

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。2012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

実験手法等の高度化のために、2012年度に導入した主な機器は、以下のとおりである。

- ① 大型多軸回折計 (BL07)
- ② マイクロXAFS測定装置 (BL11)
- ③ 2次元検出器 (PILATUS) (BL07)
- ④ 低エネルギー用蛍光X線検出器
- ⑤ 液体窒素自動供給装置 (BL11)
- ⑥ 微小信号計測機器 (BL12)

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



図1 大型多軸回折計 (BL07)

主に20keV以上の高エネルギーのX線を利用した回折実験を可能にするために、①大型多軸回折計(図1)をBL07第2実験ハッチ内に設置した。今後、電圧印加、昇温、冷却等を行いながら、試料環境を実際のデバイス使用環境にできるだけ近い条件での構造評価が可能となる。②マイクロXAFS測定装置(図2)は、ポリキャピラリレンズにより数10 μm に集光したX線を利用することが可能である。XANESスペクトルを測定することで、化学結合状態の2次元分布測定が可能となる。また、機器全体をHeガスで充填させることの可能なチャンバー内に設置することによりS(イオウ)K吸収端領域での利用も可能である。BL07で利用できる高エネルギーX線を効率良く利用するため、高エネルギー領域のX線に対する感度を向上させた。



図3 2次元検出器 (PILATUS) を利用した実験の様子 (BL07)



図2 マイクロXAFS測定装置 (BL11)

③2次元検出器 (PILATUS) (図3) を導入した。④低エネルギー用蛍光X検出器 (図4) は、窓材の厚みが8 μm と従来のものよりも薄い窓材を採用した検出器である。これまでの検出器では、主に3keVを超えるX線しか検出できなかったが、本検出器を導入することで、生物や植物等の研究に重要なB、Mg、S等の3keVよりも低エネルギー側に現れる蛍光X線を効率良く検

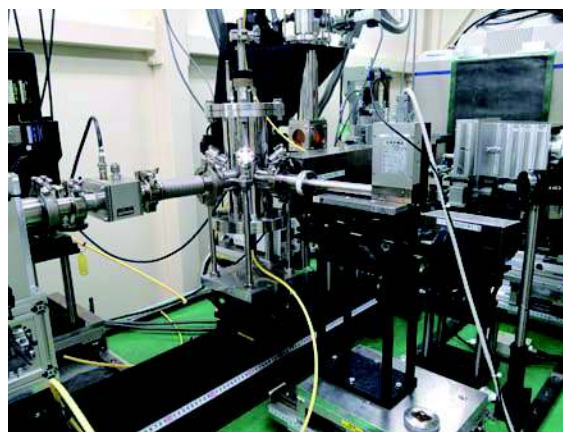


図4 低エネルギーXAFS チャンバーに取り付けられた低エネルギー用蛍光X線検出器

出することが可能となった。⑤液体窒素自動供給装置は(図5)、BL11に設置した19素子SSDの素子を冷却する液体窒素を長期間にわたる閉鎖中でも冷却し続けることを目的に導入された。導入以前は長期で施設が閉鎖される場合は、液体窒素の供給ができず再立上げに1ヶ月程度の期間を要し、この期間ユーザー利用ができなかったが、液体窒素を絶えることなく供給で

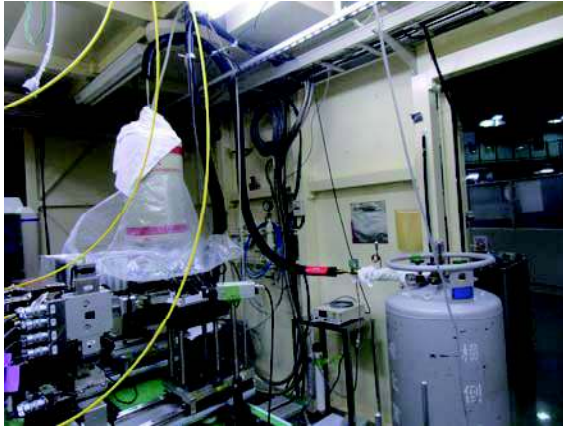


図5 19素子SSDに取り付けられた
液体窒素自動供給装置 (BL11)

きるようになったことで、19素子SSDのユーザー利用
ができない期間を短くすることが可能となった。また、
素子の性能維持にも役立っている。⑥微小信号検出器
(図6)は、主にBL12において光源加速器のタイミン
グ信号と同期した実験が行えるように整備したもの
である。

4. 研究・開発

利用技術開発のための研究開発を行った。幾つかの
例を以下に紹介する。

加速器グループの協力のもとBL12において、
XMCDスペクトルの測定に成功した[1]。偏向電磁石
から放射されるシンクロトロン放射光には電子軌道
面から上下方向に外れた方向に反対向き円偏光成
分が含まれているが、蓄積リングの電子軌道を制御
することで、ビームラインの光学系をいっさい変更
することなく、XMCDスペクトルの測定を行うことが
可能である。BL07において高エネルギーX線を利用
したDEI測定技術の開発を行った[2]。物質の透過能
力の高い高エネルギーX線が利用できるようなっ
たことで、これまでよりも大きな試料や重い元素
をふくむ試料等測定試料の制限が緩和されること
になる。BL09Aにおいて高温状態で白色X線トポ
グラフィの観測技術を開発した[3]。これにより、
1600°Cの高温下で結晶中の歪みや欠陥を観測
できるようになった。材料の極限使用環境下での
結晶性の評価等への展開が期待される。



図6 微小信号検出器 (BL12)

5. まとめ

ビームライングループでは2012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行った。

参考文献

- [1] 瀬戸山ら，“偏向電磁石を光源とする軟X線ビ
ームライン(BL12)でのXMCDスペクトル測定
の試み”，第26回放射光学会年会・放射光科
学合同シンポジウム，12P023.
- [2] 隅谷ら，“SAGA-LS BL07におけるDEI測
定の開発と応用”，第26回放射光学会年会
・放射光科学合同シンポジウム，12P100.
- [3] 石地ら，“高温白色X線トポグラフィ技
術の開発”，26回放射光学会年会・放射光科
学合同シンポジウム，14P097.

ビームライングループ
岡島 敏浩