

目 次

第 1 章 表面の構造	1
1.1 表面の結晶学：構造と対称性	4
問題 1.1 究極の原子スイッチ	7
問題 1.2 地球外物質	8
問題 1.3 原子配列立体写真	9
問題 1.4 アボガドロ定数	10
問題 1.5 ウッドの表記法	11
問題 1.6 金属単結晶の表面構造	12
問題 1.7 半導体単結晶の表面構造	13
問題 1.8 Si(111)-(7×7) 再構成表面	14
問題 1.9 ステップ面の表面構造	15
問題 1.10 準結晶の表面構造	16
1.2 微細構造観察：顕微鏡	17
問題 1.11 走査型プローブ顕微鏡の要素技術	19
問題 1.12 走査型トンネル顕微鏡の探針	20
問題 1.13 走査型トンネル顕微鏡の信号処理系	21
問題 1.14 走査型トンネル顕微鏡のモアレ像の解析	22
問題 1.15 フラーレンの走査型トンネル顕微鏡像	23
問題 1.16 走査型トンネル顕微鏡における元素識別	24
問題 1.17 原子間力顕微鏡の探針	25
問題 1.18 原子文字	26
問題 1.19 原子間力顕微鏡による化学結合力計測	27
問題 1.20 光電子顕微鏡および低エネルギー電子顕微鏡による 表面観察	28
1.3 表面組成分析：電子分光法	29
問題 1.21 非弾性散乱平均自由行程の長さ	31
問題 1.22 X 線光電子分光による深さ分布解析	32
問題 1.23 X 線光電子分光による薄膜膜厚計測	33
問題 1.24 オージェ電子分光とロックインアンプ	34
問題 1.25 絶縁体の組成分析	35
問題 1.26 水素の検出・化学分析法	36

問題 1.27	2次イオン質量分析による組成分析	37
問題 1.28	電子エネルギー損失過程と吸着種の振動構造	38
問題 1.29	静電半球型分析器のエネルギー分解能	39
問題 1.30	あえて表面を見ないことの重要性	40
1.4	波数空間解析：散乱・回折法	41
問題 1.31	低速電子回折パターン	43
問題 1.32	低速電子回折のI-V解析	44
問題 1.33	逆格子とエワルド球	45
問題 1.34	回折の菊池図形	46
問題 1.35	反射高速電子回折のパターソン関数解析	47
問題 1.36	反射高速電子回折のデバイ・ワーラー因子解析	48
問題 1.37	X線回折による表面構造解析	49
問題 1.38	X線回折と表面構造相転移	50
問題 1.39	光電子回折と光電子ホログラフィー	51
問題 1.40	表示型電子分析器	52
	引用・参考文献	53
第2章 表面の電子状態		55
2.1	内殻準位：化学シフトと内殻分光法	59
問題 2.1	X線光電子分光とオージェ電子	61
問題 2.2	光電子遷移行列要素と選択則	62
問題 2.3	励起断面積の光エネルギー依存性	63
問題 2.4	プラズモンによるエネルギー損失	64
問題 2.5	スピン軌道相互作用	65
問題 2.6	バックグラウンド除去	66
問題 2.7	内殻準位の化学シフト	67
問題 2.8	光電子スペクトルのピーク形状	68
問題 2.9	X線吸収スペクトルの解析	69
問題 2.10	X線発光分光	70
2.2	価電子帯：バンド分散とフェルミ面	71
問題 2.11	分子軌道	73
問題 2.12	バンド分散	74
問題 2.13	フェルミ・ディラック分布関数	75
問題 2.14	角度分解光電子分光と価電子帯分散	76

問題 2.15	光電子遷移行列要素と原子軌道の対称性	77
問題 2.16	遷移行列要素と光電子構造因子	78
問題 2.17	価電子帯分散のキック構造と自己エネルギー解析	79
問題 2.18	レーザー光電子分光とフォノン	80
問題 2.19	第一原理計算	81
問題 2.20	第一原理計算：擬ポテンシャル法	82
2.3	電子物性：電気伝導と表面磁性	83
問題 2.21	仕事関数と負性電子親和力	85
問題 2.22	4 探針法による電気伝導度測定	86
問題 2.23	単原子接合の伝導度	87
問題 2.24	フェルミ面，量子井戸	88
問題 2.25	バンド湾曲	89
問題 2.26	表面磁性の測定法	90
問題 2.27	多層膜の磁性	91
問題 2.28	表面原子細線の磁性	92
問題 2.29	価電子帯スピン分解光電子分光	93
問題 2.30	スピン再配向転移	94
	引用・参考文献	95
第 3 章	表面の機能・ダイナミクス	96
3.1	表面の力学と熱力学：表面エネルギーと相変態	99
問題 3.1	超撥水性	102
問題 3.2	摩擦	103
問題 3.3	潤滑材	104
問題 3.4	氷の表面	105
問題 3.5	不凍タンパク質と結晶成長の抑制	106
問題 3.6	雪の結晶	107
問題 3.7	表面偏析・合金	108
問題 3.8	ナノ薄膜の構造相変態	109
問題 3.9	ナノサイズ効果による融点低下	110
問題 3.10	原子の熱振動による振幅	111
3.2	表面の化学反応：吸着反応とエネルギー変換	112
問題 3.11	超音速分子線	114
問題 3.12	吸着反応	115

問題 3.13	アレニウスの式	116
問題 3.14	分子の拡散速度	117
問題 3.15	表面吸着種の振動寿命計測	118
問題 3.16	準安定種の寿命計測	119
問題 3.17	Pd 微粒子の水素吸蔵反応	120
問題 3.18	Pt 表面上のプロトン移動	121
問題 3.19	燃料電池	122
問題 3.20	色素増感太陽電池	123
3.3	固液界面と生体：ソフトナノテクノロジー	124
問題 3.21	タンパク質と分子の相互作用	126
問題 3.22	脂質二重膜	127
問題 3.23	生体適合性	128
問題 3.24	疎水性相互作用	129
問題 3.25	自己組織化膜の作製	130
問題 3.26	ラングミュア・プロジェクト膜の作製	131
問題 3.27	有機電界効果トランジスタ	132
問題 3.28	イオン液体表面での偏析	133
問題 3.29	バイオミネラリゼーション	134
問題 3.30	細胞膜表面	135
	引用・参考文献	136
第 4 章 表面実験・工学の周辺		138
4.1	真空技術：超高真空と諸筋起源・検出系	141
問題 4.1	真空計	144
問題 4.2	真空	145
問題 4.3	真空ポンプと排気速度とベーキング	146
問題 4.4	四重極質量分析とリークチェック	147
問題 4.5	真空紫外線分光器	148
問題 4.6	真空紫外線・X線のエネルギー校正	149
問題 4.7	ヘルムホルツコイルによる磁場の消去	150
問題 4.8	電子線源	151
問題 4.9	陽電子源	152
問題 4.10	2次元信号検出	153
4.2	加工技術：表面処理と材料特性	154

問題 4.11	ステンレス	156
問題 4.12	金属単結晶表面の電解研磨	157
問題 4.13	光像法	158
問題 4.14	洗浄と純水	159
問題 4.15	金属の蒸気圧曲線	160
問題 4.16	分子線エピタキシー	161
問題 4.17	パルスレーザー堆積	162
問題 4.18	リソグラフィ	163
問題 4.19	誤差・精度・確度と再現性	164
問題 4.20	曲線回帰	165
4.3	最近の話題：新材料と新現象	166
問題 4.21	ダイヤモンドの表面修飾	168
問題 4.22	グラフェン	169
問題 4.23	カーボンナノチューブ	170
問題 4.24	SiON/SiC(0001) 界面	171
問題 4.25	モット絶縁体とバンド絶縁体に挟まれた界面金属	172
問題 4.26	ラシュバ効果	173
問題 4.27	トポロジカル絶縁体	174
問題 4.28	表面と超伝導	175
問題 4.29	論文捏造事件	176
問題 4.30	論文投稿	177
	引用・参考文献	178
付 録		180
索 引		190