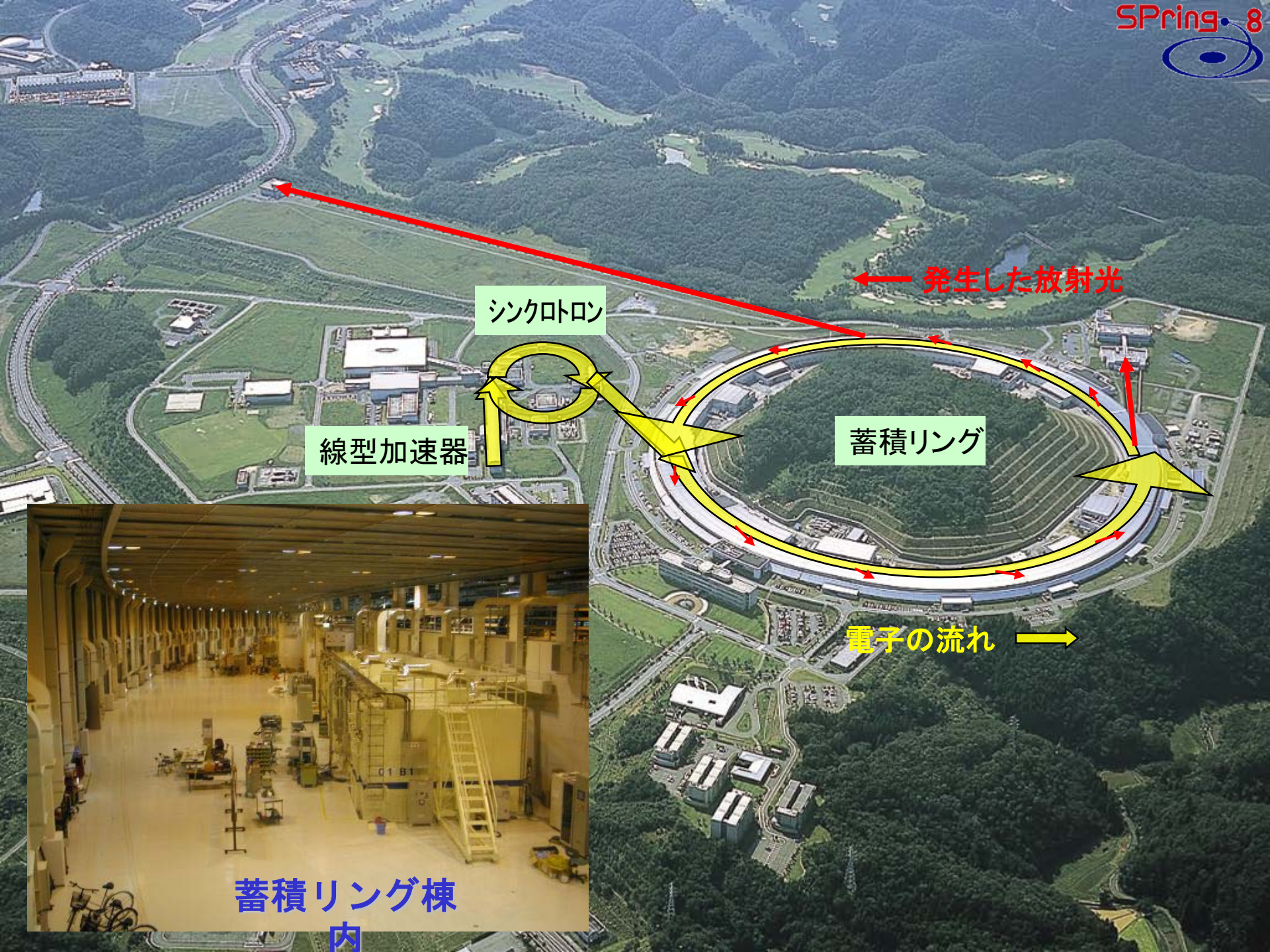


SPring-8

共用ビームラインにおける産業利用





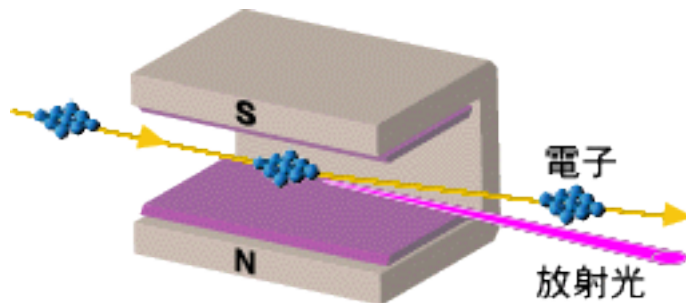
蓄積リング棟

内

SPring-8の放射光光源

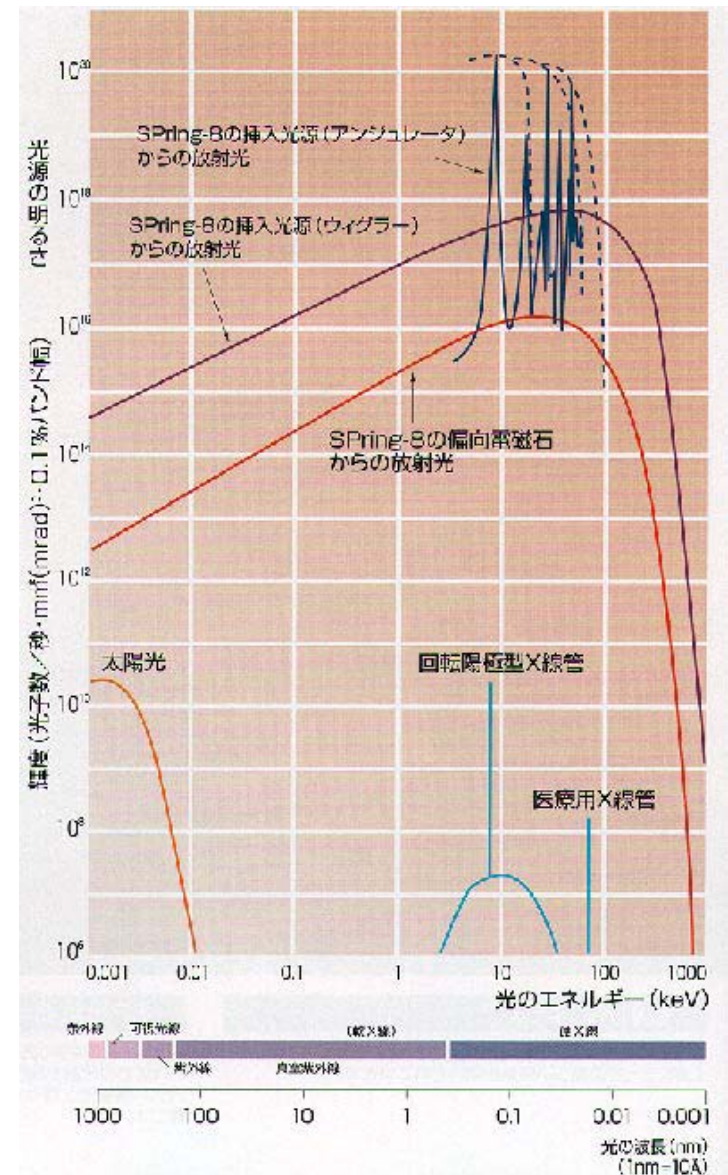
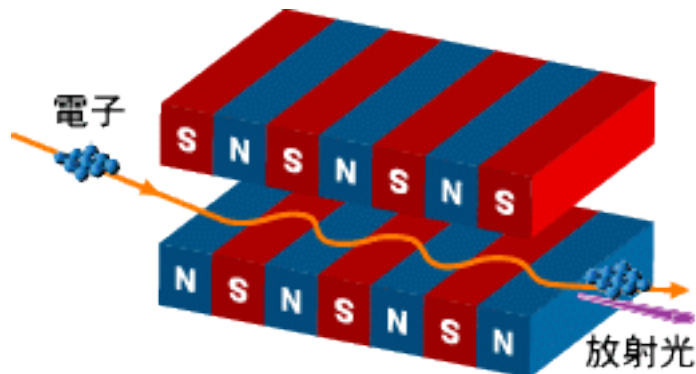
偏向電磁石光 (Bending Magnet)

輝度 回転対陰極の5桁増し



Undulator光源

輝度 回転対陰極の9桁増し



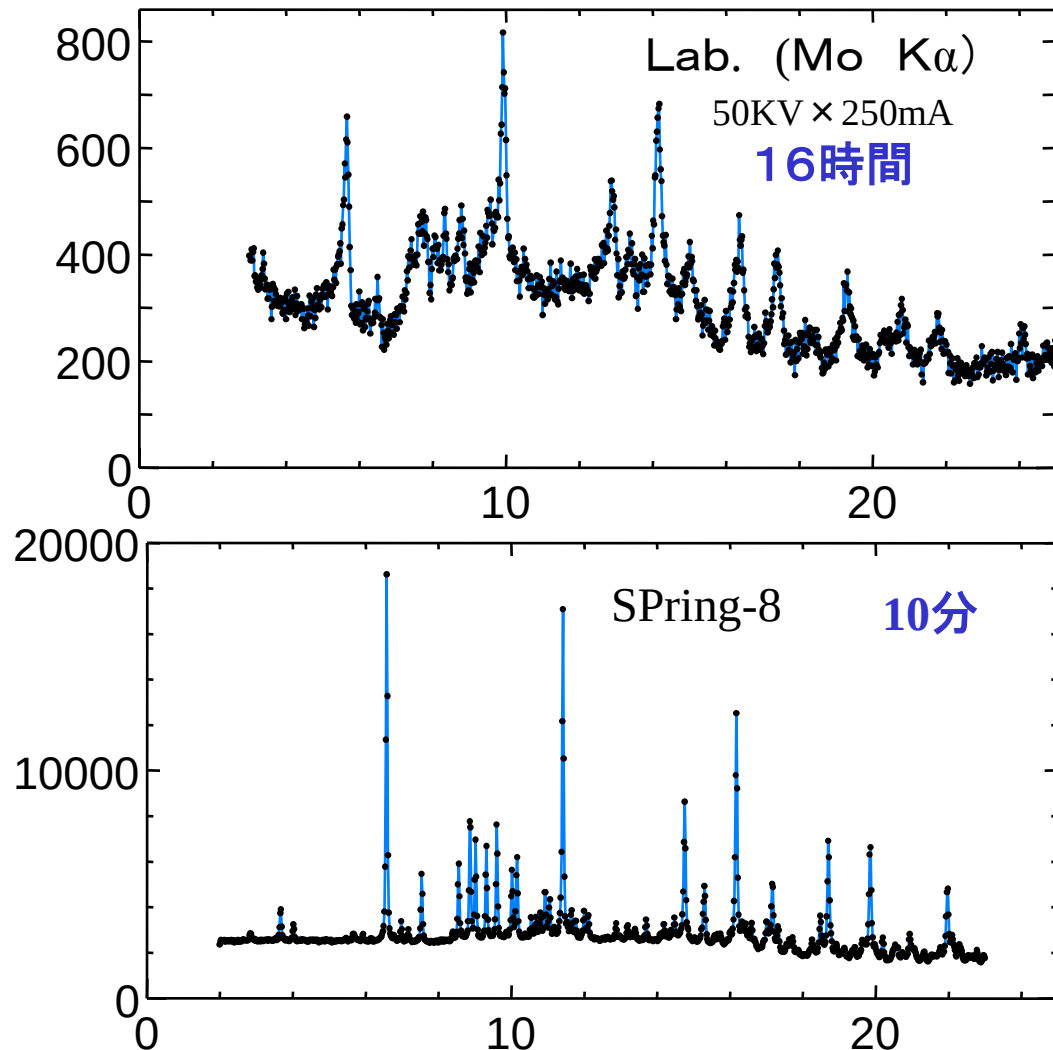
放射光の威力 (粉末X線回折)

実験室系とのデータ比較例

同一試料での比較

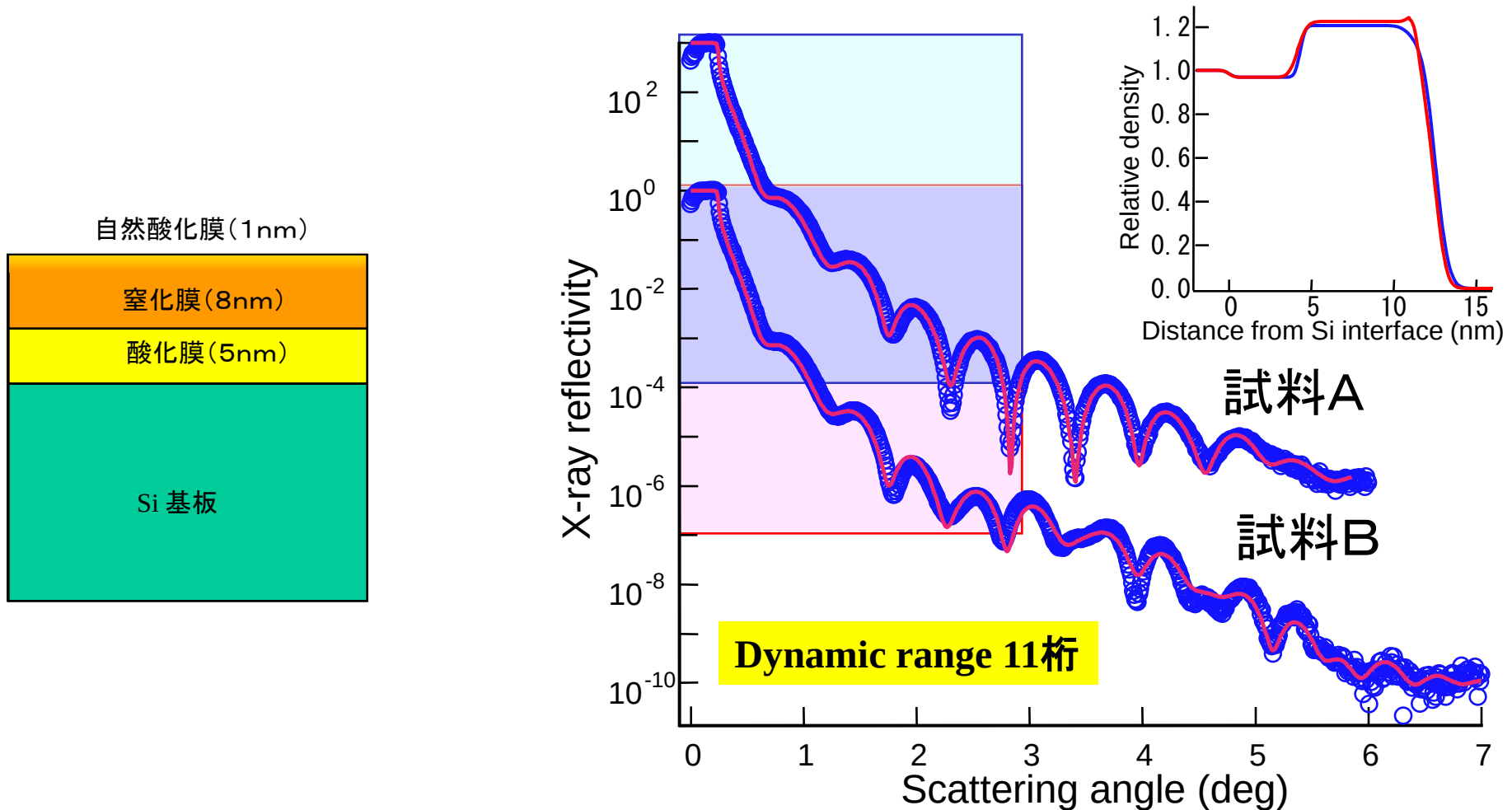


試料に適したエネルギー
高強度
高指向性



放射光の威力 (X線反射率での薄膜評価)

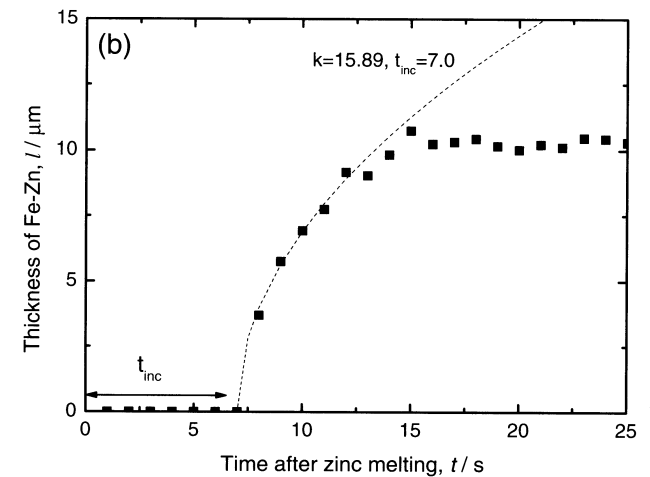
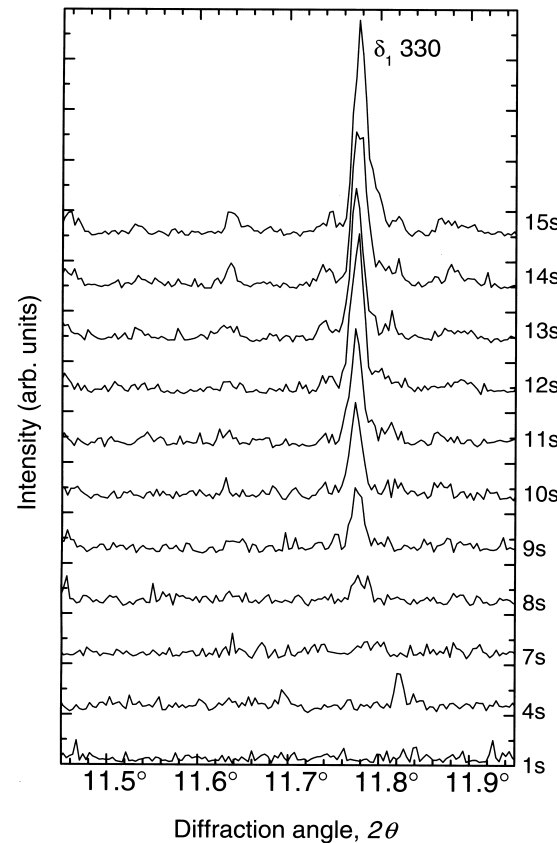
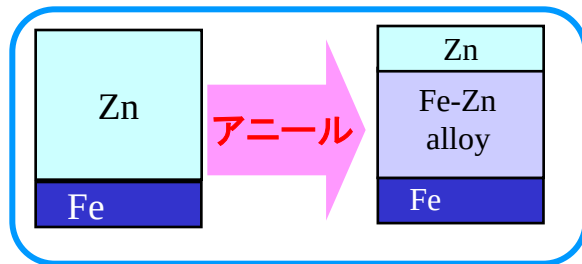
特性の異なるCVDで形成したLSI用酸化窒化膜の評価 (BL46X)



放射光の威力 (時分割測定)

自動車用防錆鋼板の亜鉛鍍金の合金化過程 (BL19B2)

0.1秒の時間分解能で回折パターンを測定

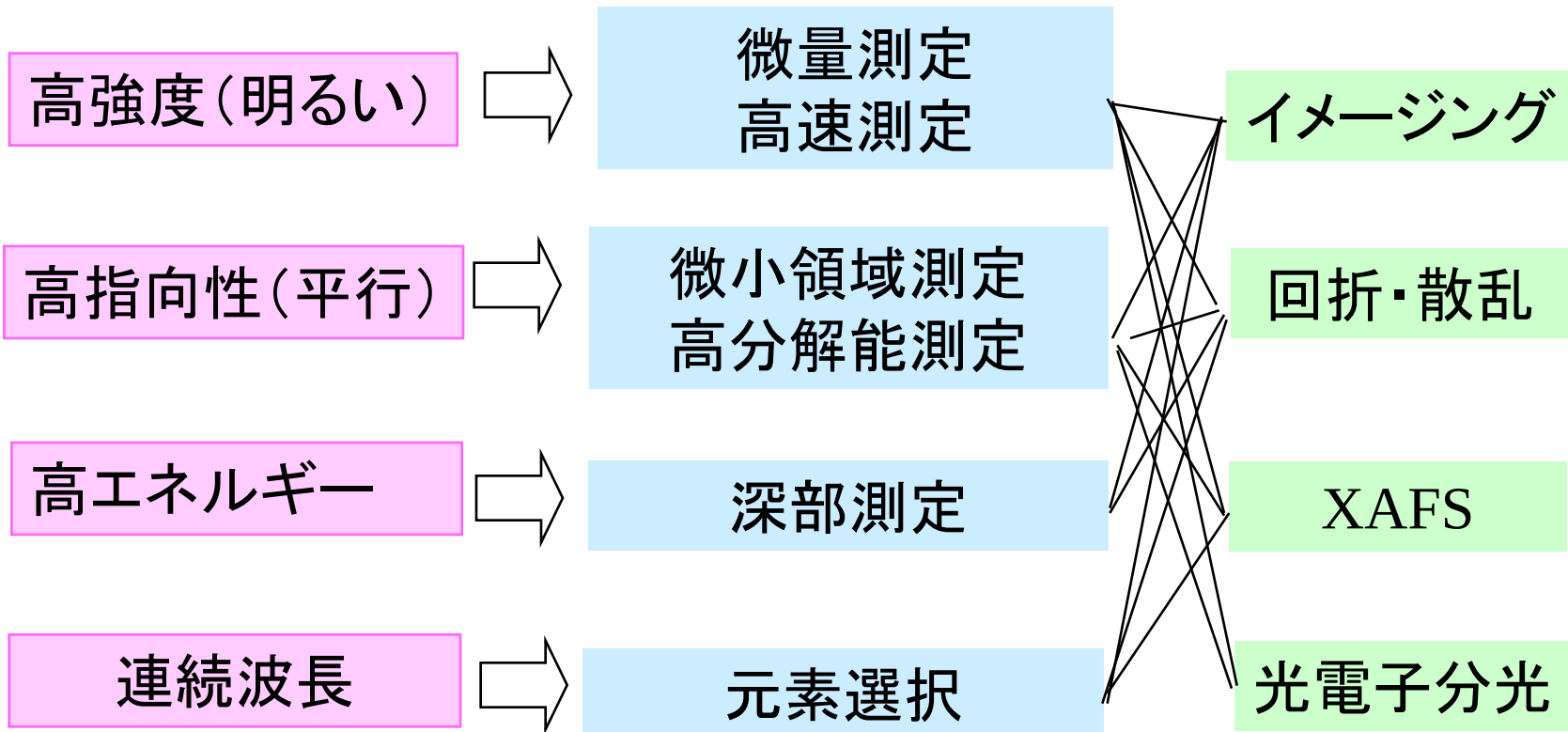


時間分解能 0.01秒の事例もあり

SPring8の放射光利用

光源の特徴

特徴を活かした利用



SPring8の放射光産業利用

エレクトロニクス

- LSI
- DVD, CD
- LCD
- PDP
- HD(HDD)

小はLSIから、
大は構造材料まで



素材 金属、高分子、建材

- 鋼材
- 建材
- 工具

- 繊維
- ゴム
- プラスチック

環境・エネルギー

- 燃料電池
- 二次電池
- 太陽電池
- 環境(土壌、廃棄物)
- 触媒

軟は化粧品から、
硬は切削工具まで

製薬・日用品

- 医薬・原薬錯体
- 歯磨き
- 化粧品
- ヘアケア製品

SPring-8 ビームラインマップ

2008.1.7現在

● BL22XU JAEA 量子構造物性
(日本原子力研究開発機構)

● BL23SU JAEA 重元素科学
(日本原子力研究開発機構)

● BL24XU 兵庫県ID (兵庫県) ← Since 1998A

★ BL25SU 軟X線固体分光

◆ BL26B1 理研 構造ゲノム I

◆ BL26B2 理研 構造ゲノム II

★ BL27SU 軟X線光化学

★ BL28B2 白色X線回折

◆ BL29XU 理研 物理科学 I

◇ BL32XU 理研ターゲットタンパク

● BL32B2 創業産業
(蛋白質構造解析コンソーシアム)

○ BL33XU 豊田
(豊田中央研究所)

● BL33LEP レーザー電子光
(大阪大学核物理研究センター)

★ BL35XU 高分解能非弾性散乱

★ BL37XU 分光分析

★ BL38B1 構造生物学 III

■ BL38B2 加速器診断

★ BL39XU 磁性材料

★ BL40XU 高フラックス

★ BL40B2 構造生物学 II

★ BL41XU 構造生物学 I

★ BL43 IR 赤外物性

● BL44XU 生体超分子複合体構造解析
(大阪大学蛋白質研究所)

◆ BL44B2 理研 構造生物学 II

◆ BL45XU 理研 構造生物学 I

★ BL46XU 産業利用 III

★ BL47XU 光電子分光・マイク

From 2008A
(多軸回折, HAXPES)

Since 2001B
(多軸回折, 粉末回折, イメージング)

Since 2007B
(XAFS専用)

Since 2005A

共用BL → 課題公募

区 分	B L 数				合 計
	共用	専用	理研	加速器診断	
稼動中	26	14	7	2	49
調整・建設中	0	3	1	0	4
合 計	26	17	8	2	53

医学・イメージング I BL20B2 ★

医学・イメージング II BL20XU ★

産業利用 I BL19B2 ★

理研 物理科学 II BL19LXU ◆

理研 物理科学 III BL17SU ◆

産業界専用BM BL16B2 ●

(産業用専用BL共同体)

産業界専用ID BL16XU ●

(産業用専用BL共同体)

広エネルギー帯域先端材料解析 BL15XU ●

(物質・材料研究機構)

産業利用 II BL14B2 ★

JAEA 物質科学 BL14B1 ●

(日本原子力研究開発機構)

表面界面構造解析 BL13XU ★

NSRRC BM BL12B2 ●

(台湾 NSRRC)

NSRRC ID BL12XU ●

(台湾 NSRRC)

JAEA 量子ダイナミクス BL11XU ●

(日本原子力研究開発機構)

高圧構造物性 BL10XU ★

核共鳴散乱 BL09XU ★

兵庫県BM (兵庫県) BL08B2 ●

高エネルギー非弾性散乱 BL08W ★

東京大学物質科学アウトステーション BL07LSU ○

(国立大学法人東京大学)

加速器診断 BL05SS ■

高エネルギーX線回折 BL04B2 ★

高温高圧 BL04B1 ★

フロンティアソフトマター開発産学連合 BL03XU ○

(フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体)

粉末結晶構造解析 BL02B2 ★

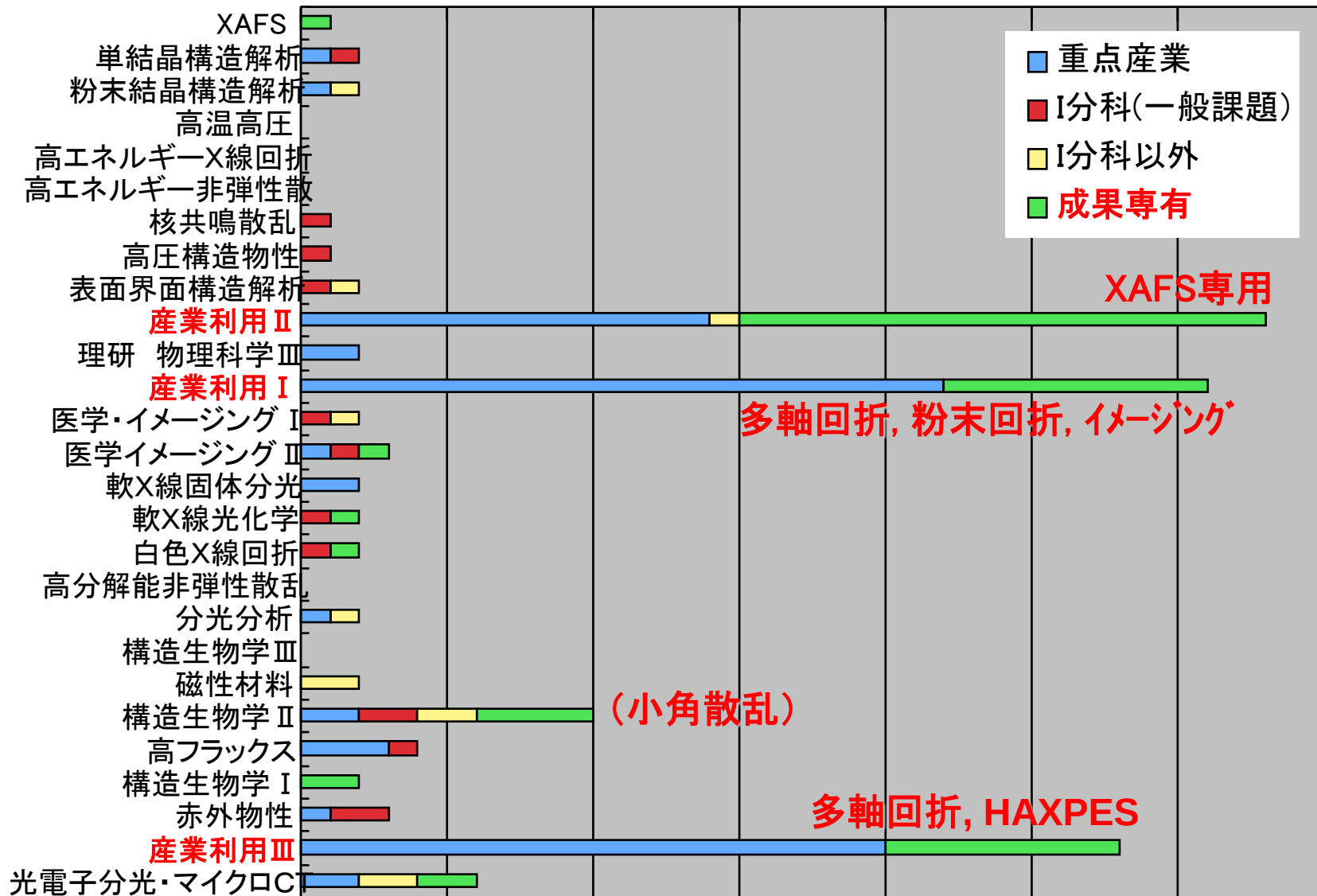
単結晶構造解析 BL02B1 ★

XAFS BL01B1 ★

共用ビームライン民間企業実施課題(08A)

課題数

0 5 10 15 20 25 30 35

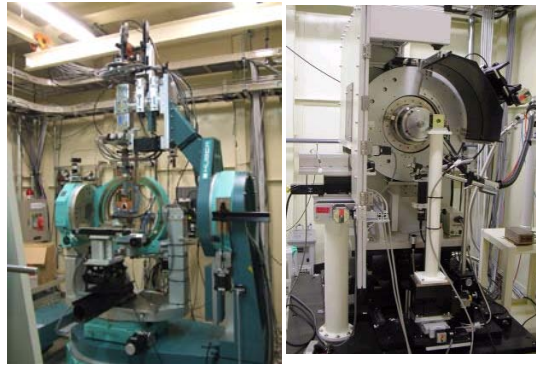


BL19B2

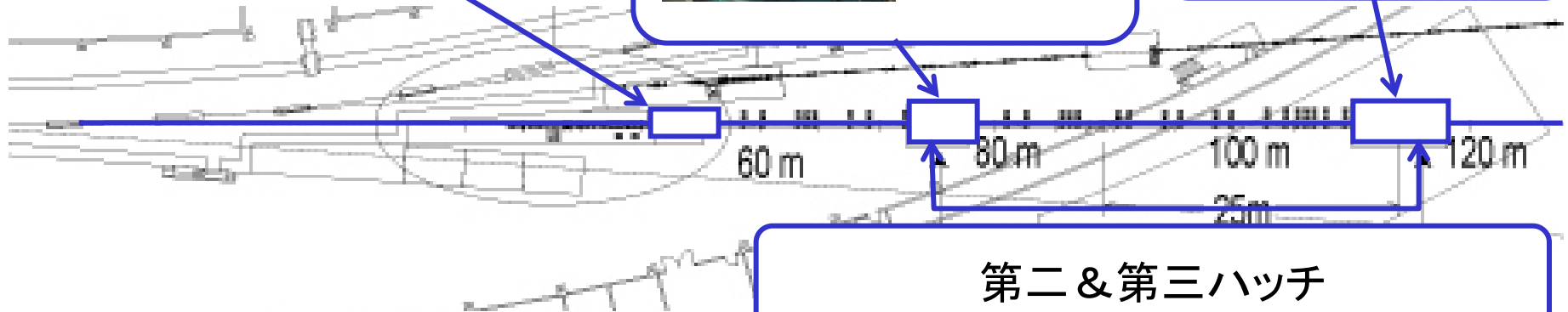
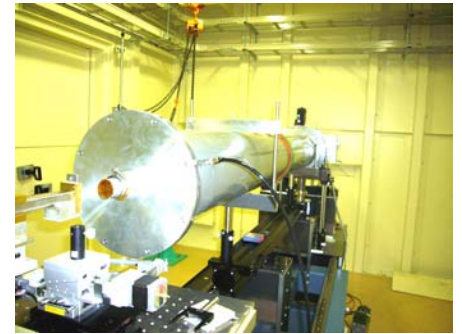
第一ハッチ
X線イメージング



第二ハッチ
多軸回折装置
粉末回折装置



第三ハッチ
小角散乱



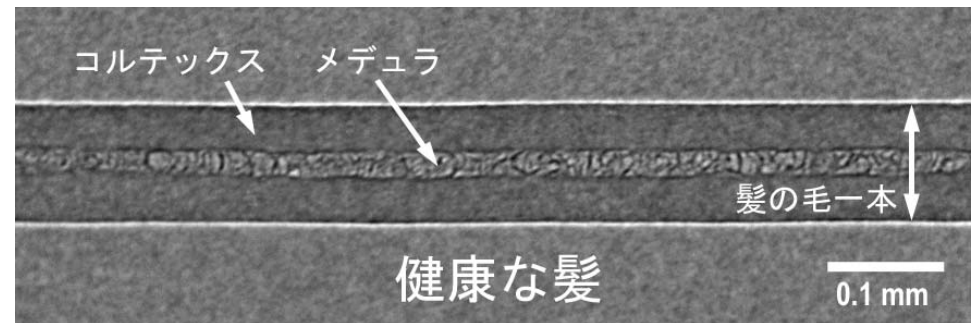
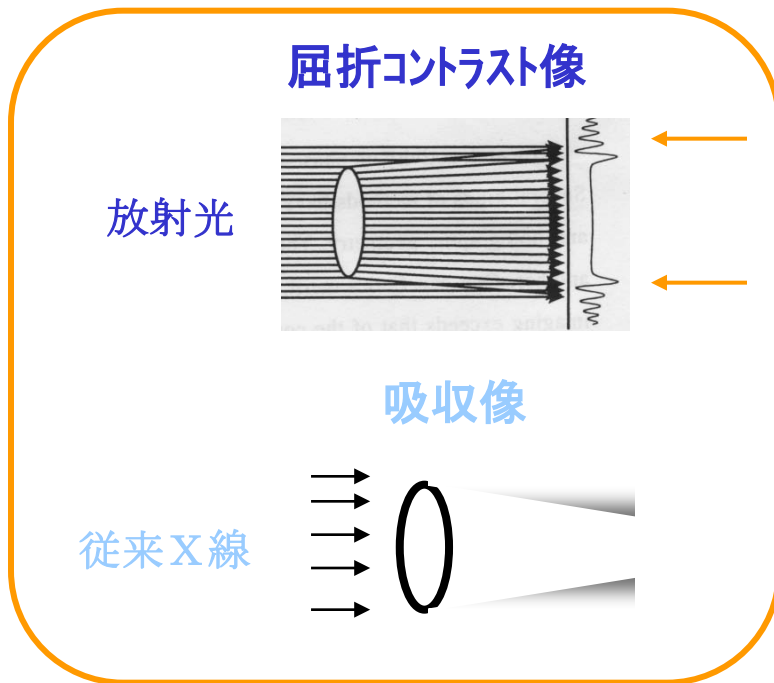
第二 & 第三ハッチ
極小角散乱
(試料は第二ハッチ、検出は第三ハッチ)

BL19B2 X線イメージング

高指向性、単色性(分光)、任意波長(エネルギー)

屈折コントラスト(位相コントラスト)像

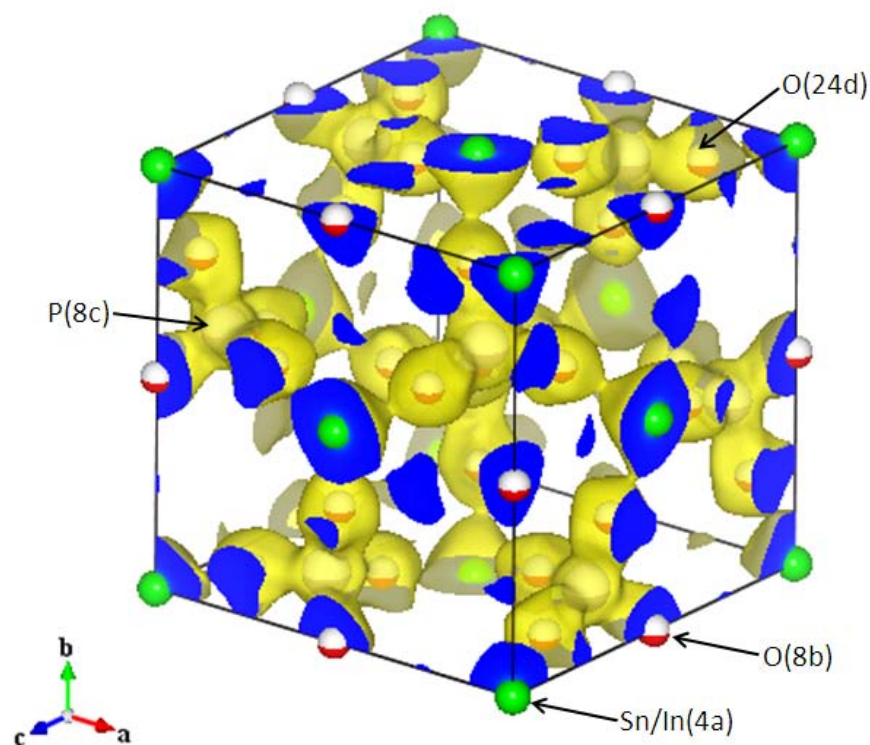
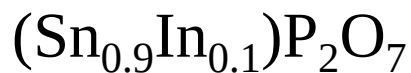
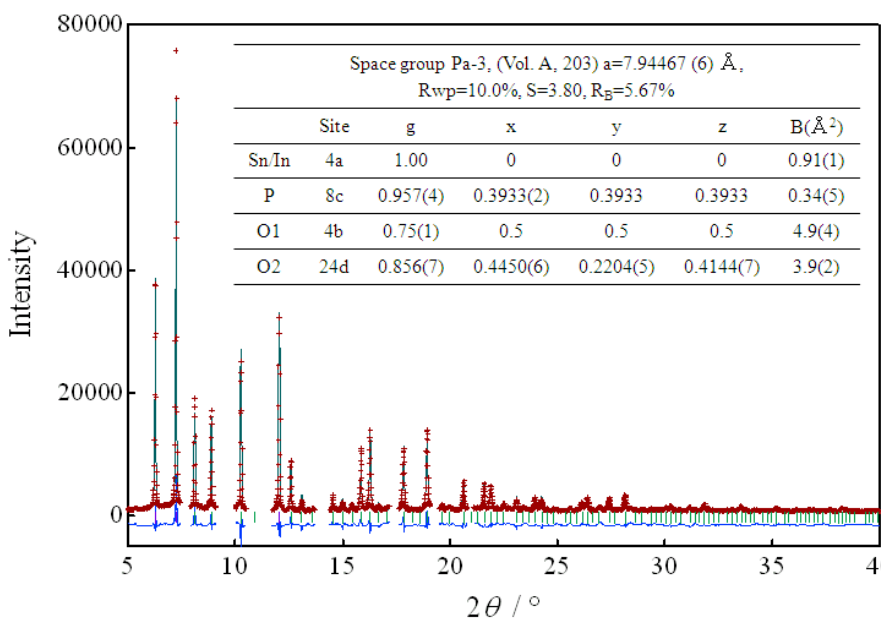
軽元素など吸収差が小さい対象も観測可能



BL19B2 (粉末X線回折)

高指向性、単色性(分光)、任意波長(エネルギー)

電子密度分布に代表される、精密な結晶構造が得られる



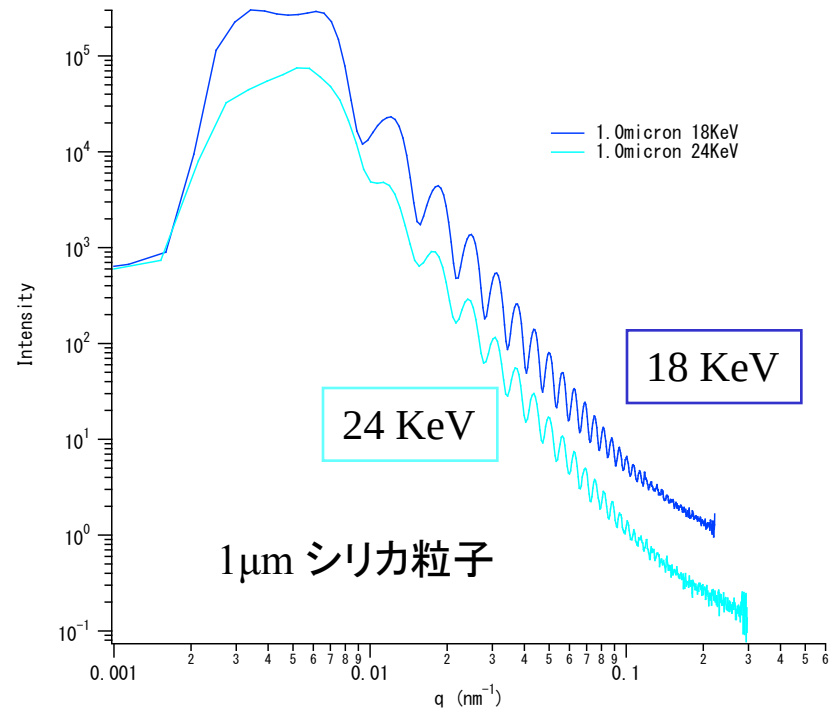
SPring-8重点産業利用成果報告書2008A

セイミケミカル 伊藤孝憲, 白崎紗央里

BL19B2 小角散乱 (極小角散乱)

高指向性、単色性(分光)

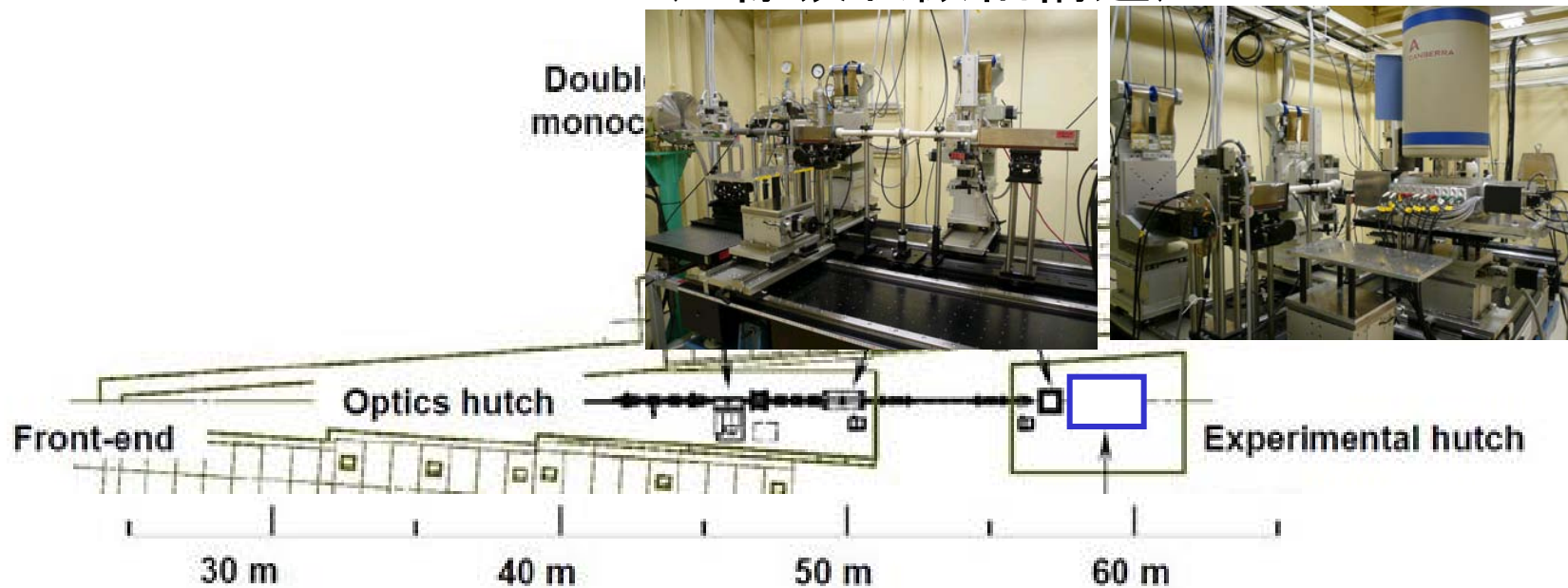
高エネルギーX線でも高い波数分解能
(透過性が高い)



広い測定波数領域

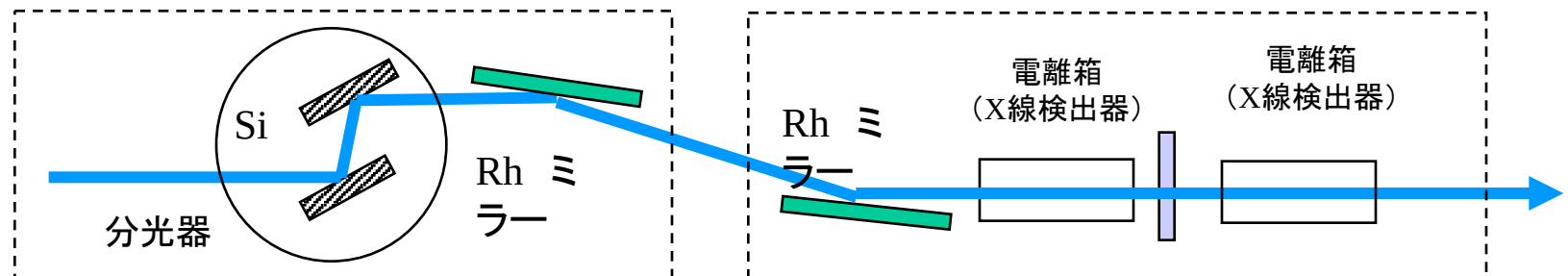
BL14B2 (XAFS)

XAFS (X線吸収微細構造)



透過法、蛍光法、転換全電子収量法

透過法の配置

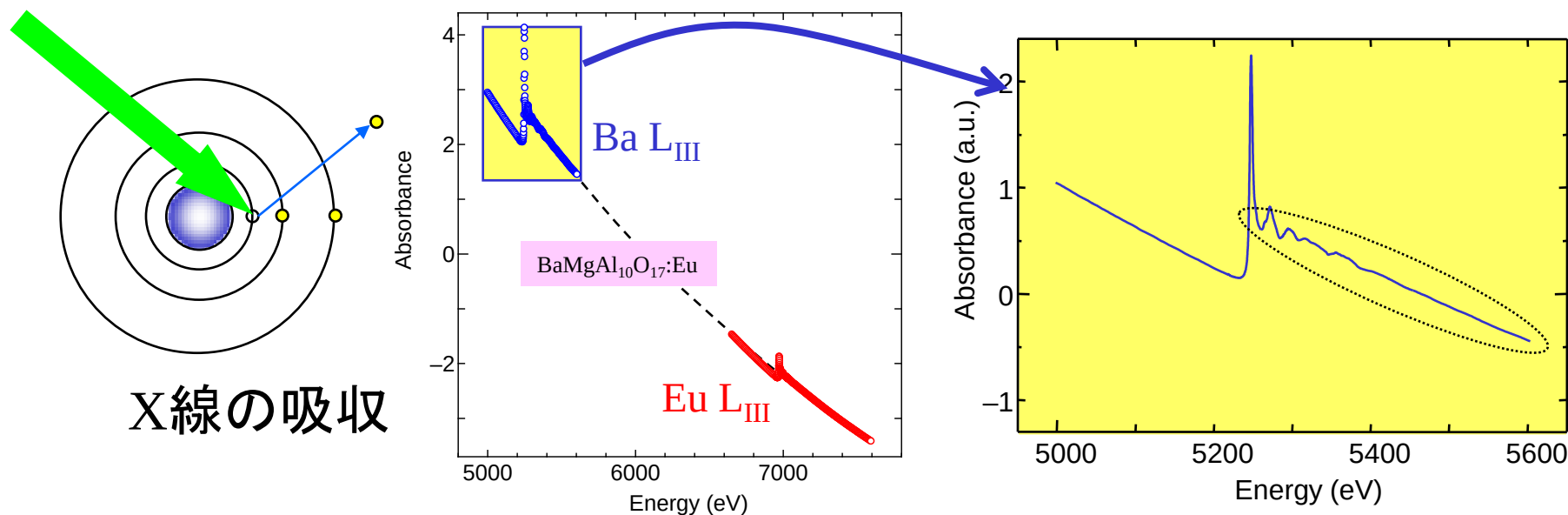


試料雰囲気制御にも対応

XAFSの特徴 (BL14B2)

XAFS : 吸収端近傍でX線吸収スペクトルに観測される振動構造

吸収元素の価数、配位状態を反映

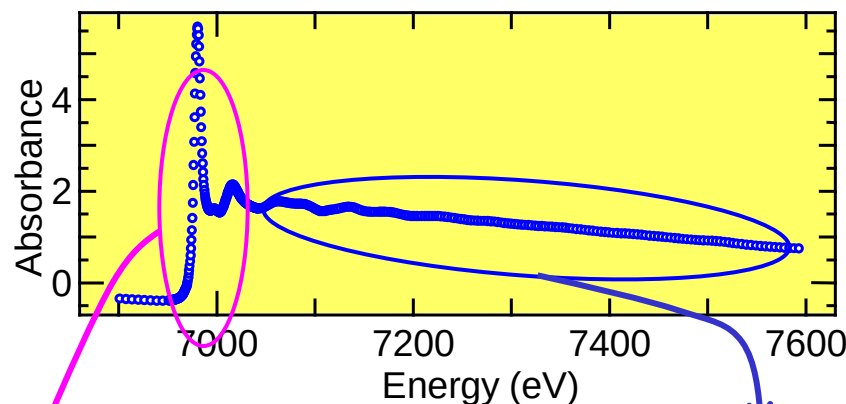


吸収端エネルギーは元素固有 元素ごとの分析が可能

液体、非晶質、微量添加元素の分析に有効

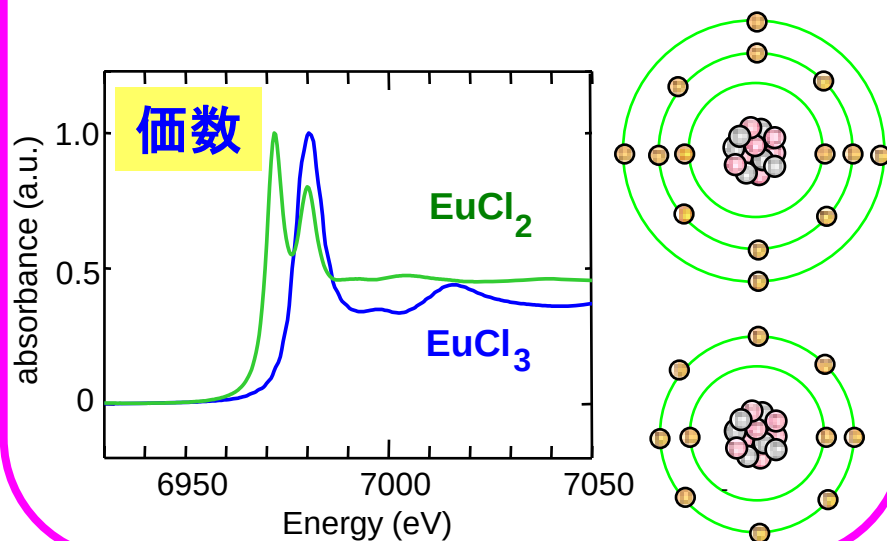
XAFS分析で得られる知見

(BL14B2)



XANES: 吸収元素の電子状態を反映

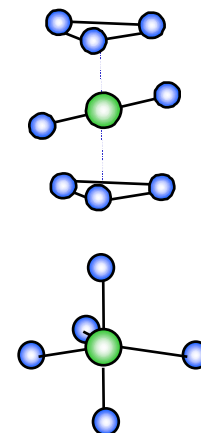
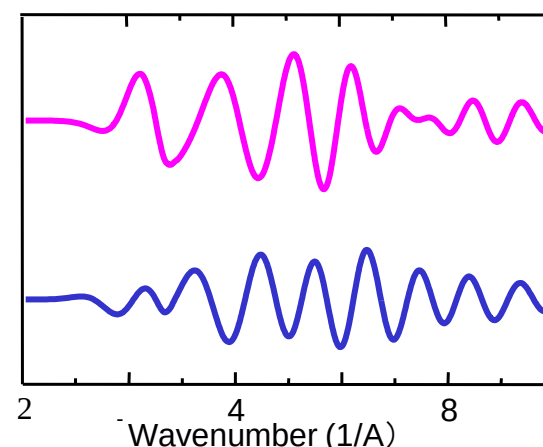
XPSと同様にChemical shiftが観測される



EXAFS: 吸収元素の配位構造を反映

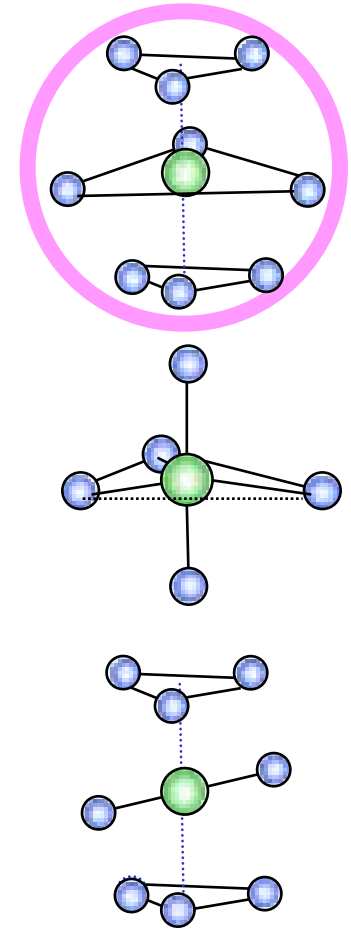
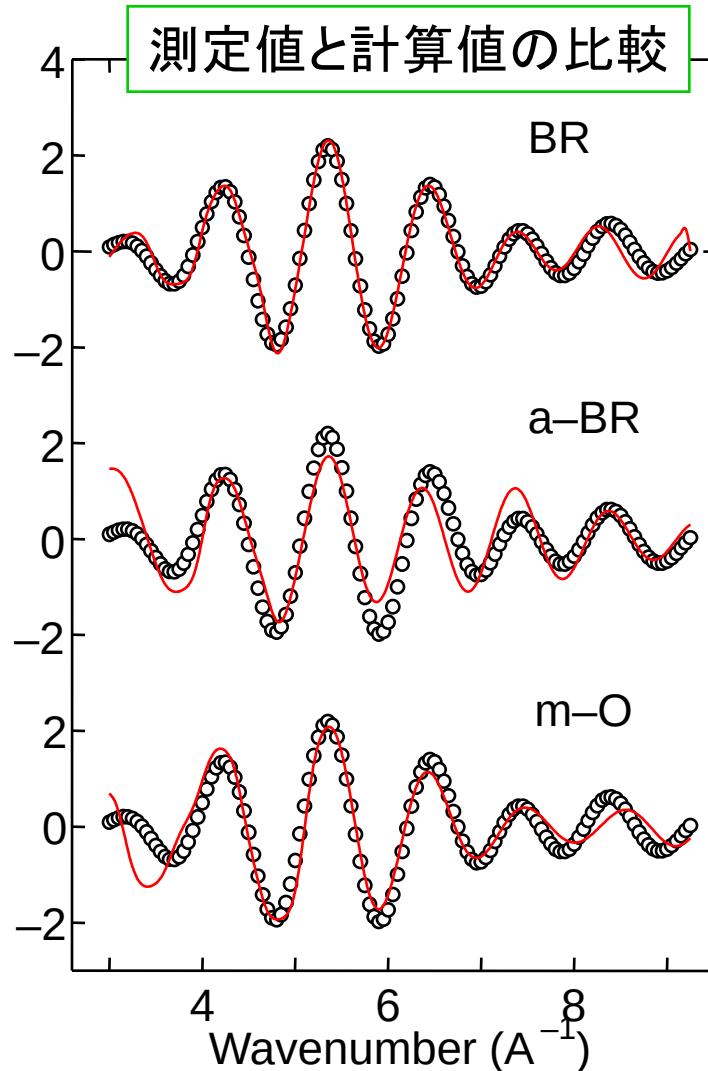
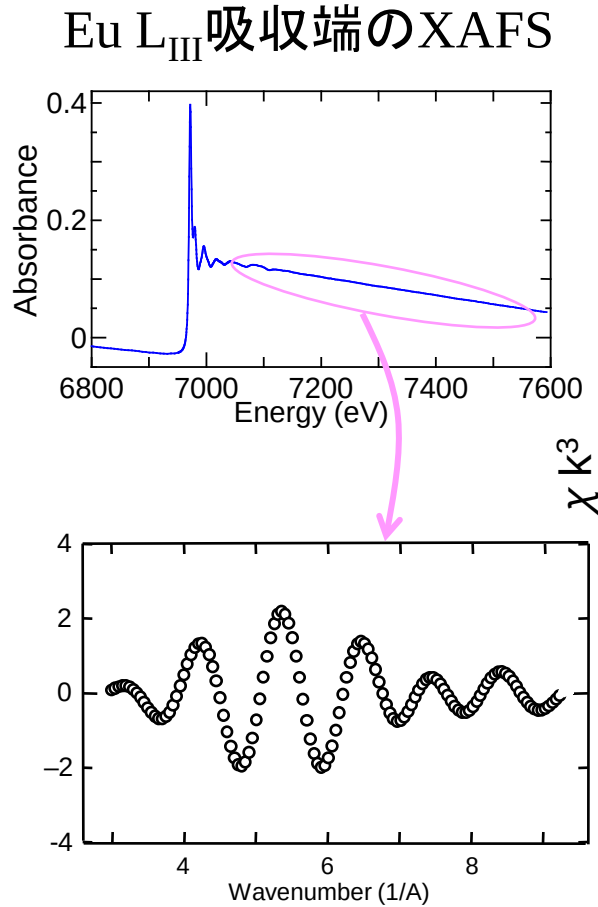
配位子までの距離、配位数、元素種

振動が配位構造を反映



XAFS分析例 (PDP用青色蛍光体 BAM)

PDP用青色蛍光体 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 添加元素 Euの位置



BL14B2でXAFS測定が可能な元素

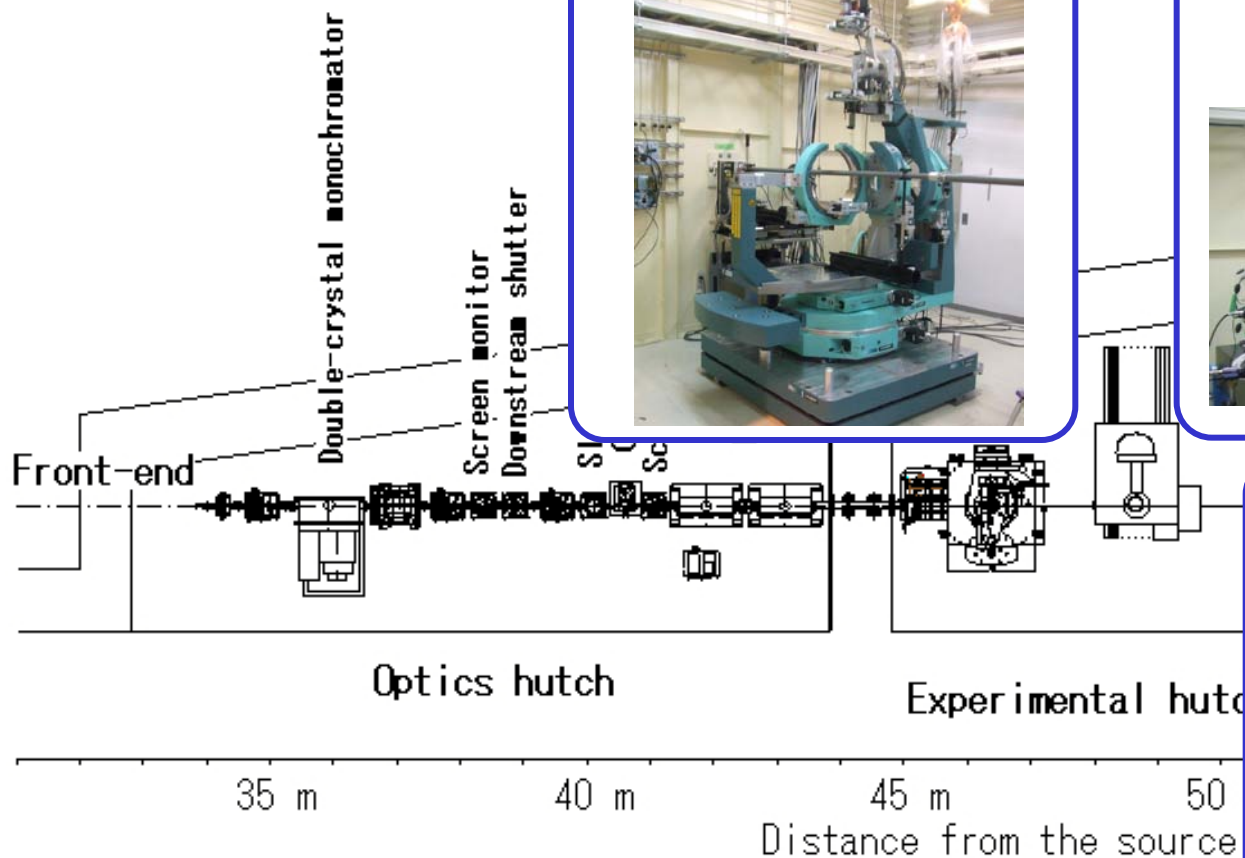
元素の周期表

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	0		
1	¹ H															² He		
2	³ Li	⁴ Be								⁵ B	⁶ C	⁷ N	⁸ O	⁹ F		¹⁰ Ne		
3	¹¹ Na	¹² Mg								¹³ Al	¹⁴ Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl		¹⁸ Ar		
4	¹⁹ K	²⁰ Ca	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni	²⁹ Cu	³⁰ Zn	³¹ Ga	³² Ge	³³ As	³⁴ Se	³⁵ Br	³⁶ Kr
5	³⁷ Rb	³⁸ Sr	³⁹ Y	⁴⁰ Zr	⁴¹ Nb	⁴² Mo	⁴³ Tc	⁴⁴ Ru	⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd	⁴⁹ In	⁵⁰ Sn	⁵¹ Sb	⁵² Te	⁵³ I	⁵⁴ Xe
6	⁵⁵ Cs	⁵⁶ Ba	⁵⁷ L	⁷² Hf	⁷³ Ta	⁷⁴ W	⁷⁵ Re	⁷⁶ Os	⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt	⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg	⁸¹ Tl	⁸² Pb	⁸³ Bi	⁸⁴ Po	⁸⁵ At	⁸⁶ Rn
7	⁸⁷ Fr	⁸⁸ Ra	⁸⁹ A															
	⁵⁷ L	⁵⁸ La	⁵⁹ Ce	⁶⁰ Pr	⁶¹ Nd	⁶² Pm	⁶³ Sm	⁶⁴ Eu	⁶⁵ Gd	⁶⁶ Tb	⁶⁷ Dy	⁶⁸ Ho	⁶⁹ Er	⁷⁰ Tm	⁷¹ Yb	⁷² Lu		
	⁸⁹ A	⁹⁰ Ac	⁹¹ Th	⁹² Pa	⁹³ U	⁹⁴ Np	⁹⁵ Pu	⁹⁶ Am	⁹⁷ Cm	⁹⁸ Bk	⁹⁹ Cf	¹⁰⁰ Es	¹⁰¹ Fm	¹⁰² Md	¹⁰³ No	¹⁰⁴ Lr		

K端

L端

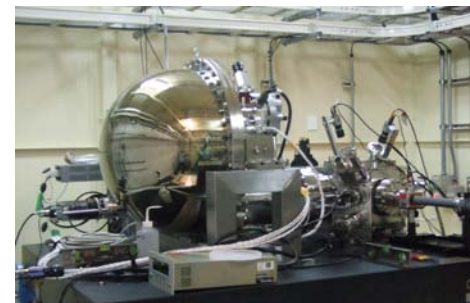
高輝度なビームライン



多軸回折装置



硬X線光電子分光 (HAX-PES)



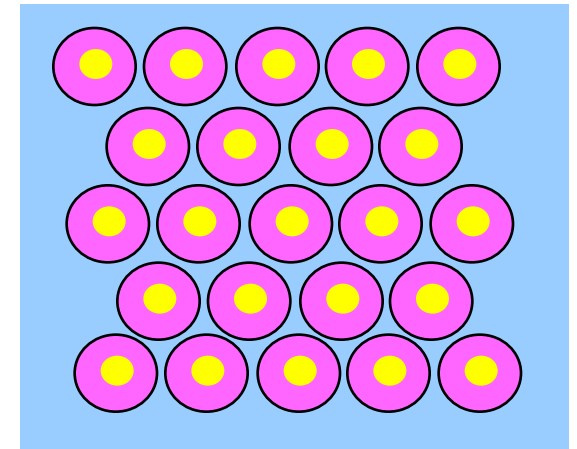
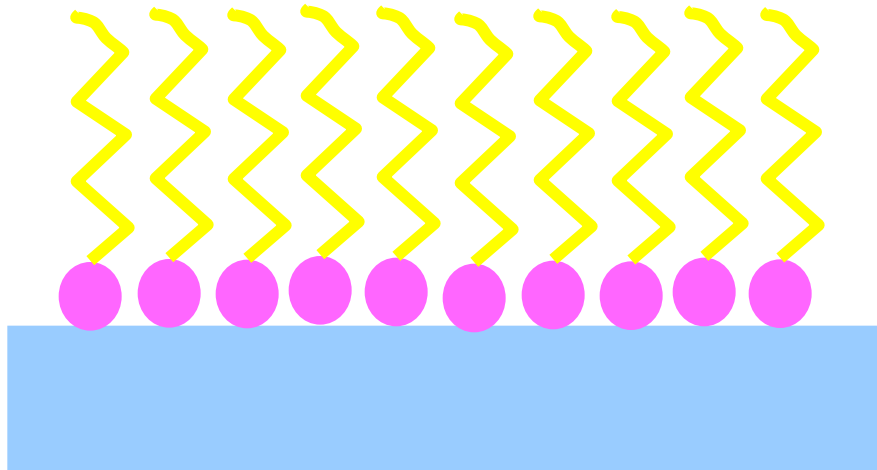
薄膜回折装置



時分割測定等に威力

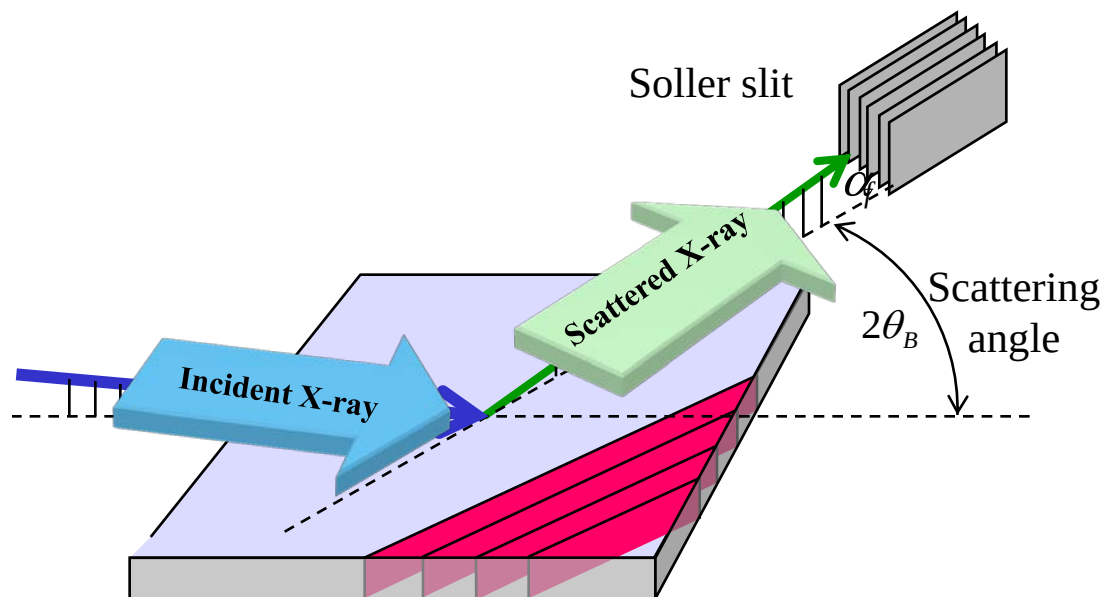
水面上単分子膜の面内構造 (BL46XU)

両親媒性メロシアニン色素



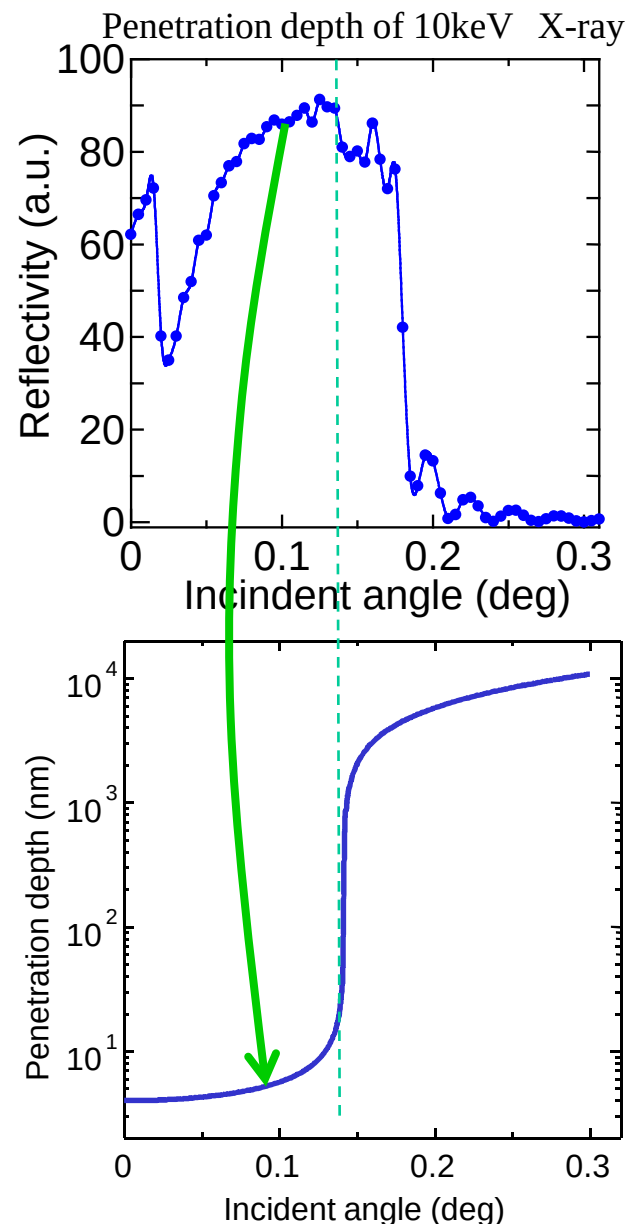
Cd^{2+} 、 Mg^{2+} を含む下層液表面で周期構造形成？

すれすれ(微小角)入射X線回折 (BL46XU)

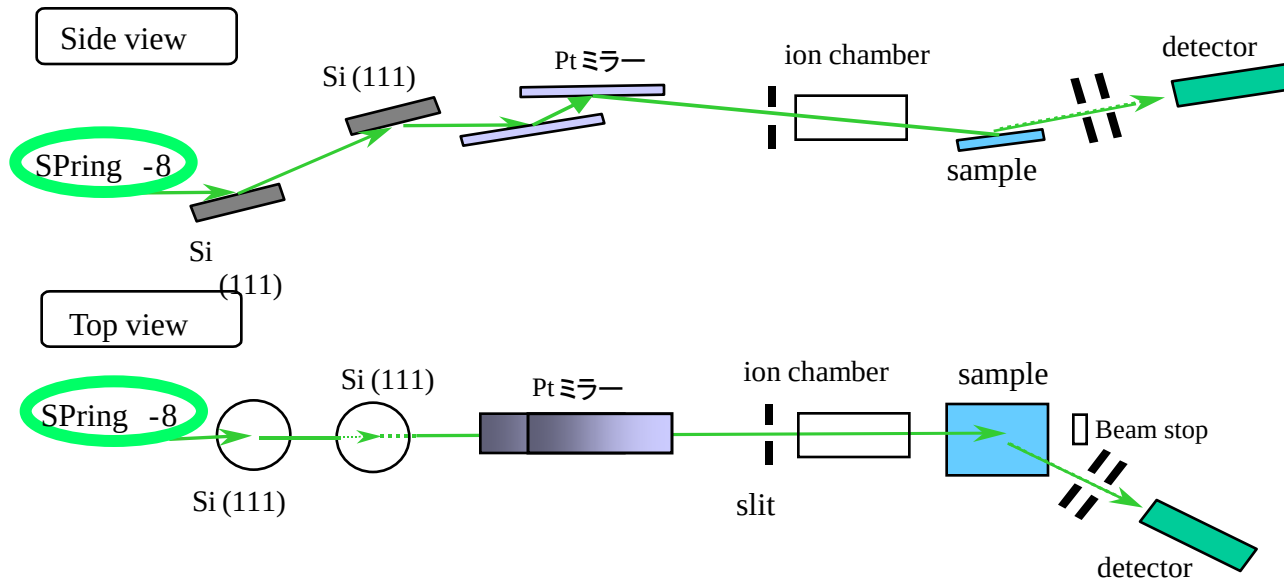


入射角が全反射臨界角より浅い場合
X線の侵入深さが極く浅くなる

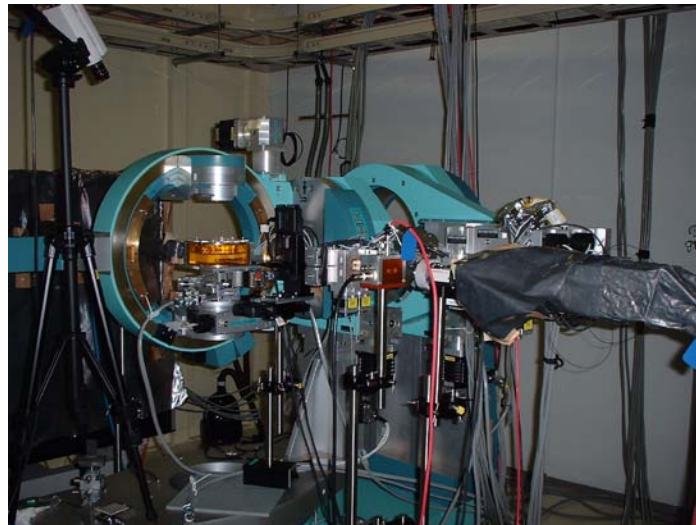
表面敏感



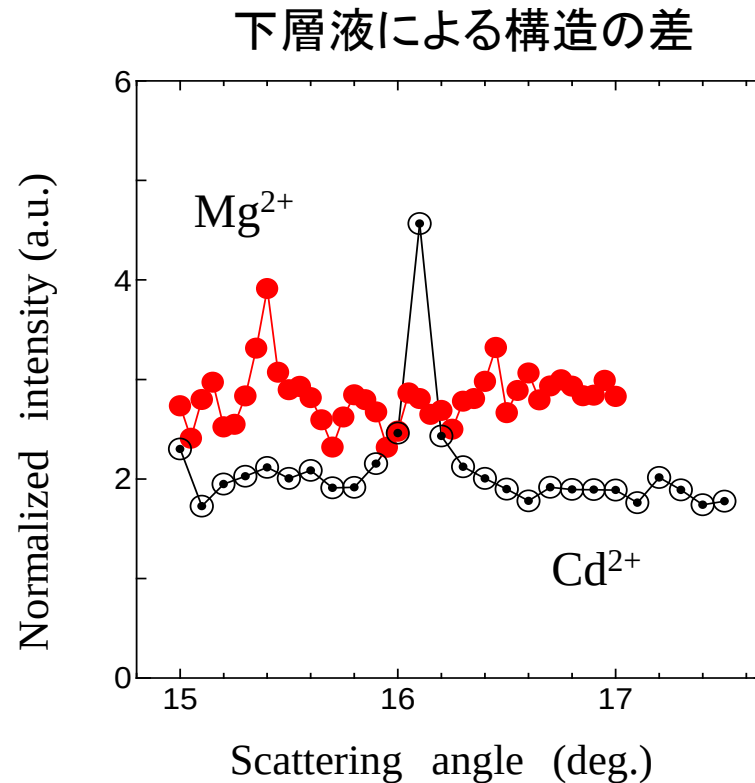
測定装置構成と測定条件 (BL46XU)



多軸回折装置の利用



測定データ例と推定分子配列 (BL46XU)

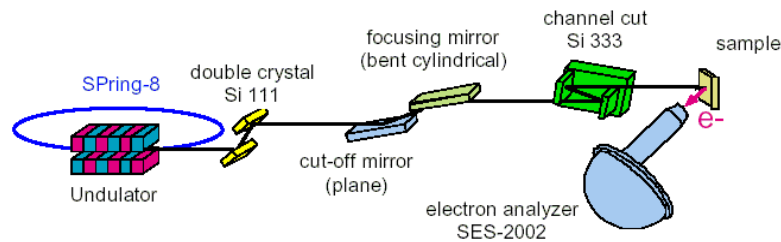


液面上の単分子膜の分子配列を決定

N. Kato et al. Phys. Rev. Lett. 94, 136404 (2005)

(* X線照射による劣化が気になる試料はBL19B2が適する)

硬X線光電子分光 (HAX-PES) (BL46XU)



光電子脱出深度の
X線エネルギー依存

光イオン化断面積の
X線エネルギー依存

X線エネルギーが高い

X線エネルギーが高い

光電子の運動エネルギーが高い

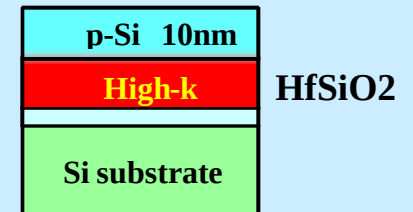
光電子の発生が少ない

脱出深さが大きい

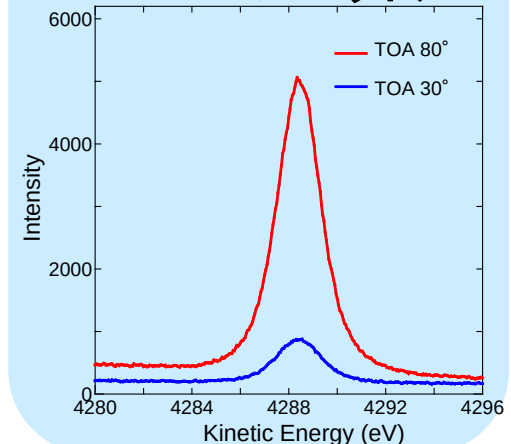
高輝度光源で克服

物質深部の情報を得る
有機物試料の照射劣化が少ない

10nm下を観測



Hf 3d スペクトル



E. Ikenaga et al., J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 491 (2005)

最後に

産業利用ビームライン
多様な測定手法に対応した測定装置

BL19B2

X線イメージング装置、粉末X線回折装置、多軸回折装置、小角散乱装置

BL14B2

XAFS（透過法、蛍光法、転換全電子収量法）

BL46XU

多軸回折装置、薄膜回折装置、硬X線光電子分光装置

新規利用のご相談 大歓迎

お問い合わせは support@spring8.or.jp