



NanoTerasu

日本物理学会第80回年次大会（2025年） 拡大物性委員会
2025年9月17日（水） 17:30～19:00 広島大学東広島キャンパス SK210



NanoTerasuの共用ビームライン紹介



量子科学技術研究開発機構（QST）NanoTerasuセンター
堀場 弘司

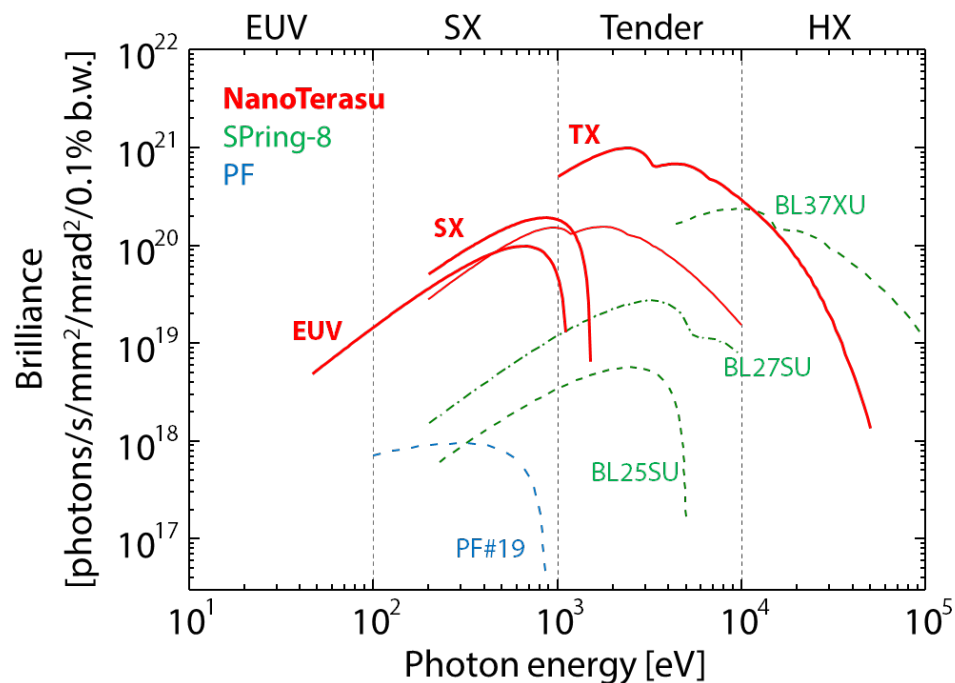


3GeV高輝度放射光施設 NanoTerasu

NanoTerasu



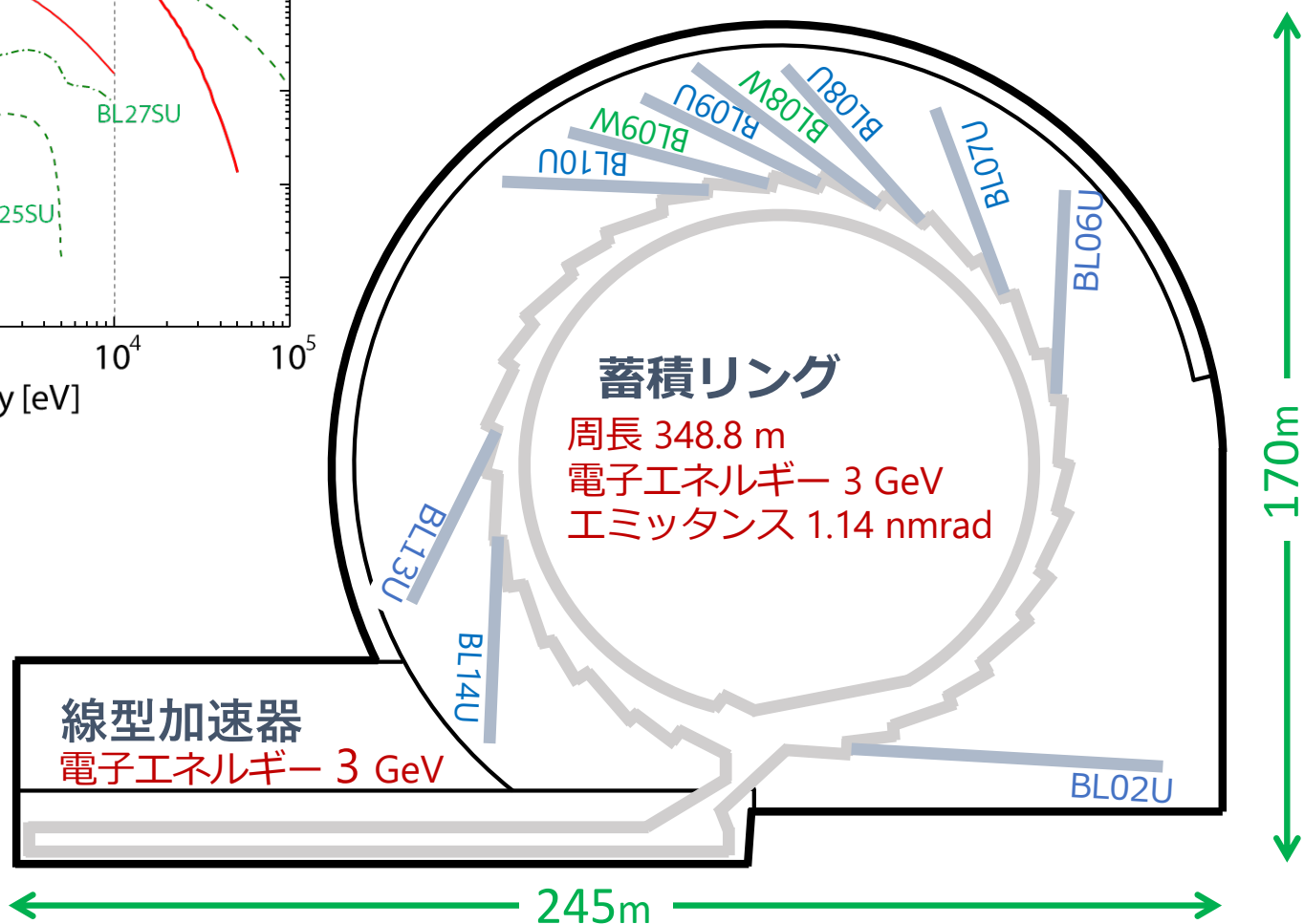
※宿泊施設無し（仙台市街のホテルをご利用下さい）



軟X線、テnderX線領域で
SPring-8を上回る輝度

ビームライン

- (a) アンジュレータ
(可変単色光源) 14か所
 - (b) 多極ウィグラー
(広スペクトル光源) 14か所
- 第1期では合計10本を整備





官民地域パートナーシップによる建設・運営

NanoTerasu

(官)



(民・地域)

国

「整備運用を進める国の主体」を指名

**国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構**



2018年9月
連携協力協定
締結

パートナー

2018年7月公募により選定

一般財団法人
光科学イノベーションセンター（代表機関）

宮城県、仙台市、東北大学
東北経済連合会

項目	内訳	役割分担	整備費
加速器	ライナック、蓄積リング、輸送系、制御・安全	国	約200億円
ビームライン	<u>共用ビームライン（3本）</u> 課題公募、成果公開に基づき、共用ビームタイムとして運用 SPring-8の共用と同じ利用形態	国	
	<u>コアリションビームライン（7本）</u> パートナー機関が自主運用 （一部、共用ビームタイムとして運用）	パートナー	約180億円
用地整備・建屋	土地造成・基本建屋（交流棟機能含む）	パートナー	



共用法に基づく施設運用とユーザー利用

NanoTerasu



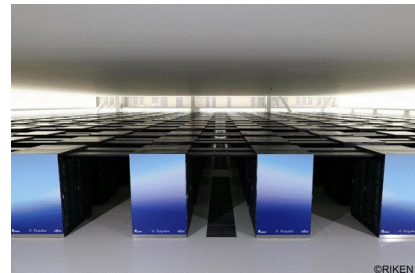
特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（共用法）



SPring-8 (1997~)
SACLA (2012~)



J-PARC (2012~)



富岳 (2021~)



NanoTerasu (2024~)

国の主体

量子科学技術研究開発機構



- ・ 共用利用の運用
- ・ 加速器とビームライン3本の建設
- ・ 先端技術開発
(加速器、ビームライン)

官

共

共用利用

R7.3.3ユーザー利用開始

担当機関



- ・ すべての者が課題申請可能
- ・ 課題審査あり、年数回程度の課題募集
- ・ 個人探求型・イノベーションシーズを涵養
- ・ 原則成果公開※、ビーム利用料免除（消耗品の実費負担のみ）

※ビーム利用料負担にて成果占有可能

パートナー

自治体

宮城県、仙台市

学術

東北大

産業界

東北経済連合会

光科学イノベーションセンター
(代表機関・民間の非営利型法人)



- ・ 戦略的利用の促進
- ・ コアリション利用のマネジメント
- ・ 基本建屋とビームライン7本の建設、資金調達
- ・ 共用利用へのビームタイム提供

地域

民

コアリション利用

R6.4.9ユーザー利用開始

担当機関

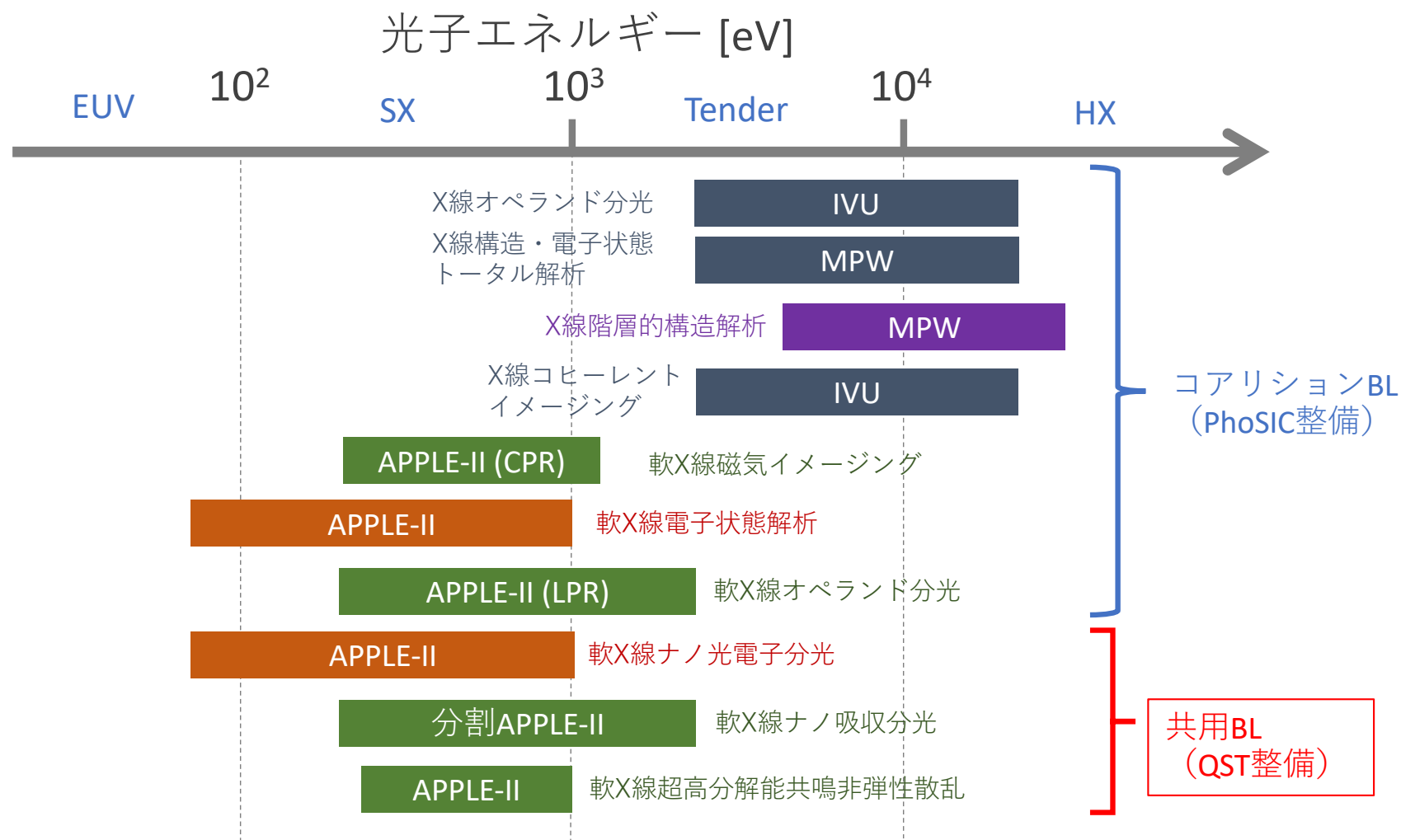


- ・ 加入金を拠出した会員による利用
- ・ 課題審査なし、原則1か月前まで利用予約が可能
- ・ 組織ニーズプル型・イノベーションを加速
- ・ ビーム利用料負担、すべて成果専有利用可能



NanoTerasu第1期建設ビームライン

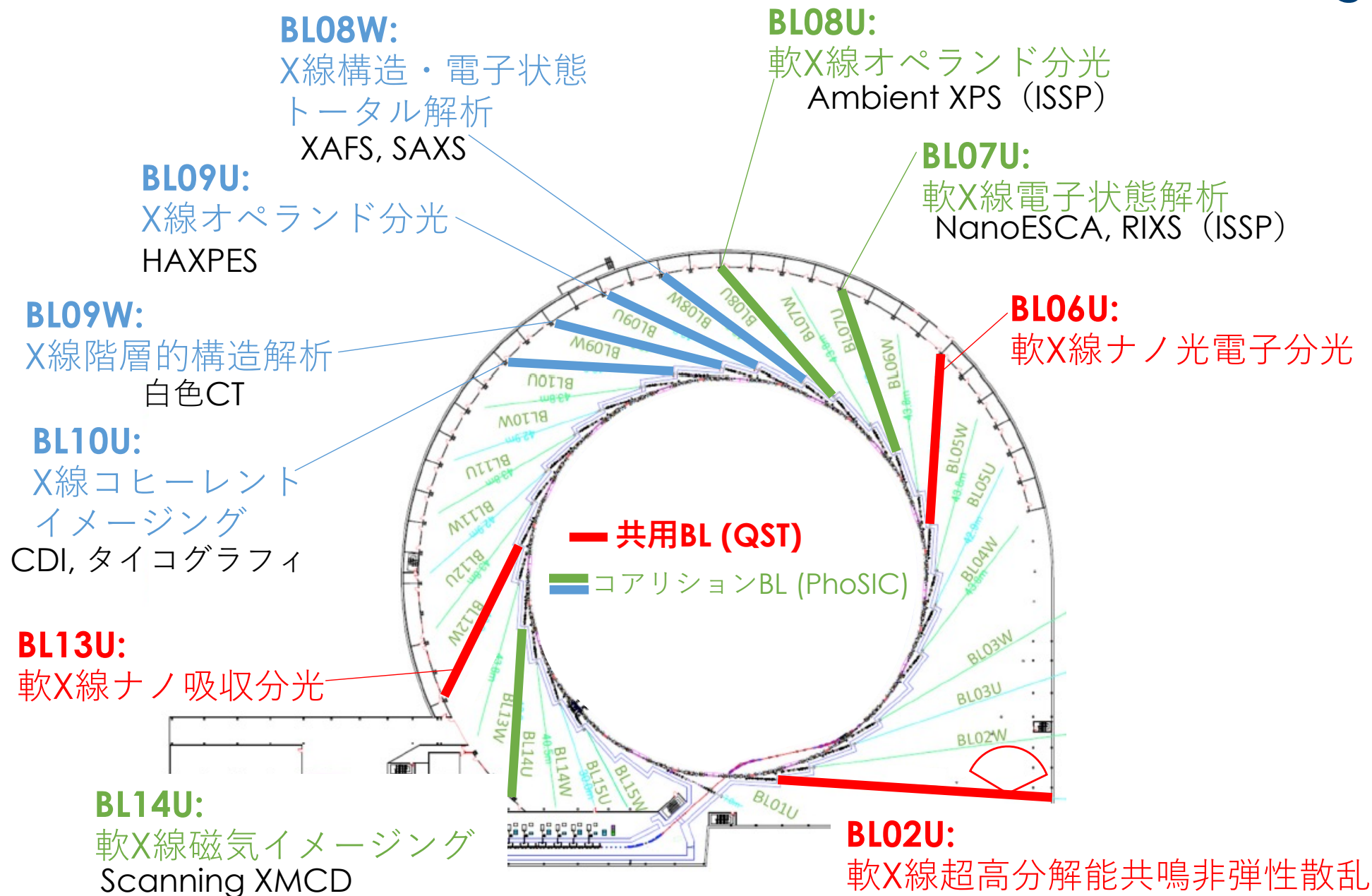
NanoTerasu





第1期建設ビームライン配置図

NanoTerasu





共用ビームラインのラインナップ

NanoTerasu



		BL02U 軟X線超高分解能共鳴非 弾性散乱 (RIXS)	BL06U 軟X線ナノ光電子分光 (ARPES)	BL13U 軟X線ナノ吸収分光 (XMCD)
光源	構成	APPLE-IIアンジュレータ 56mm×71周期	APPLE-IIアンジュレータ 75mm×53周期	分割APPLE-IIアンジュレータ 56mm×11周期×4台 移相器3台
	偏光	水平直線、垂直直線、左右円	水平直線、垂直直線、左右円	任意 (切替速度>~10Hz)
光学系	分光器	不等刻線間隔平面回折格子 可変偏角分光器	等刻線間隔平面回折格子 入射スリットレス 可変偏角 平行化分光器	不等刻線間隔平面回折格子 入射スリットレス 可変偏角 Monk-Gillieson型分光器
	エネルギー	250 – 2,000 eV	50 – 1,000 eV	180 – 3,000 eV
	分解能	>150,000@<1,000eV	> 50,000@50eV > 30,000@1,000eV	> 10,000
	集光サイズ	< 1 μm × <~5 μm	< 100 nm @A branch < 1 μm @ B branch	< 20 μm × 1 μm (集光鏡) < 20 nm × 20 nm (FZP)
エンド ステー ション	構成	2D-RIXS 全エネルギー分解能 ΔE<10 meV @ 1,000 eV	スピン分解ナノ集光ARPES マイクロ集光ARPES	顕微X線磁気円二色性 走査型透過X線顕微鏡 フリーポート



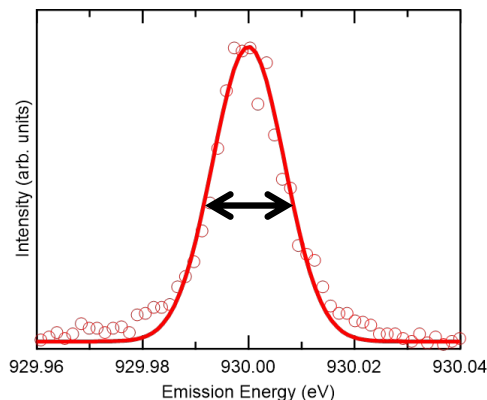
Present status of BL02U RIXS

NanoTerasu



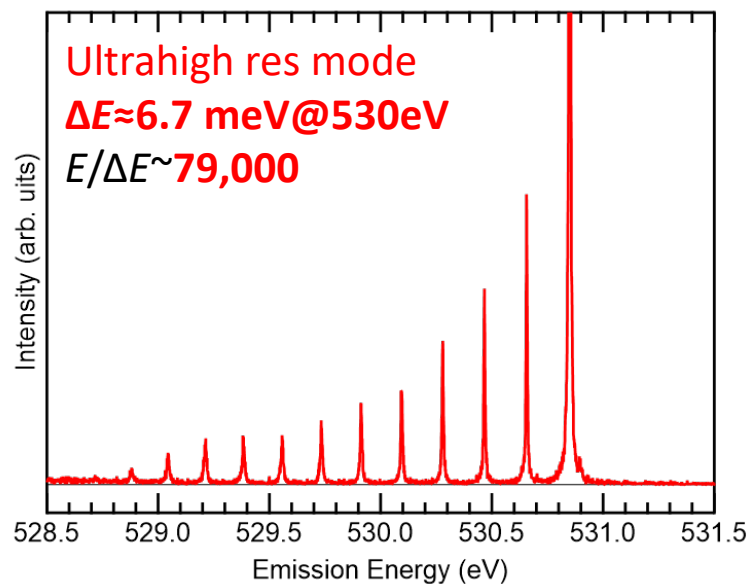
Jun Miyawaki (QST)

ΔE (FWHM) ~ 16.1 meV @930 eV $E/\Delta E \sim 58,000$

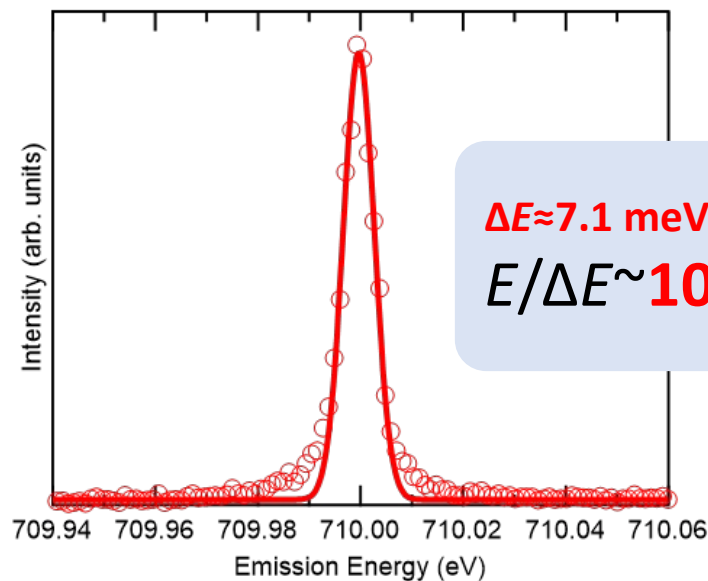


2024.7.10
World record of the energy resolution at Cu L-edge

O K-edge



Fe L-edge



RIXS experiments with the highest energy resolution in the world are available.

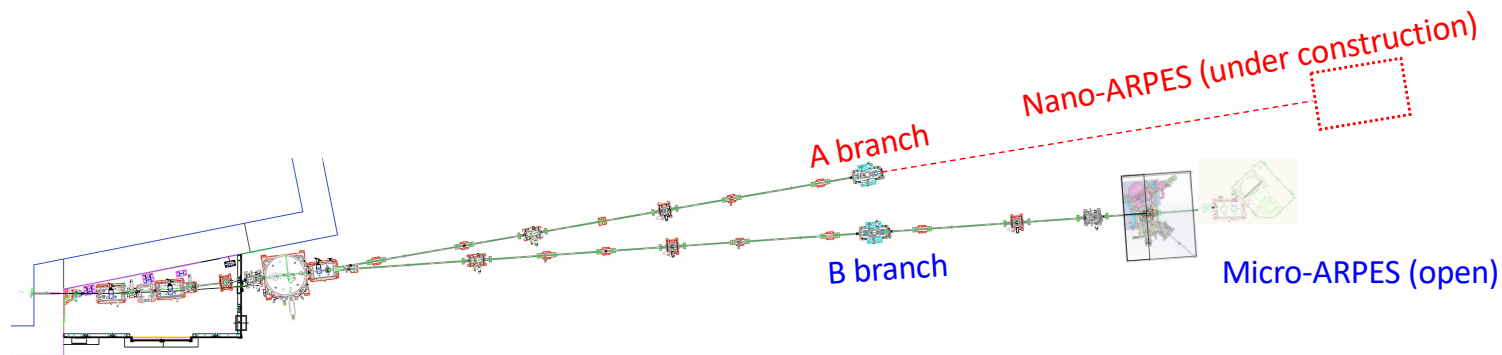


Present status of BL06U ARPES

NanoTerasu

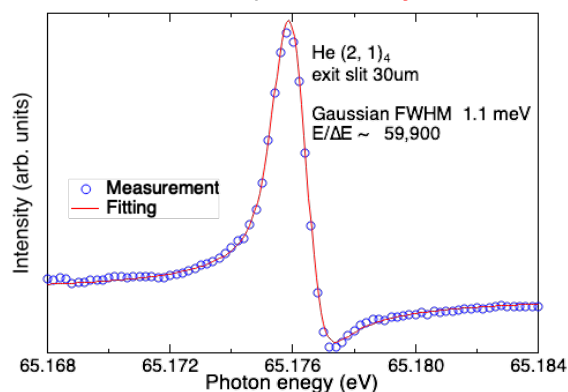


Miho Kitamura (QST)

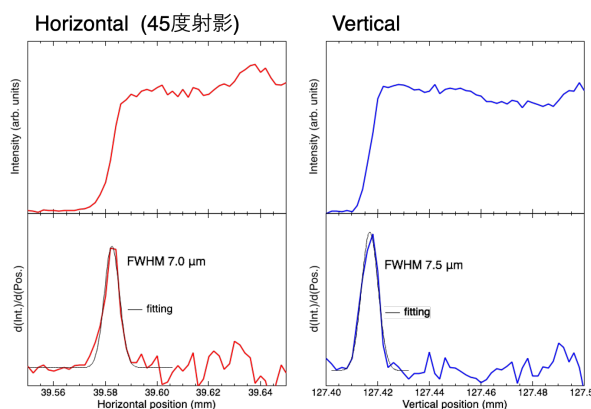


The micro-ARPES equipment in B branch is open for public users.

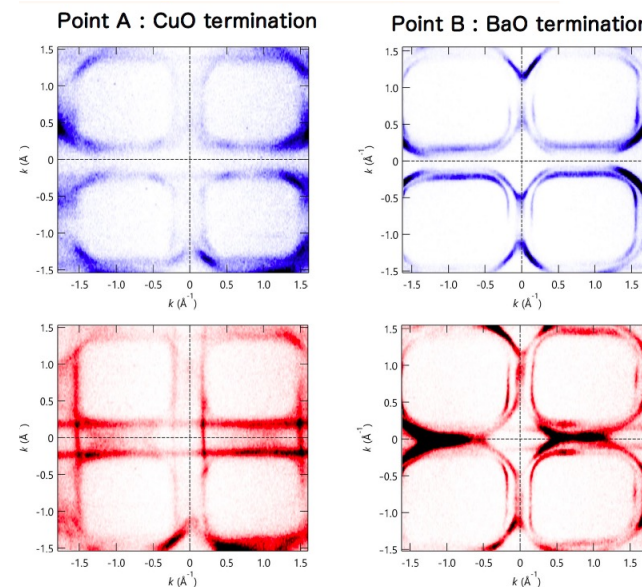
Energy Resolution
@65 eV $E/\Delta E \sim 60,000$



Spot size: $5 \mu\text{m}(\text{H}) \times 7.5 \mu\text{m}(\text{V})$



ARPES measurements with high energy resolution and micro spot size are available.

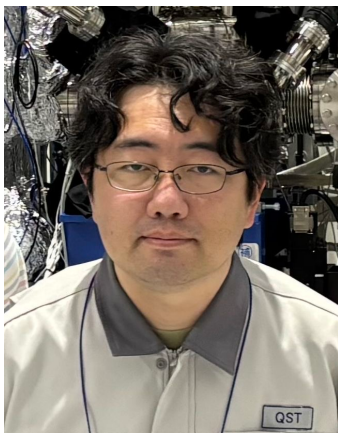


Termination layer dependence of the Fermi surface on YBCO
(H. Iwasawa et al., submitted.)



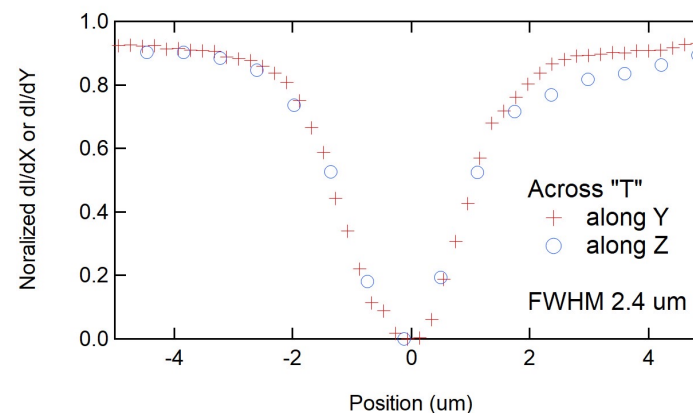
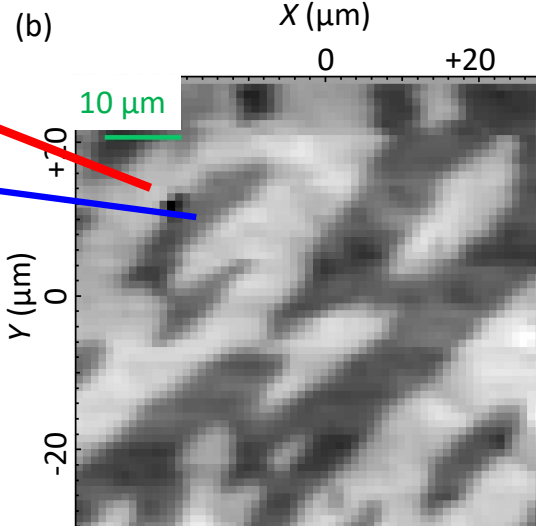
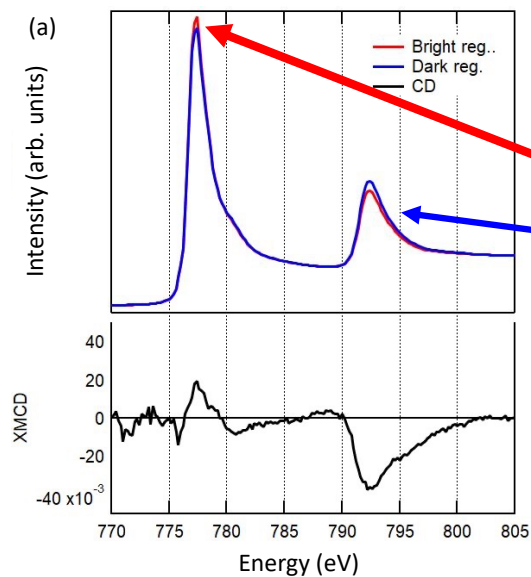
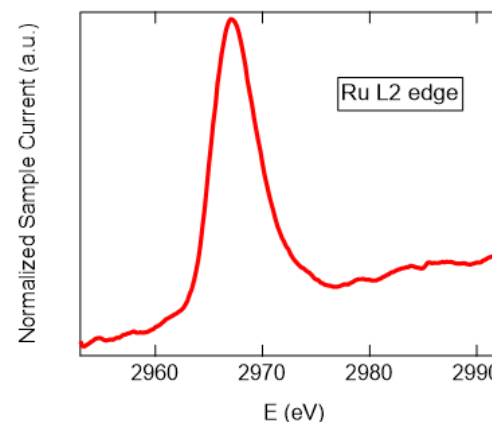
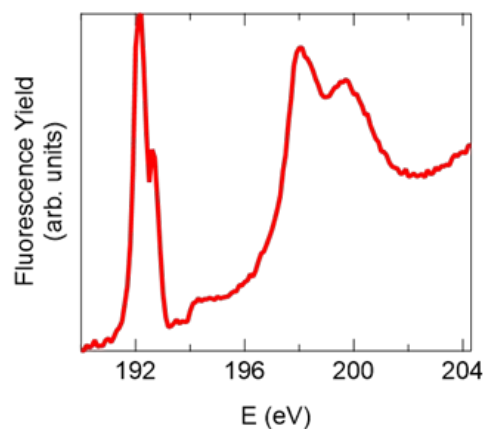
Present status of BL13U XMCD

NanoTerasu



Yoshiyuki Ohtsubo (QST)

Wide energy range X-ray absorption measurements
B K-edge (~ 190 eV) Ru L-edge ($\sim 3,000$ eV)



Magnetic domain imaging
Spatial resolution: $\sim 2-3$ μm

Wide energy range XAS measurements and Standard XMCD measurements with a good spatial resolution are available.



高ユーザーニーズ共用BLラインアップ（案）

NanoTerasu



	ポート (例)	分類	光源	エネルギー	エンドステーション	特色・目的	国の戦略分野	ユーザー ニーズ	分野 多様性	Nano Terasu の強み	新規性 開拓
グループ2 高ニーズ共用BL											
1	12W	XAFS	多極 ウィグラー	3- 25 keV	(quick) XAFS	テンダーX線領域 全自動DX 自動試料交換	グリーンイノベーション マテリアル 量子技術 半導体・デジタル産業 バイオ・健康医療	◎	◎		
2	13W	X線回折	多極 ウィグラー	3-25 keV 2.1-20 keV	X線回折・散乱	2027年度運用開始を目指して建設開始	グリーンイノベーション バイオ・健康医療				
3	11W	イメージング	多極 ウィグラー	3-25 keV	X線CT（単色、準単色）、 位相差イメージング	階層イメージング テンダーX線領域における吸収 端コントラスト利用	グリーンイノベーション マテリアル 量子技術 半導体・デジタル産業 バイオ・健康医療	○	◎		
4	12U	イメージング	APPLE-II アンジュレータ	250 -3000 eV	A: SXイメージング B: 共鳴軟X線散乱	軟X線コヒーレント回折イメージ ング、タイコグラフィ、 高分子材料・ポリマー小角散 乱、ホログラフィー、共鳴磁気 回折	グリーンイノベーション マテリアル 量子技術 半導体・デジタル産業 バイオ・健康医療	○	○	◎	○
5	05W	X線分光	多極 ウィグラー	3- 13 keV	HAXPES	テンダーX線領域 全自動DX	グリーンイノベーション マテリアル 量子技術 半導体・デジタル産業 バイオ・健康医療	○	◎		



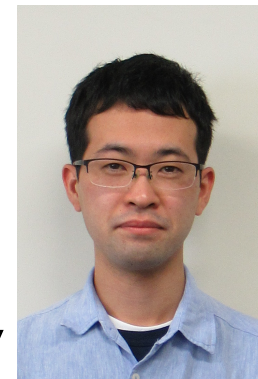
増設共用ビームライン：X線回折ビームライン

NanoTerasu



BL11W:
X線回折ビームライン

担当：山本航平（QST）

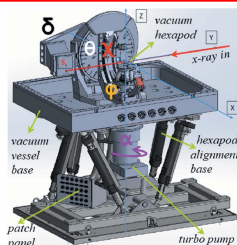
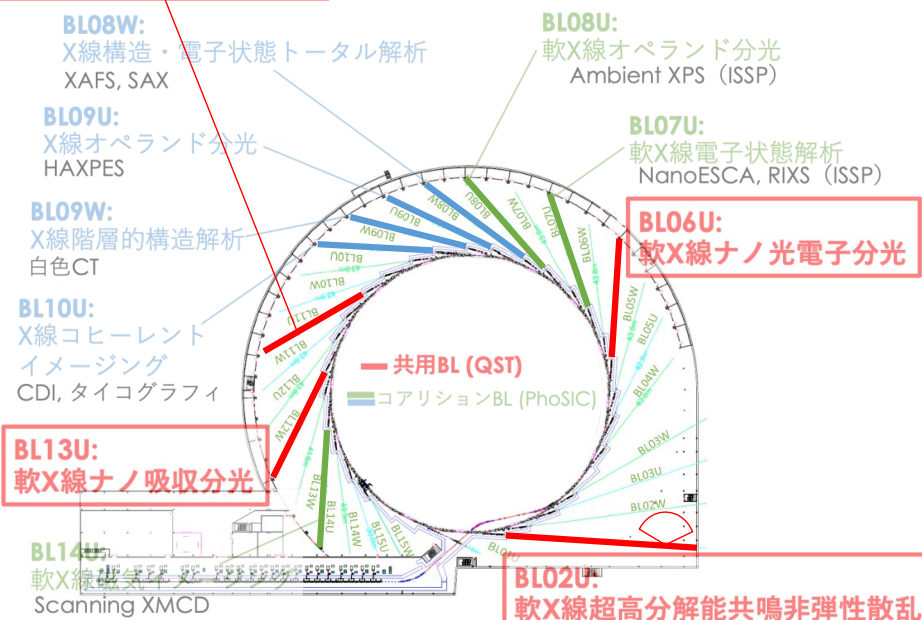


ビームライン仕様（検討中）

設置場所：BL11W

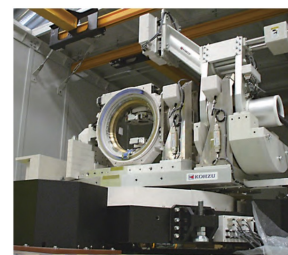
光源：多極ウィグラー

エネルギー範囲：2.1 – 20 keV



G. Ciatto et al. J. Synchrotron Rad. (2019). 26, 1374

真空対応
TX回折装置



神津精機カタログ

HX回折装置

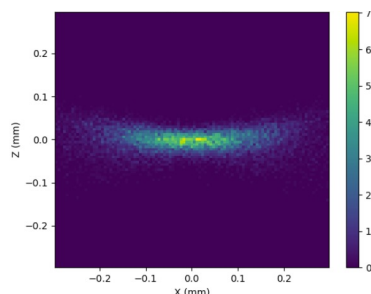


O. Shih et al. J. Appl. Cryst. (2022). 55, 34

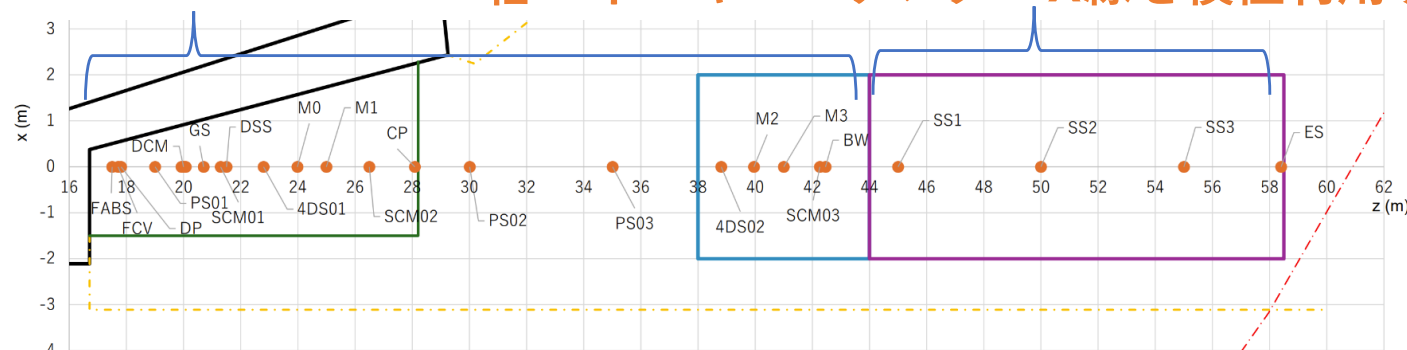
小角散乱装置

低エネルギー・テンダーX線に
最適化された光学系設計

低エネルギー・テンダーX線を積極利用するES計画



集光スポットの
シミュレーション





NanoTerasu

2026A期より、コアリションBLの一部共用利用を開始予定

