

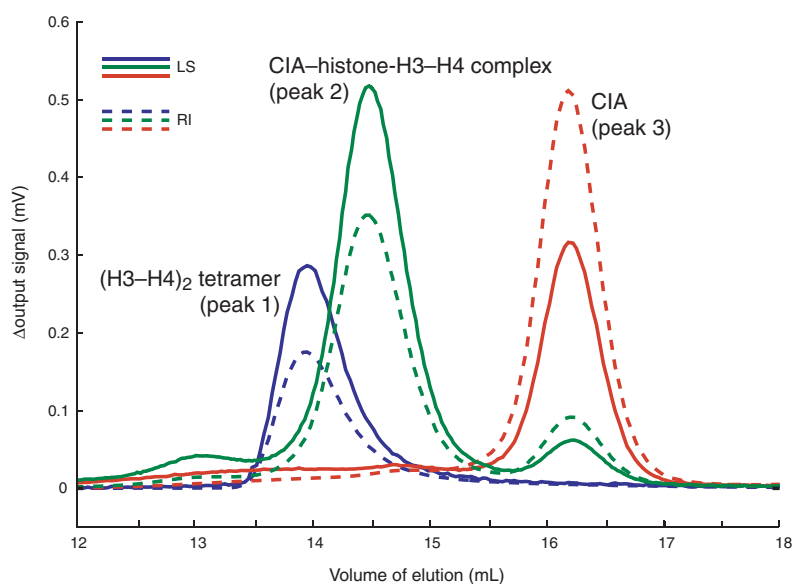
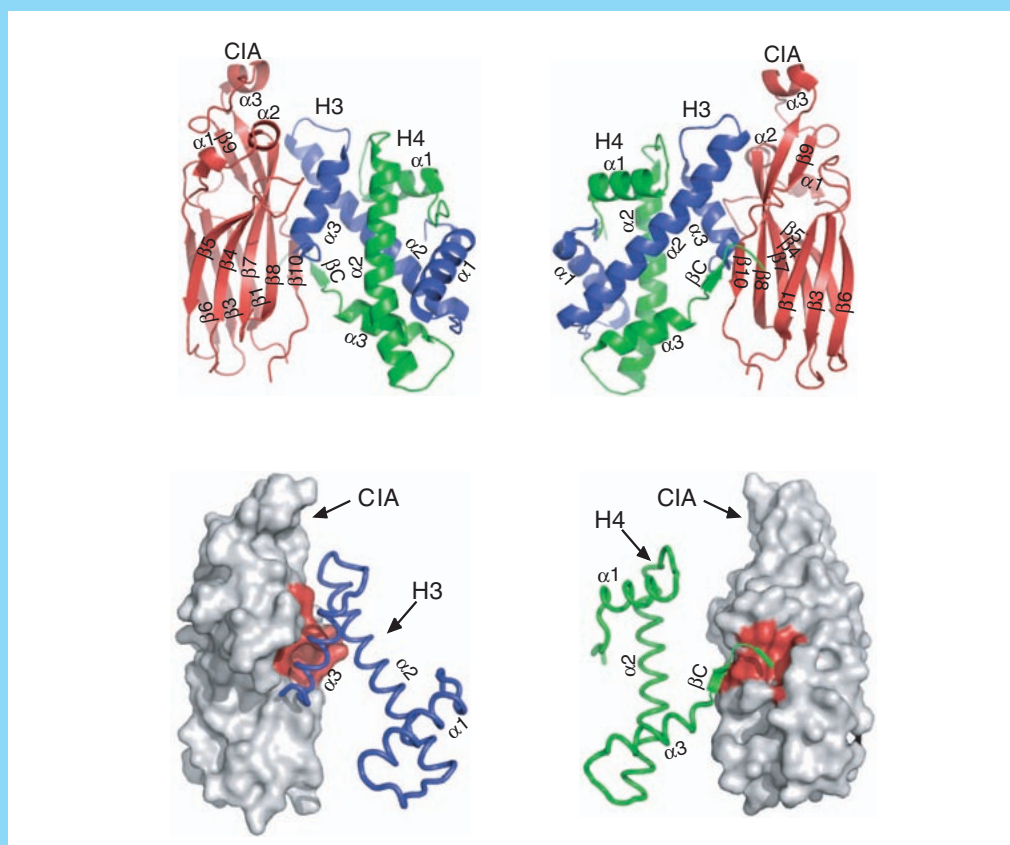
# PHOTON FACTORY NEWS

<http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/>

Vol.25 No.2  
AUG 2007

■ 軟X線実験室顕微鏡用の多層膜結像鏡開発

■ ヒストンシャペロンCIA-ヒストンH3-H4複合体の結晶構造解析



# 目 次

施設だより	若槻 壮市	1
現 状		
入射器の現状	榎本 收志	4
PF光源研究系の現状	春日 俊夫	5
PF-ARの新偏向電磁石電源のトラブルについて	春日 俊夫, 尾崎 俊幸	6
放射光科学第一・第二研究系の現状	野村 昌治	7
ERL計画推進室報告	河田 洋	8
第1回 放射光科学研究施設国際諮問委員会 (PF-ISAC) の最終レポート		10
PF Top-up 運転の進捗状況	佐藤 政則, 三橋 利行	12
NE1A1コンプトン散乱ビームラインの閉鎖に当たって	河田 洋, 塩谷 亘弘	18
お知らせ		
平成20年度前期フォトン・ファクトリー研究会の募集	若槻 壮市	22
平成20年度前期共同利用実験課題公募について	小林 克己, 宇佐美徳子	22
先端研究施設共用イノベーション創出事業	野村 昌治	22
平成19年度防災・防火訓練のお知らせ		23
出張旅費の支給枠の変更について	小林 克己	23
KEK一般公開のお知らせ	平野 馨一, 原田健太郎	24
予定一覧		24
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所教員公募について (依頼)		25
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所教員公募について (依頼)		26
運転スケジュール		27
最近の研究から		
軟X線実験室顕微鏡用の多層膜結像鏡開発	原田 哲男, 羽多野 忠, 山本 正樹	28
Development of Multilayer Imaging Mirrors for a Laboratory Soft X-ray Microscope		
ヒストンシャペロン CIA- ヒストン H3-H4 複合体の結晶構造解析	夏目 亮, 栄徳 勝光, 赤井 祐介, 佐野 徳彦, 堀越 正美, 千田 俊哉	33
Structure of Histone Chaperone CIA in Complexed with Histones H3 and H4		
研究会等の報告/予定		
PF研究会報告「高輝度真空紫外・軟X線放射光を用いた機能性有機・生体分子薄膜研究の新展開」	間瀬 一彦	38
PF研究会「高輝度真空紫外・軟X線放射光を用いた機能性有機・生体分子薄膜研究の新展開」に参加して	坂本 一之	39
ERL研究会「コンパクト ERL が拓く世界」の報告	河田 洋, 足立 伸一, 平野 馨一, 兵藤 一行, 原田健太郎, 木村 真一	40
第18回 総合研究大学院大学・KEK夏期実習の報告	東 善郎	41
夏期実習を担当してみたい	雨宮 健太	42
第21回 日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム開催要項		43
ユーザーとスタッフの広場		
◇ユーザー受賞記事：岩田想教授 (京都大学医学系研究科) が日本学士院学術奨励賞を受賞		46
ERL07 ワークショップ報告	坂中 章悟	46
6th International Conference on Inelastic X-ray Scattering(IXS2007)に参加して	中島 伸夫	48
Canadian Light Source でのビームタイム	和達 大樹	49
PFトピックス一覧 (4月～6月)		50
PF懇談会だより		
PF懇談会2007年度第1回運営委員会議事録		51
PF懇談会2007年度第1回運営委員会幹事会		52
新しいPF懇談会ユーザーグループ	村上 洋一	52
将来光源高エネルギー利用 (コンプトン散乱) ユーザーグループ設立にあたって	櫻井 浩	53
施設長への運転時間確保の要望書提出	村上 洋一	53
PF懇談会からの要望書		53
平成19年度放射光利用研究基礎講習会		54
PF 懇談会入会のご案内		55
掲示板		
放射光共同利用実験審査委員会速報	小林 克己, 宇佐美徳子	55
第17回 物質構造科学研究所運営会議次第		56
平成19年度後期放射光共同利用実験採択課題一覧		57
放射光セミナー・物構研セミナー		63
平成19年度客員研究員一覧		63
放射光共同利用実験審査委員会委員		64
放射光共同利用実験審査委員会委員名簿 (分科会別)		64
編集委員会から		65
巻末情報		66

都合により「平成19年度第1期配分結果一覧」は次号に掲載させていただきます。

(表紙説明) [上図] ヒストンシャペロン CIA とヒストン H3-H4 の複合体の結晶構造。PF-ARNW-12 で測定された回折像を用いて、2.7Å 分解能で決定された。[下図]ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割する CIA の作用が分子量分析により初めて示された。静的光散乱測定器の測定強度 (LS, 実線) と示差屈折率計の測定強度 (RI, 破線) の比 (LS/RI<sup>1</sup>) を用いて、ゲルろ過カラムから溶出したサンプルの分子量は分析できる。ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体 (青, peak 1) と CIA の単量体 (赤, peak 3) を混合するとヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体は分割され、新たに CIA-ヒストン H3-H4 三量体 (緑, peak 2) が生成する。(最近の研究から「ヒストンシャペロン CIA-ヒストン H3-H4 の複合体の結晶構造解析」より)

# 施設だより

放射光科学研究施設長 若槻壮市

## 新グループ体制発足

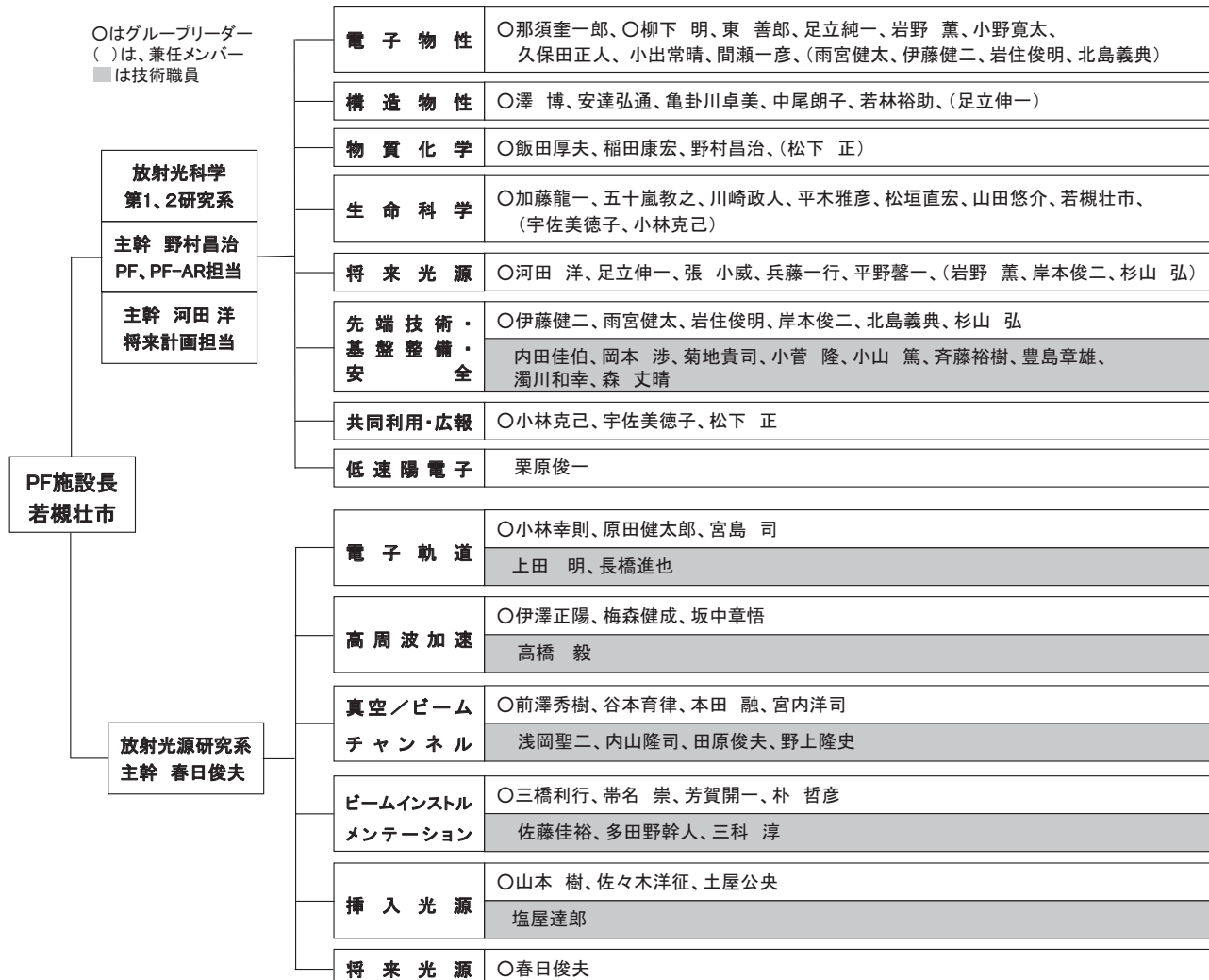
3月のPFシンポジウムその他で何度か概要をご説明してまいりましたが、2007年4月から新グループ体制が発足しました。サイエンスの観点から電子物性、構造物性、生命科学、物質化学と次期光源でイメージングやダイナミクス分野でサイエンスの展開を目指す将来光源グループの5つを形成するとともに、大学共同利用施設としての発展、運営という重要なミッションを担う先端技術・基盤整備・安全と共同利用・広報の2つのグループを放射光科学第一・第二研究系にまたがる形で新たに作りしました。また、放射光源研究系ではそれまでの10グループを5つにまとめ、電子軌道、高周波加速、真空・ビームチャンネル、ビームインストメンテーション、挿入光源とし、さらに、将来光

源の光源研究を担う将来光源グループを設けました。新グループ体制の運営方針、意思決定プロセスの細部についてはさらに明確化していく必要はありますが、基本的には、今年4月からのPFの運営と戦略等についての議論は新グループ体制で進めています。また、PF新グループ体制の中では、個々のビームライン特有の具体的な案件については、ビームライン担当者が対応させていただきますが、基本的にはグループ全体として担当ビームラインの運営に当たることになります。人事についても、昨年度末、新グループ体制の確立を目指した公募人事を進めており、現在も2件公募中です。今後も競争的資金による特任教授等の可能性も含めて人事戦略を検討することにしていきます。

## PF懇談会メタグループとの議論の場

ユーザーコミュニティとのディスカッションが今後PFの運営と展開にとって極めて重要ですが、PFとしては、PF懇談会の会員の方々、特にユーザーグループ(UG)との対話を重視していきたいと考えています。5月30日のPF懇談会運営委員会ではこの点についてご議論いただき、

## 放射光科学研究施設 グループ組織図



UGの更新システムの導入や新規UGの参加があっただけでなく、PFの新グループ体制に合わせていくつかの関連UGにメタグループとしてまとまっていただき、メタグループ代表者の方々とPF執行部で継続的にPFの中期・長期計画を話し合う場を持っていただく方向の提案がありました(p51参照)。引き続き8月下旬のUG代表者会議ではメタグループ編成とともにメタグループ代表者も選任されることですので、9月以降から中期・長期戦略について議論を始めさせていただきたいと思っております。このように今後のPFのビームライン新設・統廃合についてのユーザーの方々とのコミュニケーションについては、個々のビームライン建設、移設、統廃合について関連UGと議論する場と、中期・長期戦略についてメタグループと議論する場という2つの相補的なチャンネルを通して議論をさせていただきたいと考えています。もちろん、これらの議論を進めていく過程では、PF懇談会幹事会と引き続き密接な連絡を取らせていただきたいと思います。

### ビームライン新設・統廃合戦略

一方、昨年度発足しました放射光戦略WGも7月19日に開催され、短期・中期・長期戦略の立て方や進め方についてご議論いただき、忌憚のない、貴重なアドバイスを数多くいただきました。短期戦略に関しては2つの項目が議論され、それらの戦略で進めることの理解が得られました。一つは、後述いたしますターゲットタンパクプロジェクトの予算化に伴い、PFのBL-1に新たな短周期アンジュレータビームラインを建設し、それに伴いBL-1A, BL-1BをBL-8A, 8Bに移転すると同時にBL-1Cに関しては早急に移転に関する検討を開始するという事です。他方は、PF直線部ビームライン整備方針のハイブリッドビームラインの解消を進めるため、BL-13Aの高温高圧下X線回折実験ステーションを高圧下での核共鳴散乱実験を含めた形でPF-AR・NE1ビームラインに新たな展開を図ると同時に、現在のNE1A1のアクティビティーは、別の放射光施設へ、NE1A2については今後の地上部への可能性を残すことで、そして、NE1Bについては新BL-16ビームラインへ新たな展開を図るという内容です。一方、中期・長期戦略については、PF側が用意しましたプレゼンテーションはPF内部での議論が進行中ということもあり、細部にわたっての整合性はまだ取れていないものですが、基本的な考え方について多くのコメントをいただきました。資料としては、各ステーションの論文数、課題数、稼働率、充足率を表にしたものに、施設としてのコメント、新設・移設・統廃合のアクションプランの暫定的なものを載せた表と、PF-ISACでもサジェストいただいたAreas of Excellenceのドラフト案を用意いたしました。この素案では、Areas of Excellenceを中心に今後のPFの展開を図るため、新設・移設を含めて17のステーションをつくり、27のステーションについては閉鎖または移設することでステーション数を差し引き10減らす計画としてあります。昨年のPF国際外部評価委員会では、最終的に30から40

に減らすべきであるというアドバイスをいただきましたので、これではまだそのレベルには達しないこととなります。今年4月のPF-ISACでは、PF執行部の考え方として、ここ3～5年でステーション数を10～15減らすことを当面の目標としたいと説明し、PF-ISACからは基本的にはご理解いただきました。今後数ヶ月の進め方としては、PF内部で上記計画をブラッシュアップし、ある程度の時間的な流れも含めた具体的なビームライン新設・統廃合プランとした上で、PF懇談会、関連ユーザーグループ、メタグループとなるべく多くの議論の場を持たせていただき、中期プランとしてまとめたものを次回10月の放射光戦略WGに諮り、実行していきたいと考えています。

### ターゲットタンパクプロジェクト

平成19年3月末にタンパク3000プロジェクトが終了し、次期プロジェクトとして「ターゲットタンパク解析プロジェクト」が5年間の予定で発足することになりました。平成19年度の全体予算は約55億円で、公募が4月20日に締め切れ6月15日に43件のプロジェクトが採択されたことが公表されました。フォトンファクトリーでは構造生物学研究センターが中核機関として2件が採択されプロジェクトを開始することになりました。一件は「ターゲットタンパク研究」の「基本的な生命の解明」分野で東京大学(中野明彦教授、佐藤健准教授)と京都大学(中山和久教授)と共同で申請した「小胞輸送を制御するタンパク質複合体の構造機能解析」です。もう一件は「技術開発研究」の「解析」領域で、前々号(Vol. 24 No. 4)のPFニュースでも触れましたように、播磨理研(SPring-8 山本雅貴博士)、北海道大学(田中勲教授)、京都大学(三木邦夫教授)、大阪大学(中川敦史教授)との共同で「高難度タンパク質をターゲットとした放射光X線結晶構造解析技術の開発」というプロジェクトです。こちらのプロジェクトでは、微小結晶の構造解析を可能にする技術開発を行い、SPring-8とPFにそれぞれ一本ずつマイクロフォーカスビームラインを建設するというプロジェクトです。ビームライン関連技術については播磨理研(SPring-8)とフォトンファクトリーで相補的な技術開発を行い、両者をあわせることで、SPring-8では最高輝度のマイクロビーム、フォトンファクトリーでは低エネルギーSAD位相決定法を可能にするマイクロフォーカスを目指します。また、2施設のタンパク質結晶構造解析ビームラインの結晶交換ロボットのどちらも使えるカセットの開発なども行い、ユーザー実験の利便性を高める技術開発も行います。フォトンファクトリーではこのプロジェクトの推進のために、周期長の非常に短いミニポールアンジュレータを短直線部に設置し、2009年度末にはビームライン建設を終え、翌年度から利用を開始する予定です。

### 直近のビームライン整備・移設についての議論

アステラス製薬ビームライン建設に伴うPF-AR北東棟実験ホールの再整備や上で述べましたターゲットタンパ



クプロジェクトビームライン建設に伴う既存 BL-1A, B, C の移設もしくはアクティビティーの他のビームラインでの展開については、7月17日に関連の PF 懇談会ユーザーグループと意見交換のためのミーティングを行いました。参加していただいた UG は NE1 関係で、固体分光（旧固体分光 I）、コンプトン散乱、医学応用、核共鳴散乱、高圧物性、BL-1, BL-8 関係で構造物性、固体分光（旧固体分光 I）、表面 ARPES（旧固体分光 II）、量子ナノ分光、表面化学でした。いろいろなお意見をいただきましたが、中でも、「ビームライン新設・統廃合については計画がソフトな段階からでもなるべく早くユーザーに知らせてほしい」、「移設等に伴うダウンタイムはなるべく短くしてほしい」等のご要望が強く出されました。前者につきましては、差し支えない範囲でなるべく早く情報を PF ホームページに掲載していただくだけでなく、PF 懇談会ホームページにも議事録等を載せていただくことで、情報共有をはかりたいと思います。後者については、「移設により利用できなかった期間 G 型課題の有効期間を延長できないか」というご質問もありました。同様のご要望は、以前 PF リングの直線部増強のためのリング改造の際にもいただきましたが、実験課題の有効期間を延長すると実験課題審査委員会やビームタイム配分委員会で多大の混乱が予想されることから、延長はいたしませんでした。BL の移設・統廃合に伴うダウンタイムについては、個々のビームラインに関することでするので、リング改造のためのダウンタイム以上に課題審査、ビームタイム配分や各種事務手続きが複雑になることが予想されるため、やはり延長はしないことにさせていただきたいと思います。お手数ですが、移設等によるダウンタイムで実験課題の有効期限が途中で切れてしまう場合は、その旨明記した上で新しく実験課題を申請していただけますようお願いいたします。その他の議論の詳細につきましては、PF 懇談会のウェブページで説明資料や議事録をごらんいただきたいと思います。また、ここでの議論の骨子は、7月19日の放射光戦略 WG でもご紹介させていただき、ご議論いただきました。

「放射光科学第一・第二研究系の現状」でも触れますが、アステラス製薬から提案のあった構造生物研究用ビームライン PF-AR の NE3 の建設に向けて PF-AR 北東棟のビームライン再整備、実験ホールの改修等の準備作業を進めています。具体的には、現 NE3 の撤去と新ビームラインの建設に加えて、BL-13A の高圧実験とメスバウアー実験を組み合わせた NE1 の建設、実験ホールへのアクセスのためのエレベータの建設等があります。また、将来的には、医学応用・臨床応用を地上階で行うなどの可能性もあげられています。近々の作業として NE1 と NE3 にまたがるデッキの解体工事が必要となります。これら PF-AR 北東棟の工事に伴い、2008 年 4 月から 6 月に予定されている PF-AR の運転期間において共同利用研究者の方々の安全が確保できないと判断し、ビームライン AR-NE5 の共同利用は停止させていただくことにいたします。AR-NE5 の利用再開は 2008 年度夏期シャットダウン後の 10 月以降となり

ますが、上記工事の進行状況との関係で 4～6 月期でも利用可能となった場合は、適切な時期を見計らってご連絡させていただきたいと思います。ご理解とご協力をお願いいたします。

### ビームタイム削減

法人化後、運営費交付金は 1% シーリングで毎年削減されてきていますが、本年度はそれに加えて J-PARC 建設がピークを迎え、高エネ機構としてかなりの予算を割かねばならない状況となってしまいました。これに伴い素粒子原子核研究所、物質構造科学研究所、加速器研究施設、共通基礎研究施設とも本年度予算が非常に厳しくなり、KEK 役員会の判断で KEKB の運転は 2 ヶ月短縮、PF と PF-AR についても 1 ヶ月短縮せざるを得ないことになりました。その結果として、年間運転時間が PF は 4632 時間、PF-AR は 4320 時間と 5000 時間を大きく割ってしまうこととなり、実験時間としては PF が 3816 時間、PF-AR が 3408 時間と 4000 時間を割り、大学共同利用研究施設としては大変由々しき事態であると認識するとともに、ユーザーの方々へは多大なご迷惑をおかけすることになりはしないかと懸念しております。世界的に見ても年間運転時間は 5000 から 6000 時間というところが一般的なので、今年度の PF の運転時間は例外的に低いものとなってしまいます。PF 懇談会からも今年度のビームタイム削減についてビームタイム確保についての要望書をいただいております（p53 参照）。ビームタイム削減が今後も続いてしまうと国内外の研究者の方々の研究の一助としての大学共同利用に重大な影響がでてしまうと認識しております。これを回復していくのは並大抵のことではないのですが、各種の努力を積み重ね可能な限り運転時間を回復する予定です。来年度以降については先々に提出した KEK 予算要求がどの程度認められるかに強く依存しますが、放射光科学研究施設、物質構造科学研究所としてはビームタイムの確保に最大限の努力をしまいたすつもりです。

# 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 2日 PF 運転開始
- 4月 17日 PF-AR 運転開始
- 4月 27日 KEKB, PF, PF-AR 運転停止
- 5月 7日 PF 運転再開
- 5月 14日 KEKB 運転再開
- 5月 16日 PF-AR 運転再開
- 6月 30日 KEKB 運転停止
- 7月 2日 PF, PF-AR 運転停止

KEKBは、クラブ空洞を昇温してガスを出し、エージングをするため、4月27日から5月14日まで保守を行った。このため、入射器も4月27日から5月7日まで運転を停止し、8年ぶりにゴールデンウィークの運転シフトが解除された。入射器とPFは予定通り、連休明けの5月7日に運転を再開したが、PF-ARは偏向電磁石電源故障のため、5月9日に運転を再開できず、5月16日まで運転再開が延期された。KEKBは6月30日、PF、PF-ARは7月2日運転を停止し、夏期保守に入った。

### 主なトラブル

4-6月、PF、PF-AR入射に影響を与えた故障はほとんどなかった。4月12日、入射器マスタートリガステーションからPF入射路セプタムマグネットに送信するトリガー信号に不具合があり、入射が46分遅延したことが主なトラブルであった。

連続入射をしているKEKBに対しては、上記のトラブル以外にもいくつかの不具合があった。4月3日、真空リークのため、スクリーンモニタービューポートの交換を実施した（修理時間590分）、4月16日、陽電子収束系ソレノイド電源が故障（同188分）。5月2日、5月8日、5月11日、3回落雷による瞬時停電があった。KEKB建設後、落雷対策として制御システムをはじめ小型機器には無停電電源（UPS）を入れているため、加速器の停止はあったものの、大きな混乱はなかった。5月8日の落雷ではKEKB入射に用いているECS（エネルギー圧縮システム）電磁石電源が故障したが、幸いKEKBの運転が休止中であった。5月8日、5月11日の停電時、PFに対しては、PFリング復旧後遅滞なく入射を行った。5月18日、サブブースターCタイミングモジュール用CAMACクレート電源が故障（115分）し、入射が停止した。6月2日、震度4の地震があったが、点検の結果、入射器に異常はなく、

運転にも支障が出なかった。6月26日、サブブースターBタイミングモジュール用CAMACクレート電源が故障（148分）。以上のほか、今期、サブブースタークライストロンSB4、SB5の放電による大電力高周波の出力停止が何回かあった。すぐに復旧できる一時的な放電であるが、頻度が増加したので、夏期保守期間中に点検し、必要ならば予備品と交換する予定である。

### 夏期保守および入射改善工事

通常の夏期保守については、運転・管理グループが、RF、加速管、制御など、各グループの保守項目について、必要な作業が全て計画的かつ円滑に実行されるよう調整している。RFグループは、前段および大電力高周波電源全数の清掃・点検、大電力クライストロンの交換（4本、マグネットおよび冷却配管の不具合のための修理）等多数の作業を行う。加速管グループは電子・陽電子源の保守・交換、電磁石電源の点検・交換、真空系の保守など広範囲の作業を行う。制御グループは、通常の制御システムの保守・点検に加えて、入射改善関連のタイミング、モニター系の整備と関連ソフトウェアの準備等を行う。

今後予定されている入射器改善工事は、パルス電磁石を入射器の終端に設置して、PFとKEKBへの入射をパルス毎に切り替えられるように改造することである。パルス電磁石と電源は前年度製造し、磁場の強度、空間的な精度では所期の性能を得ているが、さらに調整を行って、繰り返しを変えたときの磁場の安定性を改善しているところである。今後、これらの装置を現場に据付けて試験を行い、結果が良ければ、年明けの運転からこの電磁石を使い、タイミング系、モニター等個々の試験を行いつつ、パルス運転のための総合試験を進める予定である。



図 入射器終端に設置予定のパルス電磁石。磁極長は0.99 m、PF用電子ビームを6.55度偏向してPF輸送路に送る。最大磁場強度は約1.2テスラ、2.5 GeVビーム入射時の磁場は0.96テスラ。

## PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 春日俊夫

### PF

PF は予定どおり 4 月 2 日に 2007 年度の運転を開始し、4 月 6 日にユーザーランを開始した。例年どおりゴールデンウィークは運転を休止している。すなわち、4 月 27 日に運転を休止し、5 月 7 日に運転の再開を、また 5 月 10 日にユーザーランを再開している。今年度前期のユーザーランは 6 月 30 日の朝に終了し、その後 7 月 2 日の朝まで連続マシンスタディを行った。

5 月 26 日の未明に真空度悪化のためビームダンプが起こった。通称オクタ管と称する真空ダクトと同じ構造のビームモニター用チェンバーについているアブソーバーの水路側から真空側への水漏れが起こったためである。これは昨年同時期に起こった事故と同一原因によるものである。問題を起こしたチェンバーには多数のビームモニター用電極が取り付けられてあるうえ、昨年事故を起こしたオクタ管より製造年が数年新しいため交換が先送りになっていた物である。同日中にオクタ管（フランジ間の寸法等は事故を起こしたチェンバーと同一だがモニター電極は取り付けられていない）と交換し 27 日と 28 日にビームによる焼きだしを行った後 5 月 29 日にユーザーランを再開した。ビームモニター機能は、近辺の余っているモニターを流用することで対処した。本年度は 1 日 1 回の入射で運転を行っているが、真空事故以後も 1 日 1 回入射で運転を行っている。

6 月 4 日から 11 日までシングルバンチ運転を行っている。シングルバンチ運転時に Top-up 運転の練習を念頭に置いた MBS(Main Beam Shutter) 開の状態での入射を行った。前回 2 月の Top-up 運転の練習のときは入射器を専有して随時入射可能であったので 50 mA のビーム電流をキープすることが可能であったが、今回は入射器を専有することが出来なかったため 3 時間おきの入射となった。今までの課題であった、PF-AR 入射時のインターロックの問題も解決の糸口が見えてきた。なお、Top-up 運転に関しては別項の詳細を参照のこと。

6 月 18 日に #16 の挿入光源にテーパーを付与する作業を行った。これは前号でも報告した、首都大学東京の宮原教授提案の平成 18 年度後期放射光共同利用実験採択課題 (G 型) の「軟 X 線放射光のパルス長短縮化の基礎研究」に対応するものである。

6 月 30 日からのマシンスタディにおいては、フィードバック法による縦方向の不安定現象の抑制、ビーム輸送系での電荷制限器の試験、数バンチのビームを蓄積した状態での真空度、発熱およびビーム寿命の様子を観測などを行った。これらのスタディの結果は、より信頼性の高いリングの運転や、ビーム・クオリティや安定性の向上に資するものと期待される。

### PF-AR

PF-AR の 2007 年度の運転を予定どおり 4 月 17 日に開始した。3 月 5 日の前年度運転停止から比較的長い休止期間をとったのは、偏向電磁石電源の更新を行うためであった (図 1)。ところが新偏向電磁石電源のトラブルのため、当初の予定では連休明けの 5 月 9 日に運転を再開し、焼きだし運転後 14 日にユーザーランに入る予定であったものが、1 週間遅れて 5 月 16 日に運転を再開し、21 日にユーザーランを開始することとなってしまった。新偏向電磁石電源のトラブルの詳細は別項のとおりである。春期の停止期間中に幾つかの真空系に絡む作業を行ったにもかかわらず、電源トラブルのため十分な焼きだし期間をとれないまま、ユーザーランを開始した。このため、開始直後はビーム寿命急落現象に悩まされた。

既報の東直線部 2 番空洞下流側のリークの問題に対処するため、緊ぎ管を現在のものより柔軟なベローズを持つものに交換した。新偏向電磁石電源のトラブルの項で述べたが、現時点では減速運転が出来ていない。減速運転は既報のようにビーム電流値の急激な変化を避け、当該部の急激な熱負荷の変動を避け、真空リークの原因を作らないようにするためである。減速運転が不可能なため減速前にビームを落とさざるを得なかったにもかかわらず、柔軟な緊ぎ管のおかげでリークが発生することがなかったことは不幸中の幸いであった。

ユーザーラン終了直前の 6 月 29 日早朝に四極電磁石電源のうちの 1 台が故障した。サイリスタ保護用の速断ヒューズが切れていた。この電源はかなり怪しい動作をしている模様であるが（この電源は位相の違う二組のサイリスタ変換器を相間リアクトルを介して並列接続したタイプのものだが、2 つの変換器間に大きな電流アンバランスがあるようである）ユーザーランの終了が迫っていたので、対策はヒューズ交換に留めた。幸いなことに運転停止時までは動作を続けたが、本格的調査を夏期休止期間中に行わな



図 1 新しい PF-AR 偏向電磁石電源。



ければならない。偏向電磁石電源の更新は曲がりなりにも済みつつあるが、今後は四極電磁石電源の老朽化対策を考える必要がある。

PF-AR も、6月30日のユーザーラン終了後7月2日まで連続マシンスタディを行った。その内容は、PF-AR の懸案事項であるビーム寿命急落現象解明のためのスタディとパルス4極電磁石を用いての新入射法の研究であった。この入射法は、これまで何度かスタディを行ってきたが、ビーム電流30 mA程度以上の蓄積が出来なかった。今回のスタディでは、最大68 mAまで蓄積できた。ただし、PF-AR では入射に関してまだ良くわかっていない部分も多く、今後もスタディを継続していく予定である。

今号は、電磁石電源のトラブルの話が主体となってしまった。ユーザーの方々に多大な御迷惑をおかけしましたこととお詫び申し上げます。

## PF-AR の新偏向電磁石電源のトラブルについて

放射光源研究系 春日俊夫  
加速器研究施設 尾崎俊幸

PF-AR の新偏向電磁石電源の立ち上げ時に発生したトラブルを少し詳しく報告致します。

PF-AR の偏向電磁石電源（以後 B 電源と呼ぶ。更新前のものを旧 B 電源、更新後のものを新 B 電源と呼ぶ。）の老朽化対策として更新が計画された。2005 年度に電源の主要部を製造し、2006 年度に変圧器を含む受電部が製造された。各年度の製造物の個々の動作試験、性能試験はその年度内に行っている。2007 年度4月から、両者を組み合わせての動作試験・調整が行われた。4月1日より16日までに新 B 電源自体の調整を終了し、17日より電子ビームを用いての入射・加速・減速試験が行われた。ここまでは順調に推移したかに見えた。すなわち、新 B 電源を用いてのビームの入射、加速、減速には問題が無いことが分かったが、電流安定度が仕様を満たしていないことも判明した。ビームを用いての試験は27日に終了し、ゴールデンウィーク中の28日および29日に電源本体の電流安定度向上のための調整を行った。電流安定度は向上したが（結果的には減速運転が出来なくなった。後述。）、作業終了時に受電部の真空遮断器直後のサージアブソーバー（以後 SA）が破損していることが発見された。電源メーカー側の判断は以下のとおりである。①破損の原因は電源自体が発生する高調波により SA を構成する抵抗器が定格オーバーとなり焼損したが、②この受電部には SA は不要であるので、取り外して運転をしても問題ないし、③同一系統に接続される他電源を破損することはないであろう。この判断をもとに当該 SA を取り外して5月8日に電源の運転を再開し、翌9日にビーム試験を開始した。ビーム試験

中にビーム輸送路の四極電磁石電源が“AC 異常”なるインターロックで停止することが頻発した。この現象は新 B 電源を停止すると起こらなかった。また、発生時は不明であるが、同じくビーム輸送路の偏向電磁石電源のための分電盤の漏電遮断器内の電子回路が破損した。

これらの2件は新 B 電源の稼働に関係していると判断し、9日午後より原因究明のための調査を開始した。なお、破損した SA は高調波の低減に役かっているものと判断し（この判断の可否には今となっては疑義があるが）、許容消費電力の大きな抵抗器を用いて仮設 SA を組み立てた。この状況で新 B 電源が発生する高調波電圧・電流がどの程度の大きさであるかを電源本体及びビーム輸送路電源用分電盤で測定した。その結果を要約すると以下の通りである。①新 B 電源が発生する高調波（主に 6 kHz 近辺）電流は、取り付けてあった SA を破損するには十分であり、②仮設 SA を接続した状態でも、使用している漏電遮断器の電子回路を破損する可能性があり、③ビーム輸送路電源用分電盤での電圧波形は乱れており、ビーム輸送路の四極電磁石電源に“AC 異常”のインターロックを作動させることはあり得る。

調査中に、本研究機構の受電設備の力率改善用のコンデンサが投入されれば新 B 電源からの高調波は低減され上記現象は軽減されることが分かった。ところが新 B 電源は力率が1に近くなるよう設計されているため、力率改善用コンデンサは自動的に投入されない。また強制的に手で力率改善用のコンデンサを投入すると逆に力率が悪化してしまう。他電源（古い電源は力率が悪い）が新 B 電源と同時に動作していれば、力率改善用のコンデンサや高調波フィルタが投入され事態は改善される。4月27日までの新 B 電源の運転時に問題が顕在化しなかったのは、同時に PF-AR の四極電磁石電源や KEKB が稼働中であったためと思われる。4月28、29日に新 B 電源の単独調整運転を行ったことにより問題が噴出したものと思われる。

このような状況を理解した上で以下の決断をした。

- ①他電源（後の調査で分かったことは、PF-AR の四極電磁石電源のみを作動させておくだけでよい）を作動させ、力率改善用のコンデンサが投入された状況で新 B 電源を稼働させる。ユーザー運転時にはこの条件は当然満足される。夏期等の休止期間中の調整運転時には四極電磁石電源も作動させる。
- ②新 B 電源自体での本格的な高調波低減対策を今年度中に行う。
- ③電流安定度向上のための電源の調整の結果、減速に移るときや、減速から入射電流値に戻るときのオーバーシュート、アンダーシュートが大きくなった。これらのトランジェント時にビームを落とす。オーバーシュート、アンダーシュート軽減のための調整を行う。

PF-AR のユーザーラン再開が1週間遅れてしまったことと再度お詫び申し上げます。



## 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

春の停止期間後、PFは4月2日に運転を再開し、4日の予備光軸確認、6日の光軸確認を経て、4月27日まで共同利用を行ないました。黄金週間の停止後、5月7日より運転を再開しましたが、5月26日の1:30ごろ、B07-B08間の放射光アブソーバから真空へ冷却水が微量漏れ、インターロックが作動してビームダンプとなりました。当該真空部品の交換、真空立ち上げ、光焼き出しを行い、寿命を回復するため、5月29日朝までの利用実験をキャンセルすることになり、ご迷惑をお掛けしました。その後は6月5日から11日のシングルバンチ運転を挟み、6月30日朝まで共同利用実験を、その後マシンスタディを行い7月2日朝に運転を停止しました。

夏期の電力需要のピーク時期を避け、加速器・ビームライン等の保守を行うために7～8月は停止し、9月25日より運転を再開、10月2日より12月17日まで共同利用実験を行う予定です。運転の再開に先立ち、放射線安全の鍵となるシャッター類の安全点検、インターロックの総合動作試験を行います。

PF-ARでは春の停止期間中に偏向電磁石電源の更新作業を行ない、4月17日からビームを用いた調整作業を行いました。この間に光源系報告にあるように、電源の障害が見つかり、黄金週間後の運転再開を当初予定の5月9日より16日に延期しました。この間の実験者の方にはご迷惑をお掛けしました。この停止期間中は加速器運転に大きな電力を使用していないため、浮いた電気代を活用して、年末に運転時間の回復を図ります。その後はほぼ順調に運転を行い、PF同様に7月2日に運転を停止しました。夏期停止後は、PF同様に9月27日より運転を再開、10月3日より12月17日まで共同利用実験を行う予定です。

平成19年度後期の課題募集は5月7日に応募を締め切り、G型3名、P型2名のレフェリーによる審査の後、PF-PACの各分科会での審査を経て、7月5日のPF-PACで審査を行いました。この結果、別項にあるようにG型191件の課題、P型5件の課題の採択が決定されました。G型課題の有効期間が2年間であることに示されるように、課題審査に当たっては学問的な価値や技術的な可能性が重視され、採択した課題に十分なビームタイムを配分できるか否かはそれ程考慮されていません。このため、評点の高い課題にはほぼ十分なビームタイムが配分される一方、そうでない課題では最悪の場合、殆どビームタイムが配分されないことも起こります。このような場合、課題〇〇の再申請であることを明記の上、再申請頂くことも可能です。

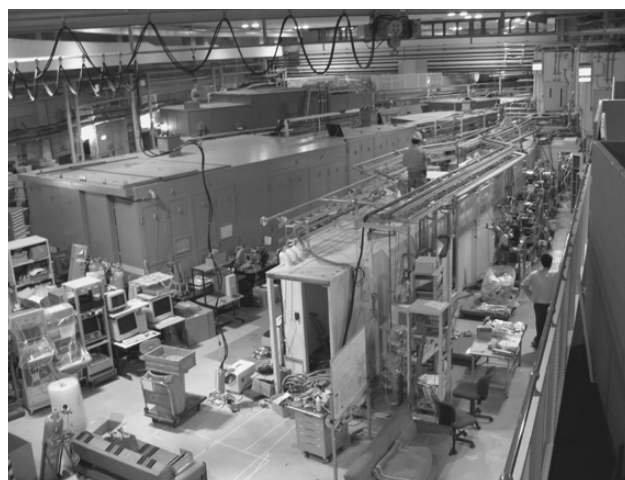
以前はPF-PACの下に研究計画検討部会と実験課題審査部会が設けられ、課題審査は実験課題審査部会を中心に行ってきました。昨年度、所長の諮問機関として放射光戦略ワーキンググループを設けたことに伴い、研究計画検討部

会は廃止されましたが、実験課題審査部会は残っており、PF-PACと実験課題審査部会という二重構造になっていましたが、このたびPF-PACの委員数を増大し、PF-PACに一本化致しました。

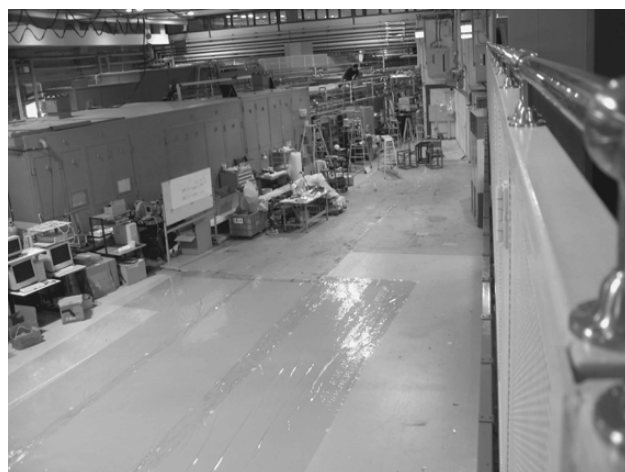
### ビームラインの建設等

運転の停止とともにBL-16の解体作業が開始され、写真に示すようにほぼ1週間で、ビームラインを撤去し、ビームラインハッチを解体し、更地になりました。夏の停止期間中に新しいBL-16のビームラインを設置し、来年2月の停止後にアンジュレーターを更新を行う予定です。BL-16ではAPPLE-II型のアンジュレーターを二台設置して、キッカー電磁石を用いて電子ビームの軌道を10 Hz程度で切り替えて偏光変化に由来する微弱信号をロックイン増幅することを目的としていますが、各種の制約下当面は1台のアンジュレーターを設置して、偏光可変を生かした実験を展開する計画です。

御存知の様に、PFには多くのビームラインがあり、一つのビームラインの建設に当たっては多体問題を解くことが必要となります。以下に記すNE3, NE1, BL-1に関してもこの例に漏れず、多段階でのビームラインの移設作業等が必要となっています。



解体作業開始前の BL-16



解体・撤去後の BL-16

製薬会社から提案のあった構造生物研究用のビームラインを PF-AR の NE3 に建設することは既に報告されていますが、この建設に向けて、PF-AR 北東棟の整理、ビームライン建設の準備作業が進められています。この新しいビームラインは 2008 年夏の停止期間中に設置予定ですが、2.5 ヶ月の内に既存設備の撤去、新ビームラインの建設を行うことは不可能であり、これに先立ち 2008 年 3 月の運転終了を以て、NE3A, NE1 を閉鎖し、撤去、建設作業に取り掛かります。NE1B で行われていた磁気円二色性実験は上記の BL-16 で性能を向上して更なる展開がなされることを期待しています。一方、NE3A の一般的な核共鳴散乱や NE1A1 のコンプトン散乱は、新しい学問分野の開拓に重要な役割を果たしてきましたが、既に PF-AR 以上の性能を有しアクティブに研究が成されている施設へ移行して更なる発展が成されることを期待しています。ただし、高圧下での核共鳴散乱に関しては今後 NE1 で高温高圧下の実験と組み合わせて、PF-AR のシングルバンチ運転の特長を生かした新たな発展を図ることを計画しています。NE1A2 で行われていた臨床応用は将来的に診療室を地上に設けられる可能性を残したデザインになる予定です。PF-AR 北東棟の工事では、中二階デッキやビームラインハッチの撤去等の重作業が予定されており、工程次第では 2008 年 4～6 月期に NE5 で実験を行うことが難しくなる可能性があります。今後更に詳細な工程を詰めますが、このような可能性があることをご承知おき下さい。

ターゲットタンパクプロジェクトで BL-1 に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のビームラインを建設することとなり、これと干渉する現在の BL-1A, 1B, 1C の撤去が必要となっています。PF 全体を見渡し、BL-8 を閉鎖し、その後に BL-1A, 1B を移設することとしました。このため、BL-8A, 8B, 8C, 1B を 2008 年 2 月中旬で閉鎖して、BL-1B, 1A の順で移設作業を進め、2009 年夏に新しい BL-1 を建設する予定です。

PF シンポジウム等でも説明しているように、その後も BL-13, 15 等の挿入光源ビームラインの整備を進めていく予定です。ビームラインを新設するためには既設のビームラインのいずれかを統廃合することが必要となります。また昨年の外部評価でも、職員数と比較して多すぎるビームラインの縮減も示されています。このような中、妥当な労力、コストで最大限の成果を上げるためにビームラインの再編成を検討しています。PF の様な施設では常に健全な競争の下で良い研究がなされていることが求められており、「使いたい時にいつでも使える」ビームラインは黄信号と認識して下さい。論文数も一つの指標であり、登録忘れのためにアクティビティを低く評価されることはユーザーの方にとって得策ではないはずですが、論文・学位論文が出版された時は忘れずに「PF 出版物データベース」([http://pfwww.kek.jp/users\\_info/users\\_guide/pubdb.html](http://pfwww.kek.jp/users_info/users_guide/pubdb.html)) から登録して下さい。

## 人の動き

物構研 07-1 で BL-16 の建設・立ち上げ・利用研究に携わる博士研究員(任期付き,常勤職)を募集していましたが、隅井良平氏(名古屋大学)を採用することとなりました。

## ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

4 月 3, 4 日に PF-ISAC が開かれ、ERL 計画に関して具体的に「実証機を用いたサイエンスを明確に打ち出して進めるべき」とのコメントを受けました(次項参照)。これを受けて、従来 ERL 実証機と呼んでいた 60～200 MeV クラスのテストマシンを「コンパクト ERL」と名づけて、利用研究の構想として「テラヘルツ領域の CSR (コヒーレント放射光) の発生とそれを利用したサイエンス」と「レーザー逆コンプトン散乱 X 線によるサブピコ秒短パルス X 線光源、微小光源 X 線イメージング装置」という可能性について精力的な検討を始めました。まず、4 月 25 日に放射光セミナーを企画し、テラヘルツ光源に関して、マシン・利用の側面から原田健太郎助教(KEK)、木村真一准教授(分子研)に講演を願いました。ERL のプロトタイプと言えども、従来の光源と比較して 6～7 桁ほど強い大強度のテラヘルツ光源への期待(図 1 参照)およびそれを利用した物質科学への提案が議論されました。5 月 29 日には、小早川久 KEK 名誉教授、足立伸一准教授(KEK)、兵藤一行研究機関講師(KEK)によるレーザー逆コンプトン散乱による X 線源のマシン・利用の側面からの放射光セミナーを行いました。そのセミナーでは、コンパクト ERL によるレーザー逆コンプトン散乱の X 線源から 100 フェムト秒の X 線パルスが  $10^6$  光子/パルス得られるので、実験は限られるが十分にフェムト秒サイエンスを切り開くことが出来る、ということが議論されました。同様に、微小光源の X 線源として、そのコンパクト性を考えると十分に医学応用の装置として意味があることが報告されました。それらの結果、コンパクト ERL は ERL 加速器技術

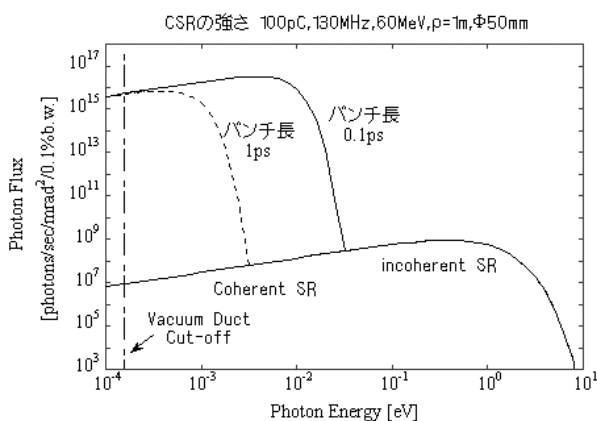


図 1 原田氏によって見積もられた ERL プロトタイプから期待されるテラヘルツ領域の CSR の強度。



開発という立場だけではなく、新しいサイエンスを切り開く十分な可能性を有していると判断し、7月9日、10日に「コンパクト ERL が拓く世界」と題する研究会を行い、70名の内外の研究者による活発な議論、提案が行われました(詳細は p40 を参照)。

また、ERL の実機はその高い空間コヒーレント性から放射光におけるナノビームを生成することが可能です。そしてその様なナノビームを利用した局所電子状態・構造解析がひとつの重要なサイエンスの切り口です。そのためには X線集光光学系の現状での最前線および ERL への期待を明確にする必要があり、それらにフォーカスしたセミナーを5月21日に X線ミラーの加工および評価の最前線という立場で山内和人教授(大阪大学)および東保男准教授(KEK)、および集光光学系の最前線という立場で、5月25日に鈴木芳生主任研究員(JASRI)と竹中久貴博士(NTT-AT)に現状および将来の ERL へ向けての開発要素に関して御講演頂きました。

一方、4月12日の ERL 検討会で ERL の重要な開発要素である高輝度電子銃のフォトカソード・ドライブレーザーに関して、ファイバーレーザーをベースにしたアクションプランを KEK の栗木雅夫講師に、また産総研の小林洋平博士に「ファイバーレーザーや固体レーザー発振器のフェムト秒タイミング同期とその応用」というタイトルで講演を頂き、さらに、7月25日の放射光セミナーで板谷治郎研究員(JST, 腰原 ERATO プロジェクト)に「ERL における超高速レーザー技術の果たす役割について」の講演を頂き、その処方箋がほぼ固まりつつある状況です。レーザー開発のマンパワー不足という問題は依然続いておりますが、7月18日に産総研の「超短パルスレーザー開発部門」との共同研究を発足することが出来たことはひとつの朗報です。

それぞれのセミナーおよび研究会での発表スライドは以下のサイトにアップロードされていますので興味のある方は参照ください (<http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/past.html>)。

一方、5月21日～25日まで Daresbury Laboratory で ICFA Beam Dynamics Workshop on Energy Recovery Linac, "ERL07" が開催されました。このワークショップに KEK

から坂中、古屋、飛山、JAEA から羽島、飯島、ISSP から中村、阪井の各氏が参加し、各分野のワーキンググループで KEK の検討状況を報告すると同時に、世界の ERL に関する検討状況、試作状況を確認しました。特に KEK から古屋氏が発信した主加速部の新型超電導空洞(KEK-ERL model-2 cavity) (PF ニュース Vol. 24 No. 4, p4 図1 参照) に関しては、高次モード不安定性の閾値が 600 mA と TESLA 型空洞と比較して 10 倍大きな数値シミュレーションを得ている等のことから、高い注目を集めました。今年度シングルセルおよび9セルのプロトタイプの超伝導空洞を製作しテストする予定であり、世界的な期待が寄せられることとなるでしょう (p46 参照)。尚、今回のワークショップは 2009 年にコーネルで開催されることが決まりました。さらに、6月25日～29日の PAC (Albuquerque, USA) では ERL の開発状況を昨年度関与したメンバー全員の共著論文として発表し(図2は発表内容)、坂中氏が代表して報告いたしました。

今後の予定として、9月26日～29日に行われる「4<sup>th</sup> International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Source」、およびその国際会議のサテライトワークショップとして9月23日～25日に計画されている「UVSOR Workshop on Terahertz Coherent Synchrotron Radiation」にコンパクト ERL から期待されるテラヘルツ光源の性能を報告する予定です。また、7月にコンパクト ERL に関する研究会を行いました。5 GeV クラスの ERL で拓くサイエンスに関する研究会を秋を目標に開催する予定ですので、ユーザーの皆さんの御参加を御願する次第です。

**ERL 検討会**

- ・ 第 15 回 2007 年 5 月 16 日 (木) 14:00 ~ PF 研究棟 2F 会議室 ⇒キャンセル
- ・ 第 15 回 2007 年 6 月 15 日 (金) 14:00 ~ PF 研究棟 2F 会議室
- ・ 第 16 回 2007 年 7 月 20 日 (金) 14:00 ~ PF 研究棟 2F 会議室
- ・ 第 17 回 2007 年 8 月 30 日 (木) 14:00 ~ (予定) PF 研究棟 2F 会議室

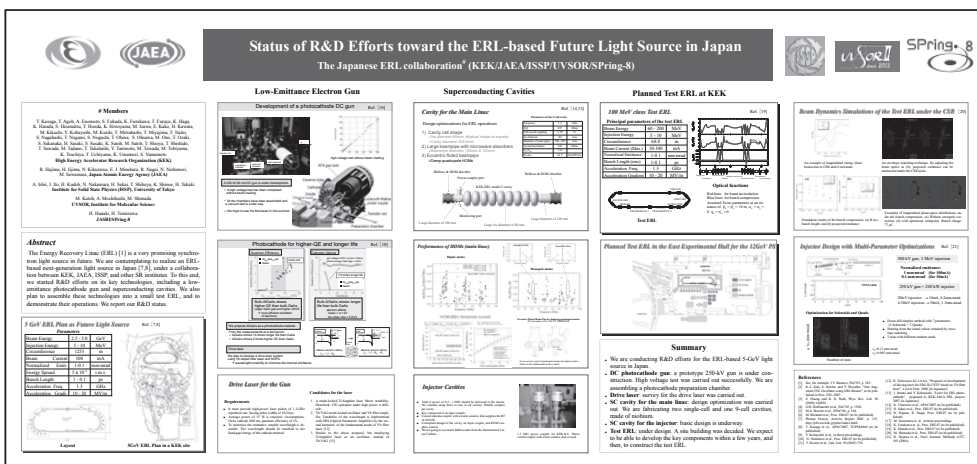


図2 PACで報告した ERL プロジェクトのポスター

## 第 1 回放射光科学研究施設国際諮問委員会 (PF-ISAC) の最終レポート

前号で 4 月 3 日, 4 日にわたって開催されました第 1 回放射光科学研究施設国際諮問委員会について報告致しましたが, 最終レポートが委員長の K. Hodgson 氏より届きましたので, ここに掲載致します。

また, 第 1 回国際諮問委員会については, <http://pfwww.kek.jp/ISAC07/> でも下記のレポートをはじめ, プログラムや PF 側からのプレゼン資料, 諮問委員会のサマリーをご覧ください。

### Introduction, ISAC Process and Report Organization

The Photon Factory International Science Advisory Committee (ISAC) was chartered by the Institute of Materials Structure Science (IMSS) of the High Energy Accelerator Research Organization with providing ongoing advice on the operations and strategic planning for the Photon Factory (PF). The ISAC follows upon the external independent review of the PF carried out in March, 2006 by a Committee of 10 members. The ISAC meeting on April 3-4, 2007 was the first meeting of the ISAC whose membership of 10 includes a number of scientists who participated in the earlier review.

ISAC was provided written information, including copies of many of the presentations, in advance of ISAC meeting that was held in Tsukuba, Japan at the Photon Factory on April 3-4, 2007. ISAC heard a series of technical and scientific presentations. Opportunities were provided to hear comments from staff scientists. Following questions and discussion, ISAC met in closed session and formulated its observations, conclusions and recommendations. ISAC reached unanimous agreement on the material presented in the closeout to the management of the IMSS and PF held on Wednesday morning, April 4.

This written report briefly summarizes ISAC's findings and recommendations. Following are more details and elaboration of the topics in the same order that they were presented in the verbal closeout with IMSS and PF management. The Appendix contains i) a list of the ISAC members of the Review Committee and ii) the Agenda of the ISAC meeting.

### 1. Perspective of ISAC Since the March, 2006 Meeting

ISAC now acknowledges and strongly supports the management's strategy of developing hard x-ray beam lines on the AR and expanding the undulator-based SX beam lines on PF. This strategy takes advantage of the unique short-bunch capabilities of the AR for innovative x-ray science in the short time domain and the expansion capacity for undulators on PF and AR.

ISAC recognizes that the prioritization of SX at PF is addressing the concerns that it raised earlier about the SX community and its access to cutting edge resources. PF is

encouraged to continue to make this role a more visible part of its overall mission and identity. At minimum, this global strategy of continuing to push the forefront with hard x-ray science (especially in support of the University community) and in parallel developing further the SX capabilities to fill a real need in Japan should be considered and discussed by the Japanese synchrotron science user community.

ISAC supports the efforts that have begun since the March, 2006 meeting towards prioritization, consolidation and reduction in the number of operational stations on PF and AR. More effort in this direction is strongly needed and encouraged by ISAC. This should be done with the involvement of the planned ISAC subcommittees and this effort should be kicked off soon in order to provide effective advice in decision making.

### 2. Photon Science at KEK, Budget, and PF Reorganization

ISAC recognizes the strategic importance of photon science playing a larger role in the future of KEK. ISAC strongly encourages that KEK management recognize the opportunities for synergy in key areas like accelerator science and its important role in fostering next generation storage ring light source development in Japan (and indeed worldwide). We would like to compare the situation at KEK with that at Cornell, DESY and SLAC, recognizing that KEK also has J-PARC as a major long term investment.

ISAC sees the declining budget situation as very threatening to the long-term healthy development of the Laboratory and one that will have to be managed. Utilizing committees like ISAC and input from the user community and other advisory bodies is a key to sound strategic planning and future success. Industrial involvement is a promising area where technology transfer is an important factor and this could offer additional sources of complementary funding. ISAC also strongly encourages continuing to develop other competitively awarded sources of funding.

ISAC welcomes the initiative to coordinate photon science activities in Japan through bodies like the "roundtable" and JSSRR and strongly encourages it to continue and indeed become even more active. ISAC would like to see PF and KEK plan to host, over the course of the next year or two, a national conference dedicated to planning future x-ray user facilities in Japan.

ISAC welcomes the new group structure at PF and in particular congratulates the management on achieving such a complex task in only one year. Going further, we suggest augmenting the senior management in ways that help the PF director deal with a large and diverse portfolio and range of issues. Comparable light source facilities elsewhere have associate and/or assistant directors to help lead administrative, technical and scientific efforts.



### 3. Strategic (Action) Plan for Beam Lines

ISAC strongly supports the engagement of external investment in the form of new beam lines and instrumentation. In particular, ISAC supports the Pharma beam line development and recognizes that this will bring additional excellent science and provide resources for developing new instruments at PF.

Management is strongly encouraged to continue to actively develop additional investment through the competitively awarded grants process, including expanding the center concept beyond structural biology and structural materials science.

ISAC recognizes the significant effort in prioritization and reorganization of the beam line program. A good start has been made in this regard within a relatively short time and ISAC strongly supports continued evaluation of the existing stations on the basis of the criteria presented to ISAC. However, the chosen metrics need to be adjusted by area of science and in comparison with international standards. SAC applauds the steps the PF management has taken in coordinating beam line developments/upgrades at PF with other SR facilities in Japan.

In the process of reorganizing beam lines, it is important to find means to minimize the disruption that will be caused to the users.

### 4. ERL Project

ISAC continues to strongly support the ERL development in that it offers a route to next generation performance that compliments SPring-8, XFELs and other Japanese light sources. Further, it can strongly engage the KEK accelerator competence and position KEK to be at the forefront of future light sources. Given the importance of the ERL development to the future of PF and indeed more broadly KEK, ISAC spent considerable time on this topic and hence this section of the report is somewhat more detailed.

ISAC heard presentations on the ERL project and felt that these showed considerable progress made during the past year in identifying issues involved in designing an ERL light source and in establishing salient features of an ERL that will enable new types of scientific investigations. This progress is seen as considerable in light of the fact that relatively little direct funding has been targeted for these efforts. ISAC summarizes some notable successes and challenges to the project and make recommendations for the coming year.

Over the course of this year ERL project teams have been formed and upwards of 20 KEK staff and 30 more from other labs meet on a monthly basis to discuss design, performance and testing. Efforts to build collaborations have succeeded, with MOUs established with JAEA, ISSP (Tokyo) and CLASSE (Cornell). A short list of accelerator developments needed to prove ERL technology, and used that to justify the plan to build an "ERL Test Facility" was presented to ISAC. A timeline was shown for realizing both the test facility and a "5 GeV" machine,

but both seemed quite aggressive.

ISAC heard of the plans regarding the ERL Test Facility and efforts to develop key components: the electron gun, injector linac, and main linac (including results on developments on DC photocathode gun (JAEA) and SC cavities (KEK)). ISAC took positive note of the synergies with other ongoing projects and this pointed to local technologies that could be incorporated. The ERL Test Facility was discussed and the beam dynamics issues to be tested identified. A new site has been found for the Test Facility, in the Proton Synchrotron East Experimental Hall, which affords much more space than the cold neutron building shown last year and this was viewed very positively by ISAC. Little was said about converting or upgrading the Test Facility into a useable VUV/SX light source although the 2006 Review found this aspect of the project compelling. ISAC supports the new site since the larger building allows such a vision to develop.

ISAC recommendations for action regarding the ERL project:

#### *Develop a compelling science case for ERL facilities.*

ISAC recommends using the new group structure introduced at PF to organize an effort, based on various scientific fields and disciplines, to identify forefront scientific applications that will need the fully coherent, high repetition rate, ultrafast pulses of light from ERL light sources. One should not underestimate how difficult it can be to get scientists to think many years into the future to identify measurements they cannot achieve with existing 3<sup>rd</sup> generation or upcoming linac-based FEL sources. ISAC suggests that one strategy would be to couple one scientist at PF with one scientist outside PF to co-organize each a series of topical workshops. The scientific staff at PF should be fully engaged in formulating this future vision so they are positively motivated by the prospects. This effort should proactively engage the user community and relevant organizations and scientific societies.

#### *Identify and fund a "core accelerator technologies" program at KEK to accelerate ERL development*

PF should identify "core accelerator technologies" that will be needed for the ERL and work closely with KEK to build a cohesive, central R&D effort in these areas. PF should offer to KEK to partner in these efforts. This R&D effort should coordinate with accelerator efforts at other laboratories throughout Japan where appropriate. Adequate levels of support will be needed. PF should play a central role in pursuing external funding options and use its compelling science case to propel the cause.

#### *Planning and Strategy*

PF should develop a realistic, multi-phase project time line based on milestones and incremental successes for the ERL

project. This should undergo rigorous technical, scientific and schedule review. ISAC believes that ERL project must build on such a strategy in order to convince the Japanese scientific and larger community that: 1) the facility goals will be achievable and based on accelerator technologies that will be proven by PF/KEK scientists, 2) the science will be compelling and advance Japanese society as a whole, 3) that KEK is one of only a few laboratories that can combine accelerator and x-ray skills and experience to succeed in this project, and 4) that PF will continue, in the interim years, to be a vital and growing piece of the SR community in concert with SPring-8 and other synchrotron radiation sources in Japan.

ISAC believes that PF should rename the "test facility" as a light source, calling the R&D project "phase I" and pursue a plan "phase II" project that will see it to evolve beyond R&D into a cutting edge facility for scientific applications in the VUV/SX region. The original vision of PF - to provide two ERL machines spanning the VUV/SX and hard x-ray energy spectrum - should be discussed with KEK and the broader user community. ISAC suggests that it should become the "official" KEK vision for the future of photon sciences on the Tsukuba campus and could be viewed as one of the strategies for keeping KEK a competitive equal to other renowned accelerator laboratories in the world who have embraced photon sciences as both a key customer of accelerator technology and a driver for advances in the field.

It is very important to identify and name a "champion" for the ERL project. This should be a lead scientist who shares project management status with other KEK project managers. ISAC also encourages PF to seek international partners within the Asia-Pacific region for participating in R&D, developing and financing and utilizing the large ERL project. ISAC views this strategy as a very important opportunity to provide leadership in next generation source development in a region with growing strength in photon science applications.

## 5. PF ISAC – Processes and Recommendations

It is the experience of ISAC members with a number of other advisory bodies that a 2-year term appointment for advisors is too short for continuity and providing effective advice. Three or 2x2 terms are more effective and PF management is encouraged to take this into consideration. Membership should rotate on a staggered basis and in the first cycle this can be phased in.

ISAC strongly supports the formation of the proposed review subcommittees and expresses its willingness to fully engage in this process. Scheduling should be such that the reviews are completed in a timely manner prior to the following ISAC meeting but need not be immediately preceding it. However, timely action is needed if at least some of these committees are to be formed to provide input before the next ISAC meeting.

ISAC feels that a meeting only once per year is very inadequate given the range of issues, decisions and opportunities

facing PF and KEK. ISAC should meet at minimum as a full body twice per year. To help with practical considerations, we request that PF consider picking two months per year as targets for ISAC meetings, say April and October. Subcommittee meetings would interleave.

ISAC membership – ISAC recommends the addition of a strong accelerator scientist with an international perspective and reputation. Another area of future need is the area of time domain science and an additional member might be considered in this area. ISAC would be pleased to put forward names that might be considered by PF management.

## 6. Other Conclusions and Comments

ISAC observes that there are several areas where science leadership at PF needs further development (e.g. the PF Director also acting as head of the "Electronic Properties" Group). It is important in future strategic planning to pay close attention to these issues, appoint excellent people and delegate responsibilities to them.

While ISAC did not have time to fully consider the "XYZ" projects strategy, we find it very innovative and look forward to hearing more at a future meeting.

ISAC encourages PF to proceed with the development of the top-up mode of operation of the PF storage ring and implement it as expediently as possible.

ISAC appreciates the first look at the mission statement for the facility and the groups and looks forward to discussing it in more detail at the next meeting.

ISAC would like to applaud the PF senior management for its strong leadership and vision during this past year and looks forward to hearing additional progress at its upcoming Fall meeting.

ISAC thanks the PF staff for their excellent science and technical presentations and openness in discussion. Also we thank the administrative staff for their outstanding organizational and logistical support.

## PF Top-up 運転の進捗状況

加速器研究施設 佐藤政則

放射光源研究系 三橋利行

### 1. 入射器の進捗状況

#### 1-1. はじめに

KEK の電子・陽電子入射器は、4つの異なるリングへビームを供給している (PF 2.5 GeV e-, PF-AR 3 GeV e-, KEKB 8 GeV e-/3.5 GeV e+)。現在、PF 及び PF-AR リングへは定時入射を行い、残りの時間はすべて KEKB リングへの連続入射運転に充てられている。PF Top-up 運転を実現するためには、KEKB 連続入射と両立させることが不可

欠であり、これに必要な入射器の段階的アップグレードを進めている。

要求される入射ビームのエネルギー・電荷量などはリング毎に異なるため、入射器のビーム運転パラメータを切り替えることが必要である。主な運転パラメータは、電磁石磁場・タイミング・RF位相などの設定値であり、パラメータの切り替えには30秒（KEKB e-/e+間）から2分程度（KEKB/PF-AR間）を要する。入射器アップグレードでは、これらの切り替え時間を大幅に短縮化し、究極的には50 Hz毎（入射器の最大ビーム繰り返し）に運転パラメータを切り替え、任意のリングへ入射可能とすることを目標としている。

入射器アップグレードでは、既存のDC電磁石システムを最大限活用するために、異なるエネルギーのビームに対して、同一の電磁石磁場を用いたビーム輸送を行う。ビームエネルギーの高速切り替えは、低電力RF位相の高速制御により実現する。KEKB（8 GeV e-）及びPF（2.5 GeV e-）入射用ビームを同一電磁石設定値にて輸送・入射するマシンスタディについてはPF入射について2006年3月から4月にかけて、Bファクトリー入射については2006年12月12日にそれぞれ行った。入射率は通常運転時とほぼ同一レベルを達成し、ビームサイズなどの基本パラメータの測定結果も満足な結果を得た。これにより、本ビーム運転方式が実用可能であることを確認した。

## 1-2. パルスバンドシステム

入射器アップグレード Phase-I では、KEKB/PF間の運転パラメータ切り替え時間の短縮化を行った。従来のビームラインでは、PF-BTへの振り分けDCバンドがECS（Energy Compression System）電磁石下流に設置されていた。このため、PFから他のリングへ入射器運転パラメータを切り替える場合には、ECSの初期化が必要とされていた。これを避けるため、2005年夏期メンテナンス中に、ECS上流へ振り分けDCバンドを設置し、約60mの新規PF-BTラインを建設した（図1）。この結果、PF/KEKB間のビームモード切り替え時間を5分30秒から2分30秒へほぼ半

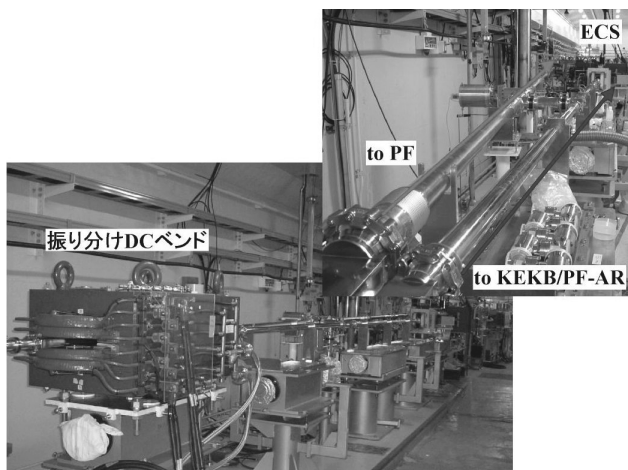


図1 新PF-BT用振り分けDCバンド (Phase-I)

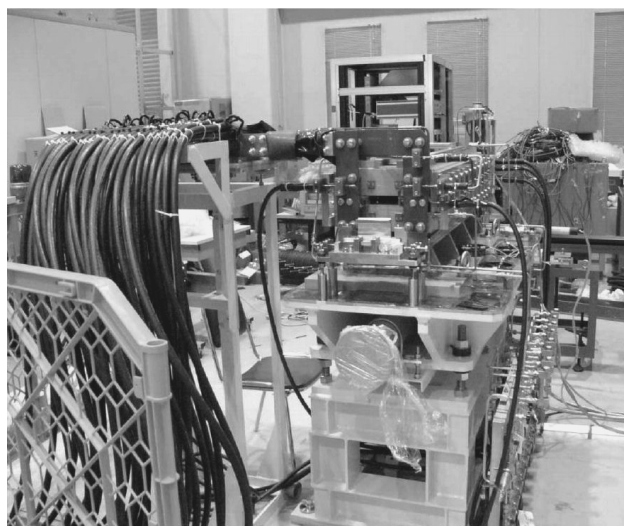


図2 パルスバンド

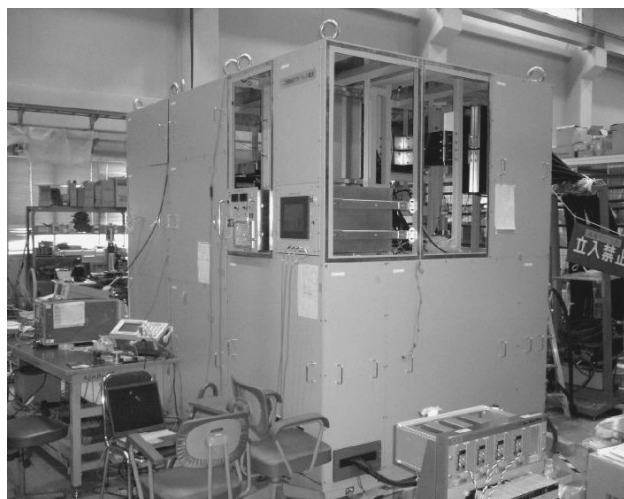


図3 パルスバンド電源

減することに成功した。

Phase-IIでは、PF及びKEKB e-ビームを同一電磁石磁場で輸送し（Multi-Energy Linac）、運転パラメータ切り替え時間の高速化を図る。このため、2007年夏期メンテナンス中に、Phase-Iにて設置した振り分けDCバンドをパルスバンドへ置き換える予定である。Phase-II以降は、KEKB e-ビーム入射中においてもPF入射が可能となる。

パルスバンドシステム（磁石・電源・セラミックチェンバー）は、KEKB-BTグループを中心に開発が進められてきた（図2, 3）。表1に、パルスバンド・電源の主要パラメータを示した。

振り分けパルスバンドに要求されるビーム曲げ角度は約7度であり、最大繰り返しは25 Hzである。本パルスバンドシステムは将来性を考慮し、ビームエネルギー3 GeVまで対応可能な仕様を基に製作した（現PF入射ビームは2.5 GeV）。電流パルスは、ピーク値32 kA・パルス長200 μsの正弦半波を用いる。電流値安定度の仕様は0.1%以下であり、試験運転では満足な結果を得ている。

セラミックチェンバーは、発熱抑制のためのTiコーティングを施す予定である。既にテストチェンバーを製作



表1 パルスベンドシステムの主要パラメータ

電源:	ピーク電流値:	32 [kA]
	パルス幅:	200 [ $\mu$ s]
	安定度:	< 0.1%
	最大繰り返し:	25 [Hz]
ベンド:	巻き数:	1 [turn]
	コア長:	0.99 [m]
	ギャップ高さ:	30 [mm]
	最大磁場:	1.22 [T]
	磁場一様性:	< $5 \times 10^{-3}$
	曲げ角:	7 [deg.]
セラミックチェンバー:	全長:	1200 [mm]
	コーティング:	Ti
	コーティング厚:	< 50 [nm]

し、表面のコーティングをSEMにより観測した。その結果、コーティングの一様性は十分均一であることを確認した。

### 1-3. 電子 / 陽電子モードの高速切り替え

入射器アップグレード Phase-III では、 $e^-/e^+$  運転パラメータの高速切り替えを行う。現在の運転では、陽電子生成標的部を機械的に挿入或いは取り出しすることにより  $e^-/e^+$  の切り替えを行っている。しかしながら、機械駆動機構の高速制御は極めて困難であり、長期運転での耐久性確保も難しい。当初、パルス電磁石を使用し、標的部をバイパスするためのビームライン建設を検討した。しかし、コストの問題もさることながら、現状ビームライン近傍のスペースを考えると、バイパスラインの建設は困難であると判断した。

そこで我々は、陽電子生成標的横に孔を空け、一次電子ビームの軌道を高速制御することにより、 $e^-/e^+$  の高速切り替えを行う。本方式の実証実験のため、昨年の夏期メンテナンス中に、孔空き陽電子生成標的を設置した(図4)。陽電子標的は、直径約 5 mm のタングステン結晶であり、電子ビーム通過用の孔は直径約 3 mm のものである。このため、標的中心から孔の中心までの距離は、約 4.5 mm となる。本標的を用いた場合、陽電子ビーム運転では、上流からの一次電子ビームを標的部分に衝突させ、電子ビーム運転では標的横の孔部分を透過させることになる。

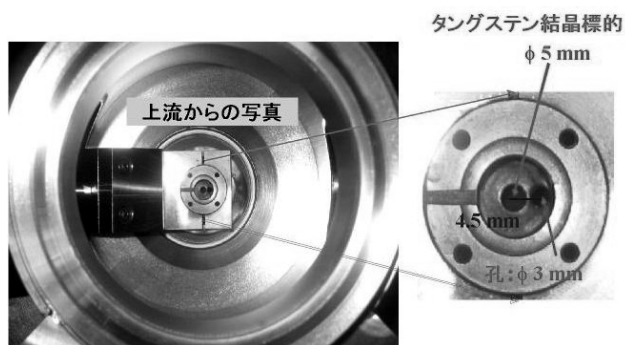


図4 孔空き陽電子生成標的

本標的を用いたマシンスタディーでは、KEKB 用 8 GeV 電子ビームを利用し、通常運転の方法(標的をビームラインに挿入しない)及び標的横の孔を通過させる場合を試験し、通過する電子ビームの電荷量を比較した。この結果、孔を通過させた電子ビームの電荷量は、通常運転の方法と比較して、約 95% であった。この結果は、本方式による  $e^-/e^+$  の高速切り替え運転は、十分に実用可能であることを示している。実運転で高速モード切り替えを行うためには、標的部の上流及び下流へ、パルス電磁石を設置する必要がある。これらの具体的な検討作業については、今後進めていく予定である。

その他サブシステムのアップグレードとしては、ビーム位置情報を 50 Hz で検出するための高速 BPM-DAQ システムを開発し、既存システムの約半数と置き換え、安定に運用されている。また、今後の複雑なタイミング信号処理に対処するため、VME64x-Bus を用いた新タイミングシステム(イベント発信/受信モジュール)の試験が進行中である。本年夏メンテナンス中には、いくつかのモジュールを設置し、秋以降の実運転において試験運用を開始する予定である。

## 2. 光源系の進捗状況

### 2-1. Top-up 運転のための放射線変更申請

光源系では Top-up 入射のためのマシンスタディーを精力的に行うとともに、Top-up 運転に対する放射線安全をどのように確保するか、また PF 入射路(BT)に通せるビームについて議論され、以下のようにまとめられた。

- BT ラインを通せる最大パワーが変更申請に書かれる。PFBT の最大出力を 65 W とする。  
実際は第 3 スイッチヤードにて 60 W の電荷制限器を取り付けて PFBT へ来る最大出力を制限する。
- BT ライン・エンドにビームを捨てるためのダンプを新設する。  
PFBT 最大出力に合わせて 65 W ダンプを設置する。
- PF リングに入射できる最大パワーを 6.5 W に制限する。  
BH31 下流に電荷制限器を設置して PF 入射パワーの最大出力を制限する。
- Top-up 入射におけるビーム出力を 0.65 W に制限する。  
BH32 下流 6.5 W 電荷制限器下流にスリットを設置して 0.65 W に制限する。

また Top-up 運転時の安全確保について以下の様にまとめられた。

ユーザー運転に使用するビーム: 6.5 W のみ。

- 通常入射用 6.5 W (実際は 0.1 nC, 25 Hz) Beam。  
従来通り Injection mode で用いる。  
0 mA から 450 mA までの通常入射。  
MBS close が必要。  
BT end 電荷制限器にて 6.5 W を越えないことを担保する。  
6.5 W を超えた場合 BH32 を off する。同時に beam



gate を close してビームを停止する。  
連続入射可能。

ここで、通常入射を 0 mA からの入射と定義しているのは、入射は出来るが、ビームがリングに蓄積できるかどうかは通常の入射では担保されていないからである。したがって、MBS を開けたままで通常入射はしない。

以下の Top-up mode ではビームがリングに蓄積されることが担保されていなければならない。

## 2. Top-up 入射用 0.65 W (実際は 0.01 nC, 1 Hz) Beam.

Top-up mode で用いる。

リングにビームが蓄積されていることが条件。

上の通常入射との違いは、リングに電流があることを担保する点である。これはリングに電流が既に蓄積されていることで、リングの電磁石系、RF 系などビーム蓄積に必要な条件が担保されているためである。

リングに beam がなければ beam gate は close する。

Top-up mode に切り替えたときには BT end slit は閉状態にする。

スリット下流に壁電流モニターを設けて Top-up 時のビームパワーを 0.65 W に制限する。

## 3. Top-up mode 時の Dump ラインの使用

ビーム不調時にリングにビームが蓄積されている状態かつ MBS open の状態で 6.5 W beam を Dump ラインに通して beam 調整をする。

この際、BT end slit がしまっていればリングには 0.65 W 以上は行かないので安全は確保される。BT end slit がアクシデンタルに開いたら beam gate close にてビームを停止する。

このような議論を経て、放射線変更申請がなされ、2006 年 12 月 27 日に承認された。

## 2-2. Top-up 入射のためのマシンスタディーについて

光源サイドでは 2006 年度 Top-up 入射に向けたマシンスタディーについて、

- 1) 入射用キッカーマグネットによる軌道振動の更なる最適化。
- 2) A1 電子銃からの B ファクトリーとの共通オプティックスによる入射テスト。
- 3) マルチバンチ、シングルバンチでの Top-up study。
- 4) 挿入光源のためのリング垂直方向の入射ビームアパーチャー測定。
- 5) 進行方向不安定フィードバックシステムなどを行った。以下に結果について簡単に報告する。

### 1) 入射用キッカーマグネットによる軌道振動の更なる最適化

2006 年度にも引き続きキッカーマグネットによる入射

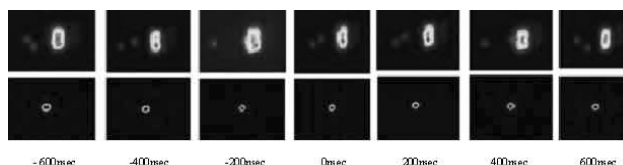


図 5 入射タイミングの前後 600 nsec の範囲における蓄積ビームのキッカーマグネットによる振動の様子。上の段は 2005 年の結果。下の段は 2006 年の結果。

パルスバンプの最適化をさらに進めた。2005 年に報告した結果と比較した図を図 5 に示す。

この図には入射タイミングの前後 600 nsec の範囲について 200 nsec おきに蓄積ビームのプロファイルを 16 ターン分重ね書きしたものである。上の行に示したのは 2005 年の結果で、これらの図の中で、左側にある 2 つのスポットは蓄積ビームがパルスバンプのタイミングに乗っているときのプロファイルである。また、下の行に 2006 年に行った最適化の結果を示す。2006 年の最適化では前回の最適化ではキャンセルできなかった垂直方向の振動がほぼなくなっており、また水平の振動もビームサイズの 1/3 以下に抑えることに成功した。

### 2) A1 電子銃からの B ファクトリーとの共通オプティックスによる入射テスト

通常 PF 入射にはポジトロントーゲットの下流にある CT 電子銃より PF 用のオプティックス設定により 2.5 GeV の電子ビームが入射されている。入射器のマルチエネルギー高速ビームスイッチングにより B ファクトリーと同時入射するためには、両者で共通のオプティックスによって PF 用の電子ビームと B ファクトリー用の電子ビームを加速しなければならない。上述の入射器の現状にあるように、B ファクトリー入射用の A1 電子銃からの電子ビームを B ファクトリー用に途中まで加速し、その後減速することによって、PF に入射できる 2.5 GeV の電子ビームを得ることが出来る。この方式によって得られた 2.5 GeV の電子ビームにより PF リングへの入射テストが行われた。PF 入射路のオプティックスを入射器の共通オプティックスにマッチングを取ることにより、1.3 mA/sec ないし 1.5 mA/sec の入射率を得ることが出来た。これは通常の CT 電子銃からの入射と比較しても遜色のない入射スピードである。

### 3) マルチバンチ、シングルバンチでの Top-up 入射テスト

2007 年 1 月 16 日のマシンスタディーにてマルチバンチ、およびシングルバンチモードにおいて Top-up 入射を行い、リング電流を一定に保つテストが行われた。図 6(a) にマルチバンチ、(b) にシングルバンチのときの結果をそれぞれ示す。マルチバンチによるテストで、最初に入射時の放射線サーベイを行い、その後で 450 mA で Top-up 入射によりリング電流を一定に保つテストが行われた。入射の繰り返しを 1 Hz に設定して第 3 スイッチヤードに設置したスリットにて入射率を 0.1 mA/sec になるように電子ビームのチャージ量を調整し、450 mA を保つように入射ビー

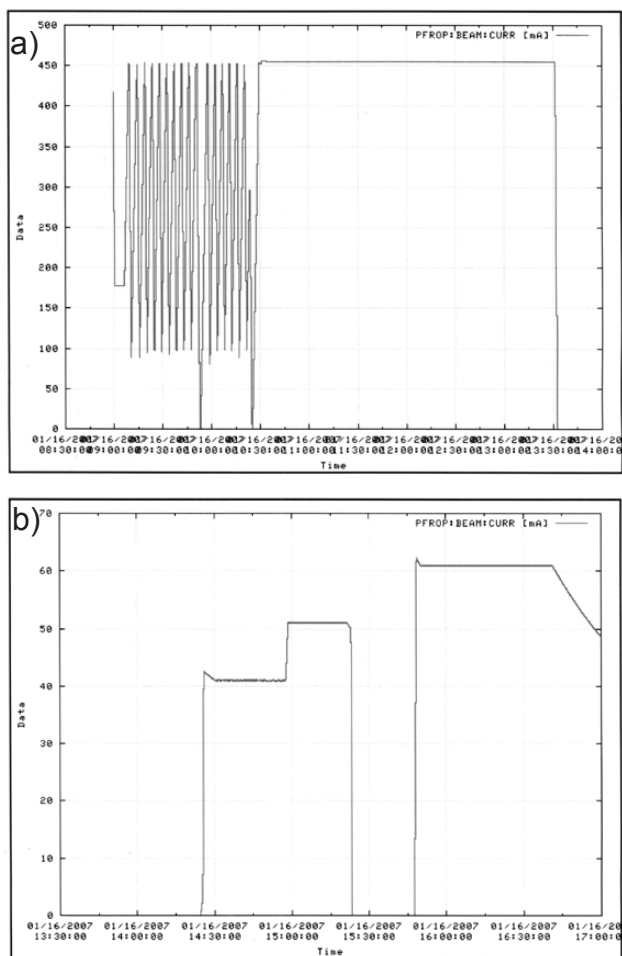


図6 マルチバンチ、シングルバンチでの Top-up テストの結果。  
(a) マルチバンチにおけるテストの結果。(b) シングルバンチ  
におけるテストの結果。

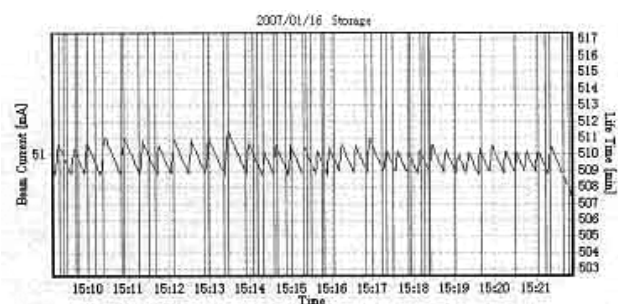


図7 シングルバンチ Top-up テスト中のリング電流の変動を拡大  
したもの（図中の縦線は入射時にライフタイムの表示が正  
常の表示をしなくなったものである）。

ムをビームゲートにより ON/OFF 制御した。

シングルバンチでは同様のテストを 41 mA, 51 mA, 60 mA の場合について行った (図 6(b))。マルチバンチ、シングルバンチの両方のテストにおいてリング電流をほぼ ± 0.1 mA の範囲に保つことが出来た。

シングルバンチ Top-up テスト中のリング電流の変動を拡大したものを図 7 に示す。リング電流は ± 0.1 mA 程度に安定化されている。

#### 4) 挿入光源のためのリング垂直方向の入射ビームアパーチャー測定

Top-up 入射を実用化する際に重要なことのひとつとして挿入光源の狭い真空ダクト、in-vacuum タイプの挿入光源の狭い磁石ギャップを入射されたビームがクリアするという課題がある。このためにビーム輸送路の終端部に入射ビームを整形するためのスリットを設置する作業が進んでおり、2007 年秋から運用が始まる予定である。このスリット設置に先んじて、リング内 B4-5 間の直線部に設置されているスクレーパーを用いて入射ビームに必要なアパーチャーの測定を行った。その結果、スクレーパーの位置で 10 mm あれば十分入射ができることが判明した。このアパーチャーをベーター関数でスケールリングすると BL-3, BL-17 に設置されたショートギャップアンジュレーターのところでは入射に必要なアパーチャーは 3.3 mm でアンジュレーターの最小ギャップの 4 mm をクリアしていることが判明した。しかしながら、入射ビームにはハローが周りに付随しているため、実際の挿入光源有りでの Top-up 入射テストは入射路終端のスリットの運用が開始された後、ビームを整形して確実に挿入光源のマグネットにあたらないことが保証されてから行われることになる。

#### 5) 進行方向不安定フィードバックシステム

現在、ユーザーラン中は加速 RF 信号に位相変調をかけることで不安定抑制とビーム寿命の増加を実現している。しかし、この位相変調法ではビームのエネルギー広がりが大きくなることや、エネルギー振動が安定しないなどの問題がある。Top-up 入射が実現すればビーム寿命が短いことを心配する必要がなくなるため、RF 位相変調ではなく、進行方向フィードバックによってエネルギー振動を抑制する方法を使うことが出来る。進行方向フィードバックシステムは「位相検出部→信号処理部→変調部→電力増幅器→サーキュレータ→進行方向キッカー→ダミーロード」からなっており、位相検出部、サーキュレータ、キッカーは既に製作が済んでいる。この内、キッカーは 2006 年夏にリングにインストールされ動作試験が行われている。このキッカーを用いて、先ず単一モードフィードバックシステムを構成して進行方向の不安定モードを抑制するテストを行い、成功した。現在、フィードバックを行うための高速デジタル信号処理回路の開発を KEKB および SLAC と共同で行っている。2007 年 6 月にプロトタイプが完成し、これを用いてフィードバック試験を行った。その結果ビーム電流 270 mA までは全ての進行方向不安定モードを抑制することに成功した。今後は検出回路と信号処理系の高 S/N 化を図り、電力増幅器の出力を増強することで 450 mA に対応する予定である。

#### 2-3. Top-up 入射のためのテスト運転

Top-up 入射のためのマシンスタディの結果を受けて、2006 年 11 月 26 日の週にシングルバンチ・ユーザー運転において入射中に MBS 開の状態、テスト運転が行われ

た。さらに12月27日に Top-up 運転のための放射線変更申請が承認されたのを受けて、Bファクトリーの運転が停止していた2007年2月5日の週のシングルバンチ・ユーザー運転にて Top-up 入射によってリング電流を一定に保つテスト運転が行われた。

### 2-3-1. シングルバンチ運転における MBS 開入射

2006年11月26日の週に行われたシングルバンチ・ユーザー運転において、MBSをあけた状態で Top-up 入射モードを用いてテスト運転が行われた。1日2回の PF-AR をはさむ入射は Top-up 入射モードを解除して通常の入射モードで入射する必要があるため、結果として MBS 開の Top-up 入射モードでの入射は3回に1回の割合で行われた。1週間の運転中、全入射回数が37回で、この内13回を Top-up 入射モードで MBS 開の状態で行った。このテスト運転では Top-up 入射を行ってもよい下限の入射効率として、4 mA/sec/nC を設定したが、13回の Top-up 入射において平均的な入射効率は20 mA/sec/nC を維持でき、最低でも1回だけ15 mA/sec/nC のときがあっただけであった。

このテスト運転を行って PF-AR の入射時に Top-up 入射モードを解除しなければならないという問題点があることが判明した。2005年から始まった4リング（Bファクトリー LER, HER, PFリング, PF-AR）同時入射プロジェクトにおいて、入射路のオプティクスが簡単には共通化できない PF-AR を除く形で同時入射プロジェクトが進められ、この中で PF リングの Top-up 運転のプロジェクトが発足したので、安全系のインターロックについて Bファクトリーと PF リングの間では同時入射が出来るように改修されたが、PF-AR については取り残されて、TRISTAN 時代の排他制御が残ったために、PF リング、Bファクトリーともに PF-AR 入射のたびに Top-up 入射モード、連続入射モードを解除して入射する必要が生じたわけである。これと同様の運転が2007年6月4日の週にも行われた。

### 2-3-2. シングルバンチ運転における Top-up テスト運転

2006年12月27日に Top-up 運転のための放射線変更申請が承認されたのを受けて、MBSを開けたままでリング電流を一定に保つテストが出来たようになったので、Bファクトリーの運転が停止していた2007年2月5日の週のシングルバンチ・ユーザー運転にて Top-up 入射によってリング電流を一定に保つテスト運転が行われた。この運転ではマシンスタディーで行われた方式に従い、入射の繰り返しを1 Hz に設定して第3スイッチヤードに設置したスリットにて入射率を0.01 mA/sec になるように電子ビームのチャージ量を調整し、50 mA を保つように入射ビームをビームゲートにより ON/OFF 制御した。維持するリング電流を50 mA に制限したのはリングの真空ダクトの温度上昇をおさえるためである。図8に典型的な入射のパターンを示す。入射率と減衰率がほぼバランスした状況に調整

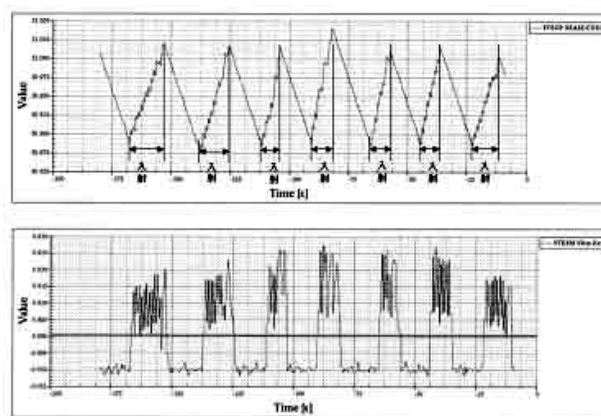


図8 シングルバンチ Top-up テスト運転での入射パターン。

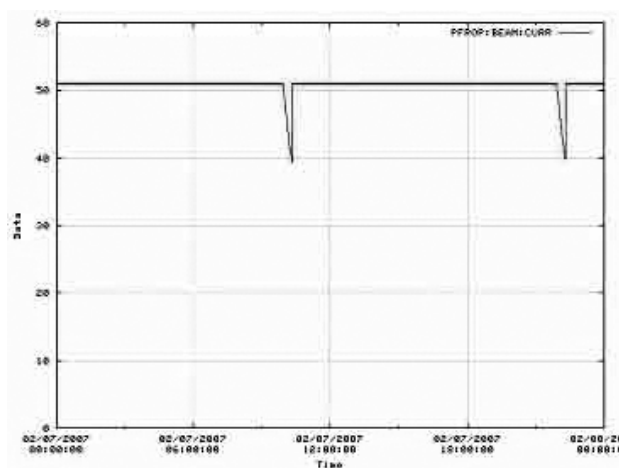


図9 リング電流の24時間の記録。2回の減衰は PF-AR 入射により Top-up 入射を止めたため。

し、10秒間入射して10秒間蓄積するというパターンの繰り返しで運転を行った。1日のリング電流の記録を図9に示す。この図で2回リング電流の減衰が見られるが、これは PF-AR 入射のために Top-up 入射を止めたことによるものである。この図ではほとんど判らないが、2回ほど入射器のクライストロンがダウンしたので非常に小さなディップが見られる。これらを除くとリング電流の安定度は  $3 \times 10^{-3}$  以下に安定化されている。1週間の運転で以下に示すようなディスタープが発生した。

1. スケジュールされた Top-up 入射の中断
 

PF-AR 入射	2 回 /day
ライナックメンテナンス	1 回 /2 weeks
2. アクシデンタルな Top-up 入射の中断
 

PF-AR 寿命急落	2 回
入射器クライストロンダウン	12 回
入射器インターロックドア	1 回

アクシデンタルな Top-up 入射の中断のうち入射器クライストロンダウンと入射器インターロックドアの誤操作（安全系のインターロックに含まれないドアであった）に



についてはビームのみ数秒間ダウンしただけで、Top-up 入射のモードの解除を伴うものではない。スケジュールされた Top-up 入射の中断の中で、ライナックメンテナンスについては2週に1回木曜日に行われるメンテナンスで、通常9時から17時までビームがとまるので、この間はPFリングは通常の蓄積モードにて運転されることになる。

今回のシングルバンチにおける Top-up テスト運転により、以下に示すような、いくつかの問題点が見つかった。

- 1) PF-AR との関係で、安全系のインターロックの排他制御がもうひとつ見つかった。
- 2) 現在リングの真空度を維持するために週に1回ゲッターポンプをフラッシュしているが、このフラッシュの際には真空度が一時的に悪くなるので、MBS を閉める必要がある。
- 3) 10秒間入射したあと10秒間蓄積した際に続く入射で入射用のセプタム電磁石をOFFすると、つぎにONしたときに5秒間正常値が出ない。

1) の PF-AR との安全系のインターロックの問題は TRISTAN 時代の古い排他制御のシステムを依然として引きずっており、Top-up 実用運転の前に根本的な対処が必要であり、この方向での見直しが始まっている。2) に関してはリングの真空度を維持するために必要な手順であるので、週に1回はこのために MBS を閉じる必要がある。3) に関してはセプタム電磁石電源の問題点であるので原因を調べるとともに対処をする予定である。

このほかに、入射器が Top-up 運転中に不調になったときに MBS を閉めずに調整をするために PF 入射路の終端近くにダンプレインを新たに建設した。MBS を開けたままで、入射器からのビームをこのダンプレインに通して調整できるので、この調整の間、入射は滞るが MBS を閉めて実験を中断する必要はなくなる。入射器の調整後にリング電流をリカバーするには通常の Top-up の入射率でゆっくりと戻すのと、入射路のスリットを開けてすばやくリカバーすると二通りが可能であるが、どちらにするかは利用系との相談で決める必要があるであろう。

### 3. 今後の予定について

入射器の進捗状況にあるように、2007年夏のシャットダウン中に、第3スイッチヤードに設置されている PF 入射路への振り分けバンドがパルスバンドに置き換えられる。これにより、2007年秋の運転からライナックの A1 電子銃によるマルチエネルギー高速スイッチングの試験が始まる予定である。このマルチエネルギー高速スイッチングが確立すれば、PF への入射はこのモードで運転されることになろう。PF リング側でも Top-up 運転のための放射線変更申請が承認されたので、2007年秋の運転時にも Top-up 試験運転を行い、実用上の問題点を詳細に洗い出していきたいと考えている。特に、入射器が進めているマルチエネルギー高速スイッチングの運転モードが確立すれば、Bファクトリーの電子入射中 PF にも入射が可能となるので、マシンスタディー、テスト運転が従来よりもや

りやすくなる。Top-up モードでの実用運転は十分に安定性を試験した上で、2008年秋のユーザー運転から開始することを予定している。

2008年からの運転では入射器の電子モード(Bファクトリー HER 入射時)のときに Top-up 入射をすることを考えているが、入射器の進捗状況にあるように、入射器アップグレード Phase-III では、e-/e+ 運転パラメータの高速切り替えを行うことが計画されており、活発に作業も進められつつある。

この入射器アップグレード Phase-III が完成すれば、KEKB の陽電子入射モードのときにも PF に電子ビームを同時に入射できるので、PF リングの蓄積電流の更なる安定化が期待できる。特に寿命が短いシングルバンチモードの運転では陽電子モードの時のリング電流の減衰が大きいため、陽電子モードの時も PF に入射できるようになる意味は大きい。

## NE1A1 コンプトン散乱ビームラインの閉鎖に当たって

放射光科学第二研究系 河田 洋  
塩谷 亘弘

施設長からの戦略 WG の報告にありますように (p2 参照) NE1A1 コンプトン散乱ビームラインは2007年度末に閉鎖されることになりました。ビームライン担当者の河田と当初からのユーザーを代表して塩谷が共同で、PF BL-14C での準備期間を含めると約20年間にわたる活動を簡潔に総括しましたので報告させていただきます。

### 1. はじめに

コンプトン散乱を用いた物性研究を PF で開始する契機となった二つの先駆的研究があります。第一は1980年に Loupias 等が発表した 10 keV の放射光を用いた Be の高分解能コンプトンプロファイルの測定です。この研究が契機となり、日本でも高分解能コンプトン散乱実験が PF BL-14C の縦型ウィグラー光源を用いた 30 keV の放射光をベースに始まりました。第二は1986年に Cooper 等が発表した電子軌道面から僅かに傾いた面で楕円偏光した放射光を取り出し磁気コンプトン散乱へ応用した研究です。これらは高強度・高エネルギー放射光を利用したコンプトン散乱実験法が電子の振る舞いを運動量空間で観測するユニークな手段であって、近い将来に物性の基礎研究の有力な手段の一つになることを予感させる研究報告でした。世界的潮流として1980年代中ごろにはいわゆる第3世代大型放射光施設の建設が現実味を帯びてきていました。一方、PF は発足当初から AR の放射光利用の可能性を予見して AR の建屋に実験フロアを確保して、高強度・高エネルギー放射光の有用性をいち早く世界に示すことが出来る非常に有利な立場にありました。1987年には概算要求「入

射蓄積リングを用いた大強度放射光実験設備」が予算化され NE1, NE3, NE5, NE9 の整備が本格化しました。コンプトン散乱は NE1 での開発テーマのひとつとしてスタートしました。

## 2. 成果

PF の出版論文データベースでキーワードを NE1A1 として検索しますと約 60 編の論文が登録されています。PF-AR が 1996 年まではトリスタンへの入射の合間を縫って放射光に利用されていたこと、さらに NE1 は医学応用および軟 X 線分光との共存であったことを考慮して配分ビームタイム当たりの論文数に換算しますと、この論文数は決して少ない論文数ではありません。詳しい研究内容は個々の論文をご覧くださいとして、ここでは成果の要点だけを箇条書きします。

- 1) 入射エネルギーを Louprias 等の 15 keV から直線および円偏光の～60 keV に引き上げて、高分解能コンプトン散乱では 4d 遷移金属・合金まで、磁気コンプトン散乱では 3d, 4f, 5f 元素を含む磁性体にまで対象を広げ、コンプトン散乱を物性研究の手段として確立しました。
  - 2) 放射光利用技術：楕円偏光ウィグラー (EMPW) の設計・建設、モノクロメーターの高熱負荷対策、ビームラインとハッチの設計・建設、13 素子 SSD の開発等の高エネルギー・高強度 X 線の利用に関わる技術開発は世界に先駆けて NE1A1 で行なわれ、後に続いた ESRF, APS と SPring-8 に多大な寄与をしました。
  - 3) 高分解能コンプトン散乱のサイエンス：軽金属から 3d 遷移金属までのいろいろな金属・合金の伝導電子の運動量密度分布を測定し、その結果とバンド理論に基づく計算結果との詳細な比較を行いました。これらの成果はバンド理論に基づく電子運動量密度分布の計算の精密化を促し、通常バンド理論の評価にはもとより variational quantum Monte Carlo 法, GW 近似, self-interaction correction の評価にも寄与しました。さらに、電子運動量密度分布の 3 次元再構成法として直接フーリエ変換法を確立して、純粋な金属ばかりでなく不規則合金や stoichiometry からずれた金属間化合物の Fermi 面を描画することが出来るようになりました。これによってそれまで不可能であった不規則合金の Fermi 面の nesting 形状と相変態との関連を追及することが出来るようになりました。
  - 4) 磁気コンプトン散乱のサイエンス：これまで未解決だった問題、高エネルギー X 線のコンプトン散乱断面積はスピン磁気モーメントと軌道磁気モーメントの両方に依存するのがあるいはスピン磁気モーメントのみに依存するののかに関して、スピン磁気モーメントのみに依存することが極めてよい近似で成立することを実験的に検証しました。これによって、強磁性体のスピン磁気モーメントの大きさと試料全体の磁化に対する向きを決定することが出来るように
- なりました。さらに、測定された磁気コンプトンプロファイルを原子波動関数を使って 3d, 4f, 5f および s 的成分に分解する手法を確立して、3d 強磁性金属・合金、3d-4f 元素の化合物あるいはアモルファスのスピン磁気モーメントを担う電子の性質を特定し、スピン磁気モーメントの向きと大きさを決定し、それらの温度依存性を測定することによって、磁気構造に関する新たな知見を得ました。1990 年代前半では、この手法を用いた 3d-4f 磁性合金の系統的な測定がおこなわれ、さらにこの方法論は、現在 SPring-8 の BL08W で精力的に進められています巨大磁気抵抗効果を示す Mn 酸化物物質群の軌道秩序の研究に活用されているように、磁気コンプトン散乱分野の標準的解析手法になっています。
- また、パルスマグネットの導入、挿入光源による円偏光ヘリシティの反転による磁気コンプトン散乱測定を実験技術として確立することにより、Sm 化合物等の硬磁性体のスピン磁気秩序の測定、補償温度領域におけるマクロな磁化を持たず、磁場反転では測定不可能な磁性体中のスピン磁気秩序の観測という、未だ世界の追従を許さない特徴のある研究が行われました。
- 5) 新しい手法として、斜入射配置での磁気コンプトンプロファイルの測定法を確立して、これまではコンプトン散乱では不可能とされていた磁性多層膜の磁気構造の研究を可能にしました。より高輝度・高エネルギー X 線を用いれば一層有効な手法になることを実証しました。
  - 6) 3 次元電子運動量密度分布を、再構成法に頼らずに、直接観測する新しい手法を開発しました。通常コンプトン散乱実験では散乱された X 線のみのエネルギー分光を行うのに対して、新しい方法は、コンプトン散乱 X 線と反跳電子の同時計測を行いながら特定運動量方向の反跳電子のエネルギー分光を time of flight (TOF) 法で行い且つ X 線については 2 次元 X 線検出器で運動量の方向を決定するという複雑な計測を行うものです。この新しい実験手法の有効性を実証し、より高輝度・高エネルギー X 線を用いれば自己保持可能な薄膜の電子構造の研究に有効であることを示しました。
  - 7) 高分解および磁気コンプトン散乱のこれらの成果は国際会議 Inelastic X-ray Scattering (IXS) シリーズの発足の契機を作り (第 1 回 1993 年 (Krakow)), 第 2 回 (1995, Tokyo) は塩谷がコンファレンス・チェアを務め、第 6 回 (2007, Awaji) は河田が務めました。国際的にコンプトン散乱の実験手法の普遍化に本ビームラインが貢献したのは紛れもない事実です。また、Oxford series on synchrotron radiation No 5 として X-ray Compton scattering を出版 (2004 年) する契機ともなりました。この本に引用されている研究成果の多くは NE1A1 ビームラインから出た成果です。

### 3. 検証すべき点

1) PF-AR でのコンプトン散乱は 1980 年代後半に計画され、入射 X 線のエネルギーを 60 keV として準備を始めました。60 keV の選択は正しかったかということを検証しなければならないでしょう。当時発見されたばかりの High Tc 超伝導体とその関連物質（重元素を含む酸化物物質群）をコンプトン散乱の研究対象にすることの重要性の認識とそれを実現する可能性が当時どれくらいあったかということの検証と言い換えることも出来ます。

60 keV を選択した理由は、

- (1) 高分解能に関しては、Loupis 等の入射 X 線エネルギー 15 keV での軽金属を対象とする研究を越えて、3d 遷移金属までを対象とすることが目標でした。この目標は世界的にも当時の一致した認識であり、1987 年に ESRF で開催された「高エネルギー X 線利用に関する研究会」でも次期コンプトン散乱実験の入射 X 線のエネルギーは 60 keV 程度が適当であろうという見解が示されていました。
- (2) 磁気コンプトン散乱に関しては、Cooper 等の inclined method よりも効率よく希土類元素を含む磁性材料の磁気コンプトンプロファイルの測定することが目標でした。
- (3) 当時の PF-AR は 6 GeV 運転で、EMPW の予測スペクトラムからフォトン数と円偏光度を最適化すると 60 keV が適当でした。
- (4) 当時の磁性研究は 3d 遷移金属合金や希土類金属合金が主流であって、磁気コンプトンプロファイルの測定では入射 X 線のエネルギーを希土類元素の K-edge 以下にすることで希土類元素を含む物質まで測定可能だと考えました。
- (5) 高分解能コンプトン散乱スペクトロメーターに分光のための稼動部分がない透過 Cauchois 型アナライザーを採用したため 2 次元位置敏感検出器を必要としました。当時はイメージプレート (IP) 以外には実用となる適当な検出器がありませんでした。IP も 60 keV を超えると検出効率が落ち実用になるかどうか分からない状況でした。

以上が入射 X 線のエネルギーを 60 keV に選択した理由です。

高温超伝導体からみ物質の重要性の認識はありましたが、現在のように重元素を含む物質が物性研究の主流になるだろうからコンプトン散乱もそれに対応して計画の変更をすべきであるという認識はなかったように思えます。実際にこの分野へのコンプトン散乱の寄与の可能性を示唆されたのは 1991 年の Konstanz で開催された Sagamore 会議での塩谷と坂井の AR の成果をいち早く高く評価した Bansil から塩谷へあったのが最初でした。

当時は放射光専用ではなかった 6 GeV リングを使って 90-100 keV にフォトン数と円偏光度を最適化する EMPW の開発・試作は不可能ではなかったかもしれませんが非常に難しかったと思います。実際に PF BL-14C の 30 keV の実験から NE1A1 の 60 keV の実験に移行するにあたり、分

光器、検出器、バックグラウンドの低減などの多くの新たな困難に直面したことを勘案しますと、60 keV の選択は最も現実的で正しい選択であったと思います。このことは SPring-8 の BL08W が 115 keV の高分解能コンプトン散乱と 260 keV の磁気コンプトン散乱を完全に利用実験フェーズまで導くにあたり、NE1A1 での経験を生かしてさえ、なお多くの時間を要したことから覗えます。さらに、高分解能コンプトン散乱について言えば、Cauchois 型アナライザーを採用したスペクトロメーターではこのエネルギー領域で実用になる 2 次元位置敏感検出器がなかったことから考えますと、反射型の scanning type のスペクトロメーターを採用し入射エネルギーを高くすることに対応できるようにしておけばよかったかもしれないという批判があると思います。しかし、反射型 scanning type のスペクトロメーターにも欠点があって、もし我々がこのタイプを採用していたとしてその欠点を克服することが出来たかどうかは疑問です。PF-AR のコンプトン散乱の発表論文数は反射型 scanning type を採用した他の施設のそれより格段に多いという事実が我々のスペクトロメーターの選択の正しさを語っています。

#### 2) ハードウェアの up grade

第二の検証すべきことはハードウェアの up grade をしてきたかと言う点です。

- (1) 6 GeV 運転から 6.5 GeV 運転に移行し、さらに高エネルギー物理との共用から放射光専用リングにしました。
- (2) モノクロメータの改良を弛まず行い、モノリシックなシリコン結晶による 2 次元湾曲結晶の導入により集光を良くし、またシリコン結晶を熱処理して酸素欠陥の析出による積分反射強度を増大させることによって光子数を増加させました。
- (3) IP を X 線 CCD カメラで置き換えるテストを行いましたが、人手不足のために実用化するには足りませんでした。
- (4) パルスマグネットを導入し、硬強磁性体の磁気コンプトンプロファイルの測定を可能にしました。
- (5) 2.5 T の超伝導電磁石を導入し試料冷却装置と組み合わせ磁気コンプトンプロファイルの温度依存性の測定を容易にしました。
- (6) Cd-Te 2 次元検出器の開発を試みたが成功しませんでした。
- (7) IP 読取装置を AR に設置して高分解能コンプトン散乱のデータ読み出しを容易にしました。

#### 3) ソフトウェアの up grade

第三の検証すべき点はソフトウェアの up grade です。

- (1) ビーム制御プログラムを Iwazumi version (MS-DOS バージョン) から Matsumoto version (Windows バージョン) に up grade し、ユーザーが使いやすい環境を整えて来



ました。

- (2) 高分解能のデータ処理プログラム (Matsumoto program) を整備しました。

#### 4. 人材の育成

第四の検証すべき点は人材の育成をしたかという点です。

NE1A1 でコンプトン散乱の実験に参加したユーザーの中で、現在 SPring-8 及びその関連施設で活躍している人の数は 8 名 (兵庫県立大を含む) いますが、そのうちの 2 名は BL08W のコンプトン散乱関係のスタッフですので、コンプトン散乱分野に対してのみならず他の放射光科学の分野に対しても多大な貢献をしたといえるでしょう。また、総研大の 3 人の学生がコンプトン散乱をテーマとして学位を取得して卒業しました。

#### 5. NE1A1 のユーザーと課題数の減少

第五の検証すべき点は PF-AR のユーザー数と課題数が何故減少したかという点です。

高温超伝導体の発見以降、日本における物性研究の主流が重元素を含む物質の諸物性の解明に向かい、また、ここ数年はナノスケールの構造や各種の励起状態に関連する現象に関心が集中しています。このような状況下では、バルクの基底電子状態を観測するコンプトン散乱の寄与は限られます。入射 X 線のエネルギーが  $\sim 60$  keV の高分解能コンプトン散乱は 4d 遷移金属元素どまりの物質しか研究対象になりません。また磁気コンプトン散乱では散乱断面積の磁気効果項が  $(h\nu/mc^2)$  に比例しますので、SPring-8 の BL08W の約 260 keV の入射 X 線での実験と比較しますと、NE1A1 では磁気効果項が 4 分の 1 になるために観測できるスピン磁気モーメントの大きさが限られてきます。従って、SPring-8 の BL08W のビームラインおよび実験ステーションの整備が完了し、順調に稼動している現在、NE1A1 のユーザーの自然増を期待することは非常に難しいことは衆目の一致するところでしょう。この点では、既に NE1A1 のコンプトン散乱は当初の目的を達成し、SPring-8、BL08W という後継の上位ビームラインへのアクティビティーの移転の可能性が明らかになった今、この分野の世界のセンターとしての役を終えているといえるでしょう。ほぼ 15 年間も地味ではありますが基礎的な物性研究の領域で成果を挙げ世界にコンプトン散乱関係の情報、および先駆的な挿入光源の技術開発をはじめ、高エネルギー X 線のビームライン技術に関する情報を発信し続けられたことは大いに誇れることと思います。

#### 6. PF コンプトン散乱グループの今後の取り組み

以上に検証してきましたように、NE1A1 の閉鎖はコンプトン散乱そのものが現在の物性研究に不必要になったのではなく、NE1A1 のコンプトン散乱関係のハードウェアが現在の物性研究にはふさわしいものではなくなってきたからです。常に最先端を開拓していかなければならない責務を負っている PF としては、NE1A1 を現在でも十

分に競争力のある分野に活用し、またその様にすることによって PF および PF-AR 全体として最適化する努力が必要と考えます。一方、ユーザーとしての PF コンプトン散乱グループは、別項にありますように、将来光源 (ERL) のビームを念頭に、コンプトン散乱 (より広く非弾性散乱) を微小試料、極端条件下、あるいは励起状態などの物性研究に貢献できる手法とするために、新しい視点からグループを再構築し、ERL の利用に関して斬新な提案ができるように活動することが決まっています。新しいグループが、新しいサイエンスを切り開く原動力として活動して下さることを強く期待します。

謝辞：高強度・高エネルギー X 線の利用を世界に先駆けて実現することができたのは、初代施設長の高良先生が当時の西川所長、堀越主幹、木村主幹に将来 PF-AR で放射光利用が出来るように措置をして欲しい旨申し入れられたことに遡れます。その後、佐々木先生、千川先生、岩崎先生、さらには「入射蓄積リングを用いた大強度放射光実験設備」の全体総責任者であった安藤先生、その他大勢の先輩方のご尽力によって PF-AR の放射光利用は実現したものです。PF 建設の初期から放射光利用の長期的戦略のもとに PF-AR の放射光利用を確保されておられた諸先輩方に深い敬意を表します。また、EMPW を開発された山本先生と北村先生、放射光利用のために多大なご協力を頂いた加速器の方々、光源系の方々、技術職員の方々に深甚の謝意を表します。



## 平成 20 年度前期 フォトン・ファクトリー研究会の募集

放射光科学研究施設長 若槻壮市

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 20 年 4 月～平成 20 年 9 月
2. 応募締切日 平成 19 年 12 月 21 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（A4 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。

## 平成 20 年度前期 共同利用実験課題公募について

実験企画調整担当 小林 克己  
宇佐美徳子

上記公募締切が下記のようになっております。

S2 型, G 型, P 型課題 平成 19 年 11 月 2 日（金）

P 型（予備実験・初心者実験）の申請に当たっては、実験ステーション担当者と技術的なことについて緊密に打ち合わせて下さい。

課題申請はワード文書または PDF 形式の書類をメール添付で受け付けます（課題責任者の印またはサインは不要）。外国からの申請でコンタクトパーソンが記載されていた場合は、事務方からコンタクトパーソンに連絡を取り、承諾の確認を行います。また、申請書の受理通知もメールで送られるようになります。課題申請書の提出は、proposal@mail.kek.jp へお願いします。

放射光共同利用実験応募資料は PF ホームページ「放射光共同利用実験申請要領（[http://pfwww.kek.jp/users\\_info/pac\\_application/](http://pfwww.kek.jp/users_info/pac_application/)）を御覧下さい。

不明な点は下記までお問い合わせ下さい。

研究協力課共同利用係

Tel: 029-864-5126 Fax: 029-864-4602

Email:kyodo1@mail.kek.jp

実験企画調整担当者 小林 克己

Email: katsumi.kobayashi@kek.jp

## 先端研究施設共用イノベーション創出事業

物質科学第一研究系 野村 昌治

PF は標記事業の産業戦略利用の第 2 回に応募していましたが、6 月末に課題の採択の連絡を受けました。この事業の目的、性格については文科省の記事を参考に、以下に示しますが、共同利用にも影響が想定されますので、案内します。

### 1. 事業の概要

「先端研究施設共用イノベーション創出事業」は、大学、独立行政法人等の研究機関が有する先端的な研究施設・機器の共用を進め、イノベーションにつながる成果を創出するために、平成 19 年度から文部科学省が新たに開始する委託事業です。本事業を通じて、産学官の研究者による戦略的かつ効率的な研究開発や、研究機関や研究分野を越えた横断的な研究開発活動を推進することにより、継続的に産学官の知の融合によるイノベーションを加速していくことを目指します。

## 2. 事業の構成

本事業は、【産業戦略利用】及び【ナノテクノロジー・ネットワーク】の2つのプログラムによって構成されます。このうち、【産業戦略利用】については、分野を限らず、産業利用のポテンシャルが高い先端研究施設を採択し、産業界への共用を通じてイノベーションを創出することを目的として、産業界利用や産学官の共同研究利用による具体的な技術課題の解決のための研究環境を提供します。採択された施設を有する機関に対しては、施設共用の運転実施に係る経費や民間企業が利用しやすい支援体制を構築するための経費が支援されます。

国の予算で支援されるため、研究成果については公開が原則ですが、特許取得等の理由により、所要の手続きを経て、公開を最大2年延期することが出来ます。事業期間は最長5年で、2年経過後に中間評価を受けます。

## 3. PFの提案

本事業は戦略分野を中心に新規利用拡大も図る構造となっており、PFとしては、主に蛍光X線分析、XAFS、イメージングを核に下記の四戦略分野での研究を推進するとともに、上記以外の分野を含めて新規利用拡大を図ります。

- ・放射光によるエネルギーイノベーション
- ・放射光による材料創成イノベーション
- ・放射光による環境イノベーション
- ・放射光X線を用いたイメージングによるイノベーション

但し、構造生物分野は既に産業利用システムが一定程度確立していること、本事業で求める成果公開に合わないため対象外としています。また、所外機関の管理するビームライン、協力ビームラインについても支援体制を構築することが容易でないため、当面は対象としていません。

現在、2007年度の配分予算に対応して下記のような事業計画を予定しています。

- ・産業利用推進室（仮称）を設け、共用促進リエゾン、施設共用技術指導研究員 数名を配置。
- ・5～10課題程度で、800時間程度の供用を予定（延べ運転時間の0.5%）。
- ・本事業に対応する課題審査委員会を設け、年2回の募集。可能な限り随時受け付け（留保ビームタイム等の活用）。
- ・講演会、講習、啓蒙活動。

秋期のビームタイムに間に合うように課題選定をすることは時間的に無理ですので、対応可能な所から、留保ビームタイムを活用してスタートしていく予定です。

## 4. 共同利用への効果

諸外国の放射光施設ではビームライン当たり2～4名のビームラインサイエンティストが配置されていますが、PFでは平均0.5人です。このため、自力で実験を出来る人しかPFを利用出来ないのが実状です。多少なりとも増加した要員が産業利用の機器類、実験法の整備を進めることで、共同利用にもポジティブな効果が出ることを期待しています。

先にも記したように本事業の運転実施に関わる経費は支援されます。また、大学院で身に付けた放射光利用技術が就職しても活用出来ることは人材の流動化にも貢献すると期待されます。

文科省としても新しい試みのため、まだまだ流動的な面もありますが、ご理解の程をお願い申し上げます。

## 平成19年度防災・防火訓練のお知らせ

平成19年度の本機構の防災・防火訓練実施日が以下のとおり決まりましたので、お知らせします。

日時 11月7日（水）午後（小雨決行）

防災訓練には、スタッフのほかにユーザーの方々にも参加していただくことになります。防災訓練はおよそ30分ほどが予定されています。この間、MBSが閉じられ放射光利用実験ができませんが、当日PFで共同利用実験に参加されていたりしゃる方はご協力をお願いします。

防火訓練は、ここ数年は担当部署で行うのが通例となっていますが、今年度はPFスタッフも全員ではありませんが、参加することになることも予想されます。詳細は9-10月に予定されている機構の第2回防災・防火専門部会で決まる予定です。

## 出張旅費の支給枠の変更について

共同利用 旅費管理担当 小林 克己

PFは全国共同利用を掲げ、共同利用者には予算の範囲内で出張旅費を支給しております。今年度は宿泊施設利用料金の値上げとそれに連動した宿泊料支給額値上げの影響のために、2007年度春期の旅費の執行が予想を超過している事が判明しました。旅費を支給する事は機構からの距離の差を埋める手段であり、少しでも多くの件数を確保する必要があります。このような状況から、10月以降の利用実験に来所する方へのビームタイムの長さによる旅費の支給制限を以下のように改訂させていただきます。また、宿舎を利用した時の宿泊料支給額を、教員の場合、2000円（春より1000円減額）、院生の場合、1600円（同じく800円減額）とさせていただきます。何卒ご理解下さい。

24時間まで	1人
96時間まで	2人
96時間を超える	3人

共同利用実験者の方々におかれましても、科研費等を活用頂くようお願いいたします。ご理解とご協力の程、よろしくお願い申し上げます。



## KEK 一般公開のお知らせ

一般公開実行委員 放射光科学第二研究系 平野 馨一  
放射光源研究系 原田健太郎

今年の KEK 一般公開は、9 月 2 日（日）に開催されます。機構内の多くの施設が公開される予定であり、PF では、PF コントロール室、リング内、PF 実験ホールの一部、PF-AR NW 実験ホールを公開する予定です。KEK 内のそれぞれの場所でそれぞれの担当者が工夫をこらして、加速器、実験機器、研究成果の展示や科学おもちゃの展示、実演などを行う予定です。小さいお子さんから一般の方まで楽しめるような企画が盛りだくさんですので、放射光ユーザーの皆様も、普段とは異なる KEK を楽しんでいただけたらと思います。

ご家族、ご友人お誘い合わせのうえ、KEK 一般公開にお越しいただきますよう職員一同心よりお待ち申し上げます。つくばセンター（つくばエクスプレス「つくば駅」下車すぐ）と KEK の間は当日無料送迎バスが運行されます。また、機構内の移動には無料巡回バスが運行されます。

KEK 一般公開に関する詳細は、<http://openhouse.kek.jp/>をご参照ください。

1. 日時 2007 年 9 月 2 日（日）9:00～16:30
2. 公開施設等  
コッククロフト・ウォルトン静電型加速器、電子陽電

子入射器棟、フォトンファクトリーリング・実験ホール、B ファクトリー加速器、B ファクトリー筑波実験棟・展示室、アッセンブリーホール、STF 棟（超伝導 RF 試験開発）、放射線科学センター、計算科学センター、機械工学センター、超伝導低温工学センター、常設展示ホール「KEK コミュニケーションプラザ」（公開施設は変更になる場合があります。）

3. 展示等  
国際共同実験、理論コーナー、総研大コーナー、国際交流コーナー、ERL 計画、短寿命核ビーム実験 TRIAC コーナー、大強度陽子加速器施設 J-PARC、ハドロン実験、T2K ニュートリノ振動実験、中性子・ミュオン研究施設、史料室展示「加速器の歴史」、誘導加速シンクロトロンの開発
4. 講演  
11:00-12:00 「物質の起源」齊藤直人（KEK 教授）  
14:00-15:00 「"もの" の不思議を探る」澤博（KEK 教授）
5. その他の主な企画
  - おもしろ物理教室「デジタル温度計を使って、液体窒素から沸騰水までの温度を測ってみよう！」
  - ラジオを作ってみよう
  - 科学おもちゃであそぼう！
  - 声はどれだけ遠くまで届くか？
  - 紙飛行機を作って滞空時間に挑戦しよう！

## 予 定 一 覧

### 2007 年

8 月 27 日～28 日	PF 研究会「マイクロビーム細胞照射装置を用いた放射線に対する細胞応答に関するワークショップ」
9 月 2 日	KEK 一般公開
9 月 6 日～7 日	平成 19 年度 PF 懇談会放射光利用基礎講習会
10 月 2 日	PF 平成 19 年度第二期ユーザー運転開始
10 月 3 日	PF-AR 平成 19 年度第二期ユーザー運転開始
11 月 2 日	平成 20 年度前期共同利用実験課題（S 型、G 型、P 型）申請締切
11 月 7 日	防災・防火訓練
11 月 8 日～9 日	PF 研究会「放射光高圧研究における実験技術の新展開」
12 月 17 日	PF、PF-AR 平成 18 年度第二期ユーザー運転終了
12 月 21 日	平成 19 年度前期フォトン・ファクトリー研究会公募締切

### 2008 年

1 月 12 日～14 日	第 21 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
1 月 22 日	PF 平成 19 年度第三期ユーザー運転開始
1 月 29 日	PF-AR 平成 19 年度第三期ユーザー運転開始
2 月 29 日	PF 平成 19 年度第三期ユーザー運転終了
3 月 10 日	PF-AR 平成 19 年度第三期ユーザー運転終了

最新情報は <http://pfwww.kek.jp/spice/getschtxt> でご覧下さい。

平成19年7月31日

関係機関の長  
殿  
関係各位

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所長 下村理(公印省略)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所教員公募について(依頼)

本機構では、下記のとおり教員を公募いたしますので、貴関係各位に御周知いただき、適任者の推薦または応募をお願いいたします。

記

公募番号 物構研07-2

## 1 公募人員

教授 1名(任期なし)

本機構の教員の職名は、教授、准教授、講師、研究機関講師及び助教であるが、機構の性格から、大学における講座制とは異なる運営が行われる。また、本機構の教員の定年は63歳である。

## 2 研究(職務)内容

放射光科学研究施設に所属し、先端技術・基盤整備・安全グループのリーダーとして指導的役割を担う。このグループでは、既存光源の性能を最大限引き出すための技術開発を行うとともに、将来光源の活用へ向けた先端技術の開発を行い、放射光利用研究の技術的基盤を整備する。また放射光科学研究施設で進めているビームライン整備計画の全体調整業務、放射光利用実験に関する安全管理に当たる。

これらの職務の他、本人の研究領域に関連する新しい研究手法や実験装置の開発等およびこれらを用いた放射光利用研究に関しても指導的役割を果たし、共同利用を推進する。

## 3 公募締切

平成19年9月21日(金)(必着)

## 4 着任時期

採用決定後できるだけ早い時期

## 5 選考方法

書類選考及び必要に応じて面接選考とする。

## 6 提出書類

(1) 履 歴 書 ----- 通常の履歴事項の後に、①応募する公募番号(2件以上応募の場合はその順位)及び、②可能な着任時期を明記すること。また、電子メールアドレスがある場合は明記すること。

(2) 研究歴および本公募に関連する業務歴

(3) 発表論文リスト ----- 和文と英文は別葉とすること。

(4) 着任後の抱負(公募内容全般に対するものであること)

(5) 論 文 別 刷 ----- 主要なもの5編以内

(6) その他参考資料(外部資金獲得状況、国際会議招待講演、受賞歴等)

(7) 本人に関する推薦書または参考意見書

上記の書類は、履歴書用紙を除き、すべてA4判横書きとし、各葉に氏名を記入すること。なお、2件以上応募の場合は、提出書類を別々に用意すること。

また、審査前に辞退があった場合以外の提出書類の返送は致しません。

## 7 書類送付

送付先 〒305-0801

茨城県つくば市大穂1-1

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

総務部人事労務課任用係

封筒の表に「教員公募関係」「公募番号」を朱書きし、郵送の場合は書留とすること。

## 8 問い合わせ先

(1) 研究内容等について

研究主幹 野村 昌治(放射光科学第一研究系) TEL 029-864-5633(ダイヤル)

(2) 提出書類について

総務部人事労務課任用係 TEL 029-864-5118(ダイヤル)

平成19年7月30日

関係機関の長  
殿  
関係各位

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所長 下村理 (公印省略)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所教員公募について (依頼)

本機構では、下記のとおり教員を公募いたしますので、貴関係各位に御周知いただき、適任者の推薦または応募をお願いいたします。

## 記

公募番号 物構研07-3

- 1 公募人員  
准教授 1名 (任期なし)  
本機構の教員の職名は、教授、准教授、講師、研究機関講師及び助教であるが、機構の性格から、大学における講座制とは異なる運営が行われる。また、本機構の教員の定年は63歳である。
- 2 研究(職務)内容  
物質構造科学研究所、放射光科学研究施設、放射光源研究系においてビームインストゥルメンテーショングループに属し、放射光源加速器のビーム診断装置、加速器制御の分野における研究開発で中核的役割を担うとともに、運転・維持・改良に従事する。また、本研究機構が進める将来計画に必要な加速器科学技術の開拓的研究を行う。
- 3 公募締切  
平成19年9月21日(金)(必)
- 4 着任時期  
採用決定後できるだけ早い時期
- 5 選考方法  
書類選考及び必要に応じて面接選考とする。
- 6 提出書類  
(1) 履歴書 ----- 通常の履歴事項の後に、①応募する公募番号(2件以上応募の場合はその順位)及び、②可能な着任時期を明記すること。また、電子メールアドレスがある場合は明記すること。  
(2) 研究歴  
(3) 着任後の抱負  
(4) 発表論文リスト ----- 和文と英文は別葉とすること。  
(5) 論文別刷 ----- 主要なもの5編以内  
(6) 本人に関する推薦書または参考意見書  
  
上記の書類は、履歴書用紙を除き、すべてA4判横書きとし、各葉に氏名を記入すること。なお、2件以上応募の場合は、提出書類を別々に用意すること。  
また、審査前に辞退があった場合以外の提出書類の返送は致しません。
- 7 書類送付  
送付先 〒305-0801  
茨城県つくば市大穂1-1  
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構  
総務部人事労務課任用係  
封筒の表に「教員公募関係」「公募番号」を朱書きし、郵送の場合は書留とすること。
- 8 問い合わせ先  
(1) 研究内容等について  
研究主幹 春日 俊夫(放射光源研究系) TEL 029-864-5632 (ダイヤル)  
(2) 提出書類について  
総務部人事労務課任用係 TEL 029-864-5118 (ダイヤル)



# 運転スケジュール (Sep. ~ Dec. 2007)

**E** : ユーザー実験    **B** : ボーナスタイム  
**B\*** : ボーナスタイム(2007年度後期のみ)  
**M** : マシンスタディ    **T** : 立ち上げ  
**MA** : メンテナンス    **SB** : シングルバンチ

9月		PF	PF-AR	10月		PF	PF-AR	11月		PF	PF-AR	12月		PF	PF-AR
1(土)				1(月)	T/M	T/M		1(木)				1(土)			
2(日)				2(火)	B			2(金)				2(日)	E	E	
3(月)				3(水)				3(土)	E	E		3(月)	M	M	
4(火)				4(木)				4(日)				4(火)	B	B	
5(水)				5(金)				5(月)	B*	MA/M		5(水)			
6(木)				6(土)	E	E		6(火)	B	B		6(木)			
7(金)				7(日)				7(水)				7(金)	E	E	
8(土)				8(月)				8(木)				8(土)			
9(日)				9(火)	B	B		9(金)				9(日)			
10(月)				10(水)				10(土)	E	E		10(月)	M	M	
11(火)				11(木)				11(日)				11(火)	B	B	
12(水)	STOP	STOP		12(金)	E	E		12(月)	M	B*		12(水)	(3GeV)		
13(木)				13(土)				13(火)	B	B		13(木)			
14(金)				14(日)				14(水)				14(金)	E	E	
15(土)				15(月)	M	B*		15(木)				15(土)	(3GeV)		
16(日)				16(火)	B	B		16(金)	E	E		16(日)			
17(月)				17(水)				17(土)				17(月)			
18(火)				18(木)				18(日)				18(火)			
19(水)				19(金)	E	E		19(月)	B*	M		19(水)			
20(木)				20(土)				20(火)	B	B		20(木)			
21(金)				21(日)				21(水)				21(金)			
22(土)				22(月)	B*	M		22(木)				22(土)			
23(日)				23(火)	B	B		23(金)	E	E		23(日)			
24(月)				24(水)				24(土)				24(月)			
25(火)				25(木)				25(日)				25(火)	STOP	STOP	
26(水)				26(金)	E	E		26(月)	MA/M	B*		26(水)			
27(木)	T/M			27(土)				27(火)	B	B		27(木)			
28(金)				28(日)				28(水)				28(金)			
29(土)		T/M		29(月)	MA/M	B*		29(木)	E	E		29(土)			
30(日)				30(火)	B	B		30(金)				30(日)			
				31(水)	E	E						31(月)			

スケジュールは変更されることがありますので、最新情報はPFホームページ(<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>)の「PFの運転状況／長期スケジュール」(<http://pfwww.kek.jp/unten/titlej.html>)をご覧ください。

## 最近の研究から

### 軟X線実験室顕微鏡用の多層膜結像鏡開発

原田哲男, 羽多野忠, 山本正樹  
東北大学 多元物質科学研究所

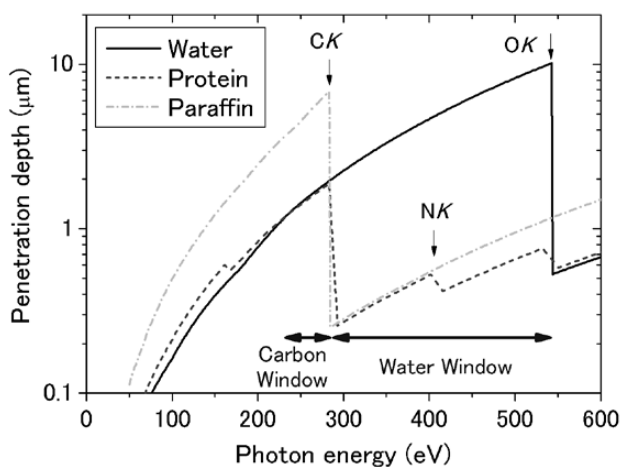
### Development of Multilayer Imaging Mirrors for a Laboratory Soft X-ray Microscope

Tetsuo HARADA, Tadashi HATANNO, Masaki YAMAMOTO  
Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University

#### 1. はじめに

我々の利用している BL-12A の軟X線光学素子評価装置 [1] は実験ホール入口を入ってすぐの左側にある大きな四角いチャンバーである。大きなチャンバーが総アルミ製で全体を回転させることができる特徴があり、 $p$  偏光特性と  $s$  偏光特性どちらも評価できる。我々はその形状から「弁当箱」と呼んでいる。本稿ではこの「弁当箱」を用いた、開発中の波長 13 nm 用の Mo/Si 多層膜結像鏡の精密評価について紹介する。具体的には 4 枚の球面基板へ多層膜を周期制御成膜し、「弁当箱」で軟X線直入射反射スペクトルを測定して、この 4 枚からなる光学系のスルーットを評価する。

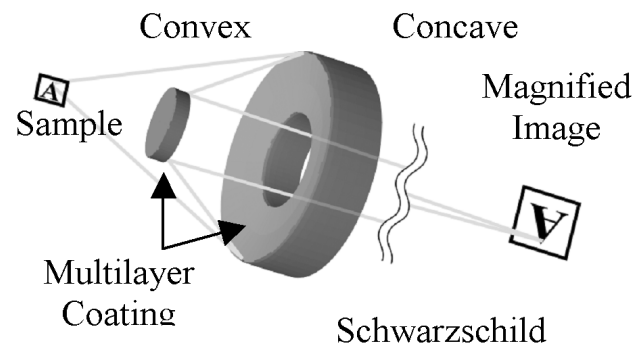
本稿における軟X線とは波長 1~20 nm で光子エネルギーは 50 eV~1 keV の光であり、この領域にはシリコン  $L$  吸収端 (99 eV), 炭素  $K$  吸収端 (284 eV) や酸素  $K$  吸収端 (543 eV) など軽元素の内殻吸収端が多く存在する。軟X線を用いた顕微鏡では可視光より波長が短いため高分解能で、かつ元素コントラストのついた顕微像を得ることができる。Fig. 1 に示すように酸素  $K$  吸収端と炭素  $K$  吸収端の間の領域は「水の窓 (Water Window)」領域と呼ばれ、水



**Figure 1** Penetration depth of Water and Protein, Paraffin. Soft X-ray microscopy in the water window region (280 - 540 eV) and the carbon window region (240 - 280 eV) is attractive technique for high-resolution biological imaging with natural absorption contrast.

が透明で炭素の吸収コントラストが得られるので生体試料観察に適している [2]。また生体試料の主成分である炭素が透明となる炭素  $K$  吸収端より低エネルギーの領域は「炭素の窓 (Carbon Window)」と呼ばれ、大きな生体試料でも測定できる新たな領域として近年提案されている [3]。

軟X線領域の結像光学素子は数種類あるが、物質の吸収が大きく屈折率も 1 に近いので屈折光学素子は難しい。回折を利用する結像光学素子として Fresnel Zone Plate, 斜入射での全反射を利用する Wolter Mirror [4] や、多層膜での直入射反射を利用する多層膜反射鏡がある。軟X線領域でのバルクの直入射反射率は 0.1% 以下であるが、多層膜では各界面からの反射光成分の強め合いの干渉により、特定の波長に対して高い反射率が得られる。本稿で取り扱う多層膜凹面鏡と多層膜凸面鏡から成る Schwarzschild 結像系を Fig. 2 に示した。多層膜を利用することで直入射光学系が構築でき、光の取り込み角 (NA) が大きく明るい高分解能な光学系を実現できる。明るい光学系は点光源であるレーザー生成プラズマなどの軟X線実験室光源と相性が良い。我々はレーザー生成プラズマ実験室光源と多層膜球面鏡による Schwarzschild 結像系からなる軟X線実験室顕微鏡を開発中であり、有機と無機など多様な物質群の組み合わせによる多元物質を試料に、すべての物質構成元素に対して空間分解能 25 nm (ハーフピッチ) の元素コントラスト画像を得ることを目的としている。現在、



**Figure 2** Schematic illustration of soft X-ray microscopy with Schwarzschild objective. The mirrors are coated with soft X-ray multilayer.

軟X線顕微鏡での最高空間分解能は放射光と Fresnel Zone Plate の組み合わせで 15 nm (ハーフピッチ) である [5] が, Schwarzschild 結像系では球面基板の反射波面測定と補正が可能であり, 実験室規模でもより高い空間分解能を目指すことができる。「弁当箱」で評価した多層膜球面鏡は我々の軟X線顕微鏡の心臓部である Schwarzschild 結像系用の凹面鏡と凸面鏡と, 照明系用の2枚の凹面鏡である。

2. 軟X線多層膜と波長マッチング

軟X線多層膜で高反射率を得るには各界面での反射率を大きくし, 強め合いの条件に寄与する層数を増やすことが重要である。よって, 多層膜の物質対には屈折率の差が大きく吸収の小さい物質を選び, なるべく界面粗さ(拡散層厚さも含む)を抑えながら等周期で積層する。現在得られているの各軟X線波長域での最高ピーク反射率は, 波長 3.1 nm の水の窓領域において Cr/Sc 多層膜で 32% [6], 炭素の窓領域の波長 4.6 nm において Co/C 多層膜で 15% [7], 波長 13.5 nm において Mo/Si 多層膜で 70% [8] となっている。特に Mo/Si 多層膜は高い反射率が得られるため次世代リソグラフィ技術である EUV リソグラフィ用の結像鏡として精力的に開発されている。我々は現在開発中の軟X線顕微鏡用多層膜として開発実績のある Mo/Si 多層膜を採用し, この Mo/Si 多層膜の精密制御成膜を通して将来開発予定の炭素の窓軟X線顕微鏡における多層膜成膜の基礎技術を開発することを目指した。

軟X線顕微鏡用の実験室光源は放射光と比較すると輝度が低いため, 多層膜光学系は反射する光子数が多く明るい必要がある。多層膜はある波長帯域の軟X線を反射するため, 反射する光子数を増やすにはピーク反射率だけでなく反射のバンド幅も考慮する必要がある。そこで本稿では反射率を波長で積分した積分反射率を用いて多層膜の性能を評価する。積分反射率は横軸波長のグラフにおいて反射スペクトルで囲まれた面積と定義される。開発中の顕微鏡は照明光学系に2枚の多層膜凹面鏡,

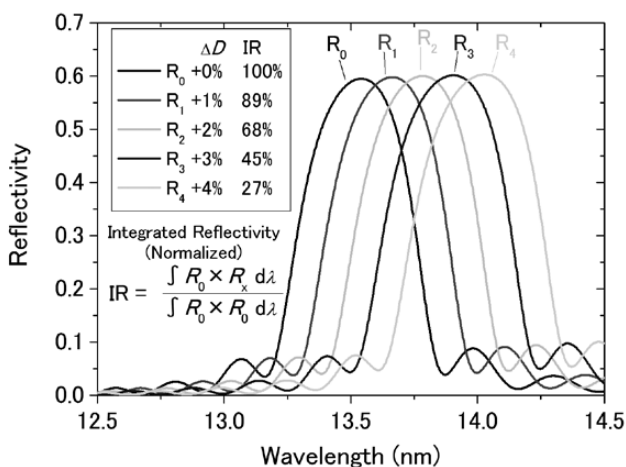


Figure 3 Calculated reflectivity ( $R_0 - R_4$ ) of Mo/Si multilayers with varied period thickness (0 - 4%). Period thickness  $D$  7.0 nm, period thickness ratio  $\gamma (= d_{Mo}/(d_{Si} + d_{Mo}))$  0.4, period number  $N$  40, roughness  $\sigma$  1.0 nm.

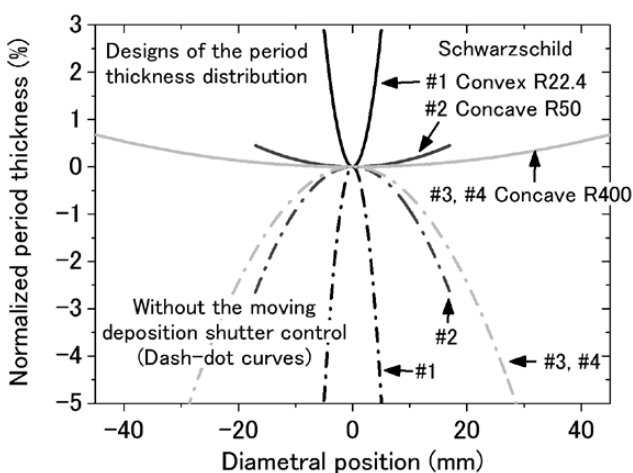
Schwarzschild 結像光学系には凹面と凸面の2枚の多層膜球面鏡を用いるため, 光源からの軟X線は4回多層膜で反射され検出器上に結像する。このように複数枚の多層膜鏡からなる光学系の場合, 反射スペクトルを掛け合わせた後の積分反射率で評価する必要がある, 各々の多層膜の反射波長帯域がずれるとその積分反射率は減少する。そのため多層膜1枚の積分反射率を上げるだけでなく, 周期長を制御し反射ピーク波長をそろえる波長マッチングも重要となる。多層膜2枚での反射ピーク波長ずれによる積分反射率の低下を評価するため, 例として Fig. 3 に入射角  $5^\circ$  での Mo/Si 多層膜 (周期長  $D$  7.0 nm, 膜厚比  $\gamma (= d_{Mo}/(d_{Si} + d_{Mo}))$  0.4, 周期数  $N$  40, 界面粗さ  $\sigma$  1.0 nm) の反射スペクトル計算値 ( $R_0$ ) と, 周期長が 1~4% ずれた場合の反射スペクトル計算値 ( $R_1 \sim R_4$ ) を示した。Fig. 3 に掛け合わせた反射スペクトル  $R_0 \times (R_0 \sim R_4)$  で計算した積分反射率も示した。ただし, 積分反射率は周期長がずれていない理想値の  $R_0 \times R_0$  を 100% とした規格化積分反射率で示している。Mo/Si 多層膜の反射バンド幅は  $\pm 2\%$  弱であるが, 周期長が 3% ずれると2枚での積分反射率は半分以下と大幅に低下する。開発予定である炭素の窓 Co/C 多層膜の反射バンド幅は  $\pm 0.3\%$  程度とさらに狭く, Mo/Si 多層膜より 10 倍程度厳しい波長マッチング精度が要求される。

Table 1 の #1~#4 に我々の軟X線顕微鏡用の球面基板形状と入射角分布の一覧を示した。Schwarzschild 結像系基板への入射角は光軸中心付近では直入射に近いが, 周辺部では直入射角で最大  $13^\circ$  にもなる。全面で波長マッチングするには入射角に応じた周期長分布も必要となる。現在開発が進んでいる EUV リソグラフィは低倍の結像系であるため平面に近い基板を使用するが, 我々の Schwarzschild 結像系の倍率は 50 倍であり曲率半径の小さな基板に成膜する必要がある。明るい Schwarzschild 顕微鏡を製作するには, 曲率半径の小さな基板に対しても高精度に周期長分布制御できる汎用な成膜技術が必要となる。Fig. 4 に周期長分布を制御せずに Table 1 の基板 (#1~#4) へ成膜した場合の実測周期長分布 (一点鎖線) と, 入射角分布から要求される設計周期長分布を示した。分布制御なしでは上に凸の周期長分布となるが, 分布制御することで逆の下に凸の形にする必要がある。特に Schwarzschild 結像系用の凸面基板 (#1) は基板径が  $\phi 12$  mm で曲率半径も  $R$  22.4 mm と非常に小さく, こころの形状をしているため難易度が高

Table 1 #1 and #2 are substrates of the Schwarzschild (S.S.) objective; #3 and #4 are the substrates of the illuminator (Ill.) for our soft X-ray microscope. #5 is a substrate for evaluates a controllability of the moving deposition shutter.

No.	Name	Diameter of substrate	Radius of curvature	Angle of incidence
#1	S.S. Convex	$\phi$ 12 mm	$R$ 22.4 mm	$7^\circ \sim 13^\circ$
#2	S.S. Concave	$\phi$ 34 mm	$R$ 50 mm	$3^\circ \sim 5^\circ$
#3, #4	Ill. Concave A, B	$\phi$ 100 mm	$R$ 400 mm	$3^\circ \sim 7^\circ$
#5	Concave	$\phi$ 100 mm	$R$ 300 mm	$1.5^\circ$ (Flat)



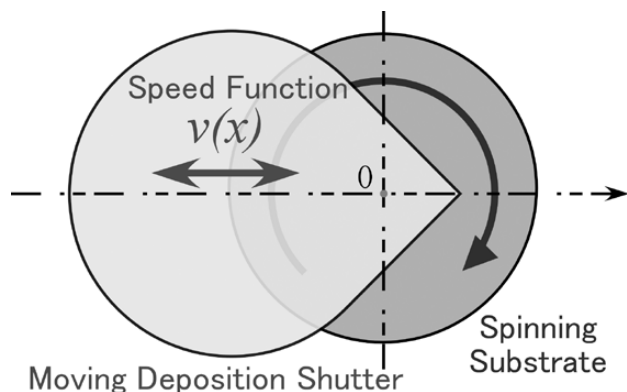


**Figure 4** Design of period thickness distribution for the soft X-ray microscope, and achieved period thickness distributions (dash-dot curves) without the moving deposition shutter at our deposition tool.

い。この小さな基板の周辺部での設計入射角は  $13^\circ$  にもなり、中心部より 2% 以上厚い周期長が必要で分布制御をしない場合からの制御量が非常に大きい。このような高精度な周期長分布制御のためには高精度な周期長分布測定技術が必要とされる。一般に多層膜の周期長評価に用いられる X 線回折では、斜入射測定を利用するため凹面基板には使えず、微小領域の測定は難しい。そこで、直入射かつ微小領域の評価が可能な「弁当箱」で軟 X 線反射スペクトル測定を行い、周期長の絶対値と分布を高精度に導出し、最終的に光学系の積分反射率を評価する。

### 3. Mo/Si 多層膜結像鏡製作

結像鏡用の Mo/Si 多層膜は 2 機の ECR イオンガンを備えたイオンビームスパッタ装置 (TOYAMA MST-4) で成膜した。我々は Fig. 5 に示す速度制御成膜シャッター [9] で周期長分布制御を行う。これは従来用いられてきたターゲットごとに開口の違う固定マスクや基板の公転制御、ターゲット物質の傾き制御などとは違い、我々の成膜装置を特徴づける技術である。具体的には Fig. 5 に示す形状の金属平板シャッターを自転基板直上で直線駆動させ、PC 制御



**Figure 5** The moving deposition shutter for control of period thickness distribution. The shutter moves above a substrate with speed controlled.

した速度関数  $v(x)$  によって基板面に対する開口率を制御する。速度関数を変えることでシャッターを交換せずに様々な周期長分布に対応可能で、再現性の良い成膜ができる。周期長分布の制御量は速度関数で決まるため、大きな周期長分布制御量が必要な基板にも対応可能である。

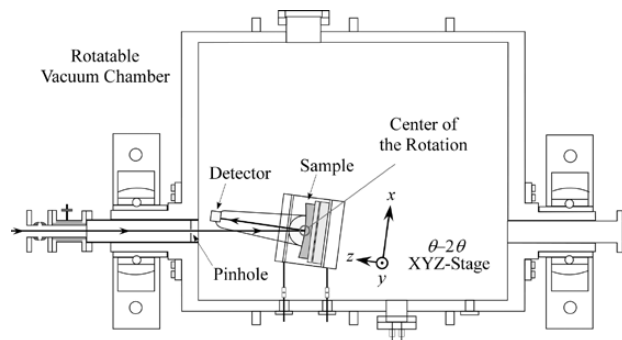
成膜ガスは Ar ガスであり、2.45 GHz のマイクロ波でプラズマ化した Ar イオンを 1000 V の加速電圧で成膜ターゲットに照射する。到達真空度は  $1 \times 10^{-4}$  Pa であり、成膜中の Ar ガス圧は  $1 \times 10^{-2}$  Pa である。

高精度な波長マッチングのため成膜速度の安定化を行った。具体的には交流安定化電源導入によるマイクロ波出力安定化、恒温室使用による温度安定性向上、イオンガンパラメータの最適化を行った。安定化により改善した周期長再現性を評価するため、1 回の成膜が約 3 時間の Mo/Si 多層膜を 2 日間にわたり同条件で 4 回成膜した。X 線回折で周期長を評価し、4 枚の多層膜の周期長再現性で  $\pm 0.4\%$  以内と十分な値を達成できた。また分布制御技術の高精度化のため、擬似球面ホルダー上に並べた平面 Si 基板と X 線回折の組み合わせで曲面基板上の分布を簡便に評価する技術を開発した。

これらの技術を用いて Table 1 の球面基板に Mo/Si 多層膜を成膜した。軟 X 線顕微鏡用の 4 枚の超研磨球面基板 (#1~#4) は Fig. 4 に示した設計周期長分布となるよう分布制御成膜した。また #5 の曲率半径  $R$  300 mm の球面基板は周期長分布制御技術の検証用であり、周期長分布が均一となるよう分布制御成膜した。

### 4. 実験と結果

測定に使用した軟 X 線光学素子評価装置である「弁当箱」の内部を Fig. 6 に示す。分光器で単色化された放射光を  $\phi 1$  mm の入射ピンホールで整形し、測定試料に照射し反射光を検出器で評価する。試料ステージは回転駆動  $\theta$  に加え、XYZ の 3 方向にも駆動できる。基板の X, Z,  $\theta$  を調整し、球面基板各部の半径方向の反射スペクトル分布を測定する。具体的には反射点と反射方向、つまり入射光が試料にあたる点と検出器の位置を固定し、測定球面基板の曲率中心を軸として回転させる。半径方向である X 軸の最大駆動距離は  $\pm 50$  mm と大きく、外径が  $\phi 100$  mm の



**Figure 6** Cross-sectional view of "Bento", that is apparatus for soft X-ray optical elements at Photon Factory BL-12A.

球面基板も測定できる。検出器には電子増倍管（浜松ホトニクス R515）もしくは軟X線用フォトダイオード（IRD SXUV-100 Si/Zr）を使用する。電子増倍管では直入射角 5°、フォトダイオードでは直入射角 2°まで測定できる。フォトダイオードの受光面（10 mm 角）の感度不均一性は 1% 以下であり、反射率の測定再現性は ± 1% 以下が得られた。また波長 13 nm における信号強度は直接フォトダイオードに照射した場合で ~ 1 nA、バックグラウンドは ~ 0.1 pA 程度と十分な S/N が得られた。

Fig. 7 に全面で周期長分布が均一となるように制御して Mo/Si 多層膜を成膜した、曲率半径 R300 mm 基板（#5）の反射スペクトル位置依存性を示す。φ100 mm の全面に渡って反射スペクトルが良く一致している。反射スペクトルのメインピークとサイドピークより周期長を導出 [10] したところ、周期長ばらつきは ± 0.15% 以内であった。このような曲率半径が大きく周期長分布勾配の緩い基板に対しては、非常に高精度に成膜できる分布制御技術を開発できた。

同様に顕微鏡用球面基板（#1~#4）の周期長分布の設計値（反射ピーク波長 13.5 nm）からのずれを評価した。各基板の実際の反射スペクトルを Fig. 8 に示す。各基板面内

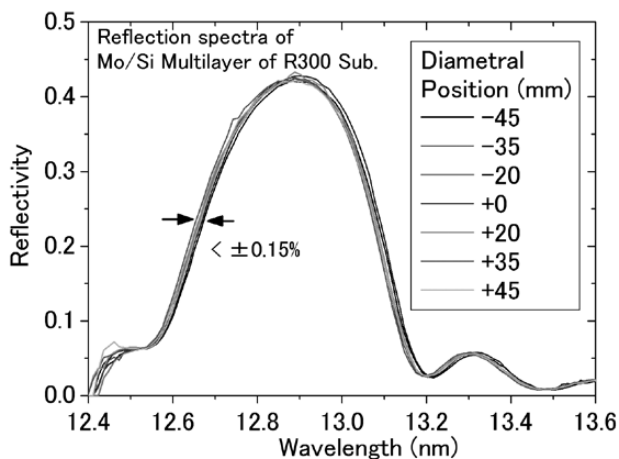


Figure 7 Reflection spectra of Mo/Si multilayer on the R300 concave substrate (#1).

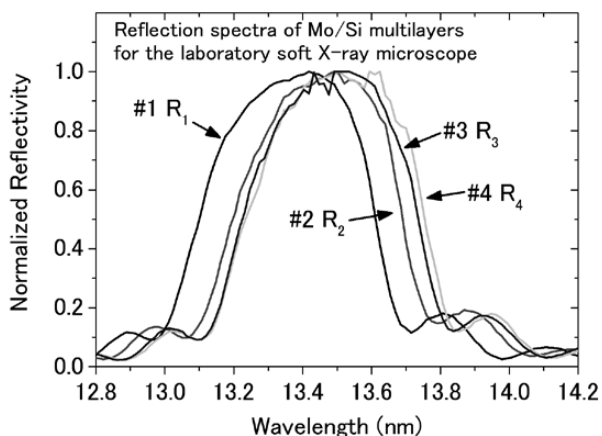


Figure 8 Reflection spectrum of the multilayer imaging mirrors for our soft X-ray microscope.

における周期長分布誤差は ± 0.3% 以下となり、4 枚の基板全面での誤差は ± 0.6% 以下と高精度に周期長を制御できた。反射率の絶対値に関しては同時に成膜した Si ウェハで評価を行っており、60%程度であった。光学系の積分反射率を 4 枚の多層膜の反射スペクトル積 (Fig. 8 の  $R_1 \times R_2 \times R_3 \times R_4$ ) で評価し、86% と十分な値が得られた。ただし、#2 の多層膜反射スペクトルを 4 乗した値 ( $R_2^4$ ) を 100% の理想的な場合として規格化している。曲率半径が小さい凸面基板（#1）以外は、炭素の窓領域多層膜に適応可能なほど十分な波長マッチング精度が達成できており、今後は凸面基板の制御性向上が課題である。

## 5. まとめ

本稿では Schwarzschild 結像系を用いた軟 X 線顕微鏡の心臓部である多層膜結像鏡の多層膜成膜技術と評価技術について紹介した。我々の顕微鏡に用いる 4 枚の球面基板に Mo/Si 多層膜を分布制御成膜し、BL-12A の軟 X 線光学素子評価装置で軟 X 線直入射反射スペクトル分布を測定した。4 枚の基板全面での波長マッチング精度は ± 0.6% 以内であり、規格化積分反射率で 86% と十分な値が得られた。将来的には生体試料測定に適した炭素の窓顕微鏡に用いる多層膜結像鏡の製作・評価技術を開発する。

## 引用文献

- [1] Shichiro Mitani, Takeshi Namioka, Mihiro Yanagihara, Kojun Yamashita, Junji Fujita, Shigeru Morita, Tatsuo Harada, Taizo Sasaki, Shigeru Sato, Tsuneaki Miyahara, Tsuneharu Koike, Akira Mikuni, Wataru Okamoto and Hideki Maezawa, Rev. Sci. Instrum., **60**, 2216 (1989).
- [2] 例えば Janos Kirz, Chris Jacobsen and Malcolm Howells, Q. Rev. Biophys., **28**, 33 (1995).
- [3] I.A. Artyukov, A. V. Vinogradov, Yu. S. Kas'yanov and S. V. Savel'ev, Quantum Electronics, **34**, 691 (2004).
- [4] Taro Ogata, Kiyotoshi Iimura, Sadao Aoki, Yasuji Yoshidomi, Osamu Mitomi and Kuminori Shinada, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom., **80**, 357 (1996).
- [5] Weilun Chao, Bruce D. Harteneck, J. Alexander Liddle, Erik H. Anderson and David T. Attwood, nature, **435**, 1210 (2005).
- [6] E. M. Gullikson, F. Salmassi, A. L. Aquila, and F. Dollar, The Eighth, International Conference on The Physics of X-Ray Multilayer Structures, Sapporo, Japan, March 2006, Abstract No. S8 O4.
- [7] Igor A. Artyukov, Yegor Bugayev, Oleksandr Yu. Devizenko, Ruslan M. Feschenko, Yuri S. Kasyanov, Valeri V. Kondratenko, Svetlana A. Romanova, Sergei V. Saveliev, Franz Schäfers, Torsten Feigl, Yuri A. Uspenski and Alexander V. Vinogradov, SPIE Proc., **5919**, 59190E (2005).
- [8] Saša Bajt, Jennifer B. Alameda, Troy W. Barbee Jr., W. Miles Clift, James A. Folta, Ben Kaufmann and Eberhard

A. Spiller, Opt. Eng. **41**, 1797 (2002).

- [9] T. Hatano, H. Umetsu and M. Yamamoto, JSPE Publication Series, **3**, 292 (1999).
- [10] T. Hatano, S. Kubota, Y. Adachi, T. Tsuru and M. Yamamoto, AIP, Proc 8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation **705**, 839-842 (2004).

(原稿受付：2007年6月26日)

**著者紹介**

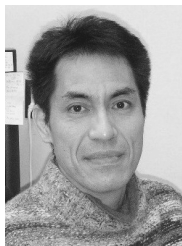
原田 哲男 Tetsuo HARADA



東北大学多元物質科学研究所 研究支援者  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1  
TEL: 022-217-5107  
FAX: 022-217-5389  
e-mail: t-harada@tagen.tohoku.ac.jp

略歴：2007年東北大学工学研究科博士課程終了。2007年東北大学多元物質科学研究所研究支援者。最近の研究：軟X線多層膜成膜技術と軟X線実験室干渉計の開発。  
趣味：テトリス。

羽多野 忠 Tadashi HATANO



東北大学多元物質科学研究所 助教  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1  
TEL: 022-217-5330  
FAX: 022-217-5389  
e-mail: hatano@tagen.tohoku.ac.jp

略歴：1993年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。1994年PF非常勤研究員。1998年東北大学科学計測研究所助手。最近の研究：軟X線多層膜の成膜制御と軟X線分光反射率計測。  
趣味：UFO キャッチャー。

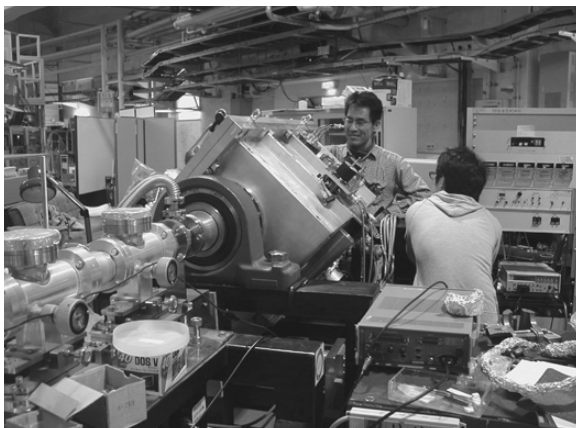
山本 正樹 Masaki YAMAMOTO



東北大学多元物質科学研究所 教授  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1  
TEL: 022-217-5388  
FAX: 022-217-5389  
e-mail: yamamoto@tagen.tohoku.ac.jp

略歴：1974年学習院大学大学院自然科学研究所博士課程単位取得退学，理学博士(学習院大学)。1974年学習院大学理学部助手(無給)。1975年英国ヨーク大学理学部リサーチフェロー。1979年学習院大学理学部助手(無給)。1981年東北大学科学計測研究所助手。1991年同助教授。1998年同教授。2001年改組により東北大学多元物質科学研究所教授，現在に至る。  
最近の研究：軟X線多層膜光工学技術開発と顕微鏡への応用。  
趣味：散歩。

**<<実験風景>>**





## ヒストンシャペロン CIA- ヒストン H3-H4 複合体の結晶構造解析

夏目亮<sup>1</sup>, 栄徳勝光<sup>2</sup>, 赤井祐介<sup>1</sup>, 佐野徳彦<sup>2</sup>, 堀越正美<sup>2,3</sup>, 千田俊哉<sup>4</sup>

<sup>1</sup>JBIC・生物情報解析研究センター, <sup>2</sup>東大・分生研, <sup>3</sup>JST・ERATO・堀越ジーンセレクタープロジェクト,

<sup>4</sup>産総研・生物情報解析研究センター

### Structure of Histone Chaperone CIA in Complexed with Histones H3 and H4

Ryo NATSUME<sup>1</sup>, Masamitsu EITOKU<sup>2</sup>, Yusuke AKAI<sup>1</sup>, Norihiko SANOU<sup>2</sup>,  
Masami HORIKOSHI<sup>2,3</sup> & Toshiya SENDA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Japan Biological Information Research Center, Japan Biological Informatics Consortium (JBIC), <sup>2</sup>Institute of Molecular and Cellular Biosciences, The University of Tokyo, <sup>3</sup>Horikoshi Gene Selector Project, Exploratory Research for Advanced Technology (ERATO), Japan Science and Technology Agency (JST), <sup>4</sup>Biological Information Research Center (BIRC), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

#### 1. はじめに

真核生物の DNA は、タンパク質と複合体を作ることによって小さく折りたたまれて核の中に納められている。このタンパク質-DNA 複合体の基本構造は 4 種類のヒストンタンパク質 H2A, H2B, H3, H4 各々 2 分子ずつからなるヒストン八量体に DNA が巻きついたものであるというモデルが 1974 年に R. Kornberg によって提唱された [1]。この構造はヌクレオソームと呼ばれ、その詳細な立体構造は 1997 年の K. Luger と T. Richmond らによる高分解能の結晶構造解析によって明らかになった [2]。ヌクレオソームは、ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体がコアとなりその両側を挟むように 2 つのヒストン H2A-H2B 二量体が結合して中心部のヒストン八量体が形成され、その周りに 146 塩基対の DNA が 1.65 周巻き付いた構造をとっている。核内の限られた空間に DNA が納められるにはヌクレオソームの形成が必要であるが、生体の維持・制御に必須な、転写、複製、修復などの DNA に係る核内反応が進行するにはヌクレオソームが破壊される必要がある。したがって真核生物の細胞には、ヌクレオソームの形成と破壊という構造変換を用いて核内反応の進行を制御する共通した仕組みがあると考えられている。

ヌクレオソームの構造変換因子として初めて同定されたのは、1978 年に R. Laskey らによって発見された Nucleoplasmin というタンパク質である [3]。Nucleoplasmin はヒストンと結合してヌクレオソームの形成を促進する。その後、同様な作用を示す種々のタンパク質が同定されてきた。この中には、ヌクレオソームの形成だけでなく破壊を促進する因子や、ヒストンの輸送に関わる因子もあることが明らかになってきた。この一群のタンパク質は、ヒストンシャペロンと呼ばれ、ヌクレオソームの構造変換の素過程において最も重要な役割を担っている。ヌクレオソームの形成は、DNA 上にまずコアとなるヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が結合し、続いて二つのヒストン H2A-H2B 二量体を取り込まれる順序で起きる [4]。ヌクレオソームの破壊はこの逆の順序で起きると考えられている。ヒストンシャペロンには、それぞれ優先的に結合するヒストンの分子種があり、Nucleoplasmin, NAP1 などは

ヒストン H2A-H2B 二量体に対して、CIA/ASF1, CAF-1, HIRA, N1/N2, SET/TAF-1β/INHAT, FKBP などはヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体に対して優先的に結合する。したがってヌクレオソームの構造変換は、いくつかのヒストンシャペロンの協調的な作用によって、多段階で起きていると考えられる。だが、この構造変換の素過程はヒストンと結合したヒストンシャペロンの構造解析が一例もないことから明らかになっておらず、ヒストンシャペロンによるヌクレオソームの構造変換の分子機構の解明が大きな課題として残されていた。

我々は、酵母からヒトまであらゆる真核生物が持つヒストンシャペロン CIA に注目して研究を進めてきた。CIA のアミノ酸配列はヒストンシャペロンの中で最も高度に保存されている。CIA は抗サイレンシング機能を持つ因子 (anti-silencing function 1) として ASF1 の名で知られていた [5]。しかし後に、堀越らにより転写基本因子 TFIID の最大サブユニット CCG1 の相互作用因子 (CCG1-interacting factor A) として独立に単離され、初めてヒストンシャペロンであることが示された因子である [6-8]。CIA は、CCG1 だけではなく他のヒストンシャペロン CAF-1 [9] や HIRA [10] とともに直接相互作用すること、ヌクレオソーム構造のコアとなるヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の形成に必要なヒストン H3 の領域に結合することが知られている [6, 11]。また、転写 [7, 12-14]、複製 [5, 15]、修復 [5, 15-17] のいずれの反応にも関与する。このような性質とその高度な保存性から、生物学的に最も中心的な役割を持つヒストンシャペロンであると考えられる。そこで CIA とヒストンの複合体構造を決定すれば、真核生物に共通なヌクレオソームの構造変換の分子機構を解明する手がかりになると考えた。本稿では、ヒストンシャペロン CIA-ヒストン H3-H4 複合体の結晶構造解析と、今回明らかになった CIA の持つ重要な機能の一端を紹介する [18]。

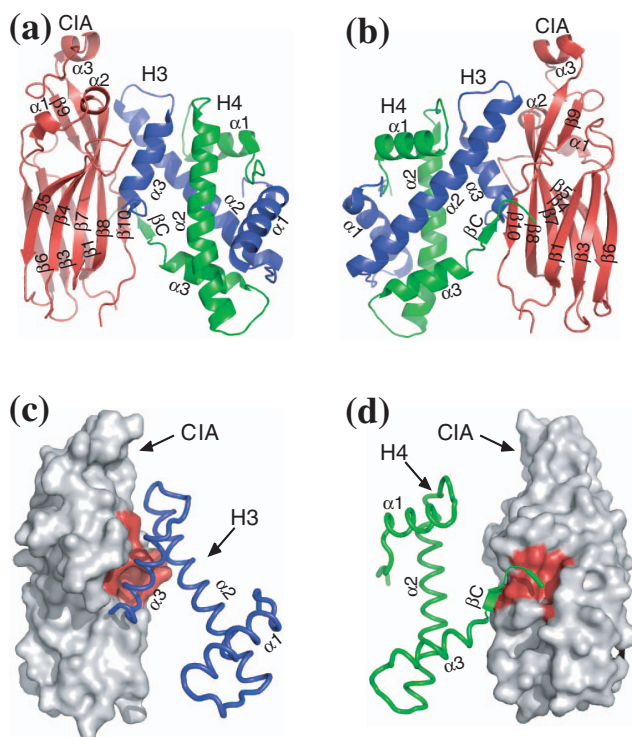
#### 2. ヒストンシャペロン CIA はヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割する

##### 2-1. CIA とヒストン H3-H4 の共結晶構造解析

173 番目以降のアミノ酸残基を欠損した C 末端欠損型

CIA と全長タンパク質を用いて再構成したヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を用意し、CIA に対して各ヒストンのモル数が等しくなるように混合し結晶化を行った。得られた結晶は約 0.075 × 0.075 × 0.03 mm<sup>3</sup> の小さなものであったが、KEK の PF-AR のビームライン NW12A を利用して測定ができたため、構造解析に十分な質の回折データを収集することに成功した。国際的な研究競争が激化した状況下で、このような高性能ビームラインを利用できる機会があることは本当に心強い。得られた回折データの位相決定は分子置換法により行った。CIA の C 末端領域 (155-172 番目のアミノ酸残基)、H3 の N 末端領域 (1-59 番目のアミノ酸残基)、H4 の N 末端および C 末端領域 (1-23, 101, 102 番目のアミノ酸残基) を除く、複合体のコア領域の結晶構造を 2.7 Å 分解能で決定した ( $R_{\text{work}}=0.238$ ,  $R_{\text{free}}=0.293$ )。その結果、CIA はヒストン H3-H4 二量体と 2ヶ所で相互作用し、三量体をとることが明らかになった (Fig. 1a, b)。ヒストン H3-H4 二量体との間の相互作用に用いられる CIA の領域は、ヒストン H3 のヘリックス  $\alpha 2$  と  $\alpha 3$  に相互作用している紙面手前側の  $\beta$  シート上のくぼんだ領域と (Fig. 1a, c)、ヒストン H4 の C 末端  $\beta$  ストランドと相互作用して逆平行  $\beta$  シートを形成している  $\beta 10$  の領域である (Fig. 1b, d)。

この構造が明らかになるまで、ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体に 1 分ないし 2 分子の CIA が結合した複合体構造が有力視されていた。ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を不安定化する



**Figure 1** Structure of the CIA-histone-H3-H4 complex. (a) Front view and (b) back view. CIA, histones H3, and H4 are shown in red, blue, green, respectively. Interactions (c) between CIA and histone H3, and (d) between CIA and histone H4. CIA and histones are shown in a surface and a ribbon representation, respectively. Histone-interacting regions are colored in red. The figures 1a, 2, 3, 4 and 5 were reproduced with modifications from the original article [18].

る因子の存在は完全に否定されていたわけではなかったが、R. Kornberg のモデル [1] の根拠となった解析 [19] およびヌクレオソームの構造 [2] などから、一度形成されたヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体は安定であるということが定説となっていたためである。結晶化に用いたヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が何故ヒストン H3-H4 二量体に分かれて CIA と三量体を形成したのかが問題となった。結晶化条件下でヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体がヒストン H3-H4 二量体に分かれてしまいそこに CIA が結合したのか、それとも CIA にヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割する作用があるためにこの三量体が形成されたのか、そのどちらかである。そこで、ゲルろ過カラムと静的光散乱を組み合わせた方法で溶液中での各分子の分子量を分析し、CIA にヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割する作用があるのか否かを確認した。

## 2-2. 静的光散乱による複合体の分子量分析

溶液中のタンパク質の分子量は、分子の濃度が分かれば静的光散乱の散乱強度から見積もることが可能である。屈折率はタンパク質の重量濃度 [ $\text{mg ml}^{-1}$ ] に比例するため、ここではゲルろ過カラムを利用して分子を分離し、溶出した分子の示す静的光散乱の散乱強度 (LS) と屈折率 (RI) を測定した。こうして測定した LS と RI は、分子量 (M.W.) との間で次式の関係が成り立つ [20]。

$$\text{M.W.} = k(\text{LS RI}^{-1})$$

$k$  は測定環境に応じて決まる装置定数で、分子量が既知の標準タンパク質を用いて求めることができる。この方法は、ゲルろ過の溶出体積から分子量を見積もる方法よりもはるかに信頼性が高い。

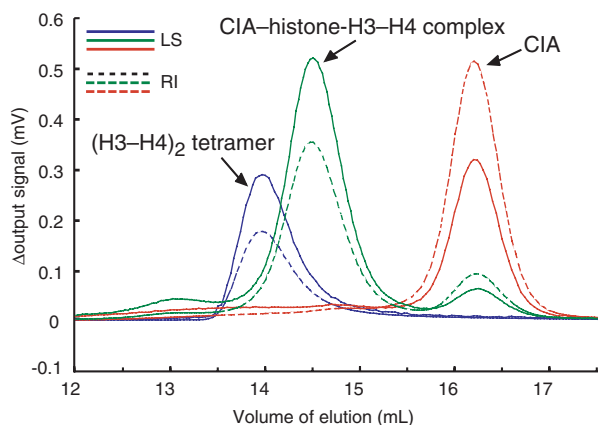
この方法で分析した結果、CIA は単量体、ヒストン H3 と H4 の複合体は安定に四量体を形成していた。しかしヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体に CIA を加えるとヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体は消失し、CIA-ヒストン H3-H4 の三量体が形成された (Fig. 2)。この結果は、CIA にヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割する作用があることを示している。このことを今回の結晶構造解析などから半ば予想していたとはいえ、データを解析した時には非常に興奮した。ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が何かの因子によって分割されるということを実際に示したのはこれが初めての例であり、30 年来の定説を覆すことになった。後述するが、これは生物学的にも非常に大きな意義を持つ発見である。

## 3. CIA によるヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の分割機構

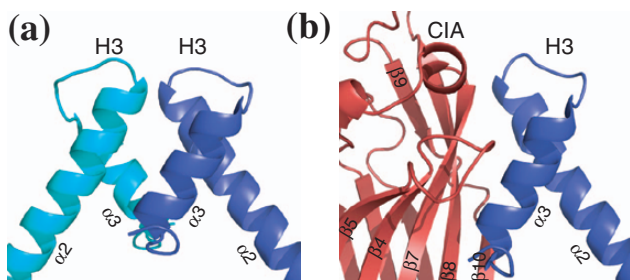
### 3-1. CIA とヒストン H3 の相互作用によるヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の分割

CIA の結合によってヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が分割されることは (Fig. 2)、今回の構造とヌクレオソーム中のヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の構造を比べることで構造的に説明することができる (Fig. 3a, b)。ヒストン H3 のヘリックス  $\alpha 2$  と  $\alpha 3$  はヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の形成に必須な領域で、ヌクレオソーム中では H3 同士の相互作用に使われている (Fig. 3a)。ところが CIA-ヒストン H3-H4 複合体





**Figure 2** Stoichiometry determination of the CIA-histone-H3-H4 complex. Chromatograms of histone (H3-H4)<sub>2</sub> tetramer, CIA, and the CIA-histone-H3-H4 complex are shown in blue, red and green, respectively. The solid line is the output of the light scattering photometer (LS). The dashed line is that of the differential refractometer (RI). From the ratio of LS to RI at the peak top, the molecular weights of histone (H3-H4)<sub>2</sub> tetramer, CIA and the CIA-histone-H3-H4 complex were estimated as  $53,910 \pm 1,050$  Da (theoretical value = 53,012 Da),  $20,170 \pm 30$  Da (theoretical value = 19,812 Da) and  $47,940 \pm 70$  Da (theoretical value = 46,318 Da), respectively.



**Figure 3** Mutually exclusive interaction of histone H3-H4 dimer with another histone H3-H4 dimer and CIA. (a) The histone H3-H3 interaction in the nucleosome core. (b) CIA-histone-H3 interaction in the CIA-histone-H3-H4 complex.

中では、この部分は CIA との相互作用に使われている (Fig. 3b)。したがって、CIA が一つのヒストン H3-H4 二量体と競合してもう一つのヒストン H3-H4 二量体に相互作用し、その結果ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が分割されたと考えられる。

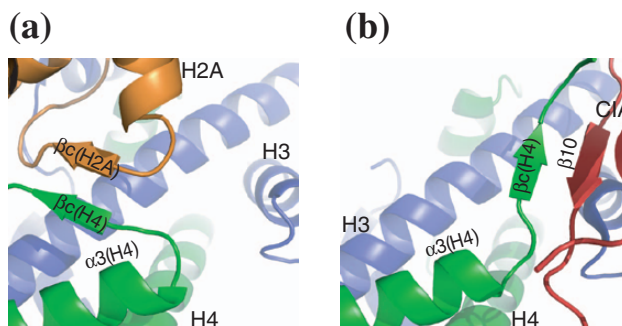
ヒストン H3 との相互作用領域に分布する CIA のアミノ酸残基が CIA-ヒストン H3-H4 複合体形成に重要であることは、点変異体を用いた実験からも確かめられた。この領域における相互作用の生物学的重要性は、CIA の分子表面全体の 90 個のアミノ酸残基をそれぞれアラニンに置換した出芽酵母の 90 種類の点変異株を用いた遺伝学的解析から示された。これらの結果から、CIA-ヒストン H3-H4 複合体形成に主に寄与する領域は、CIA とヒストン H3 の間の相互作用領域であると示唆された。では、CIA-ヒストン H3-H4 複合体形成において、CIA とヒストン H4 の  $\beta$  ストランドの相互作用にはどのような機能的な意味があるのだろうか。

### 3-2. CIA とヒストン H4 の相互作用から導かれたヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の分割機構「Yawara split」モデル

ヒストン H4 の  $\beta$  ストランドはヌクレオソーム中ではヒストン H2A の C 末端側の  $\beta$  ストランドと平行  $\beta$  シートを形成している (Fig. 4a)。ところが CIA-ヒストン H3-H4 複合体中ではヒストン H4 の C 末端  $\beta$  ストランドの向きがヌクレオソーム中の構造から約 90° 変わり、CIA の  $\beta$  ストランド  $\beta_{10}$  と逆平行  $\beta$  シートを形成していた (Fig. 4b)。ヒストン H2A とヒストン H4 の 2 つの  $\beta$  ストランドによる平行  $\beta$  シートの形成は、ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体とヒストン H2A-H2B 二量体が会合してヒストン八量体を形成するのに重要な相互作用となっている [2]。ヌクレオソームが破壊されヒストン八量体が解離する際、ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体からヒストン H2A-H2B 二量体が他のヒストンシャペロンの作用によって解離すれば、ヒストン H4 の  $\beta$  ストランドが露出すると考えられる。そうすると露出したヒストン H4 の  $\beta$  ストランドに CIA が相互作用した後にヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割し、ヌクレオソームの破壊が完了するというモデルが考えられる。このモデルは大きな相手を小さな力でうまく投げ倒す柔道の心得「柔よく剛を制す」を連想させるため、ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の分割における CIA の作用の仕方を「Yawara split」モデルと名付けた。これで CIA によるヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の分割機構モデルのイメージはできた。では CIA の作用によってヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が分割されるということは生物学的にどのような意義があるのだろうか。

### 4. ヌクレオソームの半保存的複製モデルによるエピジェネティック情報の伝達機構

ヒストンの多くのアミノ酸残基は環境の変化や細胞の発生・分化状態に応じてアセチル化やメチル化など様々な化学修飾を受けている。近年、ヒストンの化学修飾パターンが染色体の各領域における遺伝子の発現パターンを決定する情報となっていることが明らかになってきた。細胞が増殖する際、ヒストンの化学修飾パターンも細胞の世代



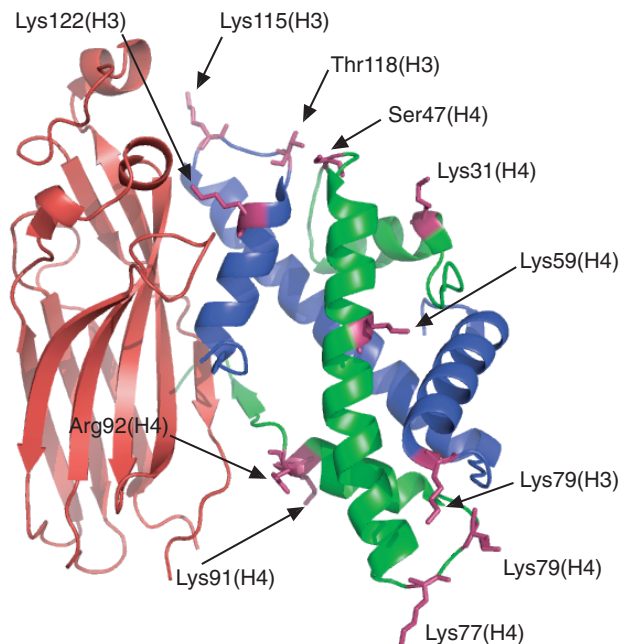
**Figure 4** Large conformational change of the carboxy-terminal  $\beta$ -strand of histone H4. (a) The C-terminal  $\beta$ -strand of histone H4 (green) forms a parallel  $\beta$ -sheet with a  $\beta$ -strand of histone H2A (orange) in the nucleosome core [2]. (b) The C-terminal  $\beta$ -strand of histone H4 undergoes a large conformational change on the anti-parallel  $\beta$ -sheet formation with the  $\beta$ -strand of CIA (red).



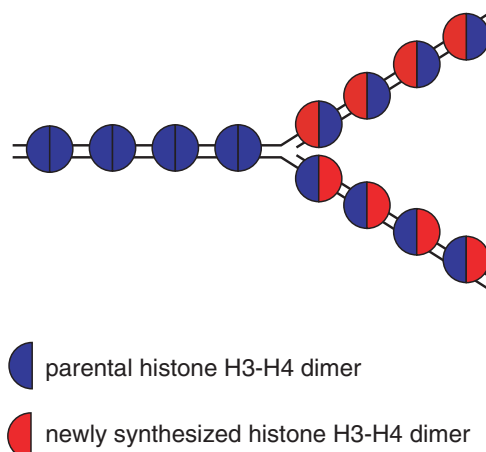
を超えて伝達することが示唆されている。塩基配列情報以外に親細胞から娘細胞に伝えられるこのような遺伝情報は、塩基配列による遺伝情報であるジェネティクスに対し、エピジェネティクスと呼ばれる。親細胞と同じエピジェネティック情報を持つ2つの娘細胞を作るには、DNA複製に伴って親DNA鎖が持つヌクレオソーム（親ヌクレオソーム）中のヒストンの化学修飾パターンを維持しながら、2本の娘DNA鎖上それぞれに新たなヌクレオソーム（娘ヌクレオソーム）を形成するようなヌクレオソームの複製機構が必要である。娘ヌクレオソームに取り込まれる新しいヒストンの化学修飾パターンが親ヌクレオソーム由来のヒストン化学修飾パターンに依存して決定され、エピジェネティック情報が複製されると考えられている。問題となるのは、親ヌクレオソーム由来のヒストンを娘ヌクレオソームに分配する仕組みである。最も単純な仕組みとして考えられるのは、親ヌクレオソームからヒストン H2A, H2B, H3, H4 各々1分子ずつを2つの娘ヌクレオソームに分配するモデルである。しかし、ヒストン H3 と H4 は安定な (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を形成していると考えられていたため、ヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体の分割を前提としたこのモデルには無理があった。また、親ヌクレオソームのヒストンの化学修飾パターンを娘ヌクレオソームへと伝えるには、ヒストン化学修飾に影響を受けずに独立に、ヌクレオソーム構造の形成と破壊を行うことが可能なヌクレオソームの複製機構であることも必要だと考えられる。どの様にすればこのような複製機構が成り立つかということは、エピジェネティクスの重大な問題であった。しかし、CIAによってヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が分割されるという今回の発見により状況が変わった。

化学修飾をうけるアミノ酸残基に注目して CIA-ヒストン H3-H4 複合体の構造を観察すると、上記の複製機構を成り立たせる性質が CIA にあると考えられる。CIA-ヒストン H3-H4 複合体中では、ヒストンのコアドメイン領域において化学修飾を受けるアミノ酸残基は、複合体構造の分子表面にほぼ全て露出していたからである (Fig. 5)。化学修飾を受けることがよく知られているヒストンの N 末端領域のアミノ酸残基と CIA の関係は電子密度が観察できなかったため不明であるが、今回の構造からは、基本的に CIA はヒストンの化学修飾に影響を受けずにヒストン H3-H4 と結合すること、つまり CIA は化学修飾パターンを維持したままヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割できる性質を持つということが示唆される。

CIA が DNA の複製に伴う娘ヌクレオソームの形成に関与していることや [15]、細胞質で新たに合成されたヒストン H3-H4 がヌクレオソームに取り込まれる前の状態は二量体として CIA や他のクロマチン関連因子とともに複合体を形成していること [21] が知られている。これらのことに、CIA はヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割すること、しかもヒストンの化学修飾パターンを維持したままヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体を分割できる性質を持つらしいということを考え合わせると、以下の様なヌクレオソームの



**Figure 5** Chemical modifications of histones H3 and H4 do not inhibit the CIA-histone-H3-H4 complex formation. Possible chemical modification residues of histones H3 and H4 in the CIA-histone-H3-H4 complex are shown in the stick model (pink).



**Figure 6** Nucleosome semi-conservative replication model. During DNA replication, the parental (H3-H4)<sub>2</sub> tetramer is split into two H3-H4 dimers and each daughter nucleosome is assembled with one parental H3-H4 dimer and one newly synthesized H3-H4 dimer. If this model is correct, it provides a possible solution to the problem of epigenetic inheritance.

複製モデルが導かれる。DNA の複製フォークでは、親ヌクレオソームの破壊に伴ってヒストン (H3-H4)<sub>2</sub> 四量体が2つに分かれ、細胞質側から取り込まれた新しいヒストン H3-H4 二量体とともにリーディング鎖上およびラギング鎖上に形成される娘ヌクレオソームにそれぞれ取り込まれるというものである (Fig. 6)。このモデルは、娘ヌクレオソームが親ヌクレオソーム由来のヒストンと新規に合成されたヒストンの半分ずつからなることから、DNA の半保存的複製メカニズムに対応してヌクレオソームの半保存的複製モデルと呼ぶことができる。複製の際にヌクレオ

ソームが半保存的複製モデルの様式で複製されれば、ヒストンの化学修飾パターンというエピジェネティック情報を維持しながら娘細胞を作る仕組みが成立することになる。

## 5. まとめ

1974年のR. Kornbergによる真核生物のDNAが形成する基本構造モデルの提唱[1], 1997年のK. Luger, T. Richmondらによるヌクレオソームの立体構造解明[2]以来, 全く明らかになっていなかったヌクレオソーム構造変換の中間状態を, 今回初めてとらえることができた。また, CIAがヒストン(H3-H4)<sub>2</sub>四量体を分割するという発見からヒストン(H3-H4)<sub>2</sub>四量体は安定であるというこれまでの定説を覆し, 1953年のJ. WatsonとF. CrickのDNAの半保存的複製モデル[22]に対応する, ヌクレオソームの半保存的複製モデルを提唱することができた。今回の成果は, ヒストンの化学修飾パターンというエピジェネティック情報が細胞の世代を超えて遺伝する仕組みの捉え方を急転換させることになるだろう。

## 引用文献

- [1] Kornberg, R. D. *Science* **184**, 868 (1974).
- [2] Luger, K., Mäder, A. W., Richmond, R. K., Sargent, D. F. & Richmond, T. J. *Nature* **389**, 6648 (1997).
- [3] Laskey, R. A., Honda, B. M., Mills, A. D. & Finch, J. T. *Nature* **275**, 416 (1978).
- [4] Worcel, A., Hans, S. & Wong, M. L. *Cell* **15**, 969 (1978).
- [5] Le, S., Davis, C., Konopka, J. B. & Sternglanz, R. *Yeast* **13**, 1029 (1997).
- [6] Munakata, T., Adachi, N., Yokoyama, N., Kuzuhara, T. & Horikoshi, M. *Genes Cells* **5**, 221 (2000).
- [7] Chimura, T., Kuzuhara, T. & Horikoshi, M. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **99**, 9334 (2002).
- [8] Umehara, T. & Horikoshi, M. *J. Biol. Chem.* **278**, 35660 (2003).
- [9] Tyler, J. K. et al. *Mol. Cell Biol.* **21**, 6574 (2001).
- [10] Daganzo, S. M. et al. *Curr. Biol.* **13**, 2148 (2003).
- [11] Mousson, F. et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **102**, 5975 (2005).
- [12] Sharp, J. A., Fouts, E. T., Krawitz, D. C. & Kaufman, P. D. *Curr. Biol.* **11**, 463 (2001).
- [13] Adkins, M. W., Howar, S. R. & Tyler, J. K. *Mol. Cell* **14**, 657 (2004).
- [14] Schwabish, M. A. & Struhl, K. *Mol. Cell* **22**, 415 (2006).
- [15] Tyler, J. K. et al. *Nature* **402**, 555 (1999).
- [16] Emili, A., Schieltz, D. M., Yates, J. R. 3rd & Hartwell, L. H. *Mol. Cell* **7**, 13 (2001).
- [17] Hu, F., Alcasabas, A. & Elledge, A. J. *Genes Dev.* **15** 1061 (2001).
- [18] Natsume, R. et al. *Nature* **446**, 338 (2007).
- [19] Kornberg, R. D. & Thomas, J. O. *Science* **184**, 685 (1974).
- [20] Wen, J., Arakawa, T. & Philo, J. S. *Anal. Biochem.* **240**,

155 (1996).

- [21] Tagami, H., Ray-Gallet, D., Almouzni, G. & Nakatani, Y. *Cell* **116**, 51 (2004).
- [22] Watson, J. D. & Crick, F. H. C. *Nature* **171**, 737 (1953).

(原稿受付: 2007年6月28日)

## 著者紹介

夏目 亮 Ryo NATSUME  
 (社) バイオ産業情報化コンソーシアム・生物情報解析研究センター 特別研究職員  
 〒 135-0064 東京都江東区青海 2-42  
 TEL: 03-3599-8110  
 FAX: 03-3599-8111  
 e-mail: rnatsume@jbirc.aist.go.jp  
 略歴: 2003年東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了。同年より現職。博士(農学)。

栄徳勝光 Masamitsu EITOKU  
 東京大学大学院・理学系研究科生物化学専攻 博士後期課程3年

赤井祐介 Yusuke AKAI  
 (社) バイオ産業情報化コンソーシアム・生物情報解析研究センター 非常勤職員  
 東京大学大学院・農学生命科学研究科応用生命化学専攻 博士後期課程2年

佐野徳彦 Norihiko SANO  
 東京大学大学院・理学系研究科生物化学専攻 博士前期課程2年

堀越正美 Masami HORIKOSHI  
 東京大学・分子細胞生物学研究所 准教授  
 〒 113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1  
 TEL: 03-5841-8469  
 FAX: 03-5841-8468  
 e-mail: horikosh@iam.u-tokyo.ac.jp

千田俊哉 Toshiya SENDA  
 (独) 産業技術総合研究所・生物情報解析研究センター 主任研究員  
 〒 135-0064 東京都江東区青海 2-42  
 TEL: 03-3599-8110  
 FAX: 03-3599-8111  
 e-mail: tsenda@jbirc.aist.go.jp

## 研究会等の報告／予定

### PF 研究会報告

#### 「高輝度真空紫外・軟 X 線放射光を用いた機能性有機・生体分子薄膜研究の新展開」

物構研・放射光科学第一研究系 間瀬一彦

平成 19 年 5 月 8 日（火）～9 日（水）の 2 日間、標記の PF 研究会が KEK 国際交流センターにて開催されました。この研究会は PF 懇談会表面化学ユーザーグループが中心となって開催したもので（提案代表者：馬場祐治氏（原子力機構）、共同提案者：奥平幸司氏（千葉大院融合）、吉信淳氏（東大物性研）、近藤寛氏（東大院理）、雨宮健太氏（物構研）、北島義典氏（物構研）、世話人：間瀬一彦（物構研））、グループメンバー数の倍以上の 85 名が参加して大盛況でした。参加者の内訳は、大学・公的研究機関職員 51 名、民間研究者 10 名、ポスドク 8 名、学生 16 名でした。民間研究者、若手、放射光ユーザー以外の研究者の参加が多かったことも今回の研究会の特徴の一つです。

有機分子や生体分子などソフトマター系の固体薄膜素子が近年急速に注目を集めております。有機系薄膜は柔軟、高機能、分子設計の多様性、低環境負荷性など多くの利点があるため、次世代デバイスとして注目を集めており、既に有機 EL デバイスとして使われているほか、有機 FET さらには DNA センサーや DNA チップなど様々な開発が行われています。しかし、これらの材料設計にあたっては、有機薄膜／金属界面の電子構造、薄膜の成長機構や配向性、表面拡散など解明しなければならない数多くの研究課題があります。

一方、真空紫外軟 X 線（VSX）放射光の分野では、高分解能角度分解紫外光電子分光、高分解能軟 X 線光電子分光、軟 X 線定在波法、光電子回折、分散型 XAFS、光電子顕微鏡、コインシデンス分光などの先進的な分析手法が開発されています。これらの手法は有機・生体分子薄膜の構造と電子状態、機能を明らかにするためには有力な手法ですが、国内には有機・生体分子薄膜を専門に研究できる高輝度 VSX 放射光ビームラインが現時点ではまったくありません。

そこで本研究会では、機能性有機・生体分子薄膜分野の研究者と VSX 放射光を利用する表面化学研究者にお集りいただき、最先端の研究成果を紹介していただくとともに、高輝度光源時代に対応した VSX 放射光利用機能性有機・生体分子薄膜研究の可能性を検討し、PF において専用アンジュレータービームラインを実現するための具体案を探究いたしました。

最初に提案代表者である馬場氏が研究会の趣旨説明を行ったあと、物構研の野村昌治主幹が、PF の現状と今後の整備計画について説明しました。PF では最先端の研究を行うことを目標として、増強された直線部を利用したア

ンジュレータービームラインの整備計画を進めていることが紹介されました。

基調講演（40 分）は VSX 放射光を利用した有機薄膜研究の第一人者である関一彦先生（名大院理）、上野信雄先生（千葉大院融合）にお願いしました。この研究分野の最先端の現状を基礎から丁寧に説明していただいたことで、この分野の重要性と魅力、将来性に対する理解を深めることができたと思います。また、依頼講演（25 分）は VSX 放射光を使わない有機薄膜・生体分子研究分野で最先端の研究をされている竹谷純一氏（阪大院理）、岩佐義宏氏（東北大金研）、加藤浩之氏（理研）、多田博一氏（阪大基礎工）、木口学氏（北大院理）、Sadowski 氏（東北大金研）、澤博氏（物構研）、境誠司氏（原子力機構）、高橋修氏（広大院理）にお願いしました。VSX 放射光を用いない機能性有機・生体分子薄膜研究の最先端をじっくりご説明いただいたことで、今後の VSX 放射光利用有機・生体薄膜研究のあり方を模索するうえで大変勉強になったと思います。また、VSX 放射光を利用した研究をされている方々（遠藤理氏（農工大工）、坂本一之氏（千葉大院融合）、島田敏宏氏（東大院理）、吉信氏、石井久夫氏（千葉大先進）、金井要氏（名大院理）、近藤氏、雨宮氏、馬場氏、和田真一氏（広大院理）、間瀬、奥平氏）には、現在進めている VSX 放射光を利用した有機・生体分子薄膜研究の現状と展望を一般講演（15 分）で簡潔に紹介していただきました。放射光ユーザー以外の研究者の方々にも、VSX 利用研究の魅力を十分に伝えるものでした。また、1 日目の夕方に 100 分のポスターセッションを設け、学生さんや若手研究者の方々にポスター発表（14 件）を行っていただきました。活発な議論があちこちで盛り上がり、ディスカッションを一層深めることができました。

1 日目の夜の懇親会は一般 38 名、ポスドク 6 名、学生 10 名が参加し、非常に盛況でした。懇親会後の PF の見学ツアーにも十数名の参加者があり、機能性有機・生体分子薄膜研究分野における PF への熱い期待を感じました。

2 日目の最後に「PF BL-13 プロジェクト」というセッ



研究会の光景



ションを設け、PF 2.5 GeV リングの BL-13 に機能性有機・生体分子薄膜研究専用ビームラインを建設するプロジェクト提案を紹介しました。現在、BL-13 にはマルチポールウィグラーが設置されていて、VSX ユーザーと X ユーザーがタイムシェアして利用しておりますが、ここに高分解能高フラックス VSX アンジュレータービームラインを建設して、先端的な機能性有機・生体分子薄膜研究を推進しようという計画です。また、近藤氏、解良聡氏（千葉大院融合）、坂本氏には ALS, BESSY II, MAX-Lab など海外の VSX 放射光施設における有機薄膜研究の現状について説明していただき、隅井良平氏（名大院理・UVSOR）には UVSOR の有機固体・薄膜専用角度分解光電子分光ビームライン BL8B2 を紹介していただきました。外国での VSX 放射光利用有機薄膜研究の状況を伺って、日本の BL-13 プロジェクトの実現の緊急性を強く認識いたしました。まとめにおいて、今後も BL-13 プロジェクトの実現に向けて、研究会企画、セミナーの開催、外部予算獲得への努力を行ってゆくことが決まりました。

本研究会のプログラムと要旨は URL <http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/yuukihakumaku.html> に掲載されておりますので、ご参照ください。近く KEK プロシーディングスとしても発行いたします。また、以下に坂本氏による研究会報告も掲載されておりますので併せて参照ください。本研究会で発表された資料の PDF ファイルは研究会参加者、PF スタッフ、表面化学ユーザーグループメンバー限定で公開しております。関心のある方は是非、表面化学ユーザーグループに入会ください。最後になりましたが、本研究会において講演していただいたすべての方々、特に基調講演者、依頼講演者の方々に感謝いたします。また、本研究会の準備と受付を引き受けてくださった秘書の皆さんに感謝いたします。

## PF 研究会「高輝度真空紫外・軟 X 線放射光を用いた機能性有機・生体分子薄膜研究の新展開」に参加して

千葉大学大学院融合科学研究科 坂本一之

5月8・9日の両日、高エネルギー加速器研究機構内で開催された PF 研究会「高輝度真空紫外・軟 X 線放射光を用いた機能性有機・生体分子薄膜研究の新展開」に参加しました。北は北海道から南は九州まで総勢 85 名と多くの参加者が集まり、この分野のアクティビティの高さを再認識させられました。

初日は名古屋大学の関一彦先生による、放射光を用いた分光手法の原理とそれらの手法で得られた最近の研究成果に関する基調講演から始まり、NEXAFS と ARPES による有機薄膜の電子構造に関する一般講演 3 件、有機トランジスタに関する依頼講演 2 件と 14 件のポスター発表が行われました。有機薄膜の電子構造に関する講演では理論的

には予測されていたものの試料作製の難しさからこれまで実験的に観測できなかった、(有機半導体中の電荷移動度と密接に関係する) 薄膜内の分子配列に依存した電子構造の違いに関する報告は興味深いものでした。ポスター講演終了後は場所を"くらんべりい"に移し懇親会が行われましたが、会場のあちらこちらで講演会場と同様の白熱した議論が行われているのを耳にすることができました。研究会二日目は多くの方が(おそらく)前日に深酒されておられたにもかかわらず、午前 9 時の開始時には講演会場はすでに人で埋め尽くされておりました。二日目の講演は千葉大学の上野信雄先生による、有機分子薄膜の構造を制御することや分光に用いる入射光の質を上げることによってこれまで不可能であった電子状態の観測が可能となったことに関する基調講演で研究会が再開されました。基調講演の後、午前中は有機/無機、有機/有機界面での電子状態やイオン液体の電子状態に関する一般講演 3 件と DNA, スピンバルブ、単分子の電気伝導、有機薄膜の形成過程に関する 4 件の依頼講演がありました。昼食後は有機薄膜の構造解析を中心とした 3 件の一般講演、構造物性による有機薄膜研究への可能性と分子スピントロニクスに関連した 2 件の依頼講演と有機薄膜の内殻励起反応に関する 3 件の一般講演と 1 件の依頼講演がありました。実質 1 日半の研究会で 2 件の基調講演、21 件の口頭発表と 14 件のポスター発表があり、実に盛りだくさんの内容でした。また、放射光ユーザーのみでなく、試料作製を得意とする方や他の測定手法を主に使用されておられる放射光利用経験のない方の講演がバランス良く配置されており、お互いに刺激し合うことによって有機薄膜・生体分子薄膜の研究分野のさらなる飛躍の礎となる研究会であったと思います(実際に私はこの研究会を機に新しい共同研究相手に巡り会うことができました)。研究会の最後にパネルディスカッションとして、PF の間瀬一彦さんより BL-13 に関するプロジェクト紹介とともに、海外の放射光施設における有機薄膜・生体分子薄膜の研究の現状に関する紹介もありました。海外の研究環境に比べ、日本国内の有機薄膜・生体分子薄膜研究環境は決して恵まれているとは言えない状況であることを再認識させられました。アクティビティの高い分野であるにもかかわらず、このままでは世界から取り残される危機感すら覚えました。海外の放射光施設が所有するビームラインの性能を上回る、有機薄膜・生体分子薄膜研究に適したビームラインの建設を切に望むものであります。

## ERL 研究会「コンパクト ERL が拓く世界」 の報告

放射光科学第二研究系 河田 洋  
放射光科学第二研究系 足立 伸一  
放射光科学第二研究系 平野 馨一  
放射光科学第一研究系 兵藤 一行  
放射光源研究系 原田健太郎  
分子科学研究所 極端紫外光研究施設 木村 真一

2007年7月9, 10日, KEK 4号館1階セミナーホールにおいて標記研究会が開催された。総勢70名の参加があり, 盛況な研究会となった。現在, 60~200 MeV程度の小型 ERL (コンパクト ERL) を KEK つくばキャンパスの東カウンターホールに建設することが予定されており, その技術的可能性とそれが拓くサイエンスを明確にすることを目的として研究会が開催された。

コンパクト ERL の特長の一つは, テラヘルツ・遠赤外領域で大強度のコヒーレント放射光 (CSR) が得られることである。また, レーザー逆コンプトン散乱を利用すれば微小光源でフェムト秒 X 線を発生させることができるため, X 線イメージング研究や時間分解・ダイナミクス研究等にも大いに有用である。そこで研究会の構成を, 光源, テラヘルツ CSR 利用研究, イメージング研究, 時間分解・ダイナミクス研究の四部構成とした。

最初の光源に関するセッションでは, CSR 及びレーザー逆コンプトン散乱による光を発生させる装置に関して講演が行われた。ユーザーにとって最も気になりな光の強度については, CSR の場合  $E = 10 \text{ meV}$  で約  $10^{16} \text{ photons/sec/mrad}^2/0.1\% \text{ b.w.}$  となること, レーザー逆コンプトン散乱では  $E = 43 \text{ keV}$  の X 線がパルス幅  $0.3 \text{ ps}$  で約  $10^6 \text{ photons/pulse}$  得られることが示された。これは新しいサイエンスを拓くに十分な強度であり, コンパクト ERL が原理実証機としてだけでなく利用研究にも役立つことが確認された。さらに, バンチ圧縮の可能性に関するシミュレーション結果, ATF や産総研におけるレーザーコンプトン散乱実験の現状等が紹介された。

次のセッションでは, テラヘルツ放射光利用研究の現状と, 大強度テラヘルツ CSR によって可能となる利用研究に関する講演が行われた。まず現状については, テラヘルツ帯には様々な物質の特徴的現象が存在すること, そのため工業・医療・バイオ・農業・セキュリティ・情報通信等の広範な分野で利用研究が急速に進みつつあることが示され, 聴衆の強い関心を集めた。また, 京大原子炉ライナックや原子力機構 ERL におけるテラヘルツ CSR 研究の現状についても紹介された。次にコンパクト ERL によって得られる大強度テラヘルツ CSR の利用研究については, 近接場分光や半導体中不純物の拡散制御への応用, 励起光としての利用等が提案された。

三番目のセッションでは, レーザー逆コンプトン X 線源 (LCX) による X 線イメージング研究に関する講演が



研究会の光景

行われた。LCX では光源サイズは約  $50 \mu\text{m}$  と小さくなり, 光源点から  $10 \text{ m}$  離れた地点におけるビームサイズは直径約  $100 \text{ mm}$ , ビーム強度は約  $10^6 \text{ photons/sec/mm}^2$  となる ( $E = 40 \text{ keV}$ , 繰り返し周波数  $10 \text{ kHz}$  の場合)。このことから LCX は伝搬ベースの位相イメージングに適した光源であると言える。また, タルボ干渉計を用いた位相イメージングは非常に柔軟性に富んだ強力な手法であり, LCX を含む従来型の X 線発生装置にも適用可能である。将来的に LCX は病院設置型の小型装置へ発展する可能性があるが, 臨床応用のためには被写体の立体的情報表示と機能評価イメージングが特に重要であるとの指摘がなされた。

最後のセッションでは, LCX からのフェムト秒 X 線を利用した時間分解・ダイナミクス分野の利用研究の可能性について講演が行われた。まず,  $100 \text{ ps}$  分解能の X 線研究の現状について, 衝撃波圧縮, 光誘起相転移, 溶液反応, タンパク質構造解析の4つの例が紹介された。続いてフェムト秒レーザーとレーザープラズマ X 線を組み合わせたコヒーレントフォノンの観測例, ペロブスカイト型マンガン酸化物における光誘起強磁性金属相転移, 溶液反応のフェムト秒メカニズムの最先端等が相次いで報告され, この分野の著しい発展ぶりを聴衆に印象づけた。

研究会最後の総合討論では, 研究会提案代表者である河田が全体のまとめを行い, 聴衆にコンパクト ERL 計画への協力を呼びかけて研究会を終了した。以下にプログラムを記す。尚, 研究会での講演要旨, 発表スライドについては以下のサイトを参照。

[http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/ERL/ERL\\_07July.html](http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/ERL/ERL_07July.html)

### <研究会のプログラム>

【7月9日 (月)】

10:00-10:10 本研究会の目的 河田 洋 (KEK, PF)

光源 1 [座長: 佐藤康太郎 (KEK, 加速器)]

10:10-10:40 原田健太郎 (KEK, PF)

「コンパクト ERL における CSR によるテラヘルツ光と  
レーザーコンプトン散乱によるパルス X 線の見積もり」

10:40-11:10 島田美帆 (UVSOR)

「コンパクト ERL におけるバンチ圧縮の可能性に関して」

11:10-11:40 浦川順治 (KEK, 加速器)

「ATF におけるレーザーコンプトン散乱実験」

11:40-13:10 昼食

13:10-13:15 所長挨拶 下村 理 (KEK, IMSS)

光源 2 [座長：春日俊夫 (KEK, PF)]

13:15-13:45 酒井文雄 (住友重機械)

「レーザーコンプトン散乱装置 (産総研の装置)」

13:45-14:15 小林洋平 (産総研)

「レーザーコンプトン散乱装置用タイミング同期レーザー」

テラヘルツ・CSR 利用研究 [座長：芦田昌明 (阪大基礎工)]

14:15-14:45 木村真一 (UVSOR)

「テラヘルツ放射光の現状と大強度 CSR の利用」

14:45-15:15 斗内政吉 (阪大レーザー研)

「テラヘルツ技術の現状と展望」

15:15-15:45 休憩

15:45-16:15 田中耕一郎 (京大理)

「テラヘルツ時間領域分光法と基礎科学への応用」

16:15-16:45 白井光雲 (阪大産研)

「赤外光励起による半導体中の不純物拡散の制御」

イメージング研究 [座長：平野馨一 (KEK, PF)]

17:15-17:25 兵藤一行 (KEK, PF)

「レーザーコンプトン線源からのイメージングのイントロダクション」

17:25-17:55 百生 敦 (東大・新領域)

「タルボ型干渉計を用いたイメージング」

18:30-20:30 懇親会 (くらんべりい)

【7月10日(火)】

イメージング研究 [座長：平野馨一 (KEK, PF)] (前日からのつづき)

09:00-09:30 兵藤一行 (KEK, PF)

「レーザーコンプトン線源からの微小光源による X 線イメージングの原理と応用」

09:30-10:00 酒井 俊 (筑波大人間総合科学)

「医学イメージングへの応用」

10:00-10:30 池浦広美 (産総研)

「産総研のレーザーコンプトン線源を用いたイメージング研究」

10:30-11:00 休憩

時間分解・ダイナミクス研究 [座長：腰原伸也 (東工大理工)]

11:00-11:30 足立伸一 (KEK, PF)

「放射光 X 線による 100 ピコ秒時間分解研究の現状とフェムト秒時間分解実験への期待」

11:30-12:00 中村一隆 (東工大・応用セラミックス研究所)

「光誘起キャリアとコヒーレントフォノンの超高速ダイナミクス」

12:00-13:30 昼食

13:30-14:00 沖本洋一 (東工大理工)

「強相関電子材料における光誘起相転移の超高速ダイナミクス」

14:00-14:30 田原太平 (理研)

「超高速反応する分子の核波束運動実時間観測と励起状態ポテンシャル曲面のトポロジー」

14:30-15:15 総合討論 [座長：河田 洋 (KEK, PF)]

## 第 18 回 総合研究大学院大学・KEK 夏期実習の報告

放射光科学第一研究系 東 善郎

今年も例年のごとく、6月11日から13日にかけての3日間、総合研究大学院大学・KEK 夏期実習が行われました。本夏期実習は、主として大学院初年級および学部高学年の学生、さらには民間企業若手研究者等を対象として、加速器実験の現場に触れ、素粒子原子核科学、物質構造科学、および加速器科学の実験を自らの手で行うことによって高エネルギー加速器が開く新分野を体験し理解し楽しんでいただくことを目的としています。本年度の参加者総数は64名。その内訳は、

素粒子原子核研究所 29名

物質構造科学研究所 15名

加速器研究施設・共通基盤研究施設 20名でした。

第1日目には放射線安全講習、機構および総合研究大学院大学の紹介、ガイダンス、施設見学、テーマ別説明会、そして夜には国際交流センター交流ラウンジにおいて懇親会がありました。そして第2日目には、丸1日テーマ別実習が行われました。

物質構造科学関連の実習テーマは以下の7件でした。去年に引き続き今年も J-PARC 等の事情により中性子中間子のテーマはなく、放射光関連および低速陽電子に関する実習が行われました。



最初に行なわれた全体説明の様子



「有機分子の自己組織化を軟X線で探る --- こんなに簡単に単分子膜ができるのか？」

雨宮健太 BL-7A

「ダイヤモンド・アンビルセルによる超高圧実験」

亀卦川卓美 BL-18C

「マイクロビーム照射された細胞の損傷観察」

小林克己, 宇佐美徳子, 前田宗利 BL-27B

「放射光単色X線の医用画像診断への応用」

兵藤一行 AR-NE5A

「蛋白質X線結晶構造解析」

五十嵐教之, 松垣直宏, 山田悠介 BL-6A

「リートベルトによる粉末解析」

中尾朗子 BL-1B

「ポジトロニウム飛行時間測定」

栗原俊一 ポジトロニウム TOF ライン

実習テーマの数は、例年は10件前後なので今年はやや少なかったといえます。しかしながらそれは熱心なスタッフが少なかった訳ではなく、もともと申し出は十数件あったのですが、そのうち共同利用実験との調整がつかず、たいへん残念ながらキャンセルになったものが何件ありました。今後共同利用実験に対する夏期実習のプライオリティなどについて方針を整理する必要があるかもしれません。

第3日目には、午前中実習の続きおよび実習報告会などの後、午後には共通講義がありました。以下の3テーマによる講義が平行で行われ、参加者は希望の講義に出席しました。

講義1「質量の起源を解明する超高エネルギー衝突実験」 講師：近藤 敬比古

講義2「放射光科学の方法論」 講師：前澤 秀樹

講義3「高エネルギー加速器とビーム力学の基礎」

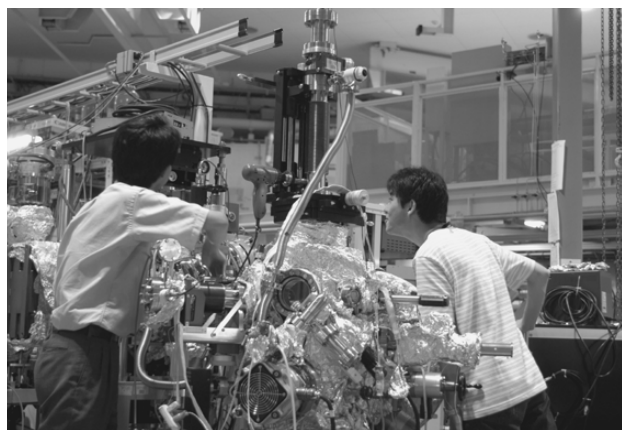
講師：大見 和史

最後になりますが、実習テーマ担当者はじめご尽力くださいましたPFスタッフの皆様、また多少とも不便を御容認くださいましたユーザーの皆様へ御礼申し上げます。来年もどうぞ宜しくお願い致します。なお、今回初めて実習テーマを担当して下さった雨宮氏が感想を寄せて下さいました(次の記事)。

## 夏期実習を担当してみても

放射光科学第一研究系 雨宮健太

私は昨年度途中の着任であるため、今年度、初めて夏期実習を担当する機会を得た。テーマは「有機分子の自己組織化を軟X線で探る」というものだったが、諸々の事情により、実習が初めてというだけでなく、試料を自分で作るのも初めて、という冒険をする羽目になった(もちろん前任の研究室全体としては、長年取り組んできたテーマでは



実習風景

あるのだが)。これには実習生も若干驚いたようだったが、幸か不幸か、副題が「こんなに簡単に単分子膜ができるのか？」であり、実際、未経験者でも簡単にできることに、私も実習生と一緒に感動した次第である(実は経験者から詳細な実験操作メモをもらっていたお陰であり、この場を借りてお礼をしたい)。なにはともあれ、実習生にとっては、周到に準備された、できて当たり前の実験をするよりもいい経験になったのではないかと、勝手に満足している。

実は今回、担当する実習生が一人だけという、お互いにとって極めて贅沢(?)な環境であった。その結果、他の実習生との会話などに注意が行かない分、私の一挙手一投足をじっと見つめられることになり、かなり緊張を強いられたことは間違いない。実習生も私も、人生の中で最も密度の高い時間をすごした、というのは言いすぎだろうか。BBS開ボタンを押して、しばらくしてBBS開を示す赤いランプが点灯した時に、「あ、赤ランプがつかまりました!」と、まるで大トラブルが発生したような声で言われた時には肝を冷やしたものである(講習ビデオで見なかったのだろうか?)。

さて、我々がそうして奮闘している間、他の実習生たちはどうしていたのだろうか。残念ながら話をする機会はなかったが、当日はいたるところで名札をつけた若い人々を見かけた。中にはかなり夜遅くまで頑張っていたグループもあったようである。外見だけではなかなかわからないが、基本的にみんな楽しそうで、少なくとも不満そうな顔は見なかったように思う。私が担当した実習生を含め、参加者の皆さんが爽やかなひと時を過ごし、満足して帰っていったことを祈りつつ、本稿を終えたい。

## 第 21 回 日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム開催要項

1. 開催日 2008年1月12日(土), 13日(日), 14日(月)
2. 場 所 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市野路東1丁目1-1)
3. 主 催 日本放射光学会  
共 催 立命館大学SRセンター, 立命館大学放射光生命科学センター, 高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設, 高輝度光科学研究センター, 佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター, 産業技術総合研究所光技術研究部門, 自然科学研究機構分子科学研究所極端紫外光研究施設, VUV・SX高輝度光源利用者懇談会, SPring-8利用者懇談会, 東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設, 東京理科大学総合研究所赤外自由電子レーザー研究センター, 東北大学特定領域横断研究組織「シンクロトロン放射」, 名古屋大学小型シンクロトロン光研究センター, 日本大学電子線利用研究施設, 兵庫県立大学高度産業科学技術研究所, 広島大学放射光科学研究センター, PF懇談会, 放射線医学総合研究所重粒子医科学センター, UVSOR利用者懇談会, 東京大学放射光連携研究機構

### 4. 組織委員会 ([ ]は推薦団体, ○は委員長)

足立伸一[KEK-PF], 雨宮慶幸[学会会長], 伊藤功[東大物性研], 伊藤正久[SPring-8懇], 太田俊明[実行委員長, 立命館大SR], 岡島敏浩[SAGA-LS], 尾嶋正治[東大放射光連携], 木村真一[分子研], 組頭広志[PF懇], 小池正記[産総研], 櫻井吉晴[高輝度光セ], 佐藤勇[日大], 澤博[学会会計幹事], 高桑雄二[東北大], 高嶋圭史[名大], 築山光一[東京理科大], 生天目博文[HiSOR], 難波秀利[プログラム委員長], 野田大二[兵庫県立大], 日野照純[UVSOR懇], 松田巖[VUV・SX懇], 山田廣成[実行副委員長, 立命館大生命], ○山本雅貴[学会行事幹事]

### 5. プログラム要綱

- ・ 12日は利用者懇談会と総会を行う予定です。
- ・ 13日、14日は企画講演, 特別講演, オーラルセッション, ポスターセッション, 懇親会, 企業展示, 施設報告, 市民講座等を行う予定です。

### 6. 参加費

	11月30日までに支払	12月1日以降 (現地での支払いをお願いいたします。)
放射光学会員	5,000円	6,000円
共催団体会員・職員	7,000円	8,000円
非会員	8,000円	9,000円
学生会員	2,000円	3,000円
学生非会員	3,000円	4,000円
懇親会(一般)	6,000円	7,000円
懇親会(学生)	3,000円	4,000円

- ・ 前回到引き続き, 参加登録を発表申込の際に一緒に行っていただきます。その際, 参加費および懇親会費の支払いの手続きも行ってください。事前の支払いは, クレジットカード払い, 銀行振込または

郵便振替が可能です。手続きの方法は、参加登録が開始された際に放射光学会ホームページ上 (<http://www.jssrr.jp>) でご確認ください。なお、参加をキャンセルされた場合の返金はいたしません。

- ・ 参加登録のみの場合も、同じく学会ホームページからできるだけ事前に行ってください。
- ・ 12月1日以降の参加登録、または、11月30日までに事前に支払手続きを行わない場合は、12月1日以降の参加費を現地受付でお支払いください。
- ・ 11月30日までに支払を済まされた方には、事前に予稿集を送付いたします。

## 7. 発表者資格

日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムの一般講演・ポスターの発表者（登壇者またはポスターの発表の場合は説明者）は、①主催団体の日本放射光学会会員、または、②共催団体の会員か職員に限ります。

- (1) 共催団体の会員または職員で日本放射光学会会員となっていない方は、放射光科学の発展に学会が果たしている役割をご理解いただき、日本放射光学会に入会していただくことを強く希望します。
- (2) 発表申込み時点で上記の資格を有しない方は、発表当日までに資格を取得する必要があります。特に、日本放射光学会への入会申込み手続きを至急行っていただくことを希望します。
- (3) 発表者が日本放射光学会の会員、または共催団体の会員・職員である場合は、共同発表者の中に上記の資格を満たさない方が含まれていても差し支えありません。

## 8. 発表申込について

- ・ 受付開始：2007年9月20日（木）
- ・ 申込締切：2007年10月19日（金）17:00 厳守  
申込方法：日本放射光学会ホームページ (<http://www.jssrr.jp>) を通して、予稿集原稿および参加申込とともに発表申込を行ってください。
- ・ ネットワークトラブル回避の為、締切日直前の申込みはなるべく避けて下さい。
- ・ 発表形式：オーラルとポスターがあります。希望される発表形式を選択して下さい。
- ・ 発表番号通知：2007年11月上旬に日本放射光学会ホームページ上で公開いたします。

## 9. 予稿集原稿について

- ・ PDF ファイルで作成の上、発表申込の際に投稿してください。
- ・ 原稿形式 発表1件につき、予稿は1/4ページ（A6/縦置き）です。（A4縦置きの原稿4件を、50%に縮小してA4縦置きの頁に4件並べます。）
- ・ カラー印刷は受け付けませんので、ご了承下さい。
- ・ A4（縦長）に下記の要領で文字を打ち込み、原稿を作成して下さい。
  - ①用紙の余白／上 2.5 cm, 下 1.5 cm, 左右 2.5 cm
  - ②1行目左端… 実験を行った施設名（12ポイント）
  - ③2行目中央… 表題（18ポイント）
  - ④3行目… 空ける
  - ⑤4行目中央… 著者名・所属（14ポイント）
  - ⑥5行目… 空ける
  - ⑦6行目… 本文（14ポイント）

## 10. プログラムの掲載

- ・ プログラムは、11月上旬に日本放射光学会ホームページ上に掲載いたします。
- ・ 日本放射光学会誌「放射光」では、事後の第21巻1号（2008年1月末発行予定）に掲載いたします。



## 11. 企画講演の公募

前回に引き続き、会員全体から企画講演を公募します。企画講演の形式や応募先・締切等は以下を参照ください。

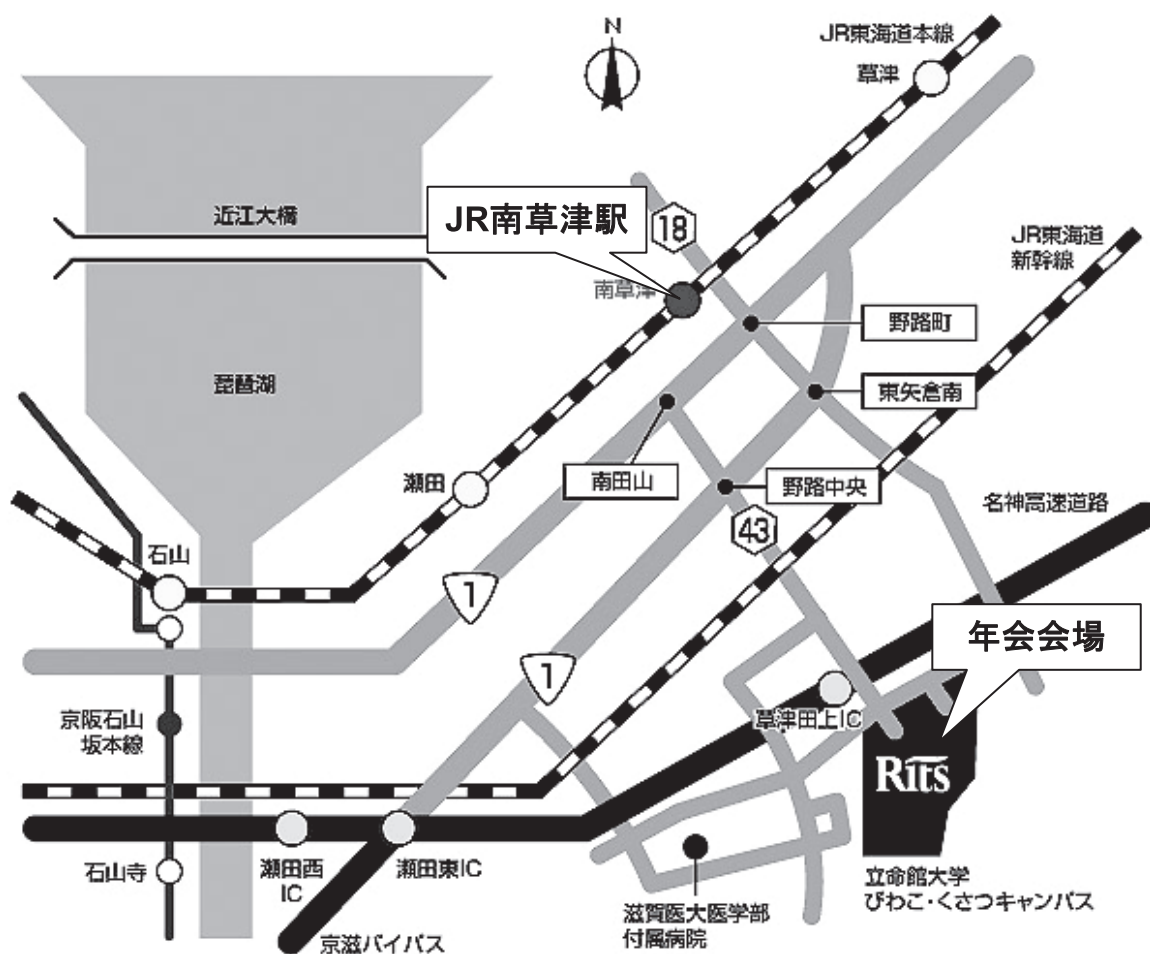
- ・時間配分：1つの企画講演を、趣旨説明を含めて全体で90分とする。
- ・企画の提案者には、講演の最初に趣旨説明と会期終了後の報告書の提出をお願いします。
- ・応募先：プログラム委員長（難波秀利, [namba@se.ritsumeai.ac.jp](mailto:namba@se.ritsumeai.ac.jp)）宛に電子メールで、①提案理由（200字程度）、②講演者および時間配分を明記し、応募する。
- ・応募締切：2007年10月1日（月）17:00

## 12. 会場へのアクセス、交通のご案内

### ・JR南草津駅から

近江鉄道バスで「立命館大学行き」または「立命館大学経由飛島グリーンヒル行き」にて約8分「立命館大学」下車

会場へのアクセスは図のとおりです。



# ユーザーとスタッフの広場

## ◇ユーザー受賞記事

### 岩田 想教授（京都大学医学系研究科）が 日本学士院学術奨励賞を受賞

日本学術振興会により平成 16 年度に日本学術振興会賞が創設され毎年 20 名程度の方が受賞されています。日本学術振興会賞受賞者の中から特に優れた者 5 名以内に、日本学士院学術奨励賞が授与されますが、岩田想さんは今回この 5 名の中に入る栄誉を担われました（2007 年 2 月 13 日決定、3 月 2 日授賞式が行なわれました）。

岩田想さんは、東京大学大学院に在学中、坂部知平先生のグループで研鑽を積み、学位取得後も日本学術振興会研究員としてフォトンファクトリーでタンパク質構造解析研究に携われました。その後、ドイツマックスプランク研究所（フランクフルト）、スウェーデンのウプサラ大学を経て現在はイギリスのインペリアルカレッジ教授として膜タンパク質の構造解析を精力的に進められています。また、Diamond 放射光施設ダイヤモンドフェローを兼務して新施設における構造生物学研究グループの立ち上げ、さらに JST の ERATO プロジェクトリーダーとして膜タンパク質の中でもっとも困難とされるヒト由来 GPCR の構造解析に取り組んでおられます。

フォトンファクトリーの構造生物学研究センターとは JST 戦略的国際科学技術協力推進事業「英国との研究交流」の共同研究者になっていただいております。本年 1 月から 3 ヶ月間川崎政人助手が岩田想グループで小胞輸送系でタンパク質のリサイクリングをつかさどっている膜タンパク質の発現・結晶化に取り組ませさせていただきました。また、今年 4 月からは京都大学医学系研究科教授としても活躍されておられます。フォトンファクトリーより、心からお慶び申し上げます。

## ERL07 ワークショップ報告

放射光源研究系 坂中章悟

5 月 21 - 25 日の間、イギリスの Daresbury 研究所で ERL07 ワークショップ (41st Advanced ICFA Beam Dynamics Workshop on Energy Recovery Linacs) が開催された。これはエネルギー回収リニアック (ERL) に関する第 2 回目の国際ワークショップである。前回 (ERL05) はアメリカの Thomas Jefferson National Accelerator Facility (JLab) で開催されている。今回のワークショップには 105 名が参加し、うち英国外からの参加者は 66 名、日本からの参加

者は 8 名であった。

初日には、主催者を代表して ASTeC (Accelerator Science and Technology Centre) センター長の Mike Poole 氏と、Cockcroft Institute 所長の Swapan Chattopadhyay 氏が挨拶を述べた後、ERL に関する主要なテーマに関する招待講演が行われた。まず JLab の Lia Merminga 氏が、JLab の赤外線 FEL をはじめとする稼働中の ERL のレビューとそれらのアップグレード計画について講演した。例として、JLab の FEL-ERL では、ビームエネルギー 150 MeV、平均ビーム電流 9.1 mA、規格化エミッタンス 7 mm-mrad、波長 1.5  $\mu\text{m}$  の赤外線領域で、連続 FEL 出力 14.2 kW が達成されている事が報告された。続いて ASTeC の Jim Clarke 氏が FEL-ERL 光源に関する計画についてレビューした。次にコーネル大学の Georg Hoffstaetter 氏は ERL ベースの硬 X 線光源計画について、コーネル大学、KEK/JAEA、Argonne/APS での計画を紹介しながらレビューした。一方 BNL の Vladimir Litvinenko 氏は、高エネルギー・原子核物理実験への ERL への応用について述べた。BNL では、イオン衝突器 RHIC のルミノシティ増強のためイオンビームを電子冷却する計画があり、それに必要な低エミッタンス (規格化エミッタンス 4 mm-mrad 以下)、大電流 (アンペアクラス) の電子ビームを供給するために ERL を用いる計画がある。そのための超伝導 RF 電子銃や 703.5 MHz 超伝導空洞の開発、実証機の建設が進められている。続く Ilan Ben-Zvi 氏も BNL での開発状況を中心とする講演をした。超伝導 RF 電子銃は現在製造中であり、実証機は 2008 年 9 月頃に稼働する予定のようである。ASTeC の Susan Smith 氏は、Daresbury の ERL プロトタイプ (ERLP) の建設状況について報告した。ERLP は約 11.5M  $\text{£}$  (約 28 億円) をかけて建設された ERL であり、入射器と主リニアック用に各 1 台ずつの超伝導空洞のモジュールを持つ。全体がほぼ組み上げられており、コミッショニングが一部始まっている。DC フォトカソード電子銃では、電圧 350 kV、カソードの量子効率が 1.2% (組み込み前の実験室では 3.5%) が達成されており、今年段階的に立ち上げて今年のクリスマス頃にはビームのエネルギー回収を実験したいとの事である。次に、ERL で重要な各要素である入射器、超伝導空洞と RF 制御、同期、ビーム診断、フォトインジェクター用ドライブレーザーの 5 つについて、それぞれ J. Lewellen (ANL), T. Grimm (Niowave/MSU), G. Hirst (STFC), K. Jordan (JLAB), I. Will (MBI) の各氏がレビューを行った。

ワークショップの 2 日目から 4 日目までは、参加者が 4 つのワーキンググループ (WG1: Injectors, WG2: Optics, WG3: Superconducting RF, WG4: Synchronization/Diagnostics/Instrumentation) に分かれ、発表とディスカッションを行った。5 日目の午前中にこれらのディスカッションの結果を座長 (convenor) がまとめて終了した。

ワーキンググループ 1 (Injectors) では、ERL 用の電子銃と入射器に関する議論が行われた。ERL 用の電子銃は大別して、DC フォトカソード電子銃 (Cornell/Daresbury/JAEA

など5つの報告)と超伝導RF電子銃(Rossendorf/BNL/Berkeleyなど)の2つのタイプの開発が進められている。DCフォトカソードについては、既に高圧を印加して電子ビームの取り出しに成功している(Cornell, Daresbury等)。最も進んでいるコーネル大学では、微小電流における熱エミッタンスを測定し、40 meVの結果を得ている。今のところ350 kV以上の高電圧をかける事に困難があり、セラミック管の導電性コーティングを改良したものを準備中である。(ただしセラミック管の製造には大変時間がかかる)。Daresbury ERLP用の電子銃については、JLab FEL用電子銃のほぼコピーである。既に組み上がっており、ビーム取り出しに成功しているが、高圧トラブルや電荷が設計値77 pCのところ11 pCである事など、解決すべき点は多い模様である。日本のERL計画向けにJAEAが開発中の250 kV電子銃についても、現在の試験状況と、AlGaAs材料を用いるとNEA表面の長寿命化が可能である事などを西森信行氏が発表した。

超伝導RF電子銃に関しては、Rossendorf, BNL等において過去数年をかけて開発が進められ、現在製造中である。Rossendorfでは、1 mAの電子ビーム生成実験を今年夏に予定しているとの事である。フォトカソード用ドライブレザーについても、例えばファイバーベースのもので、波長780 nm、出力2 W、繰り返し500 MHz、パルス幅30 psのレーザーの報告があった。

ワーキンググループ2(Beam optics)では、現在進行中のERL計画、ビーム不安定性やビーム損失などの問題点、計算機コードとシミュレーション、ビーム光学の先進的な話題、超伝導空洞によるBeam Breakup(BBU)について議論された。まず進行中のERL計画では、H. Owen氏がDaresbury Lab.の4GLS計画について、坂中が日本での5 GeV ERL計画と実証機のラティスについて、M. Borland氏がArgonne APSのアップグレード計画について発表した。APSではリングのアップグレード計画を考えていたが、改造のため1年程度のシャットダウンが必要なことがユーザーに支持されず、最近ERLベースのアップグレードに方向転換した。現在の案では、現有APSリングの外側に7 GeV超伝導リニアックを作り、一旦APSリングとは逆向きにビームを加速し、ターンアラウンド・アーク(TAA)で方向を変えてAPSを周回させ、その後エネルギー回収を行う案である。総延長3 km以上のビーム輸送路が必要で、将来TAAにも放射光ビームラインを建設することができる。また7 GeVビームを用いたFELも可能である。ビーム不安定性等の議論では、イオン捕獲、壁抵抗によるBBU、ビーム損失の許容値について、Touschek効果によるビーム損失の見積もり、ビーム診断系について、などの議論があった。先進的なビームオブティクスに関する議論では、ERLにおけるコヒーレント放射光の影響とその対策について、周長補正法について、等についての議論があった。特に印象深かったのは、Kwang-Je Kim氏のオンシレータ方式のX線FELの提案である。これは既にZhirong HuangとRon Ruthが発表し

た論文(Phys. Rev. Lett. 96, 144801(2006))に基づく提案であるが、ERLのhigh coherence運転モードのパラメータ(バンチ電荷19 pC/bunch, エミッタンス6 pm-rad, バンチ長2 ps rms, エネルギー広がり0.02%, ビームエネルギー7 GeV)が実現したとすると、斜入射のBragg散乱を用いるミラーを用いた共振器を使ってX線FELが実現できる可能性があるとの事である。この方法は、時間的にも空間的にもfully coherentで、平均強度が高くピーク強度は適度に低いという、SASEに比べてはるかに使いやすいコヒーレントX線を発生できる可能性を持つ。共振器での損失は10%程度と見積もられており、FELゲインが20-50%程度あれば発振が可能とのことである。共振器に用いる結晶やその熱負荷、各種トレランス等、研究すべき点は多いと思われるが、ERLの利用として非常に魅力的な提案だと思われる。

ワーキンググループ3(Superconducting RF)では、ERL向けの超伝導空洞に関しての議論がなされた。座長(Todd Smith氏)のまとめでは、日本からの提案(KEKの古屋貴章氏、物性研の阪井寛志氏の発表)である9セル空洞の設計が、セル数が多いのにも拘わらず(今のところ計算上であるが)dipole modeのインピーダンスを低く抑える設計になっている事と、偏心フルート型ビームパイプを用いてquadrupole modeの高次モードを減衰できる方式を考案した事、などで高く評価された。また、この空洞を用いた場合のシミュレーションでのBBU予測について原子力機構の羽島良一氏が発表し、しきい値が約600 mAと十分高いこと(HOM周波数ばらつき無し)、2ループのERLでもしきい値300 mA程度が得られることなどが報告された。これを受けて座長は総括の際に、コストを大幅に削減できる2ループERLについて今後真剣に検討すべきである、とのコメントをした。

ワーキンググループ4(Diagnostics)では、ERLに必要なビーム診断系やタイミング同期の問題等について議論された。あいにくビーム診断に関するコンファレンス(DIPAC 2007)と期間が重なっており、参加者が4-5名と少なくなってしまうが、座長のK. Jordan氏の手腕により他のワーキンググループとの合同ディスカッションを多くとるなどして、有意義な議論が行われた。K. Jordan氏がJLAB FELのビーム診断系について、KEKの飛山真理氏がKEK test ERL用のビームモニタ系について、ANLのC. Yao氏がAPSのERLアップグレード計画とビームロスについて発表した。また、装置開発、運転手順を含めた有用な経験を共有する方法など、ERLに限らず現加速器のどこでも問題となっている事柄も含めて具体的な議論があった。また、現在立ち上げつつあるDaresburyのERLPでの具体的な経験をもとにした、テストスタンドについての深い議論があった。

以上まとめると、低エミッタンス電子銃、超伝導空洞等を中心としてERL要素の開発研究が進められており、実証機施設としてもコーネル大学(入射器の試験設備を建設中)、Daresbury研究所(ループも含むERLPがほぼ完成)、





図1 ERL プロトタイプが設置されている旧静電加速器の建物 (Daresbury 研究所)。



図2 ERL プロトタイプの内部。ビーム周回部の向こうに極低温設備の一部が見える。ERL では、ビーム輸送路に比べて極低温設備が大規模になる。

BNL (ループを含む試験設備を建設中) などが相次いで稼働し始める予定であり、ERL の開発は着実に進んでいるという印象を受けた。なお、ワークショップでの発表資料は ERL07 のウェブページ <http://www.erl07.dl.ac.uk/sci.htm> で公開されている。プロシーディングスは JACoW のウェブページ <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/JACoW/proceedingsnew.htm> で公開される予定である。

ワークショップの合間に、ERL プロトタイプを見学した。この小型 ERL は、Daresbury 研究所で使われなくなった静電加速器の建物 (図1) の1階部分に放射線遮蔽を増強して設置してある。ERL のビーム周回部は既に完成している。ACCEL 社製の2台の超伝導空洞も設置され、見学の無い時には空洞のコンディショニングが行われていた。電子銃本体はベーキング中であつた。空洞近くに4K用と2K用らしい冷凍機が配置されていた (図2)。大型の液体ヘリウム冷凍機が大きな音を立てて動作していたことが印象深かった。また、外側のコンクリート遮蔽は厚さ2m程度とのことであつた。冷凍機や放射線遮蔽の規模はビームのデューティー比に強く依存する。デューティー

比が1%以下の ERLP でこの規模の冷凍機と遮蔽を用意しているということは、デューティー比100%の運転を想定している KEK-ERL 実証機ではより大規模になる可能性があり、しっかりとした検討が必要だと思われる。主要な ERL 試験加速器の一つが稼働を始めることで、ERL に関する研究は一段と進展する事が期待される。

最後に、WG1 と WG4 の議論については原子力機構の西森信行氏と KEK の飛山真理氏のレポートを参照させて頂いた事を感謝致します。

## 6th International Conference on Inelastic X-ray Scattering (IXS2007) に参加して

広島大学大学院理学研究科 中島伸夫

第6回非弾性X線散乱国際会議 (IXS2007) が、連休明けの5/7 (月) ~ 5/11 (金) に兵庫県立淡路夢舞台国際会議場で開催された。参加者115名の半数近く (56名) が海外からの参加者であり、国内で開催される国際会議としては外国人が多いという印象を数字の上からも裏付ける格好となった。(カナダ; 2名, フィンランド; 5名, フランス13名, ドイツ2名, インド; 3名, イタリア; 5名, オランダ; 2名, 台湾; 3名, 英国; 2名, 米国; 19名, 日本; 59名)。

初日夕方に Welcome party があり、火曜日から4日間かけてじっくりと開催された。休憩や昼食を挟みながら、テーマごとに分けたセッションで3~4人が口頭発表を行った。各セッションのテーマは、IXS 技術の全体像 (1), (2), 水に関する物理, 強相関電子系 (1), (2), 格子振動系, IXS の新分野 (1), (2), ラマン散乱と理論, 電子構造の基礎, 新技術と将来光源で、河田委員長の開催の挨拶も含め38名の発表があつた。筆者自身はこの会議への参加は初めてであるが、この会議の当初の中心的話題であつたコンプトン散乱に関する講演が2件のみで、一方、水に関する議論がセッションを終えてもなお白熱した議論 (やや敵対的?) を行っていたことが、この分野の今を象徴していたように思える。筆者の分野 (X線発光分光) に関して言えば、高フラックスなビームラインや高エネルギー分解能の発光分光器を、施設を挙げて開発している欧米の勢いに日本が明らかに後れてしまっている焦りを覚えた。理論面では日本から多くの情報発信がなされている分野であるだけに、歯がゆい思いがした。ポスター発表57件は、口頭発表だけでは伝わりにくい実験の詳細について、各グループの関連した内容の発表が多かつたように思われる。片面ガラス張りの開放的な廊下で、会期中掲載されたポスターに時折足を休めて気ままに眺めるだけでも刺激になった。

会場は、淡路花博のときに整備された建築家・安藤忠雄氏設計によるリゾート施設で、好天に恵まれたこともあり、会議の疲れどころか日常の雑念さえも忘れさせてくれるようなすばらしいところであつた。植物園でのバンケッ



会議初日の集合写真

トは幻想的さえあり、自然と誰とでも打ち解けて話が始められる穏やかな雰囲気の中、静かに酔いが回っていった。また、この会議を成功裏に終わらせられたのも、多くの会議関係者はもとより、現地スタッフとして活躍された SPring-8 のスタッフのおかげである。照明やマイクをはじめ、エクスカッションでのガイド役など、参加者全員が不自由なく振舞えるよう、終始気を配っていた様子が印象的であった。会議のまとめとして発表全体を総括されたドルトムント大の W. Schülke 氏の "remaining works" を一つ一つかみ締めながら、次回 ESRF で開催される IXS2010 への目標としたい。

## Canadian Light Source でのビームタイム

日本学術振興会 海外特別研究員  
ブリティッシュコロンビア大学 和達大樹

私は本年4月1日より、カナダのバンクーバーにあるブリティッシュコロンビア大学で Sawatzky 教授のもとでポスドクを行っております。6月23日から29日に、カナダのサスカトゥーンにある放射光施設 Canadian Light Source (CLS) でのビームタイムを行いました。共に行ったメンバーは同じ Sawatzky 教授グループでポスドクを行っている David Hawthorn (カナダ人) さんと Jochen Geck (ドイツ人) さんです。ここではこのビームタイムの感想を書かせていただきます。

カナダは日本人からするとアメリカと区別がつかないような国かもしれませんが、実際には経済的にアメリカに大きく依存しながらも、カナダ人は「アメリカ人とは違う」という強い意識を持って暮らしているようです。例えば、ジンジャーエールはカナダ生まれですし、フレンチフライに酢をかけて食べるのもアメリカにはないカナダの習慣のようです。“ならず者国家”をすぐに成敗したがるアメリカとは違い、カナダはとても穏やかな国です。

CLS はカナダの内陸部のサスカトゥーンにあります。

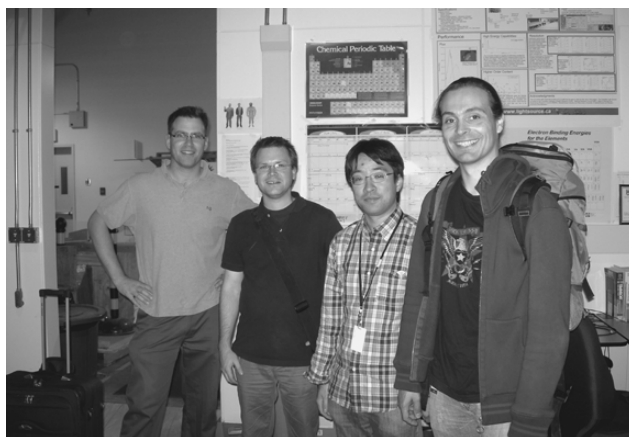
バンクーバーからは直行便が少なく、私は行き帰りともカルガリー乗り換えでした。日本から来る場合はバンクーバーからの直行便がうまく接続しているようです。そもそも CLS がバンクーバーにでもできていれば日本からのアクセスは最高なのですが…。時差はバンクーバーよりサスカトゥーンは1時間進んでいます。夏時間ではそうなのですが、これはサスカトゥーンのあるサスカチュワン州がなぜか夏時間を採用しないからであり、冬時間では2時間進んでいることになります。ややこしいですね。サスカトゥーン国際空港から CLS までの交通はタクシーのみで、20分、20カナダドルぐらいです（1カナダドルは約115円、一昨年頃から急に強くなりました）。CLS はサスカチュワン大学のキャンパス内にあります。

CLS 自体についての紹介は、ホームページ <http://www.lightsource.ca/> に詳しくありますので、ここでは簡単にさせていただきます。CLS はカナダでは唯一の放射光施設であり第3世代に属します。1999年の3月に5640万ドルの資金で建設が決定して以降極めて順調に建設が進み、2001年には実験ホールの建物が完成、2003年には放射光がビームラインに初めて届き、2004年から実験が開始されています。ユーザーの利用は2005年から始まり、最初の論文は2006年に出たようです。

我々はここでX線吸収分光 (XAS) の実験を行いました。使用したビームラインの番号は11ID-1ですが、こちらではSGM (High Resolution Spherical Grating Monochromator) と呼ばれることが多いようです。エネルギー範囲は250-2000 eV の軟X線領域です。このビームラインについての詳しい紹介はホームページ <http://www.lightsource.ca/experimental/sgm.php> にありますので、ご参考になさってください。我々の測定した感触としては、分解能、S/N比など、十分に満足のいくものでした。担当者は Robert Blyth さんと Tom Regier さんの2人で（夏期でしたので Summer school の学生さんが1人いらっしゃいました）、我々ユーザーに大変親切にしてくださいました。

このビームラインには光電子分光チャンバー (SCIENTA 社の SES-100) が常設されており、我々は XAS 測定用のチャンバー (David Hawthorn さんと Jochen Geck さんがはるばるバンクーバーからレンタルトラックで移動) をその下流に設置して実験を行いました。ビームタイムの前半1日以上を移設に費やしてしまったのは、致し方のないところだと思います。このチャンバーは我々のビームタイム終了後にまたビームラインから取り外し、CLS 内で保管しております。隣のビームライン 10ID-2 はまだ建設中ですが、こちらで我々のグループは弾性、非弾性の X 線共鳴散乱実験やコヒーレント X 線散乱実験 (スペックル) を計画しております。このビームラインの紹介はホームページ <http://www.lightsource.ca/experimental/reixs.php> にあります。そのほか、建設中のビームラインでは Photon Factory でもよくお目にかかるトヤマの方二人が作業なさっていました。サスカトゥーンでも日本語で会話する機会があると、予想外の喜びでした。





ビームタイム終了後の写真(左から、Tom Regier さん、David Hawthorn さん、私、Jochen Geck さん)。

CLS では入射は午前 8 時、午後 4 時、真夜中と 1 日 3 回あります。Photon Factory のような入射前の放送はないですが、担当者がビームラインに回ってくるか、ビームラインに電話があり、「もうすぐ入射だが大丈夫か」と聞かれます。そこで「15 分待ってくれ」と言えば、本当に入射を 15 分遅らせていただくことができます(今ビームタイムはユーザーが少なかったために可能だったのかも知れませんが)。ただし、放送がないので、いつ入射が始まり終わったかは、ビームライン脇のモニターから判断するしかありません。ビーム自体は安定しているようで、予期せぬビームダンプは 1 週間のビームタイム中に 1 度だけでした。Sawatzky 先生はビームタイム前に、これは我々にとって初めてのビームタイムなので、"user-friendly" なビームタイムではなく、"friendly-user" のビームタイム(何があっても怒らない friendly な user のためのビームタイム)だとおっしゃっていましたが、実際は十分に "user-friendly" なビームタイムでした。

CLS にはビームラインのある実験ホールに加え、ラウンジと多目的室があります。どちらにもコーヒー、お湯、電子レンジ、コンロなどがあり、簡単な調理が可能です。冷凍食品やパンの自動販売機があるので、実験中に食事に行けない場合でも、飢える心配はありません。その他としては、シャワーはありますが、仮眠室のようなものではありません。廊下にエリザベス女王とフィリップ殿下の写真も飾ってあるあたりがカナダ的です。また廊下には放射光の宣伝ポスターが多くあり、その 1 つには和歌山毒物カレー事件の解明に SPring-8 が利用されたことが紹介されていました。

CLS での実験以外の生活についても書かせていただきます。まず気になるのは宿舎です。宿舎は CLS から徒歩 5 分程度です。事前に FAX か郵便での予約が必要で、支払いはカードとなります。DELUXE Single が一泊 45 ドル、BASIC Single が一泊 35 ドルです。DELUXE のほうには電話、テレビ、冷蔵庫、インターネット接続があるので、一泊 10 ドルの差ならば DELUXE Single のほうが良いと思います。我々はみな DELUXE Single に宿泊しました。シャワー、

トイレ、台所、洗濯(ただし洗剤はない)は、共用スペースとなっています。各室に石鹸があると説明にはあったのに、実際にはありませんでした。我々 3 人とも石鹸を持っていなかったため、ちょっとした騒ぎとなりました(結局買いましたが)。また、45 ドルも払っているのに各室にシャワー、トイレがないのはちょっと不満です。建物もさびしくあまりきれいとは言えません。値段も考えれば、Photon Factory の宿舎のほうが上と言えそうです。

食事情も紹介いたします。大学のキャンパス内には食堂があるので、もちろん昼食、夕食をとることが可能です。CLS からは徒歩 10 分ぐらいです。キャンパス外にもレストラン 1 軒、Subway、Starbucks があります。CLS からは徒歩 20 分ぐらいです。レストランは結構きちんとしていてメニューは 1 人 15-20 ドルぐらいです。ただし、ここはのんびりしているので、食事に 1 時間程度はかかってしまうと思います。このあたりにはコンビニのような小さな店も一軒あり、パン、冷凍食品、飲み物などを買うことができます。食べ物の備蓄としてはここで買うしかありません。(もっと遠くに Safeway などのスーパーがあるようですが、徒歩圏内ではないようです。)また、ピザの出前を取ることもでき、我々も 2 回取りました。

というところで、CLS のビームタイムの感想を終わらせていただきます。我々の実際に行った測定内容については、今後学会などで発表させていただく機会があると思います。今のところ、CLS を日本のグループが使用したことはほとんどないようです。日本からのアクセスがあまり良くないため、日本のグループの参加は今後も少ないのかもしれませんが、実験を行うところとして、またカナダという国を感じる機会としてもいい施設なのではないかと思っております。

## PF トピックス一覧 (4 月～6 月)

2002 年より KEK ではホームページで「News@KEK」と題して最新の研究成果やプレスリリースなどを紹介しています(KEK のトップページ <http://www.kek.jp/ja/index.html> に掲載。毎週木曜日に更新)。それをうけて、PF のホームページでも News@KEK で取り上げられたものはもとより、PF の施設を利用して書かれた論文の紹介や受賞記事等を掲載しており、一部は既に PF ニュースでも取り上げられています。各トピックスの詳細は「これまでのトピックス」(<http://pfwww.kek.jp/topics/index.html>)をご覧ください。

### 2007 年 4 月～6 月に紹介された PF トピックス一覧

- 2007.04.05 燃料電池触媒のリアルタイム解析～放射光時間分解 XAFS 実験～
- 2007.04.10 唯美津木氏(東京大学大学院理学系研究科)が第 1 回 PCCP Prize を受賞
- 2007.04.06 垣内徹氏が総研大・長倉研究奨励賞を受賞
- 2007.05.31 彗星のかけらを調べる～放射光でスターダストの試料分析～



# PF 懇談会だより

## PF 懇談会 2007 年度第 1 回運営委員会議事録

日時：2007 年 5 月 30 日（水）14 時～16 時

出席者：尾嶋正治，柿崎明人，佐藤衛，高橋敏男，田淵雅夫，中井泉，野田幸男，平井光博，藤森淳，若槻壮市，飯田厚夫，伊藤健二，春日俊夫，河田洋，小林克己，野村昌治，柳下明，村上洋一，高橋浩，稲田康宏，足立伸一，千田俊哉，澤博，原田健太郎，坂本一之，齋藤智彦（26 名）森史子（事務局）

0. 会議冒頭に、本運営委員会会議直前の 11 時～13 時に運営委員会幹事会が開かれたことが村上会長から報告された。

### 1. PF 施設報告

若槻施設長より PF の現状報告及び今年度の予算と運転時間の削減についての説明がなされた。まず、平成 19 年度予算は（どの施設でも同様だが）大変厳しく、特に KEK 全体としては J-PARC 建設に予算を割く必要があるため、PF も（運転開始以来、高度化等の改造によるシャットダウンを除くと始めて）運転時間を削減することとなった。また野村第一系主幹より運転時間の具体的数値について説明があった。なお平成 20 年度においてはこのような形の削減は無い様に予算要求して行きたい旨説明があった。

上記内容について、質疑応答があった結果、「ユーザー側（＝懇談会）から運転時間削減に対する意見を出すべきである」という幹事案が承認された。

### 2. PF 懇談会幹事報告

#### (1) 会計幹事報告（原田）

平成 18 年度収支報告と平成 19 年度予算案が承認された。

#### (2) 広報幹事報告（千田）

PF 懇談会 WEB 名簿公開について：個人情報保護の観点から厳格に運用するには各個人の password が必要となるが、これには手間がかかりすぎるので、セキュリティレベルをやや落とし、以下のような運営を提案した。

- ① 共通 password でアクセス可能とする。
  - ② 最低限の公開情報は会員番号、氏名、所属。
  - ③ それ以上の e-mail、所在地は各会員に承認を求め、異論がなければ（＝返事が無ければ）公開を是認したとみなす。
  - ④ この秋公開予定だが、機構の情報公開基準を内部幹事が調べ、それに準拠して公開する。
- 審議の結果、上記に加えて「所属 UG は公開すべき」との意見があり、これを加えて承認された。

### (3) 行事幹事報告（足立）

本年度の放射光基礎講習会は 9 月中旬頃の予定。昨年度の経験を生かし、講師の人との内容のすりあわせやテキストの検討を行う予定。また懇親会費用を懇談会から捻出する案が幹事会から提出され、審議の結果、承認された。

### 3. 継続・新規 UG の提案の審議

#### (1) 継続分（全体をまとめて審議）

- ① 継続分については、特に問題なく承認された。
- ② 「5 年」という継続時間が長い、或いは短い、という意見が出されており、継続期間については、今後の検討事項とすることで了承された。

#### (2) 新規分

新規で 4 件申請審議の結果、新規分は全て承認された。但し「ARPES」については、承認通知の際、① 名称再考を運営委員会の意見として申し添える ② 前身の「固体分光 II」については終了するにあたり活動報告書も提出して頂く、という 2 点を加える、ということで承認された。

### 4. PF 懇談会と PF との間の Communication について

#### (1) 施設のグループ化に伴う施設と懇談会との関係のあり方の改善について

若槻施設長より施設のグループ化に伴う、施設と懇談会との関係のあり方に関して、以下のような考えが示された。

- ① 将来計画等ユーザー全体に関連する中長期的な事柄の議論：UG を束ねた MetaUG を分野毎につくっていただき、MetaUG Leader と [PF 執行部 + PF G Leader] で対話をする。
- ② BL 統廃合や大型予算獲得等、比較的短期で個別 UG に関連する事柄の議論：関連する複数の UG Leader と [PF 執行部 + 関連する PF G Leader] の間で対話をする。

#### (2) 議論

MetaUG 割り振り案について議論を行った結果、酵素回折計と小角散乱は物質化学と生命科学両方に所属するのが良い、との案が出され、承認された。またそれ以外の割り振りについては特に異論なく承認された。

### 5. UG 活動のメリットに関する意見交換

会長 メリットは施設と密接に関係している。幹事会からの意見を列挙した（会議資料：下記参照）が、これに拘らずに意見交換をしたい。

- ① PF 将来計画や BL 統廃合の議論に参加し、意見を述べられる。
- ② UG、MetaUG からの BL や設備品等の予算の提案が可能。
- ③ UG、MetaUG から大型競争的資金獲得を申請する

にあたり PF からのサポート (BL, 装置, BT 等) を得られること。

- ④ 有用な情報の取得。
- ⑤ 各 UG Meeting, UG Leader 間 Meeting への旅費援助
- ⑥ (特に UG 間で連携した提案の) PF 研究会を強く提案可能

- 発言 1. もし施設から放射光利用の大学院教育プロジェクトを予算申請するような場合は, PF 懇談会(会員)が積極的に関わることができるかも知れない。
- 発言 2. 会議に費やす時間の節約のため, 運営委員会と UG Leader 会議を纏められないか? 例えば「運営委員は UG Leader になる」等。
- 発言 3. (発言 2. に対して) ミッションが違う, ということになっているので現状ではそういうことはできない。が, 継続審議することはできるだろう。

## 6. その他

UG Leader 会議は 7 月初旬を予定。次回運営委員会は 9-10 月頃を予定。

## PF 懇談会 2007 年度第 1 回運営委員会幹事会

日時: 2007 年 5 月 30 日 (水) 11 時~13 時

出席者: 村上洋一, 高橋浩, 稲田康宏, 組頭広志, 足立伸一, 千田俊哉, 澤博, 原田健太郎, 坂本一之, 齋藤智彦, 下村理, 若槻壮市, 野村昌治 (13 名) 森史子 (事務局)

議題: 各幹事活動報告

継続・新規 UG の提案の審議

PF 懇談会と PF 殿間の communication について

UG 活動のメリットに関する意見交換

PF 予算と運転時間の削減について

## 新しい PF 懇談会ユーザーグループ

PF 懇談会長 村上洋一 (東北大理)

PF における研究活動をより一層向上させるために, PF 懇談会ユーザーグループ (UG) に時限を設け, UG の研究活動を活性化していただくことをお願いしてきました。これを機に, 各 UG にはこれまでの研究活動と今後の研究活動をご報告いただき, PF 懇談会運営委員会でご審議い

## 新しい PF 懇談会ユーザーグループリスト

	ユーザーグループ (UG) 名	UG 代表者	UG 代表者所属	備考
1	XAFS	田淵雅夫	名古屋大学	継続
2	酵素回折計	猪子洋二	大阪大学	継続
3	タンパク質結晶構造解析	三木邦夫	京都大学	UG 名変更
4	小角散乱	平井光博	群馬大学	継続
5	放射線生物	前沢 博	徳島大学	継続
6	粉末回折	井田 隆	名古屋工業大学	継続
7	高圧	竹村謙一	物質・材料研究機構	UG 名変更
8	構造物性	村上洋一	東北大学	継続
9	将来光源高エネルギー利用	桜井 浩	群馬大学	UG 名変更
10	表面化学	馬場祐治	日本原子力研究開発機構	継続
11	固体分光	藤森 淳	東京大学	UG 名変更
12	原子分子科学	副島浩一	新潟大学	継続
13	量子ナノ分光	尾嶋正治	東京大学	継続
14	核共鳴散乱	小林寿夫	兵庫県立大学	UG 代表者交代
15	位相計測	百生 敦	東京大学	継続
16	低速陽電子	上殿明良	筑波大学	継続
17	医学利用	山口 巖	筑波大学	継続
18	軟 X 線発光	手塚泰久	弘前大学	継続
19	表面界面構造	高橋敏男	東京大学	新規
20	固液界面	近藤敏啓	お茶の水女子大学	新規
21	マイクロビーム X 線分析応用	中井 泉	東京理科大学	新規
22	表面 ARPES	加藤博雄	弘前大学	UG 名変更

ただきました。また、新たなUG設立のご提案も募りました。その結果、2つのユーザーグループが発展的解消し、新しく3つのUGが提案されました。さらに、5つのUGが名称変更を申請されたので、前頁のテーブルのように、継続・新規を合わせて22のUGが今回発足したことになります。発展的解消を提案されたグループは、①蛍光X線分析(代表:中井泉先生 東京理科大)②X線反射率(代表:桜井健次先生 物材機構)でいずれも活動報告を提出頂きました。この分野もPF懇談会の枠を超えてますますの発展が見込まれると期待しています。新規のUGはもちろん、継続のUGも構成員の再構成や研究活動の見直しなどを通じ、今後の研究活動の新しい取り組みをご提案頂きました。今後、UG活動が益々発展していけるように、PF懇談会としては施設側と協力して、様々なサポートを考えていきたいと思っています。

## 将来光源高エネルギー利用(コンプトン散乱)ユーザーグループ設立にあたって

群馬大学大学院工学研究科 桜井 浩

### 1. 設立の経緯

別項「施設だより」で述べられております通り、PFの将来計画に基づき、AR-NE1A1のコンプトン散乱ビームラインは2007年度末に共同利用が終了する予定です。それに伴い、コンプトン散乱ユーザーグループは次世代光源の高エネルギー利用を検討するグループとして再編成することになりました。当面は将来光源を利用した高エネルギーX線非弾性(コンプトン)散乱実験によってどのような科学が展開するか検討し、必要に応じて施設側に提案を行います。

なお、これまでのAR-NE1A1のコンプトン散乱実験のあゆみについて「NE1A1コンプトン散乱ビームラインの閉鎖に当たって」と題し、「現状」で報告されておりますのでご参照ください。

### 2. ユーザーグループとしての今後の主な活動予定内容

PFスタッフと協力しながら、PFおよびその他の放射光施設(主にSPring-8)を利用し、将来光源の高エネルギー利用についての検討と提案、将来光源の特徴を生かした測定手法の開発を行っていきます。特にSPring-8利用者懇談会「スピン・運動量密度研究会」とSPring-8スタッフとの連携を強化していきます。

具体的には将来光源を利用して高エネルギーX線非弾性散乱実験を行った場合(主にコンプトン散乱。将来的には広く非弾性散乱)、どのような新しい科学が展開していくか検討していきます。当面は時間分割測定、極微細ビーム利用などの測定手法の検討と開発を行います。

### 3. 構成メンバーとその主な研究活動内容

メンバーの人数は全部で10人程度の小グループです。現時点では旧コンプトン散乱ユーザーグループメンバーがほとんどです。現在、SPring-8利用者懇談会「スピン・運動量密度研究会」メンバーとSPring-8スタッフに構成メンバーないしは協力メンバーとして活動してもらえよう協力を依頼しています。さらに、今後、広く高エネルギー・非弾性散乱に関連する方に加入いただければと思っています。

### 4. メンバーの主な研究活動内容

現在はPF-ARNE1およびSPring-8-BL08Wを利用し、磁気コンプトン散乱、高分解能コンプトン散乱実験を行っています。当面は、SPring-8を中心に活動を行い、将来光源を利用した高エネルギーX線非弾性(コンプトン)散乱実験によってどのような科学が展開するか検討し、施設側に提案を行います。これらの成果をPFシンポジウムで報告いたします。

## 施設長への運転時間確保の要望書提出

PF 懇談会長 村上洋一(東北大理)

5月30日に開催されましたPF懇談会運営委員会におきまして、施設執行部から、放射光施設の運転時間削減についてのご説明がありました。これに関して、PF懇談会運営委員会で議論を行った結果、下記のような運転時間確保の御願いの文章を、施設長に提出することになりました。本要望書では、リングの運転時間は年間5000時間以上、ユーザー実験時間は年間4000時間以上を確保していただくよう、御願いを致しました。ユーザーにとって、運転時間削減は極めて重大な問題です。この要望書が効力を発揮することを期待しています。

## PF 懇談会からの要望書

物質構造科学研究所 放射光科学研究施設 施設長殿

放射光源加速器(PF及びPF-AR)の運転時間確保のお願い

放射光科学研究施設のPFリングでは、直線部増強作業が完了し、いよいよ延伸された中・長直線部に設置した挿入光源を用いた真空紫外・軟X線領域の利用研究、新たに作られた短直線部の真空封止型挿入光源によるX線領域の高輝度光源利用研究、さらにTop-Up運転によるビーム安定の強化計画など様々な取り組みをして頂いております。またPF-ARリングでは単パンチ大電流の運転特性を活かした、国際的な競争力を持つ挿入光源ビームラインが立ち上がりました。貴施設は、まさに円熟した放射光科学



の担い手としての地位を獲得しております。PF ユーザーを代表しまして、このことをお慶び申し上げるとともに、放射光施設スタッフの方々のご努力に対し、あらためて御礼を申し上げます。

さて、5月30日にPF懇談会運営委員会が開催され、その席上で施設執行部から、放射光施設の運転時間削減についてのご説明がありました。このことに関しまして、PF懇談会運営委員会で議論した結果を取り纏めましたので、以下に述べさせていただきます。

機構の一大プロジェクトであるJ-PARCの建設がいよいよ佳境となり、機構の予算が極めて厳しい状況になっていることも聞き及んでおります。このような中での放射光施設の運営は容易でなく、様々な努力をして頂いていることも理解しております。しかしながら、放射光施設の運転時間の削減は、我が国の放射光利用研究の現状及び将来に極めて甚大な影響を及ぼすことは必至で、ここに運転時間の確保を強くお願いする次第です。

この数年間、直線部増強作業期間を除いて、リングの運転時間は年間5000時間以上、ユーザー実験時間は年間4000時間以上を確保していただいております。今年度はこれらの時間数を大きく割り込む予定であるとのこと説明を伺い、大いに憂慮すべき事態であると考えております。国内外の主な放射光専用リングで、運転時間が年間5000時間に満たない施設はほとんどなく、またユーザー実験時間が4000時間以下の施設はありません。高度化され最先端の研究を行えるだけのインフラ整備・運転モードの開発を行って頂きながら、十分な利用時間を確保できないという事態は極めて遺憾であります。是非ともリング運転時間として最低年間5000時間、ユーザー実験時間として最低でも年間4000時間を確保して頂くことを切に望みます。

一般の放射光ユーザーは、数ヶ月、場合によっては一年以上にも及ぶ準備実験を経て放射光実験に臨みます。年間数回の放射光実験時間は、各ユーザーにとって研究の質と量を支える、かけがえのない極めて貴重な資源です。運転時間の削減は、研究のアクティビティ低下に確実に繋がります。研究レベルを保つためには、国内外の他の放射光施設を利用するか、研究における放射光利用実験への依存度を低くせざるを得ません。また、大学のユーザーにとって深刻な問題は、修士・博士課程における教育活動の低下にも繋がるといえることです。各学生にとって、放射光利用実験を行える機会は、何回もあるものではありません。場合によっては、ただ一回の実験の機会を失う場合もあり得ます。一方、施設側スタッフにとっては、ビームライン・実験装置及び光源加速器のスタディを行う時間をも圧迫することになるでしょう。実際、施設側では光源加速器のスタディ時間を削減して、ユーザーのビームタイムをある程度確保するともお聞きしています。研究に関する損失は短期的で目に見える形で実感できますが、教育や技術開発に関連する損失は、長期的かつより深刻な問題に発展する可能性を孕んでいます。このように、運転時間の削減は、3100人に及ぶ放射光利用研究者の研究・教育成果の低下

に直結し、貴機構及び貴施設の全国大学共同利用機関としての存在意義にかかわる問題であると考えます。

高エネルギー加速器研究機構全体の予算が厳しい折、このような要求は機構の運営にも深く関係するかと存じますが、運転時間の確保、共同利用実験環境の整備に関しまして、内外に納得のいくような措置を切にお願いする次第です。

PF 懇談会会長 村上 洋一

2007年7月

## 平成19年度放射光利用研究基礎講習会

日時：2007年9月6日13:00－7日12:30

場所：高エネルギー加速器研究機構、4号館2階輪講室1  
〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1

内容：学部4年生から修士1年程度で、新たに放射光実験を始めようとしている方を主な対象として、放射光の基礎技術と放射光関連分野のサイエンスについて、専門の方々にわかりやすく解説していただきます。最新の情報はホームページ (<http://pfwww2.kek.jp/pf-kondankai/kondan/katsudo/kousyukai.html>) に掲載いたします。

主催：PF 懇談会

協賛（予定）：日本放射光学会、SPring-8利用者懇談会、SPring-8利用推進協議会、VUV・SX利用者懇談会、UVSOR利用者懇談会、佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター、産業技術総合研究所、広島大学放射光科学研究センター、立命館大学SRセンター、その他関連学会

プログラム：（講義の間の休憩は15分）

13:00 受付

### 1日目 放射光が拓く物質・生命のサイエンス

13:15 「放射光入門：その歴史と役割」

松下 正（物構研）（30分）

14:00 「物性を支配する電子」

澤 博（物構研）（60分）

15:15 「化学反応を観る」

稲田康宏（物構研）（60分）

16:30 「生命の仕組みを知る」

加藤龍一（物構研）（60分）

17:30 1日目終了

18:30 参加者と講師・スタッフとの懇親会

### 2日目 放射光の基礎技術と応用研究

09:00 「放射光源とは何か」

原田健太郎（物構研）（60分）

10:15 「真空紫外・軟X線ビームラインの基礎と分光研究」

小野寛太（物構研）（60分）

11:30 「X線ビームラインの基礎とイメージング研究」

平野馨一（物構研）（60分）

12:30 昼食

13:30 PF見学（希望者のみ）

**参加費：**PF懇談会会員および高エネルギー加速器研究機構メンバーは無料。

協賛団体会員：2000円（テキスト代を含む。学生は1000円）。

非会員：4000円（テキスト代を含む。学生は1000円）。

**申込み締切り：**2007年8月31日（金）、定員50名程度。

**申込み方法：**ホームページ(<http://pfwww2.kek.jp/pf-kondankai/kondan/katsudo/kousyukai.html>)の「参加申込みフォーム」にて必要事項を入力して申込みください。テキストのみの申込み：希望者にはテキストを1部1000円で販売します。ホームページの「参加申込みフォーム」にて申込みください。

**宿舍予約：**高エネルギー加速器研究機構の宿舍に宿泊を希望される方はホームページを参照してお早めに申込みください。

**問合せ先：**高エネルギー加速器研究機構  
PF懇談会行事幹事 足立伸一  
TEL: 029-879-6022, FAX: 029-864-3202,  
E-mail: shinichi.adachi@kek.jp



## 放射光共同利用実験審査委員会速報

実験企画調整担当 小林 克己  
宇佐美徳子

7月4日、5日に放射光共同利用実験審査委員会が開かれました。審議の結果、以下のような実験課題が採択されました。

### 1. G型、P型の審査結果

5月7日に締め切られた平成19年度後期のG型、P型の共同利用実験課題申請にはG型200件、P型6件の応募があり、G型191件、P型5件、計196件の課題が採択され、不採択が10件となりました。採択課題名および申請課題に対する評価の分布は別表を参考にして下さい。不採択となった課題の中には、実験内容の記述が不十分なために実施可能であるか判断できないという判定が与えられた課題が数件ありました。レフェリーが内容を理解できるように記述して下さい。

前々回の審査から、これまでに採択・実施された課題からの報告論文数が少なく、かつそれに関する問い合わせに何の応答も無いと言う場合には「条件付き採択」としてきましたが、今回の審査ではこの理由から条件付きとなった課題が1件ありました。前回の審査時よりは減りましたが、今後課題申請される時にこのようなことが起きないように、論文出版時には登録を忘れずに、かつ速やかにお願います。

また、条件付き課題となった課題の決定通知書には、条件に関する最初の返答（最終返答でなくても良い）に関する期限を明記し、それまでに何の応答も無かった場合には不採択とすることが前回のPACで承認されています。

### 2. PF研究会

19年度後期に開催されるPF研究会として以下の申請が採択されました。

「X線位相利用計測の将来展望」

提案代表者：百生敦（東大）

開催予定時期：平成20年1月ないし2月

「時間分解XAFS研究の動向と展望」

提案代表者：野村昌治（物構研）、田渕雅夫（名大）

開催予定時期：平成20年2月ないし3月

「放射光高圧研究における実験技術の新展開」

提案代表者：竹村謙一（物材機構）

開催予定時期：平成19年11月

### 3. その他

1) 昨年度から放射光戦略WGが所長の諮問機関として設けられたため、実験課題審査委員会(PF-PAC)は実験課

## PF懇談会入会のご案内

PF (Photon Factory) 懇談会は放射光を利用する研究活動を効果的に推進するため、PFの発展、会員相互の交流、利用の円滑化を図る利用者団体です。主に次の様な活動を行っています。

- ・会員相互の情報交換、会員の放射光利用に関する要望のとりまとめ
- ・ユーザーグループ活動の促進
- ・PFシンポジウム、放射光基礎講習会などの学術的会合の開催
- ・PF将来計画の立案とその推進

PFでの皆様の研究活動をより多いものにするためにもPF懇談会へのご入会をお勧めいたします。なお、ユーザーグループは懇談会の下に作られた組織ですので、ユーザーグループへの参加には懇談会の入会が必要です。

詳しくはPF懇談会ホームページをご覧ください。

<http://pfwww2.kek.jp/pf-kondankai/index.html>

### 〈お問い合わせ〉

PF懇談会事務局 森史子

029-864-5196 pf-sec@pfqst.kek.jp

題審査部会のみが活動をしてきました。課題の学問分野が多岐にわたるために課題審査に当たっては、PAC委員の他に審査部会のみに参加をお願いしていた委員がいました。既に規則改定を行っており、これらの審査部会の委員の方々も、PF-PACの委員となっていただくことが報告され、実験課題審査部会の廃止が了承されました。

2) 採択された課題に対するビームタイム配分は、採択の評点を考慮して行われる事になっています。委員会の席上で、評点とビームタイム配分の関係を申請者にも公表すべきであるという意見が出されましたので、今年1月から3月までのビームタイム配分における評点とビームタイム充足率(配分時間を申請時間で割った値)を別表に紹介します。より詳しい資料は次号以降で公開していきます。

3) 民間企業などの放射光利用を推進するために文科省に申請していた「先端研究施設共用イノベーション創出事業」が採択されました(p22参照)。事業期間は最長5年間です。その結果、共同利用に支障をきたさない範囲で民間企業の放射光利用が増える事、この事業に要する運転経費が支援される事が報告されました。

表 分科会別評点分布

評点	1. 電子物性	2. 構造物性	3. 化学・材料	4. 生命科学I	5. 生命科学II
0-0.4	0	0	0	0	0
0.5-0.9	0	0	0	0	0
1.0-1.4	0	0	2	0	0
1.5-1.9	1	0	0	0	0
2.0-2.4	0	4	1	0	2
2.5-2.9	3	5	16	3	2
3.0-3.4	11	21	34	34	11
3.5-3.9	13	8	17	3	8
4.0-4.4	1	3	2	0	1
4.5-4.9	0	0	0	0	0
5.0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0
課題数	29	41	72	40	24
不採択数	1	4	3	0	2
平均点(全体)	3.36	3.22	3.15	3.14	3.24
平均点(採択)	3.42	3.35	3.23	3.14	3.34
採択率(%)*	96.6	90.2	95.8	100.0	91.7

\* 採択率は評点 2.5 以上を「採択」として計算した。

### 第 17 回物質構造科学研究所運営会議次第

日時：平成 19 年 7 月 19 日 (木) 13:30 ~ (管理棟大会議室)  
議事：

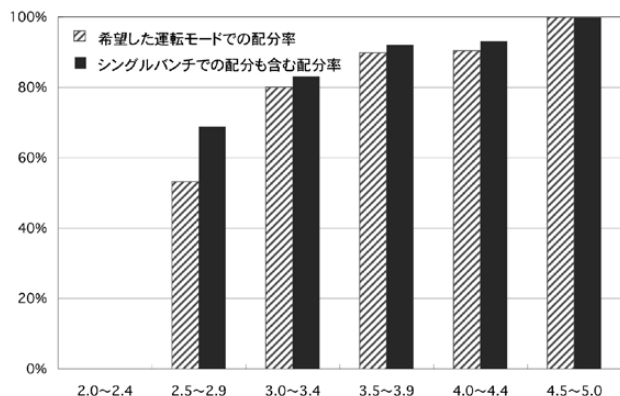
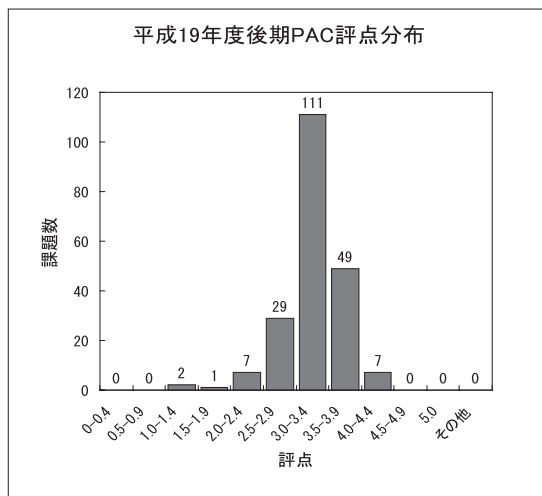
#### 1. 協議

- ① 物質構造科学研究所人事委員会のあり方について
- ② 教員公募(案) 放射光 教授 1 名 (人事委員会委員選出)
- ③ 教員公募(案) 放射光源 准教授 1 名 (人事委員会委員選出)
- ④ 教員公募(案) 講師 (所内) 1 名 (人事委員会委員選出)
- ⑤ 特別教授, 客員特任教授の選考について
  - ・中性子における特別教授及び客員特任教授の雇用について
- ⑥ 放射光共同利用実験審査委員会規程の改正について  
(報告：放射光共同利用実験審査委員会規程の改正について)
- ⑦ 放射光共同利用実験課題の審査結果について

#### 2. 所長・施設長等報告

- ① 所長報告
  - ・人事異動
  - ・外部資金ポストクについて
  - ・放射光博士研究員選考結果について (07-1)
  - ・大強度陽子加速器計画中間評価報告書
  - ・平成 20 年度概算要求について
  - ・NTT 跡地利用計画について
  - ・産総研との共同研究契約の締結について
- ② 放射光報告
  - ・ターゲットタンパク研究プロジェクト 他
  - ・インドビームラインについて
  - ・先端研究施設共用イノベーション創出事業
- ③ 中性子報告
  - ・NEDO 資金による高強度汎用全散乱装置の建設について
  - ・学術創成について
  - ・MLF 施設利用委員会と委員選考手続きについて
  - ・J-PARC センター MLF における大学からの利用者の支援について (案)
  - ・中性子共同利用実験課題の審査結果について
- ④ ミュオン報告
  - ・J-PARC ミュオン M2 完成について
  - ・ミュオン共同利用実験課題の審査結果について
- ⑤ ERL 報告
  - ・ERL 計画の現状報告
- ⑥ その他

#### 3. 研究活動報告



2006 年度 1 ~ 3 月期に課題責任者から要求されたビームタイムに対して実際に配分されたビームタイムの割合(配分率)の採択評点毎の集計。評点の低い課題にはシングルバンチ運転のビームタイムがより多く配分されています。



## 平成19年度後期放射光共同利用実験採択課題一覧

受理番号	課題名	所属	実験責任者	ビームライン
<b>1. 電子物性</b>				
2007G528	半導体ナノスケール材料の形成と局所電子状態	横浜市大国際総合科学	重田 諭吉	18A, 7B
2007G537	MCDによる、カゴの環境にある希土類原子を含む物質の磁性の研究	首都大学東京大理工	宮原 恒昱	NE1B
2007G542	内殻吸収MCDによる記録用磁性薄膜における巨大磁気異方性の発現機構の解明	東北大多元研	柳原 美廣	NE1B, 16A
2007G550	分子の内殻光電離立体ダイナミクスの基礎研究	物構研	柳下 明	2C, 28B
2007G567	希ガス二量体のRydberg状態の分光研究	自然科学研究機構分子科学研究所	彦坂 泰正	16B, 28A
2007G572	強磁性トンネル接合におけるトンネリング電子の電子運動量密度分布	群馬大工	櫻井 浩	NE1A1
2007G578	高分解能光電子分光法によるBiSb合金超薄膜の電子状態	東京大理	平原 徹	18A
2007G580	ガンマ線バースト偏光観測装置の性能評価	金沢大学自然科学	米徳 大輔	14A
2007G586	軟X線共鳴ラマン散乱によるイオン液体の電子構造の研究	名大物質科学国際研究セ	金井 要	2C
2007G589	軟X線共鳴ラマン散乱による強誘電体BaTiO <sub>3</sub> 及びその関連物質の研究	弘前大理工	手塚 泰久	2C
2007G591	Study of porous materials with positronium time-of-flight spectroscopy(Ps-TOF)	Key lab of nuclear analysis techniques, IHEP	Runsheng Yu	低速陽電子
2007G597	MBE作製ペロブスカイト型遷移金属酸化物のフェルミ面・バンド構造マッピング	東大理	藤森 淳	2C
2007G598	高電気伝導性TiO <sub>2</sub> 薄膜の電子状態	東大理	一杉 太郎	2C
2007G599	A <sup>III</sup> B <sup>III</sup> O <sub>3</sub> ペロブスカイト型プロトン導電性酸化物単結晶における電子構造の研究	東北大工	湯上 浩雄	19B
2007G622	レーザーMBE法で作製したTi酸化物単結晶光触媒表面の光電子分光(II)	東工大応用セラミックス研	松本 祐司	2C
2007G633	試料内包APD検出器によるメスバウアーホログラフィーの開発	京大原子炉実験所	北尾 真司	NE3A, NE1A1, NW2A
2007G635	伝導性チタン酸ストロンチウムの構造相転移に影響をあたえる電子物性の解明	広島工業大工	尾崎 徹	2C
2007G644	X線磁気回折による3d-4d系磁性合金のスピンおよび軌道磁気モーメント密度分布観測	群馬大工	伊藤 正久	3C
2007G646	実用的な極紫外多層膜結像鏡の開発と軟X線への展開	東北大多元研	羽多野 忠	12A
2007G648	Si表面に自己組織化したCo・FeSi量子ドットの原子・電子構造の研究	東大物性研	成田 尚司	18A
2007G649	Si(100)表面に化学吸着した有機単分子層へのF4-TCNQ分子蒸着による電荷移動とドーピングの研究	東大物性研	吉信 淳	7A, 28A
2007G655	ハロゲン化環状芳香族分子の光解離ダイナミクス	京大理	永谷 清信	28A, 16B
2007G671	ペロブスカイト型マンガン酸化物のMn 3s-2p 放射スペクトルの組成依存性	大阪府立大工	田口 幸広	19B, 2C
2007G678	超伝導検出器を利用した軟X線領域蛍光収量法による吸収分光に関する研究	産総研	大久保雅隆	11A, 13B2
2007G681	ヘリウムおよびリチウムの発光時間分光	物構研	東 善郎	3B, 28B
2007G685	光電子分光、X線吸収分光を用いた遷移金属添加TiO <sub>2</sub> の研究	東大理	長谷川哲也	7A, 11A
2007G690	気相 CO および N <sub>2</sub> O 分子の EXAFS 領域における内殻光電離ダイナミクス	物構研	足立 純一	16B, 28B, 2C
2007P102	Angle resolved photoemission study of 2H structured transition metal dichalcogenides	Department of Physics, Fudan University	Donglai Feng	28A/B
<b>2. 構造物性</b>				
2007G509	高圧力下における磁性ナノサイズ粒子の磁性と構造	九州工大工	美藤 正樹	1B
2007G514	蛍光X線ホログラフィーによるガンマ線検出素子CdZnTeの局所構造解析	広島市大情報科学	八方 直久	6C
2007G523	高温高圧条件下における鉄化合物の磁気相転移	海洋研究開発機構	小野 重明	13A
2007G529	Poly-amorphism in silicon and V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : Exploration of distinct amorphous states at high pressure	IGCAR	A.K. Arora	13A
2007G557	X線CTR 散乱法による GaInAs/InP, GaInP/GaAs 界面形成プロセスの研究	名大工	田淵 雅夫	6A

2007G560	ヘマタイト( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )における非共鳴磁気散乱の偏光解析	東理大理工	國分 淳	3A, 4C, 6C
2007G569	液体IV-VI合金の圧力誘起構造変化	慶應義塾大理工	辻 和彦	NE5C, 14C2
2007G571	量子計測型X線画像装置 $\mu$ -PICを用いた高速結晶構造測定法の開発	京大理	谷森 達	14A
2007G573	混晶半導体中のVegard則とPauling結合長の共存? -3次元原子イメージの観察	広島工業大工	細川 伸也	6C
2007G574	白色及び単色X線トポグラフィによる水晶の分域形成の動的研究	電通大電気通信	阿部 浩二	15B1
2007G575	高圧下における玄武岩質マグマのアルミニウム配位数と高密度化	岡山大自然科学	浦川 啓	NE5C
2007G579	トリチウムブリーダー、 $\text{Li}_{2-x}\text{TiO}_3$ ( $x=0.00-0.04$ )の結晶構造解析	日大文理	橋本 拓也	4B2
2007G581	新規ナノ金属水素化物の創製	九大理	山内 美穂	1B
2007G582	低温・高圧下共鳴X線散乱手法の開発	東北大理工	中尾 裕則	4C, 1B, 3A
2007G583	粉末X線結晶構造解析による固置換型機能性ペロブスカイト誘電体の開発	名工大しくみ領域	大里 齊	4B2
2007G584	高い品質係数を有する珪酸塩単結晶のX線精密構造解析	名工大しくみ領域	大里 齊	10A
2007G588	小角X線散乱によるフラクタル立体の次元性の評価	北大電子科学	眞山 博幸	15A
2007G590	X線共鳴磁気散乱・X線カー効果による周期性ナノ構造物質の磁気に関する研究	秋田工業高等専門学校物質工学	丸山 耕一	15B1
2007G593	地球圏外物質の結晶学的研究(その3)	NASA/Johnson Space Center	大隅 一政	4B1
2007G604	スターダスト探査機が回収した彗星塵試料の放射光X線回折実験	九大理	中村 智樹	3A
2007G606	X線回折法によるエピタキシャルSiON/SiC(0001)界面構造の解析	東大物性研	白澤 徹郎	3A, 4C
2007G609	マイクロビームX線回折によるPCL/PVB巨大高分子球晶成長過程の構造解析	東大新領域創成科学	雨宮 慶幸	4A
2007G612	分子及び金属原子ドーブフラーレン結晶の高圧・低温相の研究	岡山大自然科学	神戸 高志	1B
2007G618	X線回折によるSi基板上の鉄シリサイド構造に関する研究	東大物性研	高橋 敏男	3A, 4C, 14B
2007G628	高温高圧下における含水珪酸塩メルトの弾性波速度とその構造	愛媛大地球深部ダイナミクス研究セ	山田 明寛	14C2, NE5C
2007G631	$\text{SiO}_2$ ガラスの超高圧下その場X線回折構造測定	東大理	船守 展正	NE5C, 14C2
2007G639	大強度X線を利用した混合金属巨大ポリ酸錯体微小結晶の構造解析	東工大理工	尾関 智二	NW2
2007G652	ナノシートバッファー層上にエピタキシャル成長した機能性酸化物並びに窒化物薄膜のin-plane回折法による評価	物質・材料研究機構 ナノスケール物質セ	佐々木高義	6C
2007G661	$\text{Pr}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15-\delta}$ 酸化物超伝導体の高圧力下での結晶構造変化の研究	新潟大理	山田 裕	18C
2007G664	構造的な視点から見たビスマスのV, VI相の解明	新潟大超域研究機構	中山 敦子	18C
2007G666	ダイヤモンド結晶およびエピ膜のX線トポグラフィによる評価	産総研ダイヤモンド研究セ	梅沢 仁	15C
2007G673	発光性一次元白金錯体の低温高圧下X線回折	北大理	加藤 昌子	1B
2007G677	X線トポ・トモグラフィ的手法による有機伝導体(BEDT-TTF化合物)の結晶評価	島根大総合理工	水野 薫	15B1
2007G692	単相カーボンナノチューブの高圧下の構造に与える圧力媒体の効果	名工大工	川崎 晋司	18C
2007G694	強相関電子系マンガン酸化物の共鳴X線散乱による構造物性研究	物構研	久保田正人	1B, 3A, 4C, 6C
2007G699	医薬品共結晶の粉末X線構造解析	東工大理工	植草 秀裕	4B2
2007P106	核共鳴X線散乱の時間スペクトル解析による表面近傍での水素誘起原子拡散過程の研究	東大生産技術研	岡野 達雄	NE3A

### 3. 化学・材料

2007G503	Mn12分子クラスター二次電池の電子状態及び分子構造の解明	名大理	阿波賀邦夫	9A
2007G506	液晶型ブロック共重合体のナノ構造形成過程のDSC-XRD同時測定による解析	首都大学東京都市環境科学	吉田 博久	10C
2007G508	イオン液体/超臨界二酸化炭素混合系で合成された金属微粒子のSAXSによる構造解析	奈良女子大生活環境	原田 雅史	15A
2007G510	棒状側鎖からなるグラシ高分子の分子鎖形態	山形大理工	川口 正剛	10C
2007G511	超高硬度(Ti,B)N薄膜の構造に関するXAFS研究-2	兵庫県立大工	山下 正人	11A, 9A
2007G512	オレフィン酸化用チタン含有スメクタイト系触媒の構造解析	北大工	荒井 正彦	9A, 12C
2007G517	硫黄K吸収端XANES測定によるフェライト表面吸着物質交換反応の解析	東工大統合研究院ソリューション研究機構	半田 宏	9A

2007G518	イオン液体中に分散した金属ナノ粒子の構造解析	千葉大融合科学	西川 恵子	9A, 12C, NW10A
2007G519	酸化物ナノシート層間にインターカレートされた水和希土類イオンのナノ構造解析	熊本大自然科学	伊田進太郎	7C
2007G520	超臨界炭化水素-水系の密度ゆらぎと濃度ゆらぎの分離	愛知教育大教育	森田 剛	15A
2007G524	水素結合性ブロック共重合体ブレンドから形成される階層性マイクロ相分離構造の精密構造解析と外場による構造制御	名大工	高野 敦志	15A
2007G532	シリカで被覆した担持金属触媒の局所構造解析	九大工	竹中 壮	7C, NW10A
2007G541	近赤外Bi蛍光核の結晶構造親和性探索とその解析	阪大レーザーエネルギー学研究セ	藤本 靖	12C
2007G546	絡みあった高分子マトリックス中に分散した球状マイクロメインの配列を支配する因子の解明	京都市芸大工学部	櫻井 伸一	10C, 9C
2007G547	ずり流動と隠れた秩序変数の動的結合による秩序メソ構造形成	お茶の水女子大理	今井 正幸	15A
2007G548	非晶性ポリマーブレンドの透明性と電子密度ゆらぎの関係に関する研究	東工大理工	久保山敬一	10C
2007G549	CuまたAlを含む耐候性鋼の保護性さび層構造に関するXAFS研究	原研機構	小西 啓之	27B, 9A, 11A
2007G554	ペロブスカイト型(A,Eu)Ta(O,N) <sub>3</sub> (A=Ca,La)の酸窒化物局所構造	北大工学研究科	吉川 信一	12C, 7C
2007G555	欠陥蛍石型およびパイロクロア型希土類タンタル酸窒化物の局所構造	北大工	吉川 信一	12C, 7C
2007G556	有機分子の斜め蒸着による配向メカニズムに関する研究	阪大理	金子 文俊	9C
2007G558	GaAs/Mn添加層/ErAs/GaAs 構造界面における Er, Mn 周辺局所構造のXAFS法による研究	名大工	田淵 雅夫	12C, 9A
2007G559	アクチニド水酸化物錯体の化学構造に関する研究	京大工	佐々木隆之	27B
2007G561	全固体型二次電池の活物質/固体電解質ナノヘテロ界面の局所構造解析	長崎大工	山田 博俊	NW10A, 7C
2007G562	ナノサイズ化したリチウムイオン二次電池電極活物質のin-situ XAFSによる充放電機構の解析	長崎大工	山田 博俊	9A
2007G565	キラルツイン液晶の外場下における構造相転移の研究	九大理	木村 康之	15A
2007G566	界面活性剤系におけるずり流動場誘起ラメラ/オニオン相転移の時間追跡	首都大学東京理工	加藤 直	15A
2007G568	サブナノ秒時間分解DXAFS測定システムの確立と光励起金属化学種の動的構造解析	物構研	野村 昌治	NW2A, 7C, 9A 9C/12C
2007G576	メソポーラスTiO <sub>2-x</sub> X <sub>y</sub> 光触媒の局所構造XAFS解析	東工大理工	泉 康雄	9A
2007G577	QXAFS測定による高温高圧下でのPt/Rh合金ナノ粒子生成メカニズムの解明	奈良女子大生活環境	原田 雅史	NW10
2007G587	非晶質Ce-Ruの局所構造と電子状態	鳥取大工	中井 生央	NW10A, 9A
2007G592	極性スメクチック液晶超構造のマイクロビームX線共鳴散乱	東工大学理工	高西 陽一	4A
2007G594	偏光全反射蛍光XAFS法によるTiO <sub>2</sub> (110)酸素欠陥と表面金属種の構造研究	北大触媒化学研究セ	朝倉 清高	9A, 12C
2007G600	溶液中における修飾アミノネンの局所コンフォメーション	日大理工研	室賀 嘉夫	10C
2007G605	XAFS study of Mn and Cr doped BiFeO <sub>3</sub> thin films fabricated by Chemical Solution Deposition	東工大総合理工	Sushil Kumar Singh	9A
2007G613	希土類元素を骨格に含有したメソ多孔体の局所構造解析	熊本大自然科学	池上 啓太	NW10A, 7C
2007G614	EXAFS測定による水和物溶融体中のウランイオンの構造解析	京大原子炉実験所	上原 章寛	27B
2007G615	低分子ゲル化剤が形成するラメラ状のナノ自己集合構造に与える強磁場の影響解明	京都市芸繊維大工学部	櫻井 伸一	15A, 9C
2007G619	XAFSによるMgZnO薄膜中のMg原子の局所構造	弘前大理工	宮永 崇史	11A
2007G620	XAFSによるInGaIn薄膜中のIn原子の局所構造	弘前大理工	宮永 崇史	NW10A
2007G621	XMCDによる磁性合金の規則-不規則転移と局所磁気構造変化の研究	弘前大理工	宮永 崇史	7A, 11A
2007G624	可視光応答性を有するZn <sub>x</sub> TiO <sub>y</sub> N <sub>z</sub> スピネル光触媒のXAFS分析	東大工	堂免 一成	7C, 9A
2007G626	テルルナノ微粒子の原子相関-その場、試料作成・EXAFS測定-	富山大理工	池本 弘之	NW10A
2007G627	棒状高分子リフトロピック液晶における一軸配向ネマチック状態からのスメクチック層構造形成過程の時分割X線散乱測定	東工大理工	戸木田雅利	10C
2007G629	軟X線光電子顕微鏡による有機・生体分子薄膜ナノ構造のリアルタイム観察	原研機構	馬場 祐治	27A
2007G636	ナノシートプロセスによるバーネサイト型層状マンガン酸化物系正極材料の構造安定化	東大先端科学技術研究セ	鈴木 真也	7C, 9A, 9C, 12C
2007G647	環動高分子材料における滑車効果の検証	東大新領域創成科学	伊藤 耕三	15A
2007G651	高分子ゲル中に吸着した重金属イオンのXAFS	九大工	吉岡 聡	9A



2007G658	有機金属錯体含有ハイブリッドメソポーラスシリカのXAFS解析	大阪府立大工	松岡 雅也	NW10A, 9A
2007G660	ナノ標準薄膜開発のためのX線吸収端法と励起エネルギー可変X線光電子分光法による3次元定量分析	産総研	松林 信行	7C, 13C
2007G662	アルコール酸化反応に有効な層状粘土鉱物固定化Pd錯体触媒の微細構造解析	千葉大工	原 孝佳	NW10A
2007G663	断層帯の掘削コア試料を利用した断層運動と同期した元素の移動機構の理解	海洋研究開発機構 高知コア研	谷水 雅治	12C
2007G667	X線支援非接触原子間力顕微鏡を用いたナノスケール元素マッピング	北大触媒化学研究セ	鈴木 秀士	7C, 9A
2007G669	粒径別に採取されたエアロゾル中のS、Cl及びCaのXAFSによるスペシエーション	広島大理	高橋 嘉夫	9A
2007G670	水-岩石相互作用で生成したFe及びMnの二次鉱物の電子収量XAFS法による評価	広島大理	高橋 嘉夫	12C, 4A
2007G672	微小X線ビームを用いたマントル物質の酸化状態決定の試み	東大理	鍵 裕之	4A
2007G675	ハイブリッド型PDA錯体の置換基効果	原研機構	塩飽 秀啓	27B
2007G676	XAFSによるペロブスカイト型プロトン導電体薄膜に関する研究	東北大工	佐多 教子	7C, 9C
2007G679	ゼオライトのイオン交換反応特性とルビジウムイオンの局所構造のXAFSによる研究	山梨大機器分析セ	阪根 英人	NW10A
2007G682	蛍光XAFS法による、金属イオン注入法で作製した金属酸化ナノ結晶の局所構造解析	山梨大医学工学総合	居島 薫	9A, 12C
2007G683	雪氷試料に含まれる粒子状物質のXAFS研究	東大総合文化	松尾 基之	9A, 9A(SX)
2007G684	金属イオン交換MFI型ゼオライト中の金属イオンおよび形成された金属の状態の解析と室温付近でのXe吸着現象	岡山大自然科学	黒田 泰重	(9C), (12C), NW10A
2007G686	極性溶媒中で水和を維持したイオンの局所構造解析	東工大理工	原田 誠	9A
2007G687	DME水蒸気改質に有効なCu系触媒の調製とXAFSによる構造解析	千葉大工	一國 伸之	9A, 12C
2007G688	ジェチルジチオカルバミン酸およびそのCu錯体に関するXAFS構造解析	広島大工	早川慎二郎	9A
2007G696	XAFS測定によるペロブスカイト型酸化物薄膜の欠陥平衡の解明	東北大環境科学	雨澤 浩史	9A, 12C, 11A
2007G697	高温in situ XAFSによる希土類コバルト鉄系酸化物固体酸化物形燃料電池カソード反応機構の解明	京大人間・環境学	内本 喜晴	9A, 12C
2007G700	In situ XAFS測定によるAg-C <sub>60</sub> 複合ナノ粒子とその粒子形成過程の構造解析	中央大理工	村山 美乃	NW10A
2007G701	EXAFSによるTiO <sub>2</sub> 系透明導電体の局所構造解析	徳島大ソシオテクノサイエンス	村井啓一郎	7C, NW10A
2007P104	(Li <sub>2</sub> S) <sub>70</sub> (P <sub>2</sub> S <sub>5</sub> ) <sub>30</sub> ガラスセラミックスの局所構造	京大原子炉実験所	福永 俊晴	9A

## 4.生命科学 I

2007G505	メタボライトを感知するRNA(リボスイッチ)の結晶構造解析	産総研	沼田 倫征	5A, NW12A
2007G507	病原菌由来(インフルエンザ菌)ペニシリン結合タンパク質の構造解析	横浜市大国際総合理	朴 三用	5A, NW12A
2007G515	ヒト由来構成型ヘムオキシゲナーゼHO-2の活性化機構解明	東北大多元研	海野 昌喜	17A, 5A
2007G516	ジフテリア菌由来ヘムオキシゲナーゼのベルドヘム中間体高分解能構造解析	東北大多元研	海野 昌喜	5A
2007G525	Structural studies of human proteins of biological and biomedical importance	Shanghai Institute for Biological Sciences	Jianping Ding	5A, NW12A, 6A, 17A
2007G527	セレンシステイン合成系タンパク質および複合体の構造解析	東大理	関根 俊一	NW12A, 5A
2007G530	高度高熱菌Thermus thermophilus HB27株のリジン生合成経路酵素の結晶構造解析	東大生物生産工学研究セ	西山 真	6A, NW12A, 5A, 17A
2007G531	アスパラギン酸キナーゼの活性調節機構の解析	東大生物生産工学研究セ	西山 真	6A, NW12A, 5A, 17A
2007G533	ヒト由来テロメラーゼhTERTのRNA結合ドメインの結晶構造解析	東大理	伊藤 拓宏	NW12, 5A, 17A
2007G534	Methanococcus jannaschii由来TRM5とtRNAとの複合体の結晶構造解析	東大理	伊藤 拓宏	NW12, 5A, 17A
2007G535	心筋細胞の増殖・分化に関与するサイトカインBMP-10の構造学的研究	東京医科歯科大疾患生命科学	伊藤 暢聡	6A
2007G536	ヒトFKBP12のプロリン異性化活性の構造学的研究	東京医科歯科大疾患生命科学	伊藤 暢聡	6A
2007G539	フラボノイド特異的グリコシルトランスフェラーゼのX線結晶構造解析	長崎大工	海野 英昭	5A, NW12A, 17A
2007G540	タイプ2 IPPイソメラーゼのX線結晶構造解析	長崎大工	海野 英昭	5A, NW12A, 17A

2007G543	セラミド特異的輸送タンパク質 CERT による脂質輸送機構の解析	物構研	若槻 壮市	6A, 5A, 17A, NW12A
2007G544	HIV-1感染阻害因子TRIM5 $\alpha$ の結晶学的研究	物構研	若槻 壮市	5A, NW12A, 6A, 17A
2007G551	枯草菌のGABA代謝に関わる酵素群のX線結晶構造解析	東邦大理	後藤 勝	NW12, 5A, 6A
2007G552	希少糖生産酵素の構造科学的研究	香川大総合生命科学研究セ	神鳥 成弘	5A, 6A, 17A, NW12A
2007G553	グローバル転写因子の4次構造再構成を介した新規転写調節機構の構造学的研究	産総研	山田 貢	5A, 6A, 17A, NW12A
2007G563	Structural Insight into the enzyme Core1 $\beta$ 1-3 Galactosyltransferase; Implications for the catalysis of the galactosyl transfer in eukaryotes	物構研	若槻 壮市	6A, 17A, 5A, NW12A
2007G564	Structural Insight into Miranda Protein; Implication for the development of nervous system in Drosophila	物構研	若槻 壮市	6A, 17A, 5A, NW12A
2007G585	好熱性光合成細菌Thermochromatium tepidum由来の光捕集・エネルギー変換に関わるタンパク質の構造解析	茨城大理	大友 征宇	5A, NW12A
2007G603	超好熱菌由来NAD生合成関連酵素の構造解析	九大生物資源環境科学	米田 一成	5A
2007G607	クレン古細菌が産生する相補性トレオニンtRNA合成酵素の構造研究	東工大生命理工	竹中 章郎	NW12, 5A
2007G610	高等植物グルタミン合成酵素の構造・機能相関の研究	阪大蛋白研	楠木 正巳	5A, NW12A, 6A, 17A
2007G611	減数分裂期に特異的に発現するMei5-Sae3複合体のX線結晶構造解析	阪大蛋白研	保坂 晴美	5A, 17A, NW12A
2007G617	そばアレルギー蛋白質のX線結晶構造解析	岩手医科大薬	野中 孝昌	NW12A, 5A
2007G625	Structural Studies of the LBP-CD14-LPS complex	Department of Chemistry, KAIST	Jie-Oh Lee	5A, NW12A
2007G634	相同組み換えに関わる新規メディエーターSwi5/Sfr1の構造科学的研究	横浜市大国際総合科学	清水 敏之	5A, NW12A
2007G637	転写制御因子間の会合によるエンハンセオソーム形成機構の研究	横浜市大医	緒方 一博	NW12A, 17A, 5A
2007G641	MEP経路酵素の立体構造解析	東京農業大応用生物科	矢嶋 俊介	17A, 5A
2007G642	細菌由来抗酸化タンパク質の立体構造解析	東京農業大応用生物科	矢嶋 俊介	17A, 5A
2007G650	放射菌シクロムP450のX線結晶構造解析	産総研	田村 具博	NW12, 5A
2007G653	青色光受容体BluFタンパク質PixDの結晶構造解析	京大原子炉実験所	喜田 昭子	5A, NW12A
2007G654	クロマチン制御に関わる新規CpG-DNA結合ドメインのDNA認識機構の構造学的研究	九大生体防御医学	大木 出	6A, 5A
2007G657	小胞輸送を制御するアダプター蛋白質によるアクセサリ蛋白質認識機構の構造学的研究	物構研	若槻 壮市	5A, 17A, NW12A
2007G659	放射菌由来エキソ- $\alpha$ -1, 5-L-アラビノフラノシダーゼの結晶構造解析	農業生物資源研	藤本 瑞	5A, 6A, 17A, NW12A
2007G668	MvaT様転写制御因子群による染色体とプラスミドの統合的機能制御の構造生物学的解析	東大生物生産工学研究セ	野尻 秀昭	17A, NW12A, 5A
2007G689	リボソーム30Sサブユニットの成熟に関する構造生物学的研究	理研ゲノム科学総合研究セ	上西 達也	5A, NW12A, 17A
2007P101	結核菌由来ポリリン酸キナーゼの結晶構造解析	国立感染症研	森 茂太郎	6A

## 4.生命科学II

2007G501	Phase Contrast Imaging and Medical Application	College of Biomedical Engineering, Capital Medical University	Shuqian Luo	14B
2007G502	Source identification of fine-particulate air pollution by analyzing individual aerosol particles using synchrotron radiation microbeam X-ray fluorescence	Shanghai Institute of Applied Physics	Xiaolin Li	4A
2007G504	Biomonitoring study of moss as indicator of air pollution by SRXRF technique	Shanghai Institute of Applied Physic	Zhang Yuanxun	4A
2007G513	自然免疫に関与するToll様受容体の溶液構造およびリガンド相互作用のX線小角散乱による研究	札幌医科大保健医療	松嶋 範男	10C
2007G521	分解能可変・角度分解X線CTの開発	物構研	平野 馨一	14B, 15C
2007G522	微生物及び生体分子とアクチノイドとの相互作用解明研究	原研先端基礎研究セ	大貫 敏彦	27
2007G538	タンパク質のフォールディング初期における二次構造形成と分子の凝縮との関連	創価大工	池口 雅道	15A
2007G545	AIDS関連タンパク質とカルモデュリンとの相互作用解析	山形大理工	和泉 義信	10C

2007G570	種々のバッファー下でのフェリチン分子の鉄取り込み能と鉄イオンコア構造	阪大基礎工	猪子 洋二	10C
2007G595	イネに由来するモジュラーキチナーゼの溶液構造解析	岩手医科大	毛塚雄一郎	15A
2007G596	( $\beta / \alpha$ ) <sub>8</sub> バレルタンパク質のフォールディング機構の解明	岩手医科大薬	小島 正樹	15A
2007G608	アクチンミスフォールディング中間体	関西医科大医	木原 裕	15A
2007G638	ファイトレメディエーション用植物における重元素と軽元素の分布解析による重金属蓄積機構の解明	東理大理	中井 泉	4A, 12C, 9A
2007G643	生きた生体撮影を可能とする蛍光X線CTシステムの開発	筑波大人間総合科学	武田 徹	NE5A
2007G645	Comparative analysis of solution structure of two isoforms of rabbit elongation factor EF1A and their complexes with ligands using synchrotron small-angle X-ray scattering	Institute of Protein Research RAS	Timchenko Alexander A.	15A
2007G656	脂質膜構造に対する重水効果の系統的研究	群馬大工	高橋 浩	15A, 9C
2007G665	カイロsmall heat shock proteinのサブユニット構造とその温度変化	岐阜大工	藤澤 哲郎	10C
2007G674	超好熱菌由来酵素の活性化におけるシャペロンの効果の解明	長崎大工	郷田秀一郎	10C
2007G691	放射光単色X線屈折像による末梢気管支及び早期肺腫瘍の描出	筑波大人間総合科学	野村 明広	NE5A, 14C1
2007G693	X線マイクロビームによる重金属化合物の放射線増感作用機構の研究	物構研	宇佐美徳子	27B, 27A
2007G702	放射線効果の細胞間クロストークの線質・線量依存性	放射線医学総合研究所 重粒子医科学セ	古澤 佳也	27B
2007P103	ケラチン繊維によるイオウの異常分散小角X線散乱	東大新領域創成科学	雨宮 慶幸	17A

\*課題名等は申請時のものです。



## 放射光セミナー

- 題目：硬X線ナノビームの形成  
 講師：山内和人氏（大阪大学）  
 日時：2007年5月21日（月）14:00～15:00
- 題目：傾斜角積分法による非球面ミラーの計測  
 講師：東保男氏（KEK・機械工学センター）  
 日時：2007年5月21日（月）15:30～16:30
- 題目：SPRING-8における硬X線集光結像光学素子の現状  
 講師：鈴木芳生氏（財団法人高輝度光科学研究センター）  
 日時：2007年5月25日（水）14:00～
- 題目：NTT-ATにおけるX線光学素子開発  
 講師：竹中久貴氏（NTT-AT）  
 日時：2007年5月25日（水）15:30～
- 題目：ERL実証機を利用したレーザーコンプトンX線光源の可能性  
 講師：「レーザーコンプトンX線光源の原理と性能の試算」小早川久氏（KEK）  
 「レーザーコンプトンX線光源を用いたフェムト秒時間分解X線研究の可能性」足立伸一氏（KEK/PF）  
 「レーザーコンプトンX線光源を用いた医学イメージング研究の可能性」兵藤一行（KEK/PF）  
 日時：2007年5月29日（火）13:30～
- 題目：グラフェンの異常量子ホール効果  
 講師：初貝安弘氏（筑波大学数理物質化学研究科物理学系）  
 日時：2007年6月15日（金）15:00～
- 題目：有機半導体薄膜の弱い相互作用と電子構造：放射光利用研究への期待  
 講師：解良聡氏（千葉大学工学部 融合科学研究科）  
 日時：2007年6月25日（月）14:00～
- 題目：高秩序有機薄膜・関連界面のエネルギーバンド構造  
 講師：山根宏之氏（名古屋大学大学院理学研究科）  
 日時：2007年7月11日（水）14:00～
- 題目：単純ヘルペスウイルスの免疫回避機能  
 講師：錫谷達夫氏（福島県立医科大学 微生物学講座）  
 日時：2007年7月12日（木）11:00～
- 題目：超短パルスレーザーを用いた光伝播の時間・空間連続な動画記録と観察  
 講師：栗辻安浩氏（京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科）  
 日時：2007年7月12日（木）14:00～

- 題目：Ordering of gold nanoparticles on solid surface and liquid interfaces  
 講師：Prof. Milan K. Sanyal (Surface Physics Division, Saha Institute of Nuclear Physics)  
 日時：2007年7月24日（火）15:00～
- 題目：ERLにおける超高速レーザー技術の果たす役割について  
 講師：板谷治郎氏（(独)科学技術振興機構 ERATO 腰原非平衡ダイナミクスプロジェクト）  
 日時：2007年7月25日（水）15:30～
- 題目：光・電子機能性有機材料の電子構造の解明と物質設計  
 講師：金井要氏（名古屋大学物質科学国際研究センター）  
 日時：2007年7月26日（木）14:00～

## 物構研セミナー

- 題目：New Horizons for Neutron Laue Diffraction on VIVALDI  
 講師：Dr. Marie-Helene Lemeec-Cailleau (Institut Laue-Langevin, France)  
 日時：2007年3月6日（火）11:00～12:00
- 題目：2次元ハバード模型の変分モンテカルロ計算による研究—銅酸化物の高温超伝導発現の解明を目指して—  
 講師：山地邦彦氏（産業技術総合研究所）  
 日時：2007年6月28日（木）15:00～
- 題目：BETS系2次元有機導体の磁場誘起超伝導相におけるFFLO状態とボルテックスダイナミクス  
 講師：宇治進也氏（物質・材料研究機構 ナノシステム機能セ）  
 日時：2007年7月23日（月）10:00～
- 題目：低ドーピング領域  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  における高磁場下の  $\mu\text{SR}$  実験  
 講師：石田憲二氏（京都大学 国際融合創造センター／京大院理）  
 日時：2007年8月7日（月）15:00～

最新の情報はホームページ  
 (<http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/>) をご覧下さい。

## 平成19年度 客員研究員一覧

氏名	所属・職名	称号
朝倉 清高	北海道大学触媒化学研究センター・教授	客員教授
有馬 孝尚	東北大学多元物質科学研究所・教授	客員教授
加藤 政博	自然科学研究機構分子科学研究所／極端紫外光研究施設・教授	客員教授
腰原 伸也	東京工業大学大学院理工学研究科・教授	客員教授
花木 博文	高輝度光科学研究センター・副主席研究員	客員教授
藤森 淳	東京大学大学院理学系研究科・教授	客員教授
羽島 良一	日本原子力研究開発機構関西光科学研究所／量子ビーム応用研究部門先端光源開発研究ユニット／ERL光量子源開発研究グループ・グループリーダー	客員教授
大谷 栄治	東北大学大学院理学研究科・教授	客員教授
渡邊 信久	名古屋大学大学院工学研究科・教授	客員教授
藤浪 眞紀	千葉大学大学院工学研究科・准教授	客員准教授

### 放射光共同利用実験審査委員会委員

	氏名	所属・職名
機 構 外 委 員	雨宮 慶幸	東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授
	枝元 一之	立教大学理学部・教授
	奥田 浩司	京都大学国際融合創造センター・准教授
	神谷 信夫	大阪市立大学大学院理学研究科・教授
	木下 豊彦	高輝度光科学研究センター利用研究促進部門・主席研究員
	高田 昌樹	理化学研究所播磨研究所放射光科学総合研究センター・主任研究員
	田中 庸裕	京都大学大学院工学研究科・教授
	武田 徹	筑波大学大学院人間総合科学研究科・講師
	田之倉 優	東京大学大学院農学生命科学研究科・教授
	中井 泉	東京理科大学理学部第一部・教授
	野島 修一	東京工業大学大学院理工学研究科・准教授
	野田 幸男	東北大学多元物質科学研究所・教授
	馬場 祐治	日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門・研究主幹
	浜谷 望	お茶の水女子大学大学院人間文化研究科・教授
	平井 光博	群馬大学大学院工学研究科・教授
	藤森 淳	東京大学大学院理学系研究科・教授
	三木 邦夫	京都大学大学院理学研究科・教授
	村上 洋一	東北大学大学院理学研究科・教授
	山縣ゆり子	熊本大学大学院医学薬学研究部・教授
	横山 利彦	自然科学研究機構分子科学研究所・教授
機 構 内 委 員	* 池田 進	物質構造科学研究所副所長(兼)中性子科学研究系・研究主幹
	* 野村 昌治○	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・研究主幹
	* 若槻 壮市	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・研究主幹
	* 春日 俊夫	物質構造科学研究所放射光源研究系・研究主幹
	* 西山 樟生	物質構造科学研究所ミュオン科学研究系・研究主幹
	黒川 眞一	加速器研究施設・研究総主幹
	飯田 厚夫	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・教授
	小林 克己	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・准教授
	那須奎一郎	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・教授
	澤 博	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・教授
	加藤 龍一	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・准教授
	柳下 明	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・教授
	河田 洋	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・教授

任期：平成19年4月1日～平成21年3月31日 \* 役職指定 ○委員長

### 放射光共同利用実験審査委員会委員名簿 (分科会別)

1. 電子物性	2. 構造物性	3. 化学・材料	4. 生命科学Ⅰ	5. 生命科学Ⅱ	
枝元 一之	河田 洋	飯田 厚夫	加藤 龍一	雨宮 慶幸	春日 俊夫
木下 豊彦	澤 博	奥田 浩司	神谷 信夫	小林 克己	野村 昌治
那須奎一郎	高田 昌樹	田中 庸裕	* 田之倉 優	武田 徹	若槻 壮市
* 藤森 淳	* 野田 幸男	中井 泉	三木 邦夫	* 平井 光博	池田 進
柳下 明	浜谷 望	野島 修一	山縣ゆり子		西山 樟生
	村上 洋一	馬場 祐治			黒川 眞一
		* 横山 利彦			

\* 分科会責任者

## 編集委員会から

### PF ニュース送付希望の方へ

PF ニュースでは送付申し込み登録制度を導入しております。送付をご希望の方はお手数ですが、PF ニュースホームページ (<http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/>) の登録フォームよりお申し込み下さい。登録の有効期限は毎年年度末(3月末)までとさせていただきますので、次年度も送付を希望される方は改めて登録が必要です。ホームページ上の更新フォームにてお申し込み下さい。送付先に変更がなければ、お名前と登録番号の入力だけで更新できます。また、更新フォームには簡単なアンケートがありますのでご協力をお願い致します。

今まで自動的に送付されていた過去の課題責任者並びに課題参加者、現在有効課題に参加している方は登録が必要ですが、下記の方々にご登録いただかなくても自動的に送付されます。

#### 1) PF 懇談会会員

会員期間中は PF ニュースを送付します。年度末の更新手続きは必要ありません。

#### 2) 共同利用実験課題責任者

課題の有効期間中は PF ニュースを送付します。複数の課題をお持ちの場合、送付期間は自動的に最新課題の有効期間まで更新されます(送付は1冊です)。有効課題の期間が切れると PF ニュース送付登録は消去されます。送付の継続を希望される方は登録フォームにてご登録下さい。

#### 3) 図書館や図書室等

これまで通り寄贈いたします。

#### 4) 物構研運営会議委員、放射光共同利用実験課題審査委員

委員任期中は PF ニュースを送付致します。

#### 5) 加速器奨励会役員・評議員・賛助会員

これまで通り加速器奨励会事務局より送付致します。

#### 6) PF にメールボックスをお持ちの方

これまで通りメールボックスに配布致します。

また、PF ニュースでは皆様からの投稿をお待ちしております。詳細は事務局または PF ニュース HP をご覧下さい。

#### 【最近の研究から】

PF で行われた実験、研究の成果をお寄せ下さい。

#### 【建設・改造ビームラインを使って】

特にビームラインの改良点、他のビームラインとの比較、要望等を是非お聞かせ下さい。

#### 【ユーザーとスタッフの広場】

PF での実験の成果等が認められ受賞された方、海外放射光施設に滞在、訪問された方、国際会議等に参加された方、どうぞご投稿下さい。また PF に対するご意見等がありましたら是非ご投書下さい。

#### 【PF 懇談会だより】

ユーザーグループのミーティング、活動・運営報告等がありましたらお寄せ下さい。

### 宛 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 放射光科学研究施設内  
PF ニュース編集委員会事務局  
TEL : 029-864-5196 FAX : 029-864-2801  
E-mail : pf-news@pfqst.kek.jp  
URL : <http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/>

### 編集後記

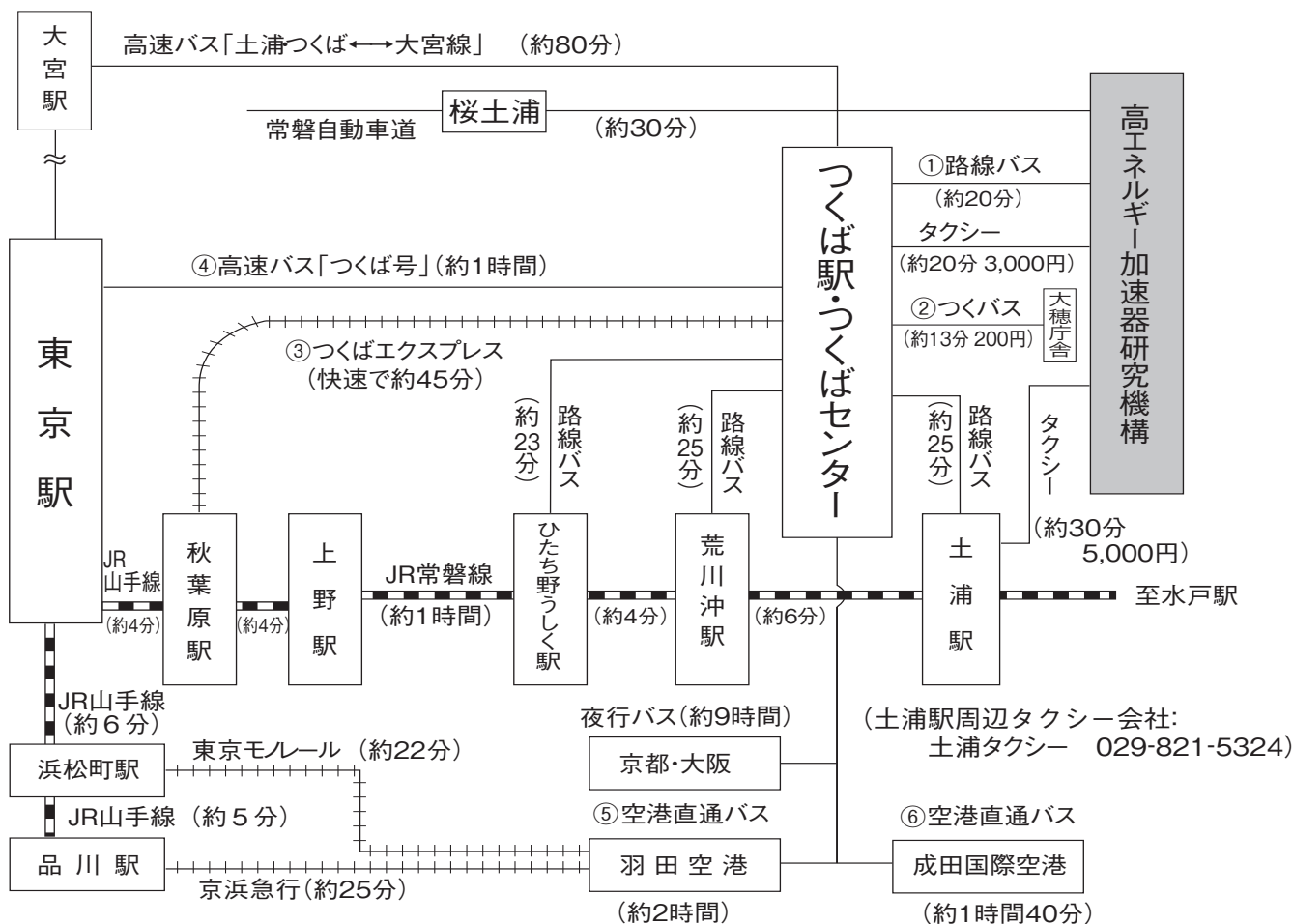
外部委員として編集会議に参加するようになって一年半ほど経ちます。参加以前にはしばらく PF を利用していなかったのもその変わりように驚くとともに、久しく読まなかった PF ニュースにも真面目に眼を通すようになりました。いつの間にか生物関連の記事が増えており、会議中に飛び交う専門用語も耳慣れないものが多いのに少々参りました。また編集自体はほとんど T さんが仕切っていて、その手際よさに感嘆させられました。編集委員としてはユーザーとスタッフの間に立つ仕事を心がけなければならないのですが、最初の頃はその方面には気が回らず、T さんの仕事ぶりを見て「任せておけばいいかも」などのん気に考えたりもしました。少々反省することにして、残りの任期もわずかですが、微力を尽くすことにしましょう。(T.E.)

委員長	坂本 一之	千葉大学大学院融合科学研究科		
副委員長	岸本 俊二	物質構造科学研究所		
委員	江島 丈雄	東北大学多元物質科学研究所	太田 充恒	産総研地質情報研究部門
	岡島 敏浩	九州シンクロトロン光研究センター	岡本 薫	(株)三菱化学科学技術研究センター
	久保田正人	物質構造科学研究所	竹下 宏樹	長岡技術科学大学物質・材料系
	田中 信忠	昭和大学薬学部	谷本 育律	物質構造科学研究所
	中尾 朗子	物質構造科学研究所	平野 馨一	物質構造科学研究所
	藤浪 真紀	千葉大学工学部	山田 悠介	物質構造科学研究所
事務局	高橋 良美	物質構造科学研究所		



**巻末情報**

**KEK アクセスマップ・バス時刻表**



(KEK周辺タクシー会社：大曾根タクシー029-864-0301)

※高速バス「ニューつくばね号」(東京駅～筑波山)は2006年9月30日限りで廃止になりました。

(確認日：2007. 8. 1)

**①つくばセンター ↔ KEK** (2007年4月1日改正)

所要時間 約20分 運賃 430円 (KEK-土浦駅間の料金は760円) つくばセンター乗り場1番

18系統：土浦駅東口～つくばセンター～KEK～つくばテクノパーク大穂 C8A系統：つくばセンター～KEK～つくばテクノパーク大穂  
 71系統：つくばセンター～(西大通り)～KEK～下妻駅 (筑波大学は経由しません)

系統	土浦駅東口	つくばセンター	KEK	系統	土浦駅東口	つくばセンター	KEK	系統	KEK	つくばセンター	土浦駅東口	系統	KEK	つくばセンター	土浦駅東口
C8		× 7:22	× 7:37	C8		× 14:50	× 15:05	71	× 6:40	× 7:00		C8	× 15:40	× 16:00	
18	7:50	8:07	8:25	71		○ 14:55	○ 15:08	71	7:43	8:05		71	15:43	16:05	
71		8:50	9:03	C8		16:25	16:40	71	8:48	9:10		71	16:58	17:20	
71		9:20	9:33	71		16:40	16:53	C8	○ 9:05	○ 9:25		C8	○ 17:20	○ 17:40	
C8		○ 9:35	○ 9:50	C8		× 17:20	× 17:35	C8	× 9:05	× 9:29		C8	× 17:20	× 17:45	
C8A		× 9:35	× 9:51	71		17:30	17:43	71	10:18	10:40		C8	× 18:05	× 18:35	
71		× 10:00	× 10:13	C8		17:55	18:10	C8	○ 10:25	○ 10:45		71	18:08	18:30	
71		× 10:30	× 10:43	71		18:40	18:53	C8	× 10:25	× 10:49		18	○ 18:50	○ 19:10	○ 19:32
C8		10:55	11:10	C8		× 18:45	× 19:00	71	11:31	11:53		C8	× 18:50	× 19:20	
71		12:00	12:13	71		19:40	19:53	C8	11:40	12:00		71	○ 19:13	○ 19:35	
C8		13:20	13:35	C8		× 20:05	× 20:20	71	13:23	13:45		71	× 19:19	× 19:35	
71		13:55	14:08					C8	14:20	14:40		C8	× 19:35	× 19:55	
71		× 14:30	× 14:43					71	14:23	14:45		18	× 20:50	× 21:10	× 21:32

(×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

## ②つくばセンター⇄大穂庁舎 つくバス・北部シャトル

(2007年4月1日現在)

つくば市が運営するコミュニティバス。つくばセンターバス乗り場：8番 料金：つくばセンター・大穂庁舎間 200円

つくばセンター	大穂庁舎	つくばセンター	大穂庁舎	大穂庁舎	つくばセンター	大穂庁舎	つくばセンター
6:55	7:08	14:50	15:03	6:32	6:45	14:22	14:35
7:20	7:33	15:20	15:33	7:02	7:15	14:52	15:05
7:50	8:03	15:50	16:03	7:32	7:45	15:22	15:35
8:25	8:38	16:20	16:33	8:02	8:15	15:52	16:05
8:50	9:03	16:50	17:03	8:27	8:40	16:27	16:40
9:15	9:28	17:20	17:33	8:57	9:10	16:52	17:05
9:50	10:03	17:50	18:03	9:27	9:40	17:27	17:40
10:20	10:33	18:20	18:33	9:52	10:05	17:57	18:10
10:50	11:03	19:00	19:13	10:22	10:35	18:37	18:50
11:20	11:33	19:20	19:33	10:52	11:05	18:57	19:10
11:50	12:03	20:00	20:13	11:22	11:35	19:32	19:45
12:20	12:33	20:25	20:38	11:52	12:05	20:02	20:15
12:50	13:03	20:50	21:03	12:22	12:35	20:27	20:40
13:20	13:33	21:35	21:48	12:52	13:05	21:02	21:15
13:50	14:03	21:50	22:03	13:22	13:35	21:27	21:40
14:20	14:33	22:10	22:23	13:52	14:05	21:52	22:05

大穂庁舎の場所は「巻末情報」の「KEK 周辺生活マップ」をご覧ください。  
大穂庁舎から KEK 入り口（インフォメーション）まで約 1.8km、徒歩で約 18 分。

## ③つくばエクスプレス

(2006年12月8日現在)

所要時間 つくば駅－秋葉原駅（快速）約45分 [1,150円]  
普通回数券（11枚綴り）、昼間時回数券（12枚綴り）、土・休日回数券（14枚綴り）あり  
詳細はホームページ <http://www.mir.co.jp/> をご参照下さい。

平日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
*5:30	6:27	○9:30	10:15	○19:10	19:55
*5:45	6:42	9:45	10:37	19:20	20:12
○6:05	6:50	○10:00	10:45	○19:30	20:15
6:20	7:13	10:15	11:07	19:40	20:32
6:43	7:35	○10:30	11:15	○20:00	20:45
○7:00	7:45	10:45	11:37	20:12	21:04
7:12	8:04	(10時～16時まで同じ)		20:36	21:28
7:24	8:17	○17:00	17:45	○21:00	21:45
○7:37	8:22	17:17	18:09	21:12	22:04
7:45	8:38	○17:30	18:15	21:36	22:28
○8:02	8:47	17:40	18:32	○22:00	22:45
8:10	9:02	18:00	18:52	22:15	23:07
○8:25	9:11	○18:10	18:55	22:45	23:37
8:31	9:23	18:20	19:12	○23:00	23:45
8:46	9:39	○18:30	19:15	23:15	0:07
○9:01	9:46	18:40	19:32	*23:30	0:27
9:15	10:07	19:00	19:52		

平日・上り					
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:07	5:59	9:48	10:41	19:02	19:54
○5:28	6:13	○10:11	10:56	○19:20	20:05
5:42	6:35	10:18	11:11	19:25	20:18
6:12	7:05	○10:41	11:26	19:38	20:31
6:34	7:26	10:48	11:41	○19:57	20:42
○6:56	7:41	(10時～15時まで同じ)		20:01	20:54
6:57	7:50	○16:11	16:56	○20:18	21:03
7:12	8:05	16:18	17:11	20:24	21:17
○7:26	8:12	16:39	17:32	20:49	21:42
7:27	8:20	16:52	17:44	○21:08	21:53
7:42	8:35	○17:09	17:54	21:16	22:09
○7:56	8:41	17:12	18:04	21:45	22:38
8:12	9:04	17:32	18:24	○22:08	22:53
○8:26	9:11	○17:49	18:34	22:15	23:08
8:32	9:25	17:52	18:44	22:40	23:33
8:47	9:40	18:02	18:54	○23:05	23:50
○9:07	9:52	○18:19	19:04	*23:14	0:11
9:18	10:11	18:22	19:14		
○9:41	10:26	18:42	19:34		

土曜/休日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
*5:30	6:27	9:45	10:37	19:12	20:04
*5:45	*6:42	○10:00	10:45	○19:36	20:21
○6:05	6:50	10:15	11:07	19:48	20:40
6:20	7:13	○10:30	11:15	○20:00	20:45
6:43	7:35	10:45	11:37	20:12	21:04
○7:00	7:45	(10時～16時まで同じ)		20:36	21:28
7:12	8:04	○17:00	17:45	○21:00	21:45
7:24	8:16	17:17	18:09	21:12	22:04
7:48	8:40	○17:30	18:15	21:36	22:28
○8:00	8:45	17:40	18:32	○22:00	22:45
8:10	9:02	○18:00	18:45	22:15	23:07
○8:30	9:15	18:12	19:04	22:45	23:37
8:40	9:32	○18:36	19:21	○23:00	23:45
○9:00	9:45	18:48	19:40	23:15	0:07
9:10	10:02	○19:00	19:45	*23:30	0:27
○9:30	10:15				

土曜/休日・上り					
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:07	5:59	○10:11	10:56	○19:09	19:54
○5:28	6:13	10:18	11:11	19:13	20:05
5:42	6:35	○10:41	11:26	19:37	20:30
6:12	7:05	10:48	11:41	○19:57	20:42
6:34	7:26	(10時～15時まで同じ)		20:01	20:54
○6:57	7:42	○16:11	16:56	○20:18	21:03
7:00	7:53	16:18	17:11	20:25	21:18
7:20	8:13	16:39	17:32	20:49	21:42
○7:38	8:23	16:52	17:44	○21:08	21:53
7:40	8:33	○17:09	17:54	21:16	22:09
○7:58	8:43	17:13	18:05	21:45	22:38
8:11	9:04	17:25	18:17	○22:08	22:53
○8:28	9:13	○17:44	18:29	22:15	23:08
8:47	9:40	17:49	18:42	22:40	23:33
○9:10	9:55	18:02	18:54	○23:05	23:50
9:18	10:11	○18:20	19:05	*23:14	0:11
○9:41	10:26	18:25	19:17		
9:48	10:41	18:49	19:42		

○：快速 無印：区間快速 \*：普通

**④ 高速バス**

**高速バス発車時刻表 [つくば号]**

(2007年2月1日改正)

運賃 東京駅←→つくばセンター (←→筑波大学) : 1150円 (5枚綴り回数券4800円, 上り専用3枚綴りで1900円)  
 ●ミッドナイトつくば号 東京駅→筑波大学: 2000円 (回数券は使用不可)  
 所要時間 東京→つくば65分~70分 つくば→上野90分 (平日) つくば→東京110分 (平日)  
 つくば→東京80分 (日祝日)

△ 6:50	10:30	△ 16:00	19:20	△ 22:00
7:20	△ 11:00	16:30	19:30	22:20
7:40	11:30	△ 17:00	19:50	22:30
△ 8:00	△ 12:00	17:20	△ 20:00	22:50
8:20	12:30	17:30	20:20	△ 23:00
8:30	△ 13:00	17:50	20:30	● 23:50
8:50	13:30	△ 18:00	20:50	● 24:10
△ 9:00	△ 14:00	18:20	△ 21:00	● 24:30
9:20	14:30	18:30	21:20	
9:40	△ 15:00	18:50	21:30	
△ 10:00	15:40	△ 19:00	21:50	

▼ 5:00	8:40	12:20	▼ 16:00	19:40
5:20	▼ 9:00	12:40	16:20	▼ 20:00
5:40	9:20	▼ 13:00	16:40	20:20
▼ 6:00	9:40	13:20	▼ 17:00	20:40
6:20	▼ 10:00	13:40	17:20	▼ 21:00
6:40	10:20	▼ 14:00	17:40	21:20
▼ 7:00	10:40	14:20	▼ 18:00	21:40
7:20	▼ 11:00	14:40	18:20	▼ 22:00
7:40	11:20	▼ 15:00	18:40	
▼ 8:00	11:40	15:20	▼ 19:00	
8:20	▼ 12:00	15:40	19:20	

※平日・土日祝日とも同じ。上りは、平日・土曜のみ上野駅経由  
 ※つくば市内のバス停 (上下便とも) 筑波大学, 学生会館, 筑波大学病院, つくばセンター, 竹園二丁目, 千現一丁目, 並木一丁目, 並木二丁目, 並木大橋, 下広岡  
 ※ミッドナイトつくば号の乗車券は乗車日の1カ月前から発売。  
 ●発売窓口: 学園サービスセンター (8:30~19:00) 東京営業センター (東京駅乗車場側/6:00~発車まで)  
 新宿営業センター (新宿駅新南口JRバス新宿営業センター内/6:00~23:00)  
 ●電話予約: JRバス関東03-3844-0489 (10:00~18:00) ●ネット予約: 決済 <http://www.kousokubus.net/> (高速バスネット)

**⑤⑥ 空港直通バス**

**羽田空港←→つくばセンター**

所要時間: 約2時間 (但し, 渋滞すると3時間以上かかることもあります。) (2004年12月1日改定)  
 運賃: 1,800円

第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター
8:30	8:35	10:20
9:30	9:35	11:20
10:30	10:35	12:20
11:30	11:35	13:20
12:55	13:00	14:45
14:55	15:00	16:45
15:55	16:00	17:45
16:55	17:00	18:45
17:55	18:00	19:45
19:20	19:25	20:50
20:55	21:00	22:15
21:55	22:00	23:15

つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル
4:40	6:17	6:22
5:30	7:07	7:12
6:40	8:37	8:42
8:00	9:57	10:02
9:30	11:27	11:32
11:00	12:57	13:02
12:30	14:07	14:12
14:00	15:37	15:42
15:00	16:37	16:42
16:00	17:37	17:42
17:15	18:52	18:57
18:15	19:42	19:47

※ 平日日祝日とも上記時刻表  
 ※ 羽田空港乗り場: 1階到着ロビーバス乗り場13番  
 ※ 上下便, つくば市内でのバス停: 竹園二丁目, 千現一丁目, 並木一丁目, 並木二丁目, 並木大橋  
 ※ 問い合わせ: 029-836-1145 (関東鉄道) / 03-3765-0301 (京浜急行)

**成田空港←→つくばセンター (土浦駅東口行)**  
**(AIRPORT LINER NATT'S)**

所要時間: 約1時間40分 運賃: 2,540円 (2006年5月27日改定)

乗車券購入方法:  
 成田空港行: 予約制。1カ月前から予約受付。乗車券は3日前までに購入。KEKの売店でも購入可。  
 予約センター電話: 029-852-5666 (月~土: 8:30~19:00 日祝日9:00~19:00)  
 つくばセンター方面土浦駅東口行: 成田空港1F京成カウンターにて当日販売

第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター
7:20	7:25	9:00
9:05	9:10	10:45
10:35	10:40	12:15
12:50	12:55	14:30
14:30	14:35	16:10
16:15	16:20	17:55
17:20	17:25	19:00
18:45	18:50	20:25
20:10	20:15	21:50

つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル
6:20	8:00	8:05
7:20	8:55	9:00
8:50	10:25	10:30
10:20	11:55	12:00
11:55	13:30	13:35
13:25	15:00	15:05
14:35	16:10	16:15
15:50	17:25	17:30
17:35	19:10	19:15

※ 平日日祝日とも上記時刻表  
 ※ 上下便の全バス停: 土浦駅東口, つくばセンター, ひたち野うしく駅, 牛久, 龍ヶ崎ニュータウン, 新利根, 成田空港



# つくば市内宿泊施設

(確認日: 2007. 7. 21) ※料金は全て税込。



- ① アーバンホテル  
(<http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html>)  
TEL (029) 877-0001 6,825円～
- ② にいはり旅館  
TEL (029) 864-2225 3,885円～
- ③ トレモントホテル  
TEL (029) 851-8711 7,854円～
- ④ 筑波研修センター  
TEL (029) 851-5152 3,600円～
- ⑤ オークラフロンティアホテルつくば  
(<http://www.okura-tsukuba.co.jp/index2.html>)  
TEL (029) 852-1112 11,088円～
- ⑥ ルートつくば  
TEL (029) 860-2111 6,825円～ (朝食付)
- ⑦ オークラフロンティアホテル  
つくばエポカル  
(<http://www.okura-tsukuba.co.jp/index2.html>)  
TEL (029) 860-7700 11,088円～
- ⑧ ホテルニューたかはし竹園店  
TEL (029) 851-2255 5,775円～
- ⑨ ホテルデイリーイン  
(<http://www.yama-nami.co.jp/>)インターネット予約5%引き  
TEL (029) 851-0003 6,090円
- ⑩ ビジネスホテル山久 5,000円～(2食付・1室2人)  
TEL (029) 852-3939 6,000円～(2食付・1室1人)

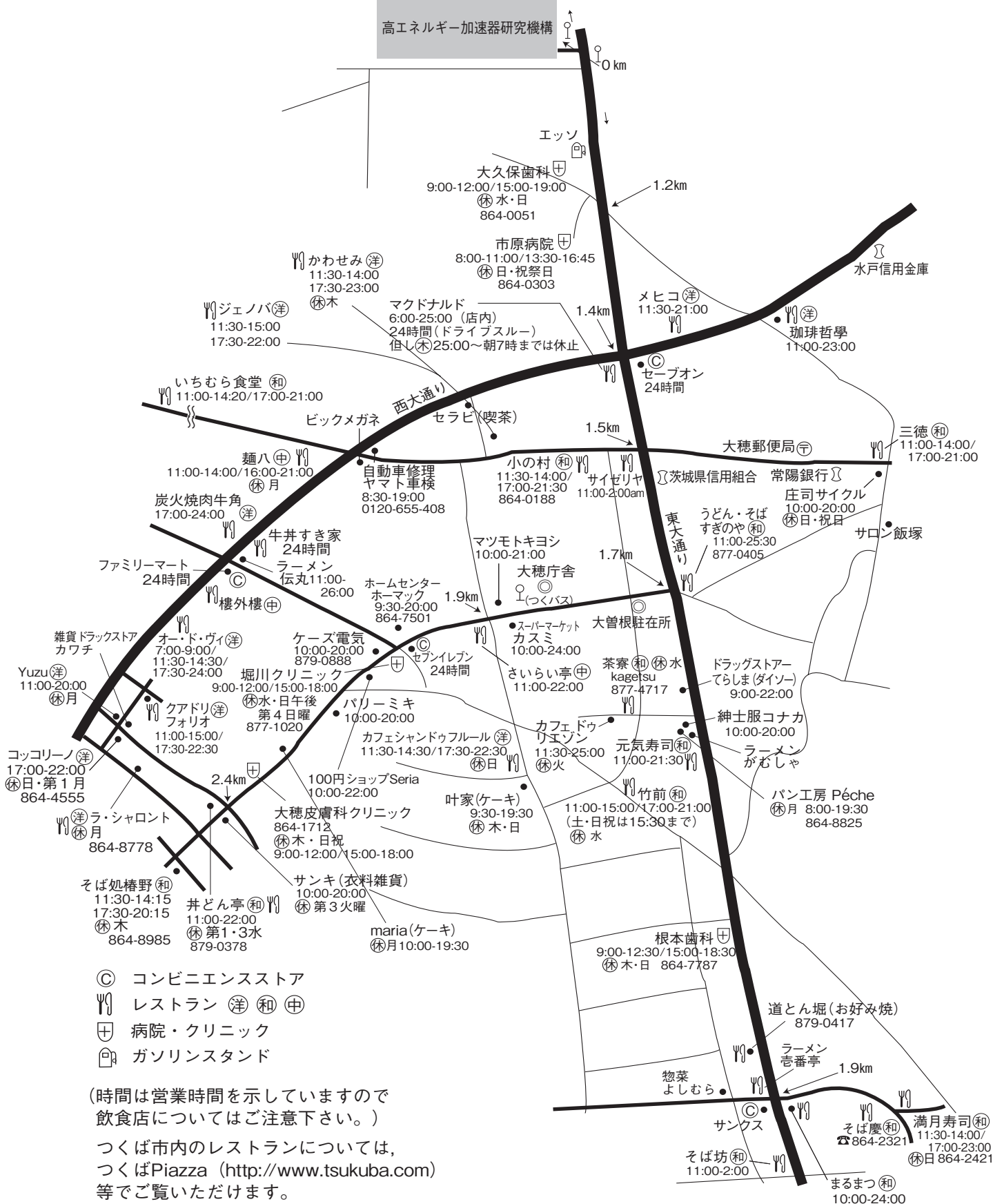
- ⑪ ビジネスホテル松島(新館) 6,500円～  
TEL (029) 856-1191 (和) 6,800円(3人～)  
(風呂・2食付)  
(本館) 6,000円～  
(和) 6,300円(3人～)(2食付)
- ⑫ ホテルグランド東雲 (新館) 7,350円～  
TEL (029) 856-2212 (本館) 6,300円～
- ⑬ つくばスカイホテル  
(<http://www.yama-nami.co.jp/>)インターネット予約5%引き  
TEL (029) 851-0008 6,300円～
- ⑭ 学園桜井ホテル  
(<http://www.gakuen-hotel.co.jp/>)  
TEL (029) 851-3011 6,878円～
- ⑮ ビジネス旅館二の宮  
TEL (029) 852-5811 5,000円～  
(二人部屋のみ 2食付)
- ⑯ ペンション学園  
TEL (029) 852-8603 4,700円～ (税込)  
21,000円 (7日以内)
- ⑰ ホテルスワ  
TEL (029) 836-4011 6,825円～  
6,090円 (会員)

# KEK 周辺生活マップ

(確認日：2007. 7. 21)

放射光科学研究施設研究棟，実験準備棟より正面入口までは約 800 m

## KEK



## KEK内福利厚生施設

ユーザーの方は、これらの施設を原則として、機構の職員と同様に利用することができます。各施設の場所は後出の「高エネルギー加速器研究機構平面図」をご参照下さい。

### ●図書室（研究本館1階 内線3029）

開室時間：月～金 9:00～17:00

閉室日：土、日、祝、12/28～1/4、蔵書点検日  
機構発行のIDカードがあれば開室時間以外でも入館可能。詳しくは下記URLをご覧ください。

(<http://www-lib.kek.jp/riyou/index.html>)

### ●健康相談室（医務室）（内線 5600）

勤務時間中に発生した傷病に対して、応急処置を行うことができます。健康相談も行っていますので、希望者は事前に申し込んでください。

場 所 管理棟1階

開室時間 8:30～17:00（月曜日～金曜日）

### ●食 堂「カフェテリア」（内線 2986）

営 業 月曜日～金曜日

ただし祝日及び年末年始は休業

朝食 8:10～9:30

昼食 11:30～13:30

夕食 17:00～19:00

### ●レストラン「くらんべりい」（内線 2987）

場 所 職員会館1階

営 業 月曜日～金曜日

ただし祝日及び年末年始は休業

昼食 11:30～13:30（オーダーストップ 13:15）

夕食 17:00～20:30（オーダーストップ 20:00）

昼の弁当配達サービス

月曜日～金曜日及び営業している土曜日

（注文は当日午前9時30分まで。メニューは450円、500円、600円の三種で日替わり。）

### \*\*土曜日の食事\*\*

上記の食堂とレストランが隔週交替で営業しています。朝食 8:00～9:30（オーダーストップ 9:15）

昼食11:30～13:30（オーダーストップ 13:15）

### ●理容室（内線3638）

理容室の利用は予約制になっています。理容室に予約簿が置いてありますので、利用する時間、氏名、所属及び内線電話番号を記入して申し込んでください。なお、電話による予約も可能です。

場 所 職員会館1階

営 業 月～金 9:00～17:00

第二、第四土曜日 9:00～17:00

ただし祝日及び年末年始は休業

予約受付 9:00～16:30

料 金 カット 2,200円

### ●売 店（内線3907）

日用品、雑貨、弁当、牛乳、パン、菓子類、タバコ、切手等を販売しています。また、クリーニングやDPE、宅配便の取次ぎも行っています。

場 所 職員会館1階

営 業 月～金 9:00～19:00

ただし祝日及び年末年始は休業

### ●書 店（内線2988）

書籍・雑誌。

場 所 国際交流センター

営 業 月～金 10:00～17:00

ただし祝日及び年末年始は休業

### ●自転車貸出方法（受付〔監視員室〕内線3800）

自転車の貸出方法が下記の通り変更になっていますので、ご注意ください。

- ・貸出は実験ホール入口の監視員室で行う。
- ・貸出は一往復を単位とし、最長半日とする。
- ・使用後は所定の自転車スタンドへ戻し、鍵は監視員室へ速やかに戻す。

### ●常陽銀行ATM（食堂入口脇）

取扱時間：9:00～18:00（平日）

9:00～17:00（土）

日・祝日の取扱いはありません。常陽銀行以外の金融機関もカードのみの残高照会、引出しが可能です。

### ●郵便ポスト（計算機棟正面玄関前）

収集時間：10:30（平日・土曜）、10:00（休日）

●ユーザーズオフィスについては、KEKホームページ「施設案内」(<http://www.kek.jp/intra-j/map/annai/uoffice.html>)をご覧ください。

Tel : 029-879-6135, 6136

Fax : 029-879-6137

Email : [users.office@post.kek.jp](mailto:users.office@post.kek.jp)



## ビームライン担当一覧表 (2007. 8. 1)

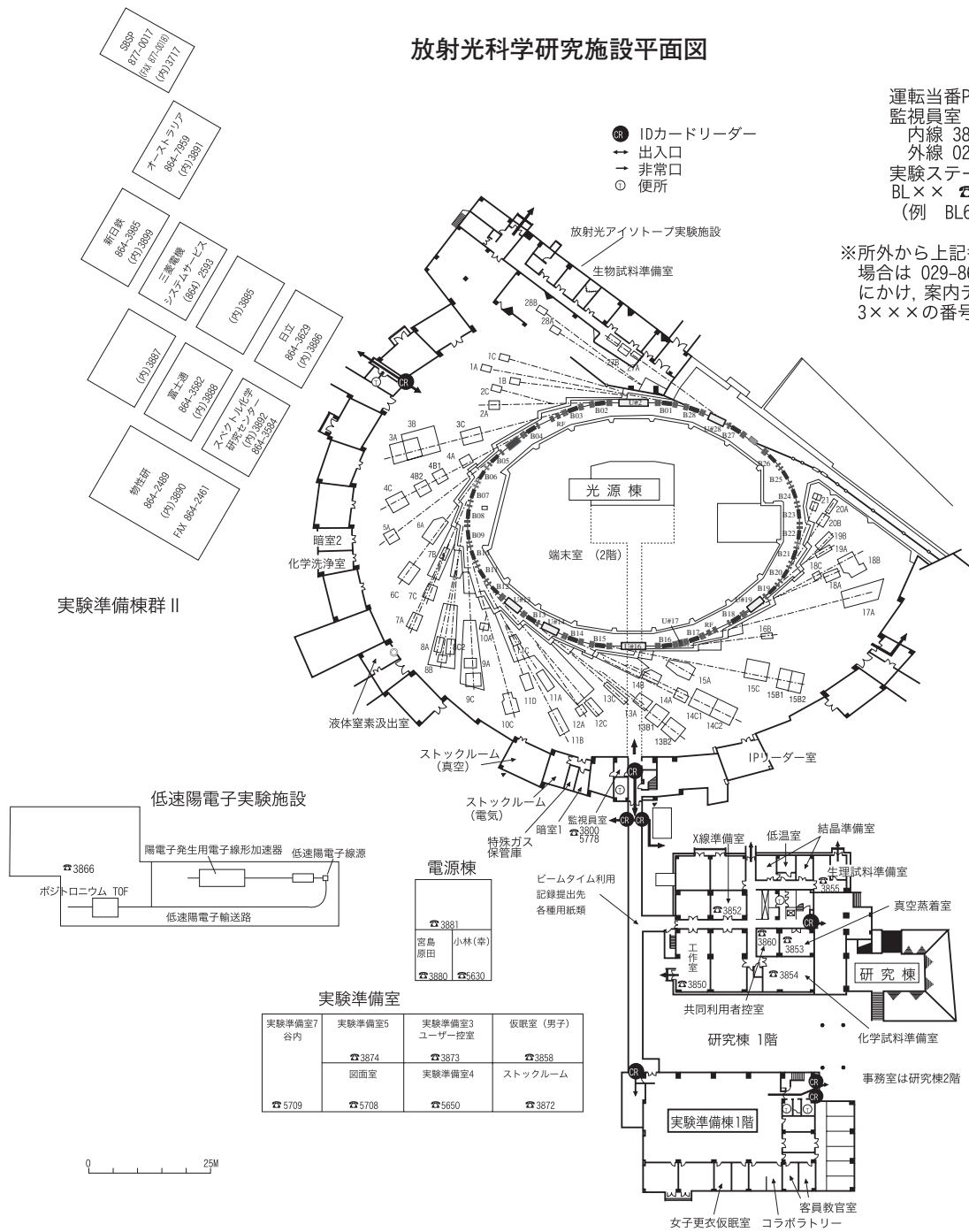
ビームライン	形態	光源	BL担当者	担当者 (所外)
ステーション		ステーション/実験装置名 (●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ☆所外, ★協力BL)	担当者	
<b>BL-1</b>		<b>B M</b>	<b>小野</b>	
BL-1A	☆●	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	澤	
BL-1B	●	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	澤	
BL-1C	●	VUV不等間隔平面回折格子分光器	小野	
<b>BL-2</b>		<b>U</b>	<b>北島</b>	
BL-2A	●	軟X線2結晶分光ステーション	北島	
BL-2C	●	軟X線不等間隔平面回折格子分光器	柳下	
<b>BL-3</b>		<b>U (A) / B M (B, C)</b>	<b>東</b>	
BL-3A	●	結晶分光型6軸回折計+超伝導磁石2軸回折計	若林	
BL-3B	●	VUV 24m球面回折格子分光器 (SGM)	東	
BL-3C	●	X線光学素子評価/白色磁気回折ステーション	安達	
<b>BL-4</b>		<b>B M</b>	<b>澤</b>	
BL-4A	●	蛍光X線分析/マイクロビーム分析	飯田	
BL-4B1	●	極微小結晶・微小領域回折実験ステーション	中尾	
BL-4B2	●★	多連装粉末X線回折装置	中尾	井田 (名工大)
BL-4C	●	結晶分光型六軸回折計	若林	
<b>BL-5</b>		<b>M P W</b>	<b>山田</b>	
BL-5A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田	
<b>BL-6</b>		<b>B M</b>	<b>五十嵐</b>	
BL-6A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐	
BL-6C	●★	X線回折/散乱実験ステーション	澤	佐々木 (東工大)
<b>BL-7</b>		<b>B M</b>	<b>雨宮 (近藤: 東大 03-5841-4418)</b>	
BL-7A	☆●	軟X線分光 (XAFS, XPS) ステーション (東大・スペクトル)	雨宮	近藤 (東大)
BL-7B	☆●	角度分解真空紫外光電子分光ステーション (東大・スペクトル)	雨宮	近藤 (東大)
BL-7C	●	XAFS/異常散乱/汎用X線ステーション	岩住	
<b>BL-8</b>		<b>B M</b>	<b>間瀬</b>	
BL-8A	●	軟X線平面回折格子分光器 (SX700)	間瀬	
BL-8B	●	広帯域XAFSステーション	間瀬	
BL-8C2	●	白色X線ステーション	平野	
<b>BL-9</b>		<b>B M</b>	<b>野村</b>	
BL-9A	●	XAFS実験ステーション	稲田	
BL-9C	●	六軸回折計/小角散乱/XAFSステーション	野村	
<b>BL-10</b>		<b>B M</b>	<b>小林 (克)</b>	
BL-10A	●	垂直型四軸X線回折装置	中尾	
BL-10C	●★	溶液用小角散乱実験ステーション	森 (丈)	野島 (東工大)
<b>BL-11</b>		<b>B M</b>	<b>北島</b>	
BL-11A	●	軟X線不等間隔回折格子分光器	北島	
BL-11B	●	軟X線2結晶分光ステーション	北島	
BL-11C	●	固体用瀬谷波岡分光器 (SSN)	小野	
BL-11D	●	軟X線可変偏角分光器	伊藤	
<b>BL-12</b>		<b>B M</b>	<b>伊藤</b>	
BL-12A	●	軟X線2m斜入射分光器 (GIM)	柳下	
BL-12C	●	XAFS実験ステーション	野村	
<b>BL-13</b>		<b>M P W / U</b>	<b>間瀬</b>	
BL-13A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	亀卦川	
BL-13B1	●	XAFS測定装置	亀卦川	
BL-13B2	●	白色・単色X線ステーション	亀卦川	
BL-13C	●★	軟X線50m-CGM分光器	間瀬	島田 (産総研)

BL-14		VW	岸本
BL-14A	●	単結晶構造解析・検出器開発ステーション	岸本
BL-14B	●	精密X線回折実験ステーション	平野
BL-14C1	●	白色・単色 X 線ステーション	兵藤
BL-14C2	●	高温・高圧実験ステーション	亀卦川
BL-15		BM	平野
BL-15A	●★	X線小角散乱ステーション	森 (丈) 奥田 (京大)
BL-15B1	●	白色X線トポグラフィおよび汎用X線実験ステーション	杉山
BL-15B2	●	表面界面 X 線回折実験ステーション	杉山
BL-15C	●	精密 X 線回折ステーション	平野
BL-16		U	足立 (純)
BL-16B	●	VUV高分解能球面回折格子分光器(H-SGM)	足立 (純)
BL-17		U	五十嵐
BL-17A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐
BL-18		BM	柳下 (柿崎:東大物性研 029-864-2489)
BL-18A	☆●	表面・界面光電子分光実験ステーション	柳下 柿崎 (東大物性研)
(東大・物性研)			
BL-18B	○	白色・単色 X 線ステーション	飯田
BL-18C	●	超高压下粉末 X 線回折計	亀卦川
BL-19 (東大・物性研)		U	柳下 (柿崎:東大物性研 029-864-2489)
BL-19A	☆●	スピン偏極光電子分光実験ステーション	柳下 柿崎 (東大物性研)
BL-19B	☆●	分光実験ステーション	柳下 辛 (東大物性研)
BL-20		BM	伊藤
BL-20A	●	3 m直入射型分光器	伊藤
BL-20B(ANBF)	☆●	多目的単色・白色X線回折散乱実験ステーション	河田 G. Foran(Australia) 029-864-7959
BL-27		BM	小林 (克)
BL-27A	●	放射性試料用軟 X 線実験ステーション	小林 (克)
BL-27B	●	放射性試料用 X 線実験ステーション	宇佐美
BL-28		HU	小野
BL-28A/B	●	可変偏光 VUV-SX 不等間隔平面回折格子分光器	小野
PF-AR			
AR-NE1		EMPW/HU	河田
AR-NE1A1	●	磁気コンプトン散乱・高分解能コンプトン散乱ステーション	河田
AR-NE1A2		臨床応用	兵藤
AR-NE1B	●	円偏光軟 X 線分光ステーション	小出
AR-NE3		U	岸本
AR-NE3A	●	時間域メスバウアー分光装置	岸本
AR-NE5		BM	兵藤
AR-NE5A	●	医学診断用 2 次元撮像装置	兵藤
AR-NE5C	●★	高温高圧実験ステーション /MAX80	亀卦川 草場 (東北大金研)
AR-NW2		U	稲田
AR-NW2A	●	時分割 XAFS 及び時分割 X 線回折実験ステーション	稲田
AR-NW10		BM	野村
AR-NW10A	●	XAFS 実験ステーション	野村
AR-NW12		U	松垣
AR-NW12A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
AR-NW14		U	足立 (伸)
AR-NW14A	○☆	時間分解 X 線回折実験ステーション	足立 (伸)
低速陽電子			栗原
Ps-TOF	●	ポジトロニウム飛行時間測定装置	栗原

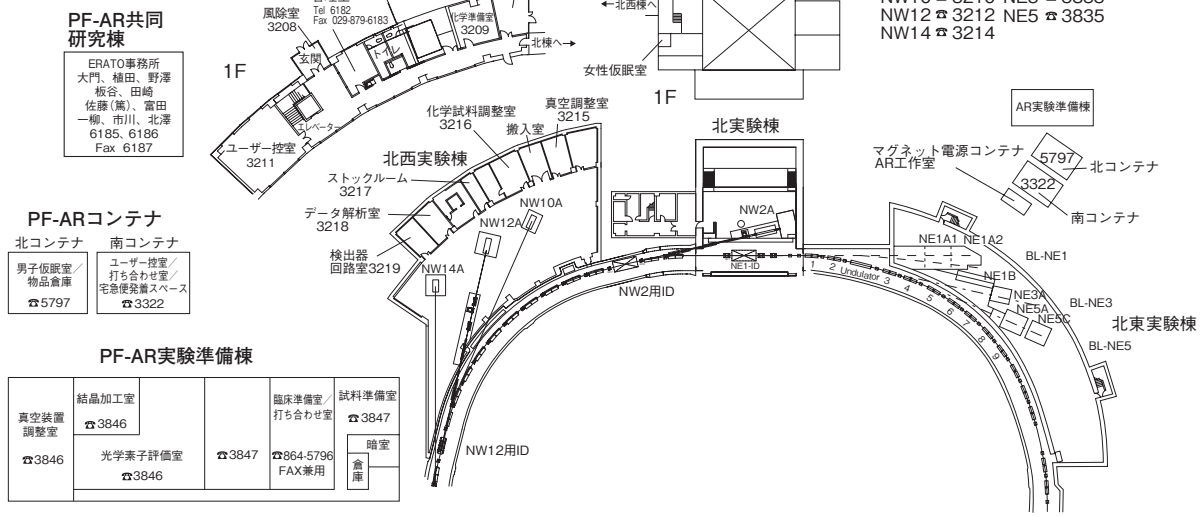
### 放射光科学研究施設平面図

運転当番PHS 4209  
 監視員室  
 内線 3800  
 外線 029-864-5778  
 実験ステーション  
 BL×× ☎38××  
 (例 BL6 ☎3806)

※所外から上記番号にアクセスする  
 場合は 029-864-5200 (代表番号)  
 についで、案内テープの後に4×××、  
 3×××の番号を押して下さい。



### PF-AR平面図



**PF-AR共同研究棟**  
 ERATO事務所  
 大門、楠田、野澤  
 板谷、田崎  
 佐藤(篤)、富田  
 一柳、市川、北澤  
 6185、6186  
 Fax 6187

**PF-ARコンテナ**  
 北コンテナ  
 男子仮眠室/  
 物品倉庫  
 ☎5797  
 南コンテナ  
 ユーザー控室/  
 打ち合わせ室/  
 宅急便発着スペース  
 ☎3322

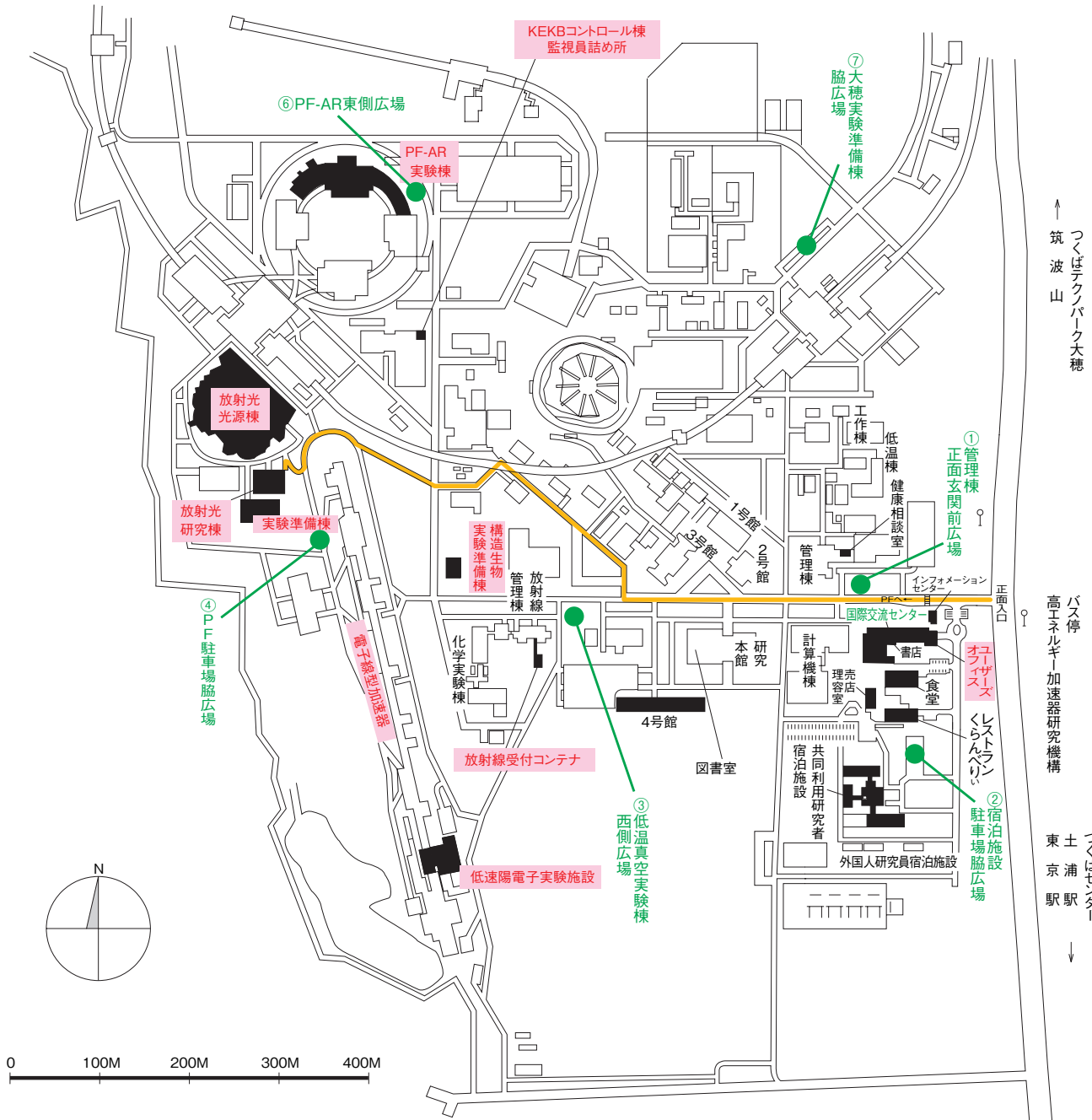
**PF-AR実験準備棟**

真空装置調整室 ☎3846	結晶加工室 ☎3846	臨床準備室/ 打ち合わせ室 ☎3847	試料準備室 ☎3847
光学素子評価室 ☎3846	☎3847	☎384-5796 FAX兼用	暗室 倉庫



# 高エネルギー加速器研究機構平面図

(物質構造科学研究所 放射光科学研究施設関係分)



- 歩行者・自転車用ルート
- 緊急時避難場所 Emergency Assembly Area

非常の際は、運転当番 4209 インフォメーションセンター 3399

