

- ・ 近況 国内外の状況、SPring-8

- ・ 現状

 - 加速器の技術開発

 - ビームライン基幹部の高性能化

 - 情報技術に関する状況

 - 利用制度の改正

- ・ 再編、整備のコンセプト

- ・ ビームライン再編

 - 直近で整備完了：

 - BL39XU ←河村さんからの報告

 - 整備進行中：

 - BL40XU ←関口さんの報告

 - BL15XU←玉作さんの報告

BL再編の効果例： **BL04B2**

 - ←山田さんからの報告

SPring-8の近況

と次のセッションの
頭出しとしての

BL再編

の概要のご報告

坂田修身 (JASRI)

第7回 特定放射光施設BLsアップグレード検討ワークショップ

250301 @秋葉原

▪ SPring-8

加速器・インフラの老朽化が進行

液体窒素循環システム

SPring-8-Ⅱ整備（事業実施期間：令和6年度(2024)～10年度(2028)）

2024年11月2024年度補正予算として170億円が措置

（2028年度までの5年マル債総額499億円が閣議決定）

（**SPring-8-Ⅱ**については**矢橋氏の報告**）

ビームラインのアップグレードを2018年より実施中

• 国内外の情勢

2024.4～ 3GeV高輝度放射光施設ナノテラス（共用3BL、専用7BL）が稼働

2025.3.3～ 共用開始@ナノテラス

世界の大型放射光施設は第4世代へ（2020年代）

欧州ESRF-EBS（2020.末～），米国APS-U（2024,6～），ドイツPETRA IV（**UPG実施中**），
中国HEPS（**建設中**），韓国4GSR（**建設中**），**SLS2.0（UPG実施中）**，
Diamond-II（UPG実施中）

• 状況

SPring-8/SACLA中間評価 2024年6月～12月

5年毎を目途に実施。前回指摘事項に対するフォローアップなどの議論

2024年12月26日付で中間評価報告書を文科省HPに公開

加速器の技術開発（詳細：矢橋さんの報告）

次世代光源SPring-8-IIに向けた加速器設計・開発

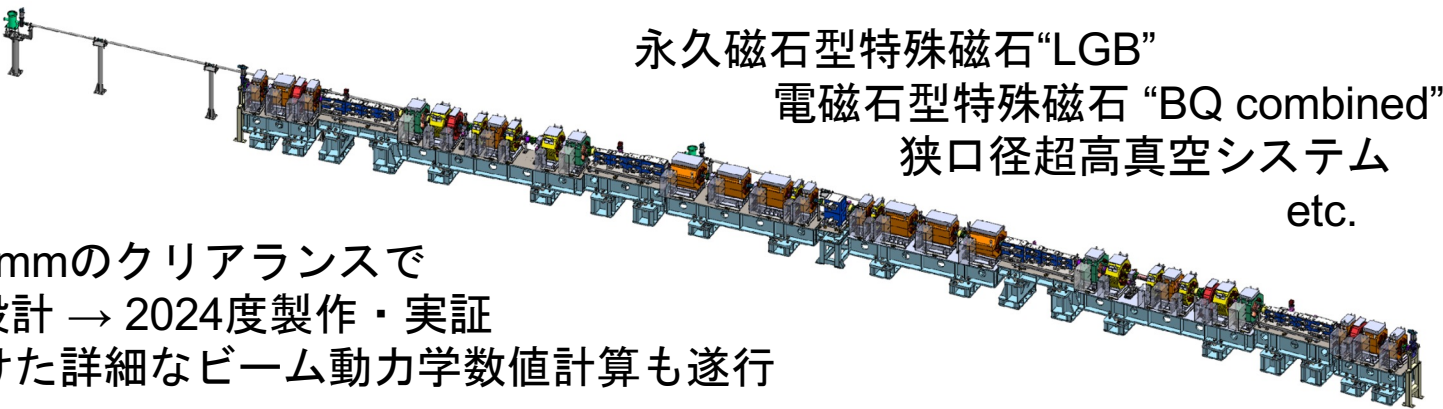
“マルチバンド・ラティス”と呼ばれる次世代加速器構造と6GeV化&永久磁石等により「約100倍明るい光を約半分の電力で実現」

	SPring-8	SPring-8-II
電子エネルギー (GeV)	8	6
蓄積電流 (mA)	100	200
電子 ビームサイズ (発光点)	$\sigma_x = 316 \mu\text{m}$ $\sigma_y = 5 \mu\text{m}$	$\sigma_x = 30 \mu\text{m}$ $\sigma_y = 5 \mu\text{m}$

新型 真空封止アンジュレータ
IVU-II



プロトタイプ
設計・製作



- ✓ お互いの装置を1mmのクリアランスで
3次元CAD上に設計 → 2024度製作・実証
- ✓ 安定な運転に向けた詳細なビーム動力学数値計算も遂行

超高安定X線分光光学系の開発と実用化

高熱負荷対応Double Channel Cut Monochromator (DCCM) のビーム評価

→光学系と電子ビームとの相関*

→40XU改修にてBL光学系として採用*

フロントエンドスリットの高精度化

→光軸中心を捉え、軌道起因の振動成分抑制

超高エネルギーX線光学系の開発と実用化

100 keV多層膜ミラーの大型化 (1.67倍) と冷却機構の改良

→フォトン数及びビームサイズ1.7倍

→15XU改修時に採用

130, 200, 300, 543keVまでのビーム評価試験

SPring-8-IIに向けたBL基幹部の更新計画

SPring-8-II計画に基づき、光軸変更に伴うBL基幹部の更新計画の検討開始*

LN2供給設備の整備 (環状配管と4基のCEの接続25年3月に完成)

*ビームライン光学技術推進室と理研と共同で
SRI, IWXM, JSR等にて報告

ビームラインネットワークの高度化

14ビームラインへ導入

データセンターへの広帯域接続に向けて、ビームラインネットワークを更新

ビームライン制御システムの高度化

11ビームラインの光学ハッチへの導入

スマート実験制御の実現に向けて、ビームライン制御・データ収集・オンライン解析の基盤システムであるBL-774を導入

検出器システムの高度化・利用支援

- 高感度で高速撮像が可能なX線画像検出器CITIUSの開発(X線回折・散乱用)
- 間接型X線画像検出器DIFRASの開発(透過X線用)
- 上記検出器および市販検出器の利用支援

SPring-8データセンター運用

- CITIUSやDIFRAS等で取得される大量データを高速転送・解析する技術の開発
- データセンター利用が不慣れなユーザー向けのユーザーインターフェース(OpenOnDemand)の導入
- 所外ユーザーとのデータ共有サービス(SPring-8 Data Flow Service)の開発
- 上記ツールの利用支援

利用制度 2024B期（下期）の改正

- ・ 専用BLおよび理研BLの共用供出対象拡大
BL16XU（分析科学I）, BL24XU（兵庫県ID）, BL32B2（施設開発BM）
- ・ 年6回募集対象BLの変更
01B1, 02B1, 02B2, 09XU, 13XU, 14B2, 16XU, 19B2, 24XU, 46XU, 47XU
- ・ SACLA成果専有課題の応募要件拡充
日本国内に法人格を有する学術研究機関に所属する方も利用可能

利用制度 2025A期（上期）の改正

- ・ 利用料の位置づけの再定義および料金体系の改正
- ・ 成果準公開利用（プロモーション利用試行版）
- ・ 消耗品費実費負担制度の改正

BL15XU（理研物質科学Ⅲビームライン）の共用供出について

1. 測定手法 ・ イメージング（ラミノグラフィ）
2. 供出割合 ・ 総ビームタイムの20%（2025A期第Ⅱ期から24シフト予定）
3. 対象分野 ・ 産業利用分野
「民間企業」、「産業界に準ずる機関」に所属する者が実験責任者or共同実験者の利用
4. 審査運用 ・ 年6回募集とし、産業利用分科会で審査を行う

ポートフォリオ（2022 昨年のシンポジウムの矢橋氏の報告を一部追記）

カテゴリー	特徴	評価軸	割合
(A) Measurement (Production)	- ルーチン計測 - DX/オートメーション - ハイスループット	- 成果の広がり - 潜在ユーザーへの訴求 - 利便性の向上	~60%
(B) Experiment (Specific)	- テイラーメイド実験 - 戦略的な活用	- Visibility/戦略性 - 国際的な評価	~30%
(C) Development	新技術 (X線光学系、検出器、手法)	- 世界一かどうか (A) (B) への波及	~10%

再編のコンセプト

- 硬X線領域の重点化
- オペランド構造解析のニーズへの対応
- ビームライン・計測制御系を共通化
- 産学連携のさらなる促進
- 重複装置の集約や配置最適化

ビームライン (BL) 再編

- 共用ビームラインの再編・高度化 (15本+α) 青字は実施中
 - PX: 45XU
 - NRS/IXS: 35XU
 - HAXPES, XAS: 09XU, 46XU, 39XU
 - Imaging: 20B2, 28B2
 - XRD、XRS: 13XU, 04B2, 08W, 15XU (40XU, 04B1, 02B1)
 - SAXS: 40XU
 - Open hutch: 47XU (EH2)
 - オートメーション: 02B2, 14B2, 40B2
- 理研BLの拡充・機能強化 (2本)
 - 専用BLからの転換: 16XU, 16B2

BLやユーザー利用装置の再編の進捗

改修前利用

改修停止

機器調整

改修後利用

ASRI
9 / 17

		(23B)										(24A)										(24B)										(25A)										(25B)																													
		#	#	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	#	#	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	#	#	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	#	#	#	1	2	3																									
発光 SAX 単結 SX光	発光分光ES整備											39XU																																																											
	SAXS専用化											40XU																																																											
	単結晶XRD											40XU→05XU																																																											
	高エネルギーR&D											05XU																																																											
	高エネルギー・回折散乱											15XU																																																											
高エネルギーR&D		05XU										理研 DM1100KEV										DM1100KEV LINZDM1100KEV microbeam																				機器移設										一部15XUへ																			
高エネルギー・回折散乱		15XU										NIMS										理研										大規模改修										ID・ハッチ更新										DM1100KEV 一部共用										DCM 共用									

共用BL :

改修前利用

改修停止

機器調整

改修後利用

- ・ **SAXS専用化@BL40XU**大規模改修

高度化された**単結晶XRD:BL40XU**、**理研BL05XU**。

理研BL :

- ・ 高E 回折散乱@**BL15XU**
- ・ 高E R&D@**BL05XU** 一部15XUへ

多層膜ミラー使用:**100 keV-ピンクビームの利用**

2024年**7月**末～実験ハッチ建設中
2024年10月～コミッショニング
2025年10月～ 共用開始予定

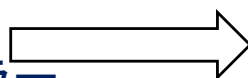
BL39XU **X線吸収・発光分光BL** 大規模改修後の調整～利用再開

スケジュール

24年1月～5月まで光学調整, 5月から実験ST調整開始, 24Aから利用開始

初めて実用化した光学系

- ・ 同軸高次光抑制ミラー
- ・ 20keV用Wolter集光ミラー



BL15XU **明るい100keV BL**として

大規模改修・調整～利用準備

スケジュール

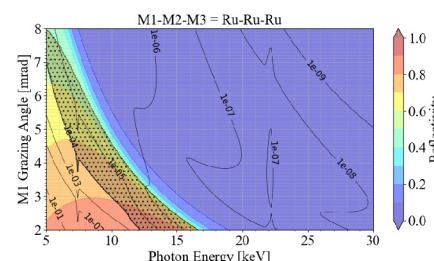
～24年9月までハッチ建設, 機器設置

9～10月 光学調整

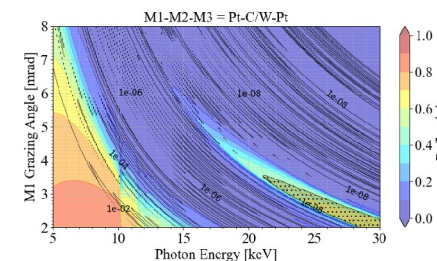
10月～ 実験ST調整開始, 利用準備

光学系: 05XU開発品を水平展開

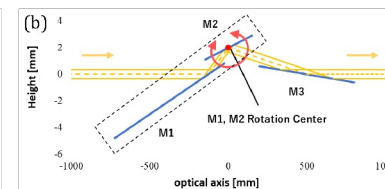
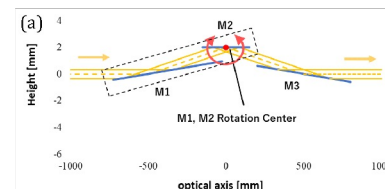
100keV多層膜の分光器・集光ミラー



$R > 0.5$, $3^{\text{rd}}/1^{\text{st}} < 10^{-4}$
5～15 keV



$R > 0.5$, $3^{\text{rd}}/1^{\text{st}} < 10^{-8}$
21～30 keV



1軸走査＋自動調整で同軸出射
 $\Delta x < 7.3 \mu\text{m}$, $\Delta y < 65 \mu\text{m}$ @EH3(35m) SRI2024

BL40XU **小角散乱BL**として大規模改修に着手

スケジュール

24年12月～25年3月までOH/EHの全面改修, ID更新

光学系: ピンクと分光ビームの切替可能

大規模改修・BL光学調整作業は
ビームライン光学技術推進室と理研と共同

X線発光分光@ **BL39XU**

新EH2（2024.7-）

XES・HERFD-XAFS・XRS

Low (high) temperature

Operando/in-situ meas.

——>

- ・ 高エネルギー分解能な測定
- ・ 反応現象の微小変化の観測
- ・ 微量元素などの電子状態の研究

高エネルギーXRD@**BL04B2**

- ・ ハイスループットPDF装置

2023.10—

100試料/日以上、113 keV、70-1073K

BL39XU: X線吸収・発光分光BL

Commissioning: January 2024~

共用利用: July 2024~

JASRI

12 / 17

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

$P_c > 0.9$

~30 Hz

41 m

NEW

EH1-KB □ As designed

1 (V) × 10 (H) μm @ 4

1×10^{13} photons/s @

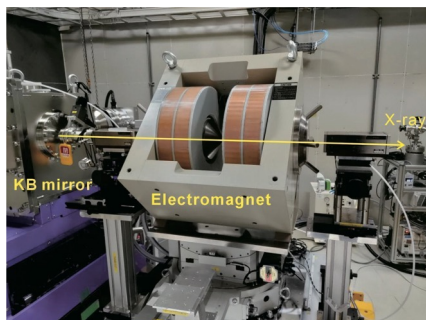
Defocusing: > 30 μm

EH1: 複合極限環境下X線分

XAFS · XMCD + XRD

High magnetic field

High pressure



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

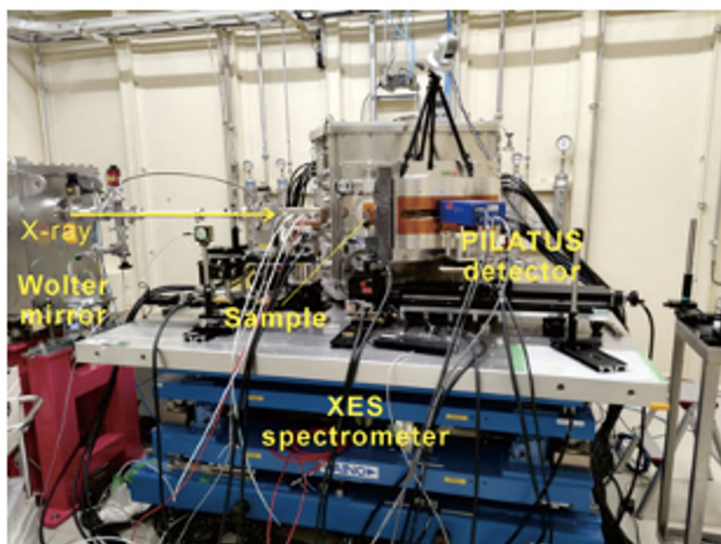
NEW

EH2-Wolter □ As designed

EH2: X線発光分光

XES · HERFD-XAFS · XRS

- ✓ Low (high) temperature
- ✓ Operando/in-situ meas.

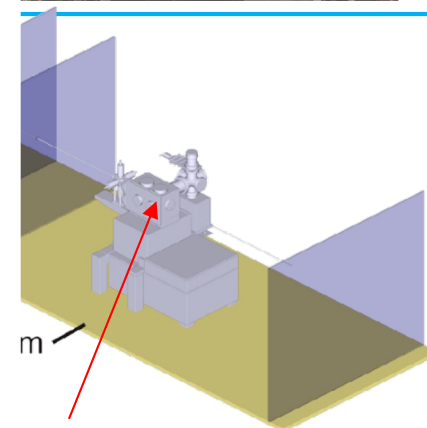
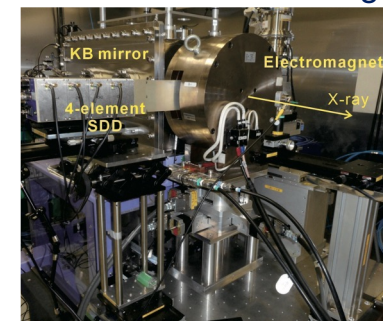


EH3: X線ナノ分光

VAFS · XMCD, XRF, Imaging

agnetic field

3D-XAFS · XMCD imaging

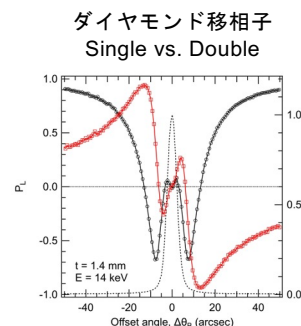
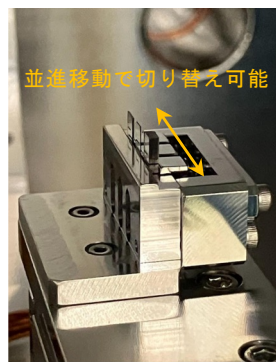
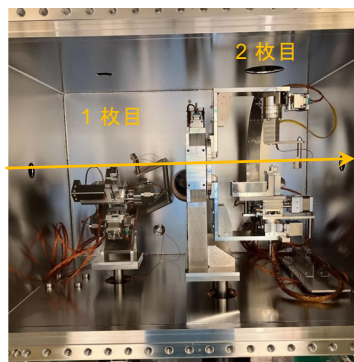


No change

× 107 (H) nm @ 12 keV
photons/s

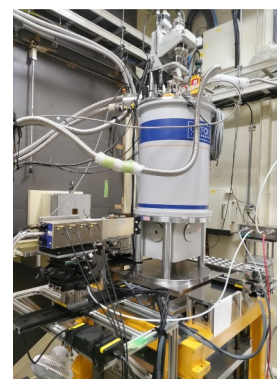
OH: X線移相子

利用可能エネルギー: 4.92 ~ 23 keV
2枚移相子 □ 直線偏光面の自由度
最大 6 枚の結晶を真空破断することなく交換可能

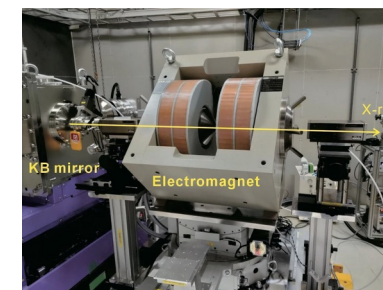


EH1: 複合極限環境下X線分光

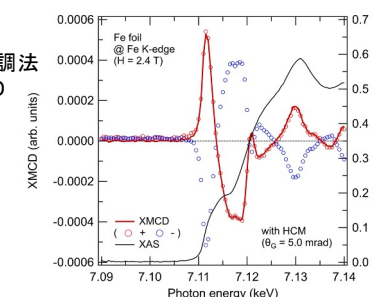
XAFS・XMCD
入射X線: 4.92 ~ 23 keV
可変偏光
強磁場・低温・高圧
検討中:
• 高圧 XRD @ 30 keV



電磁石



円偏光変調法
XMCD

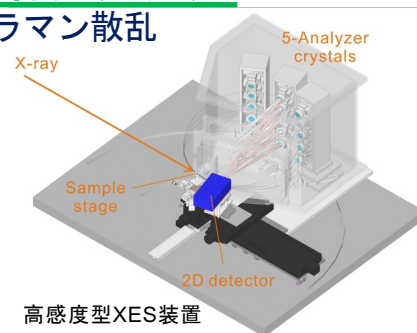


超伝導磁石

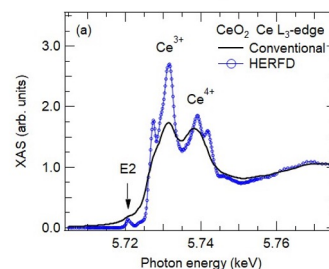
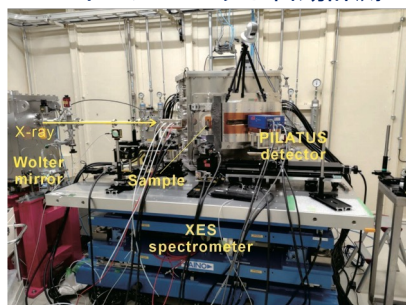
New EH2: X線発光分光

XES・HERFD-XAFS・X線ラマン散乱
蛍光X線: 4.4 ~ 27 keV
低温 XES・HERFD-XAFS
検討中:

- 高温測定
- in-situ/operando 測定
- タワー切替
- ハイスループット自動計測

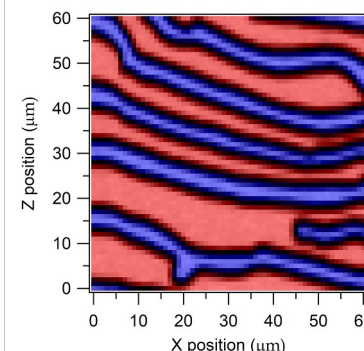


高感度型XES装置



EH3: X線ナノ分光

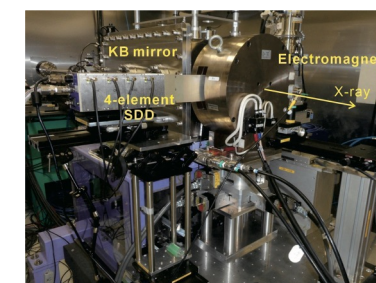
ナノXAFS・XMCD
走査型 XRF (< 16 keV)
2D/3D-XAFS・XMCD imaging



GdFeCo膜のXMCDイメージング
(60 × 60 μm, 1 μm step (15分程度))



高感度 7 素子 SDD

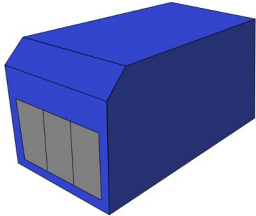


BL40XU 共用SAXSへの改修

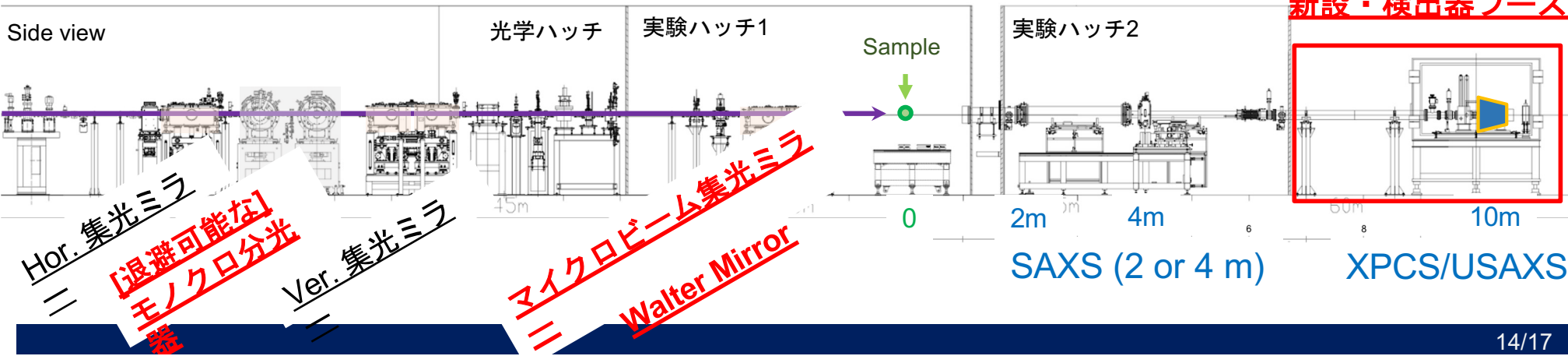
2024年12月より工事開始、**2025B期**からの利用再開の予定。
改修期間はBL05XU等でユーザーの受け入れ

	～2024年12月	2024年12月～2025年09月	2025年10月～2027 2028	SPring-8-II
EH1	μビーム/時間分解 SAXS/WAXS	SAXS専用 BLへ改修 ダウンタイム	μビームSWAXS 時間分解SWAXS XPCS	高時分解SWAXS 空間分解SWAXS SWAXS-CT 高時分解XPCS/USAXS
EH2	単結晶構造解析	ITインフラ整備他		

- **SPring-8-II 対応の標準ID**へ入れ替え
- **準単色/単色**の切り替え利用 (8-15 keV +α)
- 検出器ブース新設し、**カメラ長 10 m**を確保
- **マイクロビーム集光**(ウォルターミラー)
- 積分型X線検出器**CITIUS**を段階的に導入

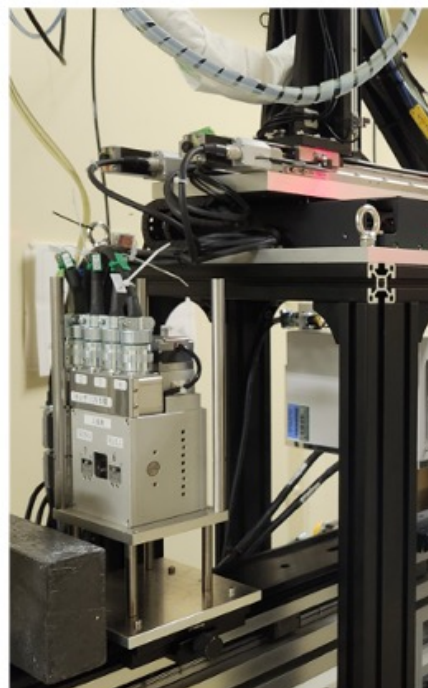


CITIUS 840k





小角・高圧測定装置群 (~2023.3)

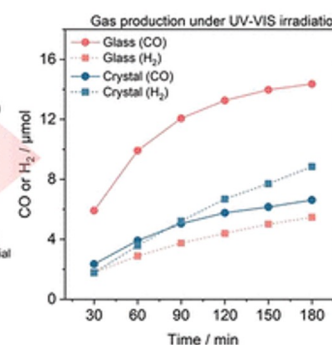
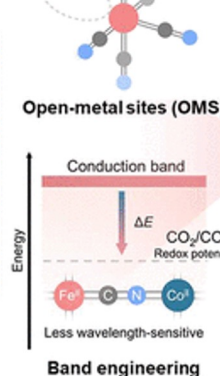
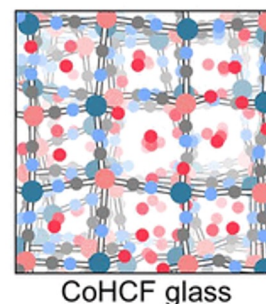


<ハイスループットPDF測定装置>
@BL04B2 (2023 B--)

装置利用率 2023B : 28%, 2024A: 32%
2024B : 38%, 2025A 65% (予定)

- ・ 最大100倍の高速化
- ・ 容易な温度制御
(高温/低温窒素吹き付け)
- ・ サンプルチェンジャー
(最大50サンプル搭載可能)

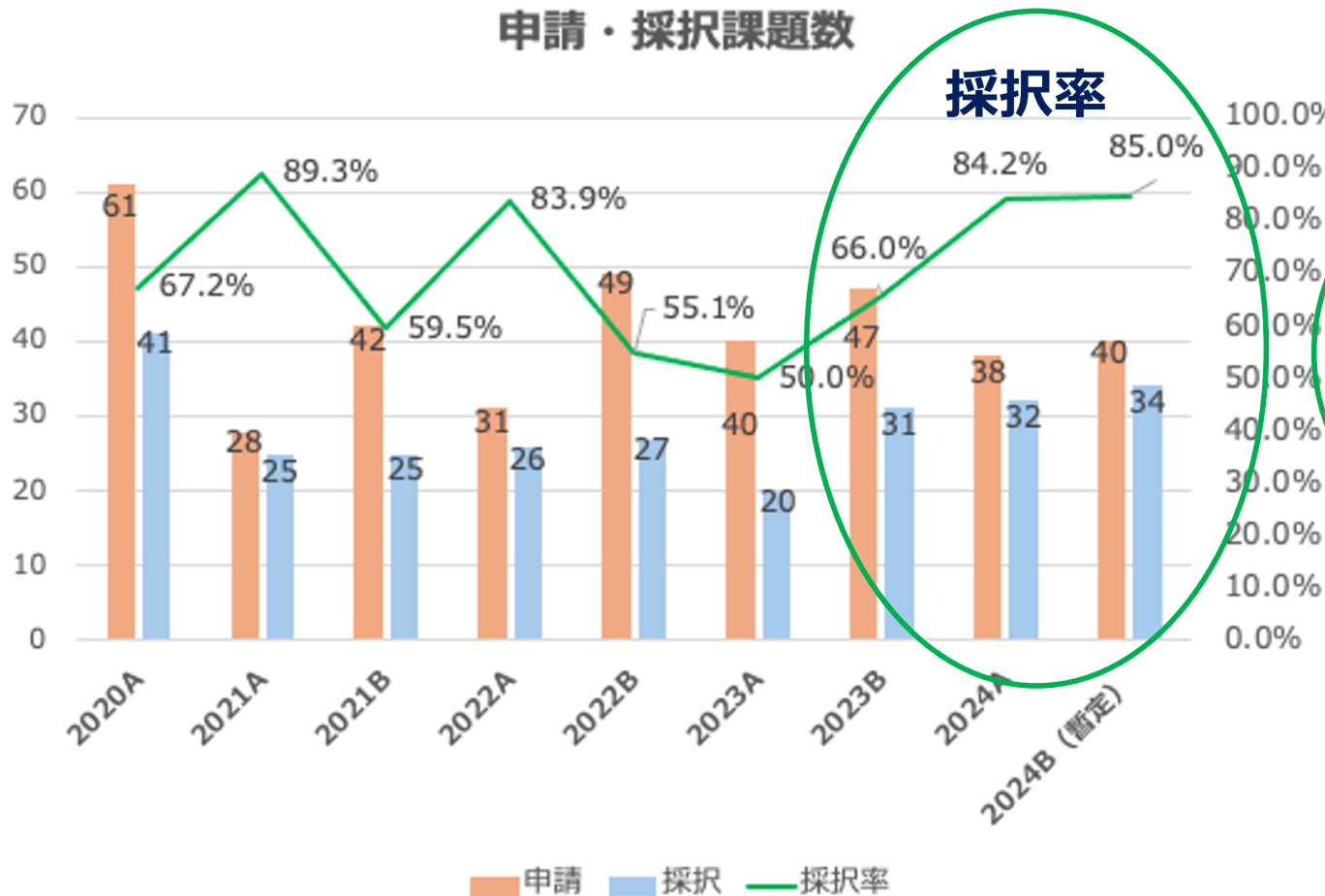
成果の例 : MOFガラスの歪み構造を可視化



S, Kosasang *et al.*, J. Am. Chem. Soc.
2024, 146, 26, 17793–17800.

BL04B2のアップグレードの効果

2023A期に実験装置立ち上げ・調整を完了



【～2023A】

1課題あたりの平均配分
シフト数：8.39シフト

【2023B～】

1課題あたりの平均配分
シフト数：6.95シフト
⇒1.44シフト（約18%）減

採択課題数の増加
（採択率の改善）

	2020A	2021A	2021B	2022A	2022B	2023A	2023B	2024A	2024B (暫定)
1課題あたりの 平均配分シフト数	7.56	8.76	8.96	8.31	8.33	8.40	7.26	6.72	6.88

近況と現状の報告

- ・ 近況 国内外の状況、SPring-8
 - ・ 現状
 - 加速器の技術開発
 - ビームライン基幹部の高性能化
 - 情報技術に関する状況
 - 利用制度の改正
 - ・ 再編、整備のコンセプト
 - ・ ビームライン再編
- BL再編の効果例： BL04B2

引き続き、詳細

SP8 / BL04B2

JASRI 山田大貴(5分) / 東京大学・脇原徹(15分)

SP8 / BL39XU

JASRI 河村直己(5分) /
大阪公立大学・三村功次郎(15分)

SP8 / BL40XU

JASRI関口博史 今年度の状況(15分)