

◁「海外ビームライン」シリーズ▷

スウェーデン MAX 放射光施設を使用して

虻川 匡司 (東北大学 科学計測研究所*)

我々の研究室(科学計測研究所表面物理計測分野)では、1993年以来ヨーロッパの研究者と共同研究を行っており、これまでにスウェーデン、ルンド大学の放射光施設 MAX ラボで計4回の実験を行った。私は、そのうち2回目を除く計3回について、実際に MAX ラボに出かけて実験に参加した。我々の共同研究は、VUV 領域の放射光を使用した光電子分光による半導体-半導体初期界面の内角準位シフトの研究である。我々の場合、日本の放射光施設では不可能な実験を行っているのではないので、海外の放射光を使用する理由を問われた時に明確な解答はできないが、海外の研究者と現場で意見を闘わせながら行う実験では常に新たな発見があり、今後も継続したいと考えている。

そもそも、MAX ラボを利用することになったきっかけは、スイスの研究者からのマシンタイムへの誘いであった。お恥ずかしい話であるが、最初は MAX ラボの規模も、使用するビームラインの性能も、良く分からない状態での参加であった。現在 MAX ラボでは、第2世代リングの MAX-I (0.55 GeV) と第3世代リングの MAX-II (1.5 GeV) が稼動しているが、我々が使用した MAX-I は、規模だけをみると日本の放射光施設にかなり見劣りするものである。しかし、当時、世界最高の分解能の Si2p 光電子スペクトルがそこから次々に報告されていた。このような漠然とした知識と自分の PF での拙い経験だけをたよりに、不安を抱きながら MAX ラボに旅立った。

一回目の実験は1993年の4月であった。MAX ラボのあるルンドは、スウェーデンの南西端にある第二の都市マルメから北へ30 km ほどの小さな街である。日本からは、デンマークの首都コペンハーゲンのカストラップ空港に飛んで、そこから20 km ほどの海峡で隔てられたマルメに船で渡る事になる。マルメからは、電車またはタクシーを使う。コペンハーゲンからルンドまで、片道2時間程で到着できる。余談であるが、コペンハーゲンとマルメの海峡に橋を架ける工事が現在進んでいる。つい先日、橋が繋がったことを祝うセレモニーの様子がニュースに流れていた。正式の開通は2000年であるが、開通すれば10~15分程度で海峡を渡れるようになるそうである。MAX ラボに到着して、実際に目にした MAX-I は、予想以上に貧弱なリングだった。その当時、隣で建設中の MAX-II は、

丁度リングの外壁が完成し、マグネットの配置を始めたところであった。木製のパネルで綺麗に覆われた MAX-II を横目で見ながら、むき出しのコンクリートブロックで遮蔽された MAX-I で少々不安な気持ちで実験を開始した。しかも、我々が使用したのは、その当時一世を風靡していた SX700型の分光器ではなく TGM 分光器のビームライン BL41である。しかし、実際にビームラインで光電子スペクトルを測定し始めた後は、印象が一変した。リング、分光器、光電子分光装置、試料処理装置のバランスが良く、それぞれの装置がベストの状態に保たれていたのである。小さなリングには、小さいなりのメリットがあり、VUV 領域を多用する光電子分光には(第2世代リングとしては)この規模が最適であることを実感した。さすがに光電子分光には伝統のある国であると感心した次第である。

さて、実際の実験スタイルであるが、放射光を使った実験は万国共通であるらしく、ビームが出始めると24時間体制で行われた。24時間体制であくせく実験するのは日本人だけかと考えていたが、偏見であった。むしろ私よりもヨーロッパの研究者の方が、睡眠、食事の時間を惜しんで実験を行っていた。実験が佳境に入るとピザの出前を頼んで食べながら実験したり、コーラとポテトチップで夕食を済ませたこともあった。ただ、食事がマシンタイム中の唯一の楽しみであることは同じで、時間が許す限りは、ルンド市街に出かけて美味しいディナーを探し回った。おかげで、ルンドのレストランに関しては、大分詳しくなった。

3回目の実験以降は、MAX-IIの建物に附属したキッチンが使用できるようになったため、残念ながらダウンタウンに出かける機会は少なくなった。代わりにすぐ近くのスーパーマーケットで食材を買い込んで、キッチンで調理して食べるが多くなった。食材といっても、サラダ用の野菜や果物やパン、一食がパックになった冷凍食品である。この冷凍食品は便利な物で、例えばハンバーグならば、付け合わせとしてにんじんやブロッコリー、ポテトなどが入っており、電子レンジで温めるだけで昼御飯や夕食になってしまう。感覚的には、日本のコンビニ弁当に近い。種類も、肉料理から魚料理、パスタ、中華と揃っている。他のヨーロッパ人によると、夫婦共働きが浸透してい

* 東北大学科学計測研究所表面物理計測 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1
TEL 022-217-5366 FAX 022-217-5405 e-mail abukawa@rism.tohoku.ac.jp



写真1 ルンド市街



写真2 MAX ラボの外観

るスウェーデンでは、このような手軽な食材が世界一発達しているのだそう。ただし、それなりの味しがないので、私を含めて冷凍食品を続けて食べる人はあまりおらず、むしろサンドイッチやサラダとミルクという食事の方が一般的であった。

4回目の実験は、1998年の10月であった。この時は、海峡の橋の建設が既に始まっており、3割ほどが完成している様であった。また橋は、カストラップ空港から始まるため、空港までの部分の鉄道が9月に完成しており、コペンハーゲン市街地へのアクセスが便利になっていた。橋が完成したら、空港からMAXラボまで、成田ー東京間程度の時間で到着できそうである。この4回目の共同実験は、メンバーが集まらず、スウェーデン人のラースと私の2人だけで実験を行うことになっていた。最初から苦労が予想されたが、予想外のトラブルが続いて、本当に辛い(楽しい?)実験になった。3回目の実験までは、「それぞれの装置がベストの状態に保たれていた」のだが、さすがに建設されてから10年も経つと分光器の維持は難しくなるようである。4回目は、狂いが生じていると思うような強度と分解能が得られなかった。MAX-IIが本格的に稼動し始めたこともあり、MAX-Iのビームラインの整備にまで十分に手が回らなくなったということであろうか。ただし、手ぶらで帰るわけにはいかないので、どうにかこうにか分光器をごまかして測定を試みた。ようやく最終日になって、目的のデータの一部を測定することができたが、その時は「これで日本に帰れる。」と胸を撫で下ろした。

現在、MAX ラボでは、MAX-IからIIへの世代交代が着々と進んでいる。既に、MAX-IIのX線回折ビームラインでの成果が誇らし気に貼り出されていた。複数計画されている光電子分光のビームラインも、ほぼ完成に近づいている様であった。次回(未定)の実験では、是非MAX-IIのビームラインを使用して、これまでできなかった様な実験を行いたいものである。

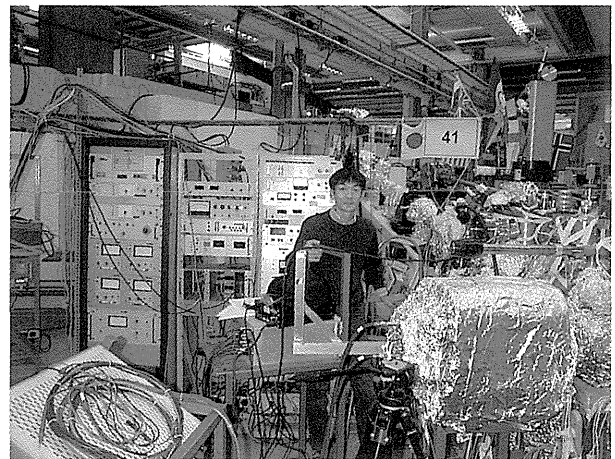


写真3 ビームライン41と私

ところで4回目のマシンタイムの間にMAX ラボで自由電子レーザーに関するミニワークショップが開催された。また、それに先立って、前所長であるリンダウ先生が自由電子レーザーとそれを使った物性研究について講演を行っていた。残念ながら参加できなかったのですが、詳しい事は分からないが、MAX ラボでは自由電子レーザーの可能性に相当注目している様であった。噂によると(出所は相当怪しい)次期MAX-IIIは、リングではなくて自由電子レーザー用にリニアックになるかもしれないと言う事であった。我々も、真面目に自由電子レーザーの使用を考えてみるべきであろうか? どなたか教えていただけませんか?

謝辞

MAX ラボでの実験の機会を与えて下さった共同研究者の河野省三教授, Dr. L. S. O. Johansson, Dr. E.L. Bullock, Dr. L. Patthey に感謝いたします。