

分子科学研究所 極端紫外光研究施設（UVSOR）技術研修に参加して

森本 浩行

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

はじめに

私が担当している名古屋大学 小型シンクロトロン光研究センターでは、愛知県及び科学技術交流財団と共に中部シンクロトロン光利用施設（仮称）（以下「中部 SR 施設」という。）の設計を進めている。そこで、設計及び運転・保守に必要な技術を身に付けるため、分子科学研究所 極端紫外光研究施設（UVSOR）における技術研修に参加した。その主な内容について報告する。

1. 概要

平成 19 年 10 月から平成 20 年 3 月まで毎週金曜日（延べ 23 日間）、分子科学研究所 極端紫外光研究施設（UVSOR：愛知県岡崎市）において、加速器に関する基礎的知識と運転技術を習得すること及び超高真空に関する基礎的知識と基本的技術を習得することを目的として技術研修に参加した。日程及び内容については以下に示す。

日程	内容
平成 19 年 10 月	事務手続、施設見学 ビーム入射運転
平成 19 年 11 月	イオンポンプ及びチタンゲッターポンプのベーキング
平成 19 年 12 月	研修発表（第 1 回） UVSOR 巡視点検
平成 20 年 1 月	ビーム透過率測定（BL-5B） 液体ヘリウム詰替作業 計器の動作確認（BL-8B） ビームライン組替作業
平成 20 年 2 月	スクロールポンプの解体・メンテナンス 研修発表（第 2 回） 差動排気試験 ターボ分子ポンプの内部点検 質量分析計によるガス測定
平成 20 年 3 月	管理区域及び非管理区域における放射線測定 シャットダウン作業（計器設置・校正、ポンプ交換等） 研修発表（第 3 回）

2. 研修内容

<運転技術>

- ビーム入射運転（シングルバンチ運転及びマルチバンチ運転）を行い、ライナック、ブースターシンクロトロン、ストレージリング（図1）の運転技術を習得し、運転手順について理解した。



図1 ストレージリング

<整備保守技術>

- イオンポンプ及びチタンゲッターポンプ（図2）のベーキングを行い、ポンプ内面に吸着しているガスを放出させた。ベーキング後のイオンポンプの到達圧力は 6.0×10^{-9} Pa であった。乾燥窒素をパージし、バルブを全閉として封じ切りベーキングを終了した。また、ベーキング時の注意事項についても確認した。

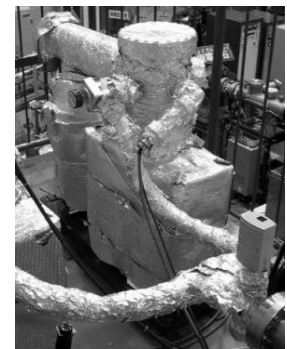


図2 イオンポンプ及びチタンゲッターポンプ

- UVSOR の巡視点検を行い、漏水やポンプ等の機器異常がないことや計器指示値（温度、流量、圧力等）について記録・確認した。計器の指示値をデータ管理することにより、施設の状態や傾向を把握し予兆管理を行っていた。日常的な保守管理の大切さを学んだ。

- ビームライン（BL-5B）を利用し、各試料（Si、Al、Mg の薄膜（図3））のビーム透過率を測定した。その結果、試料によって透過率が異なることが分かった。



図3 Si Filter (1133 Å)

- 液体ヘリウムの詰替作業を行った。液体ヘリウムを扱う際は、火傷防止のため皮手袋を装着して行った。

- ユーザから不具合報告のあった計器について動作確認を行い、不具合箇所の特定を行った。その結果、電流値は正常な値を示したが、電圧は当該計器の方が1~2桁大きく表示された。

- ユーザ実験準備のため、ビームラインの組替作業（アルコール清掃、モリブデン系グリスの塗布、装置組立、計器設置、リークテスト等）を実施した。真空関連機器は金属部分が多く小型でも重いため、慎重に作業を行った（図4）。



図4 ビームライン組替作業

- スクロールポンプ（BOC EDWARDS 社製）の解体・メンテナンスを実施した。カバーを外し、チップシールやOリングを新品に交換した。試運転を行い異常がないことを確認した後、ビームラインへ設置・起動した。スクロールポンプの解体・メンテナンスは初めてであり、実際に解体することによりポンプの内部構造を理解することができた（図5）。

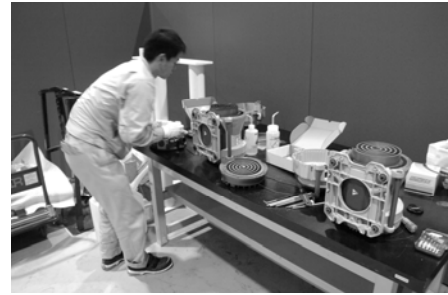


図5 ポンプのメンテナンス

- 差動排気試験を実施し、2つのセル間に約100倍の圧力差が生じることを確認した。差動排気を2段、3段にしたり、セル間を繋ぐ円筒を細く長いものにしたことにより、さらに大きな圧力差を得ることができる。また、真空状態から大気状態にする際は、チャンバー内に窒素パージすると内面に水分が付着しにくくなり、次回真空引きする際の速度や到達圧力が良くなることを学んだ。

- 動作中に異音のあったターボ分子ポンプの内部点検を実施した。目視では異常なかったが、動翼をハンドターニングさせたところ滑らかに回転しなかったため、ポンプ内部に何らかの異常があることが分かった（図6）。



図6 ターボ分子ポンプ

- 質量分析計を用いて He_2 （分子量=4）、 N_2 （28）、 O_2 （32）、 Xe （54）、 SF_6 （146）の5種類のガスについて測定し、それぞれの分子量においてピークが現れることを確認した。分子量の値以外においてもピークが見られたが、これはガスの分解によるものであることを学んだ（ SF_6 が分解して SF_4 になる等）。測定にあたっては、計器のフィラメント損傷防止のため 10^{-2}Pa を超えないように気を付けた。また、スウェージロックに接続する配管が細いため、曲がったり折れたりしないよう力の加減に注意して締め付けた（図7）。

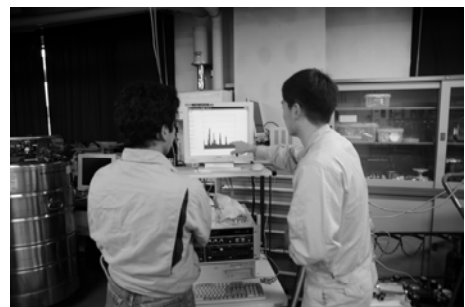


図7 質量分析計によるガス測定

- 施設の放射線測定を実施した。放射線測定は法令で義務付けられており、UVSORでは毎年2回（3月、9月）実施していた。ストレージング室の測定点（約60箇所）、管理区域境界、事業所境界について、電離箱（ γ 線）及びレムカウンタ（中性子線）を用いて測定し、全ての測定点において法定線量限度（管理区域内： $1\text{mSv}/\text{週}$ 、管理区域境界： $1.3\text{mSv}/3\text{月}$ 、事業所境界： $250\mu\text{Sv}/3\text{月}$ ）以下であることを確認した（図8）。



図8 放射線測定

- UVSORのシャットダウン期間を利用して設備改造を行った。ビーム輸送路にCT(CT: Integrating Current Transformer)を新たに設置し、リークテストによりリークの無いことを確認した。その後、CT校正のためビーム入射量やゲインを変化させながら、100点以上のデータを採取した。また、圧力計をダブルフィラメント型に交換し、性能の低下したイオンポンプを正常なイオンポンプに交換した。

<その他>

- 「分子科学研究所における研修報告」と題して発表を行った(2007年12月、2008年2月、3月)。これまでの研修内容について写真やグラフを交えながら、UVSOR職員の方々と意見交換をした。

3. 総括

UVSOR光源加速器の運転作業に参加し、加速器に関する基礎的知識と運転技術を習得することができた。また、加速器の超高真空装置の整備保守作業に参加し、超高真空に関する基礎的知識と基本的技術を習得することができた。私が担当している中部SR施設においても同様の業務があると考えられるため、UVSORで学んだ経験を活かして今後の業務に取り組んでいきたい。

謝辞

研修窓口として対応頂いた分子科学研究所 極端紫外光研究施設(UVSOR)堀米殿、運転・整備保守技術について直接指導して頂いた山崎殿、林殿、温かく迎え入れて下さったUVSORの皆様には厚くお礼申し上げます。

以 上