

BL03XU フロンティアソフトマター開発産学連合ビームライン

1. はじめに

BL03XUは、フロンティアソフトマター開発専用ビームライン（Frontier Softmaterial Beamline：FSBL）産学連合体^[注1]が管理、運用するビームラインであり、企業と学術研究者とが連合、形成した19研究グループによって構成されている。この種の共同研究体制は極めてユニークなものであり、各界から大いに注目されている。2009年11月にコミッショニングを完了、2010年2月に竣工式を開催し、第2ハッチを用いた試験的運用を行った。

2. ビームライン概要及び光学系

ビームライン光学系には、SPring-8標準型真空封止アンジュレータ及び標準的な輸送チャンネルが用いられている。光学ハッチ内には、液体窒素循環冷却型二結晶分光器（Si（111））を配し、下流に設置したKirkpatrick-Baez（KB）ミラーにより二次元集光を行う。実験ハッチは光源に近い順に薄膜・表面構造評価を主とする第1ハッチと小角・広角同時X線散乱測定のための第2ハッチがタンデムに配置されており、様々な高分子・ソフトマテリアル材料を散乱・回折法を用いて構造評価する。図1に光学系及び実験ハッチ装置レイアウトを示す。通常はミラー視斜角を4 mradとし、ミラーコーティング面のRhとPtを使い分けることで6 keV～

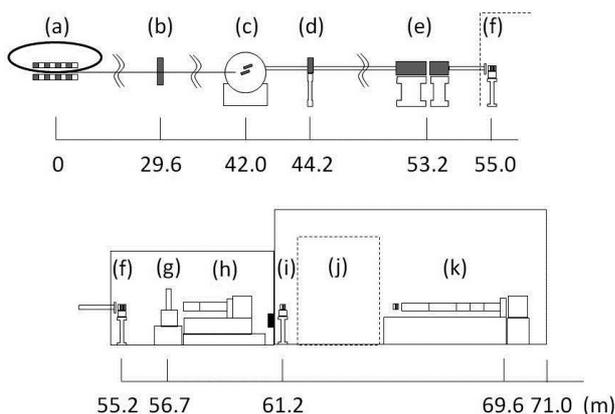


図1 ビームライン装置レイアウト；(a) アンジュレータ、(b) フロントエンドスリット、(c) 二結晶分光器、(d) シャッター、(e) ミラー、(f) 1st Slit、(g) 薄膜回折計、(h) 真空パイプ架台、(i) 2nd Slit、(j) 大扉、(k) 真空パイプ自動昇降架台。

20 keV（0.6 Å～2.0 Å）の光を、実験ハッチ内の光学機器、回折計及び定盤を大きく移動させることなく、利用することが出来る。

2-1 第1ハッチ装置

試料水平配置型薄膜回折計を用いた、すれすれ入射X線散乱測定（微小角入射広角X線散乱、回折（GIWAXS、GIXD）測定、微小角入射小角X線散乱（GISAXS）測定）及び、X線反射率測定が可能な計測システムが装備されている。薄膜回折計と組み合わせGISAXS測定を行うための真空パス架台は、2本の真空パイプ、ビームストップ調整機構チャンバ、検出器自動切り替え機構を有し、試料-検出器距離（カメラ距離）が1 mと2 mの実験が可能である。GIXD及びXR測定用にはSiPINフォトダイオードとYAPシンチレーションカウンタ、GIWAXS測定用にはFlat Panel Detector（FPD）、GISAXS測定用にはイメージングプレートX線検出器R-AXIS IV++とImage intensifier+CCD（II+CCD）が用意されている。

2-2 第2ハッチ装置

第2ハッチには、小角X線散乱（SAXS）、広角X線散乱（WAXS）の同時測定が可能な計測システムが装備されている。様々なカメラ長の実験レイアウトがスムーズに変更できるように、4種類6本（0.25 mと0.6 m各1本及び0.5 mと1.0 m各2本）の自動昇降可能な真空パイプ、0.15 mのビームストップチャンバ及びノーズフランジを有した、長さ4.6 mの高精度リニアガイド付きの定盤が設置されており、カメラ距離0.25 m～4.1 mの散乱測定が可能である。リニアガイドに沿って、移動ステージ、ガードピンホール、試料位置調整用XZステージ、ビームストップチャンバ、検出器を精度よく移動させることができ、カメラ距離4.1 mの小角散乱測定とカメラ距離0.25 mの広角散乱測定との切り替えは30分程度で完了する。図2及び図3にカメラ距離0.25 mの広角散乱測定レイアウトとカメラ距離4.1 mの小角・広角散乱同時測定レイアウトの写真を示す。図2のレイアウトから図3のレイアウトへの変更は、図3（b）の様に架台に収納されている真空パイプが自動で上昇することにより達成される。また、大面積検出面を有するR-AXIS VII++と、

[注1] 旭化成(株) 関西学院大学 キヤノン(株) (株)クラレ 昭和電工(株) 住友化学(株) 住友ゴム工業(株) 住友ベークライト(株) DIC(株) 帝人(株) (株)デンソー 東洋紡績(株) 東レ(株) 日東電工(株) (株)ブリヂストン 三井化学(株) 三菱化学(株) 三菱レイヨン(株) 横浜ゴム(株) (50音順)

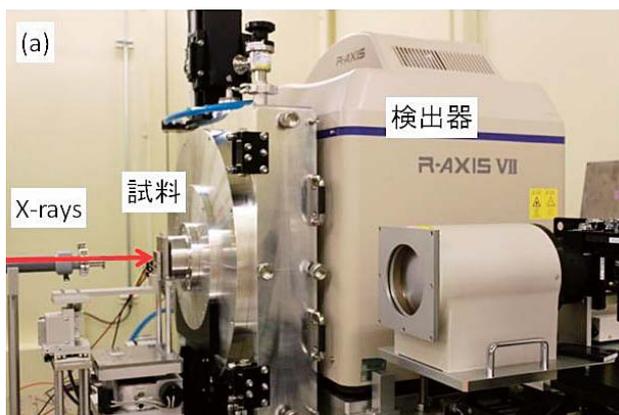


図2 カメラ距離0.25 mの広角散乱測定レイアウト。(a) 拡大図、(b) 架台全体像、青丸の部分が (a) である。



図3 カメラ距離4.1 mの小角・広角散乱同時測定レイアウト。

高速散乱測定用のII+CCDとは30秒程度で自動切り替え可能なシステムとなっており、実験に応じてユーザーが検出器を切り替えることが可能である。また、真空パイプを既存のパイプに追加することでより長いカメラ距離の実験を行うことも可能である。

3. コミッショニング及び第2ハッチ調整

2009年11月から実施したコミッショニングではFE Slit調整、定位置出射調整、アンジュレータ光のスペクトル測定、Si結晶のロッキングカーブの測定及び計算値との比較、光源安定性評価、ミラー調整などの光学系調整・評価を実施した。実験に応じてスリットサイズ及びミラーによる集光位置の調整を行うこととなるが、最もよく使用される条件であるFE Slit = 0.3 mm × 0.3 mm、波長 = 1.0 Å、検出器をハッチ最後方に設置した場合の光学系スペックを表1に示す。

表1 BL03XU光学系の仕様

Energy	6 keV~21 keV (通常モード) 36 keVまで使用可能
Size	0.16 mm (H) × 0.12 mm (V) (検出器位置)
Flux	10 ¹² ph/sec

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
 代表 杉原保則 SUGIHARA Yasunori
 運営委員長 櫻井和朗 SAKURAI Kazuo
 〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
 TEL : 0791-58-1911 E-mail : fsbl@spring8.or.jp