

## 施設だより

放射光科学研究施設長 若槻壮市

### 構造物性研究センターと物構研シンポジウム

構造物性グループ教授として村上洋一先生が来年4月に着任されることになりました。村上先生には物構研の長年の悲願であった構造物性研究センターを立ち上げていただくこととなります。本センターは放射光、中性子、ミュオン等のプローブを用いて横断的な物性研究を展開することを目的とし、グループリーダーも含めて物構研内外から研究者の方々にご参加いただきたいと考えています。現在進行中の構造物性グループ准教授のポストもPF構造物性グループだけでなく、構造物性研究センターの中核的存在として活躍していただきたいと思っております。

本号24ページに掲載されていますように10月16、17日に国際会議場エポカル(つくば)で第一回物構研シンポジウムを開催いたします。このシンポジウムは構造物性研究センターの立ち上げ、J-PARCの始動、ERL計画を主題とし、海外からの3人を含めて国内外の指導的な研究者の方々にご講演いただきます。物構研の新しい1ページを開く機会としたいと思っておりますので、ご興味のある方は是非ご参加いただけますようお願い申し上げます。

### 先端技術・基盤整備・安全グループ 准教授

このポストは、現在PFで進めておりますビームライン新設統廃合計画のX線分野の取りまとめとしての要職です。前記構造物性グループリーダー教授ポストと同様非常に多くの候補者の中から、五十嵐教之氏が選ばれました。8月1日付けで准教授着任となります。引き続き生命科学グループにも所属し、構造生物学研究の高度化を目指した方法論の開発にも従事しますが、主務は先端技術・基盤整備・安全グループで、BL-15のショートギャップアンジュレータビームラインも含めて数多くのX線関係のビームライン建設において主導的な役割を担ってもらうこととなります。五十嵐氏は構造生物学グループの共同利用や技術開発においてもリーダーシップを発揮して来られました。また、人事委員会、物構研運営会議では、PFの将来にとって最先端のオプティクスを担う人材の確保と研究開発の推進体制を確保することが極めて重要というご指摘を複数の先生方からいただきました。これらの問題に配慮しながら今後の人事を進めていきたいと考えています。

### 量子ビーム基盤技術開発 BL-16 プロジェクト

兩宮健太准教授を研究代表として「軟X線の高速偏光制御による機能性の探究と創製」という5年計画で申請いたしました。東京大学藤森淳教授(スピントロニクス材料の解析・探索 強相関電子系・希薄磁性半導体)、慶応大学近藤寛教授(表面化学反応の追跡、表面のキャラクタリ

ゼーション)、産総研湯浅新治博士(スピントロニクス材料の解析・探索 磁性薄膜・多層膜)に分担研究者としてご参加いただき、大変厳しい競争の中採択されました。これにより、2本目の挿入光源としてAPPLE-II アンジュレータを設置し、一本目のアンジュレータと組み合わせることで10 Hzで偏光をスイッチすることでXMCDの検出限界を格段によくする計画です。本申請の採択により本計画の早期実現が可能となります。2006年に現在のPF執行部が発足したときにグループ化を進める一つのキープポイントとして、外部の先生方とビームライン開発のための外部資金獲得を目指していくためのベースとすることを掲げましたが、今回の採択はまさにチームワークの成果といえます。KEKでは鈴木機構長と山田推進役(7月から管理局長)により競争的資金獲得のため機構ワイドの戦略WGが発足し、一定規模以上のプロジェクトについては申請書の書き方についてのアドヴァイスやヒヤリングの練習を素核研、物構研、加速器施設、共通施設のメンバーが集い、機構長、理事の先生方にもご出席いただきながら切磋琢磨していくシステムが動き始めました。今回のBL-16プロジェクトもこのシステムにより何度もヒヤリング練習、発表資料の推敲を重ねました。内外の関係者の方々のご協力に心から御礼申し上げます。

### 施設長裁量経費

昨年に引き続き、施設長裁量経費内部プロジェクトを公募し放射光科学研究系、光源研究系の中からあわせて10件の応募がありました。ヒヤリングを行った結果7件を採択しました。小規模ながら、内部スタッフの競争的資金獲得のためのトレーニングもかねて今後も継続していきたいと思っております。

### インドビームライン

前年から検討してきましたインドビームラインはBL-18Bのリースという形で10月にMOUを結ぶべく最終調整に入っています。Department of Science and TechnologyやSaha Institute of Nuclear PhysicsのMilan Sanyal教授との協議により光学系についてはほぼ現在のまま使用し、実験ハッチ内の実験装置を漸次更新しながら利用していくという方針です。本計画は前回7月8日の放射光戦略WGで、PF側の体制をより明確にするべきというアドヴァイスとともにご了解をいただきました。インド側としては来年1月からの利用を希望されております。導入予定の気液界面の回折計はPFにとっても新しい装置ですのでゆくゆくはユーザーの方々にも利用をご検討いただければ幸いです。

### 海外事情：オーストラリア放射光 (AS)

先日5月29日に第一回科学諮問委員会(SAC)に参加してきました。当初計画の9本のビームラインのうち5本がユーザーオペレーションを始め、メディカルビームラインの150 m長尺ビームラインのための外構工事が進行中でした。PF・総研大で博士号を取得しポスドクとして研究

されてきた Anton Maksimenko 博士がビームラインサイエンティストとして着任し、ESRF や APS で高圧ビームラインの建設に従事した Daniel Hausermann 博士のリーダーシップの下、医学ビームラインの開発・建設で活躍されておられます。12月2, 3日にユーザーミーティング, 4, 5日はアジアオセアニア放射光フォーラム (AOFSSR) がメルボルンで行われます。また、来年9月28日から10月2日にはSRIも開かれることになっています。PFにはASRP (Australian Synchrotron Research Program) のビームライン BL-20B が長年稼働しており、PF で最も論文数の多いビームラインの一つでもあります。AS では XAS ビームラインは挿入光源一本で、輝度よりも強度を必要とする実験等の需要が今後も多いことが予想され、しばらくの間は BL-20B を使いたいというユーザーが多いとお聞きしています。ASRP は今年7月1日からオーストラリア放射光に合流し、そこでの実験課題と同様な PAC 手続きを経て審査されるそうです。メルボルン大学副学長で AS-SAC 委員長の Frank P. Larkins 教授が6月30日に PF を訪問され AS の建設・オペレーションの近況をお聞きしました。特に印象的なのは全てのビームラインサイエンティストがオーストラリアのどこかの大学の客員もしくは兼任教官となっており、大学との連携を重要視していることです。また、第2フェーズビームラインはビクトリア州や連邦政府からの建設資金で進めた第1フェーズ (当初計画) と違って、大学や研究所からの提案によるものを検討しているそうです。

#### 海外事情続き：米国，韓国

第21回 JSPS ワシントン支局によるサイエンスフォーラムが6月20日にワシントン DC で開かれました。今年から菅原元機構長がセンター長をされておられます。今回は物理と生物との接点ということで、電顕、放射光、イメージング、インフォマティクス等の日米の研究者が講演を行いました。放射光関係では、私が蓄積リング型放射光を用いた構造生物学研究と ERL の展望について、SLAC 副所長 Keith O. Hodgson 教授 (PF-ISAC 委員長) が SSRL における測定自動化、リモートアクセスと RNA ポリメラーゼでノーベル賞を受賞された Roger Kornberg 教授の放射光利用さらには現在 SLAC で建設中の X線自由電子レーザー計画について講演を行いました。文部科学省からは森見憲学術機関課長がわが国の科学行政、特に高エネルギー研究と量子ビームについての考え方を話されました。DOE, NIH, NSF の責任者が多く出席されていました。特に NSF のメンバーとはコーネル大学や KEK の ERL 計画の推進について議論いたしました。JSPS 理事の小林誠先生や BNL の尾崎敏先生も出席され、高エネルギー加速器関係の先生方にフォトンサイエンスについてお聞きいただく大変良い機会になったのではないかと思います。

7月13~18日に米国メイン州で開かれたゴードン会議に出席したときに、オークリッジの中性子施設で構造生物学関係のビームラインを建設している Center for Structural Molecular Biology のディレクターに最近就任した Dean

Myles 博士と久しぶりに会い、オークリッジでのビームラインの建設状況について話を聞く中で、放射光と中性子の連携についてサイエンススペースで協力ができないかどうか相談いたしました。これについては PF としても積極的に参加を検討したいと思います。

その直後韓国で7月15~18日に開催された第一回 Pohang Light Source (PLS) サマースクールの最終講義をしてまいりました。韓国では放射光次期計画について様々な議論が行われており、PLS でも次期計画を提案するとともに、ここ数年内部スタッフによるインハウス研究の強化を図るとともに、若手育成の一環として今回のサマースクールを企画したそうです。ほとんどは韓国人講師ですが、日本からは東大物性研松田巖先生も講義をされました。滞在中 PLS ディレクターの Moonhor Ree 教授らと議論する機会もあり、トップアップ運転とビーム安定化について PF の協力を要請されました。上記インハウス研究では、内部スタッフによる成果も随分出るようになり、外部研究資金獲得も進んでいるようです。構造生物分野でも、Pohang の大学ポスドクで Cell 誌に小胞輸送関係の複合体の論文を発表した若手研究者がビームラインサイエンティストとして着任し、新しいテーマで研究を進めている話を聞き大変刺激を受けました。

#### 戸塚洋二先生

立花隆氏による戸塚機構長の闘病記が7月10日発行の文藝春秋に掲載され、その日の朝早速購入して一部読み始めた直後に先生の訃報をお聞きしました。機構長として2期目が決まった後に、体調不良からご辞退されたのは3年前でしたが、実は1997年以降大変な闘病生活を続けられていたことを知りました。謹んでご冥福をお祈りいたします。

# 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 収志

### 概況

4 - 6月の運転日程は以下の通りであった。

4月14日	PF-AR 運転開始
4月28日	PF-AR 運転停止
5月7日	PF 運転開始
5月9日	PF-AR 運転再開
6月30日	KEKB 運転停止
7月1日	PF, PF-AR 運転停止
7月3日	入射器運転停止

PF, KEBB, 入射器とも大きなトラブルなく順調に運転を続け、7月3日、夏期保守に入った。

### 主なトラブル

5月8日(茨城沖)、6月14日(岩手・宮城)の地震(いずれも、つくばは震度4)で、入射器トンネルシールドドアのインターロックが一瞬間となりビームが停止した。このとき、地震による影響でビーム軌道が蛇行し、補正のためにPFへの入射がそれぞれ27分と45分遅れた。また、5月15日大電力高周波電源内のサイクロトンの故障で23分、6月30日未明、セクターBのサブブースタクライストロンのタイミング回路故障で36分入射が遅れた。

### 夏期保守

今年度の作業計画にしたがって、RF、加速管、制御、運転管理の各グループが2カ月余り保守作業を行う。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・陽電子源消耗品の交換・保守、真空装置の保守、ビームモニターの保守、計算機の保守などの定期的な作業項目が含まれる。また、同時入射関係では、電子ビームバイパス用のビームホール径を3mmから5mmに拡大した結晶標的の設置、パルスステアリング電磁石の設置などを予定している。

### 同時入射のためのビーム開発

入射器は、PF用2.5 GeV電子ビーム、KEKB用8 GeV電子ビームと3.5 GeV陽電子ビーム、PF-AR用3 GeV電子ビームの4種類のビームを切り替えて入射している。このうち、PFビームとKEKBビームをパルス毎に切り替える「同時入射」のためのビーム開発を、来年秋のPFトップアップ運転開始をめざして、精力的に進めている。

#### (PF電子ビームとKEKB電子ビームの切り替え)

入射器のビーム輸送系は直流電磁石で構成されており、

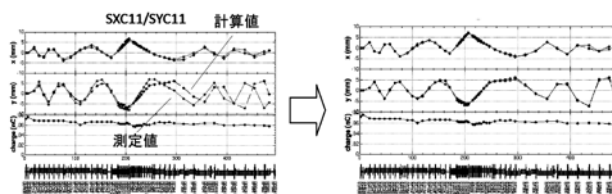


図1 グラフの上2列はそれぞれ水平方向と垂直方向ビームの軌道を表わす。黒点は計算値、灰色の点は測定値。左のグラフは軌道の計算値とその計算値にもとづいてセットした輸送系によるビーム軌道の測定値。右のグラフは、計算値を4極電磁石の強度に実験で求めた fudge factor を乗じて修正している。

パルス毎に切り替えることは不可能である。従って、ビームエネルギーの異なるPF, KEBB両方のビームに対しても、同じ磁場で輸送することができなければならない。現在すでに、このような輸送系のオプティクスを開発し実際の入射に試用している。しかし、加速器の運転パラメータの変更があれば、磁場の変更や軌道の調整を速やかに行わなければならない。図1左は、ビーム軌道の計算値と、その計算値にもとづいて設定したビーム軌道(ビームを横方向にキックしてわざと蛇行=ベータトロン振動を大きくしている。)の測定値を、入射器に沿ってプロットしたものであるが、両者にずれがみられる。そこで、このずれから磁場等の誤差を fudge factor として求め、計算値を修正することにより、計算と実際の軌道を図2右のようにぴったりと合わせることができるようになった。

#### (パルス毎の異種ビームの切り替え)

入射ビームを切り替えるには、電子銃パラメータ、加速高周波のタイミング・位相、各種モニターなどをパルス毎に切り替える必要がある。そのための新しいトリガーシステム「Event System」のベンチテストを進めてきたが、7/2-3日に初めてビーム試験を行った。RFのstandby/acceleration、ビーム繰り返し、加速位相の切り替えなどが安定して行えることを確認した。図2は加速位相をパルス毎に切り替える実験で、ビームエネルギーがパルス毎に安定に切り替えられている様子を示している。



図2 (左) 主制御室近くのメイントリガーステーションに設置された Event Generator。(中) 第3セクターサブブースター「SB-3」電源付近に設置された Event Receiver と位相設定/モニター用 DAC/ADC。(右) 入射器終端に設置されているビーム偏向電磁石下流のスクリーンで観察したビームスポット。SB-3の位相を3種類(100°, 140°, 160°)変えることにより、第3セクター8台の大電力RF源の位相を同時に変えると、エネルギーの違いによりビームスポットが写真のようにずれて観測される(右方が低エネルギー側)。位相は20ms毎に変更し、「100-140-160-100-140」度のパターンを繰り返した(位相160度のビームパルスは他の1/2の頻度なので暗く見える)。

### 戸塚先生の死を悼む

この原稿執筆中に戸塚前機構長の訃報に接しました。在職時は大変だったと思いますが、我々には苦しそうな様子はおくびにも出さず、いつもにこやかにされていました。リニアコライダー計画の推進にあたっては、電子陽電子入射器の活動を評価していただき、また、国際設計チームで施設・サイトを担当してきた私達を励まして下さいました。入射器を視察にこられたときや、メーカーの視察に同伴させていただいたとき、先生の装置を見る目の輝きが今も記憶に残っています。心からご冥福をお祈り申し上げます。

## PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 春日俊夫

6月1日付けで、高井良太さんが放射光源研究系の助教として着任されました。ビームインストゥルメンテーショングループのメンバーとして活躍していただきます。

### PF

昨年度の運転は予定どおり3月10日に終了し、連休明けの5月7日に今年度の運転を再開した。前号でも述べたように、運転停止期間にBL-16の高速偏光切り替え光源の設置をおこなった。これは2台のAPPLE II型可変偏光アンジュレータを直列に並べて設置し、電子軌道に時間的に変化するバンパをつくり、光軸を変化させることで偏光スイッチングを実現しようとするものである。一台目のアンジュレータは磁場測定後、現地に設置され、バンパ軌道を作るための5台の電磁石と電源も設置が終了し、実際にバンパ軌道発生試験も行われている。この方法では、リングの他の場所でビーム位置の変動を引き起こさないことが重要である。現在までのマシンスタディで、ビーム位置の変動は水平方向で最大0.03 mm程度、鉛直方向で最大0.015 mm程度までに抑え込んでいる。この値を小さくすべくさらなる調整を行う。なお放射光科学第一・第二研究系の現状の項にあるように、二台目のアンジュレータの製作が行われる予定である。

PFの軌道グループが開発を進めている新方式のビーム入射用パルス六極電磁石1台が新たに設置されたことも前号で述べた。この新方式の入射法の試験が行われた。この入射法によりPFの運用初期ビーム電流の450 mAまで何の問題も無く入射可能であることが確認された。実用化されれば蓄積ビームを全くゆらすことなく入射が可能になり、Top-up入射に最適な入射方式と考えている。

単バンパ運転時には、既にTop-upモードでの運転の試行が行われており、その有効性が認識されている（前号伊藤健二氏の“ユーザーから見た「トップアップ入射シングルバンパ運転」の効用”参照）。多バンパ時のTop-upモード運転の問題点を洗い出すために、6月17

日から30日までMBSオープンでの入射テストを行った。解決しなければならない課題も判明したが、Top-up運転にむけての前進があった。

6月30日9時にユーザー運転が終了した。その後、翌7月1日9時まで丸1日、入射器を専有して、上記のパルス六極電磁石による入射法のスタディと入射器からPFまでのビーム輸送系（PFBT）の四極電磁石群の励磁電流値の新たな組み合わせを見つけることが行われた。これは

1. PFBTのビームダンプ付近でバンパ長を短くする（ここで短バンパビームを観測するモニターの開発を行う）、
  2. PFリングへの入射時のビームパラメータ測定をしやすくする、
- ことを目的とするものである。

前年度、計4台ある加速高周波系のうちの1台のクローバーを更新したが、このクローバーが異常動作を起こすため、この系を切り離して3台の加速系で運転を行ってきた。クローバーに使用しているイグナイトロンを2本直列から3本直列に改造することを行った。この改造によってこのトラブルは解消したため、この系を復帰した。

### PF-AR

PF-ARの昨年度の運転も予定どおり3月10日に終了した。今年度の運転は4月14日に開始された。新偏向電磁石電源が発生する高調波の対策として、電源の上流側に高調波フィルターを新設した。予定どおり3月末に完成し、試運転も順調に完了している。試験の結果、目標とした仕様を十分に満足していることが分かった。

PF-ARでは頻度は減っているとはいえ、相変わらず寿命急落現象に悩まされている。この原因追及のためのスタディが引き続き行われている。6月30日から7月1日にかけてのスタディ時に、寿命急落に伴う $\gamma$ 線を検出するためのモニターを設置し、その調整作業を行った。

## 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

前号にも記しましたように、PFでは春の停止期間中にBL-16用の可変偏光アンジュレータおよびキッカーの設置作業を行ない、5月7日に運転再開しました。6月中旬からはTop-up運転に備えて、MBSを開けた状態での入射を行いました。一方、PF-ARでは例年並みに4月14日～28日の運転後、短期停止を経て、5月9日運転再開しました。両リングとも、6月30日朝まで実験を行った後、頻繁な入射を伴うスタディを行い、7月1日朝に停止しました。

8月16～18日の停電やシャッターの安全点検、インタ

ーロックの総合動作試験を経て、PFは9月29日、PF-ARは10月14日から運転を再開します。今年度は電気代の制約等から、KEKBの運転再開が10月16日になっていることを活用し、10月7日から13日の間のシングルバンチはtop-up入射で蓄積電流値を保つ予定です。その後、両リングとも12月25日まで連続運転の予定です。

加速器の運転は電気の固まりで、昨今の燃料費調整額の高騰により厳しい状況にありますが、昨年度のPF懇談会からの要望を機構長が重く受け止め、PFに関しては例年並みの運転時間を確保する方向です。このため、1月中旬から3月下旬の運転を予定しています。東京電力は1月以降の電気代値上げを発表しており、その状況を見ながら最終的なスケジュールを決めることとなります。

### ビームラインの建設等

PFでは2005年に行った、PFリングの高度化改造を生かして、挿入光源を光源とし、研究目的に特化したより高性能のビームライン整備を進めています。PFではBL-1, 8, 13, 14, 16が、PF-ARではNE地区全体が改造の対象となり、改造工事やその準備作業が進められています。

新しいアンジュレーターを設置したBL-16では電子軌道の調整、ビームライン光学系の調整等を行い、分解能( $E/\Delta E$ )としてほぼ設計通りの8000を実現し、磁場反転および偏光反転のMCDスペクトルの測定に成功しています。担当者の雨宮が記事を書いているので、詳細は別稿を参照して下さい。現状ではアンジュレーターは1台ですが、「量子ビーム基盤技術開発プログラム」の「高度化ビーム技術開発課題」にPF提案の「軟X線の高速偏光制御による機能性材料の探求と創製」(責任者:雨宮健太)が採択され、BL-16の二台目のアンジュレーター整備を進めることが可能となりました。

PFリング直線部増強改造によって生み出された短直線部BL-1に真空封止型短周期アンジュレーターを光源とする構造生物学研究用ビームラインを建設するための準備が進められています。これはターゲットタンパク研究プロジェクトで、PF, SPring-8に各1本ビームラインを建設する中

の軽原子の異常分散を利用する構造決定に最適化した低エネルギー高輝度マイクロビームビームラインです[1]。このビームラインを建設するためには既設のBL-1A, 1Bを移設することが必要であり、夏の停止とともにBL-1Bの撤去が行われました。これに先立ち、移転先のBL-8では新しいメインハッチ、実験ハッチの建設、電気工事等が行われ、夏の停止とともにBL-8基幹部の解体が進められました。夏の停止期間中にBL-1Bから8Bへの移設が行われ、秋期に立ち上げ、調整作業を行った後、1月には利用実験が再開されます。BL-1B, BL-8の様子を写真1に示します。2009年1月からはBL-1Aから8Aへの移設作業が行われ、4月から立ち上げ、調整作業が予定されています。BL-1Cについては2009年3月に閉鎖し、夏にはターゲットタンパクプロジェクトに基づく新しいビームライン建設が予定されています。

有機機能性薄膜等の主要構成元素である炭素、酸素、窒素などを軟X線を用いて研究するBL-13の建設が7月8日の戦略ワーキンググループ(WG)で承認され、建設に向けた作業に着手しています。現BL-13Aで行われている高温高圧下のX線回折実験は来春には改装なったNE1へ移転します。BL-13Bで行われていたXAFSについては基本的には既設のXAFSステーション群で受け入れる計画ですが、スケジュール等は調整段階です。

BL-14Cを縦型ウィグラーの偏光特性を生かした位相コントラストイメージング研究に専用化することについても戦略WGでの承認を得、2009年夏を目指して準備作業が進められています。現在BL-14C2で大型プレスMAX-IIIを用いて行われている研究は後述するNE7へ移転します。

PF-ARの北東(NE)棟では、これまでも記しましたように、春の停止期からNE3, NE5A, Bの撤去作業、新NE1, NE3の建設やエレベータ設置工事が進められています[2]。まず、NE3では核共鳴実験を終了し、アステラス製薬の出資による構造生物学研究用ビームラインを建設するための作業が進められています[3]。既に新しい実験ハッチも完成し、現在は基幹部の更新、新ビームラインの設置作業が進められています。4月中旬までの状況は[2]に

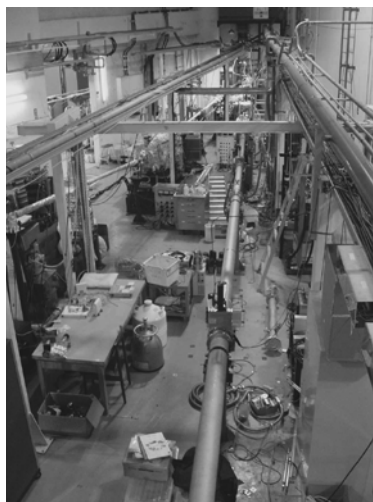


写真1 (左) BL-1Bの撤去されたBL-1。中央はBL-1A。(中) 旧基幹部の撤去されたBL-8。(右) BL-8A, 8Bの実験ハッチ。

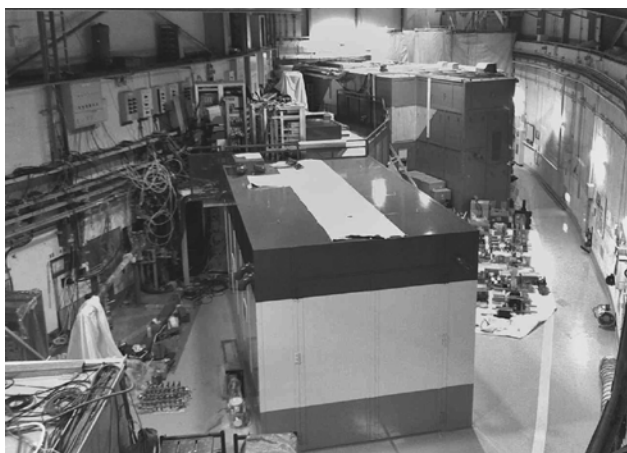


写真2 新しいNE3のハッチがほぼ建設された状態(2008年7月)

記されていますので、最近の写真を記します(写真2)。

同じくNE1ではコンプトン散乱, 軟X線MCD, 医学応用に使われてきたビームラインを撤去し, 新たに, 高温高圧下でのX線回折および同条件下での核共鳴実験を行うビームラインを建設しています[4]。BL-13Aで行われている高温高圧下でのX線回折実験は, より高強度のビーム, 作業性の良い実験ステーションを目指し, 前述した軟X線用ビームラインBL-13建設のために移動します。

NE5A, BL-14C2のアクティビティの移転先については, 素核研の理解を得, 検出器校正用に設けられていた内部標的ビームラインIT-4を撤去し, 跡地にビームラインNE7を建設することとなりました。NE棟のビームライン更新作業の詳細については別項(p.8)に掲載しています。

### 人の動き

物構研07-8として公募していた構造物性グループのリーダー(教授)には東北大学大学院理学研究科の村上洋一教授が選任されました。村上先生は当該分野の日本のリーダー的存在の方で, 構造物性研究センター長として, 放射光, 中性子, ミュオン, 低速陽電子と云った物構研の持つユニークなプローブを活用して構造物性研究をリードしていただくことを期待しています。

物構研07-9として公募していた先端技術・基盤整備・安全グループでX線関係のビームライン整備を進める准教授として五十嵐教之氏が選任されました。上記の様に多くのビームラインの統廃合が進む中, X線領域での取りまとめとしての活躍に加えて構造生物研究も展開されることを期待しています。

大学同様毎年1%の定員削減を課されていますが, PFを一層活性化すべく人事公募手続きを進めています。本号がお手元に届く頃には締切間際になっていますが, 既にPF懇談会会員の方にはメールでお知らせしているように, XAFSおよび蛍光X線分析分野の助教1名を公募しています。これらの公募要領は本誌にも掲載されていますが, PFを使って研究される皆様にとっても重要な人事ですので, 我と思わん方々の応募をお待ちしております。

- [1] 松垣直宏, Photon Factory News, 26 (1) 12 (2008).
- [2] 岸本, 亀卦川, 山田, 兵藤, Photon Factory News, 26 (1) 12 (2008).
- [3] 山田悠介, Photon Factory News, 25 (3) 11 (2007).
- [4] 亀卦川卓美, Photon Factory News, 25 (4) 7 (2008).

## ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

前号のPFニュースで, 羽島良一(JAEA), 中村典雄(ISSP), 坂中章悟(KEK), 小林幸則(KEK)編集による「コンパクトERLの設計研究」(KEK report 2007-7, JAEA-Research 2008-032)が出版されるに至ったことを報告しましたが, コンパクトERL設計研究に関する報告会を兼ねた「コンパクトERLデザイン検討会」を5月20日, 6月11日に開催し, 約50名程度の加速器科学研究者が参加する中, 各要素技術間の整合性の検討が行われました。5月20日にはERLの高輝度大電流電子銃, 前段加速部超伝導空洞, 主加速部超伝導空洞, ビームダイナミクスに関するコンパクトERL設計研究に関する議論・検討が(写真1), 6月11日には電子銃のドライブレザー技術, 冷凍設備, RF電源系, ビームインスツルメンテーション関係の議論・検討が行われました。

また要素技術の開発研究は紙面上の検討だけではなく, 試作機の製作段階に移りつつあります。今回はその様な技術開発の現状のいくつかを報告いたします。

ERLの心臓部であるエネルギー回収を司る主加速部の超伝導空洞の開発に関して, KEKの古屋氏を中心に光源系スタッフ, 東大物性研スタッフ, 原子力機構スタッフのチームが展開しています。昨年度はシングルセルモデルの試作とテストを進めていました。空洞中心部分のセンター・シングルセルモデルと, HOM(Higher Order Mode)の取り出しを行うために特殊形状をしたエンド・シングルセル



写真1 第1回コンパクトERLデザイン検討会の様子。

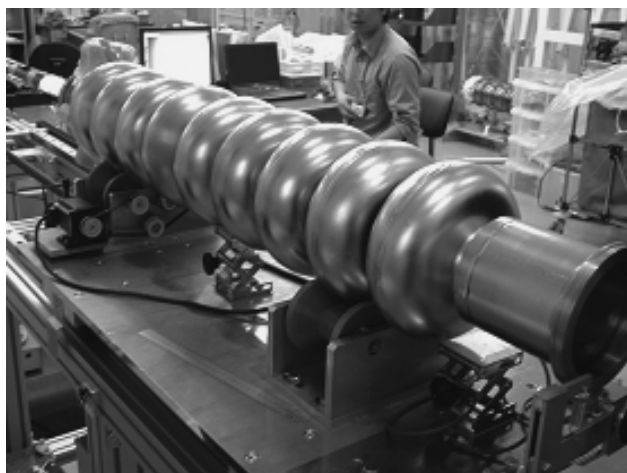


写真2 9連の超伝導空洞の試作機

モデルを作製し、超伝導状態でのQ値の測定を進めてきました。その結果、ERLで要求される加速勾配である20 MV/mまで十分なQ値を示すことが確認されました。現在、次の段階である9連の超伝導空洞の試作機の作製段階となり、これも昨年末にKEKに納入されています(写真2)。納入された空洞の電場分布の計測から電場の平坦度は83%と良好な結果を得ており、5月の連休明けに電解研磨作業に入り、次のステップである9連空洞の縦測定<sup>\*)</sup>の準備を開始しています。また入力カプラーの試作部品が5月末から6月に納入され、そのカプラー部品試験のテストスタンドの立ち上げとRFパワーソース整備が原子力機構にある30 kWパワーソースを利用して進められています。

もう一つの重要な開発要素である前段加速超伝導空洞の開発がKEKの野口グループを中心にして進められています。これは現在原子力機構の羽島氏を中心にして進められている高輝度電子銃から発生する電子を、輝度の劣化を起こさずに迅速に加速するためのものです。昨年度に製作した前段加速の2連の試作空洞が納入され(写真3)、電解研磨を含めた研磨作業の後、夏から秋にかけて縦測定<sup>\*)</sup>でQ値測定等の性能テストを行う予定です。また前段加速部で重要な開発要素である大電力の入力カプラーの設計を7月までに終了し、夏から秋にかけて製造し、冬から来年度にかけて入力カプラーの大電力試験を行う予定で進めています。この前段加速空洞はエネルギー回収を行わない部分ですので、当初の目標である5 MeV、100 mAの電子を加

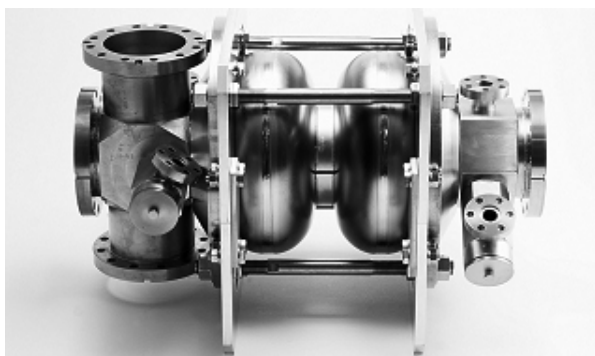


写真3 前段加速の2連の試作空洞

速するためには、500 kWのRFパワーを電子に供給する必要があります。そのためにも大電力の入力カプラーの開発が必要となっています。その様な本格的な大電力試験を可能とするために、その大電力RF源である300 kWの1.3 GHz仕様のクライストロンの開発もいよいよ福田氏(KEK, 加速器)を中心として、今年度から予算化して進めています。

一方、情報発信関係では、6月23～27日に開催されたEPAC(European Particle Accelerator Conference)でERLの開発状況をいくつか報告しました。坂中氏(KEK)が全体設計および開発状況、阪井氏(ISSP)が超伝導空洞評価法、梅森氏(KEK)が超伝導空洞性能評価、中村氏(ISSP)がビームダイナミクス関連の検討結果、宮島氏(KEK)がコーネルとの共同研究によるCSRの計算コードの開発について発表しました。その様なERL加速器の検討が進展してきていることもあり、さらに若手研究者のERL開発研究への参加を促すことも期待して、毎年9月頭に行っている高エネルギー加速器セミナー:OHO'08(9月2～5日)で「ビームエネルギー回収型高輝度放射光源-ERL-」を行うことが決まりました。詳しくは下のサイトを参照してください(<http://accwww2.kek.jp/oho/oho08/>)。12名の講師を招いて、次世代光源としてのERLの性能と期待できる利用研究を皮切りに、高輝度大電流電子銃、高周波デバイス、超伝導空洞、冷凍設備、ビームモニター、ビームダイナミクス、コヒーレント放射光発生等々のERL加速器科学の詳細を紹介する予定です。

コーネル大学との協力関係に関しては、8月上旬から宮島氏が渡米し、前段加速部である電子源の運転を開始したコーネルの入射部ビームテストに参加する予定です。まさにERLの電子源に対応する開発調整運転ですので、KEKにとっても非常に得ることが多いことと期待しています。また加速器研究施設の本田氏、武藤氏も電子銃の調査および入射部ビームテストに一部参加のためコーネルに9月から渡米する予定です。

<sup>\*)</sup> 超伝導加速空洞をクライオモジュールに組み込む前に行う空洞単体での性能試験。通常は縦型にして計測されるので縦測定と呼ばれる。

高エネルギー加速器セミナー  
OHO'08  
ビームエネルギー回収型高輝度放射光源  
～ ERL ～  
次世代加速器技術としての可能性を秘めたERL  
その原理と応用を学ぶ

2008年 9月2日(火) - 9月5日(金)  
高エネルギー加速器研究機構:3号館セミナーホール  
参加者募集

<http://www.hass.jp>, <http://accwww2.kek.jp/oho/oho08.htm>

申込締切日: 8月10日(金) 必着  
〒226-8601 つくば市大塚 1-1  
高エネルギー加速器研究機構受付  
(財)高エネルギー加速器科学研究所  
Tel./fax: 029-879-6471  
E-mail: info@hass.jp

開催内容に関するお問い合わせ  
出席 費無  
高エネルギー加速器研究機構  
Tel: 029-864-5234  
E-mail: oho@eri1.kek.jp

共催  
(財)高エネルギー加速器科学研究所  
KEK:高エネルギー加速器研究機構  
総合研究大学院大学・高エネルギー加速器科学研究所

## 軟X線可変偏光ビームライン BL-16A の 立ち上げ状況

放射光科学第一研究系 雨宮健太

これまで PF ニュース等で報告してきたように、PF BL-16A は 250-1500 eV 程度をカバーする軟X線可変偏光ビームラインとして整備が進められています [1]。2007 年夏にはビームライン光学系の建設が完了し、2007 年 10 月からは従来のアンジュレータを用いたビームラインの調整を、さらに 2008 年 3-4 月にかけてはアンジュレータの更新を行いました。新しいアンジュレータは APPLE II 型とよばれ、左右円偏光および縦横 (+斜め) 直線偏光が利用できるものです。2008 年 5-6 月にかけて、新アンジュレータを用いたビームラインの立ち上げを行いましたので報告します。

図 1 にビームラインの性能評価としてよく用いられる、窒素分子の  $1s \rightarrow \pi^*$  吸収スペクトルを示します。この結果からエネルギー分解能を見積もると、入射スリット (S1) の開口を 50  $\mu\text{m}$  とした場合には  $E/\Delta E = 5000$  程度、25  $\mu\text{m}$  では少なくとも  $E/\Delta E = 8000$  以上であることがわかります。このビームラインは、非常に高いエネルギー分解能を目指して設計されたものではありませんので、これらの値はほぼ計算通りのものです。一方フラックスに関しては、集光ミラーの固定方法に若干の問題があるために、まだ本来の性能を得られていませんが、夏期のシャットダウン中に対策を行うことになっています。また、円偏光利用の例として、真空中でその場蒸着した Ni 薄膜に対する XMCD スペクトルを図 2 に示します。このスペクトルは偏光の方向を固定して印加磁場を反転することによって得られたものですが、逆に偏光を反転しても同じスペクトルが得られることを確認しています。

なお、BL-16A では最終的には 2 台の APPLE II 型アンジュレータをタンデムに配置し、キッカー電磁石と組み合わせることで、10 Hz 程度的高速偏光スイッチングを目指

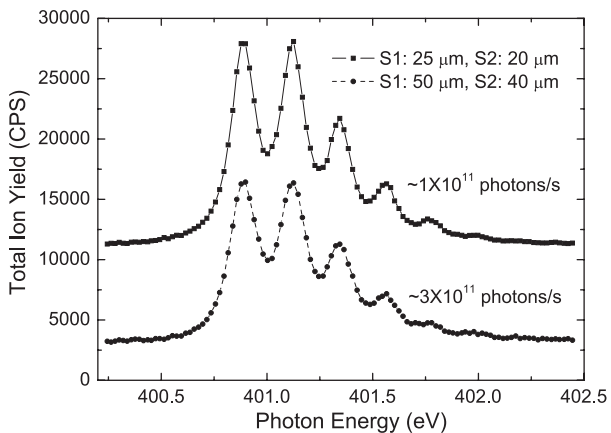


図 1 全イオン収量法によって測定した、窒素分子の  $1s \rightarrow \pi^*$  吸収スペクトル。入射スリット (S1) および出射スリット (S2) の開口を変えて測定したものを。

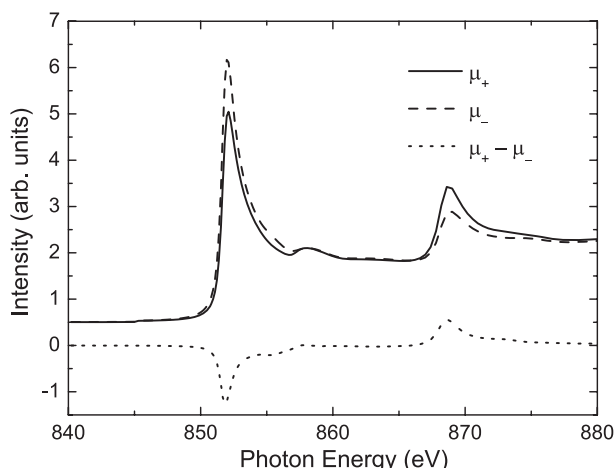


図 2 Ta 基板上に成長させた Ni 薄膜 (厚さ数  $\mu\text{m}$  程度) に対する Ni L 吸収端 XMCD スペクトル。

しています [1]。予算の都合により、現在は上流側のアンジュレータ 1 台のみしか設置されていませんが、このたび文部科学省の「量子ビーム基盤技術開発プログラム」によって、2 台目のアンジュレータの予算を獲得できました。今後は現在のアンジュレータを用いて、磁性材料の解析 (主に円偏光を利用) や表面化学反応のリアルタイム追跡 (主に縦横直線偏光を利用) などの研究で成果をあげつつ、高速偏光スイッチングへ向けた電子軌道制御およびビームライン光学系のスタディーを行い、2 台目のアンジュレータ設置に備えていきます。

[1] 雨宮健太 Photon Factory News 25 (3) p9; 伊藤健二 Photon Factory News 24 (3) p9; 23 (2) p10; 伊藤健二・小出常晴 編集 KEK Internal 2005-7; 小出常晴・伊藤健二・山本樹 編集 KEK Proceedings 2006-18.

## PF-AR NE 棟ビームライン更新作業の現状

放射光科学第二研究系 岸本俊二  
放射光科学第二研究系 亀卦川卓美  
放射光科学第二研究系 山田悠介  
放射光科学第一研究系 兵藤一行

PF-AR NE 棟では各ビームラインで更新作業が進行中です。2008 年 4-6 月期の PF-AR 運転時には、全ビームラインでユーザーによるビームタイム利用を停止し、再整備のための作業を行ってきました (実験ホールの様子についてはページ 6 の写真参照)。また、7 月に入り PF-AR が停止すると共に、リング内についても大規模な改修作業を始めました。

NE1 では、新ビームラインの設置に向けて、メインハッチの拡張作業を行いました。また、7 月の PF-AR 運転停止後からは、リング内に設置されたビームラインコンポーネントの改造作業を進めています。今後、2009 年 1 月





写真1 改造作業の様子（上段：シールド壁撤去前後、下段：旧基幹部撤去前後）。

の光導入に向けて、実験ハッチの改造作業やビームラインコンポーネントの設置が予定されています。

NE3では、4~7月にかけて旧ビームラインのハッチ・デッキ解体、及び新ビームラインのハッチ・デッキ建設を進めてきました。7月18日現在、新ハッチ・デッキの建設はほぼ終了し、また、7月のPF-AR運転停止後には、リング室と実験ホールとを隔てるシールド壁を撤去し、旧基幹部機器の撤去を行いました（写真1）。今後、新基幹部の設置、シールド壁の復旧、新ビームラインの設置を経て、10月のPF-AR運転再開時に光導入を行う計画です。そして2009年3月までのコミッションング（ビームライン光学系調整から蛋白質結晶回折実験までを含む）期間を経て、2009年4月より本格利用を開始する予定です。

NE5ではNE5Aで使用していたモノクロ・実験ハッチの解体を行いました。また、NE5Aの基幹部、壁貫通管の撤去も行いました。これらハッチ・機器は、2009年度夏の建設が予定されている新ビームラインNE7に使用されることとなります。今後、NE7の建設に向けてIT4ビームラインの撤去が予定されています。

また再整備の一環として、実験ホール床の修繕工事を行った他、地上階から地下実験ホールへのエレベータの設置やオイルミスト排気ラインの設置を進めています。NE棟はPF、PF-ARの中で最も古い施設ではありますが、実験に集中できる快適な環境が提供できるように今後も努めて行きたいと思っております。

## ●●●●● プレスリリース ●●●●●

### 絶縁体界面に生じる金属層の 発生メカニズムを解明 ～酸化物エレクトロニクスにおける 新素子実現に向けて～

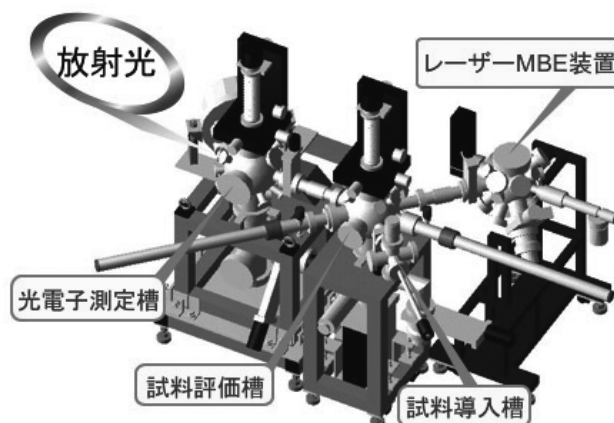
2008年7月9日  
科学技術振興機構（JST）  
東京大学大学院工学系研究科  
高エネルギー加速器研究機構

JST基礎研究事業の一環として、東京大学大学院工学系研究科の尾嶋正治教授と組頭広志准教授は、絶縁体である $\text{LaAlO}_3$ と $\text{SrTiO}_3$ の2つを接合させると界面に金属層が生じるという、不思議な現象発生のメカニズムを放射光によって解明しました。

この界面金属層は2004年に発見されたもので、従来は界面近傍のみで界面のチタンイオンが一部還元されて伝導層を形成するものと考えられていました。しかし本研究の結果から、長距離での電気的引力で電子が界面に集まってできる現象であることが分かりました。これは、MOSFET（金属-酸化物-半導体構造電界効果トランジスタ）のような素子への応用が可能であることを示唆しています。

（続きは「KEKプレスリリース」<http://www.kek.jp/ja/news/press/index.html>をご覧ください。）

なお、本研究成果は、2008年7月11日（米国東部時間）発行（予定）の米国・物理科学専門誌「Physical Review Letters」に受理され、オンライン版で公開されています。



本研究で用いた酸化物結晶育成レーザー分子線エピタキシー（MBE）装置と光電子分光装置からなる複合装置の概略図。本装置は、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の放射光科学研究施設 Photon Factory のビームラインに接続されており、作製した高品質薄膜の電子状態観測をその場で観測可能である。