

國立中央大學工學院 精密儀器中心

XRD and TEM

黃智詮 技士

儀器位置圖



工程五館



精密儀器中心



XRD-D8A



CFE-TEM



HR-TEM



XRD-D2P

- ▶ X光繞射儀(XRD)-Bruker D8Advance - 工程五館A110室
- ▶ X光繞射儀(XRD)-Bruker D2Phaser - 工程五館A119室
- ▶ 高解析掃描穿透式電子顯微鏡(HR-TEM) - 工程五館A116室
- ▶ 冷場發掃描穿透式電子顯微鏡(CFE-TEM) - 工程五館A114室

儀器功能介紹

► X光繞射儀(XRD)-Bruker D8Advance (2023年購置)

- (1)鑑別樣品之結晶組成與分析、小角度XRD委測服務。
- (2)殘留應力分析(Residual Stress)。
- (3)低掠角X光繞射分析(GIXRD)。
- (4)X光反射率分析(XRR)。

► X光繞射儀(XRD)-Bruker D2Phaser (2013年購置)

鑑別樣品之結晶組成與分析。

► 高解析掃描穿透式電子顯微鏡(HR-TEM)

JEOL JEM-2100 (2007年購置)

- (1)觀察材料結構。
- (2)選區繞射(SAED)。
- (3)能量散佈分析(EDS)-TEM Mode。
- (4)Point, Linescan或Mapping-STEM Mode。

► 冷場發射掃描穿透式電子顯微鏡(CFE-TEM)

JEOL JEM-F200 (2025年購置)

- (1)觀察材料結構。
- (2)選區繞射(SAED)。
- (3)能量散佈分析(EDS)-TEM Mode。
- (4)Point, Linescan或Mapping-STEM Mode。
- (5) $\mu\mu$ -Diffraction和4D-STEM。



XRD-D8A



XRD-D2P



HR-TEM



CFE-TEM

X光繞射儀(XRD)-Bruker D8Advance(1.6kW Cu)

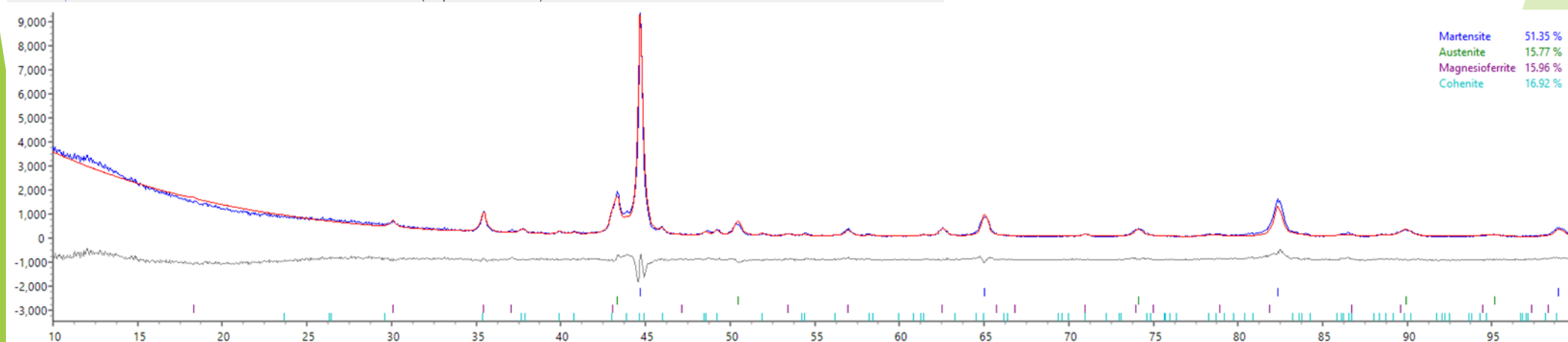
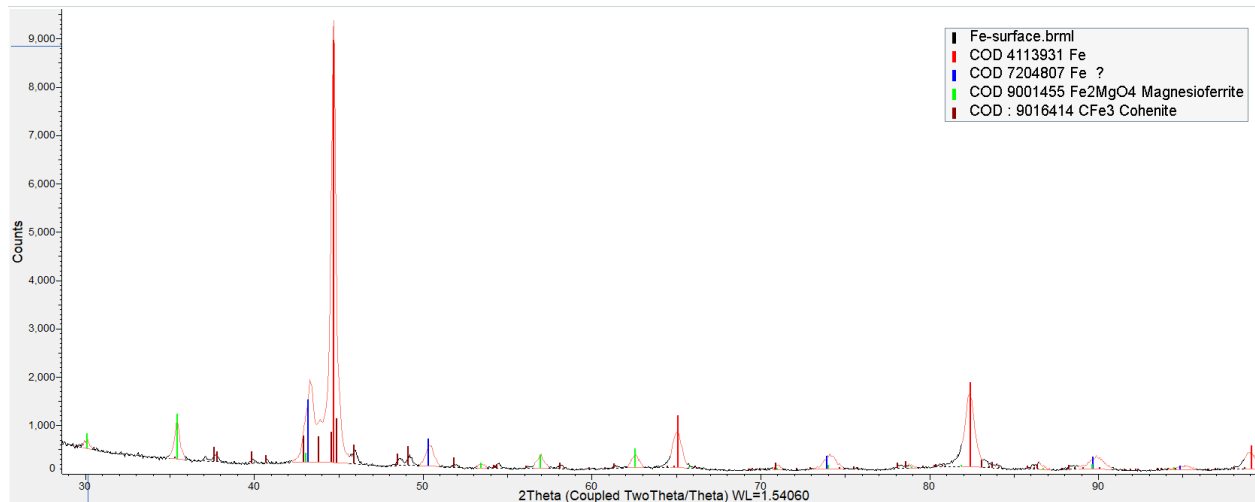
► 鑑別樣品之結晶組成與分析。[樣品適用粉末、薄膜與塊材][提供無背景載台委測服務]

Measurement Center & EVA (COD and PDF2-2003) & TOPAS

Fe-based Material

此機台偵測器可抑制鐵、鈷與鎳的螢光效應。

EVA(COD and PDF2-2003)

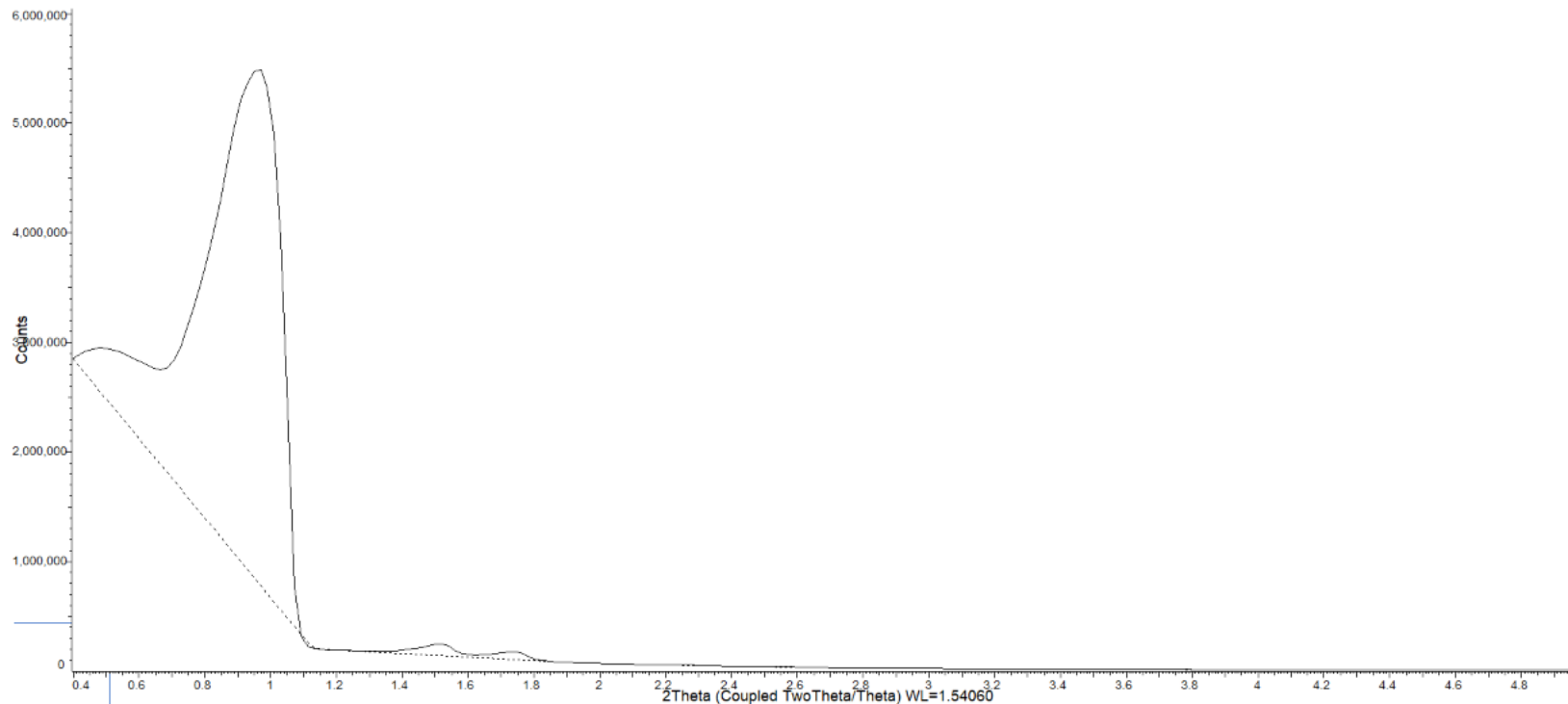


TOPAS

X光繞射儀(XRD)-Bruker D8Advance(1.6kW Cu)

- ▶ 提供小角度XRD委測服務(2θ 可從 0.4° 開始量測)。

孔洞材料(SBA-15)



X光繞射儀(XRD)-Bruker D8Advance(1.6kW Cu)

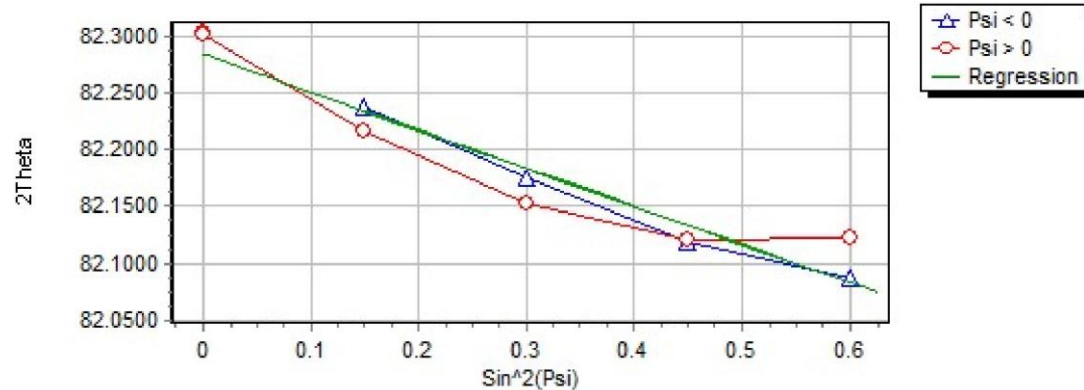
- ▶ 殘留應力分析(Residual Stress)。利用 $\sin^2(\Psi)$ 法計算。

Measurement Center & Leptos 7 **Fe-based Material**

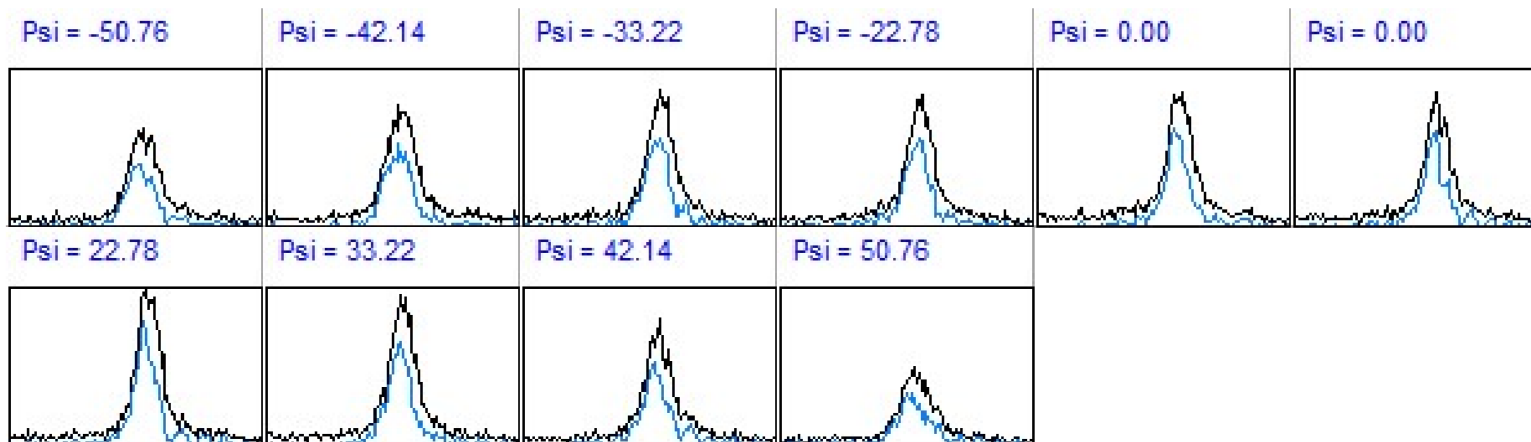
Normal Stress: 579.1 ± 60.7 MPa

Shear Stress: -0.6 ± 15.8 MPa

FWHM (mean): 0.652 ± 0.077 deg

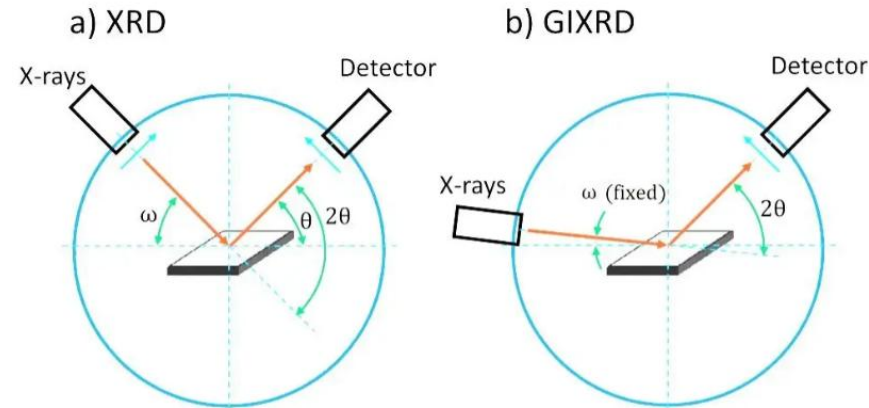


Leptos 7



X光繞射儀(XRD)-Bruker D8Advance(1.6kW Cu)

- ▶ 低掠角X光繞射分析(GIXRD)。
- ▶ 試片以2cm x 2cm較佳，最少也需1cm x 1cm。
- ▶ 真空吸附式載台，試片高度需<1mm。

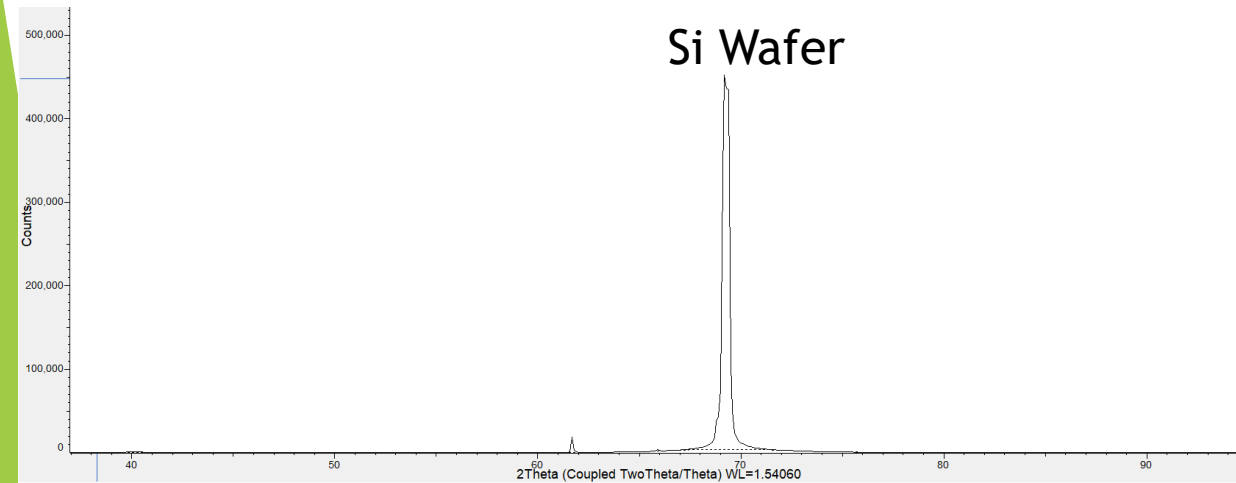


Measurement Center & EVA

a few nm Diamond's film on (100) Si Wafer

Locked-Coupled Mode

Si Wafer



GIXRD-tube fixed 1 degree

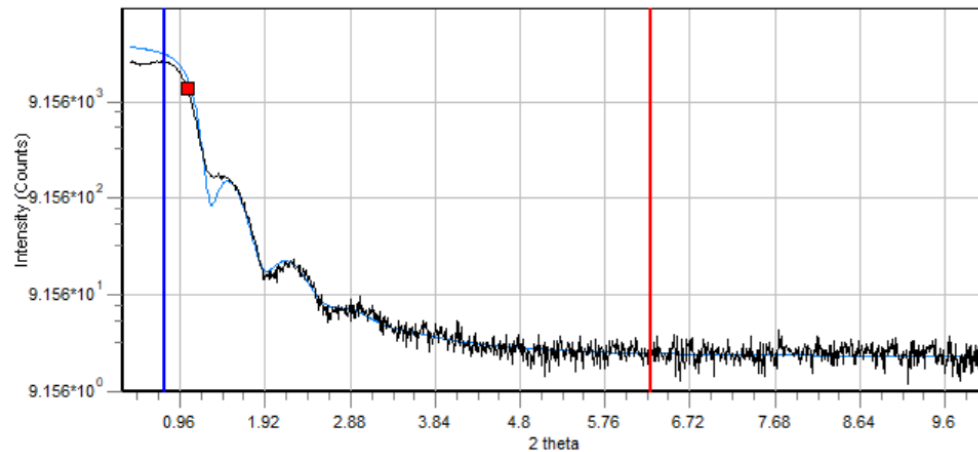


X光繞射儀(XRD)-Bruker D8Advance(1.6kW Cu)

- ▶ X光反射率分析(XRR)。
- ▶ 試片以2cm x 2cm較佳，最少也需1cm x1cm。分析厚度<300nm
- ▶ 真空吸附式載台，試片高度需<1mm。

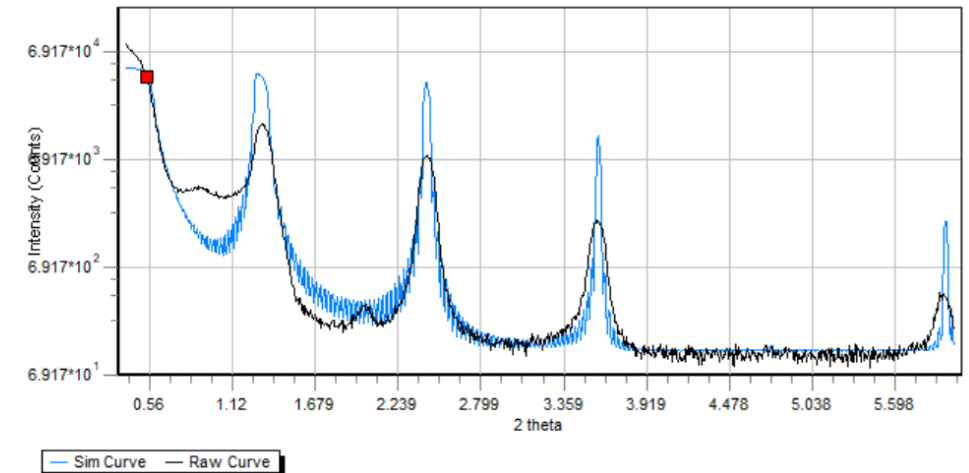
Measurement Center & Leptos 7

10 nm Cu on Si Wafer



N	R	Material	Cell input	Thickness	Roughness	Conc X Top, %	Conc X Bot, %	Relax. Top	Relax. Bot	Profile	Grading	Density T
1	1	Au	density	10.9238	0.0042	0.0000	0.0000	0.000	0.000	No Gradient	10	16.15740
SUB	1	Si	density	0.0000	1.1116	0.0000	0.0000	0.000	0.000	No Gradient	0	2.32910

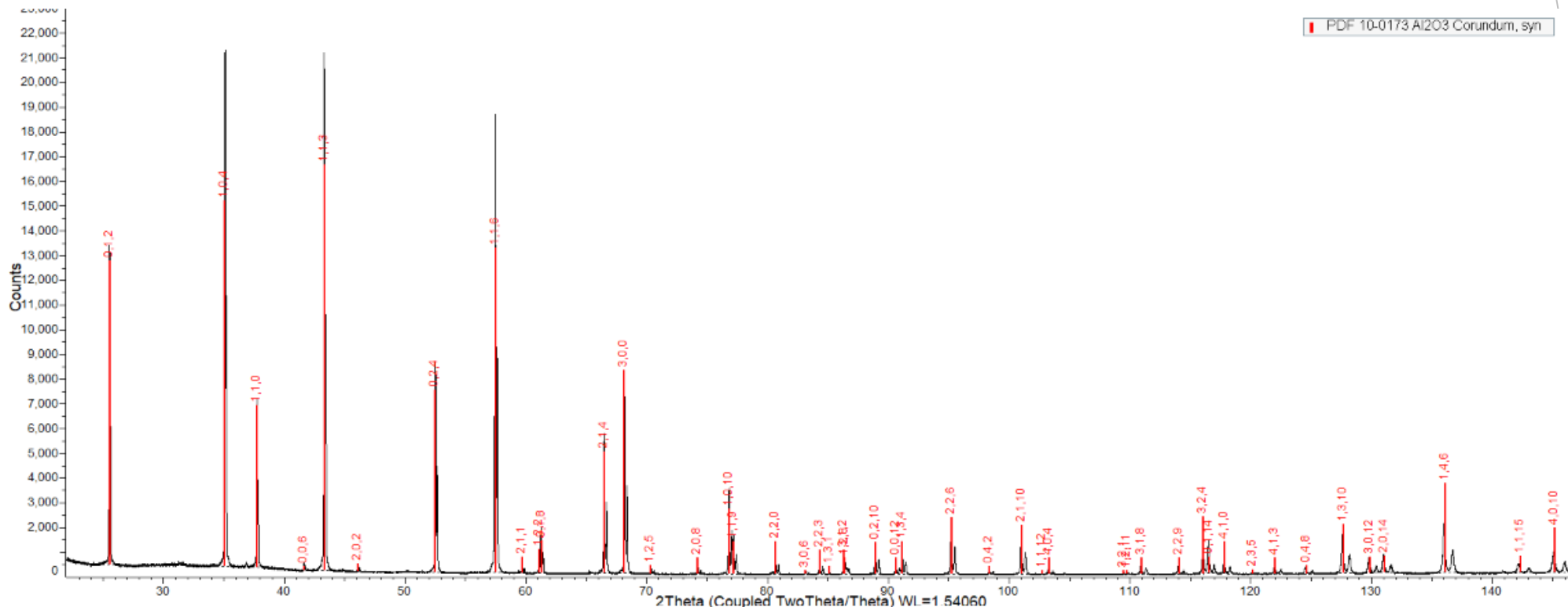
Multilayer on Si Wafer



N	R	Material	Cell input	Thickness	Roughness	Conc X Top, %	Conc X Bot, %	Relax. Top	Relax. Bot	Profile	Grading	Density T
1	40	Si	density	5.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	No Gradient	10	2.32910
2	40	B4C	density	0.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	No Gradient	10	2.52000
3	40	Mo	density	1.8641	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	No Gradient	10	10.22320
4	40	B4C	density	0.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	No Gradient	10	2.52000
SUB	1	Si	density	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	No Gradient	0	2.32910

X光繞射儀(XRD)-Bruker D2Phaser(0.3kW Cu)

- ▶ 鑑別樣品之結晶組成與分析。[樣品適用粉末與塊材]
- ▶ 提供無背景載台委測服務。
- ▶ 僅能以Locked-Coupled Mode量測。
- ▶ EVA (COD and PDF2-2003) & TOPAS 分析計算。

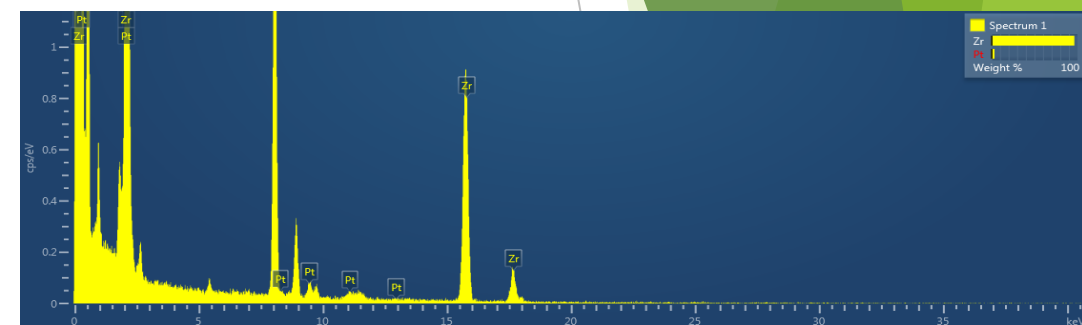


高解析掃描穿透式電子顯微鏡(HR-TEM)

TEM & 半定量分析

- ▶ JEOL JEM-2100 (LaB₆ filament)
- ▶ 粉末試片(需自行放置於3mm鍍碳銅網，並經過乾燥)
- ▶ 提供以下服務：
 - (1)觀察材料結構。(粉末或FIB試片)
 - (2)選區繞射(SAED)。(最小選區範圍約100nm直徑的圓)
 - (3)能量散佈分析(EDS)。(TEM Mode半定量分析)
 - (4)Point, Linescan或Mapping(STEM Mode)。(解析度約10nm)

Element	Line Type	k Factor	k Factor type	Absorption Correction	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %
Zr	K series	4.225	Theoretical	1.00	96.37	0.51	98.27
Pt	L series	2.630	Theoretical	1.00	3.63	0.51	1.73
Total					100.00		100.00



▶ 原則不受理磁性、易揮發性(高分子、有機物)、有毒與輻射性等材料。

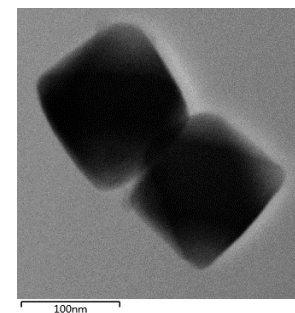
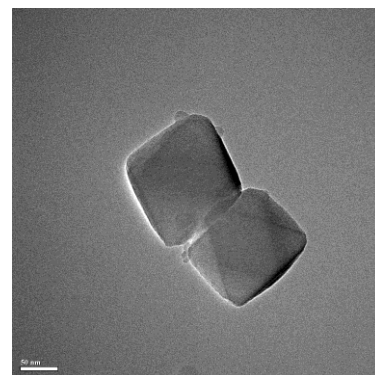
▶ 可接受磁性樣品如下：

(1)磁性材料佔總樣品量20wt%以下

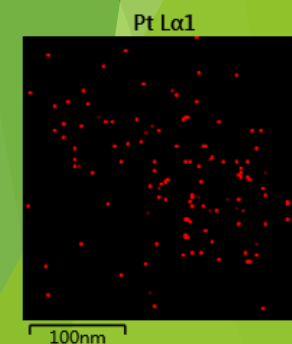
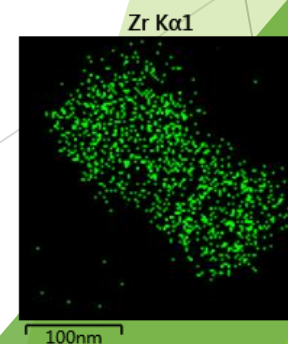
(2)FIB樣品

▶ 可接受易揮發性如下：

於TEM觀察下，樣品無變形。



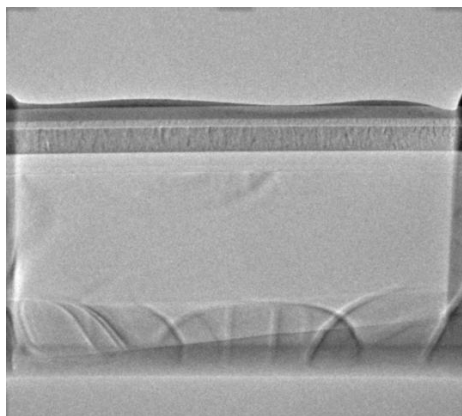
STEM & Mapping



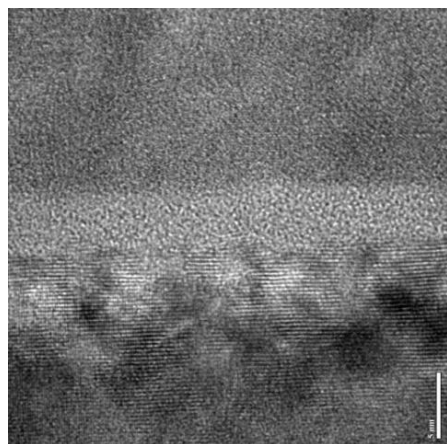
高解析掃描穿透式電子顯微鏡(HR-TEM)

► FIB試片(2023010570739a0)

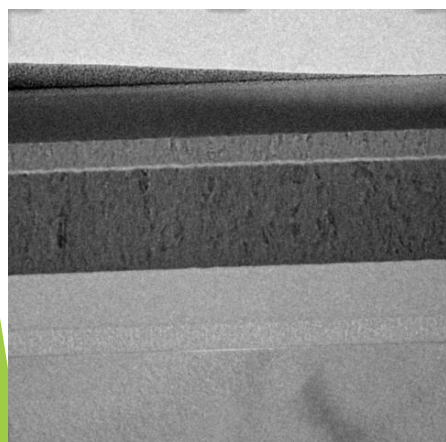
TEM & SAED



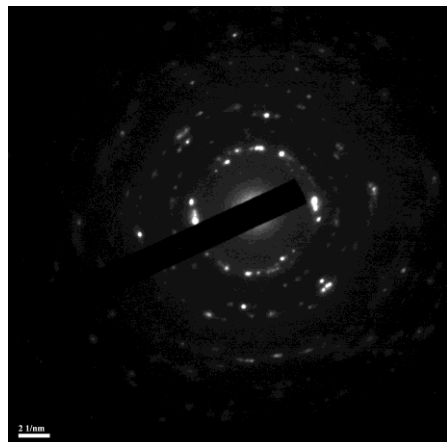
2500X



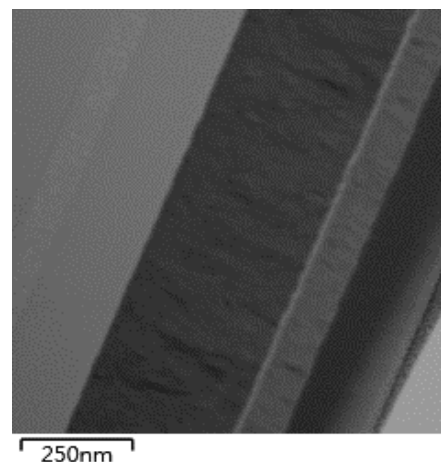
600kX



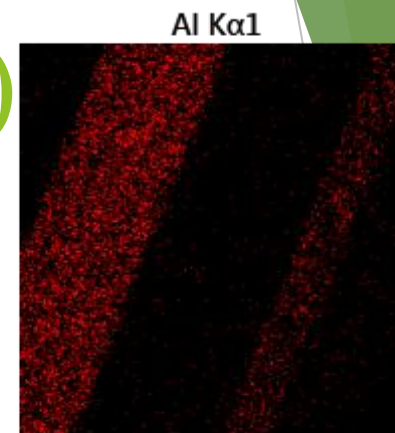
10kX



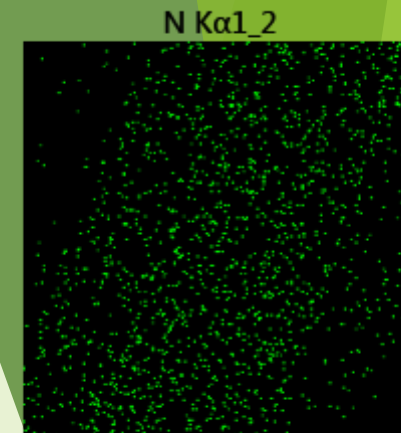
SAED



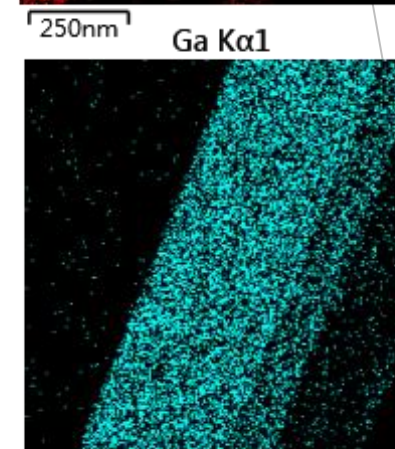
STEM & Mapping



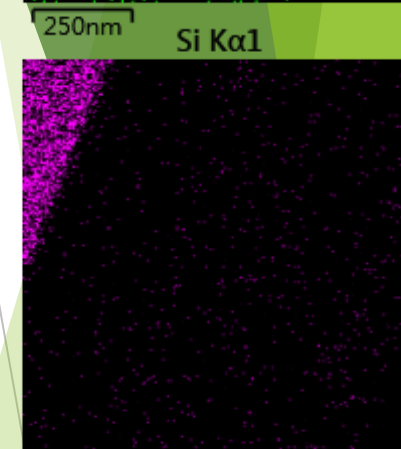
250nm



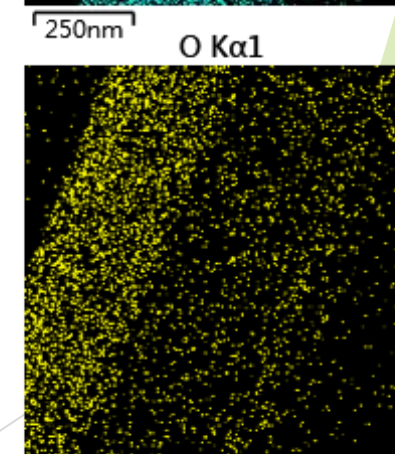
250nm



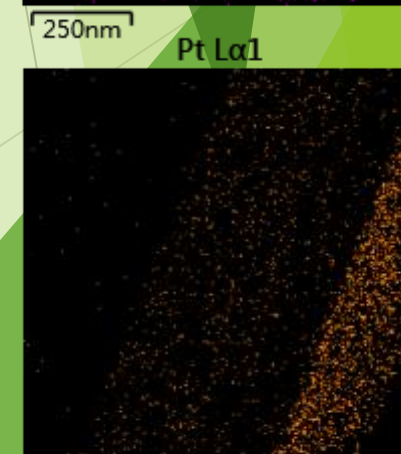
250nm



250nm



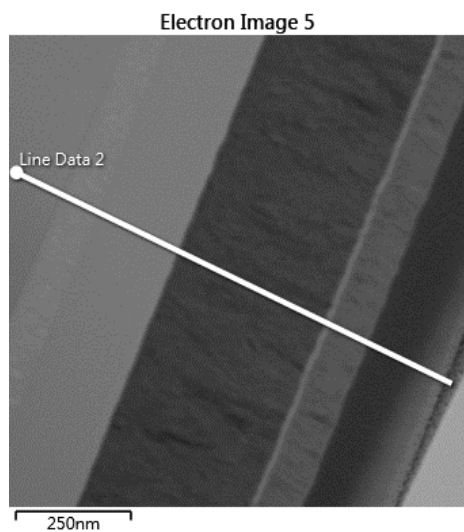
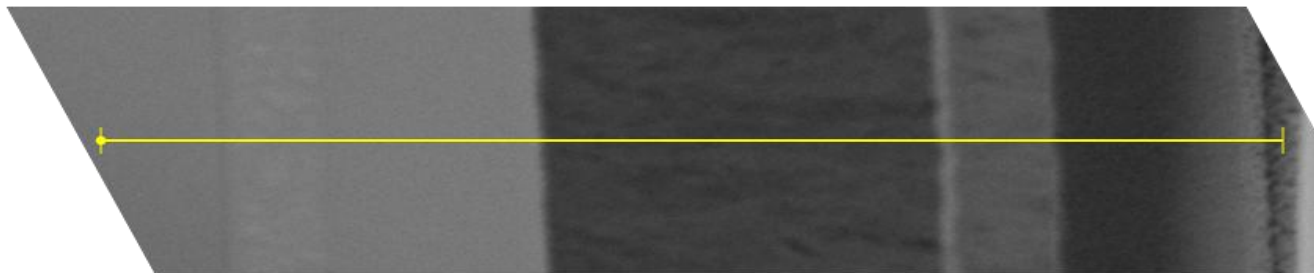
250nm



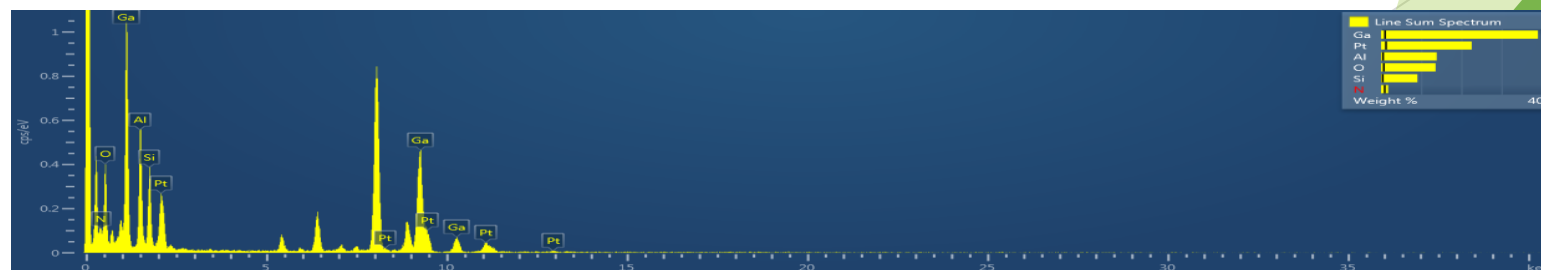
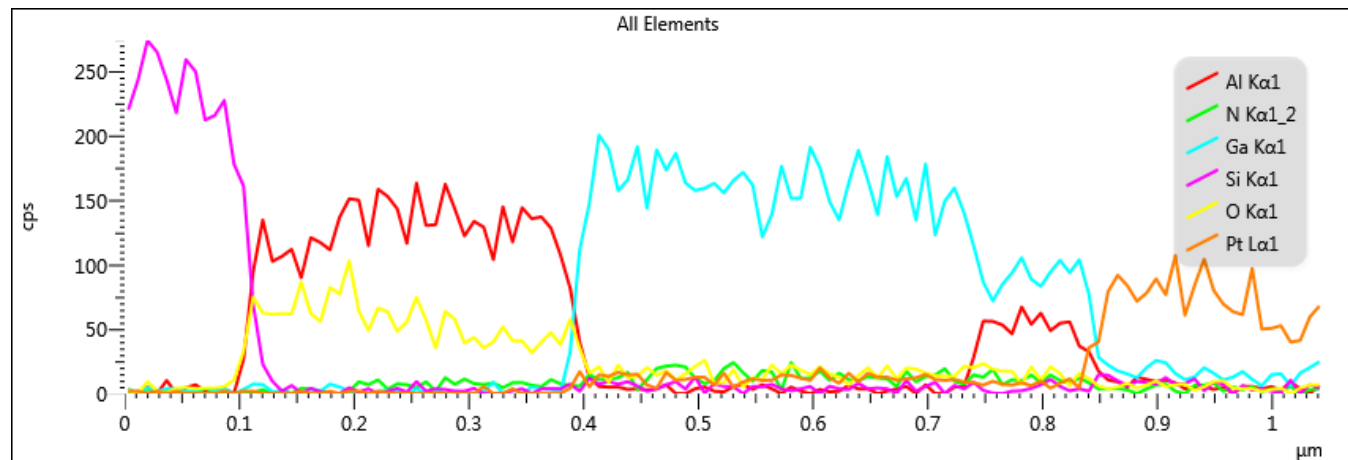
250nm

高解析掃描穿透式電子顯微鏡(HR-TEM)

► FIB試片



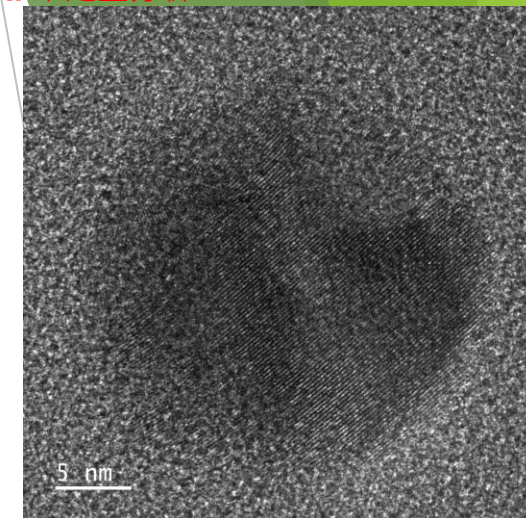
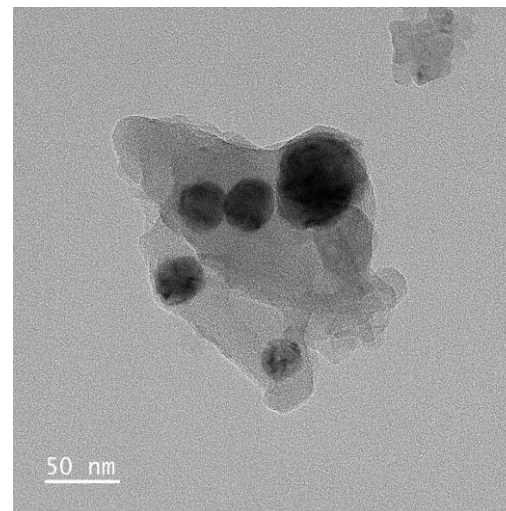
STEM & Linescan



冷場發射掃描穿透式電子顯微鏡(CFE-TEM)

TEM & 半定量分析

- ▶ JEOL JEM-F200 (Cold-Field Emission Gun)
- ▶ 粉末試片(需自行放置於3mm鍍碳銅網，並經過乾燥)
- ▶ 提供以下服務：
 - (1)觀察材料結構。(粉末或FIB試片)
 - (2)選區繞射(SAED)。(最小選區範圍約100nm直徑的圓)
 - (3)能量散佈分析(EDS)。(TEM Mode半定量分析)
 - (4)Point, Linescan或Mapping(STEM Mode)。(解析度約1nm)
 - (5)4D-STEM。

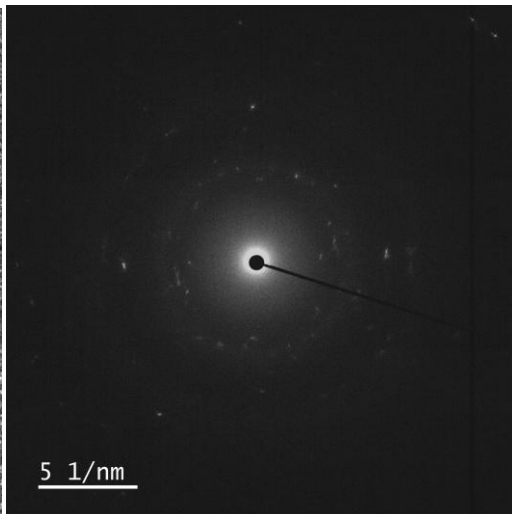
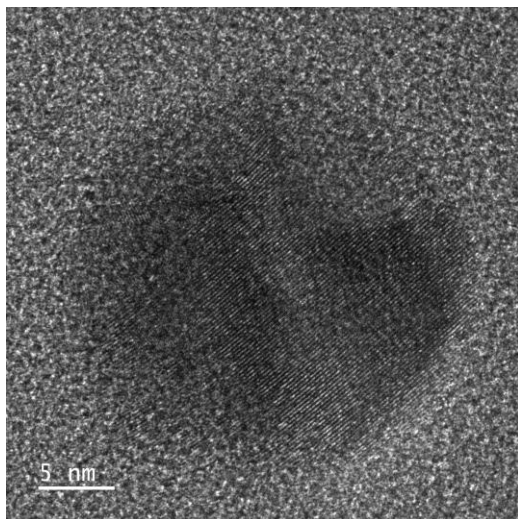
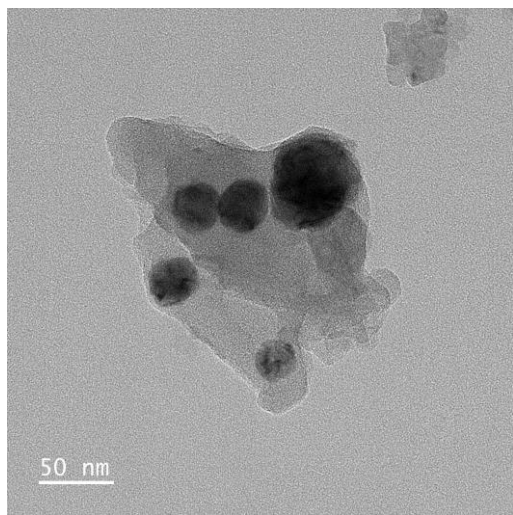


STEM & Mapping

- ▶ 不受理磁性、易揮發性(高分子、有機物)、有毒與輻射性等材料。
- ▶ 可接受磁性樣品如下：
 - (1)磁性材料佔總樣品量5wt%以下
 - (2)FIB樣品
- ▶ 可接受易揮發性如下：
於TEM觀察下，樣品無變形。

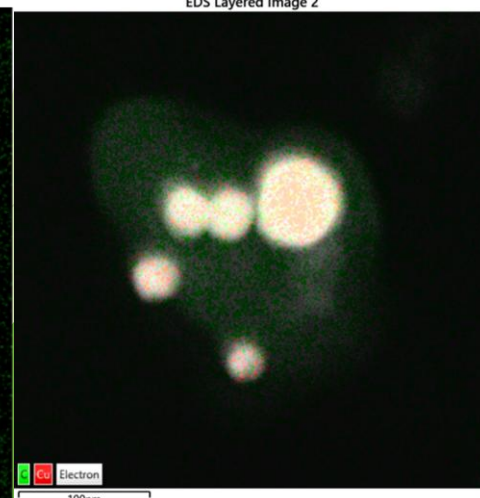
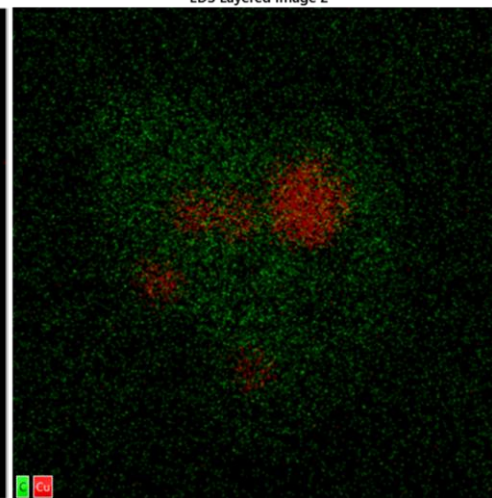
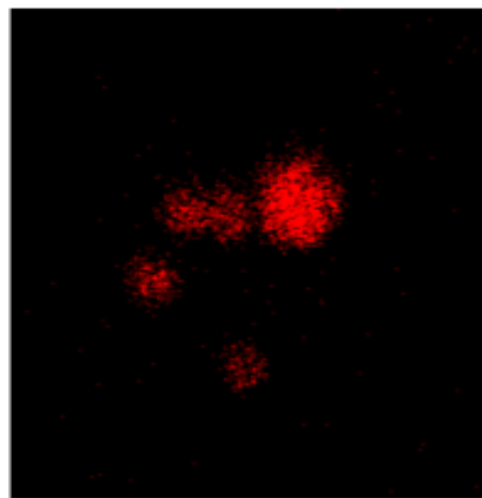
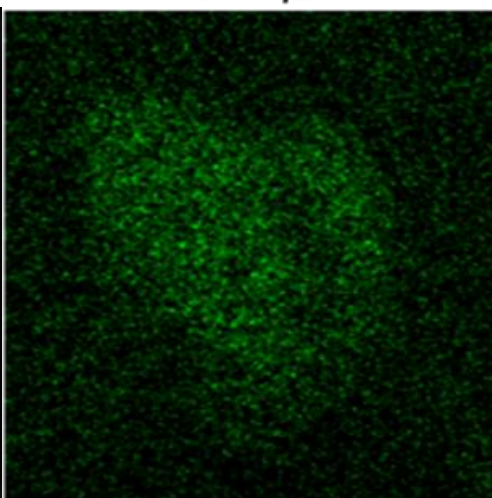
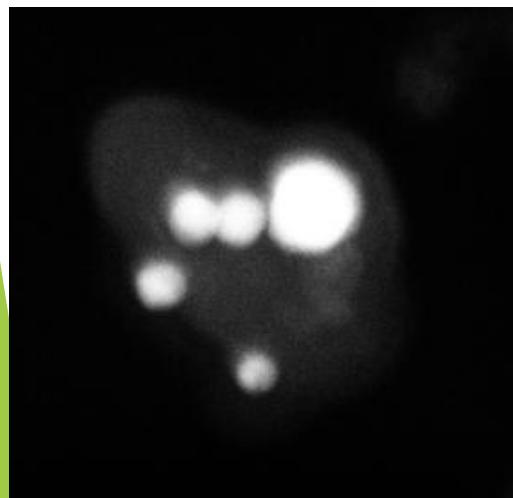
冷場發射掃描穿透式電子顯微鏡(CFE-TEM)

► 粉末試片 TEM & SAED & 半定量分析



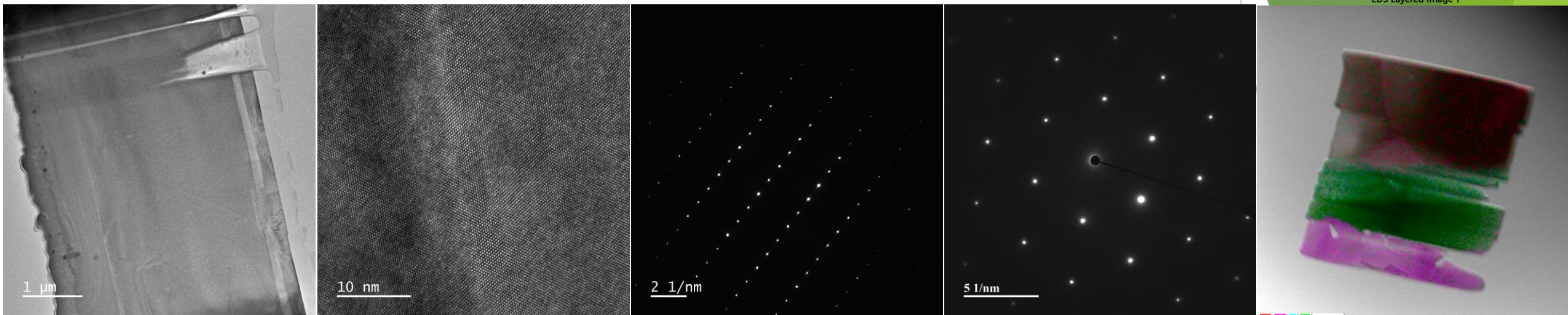
Map Sum Spectrum							
Element	Line Type	k Factor	k Factor type	Absorption Correction	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %
C	K series	3.115	Theoretical	1.00	92.01	0.22	98.38
Cu	K series	1.421	Theoretical	1.00	7.99	0.22	1.62
Total:					100.00		100.00

STEM & Mapping

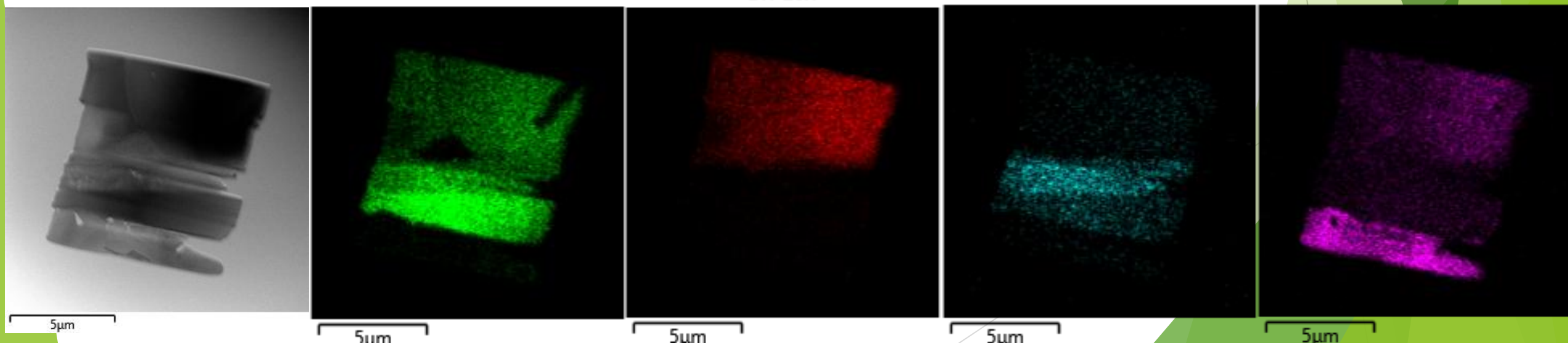


冷場發射掃描穿透式電子顯微鏡(CFE-TEM)

► FIB試片 TEM & SAED



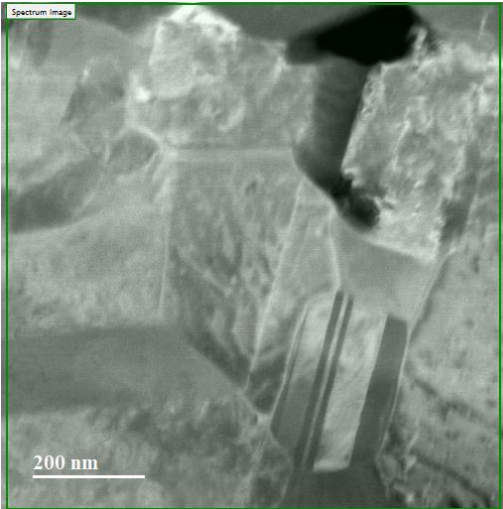
STEM & Mapping



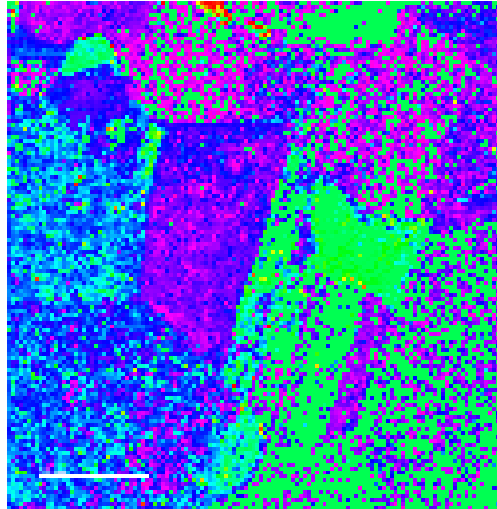
冷場發射掃描穿透式電子顯微鏡(CFE-TEM)

► 4D-STEM (Cu FIB)

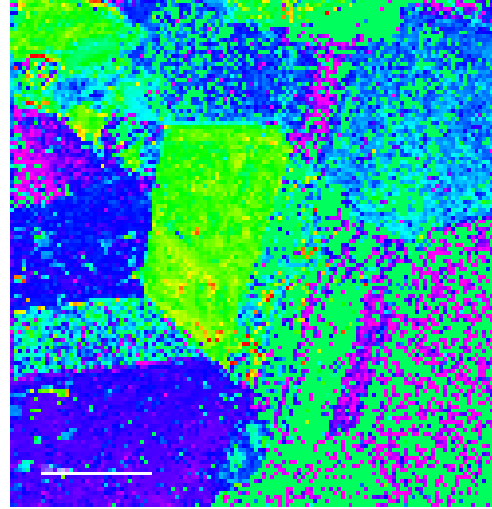
Strain Mapping



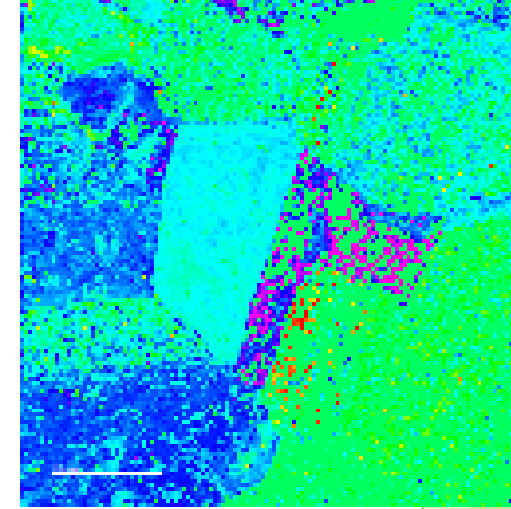
Strain Exx



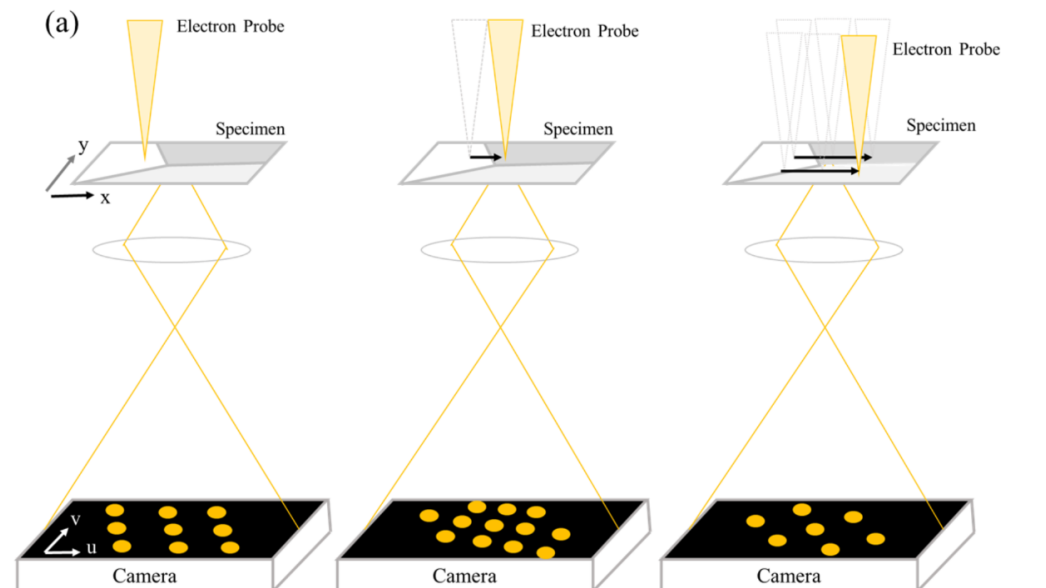
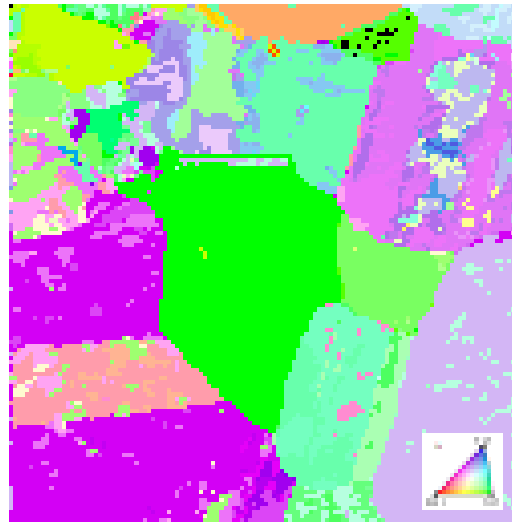
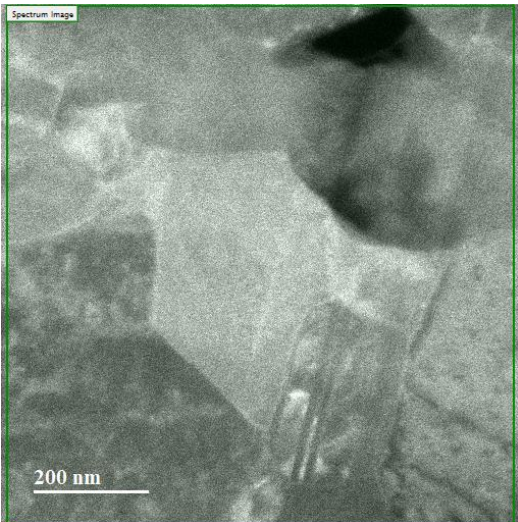
Strain Eyy



Shear Exy



Orientation Mapping



儀器預約方式與收費標準

儀器名稱	預約方式	開放下個月預約時間				
XRD-D8A	填寫A119門口預約表 (分成早上、中午、下午與晚上時段)	每月25號am9:00開放預約 (遇假日順延)				
XRD-D2P						
HR-TEM	請上國科會基礎核心設施預約服務管理系統預約 https://vir.nstc.gov.tw/home/Index	每月15號am8:30開放預約				
CFE-TEM		每月16號am8:30開放預約				
儀器名稱	收費標準					
XRD-D8A	校內自行操作： 600元/小時; 校內委託操作：1,200元/小時 校外自行操作：1,200元/小時; 校外委託操作：2,000元/小時					
XRD-D2P	校內自行操作： 550元/小時; 校內委託操作：1,200元/小時 校外自行操作：1,200元/小時; 校外委託操作：2,000元/小時					
HR-TEM	<table><tr><th>計畫付費(自行操作)↵</th><th>非計畫付費↵</th></tr><tr><td>1. 基本費:800 元(300)↵ 2. EDS(TEM mode):300 元(150)↵ 3. EDS(STEM mode):400 元(200)↵</td><td>1. 基本費:6,000 元↵ 2. EDS(TEM mode):3,000 元↵ 3. EDS(STEM mode):4,000 元↵</td></tr></table>		計畫付費(自行操作)↵	非計畫付費↵	1. 基本費:800 元(300)↵ 2. EDS(TEM mode):300 元(150)↵ 3. EDS(STEM mode):400 元(200)↵	1. 基本費:6,000 元↵ 2. EDS(TEM mode):3,000 元↵ 3. EDS(STEM mode):4,000 元↵
計畫付費(自行操作)↵	非計畫付費↵					
1. 基本費:800 元(300)↵ 2. EDS(TEM mode):300 元(150)↵ 3. EDS(STEM mode):400 元(200)↵	1. 基本費:6,000 元↵ 2. EDS(TEM mode):3,000 元↵ 3. EDS(STEM mode):4,000 元↵					
CFE-TEM	<table><tr><th>計畫付費(自行操作)↵</th><th>非計畫付費(自行操作)↵</th></tr><tr><td>1. 基本費:3,500 元(1,500)↵ 2. EDS(TEM mode):500 元(250)↵ 3. EDS(STEM mode):1,000 元(500)↵ 4. 4D-STEM:1,000 元(500)↵</td><td>1. 基本費:15,000 元↵ 2. EDS(TEM mode):1,000 元↵ 3. EDS(STEM mode):2,000 元↵ 4. 4D-STEM:2000 元↵</td></tr></table>		計畫付費(自行操作)↵	非計畫付費(自行操作)↵	1. 基本費:3,500 元(1,500)↵ 2. EDS(TEM mode):500 元(250)↵ 3. EDS(STEM mode):1,000 元(500)↵ 4. 4D-STEM:1,000 元(500)↵	1. 基本費:15,000 元↵ 2. EDS(TEM mode):1,000 元↵ 3. EDS(STEM mode):2,000 元↵ 4. 4D-STEM:2000 元↵
計畫付費(自行操作)↵	非計畫付費(自行操作)↵					
1. 基本費:3,500 元(1,500)↵ 2. EDS(TEM mode):500 元(250)↵ 3. EDS(STEM mode):1,000 元(500)↵ 4. 4D-STEM:1,000 元(500)↵	1. 基本費:15,000 元↵ 2. EDS(TEM mode):1,000 元↵ 3. EDS(STEM mode):2,000 元↵ 4. 4D-STEM:2000 元↵					

預約注意事項

► XRD

- 時段有早上(8:30-11:30)、中午(11:30-14:00)、下午(14:00-17:00)與晚上(17:00以後)。
- 自行操作需上過**操作課程**(請找黃先生預約)與**輻射安全訓練**(每年一次，每學期環安中心辦理)。
- 晚上時段需要有A級執照。
- 取消預約時段需於時段開始之前，若未取消則以整時段費用計算。

► TEM

- B級執照可預約自行操作時段。
- A級執照可預約晚上或假日時段。

XRD-D2(桌上型 A119 室) 2025 年 9 月 預約表									
日期	系所分機	上午	系所分機	下午	系所分機	晚間(限A照)			
		08:30-11:30		14:00-17:00		17:00~			
1									
2									
3	34235	24235	34235	24235	34235				
4									
5			34235	24235	34235				
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

1.每月 25 日 9 點開放預約,遇例假日順延
2.6 次/研究室/月
3.使用本儀器需持有輻安證照與上過操作課程
4.費用以實際使用時數計算
5.未使用者以全時段計算費用