

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。また、2017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に県有ビームラインの概要について示す。40 eVから35 keV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・保守

利用者の利便性を高めるために2017年度に行った主な機器導入等の高度化は以下のとおりである。

- ① 高感度蛍光X線検出器 (BL11)
- ② イメージングシステム (BL07)

① 高感度X線検出器としてテクノAP社製の7素子シリコンドリフト検出器 (XSDD50-07型) を導入した (図1)。高係数率測定可能なシリコンドリフト検出器 (SDD) が7個配置されており、試料から発せられる蛍光X線をより広立体角で検出することが可能であり、これまで以上に微量元素の測定や迅速な蛍光

表1 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	超電導ウィグラー (4 T)	5 keV – 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 ・ 照射 (放射線効果)
BL09 照射・結晶構造	偏向電磁石	白色光 (ピーク 4 keV)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 照射 (放射線効果) ・ 白色・単色 X 線トポグラフィ
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 X 線光電子分光 ・ NEXAFS
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"> ・ NEXAFS ・ X 線光電子分光
BL15 物質科学	偏向電磁石	3.5 keV – 23 keV	<ul style="list-style-type: none"> ・ X 線回折 (薄膜、粉末) ・ X 線反射率測定 ・ 単色 X 線トポグラフィ
BL18	偏向電磁石	~92 eV	<ul style="list-style-type: none"> ・ EUV 照射

XAFS測定が可能になると期待できる。図2は、酸化クロム (Cr_2O_3) を窒化硼素 (BN) 粉末で希釈した Cr濃度10 ppmと1 ppmの試料から取得したCr K吸収端のXANESスペクトルである。今回導入した7素子SDD (7SDD) の他に比較のため1素子SDD (1SDD) と多素子Ge半導体検出器 (19SSD) で測定したスペクトルも同時に示している。1SDDでは各点の測定時間を10秒間とし、7SDDと19SSDでは4秒間とした。10 ppmの試料では、いずれの検出器においてもXANESスペクトルの大まかな形状はわかるが、明らかに7SDDにおいてS/Nの良いスペクトルが得られていることが分かる。1 ppmの使用においては、スペクトルと確認できるのは7SDDだけであり、極微量成分のXAFS計測に威力を発揮できると期待できる。

② 今回導入したイメージングシステムは、位相シフトを検出する方法としてタルボ干渉法を用いた高速イメージングシステムの構築を行うためのものである。タルボ干渉計は幅広いエネルギーのX線に加えて、発散光も利用できることが大きな特徴である。加えて、金属フィルターを持った大強度の準単色光を用いることで、高速撮像が可能となる。

以上の新規導入機器の立上げに加え、利用者のビームライン操作における利便性を高めるために、BL機器の操作や測定用ソフトウェアの共通化を行っている。県有ビームラインには3本の硬X線ビームライン (BL07、BL11、BL15) が設置されている。これらのビームラインはいずれも多機能なビームラインとして設計されており、実施可能な計測手法が重複している。このため利用者はエネルギー特性や検出器および付帯設備に応じて、複数のビームラインを使い分ける必要があり、このような利用者の利用性向上のため、BL07、BL11、BL15の各ビームライン機器の操作や計測ソフトウェアの共通化を行った。図4はビームライン機器の共通操作環境を示したものである。ビームライン毎に異なった機器構成の機器パネルを持ち、そこから機器ごとの汎用操作パネルを起動して操作することが可能である。ビームライン毎の機器の差異は操作用のアプリ側で吸収し、同一のユーザーインター

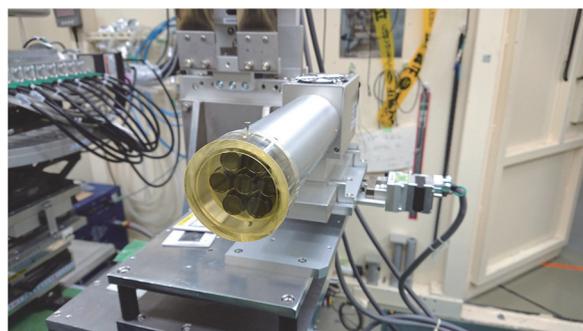


図1 BL11 第2 実験ハッチに設置した高感度蛍光 X線検出器 (XSDD50-07)

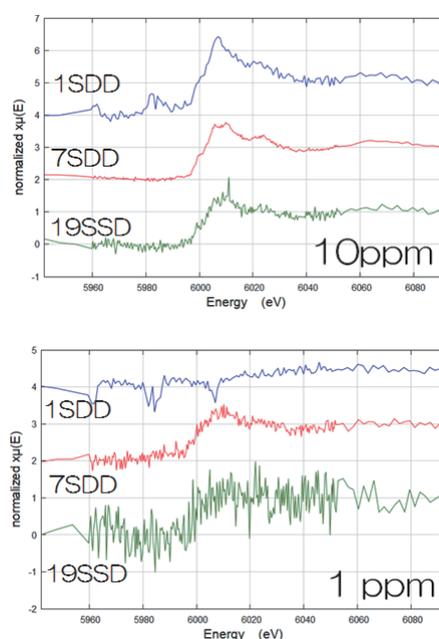


図2 7素子SDDと従来検出器で測定したCr K吸収端でのXANESスペクトルの比較



図3 BL07 光学ハッチ内に設置したイメージングシステム (上流側から下流側を眺める)

フェイスを利用者に提供している。図5はXAFS計測用の共通アプリ画面である。画面には、保存ファイル、測定エネルギー範囲、検出器の設定が直感でわかりやすいように配置されている。測定エネルギー範囲の設定は、利用者が最も苦勞するところであるが、利用者が良く使用するものについては、アプリ側で標準的なパラメーターを容易に選べるようにもしている。XAFS測定は時に測定ループをかけて数時間の長時間測定を行う場合もある。利用者がこの期間ずっとビームラインに張り付いておくことも大変であることから、測定ループ終了毎に、また、測定終了時に、利用者が予め指定したメールアドレスに、得られたスペクトル画像を含めて送信することも可能とした。これらの操作環境は既に利用者に提供されている。

4. まとめ

ビームライングループでは2017年度を通じ、6本の県有ビームラインの維持・管理を行った。また、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、これら日常業務に加え、ユーザー利用の利便性を高めるために、測定装置等の導入を新たに図り、それら装置の立上げや、利用技術の高度化に関する研究開発を引き続き行った。また、(株)ニコン殿より譲渡を受けたビームラインを7本目の県有ビームラインとして使えるよう整備を進めている。

九州シンクロトロン光研究センター
ビームライングループ
岡島敏浩

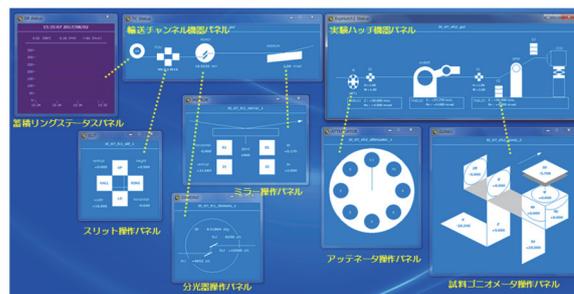


図4 開発したビームライン共通操作環境



図5 開発した共通 XAFS 計測アプリ