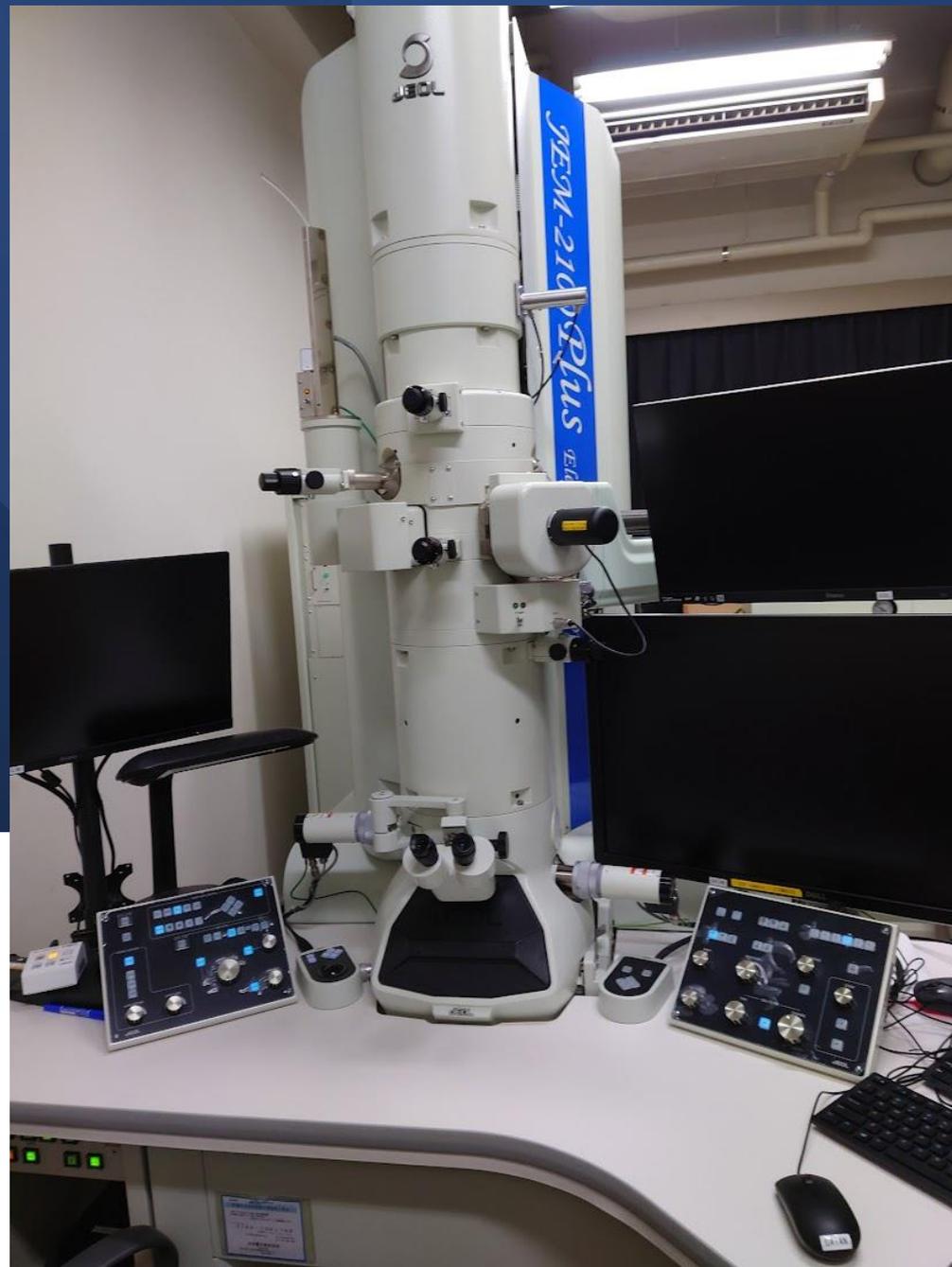


# JEM-2100plus トレーニング (基礎～初級)

- 金研分析電顕室
- 2024/4 - 6 (第1期)
- 第2回



# コンテンツ

## 基礎

1. ビームを出すまで
2. 主にスクリーンで行う調整と視野探し

## 初級

1. 初歩的なアライメントとカメラの操作
2. 平行ビーム：基本的なTEM観察
3. 集束ビーム：初歩的なCBD/NBDとSTEM
4. 自主トレーニング
5. 初級ライセンス認定

# 基礎2日目：

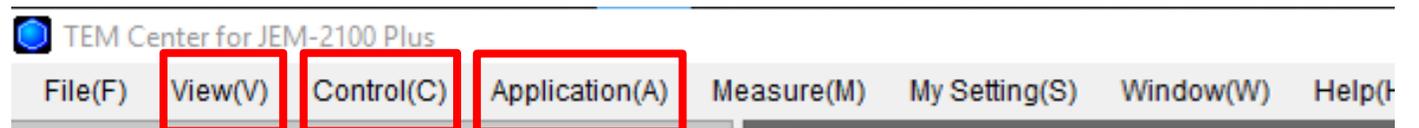
## 主にスクリーンで行う調整と視野探し

1. TEMセンター：基礎
2. 操作パネル・トラックボール
3. ステージ（ゴニオ）
4. 絞り
5. スクリーン
6. ビーム表示
7. 観察モード（TEM：結像モード選択）
8. 照射系調整
9. 結像系調整
10. フォーカス合わせ（像モード・DIFFモード）

# 基礎2日目： TEMセンター (基礎)

制御PCからの状態  
確認と基本操作

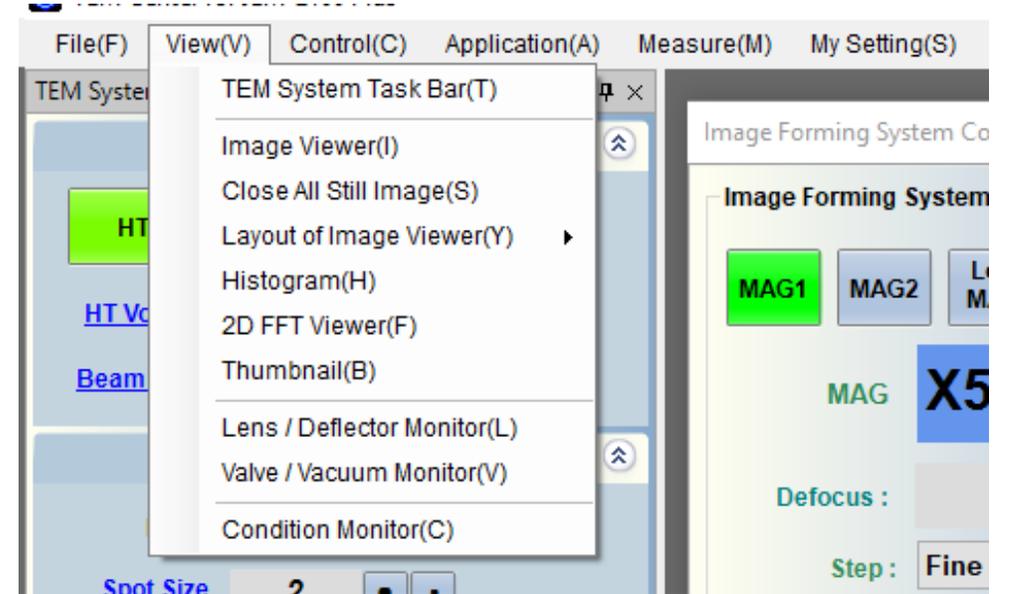
1. View
2. Control
3. Application



TEM Center メニューバー

# TEMセンター VIEW

- **TEM System Task Bar**
  - 主な情報と頻繁に使う機能
- **Lens/Deflector Monitor**
  - レンズ・偏向系の情報
- **Valve / Vacuum Monitor**
  - 真空・排気系の情報
- **Condition Monitor**
  - エラー表示



# TEM System Task Bar

- **HT/Beam Condition**
  - 加速電圧とエミッション
- **Illumination System**
  - 照射系の設定
- **Stage**
  - 試料ステージ
- **Image Forming System**
  - 結像系の設定
- **Screen**
  - 蛍光板上のビーム電流密度（明るさ）

The screenshot shows the TEM System Task Bar interface with the following components and callouts:

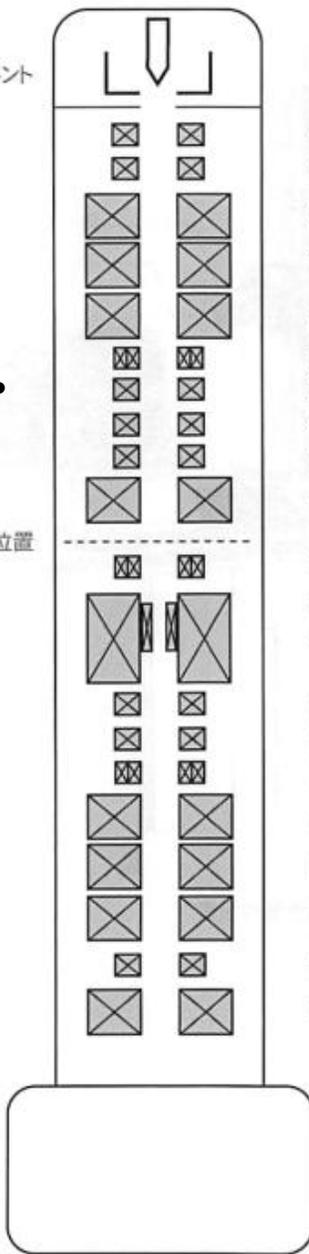
- HT/Beam Condition:** Acceleration voltage (160.00 kV) and Beam Current (81 uA). Callouts: 加速電圧On/OFF, ビームOn/OFF, 加速電圧.
- Illumination System:** Mode (TEM/SCAN), Spot Size (2), Alpha (2), and Illumination (TEM). Callouts: スポットサイズ, 収束角:  $\alpha$ , 照射モード (TEM/EDS/NBD/CBD), TEM/STEM切替.
- Stage:** Sample position (X, Y, Z, TX, TY) and speed controls. Callouts: 試料位置 (XY), 試料位置 (super fine X/Y), 試料高さ (Z), 試料傾斜 (TX/TY), スピード.
- Image Forming System:** Image mode (MAG1), Magnification (X50k), Defocus (0.0 nm). Callouts: 結像モード (MAG/DIFF), 倍率/カメラ長, デフォーカス量.
- Screen:** Current density (0.0 pA/cm<sup>2</sup>).

# Lens/Deflector Monitor

- レンズ・偏向コイルの電圧・DAC値の表示

フィラメント

試料位置



- GUN1 電子銃第1偏向コイル
- GUN2 電子銃第2偏向コイル
- CL1 第1集束レンズコイル
- CL2 第2集束レンズコイル
- CL3 第3集束レンズコイル
- CLS 集束レンズ非点補正コイル
- SPOT スポットアラインメントコイル
- CLA1 集束レンズ第1偏向コイル
- CLA2 集束レンズ第2偏向コイル
- CM 集束ミニレンズコイル
- OLS 対物レンズ非点補正コイル
- OL 対物レンズコイル
- OM 対物ミニレンズコイル
- IS1 イメージシフト第1偏向コイル
- IS2 イメージシフト第2偏向コイル
- ILS 中間レンズ非点補正コイル
- IL1 第1中間レンズコイル
- IL2 第2中間レンズコイル
- IL3 第3中間レンズコイル
- PLA 投影レンズ偏向コイル
- PL 投影レンズコイル

Lens / Deflector Monitor

Display Value  
 A/D Value [V]     DAC Value (HEX)

Lens		A/D Value [V]	Alignment (Illumination)		
			X	Y	
レンズ	CL1	1.24	Gun1	0.26	-0.05
	CL2	1.36	Gun2	0.38	-0.08
	CL3	3.76	Spot	0.34	-0.04
	CM	2.72	CL Stig.	-0.15	0.22
	OL	3.00	CLA1	0.02	0.02
	OM	-0.01	CLA2	0.09	0.03
	IL1	2.79	Alignment (Image Forming)		
	IL2	1.71	OL Stig.	0.05	-0.27
	IL3	2.30	IS1	-0.01	-0.01
	PL	4.31	IS2	-0.01	-0.01
			IL Stig.	-0.02	0.02
			PLA	-0.01	-0.01

偏向コイル (照射系)

偏向コイル (結像系)

コイル電圧 (測定値)

Lens / Deflector Monitor

Display Value  
 A/D Value [V]     DAC Value (HEX)

Lens		A/D Value [V]	Alignment (Illumination)	
			X	Y
CL1	-10.24	Gun1	-10.24	-10.24
CL2	-10.24	Gun2	-10.24	-10.24
CL3	-10.24	Spot	-10.24	-10.24
CM	-10.24	CL Stig.	-10.24	-10.24
OL	-10.24	CLA1	-10.24	-10.24
OM	-10.24	CLA2	-10.24	-10.24
IL1	-10.24	Alignment (Image Forming)		
IL2	-10.24	OL Stig.	-10.24	-10.24
IL3	-10.24	IS1	-10.24	-10.24
PL	-10.24	IS2	-10.24	-10.24
		IL Stig.	-10.24	-10.24
		PLA	-10.24	-10.24

Lens / Deflector Monitor

Display Value  
 A/D Value [V]     DAC Value (HEX)

Lens		DAC Value (HEX)	Alignment (Illumination)	
			X	Y
CL1	47F0	Gun1	8100	8058
CL2	4F40	Gun2	9AE8	7AE0
CL3	D9BD	Spot	89E0	7EFC
CM	9510	CL Stig.	7BC0	8680
OL(Coarse)	AC07	CLA1	8024	81A4
OL(Fine)	63E1	CLA2	82E7	81BD
OM	0000	Shift	9744	9680
IL1	99B6	Tilt	6524	65A4
IL2	5B54	Angle	6C68	7B7C
IL3	7D24	Alignment (Image Forming)		
PL	FA00	OL Stig.	81AC	7888
		IS1	8000	8000
		IS2	8000	8000
		IL Stig.	7FA8	80AC
		PLA	8000	8000
Maintenance				
U*	E131			
COMP	0000			

レンズ電源OFF時

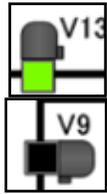
DAC値 (設定値)  
8000 (HEX) → 0V

レンズ・コイルの配置

# Valve / Vacuum Monitor

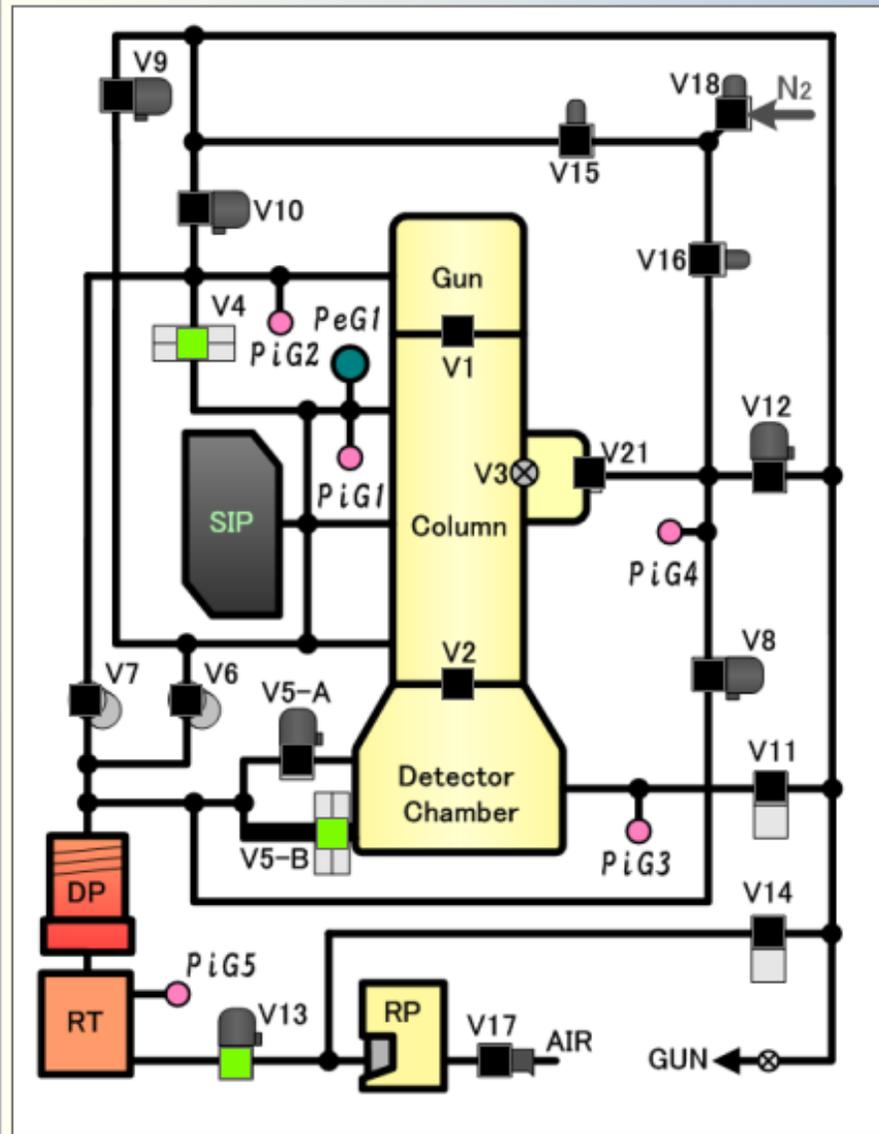
## バルブの開閉状態

- OPEN
- CLOSE



## 真空計の値

- PiG (ピラニ真空計)
  - Value : 電流値
    - 圧力の絶対値ではない
    - ドリフトする
- PeG (ペニング真空計)
  - 水平バー (Pa)
  - Value : 電流値



Gun (PiG2)

Status **Evac Ready**

Value 25 [uA]

Column (PiG1)

Status **Evac Ready**

Value 23 [uA]

Specimen Chamber (PiG4)

Status **Not Ready**

Value 250 [uA]

Detector Chamber (PiG3)

Status **Evac Ready**

Value 27 [uA]

RT1 (PiG5)

Status **Evac Ready**

Value 89 [uA]

Penning Gauge

Status **Vac. Ready** .5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10<sup>-3</sup>

Value 7

# Condition Monitor

- 予期せぬエラーを表示
  - 該当する場合はチェックボックスが点灯
- 1つでもエラーがある場合は使用不可
  - 管理者へ連絡

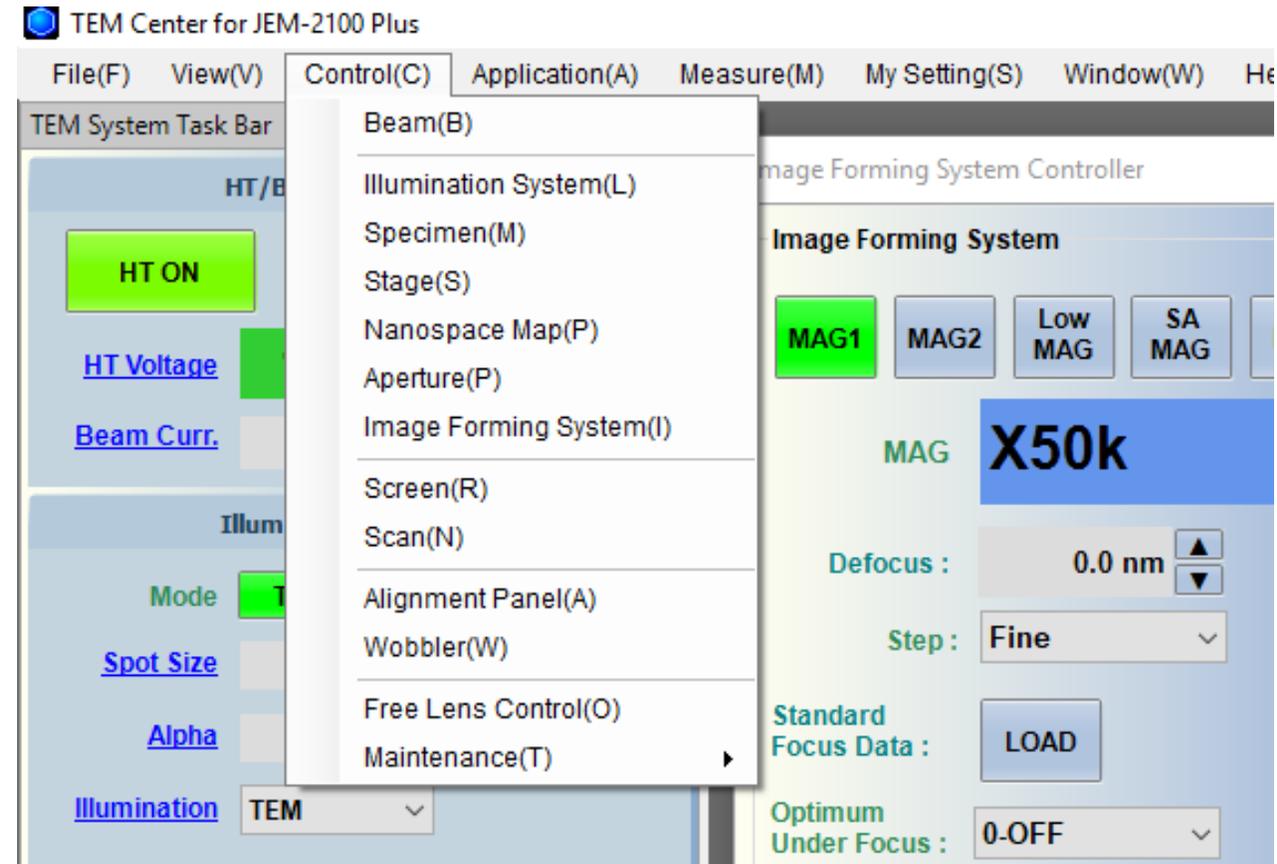
The screenshot displays the 'Condition Monitor' interface with three tabs: 'Status', 'Warning', and 'Log'. The 'Status' tab is active, showing a list of system components and their status. Each component has a black square checkbox to its left, which is currently unchecked. The components are grouped into four sections: 'Beam Control', 'Stage', 'Vacuum System', and 'Electron Optical System'. At the bottom right, there is a button labeled 'Alarm Stop'.

Section	Component	Status
Beam Control	Filament Over Current	Off
	High Voltage Over Current	Off
	High Voltage Cable Failure	Off
	Gun Gas Pressure Down	Off
Stage	X Motor Failure	Off
	Y Motor Failure	Off
	Z Motor Failure	Off
	Tilt X Motor Failure	Off
	Tilt Y / Rotation Motor Failure	Off
Vacuum System	Rotary Pump 1 Failure	Off
	Diffusion Pump 1 Disconnection	Off
	Diffusion Pump 1 Over Heat	Off
	Air Pressure Down	Off
	Reservoir Tank Vacuum Down	Off
	Pirani Gauge Disconnection	Off
Electron Optical System	OL Over Heat	Off
	OL Thermo Wire Break	Off

Alarm Stop

# TEMセンター Control

- Beam
- Illumination System
- Specimen
- Stage
- Nanospace Map
- Aperture
- Image Forming System
- Screen
- Alignment Panel
- Wobbler



# Beam

- Beam Controller
  - 加速電圧とエミッションの制御
    - HT Voltage
    - Filament
    - Filament Control Speed (管理者専用)
    - Bias
- 管理者モードで使用
  - 誤操作でトラブルの可能性があるので、必要な箇所以外は操作しない。
  - 通常は以下のボタンのみ
    - **160** ボタン
      - スタンバイ (160 kV) に移行するため
    - Filament  ボタン



加速電圧On/OFF

加速電圧設定 (プリセット)

加速電圧設定

エミッションOn/OFF

エミッション電流  
設定・表示

管理者が設定

管理者用

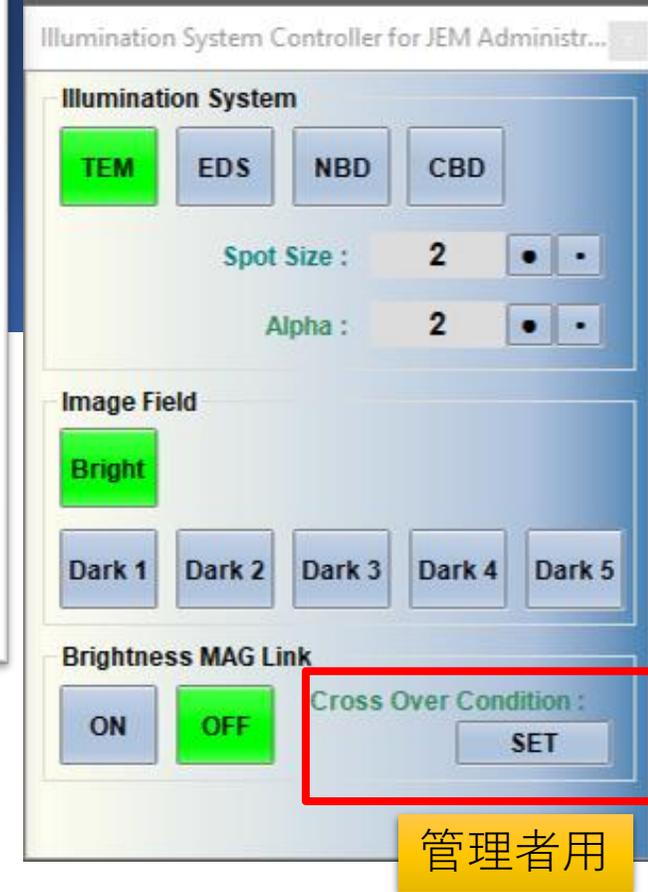
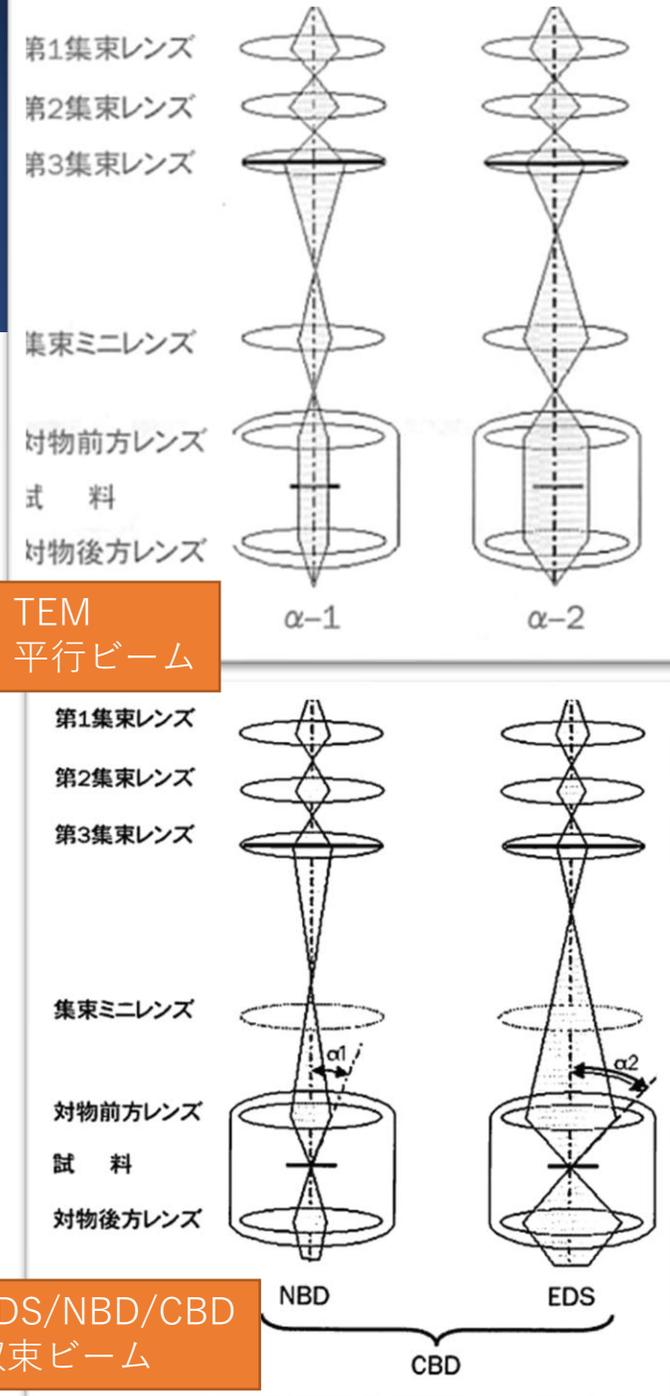
管理者が設定

The screenshot shows the 'Beam Controller for JEM Administrators' interface. It features several control panels:

- HT Voltage:** Includes 'ON' and 'OFF' buttons, a 'Current HT' display at 160.00 [kV], and a row of preset buttons (80, 100, 120, 160, 200). The '160' button is highlighted.
- HT Voltage Settings:** A 'Target' field set to 160.00 [kV] and a 'Step' dropdown set to 1.0 [kV].
- Filament:** Includes 'ON' and 'OFF' buttons, and a 'Beam Current' display at 80.80 [uA].
- Filament Settings:** A 'Target' field set to 70.0 [%] and a 'Max' field set to 74 [%]. A 'Step' dropdown is set to 1.0 [%]. A progress bar shows the current filament current level.
- Filament Control Speed:** Includes 'Normal' and 'Degas' buttons, and a speed setting of 90 min.
- Bias:** Includes 'Bias Coarse' and 'Bias Fine' settings, both currently set to 7.

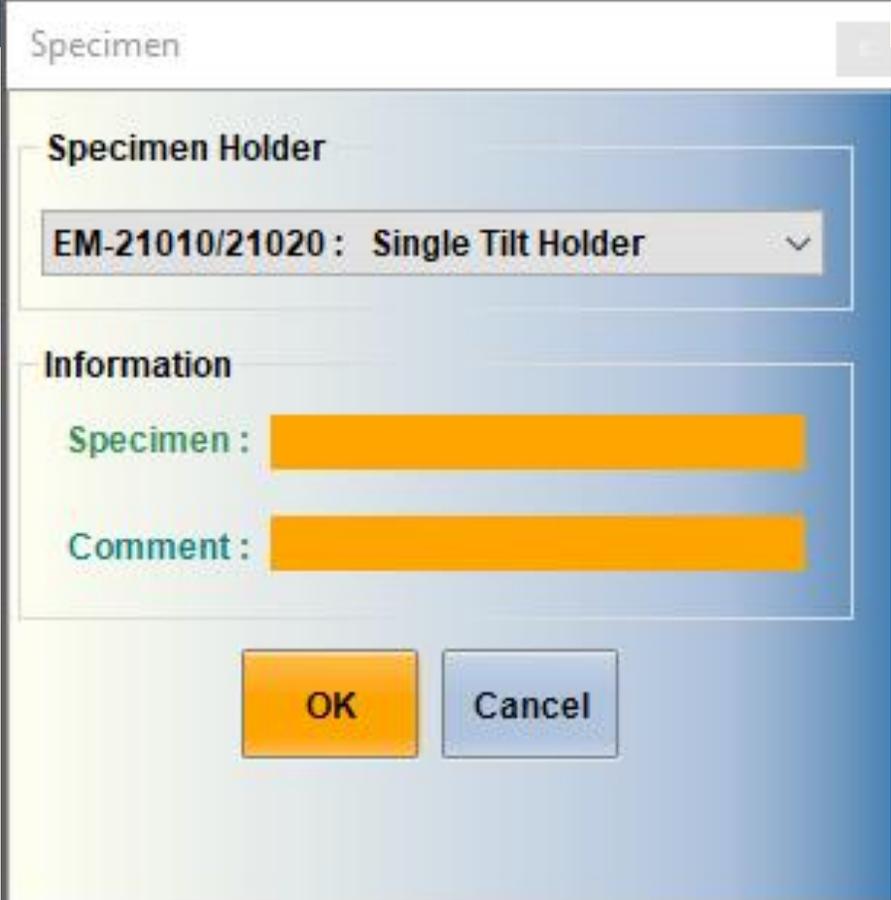
# Illumination System

- 照射系の設定
- Illumination System
  - 照射モード選択 (TEM/EDS/NBD/CBD)
  - スポットサイズ変更
  - 収束角 ( $\alpha$ ) 変更
- Image Field
  - 明視野・暗視野メモリー切替
- (Brightness MAG Link)
  - 倍率変更時に明るさを保つ



# Specimen

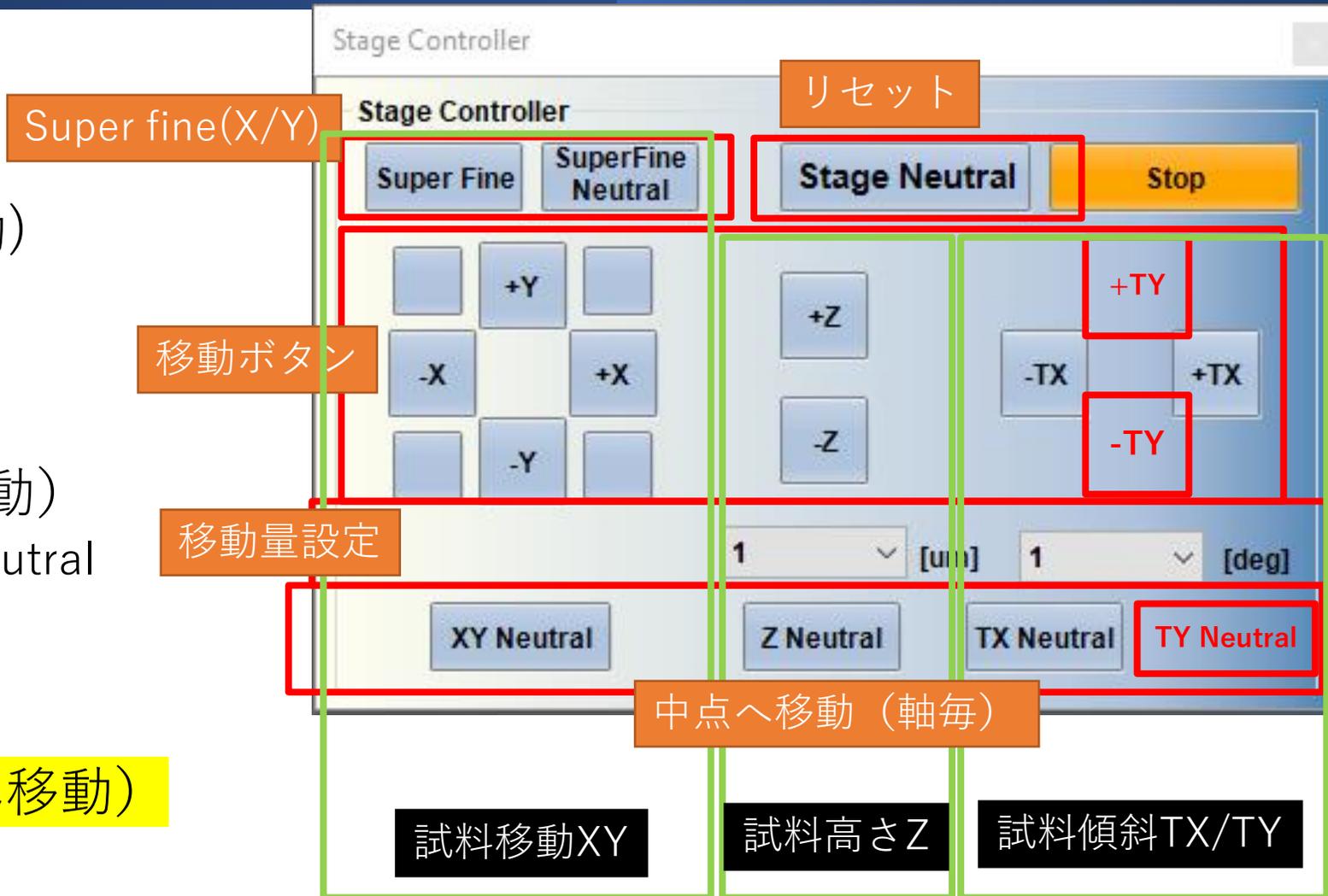
- 予備排気開始時に自動表示
- 試料ホルダ選択
  - 傾斜角・移動範囲のリミット設定
  - Single Tilt HolderではY傾斜不可
-  をクリックして設定。
- Information
  - 画像データに記録
    - TEMセンターで撮影したもの
  - あまり使わない。
    - フィルム時代の名残？



The image shows a software dialog box titled "Specimen". It contains a "Specimen Holder" section with a dropdown menu currently showing "EM-21010/21020 : Single Tilt Holder". Below this is an "Information" section with two text input fields: "Specimen:" and "Comment:". At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

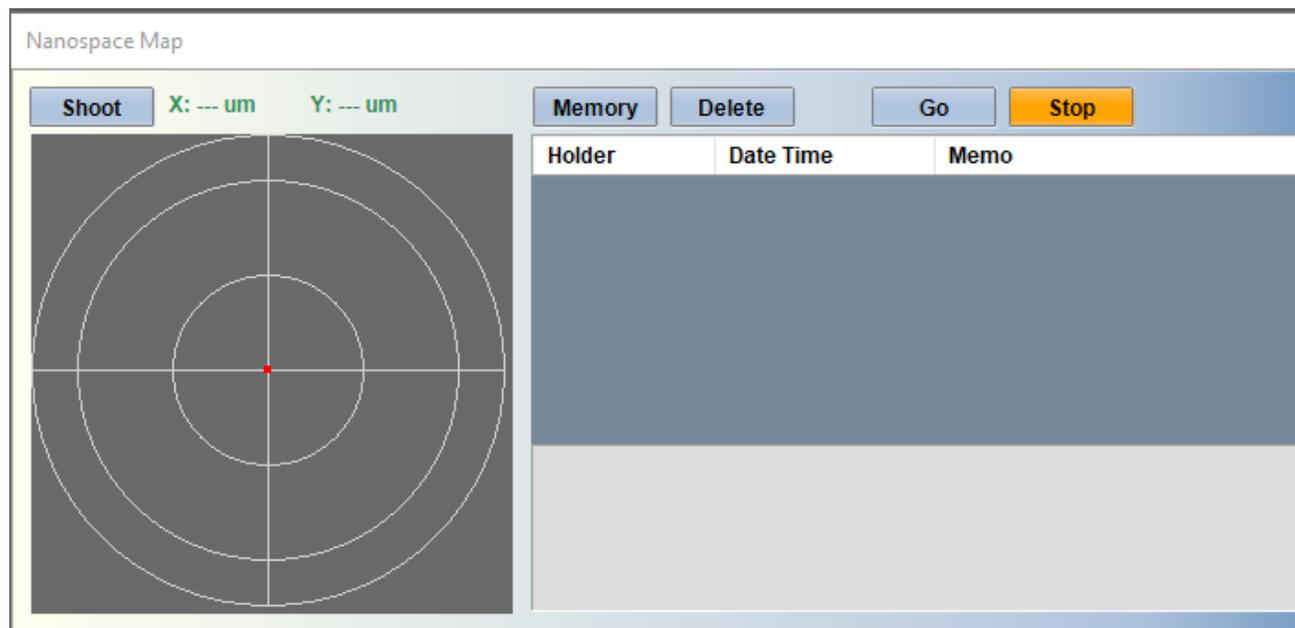
# Stage

- 試料移動 X/Y
  - 通常（モーター駆動）
  - Super Fine(ピエゾ駆動)
- 試料移動Z（高さ）
- 試料傾斜TX/(TY)
- Neutralボタン（中点へ移動）
  - XY Neutral SuperFine Neutral（ピエゾ駆動分のみ）
  - Z Neutral
  - TX/TY Neutral
  - Stage Neutral（原点へ移動）



# Nanospace Map

- 試料位置の表示・記録・再生
  1. 試料位置表示
  2. Shootボタン  
任意の位置へ移動
  3. Memoryボタン  
試料位置を記録
  4. Goボタン  
リストから試料位置を呼び出す
  5. 試料位置リスト
  6. 試料位置情報



# Aperture

- モーター駆動絞りの制御
  - 本構成ではOL絞りのみ
- インギャップ絞り
  - 後ろ焦点面に挿入される
- 試料傾斜が大きい場合は使用できない



絞りの径選択

Aperture Panel Controller

OL

Hole Diameter Select

OPEN

60 um

40 um

30 um

5 um

絞りの位置移動

Position Adjustment

+Y

Speed

CRS

-X

+X

10[Fast]

-Y

管理者用

Setting Menu

Adjustment Mode

User

Maintenance

Backlash Value

X

4

Y

7

Apply

# Image Forming System

- 結像モード・倍率・Focusの調整

- MAG1 (通常の像観察)
- MAG2 (規定倍率呼び出し)
- LowMAG (極低倍率・OL-OFF)
- SA MAG
- DIFF

結像モード選択



倍率・カメラ長選択



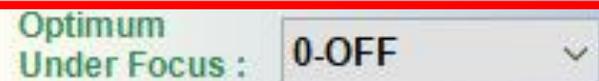
Focus合わせ



対物レンズ  
基準電流読込

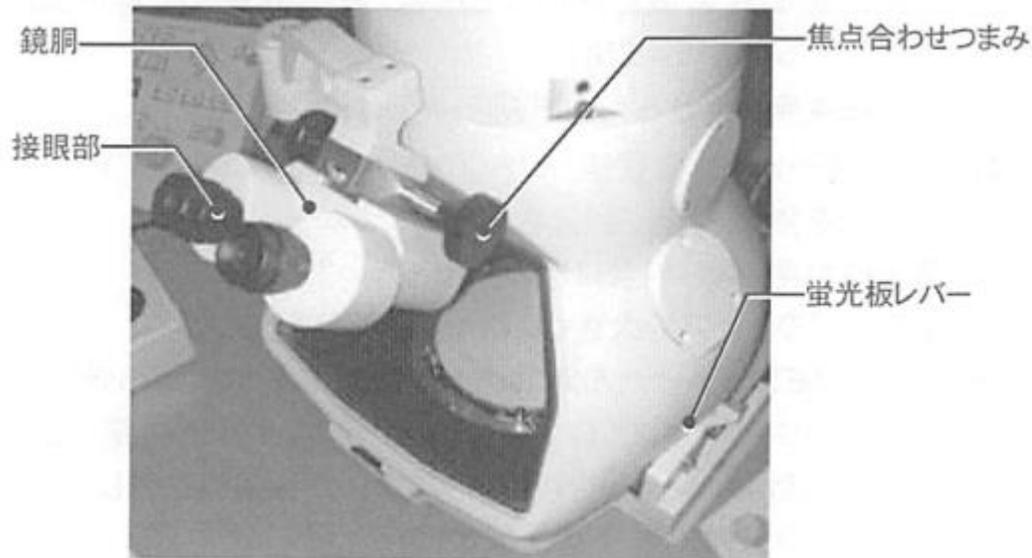


不使用



# Screen

- (大) 蛍光板の開閉
  - ボトムカメラ使用時
- FUNCTION (F) 4 キーも使用可



スクリーン  
Close

スクリーン  
Open

# Alignment Panel

- DEF / STIG / SHIFTのコイル割当て



割当て状態表示

偏向コイル割当て

非点補正コイル割当て

管理者用

管理者用

管理者用

Alignment Panel for JEM Administrators

**Knob Assign**  
SHIFT-X,Y Knob : CL Alignment Shift  
DEF/STIG-X,Y Knob : (free)

**Deflector**  
GUN Align Spot Align Image Shift 1 Image Shift 2 PL Align  
Detect Align Dark Tilt Bright Tilt

**Stigmator**  
COND STIG OBJ STIG IL STIG

**Compensator**  
Shift Tilt Angle

**Neutral呼び出し**  
Neutralize Selected Alignment Neutralize All Alignment

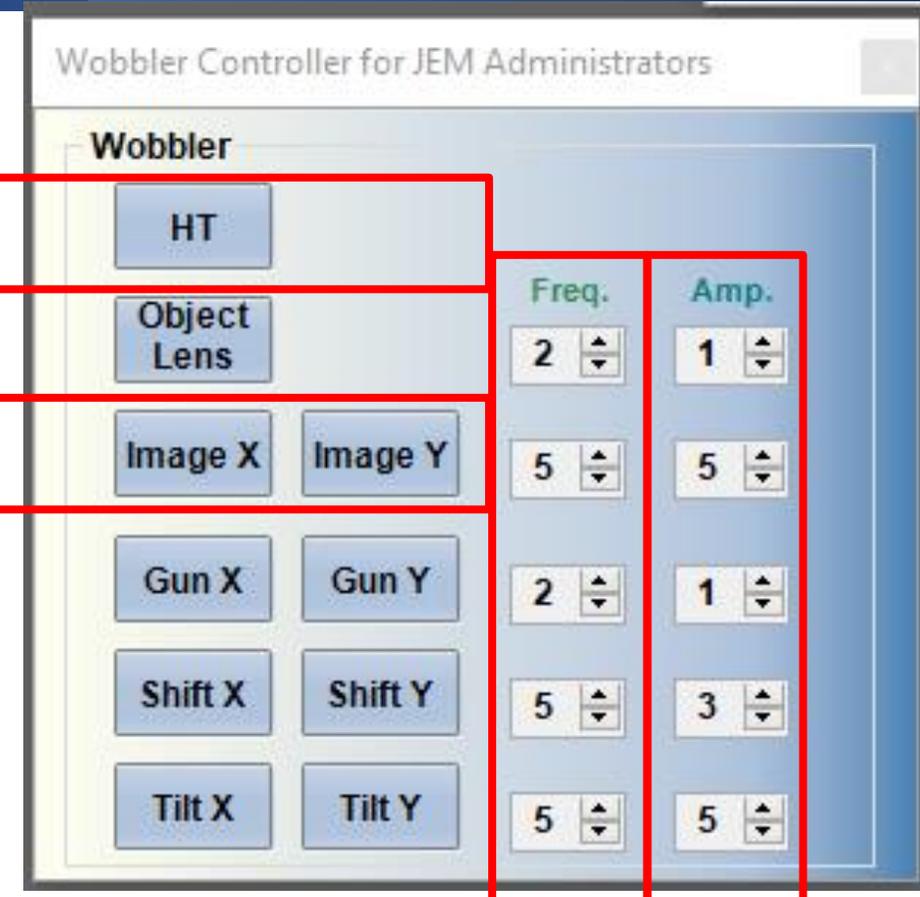
**Alignment Setting (Save As Neutral)**

Gun Align Shift : Save	Gun Align Tilt : Save
Beam Shift : Save	Beam Tilt : Save
Spot Alignment : Save	Comp Shift : Save
Comp Tilt : Save	Comp Angle : Save
Condenser STIG : Save	OL STIG : Save
Image Shift 1 : Save	Image Shift 2 : Save
IL STIG : Save	PL Alignment : Save

**Back Up**  
Save Load Current Data 2024-02-21\_12-53.jal

# Wobbler

- 軸合せ用のパルスをレンズ・コイルに印加する。
- Wobblerを動作させると、DEFつまみも同時に割当て
- **HT**：高圧
  - 電圧軸合わせ
- **ImageX/Y**：CL偏向コイル
  - フォーカス合わせ
- 管理者向け
  - ObjectLens：対物レンズ
  - GUNX/Y：電子銃第1偏向コイル
  - ShiftX/Y：集束レンズ第1偏向コイル
  - TiltX/Y：集束レンズ第2偏向コイル

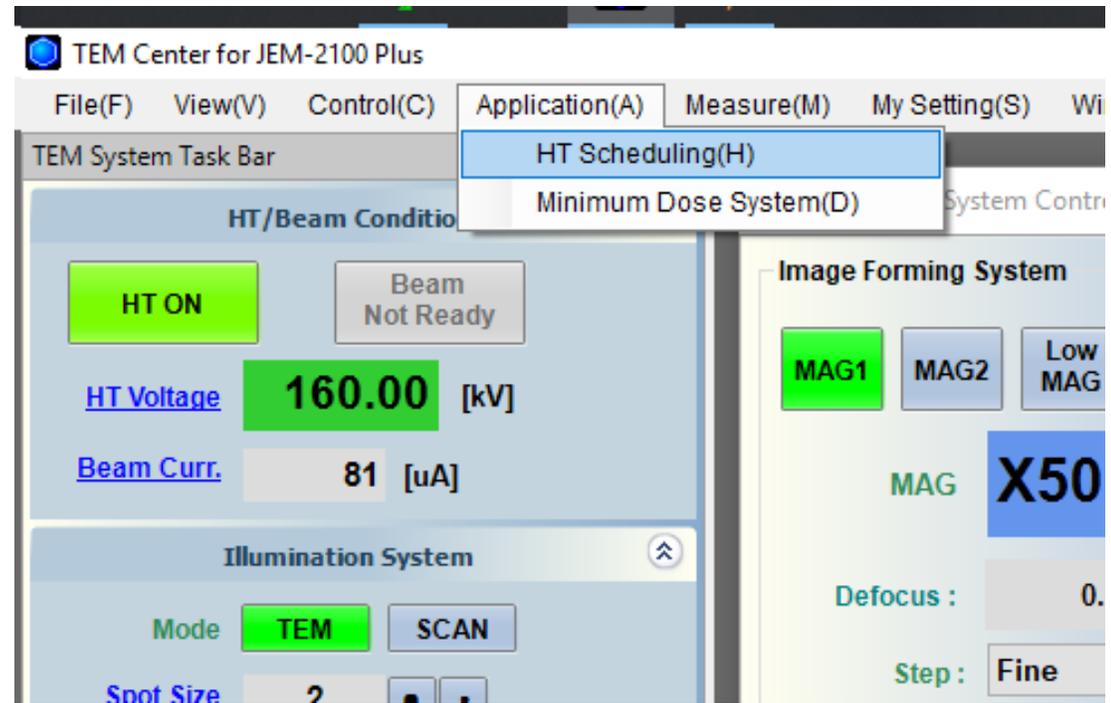


周波数

振幅

# TEMセンター Application

- HT Scheduling
  - 自動昇圧機能



# HT Scheduling

- 自動昇圧機能
  - スタンバイ → 運転  
160 kV → 200kV  
の昇圧にのみ使用
  - 設定は変えない
    - Step Volt = 0.1 kV
    - Interval Time = 3 s
    - 約20分で昇圧
  - Startボタンのみ使用
    - その他のボタンは管理者用

The screenshot shows the 'HT Scheduling' control panel. It features a 'Linear Step' section with 'Step Volt' set to 0.1 [kV], 'Interval Time' set to 3 [s], and 'Total Time' set to 20.1 [min]. Below this, the 'Current HT Voltage' is 160.00 [kV] and the 'Target HT Voltage' is 200.00 [kV]. A 'Start' button is highlighted with a red box and labeled '昇圧開始' (Start Voltage Increase). A 'Stop' button is also present. A red box with a warning symbol and 'HT OFF' is labeled '加速電圧OFF ->0kV' (Acceleration Voltage OFF -> 0kV). At the bottom, an 'HT Conditioning' section has an 'ON' button and a 'Hold' checkbox, both highlighted with a red box and labeled '管理者用' (Administrator Use).

昇圧条件

昇圧開始

管理者用

目標加速電圧

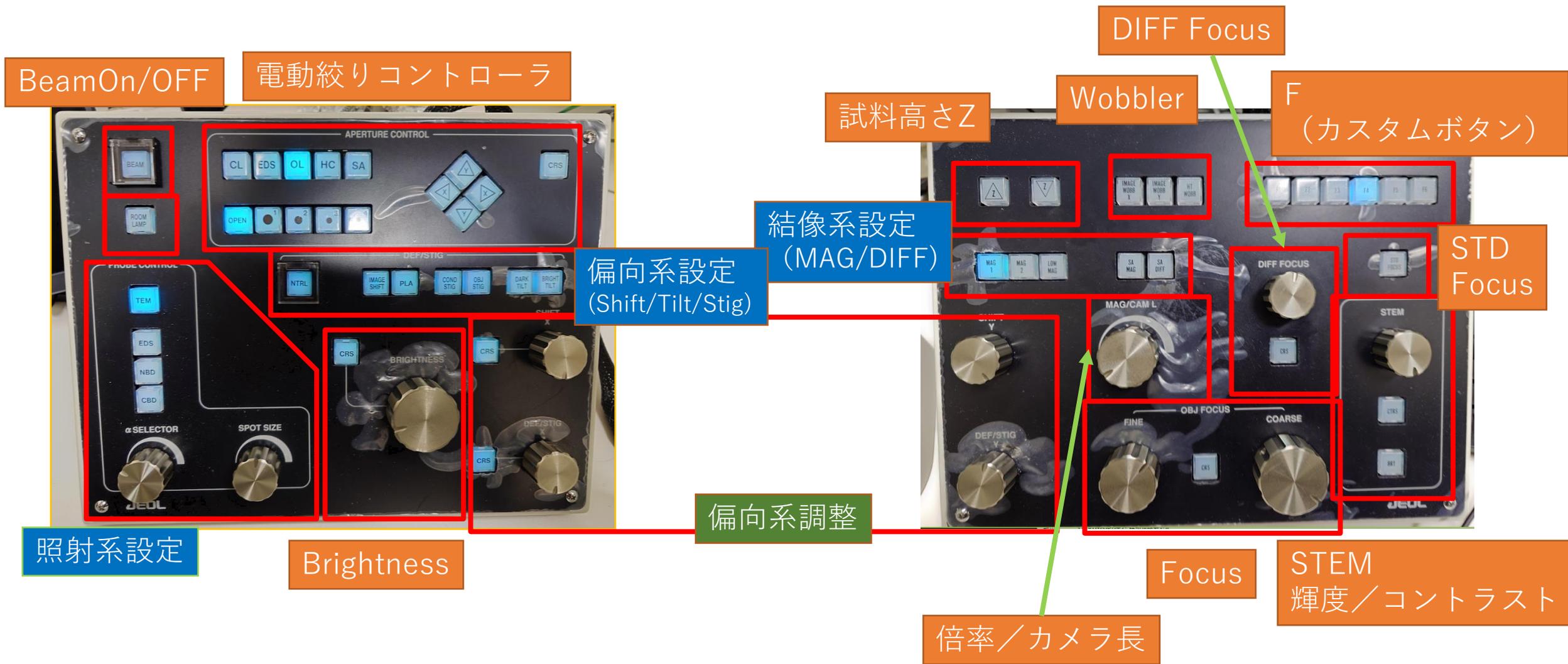
加速電圧OFF  
->0kV

# 基礎2日目： 操作パネル・ トラックボール

物理コントロー  
ラー類

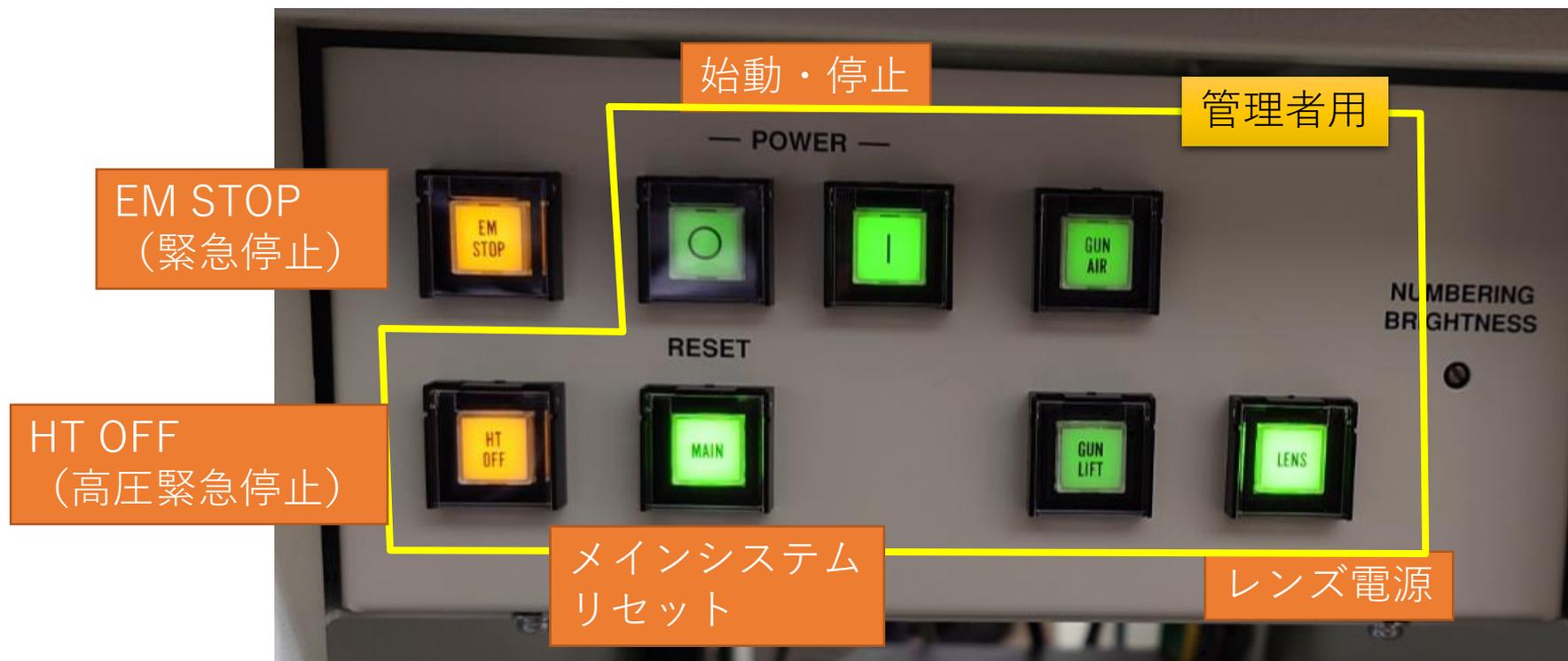
1. 操作盤L1・R1
2. 操作盤L2
3. 操作盤TB・操作盤SC

# 操作盤L1・R1



# 操作盤L2

- 緊急時・メンテナンス時以外  
むやみに触らない



# 操作盤TB・SC

- 試料移動と試料傾斜



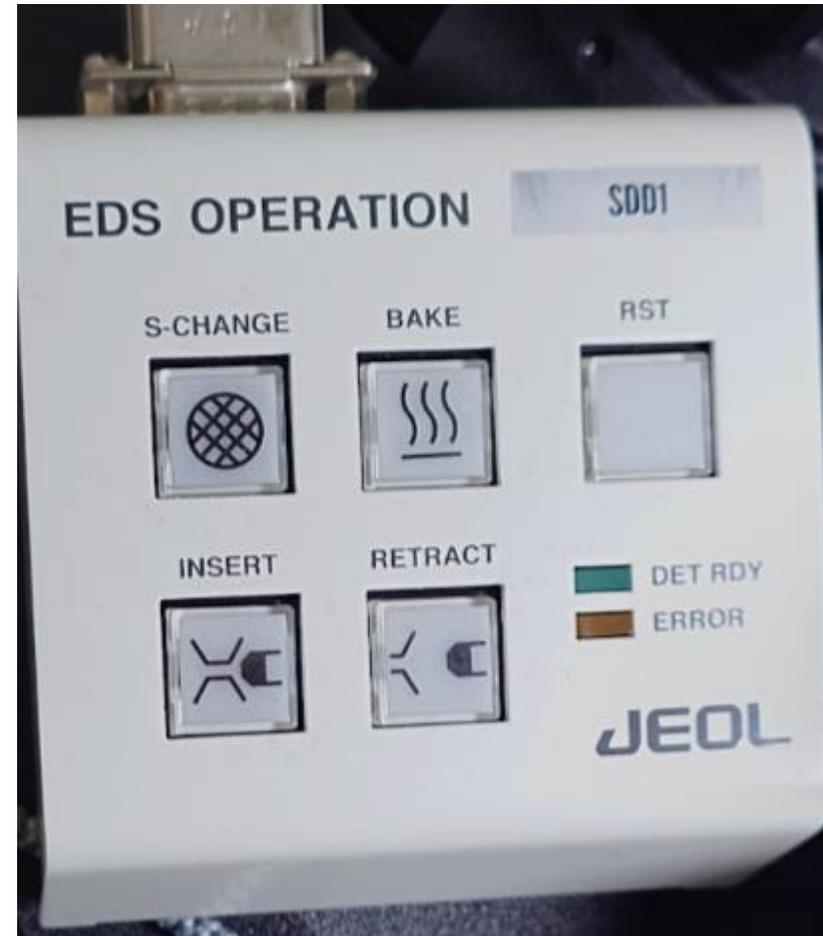
左手・TB



右手・SC

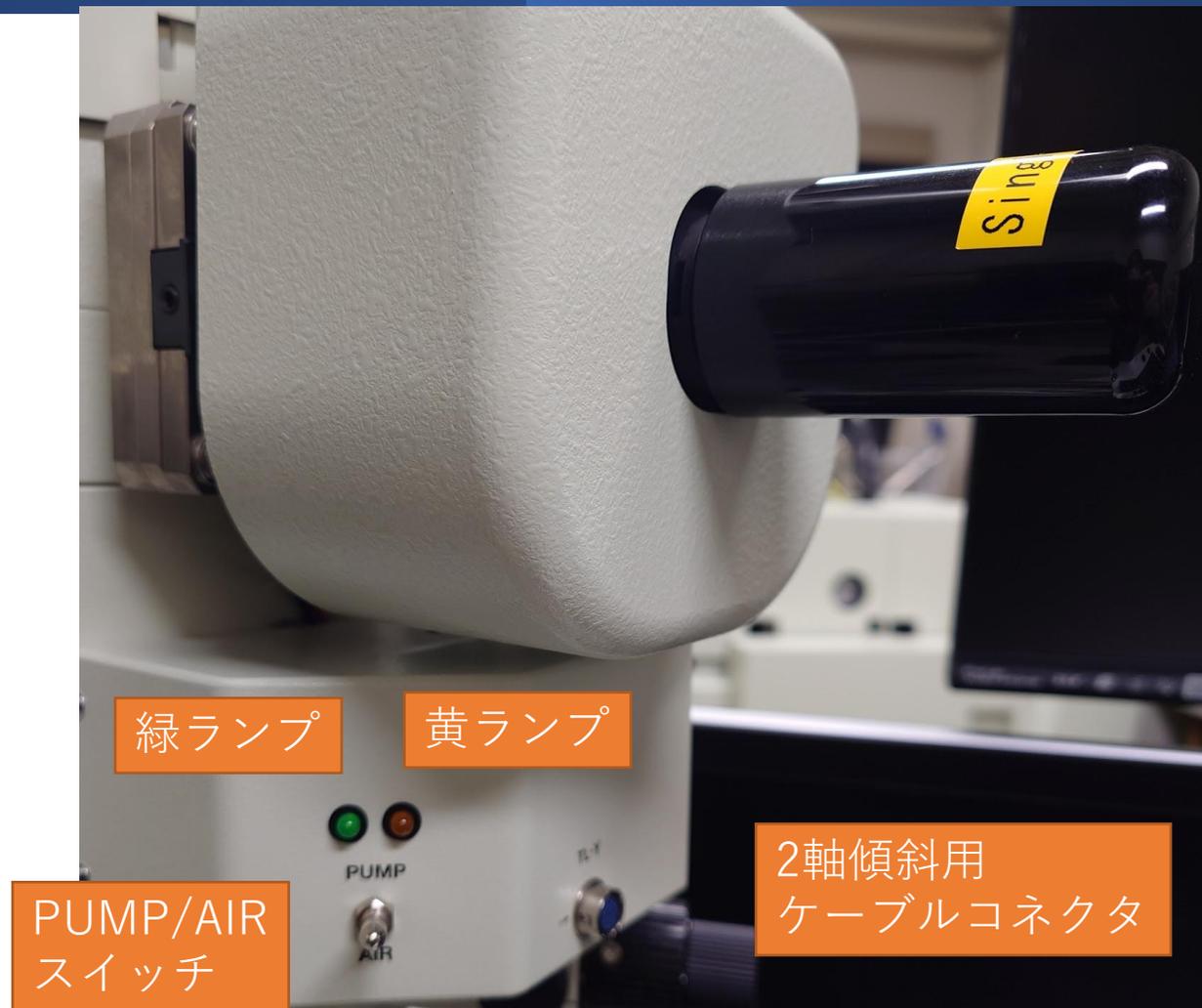
# EDS (SDD)コントローラー

- EDS検出器 (SDD)の挿抜と冷却
  - S-Change
    - 試料交換／不使用時
    - バルブCLOSE
    - ホルダを抜く場合は必ずこの位置にする
    - S-CHANGEで一定時間経過するとBAKEへ移行する。
  - Insert
    - 測定位置
    - バルブOPEN
  - Retract
    - 測定位置から退避
    - バルブOPEN
    - 真空引きを続けたい場合
  - DET RDY
    - 検出器が動作温度まで冷却され測定可能な状態
  - ERROR
    - 点灯した場合は管理者へ連絡



# ゴニオメーター（試料ステージ）

- 試料ホルダの
  - 鏡筒への導入機構
  - 移動・傾斜機構
- 緑ランプ
  - ホルダー試料取出・可能時に点灯
  - 挿抜の際は必ず手順を確認する事
- 黄ランプ
  - ゴニオメーターの粗排気中に点灯
- PUMP/AIRスイッチ
  - PUMP側で排気・AIR側で大気圧
- コネクタ
  - 2軸傾斜ホルダ用のケーブル接続



# 絞り（可動絞り）

- 電動：OLA
- 手動：CLA・HCA・SA・HX

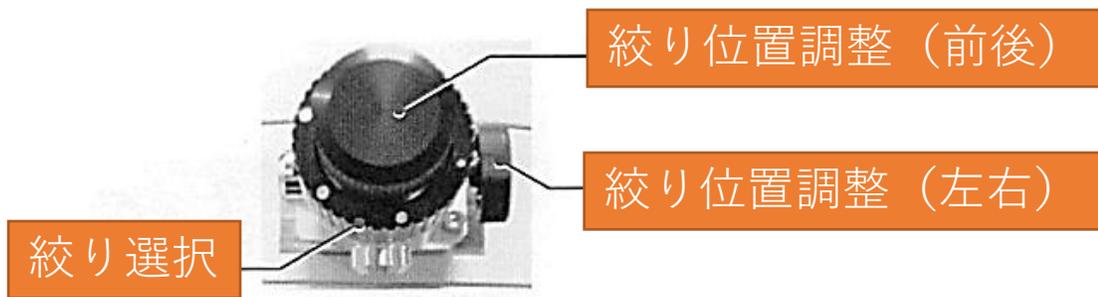
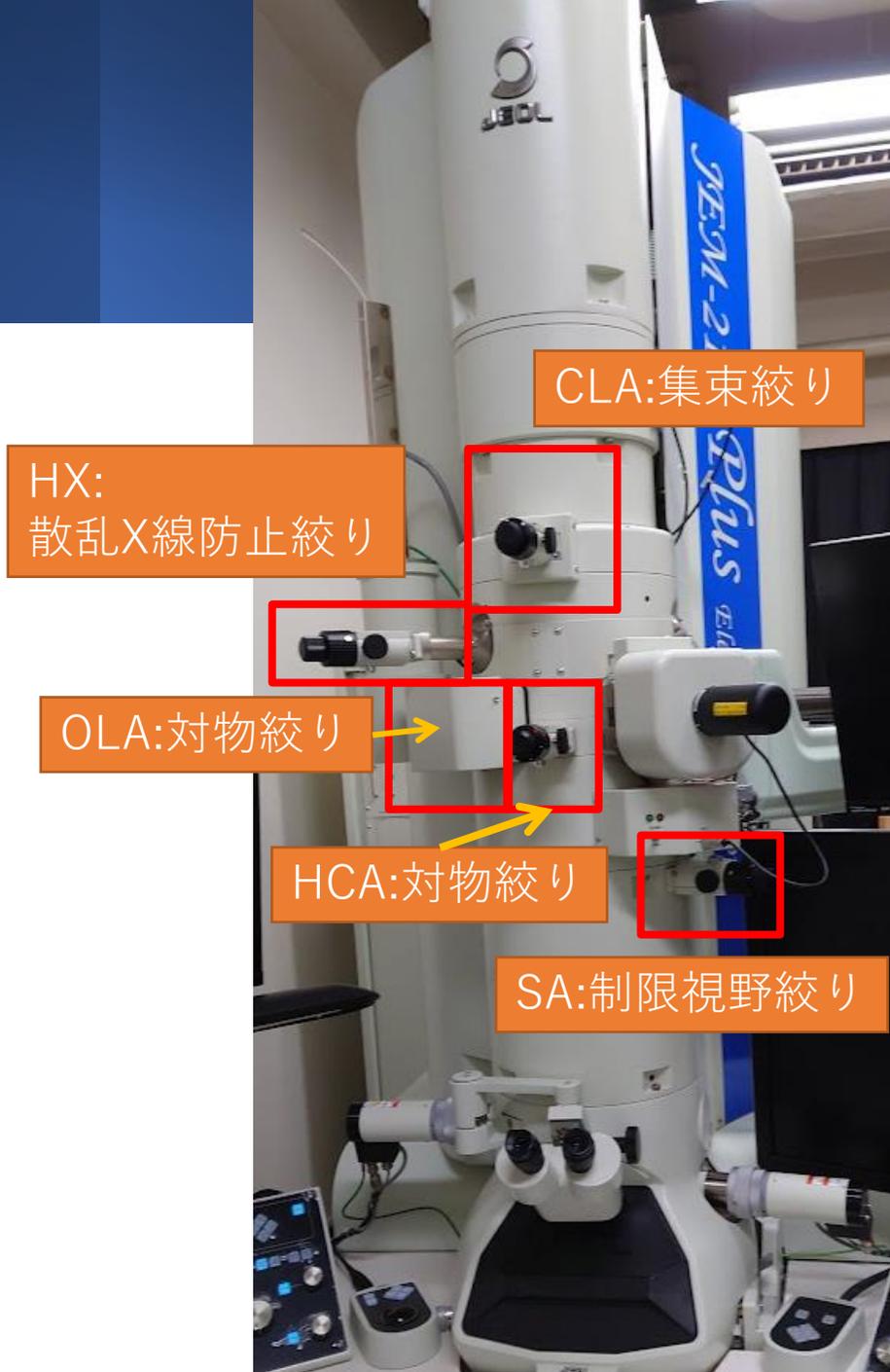


図4.1 クリックストップ式可動絞り装置

可動絞りの選択と絞りサイズ						
つまみ1の位置						
絞り番号	Open	#1	#2	#3	#4	
絞りの大きさ	∞ (開放)	○	○	◦	・	
絞り径	集束レンズ絞り	使用不可	φ150μm	φ70μm	φ50μm	φ10μm
	対物レンズ絞り*	-	φ120μm	φ60μm	φ20μm	φ5μm
	制限視野絞り	-	φ100μm	φ50μm	φ20μm	φ10μm



# 像観察室・観察窓・蛍光板・双眼鏡

- 像観察室

- 観察窓（鉛ガラス）

- 蛍光板観察のための窓

- 蛍光板

- 大蛍光板（観察用）

- 小蛍光板（焦点合わせ用）

- 双眼鏡（x 10）

- 小蛍光板焦点合わせ

