

# nano3DX

高分解能3DX線顕微鏡

サブミクロンX線CTシステム

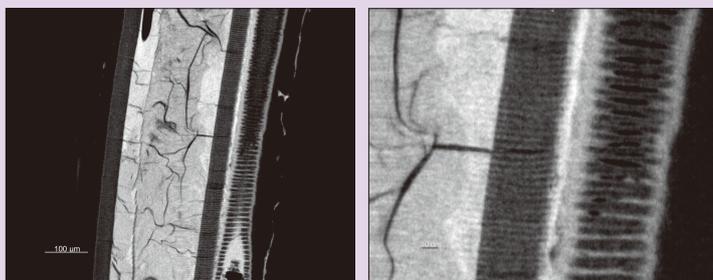


**Rigaku**

Leading With Innovation

# 豊富なアプリケーション

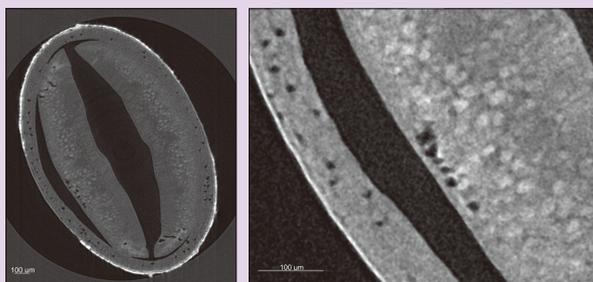
## ライフサイエンス



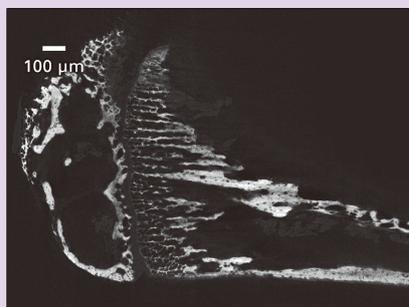
蝶の触覚 Sample: Courtesy of Prof. K. G. Kornev, Clemson University, USA



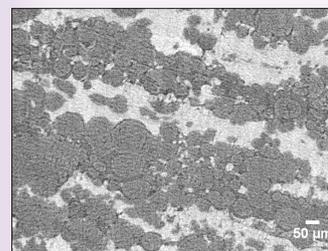
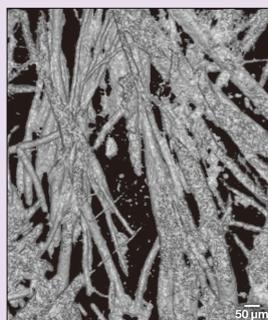
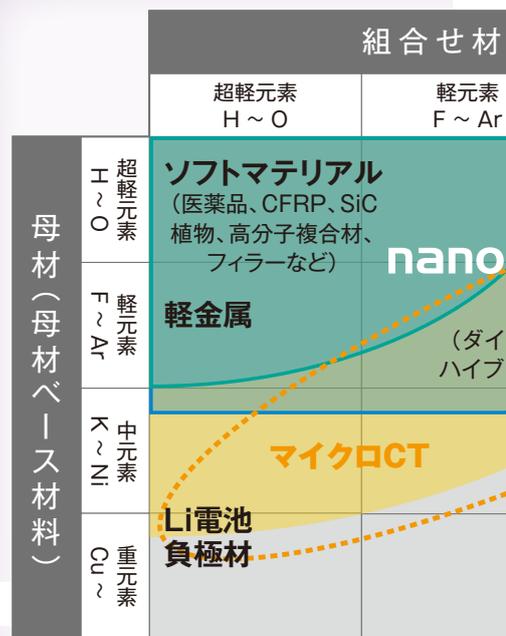
南天の実



胡麻の種



骨  
サンプル提供: 慶應義塾大学 松尾教授

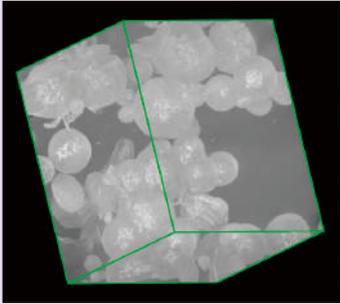


高熱伝導性Al-Cコンポジット

サンプル提供: 単層CNT 融合新材料研究開発機構 殿  
大阪府立産業技術総合研究所 殿  
北海道大学 殿

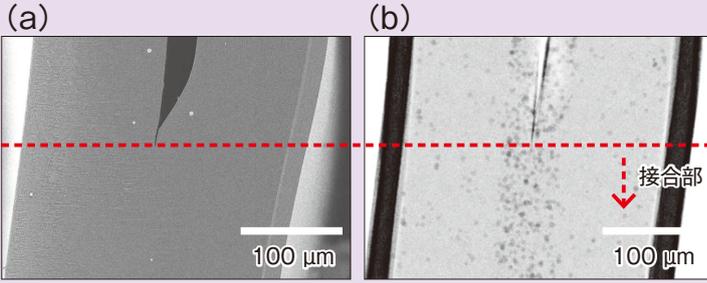
## 軽金属

ソフトマテリアル



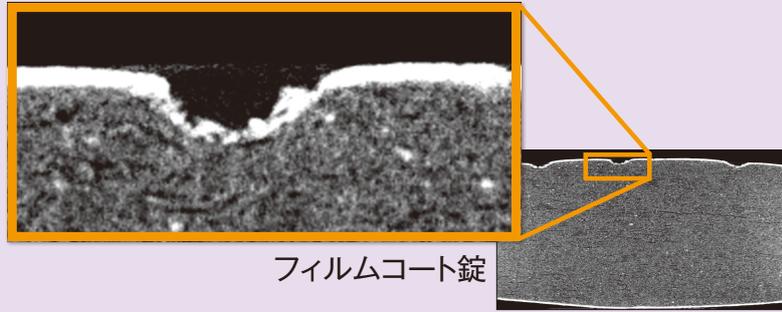
ポリマーブレンド

サンプル提供：豊田工業大学  
田代教授



ナイロンポリ袋接合部の断面SEM像 (a)と  
断面方向から撮影したX線透過像 (b)

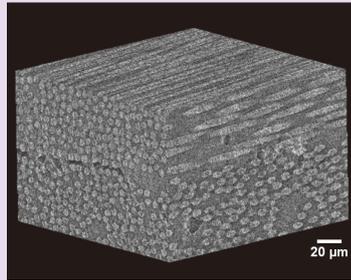
サンプル提供：株式会社 東レリサーチセンター 殿



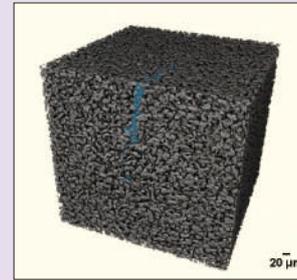
フィルムコート錠

料 (ブレンド材料)

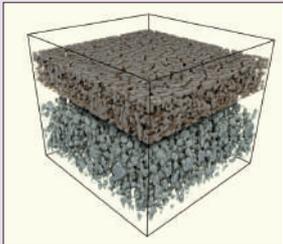
	中元素 K ~ Ni	重元素 Cu ~
<b>Li電池 正極材</b>		<b>燃料電池 触媒</b>
<b>構造物</b> ガスト、GERP、 リッド材、Fe系材)		<b>電子基板</b>
<b>マイクロCTでは 対応が困難な領域</b>		



CFRP



フィラーコンポジット



電池材料

サンプル提供：LIBTEC 殿



電子部品

電子材料

**nano3DX**  
高分解能3DX線頭微鏡

# サブミクロン分解能でイメージ

## 高い2D・3D空間分解能

- ▶ 高解像度 (0.32  $\mu\text{m}/\text{pixel}$ ) のX線カメラ搭載
- ▶ 疑似平行ビーム+レンズ拡大方式により焦点移動の影響を除去
- ▶ 高精度5軸試料ステージの採用による高精度CT測定

## 高コントラスト(密度分解能)

- ▶ 従来のW線源だけではなく、観察試料・目的にあわせて選択できるX線源 (Cr/Cu/Mo)
- ▶ 密度差の小さな試料から最大限のコントラストを引き出します。

## 高速測定

- ▶ 業界最高の高輝度X線発生装置(1200 W)と高感度カメラの組み合わせで、 $\mu\text{m}$ 構造のデータ収集が分オーダーで可能となりました。

高輝度X線源

1200 w

低エネルギー特性X線源  
ターゲット切り替え

疑似平行ビーム光学系

放射光施設と同じ

- ⇒ 長時間の光源安定性
- ⇒ 大きなサンプルでも分解能低下が少ない
- ⇒ 歪のない投影像
- ⇒ 大視野投影像

高感度、  
高分解能X線カメラ

0.32 ~

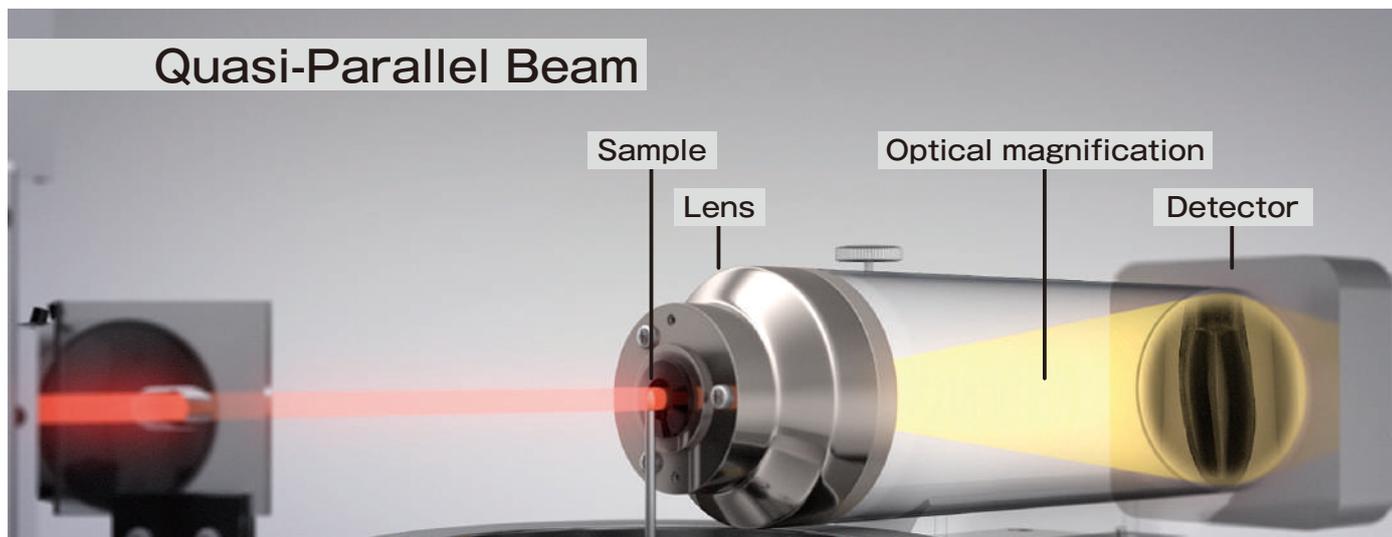
5.20  $\mu\text{m}/\text{pixel}$

高精度ステージ

芯ブレ1  $\mu\text{m}$ 以下

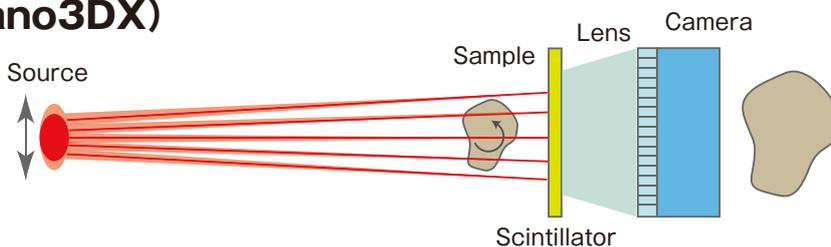
# 高い2D・3D空間分解能

- ・高解像度のX線カメラ搭載 (0.32  $\mu\text{m}/\text{pixel}$ @最高倍率時)
- ・疑似平行ビーム+レンズ拡大方式により焦点移動に伴う分解能低下の軽減
- ・高精度5軸試料ステージ(芯ブレ1  $\mu\text{m}$ 以下)による高精度CT測定



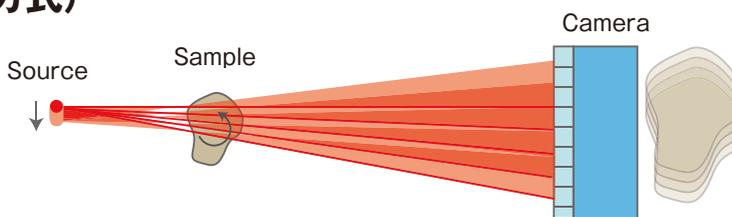
## ▶ 疑似平行ビーム方式 (nano3DX)

疑似平行ビーム方式による近接撮影のため、X線源のゆらぎの影響を受けにくい光学系



## ▶ コーンビーム方式 (従来方式)

拡大投影方式のため、X線源・試料のゆらぎが拡大され、像のブレを生む



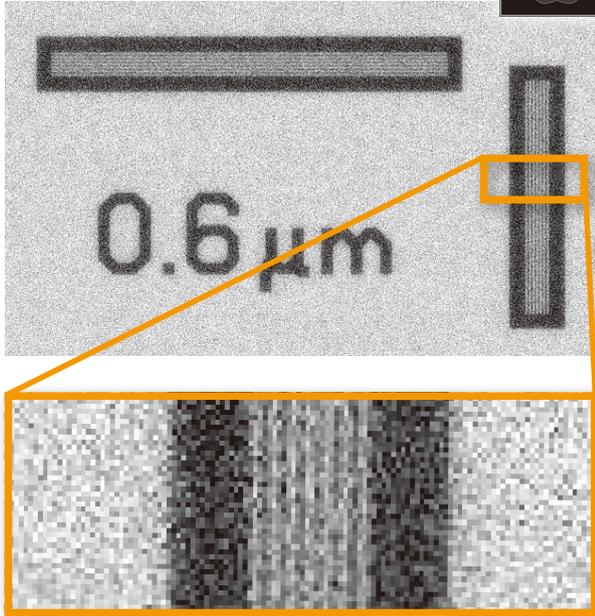
## ▶ レンズ一覧

Lens	FOV mm	Voxel size $\mu\text{m}$
L0270	0.66 $\phi$ x 0.66	0.325
L0540	1.33 $\phi$ x 1.33	0.650
L1080	2.66 $\phi$ x 2.66	1.30
L2160	5.32 $\phi$ x 5.32	2.60
L4320	10.63 $\phi$ x 10.63	5.20

\*L0270 以外はオプション

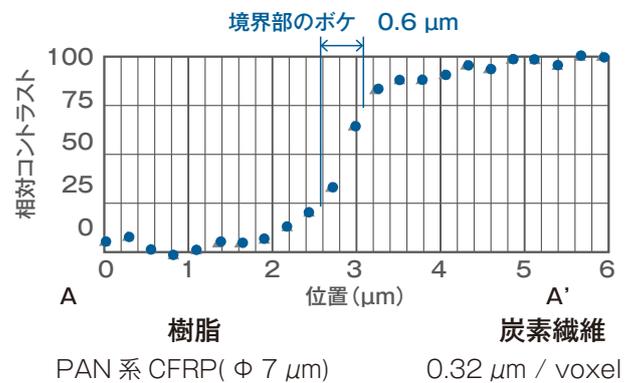
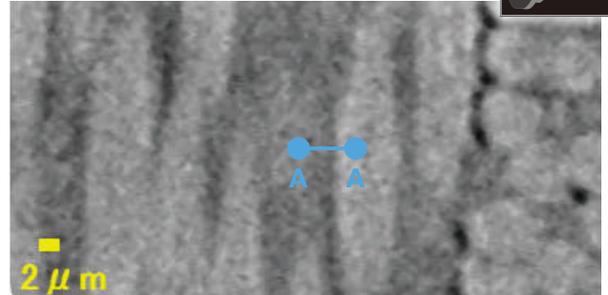
- ・視野 $\phi$  0.66~ $\phi$  10.63の5種類のレンズが用意されています。
- ・小視野・高分解能、大視野・低分解能等、目的に合わせてレンズを選択します。
- ・オプションのオフセットスキャンを用いて視野を1.6倍程度広げることが可能です。

## ▶ 高分解能 (2D)

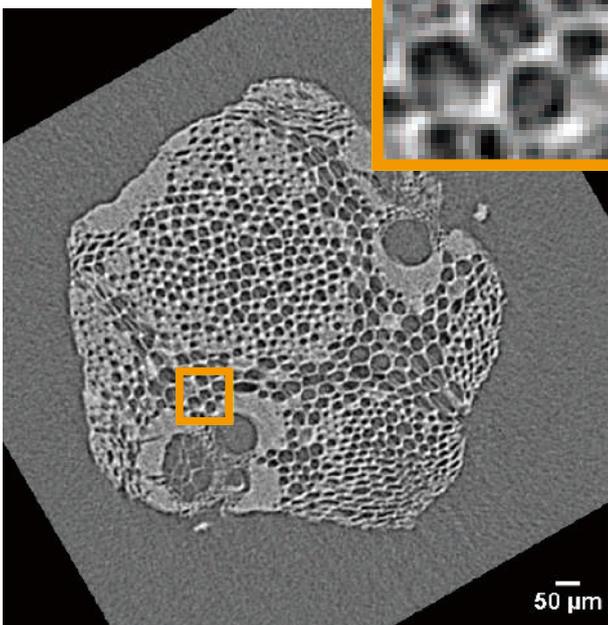


JIMA chart (1 line = 0.6 μm)  
 投影像空間分解能: 0.6 μm  
 (鮮鋭化処理なし)

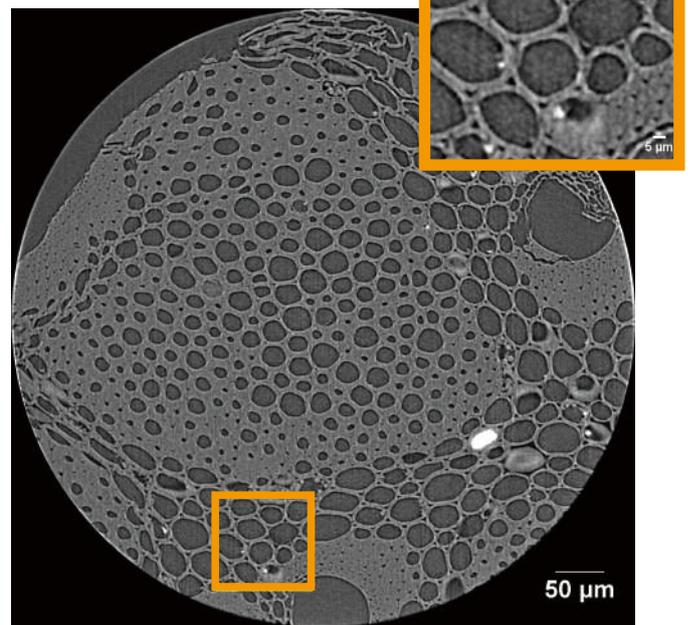
## ▶ 高分解能 (3D)



## ▶ 竹串 断層像測定例



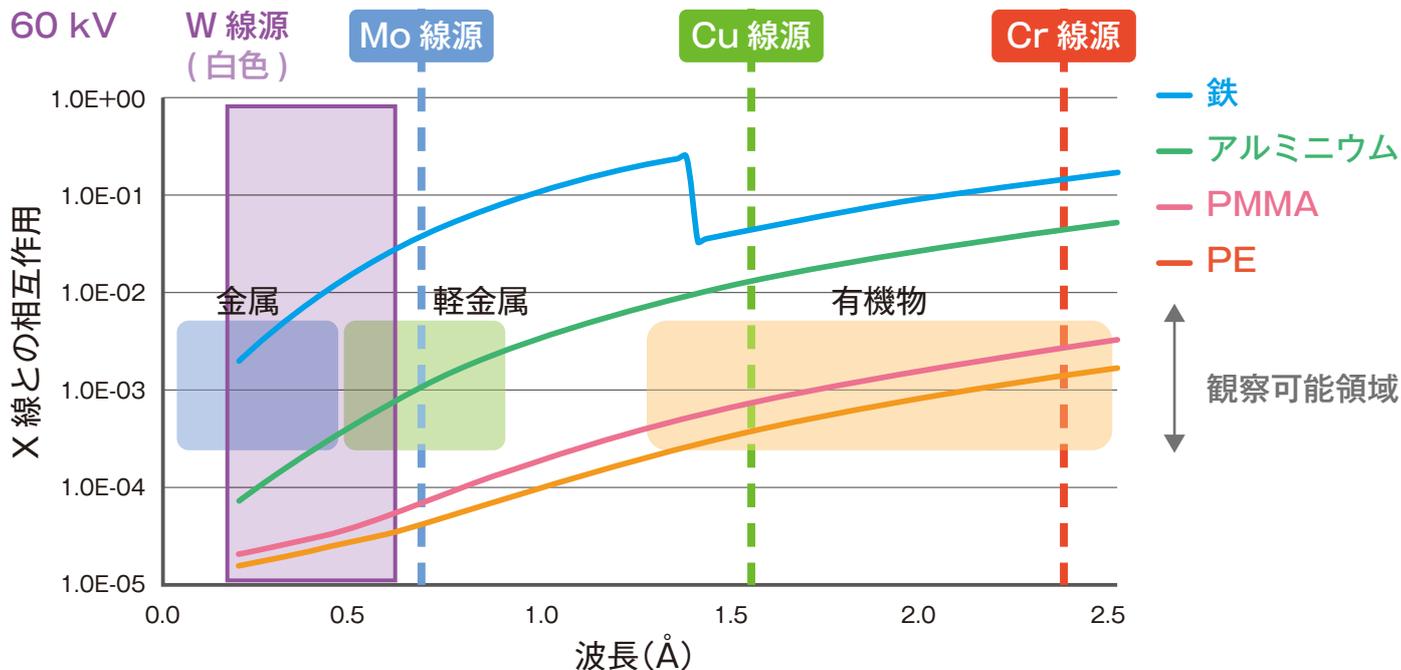
X線マイクロCT



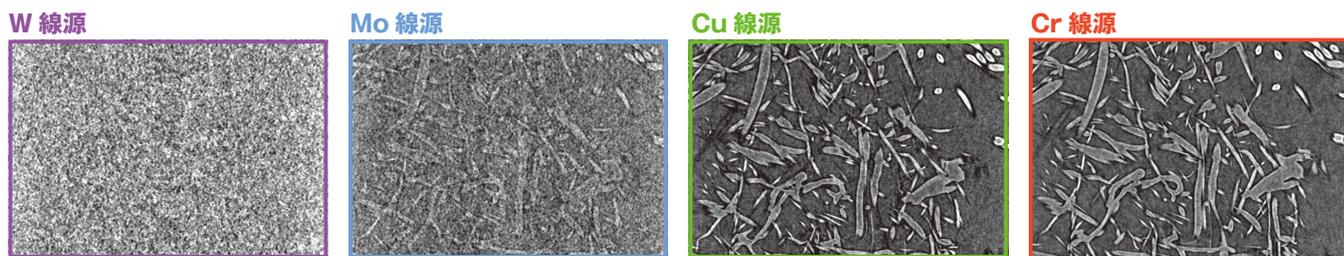
nano3DX

# 高コントラスト

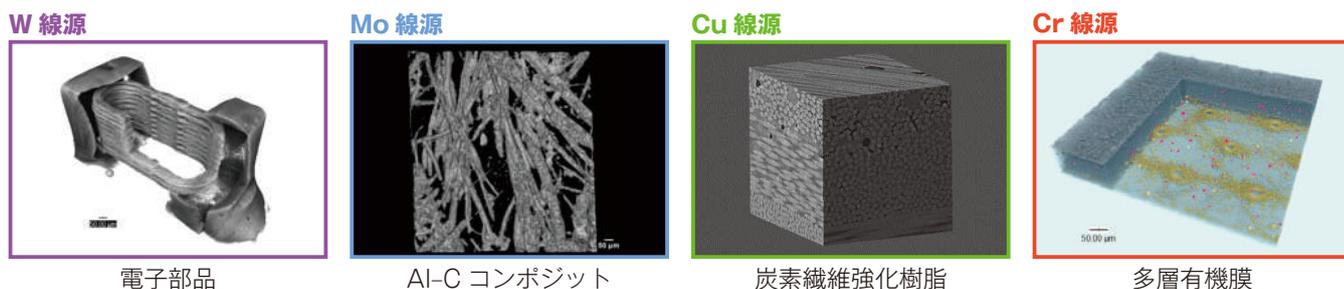
- ・一般的に使用されるW線源だけではなく、観察試料・目的にあわせて選択できるX線源 (Cu標準Cr/Mo/Wオプション)
- ・密度差の小さな試料から最大限のコントラストを引き出します



## ▶ 不織布の各X線源による測定例

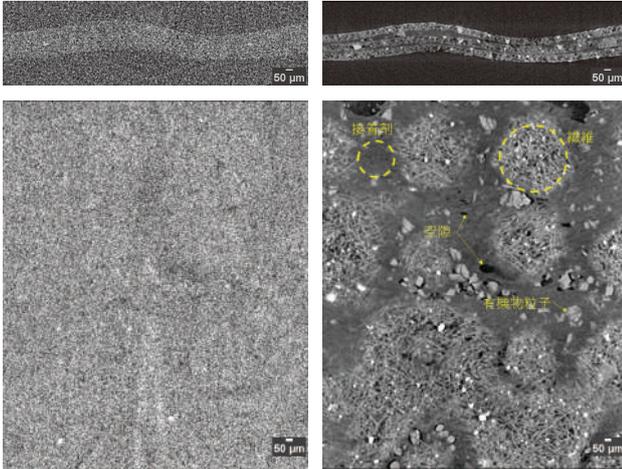


## ▶ 各線源による代表的なサンプル測定例



## ▶ 接着層(有機物)の測定例

有機物ではCu等長波長線源の方が明瞭なコントラストが得られます。

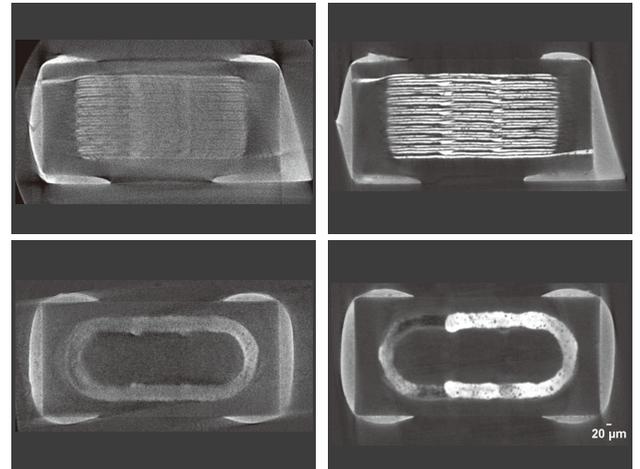


X線CT断層画像  
W X線源

X線CT断層画像  
Cu X線源

## ▶ 電子部品(金属)の測定例

金属では短波長のW線源の方が明瞭なコントラストが得られます。

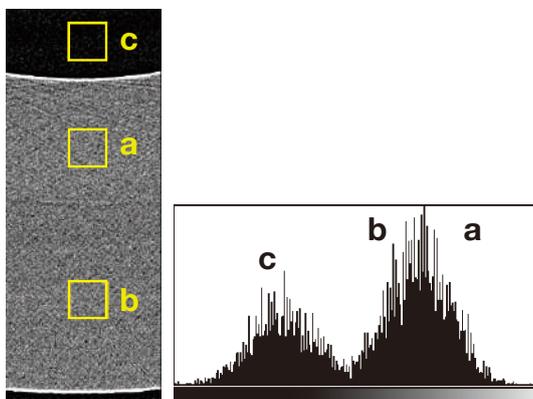


X線CT断層画像  
Mo X線源

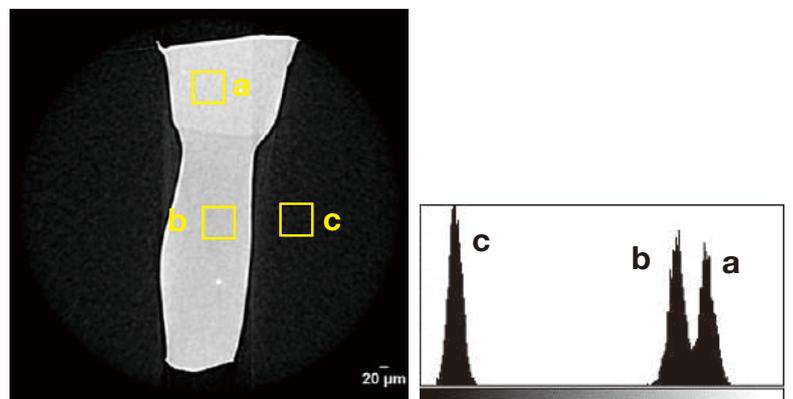
X線CT断層画像  
W X線源

## ▶ 接着層(有機物)の測定例

波長の最も長いCr線源を用いることで、  
硬質PE (0.93 g/cm<sup>3</sup>)と軟質架橋PE (0.88 g/cm<sup>3</sup>)の判別が可能です。



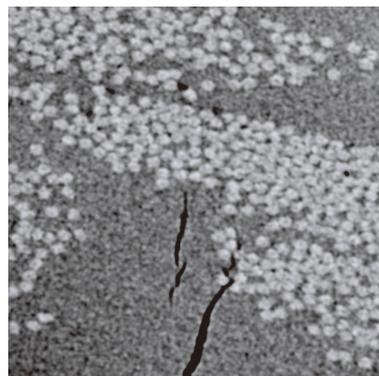
X線マイクロCT



nano3DX

## ▶ 無機物の測定例

SiC/SiC複合材料はマトリックス形成  
方法により微妙に繊維部SiCと密度が  
異なることが知られており、その違いを  
測定することが可能です。

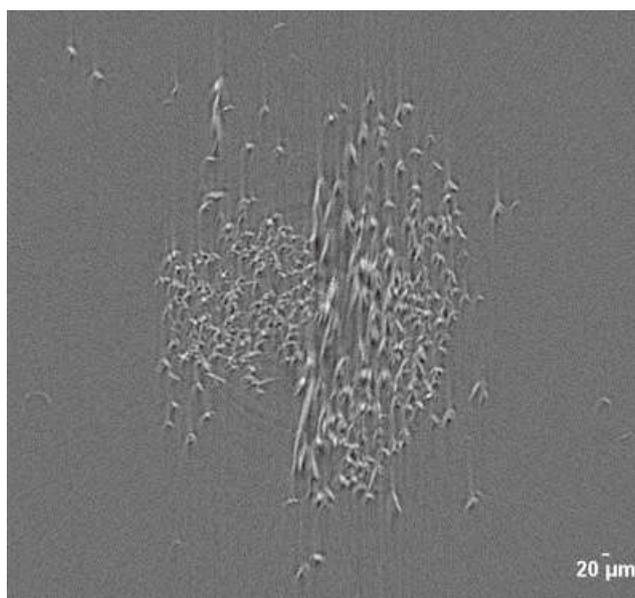


# 高速測定

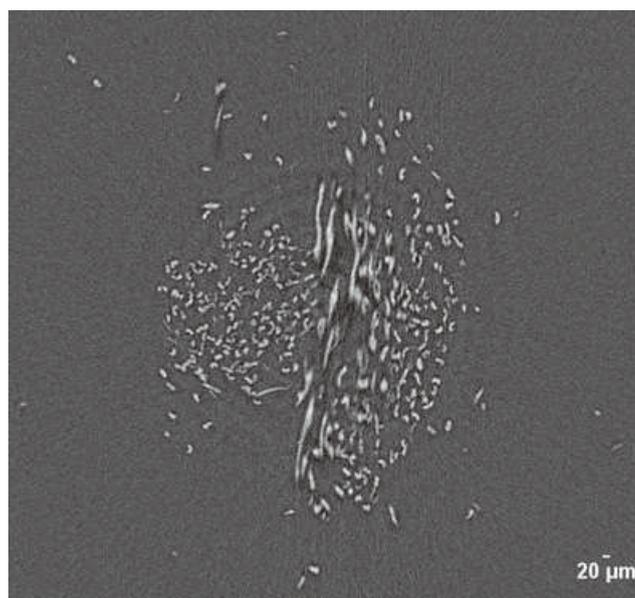
- ・回転対陰極技術を使用した、1200Wの大出力X線源により、マイクロフォーカスX線源の100倍程度のX線を発生します
- ・高速sCMOSカメラによる連続スキャンのサポート
- ・高速2D/CT測定機能による時分割イメージング

## ▶ 不織布の高速測定例

高分解能測定を行う際、試料の保持、形状変化前の測定が重要です。



129分測定



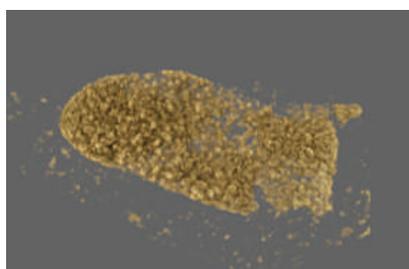
12分測定

## ▶ 食塩の溶解測定例(水中)

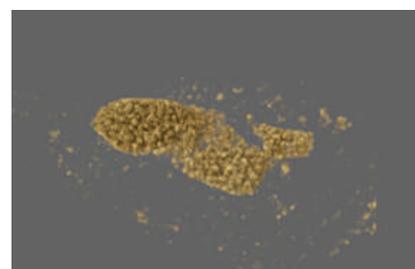
高速測定機能を用いて、分単位の4次元CT測定を可能としました。  
図は食塩が水に解けていく様子です。



0分



2.5分



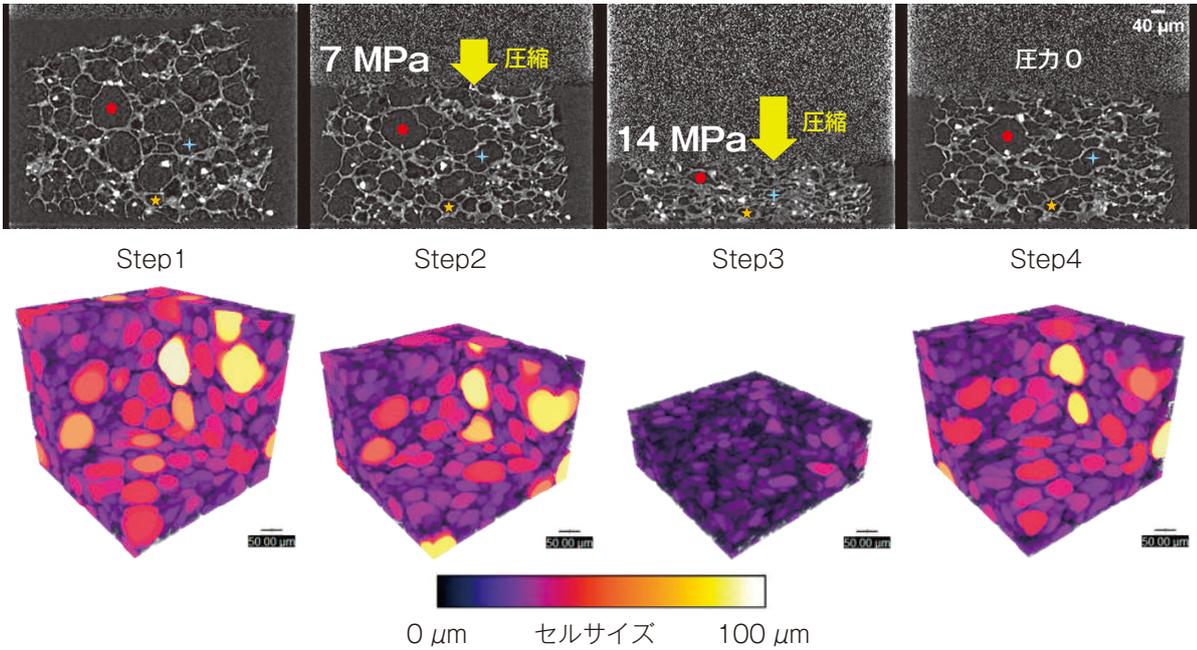
5分

## in-situ 測定

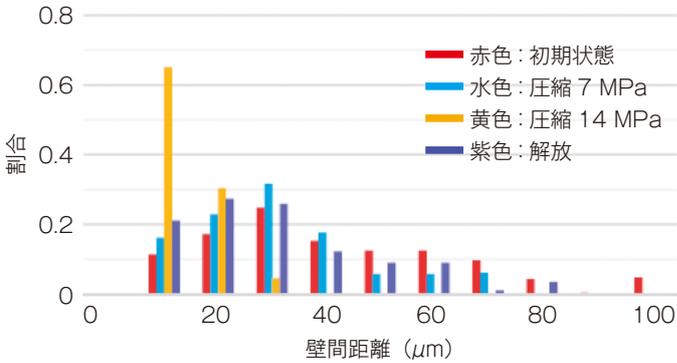
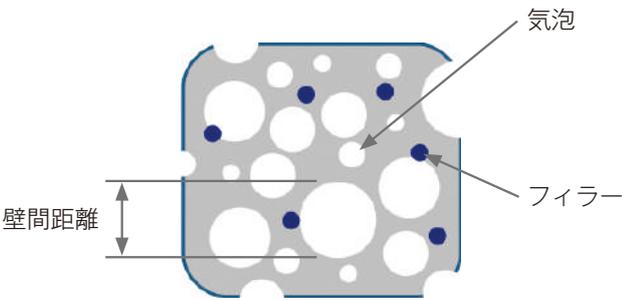
・高速測定の特徴を生かして、種々の環境制御下(in-situ)の測定をサポート

加熱	冷却	圧縮加熱	引張り
			
温度範囲 : RT ~ 200°C 試料サイズ : 5×5 mm 以下	温度範囲 : -20°C ~ RT 試料サイズ : 8 mm Φ × 4 mm 以下	加圧範囲 : 1 ~ 200N (1N 刻み) 試料サイズ : 10 mm Φ × 2 mm	引張荷重 : 1 ~ 200N (1N 刻み) 試料サイズ : 10 mm Φ × 2 mm

・発泡樹脂の圧縮例(壁間距離の測定)

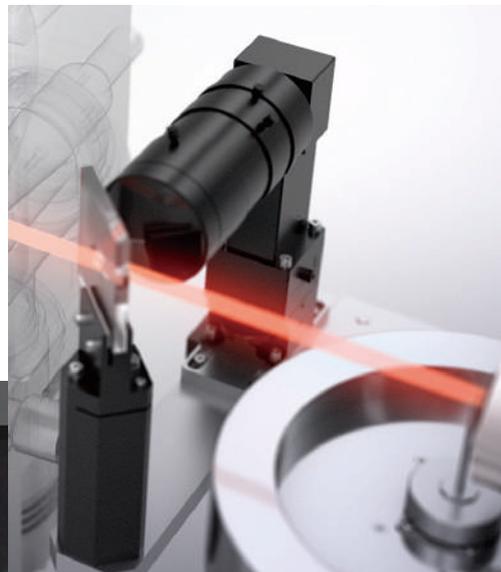


圧縮前後で壁間距離が元のサイズに戻らないことが観察されました。



# 簡単測定

- ・測定対象によりX線源を選択するので、露光時間、管電圧等、細かな条件設定を行わずともきれいな画像を取得できます
- ・同軸光学カメラユニットにより、X線照射方向から可視光カメラで試料を観察できます。自動位置合わせ、測定位置の画像保存が可能です
- ・X線源と試料の干渉がありません



**Optical Image**

Zoom factor: 3

Brightness: 16

---

**X-Ray Image**

Zoom factor: 1.0

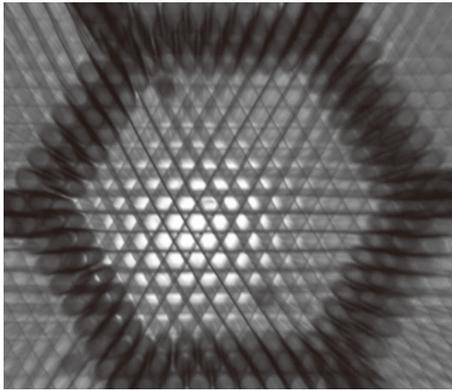
## 大視野投影像

- ・ 疑似平行ビーム方式により幾何学的収差が少ない透視像
- ・ 横方向±10 mm、縦方向40 mmのステージ
- ・ 画像のつなぎ合わせソフトウェア

### ▶ ひずみのない投影画像

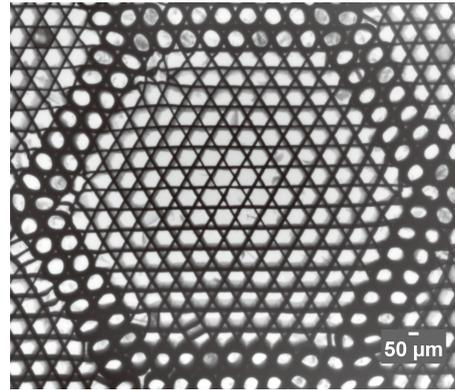


X線マイクロCT



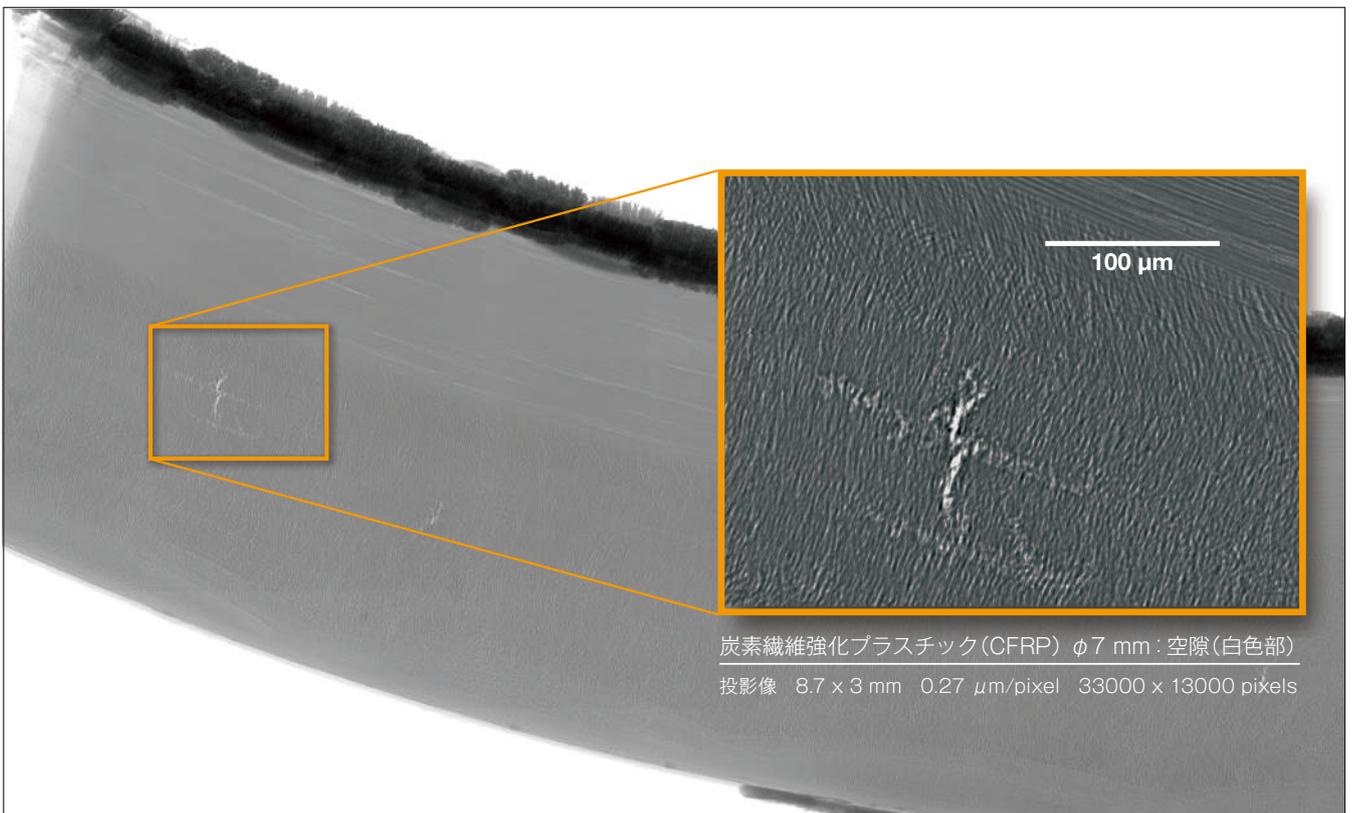
像が歪み、違う構造に見える  
真の形状測定にはCTスキャンが必要

nano3DX



高分解能で像が歪まない  
短時間（数秒）の投影像で形状観察可能

分解能を落とすことなく、広い視野で試料の観察ができます。



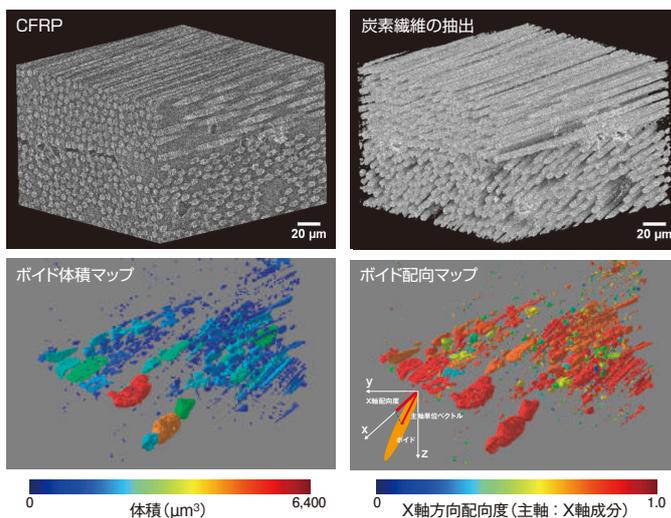
# 幅広いニーズに対応できる充実のソフトウェア

CTによる三次元観察は単なる形態観察ではなく、そこから得られる定量情報を使用することで、研究開発、品質管理の重要な指標となります。

内作ソフトはもとより、数多くの外部ソフトウェアを併用することで、種々のニーズに対応します。

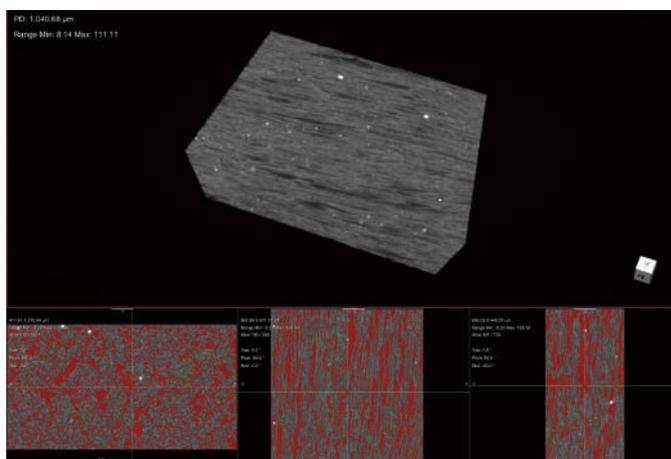
## ▶ nano3DCalc

CFRP のポイド及び繊維配向解析例



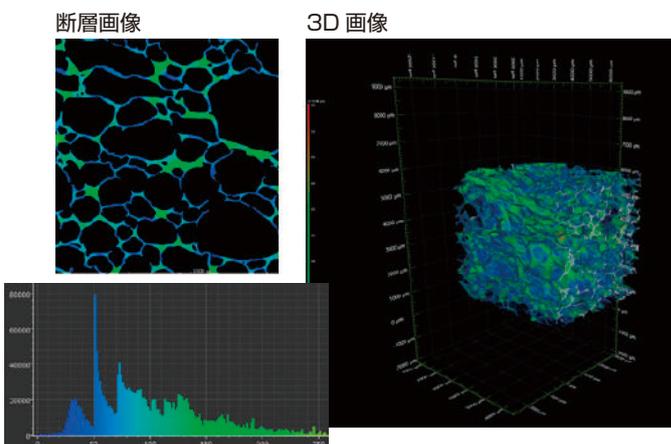
## ▶ Object Research Systems 社製 DragonFly

Deep Learningを使用したセグメンテーションツールで空孔、析出物の分布、大きさ等を解析することができます。



## ▶ Volume Graphics 社製 VG Studio MAX

食パンの膜厚解析例



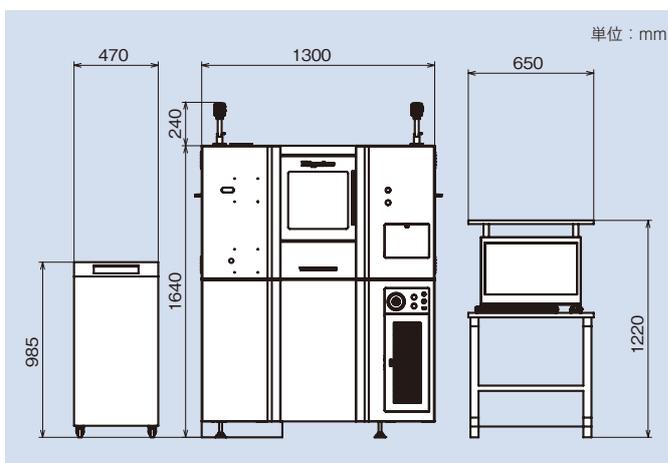
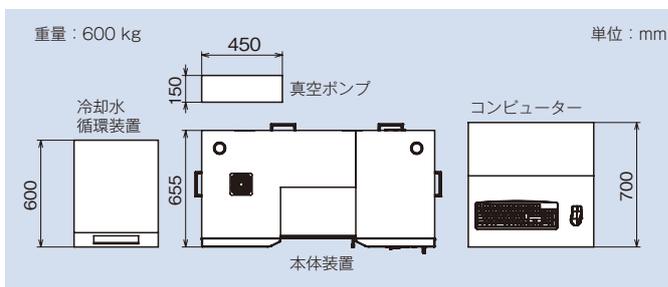
## 仕様

X線発生部	回転対陰極型高輝度X線発生装置
管電圧、管電流	~60 kV、~30 mA
ターゲット	Cu(オプション: Mo, Cr, W)
検出器	X線カメラ(sCMOS標準)*
画素数	2048×2048 pixel
画素サイズ	0.32~5.20 μm/pixel
視野	0.66×0.66~10.6×10.6 mm
ダイナミックレンジ	16 bit
サンプルステージ	自動5軸ステージ
コンピューター	
CPU	Intel Xeon 2 CPUs
GPU	弊社指定品
メモリ	128 GB以上
HDD	2 TB以上
OS	Windows 10 64 bit
モニター	24 インチ
装置寸法	1300(W)×660(D)×1640(H) mm
重量	600 kg
冷却水循環装置	水冷式室内型(標準)
外部漏洩線量	1 μSv/h以下

## ソフトウェア

測定・再構成ソフトウェア nano3DX	顕微鏡撮影 X線 CT 測定 X線 CT データの再構成
画像表示・計測ソフトウェア nano3DCalc	2D・3D 画像表示 画像処理: トリミング、2 値化、メディアンなど 計測: ラベリング、体積、表面積、重心、配向)
オプションソフトウェア	再構成・画像表示ソフトウェア Tomoshop (緑野リサーチ社) 画像表示・解析ソフトウェア DragonFly (Object Research Systems 社)、 VG Studio MAX (Volume Graphics 社)

## レイアウト寸法



## 設置条件

冷却水循環装置	1 式 (水冷式室内型: 標準) 供給水量: 25°C 6 L/min 32°C 13 L/min (最低値)	
所要電源	本体部	AC 三相 200 V 15 A
	制御・PC 部	AC100 V 15 A
	循環冷却装置	AC 三相 200 V 20 A

注) 装置および試料の温度変化を抑える為に、空調設備をご用意いたします。  
注) 設置条件により冷却水用送水装置は空冷タイプもございます。

## nano3DX の動画へのリンク



<https://www.youtube.com/watch?v=HU2FT-gNIKw>



<https://www.youtube.com/watch?v=5wpmfV9y8BA>

# nano3DX

## 高分解能3DX線頭微鏡

www.Rigaku.com



ISO9001認証取得

日本分析機器工業界規格JAIMA 0101 - 2001に適合

\* カタログ中に掲載されている性能上の数値は、株式会社リガクによるテスト結果であり、他の環境下で常に同様の結果となることを保証するものではありません。

\* Windows は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。

\* このカタログに掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法の安全保障輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出する場合、または日本国外に持ち出す際は、日本国政府への輸出許可申請等、必要な手続きをお取りください。

製品改良にともない、やむをえず仕様・外観などを予告なく変更させていただきます場合があります。ご了承ください。

株式会社リガク

〒196-8666 東京都昭島市松原町 3-9-12

☎(042)545-8111 (代表電話案内) FAX.(042)544-9795

東京支店 / 〒151-0051 渋谷区千駄ヶ谷 4-14-4

☎(03)3479-6011 FAX.(03)3479-6171

大阪支店 / 〒569-1146 高槻市赤大路町 14-8

☎(072)696-3387 FAX.(072)694-5852

東北営業所 / 〒980-0804 仙台市青葉区大町 1-2-16

☎(022)264-0446 FAX.(022)223-1977

名古屋営業所 / 〒461-0002 名古屋市東区代官町 35-16

☎(052)931-8441 FAX.(052)931-2689

九州営業所 / 〒802-0005 北九州市小倉北区堺町 2-1-1

☎(093)541-5111 FAX.(093)541-5288

URL <https://www.rigaku.com>

### X線装置設置の届出について

X線装置の設置に際しては、下記の通り届け出が必要です。

- 中央省庁：装置設置の検査終了後 30 日以内に人事院へ
  - 公立機関：工事開始の 30 日前までに各都道府県の人事委員会へ
  - 民間機関：工事開始の 30 日前までに労働基準監督署へ
- 詳しくは、弊社支店・営業所までお問い合わせください。