SHIMADZU
Excellence in Science

C143-3101G

電子線マイクロアナライザ
Electron Probe Microanalyzer

EPMA-1720 シリーズ

最先端の分析能力と優れた操作性の革命的な融合。
進化を極めたテクノロジー、ついに誕生。

ハードウェア、ソフトウェアの全てにおいて、最新の技術を結集した新世代のEPMAが誕生しました。島津のEPMA™が長年培ってきた高感度・高精度・高分解能という高い基本性能に、簡単で分かりやすい操作を可能にする数々の新機能が加わり、その能力を最大限に発揮することに成功しました。初心者の方でも容易に分析が行えることはもちろんのこと、熟練者の方が行う高度な分析にも的確にお応えします。

「簡単、分かりやすい操作」で、
島津伝統の高い基本性能を最大限に発揮します。

高感度　高精度　高分解能

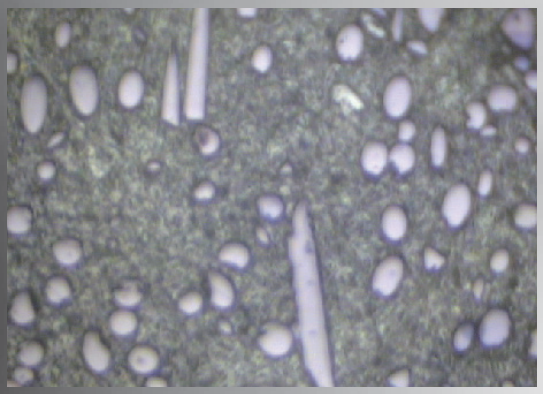
簡単、分かりやすい操作

Contents

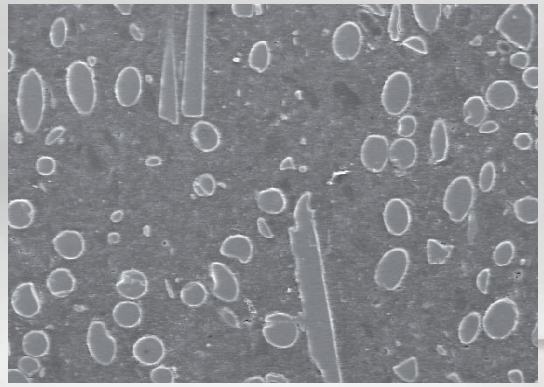
EPMAの基本機能	P. 05	分析画面	P. 16	分光器の構成	P. 24
X線分光器の特長	P. 07	観察画面	P. 17	オプション	P. 25
高分解能分析	P. 09	簡単モード	P. 20	アプリケーション	P. 30
操作フロー	P. 10	日常メンテナンス	P. 21	仕　様	P. 35
簡単SEM観察	P. 13	高い信頼性	P. 22	設置要項	P. 36

高い基本性能と多彩な分析機能で様々なソリューションを提供します。

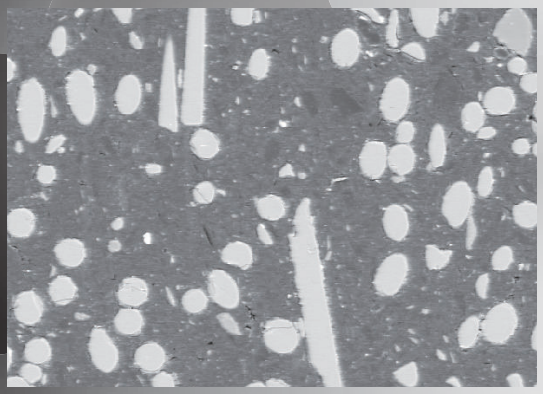
光学顕微鏡像による可視光観察



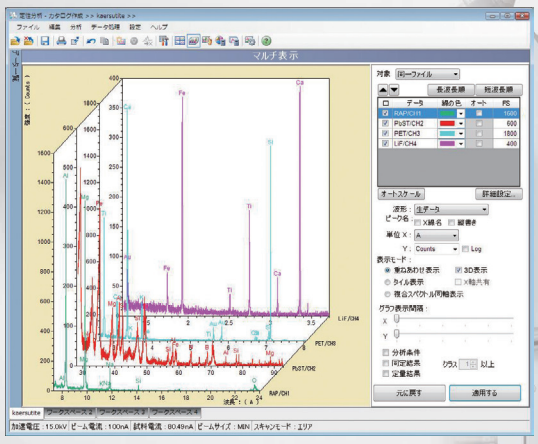
SEM像による微小領域の形状観察



BSE像による組成分布観察

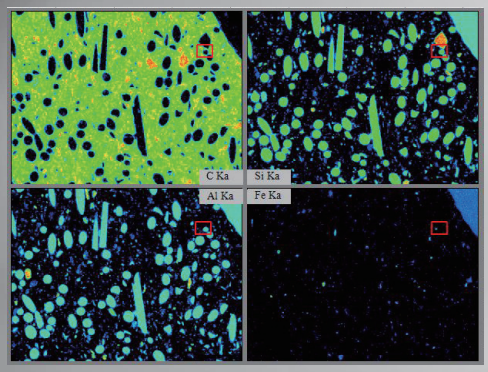


定性分析で含有元素を知ることができます

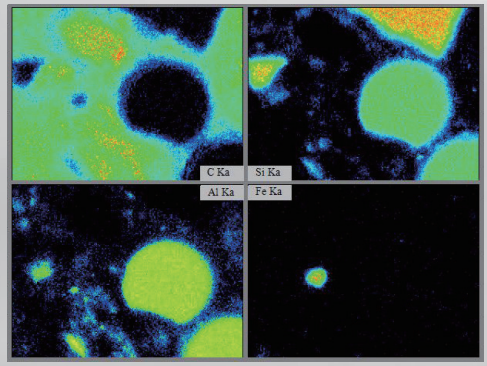


マッピング分析で元素の濃度分布を知ることができます

ステージスキャンマッピング

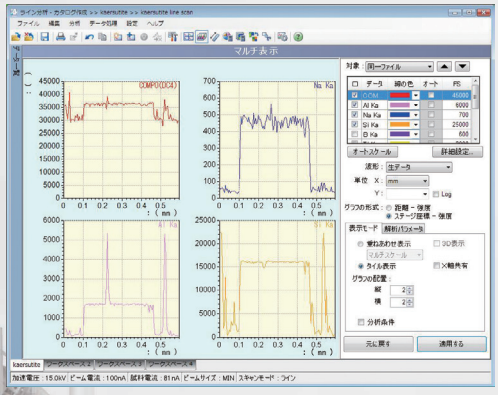


ビームスキャンマッピング

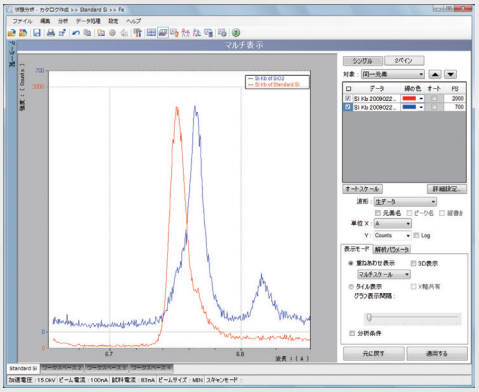


（左図の赤枠の領域を分析しています。）

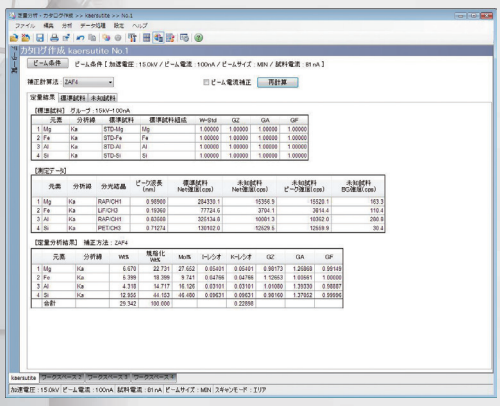
ライン分析で元素濃度の変化の様子を知ることができます



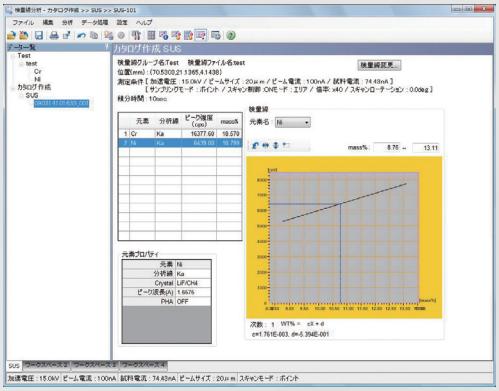
状態分析で元素の化学結合状態を知ることができます



定量分析で含有元素の濃度を知ることができます

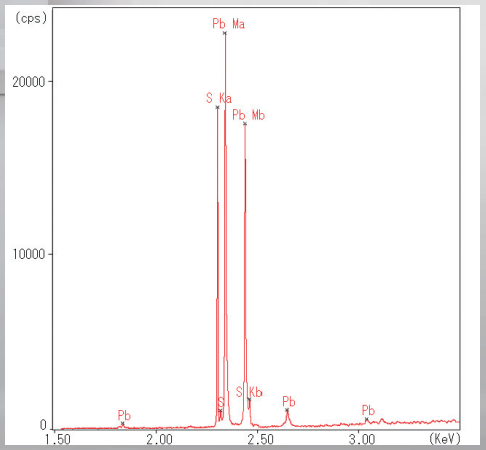


検量線法分析で微量元素の濃度も知ることができます

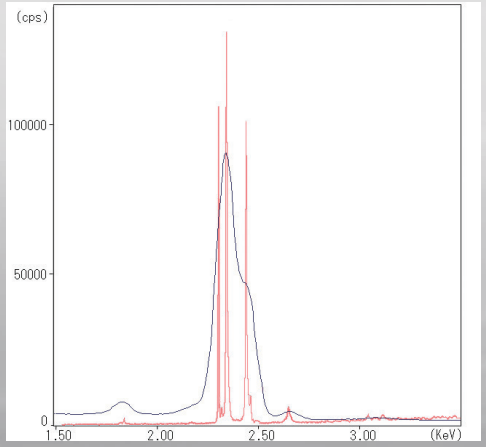


波長分散型X線分光器で精度の高い分析ができます

波長分散型
X線分光器（WDS）のスペクトル

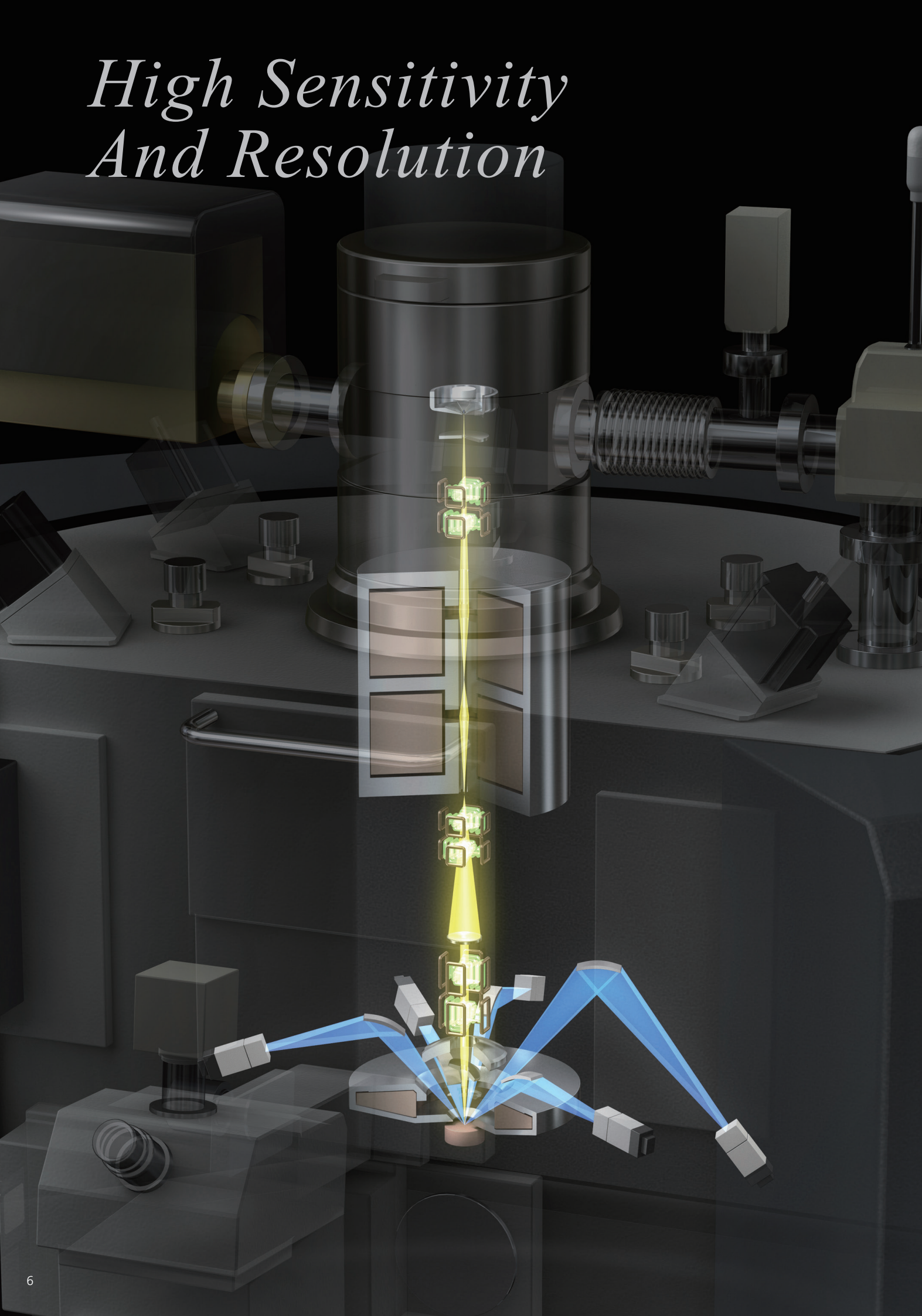


エネルギー分散型
X線分光器（EDS）のスペクトル



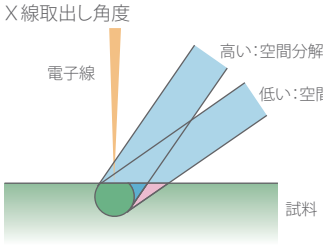
WDSは、波長分解能が高く、ピーク同士が重なることがまれなため、正確に元素を判定できます。さらに、S/N比が高いため、微量な元素も検出できます。

High Sensitivity And Resolution

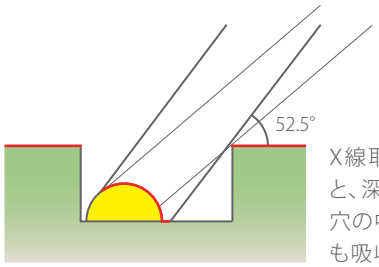


最適設計のX線分光器が高感度、高精度分析を可能にします。

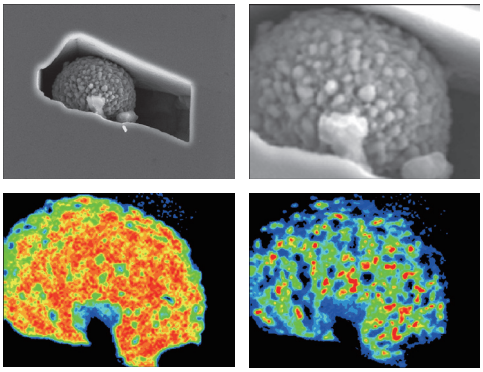
分析性能の基本となるX線取り出し角度は52.5°をコンセプトキープ



X線の吸収が小さく
高感度です

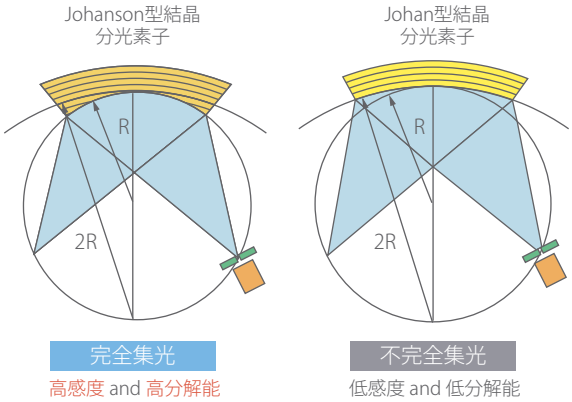


X線取り出し角度が高いと、深く空いた穴の底や、穴の中にある異物の分析も吸収の影響が小さくなります。



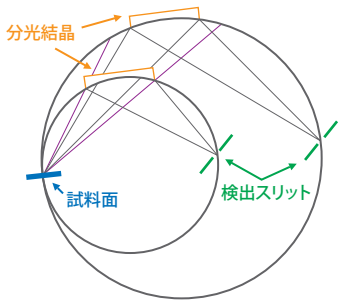
ピットの穴の中にある異物を分析したデータです。左下が鉄(Fe)、右下がチタニウム(Ti)の分布です。EPMA-1720は高い取出し角度により、凹凸の激しい試料でも精度の高い分析が行えます。

分光結晶は完全集光を実現するヨハンソン型です。



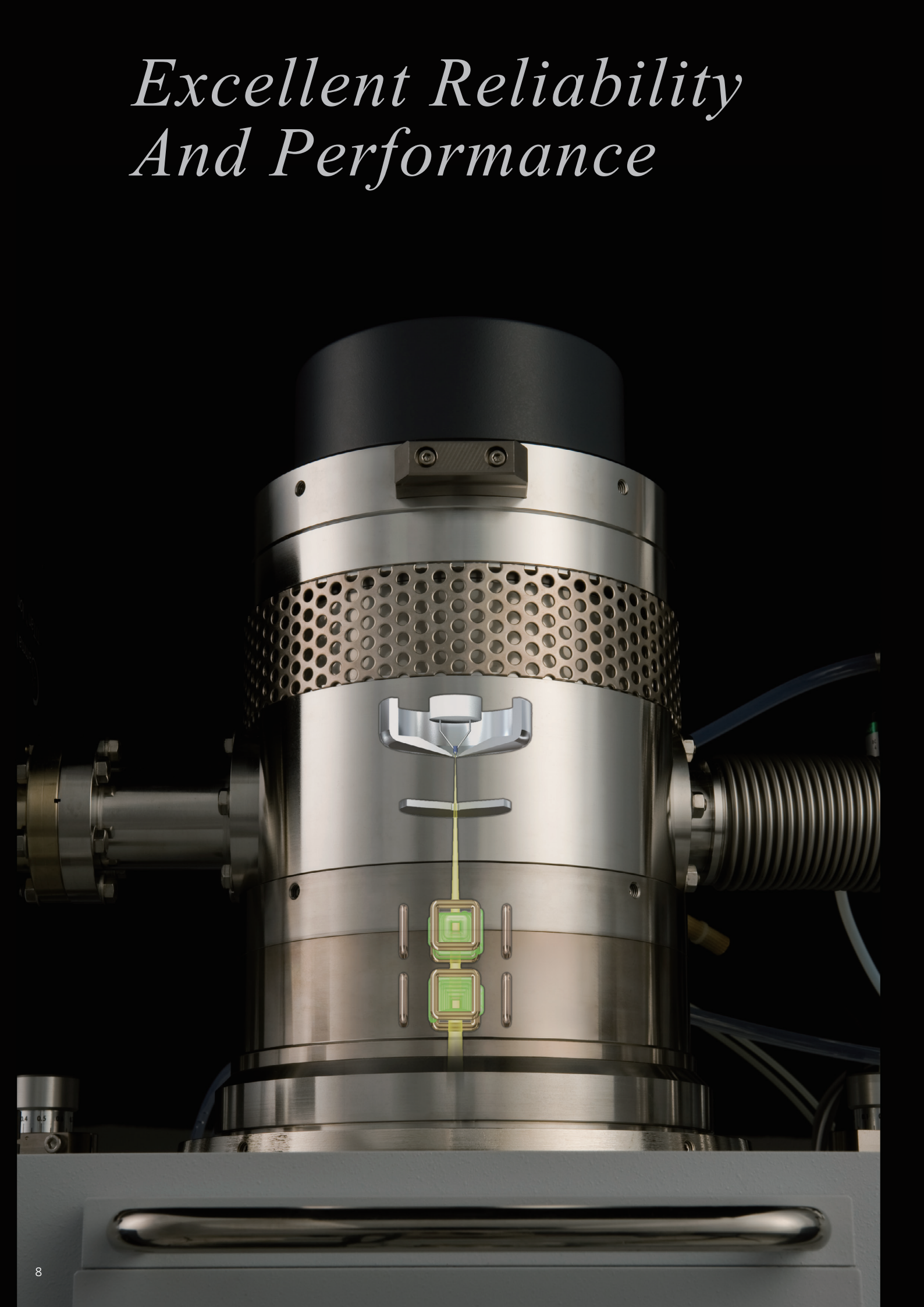
島津の伝統が培った独自の結晶製法ノウハウにより、高感度と高分解能を両立させた分光結晶をご提供します。ヨハンソン型分光結晶は収差の無い、完全集光型結晶です。

高感度、高分解能を両立する4インチ分光器を最大5台まで搭載可能です。



EPMAの分析性能においてX線分光器のローランド円径は重要な要素のひとつです。ローランド円の半径が1インチ大きくなると検出感度は30%以上も減少します。島津EPMAは全分光範囲をカバーする4インチ分光器を最大で5台まで搭載することができます。

Excellent Reliability And Performance

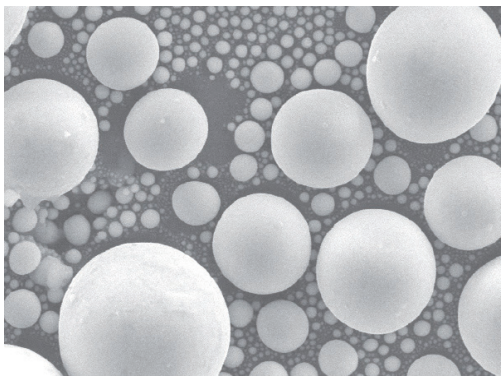


高輝度電子源CeB6（セブロク）の性能をフルに発揮します。

CeB6（セブロク）カソードは、高輝度でありながら、取り扱いが容易な電子源です。EPMA-1720HTはCeB6カソードの性能をフルに引き出し、高い空間分解能を長期にわたって安定的に得ることに成功しています。

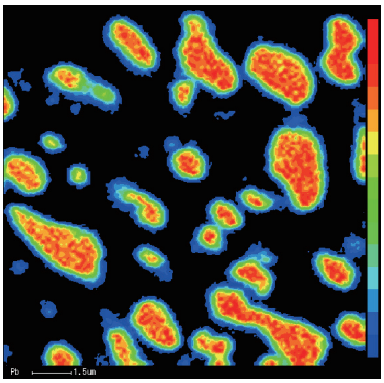
※EPMA-1720Tはタングステンフィラメント専用、EPMA-1720HTはタングステンフィラメント、CeB6カソード兼用タイプです。

SEM観察例



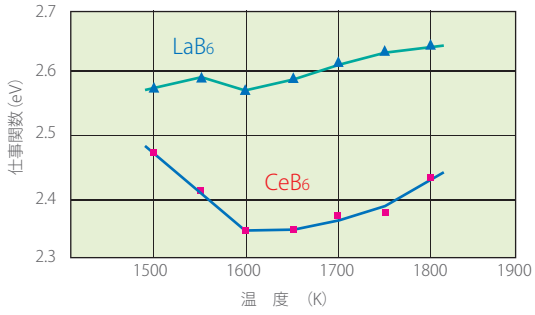
Tin Ballの観察例　倍率：10,000倍

マッピング分析例



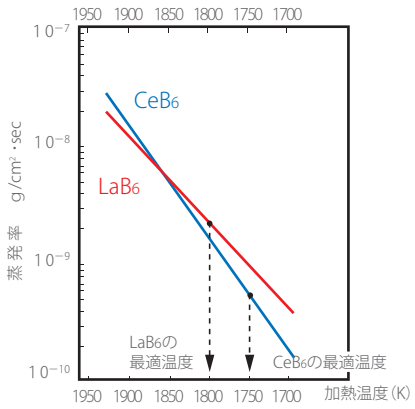
はんだの分析例　元素：Pb、領域：14μm□

CeB6とLaB6の仕事関数の違い



CeB6はLaB6に比べて仕事関数が小さいため、より低い温度で高輝度のエミッションが得られるという優れた特性を持ちます。

CeB6とLaB6の蒸発率の比較

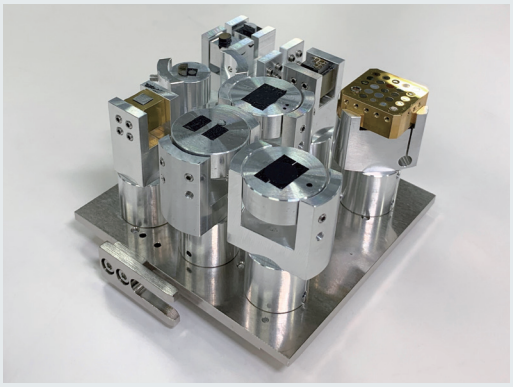


CeB6を加熱したときの蒸発率はLaB6に比べて圧倒的に低く、この差がそのまま寿命の差になっています。

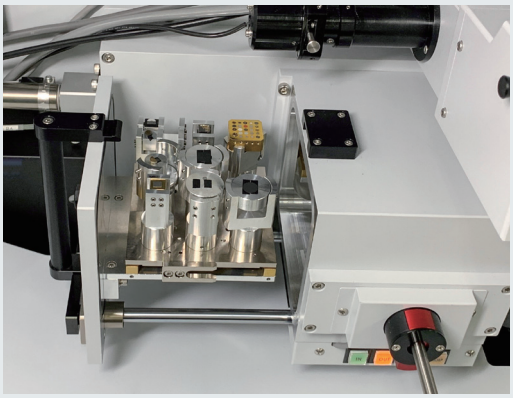
試料導入からレポート作成まで、
全てがイージーオペレーション。

試料導入、像観察、分析条件設定、データ解析、レポート作成の全ての場面で、
分かり易く簡単な操作環境を実現しました。どなたでも短期間に操作方法が習得できます。

1 試料を取り付けて装置内に導入

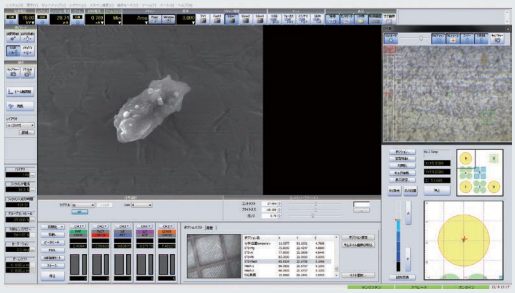


●ホルダに試料を固定し、ホルダベースに取り付けます。

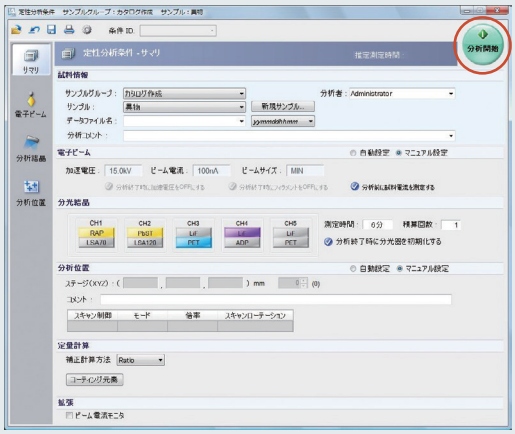


●ホルダベースを試料導入室にセットしてふたを閉じます。
●INボタンを押すと予備排気を開始し、所定の真空度に到達すると自動的に終了します。
●導入棒を操作してホルダを装置内に導入します。

2 像観察で分析位置を確認し、分析条件を設定して実行

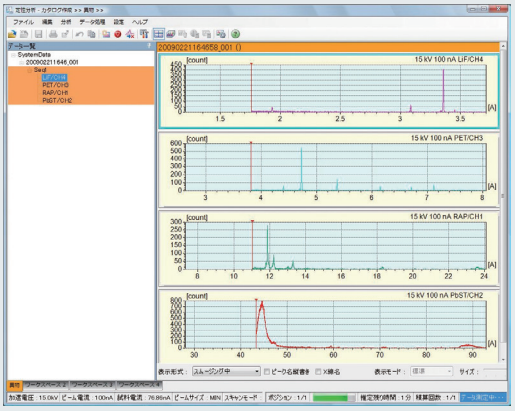


●観察画面で像観察を行い、分析位置などの各種条件を確認します。



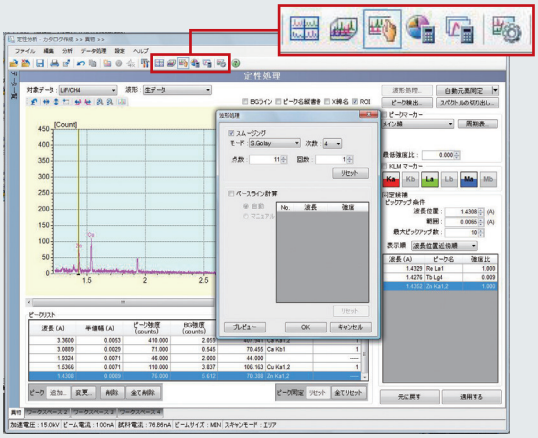
●分析画面で分析条件を設定します。
●分析開始ボタンをクリックすると分析動作を開始します。

3 分析が完了するとそのまま データ解析環境になります



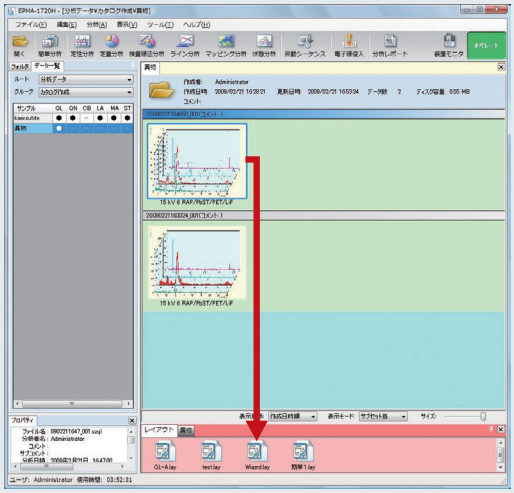
●分析中はデーター覧画面で取得データをリアルタイム表示します。

データ処理アイコン

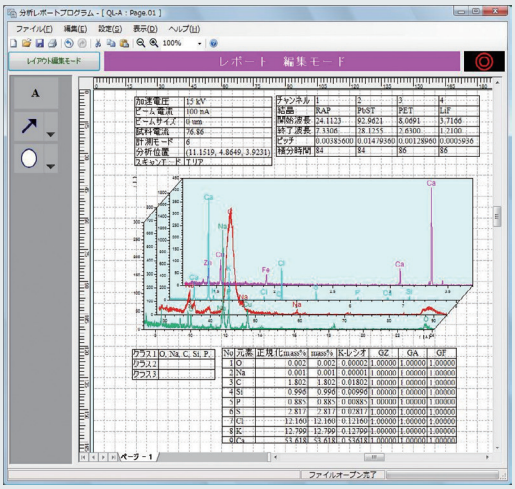


●データー覧画面は、分析が完了するとそのままデータ解析画面として機能します。
●目的のデータ処理のアイコンをクリックして解析を行ないます。

4 データブラウザで データを選択してレポート作成



●データブラウザ画面でデータをテンプレート上にドラッグします。



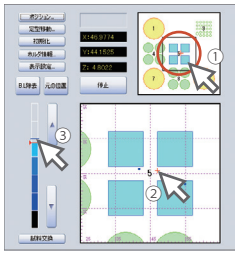
●所定のレイアウトに配置された分析レポートが自動的に作成されます。

Innovations For Easy Operation

初めての方でも試料探しからSEM像観察まで簡単にできます。

搭載ホルダを反映したステージマップで目的位置へ簡単アプローチ

ステージマップ



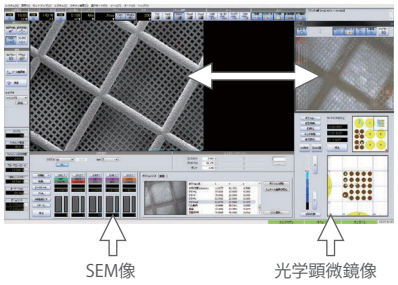
①目的の試料ホルダを選択
・・・・メインマップに拡大表示されます

②メインマップ上で試料位置をダブルクリック
・・・・指定された位置へ移動します

③Z軸スケール上で基準位置をダブルクリック
・・・・試料の高さを大まかに合わせます

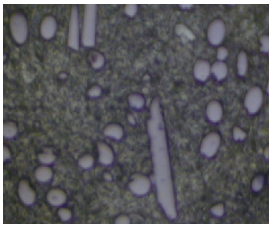
光学顕微鏡像はSEM像と同じモニタ上に表示。しかも高感度です。

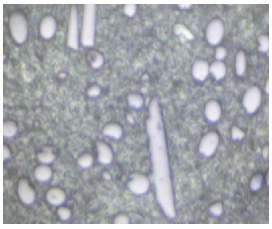
SEM像と同じモニタで観察できます。



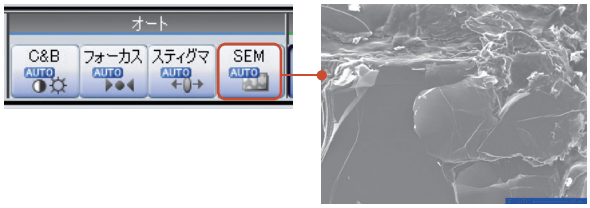
SEM像と光学顕微鏡像が同一モニタ上にあると目線の移動が最小限になります。

高感度カメラで暗いサンプルも観察できます。


肉眼観察の光学顕微鏡像

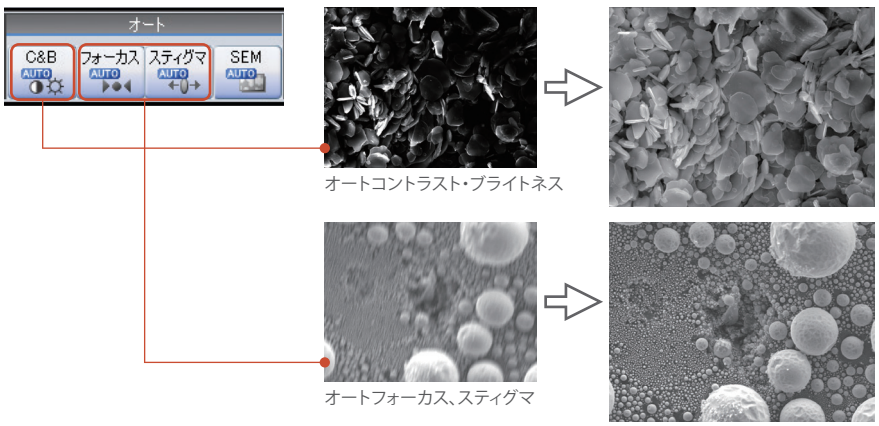

カメラ観察の光学顕微鏡像

ワンクリックでSEM像観察を始めることができます。



オートSEMボタンをクリックするだけで、予め登録した条件でSEM像を観察することができます。

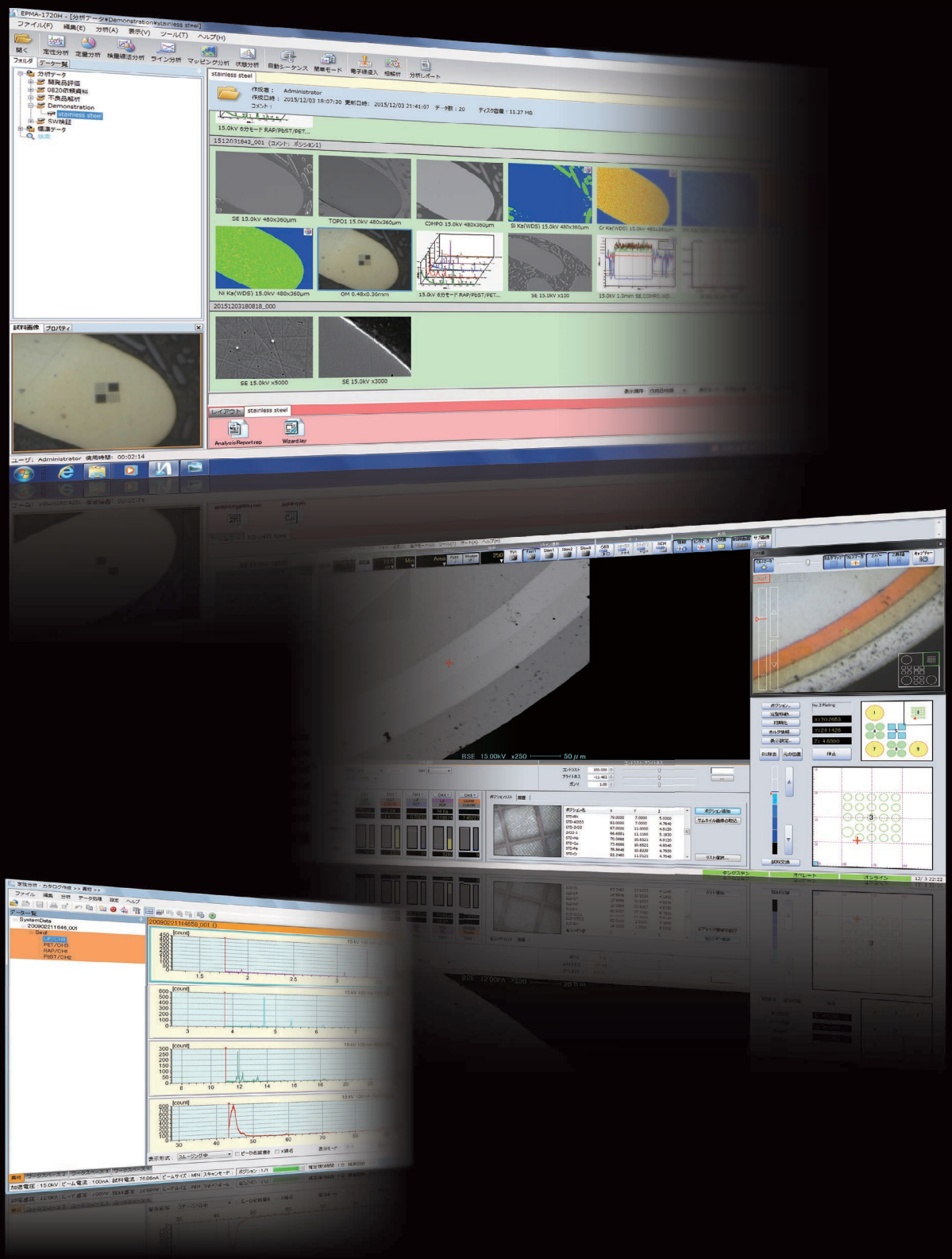
オートコントラスト・ブライトネス、オートフォーカス、オートスティグマ機能を用いれば、初めての方でもきれいなSEM像が得られます。



オートコントラスト・ブライトネス

オートフォーカス、スティグマ

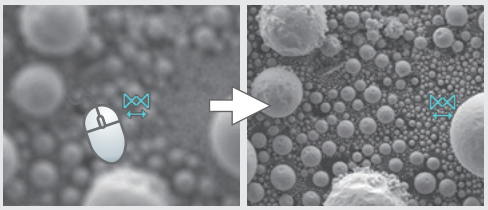
Quick And Accurate Response



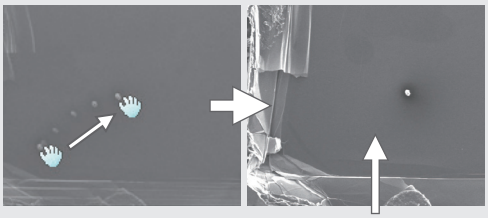
かつてない操作性が分析開始までの作業効率を格段に高めます。

マウスだけでダイナミックな操作ができます。補助操作パネルはありません。

マウスの右ドラッグでピント合わせ※

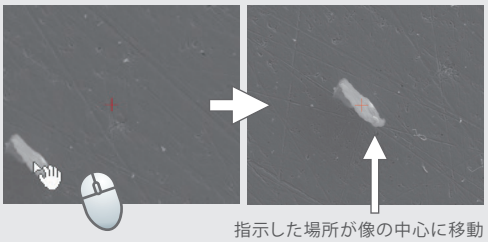


トラックボール感覚の試料移動※



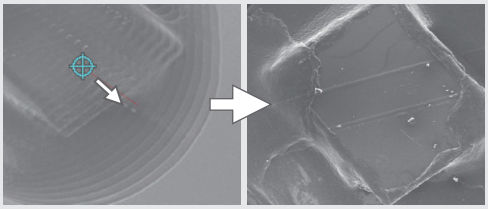
カーソル位置に合わせて試料が移動

ダブルクリックでセンタリング※



指示した場所が像の中心に移動

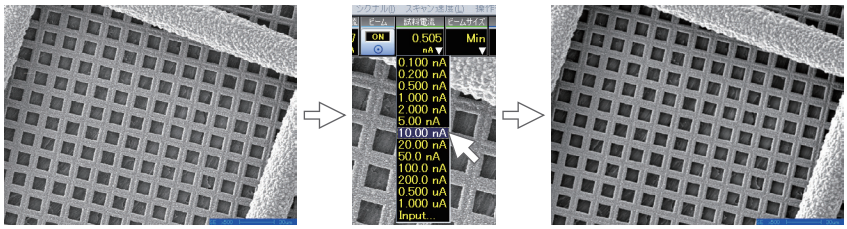
ジョイスティック感覚の視野移動※



画面中央からカーソル位置に向けて視野が移動

※光学顕微鏡像、SEM像の両方で操作できます。

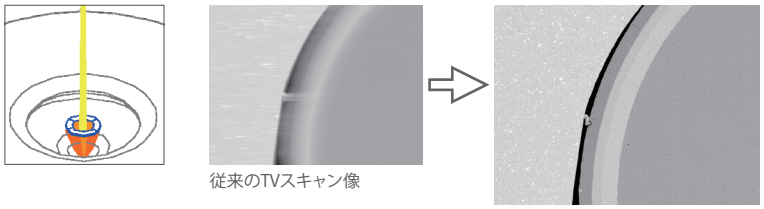
ビーム電流の変更は簡単、高速、高精度。しかもフォーカスキープ。



試料電流:0.5nA　メニューから選択　試料電流:10nA

ビーム電流は目的の値を指定するだけで高速、高精度で自動設定されます。
また、連動制御により電流を変えても像のフォーカス状態が維持されます。

高速スキャンでも鮮明なBSE像が観察できます。



従来のTVスキャン像　EPMA-1720のTVスキャン像

BSE検出器に新開発の4分割半導体検出器を採用し、島津EPMA独自の収集効率の高い場所に配置することで、優れた応答速度と感度を得ることに成功しました。高速スキャンでも鮮明なBSE像を観察することができます。

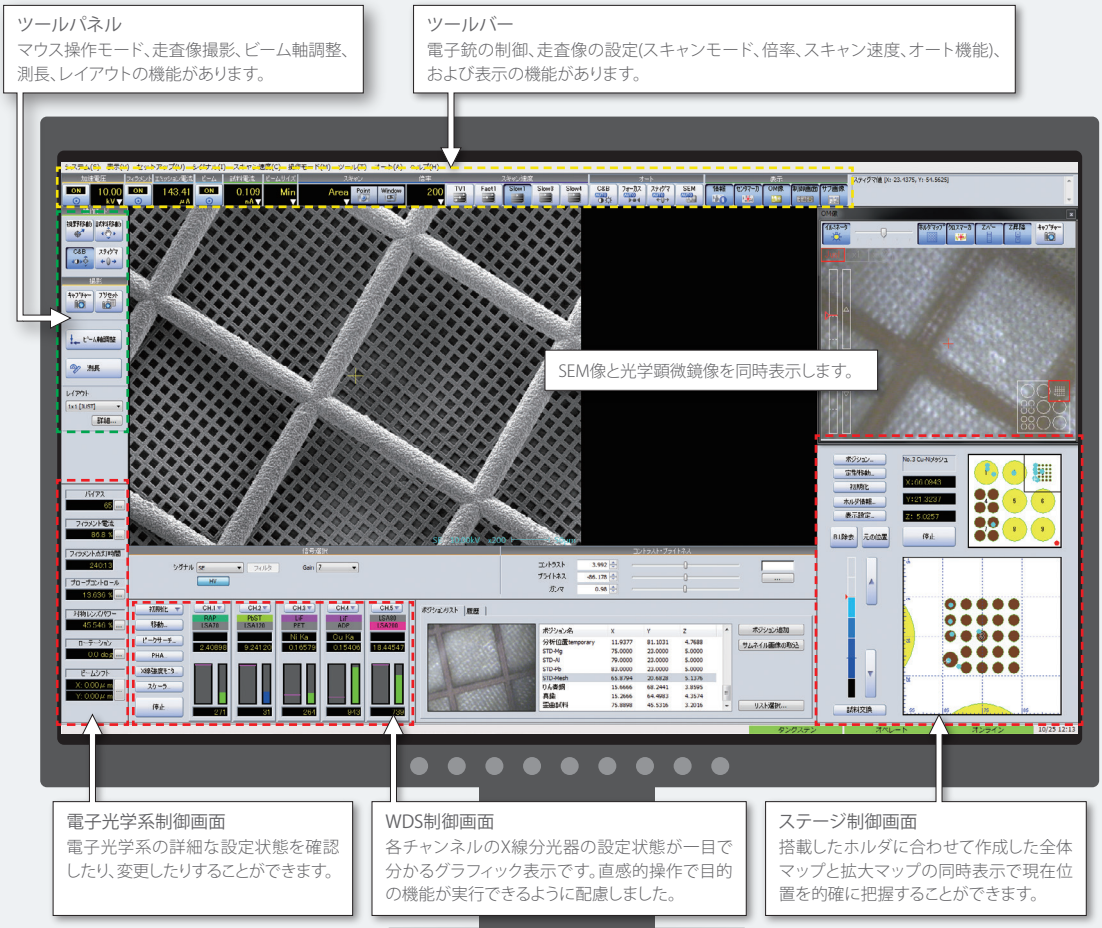
視覚的にも「分かりやすさ」を追求したユーザーインターフェース。

分析画面では、データファイルを視覚的に表現するデータブラウザを起点として、各種の分析ソフトウェアやアプリケーションが利用できます。

データブラウザは、取得済みデータの閲覧・検索ができるほか、データ解析や新たな分析、レポート作成などの機能を呼び出すことができます。

観察画面では、SEM像や光学顕微鏡像の観察だけでなく、X線分光器や試料ステージなど、全てのハードウェアが操作できます。

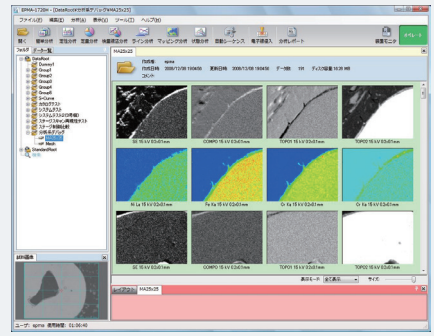
装置状態が一目で分かるデザイン、直感的な操作を可能にするユーザーインターフェース、よく使う機能を前面に配置したレイアウトで、ストレスなく操作することができます。



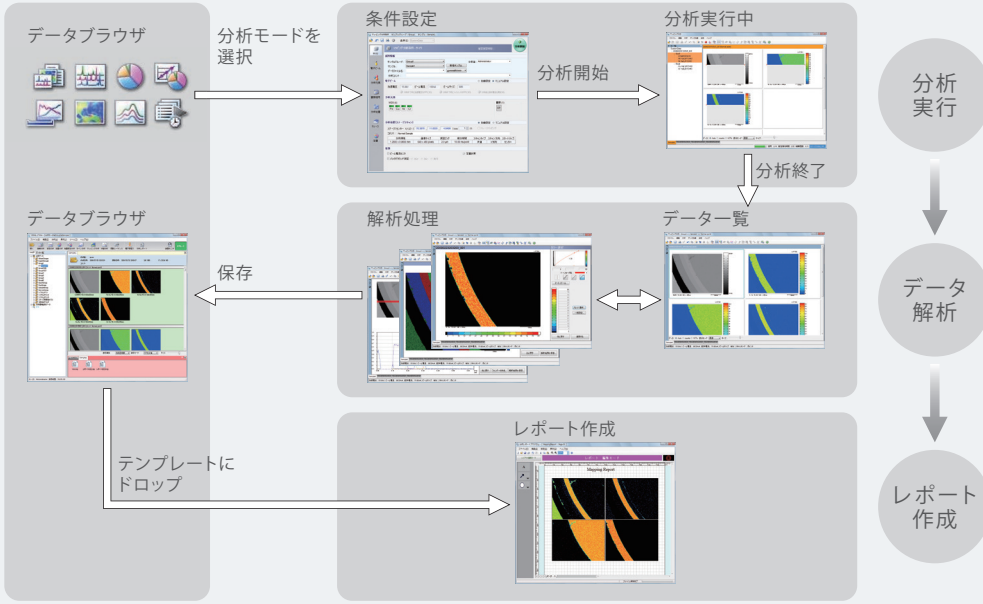
分かりやすいインターフェースで
分析・解析・レポート作成。

スムーズな操作環境を実現しました。

初心者でも迷うことなく、分析の実行、データ解析、レポート作成の各操作へスムーズに移行できる操作環境を実現しました。

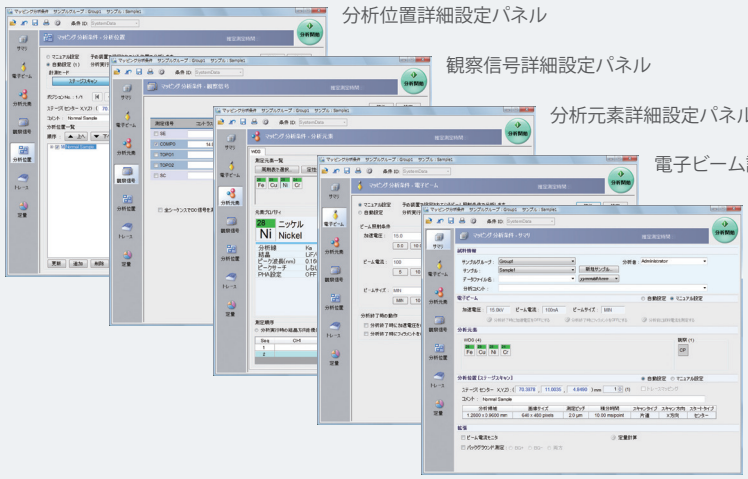


ホストPC画面側



基本分析から応用分析まで思いのままに設定できます。

ベーシックな条件の分析も応用的な分析も分かりやすく設定できるように、分析条件設定機能はサマリ（概略）表示と個別項目の詳細表示を切り替えながら設定できるパネル選択方式にしました。



分析位置詳細設定パネル

観察信号詳細設定パネル

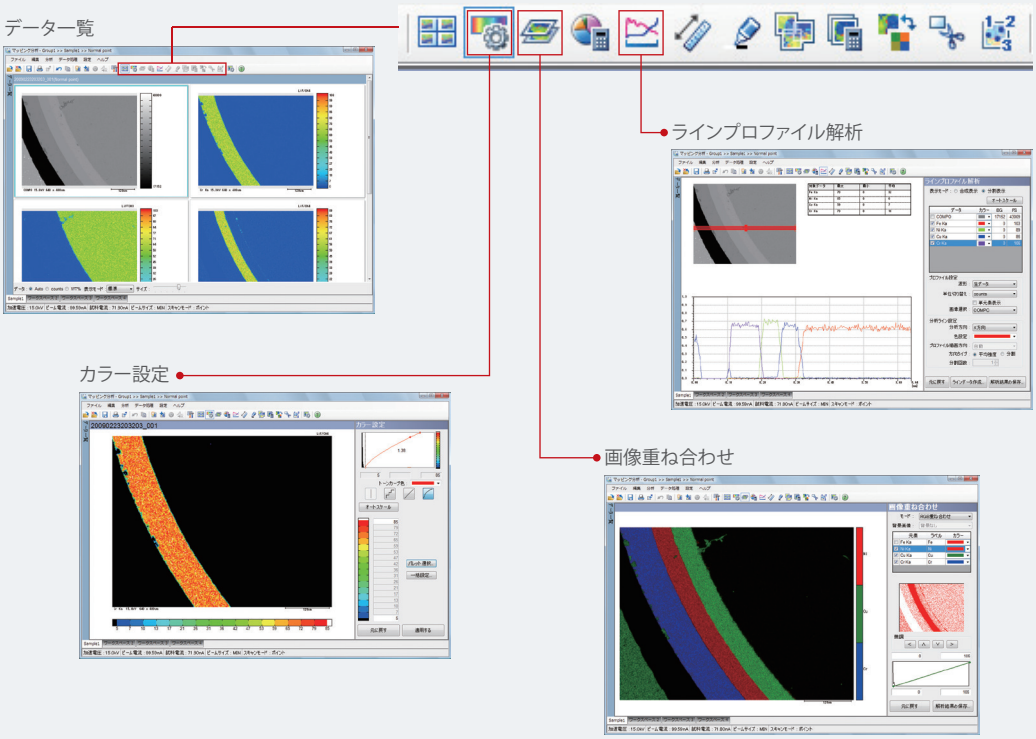
分析元素詳細設定パネル

電子ビーム詳細設定パネル

サマリパネル

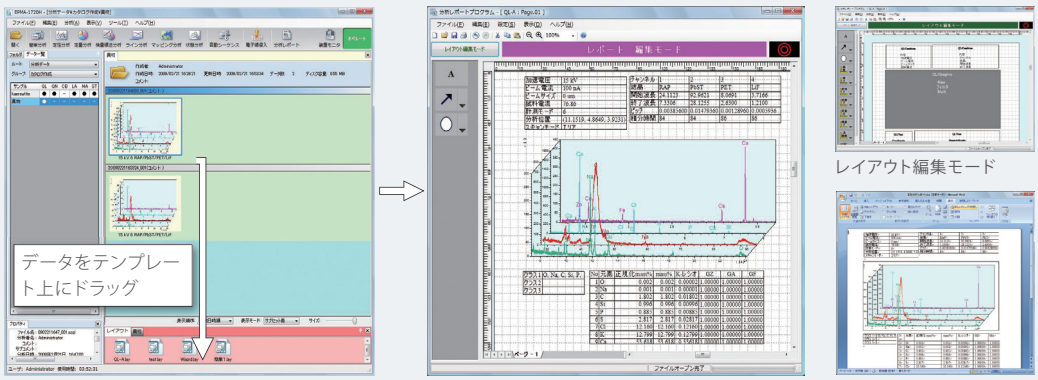
異なるデータ処理を次々と実行できます。

データ処理アイコンで次々とデータ処理モードを切り替えることができるので、解析作業を効率よく進めることができます。



データをテンプレートに貼り付けるだけで簡単にレポートが作成できます。

テンプレート上にデータをドロップするだけの簡単な操作で分析レポートを作成することができます。
テンプレートを作成、編集することにより、レポート形式をカスタマイズすることができます。
作成した分析レポートはWordファイルに変換することができます。変換したファイルはWordを用いて編集することが可能になります。



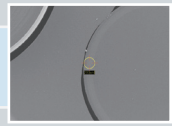
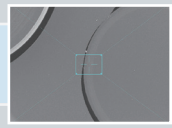
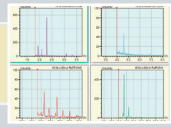
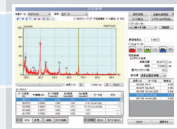
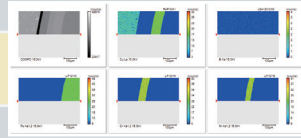
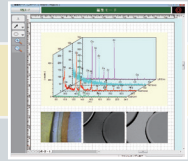
レポート作成まで自動で行う簡単モードを搭載。

目的に応じて選べる3つのコースをご用意しました。

簡単な条件設定操作で定性分析やマッピング分析を行ない、レポートまで作成することができる簡単モードを搭載しました。
オペレータの熟練度や目的に応じて選べる3つのコースをご用意しました。

ユーザ操作
自動

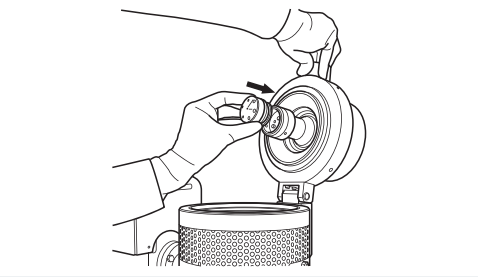
コースを選択

定性分析自動進行モード	定性分析＋マッピング分析 自動進行モード	定性分析＋マッピング分析 ステップバイステップモード
	 定性分析の位置とビームサイズを指定する	
	 マッピング分析領域を指定する	
	分析開始	
	 定性分析実行	
	定性処理結果から自動的にマッピング元素を選択し、マッピング分析を開始	 定性データ処理
		マッピング元素を確認
	 マッピング分析実行	
	 分析レポート作成	

日常のメンテナンスも簡単操作。

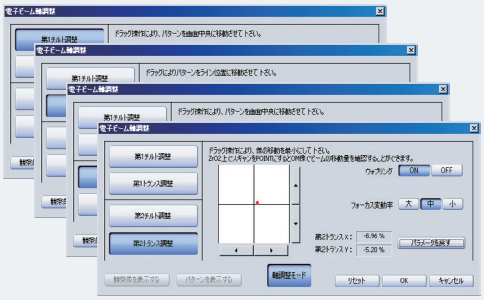
フィラメントの交換はとても簡単です。

フィラメントの取り付けは、ウェーネルトと一体に組み立てた後、電子銃部に差し込むだけです。どなたでも簡単に交換できます。



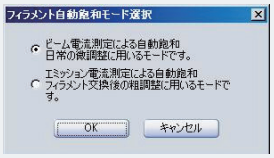
軸調整機能はガイダンス付きで どなたでも操作が可能です。

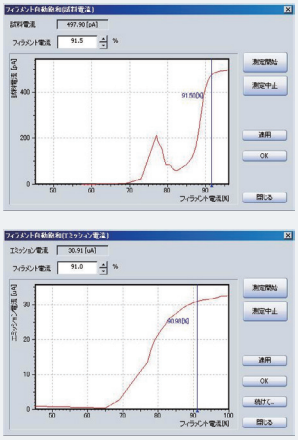
電子ビーム軸の調整作業はガイダンスに従ってマウス操作を行なうだけの簡単な作業です。加速電圧毎に個別に最適化することも可能です。



2つのモードでフィラメント電流を自動設定

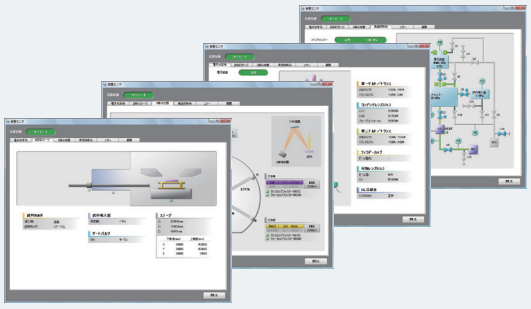
フィラメント電流の最適値を自動的に求めて設定することができます。微調整に用いるビーム電流測定モードとビーム軸を調整する前でも粗調整が可能なエミッション電流測定モードの2種類のモードがあります。





グラフィック表示で装置状態を 的確に把握できます。

装置の状態をグラフィカルに表現する装置モニタ機能で現在の装置状態を的確に把握することができます。



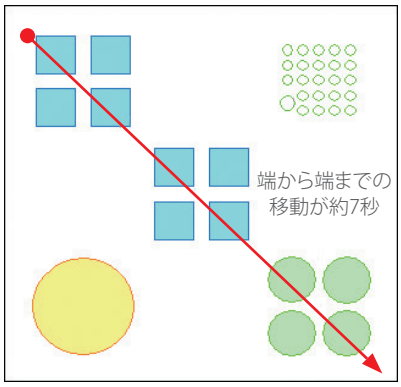
CeB_6カソードの立ち上げも 簡単に行なえます。

CeB_6カソードを新品に交換したときに行なうベーキングやエージング処理もソフトウェアの簡単な操作だけで自動で行ないます。

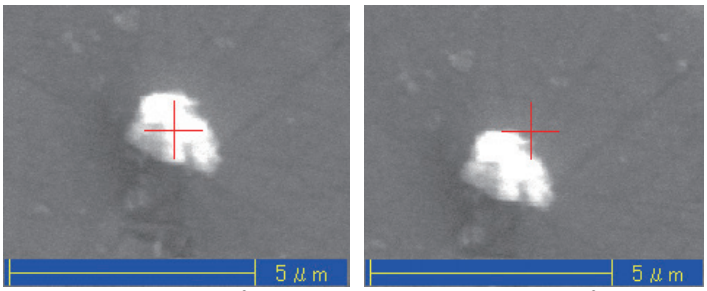
ディティールにおよぶさらなる進化で、より高い信頼性を獲得。

高速サブミクロンステップ試料ステージ

新型試料ステージは、0.1μmステップ※で最大15mm/secの速度での駆動が可能です。高い再現精度を維持しながらも、繊細な動きと高速移動を可能にし、作業効率が大幅に向上しました。※分析時は最小0.02μmステップ



センタリング結果の比較



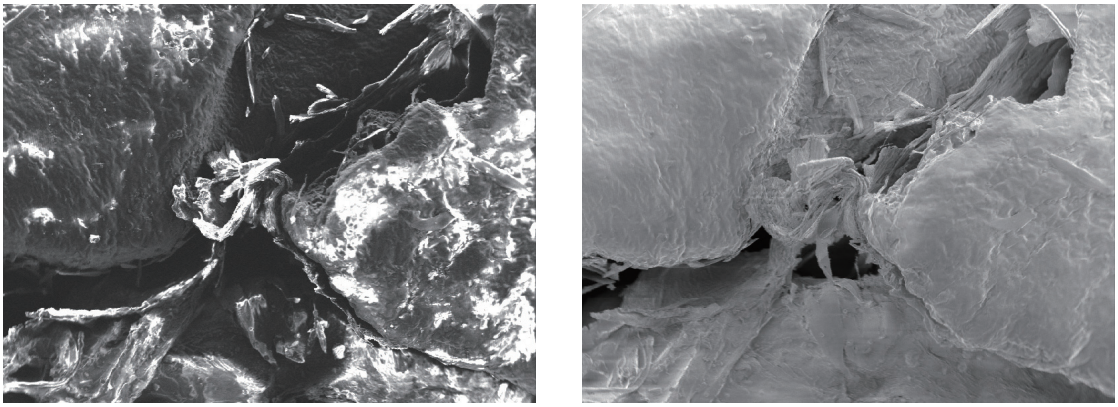
0.1μmステップ　1μmステップ

粒子の中心位置にセンタリングしたときの精度の違いを示す例です。

低加速SEM観察が行なえます。

あらゆる加速電圧でビーム軸を最適に調整することができるので、低加速SEM観察も容易に行なえます。非導電性試料のチャージアップを抑えるための加速電圧調整は10V単位で行なえます。

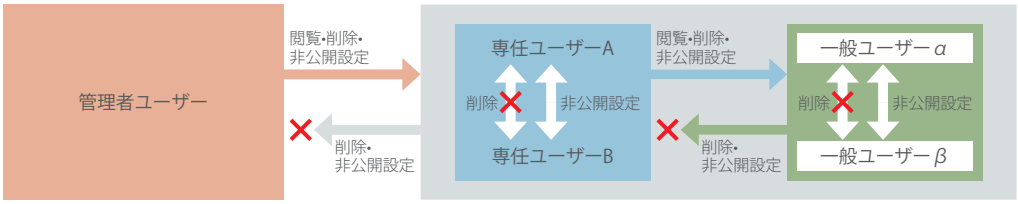
非導電性試料の無蒸着観察



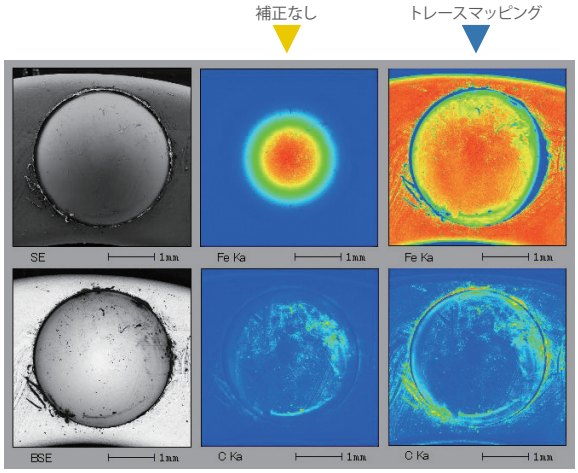
加速電圧15kV　加速電圧920V

ユーザー管理機能

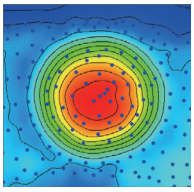
複数のログインユーザー名を権限の異なるカテゴリに分類して管理できます。装置を他部門と共有したり、複数のゲストユーザーに開放する運用方法の場合でも、システムや分析データのセキュリティが確保できます。

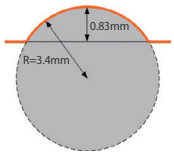


トレースマッピングシステム※がさらに進化しました。



ベアリング鋼球


試料面の曲面近似結果



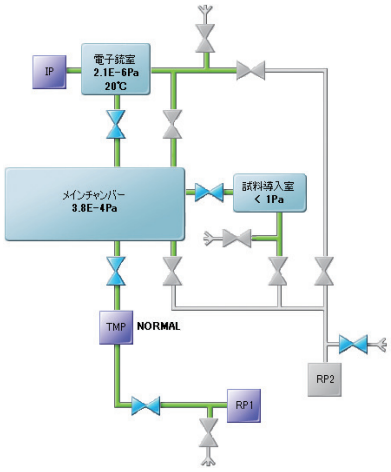
試料面の断面図

トレースマッピングシステムは試料の凹凸に合わせてリアルタイムに試料面の高さを補正しながらマッピングを行なうシステムです。
EPMA-1720のトレースマッピングシステムは、従来のシステムと比較して、試料面の曲面近似結果をより視覚的に表現します。また、高さ補正動作の応答性の向上により、より精度の高いデータを得ることが出来ます。従来よりも微小な領域のマッピングにも対応しています。

※オプション設定

完全補正が可能なビーム軸調整機構

2段偏向コイルによる軸調整機構をコンデンサレンズの上下2箇所に配置しました。これらを最適な条件に設定することで、全てのビーム電流領域で高水準に適合するビーム軸を得ることができます。ビーム電流をSEM条件から分析条件に変える際にもビーム軸をいちいち調整する必要がありません。



インテリジェント真空排気システム

CPU搭載によりインテリジェント化した真空排気システムは、多数のセンサを用いてあらゆる場所の真空度や運転状況を常に監視し、的確に排気状態を制御することができます。また、グラフィック表示の装置モニタ画面で装置状態が一目で分かります。

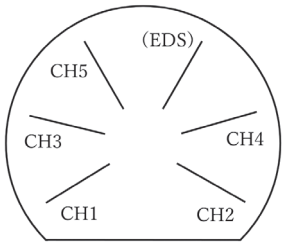
分光器の構成

各分光結晶の分析可能元素と推奨の分光器構成例です。

分光器を多チャンネル装備する場合、多くの分光素子が準備されており、目的に応じて最適なものを選ぶことができます。島津のEPMAは、対物絞りの交換をはじめとする装置パラメータを操作しないで常に最適性能が発揮できるよう設計されていますが、X線分光器についてもその思想は貫かれており、分析に際してローランド円径を選んだりスリット切り替えを行ったりすることなく、最高の感度と最高の分解能を両立させています。

	定性分析	定量分析	マッピング/線分析	状態分析
感度と分解能を両立させたX線分光器（島津EPMA）	○	○	○	○
	※すべての分析モードで最適な分析条件を実現できるのは、感度と分解能を両立させた島津X線分光器だけです。			
感度重視のX線分光器	△ ピークが重なりやすくなり、誤判定を招きます。	○	○	× 波形変化を捉えにくくなります。
分解能重視のX線分光器	△	× ピーク強度が再現しにくくなります。	× 試料面の影響を受けやすくなるとともに、長時間に渡り、安定したピーク強度が得にくくなります。	△ 微小ピークの検出が難しくなります。

分光器配置図



結晶種類

結晶名	2d値（nm）	検出器	備考
LiF	0.401	Kr-EXA	※
PET	0.874	Kr-EXA	※
ADP	1.064	Kr-EXA	
RAP	2.612	FPC	※
PbST	10.02	FPC	※
LSA55	約5.5	FPC	O、Fの高感度分析用
LSA70	約7	FPC	Oの高感度分析用
LSA80	約8	FPC	Nの高感度分析用
LSA120	約12	FPC	Cの高感度分析用
LSA200	約20	FPC	Bの高感度分析用
LSA300	約30	FPC	Beの高感度分析用

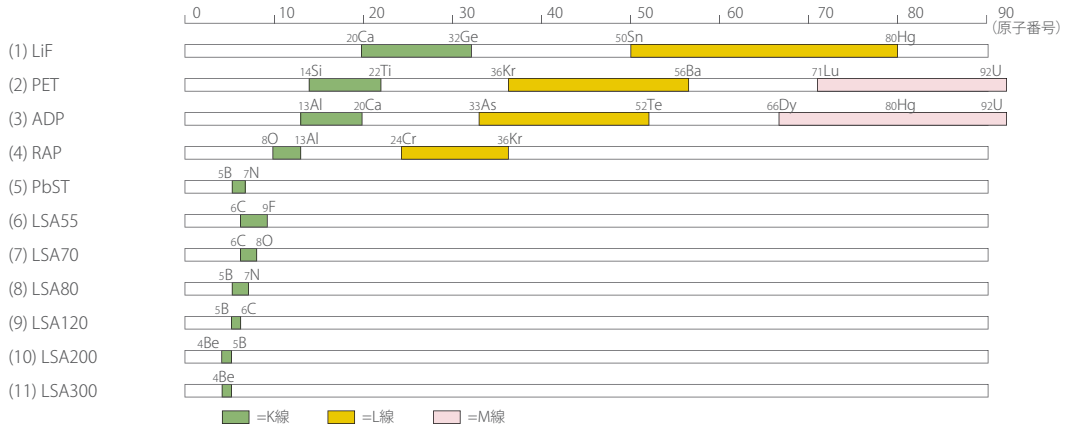
※印の分光結晶の組み合わせで、5Bから92Uまでの分析が可能です。

分光結晶組み合わせ例

分光器No.		2台仕様	3台仕様	4台仕様	5台仕様	
					重元素主体	軽元素主体
CH1	Main	RAP	RAP	RAP	RAP	RAP
	Sub	PbST	PbST	LSA120	LSA120	LSA120
CH2	Main			PbST	PbST	PbST
	Sub			LSA70	LSA70	LSA70
CH3	Main	LiF	LiF	LiF	LiF	LiF
	Sub	PET	PET	PET	PET	PET
CH4	Main		LiF	LiF	LiF	LiF
	Sub		ADP	ADP	ADP	ADP
CH5	Main				LiF	LSA80
	Sub				PET	LSA200

●すべての分光結晶の組み合わせで、試料ステージ駆動範囲、オプションの制約等は一切ありません。

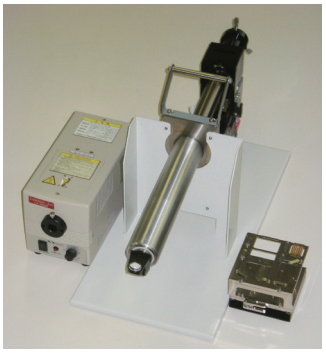
各分光結晶の分光範囲



オプション

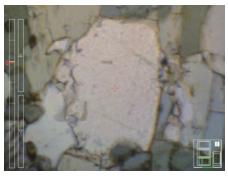
透過偏光観察システム

鉱物学や結晶学の研究に広く用いられている透過偏光顕微鏡の機能の一部をEPMAの光学観察システムで実現するものです。 岩石薄片などの薄片試料に対して偏光を下から照射し、透過した光をEPMAの光学観察システムで観察することにより透過偏光観察することができます。
予めお客様がお持ちの透過偏光顕微鏡で試料を観察し、得られた知見に基づいてEPMAで試料を観察または分析する場合に、本製品の観察機能が目的位置を探すのに役立ちます。透過偏光観察を行ないながら電子線による観察と分析を行うことができます。



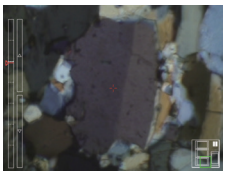
● 特 長

オープンニコルモードとクロスニコルモードでの観察が可能です。



オープンニコルモードの観察例

「オープンニコルモード」は、偏光素子（＝偏光子）を通過した光を試料下面より照射し、透過した光をEPMAの光学顕微鏡で観察するモードです。隣接する鉱物との境界を観察して屈折率の比較や有色の有無を観察することにより、鉱物の種類を推定します。



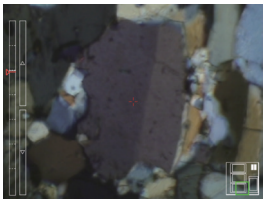
クロスニコルモードの観察例

「クロスニコルモード」は偏光子と直交する角度に設定された偏光素子（＝検光子）を通して観察するモードです。鉱物の種類や厚さに依存して現れる干渉色から鉱物の種類を推定します。

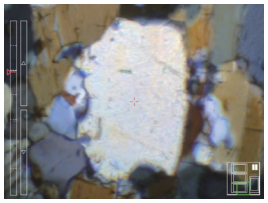
試料を回転させずに透過偏光観察できます。

本製品は、偏光子と検光子の回転角度を制御することにより偏光の角度を変えます。このため、試料を回転させずに観察することができます。

偏光角度を変えたときの観察例



偏光角度：85°

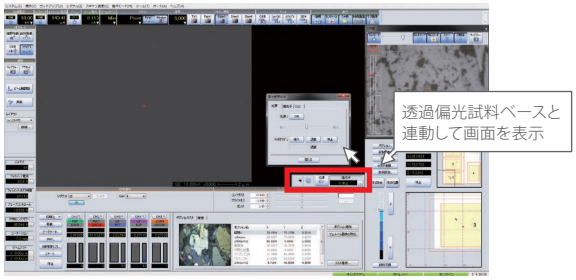


偏光角度：113°

誤操作によるライトガイドと試料ベースの衝突を防ぎます。

透過偏光観察を行なうときは透過偏光試料ベースを用い、偏光照明の光路（＝ライトガイド）の先端部を試料の直下に移動させます。標準試料ベースを用いるときは、試料ベースとの衝突を防ぐため、ライトガイドの先端部を退避させておきます。
本製品は、透過偏光試料ベースを識別してステージ及びライトガイドを制御するため、誤操作による衝突を防ぐことができます。

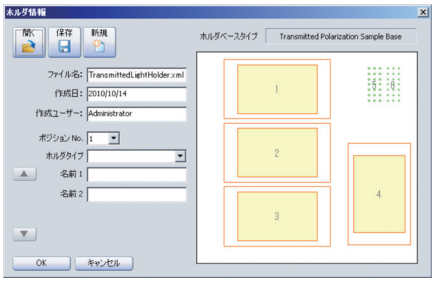
透過偏光試料ベースの導入と連動して
透過偏光観察用制御画面を表示します。



観察画面上の操作画面

透過偏光試料ベースの装置内への導入と連動して、PC上に透過偏光観察用の制御画面を表示します。透過偏光試料ベース導入後の操作がスムーズに行えます。

透過偏光試料ベースのステージマップを
利用できます。

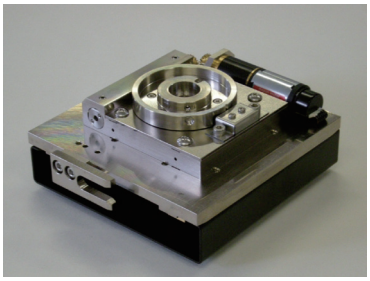


ステージマップ選択画面

透過偏光試料ベースに対応するステージマップを用いて、目的の観察位置へステージを移動することができます。

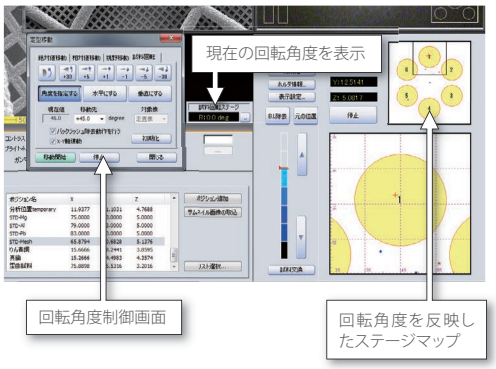
試料回転ステージキット

試料回転ステージキットは、回転機構を備えた試料台（試料回転ステージ）をEPMA-1720シリーズの試料ステージに装着し、これをコンピュータ制御することによりX,Y,Z軸にR軸が加わった4軸ステージとして利用することができるオプションシステムです。コンピュータ画面の操作で試料を任意の方向に回転させて観察、分析することができます。

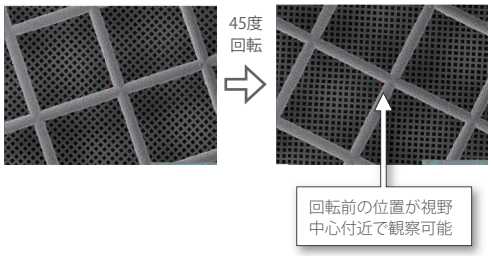


● 特 長

回転角度を反映したステージ
マップを表示することができます。

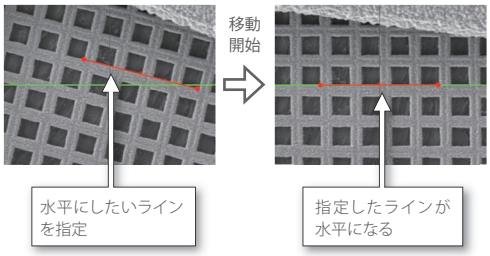


回転角度にX-Y座標を連動制御するので、
観察位置を見失うことなく※ 回転させることができます。

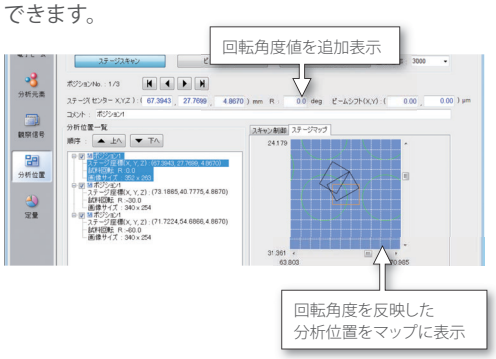


※光学顕微鏡像または同視野のSEM像（倍率250倍）で観察した場合

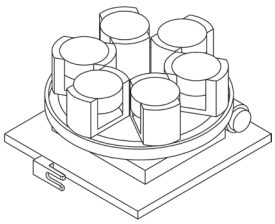
観察画像の上で任意に指定したラインが水平、
または垂直になるように回転させることができます。



回転角度はステージ座標とともに登録し、
各種分析モードの位置条件として利用することが
できます。

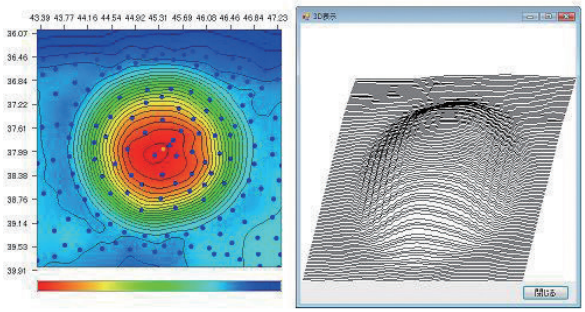


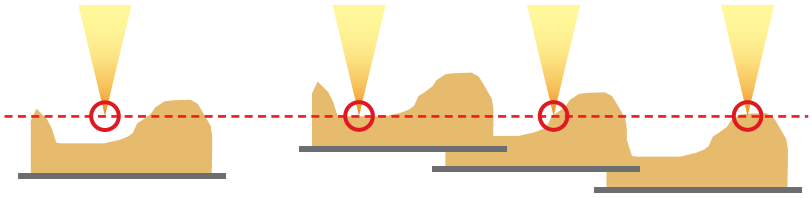
付属の多試料テーブルと試料ホルダを用いると、
1インチøの試料を6個同時に装着することができます。



トレースマッピング分析

標準のマッピング分析にトレース機能が追加できます。表面に凸凹がある試料や傾斜面がある試料など、X-Yの位置によって高さが異なる時に試料のZ軸高さを補正し、信号強度の低下を抑えた精度の高いマッピング分析が行えます。
この機能は、予め複数の点で取得した高さ情報に基づき、分析中にステージのZ軸座標を逐一制御することで実現します。設定した高さ情報で求められるトレース面は、等高線や3D表示で確認できます。



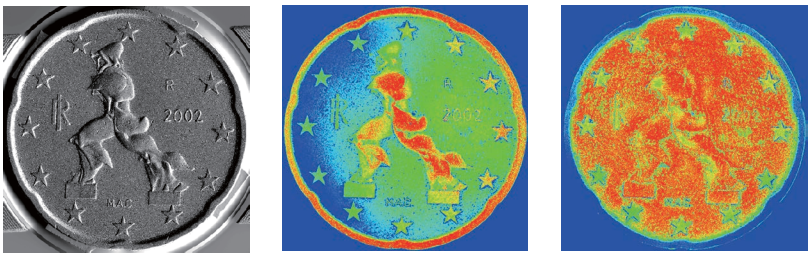


トレースなし　　トレースあり

原理図

● マッピング分析結果

試料例　20cent 硬貨：Cuマッピング

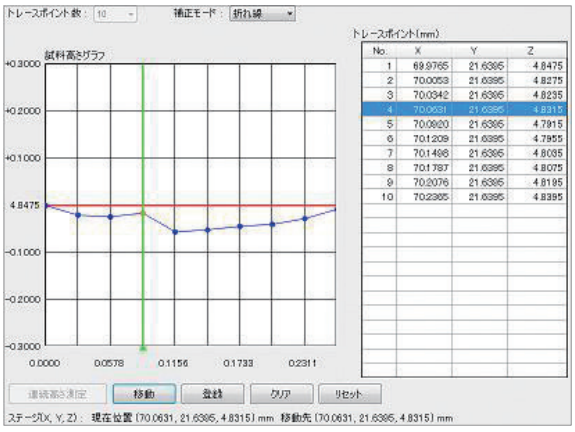


TOPO像　　トレースなし　　トレースあり

トレースを利用することで、より正しい元素分布を取得できます。
※トレースは、人物像と周辺を中心に行い、☆や外枠は対象としていません。

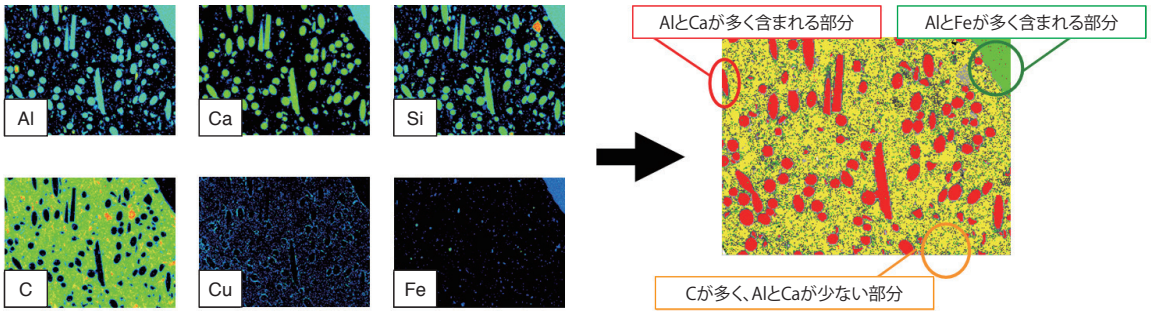
トレースライン分析

トレースマッピング分析と同じく、標準のライン分析にトレース機能が追加できます。



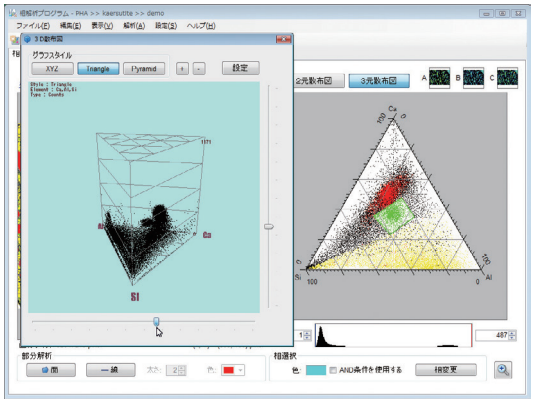
相解析

各元素のマッピングデータから２元素または３元素の相関で散布図を作成し、元素同士が特定の関係を持つ領域ごとに色分けして表示します。また、複数の散布図を同時に表示し、より多元素の相関を見ることができます。

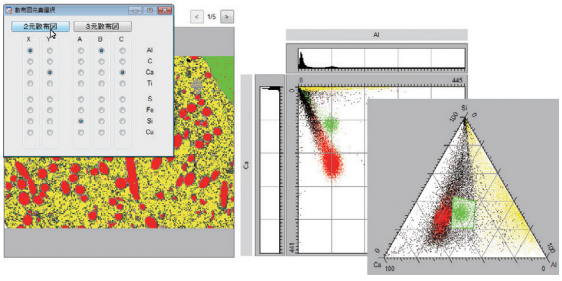


● 特 長

散布図を3D表示することで、
様々な視点から相関を見ることができます。

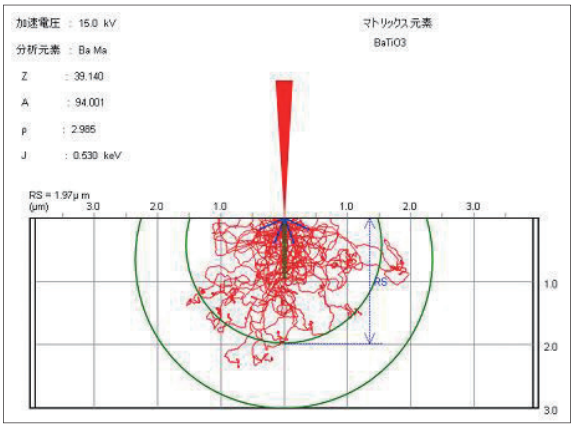


元素や散布図を切替ながら、
多岐の相関を解析できます。



電子線侵入領域表示

照射した電子線が、試料の表面からどのくらいの深さや幅で分析されているのかシミュレートできます。 X線の侵入領域を求める計算方法には、電子線の拡散の大きさや分析領域を求めるエレクトロンレンジと、 ひとつひとつの電子の軌跡を追い全体の電子の軌跡（侵入領域）を求めるモンテカルロ法があります。



その他のオプション

● EPMAスペクトル集

76元素の金属及び化合物標準試料について実測した定性スペクトルデータ集です。微量元素や複雑に元素を含んだ試料など、定性分析の解析に複雑な判断を要する場合に、実スペクトルのピークと比較して確認することができます。

● 外部PC用ソフトウェア

外部PCでEPMAのホストPCと同様にデータ処理することができるソフトウェアです。ホストPCとネットワーク接続することで、ホストPCの分析データを閲覧するだけでなく、ダウンロードして解析する、あるいは解析した分析データをホストPCへアップロードすることができます。

● エアコンプレッサ

EPMA1720シリーズはエアバルブ駆動用に圧搾空気を用います。

● 冷却水循環装置

EPMA-1720シリーズの電子光学系の冷却に用いる、低振動で温度安定性に優れた冷却水循環装置です。

特別付属品（別途ご相談ください）

- 各種試料ホルダ
- 大形試料ステージ（L型ステージ）
- カソードルミネッセンス分光装置
- X線発生表示灯
- EDS検出器対応インターフェース
- 非常停止ボタン

アプリケーション

アルミニウム合金の分析

■アルミニウム合金鋳物

アルミニウム合金鋳物のAC4CH（Al-Si-Mg(Fe)系）は、機械的性質に優れた鋳物で自動車部品など幅広く使用されています。AC4CHを製造すると、共晶Si粒子が球状化され、共晶融解部にMgやFe系金属間化合物の帯状組織が生じます。

図1では、球状の共晶Siが帯状に分布していて、0.3%程度含有しているMgと一部一致しています。共晶溶解部に、0.2%以下の添加元素であるFeなどの粗大な金属間化合物の存在がわかります。

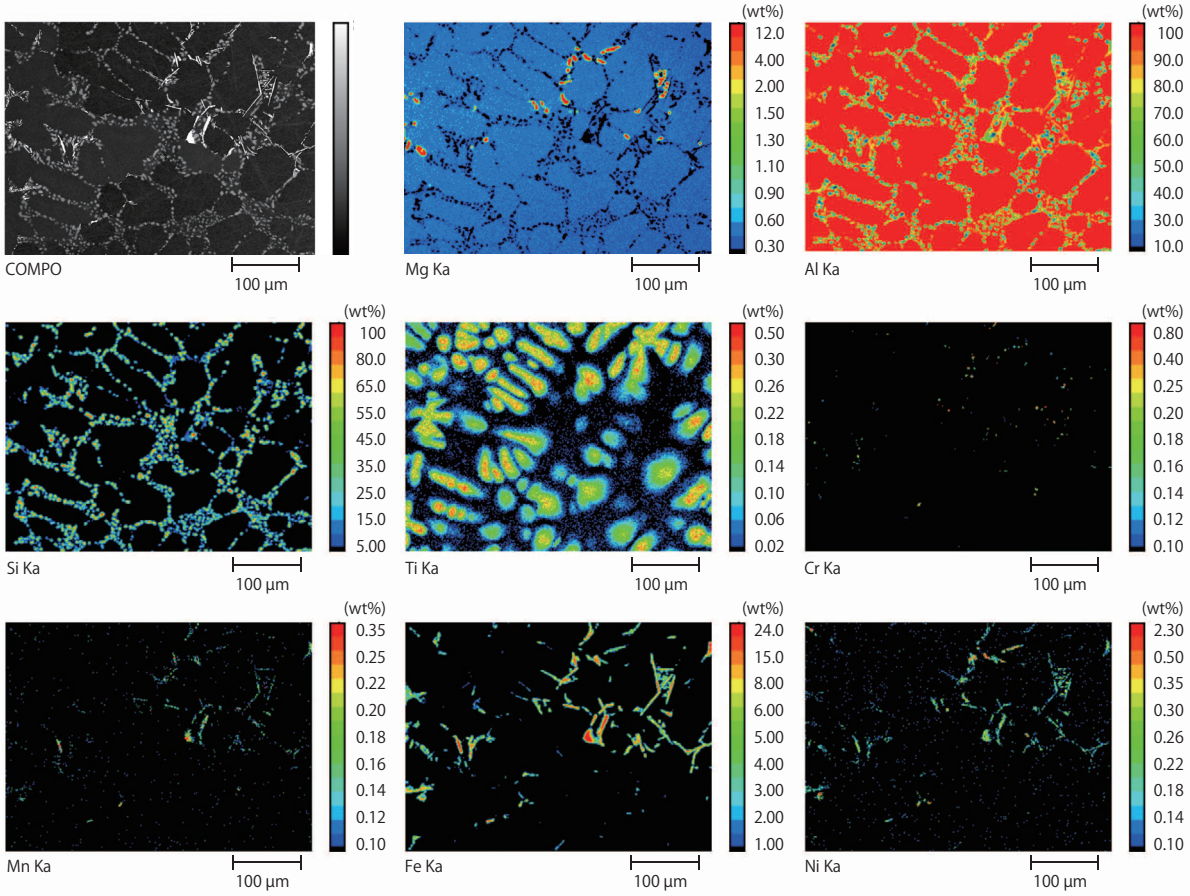


図1 AC4CHのマッピング

■金属間化合物の解析

高輝度のCeB6-EPMAでは、新型半導体反射電子検出器を搭載しているので、従来よりも加速電圧を下げて高感度・高分解能のマッピングを行うことができます。図2は、加速電圧10kVの条件で、平均原子番号が小さい組織でも明瞭なコントラストでCOMPO像が観察され、定量マッピングによりAl-Si-Mg-Feの濃度差が得られます。

これら4元素をそれぞれの閾値で二値化して重ね合わせると図2のoverlay画像となり、球状の共晶Si粒子が赤色、共晶融解部のMgやFe系金属間化合物でAlSiMgFe系化合物が黄緑色、AlSiFe系化合物が青色、MgAlSi系化合物が水色で存在することが分かります。

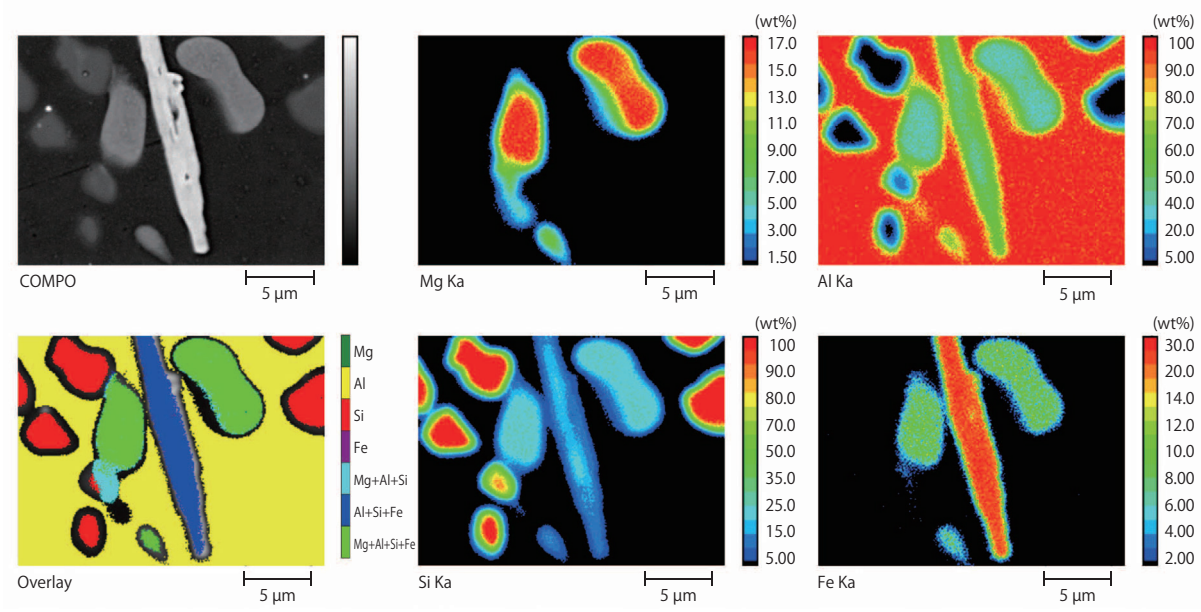


図2 マッピングと重ね合わせ

■微量添加元素の分析

AC4CH（Al-Si-Mg（Fe）系）は、微量添加元素として、Feが0.2wt%以下、Pbが0.05wt%以下含まれるが、共晶溶解部では高濃度で析出します。Al（92.65）Si（7）Mg（0.35）とした場合、加速電圧10kVでのX線発生領域は、FeKαで0.42μm、PbMαで0.88μmとなり、元素マッピング像と良く一致しています。

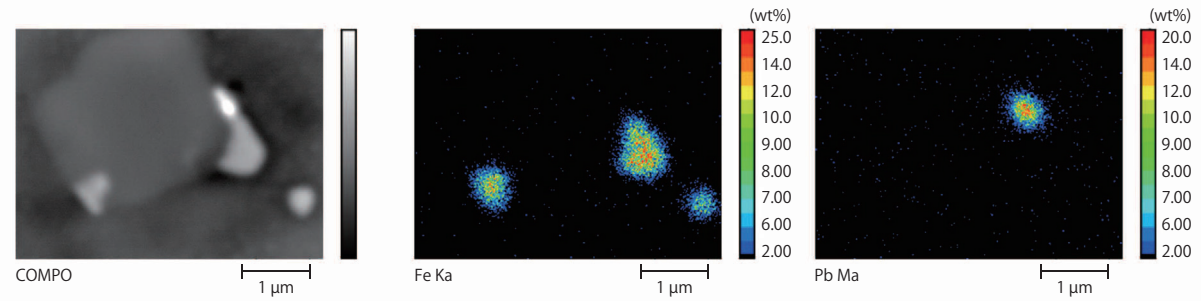


図3 微量添加元素の分布

EPMAによる微小部分析

■セラミックス中の白金

酸化物に貴金属を担時させたセラミックスは良く知られています。貴金属でも特にPt（白金）は、Pt自身の反応性は低いが、他の物質を相互反応させる性質があり、非常に貴重な金属です。しかし、地球上のPt埋蔵量は少量とされており、近年は使用量を減らす工夫がなされています。触媒開発ではPt粒子の微小化と高効率な分散法の確立が重要なテーマとなっています。図1では、ナノサイズのPt粒子の画像観察と元素マッピング分析による分散性の評価をおこなっています。

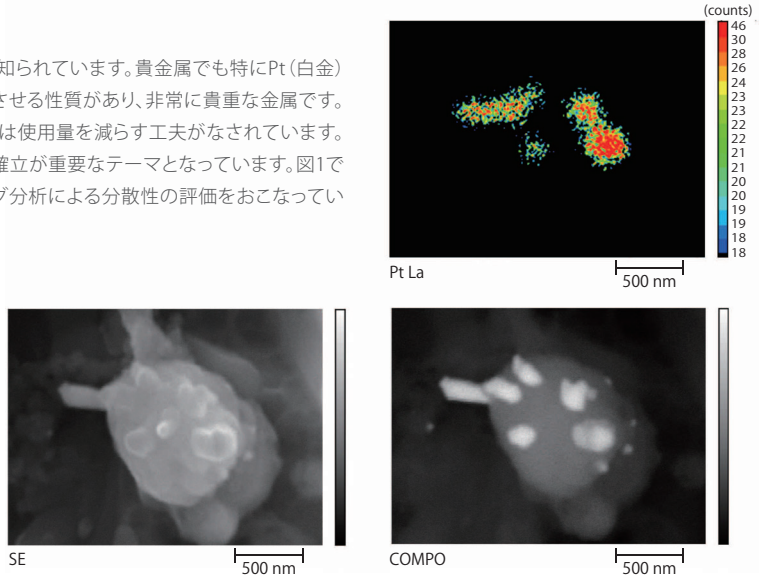


図1 Ptの元素マッピング像

■鉄鋼中の非金属介在物

非金属介在物は、その形態・大きさ・分布など析出状態によって、鋼の機械的性質（靭性、耐疲労性、非時候性）に著しい影響を及ぼすことがあります。そのため、多種多様な非金属介在物が生じる鋼材の製造条件の制御が必要となります。

鋼を構成する成分によっては、熱間加工することにより、結晶粒は微細化され、炭化物や窒化物などの微細粒子が析出して、材質が改善されます。　このように、鋼中の非金属介在物や析出物を調べることは、鋼の性質を知る上でとても重要です。ただ、調査対象となる種々の非金属介在物や析出物は、より微細化されており、高感度・高分解能の分析性能が求められています。

図2の元素マッピングデータでは、硫化物系の非金属介在物の存在が確認され、同時にその形態から、外来的介在物が共存していることが判明しました。

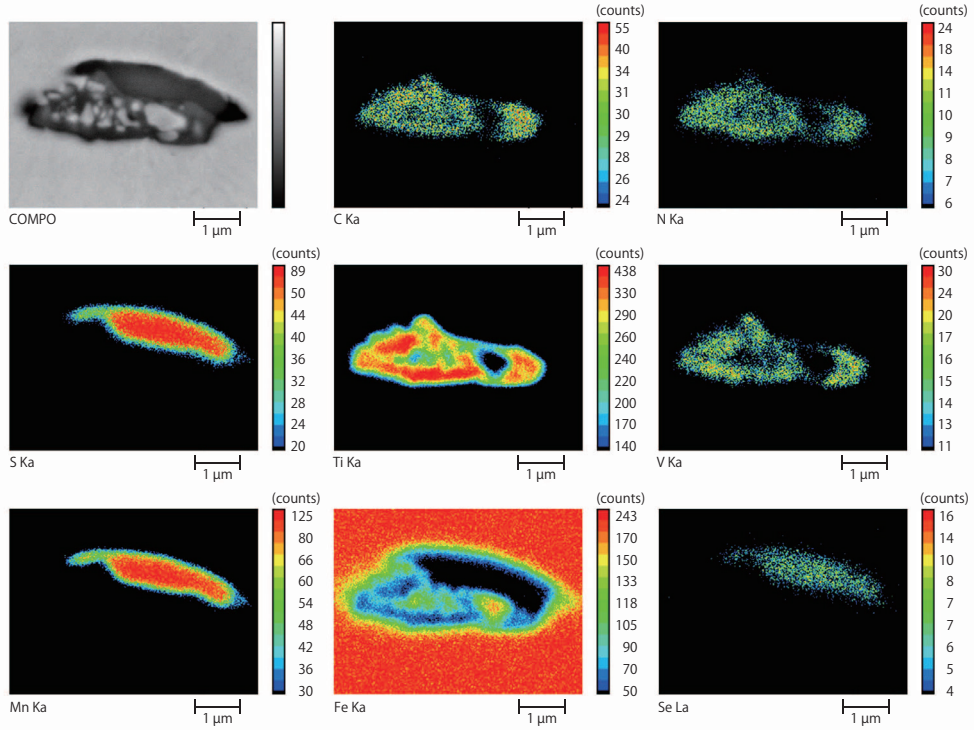
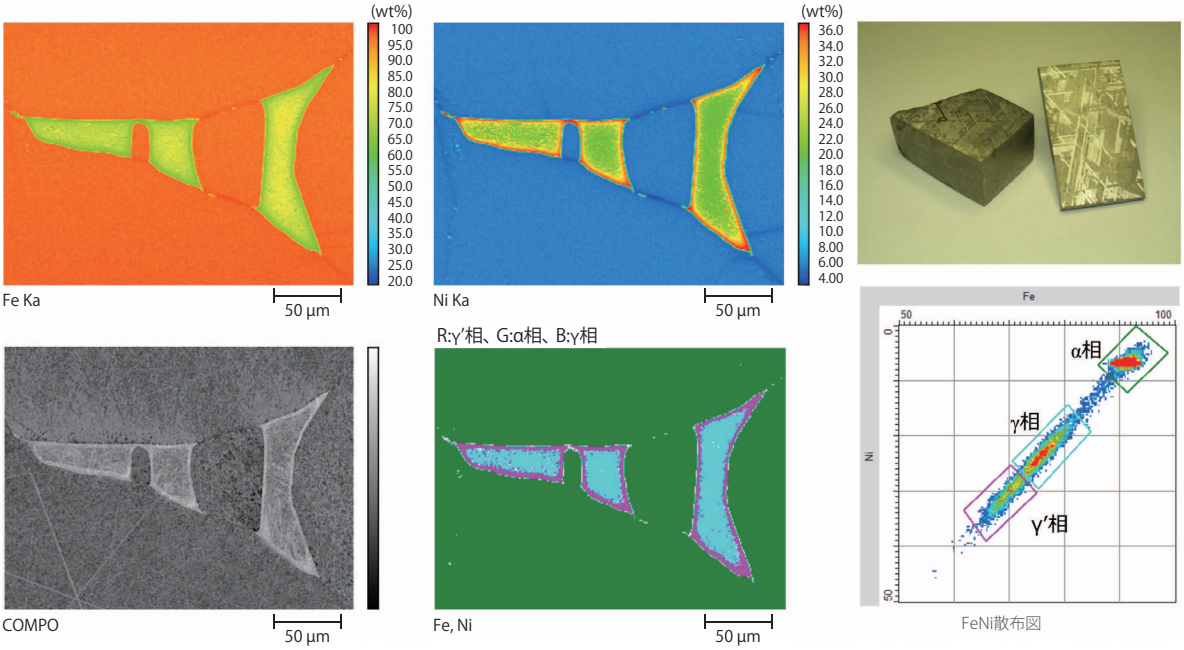


図2 非金属介在物の元素マッピング像

EPMAによる隕石の分析

■ギベオン隕石

Fe,Niを主成分とするギベオン隕石（隕鉄）は、ウィドマンステッテン構造と呼ばれる網目状の美しい模様を呈しパワーストーンなど装飾品としても知られている。FeNiの合金では、極めて緩やかな冷却過程において、FeNiはα相（bcc-FeNi）とγ相（fcc-FeNi）に分離されウィドマンステッテン構造が形成される。α相のFeNi組成は一様であるが、γ相のFeNi組成は連続的に分布し、α相界面に近接するに従ってNi濃度が上昇しγ'相（$L1_0$-FeNi）などとして分布している。

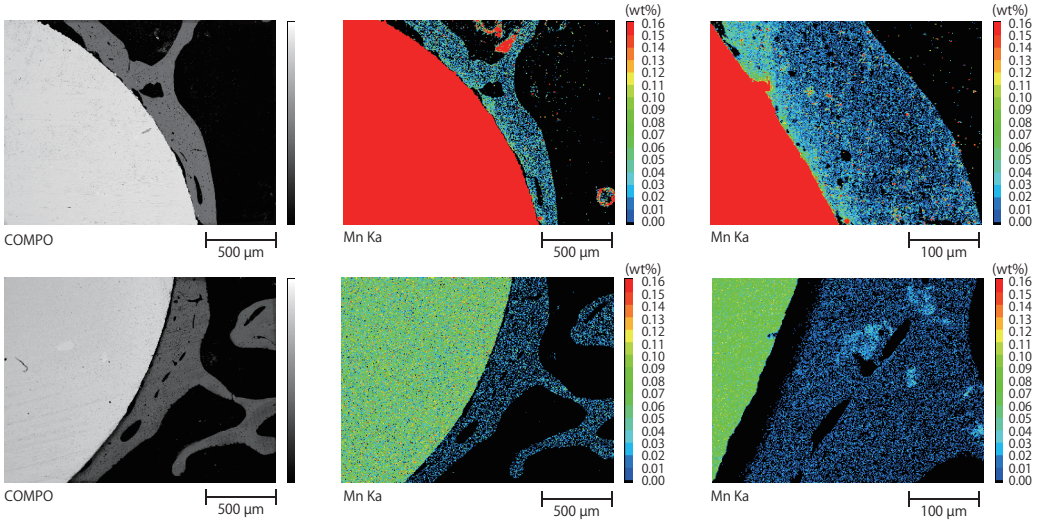


EPMAによる骨組織の分析

■骨組織への金属溶出

再生医療の分野では、医療用材料の研究開発過程において、生体親和性の評価が行なわれています。例えば、医療用のチタン合金は高強度で耐食・耐熱性に優れていますが、従来品では骨組織との親和性に対する不安がありました。近年、低剛性チタン合金が開発され、高い親和性を持った医療用材料として期待されています。

ただ、低剛性チタン合金であるTi-12Mn二元合金とCPチタンをインプラントしたウサギの骨組織で、マンガン（Mn）の骨への溶出をEPMAで調べた結果、金属近傍の骨組織中にMnが微量に溶出していることが分かりました。もともと骨組織中には微量のMnが含有していますが、健康への影響などが検討されています。



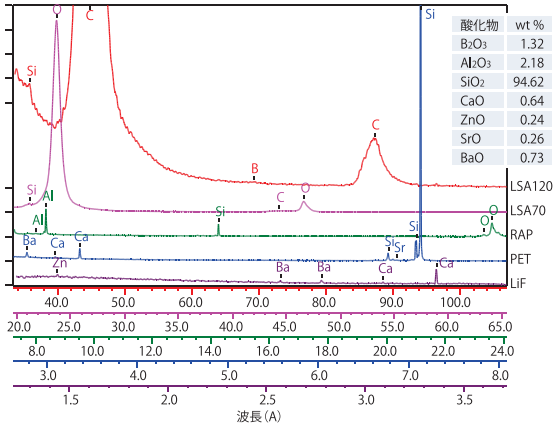
Ti-12Mn／骨組織、CPチタン／骨組織

試料ご提供：名城大学理工学部　服部友一教授

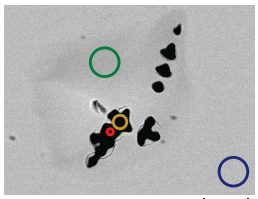
液晶ディスプレイガラス基板の異物分析

■ガラス中の異物

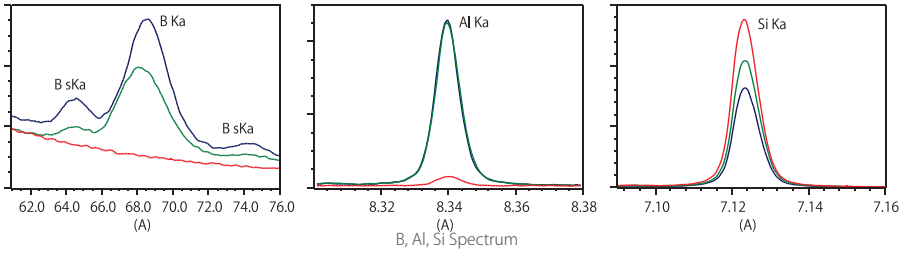
ガラス中の泡、異物などの内部欠損や、ガラス表面のキズ、異物などの不良は、ガラス基板としての性能を保持できないため、その原因の追究が非常に重要になります。ガラス中の異物では、異物を解析し、異物の発生・混入場所を原料から溶融工程において特定していきます。
AM-LCD用ガラス基板（アルミノ硼珪酸ガラス）中の異物の定性分析（◯印）の結果、SiO_2であることが分かります。異物周辺のSEMコントラストが異なる反応相と、異物、マトリックス部分で、軽元素のB及び主成分のAl、Siスペクトル測定の結果、反応相と異物ではB、Alが減少し、Siが増加していることが分かります。



定性分析



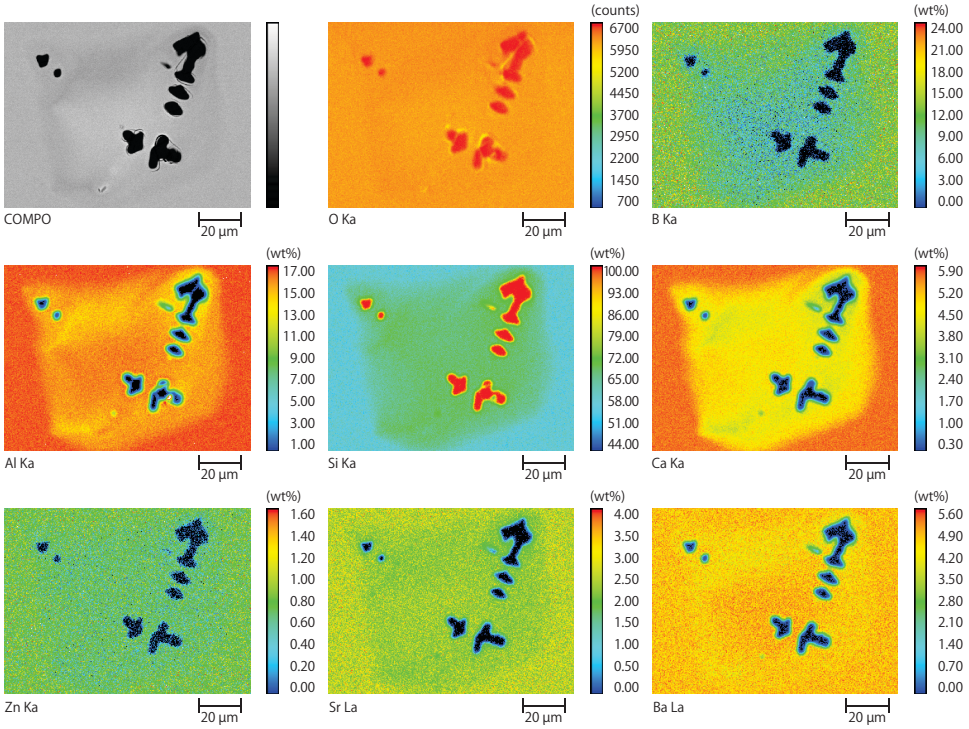
反射電子像



B, Al, Si Spectrum

■定量マッピング

異物を含む反応相や浸食相のマッピング分析で、反応過程などを調べることも可能で、マッピングの定量表示による組成濃度から更に形成状況を推測することもできます。
wt%は単純酸化物（B_2O_3など）での濃度表示です。



Quantitative Mapping

仕　様

EPMA-1720シリーズ	EPMA-1720T	EPMA-1720HT
電子光学系		
電子源	W（タングステン）フィラメント	CeB_6カソード（Wフィラメントも使用可能）
二次電子像分解能	6nm	5nm
加速電圧	0.1 ～ 30kV　（0.1kV刻み。5kV以下では10V単位で設定可能。）	
照射電流	1pA ～ 1μA	
倍率	40倍 ～ 400,000倍	
反射電子検出器	四分割半導体検出器	
対物絞り	固定式（切換え不要）	
観察光学系		
分解能	1μm（肉眼観察にて）	
視野	約600μmø（肉眼観察）、約480μm×360μm(パソコン画面にて)	
被写体深度	4μm	
試料ステージ系		
最大試料寸法	100mm$^{□}$×50mm^{t}	
最大試料重量	2kg	
最大駆動範囲	X、Y：90mm　Z：7mm	
最小送り量	X、Y：0.02μm　Z：0.1μm	
最大駆動速度	X、Y：15mm/sec　Z：1mm/sec	
X線分光系		
分析元素範囲	$_{4}$Be ～ $_{92}$U	
X線分光器数	2～5台	
X線取り出し角度	52.5°	
ローランド円半径	4インチ（101.6mm）	
真空排気系		
到達真空圧力　分析室	$1.0×10^{-3}$Pa以下	
電子銃部	―	$2.0×10^{-5}$Pa以下
排気ポンプ　主排気用	TMP1台、油回転ポンプ1台	
予備排気用	油回転ポンプ1台	
電子銃排気用	―	イオンポンプ　1台
真空度検出	ペニングゲージおよびピラニゲージ	
自動機能	自動排気（本体排気、シャットダウン、試料導入室排気、電子銃室排気）自動ベーキング（EPMA-1720HTのみ）	
コンピュータシステム		
PC	Windows®11 Pro または Windows®10 Pro（64bit）、主メモリ8GB以上、ハードディスク1TB以上	
ディスプレイ	23型LCD（1920x1080画素）	
分析ソフトウェア		
分析モード	定性分析、マッピング分析、定量分析、検量線法分析、状態分析、ライン分析	
自動分析	自動シーケンス分析、簡単モード	
操作補助	データブラウザ、分析レポート、装置モニタ	
管理機能	環境設定プログラム	
観察ソフトウェア		
制御機能	電子光学系制御、観察系制御、ステージ制御、分光器制御、真空排気系制御	
自動機能	オートフォーカス、オートスティグマ、オートコントラスト・ブライトネス、フィラメント自動飽和、照射電流自動設定	

EPMA-1720シリーズの設置要項（詳細は、別途設置要項書にてご確認ください。）

設置室の環境	
・温度	18～28℃ （温度変化を±1℃以下にできる空調設備をご用意ください。）
・湿度	30～60%RH
・発熱量	冷却水を自然排水する場合　：約2.1kW 冷却水循環装置を使用する場合　：約2.9kW（同装置の発熱量を含む）
設置室	
・寸法	幅4.5m以上×奥行3m以上×高さ2.5m以上
・入口	幅1.25m以上、高さ1.8m以上
電源	
・装置用	単相AC200V±10%　30A　50/60Hz 1回路
・PC用	単相AC100V±10%　5A　50/60Hz 1回路
接地	
・D種設置工事（100Ω以下）　単独接地	
冷却水	
・給水	水圧　0.08～0.18MPa 水温　20～25℃ 流量　0.7L/min以上（対物レンズ用） 継手　ホース継手　11mmø
・排水	自然流水形排水（床と同じ高さ）

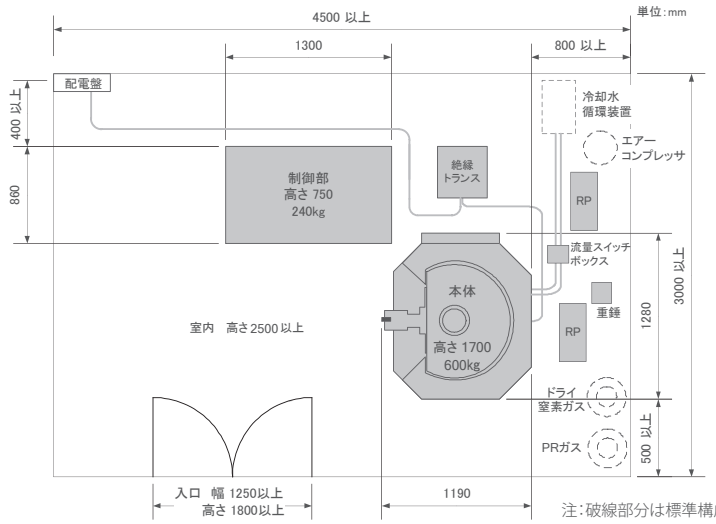
使用ガス	
・PRガス	Ar（アルゴン）＋CH_4（メタン）10vol%の混合ガスです。 圧力　1 ～ 3kPa 使用量　10mL/min ～ 14mL/min 接続口　下記条件のボンベに充填されたものをご用意ください。 ボンベ充填圧力　最大15MPa ボンベ出口　W22山14 オス・右
・圧搾空気	圧力　0.45 ～ 0.6MPa 接続口　Rc1/4
・ドライ窒素ガス	（EPMA-1720HTのみ、CeB_6使用時の電子銃パージに推奨） 圧力　0.08 ～ 0.1MPa 接続口　6mmøチューブ用継手
振動・浮遊磁界	
設置要項書に記載しています。弊社までお問い合わせください。	

関連規制法規について

EPMAは構造および目的からみて、X線を発生させる装置として電離放射線障害防止規則の適用を受けます。
しかし、EPMA-1720シリーズは遮蔽された構造を有し、外部に漏れるX線の量は極めて少なく、同規則の各条項の適用については大幅に緩和されています。
設置については所在地の労働基準監督署に相談してください。

① 定格出力：最大30kV 0.2mA　② 線量当量率：最大1μSv/h

設置レイアウト例



注：破線部分は標準構成に含みません。

EPMAは、株式会社島津製作所の商標です。
Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

本文書に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
なお、本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。
本製品は、医薬品医療機器法に基づく医療機器として承認・認証等を受けておりません。
治療診断目的およびその手続き上での使用はできません。
トラブル解消のため補修用部品・消耗品は純正部品をご採用ください。
外観および仕様は、改良のため予告なく変更することがありますのでご了承ください。

製品情報　価格お問合せ

株式会社 島津製作所
分析計測事業部
604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

東京支社（官公庁担当）(03)3219-5631
（大学担当）(03)3219-5616
（会社担当）(03)3219-5622
関西支社 (06)4797-7230
札幌支店 (011)700-6605
東北支店 (022)221-6231
郡山営業所 (024)939-3790
つくば支店（官公庁・大学担当）(029)851-8511
（会社担当）(029)851-8515
北関東支店（官公庁・大学担当）(048)646-0095
（会社担当）(048)646-0082
横浜支店（官公庁・大学担当）(045)311-4106
（会社担当）(045)311-4615
静岡支店 (054)285-0124
名古屋支店（官公庁・大学担当）(052)565-7521
（会社担当）(052)565-7532
京都支店（官公庁・大学担当）(075)823-1604
（会社担当）(075)823-1602
神戸支店 (078)331-9665
岡山営業所 (086)221-2511
四国支店 (087)823-6623
広島支店 (082)236-9652
九州支店（官公庁・大学担当）(092)283-3332
（会社担当）(092)283-3334

初版発行：2009年8月　4747-11401-10AIT