

Seeing beyond

ZEISS VersaXRM 5 Insight

オーバービュー画像から知見取得までをスムーズに

1つの統合ワークフローで実現する、シームレスなマルチスケールイメージング。優れた性能と高い価値を兼ね備えた業界初のハイブリッド 3D X 線顕微鏡。

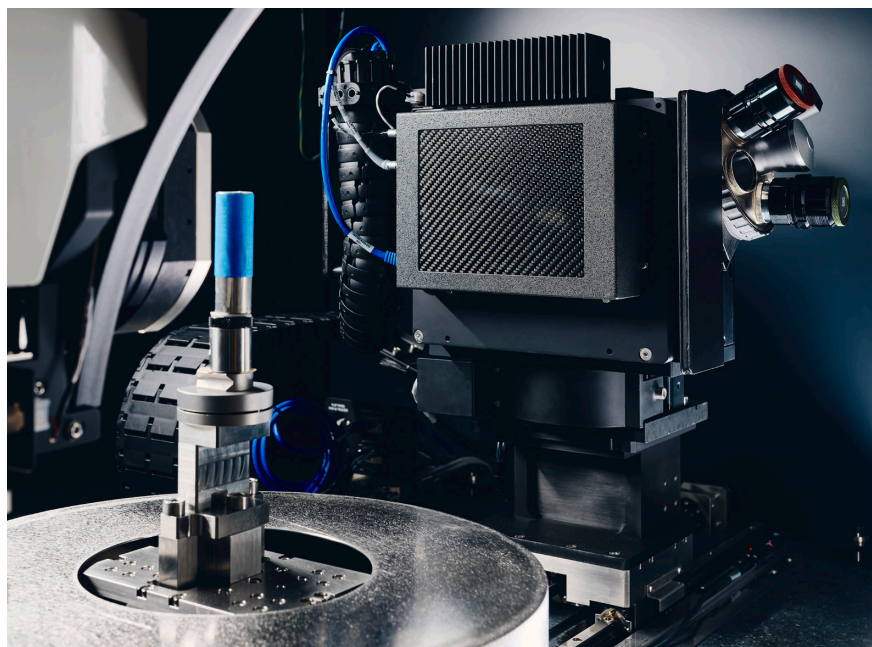
zeiss.com/VersaXRM-5-Insight

ZEISS

幅広い試料に対応する詳細な マルチスケール 3D イメージング

産業界の研究・分析ラボや大学の共用研究施設では、イノベーションの加速、多様な試料への対応、限られた予算の最大限の活用が求められています。ZEISS VersaXRM 5 Insight™ は、こうしたニーズに応えるため、幅広いアプリケーションにわたって効率的な非破壊 3D イメージングを実現します。

VersaXRM 5 Insight は、新たに設計された検出器アーキテクチャに、ZEISS がこれまで培ってきた X 線顕微鏡技術、直感的なソフトウェア、深層学習再構成を組み合わせることで様々なイメージングワークフローにおいて安定した性能を発揮します。



標準搭載のフラットパネル microCT 検出器と XRM 対物レンズを同一の電動モジュールに搭載した Insight 検出器アーキテクチャが、幅広いアプリケーションや試料タイプに対応できる柔軟性を提供します。

柔軟性

小さな試料から大きな試料まで。高分解能観察を可能にする、統合されたマルチスケールワークフロー

研究者は、大型で複雑な試料を特性評価すると同時に、最も重要な内部構造を十分な分解能で捉える必要に迫られることがよくあります。microCT と X 線顕微鏡を 1 つのハイブリッドシステムに統合した ZEISS VersaXRM 5 Insight では、試料のオーバービュー画像の観察から、目的の領域を対象とした精密な解析まで、効率的に進めることができます。これにより、様々なサイズの試料をイメージングし、特定の関心領域を拡大して、高分解能で詳細な情報を取得することが可能になります。さらに、合理化されたシームレスなワークフローを維持したまま一連の作業を行えます。

特長

- 標準搭載のフラットパネル検出器と FAST モードを使用して大型で複雑な試料をイメージングし、効率的にスカウティングおよび検査できます。
- 試料をトリミングしたり、ハードウェア構成を変更したりすることなく、大容量の試料観察から、関心領域を対象とした詳細評価へと進むことが可能です。
- 4× およびオプションの 20× 対物レンズを使用し、Resolution at a Distance (RaaD™) により、試料内部の構造をさらに高い分解能で拡大観察できます。
- FAST モードと RaaD を組み合わせることで、様々なイメージングタスクにおいて速度と分解能のバランスを最適化できます。

生産性

確かな結果を効率的に取得

イメージングの生産性を左右するのは、スキャン速度だけではなく。セットアップ時間の短縮、オペレーターによるばらつきの低減、そしてワークフロー全体でユーザーが適切な判断を行えるよう支援することで、より迅速で信頼性の高い結果につながります。VersaXRM 5 Insight は、ガイド付きソフトウェア、インテリジェントなワークフロー支援、自動再構成ツールにより、スキャン設定にかかる時間を短縮し、より多くの時間を有用な知見の取得に充てられるよう支援します。

特長

- ・パラメータ設定のガイダンスと試料に応じたナビゲーション機能を備えた ZEISS ZEN navx[®] のガイド付きワークフローが、セットアップ時間を短縮し、オペレーターによるばらつきを低減します。
- ・Volume Scout と統合されたワークフロー支援機能により、関心領域の特定とターゲット設定、およびスキャン条件の設定を効率的に行えます。
- ・FAST モードを使用して、ナビゲーション、3D 検査、目的の領域を対象とした解析のためのイメージング結果を迅速に確認できます。
- ・オプションの DeepRecon Pro による統合型の自動再構成機能により、高品質なイメージングをより短時間で実現します。

価値を追求した設計

実績ある VersaXRM[®] の価値を最適化し、高い性能を活用

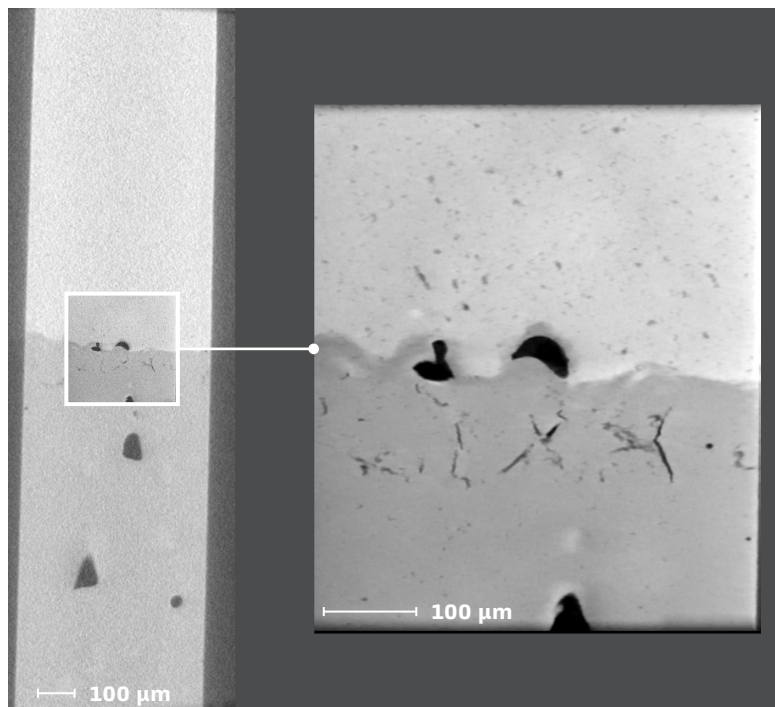
ZEISS VersaXRM 5 Insight は、合理化された検出器アーキテクチャに、VersaXRM ファミリーを特徴づける実績ある画質と RaaD 機能を組み合わせています。本システムは、必要不可欠なマルチスケールイメージング機能を備えるとともに、イメージングニーズの変化に応じて拡張できる柔軟性を提供します。

特長

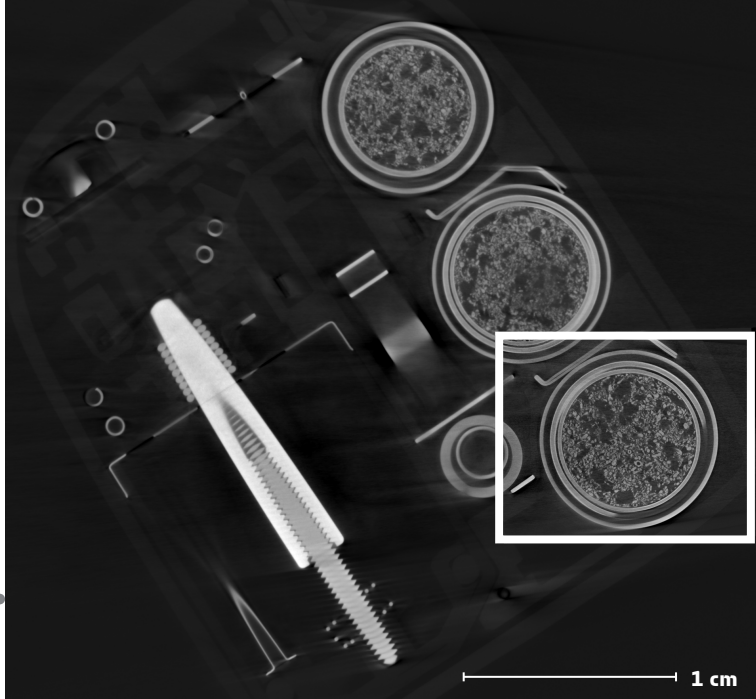
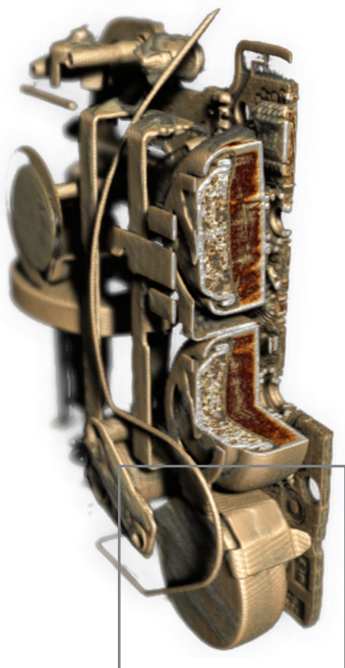
- ・確かな性能と保守性の向上を実現するよう設計された、合理化された Insight 検出器アーキテクチャのメリットを活用できます。
- ・モジュール式のシステムアーキテクチャにより、変化するイメージングニーズに合わせてシステム機能を拡張できます。
- ・効率的なシステム設計、保守の簡素化、長期的な信頼性により、システムのライフサイクル全体にわたる総所有コスト（TCO）を削減します。
- ・日々の 3D イメージングワークフロー向けに最適化された構成で、VersaXRM の主要機能を活用できます。



ZEISS ZEN navx のパラメータガイダンスにより、ユーザーはニーズに合わせてスキャンパラメータを簡単に選択・調整し、速度・分解能またはその両方のバランスを優先した設定を行うことができます。



Cu 銅試料をフラットパネル検出器の FAST モード（1.6 μm、約 16 分）でスキャンした後、Cu 銅界面を 20× 対物レンズでさらに高分解能（0.58 μm、約 5 時間）でスキャンし、界面領域の欠陥を可視化しました。20× スキャンは ZEISS DeepRecon Pro を使用して再構成され、空孔率・溶融不良・クラックなど、界面に存在する重要なサブミクロン欠陥を明瞭に特定できます。



インスリンポンプ（50 mm × 40 mm）をフラットパネル検出器（26.2 μm 、約 1.5 時間）でイメージングして試料全体を可視化した後、選択した領域を高分解能（11.53 μm 、FAST モード：約 34 分）でスキャンし、内部構造の詳細な情報を非破壊で取得しました。

主な特長

X 線顕微鏡 + microCT のフルハイブリッド機能

microCT の柔軟性と X 線顕微鏡の精細さを兼ね備えたソリューション

1 台のシステムで、大規模な構造から微細な内部構造まで捉えることができます。VersaXRM 5 Insight は、microCT の広視野とハイスループットに、ラボベースの X 線顕微鏡が備える Resolution at a Distance (RaaD) 機能を組み合わせ、効率的なマルチスケールイメージングを実現します。

ハードウェア構成を変更したりワークフローを中断したりすることなく、大型試料を観察し、関心領域を拡大して、詳細な 3D 情報を取得できます。

メリット

- ・ 1 つのワークフローで、大型試料から微細構造までイメージングできます。
- ・ 広視野イメージングと高分解能での特性評価を組み合わせることができます。
- ・ フラットパネルによるイメージングと対物レンズによるイメージングをシームレスに切り替えられます。
- ・ 試料の完全性を維持しながら、マルチスケールの詳細情報を取得できます。



Resolution at a Distance (RaaD)

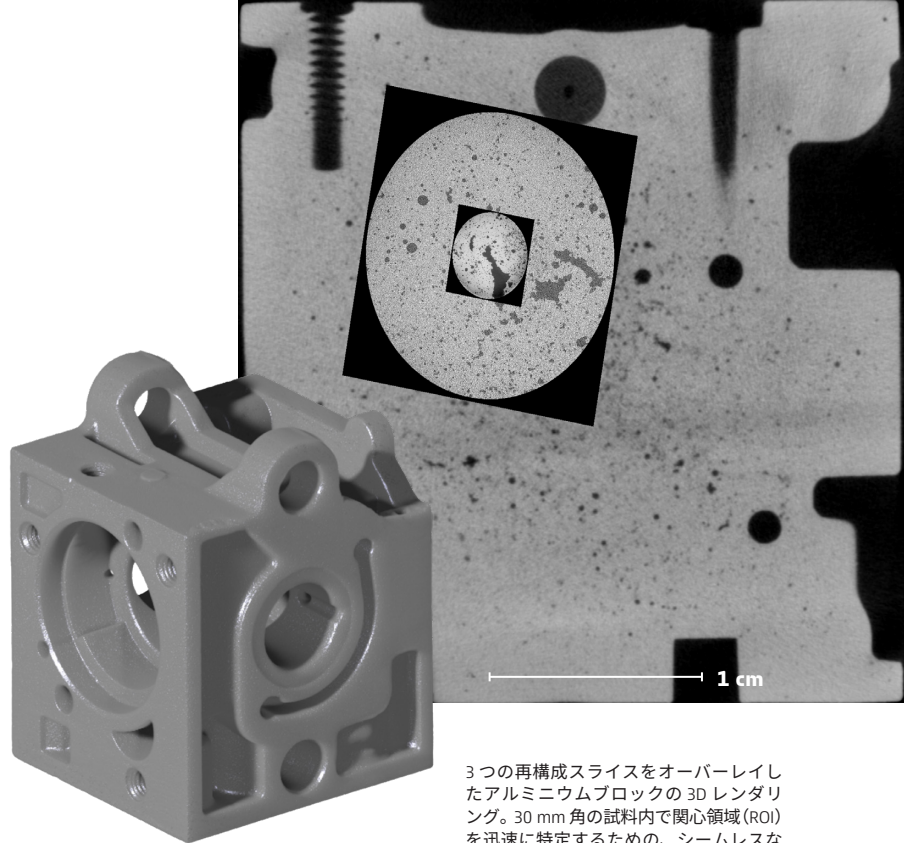
試料を加工・トリミングすることなく高分解能イメージングを実現

大型試料内部の微細な構造や欠陥をイメージングできます。RaaDにより、試料を傷つけることなく高分解能の3D画像を取得できます。

トリミングや試料の再固定の必要性を減らすことで、時間を短縮し、試料作製時のミスを防ぐとともに、ダメージを受けやすい試料や再現が困難な試料をそのまま保持できます。

メリット

- ・ 様々なサイズの試料に対し、幅広い長さスケールで高分解能イメージングを実現できます。
- ・ 試料作製の手間を削減します。
- ・ ワークフローの効率を向上させます。
- ・ 分解能を損なうことなく in situ 実験を行えます。



3つの再構成スライスをオーバーレイしたアルミニウムブロックの3Dレンダリング。30 mm 角の試料内で関心領域 (ROI) を迅速に特定するための、シームレスなマルチスケールズーム機能を示しています。ワークフロー: ボリュームスカウティングのため、全視野をフラットパネルの FAST モードで 346 μm でスキャン (9 分) → 視野を狭め、中間分解能で中サイズの ROI をフラットパネルでスキャン (58 分) → 4 $\times$ 検出器を使用して 3.5 μm で高分解能ズームスキャン (3.5 時間) を行い、内部構造を非破壊で可視化、解析。

非破壊 3D イメージング

試料を加工せずに内部を観察

試料を傷つけることなく、内部構造、深部にある特徴、組み立てられた状態のコンポーネントを可視化できます。複雑な試料やダメージを受けやすい試料の完全性を維持しながら解析できます。

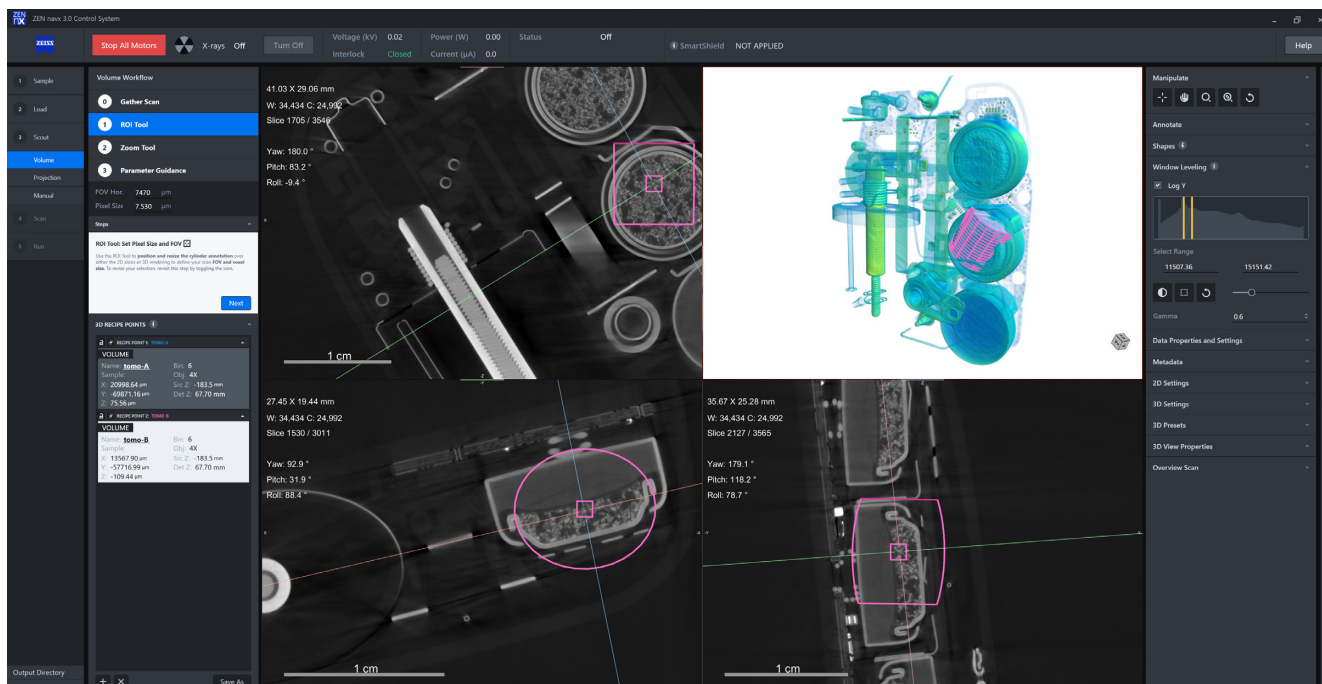
VersaXRM 5 Insight では、追加の試料作製や抽出手順を行う前に目的の構造を特定できるため、その後の解析ワークフローがよりスムーズになります。

メリット

- ・ 解析中も試料の完全性を維持できます。
- ・ 完全に組み立てられた状態のコンポーネントの内部構造を検査できます。
- ・ 後工程のワークフローや対象を絞った詳細調査をサポートします。
- ・ 検査や研究結果に対する信頼性を高めます。



円筒形 21700 バッテリー (70 mm $\times$ 21 mm) のフラットパネルイメージング。左はフラットパネルを使用して 70 μm (60 分) で取得したセル全体、右は赤枠で示した領域を高分解能 (3.5 μm 、約 9.5 時間) で取得した拡大画像です。内部の積層構造を明瞭に可視化し、詳細な非破壊評価を可能にします。



Volume Scout ワークフローを備えた ZEN navx では、複数の投影像、色分けされた ROI オーバーレイ、3D 可視化を使用して、インスリンポンプ全体から ROI を正確に選択できます。

ZEN navx

直感的なガイド付きワークフローで、確実な操作が可能に複雑さを軽減し、高品質な結果をより迅速に取得できます。ZEN navx は、インテリジェントなガイダンス、試料に応じたナビゲーション、ワークフロー支援を組み合わせることで、試料とシステムの両方を保護しながら、効率的な操作を支援します。

経験レベルを問わずあらゆるユーザーが使用できるよう設計された ZEN navx は、ワークフロー全体を通じて効率的なセットアップ、信頼性の高いイメージング、確かな意思決定を支援します。

メリット

- ・ セットアップを簡素化し、操作の習熟にかかる時間を短縮します。
- ・ 衝突の防止を支援することで、貴重な試料を保護し、システムの安全性を確保します。
- ・ 試料に応じたイメージング条件の選択やトレードオフの判断を支援します。
- ・ 初心者から熟練ユーザーまで対応する効率的なワークフローを実現します。

左：VersaXRM 5 Insight のフラットパネル検出器で取得したマウス胚の 3D レンダリング。

右：アガロースで固定したヨウ素染色マウス胚の仮想断面像。ボクセルサイズ 10 μm でイメージング。連続回転による FAST モードでは、STEP モードトモグラフィーの 37 分に対して 21 分でスキャンが完了し、より迅速に結果を取得できます。4×FAST モードでは、ボクセルサイズ 3.5 μm のスキャンが、STEP モードの 1 時間 33 分に対して 1 時間で完了します。

画像ご提供：Dr. Chih-Wei Logan Hsu,
Baylor College of Medicine, Houston, Texas



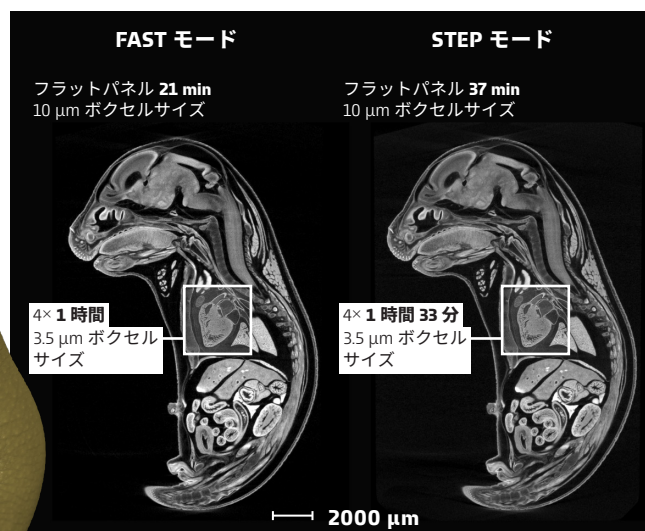
FAST モード

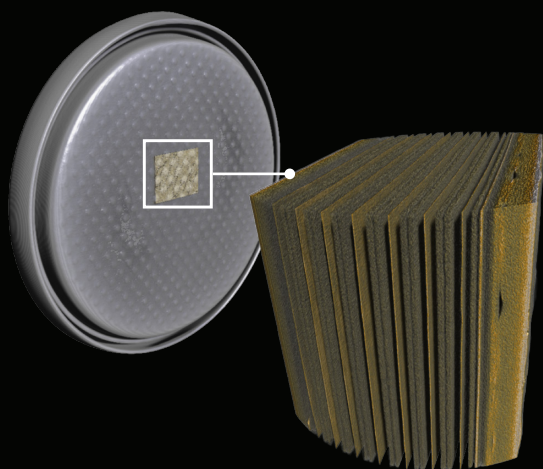
ワークフロー全体でイメージング結果を迅速に確認

FAST モードにより、ナビゲーション、試料全体の検査、中間分解能でのスキャンにおいて、イメージング結果を迅速に確認できます。In situ 実験でより多くの測定ポイントを取得できるほか、効率的な試料スクリーニングや位置決めを必要とするワークフローを高速化することが可能です。

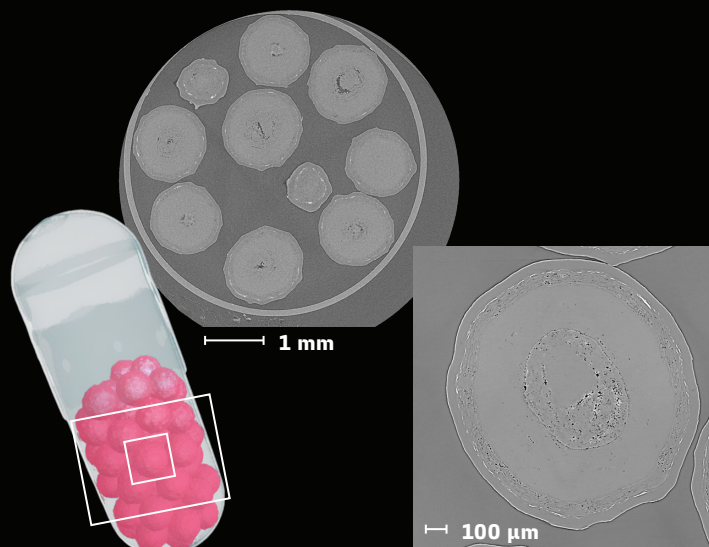
メリット

- ・ スキャン結果の確認と意思決定を迅速化します。
- ・ 検査およびスクリーニングのワークフローのスループットを向上させます。
- ・ In situ 実験をより効率的に行えます。
- ・ 結果取得までの総時間を短縮します。





フラットパネル検出器の FAST モードで取得したコイン型電池の 3D レンダリング。2 分間の概要スキャンに加え、ボクセルサイズ 2.8 μm の高分解能スキャンを 1 時間で実行しました。選択した関心領域 (挿入図) をさらに高い分解能 (2.8 μm) で再構成した画像を右に示します。内部の積層微細構造が明瞭に可視化されています。



フラットパネルの FAST モード (19 分) で取得した胃内徐放性マイクログラニュールの 3D レンダリング。大きな白枠は全視野スキャン、小さな白枠は中央部から選択した高分解能イメージングの対象領域を示しています。右は、その後に実施したフラットパネルによる 3.9 μm スキャン (10 分) と 4 $\times$ 対物レンズによる 1.68 μm スキャン (42 分) の拡大再構成画像です。DeepRecon Pro による再構成後の内部の粒子の微細構造を明瞭に示しています。

アプリケーション

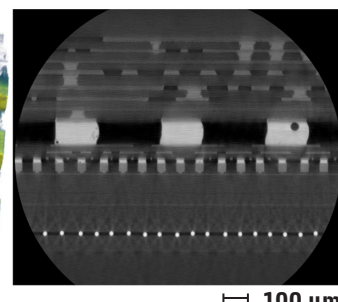
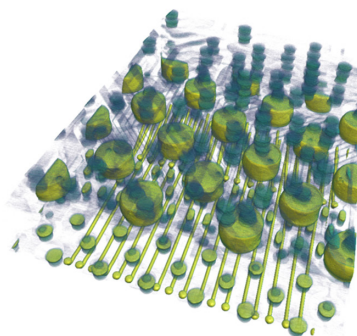
多様な研究・産業ワークフローに対応

材料評価から産業検査まで、VersaXRM 5 Insight は、幅広い試料、アプリケーション、ワークフローにおいて、信頼性の高い 3D 情報を提供します。

材料科学

様々な種類の材料や長さスケールにわたる微細構造を 3D でイメージング・解析することで、性能・不良・経時変化についてより深い知見を得ることができます。

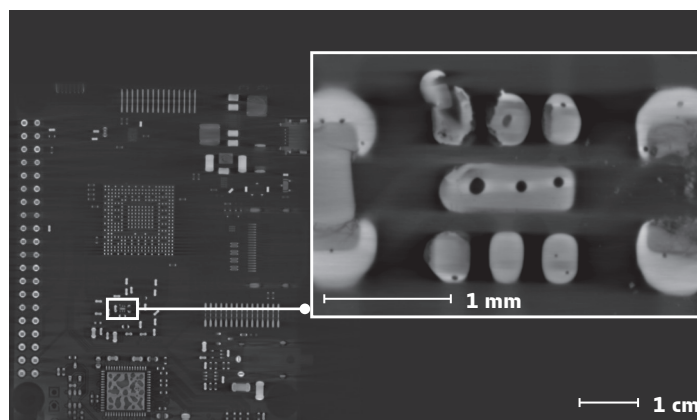
- ・ 不良メカニズムや劣化プロセスを調査します。
- ・ 内部欠陥や構造のばらつきを検出します。
- ・ In situ および 4D 解析により、微細構造形成の経時変化を定量化します。



産業検査および解析

不良解析・品質保証・品質管理のためにデバイスをイメージング・解析できます。

- ・ 高分解能検査により、内部構造や特徴を可視化します。
- ・ 半導体パッケージの不良を特定し、その根本原因を究明します。
- ・ 製造および品質保証プロセスから得られる 3D 情報を活用し、歩留まりを向上させます。



上：スマートフォン基板上的の 5G モデムパッケージの 3D 再構成画像。左の画像は C4 バンプとマイクロバンプの構造を示し、右の画像は 4 $\times$ 対物レンズを使用して 0.8 μm /ボクセル (約 1.5 時間) で取得した、対応する内部接続構造の再構成スライスを示しています。

下：不良 PCB (84 mm $\times$ 66 mm) を 57 μm の分解能 (19 分) でイメージングした再構成スライス。強調表示された不良領域を 4 $\times$ 対物レンズを使用して 1.8 μm (約 8.5 時間) の高分解能でスキャンし、DeepRecon Pro を使用して再構成することで、構造をより明瞭に可視化しています。

製品仕様

イメージング仕様

空間分解能 ¹	500 nm
Resolution at a Distance (RaaD) ²	1 µm @ 50 mm
達成可能な最小ボクセルサイズ ³ (最大倍率時の試料におけるボクセルサイズ)	40 nm

X 線源

アーキテクチャ	透過式密閉管、高速起動
電圧範囲	30 ~ 160 kV で安定動作
最大出力	10 W
X 線フィルター搭載数	フィルター 1 枚を装着可能、12 種類のフィルターから選択

コントラストを最適化する検出器

	標準	標準	オプション
対物レンズ & 検出器	フラットパネル	4×	20×
最高空間分解能 ⁴	1.5 µm	1.1 µm	500 nm
最大 3D 視野 (FOV)	95 mm × 78 mm	6 mm × 6 mm	1.1 mm × 1.1 mm
Resolution at a Distance (RaaD)	–	1.2 µm @ 50 mm 1.4 µm @ 100 mm	1 µm @ 50 mm 1.2 µm @ 100 mm

ステージ⁵

試料ステージ (積載容量)	25 kg
試料ステージ駆動距離 (x、y、z)	50 mm、100 mm、50 mm
ステージの駆動範囲 (ローテーション)	360°
X 線源の作動距離、Z 方向	190 mm
検出器の作動距離、Z 方向	425 mm

- 空間分解能は、ZEISS XRM 分解能ターゲット、通常視野モード、オプションの 20× 対物レンズを使用して測定。
- RaaD の作動距離は、回転軸周辺のクリアランス (試料直径) として定義。分解能は、ZEISS XRM 分解能ターゲット、通常視野モード、オプションの 20× 対物レンズを使用して測定。
- 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ます。ZEISS VersaXRM では、機器の総合的な分解能を示す真の指標である空間分解能によって、分解能を規定しています。
- 空間分解能は、ZEISS XRM 分解能ターゲット、通常視野モードを使用して測定。すべての空間分解能は、各線源エネルギーにおける最大出力で測定されており、実際の動作条件を反映しています。
- Z 方向は、X 線ビームパスに沿った方向として定義。



Carl Zeiss Microscopy GmbH
07745 Jena, Germany
microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/VersaXRM-5-Insight

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