

会員の声

◇PFとSPring-8(Communication for Collaboration and Competition)

高エネルギー物理学研究所・放射光実験施設

雨宮 慶幸

昨年11月にSPring-8の建設現場を見学したとき、いよいよ放射光の次の世代が始まるのだなぁと感動を覚えました。ヘルメットをかぶった時の感覚が、PFの建物がちょうど建設されていた14年前の記憶を蘇えらせました。当時、私は学振の奨励研究員でPFに常駐していて、頻繁に開かれるワーキンググループの出席者やその他見学者の工事現場の案内を頼まれたり、建設記録の写真を取ったりで、しょっちゅうヘルメットをかぶっていたような気がします。当時『夢の光』と言われていた放射光を使って実験ができるという未知なものに対する期待もあって、なにもかもが新鮮であった時のことが思い起こされました。経験はなかったけれど新鮮さのあった昔と、経験は増えたけれど新鮮さが少なくなっていた自分の変化も考えさせられました。今度は立場は違いますが（スタッフではなく、利用者の立場）、SPring-8は私に新たな新鮮さを与えてくれる大きな存在です。同時にPFのスタッフとしての立場においても、SPring-8から大きな刺激を受け、もっとPFを盛り上げて行かねばならないという自覚を高められます。余談ですが、駒込の共同チームに電話すると、受話機の向こうから『もしもし、放射光です。、、、』という声が返ってきます。何故か一瞬戸惑ってしまって、『こちら放射光の雨宮ですが、』とは言いにくくなってしまって、わざわざ、『高エネ研の雨宮ですが、』などと返答してしまいました。何故一瞬戸惑ってしまったのか？ それは知らず知らずの内に傲慢にも、放射光＝固有名詞としての放射光＝放射光実験施設という意識をもっていたからです。次の瞬間にその反省から『高エネ研の雨宮ですが、』という言葉が出たのであろうと、後で自分の心理を分析しました。ともあれ、SPring-8の登場により、PFとしてのidentityが求められる時代に入ったことは確実です。

ベンディングで十分な実験はPFのスタッフとして、インサクションでなければならない実験はSPring-8の利用者として、それぞれの立場をうまく使いこなしてレポトリを増やして行きたいと考えています。

ところで、PFとSPring-8の関係はどうあるべきかについてよく考えさせられます。SPring-8ができればPFは地盤沈下するという声も聞きますが、私は運命共同体であり、ともに栄えるか、ともに滅びるか（ちょっと表現がまずいですが）のどちらかであると思っています。共滅ではなく共栄するには、なによりもCommunicationが大切だと思います。PFのスタッフとSPring-8のスタッフが定期的に交流する機会を作ってはどうかと思うのですが、いかがでしょうか？ また、たとえ大多数が同じ名前を連ねているとしても、PF懇談会とSPring-8利用者懇談会がユーザー団体として何らかの形で定期的に交流できるようなパイプ作りも必要かと思っています。多分この辺の役割は放射光学会が果たすことになるのかも知れませんが。何のためのCommunicationか？ それは、一にはCollaborationの為であり、二にはCompetitionの為だと思います。CollaborationとCompetitionのこのバランスをいかに調和させて行くか、この辺にこのコミュニティの命運がかかっているように感じます。

私のシンクロトロン放射(SR)光との付き合いは、半導体接合界面の物性を調べることを通してである。ご存じのように、固体の表面や界面では、その内部とは構造・電子状態が異なっていることが多い。この表面・界面は1原子層からせいぜい数原子層であり、それを調べるのに強度が強く、波長の連続可変なSR光は非常に役に立つので使わせていただいている次第である。

これまでは、価電子帯、および内殻準位の光電子分光の実験を行ってきた。主として、シリコン清浄表面上への遷移金属の堆積初期過程の実験であり、そのとき、光電子励起の断面積が、遷移金属のd-価電子に対してのそれが、シリコンの価電子に対するものに比べて10倍程度大きいことが、その堆積初期過程(0.1原子層あるいはそれ以下)を調べるのに好都合である。なぜなら、光電子分光法での価電子帯スペクトルには、物質を構成する全ての元素の価電子の情報が含まれているからである。また、フォトン波長の連続可変(波長領域は光源の種類と、利用している光学系による)であるので、それを使って表面感度を変化させた実験を行ったり、共鳴光電子放出を調べたりして界面形成初期過程を調べている。

一方、ホームグラウンドでは、電子線励起による放射軟X線分光法による実験により、薄膜や界面の構造や電子状態を調べる研究を行っている。この場合、価電子帯の状態密度が、物質を構成する元素の種類と、波動関数の対称性とに分けて明らかにすることができる。一方、光電子放出では、価電子帯の全状態密度に関する情報が得られるので、これら二つの手法は相補的な手法であり、興味ある情報を提供している。また、電子線励起の放射軟X線分光法では、数10nm以上の表面層をもつ”埋もれた界面”についての情報が非破壊分析できるので、この手法からもSR光を使った薄膜形成初期過程の実験と相補的な情報が得られている。

SPring-8では、固体電子分光のサブグループに入っているが、そこでの利用計画の柱は円偏光の利用である。この分野では、半導体表面への薄膜形成の初期過程を分子の吸着構造を調べることを通じてその解明を試みたいと考えている。できれば、このビームラインで構造に関する実験も行えればありがたい。

ところで、周知のように、半導体デバイスは半導体基板の上に、金属、半導体、絶縁体の薄膜を何層も積み重ねた構造になっている。そして半導体デバイスの機能の主役は界面が担っている。従って、応用分野の方々のさらなる利用を期待したい。

また、最近、米国では、シンクロトロン放射光を用いた、0.1ミクロン以下の線幅の描画の将来技術の開発をめざして、いくつかの企業が共同で研究を開始しようとしていると聞いている。半導体集積回路のメモリー分野では日本がはるかに先行しているということについても、後ろからも前からあやしくなってきた。そのような観点からの利用も期待したい。

独創的な成果で国際的な貢献をするために、基礎科学を重視する視点は欠かせない。

放射光科学の「進化」は驚異的なレベルで進んでいる。過去の夢物語が次第に現実となる。進歩がある限り我々は見果てぬ夢へと駆り立てられる。光を扱う者にとって放射光はまさに「科学技術革命」ともいえるかも知れない。不思議はない。光源の進歩が新しい実験を可能とし、それによって新しい発見がもたらされるという連鎖反応にその活力がある。前途はバラ色のように見える。しかし、同時に巨大装置につきものの深刻な問題も抱えている。そのひとつは経済的な要因である。先端的な施設の建設に要する費用は次第に多額になり、施設の建設費用を全てユーザーからの経常利益でまかなおうとするならば、経済的負担は今後さらに増え続けることが懸念される。供給と需要の経済法則に従わない価格設定はこの社会にいくらでもあるが。民間の出資が多い大型プロジェクトでは採算がとれなければ根底がゆらぐから仕方がないとしても、SPring-8は基本的に国家的プロジェクトであるから利潤や費用の還元を求めるべきではない。そもそも放射光はそれこそダムや橋と同じ公共事業であって、民間の事業として考えるのは適当でない。放射光の料金制度については色々な見方があるだろうが、国の科学技術に関する基本的態度が問われているのであって、世界に誇れる施設を低料金で使えるようにしたら、成果も上がるしむしろアピール効果も高い。わが国の物価高はすでに異常なレベルであるが、消費者は不平をいわないどころか高価なものを求めていた。放射光だけはそうあって欲しくない。ビームラインの建設から参加する特定利用では、先進的なアイデアを実現しようとするほど費用がかかる。それでも苦勞して建設予算を獲得できたとしても、料金はおよそ天文学的な数値になるとの噂もある。成果ができればそうした維持費がつくとは限らないし、最終的に研究者は金集めに奔走し本来の目的から遠ざかるであろう。長期的に見れば利益を犠牲にしても、国は質のよい成果のみに採算性を求めるべきである。そうした環境を整えられたなら研究者は自ら研究に励むであろう。その結果は自明である。組織が巨大化すると事務が複雑化し、管理者が増えて実務が手薄になる。これまでの放射光施設では、逆にスタッフに負荷が集中してきた。汎用的課題についての共同利用は問題ないが、実験技術の高度化、専門化が進むにつれて特定利用の重要性は今後高まる一方であろう。新しい運営にはユーザーのより積極的な関与が望まれる。懇談会はユーザーと施設の共同体であり、ユーザーと施設の関係はこれまでの概念とは異なってくるのではないだろうか。最近の自動車産業ではユーザー主導の装備や価格設定がヒットを生むそうである。放射光も唯我独存の時代ではない。供給側の論理にもとづく価格ではもう売れない時代なのである。ところで研究所の新しいあり方として、専門家を臨機応変に結集する柔軟な体制が最近注目されている。英国のIRC、わが国では先端研、融合研など。こうした研究所では研究者の連携が新しい刺激や活力となり成果に結びついている。関連分野の専門家が一堂に会する放射光施設は研究を行なう組織としてみた場合、これらに匹敵するポテンシャルを持っている。単に光を供給するだけでなくその能力を研究に直接結びつけることが求められる。そのためには建設、維持、管理の人員以外に、一定期間に集中した研究を特定のビームラインを占有して

研究を行なえる体制が是非必要であろう。流動性は組織に活力を与える。ヨーロッパでは各国のポスドクが興味のある基礎研究所を自由にわたり歩くことが実に容易で、若い研究者を養成することと最先端の研究を展開することが同時に進行している。SPring-8の展開に期待すると同時に懇談会の今後の役割の重要性をあらためて認識させられる。

◇極小角X線散乱

京都大学 理学部

宮地 英紀

極小角X線散乱サブグループの立ち上げのことや、どの様なサイエンスをやるのかということは「SR科学技術情報」Vol.1 No.3(1991)に、その後のサブグループ活動をR&Dを含めて林久夫さんがVol.3 No.10(1993)に書いています。利用者自身の会誌「光彩」と「SR科学技術情報」の違いはあるのですが、読者はほぼ同じとしてここでは、昨年以来のことを述べます。

3月の第4回SR国際シンポジウム(神戸)に招待されていたESRFのペトロフ所長、APSのモンクノ氏に尋ねると、両施設共に、中尺・長尺ビームラインは「必要性が出てこないし、建設費が高価であるので」建設計画はないということでした。SPring-8では、予算は未だついてはいませんが、既に飛行場並の土地は確保され、計画図からも長尺ビームラインは消えていません。世界一の長物でも「無用の」が上に付かないようにするために80mからこつこつ伸ばしていく必要があるでしょう。

毎年8月に開いていたサブグループ会議を今年は見送りました。これは、もちろん、世話人の怠慢によるものですが、一つには、「共同利用ビームライン趣意書」を提出したものの、まずは、共同チームの建設するR&D用ビームラインでやればよいということになったのがっかりしたのと、正直なところ、ややほっとしたのが後を引いたためです。ところが、学会や会合などで、サブグループのメンバーの方に会うたびに「何故今年は開かなかったのか、毎年のようにこの時期を予定して空けておいたのに。」と叱責の言葉をいただき、責任の重大さとメンバーの熱意をあらためて認識して、SG会議開催の準備をしています。

共同チームのR&Dビームライン建設の方法を連絡しようかとHARUYAに登録はしましたが、ほとんど覗いていません。若い(年齢ではなく、気分的に)人達のように、毎日、e-mailを見る生活にはなれそうにもありませんので、当分は書類で連絡をお願いします。

昨年度のR&DのゾンプレートについてはX線顕微鏡グループの方々から貴重な批判や議論をして頂き、目から鱗が落ちた感じで、実験結果のまとめをやっています。レンズ、フレネルレンズ、ゾンプレートと段々とややこしい形にしていくのに、技術を開発して下さったオムロンの方に感謝しています。どのようなプロジェクトにも民間の技術力を頼りにしていますが、それに答えるだけのサイエンスがあるのかという不安が本誌の今年3月号の会員の声で訴えられた大野英雄氏の不安と共に襲います。しかし、初めからこうすればこんな素晴らしい科学が誕生すると言って始まったものはごく少ないでしょう。自然に対して、今までにはない働きかけをすれば、自然は今までにない姿を見せてくれることを期待しましょう。

◇非弾性散乱には夢がある

成蹊大学 経済学部

長沢 久男

単結晶や多結晶に平行なX線を入射すると、ラウエ斑点やデバイーシェラー環と呼ばれるフィルムを真っ黒にする点や線を形成する方向にたくさんのX線が散乱してきます。ことさら弾性散乱とは呼ばないでしょうが、これが物質構造解析の花形になっています。フィルムが黒くならないところにはX線は飛んできていないかという、そうではなく、回折線とは比較にならないほど微弱だけれど、X線は散乱してきています。このフィルムが黒くならない方向に散乱してくる微弱なX線のエネルギー分析をするのが、X線非弾性散乱の実験です。非弾性散乱はどんな方向にも生じているのですが、強い回折線と重なるところでは測定が不可能なので、その点を避けているだけです。放射光のような強力な光源が必要なことはこれだけで充分おわかりいただけると思います。

微弱なものの測定で問題になるのは分解能です。普通の実験室に設置できるX線発生装置を使用しているときには、1eV程度の微細構造のあるスペクトルを20eV以上もの幅のあるしかも発散した入射線で測定して、散乱線の存在を確認するのがやっとでした。10keV程度のX線で1eVほどの幅の単色入射線による非弾性散乱スペクトルが測定できるようになったのは、シンクロトロンの実用が実現してからのことです。非弾性散乱実験にとって放射光は必要不可欠な光源になっています。それでも、現状では、吸収などでX線が失われることの少ない軽元素の試料に限られていて、どんな物質についても測定できるようにするためには、アンジュレータのようなさらに強力な光源が必要になります。SPring-8でX線アンジュレータが実現すれば、軽元素の試料については、meVにまで分解能を上げることができるし、測定中の現場でスクリーンにスペクトルを画かせることも、夢ではありません。

X線非弾性散乱によって、軽元素、特に炭素原子のまわりの局所構造研究の日常化をはじめ、フォノンに関する研究、内殻電子が関与する散乱の素過程の研究など、基礎から応用までの幅広い研究を一本のビームラインに展開したいと構想しています。これを夢で終わらせないためには、分光系の具体的な仕様や建設スケジュールを決定して、「ビームライン計画趣意書」を提出しなければなりません。SPring-8のX線アンジュレータの性能を十分に発揮できるmeVの分光系の構想は画期的なものになると思われるのですが、それを実現するためのビームラインの建設という課題で大きな壁に直面しています。建設に参加できるメンバーが少ないのです、力のある若い人がいないのです。

夢を見ていて、自分の立場も省みず、私が世話人を引き受けたことがまちがいだったと思うきょうこのごろです。興味のある若い人がいても、参加を呼びかけることができせん。彼らに生活の基盤を与えることができないからです。どなたか私の夢を引き継いでくださる方はいらっしゃいませんか。われわれのような弱小グループにも夢のビームラインが建設できる知恵をご存知の方がいらっしゃいましたら、そっと教えてくださいませんか。泣き言をいっても、ここまできてしまったからには、夢のビームライン構想をぶちあげて、大方の批判を受けることが肝要でしょうか。