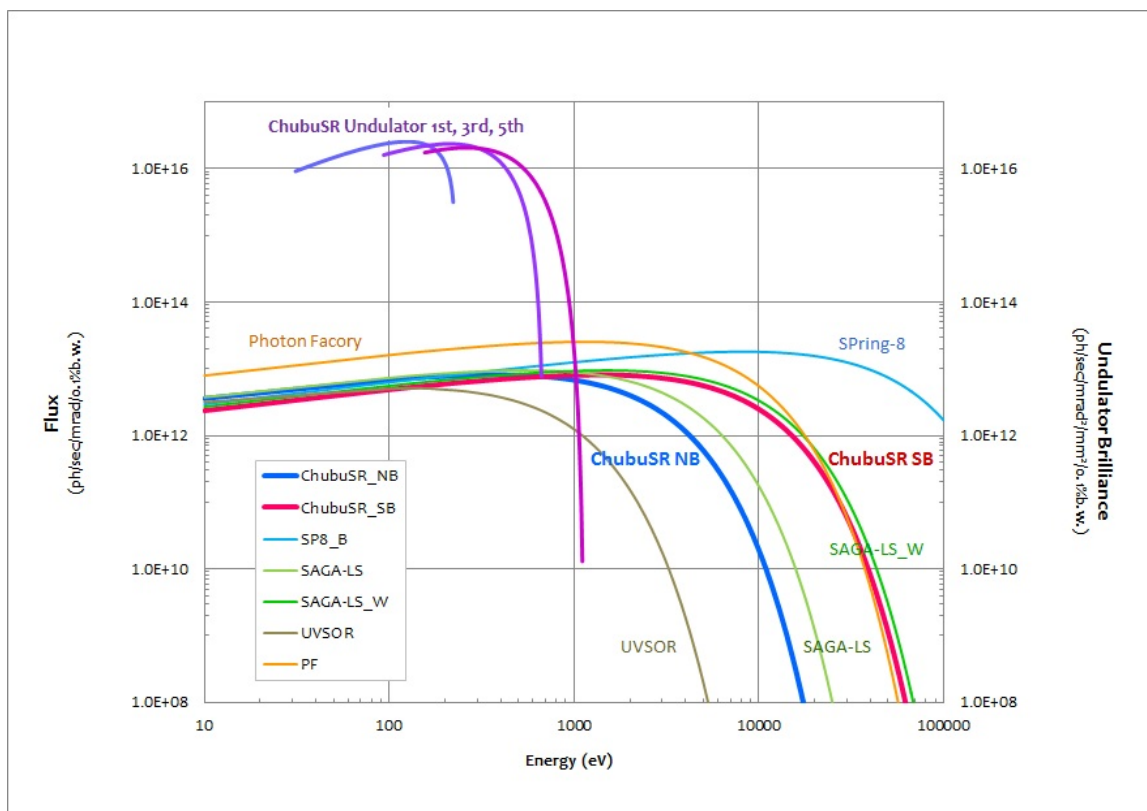


シンクロトロン光スペクトル

偏向電磁石による光の強度、およびアンジュレータ（APPLE-II型, 300 mA）光の輝度

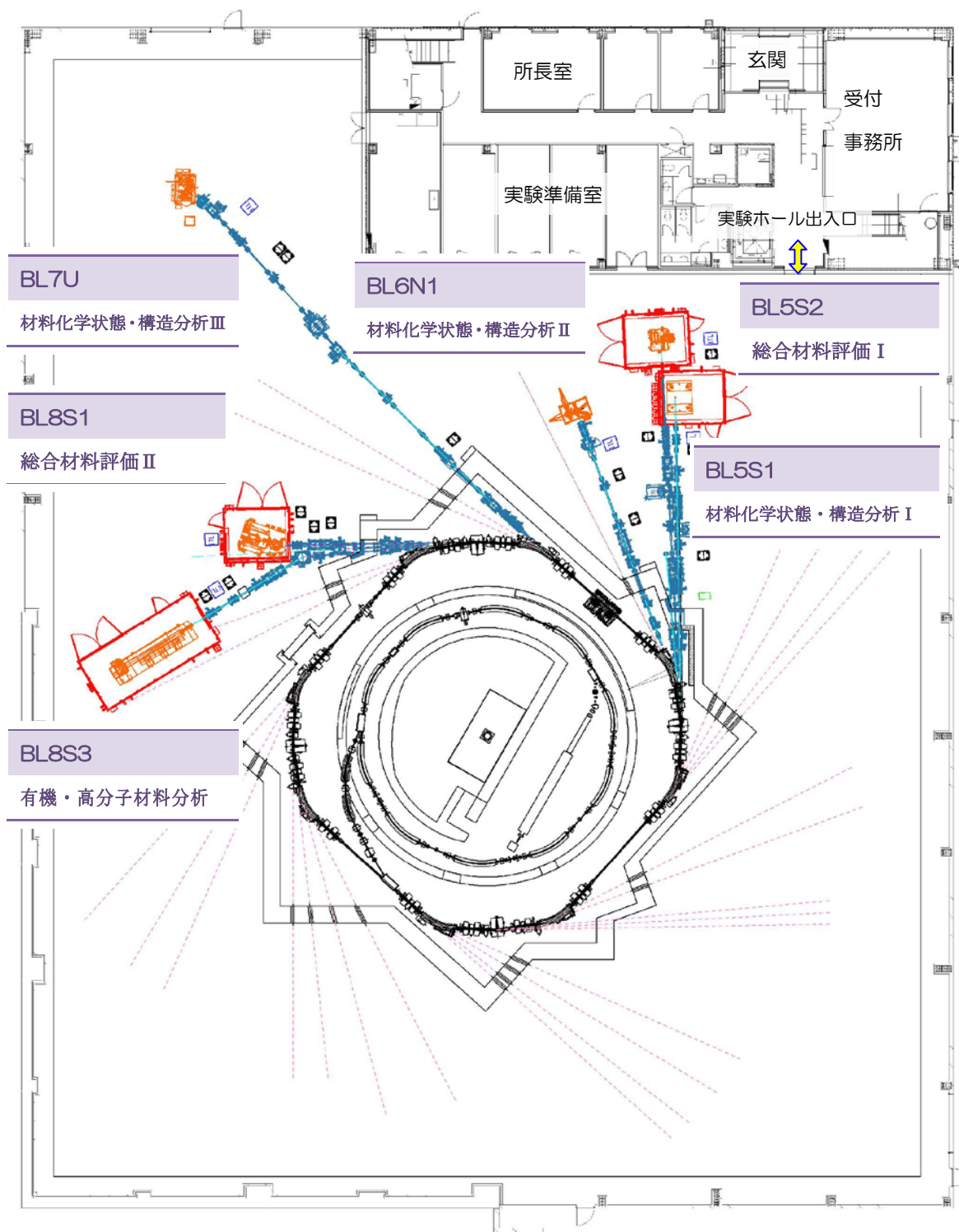


整備ビームライン仕様概要

1. 当初整備ビームライン一覧（計算値）

ビームライン名	測定手法	光エネルギー範囲 (波長範囲)	光子数 個/sec
BL5S1	材料化学状態・構造分析 I 硬X線XAFS 蛍光分析	5~20 keV (0.25~0.06 nm)	1×10^{11}
BL6N1	材料化学状態・構造分析 II 軟X線XAFS	0.85~6 keV (1.5~0.2 nm)	7×10^{10}
BL7U	材料化学状態・構造分析 III 真空紫外分光 軟X線XAFS 光電子分光	30~850 eV (40~1.5 nm)	1×10^{12}
BL8S3	有機・高分子材料分析 小角散乱	8.2 keV, 13.9 keV (0.15 nm, 0.09 nm)	7.7×10^{10}
BL5S2	総合材料評価 I X線回折	5~20 keV (0.25~0.06 nm)	1×10^{11}
BL8S1	総合材料評価 II X線反射率	9.5~14.0 keV (0.13~0.09 nm)	1×10^{11}

2. ビームライン配置



1. 材料化学状態・構造分析 I (硬 X 線 XAFS)

(1) ビームライン概要

硬 X 線領域の X 線吸収微細構造分光 (XAFS) 測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。エネルギー範囲としては、K 吸収端でスカンジウム～モリブデン、L_{III} 吸収端でインジウム～ウランを対象に XAFS 測定が可能。

(2) ビームライン性能 (計算値)

光エネルギー	5~20 keV (0.25~0.06 nm)
ビームサイズ	0.40 mm×0.14 mm (H×V)
分解能 (E/ΔE)	7000 @12keV
光子数	1×10 ¹¹ Photons/sec @12keV
ミラー	Rh コート (3.36mrad)

(3) 測定装置仕様, 特徴

検出器

透過測定用イオンチェンバ

蛍光測定用 19 素子ゲルマニウム検出器

マルチカソード検出器 (SII Vortex-EX-60)

サンプル周り

イオンチェンバへのガス供給システムは入力 6 系統, 出力 2 系統

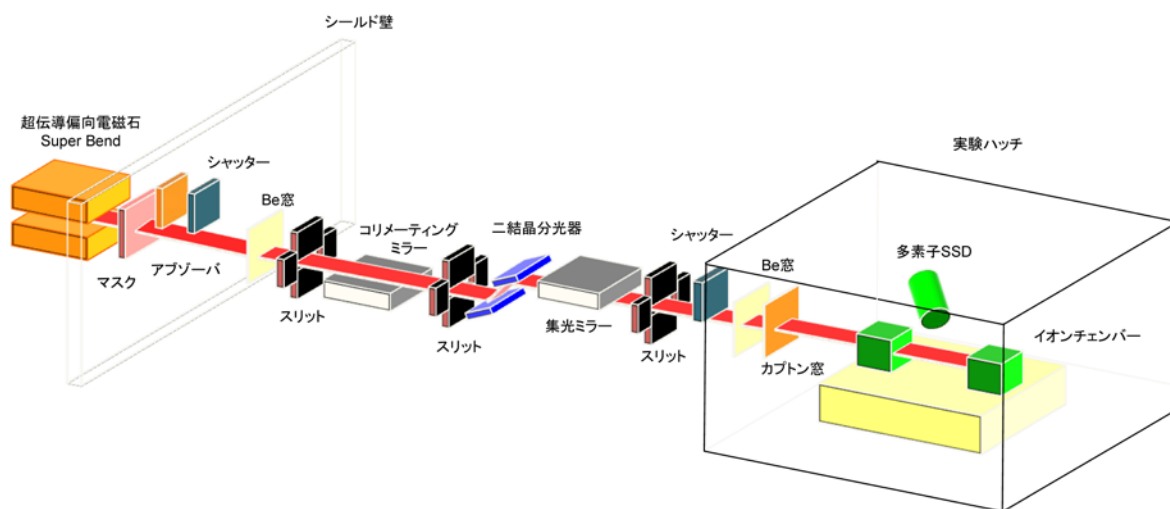
実験用ガス供給排気システム (O₂, H₂, N₂, フリー1 本)

自動サンプル交換装置 (8 連リボルバー)

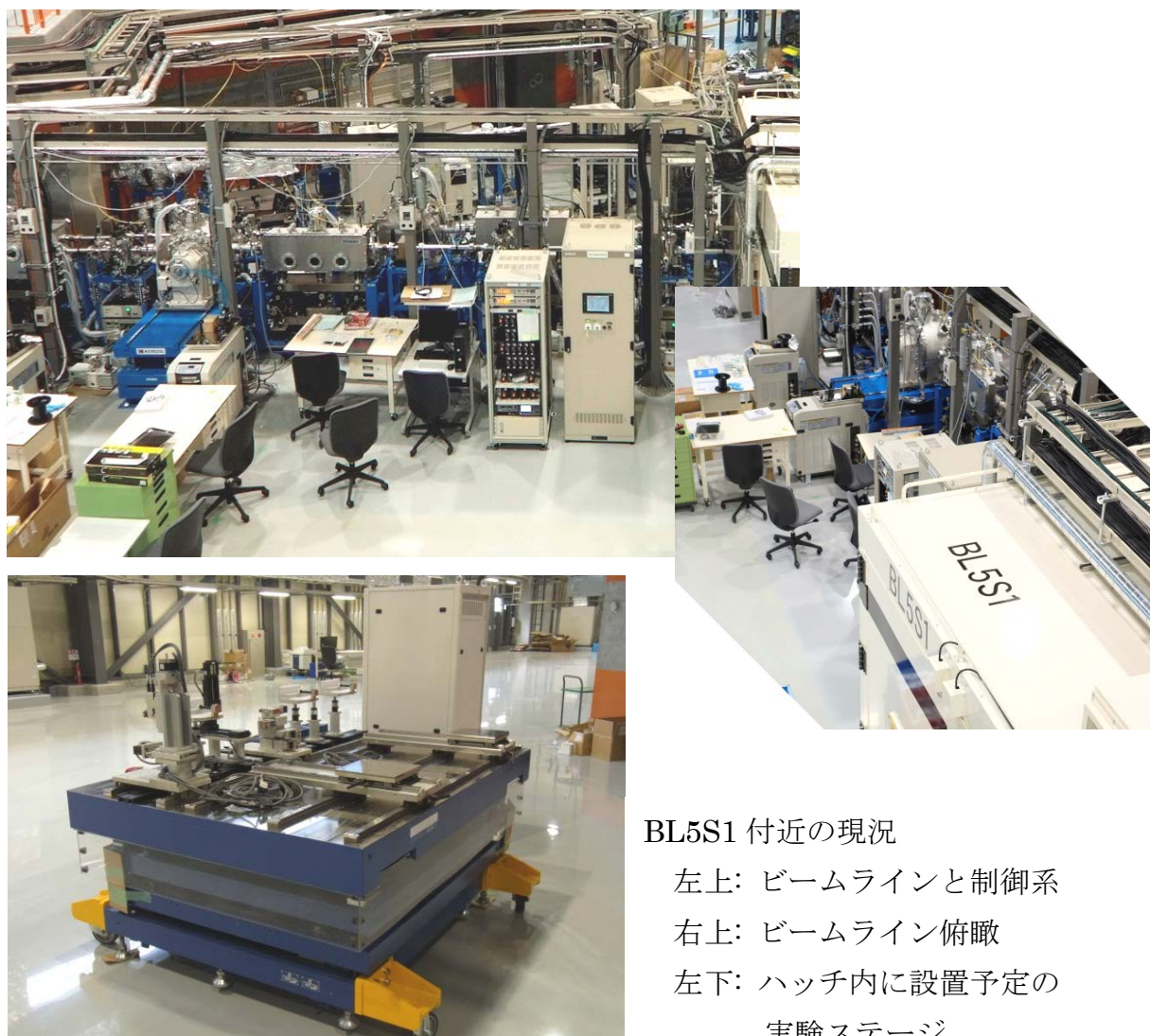
サンプル温度変更用クライオスタット (10K~RT)

運用開始後, 順次 Q-XAFS を整備し, 時分割測定を可能とする。解析ソフトとして REX2000・Athena・Artemis がインストールされた PC を用意する。

(4) ビームライン及び測定装置概略図



ビームライン概略図



BL5S1 付近の現況
 左上: ビームラインと制御系
 右上: ビームライン俯瞰
 左下: ハッチ内に設置予定の
 実験ステージ

2. 材料化学状態・構造分析 II (軟X線 XAFS)

(1) ビームライン概要

軟X線領域のX線吸収微細構造分光 (XAFS) 測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。エネルギー範囲としては、予定されている分光結晶が全て整備された最終状態では、K 吸収端でナトリウム～クロム、L_{III} 吸収端でルビジウム～アンチモンを対象に XAFS 測定が可能。

(2) ビームライン性能(計算値)

光エネルギー ^(*)	1.75～6 keV (0.7～0.2 nm)
ビームサイズ	0.6 mm×0.2 mm (H×V)
分解能 (E/ΔE)	> 2000 @3keV
光子数	7×10 ¹⁰ Photons/sec @3keV
ミラー	Ni コート

(*1)現時点での分光結晶は InSb, Si, Ge のため

(3) 測定装置仕様, 特徴

・軟X線 XAFS 実験装置

分光器： 静電半球型光電子分光アナライザー

(電子軌道半径 150mm SPECS PHOIBOS 150 CCD)

試料周り

ロードロックチャンバ (試料搬入用)

電子衝撃加熱によるサンプル加熱可能なマニピュレーター

イオンスパッタ装置

LEED 分析器

・大気圧条件 XAFS 測定装置

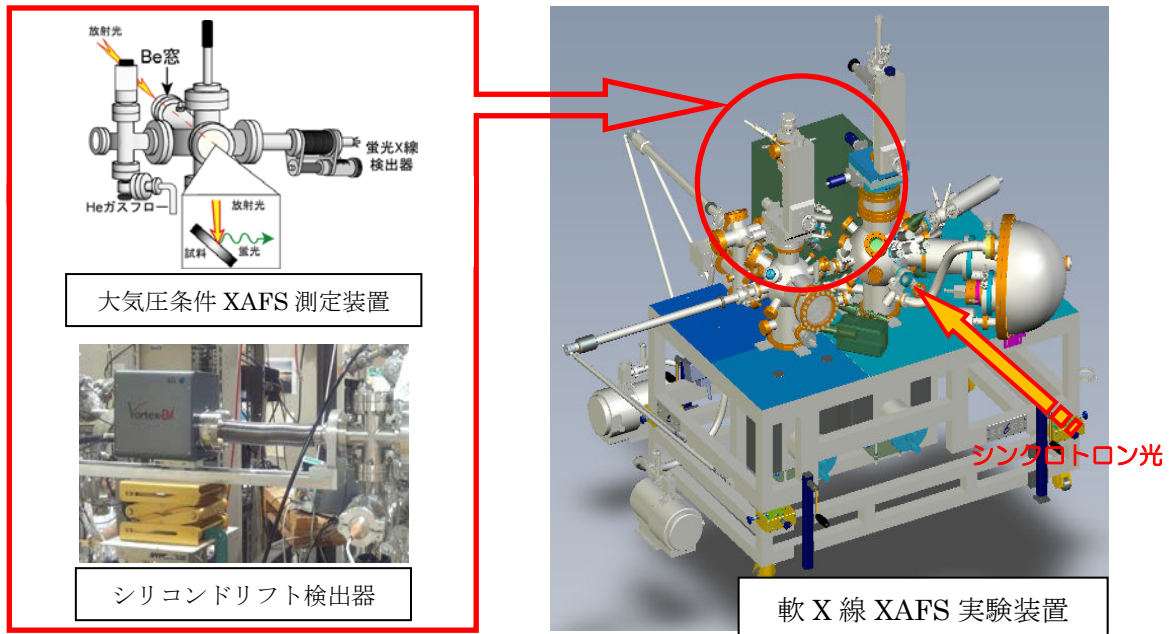
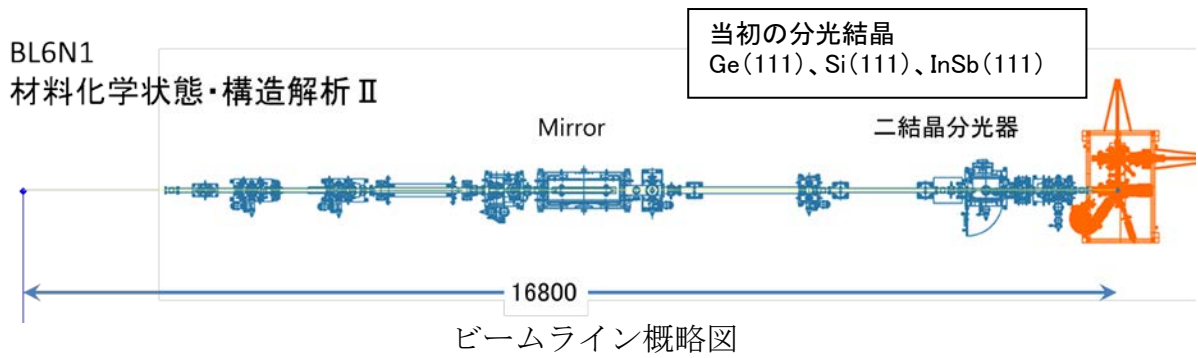
検出器：蛍光比例計数管 (FPC)

シリコンドリフト検出器 Vortex-EM (SDD)

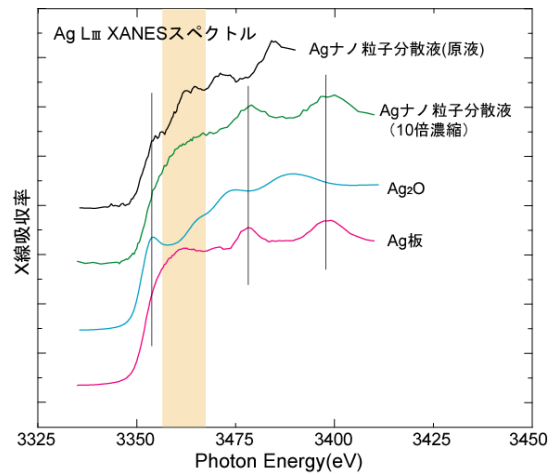
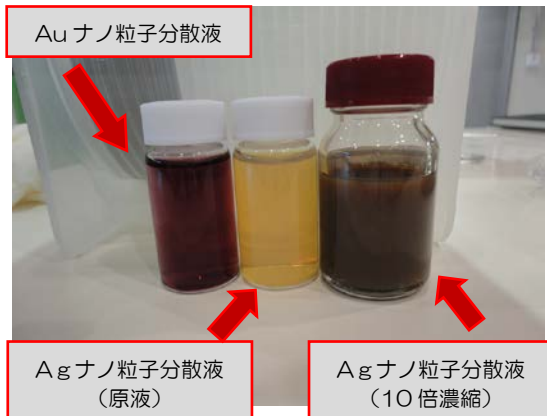
・光電子分光測定 (XPS) : 1.75～6.0keV

・XAFS 測定： 電子収量法 (total or partial) 及び蛍光収量法 (total or partial)

(4) ビームライン及び測定装置概略図



(5) 金属ナノ粒子の状態分析例



3. 材料化学状態・構造分析 III

(真空紫外分光・軟X線 XAFS・光電子分光)

(1) ビームライン概要

真空紫外から軟X線領域で吸収分光および価電子帯の光電子分光を用いて、無機・有機材料、特に燃料電池や磁性材料の化学状態・電子状態の分析を行い、磁性体・超伝導体(薄膜)材料などの原子間結合の様式および伝導・磁気状態を詳細に解析する。エネルギー範囲としては、K端でリチウム～ネオン、L～M端でウランまでをカバーする。

(2) ビームライン性能(計算値)

光エネルギー	0.03～0.85 keV (40～1.5 nm)
ビームサイズ	0.1 mm × <0.04 mm (H×V)
分解能 (E/ΔE)	>5,000 @200eV
光子数	1×10 ¹² Photons/sec @200eV

(3) 測定装置仕様, 特徴

検出器

静電半球型光電子分光装置(MB SCIENTIFIC AB)

2次元位置検出器

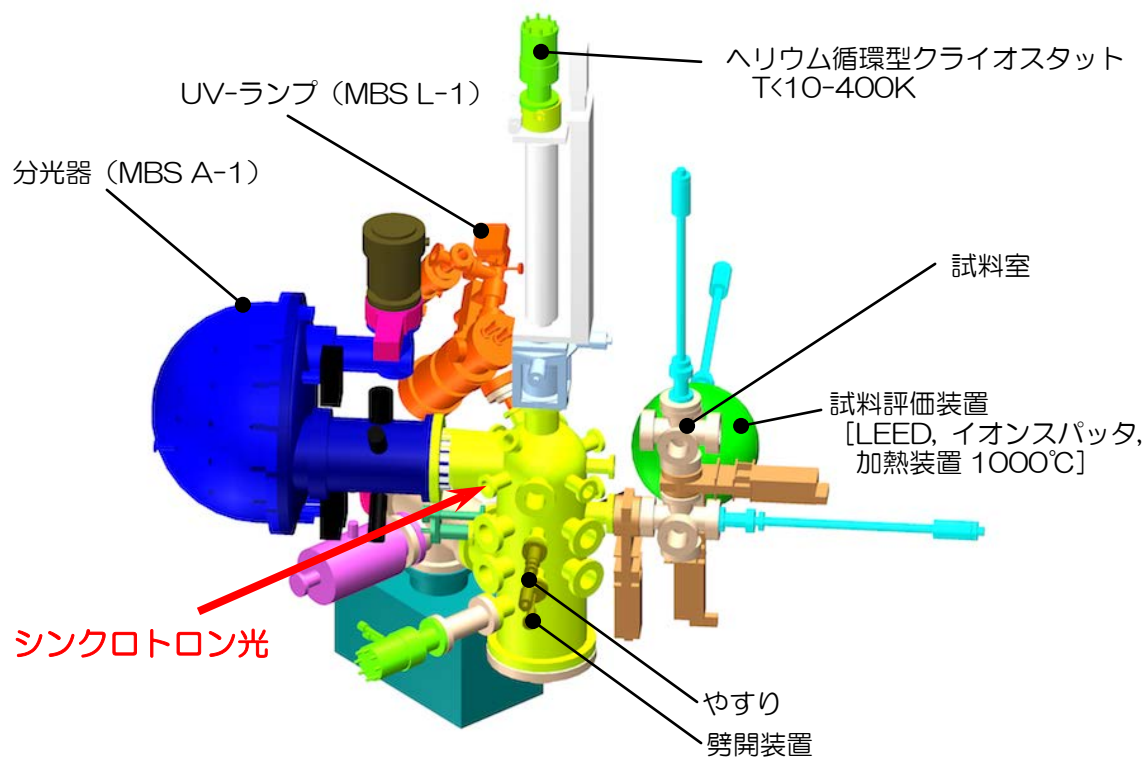
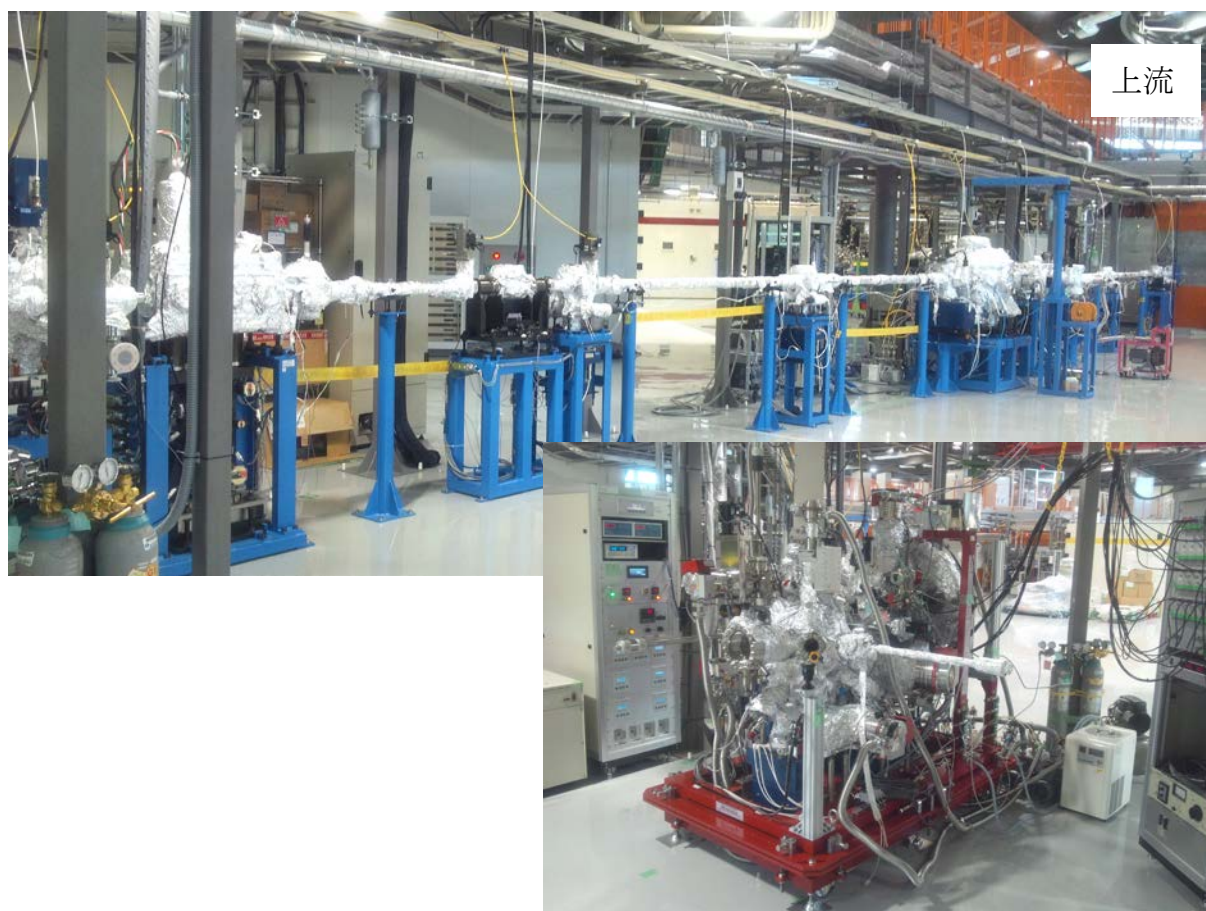
試料周り

試料搬入系(試料バンク6か所, 準備槽30minで <10⁻⁶Pa)

トランスファーベッセル

電子エネルギーと試料からの電子放出角度(および電子放出位置)を2次元マッピングできる。

(4) ビームライン及び測定装置概略図



測定装置概略図

4. 有機・高分子材料分析(広角／小角散乱)

(1) ビームライン概要

X線小角散乱法により，分子薄膜や繊維など，主に有機・高分子材料の構造を解析する．数オングストロームから約 300 ナノメートルまでの範囲の構造の測定が可能．

(2) ビームライン性能(計算値)

光エネルギー	8.2 & 13.9 keV (0.15 & 0.09 nm)
ビームサイズ	0.67 mm×0.14 mm (H×V)
分解能 (E/ ΔE)	>2000 @8.2keV
光子数	7.7×10^{10} Photons/sec @8.2keV

一結晶分光器 Ge(111) Ge(220)

(3) 測定装置仕様，特徴

検出器

自動読取イメージングプレート検出器 (R-AXIS IV⁺⁺)

二次元半導体検出器(PILATUS 100K)

フラットパネル検出器

Be 窓 X 線イメージインテンシファイア付き CCD 検出器 (V7739P/ION)

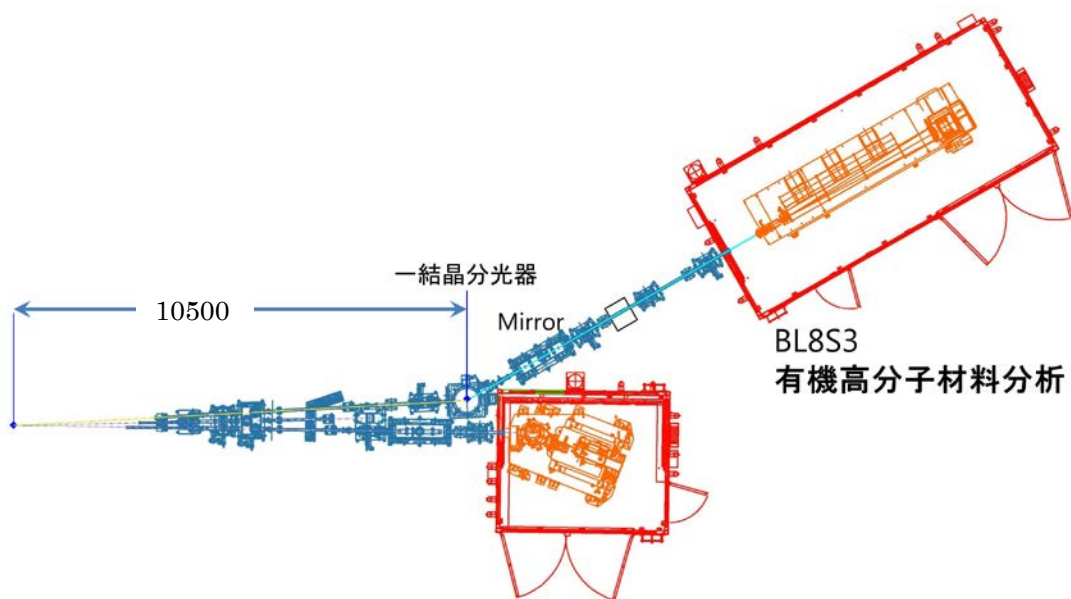
試料周り

サンプルチェンジャー

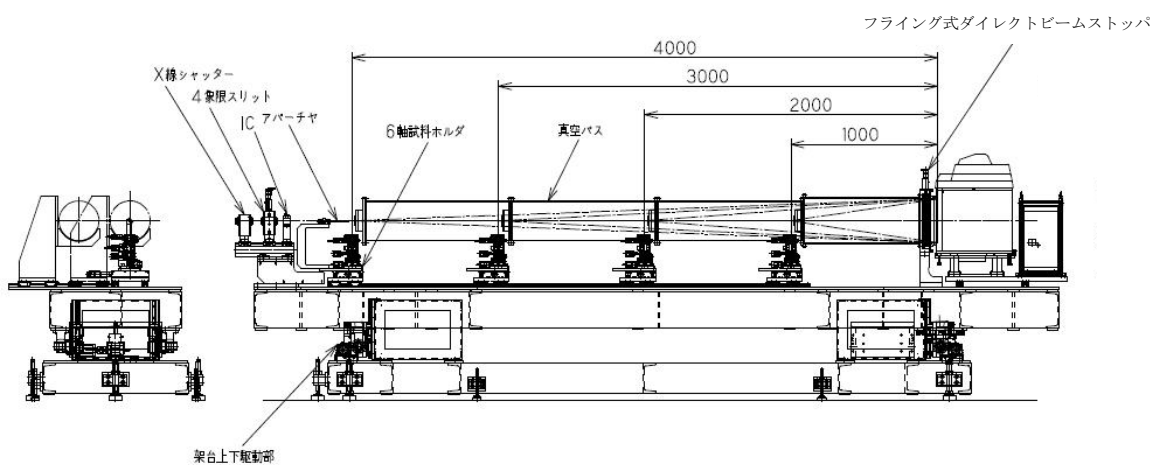
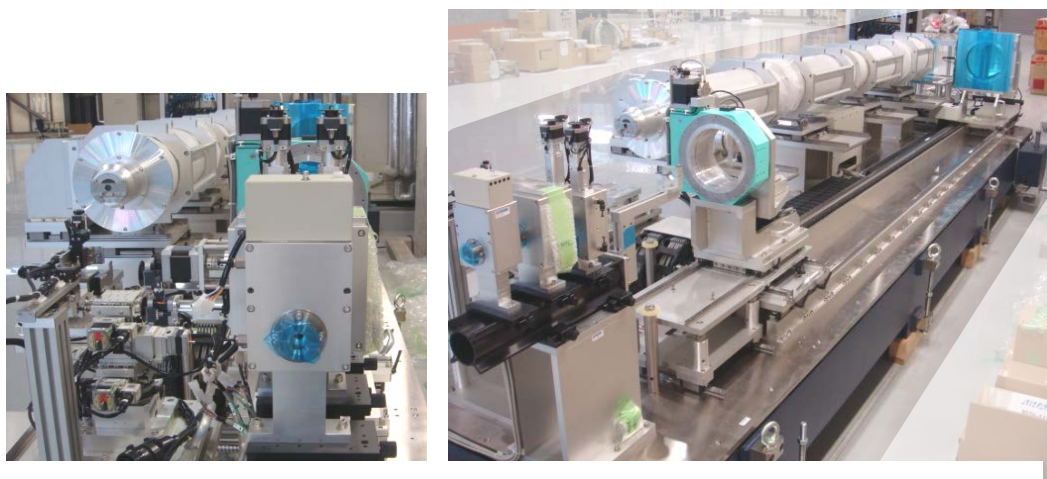
ユーザー持ち込みの大型な試料環境装置にも対応可能

パルス発生装置

(4) ビームライン及び測定装置概略図



ビームライン概略図



測定装置概略図

5. 総合材料評価 I (X線回折)

(1) ビームライン概要

半径 286 mm のデバイセラー型カメラによる粉末X線回折測定により，粉末や薄膜の結晶構造解析を実施する．

(2) ビームライン性能 (計算値)

光エネルギー	5~20 keV (0.25~0.06 nm)
ビームサイズ	0.40 mm×0.14 mm (H×V)
分解能 (E/ΔE)	7000 @12keV
光子数	1×10 ¹¹ Photons/sec @12keV
ミラー	Pt コート (4.03mrad)

(3) 測定装置仕様, 特徴

検出器

幅 350mm×400mm のイメージングプレート (IP)

二次元半導体検出器 (PILATUS 100K) (固定アームはカメラ長の変更が可能)

試料周り

通常の試料軸の他に高速回転のスピナーと薄膜用アタッチメントを装備

キャピラリーサンプル自動センタリングシステム

自動サンプルチェンジャー

高温低温吹き付け装置 (窒素ガス式)

低温吹き付け 90~420K

高温吹き付け RT~1000K

IP 読み取り装置 RAXIA-*Di*

IP 消去機

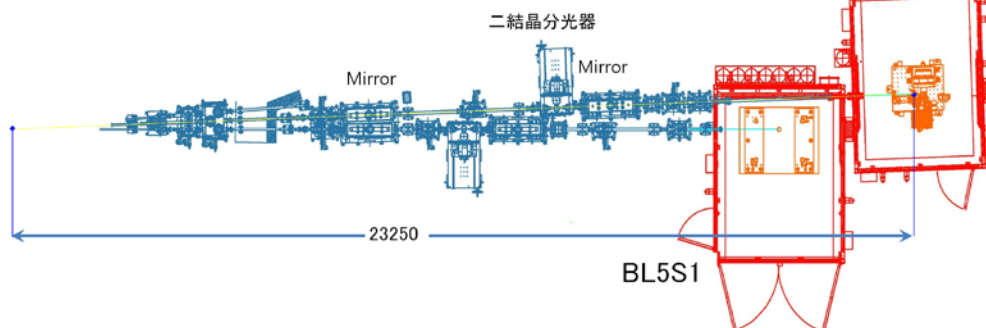


IP 読み取り装置 (RAXIA-*Di*)

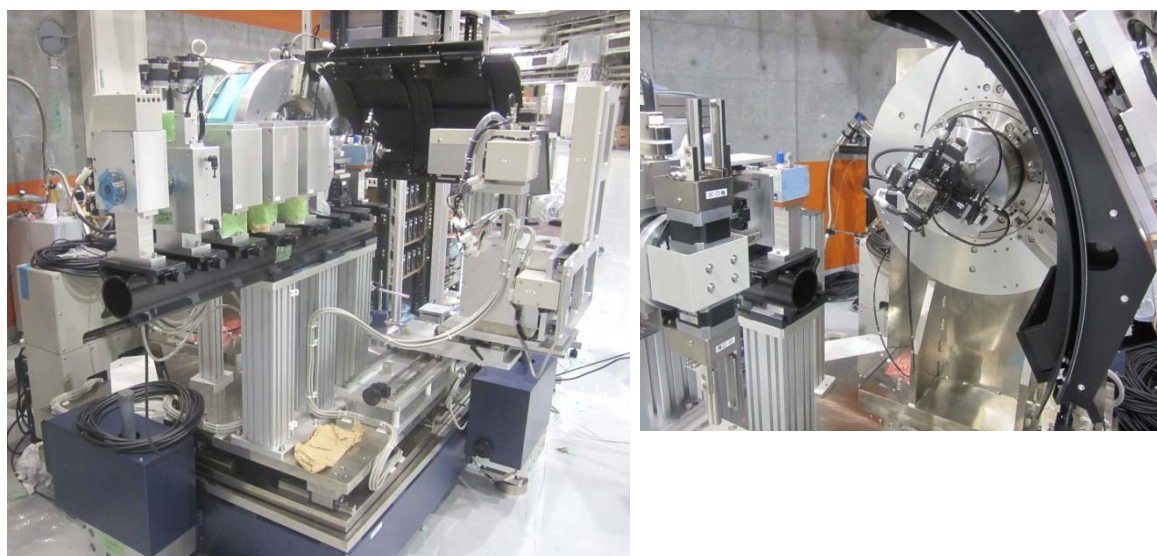
(4) ビームライン及び測定装置概略図

超伝導偏向電磁石ビームライン BL5S1, BL5S2

BL5S2 総合材料評価 I



ビームライン概略図



測定装置

(左：X線回折測定装置、右：測定装置試料周り)

6. 総合材料評価 II (X線反射率)

(1) ビームライン概要

回折装置はリガク製 SmartLab のシンクロトロン光仕様の改造機が整備される。有機・無機多層膜のX線反射率測定やX線CTR散乱測定を迅速・簡便かつ精度よく行う。表面すれすれ入射条件を利用したエピタキシャル薄膜および基板格子の逆格子マッピング測定や半導体薄膜の結晶性評価や構造変化の解析を可能とする。

(2) ビームライン性能(計算値)

光エネルギー	9.5~14.0 keV (0.13~0.09 nm)
ビームサイズ	0.42 mm×0.14 mm (H×V)
分解能 (E/ΔE)	>2000 @12keV
光子数	1×10 ¹¹ Photons/sec @12keV

(3) 測定装置仕様, 特徴

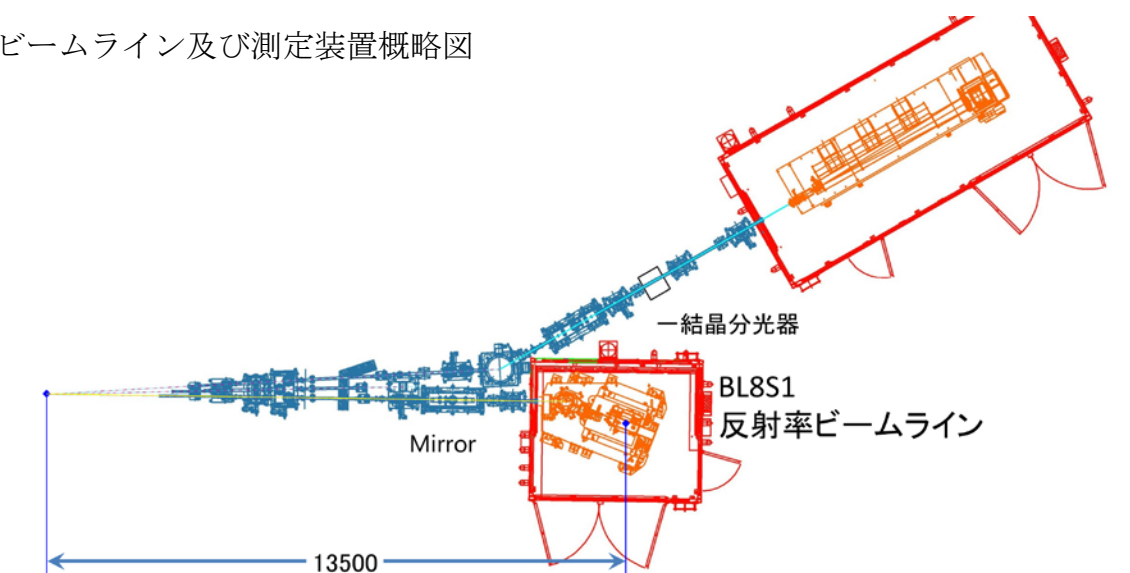
検出器

シンチレーションカウンタ (NaI)

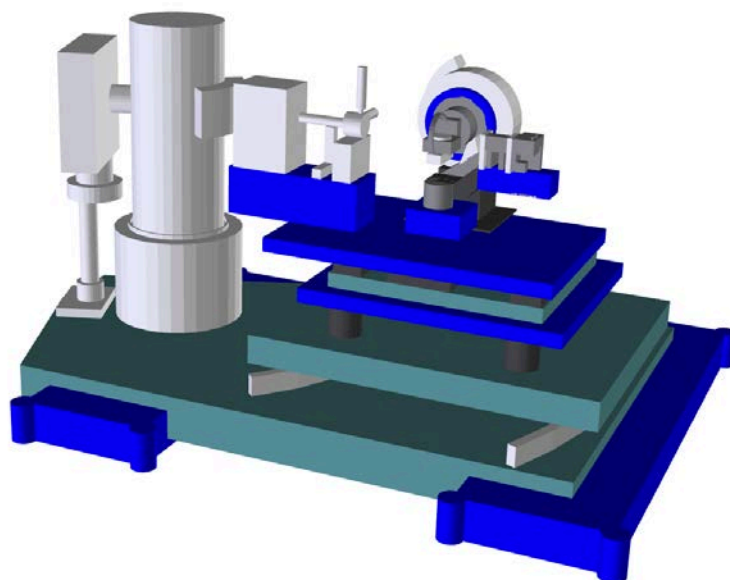
二次元検出器 (PILATUS 100K)

BL8S1 は 1 結晶分光器を導入するため、回折装置は 2θ 光学台に設置される。

(4) ビームライン及び測定装置概略図



ビームライン概略図



測定装置概略図