザ運転を行った。図2にハイブリッドモードのバンチフィルパターンを示す。今回のハイブリッドモードは、1バンチあたり約3 mAで130バンチのマルチバンチ部分(400 mA)と1バンチ50 mAのシングルバンチで構成し、通常マルチバンチ運転と同じ蓄積電流450 mAで運転した。2月5日早朝に1度だけRF空洞の反射によるビームダンプが起こった。PFリングにおいて初めてのハイブリッドモード運転ではあったが、フィードバックによるビーム不安定性の抑制や、バンチフィルパターン制御が良好に動作し、何とか運転できたという印象である。運転状況としては、真空ベローズ部や形状変換部でシングルバンチ運転時以上の温度上昇が見られ、これらの箇所ですべて真空度の悪化が起こっていた。マルチバンチ運転と同じ電流値の放射光照射によるガス放出に加え、バンチ電荷が増えたことに由来する高次モードロスの発熱が重なって、ビームダクト内の平均圧力は通常運転時の 10^{-8} Pa台からほぼ一桁上昇した。真真空的にはなかなか厳しい運転であった。

PF-ARは小さなトラブルはあるものの、運転は概ね順調であった。1月28日20:30の入射後、1度だけビーム寿命

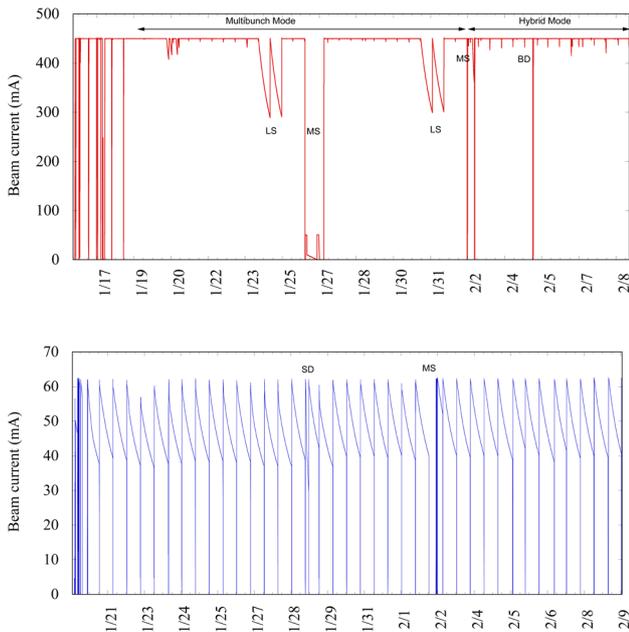


図1 PFリングとPF-ARの蓄積電流値の推移。MSはマシン調整、LSはリニアックマシン調整、BDはビームダンプ、SDは寿命急落を示している。

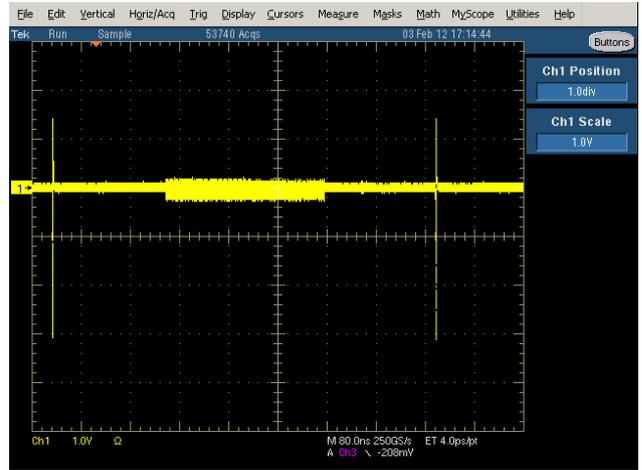


図2 PFリングハイブリッドモード運転時のバンチフィルパターン。リング一周は624 nsで図は約1.3周分に相当する。今回はマルチバンチ(130バンチ、260 ns)とバンチギャップ(182バンチ、364 ns)のほぼ中央にシングルバンチをセットしたフィルパターンとなっている。

の急落が発生したため再入射を実施した。両リングともに、予定通り3月14日9:00まで順調に運転が行われた。

平成23年度の運転統計

表1と2に、平成23年度のPFリングおよびPF-ARの運転統計を示す。両リングともに平成22年度に比べリングの運転時間はそれぞれ約300時間、約500時間の減少となった。さらに、5~7月までの前期運転が震災復旧のためのリングおよびビームライン調整運転と算出されているため、ユーザ運転はそれぞれ約1300時間、約1100時間の減少となっている。故障時間に関しては、前期の調整運転期間は頻

表1 平成23年度PFリングの運転統計

	合計(h)/率(%)
リング運転時間	4696.0 / 100.0
ユーザ運転時間	2809.2 / 63.9
震災によるビームライン調整時間	805.2 / 17.1
リング調整時間	1069.9 / 22.8
故障時間	11.7 / 0.25

表2 平成23年度PF-ARの運転統計

	合計(h)/率(%)
リング運転時間	4131.5 / 100.0
ユーザ運転時間	2941.5 / 71.2
震災によるビームライン調整時間	592.0 / 14.3
リング調整時間	570.0 / 13.8
故障時間	28.0 / 0.68

度は高かったものの、9月中旬からの後期運転では故障時間が少なくなり、故障率はむしろ例年より良いという結果となった。

人の動き

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ました神谷幸秀前理事が、4月1日付けで加速器第七研究系の教授として着任されました。今までもPFリングやPF-ARの高度化、放射光将来計画であるERLに対して大所高所から助言や激励を頂いて参りましたが、約20年ぶりに現場でともに働くことができるようになり、とても感慨深いものがあります。神谷さんには、光源第一グループに所属して頂き、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期待しています。

物質構造科学研究所中性子科学研究系の技師でありました下ヶ橋秀典さんが、4月1日付けで加速器第七研究系に異動になりました。下ヶ橋さんには、光源第4グループに所属して頂き、得意な技術を活かし、将来計画を含めた放射光源におけるビーム診断に関する技術開発を行っていたことを期待しています。

加速器第一研究系の非常勤研究員をされておりました佐藤皓さんが、4月1日付けで第七研究系に異動になりました。佐藤さんは以前陽子シンクロトン電磁石電源を担当され

ており、加速器の電源に関して専門家であります。佐藤さんには、第6グループに所属して頂き、ERL電子銃開発とくに高圧電源開発において、若手を指導して頂きたいと期待しています。

加速器第七研究系の谷本育律さんと梅森健成さんが、4月1日付けで准教授に昇任されました。谷本さんには、継続して光源第3グループに所属し、放射光源加速器の真空システムに関連する研究開発において中核的な役割を担っていただくことを期待しています。梅森さんには、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担って頂くことを期待しています。

さらに、加速器第七研究系の高橋毅さんが専門技師に昇任されました。高橋さんには、引き続き光源第2グループに所属し、将来光源を含めた放射光源加速器の高周波加速システムに関する技術開発を行って頂くことを期待しています。

最後になりましたが、加速器第七研究系前任技師の三科淳さんが、3月31日付けで退職されました。三科さんは、放射光共通計算機を長期にわたり安定に稼働させるとともに、またプリンターなどの周辺機器のメンテナンスやトラブル対応も速やかに行うなど、計算機ユーザのために多大な貢献をされてこられました。本当に長い間ご苦勞様でした。

放射光科学第一、第二研究系の現状

放射光科学第二研究系主幹 足立 伸一

はじめに

2012年4月から放射光科学第二研究系主幹に着任した足立伸一です。前任の野村昌治主幹(現KEK理事)の実績には遠く足元にも及びませんが、PFにおける共同利用の質と利便性の向上、PFの発展と次期光源ERLの実現に、微力ながら力を尽くしてゆきたいと存じます。そのためには、ユーザーの皆様、PFスタッフとの日頃からの意思疎通が最も重要な要素の一つであることは言うまでもありません。ユーザーの皆さんが、日頃共同利用で不便に思われていること、将来計画で不安に感じられていることなど、少しお話すれば、解決の糸口が見えることも少なくありません。今後様々な機会をとらえて意思疎通を図ってまいります。とりあえずPFとPF-ARの実験ホール内を不定期に巡回(≒徘徊)しておりますので、見かけられた際にはお気軽にお声かけ下さい。

さて、この放射光科学研究系現状報告の原稿を初めて執筆させていただくにあたり、PFニュースの創刊号(1983年6月発行)を改めて読み返してみました。第1ページには、初代放射光測定器系(現在の放射光科学研究系)主幹の佐々木泰三先生の挨拶「フォトン・ファクトリー・ニュ

ース創刊にあたって」が掲載されています。少し長くなりますが、以下に引用させていただきます。

放射光実験施設(フォトン・ファクトリー)は昭和57年に運転を開始し、すでに多くの研究成果を生み出しつつあります。昭和58年度はいよいよ一般公開による共同利用実験を開始する運びとなり、一段と多くの研究者が実験のために来所される見込みです。

このたび発刊されることになりました「Photon Factory News」は現在および将来のユーザーに、フォトン・ファクトリーでの放射光利用研究の実施、あるいは計画に役立つ情報を出来るだけ早くお届けしようとするものです。このニュースはとりあえず、来る6、7月の共同利用実験の開始を前に当面ユーザーにとって一番関心の深いことから、急いでお伝えする、というところから出発します。いずれ、入射器と光源の運転、測定器やビーム・ライン等の整備状況、共同利用の実務的な知識、研究、R&Dに関する情報等、内容を逐次充実していくと編集スタッフは張り切っています。PFからユーザーへの情報の流れとならん

で、ユーザーからの意見、要望、提案等をお寄せいただければより充実したものになるでしょう。この点でユーザーの皆さんの積極的な参加、協力をお願いします。

従来、PF 懇談会の発行する「PF 通信」は、フォトン・ファクトリーの計画段階から建設の情報をユーザーに伝えるメディアとして貴重な貢献をしてきました。しかし PF が完成して活発で多彩な研究活動が展開しつつあるいま、伝達を求められる情報の量とスピードとが別の対応を私共にせまっています。ユーザーと PF 所員とが協力して、情報の発生現場で編集作業をし、ユーザーの研究活動の実務的なお手伝いをするというのが PF News の主な役割であると私共は考えています。(下線は原文のまま:足立註)「PF 通信」と「PF ニュース」とが役割を分担して共存するか、どちらかに統一されるか、しばらく推移を見まもりたいと思います。

このニュースの発行は 58 年 3 月下旬の X 線関係の User's Meeting での討論にもとづいて具体化しました。関係各位の熱意と御尽力に心からお礼申し上げます。
昭和 58 年 5 月 17 日

PF 初ビーム (1982 年) から共同利用実験の開始 (1983 年) に向けて、熱気にあふれるユーザーと PF スタッフが、お互いのコミュニケーション・ツールとしての PF ニュースを創刊しようという心意気が、この創刊号からひしひしと伝わってきます。時代の流れに伴って PF ニュースは今号からオンライン WEB 版が中心となりますが、PF での研究発展と PF 次期光源の実現に向けて、ユーザーと PF スタッフ・PF 施設とのコミュニケーション・ツールの位置付けは、今後ますます重要になるはずで、これからも PF 施設側からの情報発信に努めてまいりますので、今後ともよろしく願いいたします。

運転・共同利用実験

PF、PF-AR とも 3 月 14 日 (水) 朝まで運転を行いました。同日午後には ERL シンポジウムが、15、16 日の両日には PF シンポジウムがエポカルつくばで開催され、ビームタイム最終日まで実験をされていたユーザーの皆さんや PF スタッフにとっては、大変慌ただしい 3 日間だったと思います。ERL シンポジウムでは 2010 年ノーベル化学賞の根岸英一先生をはじめとする多彩な分野の先生方をお招きしてご講演いただき、また PF シンポジウムでは PF30 周年を記念して、初代 PF 施設長の高良和武先生、初代放射光測定器系主幹の佐々木泰三先生をお招きして記念講演をしていただきました。開催詳細は、別頁 (p##) をご覧ください。

4 月以降の運転は PF では、4 月 9 日～4 月 27 日と 5 月 8 日～6 月 29 日、PF-AR では、4 月 12 日～4 月 27 日と 5 月 10 日～6 月 29 日を予定しています。秋以降の運転予定は未定ですが、PF シンポジウムでご説明させていただいた通り、電気料金の値上げと PF プロジェクト経費の削減

等の事情により、PF および PF-AR の運転時間の削減を検討せざるを得ない状況です。できるだけ早い段階で、PF の運転スケジュールの状況を PF ユーザーの皆さんにご説明させていただく機会を設けたいと考えています。

ビームラインの建設など

こちら PF シンポジウムでご説明させていただいた通り、PF リングの挿入光源ビームラインの震災復旧と高度化を目指して、ビームラインの再編・統廃合を進めております。PF リングの直線部増強計画によって生み出された 4 カ所の短直線部には、これまで短周期アンジュレータビームライン BL-3A, BL-17A, BL-1A を整備してきましたが、残る BL-15 には、マイクロビーム XAFS/XRF と小角散乱測定用のアンジュレータビームラインが建設されます。2013 年夏のシャットダウン中にビームラインを設置し、同年秋から立ち上げを開始する予定です。新 BL-15 の建設に伴って、現在の BL-15 のアクティビティーが BL-20 へ移転することになっており、一連の移転作業が 2013 年春のシャットダウン中に予定されています。

一方、中長直線部に設置された VSX 領域のアンジュレータを光源とする 3 つのビームライン BL-2, BL-13, BL-28 についても、震災からの復旧とさらなる高度化を目指した建設作業の準備が PF スタッフによって進められています。VSX アンジュレータビームラインの復旧建設計画については、5 月の連休以降に、主に VSX 領域を使われているメタユーザーグループのユーザーの皆さんとの議論を開始いたします。

また 2012 年 3 月末で、BL-4B1 (極微小結晶・微小領域回折実験ステーション) の共同利用実験を終了いたしました。

人の動き

この春には多くの人事異動がありました。まず退職・異動関係では、野村昌治さんが 4 月から KEK 理事に就任され、主に財務・労務担当の理事として、KEK 全体を統括する職務を担当されています。また前号にすでに報告のあった通り、この 3 月で、これまで PF に多大なる貢献をされた、前澤秀樹さん、小林克己さん、小出常晴さん、飯田厚夫さんの 4 名の先生方が定年退職されました。4 月以降は PF のシニアフェローとして在籍され、ビームラインの業務などを担当していただいています。先端研究施設共用促進事業・学術フェローの阿刀田伸史さんは 3 月末で退職されました。

昇任関係では、雨宮健太さんが准教授から教授に、北島義典さんが助教から講師に、兵藤一行さんが、講師から准教授に、そして野澤俊介さんが特別助教から准教授にそれぞれ昇任されました。

一方で、新年度から、多くの方々が新たに PF のメンバーとして加わっていただきました。以下、簡単にご紹介いたします。

井波暢人さん (特任助教) は、これまで東北大学でスピントロニクスの研究をしてこられ、PF では小野寛太准教

授とともに、放射光を用いた次世代磁石の解析と磁気構造可視化技術の開発に取り組まれる予定です。

坂井延寿さん（博士研究員）は、これまで酸化物薄膜の作製と光電子分光による電子状態評価の研究をしてこられ、4月からは酸化物ヘテロ界面における特異な物理現象の起源に迫るべく、研究に取り組まれます。

武市泰男さん（博士研究員）は、これまでPFの物性研ビームラインでスピン分解光電子分光装置の開発を行ってこられました。4月以降は、走査型透過X線顕微鏡の開発に携わり、希土類磁石の磁気イメージングに取り組まれます。

古室昌徳さんは、これまでNEDOおよび産総研に所属され、産総研では収束イオンビーム技術を立ち上げ、ナノインプリントなどの微細加工の研究開発を行ってこられました。PFでは阿刀田さんの後任として、先端研究施設共用促進事業の総括を担当されます。

脇坂祐輝さんは、これまで東京大学で主に光電子分光を用いた遷移金属化合物の物性研究に取り組まれてきました。PFでは先端研究施設共用促進事業の研究員として、トライアルユースに来られるユーザーの指導・支援を担当されます。

高橋由香利さん（研究員）は、北海道大学で有機・無機複合層状ペロブスカイト型化合物におけるドーピング系の伝導性制御の研究をされてきました。PFでは有機強誘電体の電子状態と分極ドメイン状態の解明を目指し、硬X線・軟X線を相補的に用いた回折・散乱実験を行われる予定です。

竹村謙一さん（研究員）は、高圧実験ユーザーとして長年PFに関わってこられました。昨年度でNIMSを退職され、PFに研究員として来て頂けることになりました。これまでの高圧実験の経験を生かした、高圧関係の実験・装置へのアドバイスを頂くとともに、高圧下構造物性研究へのアドバイスも頂けるものと期待しています。

日隈聡士さん（学振特別研究員）は、貴金属を節減した触媒の設計と評価に関するEXAFS研究を行われ、熊本大学にて博士号を取得されました。PFではこの研究を発展させると共に、PFに常駐してEXAFSの実験・解析技術等についてより深く取り組まれる予定です。

鈴木尉浩さん（特別共同利用研究員）は、弘前大学大学院理工学研究科物理科学コース博士前期課程の2年生です。これまでBL-3B、13Aの角度分解型光電子分光実験装置を用いて、固体表面の電子状態を研究されてきました。今後は、柳下教授のもとで電荷移動錯体による半導体表面の絶縁体・金属転移の研究を行なわれる予定です。

井上圭介さん（総研大博士前期課程1年）は、新潟大学を卒業され、4月から岸本准教授のもとで検出器の開発研究に取り組まれます。PFでは比較的少ない5年制大学院の学生さんですので、施設全体で大切に見守りつつ、大きく育てていただきたいと願っています。

橋本英子さん（協力研究員）は、日本原子力研究開発機構の博士研究員です。PFの協力研究員として、乳癌早期診断支援のための放射線屈折型画像診断法の開発に取り組まれます。

豊田智史さん（共同研究員）は、これまで金属-酸化物-半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）用の金属ゲート/高誘電率絶縁膜界面電子状態解析を行ってこられました。PFでは、引き続き次世代MOSFETデバイス開発にフィードバックできるような解析手法の基盤技術構築を進めるとともに、デバイスに外場を印加した状態での電子状態解析を推進されます。

吉松公平さん（共同研究員）は、これまで東大尾嶋研の博士課程での研究として、Laser MBE法を用いた強相関酸化物超構造の作製と、角度分解光電子分光による電子状態の探索に取り組まれてきました。4月からは東大藤森研の博士研究員およびPFの共同研究員としてPFに在籍され、薄膜作製と電子状態観測の研究に取り組まれます。

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2012年度が始まりました。今年度はPFの次期光源計画であるERL計画にとって本当に正念場となる年度となります。まず、3 GeV-ERLの実現に向けて、その大前提となるKEKの2013年度以降のロードマップに明確に記載される事が必須事項です。物構研・放射光科学研究施設、関係する加速器研究施設、協力いただいているJAEAをはじめとする関係機関のスタッフが丸となってその実現に向かっていきますのでどうぞご支援下さい。5月12日に、放射光学会による「放射光将来計画公開シンポジウム」でERL計画の説明をさせて頂きました。そこでお話いたしましたように「コヒーレント・短パルス・高

繰り返し・硬軟X線放射光による不均一・ダイナミクス研究」を展開する3 GeV-ERL光源建設を2015年から開始し、2020年には利用実験開始を目指しています。加速器技術的な目処は今年度末に運転を開始するcERLで確認して行く方針です。一方、そのERL計画の進め方、技術的な方向性に関して7月2日、3日に国際評価委員会を開催致します。またそれに先立ってERL計画推進委員会も6月12日に開催し、今後の計画推進の戦略に関して議論する予定です。

また上記のロードマップにおいて決定的に重要なcERLの建設は、正に現在進行形でERL開発棟で進められています。このcERLの成功は非常に重要な1ステップであり、

これもまた加速器関係者が一丸となって進めています。

この3か月の進展

3月14日に「つくばエポカル国際会議場」で第2回 ERL シンポジウムを開催しました。第一部「3 GeV ERL の新展開」、第二部「持続可能な社会に向けて」と題して、下村 理 KEK 物構研所長（当時）の挨拶により開始し、鈴木厚人 KEK 機構長から 3 GeV-ERL 実現に向けてより一層のコミュニティーの結集の必要性を頂き、スタンフォード大学の Prof. Keith Hodgson からは XDL2011 での研究事例を含め、世界のサイエンスの動きと ERL が狙っているサイエンスについて講演を頂きました。そして海外の施設からは DESY 所長の Dr. Helmut Dosch とコーネル大学の Prof. Maury Tigner による ERL プロジェクトへの激励のビデオメッセージを頂き、続いて原 克彦文部科学省量子放射線研究推進室長と水木純一郎放射光学会会長より来賓挨拶を頂きました。第二部では、特別基調講演として 2010 年のノーベル化学賞受賞者である根岸英一特別教授（パデュー大学）にご講演を頂き、続いて浅島 誠東京大学名誉教授（産業技術総合研究所）、瀬戸山亨三菱化学科学技術研究センター合成技術研究所・所長から基調講演を頂き、その後より詳細な ERL を用いた研究展開に関して、有馬孝尚教授（東京大学）、高橋嘉夫教授（広島大学）、松田 巖准教授（東京大学）からご講演を頂きました。詳細な報告は本ニュースの中の p33 をご覧いただければと思います。

プログラムそのほかの詳細に関しては以下のサイトをご覧ください。また、3 GeV-ERL の Preliminary Design Report をまとめ、この第2回 ERL シンポジウムにて配布する事ができました。今後、この資料をさらに精査して CDR (Conceptual Design Report) に移行して参りますが、その執筆にご協力頂きました皆様に深く感謝申し上げます。

http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/erl_sympto/02/index.html

<http://imss.kek.jp/topics/120321ERL-Sympo/index.html>

3月24-27日に関西学院大学で開かれた日本物理学会年會では「次世代放射光源への期待」のタイトルでビーム物理領域・シンポジウムが開かれましたが、ERL 関係の講演が西森信行 (JAEA)、阪井寛 (KEK)、足立伸一 (KEK) の各氏がおこない、ERL 計画の進捗とその実現性をアピールしています。

一方、昨年の暮れに、東北地方国立7大学の研究者によってまとめられた「東日本放射光施設構想」が文部科学省に提出されたことを受けて、日本放射光学会では、放射光科学の専門コミュニティとして、科学技術的見地から計画の妥当性を評価するとともに、施設の位置づけ・建設・運営・共同利用の観点からも評価し、提言としてまとめる東日本放射光計画検討特別委員会を設置しました。その委員会の議論の中で「東日本放射光施設構想」を中心に放射光将来計画について広く議論するため、放射光将来計画公開シンポジウム（日本放射光学会主催、特別委員会運営）

が開催され、KEK の ERL 計画も同時に多くの研究者に聞いて頂く機会を得ました。シンポジウムの詳細は以下の通りです。

1. 日時：2012年5月12日（土）午後1時～5時
2. 場所：東京大学工学部5号館1F52号講義室
3. プログラム（座長：尾嶋委員長）
 - 1) 13:00-13:30: 放射光将来計画の概要（水木会長）
 - 2) 13:30-14:30: 東北放射光計画（早稲田名誉教授、濱教授）
 - 3) 14:40-15:40: KEK-ERL 計画（村上 PF 施設長）
 - 4) 15:40-17:00: 総合討論

ERL 計画に関しては、私をはじめ、足立主幹、小林主幹、村上 PF 施設長で発表資料を準備し、この計画が KEK における物質構造科学研究所・PF の総意を上げて取り組んでいることを示すことから、村上 PF 施設長が説明しました。今までのサイエンスワークショップ、ERL シンポジウム、XDL2011 等で検討されて来た ERL サイエンスと ERL という光源加速器のさらなる発展性を述べた後に、加速器技術の達成度を述べ、今年度末に cERL のビームテストを開始し、2013 年度に ERL 運転を実証する事、それらの技術により、2015 年度に 3 GeV-ERL の建設を開始し、2020 年度にはユーザー利用実験を開始する計画であることを説明いたしました。総合討論ではクリティカルな議論もございましたが、重ねて 2015 年には建設を開始する計画であることを理解していただけだと思っております。今後、特別委員会の中間まとめを注目したいと思います。KEK 内でのロードマップの確立に努めて行く予定です。

そのロードマップ確立に向けてまとめた 3 GeV-ERL の Preliminary Design Report をさらに精査し、CDR を作成しました。この CDR を、7月2-3日に開催される第1回 3 GeV-ERL 計画に関する国際評価委員会に提出します。この国際評価委員会は Ingolf Lindau 先生 (Stanford Univ.) にチェアをお願いし、評価を受ける予定です。

一方、国際協力に関しましては、3月10日に ERL に関



図1 カナダのバンクーバーにある TRIUMF 研究所にて。

する TRIUMF-KEK コラボレーションワークショップを行いました。TRIUMF はカナダのバンクーバーにある原子核実験を目指した研究所ですが、近年、電子ビームによる原子核の励起も射程にいた大強度電子ビーム作成にも乗り出し、そのエネルギー増強の立場から ERL の開発を開始しています。昨年 12 月に KEK で研究所全体のコラボレーションミーティングが持たれ、その中で「ERL の技術的なワークショップを継続して進めていこう」という一環から今回は TRIUMF で行われました。KEK からの参加者は私をはじめとして 7 名で、加速器技術に関する有益なワークショップを持ちました。

会議のアジェンダを含めた詳細は以下のサイトを参照下さい (<https://indico.triumf.ca/conferenceDisplay.py?confId=1458>)。

また、3 月 20 日には DESY-KEK コラボレーションミーティングが DESY で開催されましたが、ERL 計画の説明をする機会を得ました。DESY では FLASH や Euro-XFEL という超伝導加速器をベースにした FEL のプロジェクトが進行しており、また PETRAIII では 1 nmrad の高輝度放射光源があることから、加速器技術ともに放射光サイエンスの両方から、今後もコラボレーションミーティングを持っていく事が話されました。

cERL の建設が正に急ピッチに進んでいます。今年度末にビームテストを開始するに当たり、必須の放射線シールド



図 2 cERL の建設現場の様子。(上) 放射線シールドブロック設置作業。(下) 既に設置されているヘリウム冷凍設備の配管はそのままにして、シールドブロックを設置する。



図 3 ERL 開発棟内にあるクリーンルームで始まった、入射部の超伝導空洞組み立て作業の様子。

ブロックは複数年度契約で進んでおりましたが、3 月に入ってその設置作業が進んでいます。既に設置されているヘリウム冷凍設備の配管をそのままにした状態でシールドブロックを慎重に設置する作業を進めており、5 月末までに全体を取り囲むシールドの設置を終え、夏には放射線シールドの設置が終了する勢いで作業が進められています。

加速器研究施設・第 6 系の加古准教授を中心にして進められている入射部の超伝導空洞は、いよいよ ERL 開発棟内にあるクリーンルームでその組立作業が 4 月から開始しています。ルール上の空洞組立て架台に設置された 3 台の 2 セル超伝導空洞は丁寧に清浄化され、クリーンルーム内へ移動された後、3 空洞の連結および入力カプラーの取付作業が行われました。クリーンルーム内で組立作業が連休前に終了し、現在、クリーンルームから外に取り出して、数々の熱アンカーの接続及びクライオモジュールに組み入れる前のアライメント作業が行われています。クライオモジュールへの組み入れは 6 月上旬までに終了し、6 月中旬頃に cERL の現場に設置する予定です。写真は、クリーンルーム内で行われていた時の作業風景です (図 3)。

また、同グループは上記の超伝導空洞の組立と並行して、その超伝導空洞に RF パワーを導入する入力カプラーの大電力試験を国際協力で行なっています。連続運転 (CW) で使用される大電力入力カプラーは、入射器クライオモジュールにおいて重要な要素部品です。実機用に導入する 6 本の入力結合器が製作され、ERL 開発棟内に構築された大電力高周波試験設備において、入力カプラーの大電力試験が行われました。4 月中旬には、HZB (ドイツ) と TRIUMF (カナダ) から共同研究者が来訪し、協力実験において CW で 40 kW までの投入が成功裏に行われました。



図4 HZB(ドイツ)と TRIUMF(カナダ)から来訪した共同研究者。協力実験において CW で 40 kW までの投入が成功した。

これらの入力ケーブルは、上記入射器クライオモジュールに既に取り付けられています。

放射光科学研究施設諮問委員会 時間分解実験研究分科会報告

時間分解実験研究に関する SAC の分科会が 2 月 15-16 日に行われました。委員の先生方は以下の方々に、委員長は ALS の Robert Schoenlein 先生に務めて頂きました。

Members

Robert Schoenlein (Acting Chair, Advanced Light Source)
 Prof. Jun-ichiro Mizuki (Kwansei Gakuin University)
 Dr. Christian Bressler (European XFEL)
 Prof. Mamoru Sato (Yokohama City University)
 Prof. Martin Meedom Nielsen (University of Copenhagen)

この分科会では、主に PF-AR の NW14 で展開している時間分解実験を中心にアドバイスをいただきましたが、それだけに留まらないで今後の PF でのハイブリッド運転利用による時間分解実験の展開、cERL、ERL へ向けた研究展開に関してもアドバイスを頂きました。具体的なアジェンダは以下の通りです。

Agenda

Wednesday, February 15, 2012

09:00-09:05 Welcome (O. Shimomura)
 09:05-09:40 Photon Factory and Charge to the subcommittee (S. Wakatsuki)
 09:40-10:40 PF-AR Upgrade and ERL Project Overview (H. Kawata)
 10:55-12:00 Time-Resolved X-ray Beam Line Overview (S. Adachi)
 13:00-14:30 Science Highlights I (25min + 5min) x 3
 Time-Resolved XAFS (S. Nozawa)
 Diffraction X-ray Tracking (Y. C. Sasaki, The Univ. of Tokyo)

Time-Resolved Diffraction and Scattering (S. Adachi)

14:30-14:50 Coffee break (20 min)
 14:50-16:05 Site visit and discussion individually with PF staffs
 16:05-16:20 Coffee break (15min)
 16:20-17:00 Future Prospects of Time-Resolved Science at KEK (S. Adachi, K. Amemiya) (directions at PF-AR, PF and ERL)
 17:00-18:00 Discussion <Closed Session>
 19:00- Dinner

Thursday, February 16, 2012

09:00-09:30 Science Highlights II (25min + 5min)
 Photo-Induced Phase Transition and Time-Resolved X-ray Studies (S. Koshihara, TITECH)
 09:30-10:30 Discussion <Closed Session>
 10:30-11:30 Time for writing a preliminary report <Closed Session>
 11:30-12:00 Summary presentation

Summary

(以下は抄訳ですので、詳細は正式な報告書 (http://pfwww.kek.jp/publications/review_isac.html) を参照して下さい。)

1. 時間分解実験グループの方向性と戦略は国内及び国際的な放射光施設からの観点で適切か？

NW14A で展開されている時間分解実験研究の方向性は、国内及び国際的の両方の観点から十分に評価できる。NW14A は世界的にも貴重な時間分解研究専用ビームラインで、物理化学、生物、材料という広い分野のサイエンスを回折、散乱、分光という広い実験手法で展開している。このような広いユーザーコミュニティを集めていることは将来光源の推進に非常に有効である。

種々のセットアップに関わるスタッフの負担を軽減するために NW14 のアップグレードは必要である。さらには、PF-AR と PF の時間分解実験ビームラインを増加させることが望ましい。そのことによって強力なユーザー・コミュニ



図1 時間分解実験研究分科会委員と PF スタッフ。

ニティーを確立し、そのことが ERL を推進するのに重要となる。有力大学と KEK 連携によって、KEK と大学とのネットワークを確立し、KEK と大学の資金を確保する方策を提案している。これは ERL に向けたロードマップの一環としても有力であり、委員会は、この方策を非常に支持する。

KEK における ERL 開発は世界的に最前線にあり、コンパクト ERL (cERL) は、将来の ERL 光源の開発に貴重な一歩である。資金と人材は制限されているが、MHz の繰り返しを必要とするサイエンスケースに集中することを勧める。このことは高繰り返し光源である ERL ユーザーの基盤構築につながる。

SPring-8 のアップグレード計画が提案されている。このことは、ERL 計画の回折限界性に関して重なる部分がある。ERL の特徴である回折限界光と短パルス性の可能性を強調して、SPring-8 のアップグレード計画との差異を強調することは ERL プロジェクトの科学的・技術的意義を示すために重要である。

2. BL の装置と運営に関して

a) BL 計測器開発の方向性と戦略は十分か？

PF-AR の MHz 運転を十分に活かすためのレーザーシステムの導入計画、PF-AR のトップアップ運転によるエミッタンス減少により、集光ビームサイズの減少計画を全面的に支持する。トップアップのための直接入射は非常に大きなインパクトがあり、MHz の時間分解実験において ERL へ向けたサイエンスと技術的な基盤形成につながる。もう一つ重要な戦略として高速検出器開発が抜けていることを指摘しておきたい。高速のゲート検出器は多くのポンププローブ実験を可能とする。

b) スタッフについて:ユーザーサポートのレベルが十分か？

現状の PF-AR の時間分解実験のアクティビティーは非常に優秀なスタッフと、スタッフとユーザー間の緊密な協力によって成り立っている。スタッフ数は理想より少ないが、この協力関係がギャップを埋めている。ユーザーコミュニティが増加すればスタッフの増加が必要になる。限られたマンパワーの中では、よりインパクトのあるサイエンスケースを切り開くテーマに優先順位を付けることも必要かも知れない。

c) 海外ユーザーを十分に組み込んでいるか？

現状の 50% の海外からのユーザーの受け入れは十分である。

d) SPring-8 や他の研究施設との協調性と相補性は？

PF スタッフが他の放射光施設で研究をすることは非常に重要で、その中で足立氏の存在は重要。SACLA をはじめとする FEL 光源が出てきている現在、その光源の状況を知ることは重要である。また、SPring-8 のアップグレード計画と ERL 計画の相補性を認識することも重要。

3. 十分にインパクトのあるサイエンスが生み出されているか？

NW14 から十分にインパクトあるサイエンスが生み出されている。NW14 は 2007 年から限定したユーザー運転を開始し、2009 年から一般に開放しているが、この短い期間に PNAS, PRL, Nature Materials といったインパクトの高いジャーナルに広いサイエンス分野で成果報告を生み出している。

4. 将来展望に関して

a) PF におけるハイブリッド運転による時間分解軟 X 線研究開発は？

スピンドイナミクスから光誘起相転移等に至るまでの広い研究テーマを PF のハイブリッドを利用する研究を提案している。

候補となるビームラインは BL-2A もしくは BL-16A であるが、委員会は候補となるビームラインの研究戦略(移動可能なレーザーシステムを含めて)を練って、その詳細を聞きたい。

ゲート付きの 2 次元検出器開発を忘れないように。PF に時間分解実験を展開するためにはその専用スタッフが必要。

経験をもった中心的なユーザーグループが必要。現在の NW14 のユーザーグループが初期には良いかも知れない。

b) PF-AR での高繰り返し測定 (794 kHz) への展開は？

PF-AR での今後の展開(直接入射によるエミッタンスの減少と集光ビームサイズの減少、そして MHz のレーザーシステムの導入)に関して、全面的に強く支持する。これらの開発は ERL へ向けたサイエンス、測定技術、そしてユーザーコミュニティを生み出して行く重要な一歩である。この性能は世界の放射光施設(例えば ESRF ID9/26 や APS Sectors7/11)のハイブリッドモードと同じ競争力あるものである。

c) ERL におけるフェムト秒時間分解研究に向けた cERL と XFEL による実験展開について？

cERL で展開しようとしているレーザー逆コンプトン散乱 X 線や THz 光源は興味深いですが、それらの光源開発そのものが非常にチャレンジングである。本当にそれに投入できるマンパワーがあるのか?等々の疑問がある。

同時に cERL で初めに展開するサイエンスに関して吟味が必要。このことは KEK, ユーザーコミュニティそして財政当局に 3 GeV-ERL を建設の必要性を説得させる上で重要となる。ERL の高繰り返し・コヒーレント軟・項 X 線, ナノビームを必要とするサイエンスに集中すべきで、それらの例として以下のものがある。

- 光電子分光 (磁気ダイナミクス)
- 時間分解光電子分光 (TR-ARPES)
- スピン分解 ARPES
- コヒーレント回折イメージング, 位相コントラストイメージング
- THz ポンプ X 線プローブ実験

委員会は PF スタッフが XFEL の実験に参加することを推奨する。このことは新しい光源で相補的な研究分野を確立する上で重要である。