目　次

6. 演算子の積に関する Wick の定理　1～11

6-1 N 積……1
　a) N 積の定義……1
　b) 場の量の N 積……3
6-2 T 積と N 積……5
　a) Fermi 場……5
　b) Bose 場……6
　c) Wick の展開定理……7
6-3 Feynman 図形……8
演習問題 6. ……11

7. 相互作用の具体例　12～57

7-1 金属中の電子とフォノンの相互作用 I ……12
7-2 金属中の電子とフォノンの相互作用 II ……21
　a) 自由な電子とフォノンの気体……21
　b) フォノンによる電子散乱の確率……23
　c) 電子のまわりのフォノンの数……27
　d) 電子の自己エネルギー……36
　e) 二つの電子間の相互作用……39
　f) フォノンの自己エネルギーと Kohn 効果……41
7-3 局在スピンと電子の相互作用……44
7-4 荷電粒子と電磁場の相互作用……53
演習問題 7. ……57

8. Green 関数と Dyson の方程式　58～89

8-1 真空中における電子の伝播……58
　a) 因果 Green 関数……60
　b) 自由電子の因果 Green 関数……61
　c) 自由な縦フォノンの因果 Green 関数……62
8-2 Dyson の方程式……63

a) 場の方程式……63
b) 因果 Green 関数の方程式……64
c) Dyson の方程式……64
d) 因果 Green 関数の極……67
8-3 因果 Green 関数の摂動展開……68
a) 場の演算子の摂動展開……69
b) 因果 Green 関数の摂動展開……71
8-4 Green 関数のスペクトル分解……76
a) スペクトル表示に必要な仮定……76
b) スペクトル関数……77
c) スピノル場のスペクトル分解……78
d) ベクトル場のスペクトル分解……80
e) 分散関係……81
8-5 還元公式……82
8-6 その他の Green 関数……87
演習問題 8. ……89

9. 線形応答の理論 90～101

9-1 応答関数……90
9-2 電子系の電磁応答……94
a) 一般論……94
b) 電気伝導度……97
c) 透磁率……97
d) 誘電率……98
9-3 荷電 Bose 粒子系の電磁応答関数……99
演習問題 9. ……101

10. 束縛状態の取り扱い 102～122

10-1 ハミルトニアンの固有値問題……103
10-2 Bethe-Salpeter の方法への準備……104
10-3 Bethe-Salpeter の方法……106
a) 2体の因果 Green 関数……106
b) Bethe-Salpeter の方程式……107
c) $K(k)$ の構成……110
演習問題 10. ……122

11. 理論の対称性と変換の母関数　123～148

11-1 空間の推進および回転……123
a) 空間の推進……123
b) 回　転……126
11-2 空間と時間に関係しない変換……134
a) 複素場に対する位相変換……134
b) 実数場にも適用できる位相変換……136
11-3 ゲージ変換……137
11-4 無限小変換に関する一般論……141
11-5 スケール変換……145
演習問題 11. ……148

12. 基底状態の縮退と Goldstone の定理　149～194

12-1 基底状態の縮退……149
12-2 Goldstone の定理……153
a) Goldstone の定理……153
b) 古典的な例……155
c) マグノン……157
d) Bose 粒子系……165
12-3 Fermi 粒子系と超伝導……170
a) ハミルトニアン……170
b) 問題の再定式化……171
c) 漸近場……175
d) 対称性の回復……181
e) BCS 状態……182
f) 有限温度における注意……188
12-4 第二種相転移に関する Landau の理論……189
演習問題 12. ……194

13. くりこみ理論　195～219

13-1 くりこみ理論の歴史と文献……195
13-2 相対論的記号……199
13-3 Dyson のくりこみ理論……208
13-4 くりこみの一般論……211
演習問題 13. ……219

14　くりこみ群と Callan-Symanzik の理論 220～234

14-1　くりこみ変換……220
14-2　Callan-Symanzik の方程式……226
演習問題　14. ……234

付　録 235～248

D.　変換論……235
D-1　Schrödinger 方程式の変換……236
D-2　ハミルトニアンを簡単化する変換……238
D-3　相互作用を消去する変換……242
D-4　相互作用を全部消す変換……245
D-5　公式集……246
E.　積　分……247

文献および参考書 249～251

演習問題解答 252～258

索　引 259～263

I巻 主要目次

1.　量子力学の復習と，場の量子論に必要な代数
2.　量子力学的多体問題と場の量子論
3.　素励起の考え方
4.　場の量子化の一般論
5.　正確に解ける例
付録　場の Lagrange 形式の理論 他