

施設だより

放射光科学研究施設長 若槻壮市

ノーベル化学賞

今年のノーベル化学賞はリボソームの構造機能解析に贈られました。受賞者の一人イスラエル Weizman 研究所の Ada Yonath 教授は、長らく PF のユーザーでした。坂部知平名誉教授が開発されたワイセンベルクカメラの最初のユーザーとして 1987 年から BL-6A を 10 年にわたって使われました。その当時は蛋白質結晶の放射線損傷を制御するためのクライオ技術がまだ確立されておらず、Yonath 教授のガラス薄片で結晶をサンドイッチする方法は、世界に先駆けて、放射線損傷をコントロールするための技術開発でした。この装置は約 10 年間 PF に置かれ、Yonath 教授が実験で来日されるたびに使われました。リボソームは mRNA の情報に従って蛋白質を合成する巨大蛋白質・RNA 複合体で、格子定数が大きく、回折斑点の間隔が非常に近くなるため大きな検出器を試料から遠くに置く必要があります。Yonath 教授は坂部知平名誉教授が世界に先駆けて開発されたイメージングプレートを用いた巨大ワイセンベルクカメラが極めて有効であることをいち早く認知されました。PF の BL-6A の性能とそれを利用された経験を海外のユーザーへもお伝えいただいたことで、坂部カメラを使うために世界中から数多くの著名な研究者が PF を訪れ実験をされました。Yonath 教授はその後 1994 年に ESRF が立ち上がるとともにグルノーブルの放射光も使うようになりました。当時の ESRF の私のグループが建設した蛋白質結晶構造解析ビームラインにも Yonath 教授はたびたび実験に来られ、挑戦的なりボソーム研究を進めるためのビームライン改良を次々に提案され、放射光 X 線結晶構造解析の発展に寄与されてきました。来年 3 月 5 日に東京国際フォーラムで開催する文部科学省ターゲットタンパク研究プログラムの公開シンポジウムで招待講演、3 月 9 日、10 日につばエポカルで開催される PF シンポで特別講演をしていただけることになっておりますので、ご興味のある方はぜひご参加ください。

SRI09 メルボルン

9 月 27 日から 10 月 2 日にメルボルンで SRI (Synchrotron Radiation Instrumentation) という 3 年に一度の国際会議が開催されました。参加者は全体で 681 人、日本からは 116 人の参加があったそうです。PF からは 28 人が参加し、プレナリー講演 1 件、講演 3 件、ポスター発表 22 件の発表を行いました。全体の傾向として X 線自由電子レーザー、コヒーレンスや短パルス利用、ナノメートルオーダーの位置制御、ダイヤモンド光学系、検出器等の開発が重点的に行われているとともに、リング型放射光の利用研究のさらなる発展と、新リングの建設などが強く印象に残りました。2 次元検出器についても企業展示担当者との会話から

CCD 検出器から高速読み出し CCD やピクセルアレイ検出器にユーザーの注目がシフトしているとのことでした。次回 2012 年は ESRF と SOLEIL が合同で 7 月にリヨンで開催することになりました。

オーストラリア放射光

大変突然ではありますが、10 月 30 日金曜日の午後 5 時に Director の Robert Lamb 教授がメルボルン大学からの出向を中止し、大学に戻ることにになりました。後任が決まるまで、George Borg 博士が所長代理を勤め、将来計画については Ian Gentle 教授が担当することになりました。私も SAC 委員としてオーストラリア放射光スタッフやユーザーと今後の対応についての議論に参加しています。PF のオーストラリアビームライン BL-20B は今年度からオーストラリア放射光が運営にあたっていますが、今回のことがビームラインの運営に影響を及ぼさないようにできるだけの協力をしたいと考えております。オーストラリア放射光は世界の放射光コミュニティのサポートを必要としています。ユーザーの方々におかれましても、オーストラリア放射光が今後も遅滞なく発展していけるようご協力と強いサポートをお願いいたします。

AsCA 09

アジア結晶学会 (Asian Crystallographic Association) が 10 月 22~25 日に北京で開催されました。これはいわゆる New AsCA といわれるもので、3 年に一度の国際結晶学会 (IUCr) と AsCA の間の年にやはり 3 年に一度行われています。前回は 2006 年つくばで開催しました。最近の中国では、アメリカに長らく滞在し Cell や Nature 誌にインパクトの高い成果を発表した若手研究者を中国に呼び戻し、教授やグループリーダーに起用したという話をよく聞きますが、今回の北京の AsCA では各セッションに少なくとも一人はそうように米国から帰国したスピーカーがいるという印象でした。PF からも 3 人が口頭発表をしましたが、特に、9 月に総研大を卒業して現在日本学術振興会の海外特別研究員として研究を続けている Simin Rahighi が Hot Structures のセッションで招待講演を行いました。全体として AsCA で発表されたサイエンスのレベルは非常に高く、元国際結晶学会会長でニュージーランド・オークランド大学の Ted Baker 教授によると、今回の AsCA は今年あったヨーロッパ結晶学会 ECM やアメリカ結晶学会 ACA と比べてもそのレベルがかなり高かったということでした。次回 AsCA は来年 10 月 31 日~11 月 3 日釜山で、New AsCA は 2012 年にオーストラリアで Bragg 教授ゆかりのアデレードで開催とのことです。

PF-ISAC

本号 9 ページに詳細な報告を掲載しておりますが、9 月 18、19 日の第 4 回 PF-ISAC では、4 月に行われた光源系の加速器研究施設との融合後の、PF、PF-AR の運営、将来計画の進捗状況への影響、cERL/KEK-X/ERL について

議論しました。加速器研究施設との融合については cERL の要素技術開発への追加的なリソースの重点化、将来計画における加速器研究施設全体の連携の強化、KEK-X 計画の立案につながったとして全体としてその有効性を評価いただきました。

ユーザーの代表的な研究例として構造物性に関しては東北大学の有馬孝尚先生が、また AR-NW2A における自己集合性ネットワーク錯体に代表される超分子構造解析について韓国 POSTECH の河野正規先生が最先端の研究成果を含めた分野の動向を発表され、PF-ISAC 委員の先生方から非常に高く評価されました。

ビームタイム配分が競争的環境にないという点は、課題選択率とビームタイム配分率の掛け算となっており、特に後者で PAC の点数による傾斜配分をしており、競争原理が働くようになってきていることを説明しましたが、そもそも初段の課題採択率が 95%以上というのはやはり高すぎるという指摘を受けました。

なお、PF-ISAC 光源分科会は APS の Efim Gluskin 博士を委員長として 2010 年 2 月 25, 26 日に開催されることになりました。PF リングトップアップ運転、cERL、KEK-X、ERL 等の将来計画等を中心に議論いたします。

放射光戦略 WG

10 月 30 日には今年度第一回となる放射光戦略 WG が開催され 3 時間にわたり議論いたしました。まず、放射光戦略 WG の開催方法、電子物性関係の偏向電磁石ビームラインの統廃合案について承認されるとともに、構造生物 BL-6A の閉鎖についての意見交換が行われました。電子物性関係の統廃合案は、挿入光源ビームラインのプライオリティーの議論と計画立案、特に BL-16A と BL-13A の新規建設を進める中、電子物性グループ内で 1 年以上かけて議論を続け、最近電子物性メタ U G との協議を行いました。その結果として BL-11C、BL-12A の閉鎖、BL-3B を角度分解光電子分光専用として弘前大学の大学運営ステーションとすること、また、BL-12A には反射率計を常置し産業利用も視野に入れた光学素子評価専用ステーションとすることにいたしました。BL-11D の高分解能角度分解光電子分光装置 (Scienta SES200) に関しては有機薄膜・生体分子等の電子状態解析のためにオーバーホールし、この夏のシャットダウン中に新規に建設した VSX 専用のビームライン BL-13A に常設し来年 1 月より利用開始いたします。

BL-6A は、上記のように Ada Yonath 教授の実験も行われていたビームラインですが、AR-NW12A、BL-5A、BL-17A に加えて、4 月から稼動を始めたアステラスビームライン AR-NE3A、来年 4 月から利用開始予定のターゲットタンパク研究プロジェクトビームライン BL-1A などの挿入光源ビームラインが整備される中、BL-6A に対するニーズが減少しています。挿入光源ビームラインの開発、維持、運営にリソースを集中するため、2010 年 3 月をもちまして歴史的な使命を担ってきた BL-6A の構造生物学実験ステーションとしての幕を閉じることといたします。

前号の本欄でも記述しましたが、ビームタイム配分が競争的環境にないという問題に関して、放射光戦略 WG でもかなり突っ込んだ議論を行いました。この問題は、来年度の放射光プロジェクト研究費 (そこから PF、PF-AR の運転経費や、ユーザーの方々の旅費等をまかなっています) の概算要求でかなり深刻とされており、以前よりも緊急性が高くなってきました。ビームライン新設統廃合計画の継続的な検討、大学教育への更なるコミットメント、インパクトの高い成果につながる研究への十二分なビームタイムの配分等の可能性について議論しました。

PF 将来計画についても cERL、KEK-X、5 GeV クラス ERL の紹介をしました。KEK-X 計画が昨年度までの ERL を機軸とした PF 将来計画とどのような関係になるのか、それぞれの計画のタイミングについての議論を行いました。

KEK-X 計画

前号でもご紹介しましたが、KEK-B リングを 40 倍のルミノシティにアップグレードする Super KEK-B 計画にあわせて、電子リング、陽電子リングに挿入光源を導入しそこから得られる非常に高輝度な軟 X 線～硬 X 線を利用しようという計画を検討しています。10 月 6 日の機構シンポジウム、10 月 13 日の加速器全体会議等では、cERL や 5 GeV クラス ERL 計画とともに本計画についても紹介しましたところ、多大な関心を持っていただき、5 GeV クラス ERL との関係、挿入光源はどうするのか、ステーションの数は足りるのか等の質問もありました。その後鈴木機構長のご意見もあり早急になるべく具体的な案を作る体制をたてることになりました。そこで、ここ 1, 2 ヶ月のあいだに、いくつかのパターンについて予算概略、可能なビームラインの組み合わせ等について検討する KEK-X 計画策定 WG を、足立伸一准教授をまとめ役として結成しました。KEK-X ビームラインで行うサイエンスについては、これまでの ERL サイエンスに向けての議論を参考にして素案を作ります。

ユーザーの皆様との議論の場は、やはり PF 懇談会と共同で進めさせていただきたいと考えています。具体的には、1 月の放射光学会・合同シンポジウムにおける PF ユーザーとの集い、3 月 9, 10 日つくばエポカルで開催予定の PF シンポなどにおいて、本計画についての基本的な考え方、計画概要、KEK-X ビームラインで行うサイエンス素案の検討と更新、今後の進め方についてご説明し、ご議論をいただきたいと思います。これら 2 回では不十分と考えられるので、できれば来年 2 月に一度、KEK-X に集中して PF 懇談会会員の皆様と議論する場も設けたいと考えています。今後も、KEK-X がよりよい将来計画となるよう育て上げ、その実現に向けて、放射光科学研究施設内、高エネルギー加速器研究機構内だけでなく広くユーザーコミュニティ、他の放射光施設、関連学会の先生方と継続的にご議論させていただきたいと思いますのでご協力をお願いいたします。

現 状

入射器の現状

電子・陽電子入射器
 加速器第五研究系主幹 榎本收志

概況

7-9月の日程は以下の通りであった。

| | |
|----------|----------------|
| 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 |
| — | (夏期保守) |
| 9月 10日 | 入射器立上げ |
| 10月 1日 | PF-AR 入射開始 |
| 10月 7日 | PF 入射開始 |
| (10月 14日 | KEKB 入射開始) |

入射器の夏期保守は7月2日-9月10日で、マイクロ波源の定期保守、電子源の保守等の他、PF-AR 入射用の電子源をセクターCからセクター3に移設する工事を行った。一般公開(9月6日)明けの9月10日、入射器の秋の立ち上げを開始し、約3週間後の10月1日入射運転を開始した。10月14日から、PF, KECB 同時トップアップ入射運転に入ったが、大きなトラブルなく順調に入射を続けている。

インド放射光施設からの訪問者

7月15日-8月29日、インドのRRCAT (Raja Ramanna Centre for Advanced Technology) から、Amalendu SharmaさんとPraveen Mohaniaさんの2名の加速器研究者が来訪した。Sharmaさんはビームダイナミクス、MohaniaさんはRF源が専門で、それぞれ、加速管グループ(大澤他)とマイクロ波グループ(福田他)が対応した。滞在中に、放射光施設INDUS-II用550 MeV入射器(電子リニアック)の建設に関して調査を行い、予算を含めたFeasibility Studyをまとめ帰国した。インドからの訪問者は今回が初めてであった。今回まとめた報告書を基に、予算要求を行うとのことであったが、彼等の計画に多少なりともお役にたてることができたならば幸いである。

夏期保守および工事

この夏は、リニアック本体に手をつける工事があり、忙しい夏であった。ひとつは、1981年に最初にビーム加速をして以来、30年近く稼働してきた旧PF用入射部をセクターCから約175m下流のセクター3に移設したことである。この電子源は、昨年度まではPF, PF-AR入射用に用いられてきたが、この4月から始めたPFとKEKBへのトップアップ入射には、入射器最上流のA1電子銃を用いている。従って現在はPF-AR入射にのみ使用されている。



図1 #C-8上流(旧PF用入射部, 写真左)から#3-1(写真右)に移設された電子源。

この電子源を下流に移動した理由は、前回は報告した通り、KEKBがSuperBにアップグレードされる時、必要となるA1電子銃と第2セクター陽電子源の改造、ダンピングリングの増設など、入射器改造およびそのコミッションングと、PFおよびPF-ARへの入射が干渉しないようにするためである。現在、SuperBへの改造がフルにスタートしたわけではないが、KEKB入射用ビームの低エミッタンス化は補正予算で手当てされ、政権交代後の継続も了承された。来年の夏には、セクターA~2とセクター3~5間はシールドで遮蔽され、PF, PF-AR入射運転中も上流部への入室が可能になる。

電子源移設に伴い#3-1加速ユニットを撤去した。そのエネルギーを補償するため、#44BにCバンド(5712 MHz)加速ユニットを増設することにした。Cバン

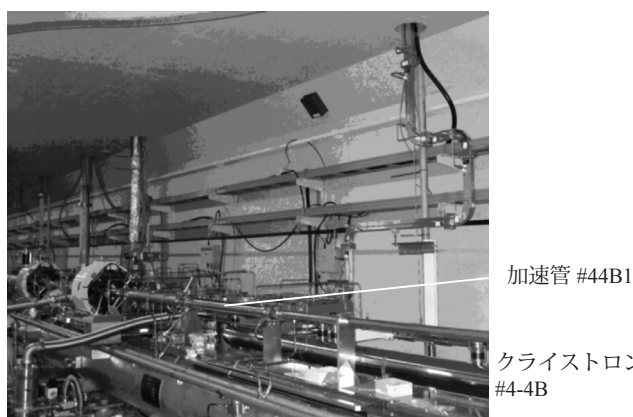


図2 #3-1加速ユニット撤去によるエネルギー補充のため、#4-4Bに新設されたCバンド加速ユニット。加速管#4-4B-1(写真左上)とRF電源#4-4B(写真右下)。今回は加速管1本のみ設置。来年夏残りの3本(#4-4B-2~4)を設置する予定。RF源#4-4Aと#4-4Bは、小型高電圧直流電源を用いたコンパクトなRF源で、左側(上流)に見える従来型RF源(#4-3)の半分の大きさである。

ド加速ユニットは #44A ユニット 1 台のみであったが、S バンド (2856 MHz) 加速ユニットに比べ、加速電界が 2 倍あり、半分の長さで同じエネルギーが得られるため、スペース利用効率が高い。

秋の入射器立ち上げ

入射器立ち上げが順調に進み、10月1日から PF-AR 入射が、セクター 3 の新しい電子源を用いて開始された。また、7日から PF、そして、14日からは KEKB が加わり、HER, LER, PF の 3 リング同時トップアップ入射が再開された。同時入射開始直後、ソフトウェアのトラブルや、トリガー系へのノイズのため一部の入射ビームのエネルギーが若干不安定になるトラブルがあったが、直ちに問題は解決された。

光源の現状

加速器第七研究系主幹 小林幸則

海外施設長期派遣

昨年 10 月より、加速器第七研究系 (旧放射光源研究系) から 2 名のスタッフを長期間海外の研究施設に派遣していました。

帯名崇氏は、European XFEL プロジェクトの LLRF (Low Level RF) の責任者である S. Simrock 氏の招聘により DESY に 9 ヶ月間滞在し、LLRF 制御ソフトウェアフレームワークの構築に協力するとともに、ERL で必須になる高精度タイミング系の調査研究を行ってきました。今後も DESY との協力関係を継続して ERL 開発につなげていただけると期待しています。

原田健太郎氏は、高エネルギー加速器研究機構の長期海外派遣制度により、イギリス、ダラスベリー研究所に 1 年間滞在してきました。ダラスベリー研究所はちょうど ALICE (旧 ERL Prototype) のコミッションングの時期に当たっていて、彼はその仕事に参加し ERL に関連する機器の運転調整において多くの経験を積んできました。今後、ERL プロジェクトの推進に大いに活躍していただけると期待しています。

夏の作業

PF リング、PF-AR とともに、6 月 30 日から夏の停止期間に入りました。停止期間は、10 月の立ち上げまで約 3 ヶ月ありましたが、本年度は定期的な保守・維持作業に加え、真空封止型短周期アンジュレータ SGU#01 の設置作業や各種コンポーネントの更新、改造などで真空を破って作業を行わなければならない箇所が多く、かなりの真空作業が必要となりました。また、PF-AR では 4 極電磁石 (QF) の励磁電源の更新作業を行いました。以下に箇条書きで本年度に行われた主な作業を示します。停止期間中は、毎週金曜日 16:00 から第 7 研究系全員参加で作業打ち合わせを行



図 1 PF リング搬入口前での SGU#01 の積み降ろし作業。

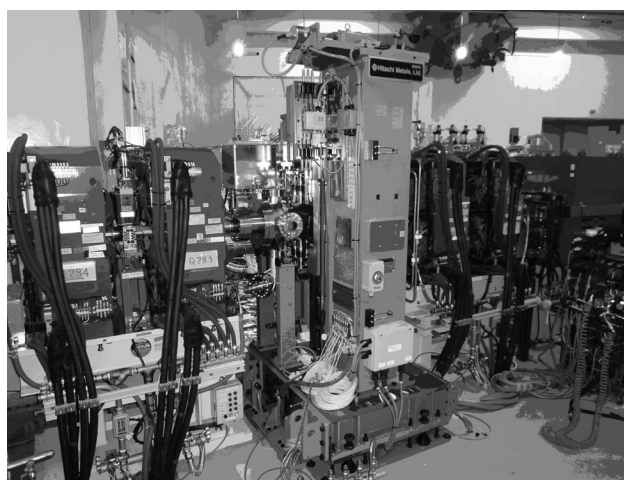


図 2 PF リング B28-B01 間に設置した SGU#01。

い、各グループ間の調整や作業のトラブルに迅速に対応できるようにしました。

【PF リング関連作業】

- ① 真空封止型短周期アンジュレータ SGU#01 の設置作業 (図 1, 2)
- ② BL1 の改造及びリングの真空作業。
- ③ B24-B25 間にビームスクレーパ設置、及びテラヘルツ放射光取り出しのための BT のビューポート交換。
- ④ B11-B12 間にビームシェーカ設置、及び BL11 の BA ゲージ交換。
- ⑤ PF 電磁石の高さ方向の測量、RF 高圧電源保守、パルスバンド電源保守。真空ポンプ電源保守。
- ⑥ EMPW#28 の制御系の更新作業。
- ⑦ A1 クライストロンの異常調査およびクライストロン交換作業。
- ⑧ リングの偏向電磁石および入射路偏向電磁石の冷却水ホースの交換。
- ⑨ ERL 用 RF テストベンチのための冷却水配管改造、電源ケーブル敷設。



図3 PF-ARの新4極電磁石電源(右側)を示す。今回の4極電磁石電源の更新は、全20台の中の最大容量のQF電源1台のみであった。左側の電源は、既設4極電磁石(QD)電源である。

【PF-AR 関連作業】

- ⑩ 20電極付きダクト設置、及び4/25に真空リークを起こした放射光アブソーバの残り2つの交換作業。
- ⑪ 4極電磁石(QF)電源の更新作業。

光源リングの運転状況

PFリングは、約3ヶ月の停止期間を終え、10月7日に運転を再開しました。リングへ向けた入射器側でのビーム調整は事前に行われていたため、入射開始後スムーズに蓄積することができました。その後入射路のビーム調整を行い、大気開放した場所での真空の改善状況を観測しながら、徐々に蓄積電流を増やしていき、20:00頃にはユーザ運転時の蓄積電流値450 mAでリング真空焼きだしが可能になりました。その後、軌道調整等の各種マシン調整等を行ない、10月14日光軸確認後、予定通りユーザ運転となりました。なお、PFリングは今期の運転から常時Top-Up運転が行われることとなります。

PF-ARは、PFリングより6日早い10月1日に再開しました。PF-ARでは前節で述べたように4極電磁石(QF)電源の更新作業が行われており、今期から新規4極電磁石電源1台を含めた運転となりました(図3)。旧電源との電流k較正を入念に行っていたことから、ビーム蓄積および加速も問題なく実行することができました。さらに、PF-ARのための電子銃(CT-Gun)は、夏のシャットダウン中に3セクターへ移動(3T-Gunと名称変更)して、初めてのビームだしでありましたが、入射器スタッフの尽力により、ほとんど問題なくリングへの入射を行うことができ安心しました。真空焼きだしを含めたマシン調整もほぼ順調に行われ、こちらも予定通り10月6日にユーザ運転再開となりました。PF-ARは、PFリングが連続入射のTop-Up運転となることから、入射時間を変更し、1日2回8:30と20:30に行われることとなります。

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

夏の停止期間中には多くのビームラインの建設・改造作業が行われました。これらについて後に記しますが、新ビームラインの安全検査等を終え、PF-ARは10月1日より運転を再開し、6日に光軸確認を行い、共同利用実験を再開しました。同様にPFは10月7日に運転を再開し、14日に光軸確認を行い、共同利用を再開しました。両リングとも12月24日まで連続運転の予定です。PFの2.5 GeV運転では蓄積電流値を一定に保つtop-up入射を行います。先号に記したように、これに伴い、光源系のマシンスタディが月曜日から木曜日へ変更となりました。また、PF-ARへの入射時刻も原則10:00、22:00から8:30、20:30へ変更となりました。ご注意ください。

9月18～19日にはInternational Science Advisory Committeeが開催されました。詳細については別項(p.9)を参照して下さい。また、レポートはPFのwebにも掲出されますのでご覧下さい。

先号でも案内しましたが、11月27日には機構の防災防火訓練が予定されており、ユーザーの皆様にも訓練に参加をお願いします。詳細はp.13を参照して下さい。避難を要する事態が発生しないことが望ましい訳ですが、万が一の場合に速やかに避難できるよう、巻末の図面および現地でも最低二ルートは確認をしておいて下さい。

ビームラインの建設・統廃合

PFでは2005年に直線部増強改造を行い、既存直線部の延伸および新たに四カ所の短直線部を作りだし、挿入光源を入れられる場所を11カ所整備しました。

これらの内、BL-1ではターゲットタンパク研究プロジェクトの中で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研究用ビームラインの建設が進められました。ビームラインの建設も完了し、秋のランで立ち上げ・評価作業が行われます。これで直線部増強によって生み出された四カ所の短直線部の内、BL-1, 3, 17の三カ所に挿入光源を使ったビームラインが設置され、残りはBL-15一カ所となりました。

一方、BL-13では3月の運転停止とともに古いビームラインを撤去し、新しい有機薄膜・生体分子研究用高輝度VSXビームラインの建設作業が行われました。有機物質の主要構成元素である炭素を測定するために、炭素で光学素子を汚染しないよう、慎重に真空のコンディショニングが進められて、運転再開とともに調整が開始されました。ビームライン光学系の調整後、BL-11Dより電子分光器を移設し、評価実験を開始する予定です。一方、BL-11Dには反射率計を設置し、光学素子評価に当たる予定です。

PF-ARのNE棟ではNE7Aビームライン(旧IT-4)の建設が進められました。ここにはこれまでBL-14C2で使わ

れていた高圧プレス MAX-Ⅲが移設されました。エンドステーション部では将来の展開を見越して床を掘り下げて、上記の高圧プレスを設置した後、ビームラインハッチ、実験ハッチの建設が進められました。NE7A では昨年までNE5A で行われていた吸収イメージング実験も展開されます。

BL-14C では上記のように高圧プレスの移設を行い、縦型ウィグラーの偏光特性を活用した分離型干渉計を常設し、位相コントラストイメージングに特化したビームラインとして整備する作業が進められています。

いずれのビームラインにおいても、ビームラインの建設後、インターロックの整備、ビームライン検査委員会による安全検査、ビームを導入しての安全試験等を行い、安全確保のための措置をとった後に立ち上げ作業を開始しています。

PF 運転開始当初から稼働していた軟X線二結晶分光ビームライン BL-11B では二結晶分光器が更新されました。この分光器は以前 BL-28B で使用していたものの再活用です。軟X線域ではエネルギーに応じて分光結晶を変更する必要がありますが、従来よりも容易に変更できる構造になっています。同時に制御系の更新も進められています。

8月12日には偏向電磁光源を利用した電子物性関係ビームラインの統廃合について関連するPF懇談会のメタユーザーグループとの議論が行われました。現状報告の後、BL-11C, 12A を今年度末で閉鎖すること、BL-11D の電子分光器を BL-13 へ移設し、BL-11D は光学素子評価専用とすること、BL-3B を教育用ビームラインとすることが提案され、BL-11D の光学素子評価装置の状況を見た上で BL-12A の閉鎖時期を決定するという修整を行い、原案が承認されました。同様に10月13日には、生命科学関係メタユーザーグループと BL-6A の閉鎖について議論が持たれ、構造生物関係の挿入光源ビームラインの整備状況や要員状況を考慮して、今年度末で閉鎖することが認められました。10月30日の放射光戦略WGで議論して頂く予定です。

報文・学位論文登録, 成果公表

PF では毎年、約 400 件の課題が採択され、600 報前後の報文が登録されています。この報文数は ALS 等の国外施設と肩を並べる値です。登録された論文についてビームライン毎に統計をとったものを表(次頁)に示します。研究分野によっても異なりますが、世界的にはビームライン当たり年間 10 報という数字が一般的な閾値になり、前号に記されたようにユーザーグループ運営ステーションの評価にもこの数が増えています。ビームライン統廃合によりかなり改善されていますが、有意に少ないビームラインもあり、一層の改善努力が必要と認識しています。

また、図 1 に示すように 40% 弱の課題について報文の登録がなされていないことが分かりました(図は 2000G 課題に関するデータですが、他の年度も同様です)。論文とならない研究が 10% 程度あることは理解できますが、課題の有効期間が 2 年間であることを考慮すると原因を解

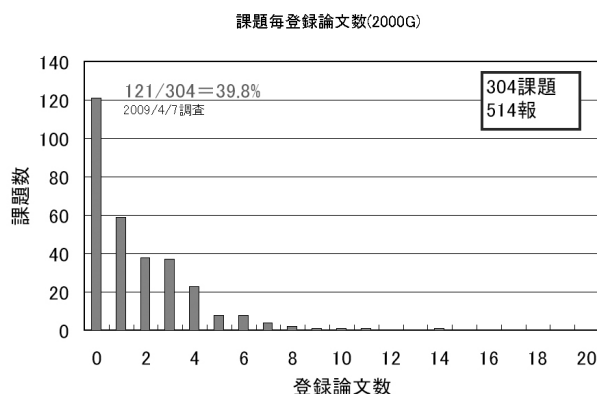


図 1 課題毎登録論文数 (2000G)

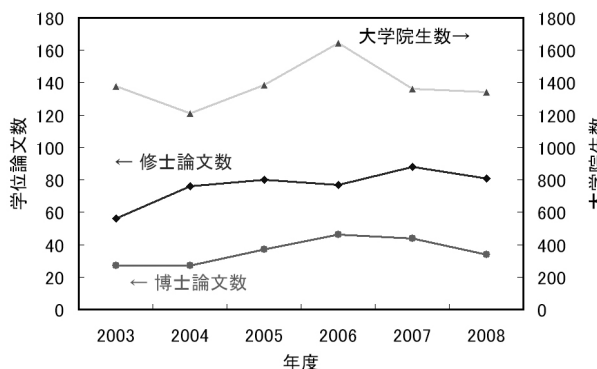


図 2 大学院生数と学位論文数

明すべき課題と考えられます。

放射光利用研究の成果を論文という形で社会の共有財産とすることは、基礎科学を研究する者にとって投入された税金に応える重要な方法です。また、十分な成果を上げていることを社会に示すためにはその成果をデータベースに登録していただく必要があります。PF-ISAC から、課題採択率の高さについてと課題審査時点で過去の成果についてより厳しく見るように指摘を受けており、また PF が社会的責任を果たすためにも研究成果を示すことは重要です。論文未登録課題に対する解析を進め、課題審査に反映する方法についても早急に提案します。

PF ユーザーの内約 1400 名が大学院生であることは ISAC でも評価を受けましたが、年間に登録される学位論文数は 100 報程度に留まっています(図 2)。報文・学位論文は PF を用いて高いレベルの研究がなされ、大学共同利用研究所が大学院教育に寄与し、研究成果が社会に還元されていることを示す重要な指標の一つですので、忘れずに登録して下さい。各位の出版された論文、指導下の大学院生の学位論文が PF 出版データベース、学位論文データベースに登録されているかご確認いただき、未登録のものについては早急に登録をおねがいします。両データベースとも PF のホームページ (<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>) からアクセス出来ます。報文の登録という簡単なことでも、放射光コミュニティのプレゼンス向上に貢献していることを心に留めて下さい。

ぞれの開発要素に関して多くの進展がありました。委員会では全体の進捗状況から、全体設計、電子銃・レーザー・入射部、前段加速超伝導空洞、主加速部超伝導空洞、RF電源、ヘリウム冷凍設備、東カウンターホール整備、ERLサイエンスの検討に関する現状および今後の予定が各担当者から報告され、それをもとに委員の方々からコメントを頂きました。一つの重要なコメントとして、コンパクト ERL の位置付けに関して「その使命の主眼は ERL 加速器技術の開発」というコメントを頂きました。また、今後の推進に関して、コンパクト ERL での加速器開発およびその建設に集中すると同時に、5 GeV・ERL の CDR を今年度中に作成することを当面の目標とすることが確認されました。

さて、コンパクト ERL の建設状況ですが、建設場所である東カウンターホールでは7月末まで素核研の方々によりシールド等の移動作業が行われ、8月頭から施設部による改修作業が本格的に開始されました。写真にもありますように、カウンターホール内にありました膨大な数の原子核実験のためのシールドブロックは整理され、不要となった実験装置は撤収され、広い(50 m × 100 m)フロアが姿を現しました。今後、天井の改修、換気設備の増強、床面を塗装仕上げすると同時に電気設備、冷却水設備が設置される予定です。外壁も断熱効果の増強を図るための作業が行われています。竣工は今年度末となります。また同時



図1 東カウンターホール内部の様子(8月末頃に撮影)。



図2 東カウンターホールの外壁断熱工事(8月末頃に撮影)。



図3 納入されたクライストロンと福田グループメンバーの方々。

進行で液体ヘリウム冷凍設備、超伝導空洞・真空装置等の組み立て調整のためのクリーンルームの設置も今年度末に終了する予定です。

前号に、電子銃の開発拠点形成を PF-AR 南棟で進行していることを報告しました。新たな開発拠点として、10月中旬に PF 電源棟の一角に 300 kW・CW クライストロンが納入され、その立ち上げとそのクライストロン電源で RF パワーを入力する予定の前段加速超伝導空洞の入力カプラーのテストスタンドの構築が急ピッチで進められています。PF 電源棟にある PF で使用していた RF 電源を用いてテストを開始するものであり、加速器の福田グループ、PF の RF グループおよび PF の設備担当スタッフ全体で進めています。クライストロンの納入とともにすぐに入力カプラーテストができるようにテストスタンドの構築がされていますが、図3は納入されたクライストロンを示しています。

情報発信に関しましては、先ず、8月5-7日の日本加速器学会年会にて小林幸則主幹による「コンパクト ERL 建設の進捗状況」の全体概要の口頭講演をはじめとし、口頭講演4件を含む合計19件の ERL 関係の発表を行いました。加速器研究者の間では ERL プロジェクトは完全に現在進行中のプロジェクトとして認識されるに至っています。同時期の8月2-7日にアメリカのメイン州にある Colby College in Waterville で Gordon Research Conference: "X-ray Science" が開催され、最先端の X 線サイエンスの議論の場が持たれました。世界の放射光施設、FEL 施設からの先端研究が報告され、更なる将来への展開を議論するものとなりましたが、KEK からは足立伸一氏による PF-AR のパルス X 線を用いた時間分解 X 線回折、散乱、吸収実験の現状の招待講演が行われ、その将来として ERL、そして共振器型 XFEL への展望が注目されている状況となっています。そして、9月27日-10月2日にオーストラリアのメルボルンで開かれた SRI2009 で私が "Present status of Energy Recovery Linac Project as a future light source in KEK"

を Next Generation Sources のセッションで口頭講演しました。また、KEK の ERL 推進室の活動ではありませんが、SRI2009 の光学素子の分野でダイヤモンド応用のセッションが企画され、その中で APS の Yuri Shvyd'ko 博士が現存するダイヤモンド結晶の共振器型 XFEL の X 線キャビティとしての性能評価の報告を行いました。約 2 mmφ 程度の領域で反射率はほぼ期待されるものを示しており、X 線共振器としての可能性が十分にあること、また安定化に関しても予備的なテストを開始し、これについてもポジティブな評価結果を報告されました。

最後に 9 月 18 日、19 日に行われた PF-ISAC での ERL プロジェクトに関する助言を報告いたします。詳細は後日英文で Web 上に開示する予定ですが、ERL に関する ISAC への質問 1)、および 2) に対するコメント、アドバイスは以下の通りです。

1) コンパクト ERL、とりわけ電子銃に関する開発は十分であるか？

- コンパクト ERL の設計およびプロトタイプに関して着実に進展しており、いくつかのクリティカルな要素技術に関してよい結果が出ていることを評価する。
- 最も開発要素の高い電子銃開発に関して更なる開発が必要であるが、推進室はその開発の重要性を認識している。PF-AR での開発拠点の構築は良い進展である。
- 共振器型 XFEL(XFEL-O) は 5 GeV ERL において重要な更なる可能性を与える。推進室はより技術的な 5 GeV ERL と XFEL-O との組み合わせに関して検討し、その結果を 2 月に予定している ISAC の加速器分科会で報告せよ。
- 補正予算によってプロジェクトは加速している。この一年は非常に重要な時期と認識している。

2) 5 GeV ERL に関するサイエンスケースの方向性は妥当か？

- 戦略会議を含むサイエンスケースの検討が開始されたことを評価する。
- 国際的な ERL サイエンス研究会を KEK で開催することは非常に重要な進展となろう。
- 構造物性センター、構造生物学センターを含む研究所としてのサイエンスの方向性と ERL の新しい放射光源を結びつけるべきであろう。
- ISAC はサイエンスケースを含めた 5 GeV ERL の CDR を楽しみにしている。

この助言、およびコメントをしっかりと受け止めて、コンパクト ERL の建設、5 GeV ERL のサイエンス検討とその CDR 作成、XFEL-O の検討を進めていく予定ですが、ユーザーの皆様には 5 GeV ERL および XFEL-O のサイエンスの検討にお力を貸していただければ幸いです。

尚、7 月 9 日から 11 日に行いました ERL サイエンスワークショップのプロシーディングが出来上がっております。ご興味のある方は ERL 計画推進室のホームページ (<http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/>) からご覧いただけます。

第 4 回放射光科学研究施設国際諮問委員会 (PF-ISAC) の開催報告

第 4 回の PF-ISAC がシルバーウィーク直前の 9 月 18 日、19 日に開かれました。今回も PF からの諮問事項に対して ISAC が答申を出す形で行われ、多くの貴重なご意見をいただきました。今回の委員、プログラム、および "Executive Summary and Closing Remarks" の要約を以下に紹介します。"Executive Summary and Closing Remarks" の詳細は <http://pfwww.kek.jp/ISAC09Sep/> をご覧下さい。

次回は来年の 6 月に開かれることが決まりました。また来年の 2 月下旬には光源加速器の分科会が予定されています。

Members

Ernest Fontes (Cornell High Energy Synchrotron Source)
Hidetoshi Fukuyama (Tokyo University of Science)
Efim Gluskin (Advanced Photon Source)
Keith Hodgson (Stanford Synchrotron Radiation Laboratory)
Ingolf Lindau (Stanford University)
Kunio Miki (Kyoto University)
Toshiaki Ohta (Ritsumeikan University) (今回欠席)
Moonhor Ree (Pohang Accelerator Laboratory)
Volker Saile (University of Karlsruhe)
Junichiro Mizuki (Japan Atomic Energy Agency)

Agenda

Friday, 18th September 2009

| | |
|-------------|---|
| 13:00-13:15 | Introduction (O. Shimomura & K. Hodgson) |
| 13:15-14:45 | Status report of the Photon Factory (S. Wakatsuki) Charge to the PF-ISAC Response to the previous ISAC Merging of the light source division to the Acc Lab User support and dissemination system (M. Nomura) |
| 14:45-15:00 | Coffee Break |
| 15:00-15:25 | Update of light sources (Y. Kobayashi) |
| 15:25-15:50 | BL strategy and new developments (K. Ito) |
| 15:50-16:20 | cERL & ERL (H. Kawata) |
| 16:20-16:35 | KEK-X project (Y. Kobayashi) |
| 16:35-16:45 | Executive session <CLOSED> |
| 16:45-17:00 | Coffee Break |
| 17:00-18:00 | Science topics (30min × 2) Dr. Takahisa Arima (Tohoku University) [Synchrotron X-ray Studies on Magneto-electric Multiferroics] Dr. Masaki Kawano (Postech, Korea) [X-ray observation of transient species trapped in supramolecules] |
| 18:00-18:30 | Executive session <CLOSED> |
| 19:00 | Dinner |

Saturday, 19th September 2009

- 08:30-09:30 Executive session <CLOSED>
 09:30-10:30 Future prospects
 Overview (S. Wakatsuki)
 Condensed Matter Res. Center (Y. Murakami)
 KEK-wide efforts on detector and data acquisition systems (J. Haba)
- 10:30-10:55 Report of Life science subcommittee
 (K. O. Hodgson)
- 10:55-11:10 Coffee Break
- 11:10-11:40 Discussion with PF directorate <CLOSED>
 11:40-14:00 Executive session <CLOSED>
 14:00-14:30 Summary and closeout with Management

Summary

1. 光源系の加速器施設への合流は有益か？

放射光源の技術開発および運転に対する長期的および短期的な要求を考えると KEK 全体の加速器施設の運営の観点から有効かつ建設的な一歩である。これは良好な運転を維持するのみならず、中長期的な観点から KEK における高エネルギー物理学と光科学の共同戦略を推進するのに役立つ。

2. 2019年に予定されている SPring-8 のアップグレード計画に対して、cERL/KEK-X/ERL の筋書きは適切か？

次の 10 年さらにその先において高エネルギー物理学および放射光科学に先端的な発展をもたらす長期的な計画が KEK 全体の加速器の戦略から生まれる可能性がある。KEK と理研は日本の放射光科学界に対して最適な貢献ができる様な計画を立てる共同責任がある。cERL/KEK-X/ERL の筋書きは興味あるものであり、大きな可能性を持っているので更なる発展を奨励する。予定されている ISAC の光源分科会ではその結果を議論したい。KEK-X は ERL に匹敵するビームを供給する可能性があり、超高輝度光源である KEK-X で実施する研究および技術的な実行可能性を検討することは大変重要である。

3. PF および PF-AR における競争性を高めるためにビームタイム配分の新しい戦略が必要か？

申請課題の採択率が高すぎる。全く新しい方針が必要であるとは思わないが、継続的な申請課題の審査に際しては競争性を高めるような明瞭な基準が必要である。最高の評価を得た課題にはより多くのビームタイムを与えるべきである。またそのような課題の責任者は目的を達成するのに十分なビームタイムを要求すべきである。

4. cERL プロジェクト、特に電子銃開発の進展状況は充分といえるか？

5. 5 GeV 級 ERL 利用研究展開の方向は正しいか？

前項の「ERL 計画推進室報告」をご参照下さい。

6. 今年度までのビームライン再配置は妥当かつ効率よく行われたか？



ISAC の委員と KEK スタッフ

新しい 6 本のビームラインの性能は見事なものであり、日本における軟 X 線、および硬 X 線のコミュニティに新しい可能性を与えるものである。真空封止短周期スモールギャップアンジュレーターは大変うまくいっており、硬 X 線領域の新しい可能性を示している。ISAC はビームラインに対するスタッフの人数比を増加させるために今後もビームラインの廃止を継続的に進めるべきと考える。廃止計画が進んでいることは理解するが、最終目標を設定して積極的に推進することを勧める。

7. UG 運営 ST、および大学等運営 ST 制度は妥当か？

前回の ISAC 後にこの制度が始まったことはよいが、UG 運営 ST、および大学等運営 ST の評価基準がまだ明確になっていない。早急に決めるべきである。この制度の効率を上げるためにユーザーコミュニティとの情報交換を組織的に行うべきである。ISAC は PF にとって教育が重要な要素であると考えており、教育のための利用方法を確立し、その成果を追跡するのが良いであろう。

8. 構造物性センターでの研究分野、組織は適切か？

PF の現在のスタッフを見たときに、5 つのプロジェクトを 4 つのグループで実施するのは自然である。それぞれの分野における目標の設定は適切である。能力を最大限に発揮するためにグループ横断的な連携が重要である。生体分子を含む分子科学に焦点を合わせることによって新しい可能性が出てくるであろう。また構造物性センターは計画されている新光源 (KEK-X と ERL) の可能性の追求に重要な役割を果たすであろう。

9. 測定器開発室における検出器と計測器開発の機構横断的な活動は効率的か？

高エネルギー物理学と光科学を共に支援する機構横断的な活動のもう一つの例であり、大変効果を上げている。現在および将来の光源利用に重要な分野で早くも成果を上げていると言う印象を持った。ISAC はさらに強力に推進するために国際協力を勧める。外部資金を獲得することによって機構内でのこの分野への投資が増える可能性がある。また、SPring-8 との共同研究も重要である。

10. 他の結論とコメント

PF のユーザーには 1400 人もの若い院生がおり、院生に対するビームタイム配分などの教育への配慮は PF の重要なミッションである。若い人材の活躍が将来の PF の活動に重要である。ユーザーミーティングへの参加者が増えていることは重要である。PF のトップアップ運転は大変重要な進歩である。PF-AR のトップアップ運転は費用対効果がまだ明確ではない。中長期的な光科学の発展を目指すのであれば、機構は高エネルギー物理と光科学の両分野の専門家を含む ISAC を考慮すべきである。

BL-1 の進捗状況

放射光科学第二研究系 松垣直宏

新 BL-1A は、10 ミクロン程度の微小結晶からの重原子ラベルなしでの結晶構造解析（低エネルギー SAD 法）を目的とした構造生物学ビームラインである。PF 直線部改造で生まれた 4 つの短直線部のひとつに設置される Short Gap Undulator (SGU) を光源とし、一次光で 4 keV 近傍の高輝度 X 線ビームが利用できるよう設計されている。このエネルギー領域ではイオウから比較的大きな異常散乱シグナルが得られるため低エネルギー SAD 実験に有利である一方、X 線の吸収・散乱の増大による S/N 低下の問題を克服することが課題となる。

BL-1A では、低エネルギー X 線ビームを損失なく試料まで導くため、基幹部に通常設けられる窓の代わりに差動排気システムで蓄積リングとビームラインを隔てている。また、近年要望の大きい微小結晶を用いた回折実験に対応するため、試料結晶と同程度（10 ミクロン前後）の大きさの高輝度ビームを安定して試料に照射できるよう設計されている。ビームライン光学系は、SGU による高輝度ビームを分光器で単色化し大きな集光率を持つ K-B ミラー集光光学系で試料位置近傍に楕円集光するという、大変シンプルなものである。集光ミラーにはバイモルフミラーを用いユーザーが焦点位置を自由に選べるようにする予定である。また、ビーム安定性を重視して液体窒素冷却方式の

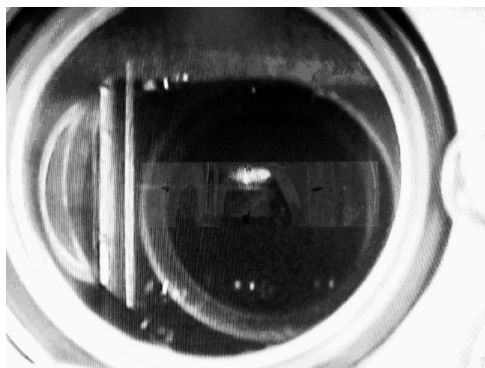


図 1 シールド壁外の蛍光板で捉えたアンジュレータ光（10月13日）

チャンネルカット結晶分光器を導入した。

2009 年 3 月から 4 月にかけて、偏向電磁石光源ビームライン BL-1C を撤去して BL1 エリアを更地にし、フロアの補強工事、放射線遮蔽ハッチの建設を進めた。続いて本夏の停止期間中に、SGU#01 の設置、基幹チャンネルの撤去と新設、およびシールド壁外のビームラインコンポーネントの設置を行った。そして 2009 年 10 月 13 日に光導入試験を行い、シールド壁外で無事にアンジュレータ光を確認することができた（図 1）。今後、分光器やミラーを設置してコミッションを進め、2010 年 4 月からのオープンを目指す。本ビームライン開発は、文部科学省「ターゲットタンパク研究プログラム」の技術開発課題のひとつである。

高輝度真空紫外軟 X 線ビームライン BL-13A の建設状況

放射光科学第一研究系 間瀬一彦

これまで、PF シンポジウム、PF ニュースなどで報告してきたように、PF-2.5GeV リングにおいて有機薄膜研究用の高輝度真空紫外軟 X 線ビームラインの建設を進めております [1]。本ビームラインは 30 ~ 1,000 eV を 1 次光、3 次光、5 次光でカバーする既存のプラナーアンジュレーター [2] を光源として用い、入射スリットレス可変偏角 Monk-Gillieson 配置不等刻線間隔回折格子型分光器 [3] を採用して、前置集光鏡 (M1)、平面鏡 (M2)、不等刻線間隔平面回折格子 (VLSG)、出射スリット (S)、後置集光鏡 (M3) から構成されております（図 1）。M2 と VLSG を同時に駆動することにより、エネルギー領域 30~1,000 eV において、最高分解能 30,000~7,000、光フラックス $10^{12} \sim 10^{10}$ photons/s（図 2）、スポットサイズ約 $130 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m}$ （図 3）の真空紫外軟 X 線放射光を実験装置に入射させます。実験エリアには高分解能角度分解光電子分光装置（SES-200, Scienta, 到達圧力約 2×10^{-8} Pa）を常設するとともに、持ち込み装置用スペースを用意します。研究対象は主に基板上に原子レベルで制御して作製した有機薄膜・生体分子を想定し、角度分解紫外光電子分光、高分解能内殻光電子

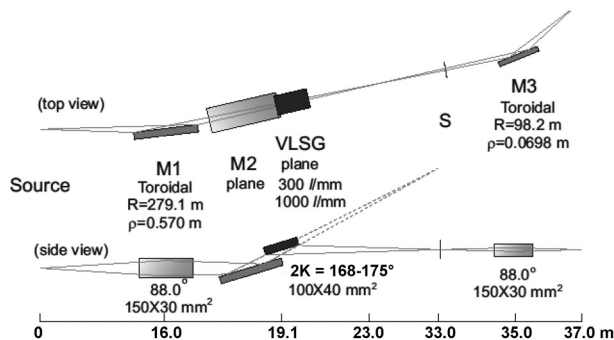


図 1 真空紫外軟 X 線ビームライン BL-13A の配置図。

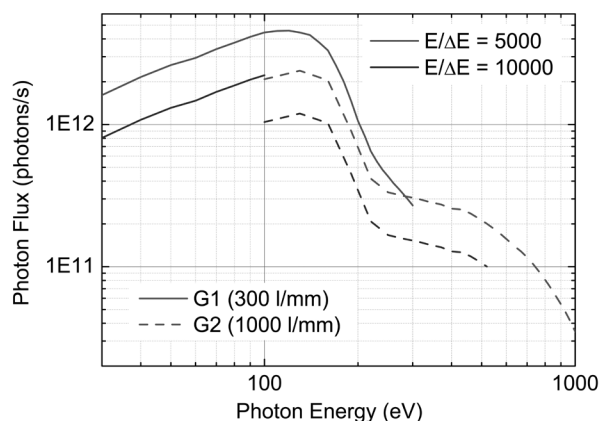


図2 分解能 ($E/\Delta E$) 5,000 および 10,000 が得られるように出射スリット開口を設定した場合の光フラックス。

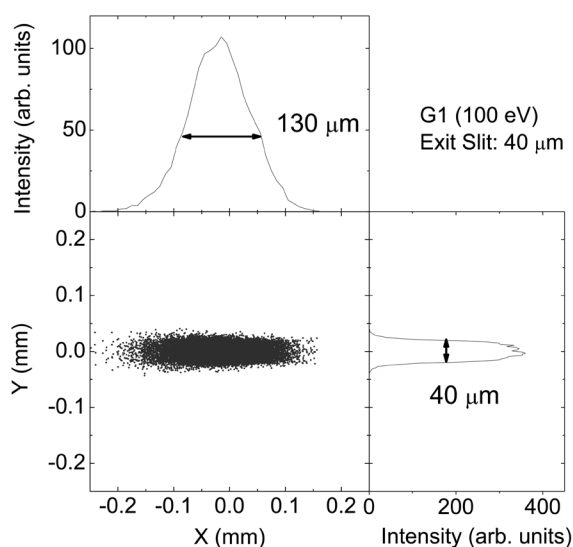


図3 試料位置 (37 m 地点) におけるスポット形状。

分光, 高分解能軟X線吸収分光を駆使して, 有機薄膜とその界面の構造, 電子状態, 振電相互作用, ダイナミクス, 及びそれらの時間的・空間的変動等を精密測定する予定です [4]。2009年7月～9月に建設, ベーキング, インターロックの構築を行ない, ビームライン全体にわたり $\leq 1.3 \times 10^{-8}$ Pa の到達圧力を実現しました。2009年12月末までに調整を終え, 2010年1月から一般ユーザーの共同利用に提供する予定です。

参考文献

- [1] K. Mase, A. Toyoshima, T. Kikuchi, H. Tanaka, K. Amemiya, and K. Ito, SRI09 proceedings, submitted.
- [2] S. Sasaki, S. Yamamoto, T. Shioya, and H. Kitamura, Rev. Sci. Instrum. **60**, 1407 (1989).
- [3] K. Amemiya and T. Ohta, J. Synchrotron Rad. **11**, 171 (2004).
- [4] 馬場, 奥平, 吉信, 近藤, 雨宮, 間瀬 (編): 新 BL-13 有機薄膜・生体分子研究用高輝度真空紫外・軟X線分光ビームラインの検討, KEK Internal, 2008-5 (2008).

BL-14C 改造について

放射光科学第二研究系 兵藤一行

BL-14C は, C1, C2 の二つの実験ステーションがタンデムに設置されていて, C1 ではX線イメージング等, C2 では高圧装置 MAX III を用いた高温・高圧下でのX線回折・X線イメージング研究が実施されてきました。今夏シャットダウン中に, 高圧装置 MAX III の NE7A への移設とともに, C1 と C2 をひとつのステーションに改造する工事が行われました。新しい 14C ステーションでは, 上流側はX線位相イメージングを中心とする研究等, 下流側は常設される大型X線干渉計を用いたX線位相イメージング研究が実施される予定です。BL-14 で得られる縦偏光放射光を積極的に利用する研究が主に実施されていくこととなります。

詳細につきましては, 担当者 (放射光科学第二研究系・兵藤一行 (kazuyuki.kyodo@kek.jp)) までお問い合わせ下さい。

PF-AR NE7A の公開について

放射光科学第二研究系 兵藤一行

PF-AR NE 実験ホールに 2008 年から準備・建設してきました偏向電磁石放射光ビームライン NE7A は, 2009 年 11 月 6 日から共同利用実験に公開されることになりました。

NE7A は, 旧 IT (Internal Target) 4 ビームライン跡に, 旧偏向電磁石ビームライン NE5A を移転して建設されました。加速器トンネル内にビームライン基幹部, NE 実験ホール側にメインハッチ 1 個, 実験ハッチ 1 個が設置されていて, 実験ハッチには白色X線または単色X線を導くことができます。実験ハッチ上流側ではX線イメージング研究等が実施される予定です。実験ハッチ下流側には BL-14C2 から移設した高圧装置 MAX III が常設され, 高温・高圧下でのX線回折・X線イメージング研究が実施される予定です。ともに, 6.5 GeV 加速器から得られる高エネルギー領域のX線を利用することに特徴のある研究となります。

詳細につきましては, 担当者 (放射光科学第二研究系・兵藤一行 (kazuyuki.kyodo@kek.jp)) までお問い合わせ下さい。