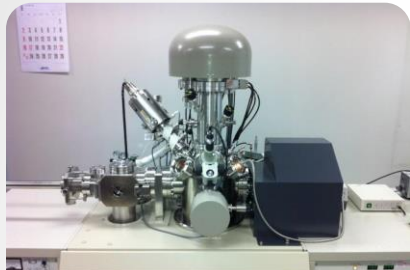


# 研究装置 Apparatuses

固体材料の表面観察・表面分析・化学状態分析  
を主とした装置が稼働しています

There are apparatuses mainly for surface observation, surface analysis, chemical state analysis of solid materials.



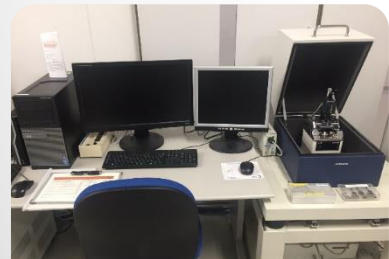
X線光電子分光装置  
JEOL JPS-9200  
X-ray Photoelectron  
Spectrometer



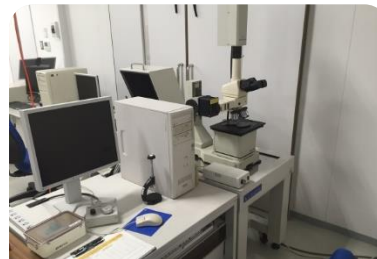
オージェ電子分光装置  
JEOL JAMP-9500F  
Auger Electron  
Spectrometer



走査型電子顕微鏡  
JEOL JSM-6510LA  
Scanning Electron  
Microscope



原子間力顕微鏡  
Hitachi high-tech SPA-400  
Atomic Force  
Microscope



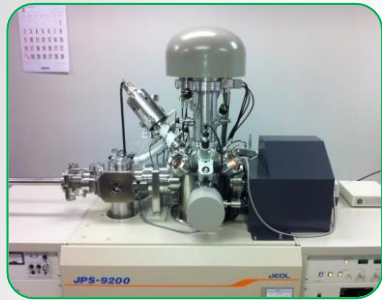
共焦点レーザー走査型顕微鏡  
Lasertec 1LM21D  
Laser Scanning Confocal  
Microscope



クロスセクション  
ポリッシャ  
JEOL SM-09010  
Cross-section Polisher

# Features of XPS and AES

## XPS



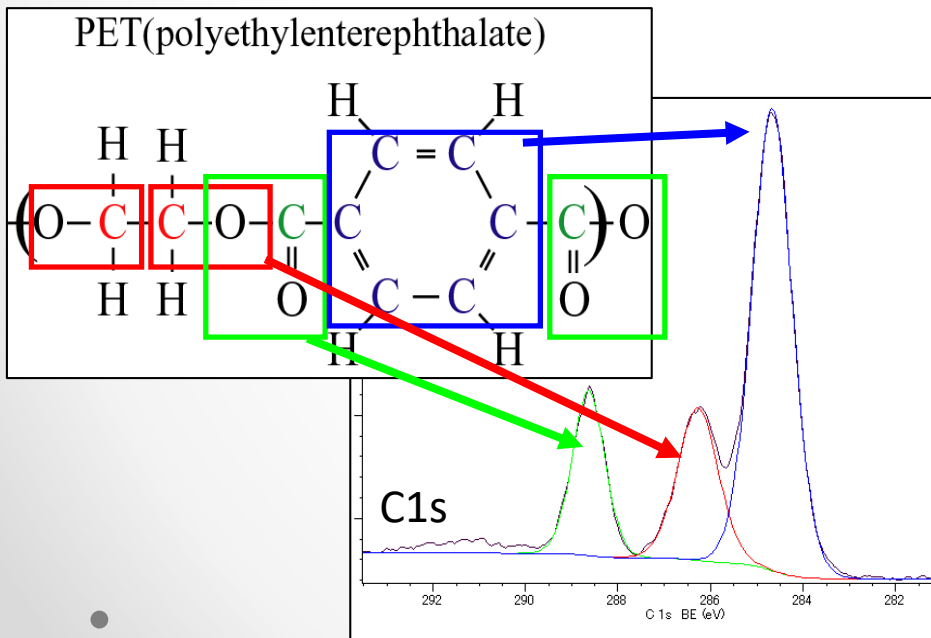
- 試料最表面(～6nm)の元素分析/化学状態分析/定量評価が行える  
Elemental/chemical state/quantitative analysis of outermost surface.
- Li以降の全元素を検出  
Detecting all elements after Li.
- Ar<sup>+</sup>エッチングを利用した深さ方向分析が可能  
Depth profile using Ar<sup>+</sup> etching is possible.

## AES



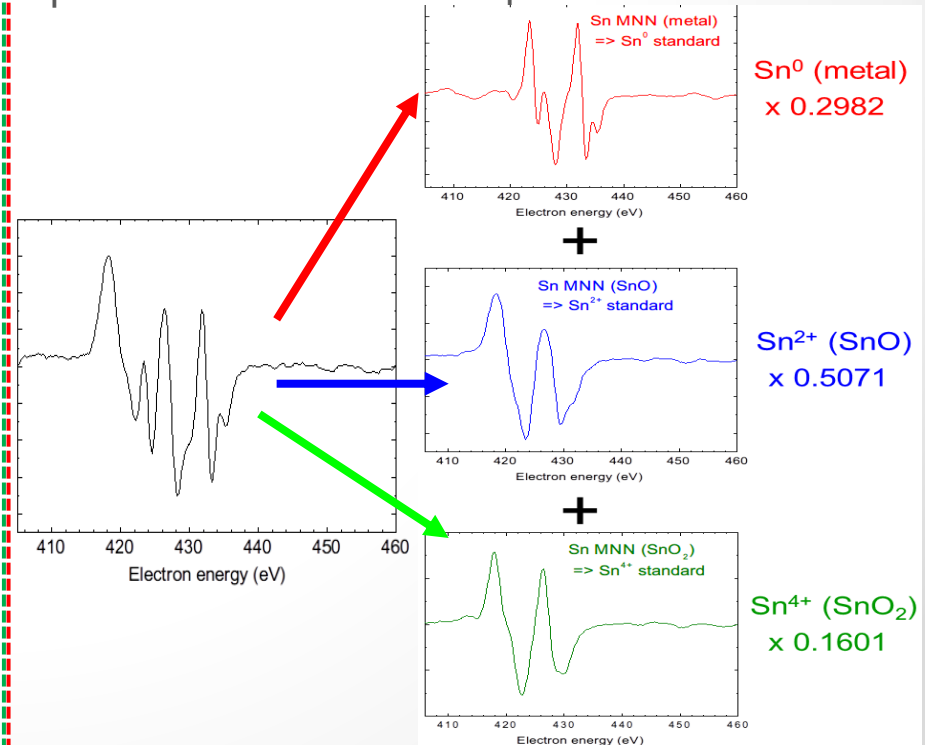
### PET試料の結合状態の分析

Analysis of chemical state of PET



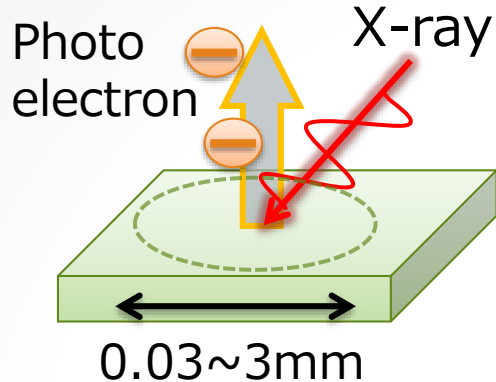
### Sn試料のスペクトル波形分離

spectrum waveform separation of tin



# Features of XPS and AES

## XPS



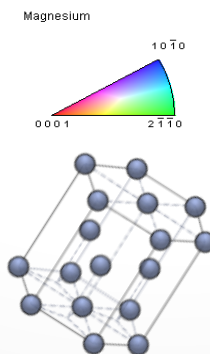
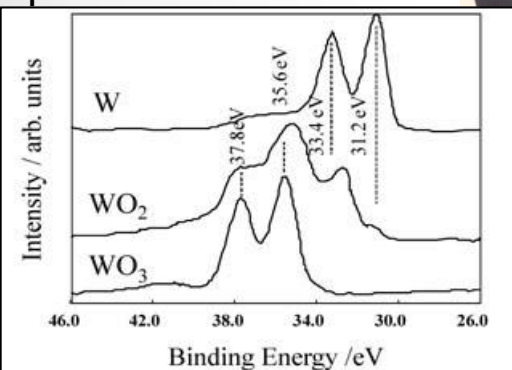
Sample holder



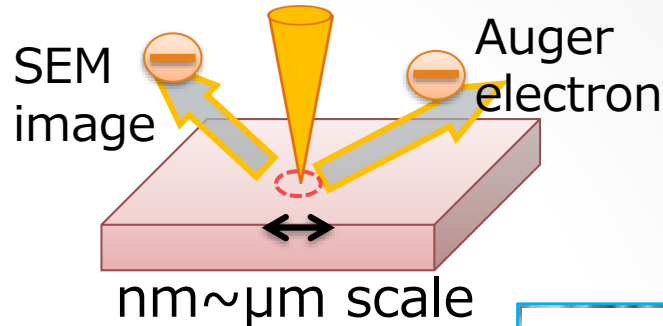
Camera image



Photoelectron spectrum



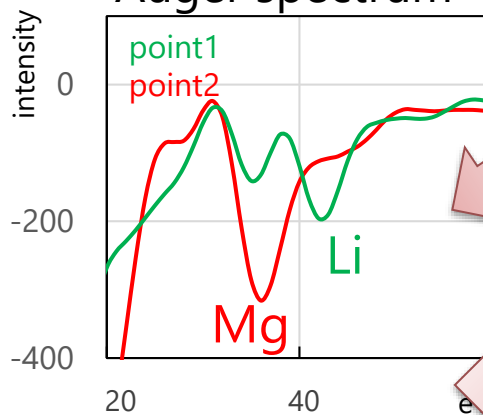
## Electron beam



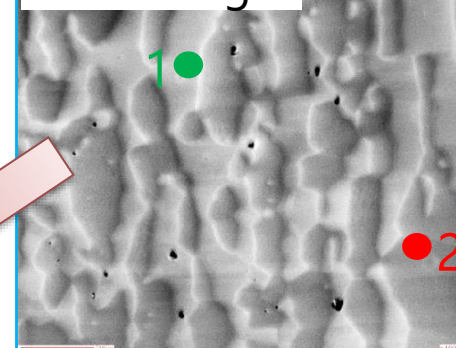
## AES



Auger spectrum



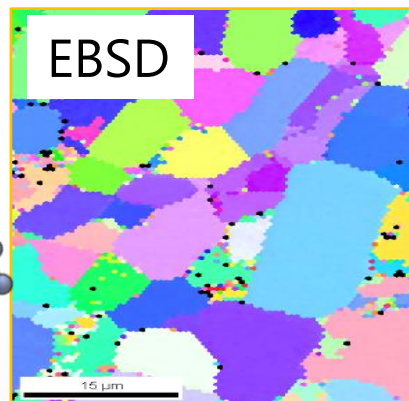
SEM image



Auger map



EBSD



# Features of SEM and CP

## SEM



- EDSによる元素分析  
EDS elemental analysis.
- 2次電子像・反射電子像の2画面同時観察  
Simultaneous two-screen observation of SEI and BEI.

## CP

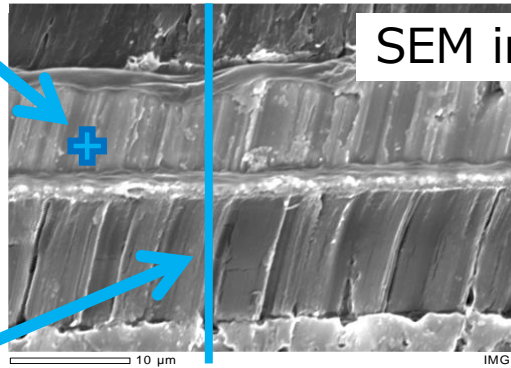
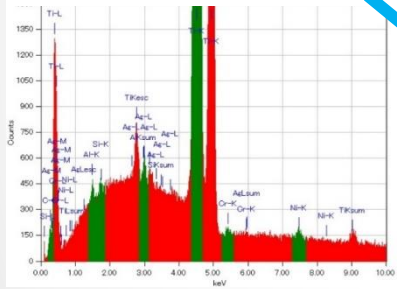


- Ar<sup>+</sup>ビーム照射で簡便な断面加工  
Simple cross section processing by Ar<sup>+</sup> beam irradiation.
- 研磨ダレや不純物混入が起きず、各種分析に影響を与えない  
Polishing sagging and contamination hardly occur.

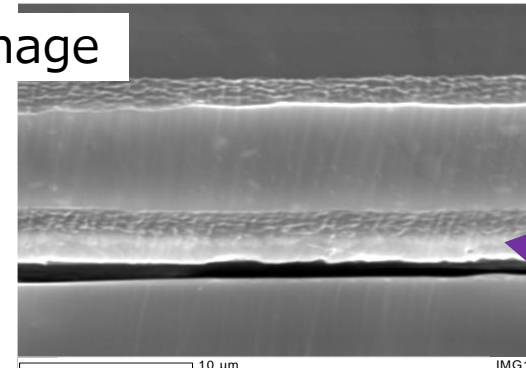
Surface polished by sandpaper #1500

Surface polished by Cross-section Polisher

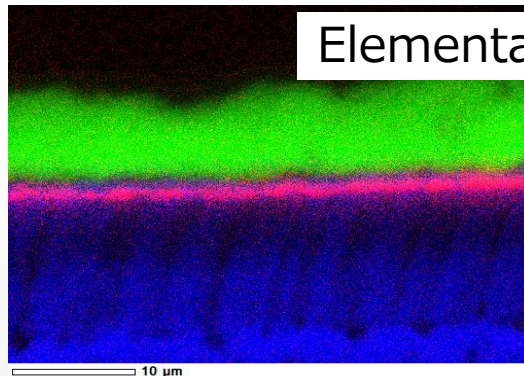
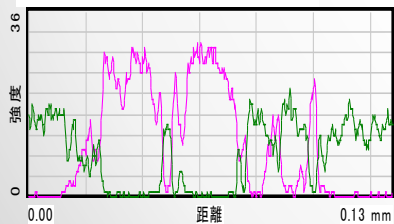
Point analysis



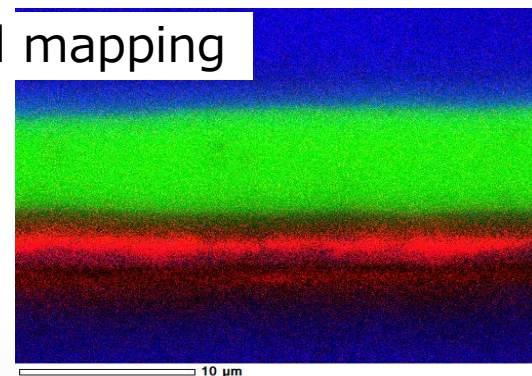
SEM image



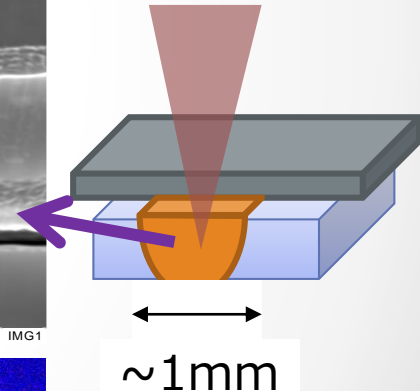
Line profile



Elemental mapping



Ar<sup>+</sup> beam



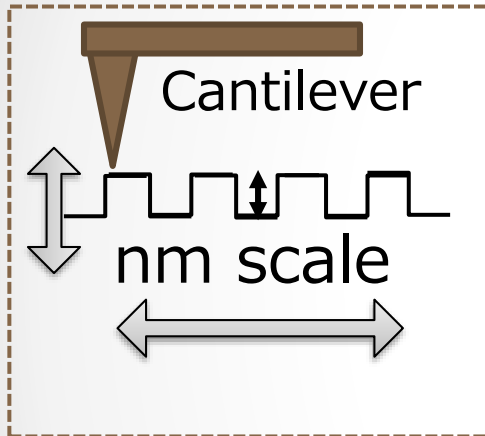
# Features of AFM and LSCM

## AFM

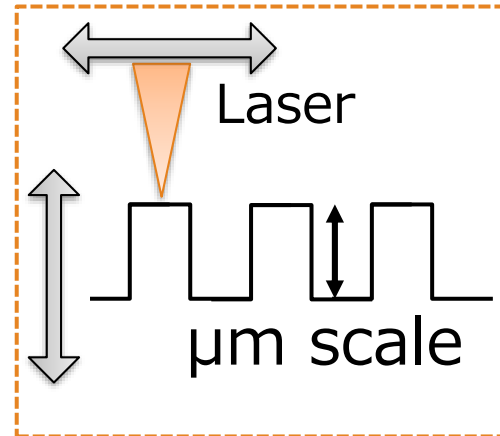
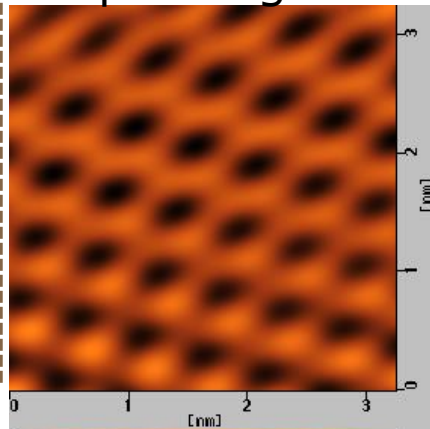


- ・ 高さ情報・表面粗さを計測  
Measure height information and surface roughness.
- ・ 大気中または液中(AFM)で観察可能  
Observation under atmospheric pressure or in liquid.

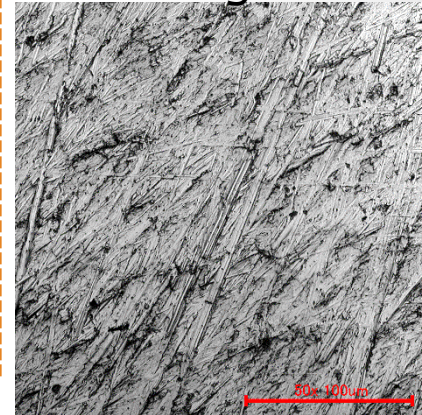
## LSCM



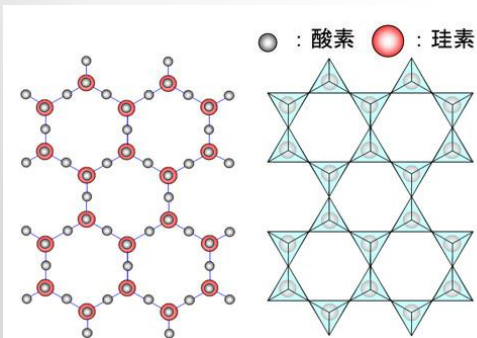
Shape image



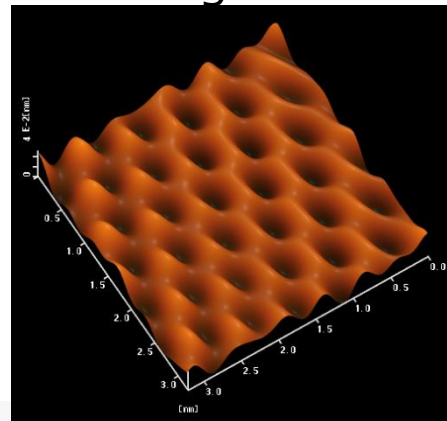
FSM image



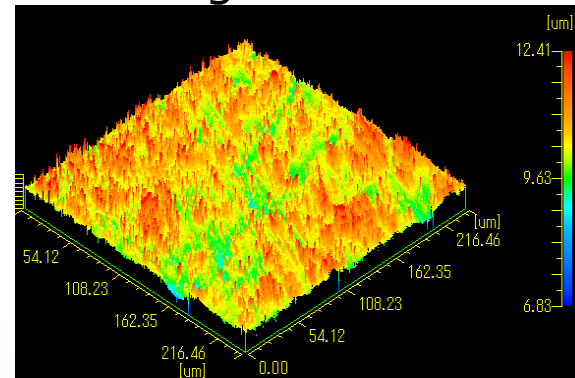
Planar structure of mica



3D image



3D image



Roughness measurement

Ra	=	0.277	μm
Rp	=	8.223	μm
Rv	=	8.843	μm
Rsk	=	-0.625	
RMS	=	0.442	μm
Ry	=	17.066	μm
Rz	=	15.561	μm
Sm	=	6.618	μm
S	=	2.426	μm
Rk	=	0.818	μm
Rpk	=	0.841	μm
Rvk	=	0.263	μm

# 施設の使用方法

# Procedure for using the facility

分析相談  
Consultation

ユーザー登録 & 装置予約  
User registration &  
Apparatus reservation

ナノテク  
利用申請  
Apply for  
Nanotech  
platform

装置初回講習  
First training

装置予約 装置利用 分析相談  
Reservation Use Consultation

装置使用料のお知らせ  
Notice of usage fee

研究業績の連絡 ナノテク報告書

## 光電子分光分析研究室ウェブサイト Laboratory of XPS analysis website



当研究室装置の詳細、利用ルールなどを確認  
装置メンテナンス日程などお知らせしています  
Details of facility apparatuses, rules of use,  
equipment maintenance schedule etc. are  
announced on this website.

※研究室内の利用ルールを良くご理解いただき、  
当研究室website及び予約サイトにて施設利用に関するルールを確認して下さい。

# 場所・お問い合わせ先 Contact Information



Access: フロンティア応用科学研究棟  
1F 1-03 先端共通機器室内  
1F 1-03 Frontier Research in  
Applied Sciences Building



## Facility staff

Director: 坂入正敏 准教授 Masatoshi Sakairi, Associate Professor

Technical Specialist: 鈴木啓太 Keita Suzuki

## Contact

Tel/Fax: 011-706-6882 E-mail: [suzuki-k@eng.hokudai.ac.jp](mailto:suzuki-k@eng.hokudai.ac.jp)

Website address: <http://labs.eng.hokudai.ac.jp/labo/HUXPSLab/>

# 各装置の分析例 Analysis examples

試料： 10円玉

各種装置で観察・分析





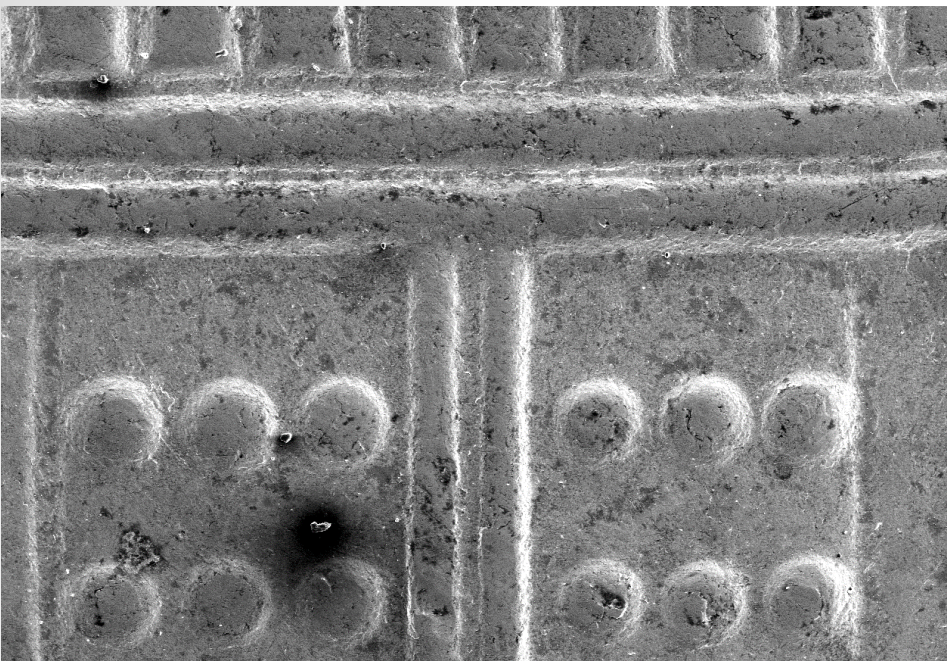
# 各装置の分析例 Analysis examples



走査電子顕微鏡  
SEM  
(JSM-6510)

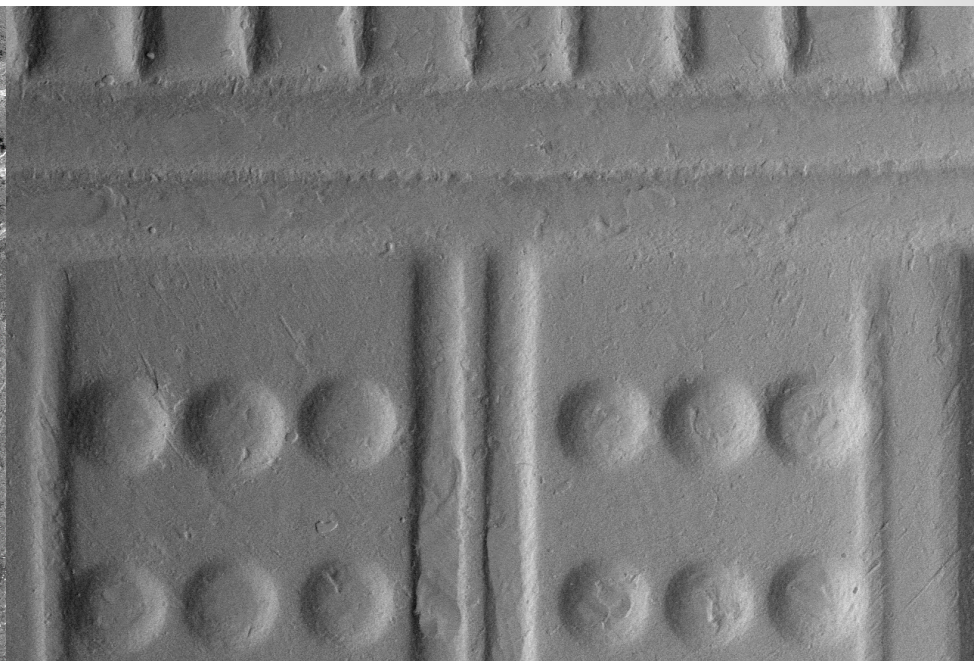


SEM像

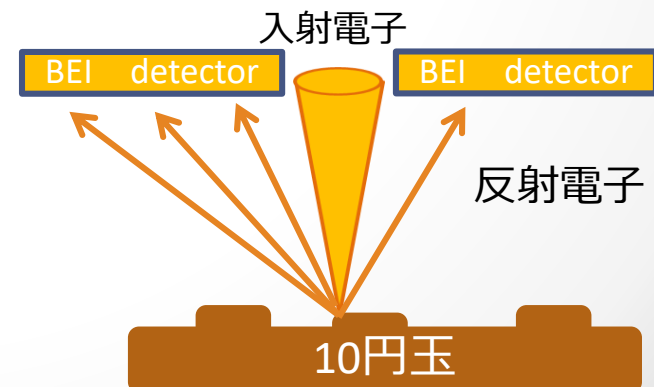
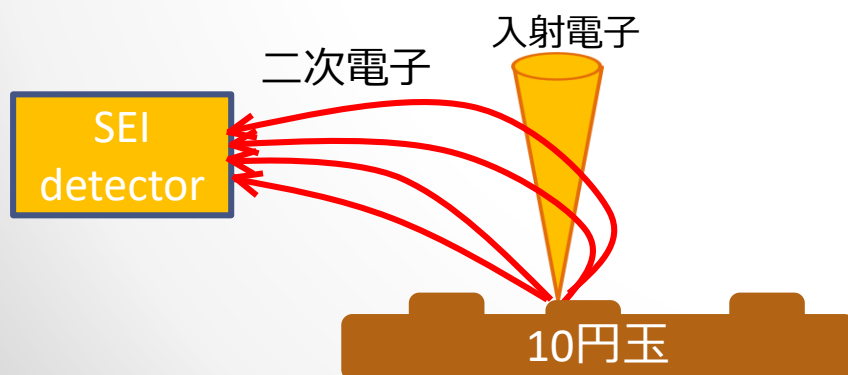


SEI 10kV WD10mm SS50 x100 100 μm

TOPO(凹凸)像



BET 10kV WD10mm SS50 x100 100 μm



# 各装置の分析例 Analysis examples

SEM像

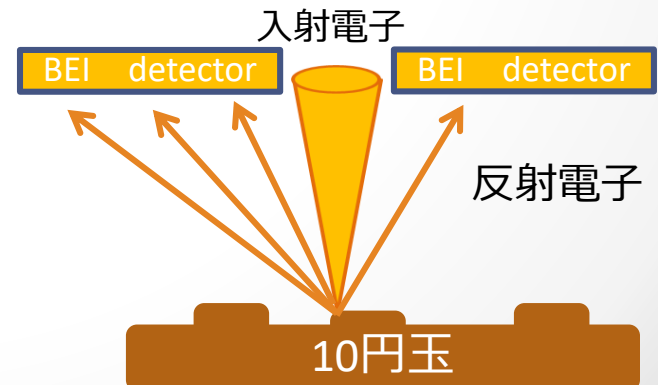
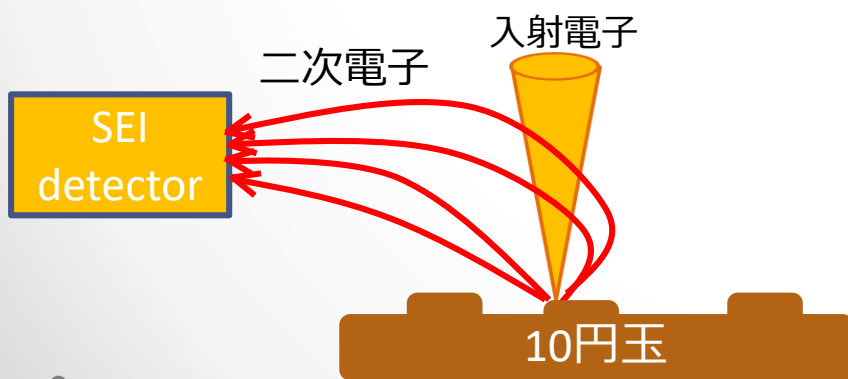


SEI 10kV WD10mm SS65 x85 200 μm

COMPO(組成)像



BEC 10kV WD10mm SS65 x85 200 μm



JEOL 分析走査電子顕微鏡

ファイル(E) 編集(E) 表示(S) ツール(I) 画像操作(I) 分析(A) ヘルプ(H)

HT ON スキット1 スキット2 スキット3 スキット4 取込 フォーズ AF AS AEB 標準 2画面 ウォアラ フラック リセット リセット リセット 測定

コントラスト 明るさ フォーカス 非点X 非点Y 30 100 1000 10000 30000 倍率 - 倍率 +

スナップ1 スナップ2  
スナップ3 スナップ4

X: 648.75  $\mu\text{m}$   
Y: 616.25  $\mu\text{m}$   
D: 894.785  $\mu\text{m}$



2点間 円 角度 編集  
直線 自由 垂線 直径 中心間 角度  
面積 計数 テキスト  
多角形 円 カウント リセット テキスト 選択  
平行間 全て削除 削除 記録 キャンセル

SEI 10kV WD10mm SS65 x80 200  $\mu\text{m}$   
SEI 10kV WD10mm SS65 x30 500  $\mu\text{m}$  Height=0mm  
Sample 0001 02 Sep 2019

排気状態  
トローアウト エアロック  
Ready  
VENT EVAC  
真空モード  
低真空 高真空  
停止

オート AGC  
全ての加速電圧で実行  
現在の加速電圧で実行  
オートフィラメント  
オートアライメント  
オートフィラメント+アライメント

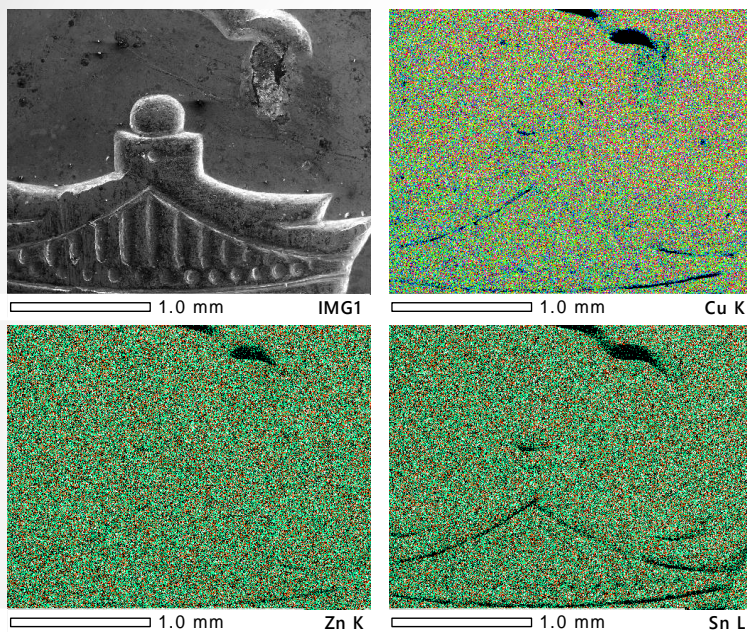
オートカレント  
L.C. 76  $\mu\text{A}$   
加熱設定  
バイアス調整  
粗調 80 フォリセット値  
微調 120 保存

スポットサイズ  
65 SS35 SS40 SS65 セット  
0 50 99

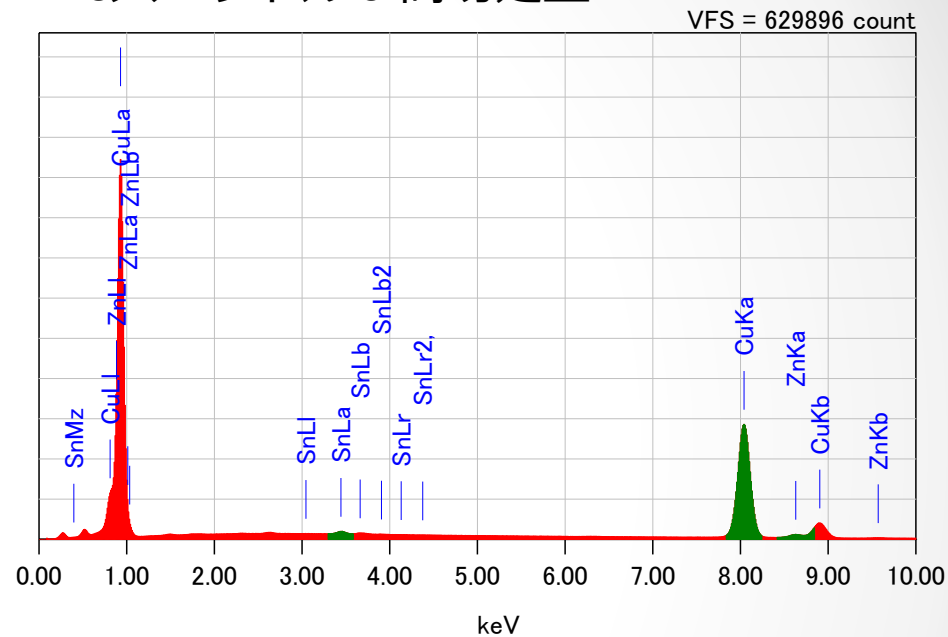
フィラメント  
体積料X  
体積料Y  
水平X  
水平Y

ユーザー管理 試料装着 レジ\* 画像一覧 設定 保守

## 元素マッピング



## EDSスペクトル&amp;簡易定量



## ZAF法 簡易定量分析

フィッティング係数: 0.0183

元素	(keV)	質量%	$\sigma$	原子数%	化合物	質量%	カチオン数	K
Cu K	8.040	96.61	0.07	97.23				96.8077
Zn K	8.630	2.15	0.01	2.11				2.1623
Sn L	3.442	1.23	0.01	0.66				1.0299
合計		100.00		100.00				

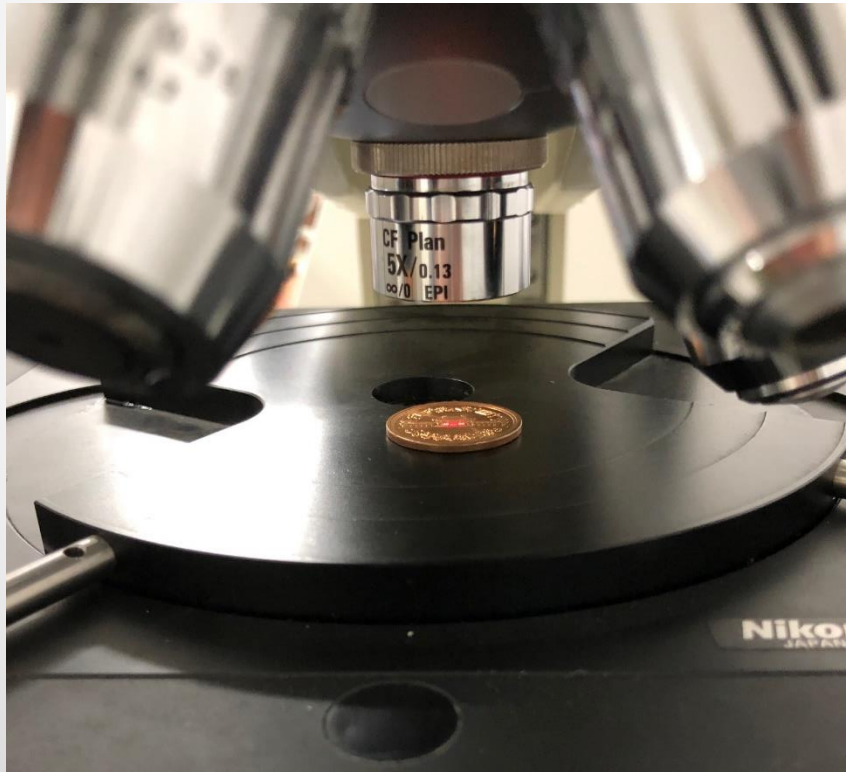


銅 95mass%  
亜鉛 4-3mass%  
スズ 1-2mass%

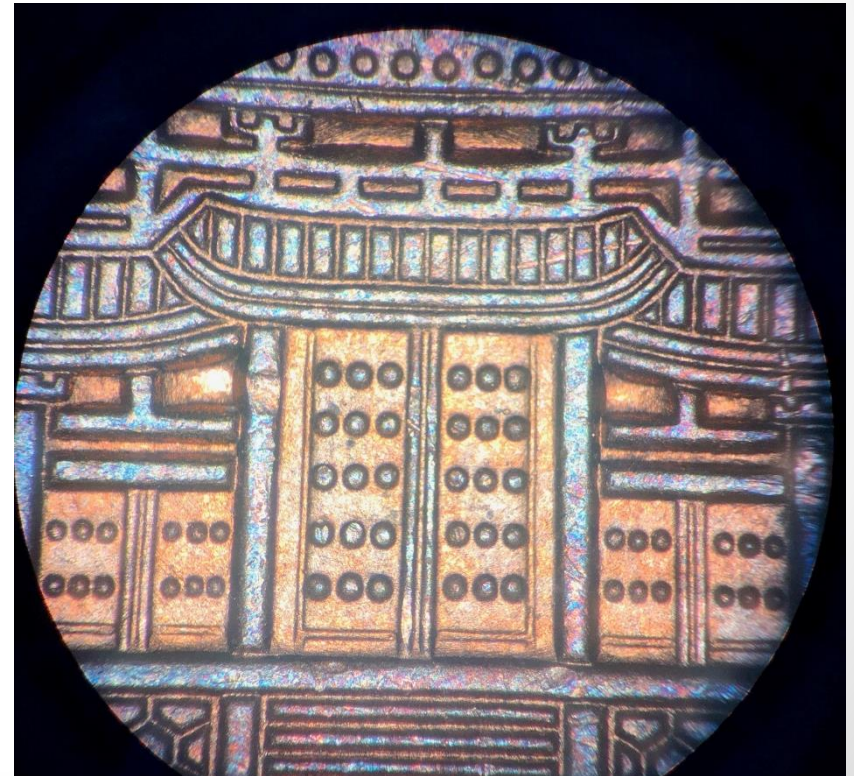
# LSCM (1LM21D) 各装置の分析例 Analysis examples



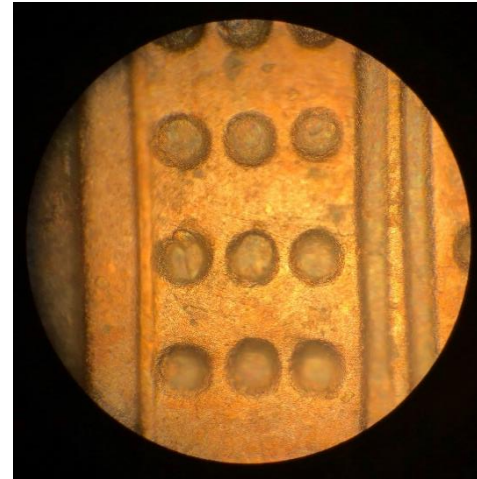
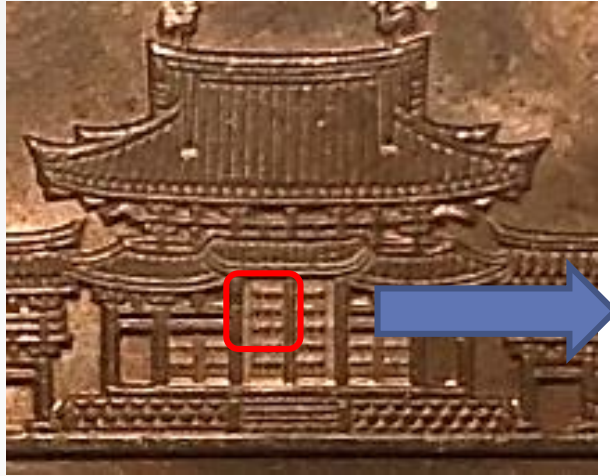
共焦点レーザー走査型顕微鏡  
LSCM  
(1LM21D)



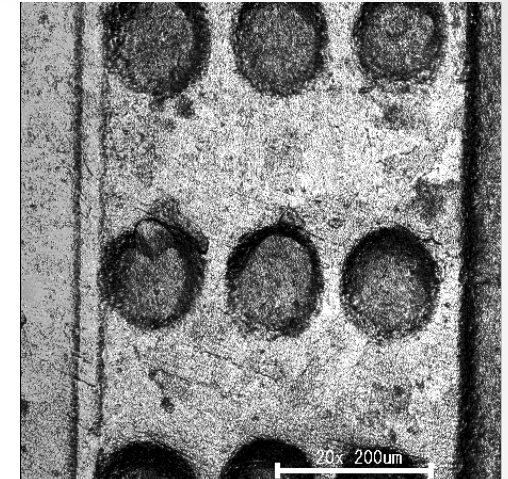
実体顕微鏡像(x50~x1000)



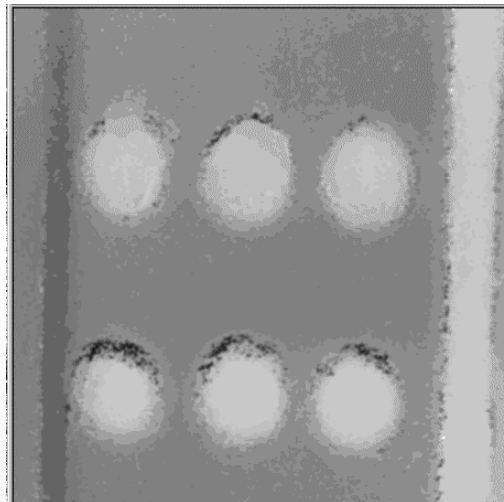
実体顕微鏡像



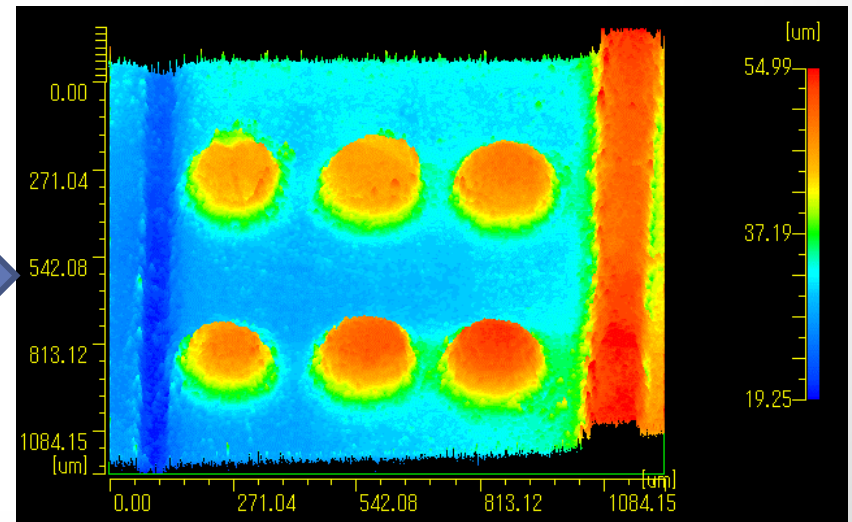
FSM画像  
全ての高さでピントが合った像



2次元Z画像  
試料高さをコントラストで表現



3D表示



# LSCM (1LM21D) 各装置の分析例 Analysis examples

## 高度差グラフ作成

The screenshot displays the LSCM software interface with several windows and data panels. The main window shows a top-down view of a sample with a grid of circular features. A yellow dashed line indicates the cross-section for the height difference graph. The graph window shows a blue line representing the height profile across the sample, with a vertical scale of 50 micrometers and a horizontal scale of 1000 micrometers. The graph is overlaid on a grid with red and purple vertical lines.

**HEIGHT2(高度差グラフ#2-IMAGE2)**

始点X: 281.88 um	始点Y: 390.296 um	始点Z: 49.7402 um
終点X: 1017.75 um	終点Y: 390.296 um	終点Z: 34.7432 um
高度差: 14.9971 um	角度: 1.16753 度	距離: 737.225 um

空間距離: 737.378 um

**Z (NON PROTECT)**

現在位置: 300.08 : 69921
REF: 0.00 : 539
UP: 299.98 : 69899
LOW: -299.98 : -68821

**XY**

絶対位置: X: 0 Y: 0
相対位置: X: 0 Y: 0

**パッチワーク**

画素数	距離
X方向: 0	0
Y方向: 0	0
新規入力時間: 60(s)	
始点 X: -1 Y: -1	
終点 X: -1 Y: -1	

**[位置]**

X: 868	R: 158
Y: 792	G: 158
	B: 158

**[キャリブレーション]**

長さ: 1.355193 (um)
濃度: 0.249951 (um)

**[計測データ]**

指定ウィンドウに追加表示

**[手動計測モード]**

手動モード

**[格子]**

タイプ: 正方形格子  
連結数: 8連結

**[ボックスモード]**

上	上: 切断する
下	下: 切断する
左	左: 切断する
右	右: 切断する

THREE2G

一般 3D 図 2D 図 CAPS KNIA



# LSCM (1LM21D) 各装置の分析例 Analysis examples

## 表面粗さ解析

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 統計(S) 制御(C) 自動(A) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

z0 50 um MID PH 60 AF ES

8 3: 20x: R0:

二ヶ

[1]IMAGE1

[9]IMAGE3

[12]IMAGE2

SHEET1 (表面粗さ#1-IMAGE2)

項目	1	2	3	4
番号	算術平均粗さ Ra	最大高さ Ry	十点平均粗さ Rz	凹凸の平均間隔 Sm
1	0.383987	7.748481	5.298961	54.036590
2	0.293562	4.499118	3.699275	57.876359
3	0.429029	6.998628	5.348951	47.424171
4	0.175009	1.999608	1.599686	40.872928
5	0.162575	1.749657	-1.000000	44.492723
6	0.186277	2.499510	1.699667	37.096117
7	0.291962	2.999412	2.649481	54.749420
8	0.447193	4.749069	3.799255	41.360010
9	0.297951	3.249363	2.199569	32.915553
最小値	0.162575	1.749657	-1.000000	32.915553
最大値	0.447193	7.748481	5.348951	57.876359
合計値	2.667544	36.492846	25.294845	410.823870
平均値	0.296394	4.054761	2.810538	45.647097
標準偏差	0.107705	2.142073	2.000713	8.541550

単位:um

Z (NON PROTECT)  
 現在位置: 300.08 : 69921  
 REF: 0.00 : 539  
 UP: 299.98 : 69899  
 LOW: -299.98 : -68821

XY  
 絶対位置: X Y  
 0 0  
 相対位置: 0 0

[EOM]

パッチワーク  
 画素数 距離  
 X方向: 0 0  
 Y方向: 0 0  
 新規入力時間: 60(s)  
 始点 X -1 Y -1  
 終点 X -1 Y -1

[位置] [値]  
 X: 10 R: 128  
 Y: 646 G: 128  
 B: 128

[キャプレーション]  
 長さ: 1.355193 (um)  
 濃度: 0.249951 (um)

[計測モード]  
 指定ウィンドウに追加表示

[手動計測モード]  
 手動モード

[格子]  
 タイプ: 正方格子  
 連結数: 8連結

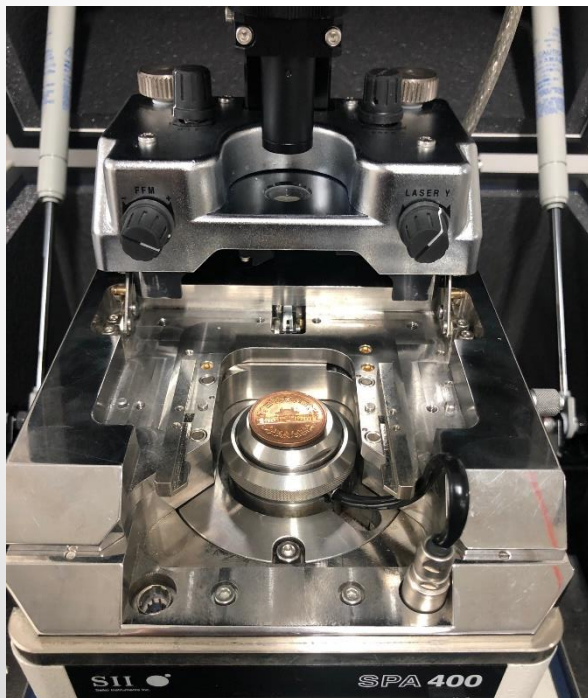
[ボックスモード]  
 上: 切断する  
 下: 切断する  
 左: 切断する  
 右: 切断する

# 各装置の分析例 Analysis examples

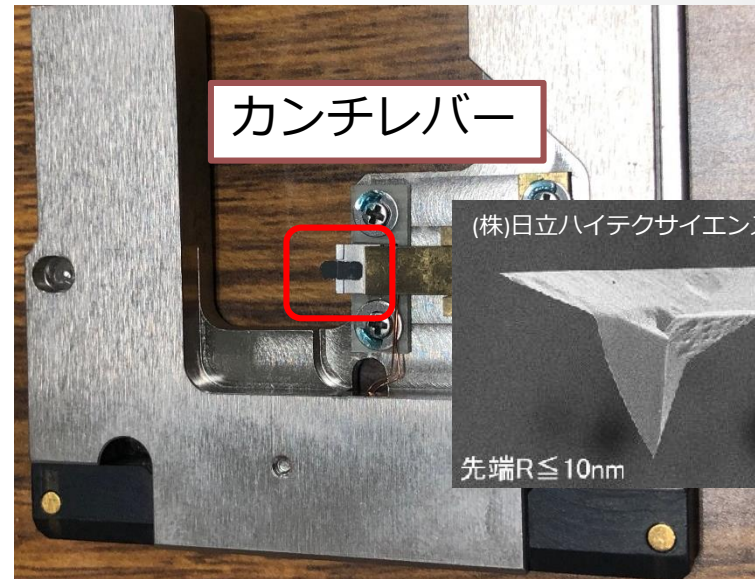


原子間力顕微鏡  
AFM  
(SPA-400)

AFMユニット  
試料台(スキャナー)



カンチレバーホルダー



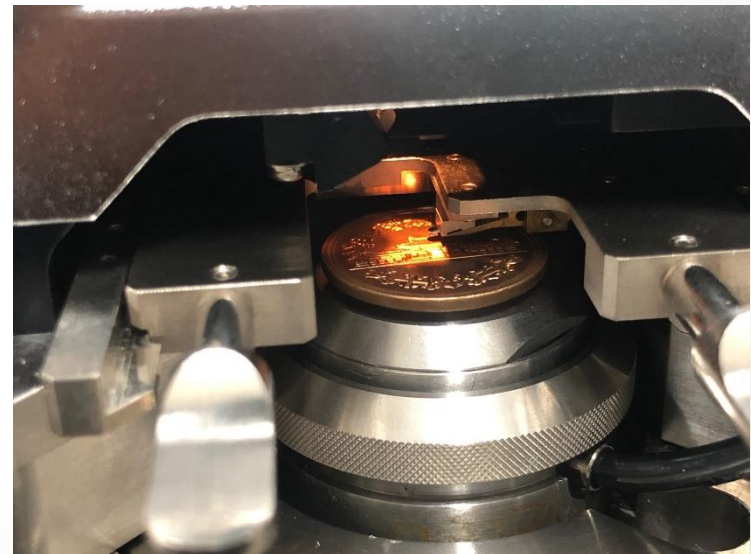
カンチレバー

(株)日立ハイテクサイエンス HPより

先端R ≤ 10nm

10µm

カンチレバーと試料



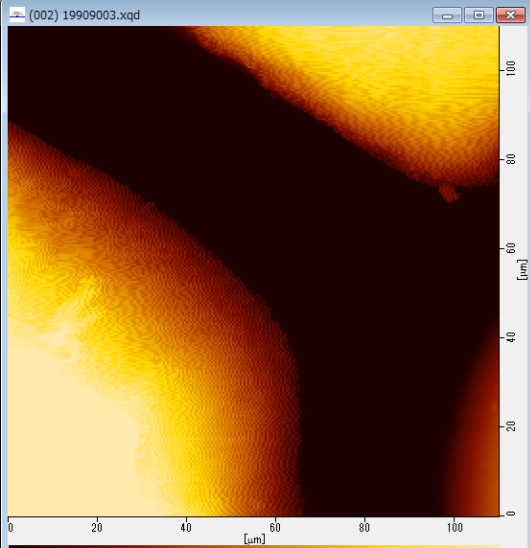
# AFM (SPA-400) 各装置の分析例 Analysis examples

AFM5000 ---SPA400(DFM)---

ファイル(E) セットアップ(U) 測定(S) サイト(I) 高さ(C) 描画(G) 解析(A) バッチ処理(B) レジ(B) クロツク(W) ヘルプ(H)

19909003.xqd X.540 Y.540 Z.4.1 nm/V

200.0



(002) 19909003.xqd

ファイル名: 19909003.xqd  
コメント 1 :  
コメント 2 :  
コメント 3 :

イタービュー

初期設定  
観察準備  
測定条件  
アプロチ  
測定

測定開始  
バッチ処理

① [スタート]をクリック  
データ処理を行う場合、  
[次へ]をクリック

試料交換 位置変更 最初から < 戻る 次へ >

アプロチ

オート | セット | マニュアル | ステージ上下動 離す 設定値まで | 50.0 μm

アプロチ

Z電圧 オートゼロ ▲▼  
 自動測定  自動で離す

測定条件

取込  連続  モタ  サーボホールド  途中取込

スタート 拡大 モニタリング 多機能設定 閉じる

移動 選択/登録 簡易表示

推奨設定 ▲ 追従させる ▼  
▲ 共振を抑える ▼

走査エリア 720.1 nm ▲▼

ファイル名

コメント 1 振幅減衰率 -0.098 ▲▼

2 走査周波数 1.44 Hz ▲▼

3 回転角度 0.0 ° ▲▼

走査モード 1画面測定 測定画面

Xピクセル数 256 長方形スキャン比 1:1

Yピクセル数 256 測定画面サイズ 256

Iゲイン 0.29851 ▲▼

Pゲイン 0.0749 ▲▼

Aゲイン 0 ▲▼

Sゲイン 0 ▲▼

走査中心 X 0.00 nm ▲▼

Y 0.00 nm ▲▼

バイス電圧 0.000 V ▲▼

オートアラーム On ▼

自動焼き直し Off ▼

Pゲイン LFF 0.500 kHz ▲▼

AGC感与率 1.0 %

イメージ 形状像 ▼

ローパスフィルタ 1.000 kHz ▲▼

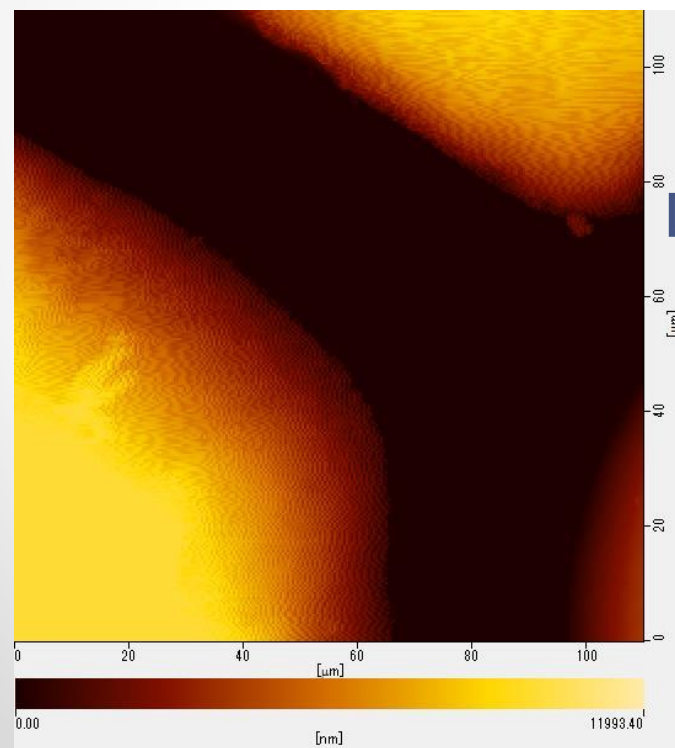
ハイパスフィルタ 0.000 Hz ▲▼

測定幅 1635.60 nm ▲▼

測定中心 0.000 V ▲▼



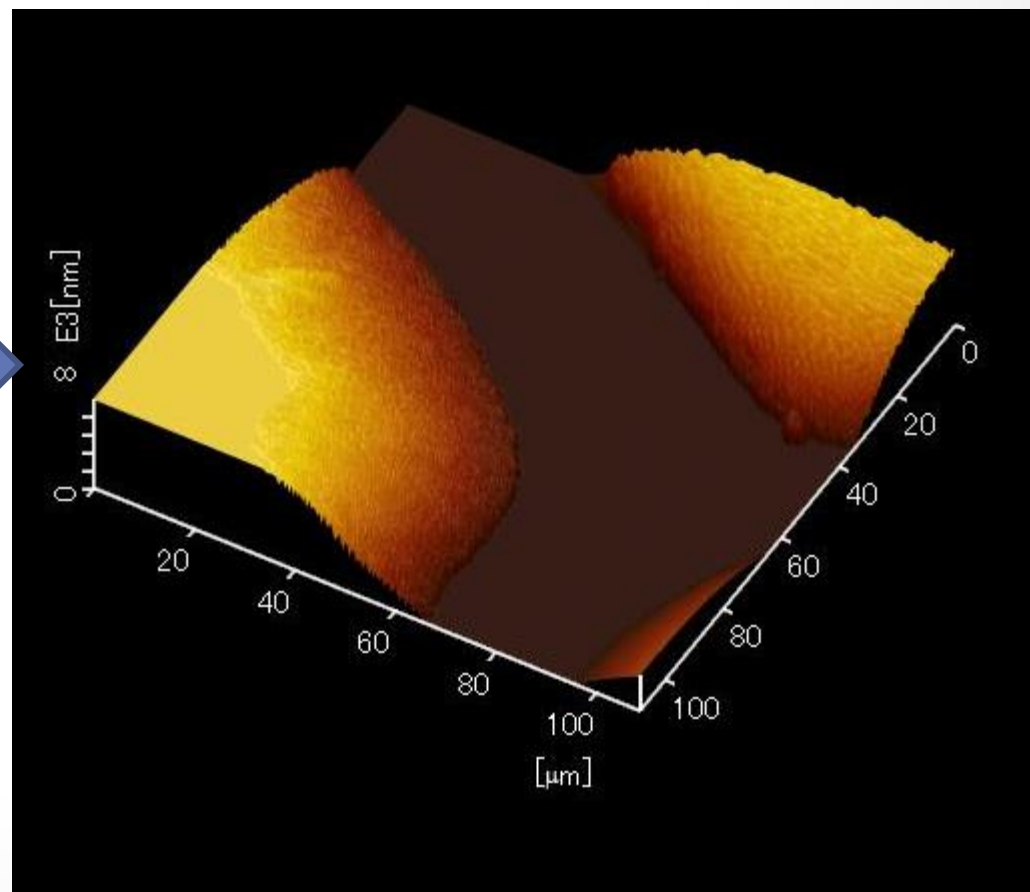
形状像



20  $\mu\text{m}$  : 可動範囲 20  $\mu\text{m}$ 角  $\times$  1.5  $\mu\text{m}$ 高さ  
制御分解能 0.3nm(XY)、0.023nm(Z)

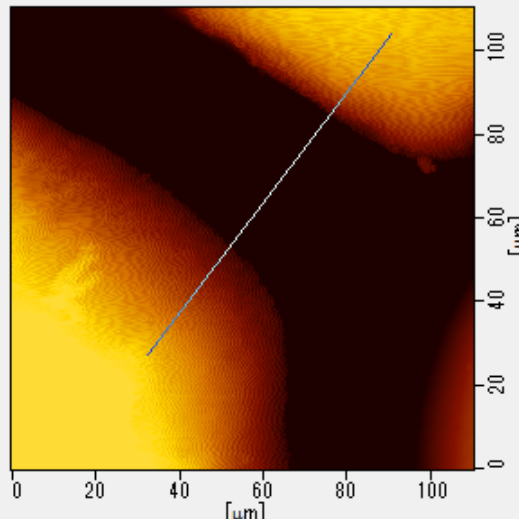
100  $\mu\text{m}$  : 可動範囲 100  $\mu\text{m}$ 角  $\times$  15  $\mu\text{m}$ 高さ  
制御分解能 1.5nm(XY)、0.23nm(Z)

3D表示

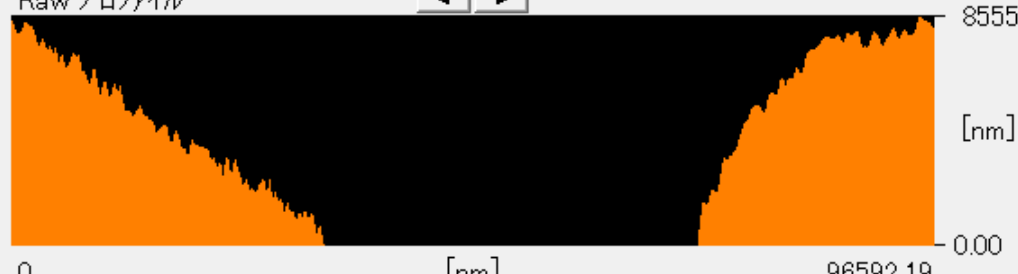


## 表面粗さ解析

(001)表面粗さ解析(SPIWin) : 19909003.xqd



Raw プロファイル




	Z1[nm]	Z2[nm]	高低差 [nm]	距離 [nm]	角度差
<span style="color:red">■</span>					
<span style="color:yellow">■</span>					
<span style="color:cyan">■</span>					
<span style="color:green">■</span>					
<span style="color:magenta">■</span>					

任意断面     平均断面

中心線平均粗さ	: 2.926E+02 nm	測定長さ	: 9.584E+04 nm
最大高低差	: 8.930E+03 nm	カットオフ値	: 3.195E+04 nm
n点平均粗さ	: 4.913E+03 nm	平均傾斜角	: 2.486E+01 °

平均面粗さ(Ra)	: 3.215E+03 nm
最大高低差(P-V)	: 9.930E+03 nm
最大山(Rp)	: 6.832E+03 nm
最大谷(Rv)	: -3.098E+03 nm
自乗平均面粗さ(RMS)	: 3.626E+03 nm
n点平均粗さ(Rz)	: 4.492E+03 nm ( 10 Points)
表面積(S)	: 1.621E+10 nm <sup>2</sup>
表面積率(S ratio)	: 1.350E+00

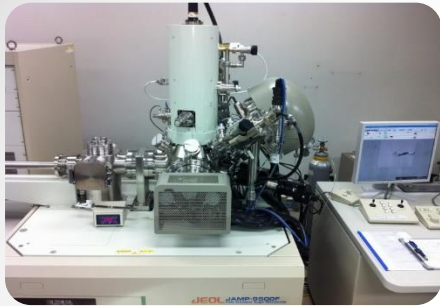


	Z値 [nm]	度数分布 [%]	累積度数分布 [%]
<span style="color:yellow">■</span>	8432.67	0.30	13.30
<span style="color:cyan">■</span>	598.76	0.15	52.62

ピーク間距離 : 7833.91 nm  
 区間距離 : 49.65 nm

ファイル名: 19909003.xqd  
 コメント 1 :  
 コメント 2 :  
 コメント 3 :

# 各装置の分析例 Analysis examples

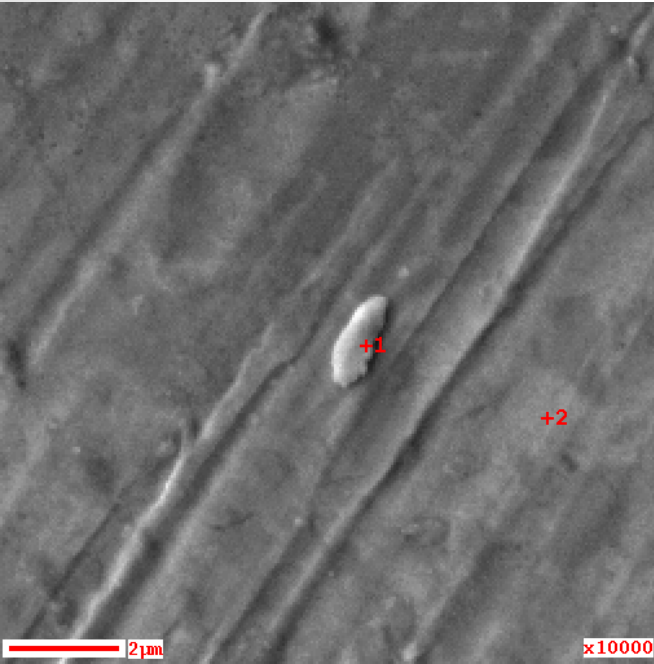


オージェ電子分光装置  
AES  
(JAMP-9500F)

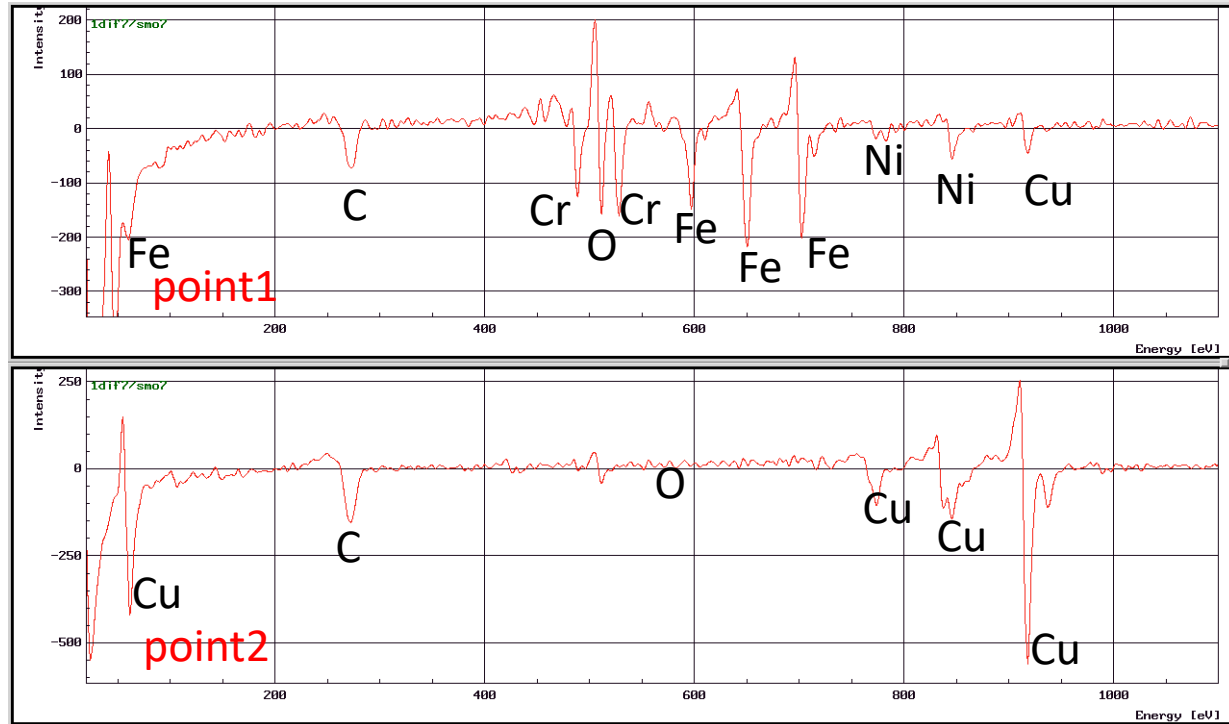
COMPO(組成)像



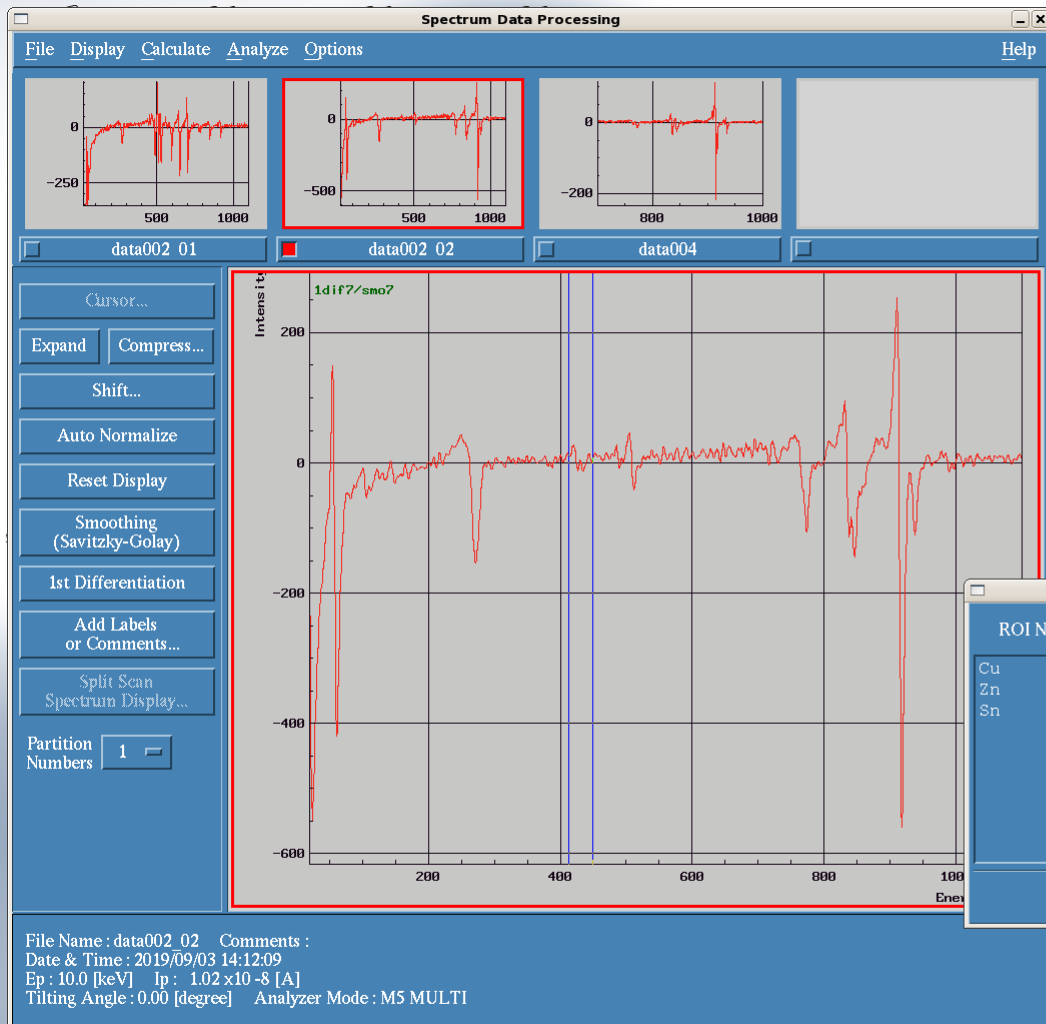
10円玉の付着物



オージェスペクトル



## オージェスペクトルから相対定量値評価



Data File List

ROI for Quantitative Analysis

RSF File Name... 1dif10kv.ROI

ROI	Start	Stop	RSF
Sn	414.000	449.000	0.645
Cu	899.000	929.000	0.556
Zn	971.000	1002.000	0.515
Sn	414.000	449.000	0.645

Apply Apply & Close Close

◆ Add. last  
◇ Add. before  
◇ Add. after

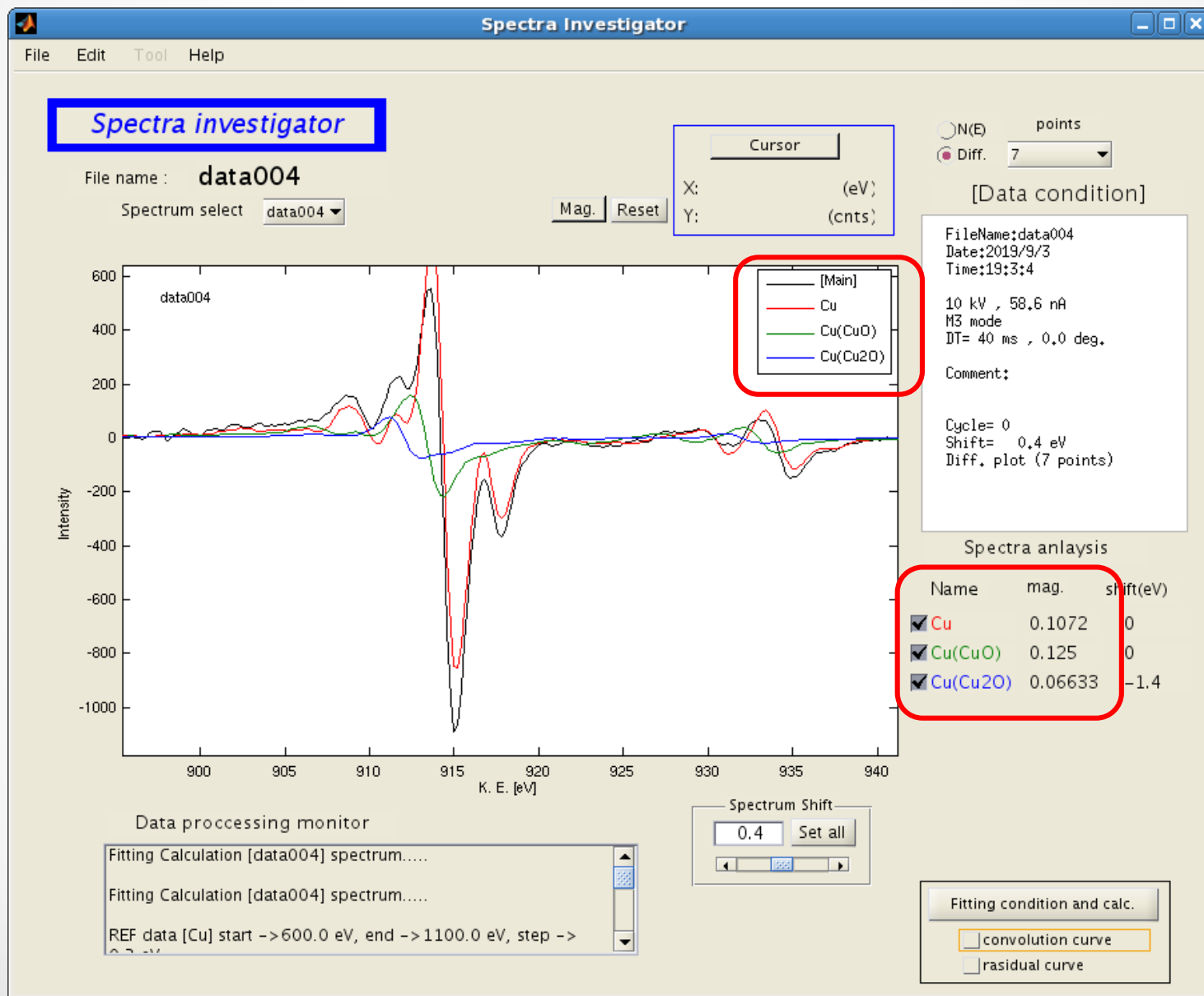
Result of Quantitative Analysis

ROI Name	Start	Stop	Peak		RSF	Intensity	Relative [%] Concentration
			Min.	Max.			
Cu	899.0	929.0	-558.0	252.0	0.556	810	92.2
Zn	971.0	1002.0	-14.0	18.0	0.515	32	3.9
Sn	414.0	449.0	-12.0	27.0	0.645	39	3.8

Close Print

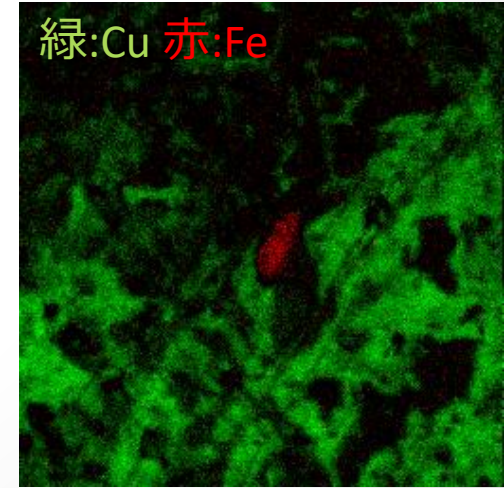
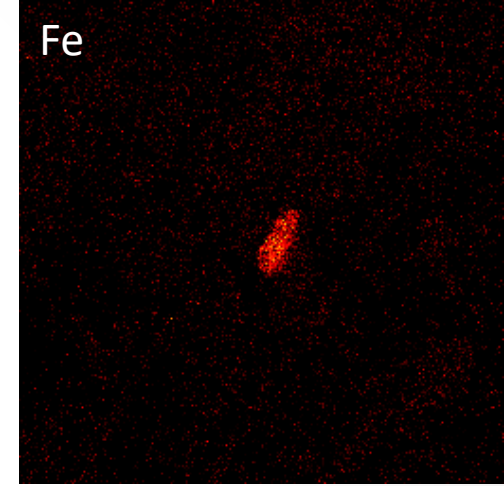
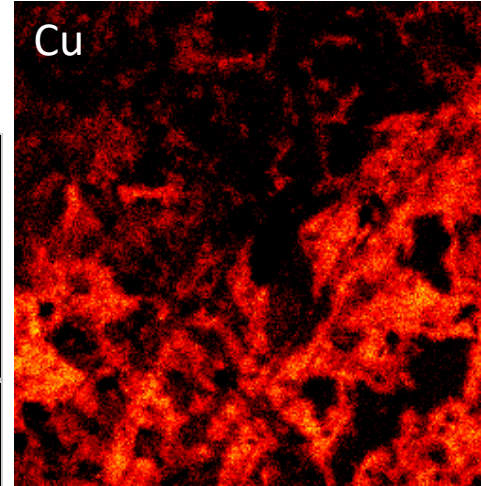
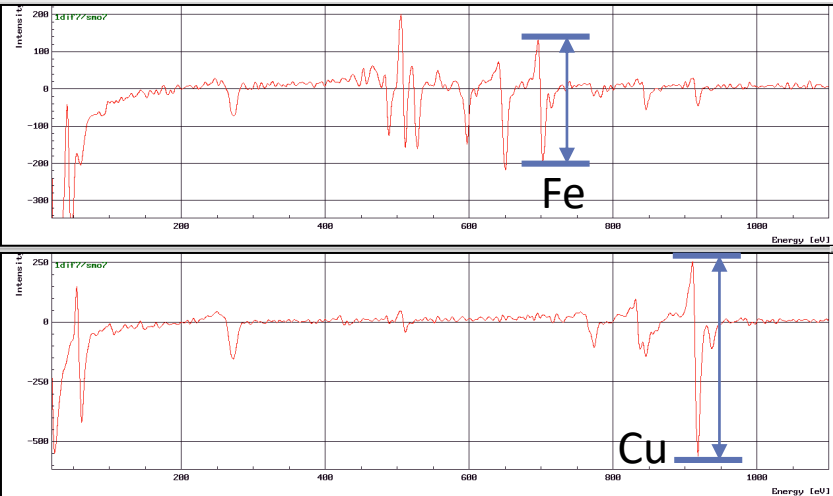


## オージェスペクトルの化学結合状態についての波形分離評価



オージェマッピング

オージェスペクトル



# 各装置の分析例 Analysis examples



光電子分光装置  
XPS  
(JPS-9200)

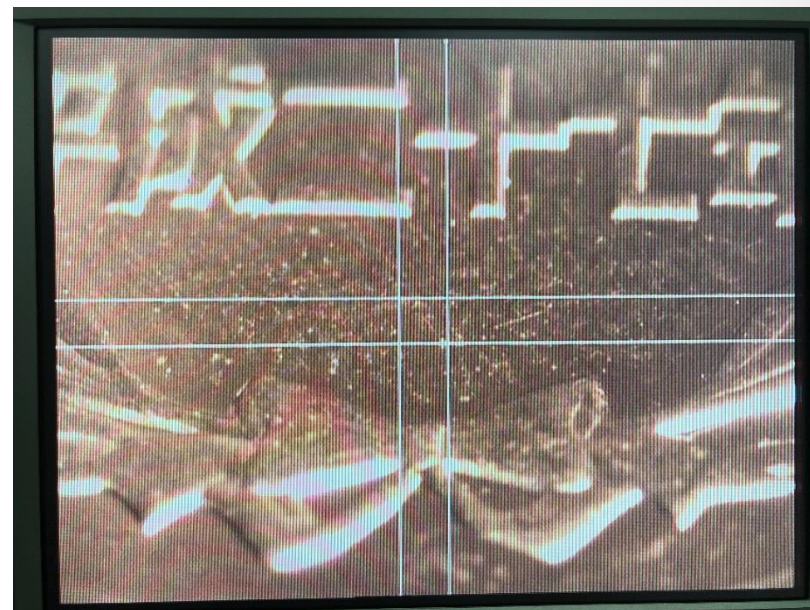
XPSノーマルホルダー



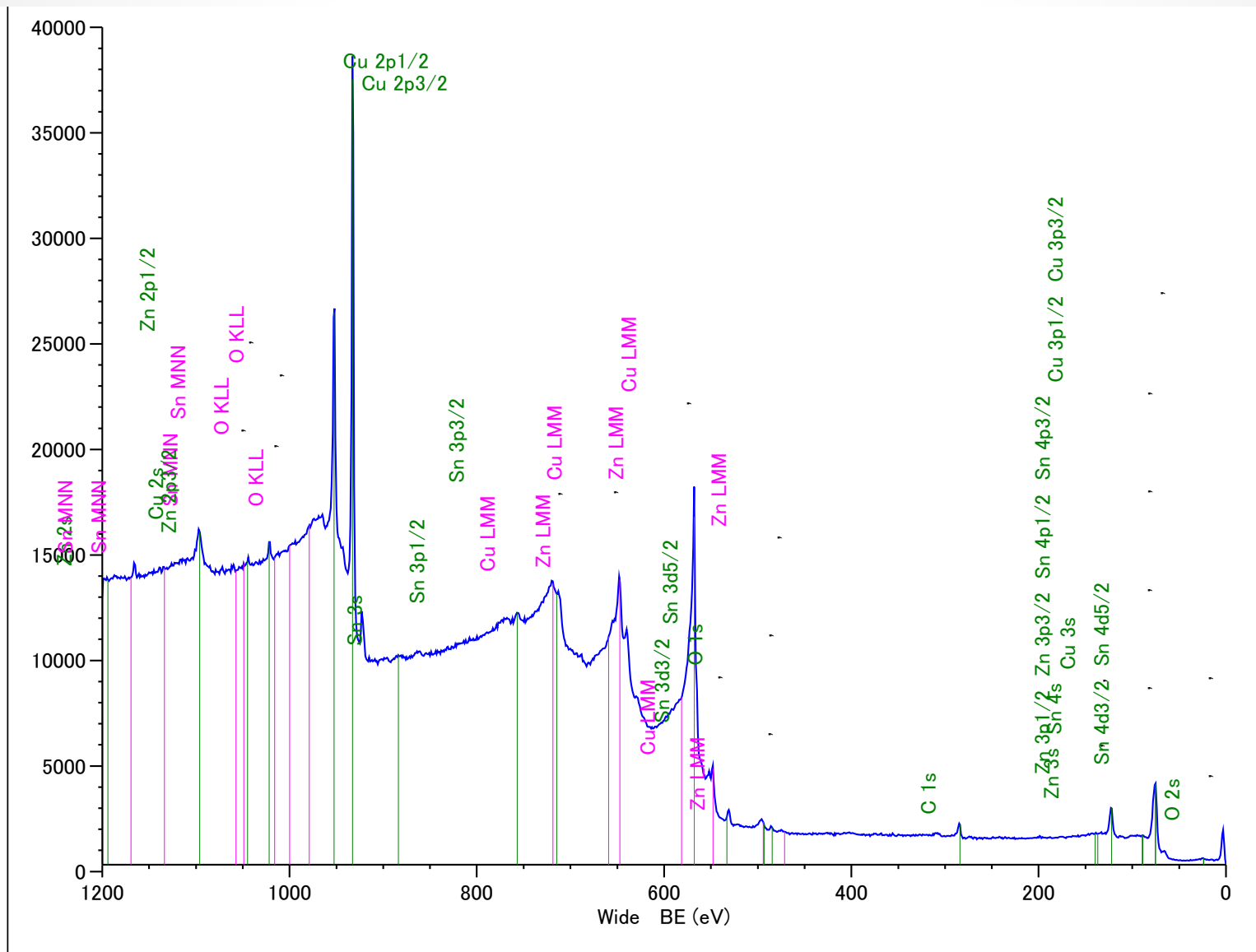
## 分析室内



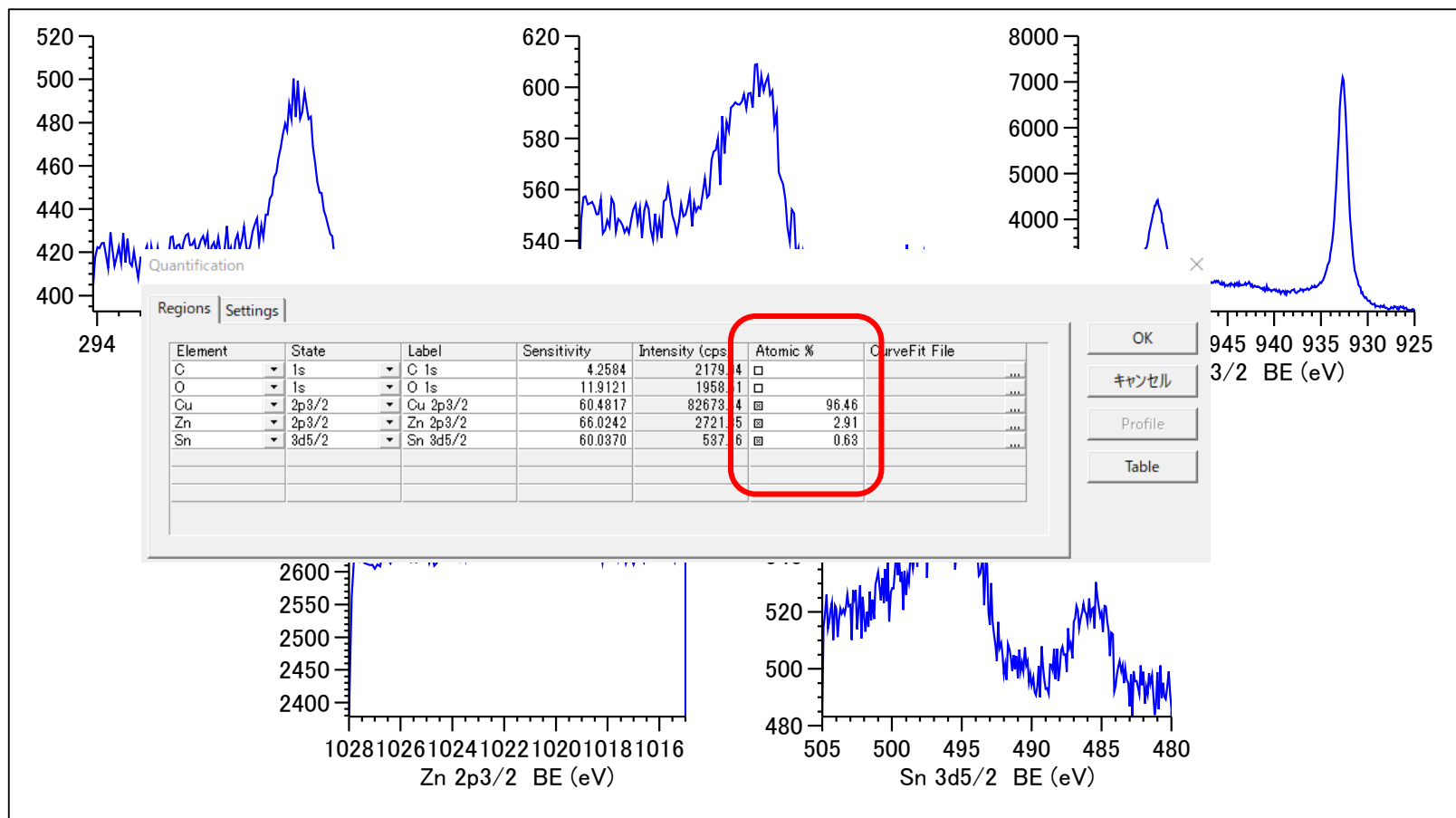
## CCDカメラ映像



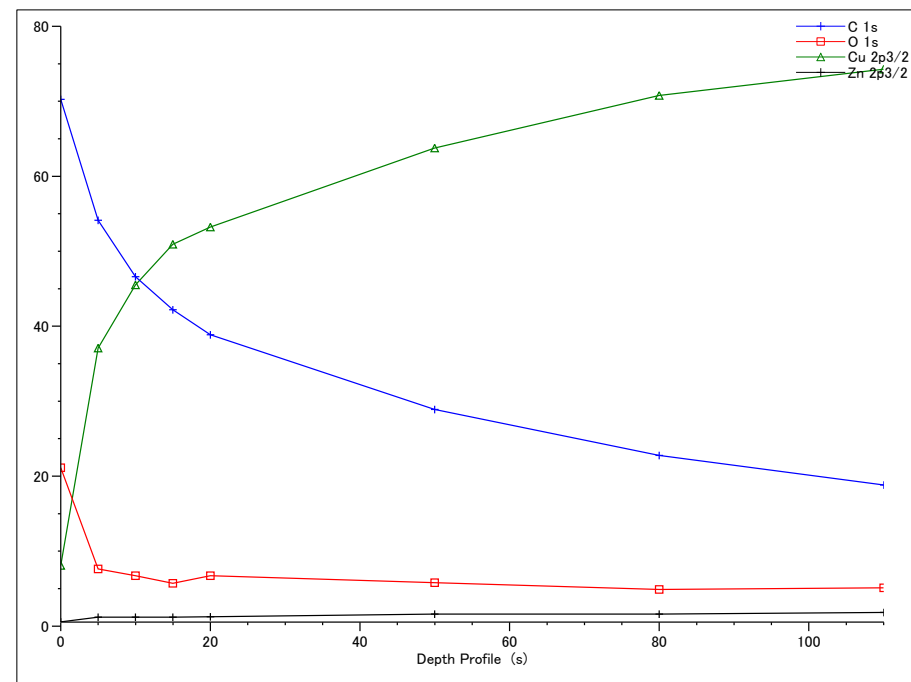
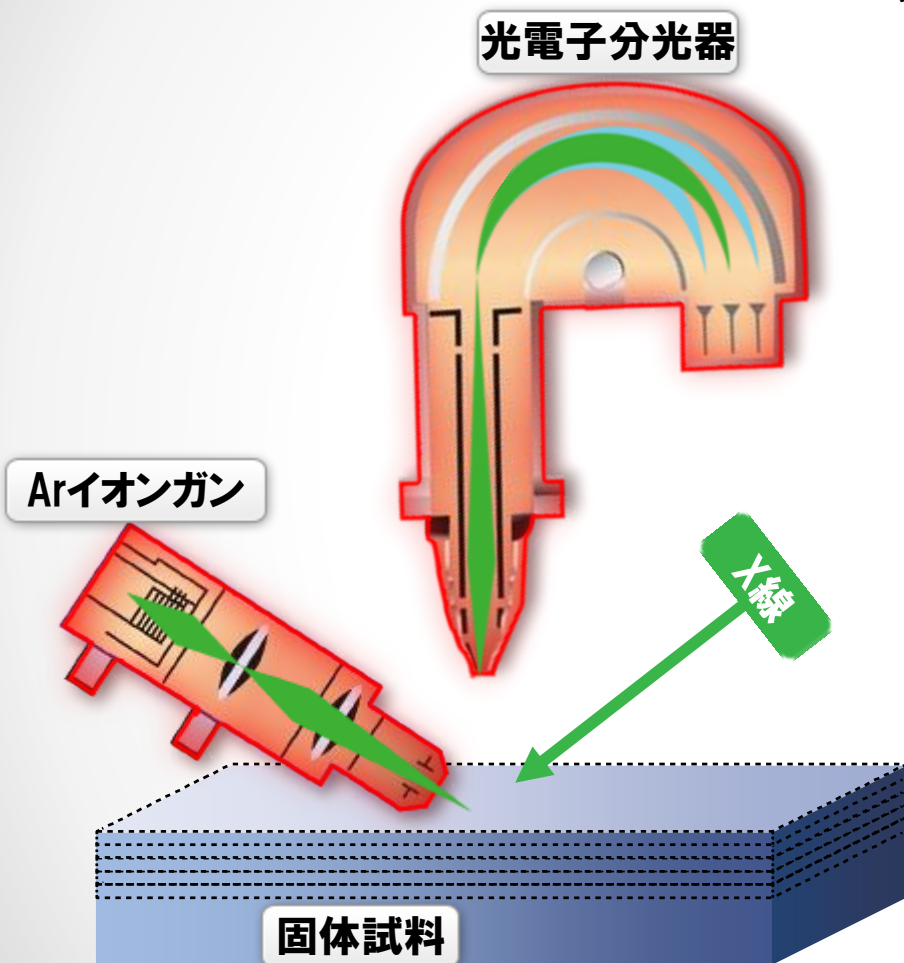
ワイドスキャンスペクトル(低分解能測定、元素同定用)



ナローキャンスペクトル(高分解能測定、定量・結合状態評価用)

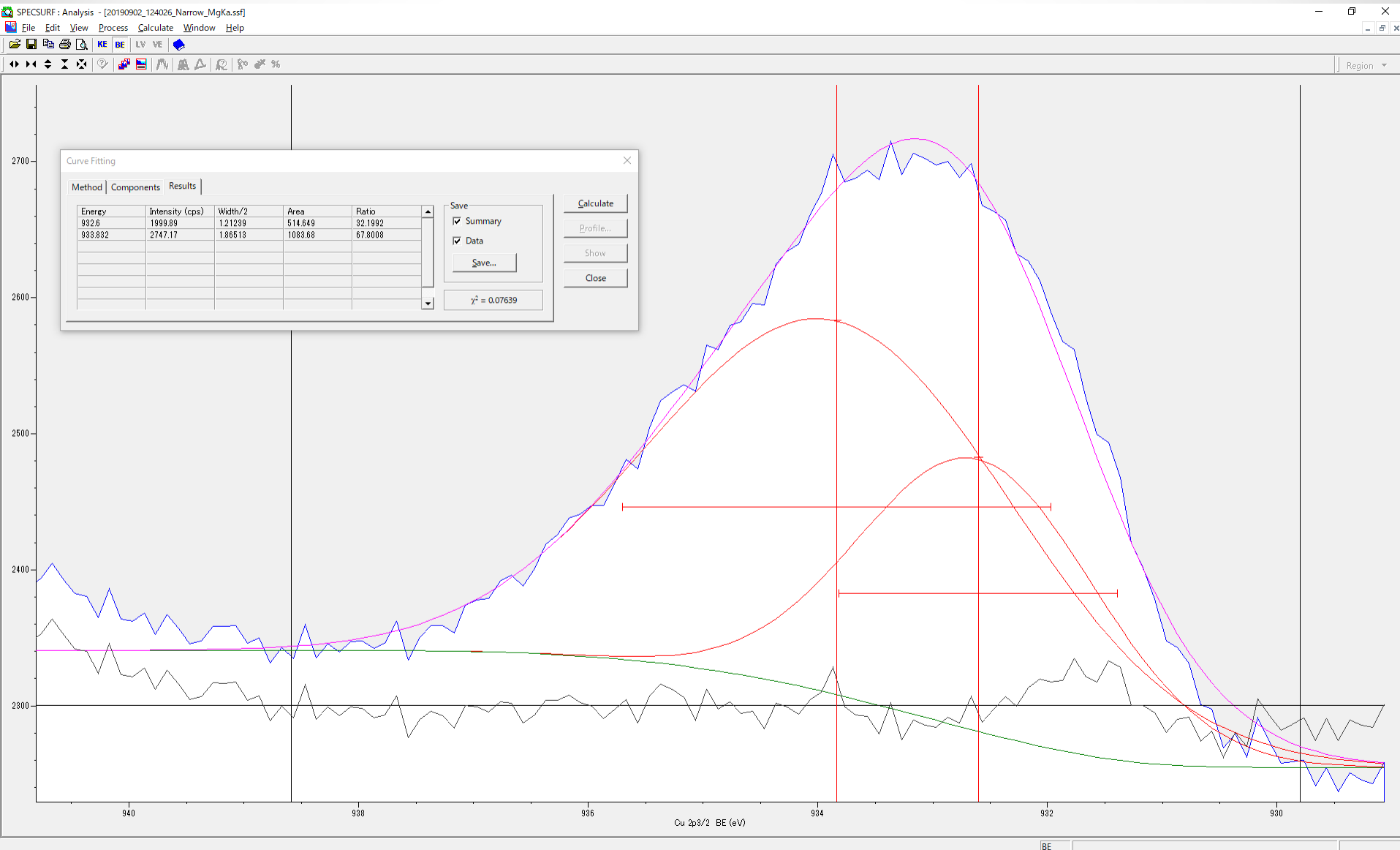


## デブスプロファイル



Level	Time	C 1s	O 1s	Cu 2p3/2	Zn 2p3/2
0	0	70.25	21.11	8.07	0.57
1	5	54.12	7.63	37.07	1.17
2	10	46.58	6.72	45.51	1.18
3	15	42.19	5.71	50.92	1.17
4	20	38.83	6.70	53.22	1.24
5	50	28.88	5.77	63.76	1.60
6	80	22.75	4.88	70.77	1.60
7	110	18.81	5.11	74.28	1.80

## 波形分離計算



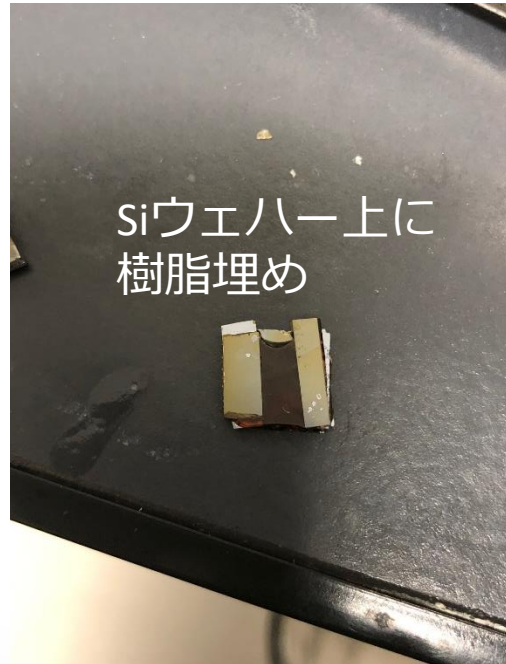


# CP (SM-09010) 各装置の分析例 Analysis examples

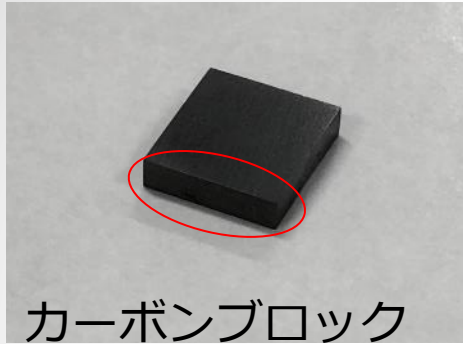


クロスセクションポリッシャ  
CP  
(SM-09010)

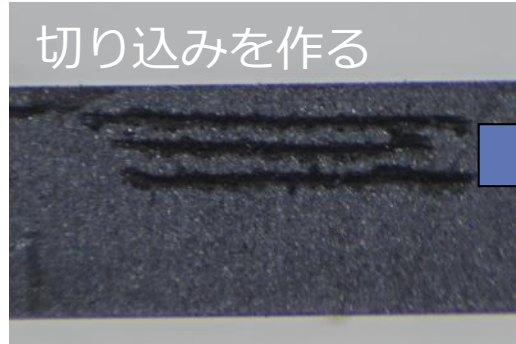
小さい試料の場合の前処理



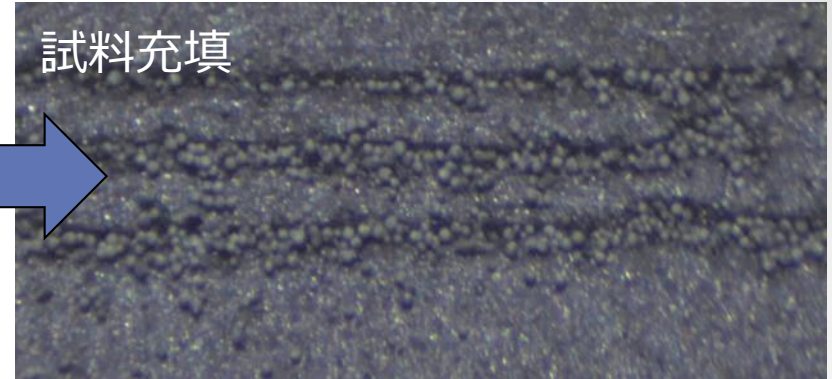
粉末試料の場合



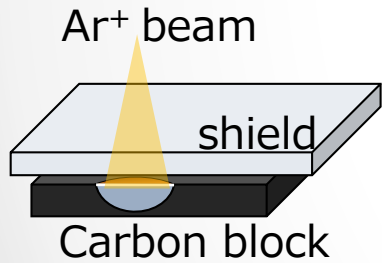
カーボンブロック  
(カーボン水平試料載せ台)



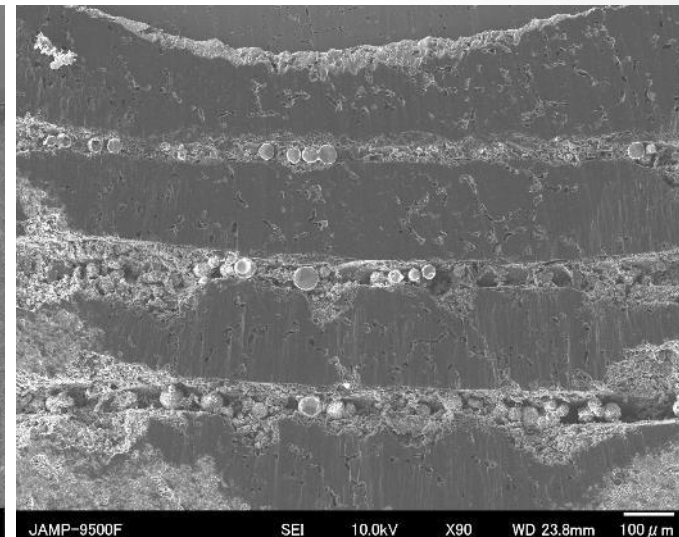
切り込みを作る



試料充填



JAMP-9500F SEI 10.0kV X35 WD 23.8mm 100 μm

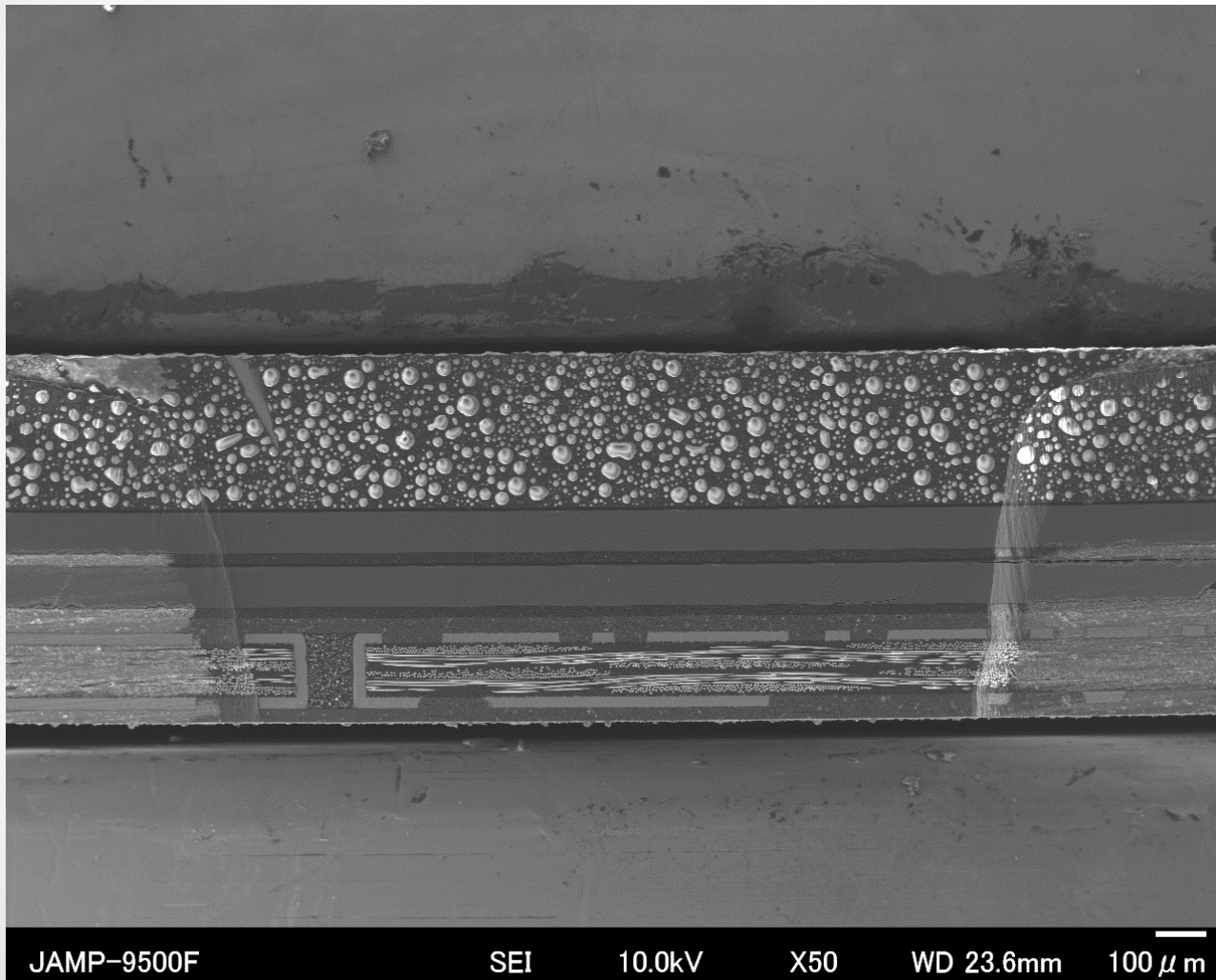


JAMP-9500F SEI 10.0kV X90 WD 23.8mm 100 μm

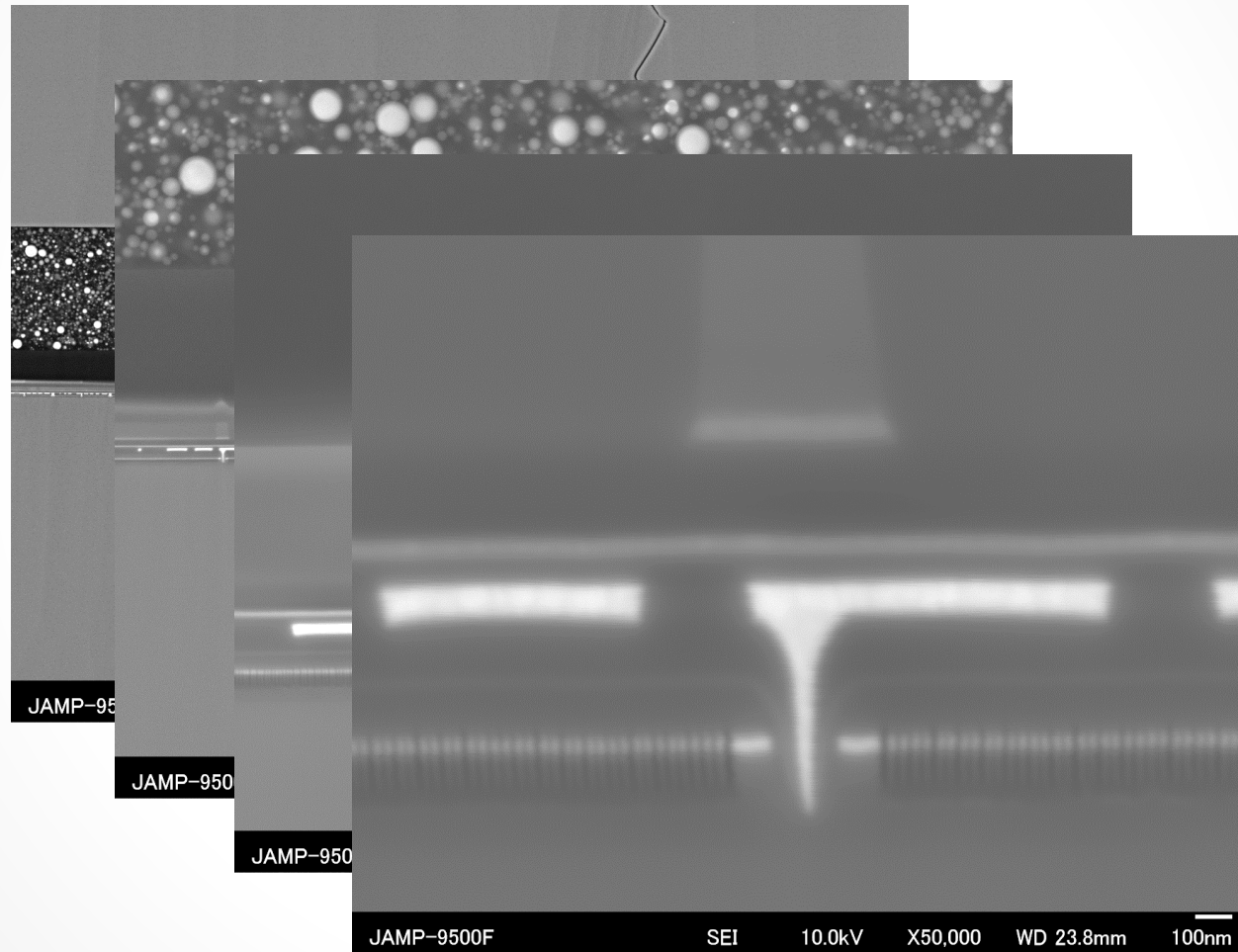
板状試料の場合



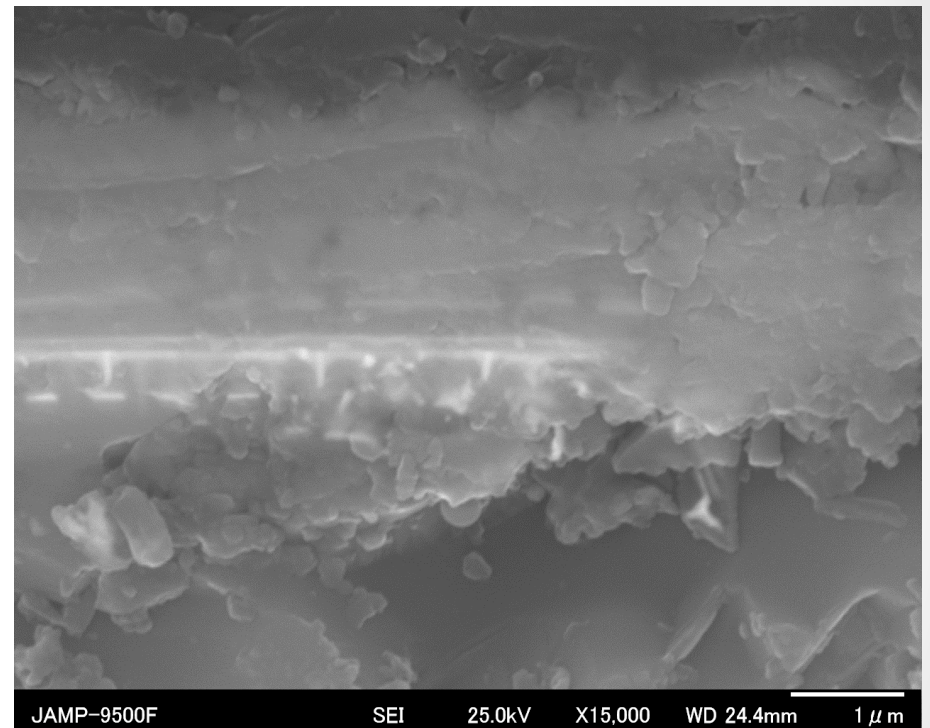
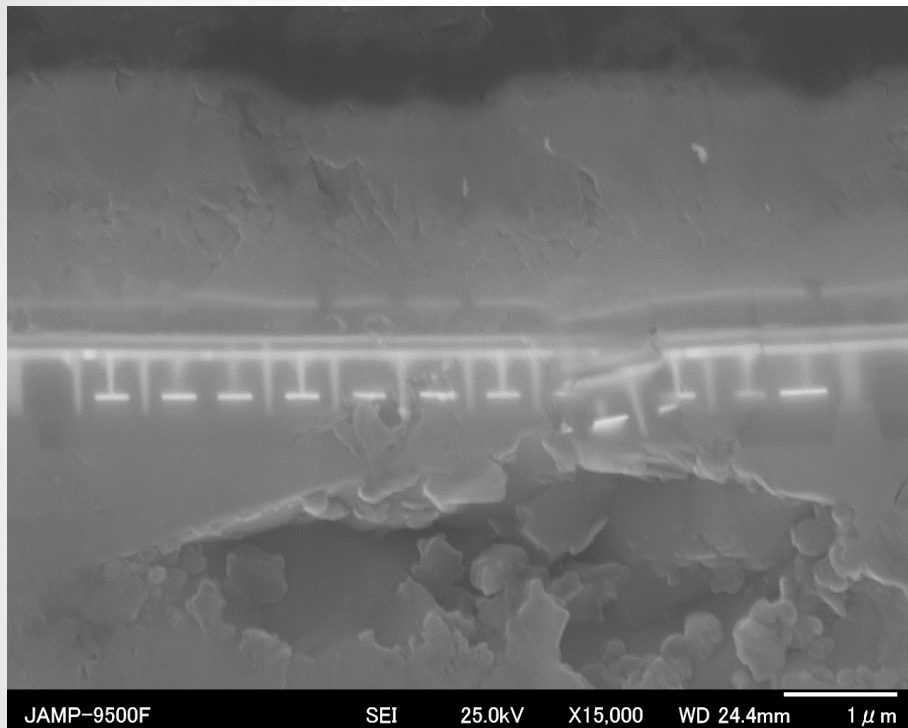
CP加工面のSEM画像(JAMP-9500F)



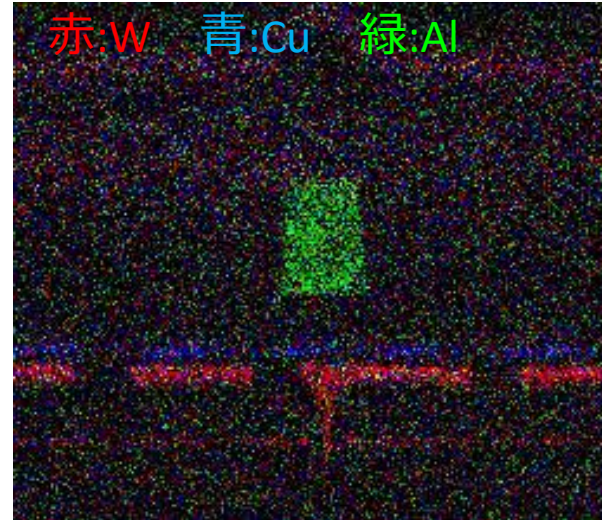
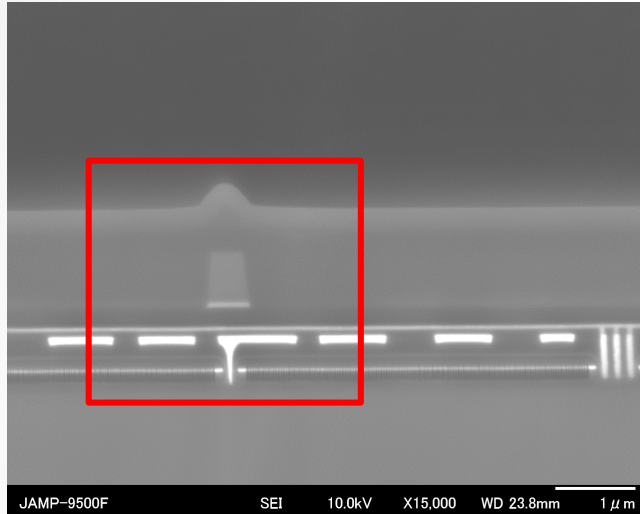
CP加工面のSEM画像(JAMP-9500F)



# 1500の研磨断面SEM像



## オージェマッピング



## オージェマッピング

