

# 目 次

<b>第 1 章 離散時間確率過程</b> .....	1
1.1 確率過程 .....	1
1.2 定常過程 .....	3
1.2.1 定常短期記憶時系列モデルの例 .....	4
1.2.2 定常長期記憶時系列モデルの例 .....	7
1.3 スペクトル理論 .....	10
1.3.1 短期記憶の場合 .....	10
1.3.2 長期記憶の場合 .....	13
1.3.3 スペクトラムによる自己共分散の計算 .....	13
1.4 線形過程 .....	16
1.5 自己相関 .....	22
1.5.1 $AR(p)$ モデルの場合 .....	22
1.5.2 分散, 自己共分散の求め方 .....	25
1.5.3 $AR$ 係数の求め方 .....	26
1.5.4 $MA(q)$ モデルの場合 .....	27
1.5.5 $ARMA(p, q)$ モデルの場合 .....	29
1.5.6 $ARFIMA(p, d, q)$ モデルの場合 .....	31
1.6 偏自己相関 .....	31
1.7 非定常過程 .....	34
演習問題 .....	35

<b>第 2 章 連続時間確率過程</b> .....	37
2.1 空間 $L_2$ と確率過程 .....	37
2.2 Brown 運動 .....	41
2.3 平均 2 乗積分 .....	55
2.4 Itô 積 分 .....	61
2.5 Itô 解 析 .....	64
2.6 O-U 過 程 .....	68
演 習 問 題 .....	70
<b>第 3 章 確率過程の分布収束</b> .....	74
3.1 関数空間 $C[0, 1]$ .....	74
3.2 確率過程の分布収束 .....	75
3.3 汎関数中心極限定理 (FCLT) .....	78
3.4 連続写像定理 (CMT) .....	80
3.5 線形過程における FCLT .....	86
3.6 O-U 過程への分布収束 .....	90
3.7 積分 Brown 運動への分布収束 .....	94
3.8 多次元 $I(d)$ 過程に対する FCLT .....	97
3.9 多次元 Itô 積分への分布収束 .....	102
演 習 問 題 .....	105
<b>第 4 章 特性関数の導出—その 1</b> .....	108
4.1 3つのアプローチ .....	108
4.2 固有値アプローチ .....	112
4.3 確率過程アプローチ .....	122
演 習 問 題 .....	132
<b>第 5 章 特性関数の導出—その 2</b> .....	136
5.1 Fredholm アプローチ .....	136
5.2 さまざまな FD—無限乗積展開が容易な場合 .....	143
5.3 さまざまな FD—重複度が 2 の場合 .....	151

5.4	さまざまな FD—無限乗積展開が容易でない場合	155
5.5	さまざまな FD—非同次微分方程式の場合	156
5.6	さまざまな FD—積分 $B_m$ の場合	161
5.7	さまざまな FD—反復核がある場合	165
5.8	レゾルベントと FD	167
5.9	比の統計量に関連する FD	177
	演習問題	184
<b>第 6 章</b>	<b>数値積分による分布計算—その 1</b>	<b>188</b>
6.1	正值確率変数の場合	188
6.2	被積分関数が振動的な場合	192
6.3	比の形の確率変数の場合	197
6.4	分位点の計算	201
6.4.1	Newton 法	201
6.4.2	二分法	202
6.5	モーメントの計算	202
	演習問題	206
<b>第 7 章</b>	<b>数値積分による分布計算—その 2</b>	<b>209</b>
7.1	正の値をとる $B_m$ の 2 次汎関数	209
7.1.1	平均調整済み $B_m$ とトレンド調整済み $B_m$	209
7.1.2	トレンドとの積から作られる 2 次汎関数	212
7.1.3	局所対立仮説のもとでの MA 単位根検定統計量	216
7.2	正負の値をとる $B_m$ の 2 次汎関数	218
7.3	O-U 過程の係数推定量の分布	221
	演習問題	227
<b>第 8 章</b>	<b>AR 単位根時系列の分析</b>	<b>229</b>
8.1	はじめに	229
8.2	単位根モデル	231
8.3	単位根検定	232

## x 目 次

8.4	単位根分布—係数検定統計量の場合	233
8.5	単位根分布— $t$ 検定統計量の場合	244
8.6	単位根検定の拡張	245
8.6.1	AR( $p$ ) モデルによる単位根検定	245
8.6.2	線形過程に基づく単位根検定	251
8.7	最適性をもつ単位根検定	254
8.8	LM 検定の最適性	258
8.9	単位根検定の検出力	260
8.10	検出力の包絡線	264
8.11	検出力の比較	267
	演習問題	270
<b>第9章</b>	<b>さまざまな単位根検定</b>	<b>274</b>
9.1	季節性を含む時系列の単位根検定	274
9.1.1	季節単位根検定	274
9.1.2	複素単位根検定	281
9.2	MA 部分の単位根検定	284
9.3	定常性の検定	291
9.4	パネル・データモデルの単位根検定	295
9.5	構造変化を含む時系列の単位根検定	305
9.5.1	構造変化を考慮した DF 検定	306
9.5.2	構造変化を考慮した定常性の検定	308
	演習問題	309
<b>第10章</b>	<b>共和分分析</b>	<b>311</b>
10.1	共和分の定義	311
10.2	見せかけの相関と回帰	314
10.3	共和分回帰—誤差項が独立な場合	317
10.4	共和分回帰—誤差項が従属的な場合	325
10.5	回帰の残差に基づく共和分検定	331
10.6	共和分関係のシステム推定	341

10.7	共和分ランクの検定 .....	345
10.8	さまざまな拡張 .....	346
	演習問題 .....	352
<b>第 11 章</b>	<b>長期記憶時系列モデル .....</b>	<b>355</b>
11.1	長期記憶性 .....	355
11.2	標本平均 .....	359
11.3	標本自己共分散 .....	364
11.4	標本自己相関 .....	369
11.5	差分パラメータの推定 .....	371
11.5.1	時間領域における推定 .....	372
11.5.2	周波数領域における推定 .....	377
11.6	フラクショナル単位根検定 .....	380
11.7	フラクショナル共和分 .....	385
	演習問題 .....	388
<b>第 12 章</b>	<b>fBm と fO-U 過程の統計的推測 .....</b>	<b>390</b>
12.1	fBm への分布収束 .....	390
12.1.1	定常な場合 .....	390
12.1.2	非定常な場合 .....	396
12.2	fBm に対する Girsanov の定理 .....	398
12.2.1	1 次のトレンドを含む fBm .....	398
12.2.2	fO-U 過程 .....	400
12.3	fBm におけるトレンド・パラメータの推定 .....	405
12.4	fO-U 過程のドリフト・パラメータの推定と検定 .....	407
12.4.1	LSE .....	407
12.4.2	MLE .....	410
12.4.3	LSE と MLE との比較 .....	416
12.4.4	パラメータ $\alpha$ に関する検定問題 .....	417
12.5	fBm のマルチンゲール近似 .....	420
12.5.1	$S_H$ の近似 .....	421

12.5.2	$R_H$ の近似 .....	426
12.5.3	$Q_H$ の近似 .....	429
12.5.4	近似フラクショナル単位根分布のモーメント .....	430
	演習問題 .....	432
	参考文献 .....	435
	索引 .....	443