

目 次

はしがき	
はじめに——マクロからマイクロへ	1
1 温度とはなにか	7
1-1 温度を測る	7
1-2 気体温度計と絶対温度	10
1-3 温度・熱・仕事	13
1-4 分子の熱運動	15
1-5 熱運動と温度	17
1-6 気体の分子運動と理想気体の法則	18
1-7 気体の比熱	24
1-8 気体分子の速度分布	25
1-9 統計力学の考え方	29
1-10 振 動 子	33
1-11 振動子の統計力学	38
1-12 固体の比熱	40
1-13 比熱の謎	42
2 エントロピー——秩序と無秩序	44
2-1 不可逆な変化	44
2-2 無秩序さとエントロピー	46
2-3 気体の断熱変化	50
2-4 熱力学の法則	53
2-5 無秩序から秩序へ	56
2-6 熱力学の第3法則	59

2-7	磁性体	61
2-8	磁性体の相転移	65
3	量子論——ミクロな世界の法則	71
3-1	空洞放射	71
3-2	量子論の誕生	74
3-3	波動関数	75
3-4	位置と運動量	81
3-5	不確定性原理	87
3-6	箱の中の粒子(1次元の場合)	90
3-7	輪上の粒子	93
3-8	振動子の量子力学	96
3-9	状態の遷移	100
3-10	量子論と統計力学	102
3-11	比熱の謎を解く	103
4	ボース粒子とフェルミ粒子	108
4-1	区別できない粒子	108
4-2	2種類の粒子	110
4-3	粒子の自転——スピン	113
4-4	箱の中の粒子(3次元の場合)	114
4-5	ボース粒子の理想気体	117
4-6	フォトンとフォノン	123
4-7	フェルミ粒子の理想気体(絶対0度)	125
4-8	フェルミ粒子の理想気体(有限温度)	127
	まとめ——“低温”の意味するもの	133
5	液体ヘリウム4の超流動	138

5-1	ヘリウムの液化	138
5-2	ヘリウムの相図	140
5-3	秩序ある液体	146
5-4	粘性のない液体	149
5-5	ボース凝縮と2流体模型	152
5-6	原子間力の役割	155
5-7	液体ヘリウムのボース凝縮	157
5-8	フォノンとロトン	161
5-9	液体ヘリウムはなぜ超流動になるか	165
5-10	超流動の性質	168
5-11	回転するヘリウム	174
6	金属の伝導電子	178
6-1	動き回る電子	178
6-2	伝導電子の波	180
6-3	クーロン力とプラズマ振動	182
6-4	電子の個別運動	186
6-5	金属電子はなぜ理想気体のように見えるか	188
6-6	金属の電気抵抗	191
7	金属の超伝導	196
7-1	超伝導の発見	196
7-2	マイスナー効果	198
7-3	臨界磁場	204
7-4	電子間の引力	207
7-5	電子対の形成	209
7-6	電子対のボース凝縮	212
7-7	磁場と超伝導	216
7-8	2種類の超伝導体	224

7-9	ジョセフソン効果	230
8	ヘリウム3の液体と固体	236
8-1	軽いヘリウム原子	236
8-2	液体ヘリウム3のフェルミ球	238
8-3	液体ヘリウム3の超流動	240
8-4	固体ヘリウム	244
8-5	固体ヘリウム3の核スピン	249
	おわりに——超低温から高エネルギーへ	255
	参考文献	266