

入門・初級コース

日程		TEM入門・初級 研修内容
1日目 (月曜)		入門コース・講義1 (午前と午後の一部) 1 超高圧電顕室利用の手引 2 電子顕微鏡とは (光顕と電顕、透過電顕と走査電顕) 3 透過電顕の原理 4 伊都キャンパスの新超高圧電顕 ・施設見学および装置の説明 (午後)
2日目 (火曜)	午前	初級コース・講義2 (10:00-12:00) 透過電顕の操作原理 (レンズの働きと収差補正、フィラメントの種類と輝度・干渉性、明るさとビームの平行性、偏向装置と軸調整など)
	午後	機能説明とデモンストレーション TEMの始動と停止、TEMの構造 (名称)、TEM操作パネルの名称と機能、高圧の発生、電子線の発生、試料の装着と試料交換、試料観察 実習 TEMの簡単な操作 (各種ノブの操作、明るさ、ビームシフト、倍率、フォーカス、像と回折の切り替え、その他)
3日目 (水曜)	午前	実習 簡単な照射系軸合せ (電子線のセンターリング、絞りのセンターリング) 簡単な結像系軸合せ (電圧軸調整)
	午後	実習 対物絞りの選択とセンターリング 焦点合せ、撮影法、明視野像
4日目 (木曜)	午前	実習 試料の観察と撮影 (生物系試料と材料系試料)
	午後	講義3 (13:00-15:00) 1 電顕像のコントラスト (回折コントラスト) 2 最近の透過電顕法 実習 試料の観察と撮影 (午前の続き) 電子回折 (制限視野回折)、明視野、暗視野像 フィルム現像、フィルムの充填、印画紙の焼付け
5日目 (金曜)	午前	受講者の試料を使って実習またはグループであるテーマに挑戦 [例] 金属中の同じ転位をいろいろなgで撮影
	午後	午前の続き、まとめ

中級コース(分析電顕法)

日程		TEM中級(分析電顕法) 研修内容
1日目 (火曜)	午前	講義 (10:00-12:00) 1. 超高压電顕室利用法 2. 固体物理の復習(XEDS, EELSを理解するための) 原子の構造と電子のエネルギー準位 結晶中の電子のエネルギーバンド構造 結晶による電子回折とブリルアンゾーン境界
	午後	講義 (13:30-15:30) 3. X線エネルギー分散型分光法(XEDS) 4. 電子エネルギー損失分光法(EELS) 5. 走査透過-高角度環状暗視野像(HAADF-STEM) 装置の説明 (15:45-17:00)
2日目 (水曜)	午前	JEM-2010FEF 電顕基本操作 始動法、停止法、試料装着法、軸調整、明視野像、暗視野像、 電子回折、収束電子回折法
	午後	午前の続き
3日目 (木曜)	午前	エネルギーフィルター像を用いた応用 非弾性散乱バックグラウンド除去効果
	午後	電子エネルギー損失分光(EELS)法 像モード、回折モードでのEELSスペクトル 元素マッピング(2ウィンドウ法、3ウィンドウ法)
4日目 (金曜)	午前	X線エネルギー分散型分光EDS(XEDS)法 点分析、デッドカウント数、定性分析
	午後	線分析、定量分析、元素マッピング

中級コース（電子回折とその解析法）

日程		TEM中級（電子回折とその解析法）研修内容
1日目 (火曜)	午前	回折の基礎講義 （原子による散乱、単位胞による散乱、結晶構造因子、結晶による回折、Braggの条件、逆格子、回折図形の指数付け）
	午後	回折図形の撮影 ：シャープなスポットの出し方、Al, Siのいろいろな方位のスポットパターン(系統列励起、晶帯軸入射)、菊池パターン
2日目 (水曜)	午前	回折図形の指数付け （1）カメラ定数の決定（金多結晶デバイ環）、（2）Si単結晶回折スポットの指数付け
	午後	回折の応用講義1 （回折図形の作図、多重回折、高次ラウエゾーンの回折、菊池線の原理、Bragg条件からのずれと菊池線のシフト、菊池線による入射方位決定、収束電子回折）
3日目 (木曜)	午前	演習 菊池線の指数付けとBragg条件からのずれsの符号と大きさの決定、入射方位の精密決定（異なるゾーンからの反射を含む）
	午後	演習 ：回折図形の解釈（禁制反射と2重反射、双晶を含む結晶、面欠陥を含む結晶、第2相を含む結晶）
4日目 (金曜)	午前	回折の応用講義2 （EBSP：電子後方散乱図形、方位マップ）
	午後	回折図形の観察 (受講者の希望受け入れ)、電子回折のまとめ

中級コース（高分解能電顕法）

日程		TEM中級（高分解能法） 研修内容
1日目 (火曜)	午前	講義1 (10:00-12:00) 1. 超高圧電顕室利用法 2. 最近の透過電顕法 透過電顕の像コントラストと結像法、 3. 透過電顕法（復習） 光回折と電子回折、回折図形と拡大像、結晶による電子回折
	午後	講義2 (13:30-15:30) 4. 高分解能像（多波干渉像）の特徴 5. 高分解能像の理論 2波～3波干渉による格子縞、理想的レンズによる結像 球面収差、焦点外れの影響、コントラスト伝達関数 色収差の影響、理論分解能、高分解能構造像 6. 高分解能像の解釈 焦点外れ量と試料厚さ変動、非点収差の影響、試料ドリフトの影響 入射方位のずれの影響 7. 高分解能像の理論と像シミュレーション マルティスライス法 8. STEM 高分解能 HAADF, ABF-STEM
2日目 (水曜)	午前	JEM-3200FSK の基本操作 (試料：非晶質カーボン+微結晶) 試料装着、軸調整、非点補正、各種絞りの選択、焦点外れ量と像コントラスト変化
	午後	像撮影の適不適判定（厚さ、方位、ドリフトなど）
3日目 (木曜)	午前	JEM-3200FSK の基本操作 (試料：金属または半導体結晶)
	午後	パソコンによる像シミュレーション実習 JEM-3200FSK の基本操作 (試料：金属または半導体結晶)
4日目 (金曜)	午前	JEM-ARM200F による STEM 像観察. HAADF, ABF
	午後	午前の続き、

中級コース（超高圧電顕法）

日程		TEM中級（超高圧電顕法） 研修内容
1日目 (火曜)	午前	講義 (10:00-12:00) 1. 超高圧電子顕微鏡 JEM-1300NEF の構造 2. JEM-1300NEF の機能と性能 3. 電子の弾性散乱と非弾性散乱 4. 電子線の透過能と像分解能 5. 結晶による高速電子の回折（動力学的効果と多波励起効果） 6. 高速電子の照射効果 7. 材料のイオン、光照射励起 8. まとめ～HVEM の特徴
	午後	実習 基本操作法（1）
2日目 (水曜)	午前	実習 基本操作法（2）
	午後	実習 基本操作法（3）
3日目 (木曜)	午前	明視野像、暗視野像、電子回折など
	午後	STEM 法
4日目 (金曜)	午前	受講者の希望*に対応
	午後	受講者の希望*に対応

* 分析、トモグラフィ、光照射 など

中級コース (TEM トモグラフィ)

日程		TEM中級 (TEMトモグラフィ) 研修内容
1日目 (火曜)	午前	講義 (TEMトモグラフィ法の原理: X線CTとの違い、トポグラフィとトモグラフィ)
	午後	実習 (データ取得)
2日目 (水曜)	午前	講義 (回折コントラストがある場合、STEMトモグラフィ、3D再構築法)
	午後	実習 (3D再構築)
3日目 (木曜)	午前	実習 (データ取得)
	午後	実習 (3D再構築)
4日目 (金曜)	午前	予備 (受講者の試料観察)
	午後	予備 (同上解析)

中級コース (FIBによる試料作製法)

日程		TEM中級 (FIBによる試料作製法) 研修内容
1日目 (火曜)	午前	講義 基本原理: FIBの原理 装置の説明
	午後	装置の始動と停止法、装置の構造(名称)と機能説明
2日目 (水曜)	午前	受講者の試料作製
	午後	試料作製(続き)
3日目 (木曜)	午前	予備 (受講者の試料を使って実習)
	午後	予備 (受講者の試料を使って実習)
4日目 (金曜)	午前	予備 (受講者の試料を使って実習)
	午後	予備 (受講者の試料を使って実習)

走査型電子顕微鏡 (SEM) 中級コース (分析 SEM 法)

日程		SEM中級 (分析SEM法) 研修内容
1日目 (火曜)	午前	講義1 (10:00-12:00) 1. 走査電顕の原理、透過電顕との違い 2. SEM法の物理 入射電子と物質との相互作用、電子の侵入深さの加速電圧依存性、 二次電子と反射電子、帯電性 3. 結像法とコントラスト
	午後	講義2 (13:30-15:30) 4. 最新SEMの構造と性能 5. いろいろな結像法と得られる情報 装置の説明とデモンストレーション(15:45 - 17:00)
2日目 (水曜)	午前	Zeiss ULTRA55の基本操作(1) in-lens SE, Chamber SE(ET), BSE(EsB, AsB)
	午後	ULTRA55の基本操作(2) in-lens SE, Chamber SE(ET), BSE(EsB, AsB)
3日目 (木曜)	午前	講義3 (10:00-12:00) 超伝導マイクロカロリメーターX線検出器の原理
	午後	ULTRA55の操作、試料観察(1) 各自撮影に挑戦
4日目 (金曜)	午前	ULTRA55の操作、試料観察(2) 各自撮影に挑戦
	午後	午前の続き、撮影した像の解釈、まとめ