



本資料中には検討段階の計画も含まれており、  
変更される場合もございます。

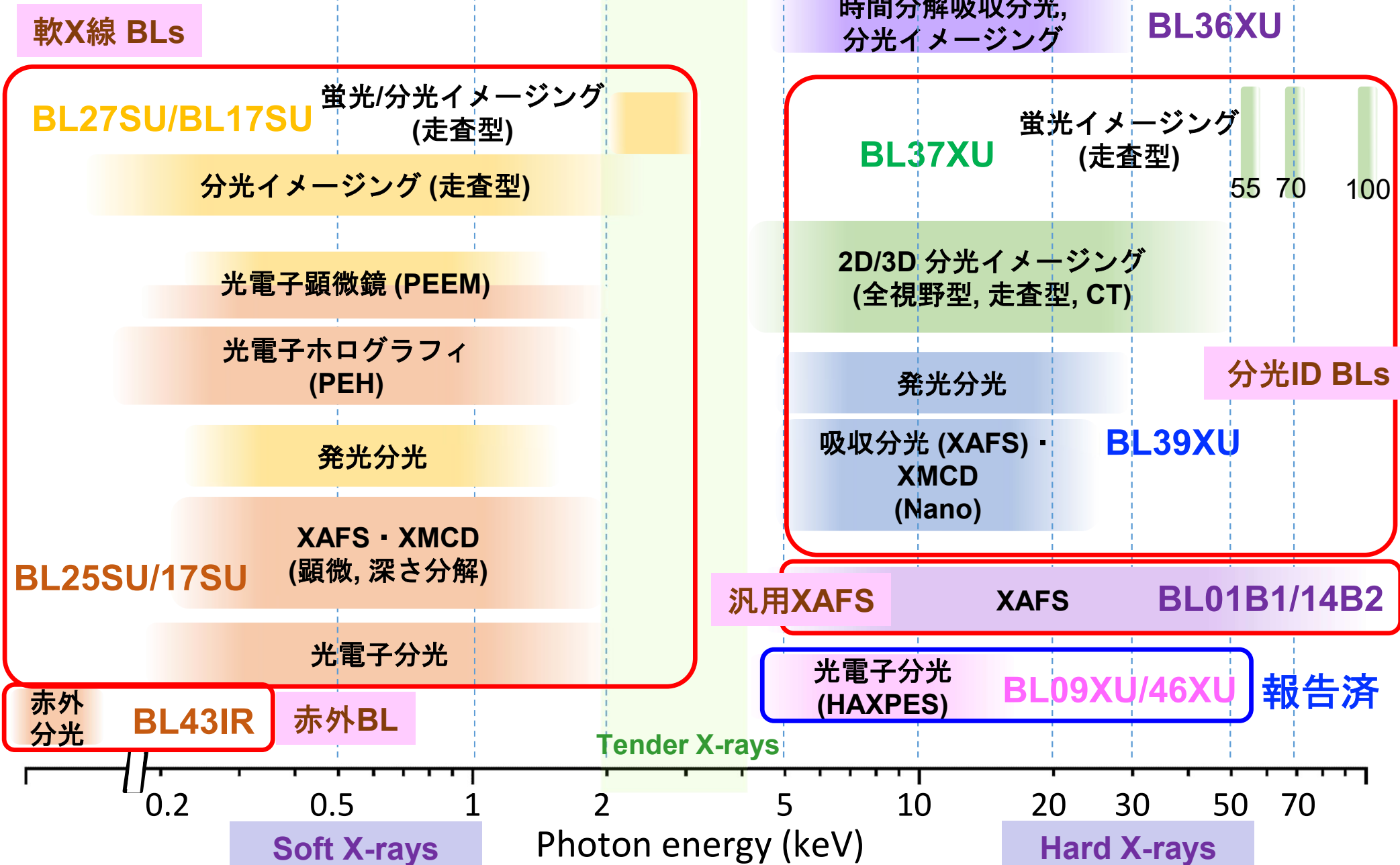
# SPring-8- II におけるBLポートフォリオの検討 分光・軟X線BL 群

登野 健介

JASRI・分光推進室

1. イントロダクション
  - 分光・軟X線BL群の現在の構成
  - 再編・高度化の方針と経緯
2. 軟X線ビームラインの再編
  - BL構成、想定スペック
  - エンドステーション構成
3. 汎用XAFSビームラインのSP8-IIでの運用
4. 分光ID BLの高度化（BL37XU, 39XU）
5. 赤外BL（43IR）の閉鎖
6. まとめ

赤枠部分が今回の発表内容



## X線分光三本柱

### X線吸収・発光分光

SX: BL25SU, 17SU  
HX: BL01B1, 14B2,  
BL36XU/BL37XU/BL39XU  
電子・磁気状態

### 分光イメージング・蛍光分析

SX: BL17SU, 27SU  
HX: BL37XU, 39XU  
元素・化学状態分布

### 光電子分光・ 光電子イメージング

SX: BL17SU, 27SU  
HX: BL09XU, 46XU  
バンド構造, 電子状態分布

- ✓ 分解能の向上
- ✓ 分光イメージングの強化
- ✓ 複合的な試料環境の実現



- ✓ 電子状態の時空間情報
- ✓ 局所領域の電子状態
- ✓ 機能と電子状態の相関

- HX領域を強化しつつ、HXとSXを相互に利用できる分析基盤を整備。
  - どんな元素でもターゲットにできる環境を提供
- SX-BLの装置群については、ナノテラスも含めて最適化を目指す。
- SPring-8-IIのアドバンテージを活かすための先端的手法とともに、需要の多い汎用的手法の利用機会も確保。
- 不足している領域の強化。
  - 時間分解分光（QXAFSの拡充）
  - テンダーX線領域
  - 複合的な試料環境

## 1. HAXPESビームライン再編・高度化（～2023）

- BL09XU(EH1/EH2)とBL46XU(EH1/EH2)にHAXPES装置を集約
- BL09XU : 3D空間分解HAXPES、高分解能HAXPES
- BL46XU : 環境制御HAXPES、全自動HAXES

## 2. 先端分光ビームライン（BL39XU）の高度化（～2024）

- BL光学系を最新の機器に更新
- X線発光分光器を中心機器として、エンドステーションを再編
  - EH1: 複合試料環境下での分光計測基盤を強化
  - EH2: X線発光分光の専用ハッチとして新設
  - EH3: ナノ分光イメージングの強化（ナノビームの品質向上）

# 軟X線BLsの再編

- 4本のSX-BLを2本に統合。
  - 07LSU, 17SU, 25SU, 27SU
- 時期：FY2027からの蓄積リング改造の時。
- BL17SUと25SU：SX-BLとして継続。
  - 17SU：IDをHelical-8（周期80 mm）に更新
  - 25SU：IDはHelical-8（周期120 mm）を移設。
- 07LSU・27SU：SP-8-IIの開始時 (Day 1)は休止。
- 最先端の軟X線利用研究と光源・光学系開発のアクティビティを継続。



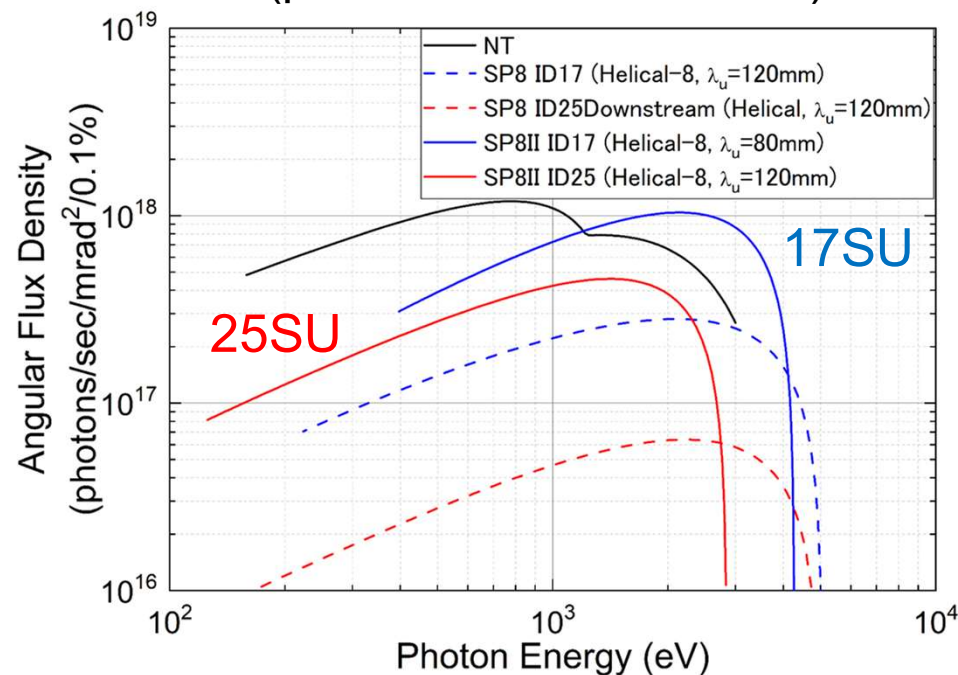
T. Tanaka et al., J. Synchrotron Rad. 30, 301 (2023).

- 直線偏光と円偏光の両方が利用可能
- 17SU ( $\lambda_u=80$  mm): 最低エネルギー 400 eV
- 25SU ( $\lambda_u=120$  mm): 最低エネルギー 125 eV

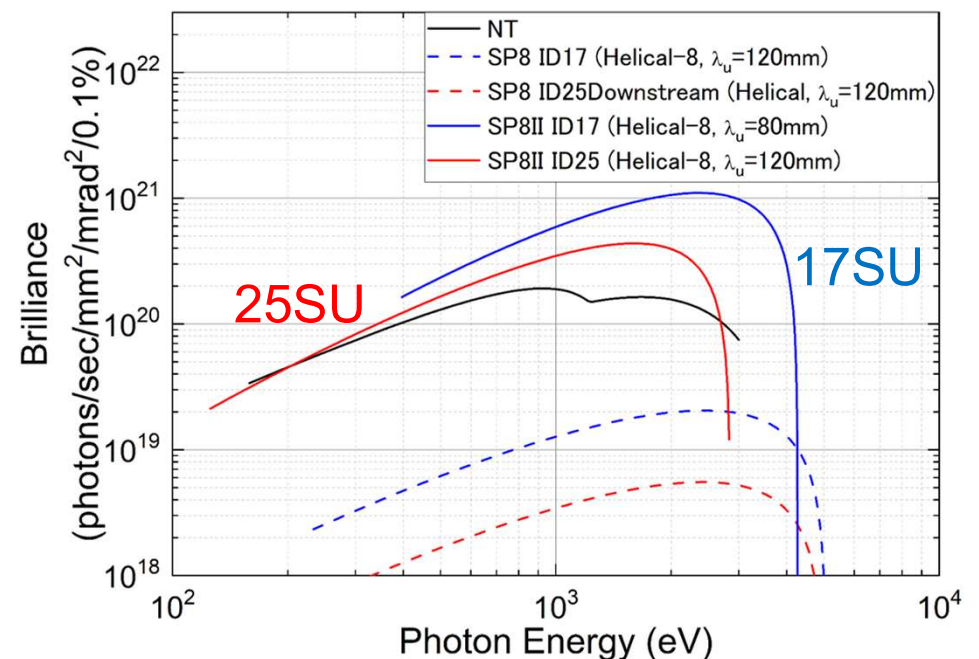
(橢)円偏光モード

JASRI BL Opt Div & ID G

Angular Flux Density による比較  
(phs/sec/mrad<sup>2</sup>/0.1%BW)



Brilliance による比較  
(phs/sec/mm<sup>2</sup>/mrad<sup>2</sup>/0.1%BW)



## SPring-8-IIの共用開始時 (Day 1)

- BL17SU : 光学系を老朽化対策のため更新

- 平行化光平面回折格子分光器 (cPGM) の導入 (Branch A&B) ※
- Branch A:  $E/\Delta E \geq 40000$
- Branch B:  $E/\Delta E \geq 50000$
- テンダーX線領域をカバー
  - Day 1では27SUと同等の範囲 ( $\leq \sim 3$  keV)
  - より高い領域 ( $\leq 5$  keV) への拡張には光学素子開発が必要

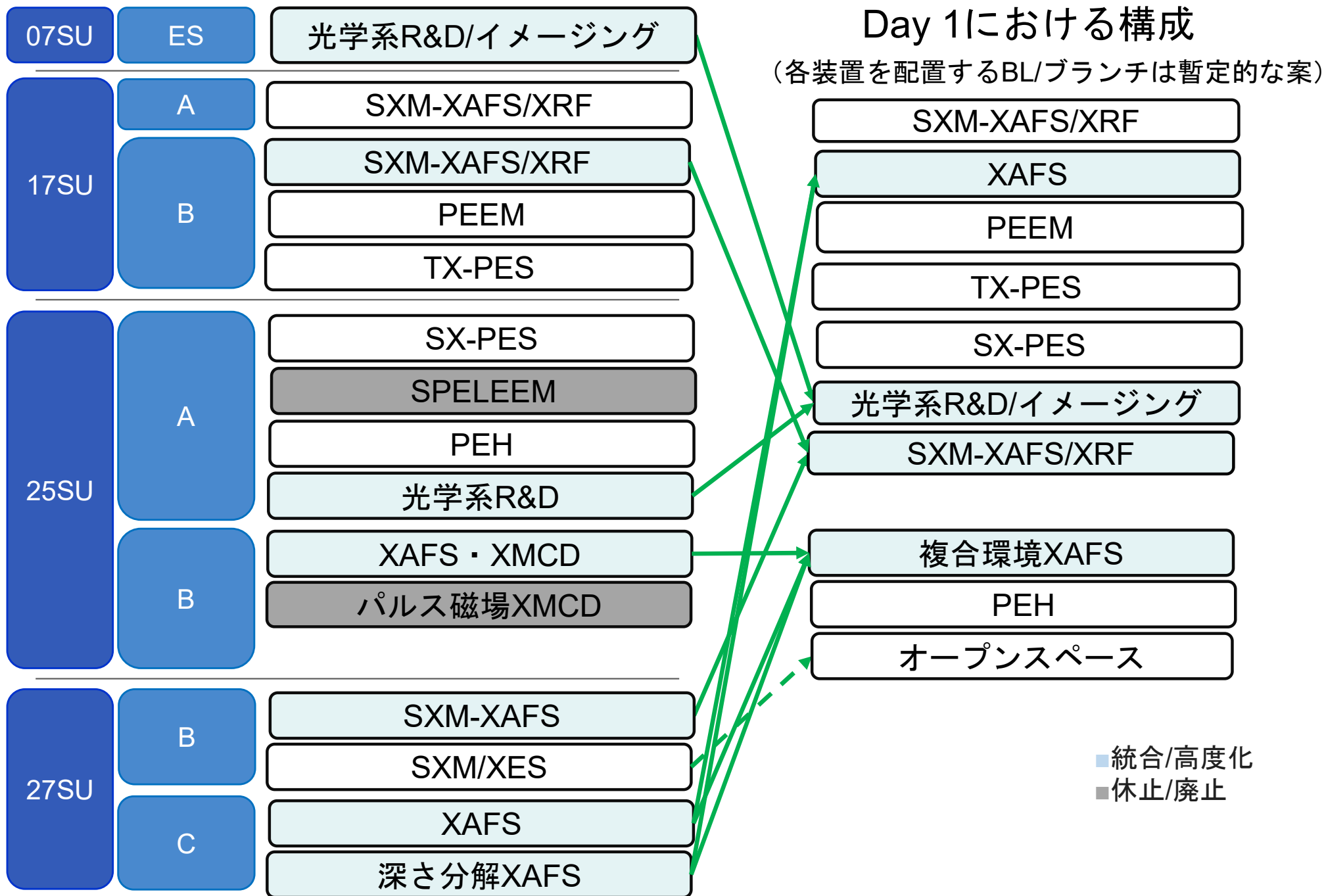
- BL25SU : 当面は現有資産を活用

- エネルギー範囲 : 125-2000 eV
- Branch A (高分解能) :  $E/\Delta E \leq 20000$
- Branch B (高フラックス) :  $E/\Delta E \leq 5000$

※ Y. Senba et al., SRI2024

HX-BLも含めた分光BL全体で効果的な分析基盤を提供できるように最適化。

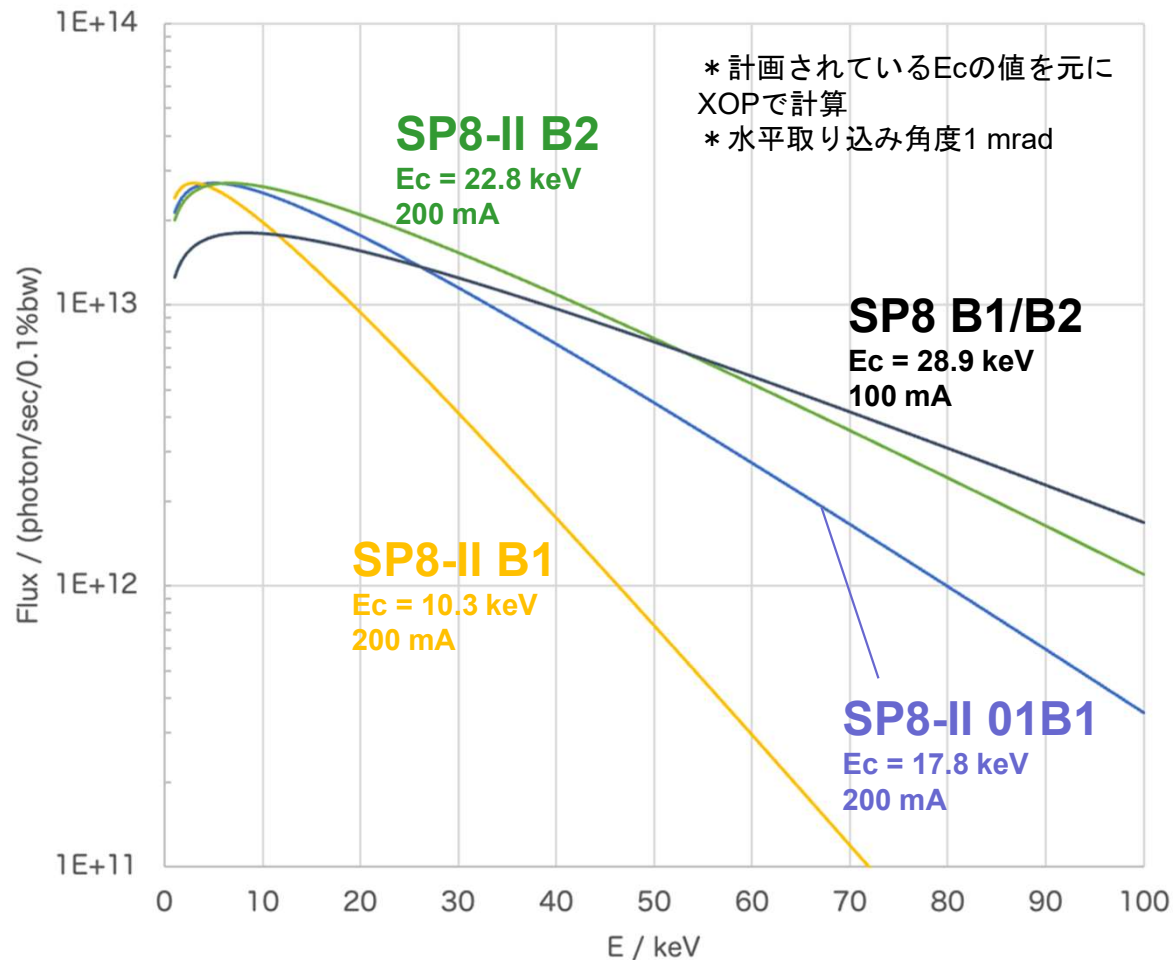
- HXとの相互的な利用を想定した装置。
  - － 光電子分光 (PES)、X線吸収分光 (XAFS)、走査型顕微分光(SXM-XAFS)、複合環境XAFS
  - － 大型プロジェクトでの戦略的な利用にも対応
- ナノテラスと相補的な利用のための装置。
  - － 光電子顕微鏡 (PEEM)、光電子ホログラフィ (PEH)
- HX~SXの最先端光学系・手法開発のアクティビティを維持。
  - － 光学系R&D
  - － 回折イメージング
  - － 極限集光かつ超高分解能ビームの利用
- 持込み装置用のオープンスペースを確保



# 汎用XAFS BLs

- SPring-8-II以降も汎用XAFSとして継続
  - 01B1 : 30 keV以下を中心とした利用
  - 14B2 : 70 keVまでを幅広くカバー

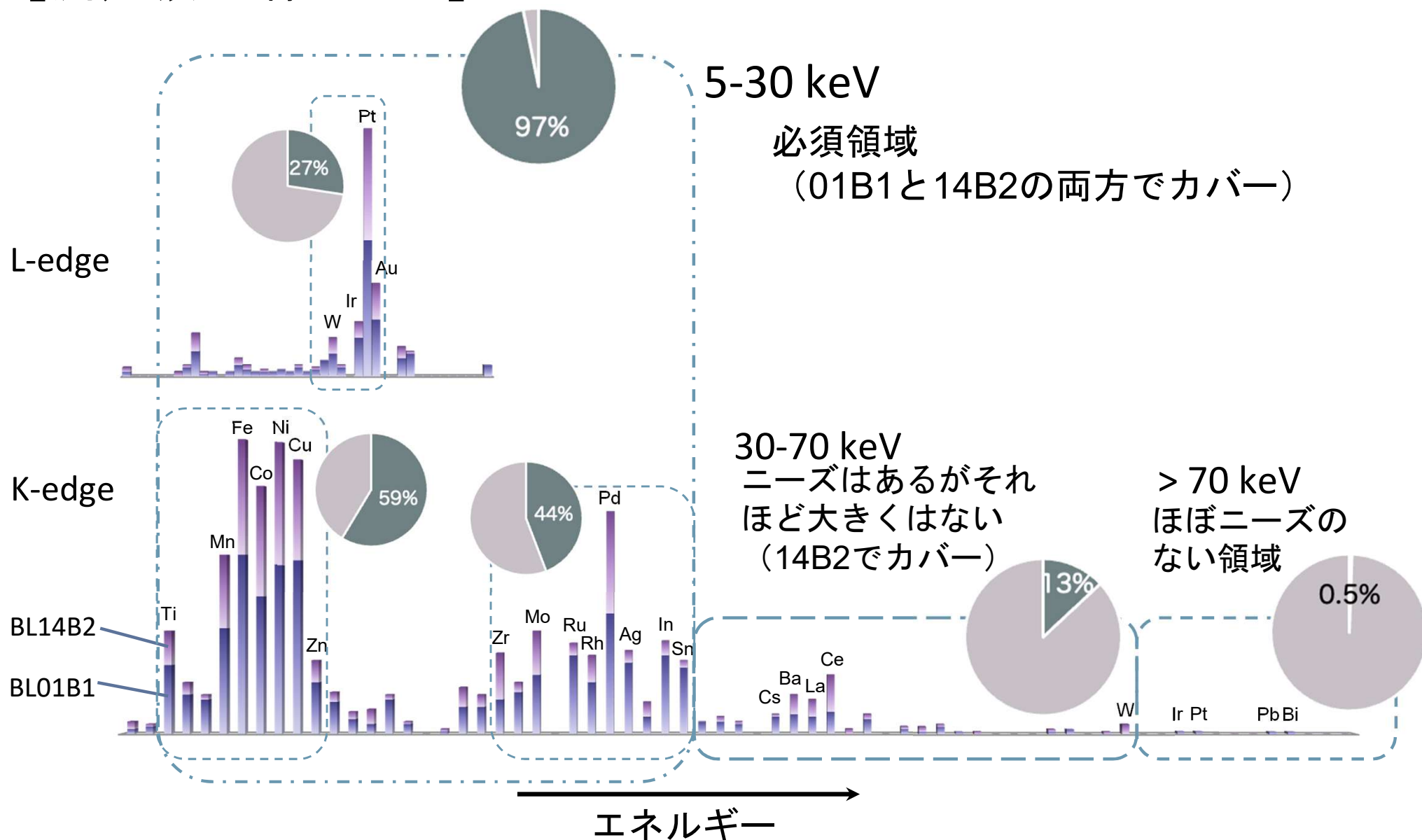
## SPring-8-IIにおけるBM-BLのフラックス



【BL01B1】  
01B1は入射点のため例外的にEcが大きく、約25 keVまではフラックス増加の見込み。

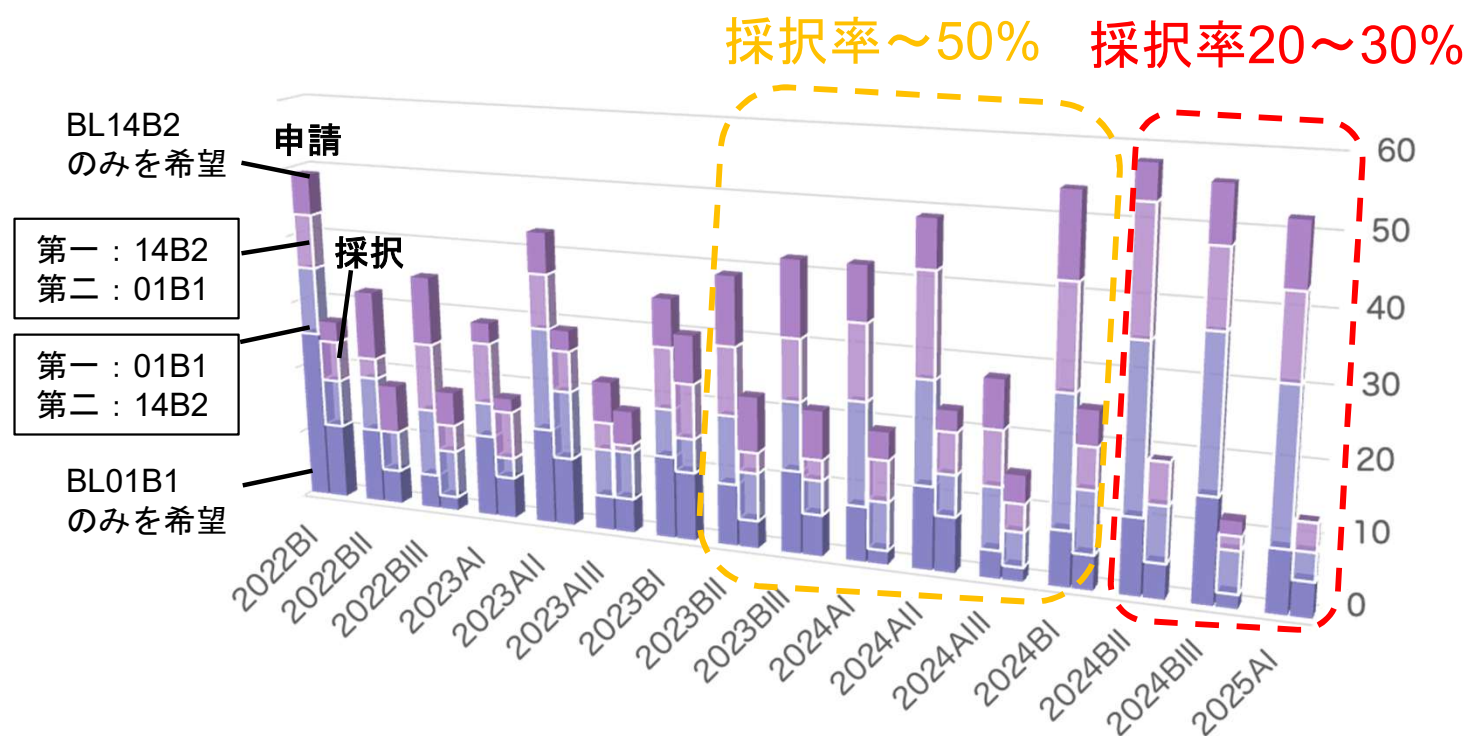
【BL14B2】  
約50 keVまでは現行よりもフラックスが向上する見込み。  
50-70 keVも支障があるほどの強度低下はない。

## 【測定吸収端ニーズ】



- 汎用XAFS（BL01B1・14B2）の課題採択率が3割程度にまで落ち込む。
- 他のビームラインから30%程度のビームタイムを確保し、自動・代行測定を中心に実施することを検討中。

申請／採択件数（一般・大学院生課題）



## 年6回募集

申請件数が高止まり。採択率が低いため、不採択課題の再申請も多い。BTが長めの海外からの申請も顕著に増加。

2023BII期ごろから50%前後の低い水準で推移していた採択率が、2024B期に急落。



ビームライン	現行	SPring-8-II	備考
BL01B1	~100 keVまで対応 In-situ/Operando実験 DRIFTS同時測定 XRD同時測定	30 keV以下を中心に対応 In-situ/Operando実験を中心 に対応	横集光／分光器 の高速化を検討
BL14B2	~70 keVまで対応 In-situ/Operando実験 自動測定／代行測定 XRD同時測定	~70 keVまでを広くカバー In-situ/Operando実験を中心 に対応	蛍光検出器／分 光器の老朽化対 策を検討
B2ビームライン 共用枠追加		自動測定／代行測定に対応	30%程度を想定

# 分光ID BLs

時間分解分光（QXAFS）、複合試料環境分光、分光イメージングの強化。

- BL39XU

- 複合環境XAFS
- 発光分光/HERFD-XAFS
- 走査型ナノ分光イメージング

- BL37XU

- ミリ秒QXAFS
- 分光イメージング（走査型、結像型）

# BL39XU: X線吸収・発光分光BL

## DCM

✓ Si 111/220

**NEW**

## HCM Co-axis exit

✓  $\Delta Z \sim 55 \mu\text{m}$

@  $\theta_G = 2\sim 8 \text{ mrad}$

**NEW**

## DXPR

✓ 4.92~16 keV

✓  $P_C > 0.9$

✓  $\sim 30 \text{ Hz}$

**NEW**

## EH1-KB

✓  $1 \text{ (V)} \times 10 \text{ (H)} \mu\text{m} @ 4.92\sim 30 \text{ keV}$

✓  $1 \times 10^{13} \text{ photons/s} @ 30 \text{ keV}$

✓ Defocusing:  $> \square 30 \mu\text{m}$

**NEW**

## EH2-Wolter

✓  $1 \text{ (V)} \times 15 \text{ (H)} \mu\text{m} @ 4.92\sim 20 \text{ keV}$

✓  $3.7 \text{ (V)} \times 5.0 \text{ (H)} \mu\text{m}$  with virtual slit

✓  $1.5 \times 10^{13} \text{ photons/s} @ 20 \text{ keV}$

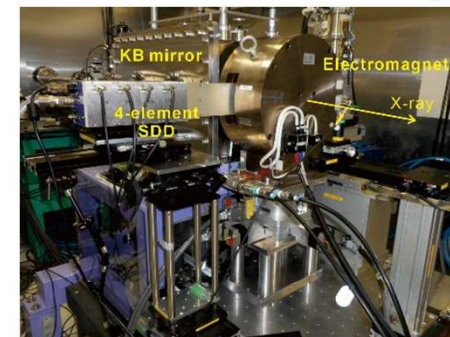
- ◆ HCM の導入 ナノ分光イメージングの強化
- ◆ DXPR の導 直線・円・楕円偏光の自由度の提供
- ◆ KB & Wolterミラーの導入 分光計測の高速化
- ◆ EH2 の新設 高ニーズXES/HERFD の利便性向上

## EH3: X線ナノ分光

XAFS・XMCD, XRF, Imaging

✓ Magnetic field

✓ 2D/3D-XAFS・XMCD imaging

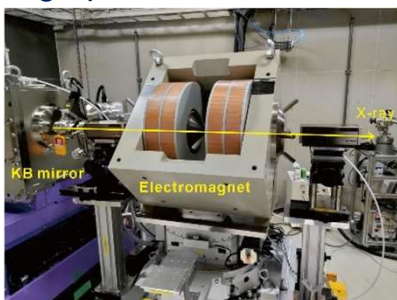


## EH1: 複合極限環境下X線分光

XAFS・XMCD + XRD

✓ High magnetic field

✓ High pressure

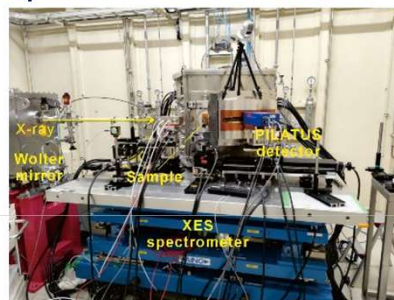


## EH2: X線発光分光

XES・HERFD-XAFS・XRS

✓ Low (high) temperature

✓ Operando/in-situ meas.



**NEW**

## EH3-KB

2024年7月に共用を再開

## QXAFS:

- テーパーアンジュレーターの利用
- 時間分解能：ミリ秒/spectrum

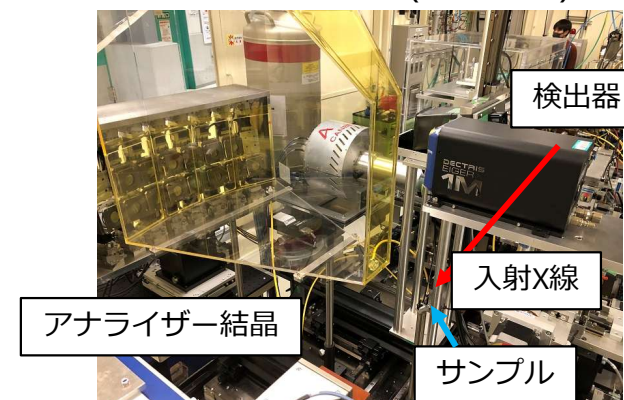
## 走査型分光イメージング:

- 色収差がないミラー集光光学系
- テンダーX線領域への拡張

## 全視野型分光イメージング:

- 時間分解計測への拡張
- 広視野 + 高空間分解能検出器
- AKBミラーによる結像型蛍光X線顕微鏡の検討

HERFD-QXAFS (BL36XU)



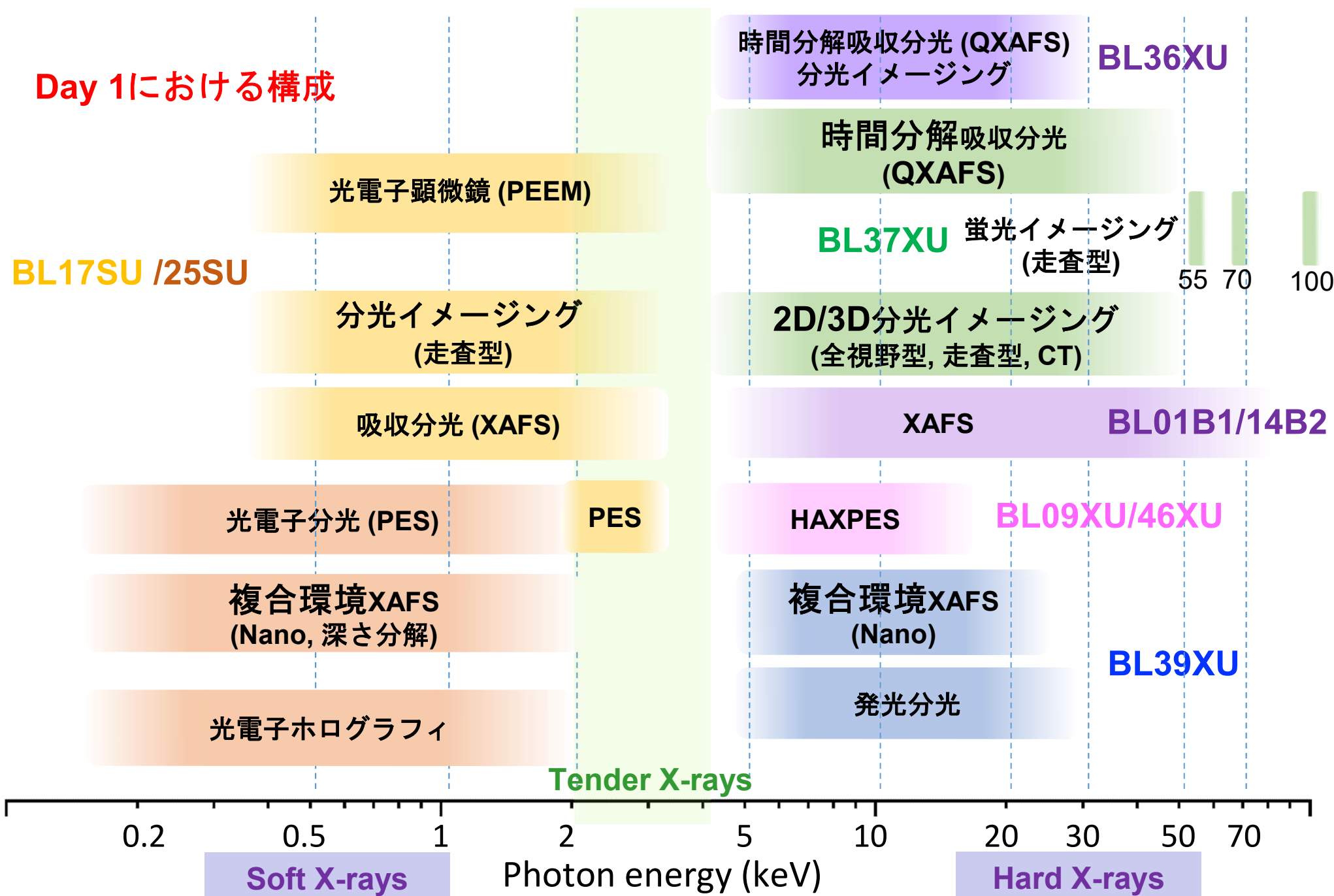
K. Higashi, et al., *in preparation*

S. Matsuyama, et al., *Sci. Rep.* **7**, 46358 (2017).  
S. Matsuyama, et al., *Opt. Exp.* **27**, 018318 (2019).

# 赤外BL

- SPring-8-IIでは継続しない。
- 2025B期の終わりまでには共用運転を継続。
- 放射光IR利用のアクティビティを維持するため、実験装置の一部をUVSORに移設することを計画中。

# SPring-8-IIにおける分光BL群のポートフォリオ JASRI





分光BL群のSPring-8-IIにおけるポートフォリオと高度化計画を紹介。

- HAXPES BLs（以前のWSで報告）
  - － 4装置を2本のBLに集約
- 軟X線BLs
  - － BL17SUと25SUに集約。
  - － 高輝度化、高分解能化、テnderX線領域に対応。
- 汎用XAFS BLs
  - － 既存の2本に加えて共用ビームタイムを確保し、需要の拡大に対応
- 分光ID BLs
  - － QXAFS、分光イメージング、複合環境分光を強化
- 赤外BL：2025Bで共用を終了

皆様からのインプットを歓迎します。