

## 施設だより

物質構造科学研究所副所長 松下 正

1月8～10日に行われた放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムの初日に行われたPF懇談会拡大運営委員会において施設報告を行いました。その中で今年は今現在努力中の2.5 GeVリング直線部増強について予算的目処をつけユーザーに改造作業のためのシャットダウンの時期を明確に知らせたいと申し上げました。それと同時に将来計画について長期的な視点から議論を見直し整理することが今年の課題であるとも申し上げました。

放射光分野あるいは放射光施設の将来に密接に関係のある議論が昨年米国で行われ、その結果がDepartment of Energy (DOE) からレポートとして出されています。内容をみると日本での放射光分野の将来の議論あるいはPFの将来の議論にも参考になることもあるように思いましたので、すでにご存知の方もいらっしゃるかも知れませんが、簡単にその内容を紹介したいと思います。

ひとつは、2003年11月に「Facilities for the Future of Science – A Twenty-Year Outlook –」(URL: [http://www.sc.doe.gov/Sub/Facilities\\_for\\_future/20-Year-Outlook-screen.pdf](http://www.sc.doe.gov/Sub/Facilities_for_future/20-Year-Outlook-screen.pdf))としてDOEから公表されたものです。このレポートの準備のために、Office of Science (OoS) の下の6つのAdvisory Committeesに対して(1)どのような施設が新たにあるいはアップグレードされて必要かを考え、(2)科学的な重要性と準備検討状況を考慮したうえで各々の施設について検討したレポートがOffice of ScienceのDirectorに提出されています。二つといたしましたうちのひとつは上記の6つのAdvisory CommitteesのうちのひとつのBasic Energy Science Advisory Committeeに設けられたSubcommitteeから出されたもので、「BESAC Subcommittee Workshop Report on 20-Year Basic Energy Science Facilities Roadmap」(URL: [http://www.sc.doe.gov/bes/besac/20year\\_facilities\\_report.pdf](http://www.sc.doe.gov/bes/besac/20year_facilities_report.pdf))という表題のものです。

後者は、放射光、中性子、電子顕微鏡などスモールサイエンス関連で5000万ドル以上の予算が必要とされる施設について、2003年2月に開催されたワークショップの報告のかたちをとり、22ページにわたるもので、共同利用研究所の果たすべき役割についてよく理解したうえで書かれているという印象を受けました。そこでは放射光施設について、DOEは将来の科学の発展のためにユニークな新しい施設の開発を支援する責任を持つと同時に、現在世界的レベルにある既存の施設をタイムリーにアップグレードしてこれらの施設で対応できる重要な科学的ニーズに応えるという二重の役割をもつべきことを強調しています。このためにまずDOE傘下の既存の4つの放射光施設の果たしている重要性とそれらの性能向上の重要性を指摘し、ALS、APS、NSLSの順にFull Energy Injection

や、ビームライン、挿入光源の更なる整備を行うべきと述べています。またSSRLについては、すでに高輝度化のためにSPEAR-IIIとしてリングの改造が行われていることにSubcommitteeとして満足している旨のコメントをしています。将来については、near termとlonger termとに分けて言及しています。Near termでは、X線自由電子レーザーの実現を目指すSSRLのLCLS (Linac Coherent Light Source) が極めて高い評価を受けて唯一あげられています。Longer termでは、BrookhavenのNSLSに3 GeVクラスの低エミッタンスリングを建設すること、APSで現在のものより100倍程度輝度をあげたSuper Storage Ringを既存の建物内に建設すること、LCLSの経験に基づいたより本格的なX線自由電子レーザー、遠赤外光源、LBLのLinac-based Ultra-fast X-ray Facility等があげられています。

「Facilities for the Future of Science – A Twenty-Year Outlook –」では上述の6つのAdvisory Committeesからの報告にもとづいて、建設・アップグレードの提案のあった53のuser facilitiesを、科学的見地からの重要性を3段階に、時間軸上でもnear term, mid-term, far-termの3段階に分類し、28の施設を選び出しプライオリティーをつけています。プライオリティー1は、ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) です。素粒子物理学分野のLinear Colliderはプライオリティー13にあげられています。X線FELを目指したSSRLのLCLS (Linac Coherent Light Source) はプライオリティー3にあげられています。そのほか、プライオリティー21にNSLSの3GeVクラスリングの建設が、プライオリティー23にALSのアップグレードと、APSのSuper Storage Ringの可能性も含んだアップグレードがあげられています。

各施設に関する記述は、写真入りでA4半ページ程度でプライオリティーをこのような順番につけた明確な理由の記述はみられないようですが、各プロジェクトへの投資の山が20年間のうちにいつ頃くるべきかを示す図表までついていてずいぶんと思切ったものを公表するものだという印象を受けました。また、科学的にも技術的にも時間が経つにつれて進歩があるので、プライオリティーに関しては今後も必要に応じて見直すことを行うべきとも言及しています。

PFにおいて昨年3月にERL (Energy Recovery Linac) に関する検討報告を出版した際に、放射光施設の果たすべき役割としてBESAC subcommitteeのレポートに記述してあることと全く同じことを述べました。昨年、また極紫外・軟X線光源で目指していた研究を実現するためにPFとして何ができるかの検討も行いました。今年は、このような状況を再度見直しPF懇談会の皆様と力をあわせて、先端性と汎用性の二つの役割を担えるような施設としての将来像を描く努力を行いたいと考えておりますので、ご協力・ご支援をお願いいたします。

# 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 榎本收志

### 概況

昨秋9～12月の入射器運転日程は以下の通りであった。

9月22日	PFへの入射開始
10月01日	PF-ARへの入射開始
12月24日	PF、PF-AR運転停止
1月13日	PFへの入射開始
1月15日	PF-ARへの入射開始

PF-ARへの秋期入射運転は大きなトラブルがなく順調に入射を続けられた。

### 運転統計

秋期の入射器運転は2,672時間であった。このうち、PFへの入射時間は49時間2分、PF-ARへの入射時間は72時間30分であった。この間の入射器故障は81時間（運転時間の3.0%）、故障による入射遅延時間はPF入射で合計2時間13分（入射時間の4.5%）、PF-AR入射で合計1時間9分（同1.6%）であった。

入射遅延の原因（遅延時間）の主なものは、ビームモニターの故障（67分）、スイッチヤード電磁石の消磁忘れ（12分）などであった。

### 低速陽電子源

夏期保守後、9月1日の電子・陽電子入射器立上げと時期を同じくして、低速陽電子実験用テストリニアックを立上げ、9月2日から、低速陽電子生成用の電子ビーム供給を開始した。ユーザー実験は9月29日から開始され、年末は12月22日まで行われた。現在は、共同開発研究の一環として、筑波大、産総研、東大の3グループが利用している。週間の運転スケジュールは、月曜日がマシンスタディー、火曜日から金曜日までの9時から21時までがユーザーランで、安全のため、物質科学系当番によるテストホールの巡回を毎日2回実施している。隔週開かれている低速陽電子打合せでは、9月から12月までの利用時間は632時間で、「測定中にクライストロンのダウンが数回あったが、加速器・ビームラインの状況はおおむね順調」と報告されている。

来年度からの共同利用のための課題申請が11月にあり、先のグループの他に国内外から数件の応募があったと聞く。低速陽電子実験用テストリニアックの運転は、PFやKEKBのための電子・陽電子入射器の運転と合わせて実施している。電子・陽電子入射器は、入射器スタッフと業務委託の運転メンバーによって、1日3交替、24時間体制で、年間10か月、7000時間以上の運転を行っている。是非と

も多くのユーザーに利用していただき、この運転時間が有効に使われることを願っている。

### KEKBへの連続入射

KEKBへの陽電子蓄積率を改善するため2000年度にシステムを開発し、2001年度の試験を経て、2002年度の秋から運用を開始した「2バンチ入射」（PF NEWS Vol.18, No.2参照）は1年を経過したが、2～3mA/sの安定した入射に貢献している。さらに、2004年1月からは、KEKB入射が「連続入射モード」になった。これは実験をしながら入射を行うもので、入射によるバックグラウンドが許容できるものか注意深く検討しながら導入を開始したものである。連続入射する陽電子の量は、通常の入射の10分の1程度（0.3 mA/s）で良いが、蓄積ビームを失い0から積み上げる（現在は約1.4 A）ときはフル電流で入射する。連続入射によってKEKBは目標としていた世界最高のピークルミノシティ  $10^{34}/\text{cm}^2/\text{s}$ （10/nb/s）を常に維持できるようになった。ビームを失わなければ、1日に0.864/fbのルミノシティを蓄積できる。これは、KEKB実験を開始した1999年6月から2002年6月まで3年かかって貯めた80/fbを約3か月で貯めることができることを意味する。「連続入射モード」が始まったため、入射器はこれまでのように、入射の合間に頻繁にビーム調整をする余裕がなくなった。この「連続入射モード」が今後うまくいくかどうかのひとつには、入射器をどれだけ安定に維持できるかどうかにかかっている。

### Cバンドによる入射器のエネルギー増強

前号で2003年夏の工事でCバンドの加速モジュールを、入射器の#4-4と呼ばれる空白の加速モジュールの場所に設置したことを報告した。これは、Cバンド（5712 MHz）の高周波電源と長さ1 m（現用の加速管の2分の1の長さ）の加速管からなる加速モジュールである。加速高周波は入

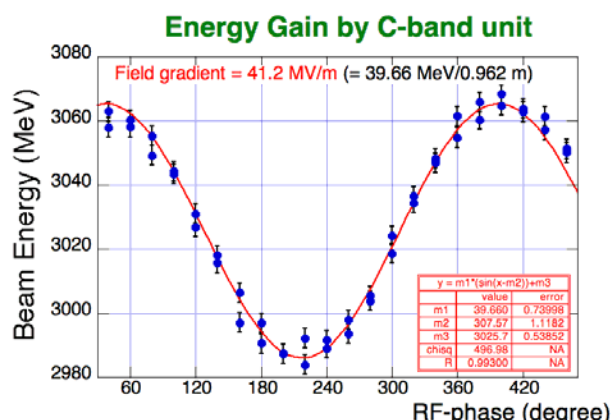


図 横軸はCバンド加速高周波（5712 MHz）の位相、縦軸は電子ビームのエネルギーを示す。グラフはCバンド加速管に供給する高周波の位相を変えながら、加速ビームエネルギーを入射器終端で測定したものである。正弦曲線によるフィッティングの結果、加速エネルギーは39.7 MeVで、加速管の加速有効長（0.962 m）を考慮すると加速電界は40 MV/mとなる。

射器の運転で用いられている 2856 MHz の高周波を 2 倍にして通信したもので、加速ビームと同期させている。このシステムを用い、従来と同じ高周波電力（約 40 MW）で、従来の約 2 倍の 40 MV/m の高電界で電子ビームを加速することに、10 月 10 日、成功した。このことにより、現在用いている S バンド加速管（2856 MHz、長さ 2 m）と同等の加速エネルギーが、2 分の 1 の長さの加速管で得られることを実証した。入射器グループは、昨年度から、入射器の安定化と KEKB の将来計画に備えて C バンド高周波によるエネルギー増強に取り組んできたが、1 年余りで、最初の大きな成果をあげることができた。

### 新年の抱負

新年早々から KEKB 「連続入射モード」が始まったことにより、新たに過酷な運転状況で、入射器を安定に維持することが求められることになった。また、2004 年度には低速陽電子実験施設の共同利用が始まる。C バンド開発ではパルス圧縮器の導入が今年の新しい目標として残っている。これらの 3 つの中心的な課題の他に、昨年度から加速器研究施設として開発を始めたリニアコライダ主加速器実証用の試験加速器（GLCTA）の高周波電源の製作への協力、次期光源加速器としてのエネルギー回収型リニアック（ERL）への参加などの課題もある。入射器をとりまく将来計画の動向には、今注目されている ITER 誘致問題などがからんで緊迫しているが、入射器の維持、改善を軸に、これらの課題にひとつひとつ着実に取り組んでいきたいと考えている。2003 年度は陽子加速器から竹中さんが新しく入射器グループに移籍されたが、昨年秋から長年入射器で活躍されてきた大越隆夫さんが J-PARC の建設に参加することになった。今年も入射器グループの和をいっそう重視してやっていきたい。

## 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

2003 年 9 月 22 日から始まった秋の運転を 12 月 24 日で終えた。12 月 15 日から 24 日までの間は 3.0 GeV で運転を行なった。運転停止後、リング内では BL-5 基幹部グラフィットマスク部の位置測定と調整作業が行なわれた。これは昨年秋に BL-5 に放射光を通してビームラインの設置確認を行った際に、視野の上側に来る放射光の一部が欠ける状況が見つかり、光源点に比較的近い場所にその原因があるのではという疑いがもたれたことによる。入射路ビームモニターなどの入射路に配置されている機器のメンテナンスを、リニアックと KEKB リングの運転が停止しないと入射路に入域できないことから、冬季シャットダウン中に行なった。

2004 年 1 月 13 日（火）9 時から冬の運転を開始した。

立ち上げに先立つ 1 月 7 日（水）には加速器停止中の放射線検査が行なわれたが、特に指摘事項も無く機器の安全・正常さが確認された。立ち上げ調整時間を利用して BL-5 基幹部グラフィットマスクの位置確認を下流ビームラインに光を導き行なった。1 月 16 日（金）9:00 からは恒例の光軸確認を実験ホール側で行ない、特段の調整無しに基準軌道を定め、冬のユーザー運転が開始された。この運転は 3 月 23 日（火）9:00 まで行なわれる。

PF Activity Report 2002 にも示したが、PF リングの故障率（ユーザー運転時間中に故障で運転を停止した時間／運転計画時間）は 0.5% 以下となっている。これは光源系スタッフによる「予防的メンテナンス」すなわち、各種の機器の運転状況に細かく注意を払うことで故障が顕在化する前に予防的に手を入れていることが効果をあげている。しかしながら老朽化は機器のあちこちに現われている。高周波電源や電磁石電源など不調になれば直ちにビームを落としてしまう機器に対してはこれまで既に手を入れてきている。しかし各グループのインターロック系の保守は、直線部増強計画促進のために予算をまわしてきたために、後回しとなっていて最近では運転に支障が現われてきている。すなわち、これらインターロック系は運転開始の 1983 年からの数年に構築されたものが多く、NEC-PC9800 が最新鋭のパソコンであった時代のもを今も稼働させている。NIM や CAMAC のモジュールは今では製造中止となっているものも多く、簡単なリレーボックス内部の基板でさえも保守自体が困難となりつつある。基幹チャンネルや挿入光源の場合には不調となったラインのみを閉鎖としてビームを失うことなくリング運転はできるが、電磁石、高周波、真空のインターロック不調は直ちにビームを失うことにつながる。今後特にこれらのインターロック系の更新が大きな問題となる。光源加速器としての新たな機器や測定方法の開発などやるべきことは多いが、安定なユーザー運転を考えると開発に回すことが出来る予算は厳しい。開発に関しては、競争的経費獲得を念頭におき計画立案することをスタッフ一同心がけなければならない状況にある。

直線部増強計画についてはこれまでに何度も PF News で述べてきている。平成 15 年度機構内特別経費が措置され、新 4 極電磁石は現在製造中であり、新 4 極電磁石にふさわしい真空ダクト先行 1 本についても製造している。4 極電磁石と構造上干渉が起こる基幹チャンネルに付いてはこれまでに PF 内自己努力による予算を毎年回すことによって、その大部分を再構築してきた。今後は新造した電磁石に見合う電磁石電源と真空ダクト全数の製造を行なわなければならない。そのための予算措置として機構に対しては平成 16 年度機構内特別経費を要求するとともに、PF 内自己努力による経費を考えている。これらの予算が実行されれば平成 16 年度に機器の製造は完了することになる。したがって、平成 17 年前半（平成 16 年度最後の期？）から夏休みを利用してリングの運転を停止し、現在の 4 極電磁石と真空ダクトの撤去、新電磁石および新真空ダクトの設置作業を行ないたいと考えている。ユーザーは今後の予定

について注意をはらって欲しい。

### 将来展望

将来計画に付いては別稿で記されるであろう。PF リングはご存じのように 1978 年の建設開始からすでに 25 年を経過したマシンである。この間に 2 度にわたる高輝度化を行う改造を進めてきた。ビーム寿命  $\tau$  と電流  $I_B$  の積  $I_B \tau$  の値は世界的に見てもトップの値となっている。また、故障率も極めて小さい。しかしながら第 2 世代として生まれたが故に PF リングは、挿入光源の数とエミッタンス、輝度共に世界のレベルに及ばず、光源位置の安定性についてもビームが太い故にあまり深刻には受け止められていない。

世界の放射光光源の質向上はこの数年その開発達成速度を速めている。すでに知られているように、SPring-8 では輝度が高くカップリングの小さいビームを実現しいろいろなモードの運転を行なって利用実験に供し、さらにバンチスライシングによってピコ秒以下のパルス光を発生させようとしている。また自由電子レーザーを従来の概念より短い長さの加速器で実現することを進めている。分子研では高輝度化の改造が成功裏に終わりいよいよ輝度を高めた運転が実用になる。原研東海ではエネルギー回収型リニアックの実証機による短パルス放射光の研究を推し進めている。台湾では 1.3 GeV から 1.5 GeV に性能を高め、且つ 1  $\mu\text{m}$  の桁で光の安定度を評価しているリングがすでに稼動している。また中国上海では 3GeV クラスの新第 3 世代高輝度光源建設が今春にはスタートする。いわゆる新第 3 世代リングである Swiss Light Source では高輝度高安定度に加えすでに Top-Up 入射を実現している。Top-Up 入射に付いては、利用実験が精密化するにつれて光学素子の熱変形に起因する放射光強度変化も 0.1 % 台で議論されるようになることから、放射線安全を確保しつつ Top-Up 入射を実用化することは避けて通れない課題となっている。PF では Top-Up を睨んで新しい入射方式の開発経費をリーダーシップ経費に要求して認められ、パルス磁石を現在製作している。テストは 2004 年度からになる。しかしながら Top-Up 入射を PF リングで常時行なうには、電子リニアックが現在 B-Factory に対し continuous injection を実用化している状況にあることから、調整がつかない場合には独自の入射系を持つ必要も起こるかもしれない。新光源計画の議論はアメリカ西海岸および東海岸での放射光将来計画、ヨーロッパでの将来計画と活発であり、推進の努力が続けられている。

高品質で新しい放射光利用分野を開くことができる光源を仮に 10 年後に運転させるには、設計概念および採用されるであろう（加速器およびビームライン）技術が 10 年以上先走ったものでなければならぬのは明らかである。将来計画を検討するに当たり PF リング更新をイメージした議論も見うけられるが、世界の進歩以上の画期的計画としなければ予算獲得は出来ないと考えるのは悲観的すぎるであろうか。大型施設の予算要求は現在進行中の J-PARC 計画に加え、International Technical Advisory

Committee が計画を審議している Super KEK B-Factory 計画、さらに Japan LC から Global LC と世界規模の計画に変化し UNESCO も関係している高エネルギー物理からのリニアコライダー計画が KEK において競争しながら議論・検討されている。新分野を切り開く利用研究用高品質放射光源計画をこの競争の中で認めさせるには、計画自体がパラメーターの羅列ではなく志の高いものであり且つ必要技術の開発計画が具体的に示してあり、国際競争力のある計画であることを他分野の研究者にも理解し納得させる以外にはないと思う。世界的視野で協力を求め、教を乞うことで設計概念を斬新なものとし、且つスピードアップを図ることが重要と考える。世界中の（加速器およびビームライン）研究者個々人とのコミュニケーションをスタートに、新技術への要求・関心が高まり、自然発生的に相談相手という仲間が集まり、やがては組織化されるというプロセスを経ながら、目標が整理され計画実現へと動き出すのでなければ（Top-Down のやりかたでは）計画は動かないと思う。「ユーザーコミュニティの意志・意向を重要視して計画の重要性を考える」というのが、機構長が平成 16 年の年頭の挨拶で示した KEK 内での将来計画に対するメッセージである。PF 施設と共に PF 懇談会メンバーの熱い議論によって 10 年後の新光源利用実験を現実化できればと思う。

### PF-AR

放射光源研究系 春日俊夫

PF-AR は 10 月 1 日の運転再開後ほぼ順調に運転を続けている。後述するように、南直線部を中心とする真空系のいくつかのトラブルに見舞われたが、そのたびの対策によりビーム寿命は大きく延びたため、12 月 2 日より 1 日 2 回の定時入射の試行を開始した。50 mA 強の初期ビーム電流は 12 時間後に約 25 mA まで低下するが、利用実験の能率は向上したものと思われる。10 月から 12 月の間に医学利用が 3 回行われた。この中で 12 月 11 日の利用は、2 バンチ運転によるものである。医学利用は電子エネルギー 5 GeV で行われるので高周波系の電力には余裕があり、6.5 GeV 時より大きな電流を蓄積できる。一方入射エネルギーである 3 GeV では、高周波空洞内に誘起される電磁場の悪影響により、一個のバンチ内に入射できるビーム電流は現在のところ 60 mA 程度までである。そこで、複数バンチに大電流を入射する試験を続けてきた。ほぼ等間隔の 2 バンチに計約 90 mA のビームを蓄積できることが確認された。また 2 バンチ内のビームを 5 GeV まで加速することにも問題がないことがわかった。2 バンチ、5 GeV、70 mA での運転でも、医学利用ビームライン側には何の問題も生じないことを確認の上、同日にこの条件での医学利用を行った。図に 12 月 10 日 21 時頃から 11 日 21 時頃までの、PF-AR のビーム電流の変化を示す。10 日 21 時から 11 日 8 時 30 分頃と 12 時頃からは 6.5 GeV 運転であり、8 時

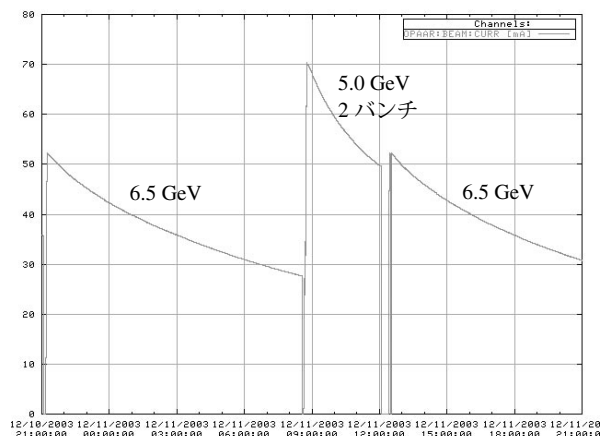


図 通常の 6.5 GeV 運転でのビーム電流と 5.0 GeV 2 バンチによる医学利用でのビーム電流。

30 分頃から 12 時頃までは 5 GeV で運転をしている。図のように、6.5 GeV でのビーム電流の初期値は約 52 mA であり、5 GeV 時のビーム電流初期値は約 70 mA であった。

10 月からのユーザーラン時にも残念ながら多くのトラブルに見舞われた。最大のトラブルは偏向電磁石電源の直流電流トランスフォーマー (DCCT) の故障である。DCCT は電源の電流制御と電流値モニターに使われていたため、DCCT の故障により電磁石電流が変動したにもかかわらず電流値は正しい値を示していたために故障発見が遅れ、結果として 11 月 28 日 (金) 夕方から 12 月 1 日 (月) までユーザーランをキャンセルすることとなってしまった。さらに、いくつかの真空系のトラブルに見舞われた。大きなものの一つは 2004 年 1 月の運転再開前に起きた、西加速空洞上流側のゲートバルブが全開にならなくなった事故であり、もう一つはビーム電流測定用 DCCT (前記の偏向電磁石電源の DCCT と原理は同じだが、こちらはビーム電流測定用)用のチェンバーからのリーク事故である。両者とも真空グループの努力によりユーザーランの前に解決している。昨年 5 月からの懸案であった西の第三加速空洞の問題 (前号参照) は 1 月 15 日からの運転再開時のトラブルシューティングでも解消しなかった。ここに述べたトラブルは、PF-AR の高度化作業時に更新あるいは本格的な整備がなされなかった部分である。PF-AR にはこのような部分がいくつか残っている。これらの対策は急務である。

## PF/SPring-8 加速器情報交換会について

放射光源研究系 芳賀開一

PF と PF-AR リングでは、毎週月曜日にマシンスタディーの時間を頂いて、加速器の様々な振舞いを調査すると共に、運転性能向上のための新たな技術開発をしています。このようなマシンスタディーは他の加速器でも同様に行われており、その情報は関連の会議などで報告されています。特に PF と同じ光源用加速器である SPring-8(SP8) とはその

マシンスタディーの内容の方向性を同じくしており、光源研究系内の各グループでは個別に情報を交換してきました。

しかし今後の放射光源用加速器の将来計画を立案するに際しては、PF と SP8 双方が蓄積してきた加速器本体及びその運転のための様々な情報と経験を、両者が全体として共有し活用していくことが必要であるとの認識から、定期的に光源加速器に関する情報の交換会を持つ事が提案され、昨年 5 月にその第 1 回目の集まりが PF で開かれました。双方あわせて 11 件の報告があり、各自の 30 分の持ち時間では納まりきれないほどの活発な質議応答がありました。学会などでの発表とは少し異なり、現場で直接携わった担当者がその失敗例なども含めた本音の議論をおこなうことを申し合わせたために、会はさらに白熱しました。

この第 1 回目をうけて、第 2 回目の情報交換会が今年 1 月に SP8 で開かれました。今回はさらに発展し、報告が 17 件となり、UVSOR やニュースパル、そして理研 X 線 FEL から参加者が加わり、PF と SP8 との間の加速器情報交換という所期のもくろみを越えて、国内の放射光加速器に関する情報交換の場へと変貌していこうとしています。

互いに加速器の運転を行いながらの開催ですので、準備や出席には困難も伴いますが、この場で得た情報や新たな刺激が、将来計画の立案に資するのみならず、来期といわず今期の運転性能向上にも寄与するような集りとなり、さらに発展することを PF 側の世話人としては願っています。

## 物質科学第一・第二研究系の現状

物質科学第二研究系主幹 飯田厚夫

### 運転・共同利用実験

9 月 22 日から開始された PF2.5GeV リングの平成 15 年度第二期の運転は 12 月 24 日無事終了しました。一方 10 月 1 日に運転を開始した PF-AR も同日 (12 月 24 日) に運転を終了しています。年が明けて平成 15 年度第三期 (冬期) の運転は PF2.5GeV が 1 月 13 日、PF-AR は 1 月 15 日より開始され、共同利用実験はそれぞれ 1 月 16 日、1 月 19 日から始まっています。

PF 2.5GeV リングでは、マルチポールウイグラーを光源とする構造生物学研究用の BL-5 の立ち上げが順調に進んでいます。光学系の調整に引き続き、12 月第 2 週には大型 X 線 CCD 検出器 (ADSC Q315、315 mm × 315 mm) が導入・設置され、その後のテスト実験で MAD 法による構造決定が既に行われています。引き続き光学系の調整と予備実験を重ね、4 月から共同利用実験に供する予定です。本年度 5 月から共同利用実験を開始した PF-AR NW12 に続き、これで PF には 2 本の挿入型光源を利用したタンパク質構造解析 BL が整備されたこととなります。構造生物学研究センターの目覚ましい発展と相俟って、名実ともに放射光構造生物学の拠点となりました。今後の一層の展開が期待されます。

PF-AR はリング改造の効果が着実に現れ、12月からは1日2回入射になりました（これまででは1日3回入射）。PF-AR はこのことにより一般ユーザーにより使いやすいうちに成長しました。しかし残念ながら一方で偏向電磁石の電源故障により11月28日より12月1日までの3日弱の共同利用実験をキャンセルすることとなりました。ご迷惑をおかけしたユーザーの方々にお詫びいたします。今回の故障の経緯については光源系報告を参照していただきたいと思っております。PF-AR の老朽化に対する手当ては、リング改造によってもカバーし切れなかった部分が多く残されており、今後早急に対策を施す必要があります。

PF-AR は単バンチ運転を通年で行っている世界的にもユニークな放射光源であり、その時間構造利用の研究推進が期待されてきたところです。この度科学技術振興機構（旧科学技術振興事業団）のERATO 腰原プロジェクト（研究領域：非均衡ダイナミクス）として、NW14 にサブナノ秒分解X線回折ビームラインが建設・整備されることになりました。ビームライン建設に関する技術的検討を加速器研究施設および施設部との間で行っています。進捗状況についての河田氏の報告がありますのでご参照ください（p7）。本ERATO プロジェクトは先端的材料開発・物性研究を先端放射光技術の一つである高時間分解実験を用いて行う、先進的研究課題と位置づけられます。

平成16年度前期放射光共同利用実験課題申請が昨年11月7日に締め切れ、G型（一般）186件、P型（初心者・テスト実験）7件の合計193件の申請がありました。1月28日開催のPF-PAC および2月6日開催の物構研運営協議会委員会の審議を経て、合計188件の課題が採択されました。また、上記のERATO プロジェクトに関連してS1型課題が提案され採択され、PF 研究会も1件採択されています。更に今回は施設側から「施設留保ビームタイム」制度の導入の提案があり審議の結果承認されました。審査経過（p40）および「施設留保ビームタイム」制度については別報を参照してください。

### 安全に関する注意の喚起のお願い

安全は研究活動を行う前提条件ですが、昨年11月から暮れにかけて安全に関わるいくつかの事故が発生しています。関係者の皆様は今まで以上に安全に留意していただくようお願いいたします。小林光源系主幹および伊藤健二氏からの報告とお願い（p9-10）がありますのであわせてご覧ください。

昨年11月8日未明に物質構造科学研究所中性子研究施設中性子実験室（放射線管理区域）において、中性子実験用の高温電気炉用電源が焼損するという火災が発生しました。幸い現場の職員が初期消火と非常通報を行いすぐに火は消し止められ、損害は電源の焼損のみにとどまり、鎮火もまもなく消防署により確認されました。この火災による、放射線被曝および環境への影響がないことも確認されています。しかし実験室全体に煙と煤が充満し一時は視界の確保も難しい状態だったと聞きます。また火災報知器

の鳴動とともに加速器を停止しました。本機構の規定によりPF も一時的にビームをダンプし待機しました。PF はまもなく運転を再開しましたが、中性子施設では安全と再発防止の処置とその確認を行い、11月25日になって運転を再開しました。この事故を受けて、機構全体として、またPF としても安全点検および非常通報の連絡体制の見直しを始めています。ところが当のPF で小規模な発火事故がPF-AR NW2 で12月10日夕方に発生しました。これは試料加熱中にヒータが定位置から脱落し、近くにあったアクリル板に接触発火したものでした。幸い監視しながらのテスト実験中でしたので、すぐに実験者が対応し大事には至りませんでした。更に、事故の種類は違いますが、11月28日にはPF 工作室で業務委託者が板金切断機で指先を僅かですが切断するという事故が発生しています。幸いこれも軽微な障害にとどまりました。これらは相互に直接の関連はありませんが、「1つの顕在化した事故の影には多数の事故の一手手前の現象が潜んでいる」という法則からすると、安全に対する警戒心を大いに喚起する必要があるでしょう。当該実験や作業の安全措置をはかるとともに、これを機にPF 共同利用における事故に対する安全対策を徹底することを検討しています。特に当施設のような共同利用研究施設では、経験や安全教育のレベルの異なる多くのユーザーへの周知徹底が課題となっています。

事故は直接には当事者および広く関係者の生命や身体に危険をもたらす人的被害とともに物的被害を発生し重大な結果を招きます。この為、安全・事故防止は総ての作業の基本にあります。更にPF の多くの施設は放射線管理区域に指定されていますので、事故の種類によっては、機構内にとどまらず周辺地域への影響を考慮する必要があります。結果として加速器運転の長期停止など共同利用実験に多大な影響が発生する可能性があります。基本にもどり、安全第一で共同利用実験の遂行を心がけてください。

## 施設留保ビームタイムについて

物質科学第一研究系 野村 昌治

標記案件について1月28日に開催された放射光共同利用実験課題委員会（PF-PAC）に提案し、大筋で認められましたので提案内容、理由等について説明致します。なお、細部については更に詰めるべき事もありますので、ご意見をお聞かせ下さい。

### 提案内容

ビームラインごとに利用可能なビームタイムの10%以内程度のビームタイムを施設留保ビームタイムとする。但し、PF の主務が共同利用にあることに留意し、PF 職員および大学院学生の優先ビームタイム（20%程度まで）[1]と合わせて年間運転時間の25%程度以内とする。

## 提案理由

従来の PF に於けるビームタイムは共同利用、施設利用、民間等との共同研究、PF 職員および大学院生の優先ビームタイムから成り、施設留保ビームタイムは採っていない。一方、円滑な施設の運営を目的として SPring-8 では 20%、中性子実験施設では 10%、中間子実験施設では 10% と国内の多くの施設では施設留保ビームタイムを確保している。この留保ビームタイムは以下の目的に使用する。

### 1) 故障等に対するビームタイムの補填。やり残した実験の補充。

従来は次期まで数ヶ月待つ必要があったが、可能な限り短期間の内に補填し、早期に成果を上げられる環境を整備する。

### 2) ビームライン・実験装置の性能向上を速やかにする。

従来は次期まで待つことも少なくなかったが、小改造を速やかに行い、性能向上を図る。

### 3) U 型課題の受付をし、重要な研究の計画から成果公表までの時間を短縮する。

従来の U 型課題はビームタイムを配分された課題を排除する程の重要性が要求され、申請者にとって極めて障壁が高かった。留保ビームタイムを利用してタイムリーに実験して成果を上げる事が期待出来る。

### 4) 新規ユーザー開拓への活用（実習、試行実験等）

新しいユーザー開拓にはまずやってみることが重要であるが、現状のシステムでは先に申請をせざるを得なかった。ユーザー拡大には講習会、実習等が重要であるが、従来はビームタイムの利用根拠が明確でなく、PF 主催のものは多くなかった。ビーム利用の根拠を明確にし、新規ユーザー開拓、コミュニティの活性化に貢献する。

### 5) 受身の共同利用から能動的な共同利用へ

ビームラインの運営に対する柔軟性を増し、一層の成果拡大に対して工夫をする自由度を作る。

### 6) 施設としての柔軟性の確保

諸外国の放射光施設職員等の来所時等にテスト実験を行なう等の柔軟性を確保する。その他運用上の柔軟性を確保する。

PF-PAC では

- 留保ビームタイム利用の優先順位等の基準をクリアにすること。
- 留保ビームタイムに対する責任体制を明確にせよ。
- 留保ビームタイムの申請方法や柔軟性と透明性を両立する運用方法について PF で更に詰めて、期待した成果が出る様に努力せよ。
- ユーザーコミュニティに周知徹底せよ。

等のご意見を頂き、これらの点について一層明確にし、運営協議員会でお認め頂ければ、実施出来るラインから実施していく予定です。

[1] Photon Factory News, 15 (2) 12 (1997).

## 「非平衡ダイナミクス」 ERATO 腰原プロジェクトの進捗状況

物質科学第二研究系 河田 洋

先の PF ニュース (Vol.21, No.3) の「施設だより」に松下正副所長が上記のプロジェクトがスタートしたことを紹介しておりますが、その計画の内容、および進捗状況に関してご報告いたします。

このプロジェクトは東京工業大学腰原伸也教授（物構研客員教授）が研究総括を行う科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業・総括実施形研究（ERATO 型）の研究領域「非平衡ダイナミクス」（<http://www.jst.go.jp/pr/info/info5/shiryoi-2.html>）として昨年 11 月 1 日から正式にスタートいたしました。その内容の詳細は上記の Web サイトを参照願いますが、物質材料の基本性質を決定している固体内の電子状態や磁氣的（スピン）状態さらにはその空間的分布が、結晶のオングストロームスケールからナノメートルスケールレベルでの動的構造変化（非平衡状態）と強く結合した材料（非平衡強相関材料）を用いて、既存材料にはない新規な光電的機能の可能性を開拓しようとするものです。そのためには、物質開拓のために必要な、原子スケール（オングストロームスケール）の動的構造観測技術（分子動画技術）開発が重要な基盤技術となります。PF-AR はパルス放射光光源としてその整備が進行し、物質の構造および電子状態変化を放射光パルス幅（～ 100 psec）の時間分解能を持った時分割 X 線回折実験・時分割 X 線吸収実験の整備を進める努力をしてきておりましたが、このプロジェクトはまさしくその原動力を与えるものとなりました。正式な科学技術振興機構と高エネルギー加速器研究機構との共同研究は 1 月 7 日から発足しております。

PF-AR 北西棟の NW14 ビームラインに時分割 X 線回折実験のための X 線アンジュレータービームラインを整備する方向での調整が、放射光源研究系、物質科学第一、第二研究系、加速器研究施設の関係者が集まり、11 月から始まりました。NW14 ビームラインの光源は現在 PF-AR の RF キャビティーが設置されている直線部であり、ビームライン建設には RF キャビティーの移設が必要となり、その際にどのようなバージョンを考えるかに関して、密度の濃い議論が 11 月中に行われました。結論として、2 台の RF キャビティーを今のラティスを保って移動し、空いた 2 つの直線部に 2 つの異なる周期の X 線アンジュレーターを導入する方針が決定されました。一つのアンジュレーターは周期長が約 40 mm で、これはすでに稼動している NE3、NW2、NW12 と同様です。その結果、1、3、5 次光を用いて、5～25 keV の X 線を取り出す事が出来る光源で、分光器を用いて単色 X 線を用いた研究を展開するには最適です。しかし、単色 X 線ですので、レーザー励起の繰り返し回数を多く取る必要があり、そのような照射損傷に弱い物質の「非平衡ダイナミクス」を観測することは困難です。そのような対象物質も射程内に入れるために、周期長が約 24

mm のアンジュレーターも他方の直線部に導入することによって、10～15 keV の放射光を1次光で発生させ、素直なスペクトル形状（数多くの高調波ピークが存在しない）の白色X線を得ることが出来るようにする事を考えています。

ビームラインの基本構成はNW2ビームラインと同様に、液体窒素冷却型2結晶分光器、集光X線ミラー、高調波除去用ミラーからなり、実験ハッチ内に、放射光パルスを選択レーザー光と同程度の繰り返し周波数にまで間引くパルスセレクター、そして種々の時分割X線回折実験が可能となるように3台のベースとなるX線回折計を導入する事を計画しています。スケジュールは、2004年夏の停止時にトンネル内のRFキャビテーターの移設作業、およびそれに伴う冷却水設備の改造作業を行い、2005年夏の停止時に、挿入光源、フロントエンド、ビームライン全てのコンポーネントの設置を完了し、2005年秋からの運転でNW14ビームラインの調整をスタートする予定です。

今年度当初、PF-ARのパルス放射光を用いた時分割回折実験は、このプロジェクトがスタートする・しないに関わらず、NW2ビームラインを用いて時分割XAFSと共存する形で進めていく予定でした。その態勢は保ち、NW14ビームラインが立ちあがる前に、先行して研究成果が上げられるようにNW2ビームラインにレーザーその他の整備を進めて、早ければ、2004年春にはテスト的な時分割X線回折実験をスタートする予定です。また、基底状態の物質構造を前もってきっちりと観測しておく事も重要です。強相関電子系材料を精力的に測定しているPFのBL-1Aの研究グループおよびビームラインとの有機的な協力関係を構築することおよび、プロジェクトメンバーだけではなく多くの潜在的ユーザーの開拓も念頭に置いた形でS1型課題「非平衡強相関材料開拓に向けたサブナノ秒分解X線回折ビームラインの建設と利用」（実験責任者・腰原伸也）を用いて展開する予定です。

一方、本プロジェクトは機構と密接に関係しますので、腰原先生の意向から、KEK内に本部を置くことになりました。先ず時分割X線回折実験装置構築に関するグループリーダーとして、物構研・助教授の足立伸一氏が抜擢されました。また、技術参事として11月17日付けで大門正博氏、事務参事として12月1日付けで植田豊氏、そして事務員として坂本弥生氏がすでに来られております。また、2月1日付けで、KEKの研究機関研究員でした野澤俊介氏が研究員として着任予定しました。本部は1月から光源棟2階の打ち合わせ室1に仮事務所を開設しておりますが、2004年4月以降は、PF-AR北西棟脇に現在建設中であるPF-AR放射光共同研究棟に移動する予定です。今後、このPFニュースの紙面をお借りして定期的に研究状況をご報告して参ります。

## 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あります。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（A4判、様式任意）
  - (1) 研究会題名（英訳を添える）
  - (2) 提案内容（400字程度の説明）
  - (3) 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
  - (4) 世話人氏名（所内の者に限る）
  - (5) 開催を希望する時期
  - (6) 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名

#### 4. 応募書類送付先

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

\* 封筒の表に「フォトン・ファクトリー研究会応募」と朱書のこと。

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

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