
目 次

1	概 論	1
1.1	相転移と臨界現象	1
1.2	普遍性とくりこみ群	3
1.3	有効理論	4
1.4	歴 史	5
1.5	本書の構成	8
2	相転移とは何か	11
2.1	統計力学と熱力学関数	11
2.2	Ising 模型	17
2.3	相転移はどのようにして起こるか	24
2.4	対称性の自発的破れ	34
2.5	相転移の特徴	39
3	平均場理論	45
3.1	Weiss の分子場近似	45
3.2	Ising 模型の平均場近似	46
3.3	平均場近似の特徴	53
3.4	気体-液体の相転移	63
4	Landau 理論	73
4.1	Landau 展開	73
4.2	ゆらぎと相関関数	81
4.3	Landau 関数の微視的導出	86
4.4	Landau 理論と普遍性	93
4.5	平均場理論の破綻	95

5 動的現象と相転移	99
5.1 Markov 過程	99
5.2 Glauber ダイナミクス	103
5.3 Langevin ダイナミクス	106
6 可解模型	113
6.1 1次元 Ising 模型	113
6.2 2次元 Ising 模型と高温展開	118
6.3 球形模型	123
7 スケーリング理論	135
7.1 スケールと異常次元	135
7.2 スケーリング則	140
7.3 スケーリング仮説	142
7.4 相関長とスケーリング	144
7.5 粗視化の方法	147
8 くりこみ群	151
8.1 1次元 Ising 模型	151
8.2 くりこみ群の一般論	156
8.3 まとめ	171
9 実空間くりこみ群	175
9.1 1次元 Ising 模型	175
9.2 2次元 Ising 模型	178
9.3 三角格子 Ising 模型	183
9.4 Migdal-Kadanoff くりこみ群	191
9.5 von Koch 曲線	194
10 運動量空間くりこみ群	195
10.1 ϕ^4 模型	195
10.2 Gauss 模型	196
10.3 摂動展開	202

10.4 くりこみ群の流れと固定点	214
11 演算子積展開	219
11.1 演算子積展開	219
11.2 くりこみ群への応用	226
12 連続対称性	231
12.1 連続対称性をもつ系	231
12.2 南部-Goldstone モード	233
12.3 秩序相の存在可能性	237
12.4 $O(n)$ ϕ^4 模型のくりこみ群解析	244
12.5 Kosterlitz-Thouless 転移	248
12.6 非線形シグマ模型	271
13 くりこみとくりこみ群	275
13.1 von Koch 曲線のくりこみ	275
13.2 非線形シグマ模型のくりこみ	277
13.3 微分方程式の漸近解析	286
14 量子系の相転移・臨界現象	291
14.1 量子効果	291
14.2 スピン波の量子化	296
14.3 物理量の特異性	305
14.4 Ising 模型の量子古典対応	307
14.5 経路積分	312
14.6 横磁場 Ising 模型	317
14.7 スケーリング理論	321
付録 A 数学的手法	325
A.1 鞍点法	325
A.2 キュムラント展開	326
A.3 Hölder の不等式	328

付録 B スピン演算子	329
B.1 スピン演算子と固有状態	329
B.2 スピンコヒーレント状態	330
B.3 Schwinger ボソン	332
B.4 スピンコヒーレント状態の性質	334
付録 C 場の変数と Green 関数	337
C.1 Fourier 変換	337
C.2 Green 関数	338
C.3 Gauss 積分	341
付録 D Monte Carlo 法のアルゴリズム	346
D.1 Metropolis アルゴリズム	346
D.2 デーモンアルゴリズム	347
D.3 注意点	348
付録 E 2 次元 Ising 模型の解	350
E.1 ループ数の計算	350
E.2 分配関数のゼロ点	357
付録 F クロスオーバー	358
F.1 クロスオーバー	358
F.2 有限サイズスケーリング	359
付録 G Jordan–Wigner 変換	363
G.1 Jordan–Wigner 変換	363
G.2 1 次元 XY 模型	364
付録 H 参考文献	370
H.1 書 籍	370
H.2 論 文	372
索 引	379