

# 目次

はじめに

## I 時間に依存した統計現象へのアプローチ

<b>1</b>	<b>統計分布関数と時間相関関数</b>	<b>3</b>
1.1	統計分布関数と特性関数	3
1.2	2時間相関関数とスペクトル強度	6
<b>2</b>	<b>マスター方程式</b>	<b>11</b>
2.1	チャップマン・コルモゴロフ方程式	11
2.2	遷移行列の方法	13
	A. 離散状態に対する時間相関	13
	B. 磁場中の独立スピン	14
2.3	マスター方程式の方法	15
	A. マスター方程式とフォッカー・プランク方程式	15
	B. 時間相関の計算	16
	C. オルンシュタイン・ウーレンベック過程	17
<b>3</b>	<b>ランジュバン方程式</b>	<b>19</b>
3.1	ブラウン運動とランジュバン方程式	19
3.2	ランジュバン方程式とフォッカー・プランク方程式の関係	21
3.3	例	23
	A. 拡散現象	23
	B. オルンシュタイン・ウーレンベック過程	24
	C. ポテンシャル下でのブラウン粒子の運動	25
3.4	H定理	28

3.5	場に対するランジュバン方程式とフォッカー・プランク方程式	31
A.	場の力学量のラグランジュ形式とハミルトン形式	31
B.	空間的粗視量に対するハミルトン・ランジュバン方程式	33
4	時間的揺らぎの統計熱力学形式	37
4.1	時間的粗視量の統計分布と選択パラメータ	37
A.	時間的粗視量の統計分布の漸近法則	37
B.	特性関数と揺らぎスペクトルとの関係	39
4.2	一般化 ( $q$ 次) 時間相関関数	43
4.3	統計構造関数の基礎方程式からの導出	45
A.	離散状態のマルコフ過程	45
B.	例 (2 準位マルコフ過程, 磁場中の独立スピン)	46
II 線形応答理論, 射影演算子法およびモード結合理論		
5	線形応答理論	51
5.1	線形不可逆過程 (線形輸送現象) とオンサーガーの相反定理	51
5.2	久保・中野の公式	54
5.3	線形応答の現象論とパワーロス	55
A.	応答関数とクラマース・クロニッヒの関係式	55
B.	パワーロス	57
5.4	ミクロナ理論と第 1 種揺動散逸定理	59
A.	静的外場に対する応答	59
B.	動的な外場に対する応答	60
5.5	散乱関数と時間相関関数	63
6	熱的揺らぎのダイナミクス	67
6.1	線形緩和過程	67
6.2	森方程式と揺動力の構造	69
A.	マクロな力学量のヒルベルト空間への射影	69
B.	森方程式	71
C.	線形関係と相反定理	73
6.3	例 (1 次元結晶格子上的不純物粒子の運動)	74

6.4	連分数展開と有限極近似	77
7	巨視的運動方程式と輸送係数のくり込み	81
7.1	巨視的運動方程式とフォッカー・プランク方程式	81
7.2	非線形揺らぎによる輸送係数のくり込み	85
7.3	輸送係数のくり込みとモード結合理論	88
A.	動的イジングモデル	88
B.	モード結合理論	91
C.	臨界点近傍の等方的ハイゼンベルグ常磁性体	93
III 非線形非平衡系における秩序とパターンの形成		
8	相転移の臨界現象と秩序化過程	99
8.1	臨界現象のランダウ理論	99
A.	ファンデアワールス流体とワイスの分子場理論	99
B.	ランダウ理論とギンツブルグの条件	103
8.2	臨界現象のスケーリング理論	108
A.	スケーリング仮説とブロックスピン解析	108
B.	臨界現象の動的性質のスケーリング則	112
8.3	秩序化過程の三つの段階	114
8.4	ネール壁の動力学と界面の動力学	116
8.5	保存系の基礎方程式	120
9	散逸構造	123
9.1	熱力学ブランチの不安定性	123
A.	熱対流系	125
B.	化学反応系	128
9.2	断熱消去	132
9.3	非線形理論とスウィフト・ホーヘンバーグ方程式	134
A.	熱対流系	134
B.	化学反応系	138
9.4	振動する場と複素ギンツブルグ・ランダウ方程式	140

## IV カオス, 乱流とフラクタル

<b>10</b>	<b>カオスの発生と統計特性</b>	<b>147</b>
10.1	カオスの発生と奇妙なアトラクタ	147
	A. ローレンツモデル	148
	B. アトラクタとポアンカレ写像	151
	C. カオスの発生	153
10.2	リアプノフ指数とカオスアトラクタの次元	160
10.3	1次元写像におけるカオス軌道の統計特性	164
	A. フローベニウス・ペロン演算子と不変密度	164
	B. 1次元写像系の統計熱力学形式	165
10.4	決定論的拡散	167
<b>11</b>	<b>乱流と多重フラクタル</b>	<b>173</b>
11.1	多重フラクタル	173
	A. ハウスドルフ次元, 特異性指数と $f(\alpha)$ スペクトル	173
	B. 再スケーリングクラスの多重フラクタル	177
	C. 例	180
11.2	発達した乱流の速度構造関数	182
	A. 一様等方性乱流のエネルギースペクトル	182
	B. コルモゴロフのエネルギースペクトル	185
	C. 対数正規理論	188
	D. $\beta$ モデル	190
	E. 多重フラクタル理論	192
	問題解答	197
	参考文献	205
	索引	209