目次

まえがき

1　概観 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

1-1　目的と現状および将来　1

1-2　単位系　3

1-3　Lorentz 不変性　7

1-4　クォークとレプトン　8

1-5　ゲージ粒子と Higgs 粒子　17

1-6　素粒子実験　19

2　粒子と相互作用の理論的記述 ・・・・・・・ 28

2-1　粒子の記述　28

2-2　$U(1)$ ゲージ場の理論のエッセンス　32

2-3　非可換ゲージ場の理論のエッセンス　36

2-4　パリティー反転(P 変換)，荷電共役変換(C 変換)，
時間反転(T 変換)　42

2-5　Dirac 粒子と Majorana 粒子　46

3　3種類の相互作用 ・・・・・・・・・・・・・・50

3-1　電磁相互作用，弱い相互作用，散乱振幅，断面積，崩壊率　50

3-2　強い相互作用 I ——核力，πN 散乱，共鳴状態　60

3-3　強い相互作用 II ——クォーク模型，フレーバー対称性　70

3-4　強い相互作用 III ——クォークのカラー自由度　81

3-5　強い相互作用 IV ——強い力は本当に強いのか　86

4　標準模型 I ——電弱相互作用 ・・・・・・・91

4-1　$SU(2)\times U(1)$ ゲージ相互作用　92

4-2　Higgs 機構　94

4-3　真空の相転移　100

4-4　いろいろな関係式　103

4-5　弱い相互作用と小林-益川(KM)行列　108

5　標準模型 II ——強い相互作用 ・・・・・・115

5-1　強い相互作用の定式化　115

5-2　クォーコニウム　117

5-3　クォーコニウムに関するデータとの比較　125

5-4　クォーク・反クォークを束縛するポテンシャルとエネルギー準位　130

5-5　グルーオン放出の証拠 $e^+e^-\to q\bar{q}G$　137

5-6　$e^+e^-\to$hadrons の全断面積　143

5-7　走る結合定数　147

6　標準模型の非摂動解・・・・・・・・・・・・・157

6-1　非摂動的な解　158

6-2　電弱力によるバリオン数非保存　163

6-3　アキシオン　167

7　標準模型の彼方　・・・・・・・・・・・・・・・・175

7-1　ニュートリノの質量とニュートリノ振動　175

7-2　太陽ニュートリノ問題　183

7-3　大統一理論　189

7-4　陽子崩壊と宇宙における物質・反物質の非対称性　200

補遺　散乱振幅 $\boldsymbol{M}$ の具体的計算例　・・・・・206

索　引　215