

# 京都大学北部キャンパス機器分析拠点セミナーシリーズ 第2回「拠点機器の紹介：電子顕微鏡」

2022年2月4日（金）10：30-11：30 オンライン開催

(第1部)

## 透過型電子顕微鏡

(変更：農学研究科 森林科学専攻 准教授 吉永 新 先生)



(株) 日本電子製  
トモグラフィ付透過型電子顕微鏡  
JEM-1400



(第2部)

## 走査型電子顕微鏡

(農学研究科 森林科学専攻 准教授 吉永 新 先生)

(株) 日立ハイテクノロジーズ製  
高分解能電界放出形走査電子顕微鏡  
S-4800

北部キャンパス機器分析拠点  
透過電子顕微鏡

日本電子 JEM-1400

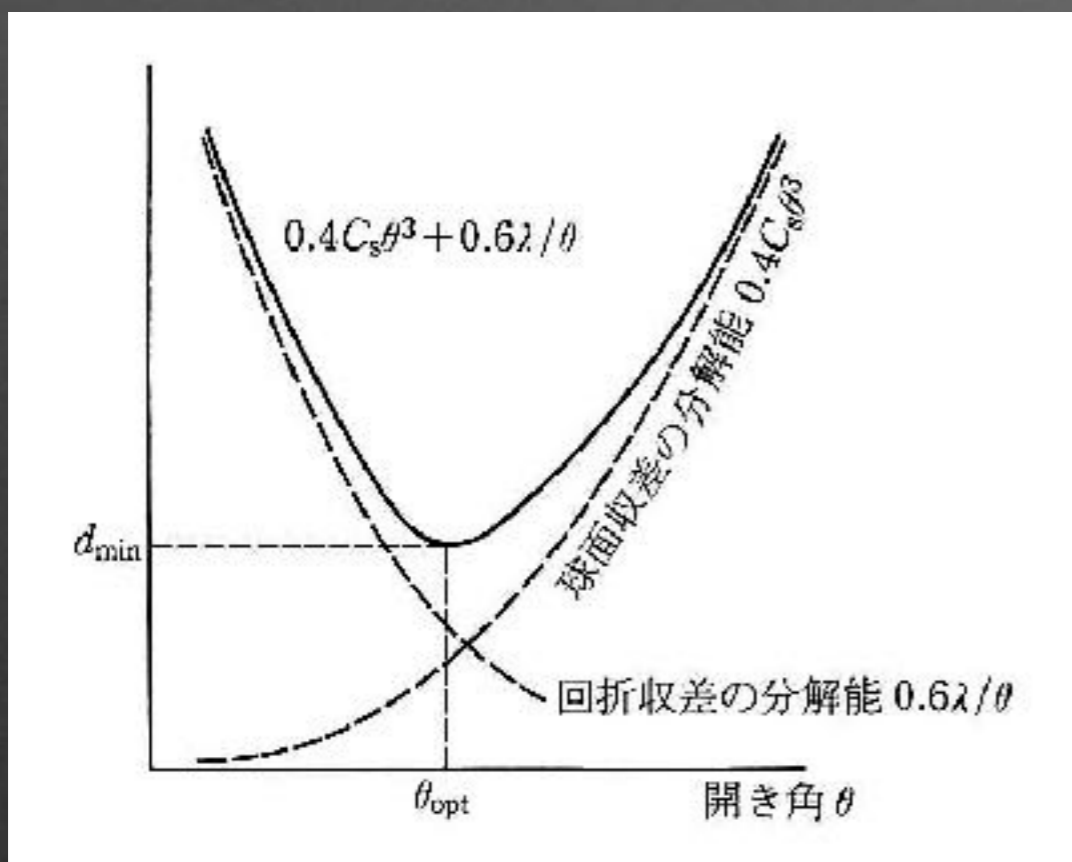
農学研究科 森林科学専攻  
栗野達也

[awano.tatsuya.7z@kyoto-u.ac.jp](mailto:awano.tatsuya.7z@kyoto-u.ac.jp)



# 透過電子顕微鏡の分解能

$$\delta = 0.61 \frac{\lambda}{\theta} + 0.4C_s \theta^3$$

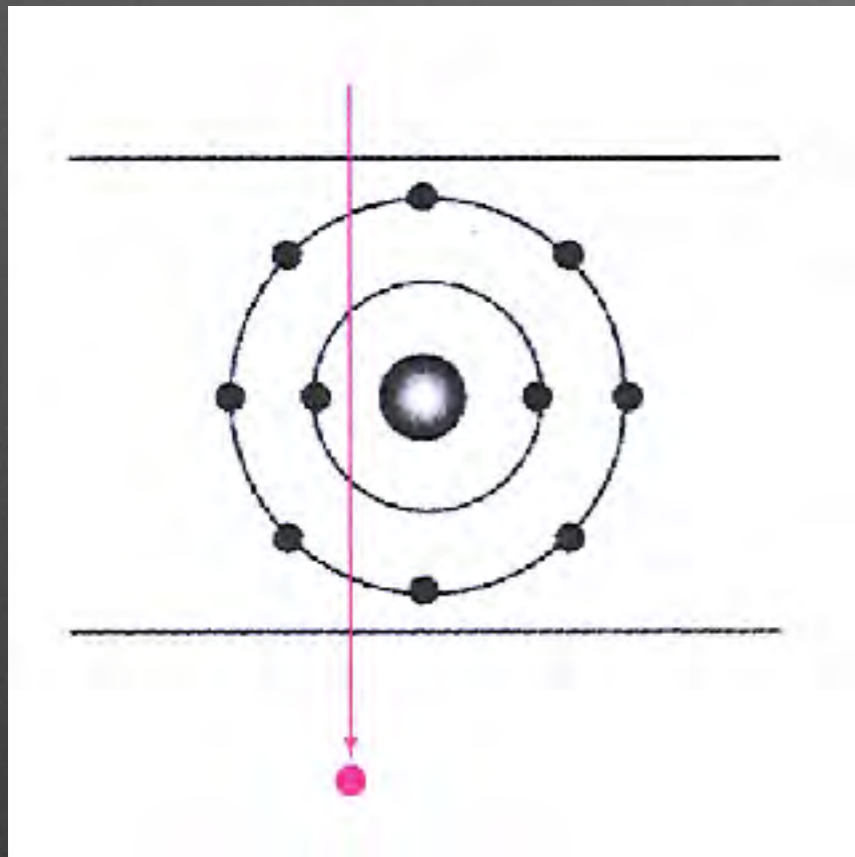


## 透過電子顕微鏡の分解能

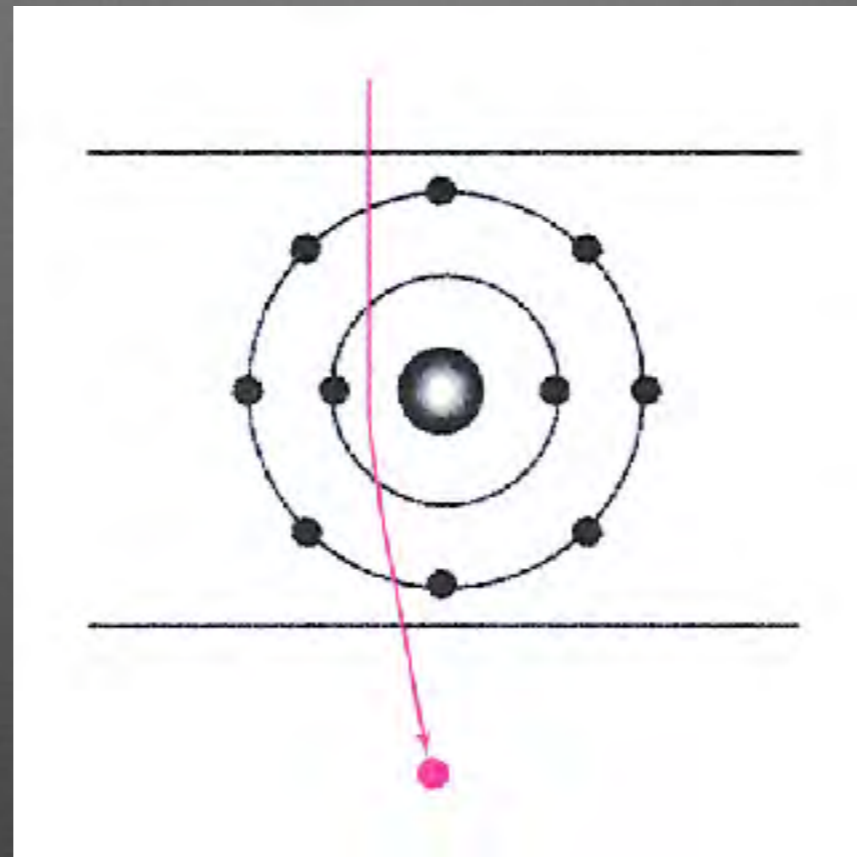
装置名	加速電圧	分解能
JEM-1400	120 kV	0.38 nm
JEM-2200FS	200 kV	0.19 nm
H-3000	3 MV	0.16 nm
JEM-ARM300F*	300 kV	0.05 nm

\*球面収差補正装置付き

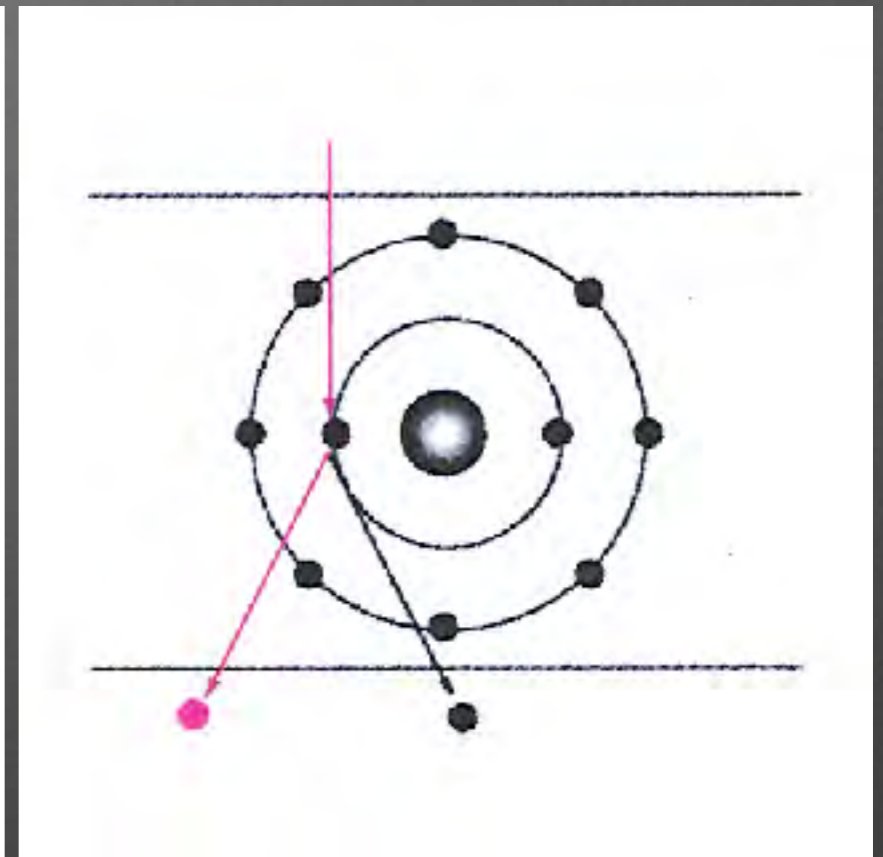
# 電子と試料の相互作用



透過



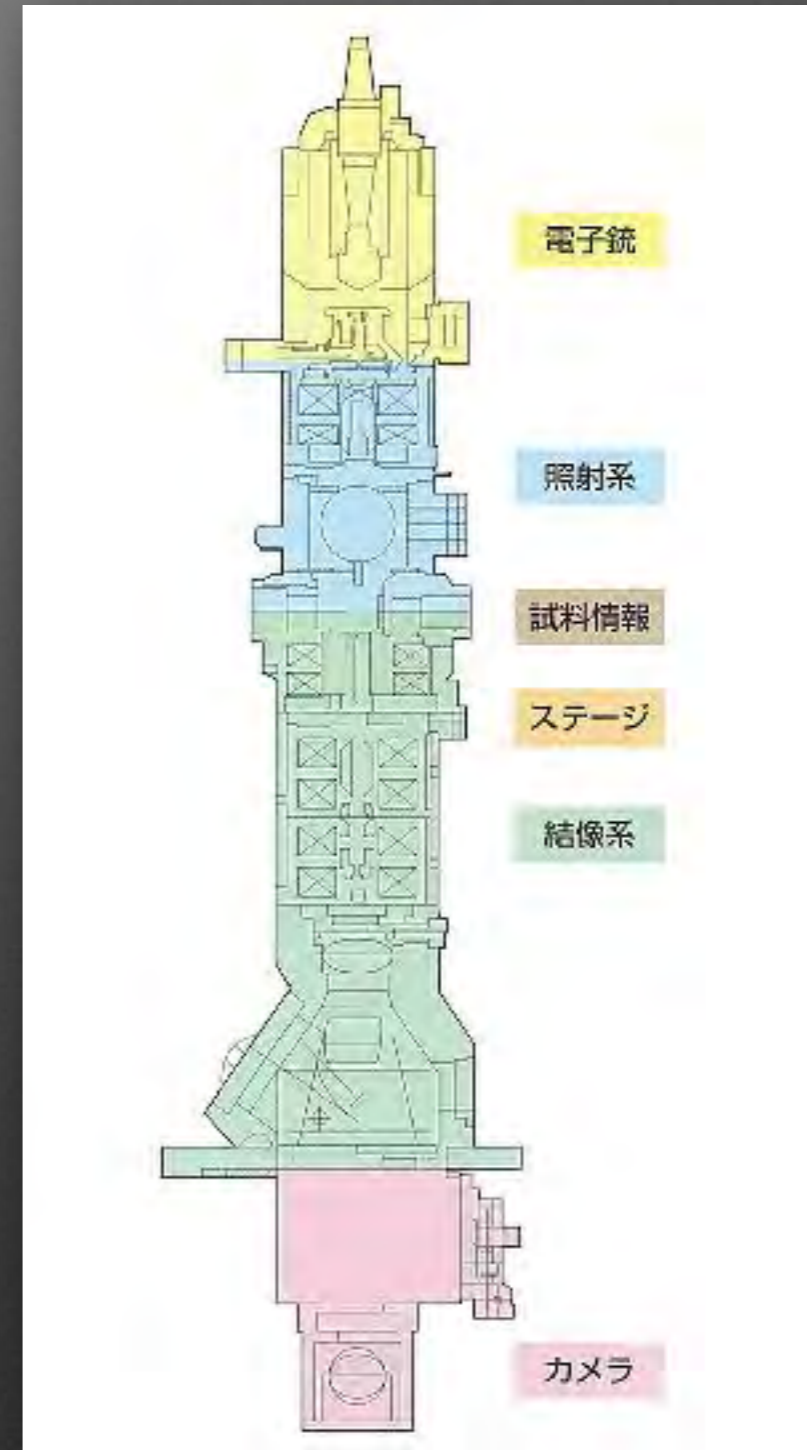
弾性散乱



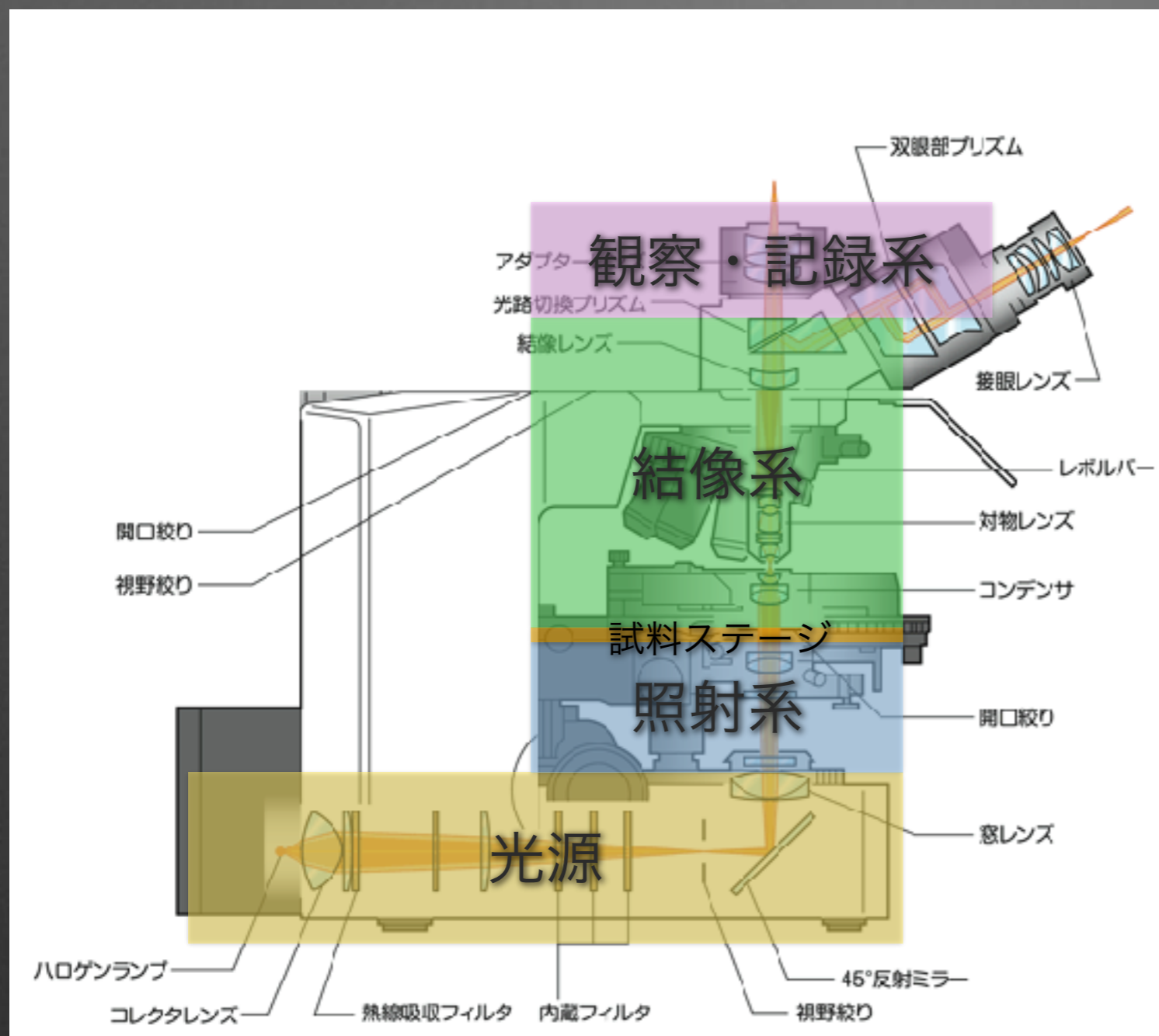
非弾性散乱

重金属による染色により散乱コントラストを得る

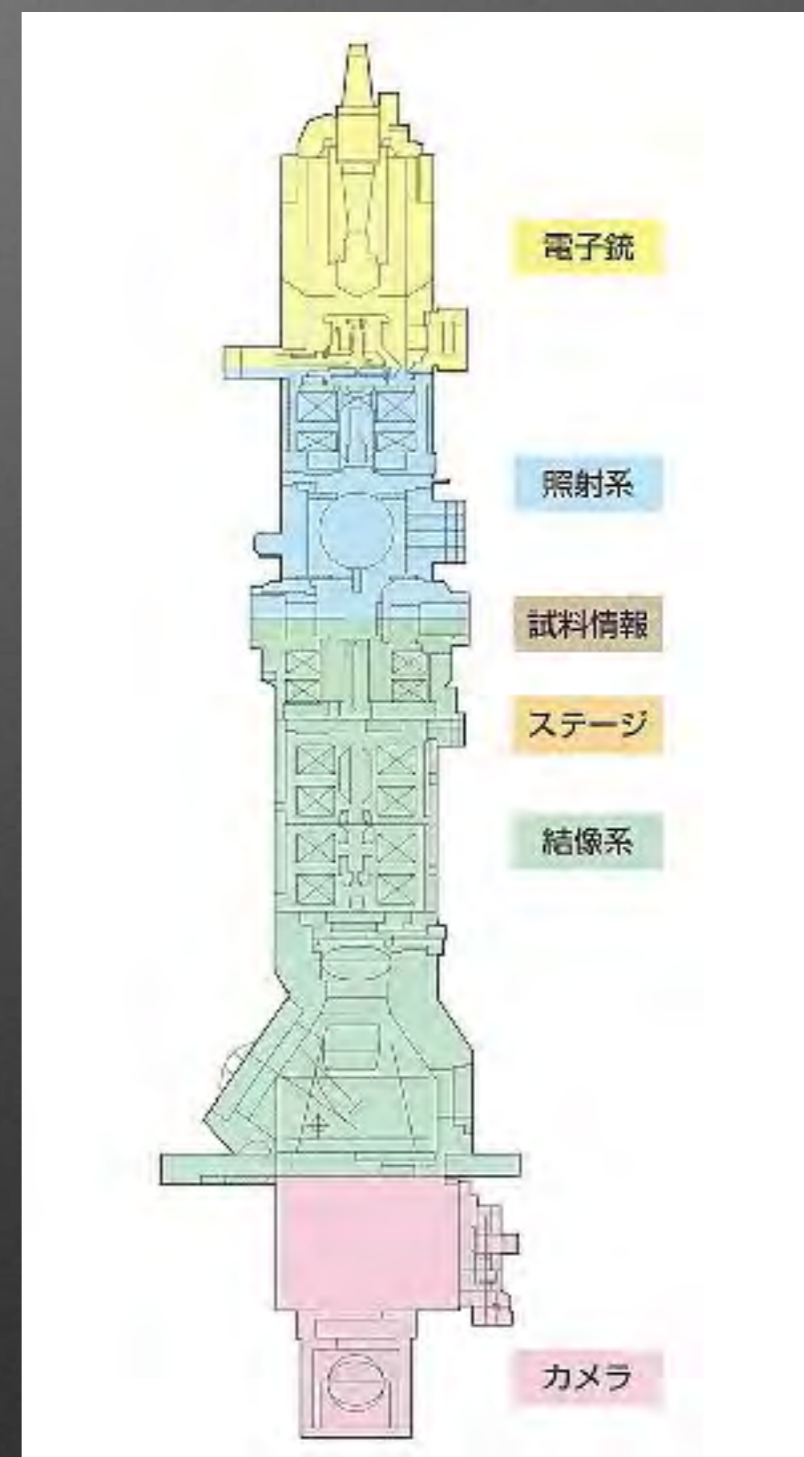
# JEM-1400の構造



# 光学顕微鏡 vs 透過電子顕微鏡

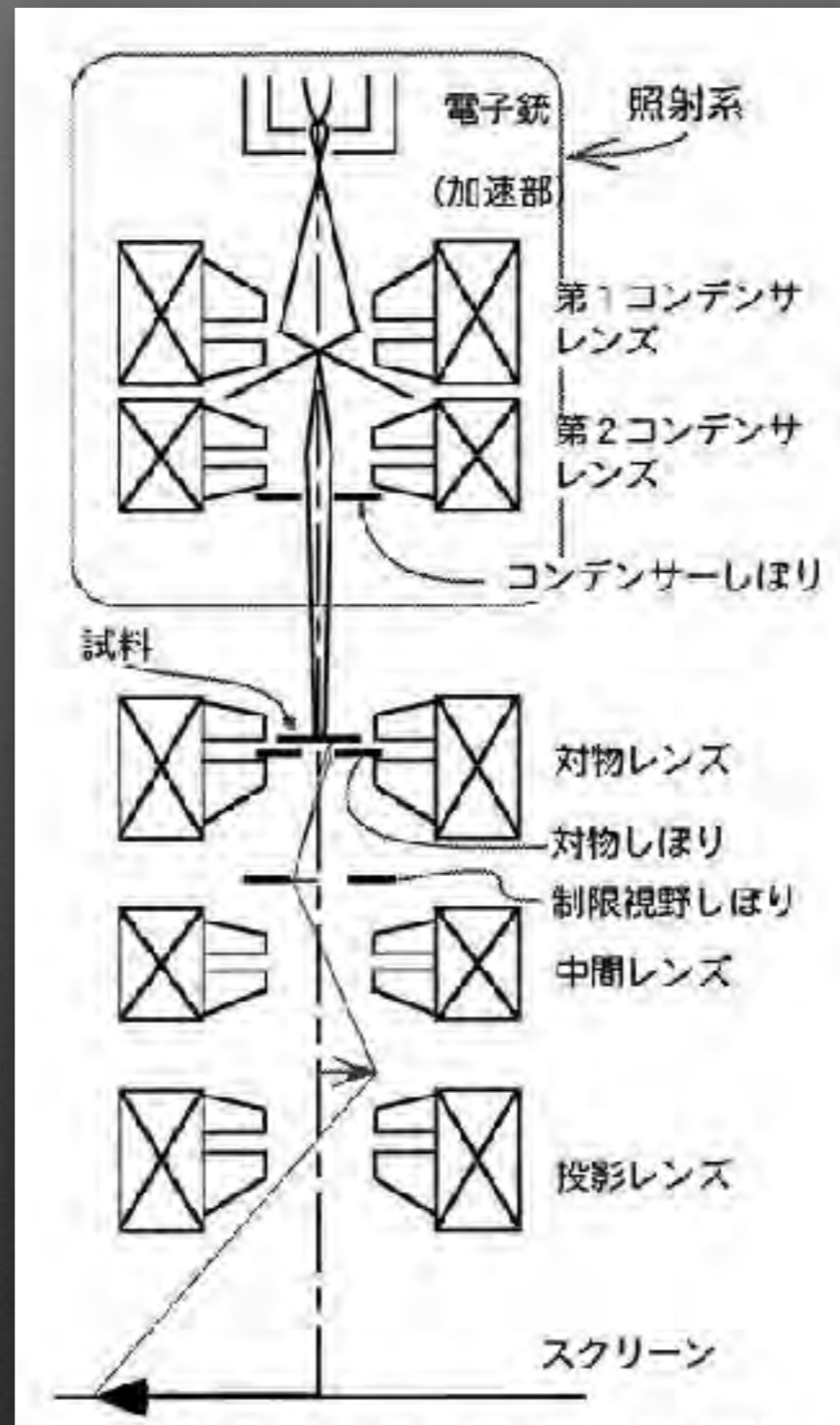


正立型光学顕微鏡

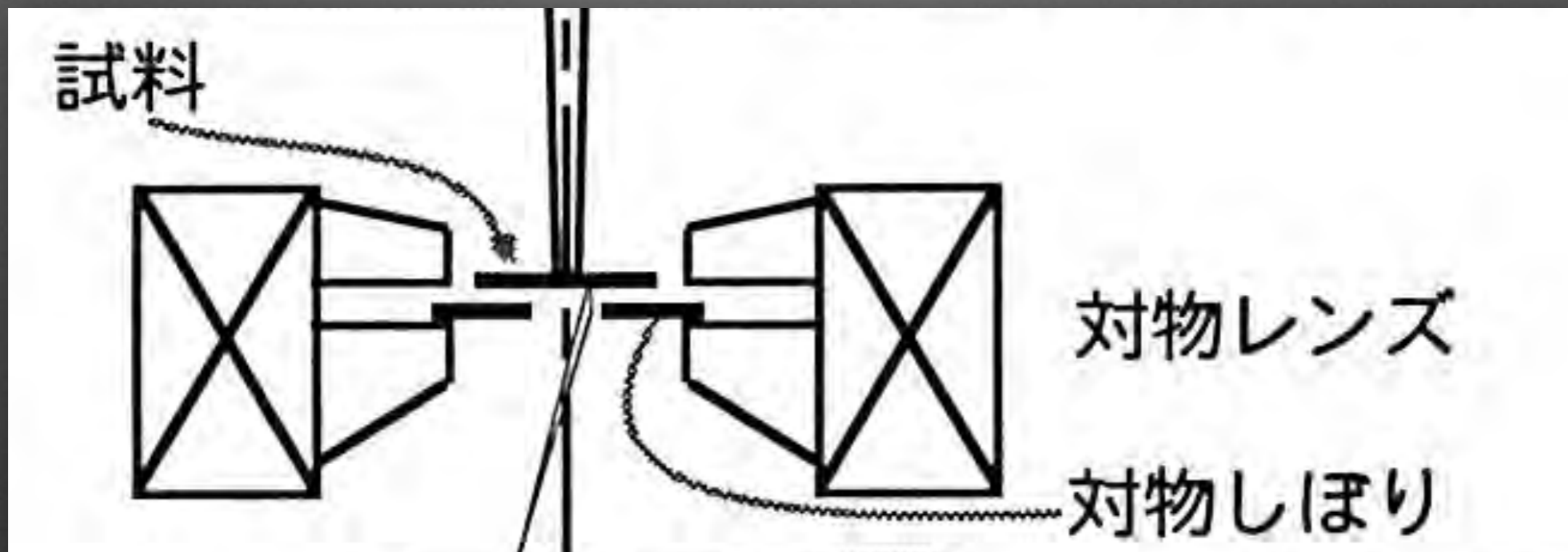


透過電子顕微鏡

# 電子顕微鏡の主なレンズとしほり



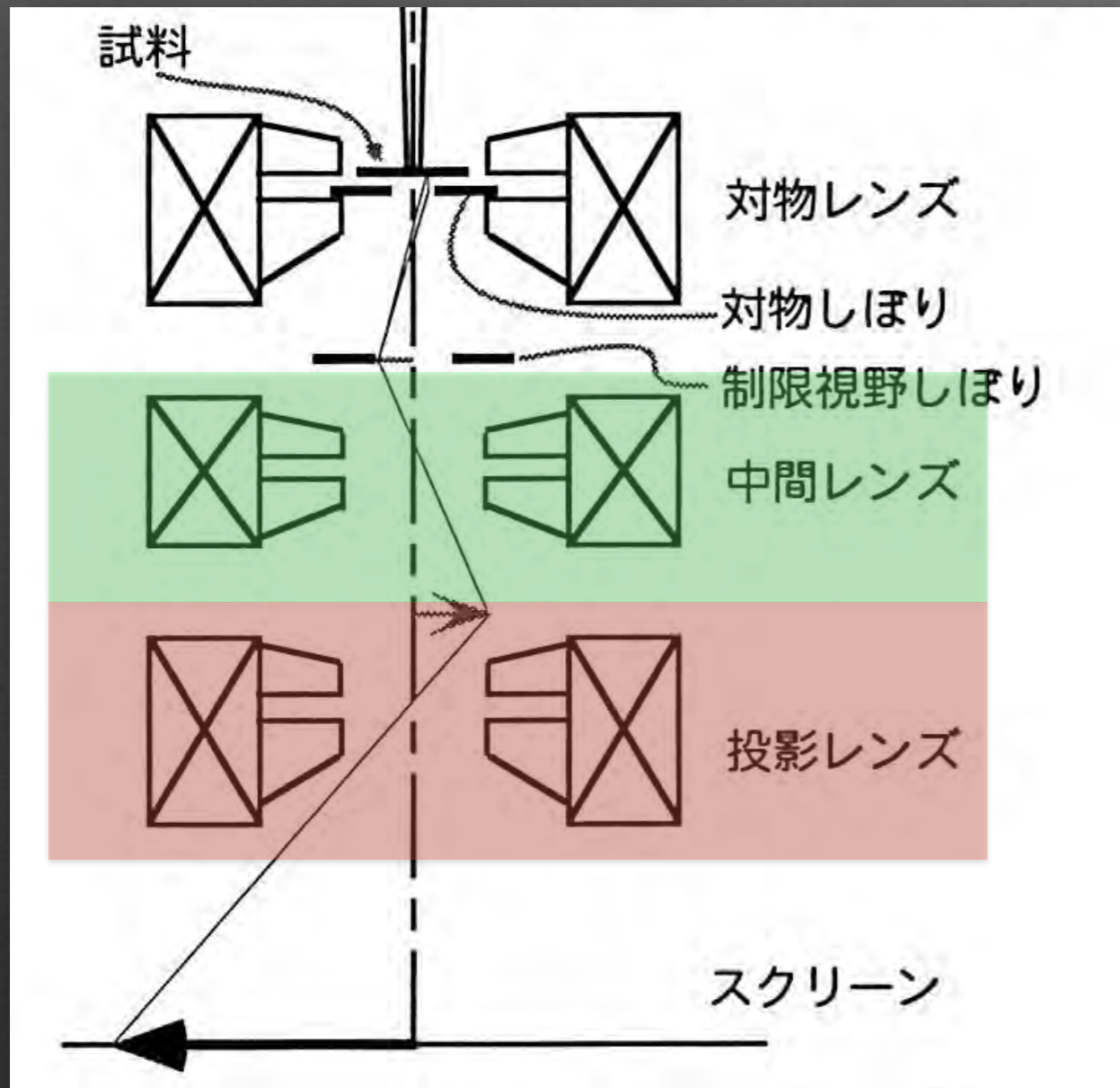
# 対物レンズとしぼり



散乱電子線を対物絞りで遮る



# 中間レンズと投影レンズ



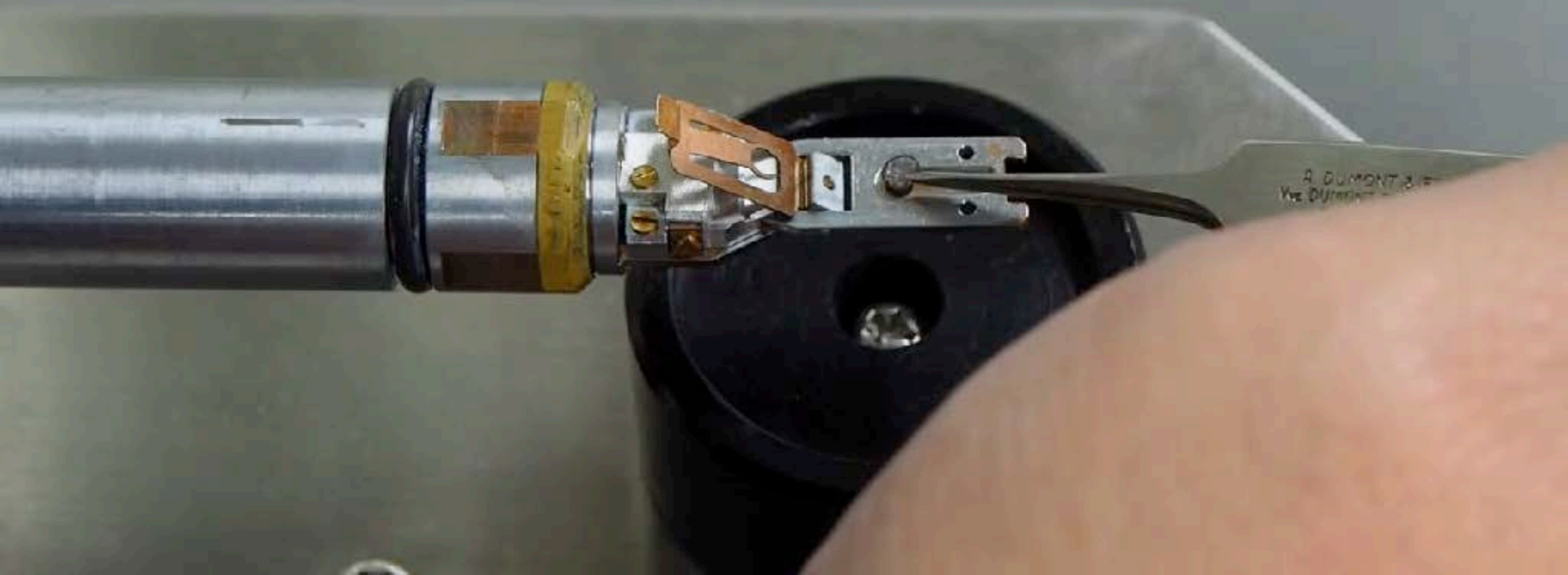
## 中間レンズ

- ・対物レンズの像を拡大
- ・倍率：0.5～100倍
- ・像の回転

## 投影レンズ

- ・中間レンズの像を拡大
- ・倍率：150倍（固定）

# 試料棒への試料の装着



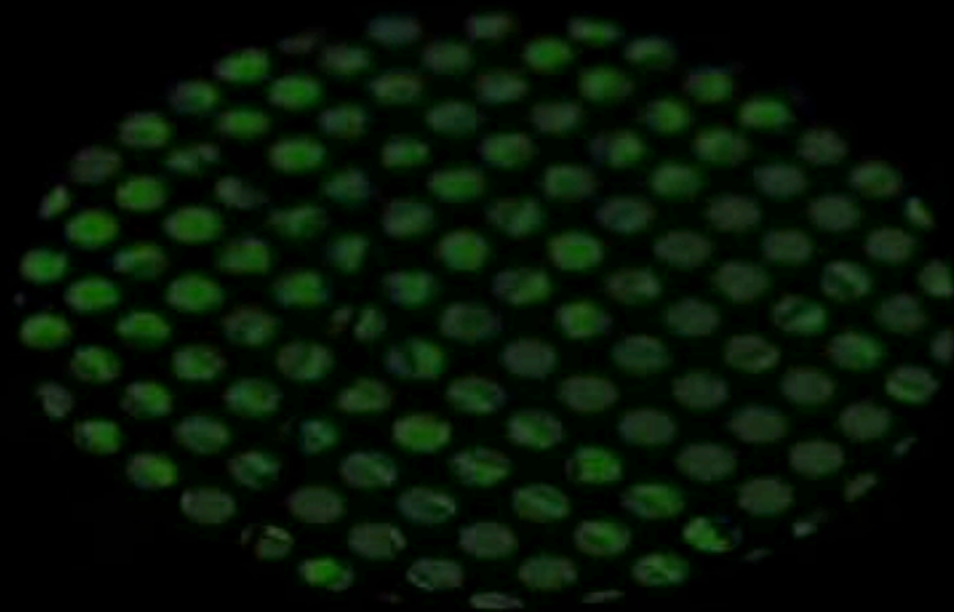
# 蛍光板とCCDカメラ



蛍光板

CCDカメラ

# 蛍光板



部屋の照明を消して，電子線を発生させます

# CCDカメラによる撮影

The screenshot displays the TEM Center for JEM-1400 software interface. On the left, the 'Illumination System' panel shows parameters: HT Voltage at 100.00 [kV], Beam Curr. at 75 [uA], Spot Size at 2, and Mode at TEM. The 'Stage' panel shows X, Y, and Z coordinates. The 'Energy Forming System' panel shows MAG1 at X4000, IOS, OUF at 2-Middle, and Defocus at 0.0 nm. The 'Vacuum' panel shows Curr. Density at 2.4 [pA/cm2]. The 'Electron Microscope' panel shows various alignment and deflection controls. The 'Stage Controller' panel shows Stage Neutral and Stop buttons. The 'Alignment Panel' shows Knob Assign, Def. STIG X,Y Knob, Deflector, Compensation, and Alignment Setting. The 'Video Controller' panel shows Abblor, Object Lens, Image X, Image Y, Gun X, Gun Y, Shift X, and Shift Y. The 'Status' panel shows Total Time at 33 [min] later, LIBRA HT Voltage at 100.00 [kV], and Target HT Voltage at 100.00 [kV]. The 'Gun (F102)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 75 [uA]. The 'Column (P101)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 25 [uA]. The 'Specimen Chamber (P104)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 33 [uA]. The 'Detector Chamber (P103)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 78 [uA]. The 'RT1 (F105)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 60 [uA]. The 'Pumping Gauge' panel shows Status: Vac Ready, Value: 29. The 'Stage Controller' panel shows Stage Neutral and Stop buttons. The 'Video Controller' panel shows Abblor, Object Lens, Image X, Image Y, Gun X, Gun Y, Shift X, and Shift Y. The 'Status' panel shows Total Time at 33 [min] later, LIBRA HT Voltage at 100.00 [kV], and Target HT Voltage at 100.00 [kV]. The 'Gun (F102)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 75 [uA]. The 'Column (P101)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 25 [uA]. The 'Specimen Chamber (P104)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 33 [uA]. The 'Detector Chamber (P103)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 78 [uA]. The 'RT1 (F105)' panel shows Status: Evac Ready, Value: 60 [uA]. The 'Pumping Gauge' panel shows Status: Vac Ready, Value: 29. The 'Stage Controller' panel shows Stage Neutral and Stop buttons. The 'Video Controller' panel shows Abblor, Object Lens, Image X, Image Y, Gun X, Gun Y, Shift X, and Shift Y. The 'Status' panel shows Total Time at 33 [min] later, LIBRA HT Voltage at 100.00 [kV], and Target HT Voltage at 100.00 [kV].

CCDカメラでの観察に切り替えます

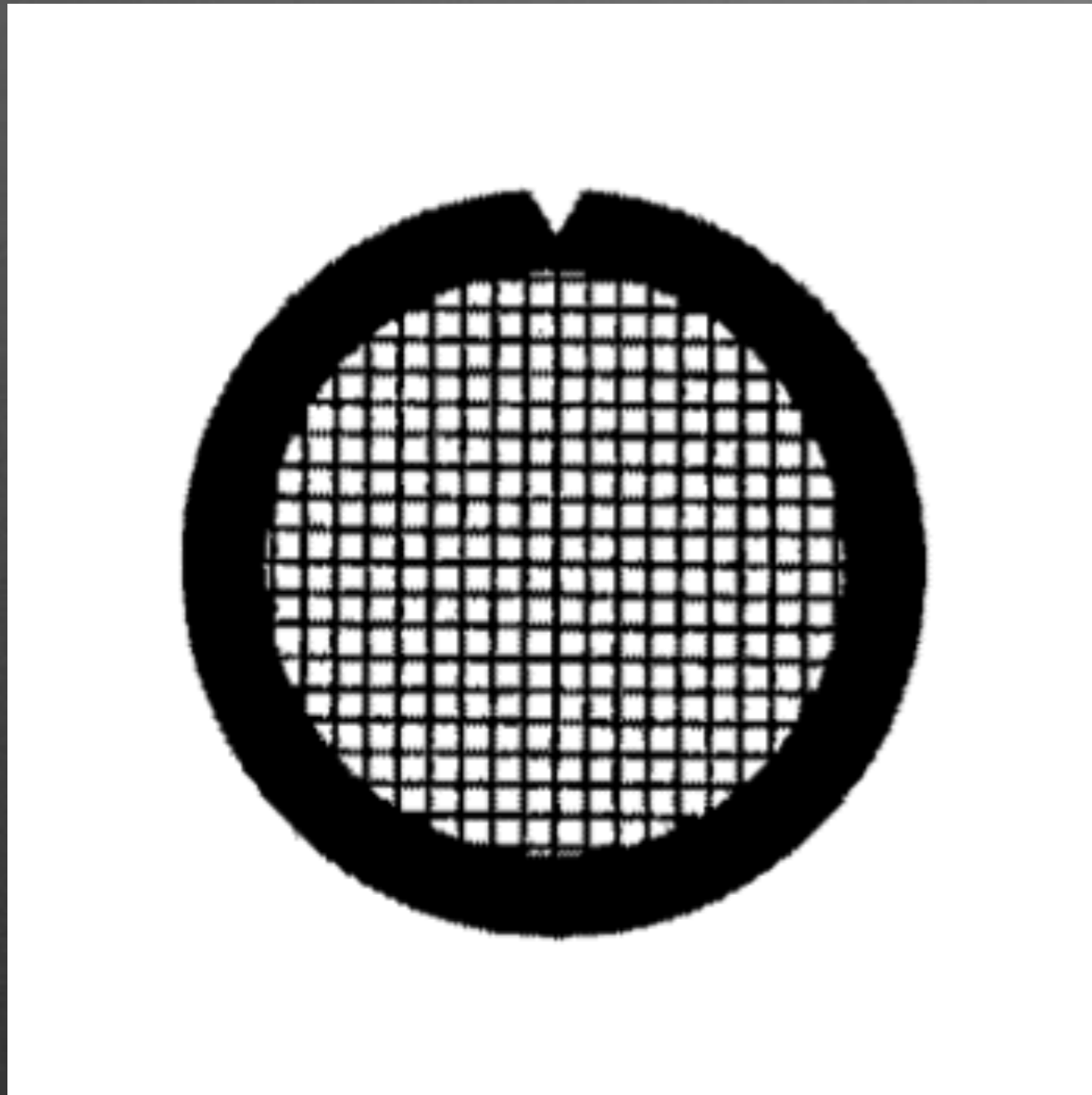
# 透過電子顕微鏡試料の作製法

ネガタイプ染色法

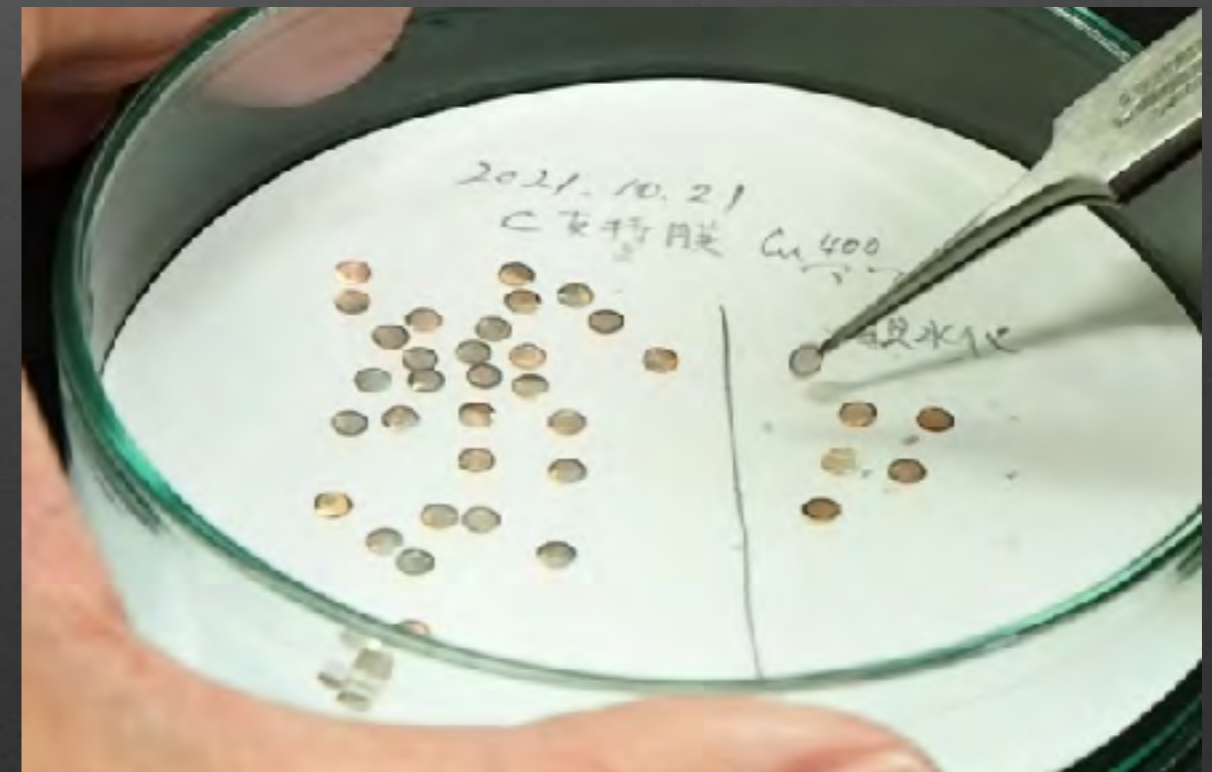
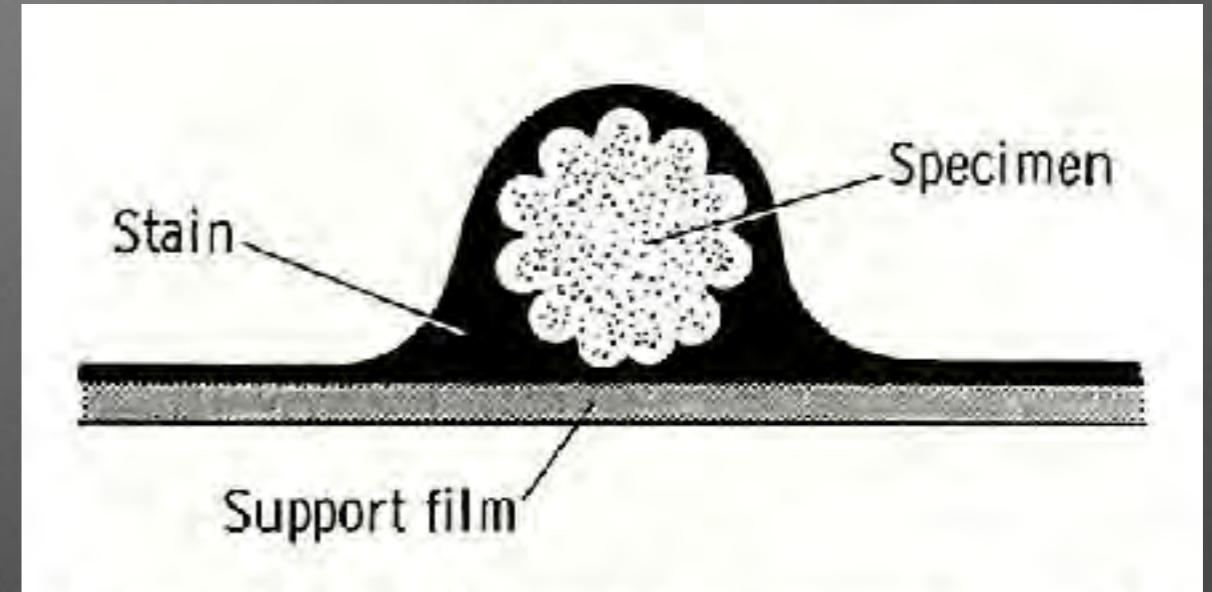
超薄切片法

レプリカ法

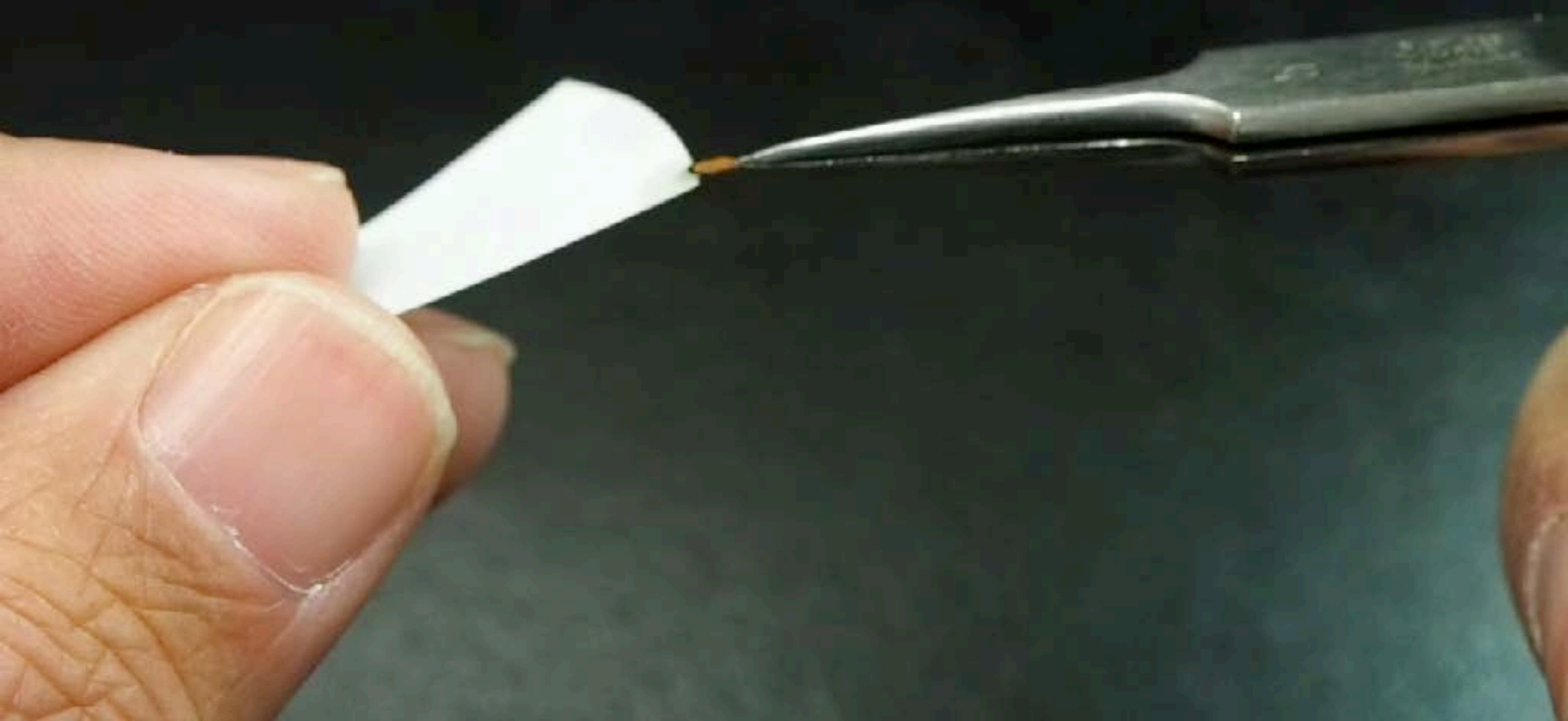
# ネガタイプ染色法



グリッド



# ネガティブ染色法





# 超薄切片法



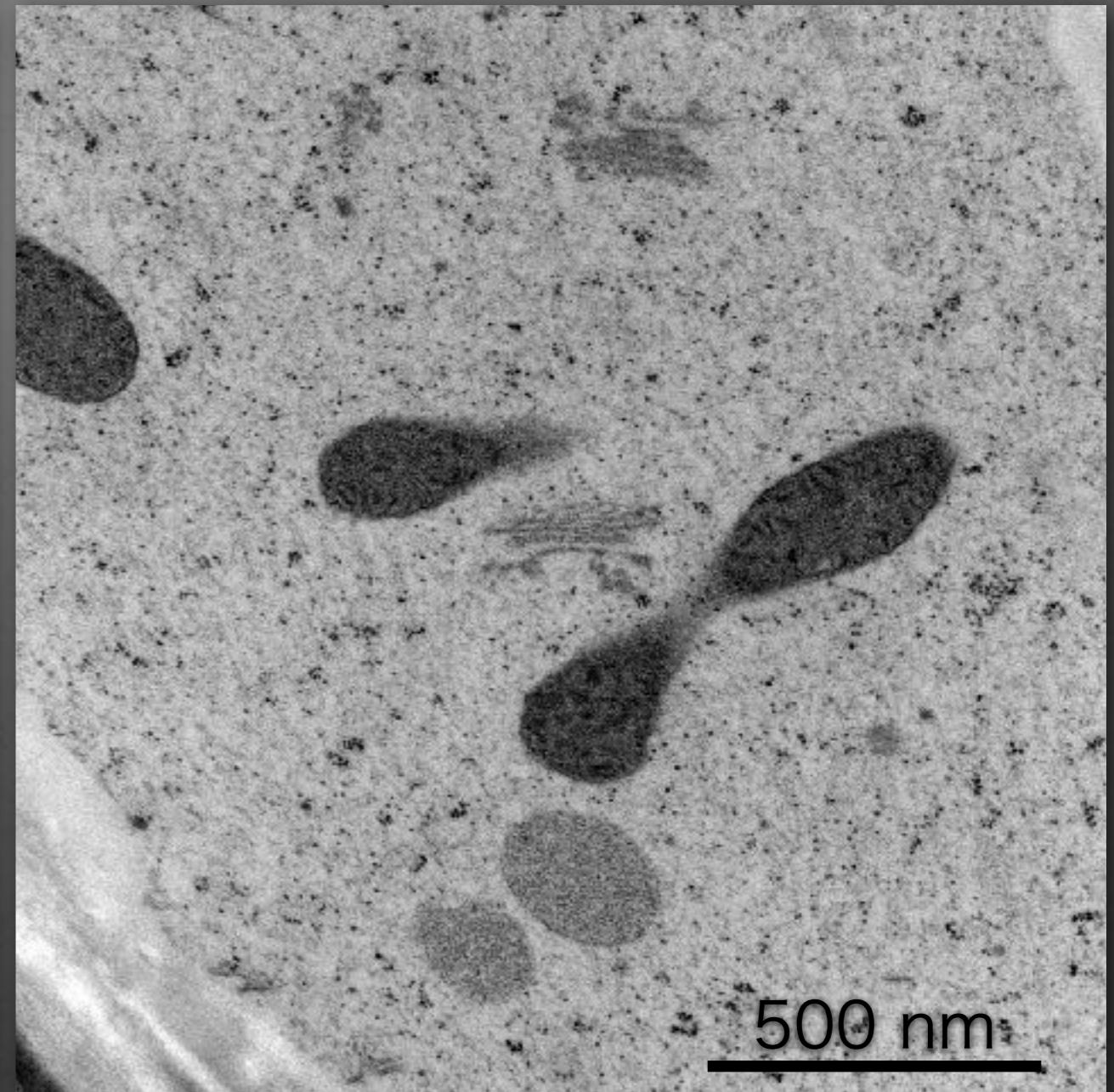
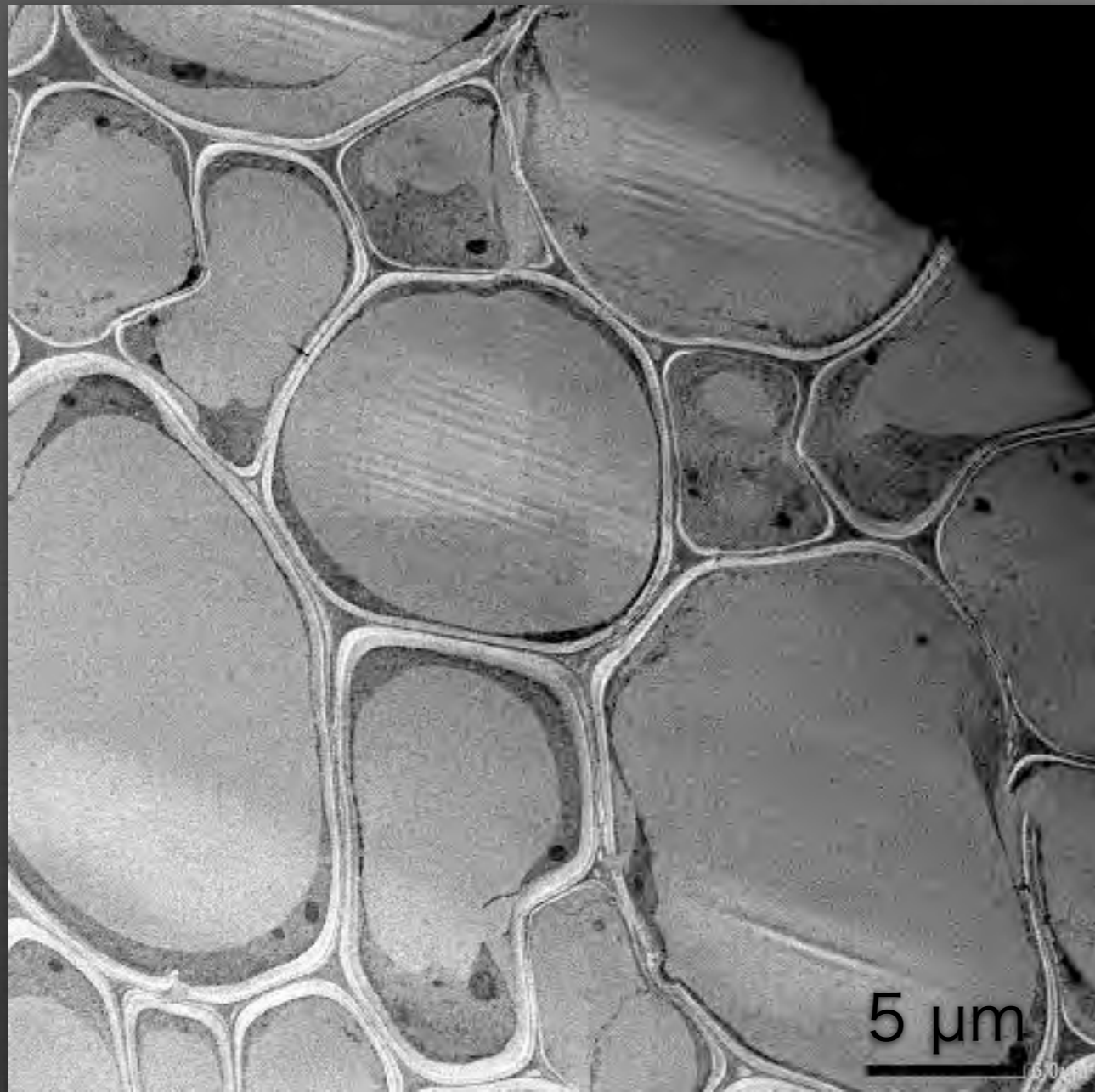
樹脂包埋ブロック



ウルトラマイクロトーム

# 超薄切片作製の実際



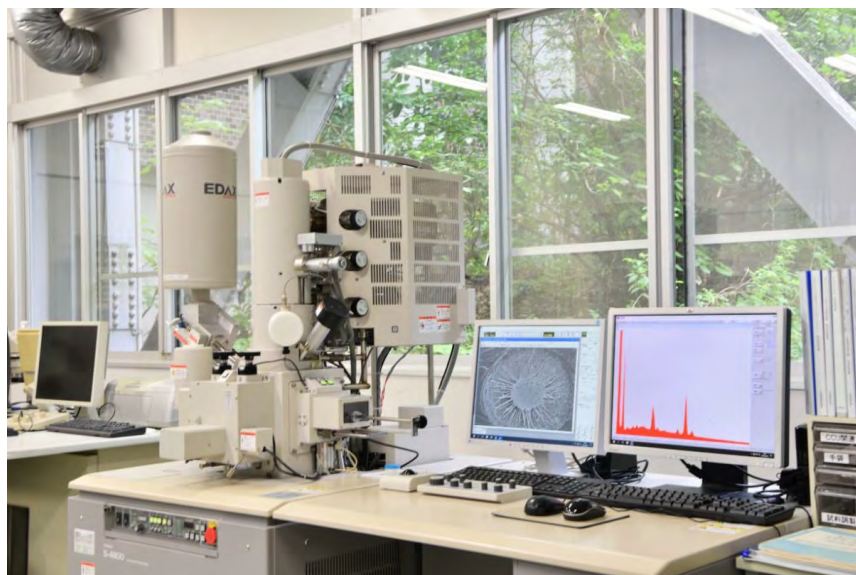


# 木部細胞

第2回「電子顕微鏡」

農学研究科

[A-3]電界放出形走査電子顕微鏡

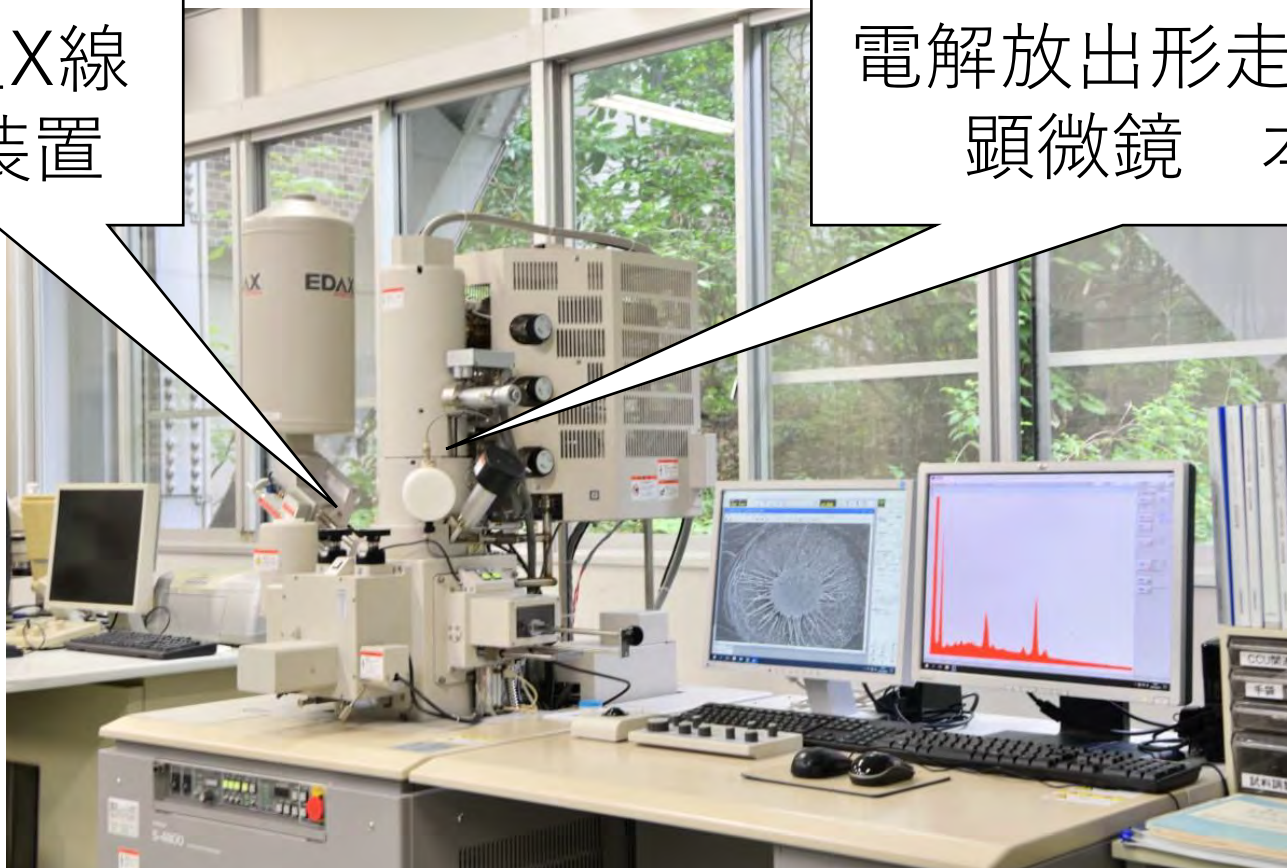


担当：農学研究科  
森林科学専攻 吉永 新

# 装置の概要

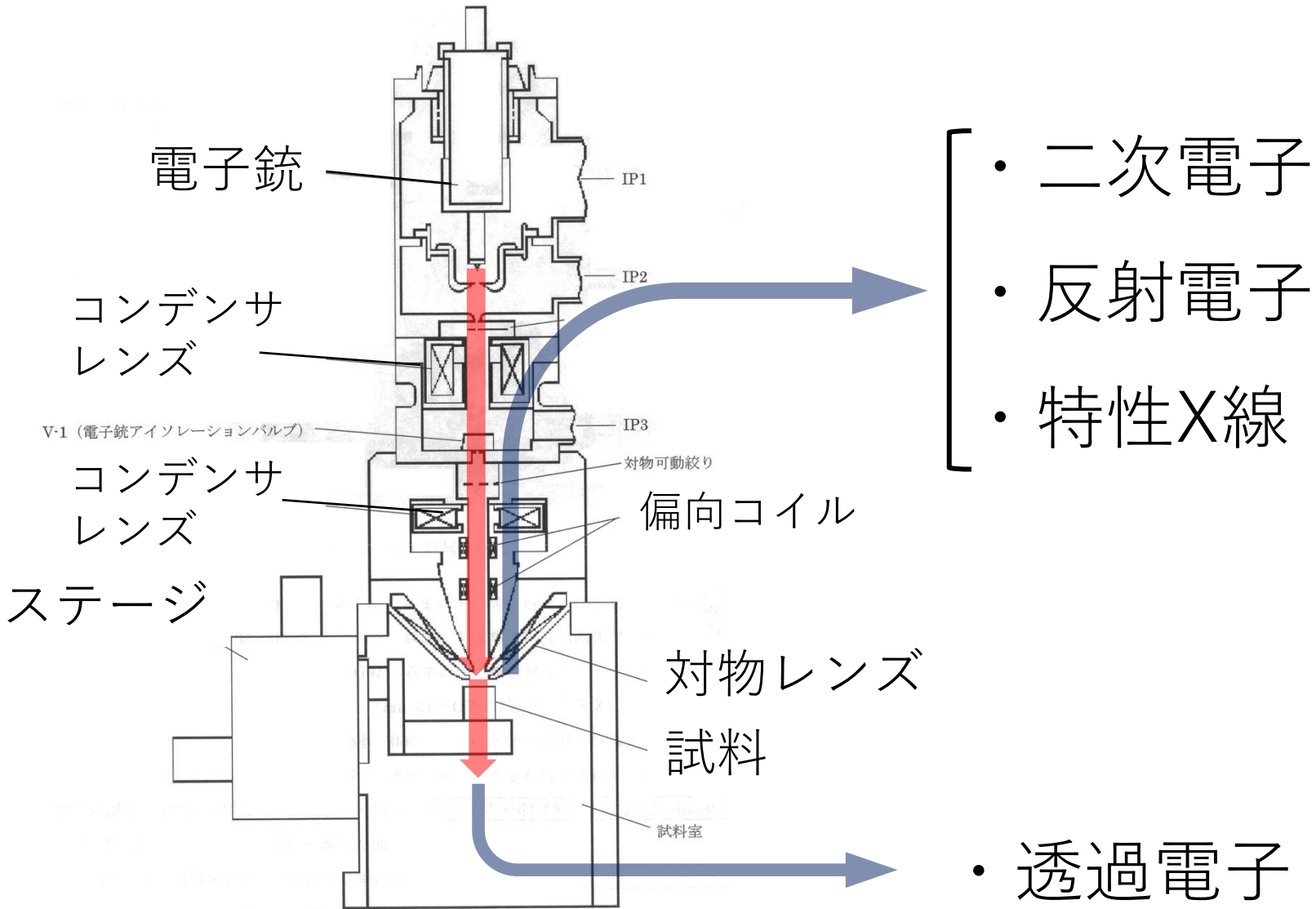
エネルギー  
分散型X線  
分析装置

電解放出形走査電子  
顕微鏡 本体



(株)日立ハイテク S-4800

# 装置の構造



# 得られる情報

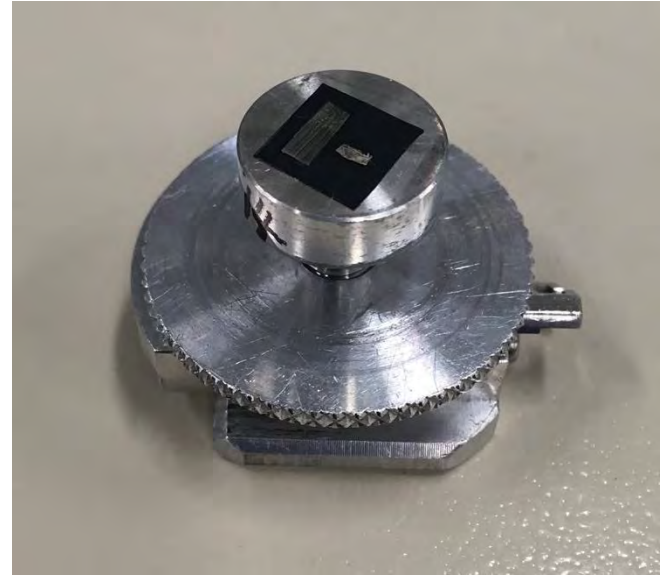
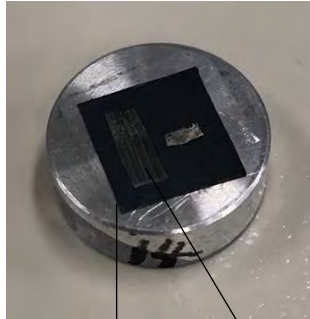
- 二次電子：表面の凹凸情報
- 反射電子：組成情報を反映
- 透過電子：STEM観察も可能
- 特性X線：元素の組成

# 試料の作製

1. 乾燥、観察面の調製
2. 試料台への取り付け
3. コーティング

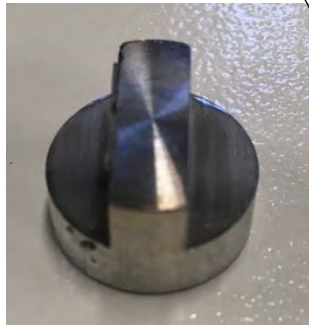


# 試料台への取り付け

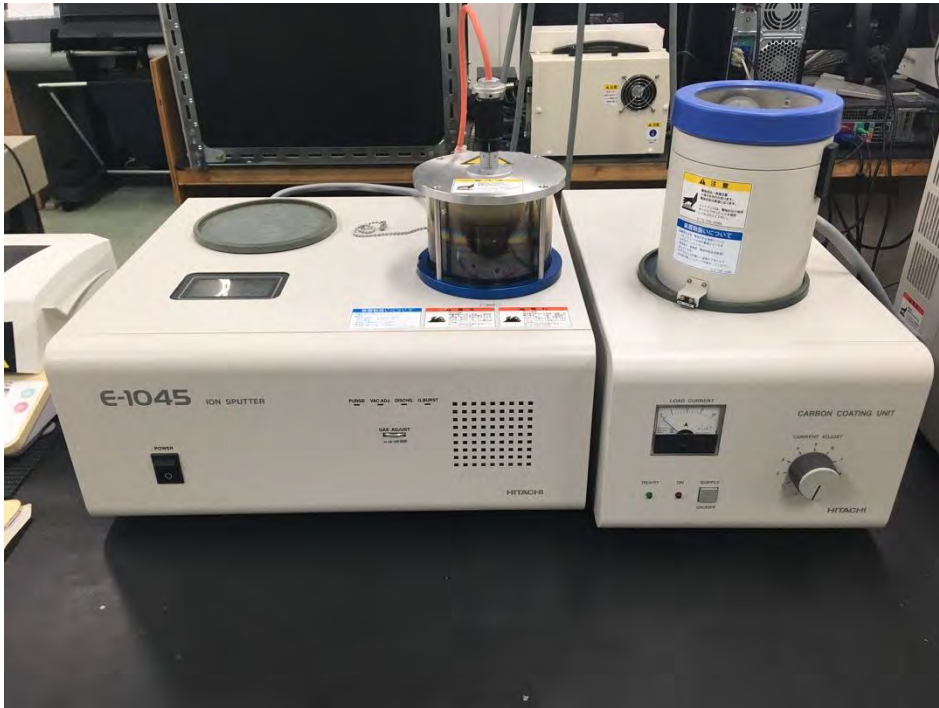


カーボン  
両面テープ

試料



# コーティング

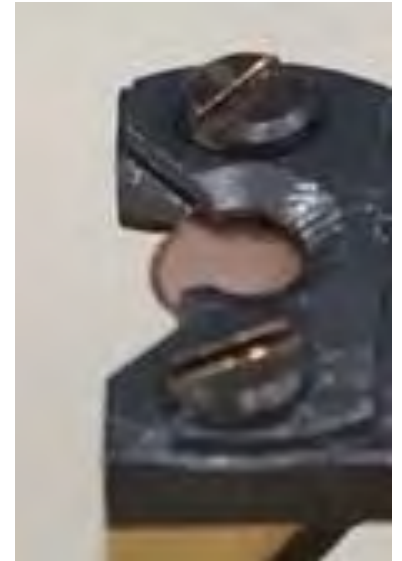
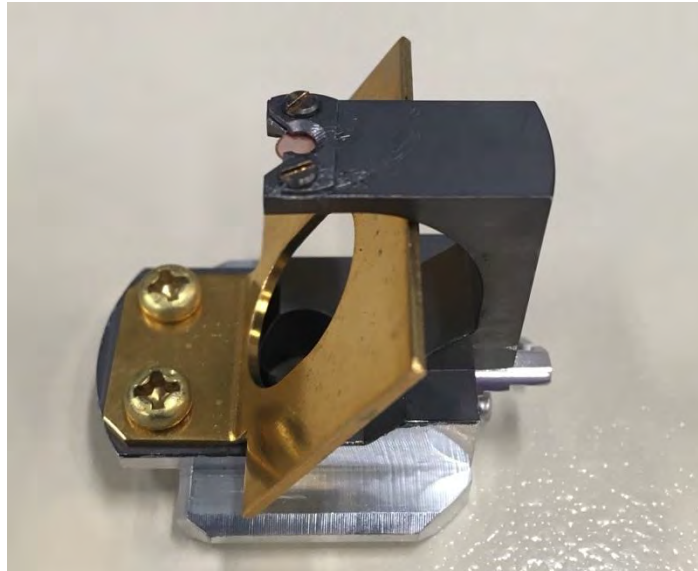
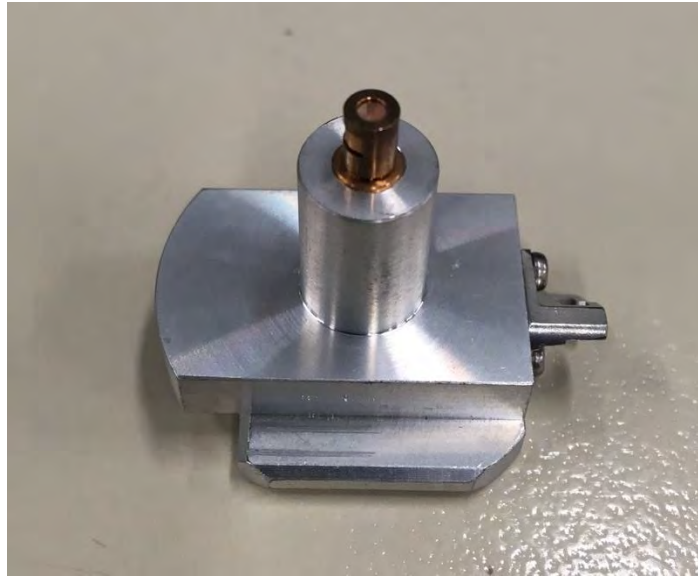


イオンスパッタ  
(Pt, C)



オスミウムコーター  
(Os)

# STEMモードでの観察



# 京都大学北部キャンパス機器分析拠点セミナーシリーズ 第2回「拠点機器の紹介：電子顕微鏡」

(共同利用の流れ)

機器管理責任者に連絡

(農学研究科 森林科学専攻 高野俊幸 takano.toshiyuki.2s@kyoto-u.ac.jp)



機器管理責任者との打ち合わせ



北部キャンパス機器分析拠点に共同利用申請書の提出



機器の共同利用開始

# 設置場所（農学部総合館南棟）



走査電子顕微鏡  
地階  
S-011 分析機器室

透過型電子顕微鏡  
1階  
S-155 電子顕微鏡室

# 料金表

設備 番号	設備等名称	利用 単位	単価			規定
			学内者	学外者		
				学術研 究機関	民間機関	
A-3	電界放出形 走査電子顕微鏡	1時間 あたり	3,000円	10,800円	25,200円	京都大学大学院農 学研究科森林科学 専攻共同利用規程

※透過電子顕微鏡については設備等名称「電子線トモグラフィ装置」として  
令和4年4月から共用開始予定、共同利用料金は算定中（近日中に決定予定）