

目 次

まえがき

序章 素粒子論と場の理論

§ 1	相互作用の分類と湯川理論	2
§ 2	第二世代の最初のメンバーとしてのミュオン	4
§ 3	量子電磁力学	5
§ 4	パイオンからハドロンへの道	5
§ 5	第二世代のメンバーとしての奇妙な粒子	8
§ 6	パリティの非保存	10
§ 7	第二世代のニュートリノ	12
§ 8	ハドロンの民主主義と貴族主義——クォーク模型	13

第 1 章 正準形式と量子力学

§ 1	Schrödinger 表示と Heisenberg 表示	17
§ 2	Hamilton の原理	18
§ 3	正準方程式と Lagrange の方程式の等価性	19
§ 4	同時刻正準交換関係	20

第 2 章 簡単な場の量子化

§ 1	正準形式の場の理論	21
§ 2	正準方程式の相対論的一般化	25
§ 3	実スカラー場の量子化	26
§ 4	複素スカラー場の量子化	30
§ 5	Dirac 方程式	31
§ 6	Dirac 波動関数の相対論的変換性	34
§ 7	自由な Dirac 方程式の解	40

§ 8 Dirac 場の量子化	44
§ 9 荷電共役	49
§10 複素ベクトル場の量子化	51
第 3 章 不変関数と自由場の量子化	
§ 1 実スカラー場に対する非同時刻交換関係	57
§ 2 種々の不変関数	60
§ 3 自由場に対する非同時刻交換関係	62
§ 4 自由場の量子化の一般論	63
第 4 章 不定計量と電磁場	
§ 1 不定計量	70
§ 2 一般化された固有状態	72
§ 3 自由な電磁場——Fermi のゲージ	78
§ 4 Lorentz 条件と物理的状態空間	82
§ 5 自由な電磁場——ゲージの選び方の一般化	85
第 5 章 相互作用のある場合の量子化	
§ 1 朝永-Schwinger 方程式	89
§ 2 Heisenberg 演算子の遅延積展開	94
§ 3 Heisenberg 演算子の Yang-Feldman 展開	96
§ 4 相互作用の例	97
第 6 章 対称性と保存則	
§ 1 質点系に対する Noether の定理	107
§ 2 場の理論における Noether の定理	109
§ 3 Noether の定理の例	110
§ 4 ポアンカレ不変性	112
§ 5 ローレンツ群の表現	116
§ 6 質量 0 の粒子のスピン	118
§ 7 Pauli-Gürsey 群	120

第7章 S行列

§ 1 S行列の定義	125
§ 2 S行列に対する Dyson の公式	126
§ 3 Wick の定理	128
§ 4 Feynman 図形	133
§ 5 S行列要素の計算例	137
§ 6 Furry の定理	145
§ 7 中性中間子の二光子崩壊	146

第8章 断面積と崩壊幅

§ 1 断面積に関する Møller の公式と崩壊幅の公式	150
§ 2 断面積と崩壊幅の計算例	155
§ 3 包含反応	158
§ 4 光学定理	162
§ 5 三体崩壊	165

第9章 離散対称性

§ 1 対称性とユニタリー変換	173
§ 2 反粒子のパリティ	175
§ 3 荷電パリティとG共役	178
§ 4 反ユニタリー変換	180
§ 5 CPT 定理	183

第10章 グリーン関数

§ 1 Gell-Mann-Low の関係式	187
§ 2 グリーン関数とその母汎関数	189
§ 3 Lagrange 形式における時間的順序付け	192
§ 4 Matthews の定理	194
§ 5 Matthews の定理が変更を受ける例	198
§ 6 相互作用表示における簡約公式	203
§ 7 漸近条件	205

§ 8	グリーン関数に対するユニタリー性条件	211
§ 9	遅延グリーン関数	213
第11章 くりこみ理論		
§ 1	Lippmann-Schwinger の方程式	216
§ 2	くりこまれた相互作用表示	225
§ 3	質量のくりこみ	227
§ 4	場の演算子のくりこみ	230
§ 5	くりこまれた伝播関数	232
§ 6	頂点関数のくりこみ	237
§ 7	Ward-高橋の恒等式	242
§ 8	伝播関数の積分表示	246
第12章 ハドロンの分類と模型		
§ 1	ユニタリー群	253
§ 2	SU(3) 群	256
§ 3	π 中間子崩壊相互作用の普遍性	271
§ 4	ビーター崩壊	273
§ 5	Fermi 型相互作用の普遍性	277
§ 6	弱い相互作用におけるクォーク模型	282
§ 7	強い相互作用におけるクォーク模型	284
§ 8	パートン模型	289
第13章 ゲージ理論とは		
§ 1	電磁場のゲージ変換	293
§ 2	非可換ゲージ場	295
§ 3	ゲージ場としての重力場	296
第14章 対称性の自発的破れ		
§ 1	南部-Goldstone 粒子	298
§ 2	シグマ模型	301

§ 3	対称性の自発的破れの機構	304
§ 4	Higgs の機構	307
§ 5	共変的ゲージ条件下の Higgs 機構	313
§ 6	Kibble の定理	315
第15章 Weinberg-Salam 模型		
§ 1	Weinberg-Salam 模型	322
§ 2	フェルミオンの導入	325
§ 3	GIM 機構	328
§ 4	異常項とフェルミオンの世代	329
§ 5	大統一理論	334
第16章 径路積分の方法		
§ 1	質点系の量子化	340
§ 2	場の量子化	345
第17章 径路積分法によるゲージ場の量子化		
§ 1	ゲージ場の量子化	348
§ 2	電磁場の量子化	349
§ 3	非可換ゲージ場の量子化	353
§ 4	軸性ゲージ	358
§ 5	共変的ゲージにおける Feynman の規則	359
第18章 Becchi-Rouet-Stora 変換		
§ 1	BRS 変換	362
§ 2	BRS 荷電	364
§ 3	もう一つの BRS 変換	366
§ 4	BRS 恒等式と Slavnov-Taylor の恒等式	367
§ 5	BRS 代数の表現	371
§ 6	S 行列のユニタリー性	376
§ 7	拡張された BRS 代数の表現	377
§ 8	補助場に対する BRS 変換の表現	378

§ 9 BRSNO 代数の表現	380
第19章 くりこみ群	
§ 1 QED におけるくりこみ群	388
§ 2 くりこみ群に対する近似的方程式	390
§ 3 Ovsianikov の方程式	395
§ 4 くりこみ群に対する線形方程式	398
§ 5 Callan-Symanzik 方程式	400
§ 6 斉次 Callan-Symanzik 方程式	404
§ 7 非可換ゲージ理論におけるくりこみ群	408
§ 8 漸近的自由性	411
§ 9 グリーン関数のゲージ依存性	415
第20章 閉じ込めの理論	
§ 1 閉じ込め条件のゲージ独立性	420
§ 2 カラーの閉じ込めのための十分条件	422
§ 3 カラーの閉じ込めとフレーバーの数	426
第21章 異常項と分散理論	
§ 1 不定性および異常項の例	435
§ 2 グリーン関数に対する分散理論	441
§ 3 分散関係式における引算	442
§ 4 Heisenberg 演算子	444
§ 5 引算条件	445
§ 6 異常トレース恒等式	449
§ 7 三角異常項	453
あとがき	462
索引	463

§ 9 BRSNO 代数の表現	380
第19章 くりこみ群	
§ 1 QED におけるくりこみ群	388
§ 2 くりこみ群に対する近似的方程式	390
§ 3 Ovsianikov の方程式	395
§ 4 くりこみ群に対する線形方程式	398
§ 5 Callan-Symanzik 方程式	400
§ 6 斉次 Callan-Symanzik 方程式	404
§ 7 非可換ゲージ理論におけるくりこみ群	408
§ 8 漸近的自由性	411
§ 9 グリーン関数のゲージ依存性	415
第20章 閉じ込めの理論	
§ 1 閉じ込め条件のゲージ独立性	420
§ 2 カラーの閉じ込めのための十分条件	422
§ 3 カラーの閉じ込めとフレイバーの数	426
第21章 異常項と分散理論	
§ 1 不定性および異常項の例	435
§ 2 グリーン関数に対する分散理論	441
§ 3 分散関係式における引算	442
§ 4 Heisenberg 演算子	444
§ 5 引算条件	445
§ 6 異常トレース恒等式	449
§ 7 三角異常項	453
あとがき	462
索引	463

