

## 現 状

## 入射器の現状

電子・陽電子入射器

加速器第三研究系主幹 榎本收志

## 概況

昨秋9～1月の入射器運転日程は以下の通りであった。

9月24日	PFへの入射開始
9月26日	PF-ARへの入射開始
12月20日	PF、PF-AR 運転停止
1月14日	PFへの入射開始
1月15日	PF-ARへの入射開始

PF/PF-ARへの秋期入射運転は大きなトラブルがなく順調に続けられた。PF-ARには昨秋から3 GeV入射を行っている。

## 運転統計

秋期運転は87日、2000時間余りであった。入射器トラブルによる、この間の入射遅延時間はPF入射で合計51分、PF-AR入射で合計145分であった。これは運転時間の0.17%に当る。ただ、全体に対する故障の割合が低くても、放射光利用実験の場合には沢山のユーザが決められた時間内にビームを利用されるので、1回当たりの故障時間を短くすることも重要なことは承知しており、トラブルの防止と迅速な処理に努めている。

トラブルの主なものは、電磁石電源コントローラの故障(78分)、スイッチヤード電磁石消磁のトラブル(34分)、陽電子標的コントローラの誤作動(24分)、ステアリング電磁石電源の故障(21分)、ビームモニタのモード切換えトラブル(20分)などであった。

## PF-AR 3 GeV 入射

PF-ARが2.5 GeV入射から3 GeV入射に変えたことによって、入射器は2.5 GeV、3 GeV、8 GeVの電子ビームと3.5 GeVの陽電子ビームの合計4種類のエネルギー及び粒子の異なるビームを4種類のリングに切換え入射することになった。KEKB入射器の安定運転のためビーム位置モニタ、ビームプロファイルモニタ(ワイヤスキャナ)等のハードウェアや位置、エネルギー等のフィードバックソフトを整備してきたおかげで、PFからの新たな要求に対しても、特に問題もなく対応することができ、直ちに順調な入射運転に入ることができた。PF-ARは真空系の増強等により蓄積ビームの寿命や安定性が改善され、順調に蓄積されているときは入射は1日に2回強である。初期蓄積電流は従来の40 mA前後から50～60 mAに増え、30 mAまで減ったところで、KEKBと時間調整して、再入射を行っている。

## 低速陽電子源

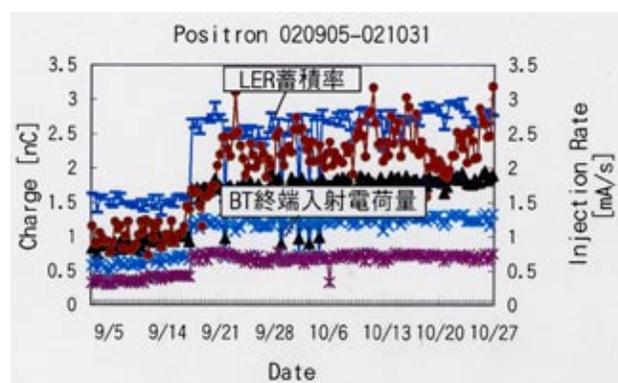
加速電流を増強し、より効率的に低速陽電子を利用するために放射線シールドを強化し許可申請を行っていたが、昨年12月27日に認可が文部科学省から下りた。当の入射器の調整を進め、施設検査後、秋以降の共同利用を目指す予定である。

## 入射器の改善

KEKBは、衝突点の真空パイプ(ベリリウム製)でのリークのため、11月11日から1月10日まで2か月の運転停止を余儀なくされた。この間、PF、PF-ARへの入射の合間を利用して入射器改善のためのスタディや調査を行った。昨年度から準備をしていた8電極BPM(Beam Position Monitor)を利用したビームプロファイルモニタの試験の結果、アーク部での非破壊型のエネルギーモニタとして使えることが実証された。今後はスイッチヤードにおける利用も検討中である。

加速器を安定に動かすためには、空調や冷却水の安定化が欠かせない。そのため毎週加速器側の担当者として施設及び業務委託側の担当者が打合せを行い、緊密な連絡体制のもとに施設の安定化を維持している。又、定常運転での安定化とともに、入射器停止→運転再開に伴う冷却水安定化速度の改善も重要なことである。立上げ時間を数十分に改善することが可能になった。

陽電子生成用の大電流電子ビームの2バンチ加速のための技術も確立された。図は9月から10月末までの陽電子の入射状態をプロットしたものである。BT(ビームトランスポート)終端でのバンチ当りの陽電子の電荷量とLER(KEKBの陽電子蓄積リング)への蓄積率が、2バンチ加速モードによって2倍化され、かつ安定して入射されていることがわかる。



## 新年の抱負

入射器はここ数年の努力によりPF、PF-AR、KEKBに安定かつ効率的に入射運転を行うことができるようになったが、今年も入射器のより一層の安定化を目指す。又、新たな挑戦として、低速陽電子施設の共同利用の開始やCバンド加速管によるビーム加速(KEKB増強R&D)などを目指したいと思っている。

## PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹 小林正典

### PF リング：

#### 秋の運転状況

昨年(2002)の9月24日にPFリングを立ち上げ、9月27日に予備光軸確認、10月2日朝に通常の光軸確認を済ませてマルチバンチによる秋のユーザー運転を開始した。この間、夏に交換したクライストロンに真空リークが発生し、再び旧クライストロンに戻し3台で立ち上げるということが起こったが、10月1日からは通常の4台として運転を続けることができた。なお、リークしたクライストロンをメーカーへ送り原因調査を行ったところ、出力窓水路からのリークと判明し修復することにした。また、2.5GeV単バンチ運転を11月12日から18日朝まで行い、19日からは通常のマルチバンチ運転に戻した。その後3.0GeV運転を秋の運転の最後となる12月10日から12月20日朝までの間に行き、秋期運転を終了した。

12月4日にPF地区の停電があり運転がストップした。原因はPFエネルギーセンターからKEK-Bヘデーターを送るインターフェースの工事中にPF地区での電力遮断が起こったためである。更新作業中の人為的ミスであり、ユーザー運転中のマシンがある区域での作業であることを十分に認識して作業計画・手順を定め、再発を防ぐよう強く申し入れを行った。

#### 冬の停止期間中の作業

運転終了後、暮れの押し迫った期間ではあったが、B4-B5直線部にテスト用アンジュレーターを挿入設置すること、マシンスタディ用セラミックダクトを設置するという二つの作業を行なった。真空を破っての作業であるので、すぐ上流のB4クロッチアブソーバー窓の大きさを変更するために、新しいクロッチアブソーバーを交換挿入する作業も行なった。正月休みに入ることもあって現場でのベークンなしでリングを立ち上げることにした。

#### 冬の立ち上げと運転状況

2003年1月7日(火)朝に先ず入射器の立ち上げが行なわれた。放射光学会合同シンポジウムが姫路で開催されたこともあって、この間KEK-B Factoryリングが立ち上げられた。PFリングは1月14日(火)朝から立ち上げが開始された。ベークンなしでリングを立ち上げ、しかもユーザー運転までわずかに2日しか採らない運転スケジュールとしていたため、ユーザー運転開始時までに必要な $I_r$ 値が得られるか多少の心配があったが、順調に $I_r$ の値は伸び、運転開始時にはおよそ $I_r = 800 A_{min}$ 以上とすることができた。したがって、これまで同様、1日一回の入射を毎朝9時に行なうこととした。光軸確認後冬のユーザー運転とした。その後 $I_r$ 値は順調に伸び、 $1200 A_{min}$ となっている。この運転は2003年2月28日(金)朝に終了す

る。その後、直ちに制御計算機の更新が始まる。現行機種(2002)の撤去、新型機種(2003)の納入、設置立ち上げ調整が行なわれる。詳しくは制御計算機担当者から報告がなされると思う。

### 3,4月の停止と直線部増強計画

3月にPFリング制御計算機の更新が予定されているため、PFリングは2月末日で運転を停止する。更新作業については「お知らせ」欄を参照していただきたい。

PFリングの4極電磁石を偏向電磁石側に近づけることで直線部を新たに生み出し、そこに新たな挿入光源を設置するという「PF直線部増強計画」を放射光研究施設内予算のやりくりによって現在進行させている。概算要求や機構内予算措置による計画の実施には至っていないが、直線部増強による挿入光源の数と種類を増やすことは非常に重要と判断している。この計画ではリングから放射光を取り出すクロッチの下流部、すなわち基幹チャンネル最上流部では4極電磁石と基幹チャンネルが構造上干渉してしまうことが起こる。これを避けるため基幹チャンネルの特に最上部をスリムにする改造を順次進めている。この1年間、基幹チャンネルのハードは製作してきていて、この春の3月および4月の運転停止時にBL-2、-3、-4、-13について更新のための撤去・設置作業を行う。これらの更新された基幹チャンネルの動作試験は単体で行なうが、4月24日に総合動作試験を行なうことを検討している。また、BL-18、27、28については夏の工事を行うべく準備している。

またこの停止期間中に、光源棟の空調機の全面的交換作業を行う。この作業もPFリングが運転しているときには出来ない作業であり、年度末から年度始めにかけてたまたままとまった停止期間がとれたことで可能となった施設関係の保守・更新作業である。

PFリング立ち上げ予定は連休明けの5月6日(火)、ユーザー運転は12日(月)である。詳細はスケジュール表を参照していただきたい。

### PF-AR リング：

PF-ARリングは9月26日から秋の運転をスタートした。秋の運転では、それまでの入射エネルギーを2.5GeVから3.0GeVに高めることで入射時のビーム不安定性を克服し、50mAを越えるまでにビームを蓄積することに成功した。

これまでは各種の要因による加速やビーム蓄積、軌道確保に問題があっても、適正にメンテナンスされていない加速器故に、加速のためのエネルギー投入による電磁石、高周波空洞、真空ダクトなどの温度変動や日較差による軌道の変動があっても補正することが出来なかったが、高度化改造後はこれらの要因を分離し対応策をとることが出来るようになった。例えば、トンネル内に温度計を多数増設してトンネル内温度を常時監視できるようにした。リング内で温度の絶対値が異なるのはあるにしてもその変動がバラバラで日較差や季節に依る温度変動に対応し切れていないことなどが判明してきた。温度変動は一日程度の時定数のものと一週間程度のものがあり、今後の安定な運転に反

映していきたい。温度変動と高周波加速空洞 HOM (Higher Order Mode) との関係も今後解明が進むと期待できる。ビーム電流×ビーム寿命の値は 10 月初旬には 40Amin 程度であったが、50Amin にまで性能が高まっている。初期ビーム電流も 50mA を越えるようになり、マシンスタディ中には 60mA をストレージするまでになっている。大電流運転に向けて、今後高周波加速空洞の動作条件を追いつめていけば、ユーザー運転でも 60mA が可能となろう。ビーム寿命の急落頻度も減少してきていて、目標としていた一日 3 回入射がほぼ毎日達成されるようになった。臨床応用では 5.0GeV 運転を行っているが、加速や軌道補正のマシンスタディの結果調整が進み、安定な臨床応用が可能となった。臨床応用としてはこの秋に 5 回行われたが、安定に使っていただけると考えている。

このような性能向上の裏側では、各種の機器の故障が起こっている。収束用四極電磁石 (QF) の整流コイルが加熱して損傷、キッカー電磁石のノイズが警報系に影響を与えたり、冷却水流量計のトラブルなどがあった。PF-AR は入射器を KEK-B と共有して入射路も途中までは共通で、その後 AR 専用の入射路となっている。このようなシステムであるので、入射路のパラメータの一部が KEK-B のそれと混在することがあった。今後このような事柄についても独自にデータを管理するようになっていきたい。

運転は PF リングと同様、2 月末日で終了である。その後、4 月 1 日から立ち上げ 25 日まで運転し連休に入る。その後 5 月 8 日 (木) に立ち上げて春の運転がスタートする予定である。

## 物質科学第一・第二研究系の現状

物質科学第一研究系主幹 野村昌治

### 運転・共同利用実験

平成 14 年度第二期 (10 ~ 12 月) の運転では 12 月 4 日に停電が起り、実験者の方々にはご迷惑をお掛けしました。この停電は点検中の作業ミスに由来するもので、再発防止を強く申し入れました。この様な障害もありましたが、12 月 20 日には無事運転を終了することが出来ました。

平成 15 年 1 月 16 日には光軸確認を行い、第三期の共同利用実験を再開しました。第三期の運転は 2 月末で終了し、平成 15 年度の運転は 5 月 6 日に開始されます。この間、PF では直線部増強へ向けたビームライン基幹チャンネルの更新、PF の計算機システムの更新、光源棟の空調設備更新、BL-27 付近の RI 利用エリアの空調設備更新、実験ホールの放送設備改善等停止期間でないと実施出来ない多数の作業が予定されています。ビームライン関係では構造生物学実験用のマルチポールウィグラーを光源とする BL-5 の建設作業が行われると共に、BL-15A の電源増強等の改修作業が予定されています。また、3 月 18、19 日には PF シンポジウムが開催されます。

2003 年秋以降は 9 月中旬から 12/20 頃、2004 年 1 月上旬から 3 月中旬の運転を予定しており、機構の予算事情にも依存しますが、2002 年度並の運転時間を確保する予定です。2003 年度の予算状況にも依りますが、早ければ直線部増強のためにリング改造のための長期運転停止を 2004 年度に考えています。

### PF-AR 関係

放射光の取り出しに問題の出ていた NE3 も 10 月末には問題が解決し、実験を開始することが出来ました。障害の原因は建屋壁の変形に気付かず以前の基準線上にビームラインを並べたためと考えられます。その後は順調に運転を続け、PF 同様に 12 月 20 日に運転を停止しました。PF-AR 高度化後、平成 14 年 1 月からの立ち上げ、スタディの結果、ビーム寿命が伸び、ほぼ 1 日 3 回入射で実験を行えるようになり、ビームの安定性も格段に改善されました。

ビームライン関係でも時分割実験用の NW2 の立ち上げ、構造生物学実験用の NW12 の立ち上げ作業も進み、予備的な利用実験を開始出来る状態になってきました。

また、2002 年 3 月に竣工した PF-AR 北西棟には準備室、ユーザー控室等の整備が進められており、PF-AR 地区における研究環境の改善が期待されます。

### 第 14 回放射光共同利用実験審査委員会 (PF-PAC)

1 月 29、30 日の両日に亘り実験課題審査部会で G 型、P 型申請の審査が行われた後、30 日午後から PF-PAC が開催されました。ここでは条件付きを含め 139 件の G 型、G 型から P 型への変更を含め 4 件の P 型、1 件の S1 型、2 件の S2 型課題が採択されました。審査結果の詳細は「掲示板」の記事を参照して下さい。

### 人の動き

非常勤研究員の公募を前号に掲載しましたが、選考の結果、(1)James Harries 氏、(2)野澤俊介氏を採用することとなり、各々 1 月 20 日、1 月 1 日付で着任されました。J. Harries 氏は昨年 5 月まで学振外国人特別研究員として、強電場中の原子の多電子光励起過程の研究に従事し、その後英国 Queens University of Belfast でポスドクをされました。着任後は東助教授と共に強電場中の原子の多電子光励起過程の研究に従事します。野澤俊介氏は東京理科大学出身で逆光電子分光器の開発、光電子分光を用いた近藤絶縁体の研究などを手掛けて来られましたが、着任後は X 線吸収分光/X 線発光分光を用いて光誘起相転移を示す物質の研究に取り組みます。

一方、河田教授と共に高分解能コンプトン散乱実験法を開発し、運動量密度分布の三次元再構成法を用いて金属合金のフェルミ面形状測定とその相変態との関係を調べることを行ってきた松本勲氏が 11 月末に退職されました。12 月からは埼玉工業大学で制御関係の教育業務を受け持ち、学生の指導を行いつつ、また一方で本研究機構の特別研究

員として研究活動を継続されています。東助教授と共に金属原子の多電子光励起過程の研究に従事してきた鈴木忠幸氏は12月31日付で退職されました。また、非常勤研究員として間瀬助教授と共に従来より10倍高性能となる高感度電子-イオンコインシデンス分光装置の開発、XeF<sub>2</sub>によるSi(111)表面のフッ化過程を研究して来られた小林英一氏も1月15日に退職されました。氏は産業技術総合研究所計測標準研究部門無機標準研究室の特別研究員として放射光を用いた材料の表面深さ方向解析を研究されます。

**おねがい**

ビームラインや実験装置に関して平均的にサポートをすることは予算的、マンパワー的に非効率で現実的にも困難となってきています。この様な状況下でPFとしてのサポートに色分けをする必要があり、その様な作業を進めつつあります。この分類ではビームタイムの需給状況、報文出版状況等アクティブに研究活動がなされているか、性能的に十分な競争力を有しているか、サポート体制が組めるか等を先の外部評価も参考にしながら案を作り、PACの研究計画検討部会、PFシンポジウム等での議論をお願いしたいと考えています。参考のためビームライン毎の報文出版状況を表に示します。個別の論文についてはwebで検索してください。同様のビームラインの色分け例は英国DaresburyのSRSでなされており、その結果がwebで見られます([http://srs.dl.ac.uk/bob-cernik/station\\_plan\\_3.htm](http://srs.dl.ac.uk/bob-cernik/station_plan_3.htm))。

次年度は大幅な予算削減が避けられない状況となってきています。厳しい予算の中でもPFが世界の中で競争力を保つための投資、とりわけ直線部増強やビームラインより上流側への投資や将来計画に繋がる技術開発のための投資は継続したいと考えています。従って個々の実験装置の整備に当たって従来の様にPFの予算の中で手当てすることは相当に困難な状況となってきています。ユーザー各位におかれましてもPFが施設整備をするのを待つのではなく、PFと共同して各種の予算獲得に努力して頂く、またはその様な提案を積極的に行って頂くようお願い致します。

また、今後の予算拡大を目指すためにはPFを用いた研究成果を分かり易い形で各方面で紹介していくことが重要です。予算折衝は機構長、所長等が当たりますので、良い研究成果がでた時はビームライン担当者や主幹等にお知らせ頂くようお願い致します。また、報文等を書かれる時はPFの共同利用実験課題として実施されたことを必ず明記し、出版された時はデータベースへの登録・別刷り送付をお忘れなく。

**ビームライン別報文出版状況**

BL	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'82-'02	'97-'02
1A	2	5	6	2	0	0	118	15
1B	0	0	7	11	3	2	36	23

1C	0	3	10	17	10	1	48	41
2A	4	2	4	1	0	0	53	11
2B	19	14	3	2	0	0	104	38
2C	2	2	1	6	3	3	18	17
3A	1	18	11	19	13	10	91	72
3B	11	9	15	8	2	4	90	49
3C	1	1	2	0	2	1	14	7
4A	15	20	18	11	6	1	229	71
4B	13	11	10	4	13	3	118	54
4C	6	7	11	11	4	6	169	45
6A	40	37	62	35	33	11	319	218
6B	29	19	38	17	6	4	296	113
6C	4	6	1	3	1	0	64	15
7A	1	3	1	2	6	3	32	16
7B	0	5	5	3	4	0	32	17
7C	68	48	57	40	35	11	588	259
8A	0	2	0	0	0	0	20	2
8B	0	0	2	1	1	0	16	4
8C	1	3	2	1	0	0	49	7
9A	0	0	2	9	22	5	46	38
9C	1	1	2	3	7	2	49	16
10A	6	10	6	9	6	2	91	39
10B	74	43	56	45	38	24	856	280
10C	15	25	24	16	17	9	320	106
11A	5	7	9	7	7	4	146	39
11B	22	11	17	6	5	2	176	63
11C	1	6	7	4	2	4	75	24
11D	2	6	7	1	0	5	145	21
12A	3	2	4	1	1	6	83	17
12B	3	2	0	5	2	3	44	15
12C	11	15	30	19	25	9	143	109
13A	0	1	0	0	0	1	2	2
13B	3	4	6	5	3	1	38	22
13C	8	3	5	4	3	0	36	23
14A	7	12	7	11	7	1	135	45
14B	7	8	9	10	7	4	78	45
14C	12	14	7	10	7	6	156	56
15A	26	24	28	17	18	11	342	124
15B	2	8	10	6	6	3	98	35
15C	8	13	7	8	14	2	129	52
16A	3	7	5	4	3	4	43	26
16B	2	3	4	6	4	6	33	25
17A	4	1	2	2	3	0	19	12
17B	0	0	0	0	0	0	11	0
17C	1	2	3	0	0	0	15	6
18A	9	9	9	3	3	11	82	44
18B	23	18	48	25	20	14	195	148
18C	10	12	10	8	13	6	60	59
19A	5	7	4	1	8	7	52	32
19B	9	10	2	6	7	1	48	35
20A	5	4	7	1	1	2	47	20
20B	0	0	1	0	0	0	3	1
27A	8	7	10	10	9	4	82	48
27B	3	5	10	5	6	4	43	33
28A	2	6	4	3	3	0	40	18
28B	5	3	4	5	3	1	29	21
NE1A	6	7	7	4	5	0	71	29
NE1B	3	3	3	2	1	0	32	12
NE3	1	4	0	3	0	0	29	8
NE5A	10	8	4	5	2	0	60	29
NE5C	5	9	1	2	5	1	111	23
総数	495	488	542	443	422	226	7077	2616

注：単純にビームライン名で計数してある。  
複数のビームラインを使用した報文は重複計数してある。  
3A1、3A2、3A3等は合算してある。

## 放射光研究施設評価報告書の要旨

物質科学第一研究系主幹 野村昌治

「放射光研究施設評価報告書」[1]が放射光研究施設評価委員会（黒田晴雄委員長）によってまとめられた。これは機構化前の1995年に行われた放射光実験施設の外部評価[2]以後のPFについて、今回は十分に行ななかった各ビームラインの状況にまで踏み込んで評価することを目的とし、ビームライン、共同利用実験、将来計画等について評価、提言を頂いた。このため委員会の下に6つの分科会を設け、各ビームライン担当者からのヒアリングを行った。委員会の組織等については[1、3]を参照して頂きたい。

この間、高工研の機構化、SPRING-8の稼働という大きな情勢の変化があり、一方PF内ではPFリングの高輝度化、PF-ARの高度化が行われた。現状では約70の実験ステーションがあり、ユーザーの所属は関東地区にウエイトがあり、ユーザーの内85%がX線領域を利用する状況となっている。

評価報告書には多くの提言がなされているが、その中から特徴的なもの、重要と思われるものを記した。評価報告書は下記のwebに掲載しているので、詳細はそちらを参照して頂きたい(<http://pfwww.kek.jp/hyoka02/>)。

### 1. 分科会報告

各分科会からの報告要旨は以下の通り。

#### 電子物性分科

内部スタッフが強力に研究を推進してきたビームラインや固定された観測装置があるビームラインで成果が上がっている。一方、アンジュレーターと偏向部ビームラインの間で研究の量・質両面で落差が顕著になっている。高輝度VUV/SX光源計画の推移を注意深く見ながら将来計画を検討することが必要。

#### 構造物性分科

関係する全てのビームラインが良く機能し、多くの研究成果が上げられている。SPRING-8の稼働を受けてPFで「何をしないか」を明確にし、類似した性格のビームラインの統合を図ること、XAFSについては材料開発、産業利用を積極的に進めるビームラインの整備が重要である。

#### 生命科学分科

蛋白質結晶構造では簡便で迅速なデータ収集環境が必要で、操作法を統一すること、一つの蛋白質の構造解析を一回の訪問で行える環境の整備が必要である。

#### 材料分科

材料研究という視点からするとPFの安定な光源は魅力的であるが、一部の装置で老朽化が目立ち、整理統合、高度化が必要である。ユーザー独自で調整を行えるように取扱説明書を整備すること、担当者の再配置を含めた人員配置、産業利用の促進等が必要である。

#### 化学分科

取扱説明書や解説記事の整備によって多様なユーザー

を開拓出来ているビームラインがある反面、取扱説明書が整備出来ていない所もある。分光光学系の開発・安定化を含む高性能化を含むチャレンジングな取り組みは十分でない。類似のビームラインがある場合、実験装置を常設するステーションよりチャレンジングな研究を行うステーションの切り分けが必要である。

#### 装置・方法論分科

ビームライン・実験装置の信頼性を上げて、取扱を容易にすること、取扱説明書を整備することが重要である。また、制御系や光学系の質や保守レベルが大きくばらついている。第二世代光源として最高峰を目指すものと一般的な計測を容易に行うことに特化したものに分化することが必要である。

### 2. 光源・ビームライン・共同利用の評価

光源加速器については老朽化対策と共に利用実験者のニーズを的確に把握して性能向上を行うこと、第三世代光源と比較して貧弱な挿入光源の数、性能の充実が必要である。

ビームラインに関してはS型課題を活用してある期間専用化を図ること、国内他施設の状況も考慮してアクティビティの低下しているラインの整理等高い視点から戦略的な判断をすることが求められる。欧米の放射光施設と比較して格段に乏しいマンパワーを考えると高い共同利用支援レベルにあるが、ユーザーの多くが物質・材料系研究者に移っており、スタッフの専門分野がニーズと対応していない。またユーザーと協力して取扱説明書の整備や実験装置類の信頼性・使い勝手の改善が求められると共にこれらの仕事に対する評価も必要である。職員数の増大が無理な場合は過度の労働によるアクティビティの低下を防ぐためにポストク等のマンパワーの増強を図ると共に、PFが管理するビームライン数を適正值まで下げたり支援レベルに差を付けること等を検討する必要がある。単に大強度化ではなく高性能な検出系や優れた解析ソフト整備、将来計画へ向けた技術開発が必要である。

課題審査については審査期間の短縮が望まれるが、丁寧で適正な方法である。S型課題はかなりの成果を上げている。各研究分野の特殊事情を勘案した柔軟なビームタイム配分方式を検討することが必要である。内部組織に関しては構造生物学研究グループの組織化は評価でき、更にグループ化を推進すべきである。

### 3. 前回提言に対する対応の評価

マンパワー不足に対してはポストク、業務委託の増加や協力ビームライン制度によって職員の負荷が軽減されることが評価できる。負荷の軽減に対応して研究成果が伸びていないことに関して検討が求められる。

構造生物学のような特色ある研究チームをPF内に育てていくこと、S型課題の増加が望まれる。

国際協力に関しては中国等に対する協力よりも欧米の第二世代施設との協力を行うことが望まれる。

総研大生の更なる増加も検討すべきである。



しては 17 本の挿入光源が利用可能となっています。ERL 光源の主なビームパラメータは別表の通りです。ただし、これらは検討中のパラメータであり、あくまで目標値です。

表 ERL の主なビームパラメータ (暫定案)

Beam Energy	2.5~5.0 (GeV)
Injection Energy	10(MeV)
Circumference	1253(m)
Beam Current	~100(mA)
Normalized Emittance	~0.1 (mmrad)
Horizontal emittance	~10.0 (pmrad) at 5.0 GeV
Vertical emittance	~10.0 (pmrad) at 5.0 GeV
Energy Spread	~ $5 \times 10^{-5}$
Bunch Length	1(ps) ~ 100(fs)
RF Frequency	1.3(GHz)
ACC. Gradient	~20 (MV/m)
Long Undulator	200(m) × 1
Middle Undulator	30(m) × 4
Short Undulator	5(m) × 12

ERL は現在各国の施設で有力な次期放射光源として計画の検討が進んでいます。エネルギー回収型の大型の加速器はまだ稼動していないために、まずはテスト器で建設・運転の経験を積んで本格的な大型放射光施設的设计・建設に進むものと考えられています。KEK においても、加速器研究施設と共同して「ERL 原理実証機」案が検討され、予算要求されています。レーストラック型 (周長約 70 m) の加速器で、ビームエネルギーは 100 MeV (将来的には 200~300 MeV 以上)、ビーム電流は 100 mA が想定されています。

ERL の放射光源としての先端性は放射光利用研究の立場からは、①短パルス (ピコ秒以下)、②高いコヒーレンス、③ナノビーム (10nm) の実現、などにまとめられます。これらの応用研究の展望についてはこれまでも検討を重ねてきましたが、昨年 10 月~11 月には 3 件の PF 研究会を開催し、新たに拓かれる放射光利用研究の地平について多くの関係する研究者に議論していただきました。また 8 つのユーザーグループからは新光源での利用研究の具体的提案もいただきました。検討されている研究の一端を紹介します。短パルス放射光利用は最も ERL の特徴が出ている分野で、光誘起相転移現象の解明や励起エネルギーの伝播機構の解明などの野心的テーマが検討されています。X 線の位相やコヒーレンスを利用した研究は既に現在多方面で活発な研究が展開されていますが、X 線光子相関分光法、X 線コヒーレント光学、X 線コヒーレント散乱などの大幅な進展が期待されます。ナノビームが実現すればナノ構造解析やナノ領域での物性評価が進み、多くの分野への波及効果があると思われます。またこれらのいくつかの特性は構造生物学とその関連分野の今後の展開に不可欠なツールを提供することになります。同時にこれらの利用研究の実現を支える装置関連技術、光学系、検出器、施設エンジニアリングの諸問題も検討が始まっています。

以上の詳しい内容については、3 月中旬に出版予定の将来計画レポートを参照していただくようお願いいたします。

す。また Web でも公開する予定です。本稿を書くにあたって放射光光源研究系小林幸則氏および加速器作業グループのご協力を得たことに感謝いたします。

## つくばキャンパス将来構想委員会での議論の動向

物質科学第二研究系 河田 洋

つくばキャンパス将来構想委員会は昨年 4 月から高エネルギー加速器研究機構の運営協議会の下に作られた委員会であり、その役割は、原研との統合計画が進行した後のつくばキャンパスで今後 5~10 年に渡ってどのような研究体制が必要か議論をし、この年度末までに答申を提出する事である。放射光関係からは委員として、所内から若槻教授、小林幸則助教授、そして私、所外からは雨宮東大教授が参加している。

放射光関係将来構想の最初のヒアリングは昨年 6 月に行われ、基本的な将来構想の考え方が示された。すなわち、放射光科学は多岐の分野に渡っており、放射光の先端的性能を用いて新しい研究手法開発し、それを用いて新しい学問分野を切り開く研究テーマと、普遍的な放射光測定技術を用いて物質そのものの研究を進めるテーマとに大別できる。KEK - PF が放射光科学の世界的な研究拠点としての位置付けを担い続けるためには、これら両者の研究をバランス良く維持して行くことが重要であり、そのような研究体制とそれを可能とするハードウェアの整備が必要である。そして、放射光の基本的なハードウェアを Energy Recovery Linac (ERL) とし、ある部分では先端性を保ちながら、一方多くの実験者に優れた実験機会を提供することが出来るというものである。その後、2 度に亘って、ヒアリングが行われ、ERL によって得られる超高輝度放射光によって拓かれる研究分野に関して補足説明、年次計画、及びそれに必要とされる予算規模の見積もりが報告された。また、物構研運営協議委員会の下に PF 将来計画検討 WG が設置され、利用者懇談会、ユーザーグループなどと連携を図りつつ、検討作業が進行していること、また、種々の研究会、セミナーが企画され、コミュニティの意見集約の状況に関しても報告された。

このようなヒアリングの材料を元にして、委員会としての答申案を議論する段階となってきている。答申そのものの最終草稿は現在議論中であるが、委員会の総意として以下のような答申文を盛り込み、放射光の将来構想をサポートする方向性が出てきている。

「提案された ERL を基本的なハードウェアと位置付けた放射光科学分野の将来構想は、放射光の先端的性能 (超高輝度光源、もしくはコヒーレント光源、あるいは短パルス光源) を用いて切り開く研究と、汎用的な放射光測定技術を用いる研究をバランス良く実現することができる提案である。KEK - PF が放射光科学の世界的な研究拠点とし

ての位置を担い続けるためには、これら両者の研究をバランス良く維持して行くことが極めて重要であり、提案されている将来構想は、その理念に合致するものである。また、ERLの核心部である超伝導ライナックの技術はKEKが誇る特筆すべき加速器技術であり、日本国内で本計画を推進できる母体はKEKを除いて他に存在しない。」

## 強相関電子系の構造物性科学研究のために ～BL-1Aの現状～

物質科学第二研究系 澤 博  
研究機関研究員 戸田 充

### はじめに

BL-1Aは、(1)物理学と化学の真の融合を目指して、今まで放射光などの大型施設を利用していなかった化学系の研究者にも積極的に実験を行ってもらう為の研究支援システムとしての役割、(2)強相関電子系における軌道・電荷・スピンの自由度の秩序化と特異な物性の発現機構の解明、という二つの目的のために、文部科学省科研費学術創成研究(東北大金材研、東大物性研、KEK物構研、分子研、京大化研)と産総研CERCの共同プロジェクトとして、新しくビームライン・実験装置の建設が進められた。

現在、二つの回折計、リガク製二次元イメージングプレート回折計とHuber社製7軸型回折計が設置されている(写真1)。IP回折計では、高圧、低温の極限条件下での強相関電子系物質、有機導体の相転移などの構造的な研究を行う。一方、7軸型回折計においては共鳴散乱・散漫散乱の手法による軌道・電荷整列の研究が進められている。以下にBL-1Aの光学系、回折計、さらにこれらの回折計を用いたコラボラトリーの概要について述べる。

### 光学系

光学系には、Si(111)を用いたモノクロメーターと、その下流に、Rhコーティングが施されベントされたシリンドリカルミラーが配置されている。二結晶フラットモノク



写真1 イメージングプレート使用時のハッチ内風景。ビーム上流側に Huber 社製 7 軸回折計が設置されている。

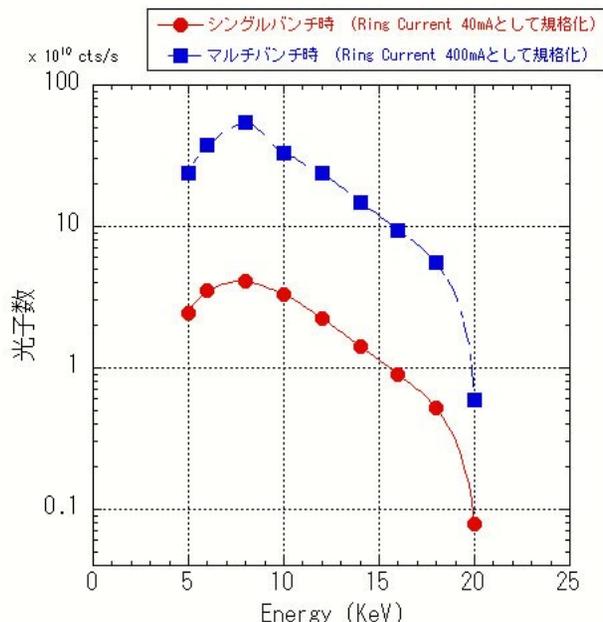


図1 サンプル位置に集光された全フォトン数のエネルギー依存性

ロメーターで単色化されたX線のミラーへの入射角は、臨界エネルギーが21keVになるように3.2mradに設定されており、その結果、実験可能なエネルギー領域は5～20keV程度に設定されている。ミラーによって縦横同時に集光されたビームは、約20m離れた焦点位置において、縦(z方向)0.3mm横(y方向)0.7mm程度にまで絞られる。モノクロメーターによってエネルギーを変化させた場合、集光点の位置の動きはy/z方向ともに0.2mm以下に抑えられている。エネルギー分解能は正確な評価を行っていないが、他の同様の光学系を持つビームラインと比較検討し、 $\Delta E/E \sim 5 \times 10^{-4}$ 程度であると考えている。フォトダイオードによる、サンプル位置に集光された全フォトン数のエネルギー依存性を図1.に示す。マルチバンチのモードでは15keV以下のエネルギー領域でフォトン数は $10^{11}$ 個/sec以上の強度であった。

### 回折計

主に構造解析的な手法を念頭に置いて、粉末及び単結晶を用いた回折図形を扱うために広い逆格子空間をカバーする二次元ディテクターイメージングプレート(IP)回折計は、BL-1Bに設置された同型のIP回折計のノウハウを元に、より扱いやすい装置を目指して、駆動の安定性や読み取り・消去時間の短縮などに留意して設計した。分解能をあげるためにカメラ半径をBL-1Bの150mmから191mmと大きくしたにもかかわらず、1枚のIPの読み取り時間は4分程度と、約3倍の早さとなっている。試料環境に関しては、“様々な極限条件下での精密構造解析・構造相転移の研究が行えるようにすること”という目標を掲げて、低温用クライオスタットと高圧低温用クライオスタットがこの回折計専用に備えられている。更にこれまで手で調整されていたDiamond Anvil Cellを自動制御するシステム

を用いることで、高圧低温の多重極限条件下での実験を正確かつ迅速に行うことが可能となった。装置は、ネットワーク上に張られた " コラボラトリー " 研究支援システムを念頭に設計した。これらに関しては後述する。

7 軸型回折計は、通常の 4 軸に加え、散乱 X 線をアナライザー結晶によって回折させるための  $\alpha$  軸を加えた 3 軸を 20 アーム上に備えている。高分解能実験のために、ディテクターは放射光の偏光面に対して垂直な縦振りに配置されている。検出器には、通常 NaI シンチレーションカウンターを用いる。低温実験 ( $T > 6$  K) のため、ドーム型 Be シールドを装備した低温クライオスタットが、この回折計専用に備えられている。

### コラボラトリー

コラボラトリーは、遠隔にある複数の研究拠点から複数の研究グループが、あたかも同時に実験現場に参加しているように実験機器の操作、データの共有、実験内容に関するディスカッションを行えることを目的として開発された。現在のところこのシステムは、(1) Windows Net server を用いたリアルタイムコミュニケーション (RTC) と、(2) Super Sinet を利用した TV 会議システムの二つのネットワークシステム上での運用を想定している。将来的には回折計の操作は、装置制御用 PC を研究所外に置かれた PC からリモート制御機能で遠隔操作できる。ネットワーク上におけるデータの共有も可能で、遠隔にある研究拠点にいる研究者も、10 分ほどの間隔で測定が完了する 1 枚約 23MB の大容量の IP データを瞬時に確認することが出来る。TV 会議の端末 PC が装置制御用 PC に並べて設置されており、解析結果をグループ内の複数の研究者がネットワーク上で討論し、得られた結論をすぐさま現場にフィードバックさせながら実験を進めていくことが可能である。ハッチ内には、この他にも補助的手段として、ネットワークカメラ、CCD カメラなどが設置されており、サンプル設定、回折計の正常な動作なども研究所外から確認することが出来る。現在のところ、これらのシステムの構築を行っている段階であり、セキュリティの問題、ユーザー認証・管理の問題などについて検討をしており、運営には多少時間がかかるものと思われる。なお、このコラボラトリーに関しては前号に関連記事を掲載したのでご覧いただきたい。

### おわりに

光学系、回折計はほぼ順調に立ち上がり、すでに多くのユーザーの多種多様な実験が 2 台の回折計を用いて行われている。大型施設の運営については " コラボラトリー " という新しいシステムの導入が KEK 全体で検討されており、このステーションは最初のプロトタイプとしての役割も担っている。

最後になりましたが、本ビームラインの建設に際しましては、三菱電機システムサービスの方々にも多くの労力をお掛けしました。ここに心から感謝致します。

## PF-AR NW2 の立ち上げ進捗状況

物質科学第二研究系 河田 洋

秋以降のビームタイムで PF-AR NW2 ビームラインは更なる詳細な二結晶分光器、および X 線ミラーの調整を行った。二結晶分光器については、定位置出射のパラメーターを調整する事により、5keV ~ 20keV までの光子エネルギー変化に対してビーム位置の変化を縦方向  $\pm 10$  ミクロン以内に、横方向は  $\pm 50$  ミクロン以内に抑え込む事が出来るようになった。また X 線ミラーについては、夏前までの調整で一部のマスクがミラー表面から飛び出している結果、十分にミラーを使用することが出来なかったが、この夏のシャットダウン時にマスクの位置調整を行い、十分に X 線ミラーを有効利用できるようになった。また、高次光除去ミラーの調整もほぼ終了した。

定性的には、夏前にマシンタイムでテーパード・アンジュレーターから発生する放射光スペクトルを測定していたが、この秋のマシンタイムで定量的な測定を行い、現在計算結果と比較する事を進めている。

## PF-AR NW12 の立ち上げ進捗状況

物質科学第二研究系 松垣直宏

タンパク質結晶構造解析ビームラインとして建設中の PF-AR NW12 は、2002 年 12 月に放射線漏洩試験に合格し、実験ハッチまで単色光を導入することに成功した。今後 X 線ミラーや分光器の調整、CCD 検出器設置、測定ソフトウェアの開発等を 2003 年 4 月中旬に完了し、5 月のビームタイムからユーザーに開放する予定である。

## BL-5 ビームラインの建設状況

物質科学第二研究系 鈴木 守

現在、BL-5 に構造生物学ビームラインを建設中である。光源としてマルチポールウィグラーを使用し、利用可能エネルギー範囲として 6.5keV から 18keV を想定している。多波長異常分散法によるルーチ的な構造解析を目指し、エネルギー分解能を高めるための光学系が採用されている。具体的には二結晶分光器の前段に平行化ミラーを設置し、後段に円筒ミラーを設置する予定である。1000Å 程度の格子定数を持つサンプルからの回折点を分離するためにビームの発散を低く押さえた設計である。サンプル位置で 0.2mm $\times$ 0.2mm の面積当たり  $10^{11}$  フォトン/秒と見積もられる。

2003 年 10 月の光導入を目指し、建設を進めている。