

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

2011年1～3月の運転は以下の通りであった。

- 1月13日 入射器運転開始
- 1月24日 PFへ入射開始
- 1月27日 PF-ARへ入射開始
- 3月11日 PF, PF-AR, 入射器運転停止

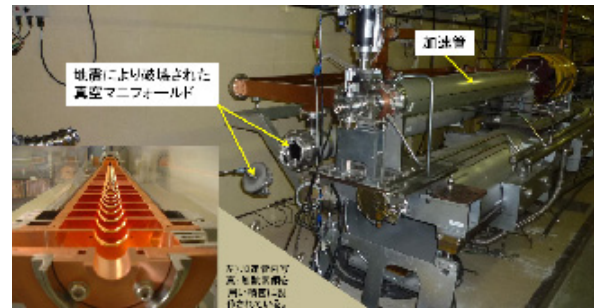
新年度は連休明けからPF, PF-ARへの入射を開始し7月7日まで運転を続ける予定であったが、3月11日発生した東日本大震災により、4月15日現在入射器は運転停止中であり、早期に運転を復旧すべく作業中である。

3月11日午後2時46分

当日の午前9時で平成22(2010)年度の入射器運転を終了し、4月11日まで1か月の保守期間に入った。私は午前からずっと入射器トンネルで始まった入射器ビームラインの測量に立ち会っていた。地震が発生したのは、午後3時から3号館で予定されていた打ち合わせに向うため、トンネルから放射線ゲートに上がったところだった。これまで全く経験したことのない激しい揺れと騒音が長くつづいた。最初の揺れが治まると、入射器棟で仕事をしていた職員、三菱電機サービスや低速陽電子グループの方たちが玄関前に出てきた。最初は直観的に「遂に関東大震災が来た」のかと勘違いした。

非常電源によりPHSが生きていたため3号館7階の居室にいた入射器職員とも連絡を取り合うことができた。そして、指定避難場所の低温真空棟前で皆と合流した。訓練通りやったが、いつも使用する「のぼり」は持って出られなかった。グループ毎に点呼を行い本部に報告した。幸いけが人はいなかった。しかし、7階の居室にいた研究支援員の岡さんは倒れてきた本棚により机の下に閉じ込められた。自力では脱出できず、PHSで助けを呼んで駆けつけた職員たちにより救出されたとのことである。ニュージーランド地震で倒壊したビルが思い浮かび、「もう駄目かもしれない」と思いながらエレベーターの前に避難した職員もいたらしい。「生きた心地がしなかった。」という声を沢山聞いた。後で自分の居室を見たが、本棚が倒れ扉のガラスが粉々に飛び散っていた。どの部屋も同じような有様だった。

職員が解散した4時過ぎ入射器棟に入った。ギャラリーでは分電盤のブレーカをすべて落とした。つぎに管理区域が解放状態になっていないか点検しつつ、被災状況の見回りを行った。ギャラリーの被害はそれほど大きくはなさそうだったが、トンネルは悲惨なものだった。トンネルの建物の継ぎ目から泥や水が吹き出し、まわりの床が水浸しになった。リニアック本体では、あちこちで真空マンフォー



真空破壊により殆どの加速管が大気曝露された。

ルドやBPMのベローズが引き千切れたり変形していた。陽電子発生装置下流の加速ユニットでは、架台が大きく変形しており、Qマグネット1台が床に落ちていた。

入射器の被害と復旧作業

インフラも含めた被害の大きさや電力事情により調査も十分進んでいないが、これまでに判明している被害状況は次の通りである。真空マンフォルドやビーム位置モニター(BPM)などの多くの真空ベローズが破壊され、停電で降圧した圧縮空気により真空ゲートバルブが開き、入射器は、ほぼ600m全域にわたって大気曝露されていた。トンネル内の空調が停止し、約240本使用している無酸素銅でできた加速管が湿度の高い空気に曝された。加速管、高周波パルス増幅器(SLED)、高周波電力分配器などの大物の機器も、3～5セクターだけで、それぞれ、2台、1台、2台真空リークが発見された。ギャラリーでは副制御室でラックが転倒し、イベントトリガーシステム1台が故障したほか、真空リークとヒータ断線でクライストロン2台が故障、6台のクライストロンアセンブリーで油漏れが見つかった。

復旧作業については、加速管内面が腐食する恐れが出たため、ただちに入射器全体を粗排気して乾燥窒素に置換することにした。1週間後の18日に作業を開始し、19～21日の3連休も返上し、他系の応援も得て頑張ったが、600m全域の窒素置換には28日まで要した。運転の復旧については、SuperKEKB建設に入ったセクターA～2については後回しにし、A～2の健全なコンポーネントを用いて、PFおよびPF-AR入射に必要なセクター3～5だけを優先的に復旧させることにした。窒素置換中に分かった粗いリークのほかに、Heを用いた精密なリーク試験によりスローなリークも発見され、余震による新たなリーク発生もあり苦戦しているが、何とか5月連休前にこの部分の真空を立ち上げ、加速管への大電力高周波投入試験を開始したいと考えている。

新年度

震災復旧の最中、入射器に新人を迎えることができた。特別助教の夏井拓也氏はマイクロ波グループに属する。博士研究員の周翔宇氏は運転管理グループに属し RF 電子銃

のレーザの研究開発を行う。同じく博士研究員の宮原房史氏は制御グループに属し、RF 電子銃を用いた入射部のシミュレーションやビーム制御の研究を行う。

光源の現状

加速器第七研究系主幹 小林幸則

光源リングの運転状況

PF リングにおける超伝導ウィグラーのトラブルについては前号で報告したが、結果的に再液化機のジュールトムソン (JT) 弁のつまりによる不調のため、電磁石を液体ヘリウム温度に冷却することが困難となり、超伝導ウィグラービームライン (BL-14) は閉鎖となった。この JT 弁のつまりの対策は、春の停止期間中に行う予定であったが、大震災のため作業を延期した。2月の運転は、PF リング、PF-AR ともに順調であった (図1)。2月16日に同時にビームダンプが発生しているが、これは ATF 地区での火災に伴って生じたビームダンプである。

東日本大震災被害状況

運転は3月11日の午前9:00まで行われ、停止期間に入った。地震は3月11日午後2:46に発生した。リングおよび基幹チャンネルは午前中の内にゲートバルブを締め、電磁石電源および高周波加速用高圧電源は OFF して長期停止モードに入っていた。リングトンネルおよび地下機械室にもほとんど人がいなかったため、怪我人が一人もでなか

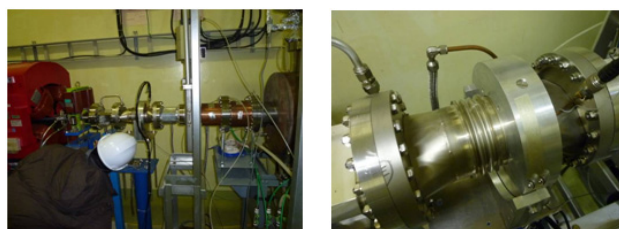


図2 左: PF リング北 RF 下流側の破損箇所と右: 破損したベローズ管 (拡大)

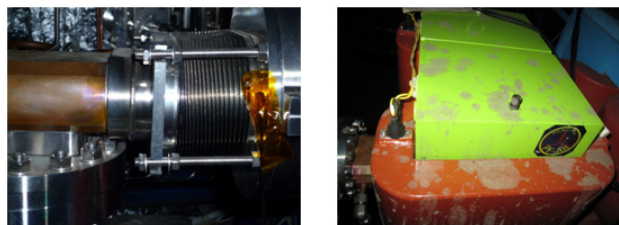


図3 PF-AR の歪んだベローズおよび湧き水をかぶった電磁石

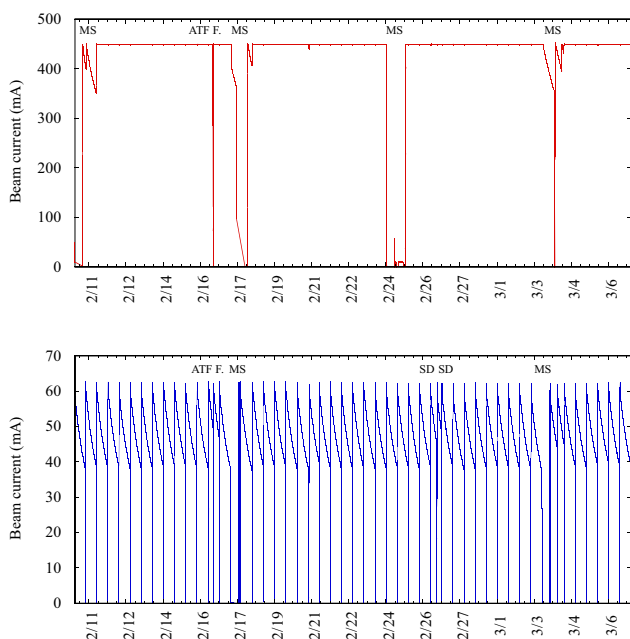


図1 2011年2月10日~3月7日のPFリング(上図)およびPF-AR(下図)における蓄積電流値。MSはメンテナンス・マシン調整日、SDは寿命急落、ATF F.はATFで発生した火災時のビームダンプを示す。

ったことは幸いであった。

震災後の3月17日に照明を点灯して、目視による被害状況の調査を行った。光源棟、電源棟、入射路などを見て回ったところ、固定していなかった制御ラック等が転倒、移動等があったものの、電磁石および電磁石電源等の落下、転倒は見られなかった。しかし、PF リングにおいては壁電流モニターのベローズ管の破損 (図2)、PF-AR においては、リングトンネルの建物のつなぎ目がずれたことに伴い、ベローズがゆがんでいる箇所が目視で確認できた。PF-AR の電磁石が一部湧き水が吹き出して汚れがあるのも見られたが、冷却水管が破裂したような箇所は無かった (図3)。

復旧計画案

PF リングと PF-AR は、それぞれ5月中旬および6月上旬の運転再開を目標にして、現在復旧作業を行っている。4月20日現在、電力制限の中、真空度の確認、リーク箇所の調査、低電力での電源調査、クライストロンの真空立ち上げなどをこれまで行ってきた。図4に、震災後に測定されたPFリング一周の真空度を示す。北RF下流から南RF上流までリング西側半周が大気圧になっていることが分かったが、残り半周は真空に維持されていた。圧搾空気

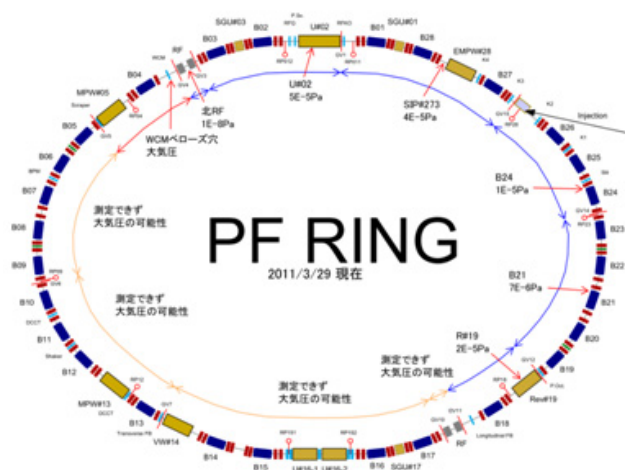


図4 震災後に測定されたPFリング一周の真空度

を供給し、ゲートバルブを制御したのち、リーク箇所の調査を行った。大きなリークは破損した壁電流モニターのパローズ1カ所で、その他超伝導ウィグラーダクトの下流部にスローリークが1カ所見つかった。現在、壁電流モニター箇所はダミー管と交換し、スローリークはバックシールで止めている。

PF-ARは幸いにも大きな破損は無かったようで、リング全周が真空に維持されていた。

4月5日に、日本の放射光源加速器の関係者が集まり、被害状況の視察、および復旧への支援に関する打ち合わせを行った。まだ、電力や冷却水などの復旧の見通しが立た

ない事情により、被害状況は目視による調査の段階であったため、KEKから支援の具体案を提示はできなかったが、これを機会に相互の協力関係を構築することや、復旧・復興に関する情報を共有することで、今後起こるであろう地震への対策ができるようにしようということになった。

人の動き

加速器第7研究系の坂中章悟さんが、4月1日付けで教授に昇任されました。坂中さんには、光源第2グループのグループリーダーを継続していただくとともに、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の全体設計を行っていただく予定です。それから、東京大学物性研究所の中村典雄さんが、4月1日付けで加速器第7研究系の教授に着任されました。中村さんには、光源第1グループに所属して頂き、軌道安定化に関する研究・開発を行っていただくとともに、次世代放射光源ERLのビームダイナミクス研究において中心的な役割を担っていただけることを期待しています。

加速器第7研究系に所属していました佐藤康太郎さんと朴哲彦さんが、3月31日付けで退職しました。佐藤さんは、シニアフェローとして加速器第4研究系(KEKB)に異動され、主にSuperKEKBの衝突点付近の開発・研究を行うことになりました。しかし、しばらくの間はコンパクトERLの電子銃開発の方も兼務していただけるようお願いしています。朴さんは、シニアフェローとして引き続き加速器第7系第4グループに所属して頂き、加速器制御関連の開発・研究を行っていただく予定です。

放射光科学第一、第二研究系の現状

放射光科学第二研究系主幹 野村昌治

運転・共同利用実験

前号に記されているように、BL-14の光源である超伝導ウィグラーの冷凍機のトラブルのために、BL-14を利用する1~3月期の共同利用を断念しました。次の課題申請の時期が5月であり、課題審査を行うと秋まで実験を出来なくなるため、該当した課題の有効期間を9月まで延長することとしました。2月16日にはATF(Accelerator Test Facility)で電源から火災が発生しました。キャンパス内で火災が発生した時は全ての加速器の運転を停止することとなっているため、PF、PF-ARのビームをダンプしました。これ以外ではPF、PF-ARとも前号の報告以降ほぼ順調に運転を続け、3月11日朝に運転を停止しました。

11日からはPF研究会「磁性薄膜・多層膜を究める：キャラクター化から新奇材料の創製へ」が開催されていましたが、その最中に東日本大震災が発生し、中止となりました。3月14、15日に予定していたPFシンポジウムも中止としましたが、ユーザーの方々と議論すべきことも沢山ありますので、7月12、13日にエポカルつくばで

開催します。今後の運転計画等を含めてご報告、議論する予定ですので、多くの方のご参加をお願いします。被災および復旧状況に関しては別稿に記しますが、早期の運転再開を目指して努力をしています。また、既にweb等で案内しましたように、今回の震災に関してSPRING-8はじめ国内外の多くの放射光施設よりビームタイム提供のお話を頂きました。

本年9月に終了となる課題については震災のため、実効的に実験を出来る期間が短くなりますが、5月に申請の機会があり、採択されると途切れることなく実験を出来ますので、予定通り終了することと致しました。BL-14の超伝導ウィグラーのトラブルのために期間を延長した課題に関しても同様に扱います。一方、10月から有効となる課題の申請は予定通り、5月6日締切で進めています。

相互理解を深め、今後のビーム性能の向上を進めることを目的に2月23日に放射光科学と加速器第七系で放射光合同打合せを開催しました。2.5 GeVリング関係ではBL-16での高速偏光切替スタディの状況、BL-6Aの整備、

BL-14の超伝導ウィグラーの状況、ハイブリッドモードのスタディ状況の議論を行いました。前号にも記されていますが、ハイブリッドモードは低蓄積電流だが放射光の時間構造を必要とするシングルバンチ運転とDC的だが大電流を必要とするマルチバンチモードの運転を両立する解としてスタディが進められています。この場では7月までの運転期間中に、少しまとまった時間ビームラインでも光の状況を評価できる時間を確保しようという事になりました。また、孤立パルスの前後の時間間隔をどれくらい必要とするか、残りの部分にどれだけ電流を蓄積できるかが今後の議論によりスタディが行われます。PF-AR関係ではビーム不安定の原因と考えられる六極電磁石電源の状況報告がなされました。昨秋NW2Aで挿入光源のギャップを狭めた時にビームダンプが発生しましたが、これは軌道がずれていたためと判明し、対策が打たれたことが報告されました。

ビームラインの建設等

震災のため、暫くの間はビームラインの建設作業も中断していましたが、BL-6A実験ハッチの建設作業が再開されています。前号にも記されていますが、これはBL-15Aを移設し、SGUを光源とするビームラインとしてBL-15を整備するためのワンステップです。

人の動き

この春にも多くの職員の異動がありました。まず、電子物性グループ、構造物性研究センターの久保田正人氏が日本原子力研究機構へ移られました。久保田さんは小野さんと共にBL-28を担当するとともに、構造物性研究センターで強相関電子系グループに属し、マンガ人工格子における電荷・スピン秩序の研究を行ってきました。特に、共鳴軟X線散乱装置の開発など新しい分野の開拓に積極的に取り組み、質の高い研究成果を生み出してきました。今後、J-PARCにおいては、パルス中性子を利用して薄膜や人工格子の磁性研究を大きく推進されることを期待しています。

構造物性グループからは中尾朗子氏、池内和彦氏が(財)総合科学研究機構(CROSS)へ移られ、J-PARCの場で中性子共同利用実験を支えられることとなりました。中尾さんは、BL-8A、8Bを担当し、数多くのユーザー実験を支援してきました。最近ではS2課題「分子性結晶における構

造物性研究」を立ち上げ、新しく分子性結晶コミュニティを作り上げました。また、BL-4B1、4B2、10Aの担当者としても共同利用実験に大きく貢献されました。中性子と放射光の相補的利用を行い物質構造の精密構造解析を目指すという夢を持ち、CROSSではパルス中性子を利用した構造解析を行うビームラインを建設・運営される予定です。池内さんはバナジウム酸化物や鉄系超伝導体を研究対象として圧力下での構造相転移の研究を行ってきました。共鳴X線散乱などの放射光利用だけでなくオフラインのX線源を駆使して研究を推進されました。今後はCROSSにおいてパルス中性子を用いた非弾性散乱実験を行うビームラインを担当される予定です。

一方で、前号にも紹介された様に清水伸隆氏が特別准教授としてJASRIより着任されました。清水さんは生命科学グループを主、先端技術・基盤整備・安全グループを副として、X線小角散乱の共同利用推進、小角散乱実験もターゲットになっている新BL-15建設の推進に当たって頂きます。

Wolfgang Michael Voegeli氏が特任助教として着任されました。Voegeli氏は東京大学物性研究所で表面X線回折法を用いた研究をされてきましたが、着任後は松下正氏と共にX線反射率曲線の時分割測定法の開発に従事されます。博士研究員として須田山貴亮さんが着任されました。須田山さんは光電子分光などの実験手法を駆使して強相関電子系物質の電子構造の研究を行ってきました。PFでは構造物性研究センターにも属し、VUV・軟X線だけでなく、X線を使った実験を計画しています。齊藤裕樹さんが技師に昇格されました。安全の要であるインターロックを中心に、従来に増して技術面からの支援、技術開発を進めていただきます。

4月25日の物構研運営会議で、物構研10-9(教授)に組頭広志氏(東京大工)、10-10(教授)に熊井玲児氏(産総研)、10-11(准教授)に川崎政人氏(物構研)が選任されました。

人事公募は出来るだけPFニュースに掲載するように心がけていますが、日程的に掲載できない場合もあります。人事公募情報は機構のホームページ等に掲載されます。PFのbeamline scientistとして誰が居るかは当該研究分野の将来を左右しますので、多くの優秀な方の応募をお願いします。

ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

はじめに、先の東日本大震災で被災されました方々にお見舞い申し上げます。

ERL 計画に関しましては、ERL 開発棟(旧東カウンターホール)でcERLの建設を進めておりますが、幸いにして人的被害も無く、また物損の観点からも大きな被害が無

かったことは不幸中の幸いです。いくつかの被害として、その地震(余震も含めて)の衝撃により、ERL 開発棟の照明が13個落下し、「もしも下に人がいたなら、どのようなことが起こったか!」と思います(図1)。この照明は現在、施設部のほうで点検、修理がほどかされてきていま



図1 地震の衝撃で落下した ERL 開発棟の照明



図2 ERL 計画推進委員会の様子

す。また、他の被災は冷却水のポンプがしばらく不良となりましたが、組み付けの調整により既に復帰しています。冷却水を必要とする RF 源を利用したテスト運転は今年度の夏以降を予定しておりましたので、決定的な遅延の原因とはならないと理解しています。むしろ、請負業者の工場が被災した結果、いくつかの製作部品の納入は数ヶ月単位で遅れる状況となっておりますが、現在、予定通り 2012 年度末の cERL 運転開始を目指して、関係者一同進めています。

ERL プロジェクトの推進に向けて

上記の震災はありましたが、一方で ERL プロジェクトの推進に向けて、ダイナミックに動いてきています。先ず、2月23日に ERL 計画推進委員会を以下のアジェンダのように、ERL プロジェクトの国内外の位置付けとその期待をはじめに確認した後に、この一年の進捗状況の報告と、今後の進め方に関する（特に現在検討を進めている LC と ERL の協力関係の構築）議論の場を持ちました。

ERL 計画推進委員会のアジェンダ (2月23日開催)

4号館1階セミナーホール 9:00 - 12:00

1. はじめに (ERL 推進委員会に望むもの):
鈴木機構長 (15分)
2. ERL 計画の位置付け: 河田 洋 (20分)
3. ERL 利用研究検討: 足立伸一 (20分)
4. ERL 計画の現状と今後の予定:
cERL の建設状況: 坂中章悟 (15分)
入射部開発: 宮島 司 (15分)
超伝導空洞: 古屋貴章 (20分)
施設, 安全: 芳賀開一 (15分)
5. 「レーザーコンプトン散乱 γ 線源利用核共鳴蛍光非破壊測定実証試験」:
羽島良一 (15分)
6. LC との合同加速器建設の可能性:
ERL と LC の合同加速器の可能性:
河田 洋 (10分)
合同加速器検討タスクフォースの状況:
山口誠哉 (15分)
総合討論: 全員 (20分)

はじめに、鈴木機構長から「cERL に関しては完成を目指す」と言う力強いメッセージを頂きました。一方、議論の場では、最終目標である「5 GeV クラス ERL の位置付け」および「利用研究検討」に関しては、まだまだ磨きが足りないと言う貴重なコメントを頂いております。「cERL 建設に関する加速器技術の開発研究および建設」、そして JAEA から提案されている「レーザーコンプトン散乱 γ 線源利用核共鳴蛍光非破壊測定実証試験」等の現在計画に関しては、順調に推進していることが理解され、最後の「LC との合同加速器建設の可能性」に関しては、CW とパルス運転の両立に関して、また、LC のテスラ like 空洞の導入による CW 運転における大電流化に関する活発なコメントがあり (図2)、今後も引き続き検討をして行くことに関して、理解が得られました。詳細は <http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/suishin/index.html> に発表資料が公開されているのでご興味のある方はご覧ください。

また、2月28日の機構シンポジウムが開催されました。これは次の KEK のロードマップ (2014 年以降) を今年度議論を開始するに当たり、機構に求められている次期プロジェクトを公開して議論する場の第1段階のものです。いくつかのプロジェクト提案がありましたが、もちろん「ERL 計画の展望」と言う題目で提案を述べ、機構内およびコミュニティの方々への理解を求めています。詳細は下の URL にそれぞれの資料が掲載してありますのでご覧ください (<http://www.kek.jp/intra-j/suishinkaigi/2011/index.html>)。

震災前に企画しておりました「PF から ERL へ ~私の実験はどうなる?」の PF 研究会は、震災のため、「PF の復興の目処がたったところでこのテーマの研究会を行う」ことにし、「ERL サイエンスワークショップ II」と言う趣旨で、KEK の小林ホールで ERL でのサイエンスケースをさらに磨きかける作業の場として4月27日、28日に行いました。プログラムや詳細は p.36 の報告記事をご覧ください。

一方、10月16日から21日に渡り、KEK と JAEA の共同主催で ERL2011 の国際ワークショップを KEK で開催されます。このワークショップは The 50th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on Energy Recovery Linacs で、2年ごとに開催されている ERL に特化した加速器技術を中心

にしたものです。しかし、加速器技術だけではなく、利用研究の特別講演も予定しています。詳細は下の URL を参照いただければと思います。このように、これから ERL のサイエンスの研究会、シンポジウムを続けて参りますので、ぜひユーザーの皆さんの参加をお願いする次第です。

ERL2011 のホームページ

<http://erl2011.kek.jp/>

cERL の建設・開発状況

cERL の建設、運転は 3 GeV クラスの ERL を建設するに当たって、非常に重要な技術開発の場であることは変わっていませんが、その利用の立場から日本原子力研究開発機構から特別枠に「レーザー逆コンプトン散乱 γ 線源利用核共鳴蛍光非破壊測定実証試験（H23 年度～H25 年度）」が内示段階であることを前号で報告しました。この大震災の後、無事に内示どおり、予算化されたことが関係者から連絡がありました。この予算の一部は、関係する加速器要素に当てがわれ、cERL の建設に大いに弾みがつくものです。

また、各論の要素技術の開発もいよいよ cERL に導入する時期が近づき、急ピッチで進められています。この号では、ERL の心臓部である電子ビームの加速とエネルギー回収をつかさどる主加速部超伝導空洞開発と、高輝度電子銃のフォトカソード励起用ドライブレーザーの開発の近況を報告します。

主加速部超伝導空洞開発は古屋加速器第 3 系教授を中心に、KEK から梅森第 7 系助教、阪井第 7 系助教、JAEA から沢村研究副主幹、ISSP から中村准教授、篠江技師の協力体制の下で進めています。その超伝導空洞およびその入力カプラーに関して、ほぼ所定の性能を達成することに成功しました。ERL 主加速部の 9 セル 2 号機空洞の加速勾配性能を測る第 2 回縦測定（12 月上旬）及び 3 回目縦測定（1 月中旬）を行いました。図 3 に縦測定の結果を示します。2 K 冷却直後は、28 MV/m 近くの加速勾配を達成しましたが、バーストの後、Q 値の劣化と共に加速勾配 22 MV/m まで制限されました。その後、プロセスを行い最終的に 24 MV/m まで到達しましたが、図のように全加速勾配において、このプロセスの過程で Q 値の劣化が見られました。この原因としては、プロセスの際に空洞内面を汚した、クエンチの際に磁場をトラップしたなどが考えられます。この Q 値劣化は ERL においては直接冷凍機負荷となり、問題となることが予想されます。この原因究明を行うため、3 回目測定は表面処理をあえて行わず、空洞は室温までの昇温のみ行い、Q 値の回復が見られるか確認を行いました。その結果、3 回目縦測定の結果で 16~17 MV/m の加速勾配までは Q 値の回復が 2 回目の initial 程度まで回復することがわかり、ERL の通常運転時の加速勾配である 15 MV/m までの Q 値の劣化は室温に戻すこと回復することが分かり、実機への導入に目処が立ってきています。また、20 MV/m 以上の加速勾配での Q 値の劣化に関しては、今後も引き続きその原因を調べていく予定です。今年度は

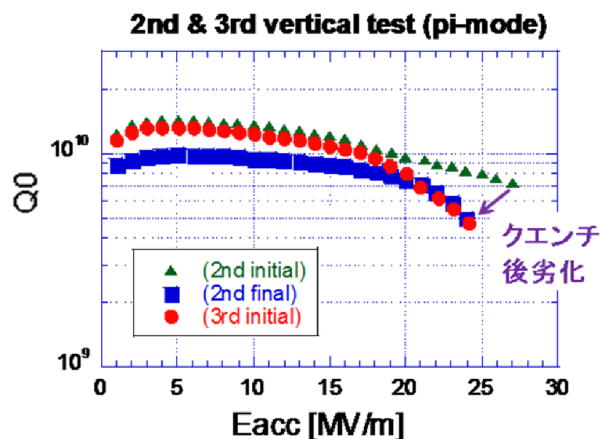


図 3 2号機縦測定結果（2回目&3回目）

cERL で運転するモジュール用空洞の縦測定を行う予定ですが、この「昇温による Q 値の回復が期待できる」という結果は重要です。

続いて、主空洞入力カプラーの進展状況を報告します。主空洞の入力カプラーの仕様は 1.3 GHz で最大 20 kW の定在波運転で、超伝導空洞への粉塵混入による空洞劣化を防ぐべく、セラミック窓を 2 枚、設けた形となっています。特に空洞に近い 1 枚は Cold 窓と呼び、2 K に冷却している超伝導空洞への入熱を防ぐべく、液体窒素温度 (80 K) で冷却する構造となっています。東カウンターホールのクリーンルーム内にてカプラー 1 号機を組み（図 4 左）、図 4 右のように断熱槽で Cold 窓を覆い、窒素タンクに汲んだ液体窒素で Cold 窓を 80 K に冷やし、モジュール組み込みに近い条件下にて、1 月からカプラー 1 号機のパワーテストを行いました。その結果、20 kW の定在波で十分に使用条件を満足し、最大 25 kW の定在波までカプラーにパワー投入ができることが確認され、ERL 主加速器のカプラーとしては RF 及び熱設計として問題ないことが確認された。尚、この入力カプラーの試作の成功に関しては、この 4 月から KEK の加速器第 7 系教授に着任された中村典雄教授の東京大学物性研時代における数年にわたる加速器支援事業の成果です。

一方、高輝度電子銃のフォトカソード励起用ドライブレーザーの開発は、加速器第 7 系の本田洋介助教によって進められています。cERL では、1.3 GHz、平均電流 10 mA を

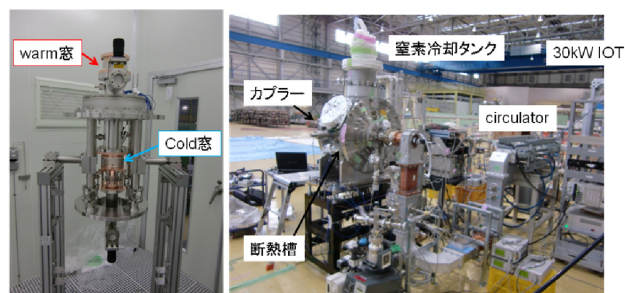


図 4 ERL 開発棟で進められた入力カプラー試験。左：カプラー 1 号機組み立て写真。右：カプラーテストスタンドの様子。

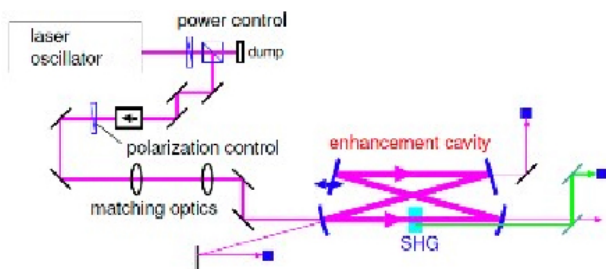


図5 共振器型による基本波の強度増強のスキーム

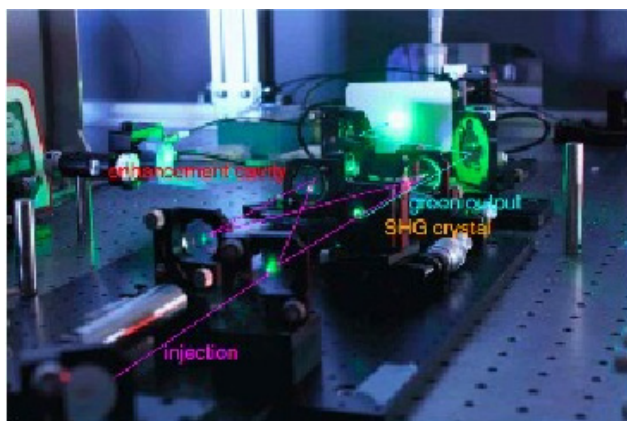


図6 共振器システムのテスト機

最初の目標として設定し、開発を進めています。この平均電量を実現するためには、フォトカソードの量子効率を数%と見積もると、そのフォトカソード励起用レーザーとして、波長530 nm帯で数Wの励起レーザーパワーが必要となります。基本波はYbファイバーレーザーをベースにした1 μm 帯のレーザーを入力光として、非線形結晶で高調波変換することで、530 nm帯のレーザー光を生成しますが、非線形効果を利用するため、入力光として高いピーク強度が必要になります。現時点では、10 Wの入力光を達成していますが、このときの高調波強度は300 mW程度となります。

目標のパワーを実現するには、

- (1) 30 W以上まで入力光をファイバーアンプで増強する。
- (2) 入力光を共振器によって強度増強を図る。

の2つの手法が考えられ、並行して開発を行っています。特に(2)の手法(図5, 6)は、KEKがレーザー逆コンプトン散乱光源開発の一環で培って来た技術であり、若干システムは複雑になりますが、効率が良く、熱負荷による問題を避けられる可能性を持っています。すでに簡単な試験を始め、高調波の発生効率を確認しています。

放射光科学研究施設国際諮問委員会 (SAC) 物質化学分科会報告

2011年2月21日, 22日の2日にかけて上記分科会が開催されました。分科会委員のリストとプログラム, 分科会報告(案)を抜粋して紹介します。正式な報告は今後開催予定のSACにて承認され公開される予定です。

Members

Prof. Yasuhiro Iwasawa (Chair/ University of Electro-Communications)

Prof. Koen Janssens (University of Antwerp)

Dr. Matthew Newville (University of Chicago)

Dr. Sakura Pascarelli (European Synchrotron Radiation Facility)

Prof. Mark C. Ridgway (Australian National University)

Prof. Yoshikazu Takeda (Nagoya University)*

*absent from Subcommittee on February 21-22, 2011

Agenda

Feb. 21 (Mon), 2011

09:00-09:05 Welcome (O. Shimomura)

09:05-09:40 Photon Factory and Charge to the subcommittee (S. Wakatsuki)

09:40-10:40 XAFS I Overview (M. Nomura)

10:40-10:55 Coffee break

10:55-12:00 XAFS II

a. BL-12C & NW10A (H. Nitani)

b. BL-9A & NW2A (H. Abe)

c. BL-7C & BL-9C (M. Nomura)

Discussion

12:00-13:00 Lunch

13:00-13:25 XRF/microbeam (A. Iida)

13:25-14:35 Science highlights I

3 dimensional structure analysis on the metal clusters on oxides. - the investigation on the metal-support interaction for the control of the structure of surface species

(Prof. K. Asakura, Hokkaido University)

Application of SR-XRF to Environmental, Forensic and Archaeological Sciences.

(Prof. I. Nakai, Tokyo University of Science)

14:35-14:50 Coffee break

14:50-16:05 Site visit and discussion individually with PF staff

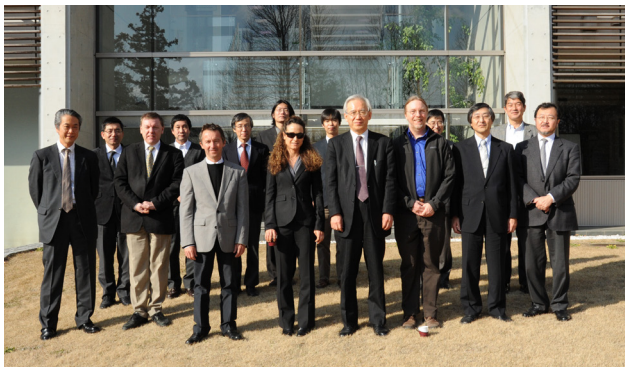
16:05-16:20 Coffee break

16:20-17:30 Science highlights II

Molecular Environmental Geochemistry: linking microscopic and macroscopic phenomena by X-ray absorption spectroscopy

(Prof. Y. Takahashi, Hiroshima University)

Magnetic and film structures of CO, NO adsorbed Fe/Cu(001) thin films observed by depth-resolved XMCD and EXAFS (Prof. H. Abe, KEK)



物質化学分科会委員と PF スタッフ

17:30-18:00 Discussion <Closed Session>
19:00- Dinner

Feb. 22 (Tue), 2011

09:00-10:00 Discussion <Closed Session>
10:00-11:30 Time for writing a preliminary report
<Closed Session>
11:30-12:00 Summary presentation

Summary

(以下は抄訳ですので、詳細は今後公開される正式な報告書を参照して下さい。)

1. 物質化学グループのスコープ・戦略は国内的、国際的に見て適切か？

第3世代光源は輝度の点で有利であるが、PFは試料雰囲気や時分割実験など、とりわけバルク XAFSにおいて、競争力がある。

XAFSでは約200件の課題が実行され年間約120報の論文が発表されている。時分割 XAFS (QXAFS や DXAFS) を用いた触媒研究が著しい進展を見せ、また物質科学や環境科学研究が発展している。PFと国内諸施設における XAFSは良いバランスを保っており、今後もこの関係は維持されるべきものである。多くの新しい XAFS 装置技術が PF から育っている。新 BL-15A の μ -XAFS は科学の様々な分野で価値があり、特に *in-situ* 分析との組み合わせが重要な開発要素となる。

μ -XRF は光源のエミッタンスを考慮すると、スタッフ、ユーザーの努力により、適切な分解能で様々な分野に応用されている。

2. ビームライン開発、共同利用

A) BL 装置技術のスコープと戦略は十分か？

XAFS は PF に 4 ステーション、PF-AR にアンジュレータを含んだ 2 ステーションを運営している。in-house 開発はとりわけ高く評価できる。より効率的な検出器の開発は世界の SR 施設の重要な問題であり、KEK 内外の研究者との協力関係を推進することを勧める。off-line または on-line の分析装置をユーザーコミュニティと協力して導入す

ることが望ましい。

B) 人員の問題

人員不足は深刻な問題である。各 BL につき平均 2 名のスタッフが望ましいが、それでも国際標準 (チームラインあたり 3 人から 4 人) と比べればかなり低い水準である。人員を増強することにより、PF はユーザー支援や教育、新しい分野の開拓などへの貢献を続けることができ、また in-house の先端的な研究開発を進展させることにより海外施設との競争力を保つことができる。更に既存施設や将来光源のための後継者育成も必須である。

NW2A は特色ある施設であり、時分割 XAFS 利用研究は推進されるべきである。PF 内外のグループと協力することにより、安定した運用を提供できるようになるであろう。

C) アカデミック利用と産業利用のバランスは適切か？

産業利用はビームタイムの 20% までとされているが、XAFS に関連しては共同利用研究に大きな影響を与えずにこれを 25 ~ 30% 程度まで増加させることができそうである。産業利用を増加することにより人員問題を少し軽減できるかもしれない。

D) 海外ユーザーへの開放

PAL への協力をはじめ海外ユーザーに開放されている。

E) SPring-8 との協力関係と相補性

PF-AR では Single bunch 実験を進め、バルク XAFS に十分なビームタイムを提供している点で PF は SPring-8 と相補的であるといえる。スタッフ不足の問題が改善されれば、内外の施設との協力関係も増すであろう。

3. ユーザーからの研究成果の評価

優れた研究成果がでており、特に他の第二世代光源と比較して優れている。触媒 XAFS の研究は素晴らしい成果である。スタッフの問題が改善されれば、特定研究分野 (触媒、環境科学) に絞りこんだ研究が一層促進されるだろう。

4. XAFS 資金の将来見通しについて

産業利用関連施設使用料が XAFS 予算の 60% ~ 95% を占めている。更に外部資金を集め、有期スタッフの増強を図ることによりパーマネントスタッフ増強への支援を探ることができる。また外部資金獲得は、資金獲得者やその施設の地位を向上させる点でも重要である。

5. 将来展望について

A) 新 BL-15A について

新 BL-15A は PF の可能性を広げ、 μ -XRF と μ -XANES, μ -XRD を複合した優れた研究の機会を与えるものである。この BL は μ -SAXS の可能性も持っている。これらの技術は、ユーザーに提供する前に、十分開発の時間を取るべきである。新しい BL には専任の新たなスタッフを配置すべきである。

B) BL-12C の改造について

BL-12C ではハッチの拡張、conical ミラーの設置が予定

されている。このことは偏向電磁石光源のより良い利用につながり、ビームライン性能を向上させるであろう。高計数率の新検出器も導入すべきである。ユーザーとの強い連携のもと、試料環境のレベルアップもはかる必要がある。

C) BL-9C の XAFS 専用化

新 BL-15A の稼働に合わせて BL-9C を XAFS 専用化することを、BL-9C の運営の簡略化の観点から支持する。

D) BL-7C の閉鎖

同様に新 BL-15A が稼働した場合、BL-7C の現状と人員問題を考慮し、BL-7C の閉鎖は妥当であるとする。ただし RXES 実験の場がなくなることについては科学戦略の観点から SAC で慎重に評価を行う必要がある。

E) 将来光源

KEK で検討されている KEKB へのアンジュレータビームラインの導入と ERL は、低エミッタンスマシンを目的としたもので、日本におけるすべてのフォトンサイエンスにとって非常に重要である。これはマイクロおよびナノ分析の分野の進展に寄与するであろう。これらの新施設が標準的なバルク XAFS による化学分析評価に特段適しているかどうかは明確でないが、研究にとっては重要な要求である。

放射光科学研究施設国際諮問委員会 (SAC) 構造物性分科会報告

2011 年 3 月 1 日、2 日の 2 日にわたって上記分科会が開催されました。分科会委員のリストとプログラム、分科会報告(案)の日本語要約を抜粋して紹介します。正式な報告は今後開催予定の SAC にて承認され公開される予定です。

Members

Junichiro Mizuki – Chair/ Japan Atomic Energy Agency

Masaki Takata – RIKEN SPring-8 Center

Katsuya Shimizu – Osaka University

Robert Feidenhansl – University of Copenhagen

Yanbin Wang – University Chicago

John Hill – Brookhaven National Laboratory*

* absent from Subcommittee on March 1-2, 2011

Agenda

Tuesday, March 1, 2011

- 09:00-09:05 Welcome (O. Shimomura)
- 09:05-09:30 Charge to the subcommittee (S. Wakatsuki)
- 09:30-09:40 PF beamline refurbishment program (K. Ito)
- 09:40-10:20 Introduction to Condensed Matter Group
(Y. Murakami)
- 10:20-10:35 Coffee break
- 10:35-12:05 Condensed matter beamlines & Instruments
10:35-11:00 BL-3A, 4C (Y. Yamasaki)



構造物性分科会委員と PF スタッフ

- 11:00-11:25 B-8A, 8B (A. Nakao)
- 11:25-11:50 BL-18C, NE-1, NE-5, NE-7 (T. Kikegawa)
- 11:50-12:05 Resonant Soft X-ray Scattering/MCD
(J. Okamoto)
- 12:05-13:20 Lunch
- 13:20-14:20 In-house Condensed Matter Research
Hironori Nakao (IMSS, KEK)
Reiji Kumai (AIST & KEK)
- 14:20-15:50 Site visit (PF & PF-AR) and discussion with
PF staff
- 15:50-16:10 Coffee break
- 16:10-17:40 Science Highlights
Hajime Sagayama (Tohoku University)
Tadashi Kondo (Osaka University)
Takeshi Matsumura (Hiroshima University)
- 17:40-18:10 Discussion

Wednesday, March 2, 2011

- 09:00-10:00 Discussion
- 10:00-11:30 Time for writing a preliminary report
- 11:30-12:00 Summary presentation

Summary

構造物性グループは、強相関電子系分野と極限環境下物質系分野において、質量ともに十分な成果を挙げており、国際的にみても強い競争力を持っている。この競争力を維持していくためには、良い光源と先端的な実験装置が必要となる。そのため本委員会は、KEK 執行部に対してコンパクト ERL 計画や 3-5 GeV クラス ERL 計画をしっかりと進めていくように働きかけていきたい。新光源ができるまでの間は、フォトンファクトリーの安定した運転と 2 次元検出器などの装置開発に力を注ぐことを勧めたい。

1. 構造物性グループのスコープと戦略について

強相関電子系分野と極限環境下物質系分野への選択と集中は、現状では成功している。強相関電子系に関する研究は、高いレベルに達しており、特に共鳴軟 X 線散乱に関する研究戦略はとても良い。また、NE-1A での高圧下メスバウアー測定は大変興味深い。

2. ビームライン・実験装置・スタッフについて

実験装置開発は良く行われている。KEKの検出器グループと協力して、2次元検出器やデータ処理に力を注ぐことを強く勧める。本グループのスタッフ数不足は深刻であり、ユーザー支援への障害となることが懸念される。スタッフ数の増加がどうしても望めないならば、ビームラインの整理や強力なユーザーグループとの連携が必要となるだろう。

3. ユーザーからの研究成果について

構造物性ユーザーからの研究は、インパクトの強いものが数多くある。申請課題数などから見ても、ほとんどのビームラインにおいて活発に研究活動が行われている。

4. 外部資金、産業利用について

構造物性の運営資金の中で競争的外部資金の占める割合は大きい。これらの外部資金は3年後に終了するので、今後の安定的な運営を確保するためには、大学の研究者と協力して、大きな外部資金を探すことが必要であろう。また、スタッフは外部資金獲得に向けて、より積極的な研究提案を行うことを勧める。

構造物性グループは基礎科学を集中しているので、産業利用を積極的に進める必要はない。そのマンパワーはアカデミックユーザーのサポートに向けられるべきである。

5. 他機関との研究協力について

東京大学・筑波大学・NIMS・AISTとの間で、多くの共同研究が行われている。理論家との協力は重要である。

6. 将来の展望について

構造物性グループの関与するいくつかのビームラインの統廃合を推奨する。ユーザーとの議論を開始してはどうか。BL-3A, 4Cでは良い成果が多く出ている。一方、BL-8A, 8Bも良い成果は生み出しているが、BL-8AはBL-8Bに比べ申請課題数・発表論文数ともに少ないので、新しいユーザーを開拓が必要である。AR-NE1Aにおいては、メスバウワー・EXAFS・回折法を組み合わせた高圧実験の推進を強く勧める。

7. 一般的なコメント

X線と中性子の相補利用についてはよく行われている。一方、PFの中での電子物性グループと構造物性グループとのより有機的な協力を勧めたい。