

フォトンファクトリーでの軟 X 線 XAFS ラウンドロビン に関する取組み

Activities of Soft X-ray XAFS Round Robin Experiment at Photon Factory

山下翔平¹, 間瀬一彦¹, 伴弘司¹, 雨宮健太¹, 家路豊成²

1 KEK 物構研、2 立命館大 SR

文部科学省先端研究基盤共用促進事業の一環として行われている「光ビームプラットフォーム」では、放射光を用いた各種実験手法の標準化を目的とし、放射光施設間における同一試料を用いたラウンドロビン実験を進めている。その取組みの中で、軟 X 線 XAFS 法による実験も実施しており、本発表では、フォトンファクトリーにおいて新たに整備された BL-19B で行ったラウンドロビン測定の結果について報告する。

軟 X 線領域の新しいビームライン BL-19 では、APPLE-II 型アンジュレータ [1] を光源とし、可変偏角不等刻線間隔平面回折格子分光器 [2] によって分光された 90~2000 eV 程度の高輝度軟 X 線を利用した実験を可能とする。走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) を常設した A ブランチと、フリーポートであり軟 X 線 XAFS 測定装置を整備した B ブランチの二つで構成され、ビームライン上流の振り分けミラーによって容易にブランチの切り替えを可能とする。B ブランチでは、アンジュレータからの高輝度光を活かした Quick スキャンモードに対応し、全電子収量法、蛍光収量法、透過法の同時測定が可能であり、STXM の標準

表 1 全体計画と今回の実験対象(下線付について実施)

試料	吸収端	試料	吸収端	試料	吸収端
HOPG	C-K	Si wafer	Si-K (EXAFS)	CaTiO ₃	O-K Ti-L Ca-K
Graphite	C-K	SiO ₂	Si-K (EXAFS)	V ₂ O ₃	O-K V-L
NiO	O-K Ni-L	FePO ₄	P-K	Cr ₂ O ₃	O-K Cr-L
LiCoO ₂	O-K Co-L	K ₂ SO ₄	Si-K (EXAFS)	MnO ₂	O-K Mn-L
BN	B-K N-K	NaCl	Cl-K	α-Fe ₂ O ₃	O-K Fe-L
LiF	Li-K F-K	KCl	K-K	CoO	O-K Co-L
rutile-TiO ₂	O-K Ti-L Ti-K	Ca(OH) ₂	Ca-K	CuO	O-K Cu-L
MgO	Mg-K	AlN	N-K Al-K	ZnO	O-K Zn-L
α-Al ₂ O ₃	Al-K	CaF ₂	F-K Ca-K		

スペクトルとしての測定は勿論のこと、偏光モードにも対応することから磁性材料や配向性有する有機物の分析に役立つ。今回は、放射光施設間で共有する試料(左の表 1 参照)を対象に測定を行った。具体的な測定条件や得られたスペクトルについてはポスターで紹介する。

本実験*は優先施設利用(課題番号:2020V004)において実施した。

[1] S. Sasaki et al., *Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res., A* 331, 763 (1993).

[2] K. Amemiya and T. Ohta, *J. Synchrotron Rad.*, 11, 171 (2004).

*本研究は文部科学省先端研究基盤共用促進事業「光ビームプラットフォーム」JPMXS0430300120 の成果です。

PF BL-28 におけるマイクロ ARPES システムの開発 Development of micro-ARPES system at PF BL-28

北村未歩¹、相馬清吾^{2,3}、若林大佑¹、田中宏和¹、豊島章雄¹、雨宮健太¹、
本間飛鳥⁴、川上竜平⁴、菅原克明^{2,3,4,5}、中山耕輔^{4,5}、佐藤宇史^{2,3,4}、
組頭広志^{1,6}、堀場弘司^{1,7}

1 高工研物構研、2 東北大 CSRN、3 東北大 WPI-AIMR、4 東北大院理、
5JST さきがけ、6 東北大多元研、7 量研機構

マイクロ集光ビームを励起源とした角度分解光電子分光 (ARPES) は、大面積の平坦劈開面を得ることが困難なバルク試料、電子的に空間不均一性を有する物質、結晶成長が難しい微小な新奇物質などのバンド構造を明らかにするために極めて有用である。我々は現在、PF の可変偏光真空紫外光ビームライン BL-28 において、マイクロ集光 ARPES 装置の開発を進めている。BL-28A には、電子レンズ部にディフレクター機能を搭載することで、試料と放射光の幾何学的配置を変えずに二次元角度マッピング測定が可能な光電子分光器 (シエンタオミクロン製 DA30) を備えた高精度 ARPES 装置が設置されている。今回、この高精度 ARPES 装置に Kirkpartick-Baez (K-B) ミラー集光光学系を組み込むことにより、放射光ビームのマイクロ集光化を試みた。BL-28A でのマイクロ集光光学系の設計にあたり、まず光線追跡シミュレーションを行った。これにより、K-B ミラーを導入することで、これまでのトロイダルミラーの使用で $300\ \mu\text{m}$ (H: 水平方向) \times $200\ \mu\text{m}$ (V: 垂直方向) であったスポットサイズを、強度をほぼ保ったまま $50\ \mu\text{m}$ (H) \times $20\ \mu\text{m}$ (V) へと縮小することが可能であり、更に上流スリットで光源サイズを制限することにより、 $10\ \mu\text{m}$ (H) \times $10\ \mu\text{m}$ (V) のスポットサイズを達成できることが示された。この結果に基づいて、K-B ミラーと 5 軸制御のミラー駆動系を有する超高真空装置の設計を行った。図 1 に製作した K-B ミラー集光光学系を示す。上流側から第一ミラーが横振り横集光ミラー、第二ミラーが縦振り縦集光ミラーとなっており、第二ミラー中心から試料位置までの距離は $400\ \text{mm}$ である。この K-B ミラー集光光学系を高精度 ARPES 装置に組み込み、Au メッシュ及びワイヤを用いてビームライン光学系及び K-B ミラーの調整を行なった結果、集光サイズとして $15\ \mu\text{m}$ (H) \times $20\ \mu\text{m}$ (V) を達成した。現在 BL-28A において、この集光光学系を利用したマイクロ ARPES 実験を開始している。

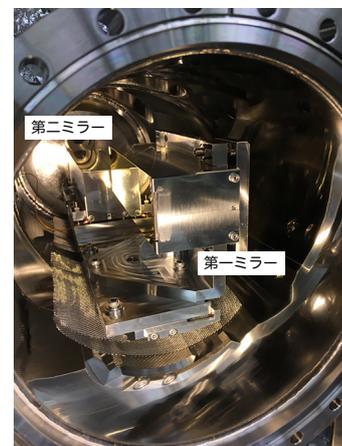


図 1 BL-28A に導入した K-B ミラー

PF BL-20B における Be 窓表面粗さの X 線トポグラフィに対する影響 The effect to X-ray topography from surface roughness of Be window at PF BL-20B

杉山弘, 平野馨一, 若林大佑, 鈴木芳生, 五十嵐教之, 船守展正
KEK-IMSS-PF

PF BL-20B では、これまで最下流 Be 窓による X 線トポグラフィや位相イメージングへの影響は問題にはならなかったが、フレネルゾーンプレートを用いた位相イメージング実験を実施した際に最下流 Be 窓からのスペックル散乱を初めてノイズとして確認した。そこで実際に最下流 Be 窓有／無の場合で X 線トポグラフィを撮影して Be 窓の影響を確認した。結論としては BL-20B における X 線トポグラフィでは Be 窓の表面粗さはほとんど影響しないと考えている。

実験は Be 窓の影響が分かりやすいように 4.4 keV で実施した。トポグラフィは Be 窓有／無のそれぞれの場合について、無転位の Si 単結晶およびエッチピット密度が $10^4/\text{cm}^2$ 程度の Ge 単結晶の 220 回折で撮影した。結果を下表に示す。

