

信頼性の高い、 ハイエンドなナノ解析の世界へ



ZEISS Sigma ファミリー

高画質イメージングと高度な分析のための
電界放出型走査電子顕微鏡 (FE-SEM)

zeiss.com/sigma



Seeing beyond

高画質イメージングと高度な分析のための 電界放出型走査電子顕微鏡（FE-SEM）

- 概要

- 特長

- アプリケーション

- システム構成

- 技術仕様

- サービス

ZEISS Sigma ファミリーは、電界放出型走査電子顕微鏡（FE-SEM）のテクノロジーと優れたユーザーエクスペリエンスを兼ね備えています。

イメージングと分析のためのルーチンを構造化し、Sigma の直感的なワークフローによって生産性を向上。これまでにないスピードで、より多くのデータを取得できます。妥協のない高分解能イメージングにより、1 kV 以下の低加速電圧でも、優れた分解能とコントラストを達成します。Sigma の検出器は幅広いオプションから選択でき、アプリケーションに合わせてカスタマイズ可能なため、開発中の新素材から品質検査用粒子、生物試料、地質学的試料まで、あらゆる試料の研究を行うことができます。NanoVP lite では低真空（VP）モードでのイメージングができ、イメージングが困難な非導電性試料でさえも、低加速電圧で優れた画像の取得や解析が可能です。

Sigma ファミリーは、ユーザーをハイエンドなナノ解析の世界へと導きます。Sigma 360 は、直感的な操作でイメージングと解析ができる電界放出型走査電子顕微鏡（FE-SEM）として、コアイメージング施設から選ばれています。Sigma 560 は、クラス最高の EDS ジオメトリによるハイスループット解析を実現し、in situ 実験の自動化を可能にします。

試料を選ばず、いつでも正確で再現性のある結果を取得できます。

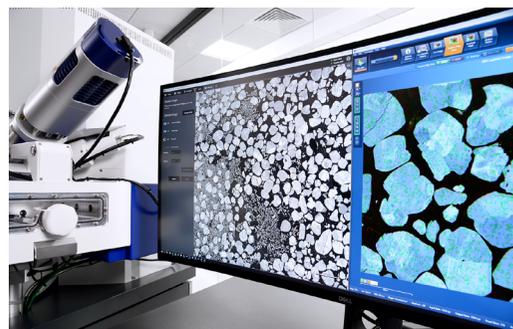


Sigma 360 : コア施設から選ばれる直感的なイメージング

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

セットアップから AI による結果取得に至るまで、専用のガイドに従って操作するだけの直感的なイメージングワークフロー

FE-SEM を予約して使用する際は、可能な限り最高の結果を得たいと考えることでしょうか。経験を積むことで取得する結果の質や速度は上がるものですが、誰もが FE-SEM の操作経験が十分にある訳ではありません。では、経験に左右されずに操作できるとしたらどうでしょうか？ Sigma 360 なら、初心者でもエキスパートと同様の結果が取得できます。使いやすいワークフローで、作業工程の合理化が可能です。ZEISS SmartSEM Touch のソフトウェア自動化によって、ナビゲーション、パラメータ設定、画像取得の最初のステップが開始され、続いて ZEN core がその本領を発揮します。ZEN core は単なるソフトウェアインターフェースではなく、タスクに対応したツールキットを備えたシステムです。AI Toolkit は、機械学習に基づいた画像のセグメンテーションが可能です。Connect Toolkit ではマルチモーダル実験を組み合わせられます。また、Materials Apps による微細構造の解析も可能です。



金属試料の物質コントラストの広範囲画像（モニター左：SmartSEM Touch で取得）、EDS による同時マッピング（右：Oxford Instruments 社の Aztec ソフトウェア使用）。

1 kV 以下でも強みを発揮し、優れた解像度と最適なコントラストを達成

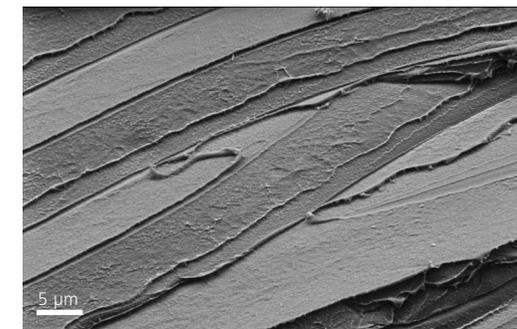
FE-SEM は、高分解能イメージング用に設計されています。標準試料はイメージングしやすいものの、重要なのは、帯電した酸化アルミニウムやコンタミネーションが生じやすい生物組織などの実世界の試料から高品質の画像を取得することです。ここで優れた性能の鍵となるのは、光学カラムです。ZEISS Gemini 1 電子光学系を搭載した Sigma は、特に低加速電圧において、あらゆる試料に対して優れた分解能を発揮します。Sigma 360 は、500 V で 1.9 nm と、これまでにないレベルの低加速電圧分解能を達成します。色収差を最小限に抑えることで、1 kV の分解能が 1.3 nm と 10% 以上向上します。低真空モードでの後方散乱検出や観察が困難な試料でも、これまで以上にイメージングが容易になりました。



環状 BSE 検出器 (aBSD) が対物レンズのポールピースの下に取り付けられたチャンパー内部。これにより、低真空 (NanoVP lite モード) イメージングと表面 3D 再構築 (3DSM) が可能に。

非常に困難な条件下でも VP イメージングが可能：非導電性試料に対する優れたイメージング性能

SEM で非導電性試料を扱うには、コーティング処理をするか低真空モードを使う必要があるため、取得できる情報量が少なくなるか、画質の低下を我慢するかのをいずれかを選択せざるを得ません。これまで、SEM ユーザーの多くがこのように思っていました。今ではその認識が過去のものとなりました。コーティングしなくても、チームに SEM の経験豊富な人がいなくても、電池カソードの粒子や培養細胞を低真空下で扱えるとしたらどうでしょうか？ NanoVP lite モードと新しい検出器を使用すれば、5 kV 以下で非導電性試料から高品質のデータが簡単に取得できます。強化されたイメージングと EDS 解析が画像やマップの取得時間を短縮し、表面感度の高い情報と、高速 EDS マッピングのための一次ビーム電流を提供します。



低真空イメージングを高速化し、特に低加速電圧で分解能とコントラストが向上。ポリスチレンの破面、カスケード電流検出器 (C2D) を使用して NanoVP lite モードでイメージング。

Sigma 560 : ハイスループット解析と in situ 実験の自動化

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

実世界の試料を効率的に解析：スピードと汎用性を兼ね備えた SEM ベースの解析が実現

今日の材料の化学的解析においては、試料の表面構造を解析するだけでは不十分で、SEM の解析アクセサリが欠かせません。Sigma 560 のクラス最高レベルの EDS ジオメトリにより、解析の生産性が向上するとともに、従来の半分のプローブ電流と半分の時間で解析データを取得できます。180° 正反対に位置する 2 つの EDS ポートが、低ビーム電流や低加速電圧においても優れたスループットとシャドウフリーマッピングを保証します。EBSD と WDS 用のポートをチャンバーに追加することで、EDS をさらに上回る解析が可能になります。新しい NanoVP lite モードでは、非導電性試料の解析も可能です。

In situ 実験の自動化：無人検査のための完全統合型ラボを実現

In situ 実験で中央ラボの SEM を何日も占領したあげく、再現性のない結果に終わってしまい悩んだことはありませんか？ Sigma の in situ ラボなら、もうそのような悩みを抱える必要はありません。完全統合型ソリューションの自動化されたワークフローにより、オペレーターの経験に左右されることなく、加熱・引張試験の結果を無人で取得できます。ナノスケールの特徴を 3D で解析するなど、ワークフローをさらに拡張することが可能です。SmartSEM で API 機能の Python スクリプトを使用して 3D の STEM トモグラフィーを行ったり、ZEN AI Toolkit や APEER を用いて AI ベースの画像セグメンテーションを行ったりできます。さらに、新しい aBSD4 ではライブの表面 3D 再構築が可能です。

1 kV 以下のイメージングが困難な試料にも対応：包括的な試料情報を収集

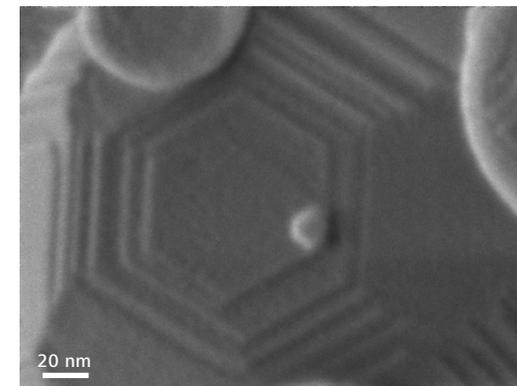
1 kV、さらには 500 V でも、イメージングと解析において豊富な情報が取得できるようになりました。Sigma 560 は、500 V で 1.5 nm と優れた低加速電圧分解能を誇ります。NanoVP lite モードでは、新たに搭載された aBSD 検出器、または C2D 検出器を使用することで、3 kV の低加速電圧でも困難な条件の試料の低真空イメージングが可能です。電子機器の調査をするには、クリーンな環境を維持する必要があります。プラズマクリーナー（強く推奨）という標準的手法だけでなく、6 インチウエーハのシャトル化を可能にする大型エアロックを使用することで、従来よりもチャンバーを不純物による汚染から保護できるようになりました。



ハイスループットな解析のために構成された Sigma 560 を使用すれば、トポグラフィーや組成に関する情報を取得できます：同一平面上に 2 つの EDS 検出器が設置されており、一方が化学元素に関する情報用で、他方が結晶学用の EBSD カメラです。



In situ 加熱および鋼の引張実験。応力のひずみ曲線検査のために、SEM イメージングと EBSD 解析を同時に実行しました。



500 V で高分解能を実現：焼結酸化アルミニウム (Al₂O₃) のナノスケール球体の段丘の測定サイズは 3 nm。Inlens SE 検出器、Sigma 560 を使用。

バックグラウンドテクノロジー

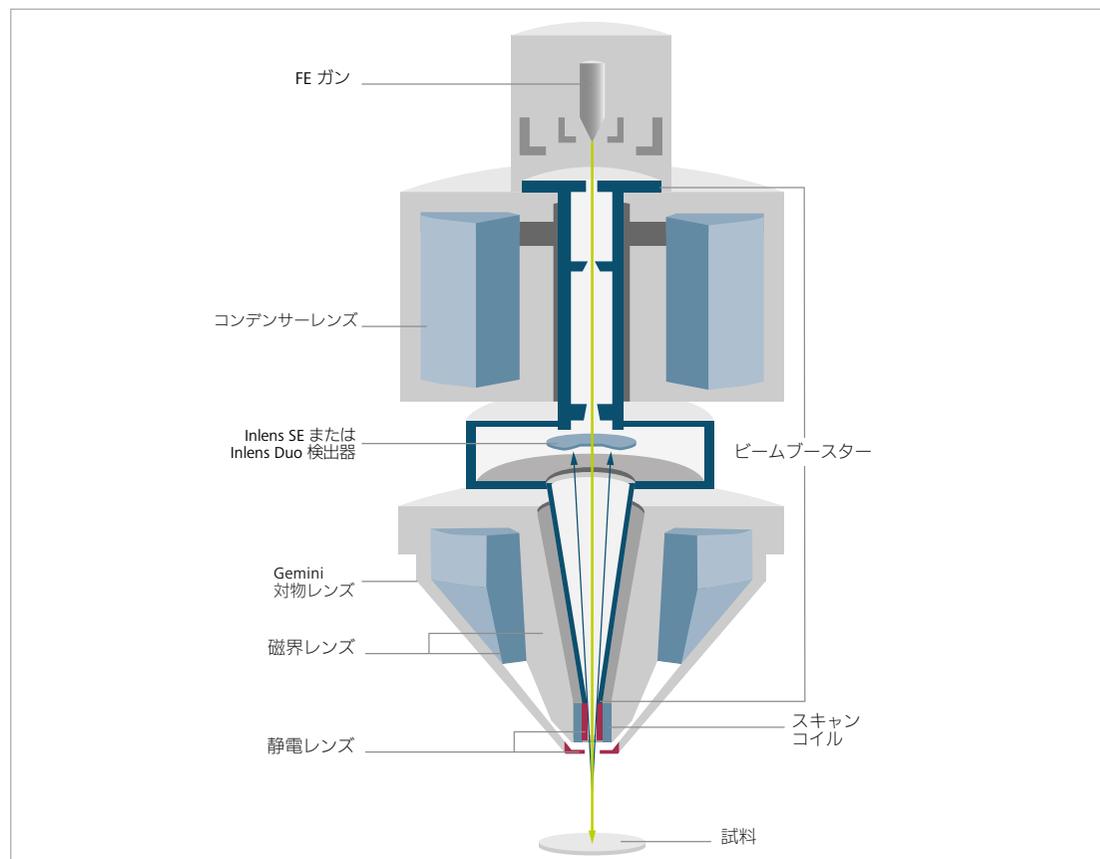
- 概要
- 特長**
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

Gemini 1 の光学系設計について

ZEISS の Gemini 1 カラムは Sigma の性能の鍵であり、次世代の電子光学系設計を支える技術でもあります。これは、完全で効率的な検出能力、優れた分解能、そして最高の操作性を提供します。

Gemini 対物レンズの設計は、静電場と磁場を組み合わせることで、試料に与える磁場の影響を最小限に抑えながら、光学性能を最大限に高めます。これにより、磁性材料のように困難な試料であっても優れたイメージングが可能となります。Gemini の検出コンセプトは、二次電子 (SE) や後方散乱電子 (BSE) を検出することにより、効率的なシグナル検出を保証することです。

これらの Inlens 検出器は光軸上に取り付けられているため、再調整の必要がほとんどなく、イメージング時間を短縮します。Gemini のビームプースターテクノロジーのおかげで、極低加速電圧でも、小さなプローブサイズと高い S/N 比が保証されます。さらに、カラム先端で減速するまでカラム全体を通して高電圧でビームを維持することにより、外部磁界がシステムに与える影響を最小限に抑えます。これらの高度な特長 (Gemini の設計、Inlens 検出およびビームプースターテクノロジー) は、Sigma 360 および Sigma 560 に共通するものです。



Gemini 1 の光学カラムは、ビームプースター、Inlens 検出器および Gemini 対物レンズで構成されています。

バックグラウンドテクノロジー

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

高感度試料の画像情報を、低加速電圧でさらに多く取得

今日の SEM アプリケーションでは、標準として、低い入射電圧（低電圧または低加速電圧ともいう）での高分解能イメージングが求められます。それは、ビームの影響を受けやすい試料や非導電性試料の観察に必要な不可欠だからです。これにより、試料の深い位置からの不要なバックグラウンド信号を回避し、純粋な試料表面の情報を抽出できます。Gemini 光学系の電子ガンと検出システムは、低加速電圧および極低加速電圧での分解能とコントラスト強化のために最適化されています。走査型電子顕微鏡では、ビームの影響を受けやすい試料のイメージングには、試料へのエネルギー伝達が少ない低加速電圧の一次エネルギービームが使われます。同時に、低エネルギービームはそこまで試料に侵入しません。こうすることで、高感度試料において、アーチファクトのない表面の詳細を高分解能でイメージングできます。

低加速電圧イメージングの最適化

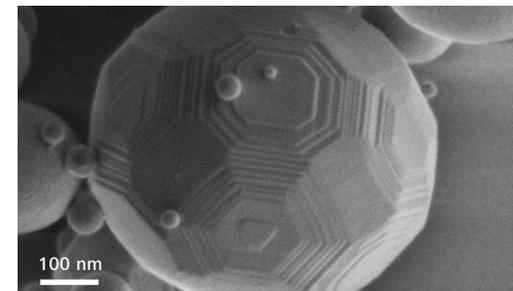
電子光学収差は分解能を低下させるといった問題があり、これは低加速電圧画像によく見られます。Gemini 1 カラムのビームブースターテクノロジーは、低加速電圧で優れた分解能を実現します。最適化された絞りと高分解能ガンモードにより、低加速電圧イメージングがさらに強化されます。

高分解能ガンモード

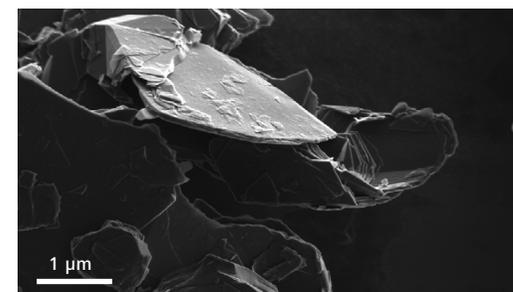
高分解能ガンモードでは、一次ビームのエネルギーの広がりを小さくすることで色収差の影響を最小限に抑え、より小さなプローブサイズを可能にします。このモードなら、電圧 1 kV 以下でも分解能を高められます。コンデンサーレンズは、最適なビーム収束で最高のイメージング条件を提供するように設定されています。幅広い電流を供給し、同時に高分解能を確保するために最適化された絞りを選択することができます。最適な画像深度を得るために、コンデンサーレンズをより詳細に設定することも可能です。

検出

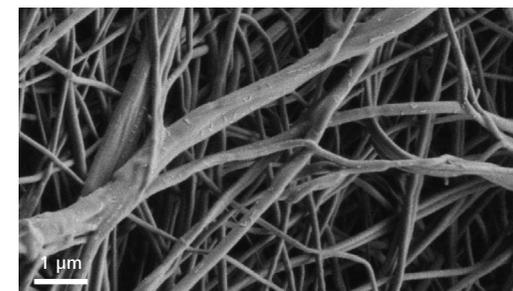
一般的に、低加速電圧の一次電子ビームと低いプローブ電流を使用することにより、繊細な材料の高分解能イメージングが可能となります。試料から励起した電子を検出する際は、高効率の Inlens SE 検出器が、10 pA 未満のプローブ電流で高分解能だけでなく高コントラストを実現します。ドリフト補正機能付きフレームアベレーシングなどの AI ベースのスキャンルーチンにより、高分解能であっても試料に優しい処理が保証されます。



高分解能、500 V：Al₂O₃ 球体。焼結粒子の段丘は 3 nm 間隔。



高分解能、1 kV：高感度な表面向けのイメージング条件により、電池のアノードに使用される繊細なグラファイト材料のイメージングが可能に。

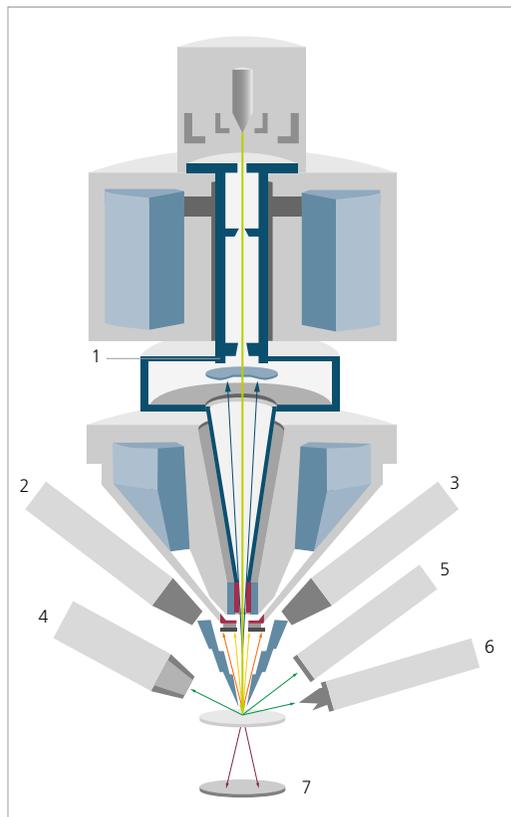


生体材料、500 V：ゼラチン繊維などのビームの影響を受けやすい材料でも、極低ビームエネルギーでアーチファクトのない画像を取得可能。スキャンルーチンにより試料に対するダメージが低減されます。試料ご提供：Fraunhofer Institute for Microstructure of Materials and Systems IMWS, Halle, Germany

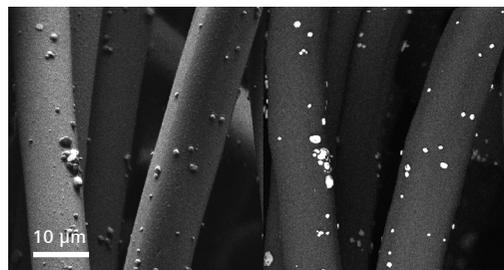
バックグラウンドテクノロジー

- › 概要
- › **特長**
- › アプリケーション
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス

柔軟な検出機能でクリアな画像を取得
最新の検出器テクノロジーで、あらゆる試料を特性評価できます。

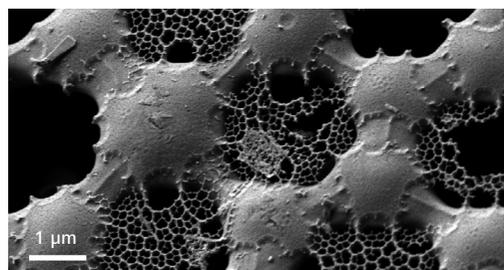


Gemini 1 の光学カラムと検出器の断面図。



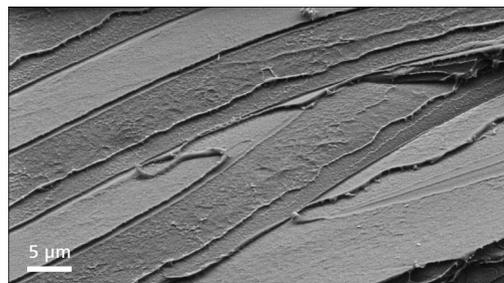
1 Inlens 検出器

Inlens SE：高分解能カラム内 SE 検出器。Inlens Duo*：高分解能の連続したトポグラフィイメージング・組成イメージング用の Inlens SE および BSE 検出器。(*Sigma 560 でのみ利用可能)



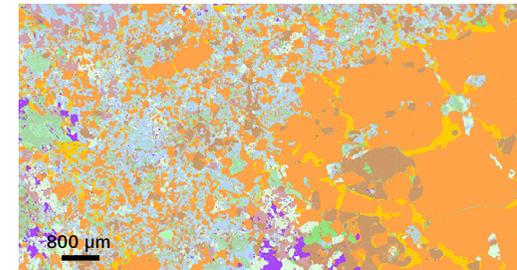
4 ETSE 検出器

高分解能トポグラフィイメージングのための Everhart-Thornley 二次電子 (ETSE) 検出器。高真空モード、低加速電圧で帯電を低減し、高い S/N 比を実現。



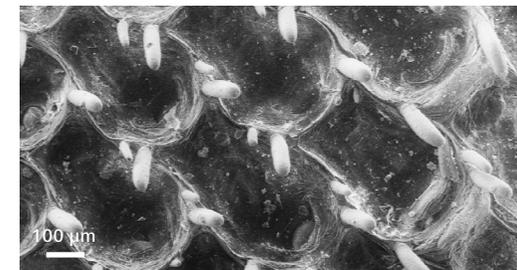
6 C2D G2

イオン化カスケードを作成して生じる電流を測定する、第 2 世代カスケード電流検出器。これにより、低真空、低加速電圧でも、VP モードで鮮明な画像が取得可能。



2 / 3 高度な EDS 検出

作動距離 8.5 mm、作動角度 35° の高度な EDS 解析ジオメトリにより、従来の半分の時間とプローブ電流でデータを取得。試料ご提供：University of Leicester



5 VPSE G4

第 4 世代の低真空用 SE 検出器により、低真空 (VP) モードで、最大 85% までコントラストが向上。



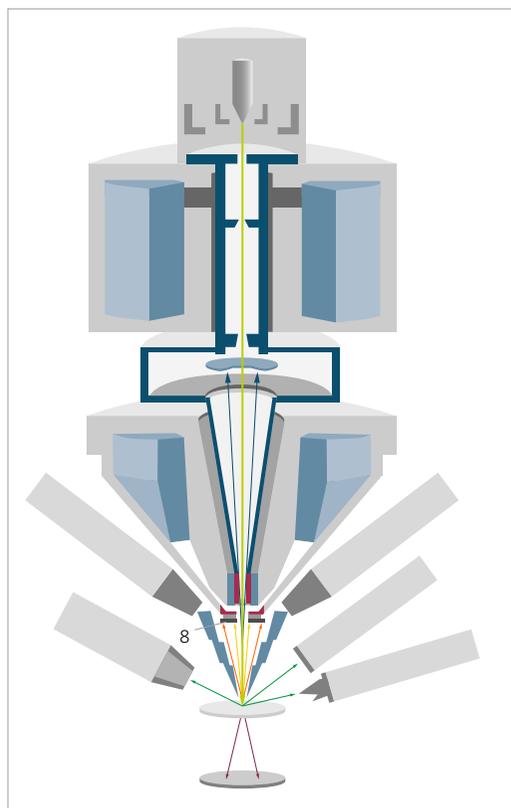
7 aSTEM

高分解能の透過画像を生成するための環状 STEM (環状 STEM、aSTEM) 検出器。明視野、暗視野、高角度環状暗視野 (HAADF) モードがあり、薄膜や生体試料切片などに対応。

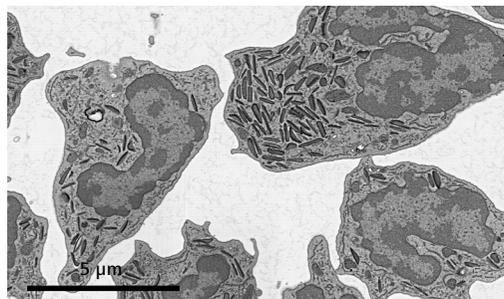
バックグラウンドテクノロジー

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

柔軟な検出機能でクリアな画像を取得
最新の BSE 検出器テクノロジーで、あらゆる試料を特性評価できます。

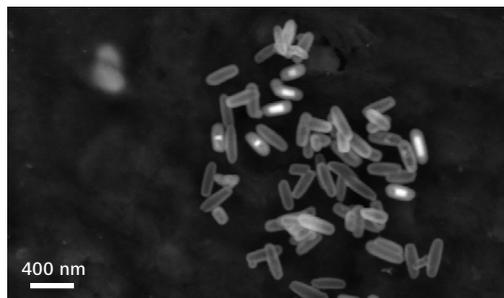


Gemini 1 の光学カラムと検出器の断面図。



8 Sense BSD

応答速度が速く低加速電圧に特化した BSE 検出器。超薄切片などのビームダメージを受けやすい試料に最適。



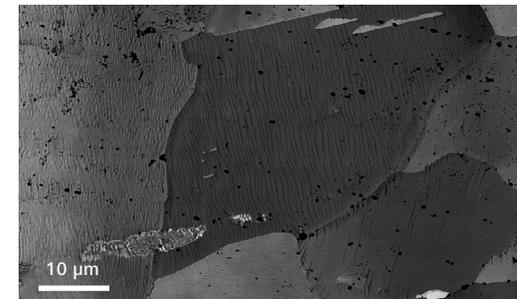
8 HDBSD

すべての真空モードで、あらゆる試料の優れた低加速電圧組成イメージングを可能にする高感度反射電子検出器。



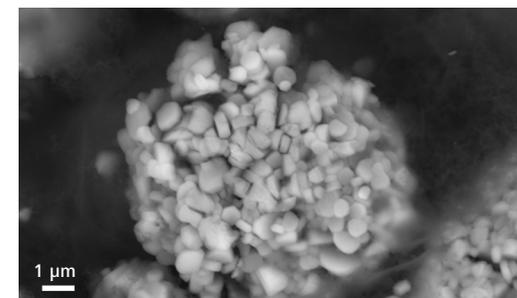
8 YAG BSD

YAG 結晶を使ったシンチレータ BSE 検出器が、高速で簡単な組成イメージングを実現。



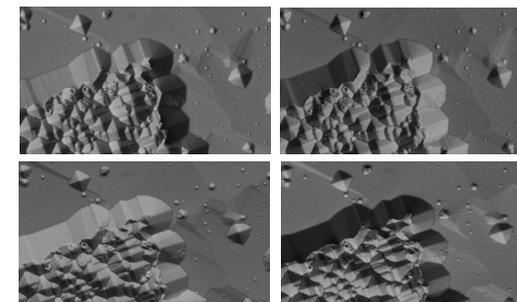
8 AsB 検出器

金属と鉱物の結晶学およびチャネリングコントラストイメージングのための角度選択型 BSE 検出器。



8 aBSD1

あらゆる真空モードで低加速電圧組成イメージング、結晶表面解析、表面 3D 再構築を可能にする環状 BSE 検出器。



8 aBSD4

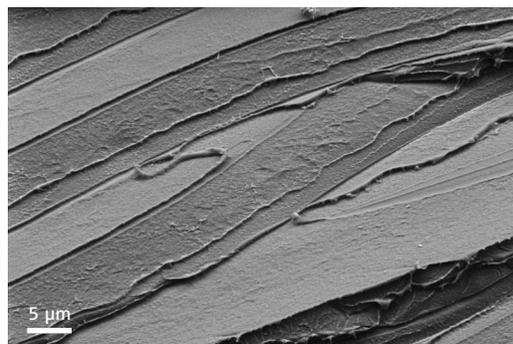
環状 BSE 検出器。最大 4 チャンネルを同時に用いて、低加速電圧で組成イメージングとトポグラフィーコントラストイメージングを行い、ライブでリアルタイムの表面 3D 再構築を行うことができます。

バックグラウンドテクノロジー

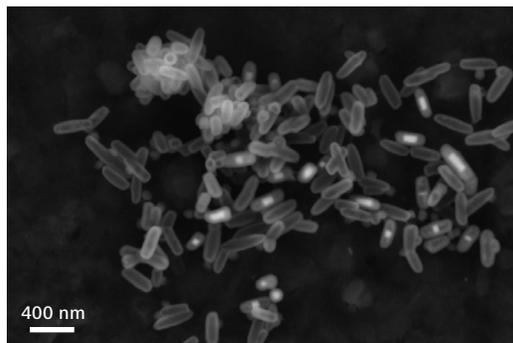
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

低真空イメージング

SEM チャンバー内を低真空にすることにより、絶縁材料や非導電性試料、気体を放出する材料の表面を変質させることなく、導電性コーティングなしで観察できます。一次電子ビームが気体分子に衝突すると、試料の帯電を打ち消すイオンが生じ、これにより、ビーム周辺に「スカート」が発生します。



NanoVP lite モード、チャンバー圧力 60 Pa でイメージング。ポリマーのインターフェースにおける亀裂の形成と接着に関して調べるために、ポリスチレン試料の表面を破壊。



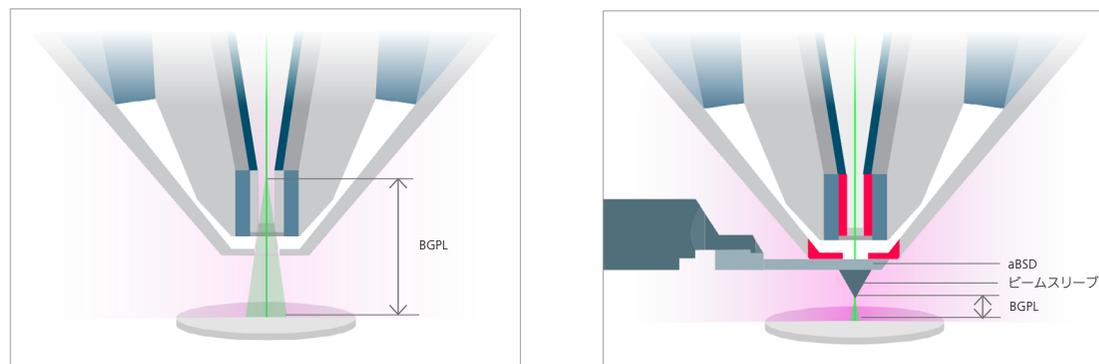
aBSD 検出器を使用した NanoVP lite モードでの反射電子イメージングにより、シリカナノカプセル中の酸化鉄が観察可能に。試料ご提供：Dr. V. Brune, Institute of Inorganic Chemistry, University of Cologne, Germany

解析・イメージング用 NanoVP lite モード

NanoVP lite モードでは、スカート効果が劇的に低減され、ビームガスの光路長が短くなります。その結果、迅速な解析と正確な測定が可能になります。

さらに、スカート効果が低減されたことで、SE イメージングと BSE イメージングの両方で S/N 比が向上した画像が得られ、特に低加速電圧で画質が向上します。

格納式の環状反射電子検出器 (aBSD) は、優れた材料コントラストを実現します。圧力制限絞りを備えたビームスリーブを搭載しており、NanoVP lite モードでの操作中は、ポールピース下に設置されます。環状セグメントを 5 つ備えた aBSD が、ハイスループットと低加速電圧での組成・トポグラフィコントラストイメージングを実現。VP や HV (高真空) に最適で、操作がしやすい上、実世界の試料の要件に対応します。



Standard VP モードと NanoVP lite モードの比較：ガスの分布（ピンク）と電子ビームのスカート（緑）、Standard VP モード（左）、NanoVP lite モード（右）。圧力制限絞りがあがるビームスリーブが aBSD 検出器の下に設置されているため、低真空では電子ビームがごく短距離しか進まず（ビームガスの光路長、BGPL）、スカート効果が低減され、画像と解析結果の質が高まります。

バックグラウンドテクノロジー

- 概要
- 特長**
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ワークフローを自動化してスピードアップ

効率的な自動ワークフローでは、エキスパートレベルの結果が容易に取得でき、設定から後処理まで、Sigma ファミリーの全機能を制御できます。これにより、イメージング時間の短縮とともに、トレーニング時間の節約も可能で、特にマルチユーザー環境において大きなメリットになります。最初のステップに SmartSEM Touch を使用し、次に、ZEN core ソフトウェアで AI ベースの解析や品質管理レポート作成などのより高度な後処理を行うことができます。

「実世界」のカラーデジタルカメラ画像で、試料を迅速かつ容易にナビゲート。

ワンクリックで試料に最適なイメージング条件を設定でき、初心者ユーザーでも操作が簡単。

画像取得を最適化、または関心領域 (ROI) を特定し、画像を自動で作成。

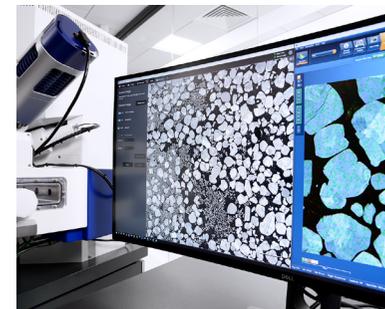
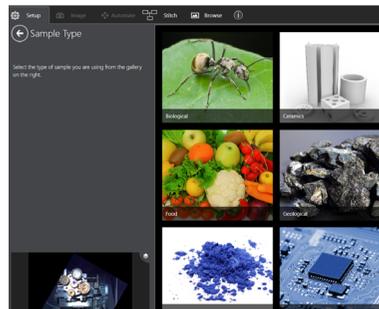
データの相関、画像のセグメンテーション、対象の分類などの後に測定を行い、結果のレポートを作成。

1. 画像ナビゲーション

2. 試料タイプの選択

3. 自動化

4. 後処理



バックグラウンドテクノロジー

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

ラマン分光イメージング - ケミカルフィンガープリントの取得

お使いの Sigma とラマンイメージングを組み合わせることができます。研究向けの共焦点ラマンイメージング（CRI）顕微鏡と、高品質イメージング用 ZEISS FE-SEM を組み合わせれば、相関イメージングが可能です。完全一体型ラマンイメージング走査型電子顕微鏡（RISE）を、ぜひお試しください。

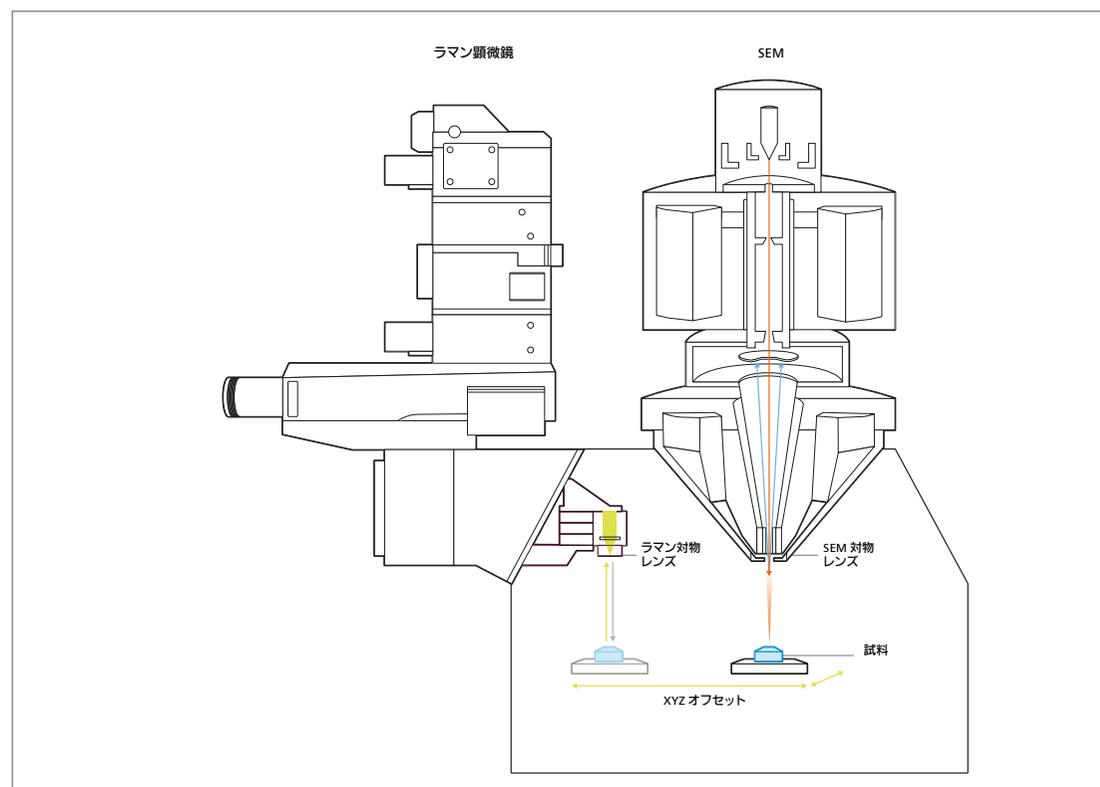
ラマン分光法の原理

ラマン分光法は、固体物質固有の振動と回転のエネルギー準位構造を通じて、その固体物質の検出、特定、定量化を可能にします。各ラマンスペクトルは特定の化学組成に固有であり、その物質の定性的情報と定量的情報、つまりケミカルフィンガープリントを持っています。

RISE 顕微鏡の仕組み

RISE 顕微鏡では、試料の関心領域が対物レンズから別の対物レンズへと自動的に移動します。試料は、測定が終了するまで SEM の真空チャンバー内に留まり、その結果ワークフローが効率化され、使いやすさが劇的に改善されます。一般的なワークフローでは、試料はまず SEM でイメージングされ、その後、次のラマンイメージングで使われるラマン対物レンズの位置にステージが自動的に移動します。

ラマン分光法は、材料同定の他に、ひずみと応力、結晶多形と結晶方位、ドーピング、結晶化度の分析にも使用できます。そのため、EDS など、SEM に通常用いられる別の解析方法に補足情報を提供します。



RISE 顕微鏡の原理：SEM のチャンバーにラマン顕微鏡が取り付けられています。試料は SEM チャンバー内の真空下で両方の顕微鏡法を用いて観察されます。統合ソフトウェアモジュールにより、ワークフローが容易になります。（緑：ラマンのビーム、オレンジ：SEM ビーム）

ZEISS Sigma のアプリケーション例：材料科学

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

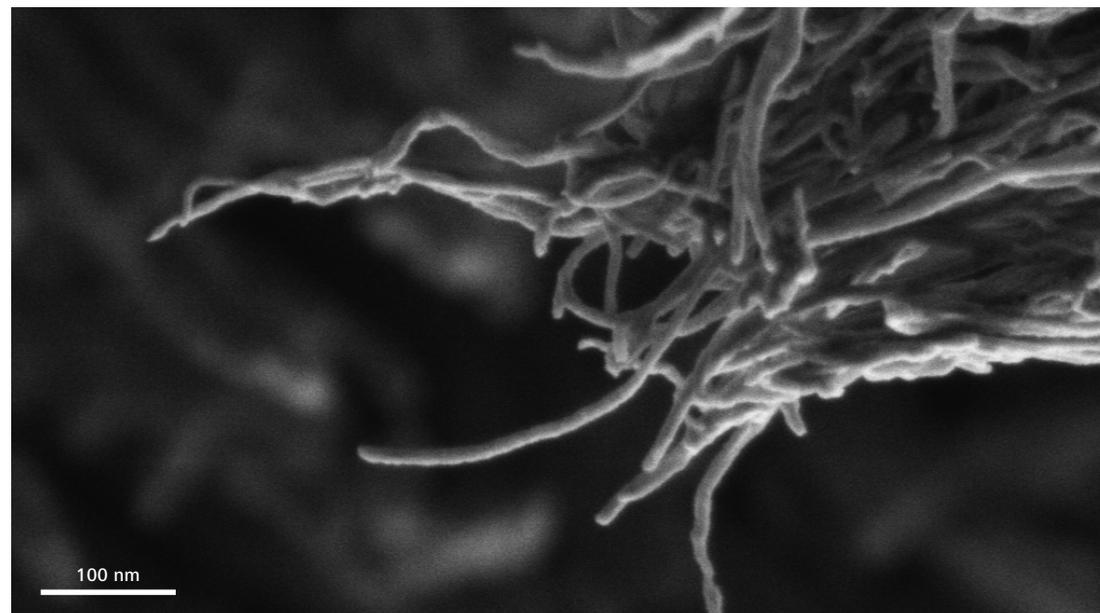
サービス

材料研究者は、新材料を開発するために常に努力しています。だからこそ、既存の技術を進歩させるには、マイクロスケールやナノスケールの構造を理解し、制御する必要があります。このような絶え間ない進歩によって、より優れた、より安価な電子機器が開発され、処理能力が向上し、さらに、エネルギーや資源の使用を効率化する触媒が誕生するなど、医療、診断、疾患の治療、患者ケアなどのあらゆる分野に改善がもたらされます。Sigma のような ZEISS の FE-SEM は、これらの利点をナノメートルのスケールで活用するための不可欠なツールです。

典型的なタスクとアプリケーション

- 様々な検出器を使用して高分解能イメージングと解析を行い、試料を包括的に特性評価する。SE 検出器を用いてトポグラフィーを観察し、複数の BSE 検出器から選択することで、組成、結晶学的特性、元素分布を調査。
- aSTEM 検出器を用いて薄膜などを解析し、高分解能の透過像を取得。
- 高分解能の SEM イメージングおよび EDS 元素分析をラマン分光イメージングと組み合わせ、2D 材料の特性評価を実施。欠陥や転位、ひずみを調査。

- SEM とラマンを使用した相関顕微鏡で、様々な種類のポリマーを識別。繊維やラミネートフィルムに応力を分析し、結晶化度を測定。
- 電池研究において、充放電試験前後の状態変化を調べ、デバイスの質を改善。高分解能 SEM イメージングおよび EDS 元素分析とラマン分光イメージングを組み合わせる。大気感受性の高い試料を真空の SEM チャンバー内に常にキープ。

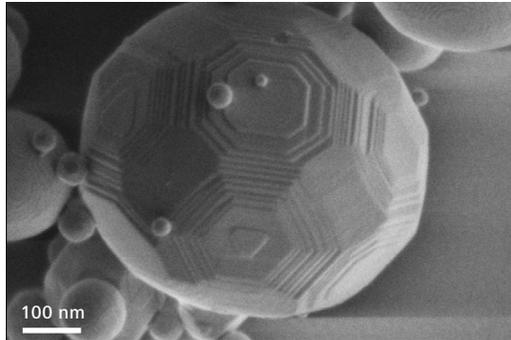


カーボンナノチューブ (CNT) は非常に繊細な構造をしているため、ビームダメージを受けやすい例として第一に挙げられます。したがって、アーチファクトを可能な限り低減しつつ、CNT の詳細を最も高い分解能で可視化するには、低加速電圧イメージングが最適なアプローチとなります。加速電圧 500 V、Inlens SE 検出器、Sigma 560 で取得した画像。

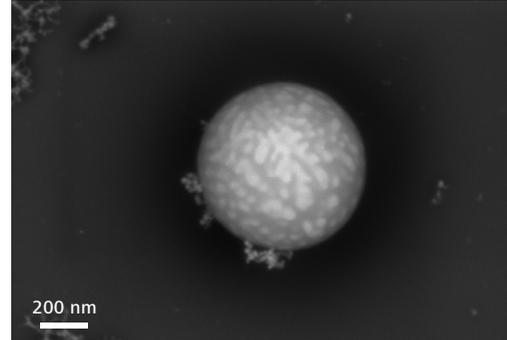
ZEISS Sigma のアプリケーション例：材料科学

- › 概要
- › 特長
- › **アプリケーション**
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス

ナノサイエンスとナノマテリアル



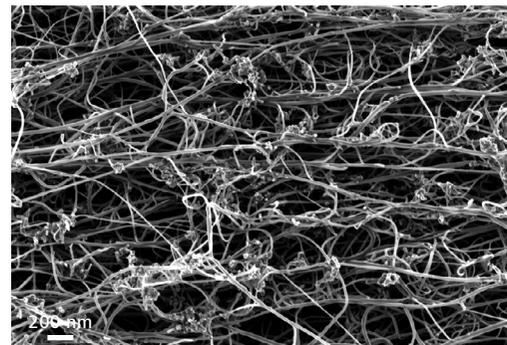
Al_2O_3 球体。表面を 500 V の高分解能でイメージングすることにより、焼結粒子の段差が可視化されます。ステップ間の距離はわずか 3 nm。



セリウムと鉄を含む、着火材由来の火打石。Sense BSD 検出器を使用すれば、低加速電圧（ここでは 2 kV）で材料コントラストが容易に可視化できます。

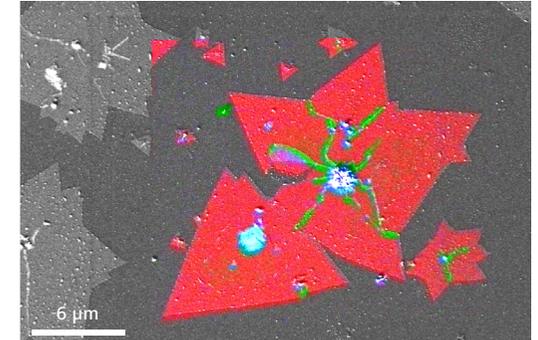


25 ~ 50 nm の酸化鉄粒子。aSTEM 検出器を使用して、暗視野モード、20 kV でイメージング。

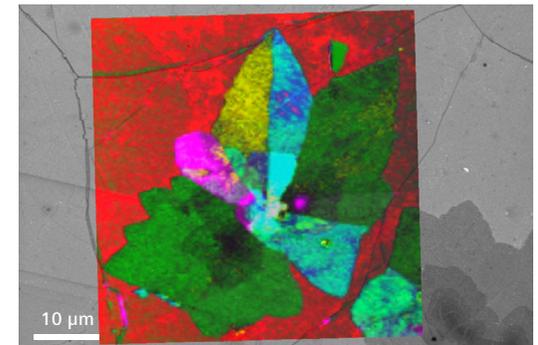


カーボンナノファイバー。高真空において 1 kV で Inlens SE 検出器を使用することで、繊細な構造を損傷することなく簡単にイメージングできます。

ラマンイメージング（2D 材料、ポリマー）



CVD 法により Si/SiO_2 基板上に成長した MoS_2 2D 結晶： MoS_2 結晶（緑）、多層膜（青）、単層膜（赤）のしわや重複部分を示す RISE 画像。

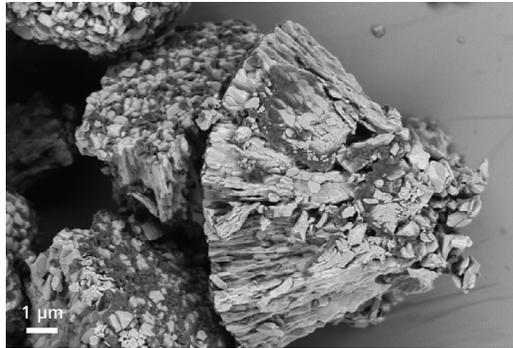


CVD 法によるグラフェン層の成長：RISE 画像の赤い領域はグラフェンの単層を示しています。重なっているグラフェンフィルム同士のねじれ角は、ラマン分光イメージングを使用することで決定されます。20° を超えるねじれ角は青、3 ~ 8° のねじれ角は緑、12° のねじれ角は紫で示されています。

ZEISS Sigma のアプリケーション例：材料科学

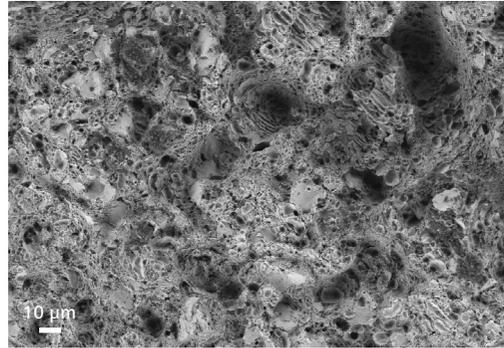
- 概要
- 特長
- アプリケーション**
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

エネルギー材料

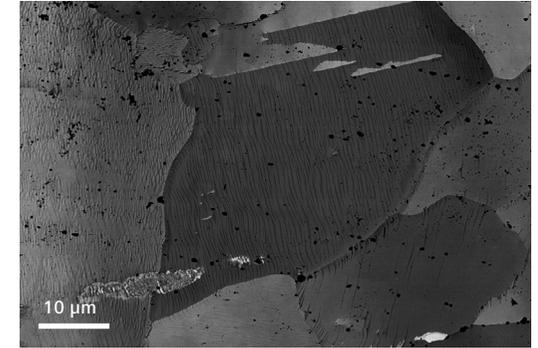


電池の正極箔の粒子表面。材料コントラストを使用してLi-NMC（酸化リチウムニッケルマンガンコバルト電池）上のバインダー（黒い物質）を同定。aBSD でイメージング。

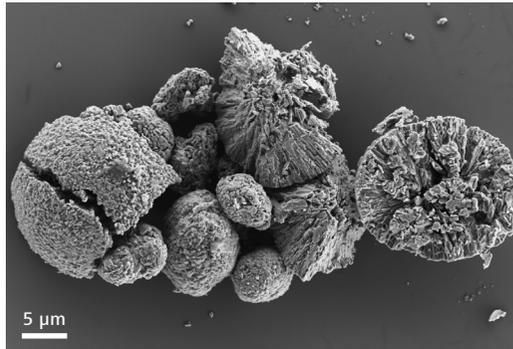
エンジニアリング材料：金属および合金



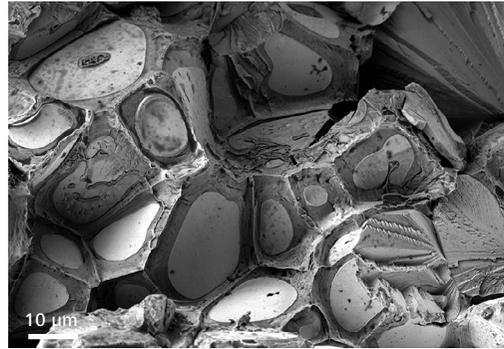
aBSD 画像は、作動距離が長くても金属の破断面の形態を明らかにし、組成情報をもたらします。



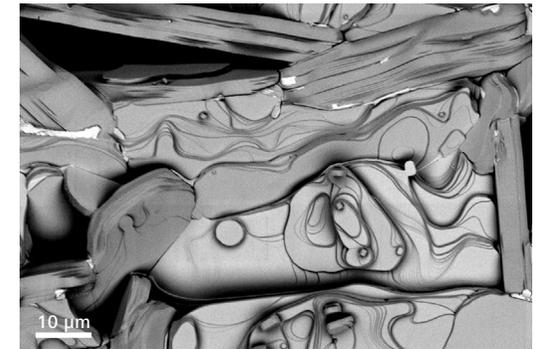
プラチナ結晶の粒界とすべり面、AsB 検出器を使用して 4 kV でイメージング。



電池のカソード。上の写真と同じ様に破損した Li-NMC 粒子。トポグラフィーコントラスト用のチャンパー SE 検出器でイメージング。



高真空、3 kV でイメージングした高度な合金材料が、鋼マトリックスに囲まれたタングステンのコア材料を示しています。



aBSD を使用して 1kV でイメージングした超伝導合金試料。

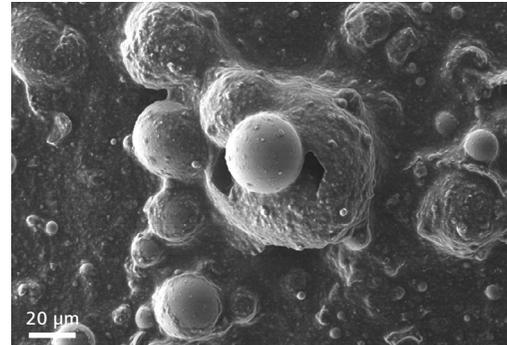
ZEISS Sigma のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

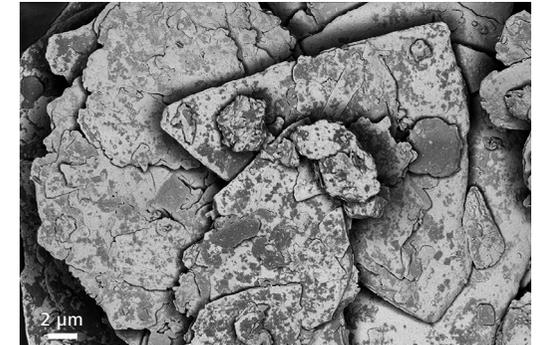
薬学研究



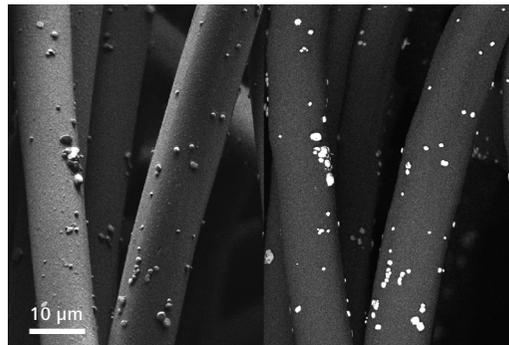
炭酸ランタン、Inlens Duo BSE を使用して 1 kV でイメージング。
LaCO₃ は、透析患者の口腔治療剤に使用されるリン酸塩結合剤です。



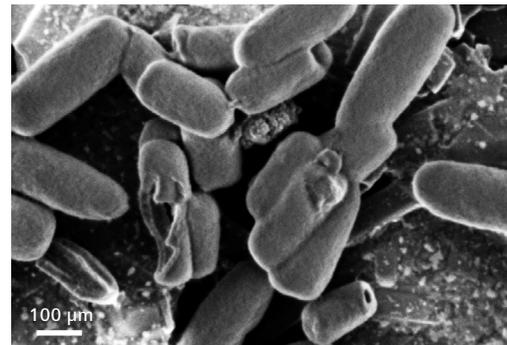
制汗剤エアロゾルに含まれるクロロヒドロキシルアルミニウム、
VPSE を使用して 7 kV およびチャンバー圧力 25 Pa でイメージング。



化粧品に使用されるセリサイトマイカとカオリン粘土。
Inlens Duo を BSE モード、1kV で使用することで、繊細な
ラメラの構造と組成情報が明らかに。



銀のナノ粒子が付着した繊維、1 kV、左：Inlens Duo SE、右：
Inlens Duo BSE。創傷ケアに使用する抗菌包帯材のもの。

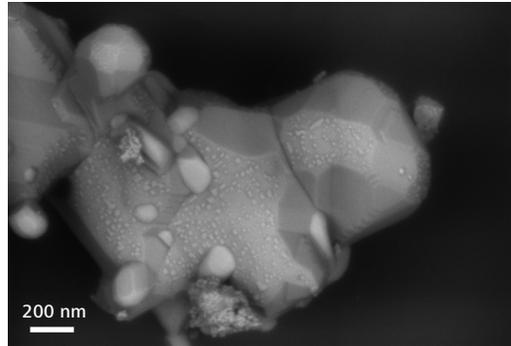


薬物送達用 MSC カプセル（中空メソ多孔体シリカ）。Inlens SE
検出器、500 V。試料ご提供：V. Brune and S. Mathur, Institute of
Inorganic Chemistry, University of Cologne, Germany

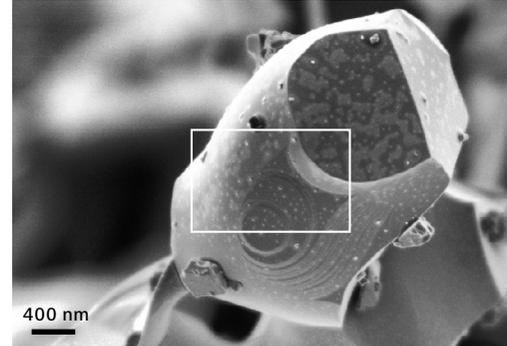
ZEISS Sigma のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

触媒・化学薬品

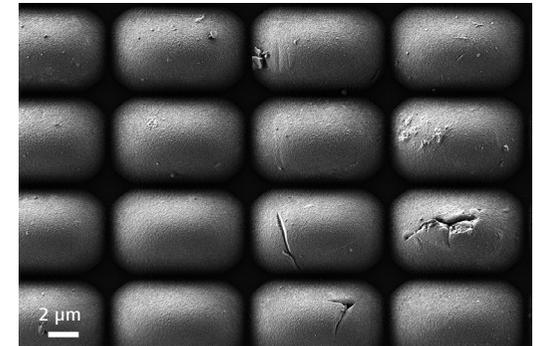


触媒粒子、白金担持ランタン-チタン酸カルシウム、Sense BSD を用いて低加速電圧（ここでは 1 kV）でイメージング。

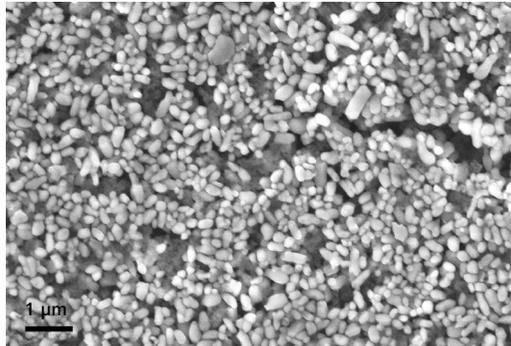


ペロブスカイト。狭い領域のプラチナ触媒の分布、適切なイメージング条件下：5 kV、作動距離 3.5 mm。

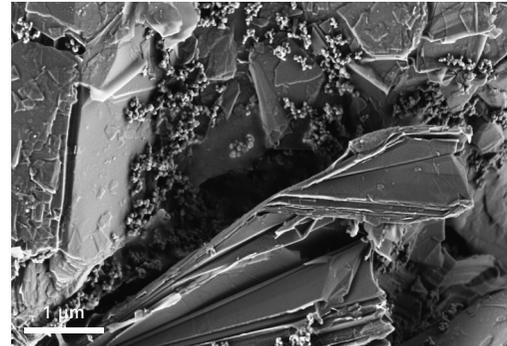
ポリマー



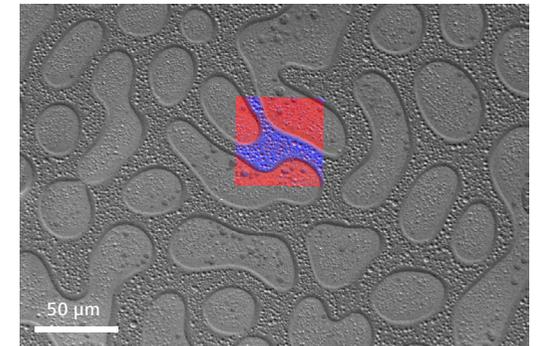
非導電性マイクロレンズの表面欠陥。加速電圧 300 V であっても、ETSE により極めて詳細に表面を検査可能。



顔料や乳白剤として使用される非導電性酸化チタンのナノ粒子。C2D を使用して、VP モード、40 Pa でイメージング。



片状グラファイト。低加速電圧で、表面感受性の高いイメージングを用いて観察、チャンパー SE2 検出器を用いて 1 kV で取得。



ポリスチレン (PS) とポリメチルメタクリレート (PMMA) のポリマー混合物：この 2 つのポリマーは非混合ブレンドを形成します。ドメイン構造は PS が青、PMMA が赤として明確にイメージングされています。

ZEISS Sigma のアプリケーション例：生命科学

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

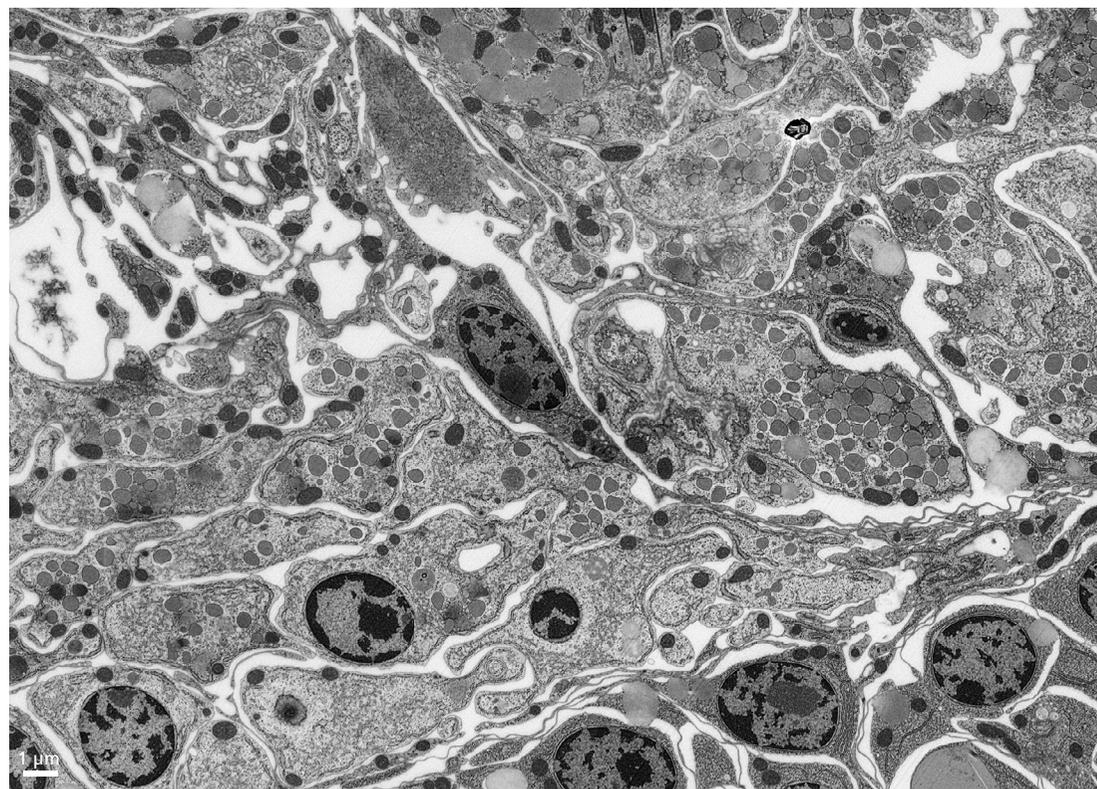
サービス

動物学や植物学から発生生物学、神経科学研究、細胞生物学に至るまで、あらゆる生命科学の分野において、生体試料の超微細構造の詳細を調べるには、走査型電子顕微鏡が必要不可欠です。

走査型電子顕微鏡（SEM）は、細胞間接触すら観察できる分解能での3Dイメージングを可能にします。補完的な顕微鏡技法やコントラスト法を組み合わせることで、試料の全体像を把握して、科学的疑問に対する答えを導き出すことができます。

典型的なタスクとアプリケーション

- 胞子や珪藻類、固定組織など、ビームダメージを受けやすく繊細な生体試料のトポロジーを、ETSE、Inlens SE または C2D 検出器を用いて高分解能で特性評価。
- 高感度試料、非導電性試料、気体を放出する試料または低コントラスト試料の画像を、コーティングなしのVPモードで非導電性試料を観察する、あるいは低加速電圧アプローチを用いることで容易に取得。
- VPアプリケーションや、低加速電圧アプリケーションを共焦点ラマンイメージングと組み合わせ、生体材料のケミカルフィンガープリントを調べる。
- Inlens 検出器を使用するか複数の後方散乱検出器から選択することで、細胞や組織などの超微細構造を高分解能で視覚化。
- 連続切片やブロックフェイスなどの広い領域でのイメージングにより、大型試料における超微細構造の3D情報を取得。

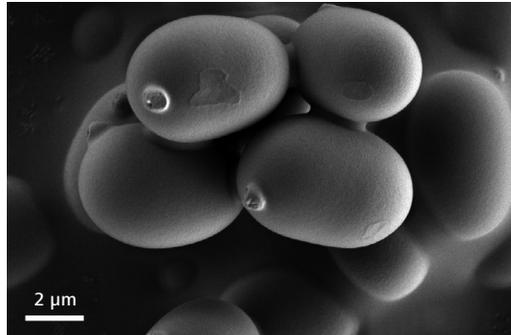


海産無脊椎動物 *Tricellaria inopinata* の超微細構造（実視野 30 μm ）。試料ご提供：Anna Seybold and Harald Hausen, Sars Centre for Marine Molecular Biology, University of Bergen, Norway. ZEISS Sigma 560、Sense BSD 検出器、1 kV、30 pA で取得。

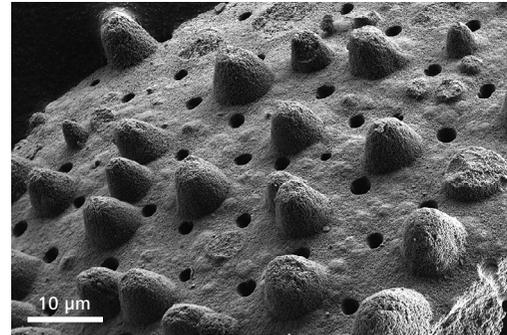
ZEISS Sigma のアプリケーション例：生命科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

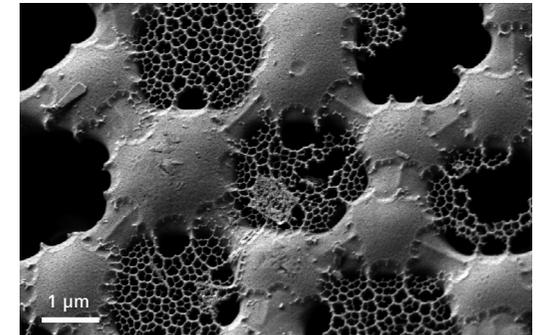
トポロジー



キノコの胞子。高真空において 1 kV でイメージング。繊細で壊れやすいこのような構造も、Sigma 560 なら低加速電圧で簡単にイメージングできます。

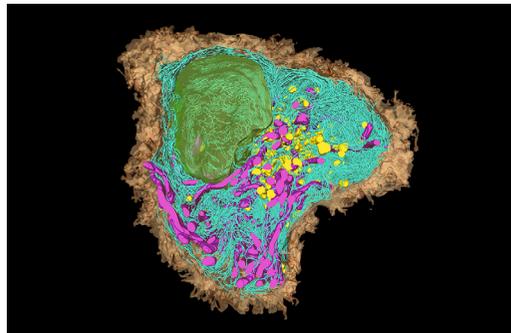


高真空、3 kV で ETSE 検出器を使用した結果、浮遊性有孔虫の殻にある方解石壁表面の細部や孔が明確に観察できます。

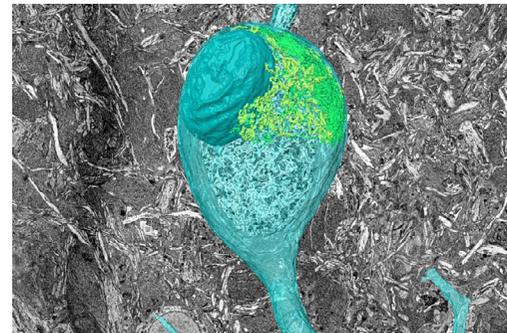


非導電性試料である珪藻の繊細な開放構造を、ETSE を用いて、帯電によるアーチファクトのない高真空、低加速電圧でイメージング。

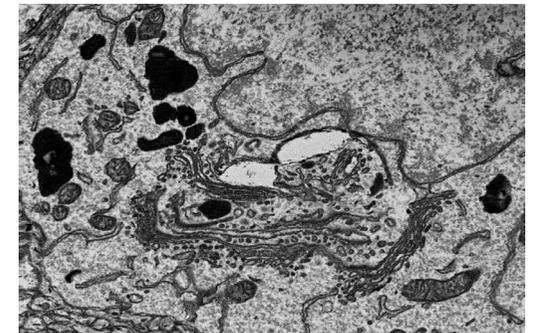
超微細構造



樹状細胞の超微細構造の高分解能画像。シリアルブロックフェイスイメージングデータからセグメンテーション化された細胞内器官が確認できます。試料ご提供：Dr. Peter Munro and Hannah Armer, UCL Institute of Ophthalmology, UK



シリアルブロックフェイスイメージングを用いた 3D 脳内超微細構造を自動取得。アストロサイト（シアン）を同定しセグメンテーションを実施。試料ご提供：Dr. Peter Munro and Hannah Armer, UCL Institute of Ophthalmology, UK

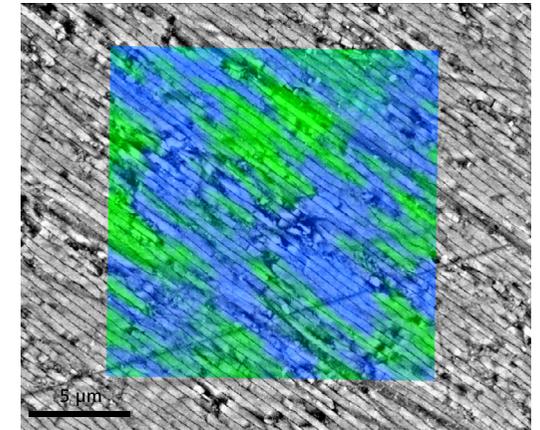
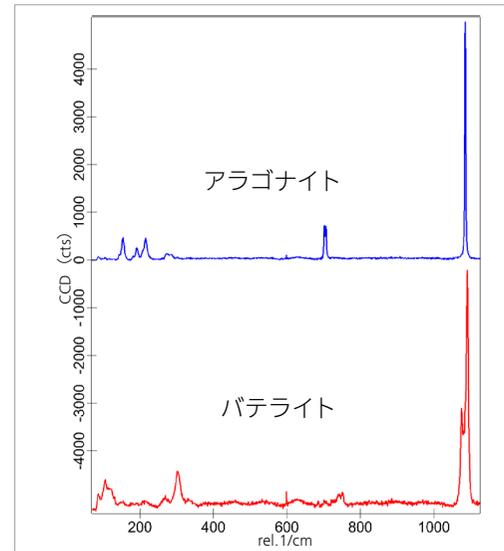
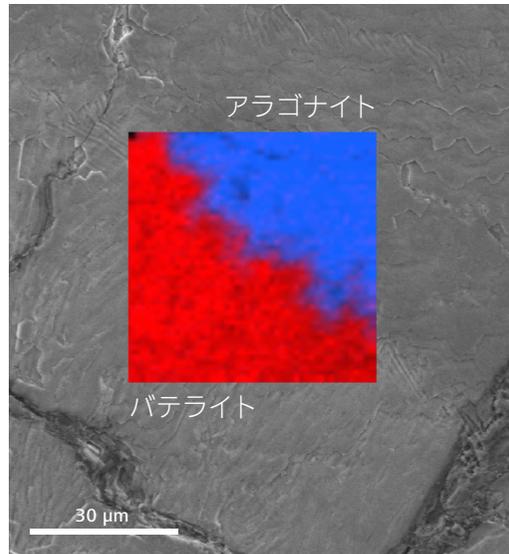


マウス細胞の皮質、超微細構造の詳細が確認できます。BSD によるイメージング。

ZEISS Sigma のアプリケーション例：生命科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

生体材料のラマンイメージング



アワビ貝殻の研磨した断面：相関 RISE イメージングにより、アラゴナイト相の CaCO₃ の異方性が確認できます。真珠層の異方性が検出されています。青と緑が生体結晶における異方性の格子ひずみを表しています。

真珠の表面：この RISE 画像（左）によって、アラゴナイトとバテライトの区別が可能になります。どちらも CaCO₃ 多形体で乳白色の真珠内に存在し、化学組成は同じですが、結晶構造が異なります（ラマンスペクトル、右）。アラゴナイトとバテライトはラマンスペクトルで明確に区別することができます。

ZEISS Sigma のアプリケーション例：地球科学および天然資源

概要

特長

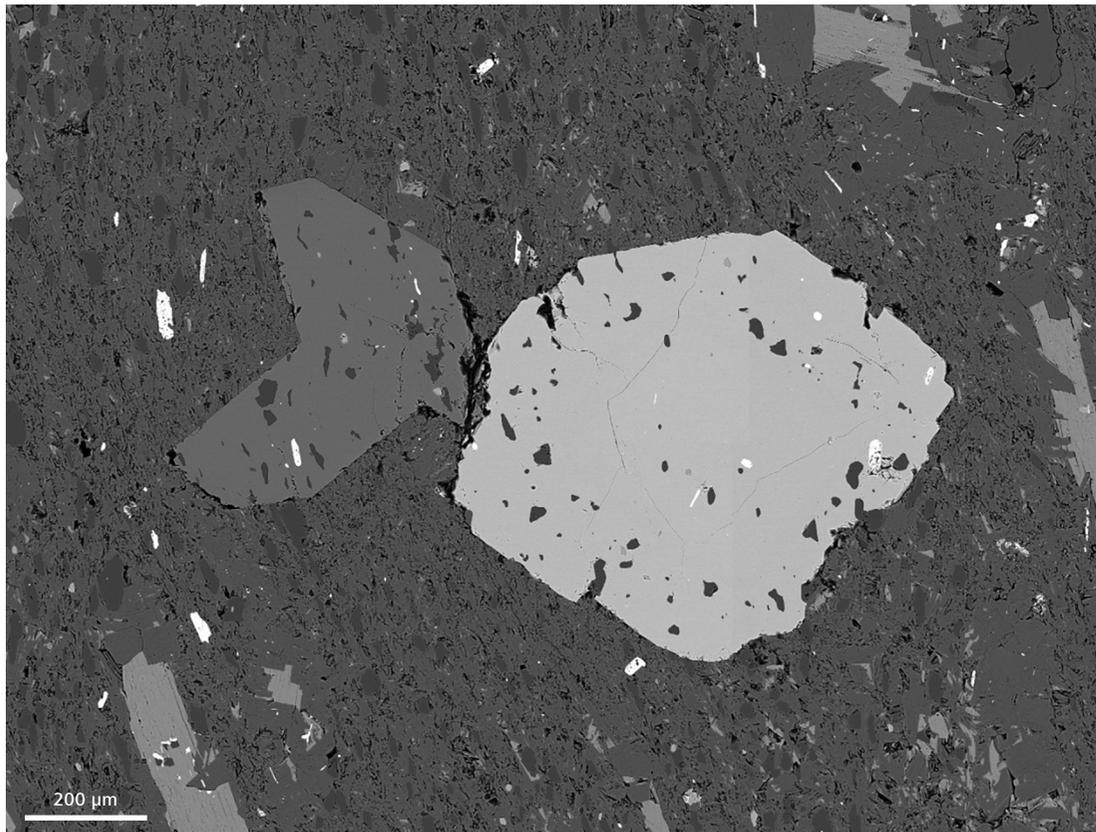
アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

粒子形態に関するバルク化学から鉱物学まで、地球科学者が岩石や鉱石、鉱物、その他の天然資源を調査する場合に解明したい疑問はいくつもあります。走査型電子顕微鏡に解析機能と自動機能を組み合わせることで、試料の理解を向上させ、プロセスやモデリングを改善できます。



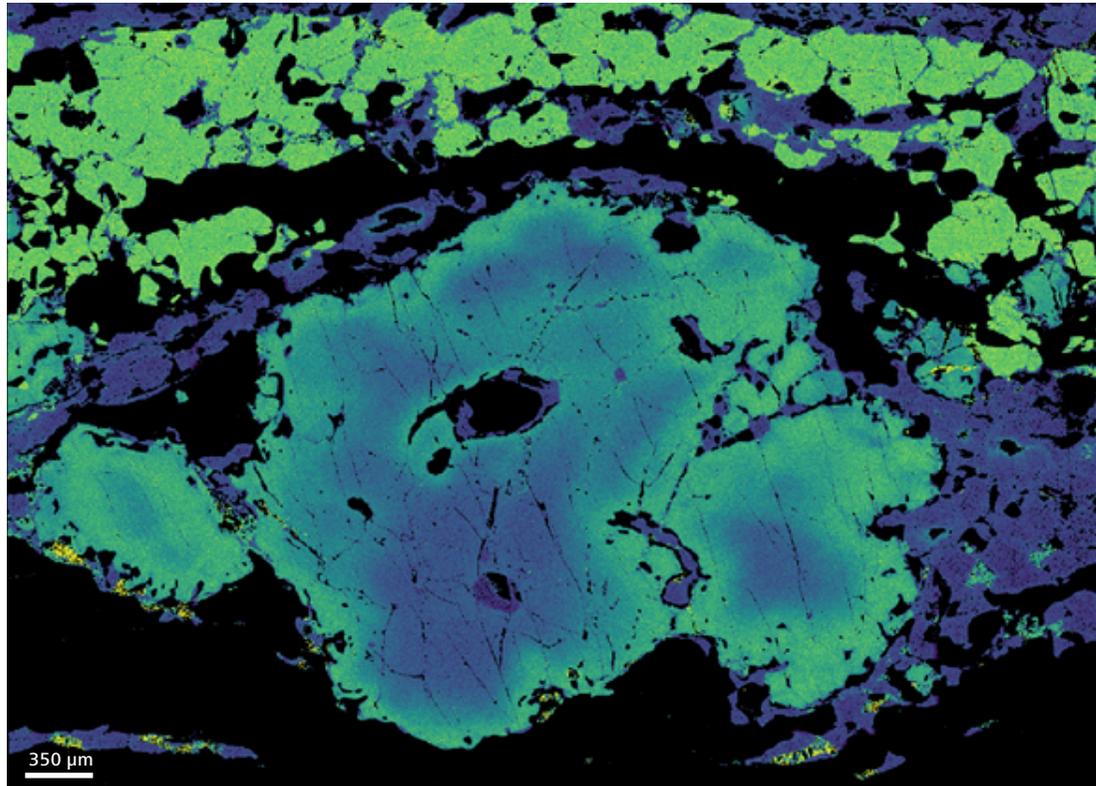
変成片岩（南オーストラリア州 Weekeroo 産）試料中の介在物を内包するガーネットおよび十字石粒子の後方散乱電子（BSE）画像。20 kV、高分解能でイメージング。

典型的なタスクとアプリケーション

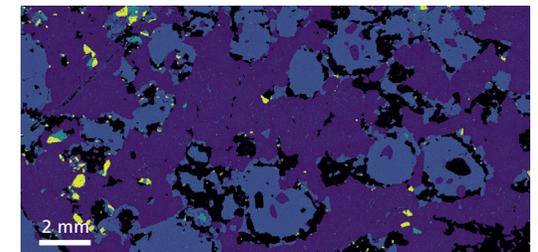
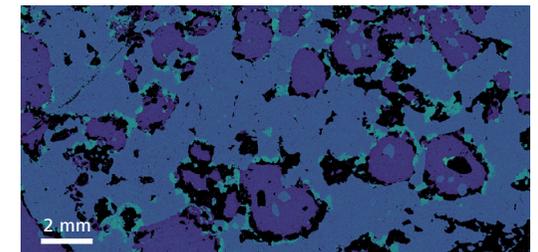
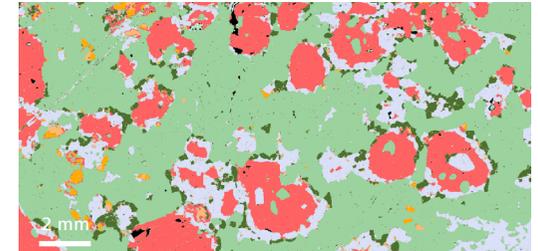
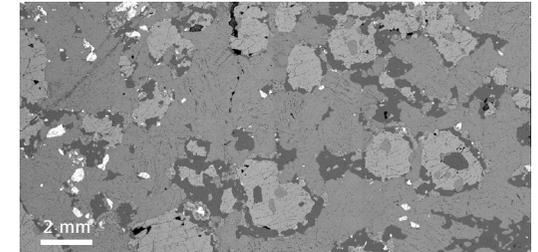
- 岩石や鉱物の特性評価：SE、BSE、CL（カソードルミネッセンス）等の手法を使用して試料をイメージング。
- イメージングに、EDS 元素マッピングや WDS 微量元素解析などの地球化学的解析を組み合わせる。
- 相関ラマン分光法、EBSD 微細構造、ハイパースペクトル CL を用いて解析機能を拡張し、欠陥と微量元素の結合価を調べる。
- 岩石の切片上にある粒子サイズと相分布を特性評価して、有機物と無機物を区別。
- 粒子マウント、超薄切片やコアなどを調べる：可変圧力モードで、非導電性鉱物試料のイメージングおよび高速分析が可能。
- aBSD 検出器を使用することで、頁岩と鉱物の高精細組成データを取得。
- 柔軟性の高い EDS 検出器構成を使用すれば、高速化学解析と他に類を見ない立体角ジオメトリが可能に。
- 一度に最高 16 個の試料をマウントできるチャンバーの形状を活用し、中央ラポでのハイスループトを実現。
- 相分離を強化：RISE を用いて化学分析と振動分光法を関連させ、多形を区別。

ZEISS Sigma のアプリケーション例：天然資源

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス



主要鉱物内の地球化学区分を強調して示す、定量 EDS 主要元素ヒートマップ (Ca) またはガーネット含有片麻岩。

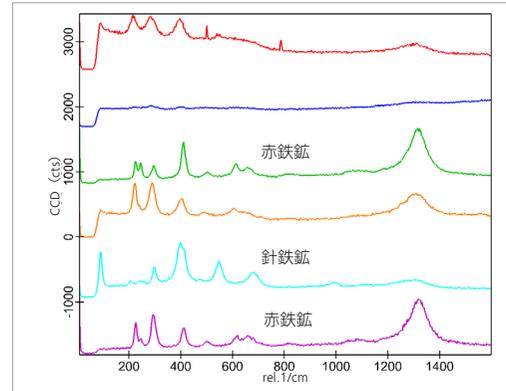
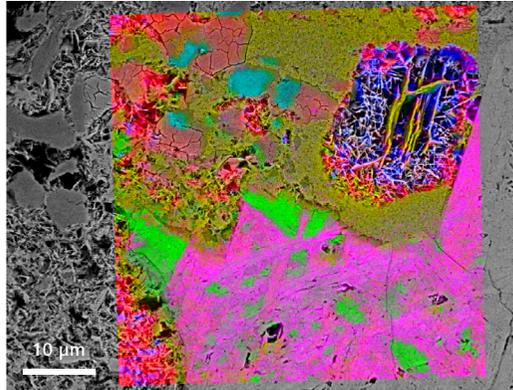


幅広いタイプの試料における定量的なテクスチャ解析や地球化学的解析用の BSE、EDS などの複数のイメージングモードと、岩石学研究や粒子解析、プロセス鉱物学などのワークフローを使用して、超薄切片全体などの広い領域を迅速にマッピングできます。左から右へ、グラニュライト相岩（スコットランド北西産）の Fe および Mg のマッピング。

ZEISS Sigma のアプリケーション例：地球科学

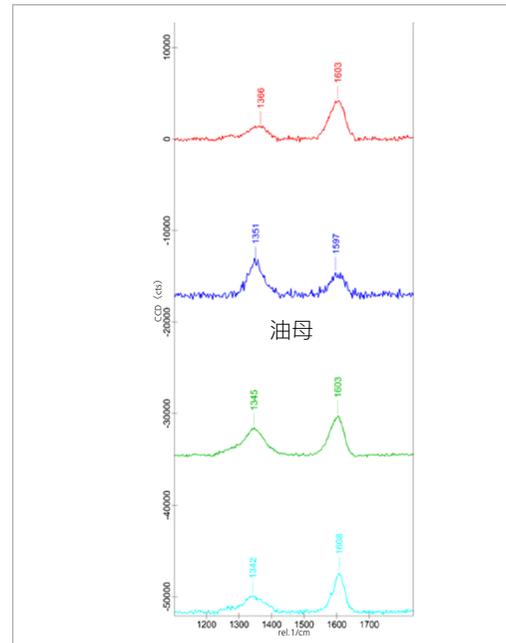
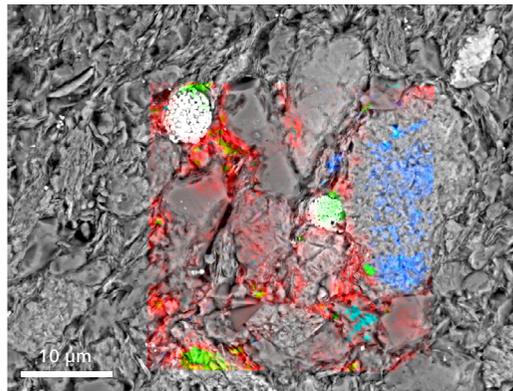
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

鉱物試料のラマンイメージング



鉄鉱物

鉄鉱石鉱物のラマン識別 (RISE 画像、左)。赤鉄鉱のスペクトルに見られる差異は、結晶の配向の違いによるものです (ラマンスペクトル、右：赤鉄鉱は赤、青、緑、オレンジ、ピンク、針鉄鉱は水色)。



頁岩鉱物

油母は堆積岩中にある有機物の一部を構成する有機化合物の混合物です。ラマンを使用すると、鉱物相の間にある有機物を識別して分類できます。大部分が軽元素でできているこのような有機物は、EDSでも簡単には分析できません。油母Gバンド(中心は1600 / 1/cm)のFWHM(半値全幅)が熟成熟度を意味するものとして示されてきたため、RISEを使用してこの高度な情報を取得することもできます。

ZEISS Sigma のアプリケーション例：顕微鏡の工業用途

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

工業における品質解析では再現性と信頼性が求められます。再現性と信頼性が満たされて初めて、その工場が定義され、測定可能な、文書化された品質基準を満たしていると言えます。ここでの重要なタスクは、適正製造規範の一環として、問題の根本原因を可能な限り迅速に特定して、それに基づいて取るべき行動を決定することです。

異なる部品や材料を組み合わせることは、不良の原因となる恐れがあります。システム上の欠陥を特定するには、様々な方法やアプリケーションを採用する必要があるかもしれません。そのため、古典的な表面破壊解析および金属組織分析が、電氣的不良解析から組成分析までの幅広い手法と並び、最先端の手法となっています。



デンドライト構造酸化亜鉛のこの画像は、エネルギー貯蔵システムの電極の形態変化の検出に役立ちます。Sigma で ETSE 検出器を使用した二次電子イメージング。

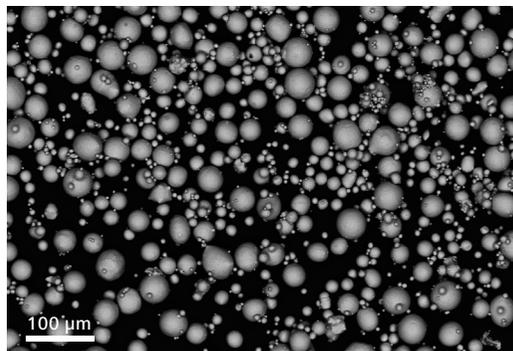
典型的なタスクとアプリケーション

- Inlens SE 検出器、他の SE 検出器などを使用して、マイクロメートルスケールからナノメートルスケールまで、機械的要素や光学要素、電子要素の不良解析を実施。
- 複数の後方散乱検出器から選択し、材料コントラストにより微細構造だけでなく、組成や相分布を調べて、デバイスの特性を評価。
- 表面または研磨した断面を、EDS、ラマン、EBSD 等の解析と相関した高分解能高コントラストイメージングで調査し、破損を解析。
- 粒子解析などのワークフローを自動化し、SmartPI (VDA 19.1 および ISO 16232 準拠) を使用して、粒子の検出、調査、特性評価を実施。
- 新エネルギー車 (NEV) の材料の微細構造を、ZEN core ソフトウェアの Materials Apps と AI Toolkit で定量化。

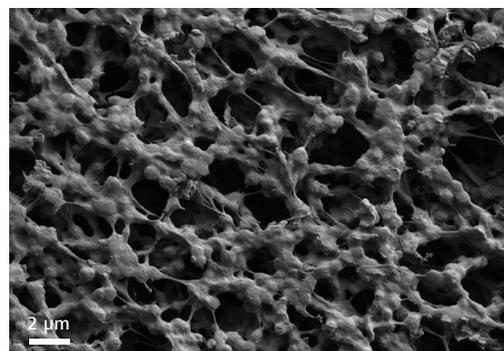
ZEISS Sigma のアプリケーション例：顕微鏡の工業用途

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

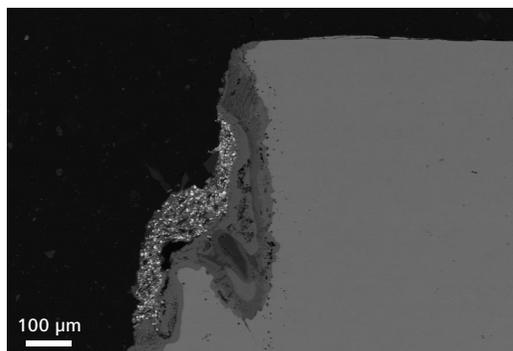
インフラストラクチャ材料



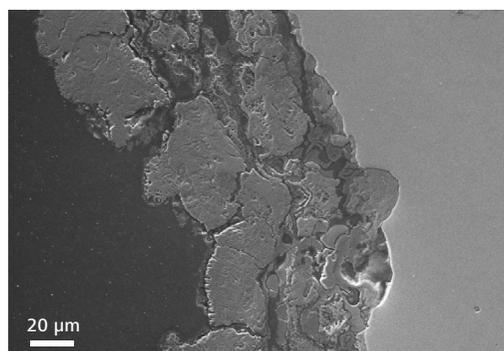
3D プリンタでの積層造形または溶射用チタン合金 (Ti-6Al-4V) 粉末。Sigma での後方散乱電子イメージング。



珪藻類を水からろ過するために使用したフィルタペーパー。金の薄層でコーティング。2 kV で ETSE 検出器を使用して取得した画像。



表面に不純物がある炭素鋼の腐食箇所、断面、Sigma での後方散乱電子イメージング。



欠陥のあるパイプ内において、腐食のひどい箇所、高温腐食と薄肉化が見られます。50 Pa、低真空で Sigma の C2D 検出器を使用して取得した画像。

可能性を拓く

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ステージの構成 - ユーセントリックと直交座標系から選択

十分な柔軟性をもって試料を扱えるよう、Sigma 560 では、ユーセントリックおよび直交座標系、いずれのステージオプション設定も可能です。ユーセントリックステージは、極めて安定度が高く振動を抑えるプラットフォームで、高分解能を実現します。機械的なユーセントリック機能によって、電子ビームの下で試料を簡単に傾けることができるため、高分解能のイメージングにも最適です。コンピューセントリックな動きが可能な直交座標系ステージは、大きな試料を移動させなければならない場合に、特に本領を発揮します。モジュラー設計により、重量 5 kg、高さ 138 mm までの巨大かつ重い試料を収容することができます*。直交座標系ステージは、自動車、航空宇宙、金属、機械など要件の厳しいアプリケーションに最適です。

* スペーサーブロックと ZTR モジュールがない場合



Sigma 560 とユーセントリックステージ。

パラメータ	ユーセントリックステージ	直交座標系ステージ
傾斜	-4° ~ 70°	-10° ~ 90°
XY 駆動範囲	130 mm	125 mm
Z 駆動範囲	50 mm	38 mm
重量	0.5 kg	0.5 kg XYZTR, 2 kg XYZR, 5 kg XY
最適なアプリケーション	高分解能イメージング	大きく、重量のある試料
アプリケーション	高分解能が必要なあらゆるアプリケーション (ナノ粒子、薄膜など)	<ul style="list-style-type: none">自動車用ピストンの品質保証 / 品質管理航空宇宙用タービンブレードの不良解析大型機械加工表面検査

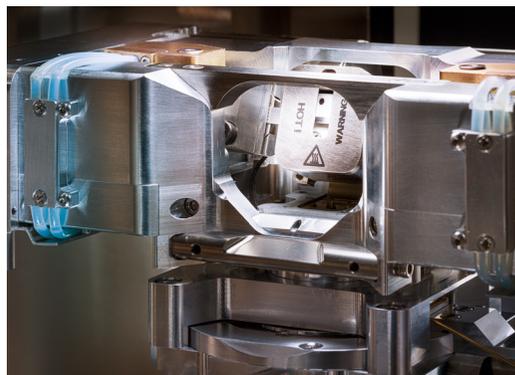
可能性を拓く

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

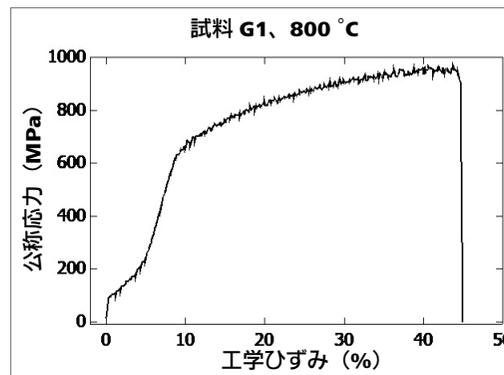
ZEISS FE-SEM 用 In Situ ラボ - マルチモーダル in situ 実験のための統合ソリューション

材料開発において、材料性能を微細構造に紐付ける必要がある場合は、ZEISS の自動化された in situ 加熱・引張実験ラボをご利用ください。これにより、応力・ひずみ曲線をその場でプロットしながら、熱が加えられ張力がかかっている材料を自動的に観察できます。

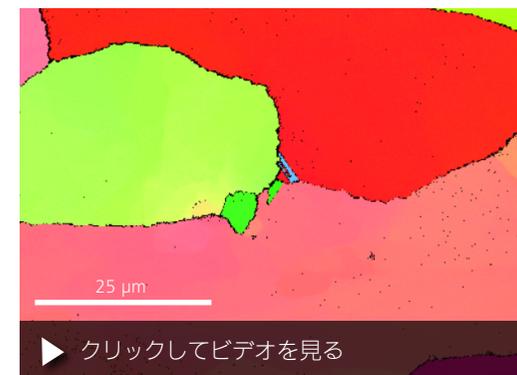
お使いの Sigma 顕微鏡に、加熱・引張実験用の in situ ソリューションを追加することで、金属、合金、ポリマー、プラスチック、複合材料、セラミックスなどの材料を観察でき、in situ ワークフローを無人自動で実施できます。さらに、引張または圧縮ステージ、加熱ユニット、高温検出器を、EDS または EBSD と組み合わせることが可能です。再現性が高く、正確かつ信頼のおけるデータをハイスループットで収集し、誰が作業しても、統計上代表的な結果を取得できます。さらに、デジタル画像相関を用いたデータ処理が可能です。



In situ 引張および加熱ステージ。EBSD 解析において、試料を 70° 回転。高温試験のためにヒーターが試料の下に取り付けられています。



高温対応部品用の γ 強化型鍛造超合金である Haynes 282 の試料を用いた in situ 引張試験および EBSD 解析により、結晶粒の方位差と欠陥が認められます。左：応力 - ひずみ曲線。in situ 加熱ステージを使用した例として、関心領域の 1 つに対する一連の EBSD マップが示されています。すべり線がはっきりと確認できます。SEM 画像で窪んだエリアを生み出している中央の小さな緑の粒 (EBSD) の近くに空洞ができています。



可能性を拓く

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

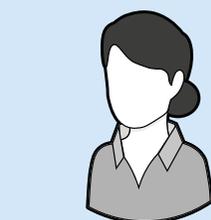
マルチユーザー環境であっても SEM の生産性を犠牲にしない

実際のラボ環境によっては、SEM の操作は専門の電子顕微鏡技師の独占領域となってしまうことがあります。しかし、学生、研修生、品質エンジニアなど、専門家以外のユーザーが SEM からデータを取得する必要も多々あることから、この状況が課題となっています。Sigma ではこのどちらの要件も考慮し、分解能や性能を犠牲にすることなく、経験豊富な顕微鏡技師や、それ以外のユーザーの操作上のニーズを満たす、ユーザーインターフェースオプションを備えています。



システム管理者

このユーザーは、システムのキャリブレーションとパラメータの事前設定を担当し、システムコントロールにフルアクセス可能です。



経験豊富なユーザー

推奨 UI :
SmartSEM

専門家ユーザーは、カスタマイズイメージディレクトリ、高度なイメージングパラメータ、解析機能にアクセスできます。また、他のユーザープロファイルとは別に自分のカスタムプロファイルを持つことができます。



初心者ユーザー

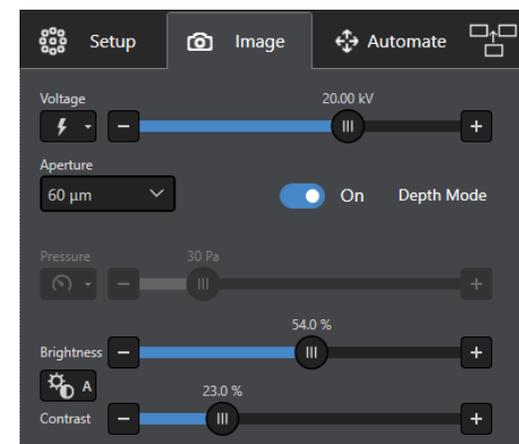
推奨 UI :
SmartSEM Touch

初心者ユーザーは、カスタマイズイメージディレクトリ、定義済みワークフロー、頻繁に使用されるパラメータにアクセスできるため、初心者には最適です。また、他のユーザープロファイルとは別に自分のカスタムプロファイルを持つことができます。

Sigma は、経験のレベルもアクセス権も異なる様々なユーザーのためのインターフェースとオプションを搭載し、マルチユーザー環境のニーズを完璧に満たしています。

直感的な操作 : SmartSEM Touch

ZEISS の SmartSEM は、経験豊富な顕微鏡技師に定評のあるオペレーティングシステムで、ユーザーは高度な顕微鏡設定をも行うことができます。SmartSEM Touch は非常に簡素化されたユーザーインターフェースで、SEM 操作知識の少ないまたは知識を持たない、普段使用しないオペレーターでも使用できるようデザインされています。20 分もあれば、初心者ユーザーでも使用できるようになり、最初の SEM データを作成できます。ラボ管理者は、繰り返し行うルーチンのイメージング、試料、パーツのパラメータを事前設定し、初心者や日常的なユーザーが常に全く変わらないパラメータを使用して再現性のあるデータ取得を行えるようにします。多言語対応で、容易に使用できます。



SmartSEM Touch : 直感的なユーザーインターフェースでプリセット、ワークフロー、イメージングパラメータを使用できます。

可能性を拓く

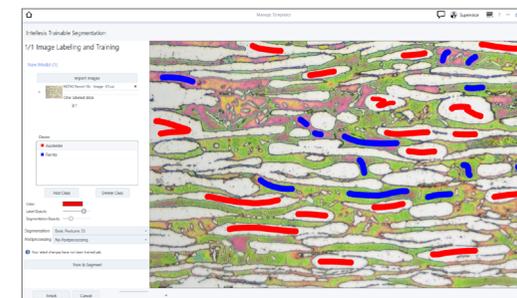
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

データをイメージング、解析、ネットワーク経由でデータにアクセス：コネクテッドマイクロスコブ向けソフトウェア

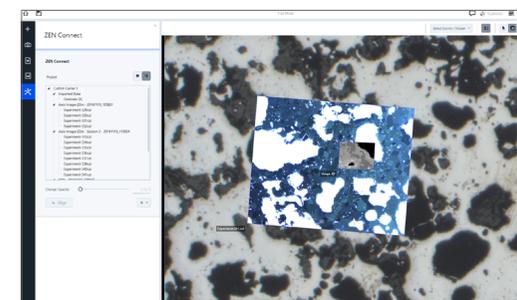
ZEN core のソフトウェアが扱うのは、顕微鏡イメージングだけではなく。産業界でもアカデミアでも、ZEN core は、コネクテッドラボでのマルチモーダル顕微鏡観察において、イメージング、セグメンテーション、解析、データ接続のための最も包括的なツールです。

メリット：

- マルチユーザー環境における ZEISS の全顕微鏡を 1 つのインターフェースに：ZEN core は、実体顕微鏡から、自動イメージングシステムや電子顕微鏡に至るまで、ZEISS 顕微鏡のための統合ユーザーインターフェースを提供します。これにより、マルチモーダルワークフローを実行し、光学・電子顕微鏡を相関することが可能です。システムとラボの間で、すべてのイメージングデータと解析データを関連付けることが可能です。
- 高度なイメージングと自動化された解析：画像取得ルーチンを実行して、再現性・一貫性に優れた高度なワークフローのメリットをご活用ください。EDS、EBSD、ラマン分光法などの解析を実行し、すべての結果を相関することが可能です。データを AI ベースのセグメンテーションや分類を使用して、後処理することもできます。
- コネクテッドラボ向けインフラソリューション：お持ちの ZEISS イメージング・顕微鏡ソリューションをすべて、使い慣れたグラフィカルユーザーインターフェース（GUI）につなげましょう。ZEN core は、コネクテッドラボ向けのインフラストラクチャを提供します。試料から意義のある情報を最大限に抽出できます。この GUI は、電動ステージ搭載の全 ZEISS 電子・光学顕微鏡で実施可能な材料解析に特化して設計されています。



ZEN core で、AI ベースのソリューションを使用。わずかな領域を塗りつぶしてラベル付けするだけで、システムに画像のセグメンテーション方法を学習させることができます。



相関またはマルチモーダル顕微鏡法を実施。ZEN core のユーザーインターフェースは、試料中心の複雑な実験用設定のためにカスタマイズされています。相関ワークスペースと呼ばれる場所で全画像が視覚化されます。単独の ZEN Connect プロジェクトにおいて、マルチモーダルでマルチスケールのデータが位置合わせされ、コンテキストに取り込まれます。たとえば、光学顕微鏡を SEM 画像や EDS マッピングと相関させることができます。

可能性を拓く

- › 概要
- › 特長
- › **アプリケーション**
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス

ZEN core のパッケージ構成：無限の可能性へ容易にアクセス

ZEN core は、あらゆる顕微鏡ユーザーに包括的なソリューションを提供します。さらに、自動化されたスマートな画像取得、直感的な画像解析およびクラウドベースのデータ管理など、アプリケーションに対応するための機能が加わり、常に進化を続けています。

そのため、ZEN core の最新バージョンでは、ソフトウェアの多岐にわたる機能をより利用しやすくするために、簡素化されたオプションが用意されています。大きな相乗効果を持つ ZEN core モジュールは、カスタマイズされた取得・アプリケーションのツールキットとパッケージのシンプルなセットに統合されています。

ツールキット		説明
2D Toolkit	画像解析	自動計測プログラム作成による 2D 画像解析用ツールキット 高度な処理機能を含む
	高度な処理	
AI Toolkit	ZEN Intellesis によるセグメンテーション	統合トレーニングインターフェースを含む AI アプリケーションのための完全パッケージ <ul style="list-style-type: none"> ■ 機械学習アルゴリズムに基づく自動画像セグメンテーション ■ 機械学習アルゴリズムに基づく、画像解析済み画像の自動オブジェクト分類 ■ noise-2-void アルゴリズムを使用した AI ベースの画像ノイズ除去
	ZEN Intellesis オブジェクト分類	
	ZEN Intellesis AI ノイズ除去	
Connect Toolkit	ZEN Connect	ZEN Connect の機能を拡張する、完全な接続パッケージ。L マーカーから電子顕微鏡への相関ワークフロー、および 3D データ用の機能性のための L マーカーキャリブレーションを含みます。付属の Bio-Formats を使用して、サードパーティの顕微鏡画像とメタデータを ZEN core にインポートします。
	ZEN Connect 2D アドオン	
	ZEN Connect 3D アドオン	
	サードパーティインポート	
アプリケーション ツールキット		説明
Materials Apps	粒度分析	材料アプリケーション用パッケージ： <ul style="list-style-type: none"> ■ 国際規格に基づいた様々な方法で粒サイズを測定 ■ 鋳鉄中の黒鉛粒子の形状、サイズ、分布の解析 ■ 多相試料の粒子径と面積の自動測定、空孔率の評価 ■ 標準比較図またはカスタム比較図 (Wall Chart) で顕微鏡画像を比較 ■ 異なる層の厚さを自動またはインタラクティブに測定
	鋳鉄解析	
	多相分析	
	比較ダイヤグラム	
	層厚測定	
		AI-ready - トレーニング済みのモデルを実行して、データを評価できます。モデルの作成や変更はできません。作成や変更には、AI Toolkit または深層学習ベースのモデル (APEER ML のサブスクリプション) が必要です。
NMI	非金属介在物解析	鋼材中の非金属介在物の自動イメージング、分類、レポート作成
TCA	技術的清浄度分析	清浄度規格に準拠した粒子の自動識別と分類
Automated Imaging	自動イメージング	規定したイメージングプロトコルを用いて、ZEISS FE-SEM で大型電子顕微鏡タイル画像を取得。

ZEN core のオプションパッケージ。2D 画像取得、AI ベースの画像解析、マルチモーダル実験、材料アプリケーション、技術的清浄度のような業界特有のタスクなどの基本的なワークフローに対応しているため、材料学研究者にはこれらのツールキットを推奨します。

可能性を拓く

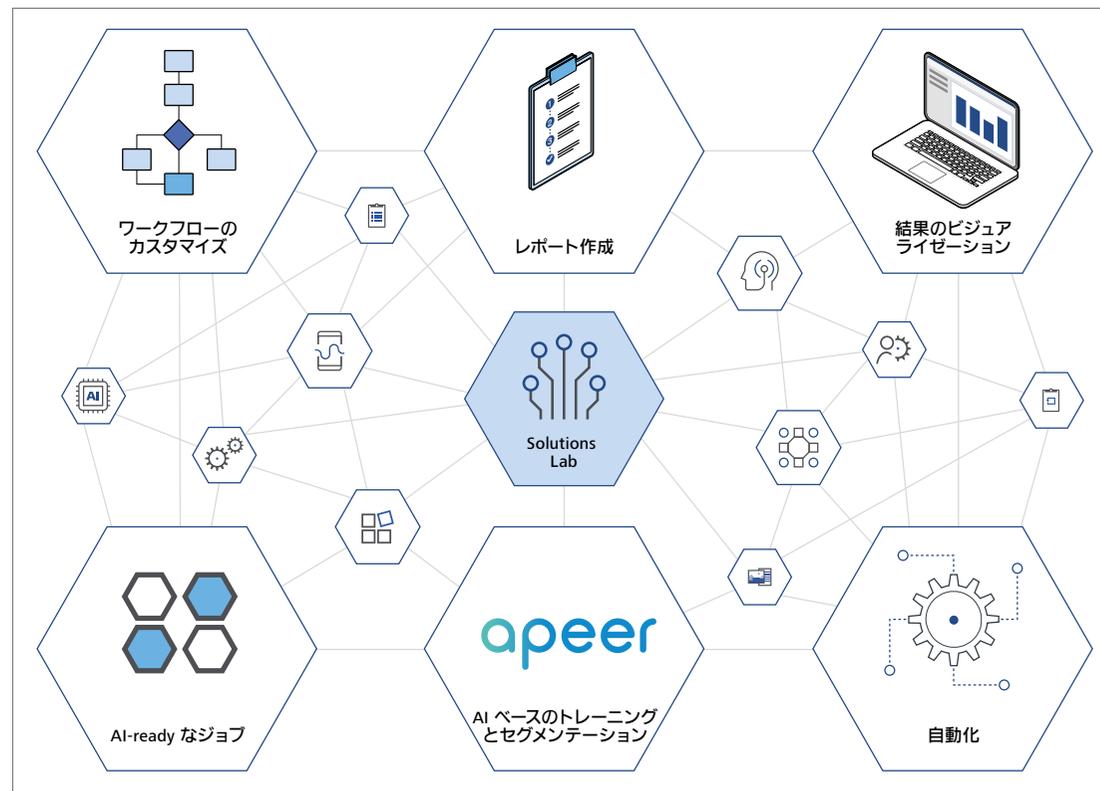
- 概要
- 特長
- アプリケーション**
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

カスタマイズと自動化により、画像から情報を取得： ZEISS Solutions Lab

複数の長さスケールにまたがって相関データを取得するために、ZEISS の新しい顕微鏡システム（あるいは複数のシステム）を購入された方が抱きがちな懸念が、無限に広がる可能性を前に、どのように顕微鏡を使用すればいいかわからないということです。では、どこから始めれば良いのでしょうか？では、ご説明しましょう。まずは ZEISS に連絡して、強力な Solutions Lab アプリを入手してください。ご相談いただければ、ニーズに合わせてソリューションのカスタマイズもお手伝いいたします。

ZEISS が解決をサポートできる課題：

- ジョブ、レポート、結果の提示を含めた、構成に合わせたワークフローのカスタマイズ
- イメージングワークフローの自動化
- ROI（関心領域）の検索の自動化
- クリック 20 回分を画像解析の実行 1 回にまとめて、AI-ready な結果を出すソリューションの開発
- ラボの国際基準に準拠した再現性のある結果を保証する、AI ベースのワークフローの実行
- 粒径、鑄鉄、層厚を調べるためにカスタマイズされた材料研究用ツール（Materials Apps アプリケーションツールキット）の提供
- 最新の AI テクノロジーを使用した、コーディング不要の専用モデルの開発



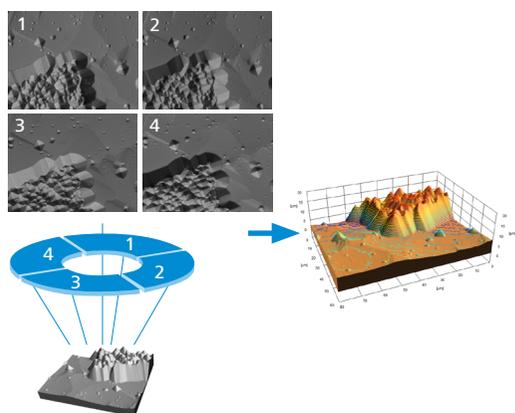
すぐに使用でき、効率を最大化する AI ベースのアルゴリズム。Solutions Lab 内のカスタマイズされたアプリから開始、ZEN core や APEER に接続して活用できます。

可能性を拓く

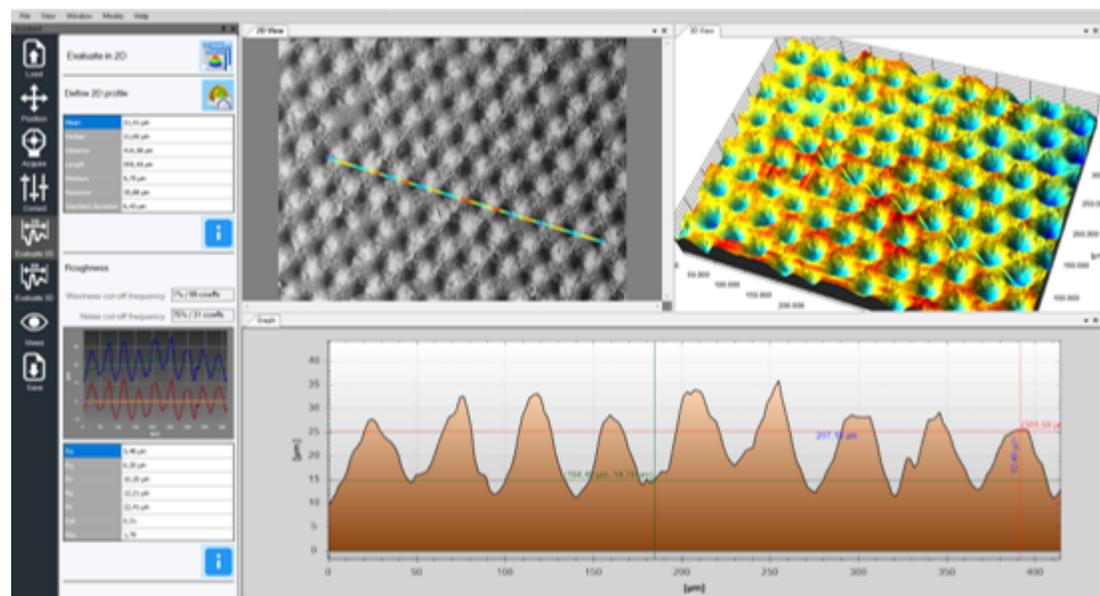
- › 概要
- › 特長
- › **アプリケーション**
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス

3DSM を使用して、試料表面トポグラフィーの定量的情報を迅速に取得

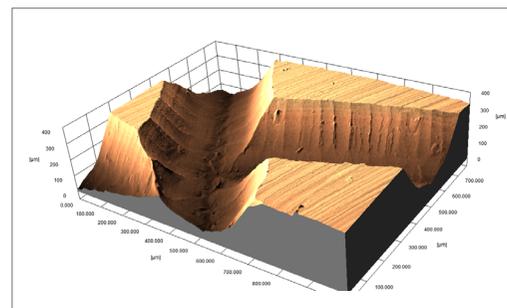
3DSM では、ライブ表面再構築をリアルタイムで実行できます。使いやすい 3DSM ソフトウェアを aBSD4 検出器と組み合わせれば、クリック 1 回で表面の定量的 3D モデルが取得可能です。基礎となる「shape-from-shading」アルゴリズムが、aBSD の外側リングにある 4 つのセグメントのそれぞれが取得した個別画像を用いて、再構成を処理します。得られた 3D モデルは視覚化されるため、数回クリックするだけで、プロファイルの寸法や 2D・3D での粗さ評価などの基本的な測定を直接行うことができます。さらに、生成された 3D モデルをオプションの Mountains[®] ソフトウェアに組み込むことでより高度な解析が可能になります。



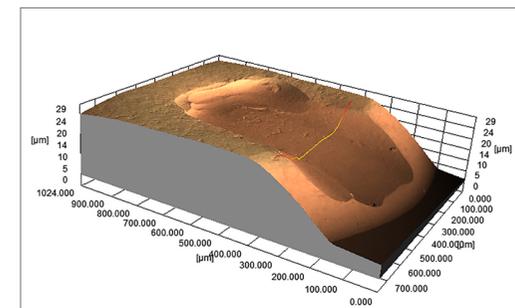
3DSM 法の動作原理：まず、各ダイオードの 4 つのセグメントのそれぞれから、個別の画像を取得します。次に、各画像のグレースケールの異なる階調度により、試料の局所の高さプロファイルをライン単位で計算します。



ロール to ロール技術による「撥水性」のポリエチレンフィルムの 3D 再構成。表面、プロフィール評価、2D・3D 粗さ測定の定量的アセスメントのための 3D モデル。試料ご提供：G. Umlauf, Fraunhofer IGB, Stuttgart, DE



機械加工済みの印が付いた鉄鋼表面の 3D モデル。



銃弾に残った撃針痕の 3D モデル。

可能性を拓く

- 概要
- 特長
- アプリケーション**
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

電子顕微鏡用技術的清浄度ソリューション

根本原因を特定し、迅速で正しい決断を可能に。ZEISS SmartPI は、生産環境におけるたくさんの試料の再現性の高いルーチン測定のために設計されています。不純物データを特定・解析・報告する能力により、プロセス管理の新しい次元を開きます。Oxford EDS 検出器にも対応する ZEISS SmartPI は、技術的清浄度を次のステップへと導きます。大幅に改良された、自動 SEM 粒子分析および分類をご活用ください。生産性と質を向上し、不純物管理コストを低減することができます。

主なメリット

- お使いの ZEISS Sigma ファミリーのための、パワフルで汎用性の高い、オールインワン粒子解析アプリケーション。
- 繰り返しの試料解析をすべて自動化し、ユーザーがほとんど操作しなくても客観的な結果を提供する、完全なオールインワンソリューション。
- SEM の完全制御、高度な画像処理、画像解析、元素分析 (EDS) を、すべてひとつのアプリケーションから操作可能。
- 形態と元素組成に基づき、対象粒子を自動で検出、測定、計数、分類。
- VDA 19.1 および ISO 16232 などの工業規格に準拠した報告書を自動で作成。
- Bruker および Oxford EDS システムに完全に統合され、互換性があります。
- ZEISS 光学顕微鏡による自動相関粒子解析に対応。



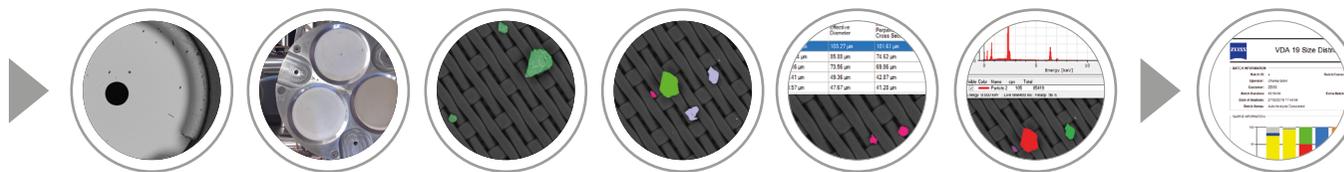
ハードウェア



✓ 試運転



ソフトウェア



✓ キャリブレーション

✓ 移動

✓ 画像取得

✓ 検出

✓ 測定

✓ 解析

✓ レポート



可能性を拓く

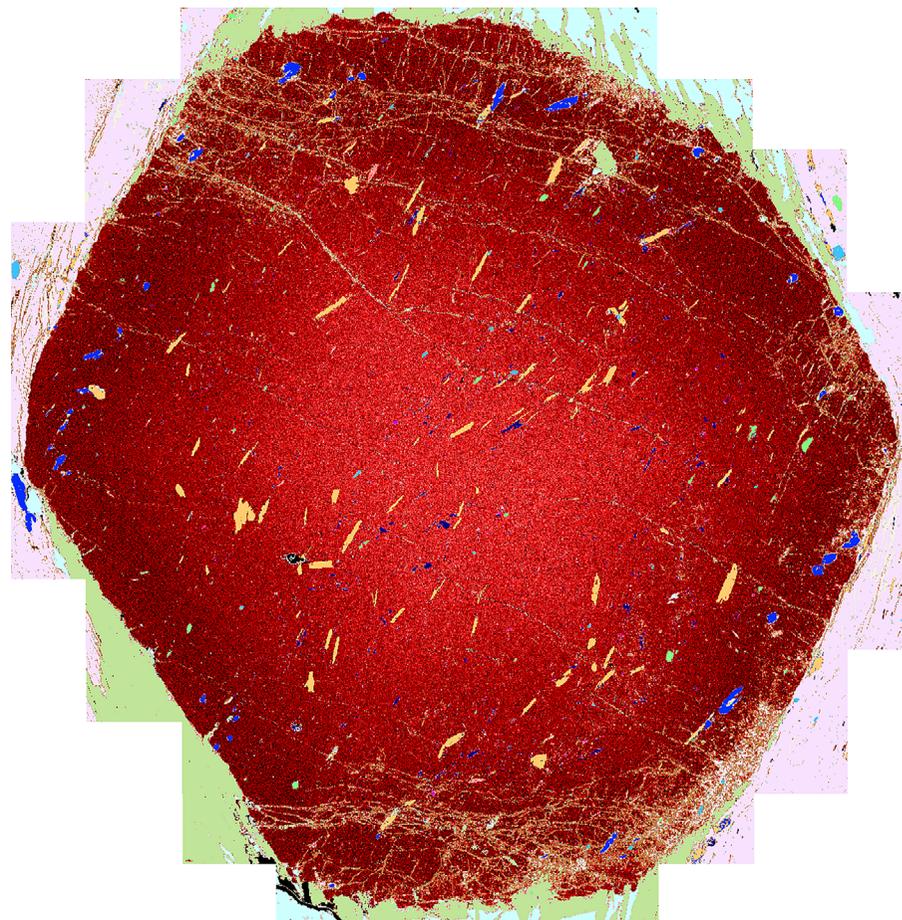
- 概要
- 特長
- アプリケーション**
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

自動鉱物イメージング

ZEISS Mineralogic 2D は、高分解能 SEM イメージングと EDS を組み合わせた、SEM ベースの自動鉱物学的定量分析 (AQM) を可能にします。Mineralogic は、分析精度と柔軟性を追求した汎用性の高いシステムです。イメージング検出器 (SE、BSD、CL など) を単独で、または組み合わせて使用することで、分析する領域を定義してから定量化学分析を行い、化学組成に基づいて鉱相を自動的に分類し、形態、化学、分離、およびテクスチャーのパラメータに関する詳細な情報をアウトプットすることが可能です。

Mineralogic 2D の用途：

- 定量化学分析と分類
- 形態科学的 / 岩石学的分類
- 地球化学的調査
- 鉱体特性評価
- 採鉱固有のアウトプット



スコットランドの Loch Lomond で採取されたザクロ石のゾーニング。元素マッピングは、地球化学的な変化と進化する介在物群のフェーズ同定を組み合わせ、地質学的な歴史を描き出します。

フレキシブルな構成

- › 概要
- › 特長
- › アプリケーション
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス

選択可能な検出器	機能	ZEISS Sigma 360	ZEISS Sigma 360 VP	ZEISS Sigma 560	ZEISS Sigma 560 VP
Inlens SE 検出器	高分解能インカラム SE 検出器	●	●	●	●
Inlens Duo 検出器	高分解能インカラム SE または BSE 検出器 (Inlens SE 検出器と交換)	×	×	○	○
ETSE 検出器	長い作動距離での高真空 SE 検出器	●	●	●	●
VPSE G4 検出器	第 4 世代低真空用 SE 検出器	×	○	×	○
C2D G2	カスケード電流検出器 (第 2 世代)、高性能低真空用 SE 検出器	×	○	×	○
AsB 検出器、 対物レンズに取り付け	反射電子検出器。組成、結晶方位イメージング	○	○	○	○
aBSD1/4 検出器	反射電子検出器。最大 4 チャンネルを同時に用いて、低加速電圧で高速の組成イメージングとトポグラフィコントラストイメージングが可能。定量的 3D 表面再構成が可能。	○	○	○	○
NanoVP lite aBSD1	高効率の 5 セグメント環状固体 BSE 検出器を用いた NanoVP lite モードでの低真空イメージング	×	○	×	○
5S HDBSD 検出器	5 セグメント BSE 検出器、組成イメージング用	○	○	○	○
Sense BSD	固体検出器、高速低加速電圧 BSE 検出用	○	○	○	○
YAG BSD 検出器	YAG 結晶シンチレータ BSE 検出器、高速で使いやすい組成イメージング用	○	○	○	○
aSTEM 検出器	透過イメージング用環状 STEM 検出器	○	○	○	○
CL 検出器	カソードルミネッセンス検出器	○	○	○	○
推奨アクセサリ					
Airlock	最大直径 80 mm の試料を速やかにロード可能な試料交換室	○	○	○	○
大型 Airlock	最大直径 160 mm の試料を速やかにロード可能な試料交換室	○	○	○	○
プラズマクリーナー	高分解能イメージングのために炭化水素の汚染を除去	○	○	○	○
SmartEDX 検出器	ZEISS エネルギー分散型 X 線解析専用ソリューション、微量分析用	○	○	○	○
EBSO 検出器	電子線後方散乱回折検出器、微細構造結晶解析用	○	○	○	○
EDS 検出器	高分解能組成解析のためのエネルギー分散型 X 線分析	○	○	○	○
WDS 検出器	高分解能・低アーティファクト組成解析のための波長分散分光法	○	○	○	○
RISE	共焦点ラマンイメージングのための統合ソリューション	○	○	*	*
推奨ソフトウェア					
3DSM	試料表面の 3D 再構成、局所的粗さ解析用 3D 定量ソリューション	○	○	○	○
Mineralogic Mining	高度な鉱物解析エンジン	○	○	○	○
SmartSEM Touch	マルチユーザー環境のための簡素化されたユーザーインターフェース	○	○	○	○
SmartPI	自動粒子解析	○	○	○	○
ZEN core	顕微鏡画像の取得、処理、解析データ接続用ソフトウェアパッケージ	○	○	○	○
● 標準装備 ○ オプション × 利用不可 * 特別仕様のカスタマーソリューションで利用可能					

技術仕様

- › 概要
- › 特長
- › アプリケーション
- › システム構成
- › **技術仕様**
- › サービス

	ZEISS Sigma 360	ZEISS Sigma 560	
電子ソース	ショットキー型	ショットキー型	
分解能 * @30 kV (STEM)	1.0 nm	0.8 nm	
分解能 * @15 kV	0.9 nm	0.7 nm	
分解能 * @1 kV	1.3 nm	1.2 nm	
分解能 @500 V	1.9 nm	1.5 nm	
分解能 * @30 kV (VP モード)	2.0 nm	1.5 nm	
後方散乱検出器 (BSD)	aBSD / HDBSD / NanoVP lite-aBSD1	aBSD / HDBSD / NanoVP lite-aBSD1	
最高スキャン速度	50 ns/pixel	50 ns/pixel	
加速電圧	0.02 ~ 30 kV	0.02 ~ 30 kV	
倍率	10 ~ 1,000,000 倍	10 ~ 1,000,000 倍	
実視野 **	4.6 mm	4.6 mm	
プローブ電流	3 pA ~ 20 nA (オプションで 100 nA)	3 pA ~ 20 nA (オプションで 100 nA)	
解像度	32 k x 24 k ピクセル	32 k x 24 k ピクセル	
ポート	10	14	
EDS ポート	2 (専用ポート 1 個)	3 (専用ポート 2 個)	
* 最適作動距離 (WD) : 最終設置時のシステム検収試験において、高真空、1 kV および 15 kV で分解能の実証を実施			
** 5 kV、高真空、WD = 8.5 mm での最大実視野			
真空モード			
高真空	標準仕様	標準仕様	
Standard VP / NanoVP lite	10 ~ 133 Pa	10 ~ 133 Pa	
ステージタイプ	5 軸直交座標系ステージ	5 軸ユーセントリックステージ	5 軸コンピューセントリックステージのオプション
ステージ駆動距離 X	125 mm	130 mm	125 mm
ステージ駆動距離 Y	125 mm	130 mm	125 mm
ステージ駆動距離 Z	50 mm	50 mm	38 mm
ステージ駆動距離 T	-10° ~ +90°	-4° ~ +70°	-10° ~ +90°
ステージ駆動距離 R	360° 連続	360° 連続	360° 連続

ZEISS サービス - いつでも頼れるパートナー

お客様がお持ちの ZEISS 顕微鏡システムは、お客様が所有する中でも最も重要なツールのひとつです。175 年以上の歴史に裏付けられた ZEISS ブランドは、丈夫で長く使える、信頼できる装置の象徴として顕微鏡分野において多くのお客様から選ばれてきました。装置の設置前もその後も、当社の優れたサービスとサポートにお任せください。熟練した ZEISS サービスチームのサポートで、いつでも安心して顕微鏡をお使いいただけます。

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

調達

- ラボプランニング・建設現場管理
- 実地検査・環境分析
- GMP 認証 IQ/OQ
- 設置・受け渡し
- IT 統合サポート
- スタートアップトレーニング

動作環境

- Predictive Service による遠隔モニタリング
 - 点検・予防メンテナンス
 - ソフトウェア保守契約
- 操作・アプリケーショントレーニング
- 専門家による電話・リモートサポート
 - 保護サービス契約
 - 計測学的較正
 - 装置の移転
 - 消耗品
 - 修理

新規投資

- デコミッションング
- 下取り

修理・改造

- カスタムエンジニアリング
 - アップグレード・近代化
- ZEISS arivis Cloud による作業手順のカスタマイズ

サービスは製品シリーズと場所によってはご利用いただけない場合がありますのでご了承ください



>> www.zeiss.com/microservice



Carl Zeiss Microscopy GmbH
07745 Jena, Germany
microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/sigma

Carl Zeiss Co., Ltd.
2-10-9 Kojimachi, Chiyoda-ku
Tokyo, 102-0083, Japan
Phone: + 81-570-02-1310