

# 目 次

## 1 宇宙における物質 (林 忠四郎)

—物質の存在形態の概観—

1.1 物質の存在形態と階層	1
1.2 星 間 ガ ス	2
1.3 主系列星 (太陽)	3
1.4 赤色巨星 (高密度の芯と広がった外層をもつ恒星)	4
1.5 白色わい星 (冷却中の電子縮退の恒星)	6
1.6 中 性 子 星	7
1.7 ブラック・ホール	10
1.8 宇宙における物質	11

## 2 物質のくみたて (松原 武生)

2.1 素材としての原子	13
2.2 陽子と電子の作る系	16
2.2.1 水 素 分 子	16
2.2.2 水素分子を素材とする系	18
2.2.3 高密度における金属状態	19
2.2.4 陽子・電子系の状態図	21
2.3 ヘリウムの物性	23
2.3.1 ヘリウム系の問題点	23
2.3.2 液体 ${}^4\text{He}$ の超流動	25
2.3.3 フェルミ液体	26
2.4 金 属	29
2.4.1 金属のエネルギー帯理論	29

2.4.2 フェルミ面, 擬ポテンシャル理論	31
2.4.3 単純でない金属, 合金	36
2.5 非金属系	36

### 3 分子と結晶 (齊藤喜彦)

3.1 分子概念の変遷	39
3.2 結 晶	40
3.3 結晶構造の決定	40
3.4 結合力による結晶の分類	42
3.4.1 イオン結晶	42
3.4.2 共有結合結晶	43
3.4.3 金属結晶	44
3.4.4 分子結晶	44
3.5 結晶の構造と物性	45
3.6 遷移金属錯体の電子分布	48
3.7 生体高分子に関する研究	51

### 4 結晶のみだれと運動 (鈴木秀次)

4.1 結晶のみだれ	57
4.2 格子欠陥	57
4.2.1 点欠陥	57
4.2.2 転位	59
4.2.3 転位のまわりの応力場	61
4.2.4 転位のエネルギーと張力	61
4.2.5 面欠陥	62
4.2.6 回位	64
4.2.7 結晶のみだれの表わし方	66
4.3 みだれの発生と消滅	67
4.4 結晶中の原子の運動とみだれの運動	69
4.4.1 結晶内原子の1個ずつの運動	69

4.4.2 結晶のせん断変形と転位の運動 .....	71
4.4.3 パイエルス力 .....	71

## 5 液体の構造 (戸田盛和)

5.1 液 体 論 .....	75
5.2 物質の三態 .....	76
5.3 液体の構造 .....	78
5.4 分子間力 .....	80
5.5 蒸気との平衡, 溶液の平衡 .....	82
5.6 表面張力 .....	85
5.7 融解現象 .....	85
5.8 氷 と 水 .....	88

## 6 物質の励起状態 (豊 沢 豊)

6.1 巨視系の微視的内部運動と外界への応答 .....	93
6.2 集 団 運 動 .....	94
6.2.1 格子振動とフォノン .....	94
6.2.2 ボース粒子とフェルミ粒子 .....	96
6.2.3 音響型格子振動と光学型格子振動 .....	98
6.2.4 金属内自由電子のプラズマ振動 .....	98
6.2.5 励 起 子 .....	100
6.2.6 ス ピ ン 波 .....	101
6.3 個 別 運 動 .....	102
6.3.1 エネルギー帯 .....	102
6.3.2 絶縁体と金属 .....	104
6.4 素励起の相互作用 .....	106
6.4.1 2種の集団運動の運動 .....	106
6.4.2 準粒子間の散乱 .....	107
6.4.3 複 合 粒 子 .....	108
6.4.4 ポーラロン効果 .....	109

## 7 励起子の凝縮 (塩谷 繁雄)

7.1	ワニエ励起子 .....	113
7.2	高密度の励起子と励起子の分子 .....	115
7.2.1	高密度励起子の諸問題 .....	115
7.2.2	励起子分子 .....	117
7.2.3	高密度励起子の衝突 .....	121
7.3	高密度励起子のボース凝縮 .....	122
7.3.1	一般的考察 .....	122
7.3.2	実験的観測 .....	122
7.4	高密度励起子のモット転移と空間的凝縮 .....	128

## 8 原子核の構造 (寺沢 徳雄)

8.1	原子核の液滴模型 .....	131
8.2	原子核の殻構造 .....	133
8.3	「液滴」の集団運動 .....	138
8.4	集団運動と殻模型 .....	141
8.5	特殊な変形核 .....	147
8.6	クラスター構造 .....	150
8.7	核力と殻模型 .....	151
8.8	む す び .....	152

## 9 原子核の反応 (小林 晨作)

9.1	核反応の概観 (光学模型) .....	155
9.2	光学模型の精密化 (偏極現象) .....	159
9.3	直接反応 (少数自由度の励起) .....	163
9.3.1	DWBA .....	163
9.3.2	アイソパリック・アナログ状態 .....	164
9.3.3	芯 励 起 .....	167
9.4	複合核反応 (最も複雑にして重要な反応) .....	168

9.4.1	統計的取扱い	168
9.4.2	核反応時間の測定	169
9.5	重イオン反応 (核物理の多様化)	170

## 10 原子・原子核・素粒子の接点 (藤井昭彦)

10.1	核物理学の新しい領域	175
10.2	ミューオン原子	176
10.3	ハドロ原子	179
10.4	ミューオニウム	181
10.5	ミューオン捕獲反応	182
10.6	ハドロ捕獲反応	184
10.7	原子核内の素粒子反応	186
10.8	ハイペロン原子核	188
10.9	超重核と特異核	191

## 11 素粒子の点と線 (高橋嘉右)

11.1	原子核から素粒子へ	195
11.1.1	中間子の発見 (素粒子物理学の誕生)	195
11.1.2	素粒子の点と線	197
11.2	素粒子のふるまいの追跡 (高エネルギーの実験)	198
11.2.1	高エネルギー加速器	198
11.2.2	測定器のいろいろ	201
11.2.3	素粒子反応の追跡	204
11.3	新しい素粒子を求めて	210
11.3.1	より基本的“粒子”はあるのか	210
11.3.2	より高エネルギーへ	211

## 12 宇宙線 (三宅三郎)

12.1	宇宙線	213
12.2	宇宙線と素粒子物理学	215

12.3	超高エネルギー領域の実験方法	217
12.4	ジェットシャワーの研究	219
12.5	山上のエマルジョンチェンバー	220
12.6	空気シャワー	222
12.7	電磁相互作用と弱い相互作用	226

### 13 素粒子の構造 (河原林 研)

13.1	素粒子の励起スペクトル	231
13.1.1	素粒子の種類	231
13.1.2	素粒子の励起スペクトルと多重構造	232
13.1.3	複 合 模 型	235
13.1.4	素粒子の励起スペクトルとスピン構造 (レグジュ軌道)	235
13.2	素粒子に働く力	237
13.2.1	強い相互作用	237
13.2.2	電磁相互作用	238
13.2.3	弱い相互作用	238
13.2.4	超弱相互作用	239
13.2.5	重力相互作用	239
13.3	素粒子の広がり	240
13.3.1	電磁形状因子	240
13.3.2	パートン模型	242
13.4	素粒子の構造とは	245

### 14 素粒子と基本粒子 (牧 二郎)

14.1	基本粒子とは	247
14.1.1	素粒子の多様性と物質の要素性	248
14.1.2	ハドロンの複合模型に関する注意	250
14.2	ハドロン構成子の諸模型	253
14.2.1	坂田模型-クォーク模型の拡張 (三重四元模型)	253
14.2.2	基本構成子の存在様式	256

14.3	物質構造論の新段階	261
14.3.1	グルーオン (gluon)	262
14.3.2	ハドロンの弦 (string) 模型	263
14.3.3	ウィーク・ボソン	264

## 15 物質と時空 (湯川秀樹)

15.1	はじめに	267
15.2	古典論と時空	268
15.3	相対論における場の概念	270
15.4	量子化と統計	272
15.5	素粒子レベルでの物質像	273
15.6	素領域理論	274

## 付 録

1.	元素の周期表	281
2.	主要物理定数表	282
3.	電磁波とエネルギーの換算表	283
4.	物質とその相互作用のエネルギー	284
5.	物質の大きさ	285
6.	「安定」な素粒子	286
7.	素粒子の励起スペクトル	288
8.	SU(3) による素粒子の分類	290
9.	クォーク模型	291

参 考 書	293
-------	-----

索 引	299
-----	-----