

◁「海外ビームライン」シリーズ▷

伝説のドラゴン今ここに復活 SRRC の現状

由利 正忠 (Synchrotron Radiation Research Center*)

ドラゴンショック¹⁾なることばを耳にされた方は多いと思います。新しく放射光の世界に入られた方はあまりピンとこないかもしれませんが。その開発者 C. T. Chen (陳建徳) は台湾の人で、いま、台湾の放射光施設同步輻射研究中心 (SRRC) で所長 (ここでは主任といいますが) をしています。今回はその SRRC を紹介します。

SRRC はアジア初の第三世代リングとして産声を上げました。いま、C. T. Chen を所長に迎え新たなステージに入っています。外国人はきわめて少なく現在はドイツ人 1, インド人 2, そして私の 4 人です。こうなると我々に対しては英語を使ってくれますが、当然のように中国語が日常会話です。会議や講義にも中国語が使われます。ときには台湾語も。ドイツ人のルースはこのアドバイザーをご主人にもっていることもあり、聞くことは問題ないようです。インド人ははじめからあきらめて会議などには出てきません。私はというとなんとか簡単な会話はできるようになりました。ここで中国語が聞き取れないと言うことは致命的です。私は通訳を付けてもらえるほど偉くはないので、実験中、彼らのやっていることがわからなくなります。これを日本に当てはめると、日本にいる外国人研究者がどれほど苦勞しているか容易に想像できます。研究所の中は非常にアットホームです。なんと夕方以降、時には夜遅くまで子供たちがオフィスでコンピュータをいじっているんです。女性研究者も目立ちます。研究組と光束線組でおよそ 20% くらいです。

ゲストハウスは一泊 1800 円くらいで非常に高く感じます。ランクは全室個室であった当初の PF なみですが、各部屋に 70 ch にもおよぶケーブル TV が設置されています。実験ホール内での飲食は自由ですが、ソファはなく、研究所には仮眠室もありません。個人的にはソファは長時間の実験に不可欠で、無いと疲勞がたまって思わぬミスを起こしかねないと思っていますが²⁾。現在、実験ホールの拡張工事が進んでいて近い将来各ビームラインに実験準備室がつくと思います。

SRRC は首都台北の南およそ 80 km に位置する古城新竹にあります。新竹市は風の城として知られビーファンで有名です。ここには清華大学と交通大学という台湾を代表する二つの理工系大学が隣り合わせで建っています。また近



- ① 行政大樓 ② 研光大樓 ③ 儀光大樓 ④ 増能環館 ⑤ 儲存環館
⑥ 機電館 ⑦ 招待所 ⑧ 高速電腦中心 ⑨ 交通大學 ⑩ 清華大學

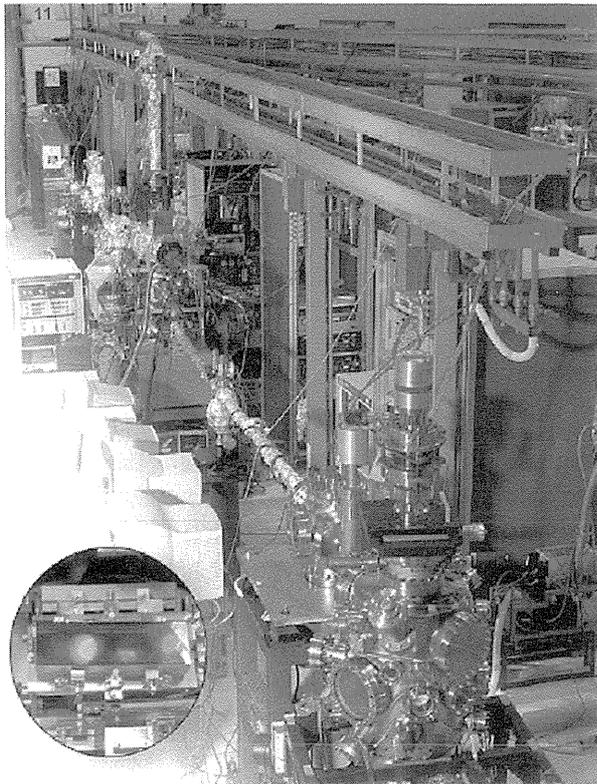
SRRC の鳥瞰図

年、大学に隣接してつくば学園都市を思わせる科学工業園区がつくられ、アジアのシリコンバレーと呼ばれています。距離的にも時間的にも東京とつくばの感じですが。この科学工業園区の入りに、大学の裏手に面したところに SRRC があります。つくばとの違いは新竹が古くからある中規模都市だということです。そういう点で、ここではいわゆる普通の都市生活ができます。台湾は屋台の夜市で有名ですが、清華大学の正門前 (SRRC からだと大学を抜けて 2 km くらい) にも夜一時過ぎまでやっている夜市があり、実験で遅くなっても食べ物には困りません。なにより日本のように深夜でも安全です。

今、不況にも関わらずビームラインの建設ラッシュです。VUV (U9), 軟 X 線 (U5), 偏光 (EPU) アンジュレータに 4 本, ウィグラに 2 本, IR も含め、合計 12 本のビームラインが平行して建設されています。これにこれまでの 7 本と設計中のビームラインをあわせて計 21 本が来年までに出そろう予定です。韓国の Pohang がかなり苦しいと聞きました。台湾企業は韓国のような大企業は少なく、中小企業からなっているので不況に強いらしいです。

SRRC は 1.5 GeV の VUV, 軟 X 線リングです。そのため、最先端の X 線を使った研究をするため、SPring8 にアンジュレータと偏向電磁石のビームラインを建設中で

* Synchrotron Radiation Research Center, No. 1 R & D Road VI, Hsinchu Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
TEL (+886)3-578-0281(ext7227) FAX (+886)3-578-1881 e-mail yuri@src.gov.tw



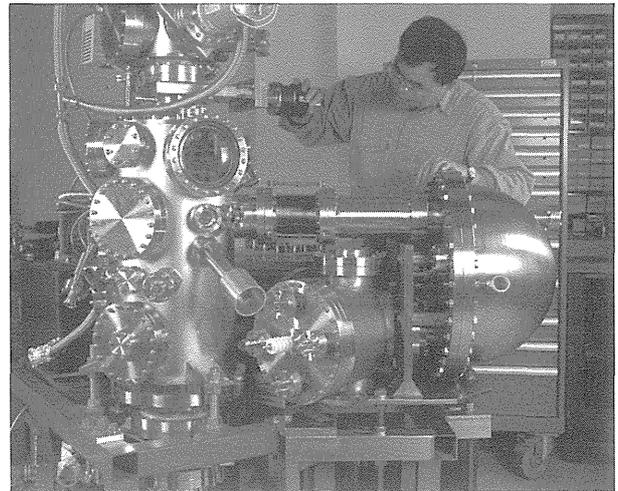
「龍」光束線

す。

特徴的なのはここの多くのビームラインがドラゴン型であることです。特に40 eV以下のVUVビームラインにドラゴンを使うのには驚きました。このビームラインはHigh Flux beamlineと名付けられ、取り込み角を50 mradと大きくとっています。二次光除去のため分光器全体にヘリウムガスがつけられます。

彼らのほとんどはアメリカで教育を受けたか、トレーニングとして長期派遣されています。そのためか、彼らは英語を不自由なくしゃべれ、発音もよく(CTの発音は悪い)、英語の苦手な私はいつもうらやましく思っています。

このアメリカナイズも非常に悪い場合があります。台湾の規格は国際規格であるISO規格であるのにアメリカ帰りが大半を占める研究組はインチ規格を好んで使います。当然、ISO規格も使わなければならないので工具もねじも二種類ずつ用意しなければなりません。問題はこれらが混ざってしまったときです。重いフランジを支えながらタップにあわないねじを渡されたときなど悲惨です。レンチとボルトサイズの関係なども慣れるのに時間がかかりました。それに工具の多くの名称が通じないのです。マイナスドライバーもピンセットもあれもこれも英語ではないなど思ってもみませんでした。Leak(漏れ)をVentのつもりで使って理解されないなど私の使っていた英語らしきものにすっかり自信をなくしてしまいました。インチサイズのいいところもあります。IFCフランジがもともとインチ



3D スピン偏極光電子分光システムと設計者黃迪靖

規格のため、IFC152に102のパイプなんて端数もIFC6"に4"パイプというように簡単になります。

私が来てから日本からものを買うことが多くなりましたが、ほとんど毎回問題が起こります。日本との取引で困るのは英語での取引になっていない会社が多く、しかもマニュアル類が日本語であることです。SPRing8のSRRCビームラインの書類の多く(全部?)が日本語のため、翻訳までやられます。車や電器メーカーとは対照的に、日本国内の需要が供給を上まわって外国へ目が向いていないのでしょうか。彼らからすると時間も輸送費もよけいにかかるがアメリカやヨーロッパから買う方がよっぽど楽なのだということがわかりました。このように、アメリカのわがままと日本の国際的孤立というのを日々実感させられています。

さて、研究状況ですが、私の関係した装置について要点だけご紹介します。我々のグループはCT直属部隊で、はじめの仕事はオリジナルのドラゴンビームラインをBNLから持ち帰り、再構築することでした。ただ置き換えただけではつまらないので、いくつか改良がなされています。一つはエネルギー領域を広げたことです。私の分担は低エネルギー領域への拡張でした。ドラゴンVUVビームラインと同じような高角度に回折されたSRを二枚の平面ミラーで軟X線のパスに戻してやります。回折格子の選択とこのミラーの出し入れで一台のドラゴンを高帯域にするという発想です。建設後、低エネルギー領域の最適化はまだ行っていませんが、8 eVから1500 eVの高エネルギー帯域をもつビームラインとして再構築されました。Wide rangeとEPUビームラインにこの改良型が採用されています。さらにCTはドラゴンに曲率可変の回折格子を導入し、収差を除去し分解能100万の分光器を‘夢’見えています。

CTはドラゴンの開発者としてだけではなく、軟X線

磁気円二色性分光 (SXMCD) の開拓者としても有名です。この領域は電気双極子遷移が許容であり、スペクトルの自然幅も狭くしかもスピン軌道相互作用が大きいので元素選択、価数選択した分光、共鳴光電子分光、共鳴発光、共鳴散乱などができる極めて有益な領域です。この利点を利用して元素選択された磁気モーメントが MCD によって測られてきました。このドラゴンのもう一つの大きな改良は、楕円偏光偏向電磁石 (EPBM) という、電子ビームの軌道を上下に変調することで左右楕円偏光を切り替えるシステムが導入されていることです。現在 2 Hz のサイン曲線で電子を振って偏光が切り替わっています。これは光軸が変わらないという利点もあります。また、分光屋の立場からいうと、多くの分光実験では光強度そのものよりも強度、偏光度の波長依存性が少なくかつ安定な光源の方が大事なので、偏光アンジュレータよりはるかに使いやすい光源です。

このようにパワーアップされたドラゴンにどのような実験ステーションが用意されているかを次に紹介します。現在ビームラインには二つの実験ステーションがタンデムに設置されていて、前が光電子分光 (含スピン偏極)、後ろが光吸収 (含 MCD) になっています。

スピン偏極光電子分光システムは三次元で設計されています。この装置の責任者が BNL にいたとき設計して作った二つのうちの一つです。二組のモット検出器を直角に配置しディフレクタで振り分けることによって 3D を得るというものです。現在 CMR など強相関係の実験が進められています。

分光用チェンバーには Ge の X 線蛍光検出器と 8 K までの冷凍機が備え付けられています。また MCD 実験のため水冷式 1.2 T 電磁石を製作し、ヒステリシスなどが測れるようになっています。

CT はデータに関しては厳しい人で、なるべく多くの方法でコンシステントになるようにいくつかの測定を平行して行います。電子の計測はどうしても表面敏感になったりチャージアップの問題もあるので、彼は光検出を好みます。ここで登場するのが蛍光検出器です。薄膜の場合これを使って部分発光収量が測られます。発光の再吸収が問題になるときは擬透過法が用いられます。これは彼が考案した新しい測定法で、試料を透過した SR を基板を検出器に見立て、基板からの試料にとっては非共鳴の発光を蛍光検

出器で測ります。本当に信頼しているのは透過法です。我々はダイヤモンドまたは窒化シリコン薄膜を基板に使います。

CT は各人二つ以上の研究テーマを持つことを願っています。私はいま軟 X 線共鳴散乱とレーザー誘起磁気相転移の研究を進めています。ここには 4-7 keV で使われている神津製の 6 軸軟 X 線回折用の真空チェンバーがあり、私に与えられたテーマはこれを改造して 1 keV 以下の軟 X 線共鳴散乱を開拓せよというものです。これは 0.5 度という小角散乱も測れます。チェンバーが 110 cm と大きいので将来分光器を入れて角度分解の発光を測ることも可能でしょう。来年には EPU に備え付ける予定です。さらに CT の新デザインで 3 次元で自由に方向が変えられる冷凍機付き 4.5 T 超伝導電磁石を製作中です。これには縦横に大きな切り込みが入っていて、3D 磁場中の水平、垂直二方向の回折実験が行えます。もちろん磁気異方性の元素依存性などの研究も行えます。

SRRC には 2 ps チタンサファイアレーザーが増幅器などオプション付きであり、YAG 励起の Dye レーザーもあります。これらを使ってレーザー誘起磁気相転移実験をやるのが私がここに来た主目的でした。この実験に関しては忘れがちですが、昔から熱電対などでは測れない局所温度をどう見積もるかが大問題で、ただ当たった変わった、では相転移問題はすみません。特にバルク試料は厚み方向に分布ができてしまうのでかなり難しいでしょう。時間をかけて慎重に一歩ずつ進まなければならないと思っています。

このほか 8 T 超伝導電磁石、高分解能角度分解光電子分光装置、ALS と共同の高解像 PEEM³⁾、二色実験、6 eV レーザーによる高分解能光電子分光、高分解能軟 X 線発光、低温 (1 K) での分光など紹介できない装置、計画がたくさんあります。我々の最大の欠点はマンパワーが足りないことです。とにかく CT は夢多い人です。そのほとんどは夢のままですけど。

参考文献

- 1) 放射光 11, 390 (1998).
- 2) 放射光 12, 57 (1999).
- 3) 放射光 12, 136 (1999).