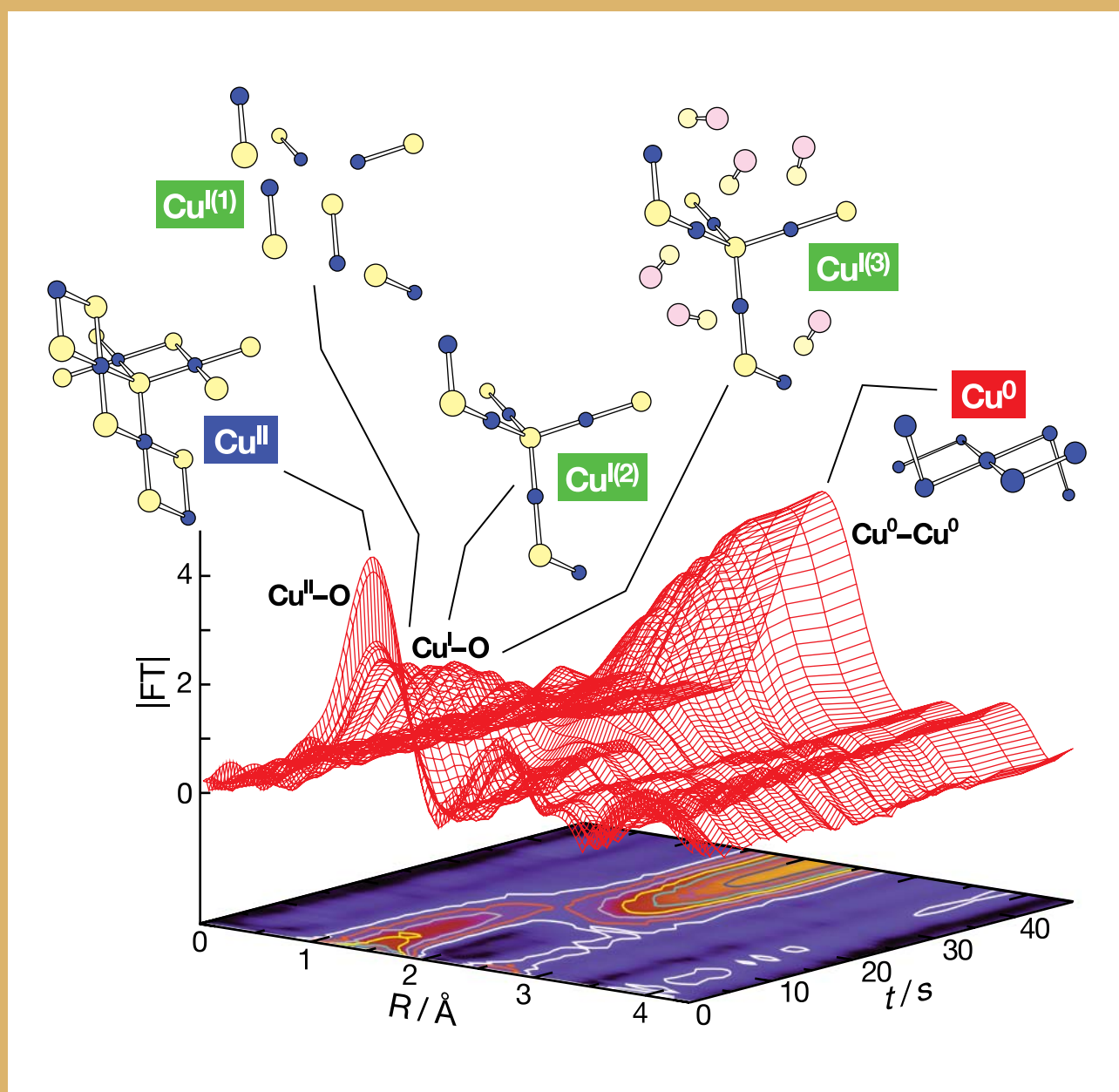


## PHOTON FACTORY NEWS

<http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/>Vol.23 No.1  
MAY 2005

■ Theoretical studies on photoemission spectra of electron-phonon coupled systems

■ 時分割 DXAFS による銅担持ゼオライトの酸化還元反応機構の解明



# 目 次

施設だより	松下 正	1
現 状		
入射器の現状	榎本 収志	2
PF光源研究系の現状	春日 俊夫	3
放射光科学第一・第二研究系の現状	野村 昌治	3
PFリング直線部増強計画の進捗状況	本田 融	5
ERATO便り：その(3)	野澤 俊介	6
BL-17の建設進捗状況	五十嵐教之	7
お知らせ		
平成17年度後期フォトン・ファクトリー研究会の募集	松下 正	8
Photon Factory Activity Report 2004 ユーザーレポート執筆のお願い	岩住 俊明	8
総研大物質構造科学専攻平成18年入学5年一貫制博士課程(設置予定)学生募集	那須奎一郎	9
予定一覧		9
人事異動・新人紹介		10
運転スケジュール		11
最近の研究から		
Theoretical studies on photoemission spectra of electron-phonon coupled systems	Kai Ji	12
時分割 DXAFS による銅担持ゼオライトの酸化還元反応機構の解明	稲田康宏, 野村昌治	16
Mechanistic Study of Redox Reactions of Copper Species Supported in Zeolite by Means of Time-Resolved Dispersive XAFS (DXAFS) Technique		
研究会等の報告/予定		
第22回PFシンポジウムの報告	岩住 俊明	21
PF研究会「アンジュレータ放射光による固体物性研究の展望」報告	藤森 淳	21
拠点大学セミナー「蓄積リングにおける単バンチ運転と極短光パルスの発生とその応用」 “Single-bunch operation, the generation of ultra-short light pulses at storage rings and their applications” 開催報告	春日 俊夫	23
ユーザーとスタッフの広場		
これまでのPFトピックス一覧		24
PF懇談会だより		
PFシンポジウムに参加して	雨宮 慶幸	25
PFシンポジウムに参加して	宮原 恒昱	25
春の応用物理学会シンポジウム「X線・中性子による quick 反射率法の展望 －表面や埋もれたナノ構造の変化を追う」シンポジウム報告	桜井 健次	26
春の応用物理学会シンポジウム「X線・中性子による quick 反射率法の展望 －表面や埋もれたナノ構造の変化を追う」に参加して	川村 朋晃	27
平成16年度第2回PF懇談会幹事会議事メモ		28
平成16年度第1回PF懇談会運営委員会議事メモ		28
平成16年度PF懇談会総会議事録		29
掲示板		
放射光セミナー		30
内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題一覧(2004年度後期)		31
施設留保ビームタイム採択課題一覧(2004年度後期)		31
第1期物質構造科学研究所運営会議名簿		32
放射光共同利用実験審査委員会委員名簿		32
平成16年度第三期配分結果一覧		33
編集委員会から		36
巻末情報		37

(表紙説明) ゼオライト中に担持された銅化学種の一酸化炭素による還元過程に関する時分割動径構造関数。PF-AR NW2 ビームラインの時分割 DXAFS 装置を用いて 773 K で測定。反応開始時点での銅は酸化銅(II)に類似した状態にあり、1秒以内にフラグメント化した銅(I)状態へ変化する。それらが自己集合して酸化銅(I)類似状態に至り、一酸化炭素の配位を経て、最終的に金属銅に類似したクラスターを形成する。(最近の研究から「時分割 DXAFS による銅担持ゼオライトの酸化還元反応機構の解明」より)

## 施設だより

物質構造科学研究所副所長 松下 正

2005年4月に入り、PFでも新しい年度の活動が開始され、またさらなる発展のために長期的に行うべきことについての検討・議論も、新年度という区切りにもう一度気持ちを引き締めて行おうとしています。今年度は、2.5GeVリングの直線部増強のためのリング改造とそれを有効に生かすための新しいビームラインの建設が行われています。さらに新しいビームラインの建設も、現在PF内部での検討が進められています。これに加えて、既存あるいは現在建設中のビームラインでのアクティビティの向上、PFの次期光源計画の策定、など検討すべき課題が多くあります。

新年度の初めということで、このようなことに思いを巡らせていましたが、それとタイミングを合わせるかのよう4月12日に日本放射光学会次世代光源検討特別委員会（委員長：雨宮慶幸 東大教授）主催の公開シンポジウム「次世代光源の将来像 — 新しい高輝度X線源の建設とそれが切り開くサイエンス」が開催され、PFからは私が「フォトンファクトリーの次期光源計画」という題目で報告をしました。この報告の中身は、2003年3月に印刷した「放射光将来計画検討報告 — ERL光源と利用研究」、2005年3月に印刷した「放射光将来計画検討資料2004 — 今後の将来計画検討のために」や前号のPFニュースの河田主幹の報告などにあることを、まとめて整理した内容のものであります。私の報告はPFの立場として放射光分野の将来にどのように貢献してゆくかを提言したものでしたが、特別委員会では放射光関連分野全体の将来のあり方について十分な議論、検討、考察がなされ他分野の研究者を含めた第三者に対して、説得力のある考え方、見解が示されることを期待しています。

PFの次期光源計画については、3月17～18日のPFシンポジウムにおいても議論されましたが、この機会に基本的な姿勢について簡単な説明をしておきたいと思います。

まず、PFは大学共同利用施設としての運営を通じて、放射光科学、物質・生命科学に貢献することを今後とも継続してゆく努力をします。その上で、PFとして果たすべき役割は、(1) 現在および新規の多くのユーザーのニーズに応じて高度の実験機会を提供できること（汎用性）、(2) ビームプローブとしての鋭い先端性をもって、新しい可能性を切り開きユーザーに提供すること（先端性）、(3) 新たに開発された先端的手法を、汎用的手法として普及させてゆくこと、であると考えています。現在の2900名あまりのユーザーに引き続き実験機会を提供するためには、VUV、軟X線およびX線領域をカバーする光源が必要です。新光源稼働後は、運転経費、マンパワーのことを考えれば、既存の2.5 GeVリング、6.5 GeVリングの運転は停

止することを前提とせざるを得ません。それ故に、新光源が建設後スムーズに立ち上がるということは大変重要な事柄となります。一方、新光源の建設はうまくいってもPFにとっては30年ぶりということになり、新光源はおそらく次の30年間も世界の第一線で輝いている必要があります、先端的な要素を取り入れなければ建設直後に陳腐なものになってしまう可能性を否定できません。このように先端性と汎用性をバランスよく持つ施設となるためには、多くの方々の知恵と努力、協力とサポートなしには実現しないと思っています。今後の検討は、PF内部のみでなくユーザーコミュニティとくにPF懇談会との連携を図ってゆくと同時に、KEK加速器研究施設などPF以外の加速器研究者との協力も図って日本全体の中でしっかりと位置づけられた計画となるように努めたいと考えています。最初のステップとして物質構造科学研究所運営会議のもとにフォトンファクトリー次期光源計画検討委員会（仮称）を設置しようとしています。

放射光分野では巨大な装置といえる加速器、ビームラインを必要とするために、将来計画というとすぐにハードウェアに話が及びがちですが、運営のシステム、ソフトウェアもきわめて重要です。今後の放射光施設では、光源、ビームライン、測定装置といったハードウェアを用意したのみでユーザーに対してどうぞお使い下さいという形の運営のみではいけないと思っています。ユーザーにサイエンスの成果を出してもらうためのシステムを整え運営する能力を施設として高いレベルで備えることが要求されます。それと同時に、サイエンスの動向に敏感なアンテナをもって大規模ハードウェアの維持・性能向上に関わる特有な技術的問題を解決する能力をこれまで以上に高めることが必要です。当然、これらの役割を果たす人材が活躍することが不可欠です。以前、この施設だよりに「放射光施設の研究者は、サイエンスに対し優れたアンテナをもつ装置技術研究者（加速器研究者も含めて）という役割か、装置技術に高いレベルの理解と能力をもつ物質科学研究者という役割を果たすことが求められる」と書いたことがあります。また研究者以外にも技術者（公務員時代の技官という位置づけではなく、海外でいうエンジニア、テクニシャンの両方を含めて）、サイエンス・技術に相当な理解をもつ事務系の人材など、多彩な役割を担う人々が放射光施設には必要です。一人でいくつもの役割をこなし、それらの各々で第一級の仕事をすることのできるスーパーマンのような人は、そうそういるものではありません。今後の放射光施設のあり方は、サイエンスで成果をあげた人間と並んで施設を支えるための役割を高いレベルで果たしている人間を評価し十分に処遇することが大切になります。もちろん、共同利用のサポートや装置の維持業務を漫然とこなす程度のケースを「高いレベル」と呼ぶことは慎まなければいけません。今後、組織形態や職制、評価基準などに対する考え方をユーザーコミュニティの方々と共有して新しい形を作り上げてゆくことも、PFの将来にとって重要なことと思っています。

# 現 状

## 入射器の現状

電子・陽電子入射器  
 加速器第三研究系主幹 榎本收志

### 概況

1～3月の運転日程は以下の通りであった。

1月	5日	入射器立上げ
1月	11日	KEKB 入射開始
1月	17日	PF 入射開始
1月	19日	PF-AR 入射開始
2月	28日	PF 運転停止
3月	14日	PF-AR 運転停止

入射器は大きなトラブルなく順調に入射をつづけている。2月16日(4:46)震度5弱の地震があったが機器の故障はなかった。加速器トンネルのシールドドアがわずかに開き、インターロックで運転が停止した。トンネル内入室による無人確認、モニター等による機器異常の確認の後、運転を再開した。

PF, PF-AR への入射トラブルは2月に通算37分あったのみで極めて順調であった。PF と PF-AR が休止中の3月19日、PF 実験ホール電気工事でPF 関係(入射器含む)の放射線エリアモニター監視ラックが停電し、PF Ring Ready 及び Linac Area Monitor のインターロックにより KECB 入射が不能になった。休日だったため復旧に1時間38分要した。電気工事は PF 運転打合せで了承されていたが、加速器運

転への影響に気付かなかったことが原因であった。

PF は直線部増強工事中のため運転再開は9月20日、PF-AR の運転再開は4月4日の予定。

### 2004年度入射器運転統計

KEKB が実験を開始した1999年度から2004年度までの入射器の運転・故障統計を表1に示す。表で故障時間は各種装置の延べ故障時間を示す。この表から、当初7%以上あった装置の故障率が年々減少してきたことがわかる。特に2004年度は大きな故障がなく順調であった。

PF, PF-AR 入射は KECB が実験を開始した1999年度を除いて安定している。特に2004年度はPF と入射器の間で入射に関する定期的な担当者間の打合せを行い、入射時

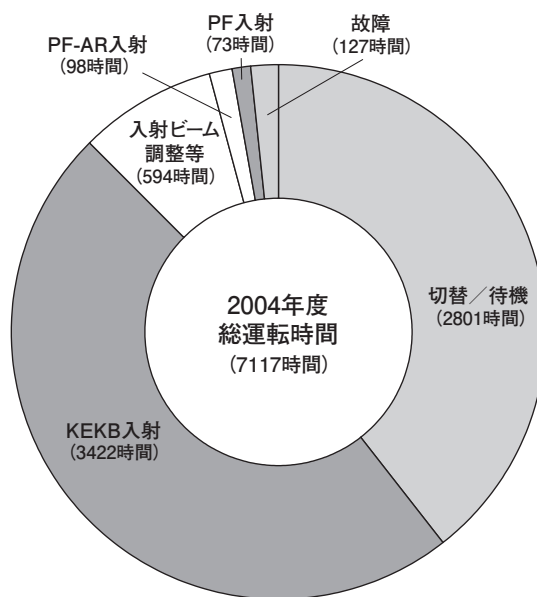


表1 運転時間と故障統計

	運転予定時間	実運転時間	のべ故障時間		のべ故障回数		平均故障間隔時間 (MTBF)		平均故障時間 (MTL)	
	x (時間)	y (時間)	x-y (時間)		z		x/z (分)		(x-y)/z (分)	
			故障	Trip	故障	Trip	故障	Trip	故障	Trip
1999年度	7,297	6,529	537	231	1,888	70,011	232	6	17	0.2
2000年度	7,203	6,602	466	135	2,401	39,380	180	11	12	0.2
2001年度	7,239	6,843	310	86	1,304	22,724	333	19	14	0.2
2002年度	7,086	6,813	205	68	1,424	17,372	299	24	7	0.2
2003年度	6,815	6,562	253	62	2,259	17,462	181	23	7	0.2
2004年度	7,117	6,988	129	52	2,307	12,956	185	33	3	0.2

表2 ビーム入射および調整などの時間(付入射遅延時間)

	PF		PF-AR		KEKB-HER		KEKB-LER		Linac 調整 (時間)	合計 (時間)
	入射 (時間)	遅延 (分)	入射 (時間)	遅延 (分)	入射 (時間)	遅延 (分)	入射 (時間)	遅延 (分)		
	1999年度	161	609	271	859	550	1247	906		
2000年度	100	109	193	380	563	1335	941	1445	1078	2876
2001年度	95	169	146	205	522	559	731	393	1707	3201
2002年度	70	96	164	211	370	739	602	306	1958	3165
2003年度	100	678	150	74	391	371	1015	515	1270	2926
2004年度	73	212	98	68	899	705	2523	1362	594	4187

間の短縮につとめた。

2004年1月からKEKBへの連続入射が始まり、入射器のビーム運転時間が1,000時間以上増加し4,000時間を越えた(59%)。逆に、2002年度2000時間近くあったビーム調整時間が594時間と3分の1以下に減少した。入射時間の増加にともない、入射遅延時間の総計も増加しているが、入射時間が一昨年の約3倍増加したのに対して、入射トラブルは2倍以下に抑えられた。

## 2005年度

3月23日、機構の放射線安全審議会が開かれ、前回のニュースで紹介した入射改善に伴う第3スイッチヤード輸送路等の変更が了承された。5月中旬、文部科学省に変更使用承認申請を行い、8月25日から使用開始する予定。

PF-ARのNW14に3GeVでパルス幅がピコ秒の電子ビームを導き時分割X線回折実験を行うための検討を3月から開始した。入射器ビームのバンチ幅の評価、圧縮の可能性、入射器からARビーム輸送路におけるバンチ幅の変化、ビームトリガシステムの検討などを進めていくことにした。PFからは、実験が可能ならば2006(H18)年夏期以降の実験を実現したいとの申し入れがあった。

昨年度の国際リニアコライダー開発方針の転換により、リニアコライダー用のXバンドリニアックの開発は中止し、その資産を入射器に移管して産業・医療用小型加速器開発のために利用していくことになった。これと関連して、これまでLC開発グループに属していた肥後壽泰、松本修二、工藤昇各氏が入射器職員に加わるようになった。入射器としては、マイクロ波グループ(福田他)と加速管グループ(大沢他)がグループとして超電導リニアコライダーの試験施設(STF)の建設に参加する。

また、今年度から東京理科大学との間で研究協力に関する協定を結び、赤外自由電子レーザー実験装置の性能向上のために協力することになった。

## PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 春日俊夫

### PF

冬季の短期休止の後、1月17日に運転を再開し、20日よりユーザーランを開始した。2月28日9時に2004年度の運転をすべて終了し直ちに直線部増強作業に入った。直線部増強作業に関しては別項を参照のこと。この間2月8日から14日まで単バンチ運転を、2月22日から28日まで3GeV多バンチ運転を行っている。2月16日未明の地震でビームダンプが生じた。リング内点検の後運転を再開した。

前号で報告したように、PF、PF-AR、KEKBの電子・陽電子両リングの計4リングへの同時入射プロジェクトが進行中である。このプロジェクトの進行とともに、PFの

トップアップ運転(Vol.22 No.4のPF頻繁入射の項参照)が可能となる。トップアップ運転においては、実験ホールでの放射線レベルが問題となる可能性がある。1月18、24の両日に、MBSを開いた状態でのビーム入射を行い放射線レベルを測定し、閉じた状態での値との比較を行った。トップアップ運転時の入射レートを考慮すると、放射線レベルは特に問題はないとの結果を得ている。

### PF-AR

PF-ARは1月19日より運転を再開し、25日よりユーザーランを開始し、3月14日9時に2004年度の運転を終了した。相変わらず電磁石電源、入射用キッカーのタイミング回路や電磁石冷却水流量リレー等のトラブルで運転に障害が起こっている。2月16日未明の地震では(他のリングと異なり、PF-ARは地震に減法強く)ビームを落とさなかった。ビームを捨ててリング内の安全を確認した上で運転を再開した。3月14日の運転終了後、北の長直線部近辺の排気速度向上のため真空ポンプ増設作業を行った。

前項で“4リング同時入射”について述べたが、残念ながらPF-ARは6.5GeV電子輸送路建設の困難さ等から、現時点ではフルエネルギー入射の実現は困難である。現実的な解決法として、粒子と入射エネルギーをKEKBの低エネルギーリング(現時点では陽電子3.5GeV)に合わせ、KEKBとPF-ARの分岐点に設置したパルス電磁石を用いて準同時入射を行うことを検討している。この場合当然のことながら、トップアップは不可能となる。なお、入射エネルギーは現在の値の3GeVから3.5GeVに引き上げることになる(あるいは将来3.7GeVの電子を入射することになるかもしれない)。この場合、入射時におこる不安定現象が緩和される可能性が高い。実際、3.1GeVでの入射テストの結果はこのことを示唆している。

今年度は4月4日に運転を再開し6日の光軸確認後にユーザーランを開始した。

## 放射光科学第一・第二研究系の現状

放射光科学第一研究系主幹 野村昌治

平成16年度第三期(1~2月)のPFリングの運転は2月28日に終了し、直ちにBL-17の解体工事が開始されました。3月中旬には解体作業も終わり、新しいビームライン用のビームラインハッチや中二階デッキが姿を現します(p7の記事参照)。PFリングは9月20日に運転を再開する予定です。PF-ARの運転は3月14日まで継続され、短い停止期間の後、4月4日から運転を再開しました。2月16日未明には震度5弱の地震がありましたが、両光源とも大きな問題もなく、安全確認の後、運転を再開しました。機構では震度4以上の地震の後にはクレーン等の安全点

検を行うこととなっています。4月28日～5月9日朝までの短期停止を挟んで7月1日朝(利用実験は6月30日朝)まで運転が行われます。最後の1日はKEKBの運転との干渉を避けて頻繁な入射を伴うスタディを行う時間を確保することが目的です。

運転終了後の3月17～18日には第22回PFシンポジウムが開催されました。この場では施設報告、新ビームラインの報告、招待講演のほか、直線部増強後のリングの整備、挿入光源ビームライン増強、将来計画等について議論が行われました。詳細については別項を参照頂きたいのですが、年度末の忙しい時期にご出席頂き、熱心に議論をして頂いた方々に感謝致します。

また、この後の3月19～20日には実験ホール等を停電し、漏電検知システムの設置工事が行われました。これにより、集中監視が可能となり、漏電の発生箇所を早期に特定できるものと期待しています。

PF-ARの運転再開を前にして、NE5Cのビームライン最上流部に設置されていて放射光の熱を処理するアブソーバー駆動部のベローズから真空漏れがあることが発見されました。万が一漏れが拡大するとリング自体の運転停止を余儀なくされるため、応急処置の後、NE5Cを閉鎖することとしました。NE5Cについては黄金週間中の停止期間中に対策を取ることとしています。

## 2005年度の計画

上述したようにPFは9月20日に運転を再開し12月末まで、ついで2006年1月中旬から3月下旬までの運転を予定しています。PF-ARに付いてもほぼ同様の運転を予定しています。運転スケジュールについては機構内各部と調整し、決まり次第 web 等で案内する予定です。

今年の直線部増強が完成後ははいよいよ挿入光源、ビームラインを整備すべき時期になります。PFとしてはVUVからX線まで幅広いユーザーコミュニティの期待に応え、競争力のある実験環境を整えるべく、「PFリング挿入光源ビームライン増強」として予算要求をしています。現時点においてはまだ認められていません。2004年に改造をしたBL-28ではVUV・SX域の第三世代光源に準ずる性能が既に確認されており[1]、2月末までの立ち上げ作業で分かった問題点の解決を秋までの停止期間中に行う予定です。また、若槻氏が獲得した先端計測予算でBL-17にミニポールアンジュレーターを光源とする構造生物研究用ビームラインの整備が進められています[2]。一方、これまでBL-17を使用していたアクティビティは交替にBL-18Bへ移転します。両ビームラインとも秋から立ち上げ・調整がスタートします。今後、5本のビームラインをアンジュレーター利用専用化することを計画していますが[3]、ミニポールアンジュレーターを光源とするビームラインを整備して、マルチポールウィグラー光源を使用しているBL-16Aのアクティビティを移転すべく準備を進めています。移転先の既存研究アクティビティの移転先等の調整が必要ですが、早ければ2006年夏の停止期間中に移設作業を行

う予定です。

PF-ARでは腰原先生(東工大)のERATOプロジェクトで時分割X線回折実験用のNW14の建設が進められており、今秋から立ち上げに入ります。一方、北海道大学触媒化学研究センターの朝倉先生の科研費基盤(S)を核に高エネルギー・quick XAFS ビームラインNW10Aの建設が進められており、2006年初から立ち上げ作業が始まります。同時に、1982年以来利用を頂いたBL-10Bを閉鎖する予定です。

PFリングは直線部増強改造作業のため夏前の運転を停止しましたが、この間、実験ホールの床補修、光源棟西(BL-2下流)便所の改修、放射線安全に関係するいくつかの大扉の改修等の工事が予定されています。また、PF-ARでは夏の停止時を中心にNW14の電源増強、北棟・北西棟の排気ダクト設置、北東棟の便所改修の工事が予定されています。

また、このほか盗難事故防止等を目的に、PF研究棟、実験準備棟の出入りにカードリーダー管理の電気錠を取り付ける工事も予定されています。週末、夜間は施錠され、カードをお持ちでないユーザーの方は電話で監視員と連絡をとって頂いて解錠することを予定しています。工事期間等詳細が決まり次第 web 等で案内します。

## 人の動き

物構研04-9として公募していた研究機関研究員(ポスドク)として石地耕太郎氏を採用することとしました。石地氏はこれまで奈良先端大、神戸大で磁性金属多層膜の作成・評価に取り組んでこられた方で、評価手法として放射光を利用した磁気散乱・磁気吸収に精通しています。その経験を生かして岩住助教授とともに光磁性体の物性評価研究にも積極的に取り組んでくれるものと期待しています。

一方で、英国から来日以来、学振のPD、研究機関研究員として4年以上東助教授と研究を進めてきたJames Harries氏は日本が大変気に入って、日本に住みつづけたことと、4月からは高輝度光科学研究センター(SPring-8)のBL27SUにおいて原子分子および固体のSX分光研究、ユーザー支援を行ないます。在職中の研究内容は1) 強電場原子分光装置の立ち上げとPFおよびALSにおいて行った電場中における原子の多電子光励起状態の研究、2) シングルパンチを利用した蛍光寿命弁別分光法(Lifetime Resolved Fluorescence)の開発等、多電子励起原子の蛍光分光研究[4]が上げられます。また、PF Activity Reportの英文校閲等の業務にも活躍されました。非常勤研究員として間瀬助教授とともにコインシデンス分光法を用いて表面でのオージェ過程とイオン脱離の研究をしてこられた南部英氏も退職されます。4月からはBrookhaven National Laboratoryにおいてポスドクとして放射光やその他の表面科学研究手法を用いた酸化物表面での光反応の研究に従事されています。

2年の間、日本学術振興会特別研究員としてPFで研究を行ってきた春木理恵氏は4月より九州大学高等教育総

合開発研究センター助手として着任しました。春木氏は液体中の鉄原子ダイナミクスなど核共鳴散乱法による研究や APD 時間検出器の評価実験などを PF-AR NE3 や BL-14A にて進めてきました。今後は九州シンクロトロン光研究センターのビームライン立ち上げにも協力すると聞いています。

このニュースが届く頃には締切間際となっていると思われませんが、PFでも学振のPDを受け入れています。学振PDは出身研究室以外で研究をすることとなりますし、PFの研究機関研究員の選考に当たってもPFを研究場所として学振PDに応募したことを考慮する方向でいます。また、現在は2年間の非常勤職となっている研究機関研究員を3年任期の(常勤)博士研究員とすることを機構で検討しています。

**おねがい**

限られた予算、人件費削減の中で、直線部増強、挿入光源ビームライン増強を行っているため、個々の実験装置について十分な手当てをすることは困難な状況になっています。ユーザー各位におかれましてもPFと共同して各種の予算獲得に努力して頂くようお願い致します。今後の予算拡大を目指すためにはPFを用いた研究成果を分かり易い形で各方面で紹介していくことが重要ですので、良い研究成果がでた時はビームライン担当者や主幹等にお知らせ頂くようお願い致します。また、報文等を書かれる時はPFの共同利用実験課題として実施されたことを必ず明記し、出版された時はデータベースへの登録・別刷り送付をお忘れなく。

- [1] 小野寛太, Photon Factory News 22 (2) 7 (2004).
- [2] 五十嵐教之, Photon Factory News 22 (4) 10 (2005).
- [3] 野村昌治, Photon Factory News 22 (1) 7 (2004).
- [4] ハリーズ ジェームズ, Photon Factory News 22 (4) 24 (2004).

**PF リング直線部増強計画の進捗状況**

放射光源研究系 本田 融

PFの2.5 GeV リングは直線部増強のため2月28日にユーザー運転を休止して改造作業に入りました。約6か月半の運転休止期間を経て、再立ち上げ開始は9月20日、そしてユーザー運転再開は10月12日と予定されています。

運転停止期間中のリング改造作業の大まかな工程を表1にまとめました。今回の改造区間は28台ある偏向電磁石のうちB13からB18までの区間と、B27からB04までの区間です。まずはじめの1か月間で当該区間にある四極電磁石とビームダクトの撤去を行います。MPW#28付近のリング北側搬入口を使って電磁石やビームダクト、挿入

2005年 PFリング改造工程

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
電磁石	四極電磁石撤去	四極電磁石搬入設置	配線、水配管	補正電磁石ライメント	補正電磁石設置、配線	電磁石通電テスト、電源保守		
真空ダクト	直線部ダクト撤去	新ダクトリベーク		ビームダクト撤去	ビームダクト設置、排気		東西RF直線部真空器通電作業(AR)	
挿入光源	MPW#28通電			短脈調アンジュレータ#12設置			ID-NW14設置(AR)	
基幹チャンネル		BL-17 & BL-27更新作業		BL-17 & BL-27立上				
ビーム入射路					第3SYPF入射路改造(LINACKEBと共同)			
ビーム運転							立上試験、真空器出し	10月12日実験開始

表1 PF リング直線部増強計画の改造工程表

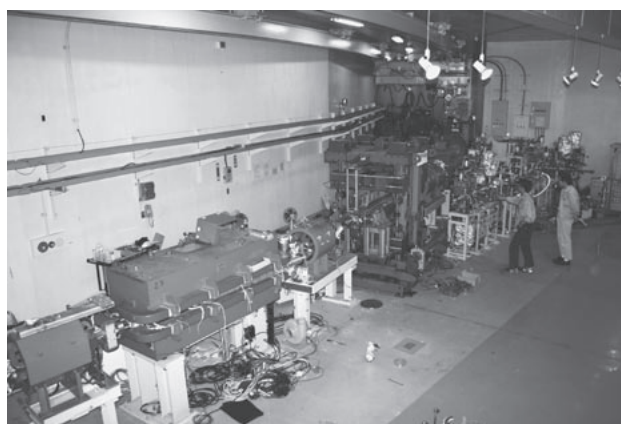


写真1 MPW#28 付近、MPW 移動直前の様子。BL-27 基幹チャンネルの真空ダクトを取り外したところ。

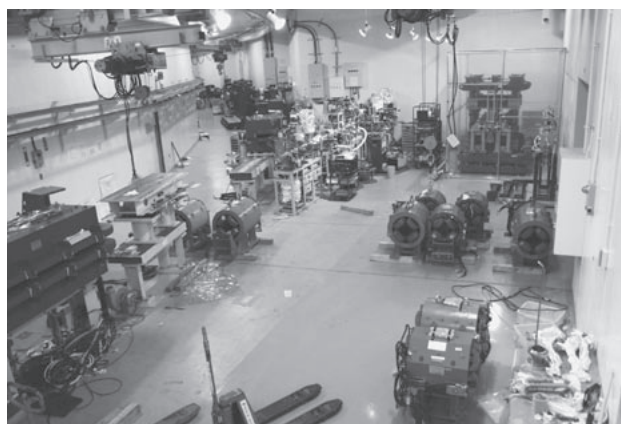


写真2 MPW#28 付近、四極電磁石および架台の搬出作業。電磁石の搬出通路を確保するためMPW#28 はリングから切り離して退避中(写真右奥)。

光源などの重量物を運搬します。運搬経路を確保するためMPW#28を真っ先にリングから切り離して退避させました。写真1はMPW#28移動直前の付近の様子。写真2はMPW#28移動後の通路を通して四極電磁石を運び出している最中の画像です。3月末の段階で作業は順調に進行しており、電磁石とビームダクトの搬出作業はすべて完了し、リング内の直線部は写真3,4に掲げたように挿入光源と偏向電磁石のみが残された状態となっています。

次の1か月間には、リング床面へのあらたなベースプレートや電磁石ケーブル用貫通穴空け作業に続いて新

## ERATO 便り : その (3)

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

「過去に戻るタイムマシンを“記憶”と呼び、未来に旅するタイムマシンを“夢”と呼ぶ。(ハーバート・ジョージ・ウェルズ)」

今回の ERATO 便りでは PF-AR 北西棟において現在建設中の新規挿入光源ビームライン NW14 についてお伝えしたいと思います。この NW14 には 2 種類の真空封止型直線偏光アンジュレータ、3 種類の回折計、専用レーザーブースを設置予定であり、時間分解 X 線回折・散乱実験に特化したビームラインとして設計されました。ご存知のとおり本プロジェクトは有機・無機結晶、タンパク質結晶、溶液などの試料中で光学パルスによって誘起された超高速ダイナミクスの物性研究をターゲットにしており、100 ピコ秒幅 X 線パルスと 150 フェムト秒幅レーザーパルスを同期させたポンプ・プローブ X 線回折・散乱実験によってダイナミクスの観測を試みます。

図 1 は NW14 の全体図です。2005 年度の 8 月に周期長が 36 mm のアンジュレータ (U36) を設置する予定です。U36 は 3 ~ 5 次光を使うことにより 5 ~ 25 keV のエネルギーをカバーすることが可能であり、二結晶分光器と集光ミラーによって単色化と集光ができます。単色化された時の光子数  $\sim 10^{12}$  photons/sec 程度と見積もられます。また、2006 年度には U36 の上流部分に周期長が 20 mm のアンジュレータ (U20) を設置予定です。U20 は 1 次光のエネルギー範囲が 13 ~ 20 keV、エネルギー分解能が  $\Delta E/E \sim 10^{-1}-10^{-2}$  といった特徴を生かして“バンド幅の狭い白色光”，または“バンド幅の広い単色光”としての使い方ができます。また光子数は  $\sim 10^{15}$  photons/sec 程度と見積もられますので、光子数が必要な測定に威力を発揮します。光子数については、実際にポンプ・プローブ実験を行なう際にメカニカルチョッパーによって 3 ケタほど低下します。しかし、それでもこの二つのアンジュレータの光子数であれば、目的とする構造解析が十分可能です。したがって、時間分解構造を繋ぎ合わせることによって光誘起ダイナミクスの動画を 100 ピコ秒の時間分解能で作成することができます。フロントエンド部は NW2, NW12 と同様な PF-AR 挿入光源標準型であり、前置マスク、主マスク、アブソーバ、ビームシャッター、グラフィイトフィルター、白色スリット、および Be 窓から構成されています。光学ハッチ内の光原点から 25 m の位置には Si (111) 分光結晶を用いた液体窒素循環冷却型の二結晶分光器が設置され、その後ろには Rh コートされた湾曲円筒集光ミラーと高次光カットミラーが設置されます。

光誘起のトリガーに用いるレーザーパルスは実験ハッチ下流部のレーザーブース内から、ミラーによって実験ハッチ内に導きます。レーザーシステムはチタンサファイア



写真3 四極電磁石とビームダクトが撤去されたリング内、MPW#16 からその下流部をのぞむ。後方に見える2台の偏向電磁石の間に短直線部が新設され、短周期アンジュレータが設置される。

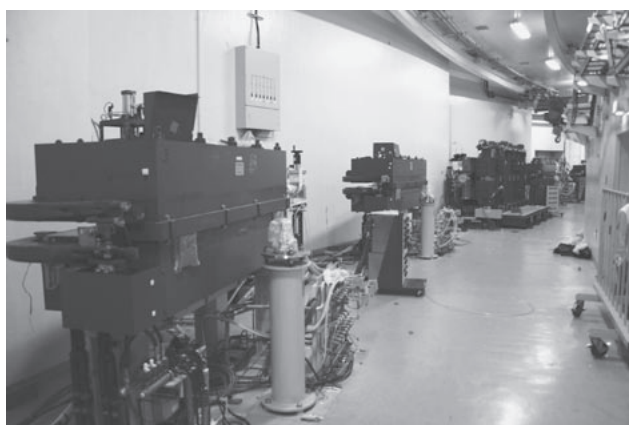


写真4 四極電磁石とビームダクトが撤去されたリング内、U#2 (右奥) の直下流付近。偏向電磁石の右横のポストはアライメント用基準ポスト。

しい四極電磁石の搬入、設置が予定されています。新しい四極電磁石は昨年度中にすでに磁場測定を終え電源棟でスタンバイしています。また新しいビームダクトは光源棟の地下機械室においてインストール前の真空焼き出しが行われています。この記事が配布される頃には四極電磁石の搬入、設置が完了し、新しいビームダクトの設置もおおむね完了するまで作業が進んでいるものと思われます。BL17 と BL27 の 2 本の基幹チャンネルの新規設置作業も 6 月中に完了する予定です。

リング内の作業と並行して電源棟では電磁石電源の更新作業が進められています。四極電磁石の増加と電源の増強に伴って電源棟と PF リングの間にあらたに電源ケーブルを追加配線します。このケーブル配線作業も 4 月中に進められることになっています。

次号の PF ニュースでは四極電磁石やビームダクトおよび新しい短周期アンジュレータがインストールされてリニューアルした PF リングの様子を報告できると思います。



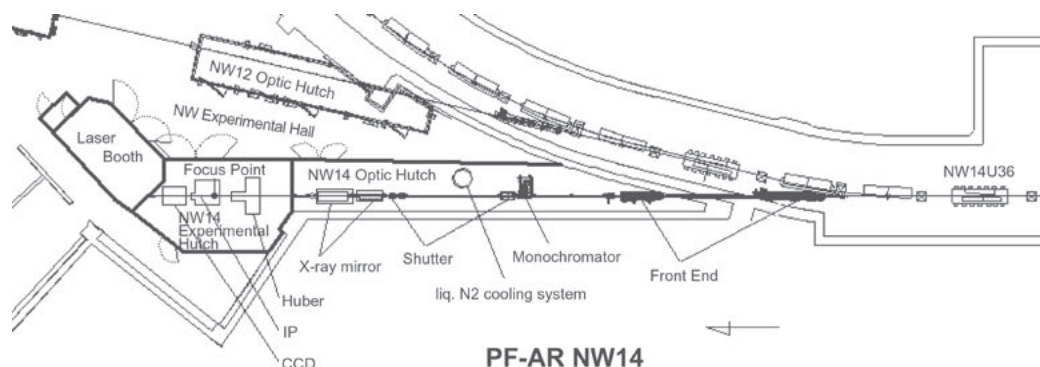


図1 新規挿入光源ビームラインNW14の全体図

レーザーをシード光とする再生増幅システムを設置予定であり、これにより波長 800 nm, 幅 150 fs, 繰り返し 946 Hz, 出力 800 mJ/パルスのレーザーパルスが得られます。また光パラメトリック発振器によって可視から中赤外領域の波長もカバーする予定です。シード光は PF-AR の RF 周波数 (508 MHz) の 1/6 の周波数で外部同期されます。遅延時間の微調整はレーザーの遅延ラインにより行います。実験ハッチ内には 7 軸回折計, イメージングプレート回折計, CCD 回折計の 3 台の回折計が設置され, 回折計上で X 線パルスとフェムト秒レーザーパルスを同期させることで, 放射光を使った様々な時間分解回折・散乱実験が可能となります。試料冷却はヘリウムクライオスタットまたは窒素・ヘリウムガス吹付式冷凍機で行います。

PF-AR リングは通年シングルバンチ運転を行っている世界にも類を見ない非常にユニークな蓄積リングであり, 特に単バンチ X 線パルスを使ったポンプ・プローブ実験を行うのに適しています。我々はこの特長を生かし, 放射光における光誘起ダイナミクス研究拠点に NW14 を発展させていきたいと考えています。

## BL-17 の建設進捗状況

構造生物学研究センター 五十嵐教之

前号で紹介したように, 放射光科学研究施設では, BL-17 に新しい構造生物学研究用ビームラインを建設している。これまでのところ建設作業は順調に進んでいる。まず, 2月28日朝の PF リング停止直後に, 旧 BL-17 の解体作業を開始し (図 1), 3月10日には撤去を完了した (図 2)。その後新 BL-17 の建設を開始し, 3月末までにメインハッチ, 光学ハッチ, デッキ部が完成した (図 3)。4月1日現在, 実験ハッチやコントロールキャビンの建設準備, 分光結晶冷却装置やデータ測定システムの調達, ビームライン測量等の作業を行なっている。今後は, 4月中に電気工事を終え, 5月からはビームライン光学系の設置を行ない, 6月に実験ハッチ及びコントロールキャビンの建設を行なう予定である。秋のファーストビーム導入に向けて着々と準備が進んでいる。



図1 旧 BL-17 (2月28日撤去前)

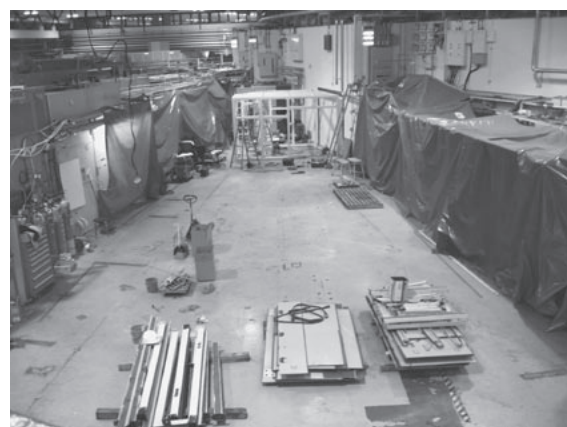


図2 BL-17 撤去終了 (3月10日)

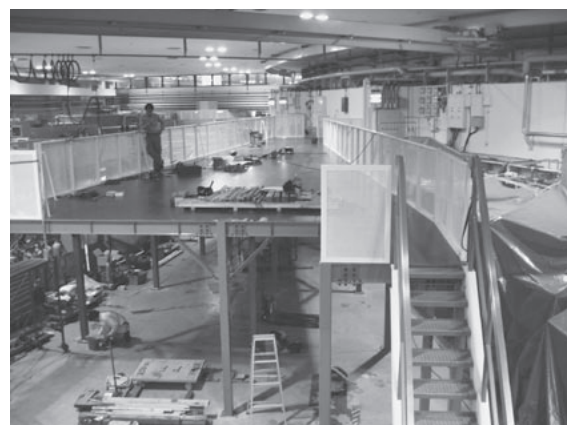


図3 現在の BL-17 (デッキ完成, 3月25日)



## Photon Factory Activity Report 2004 ユーザーレポート執筆のお願い

PFACR2004 編集委員長 岩住俊明 (KEK・PF)

### 平成 17 年度後期 フォトン・ファクトリー研究会の募集

物質構造科学研究所副所長 松下 正

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

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

#### 記

1. 開催期間 平成 17 年 10 月～平成 18 年 3 月
2. 応募締切日 平成 17 年 6 月 17 日（金）  
〔年 2 回（前期と後期）募集しています〕
3. 応募書類記載事項（A4 判、様式任意）
  - (1) 研究会題名（英訳を添える）
  - (2) 提案内容（400 字程度の説明）
  - (3) 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
  - (4) 世話人氏名（所内の者に限る）
  - (5) 開催を希望する時期
  - (6) 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名
4. 応募書類送付先  
〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1  
高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所事務室  
TEL：029-864-5635

\* 封筒の表に「フォトン・ファクトリー研究会応募」と朱書のこと。

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

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

物質構造科学研究所・放射光研究施設（Photon Factory）では、施設の活動報告集として毎年 Photo Factory Activity Report（PFACR）を発行しております。PFACR は、放射光研究施設の概要、年間の運転状況、新設ビームラインの紹介、光源加速器の R&D で得られた成果などについての報告書であるとともに、PF でユーザーの皆様が当該年度に実施された実験課題で得られた新しい結果の報告の場でもあり、広く国内外に配布して PF の活動を伝えて参りました。2004 年度（2004 年 4 月～2005 年 3 月）の成果をまとめる PFACR2004 は本年秋の発行を予定して編集作業を開始致しました。つきましては、皆様が過去 1 年程度の間 PF で実施された研究をユーザーレポートとして収集したいと考えておりますので、皆様の研究成果をレポートとして是非お送り下さるようお願い致します。皆様の寄稿が PF のアクティビティーを計る一つの物差しでもあり、PF を支援して頂き、ひいては皆様の研究環境改良にも繋がるものであると考えております。

2004 年度に PF で実験を行った全てのユーザーの方にレポートを寄稿して頂くのが基本ですが、データ解析あるいは解釈の関係で必ずしも 2004 年度に限定せず、それ以前の実験結果の報告でも構いません。

PFACR は Part-A の Highlights and Experimental Facilities と Part-B のユーザーの皆様からの研究報告（ユーザーレポート）に分かれており、PFACR2001 から Part-B は CD-ROM のみでの出版となっております。PFACR2000～2003 は PF の Web ページ、<http://pfwww.kek.jp/pfacr/index.html> でご覧頂けます。

ユーザーレポートの原稿や電子ファイルの準備・投稿要領は下記ホームページに掲載しておりますので、ご覧下さい。

PFACR2004 ホームページ：

<http://pfwww.kek.jp/acr2004/editj.html>

原稿締め切り：5 月 31 日（火曜日）厳守でお願いします。

多くのユーザーの皆様からのレポートをお待ちしております。

また、Part-A には出版物リストを付けています。これは PF で行われた研究を元に執筆された論文リストであると共に、PF の活動のバロメータでもあります。未登録論文は、

[http://pfwww.kek.jp/users\\_info/users\\_guide/pubdb.html](http://pfwww.kek.jp/users_info/users_guide/pubdb.html)

から登録をして下さい。以前に出版されたものでも結構ですので、是非登録をお願いします。

尚 PFACR2004 についてのお問い合わせは、PF 秘書室（TEL:029-864-5196, E-mail:pf-sec@pfiqst.kek.jp）までお願いします。

**総研大物質構造科学専攻  
平成 18 年入学 5 年一貫制博士課程  
(設置予定) 学生募集**

総研大物質構造科学副専攻長 那須奎一郎

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科物質構造科学専攻では、平成 18 年 4 月に 5 年一貫制博士課程へ入学する学生を下記により募集しております。

**1. 募集要項の請求先**

〒 240-0193 神奈川県三浦郡葉山町 (湘南国際校)  
総研大事務局教育研究企画室学生厚生係  
Tel 046-858-1525, 1526

那須  
Tel : 029-864-5588  
e-mail : knasu@post.kek.jp

または、

〒 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  
研究協力課大学院教育係  
Tel : 029-864-5128  
e-mail : kyodo2@mail.kek.jp

**2. 入学願書受付期間**

平成 17 年 7 月 11 日 (月) ~ 7 月 15 日 (金)

**3. 入学者選抜の実施日・場所**

日時：平成 17 年 9 月 1 日 (木) 筆記試験  
9 月 2 日 (金) 面接

場所：茨城県つくば市大穂 1-1  
高エネルギー加速器研究機構 4 号館

本専攻の詳細に関しては、以下を御覧ください。

<http://pfwww.kek.jp/sokendai/index.html>

---

## 予 定 一 覧

6 月 14 日～ 16 日	高エネルギー加速器研究機構 総合研究大学院大学「夏期実習」
6 月 17 日	平成 17 年度後期フォトン・ファクトリー研究会の公募締切
6 月 30 日	PF-AR 平成 17 年度第一期ユーザー運転終了
7 月 11 日～ 15 日	総合研究大学院大学 5 年一貫制博士課程願書受付
8 月 19 日	KEKB & PF-AR 停電
8 月 20 日～ 21 日	全所停電
9 月 1 日	総合研究大学院大学 5 年一貫制博士課程選抜試験 (筆記)
9 月 2 日	総合研究大学院大学 5 年一貫制博士課程選抜試験 (面接)
9 月 4 日	高エネルギー加速器研究機構 一般公開

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(May~Aug, 2005)

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 : シングルパンチ

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

PFリング改造のため運転停止

PFリング改造のため運転停止

6/14~16総研大夏期実習

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

## 最近の研究から

### Theoretical studies on photoemission spectra of electron-phonon coupled systems

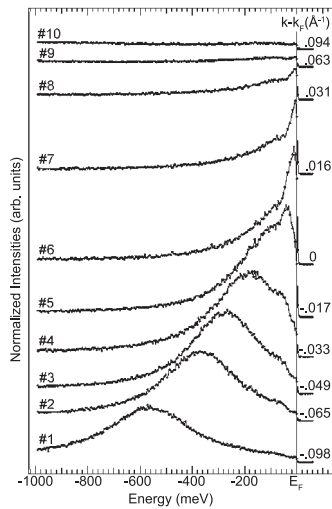
Kai Ji

Institute of Materials Structure Science

#### 1. Introduction

It has been a long-standing question in solid state physics, how the interplay between electrons and phonons (quanta of lattice vibration) influences the electronic energy band structures, and finally determines a material to become an insulator, metal or superconductor. Since the angle resolved photoemission spectra (ARPES) can directly probe the structure of electronic energy bands and topology of Fermi surface, it has become one of the most important measurements for the experimental studies [1]. With the rapid development of high resolution ARPES, nowadays the electronic energy band structure can be discerned in the scale of a few meV. Based on this technical improvement, quite a lot of new properties associated with electron-phonon (e-ph) interaction have been discovered in the normal metallic states as well as in the superconducting ones [2-7], signifying direct and clear evidences for the importance of the e-ph interactions.

According to recent experimental results, it has become clear that the ARPES evolve quite drastically as the momentum changes from the Fermi momentum ( $\equiv p_F$ ) to the bottom of valence band. As shown in Fig. 1, the ARPES on Be(0001) surface [2-4] take sharp two-headed asymmetric Lorentzians at around  $p_F$ , while become broad Gaussian at around the band bottom. Since there was no charge density wave or



**Figure 1** ARPES of the Be(0001) surface state measured at 12 K along the  $\Gamma M$  line of the surface Brillouin zone. [Reprinted figure with permission from Hengsberger, Purdie, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **83**, 592, (1999). Copyright (1999) by the American Physical Society.]

superconductivity observed in the experiment, this spectral feature has been attributed to the e-ph interaction. Later, similar spectral evolution was also found in the conduction plane of  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  [5], which is now believed to be an evidence of strong e-ph interplay in this material. These experiments clearly tell us that the electrons near  $p_F$  are in the coherent plane wave states, while, at around the band bottom, they are in the incoherent quasi-localized states. This spectral evolution from the two-headed Lorentzian to the broad Gaussian, or from the coherent state to the incoherent one, is quite universal, and has become a basic problem of the e-ph coupling.

In the theoretical aspect, it is already known that these spectra are nothing, but the Lehmann's representation of the one-body Green's function. So they can be evaluated by various theories. However, the origin for the abovementioned spectral evolution seems beyond the conventional mean field and approximation methods, like the standard Migdal-Eliashberg theory [8,9], which predict only a single peak at  $p_F$  and fail to describe such a momentum-dependent evolution. Thus, the problem how e-ph interaction dominates the spectral shape has emerged as a new challenge for the theory of solid state physics.

To clarify the origin for the spectral evolution, in our research, we have developed a new path-integral theory to calculate the ARPES. By applying it to an e-ph coupled model, we have successfully reproduced the spectral change, thus confirm the importance of e-ph interaction in these materials.

#### 2. Model and Methods

To investigate the spectral evolution due to the e-ph interaction, we consider the Holstein model [10]. Its Hamiltonian reads ( $\hbar = 1$ ),

$$H = -T \sum_{\langle l,l' \rangle} \sum_{\sigma} (a_{l\sigma}^+ a_{l'\sigma} + a_{l'\sigma}^+ a_{l\sigma}) - \mu \sum_{l\sigma} n_{l\sigma} + \sum_l \left( \frac{P_l^2}{2m} + \frac{1}{2} m \omega_0^2 Q_l^2 \right) - S \sum_{l\sigma} Q_l \left( n_{l\sigma} - \frac{\bar{n}}{2} \right)$$

$$n_{l\sigma} \equiv a_{l\sigma}^+ a_{l\sigma}, \quad \sigma = \alpha \text{ or } \beta, \quad \bar{n} \equiv N_e / N. \quad (1)$$

Here  $a_{l\sigma}^+$  and  $a_{l\sigma}$  are the creation and annihilation operators for the conduction electron with spin  $\sigma$  at site  $l$ . The total number of sites in a lattice is  $N$ , while the total electron number is  $N_e$ , and the average electron number per site is  $\bar{n}$ .  $T$  is the transfer energy,

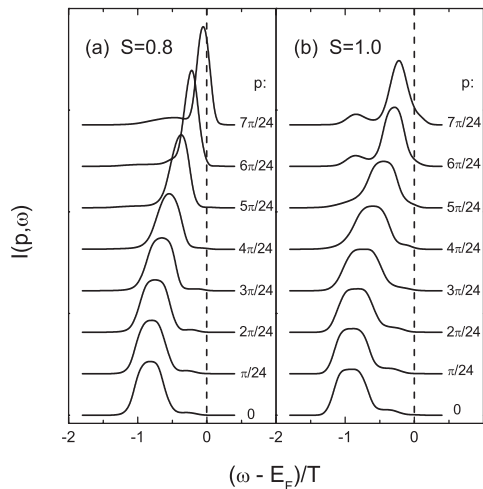
and  $\mu$  the chemical potential of electrons. In this model, the electrons hop between two nearest neighboring sites, denoted by  $\langle l, l' \rangle$ , and couple to the Einstein phonons, which are localized at each site  $l$ .  $P_l$  and  $Q_l$  are the momentum and coordinate operators for this phonon at the site  $l$ , with a frequency  $\omega_0$  and a mass  $m$ .  $S$  is the coupling constant of this e-ph interaction.

By using a path integral theory [11,12], we calculate the electronic Green's function  $[ \equiv G_\sigma(p, \tau) ]$ . The numerical calculation of this path-integral is performed by the hybrid quantum Monte Carlo (QMC) simulation method [13] with a leap-frog algorithm [14]. And then the electronic spectral function  $[ \equiv A_\sigma(p, \omega) ]$  and the spectral intensity  $[ \equiv I(p, \omega) ]$  is derived through the analytic continuation [15,16].

### 3. Comparison with Experimental Results

In this section, we present our numerical results of spectra for the Holstein models. Since we are mainly interested in the normal or quasi metallic states, we shall restrict our attention to the weak and intermediately coupled e-ph systems with little high temperatures, i.e.,  $\beta = 20 \sim 25$  in the unit of  $T$ . In the typical metallic systems due to 3d or 2p electrons, the full bandwidth of electron is 2 eV or so [17]. For the phonon, its energy is usually of the order of 0.1 eV or less. However, too small  $\omega_0$  is not appropriate for the QMC calculation. For this sake, we set  $T$  as the unit of energy and the phonon energy  $\omega_0 = 0.1$  in the numerical calculations.

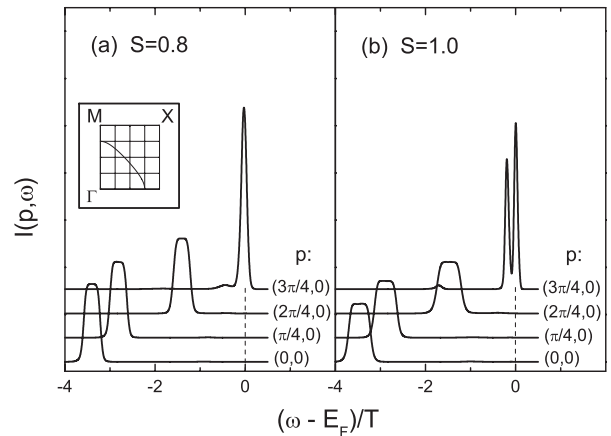
In Fig. 2, we show our results of  $I(p, \omega)$  of one dimensional (1D) Holstein model at 29.17%-filling (48 sites with 28 electrons) for two different e-ph coupling constants. The panel (a) corresponds to  $S = 0.8$ , and (b)  $S = 1.0$ . The inverse temperature is  $\beta = 20$ . The phonon effective mass is taken as  $m = 80$  here. From panel (a) we can see the spectrum takes a broad Gaussian near the band bottom  $p = 0$ . As  $p$  increases, the peak width gradually decreases, and at  $p_F = 7\pi/4$ , the spectrum shows a slightly two-headed Lorentzian. In the panel (b), we have



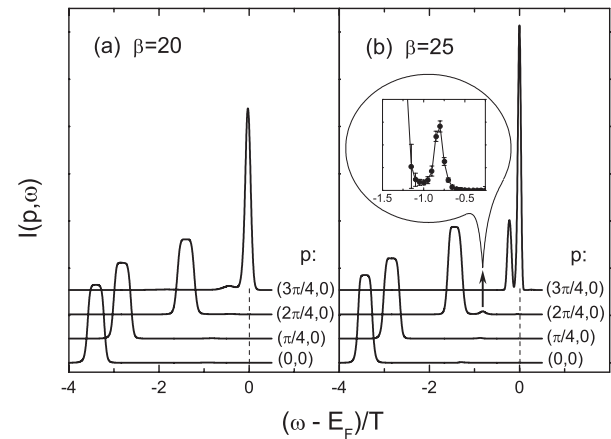
**Figure 2** Calculated ARPES of 1D Holstein model at 29.17%-filling (48 sites with 28 electrons) for different e-ph coupling constants  $S$ .

increased  $S$ , thus the spectra close to the band bottom are further broadened. While near  $p_F$ , a second peak appears, and the whole spectrum has become a two-headed asymmetric Lorentzian. These behaviors are well consistent with the aforementioned experimental discoveries, although the agreement between the theory and the experiments are qualitative.

In Fig. 3, we show our QMC results for the two dimensional (2D) case along the  $\Gamma M$  symmetry line of the Brillouin zone at 35.94%-filling ( $8 \times 8$  square lattice with 46 electrons) for two different coupling constants. The panel (a) is for  $S = 0.8$ , and (b) is  $S = 1.0$ .  $\beta$  is same as that of Fig. 2. Although our simulation on the  $8 \times 8$  system gives us only a limited number of  $p$ 's, the main feature of the aforementioned spectral evolution is well displayed here. Near the band bottom, the spectra have a broad Gaussian shape, while at  $p_F$ , the spectra show an asymmetric Lorentzian form. With the increase of coupling constant, the spectra at  $p_F$  change from a slightly two-headed form to a clear two-headed one. These results are in good agreement with the experimental observations.



**Figure 3** Calculated ARPES of 2D Holstein model at 35.94%-filling ( $8 \times 8$  square lattice with 46 electrons) along the  $\Gamma M$  direction for different e-ph coupling constants  $S$ . The inset of (a) shows the Brillouin zone and the Fermi surface.



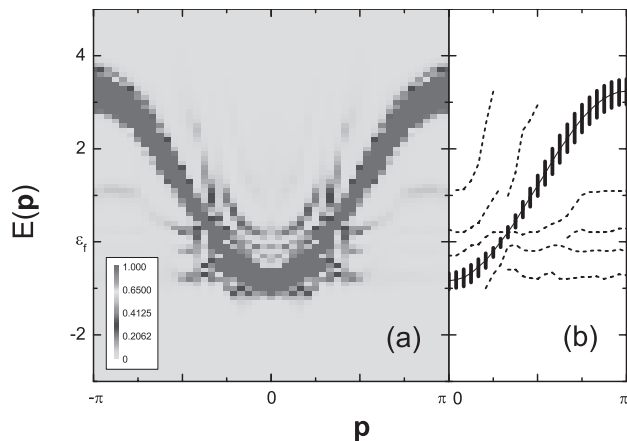
**Figure 4** Calculated ARPES of 2D Holstein model at 35.94%-filling ( $8 \times 8$  square lattice with 46 electrons) along the  $\Gamma M$  direction for different temperatures  $\beta$ . The inset magnifies the small hump denoted in (b).

In Fig. 4, the temperature dependence of spectra is presented for the 2D case at 35.94%-filling ( $8 \times 8$  square lattice with 46 electrons). The panel (a) is for  $\beta = 20$ , and (b)  $\beta = 25$ . The e-ph coupling constant is fixed at  $S = 0.8$ . In comparison with Fig. 3, we see, decreasing temperature also brings about a notable phonon peak at  $p_F$ . On the other hand, since the thermal broadening is suppressed at low temperature, in the panel (b), the spectral shape becomes narrower and sharper. We can also say that some fine structure, obscured in the panel (a), becomes more pronounced under the low temperature condition (b). For example, a small hump appears in the spectrum  $p = 2\pi/4$ . In the inset, we have zoomed to this small peak with clear error bars. Here we can clearly see, these weak structures are not numerical errors, but are other phonon peaks.

#### 4. General Description of Spectral Evolution

If we place the spectral functions  $A_\sigma(p, \omega)$  side by side as a function of momentum  $p$ , then we get the graph like Fig. 5(a), from which we can know the band structure with ease. In Fig. 5(a) we present the intensity map of 1D Holstein model at 29.17%-filling (48 sites with 28 electrons), with  $S = 0.8$ ,  $T = 1.0$ ,  $\omega_0 = 0.1$ ,  $\beta = 20$ ,  $m = 80$ . In Fig. 5(b), we show the skeleton image of the energy bands obtained by connecting the peak maxima shown in (a). In the panel (a), we can easily recognize the cosine-shaped main band. In the panel (b), the corresponding structure is denoted by the solid line, and the half-width of the cosine band is schematically shown by the error bars. In addition to the main band, the weak phonon bands can also be seen in the intensity map (a). We outline them by the dash lines in the skeleton image (b).

In these figures,  $p$  is nothing but the momentum of the added hole or electron in the  $N$ -electron system, and  $E(p)$  is the polaron

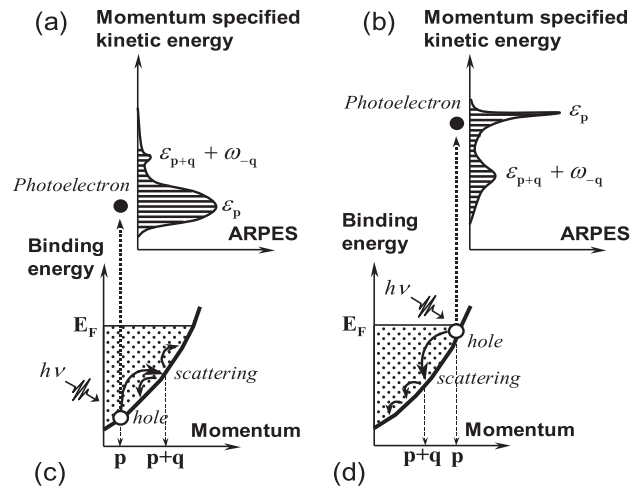


**Figure 5** Band structure of 1D Holstein model at 29.17%-filling (48 sites with 28 electrons). Panel (a) is the intensity map of QMC raw data. (b) is the skeleton image of the energy bands obtained by connecting the peak maxima shown in (a). The solid line corresponds to the main band, and the error bars denote its half-width. The phonon bands are shown by the dash lines.

energy. These graphs of band structure can be understood from the view of the recoil effect of the electron [20] (here we confine the interpretation within the case of the hole left under  $E_F$  after the photo excitation. Note the hole-phonon interaction is same as the electron-phonon interaction). In the e-ph system, the motions of the electron and phonon are mutually interfered. The motion of the phonons changes the potential field felt by the electron, while the electron also changes the potential exerted on the phonon. As a result, the instantaneous status of the electron and phonon is always changing. What we exactly know is only the total polaron momentum  $p$ , which is conserved during the e-ph scattering. Hence the spectrum for each momentum  $p$  provides us a picture of the entangled electron and phonon, i.e., the polaron.

In the noninteracting limit, no phonon is created or annihilated, and the total polaron energy of momentum  $p$  is equivalent to the electronic tight binding energy,  $E(p) = \varepsilon_p$ . When the e-ph interaction is introduced, the total polaron energy is also changed from  $\varepsilon_p$ . For example, it becomes  $\varepsilon_{p+q} + \omega_{-q}$  after the hole emits a phonon of momentum  $-q$  and is recoiled from  $\varepsilon_p$  to  $\varepsilon_{p+q}$ . This state may correspond to a new peak at  $E(p) = \varepsilon_{p+q} + \omega_{-q}$  away from the main peak at  $E(p) = \varepsilon_p$  (see in Figs. 6(a) and 6(b)). One can expect that small energy change due to phonon creation or annihilation only contributes to the broadening of the main band, and dramatic change gives rise to some new phonon bands. If more phonons are involved in this process, the main band (as well as phonon bands) can be further broadened, and more phonon bands can be formed.

The energy difference of electron due to e-ph scattering can be estimated by  $\Delta E = (\partial E(p)/\partial p) \Delta p$ , where  $\Delta p$  comes from the momentum exchange with phonon. For the case of cosine band,  $E(p) \sim -\cos(p)$ , so  $\Delta E$  is small near the band bottom, and the e-ph



**Figure 6** ARPES and the dynamics of multiple scattering in the e-ph coupled system. In the panel (c), a hole is created near the band bottom after the photo excitation, and (d) is the case close to the Fermi surface. The lower panels (c) and (d) show the scattering processes in the electronic band. The upper panels (a) and (b) are the corresponding spectral densities.

scattering mainly contributes to the broadening effect. Some weak phonon peaks can only be seen to the lower energy side of the cosine band (Fig. 6(a)), this is because  $\varepsilon_{p+q} + \omega_{-q}$  is always less than  $\varepsilon_p$  (allowing for that in the normal state, phonon energy  $\omega_q$  is negligible for the electron). For the scattering near  $E_F$ ,  $\Delta E$  can be relatively large, which favors creating new phonon peaks. These peaks, in this case, appear only to the high binding energy side (Fig. 6(b)), since the hole cannot be scattered into the empty band above  $E_F$ . The scattering can also occur between  $E_F$  and band bottom, and hence the phonon bands above and below the cosine band can both be produced.

A hole just under  $E_F$  is the most stable one in the energy band. At that position, the hole can easily settle down without much virtual phonon excitation. So if an electron is excited from somewhere near  $E_F$ , its photoemission spectral shape will be almost free-electron-like and take a sharp Lorentzian form (Fig. 6(b)). While, if an electron is excited from the band bottom, the high energy hole left at the band bottom will induce thick phonon cloud around it. As a result, the spectral shape is heavily modified by the e-ph interaction and has a broad Gaussian distribution (Fig. 6(a)). A statistical average over all the procedures described above then give us spectral evolution of ARPES.

## 5. Summary

In this work, we have developed a path-integral theory to calculate the photoemission spectra of the e-ph coupled systems. We have systematically studied the spectral properties of the e-ph coupled systems based on the 1D and 2D e-ph coupled models under various conditions. We find the band structure is greatly modified by the multiple scattering effect of electron with phonons, even if the whole system is still metallic and the e-ph coupling strength is intermediate. Around the band bottom, the spectrum takes a broad Gaussian, indicating the electron in this state is nearly localized and incoherent. While near the  $p_F$ , the spectral shape is characterized by an asymmetric two-headed Lorentzian, which means the electron in this state is almost coherent with a plane wave nature, extending over all the crystal. Our results qualitatively agree with recent experiments of high resolution ARPES.

## References

- [1] P. Hüfner, *Photoelectron Spectroscopy*, 3rd ed. (Springer, Berlin, 2003).
- [2] M. Hengsberger, D. Purdie, P. Segovia, M. Garnier, and Y. Baer, Phys. Rev. Lett. **83**, 592 (1999).
- [3] M. Hengsberger, R. Fresard, D. Purdie, P. Segovia, and Y. Baer, Phys. Rev. B **60**, 10796 (1999).
- [4] S. LaShell, E. Jensen and T. Balasubramanian, Phys. Rev. B **61**, 2371 (2000).
- [5] A. Lanzara, P. V. Bogdanov, X. J. Zhou, S. A. Kellar, D.

- L. Feng, E. D. Lu, T. Yoshida, H. Eisaki, A. Fujimori, K. Kishio, J. -I. Shimoyama, T. Noda, S. Uchida, Z. Hussain, and Z. -X. Shen, et al., Nature **412**, 510 (2001).
- [6] T. Yokoya, T. Kiss, A. Chainani, S. Shin, M. Nohara, H. Takagi, Science **294**, 2518 (2001).
- [7] X. J. Zhou, T. Yoshida, A. Lanzara, P. V. Bogdanov, S. A. Kellar, K. M. Shen, W. L. Yang, F. Ronning, T. Sasagawa, T. Kakeshita, T. Noda, H. Eisaki, S. Uchida, C. T. Lin, F. Zhou, J. W. Xiong, W. X. Ti, Z. X. Zhao, A. Fujimori, Z. Hussain, Z. -X. Shen, Nature **423**, 398 (2003).
- [8] A. B. Migdal, Sov. Phys. JETP **7**, 996 (1958).
- [9] G. M. Eliashberg, Sov. Phys. JETP **11**, 696 (1960).
- [10] T. Holstein, Ann. Phys. (N.Y.) **8**, 325 (1959).
- [11] K. Nasu, J. Phys. Soc. Jpn. **65**, 2285 (1996).
- [12] K. Ji, H. Zheng, and K. Nasu, Phys. Rev. B **70**, 085110 (2004).
- [13] S. Duane, A. D. Kennedy, B. J. Pendleton, and D. Roweth, Phys. Lett. B **195**, 216 (1987).
- [14] M. P. Allen and D. J. Tildesley, *Computer simulation of liquids* (Clarendon, Oxford, 1987).
- [15] S. R. White, D. J. Scalapino, R. L. Sugar, and N. E. Bickers, Phys. Rev. Lett. **63**, 1523 (1989).
- [16] J. E. Gubernatis and M. Jarrell, Phys. Rep. **269**, 135 (1996).
- [17] K. Nasu, in *Electronic Conduction in Oxides*, edited by N. Tsuda (Springer, Berlin, 1999), Chap. 3.
- [18] G. D. Mahan, *Many-particle Physics*, 2nd ed. (Plenum, New York, 1990).

(原稿受付：2005年3月18日)

## 著者紹介

吉凱 Kai Ji



物質構造科学研究所 協力研究員  
〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1  
TEL: 029-879-6026  
FAX: 029-864-3202  
e-mail: jikai@post.kek.jp

略歴：2000年中国上海交通大学理学院凝聚態物理専攻卒業，2004年総合研究大学院大学数物科学研究科物質構造科学専攻博士課程修了，2004年物質構造科学研究所協力研究員。理学博士。  
最近の研究：異常同位元素効果と電子・格子系の経路積分理論



## 時分割 DXAFS による銅担持ゼオライトの酸化還元反応機構の解明

稲田康宏, 野村昌治  
物質構造科学研究所

### Mechanistic Study of Redox Reactions of Copper Species Supported in Zeolite by Means of Time-Resolved Dispersive XAFS (DXAFS) Technique

INADA Yasuhiro, NOMURA Masaharu  
Institute of Materials Structure Science

#### 1. はじめに

金属原子の近傍局所構造や原子価状態を実験的に解析することができる XAFS 法は、その元素選択性と試料状態任意性などのユニークな利点によって広範な化学分野で利用されている。従来の XAFS 実験は 1 つのスペクトルを得るのに 10 数分を必要とするため主に静的な状態解析に用いられてきたが、時分割測定が可能な検出系を組み込むことによって、時間の関数として金属原子の状態変化を追跡することが可能になった [1-3]。金属化学種は、配位子置換によって反応物を周囲に集積し、金属中心の酸化還元を通して電子移動することによって様々な化学反応の活性中心となる。従って、時分割 XAFS 法から得られる動的な局所構造と原子価状態の情報は、その反応機構を解明する上で極めて重要な知見となる。特に、目的金属以外の元素が大量に存在する不均一触媒系においては、元素選択性と試料状態任意性を持つ XAFS 法の特徴が最大限に発揮される。我々は以前、銅を担持した MFI 型ゼオライト触媒の昇温還元調製過程についての実調製条件下での昇温と同期した XAFS 測定を行い、銅中心の酸化還元とそれに伴う構造変化を解明した [4]。ここでは、銅担持 MFI 型ゼオライトの酸化還元反応機構について時分割 XAFS 法を用いて行った研究の結果を紹介する。

#### 2. 時分割 DXAFS 装置

時分割 XAFS スペクトルを測定する方法には必要とする時間分解能に応じて様々な手法がある。最もシンプルな手法は X 線を分光するモノクロメーターを高速掃引す

る Quick XAFS (QXAFS) 法である [5]。この場合、秒から分オーダーの時分割測定が可能となり、更に piezo 素子を使った掃引機構によって 10 ms オーダーの時分割が報告されている [6]。後述する分散型光学系を採用しつつ、試料へ入射する X 線エネルギーをスリット駆動によって掃引する Turbo-XAS という手法も提案されているが [7]、その時間分解能は 100 ms のオーダーである。これらの手法は何れも X 線光学素子の高速駆動を基本としており、最も速い piezo 素子駆動の QXAFS であっても、測定可能エネルギー範囲に 20 eV 以下の制限があった上で 10 ms が限界となる。

一方、光学素子の駆動を伴わない手法が分散型 XAFS (DXAFS) 法であり [8]、PF-AR の NW2 ビームライン [9-11] に設置してある DXAFS 装置の構成模式図を Fig. 1 に示す [3]。NW2 ビームラインでは、鉛直集光用の Rh コートミラーと高次光除去用の Rh コートダブルミラーを通った横長の擬白色 X 線を実験ハッチ内へ導き、He 雰囲気下で温度制御する湾曲分光結晶 (Si(111) 又は Si(311)) へ入射する。湾曲結晶で分光され水平面内にエネルギー分散した X 線が集光する位置に試料を配置し、透過して発散する X 線を CsI(Tl) 蛍光体で可視光へ変化した後、その強度を一次元検出器で測定する。検出器としてフォトダイオードアレー (PDA) を使用した場合、クロック周波数 525 kHz で動作する 14 ビット ADC によって、512 素子で 1 ms、1024 素子で 2 ms の露光時間での測定が可能である。

#### 3. 銅担持ゼオライトの状態解析

MFI 型ゼオライト (ZSM-5) への銅の担持は、硝酸銅 (II) あるいは酢酸銅 (II) の水溶液を用いた ZSM-5 粉末のイオン交換法によって行った。水溶液の pH は HNO<sub>3</sub> と NaOH を用いて 2.8 ~ 9.1 の範囲で変化させた。その結果、対イオンの種類に依らず、pH が 6 を超える辺りでイオン交換率の上昇が見られた。また、塩基性の条件を設定するのに NH<sub>3</sub> を用いた場合には銅 (II) アンミン錯体としてゼオライト内に吸着した。これらの挙動は銅 (II) イオンの水溶液中における溶存状態を考慮するとほぼ定量的に説明することができ、pH > 6 でのイオン交換率の急増は銅 (II) イオンの加水分解が原因と考えられる。つまり、銅 (II) イオン上に存在する水酸基がゼオライト骨格と水素結合を形成することによってイオン交換が促進されると解釈できる。また、イオン交換での吸着が溶液中での銅 (II) イオンの配位環境

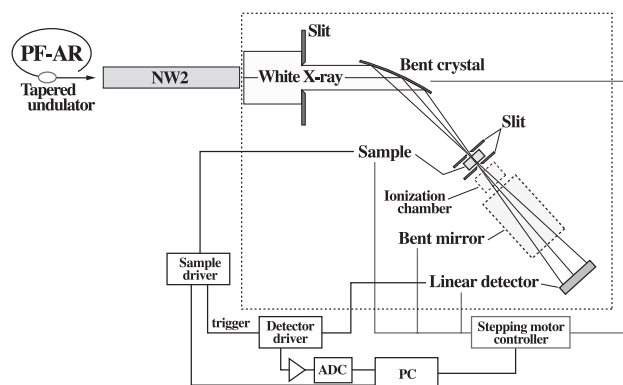
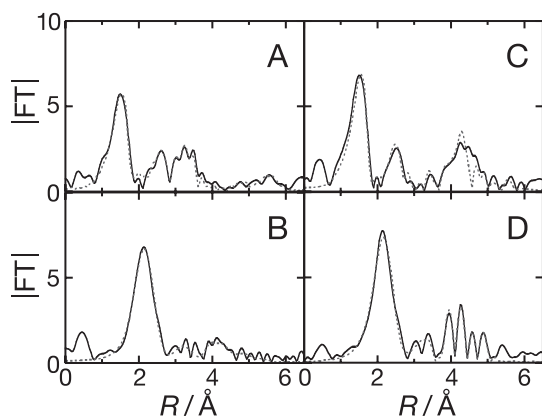


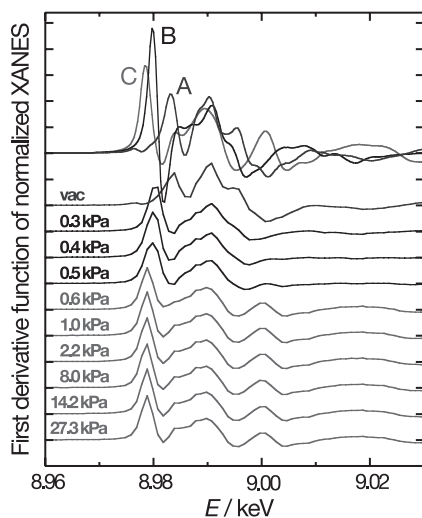
Figure 1. Schematic diagram of dispersive XAFS (DXAFS) instrument installed at NW2 beamline of PF-AR.

を保持したまま起こるとすると、配位水分子が取り囲んだ状態で侵入できる部位は直径約 10 Å のスーパーケージであると考えられる。その後、銅化学種を吸着したゼオライト粉末を濾過・洗浄によって取り出し、120°C で数時間の乾燥を行うと、水酸化物状態で取り込まれた場合のみ黒化が見られ、酸化銅(II)へ変化する。この試料を空気存在下、500°C で焼成しても、焼成前後で XAFS スペクトルに変化は見られない。

CO ガスとの反応前後の状態について、銅中心周りの局所構造を表す動径構造関数を参照試料である酸化銅(II)及び金属銅と比較して Fig. 2 に示した。反応前 (Fig. 2C) の銅近傍は酸化銅(II)とほぼ一致するが、3 Å 以上の領域に相違があることから、酸化銅(II)に類似したクラスター状態でゼオライトのスーパーケージ内に取り込まれていると解釈した。XANES 領域のスペクトルからは、銅原子がほ



**Figure 2.** Functions of Fourier transform magnitude for CuO under air (A), Cu metal in vacuo (B), the oxidized form of Cu-ZSM-5 in vacuo (C), and the reduced form of Cu-ZSM-5 under 3.1 kPa CO gas. All measurements were carried out at 773 K. The Fourier transformation was carried out using the  $k^3$ -weighted  $\chi(k)$  values in the  $k$  range of 2–20 Å<sup>-1</sup>.



**Figure 3** First derivative functions of normalized XANES spectra of Cu-ZSM-5 under various pressure of CO gas. At the top of figure, the corresponding functions are depicted for CuO (A), Cu<sub>2</sub>O (B), and Cu metal (C).

ぼ定量的に +2 価であることが示された。これが CO ガスと反応すると (Fig. 2D), 銅原子は定量的に還元され、銅近傍は金属銅に類似した状態へ変化する。この還元体は空気や NO ガスとの接触によって完全に元の酸化体へ復帰し、そのサイクルを数百回繰り返しても状態は変化しない。これらのことから、MFI 型ゼオライトに担持された銅化学種は酸化銅(II)と金属銅に類似した状態間を遷移し、反応物との酸化還元反応を高い耐久性を持って繰り返すことが明らかになった。

更に、導入する CO ガスの圧力を変化させて測定した XANES スペクトル (Fig. 3) から、低圧力領域で酸化銅(I)に類似した状態の生成が確認された。つまり、セル内に導入した試料に含まれる銅化学種の量に応じて、それより過剰に CO ガスが導入されれば最終的な酸化状態である銅(0)まで還元反応が進行するが、CO 分子数が不十分な場合には途中の酸化状態である銅(I)で反応が停止し、その状態は酸化銅(I)に類似していることが明らかになった。

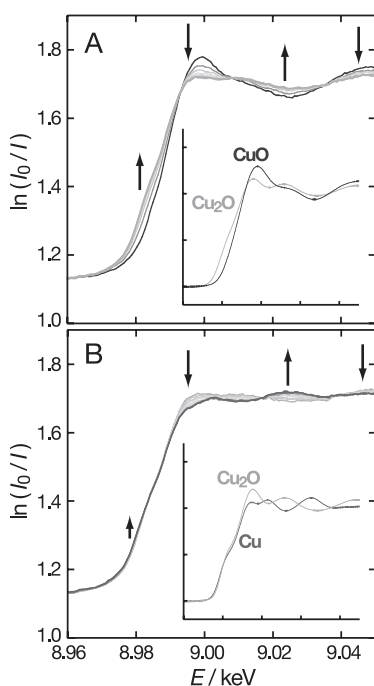
#### 4. 銅担持ゼオライトの酸化還元反応

前章で示した静的 XAFS 測定の結果を基に、銅担持 MFI 型ゼオライトの酸化還元反応を時分割 DXAFS 装置を用いて追跡し、反応速度論を用いた解析によってその反応機構を解明した。なお、CO による還元反応及び NO による酸化反応は、真空にした試料セルと反応ガス容器を電磁弁を介して接続し、電磁弁を解放することによって開始した。この方法でセル内が目的圧力に到達するのに要する時間は約 500 ms である。

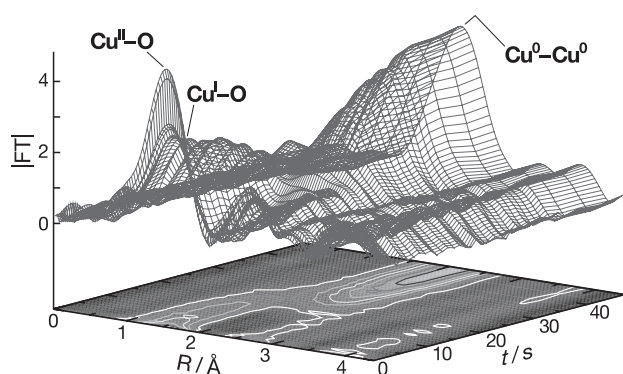
##### 4-1. CO による還元

時分割 DXAFS 装置を用いて測定した CO による還元反応の XANES スペクトルの時間変化を Fig. 4 に示す。反応は見かけ上二段階で進行し、初期の過程で酸化銅(I)類似の状態が生成した後、数 10 秒の時間スケールで終状態である金属銅類似状態へ変化する。Fig. 4 の挿入図には、BL-10B で測定した各標準試料のスペクトルを、そのエネルギー分解能を半値幅が 4 eV のガウス関数で強制的に落とした状態で示したが、Fig. 4 中の反応前後のスペクトルと挿入図を比較すると、DXAFS 装置のエネルギー分解能は 9 keV 付近において約 5 eV と見積られる。この比較的低いエネルギー分解能においても XANES スペクトルには明らかな変化が見られ、還元反応の過渡過程に銅(I)状態が存在することを明確に示している。

Fig. 5 には EXAFS 部分を解析して得られるフーリエ変換強度の時間変化を示した。反応開始時点では Fig. 2C に示した酸化銅(II)類似状態にあり、最近接の 4 個の O 原子との相互作用ピークが 1.53 Å (位相因子未補正)に見られる。このピークは CO ガスの導入によって速やかに短距離側 (位相因子未補正で 1.44 Å) へシフトし、ピーク高が減少する。この時間帯の Cu-O 相互作用の平均値は  $N = -2$ ,  $R = 1.87$  Å であり、Cu<sub>2</sub>O での値とほぼ一致していることから、銅原子は +1 価状態として存在することが示唆される。銅



**Figure 4** The time-resolved XANES spectra during the reduction of Cu-ZSM-5 by CO (3.4 kPa) at 773 K. The early (0–8 s) and later (15–40 s) stages are separately drawn in A and B, respectively. The acquisition time of each spectrum is 10 ms. In inset, are shown the XANES spectra of CuO, Cu<sub>2</sub>O, and Cu metal recorded by the conventional step-scanning XAFS measurement.

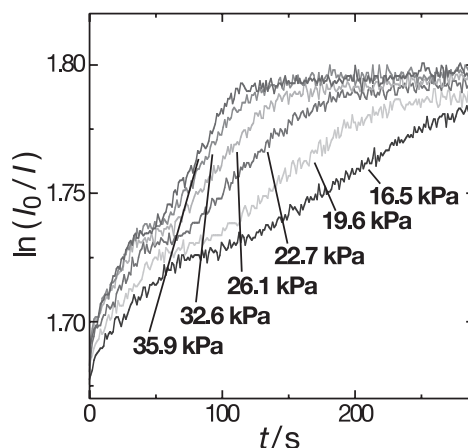


**Figure 5** The time-resolved Fourier transform magnitudes of Cu-ZSM-5 during the reduction by CO (3.4 kPa) at 773 K. The absolute intensities are drawn at the bottom as the contour map.

(I) 状態として暫く存在した後、Fig. 5の実験条件下では約 20 s 後からフーリエ変換強度に大きな変化が現れる。銅 (I) 状態に対応する Cu-O 相互作用が消失しつつ、2.15 Å (位相因子未補正) に銅 (0) での Cu-Cu 相互作用に対応するピークが成長する。

#### 4-2. NO による酸化

銅担持 MFI 型ゼオライト中の銅化学種は、CO による還元によって酸化銅 (II) 類似状態から銅 (I) 状態を経由して金属銅類似状態へ変化する。そのようにして生成した銅 (0) 状態は、NO ガスとの反応によって元の酸化銅 (II) 類似状態へ完全に復帰する。その酸化反応を時分割 DXAFS 装



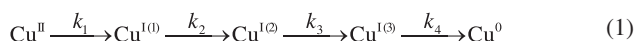
**Figure 6** The X-ray absorbance change at 8.998 keV under various NO pressures at 773 K.

置を用いて測定し、得られた 8.998 keV での X 線吸光度の時間変化を種々の NO 圧力条件下について Fig. 6 に示す。この X 線エネルギーにおいては、1.80、1.73、1.68 の X 線吸光度がそれぞれ酸化銅 (II) 類似状態、銅 (I) 状態、金属銅類似状態に対応しており、更に、XANES スペクトルやフーリエ変換強度の時間変化などから、CO による還元反応の全く逆の過程を辿って銅原子が酸化されることが明らかになった。但し、Fig. 4 と Fig. 5 に示したように CO による還元反応がおおよそ 1 分以内に完了するのに対し、金属銅類似状態からの NO による酸化反応は完了までに 5 ~ 10 分の時間を要することが Fig. 6 から示される。

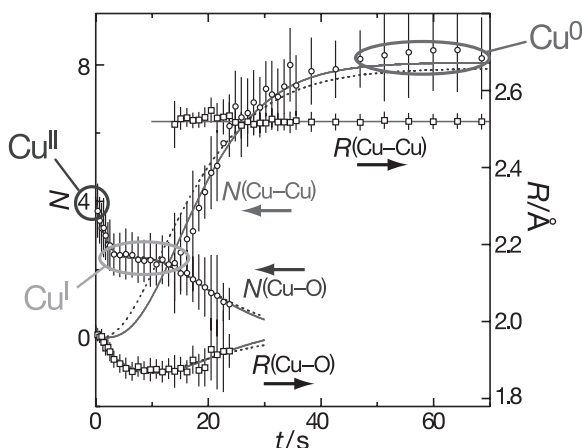
注目すべき点は、NO による酸化と CO による還元の両過程に共通して Cu(I) 状態が反応の過渡過程に存在するが、その状態で存在する時間帯での観測値がプラトーになる傾向を示すことである (Fig. 5 や Fig. 6 参照)。この挙動は、銅化学種が銅 (II) (始状態)、銅 (I) (中間体)、銅 (0) (終状態) の三状態しかないとするモデルでは絶対に説明することができず、中間体である銅 (I) 状態は複数存在していることが明らかである。

#### 4-3. 酸化還元反応機構

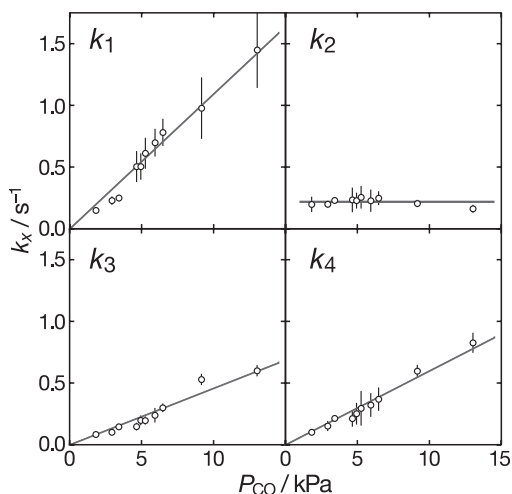
銅担持 MFI 型ゼオライトの CO による還元反応と NO による酸化反応を時分割 DXAFS 装置を用いて追跡し、X 線吸光度の時間変化 (例えば Fig. 4 と Fig. 6) とフーリエ変換強度の時間変化 (例えば Fig. 5) が得られた。更に、Fig. 5 に示したフーリエ変換強度を解析することにより、Cu-O の平均数 ( $N(\text{Cu-O})$ ) と平均距離 ( $R(\text{Cu-O})$ )、Cu-Cu の平均数 ( $N(\text{Cu-Cu})$ ) と平均距離 ( $R(\text{Cu-Cu})$ ) などの構造パラメーターの時間変化が得られる。CO による還元反応についての結果を Fig. 7 に示す。以上の各種平均物理量の時間変化関数全てを同時に再現できる反応モデルを試行錯誤によって検討し、最終的に式 (1) の反応モデルが CO による還元反応の挙動を最も良く再現することが分かった。



ここで、Cu<sup>II</sup> は始状態 (酸化銅 (II) 類似状態)、Cu<sup>I<sup>(i)</sup></sup> ( $i = 1-3$ )

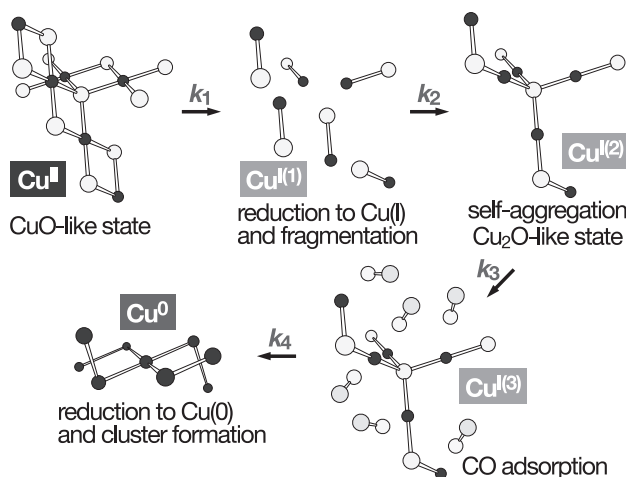


**Figure 7** The changes of the average  $N$  and  $R$  values for the Cu-O and Cu-Cu interactions obtained by the EXAFS analysis (C) during the reduction by CO (3.4 kPa) at 773 K. The solid lines represent the calculated values using the 5-state model and the rate constants determined by the kinetic analysis. The dashed lines indicate the calculated values for the 4-state model.



**Figure 8** The optimized conditional rate constants plotted as a function of CO pressure.

は中間体である三種類の銅 (I) 状態,  $\text{Cu}^0$  は終状態 (金属銅類似状態) を表し,  $k_i$  ( $i = 1-4$ ) は各々の過程の条件速度定数である。本研究の時分割 DXAFS 測定では, 反応ガスの分子数が試料セル内の銅原子の総数よりも十分過剰に存在する擬一次条件を常に設定しており, 式 (1) 中の条件速度定数は銅化学種について一次の速度定数である。この条件速度定数の値を種々の CO 圧力下で決定し, その圧力依存性を評価することにより, 各反応過程における CO 分子の関与が反応次数として与えられる。CO による還元反応についての各条件速度定数の CO 圧力に対するプロットを Fig. 8 に示す。ここから,  $k_1$ ,  $k_3$ ,  $k_4$  の過程は CO 分子数に一次であり, 各過程においてその遷移状態へ達する前に 1 分子の CO が銅原子に作用することを意味している。一方,  $k_2$  は CO の圧力に依存しないことから, CO 分子が関与せずに銅化学種間で変化する過程であることが分かる。Fig. 7 のデータからは更に式 (1) 中の各化学種における  $N(\text{Cu-O})$ ,  $R(\text{Cu-O})$ ,  $N(\text{Cu-Cu})$ ,  $R(\text{Cu-Cu})$  の値を決



**Figure 9** Proposed reaction mechanism for the reduction of Cu-ZSM-5 by CO.

定することができ, それらの値から Fig. 9 に示す反応機構で CO による還元反応が進行すると結論した。まず, MFI 型ゼオライト中に分散した酸化銅 (II) 類似状態が CO 分子で還元され, 2 個の銅原子に対して 1 個の O 原子が引き抜かれてフラグメント化した Cu(I) 状態 ( $\text{Cu}^{\text{I}(1)}$ ) が生成する。それらが自己集合して酸化銅 (I) 類似状態 ( $\text{Cu}^{\text{I}(2)}$ ) へ至るのが  $k_2$  の過程であり, その銅原子に CO ガスが吸着し ( $\text{Cu}^{\text{I}(3)}$ ),  $k_4$  の過程での二電子目の還元で銅 (0) になり, 最終生成物である金属銅類似状態のクラスターへ至ると考えられる。

## 5. おわりに

時分割 DXAFS 装置を用いた動的な XAFS 測定を行うことにより, MFI 型ゼオライト中に担持された銅化学種の CO 及び NO ガスによる酸化還元反応機構の解明に成功した。時分割 XAFS 法は大量にあるバルク中の微量の金属化学種について, その金属中心の動的挙動を観測するための極めて強力な研究手法であると言える。本研究の解析結果からは, 銅は酸化銅 (II) 類似状態, 酸化銅 (I) 類似状態, 金属銅類似状態の間を遷移し, その各々の過程で CO 及び NO 分子と O 原子の授受を行うと見ることができる。現時点では銅化学種を担持するゼオライト骨格からの直接の寄与は観測されていないが, バルク酸化銅 (II) を用いた CO 及び NO との酸化還元反応についての予備的測定からは, CO による還元で金属銅状態を生成した後, NO による酸化で酸化銅 (II) の状態が完全には還元しないことが分かっている。つまり, ゼオライト骨格によって始状態である酸化銅 (II) 類似状態が高度に分散され, それによって初めて銅 (II)-銅 (I)-銅 (0) 間の酸化還元サイクルが耐久性良く回転すると解釈できる。

銅を担持した MFI 型ゼオライトは窒素酸化物を直接或は選択的に還元する触媒として広く研究されており [12-18], その多くは銅 (I) 化学種が活性中心として機能することを示唆している。そのような能力を有する銅担持ゼオライト触媒は真空あるいは還元雰囲気下で焼成して調製す

るが、その調製過程を DXAFS 法 [4] 又は QXAFS 法 [19] を用いて観測した結果によると、昇温過程で銅 (I) 状態が実際に生成することが示されている。そのような銅 (I) 状態が混合した銅担持ゼオライトの窒素酸化物との反応を時分割 DXAFS 法を用いて直接観測すれば、反応機構についてより直接的な知見が得られる可能性がある。しかしながら、始状態として複数の銅化学種が混在しているために、その反応速度論的解析は極めて困難である。本研究では、空気に接触した状態で焼成を行うことによって意図的に銅 (I) 状態の生成を抑制し、定量的に銅 (II) となっている状態から CO による還元過程を調べ、また定量的に銅 (0) となっている状態から NO による酸化過程をそれぞれ独立に調べることによって反応速度論的解析を可能にし、MFI 型ゼオライト中における銅化学種の酸化還元反応機構の解明に成功した。不均一触媒系では、本研究で取り扱った銅担持ゼオライト触媒に限らず、反応機構や活性化学種が不明な反応系が数多く存在すると言われており、その分子論的解明はより高活性・高効率・高選択性を有する新規触媒系を設計するための指導原理として極めて重要であると考えられる。

最後に、本研究で時分割 DXAFS 装置を用いて 1 つの XAFS スペクトルを測定するのに要した時間は 4 ~ 10 ms である。この露光時間での測定で Fig. 4 や Fig. 5 のように解析に耐え得るスペクトルを得ることができた。これは、NW2 ビームラインの光源である真空封入型テーパードアンジュレーター [9] によって得られる高強度 X 線による所が大きい。本研究では、目的とする EXAFS 領域の高エネルギー側にアンジュレーターの三次光が現れるようにギャップを調整し、アンジュレーターギャップにテーパを掛けて測定を行っている。得られるスペクトルは偏向電磁石光源のように平らではないが、試料を光路から取り除いたときと光路に入れたときの比をとる DXAFS においては、そのスペクトル形状は全く問題ではない。更に、NW2 ビームラインが備える 3 枚の Rh コートミラー [10] によって高次光成分をほぼ完全に取り除くことができる。専用ビームラインの整備によって時分割 DXAFS 装置はいよいよ実用段階に入ったと言えるが、Fig. 4 に見られる低いエネルギー分解能の問題の解決やミリ秒を切るより高速な一次元検出器の適用など、今後さらに高度化してより使い易い時分割 DXAFS 装置へと改善していく予定である。

## 謝辞

時分割 DXAFS 装置は、岩澤康裕教授 (東京大学大学院理学系研究科)、舟橋重信教授 (名古屋大学大学院理学研究科)、朝倉清高教授 (北海道大学触媒化学研究センター) の研究グループと共同で立ち上げたものである。銅担持 MFI 型ゼオライト試料の調製などについては、山口有朋博士 (東京理科大学理工学部) と鈴木あかね博士 (物質構造科学研究所) に協力いただいた。ゼオライトは東ソー株式会社のご好意で提供していただいた。

## 引用文献

- [1] Y. Inada, S. Funahashi, and H. Ohtaki, *Rev. Sci. Instrum.* **65**, 18 (1994).
- [2] Y. Inada, H. Hayashi, S. Funahashi, and M. Nomura, *Rev. Sci. Instrum.* **68**, 2973 (1997).
- [3] 稲田康宏, *X線分析の進歩*, **34**, 53 (2003).
- [4] A. Yamaguchi, T. Shido, Y. Inada, T. Kogure, K. Asakura, M. Nomura, and Y. Iwasawa, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **74**, 801 (2001).
- [5] R. Frahm, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **270**, 578 (1988).
- [6] M. Richwin, R. Zaeper, D. Lützenkirchen-Hecht, and R. Frahm, *Rev. Sci. Instrum.* **73**, 1668 (2002).
- [7] S. Pascarelli, T. Neisius, and S. De Panfilis, *J. Synchrotron Rad.* **6**, 1044 (1999).
- [8] T. Matsushita and R. P. Phizackerley, *Jpn. J. Appl. Phys.* **20**, 2223 (1981).
- [9] S. Yamamoto, K. Tsuchiya, and T. Shioya, *AIP Conf. Proc.*, **235** (2004).
- [10] T. Mori, M. Nomura, M. Sato, H. Adachi, Y. Uchida, A. Toyoshima, S. Yamamoto, K. Tsuchiya, T. Shioya, and H. Kawata, *AIP Conf. Proc.*, **255** (2004).
- [11] H. Kawata, T. Mori, H. Adachi, N. Matsugaki, A. Koyama, M. Nomura, *AIP Conf. Proc.*, **663** (2004).
- [12] H. Yahiro and M. Iwamoto, *Appl. Catal. A* **222**, 163 (2001).
- [13] G. J. Millar, A. Canning, G. Rose, B. Wood, L. Trewartha, and I. D. R. Mackinnon, *J. Catal.* **183**, 169 (1999).
- [14] V. I. Parvulescu, P. Grange, and B. Delmon, *Catal. Today* **46**, 233 (1998).
- [15] A. Fritz and V. Pitchon, *Appl. Catal. B* **13**, 1 (1997).
- [16] M. D. Amiridis, T. Zhang, and R. J. Farrauto, *Appl. Catal. B* **10**, 203 (1996).
- [17] M. Shelef, *Chem. Rev.* **95**, 209 (1995).
- [18] G. Centi and S. Perathoner, *Appl. Catal. A* **132**, 179 (1995).
- [19] M. K. Neylon, C. L. Marshall, and A. J. Kropf, *J. Am. Chem. Soc.* **124**, 5457 (2002).

(原稿受付: 2005 年 3 月 24 日)

## 著者紹介

稲田康宏 INADA Yasuhiro  
物質構造科学研究所 助教授  
〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1  
TEL: 029-864-5298  
FAX: 029-864-2801  
e-mail: yasuihiro.inada@kek.jp

野村昌治 NOMURA Masaharu  
物質構造科学研究所 教授  
〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1  
TEL: 029-864-5633  
FAX: 029-864-2801  
e-mail: masaharu.nomura@kek.jp

# 研究会等の報告／予定

## 第 22 回 PF シンポジウムの報告

PF シンポジウム実行委員長 岩住俊明 (KEK・PF)

2005 年 3 月 17, 18 日に、第 22 回 PF シンポジウムが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・2 で開催されました。今回のプログラムでは前回のシンポジウムで新設された企画「ユーザーグループ若手による利用研究ポスター発表」をそのまま継承し、「光源から利用研究まで」は廃止して現在 PF が取り組んでいる直線部増強後の整備計画と将来計画についてそれぞれ独立したセッションを設けることにしました。

招待講演では 6 名の方にご講演頂きました。一部コンピュータとプロジェクターがうまく繋がらないトラブルがありました。いずれの講演も非常にレベルの高い内容であり、質疑応答が非常に盛り上がりました。ポスターセッションでは従来の S・U 課題及び施設からの発表 23 件に加えて 11 のユーザーグループから 32 件の発表がありました。ユーザーグループからの発表は前回よりも 9 件増え、まだ 2 回目にも関わらずすっかり定着した感があります。将来計画・直線部増強後の整備計画のセッションでは PF 側からそれぞれ検討資料が用意され、PF 側の思惑がうまくユーザーの皆様に伝わったのではないかと思います。

今回の参加者は受付で参加登録して頂いた人数からすると昨年とほぼ同じ 132 名でした。150 部準備した当日プログラムが全部なくなりましたので、部分的にでも興味を持って参加頂いた方はもう少し多かったのではないかと想像します。会場がこれまでと異なるため色々ご意見を頂きましたが、全体として好意的な感想を持たれた方が多いようでした。ポスター発表が予想外に多く一部会場からあふれてしまいましたことをお詫び致します。コンピュータを利用した講演が主であったにも関わらず会場にはコンピュータの切り替え機がなく、講演毎にコンピュータの繋ぎ換えに時間が取られてしまったことは今後の運営上の反省点かと思えます。



招待講演「薬剤排出ポンプのサブユニット MexA の結晶構造解析とその意義」を講演中の赤間浩之氏（東海大）。

各セッションの詳しい内容については、同封した「第 22 回 PF シンポジウム報告集」及び本号掲載記事をご覧ください。また、ホームページ上でも同じものに加えて当日利用しました発表資料や配付資料の一部を公開しておりますので、合わせてご覧頂ければ幸いです。(http://pfwww.kek.jp/pf-smypo/index.html)

最後になりますが、シンポジウム開催に当たって協力して下さった PF 秘書の皆様、三菱電機システムサービスの皆様、学生アルバイトの皆様にご感謝致します。そして PF シンポジウムに参加し会議を盛り上げて下さった全ての方々に深く感謝すると共に、今後ますますの研究の進展を期待しております。

### 第 22 回 PF シンポジウム実行委員会：

足立伸一 (PF), ◎岩住俊明 (PF), 岩野 薫 (PF), 加藤博雄 (弘前大学), 近藤 寛 (東京大学), ○佐藤 衛 (横浜市立大学), 竹村謙一 (物質材料研究機構), 張 小威 (PF), 原田健太郎 (PF), 松垣直宏 (PF), 若林裕助 (PF) (◎委員長, ○副委員長)

## PF 研究会「アンジュレータ放射光による固体物性研究の展望」報告

東大新領域 藤森 淳

平成 17 年 4 月 12, 13 日、KEK 4 号館セミナーホールにおいて標記研究会が開催された。平成 17 年度に PF リングの直線部増強がおこなわれるので、それに続く挿入光源・ビームライン・測定装置の高度化は必須である。本研究会は、直線部増強後の PF リングのアンジュレータ光を用いて行なわれる固体物性研究の進むべき方向を探り、それに必要な挿入光源とビームラインの性能・仕様について、ユーザーと施設のスタッフを交えて議論することを目的として開かれた。現在 PF で進行中あるいは計画中のビームライン・測定装置の高度化の報告、ユーザーからの利用計画の提案、そしてそれらに基づく議論が行なわれた。PF の軟 X 線・極紫外光の特徴を生かした研究とは何かについても議論が行われた。参加者は 77 人、25 件のポスター発表がなされ、盛況な PF 研究会となった (図 1)。



図 1 ポスターセッションの様子



図2 ベストポスター賞表彰を受ける近松氏（東大工）。

最初のセッションでは、建設が進められてきた BL-28 の近況と、角度分解光電子分光測定が開始されたとの報告がなされ、今後、角度分解光電子分光を用いた物性研究が発展していくことが示された。次に、ナノ構造物質等新規物質に対する放射光光電子分光の応用についての発表が続き、その有用性が示された。その後のポスターセッションでは、学生を中心とした発表がなされ、活発な雰囲気の中で VUV/SX を用いた物性研究の将来が明るいことが認識された。続くセッションでは、円偏光を利用した XMCD, PEEM による磁性研究の最先端の発表がなされ、放射光ビームの集光、測定器側での微小部検出技術の向上を背景としたミクロな磁気構造の議論が行われた。夕方の懇親会には若手研究者や大学院生も多く参加し、野村主幹の挨拶にはじまり、歓談を交えた交流がなされた。翌日は、偏光スイッチング機能を備えた挿入光源の設計、新しいビームラインの建設計画について議論が行われ、その後、軟 X 線を利用した研究発表が続いた。その場 (in-situ) 測定光電子分光の有用性、発光分光による物性研究も紹介された。総合討論として、新しいビームラインに要求される光のエネルギー範囲や、挿入光源のスイッチングに対応した分光光学系の設計に関して意見が交換された。最後に、ベストポスター賞として、東大工の近松彰氏、物材機構の佐々木洋征氏が表彰され、賞状と賞品が授与された (図2)。両氏の今後の活躍に期待したい。

プログラム構成を以下に示す。

#### 【4月12日(火)】

- 13:00-13:10 開会挨拶 藤森 淳
- 高分解能 ARPES I (座長) 小野寛太
- 13:10-13:25 久保田正人 (PF) BL-28 新ビームライン建設報告
- 13:25-13:40 吉田鉄平 (東大新領域) ARPES ステーション現状報告
- 13:40-14:00 相浦義弘 (産総研) 多自由度マニピレータとバンドマッピング
- 14:00-14:20 佐藤宇史 (東北大理) 強相関係の光電子分光
- 高分解能 ARPES II (座長) 手塚泰久

- 14:40-15:00 石井広義 (首都大学東京) カーボンナノ材料の光電子分光
- 15:00-15:20 中辻 寛 (物性研) 表面ナノ構造の光電子分光
- 15:20-15:40 齋藤智彦 (理科大理) 遷移金属酸化物の光電子分光
- 15:40-16:00 井野明洋 (広島大放射光) HiSOR における銅酸化物系の高分解能角度分解光電子分光
- 16:00-16:50 ポスターセッション
- 偏光利用 I (座長) 近藤寛
- 16:50-17:10 木村昭夫 (広島大) ナノスケール磁性体および酸化物の内殻吸収円・線二色性
- 17:10-17:30 横山利彦 (分子研) ナノスケール磁性薄膜の表面修飾
- 17:30-17:50 雨宮健太 (東大理) マイクロビーム光学系を用いた  $\mu\text{m}$  領域の顕微分光 (XPS, MCD) 計画
- 17:50-18:10 小野寛太 (KEK) 光電子顕微鏡によるナノ構造のイメージング
- 18:30- 懇親会 (KEK 構内クランベリー)

#### 【4月13日(水)】

- 偏光利用 II (座長) 伊藤健二
- 8:50-9:10 中川和道 (神戸大) カイラル分子の軟 X 線自然円二色性
- 9:10-9:30 小出常晴 (PF) 高速スイッチング可変偏光による MCD/MLD/RXMS
- 9:30-9:50 山本 樹 (PF) 高速スイッチング可変偏光アンジュレーター
- 9:50-10:10 小林幸則 (PF) 高速スイッチングに対するリング軌道の安定化
- 軟 X 線利用 (座長) 柳下 明
- 10:25-10:45 組頭広志 (東大工) 酸化物薄膜のコンビナトリアル PLD 成長と光電子分光
- 10:45-11:05 岡林 潤 (東大工) high-k 極薄ゲート絶縁膜の高分解能光電子分光
- 11:05-11:25 山下良之 (物性研) 界面の軟 X 線発光分光
- 11:25-11:45 手塚泰久 (弘前大) 軟 X 線発光分光
- 11:45-12:05 意見交換
- 12:05-12:15 ポスター賞の表彰、まとめと閉会挨拶
- 藤森 淳

今回は、新 BL-28 の建設が順調に進行中のために、そこで出始めた成果や今後の利用についての議論で特に活気が見られた。また、将来の BL-16 建設に向けての具体的な検討の進展に対しても、ユーザーの期待が高まっていた。VUV/SX 分野の特色のひとつとして若手研究者の活躍の目覚ましさが挙げられるが、今回も若い研究者が多く参加した研究会であった。現在の UV/SX 分野のアクティビティを更に向上させるため、新しいビームライン建設の必要性を認識する研究会となった。分野のさらなる発展を可能にさせる PF でのビームライン建設準備と、それに見合うア

ウトプットを出せるユーザーグループの準備ができていたことが本研究会により示された。

本研究会は、2003年12月に開かれたPF研究会「ナノテクノロジーと高分解能光電子分光」と同様PF懇談会4ユーザーグループ(固体分光I,II,量子ナノ分光,表面化学)の共同で開催し、尾嶋、近藤(東大)、加藤(弘前大)、小野、柳下、小出、伊藤(PF)の各氏と共同で提案と運営を行なった。最後に、本研究会の実行委員(組頭、岡林、吉田、久保田の各氏)及び研究会準備、進行を助けていただいたPFの事務スタッフ、学生諸氏に感謝する。

## 拠点大学セミナー

### 「蓄積リングにおける単バンチ運転と極短光パルスの発生とその応用」

#### “Single-bunch operation, the generation of ultra-short light pulses at storage rings and their applications” 開催報告

放射光源研究系 春日俊夫

日本学術振興会の日中拠点大学交流「電子加速器における加速器、高エネルギー物理学と放射光科学の研究」の一環として上記セミナーを2005年2月28日と3月1日の両日、高エネルギー加速器研究機構内で開催した。国内の参加者は35人、中国からの参加者は8人、韓国からの参加者2人、米国からの参加者が1人であった。

放射光用蓄積リングにおいては、単に全光量のみを問題にする時代は過ぎ、輝度の高さや光の時間構造が重要になってきた。後者においては光パルス間の時間間隔あるいは光パルスの時間幅を問題とする。通常の電子蓄積リングからの放射光パルス列の時間間隔は2～10ナノ秒程度であり、光パルスの時間幅は数十ピコ秒程度である。放射光利用実験によっては時間間隔がマイクロ秒程度以上必要なもの、あるいはパルス幅が1ピコ秒以下を要求するものがある。前者に関しては、蓄積リングの単バンチ運転が、後者に関しては蓄積リングのあるマシンパラメーターを特殊な値にしての運転の試みやリングからの光パルスの一部を切り出すことが行われている(後述)。本セミナーの目的は、



記念写真(国際交流センター前にて)



講演中の Dr. Max Zolotorev (LBNL)

単バンチ生成法、光切り出し法の実際および得られる性能、これらの蓄積リングの特殊運転を行っての利用実験についての理解を深めることであった。

第一日はおもに蓄積リングの単バンチ運転法およびそれによる放射光利用実験について報告及び議論がなされた。単バンチ運転法に関しては、単バンチの発生、単バンチ純度の維持、単バンチ純度の精密測定に関して議論がなされた。単バンチ運転によって行われた時間分解実験、単バンチとレーザーの組み合わせによるポンププローブ実験が報告された。

二日目はおもに極短光パルスの発生とその応用についての報告及び議論がなされた。極短光パルスを得るためには、蓄積リングの運動量コンパクト係数(電子の運動量が変化すると、リングを周回する時間がどれだけ変化するかを表す量。この値がゼロだと、電子の運動量が異なっても周回時間は同じ値となる)と称する値を小さくして電子の塊(バンチ)の長さを短くする方法が試みられてきた。必要とされる1ピコ秒以下のバンチ長にすると蓄積可能なビーム電流が極端に減少してしまうことが報告された。

通常の蓄積リングでのバンチ長(数十ピコ秒程度)から1ピコ秒以下の光パルスを切り出す幾つかの方法が提案され、その一部は試みられている。特に極短パルスの発生可能なレーザーを用いる方法は米国Lawrence Berkeley国立研究所Advanced Light Sourceで実用化されている。同所当事者のMax Zolotorev博士による貴重な報告があった。極短光パルス利用に関しては、この分野の第一人者の腰原東工大教授の詳細な講演があった。

放射光の時間特性が問題となる実験が今後ますます増加するものと思われる。既設の放射光施設もこの種の実験に対応を迫られており、これから建設される施設はこのことを視野に入れておく必要がある。本セミナーにおいて、日中韓米の各施設によりこの分野の貴重な経験の報告がなされ、活発な議論がなされた。さらに、光源および利用実験に関する今後の指針が示された。

プログラムや講演内容のスライド集は<http://pfwww.kek.jp/cus/2005/> でみることができます。



## ユーザーとスタッフの広場

### これまでのPFトピックス一覧

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、職員・共同利用者向けメールマガジン「KEK PR Now」では KEK@News, プレスリリースをはじめとする KEK の広報の「今」を毎月お伝えしています。興味のある方は <http://www.kek.jp/pr-now/> をご覧下さい。

#### 2002 年度

- 02.21 細胞内の運び屋タンパク質～積荷の現場を捉えた～
- 06.20 運び屋タンパク質の耳～立体構造を決定～
- 08.29 加速器で心臓診断～冠動脈を撮影～
- 10.24 コラボラトリー～IT時代の研究システム～
- 03.13 新しいX線撮像法～位相情報で高感度化～
- 03.20 金属・合金の個性は顔に～X線がとらえる表情～
- 03.27 天然タンパク質の戦略～立体構造にみる～

#### 2003 年度

- 04.03 タンパク質の構造研究～新しい専用ビームライン～
- 04.10 運び屋タンパク質の足場～配送現場にドッキング～
- 07.09 並河一道教授（東京学芸大学）が2003年のコンプトン賞を受賞
- 10.30 リアルタイムでみる触媒反応～放射光を用いた時間分解 XAFS～
- 11.18 真空紫外領域での内殻励起発光 MCD
- 12.04 ふしぎな物性の謎を解く光～放射光研究に日本 IBM 賞～
- 01.08 一次元運動する電子の不思議～朝永先生の予言を53年後に確認～
- 02.16 世界最高レベルのタンパク質結晶 X 線構造解析ビームライン (BL-5) の完成
- 02.18 超高純度・低転位密度アルミニウム単結晶における原子空孔の熱的生成機構
- 02.26 細胞内「線路」の解体屋～キネシンの役割を解明～
- 03.04 泡よ、抜けろ！～第4回 KEK 技術賞報告～
- 03.15 安達弘通博士が第25回本多記念研究奨励賞を受賞
- 03.18 世界初の放射光 X 線マイクロビーム細胞照射装置が完成

#### 2004 年度

- 04.27 BL-2C からの受賞報告 2 件
- 05.13 放射光源研究系三橋利行助教授がファラデーカップ賞を受賞
- 05.21 Mn 酸化物薄膜を用いた共鳴 X 線散乱の機構の研究
- 06.08 タイ王国科学技術大臣他御一行 PF と構造生物学研究センターを訪問
- 06.24 院内感染原因菌の「薬剤排出ポンプ」の構造解析に成功～BL-6A, AR-NW12 を利用して～
- 06.30 放射光を利用した新しい整形外科的画像診断法の開発
- 07.01 結晶を育てるロボット～タンパク質結晶化システムが稼働～
- 07.07 TMR 素子の内部界面の電子構造を共鳴光電子分光法で解明
- 08.11 遺伝子の転写調節因子の相互作用を解明～AR-NW12 を用いた結晶構造解析～
- 08.05 キネシンの動作機構を解明～BL-6A を用いた結晶構造解析～
- 08.18 関節リウマチ関連タンパク質 (PAD4) の構造解析に成功
- 09.27 間瀬一彦氏らが第29回真空技術賞を受賞
- 09.30 かすかな光をとらえる～放射光技術の機器開発型プログラム～
- 10.04 書き換え型光ディスク (DVD-RAM, DVD±RW など) の高速書き換え原理を放射光を用いた XAFS で解明
- 10.06 インターフェロンによる抗ウイルス機構の解明に迫る～新しい抗ウイルス薬剤の創薬を目指して～
- 10.22 酸素の K 吸収端での NiO 反強磁性磁区ドメイン観察
- 10.26 1900K まで試料を高温加熱できる高分解能放射光粉末回折システムを開発
- 11.04 関節リウマチとたたかう～シトルリン化を起こす酵素～
- 11.11 全反射軟 X 線蛍光分光による多層膜表面・界面の拡散層の研究
- 11.11 新しい抗マラリア薬を目指す～マラリア原虫酵素の構造～
- 12.27 自己組織化する三次元構造体の構造解析に成功
- 01.04 世界初・室温でのアイスナノチューブの構造を BL-1B における X 線回折実験により解明
- 01.07 有機超伝導候補が室温超高速光応答材料に変身
- 02.21 開口 C60 に閉じ込められた水素分子の放射光による直接観測
- 03.03 物質構造科学研究所が nano tech 2005 に出展

\* PF ニュースでは読者の皆様からの受賞記事を募集しています。PF での実験結果や研究成果が受賞理由に含まれておりましたら、是非 PF ニュース編集委員会事務局（連絡先は p36 参照）までお知らせ下さい。皆様のご投稿をお待ちしております。



## PF シンポジウムに参加して

首都大学東京 理工学系・物理学専攻 宮原恒晃

### PF シンポジウムに参加して

PF 懇談会会長 雨宮慶幸 (東大・新領域)

2005年3月17, 18日に第22回PFシンポジウム(実行委員長:岩住俊明氏, 副委員長:佐藤衛氏)が, 高エネ機構・国際交流センター交流ラウンジで開催されました。まずは, 今回のシンポジウムを準備, 企画して頂いた実行委員の皆様へ感謝申し上げます。シンポジウムの全体については別に岩住実行委員長による報告記事が掲載されており, またプログラムや要旨・配布資料などがPFホームページ(<http://pfwww.kek.jp/pf-sympo/>)で公開されているので, ここでは私の感想を述べさせていただきます。

まず, 会場の国際交流センター交流ラウンジは私にとっては初めてでしたので, 新鮮な印象を持ちました。ただし, 会場が少し狭いという感じがしましたので, 3号館のセミナーホールが確保できるのであれば, そちらの方が良いと思います。

プログラムの中で最も関心をもって参加したのは, 「将来計画」のセッションでした。1月の日本放射光学会・放射光科学合同シンポジウムの際に開かれたPF懇談会拡大運営委員会で, スーパーストレージリングの話は初めて耳にしましたが, 今回はもう少しまとまった形で話を聞き, 特にラウンドビームの生成に関する話は興味深く拝聴しました。まだこれからR&Dをかなり要する技術のようで, ERLも含めて今後の技術の進展に関心を払いたいと思います。

PFの将来計画は, スーパーストレージリングにするかERLにするかまだ技術的な面での方針は定まっておらず, その方向性が見えて来るまでには, まだ時間がかかりそうです。しかし, 「汎用性と先端性」の両方を満たす光源でなければならない, という基本方針は一貫しており, これからの将来計画の詰めを行うためには, 施設側とユーザー側のもっと活発な議論が必要であることを感じます。その意味で, PF懇談会の役割が, 今後一層重要になってくると思います。PF懇談会では利用幹事を中心にして, ユーザーがどのような将来計画を期待するのかをもっと明確にPF側に示せるような気概を持たなければいけないと思っています。

PF懇談会会長を仰せつかって4月で2年目に入ります。2年目はこの点に意識を入れて, 取り組みたいと思います。

昨年は所用で参加できなかったPFシンポジウムに今年は2年ぶりに参加した。会場はきれいな「国際交流センター」であり, ポスター会場が隣接していて, お茶やスナックのアクセスも容易で, アット・ホームな雰囲気は2年前と違っていた。ちょうど直前の3月15日, 16日にSPRING-8シンポジウムにも参加してきたので, それとの対比を含めていくつか印象を述べたい。

初日(17日)には将来計画についての報告や討論があった。数年前からERLが提案されたり, 通常の蓄積リングが提案されて, 利用者としてはどちらに軸足を置くべきか迷うところがあったが, 今回は少し問題点が整理されてきたように思う。よく交渉事でおこなわれる「論点整理」の段階に達したことは, それ以前の「混沌」の状態よりは確実に一歩前進であると感じた。

ただ, この中で注目すべき提案が原田氏よりあった。それは直線部で電子の進行方向に磁場を加えて, 電子ビームの角度発散を非常に小さくし, エミッタンスを大幅に低減しようというアイデアである。通常のビーム・ダイナミクスを支配するシンプレクティックな条件から逃れて, リウビルの定理の成立する条件を満たす特別な工夫であると理解される。もしこれが実現可能であれば蓄積リングの設計概念が変わってしまう。つまりエミッタンスが5nm-radであっても数カ所の長直線部では0.1nm-radのエミッタンスが実現してしまうのである。

ところで通常, 低エミッタンス光源であっても, すべての挿入光源で水平・垂直の両エミッタンスが回折限界より小さいことを要求する場合は希であろう。垂直エミッタンスが小さければ十分である場合が多いので, このような新しい工夫による超低エミッタンスは数カ所の直線部で実現されれば十分である。したがって, 上のアイデアが実現可能とすればそれほど巨大なリングでなくとも, 4カ所程度の長直線部を持つだけで, 全体として高性能な蓄積リングを設計できるという可能性が開けるし, これは直ちに建設コストの低減につながるであろう。

問題は, 原理的に可能なことが技術的にどの程度可能であり, どのような困難を克服すべきか明らかにすることである。軸方向磁場とアンジュレータ磁場の共存など, 難しい問題もありそうである。海外で提案されたこのアイデアは, PFではARの長直線部で予備実験を検討しているようであり, またSPRING-8でも検討を始めていると聞く。蓄積リングの設計方針にも影響を与えるので, 2年程度のあいだに, このアイデアの実現可能性について, ある程度の結論を得ることを期待したい。

私見をいうと, PFの将来計画の生きる道は, このアイデアの成功にかかっている気がする。これがないと低エミッタンス蓄積リングのコストは非常に高額になるからである。また軸方向の磁場を, 超伝導ではなく通常の電磁石で

発生すると低コストですむが、そのためには蓄積電子エネルギーをなるべく低く抑える必要がある。したがって、電子エネルギーを低く抑え、硬X線はミニポール・アンジュレータを利用するなどの工夫をして、なるべく低コストの将来計画を提起する必要があるのではないだろうか。

さて、3月18日には利用研究やビームタイムの配分のありかたについて重要な議論があったが、SPring-8と対比してきわめて興味深かった。直接のきっかけは、PFの利用研究の論文出版数が低下しているとのデータが背景にある。実はSPring-8は2000億円近い予算を投下したという認識が背景にあるので、成果がそれに見合っていないという認識はPFより深刻である可能性がある。しかもSPring-8はここ数年ビームライン建設が急速にすすんでいるのに、どういうわけかという疑問が出て不思議ではない。そういう意味では、競争的資金は別にして、設備の老朽化が進み通常の経費が削減されているPFにあっては、論文数の減少はある程度はやむを得ない、と開き直す道もある。しかし、現実の政治力学ではこのような開き直りは自殺行為なので、なんとか現状を好転させる方策が必要なのは疑いがない。

実は、多額の競争的資金を得ているような「パワー・ユーザー」と施設との関係は微妙で、この関係はSPring-8ではより象徴的に現れており、PFではまだその症状は軽いという印象を私は持っている。パワー・ユーザーが「義理立て」する相手は、施設と言うよりもその資金を支出した財政当局であるという潜在意識が強い場合が多いように見える。施設側からみると、パワー・ユーザーは頭を下げても是非ともビームタイムを（同時にある程度の資金を投資して）利用してほしい対象に見える場合もあるように思える。パワー・ユーザーは財政当局にたいしてアピールするように、Nature, PRL等の「インパクト・ファクター」が高い雑誌に投稿する傾向があるので、ビームタイムあたりの論文生産率が低下しても決して不思議ではないのである。少なくともパワー・ユーザーを抱え多数の専用ビームラインをもつ理研とJASRIが別組織であることも問題を複雑にしているが、PFにはこの種の問題はない。

この意味では、すべての放射光施設がパワー・ユーザーと「カジュアル・ユーザー」をどの程度バランスよく利用機会を振り分けるかというバランスが非常に重要であるように思える。一般的には、大半のカジュアル・ユーザーはビームタイムあたりの論文生産率を高めたいという指向性が非常に強いのである。なぜならカジュアル・ユーザーは、放射光を利用して論文を書くことが「スモール・サイエンス」の研究者として生きていく唯一の道（作法）になっている場合が多いからである。たとえば利用のための旅費が支給されるかされないのかもカジュアル・ユーザーにとっては大問題であり、支給されれば施設に報いたいと思うのが本来の習性なのである。

実はPFでは、もっと違った特徴があったように思う。論文生産という点では非常に健全であったという印象を持っている。それはPFはある意味で「名門」であり、カジ

ュアル・ユーザーだけでなくパワー・ユーザーですら施設に報いる潜在意識が強かったと言うべきではなかろうか。たとえば過去のS1課題とかS2課題を見るとそれらの課題に関わる論文出版数は非常に多い。そういう認識があるので、施設側から「採択率」を下げる可能性について言及したとき、私は否定的な見解を述べた。他の参加者からも、採択率の低下はユーザー数の増大の結果であるべきで、目的化してはならないという発言があったのは印象的であった。

もっとも、ユーザーを二分して考えるのは粗すぎる分析かもしれない。我々はかつて、ビームタイム毎に実験装置やクライオスタットを大学から持ち込んだ事があり、そうすると、施設にたいしてよりも、そのような装置を建設した自分自身にたいして「義理立て」する潜在意識があった時期が過去にある。（現在では完全にカジュアル・ユーザーの立場である）このようにカジュアル・ユーザーでもパワー・ユーザーでもない複雑な意識もあり得るので、もったきめの細かい分析が必要であろう。

その他、施設内のスタッフの役割も、露わな議題にはなっていなかったが、実質的には議論すべき重要なテーマであった。諸々の矛盾がそこに集積する可能性があるからである。しかし紙面の都合があるので今回は割愛する。

## 春の応用物理学会シンポジウム 「X線・中性子によるquick反射率法の展望 - 表面や埋もれたナノ構造の変化を追う」 シンポジウム報告

物質・材料研究機構 桜井健次

X線および中性子による反射率法は非破壊に薄膜・多層膜の表面や埋もれたナノ構造の情報を与える手法である。通常、平行化させた細束ビームにより微小角域で精密な $\theta/2\theta$ 走査を行う方法が用いられており、研究対象が安定な系、あまり変化しない系に限られていたが、最近、こうした角度走査を行わず、きわめて迅速にデータを取得する技術への期待感が高まっている。3月30日（水）、2005年春の応用物理学会（埼玉大学）において、「素早い」「時分割」あるいは「試料をほとんど動かさない」反射率法および関連技法の技術開発動向と応用を展望したいという問題意識を背景として「X線・中性子によるquick反射率法の展望 - 表面や埋もれたナノ構造の変化を追う」と題するシンポジウム（平均参加者数、約60名）が開催された。

X線反射率ユーザーグループでは、2001年12月以来、継続的に研究会を企画しており、今回が5回目である。来年は、ミニ国際ワークショップを開催する方向で検討中である。関心のある方は筆者まで積極的にお問い合わせいただきたい（e-mail: sakurai@yuhgiri.nims.go.jp または sakurai@pas.tsukuba.ac.jp、電話：029-859-2821）。



写真1 講演に聞き入るシンポジウム参加者

17:30 ~ 18:10 「GI-SAXS による薄膜・多層膜の微細構造の迅速評価」

京大国際融合<sup>1</sup>, 京大院<sup>2</sup>, 東北大金研<sup>3</sup>  
 ○奥田浩司<sup>1</sup>, 落合庄治郎<sup>1</sup>, 小川高志<sup>2</sup>,  
 森本芳史<sup>2</sup>, 宇佐美徳隆<sup>3</sup>, 中嶋一雄<sup>3</sup>

## 春の応用物理学会シンポジウム 「X線・中性子による quick 反射率法の展望 - 表面や埋もれたナノ構造の変化を追う」 に参加して

NTT 物性科学基礎研究所 川村朋晃

### プログラム:

- 午前の部の座長 平野馨一 (KEK)
- 9:00 ~ 9:40 「quick 反射率法の現状」 NIMS ○桜井健次
- 9:40 ~ 10:20 「InP 系ナノワイヤー構造形成過程のリアルタイム観察」  
 NTT 物性基礎研<sup>1</sup>, 兵庫県立大<sup>2</sup>  
 ○川村朋晃<sup>1</sup>, 藤川誠司<sup>2</sup>, Satyaban Bhunia<sup>1</sup>, 渡辺義夫<sup>1</sup>, 尾身博雄<sup>1</sup>
- 10:20 ~ 10:40 休憩
- 10:40 ~ 11:20 「X線 CTR 散乱法による半導体結晶界面評価に対する quick X 線反射率法の応用」  
 名古屋大学 VBL<sup>1</sup>, 名古屋大学工学研究科<sup>2</sup>  
 ○田渕雅夫<sup>1</sup>, 竹田美和<sup>1,2</sup>
- 11:20 ~ 12:00 「InAs/GaAs(001) 量子ドット成長のリアルタイム X 線測定」  
 原研 SPring-8 高橋正光, ○海津利行
- 12:00 ~ 13:30 昼食休憩
- 午後一部の座長 松野信也 (旭化成)
- 13:30 ~ 14:10 「実験室における液体表面 X 線反射率測定装置の開発と応用」  
 学習院大理 ○矢野陽子
- 14:10 ~ 14:50 「水面上の有機単分子膜の XR と GIXD -迅速測定の意義と将来展望-」  
 宇都宮大工 ○飯村兼一
- 14:50 ~ 15:10 休憩
- 15:10 ~ 15:50 「エネルギー分散型 X 線反射率と X 線導波路現象を利用した薄膜評価技術」  
 東北大金研 ○林好一
- 15:50 ~ 16:30 「中性子反射計の現状と J-PARC における quick-NR への展望」  
 原研先端研 ○武田全康
- 16:30 ~ 16:50 休憩
- 午後二部の座長 坂田修身 (JASRI/SPring-8)
- 16:50 ~ 17:30 「反射率 XAFS による表面スペシエーション (立命館 SR 事例)」  
 リコー中研<sup>1</sup>, 立命館大<sup>2</sup>, ○谷克彦<sup>1</sup>, 西勝英雄<sup>2</sup>

2005 年春の応用物理学会で 3 月 30 日に開催されたシンポジウム「X線・中性子による quick 反射率法の展望 - 表面や埋もれたナノ構造の変化を追う」に参加する機会を得ることができた。私自身は半導体の成長過程における構造変化のリアル観察を一つのテーマとしており、今回の quick 反射率法は私自身にとっても時宜を得たものであったように思う。

今回は一講演 40 分というシンポジウムとしては長すぎる持ち時間ではないかと思っていたが、それぞれ講演者の方々に非常に力が入った講演をして頂いたおかげで講演時間一杯飽きることなく楽しむことができた (なお液体表面反射率測定および有機単分子膜については都合により聴講できなかったため、主に半導体薄膜の構造解析と quick 反射率測定という観点から見た感想であることをご容赦願いたい)。

今回のテーマである“quick 反射率測定”に関してはより迅速な測定という面とリアルタイム反射率測定という二つの側面があるように見受けられた。このうち前者は反射率測定という手法がより多くの材料・対象をカバーして世の中に受け入れられるために非常に重要であり、一方後者は現時点でどこまでリアルタイム解析が可能か、あるいは解決しなければいけない問題は何か、という観点での議論になると思われる。これに対して今回のいずれの講演もシンポジウムの主旨を充分理解した発表・議論だったように思う。特に後者のリアルタイム反射率測定に関しては多くの試みがなされているにも関わらずまだ多くのことが残されているということ、リアルタイム観察が実現することにより得られるものも予想以上に多い、という感想を抱いた。

午前中の講演は半導体材料に関するものが主であり、リアルタイム測定によってどんなことが得られるかについての現状および可能性について主に化合物半導体材料を例とした講演であった。半導体成長の場合、“界面”はその薄膜・デバイス特性に大きく影響するにも関わらず、成長中に界面で何が起きているかは未だに良く判っていない。今回のように反射率のみならず CTR 散乱や斜入射 X 線回折を組み合わせることでよりたとえ ex-situ であっても成長プロ

セスの解明につながる情報が得られることは非常に印象的であった。またX線回折法が化合物半導体の超格子構造やナイトライド系材料の作製プロセスにすでにビルドインされており結晶成長には欠かせないものとなっていることを考えると、リアルタイム評価技術を実現させることは非常にインパクトの大きなものとなるであろうことを期待させた。さらにナノ構造の評価に関してはX線測定によるナノ構造評価技術自体がまだ充分確立しているとはいえない現状の中で、量子ドットの成長過程をモニターできるということを実証して見せたことは意義が高いと思われた。

午後の後半のセッションではリアルタイム測定につながるX線反射率以外の手法の紹介としてX線導波路現象による薄膜評価、中性子反射率測定、反射 EXAFS および小角散乱による研究の紹介があった。このうち白色X線を用いるX線導波路現象による薄膜評価と反射 EXAFS がリアルタイム測定の可能性を示したのに対し、中性子反射率測定 (quick-NR) およびX線小角散乱測定 (GI-SAXS) に関する講演では現実的にリアルタイム測定が可能かどうかの議論がなされており非常に興味深かった。特に白色X線を用いた手法の場合、原理的に試料を動かす必要がないためリアルタイム測定に対するマッチングは非常に良いように思われ、今後の発展が期待できる。一方中性子反射率測定およびX線小角散乱はすでにその有効性は充分示しており、今後はリアルタイム解析への展開を図る段階にあるようにも思われた。

リアルタイム測定における時間スケールは測定対象の材料・構造によって異なっており、一概にどれ位のタイムスライスが必要ということはないが、基本的には短いに超したことはない。たとえば半導体薄膜の成長の場合、原子一層レベルでの議論をしようとする一秒以下で変化する現象を追う必要があるのに対し、層構造の変化を見るのであれば分単位の測定でも充分である。また半導体ナノ構造(ナノドット、ナノワイヤーなど)は成長自体が分単位で終了することが多いことを考えると、秒単位の測定でデータが取れることが望ましくなる。そういう観点から考えると全体を通して試料・検出器をほとんど動かさずにすむX線小角散乱測定が現時点での半導体材料のリアルタイム解析としては一番実用的なように思われた。一方解析モデルという観点から見ると単純な膜構造を仮定するだけですむ反射率測定は(たとえ限界があるにせよ)、半導体の膜構造の解析という観点から考えると、もし高速・簡便な測定が実現できれば非常にインパクトが大きいものになると思われる。

今回のシンポジウムでは quick 反射率 (私自身はリアルタイム反射率と翻訳したのだけれど) の理想と現実を知ることが出来、また将来への希望を抱くことができた、ということで私自身に関しても非常に有意義であった。このシンポジウムは考えてみれば材料としては半導体・金属から有機・バイオまで、測定法としてもX線・中性子線の反射・散乱から回折までを含む非常に広い範囲をカバーしており、最近のあまりに専門化された講演とは異なり

interdisciplinary な領域での話が聞けたことは非常に面白かった。来年はミニ国際ワークショップが開催されるということでもあり、今後もこの研究会がさらに発展していくことを期待したい。

## 平成 16 年度第 2 回 PF 懇談会幹事会議事メモ

日時：2005 年 3 月 11 日 (金) 17:00 ~ 19:00

場所：PF 研究棟 2 階会議室

出席者：雨宮慶幸 (東大・会長)、高橋敏男 (東大・利用)、佐藤衛 (横浜市大・行事)、齋藤智彦 (東理大・利用)、一國伸之 (千葉大・編集)、間瀬一彦 (PF・利用)、土屋公央 (PF・会計)、宇佐美徳子 (PF・利用)、松下正 (PF)、春日俊夫 (PF)、野村昌治 (PF)、森史子 (PF・事務局)

1. 雨宮会長より、田中雅彦氏の物材機構への転出に伴い、庶務幹事が田中氏から足立伸一氏に交代したことが報告された。
2. PF シンポジウムの「将来計画」「PF の運営」セッションにおいて議論すべき内容について意見交換を行った。
3. 各幹事の活動報告を行った (詳細は運営委員会議事メモを参照)。
4. 来年度の活動方針、および PF 懇談会の役割について意見交換を行った。

## 平成 16 年度第 1 回 PF 懇談会運営委員会議事メモ

日時：2005 年 3 月 17 日 (木) 12:00 ~ 13:00

場所：国際交流センターユーザーズルーム 2

出席者：(所外委員) 雨宮慶幸 (東大・会長)、太田俊明 (東大)、尾嶋正治 (東大)、柿崎明人 (東大)、河内宣之 (東工大)、桜井健次 (物材機構・広報幹事)、高倉かほる (国際基督教大)、高橋敏男 (東大・行事幹事)、中井泉 (東理大)、宮原恒昱 (都立大)、村上洋一 (東北大)、若林克三 (阪大) (所内委員) 飯田厚夫、伊藤健二、伊澤正陽、春日俊夫、河田洋、小林克己、野村昌治、前澤秀樹、松下正、山本樹 (幹事) 佐藤衛 (横浜市大・行事)、齋藤智彦 (東理大・利用)、一國伸之 (千葉大・編集) 間瀬一彦 (PF・行事)、土屋公央 (PF・会計)、足立伸一 (PF・庶務)、宇佐美徳子 (PF・利用)、森史子 (PF・事務局)

1. 松下副所長より施設報告が行われた。
2. 事務局 (庶務幹事代理) より、会員状況報告があった。また来年度の名簿作成および運営委員選挙のスケジュールについて説明があった。前回名簿作成時に議論された自宅住所欄の扱いについては、前回と同様、「自宅住所欄は設けるが希望者は非公開にできる」とした。

3. 会計幹事より、平成 15 年度収支報告、平成 16 年度収支中間報告が行われた。
4. 行事幹事より、平成 16 年度「放射光利用研究基礎講習会」の報告が行われた。また PF 懇談会として日本放射光学会年会プログラム委員会、PF シンポジウム実行委員会へ参加したことが報告された。
5. 利用幹事より、ユーザズグループ代表者会議について報告があった。また、将来計画検討への取り組み、メールマガジンの発行について検討していることが報告された。
6. 編集幹事より、PF ニュース編集委員会の平成 16 年度の活動報告、および平成 17 年度活動方針について説明があった。
7. 広報幹事より、入会・所属等変更手続きの電子化について報告があった。また、紙版の名簿に代わるものとして、ウェブ上で会員情報を検索できるサービスについて検討を始めていることが説明された。
8. PF 懇談会総会の議題について審議した。
9. PF シンポジウム内の「PF の運営について」セッションで取り上げる話題についての議論を行った。

## 平成 16 年度 PF 懇談会総会議事録

日時：2004 年 3 月 18 日（金）09:00～09:30

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・2

1. 各幹事から活動報告および来年度の活動方針の説明が行われた（詳細は運営委員会議事メモ参照）。
2. 会計幹事より、平成 15 年度決算、平成 16 年度収支中間報告が行われた。平成 15 年度決算について承認された。



## 放射光セミナー

題目：円偏光、直線偏光と光電子顕微鏡を組み合わせた表面界面磁性研究

講師：木下豊彦氏（東京大学物性研究所）

日時：2005年2月22日（火） 13:30～14:30

題目：Vibrationally resolved photoelectron angular distributions for K-shells of CO and N<sub>2</sub> molecules

講師：Prof. Nikolai Cherepkov (State University of Aerospace Instrumentation, 東北大学)

日時：2005年2月28日（月） 13:30～14:30

題目：The impacts of Synchrotron Radiation and Neutrons on Nano-Materials

講師：Prof. Van de Voorde（マックスプランク金属研究所）

日時：2005年2月28日（月） 10:15～11:15

題目：SLS・SPring-8におけるピクセル検出器開発の現状

講師：豊川秀訓氏（(財)高輝度光科学研究センター ビームライン・技術部門 検出器チーム）

日時：2005年3月4日（金） 10:00～11:00

題目：ユニバーサルX線エリプソメーターの開発と応用

講師：上エ地義徳氏（東京大学 新領域創成科学研究科）

日時：2005年3月4日（金） 13:30～14:30

題目：オン・サイト有効クーロン相互作用の第一原理計算：3d遷移金属への適用

講師：中村和磨氏（学振特別研究員，東大理・物理，常行研）

日時：2005年3月11日（金） 15:40～16:20

題目：First-Principles Study of Materials with Many-Body Wave Functions

講師：常行真司氏（東大大学院理学系研究科）

日時：2005年3月11日（金） 15:00～15:40

題目：薄膜磁性の時空間分解

講師：雨宮健太氏（東京大学大学院理学系研究科）

日時：2005年3月30日（水） 10:00～

題目：B-K及びC-K吸収端近傍X線吸収・発光分光によるBドーブ・ダイヤモンドの電子状態

講師：中村 仁氏（電気通信大学 電気通信学部 量子・物質工学科）

日時：2005年4月12日（火） 10:45～11:45

題目：細胞内小胞輸送を制御するAP複合体の機能解析

講師：大野博司氏（理化学研究所・横浜研究所 免疫アレルギー科学総合研究センター (RCAI)

日時：2005年4月22日（火） 15:00～16:00

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。

### 内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題一覧（2004年度後期）

課題番号	申請者	所属	課題名	希望ステーション
2004PF-14	橋本英子	総研大	暗視野光学系を用いた耳小骨の非破壊測定	14B
2004PF-15	島雄大介	総研大	暗視野法のためのX線光学系素子とその画像描写能の評価（II）	14B
2004PF-16	島雄大介	総研大	暗視野用X線光学系の関節イメージングへの応用（II）	14C1
2004PF-17	飯田厚夫	PF	屈曲型分子からなる新規液晶相の極性構造の微小領域回折法による観察	4A
2004PF-18	小林英一	協力研究員	内殻励起誘起脱理イオンの高分解能運動エネルギー測定	13C
2004PF-19	垣内 徹	総研大	低次元分子性結晶における電荷秩序相の放射光による構造物性研究	4C
2004PF-20	北島義典 岩住俊明	PF	1.7-4 keV 領域における発光分光実験テスト	11B
2004PF-21	若林裕助	PF	Mn 酸化物薄膜の電荷・軌道秩序	16A2
2004PF-22	佐賀山基	研究機関研究員	A サイト秩序型 R <sub>Ba</sub> Mn <sub>2</sub> O <sub>6</sub> の加圧による長距離秩序相の変化	1B
2004PF-23	橋本英子	総研大	暗視野光学系を用いた耳小骨の非破壊測定	14B
2004PF-24	島雄大介	総研大	暗視野法のためのX線光学系素子とその画像描写能の評価（III）	14B
2004PF-25	島雄大介	総研大	暗視野用X線光学系の関節イメージングへの応用（III）	14C1

### 施設留保ビームタイム採択課題一覧（2004年度後期）

課題番号	申請者	所属	カテゴリー	課題名	希望ステーション
04 留 -14	反保衆志	産総研	D	リンドープ ZnO のリンエッジ XAFS 測定による局所構造解析	11B
04 留 -15	山下正人	兵庫県立大	D	Al を含有する鉄鋼さびの XAFS 測定技術の確立	11A
04 留 -16	山下正人	兵庫県立大	D	Si を含有する鉄鋼さびの XAFS 測定技術の確立	11B
04 留 -17	岡本裕一	(株) 富士写真フイルム	A	無機材料中の機能性固体部位の構造解析	9A
04 留 -18	小林英一	PF 協力研究員	F	電子-極角分解イオンコインシデンス分光法による表面分子の内殻励起イオン脱離研究	8A
04 留 -19	若林裕助	PF	E	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> エピタキシャル薄膜の構造と価数配列	4C
04 留 -20	鍵 裕之	東大大学院理	A	2004G321: 天然及び合成鉱物中の微量 Yb 酸化状態の解析と地質温度計への応用 2004G122: 合成鉱物の構造中に取り込まれた微量希土類元素周辺の局所構造の解明	12C
04 留 -21	小林英一	PF 協力研究員	A	内殻励起誘起脱離イオンの高分解能運動エネルギー測定	13C
04 留 -22	若林裕助	PF	B	低温装置の動作試験: 薄膜試料に対する吹き付け装置の適用試験	4C
04 留 -23	谷口雅樹	広大学院理	D	耳石の蛍光X線分析	4A
04 留 -24	Huang Zechun	Chinese Academy of Science	F	Transformation of arsenic chemical state and subcellular distribution elements of in As-hyperaccumulators	4A
04 留 -25	近藤敏啓	お茶の水大学	A	シリコン半導体電極上の電析金属層および吸着イオン層・吸着有機物層のその場構造追跡	4C
04 留 -26	若林裕助	PF	A	DSS 修理対応予備日	4C
04 留 -27	兵藤一行	PF	D, E	単色X線を用いた肺、気管支系の診断に関する予備実験	NE5A, 14C1
04 留 -28	佐賀山基	研究機関研究員	B, D	BL4C における低温高圧下実験の迅速簡便化の為の基礎データ測定	4C
04 留 -29	Paul Fons	産総研	E	XAFS Investigations of the local structure of Ag-Ln-Sb-Te Optical Memory Alloys	11B
04 留 -30	野村昌治	PF	B, D	多素子 SSD 調整法教習、分解能評価とテスト的測定	12C
04 留 -31	芳賀信彦	兵庫県立大学	A	植物生体内中ウランウムの XAFS 解析	12C

#### 【施設留保ビームタイム申請カテゴリー】

- 故障等に対するビームタイムの補填。やり残した実験の補充。
- ビームライン・実験装置の性能向上を速やかにする。
- U型課題の受付をし、重要な研究の計画から成果公表までの時間を短縮する。
- 新規ユーザー開拓への活用（実習、試行実験等）。
- 受身の共同利用から能動的な共同利用へ。
- 施設としての柔軟性の確保。



第1期物質構造科学研究所運営会議名簿

	氏名	所属・職名
機 構 外	秋光 純	青山学院大学理工学部・教授
	柿崎 明人	東京大学物性研究所・教授
	金谷 利治	京都大学化学研究所・教授
	坂田 誠	名古屋大学大学院工学研究科・教授
	下村 理	高輝度光科学研究センター・審議役兼研究調整部長
	菅 滋正	大阪大学大学院基礎工学研究科・教授
	竹田 美和	名古屋大学大学院工学研究科・教授
	月原 富武	大阪大学蛋白質研究所・教授
	西田 信彦	東京工業大学大学院理工学研究科・教授
	藤井 保彦	日本原子力研究所東海研究所 中性子利用研究センター長
機 構 内	松下 正	物質構造科学研究所・副所長
	野村 昌治	放射光科学第一研究系・研究主幹
	河田 洋	放射光科学第二研究系・研究主幹
	春日 俊夫	放射光源研究系・研究主幹
	池田 進	中性子科学研究系・研究主幹
	西山 樟生	ミュオン科学研究系・研究主幹
	前澤 秀樹	放射光源研究系・教授
	伊藤 健二	放射光科学第一研究系・助教授
	新井 正敏	大強度陽子加速器計画推進部・教授
	門野 良典	ミュオン科学研究系・教授
	今里 純	素粒子原子核研究所物理第四研究系・教授
	黒川 眞一	加速器研究施設・研究総主幹
	佐藤康太郎	加速器研究施設加速器第四研究系・研究主幹
平山 英夫	共通基盤研究施設放射線科学センター・センター長	

任期：平成16年4月1日～平成18年3月31日

放射光共同利用実験審査委員会委員名簿

	氏名	所属・職名
機 構 外 委 員	朝倉 清高	北海道大学触媒化学研究センター・教授
	雨宮 慶幸	東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授
	柿崎 明人	東京大学物性研究所・教授
	佐々木 聡	東京工業大学応用セラミックス研究所・教授
	高田 昌樹	高輝度光科学研究センター・主席研究員
	武田 徹	筑波大学大学院人間総合科学研究科・講師
	藤森 淳	東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授
	三木 邦夫	京都大学大学院理学研究科・教授
	宮原 恒昱	首都大学東京都市教養学部・教授
	村上 洋一	東北大学大学院理学研究科・教授
機 構 内 委 員	八木 健彦	東京大学物性研究所・教授
	*松下 正	物質構造科学研究所・副所長
	*野村 昌治	放射光科学第一研究系・研究主幹
	*河田 洋	放射光科学第二研究系・研究主幹
	*池田 進	中性子科学研究系・研究主幹
	*春日 俊夫	放射光源研究系・研究主幹
	*西山 樟生	ミュオン科学研究系・研究主幹
	黒川 眞一	加速器研究施設・研究総主幹
	飯田 厚夫	放射光科学第一研究系・教授
	伊藤 健二	放射光科学第一研究系・助教授
	小林 克己	放射光科学第一研究系・助教授
	前澤 秀樹	放射光源研究系・教授
	柳下 明	放射光科学第一研究系・教授
若槻 壮市	放射光科学第二研究系・教授	

任期：平成17年4月1日～平成19年3月31日  
\*役職指定

平成 16 年度第三期配分結果一覧

Date	1/17	1/18	1/19	1/20	1/21	1/22	1/23	1/24	1/25	1/26	1/27	1/28	1/29	1/30	1/31	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6				
Time	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12			
Operation	T/M			USER RUN				M	B				USER RUN				M	B				USER RUN			
1A				03S1-001 港					03S1-001 港									03S1-001 港							
1B				立ち上げ					立ち上げ				04G039 野田					03G198 若林				04G246 佐賀山			
1C									03G011 松田									04G210 青戸							
2A																		03G149 藤崎				04G195 足立			
2C				02S2-002 尾崎					02S2-002 尾崎									03G212 佐々木				04G187 加藤			
3A				03G032 秋田					03G032 秋田				03G271 中井					04G052 藤本(C2)				03S2-002 佐藤			
3B				04G025 枝元					04G025 枝元									04G187 加藤				04G052 藤本(C2)			
3C				03G020 伊藤(C3)					03G020 伊藤(C3)									04G052 藤本(C2)				03S2-002 佐藤			
4A				04G-23 谷口		04G182 井出		03G372 中井		03G372 中井		04G083 株		04G182 井出		04G182 井出		04G-24 Zachun		04G182 井出		04G182 井出			
4B				03G221 沼子(B1)					03G215 大隈(B1)									03G029 井田(B2)				04P010 Petrykh(B2)			
4C				03G196 中尾		04G-26 岩井		04G-26 岩井		04G-26 岩井		04G228 川本		04G228 川本		04G228 川本		04G228 川本		04G228 川本		04G228 川本			
5A				Setup 04G129 渡邊		04G361 若槻		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		04G361 若槻		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		04G361 若槻		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊			
5A				04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木			
6A				04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木		04G129 渡邊		03S2-002 田之創 藤木			
6B																									
6C																									
7A				04G325 松村					04G325 松村									03G014 野澤				03S2-002 佐藤			
7B				立ち上げ					立ち上げ				03G146 重田					03G146 重田				03G096 金子			
7C				03G301 鈴木					03G301 鈴木				03G071 永長					03G077 田中				03G277 宮下			
8A				04G026 小林					04G026 小林									04G026 小林							
8B																									
8C				共同研究					共同研究									共同研究				共同研究			
9A				04G385 野倉					04G385 野倉				04G119 高橋					04G119 高橋				03G168 野澤			
9C				03G207 石田					03G207 石田				03G195 秋本					04G085 木田				04G102 原田			
10A				03G024 工藤					03G024 工藤				03G193 大星					03G183 佐々木				03G286 松林			
10B				04G393 山村		03G267 松林		04G393 山村		03G267 松林		04G290 原田		04G290 原田		04G290 原田		04G290 原田		04G290 原田		04G290 原田			
10C				WG 立上		04G087 渡邊		03G136 片川		04G087 渡邊		03G136 片川		04G087 渡邊		03G136 片川		04G087 渡邊		03G136 片川		04G087 渡邊			
11A				04G328 松村					04G328 松村									04G328 松村							
11B				04G017 開運					04G017 開運									04G017 開運							
11C																									
11D				調整					調整									調整							
12A				04G391 伊藤					04G391 伊藤									04G391 伊藤							
12B																									
12C				調整		共同研究		03G272 中井		調整		共同研究		03G081 大隈		調整		共同研究		03G252 尾崎		04G321 藤			
13A				04G252 中本					04G252 中本									04G252 中本							
13B				04G103 大隈(B1)					04G103 大隈(B1)									04G103 大隈(B1)							
13C				04G189 奥田					04G026 小林				03G268 今村					03G267 松林				04G026 今村			
14A				光学系調整					光学系調整									光学系調整							
14B				04P-23 橋本					04P-23 橋本									04G255 水野				04P-23 橋本			
14C				04G225 久保(C2)		03G031 藤原(C2)		04G225 久保(C2)		03G031 藤原(C2)		03G331 渡戸(C1)		04G072 上野		04G270 法田		04G270 法田		04G270 法田		04G270 法田			
15A				WG 04G384 奥島		04G385 奥島		WG 04G384 奥島		04G385 奥島		04G075 高橋		04G072 上野		04G270 法田		04G270 法田		04G270 法田		04G270 法田			
15B				03G329 奥野(B1)					03G329 奥野(B1)									03G329 奥野(B1)							
15C				04G234 澤野					04G234 澤野									04G234 澤野							
16A				03S2-003 佐賀(A1)					03S2-003 佐賀(A1)									04G041 石井(A2)				04G209 夏			
16B																									
17A																									
17B																									
17C																									
18A				調整					調整									調整							
18B				Setup 04G358 宮原		03G206 藤野		Setup 04G358 宮原		03G206 藤野		03G218 田淵		04G173 吉嶋		04G142 藤本		04G130 桃岡		04G237 中野		04G376 奥田		04G222 田淵	
18C				04G236 中山		03G206 藤野		04G236 中山		03G206 藤野		04G237 中野		04G237 中野		04G237 中野		04G237 中野		04G237 中野		04G237 中野		04G237 中野	
19A																									
19B				04G004 齋藤					04G004 齋藤									04G004 齋藤							
20A				04G116 澤野					04G116 澤野									04G116 澤野							
20B																									
27A				03G295 尾崎					03G295 尾崎									04G127 池浦				共同研究			
27B				調整		04G179 高倉		調整		04G395 小林		04G395 小林		04G179 高倉		04G395 小林		04G395 小林		04G395 小林		04G395 小林		04G395 小林	
28A																									
NE1A1	STOP								調整																
NE1A2																									
NE1B																		04G008 丸山							
NE3A																		04G053 藤本							
NE5A									調整				調整					04P-27 兵衛				04P009 千葉			
NE5C																		03G031 原部				調整			
NW2A									Setup				03G294 野村								03G294 野村				
NW12A				Setup		03G294 野村		Setup		03G294 野村		03G342 Law		03G101 村中		03S2-002 佐藤		04G164 若槻		03S2-002 佐		共同研究		共同研究	
SPF				2004G205 粟原					USER RUN 2004G019 堂山									USER RUN 2004G019 上殿							

Date	2/7	2/8	2/9	2/10	2/11	2/12	2/13	2/14	2/15	2/16	2/17	2/18	2/19	2/20	2/21	2/22	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
Operation	M	B (SB)	USER RUN [Single Bunch]					MA/M	B	USER RUN					M	B (3 GeV)	USER RUN (3 GeV)				
1A			03S1-001 港							03S1-001 港							03S1-001 港				
1B			04G232 眞庭			04G244 村上			04G032 北川			04G242 港		04G241 大塚				04G241 大塚			04PF22 佐賀山
1C			04G210 青戸							04G210 青戸							04G210 青戸				
2A			04G195 足立							03G246 新倉							03G246 新倉				
2C			04G203 Hermes							04G201 長田							03G007 棚下				
3A			04G049 磯田(C2) 04G048 磯田(C2)							04G049 磯田(C2) 04G113 高西 04G259 青木-運迎(C2)							04G259 青木-運迎(C2)				
3B			04G052 藤本(C2) 02S2-003 採井							04G337 藤田 04G093 高西 04G096 木村							04G056 木村 04G287 雨宮 04G268 雨宮 04G227 雨宮 04G277 上野				
3C			04G204 長瀬(B2) 04G246 佐賀山							03G204 長瀬(B2) 03G029 井田(B2) 04G054 藤東(B2)							04G256 八島(B2) 04G233 石田(B2)				
4A			04G080 田中 04G170 吉嶋 03G036 大塚							04G183 若槻 03S2-002 内田 04G128 渡邊 04G158 渡邊 04G154 渡邊 03S2-002 渡邊 共同研究 共同研究							03G108 Eom 04G175 野次 03S2-002 中嶋 03G108 Eom 03G107 杉本 04G313 橋本 04G365 若槻				
4B			04G393 山村 03G254 市川 04G117 久保田 04G282 大久保 03G266 松林							04G323 飯東 共同研究 04G093 野鳥 04G091 海藤 03G056 河村							03G288 野村 04G101 原田 共同研究 04G114 清川 04G068 杉山 04G139 渡邊				
4C			04G028 小林							04G028 小林 共同研究							03G326 伊藤				
5A			04G298 中井 04G219 港本							03G090 黒田							03G294 野村 共同研究 共同研究 04G256 野村 04PF-21 野村 芳賀				
5B			04G030 山村 04G173 吉嶋 03G036 大塚							04G104 大塚(B1) 04G103 大塚(B1)							04G105 大塚(B1) 04G237 中野				
5C			04G031 藤本 03G154 香木							03G045 03G045 安藤 02S2-001 藤田(C1)							03G287 松林 04G031 藤本 04PF-21 島塚				
6A			04G184 木原 03G143 若林 WG 03G143 若林							03G138 高橋 04G070 榎本 04G268 千原 03G240 奥田 03G049 今井							04G123 西川 03G055 金谷 03G323 若林 03G141 小林 04G336 上野				
6B			03G022 小島(B1) 04P001 鶴							03S2-001 秋本(B2) 03G095 小波瀬							04G045 八木 04G237 中野				
6C			04G209 東							04G213 宮原							04PF-21 若林(A2) 04G235 松村(A2)				
7A			04G173 吉嶋							04G171 五十嵐 04G034 早井 04G238 Schmitt 03G194 轟							04G159 津本 03G115 伏楯 04G170 宮原 04G151 千田 03S2-002 高木				
7B			03G157 幸							03G157 幸							03G158 船橋				
7C			03G173 島岡							04G196 小田切							04G196 小田切				
8A			04G340 関口							03G330 宇佐美 04G394 小林							03G295 馬場 04G289 山本				
8B			03G302 大真 04G064 岡本 03G285 鈴木(保) 04G279 鈴木(達)							04G064 岡本 03G302 大真 04G336 榎本 04G313 矢根 共同研究							04G185 櫻枝 04G395 小林 04G179 高橋				
8C			04G251 塚場 Setup 04G047 井上 04S001 藤原							04S001 藤原 04G221 大河野 03G186 藤原							04G211 渡辺				
9A			04G104 04G044 03S2-002 共同研究 共同研究 03G101 竹中 04G163 若槻 03S2-002 今野 佐藤							03S2-002 若槻 伏楯 三木 玉田 中川 共同研究 共同研究 Wani 別所 Wani 白石 神鳥 片桐							04G311 共同研究 共同研究 03S2-002 共同研究 共同研究 Eom 03G108 渡邊 04G371 渡邊 共同研究 橋本				
9B			2004-25 木暮							2004-26 上野							2004-26 小林				

Date	2/28	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12	3/13	
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
Operation	P F 停止														
1A															
2A															
3A															
4A															
5A															
6A															
7A															
8A															
9A															
10A															
11A															
12A															
13A															
14A															
15A															
16A															
17A															
18A															
19A															
20A															
21A															
22A															
23A															
24A															
25A															
26A															
27A															
28A															
29A															
30A															
31A															
32A															
33A															
Date	2/28	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12	3/13	
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
Operation	P F 停止														
13A															
13B															
13C															
14A															
14B															
14C															
15A															
15B															
15C															
16A															
16B															
17A															
17B															
17C															
18A															
18B															
18C															
19A															
19B															
20A															
20B															
27A															
27B															
28A															
Date	2/28	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12	3/13	
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
Operation	M	B	USER RUN					M	USER RUN						
NE1A1	04G211 渡辺														
NE1A2															
NE1B	03G004 喜多														
NE3A	04G191 小林														
NE5A	03G315 武田														
NE5C	04G047 井上														
NW2A	03G038 堀谷														
NW12A	04G020 岸本														
Operation	04G135 廣川	03S2-002 渡水 福塚	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	共同 研究	
SPF	Stop														

## 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、下記の方々をご登録いただかなくても自動的に送付されます。

#### 1) PF 懇談会会員

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

#### 2) 共同利用実験課題責任者

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

#### 3) 図書館や図書室等

これまで通り寄贈いたします。

#### 4) 物構研運営会議委員、放射光共同利用実験課題審査委員

委員任期中は PF ニュースを送付致します。

#### 5) 加速器奨励会役員・評議員・賛助会員

これまで通り加速器奨励会事務局より送付致します。

#### 6) PF にメールボックスをお持ちの方

これまで通りメールボックスに配布致します。

また、PF ニュースでは皆様からの投稿をお待ちしております。詳細は事務局または PF ニュースホームページをご覧ください。

#### 【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、また国際会議等に参加された方、どうぞご投稿下さい。

#### 【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

学生の頃から PF に通い、既に 12 年ほど経過しました。当時は実験の合間に隅から隅まで読んだ記憶がありますが、編集に関わるとは考えてもみませんでした。

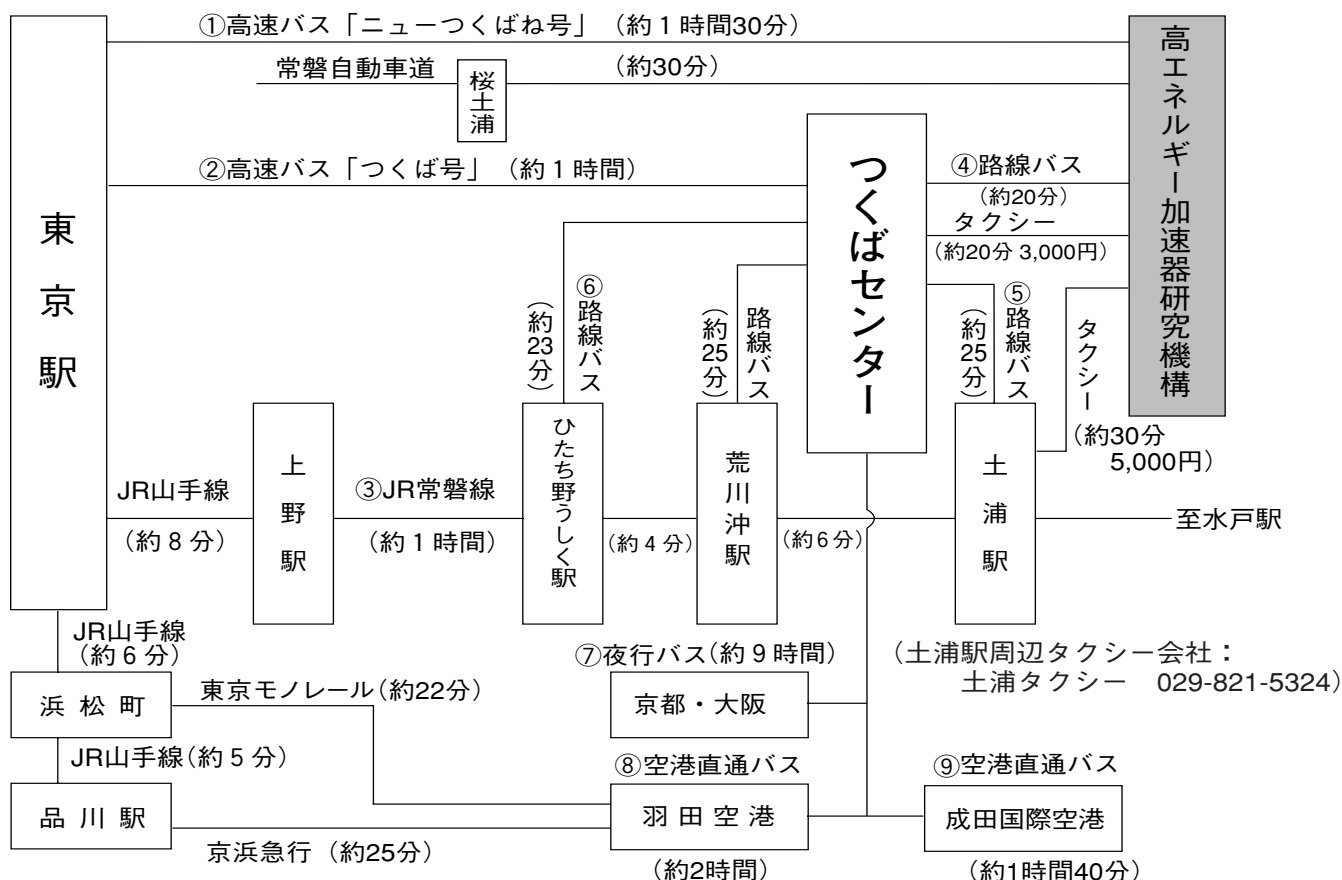
PF ニュースには PF とユーザーをつなぐ情報誌として多くの情報が掲載されています。最近では、PF や KEK から外部に向けての発信は HP やプレスリリースなどで活発に行われていますが、ユーザーの声を外部に発信するところはなかなかありません。PF で行われた実験や研究の発表だけでなく、PF への要望や PF に関連する活動等の発信場所としても、是非 PF ニュースを活用していただきたいと思います。(I. W)

委員長	中島 伸夫	広島大学大学院理学研究科
副委員長	東 善郎	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
	木村 正雄	新日本製鉄(株)
	高橋 嘉夫	広島大学理学研究科
	富田 憲一	物質構造科学研究所
	平田 浩一	産総研計測標準研究部門
	宮内 洋司	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

加藤 龍一	物質構造科学研究所
香野 淳	福岡大学理学部 応用物理学科
張 小威	物質構造科学研究所
中辻 寛	東京大学物性研究所
伏信 進矢	東京大学大学院農学生命科学研究科
綿岡 勲	信州大学繊維学部

# 卷末情報

## 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) (確認日：2005. 4. 11)

### ①②高速バス (問い合わせ先：関鉄学園サービスセンター 029-852-5666 JRバス東京営業センター 03-3215-1468)

#### 高速バス時刻表 [ニューつくばね号]

所要時間 約1時間30分 2002年10月15日改正  
 運賃 東京駅↔高エネルギー加速器研究機構(KEK)：1,470円(5枚綴り回数券6,100円)

東京駅八重洲南口→KEK(筑波山行き)	
東京駅	KEK
07:20	08:45
09:10	10:35
11:10	12:35
12:50	14:15
14:50	16:15
16:40	18:05
18:40	20:05
20:20	21:45

KEK→東京駅日本橋口行き			
KEK	上野駅	東京駅日本橋口	
	平日のみ	平日	休日
06:02	08:00	08:20	07:50
08:00	09:55	10:15	09:45
10:15	12:10	12:30	12:00
12:15	14:10	14:30	14:00
14:20	16:05	16:25	16:05
16:05	17:50	18:10	17:50
17:40	19:25	19:45	19:25
19:30	21:15	21:35	21:15

※上下便、高速道路後のバス停：谷田部、谷田部営業所、農林団地中央、果樹試験場入口、松代四丁目、自動車研究所、東光台研究団地、東光台一丁目、国土地理院、土木研究所、大穂支所、高エネルギー加速器研究機構、北部工業団地入口、筑波支所前、常陸北条、筑波山

## 高速バス発車時刻表 [つくば号]

2004年7月1日改正

運賃 東京駅←→つくばセンター：1250円（5枚綴り回数券5200円）  
 ●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 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）

東京駅八重洲南口→つくばセンター行		
時	平日・土曜	日 祝 日
6	00 30	00 30
7	00 10 20 40 50	00 20 40
8	00 10 20 30 40	00 10 30 40
9	00 10 20 30 40	00 10 30 40
10	00 10 30 40	00 10 30 40
11	00 10 20 30 40	00 10 30 40
12	00 10 30 40	00 10 30 40
13	00 10 30 40	00 10 30 40
14	00 10 30 40	00 10 30 40
15	00 10 30 40	00 10 20 30 40 50
16	00 10 30 40 50	00 10 20 30 40 50
17	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
18	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
19	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
20	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
21	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
22	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
23	00 ●50	00 ●50
24	●30	●30

つくばセンター→東京駅日本橋口行		
時	平日・土曜	日 祝 日
4	40	40
5	00 20 40	00 20 40
6	00 12 24 36 48	00 15 30 45
7	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
8	00 12 24 36 48	00 10 20 30 40 50
9	00 12 24 36 48	00 10 20 30 40 50
10	00 12 24 36 48	00 10 20 30 40 50
11	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
12	00 15 30 45	00 12 24 36 48
13	00 15 30 45	00 12 24 36 48
14	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
15	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
16	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
17	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
18	00 10 20 30 40 50	00 15 30 45
19	00 12 24 36 48	00 15 30 45
20	00 12 24 36 48	00 15 30 45
21	00 15 30 50	00 15 30 50
22	10 30	10 30

※上りは、平日のみ上野駅経由

※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、並木大橋

※ミッドナイトつくば号の乗車券は当日発売。乗車券発売所：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(新宿駅南口JRバス新宿営業センター内/6:00~23:00)

### ③JR常磐線

(土浦駅発着) (問い合わせ先：土浦駅 029-822-9822) (2004年3月13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]

JR常磐線上り					
土浦発	上野着	種別	土浦発	上野着	種別
5:20	6:28		9:44	10:28	特
5:45	6:54		9:58	11:08	
6:06	7:06	特	10:10	11:24	
6:09	7:20		10:21	11:04	特
6:24	7:41		10:28	11:41	
6:31	7:28	特	10:36	11:50	
6:41	7:59	◇	10:47	12:08	
6:45	7:57	◆	11:07	12:22	
6:50	7:52	◇快	11:21	12:04	特
6:58	8:11	◇	11:27	12:40	
7:02	8:04	◇快	11:37	12:53	
7:03	8:18	◆	11:48	13:09	
7:08	8:17	◇	11:54	12:34	特
7:12	8:23	◇	12:07	13:25	
7:15	8:22	◆	12:16	13:31	
7:20	8:33	◇	12:21	13:04	特
7:24	8:36	◆	12:33	13:49	
7:29	8:40	◇	12:48	14:09	
7:34	8:43	◆	13:07	14:22	
7:35	8:53	◇	13:21	14:04	特
7:45	8:46	◇快	13:26	14:42	
7:45	8:52	◆	13:35	14:50	
7:59	8:55	特	13:49	15:01	
8:04	9:17		14:07	15:21	
8:19	9:10	特	14:21	15:04	特
8:26	9:40		14:26	15:40	
8:34	9:25	特	14:48	16:01	
8:52	10:07		15:07	16:20	特
9:09	9:59	特	15:21	16:05	特
9:12	10:20		15:24	16:33	
9:28	10:40		15:35	16:53	
9:35	10:50	◆	15:48	17:02	
9:38	10:50	◇	15:53	16:35	特

JR常磐線下り					
上野発	土浦着	種別	上野発	土浦着	種別
5:10	6:14		11:16	12:28	
6:03	7:13		11:30	12:12	特
6:30	7:36		11:33	12:50	
6:46	7:57		11:50	13:01	
7:00	7:40	特	12:03	13:20	
7:02	8:09		12:16	13:28	
7:30	8:17	特	12:30	13:14	特
7:35	8:42		12:33	13:47	
7:49	9:00		12:50	14:01	
8:00	8:50	特	13:03	14:19	
8:07	9:14	◇	13:16	14:29	
8:12	9:27	◆	13:30	14:14	特
8:14	9:27	◇	13:33	14:50	
8:20	9:36	◇	13:50	15:01	
8:30	9:21	特	14:03	15:09	
8:32	9:40	◆	14:16	15:28	
8:36	9:41	◇	14:30	15:15	特
8:42	9:56	◇	14:33	15:47	
8:45	9:56	◆	14:50	16:02	
8:48	10:04	◇	15:03	16:18	
9:02	10:10	◇	15:16	16:28	
9:10	10:23	◆	15:30	16:13	特
9:13	10:25	◇	15:33	16:45	
9:25	10:44		15:50	17:02	
9:30	10:16	特	16:16	17:28	
9:49	11:02		16:30	17:13	特
10:03	11:19		16:38	17:49	
10:16	11:28		16:50	18:01	
10:30	11:13	特	17:11	18:23	
10:33	11:46		17:30	18:13	特
10:50	12:01		17:33	18:45	
11:03	12:19		17:48	19:01	

◇ 土・休日運休 ◆ 土・休日運転

特 特急 快 通勤快速(荒川沖駅、ひたち野うしく駅には止まりません。)

(土浦駅23:25発の「我孫子行き」を利用すると、取手駅または我孫子駅乗り換えで上野駅に24:36到着。)

注) 7月9日に大規模な改定が予定されています。

### ④つくばセンター←→KEK間

2005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→筑波テクノパーク大穂 C8A系統：つくばセンター→KEK→筑波テクノパーク大穂  
 61系統：つくばセンター→KEK→筑波駅 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
18	06:57	07:14	07:32	61		×14:25	×14:41	71	×05:48	×06:10		61	×13:54	×14:15	
18	×07:50	×08:07	×08:25	18	×14:10	×14:27	×14:45	61	07:39	08:00		71	14:38	15:00	
61		08:30	08:46	71		15:10	15:23	71	07:43	08:05		C8	×15:20	×15:39	
71		08:40	08:53	C8		15:15	15:30	C8	08:08	08:26		61	15:34	15:55	
C8		08:50	09:05	61		16:05	16:21	71	08:48	09:10		71	15:43	16:05	
71		09:20	09:33	71		16:40	16:53	C8	×09:05	×09:24		C8	16:10	16:29	
C8A		×09:30	×09:46	C8		16:40	16:55	18	09:40	10:00	10:22	61	×16:29	×16:50	
61		10:15	10:31	61		×17:00	×17:16	61	09:49	10:10		61	○16:44	○17:05	
71		10:50	11:03	C8		×17:20	×17:35	71	10:18	10:40		71	16:58	17:20	
C8		×10:55	×11:10	61		○17:20	○17:36	C8	×10:30	×10:49		61	○17:29	○17:50	
71		×11:20	×11:33	71		17:30	17:43	71	11:31	11:53		C8	17:40	17:59	
71		12:00	12:13	C8		18:10	18:25	61	11:34	11:55		61	×17:59	×18:20	
61		12:00	12:16	61		○18:10	○18:26	18	×11:40	×12:00	×12:22	C8	×18:10	×18:29	
18	12:10	12:27	12:45	61		×18:30	×18:46	61	○12:39	○13:00		71	18:18	18:40	
61		○13:20	○13:36	C8		×18:40	×18:55	61	×12:54	×13:15		18	19:00	19:20	19:42
61		×13:25	×13:41	71		18:50	19:03	C8	13:25	13:44		71	19:08	19:30	
71		14:00	14:13	71		19:40	19:53	71	13:28	13:50		C8	×19:30	×19:49	
61		○14:20	○14:36	C8		×20:00	×20:15	61	○13:49	○14:10		18	×20:50	×21:10	×21:32

(×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

### ⑤土浦駅←→つくばセンター

(2003年3月16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

④の時刻表にも土浦駅←→つくばセンター間の(18系統)が掲載されていますので、ご参照下さい。

土浦駅発					つくばセンター発				
○05:30	○08:20	11:45	14:45	17:45	06:24	10:39	13:54	16:54	20:24
○05:45	08:30	12:00	15:00	18:00	07:04	10:54	14:09	17:09	20:39
06:00	08:45	12:15	15:15	18:15	07:24	11:09	14:19特	17:19特	21:09
06:10	09:00	12:20特	15:20特	18:20特	○07:34	11:19特	14:24	17:24	21:39
06:20	09:15	12:30	15:30	18:30	⊗07:35	11:24	○14:30二	17:39	○22:00
06:30	09:20特	◎12:35二	15:45	18:50	◎07:54	11:39	14:39	17:54	22:09
○06:40	09:30	12:45	16:00	◎19:05	○07:59	11:54	14:54	18:09	○22:39
06:50	09:45	13:00	16:15	○19:10	08:14	12:09	◎15:06	18:19特	
07:00	10:00	13:15	16:20特	19:30	08:34	12:19特	○15:09	18:29	
○07:05	10:15	13:20特	○16:20二	19:47	08:54	12:24	15:19特	18:49	
07:20	10:20特	13:30	16:30	20:15	09:09	12:39	15:24	◎19:04	
○07:30二	10:30	○13:30二	16:45	20:40	◎09:19特	12:54	15:39	○19:09	
07:40	10:45	13:45	17:00	21:15	09:24	13:09	15:54	19:19	
○07:55	11:00	14:00	17:15	21:45	09:39	13:19特	16:09	19:29	
◎08:00	11:15	14:15	17:20特	22:15	09:54	13:24	16:19特	19:49	
○08:10	11:20特	14:20特	○17:25	○22:40	10:09	13:39	16:24	20:04	
◎08:15	11:30	14:30	◎17:30		10:24	○13:45	16:39	○20:20	

(凡例)  
 無印 平日・土・祝日ともに運行  
 ○ 土・日祝日運休  
 ◎ 土・日祝日運行  
 ⊗ 土・日祝日・休校日運休  
 二 土浦二高経由  
 特 特急バス  
 (土浦-吾妻-つくばセンターのみ停車)

### ⑥ひたち野うしく駅←→つくばセンター

(2003年7月16日改正)

所要時間 約23分 運賃 500円 (発時刻のみ)

平日						土曜・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		
06:55	12:02	●17:12	06:20	11:28	●16:43	07:35	13:03	18:20	06:57	12:33	17:45
●07:07	●12:23	17:29	●06:35	●12:00	16:57	●07:51	●13:28	18:36	●07:20	●13:00	18:05
07:29	12:51	17:44	06:53	12:21	17:07	08:17	14:02	●19:01	07:42	13:33	●18:32
07:52	13:10	17:56	07:12	12:40	17:19	08:40	14:25	19:29	08:03	13:49	18:55
●08:15	●13:23	●18:20	●07:40	●12:49	●17:45	●08:55	●14:44	19:47	●08:23	●14:09	19:10
08:40	13:43	18:35	08:01	13:12	17:56	09:26	15:05	●20:02	08:54	14:32	●19:30
08:54	14:03	18:50	08:17	13:30	18:17	●09:53	15:24	20:21	●09:20	14:57	19:46
09:10	●14:25	19:02	08:28	●13:48	18:24	10:13	15:57		09:39	15:23	
●09:20	14:44	●19:17	●08:45	14:05	●18:48	10:35	●16:23		10:06	●15:52	
09:37	15:05	19:33	08:59	14:31	18:59	●11:01	16:44		●10:24	16:10	
09:58	●15:24	19:50	09:22	●14:48	19:20	11:23	17:06		10:48	16:36	
●10:20	15:43	20:10	●09:48	15:12	19:40	11:44	17:24		11:09	16:49	
10:34	16:02	●20:29	10:02	15:31	●19:47	12:09	●17:45		11:33	●17:12	
10:56	●16:28	20:50	10:23	●15:52	20:13	●12:30	18:03		●11:59	17:30	
●11:24	16:44	21:05	●10:48	16:10	20:30						
11:44	16:57	●21:25	11:05	16:24	●20:57						

(凡例)  
 ●印...JRバス関東  
 ○印...土曜・日祝日および  
 8/14・15・12/30・31運休  
 建築研究所行

ひたち野うしく駅←→つくばセンター (直行バス)

ひたち野うしく駅発	つくばセンター着	つくばセンター発	ひたち野うしく駅着
○07:40	08:00	○17:28	17:48
○07:55	08:15	○17:58	18:18



## ⑦ 夜行バス

### よかっぺ関西号〔水戸・つくば←→京都・大阪〕

運行時刻表

2004年12月22日改定

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

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  
近鉄バス  
インターネット予約
- 029-852-5666 予約受付時間 (毎日 8:30~17:00)  
06-6772-1631 予約受付時間 (毎日 9:00~19:00)  
<http://www.kintetsu-bus.co.jp/>  
<http://www.j-bus.co.jp/>

## 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

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

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

- ※ 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)

2004年12月20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。

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

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

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
7:20	7:25	9:00
9:05	9:10	10:45
10:35	10:40	12:15
12:50	12:55	14:30
14:35	14:40	16:15
16:15	16:20	17:55
17:20	17:25	19:00
18:40	18:45	20:20
20:00	20:05	21:40

- ※ 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, 新利根町, 成田空港

## つくば市内宿泊施設

(確認日：2005. 4. 11) ※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 10,972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 10,972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)

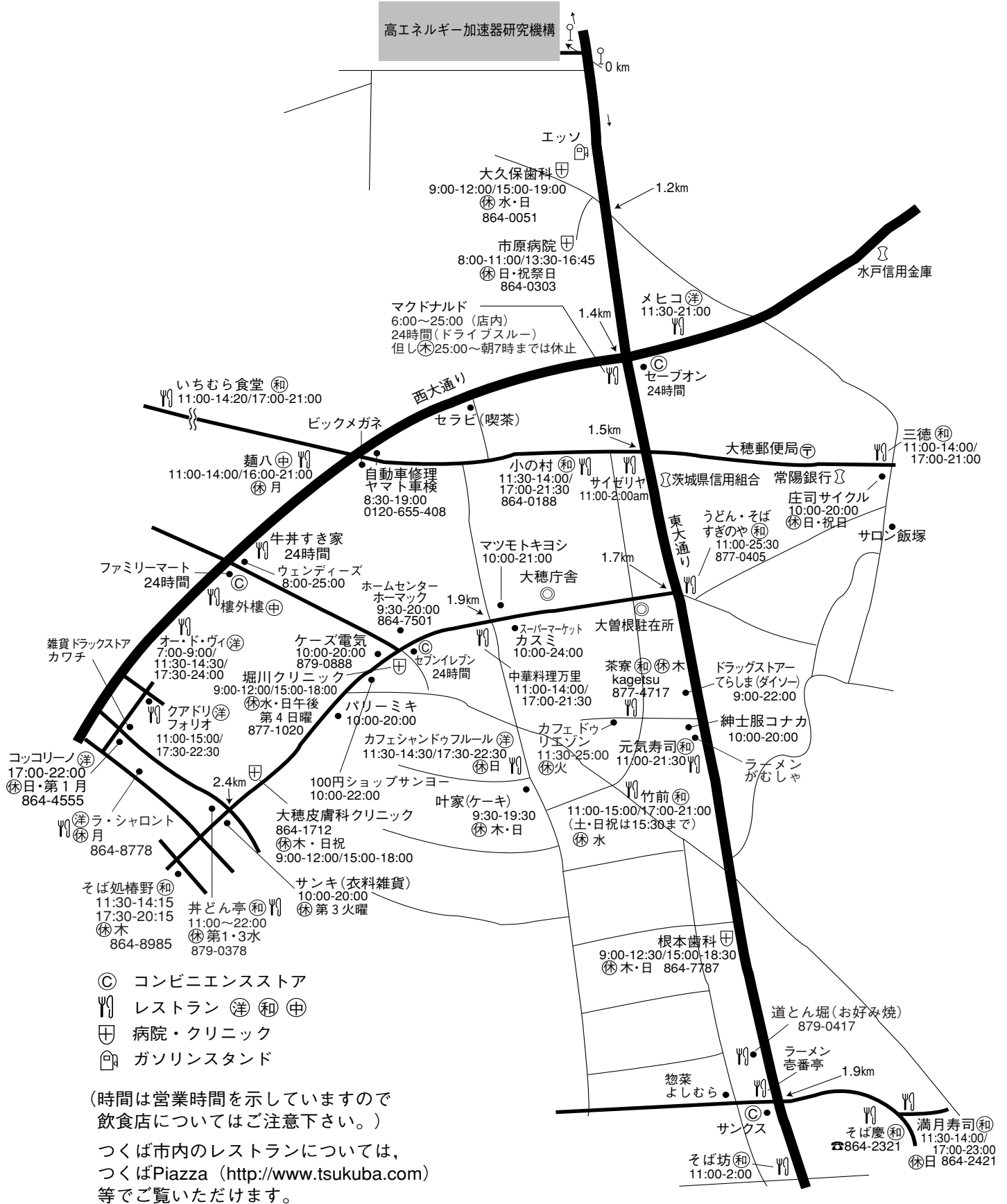
- ⑪ ビジネスホテル松島(新館) 6,500円～  
TEL (029) 856-1191 (和)6,800円(3人～)  
(風呂・2食付)  
(本館) 6,000円～  
(和)6,300円(3人～)(2食付)
- ⑫ ホテルグランド東雲 (新館) 7,350円～  
TEL (029) 856-2212 (本館) 6,300円～
- ⑬ つくばスカイホテル  
(<http://www.yama-nami.co.jp/>)インターネット予約5%引き  
TEL (029) 851-0008 6,300円～
- ⑭ 学園桜井ホテル  
(<http://www.gakuen-hotel.co.jp/>)  
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：2005. 4. 20)

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800m

## KEK



## KEK内福利厚生施設

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

### ●図書室（研究本館1階 内線3029）

開室時間：月～金 9:00～17:00

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

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

### ●保健室（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、希望者は事前に保健室へ申し込んでください。

場 所 管理棟1階

開室時間 8:30～17:15（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）

### ●軽食コーナー（Do Do Cafe）（内線2195）

30席程度でサンドイッチ等の軽食をメインにしています。17時以降はアルコール飲料も用意。

場 所 国際交流センター

営 業 月～金 8:00～20:00

ただし祝日及び年末年始は休業

・モーニングタイム 8:00～11:00

・ランチタイム 11:00～14:00

・ナイトタイム 17:00～20:00

### ●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：9:30（平日・休日とも）

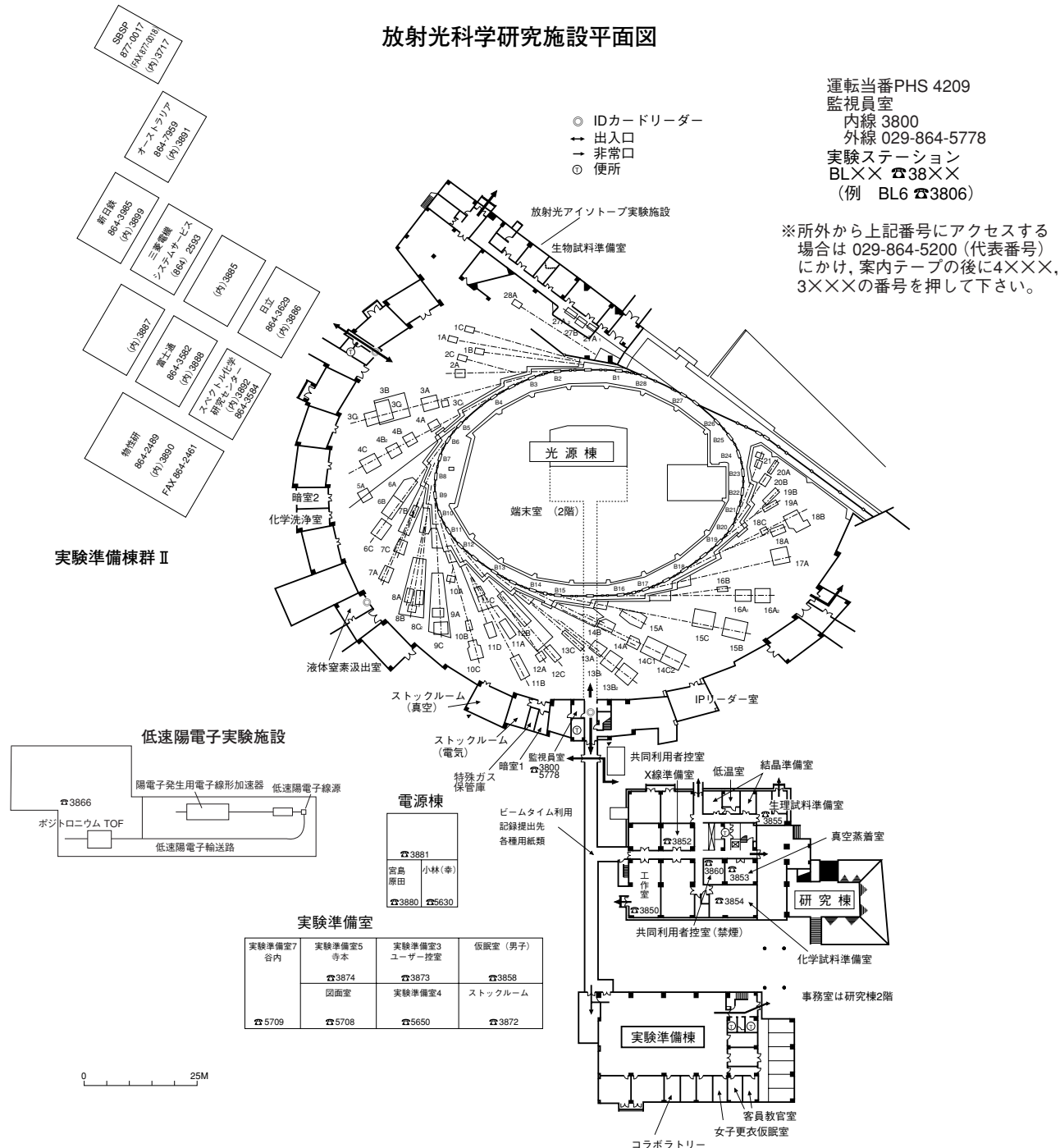
●ドミトリイ、ユーザーズオフィスについては、KEKホームページ「施設案内」(<http://www.kek.jp/intra-j/map/annai/uoffice.html>)をご覧ください。

## ビームライン担当一覧表 (2005. 5. 1)

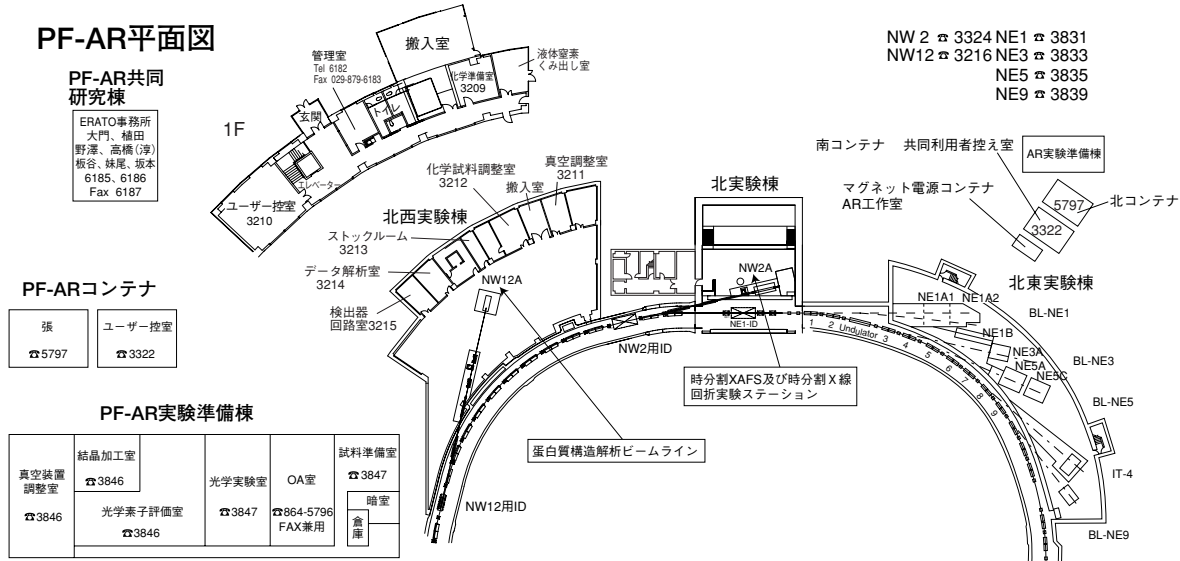
ビームライン ステーション	形態	光源 ステーション/実験装置名 (●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ☆所外, ★協力BL)	BL担当者 担当者	担当者 (所外)
<b>BL-1</b>		<b>B M</b>	<b>小野</b>	
BL-1A	○	結晶分光型六軸回折・極限条件下ワイセンベルグカメラ	澤	
BL-1B	●	極限条件下粉末X線回折装置	澤	
BL-1C	●	VUV不等間隔平面回折格子分光器	小野	
<b>BL-2</b>		<b>U</b>	<b>北島</b>	
BL-2A	●	軟X線 2 結晶分光ステーション	北島	
BL-2C	●	軟X線不等間隔平面回折格子分光器	柳下	
<b>BL-3</b>		<b>B M</b>	<b>東</b>	
BL-3A	●	X線回折/散乱実験ステーション	岩住	
BL-3B	●	VUV 24m球面回折格子分光器 (SGM)	東	
BL-3C1	●	白色X線ステーション	河田	
BL-3C2	●	X線光学素子評価ステーション	安藤	
BL-3C3	●	白色磁気回折ステーション	安達	
<b>BL-4</b>		<b>B M</b>	<b>澤</b>	
BL-4A	●	蛍光X線分析/マイクロビーム分析	飯田	
BL-4B1	●	極微小結晶・微小領域回折実験ステーション	大隅	
BL-4B2	●★	多連装粉末X線回折装置	澤	井田 (名工大)
BL-4C	●	結晶分光型六軸回折計	澤	
<b>BL-5</b>		<b>M P W</b>	<b>松垣</b>	
BL-5A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
<b>BL-6</b>		<b>B M</b>	<b>五十嵐</b>	
BL-6A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐	
BL-6B	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	平木	坂部 (SBSP)
BL-6C	○	タンパク質結晶構造解析ステーション	川崎	坂部 (SBSP)
<b>BL-7</b>		<b>B M</b>	<b>伊藤 (雨宮: 東大 029-864-3584)</b>	
BL-7A (東大・スペクトル)	☆●	軟X線分光 (XAFS, XPS) ステーション	伊藤	雨宮 (東大)
BL-7B (東大・スペクトル)	☆●	角度分解真空紫外光電子分光ステーション	伊藤	雨宮 (東大)
BL-7C	●	XAFS/異常散乱/汎用X線ステーション	岩住	
<b>BL-8</b>		<b>B M</b>	<b>間瀬</b>	
BL-8A	○	軟X線平面回折格子分光器 (SX700)	間瀬	
BL-8B	○	広帯域XAFSステーション	間瀬	
BL-8C2	○	白色X線ステーション	間瀬	
<b>BL-9</b>		<b>B M</b>	<b>野村</b>	
BL-9A	●	XAFS実験ステーション	野村	
BL-9C	●	六軸回折計/小角散乱/XAFSステーション	野村	
<b>BL-10</b>		<b>B M</b>	<b>小林 (克)</b>	
BL-10A	●	垂直型四軸X線回折装置	大隅	
BL-10B	●	XAFS実験ステーション	宇佐美	
BL-10C	●★	溶液用小角散乱実験ステーション	小林 (克)	野島 (東工大)
<b>BL-11</b>		<b>B M</b>	<b>北島</b>	
BL-11A	●	軟X線不等間隔回折格子分光器	北島	
BL-11B	●	軟X線 2 結晶分光ステーション	北島	
BL-11C	●	固体用瀬谷波岡分光器 (SSN)	小野	
BL-11D	●	軟X線可変偏角分光器	小野	
<b>BL-12</b>		<b>B M</b>	<b>伊藤</b>	
BL-12A	●	軟X線2m斜入射分光器 (GIM)	柳下	
BL-12B	●	高分解能極紫外垂直分散分光器 (6VOPE)	伊藤	
BL-12C	●	XAFS実験ステーション	野村	

<b>BL-13</b>		<b>MPW/U</b>	<b>間瀬</b>
BL-13A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	亀卦川
BL-13B1	●	XAFS測定装置	亀卦川
BL-13B2	●	白色・単色X線ステーション	亀卦川
BL-13C	●★	軟X線50m-CGM分光器	間瀬 島田（産総研）
<b>BL-14</b>		<b>VW</b>	<b>岸本</b>
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・高压実験ステーション	亀卦川
<b>BL-15</b>		<b>BM</b>	<b>平野</b>
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
<b>BL-16</b>		<b>MPW/U</b>	<b>澤</b>
BL-16A1	●	白色・単色多目的強力X線実験ステーション	澤
BL-16A2	●	結晶分光型六軸回折計	澤
BL-16B	●	VUV高分解能球面回折格子分光器(H-SGM)	足立（純）
<b>BL-17</b>		<b>U</b>	<b>五十嵐</b>
BL-17A	○	タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐
<b>BL-18</b>		<b>BM</b>	<b>柳下（柿崎：東大物性研 029-864-2489）</b>
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
<b>BL-19（東大・物性研）</b>		<b>U</b>	<b>柳下（柿崎：東大物性研 029-864-2489）</b>
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）
<b>BL-20</b>		<b>BM</b>	<b>伊藤</b>
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	大隅 G. Foran(Australia) 029-864-7959
<b>BL-27</b>		<b>BM</b>	<b>小林（克）</b>
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
<b>BL-28</b>		<b>HU</b>	<b>小野</b>
BL-28A	●	可変偏光VUV-SX不等間隔平面回折格子分光器	小野
<b>PF-AR</b>			
<b>AR-NE1</b>		<b>EMPW/HU</b>	<b>河田</b>
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
<b>AR-NE3</b>		<b>U</b>	<b>張</b>
AR-NE3A	●	時間域メスバウアー分光装置	張
<b>AR-NE5</b>		<b>BM</b>	<b>兵藤</b>
AR-NE5A	●	医学診断用2次元撮像装置	兵藤
AR-NE5C	●★	高温高压実験ステーション/MAX80	亀卦川 草場（東北大金研）
<b>AR-NW2</b>		<b>U</b>	<b>足立（伸）</b>
AR-NW2A	●	時分割XAFS及び時分割X線回折実験ステーション	足立（伸）
<b>AR-NW12</b>		<b>U</b>	<b>松垣</b>
AR-NW12A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
<b>低速陽電子</b>			<b>栗原</b>
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



### PF-AR平面図



# 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)

