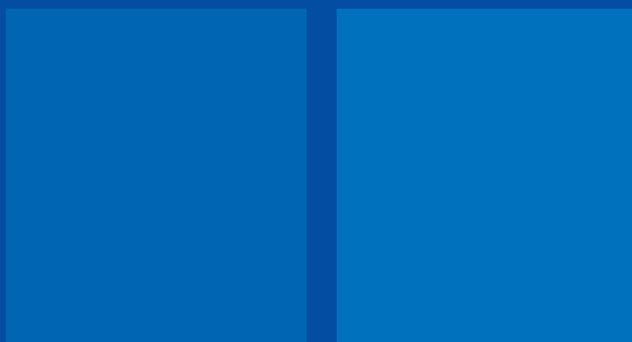
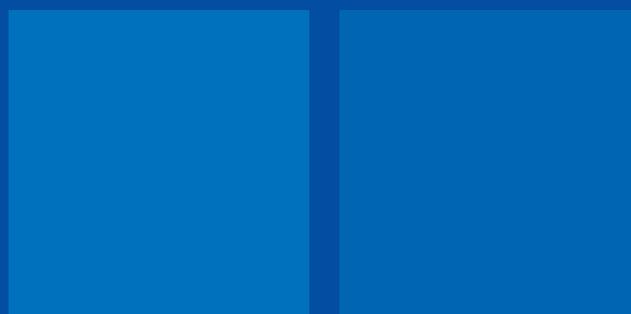


PHOTON FACTORY NEWS

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

Vol.22 No.1
MAY 2004

タンパク質単結晶の放射光白色X線トポグラフィ
Mn酸化物薄膜を用いた共鳴X線散乱の機構の研究



目 次

施設だより	松下 正	1
PF懇談会新会長挨拶	雨宮 慶幸	2
現 状		
入射器の現状	榎本 收志	3
PF光源研究系の現状	春日 俊夫	4
放射光科学第一・第二研究系の現状	野村 昌治	5
プレスリリース		
・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) の完成について		6
・世界初の放射光X線マイクロビーム細胞照射装置の完成について		7
直線部増強とビームライン整備	野村 昌治	7
BL-5: マルチポールウィグラーを光源とした構造生物学ビームライン		
鈴木 守、内田佳伯、大田浩正、渡邊一樹、松垣直宏、五十嵐教之、若槻壮市		8
ERATO便り: その(1)	大門 正博	10
お知らせ		
平成16年度後期フォトン・ファクトリー研究会の募集	松下 正	12
旅費支給手続き変更のお知らせ		12
非常通報装置の設置と運用について	伊藤 健二	12
人事異動・新人紹介		13
予定一覧		14
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所教員公募		15
運転スケジュール		16
最近の研究から		
タンパク質単結晶の放射光白色X線トポグラフィ	橘 勝、小泉晴比古、小島謙一	17
Synchrotron White-Beam X-ray Topography of Protein Single Crystals		
Mn 酸化物薄膜を用いた共鳴 X 線散乱の機構の研究	若林 裕助	24
Mechanism of K-edge Resonant X-ray Scattering on Manganit		
研究会等の報告 / 予定		
第21回PFシンポジウム報告	加藤 龍一	29
PF研究会「非平衡状態の物質構造と電子状態研究の展開」の報告	河田 洋	31
PF研究会「PF軟X線結晶分光領域の研究の展開」報告	岩住俊明、北島義典	32
PF・KENS合同研究会「ナノサイエンス・テクノロジーと放射光 / 中性子反射率法」のご案内	桜井健次、平野馨一、鳥飼直也	33
ユーザーとスタッフの広場		
LBNL / ALS滞在記	南部 英	33
スタッフ受賞記事		
上田明氏が平成15年度KEK技術賞を受賞		35
安達弘通氏が第25回本多記念研究奨励賞を受賞		36
ユーザー受賞記事		
村上洋一氏(東北大理)がIBM賞を受賞		36
岩澤康裕氏(東大院理)が紫綬褒章並びに日本化学会賞を受賞		37
ビームタイム利用記録より(2003年度後期)	小林 克己	37
PF懇談会だより		
PFシンポジウムに参加して	佐々木 聡	38
PFシンポジウムの感想	雨宮 健太	39
構造物性グループミーティング報告	澤 博	40
PF懇談会に永年会員を新設します		41
平成15年度第1回PF懇談会幹事会議事メモ		41
平成15年度第3回PF懇談会運営委員会議事メモ		41
平成15年度PF懇談会総会議事録		42
PF懇談会次期運営委員選挙結果について		42
PF懇談会 H16年、17年度運営委員名簿		43
幹事会メンバー		43
掲示板		
放射光セミナー、物構研セミナー		44
第39回物質構造科学研究所運営協議会議事次第		44
第1期物質構造科学研究所運営会議名簿		45
放射光共同利用実験審査委員会委員名簿		45
平成15年度第三期配分結果一覧		46
平成15年度内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題一覧		50
編集委員会から		51
巻末情報		52
PF懇談会入会案内		

(表紙説明) 左上: KEK 放射光科学研究施設に新しく完成した BL-5。

左下: BL-5 の X 線結晶構造解析装置、中央右にあるのが検出器。X 線ビームは左から実験装置に入射する。

右上: BL-5 光源のマルチポールウィグラー。

右下: 回転精度 1 ミクロンの微小結晶用回折計。

施設だより

物質構造科学研究所副所長 松下 正

高エネルギー加速器研究機構は3月31日をもって文部科学省直轄研究所という位置づけに終止符をうち、4月1日から大学共同利用機関法人となり、新たなスタートをきりました。

この節目に、これまでPFに対して大きな貢献をなされた小林正典放射光源研究系研究主幹と三国晃技術部長が停年を迎え退官されました。小林教授は1997年以来7年間にわたり放射光源研究系の研究主幹としてPFの運営、放射光リングの安定な運転、PF-ARの性能向上などに尽力いただきました。また三国部長には、PFの立ち上がりの時期にPFの技官の方々や業務委託の三菱システムサービスの技術者の方々の技術レベル向上を指導していただき、さらにこの10年ほどはKEK全体の技術者のヘッドとしてより高い立場からPFを支援していただきました。お二人のこれまでのご貢献に感謝すると同時に、今後も温かい目でPFを見守っていただくことをお願いいたします。

PFを支えるユーザー団体であるPF懇談会でも、この3月から4月にかけて会長の責務が佐々木聡東工大教授から雨宮慶幸東大教授にバトンタッチされました。佐々木さんにお礼を申し上げますと同時に、雨宮さんには今後2年間よろしくお願いいたします。

3月に行われたPFシンポジウムでは一部のユーザーの方々から法人化後に共同利用がどうなるかについての質問を頂きましたが、機構の中期目標・中期計画にも大学共同利用を行うことが機構の最も重要な責務のひとつとして挙げられており、共同利用に関しては基本的には大きな変化はないと言えます。

法人化後もPFの組織は3つの研究系で構成されることは変わりませんが、研究系の名称が一部変わり、放射光科学第1研究系（研究主幹：野村昌治教授）、放射光科学第2研究系（研究主幹：河田洋教授）、放射光源研究系（研究主幹：春日俊夫教授）となりました。放射光科学第1研究系はおもにスペクトロスコーピーを、放射光科学第2研究系はおもに回折・散乱を中心とした手法により物質・生命科学を推進して行きます。また、物質構造科学研究所の内部措置ではありますが、PFの外に位置づけられた構造生物学研究センター（センター長：若槻壮市教授）が依然PFと密接な連携を図りながら構造生物学研究を推進します。この他、物構研内に構造物性研究センターを立ち上げる準備もなされています。

2004年度の機構内予算配分で懸案の挿入光源用直線部の数を増やすための2.5 GeVリング改造に関する支援を得ることができました。今年度にリング改造に必要な真空ダクトを全数製作し2005年3月から約6ヶ月かけてリングの改造を予定しています。このスケジュールについて今年

3月のPFシンポジウムでユーザーの方々に報告させていただきました。毎年7月から9月は、夏季シャットダウンを実施していますので、例年に比べると4月から6月に実質的には2ヶ月強の間PFでの放射光利用ができなくなりユーザーの方々にはご不便をおかけしますが、挿入光源用直線部が7から13とほぼ倍増する画期的な計画でありますので、ご理解とご協力をお願い致します。ユーザーの皆さんはPFのシャットダウン中には他の放射光施設の利用を考えられると思いますが、PFはSSRLと協定を結んでおりお互いのリングの改造のための長期シャットダウン中は一定限度の範囲で互いにユーザーを受け入れることを了解しています。PFのシャットダウン中にSSRLでの実験の可能性を検討される方は私までご連絡ください。また、リング改造後のビームライン増設についてはまだ予算的目処が立っていませんが、野村主幹の報告に詳しくありますように検討を進めています。今後ユーザーの皆様と協力してビームライン建設実現の努力をしたいと思います。直線部増強と平行して光源系では2.5 GeVリングをエミッタンス27nm-radで運転するマシンスタディーを行っています。これが実現すると、最近カナダやオーストラリアで建設されている3 GeVクラスのリングがエミッタンス十数nm-rad、挿入光源数10強というものであり、これらに極めて近いスペックをPF2.5 GeVリングは持つことになります。

2.5 GeVリングの直線部改造が現在と連続的につながる近い将来への投資と考えると、さらにもう少し先（20年程度）までの将来像を描くことがPFにとっての大きな課題です。一昨年度はEnergy Recovery Linacについて検討しStudy Reportを出版しましたが、昨年度は小間所長の要請にもとづきVUV・SX高輝度光源をPFで実現する場合の検討を行いました。小間所長の着任当時は予算的サポートを得られるという予測がありましたが、その後の情勢の変化によりPFでのVUV・SX高輝度光源の検討は2004年に入って一度白紙に戻しました。今後は、一昨年のERLの検討において議論されたScientific Caseの内容にさらに10～20年先でのVUV・SX領域での研究動向の検討を加えると同時に、必要なフォトンビームのスペックはどのようなものか、それを実現するための光源はどのようなものか、についての検討をPF内部で河田、春日両主幹を中心に始めつつあります。今後、ユーザーの方々、KEK加速器研究施設の方々の協力を得るための枠組み作りを早急に行いたいと思っています。その節には雨宮会長をはじめとするPF懇談会の皆様のご協力をよろしくお願いいたします。

PF懇談会新会長挨拶

PF懇談会の会長に就任して

PF懇談会会長 雨宮慶幸（東大・新領域）

佐々木聡前会長からバトンを受け取りまして、この4月から2年間、PF懇談会会長を仰せつかることになりました。よろしくお願い致します。私は平成12、13年度にPF懇談会会長を務めましたので、実は、今回この役を再度引き受けることに逡巡しました。「本人は卒業したつもりが実際は単位が足りず卒業していなかった」というケースに近いのかな、と思ったりもしました。しかし、過去14年間にわたってPFスタッフとしてPFにお世話になりましたので、PFのために些かでも貢献できればとの気持ちで、引き受けることに致しました。「また？」との印象を持たれる方もいらっしゃるかも知れませんが、新たな気持ちで取り組みたい（卒業単位を修得したい）と思っていますので、よろしくお願い致します。

この4月から国立大学が法人化するとともに、高エネルギー加速器研究機構も法人化され、新しい仕組みが出力しました。この節目をいかにポジティブな結果の導出に繋げていくかについては、走りながら考えていかねばならない問題が色々あると感じています。PF懇談会のあり方も、この節目の影響を何らかの形で受ける可能性があり、その場合は、どのような変化を成すべきかについて、リアルタイムで考えて行く必要があるかと思っています。

各幹事は次の方々をお願いしました。

利用幹事：佐々木聡（東工大）、高橋敏男（東大）、
宇佐美徳子（PF）、斎藤智彦（理科大）

行事幹事：佐藤衛（横市大）、間瀬一彦（PF）

庶務幹事：田中雅彦（PF）

会計幹事：土屋公央（PF）

広報幹事：桜井健次（物材研）

編集幹事：一國伸之（千葉大）

利用幹事は人数を4名に増やすと共に、前会長の佐々木さんにも加わって頂きました。各幹事の協力を得て、円滑な共同利用の維持・発展という現在の問題と、将来の問題（PFの将来計画）を具体的に議論する機会をタイムリーに持っていきたいと考えています。

ところで、PF懇談会の存在意義は何か？ PF懇談会のメンバーであることのメリットは何か？ という議論が常にあります。私は、常々、「PF懇談会は、安全弁のような存在、または、空気のような存在」だと言ってきました。つまり、PFでの共同利用実験が順調に進んでいるときは、目立つ必要のない存在であると言う意味です。具体

的には、PFとユーザーのcommunication（懇談）、ユーザー間のcommunication（懇談）が円滑に行われている限り、また、PFの運営が円滑に行われている限り、PF懇談会は特に表立って活動をしなくても良いと言う意味です。しかし、最近は少し考えが変わってきました。「存在する意義が大きい」と、ユーザーとPFスタッフの両者にとって感じられる「空気のような存在」にならなければいけないのでは、ということです。20年以上の歴史を経過したこともあり、変えなければならない項目、それと同時に、変えてはならない項目をしっかりと見極めて、今後のPFのあり方を議論する受け皿としてのPF懇談会の重要性を感じています。換言すれば、節目であるので、時代の流れに乗るべく努力する項目と、流れに乗らないで貫く努力をする項目を、しっかりと議論しなければと思います。

PF懇談会の存在意義は、基本的にはユーザーとPFスタッフとのcommunication（懇談）の場であると思います。そのためには、次のようなことを行っていきたいと考えています。

- 1) PFの将来計画に対する議論の活性化
- 2) ユーザーとPF間のメッセージボードの役割強化
- 3) ユーザー間のメッセージボードの役割強化
- 4) ユーザーグループの活動の活性化
- 5) 学生・新規ユーザーのための基礎講習会の開催
- 6) 他の放射光施設・利用者団体との情報交換
- 7) 会員名簿（2005年版）の発行

基本的にはこれまでのPF懇談会のポリシーの継承ですが、これらのポリシーに基づいて具体的な活動を如何にタイムリーに行うか、が問われているのだと思っています。

小間所長、松下副所長、野村主幹、河田主幹、春日主幹をはじめとするPFスタッフとの情報のすり合わせ、各ユーザーグループを通してのユーザーの意見の吸い上げを行いながら、PFの持続的発展に貢献できるPF懇談会を目指したいと思いますので、皆様、よろしくお願い致します。

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 志志

概況

1～3月の運転日程は以下の通りであった。

- 1月 8日 入射器立上げ
- 1月 12日 KEKB 入射開始
- 1月 13日 PF 入射開始
- 1月 15日 PF-AR 入射開始
- 3月 19日 PF-AR 運転停止
- 3月 23日 PF 運転停止

今期から入射器の運転モードに大きな変化があった。KEKB への「連続入射モード」が通常の入射モードになった。PF/AR への入射は、マシンスタディ日を除けば、PF は一日一回、AR は一日二回の定時入射を行った。入射器のデューティは増えたが、全体として順調に入射をつづけている。ただし、2月20日に入射器のスタートリガモジュールの故障により、PF 入射が約8時間遅延するトラブルが発生した。

2003 年度入射器運転統計

KEKB が実験を開始した 1999 年度から 2003 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のべ故障時間を示す。この表から、当初 7% 以上あった装置の故障率が、2003 年度まで年々減少してきたことがわかる。2003 年度は、前年よりやや増加しているが、

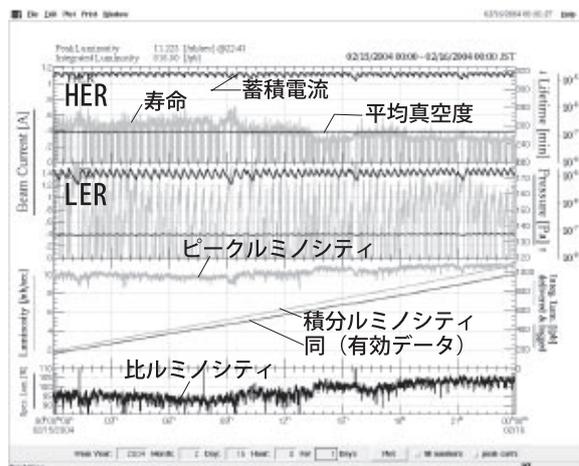


図) 連続入射モード時の KEKB 加速器運転表示グラフ。上段より、HER, LER, ルミノシティの状態を示す。横軸は時刻で、この例は 2月15日午前0時から2月16日午前0時までの24時間を示す。上段及び中段のグラフは、各々、上から各リングの蓄積電流、ビーム寿命、リング全周の平均真空度を示す。下段及び最下段の4つのグラフは上からピークルミノシティ、積分ルミノシティ、実験に使われた積分ルミノシティ、比ピークルミノシティを示す。

これは最近(3月22日)久しぶりに陽電子生成部の加速管が放電を起こし復帰に約60時間余り要したためである。しかし、おおまかには、故障はほぼ横ばい状態と判断する。連続入射が始まったため、入射器の故障は即入射遅延につながる。2003年度の入射遅延も増加したが、年間合わせても20時間余りの入射遅延にたいして、先に述べたスタートリガートラブルが影響した。

2004年から連続入射が始まったが、ビーム運転時間は3,000時間前後(40-45%)で例年並である。ただし、2002年度と比べ、2000時間近くあったビーム調整時間が1300

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

表 2 ビーム運転時間

	PF		PF-AR		KEKB-HER		KEKB-LER		Linac 調整 (時間)	合計 (時間)
	入射 (時間)	故障 (分)	入射 (時間)	故障 (分)	入射 (時間)	故障 (分)	入射 (時間)	故障 (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

時間まで減り、入射時間の割合が増えた。

新年度

PF, PF-AR, KEKB への入射は全体として順調である。KEKB への「連続入射モード」も軌道に乗った。入射器のデューティはきつくなり、より安定した運転が必要になっている。PF 関係では今年度から正式な共同利用が始まった低速陽電子実験施設の運転も新たな課題である。

このような時に、2年ぶりに新職員を迎えることができたことは朗報である。一人は、吉田光宏さんで、RF グループ、もう一人は横山和枝さんで加速管グループに属する。吉田さんは加速器施設でCバンドのリニアコライダの開発をこれまで行ってきた。また、横山さんは日本大学の佐藤勇先生のところで自由電子レーザーの開発に取り組んできた方である。このような若いエネルギーを加えて入射器の新しい課題に取り組んで行きたいと思っている。

PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 春日俊夫

小林正典先生の御退職

放射光源研究系前主幹の小林正典先生が3月31日付けで停年退職されました。

先生は、昭和54年4月より高エネルギー物理学研究所において、高エネルギー加速器の真空システム、特に電子ストレージリングの真空システムの研究を開始されました。放射光専用電子ストレージリングの性能を決める大きな要素にリング真空系の性能があります。放射光に曝される電子ストレージリングにおいては、放射光照射による非熱的な光脱離が主要なガス放出となります。先生は、このような条件下で高度な真空環境を実現するために、非熱的脱離の抑制も含め、気体分子と固体表面との相互作用を系統的に理解し解明する研究を続けてこられました。ビーム電流 I とビーム寿命 τ とは相反する関係にある量です。先生が提案された $I\tau$ 積は放射光リングの性能指標の一つとして広く使われています。また、高度な真空環境が実現しているだけでは、電子ストレージリングの真空路としては不十分です。先生のグループは電子ビームが通過したときに真空槽内に残してゆく電磁場の悪影響を軽減すべく真空路の断面形状をスムーズに変化させる手法の開発を行ってきました。真空系設計にあたってのこれらの考え方は、その後建設された世界の電子ストレージリングの真空系設計に大きな影響を与えています。

先生は平成9年4月からは放射光源研究系の主幹として、同研究系のスタッフとともにPFリングを強力に安定な光源に育て上げることに献身的な努力を続けてこられました。この間PFリング高輝度化工事を完成させ、エミッタンスをそれまでの130nm-radからおよそ30nm-radに改善することに成功しました。また、PF-AR 高度化計画を

強力に推進し、トリスタンの蓄積リングとして建設されたため放射光源としては必ずしも満足でなかったPF-ARを、放射光専用蓄積リングとして蘇らせることに成功しました。放射光科学研究施設、特に放射光源研究系としましては、先生のご退職の後も先生が培ってこられました研究体制をさらに発展させていかなければならないと思っています。

なお、先生は4月より本機構および総合研究大学院大学の名誉教授とされました。

また、桂共太郎放射光源系助教授が3月31日付けで退職されました。

PF

前号 (Vol.21 No.4) で報告されているように、1月13日にPFの運転を再開した。1月16日に光軸確認を行いユーザー運転を開始し、3月23日の朝に2003年度の運転を終了した。おおむね、電子エネルギー2.5 GeV、初期電流値450 mAで運転を行ったが、2月10日朝から2月16日朝までは単バンチモードでの運転を、3月16日朝から3月23日朝までは電子エネルギー3 GeVでの運転を行った。単バンチモード時には、初期電流値約70 mAで運転を行っているが、主にTouschek効果によりビーム寿命が通常時の値より短いため1日3回の入射を行っている。3 GeV時には、高周波加速系の電力の制約から、初期電流値約200 mA (途中より150 mA:後述)で運転を行っている。

1月17日未明入射器-PFリング間のビーム輸送(BT)系のVacuum Failが発生し、PF Ring Ready信号(インターロック信号の一つ、この信号が出ていないと入射器はビームを出せない)が落ちた。BT系のゲートバルブのインターロックコントローラーのコネクタの接触不良が疑われている。なお、計4台のコントローラーは今年の夏に予定している真空制御システムの更新時に全て撤去する予定である。アンデュレータ(U)#2とマルチポールウィグラー(MPW)#13のギャップがビームライン側から変更できないということが頻発した。また、MPW#5のギャップを動かすとBL-14の光が動くという現象が起こった。これらは全て対策をとる予定である。3月中旬の3GeV運転時に続けて何回かビームが落ちた。加速高周波系の高圧電源A2ステーションが疑われ、同ステーションを停止し計4台の空洞のうち3台を使用して運転を継続した。これに伴い初期ビーム電流値を200 mAから150 mAとした。運転終了後、高圧電源のメーカーに調査を依頼したが異常は発見出来なかった。現象の再発に備え、原因追及のための監視系をセットし4月の運転再開を迎える予定である。

PFおよびPF-ARの運転停止期間中にKEKBと入射器が運転しているとき、PF Ring Ready(上記)が落ちて入射器からビームを出せなくなるということが起こった。PF運転中は同信号の再立ち上げの手順が確立しているが、運転停止期間の夜間や週末の立ち上げ手順は確立していなかった。早急に確立する予定である。

PF-AR

1月19日朝に光軸確認後ユーザー運転を再開し、3月19日に2003年度の運転を終了した。この間4回の医学利用が予定されていたが、そのうち2月12日分がキャンセルとなった。KEKBとビーム輸送系の間の境界扉のインターロックが不調となり、入射器よりビームを出すことが出来なくなったためである。また、3月11日に、医学利用開始直前にビーム輸送系の電磁石電源が故障した。かろうじて60数mAのビーム電流を蓄積することができ、事なきを得た。なお前号でも述べた様に、医学利用時は非対称2バンチに計約70mAの初期電流を蓄積して運転している。

四極電磁石電源のインターロック不調で電源が停止しビームを落としてしまう事象が頻発した。電源主要部に不具合が発生していないにもかかわらず、電源を守るためのインターロック回路が誤作動してしまうようである。老朽化によるものと思われる。

運転休止期間中に、前号で述べたビーム電流測定用の直流電流トランスフォーマー(DCCT)チェンバー、NW2のアブゾーバー、北直線部のイオンポンプ、CCGの交換を行った。

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

運転・共同利用実験

平成15年度第三期(1~3月)の運転は放射光科学合同シンポジウム直後に開始された。2.5GeV PFリングは1月13日から運転を再開し、16日に光軸確認後共同利用を再開した。またPF-ARリングは1月15日から運転を再開し、同様に19日から実験を再開した。2月12日にはビームトランスポート部の障害でPF-ARにおける臨床応用中止を余儀なくされ、またRF障害のためPFの3GeV運転中の蓄積電流を150mAとしたが、それ以外は概ね順調に運転を続け、PFリングは3月23日朝、PF-ARリングは3月19日朝に運転を停止した。

3月24~25日には第21回PFシンポジウムが開催され、法人化を前にし、各学会直前の時期にも係わらず例年並みのご出席を頂いた。この中で以下の様な報告を行った。その他の詳細については別項及び報告を参照して頂きたい。

放射光科学第一、二系関係の2004年度予算については直線部増強へ向けた最終準備、建設中のBL-28で使う高分解能光電子分光装置の整備、BL-1B回折計の更新および臨床応用用フラットパネル検出器の整備への着手に大きな予算を投入することとした。いずれも十分な予算がある訳ではなくコミュニティの御協力を御願います。

施設関係ではERATO腰原プロジェクトによるPF-AR NW14ビームライン建設のための冷却水設備改造と多発する地絡の原因を明らかにするための実験ホール漏電検知シ

ステムに対して機構の予算が認められる見込みである。

2003年度は事故や危険性を含むインシデントが多発しており、これについては次ページに記す。

人の動き

3月16日付で鈴木守助手が大阪大学蛋白質研究所附属プロテオミクス総合研究センター助教授として転出された。鈴木さんは1995年4月よりBL-6A, 18B等の構造生物学関係ビームライン、結晶準備室や低温室等の関連する実験準備室等を担当され、最近ではマルチポールウィグラーを光源とするBL-5の建設・立ち上げの中心となって来られた。BL-5もいよいよ一般公開という時期でPFとして鈴木さんを手離すのは痛いですが、大局的な視点から判断をした。

三国晃技術部長が今春をもって退官された。三国さんは1983年に東京大学物性研究所の軌道放射光施設からPFへ異動され、以来放射光測定器の技官のヘッドとしてビームラインや実験装置の建設、実験ホールや各種準備室の管理、そして若手技官・教官や業務委託職員の教育に当たってこられ、1992年からは機構の技術部長として機構全体の技術職員の育成に当たって来られた。4月からは管理業務からは離れて再雇用職員として現場へ戻り、装置開発や若手技術者への技術継承に当たって頂く。

物構研03-10として公募していた研究機関研究員(ポストドク)については青戸智浩、南部英の両氏を採用することとした。青戸さんは筑波大学大学院在学中からPFで振動・回転状態を含む分子の外殻電離・励起に関する研究をしてこられ、着任後は伊藤健二助教授と共に原子・分子の多重光電離過程に関する研究に当たって頂く。南部さんは東京大学大学院在学中からエネルギー分散型NEXAFSや光電子分光実験用の高速一次元電子検出器の開発を進められてきたが、着任後は間瀬一彦助教授と共に表面反応ダイナミックスの研究に当たって頂く。

一方で、2003年1月に研究機関研究員として着任後、岩住俊明助教授とともにX線分光学的手法を用いて物質の光応答に関する研究を行ってきた野澤俊介さんは2月1日より科学技術振興機構ERATO腰原プロジェクトに異動し、動的構造解析の研究に取り組んでいる。また2002年4月より大隅教授と研究を行ってきた中川武志さんは金沢大学に戻り研究を継続されることとなった。隕石として得られる地球圏外物質の薄片試料中に含まれる鉄硫化物の同定及び構造精密化に従事して来られ、従来六方晶系であるとされていたtroilite(FeS)に三方晶系のものが存在し、微量に含まれるNiがFeの一方の席のみに存在することを見出されたことが特筆される。那須奎一郎教授とともに理論的研究を行ってきた山崎才弘氏は任期を満了され、次の職場を探されている。これまでモット転移では金属状態が1段階で絶縁体に転移すると思われて来たが、山崎氏は経路積分理論に基づく強相関係の角度分解光電子スペクトル形状の精密な計算を行い、この転移が幾つかの中間的段階を経て、多段階で起きる事を立証された。

また学術振興会の PD として鈴木あかねさんが着任された。鈴木さんは東京大学大学院でエネルギー分散型 XAFS を用いた触媒反応の研究をされていたが、着任後は野村と共に時分割 XAFS 実験法の開発、触媒等への応用研究に当たって頂く。

研究機関研究員の募集期間は比較的短く、本誌の記事にならないこともあるので web に注意して頂きたい。また、学振 PD 等として PF で研究をしたい方はご連絡をお願いしたい。

再び安全に関する注意喚起のお願い

先号でも安全に関する注意喚起をお願いしたが、その後もいくつかの極めて危険性の高い事象が発生している。一つは電気炉内に不用意に置かれた銅板が熔融して扉の隙間から流れ出し、下にあった段ボールが焦げたこと、二番目はロータリーポンプへの電源接続を誤って 10A 近い地絡を起こしたこと、同様に実験装置の電源部での短絡事故、NO ガスボンベの主バルブの状態を誤認して排気ダクトへ大量のガスを流した事等である。いずれも大事に至ることはなかったが、電気炉の場合、不用意に扉を開けていれば熔融した銅を被り重火傷を負った危険性があり、最後の件ではもしも減圧弁を外していれば NO ガスが漏れて人身事故になった危険性がある。

また、シャッターを閉めずに手動バルブを開閉したり、手動バルブを閉めずに真空槽をリークしたりという初歩的なミスも多発している。安全は個々の実験者が注意を払って守るもので、インターロックは万が一のためのバックアップでしかない。鉄道では自動列車停止装置 (ATS) が設置されているが、この場合でも運転士は信号に気を付けて運転すると同様に、個々の実験者に万全の注意を払って頂きたい。某鉄道会社では ATS を「あんまりたよりにするな」と教えているそうである。

本稿を執筆中に六本木ヒルズでの事故が起こった。32 件の事故の中に 1 件の大事故というハインリッヒの法則にみごとに従ったデータになっている。2003 年度の安全上気になる事象の件数も 30 件を超えており、要注意である。各大学等でも法人化を期に安全意識の改革を行われたことと思うが、火災や労働災害は全て労働基準監督署へ届け出る事となるので、今まで以上に気を付けて頂きたい。法人化後、万が一 PF が全焼した場合、火元の実験責任者、所属機関へ損害賠償請求が起こることも考えられるので、一人一人の実験者が事故を未然に防ぐよう十分に注意を払って頂きたい。このためには「これまで無事故だから大丈夫」という発想から脱却し、予め考え得る危険性をリスト化する KYT (危険予知トレーニング) が有効であろう。

また非常に残念なことだが、運転の最後の 3 月 22 日から月末に掛けてパソコン、液晶ディスプレイ等の盗難があった。警察による現場確認作業も行い、再発防止を検討中である。ユーザー各位も整理・整頓とともに持ち込み物品の管理に注意頂きたい。

●●●●● プレスリリース ●●●●●

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) の完成について

2004 年 2 月 18 日
高エネルギー加速器研究機構

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の放射光研究施設では、構造生物学の研究および開発の国際的な競争に対応するために研究基盤の整備と高度化を推進しており、この一環として新たに建設を進めてきたタンパク質結晶 X 線構造解析ビームライン (BL-5) を完成させた。このビームラインにより、従来は解析することが困難だった小さなサイズの結晶の構造を短時間で解析する世界最高レベルの実験環境が実現する (続きは下記「KEK プレスリリース」を参照)。

この記事は常陽新聞 (2 月 20 日)、毎日新聞 (2 月 21 日)、日刊工業新聞 (3 月 26 日) に掲載された。

(参照 URL)

KEK プレスリリース

<http://www.kek.jp/press/2004/bl5press.html>

News@KEK 記事

<http://www.kek.jp/newskek/2004/janfeb/bl5.html>

構造生物学研究センター

http://pfweis.kek.jp/index_ja.html

(問い合わせ先)

物質構造科学研究所 教授 / 構造生物学研究センター長

若槻壮市 (soichi.wakatsuki@kek.jp)

TEL : 029-879-6178

FAX : 029-879-6179



2 月 18 日 BL-5 報道公開にて

●●●●● プレスリリース ●●●●●
**世界初の放射光X線マイクロビーム
 細胞照射装置の完成について**

2004年3月9日
 高エネルギー加速器研究機構

高エネルギー加速器研究機構(KEK)の放射光研究施設では、低線量放射線の生物影響を研究することを目的として、放射光単色X線マイクロビーム細胞照射装置を世界に先駆けて完成させた。低線量放射線の生物影響の理解は社会的要請となっているが、この装置により低線量放射線の生物影響発現のメカニズムを科学的に解明する研究が飛躍的に進むことが期待される(続きは下記「KEK プレスリリース」を参照)。

この記事は Yahoo! ニュース(3月11日)、日刊工業新聞(3月12日)、茨城新聞(3月12日)、日経産業新聞(3月17日)に掲載された。

(参照 URL)

KEK プレスリリース

http://www.kek.jp/press/2004/microbeam_press.html

News@KEK 記事

<http://www.kek.jp/newskek/2004/marapr/microbeam.html>

(問い合わせ先)

放射光科学研究施設 小林克己(katsumi.kobayashi@kek.jp)

TEL : 029-864-5655

FAX : 029-864-2801



放射光X線マイクロビーム細胞照射装置

直線部増強とビームライン整備

放射光科学第一研究系 野村 昌治

直線部増強のための運転停止

既に本誌各号の現状欄や毎年のPFシンポジウムで報告してきたようにPFとしては2.5 GeVリングの直線部増強作業を進めてきている。また文献[1]に全容、進捗状況の紹介がある。この間、関連する基幹チャンネルの改造、電磁石の製造、真空ダクトの製作、基幹チャンネル改造へのビームライン側の対応作業等を進めてきている。当初は2004年度に運転を停止してリングの改造を行う計画であったが、残念ながら予算の制約から行うことが出来なかった。幸い2004年度にはPFの内部努力と機構からの支援を受けたことで、改造に必要な真空ダクト等の製造を行う予算を確保する見通しが付いた。このため、**2005年3月から9月の間にリングの改造作業を行う**。このため、2005年度は今年と比較して4月から6月の**実質約2ヶ月のビームタイム(実質約2.5ヶ月の運転)が例年より少なくなる見込みである**。改造作業完了後は1ヶ月程度の立ち上げ、焼き出し作業の後、利用実験を再開する計画である。

2004年度についてはPF、PF-ARともほぼ例年並みの運転を予定している。また、PF-ARについては2005年度前半も運転することを計画している。より詳細な日程が決まり次第、webや本誌で案内する。

増強した直線部のビームライン整備

上記の様に2005年度にリングの改造は完了し、予算とマンパワーさえ確保出来れば挿入光源ビームラインを整備することが可能になる。また光源系スタッフは改造を終えて、将来の光源についてアイデアを練り、開発研究を進める時間的、予算的余裕が多少なりとも出てくる。

中長直線部にどのようなビームラインを整備するかについては2003年8月のユーザーミーティングで報告した案[2]を基に検討を進めてきた。要約すると、BL-2, 13, 16, 19, 28の5本の直線部の挿入光源を更新して真空紫外から軟X線領域の研究に専用化したビームラインを整備する。また、BL-1, 3, 15, 17の4本の短直線部にはミニポールアンジュレーターを光源とする軟X線からX線領域の研究用のビームラインを整備する。

中長直線部の整備案(真空紫外から軟X線領域の研究に専用化したビームライン)を表1に示すが、これは各種の制約条件がある中、2001年5月に開催された研究会「アンジュレータ放射光による先端研究の展開」[3]をはじめとするPF研究会等でのユーザーの意見を反映したものである。エネルギー域としては10 eVから1500 eVに対応する。BL-19を除き原則として各挿入光源当たり2ブランチラインを設置し、少なくとも一方のブランチには常設の実験装置を置く。これにより実験装置入れ替えに伴うロスタイムを減らすことが可能となり、利用実験者層を拡大出来るものと期待している。BL-19が一ブランチであるの

表1 中長直線部に建設するビームライン案

BL	用途	エネルギー域 (eV)
U02	表面化学反応、プロセスの光電子分光	100 ~ 1200
	SX 原子分子、発光分光、SX イメージング	
U16	ナノ磁性 PEEM、スピン分解光電子	200 ~ 1500
	表面磁性ダイナミクス、MCD・NCD	
U13	機能性物質の超高分解能光電子分光	10 ~ 600
	原子分子	
U19	表面界面二次元光電子、レーザー励起時間分解	30 ~ 1000
U28	有機薄膜・複雑系の ARPES	30 ~ 1000
	量子ナノ構造の光電子、バルク敏感光電子	

は空間的制約のためである。BL-28 のビームライン光学系については先行して既に改造に着手している [4]。この光学系は更新後のアンジュレーターに対応出来るものとなっている。これらのビームライン整備に伴い既設の BL-2A, 13A, 13B, 16A は移設等が必要になる。

短直線部については X 線回折実験関係のビームラインと構造生物関係のビームラインを予定している。X 線回折用ビームラインは既設 BL-16A の発展系と位置づけている。また構造生物関係については既設 BL-18B の発展系と位置づけ、BL-17 とのビームライン交換を予定している。BL-13 関係については NE1B のアクティビティを BL-16 へ移した後の NE1 や既設 NW2 等で BL-13A, B のアクティビティを継続、発展させることを予定している。それ以外のミニポールアンジュレーター利用としては、分析/分光実験、位相利用実験、小角散乱実験、反射率測定等が候補に上がっている。他によりミニポールアンジュレーターの特徴を生かした優れた研究提案があれば早急にご提案頂きたい。

読者の中には既に気付かれた方もおられると思うが、BL-1, 3, 15, 17 には既設のビームラインがあり、これらの中には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と空間的に干渉するものが生じる。これらのビームラインについてはアクティビティと今後の展開を見ながら偏向電磁石ビームライン等へ移設/統廃合を検討している。これまでビームラインのカテゴリー分け作業を進めてきたが、今後も各ビームラインのアクティビティを見ながら、限られた資源から最大限の研究成果が得られるように最適化を図ることが求められている。

ビームライン整備の実現に向けて

上記のビームライン整備を PF の経常経費で進めることは非現実的である。従来も極紫外・軟 X 線高輝度光源計画との干渉を避けるため「構造生物学研究設備増強」としてリングの改造とミニポールアンジュレーター利用に重点を置いた概算要求を続けていたが、実現しなかった。現時点では 3 カ年程度の計画として挿入光源、ビームライン、実験装置整備に重点を置いた概算要求を進める予定である。

金額的にも大きくなり、概算要求書の作成と平行して、デザインレポートの充実および事前評価作業を進める必要がある。ユーザーの皆様の御協力を御願います。

また、リングの改造が完了することによって、各種外部資金を導入してビームラインの整備をすることが可能になる。構造生物の振興調整費によって BL-5 を建設でき、腰原先生の ERATO プロジェクトによって NW14 の建設が進むように、外部資金の導入は直線部増強を生かしたビームライン整備、研究の強力な推進力となる。競争的資金を「共同利用のため」で獲得することは不可能であり、獲得のためには最終的な研究目標が重要であることは自明である。また外部資金獲得の際には計画の間に整合性を保つことが緊要である。共同利用研究所の基盤であるユーザーコミュニティと施設が協力して申請に当たることが求められる。是非「我こそは」と思う方々からのご提案をお願いしたい。

参考文献

- [1] 前澤秀樹, Photon Factory News, 21 (1) 7 (2003), 野村昌治, ibid 19 (3) 8 (2001), 小林幸則, ibid 18 (2) 17 (2000).
- [2] 松下正, Photon Factory News, 21 (3) 5 (2003).
- [3] 柳下明, 柿崎明人, KEK Proceedings 2001-21 (2001).
- [4] 小野寛太, Photon Factory News, 21 (2) 8 (2003).

BL-5: マルチポールウィグラーを光源とした構造生物学ビームライン

鈴木守^{1,2}, 内田佳伯¹, 大田浩正³, 渡邊一樹³,
松垣直宏^{1,2}, 五十嵐教之^{1,2}, 若槻壮市^{1,2}

¹放射光科学研究施設, ²構造生物学研究センター,
³三菱電機システムサービス

2002 年度より多波長異常分散法 (MAD) による蛋白質結晶のルーチン構造解析、微結晶および超分子複合体の結晶からのデータ収集を可能にするために、マルチポールウィグラーを光源とした構造生物学ビームライン (BL-5) の建設を行ってきた。主なコンポーネントを表 1 にまとめた。PF ニュース Vol.21, No.2 に光導入試験の直前までの様子を報告しているので今回は以降の報告をする。

2003 年 9 月 25 日に光導入試験を行い、その日の内に単色化された X 線を実験ハッチで確認することができた (図 1)。当初、2 次放射線レベルが光学ハッチの周辺で高い箇所があり立入制限をした。この原因は挿入光源のインストールに伴う、リング真空度の悪化によるガンマ線由来と思われる、PF リングの真空度が上がっていくに従って改善され、現在は規定値以下になっている。

現在までの光学系の調整状況を表 2 に示した。ビームサイズ、ロッキングカーブおよびビーム強度は設計値まで

表1 BL-5の光学素子

コンポーネント	光源からの距離	仕様
マルチポールウィグラー	0.0 m	周期長: 120 mm, 周期数: 21, 最大磁場 1.4T
平行化ミラー	14.5 m	材質: シリコン単結晶 コート材: ロジウム サイズ: 1000 mm(L) 80 mm(W) 70 mm(T) 曲率半径: 8286 m 傾斜角: 3.5 mrad
二結晶分光器	16.5 m	分光結晶: Si(111) エネルギー範囲: 6.5 - 17keV 第一結晶の冷却方式: マイクロチャネル加工による直接水冷
集光ミラー	18.7 m	材質: シリコン単結晶 コート材: ロジウム サイズ: 1000 mm(L) 100 mm(W) 60 mm(T) 曲率半径: 43.55 mm, 5333 m 傾斜角: 3.5 mrad 集光点: 28.0m サンプルの後方 250 mm



図1 実験ハッチ内に設置した蛍光板により単色X線導入を確認

表2 現状のBL-5の性能

アクセプタンス	0.5 mrad (最大で 2 mrad) (H)×0.24 mrad(V)
ビームサイズ	1.5 mm(H)×0.3 mm(V) @ 1 Å
ビーム強度 (0.2×0.2 mm スリット + 0.2 mmφ ピンホール)	PF-AR NW12 (アンジュレータ) の約 1/3 BL-18B (ベンディング) の約 30 倍
波長変更 (0.8-1.7Å) に 伴うビーム位置の変動	45μm 以下 (H), 70μm 以下 (V)

達していないがこれは熱負荷による光学素子の变形が原因と思われる。今後、詳細な熱解析等により原因の特定と改善を行う予定である。

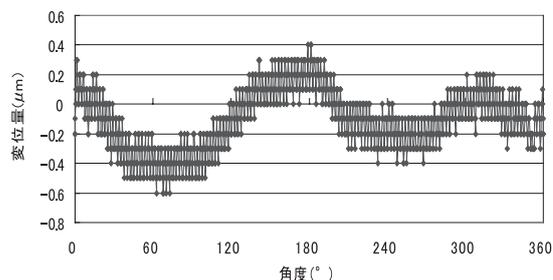
回折計と大型CCD検出器のインストール

12月初旬までに回折計とCCDカメラの設置が完了した。CCDカメラは超分子複合体や高分解能回折データを迅速に測定できるように大面積および高速読み出しが可能なものを選択した。CCDの読み出し時間(full-resolutionで1秒、

表3 構造生物学ビームラインで使用しているCCD検出器のスペック

	ADSC Quantum4	ADSC Quantum210	ADSC Quantum315
Beamline	BL-6A, BL-18B	AR NW12	BL-5
No. of pixels	2304 × 2304	4096 × 4096	6144 × 6144
Active area (mm ²)	188 × 188	210 × 210	315 × 315
Pixel size (μm)	81	51	51
Read out time (s)	4	1	1
Dynamic Range	16 bit	16 bit	16 bit
Image Size	11 MB	33 MB	73 MB

BL-5のサンプル回転軸の性能



実験方法 接触型ダイヤルゲージにより、0~360°までの一方向回転時の変位量を測定
サンプル軸はマグネットタイプ
結果 最大変位量=1μm, 標準偏差=0.21μm

図2 サンプル軸の回転性能試験

表4 低分子を使ったテストデータ収集実験

Crystallographic data of Compound A

Space group:	<i>P</i> 3
Cell dimensions (Å):	a,b=31.050 c=33.720
No. of molecules:	1/3 monomer in an asymmetric unit
MW:	9k Da
Crystal size(mm):	0.5 × 0.5 × 0.5

Condition of data collection

Temperature:	r.t.
Exposure time for 1 image:	2 sec
Camera distance:	80 mm
Rotation range for 1 image:	1°
Total number of images:	180
Total data collection time:	about 17 min
Wavelength (Å):	0.981

Statistics of the data from Compound A

Dmin(Å)	R _{fac}	R _{full}	R _{cum}	I/sigma	N _{meas}	N _{ref}
3.16	0.018	0.017	0.018	35.6	2550	599
2.24	0.019	0.019	0.018	27.0	5431	1211
1.83	0.021	0.021	0.019	26.2	6569	1559
1.58	0.029	0.031	0.021	18.1	7289	1790
1.41	0.043	0.039	0.022	14.0	8126	2025
1.29	0.056	0.049	0.024	10.8	9385	2229
1.20	0.060	0.054	0.026	9.9	10134	2374
1.12	0.061	0.052	0.027	9.8	10633	2497
1.05	0.075	0.065	0.028	9.2	10300	2478
1.00	0.088	0.077	0.029	8.3	8513	2136
Overall	0.029	0.027	0.029	15.3	78930	18898

表 5

Crystallographic data of ProteinX

Space group :	$P2_12_1$
Cell dimensions (Å) :	44.2450 89.2950 119.0730
No. of molecules	1 monomer in an asymmetric unit
No. of residues:	277
V_{sol} (%) :	66

Statistics of the data from SeMet-ProteinX

X-ray source :	BL-5
Crystal size:	$0.5 \times 0.5 \times 0.5$ mm
Wavelength :	0.9789 Å 0.9797 Å 0.9600 Å 0.9810 Å
Temperature :	100 K
Exposure time:	5 sec
Resolution (Å) :	40 – 2.0 (2.11 – 2.00)
R_{merge} (%)* :	5.2 (23.0)
$I/\sigma I^*$:	10.4(3.1)
Total time:	about 90 min

Analysis with Resolve (phasing modeling)

Total residues:	215
Number of fragments:	3

* R_{merge} 、 $I/\sigma I$ は 0.981Å での値

bin モードで 0.3 秒) の他のデッドタイムは 1.5 秒以下と非常に高速であり、ファインスライスによるデータ収集時に効果を発揮する。PF の構造生物学ビームラインで使用している CCD 検出器のスペックをまとめた (表 3)。

回折計の基本設計は NW12 で開発されたものを採用し、更なる高精度化を実現した。特にサンプル回転軸の芯ぶれ量は AR-NW12 の 2.3 μm から、1 μm 以下にすることができた (図 2)。これは微結晶からのデータ収集を行うときに効果を発揮すると考えられる。

12 月 10 日に回折計および CCD 検出器の性能を調べるために高分解能データの収集を行った。データ収集の統計等を表 4 に載せた。低分解能の R_{merge} はシャッターとサンプル回転軸のタイミングなどの影響を示し、0.018 という値は十分に小さく、良好なセッティングになっていると言える。

また、最初の MAD 実験のテストは 12 月 11 日に行われた。サンプル情報および統計データを表 5 に示した。位相決定及び自動構造構築により、大部分の構造の構築が可能であり、データの質は十分に高いと考えられる。

計算機環境

BL-5 には回折データ処理および位相計算のために、dual-Xeon(3.06GHz) の計算機が 4 台と dual-Operon の計算機が 2 台ある。データバックアップのためには IEEE1994, USB2.0 および DVD-R ドライブが装備された Athlon64 の計算機 2 台が用意されている。回折データの保存用に 2TB の記録容量の RAID サーバーが 3 台ある。これらすべての計算機はギガビットネットワークに接続されている。回折

データの処理には HKL2000, DPS/mosflm が使用できる。また、位相計算、電子密度表示等に各種ソフトウェアが利用可能である。

ユーザーによるテスト結果と共同利用開始

通常のデータ収集条件 (1 度振動, 5 秒露光, 180 枚) におけるデータ収集に要する時間は約 23 分である。露光時間に関して熱変形が改善されビーム強度のアップが実現されれば、さらなる短時間化が可能である。回折データ収集ソフトは NW12 および BL-6A で開発された共通ユーザーインターフェースが採用されている。3 月中は外部ユーザーによる、テストデータ収集実験を行い、既に新規構造が BL-5 を使った回折実験により明らかになっている。CCD の検出面積が大きいので、いままで困難であった長波長での高分解能 MAD 実験や、500 Å を超えるような格子定数をもつサンプルからのデータ収集も既に行われ、インパクトのある構造解析結果がこのビームラインから生まれる日も近い。BL-5 は 2004 年 4 月から一般共同利用に公開される。

謝辞

BL-5 の建設費の大部分は科学技術振興調整費の「蛋白質 X 線結晶構造解析の高度化に資する基盤整備 (研究代表 松下正教授, 平成 13-15 年度)」および平成 14 年度から始まっているタンパク 3000 プロジェクトの「タンパク質の個別的解析プログラム, 翻訳後修飾と輸送 (研究代表若槻 壮市教授)」による。

建設作業では、挿入光源グループ、基幹部グループ、インターロックグループ、三菱電機システムサービスおよび構造生物学研究センターの方々の協力なくしては完了しなかったであろう。ここに感謝の意を表すとともに、これらの方々と一緒にプロジェクトを完成することができたことを幸運に思います。

ERATO 便り : その (1)

腰原非平衡ダイナミクスプロジェクト ERATO
科学技術振興機構技術参事 大門 正博

2003 年 11 月 17 日に着任して一人ぼっちでスタートした腰原プロジェクト (正式名称は腰原非平衡ダイナミクスプロジェクト) はこの 3 ヶ月で成長し、今では KEK 駐在の専任が 4 名、兼任が 2 名 (腰原研究総括と足立グループリーダー) の所帯となりました。しかもあと半年ほどで要員をほぼ満たして充実した体制となる予定です。前号の PF ニュースで河田先生からプロジェクト内容の概要を紹介していただいているので、今回は科学技術振興機構 (JST) の事業の一つである ERATO の仕組みと我々の体制についても述べたいと思います。今後、我々の活動を

ERATO 便りとして PF ニュースを通じてお知らせしようと思います。

着任して一番初めに困った事は、JST をどなたもご存じなかった事です。産総研や原研の様に研究部隊がある組織のように思われて、話が通じなかった経験もあります。今まで外部研究資金をそれほど必要としなかったからでしょうか KEK では JST はなじみがあまり無いようですが、国の予算から研究費を研究者や研究組織体に出すという機能に注目すると日本学術振興会 (JSPS) や新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) と同じです。即ち JST は他と同様に文部科学省の政策に基づいて予算を配分しております。しかし JST は ERATO 事業等、自前の研究プロジェクトを運営している点が独自です。ERATO は、JST として研究者を集めて研究部隊を編成し、5 年間のプロジェクト研究が終われば解散してしまうプロジェクトです。重点的な研究のスクラップ・アンド・ビルドがフットワークよく行なえる遊撃手のような存在と思っております。この様にして集めた研究者集団を、それぞれ必要な場所に駐在させて研究を行なう仕組みは ERATO 独自のもので、海外でも高く評価されているようです。また研究予算はプロジェクト事務所で会計責任ができる処理が可能なサポート体制となっていますので、その用途を柔軟に決める事ができ、研究員は本当に研究に専念できるようになっております。また予算規模は 10 数名の研究員で 5 年間の研究が可能な額となっております。ERATO プロジェクトでは研究総括が全ての責任を負い Big Boss として思う存分その力量を発揮できるように、予算上かなりの自由度があります。

さて、本プロジェクトでは 3 つの研究グループが活動する予定です。そのうち放射光を利用する分子動画観測グループと高速分子動画技術開発グループが KEK に駐在します。物質開発を行なう強相関非平衡物質開発グループは東京工業大学と京都大学に研究員が駐在し実際に試料作りを行ないます。非平衡ダイナミクスの為の試料を強相関非平衡物質開発グループが研究・開発・試作し、分子動画観測グループが測定・解析するという図式となります。ただし色々な研究機関で作られた試料も無機・有機・生体を問わず測定しようとしております。

プロジェクト事務所は以前の 4 号館足立助教教授室の居候状態から、1 月からは仮事務所として放射光光源棟の 2 階の打ち合わせ室を確保してもらい、12 月に着任された事務参事の植田さんと 1 月に着任された事務員の坂本さん (写真 1) と、技術参事の大門が執務しております。植田さんと坂本さんはどうやら花粉症で、苦しみながら仕事をしています。また先日には計 5 件の国際入札もやっと無事終了し、来年度の予算と計画書を練っているところです。また、4 月 12 日には PF-AR 北実験棟の近くに新築された共同研究棟 (写真 2) に入居いたしました。ここには事務スタッフと研究員を収容する予定で、腰原プロジェクトの本拠地となります。5 月 1 日には分子動画観測グループに光科学の専門家が、さらに 7 月 1 日には高速分子動画技術開発グループにグループリーダーが着任されます。この他



写真 1 事務参事の植田さん (右) と事務員の坂本さん



写真 2 PF-AR 北西実験棟の近くに新築された PF-AR 共同研究棟

東工大学生さんの協力がいただけます。この様に腰原プロジェクトは場所と人員という両面で着々と体制を整えつつあります。

研究の進捗では NW2 において、パルスセレクターでほぼ 1 KHz の繰り返しに間引いた放射光パルスとレーザーパルス光 (ナノ秒) を電気的に同期させて、試料に照射光とレーザー光とを時間差をつけて照射する技術が確立できましたが、詳細については次の報告のお楽しみにしておきます。また超短パルス光源である外部同期型フェムト秒レーザーの立ち上げ作業も始まりつつあり、実験設備も着々とそろいつつあります。これについても近々にご紹介できるものと思います。

ところで 3 月 5 日 (金) に PF 研究会「非平衡状態の物質構造と電子状態研究の展開」が KEK と JST の共催という形で企画し実施されました。この研究会は講演者への依頼が 2 週間前という常識はずれのスケジュールでしたが、暖かいご理解を頂き進める事が出来ました。この紙面をお借りしましてご協力いただいた方々に改めて御礼申し上げます。内容は X 線領域の短パルス放射光で何をどう測定するか、どうやって短パルス化するかを主題としましたが、後日プロシーディングスという形で印刷物になりますので、ご興味あればご確認願います。

最後になりましたが強相関非平衡物質開発グループの符徳勝研究員が無機材料系開発のために 4 月 1 日に着任 (東工大研究実施場所) されましたが、この様に物質開発の方も力を入れております。今後ともプロジェクトの研究推進に努めますので、皆様の暖かいご理解をお願いいたします。

お知らせ

平成 16 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 16 年 10 月～平成 17 年 3 月
2. 応募締切日 平成 16 年 6 月 18 日（金）
〔年 2 回（前期と後期）募集しています〕
3. 応募書類記載事項（A 4 判、様式任意）
 - (1) 研究会題名（英訳を添える）
 - (2) 提案内容（400 字程度の説明）
 - (3) 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
 - (4) 世話人氏名（所内の者に限る）
 - (5) 開催を希望する時期
 - (6) 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名

4. 応募書類送付先

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

* 封筒の表に「フォトン・ファクトリー研究会応募」と朱書のこと。

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

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

旅費支給手続き変更のお知らせ

旅費支給希望者の方はこちらへ来た証拠としてサインが必要ですので必ず事務室にお立ち寄り下さい。2004 年 4 月 1 日よりサインを忘れてお帰りになりますと、旅費の支給ができないことがあります。

事務室前廊下側のカウンターに「出張者一覧」ファイルが置いてありますので、その中の「出張者リスト」にサインをお願いします。土日及び夜間も出しておきますので、ご都合の良い時にお立ち寄り下さい。「出張者リスト」にお名前がない場合は、箱の中の「出張日程確認書」にご記入の上、箱の中に入れておいて下さい。

問い合わせ先：放射光科学研究施設事務室
Tel:029-864-5635, Fax:029-864-2801

非常通報装置の設置と運用について

放射光科学第一研究系 伊藤健二（安全担当）

すでにお知らせしておりますように、「非常通報装置」を設置し、4 月上旬から運用が開始されました。本装置は、「通報ボタン」を押すと、プリセットされた 3 回線（PF 地区放送、PF-AR 地区放送、運転当番が基本セットです）に順次自動的に電話をかけ、予め録音しておいたメッセージを流す装置です。メッセージは以下のとおりです。「非常通報です。〇〇〇〇〇で非常通報ボタンが押されました。繰り返します。〇〇〇〇〇で非常通報ボタンが押されました。」本装置は、とりあえず人口密度が比較的低い箇所を選び、PF 研究棟 1F、実験準備棟、PF-AR 地区（実験棟、準備棟およびコンテナ）、低速陽電子実験室、光源棟地下・リングトンネル、RI 施設に設置しました。光源棟実験ホール内は常時人口密度が高いため、第 2 期計画に持ち越しになっています。非常通報装置本体の赤い「通報ボタン」を押すと動作します。また、装置の子機として離れた場所



左：非常通報装置本体
右：子機スイッチ

に設置されている場合もあります。子機の場合はカバーを開けて「通報ボタン」を押してください。本装置は既設電話につながんでありますので、通報中は該当部分の電話機は使えなくなります。該当電話で通話中に「通報ボタン」が押された場合も通話不能になります。間違って装置を起動させた場合や、電話を使用したい場合には非常通報装置本体にある「取り消しボタン」を2秒以上押してください。

なお、本装置を起動させてもビームダンプを起こしたり、火災報知器が鳴ることはありません。状況に応じてそれらの操作も同時に行ってください。この「非常通報装置」が起動された場合、加速器運転中であればどなたかが「通報ボタン」が押された現場に駆けつけてくれます。加速器停止期間中の夜間あるいは休日には守衛所へ直接連絡していただいた方が確実です。

人事異動・新人紹介

	発令年月日	氏名	現職	旧職
(昇任)	H16.3.15	鈴木 守	大阪大学蛋白質研究所附属 プロテオミクス総合研究センター 助教授	物構研 物質科学第二研究系 助手
(停年)	H16.3.31	小林 正典		物構研 放射光源研究系 主幹
	H16.3.31	三国 晃	再雇用職員	技術部 技術部長
(辞職)	H16.3.31	桂 共太郎		物構研 放射光源研究系 助教授
	H16.3.31	中川 武志	金沢大学理学部地球学科 研究生	物構研 物質科学第二研究系 研究機関研究員
	H16.4.15	山崎 才弘		物構研 物質科学第一研究系 研究機関研究員

予 定 一 覧

2004 年

- | | |
|----------------|---|
| 6 月 14 ～ 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 18 日 | 平成 16 年度後期フォトン・ファクトリー研究会公募締切 |
| 7 月 1 日 | PF、PF-AR 平成 16 年度第一期ユーザー運転終了 |
| 7 月 20 日～ 21 日 | PF・KENS 合同研究会「ナノサイエンス・テクノロジーと放射光／中性子反射率法」 |
| 7 月 23 日 | PF-AR, KEKB 地区停電 |
| 7 月 24 日～ 25 日 | 全所停電 |
| 8 月 29 日 | 高エネルギー加速器研究機構 一般公開 |
| 9 月 17 日 | 平成 17 年度前期共同利用実験課題 (S 型) 申請締切 * |
| 11 月 5 日 | 平成 17 年度前期共同利用実験課題 (G 型・P 型) 申請締切 * |
| 8 月 4 日～ 6 日 | 日本加速器学会年会 |

*2005 年 3 月から 9 月の間にリングの改造作業を行うため、2005 年度は今年と比較して 4 月から 6 月の実質約 2 ヶ月の実験時間（実質約 2.5 ヶ月の運転）が例年より少なくなる見込みです。平成 17 年度前期共同利用実験に申請する PF リングを使用する課題についてはご留意下さい。

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., 2004)

E : ユーザー実験 B : ボーナスタイム
M : マシスタディ T : 立ち上げ
MA : メンテナンス SB : シングルバンチ

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

2004年度後期運転スケジュールは、PFは9/21から、PF-ARは10/13からの運転開始を検討中です。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

タンパク質単結晶の放射光白色 X 線トポグラフィ

橋 勝, 小泉晴比古, 小島謙一
横浜市立大学大学院総合理学研究科

Synchrotron white-beam X-ray topography of protein single crystals

Masaru TACHIBANA, Haruhiko KOIZUMI, Kenichi KOJIMA
Graduate School of Integrated Science, Yokohama City University

1. はじめに

タンパク質結晶は、ナノメートルサイズの巨大分子がパッキングすることによって構成されている結晶である。さらに、この結晶は、結晶内に多量の水分子を含んでおり、その水の含有量は体積比で 30-80%にも及ぶことが知られている。これらの特徴は、一般の無機結晶や分子量が比較的小さい有機物から構成されている低分子有機結晶とも、大きく異なる点である。したがって、このような特徴をもつタンパク質の結晶化や、その結晶欠陥や物性に関する研究は大変興味深い。これまでもタンパク質分子に関する研究は比較的多いが、その結晶に関する研究はほとんどない。これは物性研究に必要な大型のタンパク質結晶の育成が極めて難しいことによる。また、タンパク質の結晶化は、X線構造解析といったより現実的な問題としても重要である。最近のタンパク質のX線構造解析では、数十マイクロメートルサイズの良質な結晶さえ得られれば、放射光を利用することにより十分な回折斑点が得られ、構造解析が可能になってきた。しかし、タンパク質における水素原子の位置を決めるための最も有効な方法の一つである中性子構造解析実験では、依然としてミリメートルサイズの大型結晶が必要である。したがって、タンパク質の構造解析の精密化という観点からも、大型結晶の育成とともに結晶の完全性や結晶欠陥のキャラクタリゼーションは重要である。

最近、筆者のグループは、大型のタンパク質結晶を育成し、それを用いて、X線トポグラフィによるタンパク質結晶の結晶欠陥、特に転位の観察に成功した [1]。さらに、これらの大型結晶を用いて、これまでほとんど調べられていなかったタンパク質結晶の弾性や塑性といった力学物性の測定にも成功した [2-5]。本稿では、前者の PF の BL-15B1 で行われたタンパク質結晶の放射光白色 X 線トポグラフィについて、最近の研究成果について報告する。

2. タンパク質結晶の X 線トポグラフィ

X線トポグラフィは、比較的完全性の高い結晶に対して、結晶全体における欠陥の場所的分布状態を知ることができ、さらに、その欠陥の種類、例えば、転位のバーガス・ベクトルまで同定することができる [6-8]。そのため、

X線トポグラフィは、結晶欠陥を観察するための最も有効な方法の一つとして広く利用されてきた。X線トポグラフィは大きく分けて 2 種類の方法がある。一つは、単色 X 線を用いる方法で、もう一つは白色 X 線を用いる方法である。単色 X 線を用いた場合には、高分解の欠陥像を得ることができるが、試料のセッティングに手間がかかり撮影時間も長くなる。一方、白色 X 線を用いた場合には、欠陥像の分解能は悪くなるが、試料のセッティングが容易で撮影時間は短くなる。さらに、一度の X 線照射で多数の反射に対応するトポグラフが一枚のフィルム上に記録されるので、一度の撮影で転位のバーガス・ベクトルの決定が可能になる。タンパク質結晶は、構造が複雑で、脆く壊れやすいので、試料のセッティングが容易で、試料のセッティングから撮影までが短時間で終わることが必要である。このことは、白色 X 線トポグラフィがタンパク質結晶に対してより実用的であることを意味している。また、角度分散が小さい高強度の放射光を利用すれば分解能や撮影時間が大幅に改善される。したがって、放射光白色 X 線トポグラフィはタンパク質結晶の欠陥の観察においてより有効な方法である。

X線トポグラフィによるタンパク質結晶の欠陥の研究は、国内では京大の泉と筆者のグループが PF の BL-15B を利用して世界に先駆け開始した [9,10]。一方、外国でもいくつかの精力的な研究が NSLS, ESRF, CHESS, APS などの放射光を利用して行われている [11-18]。しかしながら、これまでに欠陥像を明瞭に観察した例はほとんどなく、転位像の消滅条件から転位を観察したのは泉と筆者のグループの共同研究によるもののみである [10]。筆者のグループは、以前から PF の BL-15B の放射光を利用して低分子有機結晶の放射光白色 X 線トポグラフィに関する研究を行ってきた [19-23]。代表的な成果として、X線テレビカメラを用いた低分子有機結晶中の転位の動的挙動の観察などがあげられる [23]。これらの研究を通して、低分子有機結晶の放射光白色 X 線トポグラフィは照射損傷を受けやすいものの基本的には無機結晶で確立されてきた撮影方法や解析方法がそのまま使えることがわかった。しかし、タンパク質結晶では、必ずしもこれまでの方法がそのまま適

用できないことがわかってきた。

X線トポグラフィにおける結晶欠陥のコントラストは、主に、欠陥まわりの歪んだ領域からの運動学的X線回折による direct image (直接像) として観察される [6-8]。一般に、X線トポグラフィによって結晶内部を含む結晶全体における欠陥の場所的分布状態を観察するためには、反射法よりもむしろ透過法が用いられる。透過法によって直接像を観察するためには、よく知られているように試料の厚さ t は $\mu t < 1$ の条件を満足しなければならない。ここで、 μ は試料における入射X線の線吸収係数である。さらに、重要な条件として、 $t > \alpha \zeta$ がある [24]。ここで、 ζ は消衰距離、 $\alpha = 0.15 - 0.4$ である。これらの条件をまとめると、直接像を得るための試料の厚さの範囲は

$$0.4\zeta < t < 1/\mu \quad (1)$$

となる。また、完全結晶の対称反射における消衰距離 ζ は、

$$\zeta = (\pi/r_e)V_c \cos\theta / |F_{hkl}| \lambda \quad (2)$$

で与えられる。ここで、 r_e は電子の古典半径、 V_c は単位格子の体積、 θ はブラッグ角、 F_{hkl} は構造因子、 λ は入射X線の波長である。Table 1 に、X線トポグラフィで直接像を得るための試料の厚さの範囲 (1) 式) が、代表的な無機結晶 (Si)、低分子有機結晶 (ベンジル)、タンパク質結晶 (正方晶ニワトリ卵白リゾチーム) に対して、それぞれ示されている。これらの値は、それぞれ典型的なX線トポグラフィの実験条件において計算されたものである。Table 1 に示されているように、Si やベンジルでは厚さの上限値は、それぞれ 0.732 mm、1.428 mm で、下限値は、それぞれ 0.024 mm、0.038 mm である。一方、正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶では、上限値が 5.02 mm で、下限値が 1.35 mm である。タンパク質結晶では、上限値も下限値もどちらも無機結晶や低分子有機結晶より大きくなり、特に、下限値は二桁も大きくなる。これは、(2) 式から明らかな

Table 1 Critical conditions ($0.4\zeta < t < 1/\mu$) for the thickness t of samples to obtain direct images on transmission X-ray topographs for typical inorganic crystal (Si), organic crystal of small molecule (benzil) and protein crystal (tetragonal hen egg-white (HEW) lysozyme). X-ray wavelengths and reflections employed in these calculations are usually used in X-ray topographic experiments. The X-ray wavelengths are 0.71, 1.54 and 1.41 Å for Si, benzil and tetragonal HEW lysozyme, respectively. V_c is the volume of unit cell, F_{hkl} is the structure factor for the reflection, μ is the linear absorption coefficient and ζ is the extinction distance.

Crystal (Reflection)	V_c (Å ³)	$ F_{hkl} $	μ (mm ⁻¹)	ζ (mm)	$0.4\zeta < t < 1/\mu$ (mm)
Si (333)	160	37.9	1.365	0.062	$0.024 < t < 0.732$
Benzil (2200)	416	61.9	0.7	0.096	$0.038 < t < 1.428$
Tetragonal HEW lysozyme (800)	237133	695	0.199	3.383	$1.35 < t < 5.02$

ように、消衰距離が、主に、構造因子に対する単位格子の体積の比で決まることによる。すなわち、タンパク質結晶では単位格子の体積が大きいので、その消衰距離が極端に大きくなるからである。Table 1 から明らかなように、無機結晶や低分子有機結晶のトポグラフィ実験では、よく知られているように試料の厚さの上限値が重要であり、できるだけ薄い試料、ここでは、1 mm 以下のものが重要なことがわかる。一方、ミリメートルサイズの結晶が得難いタンパク質結晶では、下限値が大きな問題となり、ここでは、1.5 mm 以上の結晶が必要なことを示している。これまで行われてきたタンパク質結晶のX線トポグラフィ実験のほとんどは、0.5 mm 以下の結晶が用いられてきた [11-18]。したがって、このような結晶の小ささがX線トポグラフィによる直接像としての欠陥の観察を困難にしていたものと考えられる。本研究では、ニワトリ卵白リゾチームの大型結晶を育成して、X線トポグラフィによりタンパク質結晶の欠陥、特に転位の観察をおこなった。

3. 実験方法

3-1. タンパク質結晶の育成

本研究では、タンパク質としては例外的に比較的容易にミリメートルサイズの結晶が育成できる正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶を研究対象とした。大型結晶を育成するために、産総研の安宅らによって考案された NiCl₂ 濃度勾配法 [25] を用いた。この方法によって約 2 週間で最大 4 mm 程度の正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶が育成された [26]。育成された結晶は {110} と {101} の晶癖をもった。Fig. 1(a), (b) に、代表的な正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶の [001] および [110] 方向から撮影された結晶の写真それぞれを示す。本研究では、約 1.5 mm 以上の厚さをも

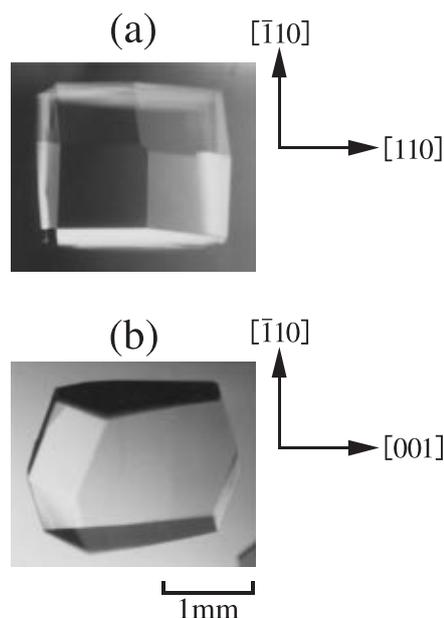


Figure 1 Optical micrographs of tetragonal hen egg-white lysozyme crystals grown by the salt concentration gradient method, respectively viewed along (a) [001] direction and (b) [110] direction.

った正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶がトポグラフ観察に用いられた。

3-2. 放射光白色X線トポグラフィ

有機結晶の放射光白色X線トポグラフィにおいて実験上の最大の問題は放射光白色X線による試料の照射損傷である。これは放射光の長波長成分による試料の温度上昇が原因である。この長波長成分を取り除くためにAlなどの金属板が吸収板として用いられてきた[19-23]。しかし、タンパク質結晶では、金属吸収板を用いても照射損傷を十分抑えることができなかつた。そこで、我々はタンパク質結晶中に多量に含まれている水分子が放射光の吸収によって何らかの変化を受け、それによって結晶の劣化を引き起こしていると考えた。そこで水フィルターを用いることによって、長波長成分の除去と同時に結晶内の水分子による放射光の吸収を抑えることを試みた。結果として、格段に放射光によるタンパク質結晶の照射損傷を抑えることができた[9,10]。そこで本研究では、水フィルターを用いて放射光白色X線トポグラフの撮影を行った。

Fig. 2はPFのBL-15B1における放射光の強度分布を波長に対して示したものである。水フィルターを入れたときの強度分布も示されている。比較のためにSPring-8のBL28B2における放射光の強度分布も示してある。PFの放射光強度の極大値は4 Åであることがわかる。水フィルターを導入することによって、その極大値が高エネルギー側にシフトし、厚さ4 mmの水フィルターを導入すると極大値が0.9 Åになることがわかる。一方、SPring-8では放射光強度の極大値が、0.5 Åであり、当然ではあるがPFに比べてかなり高エネルギー側にある。水フィルターを入れたら、この極大値はさらに短波長側へシフトする。紙面の都合上、X線トポグラフにおける欠陥像の幅の詳細については述べないが、例えば、転位像の幅は近似的には消衰

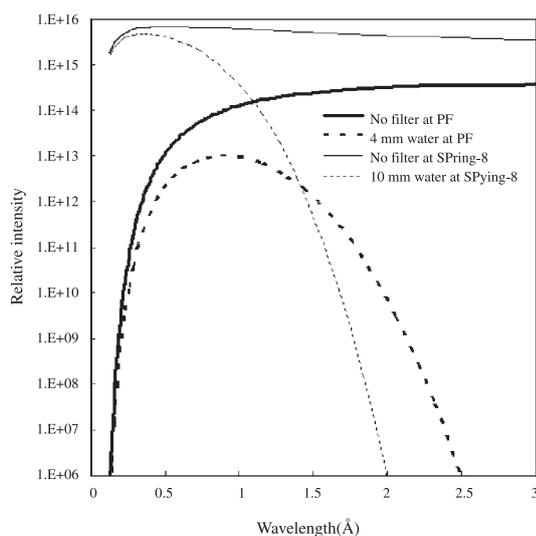


Figure 2 Synchrotron white-beam X-ray profile with wavelength arriving at the sample on BL-15B1 at PF and BL28B2 at SPring-8. The effect on the white-beam X-ray spectrum of the filtrations through 4 mm of water is shown. The intensity scale is logarithmic.

Table 2 Calculated relative intensity I_h contributed by higher-order reflections in the Laue topograph labeled 200 in Fig. 3. $P(\lambda)$ is the relative distribution of X-ray intensity of wavelength λ arriving at the sample after the 4 mm water filtration on BL-15B1 of PF (Fig. 2), F_{hkl} is the structure factor for the reflection, θ is the Bragg angle, μ is the linear absorption coefficient and t is the thickness of the crystal used. Here, the absorption has been described roughly by the factor $\exp(-\mu t)$. The values of $|F_{hkl}|$ were taken from experimental data.

Reflection	θ (°)	λ (Å)	$ F_{hkl} $	$P(\lambda)$	$\exp(-\mu t)$	I_h
200	3.25	4.48	575	$< 10^{-3}$	1.03×10^{-3}	$< 10^3$
400	3.25	2.24	885	2.30×10^{-3}	0.22	1.5×10^3
600	3.25	1.49	41	13	0.62	3.6×10^5
800	3.25	1.21	695	70	0.81	1.7×10^7
10,0,0	3.25	0.89	649	90	0.90	1.1×10^7
12,0,0	3.25	0.74	338	73	0.94	3.0×10^6
14,0,0	3.25	0.64	186	49	0.96	7.2×10^5

距離に比例する。Table 1に示したようにタンパク質結晶では消衰距離が大きいために、転位像の幅は、無機結晶や低分子有機結晶の場合に比べて、かなり広がる。この幅は、(2)式から明らかなように高エネルギーX線を用いるとさらに広がる。タンパク質結晶において、細くて明瞭な転位像を観察するためには、1 Å以上の長い波長のX線が必要となる。しかし、上述したように長波長側のX線はタンパク質結晶に照射損傷をもたらす。したがって、タンパク質結晶において、照射損傷を抑え、かつ細い転位像を観察するためには、1-2 Å程度の入射X線の波長が適当であると考えられる。もちろん、SPring-8の放射光は角度分散が小さいので結晶内の微小な歪にも敏感でありX線トポグラフィには有効である[27]が、Fig. 2から明らかなように高エネルギーX線が支配的であるため転位像の幅を広げてしまう。このことは、無機結晶や低分子有機結晶に比べて完全性の劣るタンパク質結晶では、転位像の重なりが起こり、個々の転位を識別して観察することが難しくなることを意味している。したがって、現時点では、タンパク質結晶の放射光白色X線トポグラフィに適した放射光の強度分布は、Fig. 2に示されているようなPFのBL-15B1における厚さ4 mmの水フィルターを通した0.9 Åのところの極大値をもつ放射光であると考えられる。

放射光白色X線は試験管に対し強く散乱する。このため、育成された正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶は試験管内から取り出し、X線に対し透過率の良いものに移さなければならない。一般に、X線構造解析では肉厚が0.01 mmと非常に薄いキャピラリーを用いているが、直径が最大で2 mmと小さいために大型結晶を入れることができない。そこで、キャピラリーの代わりにストローを用いた。また、結晶の乾燥を防ぐために両端をパラフィルムで封じた。正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶の[001]方向が入射X線の方向とほぼ平行になるように試料をゴニオメーター上にセットした。タンパク質結晶のように格子定数の大きな結晶では、主に低角側の回折が起こる。このため、カ

メラ長は、無機結晶や低分子有機結晶の場合に比べて長く、25 cm とした。近年、X線の記録装置として、イメージングプレートが多く用いられている。このイメージングプレートはX線に対して感度が良くX線フィルムの10倍から60倍であるため、測定時間が短く済み、コンピュータと併用することにより、データの収集を短時間で済ませることができる。さらに、フィルムのように暗室で現像をする手間が省ける。しかしながら、現在のイメージングプレートの実際の分解能はせいぜい20 μm 程度であるので、残念ながらX線トポグラフを記録するほど十分な分解能には至っていない。X線トポグラフィでは、悪くても5-10 μm 程度の分解能は必要である。したがって、現在でもX線トポグラフィ像の記録方法にはX線フィルムや原子核乾板が必要不可欠である。この一連の実験では、AGFA D2のX線フィルムを用いた。また、撮影のためのX線照射時間は数10秒であった。

4. 結果と考察

4-1. ラウエトポグラフィの解析

Fig. 3 に正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶のラウエパターンを示す。このラウエパターンをラウエ解析プログラムにより解析した。結果として、観察されたラウエパターンは正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶の[001]方向に対して、 6° 傾いた入射X線によって記録されたことが分かった。Fig. 3 に示されているように、3つの強いラウエスポットは、それぞれ、200, $\bar{1}\bar{1}0$, $1\bar{1}0$ の反射に対応することがわかった。白色X線を用いたこれらのラウエスポットには高次の反射の寄与が含まれている。Fig. 3 に示されている指数は、それぞれのラウエスポットに寄与している反射の中で最低次の指数が示されている。例えば、Fig. 3 の200に対応するスポットは400, 600, 800などの高次反射の寄与が含まれている。それぞれのラウエスポットに最も寄与している反射指数を決定するために、高次反射からの相対強度 I_h を見積もった。高次反射の相対強度 I_h は、

$$I_h = P(\lambda)|F_{hkl}|^2 \lambda^3 \text{cosec}^2 \theta \exp(-\mu t) \quad (3)$$

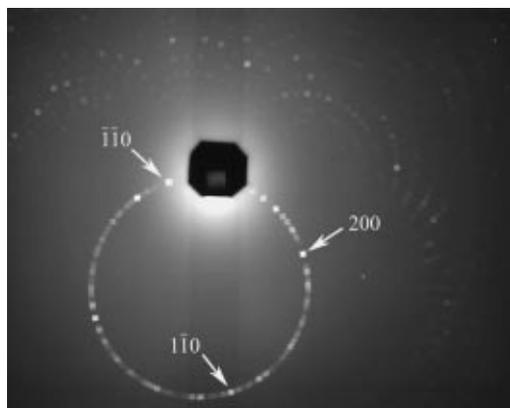


Figure 3 Laue topographic pattern recorded with the synchrotron white-beam X-ray almost parallel to [001] of the tetragonal hen egg-white lysozyme crystal.

によって与えられる [28]。ここで、 $P(\lambda)$ は入射X線の波長 λ に対する相対強度、 F_{hkl} は構造因子、 θ はブラッグ角、 $\exp(-\mu t)$ は試料によるX線の吸収を示す。Fig. 3 に示されている 200, $\bar{1}\bar{1}0$, $1\bar{1}0$ のスポットに寄与する高次反射の相対強度 I_h が、それぞれ計算された。この計算では、 $P(\lambda)$ として、Fig. 2 に示されている実際の実験に用いられた厚さ 4 mm の水フィルターを挿入した時の入射X線の相対強度を用いた。Table 2 に 200 のラウエスポットにおいて計算された高次反射の寄与を示す。Table 2 から明らかのように、200 のスポットに最も寄与している反射は 800 であることがわかる。同様に、 $\bar{1}\bar{1}0$ に対しては $\bar{4}\bar{4}0$, $1\bar{1}0$ に対しては $12, \bar{1}\bar{2}, 0$ の反射が最大の寄与を示すことがわかった。

次に、上記のように指数が同定された3つのラウエスポットに対して、(1)式で示した直接像を得ることのできる結晶の厚さの下限值である 0.4ξ [24] を計算した。800, $\bar{4}\bar{4}0$, $12, \bar{1}\bar{2}, 0$ の反射に対して計算された結晶の厚さの下限值 0.4ξ は、それぞれ、1.35 mm, 1.11 mm, 1.42 mm となった。一方、本研究で用いられた結晶の厚さは 1.5 mm 以上のものである。これらの結晶の厚さは、計算されたものの下限値よりも明らかに大きいことがわかる。つまり、本研究で用いられた結晶は、直接像を得るための条件を十分に満足していることがわかった。したがって、本研究で注目した3つのトポグラフィにおいて欠陥像、特に転位像が明瞭に観察されることが十分に期待される。

4-2. 転位のキャラクタリゼーション

Fig. 4 に Fig. 3 に示された 200, $\bar{1}\bar{1}0$, $1\bar{1}0$ のラウエスポット (トポグラフィ) の拡大写真を示す。Fig. 4(a),(b),(c) は、4-1. から、それぞれ 800, $\bar{4}\bar{4}0$, $12, \bar{1}\bar{2}, 0$ 反射によるX線トポグラフィとみなすことができる。Fig. 4(a) に見られるように、結晶の中心から外側に向かってほぼ真直ぐに伸びている線状コントラストははっきりと観察される。これらの線状コントラストは、 $[\bar{1}\bar{1}0]$ あるいは $[110]$ 方向にほぼ平行である。これらの線状コントラストの分布状態は、溶液成長によって育成される低分子有機結晶中でしばしば観察されてきた成長転位と非常に良く似ている [7,29]。さらに、 $[\bar{1}\bar{1}0]$ 方向に平行な線状コントラストは、Fig. 4(b) の $\bar{4}\bar{4}0$ 反射で消滅していることがわかる。また、 $[110]$ 方向に平行な線状コントラストは、Fig. 4(c) の $12, \bar{1}\bar{2}, 0$ 反射で消滅している。このような反射ベクトルの違いによる線状コントラストの消滅は、そのコントラストが転位像であることの一つの証拠でもある。したがって、これらの線状コントラストが転位線に対応することは明らかである。そこで、転位像の消滅則である $\mathbf{g} \cdot \mathbf{b} = 0$ に従って、転位のバーガス・ベクトルの決定を行った。 \mathbf{g} は反射 (回折) ベクトル、 \mathbf{b} はバーガス・ベクトルである。 $[\bar{1}\bar{1}0]$ に平行な転位のバーガス・ベクトルは $[\bar{1}\bar{1}0]$ 方向であり、 $[110]$ に平行な転位のそれは $[110]$ 方向であることがわかった。したがって、正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶において支配的な転位は、 $\langle 110 \rangle$ 方向のバーガス・ベクトルをもつ、らせん転位であることがわかった。さらに、Fig. 4 のトポグラフィ上

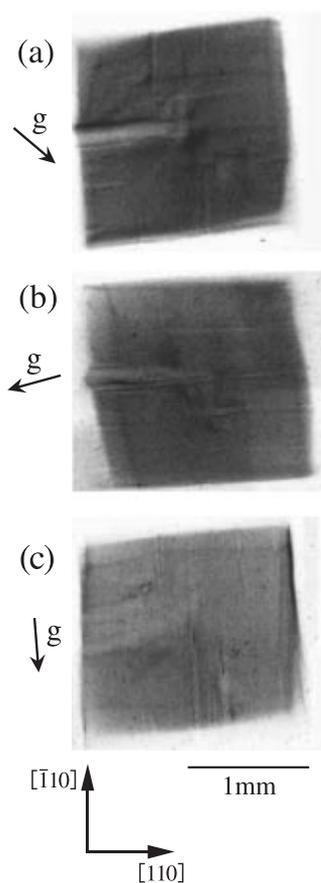


Figure 4 Laue topographs of (a) 800, (b) $\bar{4}40$ and (c) $12, \bar{1}2, 0$ reflections, respectively, enlarged from the Laue intensities labeled 200, $\bar{1}10$ and 110 in Fig. 3.

の転位線の数から、転位密度が約 $3 \times 10^2 / \text{cm}^2$ であることが見積もられた。この転位密度は、完全性の高い無機結晶や低分子有機結晶と同程度である。つまり、正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶では転位密度が比較的低いことがわかった。しかし、ロッキングカーブなどの測定から、正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶の完全性は無機結晶や低分子有機結晶のそれらに比べて低いようである。したがって、タンパク質結晶の不完全性は、主に、転位以外の欠陥によるものであると考えられる。

観察された $\langle 110 \rangle$ 方向のバーガス・ベクトルをもつ転位の起源を明らかにするために、正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶中で可能なバーガス・ベクトルを考えた。転位論 [30] によれば、転位の単位長さあたりの転位のエネルギー E は二つの項から成る。一つは転位まわりの歪み場による弾性エネルギー E_a であり、もう一つは転位芯のエネルギー E_c である。一般に、転位芯のエネルギー E_c は、転位まわりの歪み場による弾性エネルギー E_a に比べて一桁以上小さいため無視できる [31]。このため、転位のエネルギー E は、

$$E \approx E_a = (Gb^2/4\pi)\ln(R/r_0) \quad (4)$$

のように、転位の弾性エネルギー E_a として近似的に与えられる。ここで、 G は剛性率、 R/r_0 は転位芯の半径に対す

Table 3 Possible Burgers vectors b of dislocations in tetragonal hen egg-white lysozyme crystals. Gb^2 is also given in this table, since the dislocation elastic energy is proportional to Gb^2 as shown in equation (4), where G is the shear modulus estimated from the sound velocity measured previously [3].

b	$ b $ (Å)	G (GPa)	Gb^2 (10^{-10}Jm^{-1})
[001]	37.9	1.02	147
[100], [010]	79.1	1.02	638
[101]	87.7	1.02	785
[110]	111.8	1.02	1275

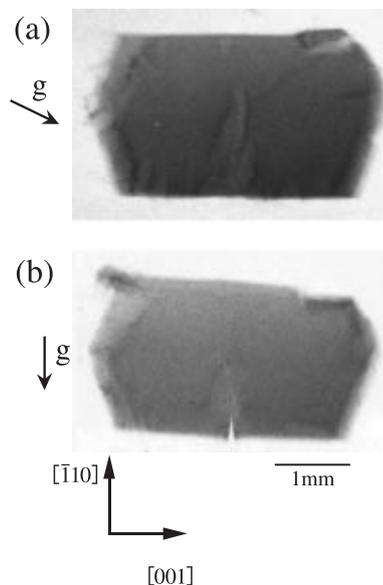


Figure 5 Laue topographs of (a) $1\bar{1}2$ and (b) $\bar{1}2, \bar{1}2, 0$ reflections recorded with the synchrotron white-beam X-ray almost parallel to $[110]$ in the tetragonal hen egg-white lysozyme crystal including cracks.

る転位線からの距離の比である。式 (4) から、転位のエネルギーがバーガス・ベクトルの二乗に比例することがわかる。これは、より短い格子並進ベクトルがバーガス・ベクトルとして可能性が高いことを示している。Table 3 に正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶中で可能なバーガス・ベクトルと、転位の弾性エネルギーすなわち Gb^2 の値が示されている。ここで、計算に用いられた剛性率 G は、以前、測定された正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶の音速の値から見積もられたものである [3]。今回の実験で観察された $\langle 110 \rangle$ 方向のバーガス・ベクトルは、Table 3 に示されているベクトルの中で最短のものではない。しかしながら、このような長いバーガス・ベクトルは、低分子有機結晶の成長転位でもしばしば観察されてきた。一般に、成長転位は弾性エネルギーが高くても、しばしば導入されることがある。実際、正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶において $\langle 110 \rangle$ 方向の渦巻き成長が原子間力顕微鏡 (AFM) によって観察されている [32-34]。このことから、観察された $\langle 110 \rangle$ 方向のらせん転位は、正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶の $\langle 110 \rangle$ 方向の渦巻き成長に対応する成長転位であると考えられる。

さらに、 $\langle 110 \rangle$ 以外のバーガス・ベクトルが、クラックの入った正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶において

観察された。Fig. 5 に、[110] 方向にはほぼ平行に X 線を入射したときの X 線トポグラフィを示す。Fig. 5(a), (b) は、指数付けの結果、それぞれ $1\bar{1}\bar{2}$, $\bar{1}\bar{2}, \bar{1}\bar{2}, 0$ の反射によるトポグラフィに対応することがわかった。結晶内のクラックはすべての反射のトポグラフィにおいて観察された。クラックの方向は [001] 方向に垂直である。Fig. 5(a) に見られるように、クラックのまわりにループ状の線状コントラストが明瞭に観察される。このループ状のコントラストは Fig. 5(a) の $1\bar{1}\bar{2}$ 反射で見ることができ、 $\bar{1}\bar{2}, \bar{1}\bar{2}, 0$ 反射においては消滅している。このコントラストの消滅もまた、その線状コントラストが転位線に対応していることを示している。また、転位像の消滅則から、バーガース・ベクトルが [001] であることが同定された。このベクトルは Table 3 の中の最短のバーガース・ベクトルに相当している。一般に、すべりによって導入されるすべり転位は最短のバーガース・ベクトルをもつ。正方晶ニワトリ卵白リゾチーム結晶におけるすべり現象、つまりすべり線は、以前行われたインデントーションによって導入された圧痕まわりに明瞭に観察されてきた [2]。このことは、すべりがクラック導入時の変形による応力集中によっても十分に引き起こされることを意味している。したがって、観察された転位ループが応力集中によって生じたすべり転位であることは明らかである。Table 3 に示されているように、タンパク質結晶の剛性率は比較的小さいもののバーガース・ベクトルがかなり大きいために、その転位の弾性エネルギーは非常に大きくなる。タンパク質結晶では、最短のバーガース・ベクトルでさえ、無機結晶や低分子有機結晶のそれらに比べてかなり大きい。このような大きな弾性エネルギーをもつタンパク質結晶の転位がすべりによって導入されることは大変興味深いことである。

5. まとめ

タンパク質結晶の X 線トポグラフィの実験条件は、良く知られているような無機結晶や低分子有機結晶とは大きく異なるが、基本的には、用いられる試料の厚さなどの実験条件が満足されればタンパク質結晶であっても明瞭なコントラストで欠陥像、特に転位像が観察されることがわかった。また、本稿では示さなかったが、転位像の詳細な解析から、タンパク質結晶中の転位の構造モデルや X 線回折像に対して、これまでの転位論や運動学的回折理論が単純には適応できない事実が現れている [35]。これが、まさにタンパク質分子自体および結晶内の水分子といったタンパク質結晶の特徴によるものであると考えられる。タンパク質結晶の物性に関する研究はまだ始まったばかりで、その性質はほとんど理解されていない。本研究における X 線トポグラフィのタンパク質結晶への応用は、これまでの Si を中心とする半導体産業の発展の歴史からも明らかのように、タンパク質結晶の物性研究の発展に向けた重要な一歩になるとと思われる。

結晶の完全性の評価は、いつの時代も比較的地味な研究であるが、固体物理、材料科学、あるいは最近のタン

パク質の構造解析においても必要不可欠である。X 線トポグラフィは結晶欠陥の観察のための最も有効な方法の一つである。外国では X 線トポグラフィの研究は依然として精力的に行われている。一方で、国内では X 線トポグラフィの研究者がかなり減少していることは大変残念なことである。PF の BL-15B1 の実験ステーションでは、これまでに単色 X 線と白色 X 線の切り替えシステムの導入や、最近では簡易型ではあるがロッキングカーブの同時測定装置を導入して頂いた。しかし、世界の主な放射光トポグラフィの実験施設からみるとかなり寂しい気がする。位相敏感トポグラフィ、逆空間マッピングシステムなどの導入といった世界トップレベルのビームラインへの改善を進めるためにもユーザー数の増加が望まれる。本稿を通して放射光トポグラフィに少しでも関心を持っていただければ幸いである。

謝辞

本研究は、主に KEK-PF の課題番号 2001G062, 2003G022 で実施されたもので、ビームライン担当者の物質構造科学研究所の杉山弘氏、河田洋氏に心から感謝いたします。また、共同研究を通してタンパク質結晶の X 線トポグラフィ研究のきっかけをつくって頂きました泉邦英氏（当時、京大）に心から感謝いたします。さらに、タンパク質結晶の育成方法や物性研究に関して様々なアドバイスや情報を提供して頂きました産業技術総合研究所関西センターの安宅光雄氏に心から感謝いたします。最後に、本研究は横浜市立大学大学院総合理学研究科の小島・橋研究室の多くの学生諸氏の協力があつて遂行することができました。改めて彼らの協力に心から感謝いたします。

引用文献

- [1] M. Tachibana, H. Koizumi, K. Izumi, K. Kajiwara, and K. Kojima, *J. Synchrotron Rad.* **10**, 416 (2003).
- [2] M. Tachibana, Y. Kobayashi, T. Shimazu, M. Ataka, and K. Kojima, *J. Cryst. Growth* **198/199**, 661 (1999).
- [3] M. Tachibana, K. Kojima, R. Ikuyama, Y. Kobayashi, M. Ataka, *Chem. Phys. Lett.* **332**, 259 (2000).
- [4] M. Tachibana, K. Kojima, R. Ikuyama, Y. Kobayashi, and M. Ataka, *Chem. Phys. Lett.* **354**, 360 (2002).
- [5] M. Tachibana, H. Koizumi, and K. Kojima, *Phys. Rev. E* (in press).
- [6] B.K. Tanner, *X-ray Diffraction Topography* (Pergamon, Oxford, 1976).
- [7] H. Klapper, *Crystals*, vol. 13, edited by H.C. Freyhardt, pp. 109-162. (Springer, Berlin, 1991).
- [8] D.K. Bowen and B.K. Tanner, *High-Resolution X-ray Diffractometry and Topography* (Taylor & Francis, London, 1998).
- [9] K. Izumi, S. Sawamura, and M. Ataka, *J. Cryst. Growth* **168**, 106 (1996).
- [10] K. Izumi, K. Taguchi, Y. Kobayashi, M. Tachibana, K.

- Kojima, and M. Ataka, *J. Cryst. Growth* **206**, 155 (1999).
- [11] V. Stojanoff and D.P. Siddons, *Acta Cryst. A* **52**, 498 (1996).
- [12] V. Stojanoff, D.P. Siddons, L.A. Monaco, P. Vekilov, and F. Rosenberger, *Acta Cryst. D* **53**, 588 (1997).
- [13] F. Otalora, J.M. Garcia-Ruiz, J.A. Gavira, and B. Capelle, *J. Cryst. Growth* **196**, 546 (1999).
- [14] I. Dobrianov, C. Caylor, S.G. Lemay, K.D. Finkelstein, and R.E. Thorne, *J. Cryst. Growth* **196**, 511 (1999).
- [15] T.J. Boggon, J.R. Helliwell, R.A. Judge, A. Olczak, D.P. Siddons, E.H. Snell, and V. Stojanoff, *Acta Cryst. D* **56**, 868 (2000).
- [16] Z.W. Hu, B. Lai, Y.S. Chu, Z. Cai, D.C. Mancini, B.R. Thomas, and A.A. Chernov, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 148101 (2000).
- [17] I. Dobrianov, K. Kriminski, C.L. Caylor, S.G. Lemay, C. Kimmer, A. Kisseley, K.D. Finkelstein, and R.E. Thorne, *Acta Cryst. D* **57**, 61 (2001).
- [18] W.M. Vetter, D.T. Gallagher, and M. Dudley, *Acta Cryst. D* **58**, 579 (2002).
- [19] M. Tachibana, S. Motomura, A. Uedono, Q. Tang, and K. Kojima, *Jpn. J. Appl. Phys.* **31**, 2202 (1992).
- [20] M. Tachibana, S. Horiuchi, J.S. Wang, and K. Kojima, *J. Phys. D* **26**, B145 (1993).
- [21] M. Tachibana, Q. Tang, N. Ide, and K. Kojima, *Jpn. J. Appl. Phys.* **33**, 1995 (1994).
- [22] M. Shimizu, M. Tachibana, K. Inoue, and K. Kojima, *J. Cryst. Growth* **177**, 135 (1997).
- [23] M. Tachibana, K. Kono, M. Shimizu, and K. Kojima, *J. Cryst. Growth* **198/199**, 665 (1999).
- [24] B.K. Tanner, *Phys. Stat. Sol. (a)* **10**, 381 (1972).
- [25] M. Ataka and T. Katsura, *JAERI-M (Japan Atomic Energy Research Institute-Memos)* **61**, 92-213 (1992).
- [26] M. Tachibana and K. Kojima, *Current Topics in Crystal Growth Research* **6**, 35 (2002).
- [27] Y. Chikaura, S. Iida, S. Kawado, S. Kimura, J. Matsui, M. Umeno, T. Ozaki, T. Shimura, Y. Suzuki, K. Izumi, K. Kawasaki, and T. Ishikawa, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **34**, A158 (2001).
- [28] T. Tuomi, K. Naukarinen, and P. Rabe, *Phys. Stat. Sol. (a)* **25**, 93 (1974).
- [29] J.N. Sherwood, *Defect Control in Semiconductors*, edited by K. Sumino, pp. 1611-1621 (North-Holland, Amsterdam, 1990).
- [30] J.P. Hirth and J. Lothe, *Theory of Dislocations*, 2nd ed. (Wiley, New York, 1982).
- [31] K. Kojima, *Progress in Crystal Growth and Characterization*, edited by N. Niizeki, pp. 369-420 (Pergamon, Oxford, 1991).
- [32] S.D. Durbin, W.E. Carlson, and M.T. Saros, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **26**, B128 (1993).
- [33] J.H. Konert, P. D'Antonio, and K.B. Ward, *Acta Cryst. D* **50**, 603 (1994).
- [34] A. McPherson, A.J. Malkin, Yu.G. Kuznetsov, and M. Plomp, *Acta Cryst. D* **57**, 1053 (2001).
- [35] H. Koizumi, M. Shimizu, M. Tachibana, and K. Kojima, (in preparation).

(2004年3月3日原稿受付)

著者紹介

橘 勝 Masaru TACHIBANA



横浜市立大学大学院総合理学研究科
助教授

〒236-0027 横浜市金沢区瀬戸 22-2

TEL&FAX: 045-787-2307

e-mail: tachiban@yokohama-cu.ac.jp

略歴：1991年早稲田大学大学院理工学研究科博士課程中退，1991年横浜市立大学文理学部助手，1998年ケンタッキー大学博士研究員，1999年ペンシルバニア州立大学博士研究員を経て，2001年より現職。工学博士。

最近の研究：フラーレン・ナノチューブからタンパク質まで様々な分子性結晶の育成と構造，力学，光学的性質に関する研究。

小泉晴比古 Haruhiko KOIZUMI

横浜市立大学大学院総合理学研究科
博士後期課程在学 (D1)

〒236-0027 横浜市金沢区瀬戸 22-2

TEL: 045-787-2162

FAX: 045-787-2172

小島謙一 Kenichi KOJIMA



横浜市立大学大学院総合理学研究科
教授

〒236-0027 横浜市金沢区瀬戸 22-2

TEL: 045-787-2171

FAX: 045-787-2172

e-mail: kojima@yokohama-cu.ac.jp

略歴：1971年東北大学大学院工学研究科博士課程修了，1972年横浜市立大学文理学部物理学課程助手，1975-1976 ノースウエスタン大学博士研究員，1983年横浜市立大学文理学部教授を経て，2000年より現職。工学博士。

Mn 酸化物薄膜を用いた共鳴 X 線散乱の機構の研究

若林裕助
物質構造科学研究所

Mechanism of K-edge Resonant X-ray Scattering on Manganite

Yusuke WAKABAYASHI
Institute of Material Structure Science

1. はじめに

放射光の大きな特徴として、大強度、高平行度、パルス性、波長選択性（白色性）、偏光特性があるという話は、PF ニュースの読者には言うまでも無いことだろう。本稿では、この中の二つ、波長選択性と偏光特性を利用し、PF から世界に広がった共鳴 X 線散乱法（Resonant X-ray Scattering, 以下 RXS と略）について、その機構を実験的に調べた結果を報告する。私自身は、パズルを解くようなつもりで実験を計画し、測定し、解析を行った。正確な議論は別に譲ることとして [1]、なるべく直感的な説明を試みたので気楽に読んでいただくと幸いである。

RXS とは、吸収端を利用した回折実験を指す言葉である。これ自体は昔からある実験法である [2] が、物性物理の世界でこれが注目されたのはつい最近のことである。そのきっかけは、ペロブスカイト型 Mn 酸化物の中で生じていると信じられていた軌道秩序を、X 線の原子散乱因子の異方性を測定することで直接観測できたという村上らの論文 [3] であった。この論文では、Mn の K 吸収端近傍のエネルギーの X 線を用いて、X 線の偏光ベクトルに対して Mn の原子散乱因子の異常分散項が異方的になっているのを観測している。そして、この異常分散は 1s から 4p バンドへの双極子遷移に対応する；4p バンドは 3d と混成しているので、異常分散項の異方性は 3d の異方性の証拠である、という説明がなされた。この物質では、Mn の 3d 電子がどの軌道を占有しているかが物性に大きく関与しているので、軌道の占有状態を知る実験手段が強く要求されていた。そのためにこの PF BL-4C で行われた実験結果は世界中から大きな注目を集めた。ここで問題になるのが、観測している 4p バンドが 3d の電子と本当に関係があるのか、である。この問題に対して、後述する二種類の理論的な解釈 [4, 5] が提案された。一つは RXS で d 電子を観測しているというものであり、もう一つは格子の形状が見えている、というものであった。d 電子が異方的であるならば格子も異方的になるであろうからどちらでも構わない、という立場もあるであろう。しかし、私はそれが気持ち悪かった。理論家の意見が分かれているのならば、明瞭に納得できる実験をしよう。それがこの研究の動機である。

さて、ここで一步引いて、RXS 以外に電子の占有する軌道を調べる手法にどのようなものがあるか、そしてそれらと RXS を比較すると何が違うかを見てみよう。軌道の

状態を実験的に調べる手法には様々なものがあるが、それらの長距離秩序状態を調べる手法は極めて限定される。一番直観的なやり方は、結晶構造を調べて、ある元素の周囲の配位のしかたから価電子の状態を想像する、という手法である。さらに直接的な手法として、非常に大きな波数まで X 線回折の実験を行ない、電荷密度分布を直接求めるという手法がある。この手法と類似のアプローチで、マキシマムエントロピー法による軌道状態の研究も進んでいる。別のアプローチとして、強磁性体の磁気散乱因子を偏極中性子散乱や X 線磁気散乱で求め、そこからスピンを担う電子の空間分布を求めるという手法がある。これらの手法はどれも、何を測っているのかがはっきりしており、解析結果に自信があるならば解釈に悩む必要は無い。それに比べ RXS は、注目する散乱因子の異方性の起源が何であるかがはっきりしておらず、解釈が困難であった。その代わりに RXS は、他の手法と比べて極めて短時間で測定でき、また試料に対する制約も少ないため、温度や圧力に対する応答を、実現可能なレベルの測定時間で調べられるという大きな利点がある。そのために、多くの研究が短期間のうちになされるようになった。つまり、RXS で何を測定しているかがはっきりわかれば、それだけでとても大きな進歩であると言える。

2. 共鳴 X 線散乱の機構～二つの理論

上述したとおり、RXS の機構として二つの理論的説明がある。共通認識は、Mn K 吸収端の RXS では 1s から 4p への遷移を観測している、という点である。異常分散項の中身に興味のある方は、文献 [4] をご覧いただきたい。エネルギーが K 吸収端より高く、x 方向に振動する電場を持つ X 線が Mn 原子に照射されると、1s 電子が $4p_x$ に励起される。z 方向に振動する電場が入射すれば $4p_z$ に励起される。 $4p_x$ と $4p_z$ のエネルギーが違えば、原子散乱因子は偏光に対して異方的になる。問題なのは、4p と 3d の関係である。孤立 MnO_6 に対する計算を行った結果、異方的な 3d 電子雲と 4p 軌道の間 Coulomb 相互作用によって 4p が異方的になる、という報告がなされた [5]。以下、これを Coulomb 機構と呼ぶ。一方、バンド計算の結果、Jahn-Teller 型格子ひずみがあれば異方的な電子が無くても RXS は観測される、という報告がなされた [4]。以下これを JT 機構と呼ぶ。この事情を Fig. 1 に模式的に示した。

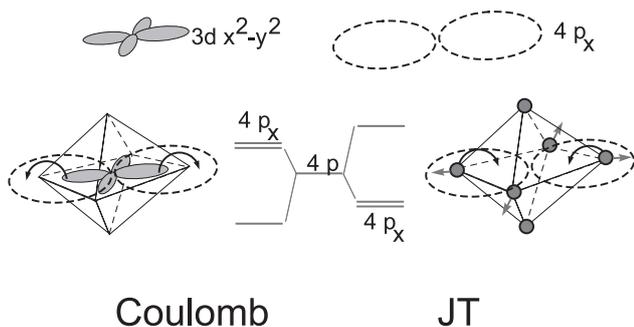


Figure 1 Schematic view of the theoretical expectation of 4p-splitting.

両者は打ち消しあう効果を持つ。例えば、 $3d_{x^2-y^2}$ 軌道が占有された Mn イオンの $4p_z$ のエネルギーは $4p_{x,y}$ に比べて、Coulomb 機構では低いことを予想し、JT 機構では高いことを予想する。

なお、一般には熱振動の異方性が関与する場合もある [6] が、Mn 酸化物系では Mn サイトに反転対称性があるためにこの効果は無くなる。さらに、 MnO_6 八面体が曲がって繋がった結晶構造の場合 ($Mn-O-Mn$ の角度が 180 度からずれている場合)、その曲がりの効果も指摘されている [7] が、今回扱った物質ではこの角度はそれほど 180 度からずれていないので無視できると仮定した。

3. 問題解決の方法

原理的には双方の効果が存在するだろう。過去の Mn 酸化物系の研究から、Coulomb 機構と JT 機構とを比較すると、JT 機構の寄与が大きいことが知られている [8, 9, 10]。しかし、Coulomb が JT に比べて無視できるほど小さいのか、同程度の効果が打ち消しあって強い方が残っているのか、は大きな違いである。もし後者であるならば、たとえば Mn を Fe に変えただけで Coulomb 機構が優勢になる、などということがあるかもしれない。

この判別のためには、同じ結晶格子を持ちながら、異方的に分布した価電子 (Mn 酸化物では e_g 電子) が存在する系と、存在しない系の散乱因子の異方性を比較すればよい。 e_g 電子の無い系の散乱因子の異方性が格子歪みに起因する異方性である。そして、両者の差が異方的な電子雲に起因する散乱因子の異方性である。しかし、実際にはそれほど都合のよい物質の組み合わせは無い。幸い、Mn 酸化物系では薄膜を作る技術の向上が著しく、上手な人が作ると膜全体に均一に応力がかかった、完璧にきれいな膜を積み上げることができる。そこで、薄膜でこの目的にかなう物質を作り出せないか、薄膜作成の名人である東大先端研・宮野研の和泉真氏に相談した。議論の結果、立方ペロブスカイトの $SrTiO_3$ を基板とし、その (001) 面上に成膜して、 a 軸と b 軸を強制的に揃えることとした。こうすることで、結晶構造を一つの軸の上に並べて比較することができるようになる。提供してもらった膜は宮野研の学生の中村優男氏が作成したものである。彼の作った膜はどれも応力が膜全体に均一にかかった、完璧にきれいな膜であった。

試料としてレーザーアブレーション法で作った [12]4

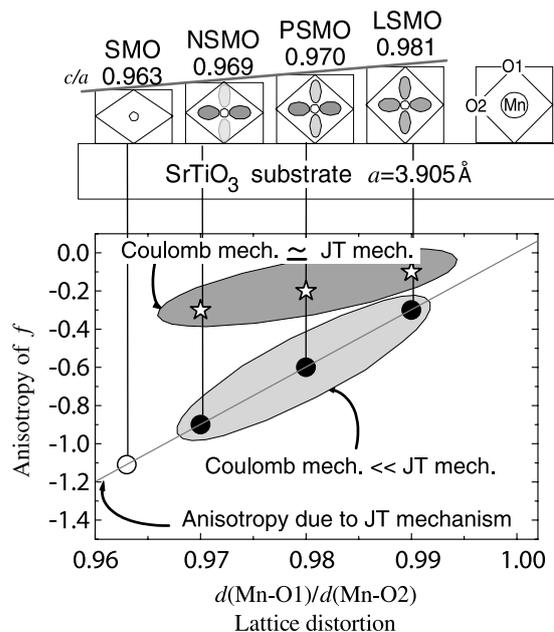


Figure 2 Schematic view of the electronic structure and lattice distortion of the samples used. Electronic structure is confirmed using magnetic/electronic property [11]. Expected results for the case that magnitude of Coulomb mechanism is comparable to (significantly smaller than) that of JT mechanism are shown by open stars (closed circles).

つの薄膜を測定した。 Mn^{4+} を持つ $SrMnO_3$ 薄膜 (以下では SMO と省略) と、 Mn^{3+4} を持つ $La_{0.6}Sr_{0.4}MnO_3$, $Pr_{0.6}Sr_{0.4}MnO_3$, $Nd_{0.6}Sr_{0.4}MnO_3$ (それぞれ LSMO, PSMO, NSMO と省略) である。前者は異方的になり得る e_g 電子を一つも持っておらず、後者 3 つはその e_g 電子を Mn 一つあたり 0.6 個持っている。これらの試料の格子の形状と電子状態を模式的に Fig. 2 に示した。ここで重要なのは、 e_g 電子を一つも含まない SMO を測定している点である。 c 軸長は 4 つの膜で全て異なり、 MnO_6 八面体が c 面内に引き伸ばされる度合いが異なる。このような格子の形状から、 Mn^{3+4} 酸化物では e_g 電子は面内に広がった $d_{x^2-y^2}$ 軌道を主に占有する (すなわち異方的な電子分布を持つ) と期待される。余談ではあるが、このような軌道の占有状態を、この分野では強磁性にならって“強軌道秩序 (ferro orbital order)”と呼んでいる。

JT 機構に起因する散乱因子の異方性は MnO_6 八面体の歪み量に比例すると仮定する。SMO の原子散乱因子の異方性と八面体の歪み量とを測定することで、JT 機構に起因する散乱因子の異方性を八面体の歪み量の関数として知ることができる。次いで LSMO, PSMO, NSMO の散乱因子の異方性と歪み量を測定する。JT 機構起因の散乱因子の異方性以外の成分があれば、それが異方的に広がった e_g 電子の影響である。ここまでの議論を Fig. 2 に図示した。ここで強調しておきたいことは、JT 機構、Coulomb 機構どちらか、あるいは両方の理論が全く間違っていたとしても、この議論はなんら変化しないという点である。完全に実験的に、 e_g 電子の作る散乱因子の異方性を知ることができるのである。

この比較を行うにあたり、 e_g 電子を持つ系として選んだ三つの薄膜（のうち一つ以上）が、異方的な軌道状態を持っている事を確認しなくてはならない。等方的な軌道状態の場合、当然の事ながら e_g 電子に起因する散乱因子の異方性が存在しないためである。この点は文献 [11] の物性測定で確認されており、少なくとも NSMO では、 c 面内の電気伝導度が c 軸方向のそれより 6 桁程度大きく、 c 面に広がった e_g 軌道 ($d_{x^2-y^2}$) を電子が占有していることが確認されている。一方、LSMO では金属的な伝導が確認され、比較的等方的な e_g 電子の分布が実現していた。

実験で決定する必要がある量は、 MnO_6 の歪み量を表す酸素位置 (Fig. 2 横軸) と、散乱因子の異方性 (同 縦軸) との二つである。通常、薄膜の歪み量は格子定数の比 c/a でのみ評価されている。しかし、バルクの Mn 酸化物は $SrTiO_3$ 型のペロブスカイト構造と異なり、 MnO_6 八面体同士が曲がって繋がっている。そのため、薄膜でも大なり小なりこの曲がりが存在するだろうと思える。実際、JASRI の大隅氏が PF に所属していたころ、この曲がりに対応する超格子反射を、類似の薄膜について BL-16A2 で観測している。この曲がりの大きさを評価しないままでは、歪み量を大きく勘違いしたまま議論を進めてしまう可能性がある。そこで、超格子反射強度を測定して歪み量を見積もることとした。もう一つの測らなくてはいけない量、散乱因子の異方性は、名大の木山氏が PF に在籍していた頃に BL-16A2 で開発した干渉法という手法がある [9] ので、それを用いた。

以下、Fig. 2 下段のグラフの横軸と縦軸を決める実験について説明するが、方法に興味が無くて結果だけ知りたいという方は、結果の節を飛ばして Fig. 7 だけ見てもらえば話は繋がると思う。

4. 結果

4-1. 薄膜中の酸素位置の確定

MnO_6 八面体の形状を明らかにするべく、吸収端を利用した X 線回折実験を、四軸回折計を備えた BL-1A, BL-9C で行った。

全ての膜について超格子反射を探した。その結果、SMO については長周期構造が無いことがわかった。そして、LSMO, PSMO, NSMO について $\sqrt{2} \times \sqrt{2} \times 2$ 構造を仮定すると全ての反射に指数が付けられる事を確認した。以下、実際に構造を求めた手順を示す。

薄膜の構造をきちんと調べるのはかなり難しい事である。本質的な問題は、基板表面からの散乱 (CTR 散乱) の影響が反射ごとに異なる点と、Bragg 反射が Laue 関数で広がってしまう点にある。今回の試料でどの程度の CTR 散乱の広がりがあるのか、また Bragg 反射の広がりがどの程度であるかを見るために、LSMO 薄膜について、基板の 102 反射から c^* 方向に測定した結果を Fig. 3 に示す。図を見る限り、CTR 散乱の影響が強く関与しているようには見えないので、今回は CTR 散乱の影響は補正する必要がないと判断した。次にピーク幅を見ると、薄膜の

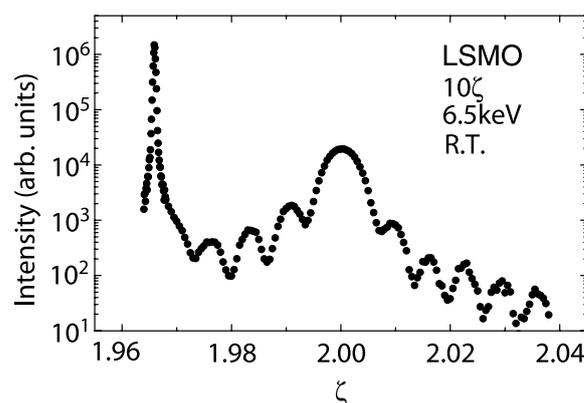


Figure 3 Intensity distribution on (10ζ) line of LSMO. The sharp peak at $\zeta=1.965$ is the 102 Bragg reflection of the substrate. The Bragg scattering from the film is broaden and undulated by Laue function

Bragg 反射は基板の Bragg 反射に比べて 10 倍以上広がっている事がわかる。装置の分解能は回折計の角度に依存するので、 δ 関数状の物を測定する通常の構造解析での測定法では、このような場合にきちんとしたデータを取る事ができない。さらに、基板による異方的な吸収が避けられない、完浴条件での測定が困難なために回折計の四軸角によって X 線が照射される試料体積が変化するという、幾何学的な配置に関連する問題がある。これらの問題を回避するため、測定は全て基板を貫通しない反射型の配置 (Bragg case) で行い、分解能と試料体積の回折計角度依存を補正するため、超格子反射強度の測定値に、隣接する基本反射強度の計算値を測定値で割った値を掛け算した。この補正のための係数は回折計の角度によって変化する。その係数が回折計の角度に対して滑らかに変化する事を確認した。

LSMO の超格子反射は主反射から $(\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2})$ 離れた位置のみ観測された。LSMO の超格子反射である $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ 反射強度は、Fig. 4 に示したように、Mn 吸収端、La 吸収端近傍で入射 X 線エネルギーに依存しなかった。この結果は、両方の吸収端で強い変化を示した主反射の結果と対照的であり、酸素のみが立方ペロブスカイト構造の対称性を破っていることを意味している。この追加情報を得た上で、バルクでの空間群 $Pbnm$ を仮定して酸素の歪み量を見積もった。LSMO の場合、この空間群で期待されるより厳しい消滅則があり、本当の空間群はより高い対称性を持っていると期待される。しかし、ここでの目的は飽くまで“ MnO_6 歪みがどうなっているか知る”事であるので、正しい対称性が何であるかは追及しない。ここまでの情報から、面内酸素 (O2) の z と、頂点酸素 (O1) の x のみが 0 でない値を持つ事がわかった。この二つのパラメータを、7 つの超格子反射強度を測定して見積もった。その結果として、平たく歪んだ MnO_6 八面体が、 $Mn-O2-Mn$ 角 169° で繋がった構造を得た。

同様の測定を PSMO と NSMO に対しても行った。これらの膜では、主反射から、 $(\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2})$ 、及び $(00\frac{1}{2})$ 離れた位置に超格子反射が観測された。LSMO と同様に、 $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ 反射には希土類からの散乱振幅が含まれないが、LSMO に

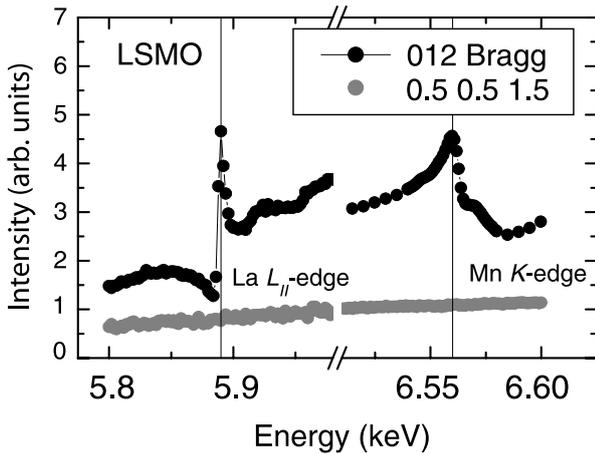


Figure 4 Incident x-ray energy dependence of 012 Bragg and $\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{3}{2}$ superlattice reflections of LSMO. Fundamental reflection intensity has sharp change at both La and Mn absorption edge while superlattice intensity has no change.

見られなかった $11\frac{3}{2}$ 反射には希土類からの散乱振幅が含まれていた。この結果から、この二つの膜では LSMO とは異なり希土類サイトの変位が存在することがわかった。LSMO に比べると原子変位がやや複雑に生じているため、より多くの超格子反射強度を集め、01-Mn-O2 角と二つの Mn-O2 距離に拘束条件を課す事で歪み量を求めた。結果は Fig. 7 の横軸の通りである。

八面体の形状を表現するのに必要な Mn-O1 距離、Mn-O2 距離をそれぞれ $d(\text{Mn-O1})$, $d(\text{Mn-O2})$ と定義する。四つの膜の酸素位置を測った結果、 $d(\text{Mn-O1})/d(\text{Mn-O2})$ の大きさは c/a と最大で 0.5% 異なることがわかった。今回の測定は c/a で 3% の範囲の比較であるので、この差は小さくない。しかしながら、どちらの基準で見てもひずみが大きい順に並べると SMO, NSMO, PSMO, LSMO となり、順位が変わるほどの変化はなかった。

4.2 散乱因子の異方性の測定

次に、散乱因子の異方性を調べた。全ての Mn 原子が同じ異方的散乱因子を持っている場合、その異方性は主反射に反映される。主反射から散乱因子の異方性を求める手法は干渉法と呼ばれている。詳細は文献 [9, 10] をご覧いただくとして、ここでは直感的な話に留める。この手法は、直線偏光の X 線が入射したときに、散乱因子が異方的な場合、散乱 X 線の偏光が回転する事を利用する。Fig. 5 を使って 101 反射を測定する場合を考えよう。入射 X 線は横向きの直線偏光 (a) であるが、これは (b) に示した二つの成分 α, β に分けることができる。101 反射を起こす時には (b) 下段のような原子面に X 線は入射する。散乱因子が異方的であれば (c) 上段のような、等方的であれば下段のような散乱因子で X 線は散乱される。その結果、散乱される X 線は (d) のような偏光特性を持つ。散乱因子が等方的であれば偏光は回転しないが、異方的であれば回転するのがわかるだろう。この偏光の回転量を偏光解析装置 (X 線に対する偏光板の役割を果たす。我々は散乱角が 90 度程度

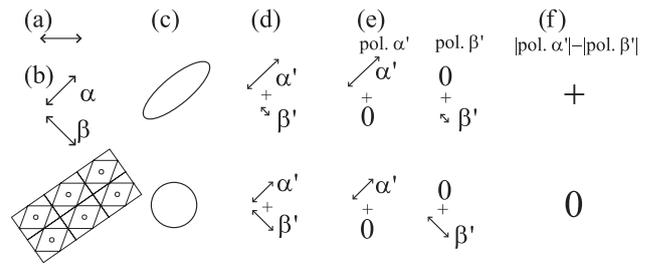


Figure 5 Schematic view of the interference method. (a) Polarization of incident x-ray. (b) Two components of incident polarization and atomic arrangement of 101 Bragg diffraction. (c) Anisotropic- and isotropic structure factor. (d) Polarization and amplitude of scattered x-ray. (e) That after polarization analysis. (f) Subtraction of the two polarimeter arrangement.

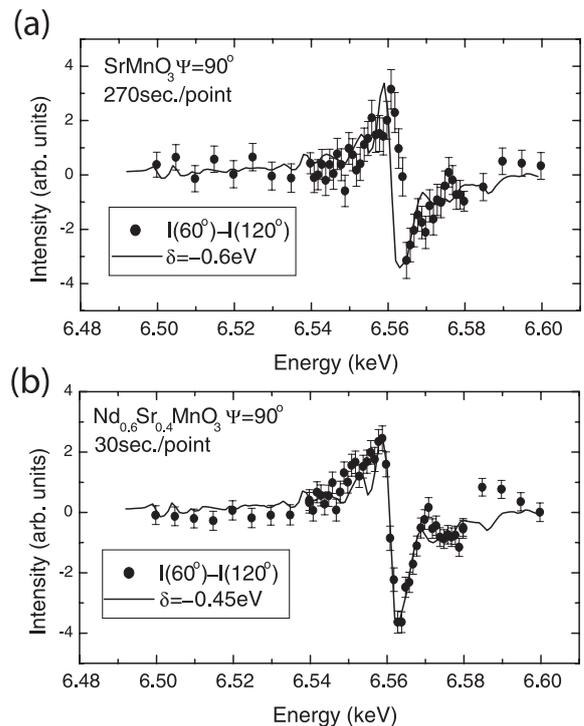


Figure 6 (a) Difference of the measured intensity of SrMnO₃ 102 Bragg reflection between polarimeter angle $\phi_A=60^\circ$ and 120° as a function of E . This result shows that the atomic scattering factor of the Mn⁴⁺ is anisotropic. (b) That of Nd_{0.6}Sr_{0.4}MnO₃.

になるアナライザー結晶を用いる装置を使っている) を用いて測定する。(e) に示したように、 α', β' のみを取り出す 2 種類の角度に偏光板を置いて測定すると、偏光板を通過する X 線の量は散乱因子が異方的な場合のみ差が生じ、偏光の回転度を通して散乱因子の異方性の度合いを測定することができる (f)。

干渉法の実験は KEK PF の BL-9C で行った。実験では偏光解析装置の角度は 60° と 120° で行い、その差 $I_{60}-I_{120}$ を測定した。SMO と NSMO に対して得られた $I_{60}-I_{120}$ を、エネルギーの関数として Fig. 6 に示した。この結果を解析するためには各元素の散乱因子が必要である。Mn の散乱因子の異常分散項 f'' を得るために SrMnO₃ 粉末の吸収スペクトルを測定し、 f' は得られた f'' を Kramers-Kronig 変換することで得た。Mn の f', f'' は面内と面に垂直方向で異方的

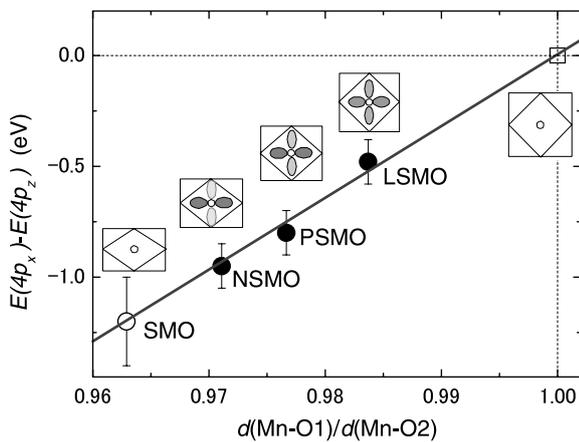


Figure 7 $4p$ level splitting δ as a function of the lattice constant c . This result indicates that the anisotropy of the form factor is caused by the lattice distortion of the MnO_6 octahedra, and the effect of the existence of the e_g electron is negligible.

であるので、 $f(E\pm\delta)$, $f^*(E\pm\delta)$ でこれらを近似した。La, Nd, Pr, Sr, O の散乱因子の通常項, 異常分散項の値は文献 [13] を用いた。実験結果と合うように δ の大きさを決め、散乱因子の異方性の大きさを δ で表した。 δ は $4p$ レベルのスプリットの大きさをあらわすと期待できる。

こうして求めた 4 つのサンプルの $4p_x$ と $4p_z$ のエネルギー差 ($=2\delta$) を、八面体の歪みを表す量 $d(Mn-O1)/d(Mn-O2)$ の関数としてプロットした結果が Fig. 7 である。Fig. 2 と比較すればわかるとおり、Coulomb 機構の大きさは JT 機構のそれに比べて無視できるほど小さい事がわかった。

5. おわりに

この結果から、Mn 酸化物系では $1s-4p$ 遷移に対応する原子散乱因子の異方性は格子のひずみに起因し、 e_g 電子の存在は実験精度の範囲で影響を及ぼさないことがわかった。つまり、この系に対する共鳴 X 線散乱による軌道の観測法は、特定元素の周囲の配位子の位置から軌道の状態を議論するのと同等の軌道観測法であると言える。

この研究は、澤博助教授 (PF), 中村優男氏 (東大院工), 和泉真講師, 宮野健次郎教授 (東大先端研) との共同研究です。また、村上洋一, 中尾裕則, 木山隆, 大隅寛幸, 石原純夫の各氏には、多くの議論を頂きました。ここに記して深謝します。全ての実験は PF 共同利用課題 2001G250 の下で行われました。

引用文献

[1] Y. Wakabayashi, H. Sawa, M. Nakamura, M. Izumi and K. Miyano, Phys. Rev. B **69**, (2004) 144414.
 [2] 今回の話題に近い例として D. H. Templeton and L. K. Templeton, Acta Cryst. A **42**, (1986) 478.
 [3] Y. Murakami, H. Kawada, H. Kawata, M. Tanaka, T. Arima, Y. Moritomo and Y. Tokura, Phys. Rev. Lett. **80**, (1998) 1932.
 [4] S. Ishihara and S. Maekawa, Phys. Rev. Lett. **80**, (1998)

3799.
 [5] I. S. Elfimov, V. I. Anisimov and G. A. Sawatzky, Phys. Rev. Lett. **82**, (1999) 4264.
 [6] V. E. Dmitrienko, E. N. Ovchinnikova and K. Ishida, JETP Lett. **69**, (1999) 938.
 [7] M. Takahashi and J. Igarashi, Phys. Rev. B **65**, 205114(2002).
 [8] K. Nakamura, T. Arima, A. Nakazawa, Y. Wakabayashi and Y. Murakami, Phys. Rev. B **60**, (1999) 2425.
 [9] T. Kiyama, Y. Wakabayashi, H. Nakao, H. Ohsumi, Y. Murakami, M. Izumi, M. Kawasaki and Y. Tokura, J. Phys. Soc. Jpn. **72**, (2003) 785.
 [10] H. Ohsumi, Y. Murakami, T. Kiyama, H. Nakao, M. Kubota, Y. Wakabayashi, Y. Konishi, M. Izumi, M. Kawasaki and Y. Tokura, J. Phys. Soc. Jpn. **72**, (2003) 1006.
 [11] M. Nakamura, M. Izumi, N. Ogawa, H. Ohsumi, Y. Wakabayashi and K. Miyano, Cond-mat/0402547.
 [12] M. Izumi, Y. Konishi, T. Nishihara, S. Hayashi, M. Shinohara, M. Kawasaki and Y. Tokura, Appl. Phys. Lett. **73**, (1998) 2947.
 [13] S. Sasaki, KEK Rep. **88-14**, (1989) 1.

(2004 年 4 月 13 日原稿受付)

著者紹介

若林裕助 Yusuke WAKABAYASHI



物質構造科学研究所 助手
 〒305-0801 茨城県つくば市大徳1-1
 TEL 029-879-6025
 FAX 029-864-3202
 e-mail:yusuke.wakabayashi@kek.jp

略歴 :2000 年度日本学術振興会特別研究員 (DC2)。2001 年慶應義塾大学大学院理工学研究科博士課程修了, 同年千葉大学大学院自然科学研究科助手。2002 年物質構造科学研究所助手。博士 (理学)。
 最近の研究 : 強相関電子系を回折実験で調べる。最近は擬一次元系の散漫散乱の解析に、共鳴散乱を組み合わせている。

研究会等の報告／予定

第 21 回 PF シンポジウム報告

PF シンポジウム実行委員長 加藤龍一

2004 年 3 月 24, 25 日に、第 21 回 PF シンポジウムが KEK3 号館のセミナーホールと隣接するホール及び会議室で開催されました。今回のプログラムでは、ユーザー側と施設側の共通理解を図る、各分野の参加者にできるだけ多く PF シンポジウムに興味をもってもらい、その中から若手研究者の興味の芽を育む、との考えから新しい企画を盛り込みました。具体的には、「興味深いサイエンスをするために、どのような光源と測定装置方法が必要で、それをどのように工夫し、どのような利用研究成果が得られたのか」を一連の流れの中で複数の方に御講演頂く「光源から利用研究まで」のセッションを新設しました。また、ユーザーグループの御理解と御協力を得て、それぞれのグループから利用研究の成果について数件ずつのポスター発表をして頂きました。これら新セッション・ポスター発表と従来の招待講演も含め、今回のシンポジウムでは「若手の企画」をキーワードの一つに演者の方を推薦、選考させて頂きました。

招待講演では 6 名の方に、「光源から利用研究まで」の新セッションでは 4 テーマで 9 名の方に、ポスターセッションでは従来の S 課題 U 課題と施設からの発表 (31 題) に加えて 9 つのユーザーグループから 23 題の発表をして頂きました。「光源から利用研究まで」のセッションは、初めての試みで演者の方々には大変なご負担をおかけしたかと思いますが、当初の目的であった施設と利用研究の相互理解に一步近づくことができたのではないかと思います。コーディネーターがそれぞれのテーマでの進行についてより積極的に調整を行えば、今後より素晴らしいものになると思いました。ユーザーグループから参加頂いたポスターセッションでも、こちらの予想を上回る発表を頂き、また当日ポスター会場でも活発な議論があちこちで見られました。ポスター発表のために初めて PF シンポジウムに参加された方にお伺いしましたが、ポスターセッション以外にも PF シンポジウム全体に興味を持って頂いたようで、参加者層の拡大という目的の一部は達成できたかと思えます。

今回の参加者は昨年とほぼ同じ 134 名でした。昨年は次期光源候補としての ERL の研究発表、一昨年は PF 20 周年記念行事が行われたことで例年よりも参加者が多く、今回の参加者数については気になっておりましたが、結果的にはそれらとほぼ同じ人数の方に参加頂き、大変感謝しております。法人化に伴う PF の対応に関心を持たれた方が多かった事とともに、新しい企画も参加頂いた方の興味の一端を担えたのではないのでしょうか。昨年の研究本館レクチャーホールと会場が違うせいか、一見すると参加者数が

減少した印象がありましたが、受付で登録された参加人数は実際には微増しておりました。ただ、セッションによっては参加者の顔ぶれが大きく変わる状況があり、参加者全員に興味を持って頂けるプログラム編成の難しさを改めて痛感いたしました。当日は熱意あふれる御講演と熱心な議論の双方の結果、全体の進行は常に遅れることとなつてしまい、皆様にご迷惑をおかけしたことをお詫びいたします。司会進行の不慣れとともに、結果としてスケジュールを詰め込みすぎたのが一因かと思われま

す。研究発表以外の当日の内容について簡単にレポートさせて頂きます。

PF-2.5 GeV リングのシャットダウン時期、安全面の配慮

1 日目午前の施設報告では、松下副所長から 2003 年度の概要として、PF-AR の整備、PF 2.5 GeV リングの直線部増強計画の一部実施、将来計画の議論、法人化の準備を行ったとの報告がなされました。また、法人化後の組織の説明もなされました。2004 年度以降については、PF 2.5 GeV リングの直線部増強計画の進行に伴い、2005 年 3 月頃から 9 月頃までの長期シャットダウンが現在のところ予定されているとの報告がなされました。野村主幹と小林主幹からは、PF の運転についてのより詳細な報告の他、最近 PF で多発している事故に関して、安全面について利用者による一層の配慮の必要性についての呼びかけがありました。

将来計画 (新光源)

2 日目午後の将来計画のセッションでは、最初に松下副所長から今までの PF の将来計画の議論についての概要説明がありました。1998 年頃から議論を開始し、当初は新 VUV-SX リングは PF 外で進行すると想定して、PF-AR 高度化、PF 2.5 GeV リング直線部増強、PF-II、PF-IIA の議論、2003 年 3 月に Study Report を出した ERL の検討を行ってきたこと、などの今までの経緯の説明です。2003 年度については、新 VUV-SX リングの建設の可能性について各方面と調整を行いました。結果としては 2003 年度中に



招待講演「時間分解構造観測が物質開発にもたらすもの」の腰原伸也氏

計画が進行する可能性がなくなったという報告がなされました。今後は、現在進行中の直線部増強計画と新光源計画の2本立てで将来計画を進行させるという戦略であり、後者に関してはERLも視野に入れつつ仕切り直して検討を行うとの説明がなされました。仕切り直して検討を行うという状況は今までよりも計画が後退しているのではないかという質問が会場から出され、小間所長他からは、ERL検討時には新VUV-SXリングがPF外で建設されるのが前提であったこと、その前提が今年度に崩れたこと、それを受けてどのような次期光源がベストかの再検討が必要であるとの結論に達したこと、実際にはこれから再検討作業を行い7月には取りまとめて今年度中にはユーザーコミュニティを含めての方針を打ち出したいとの説明がありました。またPF側からは、リング建設などの大型施設整備についての文科省サイドとの交渉の中で、特にユーザーコミュニティのより強力な協力が必要であるという発言がありました。

招待講演の最後で野村主幹が示された20年単位での全米の放射光施設の高度化のロードマップを、日本においても行えないものだろうかとの会場からの発言を受けて、小間所長からは縦割り行政の問題もありなかなか困難であるとの見通しが語られました。また、尾嶋氏から、新VUV-SXリング建設を巡る文科省との交渉においてユーザーコミュニティが一本化していないとの指摘を受けたことがあるため、将来計画を考える際はPFだけでなく放射光コミュニティ全体を見渡す必要があるという発言がありました。

PFの運営について

(1) 法人化後の運営について

共同利用実験に関しては、PFの小林克己氏から、基本的になるべく法人化前後で変わらないように進めているとの説明がなされました。一例として、旅費の予算枠も昨年度並みに確保したとの報告がありました。その中で、ユーザーの所属する大学等の法人化の方針によっては1週間以上の長期出張が問題になる可能性があることと、今後は職員も大学院生と同様に保険加入の証明をして頂くかもしれない(新年度についてはその必要はない)との説明がありました。また、野村主幹からは極端な例として、ユーザーの重過失でPFが丸焼けになったような場合、文科省は施設の再建についてサポートをしない可能性があり、ユーザーの所属する大学法人にその請求をせねばならない可能性があるという発言がありました。

(2) 予算削減問題

今まで以上に成果の公表が求められるので、研究成果(論文発表など)についてユーザーがより登録しやすいシステムの構築があれば良いという意見が出され、そのようなシステムの構築について検討を行うことになりました。

法人化後の効率化係数については、大学法人は全予算の1/2について0.7%であるのに対し、高エネ機構などの大学共同利用機関法人では1%で、より厳しいという状況の説

明がありました。会場から減らす分の捻出について、人件費はなかなか削減できないだろうから運転時間か施設の整備費を削減するのだろうかという質問がありました。野村主幹、小林主幹から運転時間に係る費用はKEKBが大部分を占めており、PFのみ運転時間を多少削減しても経費には大きな変化がないという説明がされました。また、松下副所長、野村主幹から、機構全体で予算枠は減少するがその中での予算の配分枠を巡っては、よりよい研究成果を出して機構長をはじめとしてPF外を説得できるようにすることが重要で、そのためにはユーザーコミュニティからの成果の報告と発言が非常に重要かつ有効であるとの発言がありました。逆に、それらがなければ機構内の予算配分でPFが不利になってしまうので、ユーザーコミュニティには是非協力をお願いしたいとのことです。松下副所長から、外部資金の導入はそれ自体が有効であるばかりでなく、機構内での予算獲得にも効果があるので積極的にお願いしたいとの発言と、河田次期主幹からは、全体として予算枠が減少している方向にあるのは確かで、直線部増強についてもリングの改造予算の目処は立ったがビームラインについてはあてがない状況で、PFでも努力するがユーザー側でも外部資金獲得の努力をお願いしたいとの発言がありました。

SPring-8ではビームタイムの有料化に向けて具体的検討に入ったようだが、法人化後のPFではどうなるのかという質問に対して、松下副所長からPFを含む機構では業務方法書の中に共同利用の無償を書き込もうとしているところなので、基本的には今までと同様に無料で利用できると考えていただいて構わないという回答がされました。その後、会場とのやりとりで、今後の新たに設置される大型施設については施設利用有料化の動きがある中で、既存の大型施設の有料化の動きも含めて研究者はそれを阻止すべく行動する必要があるという発言があり、放射光学会としても文科省の結論が出る前に意見のとりまとめをするべく行動を始めようとの発言がなされました。

(3) PFの独自性

国内唯一の放射光施設ではないPFの独自性については、会場などから、高輝度だけが施設の性能の全てではなく、旅費の支給があること、課題期間が2年であって実験計画が柔軟に立てられること、総合的に使いやすい環境であること、などトータルとして使いやすい施設であるという発言がありました。これらと総研大などのシステムを組み合わせることにより、PFでなくてはできない人材育成を行うのは有意義で必要ではないかという発言が会場からありました。松下副所長から、これは非常に重要な意見であるというコメントとともに、目に見える形で人材育成をサポートするために必要な資料をとりまとめる上で、PFを利用した研究の修士論文、博士論文の登録を漏れなくして頂きたいとのお願いがありました。

予算削減問題との関連で、抑制されるリソースを有効に活用する一案として夜間の運転を停止することで経費の節約にならないかという提案が会場からありました。小林



ポスターセッションの様子

主幹から、夜間運転を止めた場合にマシンの安定性が下がる割には電気代他経済的なメリットは見込めないとの説明がありました。測定の自動化の影響等もあるのか PF 初期に比べ夜間に実験ホールにいる人数が減少している印象があるという複数の発言があり、単独実験などについて安全面に留意せねばならないという小林主幹のコメントとともに、実態について調査する必要があるという松下副所長の発言がありました。

利便性の高い PF という特長をより生かすために、大学にあわせて運転スケジュールを見直せないかという意見が会場から出されました。具体的には、年度末で多忙の 1 月 2 月を避けて 7 月 8 月に運転期間が振り替えられると便利であるといった案です。小林主幹から、入射用の直線加速器は KEKB 入射の作業が多く PF だけの都合で運用できないこと、入射器の保守期間を確保しないと PF の安定な運転も覚束なくなること、夏期の電気代単価が高く機構全体の電気代を考えるとコスト面から夏期には停止せざるを得ないこと、という説明がなされました。また、松下副所長から、SPRING-8 と PF の両方が同時に夏期に停止しないでほしいというリクエストが（産業界からを始め）有ることは以前から認識し、両者の間で長期停止が重ならないようにしたいという調整も行っているが、どちらが夏期の高い電気代を負担するかなどでなかなか議論が進んでいないという報告がありました。また、小林主幹から、PF と PF-AR の両方のリングのマシスタディを月曜に行っている現在はマンパワーが足りない状況であること、これを改善するためにマシスタディの曜日をずらすことを検討中であるとの報告がありました。

(4) その他

慢性的にユーザーからの不満の高い宿泊施設については、絶対的な部屋数が足りない、他人との 2 人部屋は廃止して欲しい、との要望が今回も出されました。PF の小林克己氏から、部屋数については、平成 17 年に PS の停止が予定されていることからそのユーザー減を見込んで増設は予定されていないこと、PS の停止後は部屋数の不足問題は緩和されるであろうという説明がありました。また、

宿泊施設の問題点や共同利用全般で気がつかったことやリクエストは、全てチームタイム利用記録に記入頂き、目に見える形で情報を蓄積頂きたいとの説明がありました。

最後に

各セッションの詳しい内容については、同封した「第 21 回 PF シンポジウム報告集」及び本号の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用いました発表資料の一部を公開しておりますので、併せてご覧いただければ幸いです。

(<http://pfwww.kek.jp/pf-sympo/index.html>)

また、シンポジウム開催に当たって協力して下さった外山さんはじめ PF の秘書の皆様、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感謝いたします。

第 21 回 PF シンポジウム実行委員会：

井田隆（名古屋工業大学）、岩住俊明（PF）、小野寛太（PF）、◎加藤龍一（PF）、桜井浩（群馬大学）、○佐藤衛（横浜市立大学）、鈴木守（* PF）、田中雅彦（PF）、原田健太郎（PF）、平木雅彦（PF）、百生敦（東京大学）
 (◎委員長、○副委員長、*現大阪大学)

PF 研究会

「非平衡状態の物質構造と電子状態研究の展開」の報告

放射光科学第二研究系 河田 洋

上記の研究会が物質構造科学研究所と腰原 ERATO プロジェクト「非平衡ダイナミクス」の母体であります科学技術振興機構との共同主催で平成 16 年 3 月 5 日（金曜日）に高エネルギー加速器研究機構 4 号館 2 階輪講室で行われました。

非平衡状態の物質構造と電子状態研究は、放射光を用いた研究という観点からは、現状ではまだ未知数の部分が多く、逆に今後の発展が期待される分野です。特に次世代の FEL, ERL と言った第 4 世代光源を用いた応用研究の一つのキーワードとなっており、その意味からも現状で展開可能な研究を早急に立ち上げる必要が認識されています。また、物質構造科学研究所放射光研究施設の Advanced Ring (PF-AR) は、世界に類を見ない通年大強度単バンチモード運転を行っており、放射光パルスの時間構造を利用した時間分解実験を集中的に遂行するうえで世界的に見て極めて有利な立場にあります。本研究会は後述のプログラムにあります様に、PF-AR の放射光パルスと可視光、磁場、温度などの外場変化を組み合わせることにより、さまざまな実験系において非平衡状態の物質構造と電子状態のダイナ

ミクス研究を展開することを意図して計画しました。また放射光パルスと相補的な利用が想定されるレーザープラズマX線の利用、放射光パルスの短パルス化、光デバイスの応用分野開拓、励起用パルスレーザー光源の新規開発などの話題についてもそれぞれ第一線の研究者に講演していただきました。

研究会には総勢で32名の方々の参加を頂き、活発な意見交換が行われました。特に印象に残ったのは、坂中氏の「PF-ARにおけるX線の短パルス化の可能性」で、多くの光源系スタッフの参加を頂き、光源系の方々の短パルス化への熱い意欲を強く感じさせて頂きました。研究会終了後も懇親会に16名の参加を得て、将来への夢の議論を久しぶりに楽しむことが出来ました。

この研究会の後、3月末の最後のマシンタイムでPF-ARのNW2ビームラインでナノ秒時間分解の時分割回折実験に辿り着く事が出来ています。別の紙面でその内容の報告は行われると思いますが、今後、そのような実験結果の報告を含めて、将来の夢を語る第2、第3の研究会を企画していくつもりでございますのでよろしくご支援の程お願いいたします。

プログラム

- 1 10:00～10:10 挨拶 腰原伸也(東工大)
- 2 10:10～10:50 時分割光電子顕微鏡(PEEM)
小野寛太(KEK・PF)
- 3 10:50～11:30
時間分解XAFS:不均一触媒反応と光励起状態
稲田康宏(名大)
- 4 11:30～12:10
紫膜をもちいた光受容蛋白質バクテリオロドプシンの時分割X線回折測定
岡俊彦(慶大)
- 5 13:10～13:50
ポンププローブX線回折法による光誘起相転移の観測
足立伸一(KEK・PF)
- 6 13:50～14:30
レーザープラズマX線を用いたピコ秒時間分解X線回折
中村一隆(東工大)
- 7 14:30～15:10
PF-ARにおけるX線の短パルス化の可能性
坂中章吾(KEK・PF)
- コーヒーブレイク ---
- 8 15:30～16:10 相転移のDVDへの応用
高尾正敏(松下電器)
- 9 16:10～16:50 光で駆動する分子機械の構築
金原数(東大工)
- 10 16:50～17:30
光ファイバーによる光ソリトン圧縮技術を用いた外部同期型パルス光源
高坂繁弘(古河電工)
- 11 17:30～17:35 閉会の辞 河田洋(KEK・PF)

PF 研究会 「PF 軟X線結晶分光領域の研究の展開」 報告

研究会世話人 岩住俊明(KEK・PF)
北島義典(KEK・PF)

標記PF研究会が下記プログラムで開催された。2-4 keVの軟X線領域は、PF 2.5 GeV リングの偏向電磁石光源で最も高い強度が得られる領域であり、また軟X線アンジュレータ U#02 や楕円偏光マルチポールウィング EMPW#28 を光源とする世界的にもユニークな実験ステーションもある。研究会では、主にPFで行われた様々な特徴ある研究を紹介いただき、今後の展開について議論した。特にPFで進行中の直線部増強計画で新たに設置可能な周期長とギャップの小さいアンジュレータでは1.0-3.5 keV程度が1次光として得られることになるので、そこに軟X線マイクロ分光ステーションを建設する可能性について議論した。年度末の忙しい時期にもかかわらず研究会に御参加・御協力いただいた皆様に感謝したい。

プログラム(3月23日)

- 11:00-12:00 研究会趣旨説明&PF軟X線結晶分光ステーションの現状とPFの将来計画
岩住俊明、北島義典(PF)
- 昼 食 ----
- 13:00-13:20 軟X線結晶分光領域におけるXAFS
島田広道(産総研)
- 13:20-14:00 軟X線領域を利用した触媒科学の研究
朝倉清高(北大)
- 14:00-14:30 生体試料の微小領域スペクトル解析
伊藤敦(東海大)
- 休憩 ----
- 14:50-15:20 軟X線結晶分光領域における表面化学研究
—光電子分光、XAFS、内殻励起反応—
馬場祐治(原研)
- 15:20-15:50 軟X線分光による有機薄膜の構造研究
近藤寛(東大)
- 15:50-16:20 BL-11Bにおける分光分析研究
河合潤(京大)
- 休憩 ----
- 16:30-16:50 金属上に成長したナノ薄膜の構造及び電子物性
木口学(北大)
- 16:50-17:20 強磁性UGe₂の状態別スピン・モーメント:
磁気コンプトン散乱と磁気円二色性による研究
櫻井吉晴(JASRI/SPring-8)
- 休憩・移動 ----
- 18:30-20:00 懇談会(自由討論)

PF・KENS 合同研究会
「ナノサイエンス・テクノロジーと放射光 /
中性子反射率法」のご案内

物質・材料研究機構 桜井健次
 放射光科学第1研究系 平野馨一
 中性子科学研究系 鳥飼直也

X線反射率ユーザーグループでは、PF研究会、KENS研究会合同の研究会を企画・準備しております。関心をお持ちの皆様は、ぜひご参加ください。まもなく、プログラムも発表になります。最新情報はX線反射率ユーザーグループのホームページ（<http://www.nims.go.jp/xray/xr/>）をご覧ください。

日時：2004年7月20日（火）～21日（水）

場所：高エネルギー加速器研究機構
 4号館セミナーホール

目的：放射光および中性子反射率法によるナノ構造解析技術は、非破壊的であり、また表面だけでなく、何がしかの物質によって覆われた埋もれたナノ構造の解析に威力を発揮することから、ナノサイエンス・ナノテクノロジーにおいてきわめて重要な役割を期待されている。本研究会では、最近の進歩と今後の方向性を報告しあうとともに、ユーザーグループが提案する新ビームライン構想についての詳細な意見交換を行う。

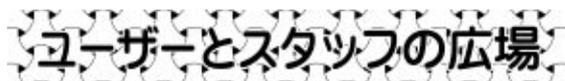
第1日目

- 午前 X線・放射光反射率法によるナノサイエンスの最近の進歩（40分×4本）
- 午後 新ビームライン構想と埋もれた界面の科学（40分×5本）
- 夜 懇親会の後、討論企画（2時間、話題提供1件5～10分）
 新しい実験・装置技術およびデータ解析技術
 新しい応用分野

第2日目

- 午前 中性子反射率法によるナノサイエンスの最近の進歩（40分×4本）
- 午後 反射率法ナノテクノロジーの新しい応用展開をめざして（20分×5本）

連絡先：物質・材料研究機構 材料研究所
 高輝度光解析グループ 桜井健次
 TEL：029-859-2821 FAX：029-859-2801
 e-mail：sakurai@yuhgiri.nims.go.jp



LBLN/ALS 滞在記

東京大学大学院 南部 英
 （現所属：放射光科学研究施設 研究機関研究員）

一昨年（2002年）8月より昨年（2003年）8月までの一年間、研究する機会を頂いたLBLN/ALSについての海外滞在記を依頼されたのですが、LBLN/ALSについては、Vol.21 No.3の荒木さん、Vol.21 No.2のSullivanさん他多くの方が既に紹介なさっていますので、少しそれとは違った視点から記してみようと思います。内容がPF Newsの趣旨にそぐわないかもしれませんがお許しください。

組織としてのLawrence Berkeley National Laboratory (LBLN/LBL) [1]はアメリカエネルギー省 (Department of Energy; DOE) 所管の国立研究所ですが運営はUniversity of California (UC) [2]に任されているという体裁を取っています。UCはアメリカで恐らく最大の公設大学組織で、UCの下に10のキャンパスとLBLN同様の3つの国立研究所（他の2つはLawrence Livermore National Laboratory; LLNLとLos Alamos National Laboratory; LANL [3]）が所属して全体でUC Systemを形成しています。歴史的には、御存知のようにサイクロトロン発明により1933年度のノーベル物理学賞を受けたErnest Orlando LawrenceによってUC Berkeley; UCB [4]のRadiation Laboratoryとして1931年に設立され、その後現在のLBLNと発展しています。この経緯からFaculty StaffはUCB (LBLN内では“Campus”と称される)と兼任している方もたくさんいますし、UCBの学生が数多く研究に参画しています。また、自分がお世話になったFadley先生がUC Davis校 [5]の教授を兼ねているようにUCB以外のUCキャンパスのFacultyを兼任している研究者や、その大学院生も働いています。LBLNの研究領域は多岐にわたり、物理科学、物質科学、生命科学、地球科学、エネルギー科学等を含む17のDivisionsから構成され、その中には4つのNational User Facilitiesが含まれています。Advanced Light Source (ALS)は、その中の独立した1つのDivisionであり、National User Facilityとして機能しています（この辺はPFと似ているのかもしれませんが）。ALSではALSのスタッフだけでなくMaterial Science DivisionやLife Science Divisionのスタッフ、UC以外の大学（アメリカ外も含む）や外部の研究機関の研究者も数多く働いており荒木さんや自分のように常駐して研究されている方も多いようです。ALSに行かれた方は御存知でしょうが、ALSはLawrenceによって建設された184インチサイクロトロン建物を流用というか増築して建設されており、UCBの東側の丘の中腹に立つその姿はBerkeleyの街のいたるところから見ることができ、街の一種シンボリック的存在です。LBLNから望むSan Franciscoの眺望のよさは



Figure 1 LBNL から望む霧の San Francisco. この辺は地形が入り組んでいるためか、Berkeley 周辺は晴れていても対岸の SF はこのように深い霧に包まれていることがしばしば。



Figure 2 ALS のパティオで Fadley Group メンバーと昼食中。左奥から手前に Jean-Marie Bussat, Brian Sell, Stephenie Ritchey, 右奥が自分で手前が Stefano Marchesini (LLNL)。ちなみにこの日の昼食メニューは North Gate で買ってきたギリシャ風(?)ベジタリアン料理。

有名ですが (Fig.1), 逆に San Francisco の観光名所の 1 つであるツインピークスからも天候さえよければ ALS を見ることが出来ます。

自分がお世話になった Fadley 教授のグループは ALS ではなく Material Science Division に所属しており, Fadley 教授とポスドクが 1~2 人, UCD の大学院生が 3~4 名, と自分が加わっても 5~6 人の意外に小さなグループで活動しています (Fig. 2)。大学院生は実は他にもいるのですが, Berkeley 常駐は大体 3 名程度で, 他の院生は Davis で授業に専念していて通常は不在でした。自分の滞在中は, イタリア人の Norman Mannella と, アメリカ人の Brian Sell, Stephenie Ritchey の 3 名の大学院生が LBNL で働いていました。同じ大学院生の自分から見てアメリカの大学院生は, メリハリが利いているというか, よく遊びよく勉強しているように見えました。彼らは, 指導教官に雇われたり, TA を行ったり, 個人で奨学金を取ったりし



Figure 3 最もアメリカ滞在中にお世話になった方の一人。Fadley Group の Masa こと渡邊正満さんとスキー場にて。左が Masa, 右が自分。

て, 平均で年額 \$18,500 (×115= ~¥2,100,000) 程度の給与を何らかの形で得ており [6], 生活面では日本の大学院生より恵まれているように感じます。もちろん指導教官に雇われたり, TA になったりした場合は, 授業の一部の担当や, 課題の採点をしたりといった義務が生じますが, 面白いことに TA を行う場合, TA の活動そのものが卒業に必要な単位の一部として認められます。また, UCD の Department of Physics[7] の場合, 博士号を得るためには博士論文の提出だけではなく, コースの中盤での筆記試験と口頭試験も課されており [8], その試験結果によっては博士課程の続行が不可能になることもあるそうです。筆記試験は 1 年に 1 回だけしか受験機会はなく, 試験範囲も多岐にわたるので合格するにはかなりの勉強量が必要ですし, 口頭試験も一度で合格出来るのは学生の半数ほどだそうです。この面では自分は日本の学生でよかったと思いました。通常, 彼らが博士課程を終えるには最低 6 年必要で, 7~8 年かかるのは普通ようです。日本の博士課程よりも随分長めですが, 日本と違ってこの間も給料は貰っているので, じっくりと納得のいくまで研究に取り組める環境があるともいえます。彼らは, 試験以外の時期でも平日はとともよく勉強して働いていますが, 週末は飲みに行ったり, 映画を見たり, スポーツをしたり, 誰かの家でパーティーに参加したりとこの辺は日本の学生とあまり変わりないというかむしろ遊ぶときはよく遊んでいるように思いました。また Berkeley 近郊は風光明媚なところが多く, ワインの名産地である Napa Valley や, スキーの名所の Lake Tahoe 等 (Fig. 3) があり, 時々はそのようなところに出かけて余暇を過ごしています (もちろん San Francisco に出かけることもあります)。

LBNL に自分が滞在した目的は, 光電子分光用の超高速電子検出器開発プロジェクト [9] に参加するためでしたが, このプロジェクトチームで 1 つ印象に残ったのは外国人 (非米国人) が非常に多いことでした。これは ALS での実験中も同様の感想を持ちましたが, LBNL 全体でもアメリカ人のほうが (非アメリカ人の総数と比べると) 少数

なのではないのでしょうか？開発チームもメンバーはフランス、ドイツ、ロシア、東欧等の研究者から成るまさに多国籍軍で、アメリカが国籍ではなく能力によって、チャンスを与える国だということを実感したような気がしましたし、頭脳流出 (Brain Drain) という言葉が日本だけではないのかなぁとも感じました。このプロジェクトのメンバーを含めて LBNL のスタッフは (学生も) 非常に熱心に自分の仕事に取り組んでいますが、自分の日本での経験と全く異なったのは、17:00 を過ぎると研究所全体がもう閑散としてしまうことです。やはりアメリカ人は夕食は家で家族と摂るのが普通なのか、カフェテリアも夜は営業していませんし、シャトルバスも 19:00 で終わってしまうので、自分もよほどのことがない限り、19:00 前には家に帰らざるをえませんでした。その分昼間は日本より仕事に集中できる環境のように思いました。

最後に少しでも研究の紹介をいたします。自分が開発に参加したこの検出器は大チャンネルの 1 次元位置分解能、検出器全体で 1GHz を越える Count rate、高速のデータ読み出し等の特徴とする電子検出器で、半球型電子分光器と組み合わせることでこれまでより 100 倍以上高速の XPS 測定を可能とすることが期待されています。既に ALS で Scientia 社製電子分光器 SES-200 に組み込んでの試験的実験も終えており、現時点で 50 ms での XPS 連続測定が可能です。現状では、制御用 PC の OS の速度が時間分解能の律速となってしまうため、最速の時間分解能は 5 ms 程度が限界と成っていますが、システムに外部メモリーを追加すること等によって、この時間分解能を 150 μ s まで改善することを目指し、現在改良作業が進行中です。詳しい結果等は、ICES9 の Proceedings として発表される予定ですのでそちらをご覧ください。

最後に、一年間 LBNL で研究する貴重な機会を私に与えて下さった、Fadley 教授、Z. Hussain 博士、一緒に研究に携わった J.-M. Bussat 博士とディテクター開発チームの皆さん、Fadley Group の Norman, Brian, Stephenie, Masa, そして名前をすべてあげることは出来ませんが、私の滞在を支えてくださった全ての皆さんに感謝いたします。

- [1] (LBNL) <http://www.lbl.gov/> (ALS) <http://www-als.lbl.gov/>
- [2] <http://www.ucop.edu/>
- [3] (LLNL) <http://www.llnl.gov/> (LANL) <http://www.land.gov/>
- [4] <http://www.berkeley.edu/>
- [5] <http://www.ucdavis.edu/>
- [6] <http://info-physics.ucdavis.edu/apply.html>
- [7] <http://info-physics.ucdavis.edu/>
- [8] これら学位取得に関する情報は、私個人の見解であり、正確でないかもしれません。詳細は以下の web site 等を参考にしてください。 http://info-physics.ucdavis.edu/p_hd_requirements.html
- [9] A. Nambu et al, submitted to Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena; J.-M. Bussat et al, submitted to IEEE Transactions on Nuclear Science.

◆スタッフ受賞記事

上田明氏が平成15年度KEK技術賞を受賞



放射光源研究系の上田明氏が KEK 技術賞を受賞しました。受賞対象は PF リング入射用 6.25 Ω 伝送線型キッカーマグネット及び電源システムの開発です。PF リングの低エミッタンス化に不可欠な、600nsec 以下で立ち上がり立ち下がる、高速でしかも強磁場を発生させる入射用キッカーマグネットとして、低い特性インピーダンスを持つ伝送線方式を採用し、多くの困難を克服してこれを完成させました。ビーム安定性の観点からマグネット本体は真空外に設置することが要求され、このため絶縁対策に試行錯誤を繰り返し、電極のユニット化やシリコンゴムモールドの採用により絶縁性能を飛躍的に向上させることに成功しました。試作からシステムの構築まで一貫して開発に取り組み、10 年に及ぶ努力の積み重ねにより、電源系を含む全体システムを完成させました。現在システムは安定に稼働しており、最小エミッタンスを目指したスタディーも順調に進んでいます。以上の努力とその結果が KEK 技術賞選考委員会で高く評価され、今回の受賞につながりました。

さて、上田明技官は放射光源系に入所以来、一貫して入射部の運転、維持、改造に携わり、PF リングの高輝度化改造に当たっては上記した高速キッカーマグネットの開発を苦心しながら教官と一緒にやって行い、現在では放射光源系入射部門の現場を実質的に担っています。今回の KEK 技術賞に至るまでには長期間の試行錯誤による努力が積み重ねられたように思います。今後もこのような技術や仕事の進め方を後輩達に伝え、放射光全体の発展の為に活躍して行ってほしいと思います。我々技術者仲間としても、このような仕事が KEK 技術賞の対象として採り上げられたことは大変喜ばしく、大きな励みになりました。上田氏には今後ともこの賞を励みに、さらなる活躍を期待したいと思います。

(放射光源研究系 浅岡聖二)

*受賞内容の詳細は下記 News@KEK ホームページにも掲載されています。

(<http://www.kek.jp/newskek/2004/marapr/03gijyutsusyo.html>)

◆スタッフ受賞記事

安達弘通氏が第25回本多記念研究奨励賞を受賞



物質構造科学研究所・放射光科学第二研究系の安達弘通助手が第25回本多記念奨励賞を受賞され、5月14日に贈呈式が行われました。

本多記念奨励賞は、わが国の物理冶金学の先駆者である「本多光太郎博士」を記念する財団法人本多記念会が、理工学特に金属およびその周辺材料に関する優れた研究を行った若手研究者に対し、その成果を顕彰するとともに、今後の発展を奨励する事を目的とする賞です。

安達弘通氏の受賞題目は「結晶中の Sm^{3+} イオンの磁性に関する研究」であり、その内容は1997年から2001年までに発表された主に5編 (Phys. Rev. B56, 349(1997), Phys. Rev. B56, R5744(1997), Phys. Rev. B59, 11445(1999), Nature 401, 148(1999), Phys. Rev. Lett. 87, 127202(2001)) の論文がその対象となっています。安達氏は、hcp-Sm や化合物結晶中の Sm^{3+} イオンの特異な磁性とその起源を、それらの磁気測定と理論計算により明らかにしました。その結果、従来の磁性体理論の枠内では記述が困難であった Sm^{3+} の磁化-温度特性を見事に説明することに成功しました (Phys. Rev. B56, 349(1997), Phys. Rev. B59, 11445(1999))。そして、その微視的スピン磁化の測定を PF-AR NE1A1 ビームラインの円偏光 X 線を用いた磁気コンプトン散乱を用いて行い、その理論の正当性を検証されました (Phys. Rev. B56, R5744(1997))。さらに、スピン磁化と軌道磁化とが完全に打ち消し合う補償温度を利用して、漏洩磁界を発生させずに全てのスピンを一方向に揃えることが出来る特性が、わずかに Sm^{3+} を磁性希土類イオンに置き換えることによって可能である事を示し、新しい型の磁性素子を提案されました (Nature 401, 148(1999))。そして、その状態の検証を、世界に先駆けたヘリシティー反転・磁気コンプトン散乱法 (高エネルギー X 線 (150 keV) の円偏光度を交互に逆転させて測定する) によって見事に成功しております (Phys. Rev. Lett. 87, 127202(2001))。この論文は、米国物理学会が Phys. Rev. Lett に掲載された論文の中から一般向けに興味がありそうな研究成果を選択している focus のホームページ (<http://focus.aps.org/story/v8/st13>) にも取り上げられています。

今回の受賞では、同氏の磁性物理学における理論的な成果とそれを検証する形での放射光を用いた磁気コンプトン散乱実験が取り上げられていますが、安達氏は非共鳴 X 線磁気散乱を用いた希土類磁性イオンのスピン形状因子の系統的な測定や非共鳴 X 線回折実験を用いた $\text{Dy}_2\text{B}_2\text{C}_2$ の四重極秩序の研究等を一方で進めています。現在は1年間、文部科学省在外研究員として Ecole Centrale Paris の Cortona 教授のもとで研究を進められており、今後益々の活躍を期待する次第です。(放射光科学第二研究系 河田 洋)

◇ユーザー受賞記事

村上洋一氏 (東北大理) が IBM 賞を受賞

本機構での放射光を用いた研究に端を発した業績により、村上洋一氏が第17回日本 IBM 科学賞を受賞されました。

近年興味深い物性を示して注目を集めている高温超伝導体、重い電子系や巨大磁気抵抗物質といった強相関電子物質群は、この原子を構成している電子の持つ3つの内部自由度 (電荷・スピン・軌道) がその物性に決定的な役割を果たしていると考えられています。そのため物性物理学の研究分野では、この電子の持つ内部自由度を調べるのが重要視されていますが、電荷・スピンといった自由度が比較的容易に調べられたのに対し、軌道自由度を調べる研究手段はごく限られていただけでなく、測定そのものが難しくあまり進められていませんでした。氏は、放射光を用いてこの軌道自由度を調べるための新しい研究手段 (共鳴 X 線散乱) を世界に先駆けて開発し、さまざまな物質系での軌道秩序相転移を初めて解明する成果を挙げられました。

通常の X 線散乱は、原子内の全ての電子による散乱による秩序構造を知る有力な手段です。一方、軌道の自由度を担っているのは原子当たり数個の電子であり、それらの電子軌道状態の違いを示す X 線散乱強度は極めて小さいため軌道状態を直接探ることは大変困難です。氏は、電子の軌道間遷移 (X 線吸収端) を利用した共鳴 X 線散乱を用いると、原子散乱因子の異方性から電子の空間分布の周期的空間配列を決定できることを実験的に示し、近年の物性物理学の中心的な研究課題となっている遷移金属酸化物 d 電子系、希土類金属化合物 f 電子系などの電子物性研究に適用されました。特に、Mn 酸化物における軌道秩序に関連する相転移が巨大磁気抵抗効果と強い関連があることを直接観測し、大きな反響を呼び起こしました。また、干渉法など新手法も開発し、ナノスケールの膜厚の軌道秩序薄膜や軌道超格子の測定に成功されています。電子軌道状態は電子の運動方向を直接的に制御し得る可能性を秘めているため、これらの強相関電子系デバイスの発展にも本手法の適用が期待され、基礎研究だけでなく将来の応用研究にも繋がる可能性を秘めて社会的にも価値が高いものと位置付けられています。

以上のように、独創的な実験手法の開発によって軌道物理の研究分野に大きなインパクトを与えた村上洋一氏の業績に日本 IBM 賞が贈られました。

(放射光科学第二研究系 澤 博)

*受賞内容の詳細は News@KEK ホームページ (<http://www.kek.jp/newskek/2003/novdec/IBMprize.html>) にも掲載されています。

◇ユーザー受賞記事

**岩澤康裕氏（東大院理）が紫綬褒章
並びに日本化学会賞を受賞**

共同利用担当 小林克己 (KEK・PF)

平成 15 年秋の褒章発令において、岩澤康裕先生が紫綬褒章を受章されました。また、この春には、「表面活性構造と触媒作用機構の解明」の題目で第 56 回日本化学会賞を受賞されました。先生の業績は表面科学分野において、新たな測定手法の導入、新たに設計された構造などを対象とすることで分子レベルでの触媒作用機構解明を独創的に推し進めてきた事ではありますが、そこには放射光を用いた研究が大きく関与しています。

今まで固体触媒上の活性構造と触媒挙動を分子レベルで解明することは困難であり、明確な知見が得られていませんでした。先生は、有機金属化学の手法を表面科学の分野に融合することで、触媒化学の新領域を開拓してきました。これにより 150 種以上の新規表面活性構造を創出し、かつ放射光を利用した XAFS 法によりその構造を規定してきたのみならず、反応中のダイナミックな構造変化を捉えることに成功してきました。

また、通常の XAFS 法では平均化した構造情報しか得られないという弱点を克服するため、酸化物単結晶表面に設計された金属の活性構造を 3 次元的に解析できる偏光全反射蛍光 XAFS 測定装置を開発しました。この装置を放射光施設で活用し、活性点の異方性構造解析を世界に先駆けて成功させました。

さらに、触媒構造のダイナミックな解析の必要性に着目し、エネルギー分散型の時間分解 XAFS 測定装置を開発しました。これにより解析精度を維持したまま世界最高レベルの時間分解能を実現しています。この手法により、短寿命中間体構造の決定や、金属クラスター骨格における分子の吸脱着に伴う可逆的構造変化を追跡し、中間体生成の機構・エネルギープロフィールなどの動的構造変化をサブ秒オーダーで明らかにしました。

以上のように、先生の業績は触媒化学や表面科学分野における卓越した業績であるのみならず、放射光を用いた研究としてもきわめて独創的であります。今後も精力的に研究を進められ、放射光コミュニティーが広がることで当分野がますます盛んになることを願う次第です。

(千葉大学工学部 一國伸之)

* 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 p50 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。

ビームタイム利用記録より(2003 年度後期)

ビームタイム利用記録に書かれたご意見と、それに対する対応をまとめてみました。皆さんの要望にはなるべくお応えしていきますので、今後もビームタイム利用記録にお書き下さい（2004 年 4 月）。

AR-NE 側のトイレを改修して欲しい。ユーザー休憩室が欲しい。

=> 施設部に要求を出していますが、その予算は最近頻発している実験ホールの漏電検知システムの整備を優先することにしました。トイレの改修、ユーザー休憩室については引き続き予算を要求していきます。

AR-NW2 にガス回収ラインを設置して欲しい。

=> 今年度、設置予定です。

AR-NW 棟にコピー機が欲しい。

=> 北西棟入口横の管理室に FAX 兼用機がありますのでお使い下さい。

AR-NW 棟の雨漏りがひどい。

=> 当日は強風のために天窓が開いてしまいました。これ以降は対処してあります。

AR-NW 棟のトイレなどが日に日に汚れていく。清掃をして欲しい。

=> 現在は清掃するようになっています。

AR-NW の休憩室で、仮眠をしないで欲しい。

=> 休憩室では仮眠をご遠慮下さい。仮眠する場合は NE のプレハブをお願いします。また、清潔に保つようにご協力をお願いします。

AR 地区にも飲料の自動販売機を設置して欲しい。

=> 富士実験室と AR コントロール棟にありますのでご利用下さい。

AR 地区の NE 側の駐車場がいつも一杯である。

=> NE9 付近は混んでいます。北棟入り口付近は比較的空いているようです。

BL-11D に He 回収ラインを復活させて欲しい。

=> 担当者あるいは運転当番にご相談下さい。

PF カードで交流センターに入れるようにして欲しい。

=> 現在は入れるはずですが。

PF 実験ホール内の温度が低い。

=> 実験ホール内の温度は一年中、23 度に保たれています。

医学応用日程の通知をもっと早くしてほしい。

=> 原則として隔週の木曜日です。PF のホームページの「週間運転予定」に最新情報を載せるようにします。

仮眠室のシーツを頻繁に交換して欲しい。室内に異臭がする。

=> 2 週間に一度交換しています。また交換の数日前から表示しています。

監視員室横のトイレの送風乾燥機が汚れている。

=> 清掃するようにしました。

携帯電話を貸し出して欲しい。

=> 宿泊者には機構内専用の PHS をユーザーズ・オフィス

で貸し出しています。但し、個数は限定されています。

研究棟 1階ユーザー控室のポットが汚れている。

=> きれいなものに置き換えました。

実験ホール入口の水飲み場の水が臭い。

=> この機械は自動洗浄機能が付いています。臭いが感じられたらしばらく水を出してからご利用下さい。

実験ホールに流れる不必要な放送を減らして欲しい。

=> 減らしました。

実験ホールの流しでフィルムの水洗いをしたい。

=> フィルムの洗浄水は実験排水となります。廃液設備のあるところをお願いします。

実験メンバー追加手続きなどに対する必要日数を公表して欲しい。

=> PFの事務が届いた日から2日以内には処理していますが、余裕をもって送って下さい。なお、放射線登録がされているかどうかについては <http://ccwww.kek.jp/kek/rad/rad_jimu> で検索できますので、ご利用ください。

書類不備でも、後日提出ということで実験ホールに入れるようにして欲しい。

=> 放射線関係の書類は、余裕をもって提出して下さい。

自転車の利用率を高めるために、長期に利用している人に注意して欲しい。

=> 随時放送などで注意します。ユーザーの方もご協力をお願いします。

事務室に書類を提出するためのポスト等を設置して欲しい。

=> 設置します。

宿舎の暖房が効かなかった。

=> 当日、管理人に伝えて下さい。

宿泊料を土日に払えるようにして欲しい。

=> 法人化したので、検討できると思います。

ストックルームや工作室での常備部品の種類を増やして欲しい。

=> 具体的な品名をお知らせ下さい。

生理試料準備室の維持・管理をきちんとして欲しい。純水の水質が悪かった。

=> 定期的に確認していますが、その場で担当者にご連絡下さい。

備え付け装置の故障で実験が出来なくなった場合には別の日に補償をして欲しい。

=> 当該ビームラインに留保タイムがあれば対応できます。

ビーム強度の変動が見られた。変動を減らして欲しい。

=> ビーム変動に対しては適宜対応しています。気がついた時には運転当番にご連絡下さい。

土日に食堂を営業して欲しい。

=> PFとしては依頼していますが、採算の問題で難しいようです。

ビームタイムの前後でもルータを貸し出して欲しい。

=> 前後数日であれば柔軟に対応します。

旅費の支払いを早くして欲しい。

=> 旅費は変更などに対応出来るように出張期間が終了してから計算しています。その後の事務処理は早くするように努力します。



PFシンポジウムに参加して

東京工業大学応セラ研 佐々木 聡

2004年3月24日、25日に、第21回PFシンポジウム(実行委員長:加藤龍一氏、副委員長:佐藤衛氏)が、高エネ機構、3号館セミナーホールで開催された。今回は特に、若手の発表者や参加者が多く、PFシンポに新時代が到来する息吹を感じた。若手研究者は個々の分野の将来を担うと共に、ユーザーミーティングを特色づける顔である。放射光学会・合同シンポジウムとの棲み分けが続いている中にあるのは、実行委員会の努力があって初めてできたことであり、深く感謝したい。

思えば、昨年のPFシンポジウム報告の「PFシンポを振り返って」の中で、PFシンポに参加する若者の数が少ないことを嘆いた。懇親会では食べ物が多量に余ってしまうことも度々であった。施設運営や研究課題評価などの話題が中心になることが中堅や年老いた面々に偏る理由であるが、ユーザーコミュニティの将来のためには年齢のバランスが重要であると訴えたつもりである。そして、若手が発表でき、サイエンスの方向性を見出す機会となるようなPFシンポを作りたいと、厚かましくもお願いしてしまった。そのため、若手が参加できるような新企画をプログラム構成に取り入れようと、何度も実行委員会を開催することになったと、後からお聞きした。

PFシンポジウムの詳細については、実行委員長が本PFニュースに報告され、その後「PFシンポジウム報告」が印刷される予定である。そこで、ここではプログラムに沿った説明はすべて割愛し、感想をランダムに述べさせていただく。

PFリングの直線部増強作業が入るため、長期シャットダウンが予定されている等の施設報告が最初に行われた。新ビームラインの報告、PF-AR NW14の施設報告の後に、休憩を挟まず、いきなりNW14関連の招待講演(腰原伸也氏)が続いた。ビームラインとユーザー実験との繋がりがうまく企画されているなどの印象を持った。腰原氏は、時間分解構造観測と誘電体の逆襲について、熱弁された。「熱弁」としか表現できない力強さがあり、かつ、異分野の人にも理解できるよう丁寧な説明が必ずついてきた。昔からそのスタイルに変わりがないのだが、「お役人を説得して大きなプロジェクトを走らせるには、この話術」と妙に納得してしまった。

今回のPFシンポを特徴づけているものは、3つの「招待講演」、2つの「新企画」、そして「ポスターセッション」であると、強く感じた。新企画では、若手ユーザーの起用が面白いほどの中し、そのサイエンスと噛み合った形で光



新企画「光源から利用研究まで・第一部」の「9C 時分割 XAFS」を講演中の鈴木あかね氏

源やビームラインの説明が PF スタッフからなされていた。質問に対する若手の受け答えもハツラツとしていて、ずっと昔に PF シンポがどこかに置き忘れてきたものに久々に出会った気がした。また、専門外の聴衆にも分かりやすくなるようにと苦労されたことが感じとれる発表で全体が構成されており、好感を持った。

ポスターセッションには沢山の人が訪れ、大変盛況であった。ポスター数も大幅に増え、合計で 54 件となったため、廊下で発表することになった施設の方には気の毒であったかもしれない。ポスターセッションの中身についてであるが、従来からの S 型課題・U 型課題、光源関連、将来計画関連の他に、「ユーザーグループ」からの発表が今回初めて含まれていたのが特筆したい。各ユーザーグループからは、全体で 23 件のポスター発表があった。その中でも、「蛋白構造解析グループ」からは 9 件の発表がなされ、「高圧グループ」からも 3 件の発表があり、その積極さが目を引いた。ポスターの数について言えば、もう少しあった方がいいのかもしれない。

今回の PF シンポ実行委員会の狙いが、「(1) ユーザーと施設との共通理解を図る、(2) 色々な分野のユーザーに PF シンポへの興味をもって貰い、(3) できるだけ多く参加してもらい、(4) その中から若手研究者の興味の芽を育みたい」ということにあったと聞いた。この試みは成功したと思う。次は、この試みを来年の PF シンポに如何に継続・発展させていくかにつぎる。1 年先が楽しみである。また、放射光学会・合同シンポジウムとの棲み分けをそろそろ考え直す時期に来ているのかもしれない。PF シンポの中で、PF を使った興味深いサイエンスをいろいろ聞いてみて、その中のすごい研究に、例えば「高良賞」を授与するなどという光景を浮かべてみるのは私だけだろうか。

PF シンポジウムの感想

東京大学大学院理学系研究科 雨宮健太

先日行われた第 21 回 PF シンポジウムに参加したところ、後になって感想の執筆を依頼されてしまった。私は決して真面目な参加者ではなく、時おり講演会場を抜け出しては遠方からの共同研究者と実験結果について議論をしたり、PF まで行って実験装置の保守をしたりしていたので、断片的な感想しか書けないことをお許し願いたい。

さて、自分のことを正当化しようというのではないが、私のようにシンポジウムを抜け出す参加者はかなり多いように見受けられる。これは PF シンポジウムが、「放射光」というただ一点でつながる、とてつもなく多彩な分野にわたる講演と参加者から成り立っていることを考えれば当然といえよう。しかしこれは決して PF シンポジウムの問題点ではなく、むしろそのことこそが PF シンポジウムの醍醐味であり、他の学会（例えば放射光学会）との大きな違いであると言えるのかもしれない。というのは、時々抜け出すとはいえ逆に時々は全く分野の違った講演を聴く機会があり、講演者の方々もそれを意識して素人にもわかりやすい説明をして下さることが期待できるからである。いまさら言うまでもないことだが、自分の分野だけに閉じてもっているより、時には全く関係のない分野の話も聞いたほうが、新しい発見もあるし色々参考になることもある。

それにしても今回のシンポジウムは、とにかく構造生物分野の講演やポスターが多かった。この状況はまさに今の PF を象徴しているのであろう。私が聴いた数少ない講演のなかで、特に印象に残ったのは「創薬を指向した構造生物学」と題されたものである。マラリア原虫由来の酵素とヒト由来のその構造を比べて、そのほんの一部分がどちら側に折れ曲がっているかの違いで一方のみ「くぼみ」が存在し、それを利用して一方にだけ有効な阻害剤を設計したところ、完全ではないものの実際にマラリア原虫由来とヒト由来との間で効果の違いがあった、という内容だったと記憶している。たかだか 2 原子分子の吸着構造を調べるのに四苦八苦している我々の感覚からすれば、あれほど巨大な分子のほんの末端の構造まで決定でき、そこにできるくぼみの存在を発見できるというのは驚異的である。その道のプロから見ればまた違った感想になるのかと思うが、素人の私としては、放射光を用いた構造生物学の威力と、その内容のわかりやすさに、ひたすら感動するしかない。私も地味な基礎研究だからとあきらめずに、わかりやすく感動的な成果をあげるように努力しようと思う。

さて、ビームライン建設にも携わったことのある私としては、新企画「光源から利用研究まで」と銘打った講演も見逃せないものであった。といいながらこれまた全ては聴いていないのが申し訳ないが、その限りでの印象は「ビームラインから利用研究まで」に近いかもしれない。意図の説明を聞いていなかったせいもあるかと思うが、「こんな特徴的な光源を作って、こんな先進的なビームラインと

組み合わせたら、こんな面白い研究ができました」というのを期待していたので、特に「光源」の出番が少なかったのが少し残念である。もちろん講演内容は PF とユーザーの連携がうまく働いて非常に興味深いものであり、この企画は大変楽しめた。

ポスターセッションはこれまでになく盛況であった。これはユーザーグループからの(半ば強制的な推薦による?)発表が多数あったことが原因なのは間違いないであろう。先ほど述べたように口頭のセッションでは全く分野の違う講演も何となく聴くことができ、おかげで予期しない収穫もあるが、ポスターとなるとついつい近い分野の発表だけを詳しく見てしまう傾向にある。そうなってくると放射光学会等と何が違うのかという議論にもなりかねないが、面白い研究はいくらでもあるので、年に2回放射光学会のようなものがあるとしても、別に損はしない。

施設報告や運営に関していえば、ユーザーの最大の関心事のひとつであるシャットダウンの時期がほぼ確定されたことが大きい。予算獲得や実際の作業など、多くの方々の過去および未来のご努力の賜物であり、心から感謝したい。もうひとつの関心事である法人化に関しては、特に安全についてこれまで以上にユーザーの責任が問われることを除いては、基本的に共同研究のスタイル(旅費のサポート等)は変わらないと強調されたように記憶している。とはいえ、研究機関や大学がどう考えていようとも、それとは全く関係なく制度が変わっていく我が国であるから、多くのユーザーは疑心暗鬼であろう。5年後、10年後にどうなっているか、不安は尽きないし我々も自助努力を怠ってはいけないと思う。

これまた不真面目で申し訳ないが、懇親会には参加していない。酒気帯び運転の罰則が30万円および免許取り消し寸前の違反点数にまで強化された今となっては(いや、もちろん以前から運転する時には飲んでいないが)、4000円という会費は、「懇親」ができるというメリットを考えても多少厳しい。会費で思い出したが今回から PF 懇談会の会員はシンポジウムの参加費(500円)が無料となった。それならば会員になろうかとも少し思ったが(それでも無料になったのだろうか?)、近くに宣伝も説明も見当たらなかったので今回は見送った。話は戻って、懇親会の後には例によっていくつかのユーザーグループミーティングが行われたようである。私もそのなかの一つに参加したが、酒に酔ってのミーティングは本音の意見もつい飛び出し(実は酒を口実にした演技かもしれないが)、なかなか趣がある。次の日には誰も覚えていないことを祈りたい。

このような有意義な2日間を過ごせたのも、シンポジウムを企画運営された方々のおかげである。心から感謝の意を表すとともに、また来年を楽しみにしたい。

構造物性グループミーティング報告

放射光科学第二研究系 澤 博

九州大学箱崎地区で開催された日本物理学会年次大会に合わせて、恒例の PF 構造物性グループのミーティングを行った。約30名が集まり以下の内容で現状報告及び活発な議論があったので報告する。

日時 3月27日 18:30~

場所 九州郷土料理 わらび

(1) PF BL-1B, 4C, 9C, 16A2 の各ステーションの報告 (PF スタッフ)

1A; 特に大きなトラブルはないが、今後は PF-AR への進出の可能性はある。

1B; 新しく圧力セルを導入した。約15kbarまでの圧力で低温構造解析が可能となった。

4C; 不注意による回折計の破損事故があった。shutdown中に修理した。

9C; 電動スリットが故障したが、本体の修理は完了。組み付けは最初に利用するユーザーに依頼している。

16A; モノクロ制御系の入れ替えを予定している。

(2) 2005 年度の運転について (物構研 河田)

直線部増強の作業のため2005年3月頃から9月まで PF は shutdown する。現在の予定はあくまでもリング部分の改造だけで、インサージョンデバイス、BL更新、移設関連の予算の目処は立っていない。その予算は概算要求する予定。予算の獲得状況によっては構造物性関連のビームラインは影響を受ける。具体的には16Aのミニポールアンジュレータービームラインへの移設、1A,Bの移設を計画しているが、具体的な移設先などは獲得予算規模に依存する。予算獲得に関して協力願いたい。

(3) BL-1B (物構研 澤)

MPD 回折計の老朽化が激しいために、現行では BL-1A と同じ quality のデータを測定できない。スタッフ優先タイムで、BL-1A と同じ試料を測定して検証してみたが、単結晶 MEM 解析などが出来なかった。今年度の予算で回折計のリプレイスが認められ約半額の配分が認められた。早い段階でユーザーからの要求を出してもらえれば、仕様書に反映できる可能性がある。また、予算がかなり苦しいので施設としてはユーザーからのサポートもお願いしたい。

(4) SPring-8 だより (JASRI 壽榮松)

5月より運転。トップアップ運転がよいよ導入される。ナノテク関連で Soft X-ray が強化される予定。課金問題についての現状報告。特に草の根的なユーザーからの運動が重要。

(5) 関西原研関連の報告 (原研 水木)

放射光利用に力を入れる方向になったので、共同研究を推進したい。

(6) 東海原研 FONDER (東北大 野田)

順調に共同利用を行っている。磁気構造の決定、水素結合系などの成果があがっている。引き続き共同利用・共同研究を募集中。

(7) その他

東海原研の中性子用四軸回折計 FONDER の設置は科研費による補助が獲得できたために実現した。その際にはユーザーからの声を「波紋」(中性子研究連絡会発行、現中性子科学会誌)に投稿するなど、ユーザーからのアプローチを積極的に行った。今後の直線部増強、SPring-8 の課金問題などについても同様な活動に効果が期待できる。

構造物性グループとしても、ユーザーから取り纏めの代表者に立ってもらい、ユーザーの声を伝えて行くこととする。

PF 懇談会に永年会員を新設します

PF 懇談会では、平成 15 年度の運営委員会にて細則の第 1 条を改正し、本年 4 月 1 日より永年会員(シルバー会員)を導入することに致しました。永年会員の会費は無料です。正会員から永年会員への変更は、定年後であればいつでも、事務局への自己申告により可能となります。永年会員の方には、PF シンポへの招待などの情報や会員名簿をお送り致します。当然ながら、今まで通り正会員のままで PF 懇談会を盛り上げていただければ、更にうれしい限りです。

なお、PF ニュースを希望される永年会員の方は、永年会員への変更申告時に、郵送などの手数料として 4,000 円を一括納入してください。この手続きにより、退会(あるいは廃刊)までの期間、PF ニュースを受領することができます。PF ニュースの送付については、昨年度より申込登録制度が導入されています。受領には毎年の登録が必要ですが、PF 懇談会会員の皆様には、自動的に送られます。

PF 懇談会では、過去に遡り、定年を期におやめになられた元会員の方々にも、永年会員として再入会されることをお勧めしております。これにより、PF 懇談会からの情報がより多くの皆様にお伝えできるものと思います。PF 懇談会への入会金は無料ですので、元会員の方々が永年会員に再登録される場合には、会費を一切払うことなく再入会することができます。お近くの元会員の方々をぜひお誘いください。

PF 懇談会では、新しい会員の PF 懇談会への加入を望んでおります。会員名簿を見ますと、PF 立ち上げに尽力された方が多くいらっしゃる反面、次世代を担う若手の会員の数が少ないように見受けられます。若い世代の PF 懇談会での活躍を特に期待しております。学生会員の会費は無料であることを申し添えます。

入会申込書は今号にも掲載されておりますが、PF 懇談会ホームページからもダウンロードが可能です。PF 懇談

会のホームページ <http://www.nims.go.jp/xray/pf/index.html> に入っただき、以下の 2 つのファイルをダウンロードして下さい。入会案内は <http://www.nims.go.jp/xray/pf/membership.htm> に、入会申込書(word ファイル)は <http://www.nims.go.jp/xray/pf/member.doc> に入っています。

入会申込書にご記入の上、e-mail、郵送、あるいはファックスでお送りいただきますと、運営委員会のメール審議をへて 1 週間程度で承認されることとなります。その後、一般会員の方は、年額 2,000 円の会費に対し、銀行の自動引き落とし(年 1 回)の書類を提出していただくこととなります。

PF 懇談会のホームページへは、PF のホームページ <http://pfwww.kek.jp/indexj.html> を開き、「PF 懇談会のページ」をクリックすることでも入れます。また、入会申込用紙は、事務局までご請求いただければ郵送致します。

以上、PF 懇談会を今後ともよろしくお願い致します。

平成 15 年度第 1 回 PF 懇談会幹事会議事メモ

日時：2004 年 3 月 23 日(火) 13:45 ~ 14:20

場所：PF 研究棟 2 階会議室

出席者：佐々木聡(東工大・会長)、高橋敏男(東大・行事)、桜井健次(物材機構・広報)、土屋公央(PF・会計)、雨宮健太(東大・編集)、宇佐美徳子(PF・庶務)、森史子(PF・事務局)

1. 会計幹事より平成 14 年度収支報告、平成 15 年度収支中間報告についての説明があった。
2. 近年会員数が減少していることについて、会員拡充のための方策について議論があった。対策のひとつとして、懇談会員は PF シンポジウムの参加費を無料とする案が提案され、運営委員会で提案することになった。

平成 15 年度第 3 回 PF 懇談会運営委員会議事メモ

日時：2004 年 3 月 23 日(火) 15:00 ~ 17:00

場所：PF 研究棟 2 階会議室

出席者：(所外委員) 佐々木聡(東工大・会長)、雨宮慶幸(東大)、柿崎明人(東大)、桜井健次(物材機構・広報幹事)、高橋敏男(東大・行事幹事)、野田幸男(東北大)、村上洋一(東北大)

(所内委員) 飯田厚夫、伊藤健二、大隅一政、河田洋、小林克己、小林正典、野村昌治、松下正(幹事) 土屋公央(PF・会計)、雨宮健太(東大・編集)、宇佐美徳子(PF・庶務)、森史子(PF・事務局)

1. 松下副所長より施設報告が行われた。PF の現状、共同利用の現状などの報告の他、法人化後の組織について、PF-AR の性能向上について、直線部増強計画のスケジュール、国際協力に関する説明等があった。

2. 庶務幹事より、次期 PF 懇談会運営委員の選挙の経過および結果について報告があった。
3. 会計幹事より、平成 14 年度収支報告、平成 15 年度収支中間報告が行われた。最近 PF シンポを年度末に開催しているために、報告書の印刷が終わるまで会計が閉められない問題が指摘され、今後、印刷が次年度にずれこんだ場合は印刷代は次年度の会計に含め、会計は 3 月末で閉めることとした。
4. 庶務幹事より、懇談会会員は PF シンポの参加費を無料にし、その分は懇談会より PF 実行委員会に補助を出すことについて提案があった。議論の結果、今年度の PF シンポから参加費の補助を実施することとした。
5. 庶務幹事より、平成 15 年度の活動報告があった。会員名簿の作成にあたって、自宅住所欄の扱いについて運営委員会のメール審議事項となったことが説明された。今回は「自宅住所欄は設けるが希望者は非公開にできる」こととし、その旨を会員に問い合わせのうえ、名簿を発行した。
6. 編集幹事より、PF ニュース編集委員会の平成 15 年度の活動報告、および平成 16 年度活動方針について説明があった。今後も予算の削減が予想されることが指摘され、対策について議論があった。
7. 次期 PF 懇談会会長として、雨宮慶幸委員を選出した。
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。
10. PF で出た成果を広くアピールするために、優れた研究成果をピックアップするためのシステムを作ることを提案があった。今後 PF 内でルールを検討し、運営委員会に提案することとなった。

平成 15 年度 PF 懇談会総会議事録

日時：2004 年 3 月 25 日（木）13:10～13:40

場所：高エネルギー加速器研究機構
3 号館セミナーホール

1. 総会議長に桜井浩会員（群馬大）を選出した。
2. 会計幹事より、平成 14 年度決算、平成 15 年度収支中間報告が行われた。平成 14 年度決算について承認された。
3. 佐々木会長より、次期会長に雨宮慶幸氏（東大）が選出されたことが報告された。雨宮次期会長より挨拶があった。
4. 庶務幹事より、次期 PF 懇談会運営委員選挙結果の報告、および平成 15 年度の活動報告があった。
5. 編集幹事より、平成 15 年度の PF ニュース発行状況、および 16 年度の編集方針について報告が行われた。
6. 佐々木会長より、永年会員（シルバー会員）の新設

の提案が紹介された（詳細については別記事参照）。運営委員会のメール審議事項とし、承認された場合は平成 16 年度から実施することが説明された。

（付記）永年会員（シルバー会員）の新設について、以下の細則改正が運営委員によりメール審議され、3 月 31 日に承認された。

＜細則第 1 条の改正＞ 下線部を追加する。

（第 1 条）本会に入会するには、所定の用紙に記入し、事務局に提出する。所定の用紙は事務局あるいはホームページより入手できる。会費は年間 2,000 円とする。新規会員については銀行引き落としを利用する。但し、学生会員および永年会員は無料とする。永年会員への変更は、定年後の自己申告による。PF ニュースを希望する永年会員は、申告時に手数料（4,000 円）を一括納入することで、退会まで受領できる。

PF 懇談会次期運営委員選挙結果について

（任期：平成 16 年 4 月～平成 18 年 3 月）

PF 懇談会会則第 10 条および細則第 4 条に基づき、次期運営委員の選挙が行われた。PF 外運営委員候補者として、PF 外会員およびユーザーグループからの推薦に基づき、1 月下旬に 30 名が選出された。その後、PF 外会員による選挙を行い（平成 16 年 2 月 19 日㊄切、投票総数 173 通、うち有効投票数 170 通）、上位得票者 20 名が次期運営委員として選出された。選挙管理委員は会長指名により、小山篤（PF）、豊島章雄（PF）、宇佐美徳子（PF）各会員であった。PF 内運営委員は、PF 内会員中から選出された。次期運営委員の名簿を別掲する。

PF 懇談会 H16 年、17 年度運営委員名簿

外部委員	朝倉 清高	北海道大学触媒化学研究センター
	雨宮 慶幸	東京大学大学院新領域創成科学研究科
	太田 俊明	東京大学大学院理学系研究科
	尾嶋 正治	東京大学大学院工学系研究科
	柿崎 明人	東京大学物性研究所
	片岡 幹雄	奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科
	河内 宣之	東京工業大学大学院理工学研究科
	桜井 健次	物質・材料研究機構 材料研究所
	佐々木 聡	東京工業大学応用セラミック研究所
	高倉かほる	国際基督教大学教養学部
	高橋 敏男	東京大学物性研究所
	中井 泉	東京理科大学理学部
	中川 敦史	大阪大学蛋白質研究所
	西川 恵子	千葉大学大学院自然科学研究科
	野田 幸男	東北大学多元物質科学研究所
	三木 邦夫	京都大学大学院理学研究科
	宮原 恒昱	東京都立大学大学院理学研究科
	村上 洋一	東北大学大学院理学研究科
	若林 克三	大阪大学大学院基礎工学研究科
	渡辺 信久	北海道大学大学院理学研究科
内部委員	飯田 厚夫	物質構造科学研究所・放射光科学第一研究系
	伊藤 健二	物質構造科学研究所・放射光科学第一研究系
	伊澤 正陽	物質構造科学研究所・放射光源研究系
	春日 俊夫	物質構造科学研究所・放射光源研究系
	河田 洋	物質構造科学研究所・放射光科学第二研究系
	小林 克己	物質構造科学研究所・放射光科学第一研究系
	野村 昌治	物質構造科学研究所・放射光科学第一研究系
	前澤 秀樹	物質構造科学研究所・放射光源研究系
	松下 正	物質構造科学研究所
	山本 樹	物質構造科学研究所・放射光科学第一研究系

幹事会メンバー

	氏名	所属
会長	雨宮 慶幸	東京大学大学院新領域創成科学研究科
利用幹事	佐々木 聡	東京工業大学応用セラミック研究所
	高橋 敏男	東京大学物性研究所
	宇佐美徳子	物質構造科学研究所・放射光科学第一研究系
	斎藤 智彦	東京理科大学理学部
行事幹事	佐藤 衛	横浜市立大学大学院総合理科学研究科
	間瀬 一彦	物質構造科学研究所・放射光科学第一研究系
広報幹事	桜井 健次	物質・材料研究機構 材料研究所
庶務幹事	田中 雅彦	物質構造科学研究所・放射光科学第二研究系
会計幹事	土屋 公央	物質構造科学研究所・放射光源研究系
編集幹事	一國 伸之	千葉大学工学部



放射光セミナー

題目：Photoemission Electron Microscopy: PEEM and other tools to image catalytic surface reactions

講師：Prof. Dr. Harm Hinrich Rotermund (Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft)

日時：2004年3月4日(木) 11:00～

題目：物質構造科学の原点：鉱物標本展示会

講師：田中雅彦氏(物質科学第二研究系)

日時：2004年2月27日(金) 13:30～14:30

題目：SESAME, Synchrotron radiation for Experimental Science and Application for the Middle East

講師：Professor Mahmoud Al-Kofahi (Al-Balqa Applied University, Jordan)

日時：2004年3月18日(金) 15:00～16:00

題目：Control of Lattice Dynamics by Femtosecond Coherent Anti-Stokes Raman Scattering

講師：高橋淳一氏(JSR CREST 研究員、千歳科学技術大学)

日時：2004年4月9日(金) 14:00～15:00

物構研セミナー

題目：量子計算に関する研究の現状

講師：木戸 義勇氏(物質・材料研究機構 ナノ・マテリアル研究所 副所長)

日時：2004年3月12日(金) 13:30～14:30

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

第39回物質構造科学研究所運営協議員会議事次第

日時：平成16年2月6日(金) 13:30～ (管理棟大会議室)

議事：

1. 報告

① 所長報告, ② 各施設等報告, ③ 教官人事について, ④ その他

2. 協議

① 平成16年度前期放射光共同利用実験課題審査結果について

② 施設留保ビームタイムについて

③ 教育研究評議会委員、素粒子原子核研究所運営会議委員及び加速器・共通基盤研究施設運営会議委員の推薦について

④ 所長の任期等について

⑤ 名誉教授の選考について

⑥ 教官の特定人事について

⑦ 教官人事について 中性子科学研究施設 助手1名(03-9)

⑧ その他

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軌道放射光物性研究施設長
	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	日本原子力研究所関西研究所 放射光科学研究センター長
	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
	古坂 道弘	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・教授	

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	名古屋大学大学院工学研究科・教授
	藤森 淳	東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授
	松原英一郎	東北大学金属材料研究所・教授
	三木 邦夫	京都大学大学院理学研究科・教授
	宮原 恒昱	東京都立大学大学院理学研究科・教授
	村上 洋一	東北大学大学院理学研究科・教授
	八木 健彦	東京大学物性研究所・教授
	若林 克三	大阪大学大学院基礎工学研究科・教授
	機 構 内 委 員	*松下 正
*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
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15年4月1日～平成17年3月31日

*役職指定

平成 15 年度第三期配分結果一覧

Date	1/12	1/13	1/14	1/15	1/16	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		
Time	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN		
Operation	STOP	T/M			USER RUN				M	USER RUN					M	USER RUN							
1A																							
1B						02G215				03G196				03G214		03G214		03G198			02G069		
1C																		02G174					
2A																							
2C						02S2-002				02S2-002								02S2-002					
3A						03G271				03G271								03G032					
3B						03G016				03G016								03PF-45					
3C						02G206				02G206								03G020					
4A						調整	02G330			02G330			02G172					02G172		02G118	02G099		
4B						03G029				03G029			02G211					02G074			03G188		
4C						03G198				03G198			02G059					02G026			03G196		
5A																							
6A						Setup				Setup								02G316		03S2-002			
6B																		03S2-002		Protein3000			
6C																							
7A						01S2-003				01S2-003								03G279			03G265		
7B						調整				調整								03G146					
7C						03G301				03G301			02G258		03G092			03G248		02G278	03G071		
8A						02G137				02G137								02G121					
8B																							
8C						共同研究				共同研究								共同研究					
9A						調整	03G261			02G069			03G277					SX	共同研究	02G244	03G051	03G294	
9C						03G207				03G207								03G213			03G213		
10A						03G024				03G024			共同研究					03G193					
10B						調整	03G297			02G112	03G266	03G274		02G285		03G074		02G255		02G234	03G264	03G266	
10C						WG	02G290			02G084	02G095	03G227		02G227		02G120		03G137		03G058	02G323	03G054	
11A						03G014				03G014								共同研究		共同研究	03G280	共同研究	
11B										共同研究				03G283									
11C						03G147				03G147								03G147					
11D																							
12A										03G180													
12B																							
12C						調整	02G255			調整			02G240		02G269			02G257		02G275		03G270	
13A																							
13B																							
13C						02G126				02G103								02G126		02G292		03G287	
14A						調整	02G090						02G042										
14B						03G197				03G197			03PF-39					03PF-39			03P007		
14C						02S2-001				02S2-001			Li Gang					02S2-001					
15A						WG	03G219			02G091			02G343		03P008			03G080		03G084	02G081	03G232	03G218
15B						02G298				03G003													
15C						調整				02G046			03G211					03S2-001			02G197		
16A						01S2-002				01S2-002								02S2-003					
16B																							
17A																							
17B																							
17C																							
18A						03G190				02G190													
18B						Setup				02G320	02G149	共同研究	03G218					03G101					
18C						BA/立ち上げ												02G216					
19A						03G155																	
19B																							
20A						調整				調整			03G008										
20B																							
27A						03G295				03G051								02G250		02G264		03G285	
27B						02G090				02G157			02G333					02G250		02G264		03G285	
28A																							
28B						立ち上げ-調整				03U001													
NE1A1																							
NE1A2																							
NE1B																							
NE3A																							
NE5A																							
NE5C																							
NW2A																							
NW12A																							
Operation																							
SPF																							

Date	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27	2/28	2/29	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	3/14	
Time	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12
Operation	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN
1A																						
1B		03G210 山内		03G033 山本			02G067 小林					01S2-002 村上							01S2-002 村上			03G199 澤
1C				02S2-002 尾崎																02S2-002 尾崎		
2A				03G246 新妻																		
2C											02G182 木下											02G021 尾立
3A				03G201 中村						02G074 八島			02G229 八島									03G041 田中
3B				02G179 包塚									02G002 高橋									02G070 四田(C2)
3C				03G020 伊藤(C3)								03PF-44 張(C2)										02G330 小泉
4A				02G293 飯田			02G135 高西			02G091 兩宮			02G343 兩宮									02G029 井田(B2)
4B				03G221 沼子(B1)			03G215 大塚(B1)															02G074 八島(B2)
4C							03G198 蒼林						02G207 橋爪									02G207 石田
5A																						
6A				02G155 WANG			03G132 井澤			02G322 大石												03G125 藤原
6B																						02G321 橋本
6C																						
7A																						
7B																						
7C				02G281 松浦																		
8A							02G103 奥平															
8B																						
8C																						
9A																						
9B																						
9C																						
10A																						
10B																						
10C																						
11A																						
11B																						
11C																						
11D																						
12A																						
12B																						
12C																						
Date	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27	2/28	2/29	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	3/14	
Time	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12
Operation	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN
13A																						
13B																						
13C																						
14A																						
14B																						
14C																						
15A																						
15B																						
15C																						
16A																						
16B																						
17A																						
17B																						
17C																						
18A																						
18B																						
18C																						
19A																						
19B																						
20A																						
20B																						
27A																						
27B																						
28A																						
28B																						
Date	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27	2/28	2/29	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	3/14	
Time	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12
Operation	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	M	B	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN	USER RUN
NE1A1																						
NE1A2																						
NE1B																						
NE3A																						
NE5A																						
NE5C																						
NW2A																						
NW12A																						
Operation	M	E	E	E	E	E	E	M	E	E	E	E	E	E	M	E	E	E	E	E	E	E
SPF																						

Date	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/22
Time	9	12	9	12	9	12	9	12
Operation	M	B [3GeV]				USER RUN [3GeV]		
1A								
1B		02G215 真盛			02G041 北川		02G084 内海	
1C								
2A								
2C					02G196 早石			
3A					02G221 佐々木			
3B					02G002 斎藤			
3C					02G205 渡辺(C2)			
4A		02G324 大隈	03G272 中井		02G172 井出		02S2-003 櫻井	
4B		02G064 内海(B2)		03G204 真盛(B2)			03G041 田中(B2)	
4C			03G207 石田				02G062 志村	
5A								
6A		03G108 黒河	02G139 海野	02G312 宮原			02G315 渡邊	02G322 大石
6B								
6C								
7A					03G014 桐宮			
7B								
7C			03G082 原田			03G254 内本		03G087 Cezarfa-Amoros
8A								共同研究
8B								
8C					02G230 桐宮(C2)			
9A					03G093 田			
9C					03G195 牧本			
10A					03G208 藤林			
10B		02G279 宮永		03G052 宮永	02G112 野村	03G269 中井	03G286 松林	
10C	03G245 矢島	02G117 竹下	03G239 櫻井		02G095 野島	wgn 金谷	03G054 渡邊	
11A					03G303 大久保			
11B						03U002 Fons		
11C								
11D								ビームライン調整
12A					02G024 開運			
12B								
12C					共同研究	02G278 久保勝		03G234 鳥水
Date	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/22
Time	9	12	9	12	9	12	9	12
Operation	M	B [3GeV]				USER RUN [3GeV]		
13A					02G090 八木		02G072 平井	
13B					02G110 大隈(B1)			
13C								
14A					02G280 笹井		調整	03G287 松林
14B					03G045 安藤			
14C					02G083 大隈(C2)			03G031 藤盛(C2)
15A		03G046 飯山		03G253 伊藤		02G337 木原	02G338 Semisotnov	03G321 Timchenko
15B					03G042 水野(B1)			
15C					03G223 平野			
16A					01S2-002 村上(A2)			
16B								
17A								
17B								
17C								
18A					03G158 持崎			
18B					Setup			
18C					02G218 小林		03G194 森	
19A								調整
19B								
20A					02G0185 高倉			
20B								
27A					03G225 馬場			
27B		02G090 赤松		共同研究	03G302 大賀	03G285 熊本	02G250 矢板	02G080 岡本
28A								
28B					03PF-37 岩住			
Date	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/22
Time	9	12	9	12	9	12	9	12
Operation	USER RUN	B					STOP	
NE1A1					02G025 河田			
NE1A2								
NE1B								
NE3A					02G034 岡野			
NE5A					03G222 橋			
NE5C					03G185 草場			
NW2A					03G188 長岡			
NW12A		03G118 海野	02G150 斎藤		02G318 田中		共同研究	
Operation	M	E	E	E	E	E	E	E
SPF								

平成15年度 内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題一覧

課題番号	申請者	所属	課題名	希望ステーション
2003PF-01	小野 寛太	PF	円偏光X線を用いた磁気イメージング	28B
2003PF-02	小野 寛太	PF	メズスコピック磁性体のvortexカイラリティの直線観察	NE1B
2003PF-03	野澤 俊介	研究機関研究員	Cs補償型Mn系プルシアンブルー錯体の温度相転移の研究	10B
2003PF-04	若林 裕助	PF	三角格子LiVO ₂ の軌道状態	4C
2003PF-05	若林 裕助	PF	ハロゲン架橋複核白金錯体の電荷配列の観測	4C, 16A2
2003PF-06	田崎 遼子	特別共同利用研究員	ドメイン制御下での極限条件下単結晶構造解析手法の確立	1B
2003PF-07	平野 馨一	PF	X線多波回折に伴う前方回折X線の位相シフトの観察	14B, 15C
2003PF-08	土岐 睦	総研大	高圧低温での粉末X線回折へのMEMの応用	1B
2003PF-09	戸田 充	研究機関研究員	パイロクロア化合物Cd ₇ Re ₂ O ₇ の軌道状態	4C又は9C
2003PF-10	張 小威	PF	X線ポリゴンによる回転テーブル角度位置の精密較正	14B
2003PF-11	張 小威	PF	アンジュレータ放射光による格子間隔精密測定の高高度化	NE3
2003PF-12	亀卦川卓美	PF	ダイヤモンドアンビル用ガasket内の圧力分布	13A, 18C
2003PF-13	柳下 明	PF	トロイダル型光電子エネルギー・アナライザーの開発研究	2C
2003PF-14	小原 哲	総研大	・SF ₆ によるヘリウム光しきい電子捕獲実験 ・metastable Li ionのAu plateへの衝突によるmetastableの強度評価	3B
2003PF-15	岸本 俊二	PF	核共鳴前方散乱実験のための積層型APDアレイ検出器の評価	14A
2003PF-16	田中 雅彦	PF	La _{2-x} Sr _x NiO ₄ のNiの異常分散効果を利用した精密構造解析	14A, 10A
2003PF-17	安達 弘通	PF	磁気コンプトン散乱によるGdAl ₂ におけるGdのスピン分布の研究	NE1A1
2003PF-18	橋本 英子	総研大	暗視野用X線光学系"Owl"の開発と応用	14B
2003PF-19	島雄 大介	総研大	暗視野用X線光学系"Owl"の開発と応用	14B
2003PF-20	島雄 大介	総研大	暗視野用X線光学系"Owl"の開発と応用	14C1
2003PF-21	兵藤 一行	PF	臨床応用のための光学系、撮像系の立ち上げ・調整	NE1A2
2003PF-22	久保田正人	PF	光電子顕微鏡を用いたサブミクロン分解能でのマイクロXAFS	9C
2003PF-23	張 小威	PF	新型X線マイケルソン干渉計のテスト	NE3
2003PF-24	澤 博	PF	不斉回折効果の測定による界面磁性の検出	16A2, NW2
2003PF-25	佐賀山 基	研究機関研究員	CaAlSiの長周期構造と超伝導転移温度の相関	4C
2003PF-26	佐賀山 基	研究機関研究員	強磁性超伝導体UGe ₂ の圧力誘起超伝導の発現メカニズム	1B
2003PF-27	若林 裕助	PF	小型ミラーによる高調波除去のスタディ	4C
2003PF-28	河村 幸彦	研究支援	BL-1A,1Bを用いた単結晶/粉末精密構造解析	1A, 1B
2003PF-29	岸本 俊二	PF	大強度電子線によるシリコンAPD素子の損傷評価	NE3
2003PF-30	岸本 俊二	PF	核共鳴前方散乱実験のためのAPDアレイ検出器の開発	NE3
2003PF-31	張 小威	PF	マルチPINアレーによる高速格子間隔コンパレータの開発	3C2
2003PF-32	張 小威	PF	低温冷却分光器のブラックと安定性の測定	NW2
2003PF-33	張 小威	PF	低温強磁場装置の立ち上げと前方散乱条件のテスト	NE3
2003PF-34	田中 雅彦	PF	DAFSによるLa _{2-x} Sr _x NiO ₄ 低温相のNiイオン秩序構造の解析	9C
2003PF-35	森本 理	総研大	逆光電子分光用ディテクターのバンドパス特性測定	11C
2003PF-36	小原 哲	総研大	準安定状態リチウムイオンと希ガスの衝突実験	3B
2003PF-37	岩住 俊明	PF	Ti含有強誘電体の誘電特性と電子状態	7C, 28B
2003PF-38	平野 馨一	PF	X線光学に関する実験	14B又は15C
2003PF-39	平野 馨一	PF	X線位相コントラストイメージングに関する実験	14B又は16C
2003PF-40	岸本 俊二	PF	大強度電子線によるシリコンAPD素子の損傷評価	NE3
2003PF-41	間宮 一敏	研究機関研究員	Co含有希薄磁性酸化物の内殻吸収磁気円二色性測定	11A
2003PF-42	間瀬 一彦	PF	オージェー光電子アナライザーの整備	12A
2003PF-43	久保田正人	PF	自動角度走査光電子分光システムの調整	1C
2003PF-44	張 小威	PF	アナログフィードバック化回路による放射光強度の安定化	3C2
2003PF-45	東 善郎	PF	イオン飛行時間差によるリチウムペニングイオン化測定	3B
2003PF-46	森本 理	総研大	スピン偏極逆光電子分光用フォトンディテクターのバンドパス特性の測定	11C

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（課題責任者のみ自動的に送付）は登録が必要ですが、下記の方々はお申し込みなくとも自動的に PF ニュースが送付されます。

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。購読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 ニュースでは下記のカテゴリーで皆様からの

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

PF の末端ユーザーである私が PF ニュースの編集委員となり 1 年が過ぎた。3 か月ごとの編集委員会のため、春夏秋冬の筑波の景色を楽しめたことがうれしい。委員会の前後の待ち時間に物珍しい本を立ち読みしていくつか小発見もした。実験で PF に来る時には、景色など楽しむ余裕がないので、個人的に実に充実した時間である。さて、出張目的の編集委員会では、この 1 年、存在感が全くなかった。一言二言発しただけ。2 年目は多少ましになるよう努めます。

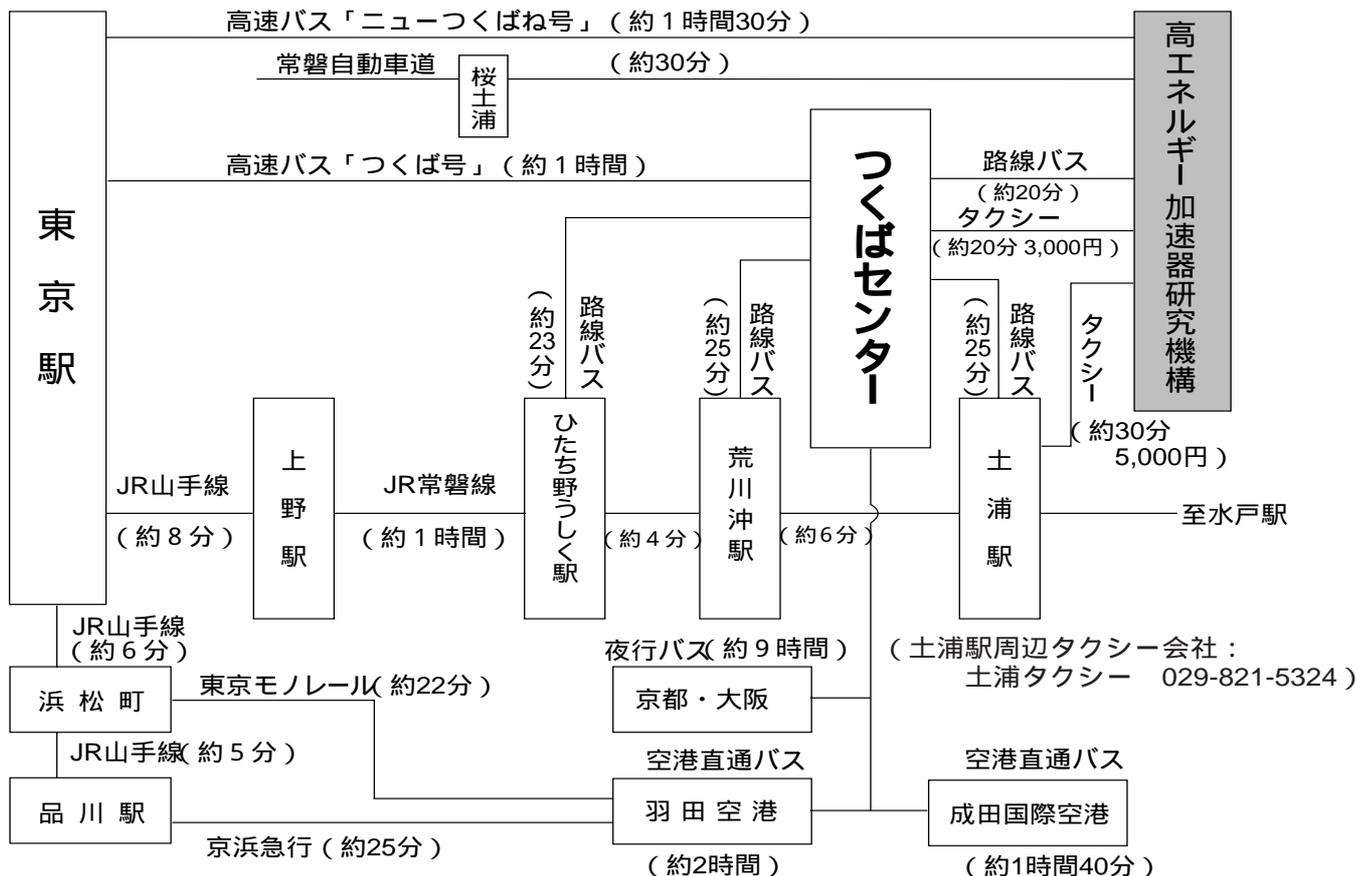
この編集後記を書くのに先達に学べと、上記 URL で 9 巻分の編集後記の PDF ファイルを入手。バックナンバーの記事をインターネットから入手できる便利さを実感した。皆様もご活用ください。(K.N.)

委員長	一國伸之	千葉大学工学部
副委員長	澤 博	物質構造科学研究所
委員	東 善郎	物質構造科学研究所
	小野寛太	物質構造科学研究所
	富田憲一	物質構造科学研究所
	長嶋泰之	東京理科大学理学部
	中辻 寛	東京大学物性研
	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

上田和浩	㈱日立製作所日立研究所
川崎政人	物質構造科学研究所
中島伸夫	弘前大学理工学部
永田宏次	東京大学大学院農学生命科学研究科
原 一広	九州大学大学院工学研究院
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：2004. 4. 30)

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]

1999年10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）

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	日 祝 日
5		
6	00 30	00 30
7	00 20 40 50	00 20 40 50
8	00 10 30 40 50	00 10 30 40
9	00 10 30 40 50	00 10 30 40
10	00 10 30 40 50	00 10 30 40
11	00 10 30 40 50	00 10 30 40
12	00 10 30 40 50	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 50	00 10 30 40 50
16	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
17	00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
18	00 00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
19	00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
20	00 00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
21	00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
22	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
23	00 00	00 00

つくばセンター 東京駅日本橋口行		
時	平 日	日 祝 日
5	15 30 45	15 30 45
6	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
7	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
8	00 12 24 36 48	00 10 20 30 40 50
9	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
10	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
11	00 12 24 36 48	00 10 20 30 40 50
12	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
13	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
14	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
15	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
16	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
17	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
18	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
19	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
20	00 15 30 45	00 15 30 45
21	00 15 30	00 15 30
22		
23		

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

JR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日改正）

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	土浦発	上野着	種別
5:20	6:28		9:44	10:28	特	16:15	17:27	
5:45	6:54		9:58	11:08		16:21	17:04	特
6:06	7:06	特	10:10	11:24		16:37	17:52	
6:09	7:20		10:21	11:04	特	16:47	18:01	
6:24	7:41		10:28	11:41		17:03	18:19	
6:31	7:28	特	10:36	11:50		17:15	18:28	
6:41	7:59		10:47	12:08		17:22	18:04	特
6:45	7:57		11:07	12:22		17:31	18:42	
6:50	7:52	快	11:21	12:04	特	17:47	19:02	
6:58	8:11		11:27	12:40		18:07	19:20	
7:02	8:04	快	11:37	12:53		18:15	19:29	
7:03	8:18		11:48	13:09		18:21	19:04	特
7:08	8:17		11:54	12:34	特	18:32	19:48	
7:12	8:23		12:07	13:25		18:47	20:02	
7:15	8:22		12:16	13:31		19:09	20:22	
7:20	8:33		12:21	13:04	特	19:21	20:04	特
7:24	8:36		12:33	13:49		19:24	20:32	
7:29	8:40		12:48	14:09		19:33	20:46	
7:34	8:43		13:07	14:22		19:46	21:01	
7:35	8:53		13:21	14:04	特	20:07	21:23	
7:45	8:46	快	13:26	14:42		20:21	21:05	特
7:45	8:52		13:35	14:50		20:23	21:30	
7:59	8:55	特	13:49	15:01		20:36	21:47	
8:04	9:17		14:07	15:21		20:56	22:10	
8:19	9:10	特	14:21	15:04	特	21:15	22:26	
8:26	9:40		14:26	15:40		21:21	22:04	特
8:34	9:25	特	14:48	16:01		21:41	22:51	
8:52	10:07		15:07	16:20		21:55	22:34	特
9:09	9:59	特	15:21	16:05	特	21:57	23:04	
9:12	10:20		15:24	16:33		22:11	23:23	
9:28	10:40		15:35	16:53		22:21	23:06	特
9:35	10:50		15:48	17:02		22:36	23:42	
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	上野発	土浦着	種別
5:10	6:14		11:16	12:28		18:10	19:23	
6:03	7:13		11:30	12:12	特	18:20	19:33	
6:30	7:36		11:33	12:50		18:30	19:16	特
6:46	7:57		11:50	13:01		18:37	19:49	
7:00	7:40	特	12:03	13:20		18:48	20:08	
7:02	8:09		12:16	13:28		19:03	19:59	快
7:30	8:17	特	12:30	13:14	特	19:09	20:22	
7:35	8:42		12:33	13:47		19:20	20:33	
7:49	9:00		12:50	14:01		19:30	20:15	特
8:00	8:50	特	13:03	14:19		19:38	20:52	
8:07	9:14		13:16	14:29		19:50	21:01	
8:12	9:27		13:30	14:14	特	20:00	20:42	特
8:14	9:27		13:33	14:50		20:03	21:10	
8:20	9:36		13:50	15:01		20:13	21:28	
8:30	9:21	特	14:03	15:09		20:30	21:16	特
8:32	9:40		14:16	15:28		20:40	21:52	
8:36	9:41		14:30	15:15	特	20:51	22:02	
8:42	9:56		14:33	15:47		21:03	22:10	
8:45	9:56		14:50	16:02		21:16	22:27	
8:48	10:04		15:03	16:18		21:30	22:16	特
9:02	10:10		15:16	16:28		21:38	22:42	
9:10	10:23		15:30	16:13	特	21:55	23:13	
9:13	10:25		15:33	16:45		22:00	22:52	特
9:25	10:44		15:50	17:02		22:17	23:32	
9:30	10:16	特	16:16	17:28		22:30	23:19	特
9:49	11:02		16:30	17:13	特	22:45	23:59	
10:03	11:19		16:38	17:49		23:00	23:51	特
10:16	11:28		16:50	18:01		23:12	0:19	
10:30	11:13	特	17:11	18:23		23:42	0:48	
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・休日運休

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て上野駅に24:36到着。）

つくばセンター KEK間

2003年3月16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
18	06:57	07:14	07:32	61		×14:25	×14:41
18	×07:50	×08:07	×08:25	18	×14:10	×14:27	×14:45
61		08:30	08:46	C8		15:15	15:30
71		08:40	08:53	71		15:30	15:43
C8		08:50	09:05	61		16:05	16:21
71		09:20	09:33	71		16:40	16:58
C8A	×09:30	×09:46		C8		16:40	16:55
61		10:15	10:31	61		×17:00	×17:16
71		10:50	11:03	C8		×17:20	×17:35
C8	×10:55	×11:10		61		17:20	17:36
71		12:00	12:13	71		17:45	17:58
61		12:00	12:16	C8		18:10	18:25
18	12:10	12:27	12:45	61		18:10	18:26
61		13:20	13:36	61		×18:30	×18:46
61		×13:25	×13:41	C8		×18:40	×18:55
71		14:00	14:13	71		19:40	19:53
61		14:20	14:36	C8		×20:00	×20:15

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
61	07:39	08:00		61	×13:54	×14:15	
71	07:43	08:05		71	14:48	15:10	
C8	08:08	08:26		C8	×15:20	×15:39	
71	08:38	09:00		61	15:34	15:55	
C8	×09:05	×09:24		71	15:43	16:05	
18	09:40	10:00	10:22	C8	16:10	16:29	
61	09:49	10:10		61	×16:29	×16:50	
71	10:18	10:40		61	16:44	17:05	
C8	×10:30	×10:49		71	17:08	17:30	
71	11:31	11:50		61	17:29	17:50	
61	11:34	11:55		C8	17:40	17:59	
18	×11:40	×12:00	×12:22	61	×17:59	×18:20	
61	12:39	13:00		C8	×18:10	×18:29	
61	×12:54	×13:15		18	19:00	19:20	19:42
C8	13:25	13:44		71	19:08	19:30	
71	13:28	13:50		C8	×19:30	×19:49	
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)

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
 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				
05:30	08:20	11:45	14:45	17:45
05:45	08:30	12:00	15:00	18:00
06:00	08:45	12:15	15:15	18:15
06:10	09:00	12:20特	15:20特	18:20特
06:20	09:15	12:30	15:30	18:30
06:30	09:20特	12:35二	15:45	18:50
06:40	09:30	12:45	16:00	19:05
06:50	09:45	13:00	16:15	19:10
07:00	10:00	13:15	16:20特	19:30
07:05	10:15	13:20特	16:20二	19:47
07:20	10:20特	13:30	16:30	20:15
07:30二	10:30	13:30二	16:45	20:40
07:40	10:45	13:45	17:00	21:15
07:55	11:00	14:00	17:15	21:45
08:00	11:15	14:15	17:20特	22:15
08:10	11:20特	14:20特	17:25	22:40
08:15	11:30	14:30	17:30	

つくばセンター発				
06:24	10:39	13:54	16:54	20:24
07:04	10:54	14:09	17:09	20:39
07:24	11:09	14:19特	17:19特	21:09
07:34	11:19特	14:24	17:24	21:39
×07:35	11:24	14:30二	17:39	22:00
07:54	11:39	14:39	17:54	22:09
07:59	11:54	14:54	18:09	22:39
08:14	12:09	15:06	18:19特	
08:34	12:19特	15:09	18:29	
08:54	12:24	15:19特	18:49	
09:09	12:39	15:24	19:04	
09:19特	12:54	15:39	19:09	
09:24	13:09	15:54	19:19	
09:39	13:19特	16:09	19:29	
09:54	13:24	16:19特	19:49	
10:09	13:39	16:24	20:04	
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)

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

土曜・日祝日					
ひたち野うしく駅発			つくばセンター発		
07:35	13:03	18:20	06:57	12:33	17:45
●07:51	●13:28	18:36	●07:20	●13:00	18:05
08:17	14:02	●19:01	07:42	13:33	●18:32
08:40	14:25	19:29	08:03	13:49	18:55
●08:55	●14:44	19:47	●08:23	●14:09	19:10
09:26	15:05	●20:02	08:54	14:32	●19:30
●09:53	15:24	20:21	●09:20	14:57	19:46
10:13	15:57		09:39	15:23	
10:35	●16:23		10:06	●15:52	
●11:01	16:44		●10:24	16:10	
11:23	17:06		10:48	16:36	
11:44	17:24		11:09	16:49	
12:09	●17:45		11:33	●17:12	
●12:30	18:03		●11:59	17:30	

(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

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

2001年12月19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	22:48	上本町駅バスセンター	21:47
並木大橋	22:55	近鉄なんば駅西口 (OCATビル)	22:02
京都駅八条口 (近鉄改札前)	6:05	京都駅八条口 (近鉄改札前)	23:04
近鉄なんば駅西口 (OCATビル)	7:04	並木大橋	6:14
あべの橋駅 (JR天王寺駅)	7:25	つくばセンター	6:21
ユニバーサルスタジオジャパン	7:55	土浦駅東口	6:43

料金表 (大人)

区	間	片道運賃	往復運賃
土浦駅東口・つくばセンター・並木大橋	京都駅八条口	8,900円	16,020円
土浦駅東口・つくばセンター・並木大橋	近鉄なんば駅西口以降	9,700円	17,460円

乗車券

- ・予約制。1ヶ月前より予約受付。乗車券は3日前までに購入。
- ・予約・問い合わせ先：関鉄学園サービスセンター 029-852-5666 予約受付時間 (毎日9:00~17:00)
- 近鉄バス 06-6772-1631 予約受付時間 (毎日9:00~19:00)
- インターネット予約 <http://www.kintetsu-bus.co.jp/>
- <http://www.j-bus.co.jp/>
- ・水戸・土浦間の時刻、小人料金、詳しい搭乗場所については上記問い合わせ先へ。

空港直通バス

羽田空港 つくばセンター

1999年6月1日開業

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。)

運賃：1,800円

つくばセンター発		羽田空港着		羽田空港発		つくばセンター着	
5:30	13:00	7:10	14:40	8:40	15:20	10:30	17:10
6:20	14:00	8:20	15:40	9:30	16:30	11:20	18:20
7:00	15:00	9:00	16:40	10:35	17:55	12:25	19:45
8:00	16:00	10:00	17:40	11:35	19:20	13:25	20:50
9:30	16:40	11:30	18:20	13:00	20:20	14:50	21:40
11:40	17:40	13:40	19:10	14:20	21:20	16:10	22:40

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12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) / 03-3790-2631 (京浜急行)

成田空港 つくばセンター (土浦駅東口行)

(AIRPORT LINER NATTS)

1999年12月16日改正

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

つくばセンター発		成田空港着		成田空港発		つくばセンター着	
6:20	13:25	8:00	15:05	7:20	16:15	9:00	17:55
7:20	14:35	9:00	16:15	9:05	17:20	10:45	19:00
8:50	15:50	10:30	17:30	10:35	18:40	12:15	20:20
10:20	17:35	12:00	19:15	12:50	20:00	14:30	21:40
11:55		13:35		14:35		16:15	

平日日祝日とも上記時刻表

上下便の全バス停：土浦駅東口、つくばセンター、ひたち野うしく駅、新利根町、成田空港

つくば市内宿泊施設

(確認日: 2004. 4. 30) 料金は全て税込。



アーバンホテル
 (http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html)
 TEL(029)877-0001 6,825円~
 (6/1新館オープン 38部屋 うち12部屋は喫煙可
 7,875円~)

にいほり旅館
 TEL(029)864-2225 3,885円~

トレモントホテル
 TEL(029)851-8711 7,854円~

筑波研修センター
 TEL(029)851-5152 3,600円~

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~

ルートつくば
 TEL(029)860-2111 6,825円~ (朝食付)

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~

ホテルニューたかはし竹園店
 TEL(029)851-2255 5,775円~

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

ビジネスホテル山久 5,000円~
 TEL(029)852-3939 5,500円~ (2食付)

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)

ホテルグランド東雲(新館)7,350円~
 TEL(029)856-2212(本館)6,300円~

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~

学園桜井ホテル
 (http://www.gakuen-hotel.co.jp/)
 TEL(029)851-3011 6,878円~

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)

ペンション学園
 TEL(029)852-8603 4,700円~(税込)
 21,000円(7日以内)

ホテルスワ
 TEL(029)836-4011 6,825円~
 6,090円(会員)

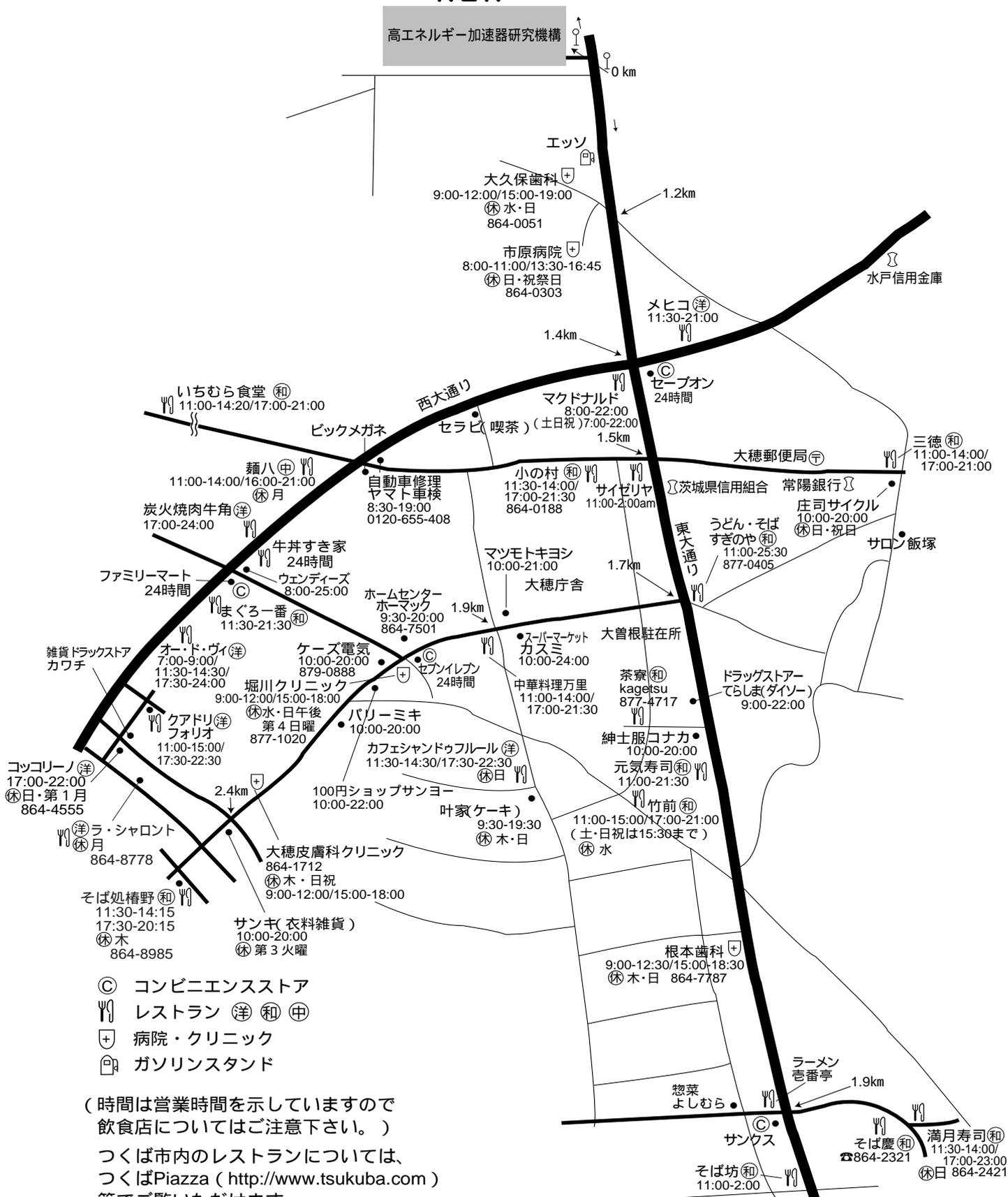
KEK周辺生活マップ

(確認日: 2004. 4. 30)

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

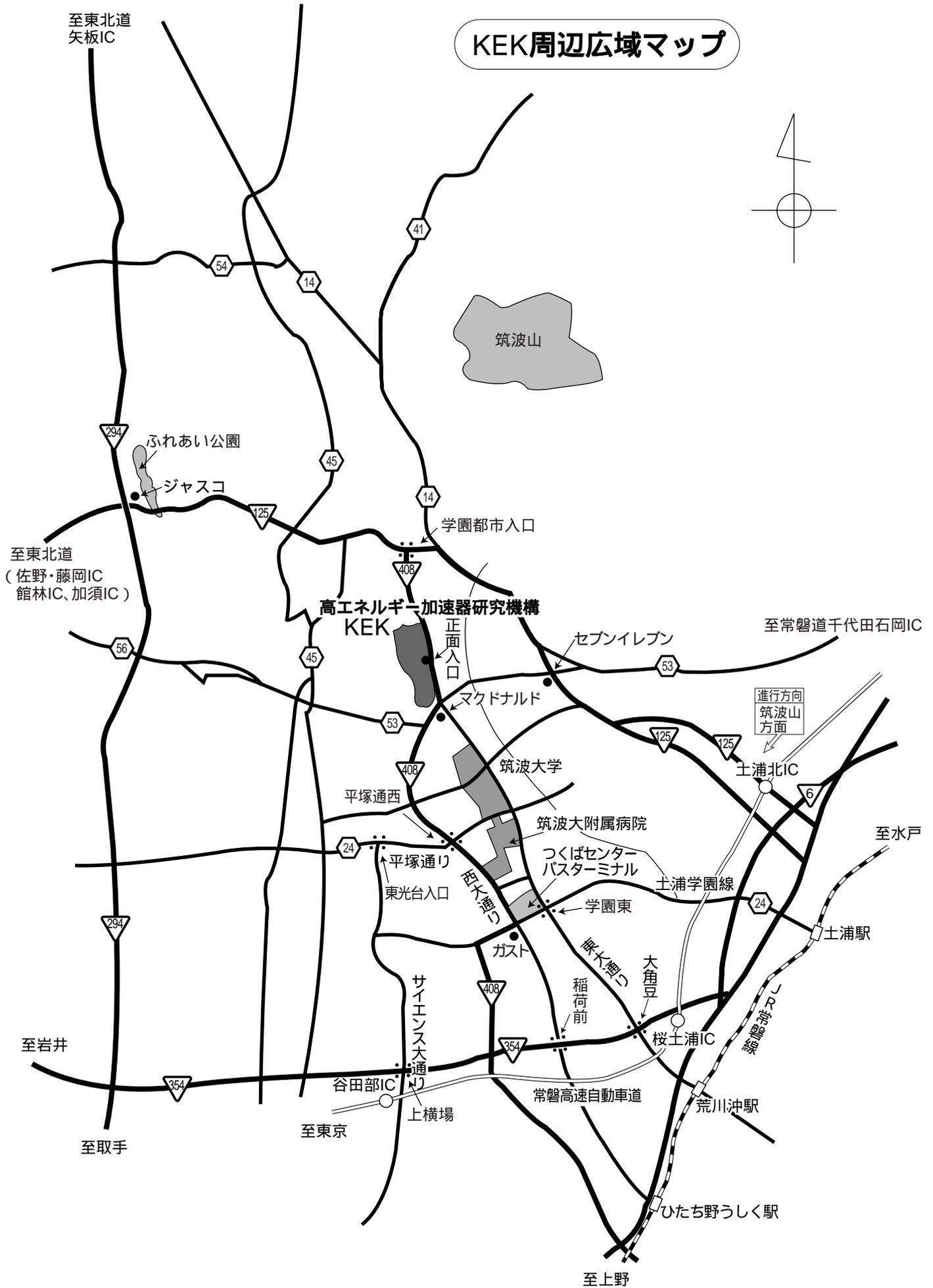
KEK

高エネルギー加速器研究機構



(時間は営業時間を示していますので
飲食店についてはご注意ください。)
つくば市内のレストランについては、
つくばPiazza (<http://www.tsukuba.com>)
等でご覧いただけます。

KEK周辺広域マップ



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（第二・第四月曜日午後）も行っており、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 8:30～17:00（月曜日～金曜日）

食 堂「カフェテリア」（内線 2986）

営 業 月曜日～金曜日

ただし祝日及び年末年始は休業

朝食 8:10～9:30

昼食 11:30～13:30

夕食 17:00～19:00

レストラン「くらんべりい」（内線 2987）

場 所 職員会館 1階

営 業 月曜日～金曜日

ただし祝日及び年末年始は休業

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）

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 8:00～22:00

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

・ティータイム 14:00～17:00

・ナイトタイム 17:00～22:00

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、DPEや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 10:00～18:30

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、ご注意下さい。

- ・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

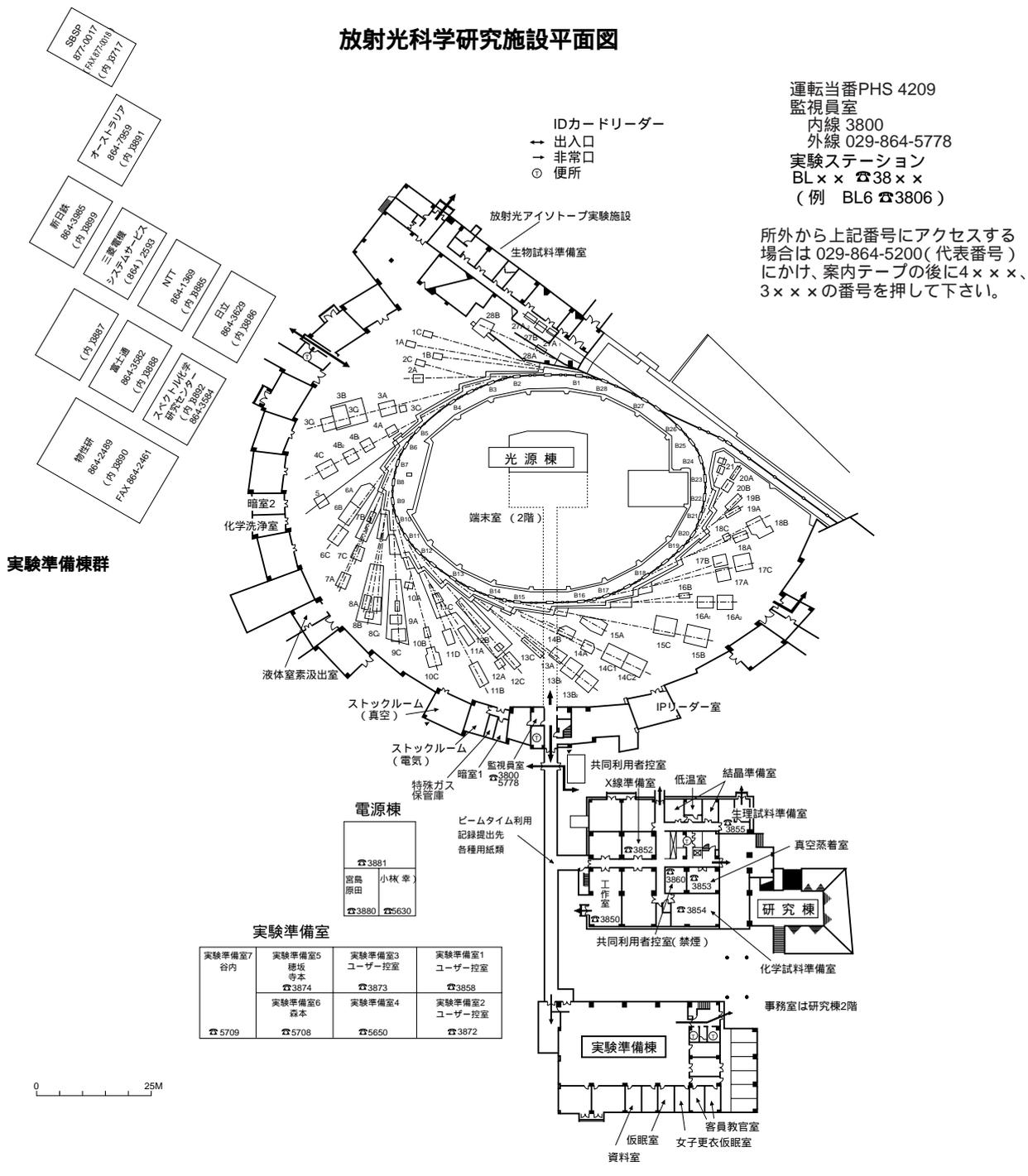
ドミトリー、ユーザーズオフィスについては、KEKホームページ「施設案内」(<http://www.kek.jp/intra-j/map/annai/uroom.html>)をご覧ください。

ビームライン担当一覧表 (2004. 5. 1)

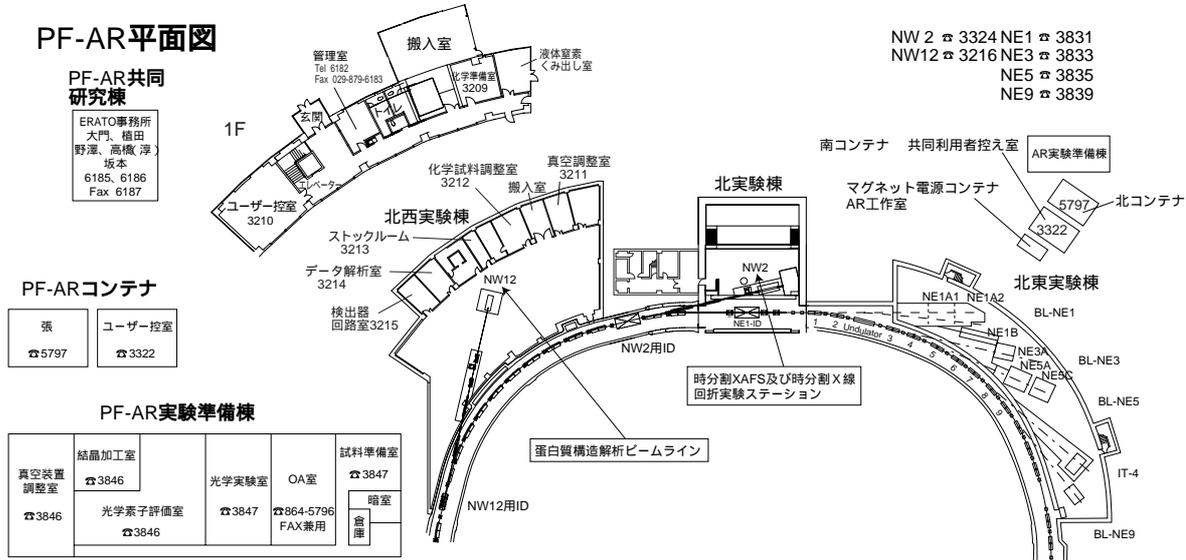
ビームライン ステーション	形態	光源	BL担当者	
		ステーション/実験装置名 (共同利用、 建設/立ち上げ中、 所外、 協力BL)	担当者	担当者 (所外)
BL-1		B M	小野	
BL-1A		結晶分光型六軸回折・極限条件下ワイセンベルグカメラ	澤	
BL-1B		極限条件下粉末X線回折装置	澤	
BL-1C		VUV不等間隔平面回折格子分光器	小野	
BL-2		U	北島	
BL-2A		軟X線 2 結晶分光ステーション	北島	
BL-2C		軟 X 線不等間隔平面回折格子分光器	柳下	
BL-3		B M	東	
BL-3A		収束単色 X 線回折/散乱実験ステーション	田中	
BL-3B		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		X線磁気回折装置	河田	
BL-4		B M	澤	
BL-4A		蛍光 X 線分析/マイクロビーム分析	飯田	
BL-4B1		極微小結晶・微小領域回折装置	大隅	
BL-4B2		多連装粉末X線回折装置	田中	井田 (名工大)
BL-4C		結晶分光型六軸回折計	若林	
BL-5		M P W	松垣	
BL-5		タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
BL-6		B M	五十嵐	
BL-6A		タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐	
BL-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)
BL-7		B M	伊藤 (雨宮: 東大 029-864-3584)	
BL-7A		軟X線不等間隔平面回折格子分光器	伊藤	雨宮 (東大)
(東大・スペクトル)				
BL-7B		瀬谷波岡分光器	伊藤	雨宮 (東大)
(東大・スペクトル)				
BL-7C		XAFS/異常散乱/汎用X線ステーション	岩住	
BL-8 (日立)		B M	間瀬 (尾形: 日立 029-864-3629)	
BL-8A		軟X線平面回折格子分光器 (SX700)	間瀬	尾形 (日立)
BL-8B		広帯域XAFSステーション	間瀬	尾形 (日立)
BL-8C2		白色X線ステーション	間瀬	尾形 (日立)
BL-9		B M	野村	
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	
BL-10		B M	小林 (克)	
BL-10A		垂直型四軸X線回折装置	田中	
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)
BL-11		B M	北島	
BL-11A		軟X線不等間隔回折格子分光器	北島	
BL-11B		軟X線 2 結晶分光ステーション	北島	
BL-11C		固体用瀬谷波岡分光器 (SSN)	小野	
BL-11D		軟X線可変偏角分光器	小野	
BL-12		B M	伊藤	
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	

BL-13	MPW / U	間瀬
BL-13A	レーザー加熱超高压実験ステーション	亀卦川
BL-13B1	XAFS測定装置	亀卦川
BL-13B2	白色・単色X線ステーション	亀卦川
BL-13C	軟X線50m-CGM分光器	間瀬 島田(産総研)
BL-14	VW	岸本
BL-14A	単結晶構造解析・検出器開発ステーション	岸本
BL-14B	精密X線回折実験ステーション	平野
BL-14C1	白色・単色X線ステーション	兵藤
BL-14C2	高温・高压実験ステーション	亀卦川
BL-15	BM	平野
BL-15A	X線小角散乱ステーション	加藤 若林(阪大)
BL-15B1	高速X線トポグラフィ・X線磁気散乱	杉山
BL-15B2	表面X線回折実験ステーション	杉山
BL-15C	精密X線回折ステーション	平野
BL-16	MPW / U	澤
BL-16A1	白色・単色多目的強力X線実験ステーション	若林
BL-16A2	結晶分光型六軸回折計	若林
BL-16B	VUV高分解能球面回折格子分光器(H-SGM)	足立(純)
BL-17(富士通)	BM	飯田(淡路:富士通 029-864-3582)
BL-17A	単色X線/六軸回折計	飯田 淡路(富士通)
BL-17B	白色VUVステーション	飯田 淡路(富士通)
BL-17C	白色・単色X線/表面回折/蛍光X線	飯田 淡路(富士通)
BL-18	BM	柳下(木下:東大物性研 029-864-2489)
BL-18A (東大・物性研)	表面・界面光電子分光実験ステーション	柳下 木下(東大物性研)
BL-18B	タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐
BL-18C	超高压下粉末X線回折計	亀卦川
BL-19(東大・物性研)	U	柳下(木下:東大物性研 029-864-2489)
BL-19A	スピン偏極光電子分光実験ステーション	柳下 木下(東大物性研)
BL-19B	分光実験ステーション	柳下 辛(東大物性研)
BL-20	BM	伊藤
BL-20A	3m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
BL-27	BM	小林(克)
BL-27A	放射性試料用軟X線実験ステーション	小林(克)
BL-27B	放射性試料用X線実験ステーション	宇佐美
BL-28	EMPW / HU	小出
BL-28A	円偏光VUV定偏角分光器	小出
BL-28B	円偏光X線実験ステーション	岩住
PF-AR		
AR-NE1	EMPW / HU	河田
AR-NE1A1	磁気コンプトン散乱・高分解能コンプトン散乱ステーション	河田
AR-NE1A2	臨床応用	兵藤
AR-NE1B	軟X線10m縦分散斜入射分光器	小出
AR-NE3	U	張
AR-NE3	時間域メスバウアー分光装置	張
AR-NE5	BM	兵藤
AR-NE5A	医学診断用2次元撮像装置	兵藤
AR-NE5C	高温高压実験ステーション/MAX80	亀卦川 草場(東北大金研)
AR-NW2	U	足立(伸)
AR-NW2	時分割XAFS及び時分割X線回折実験ステーション	足立(伸)
AR-NW12	U	松垣
AR-NW12	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣

放射光科学研究施設平面図



PF-AR平面図



PF 懇談会入会案内

PF 懇談会は、高エネルギー加速器研究機構・放射光科学研究施設（PF）における研究活動の推進のために、PF の発展、会員相互の交流、ならびに利用の円滑化を図ることを目的として設立された利用者団体です。活動状況についてはホームページ (<http://www.nims.go.jp/xray/pf/index.html>) をご覧下さい。入会を希望されます方は、下記入会申込書に必要事項をご記入の上 FAX していただくか、下記事項を記入した e-mail を事務局宛お送り下さい。

PF 懇談会入会申込書

- フリガナ
氏 名

- 所属機関（学部・学科／ 部・課まで）

- 所在地 〒

- TEL : FAX :
- e-mail :
- 学年（学生、院生の場合）

- 自宅住所（公開・非公開*） 〒

- 自宅 TEL :

- 専門分野（7 文字以内、3 項目以内でご記入下さい）

- 使用実験ステーション（これまでに PF を利用したことがある方はご記入下さい）

- 所属ユーザーグループ（ユーザーグループに所属されている方はご記入下さい）

* 自宅住所は非公開の場合、データとしては登録されますが、会員名簿には記載されません。

入会申込書送付先

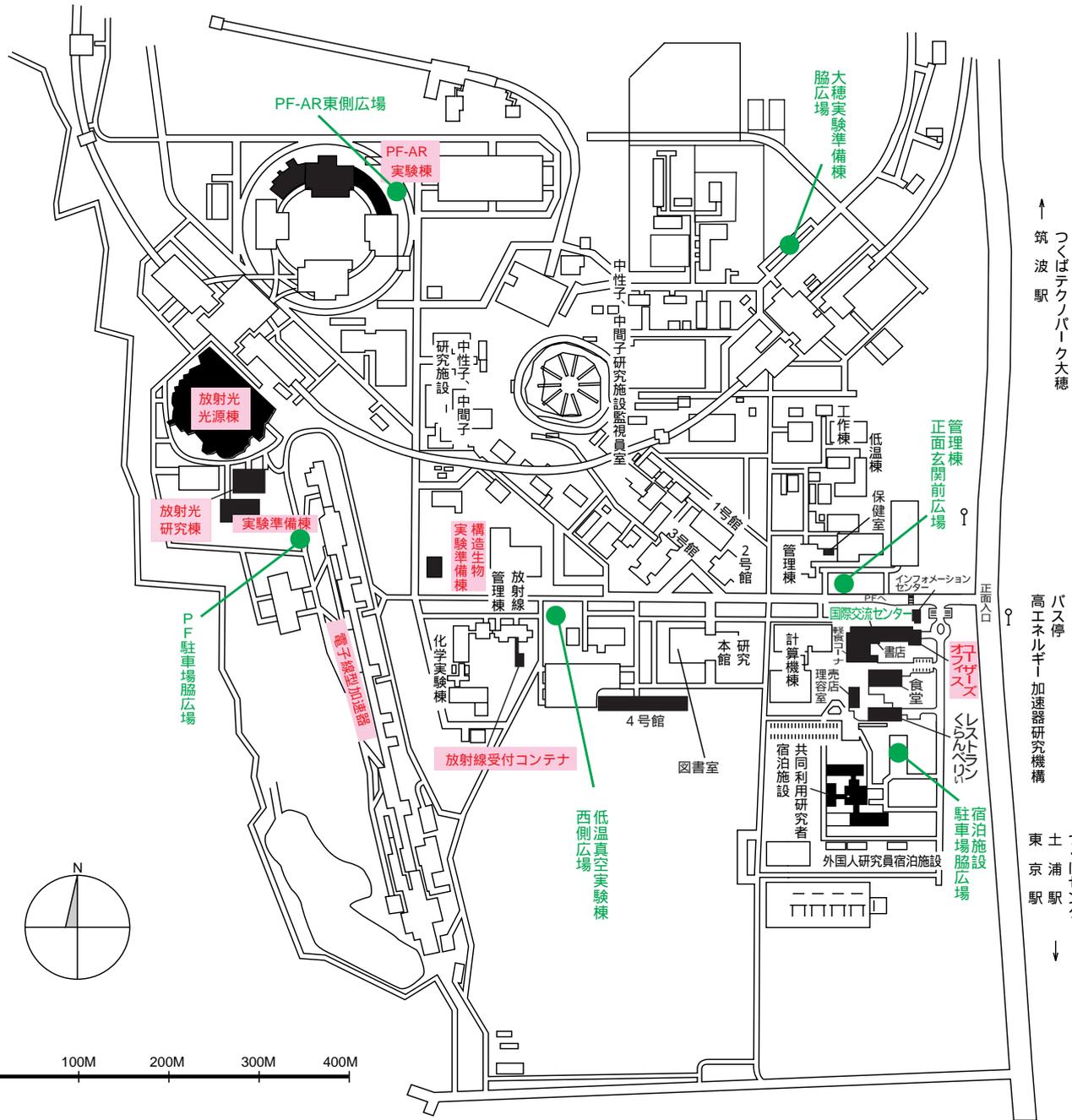
e-mail: pf-sec@pfiqst.kek.jp（メールの場合記入漏れがないようご注意ください）

Fax: 029-864-2801 PF 懇談会事務局宛

郵送先: 〒 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 放射光科学研究施設 PF 懇談会事務局

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)



● 緊急時避難場所
Emergency Assembly Area

