

目 次

1	磁 性	1
1.1	磁性の基礎概念	[倉本義夫] 1
1.1.1	はじめに	1
1.1.2	磁気モーメントの形成	2
1.1.3	磁気モーメント間の相互作用	7
1.1.4	種々の磁気秩序	12
1.1.5	磁気秩序の発現と抑圧	14
1.2	遍歴電子系の磁性	16
1.2.1	バンド理論	[赤井久純] 16
1.2.2	金属磁性とスピンのゆらぎ	[三宅和正] 27
1.3	局在スピン系の磁性	[本河光博] 38
1.3.1	はじめに	38
1.3.2	スピン対と単分子磁性体	40
1.3.3	スピン対の1次元鎖と2次元ネットワーク	42
1.3.4	1次元磁性体と2次元磁性体	44
1.3.5	三角格子磁性体	45
1.3.6	3次元磁性体	46
1.4	近藤効果	[山田耕作] 48
1.4.1	金属中の残留抵抗	48
1.4.2	アンダーソン・ハミルトニアン	50
1.4.3	近藤効果	51
1.4.4	アンダーソン・ハミルトニアンの摂動展開	55
1.4.5	ベーテ仮説による厳密解	56
1.4.6	ま と め	57
1.5	量子スピン系	58
1.5.1	理 論	[押川正毅] 58
1.5.2	実 験	[勝又紘一・南 和彦] 80
1.6	スピングラス	[川島直輝] 92
1.6.1	スピングラスとは何か	92

1.6.2	スピングラス現象	93
1.6.3	磁性体としてのスピングラス	94
1.6.4	モデルとしてのスピングラス	95
1.6.5	スピングラスと関連分野	98
1.7	スピントロニクス	100
1.7.1	巨大磁気抵抗効果	[湯浅新治] 100
1.7.2	磁性半導体	[大野英男] 111
2	超伝導・超流動	121
2.1	基礎概念と BCS 超伝導	[永井克彦] 121
2.1.1	基礎概念と BCS 超伝導	121
2.1.2	BCS 理論	125
2.2	金属元素・合金・化合物の超伝導	[小林典男] 137
2.2.1	元素・合金の超伝導	138
2.2.2	強結合超伝導体	140
2.2.3	超伝導化合物	141
2.2.4	層状超伝導化合物	144
2.3	高温超伝導	150
2.3.1	実 験	[高木英典] 150
2.3.2	理 論	[上田和夫] 175
2.4	エキゾチック超伝導	182
2.4.1	重い電子系の超伝導	[松田祐司] 182
2.4.2	有機物超伝導	[鹿野田一司] 190
2.4.3	スピン 3 重項の超伝導	[前野悦輝] 197
2.4.4	超高压誘起単体元素超伝導	[清水克哉] 211
2.5	超伝導工学	[村上雅人] 216
2.5.1	超伝導電力応用の基礎	216
2.5.2	超伝導電力応用	220
2.5.3	デバイス応用	221
2.6	超 流 動	224
2.6.1	ヘリウム 4	[坪田 誠] 224
2.6.2	ヘリウム 3	[河野公俊] 232
2.7	原子気体のボース-アインシュタイン凝縮	246
2.7.1	実 験	[井上 慎] 246
2.7.2	理 論	[大見哲巨] 254

3	量子ホール効果	264
3.1	整数量子ホール効果	[川路紳治] 264
3.1.1	整数量子ホール効果とは何か	264
3.1.2	2次元電子気体のランダウ準位	266
3.1.3	2次元電子気体の電流磁気効果	267
3.1.4	長距離乱雑ポテンシャルによる局在と量子ホール効果	269
3.1.5	2次元自由電子系のホール電流の基本的性質	270
3.1.6	ラフリンの思考実験	272
3.1.7	強磁場中の2次元電子系の局在	273
3.2	分数量子ホール効果	[吉岡大二郎] 275
3.2.1	舞 台	275
3.2.2	実 験	276
3.2.3	エネルギーギャップと分数量子ホール効果	278
3.2.4	1電子状態の波動関数	279
3.2.5	ラフリンの波動関数	279
3.2.6	厳密なハミルトニアン	280
3.2.7	零点と準粒子	281
3.2.8	複合粒子理論	281
3.2.9	偶数分母状態	283
3.2.10	スピン自由度	283
3.2.11	2 層 系	284
4	金属-絶縁体転移	287
4.1	パイエルス転移	[小野嘉之] 287
4.1.1	パイエルス転移とは	287
4.1.2	密度応答関数とパイエルス不安定性	288
4.1.3	フォノンのソフト化	289
4.1.4	ギャップとひずみの温度依存性	291
4.1.5	高次元系のパイエルスひずみ (フェルミ面のネスティング)	292
4.1.6	スピン・パイエルス系	293
4.1.7	整合-不整合転移	294
4.1.8	パイエルス相における励起-位相モードと振幅モード	294
4.2	アンダーソン転移	[大槻東巳・伊藤公平] 295
4.2.1	はじめに	295
4.2.2	スケーリング理論	296
4.2.3	対称性と普遍クラス	299
4.2.4	ユニバーサリティの確認	301

4.2.5	実験の状況	301
4.2.6	ま と め	305
4.3	モット転移	[斯波弘行] 306
4.3.1	バンド理論による金属と絶縁体の区別	306
4.3.2	電子間のクーロン相互作用とモット絶縁体	307
4.3.3	モット転移の理論	310
4.3.4	モット転移の具体例	311
5	メゾスコピック系	315
5.1	バリスティック伝導・量子干渉	[勝本信吾] 315
5.1.1	拡散伝導とバリスティック伝導	315
5.1.2	様々な「長さ」	316
5.1.3	量子ポイントコンタクト・ランダウアーの公式	319
5.1.4	バリスティック伝導の古典的效果	323
5.1.5	量子干渉計	325
5.1.6	ランダウアー-ビュティカーの公式	327
5.1.7	永 久 電 流	328
5.1.8	拡散伝導における量子干渉効果	328
5.1.9	普遍的伝導度ゆらぎ・量子カオス	329
5.2	単電子帯電効果	[江藤幹雄] 332
5.2.1	微小トンネル接合	332
5.2.2	クーロン島 (量子ドット)	334
5.2.3	コトンネリングと近藤効果	337
5.3	メゾスコピック超伝導	[田仲由喜夫] 339
5.3.1	超伝導を微細加工した系	340
5.3.2	超伝導・常伝導体界面	341
5.3.3	超伝導と単電子帯電効果	346
6	光 物 性	348
6.1	歴史・配位座標モデル・励起子・光非線形・高密度励起	[豊沢 豊] 348
6.1.1	光物性研究の歴史	348
6.1.2	局在電子と配位座標モデル	349
6.1.3	励 起 子	353
6.1.4	共鳴 2 次光学過程	358
6.1.5	励起子分子	359
6.1.6	光非線形性	359
6.1.7	2 光子吸収による励起子分子創成の巨大断面積	360

6.1.8	高密度励起状態	360
6.2	低次元系・光誘起相転移 [小川哲生]	363
6.2.1	最近の光物性物理学の特徴	363
6.2.2	低次元系の光物性	363
6.2.3	光誘起相転移	373
6.3	量子光学 [井元信之]	379
6.3.1	光の量子論の歴史	380
6.3.2	量子化された光	382
6.3.3	光の量子状態	383
6.3.4	量子光学の応用	388
7	低次元系の物理	391
7.1	1次元系の物理 [川上則雄]	391
7.1.1	自由電子の性質	391
7.1.2	朝永-ラッティンジャー液体	392
7.1.3	共形場の理論	395
7.1.4	ボソン化法	396
7.1.5	可積分系とソリトン物理	397
7.2	2次元系の物理 [永長直人]	400
7.2.1	2次元系の特徴	400
7.2.2	ベレジンスキー-コステリッツ-サウレス転移	403
7.2.3	スキルミオンとメロン	406
8	ナノサイエンス	410
8.1	量子細線・ナノコンタクト [勝本信吾]	410
8.1.1	作 製 法	410
8.1.2	1次元電子系と電気伝導	412
8.1.3	電子間相互作用	414
8.1.4	0.7 異常問題	415
8.1.5	量子細線の光応答	416
8.2	量子ドット・量子閉じ込め [樽茶清悟]	416
8.2.1	単一量子ドット	417
8.2.2	結合量子ドット	420
8.2.3	単一電荷検出	423
8.2.4	緩和問題	425
8.2.5	量子情報への応用	427
8.3	微粒子・クラスター・ナノ結晶	430

8.3.1	電気伝導・熱伝導・磁性	[谷垣勝己]	430
8.3.2	光学的性質	[舛本泰章]	437
8.3.3	金属クラスター	[山口 豪]	452
8.4	カーボンナノチューブ・ナノワイヤーほか		458
8.4.1	カーボンナノチューブ・グラフェン	[安食博志]	458
8.4.2	金属ナノチューブ・ナノワイヤー	[高柳邦夫]	468
9	表面・界面物理学		478
9.1	表面・界面構造	[一宮彪彦]	478
9.1.1	表面と界面		478
9.1.2	表面・界面の再構成構造とその表現		479
9.1.3	表面再構成構造		483
9.2	2次元電子系	[若林淳一]	485
9.2.1	シリコン MOS 反転層		485
9.2.2	GaAs ヘテロ構造の2次元電子系		489
9.3	吸 着	[荒川一郎]	494
9.3.1	吸着の熱・統計力学		496
9.3.2	吸着平衡		499
9.3.3	均質表面上の吸着		503
9.4	結晶成長	[上羽牧夫]	506
9.4.1	平坦面と荒れた面		506
9.4.2	結晶成長機構		508
9.4.3	エピタキシャル成長		510
9.4.4	表面構造の緩和		511
9.4.5	成長時の安定性		512
10	誘電体		515
10.1	誘電体とは	[作道恒太郎]	515
10.1.1	常誘電体と強誘電体		515
10.1.2	BaTiO ₃ と PbTiO ₃		518
10.1.3	様々な誘電的相転移		521
10.2	本質的不均一系としての誘電体		526
10.2.1	リラクサー	[上江洲由晃]	526
10.2.2	量子常誘電体 SrTiO ₃ ・酸素同位体効果・量子常誘電体が示す 巨大物性	[伊藤 満]	536
10.3	ドメインと分極反転	[石橋善弘]	546
10.3.1	分 域 壁		546

10.3.2	分域壁の運動	549
10.3.3	分極反転	550
10.4	マルチフェロイック [有馬孝尚]	555
10.4.1	フェロイックとは	555
10.4.2	マルチフェロイックの示す物性	557
10.4.3	電気磁気効果	558
10.4.4	磁気構造に由来する第2高調波発生	563
10.4.5	ドメイン構造	563
10.4.6	トロイダルモーメント	564
11	物質から見た物性物理	567
11.1	半 導 体 [大塚穎三・宮尾正大]	567
11.1.1	半導体の位置付け	567
11.1.2	電子工業との連携	572
11.2	イオン結晶 [神野賢一]	577
11.2.1	ハロゲン化アルカリの固有発光	579
11.2.2	正孔の V_K 緩和と自己束縛励起子	580
11.2.3	励起子の断熱不安定性とオフセンター緩和	581
11.2.4	自己束縛励起子の多重安定構造	583
11.2.5	断熱ポテンシャル面と緩和ダイナミクス	585
11.2.6	特徴的な金属ハライド	588
11.3	酸 化 物 [津田惟雄]	589
11.3.1	多様な電子状態・結晶構造	589
11.3.2	電気伝導性	594
11.4	分子性物質	602
11.4.1	有機導体 [村田恵三]	602
11.4.2	フラーレン：軌道の自由度をもつ分子性固体 [岩佐義宏]	619
11.5	ソフトマテリアル [川勝年洋]	630
11.5.1	ソフトマテリアルの定義と実例	630
11.5.2	実験的手法 (散乱実験と実空間観察)	636
11.5.3	理論的手法 (統計的な解析手法とシミュレーション)	636
11.5.4	ソフトマテリアル研究の今後の発展 (複合系とマルチスケールモデリング)	638
11.6	準 結 晶 [枝川圭一]	639
11.6.1	はじめに	639
11.6.2	準結晶の原子配列秩序	640
11.6.3	準結晶の電子構造と電気伝導	643

11.6.4 おわりに	645
11.7 アモルファス物質	645
11.7.1 アモルファス金属	[水谷宇一郎] 645
11.7.2 アモルファス半導体	[森垣和夫] 655
索 引	663

