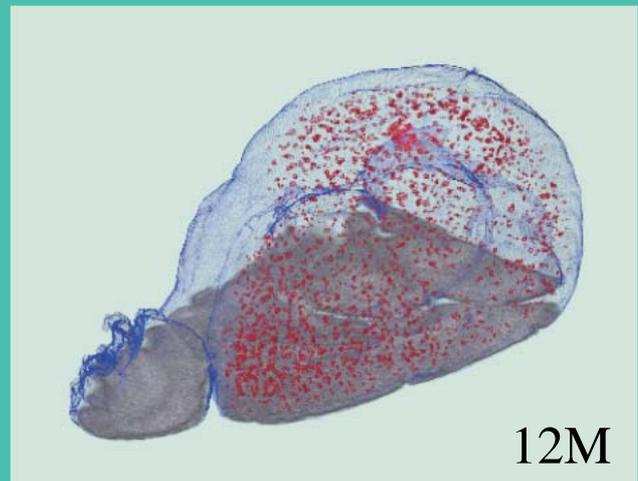
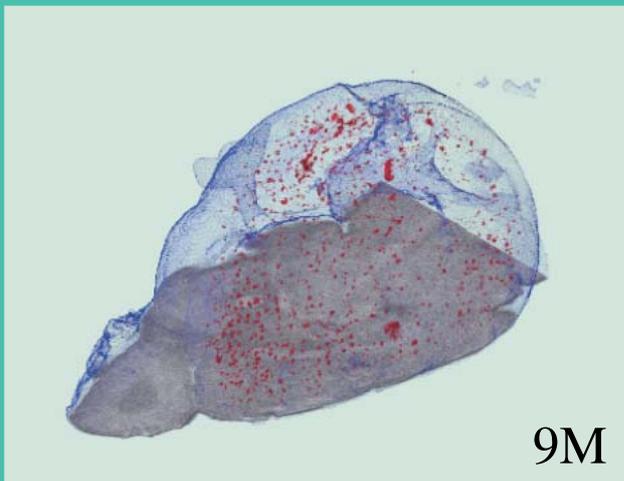
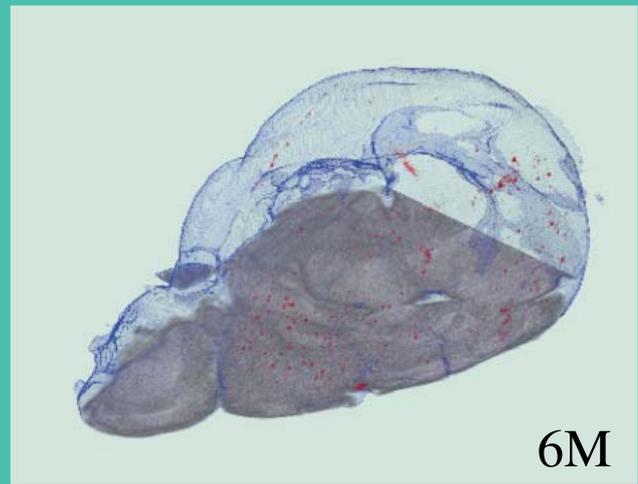
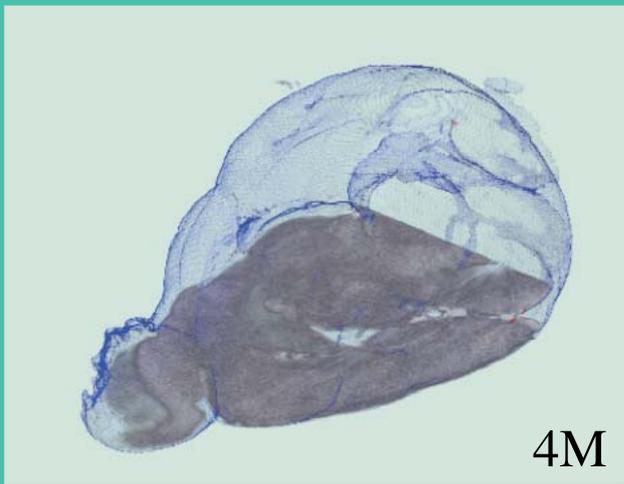


PHOTON FACTORY NEWS

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

Vol.24 No.2
AUG 2006

- ヒストン修飾酵素 Peptidylarginine deiminase 4 (PAD4) の活性化とヒストン認識
- 高輝度放射光を用いたコンビナトリアル試料の高速評価と研究例
- 分離型 X 線干渉計を用いた位相コントラスト型イメージングシステムと生体観察への応用
- 積み荷タンパク質レセプター Emp46p および Emp47p の糖鎖認識ドメインの結晶構造



目 次

施設だより	若槻 壮市	1
現 状		
入射器の現状	榎本 収志	3
PF光源研究系の現状	春日 俊夫	4
放射光科学第一・第二研究系の現状	河田 洋	5
ERL計画推進室報告	河田 洋	5
PFリング直線部増強計画に伴うビームラインの改編・統廃合について	河田 洋	6
プレスリリース 放射光の特性を活かし擬一次元金属の電子状態を直接観測		7
プレスリリース 千倍高感度なX線CTにより疾患モデル動物のがんやアルツハイマー脳の観察に成功		8
お知らせ		
平成19年度後期フォトン・ファクトリー研究会の募集	若槻 壮市	8
平成19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	9
X線イメージングに関する新規実験課題募集のお知らせ (BL-14B, BL-15C)	平野 馨一	9
共同利用関係のお知らせ	小林 克己	9
2006年防災・防火訓練について	伊藤 健二	10
KEK一般公開のお知らせ	安達 弘通, 野上 隆史	10
物質構造科学研究所教員公募について		11
人事異動・新人紹介/予定一覧		14
運転スケジュール		15
最近の研究から		
ヒストン修飾酵素 Peptidylarginine deiminase 4 (PAD4) の活性化とヒストン認識	有田恭平, 清水敏之, 橋本 博, 佐藤 衛	16
Structural Basis for Ca ²⁺ -induced Activation of Peptidylarginine Deiminase 4 (PAD4) and Histone N-terminal Recognition		
高輝度放射光を用いたコンビナトリアル試料の高速評価と研究例	組頭広志, 尾嶋正治	23
High-Throughput Characterization of Combinatorial Thin Film Libraries using <i>in situ</i> Synchrotron-Radiation Photoemission Spectroscopy		
分離型 X 線干渉計を用いた位相コントラスト型イメージングシステムと生体観察への応用	米山明男, 網野伸明, 森政道, 工藤雅文, 齊田恭子, 志鷹義嗣, 武田徹, 呉勁, Thet-Thet-Lwin, 兵藤一行, 平井康晴	28
Phase-Contrast X-Ray Imaging System using a Two-Crystal X-ray Interferometer and Its Biomedical Applications		
積み荷タンパク質レセプター Emp46p および Emp47p の糖鎖認識ドメインの結晶構造	佐藤匡史, 佐藤 健, 山下克子, 山田悠介, 五十嵐教之, 加藤龍一, 中野明彦, 若槻壮市	34
Crystal Structures of the Carbohydrate Recognition Domain of Ca ²⁺ -independent Cargo Receptors Emp46p and Emp47p		
研究会等の報告/予定		
PF研究会「高速スイッチング可変偏光アンジュレーター放射を利用した軟X線分光研究の新展開」開催報告	小出常晴, 伊藤健二, 山本 樹	40
KEK-総研大夏期実習報告	小野 寛太	41
XAFS 13に参加して	雨宮 健太	42
第20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		44
ユーザーとスタッフの広場		
退職にあたってのご挨拶	安藤 正海	47
退職にあたって	大隅 一政	48
SRI2006に参加して－軟X線領域の最先端研究－	松井 文彦	50
SRI2006およびISPCIIに参加して－イメージングを中心に－	百生 敦	52
SRI2006報告－放射光源と挿入光源を中心に－	土屋 公央	53
BNL滞在記	若林 裕助	54
ALS in Berkeley滞在雑記	遠田 義晴	55
2006年1～3月の利用記録より	小林 克己	57
PFトピックス一覧 (4月～6月)		58
PF懇談会だより		
平成18年度PF懇談会講習会「放射光利用研究基礎講習会」のご案内	足立 伸一	58
第1回運営委員会議事録・PF懇談会入会のご案内		59
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	60
平成18年度後期放射光共同利用実験採択課題一覧		61
放射光セミナー・物構研セミナー		66
第12回物質構造科学研究所運営会議次第		66
平成18年度第一期配分結果一覧		69
編集委員会から		75
巻末情報		76

(表紙説明) アルツハイマー病モデルマウス(4, 6, 9, 12ヶ月齢)から摘出した脳の3次元像。加齢に伴いβアミロイドプラーク(赤い斑点)が増加している。(最近の研究から「分離型X線干渉計を用いた位相コントラスト型イメージングシステムと生体観察への応用」より)

施設だより

放射光科学研究施設長 若槻壮市

新執行部が発足してから既に 100 日あまりになります。10 月までのアクションプランの作成に向けていくつかの施策に取り組み始めました。

まず、前執行部からの継続課題として、直線部増強後に 7 メートルから 9 メートルとなった BL-16 に高速可変偏光軟 X 線ビームラインを建設することにいたしました。この計画は 9 年ほど前に発案され、AppleII 型アンジュレーターを 2 台直列にならべ、円偏光を高速にスイッチングすることでロックイン増幅の原理により非常に高感度の XMCD 検出（または測定）を可能にするものです。6 月 26 日に開催された PAC 研究計画検討部会で承認されたのを受け、本格的に計画の遂行を開始いたしました。PF の厳しい財政状況から、第一段階としては 1 台のアンジュレーターでビームラインを稼働させますが、そこから得られる成果をもとに、外部研究資金等の予算獲得にも努力することで、2 台目のアンジュレーターの導入による高速スイッチングと実験装置の充実を目指す第二段階への飛躍を図りたいと考えています。軟 X 線で 10 ヘルツ以上の高速可変偏光を安定して供給できるビームラインはまだ世界的にも存在せず、2 台のアンジュレーターの高速スイッチングを安定にかつ他のビームラインに影響を与えずに行わねばならないため、光源系と利用系の密接な協力が必要となります。また、XMCD の測定感度を上げるには、BL-16 高速可変偏光軟 X 線ビームラインの根幹である 2 つの AppleII 型アンジュレーターからの強度をそろえることが何よりも大切ですが、6 月に東京大学スペクトル化学センターの助手から PF に助教として着任された雨宮健太氏は、この点について既に実現可能性の高い技術を提案されており、本計画にも実力を発揮していただけると確信しております。

新規プロジェクト公募 (Projects XYZ)

BL-16 は PF の自助努力で整備するビームラインとしてはかなり高額なものとなり、昨今の財政事情からすると、それ以外のプロジェクトを進めるのは困難となりかねません。とはいえ、平成 20 年度に行われる高エネ機構の評価（平成 21 年度までの中期計画の終了 1 年前の評価）において、直線部増強計画の成果が厳しく問われることを踏まえ、今後 4～5 年の PF のビームライン建設、R&D プロジェクトの全体像を明確に持っていることが極めて重要だと考えます。予算状況を予想することは困難ですが、新執行部としては今後 4 年間について、PF の自助努力と高エネ機構からのサポートにより毎年一定額をビームラインのスクラップアンドビルドと R&D プロジェクトに使

って成果を出していく体制を確立することを目指し、PF の戦略アクションプランの一環として新たに PF 内新規プロジェクト（通称 Projects XYZ）を公募することにしました。1～3 年で実現可能な、PF として高プライオリティーで進めるべきプロジェクト、例えば、新規ビームライン建設、既存ビームラインの改良、実験装置開発、光源関連の開発などを想定しています。基本的には PF の内部スタッフからの募集ですが、特にビームラインの整備・高度化の場合には外部ユーザーや外部の共同研究者とも相談の上、応募してもらうことにいたしました。今回の応募は 6 月 11 日に締め切り、17 件の応募がありました。後に述べます放射光戦略 WG 内部委員会で必要性、可能性、将来性を検討し、採択されたものについては BL-16 に続いて来年度以降数年をかけて実施して行きます。また、採択されなかった課題も含めて、プロジェクトをより戦略的に進めるために競争的外部資金の獲得へ向けた助言を行うことも、放射光戦略 WG 内部委員会のタスクとしています。

東京大学放射光連携研究機構との連携

東京大学放射光連携研究機構が 5 月 1 日に発足しました。既存放射光施設（PF および SPring-8）を最大限に利用して放射光科学の研究で世界をリードしていこうという野心的なプロジェクトです。同連携研究機構は物質科学と生命科学の 2 部門からなり、物質科学部門では、SPring-8 の 25 メートル長直線部に新規ビームラインを建設し、PF では BL-2 などの直線部における協力ビームラインなどにより、VUV-SX 領域での研究展開を目指します。一方、生命科学部門では、構造解析コアを設置し、大学内の潜在ユーザーと共同研究を展開し、構造生物学において質・量ともにトップレベルの研究の展開を図る計画となっています。6 月 21 日に東京大学武田先端知ホールで発足記念シンポジウムが開催され、250 人以上の参加がありました。PF としては、このような形で外部ユーザーが PF を積極的に利用して研究を進めたいという提案に極力協力したいと考え、東京大学放射光連携研究機構と物質構造科学研究所の間で「放射光科学の研究推進についての合意書」を 7 月 14 日に締結いたしました。

ISAC と専門部会

5 ないし 10 の Areas of Excellence の策定とそれを実現するためのグループ化、ビームラインの整理統合、強化などのアクションプランについて評価、助言をいただくため、本年末から来年頭にかけて ISAC (International Science Advisory Committee) と専門部会を開催する準備をしています。ISAC は今年 3 月 13 - 15 日の PF 外部評価委員会の 10 人の先生方をお願いすることにしましたが、VUV-SX 分野を担当された ALS の Neville Smith 博士がご辞退され、SSRL の Ingolf Lindau 教授に加わっていただくことになりました。また、ISAC に先立って、ビームラインの性能評価、共同利用施設としての機能、PF 内部スタッフのサイエンス、各分野のアクションプランについて掘り下げて評価し

ていただくため、5つ程度の専門部会を設けることにいたしました。

専門部会のメンバーについては、ISACのメンバーにそれぞれの専門分野に近い部会にも参加していただくとともに、各分野の専門家にも若干名ずつ加わっていただき5人程度の規模で行う予定です。11月から12月にかけて専門部会を開き、各分野のこれまでの成果、ビームライン状況、アクションプランの素案について協議していただき、各専門部会でのアクションプラン素案についての助言をまとめ、改訂作業を経た後、2007年1月から3月にISACを開催する予定です。

放射光戦略ワーキンググループ

物質構造科学研究所長の諮問機関としての放射光戦略ワーキンググループ(WG)とJ-PARC戦略WGを発足させることになりました。これら2つのWGは、物質構造科学研究所の運営会議では、時間的な制約から各分野について十分に掘り下げた議論を行うことが困難なことから、PF、J-PARC固有の議題についてあらかじめ十分に議論を行った上でその提案を運営会議にあげていくという役割を担います。メンバーは各施設関連の運営会議外部メンバー、数人の外部専門家、各施設執行部メンバーで構成されます。本放射光戦略WGが、2006年6月23日の物質構造科学研究所運営会議で了承されたのを受け、7月5日のPF-PACで、それまでPACの部会として設置されていた研究計画検討部会を廃止することが正式に決定され、放射光戦略WGがその役割も担うことになりました。それに対応して、PFとしてはPF内部での意見を集約し、プロポーザルとして準備するための放射光戦略WG内部委員会を作ることになりました。内部委員会の今年度のミッションは

戦略アクションプラン

ビームライン統廃合・新規ビームライン建設案
グループ化

ISACと専門部会

PF懇談会との関係

等について検討し、放射光戦略WGに提案するプロポーザルをまとめることです。本内部委員会は施設長の諮問委員会とし、任期は放射光戦略WGと同様、所長、主幹、運営会議委員等の任期と連動させますが、原則として年度ごとに更新いたします。ただし、今年度に関しては、今秋に予定しています新グループ化の際に当内部委員会の委員構成を再編成いたしますので若干流動的となります。8～10月の間にも、PF内新規プロジェクト(Projects XYZ)、グループ化、ビームラインの統廃合、新規ビームラインの建設のプランニング、ISACと専門部会の準備、PF懇談会やユーザーコミュニティとの協議など、この3ヶ月間の当委員会の活動はPFの将来にとって極めて重要なものとなります。

PF懇談会との連携

放射光戦略WGと内部委員会でアクションプランを検討していく上で、ユーザーの方々とのキャッチボールが極めて重要と考えています。各ビームラインスタッフと対応するユーザーグループとの議論も重要ですが、PF全体の研究領域について包括的にかつ集中的に議論させていただく場として、PF懇談会にこれまで以上に重要な役割を担っていただきたいと考えています。村上洋一会長と幹事会の方々がこれに対応して、PF懇談会の今後の方針について協議され、まず21あるユーザーグループのあり方について議論をするためユーザーグループ代表者会議を8月2日に開催するとお聞きしています。PFの次期計画としてのERLでは、時間構造、コヒーレンス、高繰り返し等を利用するサイエンスの展開を目指しますが、これらについても、PF懇談会、ユーザーグループとも是非、継続的に議論の場を持ち、推進体制を確立していきたいと考えます。

グループ化

グループ化については、まず光源系から開始し、電子軌道、高周波加速、真空・ビームチャンネル、ビームインストルメンテーション、挿入光源、将来光源の6つのグループ構成としました。これまであった10のグループを5つにまとめるとともに、新しく将来光源グループを設けることにしました。最初の5つのグループについては、4～7名構成とする予定で、その第一弾として現在3つのポストについて人事公募を行っています。

利用系については、やや時間がかかっていますが、サイエンスを切り口にしたグループ分けを主としながらも、大学共同利用機関としての機能を果たすために必要な基盤技術の整備、先端技術開発、共同利用、安全、広報などを主たるミッションとしたグループを設ける方向で検討しています。各グループで仕事をするスタッフ各自に対して、研究・共同利用・その他のサポート業務の割合を明示し評価基準をはっきりさせることで、キャリアパスの確立を目指します。グループ化は、ビームラインの統廃合と新ビームライン建設、Projects XYZ、外部資金獲得、ISACや専門部会への対応など、戦略アクションプランにとって欠かすことのできない重要な作業です。

以上、新規プロジェクト、東京大学放射光連携研究機構との連携、ISACと専門部会、放射光戦略WGの設立、PF懇談会、グループ化の準備等について述べましたが、これらはいずれも戦略アクションプランの骨格となるものです。今回は、これらについての進展状況、将来の方向についてご報告させていただきたいと思っております。

現 状

入射器の現状

電子・陽電子入射器
 加速器第三研究系主幹 榎本 收志

概況

4～6月の運転日程は以下の通りであった。

- 4月 3日 PF 運転開始
- 4月 10日 PF-AR 運転開始
- 4月 11日 KEKB 運転開始
- 4月 28日 PF, PF-AR 運転停止
- 5月 8日 PF 運転再開
- 5月 10日 PF-AR 運転再開
- 6月 30日 KEKB 運転停止
- 7月 2日 PF-AR 運転停止
- 7月 3日 PF, 入射器運転停止

KEKBは例年、年度末—年度始めは休止しないが、今年はクラブ空洞組込み工事のため休止した。しかし、工事は完了せず、夏期保守期間に持ち越した。入射器の4～6月の運転は2167時間で、概ね好調であった。総故障時間は39時間3分（運転時間の1.8%）、入射遅延は7時間36分（同0.35%）であった。PFへの入射は27時間23分（同1.3%）、PF-ARへは20時間5分（同0.9%）、入射遅延はPF42分、AR0分であった。

主なトラブル

Bセクターのモジュレータ故障（6/28）、マスターオシレータトラブル（6/19）で、それぞれ112分と87分、KEKBへの入射が滞った。また、5/1, 5/3, 6/13, イオンポンプ電源故障がつづき、それぞれ37分、53分、25分、KEKBへの入射が遅延した。PF, PF-ARへの入射トラブルは少なかったが、4月中、実験のために組込んだCNT（Carbon Nano Tube）電子銃の真空悪化が断続的につづき、数分ずつ合計40分余り入射が遅れた。

入射改善の効果

入射改善の第1期工事が昨年夏の保守期間中に行われた。この結果、昨秋から、PFとKEKB入射の切替が以前に比べて短時間になったことはすでに報告したが、その後の改善も加わって入射効率もあがり、入射が安定してきた。図1は2005年1月から2006年5月までの、PFリングへの入射効率をプロットしたものであるが、図中に破線の矢印で示すように、蓄積効率に向上が見られると同時に、効率のばらつきが小さくなり、入射が安定してきたことがわかる。今年の夏の工事では、入射器ビームをPFビーム輸送路に振り分ける分岐電磁石系がパルス電磁石とパルス電

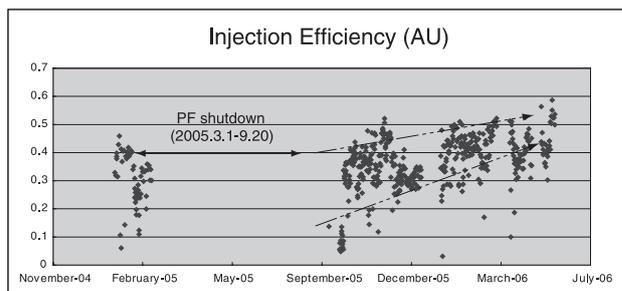


図1 2005年1月—2006年5月のPFリングへの入射効率（値は未校正）。

源に置き換えられる予定である。今夏中に試験を行い、結果をみて、現在の直流電磁石系から移行する予定である。

クライストロン運転統計

現在使用している入射器の大電力クライストロンはPF建設以来、第4世代に当たる。初代は電子銃に酸化陰極を用いた30MW管、第2世代は電子銃形状の改良（低電界化）型、第3世代はバリウム含浸型(BI)陰極を用いた30MW管、そして、第4世代はKEKB用に設計・開発した50MW管で、電子銃の高電圧化の他、RF出力窓の改良などを重ねたものである。クライストロンは電子ビームのエネルギーの安定化に直接影響を与える重要な要素であり、また高価である。したがって、クライストロンの開発と改良は常に入射器グループの重要な課題の一つであった。

入射器では、低速陽電子用リニアックを含めると現在60本の50MWクライストロンが稼働している。KEKB実験開始後、入射器の年間運転時間は7000時間を越えるが、従来の実績から、実験開始以前に想定したクライストロンの平均寿命は約4年（28,000時間）であった。すなわち、消費本数が4年間で60本、年間平均15本程度を想定していた。今年3月でKEKB実験開始以来7年経過したが、消費したクライストロン総数は41本、年平均約6本である。これは、上記の予想を大幅に下回っている。最近では、電子銃陰極や出力窓の故障は殆どなく、故障の原因は殆どが自然なカソードのエミッションの低下である。稼働中の管の平均運転時間は34,000時間であり、図2に示すように6万時間近く運転を続けている管が13本もあり、さらに平均寿命を延ばしそうである。

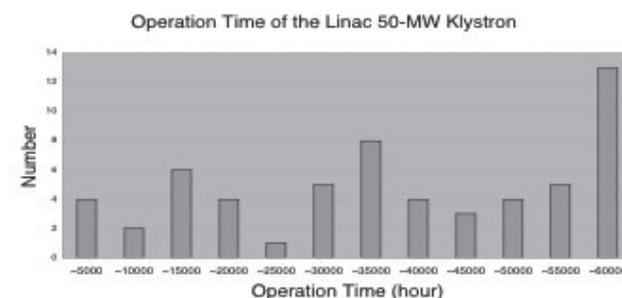


図2 稼働中の大電力クライストロンの積算運転時間の分布。

夏期保守

昨年のような大きな工事は無いが、例年のようにクライストロンの交換や各種電源、モニターの点検、整備、制御、安全系の保守などが、集中的に行なわれる。また、入射改善の項で報告したように、分岐電磁石のパルス化の工事、試験が行なわれる予定である。

PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 春日俊夫

PF

前号で、前年度の運転最終日に起こった B05-06 間の繋ぎ管についているアブソーバー水路側から真空路へのリーク事故を報告した。春季の休止期間中にその対策を行い、今年度の運転を 4 月 3 日に開始し、10 日にユーザーランに入ったことも同号で報告したとおりであるが、再開直後 4 月 16 日に B22-23 間の繋ぎ管についているアブソーバー水路側からのリーク事故が発生した。急遽予備品と交換し 4 月 18 日にユーザーランを再開することができた。前年度末の事故も今回の事故も同一構造部からのリークであり、同一原因によるリークと思われる。両者と同じ構造のアブソーバーは 28 個あるので、急遽夏季シャットダウン中に全数を交換する決心をし、予算措置を行った。これらのアブソーバーは 1997 年より約 9 年間使用してきたものであり、寿命が尽きたものと思われる。今年度前期の運転中に同種アブソーバーからのリークがあった場合の対策を考慮していたが、幸いにして運転停止日までに再発は起こらなかった。

今までも何回か報告したが、PF、PF-AR、KEKB 両リング、計 4 リングへの同時入射プロジェクト (Vol.22 No.4 の PF 頻繁入射の項参照) が進行中であり、いよいよ PF のトップアップ運転が視野に入ってきた。トップアップ運転を実現するためのマシンスタディが精力的に行われた。放射線レベルの問題や、ビーム入射系をファイアしたときの蓄積ビームへの影響等が調べられている。概ね、すべての課題はクリアできそうである。

縦方向バンチ毎フィードバック系のためのキッカーを製作中である。夏季の休止期間にリングに組み込み、秋以降縦方向ビーム不安定現象の安定化テストを開始する予定である。現在、シンクロトロン周波数の 2 倍の周波数で高周波加速系に位相変調を行うことで抑えていた不安定現象がより一層安定化されることが期待される。なお位相変調によりバンチ長が引き伸ばされ、ビーム寿命が長くなる効果もあったが、トップアップが実現すればビーム寿命は問題とならなくなる。

6 月 30 日にユーザーランを終了し、7 月 3 日までマシンスタディを行った後、今年度前期の全運転を終了した。夏季休止期間中に前記の問題アブソーバーのついた繋ぎ管の交換、前記キッカーの組み込み等の作業を行い、後期の

運転は 10 月 2 日に再開し、10 月 10 日にユーザーランを開始する予定である。

PF-AR

2006 年度の運転は 4 月 10 日に開始した。約 1 週間のマシンスタディと焼きだしのための期間を経て、4 月 17 日にユーザーランを開始した。既報のように、幾つかの空洞下流側とテーパー管の接続部で周期的にリークが起こっていた。該当接続部の冷却により大部分の場所のリークは解決したが、東直線部 2 番空洞の下流側からのリークは根治できなかった。増し締めを行っても 1 週間ないし 10 日を経ると、入射のためビームを捨てるときにリークがおこった。ビームを捨てることによる急激な温度変化が原因と思われるので、ビームをゆっくり (数分をかけて) 捨てることとした。これにより、完全に解決したわけではないが、頻度、リーク量等は軽減した。空洞とテーパー管には若干のアライメントエラーが認められており、これをベローズを介して接続しているが、ここに無理があるのかもしれない。夏季停止期間中に再アライメントを行う予定である。また、蓄積ビーム電流を捨てることによる真空路の急激な熱負荷の変動を避けるため、入射を行う前に蓄積中のビームを捨てずに入射エネルギーの 3GeV まで減速し、そこにビームを継ぎ足すことを考えている。減速試験は 6 月末のマシンスタディ時に成功している。

前号で述べたように、NW-14 に設置した斜行揺動型テストアンジュレータの性能試験を行った。左右円偏光の高速切り替え (0.8Hz) が確認できた。このテストアンジュレータは夏季休止期間に撤去し、本番 (2 台目) の真空封止型アンジュレータを組み込む予定である。

PF-AR は通常は単バンチ運転を行っている。一方、医学応用では単バンチ運転は必要ないので、大電流単バンチが真空路内に誘起する強い電磁場を避けるためには多バンチ運転を行う方が有利である。(医学応用は 5GeV で運転を行っているため、加速高周波電力には余裕がある。) この場合、ビーム不安定現象が問題となるが、現在のところ安定化用フィードバック系の周波数帯域の制限より、2バンチ運転までしか対応できていない。フィードバック系を改良し、32バンチ程度での運転の実用化を図りたい。

今年度前期の運転は 7 月 2 日に終了した。夏季休止期間中に前記の NW-14 のアンジュレータ交換等の作業を行い、後期の運転は 9 月 25 日に再開し、10 月 2 日にユーザーランを開始する予定である。

放射光科学第一・第二研究系の現状

放射光科学第二研究系主幹 河田 洋

運転・共同利用実験

平成 18 年度第一期 (4 ~ 7 月) の PF リングの運転は 4 月 3 日から立ち上げを開始し、4 月 10 からゴールデンウィークの休止期間をはさんで 6 月 30 日まで共同利用が行われました。一方 PF-AR は 4 月 10 日から立ち上げが開始され、4 月 17 日からゴールデンウィークの休止期間をはさんで 6 月 30 日まで共同利用が行われました。いくつかの小さなトラブルはあったものの、概ね順調な運転が行われました。

利用に関わる光源系のマシンスタディーとして PF リングではトップアップ運転に向けた合同スタディーが行われ、ビームシャッターを開けた状態での入射時の放射線レベル測定、また入射のキッカー電磁石を運転した状態でのビームラインにおけるビーム強度の揺らぎ測定が行われました。放射線レベルに関しては現在のところほとんど問題がなく、更に慎重に合同スタディーを積み重ねて、トップアップ運転ではないものの、ビームシャッターを閉じないで入射を行うモードを先ず確立することが検討されています。その運転では完全にビームラインコンポーネントの熱問題を解決するには至りません。しかし、現状の入射時に光学素子が完全に冷えることがなくなりますので、再度熱平衡に達するまでにかかっている時間を大幅に短縮することが期待されています。早ければこのような運転モードを次の第二期運転のどこかで導入することを考えています。一方、ビーム強度の揺らぎは若干観測され、その解決を今後も合同スタディーを積み重ねます。もちろん、最終的にトップアップ運転まで到達することを目標としています。PF-AR では NW14 に斜行遥動型テストアンジュレーターが今期導入され、そのパフォーマンスのテストがビームライン側と合同で進められました。その結果、楕円偏光 X 線の発生、及びその極性切り替えテストに関して非常に良いパフォーマンスが確認されました。詳細は関係論文にまとめられると思いますのでそちらをご覧ください。

ビームラインの建設等

昨年度から建設を進めておりました BL-17A の微小タンパク質結晶構造解析ビームライン、NW14 の腰原 ERATPO ビームライン、NW10A の高エネルギー・高速スキャン XAFS ビームラインはいずれも順調に立ち上がり、既に利用実験が精力的に進められる状況となっています。また、前号でも紹介しておりましたように、新 BL-3A に構造物性のミニポールビームラインの建設、旧 BL-3A のアクティビティを BL-6C へ移転、BL-3B、3C の改造、BL-16A の閉鎖、BL-28B の建設等の種々の建設・改造・移設作業がこの夏の停止期間中に進められています。いずれのビームラインも第二期運転開始後、ビームラインの立ち上げ、調整を行った後に共同利用実験を開始いたしますので当初共同利用実験を行うことは出来ませんがご理解ください。

詳細は p6 の関係記事を参照ください。

一方、4 月から新執行部のもと、昨年末の外部評価の結果を踏まえてビームラインの再整備計画のアクションプランを PF 内部スタッフ、ユーザーの皆さんとキャッチボールを行って制定していくことを前号で施設長から報告いたしました。しかし、BL-16 の整備計画 (高速可変偏光軟 X ビームラインの整備計画) に関しては時間的制約からそのプロセスを十分に取ることが出来ず、内部での慎重な議論、関係する研究会等でのアクティビティの把握、そして研究計画検討部会での議論の末、今年度及び来年度の 2 年計画で Apple-II の軟 X 線可変偏光アンジュレーターを 1 台導入してそれに対応する可変偏光軟 X 線アンジュレータービームラインを整備し、それによって展開される研究を推進することを決定しました。残念ながら予算の問題から 2 台の Apple-II アンジュレーターとパルスマグネットのシステムを同時に導入して高速可変偏光軟 X 線ビームラインを始めの段階から実現することはできませんが、内部関係者は一丸となって可変偏光のバージョンでの素晴らしい研究成果の創生に取り掛かりますので、関係するユーザーの皆様もぜひご協力いただくことをお願いいたします。

一方、新しい高輝度ビームラインを立ち上げていく中で、PF 実験ホールの床の安定性の問題が浮き彫りとなってきています。人の体重によって床面が歪み、光学素子 (X 線集光ミラー) の角度を変化させることによってビーム強度が変化することが BL-17A 及び BL-5A で観測されています。それらのビームラインでは一部入域を制限する表示がありますが、上記のビーム強度変化を臨時的に防止するための処置です。抜本的な対策を行うまでご協力ください。

人の動き

物構研 05-9 の真空紫外・軟 X 線領域でのビームライン光学系や新しい実験法の開発を行う助教授として雨宮健太氏が選任されたことが前号で紹介しましたが、6 月 1 日に着任されました。着任早々に大変重い責務ですが、正に上記の可変偏光軟 X 線ビームラインの設計、製作そしてそれを生かした新しい利用研究の創生の中心的なスタッフとして活躍いただくことをお願いしております。

ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

4 月からスタートした ERL 計画推進室は、発足以来すでに 6 回の検討会を持って、各開発要素の検討項目の調査及びその開発に向けての検討、具体的なスケジュール、予算等の多岐にわたる検討作業と、「KEK がこのような体制で ERL 計画を本格的にスタートした」と言うことを内外にアピールするという情報発信の作業を両輪として進めてきています。



図1 ERL計画推進室のホームページ

表1 これまで開催されてきた ERL 検討会と今後の予定

- ・ 第1回 2006年2月24日(金) 15:00～
PF 研究棟 2 階会議室
- ・ 第2回 2006年3月16日(木) 13:00～
4号館 2階輪講室
- ・ 第3回 2006年4月7日(金) 15:00～
KEKB コントロール棟会議室
- ・ 第4回 2006年5月9日(火) 13:30～
3号館 7階会議室
- ・ 第5回 2006年6月9日(金) 13:30～
PF 研究棟 2階会議室
- ・ 第6回 2006年7月6日(木) 14:00～
PF 研究棟 2階会議室
- ・ 第7回 2006年9月6日(水) 14:00～
PF 研究棟 2階会議室 (予定)

情報発信に関しては、先ず皮切りに KEK のホームページ上の News@KEK に「未来のフォトンファクトリー、～ ERL 計画推進室がスタート～」を掲載し、推進室の発足及びその位置付けを発信しました。続いて推進室ホームページを開設し(図1参照)、検討会の進捗状況、その議事メモ、関係資料の掲載をしております (<http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/index.html>)。ご関心のある方はご覧ください。また、国際的には DESY で開かれました ICFA (5月15～19日) の Workshop on Future Light Sources に ERL 計画の現状を口頭発表「Status of the ERL projects at KEK and JAEA」(坂中, 羽島), 及び将来計画ポスター「Future light source at the Photon Factory」を発表し、加速器の分野において国際的に「KEK は原子力機構との協力の下に ERL プロジェクトを次世代放射光施設の位置付けで開発をスタートした」ことを宣言しました。その発表資料も上記のホームページ上に記載してありますのでご興味のある方はご覧ください。一方、SRI2006 (大邱, 韓国) では既に ERL のプロトタイプの建設を始めている CHESS (コーネル大学)

の所長, 副所長と今後の協力関係に関して相談を行い, 基本的に MOU を結んで研究協力関係を構築していくことを前向きに検討することで合意しました。一方, 国内では 8月2～4日に仙台で開催される加速器学会で ERL 計画の概要を報告する予定です。また, 日本放射光学会で開かれている「先端的リング型光源計画特別委員会」の一環で行われる「第3回次世代光源計画ワークショップ—先端的リング型光源が開くサイエンス—」では, KEK・ERL 計画からの情報発信を行う予定です。

ERL 加速器の各開発要素の検討は, 全体の ERL 検討会でそれぞれのワーキング・グループもしくは関係者の間で検討した事柄を報告していただき, それをベースに全体で議論をする形式で進めています。検討会は基本的にテレビ会議システムで行い, KEK, 原子力研究機構, 東大物性研, SPring-8, 分子研を結んで行われています。表1に示すように, 既に6回の全体の ERL 検討会を行い, 全体設計, 超伝導キャビティー, 電子銃及びレーザー開発, 冷凍機設備, 軌道設計, 実証機開発場所 (元冷中性子実験棟) の整備等々の第1次的な検討結果, 各グループの開発項目, 必要開発経費, スケジュール等の情報がそろってきています。今後, その他の検討項目に関して検討結果を合わせて, 具体的な開発研究計画の立案を行う予定です。

PF リング直線部増強計画に伴う ビームラインの改編・統廃合について

放射光科学第二研究系 河田 洋

PF では直線部増強によって生み出された直線部を活用して研究成果を上げるべく, 挿入光源を光源とするビームラインの整備を, 既設のビームラインの移動・改廃を伴いながら, 順次進めています。2006年夏季には, BL-3の改造, BL-16Aの閉鎖, BL-28の第2ブランチの建設などが行われています。詳しくは以下をご覧ください。

●ミニポールアンジュレーターを光源とする BL-3A の建設とマルチポールウィグラービームライン BL-16A の閉鎖

既に PF のホームページ「PF リング直線部増強計画に伴うビームラインの改変・統廃合について(2005年6月17日)」(http://pfwww.kek.jp/whats_new/announce050617.html参照)でもお知らせしてきましたように, ミニポールアンジュレーターを光源とする BL-3A の建設を進めており, 2006年10月以降は, マルチポールウィグラービームライン BL-16A のアクティビティを BL-3A に移すことになります。これにより BL-16 はアンジュレータ専用のステーション (BL-16B) として運用されます。

新 BL-3A は, エネルギー領域 4keV-14 keV, 水冷平板二結晶モノクロメータとトロイダルミラーの光学系で, 現在 BL-16A で利用中の四軸回折計と 8T 超伝導マグネット付きの二軸回折計をタンデムに常設します。移相子をビーム

ラインに組み込むことで、入射X線の偏光をコントロールする事も可能となります。横方向の角度発散がBL-16Aより狭くなる一方、総フォトン数はやや減る見込みです。

新BL-3Aは2006年夏のシャットダウン期間に建設し、10月より立ち上げを開始します。共同利用実験に使えるようになる時期などは、見通しが立ち次第PFホームページでお知らせ致します。

● BL-3の改造(旧BL-3AのBL-6Cへの移設等)

上記のように、BL-3にアンジュレータステーションが建設されることに伴い、従来のBL-3Aの回折計などの装置はBL-6Cに移設されます。新しいBL-6Cの光学系の制御はSTARSによる汎用制御ソフトウェアで行う予定で、2006年秋から移設に伴うビームライン及び装置類の立ち上げを計画しています。このBLの秋以降の運営に関しては、追ってアナウンスさせていただきます。

なお、BL-3Bは、新BL-3A建設に伴って一部改造がありますが、性能等に変更はありません。BL-3C2と3C3は統合してBL-3Cとなります。いずれも立ち上げ・調整後に利用実験を再開する予定です。

● BL-28Bの増設

アンジュレータビームラインBL-28では、実験効率を向上させるため、第2ブランチ(BL-28B)の建設を進めてきました。2006年10月以降光導入及びビームライン調整を開始し、その後利用可能となる予定です。

●●●●● プレスリリース ●●●●●

放射光の特性を活かし 擬一次元金属の電子状態を直接観測

2006年5月25日
高エネルギー加速器研究機構
九州大学
高輝度光科学研究センター

放射光科学研究施設の若林裕助助手を中心とする研究グループは、擬一次元金属物質の電子状態を直接観測することに成功した。

化学的に多様な修飾が可能な分子性物質は、超伝導や磁場応答を示すものなど新機能性材料として注目されている。このような分子性物質の究極の状態のひとつが一次元金属物質(一直線上にしか伝導性を示さない)である。今まで知られていた通常のX線構造解析やラマン散乱などの測定方法では、擬一次元金属物質の中で伝導性を担っている電子の状態を直接観測することが難しかった。今回の成果は、金属的な伝導を示すこの一次元の世界での電子の特異な振る舞いを、若林助手らが放射光X線回折を用いて初めて明らかにしたものである(続きは下記「KEKプレスリリース」を参照)。

この記事は5月26日付けの日刊工業新聞と日経産業新聞、6月9日付けの科学新聞に掲載された。

(参照 URL)

★ KEK プレスリリース

<http://www.kek.jp/ja/news/press/2006/MMX.html>

(問い合わせ先)

高エネルギー加速器研究機構

物質構造科学研究所 教授 澤 博

物質構造科学研究所 助手 若林 裕助

広報室長 森田 洋平

(TEL: 029-879-6047)



KEK-PF ビームライン BL-1A で使用したX線カメラ

●●●●● **プレスリリース** ●●●●●**千倍高感度なX線 CT により
疾患モデル動物のがんやアルツハイマー脳
の観察に成功**2006年6月12日
筑波大学(株)日立製作所
アステラス製薬(株)
高エネルギー加速器研究機構

筑波大学人間総合科学研究科武田徹講師の研究グループは、株式会社日立製作所、アステラス製薬株式会社、高エネルギー加速器研究機構と共同で、疾患モデル動物のがんやアルツハイマー脳を無造影で三次元観察することに成功した。観察には KEK のウィグラー放射光を用い、従来の X 線撮影法より千倍高感度な X 線 CT 技術を適用した。

本 X 線 CT 技術は、1997 年から日立、KEK と共同で開発してきた「結晶分離型・位相コントラスト X 線撮像技術」と呼ばれている。この技術を用いて今回、生きたマウスの表在がんに対し、抗がん剤を投与し、がんの壊死状態を経時的に三次元観察したり、アルツハイマー病モデルマウスの脳標本内に斑点状に蓄積したアミロイド斑の分布を、高い空間分解能をもって三次元観察することが可能となった。これにより、病理観察や疾病メカニズムの解明、将来的には新薬創生への貢献が期待される（続きは下記「KEK プレスリリース」参照）。

この記事は、6月13日付けの朝日新聞、日本経済新聞、日経産業新聞、毎日新聞、日刊工業新聞、茨城新聞、東京新聞の各誌に掲載された。

(参照 URL)

★ KEK プレスリリース

<http://www.kek.jp/ja/news/press/2006/CT.html>

★ News@KEK

<http://www.kek.jp/newskek/2006/mayjun/CT.html>**(問い合わせ先)**

高エネルギー加速器研究機構

広報室長 森田 洋平 (TEL: 029-879-6047)



筑波大で行われたプレス発表にて

お知らせ**平成 19 年度後期
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せようお願いします。

記

1. 開催期間 平成 19 年 4 月～平成 19 年 9 月
2. 応募締切日 平成 18 年 12 月 15 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 19 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（平成 18 年度前期公募より S 型, G 型, P 型の締切が同じになりました）。

S2 型, G 型, P 型課題 平成 18 年 11 月 6 日（月）

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。

今回より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ることになりました（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が、提出先等詳細につきましては、決まり次第 PF ホームページ (<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>) にてお知らせ致します。

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/)」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

X線イメージングに関する新規実験課題 募集のお知らせ (BL-14B, BL-15C)

放射光科学第二研究系 平野馨一

BL-14B と BL-15C ではこれまで多様な X 線イメージング研究が行われてきましたが[1-4]、このたび、それらの最先端のイメージング技術を一般ユーザーも手軽に利用できるよう、X 線 CCD カメラや解析ソフトなどを導入して実験環境の整備を行いました。利用できるイメージング技術は、吸収コントラスト CT, 位相コントラスト CT, X 線トポグラフィ等です。これらの手法を用いて観察したい試料をお持ちの方は担当者までご一報下さい。観察可能な試料の目安は、たとえば X 線 CT の場合、以下の通りです。

- ・サイズ：φ5mm 以下であること
- ・材質：10 ~ 30 keV の X 線に対して透過率が 10%

以上のもの

- ・安全法規上問題のないもの
- ・汚染, 破損, 紛失しても構わないもの

試料の投影像のみを撮影する場合, X 線 CCD カメラで観察可能な試料サイズは 20 mm 角程度になります。

質問や要望などがある方は,

担当者: 平野馨一

Tel: 029-864-5649

Fax: 029-864-2801

e-mail: keiichi.hirano@kek.jp

までご連絡下さい。

参考文献

- [1] A. Momose, T. Takeda, Y. Itai and K. Hirano : Nature Medicine, **2** (1996) 473.
- [2] K. Hirano : J. Phys. D: Appl. Phys., **36** (2003) 1469.
- [3] I. Koyama, Y. Hamaishi and A. Momose : AIP Conference Proceedings, **705** (2004) 1283.
- [4] A. Maksimenko, M. Ando, H. Sugiyama and T. Yuasa : Appl. Phys. Lett., **86** (2005) 124105.

共同利用関係のお知らせ

実験企画調整担当 小林克己

1. 共同利用研究者宿泊施設（ドミトリ）の宿泊料金が、10月1日から以下のように改定されます。これに伴い、すべての部屋にバスタオルが配備されます。4月から既に行われている給湯設備、洗濯機・乾燥機、エアコンなどの設備の改修とあわせて利用環境のレベルアップを図ります。
シングル（バス・トイレ付き） 1泊 2000 円
シングル（バス・トイレ無し） 1泊 1500 円
2. これまで本機構から出張旅費を支給される場合には、所属機関に出張依頼書を送付し、返答をもらっていましたが、この秋から出張依頼の送付を廃止します。引き続き必要な方は事務室に御連絡下さい。
3. 出張旅費が共同利用者の口座に振り込まれた際に、共同利用者に対して支払済通知と言うはがきでお知らせしていましたが、やはりこの秋からメールでのお知らせに変わります。詳しくは以下の URL をご覧下さい。
(<http://www.kek.jp/intra-j/guide/announce/2006/denshika.html>)
(2, 3 に関しての正確な実施時期については Web でお知らせします)
4. 機構では共同利用者の受け入れ手続きに関して、利用者への利便性の向上と処理手続きの効率化を図る為

に、「共同利用者支援システム」の開発・導入の準備を行っています。来年4月にこのシステムが導入されると、利用者には以下のようなメリットがあります。

- (ア) 出張・宿泊などの各種申請窓口がユーザーズオフィスに一本化される。
- (イ) 各ユーザーにポータルサイトが設定され、書類提出状況や出張・宿泊手続きの進行状況が自分で確認できるようになる。
- (ウ) 機構から支給される出張旅費から宿泊施設の使用料金が相殺される。

これ以外にも多くのメリットがありますが、詳しいことは後日お知らせします。

2006年防災・防火訓練について

PF 安全担当 伊藤健二

放射光科学研究施設では、ユーザーの皆様にも協力していただき毎年防災・防火訓練を実施しております。昨年度は機構全体の訓練の日程決定が遅れたため、PFの訓練は別立てで行いました。今年度の機構全体の訓練は、PF主催で11月7日(火)午後実施することになりました。従来の訓練では、ユーザー実験の停止は30分程度でしたが、今回はもう少し長くなるのが予想されますので、事情をご理解の上、訓練へ積極的に参加されるようお願いいたします。

地震を未然に防ぐことは困難ですが、火災やその他の災害を未然に防ぐこと、地震等が発生しても被害を最小に抑える努力をすることは可能です。PFで共同利用を行っていただく上で必要な安全上の事項は、<http://pfwww.kek.jp/safety/general/safety.html> にまとめてあります。今一度ご覧になり、安全を含めた防災・防火について確認していただくようお願いいたします。

ユーザーの皆さまの日頃からの防災・防火に対するご協力に感謝を申し上げますとともに、防災・防火および安全についてPFへのご意見等がございましたら、PFスタッフにお知らせ下さるようお願いいたします。

KEK 一般公開のお知らせ

一般公開実行委員 放射光科学第一研究系 安達弘通
放射光源研究系 野上隆史

今年のKEK一般公開は、9月3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 2006年9月3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、Bファクトリー加速器、アッセンブリホール、陽子リニアック棟(STF施設)、超伝導・低温・真空実験棟、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、屋上展望台
3. 展示等
国際共同実験、大強度陽子加速器計画(J-PARC)コーナー、K2K/T2K実験コーナー、中性子・ミュオン実験コーナー、短寿命核ビーム実験施設コーナー、朝永博士生誕100周年記念展示、加速器の歴史、質問コーナー
4. 講演
11:00-12:00 「宇宙・物質・生命をつなぐ糸」
鈴木厚人(KEK機構長)
12:45-13:45 「火山の中を見ようーミュオンによるレントゲン写真ー」
永嶺謙忠(KEK名誉教授)
14:00-15:00 「中性子で観る新世界」
池田進(KEK物質構造科学研究所副所長)
5. その他の主な企画
○おもしろ物理教室「カーボンナノチューブから出た電子を加速して、七色の光をつくってみよう」
○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！

平成18年7月4日

関係機関の長
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、貴関係各位に御通知いただき、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06-1

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、助教授、講師、研究機関講師及び助手であるが、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源研究系に所属し、挿入光源グループのリーダーとして挿入光源の分野で指導的役割を担う。本研究所が進める将来計画に中心メンバーとして参画すると共に現地の放射光用電子蓄積リングの運転・維持・改良の責任を分担する。

3 応募資格

着任時点で博士の学位を有するもの。

4 公募経路

平成18年8月25日(金)

5 着任時期

採用決定後できるだけ早い時期

6 選考方法

原則として面接とする。ただし、第一段階の審査として書類審査を行う場合がある。

7 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) 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
- (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、それぞれ別葉にすること。なお、各葉に氏名を記入すること。

8 書類送付

送付先 〒305-0801
茨城県つくば市大徳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」と朱書きし、郵送の場合は書留とすること。

9 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(内線551)
- (2) 提出書類について
総務部人事労務課任用係 TEL. 029-554-5118(内線552)

平成18年7月4日

関係機関の長
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、貴関係各位に御告知いただき、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06-2

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、助教授、講師、研究機関講師及び助手であるが、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源研究系に所属し、制御・ビーム診断グループのリーダーとして制御系やビーム診断を含むビームインストルメンテーション分野で指導的役割を担う。本研究所が進める将来計画に中心メンバーとして参画すると共に現用の放射光用電子蓄積リングの運転・維持・改良の責任を分担する。

3 応募資格

着任時点で博士の学位を有するもの。

4 公募締切

平成18年8月25日(金)

5 着任時期

採用決定後できるだけ早い時期

6 選考方法

原則として面接とする。ただし、第一段階の選考として書類選考を行う場合がある。

7 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) 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
- (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用紙書きとし、それぞれ別葉にすること。
なお、各葉に氏名を記入すること。

8 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」と朱書きし、郵送の場合は留印とすること。

9 問い合わせ先

- (1) 研究内容等について
研究主任 春日 俊夫 (放射光源研究系) TEL 029-854-5632(内線41)
- (2) 提出書類について
総務部人事労務課任用係 TEL 029-854-5118(内線42)

平成18年7月4日

関係機関の長
関係各位 殿

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 物集研06-3

- 1 公募人員
助手 1名 (任期なし)
本機構の教員の職名は、教授、助教授、講師、研究機関係員及び助手であるが、機構の性格から、大学における制度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源研究系電子軌道グループに所属し、放射光源の電子軌道の研究および電磁石系の開発に従事する。放射光将来計画に参画すると共に現用の放射光用電子蓄積リングの運転・維持・改良に従事する。
- 3 応募資格
新卒時点で博士の学位を有するもの。
- 4 公募締切
平成18年8月25日(金)
- 5 着任時期
採用決定後できるだけ早い時期
- 6 選考方法
原則として面接とする。ただし、第一段階の審査として書類審査を行う場合がある。
- 7 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) 発表論文リスト ----- 和文と英文は別紙とすること。
(4) 着任後の抱負
(5) 論 文 別 紙 ----- 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、それぞれ別紙にすること。
なお、各表に氏名を記入すること。
- 8 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」と朱書きし、郵送の場合は書留とすること。
- 9 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. 029-854-5632(内線216)
(2) 提出書類について
総務部人事労務課任用係 TEL. 029-864-5118(内線216)

予 定 一 覧

2006 年

- | | |
|---------------|--|
| 9月 3日 | KEK 一般公開 |
| 9月 19日 ~ 20日 | 平成 18 年度 PF 懇談会講習会「放射光利用研究基礎講習会」 |
| 10月 2日 | PF-AR 平成 18 年度第二期ユーザー運転開始 |
| 10月 10日 | PF 平成 18 年度第二期ユーザー運転開始 |
| 11月 6日 | 平成 19 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 20日 ~ 23日 | Asian Crystallographic Association and the Crystallographic Society of Japan (エポカルつくば) |
| 11月 24日 ~ 25日 | 1st Asian/Oceanic Forum for Synchrotron Radiation Research (KEK・3 号館セミナーホール) |
| 12月 15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 |
| 12月 25日 | PF, PF-AR 平成 18 年度第二期ユーザー運転終了 |

2007 年

- | | |
|--------------|---|
| 1月 12日 ~ 14日 | 第 20 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (広島国際会議場) |
|--------------|---|

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

運転スケジュール(Sep. ~Dec. 2006)

E : ユーザー実験
M : マシンスタディ
MA : メンテナンス
B : ボーナスタイム
T : 立ち上げ
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(金)				1(日)	STOP	T/M		1(水)				1(金)			
2(土)				2(月)		E		2(木)				2(土)	E	E	
3(日)				3(火)		B		3(金)	E	E		3(日)			
4(月)				4(水)				4(土)				4(月)	M	MA/M	
5(火)				5(木)	T/M			5(日)				5(火)	B	B	
6(水)				6(金)		E		6(月)	MA/M	M		6(水)			
7(木)				7(土)				7(火)	B	B		7(木)			
8(金)				8(日)				8(水)				8(金)	E	E	
9(土)				9(月)		M		9(木)				9(土)			
10(日)				10(火)	B	B		10(金)	E	E		10(日)			
11(月)				11(水)				11(土)				11(月)	M	M	
12(火)	STOP	STOP		12(木)				12(日)				12(火)	B	B	
13(水)				13(金)	E	E		13(月)	M	M		13(水)			
14(木)				14(土)				14(火)	B	B		14(木)			
15(金)				15(日)				15(水)				15(金)	E	E	
16(土)				16(月)	M	M		16(木)				16(土)			
17(日)				17(火)	B	B		17(金)	E	E		17(日)			
18(月)				18(水)				18(土)				18(月)	M	M	
19(火)				19(木)				19(日)				19(火)	B	B	
20(水)				20(金)	E	E		20(月)	M	M		20(水)	(3GeV)		
21(木)				21(土)				21(火)	B(SB)	B		21(木)			
22(金)				22(日)				22(水)				22(金)	E	E	
23(土)				23(月)	M	M		23(木)				23(土)	(3GeV)		
24(日)				24(火)	B	B		24(金)	SB	E		24(日)			
25(月)				25(水)				25(土)				25(月)			
26(火)				26(木)				26(日)				26(火)			
27(水)				27(金)	E	E		27(月)	MA/M	M		27(水)			
28(木)			T/M	28(土)				28(火)	B	B		28(木)	STOP	STOP	
29(金)				29(日)				29(水)				29(金)			
30(土)				30(月)	M	MA/M		30(木)	E	E		30(土)			
				31(火)	B	B						31(日)			

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/untentitlej.html>)をご覧ください。

最近の研究から

ヒストン修飾酵素 Peptidylarginine deiminase 4 (PAD4) の活性化とヒストン認識

有田恭平, 清水敏之, 橋本 博, 佐藤 衛

横浜市立大学大学院国際総合科学研究科

Structural basis for Ca²⁺-induced activation of peptidylarginine deiminase 4 (PAD4) and histone N-terminal recognition

Kyouhei ARITA, Toshiyuki SHIMIZU, Hiroshi HASHIMOTO, Mamoru SATO
International Graduate School of Arts and Sciences, Yokohama City University

1. はじめに

真核生物の DNA は、ヒストン八量体 [四種類のヒストン H2A, H2B, H3, H4 が (H2A-H2B)₂(H3)₂(H4)₂ の八量体を形成: H はヒストンの頭文字] に巻きついて、ヌクレオソームを形成している。個々のヒストン (H2A, H2B, H3, H4) の N 末端領域は決まった立体構造をとらないでヒストン八量体から突き出ているので、アセチル化, リン酸化, ユビキチン化, メチル化などの共有結合性の修飾 (翻訳後修飾) を受ける。このようなヒストンの N 末端領域の翻訳後修飾は、ヌクレオソームがらせん状に並んだクロマチン (染色体) の構造をダイナミックに変化させて遺伝子の発現を調節しているが、最近、ヒストンのシトルリン化が新規の翻訳後修飾として注目されるようになった。

ヒストンのシトルリン化は、Peptidylarginine deiminase 4 (PAD4) によって Ca²⁺ 依存的にアルギニン残基が脱イミノ化されて起こる (Fig. 1)。PAD はこれまでに 5 種類のアイソフォーム (PAD1-4, PAD6) が同定されているが、その中で唯一 PAD4 のみが核移行シグナル (nuclear localization signal: NLS) を有して細胞の核内に存在し、ヒストンのシトルリン化に関与している [1]。PAD によるタンパク質のシトルリン化はアルギニン残基の正電荷を消失させるので、ターゲットとなるタンパク質の高次構造や他の分子との相互作用が変化し、細胞内の様々な機能に大きな影響を及ぼす [2]。

PAD4 によるヒストンのシトルリン化はメチル化と拮抗して遺伝子発現を調節している (Fig. 1) [3, 4]。事実、ヒストン H3 の Arg17 と H4 の Arg3 はそれぞれ CARM1 (cofactor associated arginine methyltransferase 1) と PRMT1 (protein arginine methyltransferase 1) によってジメチル化されるが、これらの部位がメチル化されるとエストロゲンレセプターを介した転写が活性化される [5, 6]。一方で、PAD4 はヒストン H3 の Arg2, Arg8, Arg17, Arg26 および H4 の Arg3 をシトルリン化するが、ヒストン H3 の Arg17 とヒストン H4 の Arg3 がシトルリン化されると CARM1 と PRMT1 によるメチル化が阻害される。また、興味あることに、CARM1 と PRMT1 によるアルギニン残基のジメチル化はモノメチル化を経て起こるが、PAD4 はこのモノメチル化されたア

ルギニン残基もシトルリン化し、結果的にモノメチル化されたアルギニン残基を脱メチル化する (Fig. 1) [3, 4]。ヒストンのメチル化は他の翻訳後修飾に比べて安定で、これまでヒストンの脱メチル化反応を触媒する酵素は見つかっていなかったが、モノメチル化されたアルギニン残基をシトルリン化することが示されたことによって、PAD4 はヒストンの脱メチル化に関与する初めての酵素としても注目されるようになった。

一方、タンパク質のシトルリン化は関節リウマチとも深く関連している。関節リウマチは遺伝的・環境的な要因によって骨と骨をつなぐ関節にある滑膜で炎症が生じ、骨や軟骨の破壊を起こす難治性の自己免疫疾患である。PAD と関節リウマチとの関連では、

- 1) ヒト全ゲノムを対象にした関節リウマチ関連遺伝子の大規模ケースコントロール関連解析から、PAD4 遺伝子上に関節リウマチ感受性の一塩基多型が見つかった [7]。
- 2) PAD および PAD によってシトルリン化されたタンパク質が関節リウマチの患部である滑膜に局在している。
- 3) 関節リウマチの発症に関与する主要組織適合系複合体 [MHC II (HLA-DRB1*0401)] はシトルリン化ペプチドと高い親和性を示す。
- 4) 関節リウマチの患者は関節リウマチに特異的な自己抗体を産生しているが、いずれの自己抗体も PAD によってシトルリン化されたタンパク質を非自己 (自己抗原) として認識して産生されている [8]。

ことから、PAD4 が関節リウマチの原因タンパク質であることが示され、PAD4 の活性阻害剤は慢性関節リウマチの根本的な治療薬になるものと期待されている。

以上のように、PAD4 の構造と機能の関連を明らかにすることはヒストン修飾による転写調節機構の解明や関節リウマチの新規治療薬の開発にきわめて重要である。そこで、本稿では PAD4 の X 線結晶構造解析から明らかにされた新しい酵素の活性化機構 [9] およびヒストン認識について紹介する [10]。

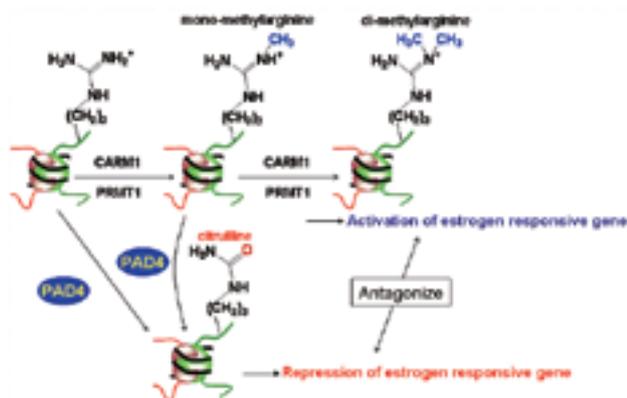


Figure 1
Transcriptional regulation by histone arginine citrullination by PAD4 and methylation by CARM1 and PRMT1.

2. 結晶化とX線結晶構造解析

PAD4は大腸菌の発現系で大量に発現され、アフィニティーカラムおよびイオン交換カラムで高度に精製された。Ca²⁺非結合型PAD4の結晶化はハンギングドロップ蒸気拡散法で行い、0.1 M Imidazole pH 8.0, 0.2 M Li₂SO₄, 8 % PEGMME2000の条件で高分解能のX線結晶構造解析に適した結晶が得られた[11]。構造解析はEMTS (Ethyl mercurithiosalicylate), TMLA (Trimethyl lead acetate),

KAu(CN)₂, K₂PtCl₄, LuCl₃で調製された重原子誘導体結晶を用いたMIRAS法(異常分散を考慮した多重同型置換法)で行った。また、Ca²⁺結合型PAD4とCa²⁺結合型PAD4-基質(benzoyl L-arginine amide: BA)複合体の結晶は、PAD4のC645A不活性化変異体の結晶をそれぞれCa²⁺およびCa²⁺と基質BAを含む溶液に浸漬して調製した。なお、PAD4のC645A不活性化変異体[Ca²⁺非結合型PAD4(C645A)]の精製および結晶化はCa²⁺非結合型PAD4と同じ条件で行った。

一方、PAD4-ヒストンペプチド複合体の結晶は、Ca²⁺非結合型PAD4(C645A)の結晶をCa²⁺存在下それぞれヒストンH3のArg8を含むペプチド、ヒストンH3のArg17を含むペプチド、及びヒストンH4のArg3を含むペプチドを含む溶液に浸漬して調製した。Table 1に結晶学的データおよび回折強度データと精密化の統計値を示す。

3. 全体構造

Fig. 2aにPAD4の全体構造を示す。PAD4は2つのドメイン[N末端ドメイン(N-terminal domain)とC末端ドメイン(C-terminal domain)]から構成され、その形は細長いブーツ状である。Ca²⁺はCa²⁺結合型PAD4およびCa²⁺結合型PAD4-基質BA複合体の異常分散差フーリエ図から5つ確認され、そのうち3つはN末端ドメインに、残り2

Table 1. Crystallographic data, and data collection and refinement statistics

	Ca ²⁺ -free PAD4	Ca ²⁺ -bound PAD4	BA Complex	Peptide H3-1 Complex	Peptide H3-2 Complex	Peptide H4 Complex
Crystallographic data and data collection statistics						
Space group	C2	C2	C2	C2	C2	C2
Cell dimensions						
a (Å)	144.6	146.4	146.1	146.3	146.1	146.2
b (Å)	60.4	60.1	60.0	60.8	60.1	60.6
c (Å)	113.4	115.3	115.4	115.1	115.7	115.2
β (°)	123.6	124.4	124.2	124.3	124.3	124.2
Resolution range (Å)	33.42-2.80	50.00-2.60	50.00-2.30	50.00-2.00	50.00-2.07	50.00-2.25
Total observations	93,345	127,227	273,837	233,822	222,220	153,298
Unique reflections	38,041	24,864	36,718	55,675	47,513	39,724
Completeness (%)	97.6 (98.3)	96.2 (96.8)	97.9 (93.5)	97.7 (96.2)	92.6 (63.9)	98.3 (98.2)
R _{merge} (%)	4.6 (26.1)	5.0 (36.1)	5.0 (21.7)	5.6 (39.5)	6.2 (33.3)	6.1 (34.5)
Refinement						
Resolution (Å)	2.80	2.60	2.30	2.10	2.10	2.25
No. reflections	17,603	22,280	32,646	43,126	41,436	35,325
R/R _{free} (%)	23.1 / 26.4	22.4 / 26.9	21.1 / 25.2	20.2 / 24.1	20.2 / 24.6	19.9 / 24.8
No. atoms						
Protein	4,382	4,745	4,951	4,952	4,937	4,943
Substrate	0	0	20	39	40	37
Ca ²⁺	0	5	5	5	5	5
Water	0	64	162	224	191	154
R.m.s. deviations						
Bond lengths (Å)	0.019	0.017	0.014	0.012	0.012	0.012
Bond angles (°)	1.894	1.662	1.595	1.465	1.468	1.622

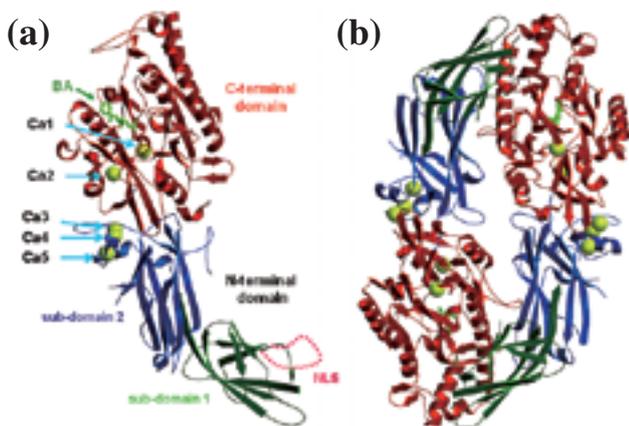


Figure 2
Overall structure of the substrate complex of Ca^{2+} -bound PAD4 (C645A). (a) Ribbon representation of the monomeric form of the substrate complex. Five Ca^{2+} ions (Ca1, Ca2, Ca3, Ca4, and Ca5) are shown as black balls, and the substrate, benzoyl-L-arginine amide (BA), as a dark blue ball-and-stick model. Sub-domains 1 and 2 and the C-terminal domain are presented in yellow, green, and red, respectively. The putative nuclear localization signal (NLS) region is shown by a dotted line. (b) Ribbon representation of the dimeric form of the substrate complex. A crystallographic 2-fold axis runs vertically at the center of the dimer.

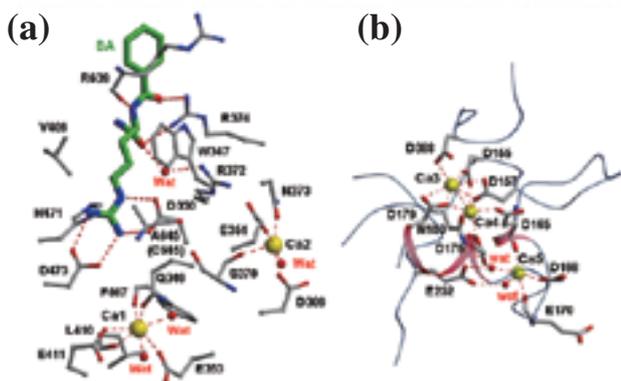


Figure 3
Structures around substrate and Ca^{2+} binding sites in Ca^{2+} -bound PAD4 (C645A). The substrate, benzoyl-L-arginine amide (BA), is shown as a green stick model. Ca^{2+} ions are shown as yellow balls. (a) Structure around Ca1, Ca2, and the substrate, benzoyl-L-arginine amide, in the C-terminal domain. (b) Structure around Ca3, Ca4, and Ca5 in the N-terminal domain.

つはC末端ドメインに見出された。これら5つの Ca^{2+} はいずれもEFハンドとは異なるモチーフで結合しており (Fig. 3), 既知の Ca^{2+} 結合タンパク質との比較において興味もたれる。また, 基質BAの電子密度はC末端ドメインの2つの Ca^{2+} の近傍に確認された。

また, PAD4はいずれの結晶においても結晶学的な2回軸で関係付けられるもう1つの分子に近接していた (Fig. 2b)。この2分子の分子量はゲルろ過クロマトグラフィー及び動的散乱の結果とも一致し, また, その形状はX線小角散乱法によって決定された低分解能溶液構造と一致しているので, PAD4は結晶中で近接している2分子 (2量体) で機能することが示唆される。

4. N末端ドメイン

N末端ドメインは1-300番目のアミノ酸から構成されている。このドメインはさらに2つのサブドメイン (sub-domain 1とsub-domain 2)に分けることができる (Fig. 2a)。sub-domain 1とsub-domain 2はともに免疫グロブリン様の構造をとり, sub-domain 1には $^{56}\text{PPAKKKST}^{63}$ という核移行シグナル (NLS)が存在している。この領域は2つの β -strandsを結ぶ分子表面のループ領域に存在しているが, いずれの結晶においてもこの領域はdisorderしてその電子密度は確認できなかった。また, 冒頭で述べた関節リウマチ感受性の一塩基多型はG55S, V82A, G112Aというアミノ酸置換を引き起こすが, これらのアミノ酸置換部位はすべてsub-domain 1に局在し, C末端ドメインに存在する活性部位 (後述)からは遠く離れている。さらに, G55S, V82A, G112Aの置換は Ca^{2+} の結合や2量体形成にも関与していないので, これらの関節リウマチ感受性の一塩基多型はPAD4の活性には影響しないものと思われる。

一方, sub-domain 2の分子表面には3つの Ca^{2+} がクラスターを形成して結合している (Fig. 2a)。この領域は Ca^{2+} 非結合型PAD4ではdisorderしているが, Ca^{2+} 結合型PAD4および Ca^{2+} 結合型PAD4-基質複合体では Ca^{2+} が結合することにより安定化され, α -helix構造が誘起されている (Fig. 3b)。 Ca^{2+} の結合 (配位)にはAsp388と153番目から179番目の酸性のアミノ酸が関与しているが, Asp155やAsp157やAsp176のように一つのアミノ酸の主鎖と側鎖が複数の Ca^{2+} に配位する様式も認められる。このような Ca^{2+} がクラスターを形成してタンパク質表面に結合する様式はProtein kinase C (PKC)のC2ドメインにも認められる。PKCのC2ドメインは Ca^{2+} 結合による表面電荷の変化によってリン脂質との結合が制御されているが, sub-domain 2の Ca^{2+} クラスターの生理学的な機能はまだよくわかっていない。

5. C末端ドメイン

301-663番目のアミノ酸残基からなるC末端ドメイン (Fig. 2a)は, α/β プロペラ構造と呼ばれる擬似の5回軸で関係付けられる5つの $\beta\alpha\beta$ moduleから構成されている (Fig. 4)。 α/β プロペラ構造は, L-アルギニン変換するarginine deiminase (ADI) [12]やL-アルギニンとグリシンからguanidinoacetic acidを合成するarginine:glycine amidinotransferase (AT) [13]などのL-アルギニン修飾酵素において共通に認められる構造である。この α/β プロペラ構造の中心部にはクレフトが形成されていて, 基質BAと1つの Ca^{2+} (Ca1)が結合していた。もう1つの Ca^{2+} (Ca2)は2番目の $\beta\alpha\beta$ モジュール (modules 2, Fig. 4)の α -helixと β -strandの間に確認された。なお, Ca1には, Gln349, Glu353, Glu411の側鎖とPhe407とLeu410の主鎖カルボニル酸素と2つの水分子が配位し, Ca2にはGlu351, Asp369, Asn373の側鎖とSer370の主鎖カルボニル酸素と1個の水分子が配位している (Fig. 3a)。

Fig. 3aに基質BA認識の様子を示す。基質BAのアルギニン側鎖のグアニジノ基の窒素原子は2つの酸性残

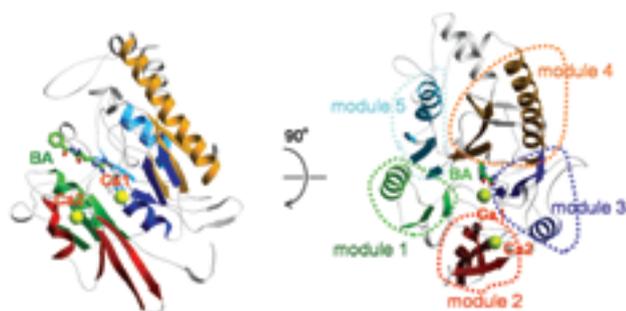


Figure 4

Ribbon representation of the C-terminal domain in the substrate complex of Ca^{2+} -bound PAD4 (C645A). Five $\beta\beta$ modules 1, 2, 3, 4, and 5 are colored light blue, red, dark blue, yellow, and orange, respectively. The substrate, benzoyl-L-arginine amide (BA), is shown as a green stick model. Ca^{2+} ions are shown as yellow balls.

基 Asp350 と Asp473 によって認識され、その近傍には Cys645(Ala645) と His471 が位置している。また、アルギニン側鎖のアルキル基 ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$) の部分には Trp347 と Val469 との疎水的な相互作用も認められる。一方、基質 BA の主鎖部分では、BA のアルギニンのカルボニル酸素と窒素がそれぞれ Arg374 と Arg639 の主鎖カルボニルと水素結合を形成している。また、BA のベンゾイル基のカルボニル酸素と Arg374 の間にも水素結合が認められる。PAD4 はタンパク質中のアルギニン残基（ペプチジルアルギニン）を基質として認識するが、遊離の L-アルギニンは認識しない。これは基質 BA のベンゾイル基のカルボニル酸素に相当する部分が遊離の L-アルギニンには存在しないため、この部分の分子認識が PAD4 の基質認識の特異性に重要であることが示唆される。また、基質 BA のアルギニン側鎖のグアニジノ基部分を認識する残基 (Asp350, His471, Asp473, Cys645) が遊離の L-アルギニンを L-シトルリンに変換する酵素 ADI の触媒残基と一致し、かつ Asp350, His471, Asp473, Cys645 をそれぞれアラニンに置換した変異体では PAD 活性が完全に消失す

ることから、Asp350, His471, Asp473, Cys645 の 4 残基が PAD4 の活性残基であると考えられる。

6. Ca^{2+} の結合により活性部位が形成 (誘起) される

Ca^{2+} 非結合型 PAD4, Ca^{2+} 結合型 PAD4 および Ca^{2+} 結合型 PAD4-基質 BA 複合体の三者の構造を比較すると、PAD4 の活性部位周辺の高次構造が Ca^{2+} が結合することによってダイナミックに変化することがわかる。 Ca^{2+} 非結合型 PAD4 の活性部位周辺は disorder していて、非常に不安定である。そのために活性部位付近に大きな窪み (acidic concave surface) が現れ、その表面に酸性のアミノ酸残基が露出している (Fig. 5a)。この酸性の窪みの表面に 2 つの Ca^{2+} (Ca1 と Ca2) が結合すると、disorder していた領域が安定化して活性部位 (active site cleft) が誘起される (Fig. 5b)。また、 Ca^{2+} 結合型 PAD4 と Ca^{2+} 結合型 PAD4-BA 複合体の活性部位の構造は一致しているので、2 つの Ca^{2+} (Ca1 と Ca2) が結合することによって酵素の活性部位が誘起され、そこに基質 BA が結合することがわかる (Fig. 5c)。

2 つの Ca^{2+} (Ca1 と Ca2) の結合が活性部位の形成 (誘起) に必須であることを実験的に証明するために、Ca1 と Ca2 に配位するアミノ酸残基をそれぞれアラニンに置換した変異体を作成して PAD 活性を測定した。その結果、E351A を除くすべての変異体で PAD 活性の消失が確認された。さらに、N 末端ドメインに結合している Ca^{2+} の配位に関与する残基の中で唯一 C 末端ドメインに存在する Asp388 (Ca3 に配位) をアラニンに置換した変異体では活性の失活が認められないので、PAD4 の活性発現には Ca1 と Ca2 の結合が必須であることがわかる。

これまで PAD4 によるアルギニン残基のシトルリン化になぜ Ca^{2+} が必要なのかわからなかったが、今回の X 線結晶構造解析によって、 Ca^{2+} の結合が活性部位を誘起して酵素反応の場 (active site cleft) の形成に関与していることが明らかとなった。 Ca^{2+} 依存性の酵素としてはこれまでにシス

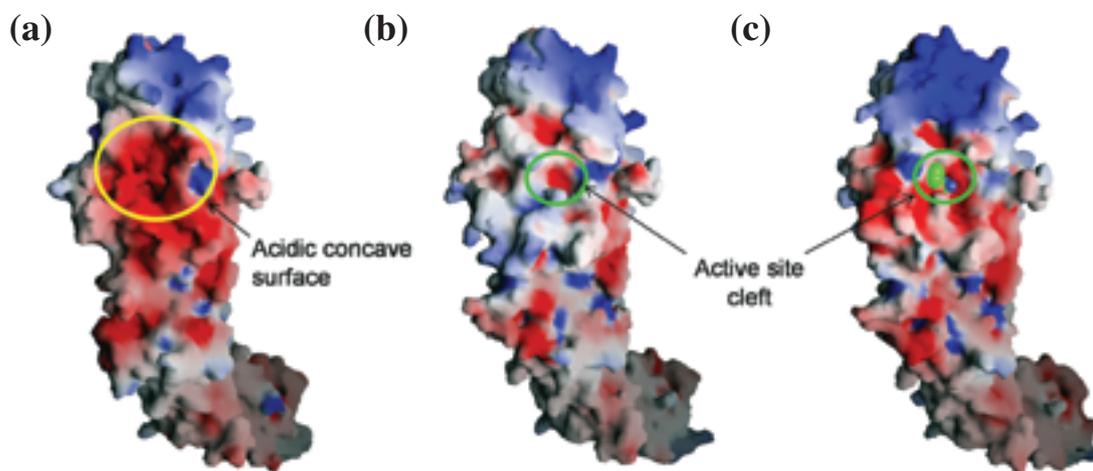


Figure 5

Electrostatic surface potentials of Ca^{2+} -free PAD4 (a), Ca^{2+} -bound PAD4 (b), and the substrate (BA) complex of Ca^{2+} -bound PAD4 (C645A) (c). Surface colors represent the potential from $-10 k_B T^{-1}$ (red) to $+10 k_B T^{-1}$ (blue). The substrate, benzoyl-L-arginine amide (BA), is shown as a green space-filling model. The acidic concave face and the active site cleft are marked by green and yellow circles, respectively.

テインプロテアーゼの Calpain[14] や、タンパク質中の Lys と Gln のイソペプチド結合を形成する Transglutaminase[15] の立体構造が報告されている。しかし、これらの酵素では Ca^{2+} の結合により活性部位の構造変化は認められるものの (Calpain では予測されるものの), PAD4 のように disorder していた領域が安定化されて活性部位が誘起されるといったダイナミックな構造変化は認められていない。したがって、今回の X 線結晶構造解析で示された Ca^{2+} による PAD4 の構造変化はこれまでにないまったく新しい酵素活性化機構であるといえる。

7. PAD4 によるヒストン認識と配列特異性

これまで述べてきた基質 BA は PAD4 の人工の基質で、生体内の本来の基質はタンパク質 (ヒストン) のアルギニン残基 (ペプチジルアルギニン) である。そこで、PAD4 によるヒストン認識機構を明らかにすることも踏まえ、 Ca^{2+} 結合型 PAD4 (C645) とヒストンの N 末端領域にあるアルギニン残基を含む 10 残基のペプチドとの複合体の X 線結晶構造解析を行った。なお、用いたヒストンの N 末

端ペプチドは次の 3 つである。

ヒストン H3 の N 末端ペプチド 1

(Ac-⁴KQTARKSTGG¹³): peptide H3-1

ヒストン H3 の N 末端ペプチド 2

(Ac-¹⁴KAPRKQLATK²³): peptide H3-2

ヒストン H4 の N 末端ペプチド

(Ac-¹SGRGKGGKGL¹⁰): peptide H4

この 3 つのペプチドにおいて、ターゲットのアルギニン残基の位置を N とし、その N 末端側の残基を順次 (N-1), (N-2), (N-3), C 末端側を順次 (N+1), (N+2), (N+3) とすると (Figs. 6, 7b), いずれの 10 残基のヒストンペプチドも (N-2) から (N+2) の 5 残基のアミノ酸残基の電子密度が確認され、そのうち (N-2) から (N+1) の 4 残基が PAD4 によって認識されることがわかった (Fig. 6)。さらに、その認識様式を比較してみると、いずれのヒストンペプチドも (N-2) から (N+1) の 4 残基の主鎖原子が認識されている。一方、ヒストンペプチドの側鎖の認識はターゲットとなるアルギニン残基の側鎖と (N-2) の残基の側鎖だけで [ペプチド H3-2 の (N-2) は Ala で、 γ 位に酸素原子がないために側鎖の相互作用は

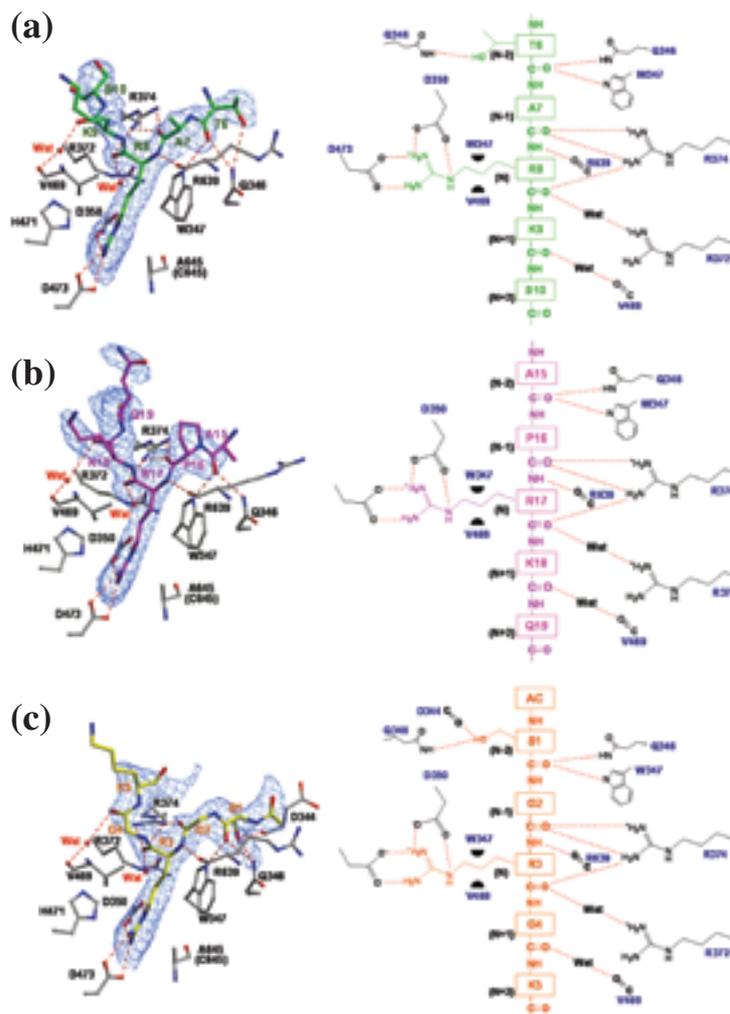


Figure 6

Structures around the active sites of the Ca^{2+} -bound PAD4 (C645A) in complex with peptides H3-1, H3-2, and H4. Left, ball-and-stick representation of the structures. The protein moiety is colored grey, and the peptides, H3-1 (a), H3-2 (b), and H4 (c) are colored green, magenta, and yellow, respectively. Superimposed are $|F_o| - |F_c|$ electron densities of the peptides, contoured at 2σ . Right, schematic diagrams of the structures on the left. Dotted lines and green half-circles show hydrogen bonds and hydrophobic interactions, respectively.

観測されない], 基質認識の配列特異性はきわめて低い。ただ, (N-2)の残基の側鎖が大きいと PAD4 と立体障害を起こすことが考えられるので, (N-2)の残基は小さな側鎖を持つことが必須であると考えられる。事実, これまでに報告されている, PAD4 によりシトルリン化される5つのヒストンペプチドの (N-2) の位置は Gly, Ala, Ser などのアミノ酸残基が占めている。

8. ヒストン認識の構造 (コンフォメーション) 特異性は非常に高い

次に, ヒストンペプチドの構造 (コンフォメーション) を比較してみると, その構造は共通してペプチド鎖は折れ曲がった β ターン様の構造をとっていることがわかる (Fig. 7a)。いずれのヒストンペプチドも (N-2) から (N+2) の5残基のアミノ酸残基の電子密度が確認され, そのうち (N-2) から (N+1) の4残基が PAD4 によって認識されている (Fig. 6)。したがって, (N+2) の残基は電子密度は確認されるものの PAD4 には認識されていないことになる。これはヒス

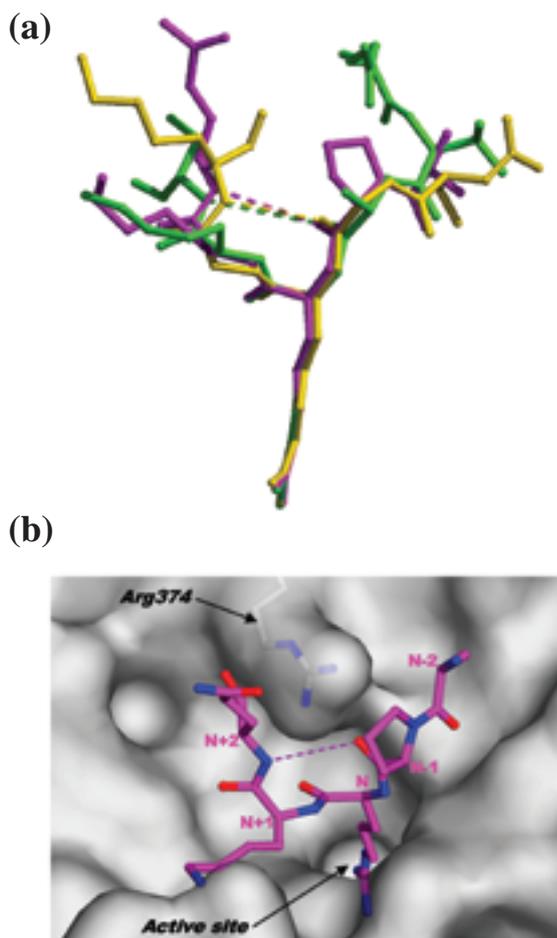


Figure 7
Histone N-terminal structures. (a) structural comparison of PAD4-bound forms. Peptides H3-1, H3-2, and H4 are shown as ball-and-stick representations colored green, magenta, and yellow, respectively. (b) top view of the peptide H3-2 structure shown in (a), together with a molecular surface representation near the active site cleft. The weak intra-peptide interactions between the backbone oxygen at (N-1) position and the backbone nitrogen at (N+2) position are shown as dotted line.

トンペプチドが, PAD4 の活性部位周辺の形状と Arg374 との相互作用によって, 折れ曲がった β ターン様の構造が誘起されるためである (Fig. 7b)。そのためにヒストンペプチド分子内の (N-2) のカルボニル酸素と (N+2) の窒素の間に水素結合様の弱い相互作用が形成され, (N+2) の残基が安定化される。なお, 典型的な β ターン構造では (N-1) のカルボニル酸素と (N+2) の窒素の間に水素結合が形成されているが, ヒストンペプチドの β ターン様の構造では両原子間の距離は水素結合の距離よりも長く, 水素結合の形成までには至っていない。

このように, 通常は一定の決まった構造をとっていないヒストンの N 末端領域も PAD4 に認識されると折れ曲がった β ターン様の構造をとるようになる。このことは PAD4 の基質特異性を考える上に非常に重要である。PAD4 は二次構造を形成している領域のアルギニン残基は認識しないことが生化学的な実験から明らかにされているが [16], これは一定の決まった構造をとっていない柔軟性に富む領域にあるアルギニン残基のみが PAD4 によって認識されるためである。PAD4 のターゲットとなるアルギニン残基が一定の二次構造を形成している領域にあると, 折れ曲がった β ターン様の構造が誘起できないので PAD4 には認識されない。すなわち, PAD4 によるヒストン認識では, アミノ酸残基の配列特異性はきわめて低いが, 構造 (コンフォメーション) の特異性は非常に高いといえる。ヒストンの N 末端領域にあるアルギニン残基が前後のアミノ酸配列にあまり関係なく優先的に認識されて PAD4 の格好のターゲットとなるのは, まさに PAD4 のこのようなヒストン (基質) 認識の特異性に起因しているといえる。

9. まとめ

今回, 私たちは Ca^{2+} 非結合型 PAD4, Ca^{2+} 結合型 PAD4, Ca^{2+} 結合型 PAD4 - 基質複合体の構造を決定し, 3 者の構造比較から「C 末端ドメインに結合する Ca^{2+} によって酵素の活性部位が誘起され, そこに基質分子が結合する」という新規の酵素活性化機能を明らかにしてきた。このような Ca^{2+} による酵素活性化機構はこれまでに構造が決定されている Ca^{2+} 依存性の酵素ではまったく認められていないので, まったく新しい酵素活性化機構として非常に興味深い。また, ヒストンペプチドとの複合体の構造解析からは, 「通常は一定の決まった構造をとっていないヒストンの N 末端領域も PAD4 に認識されると折れ曲がった β ターン様の構造をとるようになる」ことや, 「PAD4 によるヒストン認識では, 配列特異性は低いが, 構造の特異性は高い」ことなど, 新規のヒストン認識に関する構造科学的な知見が数多く得られた。これらの研究成果は今後の真核生物の転写研究に大いに役立つものと思われ, 今後の展開が楽しみである。さらに, 今回得られた基質認識に関する構造学的知見は, 関節リウマチの新規薬剤の開発に必要な PAD4 の阻害剤候補物質の設計にも有効で, PAD4- 阻害剤複合体の X 線結晶構造解析を通じて, より特異性に優れた阻害活性の高い化合物の創製が期待される。

謝辞

ここで紹介した研究は、横浜市立大学の山田道之教授（現、名誉教授）との共同研究で行ったものです。山田道之先生及び研究室の中島克彦博士（現、国立がんセンター研究員）、また、ヒストンペプチドの合成にご協力いただいた日高雄二博士（近畿大学理工学部）に、ここに深く感謝いたします。

また、PAD4のX線結晶構造解析は放射光X線の利用なしでは決して成功しませんでした。PFおよびPF-ARでのデータ収集にご協力いただいた若槻壮市教授、加藤龍一助教授、松垣直宏博士、五十嵐教之博士、鈴木守博士（現、大阪大学蛋白質研究所）、また、SPRING-8でのデータ収集にご協力いただいた山本雅貴博士、熊坂崇博士（現、東工大）、三浦圭子博士に心より感謝いたします。

なお、本研究は文部科学省「タンパク3000プロジェクト」（中核機関：横浜市立大学）の研究助成によって進められた。

（原稿受付：2006年6月20日）

引用文献

- [1] Nakashima, K., Hagiwara, T., and Yamada, M. *J. Biol. Chem.* **277**, 49562-49568 (2002).
- [2] Vossenaar, E. R., Zendman, A. J. W., Venrooij, W. J., and Pruijn, G. J. M. *BioEssays* **25**, 1106-1118 (2003).
- [3] Cuthbert, G. L. *et al. Cell* **118**, 545-553 (2004).
- [4] Wang, Y. *et al. Science* **306**, 279-283 (2004).
- [5] Bauer, U. M., Daujat, S., Nielsen, S. J., Nightingale, K., and Kouzarides, T. *EMBO Rep.* **3**, 39-44 (2002).
- [6] Wang, H., Huang, Z. Q., Xia, L., Feng, Q., Erdjument-Bromage, H., Strahl, B. D., Briggs, S. D., Allis, C. D., Wong, J., Tempst, P., and Zhang, Y. *Science* **293**, 853-857 (2001).
- [7] Suzuki, A. *et al. Nat. Genet.* **34**, 395-402 (2003).
- [8] van Boekel, M. A., Vossenaar, E. R., van den Hoogen, F. H., and van Venrooij, W. J. *Arthritis Res.* **4**, 87-93 (2002).
- [9] Arita, K., Hashimoto, H., Shimizu, T., Nakashima, K., Yamada, M., and Sato, M. *Nat. Struct. Mol. Biol.* **11**, 777-783 (2004).
- [10] Arita, K., Shimizu, T., Hashimoto, H., Hidaka, Y., Yamada, M., and Sato, M. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **103**, 5291-5296 (2006).
- [11] Arita, K., Hashimoto, H., Shimizu, T., Yamada, M., and Sato, M. *Acta Crystallogr.* **D59**, 2332-2333 (2003).
- [12] Das, K. *et al. Structure* **12**, 657-667 (2004).
- [13] Humm, A., Fritsche, E., Steinbacher, S., and Huber, R. *EMBO J.* **16**, 3373-3385 (1997).
- [14] Khorchid A., and Ikura M. *Nat. Struct. Biol.* **9**, 239-241 (2002).
- [15] Ahvazi, B., Kim, H. C., Kee, S. H., Nemes, Z., and Steinert, P. M. *EMBO J.* **21**, 2055-2067 (2002).
- [16] Tarcsa, E., Marekov, L. N., Mei, G., Melino, G., Lee, S. E., and Steinert, P. M. *J. Biol. Chem.* **271**, 30709-30716 (1996).

著者紹介

有田恭平 Kyouhei ARITA

横浜市立大学大学院国際総合科学研究科生体超分子科学専攻

TEL: 045-508-7227

FAX: 045-508-7365

e-mail: kyouhei@tsurumi.yokohama-cu.ac.jp

略歴：横浜市立大学大学院総合理学研究科博士後期課程修了(2006年4月)、博士(理学)。現在、学術振興会特別研究員(京都大学大学院工学研究科分子工学専攻)。

清水敏之 Toshiyuki SHIMIZU

横浜市立大学大学院国際総合科学研究科生体超分子科学専攻・準教授

TEL: 045-508-7226

FAX: 045-508-7365

e-mail: shimizu@tsurumi.yokohama-cu.ac.jp

略歴：東京大学大学院薬学系研究科修士課程修了(1989年)、博士(薬学)。キリンビール、蛋白工学研究所、奈良先端科学技術大学院助手を経て、2001年4月より横浜市立大学大学院総合理学研究科助教授。2005年4月、大学の法人化により公立大学法人横浜市立大学国際総合科学研究科準教授。

橋本 博 Hiroshi HASHIMOTO

横浜市立大学大学院国際総合科学研究科生体超分子科学専攻・助手

TEL: 045-508-7227

FAX: 045-508-7365

e-mail: hash@tsurumi.yokohama-cu.ac.jp

略歴：大阪大学大学院工学研究科博士後期課程後期修了(2000年)、博士(工学)。学術振興会特別研究員を経て、2001年4月より横浜市立大学大学院総合理学研究科助手。2005年4月、大学の法人化により公立大学法人横浜市立大学国際総合科学研究科助手。

佐藤 衛 Mamoru SATO

横浜市立大学大学院国際総合科学研究科生体超分子科学専攻・教授

〒230-0045 横浜市鶴見区末広町1-7-25

TEL: 045-508-7225

FAX: 045-508-7365

e-mail: msato@tsurumi.yokohama-cu.ac.jp

略歴：大阪大学大学院工学研究科博士後期課程後期修了(1983年)、工学博士。摂南大学薬学部研究員・助手、大阪大学蛋白質研究所教務職員・助手・助教授を経て、1996年4月より横浜市立大学大学院総合理学研究科教授。2005年4月、大学の法人化により公立大学法人横浜市立大学国際総合科学研究科教授。

高輝度放射光を用いたコンビナトリアル試料の高速評価と研究例

組頭広志, 尾嶋正治

東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻

High-Throughput Characterization of Combinatorial Thin Film Libraries using *in situ* Synchrotron-Radiation Photoemission Spectroscopy

Hiroshi Kumigashira and Masaharu Oshima

Department of Applied Chemistry, The University of Tokyo

1. はじめに

「コンビナトリアル手法」と聞いて、PF ニュースの読者の方は何を思い浮かべるであろうか？ 筆者の予想によると大きく2つのグループの研究者に分かれると思われる。一つは、創薬開発やタンパク質の構造解析に携わる研究者であり、もう一つは、物質科学に携わる研究者である。前者においては、コンビナトリアル手法を用いた機能の高速スクリーニングは普遍化した技術であり、「固体材料開発の分野においても、合成装置の自動化による試料の平行合成と高効率の機能スクリーニングとによる機能探索が始まりつつある」と認識していただくだけで良いと思う。すでにバイオの分野におけるコンビナトリアル手法に関しては優れた解説書が数多く出版されているので、ここで「バイオ」を「マテリアル」に置換してイメージして頂ければ十分である。そのため、この後は主に材料開発に携わっている研究者を対象として話を進めてゆく。

「コンビナトリアル手法」を簡単に説明すれば、「たくさん作って、たくさん測る」である。勘（固体物理・無機化学に裏付けられた知識）と熟練を磨いた名人芸と文献調査に基づき一つ一つ作ってはそれを評価するのではなく、組成や構造の異なる試料を集積化したライブラリー（コンビナトリアルライブラリー）を作製し、その機能を高速・高効率に探索するといった手法である。「組成・構造と機能との相関関係をまとめたデータベースをもとに機能を探索する」といった帰納的な物質探索の速度を、自動化・情報化により飛躍的に向上させる技術と考えてもらえばいいと思う[1]。

本手法が注目され始めた理由として、次世代エレクトロニクス材料として盛んに研究が行われているナノ物質や強相関物質においては、これまでの半導体デバイス材料開発で有効な手法であった「理論計算による機能予測とそれに基づく物質設計」がほとんど不可能なことが挙げられる。本稿で紹介する強相関酸化物薄膜においては、現代の半導体エレクトロニクスの根本土台である「一電子近似（バンド計算）」の適用が難しい場合が多い。そのため、強相関エレクトロニクス実現に向けた材料開発においては様々な条件下での電子状態を系統的に測定した膨大なデータが必要となるが、これらはコンビナトリアル手法と高輝度放射光を用いた高効率な光電子分光評価とを組み合

わせることで可能となる。すなわち、構成元素やヘテロ構造の異なる薄膜・超格子の平行合成が可能なコンビナトリアルレーザー分子線エピタキシー（MBE）装置[2]を導入し、試料を集積化したライブラリーの一括 *in situ* 光電子分光測定を行うことで、強相関電子材料の表面・界面電子状態を高速にかつ系統的に得る。これにより、物性（機能）発現機構を明らかにすることが可能となる。本稿では、その目的のために開発・建設を進めてきた実験装置と、それを用いた強相関酸化物コンビナトリアルライブラリーの *in situ* 放射光光電子分光研究について紹介する。

2. 高輝度放射光を用いたコンビナトリアル *in situ* 光電子分光

近年、光電子分光装置の分解能・検出効率は、高温超伝導体に代表される強相関酸化物の研究を通して飛躍的に向上した[3]。この「高効率・高分解能」化した光電子分光測定において、1) 高輝度、2) 高分解能、3) 高指向性、4) 波長可変、などの優れた特徴をもつシンクロトロン放射光を励起光として用いることにより、コンビナトリアル試料の高速評価といった「高分解能」かつ「高効率」といった相矛盾する要求に答えることができる。パターンニングされた試料ライブラリーの評価には、測定手法の分析領域が大きな要因となるが、放射光光電子分光における実用的な分析領域は、数十 μm 程度であり、これはレーザーMBEで作製されるコンビナトリアルライブラリー、つまり、数百 μm の大きさを持つ薄膜試料の評価には十分である。光電子分光法は、まさにコンビナトリアル試料評価のための分析・評価手法といえる。

しかしながら、光電子分光の「表面敏感」故に、測定用試料の取り扱いには細心の注意を払わなければならない。そこで、酸化物薄膜の光電子分光評価においては、レーザーMBE法（あるいはパルスレーザー堆積法）により作製した試料を、超高真空を破ることなく光電子分光装置に搬送して *in situ* 測定を行うことが重要となる。ここで言う「*in situ* 光電子分光」とは、レーザーMBE法（あるいはパルスレーザー堆積法）により作製した試料を、超高真空を破ることなく光電子分光装置に搬送して光電子分光を行うことを指している[4]。

3. コンビナトリアルレーザー MBE + *in situ* 光電子分光複合装置の建設

酸化物薄膜の精密評価のために絶対条件となる *in situ* 測定を可能とするために建設・改良を行った「コンビナトリアルレーザー MBE + *in situ* 光電子分光複合装置」の概略図を Fig. 1 に示す[5]。装置は、「レーザー MBE 槽」、「試料評価槽」、「光電子測定槽」の主に3つの部分からなっており、互いに超高真空下で連結されている。レーザー MBE 槽において反射型高速電子線回折装置 (RHEED) で成長状態をモニターしながら表面を原子レベルで制御した薄膜を作製し、試料評価槽において低速電子線回折装置 (LEED) やオージェ電子分光法 (AES) で表面の結晶性および清浄性を評価した後、光電子測定槽に搬送する。光電子エネルギー分析器としては、高効率測定を目的としてマルチチャンネルプレートを装備したガンマデータシエンタ社製 SES-100 静電半球型アナライザーを採用している。さらに、ステップングモーター制御のマニピュレーターを用いることにより、自動角度・位置測定が可能である。また、レーザー MBE では、マスクパターンとターゲット回転を組み合わせることで、同一基板上に異なる薄膜を複数同時成長可能であり[1,2]、これを上記のマニピュレーターと組み合わせることによって、異なる薄膜試料の電子状態の一括マッピングが可能である。本装置は KEK-PF の放射光ビームライン (BL-1C; 30 eV ~ 300 eV, BL-2C;

250 eV ~ 1500 eV) に接続されており、放射光の持つ高輝度、高指向性、高分解能といった利点を用いることにより、高スループットかつ高分解能で、集積されたコンビナトリアル試料の一括測定が可能となっている。

4. コンビナトリアル試料の高速評価

4-1. 温度傾斜ライブラリーの *in situ* 放射光光電子分光解析

コンビナトリアルレーザー MBE により作製可能なライブラリーは、a) ターゲットの打ち分けによる組成傾斜ライブラリー(組成セルライブラリー)、b) 基板加熱温度(成長温度)を連続的に変化させた温度傾斜ライブラリー、c) 膜厚・周期などを変化させた超構造ライブラリー、に大別できる[1,2]。始めに、本装置を用いた測定例として、Sr 組成を変化させた $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ (LSMO) 薄膜の組成ライブラリーにおける *in situ* 光電子分光について説明する[6,7]。まず、コンビナトリアルレーザー MBE において、Fig. 2 左側に模式的に示す様な Sr 組成 (x) を変化させた LSMO 薄膜ライブラリーを SrTiO_3 (001) 基板 (STO 基板) 上に作製する。この試料ライブラリーは、試料準備槽においてその試料表面の結晶性・清浄性を評価した後、光電子測定槽に搬送される。光電子分光装置においては、ステップングモーター制御のマニピュレーターを測定プログラムと連動させることにより、ライブラリー上をスキャンしながら、各部分において光電子分光測定を行う。これにより、Sr 組成を $x = 0, 0.2, 0.4, 0.55$ と系統的に変化させた時の LSMO 薄膜の電子状態変化が一回の測定で決定できる (Fig. 2 右側)。得られた内殻スペクトルの強度比から、作製した試料の(表面)組成が正確に制御されていることがわかる。さらに、価電子帯のフェルミ準位近傍に注目すると、Sr 濃度(ホール濃度)の増大に伴い、結合エネルギー約 0.8 eV に存在する $\text{Mn } 3d e_g$ 準位がその強度を減少させながら、フェルミ準位に近づいていく様子が観測されている。このことは、Sr 置換により e_g 準位にホールがドーピングされていることを示している。詳しい解析の結果、ドーピング量 x と e_g 準位強度に比例関係があることが明らかになった[7]。このことは、逆に、 e_g 準位強度からドーピング量が評価できることを示している。現在、この方法を

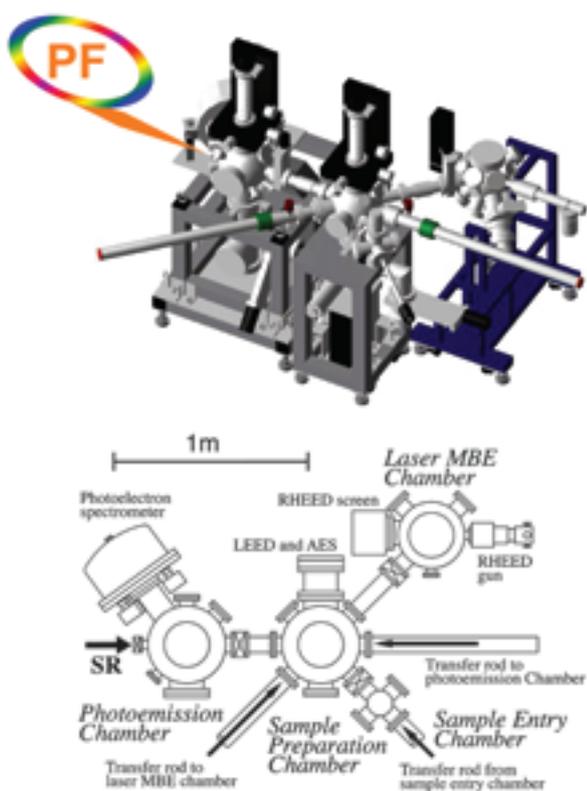


Figure 1
A schematic bird's eye view (top) and a layout diagram (bottom) of the sample entry, preparation, combinatorial laser MBE, and photoemission analysis chambers of the "*in situ* synchrotron-radiation photoemission + combinatorial laser MBE system".

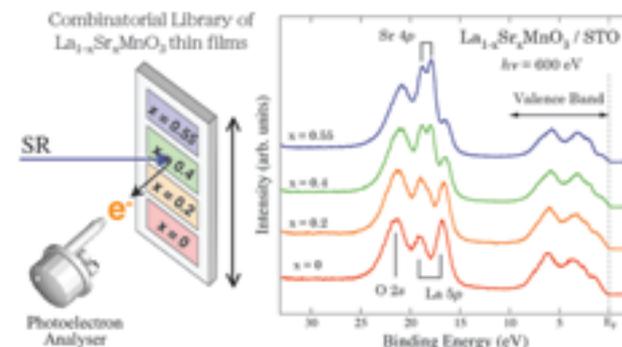


Figure 2
Schematic of combinatorial photoemission analysis of valence band for laser MBE grown $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ film libraries.

La_{1-x}Sr_xFeO₃ [8], Sr_{1-x}Ca_xRuO₃ [9]といった他の遷移金属酸化物薄膜にも適用し、組成による電子状態変化のデータベース化を進めている。

4-2. 温度傾斜ライブラリーの *in situ* 放射光光電子分光解析

この *in situ* 光電子分光評価は、酸化物薄膜の成長条件最適化にも極めて有用である。その例として、温度傾斜ライブラリーの評価について紹介する。貴重なビームタイムを有効に利用するためには、測定試料の成長条件（成長温度・酸素分圧等）の最適化が鍵となるが、一枚一枚薄膜を作製しその光電子スペクトル測定していると成長条件最適化だけでビームタイムが終わってしまう。そのため、温度傾斜法を用いて成長温度を 200 ~ 300 °C 連続的に変えたライブラリーを作製し、その *in situ* 光電子分光評価を行うことで迅速な成長条件最適化を行っている。例として、Fig. 3 に温度傾斜ライブラリーを用いた NdMnO₃ (NMO) の成長条件最適化について示す。特殊な基板ホルダーを用いることにより、800 °C から 1050 °C まで温度勾配をつけた STO 基板の上に NMO を堆積する (Fig. 3(a))。次に、そのライブラリー上をスキャンすることにより、Fig. 3(c)に

示す O 1s 内殻光電子スペクトル（酸素原子の化学結合状態）のイメージングが得られる。このイメージングから、温度傾斜膜の化学結合状態の変化が明確に見て取れる。この結果から、1. Fig. 3(b)に示した O 1s のピーク位置が約 1000 °C でプラトーを持つこと、また、2. 表面析出物に起因する O 1s 内殻の高結合エネルギー側のピーク (Fig. 3 (c) 下図の矢印) が 950 °C を境に消失すること、が明らかになり、これより 1000 °C 付近が最適な試料作製条件であることがわかる。この様に、一回のスキャンで（酸素分圧も変えた場合、数スキャンで）試料最適条件が決定できる。この手法は、特に最適成長条件が狭い試料に対して非常に有用である [10]。

4-3. 超構造ライブラリーの *in situ* 放射光光電子分光解析

最後に、超構造ライブラリーの *in situ* 放射光光電子分光解析例として SrRuO₃ (SRO) 超薄膜の膜厚依存性の結果について紹介する。数少ない導電性酸化物である SRO は、酸化物としては高い伝導性を有し、かつ化学的に非常に安定なため、酸化物デバイスにおける電極材料として応用が期待されている。さらに近年、SRO/SrTi_{0.99}Nb_{0.01}O₃ シ

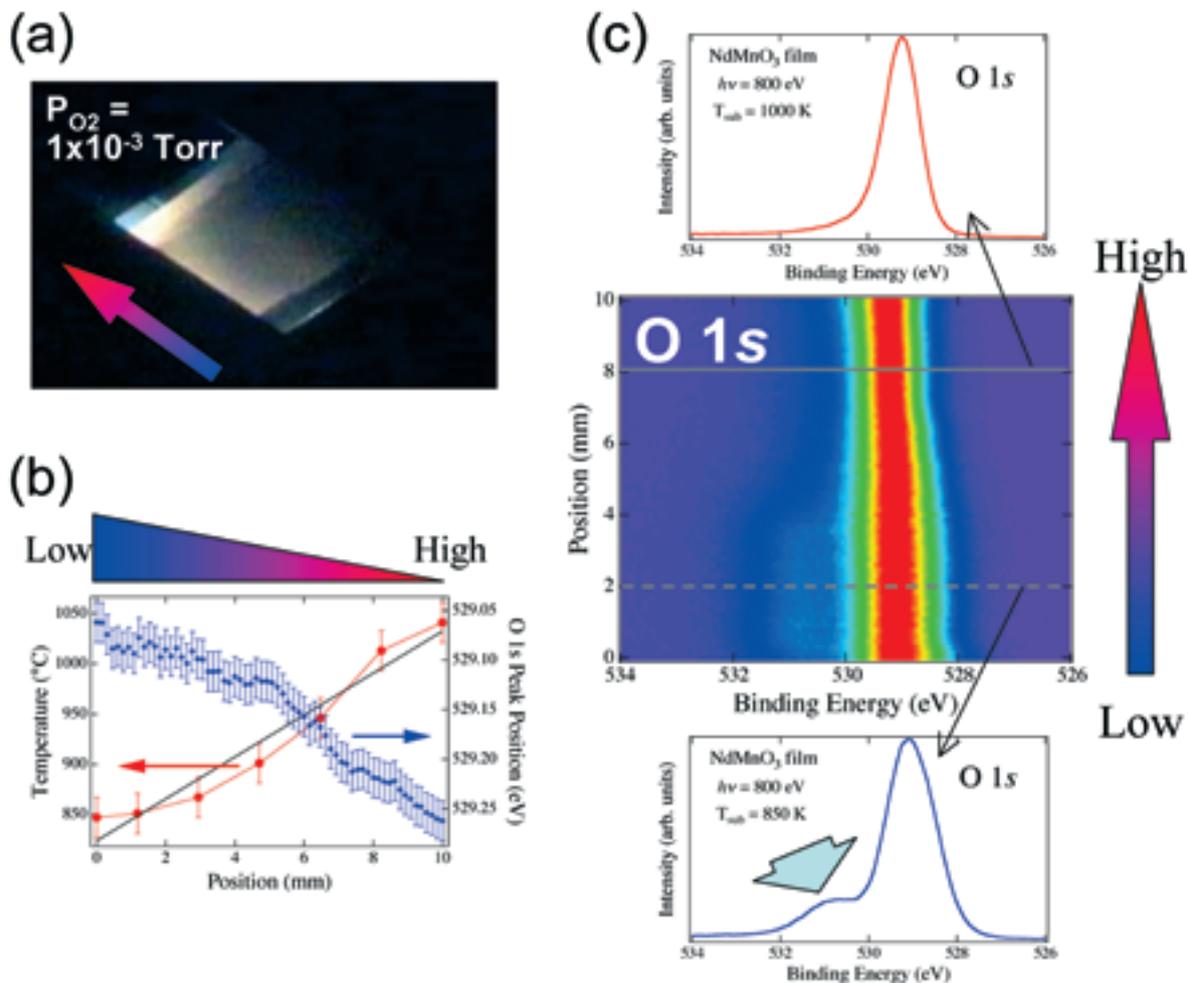


Figure 3
 (a) Photograph of a NdMnO₃ film on a STO substrate during the deposition using temperature gradient method and (b) plots of growth temperature (left) and corresponding O 1s peak position (right) as a function of substrate position. The O 1s peak positions are obtained from the O 1s core level imaging (c) for the temperature gradient library.

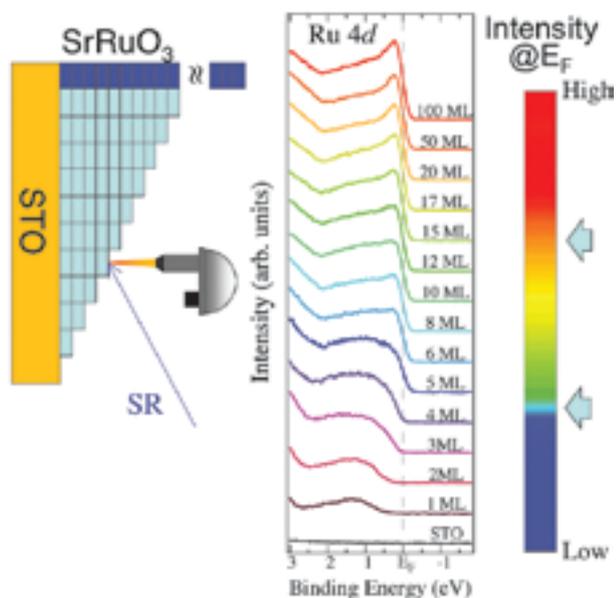


Figure 4 Thickness dependent photoemission spectra near the Fermi level of SRO ultrathin films using a thickness-gradient combinatorial library.

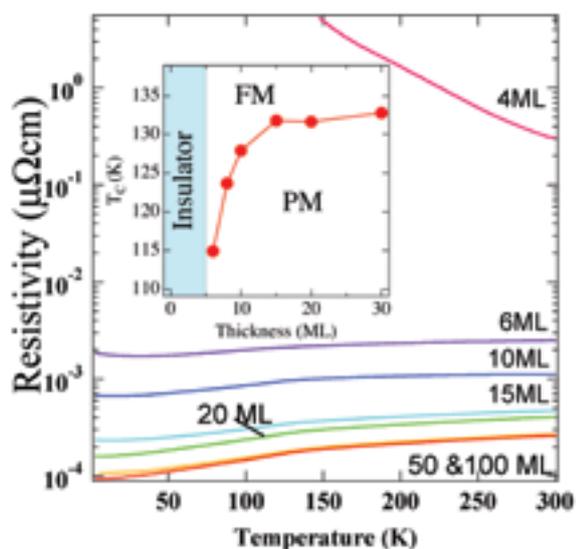


Figure 5 Temperature dependence of resistivity for ultrathin SrRuO₃ films with various nominal film thicknesses. The inset shows a phase diagram of ultrathin SRO films as a function of temperature and thickness.

ヨットキー接合においてパルス電圧印加による可逆の抵抗スイッチング現象が報告され、不揮発性メモリー応用に向けた研究開発が行われている[11]。一般にペロブスカイト酸化物を用いたデバイスにおいては、その電気・磁気特性が膜厚やヘテロ界面の構造に非常に敏感であることが報告されている[12]。そこで、SRO 極薄膜が示す特性の膜厚依存性について明らかにすることを目的として、レーザー MBE 法により膜厚を制御した SRO 膜厚傾斜ライブラリーを作製し、その電子状態の膜厚依存性について測定した[13]。その結果を Fig. 4 に示す。フェルミ準位近傍の Ru 4d 状態に注目すると、2つの臨界膜厚が存在すること

が見て取れる。一つは、膜厚 4–5 ML での金属–絶縁体転移であり、もう一つは、約 15ML 以上での Ru 4d 状態変化の飽和である。また、その間、膜厚が 5 から 15 ML の範囲において膜厚の増加とともにフェルミ準位上の状態密度が徐々に増加していく様子が見られる。この様子は、フェルミ準位上の強度プロットをみれば一目瞭然である。このスペクトルの変化は電気抵抗測定における抵抗率の変化 (Fig. 5) と良い一致を示している。また、遍歴強磁性体である SRO においてはフェルミ準位上の Ru 4d の高い状態密度はその磁性に深く関わっている[9]。すなわち、フェルミ準位上の Ru 4d 由来のピーク強度の増加は、SRO の強磁性状態の安定化に対応しているものと考えられる。物性測定から得られた磁気相図 (Fig. 5 挿入図) と比較すると、フェルミ準位上の強度が大きくなる 7–15 ML にかけて強磁性転移温度 (T_c) が上昇し、スペクトル強度が飽和する 15 ML 以降で T_c が飽和するといったきれいな相関があることがわかる。この結果は、放射光電子分光評価により、酸化物機能の高速スクリーニングが可能であることを示している。現在、この手法を LSMO/ABO₃/LSMO (ABO₃ = La_{1-x}Sr_xFeO₃ [14], LaAlO₃, STO [15]) 等の完全スピン偏極トンネル接合界面の構造最適化等に適用することで、界面における電荷移動現象の解析と界面構造最適化を行っている。

5. まとめと今後の展望

コンビナトリアルレーザー MBE 装置と *in situ* 放射光電子分光装置を組み合わせることによって、系統性の高いデータを高速で測定することが可能となっている。これにより、「機能を理論的に予測できない」という遷移金属酸化物を用いた材料開発における最大の問題を克服し、機能性材料の設計指針を構築することができる。加えて、本研究手法においては系統かつ精密なデータが再現性よく取得可能なため、強相関酸化物薄膜・超構造の電子状態の組成・膜厚 (次元性)・ヘテロ構造依存性といった基礎研究の観点からも有益な情報が得られている[16]。さらに、これらの 2 次元的コンビナトリアル測定と光電子取り出し角度を変化させた深さ方向解析を組み合わせることにより、電子状態の 3 次元マッピングも可能になり、新しい界面物性の開拓へと繋がる。これらの電子論的パラメータを変化させた場合の電子状態の変化と物性変化との相関関係を特定し、物質設計にフィードバックするといったアプローチは強相関酸化物を用いた新機能材料開発には極めて有効な手法であり、アンジュレーター挿入光源による高輝度化と相まって今後の展開が期待される。

謝辞

本稿で述べた研究は、S 2 課題 (2002S2-002, 2005S2-002; 代表者、尾嶋正治)のもとに実施されたもので、堀場弘司 (理化学研究所播磨研究所)、大久保勇男 (東京大学大学院工学系研究科)、小野寛太 (高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所)、藤森淳 (東京大学大学院新領域創成

科学研究科), Mikk LIPPMAN (東京大学物性研究所), 川崎雅司 (東北大学金属材料研究所), 鯉沼秀臣 (物質・材料研究機構), の各氏, および尾嶋研究室学生, 藤森研究室学生との共同研究であり, ここに感謝いたします。また, 本研究の遂行に当たっては, KEK 共同開発研究費, および科学研究費補助金 (A16204024, S17101004) より援助して頂きました。

引用文献

- [1] コンビナトリアルテクノロジー—明日をひらく“もの作り”の新世界, 鯉沼秀臣, 川崎雅司監修, 丸善株式会社
- [2] H. Koinuma and I. Takeuchi, *Nature Materials* **3**, 429 (2004).
- [3] 高橋 隆, 佐藤 宇史, 組頭 広志: 固体物理 **35**, 346 (2000).
- [4] 分子線エピタキシー成長表面の in situ 光電子分光, 尾嶋正治, 組頭広志, 岡林潤, 小野寛太, 放射光 Vol 16, No. 5 (2003), pp 278-287.
- [5] K. Horiba, H. Ohguchi, H. Kumigashira, M. Oshima, K. Ono, N. Nakagawa, M. Lippmaa, M. Kawasaki, and H. Koinuma: *Rev. Sci. Instrum.* **74**, 3406 (2003).
- [6] H. Kumigashira, K. Horiba, H. Ohguchi, D. Kobayashi, M. Oshima, N. Nakagawa, T. Ohnishi, M. Lippmaa, K. Ono, M. Kawasaki, and H. Koinuma, *J. Electron Spectrosc. Rel. Phenom.* **136**, 31-36 (2004).
- [7] K. Horiba, A. Chikamatsu, H. Kumigashira, M. Oshima, N. Nakagawa, M. Lippmaa, K. Ono, M. Kawasaki, and H. Koinuma, *Phys. Rev. B* **71**, 155420 (2005).
- [8] H. Wadachi, D. Kobayashi, H. Kumigashira, K. Okazaki, T. Mizokawa, A. Fujimori, K. Horiba, M. Oshima, N. Hamada, M. Lippmaa, M. Kawasaki, and H. Koinuma, *Phys. Rev. B* **72**, 035108 (2005).
- [9] M. Takizawa, D. Toyota, H. Wadati, A. Chikamatsu, H. Kumigashira, A. Fujimori, M. Oshima, Z. Fang, M. Lippmaa, M. Kawasaki, and H. Koinuma, *Phys. Rev. B* **72**, 060404(R) (2005).
- [10] J. Matsuno, Y. Okimoto, Z. Fang, X. Z. Yu, Y. Matsui, N. Nagaosa, H. Kumigashira, M. Oshima, M. Kawasaki, and Y. Tokura, *Thin solid films* **486**, 113-116 (2005).
- [11] T. Fujii, M. Kawasaki, A. Sawa, H. Akoh, Y. Kawazoe, and Y. Tokura, *Appl. Phys. Lett.* **86**, 012107 (2005).
- [12] 十倉好紀: 固体物理 **36**, 743 (2001).
- [13] D. Toyota, I. Ohkubo, H. Kumigashira, M. Oshima, T. Ohnishi, M. Lippmaa, M. Takizawa, A. Fujimori, K. Ono, M. Kawasaki, and H. Koinuma, *Appl. Phys. Lett.* **87**, 162508 (2005).
- [14] H. Kumigashira, D. Kobayashi, R. Hashimoto, A. Chikamatsu, M. Oshima, N. Nakagawa, T. Ohnishi, M. Lippmaa, H. Wadati, A. Fujimori, K. Ono, M. Kawasaki, and H. Koinuma, *Appl. Phys. Lett.* **84**, 5353 (2004).

- [15] H. Kumigashira, A. Chikamatsu, R. Hashimoto, M. Oshima, T. Ohnishi, M. Lippmaa, H. Wadati, A. Fujimori, K. Ono, M. Kawasaki, and H. Koinuma, *Appl. Phys. Lett.* **88**, 192504 (2006).
- [16] 放射光光電子分光によるコンビナトリアル試料の高速評価, 組頭広志, 表面科学会誌 Vol. **25**, No. 11, pp684-689, 2004.

(原稿受付: 2006年6月26日)

筆者紹介

組頭広志 KUMIGASHIRA Hiroshi



東京大学大学院工学系研究科応用化学
専攻 講師
〒113-8656
東京都文京区本郷 7-3-1
TEL: 03-5841-7192
FAX: 03-5841-8744
E-mail: kumigashira@sr.t.u-tokyo.ac.jp

略歴: 1998年東北大学大学院理学系研究科修士課程修了, 日本学術振興会特別研究員 (DC1), 2000年東北大学大学院理学系研究科博士課程修了, 日本学術振興会特別研究員 (PD), 2001年東京大学大学院工学系研究科助手, 2004年2001年東京大学大学院工学系研究科講師。理学 (博士)。最近の研究: 高輝度放射光を用いた機能性酸化物界面の電子状態研究。

尾嶋正治 OSHIMA Masaharu



東京大学大学院工学系研究科応用化学
専攻 教授
〒113-8656
東京都文京区本郷 7-3-1
TEL: 03-5841-7191
FAX: 03-5841-8744
E-mail: oshima@sr.t.u-tokyo.ac.jp

略歴: 1974年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了, 日本電信電話公社電気通信研究所入社, 1981年スタンフォード大学電気工学科客員研究員, 1984年工学博士 (東京大学), 1995年東京大学大学院工学系研究科教授, 2006年東京大学放射光連携研究機構長。工学博士。最近の研究: 高輝度放射光を用いた半導体表面科学の研究。

分離型 X 線干渉計を用いた位相コントラスト型イメージングシステムと 生体観察への応用

米山明男¹, 網野伸明², 森政道², 工藤雅文², 齊田恭子², 志鷹義嗣², 武田徹³, 呉勁³, Thet-Thet-Lwin³,
兵藤一行⁴, 平井康晴¹

¹ 日立製作所基礎研究所, ² アステラス製薬研究本部, ³ 筑波大学大学院人間総合科学研究科,

⁴ 物質構造科学研究所

Phase-Contrast X-Ray Imaging System Using a Two-Crystal X-ray Interferometer and Its Biomedical Applications

Akio YONEYAMA¹, Nobuaki AMINO², Masamichi MORI², Masafumi KUDOH², Kyoko NODA-SAITA², Takashi
SHITAKA², Tohoru TAKEDA³, Jin Wu³, Thet-Thet-Lwin³, Kazuyuki HYODO⁴, Yasuharu HIRAI¹

¹Advanced Research Lab., Hitachi, ²Drug Discovery Research, Astellas Pharma, ³Graduate School of Comprehensive Human Sciences,
University of Tsukuba, ⁴Institute of Materials Structure Science

1. はじめに

X線が試料を透過する際に生じる位相のずれ(位相シフト)を像コントラストとする「位相コントラストX線イメージング法」は、生体軟部組織など軽元素から構成される試料の非破壊三次元観察に極めて有効である。位相シフトを与える散乱断面積は、X線の吸収を与える散乱断面積に比べて、軽元素において1000倍程度大きい[1]のために、吸収による強度の変化を像コントラストとする従来の「吸収コントラストX線イメージング法」では観察が難しかった試料であっても、高感度、かつ高精細で観察することができる。さらに、高感度ゆえに無造影での観察も十分に可能であり、造影剤に対する生体の代謝等を考慮することなく、密度という基本的な物理量を一意に検出することができる。現在、位相シフトを検出する方法として、(1) X線干渉計を用いる方法[1]、(2) Diffraction Enhanced Imaging [2]、(3) フレネル回折を用いる方法[3]、(4) タルボ干渉計を用いる方法[4]、などが研究・開発されている。上記各方法のうち、(2) から (4) の方法では位相シフトの空間微分を検出しているのに対して、(1) のX線干渉計を用いる方法では位相シフトそのものを検出しており、このために最も高感度であると考えられている。日立では、これまでにLLL一体型X線干渉計[5](ラウエケースのX線回折をハーフミラーとして利用した1個の結晶ブロックからなる干渉計)を用いたイメージングの研究・開発を行い、二次元観察[1]に加えて、CT(Computed Tomography)と組み合わせた位相コントラストCT法[6,7]による非破壊三次元観察も実現している。そして、筑波大学及びPFと共同で、ラット小脳や肝臓癌などの二次元投影像の観察[1,8]や、癌を含んだ各種生体試料等の三次元観察を行い、正常と癌組織の識別や血管の可視化が無造影で可能であることなどを示してきた[9,10]。

このX線干渉計を用いた高感度なイメージング法を *in vivo* 生体観察などバイオメディカルイメージングにより広く適用していくためには、広い観察視野、及び試料の発す

る熱による影響(結晶ブロックの歪)の低減が不可欠である。そこで、日立ではX線干渉計の結晶ブロックを2個に分離した分離型X線干渉計[11]に着目し、この干渉計を用いたイメージングシステムの構築を行っている[12-17]。結晶ブロックを分離することにより、観察視野を一体型X線干渉計の約4倍(面積比)に、また、試料と結晶ブロックを離すことで熱による歪みを大幅に低減することが可能になる。その一方で、干渉計として機能させるためには、分離した結晶ブロック間をサブ nrad という極めて高い精度で位置決めする必要がある。これまでに、機械的な振動に強い高剛性の干渉計用位置決めステージや、回転ドリフトを長時間にわたり抑制するフィードバックシステム等の開発を行い、観察視野 6 cm × 4 cm、位相の揺らぎ $\lt; \pi/15 \text{ rad/h}$(回転位置決め精度 0.03 nrad に相当)のイメージングシステムを実現している[15]。また、このシステムを使用して、筑波大学及びPFと共同で、各種生体試料の観察[16]に加え、*in vivo*でのラット肝臓の血流動態観察[18]や、ヌードマウス臀部に移植・成長させた表在癌の三次元観察[19]などに成功している。

ここでは、本システムについて概説した後、バイオメディカルイメージングへの最近の適用例として、アステラス製薬、筑波大学及びPFと共同で、ヌードマウスの表在癌に抗ガン剤を投与し、その効果を3日間にわたり *in vivo* 観察した結果[20]について、また、アルツハイマー病モデルマウスの脳内に蓄積された β アミロイドプラークの可視化と、加齢に伴うプラーク個数等の変化を定量的に解析した結果[21]について紹介する。

2. 分離型X線干渉計を用いたイメージングシステム

分離型X線干渉計を用いた本イメージングシステムの概略を Fig. 1 に、主な仕様を Table 1 に示す。本システムは主に、Skew-Symmetric 分離型X線干渉計、干渉計用位置決めステージ群、試料及び位相シフト用位置決めステージ群、イメージング用画像検出器[22]、フィードバックシ

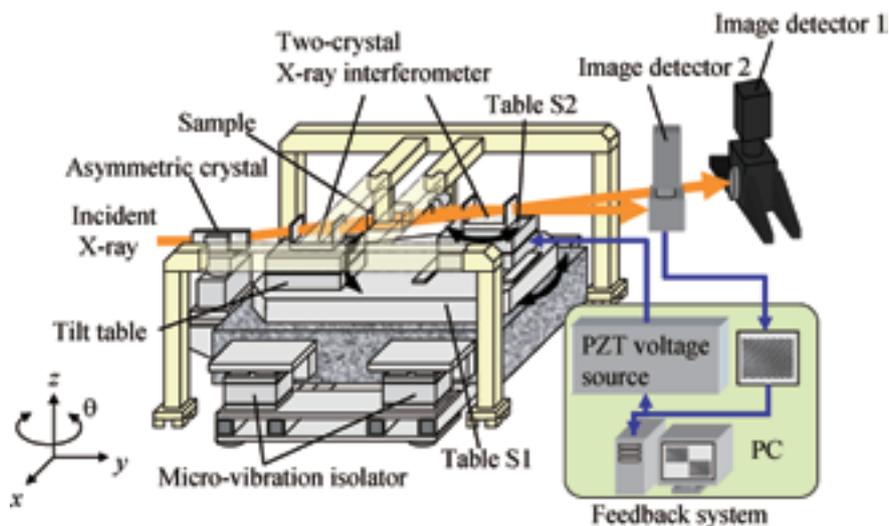


Figure 1
A schematic view of the imaging system based on a two-crystal X-ray interferometer (TXI). Table S1 is used to adjust the interferometer to satisfy the Bragg condition against the incident X-ray. Table S2 and the tilt table carrying the crystal blocks are used to adjust the θ and ρ rotations, respectively.

ステム[16]から構成されている。本システムに入射したX線は非対称結晶で横方向に拡大された後、干渉計に入射する。干渉計から出射した2本の干渉ビームのうち、一方をイメージング用の画像検出器（観察視野36 mm角、画素数2048 × 2048、画素サイズ18 μm 、転送速度0.3 フレーム/s (Binning2 × 2 設定時)) で、他方をフィードバックシステム用の画像検出器で検出している。利用可能なX線のエネルギーは17 keV から 35 keV で、観察視野はエネルギー17 keV において横6 cm、縦4 cm(Fig. 2) [23]、35 keV において横2.5 cm、縦4 cm[24]である。位相コントラストCT法を用いた三次元測定における密度分解能は、測定時

間3時間の測定において0.7 mg/cm^3 で、このときの空間分解能は約50 μm である。

本システムで採用している Skew-Symmetric 分離型X線干渉計を動作させるためには、分離した結晶ブロック間の θ 回転をサブ nrad で位置決めする必要がある。このため、本システムでは干渉計用位置決めステージ群を、(1) 干渉計全体の θ 回転を担う第10ステージ(S1)、(2) 結晶ブロック間の θ 回転を担う第20ステージ(S2)、(3) 結晶ブロック間の ρ 回転を担うチルトステージ、の3ステージ構成とし、各回転機能を各ステージに分散することによって、ステージ群全体の機械的な剛性を高め、耐振動特性の向上を図っている。また、第1及び20ステージには固体滑り機構（上下のステージ部材で滑り材を挟んだ構造）を、チルトステージにはロールベアリング機構を採用することで、各ステージ単体でも高い剛性を確保している。更に、ステージ群全体を空気バネを用いたアクティブ除振機構で浮上させることによって、床面から伝わる振動をカットしている。駆動機構として、第10及びチルトステージにはマイクロ分割のステッピングモータを、第20ステージには精密電圧電源（最大電圧130 V、最小刻み電圧0.1 mV）駆動による圧電素子（PZT、伸縮6 $\mu\text{m}/100\text{V}$ ）を採用することにより、各軸に必要な位置決め精度（第10ステージ：0.5 nrad、第20ステージ：0.05 nrad、チルトステージ：10 μrad ）を確保している。また、外部からの音圧や干渉計周辺の空気の流れによる影響を低減するために、各ステージを覆う内フードと、ステージ全体を覆う外フードを設けている。尚、第20ステージとチルトステージの間隔は約30 cmで、大きな試料ホルダー等も設置することができる。

サブ nrad の位置決めを実現するためには、機械的な振動の低減に加えて、実験ハッチ内の温度変動やステージ駆動用圧電素子の応力緩和等に起因するステージのドリフトも抑制する必要がある。このため、本システムではサブ nrad の位置決め精度が必要な第20ステージに、アクティ

Table 1 Main specifications of the imaging system.

X-ray energy	17–35 keV
Field of view	60×40 mm at 17 keV; 25×40 mm at 35 keV
Spatial resolution	Approximately 50 μm
Density resolution	Approximately 0.7 and 2 mg/cm^3 for three-dimensional measurements for 3 h and 40 min

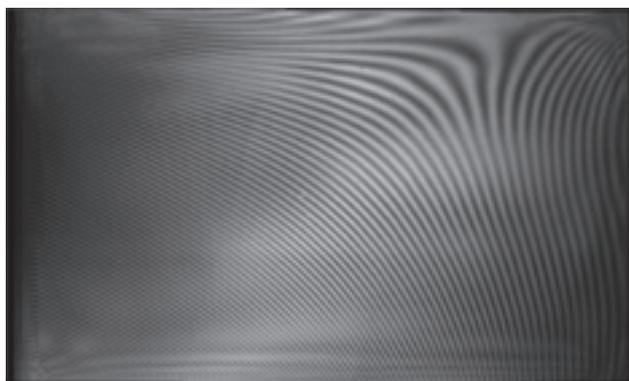


Figure 2
A 60 × 40 mm interference pattern obtained using a 17.7-keV X-ray. The best visibility was 60%, and the average was 50% [21].

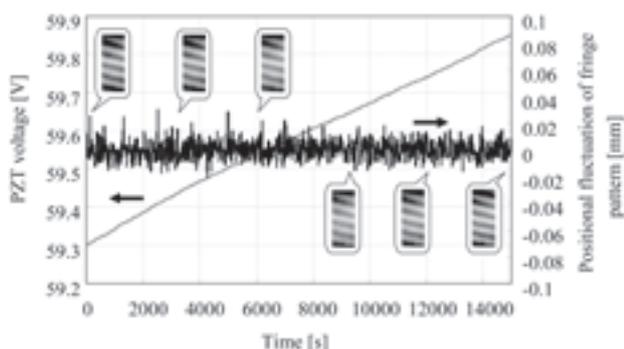


Figure 3
Chart over time of the voltage V applied to the PZT of table S2 and the positional fluctuation of the fringe pattern.

ブフィードバック制御により回転ドリフトを抑制するフィードバックシステムを組み込んでいる。このフィードバックシステムでは、第 20 ステージのドリフトが干渉縞の位置変動となって現れることを利用して、干渉縞の位置が常に一定となるように、ステージ駆動用の圧電素子に印加している電圧を制御している。Fig. 3 にフィードバック制御の一例を示す。横軸が時間、縦軸が圧電素子に印加した電圧と干渉縞の位置ずれである。制御ループ（干渉像の取得→補償電圧の計算→電圧の印加）の周期は約 2 秒で、図中には 1500 ループ毎（50 分毎）の干渉像を示してある。この結果から、フィードバック制御により印加電圧を最適な値に調整することによって、干渉縞の位置変動をほぼ 0 に抑制できていることがわかる。尚、位置変動の半値全幅から計算した位相の揺らぎは $\pi/15$ rad であり、一体型 X 線干渉計とはほぼ同程度の安定性が得られている。また、この揺らぎは結晶ブロック間の角度に換算すると 0.03 nrad に相当する。

試料及び位相板は、Fig. 1 に示すように干渉計用位置決めステージ群とは基礎から独立した門型フレームで支持されたステージ群により位置決めする構成とし、試料及び位相板の移動・回転時に生じる機械的な振動が干渉に与える影響を低減している。このステージ群は門型フレームとの間に設けた x-y レールにより二次元的に移動可能で、試料の交換や粗位置決めを容易に行うことができる。また、試料用ステージの先端にはアタッチメントが設けてあり、投影、CT、*in vivo* など各種の測定法に応じたサンプルホルダーを取り付けることができる。

現在、本システムは PF の BL-14C1 で使用している。このビームラインの光源は縦型ウイグラーで、ビームは縦方向に発散したビームとなっている。Fig. 1 に示したように、本システムの非対称結晶及び干渉計の回折面は垂直方向であるので、このビームを強度の大きな損失なく利用することができる。一方、偏向電磁石等を光源としたビームラインでは横方向に発散したビームとなっているので、回折時の強度損失が大きく本システムには不向きである。また、この強度損失を抑えるために干渉計を 90 度回転させて回折面を水平方向にした場合では、干渉計用位置決めステージの駆動方向は垂直方向となるために床振動等の影響を

受けやすく、サブ nrad の位置決め精度実現は難しいと考えられる。以上から、本システムは縦型ウイグラーのビームライン (BL-14) ならではの装置であると言える。

3. 表在癌の経時的な *in vivo* 観察

本イメージングシステムを用いて、ヌードマウスの背部に移植・成長させた表在癌に抗癌剤を投与し、その経時的な変化を生きたまま (*in vivo*) 無造影で三次元観察した結果について紹介する。表在癌とは表皮近傍に成長した悪性腫瘍のことで、ここではヌードマウスの皮下に腫瘍株（大腸癌）を注射で植え付けて成長させた。この癌は皮膚より丸く飛び出した形状をしているので、*in vivo* で大きさや形状の評価ができるといった特徴があり、抗癌剤の評価等に広く利用されている。

表在癌を三次元観察するためには、ヌードマウスを X 線に対して 180 度回転させる機構や、表在癌を水中に保持する機構が必要になる。そこで、本システムでは Fig. 4 に示す専用のサンプルホルダーを開発し、使用している。このホルダー板の中心部にはテーパの付いた穴が設けてあり、ここから癌のみが下に凸と出るようになっている。また、呼吸による癌の位置変動やずり落ちなどによる形状の変化を低減するために、テープ等により癌の周囲や腹部を固定している。サンプルホルダー上部にはアタッチメントを設けてあり、ワンタッチでホルダー全体を回転する回転ステージに取り付けられるようになっている。

Fig. 5 に、3 日間に渡って抗癌剤 (Paclitaxel) を投与したときの経時観察結果を示す。ここでは、Table 2 に示した条件で 1 日 1 回測定し、測定後に抗癌剤を投与した。表在癌の直径は約 10 mm、高さ 5 mm である。赤が高密度の領域を、青が低密度の領域を示している。この結果から、経時的には癌の大きさはほとんど変化しないが、内部の密度が 2 ~ 3 日目にかけて急激に変化し、主に癌の根本付近

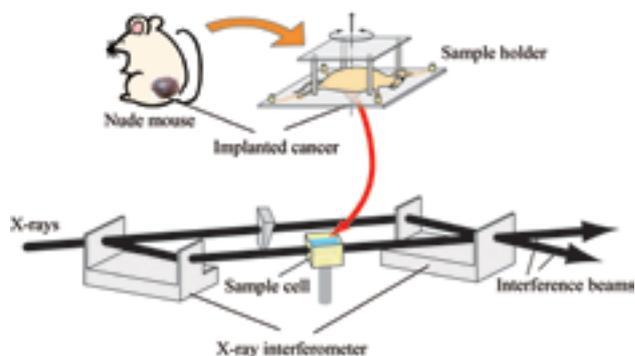


Figure 4
A schematic view of the setup for *in vivo* three-dimensional observations of cancer implanted in nude mice.

Table 2 Experimental condition of *in vivo* observations

X-ray energy	35 keV
Subfringe analysis	3-step fringe scanning method
Exposure time	1 s per interference pattern
Number of projections	200
Total measurement period	40 min

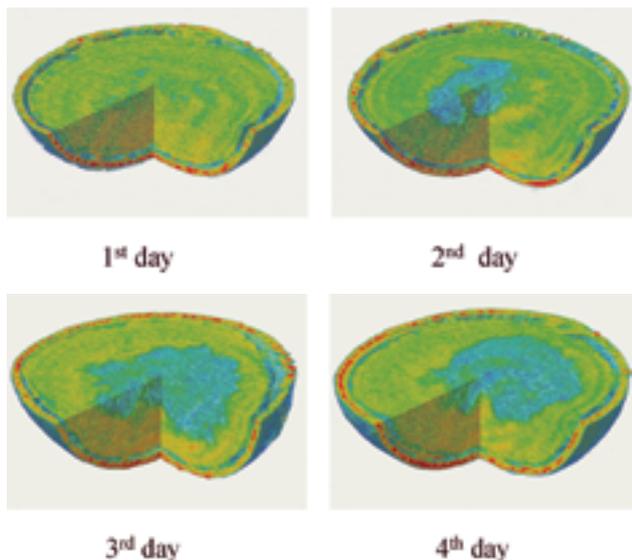


Figure 5
Three-dimensional images of an implanted cancer on each day. The low-density area (green) near the center spreads out day by day.

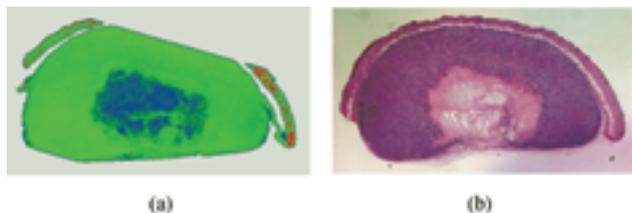


Figure 6
Vertical slice cancer image obtained using phase-contrast X-ray CT (a) and HE-stained image of the same slice (b). The low-density area corresponds to the cell death area in (b).

で低密度の領域が大きく広がることがわかる。また、癌の先端ほど密度が高いこと、皮下脂肪が場所によっては二重構造になっていることなどがわかる。

Fig. 5 における各密度の領域がどのような癌組織に対応しているかを同定するために、摘出後にホルマリン固定した表在癌を、本システムで観察した像と、同サンプルから作成した染色スライスを光学顕微鏡で観察した像とを比較した。Fig. 6(a)が位相コントラストCTによる断面像、(b)が染色スライス像(HE(Hematoxylin-Eosin)染色)である。染色スライス像の白い領域(染まっていない領域)は、細

胞が崩壊し染色されるべき組織を持たない領域、即ち細胞死した領域である。したがって、低密度の領域は癌が細胞死した領域に相当すると考えられる。

4. アルツハイマー病βアミロイドプラークの定量解析

本イメージングシステムを用いて、アルツハイマー病モデルマウスの脳内に蓄積されたβアミロイドプラークを可視化、及び定量解析した結果について紹介する。アルツハイマー病とは進行性の認知症を呈する病気で、βアミロイドと呼ばれるペプチド(100個以下のアミノ酸で構成されるタンパク)が脳内に凝集し、神経細胞のシナプス等の機能を阻害することによって発症すると考えられている。現在、βアミロイドの凝集体(プラーク)の可視化は、造影剤を用いたMRI(Magnetic Resonance Imaging)やPET(Positron Emission Tomography)で可能になりつつある[25, 26]が、定量的な解析は生化学的手法や光学顕微鏡による染色切片試料の観察等に限定されている。このため、無造影、且つ非破壊で三次元可視化及び定量解析可能なイメージング法が切望されており、実現されればアルツハイマー病の原因及び機能の解明や、治療薬の開発を大きく前進させるものと期待できる。

Fig. 7(a)に遺伝子操作によりアルツハイマー病を人為的に発症させたモデルマウス(PSAPPマウス)から摘出し、ホルマリン固定した脳を無造影三次元観察した結果(断面像)を示す。また、比較のために正常マウスから摘出した脳を同一の条件で観察した結果を(b)に、脳の模式図を(c)に示す。使用したX線のエネルギーは17.8 keV、測定時間は3時間である。両者を比較すると、(a)には(b)に存在しない小さな高密度の斑点が皮質(Cortex)及び海馬(Hippocampus)領域に多数存在していることがわかる。

この高密度の斑点がβアミロイドプラークであるかどうかを確認するために、(a)の脳をスライス処理後に染色し光学顕微鏡で観察した像と比較した。その結果をFig. 8に示す。(a)がFig. 8(a)の断面像を数値フィルタリング処理して高密度斑点を強調した像、(b)が染色スライス像(数種類あるβアミロイドのうち、Aβ40と呼ばれるペプチドを抗体染色)である。両者を比較すると、青色の矢印で示したようにその分布は非常に良く一致しており、高密度の斑点はAβ40のプラークであることがわかる。

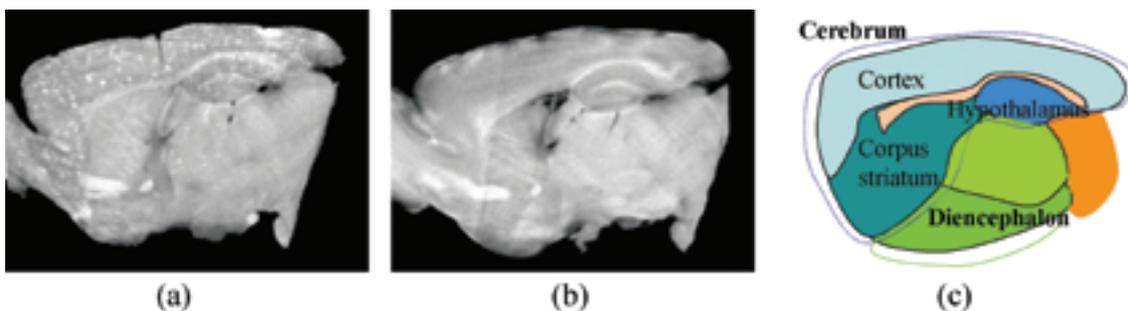


Figure 7
Phase-contrast CT images of the brain of a PSAPP mouse (a) and a control mouse (b) at the ages of 12 months. (c) Schematic figure of mouse brain.

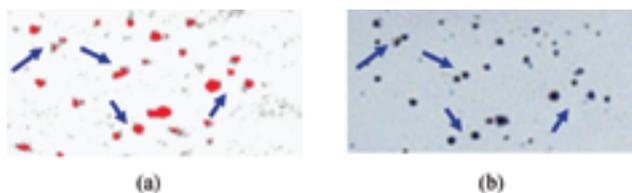


Figure 8
 Numerical filtered phase-contrast CT image of the brain of a PSAPP mouse (a) and optical microscopic image of histological section stained with polyclonal antibodies against Aβ40 (b).

次に月齢が 4, 6, 9, 12 ヶ月齢のモデルマウスから抽出した脳の三次元観察を行い、加齢に伴う β アミロイドプラークの個数、大きさ、及び平均密度の定量的な解析を行った。Fig. 9 に各月齢の脳の三次元ボリュームレンダリング像を示す。ここで、赤色の小さな斑点は密度の高い β アミロイドプラークを、青色は脳全体の輪郭形状を示す。また、プラークをより鮮明に描出するために、Fig. 8(a)と

同様の数値フィルタリング処理を施した後、プラーク及び輪郭に該当する密度のみを不透明としてある。この結果から、加齢に伴って、プラークの数が徐々に増加していることがわかる。

Fig. 10 には Fig. 9 で可視化されているプラークについて、個数、平均サイズ、及び平均密度を解析した結果を示す。平均サイズと密度は加齢とともにほぼ比例して増加するが、個数は 9 から 12 ヶ月では増加しないことがわかる。したがって、プラークは Fig. 11 に示した成長モデルのように、4 から 9 ヶ月までは個数、大きさ、密度ともに増加するが、9 から 12 ヶ月では新たなプラークは形成されず、既存のプラークが大きく成長すると考えられる。尚、この原因は現在のところ不明である。

5. 今後の展望

以上示してきたように、本イメージングシステムにより、癌など生体軟部組織を *in vivo*、無造影、非破壊で三次

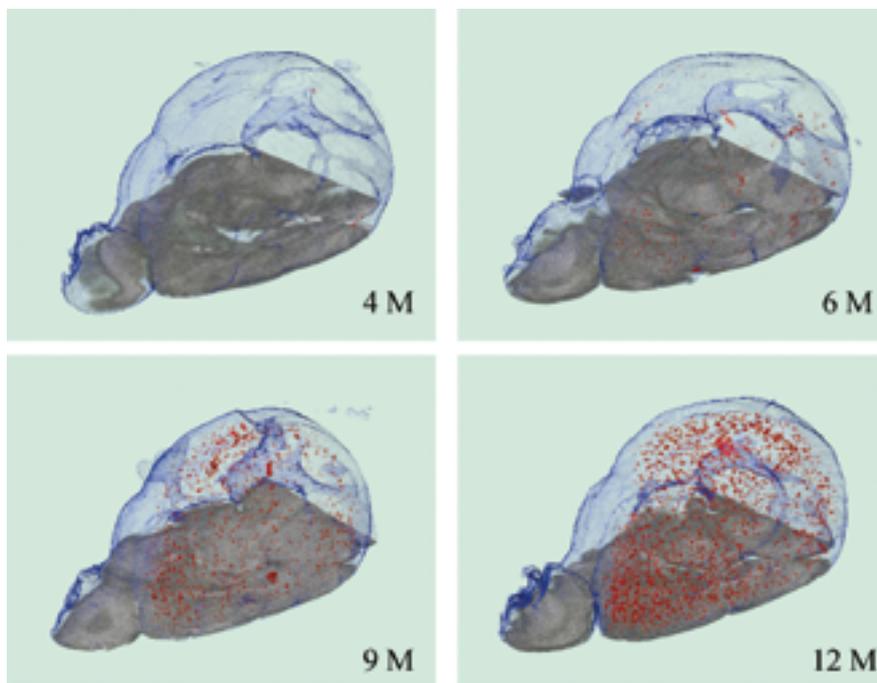


Figure 9
 Three-dimensional images of Aβ40 spots in the brain of PSAPP mice at 4, 6, 9, and 12 months of age.

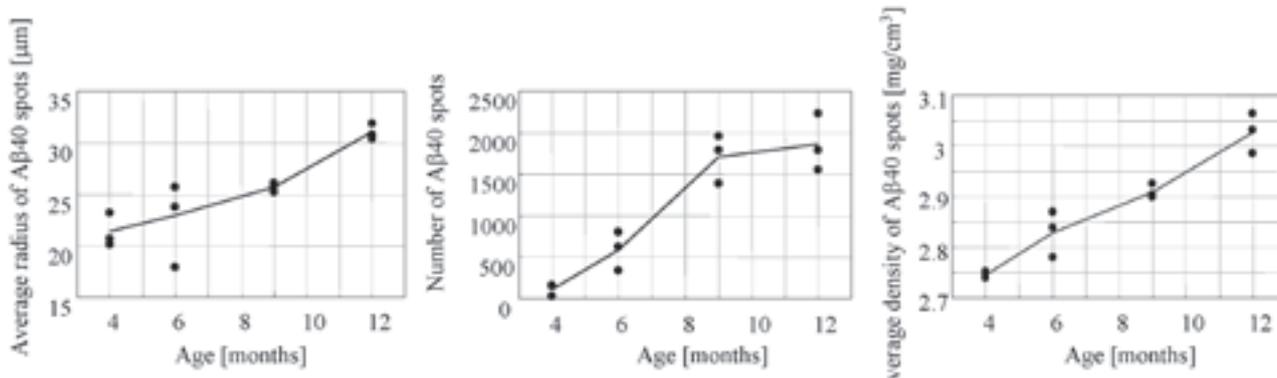


Figure 10
 The average radii, total numbers, and average densities of Aβ40 spots in mice at different ages.

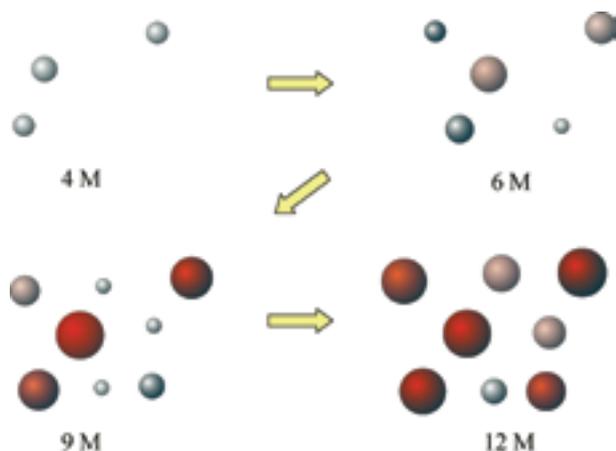


Figure 11

A growth model of β -amyloid plaques arrived at by quantitatively analyzing phase-contrast X-ray CT data.

元観察することが可能になった。今後は、同一個体における薬剤投与と効果の評価方法を確立し、薬剤開発における前臨床試験への適用を試みる。これにより、薬剤投与の効果、投与量と副作用の関係、投与のタイミングなどをより詳細に同一個体について評価することが可能になり、薬剤開発のスループット向上や信頼性向上に大きく寄与できるものと期待できる。また、 β アミロイドのみならず各種のタンパク質などの三次元空間分布の可視化、及び定量解析が可能な生体分子イメージングの確立も進める予定である。更に、有機化合物やクラスレートハイドレートの可視化も試みる予定である。このために、現在、三次元観察における測定時間を10分以下に短縮することができるオプティカルファイバーとCCDを組み合わせた高速且つ高感度なX線画像検出器の導入を進めている。また、密度ダイナミックレンジを拡大するために、使用するX線の高エネルギー化、及びサンプルによって生じた干渉像の鮮明度低下を利用したイメージング法 [27] の検討も行っている。

謝辞

本実験はPFのS2課題「分離型X線干渉計を用いた位相コントラスト法による生体 *in vivo* 観察」(課題番号S1999-004及びS2002-001)のもとで実施した。また、動物実験は山之内製薬(現アステラス製薬)動物実験委員会にて承認を受けて実施した。

引用文献

- [1] A. Momose and J. Fukuda, *Med. Phys.* **22**, 375 (1995).
- [2] T. J. Davis, D. Gao, T. E. Gureyev, A. W. Stevenson, and S. W. Wilkins, *Nature* **373**, 595 (1995).
- [3] A. Snigirev, I. Snigirev, V. Kohn, S. Kuznetsov, and I. Schelokov, *Rev. Sci. Instrum.* **66**, 5486 (1995).
- [4] A. Momose, S. Kawamoto, I. Koyama, Y. Hamaishi, K. Takai, and Y. Suzuki, *Jpn. J. Appl. Phys.* **42**, L866(2003).
- [5] U. Bonse and M. Hart, *Appl. Phys. Lett.* **6**, 155 (1965).
- [6] A. Momose, *Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Research A* **352**, 622 (1995).
- [7] A. Momose and A. Fukuhara, *Japan Patent* 3114247

(2000).

- [8] T. Takeda, A. Momose, Y. Itai, J. Wu, and K. Hirano, *Acad. Radiol.* **2**, 799 (1995).
- [9] A. Momose, T. Takeda, Y. Itai, and K. Hirano, *Nature Medicine* **2**, 473 (1996).
- [10] T. Takeda, A. Momose, J. Wu, Q. Yu, T. Zeniya, T.T. Lwin, A. Yoneyama, and Y. Itai, *Circulation* **105**, 1708 (2002).
- [11] P. Becker and U. Bonse, *J. Appl. Cryst.* **7**, 593 (1974).
- [12] A. Momose, A. Yoneyama, and K. Hirano, *J. Synchrotron. Rad.* **4**, 311 (1997).
- [13] A. Yoneyama, A. Momose, E. Seya, K. Hirano, T. Takeda, and Y. Itai, *Rev. Sci. Inst.* **70**, 4582 (1999).
- [14] A. Yoneyama, A. Momose, I. Koyama, E. Seya, T. Takeda, Y. Itai, K. Hirano, and K. Hyodo, *J. Synchrotron. Rad.* **9**, 277 (2002).
- [15] A. Yoneyama, T. Takeda, Y. Tsuchiya, J. Wu, T. T. Lwin, A. Koizumi, K. Hyodo, and Y. Itai, *Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Research A* **523**, 217 (2004).
- [16] A. Yoneyama, T. Takeda, Y. Tsuchiya, J. Wu, T. T. Lwin, and K. Hyodo, *AIP Conference Proceedings* **705**, 1299 (2004).
- [17] A. Momose, 特許公開平 10-248833.
- [18] T. Takeda, J. Wu, Y. Tsuchiya, T. T. Lwin, A. Yoneyama, Y. Hirai, and Y. Itai, *Proc. of 3rd World Congress on Heart Disease*, 143 (2003).
- [19] T. Takeda, A. Yoneyama, J. Wu, T. T. Lwin, Y. Tsuchiya, and K. Hyodo, *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, L1144 (2004).
- [20] A. Yoneyama, N. Amino, M. Mori, M. Kudoh, T. Takeda, K. Hyodo, and Y. Hirai, *Jpn. J. Appl. Phys.* **45**, 1864 (2006).
- [21] K. Noda-Saita, A. Yoneyama, Y. Shitaka, Y. Hirai, K. Terai, J. Wu, T. Takeda, K. Hyodo, N. Osakabe, T. Yamaguchi, and M. Okada, *Neuroscience* **138**, 1205 (2006).
- [22] A. Momose, T. Takeda, A. Yoneyama, I. Koyama, and Y. Itai, *Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Research. A* **467**, 917 (2001).
- [23] A. Yoneyama, T. Takeda, J. Wu, T. T. Lwin, K. Hyodo, and Y. Hirai, *PF Activity Report* 2004, 262 (2005).
- [24] A. Yoneyama, T. Takeda, Y. Tsuchiya, J. Wu, T. T. Lwin, K. Hyodo, and Y. Hirai, *J. Synchrotron Rad.* **12**, 534 (2005).
- [25] M. Higuchi, N. Iwata, Y. Matsuba, K. Sato, K. Sasamoto, and T. Sato, *Nature Neurosci.* **4**, 527 (2005).
- [26] B. J. Bacskai, G. A. Hickey, J. Skoch, S. T. Kajdasz, Y. Wang Y, G. F. Huang, C. A. Mathis, W. E. Klunk, and B. T. Hyman, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **100**, 12462 (2003).
- [27] A. Yoneyama, T. Takeda, Y. Tsuchiya, J. Wu, T. T. Lwin, and K. Hyodo, *Appl. Opt.* **44**, 3258 (2005).

(原稿受付：2006年6月26日)

著者紹介

米山明男 Akio YONEYAMA

(株)日立製作所基礎研究所

〒350-0395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2520

Tel: 049-296-6111

Fax: 049-296-5999

E-mail: a-yoneya@rd.hitachi.co.jp

積み荷タンパク質レセプター Emp46p および Emp47p の糖鎖認識ドメインの結晶構造

佐藤匡史¹, 佐藤 健^{2,3}, 山下克子^{4,5}, 山田悠介¹, 五十嵐教之¹, 加藤龍一¹,
中野明彦^{2,6}, 若槻壮市¹

¹ 高エネ研・物構研・構造生物学研究センター, ² 理化学研究所・中野生体膜研究室, ³ 科学技術振興事業機構さきがけ,
⁴ 東京工業大学・イノベーション研究推進体, ⁵ 科学技術振興事業機構 CREST, ⁶ 東京大学大学院・理学系研究科

Crystal Structures of the Carbohydrate Recognition Domain of Ca²⁺-independent Cargo Receptors Emp46p and Emp47p

Tadashi Satoh¹, Ken Sato^{2,3}, Katsuko Yamashita^{4,5}, Yusuke Yamada¹, Noriyuki Igarashi¹, Ryuichi Kato¹, Akihiko Nakano^{2,6}
and Soichi Wakatsuki¹

¹Structural Biology Research Center, Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization. ²Molecular Membrane Biology Laboratory, RIKEN Discovery Research Institute. ³PRESTO, Japan Science and Technology Agency. ⁴Innovative Research Initiatives, Tokyo Institute of Technology, ⁵CREST, Japan Science and Technology Agency. ⁶Department of Biological Sciences, Graduate School of Science, University of Tokyo

1. はじめに

細胞の中には膜によって仕切られた細胞内小器官（オルガネラ）があり、それぞれのオルガネラは専門の機能を担っている。これらオルガネラは「輸送小胞」を介して、相互に積み荷（タンパク質や脂質）のやりとりをしている。この輸送小胞による積み荷タンパク質の輸送は、厳密にコントロールされていて、送り手側のオルガネラに留まるべきタンパク質と受け手側のオルガネラへと送り出されるタンパク質の選別が行われている。オルガネラの膜を貫通している膜タンパク質は、膜の細胞質側に局在している輸送小胞と直接結合でき、選別・輸送される[1]。一方、細胞質側の領域を持たない可溶性のタンパク質の選別・積み込みは、積み荷タンパク質と輸送小胞を同時に結合して繋ぐ膜貫通型の積み荷タンパク質レセプターが担っている[2]。

小胞体で生合成されてくるタンパク質の多くはN型糖鎖修飾を受けるが、最近、N型糖鎖と輸送小胞への選別には密接な関係があることがわかってきた。すなわち、積み荷タンパク質の糖鎖を荷札として、選別・積み込みを行う小胞体の内腔に糖鎖認識ドメイン（Carbohydrate Recognition Domain; CRD）を持つ積み荷タンパク質レセプター VIP36 および ERGIC-53 が見出された[3]。また出芽酵母 *Saccharomyces cerevisiae* においても、ERGIC-53 のホモログとして Emp46p および Emp47p が見出され、これらタンパク質がヘテロオリゴマーを形成し、積み荷糖タンパク質の輸送を担っていることが明らかにされた[4,5]。近年、ERGIC-53 の遺伝子変異により、糖タンパク質である血液凝固因子（第 V 因子および第 VIII 因子）の小胞体からゴルジ体への輸送に機能的障害を生じ、血友病と同様の出血性症状を呈する疾病を引き起こすことが明らかにされた[6]。従って、これら積み荷タンパク質レセプターの立体構造研究は、糖タンパク質輸送に関わる疾患についての理解を深め、最終的にはその治療の道へと繋げるための重要な課題の一つである。これまでにラット由来 ERGIC-53 の Ca²⁺ 結合型および非結合型の構造が明らかにされているが

[7,8]、これら積み荷タンパク質レセプターと積み荷糖タンパク質および糖鎖との複合体構造は解析されていない。高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所の若槻壮市教授を中心とする構造生物学研究センターのグループは、理化学研究所兼東京大学の中野明彦教授、東京工業大学の山下克子教授のグループとの共同研究で、積み荷タンパク質レセプター Emp46p と Emp47p のそれぞれの CRD の高分解能結晶構造解析に成功した[9]。本稿では、引用文献[9]では述べなかった高分解能を持つ結晶が得られるまでの経緯なども併せて、ユニークな Ca²⁺ 非依存性の積み荷タンパク質レセプター Emp46p および Emp47p について紹介する。

2. Emp46p および Emp47p の CRD の結晶化、回折データ収集および構造決定

Emp46p および Emp47p の CRD は、グルタチオン-S-トランスフェラーゼ (GST) との融合タンパク質として大腸菌で発現させ、各種クロマトグラフィーにより精製を行った。結晶化はハンギングドロップ蒸気拡散法で行った。発現領域は、Emp46p は 1-251 残基、Emp47p は 1-254 残基である。結晶はほぼ同時期に得られ、Emp46p は薄い板状のもろい結晶で (Fig. 1a)、Emp47p はバイピラミッド型の結晶であった (Fig. 1b)。Emp47p の位相は、SPRING-8 BL41XU を用いて、2.00Å 分解能で SeMet 置換体結晶を用いた MAD 法により決定した。また、最終的に PF-AR NW12A を用いて 1.42Å の高分解能の Native 結晶の回折データを収集することに成功した。Emp47p CRD は、7-227 および 244-249 残基をモデルトレースすることができた。興味深いことに、Emp47p は Ca²⁺ 依存性 ERGIC-53 のホモログとして考えられていたが、得られた構造中には Ca²⁺ は存在していなかった。結晶化条件は、リン酸 Na および K を沈殿剤としたものであったことから、Ca²⁺ を用いたソーキングおよび共結晶化を行うことが出来なかった。また、Ca²⁺ 存在下で精製したサンプルを結晶化したが、同様

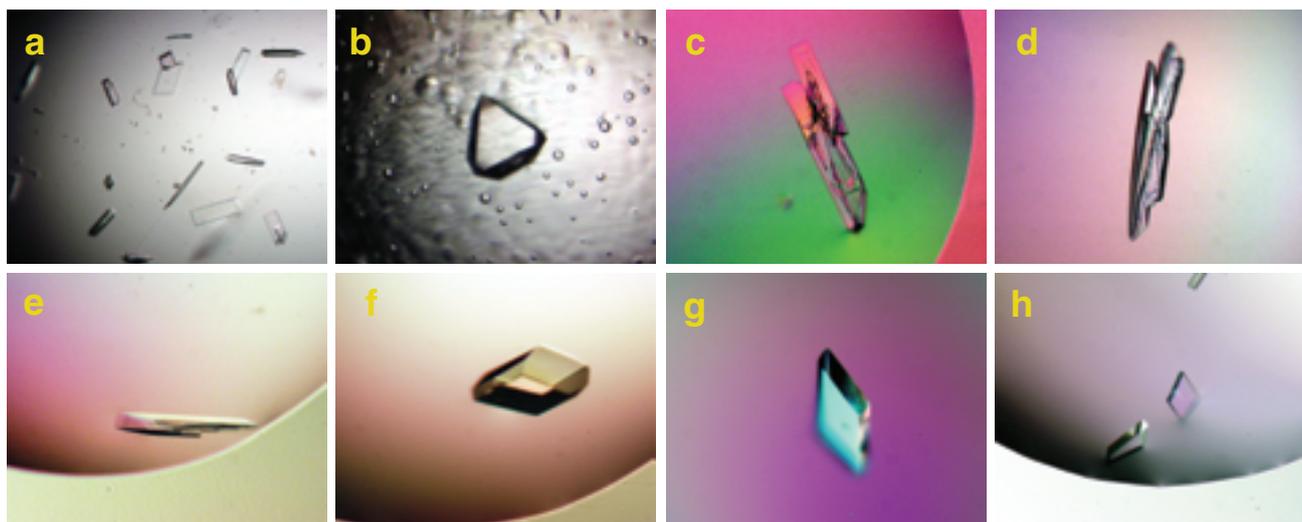


Figure 1

Crystals of the Emp46p and Emp47p CRD. (a) The monoclinic crystals ($P2_1$) of Emp46p CRD (1-251). (b) The tetragonal crystals ($P4_32_12$) of Emp47p (1-254). (c) The monoclinic crystals ($C2$) of Emp47p (7-227). (d) The monoclinic crystals ($P2_1$) of Emp47p (7-227). (e) The orthorhombic crystals ($P2_12_12_1$) of Emp47p (7-227). (f) The K^+ -bound monoclinic crystals ($P2_1$) of Emp46p CRD (6-229). (g) The metal-free monoclinic crystals ($P2_1$) of Emp46p CRD (6-229). (h) The Y131F monoclinic crystals ($P2_1$) of Emp46p CRD (6-229). A black bar indicates 0.1 mm.

に Ca^{2+} は構造中に確認されなかった。そこで、新しい結晶化条件を検索するために、Emp47p の C 末端領域を除くモデルトレース出来た領域に対応する 7-227 残基から成る新しいコンストラクトを作成し、精製・結晶化を行った。その結果、新たに PEG3350 および 4000 を沈殿剤とした 3 条件で結晶を得た (Fig. 1c-e)。得られた 2 つの結晶系は $C2$ および $P2_1$ で、PF-BL6A を用いてそれぞれ 1.00\AA および 1.05\AA の超高分解能の回折データを収集することに成功した。一方、 $P2_12_12_1$ の結晶系では、 2.70\AA の分解能であった。Orthorhombic の結晶化条件では 10 mM の Ca^{2+} が存在しており、Monoclinic form の条件ではそれぞれ 10 mM の Ca^{2+} のソーキングを行った。しかしながら、得られた構造中には Ca^{2+} は存在していなかった。一連の結晶化実験の結果から、Emp47p は Ca^{2+} が結合しない新規の積み荷タンパク質レセプターであることが示唆された。

一方、Emp46p は Emp47p を初期モデルとした分子置換法では位相決定できなかつたため、SeMet 置換結晶の作成を試みた。しかしながら、Native の結晶化条件では SeMet 置換体結晶は得られず、精製収量も低かつたことから、結晶化条件のスクリーニングを行うのは困難であった。そこで、構造決定した Emp47p の C 末端領域を除くモデルトレース出来た領域に対応する Emp46p の 6-229 残基から成る新しいコンストラクトを作成し、精製・結晶化を行った。その結果、発現・精製における可溶化効率もあがり、再度結晶化条件の検索を行い、Native および SeMet 置換体結晶を再現性良く得ることができた (Fig. 1f)。最終的に PF-BL6A を用いて 1.80\AA 分解能で SeMet 置換体結晶を用いた MAD 法による位相決定を行い、PF-BL18B を用いて 1.52\AA の高分解能の Native 結晶の回折データを収集することが出来た。驚くべくことに、Emp46p CRD では Ca^{2+} が結合せず、その代わりに K^+ が結合していた。この Emp46p に

結合した金属イオンが Ca^{2+} ではなく K^+ であると同定した経緯・根拠等については後で詳しく述べる。続いて、金属フリーおよび K^+ が結合できない変異体 Y131F の結晶を作成し (Fig. 1g,h)、それぞれ PF-BL6A および PF-BL5A にて 1.75\AA と 1.55\AA 分解能の回折データを得た。Table 1, 2 (Appendix) にデータ測定および精密化の統計値を示すが、Emp47p の Orthorhombic form を除いて、いずれも良質な回折データの収集に成功し、非常に精度の高い構造モデルを得ることに成功した。今回、最初に得られた結晶構造の中で、電子密度が見えない N および C 末端残基 (つまり温度因子が高く、二次構造の形成および結晶のパッキングに関与せず揺らいでいる部分) を削ったコンストラクトを再度作成することで、良質な結晶を得ることができた。構造を形成する最小限のコンストラクトを設計することが、分解能の向上に成功した一例であると言える。

3. カリウムが結合する変わり者, Emp46p

Emp46p と Emp47p の CRD の全体構造は、凹型および凸型 β シートからなる β サンドイッチ構造から構成されていた (Fig. 2)。ERGIC-53 の CRD と比較してみると、全体構造はよく似ていたが (Emp46p: 1.24\AA , Emp47p: 1.27\AA)、金属結合部位は異なっていた。これまでに、哺乳動物のホモログである ERGIC-53 および VIP36 は、 Ca^{2+} 依存性の積み荷タンパク質レセプターであることが知られている [10,11]。しかしながら、我々は結晶学的手法により、Emp47p が Ca^{2+} と結合せず、一方 Emp46p は Ca^{2+} と結合せず、その代わりに K^+ と結合することを明らかにした [9]。Emp46p CRD の構造が得られた当初、金属イオンの場所は ERGIC-53 の二つの Ca^{2+} サイトと若干異なっていたが (Fig. 3a)、糖鎖結合サイト (凹型 β -sheet 上) の近くに位置していたことから、その金属イオンは Ca^{2+} だと思っていた。

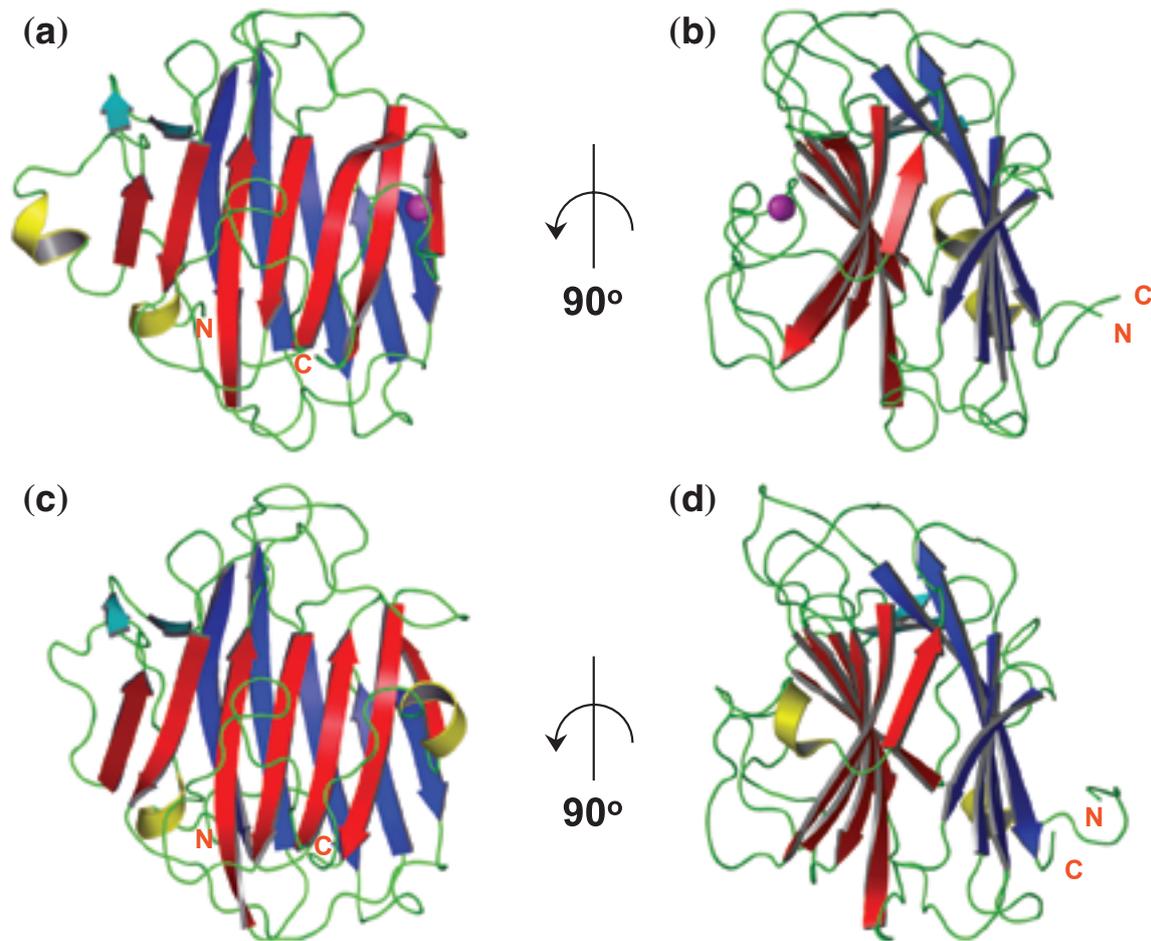


Figure 2

Overall structures of the CRD of Emp46p and Emp47p. Ribbon models of the CRD of Emp46p monomer are shown in (a) and (b) which is rotated by 90° around a vertical axis. Ribbon models of the CRD of Emp47p monomer are shown in (c) and (d) as in Emp46p. Positions of the N- and C-termini are indicated by red letters. The secondary structures are highlighted (β -strands belonging to the concave β -sheets, red; β -strands belonging to convex β -sheets, blue; β -strands belonging to β -hairpin, cyan; helices, yellow) and the loops are colored green. The bound potassium ion is shown as a magenta sphere.

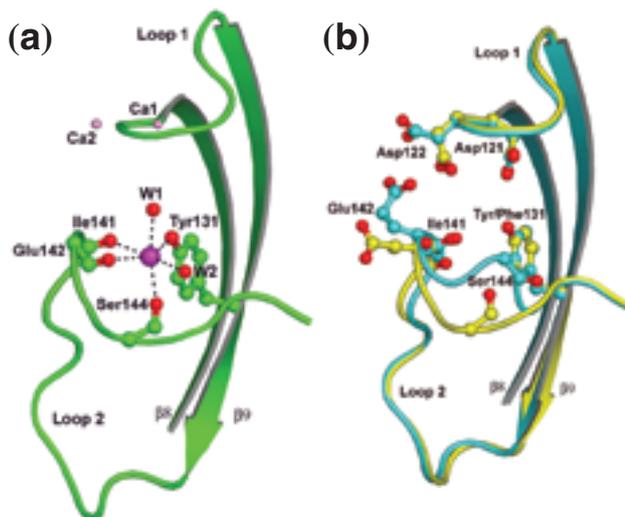


Figure 3

K⁺ ion binding site of Emp46p. (a) K⁺ binding site of Emp46p. Residues coordinating K⁺ are shown in ball-and-stick models. Magenta sphere indicates K⁺. Water molecules are shown as W1 and W2. Pink spheres indicate Ca²⁺ ions at the sites Ca1 and Ca2 in p58/ERGIC-53 [8]. (b) Comparison between the metal-free and Y131F Emp46p structures. The metal-free and Y131F structures are colored in yellow and cyan, respectively.

ホモログである ERGIC-53 が Ca²⁺ 依存性のレクチンであるので、当然 Emp46p も Ca²⁺ と結合し、まさかレクチンに 1 価カチオンである K⁺ が結合する訳は無いだろうという先入観があった。実際、原子番号 19 の K と 20 の Ca では、モデル上にそれら原子を当てはめた場合、*f_of_c* 電子密度マップ上の違いおよび温度因子の違いは見られない。金属結合型の結晶は、20%PEG3350, 0.3 M KF, 10 mM CaCl₂, 0.1 M HEPES-Na(pH 7.5), 10% ethylene glycol の条件で得られた(Fig. 1f)。しかしながら、10 mM CaCl₂ を除き EDTA および EGTA 存在下で金属非結合型の結晶化を行い構造解析したが、金属非結合型の構造を得ることができなかった。また、サンプルの原子吸光分析を行ったところ、サンプル中には有意な Ca²⁺ は存在していないことが判った。これらの実験結果から、Emp46p は Ca²⁺ ではなく、K⁺ と結合することが示唆された。そこで、再度結晶化条件の検索を行い、22%PEG1000, 0.1 M HEPES-Na(pH 7.5), 10% ethylene glycol の条件で金属非結合型の結晶を得ることに成功した(Fig. 1g)。この結晶を用いて、CaCl₂ および KF のソーキング実験を行ったところ、K⁺ のみが結合することが明らかになった。また、Emp46p の金属結合部位につ

いて詳細な検討を行ったところ、金属と配位残基との距離が2.6-2.9Åであり、Ca²⁺で見られる2.4Å前後[12]よりも大きく、K⁺で見られる2.8Å前後[13]に近いことが判った (Fig. 3a)。以上の結果から、Emp46pはK⁺が結合する新奇の積み荷タンパク質レセプターであることが明らかになった。これまでに報告されているレクチンの中で、カリウムが結合するものは知られていないので、Emp46pはかなりの変わり者と言える。

4. 変異体を用いた温度感受性実験および結合実験

次に、Emp46pに結合したK⁺が糖鎖結合に関わるかどうかを調べるために、変異体Y131Fを作製し、X線結晶構造解析、表面プラズモン共鳴を利用したバイオセンサー (Biacore2000, Biacore社)を用いた結合実験、および酵母を用いた温度感受性実験を行った。まず、変異体Y131Fの構造解析を行い、K⁺が結合できないことを確認した (Fig. 3b)。今のところ、Emp46pおよびEmp47pの積み荷タンパク質は同定されていないことから、市販されている高マンノース型、混成型の様々な糖鎖を持つ糖タンパク質 (チログロブリン、オボアルブミン、トランスフェリンなど)を用いて、結合実験を行った。その結果、Emp47pはいずれの糖タンパク質とも結合しなかったが、Emp46pはMan₇GlcNAc₂を持つ高マンノース型のチログロブリンと結合することが明らかにされた (data not shown)。小胞体で新生されゴルジ体へ輸送される成熟型のN型糖タンパク質はMan₈GlcNAc₂という糖鎖を持つので、結合実験の結果はEmp46pの積み荷タンパク質レセプターとしての機能を支持した。また、WTとY131Fを用いたCa²⁺および

K⁺存在下での結合実験を行ったところ、Ca²⁺およびK⁺はEmp46pとチログロブリンとの結合に影響を及ぼさないことが判った (data not shown)。一方、酵母を用いた温度感受性実験では、Y131FがWTと比較して温度感受性が低下し、生体内でK⁺がEmp46pの機能 (糖タンパク質の輸送)に関与していることが示唆された (Fig. 4)。

本研究において、我々はEmp46pとEmp47pが新奇のCa²⁺非依存性の新規の積み荷タンパク質レセプターであることを明らかにした。今後、糖鎖認識のために必要だと考えられるヘテロオリゴマー化したEmp46/47pおよび積み荷タンパク質の糖鎖との複合体構造の解析により、Ca²⁺非依存性 (もしかしたらK⁺依存性)の新しい糖鎖認識機構が明らかにされることが期待される。

謝辞

本研究を始めた当初、タンパク質結晶構造解析については素人同然であった私を指導して頂いた構造生物学研究センターの博士研究員であった (現) 東京大学大学院・総合研究科・助手の志波智生博士にこの場を借りて御礼を申し上げます。また、原子吸光分析を行うにあたって、本機構放射線科学センター、別所光太郎助手に御礼を申し上げます。本研究の一部はタンパク3000プロジェクトの研究助成により進められた。

引用文献

- [1] M. J. Kuehn, J. M. Herrmann, and R. Schekman, *Nature* **391**, 187 (1998).
- [2] W. J. Belden, and C. Barlowe, *Science* **294**, 1528 (2001).
- [3] K. Fiedler, and K. Simons, *Cell* **77**, 625 (1994).
- [4] K. Sato, and A. Nakano, *Mol. Biol. Cell* **13**, 2518 (2002).
- [5] K. Sato, and A. Nakano, *Mol. Biol. Cell* **14**, 3055 (2003).
- [6] W. C. Nichols, U. Seligsohn, A. Zivelin, V. H. Terry, C. E. Hertel, M. A. Wheatley, M. J. Moussalli, H. P. Hauri, N. Ciavarella, R. J. Kaufman, and D. Ginsburg, *Cell* **93**, 61 (1998).
- [7] L. M. Velloso, K. Svensson, G. Schneider, R. F. Pettersson, and Y. Lindqvist, *J. Biol. Chem.* **277**, 15979 (2002).
- [8] L. M. Velloso, K. Svensson, R. F. Pettersson, and Y. Lindqvist, *J. Mol. Biol.* **334**, 845 (2003).
- [9] T. Satoh, K. Sato, A. Kanoh, K. Yamashita, Y. Yamada, N. Igarashi, R. Kato, A. Nakano, and S. Wakatsuki, *J. Biol. Chem.* **281**, 10410 (2006).
- [10] C. Appenzeller, H. Andersson, F. Kappeler, and H. P. Hauri, *Nat. Cell. Biol.* **1**, 330 (1999).
- [11] K. Fiedler, and K. Simons, *J. Cell Sci.* **109**, 271 (1995).
- [12] M. M. Harding, *Acta Cryst.* **D57**, 401 (2001).
- [13] M. M. Harding, *Acta Cryst.* **D58**, 872 (2002).

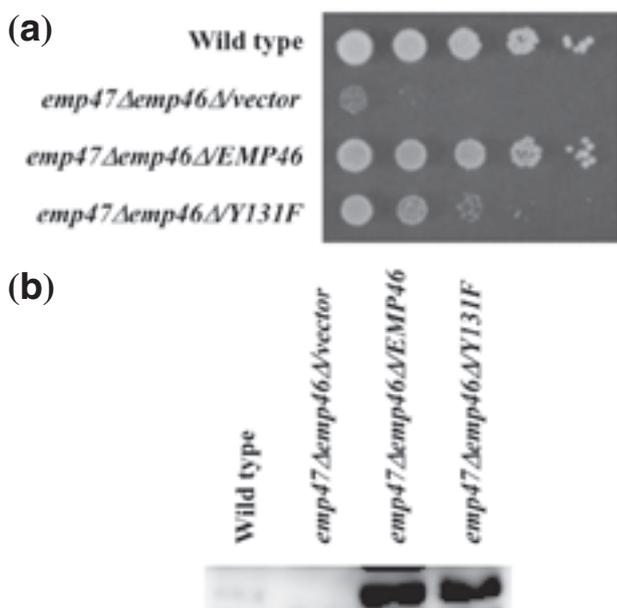


Figure 4 Phenotype of Y131F-Emp46p. (a) Isogenic wild-type (YPH500) and emp47Δ emp46Δ (KSY008) cells transformed with a multicopy plasmid, a multicopy plasmid with EMP46, or a multicopy plasmid with EMP46-Y131F were grown at 37°C. (b) The amount of the expressed protein in each cell was estimated by Western blotting. The expression amount of Y131F mutant is almost identical to that of the wild type.

(原稿受付：2006年7月5日)

著者紹介

佐藤匡史 Tadashi SATOH



高エネ研・物構研・構造生物学研究センター・博士研究員（産学連携）

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL: 029-879-6176

FAX: 029-879-6179

e-mail: tadashi.satoh@kek.jp

略歴：平成 10 年日本大学農獣医学部卒業，平成 12 年日本大学大学院農学

研究科修士過程修了，平成 15 年日本大学大学院生物資源科学研究科博士後期課程修了，平成 15 年 4 月より現職。博士（生物資源科学）。

最近の研究：糖鎖修飾と細胞内タンパク質輸送の構造生物学に関する研究。

趣味：サッカー（トップ・オフエンシブハーフ，平成 17 年度高エネ研サッカー部主将）

佐藤 健 (Ken SATO)

理化学研究所・中野生体膜研究室・研究員

科学技術振興事業機構さきがけ研究員，理学博士。

山下克子 (Katsuko YAMASHITA)

東京工業大学・イノベーション研究推進体・教授，科学技術振興事業機構 CREST 研究員，理学博士。

山田悠介 (Yusuke YAMADA)

高エネ研・物構研・構造生物学研究センター・助手，理学博士。

五十嵐教之 (Noriyuki IGARASHI)

高エネ研・物構研・構造生物学研究センター・助手，理学博士。

加藤龍一 (Ryuichi KATO)

高エネ研・物構研・構造生物学研究センター・助教授，理学博士。

中野明彦 (Akihiko NAKANO)

理化学研究所・中野生体膜研究室・主任研究員，東京大学大学院・理学系研究科・教授，理学博士。

若槻壮市 (Soichi WAKATSUKI)

高エネ研・物構研・構造生物学研究センター・教授，Ph.D.

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL: 029-879-6178

FAX: 029-879-6179

e-mail: soichi.wakatsuki@kek.jp

訂正とお詫び

前号 Vol.24 No.1 MAY 2006, p29

「最近の研究から一蛋白質の選別輸送に関わる Hrs-UIM の二つのユビキチン結合部位」で，Fig.5 に修正前の図を掲載してしまいました（修正後は，各行のアルファベットが全て縦方向に等しくなっています）。

ここに訂正し，著者並びに関係者の方々にお詫び申し上げます。

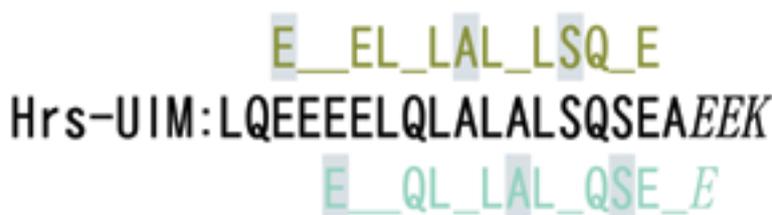


Figure 5

Repeating sequence of Hrs-UIM. *Middle* line shows the sequence of Hrs-UIM; *top* and *bottom* lines show motifs binding ubiquitin molecule A (*green*) and molecule B (*sky blue*). Shaded letters indicate important residues for each binding site in particular. Italic letters indicate residues not observed in the electron density map. The two motifs are shifted by two residues relative to each other.

(Appendix)

Table 1. Data collection and refinement statistics of Emp46p CRD

Crystallographic data			
Data set	K ⁺ -bound Emp46p	metal-free Emp46p	Y131F-Emp46p
Space group	<i>P</i> 2 ₁	<i>P</i> 2 ₁	<i>P</i> 2 ₁
Unit cell			
<i>a</i> / <i>b</i> / <i>c</i> (Å)	54.3 / 55.9 / 77.5	54.9 / 55.8 / 77.7	54.2 / 56.0 / 77.7
α / β / γ (°)	90.0 / 108.3 / 90.0	90.0 / 108.0 / 90.0	90.0 / 108.6 / 90.0
Data processing statistics			
Beam line	PF-BL18B	PF-BL6A	PF-BL5A
Wavelength (Å)	1.0000	1.0000	1.0000
Resolution (Å)	50 - 1.52 (1.57-1.52)	50 - 1.75 (1.81-1.75)	50 - 1.55 (1.61-1.55)
Total reflections	251 587	170 170	224 664
Unique reflections	68 062	45 402	64 255
Completeness (%)	99.6 (99.9)	99.8 (100.0)	98.1 (97.3)
<i>R</i> _{merge} (%)	3.9 (36.7)	4.5 (35.5)	5.3 (38.1)
<i>I</i> / σ (I)	13.3 (3.6)	17.0 (4.0)	15.6 (2.8)
Refinement statistics			
Resolution (Å)	20 - 1.52	20 - 1.75	20 - 1.55
<i>R</i> _{work}	18.9	21.0	20.2
<i>R</i> _{free}	21.8	23.7	23.5
R.m.s.d. from ideal values			
Bond length (Å)	0.011	0.013	0.013
Bond angle (°)	1.40	1.41	1.40
Ramachandran plot (%)			
Most favored	83.4	83.3	85.6
Additionally allowed	15.6	15.9	13.9
Generously allowed	1.1	0.8	0.5
Number of atoms			
Protein atoms	3485	3488	3495
Water molecules	424	300	423
Potassium ions	2	-	1
Average <i>B</i> _{iso} (Å ²)			
Protein (A / B chain)	19.2 / 21.4	30.0 / 32.2	26.7 / 26.8
Water molecules	30.3	37.9	37.4
Potassium ions	21.7	-	32.5

Table 2. Data collection and refinement statistics of Emp47p CRD

Crystallographic data				
Data set	Form 1 Emp47p	Form 2 Emp47p	Form 3 Emp47p	Form 4 Emp47p
Space group	<i>P</i> 4 ₃ 2 ₁	<i>C</i> 2	<i>P</i> 2 ₁	<i>P</i> 2 ₁ 2 ₁
Unit cell				
<i>a</i> / <i>b</i> / <i>c</i> (Å)	70.31 / 70.31 / 100.14	72.5 / 65.0 / 41.5	41.6 / 65.2 / 72.5	39.5 / 129.7 / 170.1
α / β / γ (°)	90.0 / 90.0 / 90.0	90.0 / 96.7 / 90.0	90.0 / 96.7 / 90.0	90.0 / 90.0 / 90.0
Data processing statistics				
Beam line	PF-AR NW12	PF-BL6A	PF-BL6A	PF-BL6A
Wavelength (Å)	1.0000	0.9779	0.9779	0.9779
Resolution (Å)	50 - 1.42 (1.47-1.42)	50 - 1.00 (1.04-1.00)	50 - 1.05 (1.09-1.05)	50 - 2.70 (2.80-2.70)
Total reflections	652 089	360 696	626 427	171 279
Unique reflections	48 179	103 133	178 928	24 787
Completeness (%)	99.6 (99.9)	96.3 (88.7)	98.5 (85.6)	99.8 (99.5)
<i>R</i> _{merge} (%)	5.8 (38.4)	4.6 (24.9)	6.5 (38.0)	11.3 (48.6)
<i>I</i> / σ (I)	14.0 (6.0)	17.8 (4.9)	8.9 (2.3)	8.7 (4.8)
Refinement statistics				
Resolution (Å)	10 - 1.42	10 - 1.00	10 - 1.10	20 - 2.70
<i>R</i> _{work}	13.4	13.0	13.5	19.8
<i>R</i> _{free}	19.2	16.3	17.3	25.8
R.m.s.d. from ideal values				
Bond length (Å)	0.012	0.016	0.014	0.013
Angle distance (Å)	0.030	0.032	0.031	1.33
Bond angle (°)				
Ramachandran plot (%)				
Most favored	84.9	85.9	85.4	77.6
Additionally allowed	13.6	13.5	13.8	21.2
Generously allowed	1.5	0.5	0.8	1.2
Number of molecules and atoms				
Protein atoms	1844	1773	3554	6881
Water molecules	301	320	643	204
Average <i>B</i> _{iso} (Å ²)				
Protein (A / B / C / D chain)	20.7	11.4	10.4 / 9.2	29.0 / 34.7 / 44.3 / 30.1
Water molecules	36.1	23.3	22.3	22.7

研究会等の報告／予定

PF 研究会「高速スイッチング可変偏光アンジュレーター放射を利用した軟 X 線分光研究の新展開」開催報告

放射光科学第一研究系 小出常晴
放射光科学第一研究系 伊藤健二
放射光源研究系 山本 樹

標記の PF 研究会が、平成 18 年 5 月 1 日、2 日の 2 日間、高エネルギー加速器研究機構 4 号館 1 階セミナーホールで開催された。

PF リングは、直線部増強計画によりアンジュレーター用直線部が大幅に増強された。特に B15-B16 最長直線部 (BL-16) の長さは～9 m もあり、しかもこの直線部のベータトロン振幅はかなり小さい。従って、この最長直線部は、アンジュレーターの基本波で高強度の軟 X 線の発生が可能であり、軟 X 線分光用として理想的である。本研究会では、この長直線部に高速スイッチング可変偏光アンジュレーターを設置し、それにより得られる軟 X 線可変偏光 (スイッチング可) を利用する新しいサイエンスの発展と展望、及びそれを達成するために必要なハード技術の開発に関し、検討と議論が行われた。

新 BL-16 の構想は古く、直線部増強計画が浮上する前から検討が行われたが、最近数年間にハード技術に関して更に検討が行われた結果、方向性がほぼ固まった。(i) 2 台のタンデム配置アンジュレーターで左/右円偏光、及び水平/垂直直線偏光の可変偏光を発生する。(ii) キッカー電磁石により電子ビームを水平面内で振り、偏光の交流的スイッチングを可能にする。(iii) そのためにリング内電磁石で電子ビーム軌道を補正する。(iv) 分光光学系は、可変溝間隔回折格子 (VLSG) を用いた可変偏角分光器を採用する。(v) ビームライン光学系は、偏光をスイッチした時に、試料上で 2 台のアンジュレーターからの光ビームのスポット位置や光強度が、可能な限り一致する条件を満たす。上述したハードの方針は、最終決定案ではなく、建設開始まで検討を続け、常にブラッシュアップすることが重要であり、本研究会でも熱心な議論が行われた。

新 BL-16 の偏光軟 X 線を利用するサイエンス (実験、理論) は、従来の研究会や検討会でも多数提案された。主な研究提案は、(I) 偏光の交流スイッチングをフルに利用し、従来の直流測定では検出が困難、又は不可能だった極微小な二色性の研究、及び (II) 偏光の交流スイッチングは必ずしも必要としないが、可変偏光 (左/右円偏光、水平/垂直直線偏光) を利用する偏光分光に大別される。

(I) は、(1) カイラル対称性生命体分子の軟 X 線自然円二色性測定による研究、(2) 微小な軟 X 線磁気円二色性 (XMCD) 及び軟 X 線磁気線二色性 (XMLD) 測定による



参加者からの質問に答える講演者 (吉凱氏) と座長 (宮原恒昱氏)。

ナノ磁性体や強相関電子系物質の相転移近傍の研究、(3) 高感度 XMCD 測定によるスピントロニクス用希薄磁性半導体の研究、及び (4) 温度可変 XMCD 測定による磁氣的無秩序物質の研究等が、代表例である。

(II) は、(5) 時間分解 XMCD による表面磁性ダイナミックスの研究、(6) 軟 X 線共鳴散乱・回折の CD/LD によるナノ構造と電子状態の研究、(7) PEEM による微小磁気ドメインの実空間観察、(8) スピン分解光電子分光による表面・界面磁性の研究、(9) 軟 X 線発光分光による電子状態の研究、(10) 気体分子の二重電離過程における光電子放出角度相関における円二色性、及び分子解離での CD/LD を利用した新質量分析法、等が挙げられる。ここには、代表的な研究提案のみを述べたが、本研究会で提案・議論されたサイエンスの詳細は、下記のプログラム及び後日発行される proceedings も参照されたい。

本 PF 研究会では、新 BL-16 の最有効利用を目指し、今後大きく発展すると期待される軟 X 線偏光分光光学の実験研究と理論研究に関して、新たな提案と議論を行うと共に、挿入光源・リング軌道制御・分光光学系などのハード技術の向上案が検討・議論された。なお、参加者総数は 69 名であった。以下にプログラムを記す。

<研究会のプログラム>

日 時：平成 18 年 5 月 1 日 (月)、2 日 (火)

5 月 1 日 (月)

- | | | |
|-------------|--------------------------------------|----------------------|
| 13:00 ~ | 受付 | |
| 13:30-13:40 | 研究会の趣旨説明 | 伊藤健二 (KEK-PF) |
| 13:40-14:05 | 新 BL-16 高速可変偏光スイッチング軟 X 線分光ビームラインの概要 | 伊藤健二 (KEK-PF) |
| 14:05-14:30 | 高速スイッチング可変偏光アンジュレーターの検討 | 山本 樹 (KEK-PF) |
| 14:30-14:45 | 高速スイッチング可変偏光アンジュレーター用電磁石システム | 原田健太郎 (KEK-PF) |
| 14:45-15:00 | 高速スイッチング可変偏光アンジュレーターのための軌道フィードバック | 帯名 崇 (KEK-PF) |
| 15:00-15:25 | ビームライン BL-16 用分光光学系の設計 | 雨宮健太 (東大院理・現 KEK-PF) |

- 15:25-15:40 休 憩
 15:40-16:05 高速スイッチング可変偏光放射を利用した期待されるサイエンス (概論)
 小出常晴 (KEK-PF)
 16:05-16:30 生体分子の放射光分光 (特に VUV, SX-CD について) 中川和道 (神戸大発達科学)
 16:30-16:55 XMCD - PEEM を用いたナノ領域磁気イメージング 尾嶋正治 (東大院工)
 16:55-17:20 スピン再配列相転移の動的観察
 太田俊明 (立命館大 SR)
 17:20-17:45 高輝度放射光とスピン分解光電子分光
 柿崎明人 (東大物性研)
 18:00-20:30 懇 親 会 (レストラン「クランベリー」にて)

5月2日(火)

- 09:00-09:25 遷移金属化合物の共鳴X線発光分光における *dd* 及び CT 励起
 小谷章雄 (KEK-PF, SPring-8)
 09:25-09:50 軟X線発光分光の偏光依存性
 辛 埴 (東大物性研)
 09:50-10:15 偏光軟X線を用いた内殻分光の理論
 魚住孝幸 (大阪府立大)
 10:15-10:40 経路積分法による角度分解光電子分光理論
 吉 凱, 那須奎一郎 (KEK-PF)
 10:40-10:50 休 憩
 10:50-11:15 磁性半導体と遷移金属酸化物の XMCD
 藤森 淳 (東大院新領域)
 11:15-11:40 磁気秩序のない状態での局所「帯磁率」の温度依存性の測定で何が見えるか
 宮原恒昱 (首都大院理)
 11:40-12:05 高速可変偏光を用いたエネルギー分散型表面 XAFS 法による表面の動的観察
 雨宮健太 (東大院理・現 KEK-PF)
 12:05-12:30 偏光アンジュレータによる VUV 偏光変調分光法とアミノ酸 CD 測定への応用
 渡辺一寿 (産総研)
 12:30-13:30 昼 食
 13:30-13:55 SPring-8 軟X線ビームラインにおける光電子顕微鏡研究
 木下豊彦 (SPring-8)
 13:55-14:20 ナノ磁性体および遷移金属酸化物の内殻吸収円・線二色性
 木村昭夫 (広大院理)
 14:20-14:45 Cr SDW 状態における L 吸収端共鳴 X 線散乱の理論的研究
 五十嵐潤一 (茨城大理)
 14:45-15:00 休 憩
 15:00-15:25 気相分子の内殻励起・イオン化・解離ダイナミックス
 上田 潔 (東北大多元研)
 15:25-15:50 円偏光を使った光二重電離過程から何がわかるか?
 副島浩一 (新潟大)
 15:50-16:15 VUV・SX を利用した異性体識別質量分析の可能性
 足立純一 (KEK-PF)
 16:15-16:30 研究会のまとめ 藤森 淳 (東大院新領域)

KEK- 総研大夏期実習報告

放射光科学第一研究系 小野寛太

KEK では毎年夏期に、学部高学年の学生などを対象とした総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科の夏期実習を実施しています。今年は6月13 - 15日の3日間で行われ、100人が参加しました。

今年は、PSのシャットダウンということもあり、物構研の担当ではPF, PF-AR, 低速陽電子を用いた実習科目のみで実施されました。物構研関連の実習科目は、

- ・光電子分光で物質の電子状態を探る
- ・コインシデンス分光による内殻励起、オージェ過程、イオン脱離
- ・PF-ARのパルス放射光を利用した時間分解XAFS実験
- ・単色X線を用いた医用画像診断
- ・固体表面のポジトロニウム飛行時間分光実験ならびに低速陽電子ビームの観察
- ・軟X線偏光を用いたナノスケール磁性体の内殻磁気円二色性の測定
- ・蛋白質X線結晶構造解析
- ・粉末構造解析
- ・ダイヤモンド・アンビルによる圧力誘起相転移の実験
- ・マイクロビーム照射された細胞での損傷観察

の10テーマです。

夏期実習の1日目は、放射線手続き、実習全体のガイダンスの後、KEKと総研大の説明が行われました。ここで、総研大高エネルギー加速器科学研究科での大学院教育の概要が紹介されました。次に、講義(講義1「人類の知的財産としての基礎科学：高エネルギー物理学の場合」高崎史彦・素粒子原子核研究所所長、講義2「J-PARCが拓く物質構造科学」池田進・物質構造科学研究所副所長、講義3「リニアコライダー設計」横谷馨・加速器研究施設教授)が3つの会場で行われ、参加者はそれぞれの専門、興味に合った講義を聴講しました。その後、実習テーマごとのグループに分かれ、翌日からの実習のガイダンスがあり、夕方には懇親会が開かれました。今年は100名の参加者があ



実習中の一コマ

り、懇親会も大変盛り上がりしました。

2日目および3日目の午前中は、それぞれのテーマで実習が行われました。最終日の午後には、KEKつくばキャンパスの主要施設の見学ツアーが企画されました。ツアーは施設ごとにコースが設定され、広範なKEKの研究活動を見ることが出来る内容となっていました。

実習の後に参加者に書いてもらうアンケート結果では、総じて物構研関連の実習科目は評判が良く、ほとんどの参加者に満足して帰っていただくことが出来ました。

実習テーマのご担当、施設見学、その他PFスタッフの皆様をはじめとして多くの方々に協力していただき、充実した夏期実習を開催することが出来たことをこの場を借りてお礼申し上げます。来年以降の夏期実習でも是非ご協力よろしくお願いします。

XAFS 13に参加して

放射光科学第一研究系 雨宮健太

2006年7月9日から14日にかけて、XAFS 13 (13th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure) がスタンフォード大学において開催されました。日曜日(9日)は受付とちょっとしたパーティーのみで、月曜日から金曜日の午前中までが本番と言ってよいでしょう。基本的には朝のPlenaryに始まってその後3つのパラレルセッション、午後も引き続きパラレルセッションで夕方にはポスターセッションという、オーソドックスなスタイルです。ざっと数えた参加者は300-400人といったところでしょうか。なお、月曜日には2004年に亡くなった、XAFSの生みの親とも言えるDale Sayers氏を偲ぶシンポジウムが行われ、氏の業績をたたえ、その早すぎる死を悼む講演が10人程度の演者によってなされました。

さて、私はもちろんXAFSを主たる研究手段としているので、当然のようにこの会議に参加したわけですが、いつもながら思うのは、私の専門である表面XAFSやXMCD



図1 会場となった Frances C. Arrillaga Alumni Center



図2 Palo Altoの街並み

というのはXAFSの中ではマイナーな分野だということです。それは仕方のないこととしても、今回の会議は特に、環境・生物関係の発表が多かったという印象があります。理論関係も普段より少し多めだったかもしれません。このあたりはプログラム委員会の趣味もあるとは思いますが、全体で25程度のセッションのうち、生物・環境だけで約10を占め、触媒やいわゆる物質科学はそれぞれ3-4くらいしかありませんでした。ひとつ信じられなかったのが"Actinides in the Environment"というセッションがあったことで、そんなものが一つのセッションとして成り立つことに驚くとともに、XAFSの守備範囲の広さを改めて感じました。一方で、私の専門の一つである磁性分野は、たった一つのセッションに押し込められてしまいました。6年前のXAFSでは3倍くらいはあったと記憶していますので、その変わりようにショックを受けましたが、これは別に、XAFS(主にXMCD)を用いた磁性研究の衰退を意味するのではなく、XAFSが磁性研究における標準的な手法として確立された結果、XAFSという手法に特化した会議でなく、もっと磁性自体に的を絞った会議の方へ流れたということではないかと思えます。

そういった事情もあって、私が聴きにくいセッションはいつも一番人気がなく、おかげでゆったりと聴くことができました。また、やはりそういう事情ですから、必ずしも専門でない分野の話も聴く機会が多かったのですが、様々な講演を聴いていて思うのは、最近ではサブミクロン程度のマイクロコピーはもはや当たり前になってきているということです。また、かつては散々苦労してようやく測定ができていた発光分光が、今ではごく普通のツールとして用いられており、さらにそれを応用して様々な新しい実験手法が開発されていることも印象的でした。時間分解に関してもpsレベルの実験はごく普通に行われており、XAFSという手法が様々な方向に進化していることがよくわかります。実験手法をメインにした会議の宿命として、次から次へとそういった高度化や関連する新奇手法の開発が報告されており、そういう意味では参加していて飽きない学会です。

水曜日の午後には恒例の施設ツアーということで、放射光施設のさきがけである、SSRL (Stanford Synchrotron Radiation Laboratory) を見学することができました。私は10年ほど前に訪れて以来なのですが、一見したところは驚くくらい何も変わっていないという印象です。しかしながら、よくよく実験装置などの説明を聞いてみると、確かに色々と進歩していることがわかりました。近い将来リング自体のアップグレードも行われるとのことで、ここも生き残りに必死のようです。また、改めて感じたことは、施設内の雰囲気はPFとよく似ていることです。これはPFができたときの経緯を考えれば当然のことかとは思いますが、これまで訪問した各国の放射光施設に比べて圧倒的に親近感を覚えます。

ところで、会場となったスタンフォード大学は、ご承知の通り空気がからっとして大変気持ちのいい場所にあるのですが、交通としてはとんでもなく不便な場所でした。夕食を食べようにも学内のレストランはほとんどがランチまでしか役に立たないし、Palo Altoの街(とても歩く距離にはありません)まで無料バスが出ているものの、食べ終わった頃には終バスがなくなっているしで、そのあたりの不便さを嫌って会議に参加しなかった方もいたと聞きます。こういった、サイエンスのアクティビティとは関係ないことが原因で参加者が少なくなるというのは残念な話です。次の会議は3年後にイタリアで開催されるのですが、どうやら名前も聞いたこともない、今回よりもはるかに不便なところになりそうとのことで、今から戦々恐々としています。幸いなことに、私は同行のみなさんが借りてくれた車があったので、夕食も堪能できましたが、そうでない方々にとっては、バンケットはかなり楽しみであったことと思います。なにしろアメリカですから、ステーキくらいは期待しますよね。いやはや…(図4参照)。

最後にこれは全くの個人的な印象で実際には正しくないのかもしれませんが、XAFSの分野でも世代交代が進んでいることを強く感じました。いわゆる大御所として君臨していた何人かの大物研究者たちが、半ば引退していたり、メンバーがほとんど解散していたりしたことは印象的



図4 きれいにディスプレイされた食事(前菜だと思いますよね、普通。)

でした。もちろん、それによってXAFSのアクティビティが低下している様子は全くなく、むしろどんどん進化していることから、これは決して悪いことではなく、XAFSが特定の研究者の独占物ではなく、ひとつの一般的な研究手法として確立されたことを物語っているのだと思います。

以上、好き勝手なことを書いてきましたが、私にこの記事を依頼された編集委員会の皆様の決断に敬意を表して、この記事を終えたいと思います。



図3 バンケットの会場となった美術館, Contor Arts Center

第20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 2007年1月12日(金), 13日(土), 14日(日)
2. 場所 広島国際会議場(広島市中区中島町1番5号 平和記念公園内)
3. 主催 日本放射光学会
共催 広島大学放射光科学研究センター, 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「シンクロトン放射」, 名古屋大学小型放射光実験施設設置促進委員会, 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, 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, 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
4. 組織委員会([]は推薦団体, ○は委員長)
伊藤正久[SPring-8懇], 太田俊明 [立命館大SR], 岡島敏浩[SAGA-LS], 奥田太一 [東大物性研], 小野寛太[KEK-PF], ○木村真一[学会行事幹事, 分子研], 木村洋昭[高輝度セ], 組頭広志 [PF懇], 小池正記[産総研], 佐藤勇[日大], 下村理[学会会長], 田中健一郎[プログラム委員長], 築山光一[東京理科大], 取越正己[放医研], 中川敦史[学会会計幹事], 生天目博文 [実行委員長], 濱広幸[東北大], 平谷篤也 [HiSOR], 間瀬一彦 [UVSOR懇], 溝川貴司[VUV・SX懇], 山田廣成 [立命館大生命], 山根隆[名大], 渡邊健夫[兵庫県立大]
5. プログラム要綱
・ 13日は, 総会, 特別講演, 市民講座, 懇親会を行う予定です。また, 全日にわたり, 利用者懇談会, 企画講演, オーラルセッション, ポスターセッション, 企業展示, 施設報告を行う予定です。

6. 参加費

	11月30日まで	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。支払いは, カード引落, 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。
- ・ 発表なしで参加登録のみの場合も, 同じく学会ホームページから事前登録し, 支払い手続きを行ってください。
- ・ 11月30日までに支払いを済まされた方には, 事前に予稿集が送付されます。

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:2006年 9月20日(水)
- ・ 申込締切:2006年10月20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: 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 2.0 cm, 下 1.5 cm, 左右 2.0 cm
 - ②1行目左端… 実験を行った施設名(14ポイント)
 - ③2行目中央… 表題(20ポイント)
 - ④3行目… 空ける
 - ⑤4行目中央… 著者名・所属(16ポイント)
 - ⑥5行目… 空ける
 - ⑦6行目… 本文(16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20巻1号(2007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。
- ・企画の提案者は、最初に趣旨説明を行う。
- ・応募先:プログラム委員長(田中健一郎, tanaka@sci.hiroshima-u.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：10月2日（月）17:00（厳守）

12. 会場へのアクセス, 交通のご案内

- ・ JR広島駅から

路線バス(所要時間20分):南口バス乗り場A-3ホームより、広島バス24号吉島営業所または吉島病院行き「平和記念公園」下車すぐ。

市内電車(所要時間20分):広島港(宇品)①行「袋町」下車、徒歩5分、西広島(己斐)②、江波⑥、宮島行「原爆ドーム前」下車、徒歩5分。

- ・ 広島空港から

リムジンバス(所要時間65分):空港ターミナルビル1階到着フロアー2番ホームより、広島バスセンター行「終点」下車、徒歩約5分

タクシー(所要時間50分)

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

退職にあたってのご挨拶

安藤正海

放射光研究施設の建設から27年にわたりPF管理者、事務、同僚、共同利用の皆様のご指導、ご鞭撻のおかげで恙無く過ごすことができました。有難うございました。ここに厚く御礼申し上げます。

1979年4月に放射光実験施設に入所しました。当初は光源系に参加させて頂きました。放射光実験室デザインが最初の仕事になりました。放射光利用を待ち焦がれていらっしゃる菊田惺志先生、石井武比古先生を初め多くの研究者にお訊ねして実験ホールの面積、床加重、床材、ビームライン高さ、天井高さ、クレーンの容量、ホイスト高さ、空調の有無、制御温度範囲、騒音対策、床にピットを設けるか否か、放射線管理のための出入り口仕様、当番の居場所、研究棟との位置関係などのパラメーターを決める作業に従事しました。その頃ドイツから放射光利用経験のあるSPIEKER Peterさんが加わりポケット計算機でリングトンネルと実験室を隔てる放射線シールド形状をミクロンの精度！で決めてくれました。基本パラメーター決定は首尾よく行って当たり前、万が一しくじったらクビですから気が抜けない日々がかなり長く続きました。幸いシールド位置設定は間違っていなかったようで胸を撫で下ろしております。

放射光実験施設長の高良和武先生が電電公社通信研究所の建設を数多く手がけた設計者をお招きになり、建物に関する豊富な経験談を聴かせて頂いたことも大いに参考になりました。実験ホール全体のコンセプトに関しては東大物性研時代に通った日本原子力研究所東海研究所2号炉、3号炉実験ホール、英国Daresburyでの実験で見たNINAリングの実験ホール、IBM時代に利用にあたり交渉に通ったStanford放射光プロジェクトの実験ホール、佐藤繁さんの計らいによる放射光実験のINS-SORなどが頭にありました。設計にあたり、これらを参考にさせて頂きました。測定器研究系主幹の佐々木泰三先生にご紹介頂いた建築研究所の専門家をお訪ねし放射線と床材の関係も教えて頂きました。光源研究系主幹富家雄先生をリーダーとする光源棟全体のデザインに関してはコントロール室上部を総ガラス張りにして星が見える案、光源棟の屋根を自動車駐車場とする案、太陽光発電パネルを並べる案などが競い合っていました。質素な現在の形に落ち着くまで光源系スタッフは施設とのやりとりを楽しんだのではないのでしょうか。

後には研究棟のデザインの話もありました。Cottle Roadに面したIBM San Jose研究所、PFより早く建設が始まっておりましたBrookhaven国立研究所放射光研究施設、稼働中のDESY放射光施設、Paris SudキャンパスにあるDCI放射光研究所などを見学したことが大いに役立ちました。研究棟は光源棟を取り巻く形の設計にしたかったです

が、富家先生は「お前たちは将来がないと考えて今すべてを造ろうとするのか？将来伸びるつもりであれば小さくスタートしろ」とのたまったのでした。神の声を感しました。さらに「贅沢な実験室空調は不要！スタンフォードを見よ。暑かったら裸で実験しろ」ともいわれました。“ユーザー性悪説”を標榜する富家先生らしい弁でしたが優しさも感しました。物性用実験ホールは高い精度で空調する必要があることを本当は分かっていたようです。どのくらい“追求に耐えられる”かテストをされていたように感じます。結果として世界最高性能の実験ホールを作ることができたのでした。これらはいずれも加速器屋さんと物性屋との色々な面での楽しい闘ぎあいでした。SPRING-8を含めてこの後に完成した放射光施設は利用者優先の施設としてさらに進化したように思いました。

1982年3月の放射光試運転時に佐藤繁さん、前澤秀樹さんたちが製作したBL12基幹チャンネル用ハッチにおいて初めて放射光が取り出され、中原和夫さんのお勧めで急遽用意したシリコン単結晶の回転ラウエパタンを報道陣にお見せすることになり、雨宮慶幸さんが説明役としてNHKニュースに登場しました。以後PFはビームライン建設ラッシュに沸きました。太田俊明さんがVUV・軟エックス線関係のとりまとめ役、松下正さんがエックス線光学系設計とビームライン設計・建設の中心でした。佐藤能雅さんがインターロック全般の設計を行ない、小菅さんたちと立ち上げを行ないました。ボクもBL-15B、BL-14、BL-6の設計に従事しました。三国晃さんがBL-6建設の指揮をとりました。山川達也先生のおかげでBL-14に超伝導縦型ウイグラーという世界の名機が建設されたこと、設計に関わったBL14を最近利用させて頂いております。縦型偏光の素晴らしさを楽しませてもらい誇りを感じ、また感謝の気持ちでいっぱいです。当時はHe自動回収システムが導入される前でした。利用者の要望が強かったので土日も運転されることになり測定器研究系から何人か交代で光源棟地下へ運転応援に通ったこともありました。この垂直偏光を提案された高良先生、飯高洋一先生、菊田先生、千川純一先生たちとその提案を受けた富家先生など遠くを見る力がそなわった優れた先人たちがあったことに感謝しております。

1985年からはARの基盤整備とビームライン建設に従事しました。高エネ研所長の西川哲治先生から所内予算をつけて頂き、偏向電磁石放射光利用のテストビームライン（1990年にランチビームラインへ分ける大改造に伴い名称NE5へ変更）建設に参加しました。神谷信夫さん、兵藤一行さんが1985年にビームラインの線引きを担当してくれたことが昨日のように想いだされます。超高压グループの要請を受けて飯田厚夫さんがNE5用インターロックの設計・整備と超高压グループ用ハッチNE5Bの設計を担当しました。テスト運用が始まってからは、飯田さん、佐藤昌史さん、兵藤さん、亀卦川卓美さんを中心に運転当番が行なわれました。かくてAR放射光利用の実績が短時日でできましたので施設長の千川先生によって概算要求が行なわれ1987年度に予算化されました。NE1（円偏光ウイ



「エックス線、中性子線を用いた画像と光学系の役割」と題して退職記念講演会で講演する著者。

グラマー (EMPW) 放射光利用), NE3 (真空封止アンジュレーター放射光利用), NE9 (偏光電磁石放射光利用) が建設されました。前 2 者は世界初の栄誉を担う、文字通り光輝やく挿入光源です。北村英男さん、山本樹さん、塩屋達郎さんたちによって建設されました。この幸運に感謝せざるを得ません。世界初 EMPW (円偏光マルチポールウィグラー) は坂井信彦さん、塩谷亘弘さんたちの要請で建設されました。この光を利用するビームライン NE1 は河田洋さんが設計・建設を担当しました。EMPW の利用としては磁気コンプトンによる Fe 磁性電子の異方性測定が光ります。Phys. Rev. Lett に発表され、共著者にして頂き、誇りに思っています。また世界初エックス線領域アンジュレーターは菊田先生と研究室の意向を受けて作られました。これ用のビームライン NE3 は張小威さんが担当しました。張さん、杉山弘さんによって世界一輝度のメスバウア散乱スペクトルが得られました。2 編の Phys. Rev. Lett として結実しました。共著者にして頂き有難いことです。これら 2 本の放射光に誘われて実験のために海外からも盛んに来しました。

1990 年に MR (トリスタン main ring) 放射光利用のために大隅一政さん、鎌田進さん、山本さん、杉山さんからなる MR 高輝度放射光推進室 (略称: MR 推進室) を所内措置で作って頂きました。当時の所長菅原寛孝先生と千川先生のお考えで、MR を放射光リング化する計画が進みました。ところが 1992 年 9 月に突然、「MR は B-factory へ転換することになった」と所長から告げられ、急転直下 MR の放射光源化は夢物語と化しました。お情でトリスタン計画終了後の 1995 年 6 月から半年間 MR を放射光リング化してよしいと認められ MR 改造と超高輝度放射光利用研究に従事させて頂きました。山本さんによる世界最高輝度エックス線アンジュレーターの建設に合わせて杉山さんがビームラインを完成させ、東の間でしたが、最高輝度エックス線の威力を楽しむことができました。これは SPring-8 の完成前でした。世界競争の真只中における日本の放射光科学にとって貴重な経験ではなかったでしょうか。次の年度の終わりをもち MR 推進室は解散しました。

私にとりましてビームライン建設に従事した期間は 19

年間になります。PF, AR, さらに MR を経験させて頂くことができました。世界の第二世代、第三世代放射光源がほぼ出揃う時代と符合します。お陰さまで色々な新しい技術の開発と科学の誕生に巡り合わせることができました。また、これらの作業を通して素晴らしい人たちとの出会いがありました。この幸運に感謝したいと思います。

さらには 1989 年に発足した総研大のお蔭で学生との研究を楽しむことができました。発足当時は放射光学会と総研大には賞が無かったので、初期の学生たちは受賞の機会がなかったのですが、最近、賞が充実してきたおかげで、私たちの学生がいくつか受賞できました。Maksimenko Anton 君: 2003 年度「放射光学会ポスター賞」; 島雄大介君: 2004 年度「放射光学会ポスター賞」, 島雄君: 2005 年「応用物理学会論文賞」, 橋本英子さん: 2005 年度「放射光学会ポスター賞」, 島雄君: 2005 年度「総合研究大学院大学研究賞」。指導者としては嬉しくもあり、誇りに思っています。

3 月になりまして放射光研究施設としての送別会、さらに PF の飯田、山本、小林克己、筑波大の大塚定徳、東大の杉山和正の先生方を始めとします発起人のご尽力によります講演会と懇親会が催され招待を受けました。感謝にたえないところです。

4 月から東京理科大 DDS (drug delivery system) 研究センターに勤めております。精度高くガン位置を決める医用画像の開発を進めて行きたいと思っております。そのためにも利用者として放射光利用研究に勤しみたいと希望しております。どうぞよろしくお願ひします。最後ですが PF と PF スタッフおよび PF 共同利用研究者ならびに PF 利用の学生が益々発展されることを祈念したいと思います。

現) 高エネルギー加速器研究機構・名誉教授
東京理科大学・総合研究機構・DDS 研究センター・教授

退職にあたって

大隅一政

1) はじめに

この 3 月末に定年退職致しました。思えば '85 年 10 月からの長きにわたり、KEK 及び PF の関係の皆様方には大変お世話になりました。誠に有り難うございました。

私が PF に係る契機となったのは '79 年に遡ります。この年に当時東大鉱物の竹内慶夫教授の下に関東地方を中心として鉱物の結晶学的研究に係る人々がワーキンググループ (WG) を結成しました。私はそれ以前から東大薬学部の故飯高洋一教授から放射光施設建設の話を知っていたこともあり当初からグループの一員として活動することになりました。この WG と PF スタッフの協力によって PF 初の 4 軸回折計が '82 年に BL-10A に建設されました。当初はユーザーとしてこの回折計を使って異常分散効果を利用して (Pb,Bi) が固溶するサイトを含み、これによって様々な超構造を呈する硫化物の解析等を行いました。しかし、WG 参加当初より私自身の希望は放射光の白色性を活かし



「鉱物と結晶と結晶学」と題して退職記念講演会で講演する著者。

たラウエ法による微小領域の回折実験を実現することでした。そんなことを考えながら '85 年 10 月に PF に移りました。

2) 装置及び解析法の開発

'87 年度に科研費を得て、先ず極微小結晶の解析を目指して当時筑波大の大政正明先生及び大学院生の萩谷健治君、東大の宮本正道先生等と共に開発研究を始めました。当時は既に第 3 世代の放射光施設の建設が世界各地で検討され、微小結晶の解析がどこまで可能であるかといった研究が DESY, NSLS, SSRL 及び CHESS の施設を利用して行われていました。中でも印象的であったのは、'84 年にハンブルグで開催された第 13 回国際結晶学連合会議 (IUCr) において、ミュンヘン大学の H. H. Schulz 教授等が最長辺 $6\ \mu\text{m}$ の蛍石 (CaF_2) から回折強度が得られたという報告でした。その後も如何に微小な結晶からの回折が得られるかという開発競争が各地の施設を利用して行われていました。この様な背景の下に我々は上述の通り白色 X 線によるラウエ法を採用し、空気による散乱を軽減するためにカメラ全体を真空槽中に設置しました。この装置を用いて '91 年には直径 $0.8\ \mu\text{m}$ の球状モリブデン (Mo) からのラウエ像を得る事に成功し、これは当時のチャンピオンデータとなりました。このデータを解析した結果、この結晶は双晶 (所謂 spinel twin) をなしており更に微小な結晶粒からの回折強度が得られたこととなります。そして '90 年には再び科研費の補助を受けて回折装置を一新し、ほぼ現在の形になりました。

微小領域の回折実験は種々の光学素子を用いて集光するのが普通ですが、我々は手製のマイクロピンホールを試料前に設置して行うこととしました。これによって試料位置でのビーム径 $1.6\ \mu\text{m}$ 、ビームの発散 $40\ \mu\text{rad}$ を達成することができました。岩石・鉱物試料は通常はガラス基盤上に $20\text{--}30\ \mu\text{m}$ 厚の薄片状に成形されています。この様な形状の試料に対して、多くの場合は偏光顕微鏡による観察・同定、EPMA による組成分析、マイクロラマン分光等が行われますが、何れの場合もミクロン程度が観察下限であ

り、その程度の微小領域を X 線回折法の対象とすることができれば、これらの手法で観察した場所と全く同じ場所から回折像が得られることとなります。

3) 地球圏外物質の研究

本格的に地球圏外物質を研究対象としたのは、'92 年の東大大学院理学系研究科の重点化に伴って新たに設置された併任部門の鉱物学専攻の教授となり、更に '94 年度の科研費海外共同研究を得てからになります。それ以来の米国航空宇宙局 (NASA) ジョンソンスペースセンター (JSC) の Michael E. Zolensky 博士との共同研究は現在に到っております。JSC の惑星探査部門では、アポロ計画による月の試料をはじめ、高空での惑星間塵の収集、或は隕石を数多く収集しています。最近では '99 年に打ち上げられた探査機が彗星 (Wild2) の噴出物質を収集して、今年 1 月には無事に捕獲物を地球に持ち帰りました。これは目標を定めて試料収集を図って成功した例としてはアポロ計画以来のものです。来年には我が国の探査機ハヤブサが小惑星イトカワの試料を地球に持ち帰ることが期待されています。

NASA/JSC との共同研究は暫く続くこととなりますので、今年 11 月につくばで開催される第 7 回アジア結晶学会と日本結晶学会年会の合同会議を終えることができれば、その後当分の間はヒューストンの JSC に移って彗星等の地球圏外物質の解析を行うこととなります。

4) 共同研究者の方々

装置開発時以来の方々に M. E. Zolensky 博士を含めて 4 名の共同研究者に加えて、これまでに高工研の受託院生等として (敬称略)、高瀬俊朗 (東大院・理)、清水川豊 (COE 研究員)、内田正哉 (総研大)、須田昇 (京大院・理)、黒田真二 (東大院・理)、逢阪敬信 (東大院・理)、向井雅恵 (東大院・理)、斉藤晃宏 (COE 研究員)、三河内岳 (東大・理)、宮田義一 (総研大)、日下勝弘 (学振研究員)、中川武志 (研究機関研究員) 等 (括弧内大学院名は当時の出身所属大学) の大学院生、ポスドク及び助手といった若い方々が参加し、これら若い力によって研究を推進することができました。この場を借りて各出身所属大学の先生方も含めて彼等に御礼申し上げます。これらの方々はその後、民間を含めて各研究所等で活躍されています。

5) その他の事々

'85 年に PF に移って以来、様々な経験をする機会を与えられ、今となっては良い思い出となっております。例えば赴任して半年後から当時の千川純一施設長の下で旧測定器系の会計の役を引き受けた時のこと、連日深夜に及んだ予算会議が思い出されます。あの頃は今とは全く違った空気が流れていました。また、光源系主幹の富家和雄先生のお誘いで、日本放射光学会設立の WG の一員として活動できたことは、滅多に無い機会でもあり今でも良く記憶しております。

また、主幹としては法人化に向けた仕事も経験し、その

3年間そしてその後も秘書室の森史子さん、高橋良美さんには大変お世話になりました。有り難く感謝しております。PFは良くも悪くも所帯が小さいため、他分野の碩学が直ぐ近くにおり、彼等と気楽に専門外の話ができる等、楽しい時を過ごすことができました。私の周辺にいてお付き合い下さった方々に感謝致します。

最後になりますが皆様方の研究の今後の増々の発展を祈念しておりますことを申し上げます。

現) 高エネルギー加速器研究機構・名誉教授
総合研究大学院大学・名誉教授

SRI2006に参加して —軟X線領域の最先端研究—

奈良先端科学技術大学院大学 松井文彦

1. はじめに

SRIへは初めての参加です。大型の国際会議といえこれまで VUV や IVC など、放射光ユーザーが科学を議論する場に出席してきました。最近、立命館の放射光施設で小さいながらも軟X線のビームラインを立ち上げています。また、第四世代の放射光計画を我々のコミュニティがどのように推進していくのか勉強したい、と考えていましたので、今回の SRI2006 はちょうどよいタイミングでした。軟X線領域の研究発表についてレポートを、とご依頼いただきましたので、自分の理解する範囲内で感想を交えながら紹介していきたいと思います。

2. 分科会の分類

発表件数 799 件 (うち口頭発表 225 件, ポスター発表 574 件), 26 カ国から参加者総数 813 人 (うち学生 85 人), 4 日間に亘り 4 つの平行セッションがありました。プログラムは比較的良好に配置され、また会場が市街から少し離れていることもあり、おかげで連日朝から夕方のポスターセッションまでみっちりと呼詰状態で講演を聴くことになりました。時差がなかったことに感謝です。

施設・ビームラインの報告、検出・測定の新手法の紹介、物質・生命科学の研究成果など、諸分野にわたる講演は 17 のテーマに分類されました。そのうちの "Magnetism and Spintronics", "Micro / Nanoscopy", "SR for Nano Science and Technology", "Time-Resolved Techniques", "Surface and Interface Analysis" のセッションを中心に聴いて回りました。それぞれのテーマでは波長は硬も軟もごちゃ混ぜ、ちょっとした異文化交流といった趣もあり、新鮮な話題にもめぐり合えました。

3. State-of-the-art の Science

3.1 エネルギー分解能: meV から μeV へ

いまや性能の良い分析器と明るいビームラインをそろえて高エネルギー分解能の環境を実現しても、それだけで

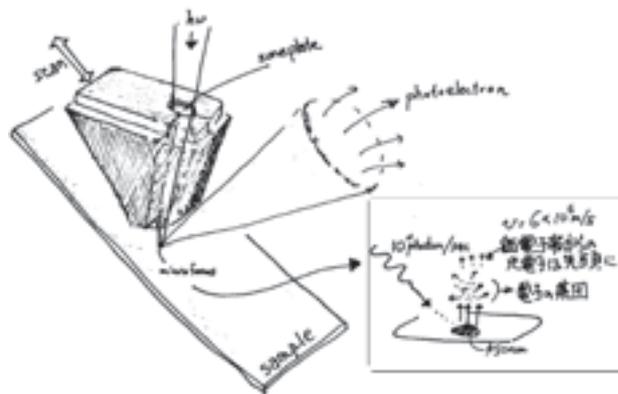


図1 「nanoARPES」: E. Rotenberg さんの講演から。

はものめずらしい、とはいえない時代です。基調講演で谷口先生 (広島大) がエネルギー: $600 \mu\text{eV}$ と波数 0.004\AA^{-1} の分解能の世界を紹介されていました。高温超伝導体の Fermi 準位近傍の電子状態測定の終状態効果の影響を例に、放射光のエネルギー可変性の重要性を説かれました。また菅先生 (阪大) が硬X線の高エネルギー分解能測定 ($68.5 \text{ meV}@7932 \text{ eV}$) について紹介されました。今回の会議では、エネルギー分解能を生かした研究といえば、このトップランナーの講演二件以外に目立った話はなく、行き着くところまで来てしまった感がありました。

3.2 空間分解能: μm から nm へ

最近流行の Kirkpatrick-Baez mirror を取り入れ μm オーダーに焦点サイズを絞る研究も数多くありました。軟X線の領域でも雨宮さん (KEK) が招待講演で BL-28 やマイクロフォーカスのビームラインについて紹介され、今後の期待を集めていました。

また、軟X線の領域では、Rotenberg さん (LBNL) の FZP を用いた nanoARPES が印象的でした。10 μm の分解能 ($\Delta E=1 \text{ meV}$) による Bi2212 の組成分析や HOPG の domain ごとの Fermi 面観察を紹介されていましたが、現在 50 nm 分解能 ($\Delta E=8 \text{ meV}$) の装置に取り掛かっているとのこと。以前、高エネルギー分解能化の際に space charge 問題が議論になりましたが、空間分解能向上の際も同様です。講演では先回りし、焦点から飛び出す光電子の運動シミュレーションを提示していました。真空中に飛び出した二次電子同士はお互いにぶつかり合いながら進むため、運動エネルギー分布がばやけてくるものの、価電子帯からの光電子はその先頭を走っているため、そうしたばけの影響は無視できる、という主張でした。

3.3 深さ方向の分解能: nm から pm へ

この会議を通じて、Nano science 分野での放射光の強みはむしろ深さ方向の原子オーダーの位置分解能にあると、気づきました。X線定在波を磁性多層膜の磁気構造やアルカンチオール自己組織化膜の吸着構造解析へ適応した Mun さん (ALS) も招待を受けて話をされました。尾嶋先生 (東大) の各種 perovskite 膜の PEEM 観察は

combinatorial 手法の導入で界面の電子状態を引き出す有効な手段になっています。硬X線ですが、小野さん (KEK) も埋もれた界面 (Spring-8 のロゴマーク) の視覚化や 100 nm の領域からの XAFS 測定の例を紹介していました。また武田さん (奈良先端大) は半導体の反転層に閉じ込められた電子の運動 (サブバンドの分散) と軌道の対称性を豊富な角度分解光電子分光のデータで明らかにしました。

他方、光 in - 光 out の手法は自分にとってなじみがなかったもので、新鮮でした。有機分子膜の構造評価の手段としての斜入射硬X線散乱 (GIXS) の研究が多数ありました。分光器を通った光を試料に照射するのが定石ですが、X線回折では、focus を優先し、試料に照射した後で分光することができます。Kazimirov さん (CHESS) はこの逆転の発想で high angular resolution diffraction を実現しています。軟X線では元素選択性がある共鳴X線散乱の電荷・スピン・軌道整列を in situ で追う研究 [Huang さん (NSRRC) や Koo さん (PAL)] に興味を持ちました。特に Lee さん (APS) は多層膜スピンバルブ Co /Cu /NiFe を対象に、回折ピークごとの共鳴軟X線散乱測定から層別の磁気情報を引き出す手法は今後の発展が楽しみです。

3.4 時間分解能 : ps から fs へ

この会議で keyword の一つが Time-resolved Techniques, 特に磁性の dynamics であった、という印象があります。SRC・APS・CLS・ALS・SLS ほか各放射光施設での時間分解測定の紹介がありました。Heigl さん (W-Madison 大) は XEOL (optical luminescence) 信号を trigger とし、SR の bunch 信号までを時間を測ることで計測効率を上げ、ns オーダーの発光過程を追跡していました。Van Waeyenberge さん (Ghent 大) は magnetic scanning microscopy の例を、Raabe さん (PSI) は PEEM によるサブ ns の vortex の磁区移動の例を紹介していました。

LBNL からは「ps の壁を破る」と題して Scholl さんが vortex の磁区の運動や緩和の観察について紹介されました。SR の bunch 信号ではなく、laser のパルス信号 (~5

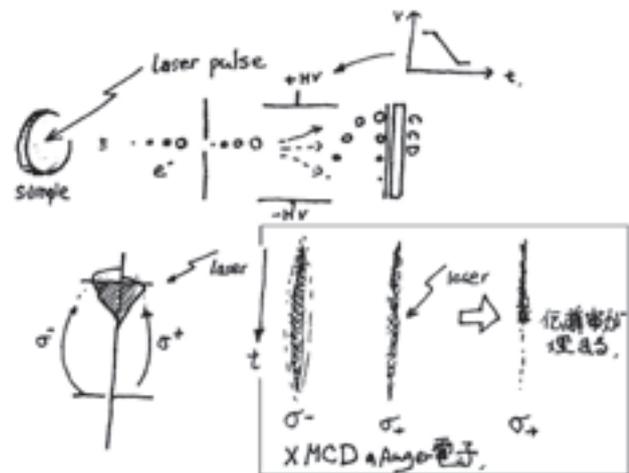


図2 「Streak camera で ps の壁を破る」: Young さんの講演から。



図3 街中にある薬令西門。大邸市内には何百年と続く市場や各種問屋街が入り乱れ、文字はさっぱり読めないもの、活気がつたわり、面白かったです。

kHz) に streak camera を同期させる方式です。光 in - 光電子 out の実験ですが、特に XMCD をみる場合、スペクトル全体を測定せずとも resonance ピーク変化だけを見ればいい、という点を上手く生かしています。同じく LBNL の Young さんの 800 fs の分解能を達成した話は印象深いものでした。

4. 第四世代の位置づけ

以上、軟X線領域の「最先端の研究」を紹介してきましたが、これらは第三世代 SR で花開いている分野であり、それに呼応してフランスの SOLEIL, イギリスの DIAMOND, オーストラリアの AS (次回 SRI2009 の開催予定地), など世界各地で SR 施設が建設されています。

軟X線の領域の研究者の間では、「まだ第四世代の光をどのように使ったらよいものだろうか、できてみないとわからない」といった声が多かったように思います。基調講演で示された coherency を特色とする第四世代 SR を見据えたテーマとして硬X線領域では先の GIXS や石川先生 (理研) の nanoscopy と超解像アルゴリズムによる単分子 hologram などの提示がありました。軟X線領域でも、今回の会議では、こうした実験をヒントに新手法が提案されるでしょうか。

5. そのほか

5.1 ポスター発表とポスター賞

都合の良い言い訳なのですが、今回、ポスター発表の部門で参加したため、同じ軟X線領域のポスター発表はなかなか見て回る時間がありませんでしたので、内容紹介は割

(Footnotes)

¹ 他の受賞者は硬X線用のミラー作成 (湯本さん阪大), Femto 秒パルス電子・光子源 (Rimjaem さん, Chiang Mai 大), アンジュレータの磁場補正 (久岡さん, 兵庫県立大), X線 3D- リソグラフィ (Heussler さん, Singapore 大)。

愛させていただきます。

ポスター発表の部門では、五件の発表が学生さんの中から選ばれ Highest presenting award として表彰されました。軟X線領域からは、手前味噌になりますが、二次元光電子分光ビームライン建設（高橋さん、奈良先端大）が受賞しました。他の四件は硬X線領域や光源系のお仕事をされている方々¹でした。総じて装置開発のオリジナルな部分が評価されている印象でした。

5.2 企業展示

38社の企業展示がありました。今回、初の試みですが、企業からの口頭発表の時間が設けられました。ポスター発表の時間と重なり、参加できませんでしたが、「競争社会」にいる我々ユーザー側の視点からは見えない放射光コミュニティの到達点・問題点を客観的に指摘してもらえたら面白いのでは、と思っています。

5.3 ABSTRACT は CD

タイトルだけのプログラムとアブストラクトを取めたCDが配布されました。事前に abstract を on-line で予習することができたのですが、なかなかそのような余裕は正直なく、パラレルセッションが多く、多少戸惑いました。あとでCDの内容を確認するとアクセスできない abstract が少なからずありました。こうした問題はあつたものの、鞆は軽くなるなど利点も多く、この流れは歓迎されるでしょう。（文中のスケッチも著者による。）

SRI2006 および ISPCI に参加して — イメージングを中心に —

東京大学大学院新領域創成科学研究科 百生 敦

韓国へ出かける直前にこの原稿の執筆の依頼を受け、いつもお世話になっている PF に対して少しでもお役にたてればと引き受けたが、広い分野にまたがる学会の報告となるとたやすい作業ではなく、早速後悔もした。X線分野ということでの依頼だったが、小生は一貫してイメージングに関するセッションに参加したこともあり、ここではイメージング分野の動向を報告したい。また、SRIに続いて、その翌週到北京にて ISPCI が行われた。正確には International Symposium on the Methodological Study of Phase Contrast Hard X-Ray Imaging of Nanobiological and Medical Samples with Synchrotron Radiation である。小生はこれにも参加したので、その様子もこの機会に報告したい。

SRI2006 では主に Micro/Nanoscipy と Life and Medical Science のセッションに出席していた。以下、主観的にはなるが、印象に残ったことをまとめる。

XFEL は放射光科学分野に身を置く研究者の共通の関心事であろう。ドイツの FEL の現状を報告した Feldhaus の基調講演はいよいよ現実感を与えるものであった。test



写真1 バンケットの様子

facility が稼動を始めているが、本年4月に FLASH と改名され、同じく4月に 13.1 nm (~μJ) および5月に 25.5 nm (> 10 μJ) で発振したとのことである。既にパイロット実験が行われており、イメージングにおいては、ここ数年注目されている回折顕微鏡が早速試された。近く第二回目の国際課題募集を行うようである。

Micro/Nanoscipy のセッションに移り、まずは軟X線顕微鏡の空間分解能記録更新の話題が Cao (LBNL) より示された。製作方法を工夫したフレネルゾーンプレート (FZP) を用いて、15 nm から 10 nm に到達しようとしている。ただ、X線顕微鏡分野のひとつの傾向として、硬X線の使用が進んでいることが挙げられる。硬X線の FZP の普及が進み、各放射光施設において硬X線顕微鏡のアクティビティが確保され、専用ステーションとして整備されているところも少なくないようである。また、ミラー光学系 (KB ミラーやウォルターミラー) およびX線屈折レンズを用いる試みも堅実に進められており、且つ、魅力的な成果が発信されている。硬X線利用の背景には、位相コントラストの利用がどの研究においても前提になっている。加えて、トモグラフィによる3次元観察も標準的に議論される段階に入っていると感じた。さらには、高速イメージングの試みも、それに続くトレンドとして始まっている。回折顕微鏡に関しては、Jacobsen (Stony Brook Univ.) からレビュー的な発表があつたが、最近になって議論が一段落している感がある。

Life and Medical Science セッションのイメージングに関連した発表では、乳癌診断応用が ELETTRA で今年の3月に開始されたことが最も注目すべき話題であった。伝播による位相コントラストを利用して、これまで9例をこなしている。今後2年で100例を予定しているそうである。臨床応用以外では、in vivo の動物実験として、肺の aeration (Kitchen, Monash 大) や、昆虫体内の空気や食物の transport (Lee, APS) を観察している研究がおもしろい。X-ray particle image velocimetry を血流計測に応用する試み (Kim, Postech) も興味深い。応用が広がってくると、その技術分野の進展もさらに促進されることになるであろう。



写真2 ISPCI (北京) の参加者

位相イメージング手法開発の最近の動向としては、透過型回折格子を用いる微干渉法が新しいアプローチとして注目される。PSI の David と筆者が研究を推進しているが、議論した印象では、今後この方法を採用するグループが増えそうである。

週末は大邱からソウルに移動して、非武装地帯の見学に出かけた。日本で感じるのとは違った形で問題の現実と解決への希望に触れた気がした。が、深く考えるまもなく、ISPCI に出席するために慌しく北京に飛んだ。

ISPCI は当初 SRI のサテライトということだと思っていたが、結局は独立のシンポジウムとして企画されたようである。イメージングに特化したプログラムになっており、SRI のセッションとは違った雰囲気、深い議論を行うことができた。SRI の報告との重複を避け、いくつかの話題を拾いたい。

X線を集光する新しいデバイスとして、多層膜ラウエレンズが APS で研究されている。約 20 keV の硬 X 線に対して、20 nm を下回るサイズで集光に成功しているようである (Maser, APS)。また、硬 X 線用 FZP はスパッタ・スライス法によるものが知られているが、Yun (Xradia) は重ねあわせによって厚いパターンを実現するアプローチを検討しているようである。Nugent (Melbourne 大) は X 線の波動場伝播に関する統一的な理論記述を示し、筆者にも非常に参考になった。Wu (Alabama 大) は位相回復に吸収 (コンプトン散乱) も併用するアイデアを示した。高エネルギー領域では、コンプトンコントラストが重要になると筆者は考えており、重要なアプローチに発展する可能性がある。シンポジウムが行われた中国には学術的に貴重な化石試料が存在する。Li (BSRF) による観察成果などは、放射光イメージングの際立った応用例であろう。

イメージングの重要性は放射光科学分野においてよく強調される。様々なイメージング技術が開花している。しかし、それに比例した (あるいは指数関数的に広がる) 応用研究には必ずしも結びついていないと思う。この問題を再び感じつつ帰路についたが、放射光イメージングの発展のためには必ずここにブレークスルーが必要である。

SRI2006 報告 —放射光源と挿入光源を中心に—

放射光研究系 土屋公央

5月28日から6月2日まで韓国の大邱 (Daegu) で第9回 SRI2006 が開催されました。放射光源系からは私を含めて4名が参加しました。私はあまり知らなかったのですが大邱は釜山から車で1時間ほど離れたところにある都市で韓国第3の人口を持つ活気にあふれた大きな街でした。

写真は会議が開催された大邱の中心地にある観光地の葉草記念館内にある葉令門です。この付近は高麗人参をはじめとする薬草の大きな市場があり、会議の合間に訪れました。私たちが出会った大邱の人達は大変親切で楽しい時間を過ごすことができました。

ここでは私の SRI2006 の印象を放射光源と挿入光源を中心に報告します。

放射光源のセッション (SR-sources and Advanced Sources) は2日にわたって開催された。初日は新放射光リングの状況、Top-up 運転、短パルス光の発生等のトピックスが報告され、2日目は X-FEL プロジェクトと ERL 等のリング型プロジェクトについて報告された。まず、新たに建設された放射光リング SOLEIL と Diamond のコミッション状況が M.Coupric と P.Walker によってそれぞれ報告された。これらは PF と同程度の電子ビームエネルギーをもつ第三世代リングであり、SOLEIL は 2.75 GeV、Diamond は 3 GeV である。SOLEIL は会議期間中も立ち上げの最中であり Diamond では SRI 直前に電子ビームの蓄積に成功したところであった。SOLEIL では 2007 年から 4 本の ID ビームラインを使う予定で建設が進められていた。これらの挿入光源はタイプも目標波長域も異なり、周期長 64 cm の電磁石円偏光型から周期長 2 cm の短周期真空封止型などを使い赤外線域から X 線領域まで非常に幅広く利用することを意識しているようであった。

短パルス放射光の発生についてはいくつかの報告があっ



会議が開催された大邱の中心地にある、観光地の葉草記念館内にある葉令門。

たが、このうち BESSY の K.Holldack は "femtosing" によって取り出した電子ビームを楕円偏光アンジュレータに通し 100 fs 程度のパルス X 線を発生し pump-probe 実験に利用していると報告していた。

2 日目の X 線 FEL 計画に関しては現在世界で進行中の DESY, SLAC, 理研・SPRING-8 の各プロジェクトについて報告がなされた。DESY の VUV-FEL 施設 (FLASH) では現在のところ最短波長 13.1 nm までの FEL 発振に成功しており、32 nm 光でのユーザー実験も行われていた。また 700 MeV の超伝導 LINAC を 1 GeV にすることで 6.5 nm での発振を狙うようである。理研・SPRING-8 ではプロトタイプ FEL 施設の建設が終わり、入射器 LINAC の調整が進んでいた。2010 年までに 8 GeV の LINAC を建設し X 線 FEL 目指すそうである。また、SLAC の LCLS 計画では X 線 FEL に必要なコンポーネントの建設が着々と進んでいるようで、2008 年には最終の LINAC とアンジュレータのコミッショニングを行い、2009 年から X 線 FEL の実現を目指すことが報告された。

ERL を含むリング型光源の展望については K. J. Kim がレビューを行った。時間の大半は第三世代光源の進歩に関するものであったが、最後に "ERL は回折限界に達した超短パルスのインコヒーレント放射光源として究極の性能を約束する" といっていたことが印象に残った。ERL 光源の計画としては Cornell の ERL プロジェクト、Daresbury の 4GLS プロジェクトや Budker 研究所の Kulipanov の提案した MARS などが報告されていた。このうち 4GLS は ERL と FEL を複雑に組み合わせたもので、赤外線から 100 eV までの領域は FEL でカバーし、1 keV までを ERL で発生する計画である。

挿入光源のセッションでは 2 ~ 3 GeV クラスの中規模リングから 10-20 keV 領域の X 線光源を実現できる短周期挿入光源に関する報告に注目した。周期長 2 cm 以下の真空封止型アンジュレータの実現が各施設で進められており、PF リングでも去年秋から SGU#17 (周期長 16 mm) が稼働を始め、今年は夏に SGU#03 (周期長 18 mm) が導入される予定である。

この短周期アンジュレータ技術の発展として、超伝導や低温技術の応用による挿入光源開発の現状報告が口頭発表でも多く取り上げられていた。

理研・SPRING-8 の H.Kitamura は、永久磁石を液体窒素で 140K 程度に冷却することで磁気特性が大幅に向上することを利用した SPRING-8 での永久磁石型低温アンジュレータの開発状況について述べ、BNL の T.Tanabe は、やはり低温-真空封止アンジュレータとして NSLS に入れた X25 アンジュレータ (周期長 18 mm) について報告した。どちらも真空中で磁石を冷やした状態のまま磁場測定するための多くの工夫が凝らされていた。

一方、超伝導を使った真空封止アンジュレータの開発報告について列挙すると、ACCEL 社の A. Hohl による超伝導アンジュレータ開発の現状、Karlsruhe 大学の R. Rossmanith による ANKA における超伝導挿入光源開発の

現状などがあつた。また、理研・SPRING-8 の T. Tanaka はバルクの高温超伝導材料を用いた新しいアンジュレータの R&D について報告した。

通常の超伝導ウイグラーについては Budker 研究所の N.Mezentsev が、これまでに開発し、多くの放射光施設で採用されてきた超伝導挿入光源について報告した。その他では BESSY の J. Bahrtdt は現在 BESSY で計画中の Top-up 運転に対する APPLE 型の円偏光アンジュレータの影響を検討し、懸念されるアンジュレータ磁場の多極成分の調整方法について述べていた。PF でも現在、APPLE 型円偏光アンジュレータが検討されていることもあり、興味深い報告だった。

BNL 滞在記

放射光科学第二研究系 若林裕助

2005 年 4 月 1 日から 1 年間、山田科学振興財団の長期派遣援助を受けて、米国 NY 州の Brookhaven National Laboratory (BNL) に滞在して研究をしてきました。帰国して、まだ落ち着かないうちのある日、PF ニュースに何か書け、という指令が来ましたので、しばらく駄文にお付き合いください。

受け入れ先は BNL の Physics department の X-ray scattering group。BNL は KEK と同じように、高エネルギー実験の大きなリングと、20 年以上前から動いている第二世代放射光リング National Synchrotron Light Source (NSLS) があります(昔は原子炉もあったのですが、今はもう使われていません)。X-ray scattering group のリーダー John P. Hill とは、私が博士課程の学生のころに村上先生に連れられて NSLS に実験に行った時に顔は合わせていたものの、その後 5 年以上も会う機会が無く過ぎていました。ここ数年はメールも書かずにいたのに、"そちらでやっていたこれこれの実験が面白そうだからやってみよう。こんなのに応募するから、受け入れろ" とメールを書いたら、いやな顔もせず受け入れてくれました。ただし、"これこれの実験は大変だ、こっちのほうが面白いぞ" と、別のテーマに私の興味を上手にそらされました。

X-ray scattering group は 10 人以上いるグループだったのですが、半分以上は soft matter をやっており、私や John と同じく "固体" をやっている人は、私まで入れて 4 人でした。この十数人のグループでビームライン 3 本、テクニシャンとエンジニアが一人ずつ。ビームラインの維持や整備の大部分はテクニシャンとエンジニアでやっているようで、私も "モノクロが動かない" と、エンジニアの Scott を呼んで直してもらったりしました。ビームタイムはなかなか若干余り気味で、7 日欲しい、と言ったら 10 日くれたりしました。PF の癖で、私の実験は昼夜兼行、かなりの密度でやっていたのですが、誰も使っていない様を見ると、深夜まで居座って高密度の実験をするのは馬鹿らし



BNL 入り口付近の電光掲示板

い気分になったものです。NSLS だけではなく、Advanced Photon Source (APS) にも実験しに行きました。こちらは他人のチームラインだということもあり、かなりきちきちの日程の実験で、ある意味居心地が良い実験でした。

やっていた実験は、日本での実験の続きの Mn 酸化物薄膜と、John に乗せられた表面回折実験。表面回折は、自分が担当している BL-4C のユーザーもしばしばやっているにもかかわらずきちんと勉強したことが無かったので、この機会に一通り勉強できたのはありがたいことでした。PF に居るとなかなかきちんと式を追ったりできませんが、BNL ではほとんど学生のような時間の使い方をさせてもらったので、30 年前の論文の式を全部追う、などという事を久しぶりにやっていい勉強になりました。1 ヶ月間計算し続けたら体調を崩しましたが…最後に March Meeting で結果を話して帰ってきました。

生活面では、特に渡米直後と帰国直前に、以前 PF の PD だった南部さんにずいぶんとお世話になりました。彼は新婚なのに、単身赴任していた私をワイナリーに連れ出してくれたり、あるいは一台のレンタカーを共有して使ったり（車は二人とも買ったのですが、social security number が無いと登録できず、この手続きのために 1 ヶ月近くレンタカー暮らしを強いられたのです）。実験が無いときの標準的な一日は、朝 9 時ちょっと前から、夕方 6 時位まで office に居て、その後は研究所内の宿舎に帰宅、適当に自分で料理して…鍋でご飯を炊いたり、狂牛病かもしれない肉を焼いたり…食べて、英語の勉強をして、寝る、でした。週末は、季節によっては家の前にソファを引っ張り出して本を読んだり、何度かは電車でマンハッタンに行ったり。どうにもアメリカ人ほど活動的に動き回れないので、彼らには“仕事ばかりしている”と思われたと想像します。

困ったのは食べ物のまずいことで、果物とパンとハンバーガーは良いのですが、それ以外の、手のかかった食べ物はどうにも好きになれず、気がついたら自然とりんごダイエットのような食生活になっていた時期もありました。おかげで帰国したときには 3kg ほど体重が減っていました。秋に妻が遊びに来たときにお土産で持ってきた、日本のカレールーでカレーを作ったら、その美味しかったこと。

驚いたのは家賃の高さで、最寄りのスーパーマーケットまで 10km ほど離れている、10 年前のつくばのような状態でありながら、家賃は 1 ヶ月 10 万円以上（つくばの 2 倍以上）です。研究所内のアパートでも価格は同じで、完全な赤字出張でした。支給された旅費はすべて家賃に消えて、それでも足りないという状況。おかげで遊びらしい遊びはほとんどしませんでした…もとよりあまり遊びまわる習慣が無いせいだとは思いますが。そのような高額の家賃を取るにもかかわらず、ある日家に帰って一歩踏み込むと“パシャッ”という水音がしたことがありました。ボイラーが壊れて、家中水浸し。1 週間隣の部屋に移住を余儀なくされました。また、部屋の照明のスイッチが壊れたので文句を言ったら、セロハンテープで貼り付けて修理されていた事もありました（2 週間ともたずに再度使えなくなり、交換させました）。他にも色々と“面白い”経験をしました。

応募した時点では、“PF も半年止まっているし、1 年抜けるならここが良いタイミングだろう”などと思っていたのですが、やはり人手不足の PF では、4C, 16A のユーザー、仕事を押し付けられた佐賀山さん（当時 PD、今は東北大多元研助手）をはじめとして、色々な方にご迷惑をおかけしたと思います。応募することを勧めていただいた澤先生と、快く許して下さった河田先生に謝意を表して、この文を終りたいと思います。

ALS in Berkeley 滞在雑記

弘前大学理工学部 遠田義晴

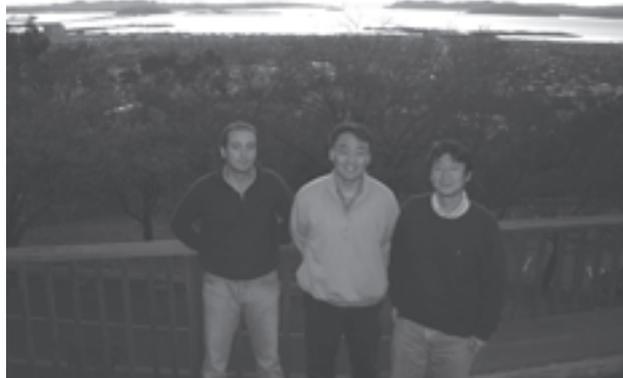
昨年 3 月より 10 ヶ月あまり、米国・Berkeley に滞在し Advanced Light Source (ALS) で実験をする機会を得ました。文科省の平成 16 年度海外先進教育研究実践支援プログラムという少々長ったらしい研究助成（昔の文科省在外研究制度にあたります）に採択されたものです。受け入れ先として C. S. Fadley 教授（通称 Chuck）に快くお引き受け頂きました。ALS に関しては、ブルックヘブンの南部英さんをはじめ、すでに多くの方がこの紙面上でご紹介され [1]、また実際に日本から実験や会議等で多くの研究者のみなさんがいらっしやりに良くご存知かと思いましたが、この執筆の依頼を受けたときは何を書いたらよいものだろうかと考えてしまいました。しかし PF News 愛読者の一人としてたまには何か貢献しなければと思い、生活面を含め滞在中に得た経験や感じたことを雑記として少しばかりご紹介いたします。

ALS は Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) の附属施設です。Chuck は LBNL とカリフォルニア大学 Davis 校 (UCD) を兼任されていましたが、実験の場は主に ALS だったと思います。研究室の学生は UCD の所属で、ALS と Davis は 100km くらい離れています。したがって ALS に常駐の学生は単位を取り終わった 1 人だけで、残りの学生は普段は Davis で授業に出ていました。Fadley

グループは2つのビームライン (BL4.0.2 と BL9.3.2) で全ビームタイムの10数%を得ており、ビームタイムの時は Davis にいる学生も ALS にやってきて泊り込みで実験を手伝うという感じです。また日本から理研の渡邊正満さんがいらっしやっており、Fadley グループや他の ALS グループと実験をされていました。渡邊さんはすでに2年間 ALS に滞在されており、私の滞在当初から渡邊さんが帰国された約5ヶ月間、公私共に大変お世話になりました。

Fadley グループのプロジェクトの一つは、BL4.0.2 のアンジュレーター光を用いて多層膜により定在波を発生させ、表面下数 nm 内部の界面情報を調べることです。非破壊でサブ表面の原子構造が解析でき、とても興味深く実験に参加させていただきました。しかし、南部さんが研究されていた超高速電子検出器は、不具合がなかなか修正されず、滞在中使用できなかったのは残念です。私が行った研究は、Torr 圧力領域での酸素ガス中のシリコン熱酸化を光電子分光でその場測定するというものです。これまで日本で 10^{-6} Torr 領域で実験を行っていましたが、この条件では酸化膜厚 1 nm が限界でした。さらに厚い酸化膜を成長させるためにはより高圧での実験が必要でしたが、現状の実験装置では不可能でした。Fadley グループのもう一つのビームラインである BL9.3.2 には Torr 圧力領域で光電子分光測定ができる装置があります。Fadley グループはアンジュレーター光による実験がメインでしたので、ベンディングマグネットである BL9.3.2 を幸いにも自由に使うことができました。このライン担当の ALS スタッフ Simon とイタリアからのポスドク Max が共同研究者として測定の準備からデータの取得まで懇切丁寧に教えていただき、なんとか実験を行うことができました。滞在中、東大の大学院生の方がこのビームラインで2週間にわたり実験をされていました。しかも自分で得た学振の研究費を利用してです。また多くの若いポスドクの日本人の方に出会いました。日本でのパーマネントの職は今後益々難しくなっていると思いますが、逆に海外に行くチャンスはスポーツの世界同様益々増えるのでしょう。

研究室の学生は大変勉強熱心でした。測定中は総じて時間を持て余しがちですが、みんなテキストを手に勉強していました。また実験でわからないことがあると熱心に尋ねてきます。学生の一人は、高校時代はテレビゲームばかりやって無駄な時間を過ごした、と言っていました。それでも全米でそこそこの名が知れた UCD に入れるのです。学力は高校まではきっと日本のほうがかなり上、大学で追いつかれ追い越されているに違いないと実感しました。そういえば、研究室の学生に限らず、大学近くのカフェでも黙々と勉強している学生が目立ちます。学生が教授に質問するとき、対等に話します。少なくともそのように見えます。教えるものと教わっているものというふうには見えません。しかし学生が教授に気を使わないかといえば、そんなことはありません。LBNL 内のカフェテリアでいつもみんなで昼食を取りますが、Chuck はいつも遅れて来ます。その間、学生は Chuck がいつ来ても大丈夫のように席を確



ALS の展望台からサンフランシスコ湾を背景に、共同研究者（左から Maximiliano Rossi, Bongjin Simon Mun）と。遠く微かにサンフランシスコとゴールデンゲートブリッジが見える。

保し、すぐに席がわかるように入り口を気にしています。

海外での長期滞在のための手続きや準備が膨大であることは、経験されたことのある方はどなたでも痛感されたと思います。私の場合、家族（妻+子供3人）とともに渡米しましたので、研究面以上に生活面での事前準備が大変でした。多くの方々からご助言をいただき大変助かりましたが、インターネットによる情報もとても役立ちました。特にカリフォルニア大学バークレー校ハーススクールオブビジネスのウェブサイト[2]内にある“Haas Setup Manual”は優れものでした。これから Berkeley に長期滞在される予定の方はご一読されることをお勧めします。家族と一緒に日本語を話す時間が長くなり、英語が上達しない（実際私もそのひとり）とよく言われますが、反面子供が通う小学校を通してアメリカの初等教育や友達家族と接する機会に恵まれます。現地小学校の教育内容や教育理念は、日本のものとはだいぶ違うように感じました。基本的に教科書がないので授業内容は先生の裁量によるところが大きいようです。日本と同様に毎日宿題が出されますので、現在教わっている内容を知ることができますが、総じてレベルは低いです。5年生の息子がまだ一桁の掛け算をやっているのには少々驚きました。しかし自由研究の宿題はさすがアメリカと感じました。日本でも夏休みなどに自由研究が出され毎年親は頭を抱えるものですが、アメリカでは授業の一環としてあり、1月程度かけて行うものです。日本のような放任的なものではなく、毎週こなす課題が明確に決められています。1週目は研究テーマ決めと目的、2週目は目的達成のための手段と予想される結果、3週目は実験、4週目は実験結果と事前に予想した結果との比較などを含めた考察、最後に研究結果をプレゼンするためのポスター作り、といった具合です。毎週先生のチェックが入り、作られた作品はホールに展示され優秀作品が決められます。我々の研究活動の過程と同じことを小学生から教育していることに、アメリカの小学校の教育理念を見たような気がしました。しかし最近では政府も学力向上を目指し、統一試験を行いその結果によって先生の給料が影響を受けるといったシステムも導入されているようです。

短期ではありますがアメリカに住んでみて、合理的な制度（特に車関係で）を多々感じました。ガソリンはハイオクより軽油が高いです。日本で軽油が安いのは税金のせいだったのです。高速道路（freeway）はほんとうに便利です。2～3 km 先のスーパーに買い物に行くのにも freeway を使います。舗装状況は悪く、夜は暗く、整備にお金をかけていませんが十分走れます。基本的に通行料は無料ですが、たまに有料のところもあります。ベイエリアでは橋を渡ると片道だけ \$3～5 取られます。料金徴収のゲートはいつも長蛇の列ですが、日本の高速道路で使われている ETC システムに似た FasTrak というシステムがあります。ETC に比べ、FasTrak はとても簡単に利用できます。クレジットカードを持っていればホームページから申し込み、クレジットカードと車のナンバーを登録すれば良いだけです。車載機も無料で貸し出ししています。ETC カードなどというものは必要ありません。申し込み数日後に車載機が郵送され、すぐに利用できます。車載機の取り付けは至って簡単、フロントガラスに添付のマジックテープで貼り付けるだけです。配線はいりません。多分中に電池が入っているでしょう。高いお金を払い、いろいろ面倒な手続きをして、申し込んでから利用できるまで 1 月くらいかかる日本のシステムはなんなのか、不思議です。でもアメリカらしく信頼性はあまりありません。最初に送られてきた車載機はゲートを通り過ぎてても反応しませんでした。ゲートといっても日本のように開閉バーがないので、そのまま通り過ぎることが出来ます。支払いはどうなるのかと少々心配になりましたが、後日しっかり引き落とされていました。車のナンバーを読み取り課金したのだと思います。したがって車載機がなくても登録さえしておけばなんとかなるのですね。

日本では駐車違反やスピード違反で警察に捕まると、運が悪かったと感じてしまうのは私だけでしょうか。その理由は、ほとんどの場合違反しても捕まらないからではないでしょうか。アメリカでは駐車違反するとかなりの確率で捕まります。freeway ではカープールといって、時間帯により複数人乗っていないと走行違反となるレーンがあります。日本でもあると思いますが、ほとんど機能していないのではないのでしょうか。アメリカではちゃんと機能しています。警察がしっかりパトロールしているからです。だから違反する人も少ないです。違反すれば罰金を払わなければならない、日本のように運がいい者と悪い者みたいな不公平感はありません。滞在中、私も妻も駐車違反で 1 回ずつ捕まりました。でも日本のような何万円もする罰金ではなく数千円でした。違反すればしっかりと、でも払える程度に、広く薄くです。

アカデミックな話は少なく、取りとめのない内容になってしまい恐縮です。最後に、Fadley 教授をはじめ、Fadley グループの皆様、ALS スタッフの皆様には、大変良くして頂き有意義な留学生活を送ることができました。また弘前大学の研究室の皆様には快く送り出して頂き、留守中の仕事を多々お引き受けいただきました。大変ありがとうございました。この場をお借りしましてお礼申し上げます。

[1] 例えば、PF News Vol.20 No.1, Vol.21 No.2, Vol.21 No.3, Vol.22 No.1 など。

[2] <http://groups.haas.berkeley.edu/japan/>

2006 年 1～3 月の利用記録より

共同利用担当 小林克己

ビームタイム利用記録に書かれたご意見と、それに対する対応をまとめてみました。皆さんの要望になるべくお応えしていきますので、今後もビームタイム利用記録にお書き下さい（2006 年 7 月）。

女性への部屋の割り付けは、女性用の設備に近いところに出来ないか？

⇒部屋替えを極力少なくすることにより、ユーザーの皆様の不便を解消するよう部屋割りを行っております。このため、必ずしもご要望にお応えできない状況です。

宿舎のリネンの交換は 3 日に 1 度はして欲しい。

⇒実施の方向で検討します。

出張申請メールが UO に届いていなかった。確認は出来ないのか？

⇒UO では残念ながら確認はできません。UO からの回答が申し込み後一週間を過ぎても届かない場合は、UO に確認の e-mail 又は連絡を入れてください。

平成 19 年 4 月から Web での手続き及び確認ができるよう、システム構築中です。しばらくの間お手数をおかけしますが、ご了解ください。

休日での宿舎料金の支払いが出来ないので困る。

⇒現在、銀行振込が出来ようになっていますので、銀行振込をご活用ください。

自動車での入構証交付時に実験課題名を書かせるのはやり過ぎだ。

⇒入構証には有効期間が付されていますが、期間を過ぎても返却が行われず、入構されたままなのか、持ち出したことによるものか、不明となることがあります。このため、確実に入構証交付者に連絡をとるために最善と思われる方法として、実験課題名を記載していただいておりますので、ご理解ください。

Do not disturb の札が掛かっているにもかかわらず、メンテの人が入って来る。

⇒ご迷惑をおかけいたしました。請負業者を含め関係者に対し、今後このようなことが起きないように指導いたしました。

宿舎の洗濯機・乾燥機が壊れている。

⇒ご不便をおかけいたしました。今年の 3 月～4 月にすべて更新いたしました。

冬は室内が寒い。エアコンが効かない。

⇒エアコンの点検を行い、性能が出ないものは順次修理または更新いたします。なお、4 号棟のエアコンは今年度全て更新いたします。

宿舍のシャワーの温度設定が低すぎる。

⇒1・4号棟の小浴室の給湯設備は今年度改修いたします。

光源棟にシャワーを欲しい。

⇒光源棟の2階にあります。

バス・トイレ付きの部屋を増やして欲しい。

⇒1・2号棟をバス・トイレ付の部屋に改修するのは残念ながら、建物構造上困難です。

食堂や、UOの窓口時間を延長して欲しい。

⇒現状では、経営上残念ながらご希望に添いかねますのでご理解ください。

PF付近に食べ物の自販機を設置して欲しい。

⇒現在、カップ麺の販売機があります。夏期には長期停止期間があるので増やすのは難しいと思われます。

学部学生の実験参加が出来ないか？

⇒学部学生実習願を提出すれば実験に参加するのは可能です。しかし旅費は出ません。

3 or 4号棟で無線LANが使えなかった。

⇒現象が生じた時にご連絡ください。

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PFホームページ (<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>) の「これまでのトピックス」(<http://pfwww.kek.jp/topics/index.html>) をご覧下さい。

また、広報室ではKEKのWebサイトに掲載する毎週のニュース記事やトピックスなどをメールマガジンでご案内しています。メールマガジンへの登録をご希望のかたは「news-at-kek 希望」と明記の上、proffice@kek.jp までお送り下さい。

2006年4月～6月に紹介されたPFトピックス一覧

- 2006.05.25 放射光の特性を活かし擬一次元金属の電子状態を直接観測
- 2006.06.12 千倍高感度なX線CTにより疾患モデル動物のがんやアルツハイマー脳の観察に成功
- 2006.06.15 リチウムは合金のかくし味?～コンプトン散乱で見る「多体相関」～
- 2006.06.15 久保田正人氏(放射光科学第一研究系)らの論文がJSPJ誌 Editors' Choice に選出
- 2006.06.16 第17回KEK・総研大夏期実習(6/13～6/15開催)に100人の実習生が参加
- 2006.06.19 KEK公開講演会「KEKが切り拓く知の地平」を開催



平成18年度PF懇談会講習会 「放射光利用研究基礎講習会」のご案内

PF懇談会行事幹事 足立伸一 (KEK・PF)

日時: 2006年9月19日(火) - 20日(水)

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ターゲットとして、最新の放射光技術と利用研究について、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://pfwww.kek.jp/pf-seminar/pfkondankai_kisokoshukai2006.html) に掲載いたします。

主催: PF懇談会

協賛: 日本放射光学会, SPring-8利用者懇談会, SPring-8利用推進協議会, 立命館大学SRセンター, 九州シンクロトロン光研究センター, VUV・SX利用者懇談会, 日本表面科学会, 広島大学放射光科学研究センター, 産業技術総合研究所計測フロンティア研究部門, 日本応用物理学会, 日本分析化学会

プログラム(予定): (講義の間の休憩は10-15分)**9月19日(火)**

13:00 受付

13:15 「放射光入門」 松下 正 (35分)

14:00 「放射光源の概要」 原田健太郎(物構研) (75分)

15:30 「VSXビームラインと分光研究」

小野寛太(物構研) (75分)

17:00 1日目終了

(18:30参加者と講師・スタッフとの談話会。軽食と飲み物を準備します。)

9月20日(水)

9:00 「X線ビームラインとイメージング研究」

平野馨一(物構研) (75分)

10:30 「放射光利用構造生物研究」 加藤龍一 (75分)

12:00 昼食

13:00 「放射光利用回折・散乱研究」

澤 博(物構研) (75分)

14:30 PF見学(希望者のみ)

場所: 高エネルギー加速器研究機構, 国際交流センター, 交流ラウンジ1 (〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1)

参加費: PF懇談会会員およびKEKメンバーは無料。

協賛団体会員: 2000円 非会員: 4000円

(会員, 非会員共にテキスト代を含む。学生は1000円。)

申込み締切り: 2006年9月8日**定員:** 80名

申込み方法: ホームページ (http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/pfkondankai_kisokoshukai2006.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

第1回運営委員会議事録

日時：平成18年5月24日(水) 15:00～17:00

場所：PF 研究棟 2F 会議室

出席者：村上洋一(東北大), 桜井健次(物・材機構), 朝倉清高(北大), 高橋敏男(東大), 渡邊信久(北大), 野田幸男(東北大), 中井泉(東理大), 佐藤衛(横浜市大), 組頭広志(東大), 百生敦(東大), 齋藤智彦(東理大), 千田俊哉(産総研), 伏信進矢(東大), 藤森淳(東大), 下村理(物構研), 若槻壮市, 澤博, 足立伸一, 伊藤健二, 柳下明, 小林克己, 河田洋, 飯田厚夫, 野村昌治, 稲田康宏, 春日俊夫, 土屋公央(会計幹事原田代理), 森史子(以上PF)

議事：

- 承認された幹事の紹介。
 庶務幹事：澤 博 (KEK/PF)
 利用幹事：齋藤智彦(東理大理), 百生敦(東大新領域)
 高橋浩 (群馬大工), 稲田康宏 (KEK/PF)
 行事幹事：足立伸一 (KEK/PF), 組頭広志 (東大工)
 広報幹事：千田俊也 (産総研)
 会計幹事：原田健太郎 (KEK/PF)
 編集幹事：伏信進矢 (東大農)
- 会計報告(土屋氏)：新幹事の原田氏欠席のために前幹事の土屋氏より H17 年度の収支報告と H18 年度の予算案が提案された。
- PF の現状について(若槻施設長)：PF 外部評価結果, 東大アウトステーション計画, BL-16 計画, 製薬企業ビームライン, PF 内プロジェクトの公募等につき説明があった。
- 広報について(村上氏)：2 期に渡って広報幹事を引き受けてくださった桜井氏の物・材機構のサーバーに置いてある HP と ML を PF のサーバーに移行する。
- 行事予定について(足立氏)：昨年に引き続き「放射光利用研究基礎講習会」を開催する。昨年同様に 9 月の開催を計画しているが, 来年度は学部 4 年生が研究室で落ち着く 5, 6 月の開催も視野に入れて計画する。遠方からの参加者のために午後から始めて翌日の昼前後に終わる日程を検討する。また懇親会の開催も検討する。テキストの内容がわかるように PDF を HP に載せることを検討する。参加対象者に内容の見当が

つくように, 案内の際に講習会の趣旨を説明する。

6. PF 懇談会が担うべき役割についての自由討論；

- PF 懇談会に所属しているメリットが明確でないので会員数も増えないし, 会費の徴収率も悪い。
- 懇談会をユーザーの議論の場とするなら, 殆どのユーザーに会員になってもらう必要があるのではないか。この場合には, 会費を半額, あるいは無料にして PF で必要経費を出してもらってはどうか。
- 今後はユーザー全員を自動的に会員にするか, あるいは現状のような懇談会組織にするかを議論すべきではないか。
- 歴史的には無料だった懇談会会費を有料にすることによって PF とは独立して運営する形態にした。これに対して, 資金面で PF に依存してしまった場合には PF 懇談会の意識に違いが出るであろう。
- 意見交換の場としての PF 懇談会の役割は大きいので, 懇談会会員全員にいずれかのユーザーグループに入ってもらい, ユーザーの意見をすいあげやすくする必要があるのである。そのためにはユーザーグループの再編成が必要であろう。今後この件に関しては PF と幹事会で再編成について議論していく。
- ビームラインのスクラップ&ビルドについては, PF と懇談会のユーザーグループで十分な議論を行う必要がある。
- 外部資金獲得に向けてパワーユーザーネットワークを新たに作るのはいかがでしょうか。

次回幹事会を 7 月か 8 月に開催したい。

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実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元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>

(URL が新しくなりました。)

〈お問い合わせ〉

PF 懇談会事務局 森史子

029-864-5196 fumiko@post.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

2006年7月4日,5日(一部の分科会は6月28日に開催)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

今年5月8日に締め切られた平成18年度後期のG型, P型の共同利用実験課題申請にはG型196件, P型10件の応募があり, G型188件, P型11件(G型からP型に変更になった1件を含む), 計199件の課題が採択され, 不採択が7件となりました。採択課題のうち, 条件付きとなったものは16件でした。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。

今回は, 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理由から条件付きとなった課題が7件ありました。それらの課題では評点が減点されています。これについては課題申請者への決定通知書に明記されます。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, 論文登録を忘れずに, かつ速やかにお願いします。

申請書の書き方が悪いために評点を下げた課題が少なからずありましたので, 申請書記入にあたっては以下のURLをご一読下さい(http://pfwww.kek.jp/users_info/pac_application/app_guide.html)。

今回申請された課題の一つは挿入光源の磁石列にテーパーをつけて光を出すという課題で, 採択はされましたが, 「テーパーを付けたIDの運転のスタディを行った後に実施すること」という施設側への条件がつかしました。

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承認されました。

2. S2型課題の審査

S2型課題が1件申請されていましたが, 不採択となりました。

3. PF研究会

18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。

「放射光の医学応用Ⅱー病理診断・臨床診断への道ー」

提案代表者: 山口巖(筑波大), 安藤正海(理科大)

開催予定時期: 平成18年11月~19年3月までの期間

4. 放射光共同利用実験審査委員会の構成について

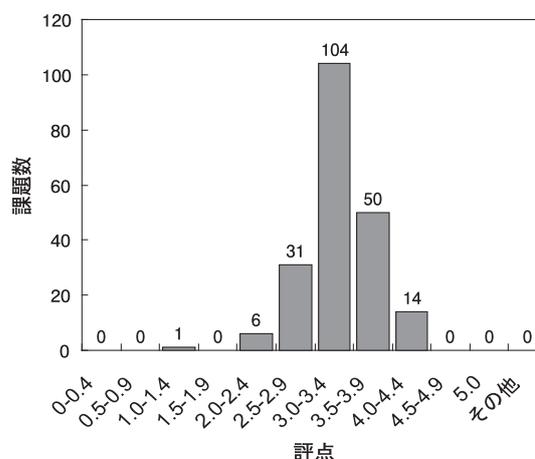
物質構造科学研究所長の下に「放射光戦略策定WG(仮称)」を設置することが運営会議で認められたので, その役割の多くが重複する研究計画検討部会は廃止されることとなりました。これに伴い, 放射光共同利用実験審査委員会の委員長が野村主幹に交代することが承認されました。また実験課題審査部会の委員の追加が承認されました。

5. 次回以降の課題申請・審査について

申請課題の審査事務の効率化を計る為に, 課題申請および審査の方法を変更する事が了承されました。申請に関する主な変更点は以下の通りです。提出先等詳細につきましては, 決まり次第PFホームページ(<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>)にてお知らせ致します。

- 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ることとする(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, 承諾の確認をする。
- 申請書の受理通知はメールで行う。

平成18年度後期 PAC 評点分布



平成18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
2006G219	多軸冷却試料マニピュレータを用いた擬二次元物質の角度光電子分光開拓Ⅱ	産総研	相浦 義弘	1C
2006G220	W(110)上に形成されたエピタキシャル α -La(0001)厚膜の角度分解光電子分光研究	弘前大理工	加藤 博雄	3B, 1C, 18A
2006G221	フラーレンピーボッドの光電子分光	首都大学東京理工	石井 廣義	11D, 28A
2006G222	Ni,Co/Cu(001) 薄膜の磁化方向に依存する分子の吸着構造	東大理	雨宮 健太	11A, 7A
2006G223	光二重電離過程による電子相関の研究	新潟大理	副島 浩一	28A, 16B
2006G224	高分解能光電子分光による遷移金属硅化物の電子状態の研究	東大物性研	柿崎 明人	18A, 19A
2006G225	3d遷移金属原子の3pおよび3s領域の光イオン化	明星大理工	長田 哲夫	16B, 3B
2006G226	グラファイト上へのアルカリ金属吸着系の電子状態	物構研	鎌倉 望	1C
2006G227	深さ分解EXAFS, XMCDによるCo/Ru薄膜の磁性と構造の研究	物構研	雨宮 健太	7C, 11A, 7A
2006G228	Fe/Cu(001)薄膜の磁性と構造に対するCO吸着の効果の研究	物構研	雨宮 健太	11A, 7A
2006G229	吸着子が媒介したシリコン(111)再構成表面の多原子共鳴光電子分光による研究	岡山大理界面科学研究施設	脇田 高德	18A
2006G230	磁気ボトル付飛行時間型電子分析器+チョッパーによる原子分子の内殻電離に起因する多重電離過程	物構研	伊藤 健二	1C, 11A
2006G231	Photoabsorption cross sections of carbon dioxide in the vacuum ultraviolet	Physics Dept., Wellesley College	Glenn Stark	20A
2006G232	Ti酸化物の共鳴X線ラマン散乱の研究	弘前大理工	手塚 泰久	7C, 15B1
2006G233	放射光によるCold Collision電子分光法の開発	東工大理工	北島 昌史	20A
2006G234	軟X線発光分光による(Pr,Al)置換型SrTiO ₃ 微粒子の光誘起発光の研究	広島大理	中島 伸夫	2C
2006G235	強相関電子系化合物の角度分解軟X線磁気円・線二色性の角度、温度、及び磁場依存性	物構研	小出 常晴	11A, 7A, NE1B
2006G236	軟X線共鳴散乱・回折によるナノスケール周期構造を持つナノ磁性体・強相関系物質の研究	物構研	小出 常晴	NE1B, 2C, 11A
2006G237	配向性DNAの運動量密度	群馬大工	桜井 浩	NE1A1
2006G238	軟X線放射光のパルス長短縮化の基礎研究	首都大学東京理工	宮原 恒昱	16B, NW12A
2006G239	共鳴X線発光スペクトルの偏光解析手法の開発	物構研	岩住 俊明	7C, 15B1
2006G240	多層膜蒸着CCDを使った撮像偏光計の特性評価	立教大理	北本 俊二	11A, 12A
2006G241	直線・円偏光XAFS法およびDAFS法による物質の構造と磁性	東大新領域創成科学	上エ地義徳	8C2, 15B1, 15C
2006G243	極端に非対称なX線回折法による絶縁体と半導体の界面に関する研究	名大工	秋本 晃一	15C
2006G244	超格子構造の断面観察のための細線状X線ビームに関する研究	名大工	秋本 晃一	14B
2006G246	キラル磁性体のX線吸収分光	東北大多元物質科学研	有馬 孝尚	3A
2006G247	GaN/GaN _{1-x} In _x ヘテロ接合界面ならびにGaN層中でのIn原子分布のX線CTR散乱法による研究	名大工	田淵 雅夫	6A
2006G248	セレン原子を含む有機伝導体の構造物性	東工大理工	川本 正	1B, 4C
2006G249	含水鉱物の精密な圧縮率の測定からみた水素結合の対称化	東大理	鍵 裕之	18C
2006G250	高圧相転移における結晶粒核生成プロセスのX線その場観察	九大理	久保 友明	NE5C
2006G251	高圧下における結晶粒成長カイネティクスのX線その場観察	九大理	久保 友明	13A, 18C
2006G252	Pd-K吸収端でのX線異常散乱法によるPd-Cu-P系金属ガラスの局所構造解析	東理大理工	春山 修身	NW10A
2006G253	高温型斜方輝石の高温X線回折による結晶構造と相転移機構の解明	京大理	三宅 亮	4B2, 3A, 6C
2006G254	MgAl ₂ O ₄ 高圧相の結晶構造におよぼす圧力の影響	東北大理	工藤 康弘	10A
2006G255	Bi _{1-x} Sr _x MnO ₃ の電荷・軌道整列の研究	東北大多元物質科学研	有馬 孝尚	4C, 1B
2006G256	金属原子ドーピングフラーレン結晶の高圧-低温相の研究	岡山大自然科学	久保園芳博	1B
2006G257	ルチル型構造を有するフッ化マグネシウムとフッ化亜鉛の高圧相転移	東北大金属材料研	草場 啓治	NE5C, 14C2
2006G258	カーボンナノチューブ複合体の構造研究	首都大学東京理工	真庭 豊	1B
2006G259	アルカリ吸蔵ゼオライトの着色現象と構造	首都大学東京理工	真庭 豊	1B
2006G260	X線位相イメージングによるタンパク質結晶中の欠陥の観察	横浜市大国際総合科学	橘 勝	14B
2006G261	Al-Ni-Co, Al-Ni-Fe準結晶の共鳴X線非弾性散乱	防衛大機能材料工	阿部 洋	4C, 16A2
2006G262	沈み込むスラブ鉱物の配位多面体の圧縮機構に及ぼすOH \rightleftharpoons F置換の影響	東北大理	栗林 貴弘	10A

2006G263	チタン酸バリウムBaTi ₂ O ₅ の強誘電-常誘電相転移	東工大総合理工	八島 正知	4B2, 6C
2006G264	セリアージルコニア系における正方-立方相転移のその場観察	東工大総合理工	八島 正知	4B2, 6C
2006G265	ゾーンプレートX線位相差顕微鏡を用いた高分解能3次元位相コントラストCT	筑波大数理物質科学	渡辺 紀生	3C2, 3C3
2006G266	超高分解能結晶格子評価システムの構築	物構研	張 小威	3C2, 14B, NE3A
2006G267	プロトン伝導体K ₃ H(SeO ₄) ₂ の電子密度分布	物構研	鹿内 文仁	1B, 10A
2006G268	縮小π系ドナーからなる分子性導体の電荷秩序に関する研究	筑波大数理物質科学	西川 浩之	1B
2006G269	フラーレン誘導体ナノウィスカー構造体の結晶構造の解明	法政大工	緒方 啓典	1B
2006G270	高圧下における金属-軽元素系の熔融に関する研究	東北大理	近藤 忠	13A
2006G271	次元制御可能な有機無機複合型量子構造半導体の高圧構造物性	筑波大数理物質科学	松石 清人	18C
2006G272	ビスマスクラスタの結晶-アモルファス転移	富山大理	池本 弘之	1B
2006G273	RB ₄ およびRB ₂ Cにおける特異な磁気秩序と四極子秩序	東北大理	松村 武	3A, 4C, 1A
2006G274	新型結晶X線ウェーブガイドの開発とその応用	埼玉工大工	深町 共榮	15C
2006G275	軽元素水素化物の高圧構造多形のX線回折	物質・材料研究機構	中野 智志	13A, 18C
2006G276	対向型焼結ダイヤモンドアンビルを用いた超高温高圧X線回折実験技術の開発	東大物性研	八木 健彦	14C2
2006G277	遷移金属酸化物における軌道秩序の不純物効果	東北大理	村上 洋一	1B, 4C, 3A
2006G278	放射光によるCD評価法の研究	産総研	藤本 弘之	NE3A, 3C2
2006G279	シリコン単結晶球体上の自然酸化膜の膜厚測定法の開発	産総研	早稲田 篤	3C2, 9C, 18B
2006G280	Si基板上に形成したBi層状構造強誘電体薄膜・界面の構造研究	福岡大理	香野 淳	4C
2006G281	高圧下での単結晶構造解析による強誘電体の電子密度および誘電性の変化に伴う結晶構造	阪大極限量子科学研究セ	中本 有紀	10A
2006G282	Mn _{3-x} Ti _x O ₄ , Mn _{2-x} Ti _x O ₃ , MgTiO ₃ の高圧相の構造、電子密度の組成、圧力変化	阪大極限量子科学研究セ	山中 高光	10A
2006G283	Mnチタノイトのポストスピネルとポストペロプスカイトの構造と安定領域の決定	阪大極限量子科学研究セ	山中 高光	13A, 18C
2006G284	自己集合性巨大金属錯体の結晶構造解析と光誘起不安定中間体のその場観察	東大工	河野 正規	NW2A
2006G285	X線異常散乱法による、苗木石の中距離構造解析	東大理	杉山 和正	NW10A
2006G286	SiC結晶中の転位のX線トポグラフによる研究	産総研 パワーエレクトロニクス研究セ	松畑 洋文	15C
2006G287	白色X線を用いた有機薄膜からのX線導波路現象リアルタイム観測	東北大金属材料研	林 好一	3C3
2006G288	X線屈折コントラスト法によるチタン水素化合物中の水素の拡散係数の決定	島根大理工	水野 薫	14B
2006G289	微小角入射トポグラフによるZnTe半導体薄膜中の格子欠陥の研究	島根大理工	水野 薫	15C
2006G290	気球搭載用硬X線偏光度検出器PHENEXの性能試験	山形大理	郡司 修一	14A
2006G291	陽極酸化ポーラスアルミナのXAFS測定	日大理工	高瀬 浩一	11A
2006G293	棒状高分子のスメクチックC-スメクチックA-コレステリック相転現象の時分割X線測定	科学技術振興機構	大越 研人	15A
2006G294	Role of organo-sulfur compounds in the conservation of archeological wood and organic artifacts.	Physics Department, Old Dominion University	Desmond Cook	11B, 27B, 9A
2006G295	ブロックコポリマーナノ相分離における配向構造形成ダイナミクス	東工大資源化学研	鎌田 香織	10C
2006G296	超臨界流体溶液系のゆらぎ構造の研究	千葉大自然科学	西川 恵子	15A
2006G297	ポリエチレンブレンドを用いた流動場におけるシシケバブ構造形成過程の解明	京大化学研	松葉 豪	15A
2006G298	ポリエステル系高分子の融点近傍における結晶化誘導期の構造形成過程	京大化学研	松葉 豪	10C
2006G299	抗酸化作用を有するキトサン-フラーレン複合体の自己集合構造のSAXSによる特性解析	東理大理	矢島 博文	10C
2006G300	局所構造解析による新規機能性電子セラミックスの研究開発	名工大工	大里 齊	7C, 9A
2006G301	小角X線散乱法によるイオン液体の液体構造の研究	千葉大自然科学研究科	鮎澤 (新井) 壺沙子	15A
2006G303	水中油滴型エマルジョン油滴内の高融点油脂の油水界面における結晶化の観察	広島大生物圏科学	上野 聡	4A
2006G304	液体Bi-Te混合系の構造	富山大理	池本 弘之	9A, NW10A
2006G305	X線異常散乱効果を用いたソフトマターのマイクロ構造解析	北大工	折原 宏	10C

2006G306	X線散乱法によるオレフィン系高分子材料界面における高分子拡散挙動の観察	東大新領域創成科学	雨宮 慶幸	15A, 4A
2006G307	酸性貫入岩に伴う熱水系の化学的進化	筑波大生命環境科学	林 謙一郎	4A
2006G308	ラメラ層間に制約された金属イオンの構造解析	東理大総合研究機構	大久保貴広	NW10A, 7C
2006G309	固体表面に照射された希ガス元素のX線光電子分光並びにオージェ電子分光	原子力機構	大澤 崇人	27A
2006G310	軟X線領域の顕微XAFSによる固体表面のchemical-state- selective mapping	原子力機構	馬場 祐治	27A
2006G311	医療用金属錯体の生理的条件下におけるXAFS分光	奈良女子大生活環境	原田 雅史	12C, NW10A
2006G312	プラズマCVDによる各種基板への単一相BCN薄膜の調製とその電子構造解析	佐賀大理工	永野 正光	27A, 11A
2006G313	ラジカル活性化機能に優れた金属イオンで修飾したメソポーラスシリカのXAFS測定	産総研	三村 直樹	7C, 9A, 9C
2006G314	イオン交換樹脂中のルビジウムイオンの水和構造の解析	山梨大機器分析セ	阪根 英人	NW10A
2006G315	マクロな異方性の付与がゲルのマイクロ構造に及ぼす影響	九大工	原 一広	7C
2006G316	シリカガラス中の注入Brイオンの配位状態	産総研	福味 幸平	12C
2006G317	弱偏析力系ジブロック共重合体が形成するマイクロ層分離構造の特異的電子密度プロファイルの解析	名工大工	山本 勝宏	9C, 15A
2006G318	酸化物核燃料乾式再処理に関わるアクチノイドイオン周囲のXAFS構造解析	東工大原子炉工学研	松浦 治明	27B
2006G319	熔融希土類フッ化物中における金属イオン周囲の局所構造に及ぼす酸化物イオン混合効果	東工大原子炉工学研	松浦 治明	12C
2006G320	時分割XAFS法による担持クロム種の動的挙動の解析	京大工	宍戸 哲也	NW2A, NW10A
2006G321	陶器の抗菌釉薬中に存在するZnとAgに対するXAFS分析	徳島大総合科学	沼子 千弥	9A, 12C
2006G322	塩化銀極薄膜への紫外線照射効果および膜上の水の反応のCIK-XAFSによる研究	東京農工大工	遠藤 理	11B
2006G323	グラファイト(0001)面に形成した鎖状分子カラムパターン上のカリウムの特異な凝集構造のXAFSによる解析	東京農工大工	遠藤 理	11B
2006G324	リグニンの超臨界水ガス化に高活性な担持ルテニウム触媒の構造解析	産総研 コンパクト化学プロセス研究セ	白井 誠之	NW10A
2006G325	光応答型配位子のアクチノイドイオン認識機構解明	原子力機構	矢板 毅	27A, 27B
2006G326	水分解用光触媒に担持した助触媒のXAFS解析	東理大理	工藤 昭彦	NW10A, 9A
2006G327	XAFSおよびXPSによるクエン酸添加超深度脱硫NiMo/チタニア-アルミナ触媒の高活性化の解析	上智大理工	瀬川 幸一	NW10A, 7C, 12C, 13C
2006G329	Ga _{1-x} Mn _x N希薄磁性半導体中のMnドーパントの局所電子構造	京大工	田中 功	11A
2006G330	低温XAFSによるZnGa ₂ O ₄ 系ナノ粒子の結晶評価	物質・材料研	江場 宏美	7C, 9A, 9C
2006G331	硫化雰囲気によるCo-Mo系水素化脱硫触媒の活性相構造変化の解明	島根大総合理工	久保田岳志	12C, 9C, NW10A
2006G332	カルボン酸架橋ルテニウム二核ユニットポリマー錯体の構造と磁気的性質の解明	島根大総合理工	半田 真	NW10A
2006G333	金属錯体高分子が形成する超分子ナノ構造および構造転移の異常分散効果を用いたX線小角散乱法による研究	九大理	安中 雅彦	10C
2006G334	両親媒性高分子の水中における構造形成とその生体分子との複合体形成の時分割X線小角散乱法による研究	九大理	安中 雅彦	10C
2006G335	有機分子修飾TiO ₂ (110)表面を用いた原子状金属種の合成と三次元構造解析	北大触媒化学研究セ	田 旺帝	9A
2006G336	液相還元法で調整したPdTe触媒の構造解析	北大触媒化学研究セ	朝倉 清高	NW10A
2006G337	メタンスチームリフォーミングにおける規則配列Ce ₂ Zr ₂ O ₈ 結晶性酸化物担持Ni触媒のXAFS研究	東京大理	岩澤 康裕	9A, 9C, 12C
2006G338	遷移金属クラスターのXAFSによる構造解析	筑波大数理物質科学	藤澤 清史	7C
2006G339	配位子K吸収端を用いた遷移金属錯体の電子構造の解明	筑波大数理物質科学	藤澤 清史	9A
2006G340	Structure of the amorphous phase formed by swift heavy-iron irradiation of compound semiconductors	Australian National University	Mark Ridgway	NW10A
2006G341	X-ray Absorption Spectroscopic Studies of Bioinorganic Systems	School of Chemistry, University of Sydney	Peter A. Lay	NW10A
2006G342	2成分アイオノマーブレンドの不均質なイオン会合体と力学特性	岐阜大工	香水 祥一	10C, 15A
2006G343	シリカで被覆した合金ナノ粒子の局所構造解析	九大工	中川 敬三	9A, NW10A
2006G344	ディーゼルPM燃焼触媒の活性点局所構造解析	熊本大自然科学	池上 啓太	NW10A, 7C, 9A
2006G345	強誘電性液晶の局所分子秩序と層構造のX線散乱および光学手法による動的解析	物構研	飯田 厚夫	4A

2006G346	高エネルギーXPSおよび顕微XPSを用いた鉄シリサイド化合物の生成・凝集および酸化過程に関する検討	原子力機構	山本 博之	27A
2006G347	水圏でのバクテリア活動の指標となる重希土類元素の濃縮メカニズムの解明	広島大理	高橋 嘉夫	12C
2006G348	縞状の水酸化鉄沈殿の形成機構の解明	広島大理	高橋 嘉夫	4A
2006G349	光検出XAFS法による銅イオン交換ゼオライトのサイト選択的構造解析	岡山大自然科学	黒田 泰重	9A
2006G351	XAFSによるアモルファス状Zn添加アパタイトの局所構造評価	大阪府立大工	中平 敦	9A
2006G352	土壌有機物中の鉄、アルミニウム鉱物相のXANESによる同定	農業環境技術研	山口 紀子	11A, 9A
2006G353	シリコン絶縁薄膜の表面深さ方向元素組成に関する研究	弘前大理工	遠田 義晴	11D, 3B, 1C
2006G354	ガス雰囲気電子収量NEXAFS法の開発と大気圧下表面化学への展開	東大理	近藤 寛	7A
2006G355	高速NEXAFSとマイクロXPSによる表面反応機構の研究	東大理	近藤 寛	7A, 2C
2006G356	マグネタイトナノ粒子の構造と電子状態のXAFSによる解析	千葉大理	小西 健久	9A, 9C, 12C
2006G357	XANESによる隕石中に含まれる角閃石のFe ³⁺ /ΣFe比の決定	東大理	三河内 岳	4A
2006G358	改良水熱処理により合成された金属含有メソポーラスバルク体の局所構造と状態解明	大阪府立大工	中平 敦	27A
2006G360	酵素ストレージ機能を示すランタノイドオキソ硫酸塩の局所構造解析	熊本大自然科学	池上 啓太	11B
2006G361	X線吸収分光によるプルシアンブルー類似錯体の温度・可視光・X線誘起相転移観察	物構研	石地耕太郎	7C, 9A, 9C
2006G362	選択酸化反応用担持金触媒のin-situ XAFSによる反応条件下構造解析	産総研	阪東 恭子	7C, 9A, 9C
2006G363	In-situ XAFSおよびIR同時測定による動的触媒活性サイト構造解析	産総研	阪東 恭子	7C, 9A, 9C
2006G364	Au(111)表面におけるチオフェンのS-C開裂反応	物構研	佐古恵理香	7A
2006G365	The Crystal Structure of Type II Restriction Enzyme of Sau3AI	School of Life Sciences, Fudan University	Xiaojian Hu	5A
2006G366	バクテリア転写因子の特異なDNA認識機構の構造学的研究	国立遺伝学研構造遺伝子セ	伊藤 啓	5A
2006G367	低分子結合型チモーゲン分泌顆粒結合型タンパク質の構造決定	青山学院大理工	有井 康博	6A, NW12A
2006G368	フラビン酵素のX線結晶構造解析	北里大理	井田 孝	17A, 5A
2006G369	緑膿菌の輸送タンパク質の構造解析	北里研抗感染症薬研究セ	中江 太治	5A, 17A
2006G370	細胞の分化・ガン化に関わるDvl-DIX及びDvl-Axin複合体の構造解析	兵庫県立大生命理学	柴田 直樹	NW12A
2006G371	超好熱菌Pyrococcus hirikoshii由来DNA polymerase Dの構造解析	産総研生物情報解析研究セ	松井 郁夫	6A
2006G372	S1p2-a C2ドメインの結晶構造解析	物構研	若槻 壮市	5A, 6A, 17A
2006G373	α-L-イゾロニダーゼの結晶構造解析	物構研	若槻 壮市	5A, 6A, 17A
2006G374	ヒト由来糖転移酵素の結晶解析-ppGalNAcTs β 3GnT6FUT9-	産総研糖鎖工学研究セ	成松 久	NW12A, 5A, 6A
2006G375	トロポニン・トロポミオシン結合の構造基盤解明	帝京大理工	若林 健之	NW12A
2006G376	Non-specific nucleases in apoptosis	Institute of Molecular Biology, Academia	Hanna S. Yuan	NW12A
2006G377	Geomic studies of the cytidine deaminase superfamily: from mononucleotide to RNA(DNA)-editing deaminases	National Yang-Ming University	Shwu-Huey Liaw	NW12A, 5A
2006G378	penta-EFハンド蛋白質ALG-2とメンブレントラフィック制御因子の複合体の結晶構造解析	物構研	若槻 壮市	6A, 5A, 17A
2006G379	SULT1A3-ポリ酸複合体の結晶構造解析	物構研	若槻 壮市	NW12A, 5A, 6A
2006G380	ジテルペン環化酵素のX線結晶構造解析	東大生物生産工学研究セ	野尻 秀昭	17A, NW12A
2006G381	糖タンパク質の輸送に関わるカーゴレセプターの結晶構造解析	名市大薬学	加藤 晃一	NW12A, 6A, 5A
2006G382	アミノアシルtRNA編集酵素ProXによる基質認識特異性の解明	東北大先進医工学研究機構	村山 和隆	17A, NW12A
2006G383	転写抑制因子Bach1の結晶構造解析	東北大先進医工学研究機構	伊藤 晋敏	5A, NW12A
2006G384	分裂酵母由来gda1pの基質特異性についての結晶構造解析	物構研	若槻 壮市	NW12A, 5A, 6A
2006G385	ガレクチン-9null変異体の糖結合特異性についての結晶構造解析	物構研	若槻 壮市	NW12A, 5A, 6A
2006G386	アミノアシル-tRNA合成酵素様タンパク質GenXの結晶構造解析	理研ゲノム科学総合研究セ	柳沢 達男	5A, NW12A

2006G387	γ-レズルシン酸代謝系酵素群の構造と機能発現機構の結晶学解析	京大化学研	畑 安雄	NW12A, 5A
2006G388	Structural insights into SARS coronavirus proteins	Tsinghua University	Zihe Rao	5A
2006G389	タンパク質群の高次組織化によるCoAアルキル化反応の連携機構の解明	東工大命理工	竹中 章郎	NW12A, 5A, 6A
2006G390	バクテリア由来のグローバル転写因子-DNA複合体の構造決定と転写制御機構の解明	産総研	小池 英明	5A, 6A, NW12A
2006G391	Pyrococcus horikoshii 由来N末端ドメイン欠損型アルギニル-tRNA合成酵素とtRNAの複合体の結晶構造	お茶の水女子大	今野美智子	NW12A, 5A
2006G392	ニトリル水和酵素ファミリーの酵素機能発現に関する結晶学的研究	東京農工大	尾高 雅文	NW12A, 5A, 6A
2006G393	タンパク質構造解析・イメージング用高感度HARP検出器の開発	物構研	三好 敏喜	17A, 5A, 14B
2006G394	スルフォバタイン型界面活性剤とタンパク質の複合体形成	群馬大工	窪田 健二	10C
2006G395	放射光による脱灰エナメル質再石灰化部微量元素の定量分析	長崎大医歯薬学総合	林 善彦	4A
2006G396	X線小角散乱法によるグループII型シャペロニンの反応機構およびプレフォルディンとの相互作用の解析	東京農工大共生科学技術	養王田正文	15A
2006G397	カルモデュリンの立体構造構築原理のSAXSによる検証Ⅲ	山形大理工	和泉 義信	10C
2006G398	単一リング変異体によるGroELのATP結合及びアロステリック転移機構の研究	東大理	桑島 邦博	15A
2006G399	[NiFe] hydrogenase の活性中心ペプチドモデル、プロトン付加体と Ni-Fe 結合探索	東理大理	山村 剛士	9A
2006G400	放射光血管造影を用いた血管新生療法の評価	筑波大人間総合科学	榊原 謙	NE5A
2006G401	Structure and Role of the Calcium Cofactor in Photosynthetic Oxygen Evolution	Lawrence Berkeley National Laboratory	Vittal K. Yachandra	9A
2006G402	Probing the roles of divalent metal ions for regulating RNA-protein interactions using soft X-ray absorption spectroscopy	産総研	Penmetcha K. R. Kumar	9A
2006G403	白内障の進行度と水晶体内のクリスタリンの凝集構造の関連	京大原子炉実験所	杉山 正明	10C
2006G404	マイクロワイヤーを利用した微小焦点蛍光X線源の開発	九大歯学	徳森 謙二	NE5A
2006G406	Folding Mechanism of proline-rich β-sheet proteins. FHA domain and fibronectin	関西医科大医	木原 裕	15A
2006G407	Kinetic analysis on the folding core of beta-sheet protein	関西医科大医	木原 裕	15A
2006G408	脳機能発現におけるミネラル代謝の役割	兵庫県立先端科学技術支援セ	千川 純一	4A
2006G409	軟X線領域における水溶液中の生体試料のイメージング分析	東海大学工	伊藤 敦	12A, 11B, 11A
2006G410	神経系軸索形成におけるグルコシフィンゴ脂質の役割に関する構造学的研究	群馬大工	平井 光博	10C
2006G411	ストレス耐性生物および生化学物質に及ぼす大線量放射光照射の影響に関する研究	広島大生物圏科学	長沼 毅	27B
2006G412	放射光マイクロビーム照射システムを用いた低線量域高感受性の研究	物構研	小林 克己	27B
2006G413	水平ビームを用いる放射光マイクロビーム照射システムの開発	物構研	小林 克己	27B
2006G414	がんの放射線治療に用いる重金属増感剤の探索 その2	物構研	小林 克己	27B
2006P012	室温強磁性半導体(La _{1-x} Ca _x O)Cu _{1-x} Ni _x SのX線MCD	日大理工	高瀬 浩一	NE1B
2006P013	ペロフスカイト型酸フッ化物、PbFeO ₂ Fの結晶構造解析	学習院大理	稲熊 宜之	4B2
2006P014	ラウエトポグラフィによる水晶の相転移点でのドメイン形成の研究	電通大量子・物質工	阿部 浩二	15B1
2006P015	Fe(II)-Fe(III)交互鎖状単一次元鎖磁石の構造・物性に対する圧力効果	東北大大理	梶原 孝志	1B, 1A
2006P016	量子計測型X線画像装置μPICを用いた高速結晶構造測定法の開発	京大理	谷森 達	14A
2006P017	In situ XAFS測定によるMn層、Ti層からなる新奇層状酸化物中のTi, Mn近接構造の動的変化の解析	東大先端科学技術研究セ	鈴木 真也	7C, 9A
2006P018	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
2006P019	微小X線ビームを用いた下部マントル起源物質の酸化状態決定の試み	東大理	鍵 裕之	4A
2006P020	Short range order structure of silica-germania and silica-titania glasses synthesized by nanotechnological processes	The State University of Campinas	Carlos Kenichi	9A
2006P021	機能性色素2次元放射線検出シート単色X線に対する応答特性の測定	茨城県立医療大保健医療	佐藤 斉	14C1
2006P022	熱レンズXAFSの開発	東工大理工	原田 誠	7C

*課題名等は申請時のものです。

放射光セミナー

題目：空間中に固定された分子からの内殻励起光電子放出理論

講師：荒井礼子氏（千葉大学大学院自然科学研究科）

日時：2006年5月22日（月）13:40～14:30

題目：The PETRA-3 project and the planned EMBL facilities in Hamburg for structural biology

講師：Drs. Christoph Hermes and Stefan Fiedler（EMBL Hamburg Oustation）

日時：2006年5月23日（火）10:00～11:00

題目：有機薄膜系の電子分光フロンティア

講師：上野信雄氏（千葉大学工学部 大学院自然科学研究科多様性科学専攻）

日時：2006年5月23日（水）16:00～17:00

題目：Photoionization and Excitation of Molecular Clusters in the Inner-Shell Regime

講師：Dr. Ioana Bradeanu（自然科学研究機構分子科学研究所）

日時：2006年6月23日（金）14:00～15:00

題目：X-ray filming of reaction intermediates in solution phase

講師：Professor Hyotcherl Iheer（Department of Chemistry and School of Molecular Science（BK21））

日時：2006年6月30日（金）11:00～12:00

題目：Allosteric Action and Protein Structural Relaxation Studied by Time-resolved X-ray Crystallography

講師：Dr. Vukica srajer（BioCARS, The University of Chicago）

日時：2006年7月3日（月）10:00～11:00

題目：Time-resolved crystallography - a technique coming of age?

講師：Dr. Reinhard Pahl（Center for Advanced Radiation Sources, The University of Chicago）

日時：2006年7月3日（月）11:00～12:00

題目：Life Sciences at the ESRF, Past, Present and Future Developments

講師：Prof. Sine Larsen（Director of Research at the European Synchrotron Radiation Facility, ESRF）

日時：2006年7月6日（木）11:00～12:00

題目：Future Directions for the Advanced Photon Source

講師：Prof. J. Murray Gibson（Advanced Photon Source Argonne National Laboratory）

日時：2006年7月7日（金）11:00～12:00

題目：強レーザー場中で起こる多電子ダイナミクスの量子シミュレーション

講師：矢花一浩氏（筑波大学物理学系）

日時：2006年7月28日（金）16:30～17:30

物構研セミナー

題目：放射光の特色をいかした表面磁性・表面化学研究

講師：雨宮健太氏（物構研放射光）

日時：2006年7月3日（月）16:30～17:30

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

第12回物質構造科学研究所運営会議次第

日時：平成18年6月23日（金）13:30～（管理棟大会議室）

議事：

1. 協議

- ① 物質構造科学研究所戦略WGの設置について
- ② 海外における中性子・ミュオン実験の実施について
 - ・平成18年度海外における中性子共同利用実験課題(前期分)について
- ③ 平成18年度前期放射光共同利用実験課題審査結果（保留分）について
- ④ 教員公募（案）放射光源研究系 教授1名（人事委員会委員選出）
- ⑤ 教員公募（案）放射光源研究系 教授1名（人事委員会委員選出）
- ⑥ 教員公募（案）放射光源研究系 助手1名（人事委員会委員選出）

⑦ その他

2. 所長・施設長報告

- ① 所長報告
- ② 放射光報告
- ③ J-PARCセンター長報告
- ④ 中性子・ミュオン報告
- ⑤ ERL計画報告
- ⑥ 各PAC報告
- ⑦ その他

3. 報告

- ① 人事異動
- ② 平成19年度概算要求について

4. 研究活動報告

放射光共同利用実験審査委員会実験課題審査部会委員名簿

	氏名	所属・職名	分科
所 外 委 員	朝倉 清高	北海道大学触媒化学研究センター・教授	化学・材料
	伊藤 正久	群馬大学工学部・教授	電子物性
	奥田 浩司	京都大学国際融合創造センター・助教授	化学・材料
	柿崎 明人	東京大学物性研究所・教授	電子物性
	神谷 信夫	大阪市立大学大学院理学研究科・教授	生命科学 I
	桑島 邦博	東京大学大学院理学研究科・教授	生命科学 II
	佐々木 聡	東京工業大学応用セラミックス研究所・教授	構造物性
	高田 昌樹	理化学研究所播磨研究所・主任研究員	構造物性
	高橋 敏男	東京大学物性研究所・教授	構造物性
	武田 徹	筑波大学大学院人間総合科学研究科・講師	生命科学 II
	竹村 謙一	物質・材料研究機構物質研究所・主席研究員	構造物性
	田之倉 優	東京大学大学院農学生命科学研究科・教授	生命科学 I
	中井 泉	東京理科大学理学部第一部・教授	化学・材料
	野島 修一	東京工業大学大学院理工学研究科・助教授	化学・材料
	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 グループリーダー	電子物性
	平井 光博	群馬大学工学部・教授	生命科学 II
	藤森 淳	東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授	電子物性
	三木 邦夫	京都大学大学院理学研究科・教授	生命科学 I
	宮原 恒昱	東京都立大学大学院理学研究科・教授	電子物性
	村上 洋一	東北大学大学院理学研究科・教授	構造物性
横山 利彦	岡崎国立共同研究機構分子科学研究所・教授	化学・材料	
所 内 委 員	○野村 昌治	物構研 放射光科学第一研究系・研究主幹	—
	若槻 壮市	物構研 放射光科学第二研究系・研究主幹	—
	春日 俊夫	物構研 放射光源研究系・研究主幹	—
	飯田 厚夫	物構研 放射光科学第一研究系・教授	化学・材料
	伊藤 健二	物構研 放射光科学第一研究系・助教授	電子物性
	小林 克己	物構研 放射光科学第一研究系・助教授	生命科学 II
	澤 博	物構研 放射光科学第二研究系・教授	構造物性
	柳下 明	物構研 放射光科学第一研究系・教授	電子物性
	松下 正	物構研 放射光科学第一研究系・教授	—
	河田 洋	物構研 放射光科学第二研究系・教授	—
	加藤 龍一	物構研 放射光科学第二研究系・助教授	生命科学 I

○委員長

任期：平成 17 年 4 月 1 日～平成 19 年 3 月 31 日

実験課題審査部会委員名簿（分科会別）

電子物性	構造物性	化学・材料	生命科学Ⅰ	生命科学Ⅱ	
伊藤 健二	佐々木 聡	朝倉 清高	*神谷 信夫	桑原 邦博	若槻 壮市
伊藤 正久	澤 博	飯田 厚夫	田之倉 優	小林 克己	春日 俊夫
柿崎 明人	高田 昌樹	奥田 浩司	三木 邦夫	武田 徹	河田 洋
*藤森 淳	高橋 敏男	中井 泉	加藤 龍一	*平井 光博	野村 昌治
宮原 恒昱	竹村 謙一	野島 修一			松下 正
柳下 明	*村上 洋一	馬場 祐治			
		*横山 利彦			

*分科会責任者

平成 18 年度客員研究員一覧

氏 名	所属・職名	客員教授等の名称
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	東京大学大学院新領域創成科学研究科・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
渡邊 信久	北海道大学大学院理学研究科・助教授	客員助教授
藤浪 眞紀	千葉大学工学部・助教授	客員助教授

板

PF NEWS Vol. 24 No. 2 AUG, 2006

掲示板

平成 18 年度第一期配分結果一覧

Date	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16	
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Operation	T/M							USER RUN	B	USER RUN					
1A	06S2-005 船井														
1B	04G241 大塩 04G226 川本														
1C	05S2-002 尾崎														
2A															
2C	05G108 足立														
3A	05G127 八方 05G129 細川														
3B	調整														
3C	05G005 伊藤(C3) 05G109 伊藤(C3)														
4A	06G110 井出 05G035 榎井														
4B															
4C	05G018 井田(B2)														
5A	05G004 櫻井 05S2-003 有馬														
6A	Setup 若柳 05G291 上西 若柳 實 06G181 06S2-006 内田 玉田														
7A	Setup 04G367 風高 06G144 船谷 伏信 05G054 05G269 矢嶋														
7B	04G319 近藤 06G116 田島														
7C															
8A	05G201 船木														
8B	06S2-002 間瀬														
8C															
9A															
9C	05G203 田														
10A	05G187 櫻井 05G186 櫻井 05G245 山本														
10C	立上げ(05G084 WG 渡邊) 05G306 猪子 05G186 櫻井 05G028 高田 06G072 彦坂 05G293 高橋 05G027 河村														
11A	調整 05G258 大久保														
11B	調整 06G010 齋藤 05留-30 内藤														
11C	06G005 三木														
11D															
12A															
12C	05G242 小島 05G181 大淵 06G107 太田 05G228 藤														
Date	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16	
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Operation	T/M							USER RUN	B	USER RUN					
13A	04G237 中野														
13B	06G118 大塚(G1)														
13C	06G121 今村 05G242 小島														
14A	光学系調整 05G167 高橋														
14B	調整 05G165 平野														
14C	立上げ(C1) 05G304 森(C1)														
15A	WG 05G302 小島 05G315 木原 04G386 Zhou(木原) 05G300 池口 05G245 山本														
15B	05G002 荒川(B1) 04G204 岩住(B1)														
15C	施設利用 山口 05G137 沖津														
16A															
16B	04G209 東														
17A	Setup														
18A	05G105 Christoph Janowitz														
18B															
18C															
19A	立上げ 05G016 船守 夏期実習テスト														
19B															
19C	調整														
20A	06G210 青戸														
20B															
27A	06G027 池浦 06G089 塚 06留-03 永野														
27B	調整 06G207 高倉 MB立上げ 04G395 小林 06G202 富田 06G213 前澤 04G395 小林														
28A	06S2-001 藤森														
Date	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16	
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Operation	STOP							T/M							
NE1A1															
NE1A2															
NE1B															
NE3A															
NE5A															
NE5C															
NW2A															
NW10A															
NW12A															
NW14A															
Operation	T/M							USER RUN							
SPF								06S1-001 藤浪							

- 69 -

Date	4/17	4/18	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30										
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN										
Operation	M	B							B					STOP										
1A	06S2-004 澤																							
1B	04G232 眞庭				05G130 赤坂				04G242 澤															
1C	05S2-002 尾崎																							
2A																								
2C	05G108 足立				05G099 柳下																			
3A	05G129 細川				05G125 中村				05G159 中井															
3B	調整				04G016 長田																			
3C	05G109 伊藤(C3)				04G259 青木(C2)																			
4A	06G216 Chen		06P011 Zhang		調整		06P008 Huang		06G216 Chen		06P011 Zhang													
4B																								
4C	06G043 若林							04G228 若尾																
5A	共同研究 05G268 矢嶋 05G285 緒方 04G345 朴 06S2-006 佐藤 魚田 04G148 Cha 04G376 栗玉田 05G258 関根 05G260 千田 共同研究 Setup 05G291 上西 06G140 廣川 06S2-006 西野 内田																							
6A	04G362 若槻		05G062 伊藤		06G057 志村		06G161 薫		Setup 05G273 神島		06S2-006 野中		04G363 若槻											
7A	05G114 長谷川																							
7B																								
7C	04G3189 太田							XAFS 調整			06G081 吉川													
8A	共同研究																							
8B																								
8C																								
9A	04G285 朝倉							XAFS 調整		06P003 神田		05G196 吉武		06P007 藤田										
9C	05G177 上野		06G068 上野		05G301 高橋		06G077 武野		04G270 岡本		05G028 高田													
10A																								
10C	05G082 杉山		06G206 平井		06G087 堀見		06G080 海藤		05G199 原沢		06G078 野島		04G297 齋水		05G180 戸木田		05G084 渡邊							
11A	05G233 山口				06留-02 山口		05G175 小西																	
11B	06G217 齋藤																							
11C																								
11D	06G005 三木																							
12A	04G199 石井																							
12C	04G303 松浦				04G264 田淵				05G217 渡辺		06留-04 野村		共同研究											
Date	4/17	4/18	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30										
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN										
Operation	M	B							B					STOP										
13A	05G122 小野				USER RUN				05G143 永井		04G249 近藤													
13B	06G119 大塚(B1)								06G119 大塚(B1)															
13C	05G242 小島				06G121 今村																			
14A	回折計調整																							
14B	05G085 杉山																							
14C	04G225 久保(C2)				06G044 鈴木(C2)																			
15A	04G270 岡本		04G311 塩谷		06G091 塩谷		05G187 櫻井		05G206 今井		05G173 加藤		06G066 川端											
15B	04G204 岩住(B1)				04G234 深町				04G193 手塚(B1)															
15C	06G041 根岸		05G165 平野																					
16A	05G035 桜井(A1)																							
16B	04G209 東																							
17A	Setup																							
18A	05G105 Christoph Janowitz																							
18B																								
18C	05G016 船守		04G236 中山		04G237 中野		05G016 船守		05G151 大谷		04G237 中野													
19A																								
19B	調整																							
20A	調整																							
20B	06G210 青戸																							
27A	04G394 小林				05G317 宇佐美				04G394 小林															
27B	05G313 大貫		06G089 境		06G085 鈴木		06G090 岡本		04G313 矢坂		06G085 鈴木		05G313 大貫											
28A	06G010 齋藤																							
Date	4/17	4/18	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30										
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN										
Operation	USER RUN	B							B					STOP										
NE1A1																								
NE1A2																								
NE1B	04G206 小出							06PF-12 鈴木 06G024 Stephen																
NE3A	立ち上げ・調整				05G088 小林				調整															
NE5A	立ち上げ・調整				05PF-11 五十嵐				05G121 千葉		調整													
NE5C	05G138 辻				06G037 井上																			
NW2A	調整		05G230 野村				共同研究																	
NW10A	調整																							
NW12A	Setup				04G388 成松		05G088 竹中		05G051 原田		05G058 栗橋		06S2-006 神島 西野		05G069 若槻		05G282 若林		04G374 田中		06S2-006 山縣 佐藤		共同研究 共同研究	
NW14A	04S1-001 足立																							
Operation	USER RUN							USER RUN							STOP									
SPF	06S1-001 藤浪							06S1-001 藤浪																

Date	5/8 MON	5/9 TUE	5/10 WED	5/11 THU	5/12 FRI	5/13 SAT	5/14 SUN	5/15 MON	5/16 TUE	5/17 WED	5/18 THU	5/19 FRI	5/20 SAT	5/21 SUN																
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9																
Operation	T/M		USER RUN						B		USER RUN																			
1A	06S2-005 熊井						06S2-004 澤																							
1B	06G042 北川						04G232 真庭			04G226 川本			04G245 澤																	
1C	05S2-002 辰橋																													
2A																														
2C	05G104 手塚			05G111 中村			05G104 手塚			06G021 Cui			05G104 手塚		05G111 中村		05G095 佐藤													
3A	05G014 秋田						05G009 佐々木						05G139 石橋																	
3B	06G025 枝元																													
3C	04G379 渡辺(C2)																													
4A	04G332 中井		05P013 林			06P002 岡本			05G124 中井			共同研究		調整		共同研究														
4B	05G150 大隅(B1)						05G136 萩谷(B1)						共同研究		調整		共同研究													
4C	05G134 中尾						06S2-005 熊井						04G244 村上																	
5A	Setup 04G359 伊藤		06S2-006 田中		04G359 芳本		05G277 堀内		06G140 廣川		05G073 宮原		04G361 去機		Setup 共同研究		05G254 Eom		06S2-006 鈴木		06G165 田村		04G398 柳沢		05G058 栗橋		05G051 原田		06S2-006 稲垣	
6A	Setup 05G047 殿塚		05G261 竹中		06G168 伊藤		05G254 Eom		06G147 小田原		06G186 嶋山		04G222 田淵		05G088 若槻															
7A	06G115 田島		04G320 近藤																											
7B																														
7C	05G309 山下			05G194 竹中			05G197 宮永			04G304 坂東			06G108 瀧上																	
8A	06S2-002 間瀬																													
8B																														
8C																														
9A	05G228 藤		共同研究 05G247 半田		06G106 松尾		06G116 高橋		05G226 Jalliehvand		06PF-03 石地			04G316 堂免																
9C	05G125 中村			調整		05G208 岩澤		05P011 櫻並		04G302 松尾		06G112 原田		05P014 泉																
10A																														
10C	05G303 平井		04G378 塚田		05G081 高橋		05G083 瀧口		05G034 原		05G305 曾田		06G203 郷田		05G298 郷田		06G204 野中		04G383 清水		06G058 小島		05G295 室賀							
11A	05G098 雨宮						05G097 中島						04G325 雨宮																	
11B	調整																													
11C																														
11D	05G004 櫻井																													
12A	06G010 實藤						05G120 波多野						04G199 石井																	
12C	共同研究		05G226 Jalliehvand						共同研究		共同研究		06S2-002 間瀬			04G280 冨重														
Date	5/8 MON	5/9 TUE	5/10 WED	5/11 THU	5/12 FRI	5/13 SAT	5/14 SUN	5/15 MON	5/16 TUE	5/17 WED	5/18 THU	5/19 FRI	5/20 SAT	5/21 SUN																
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9																
Operation	STOP		USER RUN						B		USER RUN																			
13A	05G122 小野						04G249 近藤						04G250 平尾		05G151 大谷															
13B	06G119 大塚(B1)																													
13C	06G119 大塚(B1)						05G233 山口						06S2-002 間瀬																	
14A	検出器調整																													
14B	05PF-13 橋本																													
14C	06PF-06 埴内																													
14D	05G165 平野																													
15A	WG		06G084 奥田		06G131 Men(奥田)		04G381 八田		05G309 八田		05G312 小幡		05G301 高橋		06G064 眞山		06G074 高野													
15B	06S2-003 秋本(B2)																													
15C	施設利用(06-001) 山口			05G165 平野						04G257 山口																				
16A	05G035 桜井(A1)						05G249 雨宮						04G235 松村(A2)																	
16B																														
17A	Setup																													
18A	06G007 坂本																													
18B																														
18C	05G016 船守		06G052 Jiang			06G053 Liu			06G054 Xiao			06G045 平井			05G016 船守															
19A																														
19B	調整																													
20A	調整						05G102 田口			調整			05G102 田口																	
20B	06G017 小田切																													
20B																														
27A	06G027 池澤						04G340 関口						04G289 山本																	
27B	共同研究		04G313 矢板		05G175 小西		06G090 岡本		04G313 矢板		06G085 鈴木		06G090 岡本																	
28A	06S2-001 藤森																													
28A	04S1-001 足立																													
Date	5/8 MON	5/9 TUE	5/10 WED	5/11 THU	5/12 FRI	5/13 SAT	5/14 SUN	5/15 MON	5/16 TUE	5/17 WED	5/18 THU	5/19 FRI	5/20 SAT	5/21 SUN																
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9																
Operation	STOP		USER RUN						B		USER RUN																			
NE1A1	05G003 伊藤																													
NE1A2																														
NE1B	06PF-12 鈴木						06G012 朝日																							
NE3A	06G024 Stephen						05G100 張			05G163 岸本																				
NE5A	04G181 掛原						05G085 杉山																							
NE5C	04G251 草場						05G013 関根																							
NW2A	調整		04G221 河野			05G153 尾関			05G021 橋爪		04G221 河野																			
NW10A	調整		04G284 中田		05G033 原田		05G190 原田		06G096 戸嶋		調整		06G102 江村		04G282 大久保															
NW12A	Setup 04G376 栗王田		05G067 田之倉		06G184 藤橋		04G372 井田		05G183 三木		05G253 伏俣		05G253 永田		05G253 野尻		06S2-006 鈴木		05G287 共同研究		06G178 橋本		05G078 木下		05G288 鈴木		04G289 坂本		04G354 千田	
NW14A																														
Operation	USER RUN						B		USER RUN																					
SPF	06S1-001 藤浪						06S1-001 藤浪																							

Date	5/22	5/23	5/24	5/25	5/26	5/27	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4					
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN					
Operation	M	B	USER RUN					M	B	USER RUN									
1A			06S2-004 澤			06S2-005 熊井				06S2-005 熊井			06S2-004 澤						
1B			04G245 澤			調整(一軸圧力)				06留-07 澤			05G130 赤坂						
1C				05G103 下村						06G026 坂間									
2A									留保										
2C			05G095 佐藤			04G207 細川				05S2-002 尾崎									
3A			05G139 石橋			04G256-05G158 八島				04G256-05GG158 八島			05G128 橋本						
3B				06G025 枝元						04G188 匂阪									
3C				04G259 青木(C2)						04G259 青木(C2)									
4A			共同研究			調整	04G337 飯田			04G337 飯田			06G079 高西						
4B				05G132 大里(B2)															
4C			04G244 村上			06G039 魚崎	05G008 近藤			05G008 近藤			04G226 川本						
5A	05G074 櫻庭	05G284 渡邊	04G339 畑	06S2-006 津下	05G291 森本	04G365 上西	05G271 若槻	06G177 矢崎	05G091 片柳	05G178 栗生田	05G261 竹中	06S2-006 朴	06G184 島山	05G049 千田	06S2-006 澤木				
6A			04G373 有井	05G292 若林	04G360 伊藤				05G281 白木	06S2-006 若槻	05G250 Suh	06S2-006 内田	05G250 Suh						
7A			04G320 近藤			06G014 中辻				06G014 中辻			05G098 雨宮						
7B																			
7C			04G295 山下		05G030 永長		04G282 大久保			04G287 内本		06G099 内本	06G071 村井	05G216 奥原					
8A			06P004 前田			試料・装置準備	06S2-002 間瀬					06S2-002 間瀬		試料・装置準備					
8B																			
8C			共同研究							共同研究									
9A			08Y003 住友化学	共同研究		04G327 山口	06G124 中井			05G202 加納		06G069 大淵	06G114 周						
9C			05G231 鈴木	05G238 Zhanqing		04G329 黒田	06G122 黒田			06G083 吉朝		05G213 山口	04G290 廣田	調整					
10A			06G058 小島			05G161 新村				05G010 栗林									
10C			06G201 加藤	06G209 片岡		06G210 今元	06G201 加藤			05G218 川口		05G296 和泉	04G392 和泉	05G229 松嶋					
11A						04G288 内本				04G391 伊藤			06G205 伊藤						
11B			結晶交換・調整			04G288 内本							06G103 池田						
11C				05G004 櫻井									05G004 櫻井						
11D				04G197 藤井															
12A						06S2-002 間瀬													
12C			06留-05 中井	05G239 中井		06G117 丹羽	05G178 臼井	06G061 那須				05G174 田淵	調整	06G216 Chen					
Date	5/22 MON	5/23 TUE	5/24 WED	5/25 THU	5/26 FRI	5/27 SAT	5/28 SUN	5/29 MON	5/30 TUE	5/31 WED	6/1 THU	6/2 FRI	6/3 SAT	6/4 SUN					
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9					
Operation	M	B	USER RUN					M	B	USER RUN									
13A			04G249 近藤			04G045 八木							05G151 大谷						
13B				05G248 大久保(B2)									06G127 Wei(B1)						
13C									05G242 小島		06G121 今村								
14A				06留-01 短波島回折実験							04G248 田中								
14B				05G085 杉山							05G135 高橋								
14C				05S2-001 武田(C1)							06G030 大高(C2)								
15A			04G384 桑島			共同研究	06G067 川口			04G307 森田		05G172 森田	05P009 濱口	05G311 杉本					
15B				05G015 小島(B1)							05G156 水野(B1)								
15C				06G057 志村							04G328 山口								
16A			04G235 松村(A2)			04G244 村上(A2)				04G244 村上(A2)		04G247 Kvutt(A2)		04GG213 宮原					
16B																			
17A			Setup																
18A				05G091 重田															
18B																			
18C			05G016 船守	06G045 平井		05P007 松石						06G045 平井		05G016 船守					
19A																			
19B			調整		05G102 田口		調整												
20A																			
20B																			
27A				05G118 馬場															
27B			MB立上げ	04G395 小林	06G202 寛田	06G213 前澤	04G395 小林			04G289 山本		共同研究	06G089 境						
28A				06S2-001 藤森		06G006 相浦						06S2-002 藤森							
Date	5/22 MON	5/23 TUE	5/24 WED	5/25 THU	5/26 FRI	5/27 SAT	5/28 SUN	5/29 MON	5/30 TUE	5/31 WED	6/1 THU	6/2 FRI	6/3 SAT	6/4 SUN					
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9					
Operation	M	B	USER RUN					MA/M	B	USER RUN									
NE1A1				05G003 伊藤			05G116 桜井												
NE1A2																			
NE1B																			
NE3A				05G137 沖津								05G094 森木							
NE5A				05G308 武田								05G308 武田							
NE5C				05G142 蒲川								06G035 浜谷		06G036 辻					
NW2A			06留-06 河野	05G153 尾関		04G221 河野					調整	05G207 岩澤		06G117 丹羽					
NW10A			04G304 飯塚			05G214 一國					調整	05G216 奥原	04G299 成田	05G221 Psaro					
NW12A			施設利用 06S2-006 竹中	共同研究	06G145 原田	05G255 海野	06G161 重	06S2-006 田之倉		06G152 永田	05G080 野尻	06S2-006 角田	共同研究	05G288 西山	06G189 若槻	05G256 山崎	04G367 伊藤	06G173 尾高	近藤
NW14A				04S1-001 足立								04S1-001 足立							
Operation	USER RUN							USER RUN											
SPF	06S1-001 藤浪							06S1-001 藤浪											

Date	6/5 MON	6/6 TUE	6/7 WED	6/8 THU	6/9 FRI	6/10 SAT	6/11 SUN	6/12 MON	6/13 TUE	6/14 WED	6/15 THU	6/16 FRI	6/17 SAT	6/18 SUN
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Operation	MA/M	B		USER RUN				M	B		USER RUN			
1A				06S2-005 瓶井							05S2-005 瓶井			
1B		06留-08 澤				04G242 澤			夏季実習		04G232 真庭		05G123 出口	
1C				04G200 相浦						夏季実習		04G200 相浦		
2A														
2C				05S2-002 尾嶋							05S2-002 尾嶋			
3A		05G128 橋本				05G157 八島					05G124 依々木		04G187 加藤	
3B				04G188 包坂							05G109 伊藤(C3)		06G046 櫻井(C3)	
3C				04G259 菅木(C2)							06G049 木村			
4A		06G079 高西		04G277 上野		04G228 雨宮				05G157-05G158-04G058 八島(B2)				
4B				05G157-05G158-04G058 八島(B2)							06G057 志村		05G148 木村	
4C		05G119 久保田		06G057 志村					共同研究 06G159 子田	05G282 石井	06S2-006 片瀬 田中	04G348 森本 野原	06G171 Llw	04G342 中嶋
5A	05G250 Suh	05G072 黒河	06G137 Kumar	06S2-006 若槻	06G178 桂雲	05G075 菅木 角田	06S2-006 矢嶋 Ding	05G251 Ding	05G068 竹中	05G084 夏実習	05G171 折原	05G215 原	04G274 松葉	04G297 香木
6A	06G167 伊藤		04G362 若槻	06S2-006 桃岡		05G251 Ding			04G320 近藤				06G181 中嶋	04G363 若槻
7A				05G098 雨宮										
7B				05G091 夏田										
7C		04G193 手塚				04G204 岩住								
8A				06S2-002 間瀬						夏季実習		06S2-002 間瀬		
8B														
8C				04G261 上之地										
9A	06G114 周	共同研究	SX 調整		05G240 中井		06G116 高橋		共同研究	05G031 尾島		06G116 高橋	04G263 今野	
9C		05G126 秋本			05G135 高橋					05G134 中屋			06G050 中屋	
10A				04G230 山中							05G007 工藤			
10C	06G211 綿岡	04G338 竹下	04G086 竹下		06G092 原		05G170 澤口		05G306 猪子	05G084 深淺	05G171 折原	05G215 原	04G274 松葉	04G297 香木
11A				04G206 小出						04G206 小出				05G092 齋藤
11B		06G216 Chen		06P005 高岡		06G130 Dong				05G168 Fons				
11C														
11D		04G199 石井											04G291 廣瀬	
12A				06S2-002 間瀬										
12C	06G132 Zeming		06G130 Dong		06G129 Lu				05G208 岩澤				06G128 Pan	
Date	6/5 MON	6/6 TUE	6/7 WED	6/8 THU	6/9 FRI	6/10 SAT	6/11 SUN	6/12 MON	6/13 TUE	6/14 WED	6/15 THU	6/16 FRI	6/17 SAT	6/18 SUN
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Operation	MA/M	B		USER RUN				M	B		USER RUN			
13A		04G034 平井				04G229 山中			04G252 中本					
13B				06G120 Saini(B1)						04G258 高橋(B2)				
13C													06S2-002 間瀬	
14A				05G167 高橋									共同研究	
14B				06G212 島雄										
14C				05S2-001 武田(C1)							05G297 Cheng			
15A	05G311 杉本	05G169 原田	06G065 松本		05G310 若林				05G294 竹谷(C1)			05G022 百生		
15B				06S2-003 秋本(B2)						04G380 竹中	05G177 上野	06G068 上野	06G076 雨宮	
15C					04G234 深町								06S2-003 秋本(B2)	
16A						05S2-003 有馬(A1)							04G218 秋本	
16B		04G213 宮原											05S2-003 有馬(A1)	
17A				Setup						Setup				
18A				06G002 藤森										
18B														
18C				05G011 城谷										
19A									05G016 船守	夏季実習			04G229 山中	
19B														
20A													06G009 平井	
20B														
27A		04G394 小林				05G317 宇佐美							05G118 馬場	
27B	06G090 岡本	06G063 中田	05G175 小西	06G089 境	共同研究	05G313 大貫			MB立上げ	04G395 小林		06G202 菅田	04G395 小林	
28A				06S2-001 藤森										
Date	6/5 MON	6/6 TUE	6/7 WED	6/8 THU	6/9 FRI	6/10 SAT	6/11 SUN	6/12 MON	6/13 TUE	6/14 WED	6/15 THU	6/16 FRI	6/17 SAT	6/18 SUN
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Operation	M	B		USER RUN				M	B		USER RUN			
NE1A1				05G116 桜井						05G003 伊藤				
NE1A2														
NE1B													05G001 柳原	
NE3A				05G017 北尾										
NE5A				05G308 武田										
NE5C													05G113 浦戸	
NW2A		06G036 辻				05G012 川崎			大学院実習+05G308(武田)			05G308 武田		
NW10A	06G105 竹中		06G117 丹羽		06G105 竹中				04G225 久保			06G038 井上		
NW12A	調整 田中	06P006 山口	調整 田中	05G194 竹中		05G198 宮永			06G123 黒田			06留-09 丹羽		
NW14A	Setup 田中	05G283 佐藤	06S2-006 佐藤	施設利用 田中	05G286 エプソン 田中	04G388 緒方	06G151 成松	04G358 田中	05G198 宮永	06S2-006 三木	玉田		05G241 松林	
Operation	USER RUN							USER RUN						
SPF	06S1-001 藤浪							調整 夏季実習 調整						



Date	6/19	6/20	6/21	6/22	6/23	6/24	6/25	6/26	6/27	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2		
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
Operation	USER RUN	B	USER RUN		M	USER RUN [Single Bunch]		B [SB]	USER RUN [SB]				M			
1A	06S2-004 澤				06S2-004 澤											
1B	05G123 出口	04G224 村上			04G224 村上			05P006 池本	04G232 真庭							
1C	04G200 相瀬															
2A																
2C	05S2-002 風嶋				05G115 松本				05G101 藤森							
3A	05G124 佐々木															
3B	04G187 加藤				04G203 Harries											
3C	06G046 櫻井(C3)															
4A	04G387 雨宮	04G227 雨宮														
4B	06G117-138 八島(B2)	05G018 井田(b2)			05G018 井田(B2)			06G035 桜井								
4C	04G148 木村				05S2-003 有馬(若林)				06G035 桜井							
5A	06G189 山崎	05G292 若林	06G156 Wang	06G139 Streltsov	06G139 Streltsov				05S2-003 有馬(若林)		優先五十嵐					
6A	06G156 Wang	06G139 Streltsov	06S2-006 神島													
7A	04G320 近藤	04G314 和田			04G314 和田											
7B																
7C	04G204 岩住				調整		05G241 松林		04G304 阪東							
8A	06S2-002 間瀬															
8B																
8C	04G261 上之地				04G260 上之地				04G272 大里							
9A	05G025 浅田	06Y003 住友化学	共同研究		04G219 池本				04G272 大里							
9C	06G050 中風				XAFS 調整		04G333 一國		06Y003 住友化学							
10A	05G007 工藤	05G133 大里			05G133 大里				05G191 吉田		06G088 竹下		05G027 河村		WG作業	
10C	04G297 碓氷	06G078 野島			06G088 竹下				05G027 河村		WG作業					
11A	05G092 斎藤															
11B	04G391 伊藤															
11C																
11D	04G291 廣瀬															
12A	05G120 波多野															
12C	05G228 廣瀬	共同研究	共同研究	06P007 藤田	06G082 吉朝				05P008 大塚							
Date	6/19	6/20	6/21	6/22	6/23	6/24	6/25	6/26	6/27	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2		
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
Operation	USER RUN	B	USER RUN		M	USER RUN [Single Bunch]		B [SB]	USER RUN [SB]				M			
13A	04G252 中本															
13B	06G120 Saini															
13C	06G121 今村				06S2-002 間瀬				06P004 前田							
14A	05G163 岸本				05G163 岸本											
14B	05G285 杉山				05PF-15 五十嵐											
14C	05G222 百生				調整						06P009 越田(C1)					
15A	06G078 雨宮	05G184 雨宮	05G179 木村		04G275 倉谷				04G266 千葉		WG					
15B	06S2-003 秋本(B2)				04G254 水野				06G041 櫻岸		04G234 深町					
15C	施設利用 山口				04G254 水野											
16A	05S2-003 有馬(A1)				04G210 青戸											
16B	04G210 青戸															
17A	Setup	06G184 五十嵐	05G287 櫻本	04G384 若槻												
18A	06G002 藤森	調整			調整											
18B																
18C	04G236 中山				06G045 平井											
19A	04G207 細川															
19B																
20A																
20B																
27A	05G118 馬場				06G080 四本											
27B	06G213 前瀬	06G207 高倉	04G395 小林	06G207 高倉	06G085 鈴木				04G313 矢坂							
28A	05S2-002 風嶋	04G185 足立			04G195 足立				06G085 鈴木							
Date	6/19	6/20	6/21	6/22	6/23	6/24	6/25	6/26	6/27	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2		
Time	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
Operation	USER RUN	B	USER RUN		M	USER RUN		B	USER RUN				M	STOP		
NE1A1					04G312 桜井											
NE1A2																
NE1B	05G001 柳原	06G020 Jin														
NE3A	04G191 小林				04G191 小林		05G100 張									
NE5A	05G308 森田				05G121 千葉		調整		所内優先							
NE5C	06G038 井上				04G251 馬場											
NW2A	05G190 廣田				05G230 野村											
NW10A	06G109 崎倉				04G323 阪東		共同研究		06Y003 住友化学		調整					
NW12A	06G150 田之倉	06S2-006 鈴木	05G079 田之倉	05G058 栗栖	共同研究	06G089 竹中	05G184 若槻	06S2-006 若槻	04G281 野中	05G291 上西	06G140 廣川	共同研究	共同研究	共同研究		
NW14A	04S1-001 足立				04S1-001 足立											
Operation	USER RUN										USER RUN					
SPF	06S1-001 藤浪										06S1-001 藤浪					

PF ニュース
 ます。送付
 ムページ
 フォームよ
 度末(3月)
 送付を希望
 ジ上の更新
 がなければ
 す。また、
 のでご協力
 今まで自
 に課題参加
 要ですが、
 送付されま

- 1) PF 懇話会
 会員期間中
 続きは必要
 - 2) 共同利
 課題の有効
 題をお持ち
 間まで更新
 が切れませ
 の継続を希
 - 3) 図書館
 これまで送
 - 4) 物構研
 委員任期中
 - 5) 加速器
 これまで送
 - 6) PF に
 これまで送
- また、P
 ます。詳

委員
 副委
 委
 事務

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まると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をご覧ください。

【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

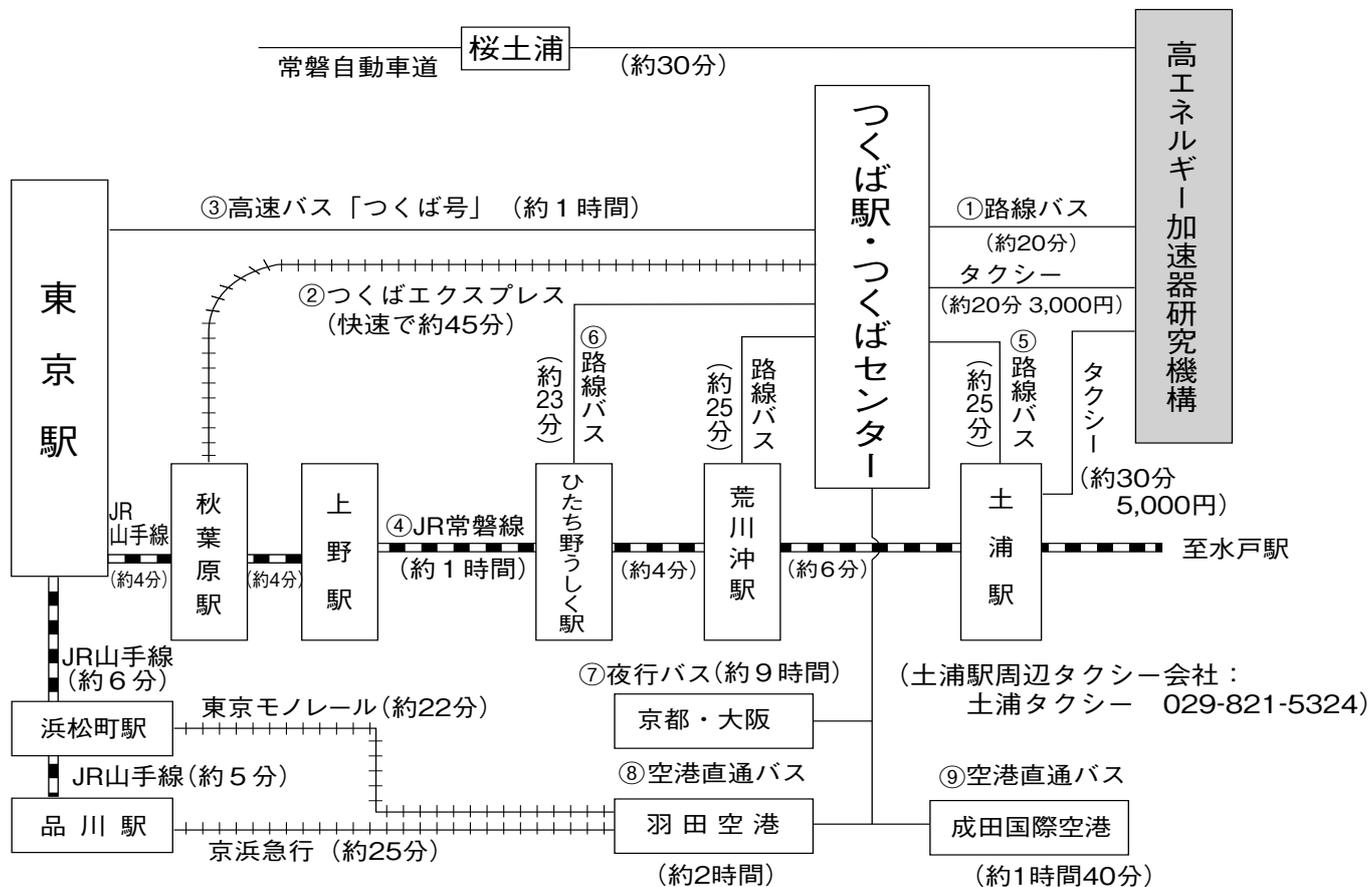
利用者としては、ここ2、3年間、年2日程、高エネ研に来ています。PF でメインのX線関連施設を利用していないので、このあたりの研究については門外漢で、編集会議前に前号のPF ニュースを見ながら勉強させていただいています。そこで感じるのは、分野が違う人が直感的に内容を理解するには、日本人にとって日本語は楽だということです。初心者やしばらくこの分野から遠ざかっていた人にとって、日本語で書かれた雑誌は心強い。また、多くのPF ニュース読者の研究分野は比較的近いでしょうが、同じ分野の中でも研究内容が細分化されていていっている中で、隣のビームラインで行われている実験をどこまで理解できるでしょうか? 日本で行われた研究成果を英語で書くことも重要ですが、同時に、日本語での情報発信の必要性を感じる今日この頃です。(K. H.)

委員長 伏信 進矢 東京大学大学院農学生命科学研究科
副委員長 加藤 龍一 物質構造科学研究所
委員 五十嵐教之 物質構造科学研究所
岸本 俊二 物質構造科学研究所
久保田正人 物質構造科学研究所
坂本 一之 千葉大学大学院自然科学研究科
竹下 宏樹 長岡技術科学大学物質・材料系
張 小威 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

江島 丈雄 東北大学多元物質科学研究所
木村 正雄 新日本製鉄(株)
香野 淳 福岡大学理学部応用物理学科
高橋 嘉夫 広島大学大学院理学研究科
谷本 育律 物質構造科学研究所
平田 浩一 産総研計測標準研究部門

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9月30日で廃止になりました。

(確認日: 2006. 10. 1)

①つくばセンター ↔ KEK (2006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	71		14:45	14:58	71	× 5:42	× 6:00		C8	× 15:40	× 15:59	
18	7:50	8:07	8:25	C8		× 14:50	× 15:05	71	7:43	8:05		71	15:43	16:05	
71		8:40	8:53	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	9:24		C8	17:20	17:39	
C8A		9:30	9:46	C8		× 17:20	× 17:35	71	10:18	10:40		C8	× 18:10	× 18:29	
71		10:00	10:13	71		17:30	17:43	C8	10:30	10:49		71	18:18	18:40	
71		× 10:30	× 10:43	C8		17:55	18:10	71	11:31	11:53		C8	× 18:50	× 19:09	
C8		10:55	11:10	C8		× 18:40	× 18:55	C8	11:40	11:59		18	○ 18:50	○ 19:10	○ 19:32
71		11:00	11:13	71		18:50	19:03	71	13:23	13:45		71	19:13	19:35	
71		12:00	12:13	71		19:40	19:53	71	14:18	14:40		C8	× 19:30	× 19:49	
C8		13:20	13:35	C8		× 20:05	× 20:20	C8	14:20	14:39		18	× 20:50	× 21:10	× 21:32
71		13:55	14:08												

(×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

②つくばエクスプレス

(2005年8月24日開通)

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。

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	19:20	20:12
○6:05	6:50	○10:00	10:45	○19:30	20:15
6:20	7:14	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
○7:36	8:21	17:17	18:09	21:12	22:04
7:47	8:39	○17:30	18:15	21:36	22:28
○8:01	8:46	17:40	18:32	○22:00	22:45
8:09	9:01	18:00	18:52	22:15	23:07
○8:24	9:09	○18:10	18:55	22:45	23:37
8:32	9:24	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		
○9:30	10:15	○19:10	19:55		

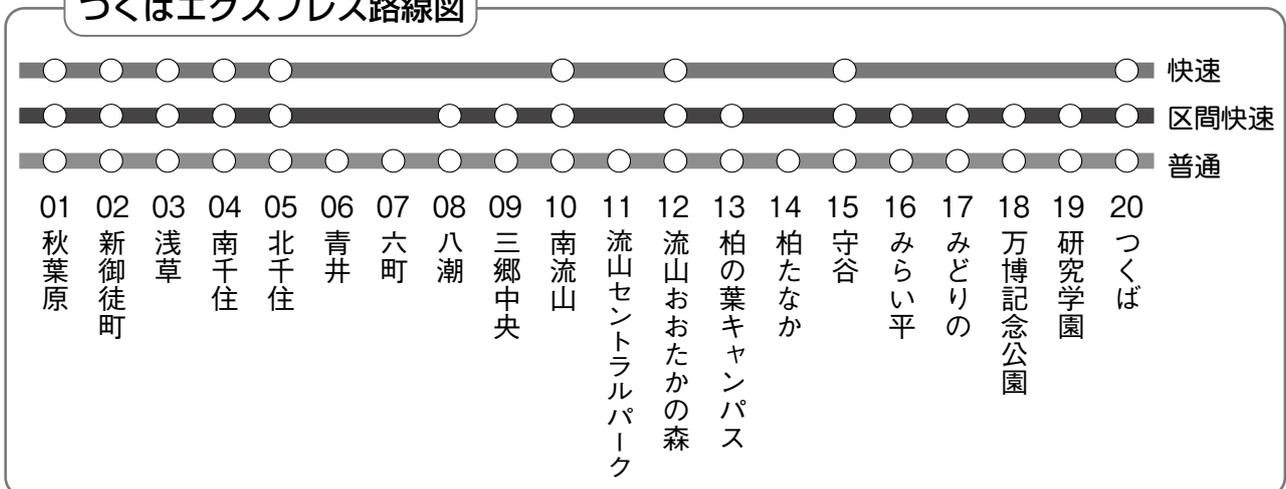
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:07	5:59	9:48	10:41	19:02	19:54
○5:28	6:13	○10:11	10:56	○19:20	20:05
5:42	6:35	10:18	11:11	19:25	20:18
6:12	7:05	○10:41	11:26	19:38	20:31
6:34	7:26	10:48	11:41	○19:57	20:42
○6:56	7:41	(10時~15時まで同じ)		20:01	20:54
6:57	7:49	○16:11	16:56	○20:18	21:03
7:12	8:04	16:18	17:11	20:24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

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	20:05
○6:05	6:50	○10:00	10:45	○19:36	20:21
6:20	7:12	10:15	11:07	19:48	20:40
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	8:16	○17:00	17:45	○21:00	21:45
7:48	8:40	17:17	18:09	21:12	22:04
○8:00	8:45	○17:30	18:15	21:36	22:28
8:10	9:02	17:40	18:32	○22:00	22:45
○8:30	9:15	○18:00	18:45	22:15	23:07
8:40	9:32	18:12	19:04	22:45	23:37
○9:00	9:45	○18:36	19:21	○23:00	23:45
9:10	10:02	18:48	19:40	23:15	0:07
○9:30	10:15	○19:00	19:45	*23:30	0:27

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	18:49	19:42
○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	17:12	18:04	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		○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	○18:44	19:29		

○：快速 無印：区間快速 *：普通

つくばエクスプレス路線図



③ 高速バス

高速バス発車時刻表 [つくば号]

(2006年6月1日改正)

運賃 東京駅 ↔ つくばセンター : 1150円 (5枚綴り回数券4800円)

1 Week Returnきっぷ 1700円 (2006年10月31日まで有効。ただし往路券の利用を含め7日間以内の使用に限る。)

●ミッドナイトつくば号 東京駅 → つくばセンター : 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)

Table with 4 columns: 東京駅八重洲南口 → つくばセンター行. Rows show departure times from 7:00 to 11:00.

Table with 4 columns: つくばセンター → 東京駅日本橋口行. Rows show departure times from 5:00 to 9:00.

※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) 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1日前から発売。

●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)

④ JR 常磐線

(土浦駅発着) (問い合わせ先: 土浦駅 029-822-9822) (2006年3月18日改定)

所要時間 土浦駅-上野駅 (普) 約70~80分 [1,110円] (快) 約60分 (特) 約50分 [1,110円+950円 (特急料金)]

[運賃] 土浦駅-荒川沖駅 約6分 [190円]

土浦駅-ひたち野うしく駅 約10分 [190円]

Table for JR 常磐線下り. Columns: 上野発, 土浦着, 種別, 上野発, 土浦着, 種別, 上野発, 土浦着, 種別. Rows show train schedules from 5:09 to 11:10.

Table for JR 常磐線上り. Columns: 土浦発, 上野着, 種別, 土浦発, 上野着, 種別, 土浦発, 上野着, 種別. Rows show train schedules from 5:20 to 9:28.

◇ 土・休日運休 ◆ 土・休日運転 ● 特別快速 特 特急

⑤土浦駅 ↔ つくばセンター

(2005年8月24日改正)

所要時間 約25分 (特急バス 土浦→つくばセンター約15分 つくばセンター→土浦約20分)
運賃 510円 つくばセンター乗り場3番

平				日			土 日 祝 日				
土 浦 駅 発				つくばセンター発			土 浦 駅 発		つくばセンター発		
5:42	8:20	11:15	18:00	6:25	10:55	19:15	6:00	9:30	6:30	10:45	18:40 特
5:57	8:30	11:30	18:10 特	7:02	11:15	19:25	6:10	9:45	7:05	10:55	18:55
6:07	8:45	11:45	18:15	7:25	11:25	19:30	6:25	17時まで同じ	7:25	11:15	19:05
6:25	9:00	12:00	18:30	× 7:35	11:40	19:55	6:45	18:00	7:55	11:25	19:10 東
6:45	9:10 特	12:10 特	18:55	7:40	11:40 特	20:05	7:00	18:15	8:15	11:40	19:30
6:45 二	9:15	12:15	19:10	8:00 二	11:55	20:26	7:20	18:30	8:35	11:40 特	19:50
7:00	9:30	12:30	19:30	8:15	12:15	20:40	7:45	18:50	8:55	11:55	20:15
× 7:05	9:45	12:40 東	19:45	8:35	12:25	21:00 東	7:50 東	19:10	9:10	12:15	20:30
7:20	10:00	12:45	20:10	8:55	12:40 特	21:10 東	8:05	19:30	9:25	12:25	20:45
7:30 二	10:10 特	13:00	20:40	9:10	12:45	21:10	8:15	19:50	9:40 特	12:40 特	21:10
7:40	10:15	13:10 特	21:15	9:25	12:55	21:35	8:30	20:10	9:45	12:45	21:40
7:50 東	10:30	13:15	21:45	9:45	17時まで同じ	22:00	8:45	20:40	9:55	12:55	22:10
7:55	10:45	13:30	22:15	9:55	18:15	22:20	9:00	21:15	10:15	17時まで同じ	
× 8:10 竹	11:00	13:45	22:40	10:15	18:30	22:40	9:10 特	21:40	10:25	18:15	
8:10	11:10 特	17時まで同じ		10:25	18:45 特		9:15	22:15	10:40 特	18:30	
				10:45	18:50						

- (凡例)
- × 休校日運休
 - 二 土浦二校経由
 - 竹 竹園高校経由
 - 特 特急バス(土浦-吾妻-つくばセンターのみ停車)
 - 東 土浦駅東口発着

⑥ひたち野うしく駅 ↔ つくばセンター

(2006年4月3日改正)

所要時間 約23分 運賃 500円 (発時刻のみ)

平			日			日 祝 日					
ひたち野うしく駅発			つくばセンター発			ひたち野うしく駅発			つくばセンター発		
6:27	11:45	17:45	6:20	11:49	17:40	7:10	12:05	17:25	6:40	11:33	16:42
6:55	• 12:05	18:00	• 6:35	12:20	• 17:55	7:35	• 12:30	• 17:45	6:57	• 12:02	• 17:10
• 7:07	12:25	18:20	6:53	• 12:30	17:58	• 7:55	13:05	18:00	• 7:20	12:35	17:30
7:32	12:50	• 18:35	7:12	13:00	18:10	8:17	• 13:28	18:20	7:42	• 13:00	17:45
7:37	• 13:05	18:50	• 7:40	13:15	18:25	8:40	14:05	18:36	8:03	13:33	18:05
7:55	13:30	19:02	8:00	• 13:30	• 18:48	• 8:55	14:25	• 19:01	• 8:23	13:57	• 18:32
• 8:15	13:45	• 19:17	8:17	13:48	19:00	9:26	• 14:44	19:29	8:53	• 14:11	18:55
8:40	• 14:05	19:35	8:28	14:10	19:25	• 9:53	15:05	19:47	• 9:20	14:35	19:10
8:55	14:25	19:56	• 8:45	• 14:30	19:40	10:13	15:24	• 20:02	9:39	14:57	• 19:30
9:12	14:44	20:10	9:00	14:45	• 19:57	10:35	15:57	20:30	10:05	15:25	20:00
• 9:20	• 15:05	• 20:31	9:30	15:05	20:10	• 11:04	• 16:23	• 21:00	• 10:24	• 15:52	• 20:30
9:37	15:25	20:50	• 9:48	• 15:30	20:30	11:25	16:44	21:30	10:48	16:10	21:00
10:00	15:40	21:05	10:10	16:00	• 20:57	11:42	17:05		11:09	16:30	
• 10:20	• 16:05	• 21:25	• 10:30	16:24	21:20						
10:40	16:30	21:50	10:48	• 16:43	• 21:50						
• 11:05	17:00	• 22:25	11:05	17:05							
11:25	• 17:20		• 11:30	17:25							

- (凡例)
- 印…JRバス関東

⑦夜行バス

よかつ関西号 [水戸・つくば ↔ 京都・大阪]

運行時刻表 (2004年12月22日改定)

大阪・京都→つくば・水戸		水戸・つくば→京都・大阪	
あべの橋駅 (JR天王寺駅)	21:30	土浦駅東口	22:24
近鉄なんば駅西口 (OCATビル)	21:43	つくばセンター	22:53
大阪駅前 (地下鉄東梅田駅)	22:00	並木大橋	23:00
名神茨木インター	22:25	京都駅八条口 (近鉄改札前)	6:15
名神高槻	22:30	名神大山崎	6:35
名神大山崎	22:39	名神高槻	6:44
京都駅八条口 (近鉄改札前)	23:03	名神茨木インター	6:49
並木大橋	6:13	大阪駅前 (地下鉄東梅田駅)	7:14
つくばセンター	6:20	近鉄なんば駅西口 (OCATビル)	7:29
土浦駅東口	6:42	あべの橋駅 (JR天王寺駅)	7:50

乗車券 水戸・土浦間の時刻、料金、詳しい搭乗場所については下記問い合わせ先へ。

- ・予約制。1ヶ月前より予約受付。乗車券は4日前までに購入。
- ・予約・問い合わせ先：関鉄学園サービスセンター 029-852-5666 予約受付時間 (毎日 8:30~17:00)
- 近鉄バス 06-6772-1631 予約受付時間 (毎日 9:00~19:00)
- インターネット予約 <http://www.kintetsu-bus.co.jp/>
- <http://www.j-bus.co.jp/>

JRバス “ドリーム大阪81, 82号” [2005/9/2以降の金・土・日・祝日・祝日の前日・12/22-1/4・3/17-4/9・4/28-5/7・7/21-8/31運転]
 問い合わせ：03-3844-1950 (JRバス関東) 06-6466-9990 (西日本JRバス)

⑧⑨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

羽田空港 → つくばセンター			つくばセンター → 羽田空港		
第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター	つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル
8:30	8:35	10:20	4:40	6:17	6:22
9:30	9:35	11:20	5:30	7:07	7:12
10:30	10:35	12:20	6:40	8:37	8:42
11:30	11:35	13:20	8:00	9:57	10:02
12:55	13:00	14:45	9:30	11:27	11:32
14:55	15:00	16:45	11:00	12:57	13:02
15:55	16:00	17:45	12:30	14:07	14:12
16:55	17:00	18:45	14:00	15:37	15:42
17:55	18:00	19:45	15:00	16:37	16:42
19:20	19:25	20:50	16:00	17:37	17:42
20:55	21:00	22:15	17:15	18:52	18:57
21:55	22:00	23:15	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)

2006年5月27日改定

所要時間：約1時間40分 運賃：2,540円

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

成田空港 → つくばセンター			つくばセンター → 成田空港		
第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター	つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル
7:20	7:25	9:00	6:20	8:00	8:05
9:05	9:10	10:45	7:20	8:55	9:00
10:35	10:40	12:15	8:50	10:25	10:30
12:50	12:55	14:30	10:20	11:55	12:00
14:30	14:35	16:10	11:55	13:30	13:35
16:15	16:20	17:55	13:25	15:00	15:05
17:20	17:25	19:00	14:35	16:10	16:15
18:45	18:50	20:25	15:50	17:25	17:30
20:10	20:15	21:50	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: 2006. 7. 25) ※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)

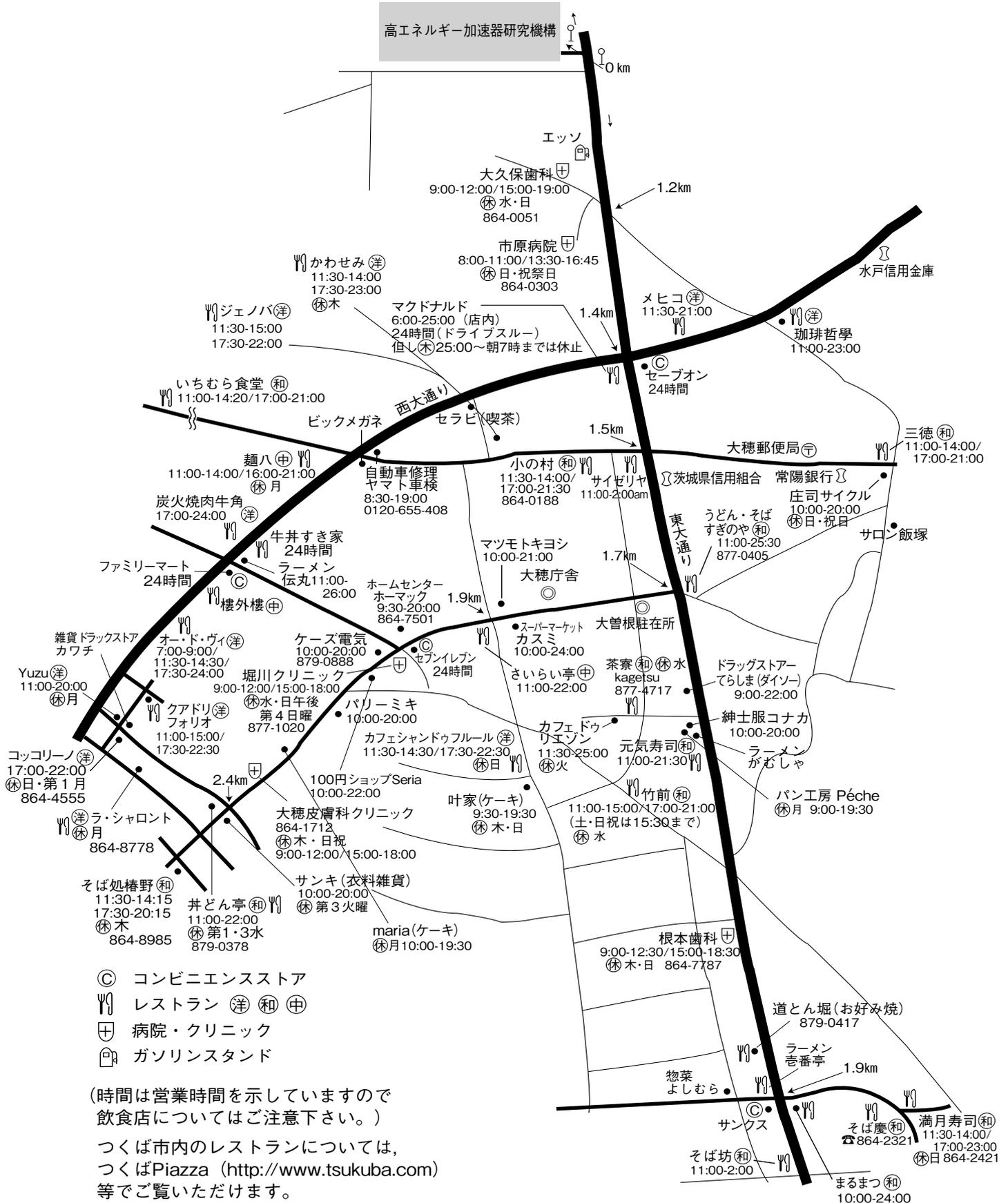
KEK 周辺生活マップ

(確認日: 2006. 7. 25)

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

高エネルギー加速器研究機構



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

ビームライン担当一覧表 (2006. 8. 1)

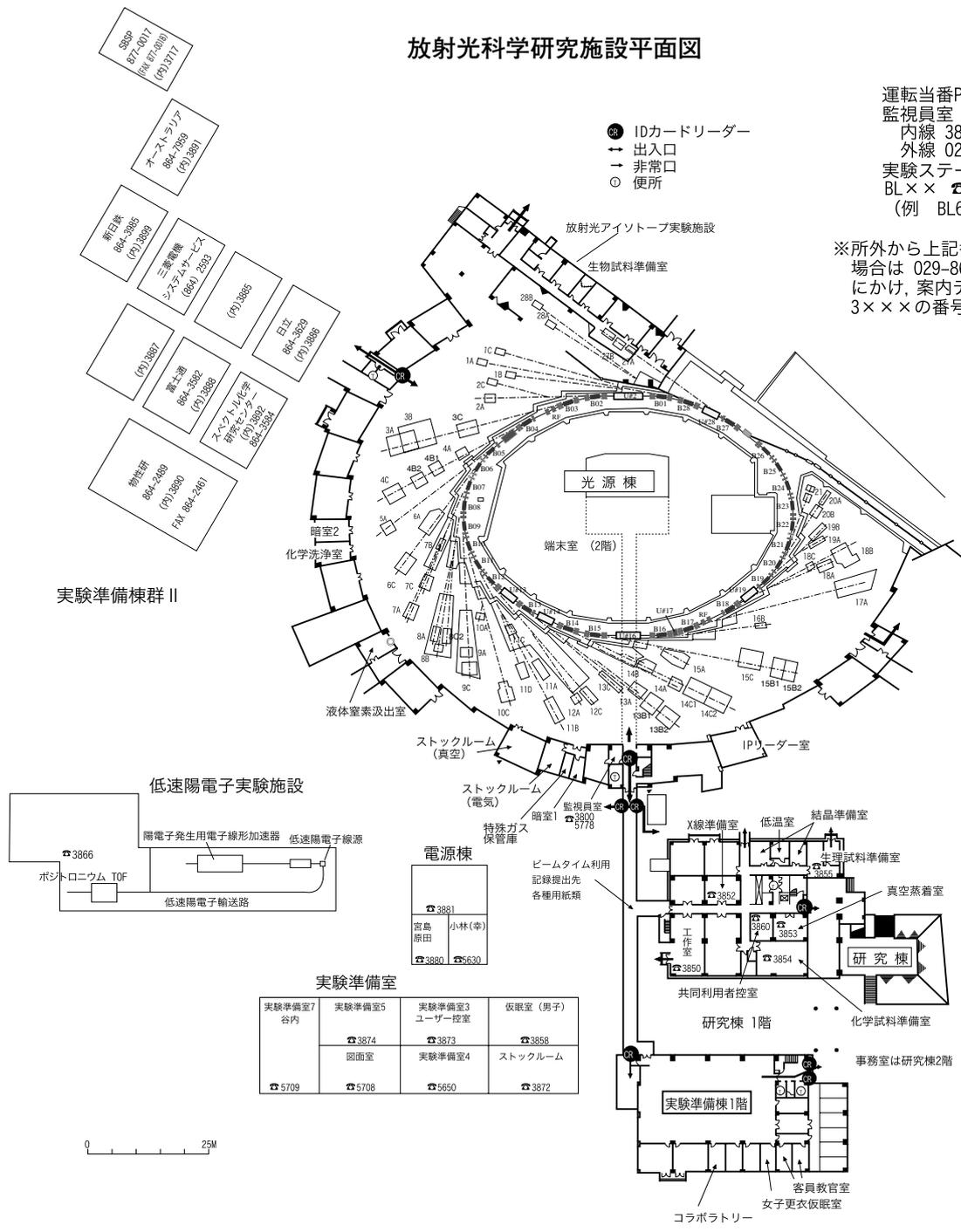
ビームライン	形態	光源	BL担当者
ステーション		ステーション/実験装置名 (●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ☆所外, ★協力BL)	担当者 担当者 (所外)
BL-1		B M	小野
BL-1A	○	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	澤
BL-1B	●	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	澤
BL-1C	●	VUV不等間隔平面回折格子分光器	小野
BL-2		U	北島
BL-2A	●	軟X線2結晶分光ステーション	北島
BL-2C	●	軟X線不等間隔平面回折格子分光器	柳下
BL-3		U (A) / B M (B, C)	東
BL-3A	○	結晶分光型6軸回折計+超伝導磁石2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	張/安達
BL-4		B M	澤
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
BL-4C	●	結晶分光型六軸回折計	若林
BL-5		M P W	山田
BL-5A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
BL-6		B M	五十嵐
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
BL-7		B M	雨宮 (近藤: 東大 03-5841-4418)
BL-7A	☆●	軟X線分光 (XAFS, XPS) ステーション (東大・スペクトル)	雨宮
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
BL-7C	●	XAFS/異常散乱/汎用X線ステーション	岩住
BL-8		B M	間瀬
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
BL-9		B M	野村
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
BL-10		B M	小林 (克)
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	小林 (克)
BL-11		B M	北島
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
BL-12		B M	伊藤
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
BL-13		M P W / U	間瀬
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

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	加藤 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	澤
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)
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	張
AR-NE3A	●	時間域メスバウアー分光装置	張
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)
 にかき、案内テープの後に4×××、
 3×××の番号を押して下さい。



実験準備室

実験準備室7 谷内 ☎ 5709	実験準備室5 ☎ 3874 図面室 ☎ 5708	実験準備室3 ユーザー控室 ☎ 3873 実験準備室4 ☎ 5650	仮眠室 (男子) ☎ 3858 ストックルーム ☎ 3872
------------------------	-----------------------------------	--	---

PF-AR平面図

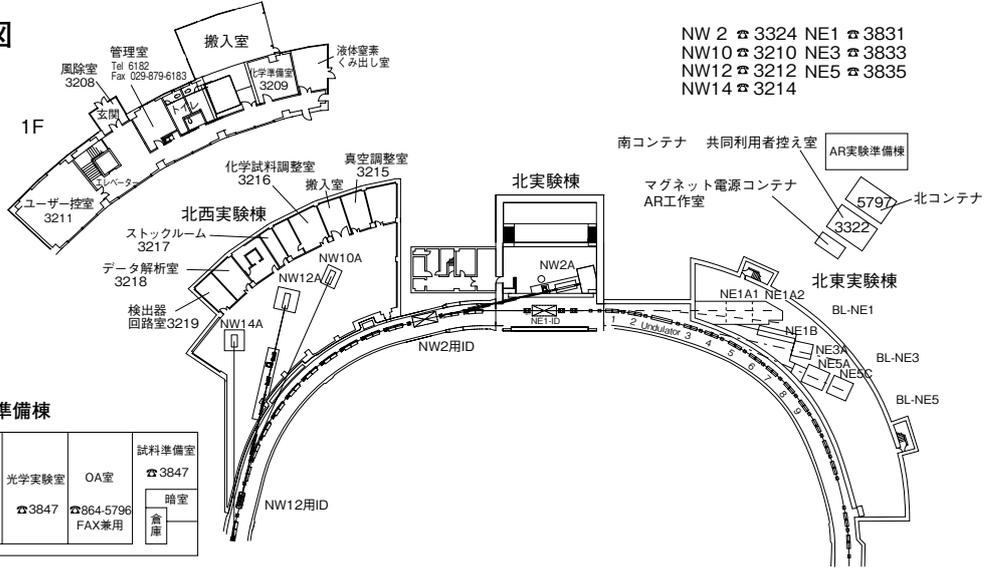
**PF-AR共同
研究棟**
 ERATO事務所
 大門、楠田
 野澤、高橋(淳)
 板谷、妹尾、田崎、
 佐藤(剛)、富田(文)、一橋、坂本
 6185、6186
 Fax: 6187

PF-ARコンテナ

張	ユーザー控室
☎ 5797	☎ 3322

PF-AR実験準備棟

真空装置 調整室 ☎ 3846	結晶加工室 ☎ 3846	光学実験室 ☎ 3847	OA室 ☎ 864-5796 FAX兼用	試料準備室 ☎ 3847	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)

