

# 目 次

## 1 序論——自然に存在する極限状態 (早川幸男)

1.1 極限状態を研究する意義	1
1.2 宇宙における物質の存在形態	2
1.3 星間塵の物性	6
1.4 高圧下の物性	10
1.5 強い磁場の存在とその効果	14
1.6 レプトンの諸効果	17
1.7 強い重力場の効果	19

## 2 超低温のすすめ (中嶋貞雄)

2.1 超低温のすすめ	21
2.2 極低温と超低温	22
2.3 熱力学第3法則と低温生成の意義	23
2.4 零点運動, 量子液体および量子固体	26
2.5 量子統計と超流動, 超伝導秩序	28
2.6 $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$ 混合系と希釈冷凍	30
2.7 Pomeranchuk 冷却とその成果	31
2.8 低温物理の最前線	33

## 3 超低温の生成と物理 (大塚泰一郎, 佐藤武郎)

3.1 超低温とは何か	37
3.2 低温生成の原理	38

3.3	常磁性塩の断熱消磁 .....	39
3.4	温度の測定 .....	43
3.5	核断熱消磁 .....	44
3.6	$^3\text{He}/^4\text{He}$ 希釈冷凍機 .....	48
3.6.1	液体 $^4\text{He}$ の超流動と超低温の生成 .....	48
3.6.2	$^3\text{He}$ - $^4\text{He}$ 混合液の超流動と超低温の生成 .....	49
3.6.3	$^3\text{He}$ 循環式希釈冷凍機 .....	53
3.6.4	$^4\text{He}$ 循環式希釈冷凍機 .....	55
3.7	Pomeranchuk 冷却 .....	57
3.7.1	Pomeranchuk 冷却の原理 .....	57
3.7.2	Pomeranchuk 冷却の具体化 .....	58
3.7.3	Pomeranchuk 冷却の問題点 .....	60
3.7.4	新方式の Pomeranchuk 冷却 .....	61
3.8	む す び .....	64

## 4 超高压高温実験と新物質 (秋本俊一)

4.1	はじめに .....	65
4.2	物質の高压相 .....	67
4.2.1	配位数増加型相転移 .....	68
4.2.2	原子積層様式変化型相転移 .....	71
4.2.3	高压誘起の電子状態遷移 .....	74
4.3	新物質の超高压合成 .....	75
4.3.1	高压相の予測 .....	75
4.3.2	高压転移を利用した新物質の合成と超高压高温発生技術 .....	78
4.3.3	地球深部物質の合成 .....	80
4.3.4	ダイヤモンドの合成 .....	84
4.3.5	立方晶窒化ホウ素の合成 .....	85

## 5 超高压下の物性 (川井直人)

5.1	はじめに .....	91
-----	------------	----

5.2	超高压発生装置	93
5.2.1	静的圧力発生法	94
5.2.2	八面体加圧装置	95
5.2.3	圧力の測定	97
5.2.4	動的圧力発生法	98
5.3	物性測定	99
5.3.1	X線回折	99
5.3.2	中性子回折	100
5.3.3	メスパワー効果	101
5.3.4	ラマン効果	101
5.4	金属転移	101
5.4.1	酸化物の金属化	101
5.4.2	動的加圧下の金属転移	103
5.5	H <sub>2</sub> Oの金属化	103
5.6	水素の金属化の実験	105
5.7	むすび	108

## 6 高密度の核物質 (玉垣良三)

6.1	はじめに	111
6.2	力と密度の対応	113
6.3	核物質のエネルギーと重要な寄与をする部分波	117
6.4	中性子星物質での種々の相	120
6.4.1	高密度中性子星物質における超流動性	122
6.4.2	高密度中性子物質の固化	126
6.4.3	パイオン凝縮	129
6.5	超高密度領域	130
6.6	高エネルギー重イオン反応と高密度核物質	131

## 7 超強磁場の発生とその物理 (近角聡信, 三浦 登)

7.1 はじめに	135
7.2 世界の強磁場研究	137
7.2.1 定常磁場	137
7.2.2 パルス磁場	139
7.3 超強磁場の発生法	142
7.3.1 爆縮法	142
7.3.2 電磁濃縮法	143
7.3.3 1巻きコイル直接放電法	144
7.3.4 多層コイルによる非破壊的発生法	144
7.3.5 プラズマ・フォーカス法	144
7.4 クネール法の原理	145
7.5 クネール法による超強磁場の発生とその測定	149
7.5.1 超強磁場の発生	149
7.5.2 超強磁場の測定	154
7.5.3 ファラデー回転による磁場測定法	155
7.6 超強磁場下の物性研究	157
7.6.1 超強磁場における物性測定	157
7.6.2 超強磁場における半導体物性	159
7.6.3 超強磁場における磁性体	166

## 8 強磁場と物性 (伊達宗行)

8.1 はじめに	169
8.2 多層コイルによる超強磁場	170
8.3 コイルの試作とテスト	174
8.3.1 第1期(1972-74年)計画と結果	174
8.3.2 第2期(1974-75年)計画と現状	175
8.3.3 第3期(1975-77年)計画	178

8.4 強磁場下における物性の研究 .....	178
8.4.1 分子の反磁性 .....	179
8.4.2 強磁場下の原子 .....	180
8.4.3 伝導電子の反磁性 .....	181
8.4.4 強磁場下の相転移現象 .....	182
8.4.5 サブミリ波による磁気共鳴 .....	184
8.4.6 強磁場下における新しいスピン・ハミルトニアン .....	188

## 9 超微粒子の物理 (上田良二, 和田伸彦)

9.1 はじめに .....	193
9.2 ガス蒸発法による超微粒子の生成 .....	194
9.3 煙の形状と煙粒子の電顕観察 .....	194
9.4 超微粉の製法 .....	203
9.4.1 種々の加熱法 .....	203
9.4.2 不活性ガスの純度 .....	205
9.4.3 超微粒子の捕集 .....	205
9.5 超微粒子物性 .....	206
9.6 超微粒子の応用 .....	213

## 10 超高真空と固体表面の科学 (恩地 勝)

10.1 超高真空のはなし .....	217
10.1.1 超高真空とは何か .....	217
10.1.2 超高真空, 極高真空はなぜ必要か .....	217
10.1.3 超高真空, 極高真空をどのようにして作成するか .....	218
10.1.4 超高真空, 極高真空をどのように測定するか .....	221
10.1.5 きわめて低い分圧をどのようにして測定するか .....	223
10.2 固体表面の科学について .....	224
10.2.1 清浄表面研究の意義 .....	224
10.2.2 原子的清浄面とは何か .....	225
10.2.3 清浄表面の作成法 .....	225

10.2.4	固体表面の“characterization”	226
10.2.5	固体表面に関する4種の基本的情報	228
11 短寿命励起種の化学（化学における時間）（又賀 昇）		
11.1	はじめに	233
11.2	励起分子と無輻射遷移	235
11.3	励起分子の異性化反応について	241
11.4	ヨウ素分子 I <sub>2</sub> の光による分解と再結合	245
11.5	励起状態における分子間、分子内電子移動反応について	247
12 原子核・素粒子における短寿命現象（I）（三宅弘三）		
12.1	素粒子の種類	259
12.2	共鳴状態の寿命	261
12.3	$\pi^0$ および $\eta$ 中間子の寿命	263
12.4	弱い相互作用によって崩壊する素粒子の寿命	264
12.4.1	$\mu^\pm$ , $\pi^\pm$ および K 中間子の寿命	264
12.4.2	ハイペロンの寿命	265
12.4.3	$K^0$ 中間子の質量差	266
13 原子核・素粒子における短寿命現象（II）（万波通彦）		
13.1	原子・原子核における短寿命現象	269
13.2	平均寿命の測定	270
13.2.1	平均寿命	270
13.2.2	時間測定	271
13.2.3	時間をはかる物差し	272
13.3	原子の励起状態の寿命	273
13.4	原子核の励起状態の寿命	275
13.4.1	反跳距離法	275
13.4.2	ドップラー・シフト減衰法	277

13.4.3 結晶内の原子間距離で反跳を測定する方法 .....	279
13.5 原子核反応時間——ブロッキング法 .....	280

## 付 録

1. 基礎物理定数.....	287
2. 国際単位系(SI).....	288

参 考 書.....	293
------------	-----

索 引 .....	301
-----------	-----