

MiniFlex XpC

さまざまな自動化環境に対応したX線回折装置



品質管理の現場や、自動自律実験に対応



Rigaku

見るチカラで、世界を変える

小型 X 線回折装置 MiniFlex XpC



さまざまな自動化環境に対応したX線回折装置

MiniFlex XpCは、品質管理から研究開発まで、用途や設置環境に合わせて柔軟に活用できるX線回折装置です。新たにベンチトップモデルを追加し、研究室から生産現場まで幅広い運用環境に対応しました。品質管理の自動化から、AIを活用した新規材料開発における自動自律実験まで、用途に応じて柔軟にシステムを拡張できます。

品質管理から自動自律実験まで、より柔軟に

新たにベンチトップモデルを追加し、用途や設置環境に応じてベンチトップモデルとフロアスタンドモデルを選択できるようになりました。品質管理の現場からラボまで、それぞれの運用に合わせた最適なシステムを構築できます。

低コスト・省スペースなのに高スループット

品質管理に最適化した 800W 省エネルギー X 線源と、検出面積の広い高速検出器を搭載。従来の高出力 X 線回折装置に匹敵するスループットを実現しました。設置スペースや導入・運用コストを抑えながら、高効率な測定を行えます。

品質管理に適した高耐久・高精度の試料水平ゴニオメーター

高耐久・高精度ゴニオメーターを採用。24 時間連続運転で 6 か月以上のエラーフリー運転実績を達成しています。計画外のダウンタイムを抑え、品質管理に求められる安定した測定を支えます。

MiniFlex XpC + EasyXソフトウェアテンプレート作成機能 で生産現場によって異なるニーズにきめ細かく対応

テンプレート機能を使うことで、各生産工程の要求に応じて、データ解析の詳細をカスタマイズし、簡易なピーク位置のチェックから、リートベルト法による多相の定量分析などの高度な分析まで、必要な作業をすべて自動化できます。

どんなに複雑な解析でも、一度テンプレートを作成すれば現場での作業にはX線分析の知識は不要。どなたでも簡単にお使いいただけるEasyXソフトウェアのシンプルなインターフェースから、確実な分析結果、合否判定、全サンプルの結果一覧までたった3タップで得られます。

セラミックス・窯業



セラミックス材料の結晶成分
定量分析、不純物検出など

セメント



原料、焼成、仕上の各工程での、原材料、
クリンカー、セメントの主成分、添加物、
および不純物の同定および定量分析など

電池



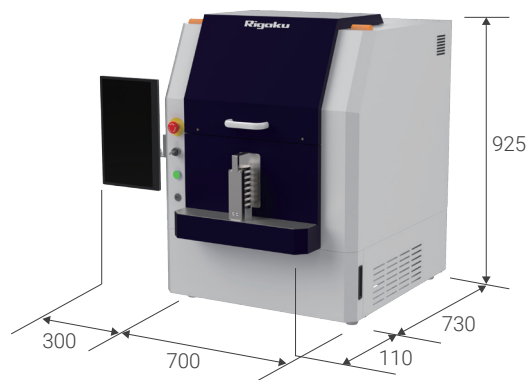
正極の結晶成分定量分析
負極の黒鉛化度分析など

省スペース

リガク独自に開発した品質管理用小型X線源、小型水平ゴニオメーターと、サンプルローダーの最適化設計により、業界最小のフットプリント（他社比較最大37%減）を実現。

コンパクトなデザインは場所を取らず、分析装置を新規導入または更新する際、必要な施設の追加変更や工事を最小限に抑えることができます。

単位：mm



※フロアスタンドの場合700mm(W) x 840mm(D) x 1690mm(H) です

コスト低減

生産現場での品質管理のために開発された、省エネルギーかつコンパクトな800WX線源（従来品比較消費電力33%減）と、大面積高速1次元検出器（他社比較面積67%増）を小さなスペースに収めることで、無駄を省くと同時にX線強度の利用率高め、従来の高出力X線回折装置以上のスループットの実現と、コスト低減、省スペースを同時に実現。

生産現場のニーズに最適化した無駄のないデザインにより、導入コストおよびランニングコストを低減できます。



省エネルギーX線源



高速1次元検出器
D/teX Ultra250

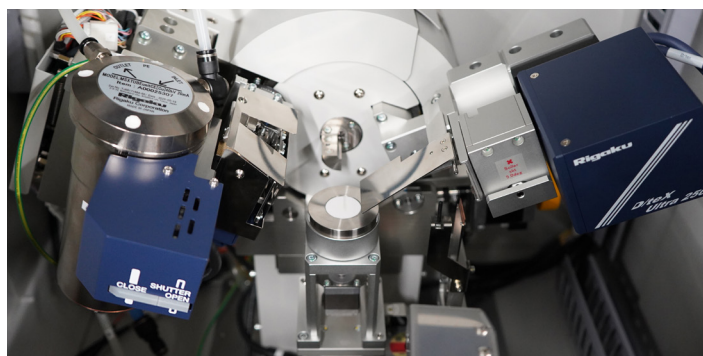


シームレス多次元ピクセル検出器
XSPA-200 ER

ダウンタイム削減

MiniFlex XpCには、厳しい耐久性試験をパスした要素部品および測定システムのみを採用。実際の現場でも24時間稼働で6か月以上のエラーフリー、ノンストップ測定を達成。

高耐久で自動化された分析装置は、生産性低下やコスト増加を引き起こす計画外のダウンタイムを削減します。



MiniFlex XpCゴニオメーター

さまざまな自動化環境に対応

MiniFlex XpCは、日常の運用から自動化システムとの連携まで見据えた、オートメーションに対応した装置です。ベンチトップモデルとフロアスタンドモデルを選択でき、品質管理やAIを活用した材料開発・自動自律実験まで、お客様の用途や運用に合わせて柔軟にシステムを拡張できます。



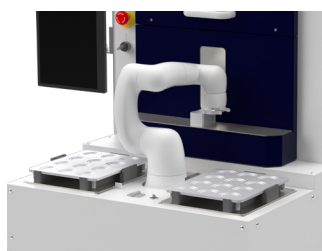
柔軟な試料ハンドリング

8試料交換機が標準装備。搬送用ロボット付のオプションと組み合わせ、多検体試料の測定に対応します。また、ベルトコンベヤから運ばれた試料の自動測定にも対応します。

省人化・高効率化が求められる品質管理用途から自動自律実験まで、幅広い測定ワークフローを支援します。



8試料交換機
(標準装備)



搬送用ロボット
(オプション)

分析装置自動化のためのインターフェース

自動自律実験向けのモジュール式統合プラットフォーム

LabLinc Studioは測定・解析ソフトウェアや自動化ハードウェアを統合し、自動自律実験のワークフローを構築・運用するためのモジュール式統合プラットフォームです。

MiniFlex XpCはLabLinc Studioに対応しており、自動化システムや自動自律実験環境へ柔軟に組み込むことができます。



分析装置自動化のためのインターフェース

Rigaku Automation Interface (RAI) は、お客様のホストシステムや自動搬送機構とリガクの分析装置を接続するための共通インターフェースです。RAIを介して測定指示、装置制御、データ取得を行うことで、自動搬送機構との接続をシンプルにします。

既存の品質管理ラインへの組み込みや、将来的な自動化拡張にも対応しやすく、装置導入時のシステム接続に関する不安を軽減します。



MiniFlex XpC を選ぶ理由



低ランニングコスト

X線管球は、X線回折装置における主要な消耗部品であり、消費電力の大きな割合を占めます。MiniFlex XpCは、省エネルギーかつ高耐久なX線源を採用することで、導入コストだけでなくランニングコストの低減を実現しました。さらに、最適化された光学系により、高強度・高品質な測定データを提供します。



たった数分で正確かつ信頼度の高い結果

MiniFlex XpCは低コストかつ省スペースデザインであるにもかかわらず、データの質もスループットも妥協しません。正確かつ信頼度の高い結果をたった数分で得ることができます。

従来の1200 W出力タイプに比べて33%の省エネルギーかつフィラメント長寿命化を図る800 W出力X線源を採用し、X線出力を抑えている一方、大面積検出器D/teX Ultra250を用い、かつX線源と検出器の距離を近づけることで、無駄なくX線強度を利用することが可能になりました。この無駄を省いたデザインにより、MiniFlex XpCは従来型装置以上のスループットを実現しています。



最小限の設備工事

現在お使いの装置の更新をご予定の場合も、新規に装置導入をお考えの場合も、MiniFlex XpCなら簡単かつスピーディに設置、稼働開始することができます。MiniFlex XpCは業界最小のコンパクトデザインで、更新の際には、今までお使いの装置のモデルに関係なく、同じスペースにそのまま設置できます。また、特別な電源設備や水冷設備を必要とせず、新規導入の場合にも設備工事は最低限に抑えられます。



専門知識不要

生産現場でX線回折装置を導入する際には、分析条件の設定、最適化、結果の合否判定基準の設定などのためにX線分析の専門知識が必要とされることがあります。こうした手法導入の際、また品質管理の要求変更があった場合などには、リガクのX線回折のプロが条件設定をサポートするプロ・サービスをご利用いただけます。必要な時にだけプロ・サービスを利用することで、専門知識がなくても安心して装置をご利用いただくことができます。



シンプル操作

EasyXソフトウェアのシンプルインターフェースを使えば、3タップで分析の全工程を自動実行できます。一方、EasyXの内部で動作する分析条件等を指定するテンプレート作成には、研究開発の最先端で使われているX線回折データ解析ソフトウェアSmartLab Studio IIを利用することで、リポート解析を含む高度な解析までテンプレート化、自動化することができます。



高耐久性デザイン

MiniFlex XpCは、MiniFlexシリーズ、SmartLabシリーズなど数十年の実績を誇る汎用装置のコンポーネントを採用することで高耐久性を高め、厳しい耐久性試験をパスした要素部品および測定システムのみを採用しています。実際の現場でも24時間稼働で6か月以上のエラーフリー、ノンストップ測定を達成しています。



装置外サンプルチェンジャー

MiniFlex XpCは、測定中でも外部からサンプルを追加できる装置外サンプルチェンジャーと組み合わせることができます。また業界標準の $\phi 51.5$ mmおよび $\phi 40$ mmサンプルホルダーを採用し、蛍光X線分析装置と共通のサンプルホルダーを利用できます。



いつでもオートメーション対応可能

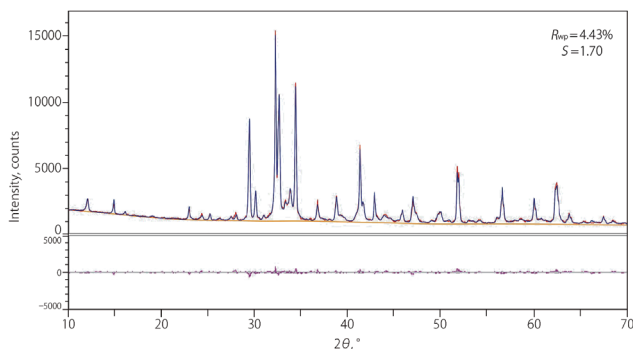
MiniFlex XpC は導入後にいつでも段階的な自動化が可能です。X線分析装置導入時には自動化の予定がない場合でも、将来サンプルチェンジャーを追加してスループット、作業効率を向上したり、さらには各種オートメーションシステムと接続することもできます。

MiniFlex XpCを実際に使ってみる

セメント



結晶多形も簡単に同定・定量 クリンカーの成分定量分析



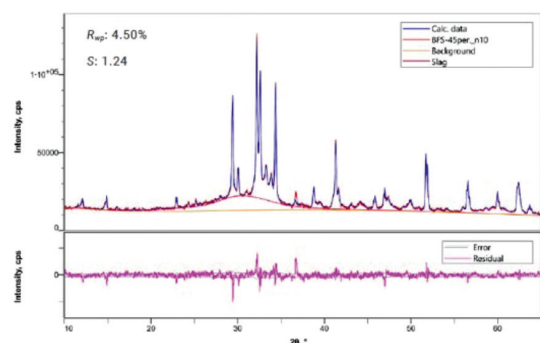
多形を含む各種結晶相の種類や量は、セメントの耐久性、水分保持特性、熱特性などに関係します。このため、各結晶相の成分比は最終製品の質に大きな影響を与えます。この例では、リートベルト解析に相応しいMiniFlex XpCの高X線強度データを用い、多形を含む全ての結晶相の定量値をわずか5分で決定しました。

結晶相	定量値 (mass%)
Alite-M3 (C_3S)	51.6
Alite-M1 (C_3S)	15.9
Belite- β (C_2S)	13.3
Aluminate Cubic (C_3A)	1.5
Aluminate Ortho (C_3A)	0.9
Ferrite (C_4AF)	10.6
Lime (CaO)	0.2
Polandite	0.021
Periclase (MgO)	4.4
Arcanite ($K_2(SO_4)$)	0.6
Aphthitalite ($K_3Na(SO_4)_2$)	0.5
Langbeinite ($K_2Mg_2(SO_4)_3$)	0.3

セメント



優れた再現性で信頼のデータ出力 スラグセメントの成分定量分析



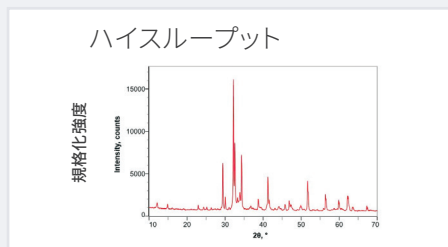
スラグセメントの各成分比は、最終セメント製品の強度や耐久性に影響を及ぼすため、製造過程でモニターすることが重要です。ここでは、高炉スラグセメント (BFS) を例に、MiniFlex XpCを用いた成分定量分析の再現性をテストしました。主成分、少量成分、微量成分全てにおいて、標準偏差0.2以下という優れた再現性が得られています。

結晶相	定量値 (mass%) n = 10	標準偏差 $1\sigma, n = 10 (3\sigma)$
Alite-M3 (C_3S)	25.0	0.2 (0.6)
Alite-M1 (C_3S)	11.3	0.2 (0.6)
Total Alite	36.4	0.2 (0.6)
Belite- β (C_2S)	6.8	0.2 (0.6)
Belite- α' H (C_2S)	1.2	0.1 (0.3)
Total Belite	8.0	0.2 (0.6)
Aluminate Cubic (C_3A)	1.4	0.1 (0.3)
Aluminate Ortho (C_3A)	1.8	0.1 (0.3)
Total Aluminate	3.2	0.2 (0.6)
Ferrite (C_4AF)	5.1	0.1 (0.3)
Gypsum ($CaSO_4(H_2O)_2$)	0.5	0.1 (0.3)
Bassanite ($CaSO_4(H_2O)_{0.5}$)	1.2	0.1 (0.3)
Periclase (MgO)	0	0
Langbeinite ($K_2Mg_2(SO_4)_3$)	0.3	0.1 (0.3)
Blast furnace slag*	45.2	0.2 (0.6)

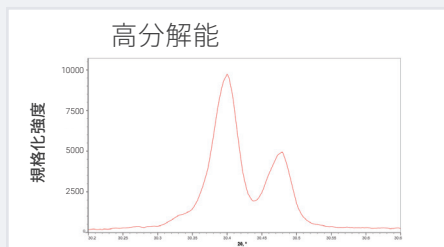
* BFS添加量: 45.0 mass%

データが示す信頼の性能

他社比較面積67%増を誇る大面積高速1次元検出器D/teX Ultra250の採用により、データの質を妥協せず、ハイスループット、高分解能、高信頼性測定結果のすべてを同時に実現しました。



試料: NIST SRM 2688 (クリンカー)
測定時間: 3分



試料: NIST SRM 660c (LaB6)
半値幅<0.04°



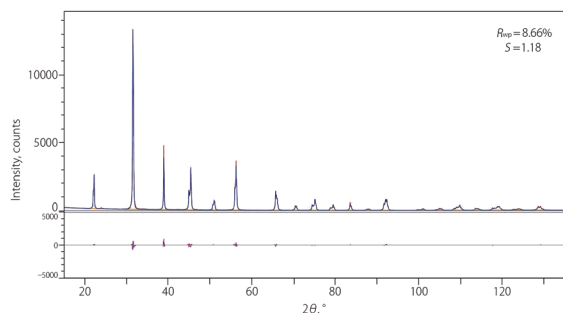
D/teX Ultra250
検出面積 384 mm²
競合他社
検出面積

D/teX Ultra250
検出面積の他社比較



結晶構造の解析

チタン酸バリウムの格子定数算出



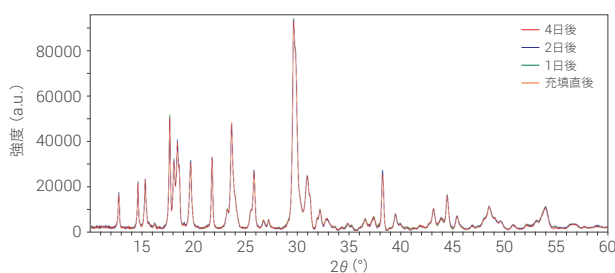
a (Å)	c (Å)	軸比c/a
3.99525	4.03494	1.00993

チタン酸バリウムの強誘電特性は、その結晶構造に影響されるため、電子デバイスに使われるチタン酸バリウムの原材料製造過程で、結晶構造をモニター、管理する必要があります。ここでは、MiniFlex XpCを用い、自動で測定、回折パターンフィッティング解析、および格子定数a、cと軸比c/aの算出を行った例を紹介しています。



気密試料ホルダーを用いた測定

Li₇P₃S₁₁ (硫化物系固体電解質) の測定



データ提供: 大阪公立大学 大学院工学研究科 林研究室



気密試料ホルダー



Li₇P₃S₁₁などの硫化物系固体電解質は、大気中のわずかな水分で容易に加水分解する不安定な物質です。乾燥Arを充填したグローブボックス内で試料調製し、気密試料ホルダーを用いることで、数日後でも結晶構造を変化させずに測定を行うことができます。

簡単3タップEasyXソフトウェア

EasyXはスクリーニングや品質管理に使うことを想定して開発されたソフトウェアです。生産現場での作業性向上と信頼できる再現性を目指し、たった3タップで結果が得られる、シンプルなインターフェースを実現しました。

通常の分析では、作業者はサンプルとレシピを選択して検査を実行するだけで、数分以内に自動的に結果が得られます。解析には、事前にX線回折の専門家によって最適化された条件を記録した「テンプレート」を使うことで、複雑な解析が必要な場合でも、現場では簡単に正確な結果が得られます。また、合否判定結果一覧、トレンドグラフ、時系列変化なども現場で閲覧できます。



3タップで測定から解析まで実行

現場での作業性向上のため、タッチパネルを採用。わずか3タップで測定、解析、結果報告までを自動で実行でき、作業者に問わずミスのない結果を簡単に得られます。



解析テンプレートを簡便に作成・実行

SmartLab Studio IIで作成した解析テンプレートをEasyXに取り込んで利用できます。テンプレート機能を通じて、ピーク位置や強度の算出から、結晶子サイズ、格子定数、リートベルト解析まで、SmartLab Studio IIに搭載された高度な解析をEasyXのインターフェースから実行できます。



合否判定を一覧表示

合否判定、また判定結果の一覧表示が可能。合否判定結果や値のサンプル間における違いが一目でわかります。



トレンドグラフで時系列変化を可視化

トレンドグラフにより、装置情報や解析結果の時系列変化をリアルタイムで確認でき、解析結果の系統的な変化をいち早くキャッチしたり、異常がいつ発生したかを解析したりできます。



ユーザー権限設定で安心データ管理

ユーザーごとに権限レベルを設定し、使用可能な機能を制限することができます。例えば、オペレーター権限では解析条件の変更やデータ削除ができないように設定されているので、重要なパラメーターの書き換えやデータの損失を防ぐことができます。

安心してX線分析を生産現場でお使いいただくために

国内最大のX線回折装置サービス体制

70年以上、日本中のお客様からご愛顧いただき、皆様のご支援のおかげで国内最大のX線分析装置メーカーとして、全国のX線回折装置を迅速にサポートできるサービス体制を築くことができました。

ダウンタイムが大きな損失につながりかねない生産現場でも安心してMiniFlex XpCをお使いいただくために、北海道から九州まで全国8か所にフィールドサポートセンターを設置し、お問合せ、修理要請に年中無休で迅速に対応します。保守契約締結時には24時間以内にお問合せに対応し、また3日以内に出張サービスを派遣します。



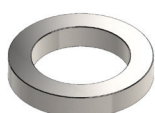
国内最大のX線分析専門家チーム

東京、大阪を拠点とするアプリケーションラボラトリーでは、X線分析の専門家チームが、常に最先端のX線分析技術を学び、お客様のご要望にお応えするためのソリューションづくりに努めております。

ご新規にMiniFlex XpCを導入される際、また生産現場での要求が変わった場合など、リガクの専門家チームが測定、解析手法の確立や、自動測定用テンプレート作成をお手伝いします。



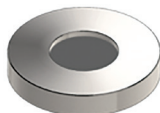
業界標準サンプルホルダー



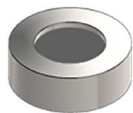
底なし51.5 mmタイプ
外径: 51.5 mm
内径: 35 mm
高さ: 8.6 mm



底なし40 mmタイプ
外径: 40 mm
内径: 35 mm
高さ: 14 mm



底あり51.5mmタイプ
外径: 51.5 mm
内径: 24 mm
深さ: 0.5 mm
高さ: 8.6 mm



底あり40 mmタイプ
外径: 40 mm
内径: 24 mm
深さ: 0.5 mm
高さ: 14 mm

仕様

X線発生部

定格出力	800 W
管電圧	20～40 kV
管電流	2～20 mA
X線管球	Cu、Co（オプション）
管球冷却方式	水冷チラー（オプション）

検出部 D/teX Ultra250

センサー	半導体ストリップセンサー
有効面積	384 mm ² (19.2 mm × 20 mm)
ストリップ幅	75 μm
計数率	>2.5 × 10 ⁸ cps (global), 1 × 10 ⁶ cps/strip

コンピューター部

装置内蔵型 PC	Windows 11 IOT Enterprise タッチパネルディスプレイ
----------	---

※別置きPCとの組み合わせも可能です

ゴニオメーター部

方式	θ/θ型試料水平高精度ゴニオメーター
ゴニオメーター半径	150 mm
走査速度	0.01～50°/min (θs、θd独立)、0.02～100°/min (θs/θd連動)
最小ステップ角度	0.00125° (θs、θd独立)、0.0025° (θs/θd連動)
2θ可動範囲	-5～+145°
入射ソーラスリット	5.0° (標準)、2.5° (オプション)
入射スリット	試料サイズに合わせて低角度では照射幅一定可変モード、高角度ではスリット幅固定モードで動作
入射高さ制限スリット	なし (15 mm) (標準)、10 mm、5 mm、2 mm (オプション)
散乱プロテクター	低角度領域のバックグラウンドを低減 (標準)
受光ソーラスリット	5.0° (標準)、2.5° (オプション)
受光スリット	仮想スリット (検出器)

設置条件

電源	本体部	1φ、AC200 ～ 230 V±10%、50 /60 Hz±1%、7.0 A
	空冷循環式送水装置	1φ、AC200 ～ 230 V±10%、50 /60 Hz±1%、5.7/6.8 A
アース	D種接地 接地抵抗100 Ω以下 (専用接地のこと)	
デスクトップ	寸法: 700 mm(W) × 840 mm(D) × 925 mm(H)、重量: 230 kg	
フロアスタンド	寸法: 700 mm(W) × 840 mm(D) × 1690 mm(H)、重量: 310 kg	

- * カタログ中に掲載されている性能上の数値は、株式会社リガクによるテスト結果であり、他の環境下で常に同様の結果となることを保証するものではありません。
- * 「MiniFlex」、「SmartLab」、「SmartLab Studio」、「EasyX」、「D/teX」、「XSPA」、「LabLinc Studio」は、株式会社リガクまたはその関連会社の商標または登録商標です。
- * カタログ中の社名、製品名は各社の商標および登録商標です。
- * このカタログに掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法の安全保障輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出する場合、または日本国外に持ち出す際は、日本政府への輸出許可申請等、必要な手続きをお取りください。

製品改良にともない、やむをえず仕様・外観などを予告なく変更させていただく場合があります。ご了承ください。

株式会社リガク 〒196-8666 東京都昭島市松原町 3-9-12
☎ (042) 545-8111 〈代表電話案内〉 FAX. (042) 544-9795

東京支店 / 〒151-0051 渋谷区千駄ヶ谷 5-32-10 ☎ (03) 5312-7077 FAX. (03) 5312-7078
大阪支店 / 〒564-0063 吹田市江坂町 1-23-101 ☎ (06) 6879-1660 FAX. (06) 6879-1664
東北営業所 / 〒980-0804 仙台市青葉区大町 1-2-16 ☎ (022) 264-0446 FAX. (022) 223-1977
名古屋営業所 / 〒461-0002 名古屋市東区代官町 35-16 ☎ (052) 931-8441 FAX. (052) 931-2689
九州営業所 / 〒802-0005 北九州市小倉北区堺町 2-1-1 ☎ (093) 541-5111 FAX. (093) 541-5288

試料ステージ部

標準試料ステージ	試料スピン速度: 1～120 rpm
試料搬送システム	内蔵型試料搬送システム (試料ステージから試料マガジンまで)
試料マガジン	8試料: ホルダーサイズφ51.5 mm × 8.6 mm 6試料: ホルダーサイズφ40 mm × 14 mm

検出部 XSPA-200 ER

センサー	半導体ストリップセンサー
有効面積	184 mm ² (19.2 mm × 9.6 mm)
ピクセルサイズ	75 μm
計数率	1 × 10 ⁸ cps/pixel
エネルギー分解能	340 eV (蛍光X線低減モード使用時)