

目次

まえがき

1	対称性とゲージ場の理論	1
1-1	Maxwell の電磁場理論と対称性	1
1-2	Aharonov-Bohm 効果	6
2	量子電磁力学	
	— Abel 的ゲージ理論	8
2-1	Maxwell-Dirac 理論	8
2-2	電磁場の量子化	10
2-3	相互作用する電磁場の量子化	20
2-4	経路積分表示	24
2-5	摂動計算と Feynman 則	29
2-6	くり込みとくり込み定数	37
2-7	Ward-高橋の恒等式	44
2-8	次元正則化とくり込み計算の例	48
2-9	くり込み群	55

3 Yang-Mills 場

— 非 Abel 的ゲージ理論 60

- 3-1 Yang-Mills 場 60
- 3-2 Yang-Mills 場の古典解——インスタントン 62
- 3-3 ゲージ場の量子論——Faddeev-Popov 公式 67
- 3-4 BRST 対称性 74
- 3-5 Slavnov-Taylor の恒等式 82
- 3-6 くり込み変換 84
- 3-7 BRST コホモロジーとユニタリー性 89
- 3-8 散乱振幅のゲージ条件非依存 95
- 3-9 切断則 96

4 強い相互作用のゲージ理論——QCD . . . 99

- 4-1 クォークとグルーオン 99
- 4-2 くり込み群と漸近自由性 101
- 4-3 摂動的 QCD 108
- 4-4 カイラル対称性の自発的破れ 112
- 4-5 θ 真空 115
- 4-6 クォークの閉じ込めと格子ゲージ理論 119

5 弱電磁相互作用の統一理論 128

- 5-1 自発的対称性の破れ 128
- 5-2 質量を持つゲージ場の理論——Higgs 機構 134
- 5-3 Higgs 機構の量子論—— R_ξ ゲージ 136
- 5-4 Weinberg-Salam 理論 145
- 5-5 弱電磁相互作用の高次効果 152
- 5-6 トンネル効果とバリオン数非保存, その他の話題 161

6	曲がった空間における場の理論	165
6-1	Einstein 理論とエネルギー運動量テンソル	165
6-2	重力場の量子論	172
6-3	弦理論の第 1 量子化と 2 次元量子重力	176
7	量子異常	181
7-1	Ward-高橋の恒等式とアノマリー および $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ 崩壊	181
7-2	経路積分法	186
7-3	非 Abelian ゲージ対称性の量子的破れと Wess-Zumino 項	193
7-4	一般座標変換および Weyl 対称性の量子的破れ	201
7-5	アノマリーを含むゲージ理論と量子論	209
7-6	対称性の量子的破れのいくつかの一般的特徴	211
7-7	カイラル (γ_5) 量子異常の非くり込み定理	214
	付録	220
A-1	Feynman 経路積分と Schwinger の作用原理	220
A-2	フェルミオンの経路積分と Grassmann 数	224
B	T^* 積と Bjorken-Johnson-Low 処方	227
C	Feynman 図を使わない β 関数の計算	229
D	カイラル $U(1)$ 量子異常の一般的計算	232
E	経路積分と Pauli-Villars 正則化	233
	参考書・文献	235
	索引	241