

九州シンクロトロン光研究センターの県有ビームライン

岡島敏浩

九州シンクロトロン光研究センター

佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター (SAGA-LS) には、6本の県有ビームラインが稼働している。6本の県有ビームラインのうち4本は、いわゆる硬 X 線を利用することのできるビームラインであり、残りの2本は軟 X 線を利用することが可能なビームラインである。

硬 X 線ビームラインのうち3本には Si 単結晶を用いた2結晶分光器が設置され、単色化された X 線を利用することが可能である。ビームラインの光源には偏向電磁石のものと 4T の超電導電磁石のものがあり、これら3本のビームラインで 2.1keV から 35keV 程度までのエネルギー範囲をカバーしている。これらのビームラインでは、単色化した X 線を用いて、X 線回折・散乱、X 線吸収、イメージングなどの手法を利用した様々な実験が可能である。他の1本は分光器を通さないシンクロトロン光、いわゆる白色光 (ピークエネルギー: 5keV) の利用が可能である。利用可能な白色光の幅は 400mm と、他の施設では類を見ない幅のシンクロトロン光を利用することができる。光軸の途中にチャンネルカット型の分光器を挿入することができる。分光器を挿入することで、白色光だけではなく幅 100mm 程度で 5keV から 20keV のエネルギー領域をカバーした単色化した X 線を利用することも可能である。2本の軟 X 線ビームラインには、回折格子を用いた分光器が設置され、これらビームラインで 50eV から 1500eV 程度までのエネルギー範囲の単色化された軟 X 線を利用することが可能である。1本のビームラインは偏向電磁石を光源とし、別のビームラインは挿入光源として設置した APPLE-II 型アンジュレーターを光源としている。アンジュレーターを光源とするビームラインは、偏光電磁石と比べ、3桁ほど輝度の高いシンクロトロン光を利用することが可能である。すなわち、エネルギー分解能の高い軟 X 線の利用が可能となっている。2本の軟 X 線ビームラインでは、単色化した軟 X 線を利用して、光電子分光や軟 X 線吸収分光などを用いた実験が可能である。

県有ビームラインは、これまでに大学・研究機関だけでなく産業界からの多くの研究者・技術者によって利用されてきた。測定対象は、新規開発材料の結晶構造や電子構造であったり、製造プロセス開発のための種々のパラメータの取得であったりと、基礎的なものから応用に至るまで多種多様であり、我々ビームラインスタッフが予想も付かないような目的で利用されることもある。このような利用者からの要求にも常に応えることができるように、計測技術の開発動向だけではなく、民間企業の製品開発や国レベルの戦略に関連した研究・開発動向に常に目を向けながら、県有ビームラインの高度化を行っている。一方、シンクロトロン光を利用した種々の計測技術が普及した現在において、シンクロトロン光の利用は汎用的な計測手法の一つである。シンクロトロン光の利用経験のない利用者が、ツールの一つとして利用を希望することも十分に予測できる。このような利用者にも対応し、期待以上の成果をあげてもらい、利用のすそ野をもっと広げるために、ビームライン機器における操作の汎用化や信頼性の高い計測データを提供することは必須である。県有ビームラインにおいては、両者をにらんだ研究開発による利用技術の高度化が必須である。

九州シンクロトロン光研究センターの 県有ビームライン

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

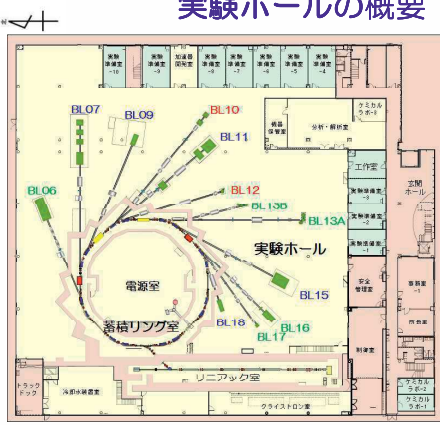
1

発表内容

- 県有ビームラインの概要
 - ✓ 実験ホールの概要
 - ✓ 稼働中の県有ビームライン
- トピックス（硬X線ビームライン）
 - ✓ 測定ソフトウェアの共通化（BL07, BL11, BL15）
 - ✓ In-situ XRD計測（BL15）
 - ✓ 高精度蛍光XAFS計測（BL11）
 - ✓ 照射面積の拡大（BL09）

2

実験ホールの概要



ビームライン
県有ビームライン : 7本
他機関ビームライン : 4本

光源
偏向電磁石 : 7本
挿入光源 : 4本
W : 2本
U : 2本

3

稼働中の県有ビームライン

ビームライン	光源	単色器	光子エネルギー	主な実験手法
BL07	W	2結晶分光器	5keV- 35keV 白色 (ピーク : 8keV)	XRD, XAFS, Imaging
BL09	BM	- C.C.M.	白色 (ピーク : 5keV) 5keV- 20keV	照射, Topo
BL10	U	VLS-PGM	40 eV - 900 eV	PEEM, ARPES, XAFS
BL11	BM	2結晶分光器	2.1keV - 23 keV	XAFS, SAXS
BL12	BM	VLS-PGM	40 eV - 1500 eV	XPS, XAFS
BL15	BM	2結晶分光器	3.5keV- 23keV	XAFS, XRD, Topo

BM : 偏向電磁石, U : アンジュレータ, W : ウィグラー
 VLS-PGM : 不等間隔加偏平面回折格子分光器 (Varied-line-spacing plane grating monochromator)
 C.C.M. : チャンネルカット型モノクロメーター

4

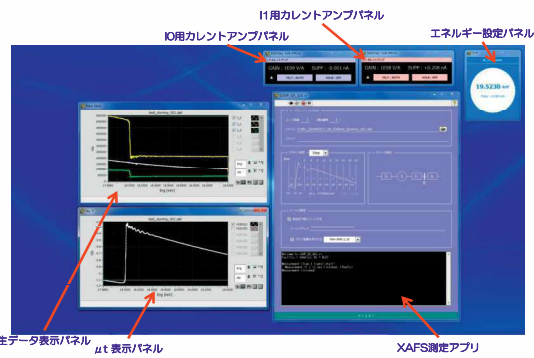
計測ソフトウェアの共通化 (BL07, BL11, BL15)

5

軸スキャンダイアログ (分光器 $\theta \times 1$ の場合)

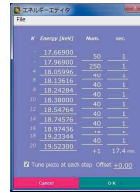
6

XAFSスペクトルの測定



7

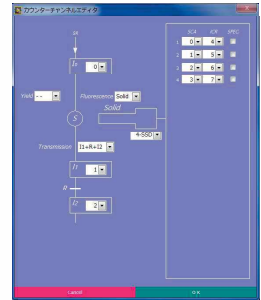
ステップスキャン 設定ダイアログ



ウィックスキャン 設定ダイアログ



検出器 設定ダイアログ



8

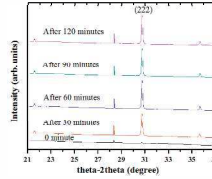
メールによる測定終了のお知らせ機能



9

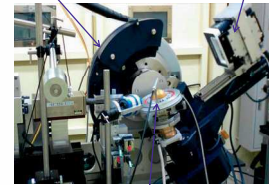
In-situ XRD計測 (BL15)

従来のXRD測定 (θ-2θ法)



BL15でのIn-situ XRD測定

Smart Lab PILATUS 100K



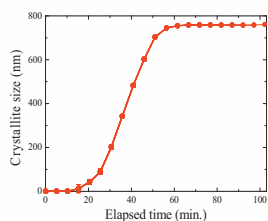
Anton Paar DHS 900 (Max.900°C)

- 試料1: 30分加熱→除冷→XRD測定
- 試料2: 60分加熱→除冷→XRD測定
- 試料3: 90分加熱→除冷→XRD測定
- 試料4: 120分加熱→除冷→XRD測定

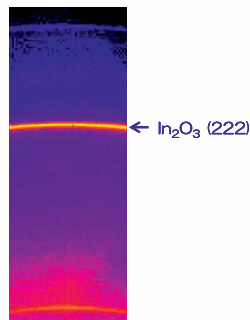
10

加熱によるIn₂O₃(222)反射の変化

IGO 2:1 O₂ 0% 670°C E = 8 keV
 670°Cまで10°C/分で加熱し、その後5分
 毎に30秒間露光

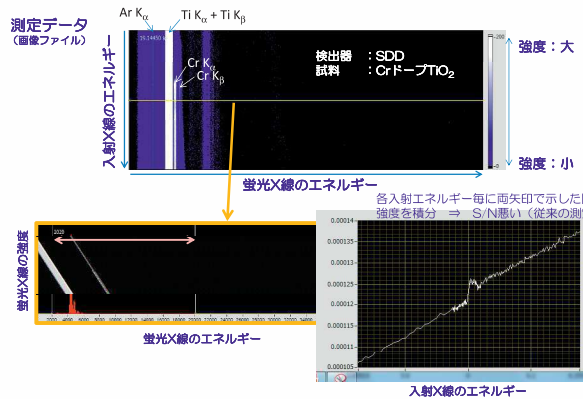


In₂O₃(222)反射から求めた結晶子サイズの変化

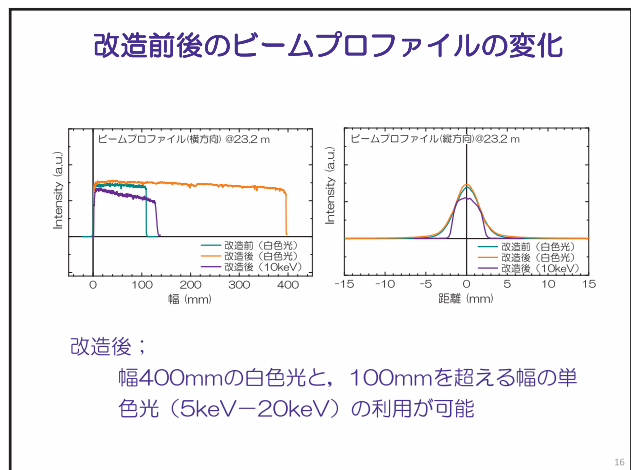
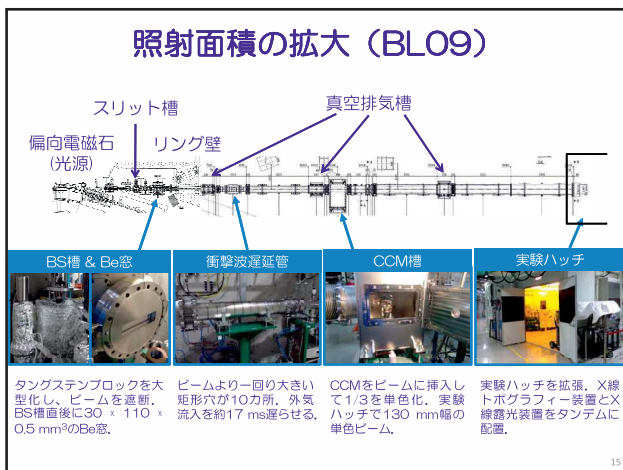
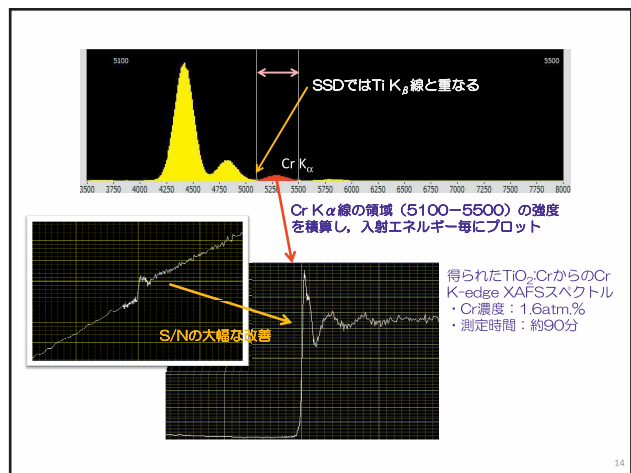
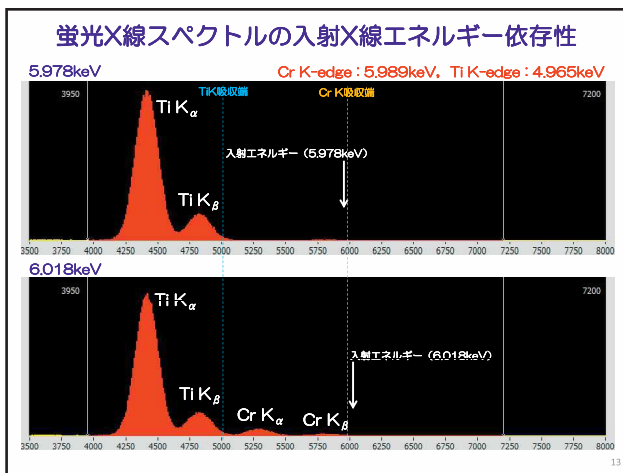


11

高精度蛍光XAFS計測 (BL11)



12



まとめ

- ビームライングループでは、計測手法や技術の高度化を継続的に行っている。
 - ✓計測ソフトウェアにおけるGUIの共通化
 - ✓実験室系での計測を一步先を行く計測手法の高度化
 - ✓施設の特徴を生かした計測装置の提供

➡ **利用者 (特に企業) のかゆい所に手が届くような支援や技術・手法の高度化を目指す。**

17