

# 目 次

まえがき .....	v
第1章 序 章 .....	1
<b>第I部 マルコフ基底と正確検定</b>	
第2章 マルコフ基底を用いた正確検定の考え方 .....	8
2.1 $2 \times 2$ の場合のフィッシャーの正確検定 .....	8
2.2 一般の2元分割表の独立性の検定 .....	14
2.3 2元分割表の独立性のモデルのマルコフ基底 .....	19
2.4 離散指数形分布族とトーリックモデル .....	22
2.5 トーリックモデルのもとでの条件つき分布 .....	25
第3章 マルコフ基底の定義とマルコフ連鎖の構成 .....	27
3.1 マルコフ基底の定義 .....	27
3.2 マルコフ基底の基本的な構成法 .....	29
3.3 グレーバー基底とロジスティック回帰 .....	34
3.4 推移確率の調整 .....	37
第4章 マルコフ基底の諸性質 .....	41
4.1 二項式と移動 .....	41

4.2	マルコフ基底の基本定理	43
4.3	グレブナー基底と消去定理によるマルコフ基底の計算	44
4.4	グレブナー基底によるファイバーの有向グラフ化	45
4.5	マルコフ基底の極小性と一意極小性	46
<b>第5章</b>	<b>いくつかのモデルに対するマルコフ基底</b>	<b>53</b>
5.1	はじめに	53
5.2	多元分割表の記法	54
5.3	階層モデルと分解可能モデル	55
5.4	分解可能モデルのマルコフ基底	56
5.5	距離減少論法によるマルコフ基底の導出	60
5.6	既知のイデアルの性質から得られるマルコフ基底	65
<b>第6章</b>	<b>格子基底を用いたマルコフ連鎖</b>	<b>69</b>
6.1	マルコフ基底の実用上の限界	69
6.2	格子基底による正確検定の実装	70
6.3	ロジスティック回帰のマルコフ基底と格子基底	71
6.4	ローレンス持ち上げの格子基底	75
6.5	数値実験	76
6.5.1	離散ロジスティック回帰モデル	76
6.5.2	無3因子交互作用モデル	79

## 第II部 グラフィカルモデルと条件つき独立性

<b>第7章</b>	<b>階層モデルとグラフィカルモデル</b>	<b>86</b>
7.1	グラフ・ハイパーグラフ・単体的複体	86
7.1.1	無向グラフと有向グラフ	86
7.1.2	有向グラフと有向木	89
7.1.3	ハイパーグラフ	89
7.1.4	単体的複体	93

7.2	分割表の階層モデル .....	94
7.3	グラフと条件つき独立関係 .....	98
<b>第 8 章</b>	<b>単体的複体の既約成分への分解 .....</b>	<b>102</b>
8.1	ハイパーグラフの分解 .....	102
8.2	コーダルグラフとその性質 .....	105
8.3	階層モデルの分解と最尤推定 .....	110
8.4	可約モデルのマルコフ基底の再帰的計算法 .....	116
<b>第 9 章</b>	<b>階層的部分空間モデル .....</b>	<b>123</b>
9.1	階層モデルへの線形制約 .....	123
9.2	階層的部分空間モデル .....	124
9.3	線形制約つきモデルの分解 .....	127
9.4	階層的部分空間モデル .....	131
9.5	階層的部分空間モデルのマルコフ基底 .....	132
9.6	CSI モデル .....	133
9.6.1	CSI モデルの定義 .....	133
9.6.2	CSI モデルによるデータ分析例 .....	134
<b>第 10 章</b>	<b>グラフの三角化と比例反復法 .....</b>	<b>139</b>
10.1	分割表の比例反復法 .....	139
10.2	クリーク木を用いた情報伝搬アルゴリズム .....	141
10.2.1	5 サイクルモデルの場合の情報伝搬アルゴリズム .....	141
10.2.2	階層モデルの情報伝搬アルゴリズム .....	145
<b>第 11 章</b>	<b>Imset による条件つき独立性の推論 .....</b>	<b>147</b>
11.1	導 入 .....	147
11.2	Multiinformation の定義と性質 .....	151
11.3	Imset の定義と利用法 .....	154
11.4	Imset の完備性 .....	157

11.5	Elementary imset と Imset のなす錐	159
------	-------------------------------	-----

### 第 III 部 実験計画法におけるグレブナー基底

<b>第 12 章</b>	<b>一部実施要因計画とグレブナー基底</b>	162
12.1	計画イデアル	162
12.2	標準単項式から得られる飽和モデル	168
12.3	母数の識別性とイデアル所属問題	176
<b>第 13 章</b>	<b>2 水準計画の指示関数</b>	184
13.1	組合せ配置計画の応答空間	184
13.2	2 水準計画の指示関数	186
13.3	レギュラーな一部実施計画の指示関数	192
13.4	指示関数と aberration	199
<b>第 14 章</b>	<b>特性値が離散変数の場合の正確検定</b>	205
14.1	観測値が独立なポアソン分布に従う場合	205
14.2	実験計画データに対する共変量行列	209
14.3	レギュラーな 2 水準計画	211
14.4	レギュラーな一部実施計画と多元分割表との関係	220
14.5	観測値が独立な二項分布に従う場合	224
<b>付録</b>	<b>グレブナー基底の基礎</b>	226
A.1	多項式環	226
A.2	Dickson の補題	227
A.3	イデアル	230
A.4	単項式順序	234
A.5	グレブナー基底	242
A.6	ヒルベルト基底定理	245
A.7	イデアル所属問題	247

A.8 消去定理 .....	248
A.9 トーリックイデアル .....	251
A.10 多項式環の剰余環 .....	255
あとがき .....	259
参考文献 .....	263
索引 .....	268