

## ◁「海外ビームライン」シリーズ▷

## 海外の放射光施設で実験してみても

辛 埴 (東京大学物性研究所\*)

海外の放射光施設で実験してみた経験を書いてみないかという事を編集員の前田さんから勧められました。私が書くよりは、同じ時期に一年間行っていた村松さんが書いた方がいいのですが、代表して私が書くはめになりました。もっと詳しい報告は、村松さんから、あらためて書いていただいた方が面白いと思います。

私は、去年4月から9月まで約5ヶ月間、アメリカ・ニューオーリンズにある Tulane 大学とパークレイの ALS に行ってきました。この忙しいときにわざわざ行く気になったのは、Tulane 大学の Ederer 教授が交換教授として私を招待してくれた事が直接のきっかけです。彼は、友人の Collcott とともに、アメリカの軟 X 線発光 (soft x-ray emission spectroscopy, SXES) 研究の草分けで、現在は ALS の BL8.0 と CAMD に、PRT 方式でそれぞれ軟 X 線発光のビームラインを持っています。

最初は1年間来てくれという話でしたが、とても時間の都合がつかず、田無にある SOR-RING が21年間の歴史を閉じたのをきっかけに5ヶ月間だけ行くことにしました。また、その時期は、PF が高輝度化のため、長期シャットダウン中ということもあり、時期的には非常に都合がよかったこともあります。

私が PF で軟 X 線発光の実験を始めたのはほぼ5~6年前です。独自に分光器等を開発していたのですが、分解能や S/N において、先発グループのアメリカやスウェーデンのグループに、どうしてもかなわないところがあると感じていました。どこに私の装置と外国の装置に違いがあるのか、その秘密を知りたくて出かけることにしました。そういう意味ではノウハウを盗みに行くようなものでしたが、アメリカの軟 X 線発光グループは、知っていても、そういうことにはおおらかに対応してくれました。

まず、ニューオーリンズに3ヶ月程滞在しました。ここは CAMD の施設に車で1時間くらいの所でした。1ユーザーとして、CAMD と ALS に実験の時だけ行こうと思っていました。実験だけをして、後は論文を書くだけの「華麗なるユーザー生活」をあこがれていました。しかし、このくろみは半分だけしか達成できませんでした。CAMD の施設はほとんど動かなかったためです。この軟 X 線発光のシステムは、ブルックヘブンにあったものを



ALS BL8.0の軟 X 線発光分光器

CAMD に移したので、過去に輝かしい歴史をもっていたものです。もちろん、まだ現役として立派に働けるものですので、アジア出身の農耕民族をビームライン担当者になれば、立派なビームラインになると思いました。ALS のビームラインがよすぎるので、ビームラインの整備に気合が入らないのでしょうか。結局、ニューオーリンズでは、あまり面白くなく、ALS にとどき実験をしにいっただけで珍しい深南部での生活ができたのが唯一の収穫です。

第三世代の高輝度光源である ALS の新しい軟 X 線発光ビームラインはいろんな意味で、驚かされました。BL-8.0は、5 m の長い undulator と分光器の後ろに4~5グループくらい PRT による実験装置があり、それぞれ2ヶ月に1週間ずつくらいマシンタイムをもらっていました。外部からのユーザーもマシンタイムを申し込むことが出来ましたが、外部ユーザーはあまりいませんでした。Ederer 教授たちは PRT として、ほぼ独占的にマシンタイムをもらっていました。PRT といっても、実験装置まで、自分でお金を獲得してつくった装置です。毎回、5人くらいのグループを作り、1週間くらいで ALS で実験をしていましたが、旅費、レンタカー代、アパート代は、すべて Ederer 教授が払っていました。総額が、70~80万円くらいになるのではないかと思われました。これを、年に、4~5回繰り返していました。いたれりつくせりの日本のユーザーとは違い、実験をするために大変な苦勞をしていると思いました。どっちがいいのか悪いのか、私には一概

\* 東京大学物性研究所 〒188-8501 田無市緑町3-2-1  
TEL 0424-69-2140 FAX 0424-61-5401 e-mail shin@issp.u-tokyo.ac.jp

には言えませんが、日本も科研費等が増えたのですから、もらったお金の一部を、PRTの実験装置作成などにどんどん、つぎこんでもいいのではないかと思いました。この場合の利点は、新しい放射光科学をユーザーの側から育てることができます。しかし、そのかわり、ALSのようにユーザー数が少なくなると思いました。Ederer達のPRTグループは、PF・BL2cのような軟X線発光の偏光依存性を行いたがっていて、長い間計画しているようでしたが、慢性的な資金難で困っているように思われました。財政的な意味では、スウェーデングループや途中から研究を始めた我々の方がはるかに恵まれているように思えました。

BL-8.0の軟X線発光のシステムは使ってみると、極めて明るく、分解能も良く、はるばるアメリカまで使いに来てよかったと思いました。いちいちカルチャーショックを受けました。まず、高輝度光源における5mという長いアンジュレーターの威力は、特にすばらしいものでした。惜しいかな、ビームライン分光器が少し古く、日本やALSのBL6で最近作られた分光器の方がすぐれていると思いました。軟X線発光の分解能は我々の倍くらいよく、強度は数十倍～百倍くらい強く、すばらしいものでした。何より驚いたことは、すべての発光エネルギーを設定すると、2次元検知器のエネルギーがその中心にくることでした。発光分光は、2次元検知器をローランド円にのせるためにパラメータを3～5個選ぶ必要があるため、パラメータの設定が極めて難しく、日本で実験をやったときはベストのパラメータをどうやっても選ぶことができず、半分あきらめていたものでした。ALSではどうやって調整したのかびっくりしましたが、やればできるのだと思えました。もう一つ驚いたのは、試料上でのスリットイメージが縦長であることでした。そのために軟X線発光分光器が、横分散・縦スリットになっていました。こういう配置は軟

X線発光の再吸収が著しくなるので、絶対にやってはいけない実験配置であると教科書に書いてあるので(本当に書いてあるかどうか知らないが)、全くびっくりしました。しかし、こういう配置をやると、ビームラインの分光器のスリットを広げて(つまり、分解能を悪くして)軟X線発光分光の強度を稼ぐことが出来るメリットがあります。我々のPFの装置と比べると、励起光の分解能は数十倍くらい悪くしておいて、フラックスを数十倍強くしていることとなります。アンジュレーターが強力なこともあり、測定時間が我々のものより、数10分の1以下で済みました。横分散・縦スリットの軟X線発光システムは私としてはとてもまねをする気はしませんが、いい意味でいえば、測定器に合わせて、ビームライン分光系をつくっているというところでしょうか。我々が新しいビームラインの分光器を作るときは、つい、分解能1万以上をめざしてしまっています。これは、C. T. Chenのドラゴンショックがあり、分解能1万の亡霊に捕らわれすぎているためでしょう。実際の軟X線発光分光ではこんなに分解能をあげる必要はなく、軟X線発光分光器の分解能に合わせて、分光系を作るべきということだと思います。

日本に帰ってから、さっそく2つのことをやりました。1つは、BL19Bの分光器の回折格子の本数を2400本から300本に少なくして、強度を稼ぐ(分解能を落とす)ことです。また、もう一度軟X線発光分光器の調整法を再検討しました。不可能だとあきらめていた発光分光器のパラメータ選びも、できると思ってやれば意外と簡単にできました。これは、実際にはPFの渡邊君と学生の前田君がいろいろと工夫してやりました。その結果、PFの軟X線発光分光器の分解能は著しくあがって、今の所、世界で最高レベルになりました。ALSに行った目的は達したと思っています。