

目 次

まえがき	
序 論	1
第1章 関数解析と一般関数——数学的準備——	
要 約	7
§ 1. 関数解析のいくつかの知識	
1.1. ノルム空間	8
1.2. 線形汎関数と共役空間	11
1.3. 可算ノルム空間とその共役空間	13
1.4. 核定理, 核型演算子と核型空間	19
1.5. Gelfand の三つ組	21
1.6. Gelfand の三つ組における線形演算子	22
§ 2. 一般関数とその演算	
2.1. 線形汎関数による一般関数の定義	28
2.2. 基本列の同値類としての一般関数の定義	32
2.3. 一般関数の変数変換と微分	34
2.4. 一般関数と滑らかな関数との積・除法問題	37
§ 3. 一般関数の Fourier 変換と微分方程式	
3.1. 基礎関数と一般関数の Fourier 変換	42
3.2. 一般関数のたたみこみ	45
3.3. 一般関数に対する微分方程式, たたみこみ型の方程式	48

3.4. 波動方程式の基本解	49
3.5. Lorentz 不変な一般関数	53
付録 A. 遅延型関数の Fourier 変換	57
付録 B. 特異点を共有する一般関数の積	62
文献案内	67

第2章 相対論的量子論の一般原理

要 約	69
§ 1. 状態の空間	
1.1. Gelfand の三つ組と一般状態	70
1.2. 自由度 f の系の量子力学	75
1.3. Hilbert 空間の直和と超選択則	78
§ 2. 量子論の相対論的不変性	
2.1. Lorentz 群と Poincaré 群	82
2.2. 固有 Lorentz 群と二次元の特殊線形群	84
2.3. 相対論的不変性の要求	88
§ 3. Poincaré 群の既約表現とスペクトルに関する要請	
3.1. Poincaré 群の Lie 代数と不変演算子	91
3.2. $\mathcal{P}_0$ の既約表現の分類とスペクトルに関する要請	95
3.3. 正質量の粒子に対応する表現の記述	97
3.4. 空間反転・時間反転と一般 Poincaré 群の表現	105
§ 4. Dirac 方程式と四成分スピノル	
4.1. 群 $SL(2)$ のスピノル表現と空間反転	107
4.2. 双スピノル表現の不変な書き方と γ 行列の代数	108
4.3. スピノルの不連続変換と不変双一次形式	111
4.4. γ 行列のいろいろな表示	114
4.5. Dirac 方程式	116
4.6. Poincaré 群のスピノル表現	119

§ 5. 例：スカラー粒子とスピノル粒子の空間	
5.1. Gelfand の三つ組の定義 ——束縛状態のない中性スカラー粒子の場合	122
5.2. 空間 $\mathcal{H}$ における Poincaré 群の表現. 空間 $\mathcal{H}_2$ の既約不変空間の直和への分解	127
5.3. 荷電スピノル粒子の空間	131
付録 A. Lie 群とその表現論——主な定義と結果の要約	
A.1. 群の代数的性質と位相的性質および Lie 群の定義	133
A.2. 群の線形表現	137
A.3. Lie 代数	141
A.4. Lie の基本定理	146
文献案内	150

第3章 局所場と Wightman 関数

要 約	153
§ 1. 局所的な量子場の定義とその性質	
1.1. 相対論的な演算子場の概念	154
1.2. 局所性の原理	157
1.3. 完全性の要請：真空の巡回性と場の既約性	158
§ 2. Wightman 関数	
2.1. 場の演算子の積の真空期待値. 相対論的不変性	163
2.2. スペクトル, 局所性および計量の正定値性に関する要請からの帰結	166
2.3. 真空の一意性の条件. 漸近的クラスター分解	170
2.4. 各点ごとに定義された量子場は存在しない	177
§ 3. Wightman 汎関数による理論の再構成	
3.1. スカラー場の理論における Wightman 汎関数とその性質	180
3.2. Gelfand の三つ組と場の演算子の Wightman 汎関数による再構成	185
§ 4. 例：自由場および一般化された自由場	
4.1. 質量をもつ自由な中性スカラー場	192

4.2. 荷電スカラー場	197
4.3. 自由スピノル場	199
4.4. 第二量子化した場による不連続変換 P, T, C の表現	203
4.5. 一般化された自由場, Källén=Lehmann 表示	209
付録. Klein=Gordon 方程式の不変な解と自由場の不変デルタ関数のまとめ	213
文献案内	215

第4章 散乱理論, 漸近条件と S 行列

要 約	217
§ 1. Haag=Ruelle の散乱理論	
1.1. はじめに	219
1.2. Haag=Ruelle の漸近条件, 結果のまとめ	220
1.3. Klein=Gordon 方程式の滑らかな解の性質	224
1.4. 定理 4.1.1 および 4.1.2 の証明	228
1.5. 漸近的完全性の要請, 可能な一般化	231
§ 2. Lehmann=Symanzik=Zimmermann の漸近条件と因果的 Green 関数	
2.1. はじめに	233
2.2. 漸近条件と Yang=Feldman の方程式	235
2.3. 漸 化 式	241
§ 3. 局所場理論の基本的要請を S 行列によって定式化すること	
3.1. はじめに	246
3.2. 漸近状態と散乱行列, その一般的性質	247
3.3. S 演算子の汎関数的導関数と微視的因果性	251
3.4. LSZ の理論とのつながり	256
3.5. 局所性と矛盾しないように一般関数のクラスを選び出すこと	262
3.6. 遅延型および先発型輻射演算子	267
3.7. 四点 Green 関数, 解析性の原始領域	268
3.8. スペクトル条件および種々の四点 Green 関数が 互いに一致する運動量空間の領域	274

3.9. Steinmann の恒等式	277
§ 4. くりこまれた摂動展開を基本原理から導くこと	
4.1. はじめに	279
4.2. 摂動の二次における自己エネルギーの発散の性質	282
4.3. 基礎方程式 (4.4.1) の発散を除いた形	286
4.4. 二つのスカラー場が相互作用している場合の 方程式 (4.4.42) を逐次近似法によって解くこと	290
文 献 案 内	292

第5章 相対論的不変性からの二, 三の結果.

TCP , スピンと統計, Haag の定理

要 約	295
§ 1. 管状領域で解析的な Lorentz 共変関数	
1.1. はじめに	296
1.2. 複素 Lorentz 変換の標準形	297
1.3. Bargmann=Hall=Wightman の定理	300
1.4. 拡大管状領域の実点	304
1.5. 管状領域で解析的な Lorentz 不変関数の一般形	307
1.6. 弾性散乱に対する共変的な振幅の一般形	311
§ 2. 局所理論の TCP 不変性と Borchers の同値類	
2.1. Wightman 関数の TCP 変換	312
2.2. 対称管状領域における解析性と弱局所可換性	317
2.3. TCP 定理	322
2.4. Borchers の同値類	326
2.5. 応用例: 与えられた S 行列をもつすべての場の集合を記述する問題 ...	329
§ 3. スピンと統計の関係	
3.1. はじめに	332
3.2. 一種類の場を含む理論において正常でない 交換関係は不可能であること	334

3.3.	二種以上の場がある場合のスピンと統計. Klein の変換	337
3.4.	パラ統計	341
§ 4.	同時刻の交換関係. いくつかの否定的結論	
4.1.	はじめに	347
4.2.	Haag の定理とその一般化	348
4.3.	正準交換関係の同値でない表現. Haag の定理の可能な解釈	354
4.4.	〈破れた対称性〉が時間に依存するユニタリ演算子を用いて記述できないこと	357
付録 A.	局所観測量の代数を用いた場の量子論の定式化	
A.1.	はじめに	359
A.2.	対合をもつ代数と Hilbert 空間の有界演算子によるその具体化	359
A.3.	量子力学の代数的定式化	362
A.4.	有界演算子の代数を用いた場の量子論の定式化	365
A.5.	諸結果の概観	368
文 献 案 内		372
参 考 文 献		375
索 引		401
訳者あとがき		411