

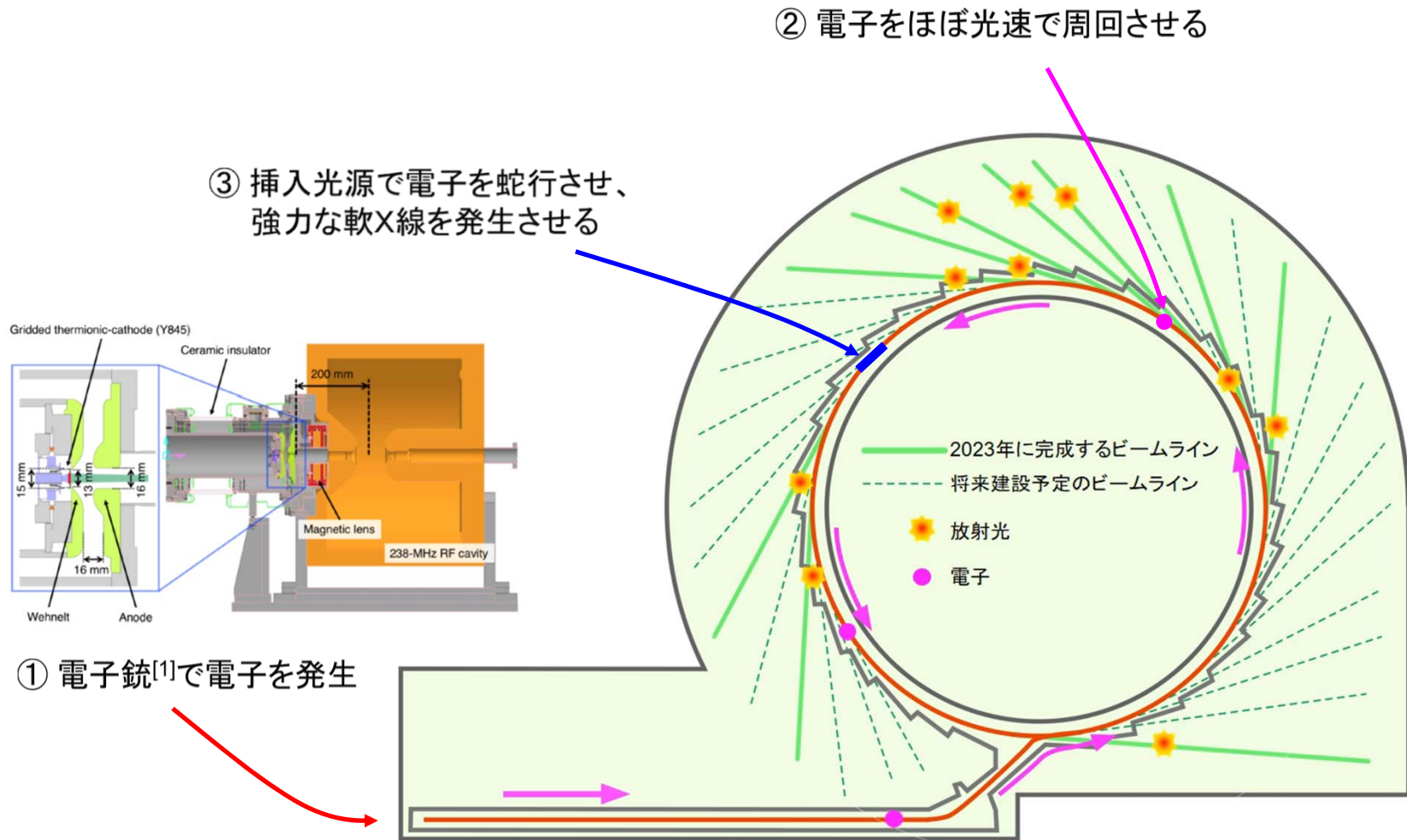
次世代放射光ビームラインの概要と利活用ケース

東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター (SRIS)

放射光次世代計測科学連携研究部門 中村哲也



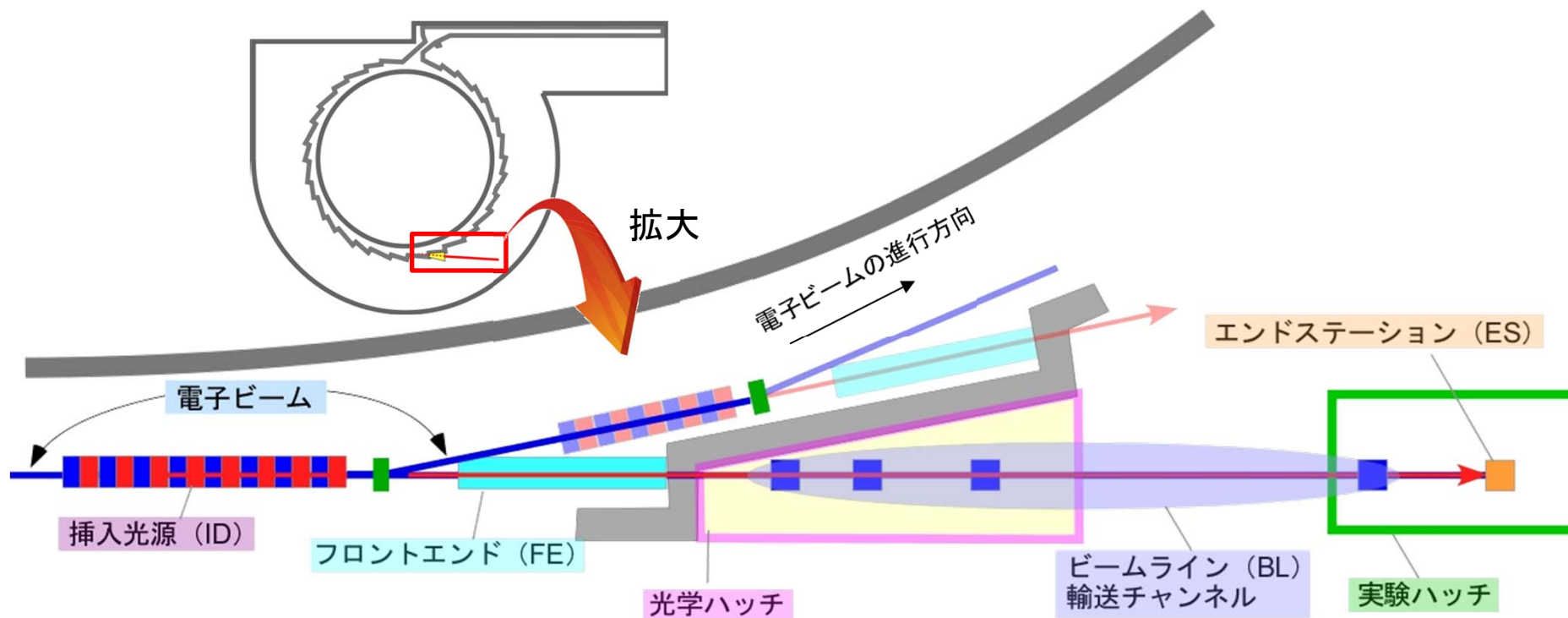
次世代放射光施設における高輝度軟X線の発生原理概要



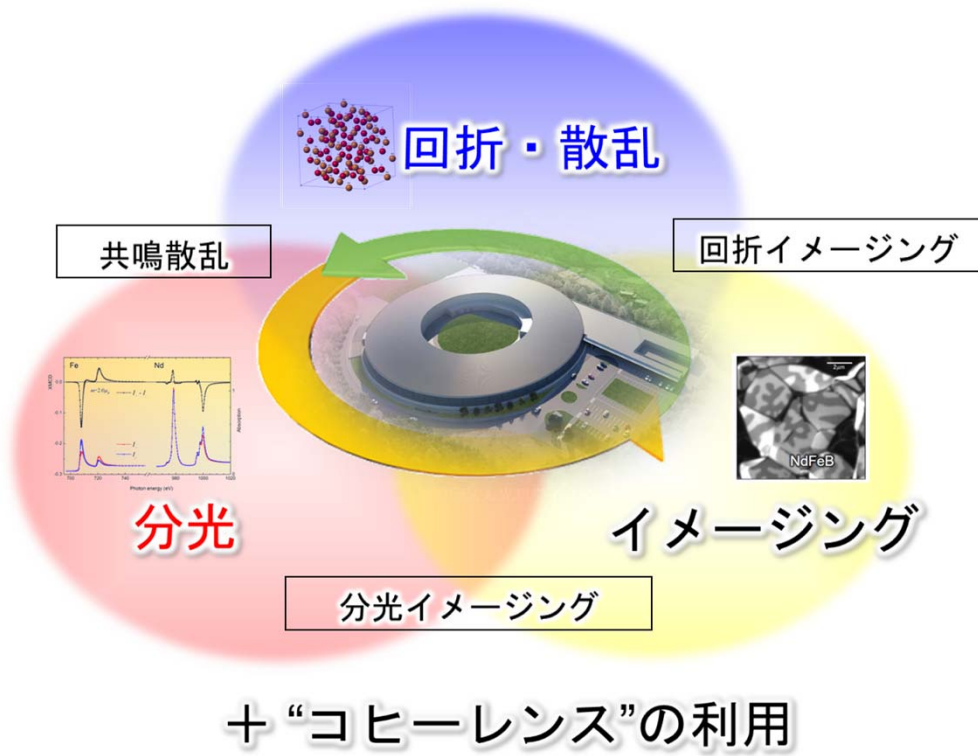
[1] T. Asaka *et al.*, Phys. Rev. Accel. Beams **23**, 063401 (2020).

次世代放射光ビームラインの基本構成

ビームライン設置可能総数 28本
⇒ アンジュレータ 14本 (残 6本)
⇒ ウィグラー 14本 (残 12本)



放射光解析の種類と初期整備ビームラインの配置

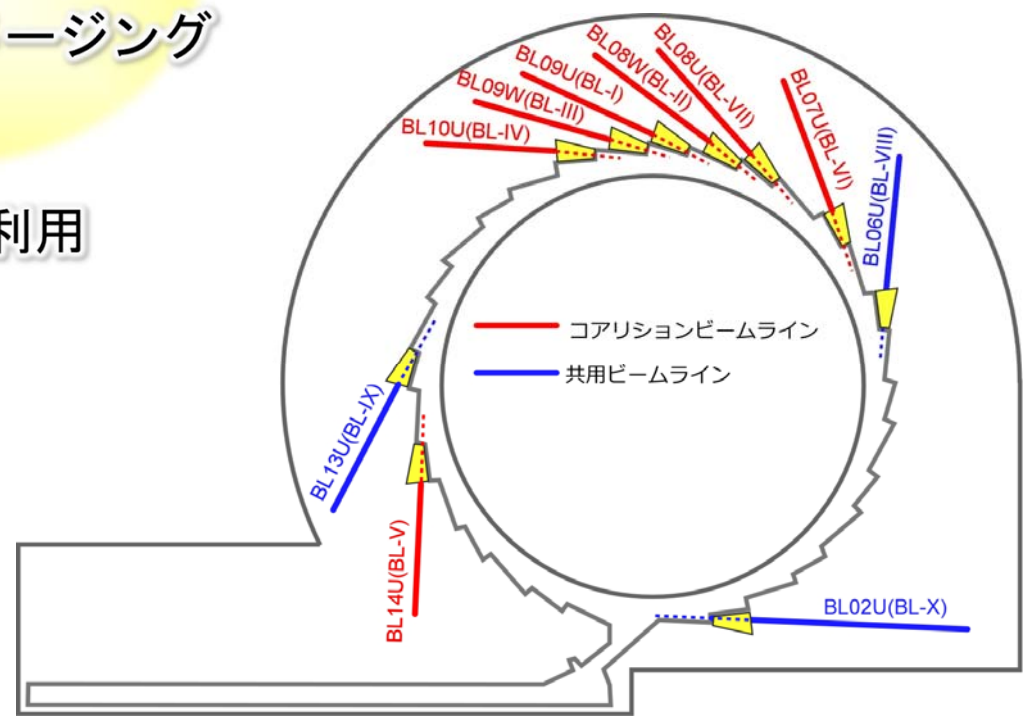


○ コアリジョンビームライン

- BL-I (09U) : X線オペランド分光, HAXPES
- BL-II (08W) : 構造解析, XAFS
- BL-III(09W) : 階層構造, SAXS/WAXS
- BL-IV(10U) : X線コヒーレントイメージング
- BL-V(14U) : 軟X線イメージング
- BL-VI(07U) : 軟X線電子状態解析
- BL-VII(08U) : 軟X線オペランド分光

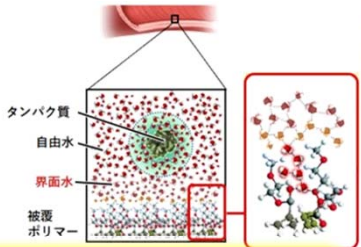
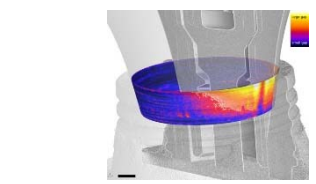
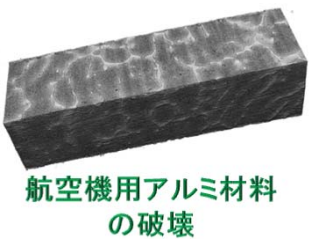
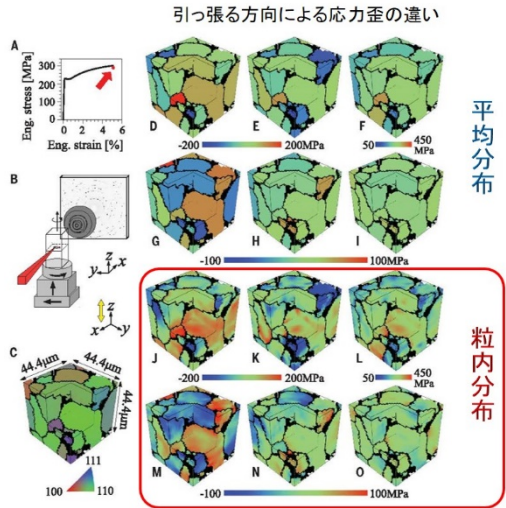
○ 共用ビームライン

- BL-VIII(06U) : ナノ軟X線PES
- BL-IX (13U) : ナノ軟X線吸収分光
- BL-X (02U) : 高分解能RIXS

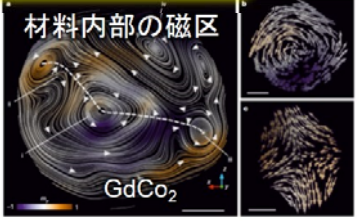
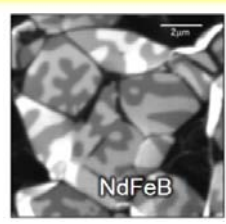
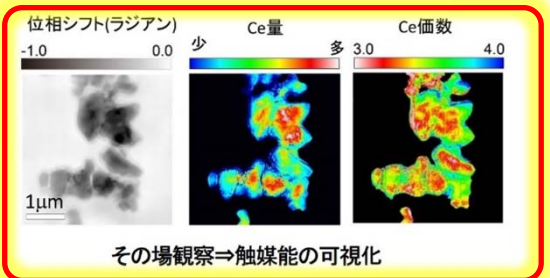


ナノの可視化で広がる活用分野

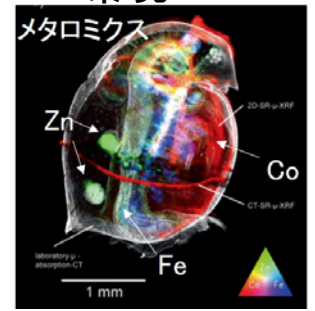
機械、素材 破壊・耐久性



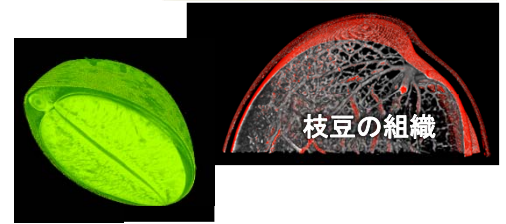
エネルギー・資源・化学



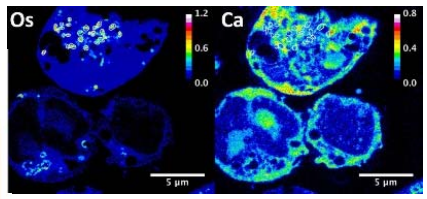
環境



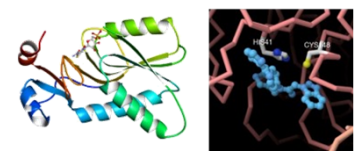
農林水産



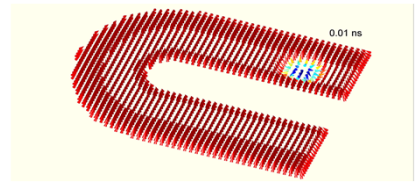
医学、医療



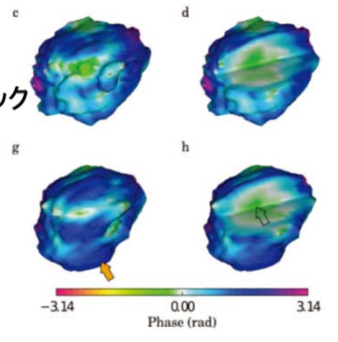
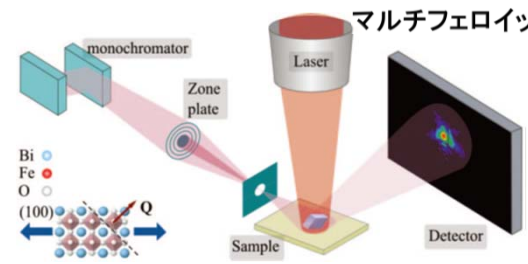
薬学



電流で駆動するスキルミオン



ナノテク・エレクトロニクス



放射光による磁石材料研究の展開

(特定の材料に注目した放射光利用成果の例)

H. Okazaki *et al.*,
Acta Materialia,
181, 530 (2019)

Electron Density by MEM (2016-)

N. Tsuji *et al.*,
Acta Materialia
154, 25 (2018).

Phase changes using *in situ* XRD (2012 -)

T. Nakamura *et al.*,
Appl. Phys. Lett.
105, 202404 (2014).

GB magnetism using Soft XMCD (2012 -)

T. Nakamura *et al.*,
Under development

Scanning X-ray Back Scattering Diffraction (2016 -)

D. Billington *et al.*,
Phys. Rev. Mater.
2, 104413 (2018).

Vivid & high resolution Magnetic imaging

K. Miyazawa *et al.*,
Acta. Materialia
162, 1 (2019).

Magnetic domain Imaging using Hard X-ray MCD (2013 -)

M. Suzuki *et al.*,
Synchrotron Radiation News **33**, 4 (2020).

3D Magnetic CT (2018 -)

S. Kobayashi *et al.*,
Phys. Rev. Mater.
4, 094405 (2020)

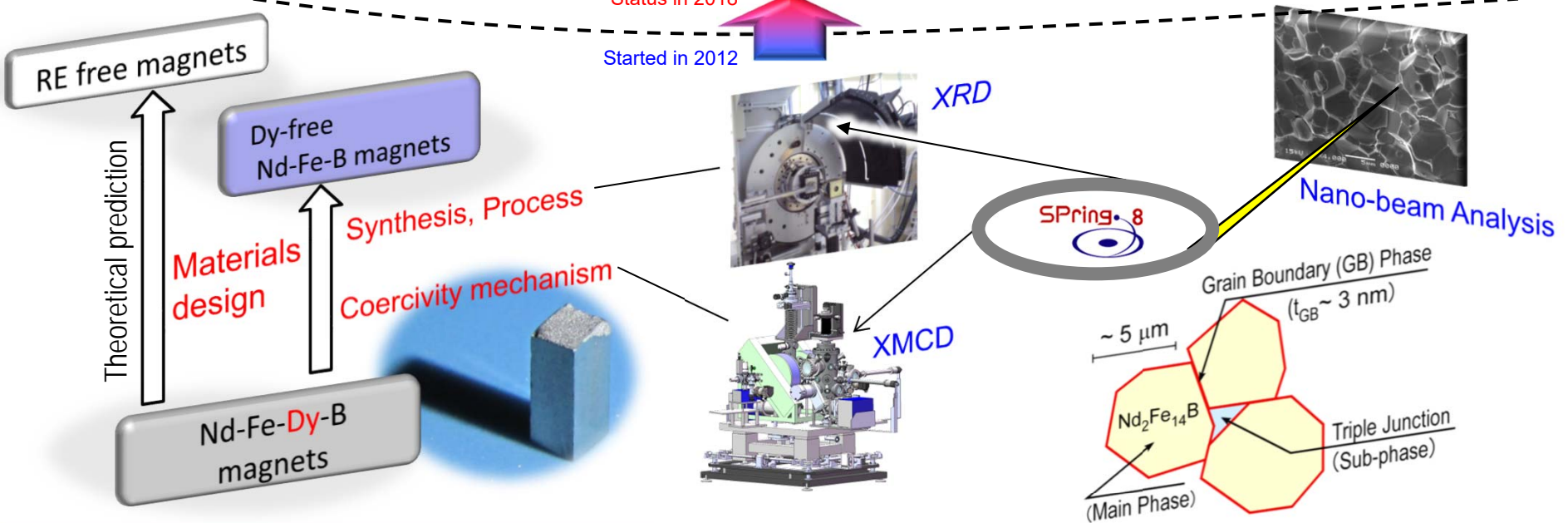
Strain in bulk sample by XRD (2020-)

Y. Kotani *et al.*,
Under development

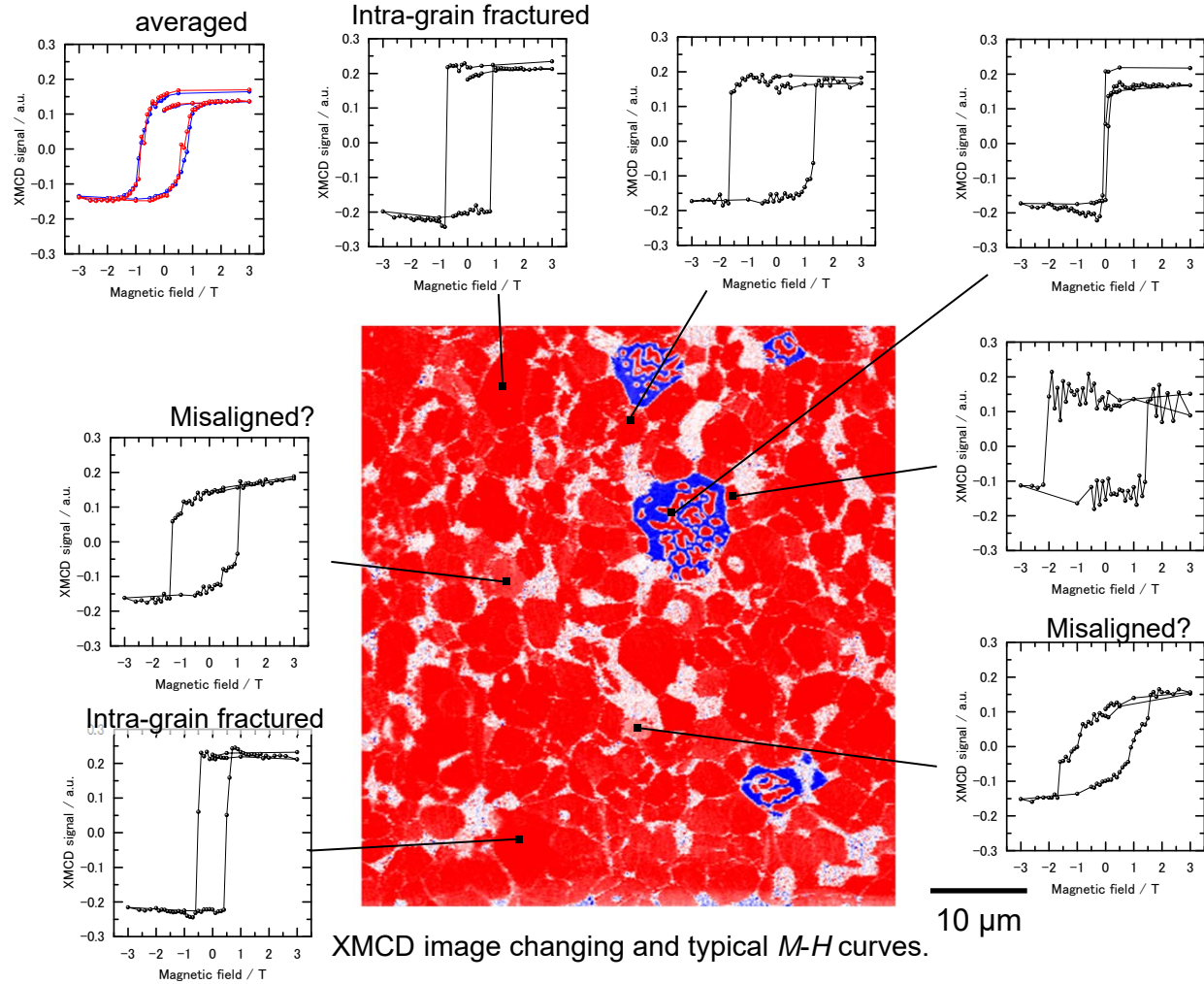
high-temperature (~200°C)

Y. Kotani *et al.*,
J. Synchrotron Rad.
25, 1444 (2018).

Development of Soft X-ray MCD microscope (2014 -)



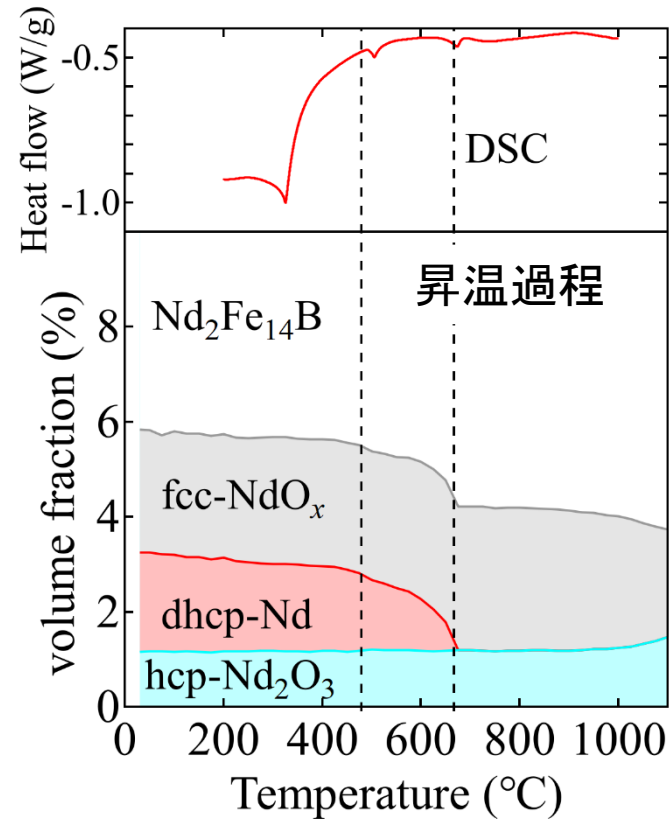
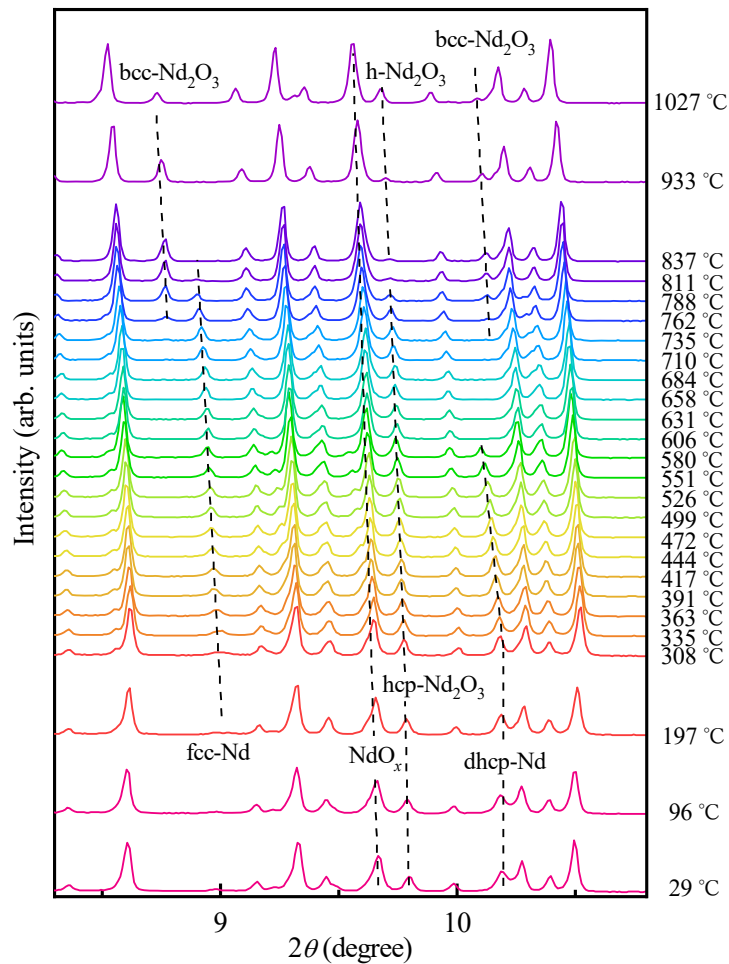
放射光軟X線磁区顕微技術による局所磁気特性解析の実現



XMCD image changing and typical $M-H$ curves.

放射光高温 *in situ* X線回折と高信頼相図の作成

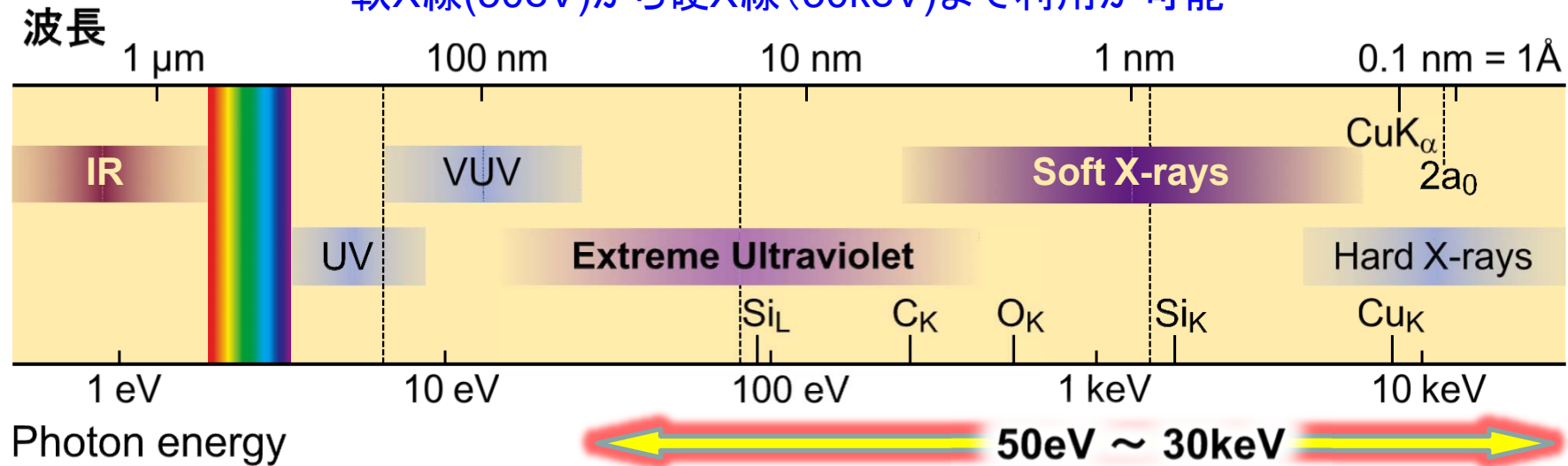
Nd-Fe-B焼結磁石における熱処理過程の相図決定



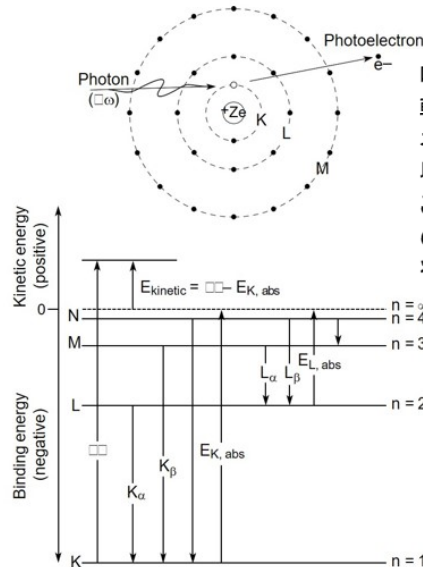
素材・材料研究で重要な知見の提供

次世代放射光施設の強み (I): 広いエネルギー領域

軟X線(50eV)から硬X線(30keV)まで利用が可能



様々な原子の吸収端



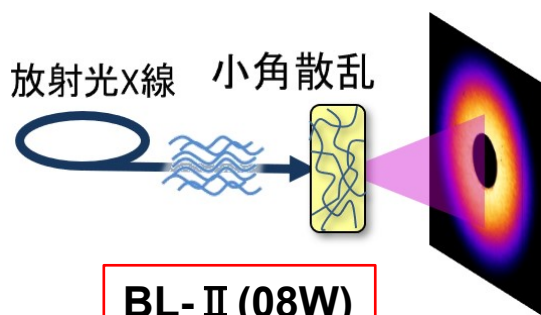
吸収端では原子軌道に対応したエネルギーの光が吸収される。これを利用し元素の位置および化学状態を探索できる。

Element	Z	$K_{\text{abs-edge}}$ (eV)	$L_{\text{abs-edge}}$ (eV)
Li	3	55	—
Be	4	112	—
C	6	284	—
N	7	410	—
O	8	543	—
Al	13	1,560	73
Si	14	1,839	99
S	16	2,472	163
Ca	20	4,039	346
Ti	22	4,966	454
V	23	5,465	512
Cr	24	5,989	574
Fe	26	7,112	707
Ni	28	8,333	853
Cu	29	8,979	933
Se	34	12,658	1,434
Mo	42	20,000	2,520
Sn	50	29,200	3,929
Xe	54	34,561	4,782
Pt	78	78,395	11,564
Au	79	80,725	11,919

SPring-8で利用できない
軟X線領域(50eV)から
硬X線領域(30keV)まで
の光のエネルギーをカバーする。

吸収端のエネルギーに波長を選択し、
Li(吸収端55eV)まで、
軽元素の位置、化学状態を
ナノレベルで可視化する。

次世代放射光施設の強み(Ⅱ):コヒーレンスの多面的活用



BL-Ⅱ (08W)

分子・組織構造の可視化

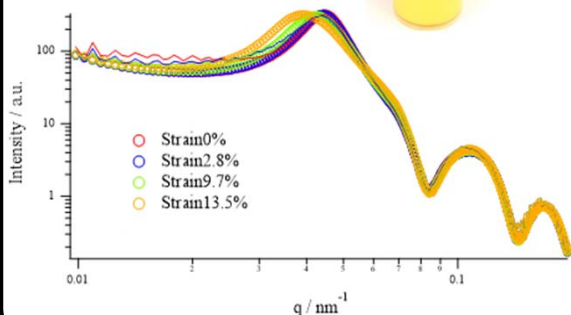
小角X線散乱

原子・分子レベルでの
平均構造と物性の評価

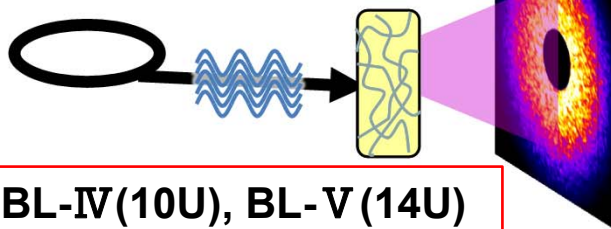
粒子分散



小角X線散乱データ



コヒーレント散乱



BL-Ⅳ(10U), BL-Ⅴ(14U)

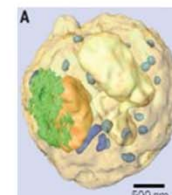
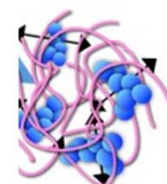
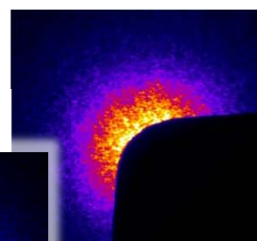
組織動態の可視化

XPCS: X線光子相関法

分子レベルでの硬さ・
不均一性の評価

硬化
メカニズム

コロイドの運動



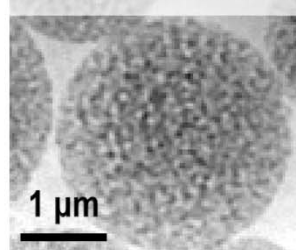
局所構造の2D/3D画像

タイコグラフィー

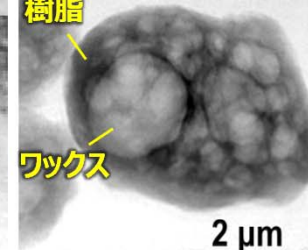
ナノスケール可視化による
不規則な構造の詳細評価

ボイド・粒子分散・相分離構造

液クロ用シリカゲル

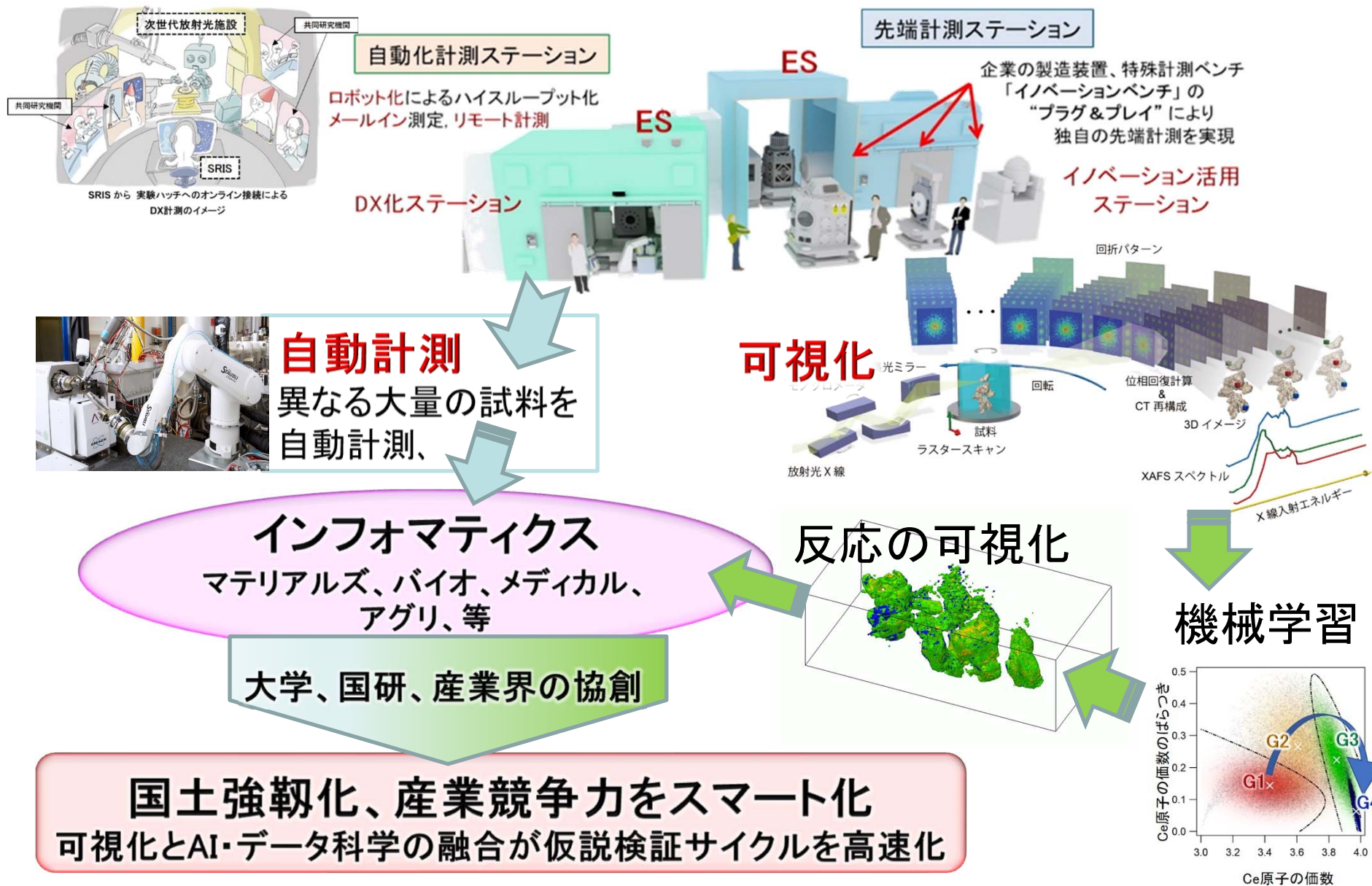


樹脂 トナー粒子



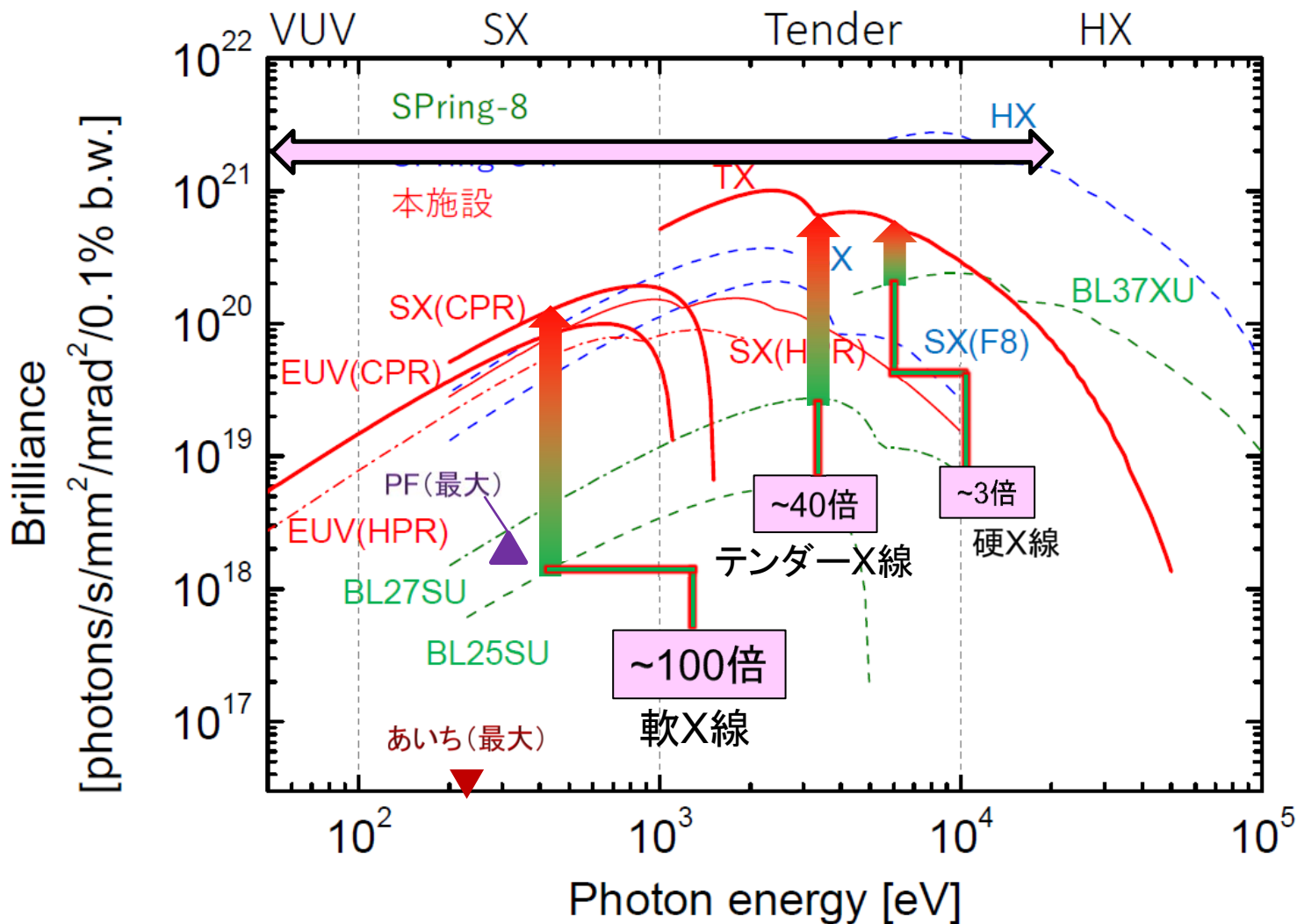
31 nm / pixel

次世代放射光施設の強み(Ⅲ): DX化とデータ駆動型サイエンスの展開



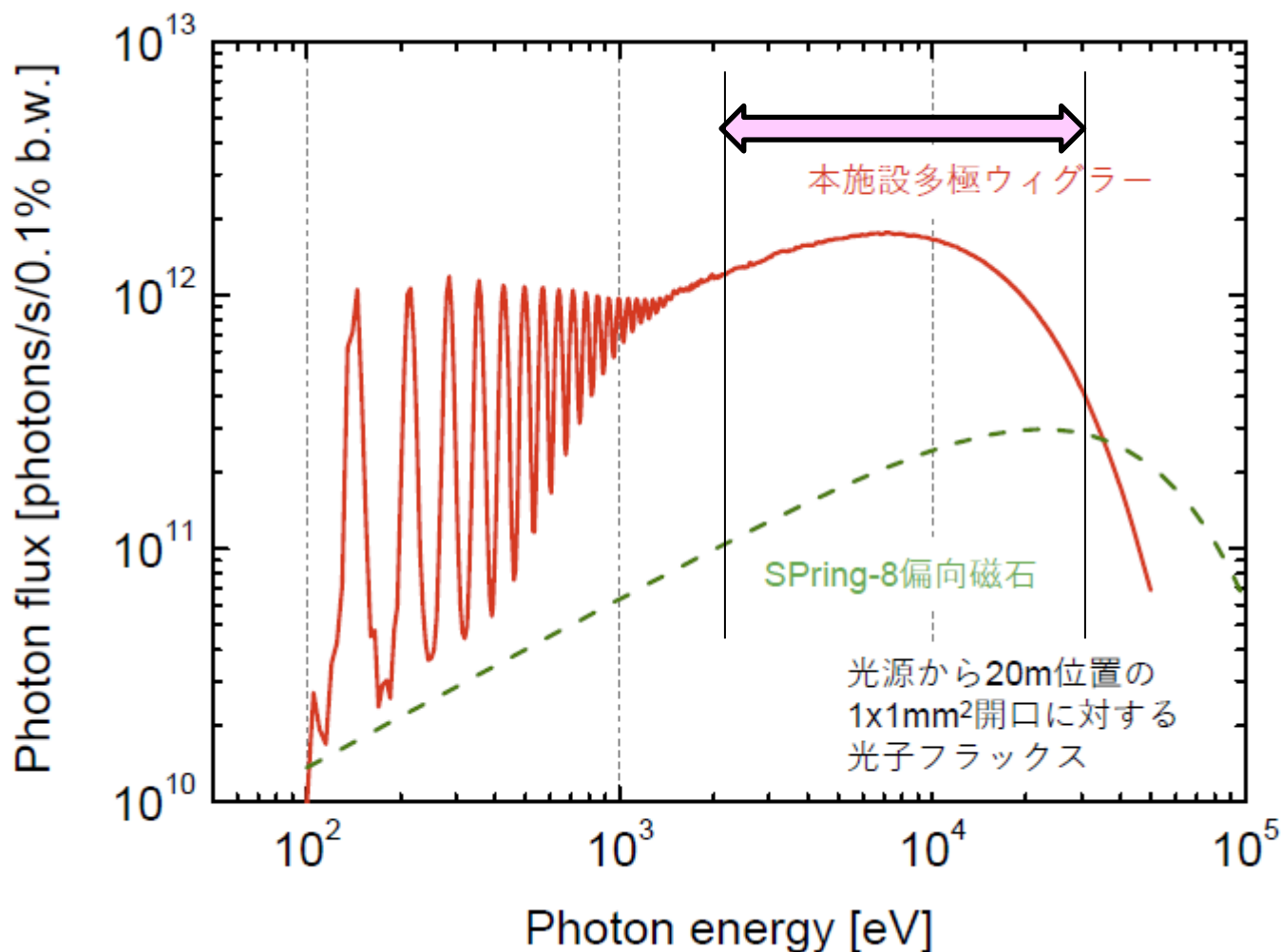
次世代放射光のアンジュレータ光源性能

SPring-8に比べ、軟X線、テンダーX線で圧倒的、硬X線領域でも10 keV以下は依然有利



次世代放射光のウィグラー光源性能について

次世代放射光施設では、偏向磁石BLを設けず、多極ウィグラー(MPW)を採用する。
2 keV 以上で利用でき、30 keV まではSPring-8の偏光磁石BLに対する有意性がある。



東北大学SRISのコアリションBL建設・運用体制

東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター(SRIS)

村松 淳司	センター長・教授
中村 哲也	教授
高田 昌樹	教授
高橋 幸生	教授
虻川 匡司	教授
西堀 麻衣子	教授
原田 慈久	教授 (東大)
松田 巖	准教授 (東大)
矢代 航	准教授
江島 文雄	准教授
山本 達	准教授
篠田弘造	准教授
SEPEHRI AMIN HOSSEIN	准教授 (NIMS) ※共同研究
真木 祥千子	講師
羽多野 忠	助教
石黒志	助教
姜正敏	助教
小川修一	助教

御指導・御協力を頂いている外部有識者 先生方

石川 哲也	理化学研究所・放射光科学研究センター, センター長
後藤 俊治	高輝度光科学研究センター・光源基盤部門, 部門長
矢橋 牧名	理化学研究所 放射光科学研究センター グループディレクター
大橋 治彦	高輝度光科学研究センター・光源基盤部門, グループリーダー
田中 隆次	理化学研究所 放射光科学研究センター グループディレクター
高橋 直	高輝度光科学研究センター・光源基盤部門, チームリーダー
仙波 泰徳	高輝度光科学研究センター・光源基盤部門, チームリーダー

技術系出向者

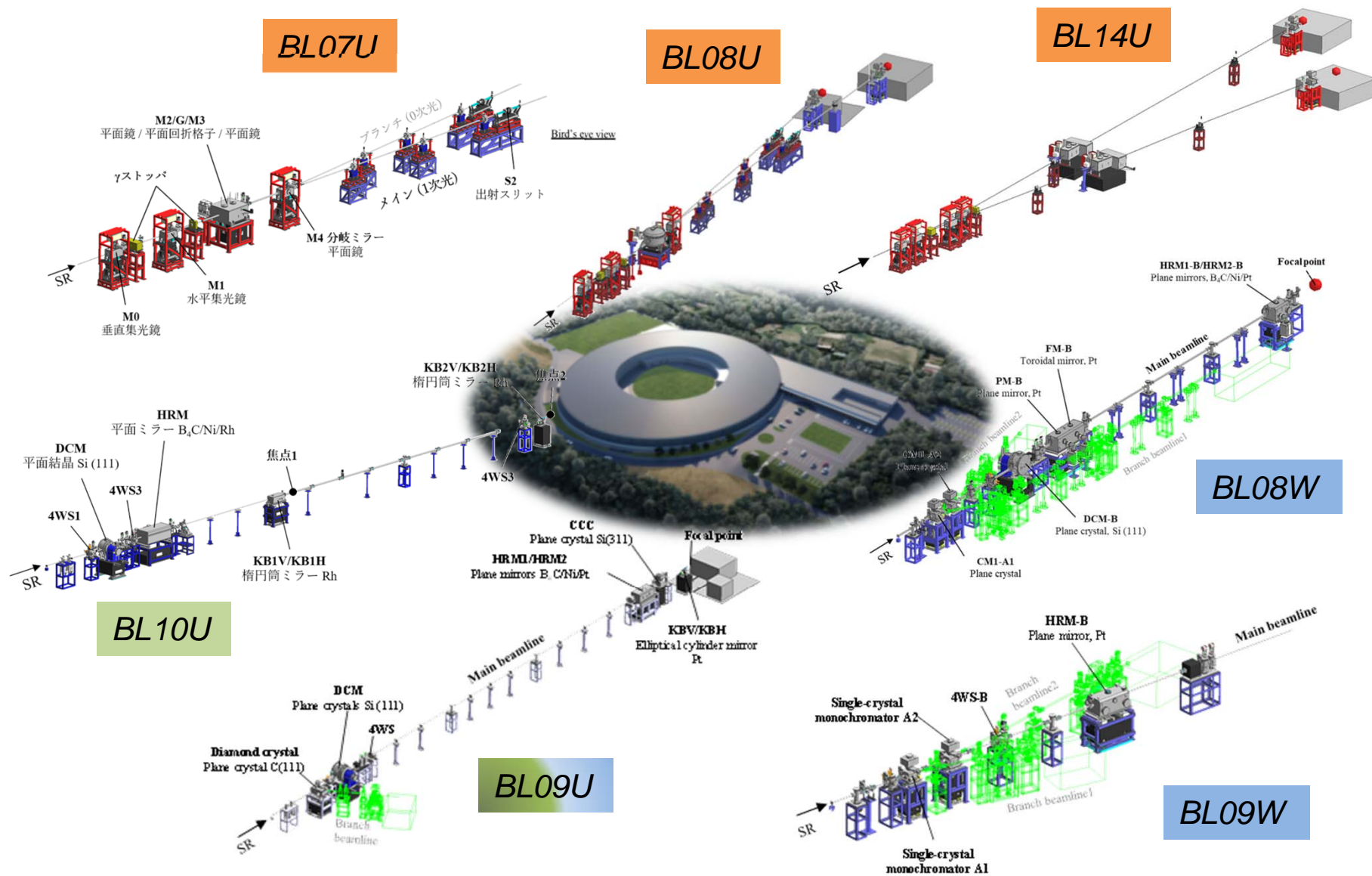
株式会社トヤマ 様	園山 純生 様
NTT東日本 様	高田 英俊 様
その他、分析会社様等から	4名以上を予定、調整中

参考 : PhoSIC (新規雇用計画)

基幹技術	10名
ビームライン技術	22名

コアリションビームライン7本のラインナップ

複写配布禁止



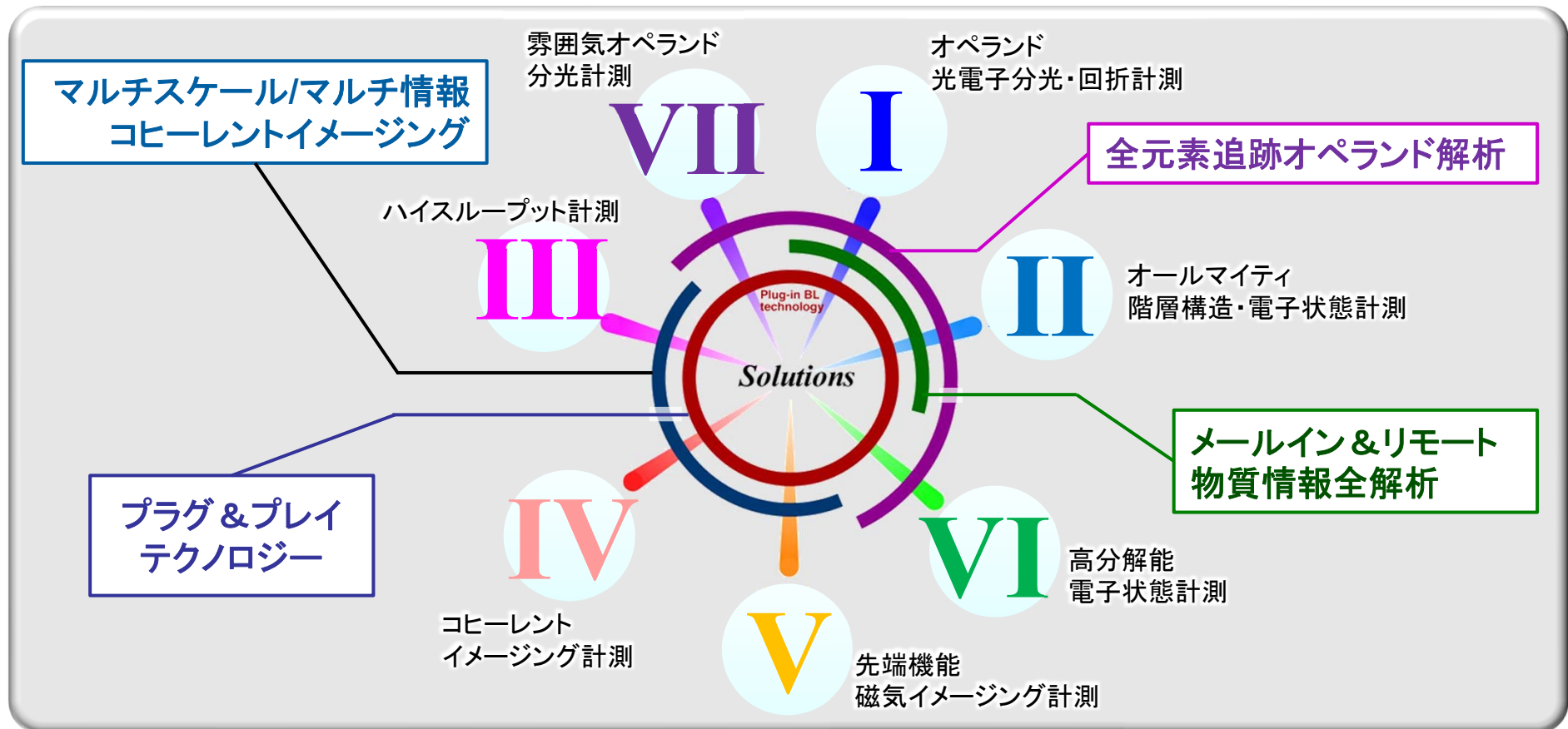
2021年3月18日時点 設計案 ※今後、変更になる場合があります。

次世代放射光による先端計測ソリューション

○ コアリジョンビームライン(BL)による利用の進化

(従来) 複数の放射光施設をまたいでデータ収集

(次世代放射光) → 7本のコアリジョンBLの横断的利用により、効率よく必要なデータを取得

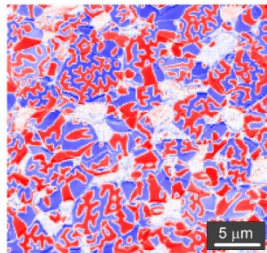


横断利用に最適化したビームラインのラインナップをデザイン

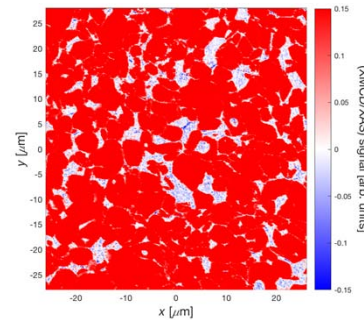
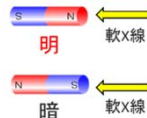
BL-V 軟X線MCD計測： 偏向解析によりナノスケールで磁区を可視化

研磨等の試料成形を不要とする磁区観察法として開発。
高輝度放射光で、空間、時間分解能が飛躍的に向上し、応用範囲が拡大

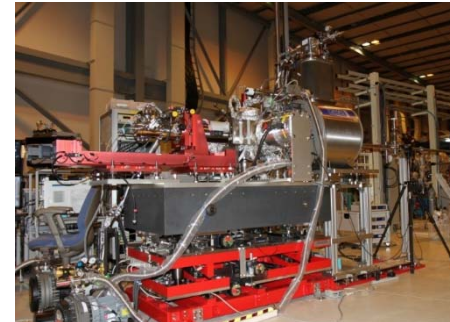
軟X線



ネオジウム磁石破断面
測定時間：約20分



磁場変化に対する
磁区変化の様子



走査型軟X線MCD顕微鏡

※SRISセンターの教員がSPring-8在職時に開発

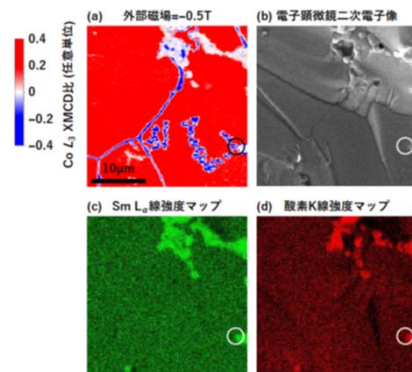
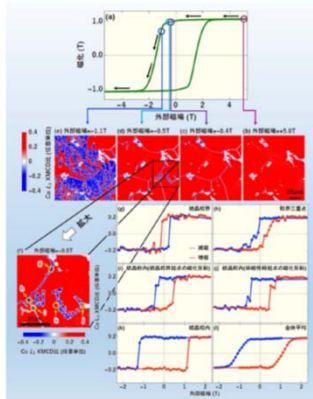
D. Billington, Phys. Rev. Mater. 2, 104413 (2018), selected as "Editor's suggestion"

Nd-Fe-B磁石、Sm-Co磁石をはじめ、

永久磁石の磁区変化を最大磁場 7.5 T の条件下で、高空間分解能（～100 nm）観察する技術を確立

軟X線：鉄、コバルトを含む主要な磁性体の磁性電子のエネルギー領域の光。磁石研究には必要不可欠

※Kerr顕微鏡の約100倍のコントラスト



速報 > プレスリリース > 記事

プレスリリース

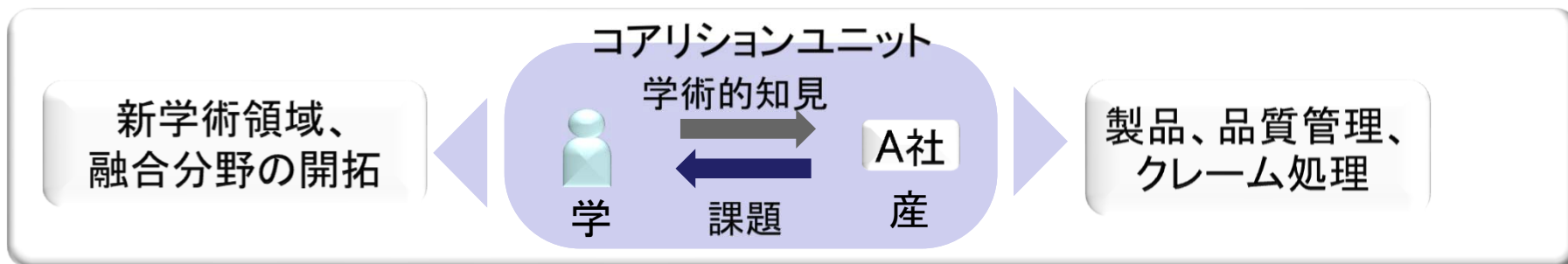
高輝度光科学研究センター・東京理科大・東北大など、
「サマコバ永久磁石」の磁区を放射光磁区観察技術を用いて鮮明に可視化

2020/7/13 23:05

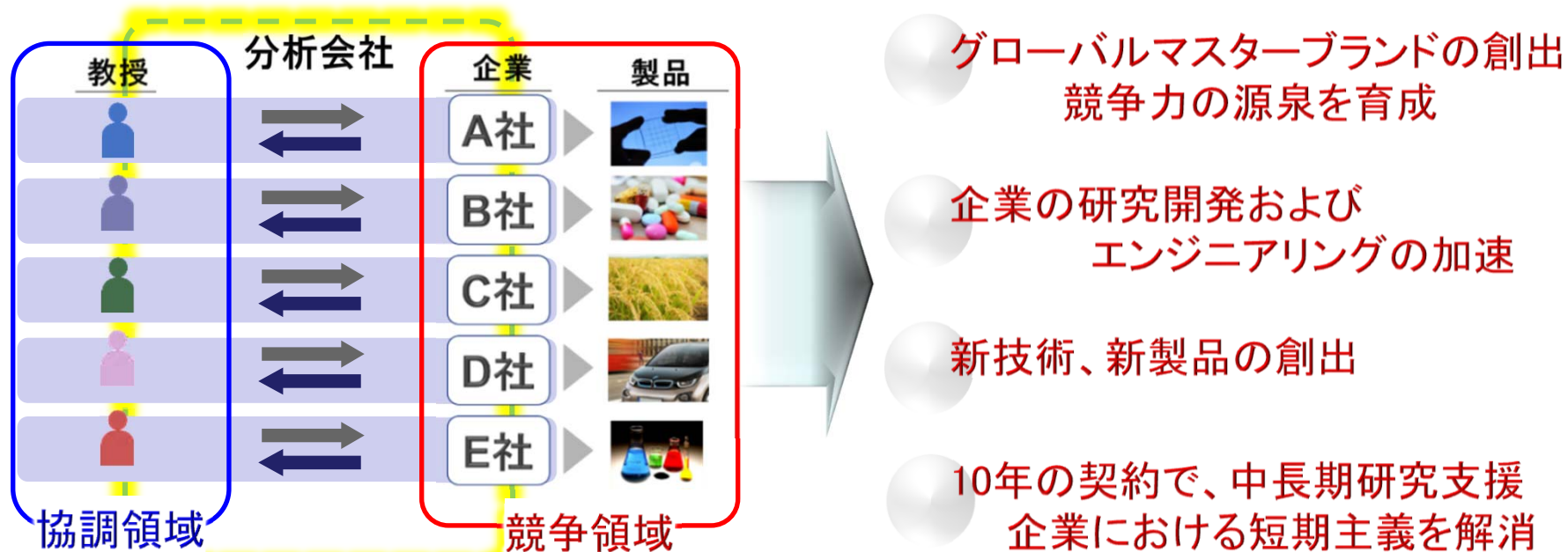
Sm₂Co₁₇系磁石で保磁力劣化要因となる部位を特定した成果

コアリションコンセプトとは

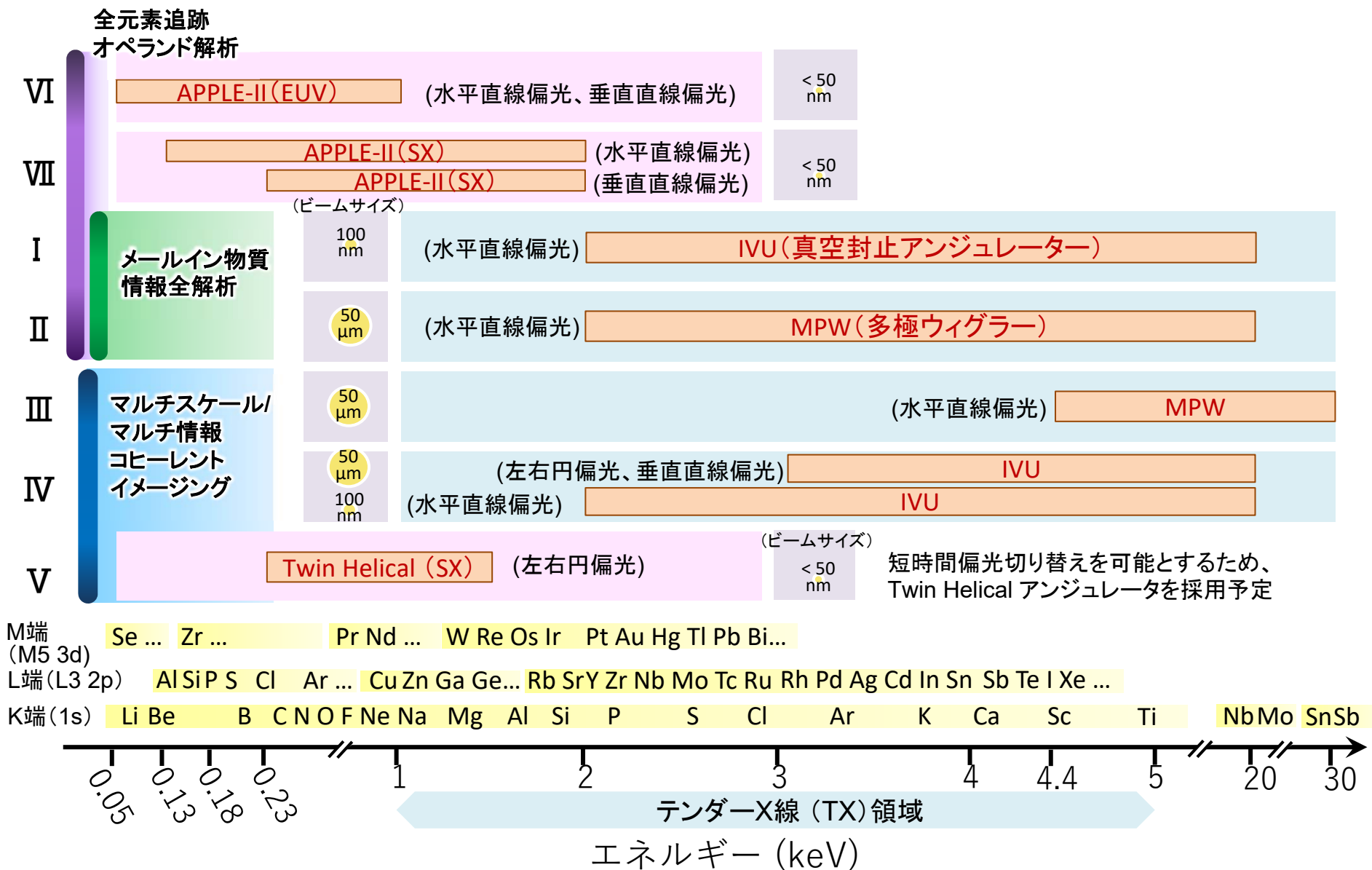
学術が、建設資金を出資した企業と、1対1でユニットを組み製品開発競争の出口イメージを共有し、放射光施設を利活用するCoalition（有志連合）を形成する。



次世代放射光施設利用に適用する活用コンセプト



コアリションBLの光源とエネルギー範囲



ビームライン分岐同時利用の検討

ビームラインリソースの最大活用を目的として、東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センターのBL-WGにおいて、分岐同時利用技術を検討。

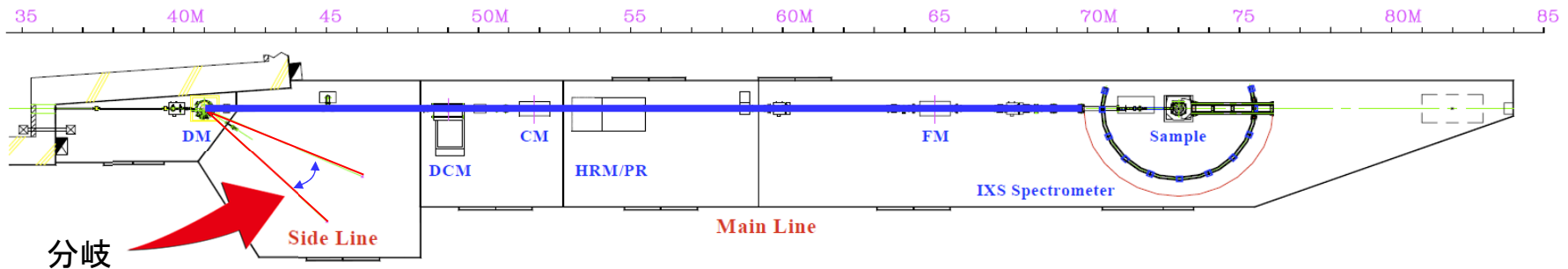
○ 検討の基本方針

- 1) 分岐技術の検討対象をBL-IVを除く6本とする。まず硬X線ビームライン3本の基本構成を示すことを検討の主眼とする。
- 2) 各分岐方法について技術的な裏付けを確認する。
- 3) ビームラインを構成する各機器の配置を検討するための基礎情報として、ビームライン間の干渉についても確認する。
- 4) 技術のみの検討とし、コストは考慮しない。
- 5) 本検討の目的は要素技術を最適化したビームラインの基本構成の提示である。この基本構成をベースに、エンドステーションにおける計測手法に合わせたビームラインの設計を行う。

分岐デザインを有するビームラインの例

○ SPring-8 BL12XU ダイヤモンド薄膜結晶による振幅分割

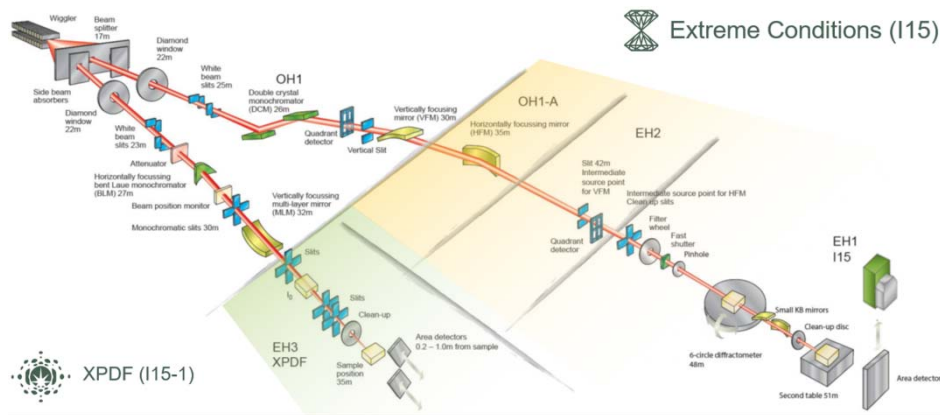
RADIATION SOURCE AND BEAMLINE DESIGN



C. Yong *et al.*, AIP Conference Proceedings 705, 340 (2004).

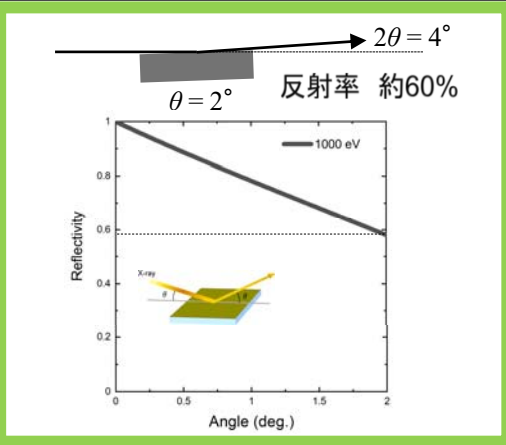
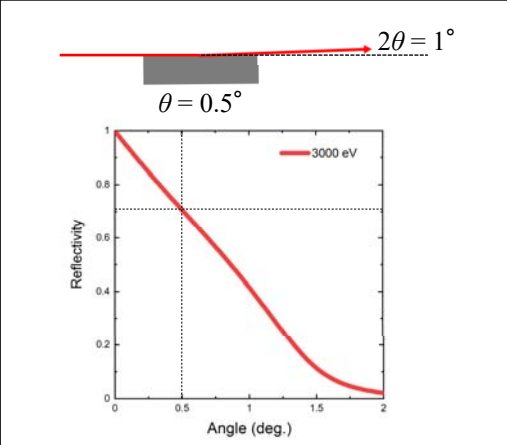
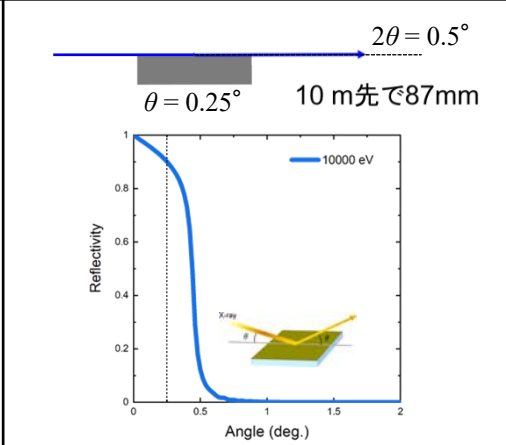
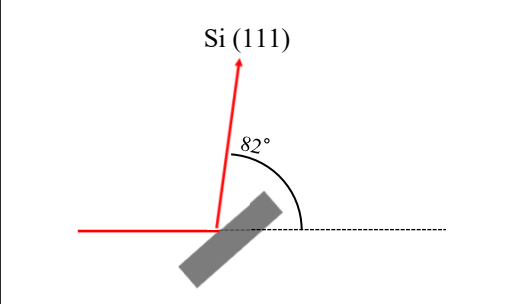
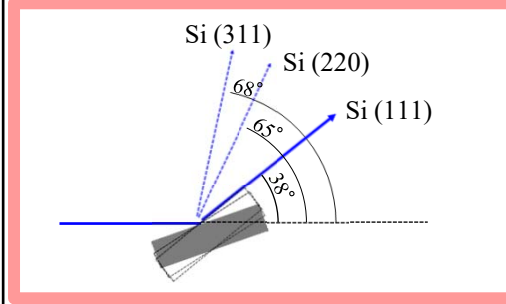
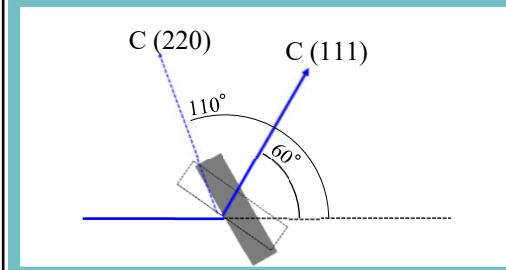
エネルギーに応じて
分岐角度を変更

○ Diamond Light Source (UK) BL12XU マスクによる波面分割



<https://www.diamond.ac.uk/Instruments/Crystallography/I15-Extreme/layout.html>

ビームライン分岐の方法について

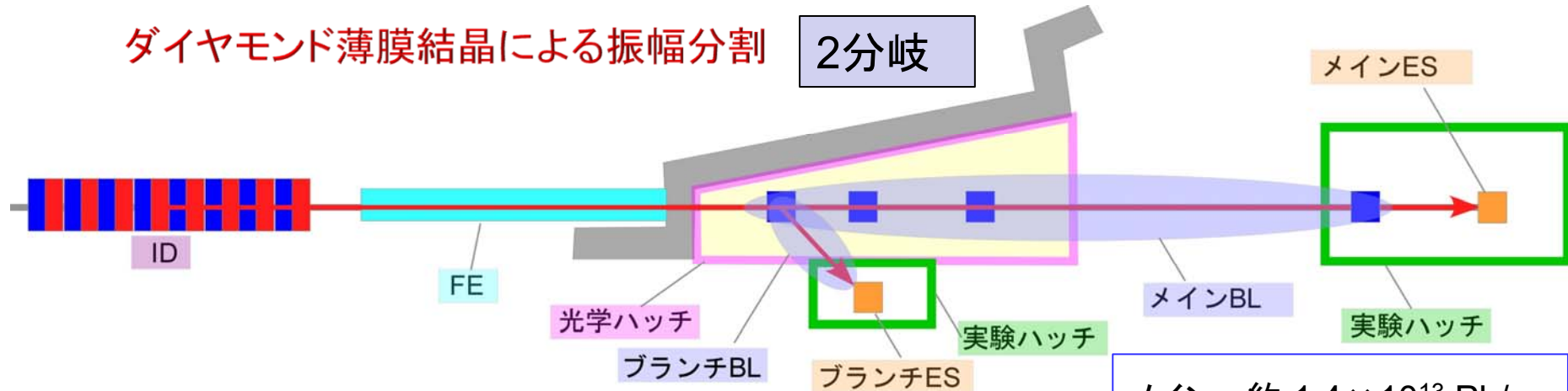
	$E = 1 \text{ keV}$ (軟X線領域)	$E = 3 \text{ keV}$ (テンダーX線領域)	$E = 6 \text{ keV}$ (項X線領域)
ミラー	 <p>反射率 約60%</p>		 <p>10 m先で87mm</p>
分光結晶 (反射利用)	<p>×</p> <p>ブラッグ回折条件 を満たさず</p>	 <p>Si (111)</p>	 <p>Si (311) Si (220) Si (111)</p>
分光結晶 (透過利用)	<p>×</p> <p>ブラッグ回折条件 を満たさず</p>	<p>×</p> <p>ブラッグ回折条件 を満たさず</p>	 <p>C (220) C (111)</p>

次世代放射光で採用予定のビーム分岐方法案

○ 真空封止型アンジュレータ光源 (BL- I)

ダイヤモンド薄膜結晶による振幅分割

2分岐

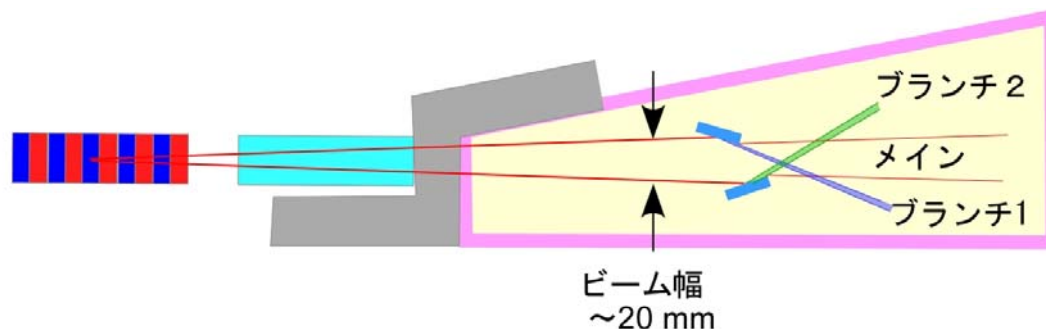


メイン: 約 1.4×10^{13} Ph/s
ブランチ: $10^{10} \sim 10^{12}$ Ph/s

○ MPW光源 (BL- II、III)

結晶分光器による波面分割

3分岐



HAXPESでは

- ・内殻領域の光電子強度は強い⇒ブランチ
- ・価電子帯領域の光電子強度は弱い⇒メイン

ブランチ側でも十分なX線強度が得られる。
(約 5×10^{11} Ph/s)

ビームライン分岐の概要

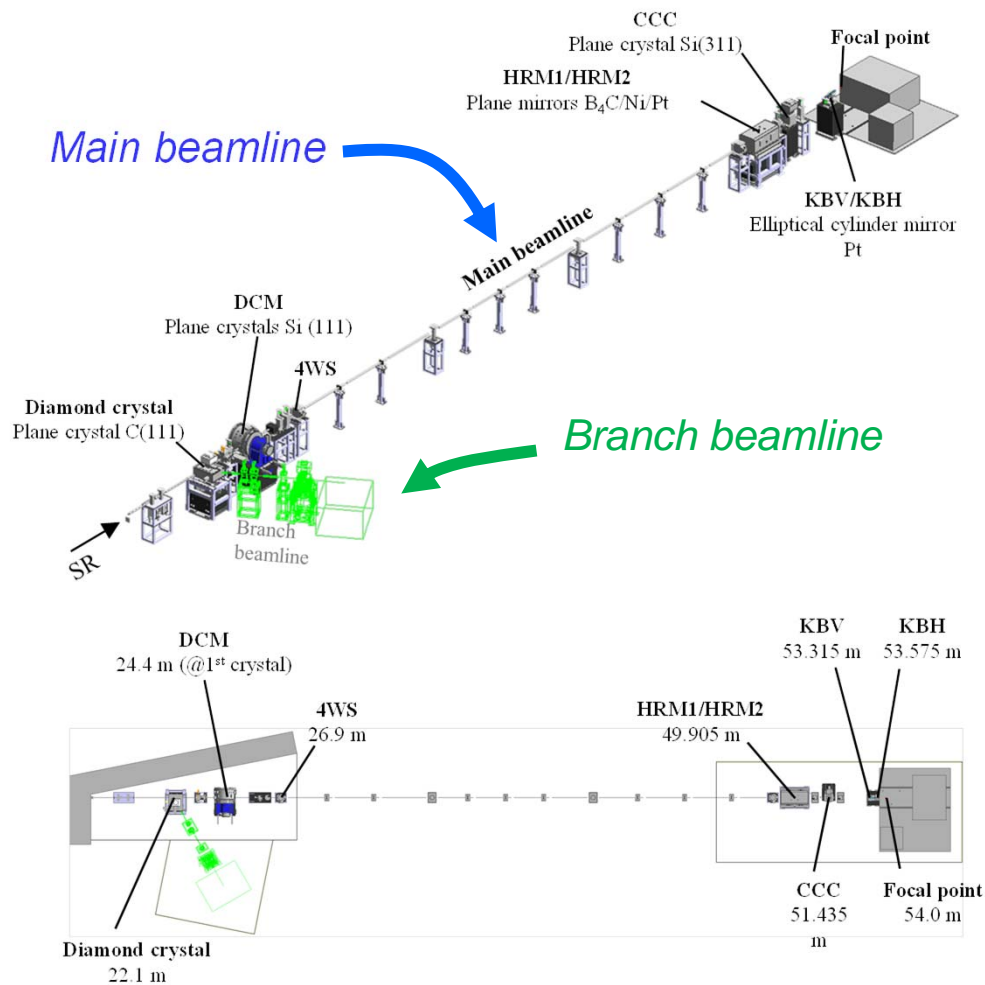
BL No.	Port No.	Type	Name (tentative)	ID	ブランチ数
I	09U	TX-HX	X線オペランド分光	IVU	1
II	08W	TX-HX	構造解析	MPW	2
III	09W	TX-HX	階層構造	MPW	2
IV	10U	TX-HX	X線コヒーレントイメージング	IVU	0
V	14U	SX	軟X線イメージング	THU	1
VI	07U	EUV-SX	軟X線電子状態解析	APPLE-II	1
VII	08U	SX	軟X線オペランド分光	APPLE-II	1

メインビームライン : 7本

ブランチビームライン: 最大8本

最大計15本

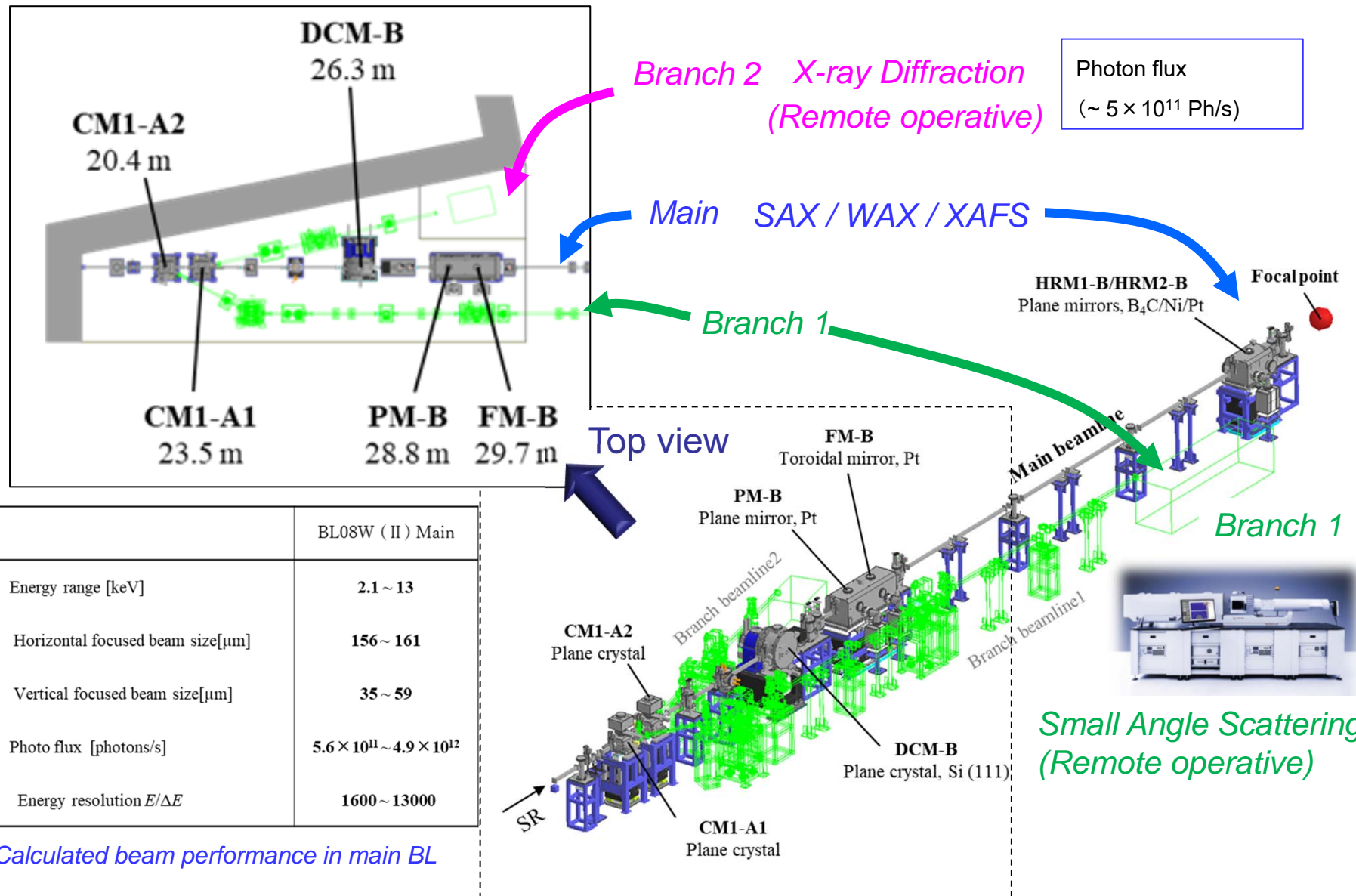
X-ray operando spectroscopy beamline (BL09U)



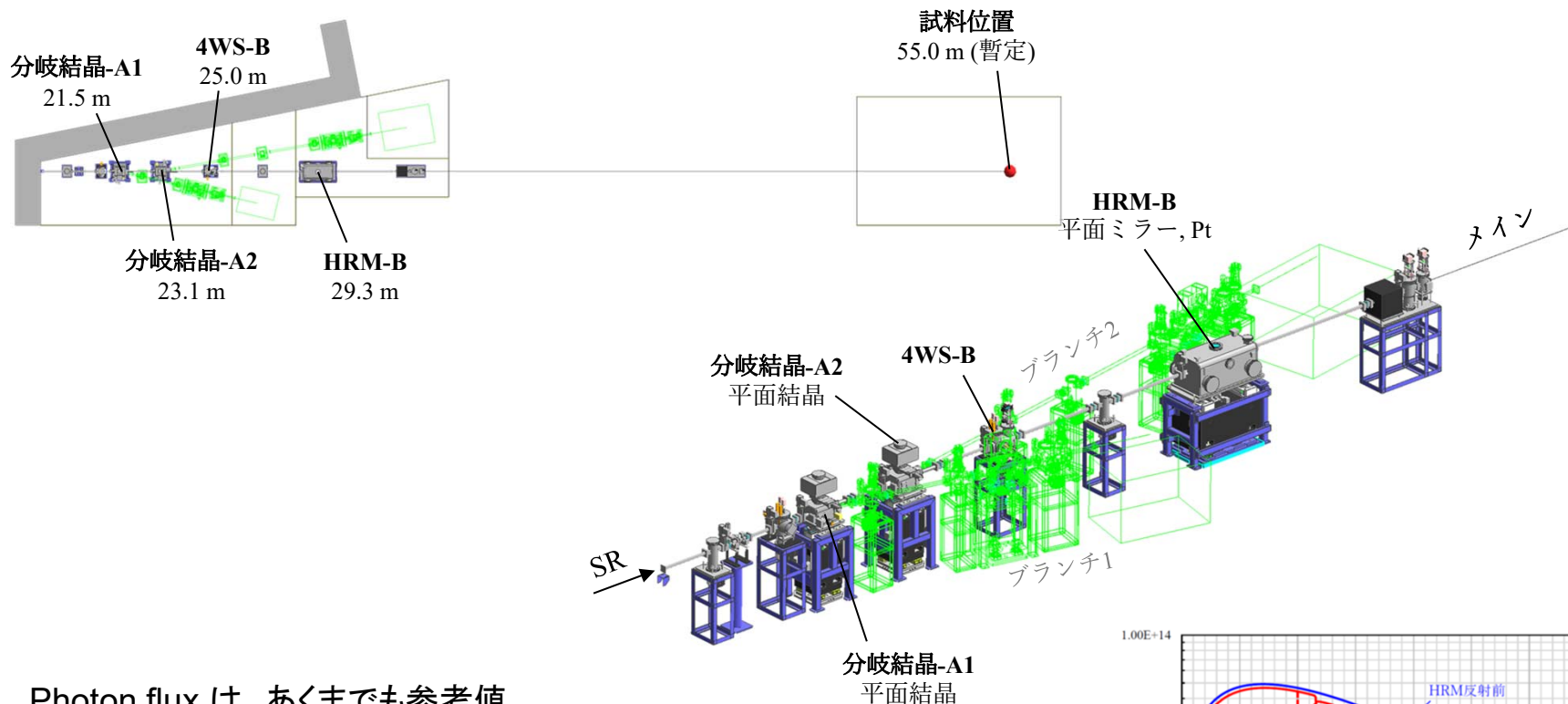
Beamline specifications

- Beamline
- X-ray operando spectroscopy
- Insertion device
- IVU (22 mm × 190 periods)
- Photon energy
- 6 keV (HAXPES, AP-HAXPES)
- 2.1 ~ 15 keV (XAFS)
- Energy resolution (E/ΔE)
- > 20,000 @6 keV (HAXPES, AP-HAXPES)
- > 5,000 (XAFS)
- Polarization
- Horizontal linear polarization (2.1 ~ 15 keV)
- Photon flux @ sample
- ~7x10¹² photons/sec
- (E/ΔE > 20,000, beam size φ10 μm, 6 keV)
- ~1.5x10¹¹ photons/sec
- (E/ΔE > 20,000, beam size φ~100 nm, 6 keV)
- Spot size @ sample
- 100 nm ~ 10 μm @ 6 keV (HAXPES, AP-HAXPES)
- 100 nm @ 8 keV (XAFS)

Integrated analysis of chemical state and nano/local beamline (BL08W)

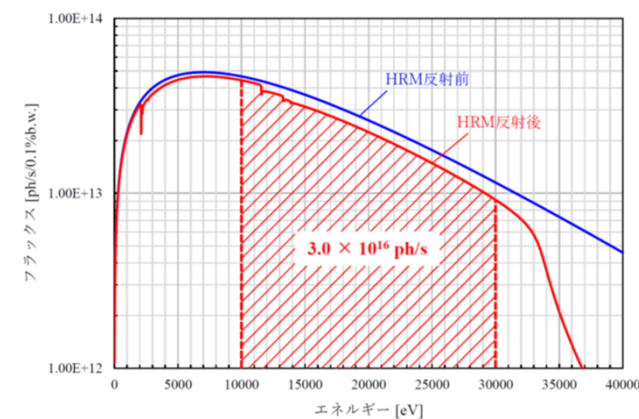


X-ray multiscale structure-analysis beamline (BL09W)

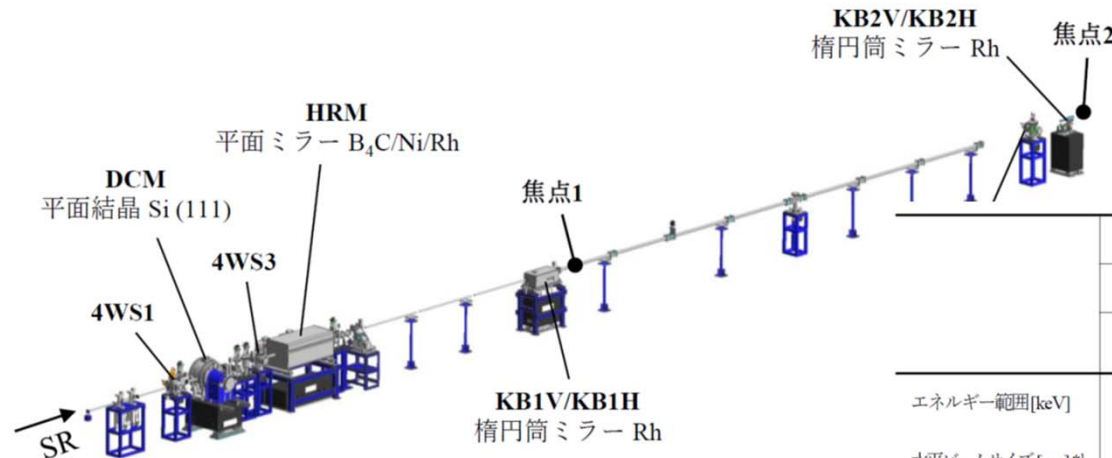


Photon flux は、あくまでも参考値

	次世代放射光施設 BL09W(III) メイン	SPring-8 BL28B2
エネルギー範囲	白色 (10 ~ 30 keV)	白色 (> 5 keV)
試料位置のビームサイズ [mm]	49.4 ^H × 4.1 ^V (@ 55 m)	50 ^H × 10 ^V (@ 44 m)
フラックス F [photons/s]	3.0×10^{16} (10 ~ 30 keV)	-

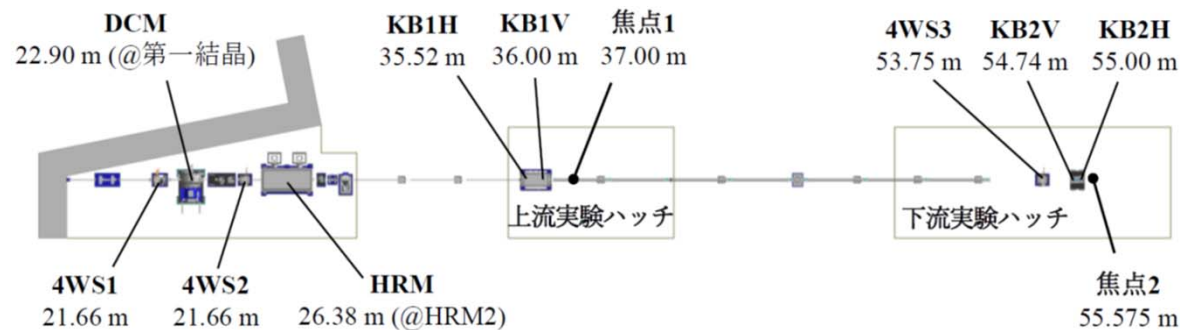


X-ray coherent imaging beamline (BL10U)

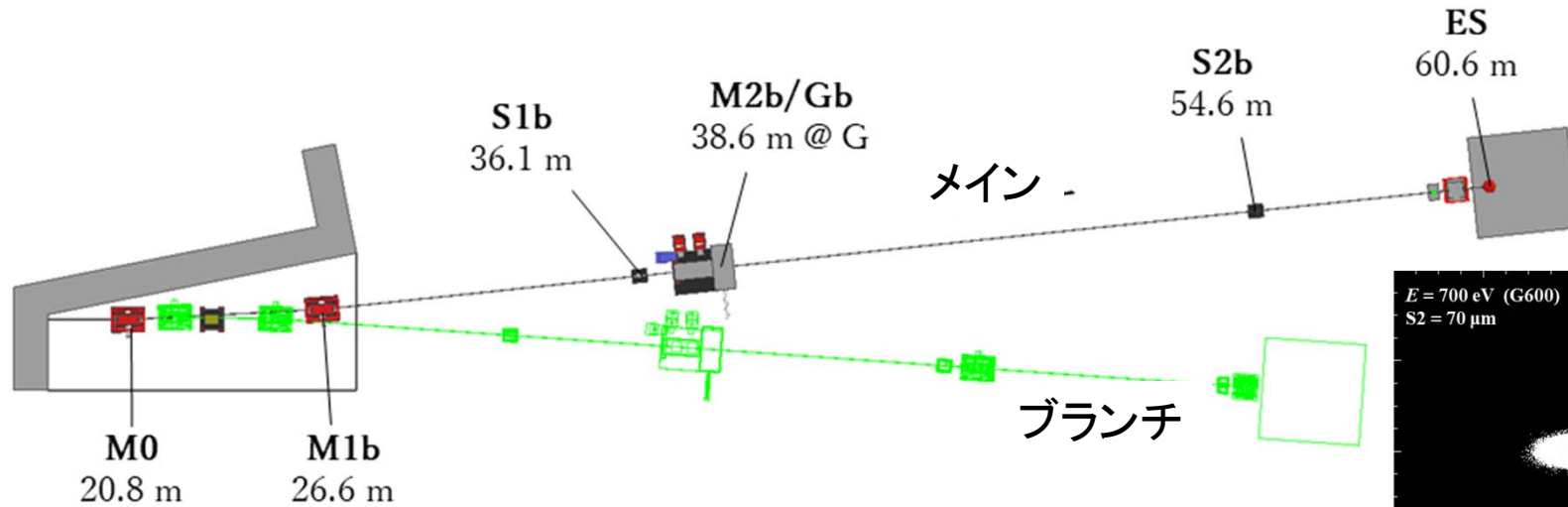


	次世代放射光施設 BL10U(IV)				SPring-8 BL29XU
	上流実験ハッチ (焦点1)		下流実験ハッチ (焦点2)		
	微小集光モード	高フラックスモード	微小集光モード	高フラックスモード	
エネルギー範囲[keV]	2.1 ~ 15	2.1 ~ 15	2.1 ~ 15	2.1 ~ 15	5~19 (1次光)
水平ビームサイズ[μm]*1	0.87~0.89	57~65	0.18~0.19	7.0~7.2	-
垂直ビームサイズ[μm]*1	0.63~0.98	0.63~0.98	0.23~0.36	0.23~0.36	-
フラックス[photons/s]	2.7×10^{11} ~ 1.9×10^{12}	2.4×10^{13} ~ 1.5×10^{14}	1.6×10^{11} ~ 1.2×10^{12}	8.9×10^{12} ~ 5.2×10^{13}	6×10^{13} *2
エネルギー分解能 $E/\Delta E$	5800 ~14000	5800 ~14000	7300 ~14000	7300 ~14000	~7700

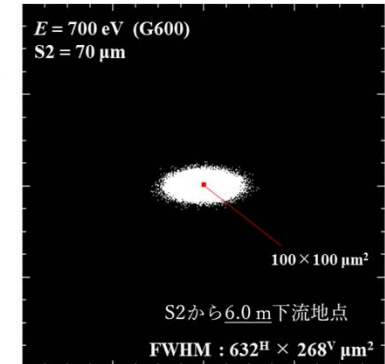
表1 焦点位置でのビーム性能の評価結果



Soft X-ray imaging (BL14U)



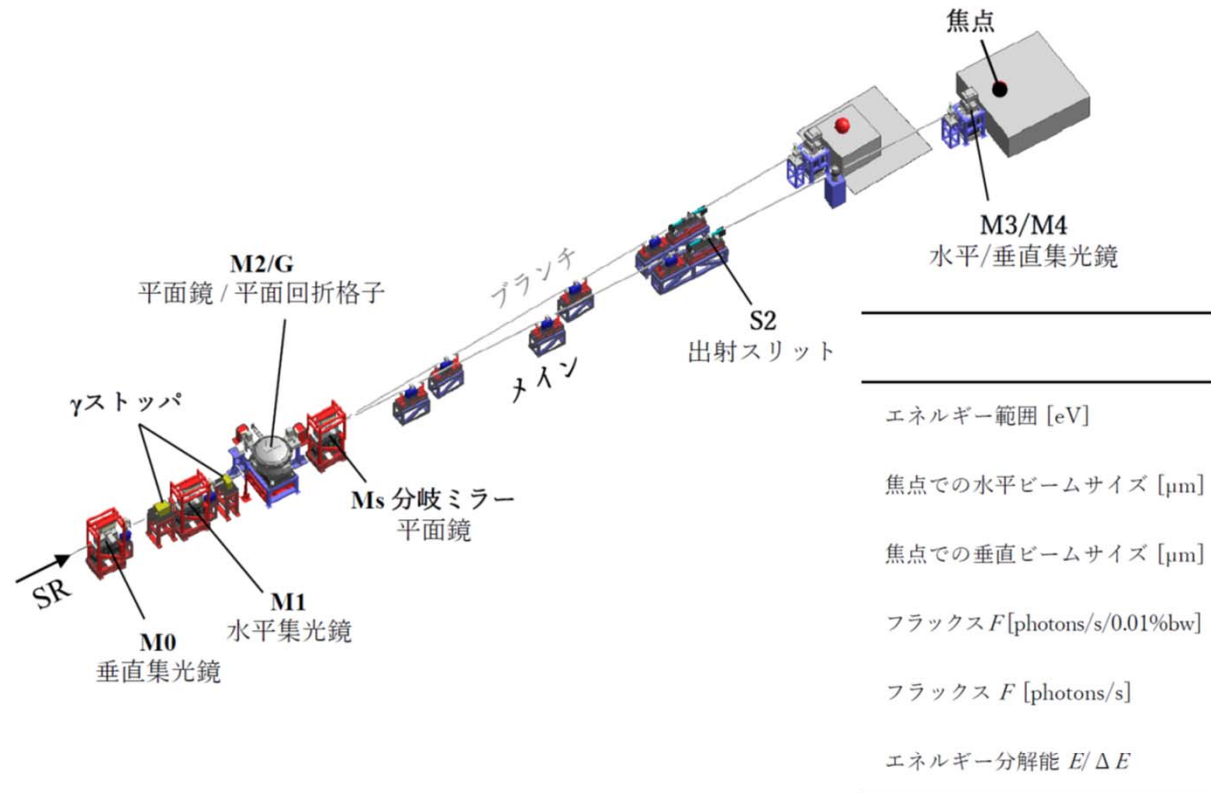
	定偏角		偏角可変	
エネルギー分解能 $E/\Delta E$	○	~5000	○	~5000
非集光時のビームサイズ	○	FWHM : $632^H \times 268^V \mu\text{m}^2$	△	FWHM : $781^H \times 1890^V \mu\text{m}^2$
Partial flux ($100 \times 100 \mu\text{m}^2$)	○	2.18×10^{12} ph/s @ 6.0 m	△	8.10×10^{11} ph/s @ 6.0 m 2.50×10^{11} ph/s @ 10.8 m
1枚の回折格子で担うエネルギー範囲	△	2種類の刻線密度、2種類の偏角を組み合わせ 引き継ぎながら200-1400eVをカバー	○	G600、G1200が各々が200-1400eV全域をカバー
S2からESまでの最長距離	△	6.0 m	○	10.8 m
他の分光器との共通化	×	BL14U(V)以外は全て偏角可変	○	BL14U(V)以外は全て偏角可変
分光器としての単品価格	○	S1を設置するところまで考慮すると大差ない?	△	



Total Flux : 4.36×10^{13} ph/s
Partial Flux : 2.18×10^{12} ph/s ($100 \times 100 \mu\text{m}^2$)

基本光学系は、今後、利用ニーズと光学技術、コスト等を総合的に検討し決定する。

Integrated analysis of chemical state and nano/local structure (BL08U)

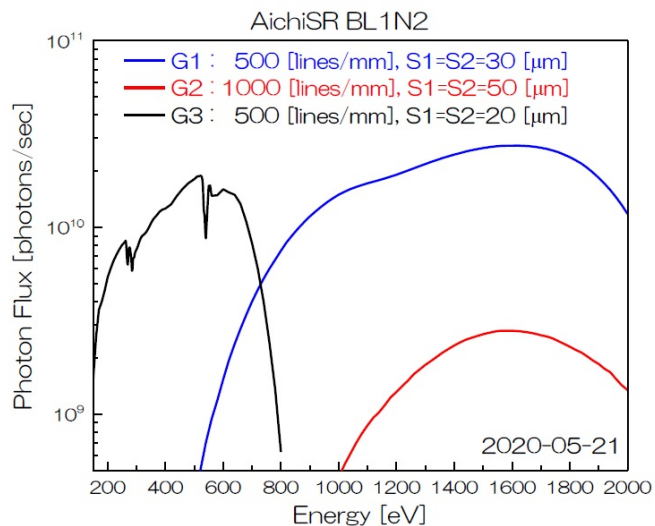


	次世代放射光施設 BL08U(VII) メイン	SPring-8 BL07LSU
エネルギー範囲 [eV]	180 ~ 2000	250 ~ 2000
焦点での水平ビームサイズ [μm]	<u>27 ~ 30</u> *1	< 50
焦点での垂直ビームサイズ [μm]	<u>2.4 ~ 3.0</u> *1	< 10
フラックス F [photons/s/0.01%bw]	$3.0 \times 10^{12} \sim 1.5 \times 10^{13}$	$7.5 \times 10^{11} \sim 6.1 \times 10^{12}$
フラックス F [photons/s]	<u>$1.8 \times 10^{12} \sim 1.1 \times 10^{13}$</u> *2	-
エネルギー分解能 $E/\Delta E$	<u>8500 ~ 35000</u> *2	8300 ~ 35000



他施設との比較 (あいちシンクロトロン)

BL1N2 軟X線XAFS・光電子分光 II

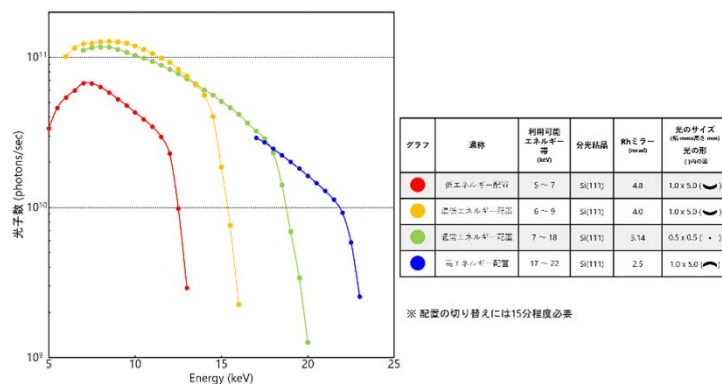


次世代放射光での利得
光子数で約1000倍@1 keV

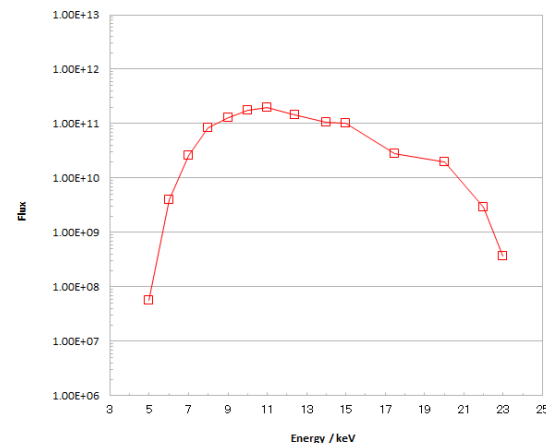
BL2S1 単結晶X線回折(名古屋大学)

光エネルギー	7 - 17 keV (0.18 - 0.07 nm) (波長=1.12 Å, 0.75 Å, 1.8 Å)
ビームサイズ	0.2 mm × 0.2 mm (幅 × 高さ)
分解能(E/ΔE)	> 2000 @ 12keV
光子数	2.6 × 10 ⁹ Photons/sec @1.8 Å 1.1 × 10 ¹⁰ Photons/sec @1.12 Å 4.6 × 10 ⁹ Photons/sec @0.75 Å

BL5S1 硬X線XAFS I

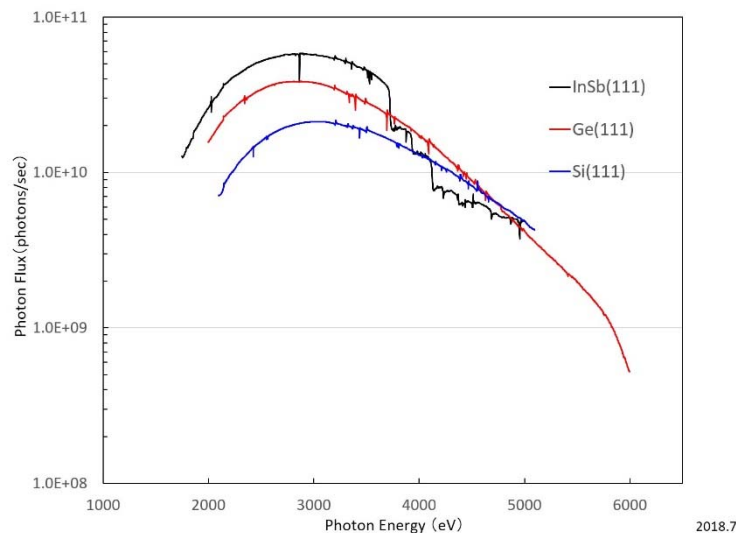


BL5S2 粉末X線回折



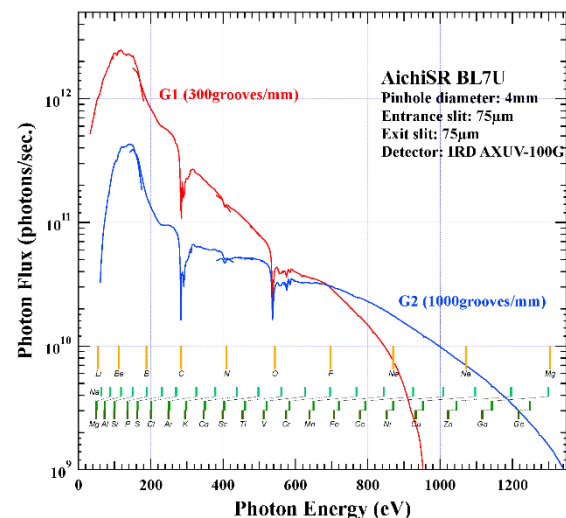
他施設との比較 (あいちシンクロトロン)

BL6N1 軟X線XAFS・光電子分光 I



次世代放射光での利得
光子数で約10,000倍@6 keV

BL7U 真空紫外分光



BL8S1 薄膜X線回折

光エネルギー	9.16, 14.37, 22.7keV (0.13, 0.09, 0.05nm)
ビームサイズ	0.8 mm × 2.0mm (幅 × 高さ) (※スリットにより可変)
分解能(E/ΔE)	>2000 @12keV
光子数	3.0 × 10 ¹⁰ Photons/sec @9.16keV 1.5 × 10 ¹⁰ Photons/sec @14.37keV 3.0 × 10 ⁹ Photons/sec @22.7keV

BL8S2 X線トポグラフィ・X線CT (愛知県)

光エネルギー	7~24 keV (0.18~0.05nm)
ビームサイズ	40 mm × 8 mm (幅 × 高さ) (※最大値。スリットにより可変)
光子束密度	6.2 × 10 ⁸ Photons · sec ⁻¹ · mm ⁻² @9.8 keV (He雰囲気)
分解能(E/ΔE)	>2000 @9keV

他施設との比較 (あいちシンクロトロン)

BL8S3 広角・小角X線散乱

光エネルギー	8.2, 13.5 keV (0.15, 0.092 nm)
ビームサイズ	約 1.0 × 0.5 mm (幅 × 高さ)
分解能(E/ΔE)	>>2000 @8.2keV
光子数	3.3 × 10 ¹⁰ Photons/sec @8.2 keV 1.0 × 10 ¹⁰ Photons/sec @13.5 keV

次世代放射光での利得
光子数で約150倍@8 keV, 13.5 keV

BL08Wメイン 次世代放射光

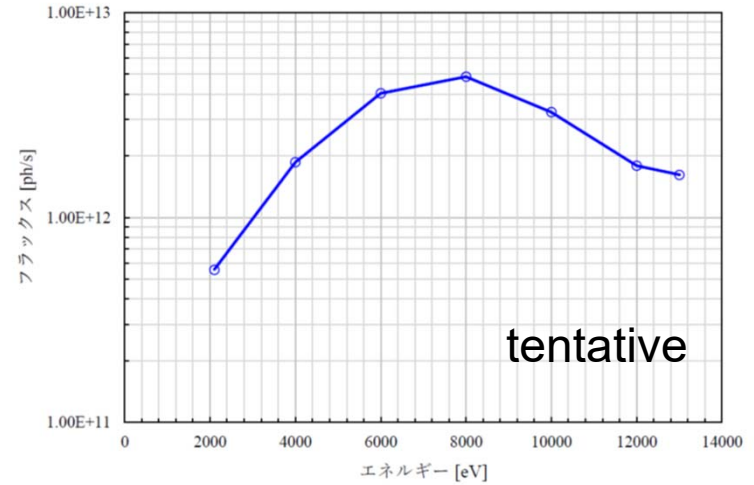
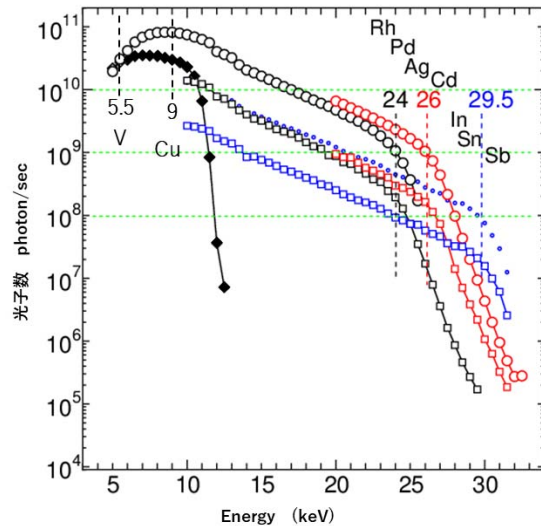


図 3.3 エネルギーとフラックスの関係

BL11S2 硬X線XAFS II



【凡例】 ★：標準モード ☆：低エネルギーモード

グラフ	エネルギー (keV)	分光結晶	Ptミラー #1 (mrad)	Auミラー #2	光のサイズ(mm) 幅×高さ(縦の部)
◆	☆ 5~10	Si(111)	3.4	有	0.4 × 0.3 (●)
○	★ 9~23	Si(111)	3.4	-	0.4 × 0.3 (●)
○	~26	Si(111)	3.0	-	4.0 × 0.5 (→)
□	~23	Si(311)	3.4	-	0.4 × 0.3 (●)
□	~26	Si(311)	3.0	-	4.0 × 0.5 (→)
□	~29.5	Si(311)	2.6	-	4.0 × 0.5 (→)

*1: Ptコーティングミラー
*2: 高次光カット用Auコーティングミラー

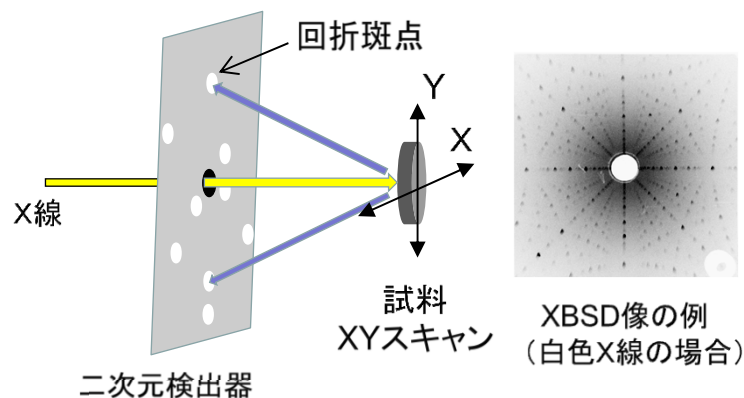
- ・ Pd, Ag, CdのK端のまで測定が可能
- ・ Si(311)の方が分解能は高いが、強度は1/5程度となる
- ・ モードの切替調整には、40分程度必要

XBSD : 鉄鋼中の結晶粒方位分布を可視化する新ツール

従来のX線ラウエ法 × 放射光X線ナノビーム ⇨ XBSD: X-ray Back Scattering Diffraction

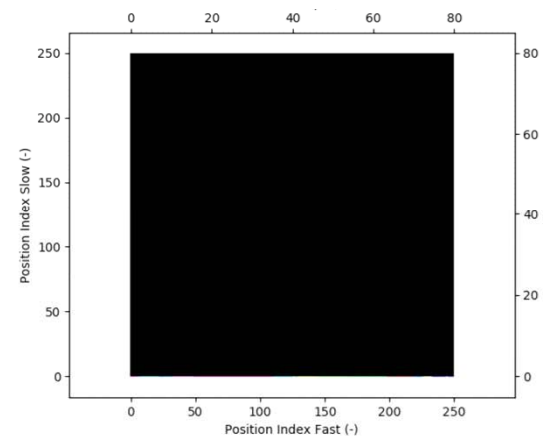
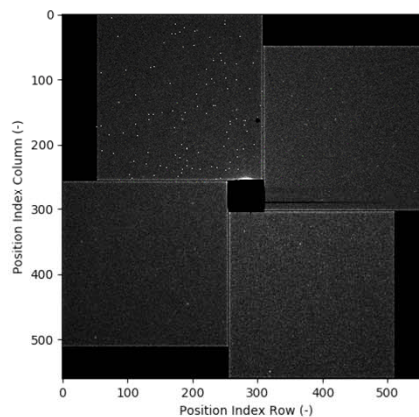
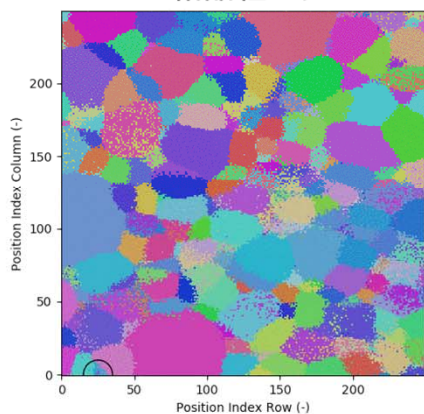
電子線を用いるEBSDと異なり、表面の鏡面研磨やイオンミリング処理不要で観察できる

XBSD実験コンセプト



比較項目	走査型ラウエ顕微鏡 (XBSD) ※1	EBSD
空間分解能	50 ~ 200 nm	~100 nm
検出深さ	~6 μm ※2	~50 nm
角度分解能	0.05 ~ 0.5°	0.7 ~ 2°
非平滑面計測	可	困難
加熱条件下計測	可	条件による
表面保護層	Not necessary	Necessary
計測時間/試料	30 ~ 60 min	180 min ~
利用コスト目安	6~10万円/試料 ※3	20万円~/試料(外注) 4万円/試料(本体原価償却) ※4
国外状況	TPS (100nm), ESRF(300nm), ALS(1 μm)	

結晶粒マップ



現世代放射光では、結晶粒マップから注目する結晶粒を選択して方位解析(12keV)

⇨ 次世代放射光では、全ての結晶粒の方位を可視化へ

まとめ

1. 次世代放射光施設では、極真空紫外光 ~ 軟X線 ~ テンダーX線 ~ 硬X線 (50 eV ~ 10 keV) で、SPring-8やその他の国内施設を凌駕する性能となる。
2. 施設全体で最大28本のBLが設置可能であり、初期整備BLとして10本の建設を予定。7本がコアリションBL、3本が共用BLとなる。
3. コアリションBL (7本) のうち6本で、分岐同時利用を採用予定。メインBL & ブランチBLで最大15エンドステーションで同時に実験が可能となり、利用機会を大幅に増加する。目的に適した計測を選択する点でも重要な技術である。

本研究会後のご質問や御相談は、東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター (<http://www.sris.tohoku.ac.jp/>) までお願いします。