

# ZEISS 3D X線顕微鏡を強化するテクノロジー

## ZEISS Advanced Reconstruction Toolbox

X線顕微鏡法により有用な3Dボリュームデータを取得するには、まず断層画像再構成アルゴリズムを使って2D投影を解釈し、組み合わせる必要があります。このような再構成技術には通常、特定のアプリケーションに特化した要件、前提条件、利点、および欠点があります。再構成にはデータセットから増分性能を抽出する様々な手法が利用できますが、これらは、すべての試料クラス、アプリケーション、または使用するモードに対して汎用性があるわけではありません。ZEISSのAdvanced Reconstruction Toolbox (ART)は、こうした技術を利用することで、特定のアプリケーションやユースケースにおける3D X線顕微鏡の性能を向上させることを目的としています。ARTでは、スループット、画質、実視野、使いやすさ等の性能を向上することができます。このツールボックスは、ZEISS X線顕微鏡の画期的なイノベーションである次世代シリーズのプラットフォームとして機能します。

### 実用的な情報を作成するための各ステップを最適化

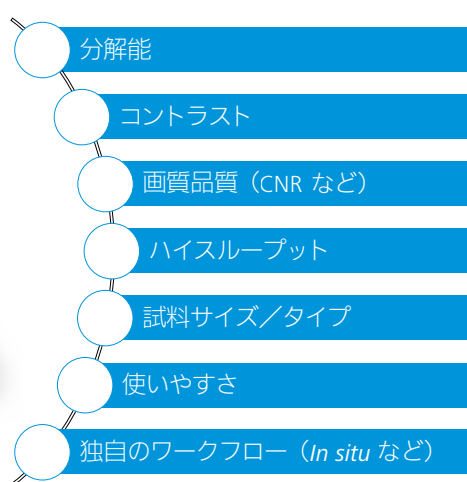
3D X線マイクロトモグラフィーには、通常、試料の取り付け、スキャンのセットアップ、2D投影画像取得、2Dから3Dへのイメージ再構成、画像の後処理とセグメンテーション、および最終解析等のステップがあります。反復的なワークフロー（多くの類似した試料の画像が連続的に取得され、



ZEISS X線顕微鏡用 ART

従来のFDKを越えるメリットを提供するART

画像処理と解析のワークフローがよく理解されている場合)では、最も時間がかかるステップは画像取得とそれに続く再構成です。関心領域はそれほど問題ではなく、システム使用量の最適化が必要な学術分野においても、*in situ*解析で4D(時間分解)スキャンを行う際には、非常に高い絶対時間分解能が求められる場合があります。この要件の他にも、ごく僅かなグレースケールやテクスチャコントラストしか示さないような微妙な化学的差異または組成的差異の解析には、正確なセグメンテーションと分類のために、極めて低いノイズレベルが必要となります。つまり、撮影時間がそれほど懸念ではない場合でも、画質のために高度な再構成技術を使用しなければならない場合があるということです。

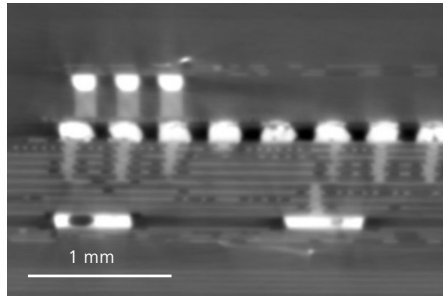


従来は、順次取得された一連の2D X線投影から3Dボリュームを再構成するのに、コーンビームCTの幾何学再構成におけるFDK (Feldkamp-Davis-Kress アルゴリズム) フィルター補正逆投影法が使用されていました。この手法は多くの3Dイメージでうまく機能する一方で、それはデータが「適切にサンプリングされ」、重大なノイズを含まないという前提に基づいています。

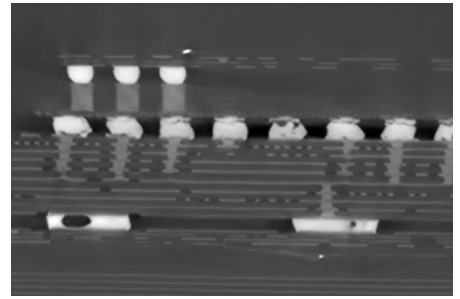


Seeing beyond

断層撮影の総撮影時間を短縮してスループットを向上させるため、もしくは撮影が困難な試料を撮影するため、またはシステム機能の限界に挑戦するために、このような前提はしばしば破られることがあり、再構成画像に過剰なノイズが発生します。これにより、セグメンテーションやその結果として得られるデータ解析に誤りが生じることになるのです。



標準分解能 - 10  $\mu\text{m}$ /ボクセル



DeepScout で回復した分解能 - 2.1  $\mu\text{m}$ /ボクセル

ZEISS ART の各ツールは、AI と、X 線物理学およびお客様のアプリケーションの双方に対する深い理解を活用することで、最も難度の高いイメージングの課題を新しい革新的な方法で解決します。

**DeepScout** : 全視野で分解能を復元することにより、これまで不可能だった微細な部分とコンテクスチュアルビューの両方にアクセス可能

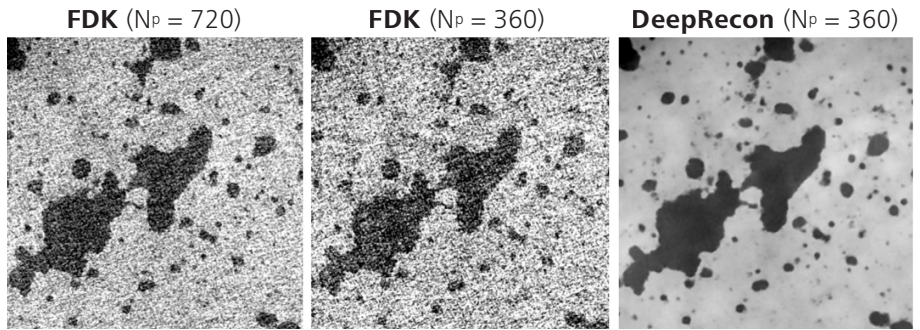
**DeepRecon Pro** : 10 倍の速度の Resolution at a Distance 機能でサブミクロンの分解能を実現。多様な試料タイプで画質が大幅に向上

**PhaseEvolve** : セグメンテーションの改善により、低～中密度 (低 Z) 試料の画像コントラストが向上

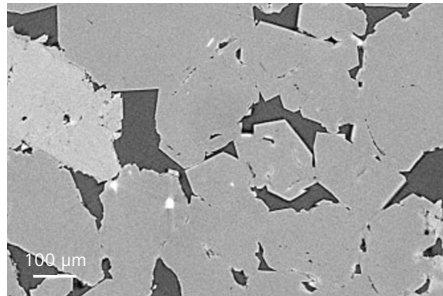
**Materials Aware Reconstruction Solution (MARS)** : アーチファクト低減により画質が向上。特に軽量材料に隣接する高密度かつ高 Z の材料 (骨に埋め込まれた金属インプラントなど) に最適

**OptiRecon** : 統計的の反復再構成によりサンプリングアーチファクトを低減。4 倍の速さのスループットにより優れた画質を実現

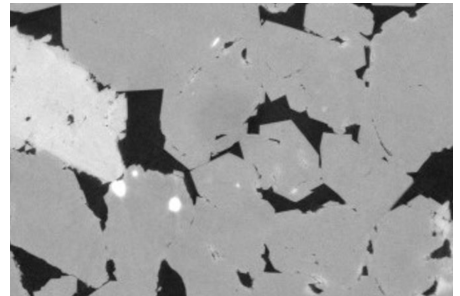
これらの技術は、材料科学、生物科学、地球科学、半導体と電子機器、工業品質と制御、金属、アディティブマニュファクチャリングなどの分野で、X 線顕微鏡と CT プラットフォームの性能を大幅に向上させています。



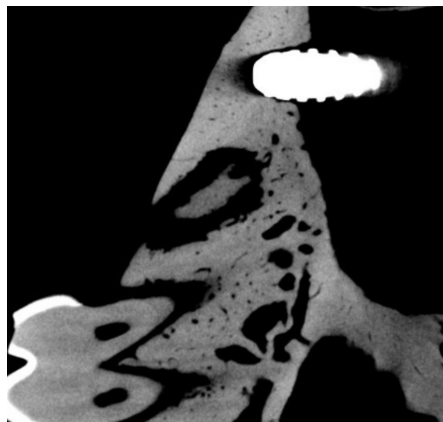
DeepRecon Pro (アルミニウム casting) - 半分の投影数でノイズが少ない、より優れた画質を実現



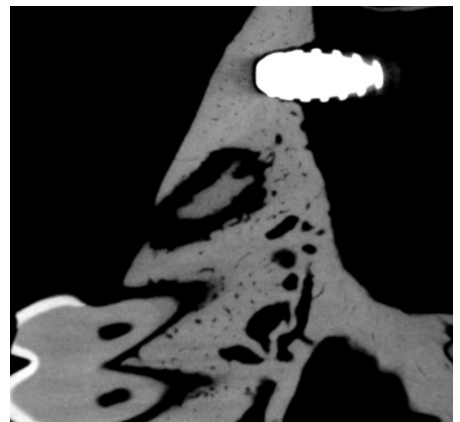
ベレア砂岩、PhaseEvolve を使用しない場合



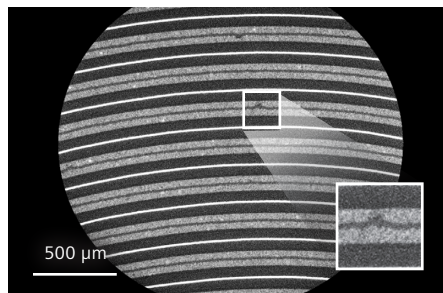
ベレア砂岩、PhaseEvolve を使用した場合



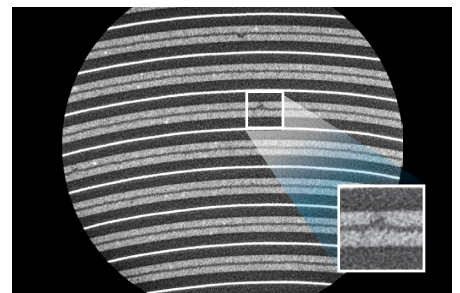
骨に埋め込まれた金属インプラント、MARS を使用しない場合



骨に埋め込まれた金属インプラント、MARS を使用した場合



標準的な再構成 - 18650 バッテリー、投影数 6000



OptiRecon - 18650 バッテリー、投影数 1500  
優れた画質でスループットが 4 倍に向上



microscopy@zeiss.com  
www.zeiss.com