

施設だより

物質構造科学研究所副所長 松下 正

今回は悲しい事柄の報告をしなければなりません。PF建設期にユーザーの先頭に立ちPF建設にご尽力いただき、また高エ研放射光実験施設協議委員会委員、副会長、そして物質構造科学研究所となってからは物構研評議員会議長としてPFの発展に大きなご貢献をいただきました東京大学名誉教授、元東京理科大学教授の黒田晴雄先生が、5月7日、急性間質性肺炎のためにご世界されました。法人化されたKEKにおける物構研および放射光科学研究施設のあり方に対してまだまだご助言、励ましを頂きたいと思っておりました矢先であり、余りにも早くの予想外のことに驚きと悲しみの気持ちを抱きます。先生のPFに対するいろいろな形でのご尽力・励ましに感謝申し上げつつご冥福をお祈り申し上げます。

高エネ機構では平成17年度の概算要求案が教育研究評議会、経営協議会などで説明され文科省に提出されました。ここでPFの予算の仕組みと概算要求の内容について簡単に説明します。法人化後の運営費交付金は国立大学法人と同様に、金額は確保されているが毎年1%の効率化係数が掛かる部分と効率化係数は掛からないが毎年申請をする特別教育研究経費から成り立っています。PFやPF-ARの運転、実験に必要な経費の大部分は後者に属します。平成17年度については16年度並の予算要求をしています。この他にPFリング挿入光源ビームライン増強として新規の予算要求をしています。これは前号に記したように来年度リングの改造が完成した後、挿入光源、ビームライン、実験装置を整備するための予算要求です。機構全体として見た時はJ-PARC建設等の重要事項もあり楽観は出来ませんが、実現を目指したいと努力していますのでコミュニティの強いサポートをお願いします。

去る6月16日から20日まで、中国の北京・上海に行ってきました。今回の訪中は、加速器研究施設の黒川教授が中心となって4年前から進められている、日本学術振興会の日中拠点大学交流事業による研究協力の中間評価委員会のメンバーによる現地視察に随行したものでした。日中拠点大学とは、双方の国で各々で拠点となる大学あるいは研究機関を定めこれを中心にお互いの国の複数の大学・研究機関が共同研究に参加するものです。日本側ではKEKが拠点となり、中国側では北京の高エネルギー物理学研究所が拠点となっています。高エネルギー物理学、加速器、放射光の3つの分野での協力が行われており、放射光関連では日本側がPF、UVSOR、HiSOR、中国ではBSRF (Beijing Synchrotron Radiation Facility・高能物理学研究所)、NSRL (National Synchrotron Radiation Laboratory・中国科学技术大学)、SSRF (Shanghai Synchrotron Radiation Facility・上海応用物理学研究所 (旧上海原子核物理学研究所)) が

参加しています。この協力が始まった頃、BSRFでは新しいマルチポルウィグラービームライン建設の予算が認められた時期で、PFから挿入光源やビームラインについて技術協力を行うことができました。これによりXAFS、タンパク質結晶構造解析、高圧下構造解析の3本のビームラインが整備されユーザーに開放されています。タンパクビームラインでSARSウィルスの分子構造を初めて解明することや、ほうれん草の光合成タンパク質の構造解析結果がNature誌の表紙を飾るなど、高く評価される結果が生まれています。

一方、SSRFではこれから新第3世代リング(3.5GeV, 200mA, $\epsilon = 3\text{nm-rad}$)を建設しようとしており、光源関連の技術協力が、KEK加速器研究施設、PF光源系との間でなされています。SSRFのリングでは、超伝導RFキャビティの採用が予定されており、KEK Bファクトリーリングで開発された506MHz超伝導キャビティのデザインを変更して、SSRFに適した500MHzキャビティの設計、試作、テストやEPICSと呼ばれる加速器制御システムなどの開発に関して技術協力が行われています。また、合肥のNSRLでは、Phase-IIとしてのリング改造後、入射効率が大変悪かった状態をPF光源系の研究者がマシンスタディーに参加した共同作業の結果、問題が解決したという成果も得られています。

BSRF、SSRFにおける活動を直接目にする事ができたのですが、BSRFでは既設の高エネルギー物理実験用加速器を年2~3ヶ月の期間だけ放射光実験用に運転するという、ある意味でハンディキャップのある状態にもかかわらず3本のウィグラービームラインの設置により競争力が向上し、若い意欲のあるスタッフの熱意を感じました。確かに放射光専用リングでないという限界もあるのですが、一方で後に述べるSSRFに比べ現実に稼動している施設もっているという強みがあり具体的に成果を出すことができ、スタッフもその成果に誇りを持ち着実な進歩を遂げているという感じを受けました。上海には5月上旬にも訪問して主にビームライン関係の方々とお話をしたのですが、Xu Hongjie 所長以下若いスタッフが多く、経験は少ないがアジアではじめての3GeVクラスの新第3世代光源を建設しようという熱気を感じることができました。丁度20数年前にPFの建設の現場は30代の研究者が中心になっていたことを思い出しました。また、当時の海外の施設特にスタンフォードのSSRLから多くのことを学んだことも思い出しました。その後のPF成長の歴史を見れば、SSRFが10年後にはアジアで最も先端的な放射光施設となる可能性をもつことも想像でき、中国のみでなくアジア地区にとっても大変重要なプロジェクトと思われます。PFとしてこのようなプロジェクトに積極的に協力することは、新第3世代光源およびビームライン建設にあたっての開発的課題について身近に経験あるいは観察できる機会ととらえることができるので、これからもPFの抱えている現場を大事にしながらSSRFの建設にもPFとして協力ができるとうと思っています。

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 榎本收志

概況

4～6月の運転日程は以下の通りであった。

4月 5日	PF-AR 入射開始
4月 7日	PF 入射開始
4月 30日	PF, PF-AR 運転停止
5月 6日	PF-AR 入射開始
5月 7日	PF 入射開始
7月 1日	PF, PF-AR, KEKB, 入射器停止

4月の入射運転は好調であったが、5～6月には短時間の入射遅延が3度あった。5月14日朝、定例保守(5月13日)後最初のPF入射の際63分の入射遅延。入射不調で、最終的にPFのセプタム、キッカーのタイミング調整をして入射できるようになったが、原因を特定することができなかった。5月24日、RF電源制御関係のトラブルで23分PF入射遅延。5月29日、PF-AR入射の際、電子銃からビームが出ず57分PF-AR入射遅延。PF-AR用トリガーモジュールのコネクタの劣化が原因であった。

KEKB 連続入射とその影響について

今年の1月に開始された連続入射モードにより、KEKBは大幅に積分ルミノシティを伸ばしている。そればかりか、衝突電流をできるだけ一定に保つことによって、ビーム調整が容易になり、ピークルミノシティの向上にもつながっている。現在、積算ルミノシティは 287 fb^{-1} 、ピークルミノシティは $13.9 \text{ nb}^{-1}\text{s}^{-1}$ で、競争相手の米国SLACのPEP-IIに約4割の差をつけている。しかし、この差は3か月程度のもので全く油断はできない。

KEKBにとっては効果絶大の連続入射ではあるが、PF、PF-ARにとってははた迷惑かもしれない。特にスタディ時に入射ビームを取り合うことが多くなった。5月28日、放射光源、放射光科学第一、第二、KEKB加速器、KEKB物理、入射器の6研究系の主幹が集まり、スタディの調整会議、入射に関する検討会議を開始することを申し合わせた。入射改善は来年夏の工事を目標にする。6月2日、PF、KEKB、入射器の加速器関係者が集まり、今後の課題と作業分担について話し合った。6月22日、28日にさっそくビームスタディを開始した。このスタディの目的は、ひとつのビーム輸送系パラメータでKEKB 8 GeV ビーム、PF-AR 3 GeV ビーム、PF 2.5 GeV ビームを輸送することが可能かどうかを確かめることであった。これは原理的に可能であるが、実際には、加速器のアライメント誤差や地磁気や集束電磁石の浮遊磁場がエネルギーの異なるビームに与える影響をうまく消すことができるか、シミュレーシ

ンや実験によって確かめる必要がある。今回の実験では集束磁石の設定がうまくいき、マルチエネルギービームの輸送の可能性を濃くしたが、軌道補正技術に関しては今後の課題である。もし、この方法が可能であれば、入射器終端の偏向電磁石で2.5 GeV, 3 GeV, 8 GeV 電子ビームと3.5 GeV 陽電子ビームをふりわけ、独立した輸送系で入射ビームを取り出すことができる。一方、高速なビームエネルギー調整の方も今後の課題ではあるが、これは高速の移相器で高周波の加速位相を切替えることで可能と判断している。

低速陽電子実験施設

4月からPF-PACに基づいたユーザー実験が開始された。低速陽電子発生用の電子リニアックはPF/KEKB入射器と同一の運転体制で運用されている。現在のところ大きなトラブルはなく順調に運転されている。

2004年夏期保守予定

夏期保守は、7月1日から始まった。内容は、高周波電源の清掃・点検、クライストロン及び高周波窓の交換、電子銃保守、陽電子集束用パルスコイルと標的の交換、電磁石電源及び真空機器の保守、計算機の保守など例年の保守の他に、#1-2加速モジュールのスクリーンモニタのビューポートの交換、#2-2加速モジュールの水漏れ加速管の交換、高周波ドライブラインの放電対策、トリガーシステムの保守、ネットワークシステムの更新、入射部電流モニタの改修、8電極ビームプロファイルモニタの設置(SY3)等々、盛り沢山である。又、昨秋から試験運転を続けている#4-4Cバンド加速モジュールに高周波パルス圧縮器(写真)を組込む予定である。

立上げは、入射器8月19日、KEKB 9月9日、PF 9月21日である。PF-ARは、改修工事により立上げは10月13日で昨年より2週間遅くなる。

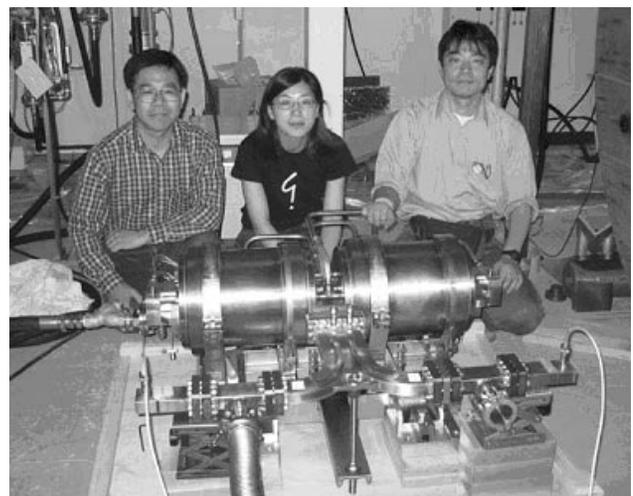


写真) Cバンド(5712 MHz)高周波パルス圧縮器低電力試験中の紙谷、横山、杉村(向かって左から)。夏期シャットダウン中に#4-4加速モジュールに組み込まれ、今秋ビーム加速試験に用いられる予定。

PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 春日俊夫

7月16日付で、山本樹助教授の所属が放射光科学第一研究系から放射光源研究系にかわりました。いままでは、形式上は挿入光源の開発研究を担当するメンバーが放射光科学第一研究系と放射光源研究系にまたがっていましたが、今後は同助教授を中心とした光源研究系が主体となって研究を遂行することになります。

PF

2004年度は4月7日に運転を開始し、4月12日よりユーザーランに入った。4月30日からゴールデンウィークの休止に入り、5月7日に運転を、5月10日よりユーザーランを再開した。前期は、7月1日9時まで運転を行った。この間、6月1日から6月7日の9時まで、単バンチ運転を行っている。7月1日からの夏季の運転停止後、9月21日に今年度後期の運転を開始する予定である。

加速高周波系（以後RF系）のトラブルによるビームダンプが何回か起こった。6月3日未明にクライストロンフィラメント用ファンの電源回路リレーが焼損した。さらに、6月7日から何回か、4台の加速空洞中第1空洞からの高周波電力の反射に対するインターロックによりビームダンプを引き起こしている。反射の原因は不明であるが、6月21日に通常運転時のRFパワーレベルより高いレベルでのエイジングを行ったが解決にいたらなかった。6月22日朝より第1空洞を切り離しの上、3台の空洞で初期電流を通常時（空洞4台での運転）の450 mAから395 mAにさげて運転を行った。7月1日の運転停止時まではこのまま空洞3台での運転を行い、夏季の運転休止中に問題の空洞のエイジングを行い、後期からは4台の空洞での運転を行う予定である。

6月18日にBL-10で光強度が変動したとの報告があった。幾つかの原因が想定されるが特定に至っていない。今後マシンスタディにより解明を行う予定である。

夏季運転停止時に行う作業予定の主なものは、真空制御システムの更新、4台の基幹チャンネル安全系の制御モジュールの更新等である。なお現在PFでは、直線部増強計画が進行中である。リングの大々的な改造は本年度末から次年度前期にかけて行う予定であるが、今夏季運転停止中に二カ所の基幹チャンネル（BL-14,16）の先行改造を行う。直線部増強計画に関連する装置の入札が進んでいる。7月15日には、真空ビームダクトの製造業者が決まった。また、10月に11台の四極電磁石電源の入札を行うべく準備をしている。

PF-AR

2004年度は4月5日に運転を開始し、4月13日よりユーザーランに入った。PFと同様、4月30日からゴールデンウィークの休止に入り、5月6日に運転を、5月7日に

ユーザーランを再開した。PF-ARも7月1日9時まで運転を行った。7月1日からの夏季の運転停止後、10月13日に今年度後期の運転を開始する予定である。

RF系及び電磁石電源系のトラブルによるビームダンプが何回か起こった。トラブル箇所も複数にわたり老朽化対策に頭を悩ませている。

7月1日からの運転停止期間にPF-ARは多くの作業が予定されている。Vol.21 No.4でアナウンスされているように、NW14ビームラインを建設するために西の直線部に設置されていた4台の加速空洞のうち2台を東の直線部に移動する予定である。ただし、西直線部の移動予定の空洞のうち1台は故障中でRF系から切り離してあった（既報）。この空洞は予備として保管してあった空洞と交換する。また、RF系のクライストロン用高圧電源内部で放電が起きている兆候が見られる。故障発生後の修理は長期間を要する（メーカーから約5ヶ月を要すると回答を得ている）。今回の夏季運転停止期間は、空洞の移転等のため、約3ヶ月半と今までより長期間を予定している。前もって準備をしておき、この期間に東西両高圧電源の修理をおこなうこととした。このように、今夏季にRF系の大幅な作業が予定されている。このため、運転再開後にRF系の調整作業を要するので、ユーザーラン開始は運転再開から約10日後の10月22日を予定している。夏季運転停止時のRF関連以外の主なものは、新入射システム用のパルス四極電磁石の組込、RF空洞移設やパルス四極電磁石組込に伴う真空路の改造等である。

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 河田 洋

運転・共同利用実験

平成16年度第一期（4～7月）の運転は、PF 2.5GeVリングは4/7～4/30、5/7～7/1、PF-ARは4/5～4/30、5/6～7/1までそれぞれ予定通りに行われ、無事に終了しました。しかし、個々のビームラインでは老朽化に伴うトラブルが幾つか見うけられます。BL-16AのDSS,BBSでは約17年に亘って無事に使用してきておりましたフレキシブルの水配管（ポリウレタン製）が一ヶ月の間に別々の場所で3度に渡って破損事故を生じ、その都度、ユーザーの方々に（隣のビームラインの方々にも）ご迷惑をお掛けいたしました。またBL-15Aでは、これも20年近く使用してきておりました真空ゲージコンローラーに不具合が生じ、インターロックに関わる部分の修理ですので、他のビームラインにも影響が考えられ、保守日までシャットダウンするという処置をいたしました。未然に老朽化部品の更新作業を行う事の重要性を深く認識しております。

一方、このマシンタイムの間に、総研大・KEK 夏期実

習が6/14～6/16の三日間に亘って行われました。放射光関係には7テーマの実習に対して18名の参加を得て、熱気ある実習が行われました。詳細は足立伸一氏の報告をご覧ください (p31)。

ビームライン関係では、先のPFニュースでお知らせしておりますように、2004年度予算で直線部増強の光源加速器の整備がほぼ終了し、2005年3月から9月までのシャットダウンでリングの改造を行う予定です。それに呼応する形で、BL-28の高分解能光電子分光実験ビームライン新規建設作業、BL-14の基幹部変更に伴うビームライン再構築作業が両方ともに6月中旬のマシントime終了以前からスタートしました。この夏のシャットダウン中に全ての作業を終えて、秋からのマシントimeで挿入光源からのビームを取り出す予定で進めております。関係するユーザーの皆様はどうぞ大いに期待して下さい。それと同時に立ち上げ作業等に関しまして、ぜひともユーザーの皆様のご協力をお願いいたします。各作業の詳細に関しましては小野寛太氏 (p7)、岸本俊二氏 (p8) の報告をご覧ください。また、当初、2005年9月の段階では、光源加速器の改造は終了するものの、「ビームラインに関しては予算の関係ですぐには整備できない」という考え方で進める予定でした。しかし、BL-28をはじめとして、幾つかのビームラインからの高熱負荷対応のビームラインコンポーネントが再利用できる状況にあり、BL-17のミニポールアンジュレータービームラインを、構造生物学をメインユーザーとして念頭に置き、しかし他のミニポールアンジュレータービームラインで大きく発展するであろう実験に関しても実験可能なスペースとマシントime配分を確保する方向でビームラインの検討を開始しました。

一方、PF-ARではERATO腰原非平衡ダイナミクスプロジェクトの推進のために新しいX線アンジュレータービームライン (NW14) の建設も着々と進められています。「PF光源研究系の現状」にありますように、この夏のシャットダウン中に上記のビームラインの挿入光源を設置する場所に現在設置されておりますRFキャビティの移設を行うとともに、老朽化しているPF-ARのRFキャビティの電源を交換する作業が行われます。その結果、PF-ARの運転再開は10/13から調整運転を始め、10/22からユーザー運転となる予定です。一方、NE実験棟に現在ありますNE9ビームラインは、歴史的には加速器研究系の真空グループによって利用され、特にKEKBの真空ダクトの設計に関して、種々のダクト材料からの脱ガス特性を調べることがこのビームラインを用いて行われました。しかし、現在ほとんど利用されていないことから、その基幹部を新しい北西棟に移設し、次のビームラインに備えることを検討しております。ちょうどそれに呼応する形で朝倉清高・北海道大学触媒化学研究センター・教授が「新規金属硫化物脱硫触媒の機能と構造解明」の基盤研究S・科研費を獲得され、そのビームライン整備の一環として基幹部移設を行う方向で作業を開始しております。NE9の基幹部はこの夏のシャットダウン時にリングから取り外し、来年夏に

降北西棟NW10ビームラインに設置できるように改造及びオーバーホールいたします。

共同利用環境整備といたしまして、この夏のシャットダウンの間に、実験準備棟の狭い一室に2段ベッドを押し込んで利用して頂いておりました男子仮眠室を実験準備室1 (プレハブ1) に移動いたします。広い環境で、ベッド数を増加いたします。またそれに伴ない、今までプレハブ1で展開しておりましたユーザー控え室の環境はプレハブ3に移動いたします。またプレハブ2の一角に作っておりました喫煙可能なユーザー控え室は、家屋内での全面禁煙の体制を確立する立場から廃止する事にいたしました。ご理解願います。

人の動き

放射光科学第一研究系・山本樹助教授が7/16付で放射光源研究系・助教授に移られました。山本樹氏はPF及びPF-ARの挿入光源開発を行ってこられました。その中には世界初めての楕円偏光ウイグラー・アンジュレーターの開発、これも世界初めての真空封止型X線アンジュレーターの開発を手がけられ、最近ではPF-ARのNW2, NW12のテーパ型X線アンジュレーターの開発、斜行揺動磁石列を用いた新しいタイプの円偏光アンジュレーターの開発、そしてPF直線部増強に挿入するミニポールアンジュレーターの開発を進めて来られました。利用系に属しておられたことで、利用者がどのような放射光を必要とするかということを理解して開発研究を進めて来られています。今後、放射光源系という事で、名実ともに放射光源を担って頂くこととなります。今後とも宜しく願います。前号のPFニュースに報告しましたように、3/16付で鈴木守氏が大阪大学蛋白質研究所附属プロテオミクス総合研究センター助教授として転出されました。その後を受けて構造生物学分野の助手を公募しておりましたが山田悠介氏 (現在総合研究大学院大学・高エネルギー加速器科学研究系在学) に決定いたしました。8/1に着任され、構造生物学研究のビームライン・実験装置の整備、ならびに構造生物学研究の発展の力を発揮して頂けるものと思います。一方、XAFSの共同利用およびPF-ARの単バンチ・大電流を用いた時分割XAFS実験の開発に関して中核的な役割を担う助教授を公募することが決まりました。本号にも公募内容の掲載がありますので詳しくはそちらをご覧ください。

ポストドク・共同研究員に関しましては、6/30付でポストドクの河村幸彦氏が一身上の理由のため退職されました。河村氏はBL-1A, 1Bビームラインに設置されておりますX線粉末回折実験装置を用いた構造物性研究に従事されると同時に、それらのビームラインにおけるユーザー実験の支援業務を精力的に行って頂きました。研究面では、蛍光体の構造解析や分子磁性体の相転移の研究などを行い、特にMEMのソフトウェアの構造物性グループへの導入に力を注いで頂きました。今後の更なる発展を期待いたします。また、Frankfurt大学 (ドイツ) から学術振興会の研究員として放射光科学研究施設に移って研究活動をしていた日下

勝弘氏がこの 8/1 より日本原子力研究所中性子利用研究センターの特定課題推進員（研究員）として移動することになりました。ここでの 2 年余りの間は石英（SiO₂）の低・高温型相転移の中間に現れる変調構造の高次元空間での解析及び変調構造の平均構造の温度変化から構造相転移の型を結晶学的に解析するという研究課題に取り組んで成果を挙げて来ました。原研においては中性子用の回折計を製作するグループに加わって装置を立ち上げることとなります。原研での活躍を期待いたします。一方、1A では学術創成の科研費をベースにしてコラボラトリーシステム構築にかねてから取り組んできておりますが、（詳しくは p9 の澤氏の報告を参照願います）そのための技術支援として、深山裕司氏が 5/17 から着任されました。このプロジェクトには放射光科学第一研究系・技術職員の小菅隆氏も深くコミットすると同時に、加速器研究施設の技術職員である濁川和幸氏の協力をも得て、急速に進展しております。ERATO 腰原非平衡ダイナミクスプロジェクトでも 5/1 から高橋淳一氏が、また 7/1 からは板谷治郎氏が共同研究員として着任されました。高橋氏はフェムト秒レーザーの専門家としてこのプロジェクトに参加されておられます。5～6 月のマシンタイムでのレーザー光と放射光パルス光とのポンプ・プローブ実験におきましても、すでに数多くの貢献をされたと理解しております。板谷氏もまたフェムト秒レーザーの専門家ですが、同時に高速現象の物性研究のリーダーとして着任されました。PF-AR の 100 ピコ秒のバンチ幅から来る時間分解能にとどまらず、ALS のバンチスライシング、スタンフォードの SPPS、LCLS にも関与していくとの事を聞いております。

安全に関して

この 3 ヶ月のマシンタイムでは発火事故はございませんでしたが、残念ながら 3C2 実験ステーションでユーザーの方がベーキング後の真空ポンプを運搬中に、軽度ではありますが火傷を負うという事例が発生しております。十分な注意をお願いいたします。また、5 月中旬に放射光科学研究施設汚水槽から採取した排水から排出基準 (0.0005 mg/l) を超える総水銀 0.001 mg/l が検出されました。化学薬品を取り扱う場合には十分な注意をお願いいたします。この放射光科学研究施設汚水槽には放射光科学研究施設、富士実験施設、PF-AR 地区から発生する一般生活排水、および機械室等からの排水が排出されます。従って決して放射光科学研究施設が原因と特定されてはおりませんが、法人化後、安全に関しましては厳しい社会の目を浴びることになっておりますので、詳しくは野村昌治氏の関係記事 (p11) を参照願います。

●●●●● プレスリリース ●●●●●

放射光を利用した新しい 整形外科的画像診断法の開発

－ X線暗視野法の開発と放射光を用いた 各種関節軟骨の可視化に成功 －

2004 年 6 月 30 日
高エネルギー加速器研究機構

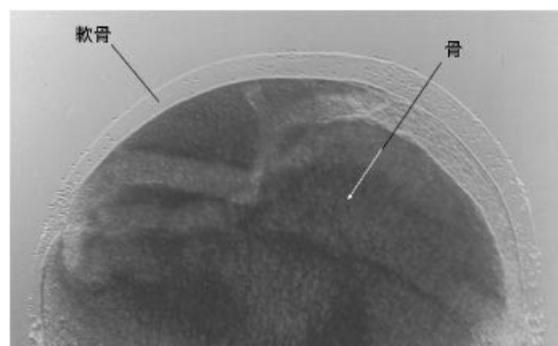
高エネルギー加速器研究機構（KEK）と岡山大学整形外科とは共同研究により、世界で初めて開発された「X線暗視野法」を用いて、KEK-PF および SPring-8 施設の放射光により、世界で初めて臨床に近い条件で、各種関節軟骨の撮影に成功した。この成果により、関節軟骨の詳しい診断法の道が拓かれた（続きは下記「KEK プレスリリース」を参照）。

(参照 URL)

KEK プレスリリース /News@KEK 記事
<http://www.kek.jp/ja/news/press/2004/Xray.html>

(問い合わせ先)

物質構造科学研究所 教授 安藤正海
TEL : 029-864-5703
Email : masami.ando@kek.jp



大腿骨頭壊死症患者から摘出した大腿骨頭の X線暗視野像（写真上）と報道公開の様子（写真下）

BL-14 再設置について

大規模タンパク質結晶化システムの開発

放射光科学第二研究系 岸本 俊二

2004年7月1日
高エネルギー加速器研究機構

高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所・構造生物学研究センター（センター長若槻壮市）は、日京テクノ株式会社（代表取締役社長根岸清）の協力のもと、X線によるタンパク質結晶構造解析のために1日に24万種類の結晶化条件の探索が可能な世界最高の結晶化条件探索速度を有する大規模タンパク質結晶化システムを開発した。

本システムの開発により KEK 放射光科学研究施設における構造生物研究のための基盤設備の整備と高度化が進み、構造生物学研究の推進に更に大きく貢献できるものと期待される（続きは下記「KEK プレスリリース」を参照）。

(参照 URL)

KEK プレスリリース

<http://www.kek.jp/ja/news/press/2004/crystal.html>

(問い合わせ先)

物質構造科学研究所教授／構造生物学研究センター長
若槻壮市 (E-mail: soichi.wakatsuki@kek.jp)
TEL/FAX: 029-879-6178/6079



大規模タンパク質結晶化システム外観（写真上）と報道公開での様子（写真下）

超伝導垂直ウィグラービームライン BL-14 はこの夏の PF リング運転停止期間中に再設置作業を行います。現在進められつつある PF リング直線部増強の一環として電磁石配置が見直され基幹部も一部改造が行われます。PF リング長期運転停止が 2005 年 3 月から 9 月に予定されていますが、同時期のリング側作業の集中を避けるため BL-14 は先行して基幹部改造とともにビームライン移設作業を進めることになりました。新調される基幹部がこれまでより 1m ほど下流まで下がって設置されるため、遮蔽壁内側に設置してあった BL-14 ブランチビームシャッター、水冷 4 象限スリットが壁外へ移動し、BL-14A, 14B の光学系コンポーネントも下流へ移設されます。ただ移動させるだけでなく初代ウィグラーの光利用から 20 年を経て老朽化した光学系のオーバーホールも行います。さらにビームライン側での光分岐について今後の研究の発展を考慮して見直しました。そのため 1999 年秋に光学系、実験ハッチの改造を行った 14C も含め BBS から下流ダクトまでビームライン全体を配置しなおす大掛かりな改造となります。

表 1 に今回の再設置による変更点をまとめました。BBS・スリットのためのメインハッチ、14A, B モノクロメータ、14A ミラーチャンバー、14A, B の DSS などを収納するモノクロハッチが新たに建設されます。光分岐の見直しにより BL-14C1 ではより大きな縦方向 70 mm ビーム（これまでの 2 倍、横方向は非対称光学系により 100 mm 以上も可能）が確保されます。C1 では S2 型課題「分離型 X線干渉計を用いた位相コントラスト X線撮像法の研究」（2002S2-001, 東大, 日立, 筑波大, PF）を中心に共同利用実験が行われ今後も継続される予定です。この研究は軽元素に対する感度が吸収コントラストの約 1000 倍、軟部組織を造影剤なしで、低被曝で観察できることを特長とし

表 1 BL-14 再設置

項目	変更内容
各ブランチの光分岐 水平方向：1.16mrad。 垂直方向 A：1.29mrad B：0.85mrad C：1.94mrad	変更なし。 変更なし。 23.5m 地点で約 20mm。 36m 地点で縦幅 >70mm。
BBS および水冷 4 象限スリット	遮蔽壁の内側から壁外に移動。 本体更新。メインハッチ建設。
光学系 A モノクロ、ミラー、DSS A ハッチ B モノクロ、DSS	A, B モノクロハッチ建設。 3m 下流へ移設。 C モノクロハッチに接続・拡張。 3m 下流へ。B モノクロ内貫通 C 用ダクト撤去。
B ハッチ C ダクト、DSS、Be 窓	約 1m 下流へ移動。 ビーム拡大のため改造。
インターロック	新システムに移行。



写真1 BL-14の再設置作業の進行状況（7月第2週現在）

ておりビーム拡大により小動物の臓器1つ分の撮像、乳がん診断への発展などが期待されます。14Bでは使用できるビームサイズが絞られますがイメージング新手法の開発や精密X線光学実験などをさらに精力的に行います。14Aでは光取り込みは現状のままですが、製作から20年を経過した2結晶分光器のオーバーホール、X線集光ミラー本体と調整機構の更新を行います。制御ソフトウェアも見直すことで水平型4軸回折計による精密構造解析をBL-10Aのアクティビティとの統合の方向でより発展させます。エネルギー範囲の広さ（6-80keV）、マルチバンチ運転（500MHzまでのパルスカウンティング）を生かした検出器開発も継続して行う予定です。14C2ではMAX IIIによる高圧実験（おもに地球物理学）が引き続き行われます。

再設置作業は2004年度第1期運転が終了する直前の6月末から開始され7月第2週の時点でメインハッチの骨組みが立つところまで進んでいます（写真1）。今後、光学系再設置、インターロック工事などを経て9月末の光導入試験、各ステーションの再立ち上げと進めていきます。9月末から1ヶ月ほどは光学系立ち上げ・調整に時間をいただきたいと考えております。ユーザーのみなさまにはご迷惑をかけますがどうかご理解いただき協力をお願いいたします（詳細問い合わせは担当者まで）。

夏期シャットダウン中の BL-28の建設について

放射光科学第一研究系 小野寛太

以前のPFニュースでも紹介したとおり、高フラックス・高分解能の真空紫外・軟X線放射光を用いて高分解能角度分解光電子分光を行い、ナノ材料のサイエンスを展開することをめざし、BL-28のアンジュレータ専用化、高分解能・高フラックス分光器の新設、高分解能角度分解光電子分光



BL-28の建設の進行状況（7月16日現在）

実験ステーションの建設をこの夏のシャットダウン期間に行います。

7月16日現在、PFスタッフおよび三菱電機システムサービスのスタッフの尽力により既に旧ビームラインの撤去は完了しました。これから、秋のビームタイムで光を利用することが出来るようにするために、新ビームラインの建設を急ピッチで進めます。新分光器建設後のBL-28の仕様は以下の通りです。

可変偏角不等間隔平面回折格子分光器
エネルギー：30～300 eV（直線部増強前）
エネルギー分解能：すべてのエネルギーで
5,000～10,000

フォトンフラックス：上記の分解能の時
> 10^{12} photons/sec

試料位置でのスポットサイズ：350 μm (H) × 50 μm (V)

皆様にはいろいろとご迷惑をおかけすることがあるかと思いますが、使いやすく、競争力のあるビームラインを建設する所存ですので、どうぞよろしくお願いいたします。

ERATO 便り：その（2）

腰原非平衡ダイナミクスプロジェクト ERATO
科学技術振興機構研究員 野澤俊介、高橋淳一

「私たちはたえず崖から身を投げて、落下していく途中に翼を生やしていかなければならない。（カート・ヴォネガット）」

前回のERATO便りでは放射光とレーザーパルスの電気

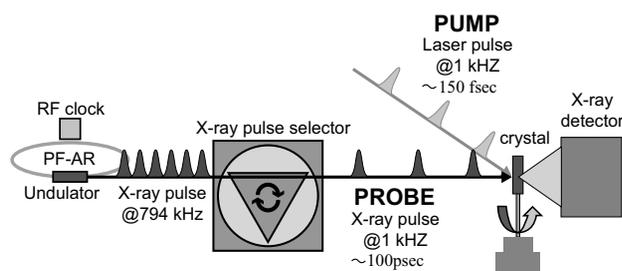


図1 ポンプ-プローブX線回折実験の概略図



図2 NW2 実験フロアの写真

的同期が確立し、フェムト秒パルスレーザーシステムの立ち上げが始まることをお伝えしました。その後、無事レーザーシステムの立ち上げが完了し、今期のマシンタイムより我々はPF-AR NW2にてX線とパルスレーザーを組み合わせたサブナノ秒時間分解X線回折実験をスタートさせました。マシンタイム中は新しいチャレンジの連続で、とても exciting な日々をおくっています。そこで今回のERATO 便りでは、我々が取り組んでいる時間分解X線回折実験について解説いたします。

時間分解X線回折実験は図1に示すようにパルスレーザーをポンプ源、放射光をプローブ源として用いるポンプ-プローブ配置で測定を行います。レーザーはチタンサファイアレーザーをベースとする再生増幅システムで、波長 800 nm、パルス幅 150fs、繰り返し 1kHz、パルス出力 800 μJ/パルスのパルスが得られます。レーザーシステムはNW2実験ハッチと独立なレーザーブース内に設置され、レーザー光は導光ダクトを通じてハッチ内に導かれます。明るいNW2実験フロアの中で黒々とそびえる箱がレーザーブースです(図2)。

PF-AR リングでは電子蓄積リングから 794kHz の繰り返しで約 100ps の時間幅を持つ X 線パルスが出射します。この X 線パルスと約 1kHz のフェムト秒レーザーパルスを 1:1 で同期させるために、X 線パルスも約 1kHz に間引く必要があります。そこで、放射光パルスを定常的に間引く装置として、図3のようにX線パルスセクタ(XPS)と呼ばれるメカニカルチョッパーを設置しました。XPSは溝

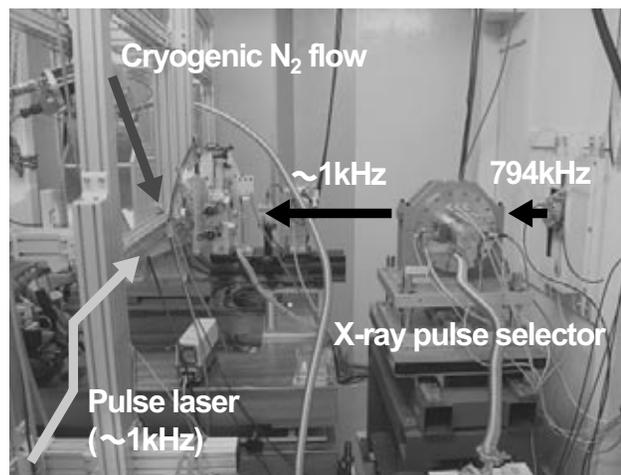


図3 実験ハッチ内の構成図

を切った回転ブレードが磁気浮上式ターボ分子ポンプと同様の動作原理で高速回転するメカニカルチョッパーです。回転動作の外部同期信号に蓄積リングのRF信号を使用し、適切なフィードバックを行う事により、その回転周期を電子バンチの周回周期の整数倍になるようにしてX線パルスを間引きます。回転ブレードは約 1kHz で回転し、1回転につき 1回、開時間幅 700 ナノ秒で開口部が光軸と一致します。開口のタイミングのばらつきは 5 ナノ秒以下なので、放射光パルスが間引き損なわれることはありません。

サブナノ秒の時間分解能を実現するためにはレーザーパルスをX線に時間精度良く同期させねばなりません。ここにはレーザーならではの同期方法が用いられます。再生増幅システムでは最初に種光として繰り返し約 80MHz のフェムト秒光パルス列を作り、その繰り返しを 1kHz に間引いてその分、各々の光パルスを増幅します。レーザーパルスの繰り返し周波数は種光を作るレーザーシステムの共振器長で決まります。そこで、ピエゾ素子を共振器内に設置し、出力レーザー光と蓄積リングのRF信号をモニターして、両者が位相同期する様に共振器長を制御することでタイミングを制御します。これによりジッター数 ps の同期を実現しています。いったん位相同期が確立した後、両者の相対遅延時間の制御は 2通りの方法で行っています。まず 2ns 以上の遅延を与える場合にはレーザーへの同期信号に電気的な遅延を加えます。またそれ以下の場合には折り返しミラーを装着した電動ステージを用い、光路長を変えることで遅延を変えています。100ps の遅延は光路長 3cm に対応します。超短パルスレーザーの世界ではむしろ短い時間のほうが遅延制御は容易です。

結晶試料のX線回折像はX線用二次元 CCD 検出器で検出します。実験ハッチ内には、6軸回折計を設置し、低温ヘリウムガス吹き付け低温装置により、10K までサンプル温度を冷やす事が可能です。サンプル周りの構成を図4に示します。

シャットダウン前のマシンタイムで実際にサンプルにフェムト秒レーザー光を照射して時間分解X線回折実験を行いました。時間原点のコンピューター制御を実現したり、

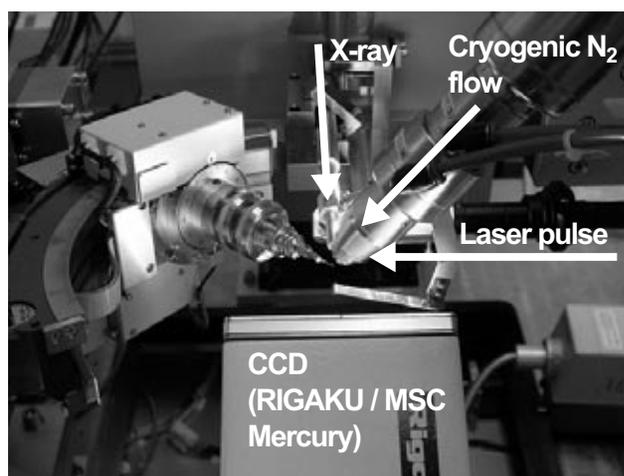


図4 サンプル周りの構成図

光誘起変化が起きていることを確認するために、in situの反射率測定系を加えたり、信号の統計精度を検査し直したりと、予想されていた、あるいは新たに判明した困難を前にして、いくつもの翼を生やし出しそしてもぎとられてきました。秋のマシントimeまでにはもっとたくさんの翼を生やして分子動画への足がかりを作り上げたいと考えています。ご期待ください。

コラボラトリーの試み

放射光科学第二研究系 澤 博

平成13年に始まった新学術創成研究によるプロジェクト「新しい研究ネットワークによる電子相関系の研究」はすでに4年目を迎えた。本プロジェクトについてはKEK物構研を含めた5つの研究所をつなぐ新しい研究ネットワークの構築を含めた研究体制の構築という使命を帯びている。すでにPF Newsで一度報告しているので[1]、枠組みについては省略する。ここでは、KEKが中心となって進めている“コラボラトリー”と呼ばれる新しい研究体制の構築と試験的な運営がいよいよ始まったので報告する。

コラボラトリーとは、“Collaboration”と“Laboratory”の複合語で、複数の拠点をネットワークで繋ぐ事により遠隔の研究者同士が仮想的に一つの研究室を持っているような仕組みである。このために我々の用意した仕掛けは、インターネットを用いて常時接続可能なTV会議システムとデジタルデータ会議（アプリケーション共有）を、多地点から行えるシステムである。実は、1対1で行う場合にはOSに標準装備されているアプリケーションやいくつかフリーのソフトウェアがあるが、多地点を同時に繋ぎ、実用に耐えるようなパフォーマンスを確保できるような仕組みはまだあまり一般的ではないか、大変高価なものとなっている。我々は、この仕掛けの実現のために2系列のMCUと呼ばれるサーバーを構築した。



新しく用意されたコラボラトリーの居室にて（左より小菅氏、濁川氏、深山氏）

TV会議用のMCUは機構内の計算科学センターが管理を引き受けてくれており、多地点のTV会議を同時に複数開催することが可能である（WEB参照、[2]）。もちろん、ネットワークの負荷とサーバーの能力によってそのパフォーマンスは左右されるが、我々のTV会議の利用経験からはネットワークの負荷が問題になるようなパフォーマンスの低下は経験していない。但し、このシステムの運用についてはFireWall関係で様々なトラブルが生じ、安心して利用できるようになるまで2年近くかかったことを付け加えておきたい。

一方、データ会議用のサーバー群は放射光施設内に我々が構築し、今後小菅・濁川氏を中心として運営を行っていく予定である。こちらは多地点に対応できるサーバーとしてMicrosoftのConferencing Serverを採用した。現行ではWindowsのアプリケーションを共有することが前提であるが、Windows上で開くX windowを用いれば、LinuxなどのUnix系のアプリケーションを利用することは出来る。ここでいう「共有」とは、複数の会議参加者が共有されたアプリケーションの操作が可能であることをさす。もちろん、同時に二人以上が操作できないなど作業の混乱を避けるように工夫が凝らされており、共有元の許諾がなければ他者が操作することは出来ない。

このようなインターネットを利用する場合の障壁はFireWallである。特にデジタルデータの共有や遠隔操作のためのアプリケーション共有を行う際には、ネットワークセキュリティの問題は避けて通れない。我々は、このセキュリティ対策としてVPN(Virtual Private Network)を導入した。このVPNを利用するためにはあらかじめ認証局と呼ばれる外部のサーバーに登録してあるe-tokenのハードウェアキーを用いる。この登録作業は物構研の小菅氏が行い、各ユーザーは自分用に設定・配布されたUSB keyをインターネットに接続されたパソコンに挿してパスワードによる認証を受けて、VPNが入り口となったCollaboサーバーに接続する。コラボのシステムを利用する人は、KEKのネットワーク内においても同じように接続する必要がある。

これはセキュリティ上の問題で、コラボネットを KEK のネットワークからは切り離してあるためである。その後、Conferencing サーバーの URL を用いてインターネットエクスプローラーにより接続して、デジタル会議に参加する運びとなる。また、運営体制については模索しなければならない点がいくつか残っているが、基本的には認証の個人設定や、デジタル会議の予約などは小菅氏を中心としたコラボの運営グループで行うことになる。

これらのシステムを利用することによって、放射光装置の遠隔操作なども可能となってくるが、ネットワークのセキュリティとは別に、光学コンポーネントを操作することなどに伴う安全上の問題も重要となってくる。これは先の USB key が認証作業を行うことに対して、ユーザーのアクセス制限が必要であることに起因する。このためには、どうしても共有アプリケーション側に制限が含まれるような仕組みを組み込まなければならないが、装置毎に異なるアプリケーションを全て施設側で開発しなければならないことになり、きわめて困難である。我々は小菅氏の開発した STARS を拡張してアプリケーションとドライバー関連を切り離し、アクセス制限、自動 Log 保存機能、スクリプト対応など、より汎用性の高いサーバーとして本システムに組み込む予定である。小菅・濁川両氏の指導によりこのソフトウェアの拡張・開発を担当しているのが、本プロジェクトで採用した技術支援員の深山氏である。特にこの STARS の拡張は今後の新設 BL や J-PARC 計画など多くのプロジェクトに応用できる可能性を秘めており、今後の発展が期待される。

本プロジェクトで導入を行ってきたコラボの仕掛けについても、実際に利用できるような時期になった。今後は具体的にどのように運営していくかなどについて、いろいろな情報を集めたいと考えているので、是非ご意見、ご要望などもお寄せ頂きたい。

引用

- [1] PF News Vol.20 No.4, 9 頁, FEB, 2003
 [2] <http://www-nwg.kek.jp/kek/cc/nwg/vcs/index-j.html>

お知らせ

平成 17 年度前期 フォトン・ファクトリー研究会の募集

物質構造科学研究所副所長 松下 正

物質構造科学研究所放射光科学研究施設（フォトン・ファクトリー）では放射光科学の研究推進のため、研究会の提案を全国の研究者から公募しています。この研究会は放射光科学及びその関連分野の研究の中から、重要な特定のテーマについて 1～2 日間、高エネルギー加速器研究機構のキャンパスで集中的に討議するものです。年間 6 件程度の研究会の開催を予定しております。

つきましては研究会を下記のとおり募集致しますのでご応募下さいますようお願いいたします。

記

1. 開催期間 平成 17 年 4 月～平成 17 年 9 月
2. 応募締切日 平成 16 年 12 月 17 日（金）
 [年 2 回（前期と後期）募集しています]
3. 応募書類記載事項（A 4 判、様式任意）
 - (1) 研究会題名（英訳を添える）
 - (2) 提案内容（400 字程度の説明）
 - (3) 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
 - (4) 世話人氏名（所内の者に限る）
 - (5) 開催を希望する時期
 - (6) 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名
4. 応募書類送付先

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
 高エネルギー加速器研究機構
 物質構造科学研究所事務室
 TEL：029-864-5635

* 封筒の表に「フォトン・ファクトリー研究会応募」と朱書のこと。

なお、旅費、宿泊費等については実施前に詳細な打ち合わせのうえ、支給が可能な範囲で準備します（1 件当たり上限 50 万円程度）。

また、研究会の報告書を KEK Proceedings として出版していただきます。