

# 先端実装技術開発に貢献する ExcillumのX線源

第71回応用物理学会春季講演会 シンポジウム T21

2024-3-22

田中志穂

Scientist - Fluid Mechanics

Business Development Manager - Japan

The logo for Excillum, featuring the word "excillum" in a bold, white, lowercase sans-serif font. The background of the slide features a stylized sunburst or starburst pattern in the upper right corner, composed of numerous thin white lines radiating from a central point.

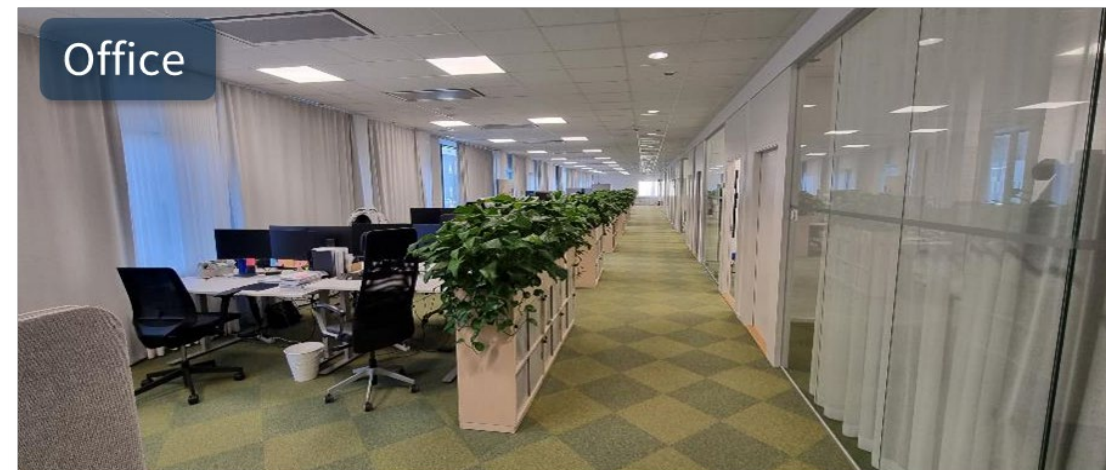
# Excillum (エキシルム)

独自技術をベースにX線源を開発製造しています  
液体金属ジェットを陽極に使用したMetalJet 技術  
高精度な電子ビーム制御技術

設立2007年

本社：スウェーデン、ストックホルム  
研究開発、製造

従業員 80名以上  
研究開発スタッフ 55%  
女性スタッフ 29%  
国籍 約15か国

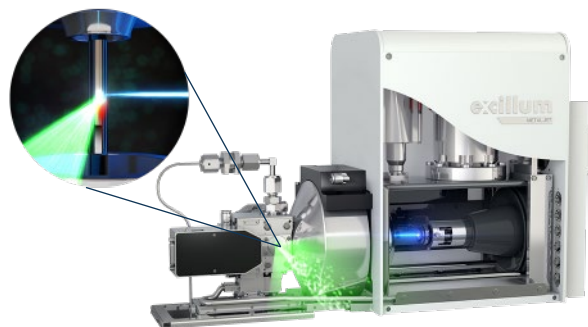


# Excillum のX線源

## 世界で最も明るいマイクロフォーカスX線源

### MetalJet メタルジェット

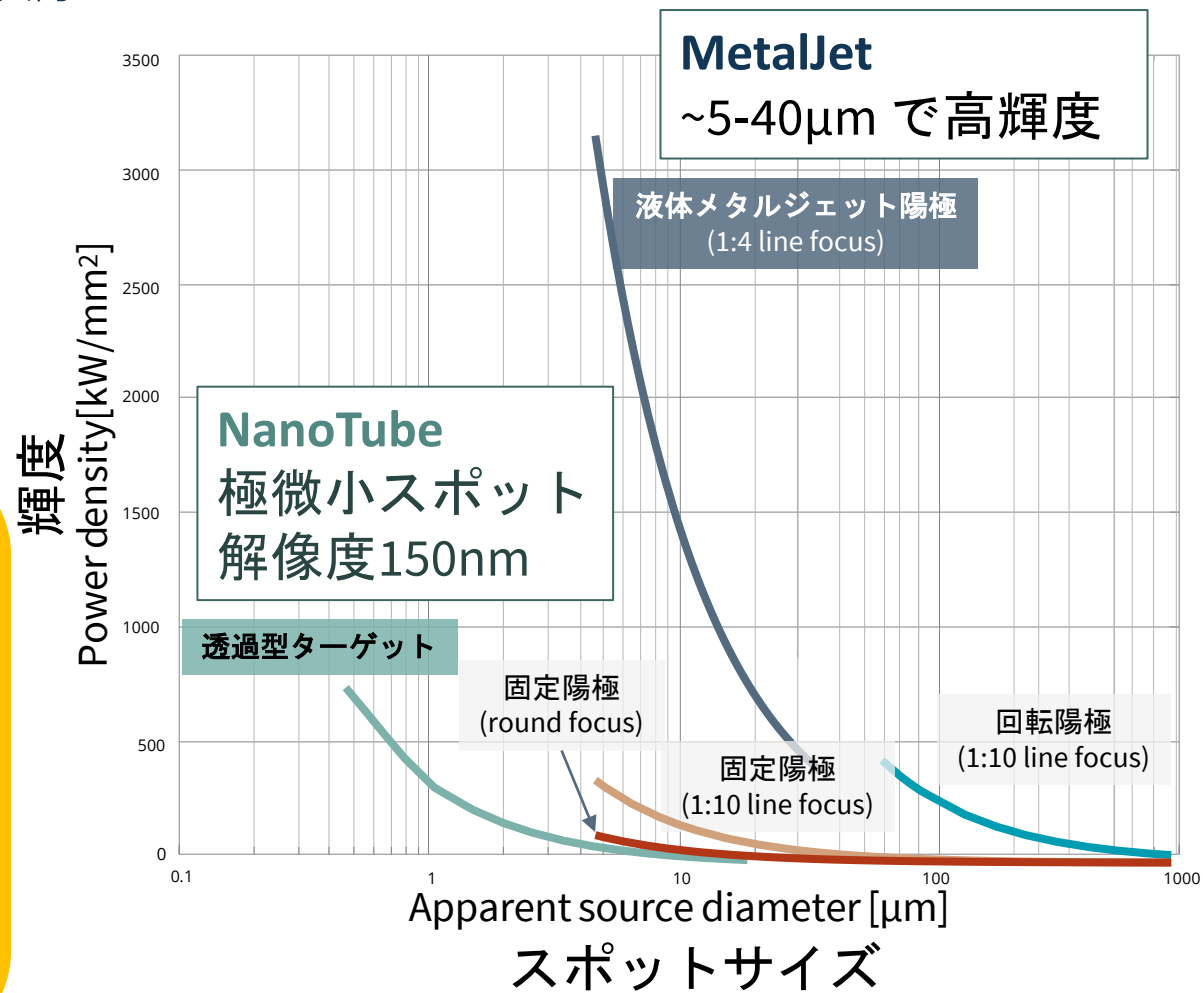
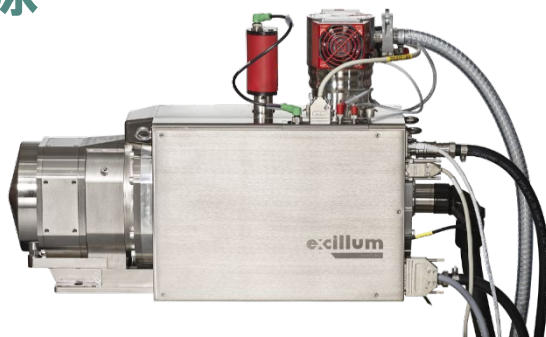
液体金属陽極  
高精度な  
電子ビーム  
制御技術



## 世界最小のX線スポットの ナノフォーカスX線源

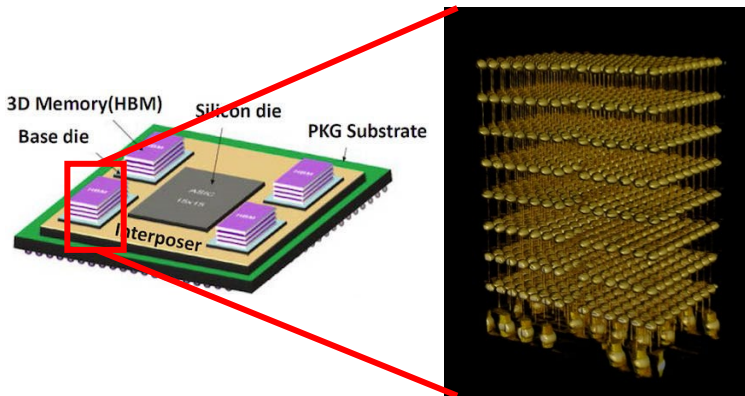
### NanoTube ナノチューブ

先進的な  
電子ビーム制御技術

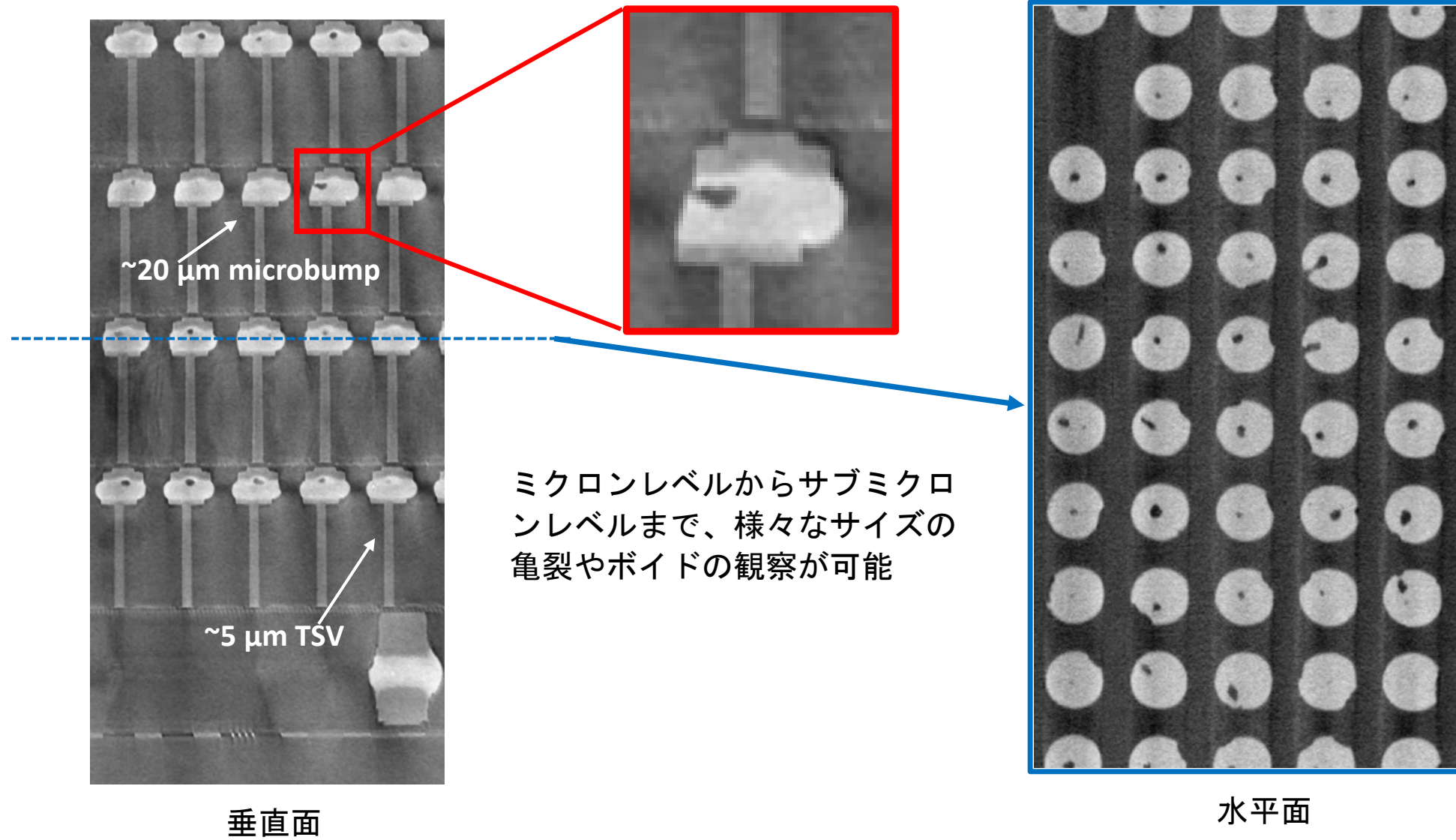


# NanoTube N3 応用例: HBM 2 の nano 3D-CT

NVIDIA GV100  
に実装された、HBM2メモリ

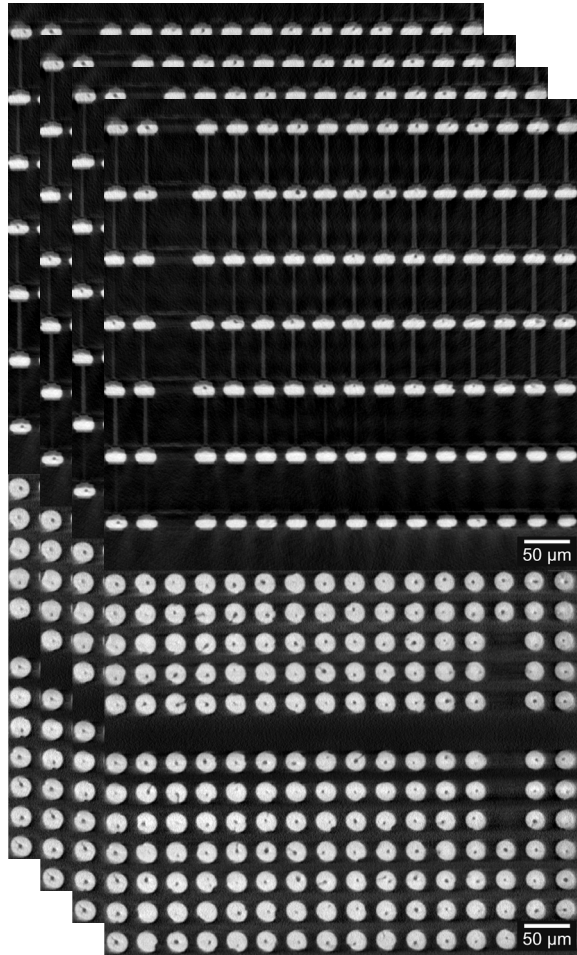


# 任意の2次元スライス像

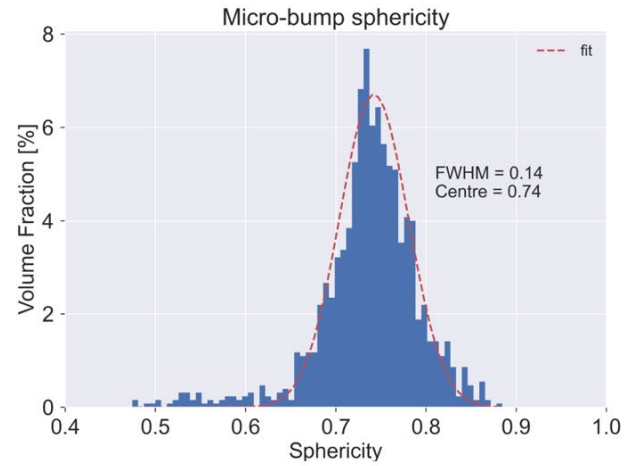


# 3次元CTデータの利用

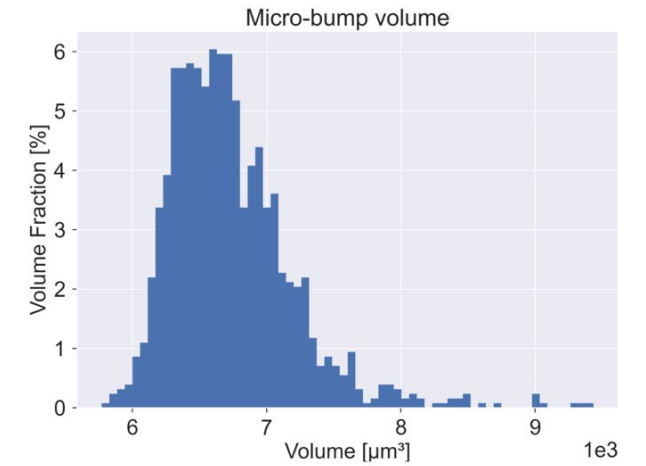
バルク内のデータを用いて統計解析を行うことにより、故障解析の向上や歩留まり向上に寄与



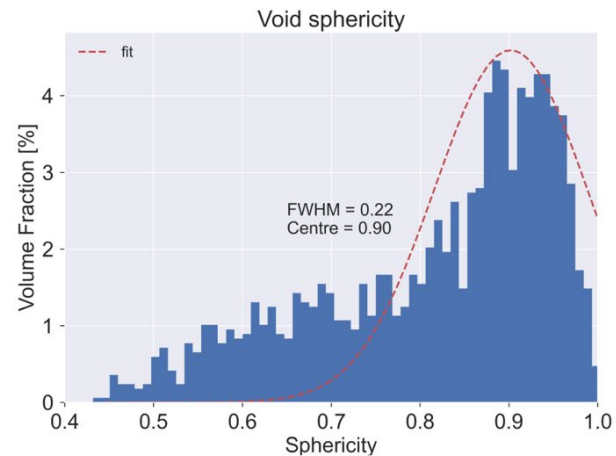
### マイクロバンプの球形度



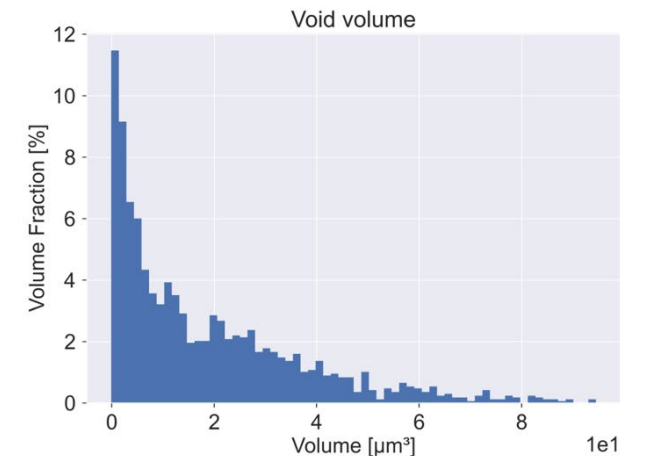
### マイクロバンプの体積



### ボイドの球形度



### ボイドの体積



# 電子ビームスポットサイズと解像度の関係

## NanoTube GUI

Beam	設定値	実測値
Energy:	160 keV	160.0 keV
E-beam spotsize:	0.60 $\mu\text{m}$	0.60 $\mu\text{m}$
Target power:	6.93 W	6.73 W
Power factor:	100 %	100 %
Target current:		38.2 $\mu\text{A}$
Cathode runtime:		2041.4 h
Beam blanking		
Beam blank:	Enable	Off

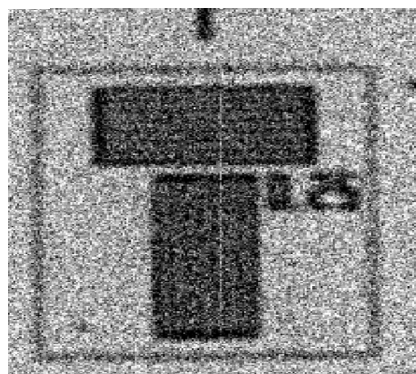
JIMA RT RC-04を測定

加速電圧とスポットサイズ  
を入力してONにするだけで  
設定を自動調整

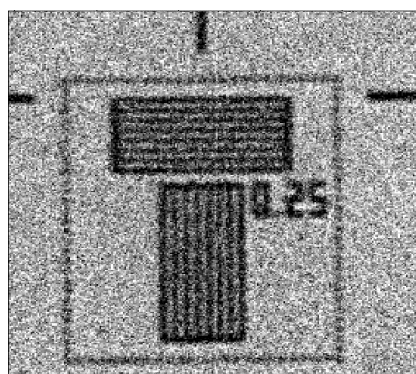
⇒ 手動調整 必要なし

加速電圧  
160 keVのまま。。

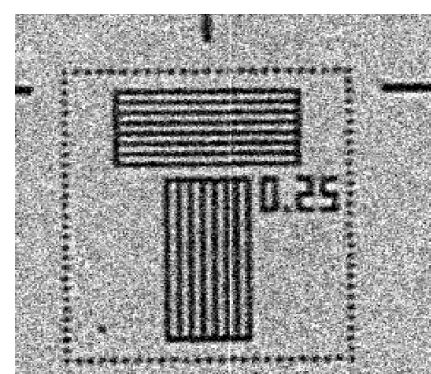
電子ビーム  
スポットサイズ



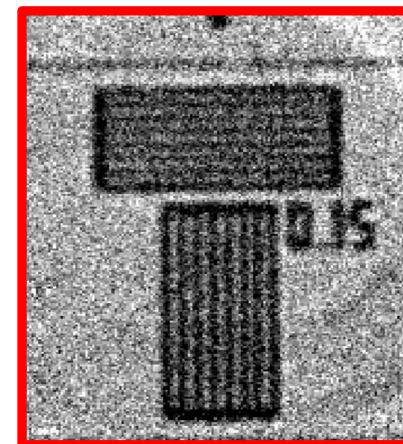
0.5  $\mu\text{m}$



0.4  $\mu\text{m}$

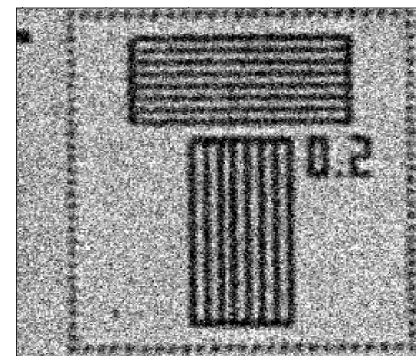


0.3  $\mu\text{m}$



パターンサイズ

0.15  $\mu\text{m}$

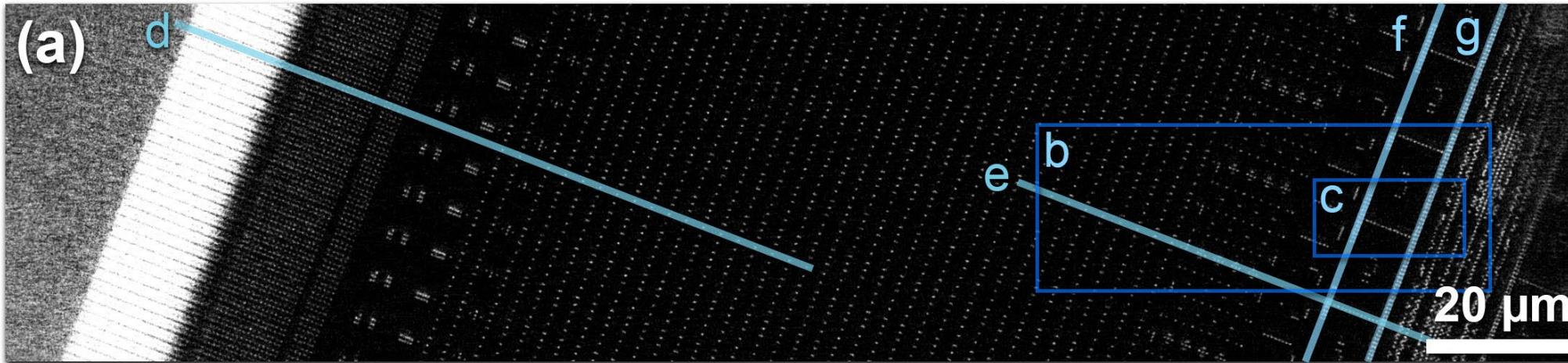


0.20  $\mu\text{m}$

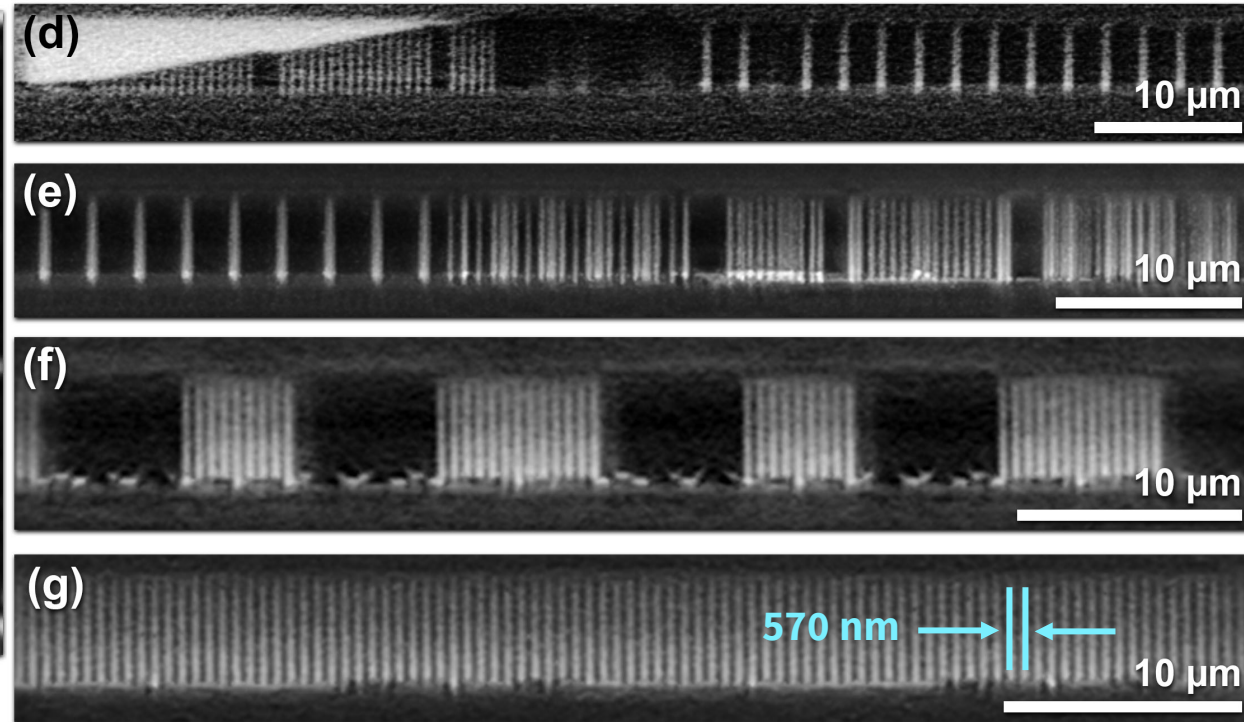
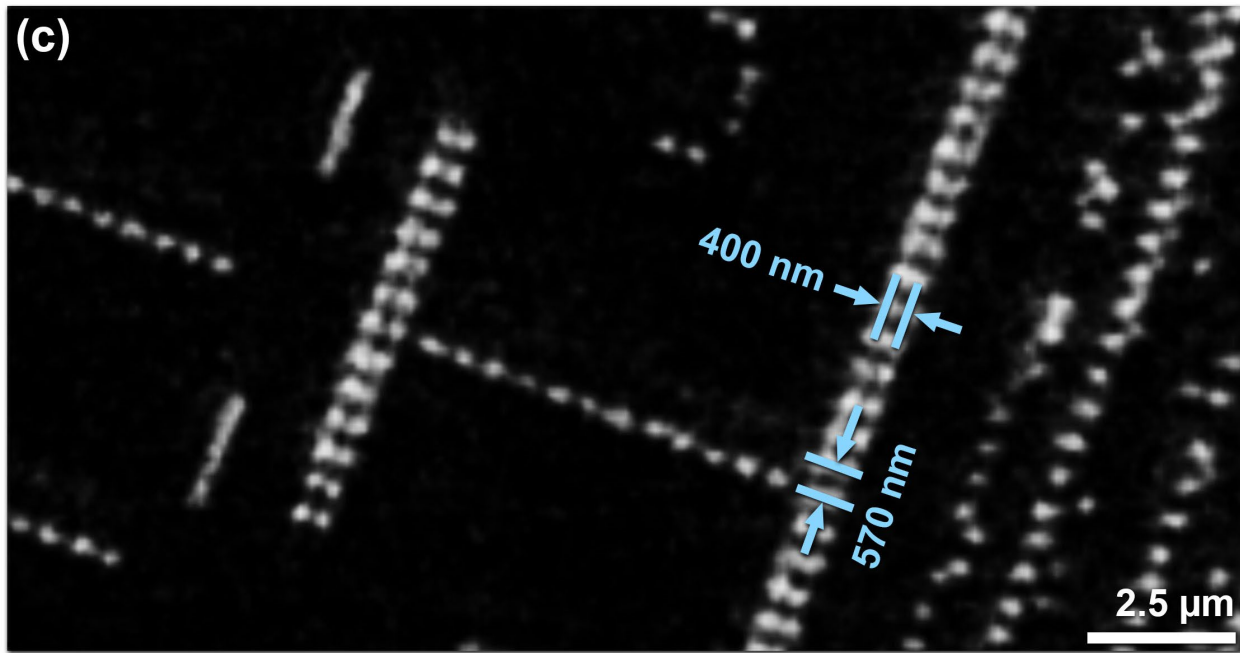
0.25  $\mu\text{m}$

excillum

# NAND型フラッシュメモリの最高解像度での3次元CTデータ



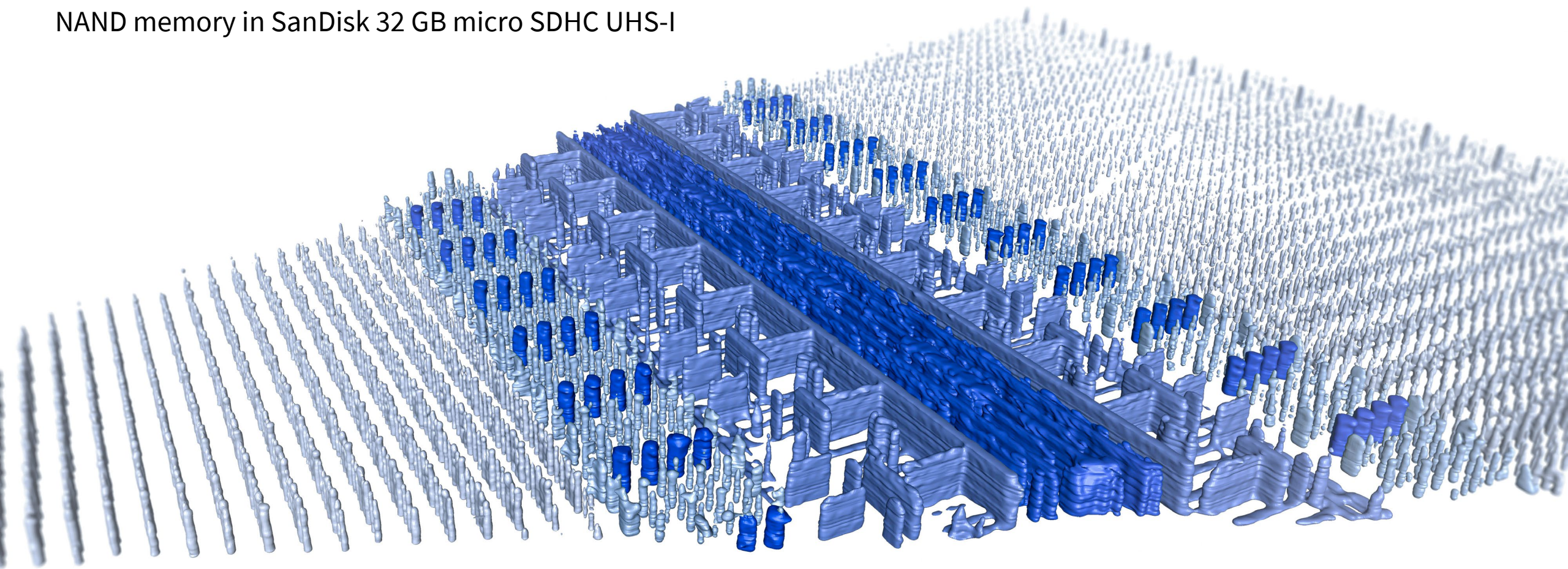
ntCT:  
ProCon X-ray GmbH



Dominik Müller et. al., *Crystals* **2021**, 11, 677  
NAND memory in SanDisk 32 GB micro SDHC UHS-I



NAND memory in SanDisk 32 GB micro SDHC UHS-I



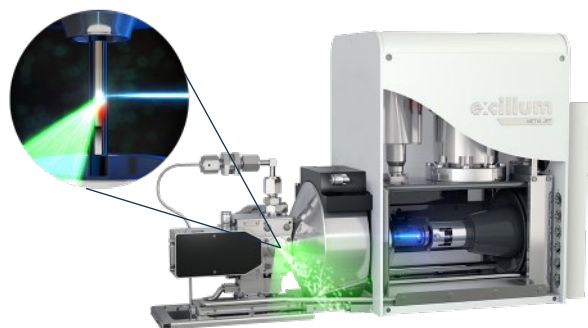
Dominik Müller et. al., *Crystals* **2021**, *11*, 677

# Excillum のX線源

## 世界で最も明るいマイクロフォーカスX線源

### MetalJet メタルジェット

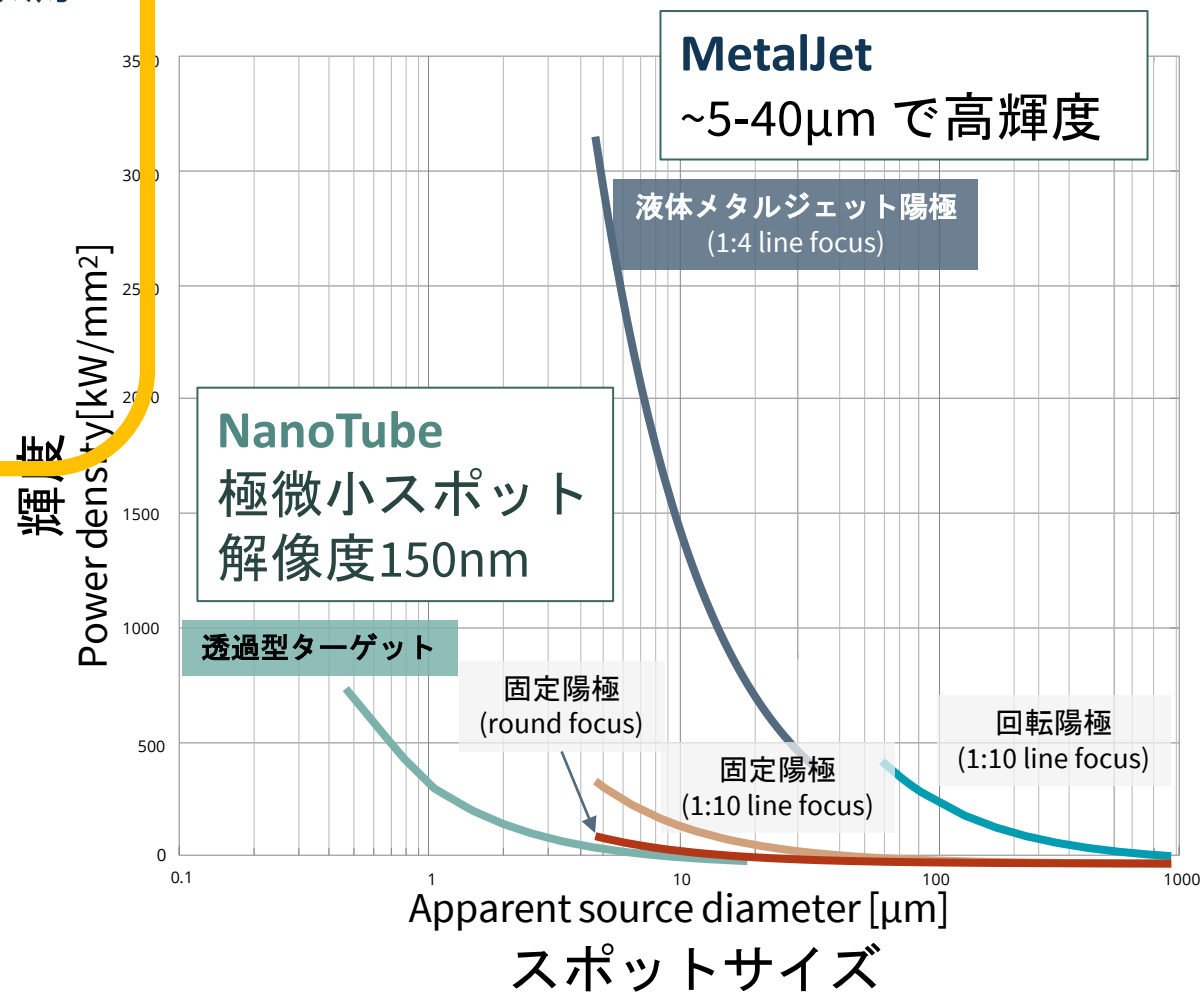
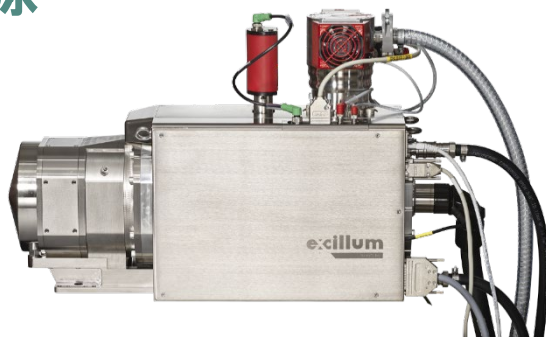
液体金属陽極  
高精度な  
電子ビーム  
制御技術



## 世界最小のX線スポットの ナノフォーカスX線源

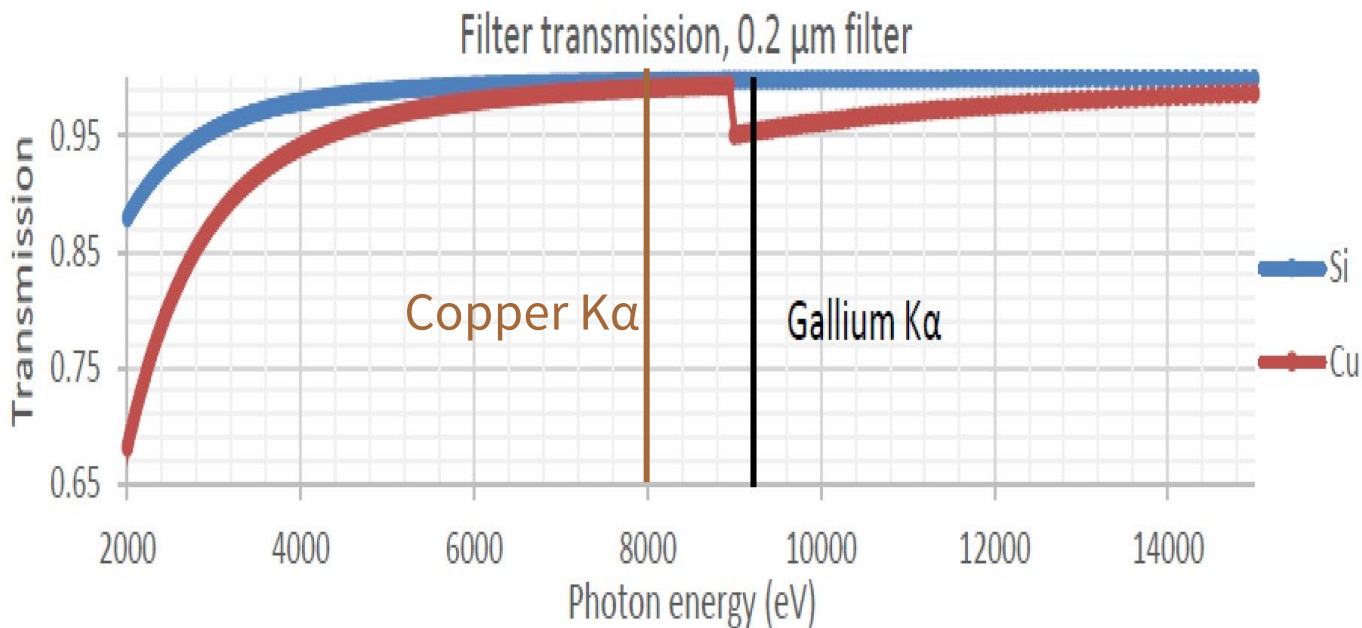
### NanoTube ナノチューブ

先進的な  
電子ビーム制御技術



# MetalJetを用いたX線顕微鏡

## Gaによる優れたSi/Cuコントラスト



Zeiss Xradia Ultraに搭載されたMetalJet D2+

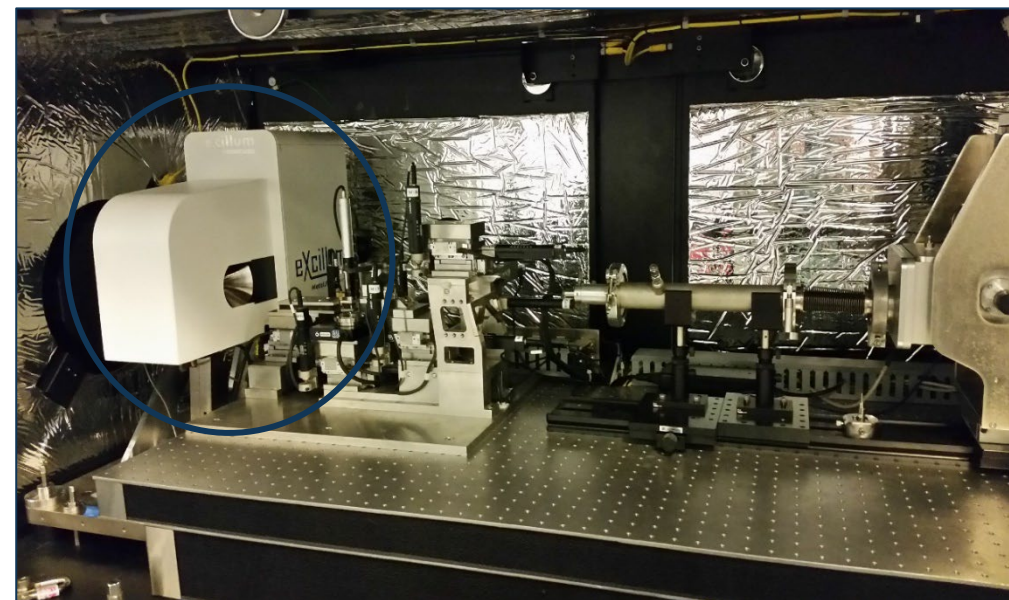
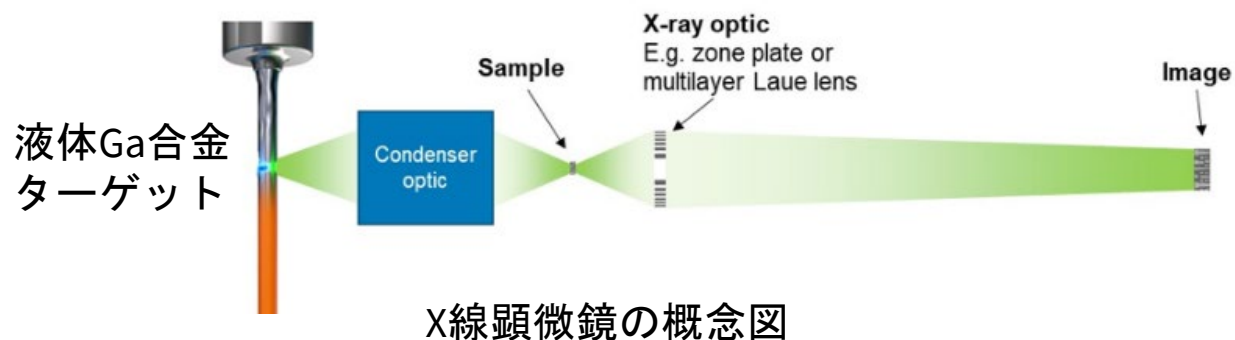
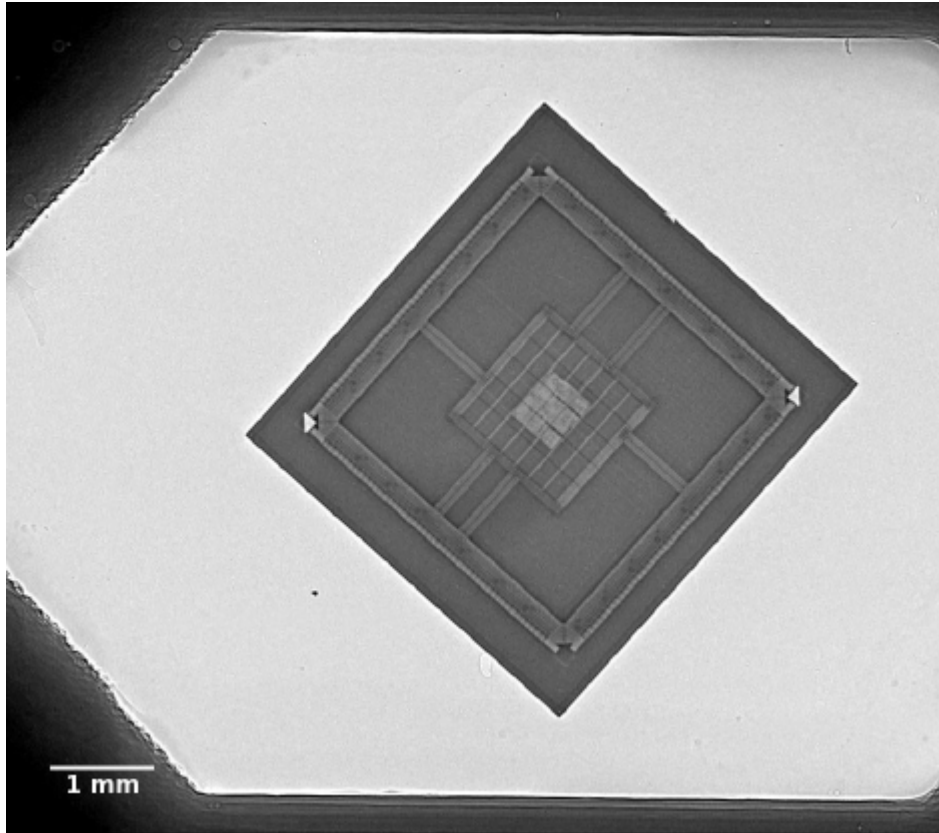


Image courtesy of Carsten Gundlach of Imaging at DTU, Denmark



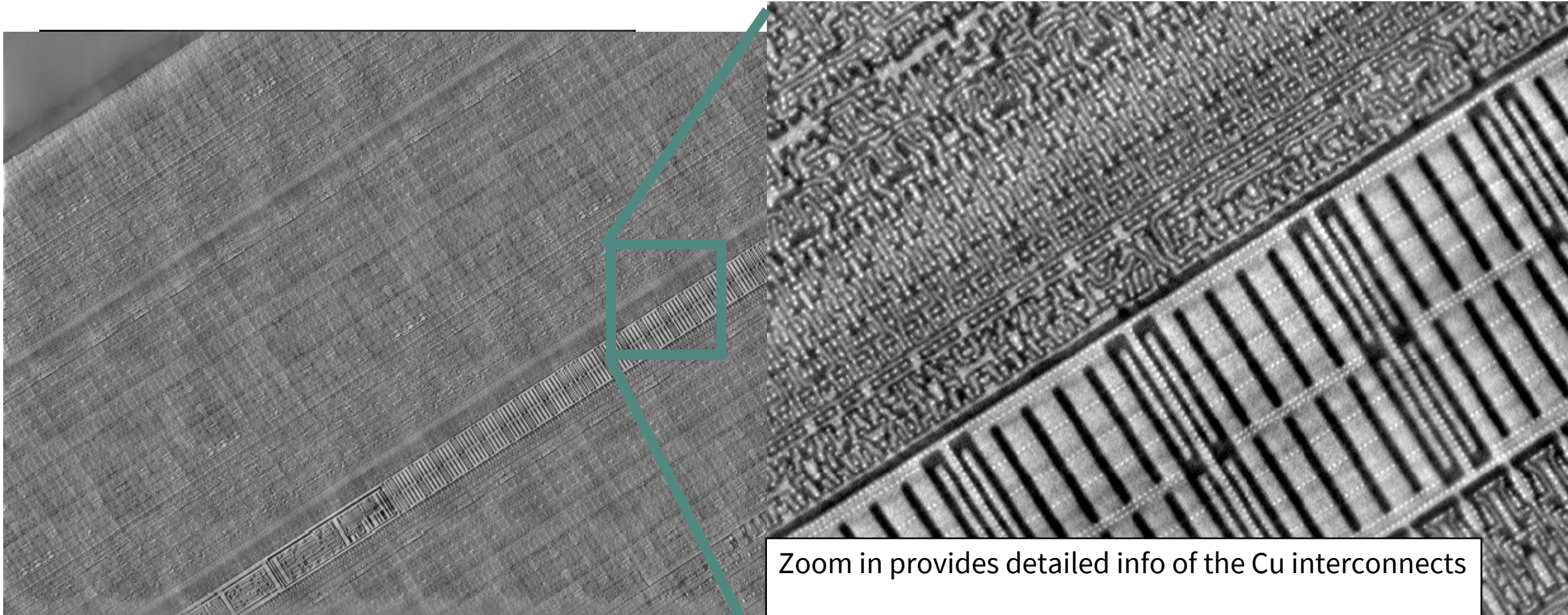
# X線CTによる90 nm ノード Cu配線の観察 (18x7 stitched overlapping tomographies)



The Chip

Xray micrograph of one of the reconstructed layers

# X線CTによる90 nm ノード Cu配線の観察 (18x7 stitched overlapping tomographies)



Xray micrograph of one of the reconstructed layers

Zoom in provides detailed info of the Cu interconnects

Note that Xray tomography provides 3D information on all layers. This illustrates a 2D representation of one layer

# デモ測定をご利用ください！

- (1) サンプルをお送りください。  
弊社で測定して結果をお送りいたします。
- (2) 弊社へお越しください。  
サンプルや普段お使いの検出器などをお持ちください。測定をお手伝いいたします。

お問い合わせはこちらへ  
[shiho.tanaka@excillum.com](mailto:shiho.tanaka@excillum.com)

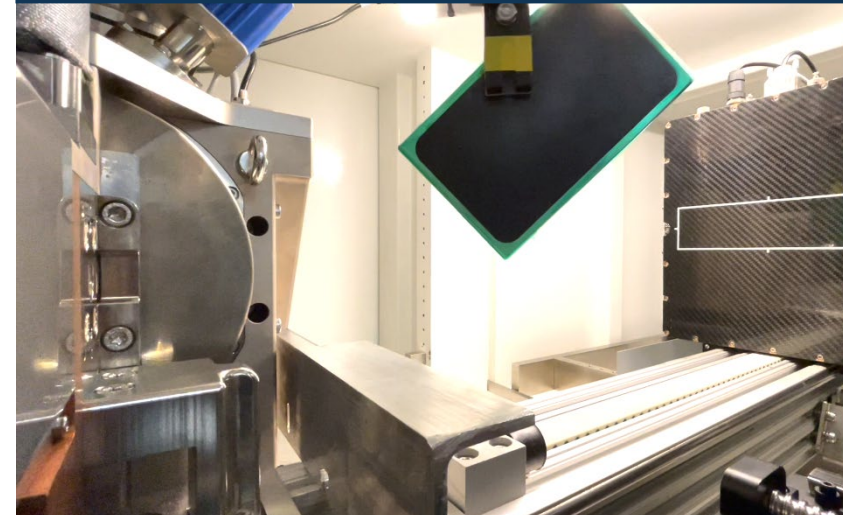
ナノ CT



2D ナノ測定



MetalJet 高速 CT



# パートナー企業

## ターンキーシステム販売企業



by VisiConsult

Battery inspection systems



Electron diffraction systems




HAXPES systems




High pressure XRD systems



Nano CT systems



Single crystal X-ray diffraction systems (protein/macro molecule)



Single crystal X-ray diffraction systems (small & protein/macro molecule)



Single crystal X-ray diffraction systems (small molecule & powder)



Small angle X-ray scattering (SAXS) systems



Exploring the very small

Small angle X-ray scattering (SAXS) systems



Phase-contrast imaging systems

## カスタムシステム販売企業



Custom X-ray analytical systems (worldwide)



Custom X-ray imaging systems (North America)



Custom X-ray analytical systems (China)



Custom X-ray systems (Taiwan)

## X線源販単体 販売代理店



North America



China



Korea



Japan

Excillumは実装検査に最適な  
高空間分解能CT用X線源を  
提供致します

ブース番号：E-77, P会場 9号館2階



Shiho Tanaka  
Shiho.tanaka@excillum.com



Asao Nakano  
Asao.nakano@excillum.com

**excillum**





excillum

# The source for X-ray innovation

Shiho Tanaka, Ph.D.  
Scientist - Fluid Mechanics  
Business Development Manager - Japan  
+46 70 651 1234  
[shiho.tanaka@excillum.com](mailto:shiho.tanaka@excillum.com)