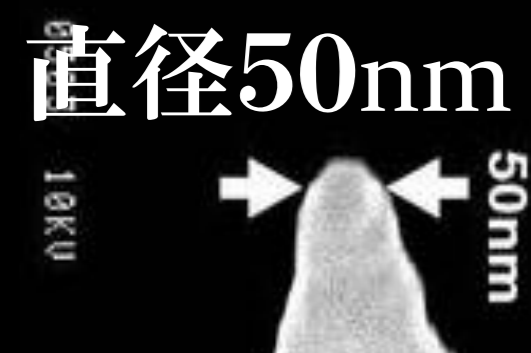


# プローブ先端TEM観察用のサンプリング手法の開発と 試作プローブによる観察事例

白砂健司・阿部慎太郎・浅沼勉 (TDK株式会社品質保証本部)

## ■ 背景

プローブ先端の状態確認は走査型電子顕微鏡SEMが一般的！



新規・超高感度・超高分解能なプローブを実現するためにはSEMでは評価できないようなレベルの先端状態が求められている！

プローブ先端のSEM像

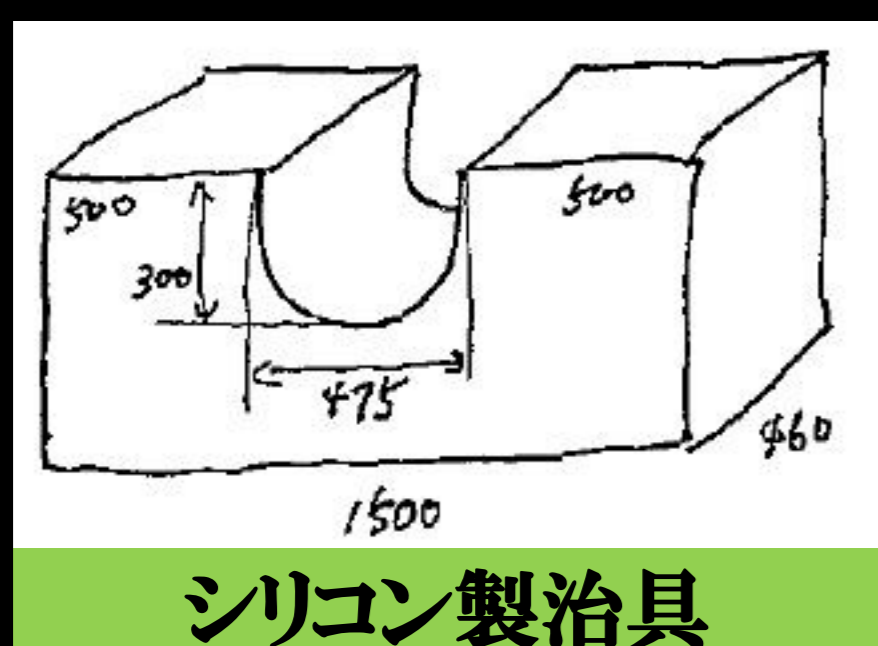
⇒SEMでは十分な評価が難しい！

透過型電子顕微鏡TEMでの評価が必要だが観察困難

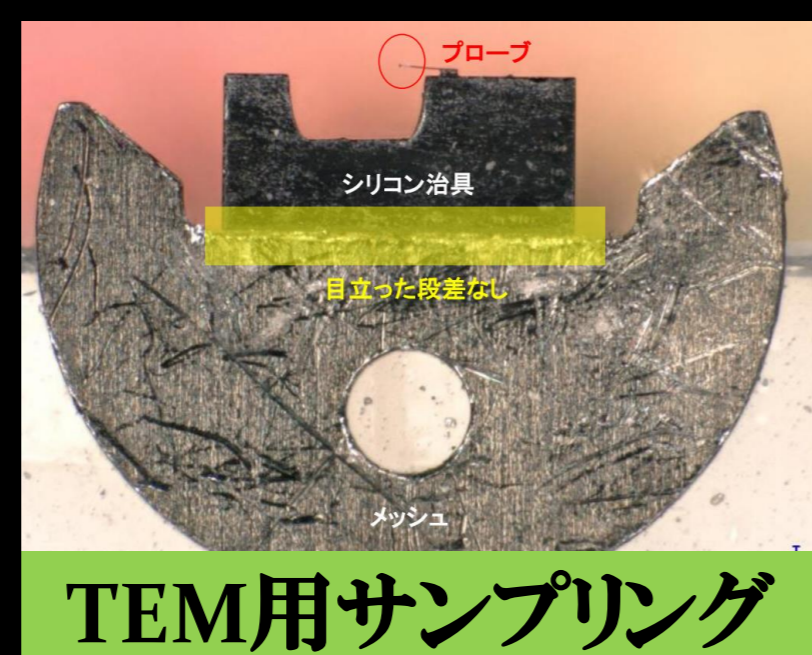
⇒先端の状態確認をTEMで行う⇒プローブの試作開発が加速する

## ■ シリコン製治具へのサンプリング

シリコンで治具を設計・試作しサンプリング



シリコン製治具

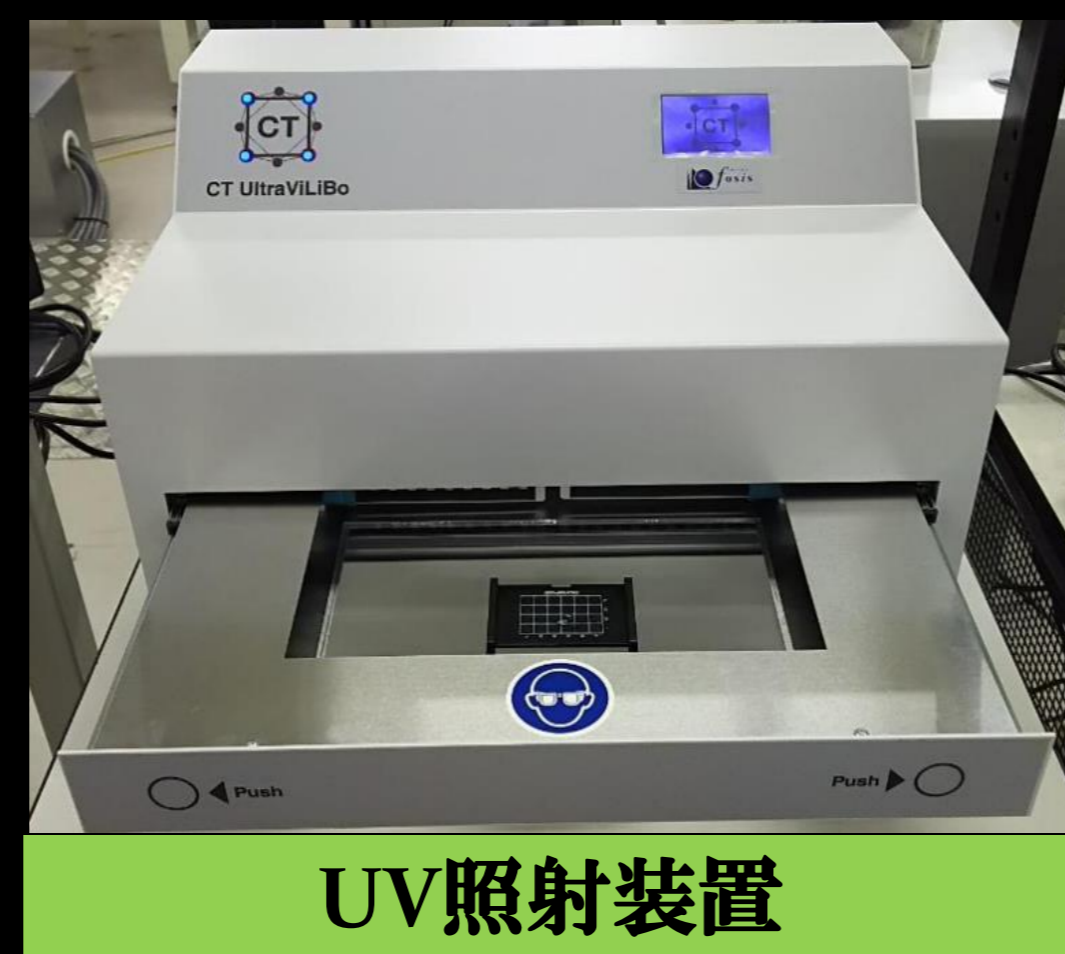
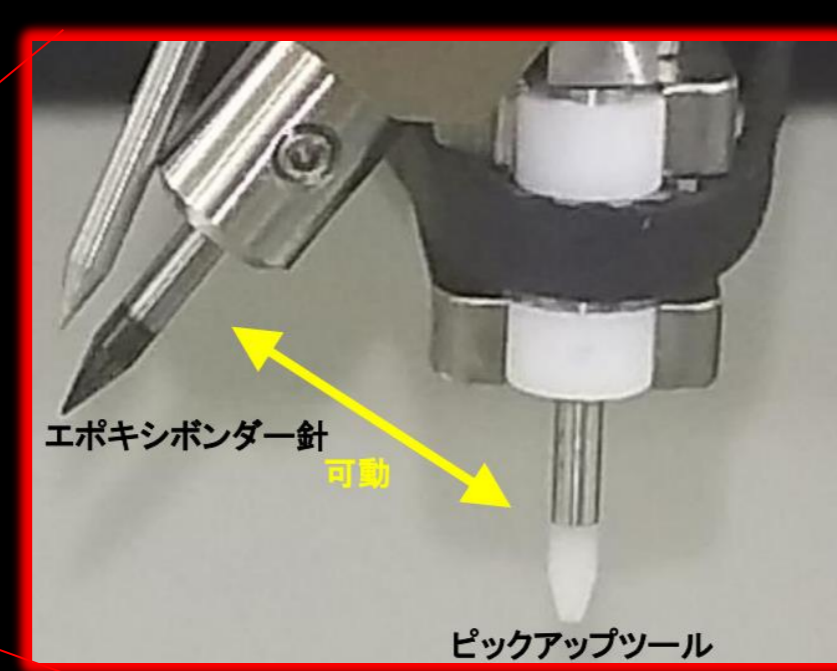


TEM用サンプリング

⇒TEM観察が可能であることが確認できた。

## ■ 開発したサンプリング手法

エポキシダイボンダー、紫外線硬化エポキシ樹脂、UV照射装置の利用

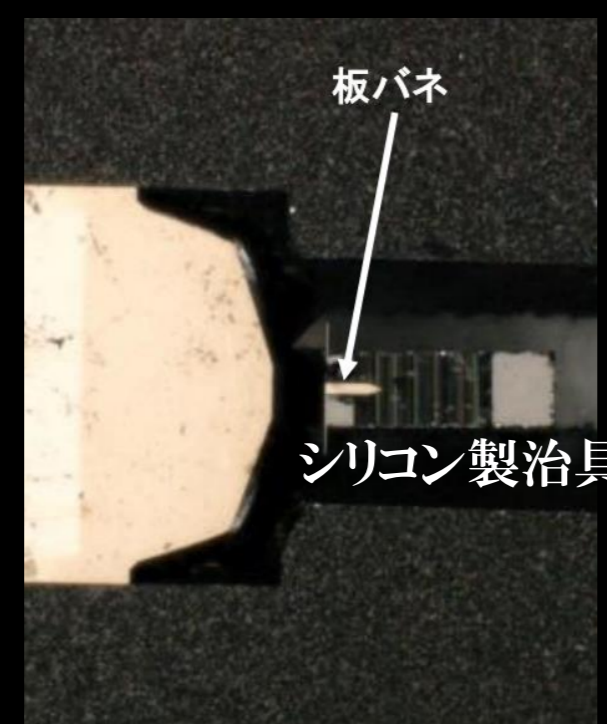


ウエスト・ボンド製エポキシダイボンダー

UV照射装置



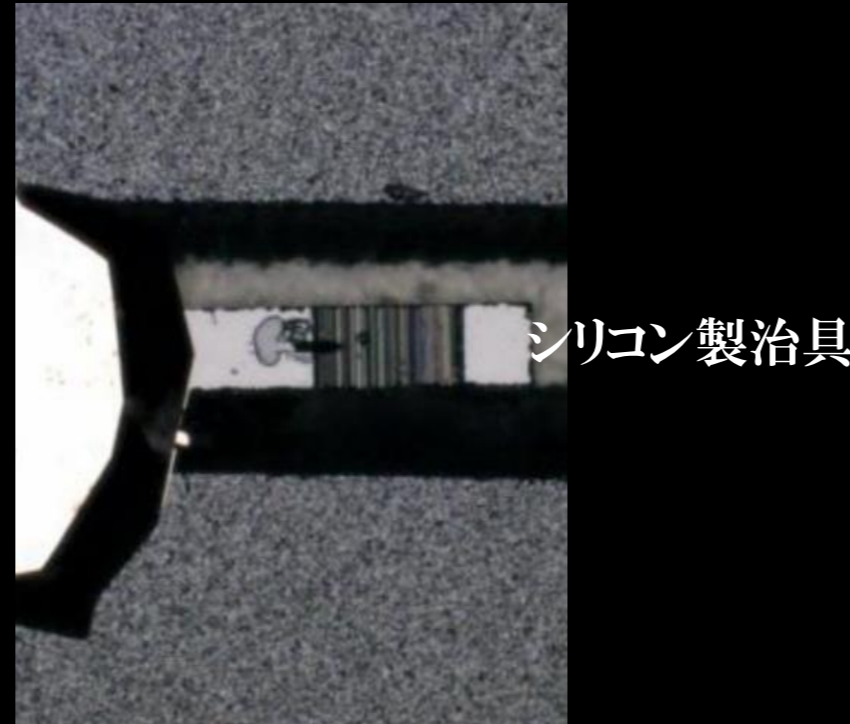
紫外線硬化エポキシ樹脂



板バネ  
シリコン製治具



紫外線照射  
接着



シリコン製治具

紫外線硬化エポキシ樹脂を針で治具上に垂らす

ピックアップツールで治具上に板バネを精度良く配置

針を板バネへ押し付けサブストレートから分離

⇒精密な作業が可能となり容易にTEM観察用のサンプリングができるようになった。

(\* 以前のサンプリング方法: 実体顕微鏡下で縫い針先端に接着剤をつけカンチレバーはピンセットを使いハンドリング⇒手作業で治具へ接着)

## ■ 原子分解能TEM観察用シリコン治具への接着

原子分解能TEM向けにシリコン製治具の厚みを1/3に変更



原子分解能TEM



板バネ

治具の設計変更

電子線透過エリア



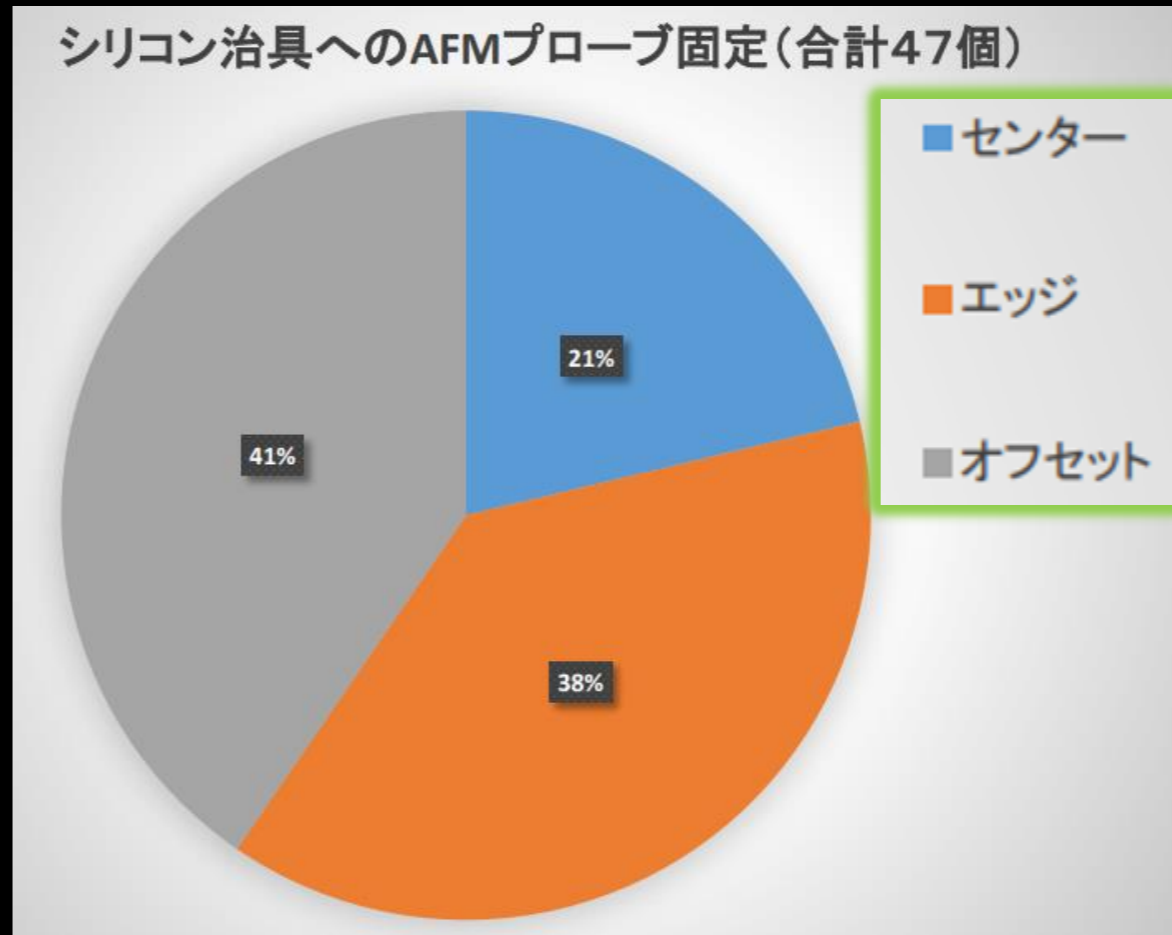
板バネ

治具側面画像

⇒治具の厚みが1/3になっても容易にサンプリングが可能である。

## ■ シリコン製治具内での板バネの接着位置

シリコン製治具のセンターを狙い接着



⇒狙い通り21%、やや位置ズレ41% (エッジであってもTEM観察に問題なし)

47個のサンプリングは1日程度で実施可能な量

センター



エッジ



オフセット

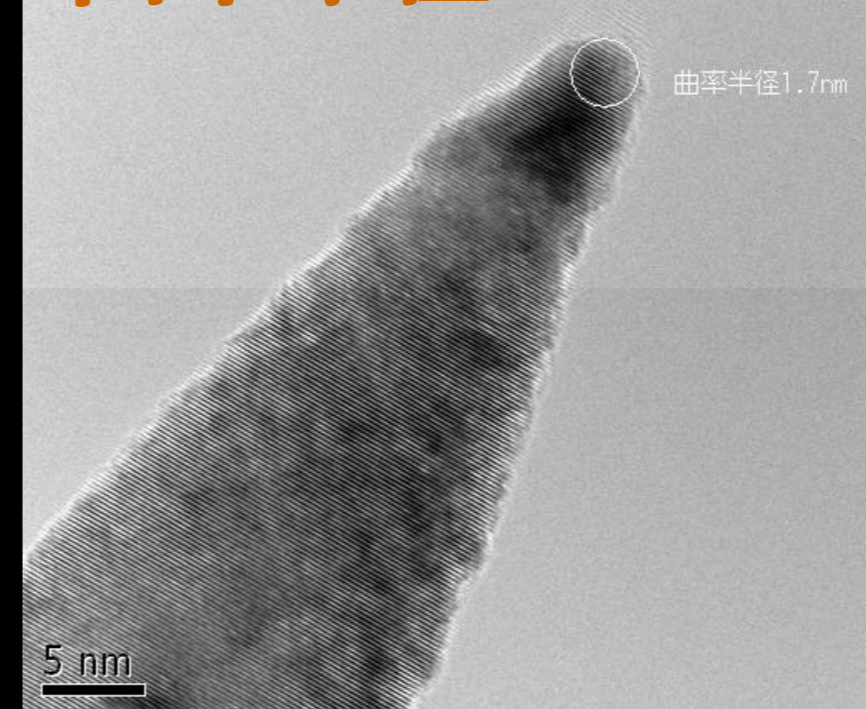


⇒TEM観察可能なサンプリングの歩留まり100%を達成した。

(\* 以前のサンプリング方法では厚い治具でも歩留まり10%未満)

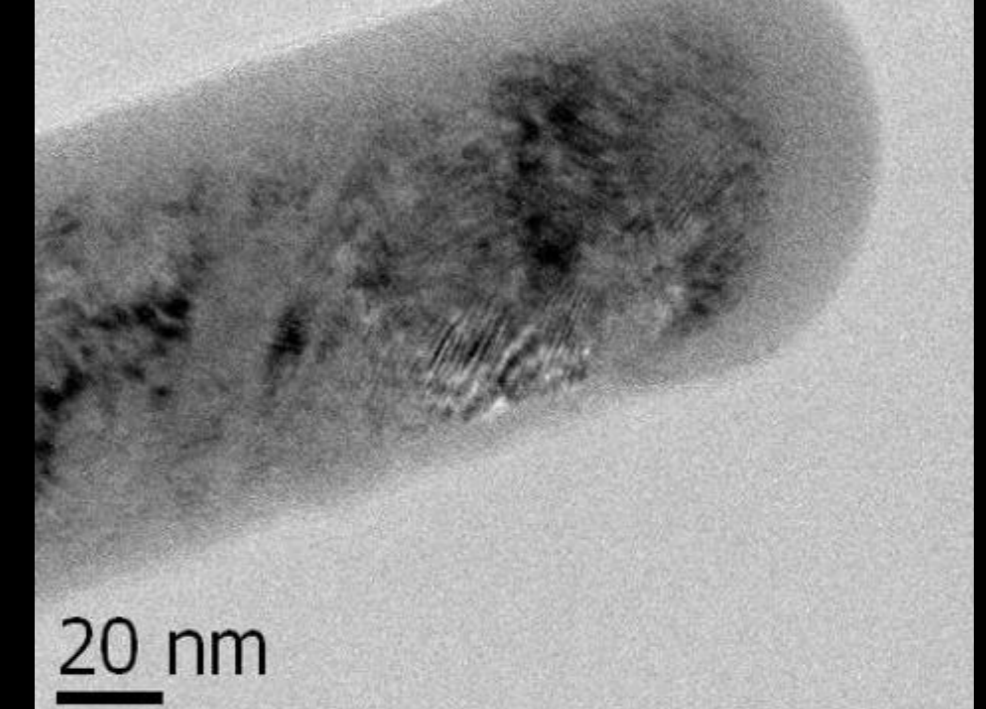
## ■ 自作のプローブ先端TEM画像

曲率半径1.7 nm



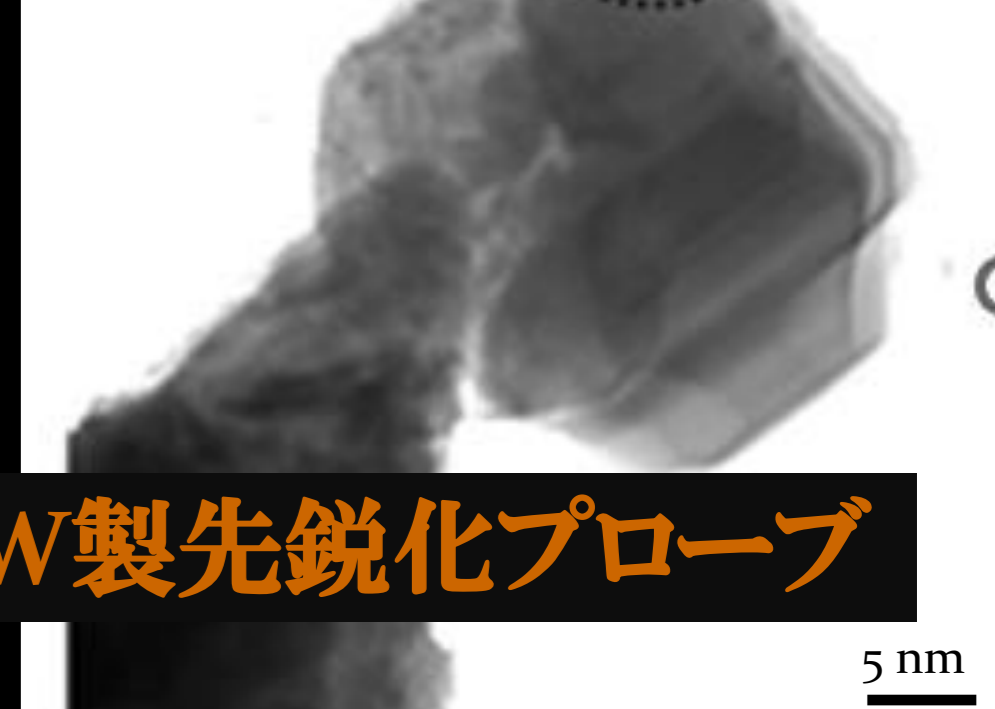
W製先鋭化プローブ

曲率半径40 nm



ダイヤモンド製球形プローブ

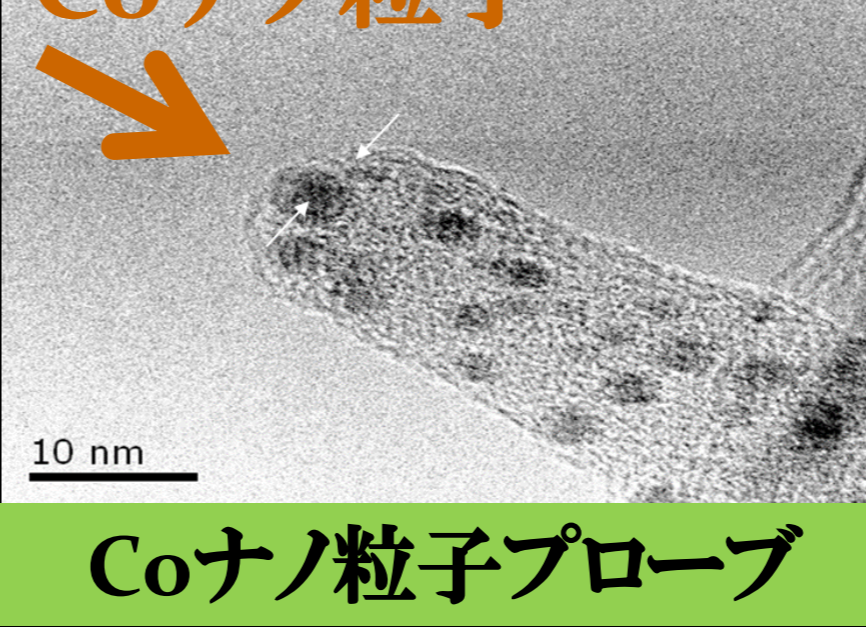
Cu微粒子



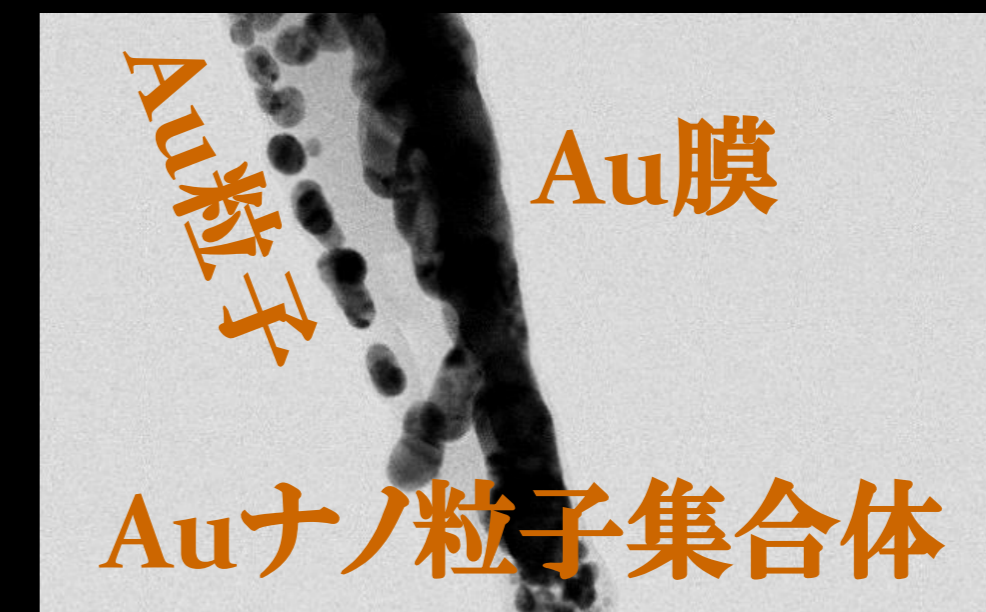
W製先鋭化プローブ

Cu微粒子プローブ

半径2.5 nm  
Coナノ粒子



Coナノ粒子プローブ

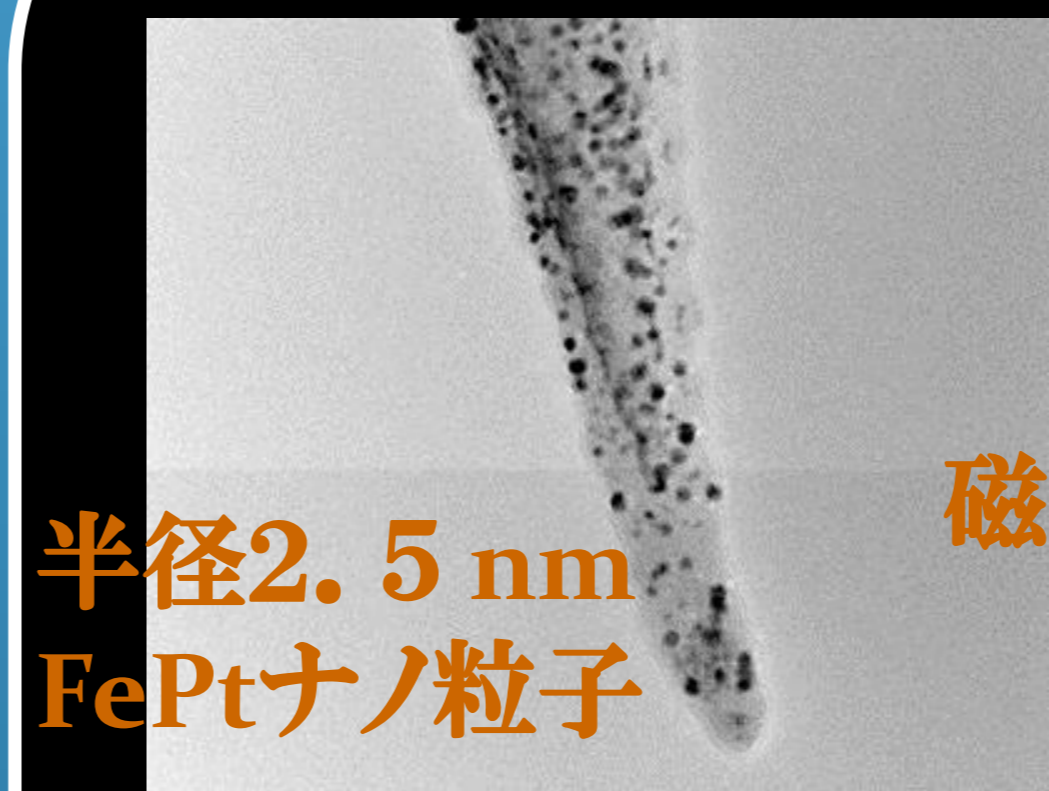


Au複合プローブ



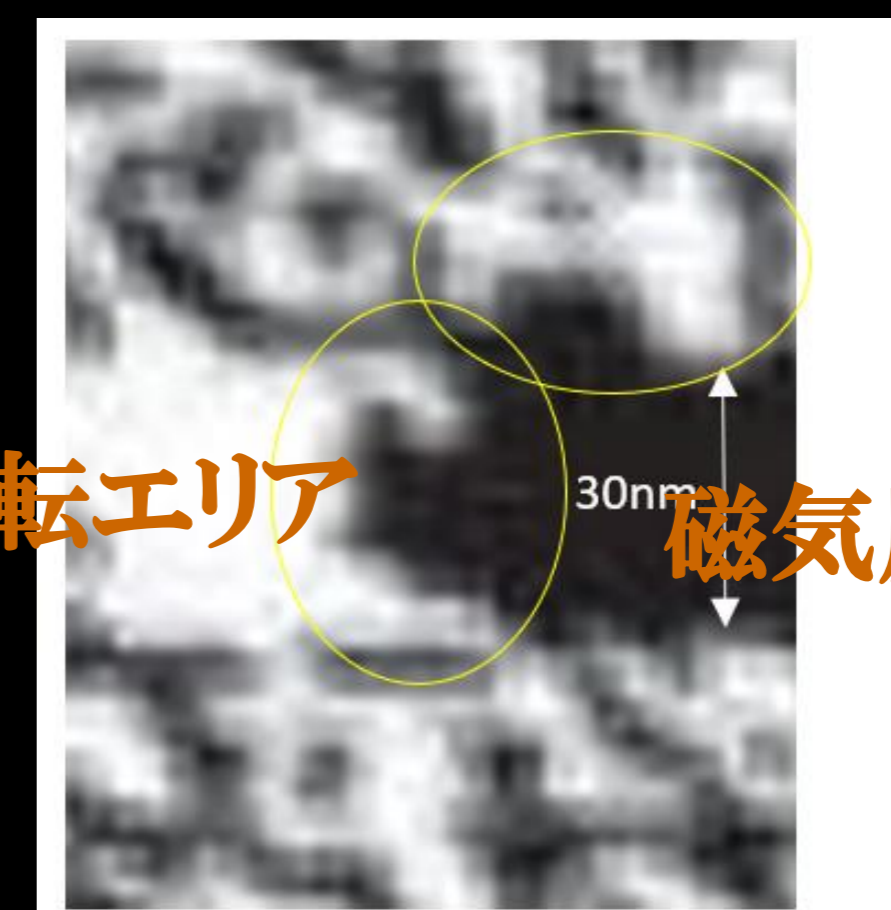
Auナノ粒子CNFプローブ

## ■ FePtナノ粒子 (自作) プローブでの観察事例



半径2.5 nm  
FePtナノ粒子

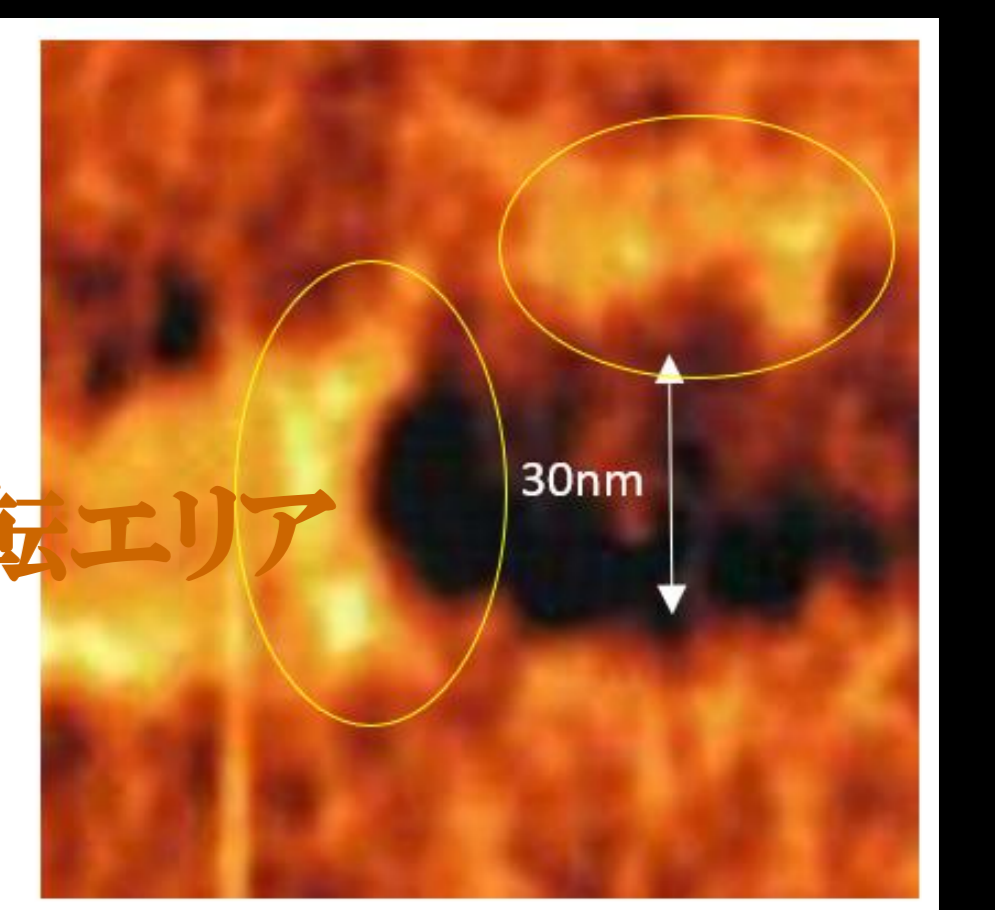
FePtナノ粒子プローブ



磁気反転エリア

磁気反転エリア

シミュレーション画像



MFM画像

熱アシスト磁気記録による磁気記録マーク

⇒シミュレーションの結果をMFM画像が再現していることを確認

## ■ まとめ・今後

- ・エポキシダイボンダーの利用で歩留まり高くサンプリングが可能になった。
- ・自作プローブの先端の状態が把握しやすくなった。
- ・作製条件の最適化がし易くなり各種プローブ作製の成功につながった。

今後: FePtナノ粒子プローブについては熱処理による規則合金化、ナノ粒子径の限界値調査を行う際にTEM評価を有効活用する。また非破壊でのサンプリング手法を新たに開発しTEM観察後のプローブを用いSPMデータが取得できるような環境を構築したい。