

SmartLab SE

全自動多目的X線回折装置

ユーザーガイダンス機能搭載のX線回折装置



Rigaku

POWERING NEW PERSPECTIVES

自在な測定を可能にする ガイダンス機能搭載の多目的X線回折装置

測定・解析のすべてをガイド

強力なユーザーガイダンス機能を備えたソフトウェア SmartLab Studio II が、測定から解析までを支援します。リガクの分析ノウハウに基づいて、ソフトウェアが最適な光学系を提案し、光学系の調整や測定条件の設定を自動で行うため、簡単に最高の測定結果が得られます。



あらゆる測定シーンに対応

分析の目的や試料の形状に応じて、最適な光学系・アタッチメントを選択できます。

簡単・迅速な光学系切り換え

光学系選択ユニットCBO (Cross Beam Optics) と光学系・試料位置自動調整プログラムが、簡単、かつ迅速な光学系切り換えを実現します。

多彩なアタッチメント

試料の自動交換、回転、方位制御、温度・湿度制御などのアタッチメントを追加することで、材料の多角的な評価ができます。

2次元・高速測定に対応した最新型検出器

1次元検出器 D/teX Ultra250 を搭載したエントリーモデルと2次元検出器 (HyPix-400やXSPA-400 ER) を搭載した上位モデルが選択できます。2次元検出器では、2次元だけではなく、0次元および1次元の測定モードにも対応し、アプリケーションの幅が広がります。



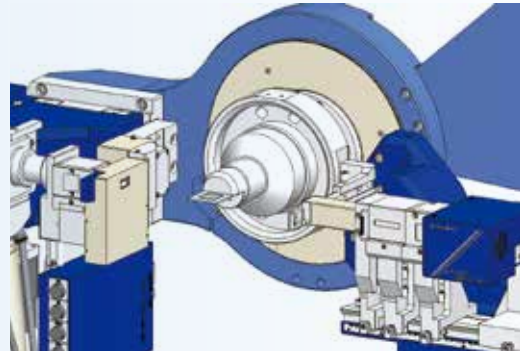
粉末測定から2次元測定まで

集中法光学系専用のエントリーモデルから微小部・*in situ*測定に対応する上位モデルまで、必要に応じたシステム構成を選択できます。

基本光学系

集中法光学系

- 粉末測定
- 定性分析
- 結晶子サイズ
- 結晶化度



小角測定や応用粉末測定をしたい CBOユニット

CBOユニット搭載光学系

集中法 ⇄ 平行ビーム法 (CBO)

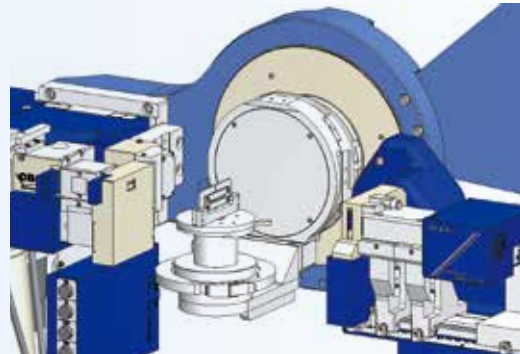
- 小角測定・薄膜法測定

集中法 ⇄ 集光ビーム法 (CBO-E)

- 粉末透過測定

集中法 ⇄ 発散ビーム法 (CBO- α)

- 高P/B粉末測定



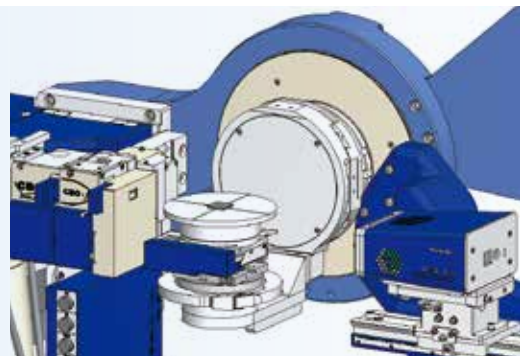
微小部測定や*in situ*測定をしたい 2次元検出器

2次元検出器搭載光学系

HyPix-400またはXSPA-400 ERを搭載した

2次元測定光学系

- 微小部測定
- *in situ*測定
- 配向測定



SmartLab SE 各部の特長

高速測定を支える最新型検出器

高分解能・高速
1次元X線検出器
D/teX Ultra250 (0/1次元)



D/teX Ultra250は1次元測定モードを用いることで、広角粉末X線回折プロファイルをわずか数分で測定可能となります。また、シンチレーションカウンターで使用していた0次元測定モードも、ソフトウェア上で簡単に切り替えることができます。

ハイブリッド型
多次元ピクセル検出器
HyPix-400 (0/1/2次元)



HyPix-400は、0/1次元の測定モードに加え、2次元モードでの測定にも対応しています。2次元回折プロファイルを得ることができるので、試料の配向性評価や広域逆格子マップ測定を短時間で行えます。

シームレス
多次元ピクセル検出器
XSPA-400 ER (0/1/2次元)



XSPA-400 ERは0/1/2次元の測定モードに加え、非常に高いエネルギー分解能 (340eV) を有する検出器のため、従来の検出器より大幅にP/B比の優れたデータ測定が可能です。そのため、一般的にCu波長で高いバックグラウンドを示す鉄鋼材料や電池材料においても、非常に低いバックグラウンドのデータが得られ、微小ピークの検出等に威力を発揮します。

Cross Beam Optics : CBO

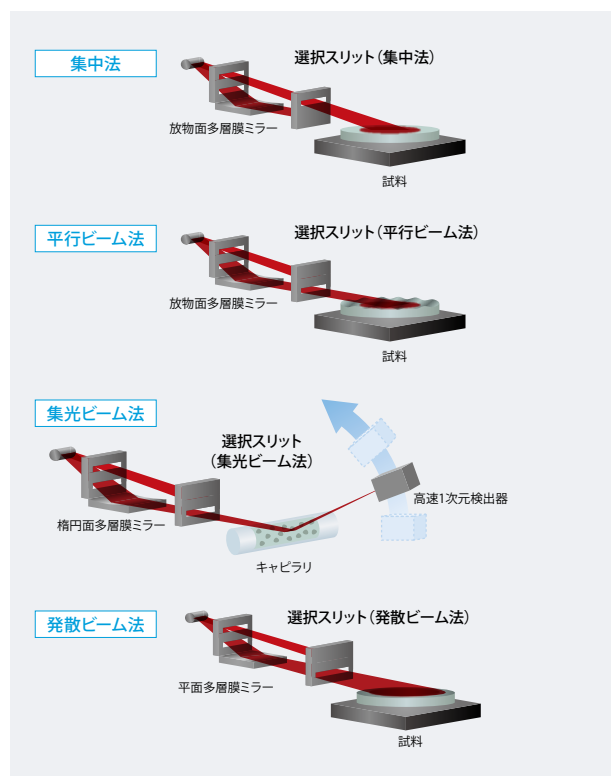
光学系の切り換えを容易にするための光学系選択ユニットです。スリットのみでの交換で光学系の切り換えができます。用途に応じて、集中法/平行ビーム法、集中法/集光ビーム法、集中法/発散ビーム法の光学系を切り換えられる3タイプのCBOユニットを選択できます。

集中法 : 一般的な粉末X線回折測定に用いられます。

平行ビーム法 : 放物面多層膜ミラーで平行化したビームが得られます。表面(CBO)が平坦ではない試料や小角測定、薄膜測定など多様な測定に用いられます。

集光ビーム法 : 楕円面多層膜ミラーで集光するビームが得られます。検出面(CBO-E)で集光されるため、透過配置で高角度分解能データが得られます。

発散ビーム法 : 平面多層膜ミラーでK α 線に単色化した発散ビームが得られます。単色化されているため、集中法と比較して同等の強度で高P/B比のデータが得られます。



統合X線回折ソフトウェア SmartLab Studio II

SmartLab Studio IIは、ユーザーの使い勝手を向上させるために開発された統合ソフトウェアです。分析に必要な光学系管理や測定といった装置制御からデータ解析まで1つのソフトウェア上で行えます。“測定”、“粉末X線解析”、“極点・ODF解析”、“応力解析”などのプラグインモジュールの中から必要なものを組み合わせて導入できます。各プラグインモジュールを共通プラットフォーム上で動作させることにより、統一された操作性によるスムーズな分析環境を実現します。

光学系のセンシングとガイダンス機能

構成されている光学素子を装置が認識しています。リガク独自のガイダンス機能により、光学系切り換えや測定時の素子の交換が必要な場合には、その素子と位置をイラストで表示します。これにより、どなたでも複雑な光学系を確実に組むことができます。

また、推奨条件が設定された光学系や試料位置の調整、測定のシーケンスプログラムがあらかじめ用意されていますのでX線回折測定の経験が浅い方でも、迷うことなく測定を開始できます。

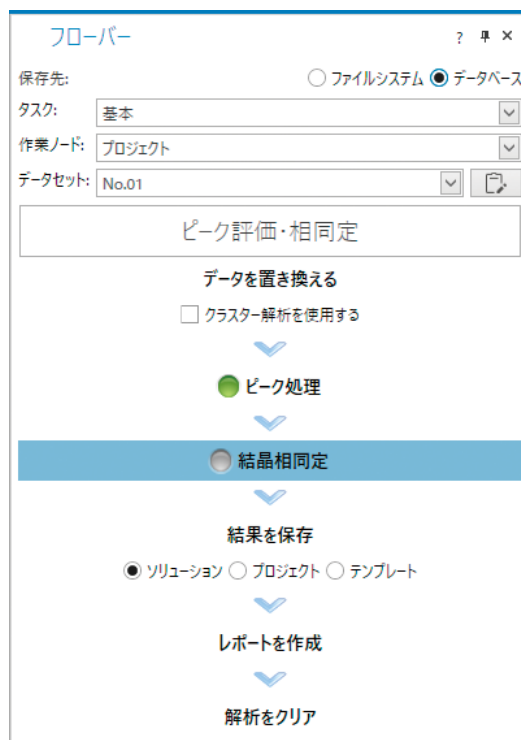


フローバーによるナビゲーション

解析の手順を並べたフローバーを用意しました。フローに従って実行することで、測定データの読み込みからデータ解析、結果の保存までを簡単に行えます。

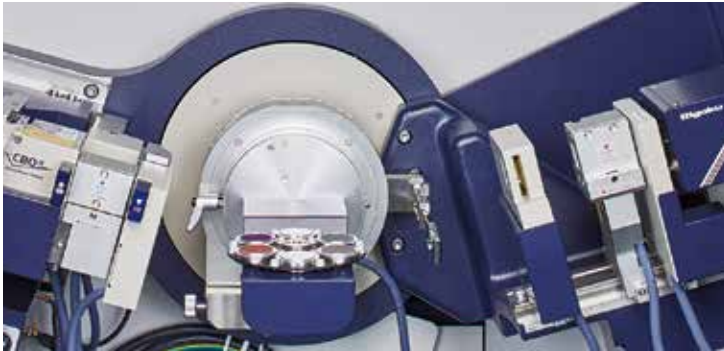
情報の一元管理

SmartLab Studio IIではSQLデータベースを使用した様々な情報の管理が可能です。材料情報、測定データ、解析結果などを同一ネットワーク上のユーザー間で共有できます。また優れた検索機能やバックアップ機能を備えており、膨大な数のデータでも容易に取り扱うことができます。



様々なアプリケーションを実現する多彩な光学系配置

粉末X線回折（反射/透過測定配置）



反射測定配置光学系

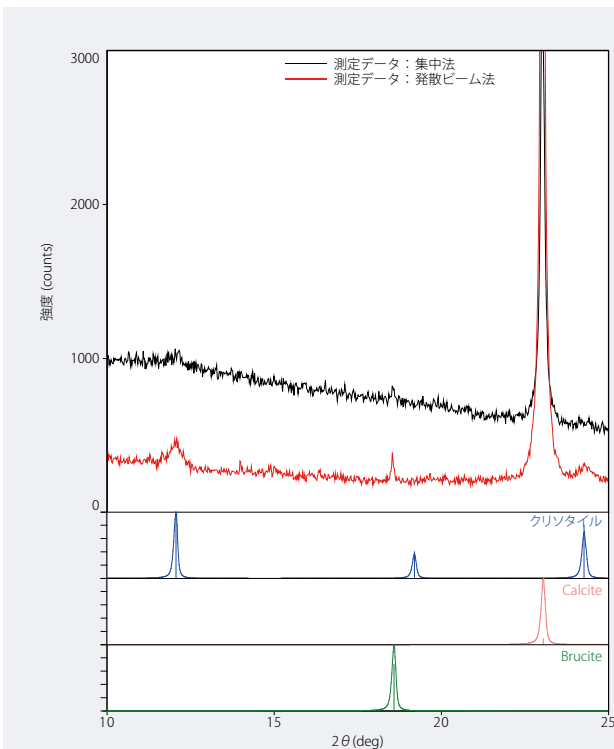
- 集中法
- 平行ビーム法
- 発散ビーム法

一般的に用いられる反射測定配置から、分析目的に応じて、透過測定配置へのスムーズな切り換えが可能です。集光ビーム法を用いた透過測定法により高強度・高分解能のデータが取得できます。



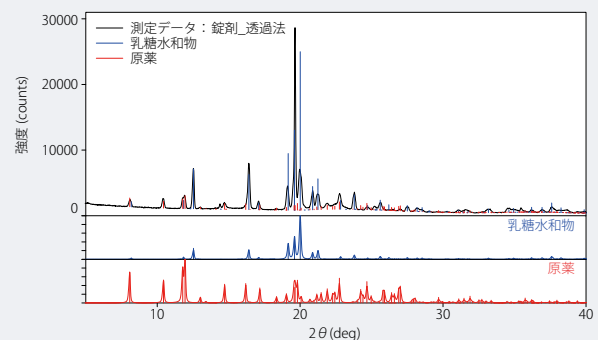
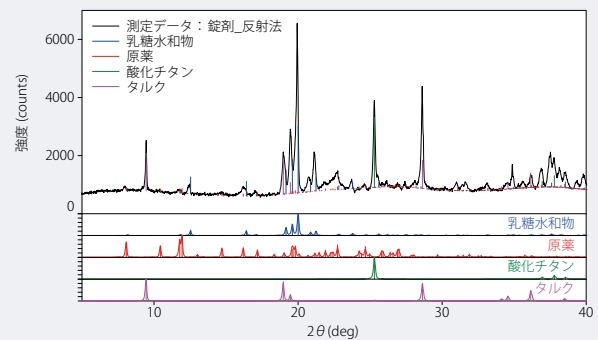
透過測定配置光学系

- 集光ビーム法
 - 平行ビーム法
- (写真は垂直透過配置)



炭酸カルシウム中のアスベスト（クリソタイル）0.1mass%のX線回折測定例

発散ビーム法では入射X線が平面多層膜ミラーにより単色化されているため、集中法と比較して高P/BのX線回折パターンが得られます。上図のように、極めて低濃度のアスベストの回折線も検出できます。

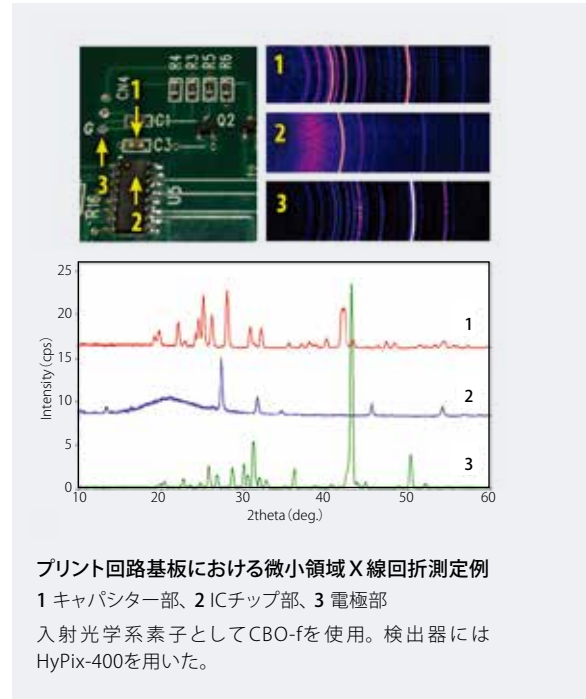


医薬品錠剤の反射法（上）と透過法（下）によるX線回折測定例
 医薬品錠剤は薬剤成分の苦みを抑え飲みやすくするため、賦形剤や着色剤でコーティングされています。反射法では錠剤表面付近の情報を、透過法では錠剤内部の情報を得ることができます。

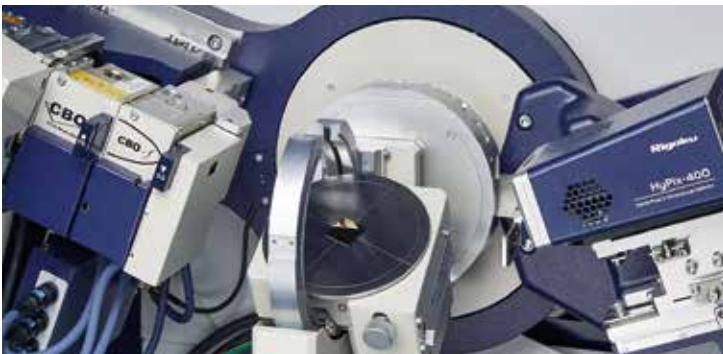
微小部X線回折



独自の光学ユニットCBO-fが、管球をラインからポイントに切り換えることなく、平行ビームを試料上に点集光します。1次元検出器D/teX Ultra 250や2次元検出器 (HyPix-400やXSPA-400 ER) の利用により、微小領域からの微弱な回折線を短時間で効率よく検出できます。



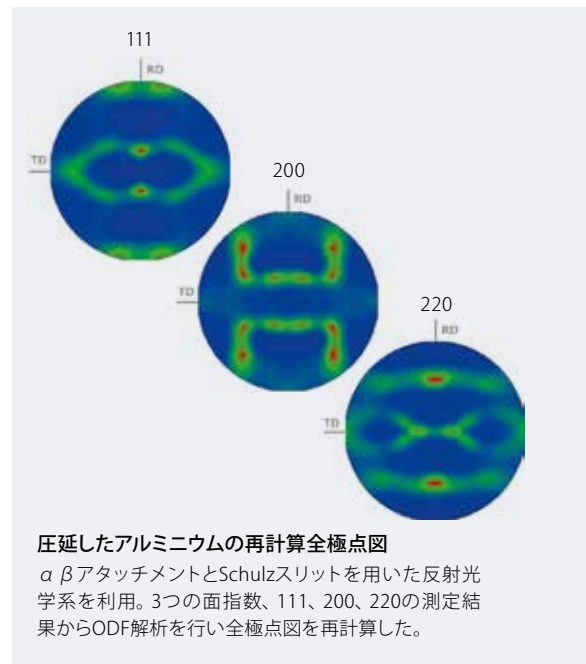
極点図・残留応力測定



Schulzスリットを使用することにより、ライン線源のままでもX線照射野の広がりによる影響を抑えた極点図が得られます。

Textureプラグインにより、結晶方位解析や、再計算による全極点図の作成などが行えます。

またパラレルスリットアナライザー (PSA) を用いることで、偏心誤差によるピークシフトが無い残留応力測定が行えます。

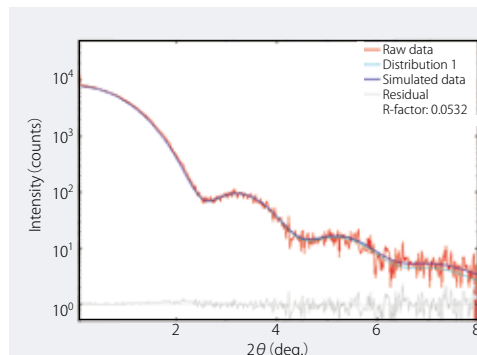


小角X線散乱 (SAXS)



小角X線散乱法では、 10° 以下の 2θ 領域の測定を行い、100nm以下の粒径・空孔径分布、長周期構造を評価します。平行ビームを用いた2スリット光学系による小角X線散乱光学系が使用可能です。

真空パスの使用により、空気散乱を抑えた質の高いデータが得られます。

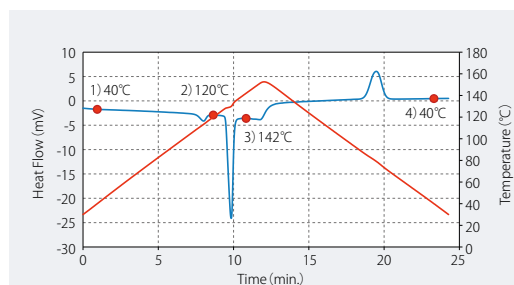


トルエン中に分散した金粒子の
1次元SAXSプロファイル (2スリット光学系)

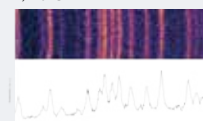
In situ測定



温度や湿度による試料の状態変化を、その瞬間に観察できるのが *in situ* 測定です。SmartLab SEには、低温度、高温度のみならず湿度に対する変化を観察するためのアタッチメント、DSCと組み合わせて熱的反応前後の変化を観察できるアタッチメントなど、多彩な *in situ* 測定用アタッチメントが用意されています。また2次元検出器と組み合わせることでリアルタイム測定が可能となり、短時間での構造変化だけでなく、粗大粒や配向の様子なども確認できます。



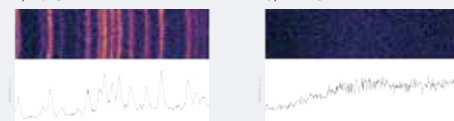
1) 40°C



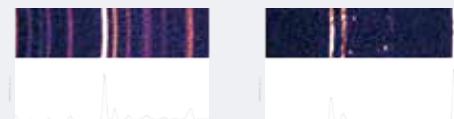
2) 120°C



3) 142°C



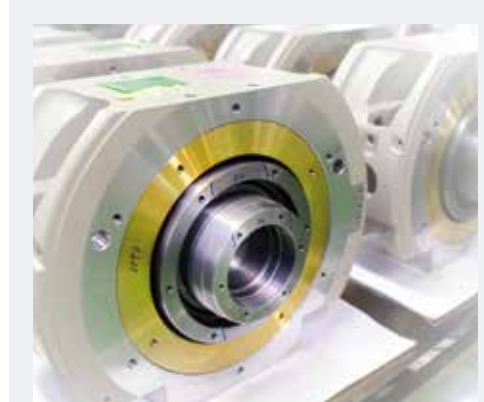
4) 40°C



糖尿病治療薬トルブタミドの昇降温下での転移・融解挙動
トルブタミドは昇降温に伴い結晶構造が変化します。2次元検出器HyPix-400との組み合わせにより近接した吸熱反応前後の結晶構造変化を明瞭に確認できます。

リガクのエンジニアリング

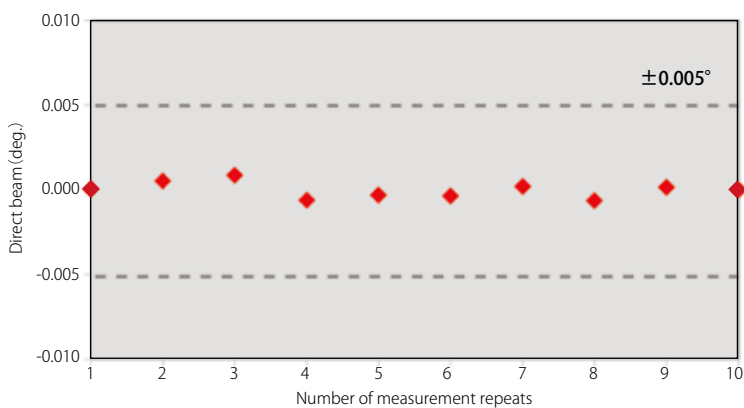
1951年の設立以来、リガクは、高精度な機械加工技術と独自の要素技術を背景に、最先端のX線分析機器を提供してきました。特に高精度ゴニオメーターや回転対陰極型のX線発生装置など、X線回折装置の基幹部については、一貫して自社で設計・生産しています。半世紀を越えて培ってきたこれらの技術や知識は、業界最高水準の精度を誇るゴニオメーターや各種検出器としてSmartLab SEにも受け継がれています。



SmartLab SEのゴニオメーター精度

SmartLab SEでは、再現性の高い高精度ゴニオメーターと自動光学系調整機能の搭載により、X線管球の交換の後などでもゼロ点のずれのない測定が行えることが確認されています。

また、素子の交換の際の再現精度も高く、入射側・受光側光学素子を取り外し再度取り付けた場合、ダイレクトビーム角度 $2\theta=0^\circ$ が $0\pm 0.005^\circ$ の範囲に収まっていることがグラフから分かります。



オプションアタッチメント・試料ホルダー

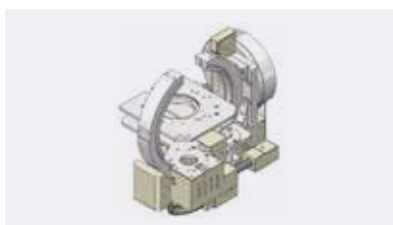
ASC-6アタッチメント (6試料自動交換機)



最大装填可能試料数	6試料
試料回転機構	最大200 rpm 回転スピード調整機構付
試料サイズ	最大φ24 mm

* 反射測定・透過測定に対応

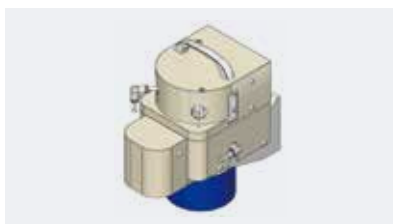
αβアタッチメント



可動範囲	-5~95° (α軸) ±360° (β軸)
最小ステップ	0.002° (α軸) 0.01° (β軸)
試料回転機構	1~30 rpm (β軸)
試料揺動軸	±5 mm (γ軸)

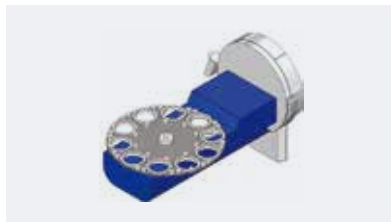
* 透過測定(オプション)

DSCアタッチメント



DSC部	熱流束型DSC
測定温度範囲	室温~350°C (-40°C~:オプション)
測定雰囲気	大気中、不活性ガス中 (オプション:水蒸気発生装置HUM を接続して、室温~60°C 5%RH~ 95%RHの湿雰囲気測定)
測角範囲	5~55° (2θ)

ASC-10アタッチメント (10試料自動交換機)



最大装填可能試料数	10試料
試料回転機構	最大200 rpm 回転スピード調整機構付
試料サイズ	最大φ24 mm

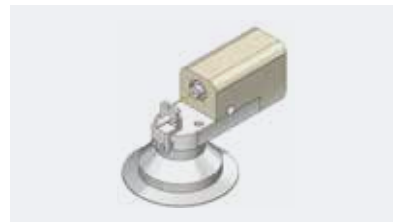
* 反射測定のみに対応

XY-20 mm アタッチメントヘッド



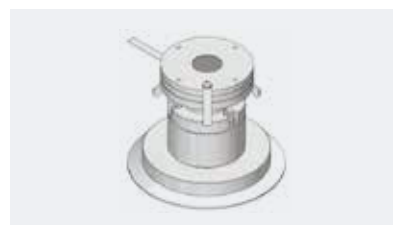
可動範囲	±10 mm (X, Y軸)
最小ステップ	0.0005 mm (X, Y軸)

キャピラリ回転アタッチメントヘッド



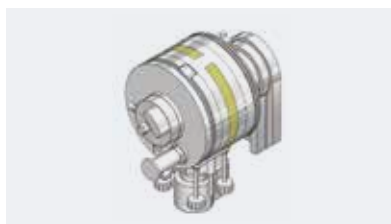
キャピラリ径	φ0.3 mm、0.5~0.9 mm、 1.0~1.5 mm
試料回転機構	最大120 rpm 回転スピード調整機構付

電池セルアタッチメントヘッド



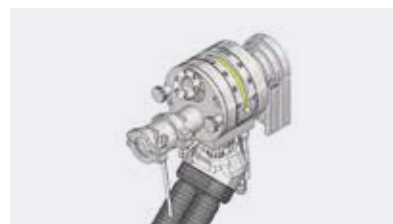
電極材	ステンレス
絶縁体	テフロン
電極	2極(試験極、対向極)
X線窓	集電体(アルミ箔)、φ20mm
測角範囲	10~158° (2θ)

HTK 1200 Nアタッチメント*1



測定温度範囲	室温~1200°C
測定雰囲気	真空中、大気中、不活性ガス、その他*2
測角範囲	0~160° (2θ)
キャピラリ対応モデルも選択可能	

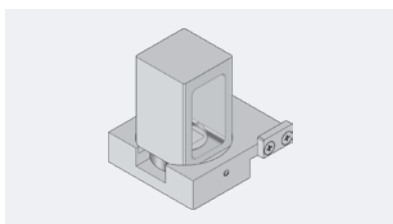
TTK 600アタッチメント*1



測定温度範囲	-20°C~600°C (圧縮空気冷却) -190°C~600°C (液体窒素冷却)
測定雰囲気	真空中、大気中、不活性ガス
測角範囲	0~160° (2θ)

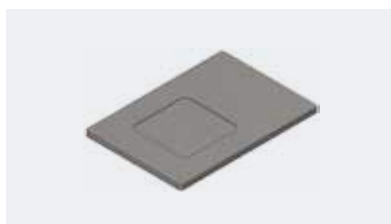
*1 Anton Paar社製アタッチメント。他にも多数サポートしています。
*2 特殊ガスをご使用になる場合はご相談ください。

気密試料ホルダー



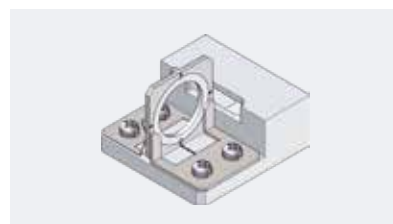
雰囲気調整可能な試料ホルダーです。大気中の水分などと反応しやすい不安定な物質の測定が行えます。

無反射試料ホルダー



特殊な方位で切り出された単結晶Si製の試料ホルダーで、低バックグラウンド測定が可能です。

汎用試料ホルダー(透過法)



フィルム試料やキャピラリ試料に対し、簡単に透過配置を設定できる試料ホルダーです。

仕様

X線発生装置部

方式	封入管式
最大定格出力*	3 kW (電圧: 20~60 kV、電流: 2~50 mA (60 mAはオプション))

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
回折計半径、カメラ長	300 mm、150~300 mm (2D 測定時可変)
最小ステップ	θ_s : 0.0001°、 θ_d : 0.0001°
測定用可動軸	θ_s/θ_d 連動、 θ_s/θ_d 単独
自動光学系調整対応アプリケーション	集中法光学系 平行ビーム法光学系 集光ビーム法光学系 発散ビーム法光学系 小角X線散乱 (SAXS) 光学系 微小部光学系

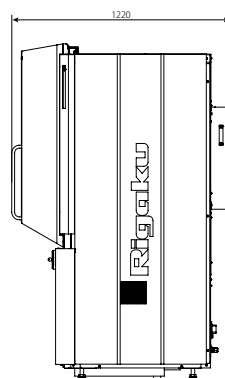
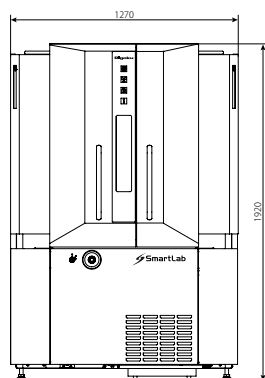
検出部

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 × 20 mm) ストリップ幅: 75 μ m 最大カウントレート: > 1 × 10 ⁶ cps/strip
HyPix-400 [†]	センサー: 半導体ピクセルセンサー 有効面積: 369.6 mm ² (38.5 × 9.6 mm) ピクセルサイズ: 100 × 100 μ m 最大カウントレート: > 1 × 10 ⁶ cps/pixel
XSPA-400 ER [†]	センサー: シームレス半導体ピクセルセンサー 有効面積: 369 mm ² (38.4 × 9.6 mm) ピクセルサイズ: 75 × 75 μ m 最大カウントレート: > 1 × 10 ⁵ cps/pixel

設置条件

冷却水条件	流量 4~5.5 L/min、水圧 0.25~0.34 MPa (安定していること)、水温 25℃以下 (変動±0.5℃以内)
電源	3相 AC200V±10%、50/60Hz、30A 単相 AC220 ~ 230V±10%、50/60Hz、40Aの2タイプより選択
接地抵抗	≤100 Ω

寸法図 (単位: mm)



重量 (標準仕様) : 800 kg

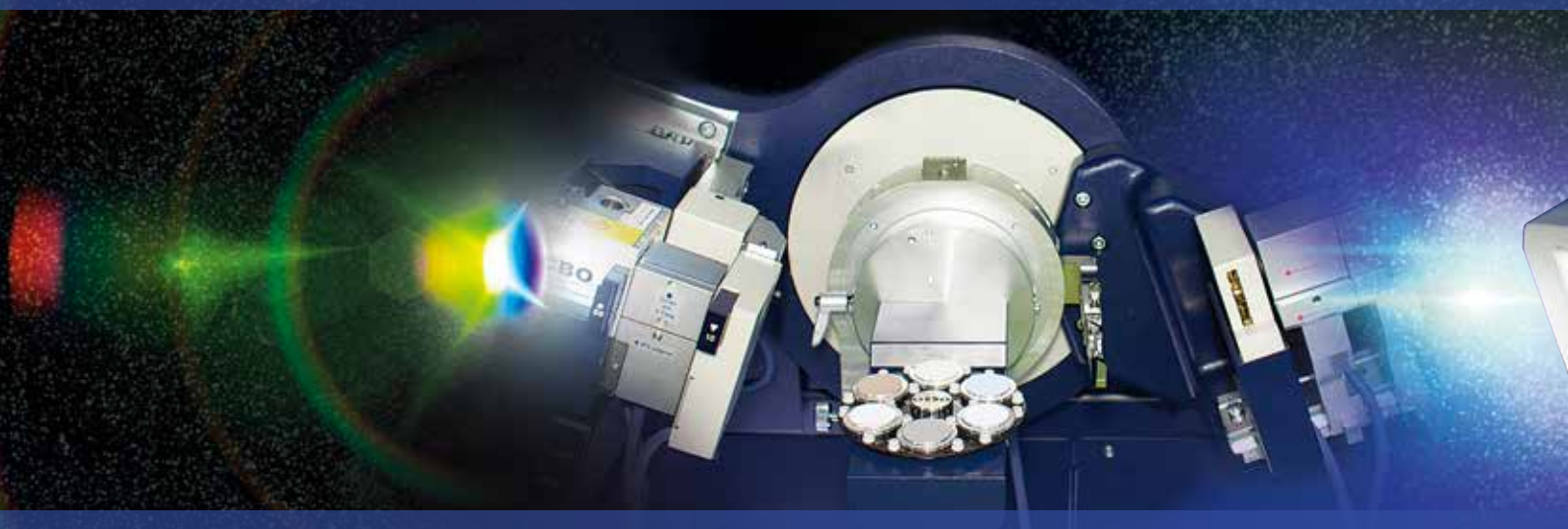
* 定格値は管球の種類 (ターゲット、フォーカス) により決まっています。詳細は使用する管球の取扱説明書をご確認ください。

† 本製品は、Department of Measurement and Electronics、AGH University of Science and Technology (ポーランド) と株式会社リガクが共同開発しています。

SmartLab SE

全自動多目的X線回折装置

www.Rigaku.com



日本分析機器工業会規格JAIMAS 0101-2001に適合

*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。

*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、日本国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 / 〒569-1146 高槻市赤大路町14-8 ☎(072)696-3387 FAX.(072)694-5852
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

URL <https://www.rigaku.com>



ミックス
紙 | 責任ある森林
管理を支えています
FSC® C006732



X線装置設置の届出について

X線装置の設置に際しては、下記の通り届け出が必要です。

- 中央省庁：装置設置の検査終了後30日以内に人事院へ
 - 公立機関：工事開始の30日前までに各都道府県の人事委員会へ
 - 民間機関：工事開始の30日前までに労働基準監督署へ
- 詳しくは、弊社支店・営業所までお問い合わせください。