

目次

第1章 素粒子物理学入門	1
1.1 素粒子とは？	1
1.2 素粒子の性質	3
1.3 素粒子の標準理論	6
第2章 ハドロン	9
2.1 ハドロンとクォーク	9
2.2 スピン	10
2.3 バリオンのスピン	13
2.4 パウリの排他原理とカラー自由度	14
2.5 メソンとクォーク	17
2.6 ストレンジクォークとハドロン	19
2.7 この章のまとめと問題の解答	24
第3章 量子色力学 (QCD)	27
3.1 電磁相互作用と QED	27
3.2 カラー自由度とグルーオン	32
3.3 QCD	33
3.4 漸近的自由性とクォークの閉じ込め	34
3.5 QCD による漸近的自由性	37

第4章 格子 QCD	41
4.1 摂動展開の限界	41
4.2 場の量子論	42
4.3 格子上の場の理論	44
4.4 ゲージ理論と QCD	48
4.5 格子 QCD	53
4.6 格子 QCD の数値シミュレーション	59
4.6.1 重要サンプリング	60
4.6.2 乱数	61
4.6.3 モンテカルロ法	64
4.6.4 格子 QCD のモンテカルロ法の手順	65
4.6.5 格子 QCD の数値シミュレーションの発展	66
第5章 格子 QCD による数値計算の代表的な結果	67
5.1 クォークの閉じ込め	67
5.2 カイラル対称性の自発的破れ	71
5.3 ハドロン質量	77
5.3.1 ハドロン質量計算の手順	78
5.3.2 2+1 フレーバー QCD の最近の結果	80
5.3.3 アップクォークとダウンクォークの質量差を入れた計算	82
第6章 格子 QCD によるハドロン間相互作用	85
6.1 核力	85
6.2 QCD による核力の理解に向けて	88
6.2.1 格子 QCD の核力計算はなぜ難しいのか	88
6.2.2 量子力学と散乱	89
6.3 格子 QCD によるハドロン相互作用の研究法 I: 有限体積法	94
6.3.1 有限体積法	94

6.3.2	有限体積法の結果の例	95
6.4	格子 QCD によるハドロン相互作用の研究法 II: ポテンシャル法	98
6.4.1	ポテンシャルの定義とその計算手順	99
6.4.2	NBS 波動関数とその性質	101
6.4.3	ポテンシャルの定義とその性質	103
6.4.4	非局所ポテンシャルの微分展開	105
6.4.5	格子 QCD のよる核力ポテンシャルの計算例	107
6.4.6	核力ポテンシャルの構造: テンソルポテンシャル	110
6.4.7	ポテンシャルから位相差へ	112
6.4.8	斥力芯の起源	114
6.4.9	H ダイバリオン	116
第7章 今後の課題		119
7.1	ポテンシャル法の拡張	119
7.2	有限温度, 有限密度の QCD	120
参考文献		123
索引		125