

目次

第 I 部 第 1 量子化と径路積分

第 1 章 径路積分と点粒子	3
1.1 なぜ弦か?	3
1.2 ゲージ理論の歴史的概観	7
1.3 径路積分と点粒子	18
1.4 相対論的粒子	25
1.5 第 1 と第 2 量子化	28
1.6 Faddeev-Popov 量子化	30
1.7 第 2 量子化	35
1.8 調和振動子	38
1.9 カレントと第 2 量子化	41
1.10 まとめ	46
参考文献	50
第 2 章 南部・後藤の弦	52
2.1 ボゾンの弦	52
2.2 Gupta-Bleuler 量子化	63
2.3 光錐量子化	70
2.4 BRST 量子化	73
2.5 樹木	75
2.6 径路積分から演算子へ	81
2.7 射影不変性とトゥイスイ	87
2.8 閉じた弦	91
2.9 ゴーストの除去	94

2.10	まとめ	100
	参考文献	105
第3章	超弦理論	106
3.1	超対称点粒子	106
3.2	2次元超対称性	109
3.3	樹木	116
3.4	局所的2次元超対称性	124
3.5	量子化	126
3.6	GSD射影	130
3.7	超弦理論	134
3.8	GS作用の光錐量子化	136
3.9	頂点と樹木	142
3.10	まとめ	144
	参考文献	148
第4章	コンフォーマル場の理論と Kac-Moody 代数	150
4.1	コンフォーマル場の理論	150
4.2	超コンフォーマル場の理論	160
4.3	スピン場	165
4.4	超コンフォーマル・ゴースト	169
4.5	フェミオン頂点	178
4.6	スピノールと樹木	181
4.7	Kac-Moody 代数	184
4.8	超対称性	187
4.9	まとめ	188
	参考文献	191
第5章	多重ループと Teichmüller 空間	192
5.1	ユニタリー性	192
5.2	1ループ振幅	196
5.3	調和振動子	199
5.4	1ループ超弦振幅	207
5.5	閉じた弦のループ	209

5.6	多重ループ振幅	215
5.7	Riemann 面と Teichmüller 空間	225
5.8	コンフォーマル・アノーマリー	233
5.9	超弦理論	237
5.10	行列式と特異性	241
5.11	モジュライ空間とグラスマニアン	243
5.12	まとめ	254
	参考文献	260

第II部 第2 量子化と幾何学の探求

第6章	光錐の場の理論	265
6.1	なぜ弦の場の理論か?	265
6.2	点粒子の場の理論の導出	268
6.3	光錐の場の理論	272
6.4	相互作用	279
6.5	Neumann 関数の方法	285
6.6	散乱振幅の同等性	290
6.7	4 弦相互作用	292
6.8	超弦の場の理論	297
6.9	まとめ	303
	参考文献	308
第7章	BRST 場の理論	309
7.1	共変的な弦の場の理論	309
7.2	BRST 場の理論	315
7.3	ゲージ固定	319
7.4	相互作用	322
7.5	公理的定式	327
7.6	同等性の証明	330
7.7	閉じた弦と超弦	337
7.8	まとめ	349
	参考文献	352

第 8 章 幾何学的弦の場の理論	355
8.1 なぜ幾何学か？	355
8.2 弦の群	360
8.3 統一弦の群 (USG)	366
8.4 USG の表現	369
8.5 ゴースト部分と接空間	374
8.6 接続と共変微分	379
8.7 作用の幾何学的導出	384
8.8 補間ゲージ	388
8.9 閉じた弦と超弦	391
8.10 まとめ	395
参考文献	399

第 III 部 現象論と模型の構成

第 9 章 アノーマリーと Atiyah-Singer の定理	403
9.1 GUT 現象論を越えて	403
9.2 アノーマリーと Feynman 図	407
9.3 汎関数形式におけるアノーマリー	412
9.4 アノーマリーと特性類	414
9.5 Dirac 指数	420
9.6 重力およびゲージのアノーマリー	424
9.7 弦におけるアノーマリーの相殺	435
9.8 Atiyah-Singer の指数定理の簡単な証明	437
9.9 まとめ	444
参考文献	448
第 10 章 ヘテロティック弦とコンパクト化	449
10.1 コンパクト化	449
10.2 ヘテロティック弦	454
10.3 スペクトラム	460
10.4 共変的およびフェルミオンの定式化	463
10.5 樹木	465

10.6	イループ振幅	469
10.7	E_8 とKac-Moody代数	472
10.8	超対称性のない10次元	475
10.9	ローレンツ的格子	480
10.10	まとめ	482
	参考文献	486
第11章	Calabi-Yau空間とオービフォールド	487
11.1	Calabi-Yau空間	487
11.2	de Rhamコホモロジーの概観	493
11.3	コホモロジーとホモロジー	497
11.4	Kähler多様体	504
11.5	スピン接続の埋め込み	513
11.6	フェルミオンの世代	515
11.7	Wilsonライン	519
11.8	オービフォールド	521
11.9	4次元の超弦	526
11.10	まとめ	543
11.11	結論	549
	参考文献	550
附 録		
A.1	群論への短入門	553
A.2	一般相対論への短入門	565
A.3	フォームの理論への短い入門	571
A.4	超対称性への短い入門	576
A.5	超重力理論への短い入門	583
A.6	術語集	589
A.7	表記法	606
	参考文献	608
	索引	609