

目次

なぜ群論か?	1
第1章 有限群	2
1.1 群と表現	2
1.2 例 - Z_3	3
1.3 正則表現	4
1.4 既約表現	5
1.5 変換群	6
1.6 応用：量子力学におけるパリティ	7
1.7 例： S_3	8
1.8 例：整数の足し算	9
1.9 有用な定理	10
1.10 部分群	12
1.11 Schur の補題	14
1.12 * 直交関係式	18
1.13 指標	21
1.14 固有状態	25
1.15 テンソル積	27
1.16 テンソル積の例	28
1.17 * 基準モードを見つける	30
1.18 * $2n+1$ 角形の対称性	34
1.19 n 個の対象の置換群	35
1.20 共役類	36
1.21 ヤング図形	38
1.22 例 — 昔なじみの S_3	39
1.23 もう一つの例 — S_4	39
1.24 * ヤング図形と S_n の表現	40

第2章 リー群	44	第6章 ルートとウェイト	95
2.1 生成子	44	6.1 ウェイト	95
2.2 リー代数	46	6.2 さらに随伴表現について	96
2.3 ヤコビ恒等式	49	6.3 ルート	97
2.4 随伴表現	49	6.4 昇・降	98
2.5 単純代数と単純群	52	6.5 多くの $SU(2)$ たち	99
2.6 状態と演算子	54	6.6 注意深く見よ — ここは重要!	101
2.7 指数関数の愉しみ	55	第7章 $SU(3)$	104
第3章 $SU(2)$	58	7.1 Gell-Mann 行列	104
3.1 J_3 の固有状態	58	7.2 $SU(3)$ のウェイトとルート	106
3.2 昇・降演算子	59	第8章 単純ルート	109
3.3 標準記法	62	8.1 正のウェイト	109
3.4 テンソル積	66	8.2 単純ルート	111
3.5 J_3 の値は足される	67	8.3 代数の構築	115
第4章 テンソル演算子	71	8.4 Dynkin 図形	117
4.1 軌道角運動量	71	8.5 例: G_2	118
4.2 テンソル演算子を使う	72	8.6 G_2 のルート	119
4.3 Wigner-Eckart 定理	73	8.7 Cartan 行列	120
4.4 例	76	8.8 全てのルートを見つけること	122
4.5 * テンソル演算子を作る	78	8.9 $SU(2)$ たち	124
4.6 演算子の積	80	8.10 G_2 代数の構築	125
第5章 アイソスピン	83	8.11 別の例: C_3 代数	127
5.1 荷電独立性	83	8.12 基本ウェイト	128
5.2 生成演算子	84	8.13 生成子のトレース	130
5.3 個数演算子	86	第9章 さらに $SU(3)$	132
5.4 アイソスピン生成子	86	9.1 $SU(3)$ の基本表現	132
5.5 テンソル積の対称性	88	9.2 状態の構成	134
5.6 重陽子	88	9.3 Weyl 群	137
5.7 超選択則	89	9.4 複素共役	138
5.8 他の粒子たち	91	9.5 他の表現の例	140
5.9 近似的なアイソスピン対称性	92		
5.10 摂動論	93		

第 10 章 テンソル法	145	第 14 章 3 次元調和振動子	204
10.1 上付き, 下付き添字	145	14.1 昇降演算子	204
10.2 テンソル成分と波動関数	146	14.2 角運動量	206
10.3 既約表現と対称性	147	14.3 より複雑な例	207
10.4 不変テンソル	148	第 15 章 $SU(6)$ とクォーク模型	211
10.5 Clebsch-Gordan 分解	148	15.1 スピンの取り込み	211
10.6 トライアリティ	150	15.2 $SU(N) \times SU(M) \in SU(NM)$	212
10.7 内積と演算子	150	15.3 バリオン状態	214
10.8 規格化	151	15.4 磁気モーメント	216
10.9 テンソル演算子	152	第 16 章 カラー	221
10.10 (n, m) 表現の次元	152	16.1 カラーを持ったクォーク	222
10.11* (n, m) 表現のウェイト	153	16.2 量子色力学 QCD	225
10.12 Wigner-Eckart 定理の一般化	159	16.3 重いクォーク	226
10.13* $SU(2)$ のテンソル	162	16.4 フレーバー $SU(4)$ は役に立たない!	227
10.14* テンソルから Clebsch-Gordan 係数	163	第 17 章 構成子クォーク	229
10.15* スピン $s_1 + s_2 - 1$	164	17.1 非相対論的極限	229
10.16* スピン $s_1 + s_2 - k$	167	第 18 章 統一理論と $SU(5)$	233
第 11 章 ハイパーチャージとストレンジネス	174	18.1 大統一	233
11.1 八道説	174	18.2 パリティの破れ, ヘリシティ, 右・左手型	234
11.2 Gell-Mann-大久保公式	177	18.3 自発的に破れた対称性	237
11.3 ハドロン共鳴	181	18.4 対称性の自発的破れの物理学	237
11.4 クォーク	183	18.5 Higgs は実在するのか?	239
第 12 章 ヤング図形	186	18.6 統一と $SU(5)$	239
12.1 添字を上げる	186	18.7 $SU(5)$ を破る	243
12.2 Clebsch-Gordan 分解	188	18.8 陽子崩壊	244
12.3 $SU(3) \rightarrow SU(2) \times U(1)$	191	第 19 章 古典群	246
第 13 章 $SU(N)$	194	19.1 $SO(2n)$ 代数	246
13.1 一般化 Gell-Mann 行列	194	19.2 $SO(2n+1)$ 代数	247
13.2 $SU(N)$ テンソル	197	19.3 $Sp(2n)$ 代数	248
13.3 次元	199	19.4 4元数	250
13.4 複素表現	201		
13.5 $SU(N) \otimes SU(M) \in SU(N+M)$	202		

第 20 章 分類定理	253	第 26 章 $Sp(2n)$	308
20.1 Π -系	253	26.1 $SU(n)$ のウェイト	308
20.2 正則部分代数	260	26.2 $Sp(2n)$ のテンソル	310
20.3 他の部分代数	263	第 27 章 半端物	313
第 21 章 $SO(2n+1)$ とスピノール	264	27.1 例外代数と 8 元数	313
21.1 $SO(2n+1)$ の基本ウェイト	264	27.2 E_6 統一理論	315
21.2 実および擬実表現	268	27.3 E_6 の破れ	319
21.3 実表現	270	27.4 $SU(3) \times SU(3) \times SU(3)$ 統一理論	320
21.4 擬実表現	271	27.5 アノマリー	320
21.5 R は不変テンソル	271	エピローグ	322
21.6 R のあらわな形	272	訳者あとがき	323
第 22 章 $SO(2n+2)$ スピノール	274	索引	325
22.1 $SO(2n+2)$ の基本ウェイト	274		
第 23 章 $SU(n) \subset SO(2n)$	279		
23.1 Clifford 代数	279		
23.2 不変テンソルとしての Γ_m と R	281		
23.3 Γ の積	283		
23.4 自己双対性	287		
23.5 例: $SO(10)$	288		
23.6 $SU(n)$ 部分代数	289		
第 24 章 $SO(10)$	292		
24.1 $SO(10)$ と $SU(4) \times SU(2) \times SU(2)$	292		
24.2 * $SO(10)$ の自発的破れ	295		
24.3 * $SO(10) \rightarrow SU(5)$ の破れ	295		
24.4 * $SO(10) \rightarrow SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ の破れ	297		
24.5 * $SO(10) \rightarrow SU(3) \times U(1)$ の破れ	299		
24.6 * 第 4 番目のカラーとしてのレプトン数	300		
第 25 章 自己同型	302		
25.1 外部自己同型	302		
25.2 $SO(8)$ の愉しみ	304		