

# 仙台市既存放射光施設活用事例創出事業 (トライアルユース事業)

課題名

放射光を用いた平板状光学・電子デバイス用材料の鏡面加工における破砕層の観察

対象事業分野

精密加工

2019年03月19日

**アヒコファインテック株式会社**

# 放射光を用いた平板状光学・電子デバイス用材料の鏡面加工における破砕層の観察に関する報告内容

**1. 背景及び目的**

**2. サンプル作製及び放射光を用いた観察方法**

**3. X線CTを用いたサンプル測定結果**

**4. まとめ及び今後の展開**

# 放射光を用いた平板状光学・電子デバイス用材料の鏡面加工における破砕層の観察に関する報告内容

## 1. 背景及び目的

## 2. サンプル作製及び放射光を用いた観察方法

## 3. X線CTを用いたサンプル測定結果

## 4. まとめ及び今後の展開

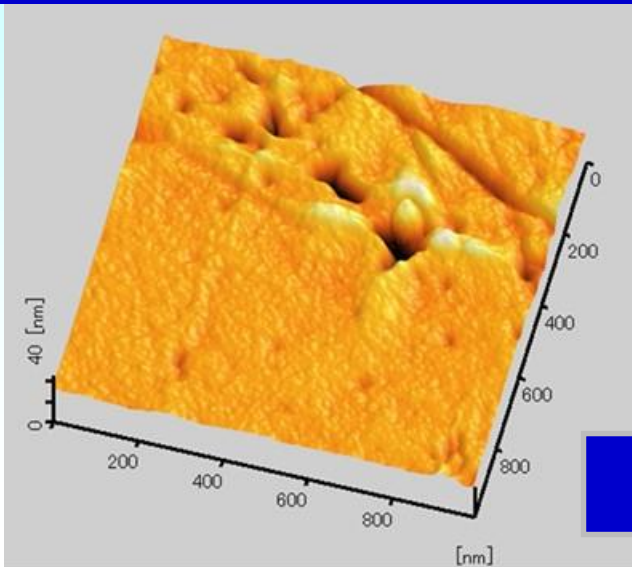


# 背景及び目的

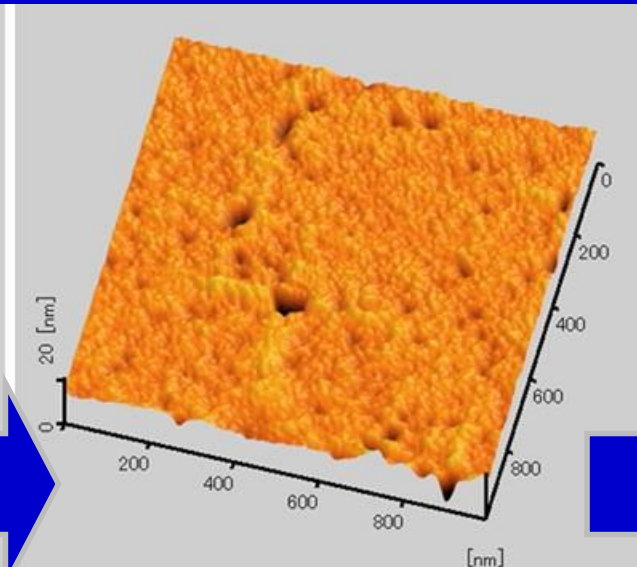


次世代5G通信用デバイス用途として需要増が期待されている**平板状光学・電子デバイス用材料**（ガラスや水晶及びニオブ酸リチウム等）は**鏡面化**や**薄板化**などの品質要求が厳しくなっており、そのための**精密研磨加工技術の高度化**及びその技術を用いた**量産化**は必要不可欠である。

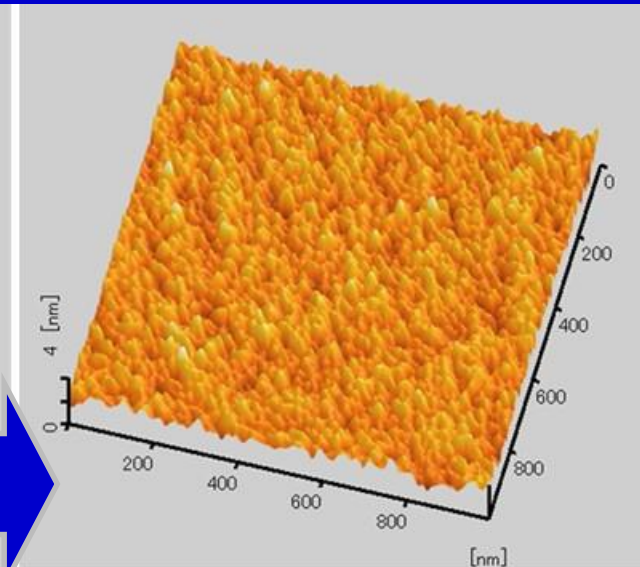
# 開発品の鏡面化 (原子間力顕微鏡による表面粗さ値)



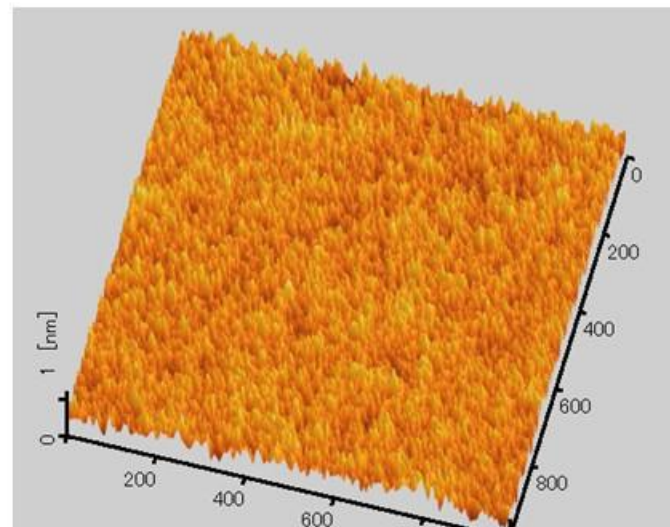
表面粗さ(Ra): 1.641nm



表面粗さ(Ra): 0.5909nm



表面粗さ(Ra): 0.2788nm



表面粗さ(Ra): 0.1078 nm

測定範囲: 1 $\mu$ m $\times$ 1 $\mu$ m

# 鏡面化された厚さ0.1mm以下の開発品



プレゼン時は動画



# 平板状光学・電子デバイス用材料の精密研磨加工技術

光学材料

形状加工

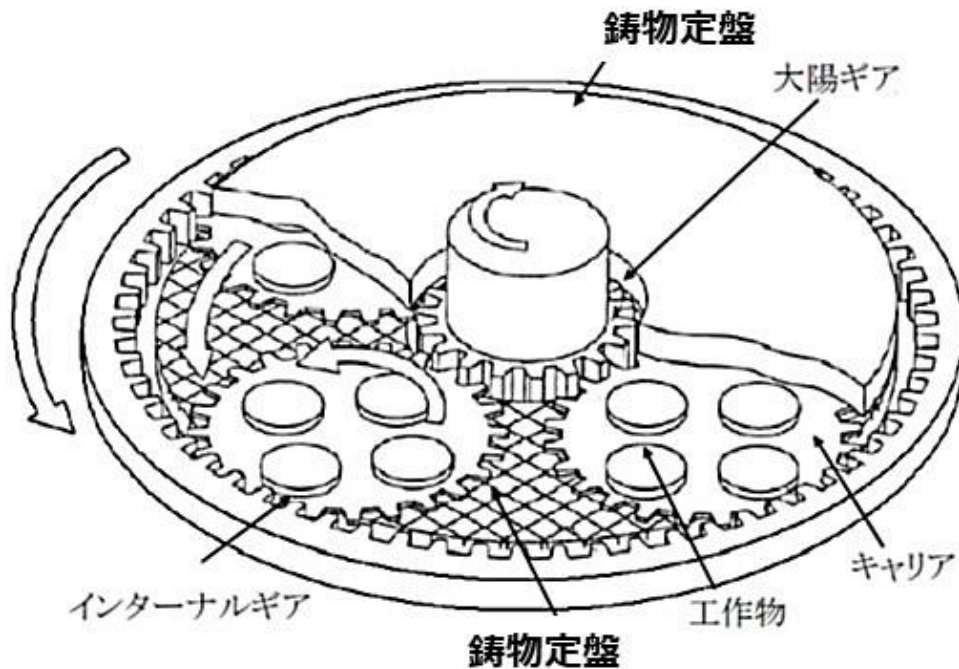
ラッピング

ポリッシング

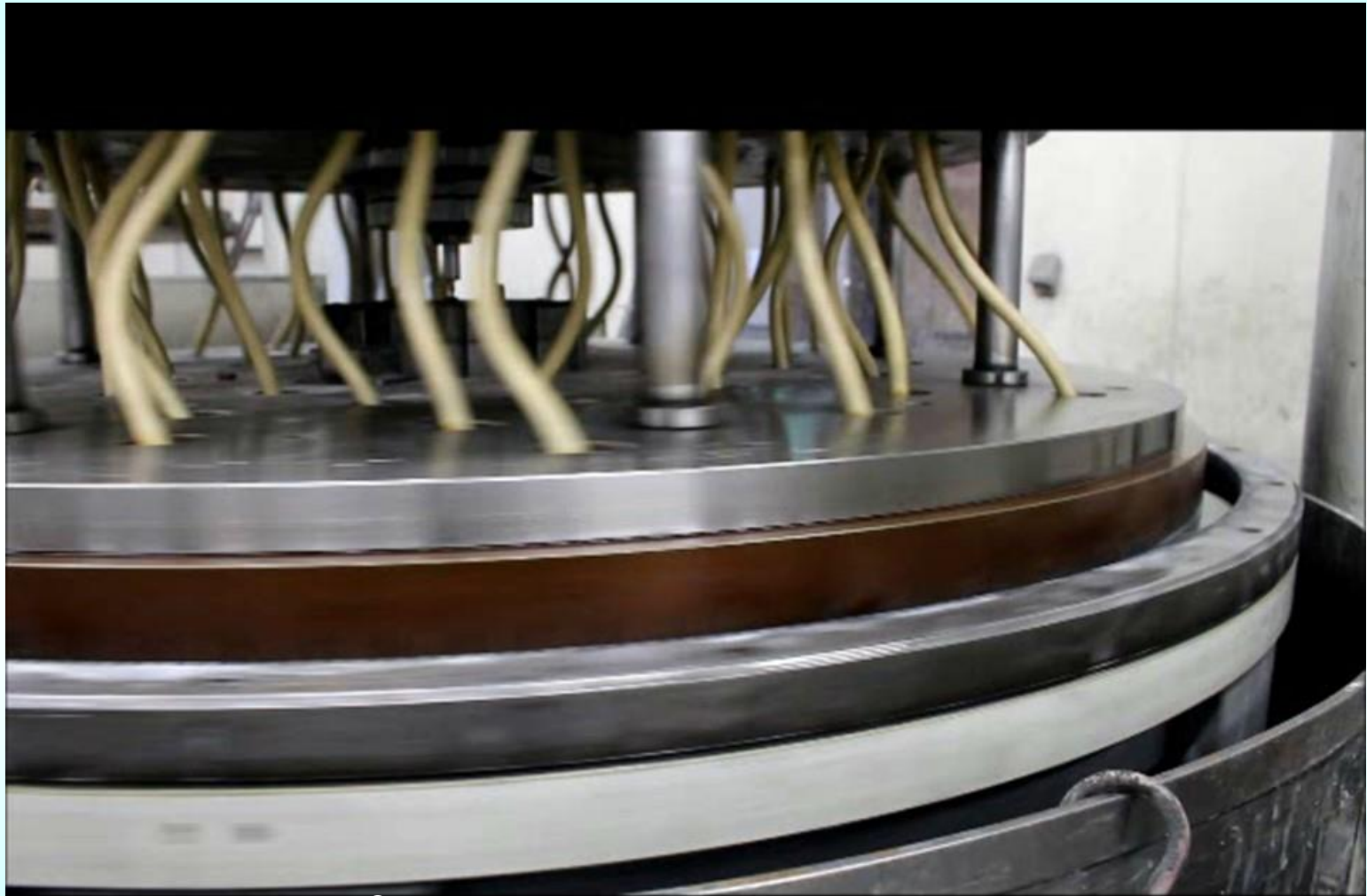
洗浄

外観検査

光学平坦ガラス



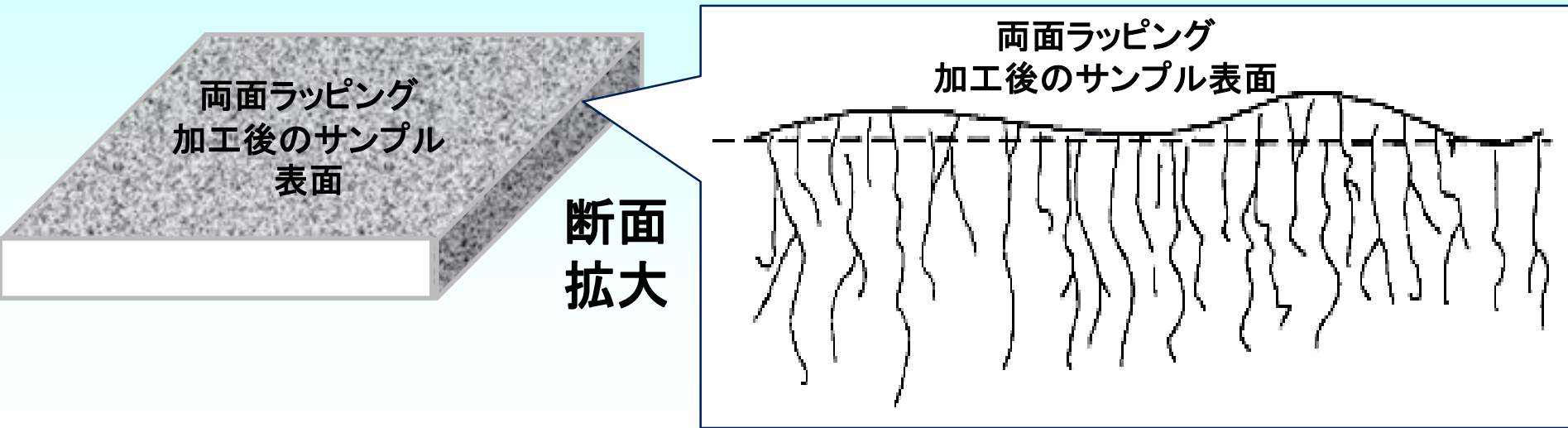
# ラッピング装置



プレゼン時は動画



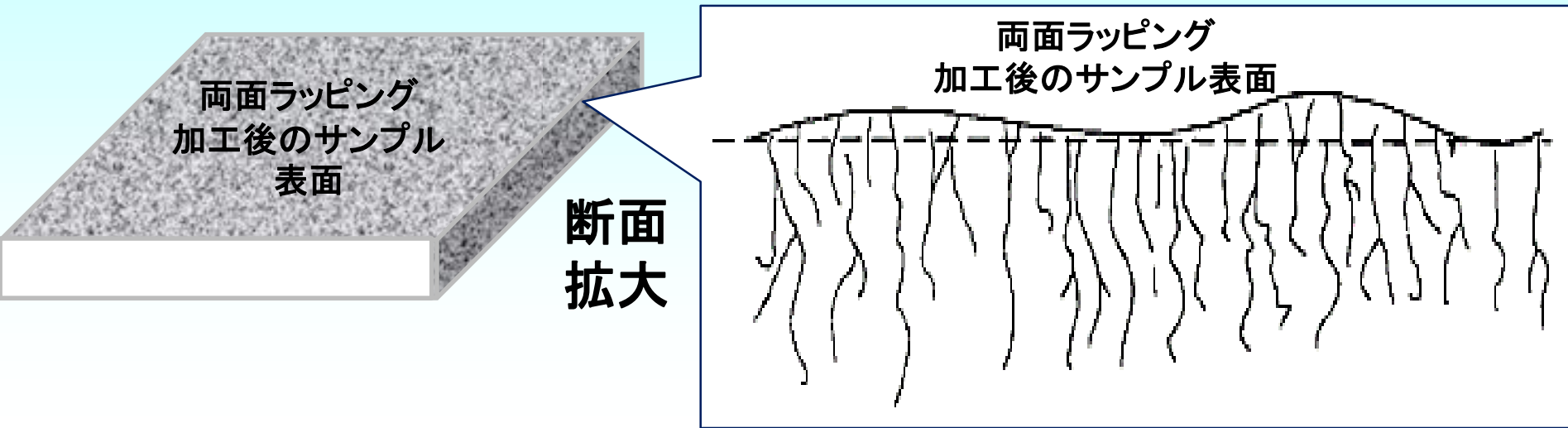
# LAP装置を用いて遊離砥粒で物理的に削られた サンプル表面下部の破砕層



## 破砕層

この破砕層は基材の構造や遊離砥粒の種類及び加工条件等で変化すると思われ、**その状態を直接可視化し解析することができる技術**があれば次工程の酸化セリウムやコロイダルシリカ等の遊離砥粒を用いた物理・化学的研磨加工において破砕層のない鏡面及び薄板化した光学・電子デバイス用材料を実現することができるために極めて重要です。

# 目的



## 破砕層

本提案ではSPring-8によるシンクロトロン放射光（マイクロX線CT）を用いて破砕層を可視化し解析する技術確立することで最終的に破砕層のない鏡面及び薄板化した光学・電子デバイス用材料の品質要求に対応することを目的とします。

# 放射光を用いた平板状光学・電子デバイス用材料の鏡面加工における破砕層の観察に関する報告内容

**1. 背景及び目的**

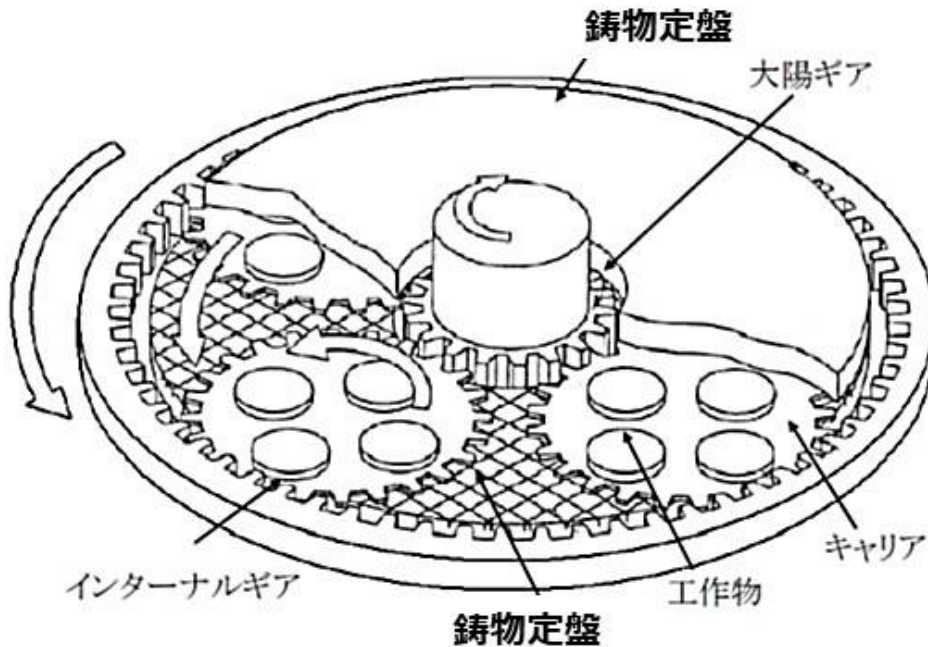
**2. サンプル作製及び放射光を用いた観察方法**

**3. X線CTを用いたサンプル測定結果**

**4. まとめ及び今後の展開**

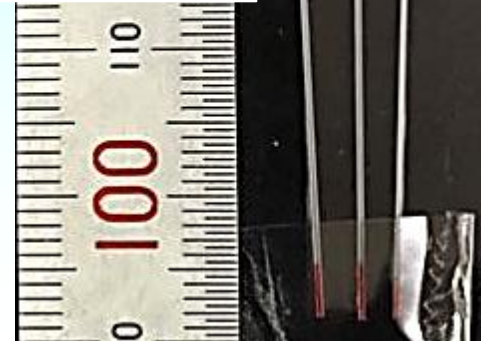


# サンプル作製方法

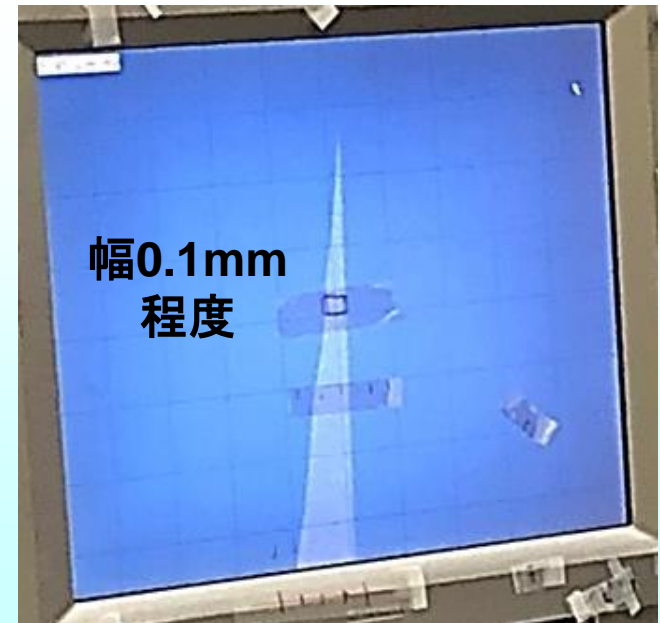


BL20XU測定用サンプル形状

幅0.4mm程度



BL47XU測定用サンプル形状

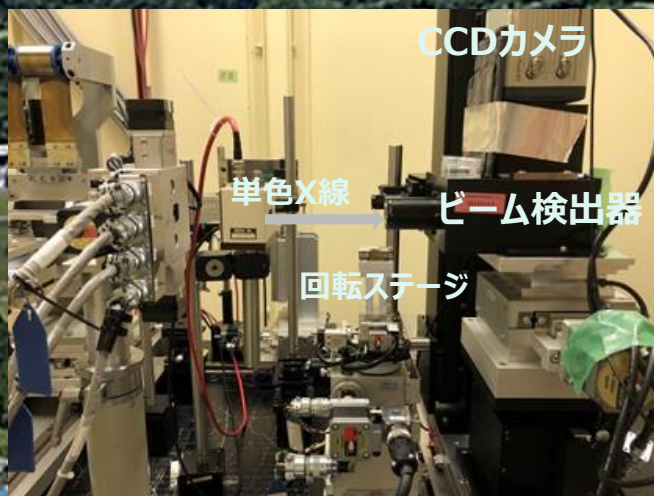
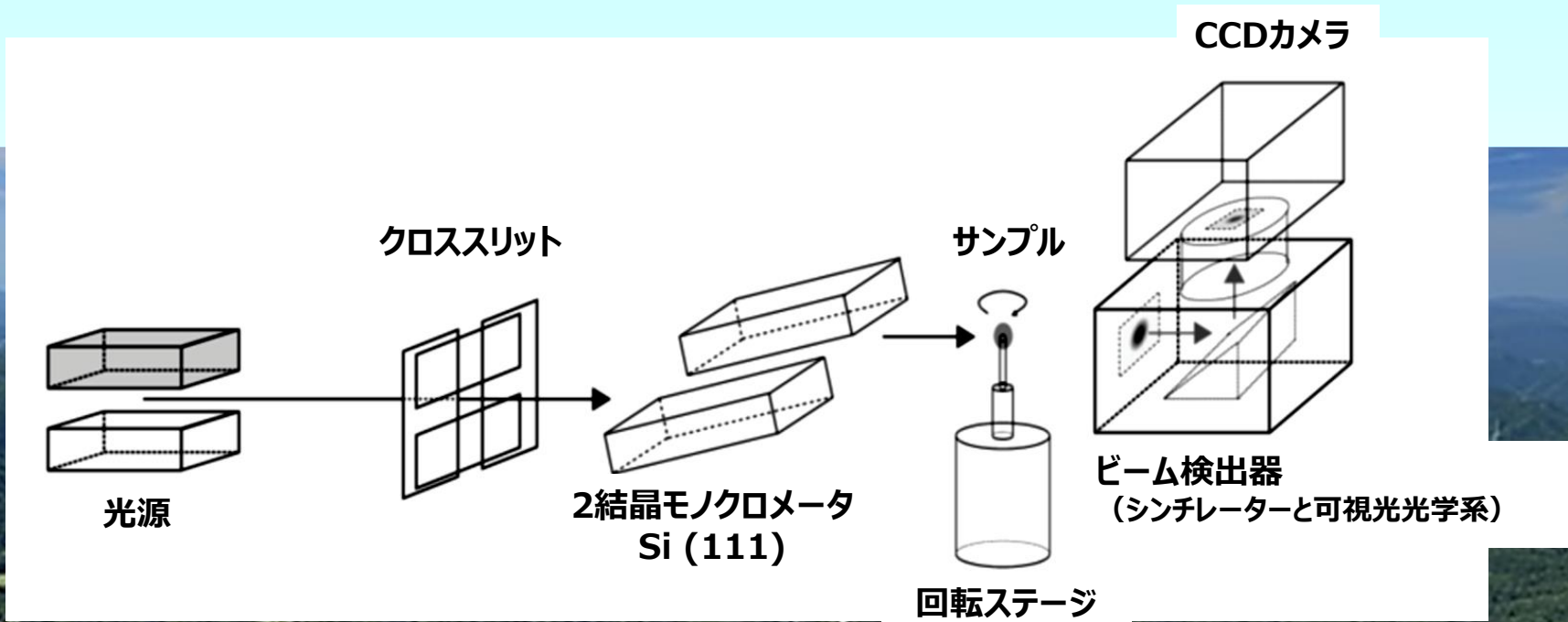






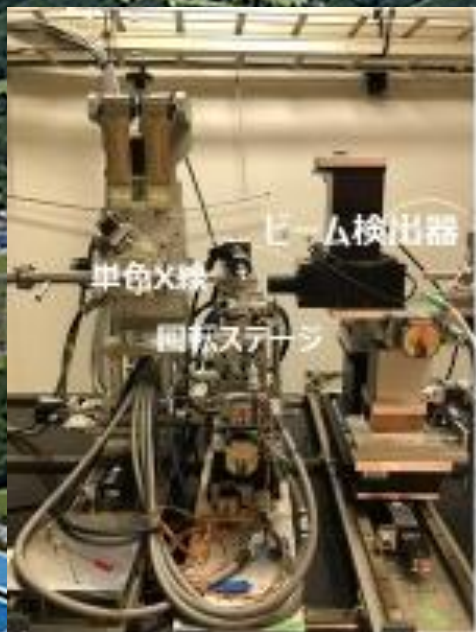
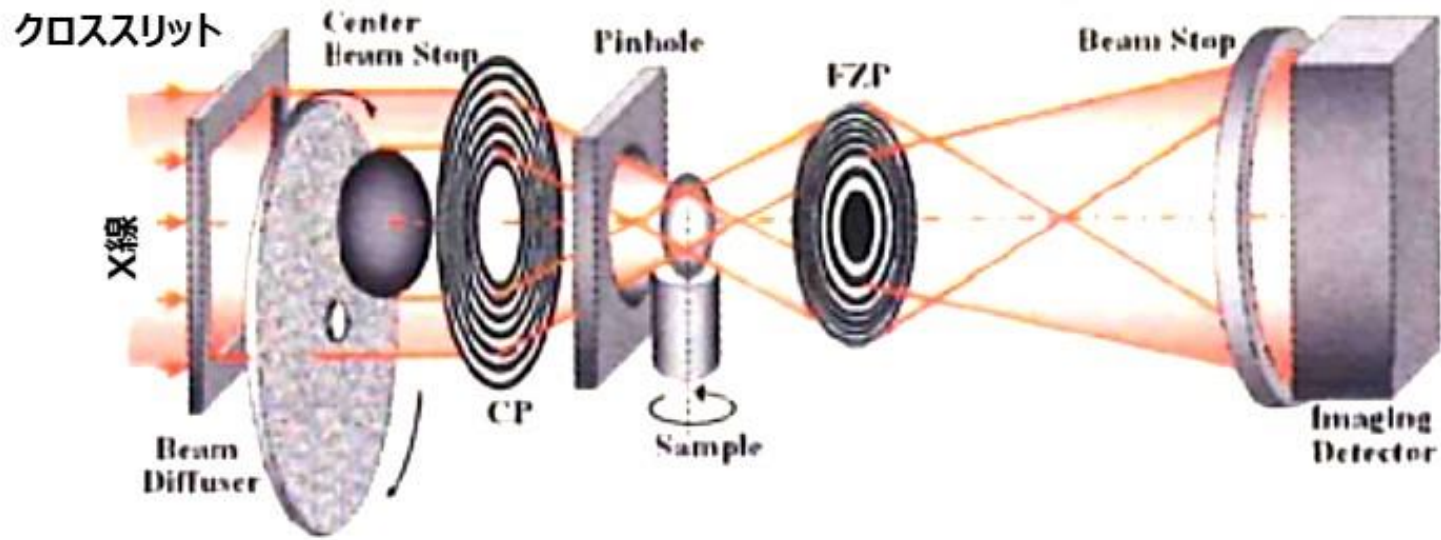


# BL20XUによるX線マイクロCTのセットアップ



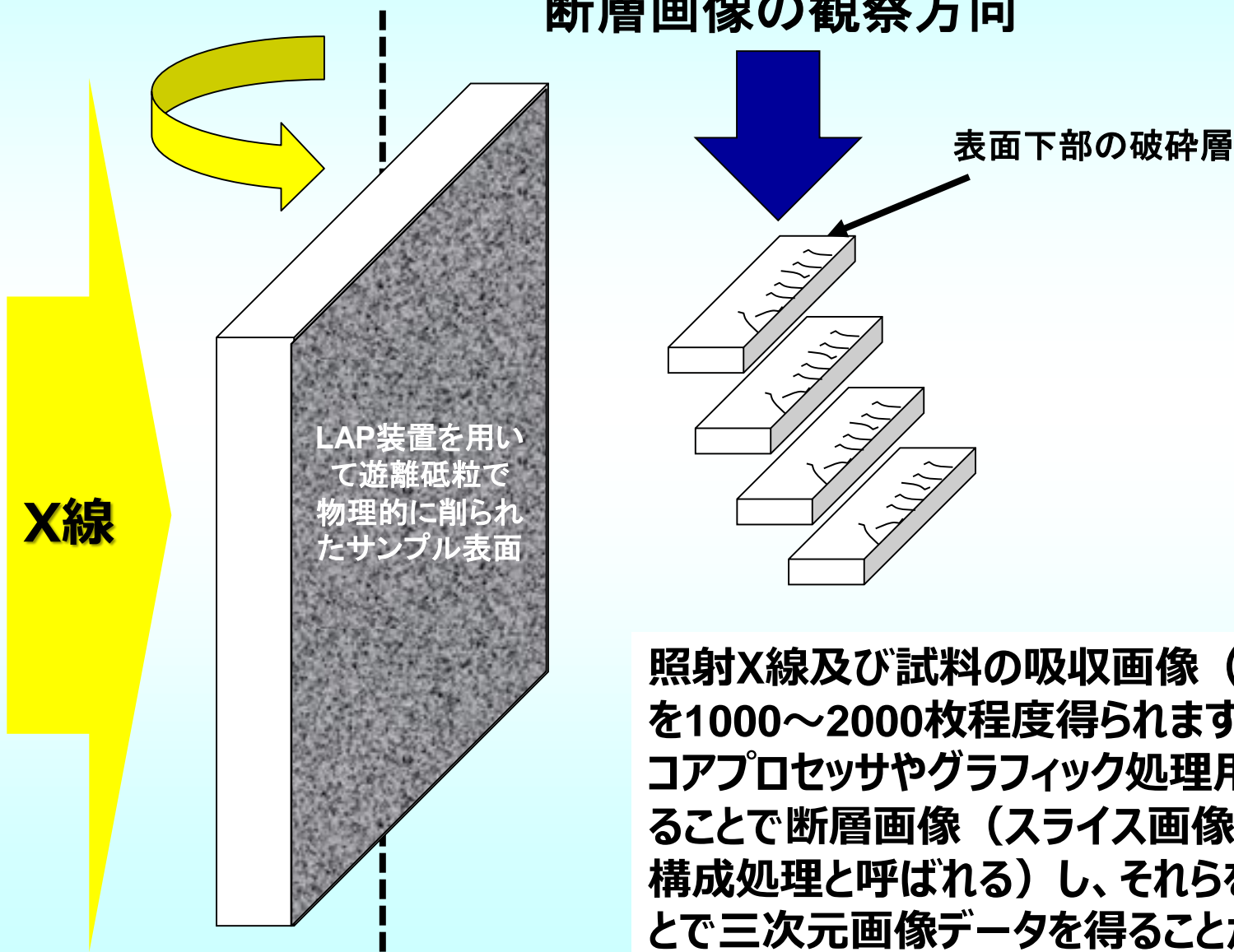


# BL47XUによるX線マイクロCTのセットアップ



# SPring-8によるシンクロトロン放射X線CTで得られた 断層スライス画像群

## 断層画像の観察方向



照射X線及び試料の吸収画像（レントゲン像）を1000～2000枚程度得られます。これらをマルチコアプロセッサやグラフィック処理用のGPUを用いることで断層画像（スライス画像）に変換（再構成処理と呼ばれる）し、それらを重ね合わせることで三次元画像データを得ることができます。

# 放射光を用いた平板状光学・電子デバイス用材料の鏡面加工における破砕層の観察に関する報告内容

**1. 背景及び目的**

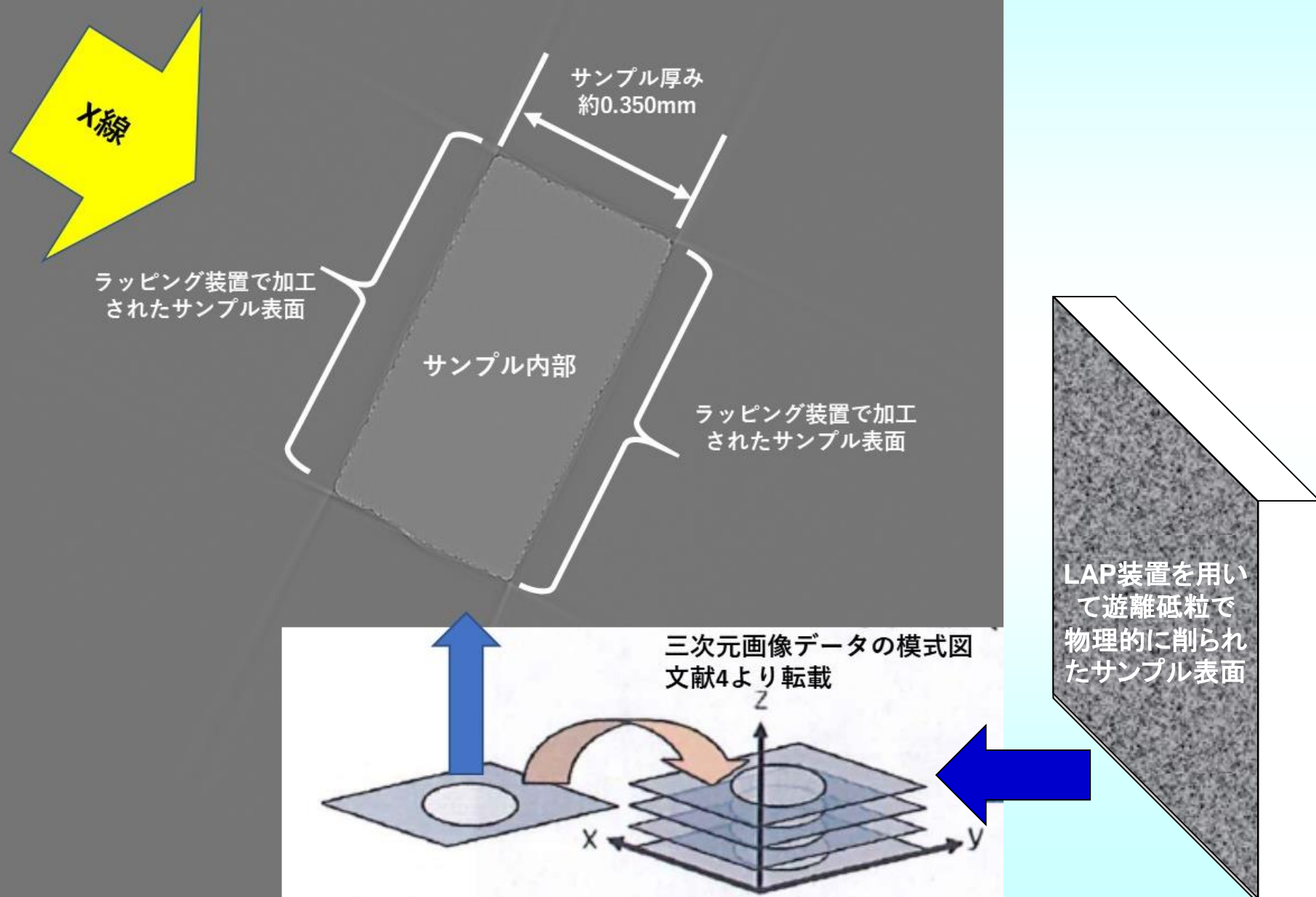
**2. サンプル作製及び放射光を用いた観察方法**

**3. X線CTを用いたサンプル測定結果**

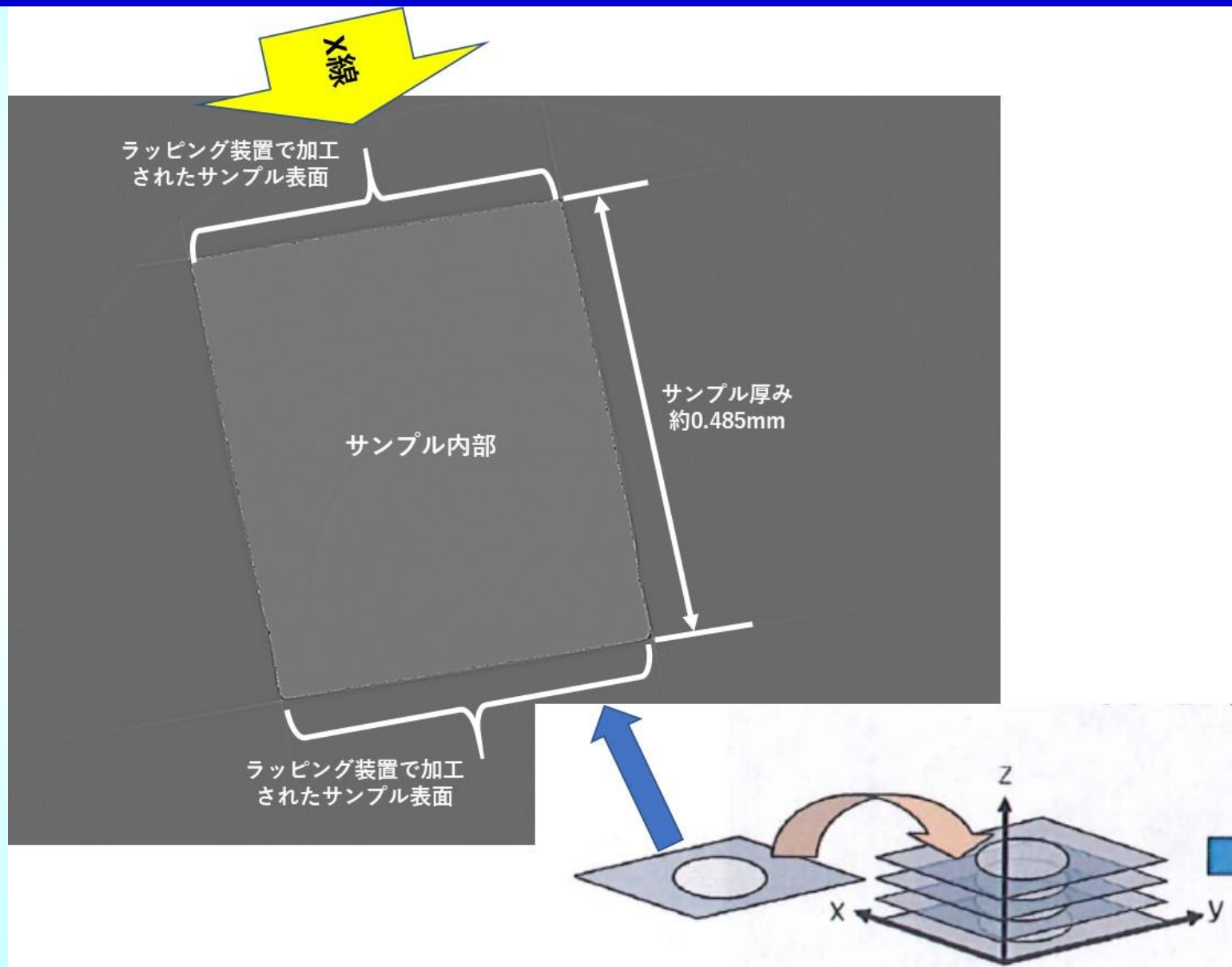
**4. まとめ及び今後の展開**



# BL20XUによる投影型マイクロCTに供して撮影された サンプル①の再構成スライス画像

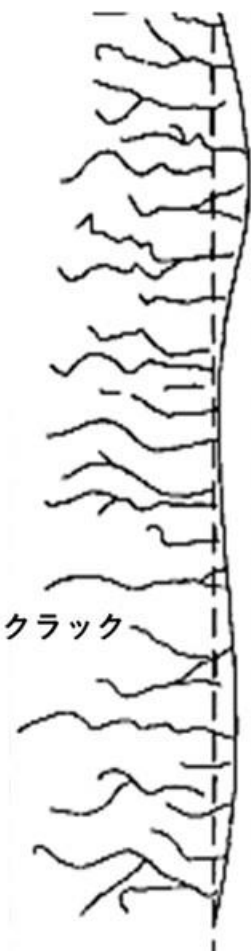


# BL20XUによる投影型マイクロCTに供して撮影された サンプル②の再構成スライス画像

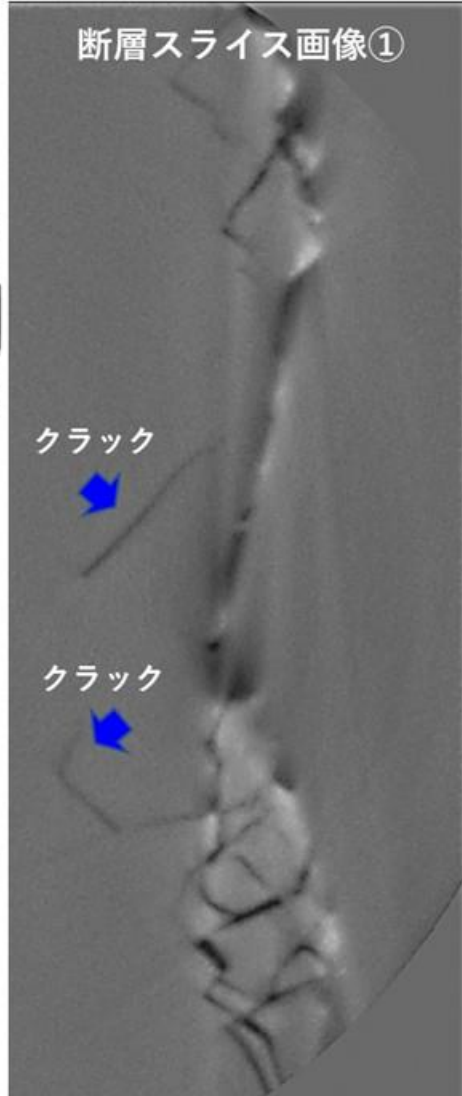


# BL47XUによる結合型マイクロCTに供して撮影された サンプルの再構成スライス画像

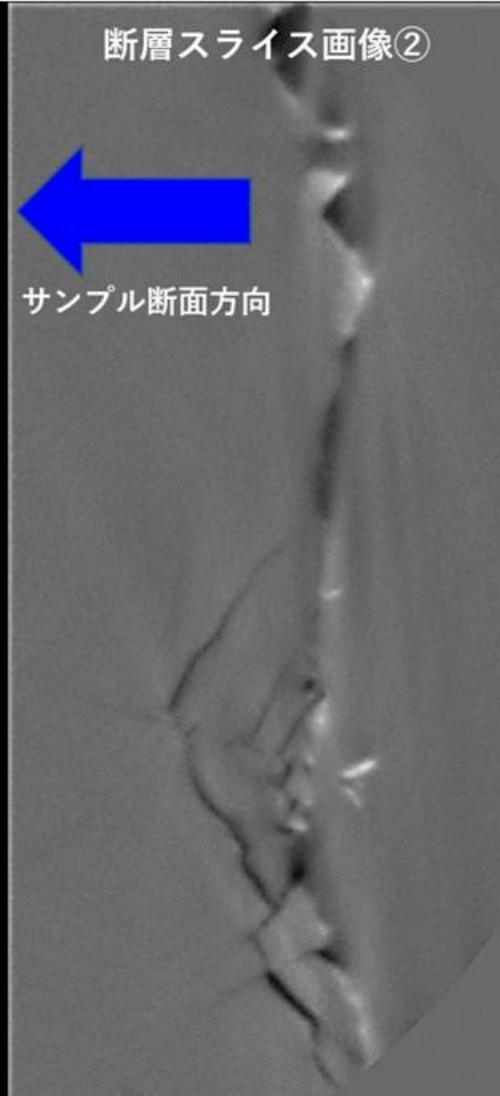
表面下部の  
破碎層に関する  
断面模式図



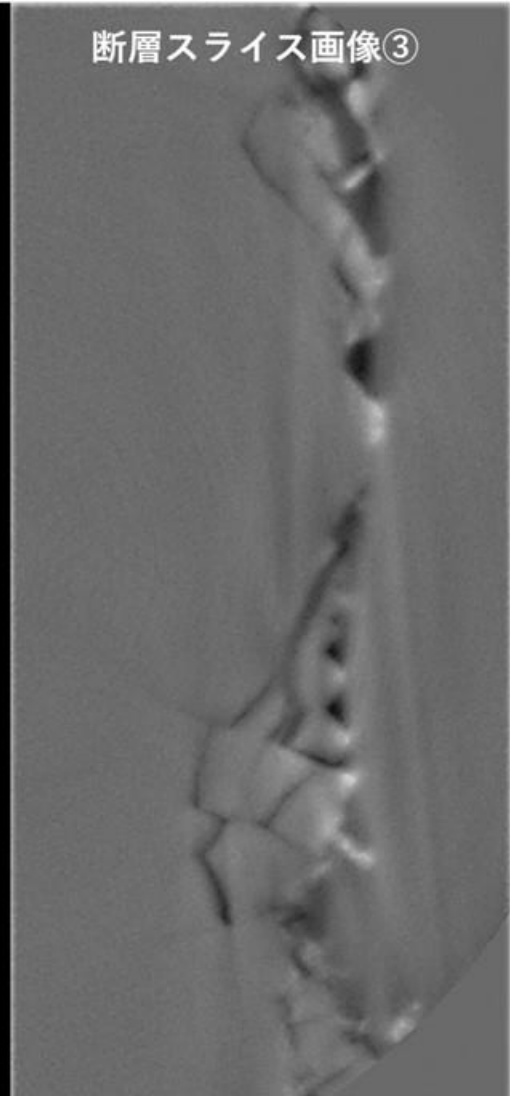
断層スライス画像①



断層スライス画像②



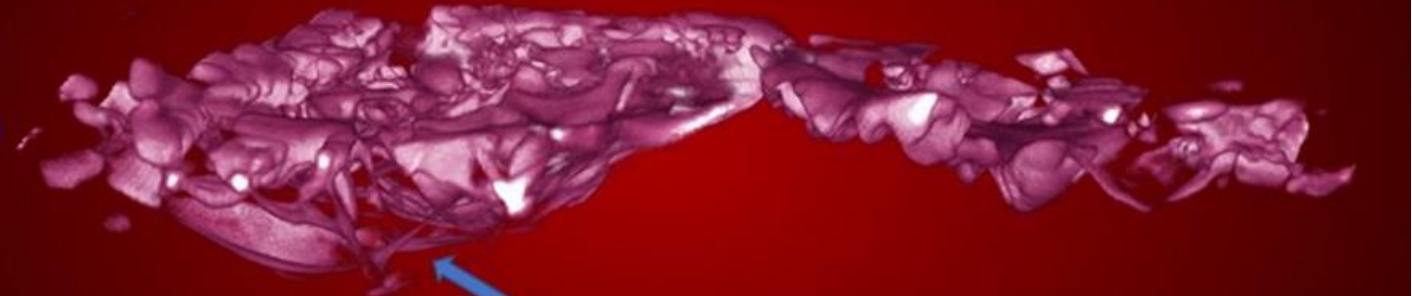
断層スライス画像③





# BL47XUによる結合型マイクロCTに供して撮影された サンプルの再構成スライス画像群を重ね合わせた3D画像

サンプル  
表面  
サンプル  
断面



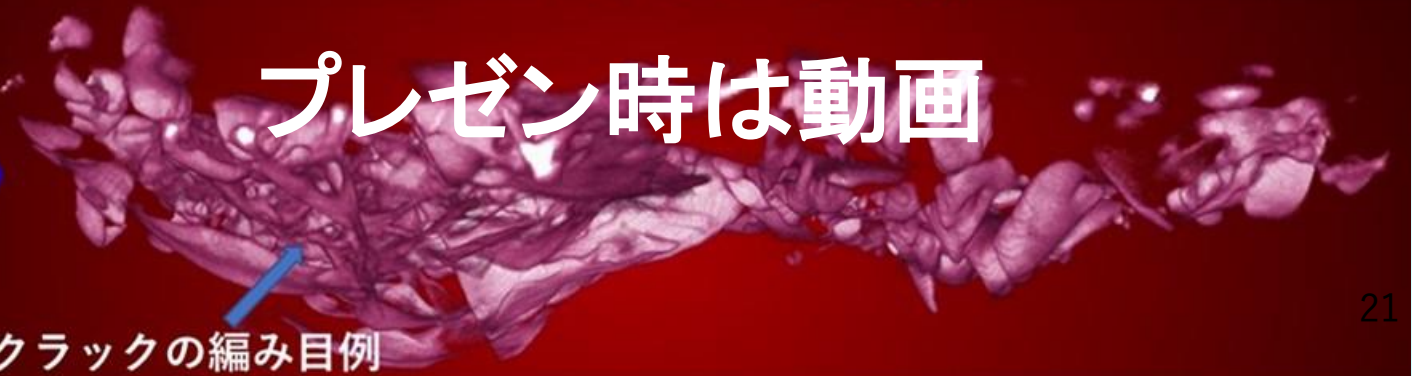
クラックの編み目例

サンプル  
断面



クラックの編み目例

サンプル  
断面



クラックの編み目例

プレゼン時は動画

# 放射光を用いた平板状光学・電子デバイス用材料の鏡面加工における破砕層の観察に関する報告内容

**1. 背景及び目的**

**2. サンプル作製及び放射光を用いた観察方法**

**3. X線CTを用いたサンプル測定結果**

**4. まとめ及び今後の展開**

# まとめ及び今後の展開

LAP装置を用いて遊離砥粒で物理的に削られたサンプル表面下部の様子を150nm程度の空間分解能を有するBL47XUによる結合型マイクロCTへ供した結果、遊離砥粒で削られたサンプル表面の加工痕跡に加えて表面下部に長さ10 $\mu$ m程度に伸展するクラック群を断層的に捉えて可視化することができました。また、それらをマルチコアプロセッサやグラフィック処理用のGPUを用いて重ね合わせることにより3次元的に可視化することができました。最終的に可視化された破砕層の観察により、これまで考えられていた表面下部のクラック伸展の模式図と比較してその伸展挙動が明確に異なることがわかりました。

本トライアルユース事業により得られた結果より、LAP装置を用いて遊離砥粒で物理的に削られたサンプル表面下部の破砕層を可視化するために必要なマイクロX線CTという観察方法を得ることができました。今後は東北大学で建設が始まった次世代放射光施設を積極的に活用させていただき構造の異なるサンプル群を準備し、鏡面加工条件を変化させた場合における表面下部の損傷領域（破砕層）の可視化及びその解析を実施し、それらのデータを蓄積することにより、破砕層のない鏡面及び薄板化した難易度の高い光学・電子デバイス用材料の加工を実現できると考えております。



# 謝辞

**本実験は仙台市放射光施設活用事例創出事業（トライアルユース事業）により、Spring-8 JASRIスタッフ（上相 真之氏,竹内晃久氏,上杉健太郎氏,八木直人氏）によるX線CT観察サポート並びに東北大学 多元物質科学研究所 矢代航氏の画像解析に関する指導によるものです。ここに感謝申し上げます。**