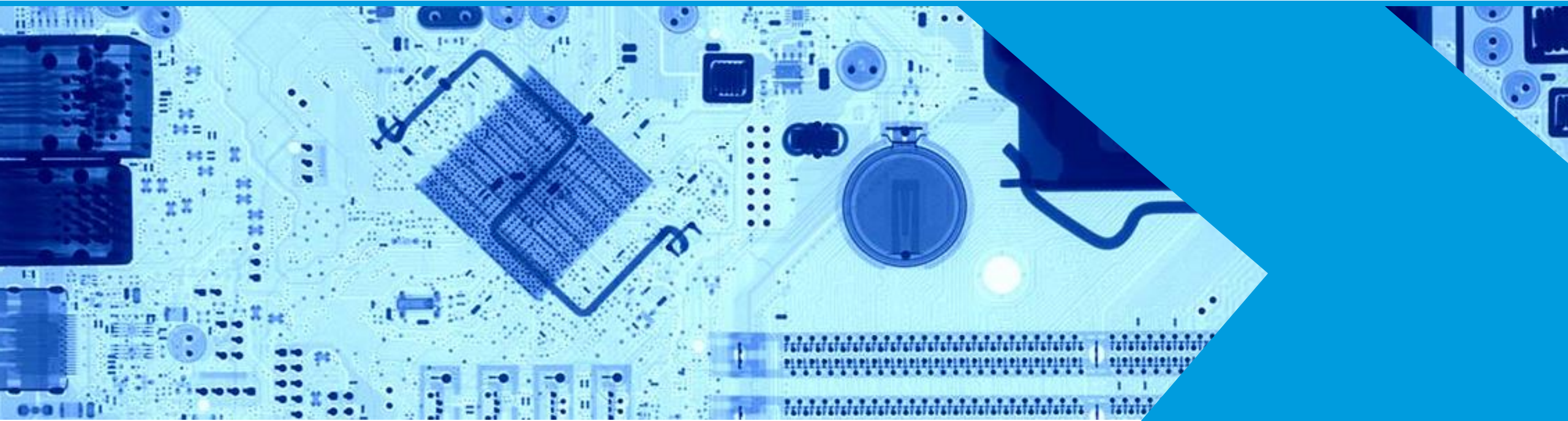




非破壊で見る、1 μm 以下で描かれる世界 ナノスケールX線CTが拓く新しい観察領域

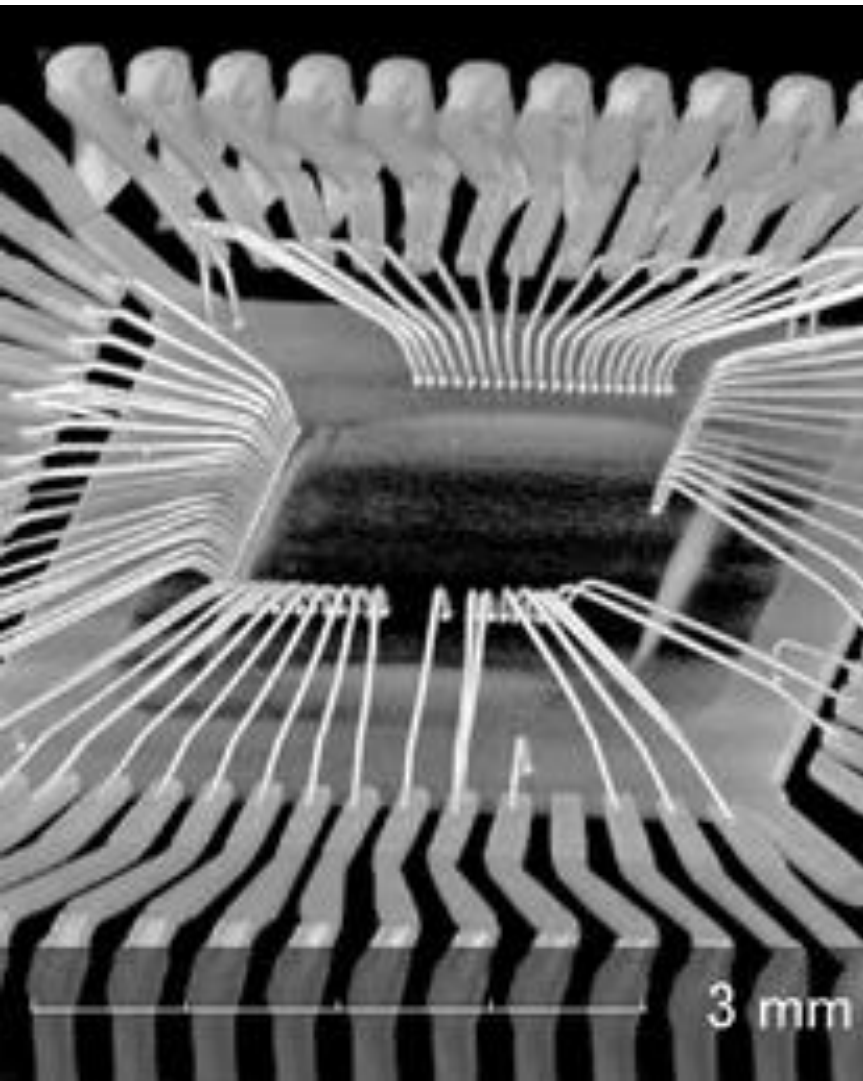
2026年9月4日

株式会社 リガク プロダクト本部 X線イメージング

前山 正孝



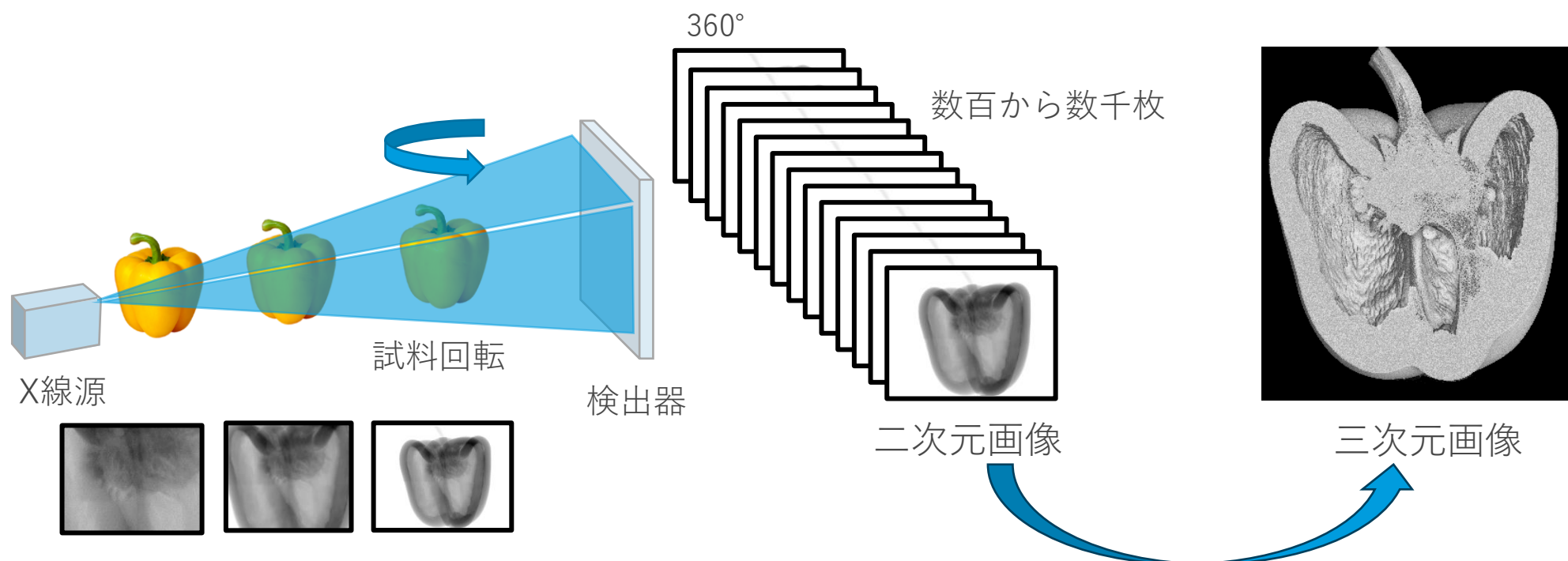
- 本日のアウトライン
 - X線CT装置とは
 - X線CT装置への新たな要望
 - 課題解決に向けたアプローチ
 - ナノスケールX線顕微鏡のご紹介
 - アプリケーション



X線CTとは

- CTはComputed Tomographyの略でコンピュータ断層撮影のこと
- 試料を一軸に対して回転しながら二次元画像を撮影し、再構成することで三次元情報を取得する方法

X線CTとは



X線CT装置への新たな要望

μm以下の高分解能

■ 小型化が進む電子部品

- ✓ 代表例：積層セラミックコンデンサー
インダクタ

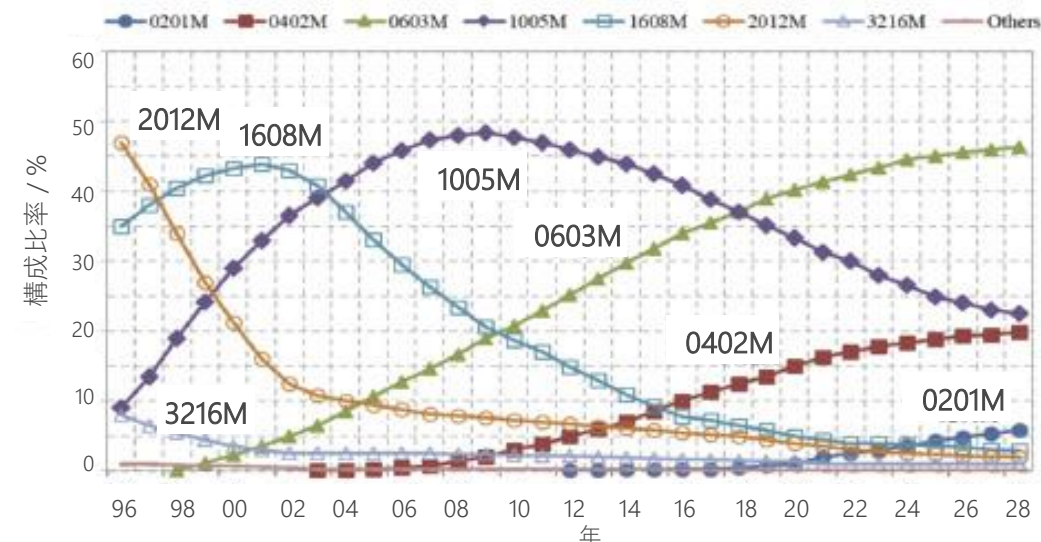
■ 微細構造制御による性能向上

- ✓ 代表例：電池

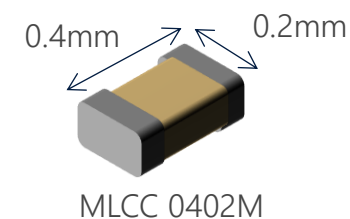
要望：小型、高密度化した電子部品、電池材料の評価方法

課題：広いエネルギー（電圧）範囲・高分解能画像の取得方法

セラミックコンデンサーのサイズ別構成率



2028年までの電子部品技術ロードマップ
日本電子情報技術産業協会（JEITA）2019年発刊



X線CTが求められる理由

項目	X線CT（X線顕微鏡 XRM）	走査型電子顕微鏡（SEM）	原子間力顕微鏡（AFM）	光学顕微鏡
空間分解能	数十～数百nm	数nm～	原子レベル	数十nm～数十μm
目的	表面、内部構造観察	表面観察	表面粗さ、電気・機械特性	表面観察
試料サイズ	小～中（～数cm）	小（数十mm）	小～中（mm～cm）	中～大（mm～cm）
測定範囲	～mm	～数μm	～100μm	～cm
利点	非破壊	高分解能、元素分析可能	表面形状、力学特性測定	安価、簡便
サンプル調整	少ない	測定面加工・導電処理・真空対応	平滑な表面が必要	少ない
ターゲット材料	金属、半導体、生体、製剤、ポリマー	金属、半導体	ポリマー、生体	生体、組織、細胞
価格帯	高（数千万円～）	中～高（数百～数千万円）	中（数百万円～）	低～高（数十万～数千万円）

課題解決に向けたアプローチ

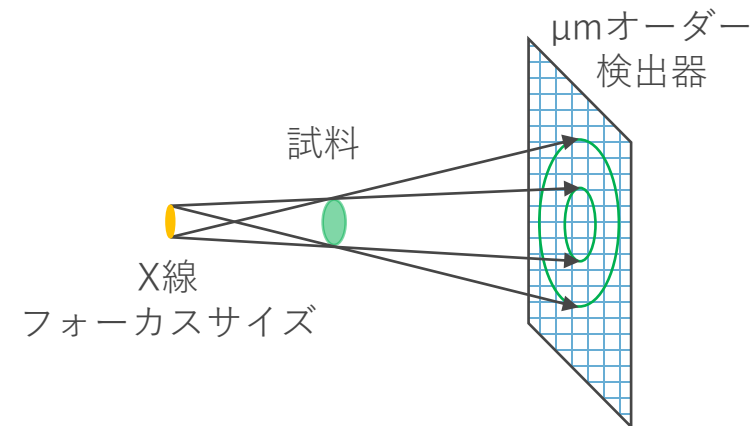
検出器とX線源の微小化が必須

■ 検出器：ピクセルサイズの微小化

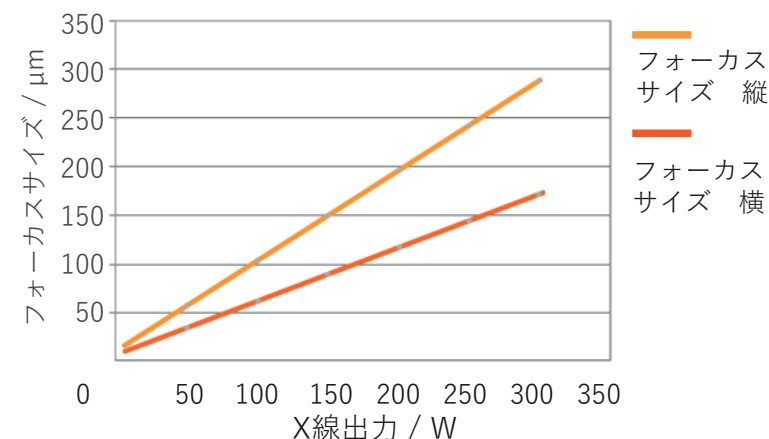
- ✓ μm ピクセルサイズ検出器が必要

■ X線源：フォーカスサイズの微小化

- ✓ マイクロフォーカス (μm) からナノフォーカス (nm) へフォーカスサイズが大きいと検出器の μm ピクセルを生かすことができない
- ✓ 出力増によるフォーカスサイズ増大の低減



フォーカスサイズによる分解能への影響
コーンビームCT



X線出力 vs. フォーカスサイズ

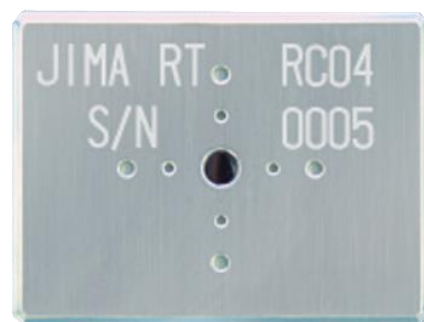
ナノスケールX線顕微鏡 CT Lab HR160



マイクロチャートを使用した分解能の確認（透視像）

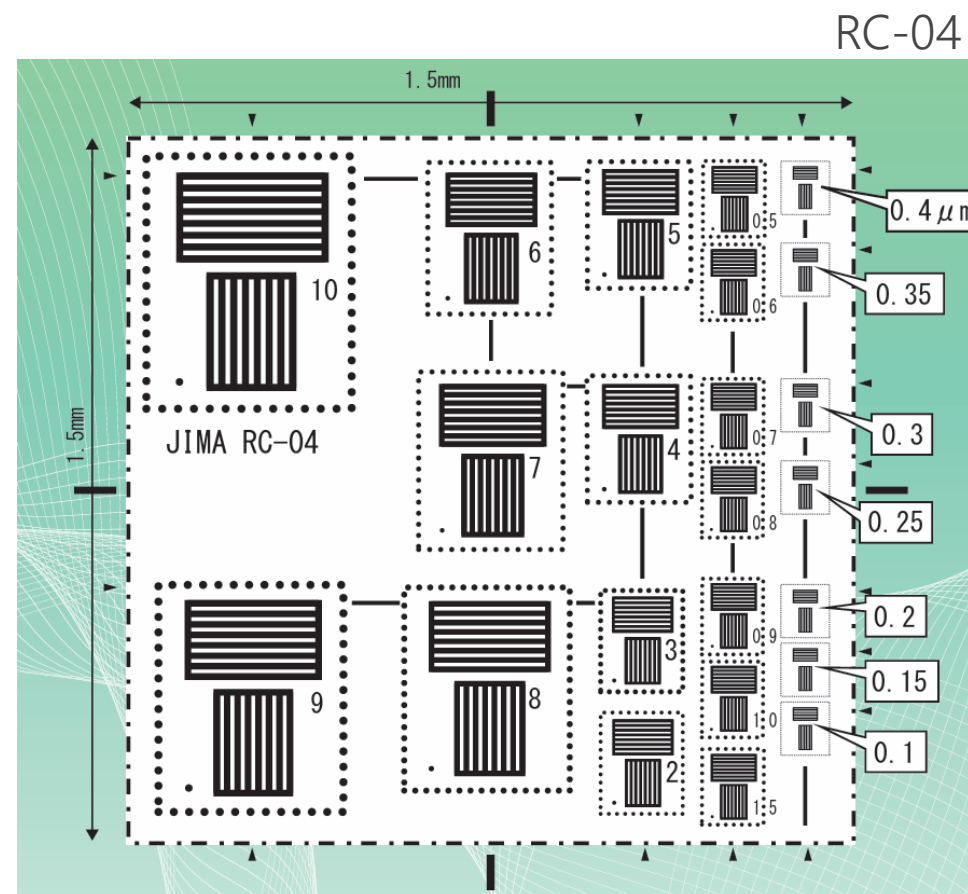


JIMA RT RC-02
0.4 μ m ~ 15 μ m



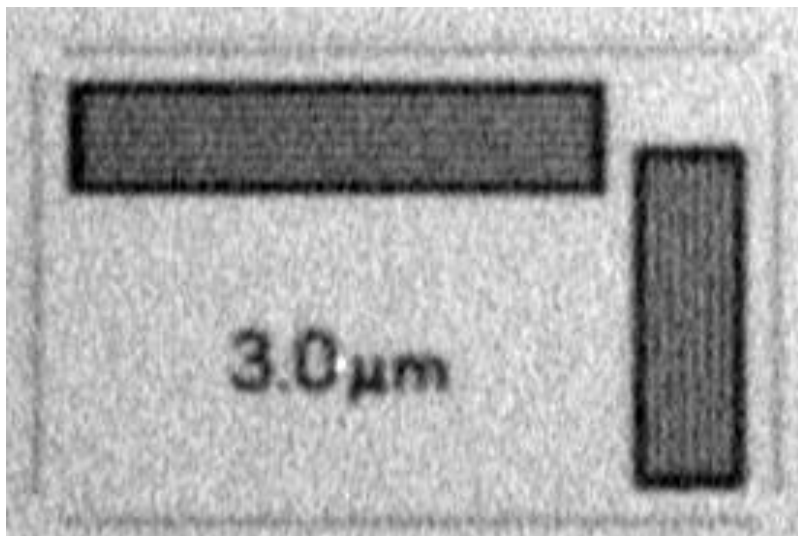
JIMA RT RC-04
0.1 μ m ~ 10 μ m

日本検査機器工業会 (JIMA)
<https://www.jima.jp/>

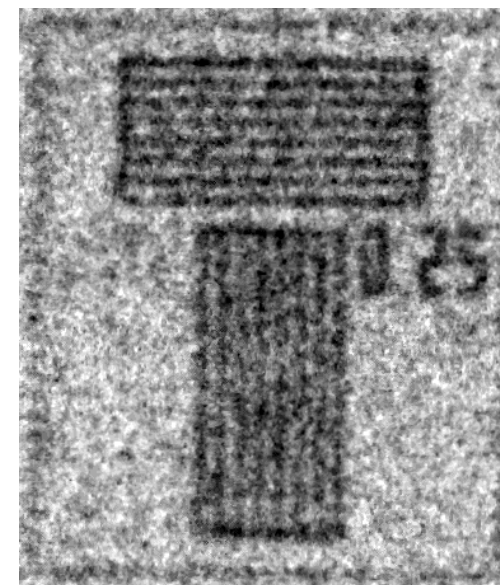


CT Lab HX vs CT Lab HR160 分解能比較（透視画像）

デスクトップ型
CT Lab HX
JIMA RT RC-02



ナノスケールX線顕微鏡
CT Lab HR160
JIMA RT RC-04



より高分解能な画像を取得可能

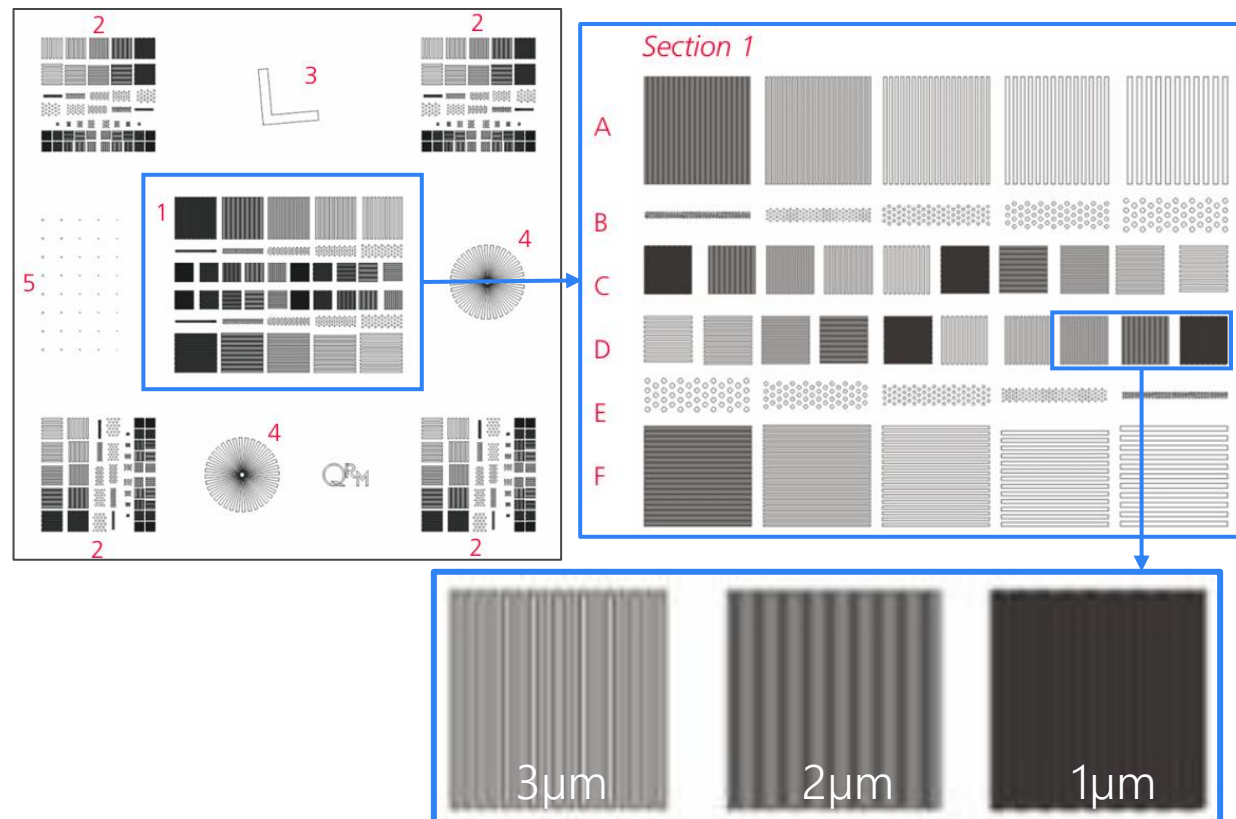
ナノチャートを使用した分解能の確認（CT像）



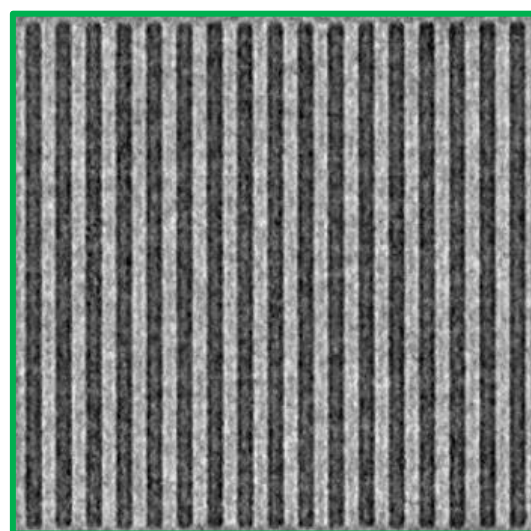
QRM-MicroCT-Barpattern-NANO

QRM

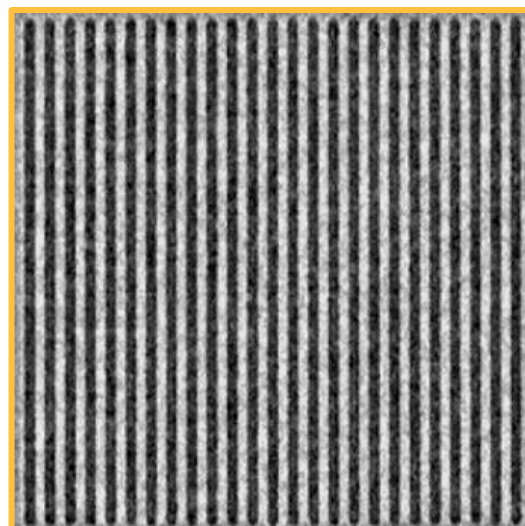
<https://www.qrm.de/en/>



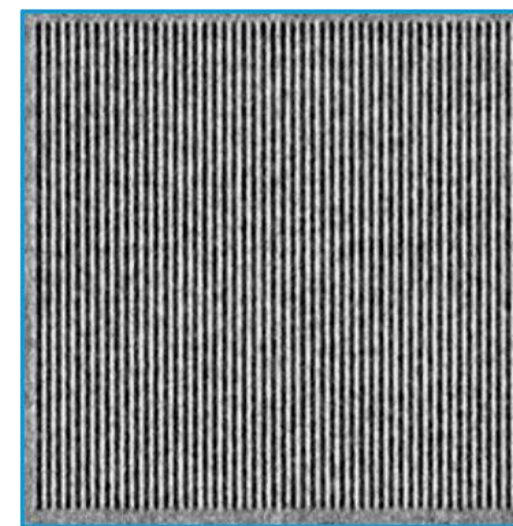
ナノチャートを使用した分解能の確認（CT像）



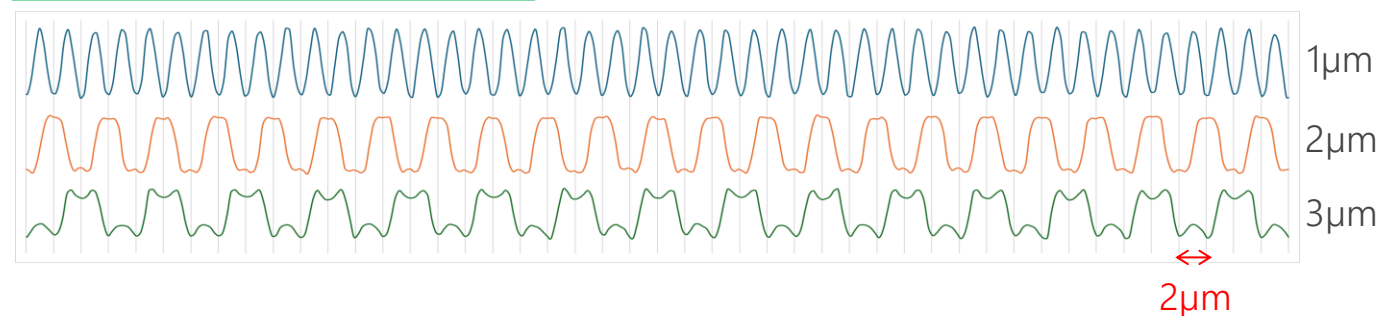
3μm



2μm

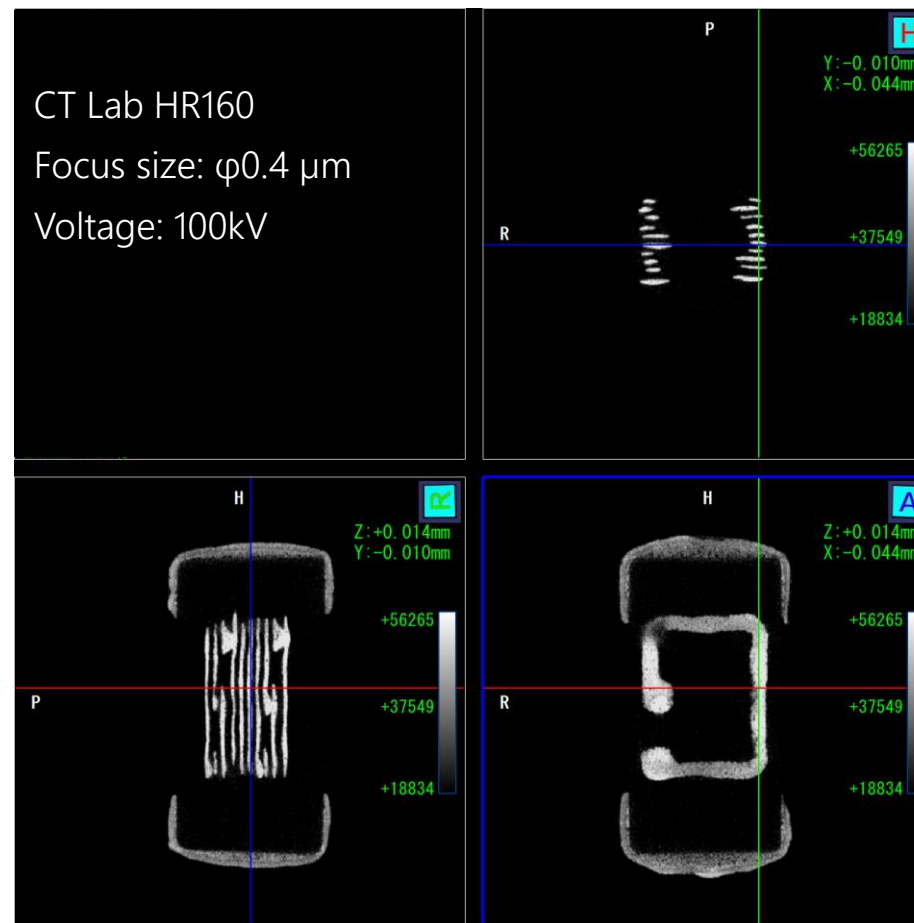
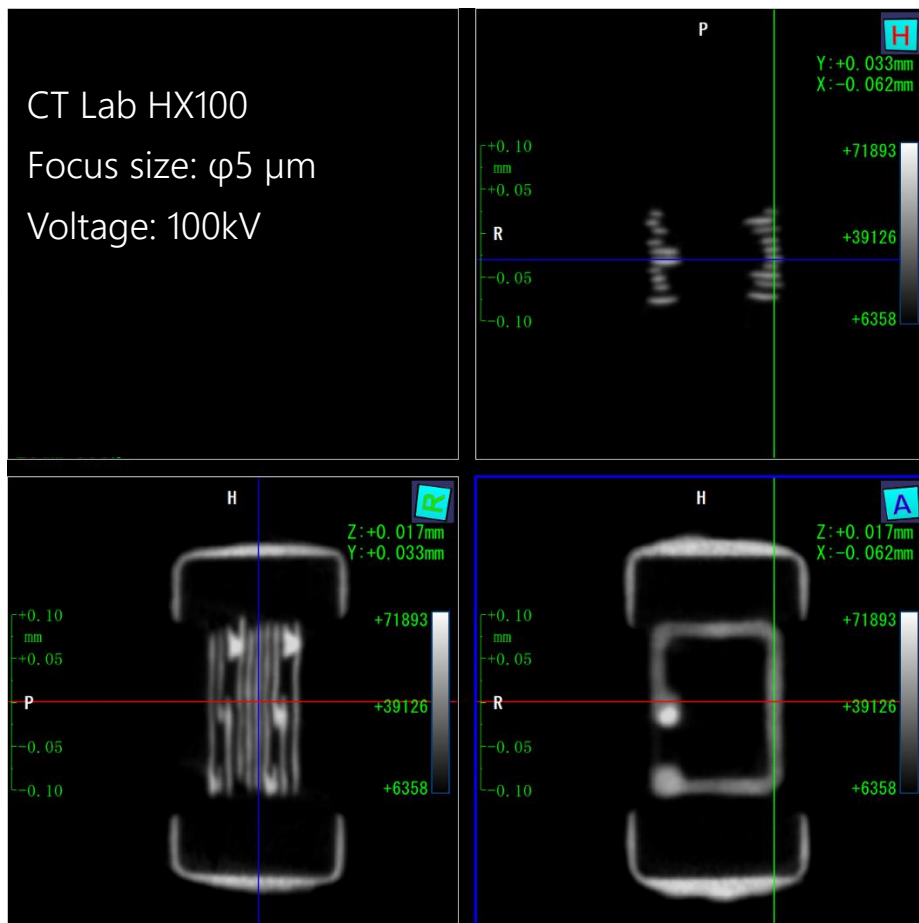


1μm

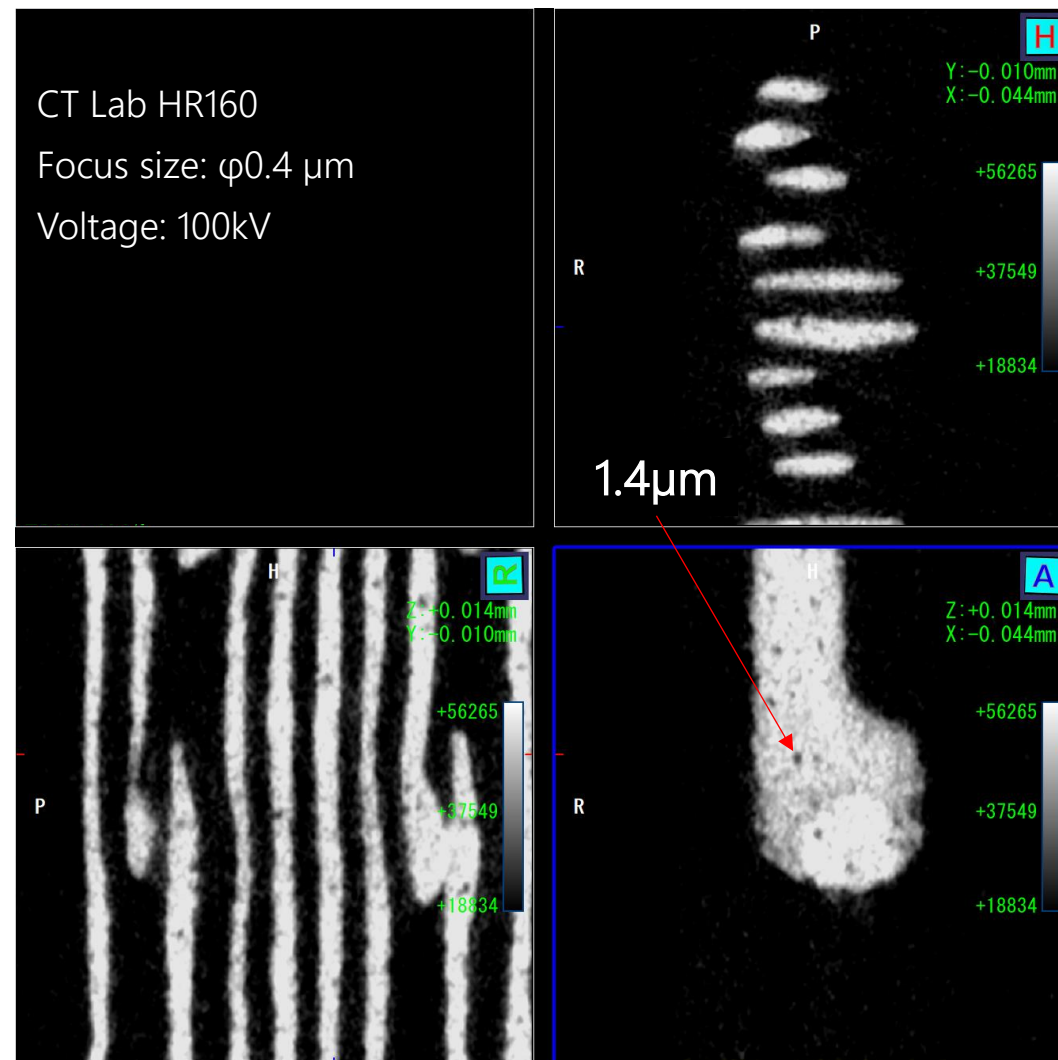
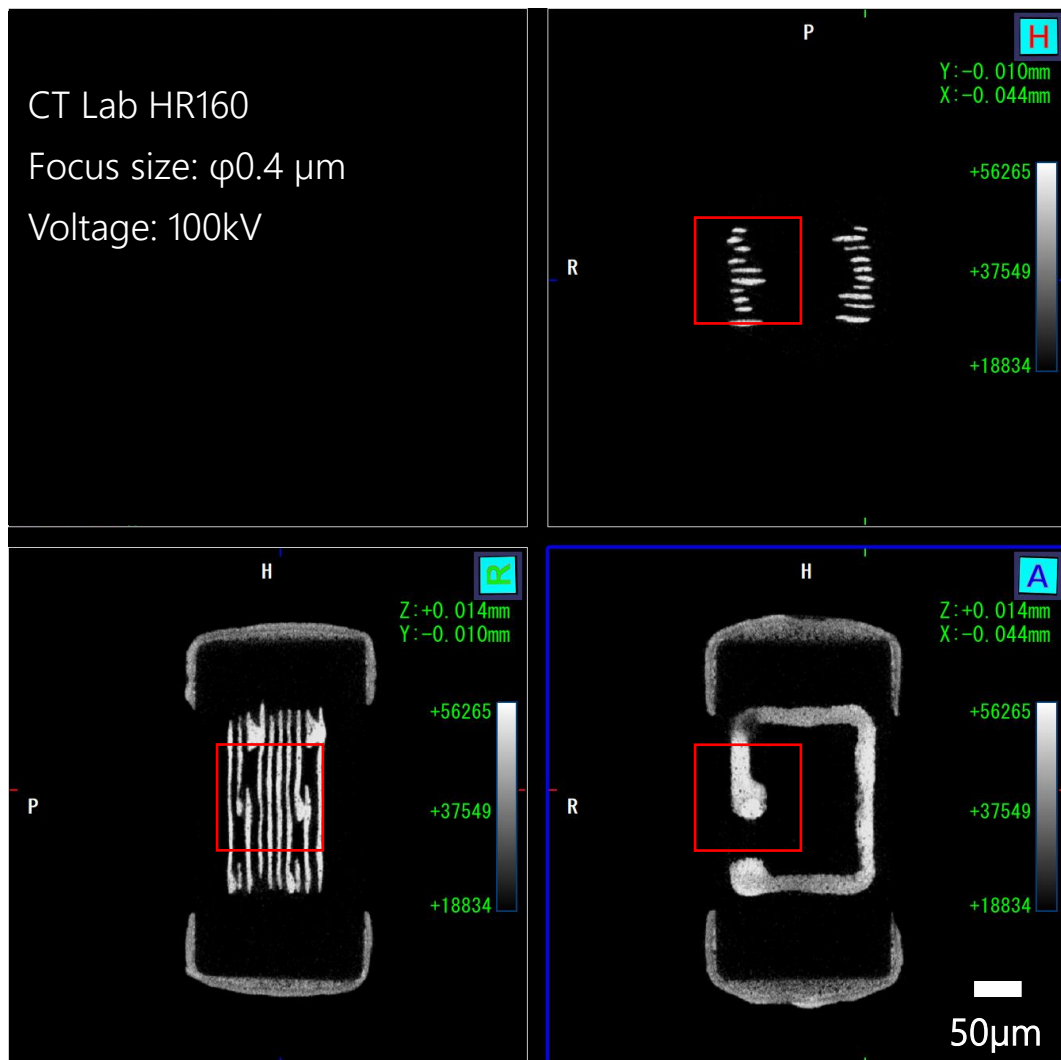


1μmのラインが明瞭に分離
CT像でも1μm以下を実現

CT Lab HX100 vs CT Lab HR160 分解能比較

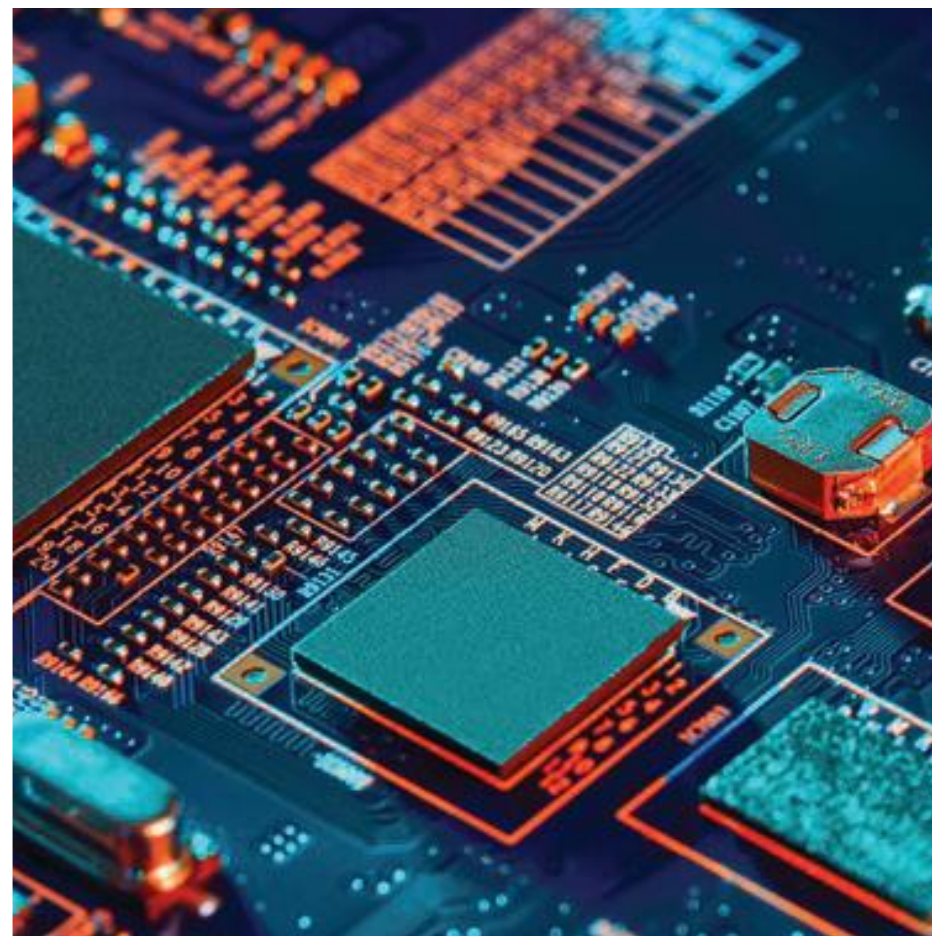


CT Lab HR160 (CT画像)

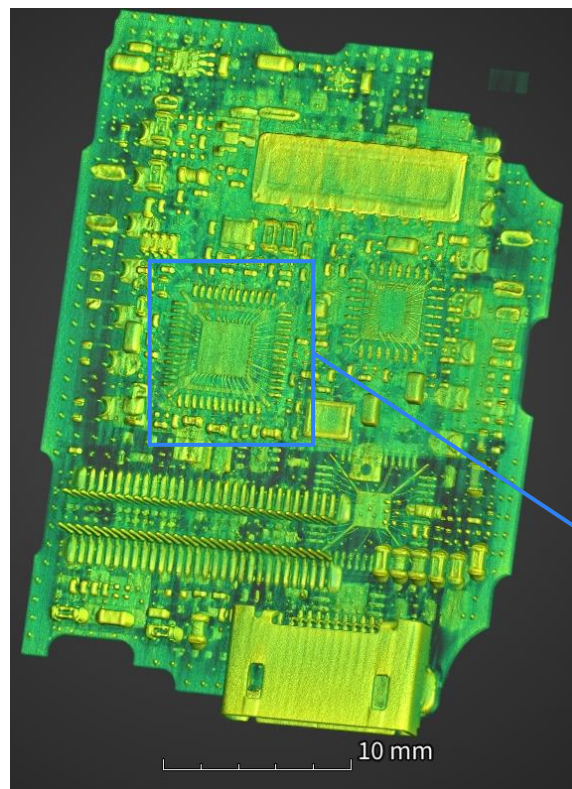


アプリケーション

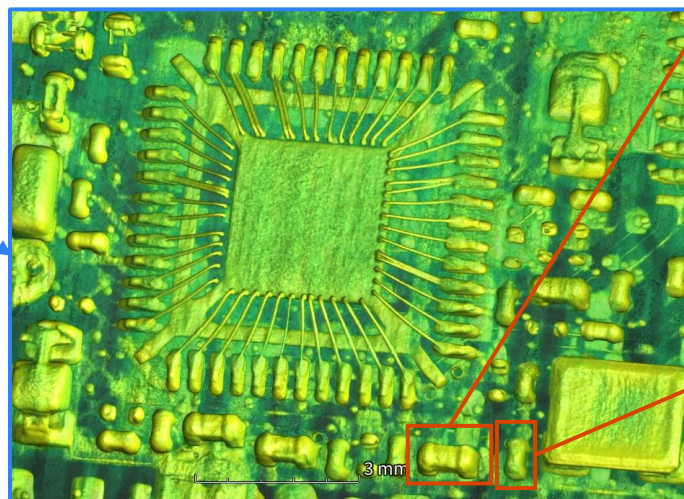
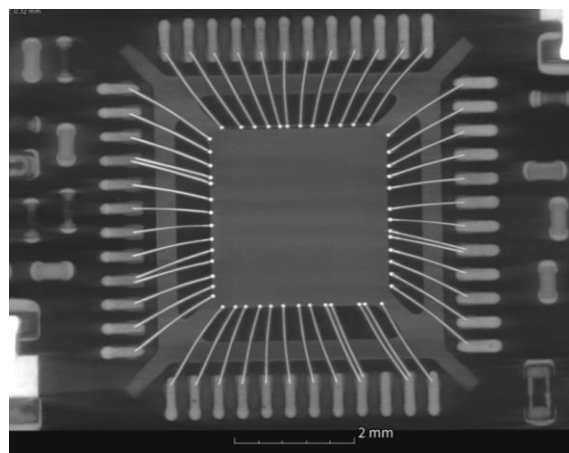
- 電子基板
- MLCC
- 全固体電池
- 先端半導体メモリー
- その他にも . . .



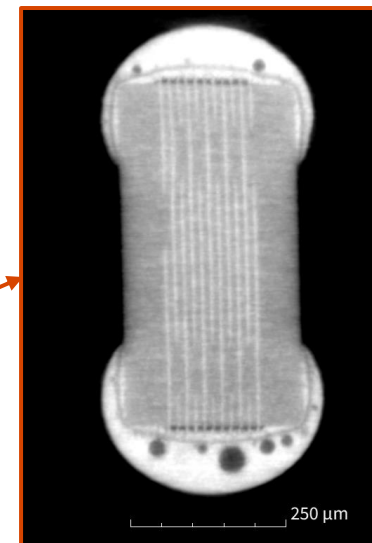
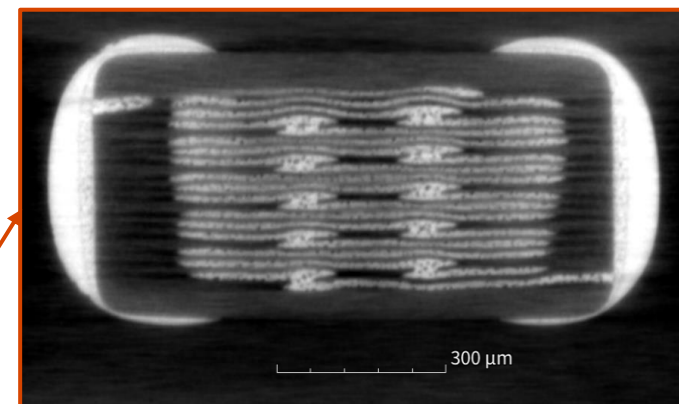
電子基板と各部品



FOV 44.8mm
Voxel 16 μ m

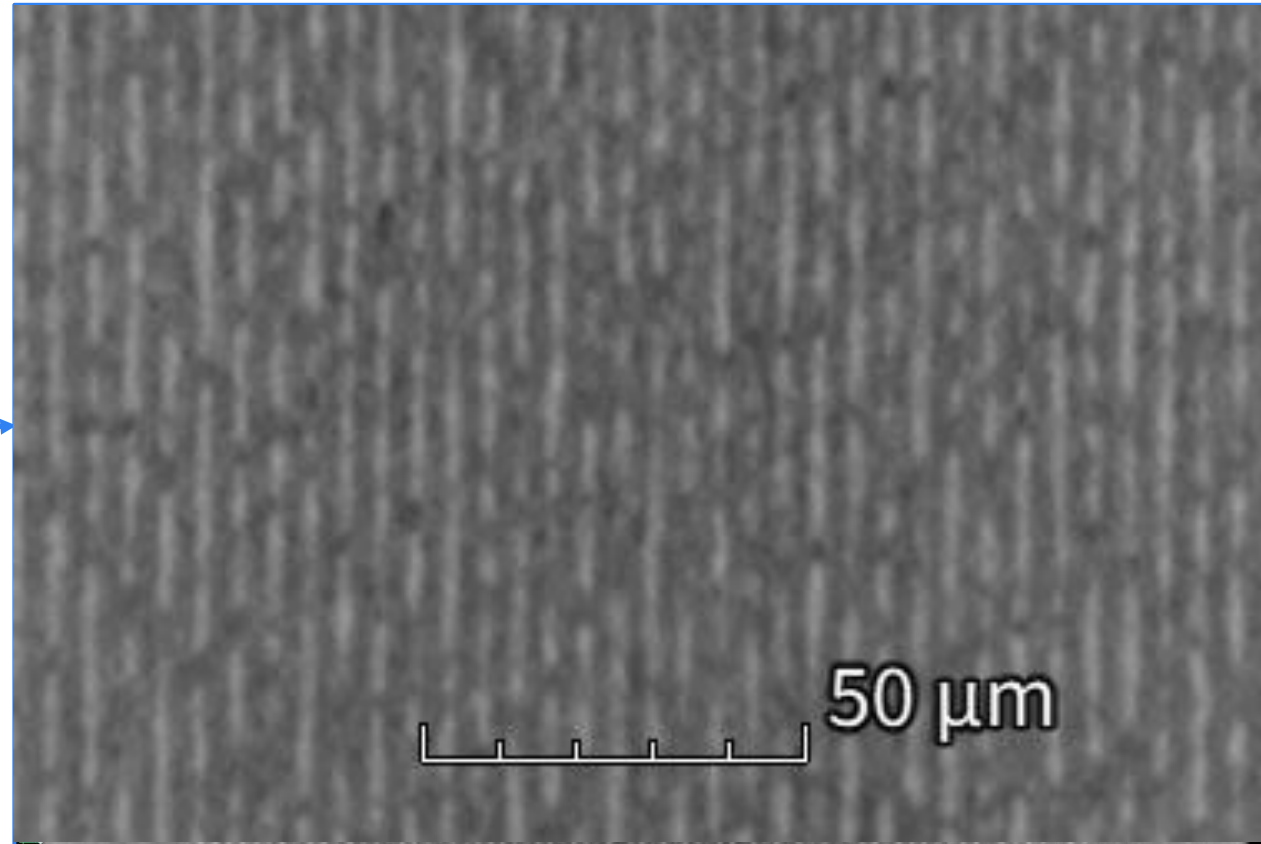
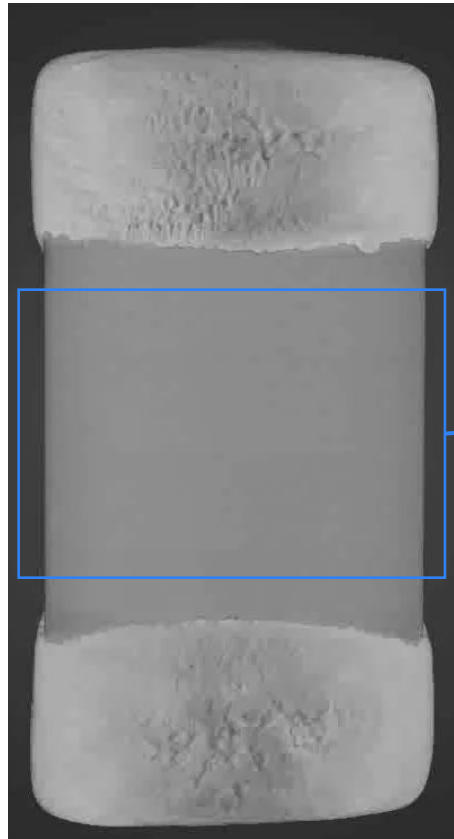
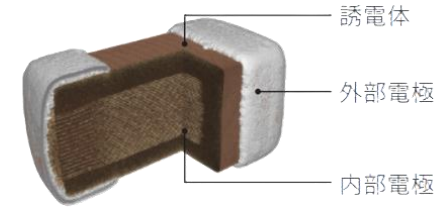


FOV 10.4mm, Voxel 3.7 μ m

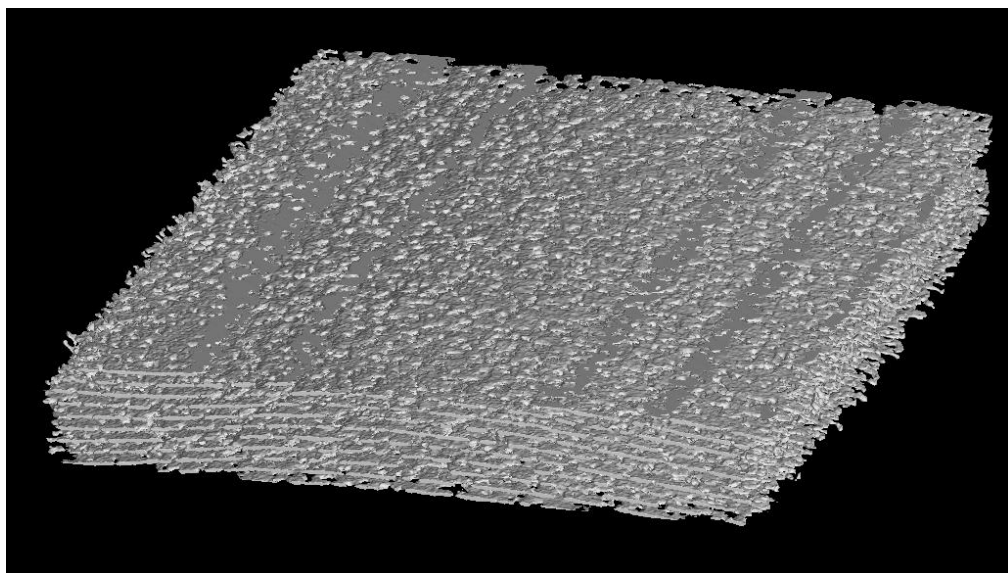


FOV 3.9mm, Voxel 1.4 μ m

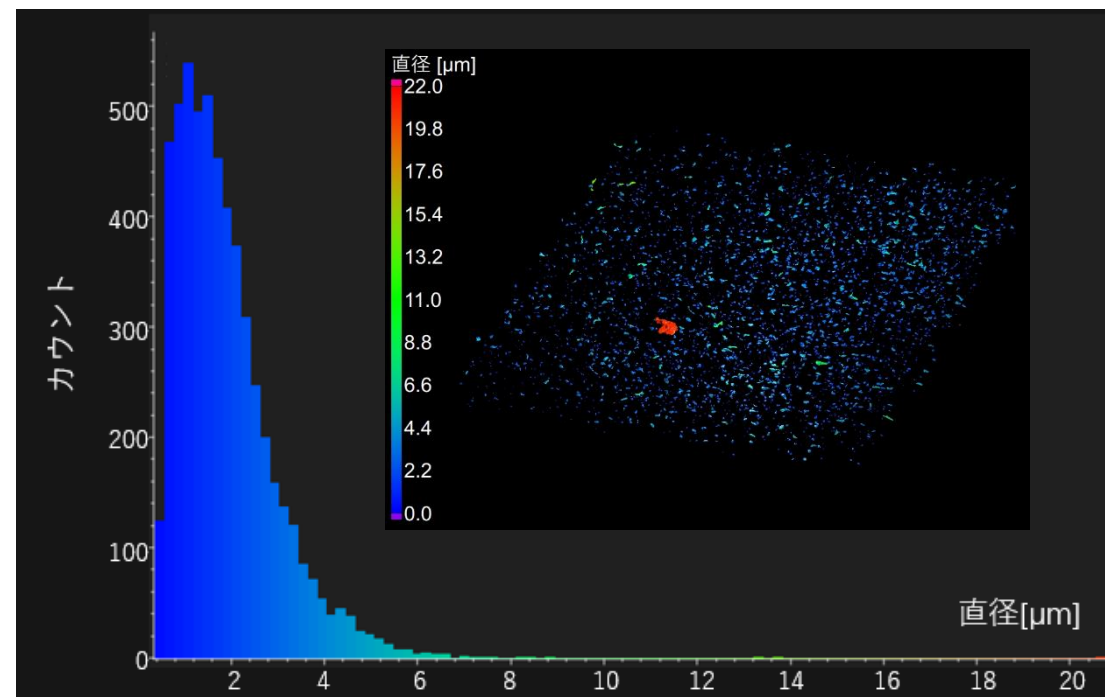
MLCC 1005



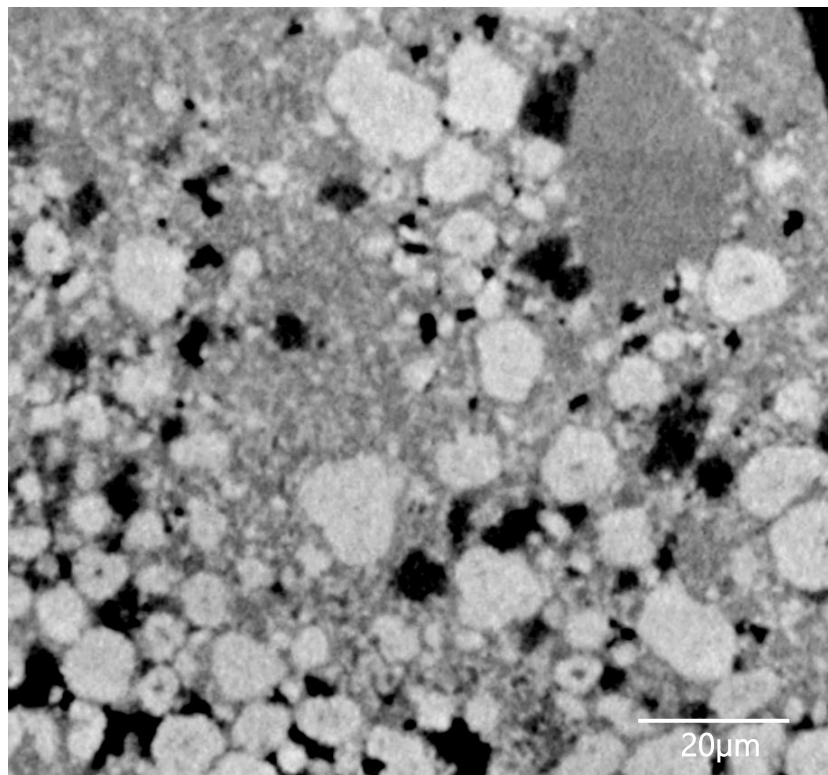
MLCC1005Mの ボイドの解析



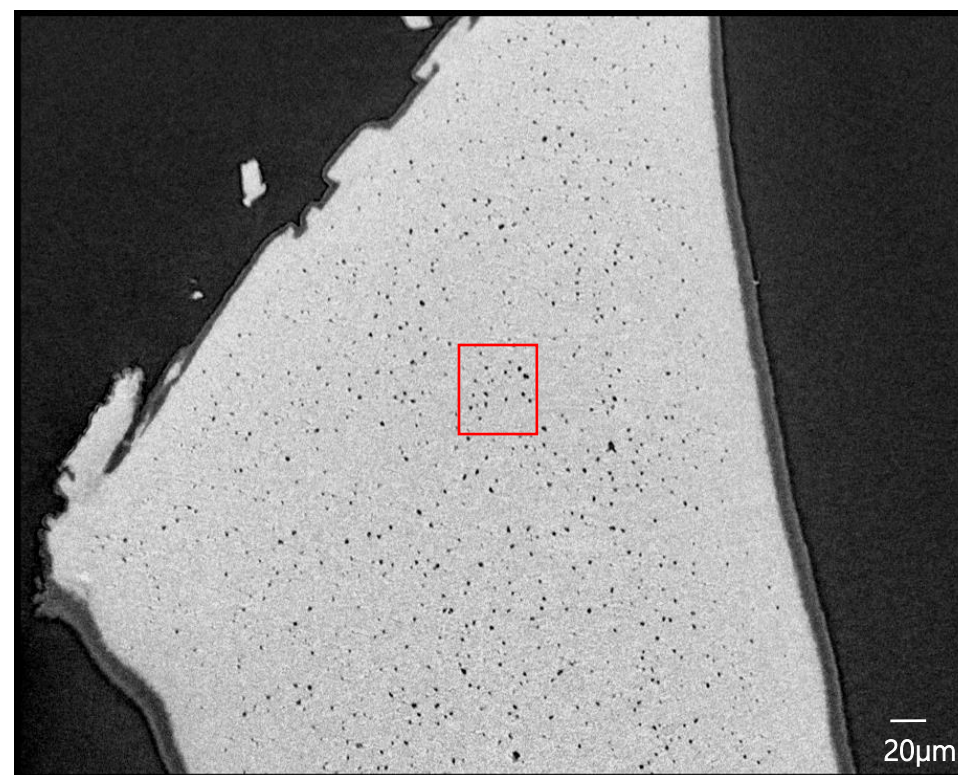
Hexagon Manufacturing Intelligence社
VGSTUDIO MAXにて解析



全固体電池



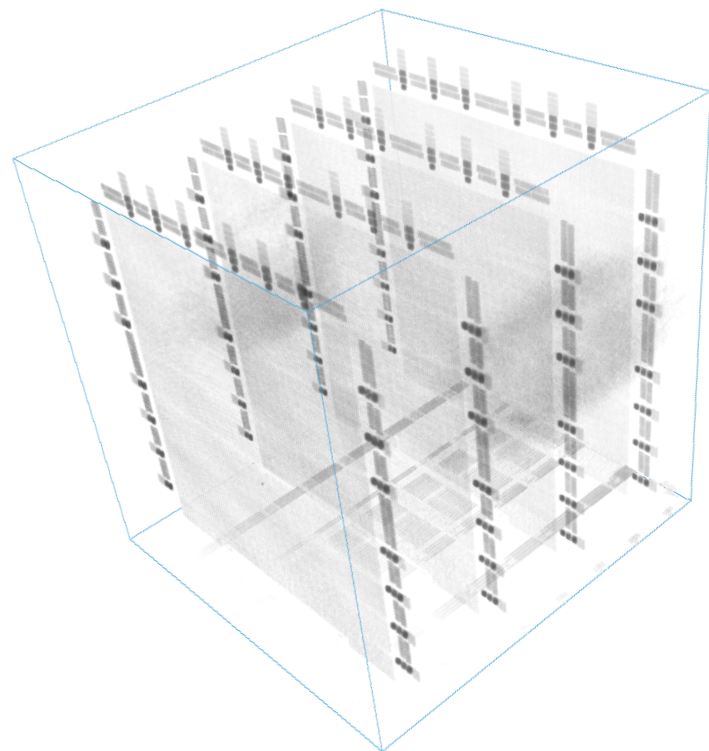
正極材



固体電解質

T. Nakamura, T. Kakibe, S. Takahashi, Solid State Ionics. 417 (2024) 116685.

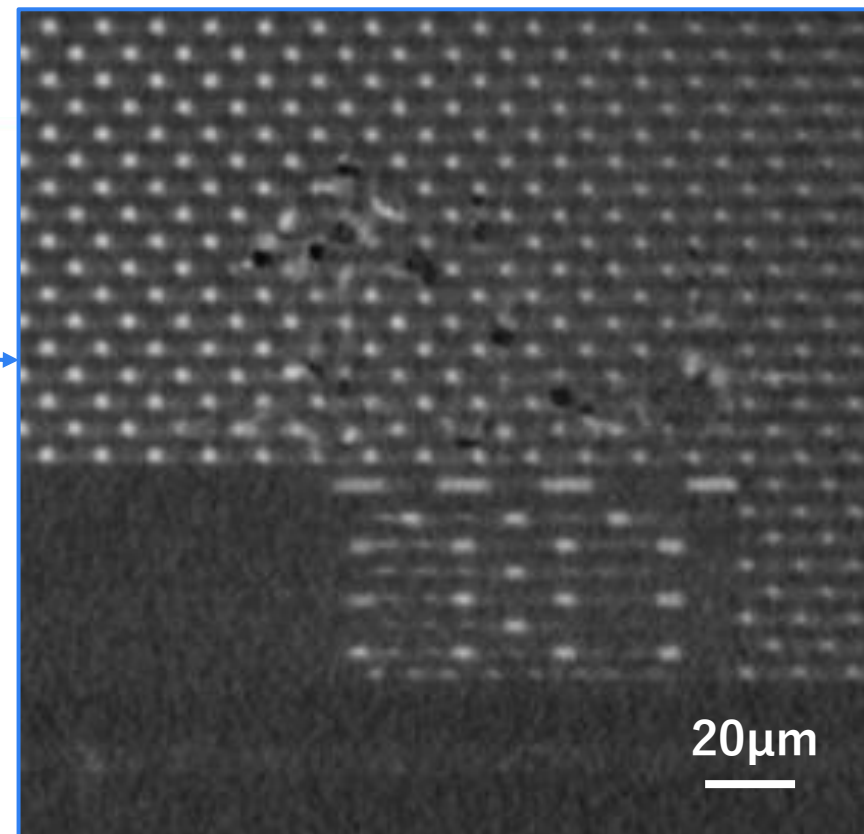
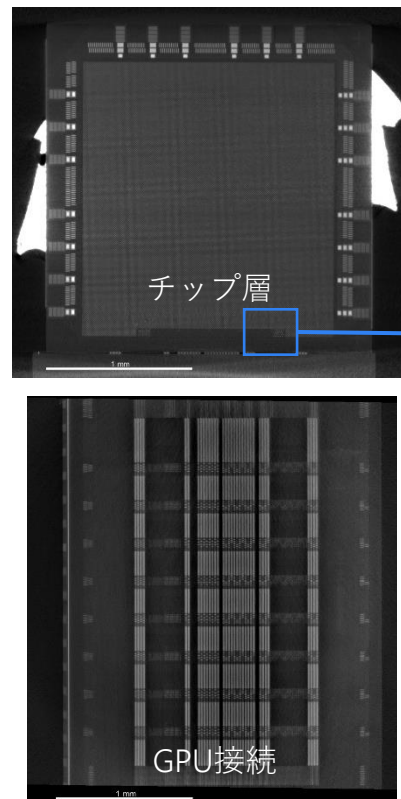
先端材料の界面・欠陥評価



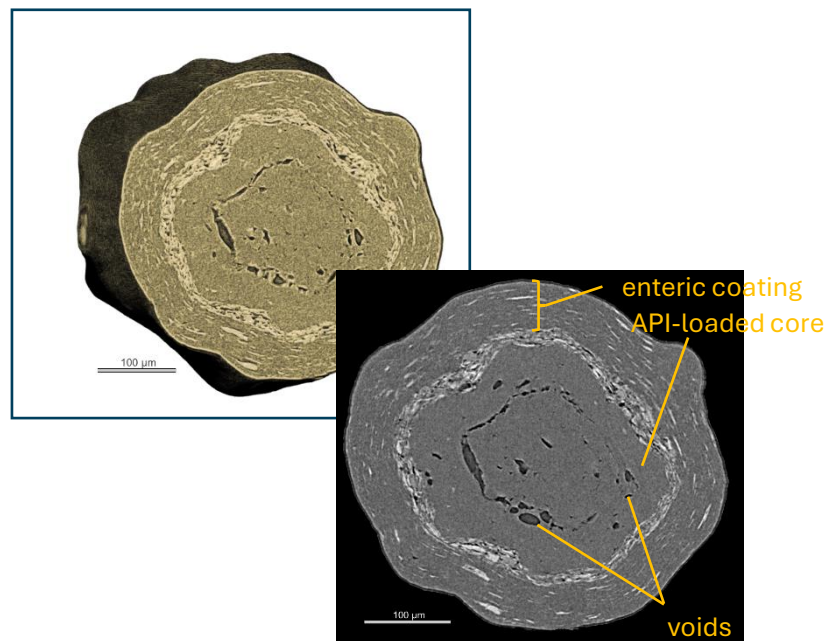
試料提供：東京大学様

Y. Mitarai et al., Symp. on VLSI, 2026, pp. 1–3,

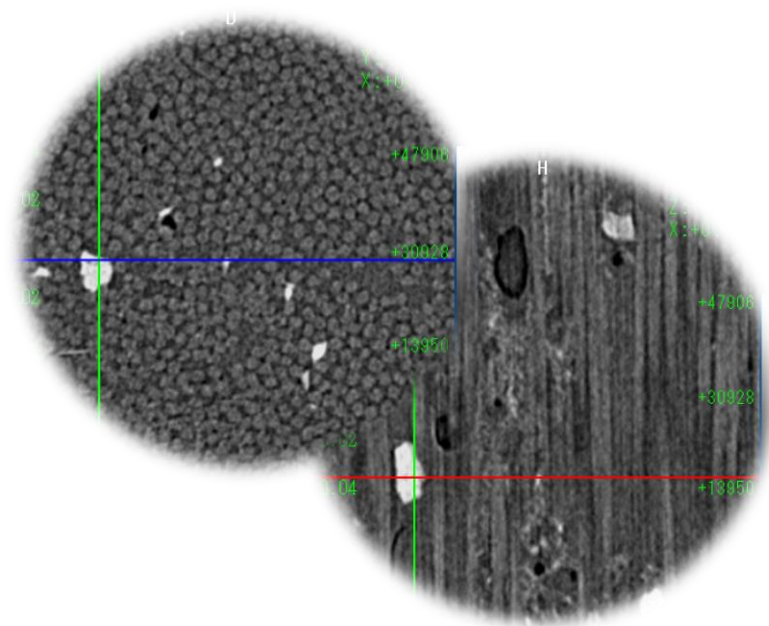
doi: 10.1109/VLSITechnologyandCir65830.2026.11577466.



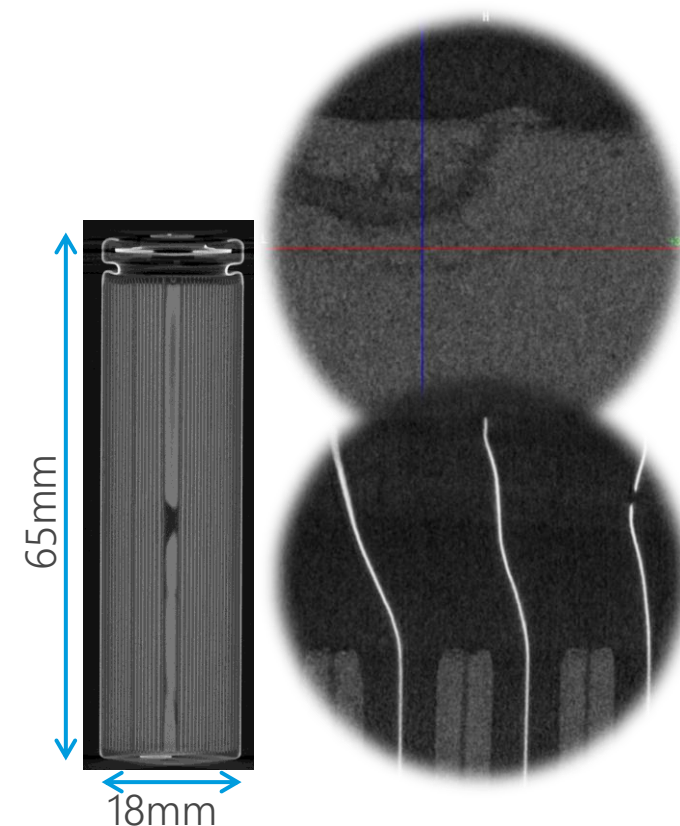
その他にも . . .



腸溶性コーティング顆粒



CFRP
(約5μm径)



Liイオン電池
18650

リガクX線CTラインナップ

nano3DX[®]

- ✓ 疑似平行ビーム
- ✓ 特性X線による
ハイコントラスト
- ✓ 高輝度X線源搭載



CT Lab[®] HX

- ✓ マイクロスケールCT
- ✓ デスクトップ型
- ✓ ASC*搭載可能



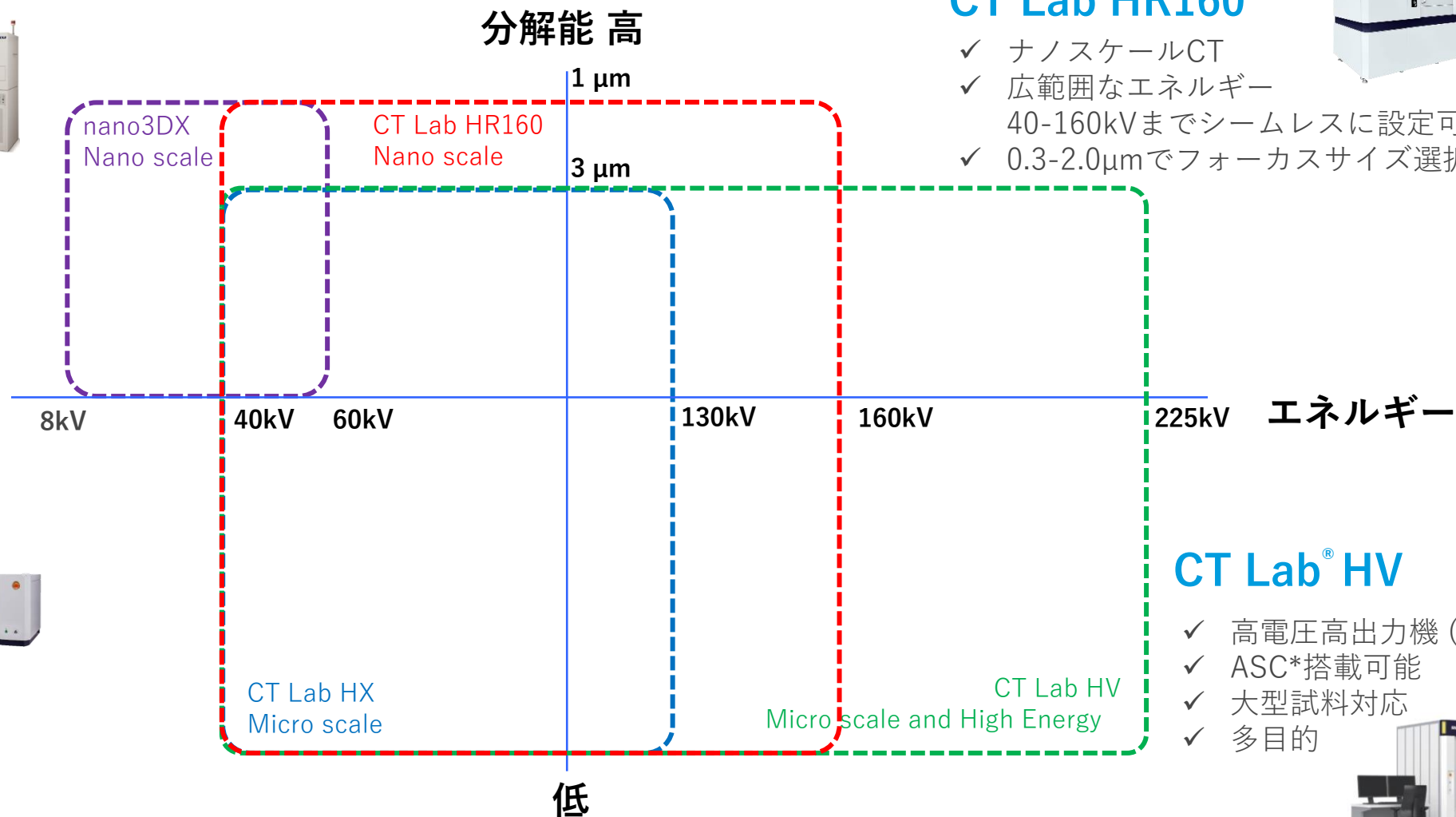
CT Lab HR160

- ✓ ナノスケールCT
- ✓ 広範囲なエネルギー
40-160kVまでシームレスに設定可能
- ✓ 0.3-2.0 μ mでフォーカスサイズ選択可能



CT Lab[®] HV

- ✓ 高電圧高出力機 (～225kV)
- ✓ ASC*搭載可能
- ✓ 大型試料対応
- ✓ 多目的



*ASC: Auto Sample Changer



リガクウェブサイトの右上のボタン 「専門家に相談する」より お問い合わせください



何をおさがしですか？



日本語

専門家に相談する



製品

産業分野

分析手法

参考資料

修理・サポート

リガクについて

視るチカラで、世界を変える

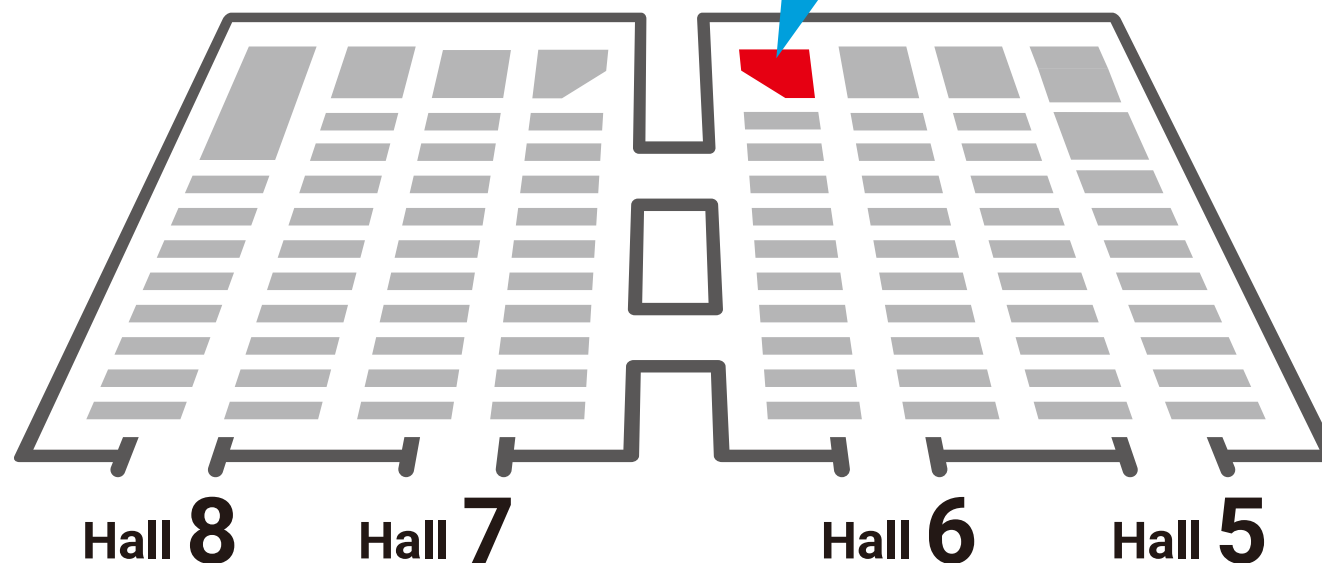
すべての製品をみる

リガクHDについて知る

材料分析の難しさを
理解しているから
わたしたちリガクは提供したい



ぜひ、リガクブースへ
お立ち寄りください！



6 ホール 入って直進！

6B-1001

