

◁「海外ビームライン」シリーズ▷

トリエステシンクロトロン放射光施設 ELETTRA に滞在して

佐々木 茂美 (BESSY*)

私は、1997年7月から1998年10月までの1年と4ヶ月ほどイタリアの Sincrotrone Trieste という放射光施設に協力研究者という身分で滞在する機会を得ました。トリエステはイタリア北部の東の端に位置し、ベニスから列車でさらに東へ2時間ほど行ったところにあり、スロベニアと国境を接し、アドリア海に面した美しい港湾都市で、昔は(今も続いているが)造船業が盛んだったようです。私の滞在中にも世界一大きく中で電車まで走っている客船が建造され、タイタニックが航海したのと同じ航路を歩いてアメリカに納入されました。ある日、バスの中で年配のイタリア人紳士に、自分は昔造船技師をしていて相生に行っていたことがある、日本が懐かしいと話掛けられたこともあります。昔から造船が盛んで新鮮な魚が手に入るという点で、ここの立地条件は SPring-8 に似ていると言えなくもありません。魚は、町のあちこちにある小さな魚屋で肝臓、烏賊、小鯛、鱈、鯖などが手に入り、我が家では毎週末には小鯛のさしみや鱈のたたきを楽しんでいました。醤油は近くのスーパーでも手に入りましたが、山葵はどこにもなく、初めのうちはアメリカから送ったもの、後半にはミラノに出たついでに買い込んだものや日本から送ってもらったもので間に合やすことができました。これから実験に来られる日本のユーザーの皆さん、米と魚と醤油はあるので山葵だけ持参することをお忘れなく。

食べ物の話が出たついでに、研究所のカフェテリアは、昼御飯を大事にするラテン系のお国柄を反映してか、メニューは極めて充実しており、プリモピアット(スープ、パスタ、御飯等)、セコンドピアット(所謂メインディッシュで肉料理か魚料理)、コントロール(サラダや野菜料理)、ドルチェ(ケーキか果物)、それに飲み物(水、ソフトドリンク、ビール、ワイン)のセットを安い値段で毎日楽しむことができました。秋には柿も出て、イタリア語でもカキ(一個ならカコ)というのには驚きました。これは日本語からイタリア語化したものと思われまふ。私の滞在中に日本からの訪問者も何人かあり、この方々も Sincrotrone Trieste のカフェテリアでの「豪華」な食事に驚かれたことと思います。「食は文化である。」と言ったのは誰だか忘れてしまいましたが、科学も文化の一つであるなら、美味しいものを食べていい音楽を聞ける環境にいてこそ後世に残る立派な研究も育つというものなのかも知れません。

ELETTRA (これは Sincrotrone Trieste のリングの名前ですが、研究所の通り名にもなっている) は市街から車で20分程度の市街地をかこむカルソーと呼ばれる高台にあります。このカルソーというのは石灰岩から成る台地で、研究所から車で北西に20分程走れば Grotta Gigante という世界一大きい(という)鍾乳洞もあります。ここで世界一と主張しているのは単一の空洞としての容積で、底から天井までの高さは約100メートルあり、私が見学に行ったときにはロープが吊るされていて人が登っていて、カンダタが地獄から逃れるために登った蜘蛛の糸を連想してしまいました。登っていた人にごめんなさい。

始めから脱線してしまいましたが、話をもとに戻して、1997年に INFN (何の略称か忘れてしまいました) という研究組織で新しいビームラインを ELETTRA に建設する予算が認められ、そこのユーザーグループ(イタリアとフランスの混成部隊)から光源のスペックに関してわがままな(というと怒られそうなので言い替えて切実な)要求が出ており、ELETTRA の挿入光源スタッフはそれを満たす最善の策を考える必要に迫られていました。これが私が ELETTRA に呼ばれた理由でもあります。その切実な要求とは、アンジュレータ放射で、10 eV 程度のフォトンエネルギーで、できる限りのフラックスをかきあつめ、右回り、左回り円偏光及び直線偏光(水平、垂直、45度)の全てが可能でしかも全てのモードで可能な限り高次光が少ない光がほしいというものでした。このユーザーグループとのミーティングで仕入れた情報によれば、ALS で使っているような高価なガスフィルターは複雑だし金がないので作らない、原理的にはラミナータイプのグレーティングで二次、四次等の偶数次の高次光は除去できているが、実際には可能な限りの広い開口を取ってフラックスを稼ぐので高次光は完全には除去できない(日本では有能な回折格子の専門家と優秀な製作技術があるのでこの辺りの事情は少し違うかも知れませんが)、しかし二次三次光による汚染は試料位置で3%以下あるいは可能な限りもっと小さい値に抑えたい、また何か工夫をして高次光を抑えても肝心の必要なフラックスが減るのは困るとのことでした。

3人寄ればモンジュの知恵という諺がありますが、上の難題を解決するために ELETTRA では、R. P. Walker, B.

* BESSY GmbH, Rudower Chaussee 5, Gebäude 14.51, D-12489 Berlin, Germany
TEL (+49)30-6392-2958 FAX (+49)30-6392-2989 e-mail sasaki@port.exp.bessy.de

Diviacco, 私の3人が知恵を出しあって幸運にも解決策を見つけることができました。その方法とは、APPLEタイプの偏光可変アンジュレータを新しいやり方で準周期化することです。どのように準周期化して、どのようなスペクトルが得られるかについては、そのうち編集委員の方々のお許しが得られれば別途詳しい解説記事を書かせて頂こうと思っています。お急ぎの方はEPAC98のプロシーディングスをご覧ください。ここでは要点だけかいつまんでお話しすると、改良準周期化理論(という程のものではなく簡単な式一つ)に従って、いくつかの磁石ブロックを普通の周期的アンジュレータから取り除くと整数次の位置の高次光のフラックスを極小にすることができるのです。ちなみにELETTRAで目下製作中のデバイスは、磁場周期長125 mm, 周期数17のAPPLEタイプアンジュレータで、一列につき68個ある磁石ブロックの内4個を取り除くだけで目的を達することができます。まるで手品かペテンにかかったように思われる方もおられるかも知れませんが、含まれている原子の数が少ないナノクリスタルやナノ準結晶からのディフラクションも構造を反映した綺麗なピークが出ることを思い起こして頂ければ理解の助けになるかと思えます。

INFM ビームラインにはこの他にもユーザーグループがあり、二つの挿入光源ビームライン用につごう4台のアンジュレータを作ることになりました(一つのリング直線部に2台ずつ)。これら全てがAPPLEタイプの偏光可変アンジュレータで、1台目は既に完成してリングに挿入されるのを待っている状態です。このアンジュレータは磁場周期長60 mmで基本波で100 eV程度から上のフォトンエネルギー領域をカバーします。この記事が出る頃にはリングに挿入され最初の光が観測されていることでしょう。2台目が上に述べた新型準周期偏光可変アンジュレータで、今年中にはインストールされるものと思われます。残り2台も来年春までにはインストールされ利用に供されることになっています。

これとは別にELETTRAではENEA-Frascati(イタリ

ア), LURE(フランス), Daresbury Lab.(イギリス), Univ. Dortmund(ドイツ), MAX-Lab(スウェーデン)の共同で、UV/VUV-FELプロジェクトが昨年から3年計画で走り出し、磁場周期長100 mmのAPPLEを2台並べてオプティカルクライストロンを形成し、ストレージリングのエネルギーを1 GeVに下げて運転し、VUV領域での発振を目指しています。旨くいけば2001年にはコヒーレントな光が利用できるビームラインができる手筈になっています。

ヨーロッパでは今年から企業間の金の決済やクレジットカードなど既に一部で始まった通貨統合という経済的な面ばかりではなく、人の動きもボーダーレスとなり、私もEU内から飛行機でのイタリアへの入国に際してはパスポートの提示すら必要ないという経験をしました。また自然科学の分野でも人の出入りも金の出入りも、研究所間の協力やさらに成果の共有という点についても着々と統合に向けて進んでいるように思われます。私の滞在中に完成しリングに挿入された電磁石楕円偏光ウイグラ/アンジュレータは、デンマークで製作され、真空チェンバーはESRF、偏光度解析をするビームラインコンポーネントはBESSYから持ち込んで実験が行われました。マシンスタディにはMAX-labからも人(私の10年来の友人)が参加しました。ヨーロッパはどの国も日本よりはるかに多くの失業者を抱え、物品にかかる税金も高く、ガソリンや電化製品も高く人々の生活は決して楽ではないにもかかわらず、21世紀は再びヨーロッパの時代かも知れないと感じさせる1年4ヶ月のイタリア滞在でした。

本来「海外ビームライン」シリーズという記事は、ユーザーの方が外国のビームラインを使って実験をされた経験を書くためのもののようなのですが、私は現在の専門の都合上、これからできるビームラインの挿入光源について主に書かせて頂きました。近いうちにこれらのビームラインを使って実験をされたユーザーによる本当の「海外ビームライン」報告が出ることを大いに期待しています。