

2 県有ビームライン

1. はじめに

2010年度下期に6本目の県有ビームラインであるBL07の供用を開始して以来、全てのビームラインにおいて順調にシンクロトロン放射光の利用を行った。2013年度においても引き続き、シンクロトロン放射光利用技術の高度化を継続的に行った。これらの概要について、以下に示す。

2. 県有ビームラインの現状

表1に稼働中の県有ビームラインの概要について、示す。40eVから35keVの幅広いエネルギー範囲で、シンクロトロン放射光を利用した様々な実験が行えるようになっている。

3. 県有ビームラインの高度化

利用者の利便性を高めるために、2013年度に行った機器等の導入や高度化は、以下のとおりである。本年度は、既存実験設備の高度化を中心に行った。

- ① ガス混合システムの高度化 (BL11)
- ② XPS装置真空排気系の高度化 (BL12)
- ③ 表面処理装置 (BL12)
- ④ タンパク質X線回折装置の高度化 (BL07)
- ⑤ XAFS測定システムの高度化 (BL15)
- ⑥ ライトル検出器

表1 稼働中の県有ビームラインの概要

ビームライン	光源	光子エネルギー	主な実験手法
BL07 バイオ・イメージング	超伝導ウイグラー (4T)	5keV – 35 keV	<ul style="list-style-type: none"> ・ タンパク質 X線回折 ・ X線イメージング (CT) ・ 高エネルギーXAFS ・ X線マイクロビーム利用 ・ 蛍光X線分析
BL09A 照射・結晶構造	偏向電磁石	白色光 (ピーク 4keV)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 照射 (加工、放射線効果) ・ 白色・単色X線トポグラフ
BL10 ナノサイエンス	偏光可変 アンジュレータ	40 eV – 900 eV	<ul style="list-style-type: none"> ・ 光電子顕微鏡 ・ 角度分解光電子分光
BL11 局所構造	偏向電磁石	2.1 keV – 23 keV	<ul style="list-style-type: none"> ・ XAFS ・ X線小角散乱 ・ 蛍光X線分析
BL12 表面界面	偏向電磁石	40 eV – 1500 eV	<ul style="list-style-type: none"> ・ 軟X線 XAFS ・ X線光電子分光
BL15 物質科学	偏向電磁石	3.5keV- 23keV	<ul style="list-style-type: none"> ・ X線回折 (薄膜、粉末) ・ X線反射率測定 ・ 単色X線トポグラフ

①ガス混合システムの高度化（図1）をガス導入XAFS実験が頻繁に行われているBL11で行った。



図1 高度化されたガス混合システム（BL11）

本高度化により、2種類のガスそれぞれの流量を遠隔から制御することで実験に必要な混合比の混合ガスをその場で作製し、供給することが可能になった。新規触媒等の開発では、機能発現時の性能を水素等のガス雰囲気下でその場測定を行うことが盛んに行われている。これまで利用者は所望の濃度に調整した混合ガスを持ち込み、XAFS実験を行ってきた。このような状況では実験中に濃度を変更することは困難であったが、今後は対応が可能となり利用者の利便性が向上することが期待される。

XPS測定槽の真空システムの増強を図ることを目的に、BL12において②XPS装置真空排気系の高度化（図2）を行った。

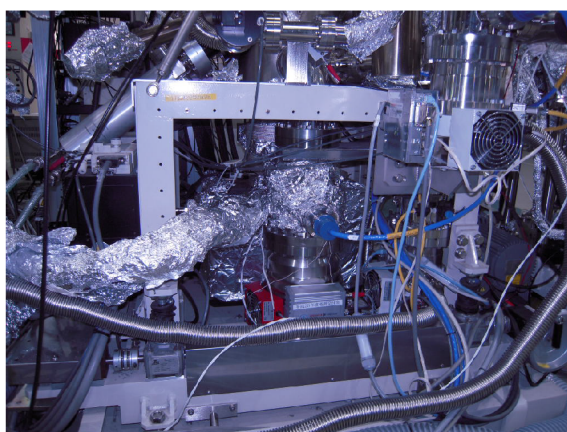


図2 高度化されたXPS装置真空排気系（BL12）

BL12では真空中に試料を導入し、光電子分光法やX線吸収分光法を利用して、試料表面の化学結合状態等を調べることが可能である。利用者による多種多様な試料の導入の希望、高温状態、スパッタリングを繰り返しながらの測定等、真空中への脱ガスが多く、試料導入後や表面処理後の真空の復帰が遅く、限られたマシンタイムを有効に使うことができない場合もあった。本排気系の高度化により先に整備した試料導入部の真空排気の強化と併せ、利用者は限られたマシンタイムをこれまで以上に有効に利用することが可能である。

また、BL12に③表面処理装置（図3）を導入した。

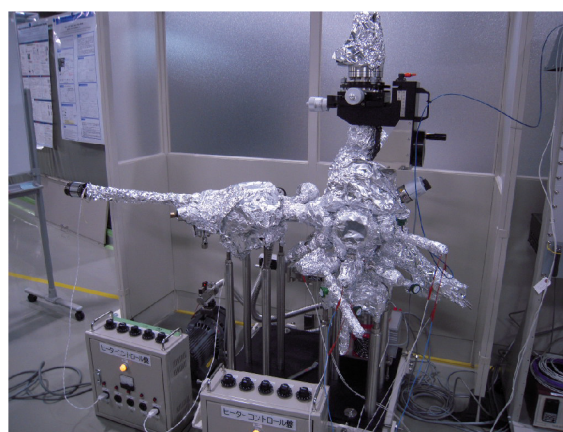


図3 立上げ中の表面処理装置（BL12）

本装置は、アルゴンスパッタリングや表面ガス吸着等を行うことのできる装置である。当研究センターで開発した試料搬送導入装置（<http://www.saga-ls.jp/?page=48#X>）を用いることで、大気に曝すことなく上流側に設置したXPS/NEXAFS装置に処理後の試料を導入することが可能である。

④BL07のタンパク質結晶用X線回折計の高度化（図4）を行った。これまで、CCD検出器のフレーム構造や取付マウントの関係から、試料-検出器間距離は最短で75mmであり、S-SAD法のような長波長を利用した測定では最大分解能が不足していた。そこで、X線CCD検出器用短距離フレームおよびマウントへの取り付け位置の変更を行った。



図4 高度化後のタンパク質X線回折装置における試料-検出器の周辺の様子（BL07）

これにより、試料-検出器間距離は最短で50mmにまで短縮化され、BL07におけるS-SAD法の最短波長である2.1 Åにおいて、最大2.0 Å分解能までの回折データが収集可能となった。

企業の利用者を中心に近年利用が増えてきたXAFS実験に対応するため、⑤XAFSシステムの高度化と⑥ライトル検出器(図5)を新たに導入した。

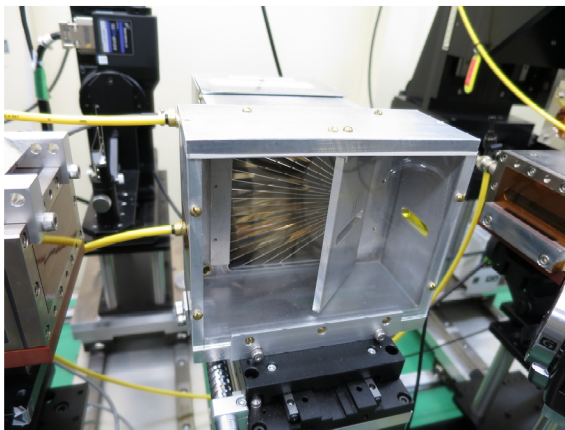


図5 BL11に設置したライトル検出器。(試料周りが見えるように一部を透明アクリルの板に交換している)

QXAFSシステムは既にBL11で導入され、ユーザー利用が行われているが、利用者の拡大により新たにBL15においても導入を行うことにした。また、最近では高エネルギー領域におけるXAFS測定の希望が、BL07、BL11、BL15に入ることもあり、検出器を利用する日程の調整ができない場合、利用日を希望する日程から大きくずらしてもらったり、日程等の調整が困難な場合、利用をキャンセルしたりすることもあった。これらのものを導入したことにより、利用者の利用機会の増加が期待できる。

なお、今回導入したライトル検出器においては、電子収量用のアタッチメント(図6)も同時に整備して

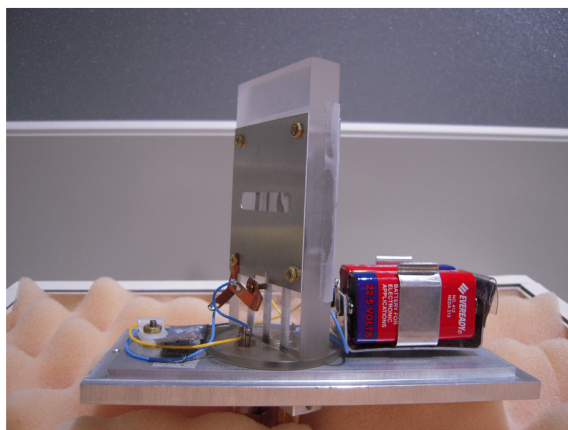


図6 ライトル検出器用電子収量アタッチメント

おり、例えば、蛍光法と電子収量法とを用いたXAFS測定を同時に行うことが可能となり、表面とバルク両方の状態が同時に検出することも可能となった。

4. まとめ

ビームライングループでは2013年度を通じ、6本の県有ビームラインの維持管理を行いつつ、県有ビームラインの利用者に対する利用支援を継続的に行った。一方、これら日常業務とは他に、ユーザー利用の利便性を高めるために、測定機器等の導入を新たに図り、装置の立上げや、利用技術の高度化に関する研究開発を引き続き行った。

ビームライングループ
岡島 敏浩