

解析の限界を押し広げる



ZEISS VersaXRM 615

高度な 3D X 線顕微鏡

www.zeiss.com/VersaXRM615



Seeing beyond

非破壊 3D X 線イメージング： 解析の限界を押し広げる

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 VersaXRM® 615 は、科学研究や産業研究においてかつてない汎用性を実現する、分析ラボにおけるハイエンド X 線顕微鏡の経済的な選択肢の 1 つです。VersaXRM 615 は高い分解能とコントラストを活用し、非破壊イメージングの限界を押し広げ、優れた柔軟性で研究を加速させます。

X 線源と光学技術の画期的なイノベーションが生んだ高い X 線フラックスにより、優れた分解能とコントラストを犠牲にすることなく、より高速なトモグラフィースキャンが実現します。革新的な画像取得技術で、試料を切断せずに高い分解能で関心領域を見つけることができると同時に、シームレスなワークフローが、試料の観察だけでなく新たな発見を可能にします。

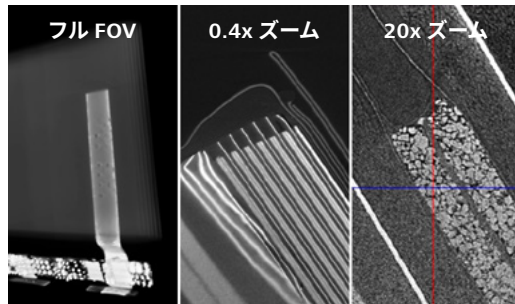


よりシンプル、インテリジェントかつ、さらにインテグレートされたシステム

- 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

従来の microCT のその先へ

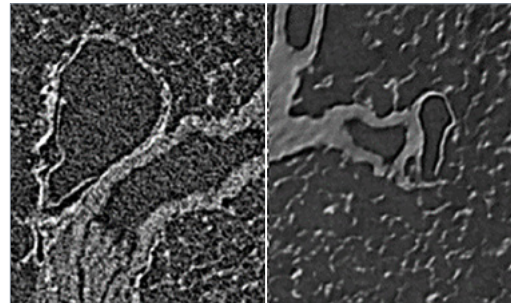
ZEISS VersaXRM 615 は、投影型マイクロおよびナノコンピュータトモグラフィー（CT）システムの限界を超え、可能性を広げます。従来の CT システムは 1 段階の幾何学倍率に依存していますが、先進的な VersaXRM は独自の 2 段階拡大技術を採用した光学系と高出力の X 線源との組み合わせによって、より迅速なサブミクロンスケール分解能のイメージングを実現します。サイズや種類に関わりなく、あらゆるインタクト試料に幅広く使用できます。Resolution at a Distance（RaaD）機能により、インタクトな部品やデバイスを含む、より大きく、密度の高い試料の高分解能 3D イメージングが可能になります。また、オプションの拡張フラットパネル（FPX）を使用して FAST モードを用いると、非常に大きな試料（最大 25 kg）の高速スキャンが可能になり、内部の関心領域を観察できます。VersaXRM 615 は、40 nm の最小達成可能ボクセルサイズ、500 nm の空間分解能を実現しました。



スマートウォッチの電池：ZEISS VersaXRM 615 で、インタクトな状態の電池をスキャンして関心領域を特定し、ズームインして高分解能イメージングを行いました。

これまでにない自由度

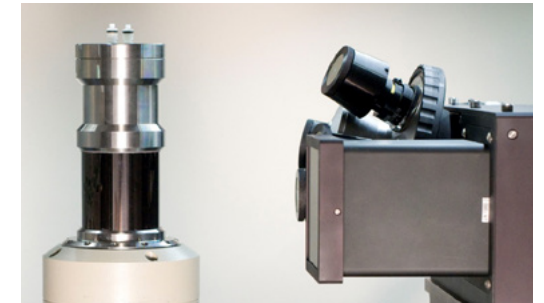
高度な機能を活用して、VersaXRM 615 のパフォーマンスを向上させることができます。シンクロトロンで確立された技術を応用した ZEISS の光学系で材料を識別し、吸収および伝搬位相コントラストを最大化することが可能です。ソフトウェアベースの強化機能を使えば、研究の柔軟性が高まります。AI テクノロジー、ZEISS DeepRecon Pro を使い、測定データの画質を向上させ実視野を拡大することで、詳細な知見を得て実験の可能性を広げることができます。ZEISS DeepRecon Pro は Advanced Reconstruction Toolbox（ART）からお使いのシステムに統合されています。また、ZEISS ZEN Intellesis の高度な機械学習を利用すると、取得後処理と画像セグメンテーションの作業を加速させることができます。ZEISS arivis Pro では画像解析の自動化が可能です。Dragonfly の 3D World ZEISS エディションでは、先進の 3D ビジュアライゼーションと 3D 解析が行えます。



染色したマウス肺。ZEISS VersaXRM と DeepRecon Pro を組み合わせると、スキャン時間を短縮でき、画質が向上します。標準 FDK（左）、DeepRecon Pro でアーチファクトが低減（右）。

投資した機器を守る

ZEISS VersaXRM 615 はアップグレード・拡張可能で、信頼性の高い ZEISS Versa® 3D X 線顕微鏡プラットフォーム上に構築されています。これにより多岐にわたる機能を活用でき、また将来的な機能拡張の可能性と投資効果が得られます。材料の 3D 微細構造を非破壊的に in situ で特性評価できるほか、様々な環境のチャンバーや高精度の in situ 負荷装置内で時間経過に伴う構造の変化を観察することもできます。40 倍の対物レンズにアップグレードすると、ZEISS VersaXRM 615 でも最高の分解能を活用可能です。さらに ZEISS Autoloader を使用すれば、一連の試料の観察を設定して実行し、その間に他の作業をすることもできます。また、VersaXRM 615 は他の ZEISS 顕微鏡とのシームレスな統合が可能で、光学顕微鏡から電子顕微鏡へのマルチスケール相関解析の問題を解決します。



試料ステージ：引張／圧縮ステージ（左）、検出器アセンブリ（右）。X 線源から試料までの数センチメートルの距離に in situ 試料ホルダーを収容する場合でも、1 ミクロン未満のボクセルサイズを実現できます。

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

妥協のない最高レベルの分解能

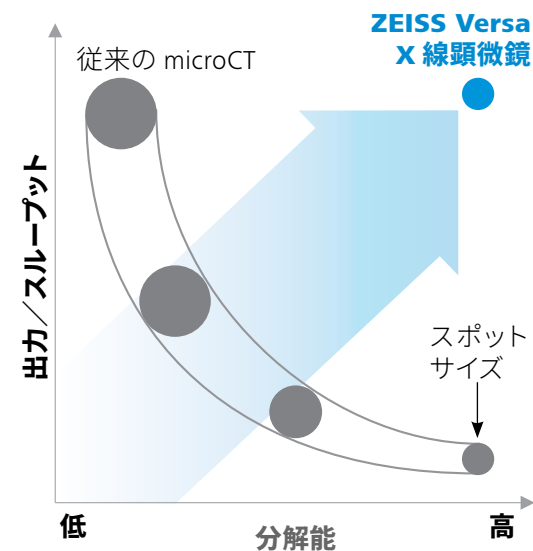
X線コンピュータトモグラフィーには、2つの大きな課題があります。1つはサイズが大きく作動距離が長い試料の分解能を保持すること、もう1つは分解能とX線強度を最大化してスループットを向上させることです。こうした課題に対処するには、画期的なイノベーションを始め、最適化された設計とシステムの統合が欠かせません。ZEISS VersaXRM 615は、2段階拡大技術と高強度X線源技術を統合することでこれを解決します。

ZEISSのXRMでは、分解能を、顕微鏡性能の最も有意義な指標である実際の空間分解能として規定しています。空間分解能とは、イメージングシステムによって2つの物体を分離できる最小間隔を指します。これは通常、隣り合った線同士の間隔を段階的に小さくした、標準分解能テストターゲットをイメージングして測定します。VersaXRM 615は、40 nmの最小達成可能ボクセルサイズ、500 nmの空間分解能を実現しました。



JIMA 分解能テストターゲットで示された 0.5 μm の空間分解能 (左)。ZEISS 分解能テストターゲットで示された 0.5 μm の空間分解能 (右)。

	従来の microCT システムの分解能	ZEISS 3D X 線顕微鏡 (XRM) で向上した分解能
スポットサイズ	スポットサイズによってボケが生じる	独自の 2 段階拡大機能により、性能がスポットサイズに制限されない
試料サイズ	試料サイズが小さい場合のみ高分解能観察が可能	ZEISS XRM RaaD 技術により、様々な試料サイズと作動距離で最高レベルの分解能を達成
試料の種類	低加速電圧の X 線ビームを用いた小型の低 Z 試料に限定される	エネルギー調整された検出器により、幅広い種類と密度の試料で高い分解能を実現
スループット／X 線強度	スループット／X 線強度を高めるにはスポットサイズが大きくなければならず、分解能が制限される	分解能を損なうことなく、より強度の高い高速スキャンが可能。さらに、DeepRecon Pro やオプションの OptiRecon などのモジュールスループットが最大 10 倍向上
装置のセットアップ	操作上の様々なニーズに応じて、複数の X 線源ターゲット・フィラメントを設置する必要がある	X 線源は様々な検出器やアプリケーションに対応できるよう設計されており、手動でハードウェアを再設定する必要がない



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

高強度 X 線により、スループットが最大 2 倍に

3D X 線画像は、一連の 2D X 線投影像から再構成されるため、イメージングの際は試料を一定の露光時間、X 線光子数で露光する必要があります。X 線強度が高いほど投影ごとの露光時間が短くなり、全体としてトモグラフィースキャンにかかる時間が短縮されます。25 W の高出力源を搭載した ZEISS VersaXRM 615 は、定評ある VersaXRM サブミクロン分解能の性能を損なうことなく、さらに高速なスキャンを実現します。スループットがどの程度向上するかは、試料の種類によって異なります。高密度、大型の試料を透過してイメージングするには、高い X 線エネルギーが必要です。Versa の高出力源は、分解能を損なうことなく、高エネルギー (kV) で優れた性能を発揮します。

	地質学	材料科学	エレクトロニクス	ライフサイエンス
30 ～ 60 kV	単体分離分析、鉱物分離物 (1 ～ 3 mm)	ポリマー、木	カメラレンズ部品	軟組織、昆虫、植物性物質、小型の骨 (< 5 mm)
60 ～ 90 kV	堆積岩、軟岩 (5 ～ 10 mm)	繊維複合材、電極	パッケージから出されたコンポーネント、電池電極	染色組織、胚、中型の骨 (5 ～ 10 mm)
90 ～ 120 kV	結晶、硬石 (25 mm)	コンクリート、セラミックス	多層プリント基板	下顎や大腿骨などの大型の骨 (> 10 mm)
120 ～ 160 kV	コア全体、手のひらサイズの試料 (100 mm)	電池全体、金属	インタクトなデバイス、パッケージ、電池	歯、インプラント

一般的な X 線顕微鏡イメージングのアプリケーション

	Versa 500 シリーズと比較した出力増加倍率	Versa 500 シリーズのベースライントモグラフィースキャンと比較した推定スループット向上度	
		2 時間未満	2 時間超
30 ～ 60 kV	1.0 ～ 1.3 倍	1.0 ～ 1.2 倍	1.0 ～ 1.3 倍
60 ～ 90 kV	1.3 ～ 1.5 倍	1.2 ～ 1.3 倍	1.3 ～ 1.4 倍
90 ～ 120 kV	1.5 ～ 1.8 倍	1.3 ～ 1.4 倍	1.3 ～ 1.5 倍
120 ～ 160 kV	1.8 ～ 2.5 倍	1.4 ～ 1.7 倍	1.5 ～ 2.0 倍

典型的なトモグラフィ取得設定に基づく ZEISS VersaXRM 615 の代表的なスループット向上率。数値は試料や用途により異なります。

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

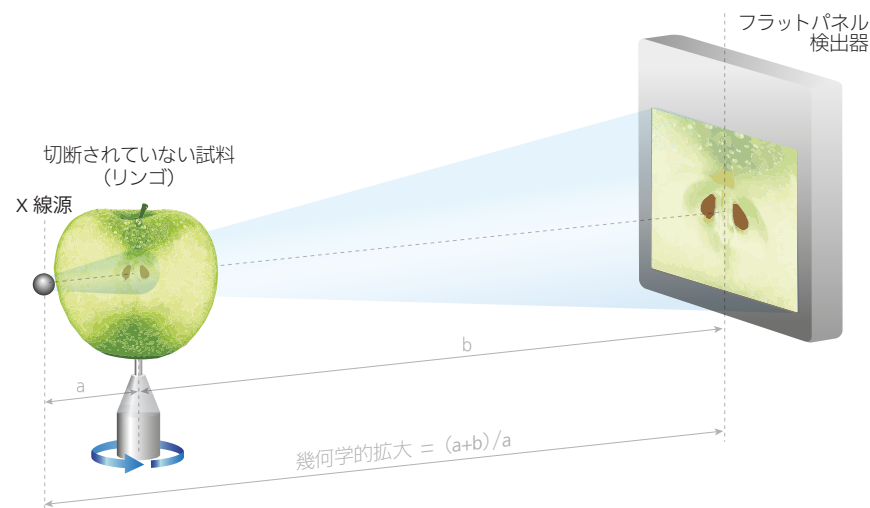
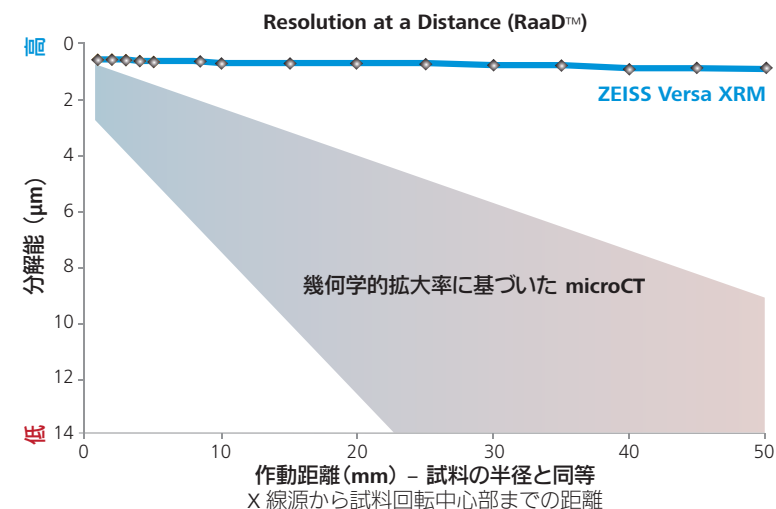
技術仕様

サービス

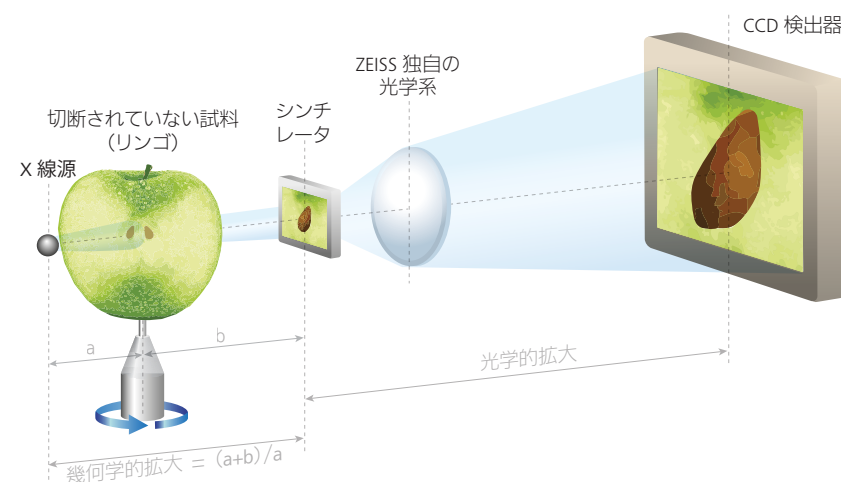
ZEISS X 線顕微鏡が研究にもたらすメリット

ZEISS VersaXRM は、2 段階拡大技術により、様々な試料サイズと種類に対して、長い作動距離でのサブミクロン分解能のイメージング (RaaD) が可能です。従来の microCT と同様に、画像はまず幾何学的に拡大されますが、投影された画像はシンチレータによって、X 線像から可視光像に変換されます。その可視光像がさらに光学対物レンズによって拡大され、CCD 検出器に届くという仕組みです。

オプションの FPX を X 線顕微鏡に追加することで、汎用性はさらに高まります。この検出器設計の組み合わせにより、幅広いサイズ・種類の試料を効率よく正確に観察できます。ZEISS VersaXRM 615 ではより多くの X 線光子を利用でき、分解能を損なうことなく、あらゆるサイズの試料についてより早く結果が得られます。



従来の microCT 技術。分解能を得るためには、試料を X 線源に近付ける必要があります。



ZEISS VersaXRM の二段階拡大技術。試料は X 線源からの距離に関わりなくイメージングされるため、より大きな試料の内部をより高い分解能で非破壊的にイメージングすることが可能になります。

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

人間中心設計に基づいたアクセシビリティ

ZEN navx™ ガイド・制御システムの設計にあたり、ZEISS は、バイアス、補正方法、回避策など、ユーザーが直面する問題や課題を確実に理解するために XRM のユーザーを調査しました。このデータをもとに、当社の専門家チームは、初心者でも簡単かつ効率的に実験結果を得られるように、ビルトインガイダンス、自動化されたワークフロー、インテリジェントなシステムインサイトからなる体系的なアプローチを開発しました。ま

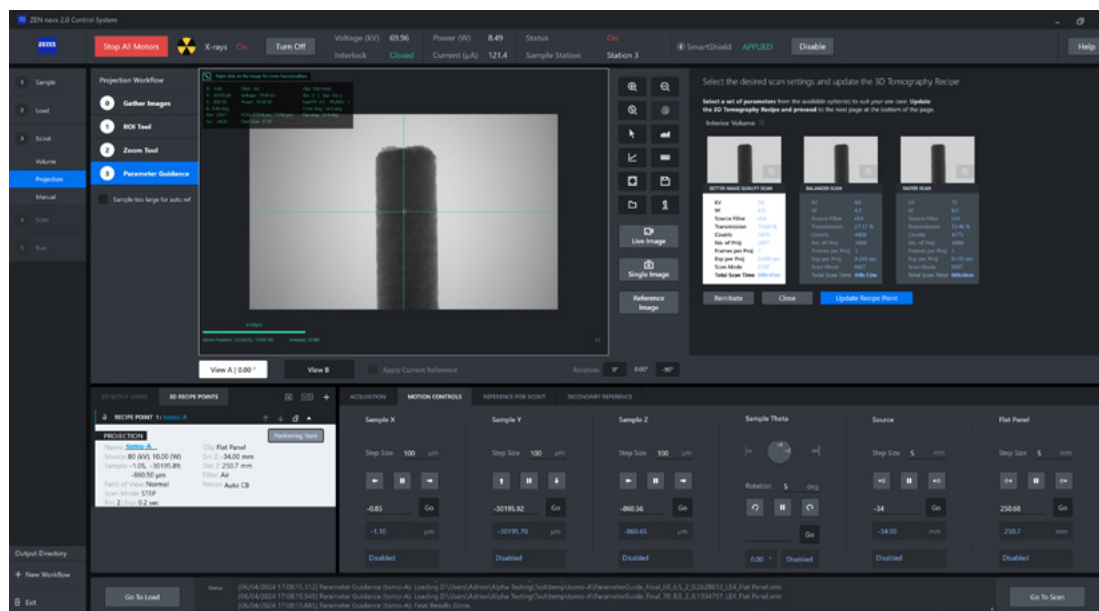
た、熟練したユーザーは、ZEN navx で大幅な効率化を実現し、ZEISS VersaXRM 615 の汎用性を最大限活用することができます。ZEN navx はワークフローの自動化を可能にするとともに、パラメータの選択が設定に与える影響について、ユーザーにガイダンスを提供します。ガイダンスはソフトウェアに直接組み込まれているため、自然にわかりやすく選択肢が提示されます。ZEN navx には特別な可視化機能があり、分解能、視

野、スループットなどのパラメータが互いにどう影響するかを理解するのに役立ちます。ZEN navx の File Transfer Utility (FTU) により、必要な時に必要な場所で顕微鏡データにアクセスできるため、システムからワークステーションへデータを手動で転送したり、ハードディスクに保存して持ち運んだりする必要がありません。

加えて、ZEN navx には、Volume Scout 機能を備えた 3D ビューアが搭載されています。これにより、3D ボリュームの試料でさらに効率的に RaaD 技術を使用することができ、高分解能のイメージングでターゲットとなる特定の関心領域をピンポイントで特定できます。

これらの高度な機能により、ZEN navx は優れた遠隔操作を実現し、ユーザーの生産性がますます向上しました。

XRM ユーザー層の拡大を受けて開発された直感的なナビゲーションが、高度な関連ワークフローの計画と実行を補完するシームレスな統合ワークフローで X 線ナビゲーションとコントロールに変革をもたらします。



ZEN navx は、自動ワークフローにおいてインテリジェントなシステムインサイトを用いてユーザーをガイドするため、初心者でも安心して使用できます。

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

ZEISS SmartShield –

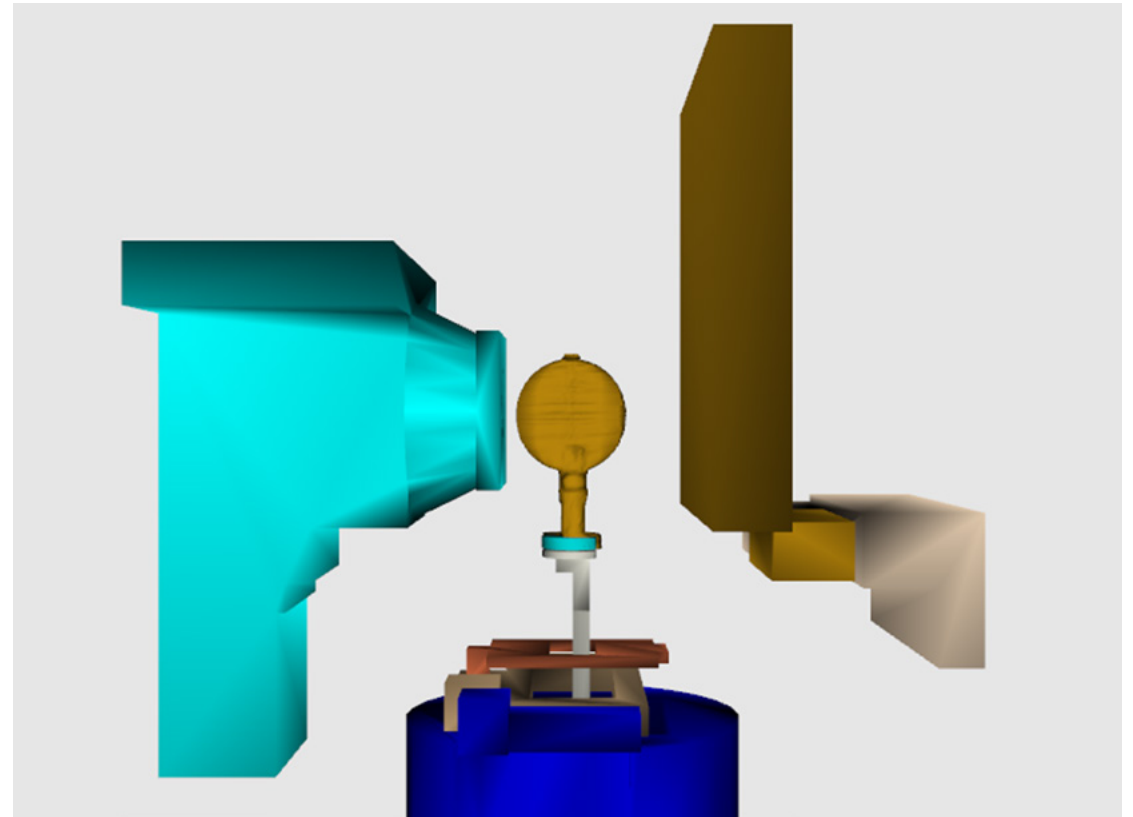
試料を保護し、実験の設定を最適化

ZEISS SmartShield は、ZEN navx ガイド・制御システム内で稼働し、試料と顕微鏡を保護します。SmartShield により、ボタンをクリックするだけで試料がデジタルの保護膜で覆われます。この自動化されたソリューションによって、試料を安心して X 線源や検出器に近付けることができます。SmartShield を用いれば、初心者も熟練したユーザーも同様に、スムーズな試料設定ワークフローに沿って VersaXRM シリーズを効率的に活用できる上に、試料の形状に合わせたガイダンスを受け取れます。

透明度の高い試料、反射する試料、平坦な試料、あるいは直径 1 mm 以下の試料を素早く保護するには、SmartShield Lite をご利用ください。

ZEISS SmartShield の機能：

- ZEN navx 内に完全統合された高速保護膜作成機能
- 3D 認識技術により試料と機器の安全性を確保
- 設定時のオペレーターの業務効率向上



SmartShield は「デジタル保護膜」で試料と光学系を包み込み、保護します。XRM システムのモデル画像。

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

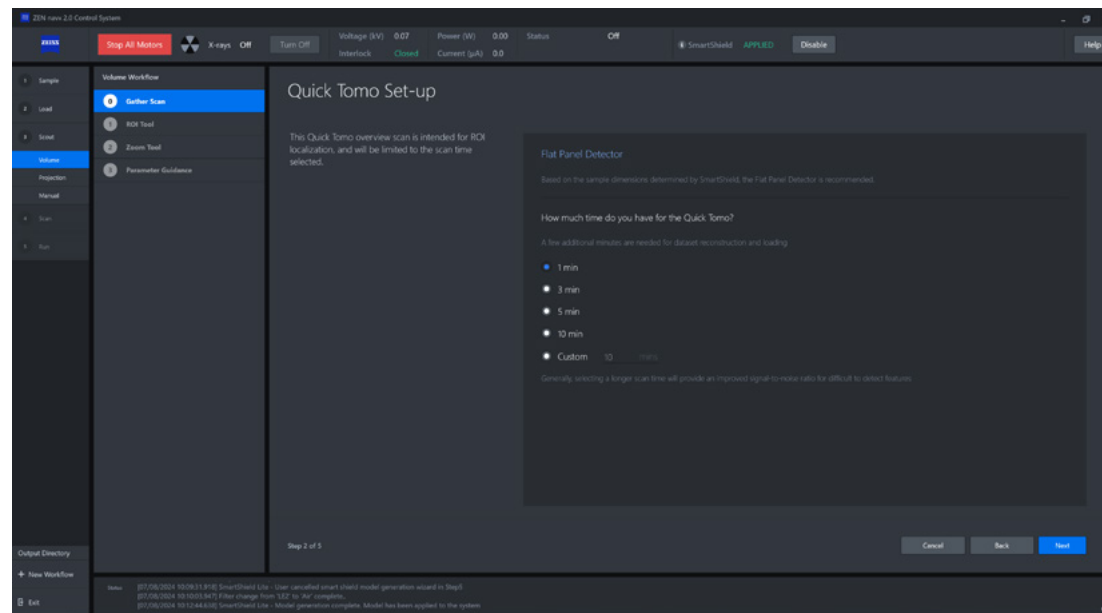
サービス

高速取得スキャンテクノロジー (FAST)

FAST モードは VersaXRM の各プラットフォームに含まれており、連続動作スキャンができるオプションの FPX を使ってデータ収集ができるモードで、あらゆる試料に対して 3D ナビゲーションと Volume Scout が利用できます。

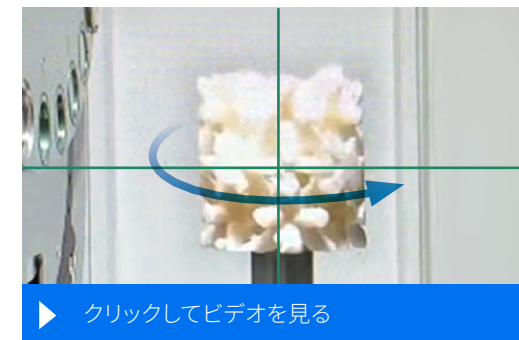
FAST モードでは試料が連続して回転し、様々な角度で X 線透過像を取得します。連続回転することで、従来のステップアンドシュート撮像モードで生じていた、回転運動の開始・終了時のオーバーヘッド時間を削減できます。オーバーヘッドの削減により、露光時間が 0.5 秒未満（大型・高感度の FPX 検出器の通常の時間）の場合には、スキャン時間を大幅に短縮することができます。実際に、試料全体のデータ収集にかかる時間は約 1 ～ 5 分の範囲に収まり、画質を求めない場合は 20 秒未満でのデータ収集も可能です。

VersaXRM の FAST モードは、独自のスキャン動作や、データの扱い、再構成方法などにより、アーチファクト補正について期待される高い水準を満たしています。



パラメータガイダンスを利用すれば、FAST モードを選択して 1 分未満でトモグラフィーが行えます（上）。試料が連続回転することで、ステップアンドシュート取得のオーバーヘッド時間を削減できます（右）。

FAST モードの取得は、ZEN navx の Volume Scout ワークフローにシームレスに組み込まれており、ほぼ即時のフィードバックと完全な 3D ナビゲーションによって、複雑な試料でも関心領域を捉えることができます。



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

優れたコントラスト

イメージングで特徴を正確に可視化・定量化するには、必要な細部を明らかにする優れたコントラスト性能が必要です。ZEISS VersaXRM は、低原子数（低 Z）材料や軟組織、ポリマー、琥珀に内包された生物化石、その他低コントラストの材料など、測定が極めて難しい材料であっても、柔軟でコントラストの高いイメージングを実現します。

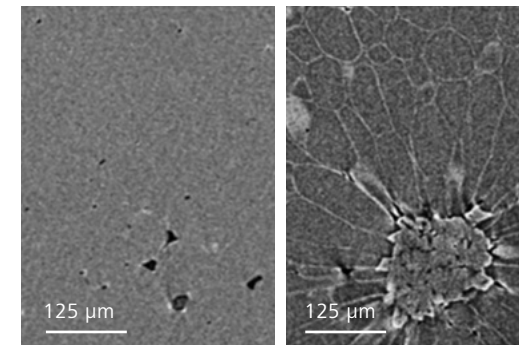
3D X 線顕微鏡の VersaXRM ファミリーは、コントラストを高める機能を複数採用し、材料イメージングをより柔軟に行えるよう設計されています。これら独自のシステム機能により、ZEISS VersaXRM は、イメージングの難しい様々な材料に優れたコントラストを提供します。

1. 最適化された吸収コントラスト：

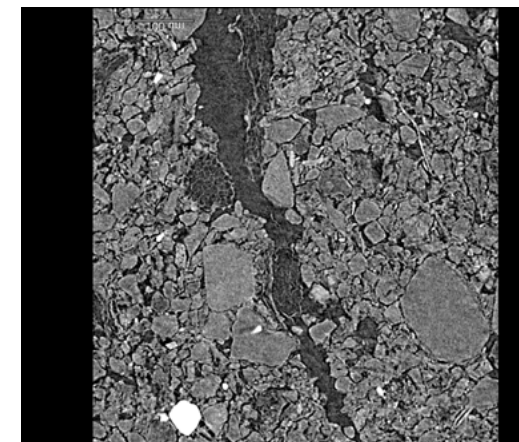
ZEISS の検出器システムは、高度に調整された複数の独自の検出器で構成されています。各検出器はコントラストを生じる低い X 線光子を最大限に収集できるよう最適化されています。

2. 調整可能な伝搬位相コントラスト：

独自の伝搬位相コントラストモダリティが X 線の屈折を測定します。この点が、X 線の吸収を測定する標準的な吸収コントラストとは異なります。伝搬位相コントラストにより、吸収コントラストの低い材料であっても、ビジュアライゼーションが可能となります。



梨のイメージング。吸収コントラストでは細胞壁が見えないのに対し（左）、伝搬位相コントラストでは正常な細胞と石細胞の細胞壁が細かく見えます（右）。



異なる土地管理方法を比較した土壌団粒の画像。固定やコントラストは強調されていません。ご提供：Dr. Keith Duncan, Donald Danforth Plant Science Center, USA

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

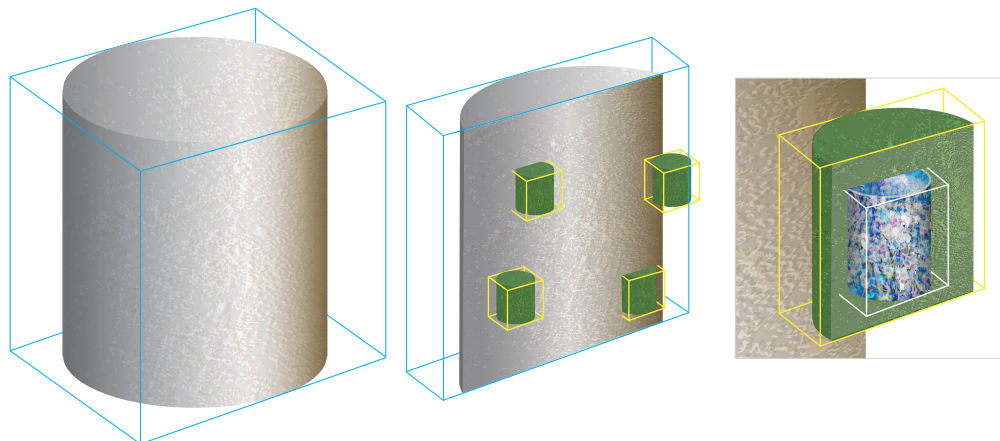
大型試料のハイスループットイメージング

ZEISS 拡張フラットパネル (FPX) は、クラス最高の画質で大型試料のハイスループットスキャンを実現します。FPX は、産業・学術研究向け一体型システムとして、イメージングの柔軟性を向上させワークフローを効率化します。

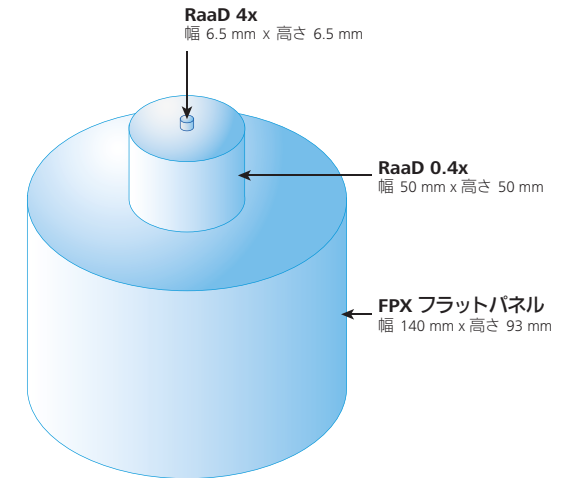
Scout-and-Zoom は ZEISS X 線顕微鏡独自の機能です。FPX を使用すると、様々な種類の試料において低分解能で広視野の「Scout」スキャンを実行し、より高い分解能の「Zoom」スキャンで内部の関心領域を特定することができます。Volume Scout ワークフローは、ZEN navx 内でこのプロセスを合理化します。

VersaXRM の 2 段階拡大対物レンズを用いた Resolution at a Distance (RaaD) がこの強力な技術を実現し、複数のアプリケーションにおいて関心領域の正確な特定に使用できます。アプリケーション例として、インタクトな骨内の小柱骨の特定領域、大きな半導体パッケージ内部にある特定のはんだバンプ、複合材試料中のクラックやボイドの特定領域などのイメージングが挙げられます。

VersaXRM システムに搭載された ZEISS DeepRecon Pro などの高度な再構成技術により、撮像時間を増やすことなく困難な「Zoom」スキャンの画像品質を向上させると同時に、ZEISS DeepScout が「Scout」スキャンの画質を向上させ、FOV での分解能を実現します。



大型試料をイメージング (Scout) し、内部の関心領域を高分解能かつハイスループットで測定 (Zoom)。



異なる対物レンズを用いて再構成した単一 FOV 画像の比較。

FPX の仕様

フラットパネル検出器アレイ	3072 ピクセル x 1944 ピクセル
単一 FOV	直径 140 mm 高さ 93 mm
自動ステッチングによる最大視野	直径 140 mm 高さ 165 mm

可能性を拓く

概要

特長

アプリケーション

システム構成

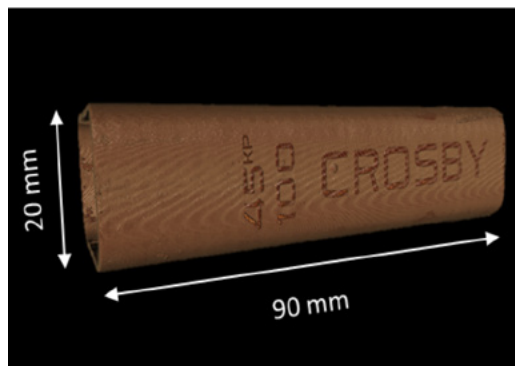
技術仕様

サービス

FPX を用いた大型試料向け Volume Scout ワークフロー

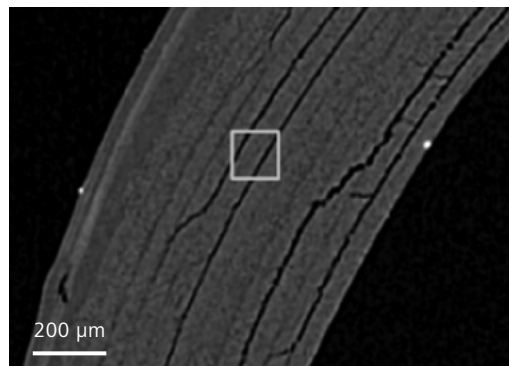
3 段階の Scout-and-Zoom ワークフロー。FPX を使用した FAST モードで広視野を素早くスキャンし、RaaD 対物レンズで関心領域をズームします。

FPX

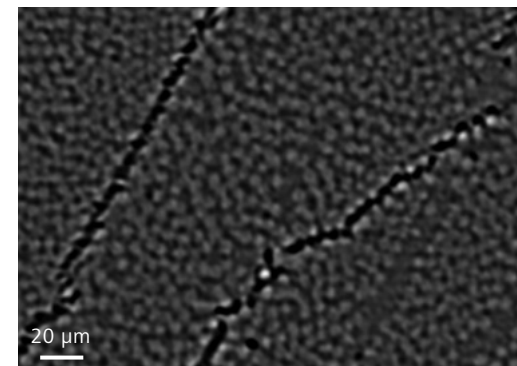


試料：ホッケー用スティックの繊維強化複合材。

0.4x



4x

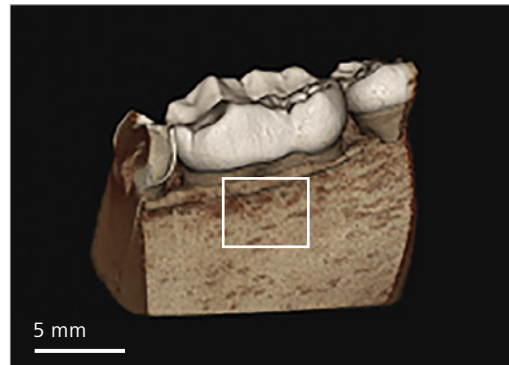


FPX

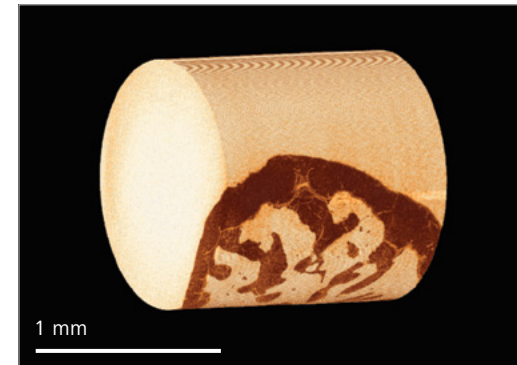


試料：熊の顎、長さ 15 cm。

0.4x



4x



可能性を拓く

概要

特長

アプリケーション

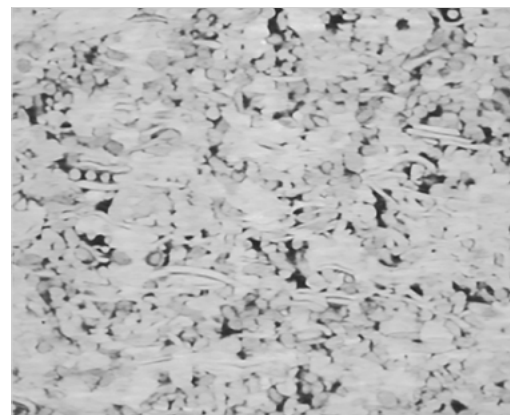
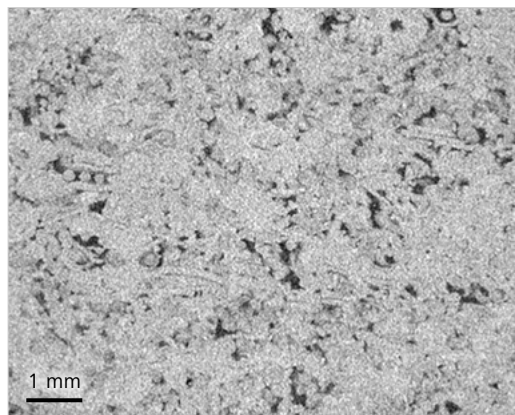
システム構成

技術仕様

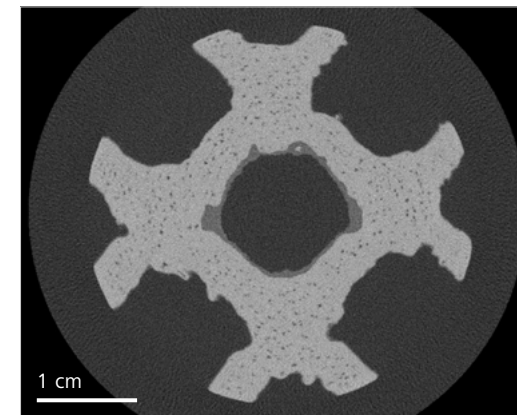
サービス

FAST モード (FPX)

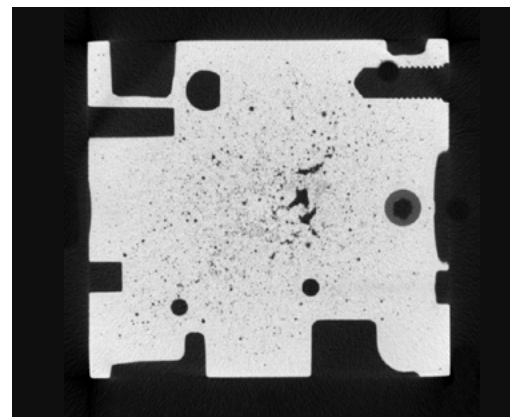
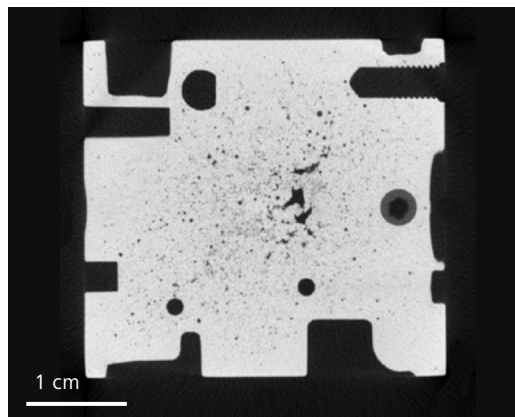
1 分未満のトモグラフィーにより、効率的な 3D ナビゲーションと試料の高速検査が可能になります。



砂岩試料を FPX を使用して FAST モードで 39 秒イメージングし、その後、標準 FDK アルゴリズムで再構成（左）。DeepRecon Pro を使用すると、FAST モードと比べてノイズが低減するなど画質が改善している（右）。



3D プリンティングで作製されたプラスチック格子を 17 秒間イメージング。



アルミニウムブロックを従来の STEP モードでイメージングしたもの（24 分 29 秒、左）と FAST モード（4 分 7 秒、右）でイメージングしたもの。画質は同等のまま、時間が 80% 短縮。

可能性を拓く

› 概要

› **特長**

› アプリケーション

› システム構成

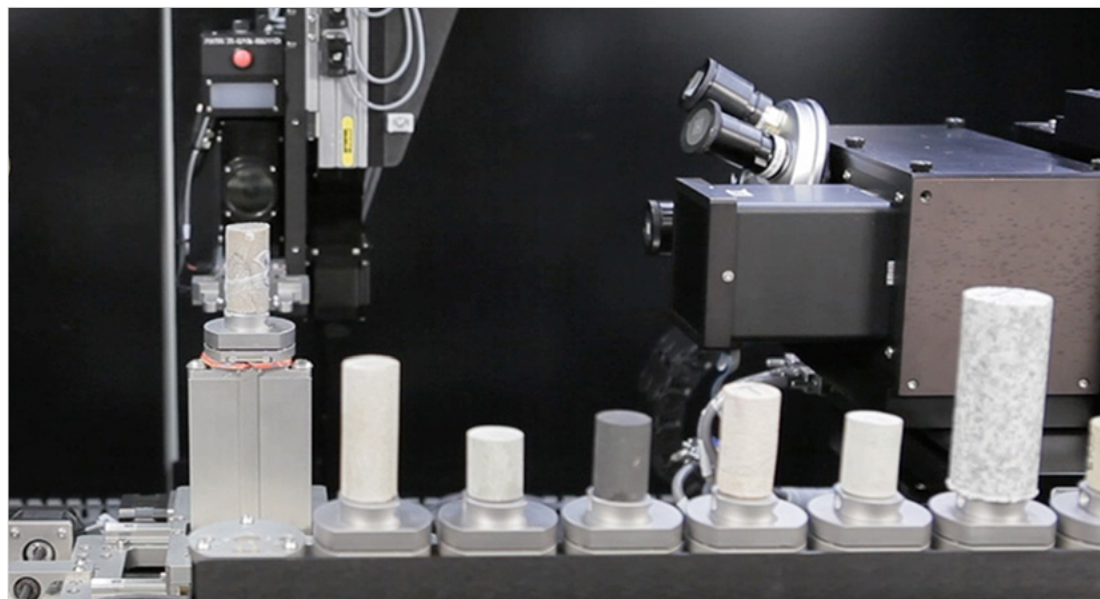
› 技術仕様

› サービス

ZEISS Autoloader で試料操作効率が向上

サブミクロン 3D X 線顕微鏡 ZEISS VersaXRM シリーズの多くの機種で利用可能な Autoloader を使用することで、ユーザーの作業量を最小化しつつ装置を最大限に活用できます。複数のジョブを自動で実行することにより、ユーザーの試料操作回数が減り、生産性が高まります。

試料ステーションは 14 台までロード可能であり、最大 70 個の試料を保持して配列し、終日またはシフト時間外でも稼働させることができます。ソフトウェアを用いて、並べ替え、キャンセル、優先度の高い試料の割り込みのためのキューの停止などをいつでも柔軟に行えます。さらに、Autoloader により類似の試料を繰り返し大量にスキャンすることも可能です。



オプションの Autoloader を使用すると、一度に最大 70 個の試料の連続測定が可能です。

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

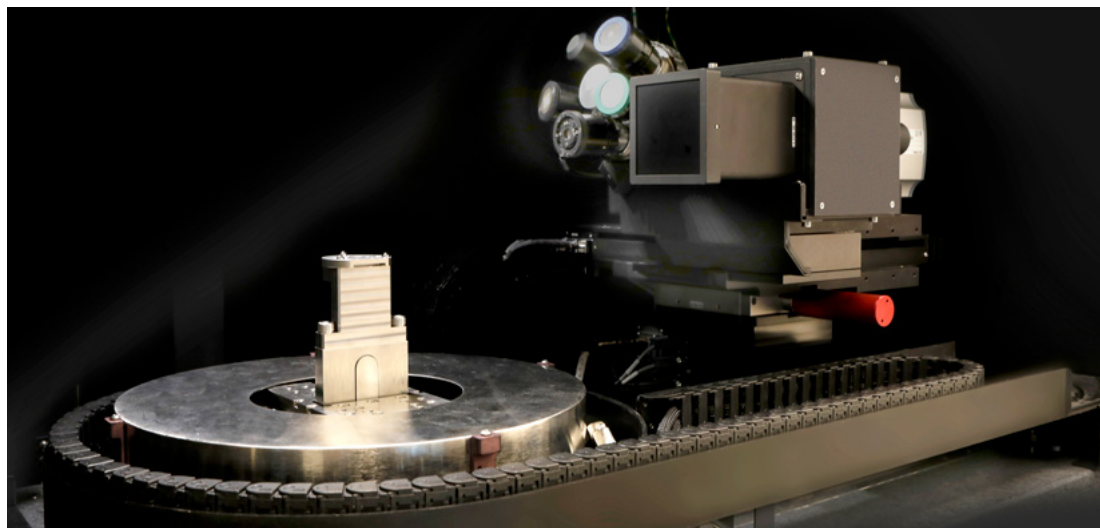
サービス

In Situ インターフェースキットを VersaXRM に追加し、実験の可能性を広げる

科学の進歩を目指し、限界を超え続ける ZEISS VersaXRM ソリューションは、高圧フローセルから引張、圧縮、加熱ステージまで、in situ 測定の可能性を無限に広げる業界最高の 3D イメージングソリューションを提供します。ZEISS X 線顕微鏡は、独自の技術で最先端の in situ 測定を可能にします。

研究において様々な種類の in situ 測定を行うには、試料を X 線源からより離す必要がありますが、従来の microCT システムでは、測定での分解能が著しく制限されます。ZEISS VersaXRM は独自の 2 段階拡大技術を用いた Resolution at a Distance (RaaD) 技術により、in situ イメージングにおいて最高レベルの分解能を実現します。オプションの in situ インターフェースキットは、VersaXRM 全機種に追加できます。

キットには、機械統合キット、堅牢な配線ガイド、その他の機能（フィードスルー）、また ZEN navx ユーザーインターフェース内からの操作を簡素化する、レシピベースのソフトウェアが含まれます。可変環境条件においても分解能を損なわない光学技術を利用した VersaXRM 上の in situ デバイスで、最高水準の安定性、柔軟性、制御力を是非ご体感ください。



業界最高の in situ ソリューションがさらに進化：Deben 製熱機械ステージによるトラッキングのための in situ インターフェースキット

引張力 = 50 N 引張力 = 140 N 引張力 = 186 N



200 μ m

レーザー溶接鋼の引張試験における荷重の増加。このデータは、表面の粗い欠陥から発生し広がる亀裂と、内部ボイドの広がりを明らかにしています。

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

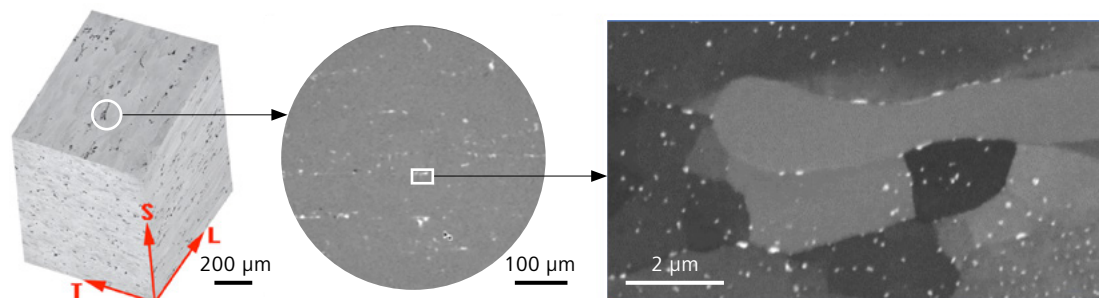
関連顕微鏡

非破壊 X 線イメージングから相関ワークフローを実現し、3D X 線、光学および SEM 解析をシームレスに連携できます。

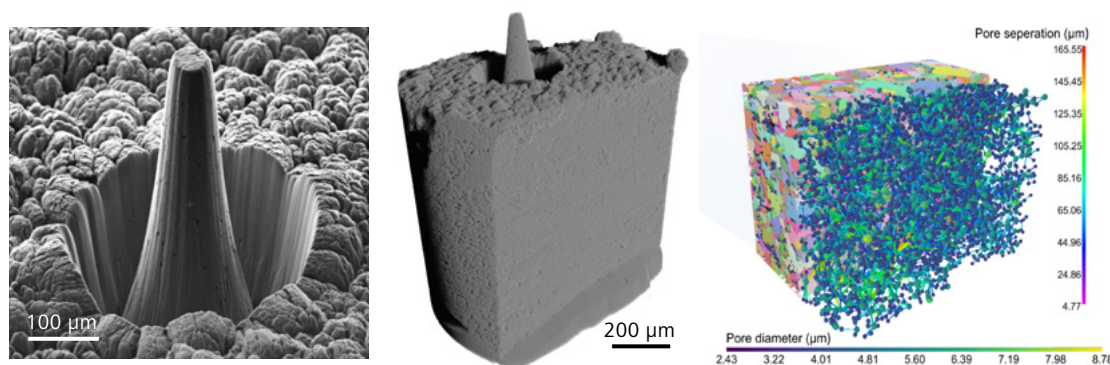
- ZEISS VersaXRM による試料の非破壊スキャン
- 3D トモグラフィーデータに基づいて特定の関心領域を FIB-SEM で解析
- フェムト秒レーザーミリングで深部にある関心領域に高速アクセス
- 深部にある関心構造の TEM または原子プローブ試料作製
- 業界をリードする 3D 分解能による FIB-SEM トモグラフィー

ZEISS Crossbeam レーザーを用いて、XRM 高分解能スキャン用の特定箇所の試料を作製

- ナノスケールでの XRM 解析用に、位置別の小直径のピラーをアブレーション速度最大 1,500 万 $\mu\text{m}^3/\text{s}$ (Si の場合) で高速作製
- 超短フェムト秒レーザーパルスにより、試料ダメージと熱の影響範囲を最小化
- 標的精度を 2 μm まで小さくした特定箇所のレーザー前処理



アルミニウム 7075 合金のマルチスケール解析。試料の ZEISS VersaXRM によるスキャン（左）。ボクセルサイズ 750 nm、視野 0.75 mm の XRM による内部トモグラフィー（中央）。シリコン介在物を示す FIB-SEM トモグラフィーによる断面（右）。共同研究：S. Singh および N. Chawla, Arizona State University



ZEISS UltraXRM を使用してナノスケールでイメージングするための原子炉用黒鉛のピラー作製、ZEISS Crossbeam レーザーを使用（左）。VersaXRM による全試料のオーバービュースキャン（中央）。細孔径と細孔間の距離を示す、3D 再構成データと取得したセグメンテーションデータ（右）。

テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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 Advanced Reconstruction Toolbox

ZEISS Advanced Reconstruction Toolbox (ART) は、ZEISS の最新の再構成技術を継続的に利用できる革新的なプラットフォームで、研究を充実させ、ZEISS 3D XRM の投資利益率を高めることができます。

こうした独自の製品は、X 線物理学やカスタマーアプリケーションに対する ZEISS の深い知識と AI を活用しており、革新的な新しい方法でイメージングの最も難しい課題を解決します。これらのオプションモジュールはスタンドアロンのソリューションなので、アクセスしやすく使い勝手に優れています。

ZEISS DeepRecon Pro

ZEISS DeepRecon Pro は非常に強力な XRM 再構成ツールです。VersaXRM 615 には、ZEISS XRM 画像再構成および解析ワークステーションと DeepRecon Pro の 2 年間ライセンスが含まれます。

AI 技術を用いた DeepRecon Pro は、幅広いアプリケーションで優れたスループットと画質を実現します。DeepRecon Pro は、単一試料でも、複数の類似試料に対しても使用できます。非常に使いやすいインターフェースで、ユーザーは新しい機械学習ネットワークモデルをオンサイトで自己学習させることが可能です。

ワンクリックで使える DeepRecon Pro のワークフローには機械学習の専門知識は必要なく、初心者でもすぐに使用できます。

また、DeepRecon Pro は ZEISS Data Converter を通じて、より多くの CT ユーザーが利用できるようになりました。

ZEISS DeepScout

ZEISS DeepScout では、高分解能の 3D 顕微鏡データセットを低分解能の広視野データセット用のトレーニングデータとして使用します。また、ニューラルネットワークモデルを使用して大容量のデータをアップスケールします。DeepScout は、ZEISS 独自の AI インフラストラクチャにより可能となる継続的なアルゴリズムイノベーションによって開発されており、独自の Scout-and-Zoom 機能

を使用することで、大型試料の内部トモグラフィなど豊富な情報を高分解能で取得します。DeepScout の再構成アルゴリズムにより、広視野スキャンと対応する高分解能の Zoom スキャンを用いて、ズームスキャンに近い分解能をより広い視野で得ることができます。DeepScout は、根本的に、マルチスケールで空間的に登録されたデータセットを生成し、それを用いてニューラルネットワークのトレーニングを行い、再構成を向上させる機能に依存しています。深層学習を活用した新機能が、従来の視野と分解能のトレードオフ問題を軽減します。

ZEISS DeepRecon Pro および ZEISS DeepScout は、Advanced Reconstruction Toolbox 用の AI Supercharger パッケージの一部として提供されます。

	FDK 標準的な解析画像 再構成	OptiRecon 反復再構成	DeepRecon Pro AI (深層学習) ベースの再構成	DeepScout
ハイスループット	1x	最大 4x	最大 10x	最大 100x
画質 *	標準	良好	最高	LVOV、FVOV** を超える かつてない高画質
使いやすさ	最小	パラメータの 最適化が必要	ワンクリック ソリューション	簡単設定 慣れ親しんだ Scout-and-Zoom、使いやすい ZEN navx

* 画質とは、コントラスト／ノイズ比のことで、再構成技術の相対的性能を示します。

** 大視野 (Large volume of view) と全視野 (full volume of view)。

テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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 PhaseEvolve

ZEISS PhaseEvolve は、特許取得済み*の後処理再構成アルゴリズムであり、密度が低密度～中等度の試料や高分解能データセットでは位相効果によって不明瞭になりがちな、X線顕微鏡特有の物質のコントラストを明らかにして画像コントラストを向上させます。再構成データのコントラストが高まることで、より良いセグメンテーションが可能となり、さらに精度の高い解析を行うことができます。

また、PhaseEvolve は ZEISS Data Converter を通じて、より多くの CT ユーザーが利用できるようになりました。

ZEISS Materials Aware Reconstruction Solution (MARS)

ZEISS MARS は、再構成中の構成要素を感知する再構成アルゴリズムです。研究室での X 線再構成における課題として、白色 X 線を用いたイメージングでは、複数の X 線エネルギーが発生し、線質硬化と呼ばれる現象が発生することが挙げられます。

この現象が及ぼす影響は、非常に高密度の物質が、比較的低密度の物質に埋没されている場合に特に問題となります。MARS は、非常に密度の高いオブジェクト間領域で過度な線質硬化の影響を補正する方法を再構成システムに指示します。

これは、骨や組織の隣にあるインプラントを観察する生体材料などのアプリケーションで重要です。また、電子製品の場合、プリント基板上に極めて高密度なはんだボールと低密度の材料があるため、強いアーチファクトが発生します。MARS は、これらの影響を補正して画像を再構成します。

ZEISS PhaseEvolve および MARS は、ART の Artifact Reduction パッケージを構成しています。

ZEISS OptiRecon

ZEISS OptiRecon は、アルゴリズムベースの高速かつ効率的な技術です。デスクトップからの反復再構成が可能で、従来と同等のスループットでスキャン時間を最大 4 倍速くし、画質の向上を実現します。

OptiRecon は、様々な試料に対し、優れた内部トモグラフィーと高いスループットを提供する経済的なソリューションです。

ZEISS OptiRecon と DeepRecon が組み合わさって ART の Recon パッケージを構成しています。

ART のプレミアムパッケージには、ZEISS ART の全モジュールが含まれています。

* 米国特許第 11645792B2 号

テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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 Data Converter

ZEISS Advanced Reconstruction Toolbox (ART) は、様々なコンピュータトモグラフィ（CT）プラットフォームにおいて、より高速で、より鮮明かつ一貫性のある結果を実現します。これらのソリューションは導入の障壁を低減し、エンジニアや研究者が長年にわたるカスタム開発を行うことなく、価値ある知見を迅速に取得できるよう支援します。

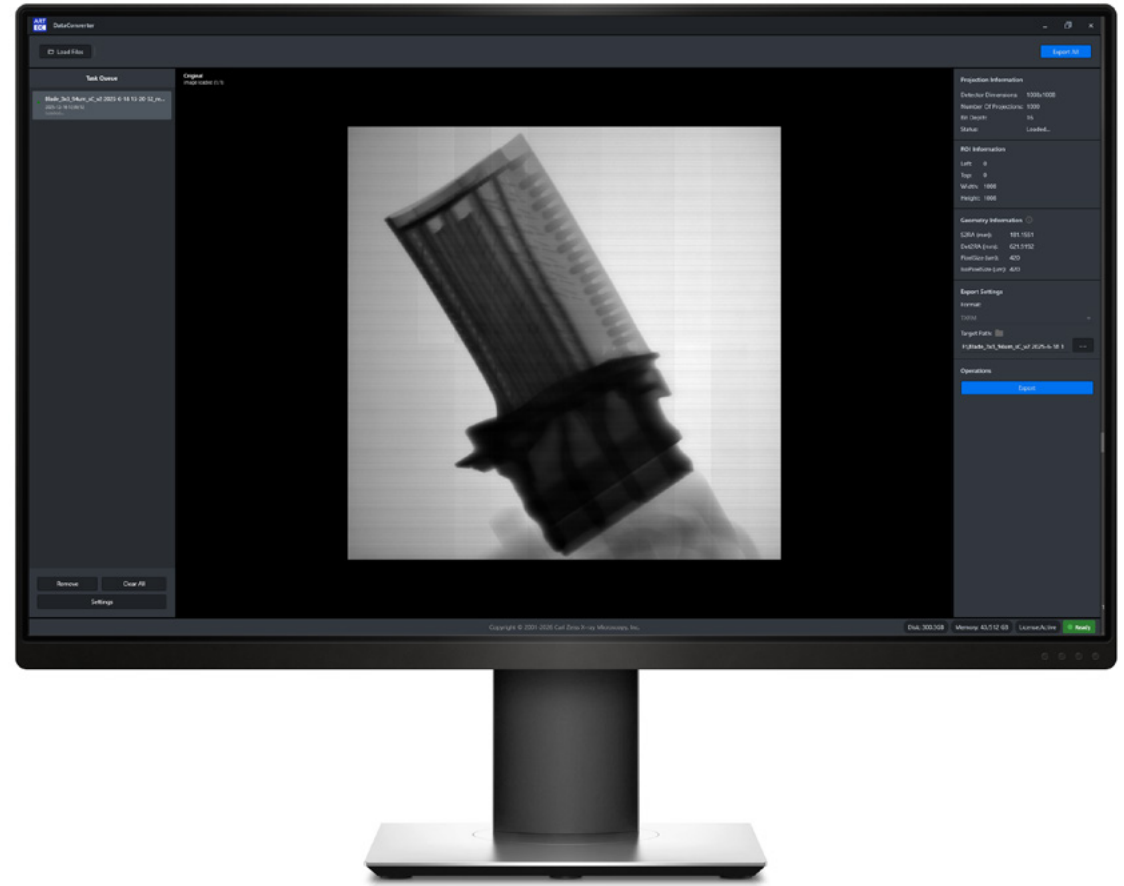
ノイズ除去再構成機能をより多くの CT プラットフォームで利用できるようにすることで、ユーザーは AI ベースの ZEISS DeepRecon Pro および ZEISS PhaseEvolve による高度なノイズ低減と画質改善機能を活用できます。

適応性の高いアルゴリズムにより、スキャナーごとの再構成手法への依存を低減し、幅広い CT 要件に対応します。

ZEISS Data Converter は現在、以下のデータ形式をサポートしています。さらに、継続的な開発を通じて、対応プラットフォームを順次拡充していく予定です。

- ZEISS METROTOM
(.MOS 形式および .zip 形式)
- Nikon CT データフォーマット (.xtekct)
- Waygate CT データフォーマット (.pca)

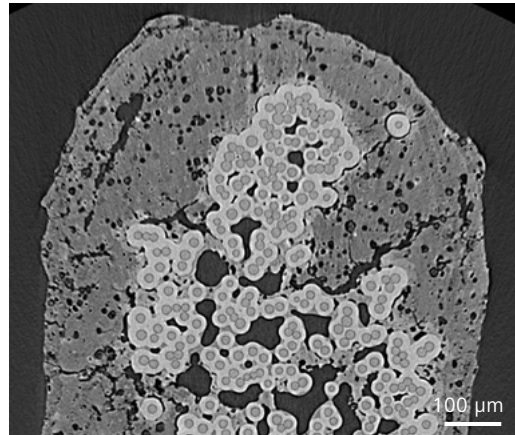
また、Data Converter は、一部のシンクロトロンデータ形式にも対応しています。



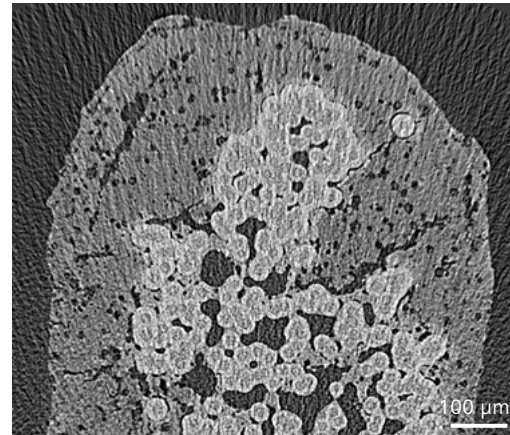
テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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

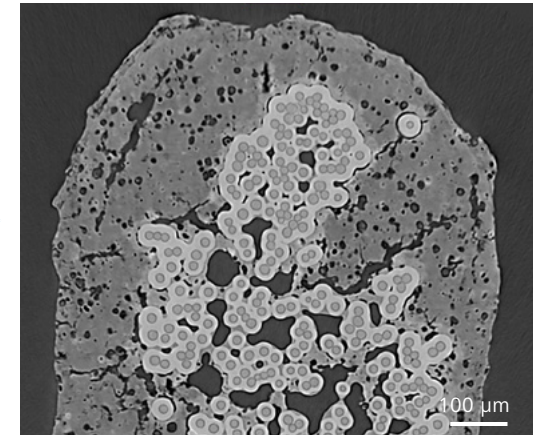
ZEISS DeepRecon Pro のアプリケーション例：材料科学



標準的な再構成 (FDK)：スキャン時間 9 時間 (投影数 3001)

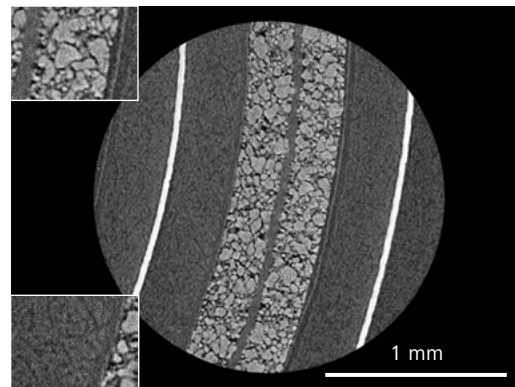


標準的な再構成 (FDK)：スキャン時間 53 分 (投影数 301)

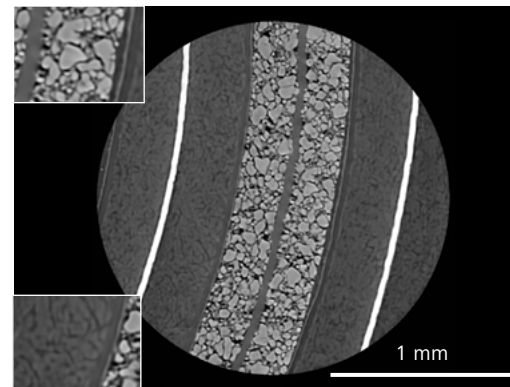


ZEISS DeepRecon Pro：スキャン時間 53 分 (投影数 301)

ZEISS DeepRecon Pro を使用してセラミックスマトリックス複合材 (CMC) 試料のスループットを向上させた例。画質を損なうことなく 10 倍のスループット向上を達成。これにより、in situ 試験において時間分解能が大幅に改善しました。



標準的な再構成 (FDK)



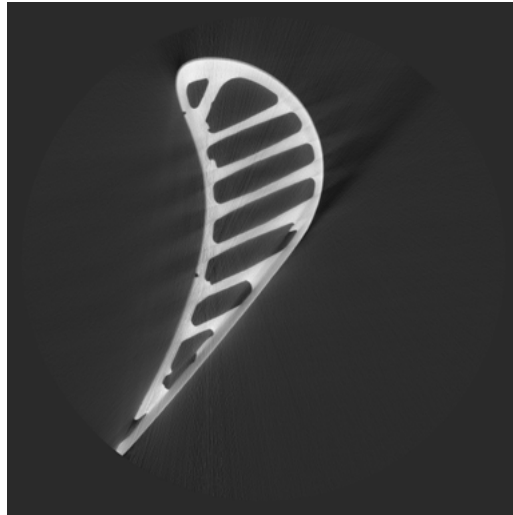
ZEISS DeepRecon Pro

スマートウォッチ用電池の画質改善に ZEISS DeepRecon Pro を使用。DeepRecon Pro によって、粒子電極体とポリマー電池セパレータの明瞭度が向上しました。また、電解液が飽和した陽極など、画像ノイズで見えなくなっていた特徴も復元可能です。

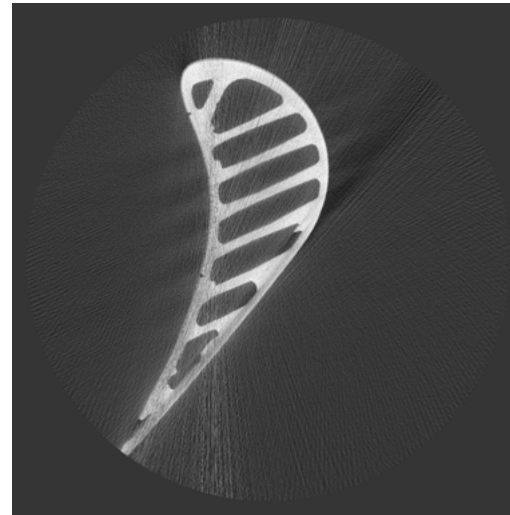
テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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

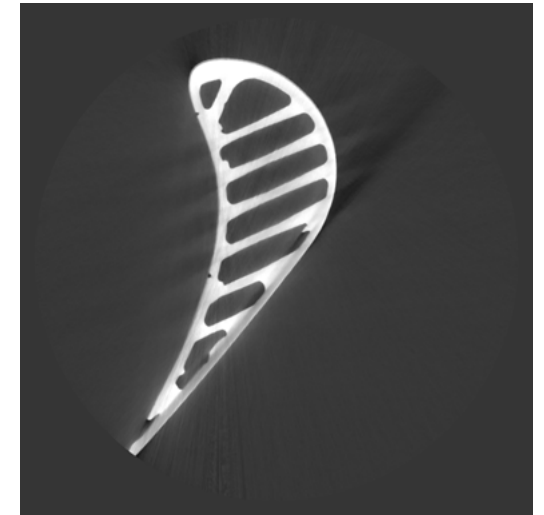
ZEISS Data Converter



FDK、投影数：3700 回



FDK、投影数：370 回



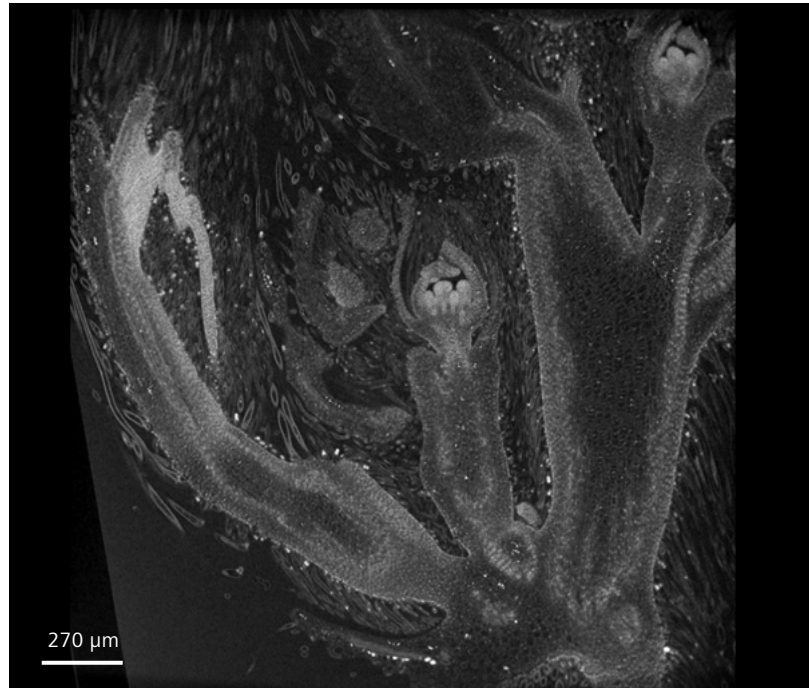
DeepRecon Pro：投影数 370

ZEISS METROTOM で取得したタービンブレードのデータを ZEISS Data Converter で処理。同等の画質を維持しながら、10 倍の処理速度を実現。

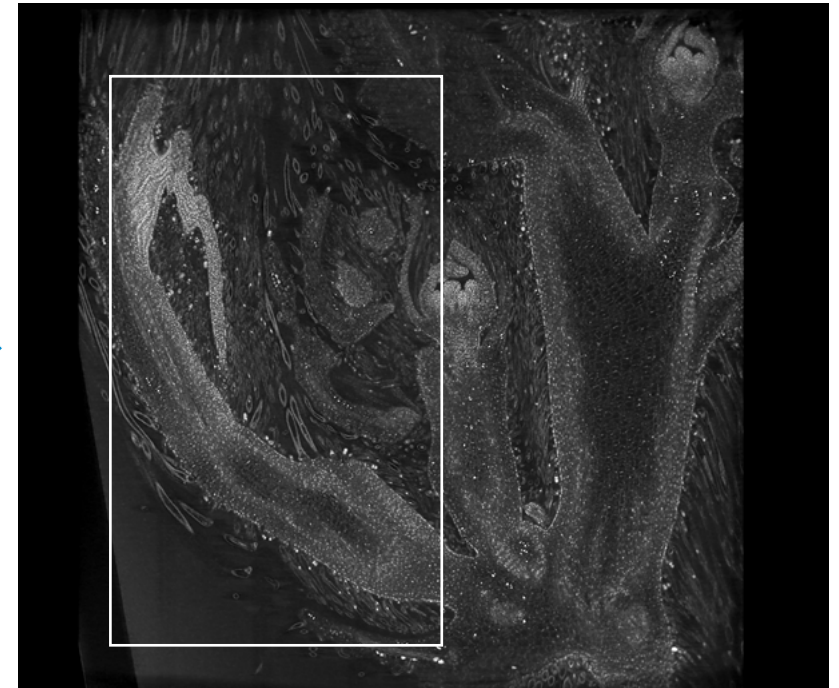
テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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 DeepScout



ダイズの花、ZEISS DeepScout 不使用

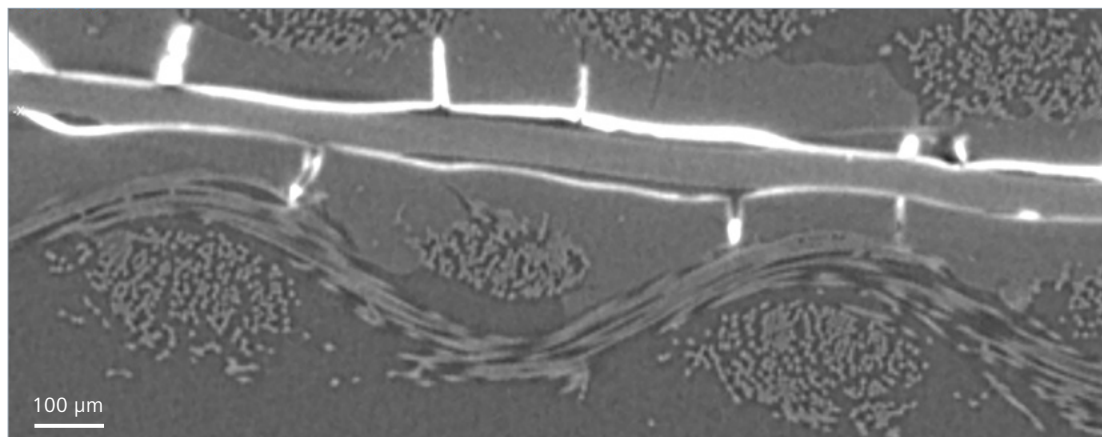


ZEISS DeepScout を使用することで、花の試料の細胞に関するより多くの情報が得られました。
試料ご提供：Keith Duncan, Donal Danforth Plant Science Center

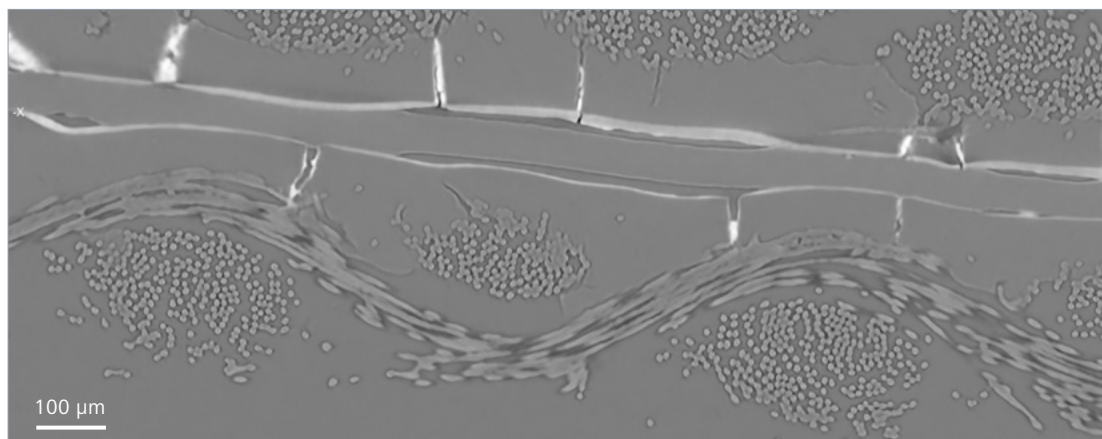
テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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 DeepScout



ZEISS DeepScout を使用せずにイメージングした固体高分子形燃料電池（PEFC）の膜／電極接合体の画像。

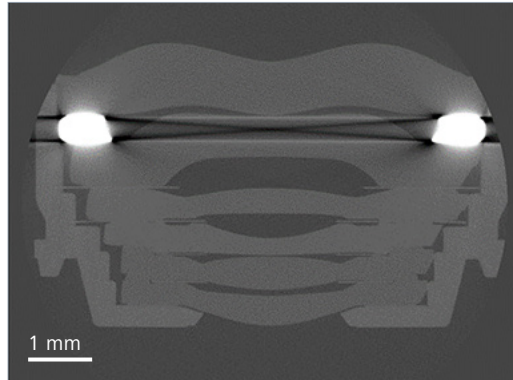


ZEISS DeepScout：水の生成と燃料電池の性能に影響を及ぼす重要な微細構造の特徴を明瞭に示す、試料画像全体の高分解能データを取得。

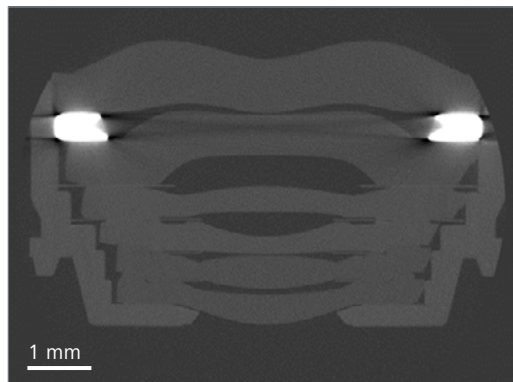
テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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

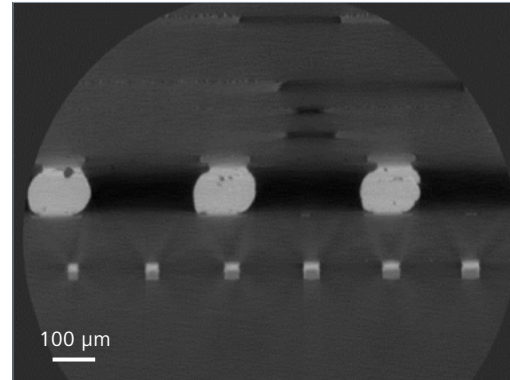
ZEISS Material Aware Reconstruction Solution (MARS) で線質硬化を軽減



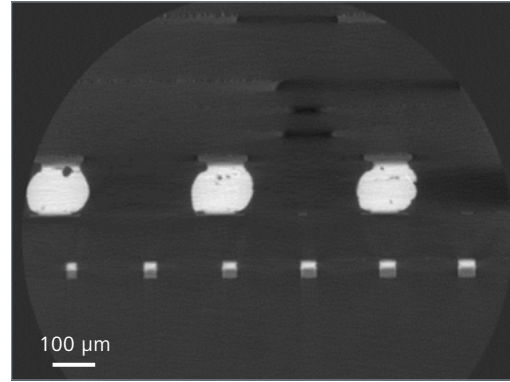
MARS 不使用



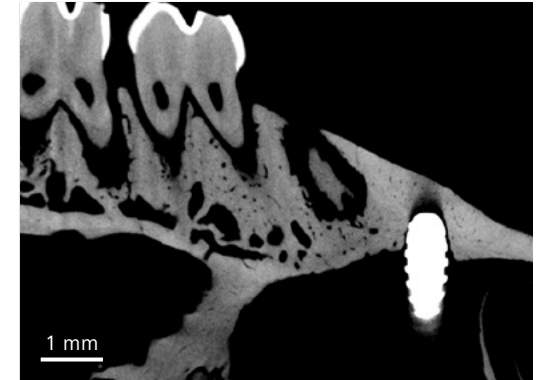
MARS 使用時のカメラモジュール画像



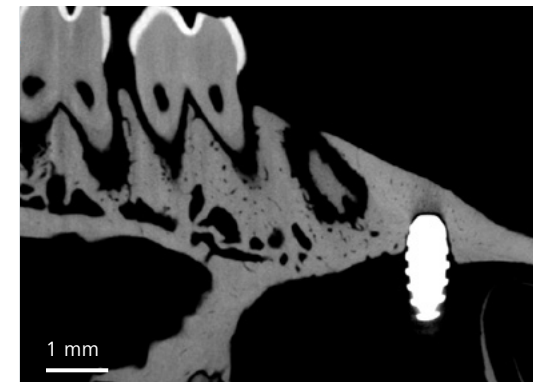
MARS 不使用



MARS 使用時の半導体パッケージ画像



MARS 不使用

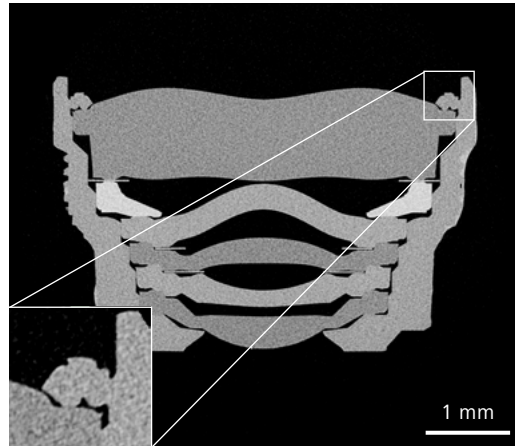


MARS 使用時の生体インプラント画像

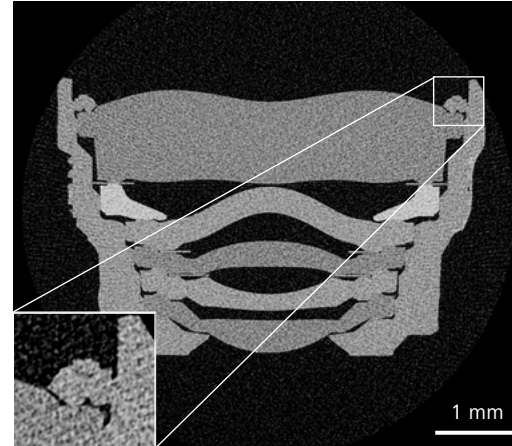
テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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

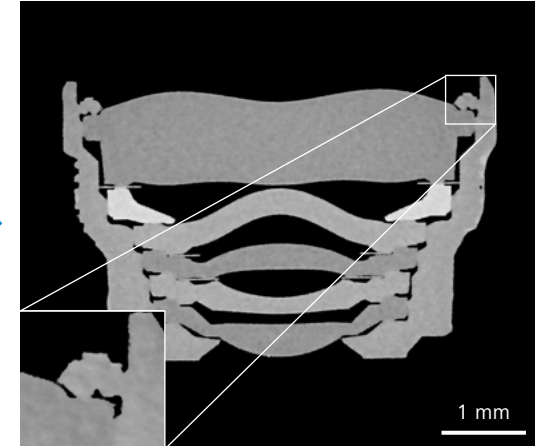
ZEISS OptiRecon



標準的な再構成：スキャン時間 90 分（投影数 1200）



標準的な再構成：スキャン時間 22 分（投影数 300）



OptiRecon：スキャン時間 22 分（投影数 300）

電子機器試料のワークフローにおける ZEISS OptiRecon の性能をご覧ください。OptiRecon では、スマートフォンカメラレンズの組み込みの問題点を 4 倍の速度で解析可能です。

テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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

カスタムユースケース向け Python API

ZEISS XRM Python API には、VersaXRM とのインタラクション向けのオプション機能があります。各ユースケースに対して Python スクリプトに使用できる API は 3 種類あります。

- Basic API モジュールは、モーターの移動や対物レンズの切り替えなど、顕微鏡とインタラクションを行うための手段を提供します。
- Recipe API モジュールには、レシピを変更および実行してデータを取得する機能があります。
- Basic Data Set API モジュールでは、取得または再構成によって生成されたデータの読み取りが可能です。

Python API を制御システムにシームレスに統合することで、装置の制御機能が拡張され、研究の生産性と質が向上します。



```
main_txm.py
1 from XradiaPy import Data
2 import numpy as np
3 from PIL import Image
4 import os
5 import json
6 import csv
7
8 save_dir = './Images_txm'
9 data_dir = r"\\foo\\bar\\dir"
10 group_name_id = 6
11 tomo_name_id = 7
12
13
14 def choose_image(myDataset):
15
16     num_slices = myDataset.GetProjections()
17
18     data = np.array(myDataset.GetImageData(num_slices // 2), dtype=np.uint8)
19     data = np.reshape(data, (myDataset.GetHeight(), myDataset.GetWidth(), num_slices))
20     data = np.uint8(data / 256)
21
22     im = Image.fromarray(data)
23     #im.show()
24
25     return im
26
27
```

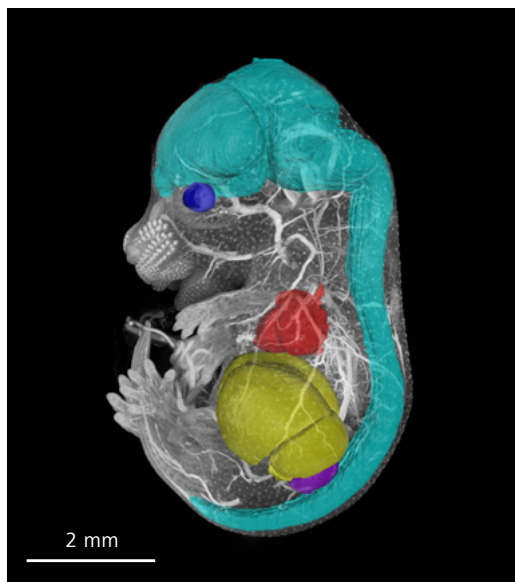


テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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

柔軟性の高いエンドツーエンドの画像解析パイプライン

ZEISS arivis Pro は、画像解析パイプラインとビジュアライゼーションの自動化をサポートします。従来の手法や AI モデルを駆使して、コーディングなしであらゆる画像サイズ、寸法、モダリティに対応するパイプラインを簡単に作成することができます。



ZEISS arivis ソフトウェアで完全なマウス胚のセグメンテーションとビジュアライゼーションを実施。
試料ご提供：Chih-Wei Logan Hsu, Baylor College of Medicine

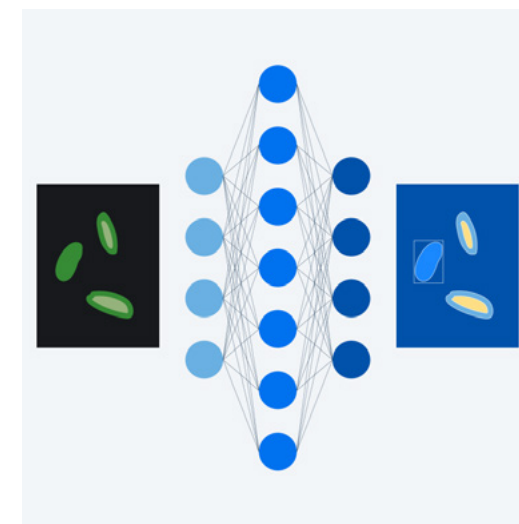
このソフトウェアは 30 以上の商用ファイル形式に対応し、大容量のファイルを簡単かつ効率的に処理します。事前設定されたパイプラインと標準的なアッセイは、単純な解析作業から高度な解析作業まで幅広く対応し、特定の目的に合わせてパイプラインをカスタマイズ可能です。

ワンクリックで解析を繰り返し、一貫性のある定量的な結果を得ることができます。生産性を高め、再現性のある結果を確実に得られるソリューションをご活用ください。

ZEN AI ツールキット (Intellesis を含む)

機械学習は画像解析のスループットを飛躍的に向上させ、ヒューマンエラーのリスクを低減させることができます。このツールキットには、画像ノイズ除去、画像セグメンテーション、オブジェクト分類のソリューションが含まれています。

- 画像解析ワークフローの各プロセスを改善
- 簡単操作で、初心者ユーザーでもすぐに使用可能
- サードパーティ製の機械学習モデルをインポート



テクノロジーを支えるソフトウェア

- 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

3D World ZEISS エディション – 定量解析結果を視覚的に把握

Dragonfly の 3D World ZEISS エディションは、高度な 3D ビジュアライゼーション・解析ソフトウェアであり、XRM、SEM および FIB-SEM データ処理を目的として、ZEISS のみが提供しています。高度な画像処理アルゴリズムとボリュームレンダリングを組み合わせることで、3D World は高精細な観察とデータ定量解析を可能にします。使いやすさ、クラス最高の画像セグメンテーションツールキット、無限の拡張性を備え

た 3D World は、他と一線を画すツールです。複数の顕微鏡で取得したマルチスケールの画像をインポートして、3D World の最先端関連イメージングプラットフォームのメリットをご活用ください。2D・3D での画像記録、再サンプリングなどの様々な画像処理ツールと統合された最新鋭の画像フィルターにより、アーチファクトなしのイメージングが可能になり、その結果は一目瞭然です。静止画や 2D 動画として洞察に富んだスクリーンショッ

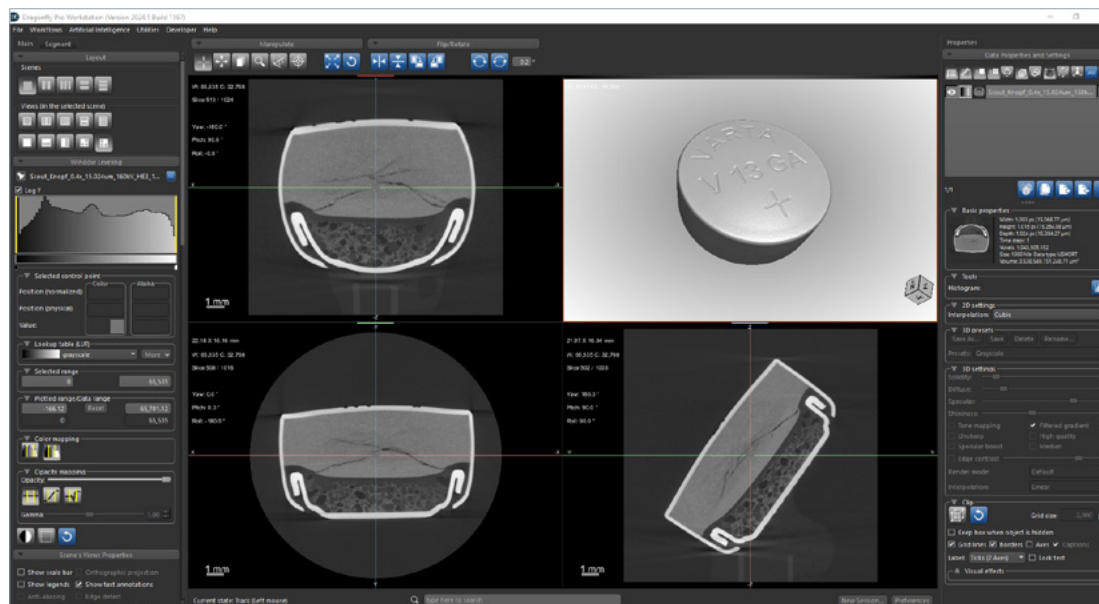
トをキャプチャして共有したり、3D World の 3D Movie Maker でインパクトが強い 3D 動画を簡単に作成したりできます。

3D World 内蔵の機械学習エンジンが困難な試料のセグメンテーションも解決し、インタラクティブなペイントツールや輪郭ツールがキュレーションと細かい編集を容易にします。さらに、ワークフローを記録し、必要に応じてバッチでも再現できます。カスタム Python コードを作成して、ソフトウェアを高度にカスタマイズされた堅牢なソリューションに仕立てることも可能です。

使い方はいたってシンプルで、それでいて必要とされる定量解析結果と視覚的印象を確実に提供します。3D World で、2D/3D データの生産性向上をご実感ください。

主なメリット

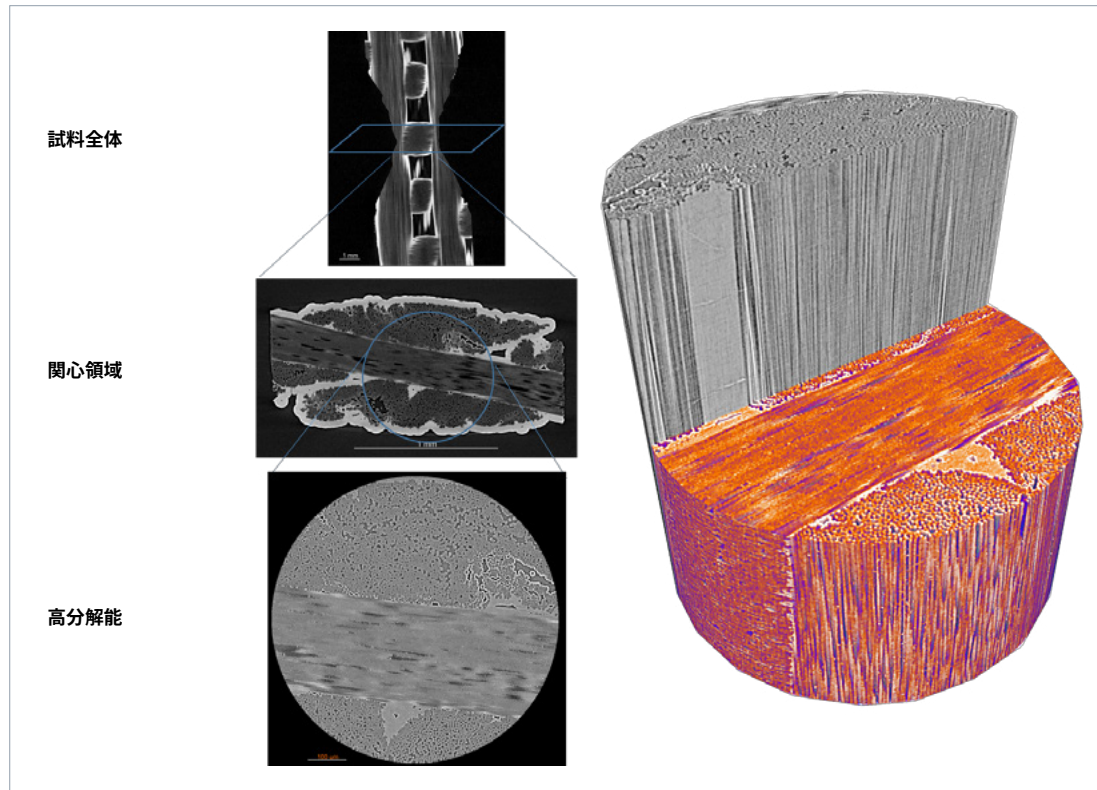
- 使いやすさ
- 画像のセグメンテーション
- マルチモーダル（XRM、SEM、FIB-SEM）
- 堅牢なワークフローのスクリプトとバッチ処理
- マルチスケール
- 定量解析
- 動画



ワークフローに合わせてツールを最適化：位置合わせ精度の制御、相違点のマッピング、外観のカスタマイズを可能にするプラグインを選択できます。ZEISS VersaXRM でイメージングした市販のボタン電池。

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： 材料研究

- 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



In situ 機械的試験に使用される、ドッグボーン形状のセラミックスマトリックス複合材料（CMC）の試料。Scout-and-Zoom ワークフローを使用して、試料を複数の倍率で非破壊的にイメージング。局所構造の変化を高分解能で特定して、ターゲットを定めて観察できます。試料ご提供：Dr. David Marshall, University of Colorado

代表的なタスクとアプリケーション

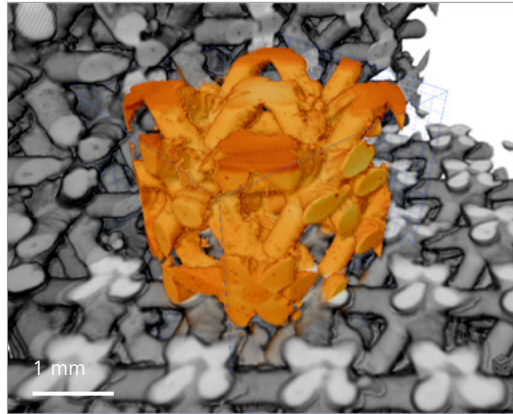
- 3D 構造の特性評価
- 不良のメカニズム、劣化現象、内部欠陥の観察
- マルチスケールでの特性評価
- 微細構造形成の定量化
- 加熱、冷却、乾燥、濡れ、引張、圧縮、膨潤、離水、その他のシミュレーション環境試験の影響を把握するために、in situ 試験および 4D（経時変化）試験を実施

ZEISS VersaXRM 615 のメリット

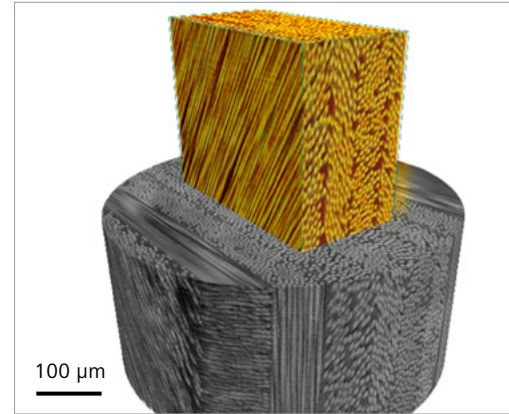
- 2D 表面イメージングでは観察できない、深部に埋まった微細構造まで非破壊で観察。組成コントラストにより、低 Z 材料または原子番号の近い元素やその他の識別しにくい材料を調査
- 非破壊 in situ イメージング実験では長い作動距離でも分解能を維持
- Volume Scout テクノロジー、FPX と FAST モードの組合せで高速・効率的な Scout-and-Zoom をさらに強化。高分解能イメージングを行う関心領域を決定するため超大型試料をマクロスケールで観察
- スループットの高速化により試料実行数がアップ。データの質の向上と試料統計数の増加を実現
- 学術的な共用施設ではスキンの高速化によってより多くのユーザーが使用でき、装置の利用率が向上

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： 材料研究

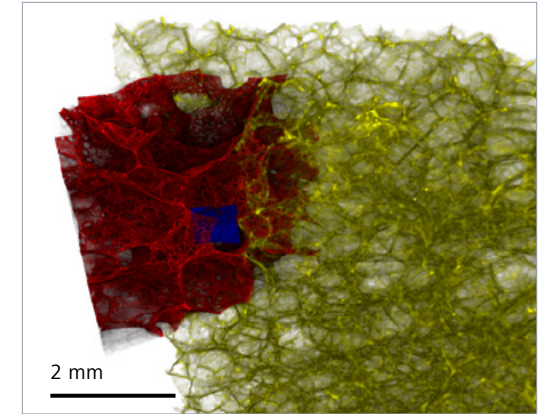
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス



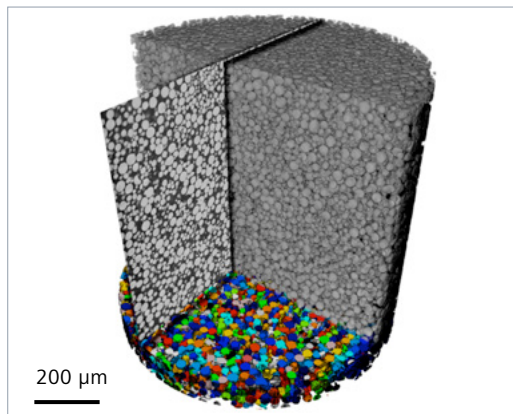
アディティブマニュファクチャリングで作製した格子構造。試料ご提供：Kavan Hazeli, Mechanical and Aerospace Engineering, The University of Alabama, Huntsville



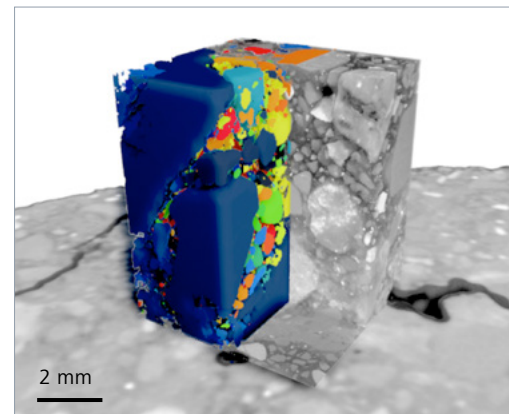
炭素繊維強化高分子複合材。



複数の長さスケールでイメージングした多孔質ガラスフォーム絶縁材。試料ご提供：M.B. Østergaard, Dr. R.R. Petersen and Prof. Y. Yue (Aalborg University), and Dr. J. König (Jozef Stefan Institute)



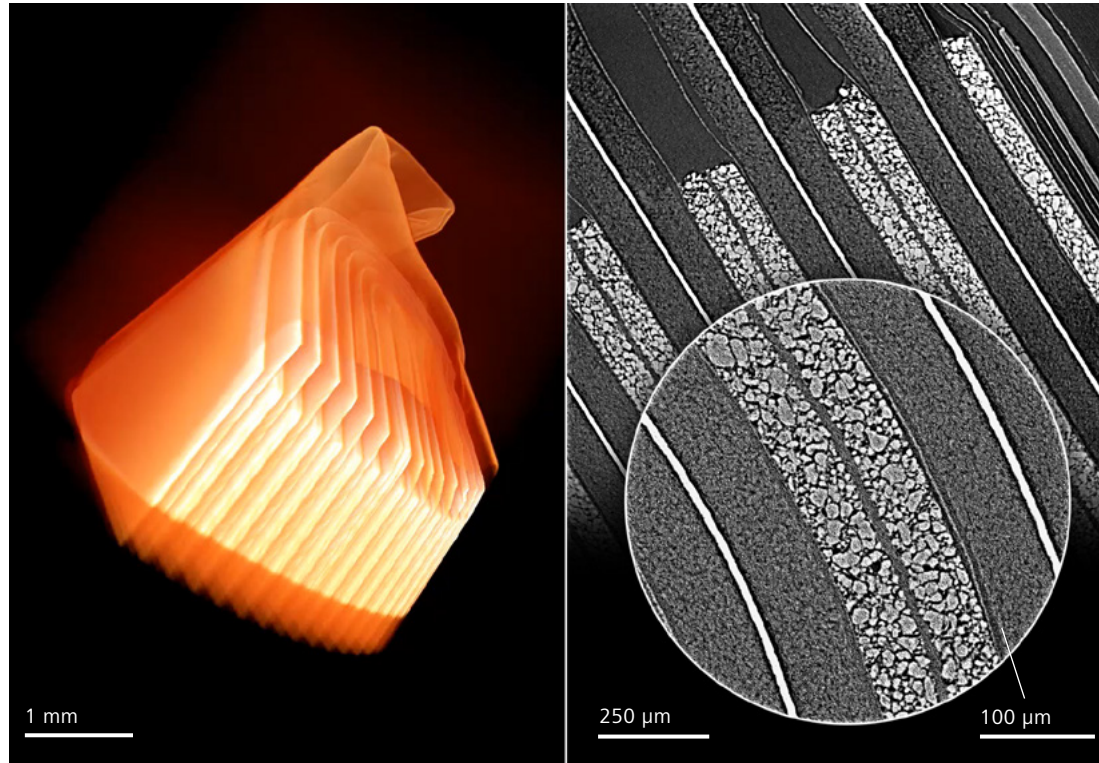
アディティブマニュファクチャリング用の Ti-6Al-4V 原料パウダー。



コンクリート中の複数の相の局所高分解能トモグラフィーとセグメンテーション。

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： リチウムイオン電池

- 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



小型パウチ型電池：0.4x オーバービュースキャン、4x RaaD、20x RaaD。

代表的なタスクとアプリケーション

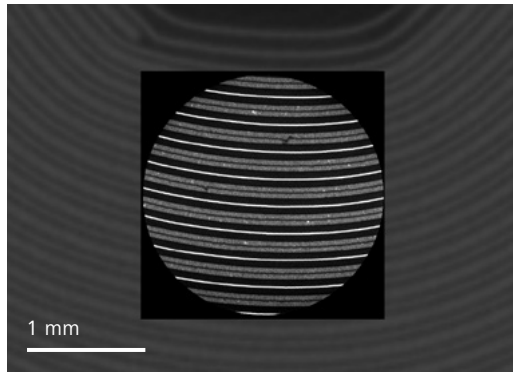
- プロセスレシピの作成とサプライチェーン管理：効果的にサプライヤー管理を行うため、インタクトな試料の検査を実施。性能や寿命に影響を与える可能性のあるプロセスレシピの変更やコスト削減が明らかに
- 安全性と品質の検査：破片、粒子の形成、電気接点のバリ、高分子セパレータの損傷の同定
- 寿命と経時変化効果：経時変化効果の縦断的研究

ZEISS VersaXRM 615 のメリット

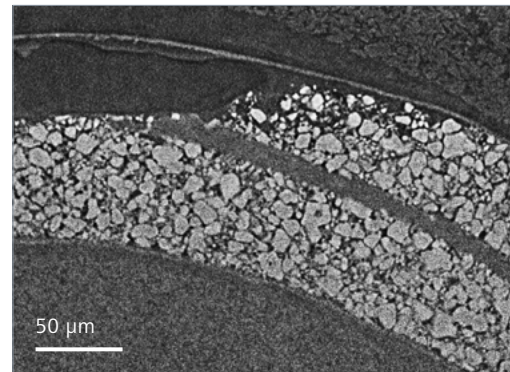
- RaaD により、インタクトなパウチ型電池や円筒形電池を高分解能でイメージングでき、何百もの充電サイクルにわたって経時変化効果の縦断研究が可能
- これほど忠実にインタクトな電池をイメージングできるのは本製品のみ
- Volume Scout を使用して FAST モードで Scout-and-Zoom を実行することで、関心領域を特定して高分解能での観察が可能
- VersaXRM 615 では、高分解能スキャン時間が大幅に短縮

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： リチウムイオン電池

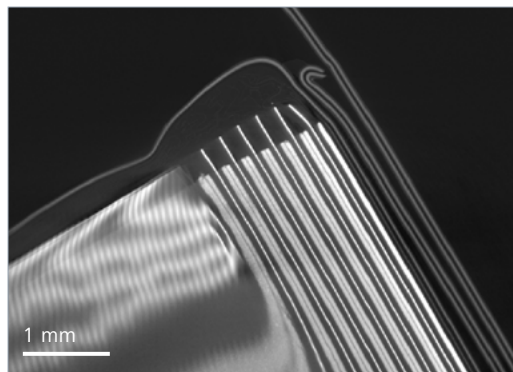
- › 概要
- › 特長
- › アプリケーション
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス



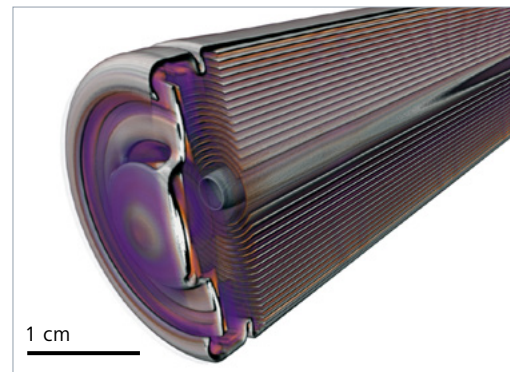
インタクトな 18650 リチウムイオン電池内の経時変化。



小型パウチ型電池（80 kV）：In situ 微細構造、カソード結晶粒レベルでの経時変化、セパレータ層。



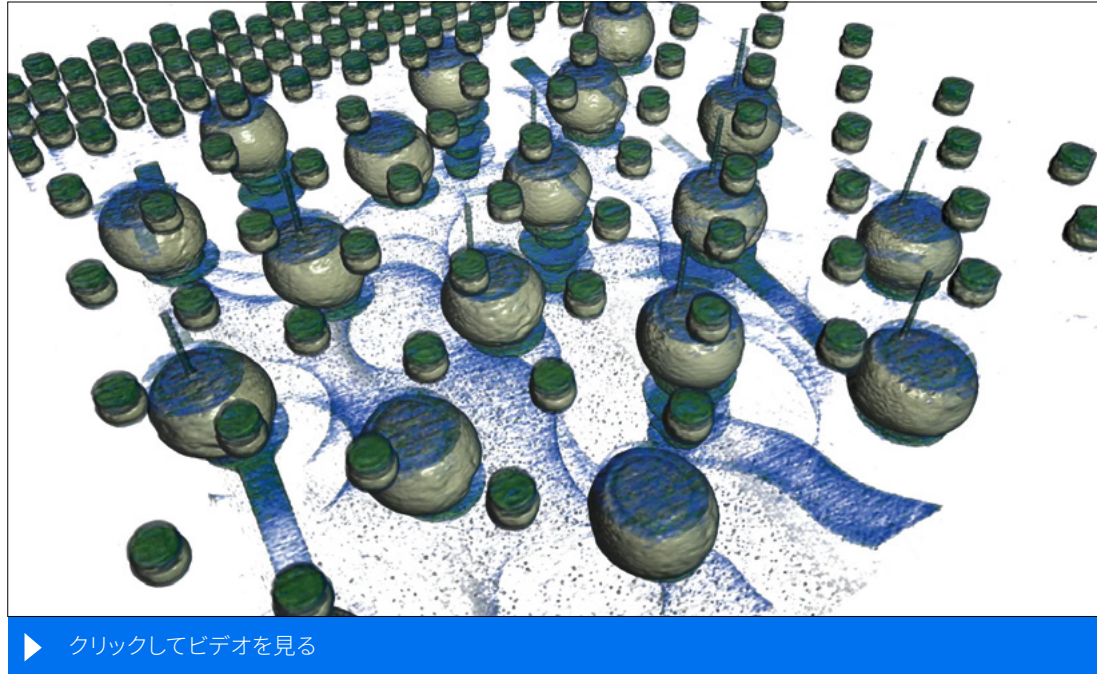
小型パウチ型電池（120 kV）。
不良解析、膨張、漏れ、電解質ガス発生。



インタクトな円筒型電池（160 kV）：溶接バリ、金属介在物、
導電層の折れとねじれ。

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： 電子機器と半導体パッケージ

- 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



▶ クリックしてビデオを見る

2.5D パッケージ中の C4 パンプ、TSV および Cu ピラーマイクロパンプのビジュアライゼーションにより、インタクトなパッケージを高分解能でイメージング (1 μm /ボクセル)。

代表的なタスクとアプリケーション

- 2.5D/3D およびファンアウトパッケージを含む先端的な半導体パッケージのプロセス開発、歩留まり向上、構成解析を目的とした構造不良解析の実施
- リバースエンジニアリングとハードウェアセキュリティに関するプリント回路基板の分析

ZEISS VersaXRM 615 のメリット

- モジュールからパッケージに至るまで非破壊的に画像を取得。物理的な断面作成に代わる迅速なサブミクロン分解能での欠陥特性評価
- 仮想断面および平面の画像を制限なくあらゆる角度から観察することにより、欠陥の位置と分布の深い理解が可能
- スループットを高速化することで、結果取得までの時間を短縮、不良とその根本原因の特定や、試料実行数アップによるデータの質向上でプロセス開発と歩留まり改善が可能

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： 電子機器と半導体パッケージ

› 概要

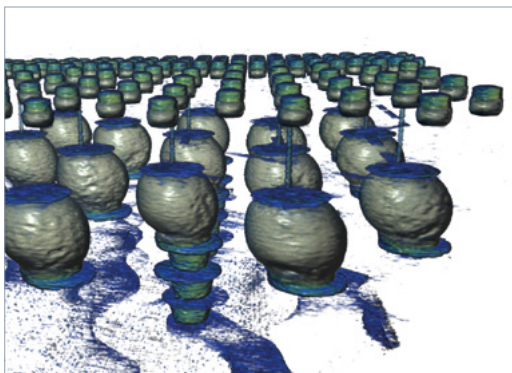
› 特長

› アプリケーション

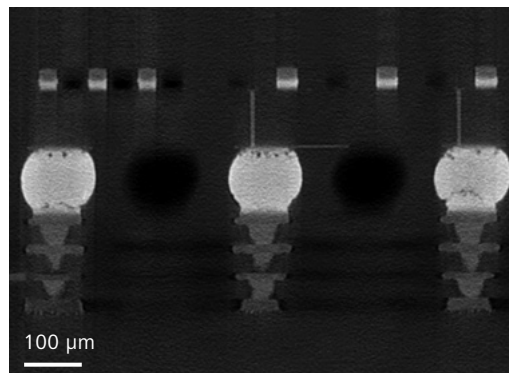
› システム構成

› 技術仕様

› サービス



ビジュアライゼーションされた、50 mm x 75 mm x 1 mm の 2.5D パッケージ内のパッケージ配線。Cu ピラーマイクロバンプ。



2.5D パッケージの仮想断面：C4 バンプのはんだの亀裂とボイドが明らかに。



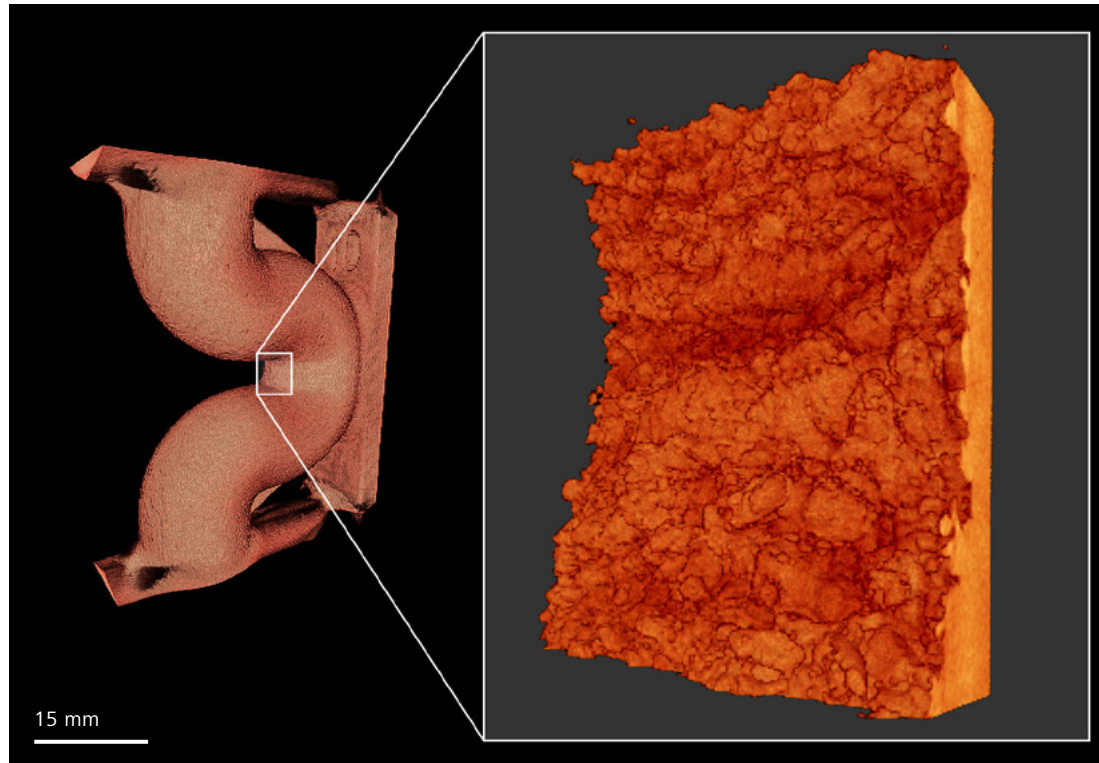
Autoloader のロボットを組み込んで、一度に多数の試料を数日間スキャンすることで、観察の自動化が可能に。



インタクトな電子機器の非破壊画像。

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： アディティブマニュファクチャリング

- 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



アディティブマニュファクチャリングでプリントしたダクト（Ti-6Al-4V）の表面粗さ評価。約 3.4 mm 超の領域を約 1.7 μ m のボクセルで取得した高分解能スキャンデータ。テスト部品ご提供：LZN および Liebherr

代表的なタスクとアプリケーション

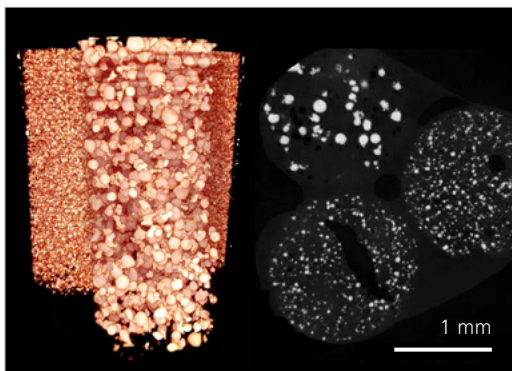
- 適切なプロセスパラメータ決定に必要なアディティブマニュファクチャリング粉末床における粒子の詳細な形状、サイズ、体積分布解析
- アディティブマニュファクチャリング部品の微細構造解析のための高分解能、非破壊のイメージング
- 形式的な CAD の表示との比較用の 3D イメージング
- 溶融していない粒子、高 Z 介在物、ボイドの検出
- 他の方法では測定不可能な、内部構造の表面粗さ分析

ZEISS VersaXRM 615 のメリット

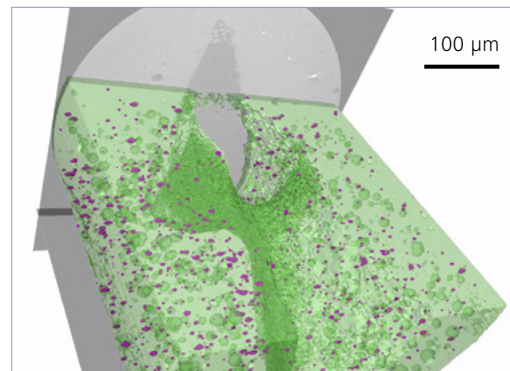
- Scout-and-Zoom と Volume Scout を FAST モードで使用
- スループットの高速化により、アディティブマニュファクチャリングプロセスチェーンに沿った品質検査が可能
- トップクラスのサブミクロン分解能により、プロセスパラメータの解析と材料特性の評価が可能

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： アディティブマニュファクチャリング

- 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



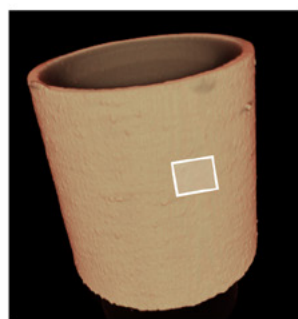
ボクセル分解能 $3.9\text{ }\mu\text{m}$ で品質の異なる A205 アディティブマニュファクチャリング用粉末のイメージング。



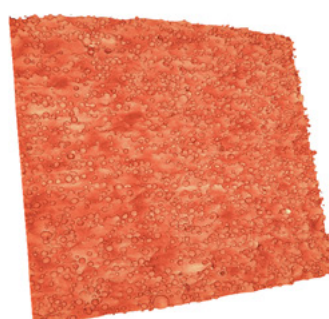
アディティブマニュファクチャリングで製造されたアルミニウム歯車の内部構造：ボクセル分解能 $3\text{ }\mu\text{m}$ の画像により、溶融していない粒子、高 Z 介在物、小さなポイドを確認。試料ご提供：Timo Bernthaler, University of Aalen



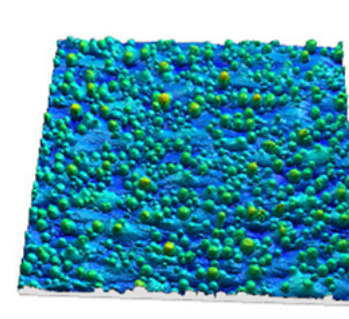
アディティブマニュファクチャリングで製造されたアルミニウム歯車の総合的な特性評価により、介在物や細孔、CAD モデルとの相対的な寸法の偏差が明らかに。試料ご提供：Timo Bernthaler, University of Aalen



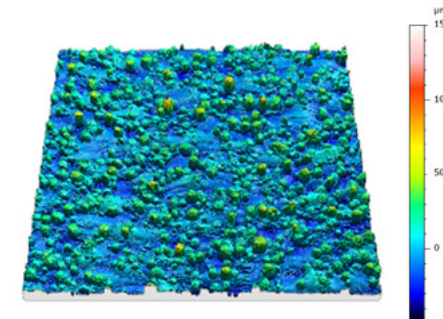
試料全体のスキャン
直径 10 mm
(ボクセル分解能：約 $11.5\text{ }\mu\text{m}$)



関心領域のスキャン
2 mm
(ボクセル分解能：約 $1.2\text{ }\mu\text{m}$)



XRM による表面評価



共焦点顕微鏡により検認された評価

Ti-6Al-4V 試験試料の ISO 25178 に基づく表面粗さ評価。XRM と ZEISS Smartproof 5 共焦点顕微鏡はいずれもほぼ同様の結果を示しています。テスト部品ご提供：LZN および Liebherr

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： 地質学研究

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

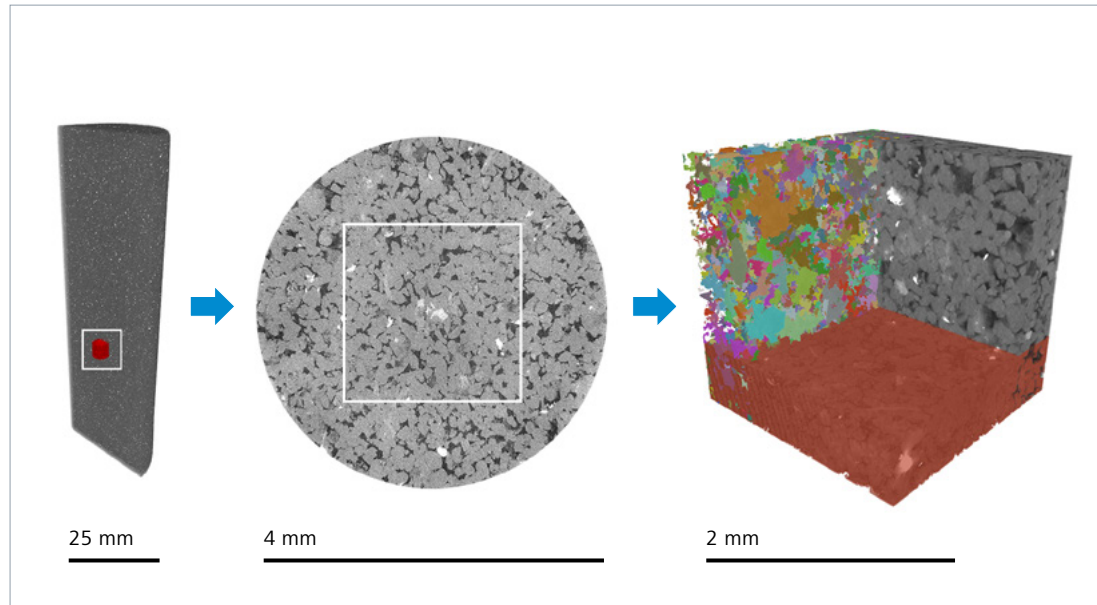
サービス

代表的なタスクとアプリケーション

- 岩石試料や化石の状況の 3D 観察と定量化
- 貴重な惑星試料の初期調査
- 構成の関係や間隙ネットワークの把握
- 浸水試験と吸水試験を in situ で行うことで、CCS、CCU、H₂ 貯留層の飽和プロファイルや反応性に関する洞察を取得
- コア試料における空隙スケール、モデル流体流の力学の直接測定
- コアや粒子の定量的鉱物的描写のための、鉱物相の自動セグメンテーション
- 分離した単体と反応性の表面露出を、立体解析学的な制限なしで 3D で評価

ZEISS VersaXRM 615 のメリット

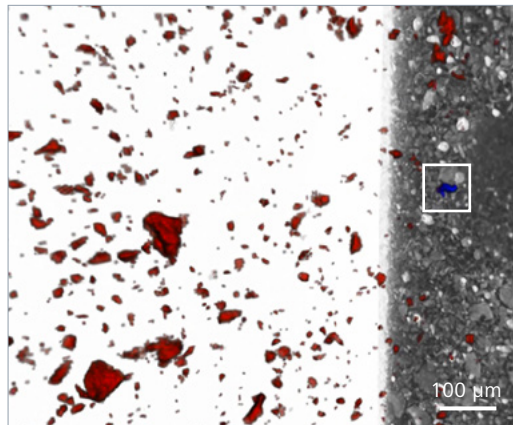
- 地球やそれ以外から採取した地質学試料の高速・高分解能のナノスケールのトモグラフィイメージング
- 多相流体の in situ 研究、鉱物の反応性の in situ タイムラプス観察、鉱物相のセグメンテーションと同定に適した、最高精度の 3D ナノスケールサポート
- 岩石および化石試料の高スループットのマルチスケールイメージングと特性評価
- 高品質データで画像解析や AI アプリケーションの質も向上
- ZEISS VersaXRM と自動セグメンテーションソフトウェアを組み合わせ、CT による自動定量鉱物解析を実行



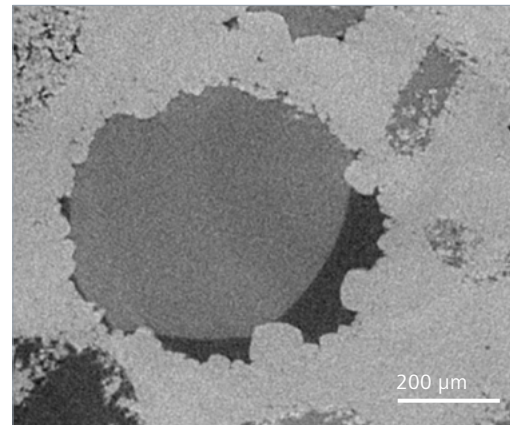
砂岩中心部のマルチスケール非侵襲的特性評価：巨視的イメージング、高品質の非侵襲的内部トモグラフィおよび統合された細孔スケール解析結果（細孔の分離を示す）。

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： 原材料

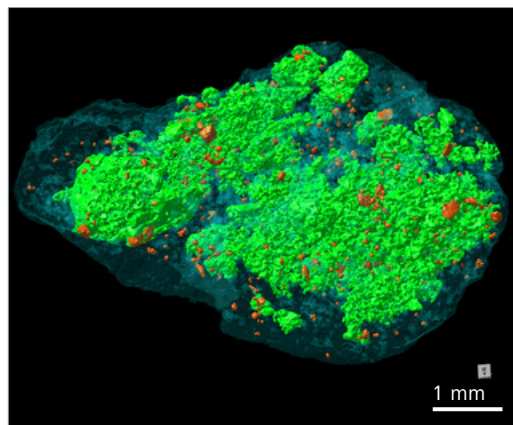
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス



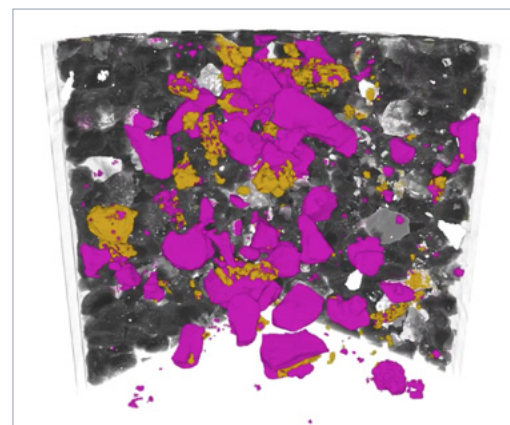
約 26,000 の黄鉄鉱結晶粒群の中から同定された個別の金結晶粒。



油（最も濃い位相）－塩水（中間色の位相）－方解石（最も薄い色の位相）系の in situ 接触角度測定。



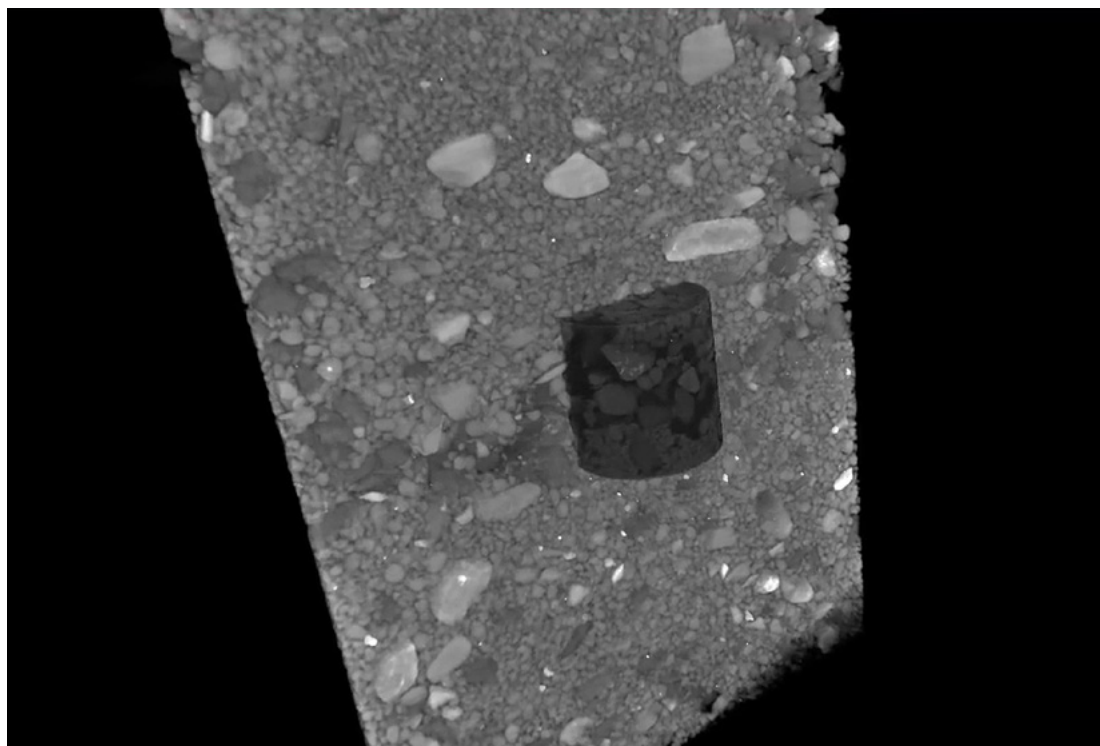
ウィンチコム隕石の 3D 画像。深層学習支援再構成後のセグメンテーションにより、碎屑物（緑）とマトリックス（淡青）を分離。硫化鉱物と酸化鉱物（オレンジを帯びた赤）も、ZEISS Phase Identifier 3D による 3D 自動鉱物学で特性評価しました。



ZEISS VersaXRM のデータ収集と Phase Identifier 3D による、鉱物分類と粒子の同定。実際の粒径、形状や鉱物組成の測定結果を含むカスタマイズ可能なデータ出力を使用。黄鉄鉱（金色）、黄銅鉱（ピンク）。

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： ライフサイエンス

- 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



▶ クリックしてビデオを見る

非破壊 X 線イメージングは、土中で成長する根とそのネットワークのビジュアル化に最適なテクノロジーです。ZEISS VersaXRM を使用した高分解能 X 線イメージングにより、根を土中から取り出すことなく、その構造を細胞レベルで可視化できます。2 cm x 10 cm のシリンジ筒に格納されたムラサキウマゴヤシの根の試料において、根系の構造をそのままイメージング。これを基に、その後の高分解能イメージングのために関心領域を特定。ご提供：K. Duncan, Donald Danforth Plant Science Center, St Louis, USA

代表的なタスクとアプリケーション

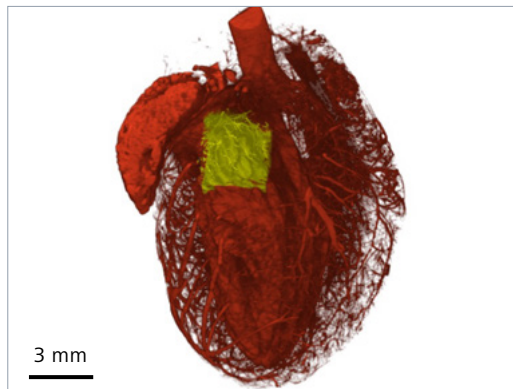
自然環境下における生体試料を観察するには常に困難が伴います。X 線顕微鏡では、土壌に埋まったままの植物の根を特別な試料作製をすることなくイメージングできます。VersaXRM は、環境媒体中の植物の根をイメージングするのに特に適しています。

ZEISS VersaXRM 615 のメリット

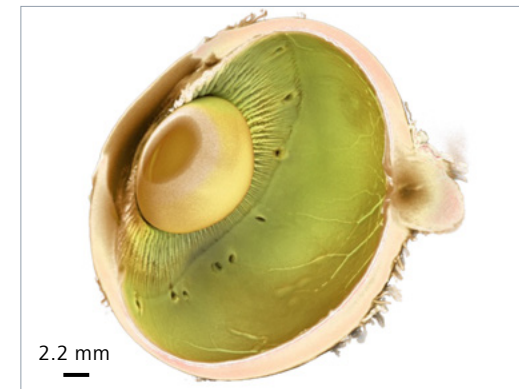
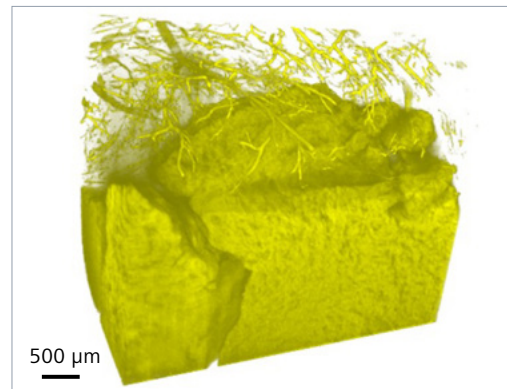
- RaaD で試料をイメージング可能。大型試料も分解能を損なうことなく観察できる
- 大量の試料をこれまでにない速度でイメージング
- VersaXRM 615 で取得した高コントラスト画像による重要な構造の識別とセグメンテーション。3D World ZEISS エディションを使用すれば、ビジュアル化とセグメンテーションが可能に

ZEISS X 線顕微鏡のアプリケーション例： ライフサイエンス

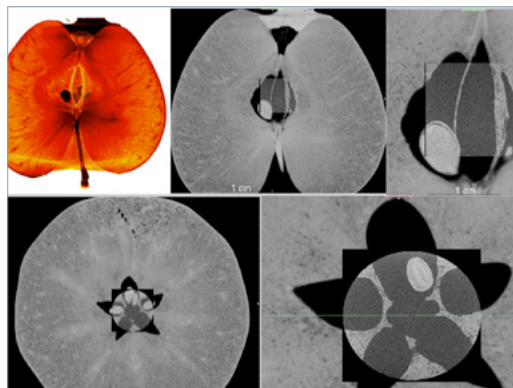
- › 概要
- › 特長
- › アプリケーション
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス



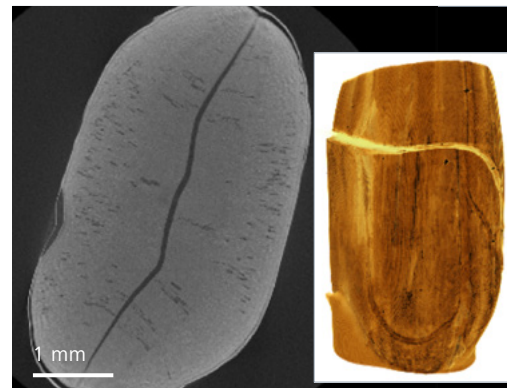
心臓などの臓器の高分解能・高コントラストのX線顕微鏡イメージングによって、組織構造に関する貴重な洞察を得て、病態や遺伝子モデル間の違いなどを比較することができます。上の試料は、ラットの心臓（対照動物）を2つの異なる分解能でイメージングしたものです。コントラストが強調された内部の血管構造を確認できます。3D World ZEISS エディションを用いた3D再構成では、低分解能と高分解能の両方でイメージングが可能です。イメージングの全プロセスにおいて、心臓は低融点アガロースが入ったファルコンチューブに包埋され、試料内の水分を維持しました。試料ご提供：The University of Radboud, NL



ここでは、内部構造を確認し、その仕組みに対する理解を深めるためにブタの眼全体をイメージングしました。試料ご提供：Prof Rachel Williams, Dr. Brendan Geraghty, Dr. Victoria Kearns, Valentin Pied and Dr. Julia Behnsen, University of Liverpool, UKDrishti でレンダリングした画像。



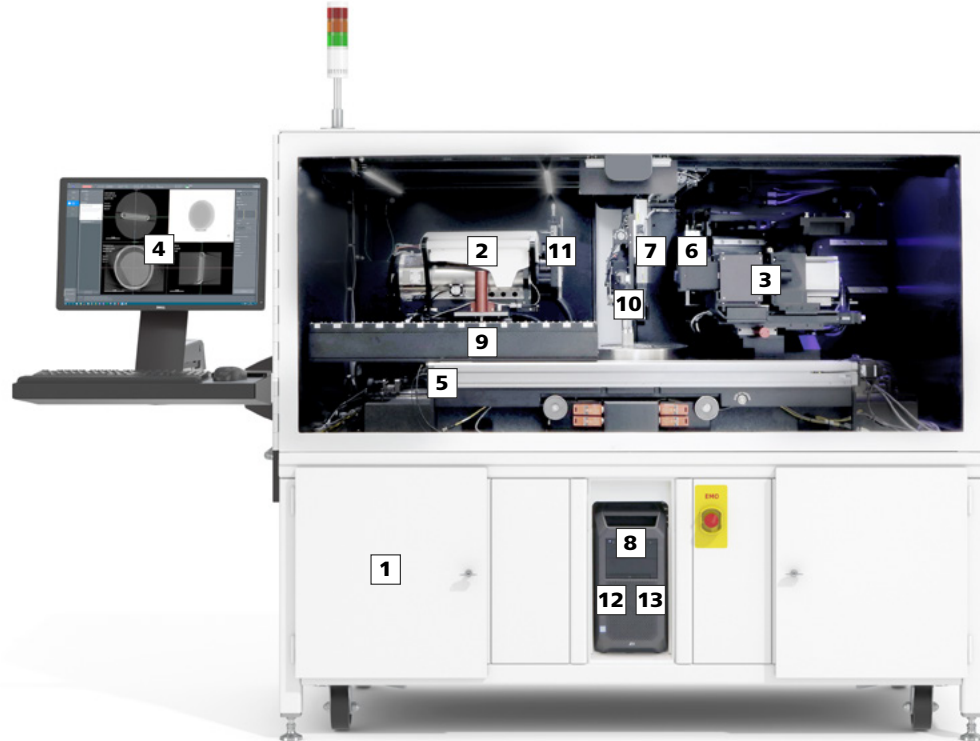
リングまたはリング属は、最も重要な果物作物の1つです。種や果皮（内果皮と中果皮を含む）を、果実を切り刻むことなくビジュアライゼーションできます。



種子は非常に硬く、コンパクトな構造をしており、内部全体をイメージングするのは困難です。画像は、植物さらに成長するためのエネルギー貯蔵部を含む、すでに形成されている子葉を示しています。

ZEISS VersaXRM 615：柔軟性の高いイメージングソリューション

- 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



1 ハイスループット X 線顕微鏡

- Resolution at a Distance (RaaD) 搭載 ZEISS VersaXRM 615

2 X 線源

- 高出力・高速起動の、透過式密閉管を用いた X 線源 (30 ~ 160 kV、最大 25 W)
- シングルフィルターホルダー、フィルター 12 枚付属

3 コントラストを最適化する検出器

- 異なる倍率の対物レンズを複数備えた検出器ターゲットおよび最適化されたシンチレータを搭載し、最高のコントラストを実現する革新的なデュアルステージ検出器システム
- 2000 x 2000 ピクセル、ノイズ抑制電荷結合検出器
- 広視野・ハイスループットの顕微鏡イメージング、VolumeScout、1 分のトモグラフィーが可能な、オプションの拡張フラットパネル (FPX) と高速取得スキャンテクノロジー (FAST) モード

4 ZEN navx ガイド・制御システム

- 人間中心設計の原則に基づいた X 線制御システム
- ガイダンス付きのシームレスな統合ワークフロー
- 多様なパラメータを可視化したガイダンス
- Integrated File Transfer Utility (FTU) でユーザーワークステーションにデータを自動転送
- 相関ワークフローをサポートするガイダンス
- 内蔵 Volume Scout による完全な 3D ナビゲーション

5 高分解能を実現するシステムの安定性

- 花崗岩ベースによる振動絶縁
- 熱環境での安定性
- 低ノイズ検出器
- 独自の安定化機構

6 多種多様な試料サイズや用途に対応するシステムの柔軟性

- 可変的なスキャンジオメトリ
- 調整可能なボクセルサイズ
- 吸収コントラストモード
- 伝搬位相コントラストモード
- 複数のトモグラフィーを縦につなぐ縦方向画像スティッチング

7 ZEISS SmartShield による試料の保護とセットアップの最適化

- ZEN navx ガイド・制御システム内に完全統合された高速保護膜作成機能
- 3D での試料と機器の安全性
- 実験設定時のオペレーターの業務効率向上
- 透明な、反射する試料向けの半手動式 ZEISS SmartShield Lite

ZEISS VersaXRM 615：柔軟性の高いイメージングソリューション

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

8 Advanced Reconstruction Toolbox (性能強化オプション)

- ZEISS DeepRecon Pro：AI ベースの再構成技術を用いて、独自の半反復・反復試料ワークフローで最大 10 倍のスループットまたは高画質を達成。VersaXRM 615 には、DeepRecon Pro の 2 年ライセンスと ZEISS XRM 画像再構成および解析ワークステーションが標準で付属します。
- ZEISS DeepScout：全視野での分解能およびスループットで、100 倍速の再構成を実現
- ZEISS OptiRecon：最大 4 倍のスループットまたは高画質の反復再構成が可能に
- ZEISS Material-Aware Reconstruction Solution (MARS)：高度減衰試料に対して線質硬化の影響を軽減
- ZEISS PhaseEvolve：密度が低～中程度の試料または高分解能イメージングアプリケーションでコントラストとセグメンテーションが向上
- ZEISS Data Converter を使用することで、DeepRecon Pro および PhaseEvolve を他の CT プラットフォームとシームレスに連携させることができます。

9 Autoloader オプション

- ユーザーの作業を減らして生産性を最大化
- 最大 14 個の試料ステーションの操作をプログラム可能
- 大量・繰り返しスキャンの自動ワークフロー
- ZEN navx のガイダンスと組み合わせることで、データの遠隔処理が容易に

10 試料ステージ

- FAST（連続回転）取得モードと STEP（ステップアンドシュート）取得モード
- 超高精度の 4 軸試料ステージ
- 最大搭載重量 25 kg

11 In Situ 4D ソリューション

- RaaD により優れた in situ イメージングが実現
- Deben ステージ向けの内蔵型 in situ レシピ制御
- In situ インターフェースキットオプション
- 別注でカスタム in situ フローインターフェースキットを提供

12 インストルメントワークステーション

- 素早く再構成を行うパワーワークステーション
- デュアル CUDA ベースの GPU
- マルチコア CPU
- 24 インチのディスプレイモニター

13 ソフトウェア

- 取得：ZEN navx のガイド・制御システム
- 再構成：Scout-and-Scan Reconstructor
- ビューア：3D View ZEISS エディション
- 装置の機能を拡張する XRM Python API
- 各種 3D ビューアや解析ソフトウェアプログラムと互換性あり
- 3D ビジュアライゼーションと 3D 解析のための Dragonfly の 3D World ZEISS エディション (オプション)
- 自動画像解析用 ZEISS arivis Pro (オプション)
- DeepRecon Pro および PhaseEvolve 向け ZEISS Data Converter (オプション)
- 機械学習を利用して画像処理とセグメンテーションを行う ZEN AI ツールキット (オプション) と Intellesis

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

イメージング	ZEISS VersaXRM 730	ZEISS VersaXRM 615	ZEISS Xradia 515 Versa
空間分解能 ^a	450 nm	500 nm	500 nm
分解能 ^b (ZEISS の分解能テストターゲット：160 kV/LE6、1.3 mm Al と 40x-P 対物レンズに相当)	500 nm		
Resolution at a Distance (RaaD) ^c (作動距離：50 mm)		1.0 μm	1.0 μm
Resolution Performance at a Distance (ZEISS の分解能テストターゲット：140 kV/LE4、0.6 mm Al に相当)	700 nm @ 50 mm 750 nm @ 100 mm		
最小達成可能ボクセル ^d (最大倍率時の試料におけるボクセルサイズ)	40 nm	40 nm	40 nm

X 線源	ZEISS X 線源 (ZXR-1)	高電圧 X 線源	高電圧 X 線源
アーキテクチャ	透過式密閉管、高速起動	透過式密閉管、高速起動	透過式密閉管、高速起動
電圧範囲	安定したスポットサイズ：30 ～ 160 kV	安定したスポットサイズ：30 ～ 160 kV	安定したスポットサイズ：30 ～ 160 kV
最大出力	25 W	25 W	10 W

コントラストを最適化した検出器システム

ZEISS X 線顕微鏡 (XRM) は、異なる倍率の対物レンズを複数備えた革新的な検出器ターゲットを装備。各対物レンズには、最高レベルの吸収コントラストを実現する最適化されたシンチレータが採用されています。

	標準					オプション					標準					オプション				
対物レンズ&検出器	0.4x	4x	20x	FPX	40x-P	0.4x	4x	20x	FPX	40x	0.4x	4x	20x	FPX	40x	0.4x	4x	20x	FPX	40x
空間分解能	20 μm	1.9 μm	0.9 μm	12 μm	0.45 μm	20 μm	1.9 μm	0.9 μm	12 μm	0.5 μm	20 μm	1.9 μm	0.9 μm	12 μm	0.5 μm	20 μm	1.9 μm	0.9 μm	12 μm	0.5 μm
最大 3D 視野 (FOV)	50 mm	6.5 mm	1.3 mm	140 mm	645 μm	50 mm	6.5 mm	1.3 mm	140 mm	645 μm	50 mm	6.5 mm	1.3 mm	140 mm	645 μm	50 mm	6.5 mm	1.3 mm	140 mm	645 μm
広視野モード、最大 3D FOV		11 mm																		

ステージ

試料ステージ (積載可能重量)	25 kg
試料ステージ駆動範囲 (X、Y、Z)	50 mm、100 mm、50 mm
試料ステージ駆動範囲 (ローテーション)	360°
X 線源駆動範囲、Z 方向 ^e	190 mm
検出器駆動範囲、Z 方向 (対物レンズ)	290 mm
検出器駆動範囲、Z 方向 (FPX 検出器)	250 mm

a) ZEISS XRM の 2D 分解能テストターゲット、通常視野モード、オプションの 40x-P (730) または 40x (615、515) で測定された空間分解能。
b) ZEISS XRM の 2D 分解能テストターゲット、通常視野モード、オプションの 40x-P 対物レンズで測定された分解能。
c) RaaD の作動距離は回転軸周り (試料半径) のクリアランスとして定義。分解能は、ZEISS 2D 分解能テストターゲットで測定。

d) ボクセルは、分解能と関連はあるがそれを決定するものではない幾何学的用語。ここでは比較のためにのみ用いる。ZEISS では分解能を、機器の解像度を総合的に測定した実測値である VersaXRM の空間分解能によって規定。
e) Z 方向は、X 線ビームパスに沿った方向として定義。

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

特長	ZEISS VersaXRM 730	ZEISS VersaXRM 615	ZEISS Xradia 515 Versa
ZEN navx ユーザーエクスペリエンス (File Transfer Utility を含む)	■	■	
Scout-and-Scan 制御システム			■
Scout-and-Zoom	ZEN navx の Volume Scout	ZEN navx の Volume Scout	手動または 3D World ZEISS エディションを使用
縦方向画像スティッチ	■	■	■
X 線源フィルター	自動フィルターチェンジャー (AFC) フィルター容量 24 枚、標準フィルター 12 枚付き	手動シングルフィルターホルダー、標準フィルター 12 枚付き	
高アスペクト比トモグラフィー (HART)	■		
デュアルスキャンコントラストビジュアライザ (DSCoVer)	■		
拡張フラットパネル (FPX)	FPX (オプション) : FAST モードまたは STEP モードを使用	FPX (オプション) : FAST モードまたは STEP モードを使用	FPX (オプション)、STEP モードのみ
回折コントラストトモグラフィー用 ZEISS LabDCT Pro	オプション		
広視野モード	4x		
GPU CUDA ベースの再構成	デュアル	デュアル	デュアル
ZEISS SmartShield	SmartShield、SmartShield Lite	SmartShield、SmartShield Lite	SmartShield
ZEISS Autoloader	オプション	オプション	オプション
In Situ インターフェースキット	オプション	オプション	オプション
高分解能対物レンズ (オプション)	40x-P	40x	40x
ソフトウェア			
Python API	■	■	■
ZEN AI ツールキット (Intellesis を含む)	オプション	オプション	オプション
ZEISS arivis Pro	オプション	オプション	オプション
Dragonfly 3D World ZEISS エディション	オプション	オプション	オプション
Advanced Reconstruction Toolbox			
ZEISS XRM 画像再構成および解析ワークステーション	■	■	オプション
DeepRecon Pro (2 年ライセンス)	■	■	1 年または永久ライセンス (オプション)
ZEISS ART AI Supercharger (DeepRecon Pro + DeepScout)	アップグレード	アップグレード	オプション
ZEISS ART 再構成パッケージ (DeepRecon Pro + OptiRecon)	アップグレード	アップグレード	オプション
ZEISS ART コントラストパッケージ (PhaseEvolve + MARS)	オプション	オプション	オプション
ZEISS ART Premium (全モジュール) ^{a)}	アップグレード	アップグレード	オプション
ZEISS Data Converter	オプション	オプション	オプション

a) ART モジュールはすべて個別に購入いただけます。

ZEISS お客様第一主義：継続的な改善とアップグレードオプション

概要

特長

アプリケーション

システム構成

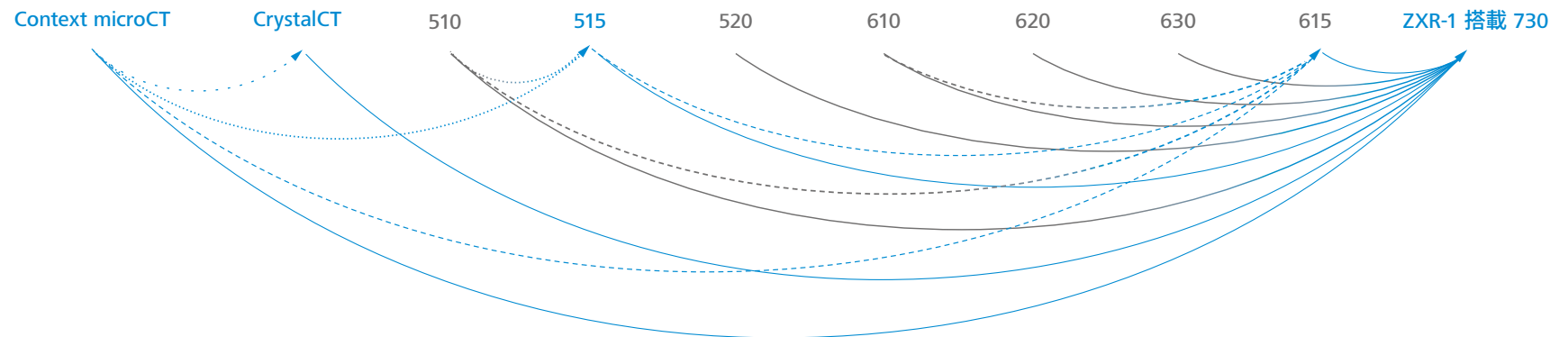
技術仕様

サービス

ZEISS VersaXRM 730 顕微鏡は、これまでにない拡張性と万全のサポート体制で投資効果を高め、お客様に常に最新のソリューションをお届けします。

ZEISS X 線顕微鏡の多くは、お客様が初期投資を回収できるよう、将来のイノベーションや開発の進歩に合わせてアップグレード・拡張可能な設計になっています。これにより、最先端技術の進歩とともに顕微鏡の性能を進化させ続けることが可能になります。これは、3D X 線イメージング業界における重要な差別化要素の 1 つです。

システムの最新機能を使用し、サービス可能な状態を維持するために、お使いのプラットフォームを現場で最新の X 線テクノロジーに切り替えることができます。つまり、ZEISS Context microCT を CrystalCT® またはさらに高性能の VersaXRM 顕微鏡にすることができます。LabDCT があれば、CrystalCT が VersaXRM 730 になります。また、すべてのミドルレンジ Versa プラットフォームは、ZEISS の ZXR-1 X 線源を搭載した高度な VersaXRM 730 にアップグレード可能です。ZEISS では新しいモジュールが絶え間なく開発されており、お客様の施設で実施できる装置アップグレードに加え、システム機能をさらに拡張する in situ 試料環境、独自のイメージングモダリティ、生産性向上モジュールなどの高度な機能をご利用いただけます。また、定期的なソフトウェアのメジャーリリースには、既存の機種でも利用できる重要な新機能が含まれており、研究能力を強化します。



ZEISS サービス – いつでも頼れるパートナー

ZEISS の顕微鏡システムは、お客様にとって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。

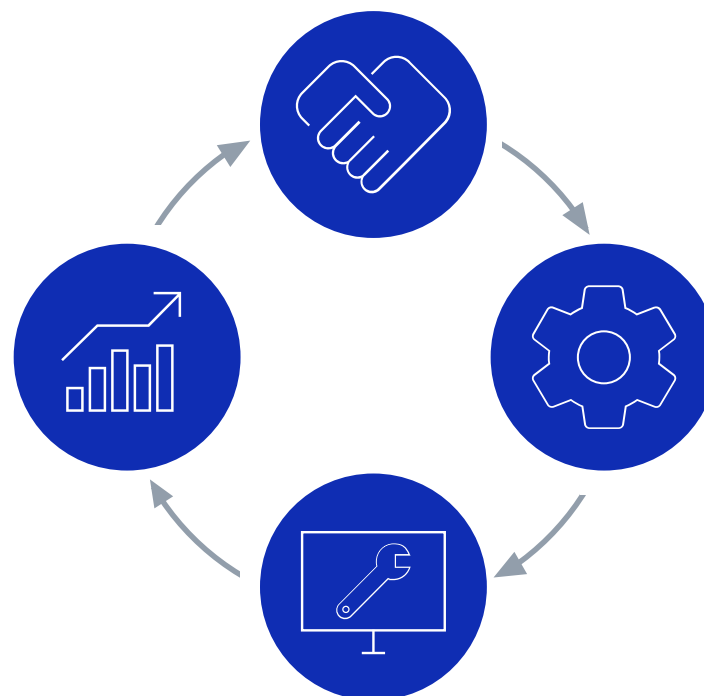
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

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

新規投資

- デコミッショニング
- 下取り



運用支援

- Predictive Service による遠隔モニタリング
- 点検・予防メンテナンス
- ZEISS 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
- ZEISS Protect サービス
- 計測学的較正
- 装置の移転
- 消耗品
- 修理

レトロフィット

- 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 ソフトウェアによるカスタマイズワークフロー

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。

お問い合わせ：

www.zeiss.co.jp/microscopy/service



Carl Zeiss Microscopy GmbH
07745 Jena, Germany
microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/VersaXRM615

カールツァイス株式会社
リサーチマイクロスコピーソリューション
Tel 0570-00-1846
info.microscopy.jp@zeiss.com

ZEISS の SNS アカウントをフォロー：

