

多目的X線回折装置
エンピリアン

Empyrean



**Malvern
Panalytical**
a spectris company

EMPYREAN

The intelligent diffractometer



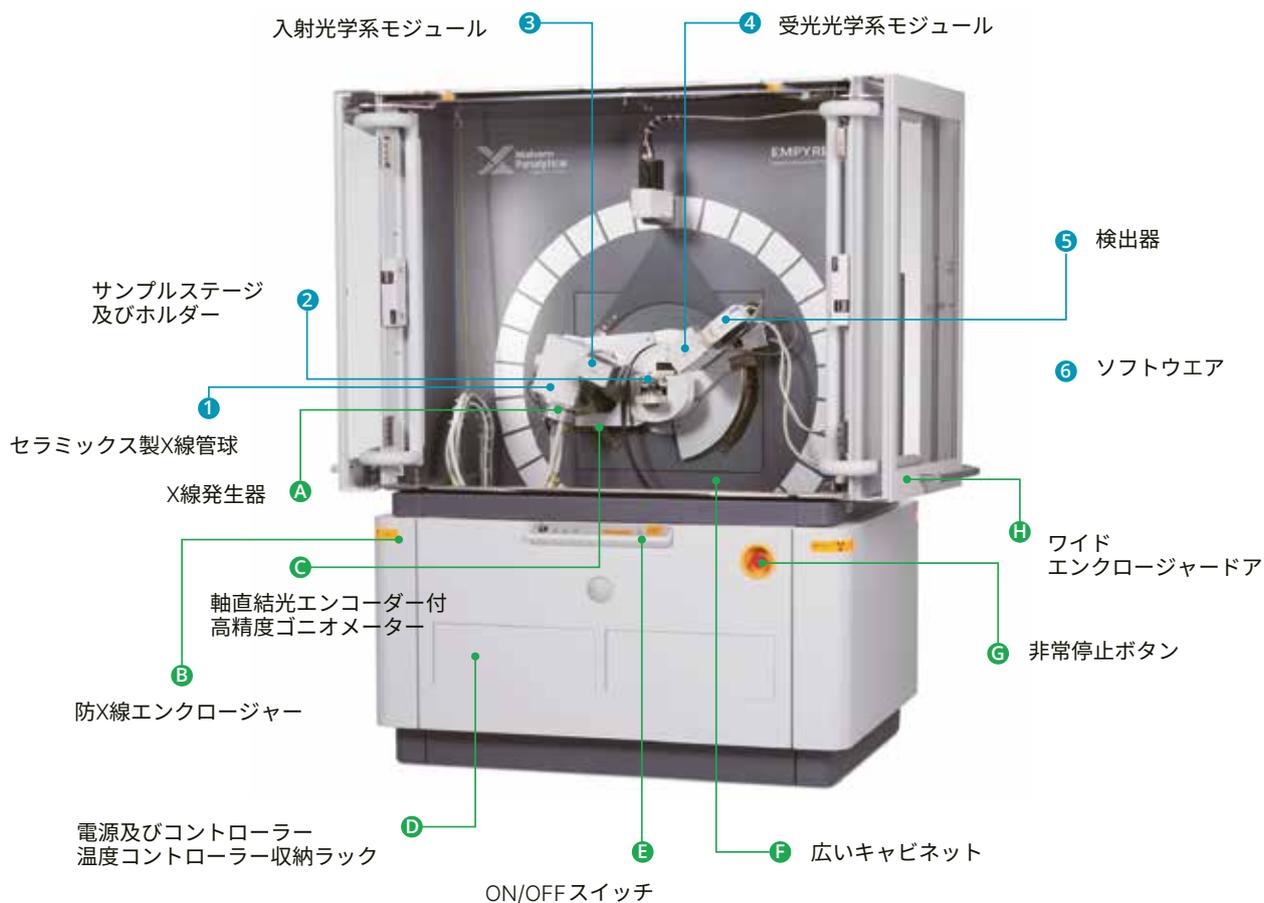
「Empyrean」は、紀元前アリストテレスの宇宙論に始まり、後の中世では炎の要素を持つ「最高天」を意味します。炎のような技術革新を備え、はるかに高い天頂に座するオールインワンXRDシステムです。

Empyrean 概要

X線回折装置Empyreanは、初心者からベテランまで幅広いお客様にご使用いただけるX線回折装置です。幅広いサンプル（粉末・薄膜・バルク）に対応し、様々な回折プロファイルデータを取得できます。

Empyreanシステムは、モジュールで構成されています。光学素子やステージ関連はPre-FIXモジュール式で高精度な交換再現性があり、再調整が不要で、すぐに測定が可能です。

装置モジュール・光学素子類は、全て自動的に認識されています。一度、サンプルに適した測定プログラムを作成すれば、どなたでも簡単に測定できます。



特徴的な標準機能

- A 高い安定性のX線発生器と管球シールド
- B 国際規制に適合する放射線安全性を確保する、セキュリティロック、警告灯と製造品質
- C 直読式光エンコーダーを搭載。X線回折装置で重要な高精度の測定角度を実現する高品質ゴニオメーター
- D 19インチラックに電源を標準装備、高温チャンバー用の温度コントローラーを最大2格納可能
- E 高圧発生器、エンクロージャドアの開閉スイッチ及びステータス表示
- F サンプルチェンジャーや工具類の専用格納スペースを確保した、広々としたキャビネット
- G 災害等の緊急時に装置停止する緊急停止ボタン
- H 回折計のパーツにアクセスできるよう、ワイドサイズのエンクロージャドアを採用
- I Date Collector制御ソフトウェアを使用して、光学系類や、サンプルステージの設定をPC上で制御可能

用途に合わせて選択可能な測定オプション

- ① 様々な波長に対応するセラミックス管球
- ② サンプル形状や大きさに合わせて測定可能なサンプルステージとホルダー
- ③ 入射光学系モジュール
- ④ 受光光学系モジュール
- ⑤ 検出器
- ⑥ 実験制御と入射光学系解析を行うソフトウェア



Ceramics X-ray Tube

MalvernPanalyticalは創立以来、X線管球を自社製造しています。Empyreanにはコンパクトな専用X線管球を搭載、目的や測定対象物に合わせて、最適なX線源をご提案します。

- 安定した強度及び熱交換率の高い長寿命化セラミックス管球
選択可能なターゲット部材: Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ag
- X線ミラーに特化したX線強度が安定したハイレゾリューションファインフォーカス
 - ・ファインフォーカス
 - ・ノーマルフォーカス
- ターゲット材を熱圧着接合することでアノードが平滑になり、特に低角領域での吸収損失を大幅に軽減します。
- 効率的な冷却方式で温度を抑え長寿命化を実現しました。
- 管球に繋がっている冷却ホースを取り外さずに、ポイント / ラインフォーカスへの切り替えが可能です。



管球保証期間：2年もしくは4,000時間

管球の種類				
ターゲット部材	フォーカスタイプ	最大電圧 (kV)	最大電流 (mA)	最大出力 (kW)
Cu	LFF	60	55	2.2
Cu	LFF-HR*	50	55	1.8
Co	LFF-HR*	50	55	1.8
Co	LFF	60	55	1.8
Cr	LFF	60	55	1.9
Fe	LFF	60	55	1.0
Mn	LFF	60	55	1.0
Mo	LFF	60	55	3.0
Mo	LFF-HR*	60	55	2.5
Ag	LFF	60	55	2.2
Ag	LFF-HR*	60	55	1.8

* LFF-HR (Long Fine Focus – High-Resolution) : 焦点設計により、高品質のX線ビームの長期安定性が実現します。連続して高出力で安定化したビームが得られるため、特にミラーやモノクロメーターに最適な管球です。

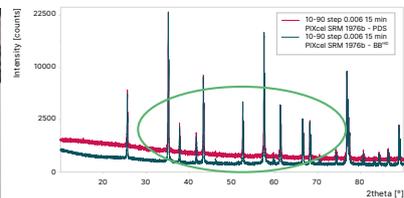
X線発生装置	
X線発生最大出力	4 kW (max. 60 kV, max. 100 mA)
管電圧	15–60 kV
管電流	5–60 mA
安定性	<0.005% for±10%
標準管球 (LFF)	Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ag
高品質管球 (LFF-HR)	Cu, Co, Mo, Ag ※ダイレクトビームからの散乱線量が少ない
フォーカス種類	ラインフォーカス, ポイントフォーカス
フォーカスサイズ	0.04 mm × 12 mm (ラインフォーカス) 0.4 mm × 1.2 mm (ポイントフォーカス)
フォーカス種類の認識	自動認識
管球窓材	300 μm Be
推奨電力量	0.9–3.0 kW ※管球の種類による
管球の特長	Pbフリー ※特許取得*により、X線による空気中のイオン化が原因で発生する入射ビーム路の腐食を防ぎます。 * 耐食性入射スマートパス (CRISP)

入射光学系

BBHD

集中法測定において単色化するX線発散ミラーです。使用する波長のみを単色化させ、管球から発生した連続X線や波長を事前にカットします。これによりノイズを低減させ、微小な回折ピークを捉えることが可能です。

対応波長：CuK α 、CuK β 、CoK α 、MoK α



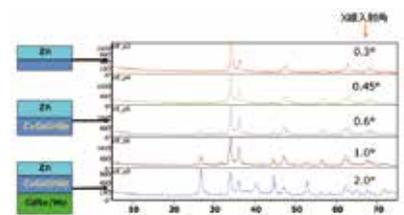
X線ミラー

多層膜ミラーを用いたX線ミラーです。

ビームの発散角は0.1°以下で、平行化したX線を効率よく取り出すことができます。

薄膜材料や、試料表面が凹凸のあるバルクサンプルの測定に、効果を発揮します。

対応波長：Cu、Co

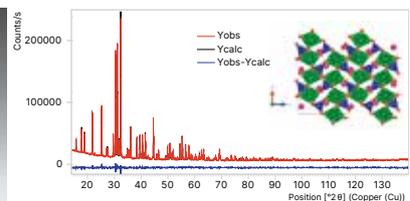


集光ミラー

検出器側で集光するX線ミラーです。

透過法での高強度・高分解能測定に効果を発揮します。

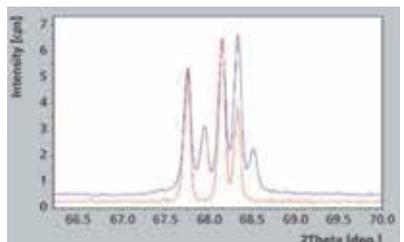
対応波長：Cu、Co、Mo、Ag



ハイブリッドミラー

K α 2線を除去し、簡易的にK α 1線のみを取り出すことが可能なハイブリッドミラーです。

対応波長：Cu、Mo



※上記、光学系モジュールは、交換後の調整は一切不要です。

検出器

PIXcel 3D/1D

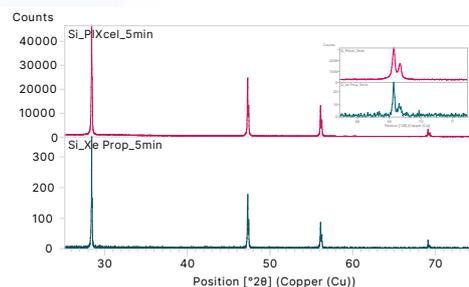
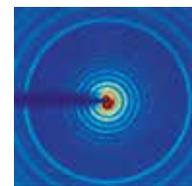
55 μm という世界最小のピクセルサイズを兼ね備えた半導体1次元検出器です。

結晶性が高い回折プロファイルも、高解像度に切り分けることができます。

また有効範囲を自由に変更設定でき、低角領域からの測定等、ダイレクトビームからのX線散乱光を抑えながら測定できます。

対応波長：Cu、Co、Fe、Mn、Cr

測定次元：0次元、1次元 (PIXcel^{1D})
0次元、1次元、2次元、
3次元CT (PIXcel^{3D})



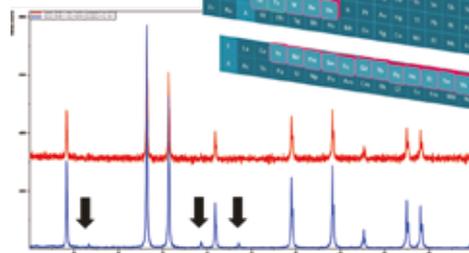
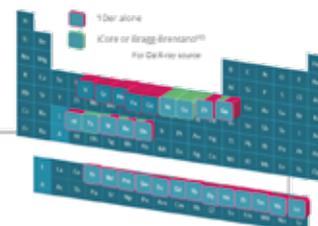
1Der

CuK α : 340eV以下の高いエネルギー分解能を備えた半導体1次元高感度検出器です。

CuK α 線に特化して検出することが出来るため、FeなどX線の吸収が大きい遷移金属が含まれている測定対象においても、モノクロメーターを必要とせず、低BG測定が可能です。

また、低BGの測定が可能を為、従来検出器ではBGに埋もれやすかった微小な回折ピークも、確認できるようになります。

対応波長：Cu、Co、Fe、Mn、Cr、Mo、Ag
測定次元：0次元、1次元



GaliPIX 3D

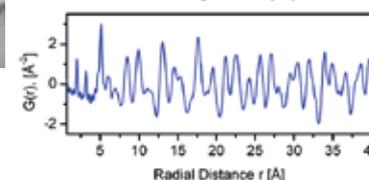
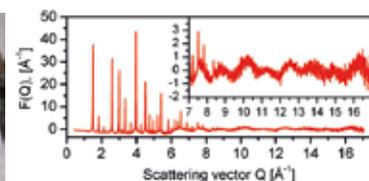
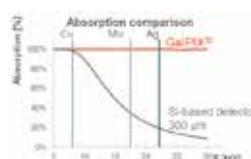
CdTe半導体素子を使用した次世代型半導体多次元検出器です。

AgやMoなど高エネルギー波長のX線でも100%の検出効率を得られます。

局所構造解析に使用するPDF解析など、短波長を要求する測定でも、検出効率を落とさず測定することが可能です。

対応波長：Cu、Mo、Ag

測定次元：0次元、1次元、2次元、3次元、CT



※その他、検出器・仕様については別途、営業担当にご確認ください。

Multi-Core

様々な光学系（集中法／平行法／微小部）をプログラムで自動交換する光学モジュールです。

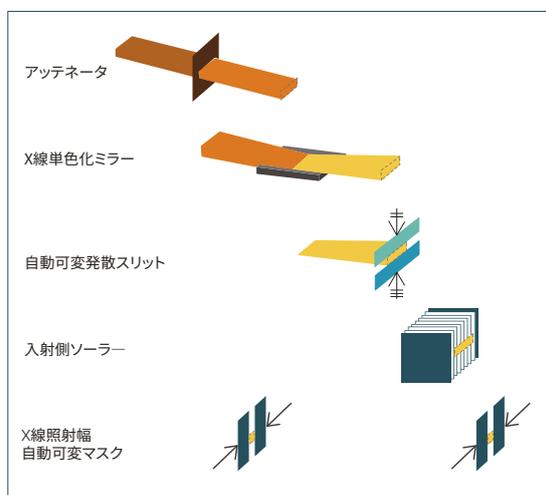
従来の装置では、光学系を変更する際、マニュアルで適切な光学素子に変更する必要がありました。

Empyrean Multi-Coreシステムでは、事前にPC上でパッチプログラムを組むことで、装置側が自動で適切な光学素子に変更します。粉末集中法はもちろん、薄膜材料測定や凹凸バルク試料には平行法、微小部や微量測定サンプルには視野制限マスクを、自動で適切なスリット類へ変更します。また、入射側モジュール (iCore) は、事前に測定に不要な連続X線やK β 線をカットするミラーが標準搭載され、高いS/N比の回折プロファイルを取得できます。

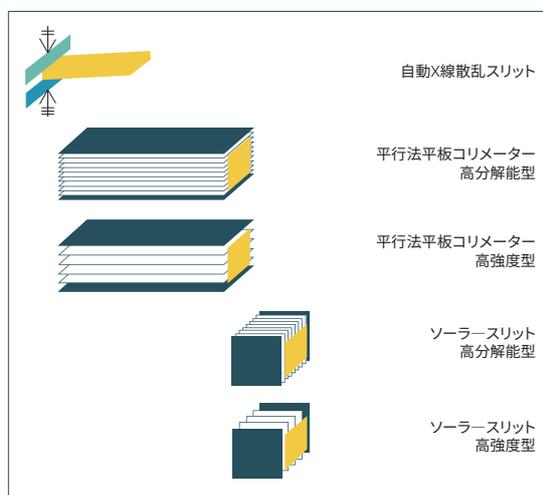
対応波長：Cu、Co



iCore 入射ビーム光学系



dCore 回折ビーム光学系



※モジュールは全てPC上の設定から変更することができます。

多目的全自動光学系切換

多結晶粉末の分析はXRDの一般的なアプリケーションです。EmpyreanはiCore、dCoreの2つのCoreを測定目的に合わせて自動で切り替えるMultiCoreを搭載し、結晶相の同定、分布、特性に関する詳細な情報を提供します。また、反射法/透過法測定その他、特殊なステージを使用することで温度可変測定にも対応できます。



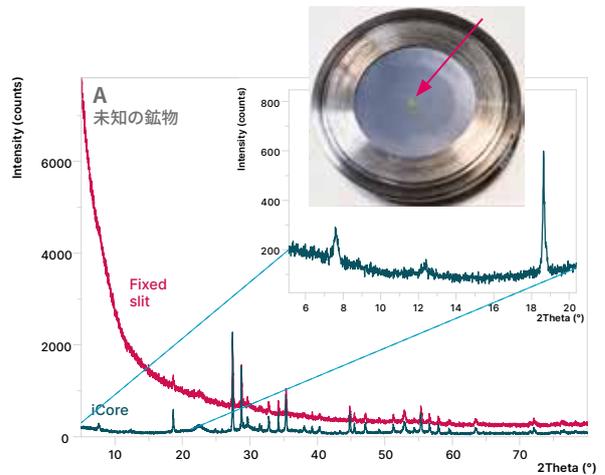
iCore/dCore

多相同定

MultiCoreは、データ品質と速度を両立しつつ、混合物中の結晶相を同定できます。

また、微量サンプルの結晶評価にも最適です。

通常、サンプル測定はシーケンスの一部として、手動または自動バッチで実行されます。ただし、異なるサンプルサイズの場合、表面積と体積が大きく異なる場合があります。これまでは、測定サンプルに合わせた発散スリットとマスクを手動で設定する必要がありましたが、MultiCoreでは、最適なビームサイズと形状が自動的に設定され、ルーチン分析が可能となっています。

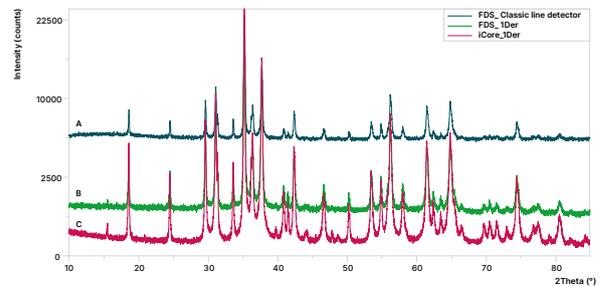


無反射試料板上の微量サンプル回折プロファイル

効果的な蛍光低減

蛍光X線が発生しやすい遷移金属が含まれるサンプルの場合、蛍光X線のバックグラウンドを効果的に除去することは非常に重要です。MultiCoreおよびエネルギー分解能が高い1Der検出器は高いエネルギー分解能により、右図に示されているように、蛍光X線の影響を最小限に抑え、正確なデータを収集することができます。

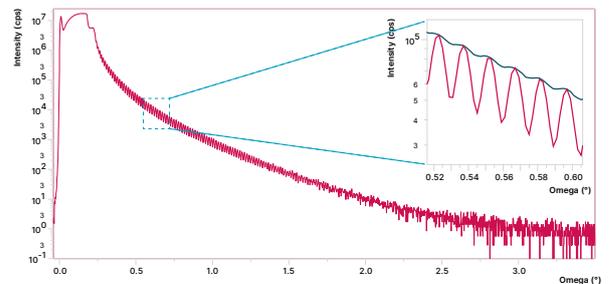
さらに事前にK β 線をカットしているため、フィルター等は一切不要です。



Cr₂CuO₄、Cr₂O₃、CrCuO₂混合物の回折プロファイル

薄膜反射率測定

X線反射率測定 (XRR) は密度、厚さ、界面ラフネスなどを測定するための高感度測定手法で、薄膜や表面からのX線の散乱を分析します。この手法は、膜の密度、厚さ、界面のラフネス、そして横方向の均一性などの情報を提供します。Empyrean MultiCoreは高精度なXRR測定を効率的に実行し、薄膜や表面の特性を5分以内で詳細に解析できます。



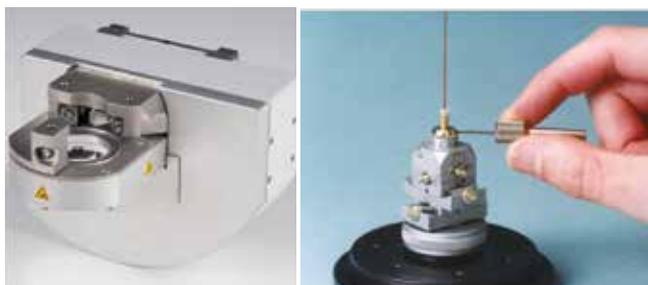
粉末XRD

さまざまな形態のサンプルをフレキシブルに測定

粉末、液体、錠剤、ウエハー、不定形サンプルなどをさまざまなサンプルホルダーを用いて測定することができます。大気に反応しやすい金属材料はパウチのまま、またはドーム型サンプルホルダーが使用可能です。

反射測定から透過測定への切り替えも容易で、配向性のある原薬や鉱物の評価も簡便です。

Empyreanは原薬から成形品まで一台で物質の結晶情報が得ることが可能です。



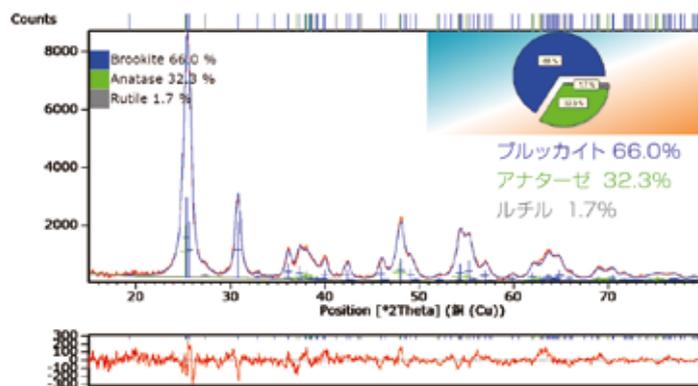
MultiCoreにより簡単に光学系を切替



反射光学系配置

透過光学系配置

透過法によるマイカ粉末の配向の抑制

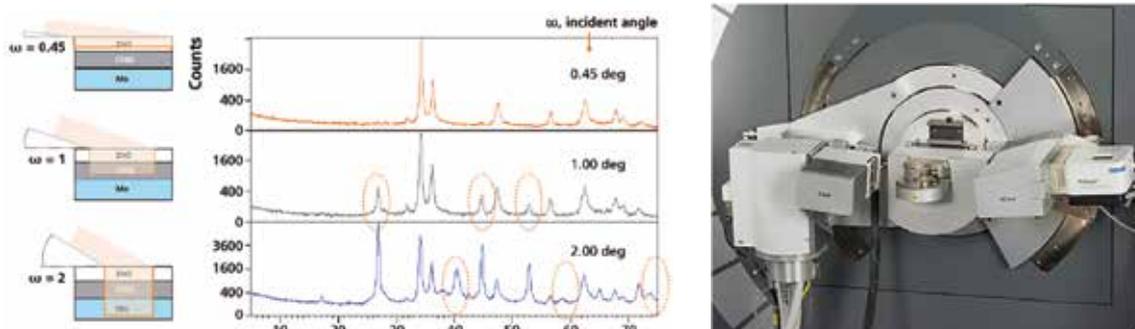


酸化チタンのリートベルト解析と結晶子径/歪

薄膜XRD

相の深度プロファイリング

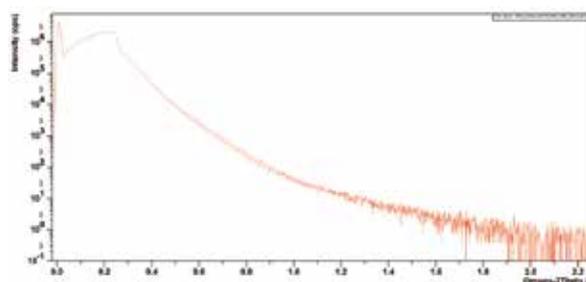
平行化したX線ビームの入射角を変化させ、異なる侵入深さのサンプルプロファイルを取得。薄膜サンプルの深さ方向別に結晶相の同定が可能です。



ハイスループットと容易な操作

MultiCoreがもたらす時間のゆとりが研究を促進します。

- サンプルスループット 30%以上向上
- 40%以上高い感度や速度で不純物検出
- 複数の測定条件の設定ミスや漏れの削減
- ユーザートレーニング時間を30%短縮



MultiCoreを用いた200nm薄膜層の反射率測定

高速広域逆格子マップ測定

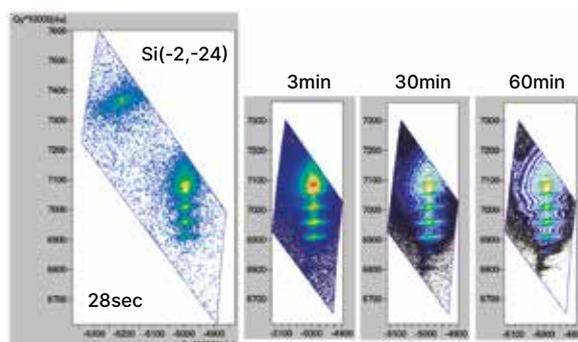
Empyreanと多次元型半導体ピクセル検出器を駆使することで、高速逆格子マップ測定が可能です。

逆格子マップ測定を行うことで、基板上的薄膜材の結晶方位や結晶性、配向性が一目で評価可能です。

特に世界最小のピクセルサイズ(55 μ)を誇るPIXCEL^{3D}との組合せは、結晶性の高いエピ膜においても数え落としなく、高分解能測定が可能です。



5軸クレードルステージ



Si基板上に結晶成長させたGe/GeSn膜(-2-24)面の高速広域逆格子マップ

製薬 ~開発から品質管理まで~

前処理不要で回収もできる非破壊分析

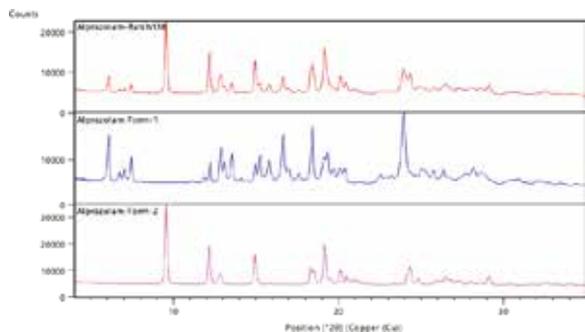
医薬品候補分子化合物の探索から製剤化までの工程を Empyrean 一台で評価することができます。

- 化合物の結晶構造研究
- 結晶多形スクリーニングとクラスター解析
- 結晶系の識別
- 安定性試験
- 製剤プロセスの最適化
- スケールアップ研究のためのオンライン測定
- アモルファス、ナノ結晶化合物の評価
- X線CTによる錠剤の微細構造分析
- 製品中のAPI/賦形剤コントロール



ウェルプレートを用いた透過測定

医薬品の結晶多形評価は安定性や溶解性などの特性を評価するうえで非常に重要です。Empyreanとそのソフトウェアは結晶多形評価を簡単に実現します。



96ウェルステージに対応したソフトウェア

21 CFR Part11 準拠 OMNITRUSTソフトウェア

OMNIACCESS OMNITRAIL



- システム構成設定
- 役割と権限設定
- 署名と理由設定
- 監査証跡の閲覧



45試料サンプルチェンジャーを用いた反射・透過測定

主なアタッチメント

目的や用途に合わせた様々なステージをラインアップし、お客様のご要望にお応えいたします。

回転試料ステージ

反射-透過法測定対応 回転試料ステージ	サンプルチェンジャー
<ul style="list-style-type: none"> 360°連続回転 プログラム可能な回転速度、 最大120回転/分 ステップサイズによるプロ グラム可能なφスキャン 0.1° ± 0.1° 最大ホルダー直径 44 mm ドーム型サンプルホルダー にも対応 	<ul style="list-style-type: none"> 3 × 15 サンプル 45試料対応 ドーム型サンプルホルダー もサポートできます。



5軸クレードルステージ

軸	範囲	ステップ
XY	54mm	0.01 mm±0.01 mm
Z	12mm	0.001 mm±0.001 mm
φ	720°	0.01°±±0.01°
χ	96°(-3~93°)	0.01°±±0.01°

- 最大サンプル高さ: 16 mm
- 最大サンプルサイズ: 80 mm(直径)
- クレードルアクセサリ
 - マグネット式マウントプラットフォーム
 - サンプルホルダー 80 mm
(レベリングオプションの有無にかかわらず)
 - 32 mmサンプル用の4つのポジションを備えたサンプルホルダー
 - サンプルホルダー インプレーン



モジュラステージ

プログラムXY+ プログラムZステージ		多目的試料ステージ Multi Purpose Sample Stage (MPSS)	
プログラムXY	54 mm 10 μm / step	サンプル サイズMAX	φ100 mm
プログラムZ	25 mm 1 μm / step	サンプル 高さMAX	100 mm
サンプル 重量MAX	2 kg	サンプル 重量MAX	10 kg



モジュラステージは直径150mmまで、高さ100mm、最大重10kgまでと汎用性が高くあらゆるサンプルに対応しています。

キャピラリーステージ及びSAXSステージ

キャピラリーステージ	Scatter X ⁷⁸
<ul style="list-style-type: none"> 1D USAXS、SAXS、 WAXS、トランスミッシ ョンXRD、およびPDF測定 推奨キャピラリー 直径: 0.3、0.5、0.7、1.0 mm 	<ul style="list-style-type: none"> 真空中での1Dおよび2D SAXS/WAXS測定をサポート 事前に位置合わせされたサ ンプルによるアライメントフ リーの取り付けソケット キャピラリー 直径0.3、0.5、0.7、1.0 mm ホイル間の粉末サンプル フレーム間のバルクサンプル 温度制御(5 ~ 70 °C) キャピラリーホルダー



電池オペランド

高エネルギー密度の新規電池材料を開発する際に直面する最大の課題は、充放電サイクルに伴う容量の低下です。容量低下の原因としては、粒子の亀裂、電極のリチウム付着、電解質の劣化、樹枝状結晶の形成などが挙げられます。このような容量低下のメカニズムを解明することは、新規電池材料の開発を成功させるために重要なステップであるといえます。

インオペランドX線回折を活用し、電池のリサイクル中の潜在的な結晶構造変化を分析することで、故障メカニズムを調査できます。Empyrean XRDプラットフォームには、各種電池（コイン電池、化学電池、パウチ型電池、角柱電池）のインオペランドサイクルに対応するオプションが用意されています。

バッテリーおよび電気化学セル用ステージ			
CR20xxタイプバッテリー用 コインセルホルダー	EL-CELL In-situ エレクトロケミカルセル	薄型固体サンプル用透過ホルダー	可変温度エレクトロケミカルセル (VTEC)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 充電および放電中のIn-Situ 反射法 コインセルホルダー ■ CR20xxバッテリーの組み込みおよび標準サイズのサンプルホルダーへの装填が可能 ■ 反射-透過スピナーおよびさまざまなクレードルやモジュールステージとの互換性があり 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 充電および放電中のIn-situ ■ カソードおよびアノード材料用電気化学テストセル 反射法 ■ モジュールステージまたは3軸クレードルに取り付け可能 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 充電および放電中のIn-situ ■ 薄型固体サンプル パッチセル プリズマティックセル ■ 透過法 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 充電および放電中のIn-situ 反射法 (VTEC) 透過法 (VTEC-trans) 可変温度電気化学セル ■ 温度可変範囲 -10~70°C ■ モジュールステージまたは多目的サンプルステージに取り付け可能



コインセルホルダー



In-situエレクトロケミカルセル



透過ホルダー



VTEC

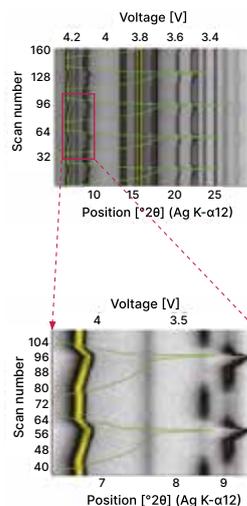


VTEC-trans

パウチ型電池のオペランドサイクルの例

測定は、AgK α X線とGaliPIX^{3D}検出器とで構成されたEmpyrean XRDプラットフォームで実行されます。5–30°の2 θ 範囲のXRDスキャンは毎回5分ほどかかり、5回の充放電サイクルの測定で、合計166回のスキャンが実行されます。

電圧の変化（放電状態で3.2V、完全充電状態で4.3V）は、緑色のラインで表示されます。等高線は、電池が充放電されたときのカソードとアノードのピーク位置を示しています。6.8°2 θ 付近のピークはNCMカソードの003反射ピークです。その位置が変化しているのは、サイクルに伴うC軸超の変化を反映しているからです。9°2 θ 付近の途切れたピークはグラファイトアノードによるものです。充電中にCからLiC₆またはLiC₁₂に変化し、その後LiC₁₂に戻り、放電サイクル中にCに戻ります。



大型2次元検出器
EIGER CdTe検出器もラインアップ

温調ステージ

In-situ測定

低温から高温まで制御できる温度チャンバーや、湿度可変、特殊ガス雰囲気下での測定に対応するチャンバー、スラリフローセル等、in-situ測定用アクセサリも充実のラインアップ。

高温チャンバー			中低温チャンバー		
HTK1200N 間接加熱方式	HTK16N/2000N 直熱方式	XRK900 反応ガスリアクター	TTK600	CHC Plus	PheniX 極低温
<ul style="list-style-type: none"> ■ 測定温度範囲反射法 <ul style="list-style-type: none"> ・RT ~ 1200°C ・RT ~ 1000°C (He) ■ 透過具キャピラリー <ul style="list-style-type: none"> ・RT ~ 1000°C (石英) ・RT ~ 700°C (ポロチリケート) ■ 測定雰囲気 <ul style="list-style-type: none"> ・大気 ・N₂ ・真空 (10⁻⁴ mbar) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 測定温度範囲 <ul style="list-style-type: none"> HTK 16N <ul style="list-style-type: none"> ・RT ~ 1600°C (Pt strip※1) ・RT ~ 1500°C (Ta strip※2) HTK 2000N <ul style="list-style-type: none"> ・RT ~ 2300°C (W strip※2) ・RT ~ 1600°C (Pt strip※1) ・RT ~ 1500°C (Ta strip※1) ■ 測定雰囲気 <ul style="list-style-type: none"> ・大気 ・不活性He, N₂ ・真空 (10⁻⁴ mbar) <p>※1 空気または真空中での短期間運転に限る</p> <p>※2 (≦2×10⁻⁴ mbar)の真空に限る。高圧真空ポンプが必要。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 測定温度範囲 <ul style="list-style-type: none"> ホルダ材質: Macor <ul style="list-style-type: none"> ・RT ~ 900°C (大気・反応ガス 真空) ・RT ~ 750°C (10 bar He) ホルダ材質: ステンレス <ul style="list-style-type: none"> ・RT ~ 600°C (標準環境下) ・RT ~ 260°C (放電中) ■ 測定雰囲気 <ul style="list-style-type: none"> ・大気 ・N₂ ・反応ガス ・真空 (1mbar) ・圧空 (1 ~ 10 bar) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 測定温度範囲 <ul style="list-style-type: none"> コンプレッサー冷却 <ul style="list-style-type: none"> ・-10 ~ 400°C (Dry air・N₂) ・-20 ~ 600°C (真空下) 液体窒素冷却 <ul style="list-style-type: none"> ・-150 ~ 400°C (Dry air, N₂) ・-190 ~ 600°C (真空下) ■ 測定雰囲気 <ul style="list-style-type: none"> ・大気 ・N₂ ・真空 (≦10⁻⁴ mbar) ・圧空 (max. 2 bar) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 測定温度範囲 <ul style="list-style-type: none"> コンプレッサー冷却 <ul style="list-style-type: none"> ・10 ~ 80°C (水蒸気ガス) ・-5 ~ 300°C (Dry air, N₂) ・-5 ~ 400°C (真空: 10⁻² mbar) 液体窒素冷却 <ul style="list-style-type: none"> ・-120 ~ 300°C (N₂) ・-180 ~ 400°C (真空: 10⁻² mbar) ■ 水蒸気雰囲気 <ul style="list-style-type: none"> ・5-95% RH (10-60°C) ・5-70% RH (at 80°C) ■ 測定雰囲気 <ul style="list-style-type: none"> ・大気 ・N₂ ・真空 (10⁻² mbar) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 測定温度範囲 <ul style="list-style-type: none"> ・12-290 K (-261 ~ 17°C) ・RT ~ 20 K (-253°C) 40 min ・RT ~ 12 K (-261°C) 60 min ■ 測定雰囲気 <ul style="list-style-type: none"> ・真空 (≦10⁻⁴ mbar)
					



Pre-FIX対応で、六角レンチ1本で交換可能

粉末X線解析ソフトウェア High Score (Plus)

測定した回折プロファイルからプロファイルフィッティング、スムージング、 $K\alpha_2$ 線除去、バックグラウンド処理といった基本データ処理に加え、結晶子サイズ解析、結晶相の同定、定量分析、DDM半定量、RIR定量、周期律表表示、格子歪、結晶化度、格子定数精密化、クラスター解析等、X線回折の一連のデータ処理・解析が一つのソフトウェア上で実行できます。また、Plusオプションを追加することで、リートベルト解析まで、High Score上で行うことができます。

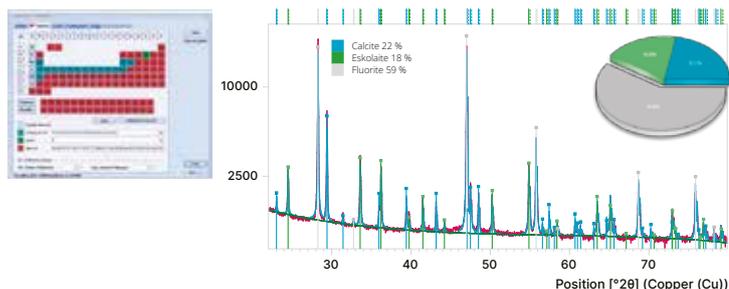
結晶相の同定

ピークサーチから、結晶相の候補を瞬時に表示することが可能です。

また、元素を指定することで、さらに高度な結晶相の同定を行うことができます。

■使用可能な主なデータベース

- プリインストールデータベース
- ユーザーデータベース
- Crystallography Open Database
- CDD PDF-2
- ICDD PDF-5+



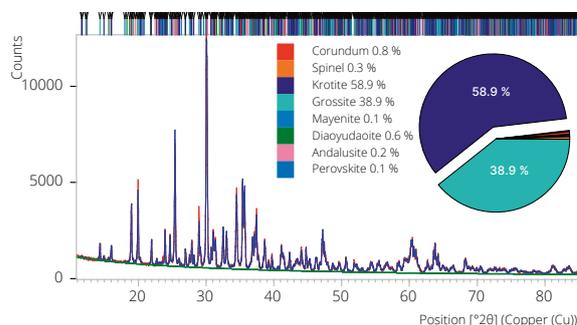
リートベルト解析 (Plusオプション)

パターンフィッティングによる解析手法です。

測定済の回折プロファイルと計算済みプロファイルが比較され、パラメータ範囲を変えることで、2つのプロファイル間の差異が最小化されます。

リートベルト解析を実施することで結晶相の定量化や格子定数・格子歪等のパラメータを得ることができます。

Malvern Panalyticalのリートベルトアルゴリズムは、広く普及している実績ある技術を高度に実装しており、過去数十年にわたり継続的に開発されてきました。



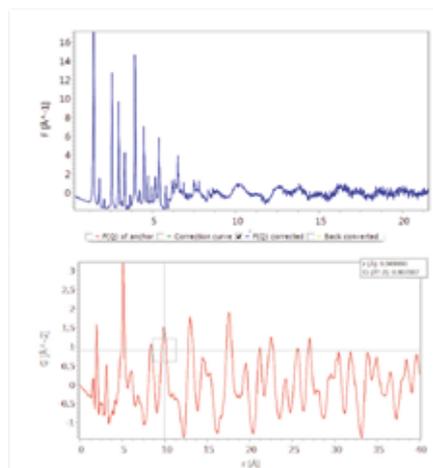
局所構造解析 (Plusオプション)

二体分布関数 (PDF) は、材料の結晶成分に依存せず、局所構造解析が可能です。

散乱パターンから減少構造機能と対応原子対相関を導き出すことができます。

■数回クリックするだけで、次の項目の修正が可能

- 吸収率
- 制動放射
- コンプトンと多重散乱
- ローレンツ分極

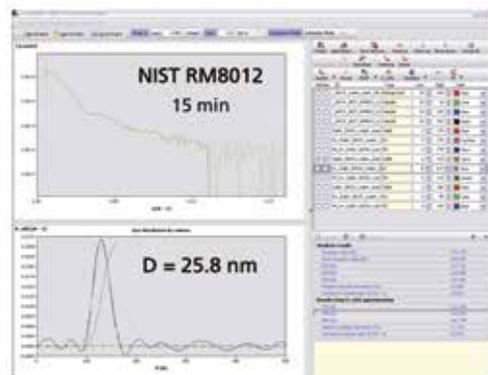


小角散乱解析ソフト EASY SAXS

小角散乱 (SAXS) データより、粒子径解析を含む、様々なナノスケール情報を解析することが可能です。

■主な分析手法

- ・ ギニエ分析
- ・ ポロット分析
- ・ ナノ粒子サイズ
- ・ 表面積
- ・ U-SAXS

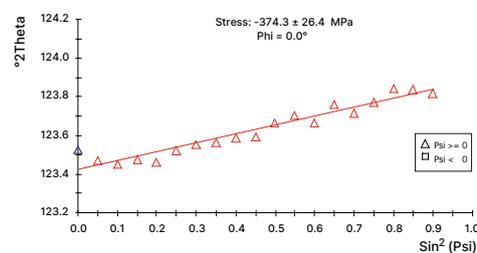


応力解析ソフト STRESS (Plus)

鉄鋼材料やセラミック材等のバルク材料・多結晶薄膜において残留応力解析が実施できます。

■主な分析手法

- ・ \sin^2 (Psi)法による残留応力
 - ・ 薄膜材料による残留応力 (Plusオプション)
- ※弾性定数400種類以上を収録

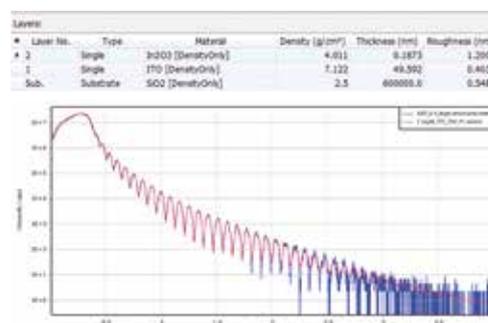


薄膜反射率解析ソフト AMASS XRR

薄膜材料において反射率解析 (XRR) を行うことで膜厚含め、様々な情報が得られます。

■主な分析手法

- ・ 膜厚分析
- ・ 多層膜分析
- ・ 膜密度
- ・ 表面ラフネス

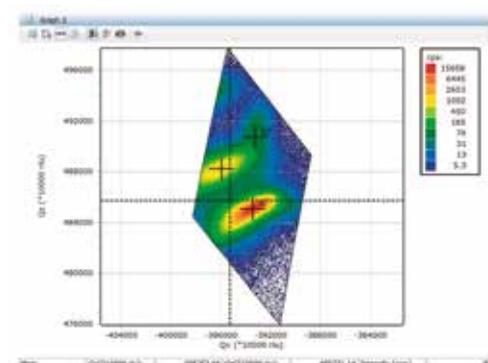


単結晶膜解析ソフト AMASS HR

基板上的単結晶薄膜において結晶方位、結晶性の評価が可能な逆格子空間マッピング機能に加え、エピタキシャル薄膜の組成膜厚計算機能が備わっています。

■主な分析手法

- ・ 逆格子空間マッピング
- ・ 高分解能ロッキングカーブシミュレーションによる組成・膜厚



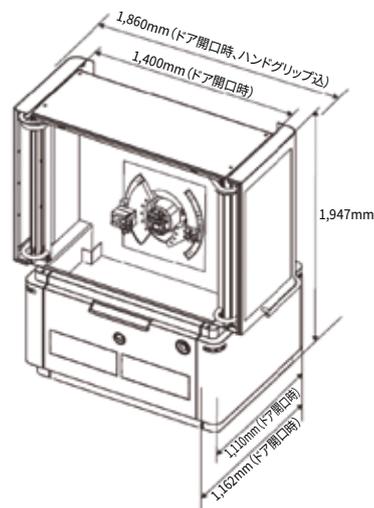
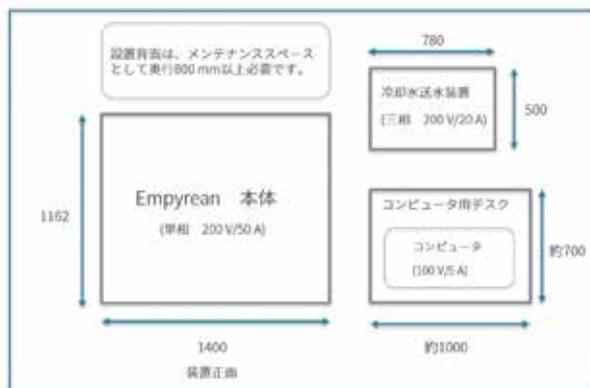
仕様

ゴニオメータ	
方式	試料水平型ゴニオメータ
最小角度ステップ	0.0001°
角度設定再現性	±0.0001°
直線性	±0.01°
測定角度範囲	-111 ~ 168° (検出器や光学系による)
早送り速度	15°/sec
ゴニオメータ駆動	DCモーターコントロール
エンコーダ	ダイレクトエンコーダ方式 ゴニオメータ軸直読式光エンコーダDOPSシステム
反射法/透過法の切換え	ソフトウェア上から切換え可能 <ul style="list-style-type: none"> ■ 透過法による主な評価 <ul style="list-style-type: none"> — フィルム、繊維などの配向評価 — 粉末試料の配向除去 — 小角散乱測定

本体外観とユーティリティ	
寸法(W×D×H) 重量	1,400 × 1,162 × 1,947 mm 1,050-1,200 kg (仕様による)
冷却水装置(W×D×H)	空冷屋内設置500 × 780 × 1,300 mm ※水冷式あるいは屋外設置式等への変更も選択可
圧縮空気またはコンプレッサ	4-5 Bar
電源	Empyrean本体 単相200 V/50 A(最大) 冷却水装置 三相200V/20A(最大) PC 単相100/5A



設置レイアウト例



100年にわたるXRDへのこだわり

マルバーン・パナリティカルは長い歴史を有するXRD技術において、X線管球から自動光学系まで、常にその最前線に立ってきました。

マルバーン・パナリティカルは、100年以上の長い間XRDの専門知識を培ってきました。そして、皆様がその技術を最大限に活用いただけるよう、開発したのがEmpyrean(エンピリアン)です。

Empyreanは現在、世界1000を超える産業研究所、研究センター、大学に設置されています。

お近くのマルバーン・パナリティカル営業所までお気軽にお問合せください。ご要望に合わせたサポートをご提供します。マルバーン・パナリティカルは世界各国100以上の地域にグローバルネットワークを持っており、ご安心いただけるサービス・サポートをご提供しています。

