

入門・初級コース

日程		TEM入門・初級 研修内容
1日目 (月曜)		<p>入門コース・講義 1 (9:30~12:00 と 13:00~14:30)</p> <p>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</p> <p>・施設見学および装置の説明</p> <p>初級コース・講義 2 (14:50~16:20)</p> <p>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)</p>
2日目 (火曜)	午前	<p>機能説明とデモンストレーション</p> <p>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</p>
	午後	<p>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)</p>
3日目 (水曜)	午前	<p>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)</p> <p>簡単な結像系軸合せ (電圧軸調整)</p>
	午後	<p>実習 対物絞りの選択とセンターリング</p> <p>焦点合せ、撮影法、明視野像</p>
4日目 (木曜)	午前	<p>初級コース・講義 3 (10:00-12:00)</p> <p>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</p>
	午後	<p>実習 試料の観察と撮影</p> <p>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、</p>
5日目 (金曜)	午前	<p>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</p>
	午後	<p>午前の続き、まとめ</p>

※初級短縮コースは、3日間で、4日目の実習内容まで学習します。(講義3はありません。)

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	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	午前	JEM-3200FSK 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	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ウインドウ法、3ウインドウ法)
4 日目	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	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	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	収束電子回折図形の撮影 ：収束電子回折図形の撮影法、収束電子回折を用いた試料厚さの測定
3日目	午前	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）
	午後	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） 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	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	午前	講義1 (10:00-12:00) 1. 装置の構造 (JEM-ARM200F) 2. TEMとSTEMの結像原理 (概略) 3. 透過電顕法 (復習) ・ 光回折と電子回折 ・ 回折図形と拡大像 ・ 像コントラストと結像法 ・ 高分解能TEM像 (多波干渉像) の特徴 4. 高分解能TEM像の理論と解釈 ・ 球面収差と焦点外れの影響 ・ コントラスト伝達関数 ・ 理論分解能
	午後	講義2 (13:00-15:00) 5. 高分解能TEM観察の実例 ・ 1次元の格子像と構造像 ・ 2次元の格子像と構造像 ・ 応用 (構造解析例) 6. 高分解能TEM観察の手順と注意点 ・ 電顕の軸調整 (照射系、非点補正、フォーカス) ・ よい像を撮るための条件 演習 (15:00-17:00) パソコンによる像シミュレーション実習
2日目	午前	TEMモードの基本操作1 (JEM-ARM200F) ・ 試料装着 ・ 軸調整 ・ 試料方位合せ
	午後	TEMモードの基本操作2 (JEM-ARM200F) ・ 各種絞りの選択 ・ 非点補正 ・ 焦点外れ量と像コントラスト変化
3日目	午前	講義3 (10:00-12:00) 1. TEMとSTEMの違い 2. 分析電顕の構成 3. ビーム走査機構 4. 走査透過電子検出機構 5. TEM像とSTEM像の等価性 6. 高分解能HAADF-STEM像 7. 高分解能ADF-STEM像
	午後	STEMモードの基本操作1 (JEM-ARM200F) ・ TEMとSTEMのモード切替え ・ ロンチグラム調整
4日目	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	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 JEM-1300NEF 基本操作法（1）
2日目	午前	実習 JEM-1300NEF 基本操作法（2）
	午後	明視野像、暗視野像、電子回折など
3日目	午前	受講者の希望*に対応
	午後	受講者の希望*に対応
4日目	午前	予備日
	午後	予備日

* 分析、トモグラフィ、光照射 など

中級コース (TEM/STEM トモグラフィ)

日 程		TEM中級 (TEM/STEM トモグラフィ) 研修内容
1 日目	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	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	午前	実習 (データ取得)
	午後	実習 (3D 再構築)
4 日目	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 （月曜）	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 （火曜）	午前	受講者の試料作製
	午後	試料作製（続き）
3日目 （水曜）	午前	（受講者の試料を使って実習）
	午後	（受講者の試料を使って実習）
4日目 （木曜）	午前	（受講者の試料を使って実習）
	午後	（受講者の試料を使って実習）
5日目 （金曜）	午前	（受講者の試料を使って実習）
	午後	（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	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	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	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	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