

目次

第1章 走査電子顕微鏡の原理と構成

1.1	走査電子顕微鏡の歴史	1
1.2	走査プローブの形成	3
1.2.1	構造と原理	3
1.2.2	電子銃	5
A.	電子銃の種類	6
a.	タングステン熱電子銃	6
b.	六ホウ化ランタン熱電子銃	6
c.	ショットキー電子銃	6
d.	電界放出電子銃	6
B.	輝度	6
1.2.3	電子光学系の構成	7
A.	電子レンズ	7
a.	コンデンサレンズ (集束レンズ)	7
b.	対物レンズ	8
B.	電子ビームの軸合わせと偏向・走査	9
a.	電子光学系の軸合わせ	9
b.	電子ビームの偏向・走査	10
C.	非点収差補正	11
D.	プローブ径とプローブ電流	11
1.2.4	試料室・試料交換室	12
A.	試料ステージ (試料移動機構)	12
B.	試料交換室	12
1.2.5	真空排気系	13
A.	汎用 SEM の真空排気系	13
B.	高真空 SEM の真空排気系	14
1.2.6	倍率と分解能	16

A. 倍率……	16
B. 分解能……	16
1.3 信号と検出器 ……………	17
1.3.1 電子ビームと試料との相互作用 ……………	17
A. 二次電子……	18
B. 反射電子……	18
C. 試料から放出される電子エネルギー……	19
1.3.2 二次電子検出器 ……………	20
1.3.3 反射電子検出器 ……………	20
A. シンチレータ型検出器……	21
B. 半導体型検出器……	21
1.3.4 その他の信号検出 ……………	22
A. 吸収電流……	22
B. カソードルミネッセンス (CL) ……	23
C. X線……	23
D. オージェ電子……	23

第2章 像のコントラストの形成

2.1 像のコントラストの形成 ……………	27
2.1.1 二次電子像形成の原理 ……………	27
A. 二次電子像のコントラスト……	27
B. 対物レンズとコントラスト……	29
C. 反射電子が励起した二次電子の効果……	31
2.1.2 反射電子像形成の原理 ……………	32
A. 反射電子像のコントラスト……	32
a. 反射電子放出率 η の原子番号依存性	32
b. 反射電子放出率 η の傾斜角依存性	32
2.1.3 二次電子信号と反射電子信号の分離法 ……………	34
A. シュノーケルレンズまたはインレンズ方式の SEM による分離法……	34
B. 信号制御電極を用いた分離法……	34
2.1.4 コントラストの識別限界 ……………	36
A. SEM 像の生成……	36
B. コントラストモデルと信号の SN 比……	36
C. SN 比と CN 比……	37

D. CN比の計算法	38
E. ビーム径とコントラストの識別限界	40
2.2 走査電子顕微鏡の分解能	42
2.2.1 概要	42
2.2.2 分解能の解釈と分解能を決める要因	43
A. 「分解能」の三つの解釈	44
B. 分解能の定量化	45
C. 像分解能を決める要因	46
2.2.3 一次電子ビームの形成原理とビーム径の定義	46
A. 一次電子ビームの形成原理とSEMの像信号	46
B. ビーム径の定義	47
2.2.4 SEMの像倍率とSEM像を構成する画素	48
2.2.5 一次電子のビーム径と像分解能の関係	49
2.2.6 一次電子のビーム直径の限界値(下限)	52
A. 回折限界	52
B. 輝度限界	53
C. 回折限界と輝度限界におけるビームの小径化	55
2.2.7 理論分解能の定義	56
2.2.8 ビーム開き角 α_i の上限	56
2.2.9 球面収差と色収差	58
A. 球面収差	58
B. 色収差	59
2.2.10 球面収差と色収差の低減法(リターディング法)	60
A. リターディング法の原理と分解能改善効果	60
B. リターディング法で球面収差係数(C_s)が低減する理由	61
C. リターディング法で色収差係数(C_c)が低減する理由	62
2.2.11 収差制限領域のビーム挙動と最適ビーム開き角	62
2.2.12 最良フォーカスの挙動	64
A. 回折・輝度制限領域における最良フォーカスの挙動	64
B. 収差制限領域における最良フォーカスの挙動	65
C. 収差制限領域におけるフォーカス挙動(像倍率依存性)の原因	66
2.2.13 理論分解能の計算モデル	66
A. 二乗平均法による計算モデル	67
B. IPC法による行動モデル	67
2.2.14 像分解能の計測法	69

A. ギャップ分解能とエッジ分解能（像シャープネス）	69
B. 像シャープネスの評価法の国際標準化	71
2.2.15 像分解能のまとめ	73

第3章 走査電子顕微鏡の調整と像取得・表示・保存

3.1 走査電子顕微鏡の操作法	75
3.1.1 走査電子顕微鏡の像調整	75
A. パラメータの設定	75
a. 加速電圧	75
b. コンデンサレンズ電流	76
c. 作動距離 (WD)	78
d. 対物レンズ可動絞り	79
B. 電子光学系の調整	79
a. 電子銃の軸調整	79
b. 対物レンズ絞りの軸調整	80
c. 非点収差補正	80
3.1.2 自動調整機構	82
A. 自動ブライトネス・コントラスト調整	82
B. 自動焦点合わせ	82
C. 自動非点収差補正	83
3.2 走査電子顕微鏡像の取得・表示・保存	83
3.2.1 SEM 像の取得	83
3.2.2 デジタル拡大表示	84
A. デジタル SEM 像の画質	86
B. SEM 像適正表示法	88
C. SEM 像表示のための有益な各種機能	90
D. 極低倍率像表示と広視野観察	91
3.2.3 SEM 画像の保存	93
3.3 走査電子顕微鏡の像障害	94
3.3.1 帯電 (チャージアップ)	95
3.3.2 試料損傷	96
3.3.3 試料汚染 (コンタミネーション)	98
3.3.4 操作・調整不良	99
3.3.5 外乱による像の揺れ, 歪み	101

第4章 走査電子顕微鏡の多様な機能と周辺装置

4.1 走査電子顕微鏡の多様な機能	103
4.1.1 低加速電圧 SEM	103
A. 低加速電圧 SEM による絶縁物観察	103
B. 低加速電圧 SEM の高分解能化の手法	105
C. 極低加速電圧 SEM	107
4.1.2 低真空 SEM	108
A. 低真空 SEM の概要	108
B. 低真空 SEM の特徴	109
a. 低真空 SEM の基本構成	109
b. 帯電現象による像障害の軽減	109
c. 水や油を含んだ試料の迅速観察	110
C. 低真空 SEM の応用例	111
4.1.3 環境制御型 SEM (ESEM)	112
A. ESEM の原理	112
a. 真空排気システム	112
b. 検出システム	113
B. 応用例	114
4.1.4 ステレオ SEM 法	116
A. SEM によるステレオ観察法の流れ	116
B. ステレオ観察の原理	116
C. 視差画像取得方法	118
D. ステレオ観察 (3D 表示) 方法	120
a. 専用メガネを用いて観察する方式 (メガネ方式)	120
b. 特殊な 3D (液晶) モニターを用いて裸眼で観察する方式 (裸眼方式)	120
4.1.5 SEM による計測法	121
A. 画像から解析する方法	121
a. ステレオ法による三次元計測	121
b. 連続切片による再構築法	121
B. 信号から解析する方法	121
a. 単一検出器による三次元計測	121
b. 複数検出器による三次元計測と再構築法	121
4.1.6 測長 SEM	124

A.	はじめに	124
B.	測長 SEM の概要	125
a.	半導体プロセスと寸法管理の必要性	125
b.	測長 SEM の原理, 構成	126
c.	半導体製造工程における測長 SEM の役割	127
C.	像分解能向上技術	128
D.	二次電子検出技術	130
E.	高精度測長技術	130
a.	寸法計測の測定精度	130
b.	短期再現性	131
c.	装置間マッチング	132
d.	トレーサビリティ (寸法精度保償)	133
F.	半導体プロセスにおけるアプリケーション	134
a.	高アスペクトホールの観察	134
b.	デバイス設計データを用いた応用計測	135
G.	今後の展望	136
4.1.7	STEM	137
4.2	走査電子顕微鏡による分析	139
4.2.1	SEM による分析の多様性	139
4.2.2	特性 X 線による分析	140
A.	EDS/X の構造と原理	140
B.	WDS/X の構造と原理	142
C.	EDS/X と WDS/X の特性	143
a.	取付方法	143
b.	焦点深度	143
c.	分析条件	143
d.	定性分析	144
e.	定量分析	144
f.	面分析 (マッピング)	144
4.2.3	後方散乱電子回折 (EBSD) による分析	146
4.2.4	電子チャネリングコントラスト	148
A.	電子チャネリングおよび電子チャネリングパターン (ECP)	149
B.	制限視野電子チャネリングパターン (SACP)	152
C.	電子チャネリングコントラスト (ECC) 像	154
D.	試料表面処理	155

4.2.5	カソードルミネッセンスによる分析	157
A.	CLの原理	157
B.	装置の構成	158
C.	CLスペクトルとCL像	159
4.2.6	EBICによる分析	160
A.	EBICの原理	160
B.	装置の構成	162
C.	EBIC像	163
4.3	画像処理技術	164
4.3.1	SEMで利用される画像処理技術	164
4.3.2	SEM像の特徴	164
4.3.3	画質改善処理における問題点	166
4.3.4	二次電子像, 反射電子像の画質改善	168
4.3.5	SEM雑音の除去	170
4.3.6	TV走査-BSE像の画質改善	171
4.3.7	カラーSEM像	172
4.3.8	画像計測・解析	174
4.3.9	SEMのリモートコントロール	174
4.4	試料周辺装置	175
4.4.1	コーティング装置	175
A.	真空蒸着法	176
a.	タングステンバスケット法	176
b.	白金蒸着法	176
c.	電子線加熱法	177
d.	カーボン蒸着法	177
B.	真空蒸着装置	179
a.	装置の構成	179
b.	金属蒸着法	179
c.	SEM試料への対応	179
d.	真空蒸着の成膜機構	180
e.	高分解能観察のためのコーティング法	181
C.	カーボンコータ	183
D.	イオンビームスパッタリング装置	184
E.	プラズマイオンスパッタリング装置 (イオンコータ)	185
a.	平板電極対向型	185

b.	マグネトロン電極型	185
c.	イオンスパッタの成膜機構	186
d.	イオンスパッタコーティング法	186
e.	大面積試料対応マグネトロンイオンコータ	187
F.	プラズマ CVD オスミウムコーティング装置	189
a.	汎用 SEM 試料対応 HC-Os コータ	189
b.	大面積対応 Os コータ	190
c.	オスミウム酸取り扱いに関する事項	191
G.	無蒸着観察法	192
4.4.2	集束イオンビーム	192
A.	集束イオンビーム装置	192
B.	FIB/SEM	194
4.4.3	イオンミリング装置	195
A.	断面ミリング加工	196
B.	平面イオンミリング (フラットミリング法)	196
C.	イオンミリングのイオンガンの構成	197
D.	イオンミリング処理例	198
4.4.4	加熱・冷却, 引張り, 圧縮	198
A.	加熱装置	198
B.	冷却装置	200
C.	クライオユニット	201
D.	引張り装置, 圧縮装置	202
4.5	走査電子顕微鏡に関連した特殊な顕微鏡	203
4.5.1	SIM 像の性質	203
A.	固体内の照射イオンの侵入軌道とエネルギー損失能	203
B.	二次電子放出	204
C.	二次電子収率の試料原子番号依存性	206
D.	二次電子収率のイオン入射角依存性	207
E.	二次電子生成の横方向拡がり	209
4.5.2	He イオン顕微鏡	210
A.	イオン源	211
B.	イオン光学系	212
C.	二次電子と反射イオン検出	212
D.	応用例	213
4.5.3	大気圧 SEM	213

A. 大気圧 SEM の構成	214
B. 大気圧 SEM の応用	215
a. 生物分野	215
b. 材料分野	215
C. 大気圧 SEM の展望	216
4.5.4 SEM と SPM の複合機	217
A. SPM の原理	217
B. SEM と AFM の複合機	218
C. SEM 内で動作する小型 AFM マニピュレータの基本構成	218
D. 力覚制御機構	219
E. 小型 AFM マニピュレーターを用いた SEM 内でのイメージングと微小解剖	220
F. SEM と AFM の複合機の将来性	221

第5章 生物学への応用

5.1 生物試料の基本処理法	223
5.1.1 良い SEM 像を得るための試料作製の基本	223
A. 生の動物・植物組織	224
B. 遊離細胞や微生物	226
C. 乾燥組織	226
5.1.2 固定・脱水	228
A. 固定	228
a. 固定剤	228
b. 緩衝液	229
c. 固定液の調整と使用法	229
d. 固定法	231
B. 脱水	232
5.1.3 乾燥	233
A. 臨界点乾燥法	234
a. 基本原理	234
b. 基本手段	235
c. ドライアイス臨界点乾燥法	236
B. 凍結乾燥法	237
a. <i>t</i> -ブチルアルコール凍結乾燥法	238
5.1.4 導電処理	240

A. 導電染色法	240
a. タンニン・オスミウム法 (TaO 法) とその変法	246
b. オスミウム・チオカルボヒドラジド・オスミウム法 (OTO 法)	248
c. ルテニウム法	250
5.1.5 載物	250
A. 試料台 (載物台)	250
B. 接着剤	250
a. 導電ペースト	251
b. 市販の接着剤	251
c. 両面テープ	251
C. 載物の実際	251
a. ブロック状試料の載物	251
b. 綿状・線維状、板状試料の載物	251
c. ガラス板に付着した試料の載物	251
d. 微生物や微粉体の載物	251
5.2 種々の試料技術	252
5.2.1 断面観察法	252
A. 組織断面の観察	252
a. 切断法	252
b. 剥離法	253
c. 凍結切断法	253
B. 微生物断面の観察	256
a. サンドイッチ方式による急速凍結置換固定法を用いた破断	256
b. フリーズレプリカ法による破断	258
5.2.2 化学消化法	259
A. 細胞成分観察法	259
a. 塩酸-コラーゼ法	259
b. KOH-コラーゼ法 (ないし KOH 法)	260
c. NaOH 法	261
B. 線維成分観察法	262
a. コラーゲン観察法	263
b. エラスチン観察法	264
C. 細胞内構造観察法 (オスミウム浸軟法または ODO 法)	265
a. ODO 原法	266
b. AODO 法	269

c. その他の ODO 法	270
5.2.3 鋳型法	270
A. 血管鋳型法	270
a. 基本手法	270
b. 観察上の注意	271
c. 動脈・毛細血管・静脈の区別	272
B. リンパ管鋳型法	273
C. その他の鋳型法	273
D. 鋳型法の長所と短所	274
5.2.4 組織化学 SEM 法	274
A. 試料作製	274
B. 組織化学反応	275
C. 反射電子像の観察	275
D. SEM で用いる組織化学法	276
a. めっき法	276
b. オスミウム法	276
E. SEM で用いる酵素組織化学法	277
a. 鉛染色法	277
b. 銀染色法	277
c. オスミウム染色法	278
5.2.5 免疫 SEM 法	278
A. 免疫標識	278
B. コロイド金標識法	279
a. 試料の作製	279
b. 観察	280
5.3 試料別応用	282
5.3.1 動物組織	282
A. 外表面の観察	282
a. 自由表面のクリーニング	282
b. 高分解能観察法	283
B. 血液	285
a. ポリカチオン処理法	285
b. 血球の光顕像と SEM 像の比較	286
c. 血球の内部構造の観察	286
C. 遊離細胞小器官	287

D. 染色体とクロマチン	288
a. 空気乾燥法	288
b. 細胞内の染色体観察	290
c. クロマチン線維・又クレオゾームの観察	290
E. 生体高分子	290
5.3.2 培養細胞	292
A. 培養に際しての注意	292
B. 試料作製上の注意	292
a. 固定	292
b. 脱水, 乾燥およびコーティング	294
C. 細胞内部構造の観察	294
a. 粘着テープ引き裂き法	294
b. 凍結切断法	294
c. トライトン (Triton) 処理法および物理的引き裂き (Physical Rupture) 法	294
D. 免疫 SEM	296
E. 凍結研磨法	296
5.3.3 胚・胎仔	296
A. 着床前の胚	297
a. 準備	297
b. 試料作製手順	297
B. 着床後の胚	298
a. 試料作製手順	298
C. 胚仔の血管鑄型作成法	298
a. 準備	299
b. 血管鑄型作成手順	299
5.3.4 硬組織	300
A. 骨	300
a. 骨組織中の細胞成分の観察法	300
b. 骨気質の観察法	302
B. 歯	302
a. 試料作製法	303
b. 研磨法	303
c. 腐蝕	304
d. 金属コーティング	304
e. 観察	304

5.3.5 寄生虫	306
A. 原虫	308
B. 寄生蠕虫	308
a. 虫卵	308
b. 幼虫	308
c. 成虫	310
C. 衛生昆虫	313
5.3.6 昆虫	313
A. 形態の変形, 歪みを防ぐ	313
B. チャージアップ	314
C. 載物	315
D. 観察と撮影	315
5.3.7 植物	316
A. 器官・組織表面の一般的観察法	316
a. 試料の切取り	316
b. 固定	316
c. 脱水	317
d. 乾燥	317
e. 金属コーティング	317
B. レプリカ SEM 法による表面観察法	317
a. 鑄型の作製	318
b. 鑄型の固定	318
c. レプリカ (鑄造) の作製, 観察	318
C. 花粉の観察法	318
a. 花粉の採取	319
b. 10% KOH-アセトリシス処理	319
c. オスミウム固定	319
d. 臨界点乾燥と金属コーティング, 観察	319
D. 植物組織内の観察法	319
a. 凍結切断法	320
b. オスミウム浸軟処理法 (ODO 法)	320
5.3.8 真菌	321
A. 試料作製の具体的手法	322
a. 洗菌	322
b. 固定	324

c. 切断法	324
d. 乾燥	324
e. 載物	325
f. コーティング	326
g. 観察	326
5.3.9 細菌	326
A. 細菌表層構造の観察のための固定・脱水剤の検討	329
B. 細菌の分裂・増殖様式の観察のための試料作製法と標識抗体法	330
C. 細菌と宿主細胞との関係を観察する場合の固定法	331
5.3.10 ウイルス	333
A. ウイルス感染細胞の観察	333
a. 感染材料の作製	333
b. 試料作製時の無コーティング法とコーティング法	333
c. カバースリップの準備	333
d. 感染材料の準備	334
e. 固定・脱水・乾燥	335
f. 観察	336
B. ウイルス粒子の観察	336
a. ウイルス粒子の精製	336
b. 無コーティング法試料調整法	336
c. カーボンプレートの準備	336
d. 固定・脱水・乾燥・観察	337
C. ウイルス抗原の標識	337
5.3.11 食品	337
A. 乾燥食品素材	337
B. 含水食品	337
a. うどん	337
b. ストリングチーズ	339
c. 高分子食品：寒天ゲル	341
d. 冷凍食品：アイスクリーム	342
5.3.12 化石（恐竜の骨細胞の観察）	343
A. 骨細胞を観察する意義	343
B. 試料作製法	343
C. 骨細胞のSEM	343

5.4	生の試料の観察法	345
A.	低真空 SEM の種類	345
B.	反射電子検出型低真空 SEM 観察法	346
a.	DMSO 浸漬法	346
b.	白金ブルー染色法	346
C.	終わりに	347
5.5	特殊な観察法	347
5.5.1	低加速電圧走査電子顕微鏡 (LVSEM 法)	347
A.	無コーティング・UHR-LVSEM 法の誕生	349
B.	加速電圧の選定の必要性	350
5.5.2	反射電子の応用	351
A.	硬組織の解析	352
B.	組織の重金属染色	352
C.	SEM の組織化学への応用	353
D.	SEM の免疫組織化学への応用	353
E.	低真空 SEM への応用	353
F.	反射電子像と反射電子検出器	353
5.5.3	カソードルミネッセンスの応用	353
5.5.4	電子線微小分析法の応用	356
A.	試料の作製	357
B.	分析	357
5.5.5	クライオ SEM	358
A.	クライオ SEM の特徴	358
B.	凍結固定	359
C.	応用例	360
5.5.6	加圧凍結・極低温 SEM 法	361
A.	加圧凍結固定法	362
B.	具体的手法	363
a.	加圧凍結固定	363
b.	低温 SEM への試料の装填・割断・コーティング	364
c.	観察	364
C.	応用例	365
5.5.7	FIB-SEM 複合装置の生物学応用	366
A.	FIB-SEM 複合装置の構成	366
B.	FIB-SEM 複合装置による試料の三次元再構築法	367

- C. 生物試料への応用（樹脂包埋試料の三次元観察）……368
- D. 生物試料への応用（凍結試料の観察）……369

第6章 材料科学への応用

6.1 試料作製技術	373
6.1.1 試料作製の基本的手順	373
6.1.2 試料サイズ	373
6.1.3 断面作製	374
A. 切断.....	374
B. 割断.....	374
C. 研磨.....	375
D. 収束イオンビーム (FIB)	376
E. ブロードイオンビーム (BIB)	376
6.1.4 観たい構造にコントラストをつける方法	377
A. 化学的エッチング.....	377
B. 物理的エッチング.....	378
C. 染色.....	378
6.1.5 試料のマウント	378
6.1.6 導電処理	381
6.1.7 特殊な場合	381
6.2 金属材料への応用	382
6.2.1 観察試料の取り扱いと試料前処理	382
6.2.2 観察上の留意点	383
A. 加速電圧の選択.....	383
B. 複数の検出器の使い分け.....	383
6.2.3 金属表面と断面の観察	385
A. 無処理表面の観察 —表面酸化物など—.....	385
B. 金属組織観察.....	386
C. 断面観察.....	388
6.2.4 金属破面の観察	389
A. 破断面試料の前処理.....	390
B. 肉眼や低倍率観察によるフラクトグラフィ.....	390
C. SEMによるフラクトグラフィ.....	391
a. 粒内破壊	391

b. 粒界破壊	394
6.2.5 反射電子像の活用	395
A. 原子番号コントラスト	395
B. チャンネリングコントラスト	396
C. 高解像度反射電子像と凹凸像	397
6.2.6 元素分析の活用	398
6.2.7 EBSD の利用	399
6.2.8 エッチング法による組織観察	401
A. 化学エッチング法・イオンエッチング法	401
a. 化学エッチング法	401
b. イオンエッチング法	405
B. 選択的定電位電解エッチング法	407
a. SPEED 法	409
b. SPEED 法の応用	412
6.3 セラミックスへの応用	415
6.3.1 ファインセラミックスと SEM 観察	415
6.3.2 結晶粒子の観察	416
A. 破断面の観察	416
B. 研磨面の観察	416
C. 焼成面の観察	416
6.3.3 表面近傍組織の断面観察	417
A. Na-Sc メタルハライドランプ (破断面)	417
B. TiO ₂ 光触媒コーティング膜 (破断面)	418
C. 磁気ヘッドスライダ部品 (研磨面)	418
D. ZnO 薄膜の表面コーティング (研磨面)	419
6.3.4 加速電圧と検出方式を工夫した観察	419
A. ダイヤモンド状炭素の表面形態	419
B. アモルファス SiO ₂ 膜の表面形態	420
C. 金属粒子混合セラミックス成媒体の表面形態	420
D. 散乱角で変わる反射電子画像	421
6.4 炭素材料への応用	422
6.4.1 観察試料作製法 (微細組織観察のための試料破断法)	422
6.4.2 観察法	424
A. アウトレンズ方式 SEM による組織観察	424
B. シュノーケルレンズ方式 SEM による組織観察	425

6.4.3	単層カーボンナノチューブの観察	426
A.	試料作製方法	427
B.	観察法	427
C.	観察例	427
a.	空間に保持された単層 CNT	427
b.	絶縁基板上の単層 CNT	428
6.4.4	電子チャネリングコントラストによる黒鉛結晶粒の観察法	429
6.5	半導体への応用	430
6.5.1	半導体の観察	430
6.5.2	半導体表面構造の観察	436
A.	試料作製法	436
B.	観察法	436
C.	観察例	436
a.	原子ステップ像	436
b.	表面再構成ドメイン像	437
c.	結晶成長とその観察例	438
6.5.3	カソードルミネッセンス・EBIC による分析	439
A.	GaN 結晶の発光・GaN ウェハの評価	440
B.	ZnO ナノ構造の観察	441
C.	GaAs/AlGaAs 積層構造の成長	442
D.	太陽電池用多結晶 Si 中の結晶粒界観察	444
E.	次世代半導体素子の信頼性評価	444
6.5.4	電子チャネリングコントラストによる構造観察	446
A.	観察例	446
B.	コントラスト要因	448
6.5.5	電圧コントラストによる観察	449
6.5.6	SEM/FIB による構造観察	454
6.6	高分子材料への応用	457
6.6.1	ポリマー	457
A.	ポリエステルナノファイバーの表面観察	457
B.	無機粒子を含有した多孔質フィルムの断面観察	458
C.	ポリスルホン中空糸膜の断面観察	459
D.	PET/Nylon6 系ポリマーアロイプレートの断面観察	460
a.	染色した試料の SEM (反射電子像) 観察	461
b.	ケミカルエッチング面の FESEM 観察	461

6.6.2	エマルジョン	461
A.	一般的な試料作製による観察	462
B.	ウルトラマイクロトームを用いた断面作製による観察	463
6.6.3	木材	467
A.	木材の組織	467
B.	試料作製方法	467
a.	断面観察	467
b.	細胞壁の修飾構造の観察	468
c.	構成細胞の形態観察	469
d.	樹脂鑄型法	469
e.	複合材料	470
C.	観察	471
6.7	磁性材料への応用	472
6.7.1	磁区観察	472
A.	反射電子を用いたタイプII磁区観察	473
B.	二次電子を用いたタイプI磁区観察	475
C.	試料作製法	476
D.	観察法	477
6.7.2	スピンSEMによる磁区観察	477
6.7.3	コロイドSEM法による磁区観察	480
A.	原理	480
B.	試料作製法	481
a.	コロイドを用いる方法	481
b.	気相凝縮により形成した磁性金属超微粒子を用いる方法	481
C.	観察法	481
D.	注意点	482
E.	観察例	482
文 献		487
付 録		523
索 引		527