

## 会員の声

### ◇検出器の開発にかかわって

高エネルギー物理学研究所 放射光実験施設

岸本 俊二

私は、大学院の時から検出器の開発に関わる仕事をしてきました。所属していた研究室の関係で学生の時は、もっぱら放射性同位元素を使った研究でした。1次元のX線用位置敏感型比例計数管を使った原子核の崩壊に伴う核と内殻電子との相互作用の研究や $^{57}\text{Co}$ によるメスbauer測定に応用される低温用比例計数管の開発が大学院の時の仕事です。その後、運よく放射光実験施設で雇っていただくことになりました。「共同利用実験の運営・保守業務」とともに、「放射光利用による研究の推進及び関連技術の開発」を行っていく立場になったわけです。私の場合、幸か不幸か、それまで全く放射光実験の経験がなく研究分野の点で関わりのある人がほとんどいない環境であったこと、自分自身学問分野の束縛が弱かったことから、結局、検出器開発の仕事を目指することになりました。

何か放射光の分野で面白いものはできないかとしばらくの間、自分なりに考えました。そして強いX線ビームが得られるのなら「速い」検出器、しかも放射光のパルス性を利用した測定への応用を考えはじめたのでした。それが今も続いているアバランシェ・フォトダイオード検出器の仕事となりました。検出器開発ということなら、議論していただける、よき先輩にも恵まれていました。また共同利用実験の運営に携わる中でユーザーの方々や測定器系の諸先輩、同僚から放射光そのものや実験方法について学ぶことができました。私は今後も放射光利用分野で使われる検出器の開発に携わっていくつもりですが、放射光実験に期待されているの方々にお願ひがあります。それは検出器への関心も持ちつづけていただきたいということです。実験を計画するとき、どういう検出器を使うか忘れないでください。仕事をまとめるときには、もっとこういう検出器があるといいな、と考えていただいて、もし機会があればぜひ教えてください。放射光実験と言っても、多くの研究分野とテーマの集合であること(一つ一つの実験は決して大規模でない)、研究手法の違いや扱う対象が違うので確かに高エネルギー実験の場合と単純に比較はできないと思いますが、SP-8のような大型施設が実際に動きだそうとしている状況では、検出器開発について放射光利用研究での独自の発展が人とお金で支えられてもおかしくないでしょう。またもっと計画的、組織的に取り組まれることが必要でしょう。私は94年11月から10ヶ月、ESRFに滞在する機会を得ましたが、ESRFには検出器グループがあり、放射光実験のために、電子回路からソフトまでまとめて組織的に開発する努力が払われています。放射光利用研究を進める上で検出器開発の重要性が世界的に認められていることは確かです。

SP-8が立ち上がっていけば、日本の放射光実験をめぐる環境がやはり大きく変わることでしょう。我々の所属する高エ研でも97年度に「機構改革」が予定されています。すべてのユーザー・スタッフの願ひどおり放射光施設にとってプラスの方向に進むことを信じて、検出器開発をめぐる環境もよくなるよう、自分の持ち場でできる限りのことはしたい

と思っています。SP-8関係者の方々にも、随分と努力されていることとは思いますが、一層のがんばりをお願いしたいと感じています。放射光分野での検出器開発がより広く活発に行われること、施設を越えた共同研究が今後も続いていくことを期待しています。

## ◇会員の声

N T T 境界領域研究所

川村 朋晃

現在我々は真空紫外から軟X線領域で使用可能な多層膜ミラーの研究(作製・評価および応用)を進めており、直接Spring-8の建設には残念ながら関わっていません。原稿を依頼されて何を書こうかなと思って過去の光彩をひっくり返して見たところ、まさに一会員の声ということで良さそうなので多少ピントはずれかもしれませんが書かせて頂きます。

多層膜ミラーとは光学用反射ミラーと同様に高屈折率材料と低屈折率材料を交互に数十オングストローム程度の周期で積層したものであり真空紫外から軟X線と呼ばれる領域の光を反射することができます。この多層膜ミラーは従来X線リソグラフィや軟X線領域の放射光分光に用いることを目的として研究を進めてきたものですが、多層膜ミラーの反射率が増加するに従いこれらの応用だけではなくそれ以外の応用も広がってきました。具体的にはX線顕微鏡やX線望遠鏡等です。また光学系も反射率を稼ぐ必要があるための斜入射系から収差が小さい直入射系へと変化してきました。特にSiのL吸収端よりもエネルギーの小さい90eVより長波長領域では直入射でも60%程度の反射率が得られるようになってきており、可視光と同様の光学系を組むことが可能です。

次のターゲットとしてはより短波長領域での光学系を容易に組むことがあるわけですが(もちろん現状での多層膜ミラーを使い、光学系を組むという話ではありますがこれはSpring-8の範疇外です)現状ではまだまだ壁が厚く、そこまで進んでいません。特に10nmより短波長になると多層膜の反射率は急激に減少してしまい、直入射領域で使うことができる実用的な多層膜ミラーは存在しません。例えば5nmの光に対し計算値では40%-50%程度の反射率が得られますが、実際には10%を出すのがやっとという段階です。さらに波長が短くなり2nm以下になるとそもそも直入射での反射率の計算値が20%程度しかなく実測値はほとんど測れないという状態になります。

Spring-8の場合、光源が非常に小さいということは光学系を組むうえで非常に有利な点であるのですが、残念ながら現在のところSpring-8の得意な領域と多層膜ミラーの得意な領域はオーバーラップしていません。これを如何に結び付けるかについては光源から接近するか、素子の方から近づくかということになりますが、たぶん光源としては如何せんエネルギーが高すぎるため幾ら頑張っても500eVくらいが限界ではないかと思います。一方素子の方からすると500eVというのは周期長で言えば2.5nmということになりこれは直入射と

すると周期長12Å程度の多層膜素子が必要になってきます。これはつまり多層膜が2層構造からできているとすると一層当たり数Åにする必要があり、従来から用いられているスパッター法や蒸着法などの多層膜作製法ではかなり困難な領域に入ります。またここまできると当然基板の表面も原子オーダーで滑らかにする必要が出てくる等、従来の膜作製技術では対応しきれなくなってきました。

であれば無理してまで多層膜ミラーとSpring-8を組み合わせることもない、という意見も当然出るわけですが、やはりここは逆に考えてみたいところです。世の中で簡単にできる話であれば、当然誰かやっているわけであり敢えてSpring-8でやる必要もないでしょう。Spring-8の場合は光源自体がある程度単色化されているわけですから、多少ミラーで無理をしても試料上にはフォトンが結構来る可能性があるわけです。従ってやはりSpring-8では多少チャレンジブルであっても、500eVでの軟X線光学を目指して欲しい(と他人事のように言うのは無責任ですが)と思います。例えば1nmの分解能を持つX線顕微鏡、X線ホログラフィーや原子オーダーのX線干渉現象による物性評価などをSpring-8で、実現できたら非常にいいなと思います。これを実現するためのブレークスルー(あるいはキーデバイス)として何をすればいいか、残念ながら私にはまだ見当が付きませんが、いずれにしても夢を見失うことなく一步一步であっても確実に前に進んで行きたいと考えています。

## ◇Spring-8に期待すること

理化学研究所 磁性研究室

田中 良和

一昨年冬二ヶ月にわたって、NSLSで磁気散乱実験をする機会が得られたので、その時の体験をもとにSpring-8に期待することについて書いてみようと思う。

筆者が行った実験は、MBEで作成されたEr薄膜の磁気相転移を測定することであった。実験に用いた回折装置は特に目新しいものでなく、冷凍機を4軸回折装置に取り付けて、試料からの回折強度を温度を変えて測定するだけの装置である。オージェ分光装置と一体になったドイツ製の既製品である。筆者が驚いたのは、このハードウェアの部分でなくこれを制御するソフトウェアの部分である。

いままで筆者は、放射光実験をするものは徹夜するのが当然で、測定中はビームラインを離れられないものと思っていた。しかし、この「常識」は、常識でないことがこの実験中にわかった。優れたソフトウェアを使用すれば、人間が行う作業をかなり軽減することができることを痛感させられた。特に、磁気相転移などの測定は、次から次へピークを測定しては解析し、つぎのピークの測定方針をたて、また測定するという一連の操作を繰り返すため、手を放すことができない非常に忙しい実験である。実際、この実験は筆者が経験した放射光実験の中でもっとも厳しい実験のひとつであった。最初の3日間は寝る時間は

ほとんどなかった。それでも用いたソフトのおかげでずいぶん楽をした気がする。

このソフトはUnix上で動き、実験者が自由にマクロあるいはC言語を書き、計測に必要なすべての動作を簡単にプログラミングすることができる。モノクロメーターによる入射X線のエネルギーの設定、スリットの開閉、冷凍機の温度設定、逆格子空間表示におけるピークスキャン、厚さの異なる吸収体の出し入れ、アナライザー結晶の設定などすべての動作を簡単なマクロで書くことができる。従って、測定方針が決まっていれば夜間、自動測定にセットしておき、朝、目覚めてから結果を見て次の測定について考察する事が簡単にできる。また次のようなこともできる。NSLSの入射時刻は決まっておらず、カレントで判断される。そのため入射が午前5時になることもある。そのソフトは、ビームがなくなれば自動的に測定を中断してくれる。そして再び入射後、ビームが入れば測定を自動的に再開してくれる。つまり、実験者は午前5時にビームラインで作業する必要は全くない。このソフトの優れている点は、実験者が測定したい手順にしたがって自由にマクロを書くことができること、また拡張性があることである。以前筆者は市販のソフトで随分苦勞した経験がある。完全に仕様が決まった完成品であったため、新たに装置を加えるなどの自由が損なわれていたためである。この自由性は、実験を行う上で非常に重要な事だと思う。

このビームラインのハードウェア、ソフトウェアはそれぞれ担当の技術者によって管理されている。彼らの仕事はハードウェア、ソフトウェアのメンテナンスである。実験のトラブルで実験者がわからないことはすべて彼らが解決してくれる。優れた研究はこのように、ハードウェア、ソフトウェアに実験を制約されない自由性があること、また優れた技術者による管理が整っている環境の下で実現されるのではないかと思う。SPRING-8の実験施設においてもユーザーを縛らない、サポートする管理を、また実験の自由性のある環境が整備されることを期待する。

## ◇ユーザー・施設間のインターフェース

高エネルギー物理学研究所 放射光実験施設

村上 洋一

私は、大学からフォトンファクトリー（PF）に勤め先が変わって約1年半になります。ユーザーから施設側へと立場が変わったわけです。そこで、ここではユーザー・施設間の相互交流について、日頃、漠然と感じていることを述べたいと思います。ここで施設とは、PFだけでなく、一般の共同利用実験施設を指します。

まず、ユーザー側について述べます。大学などで実験を行うとき、使用する装置については隅から隅まで分かっていないと、信頼できるデータが採れませんし、日頃装置を可愛がらず、久しぶりに使用したりすると、以前と同じことをしているつもりでもうまくデータが取れないことなど、よく経験されることではないでしょうか。これを放射光実験に当

ではめまずと、当然日頃のメンテナンスはビームライン担当者が行っていますが、ビームラインについてユーザーはどの程度まで関心を払っているのでしょうか。もちろん、大きな装置ですから、細かいところまで知る必要はありませんが、自分の使っている光が実際に、どの程度の輝度、エネルギー分解能、縦横の角度発散を持って来ているのか、それらを改善するためにはどのような処置を取ればよいのかなど、基本的な所は是非知っておくべきでしょう。さらに、自分の実験を発展させるためには、どのようなビームライン又は実験装置が必要であるかを考え、施設側に要求することが大事だと思います。

一方、施設側もユーザーのサイエンスを理解し、どのようにビームラインを調整、改良したらよいのかを、議論する場を提供する必要があると思います。これは言うは安し、ということではなく、現有の装置で対応できることならば、実験数週間前のほんの2、3時間の議論が大いに実験の効率を高めると思います。また、単にユーザーから持ち込まれるものを待っているだけでなく、少なくとも自分のカバーする分野においては、常に目を光らせ、いいサイエンスの芽は積極的に吸い上げる努力が必要でしょう。

このような事をスムーズに行うためには、ユーザーと施設間のインターフェース的な役割を担う組織の存在が非常に重要です。施設側ですばらしいハードウェア用意され、ユーザー側からいいサイエンスの芽が持ち込まれたとしても、それらを結びつける部分が弱体であれば、出てくる結果は陳腐なものとなる恐れがあります。細かな問題に関しては、ユーザーとビームライン担当者の議論で解決するでしょうが、ビームラインの改造や大きな実験装置導入の要求、新しいサイエンスのプロジェクトの開始などに関しては、有効に働くまとまった組織が必要となるでしょう。ユーザー側と施設側の両方の人間から構成されるこのような組織では、それぞれが自分の土俵で議論するのではなく、相手の土俵に踏み込んでの密な交流が望まれます。

現在、PFではこのようなインターフェース役をPF懇談会や各ユーザーグループが担っており、機能しつつあると思います。SPring-8においては言うまでもなく、すばらしいハードウェアが完成するわけですから、是非このインターフェース部も充実を図り、いいサイエンスが続々と出てくることを期待致します。