

目次

第 1 章	本書の学び方	1
1.1	計算科学と統計・多変量解析そしてファジィデータ解析	1
1.2	本書の構成と学び方	3
第 2 章	確率試行のシミュレーション	9
2.1	乱数について	9
2.2	多数回試行のシミュレーション (大数の法則)	18
2.2.1	コイン投げのシミュレーション	18
2.2.2	さいころ投げのシミュレーション	24
2.2.3	正規分布の確率密度関数と確率分布関数	24
2.2.4	正規分布のシミュレーション	28
2.3	平均のシミュレーション (中心極限定理)	33
2.3.1	コイン投げのシミュレーション	33
2.3.2	さいころ投げのシミュレーション	36
2.4	不偏分散のシミュレーション	37
第 3 章	母分散が既知の場合の母平均の検定	41
3.1	検定の実行	41
3.2	Excel による検定の実行	42
3.3	本章の方針	44
3.4	正規分布の性質	45
3.4.1	正規分布の面積	45
3.4.2	正規分布の平均	48

3.4.3	正規分布の分散	49
3.5	$X + Y$ の分布	50
3.5.1	$X + Y$ の分布のシミュレーション	50
3.5.2	$X + Y$ の分布の理論	52
3.6	$X_1 + X_2 + \cdots + X_n$ の分布	54
3.6.1	$X_1 + X_2 + \cdots + X_n$ の分布のシミュレーション	54
3.6.2	$X_1 + X_2 + \cdots + X_n$ の分布の理論	56
3.7	$aX + b$ の分布	56
3.7.1	$aX + b$ の分布のシミュレーション	56
3.7.2	$aX + b$ の分布の理論	58
3.8	\bar{X} の分布	59
3.8.1	\bar{X} の分布のシミュレーション	59
3.8.2	\bar{X} の分布の理論	61
3.9	検定統計量 U の分布の理論	61
3.9.1	検定統計量 U の分布のシミュレーション	61
3.9.2	検定統計量 U の分布の理論	63
3.10	まとめ	63
第 4 章	母分散が未知の場合の母平均の検定	65
4.1	検定の実行	65
4.2	Excel による検定の実行	66
4.3	t 分布の描画	67
4.4	本章の方針	68
4.5	X^2 の分布	72
4.5.1	X^2 の分布のシミュレーション	72
4.5.2	X^2 の分布の描画	73
4.5.3	X^2 の分布の理論	75
4.6	$X^2 + Y^2$ の分布	77
4.6.1	$X^2 + Y^2$ の分布のシミュレーション	77
4.6.2	$X^2 + Y^2$ の分布の理論	78

4.7	$X_1^2 + X_2^2 + \cdots + X_n^2$ の分布	86
4.7.1	$X_1^2 + X_2^2 + \cdots + X_n^2$ の分布のシミュレーション	86
4.7.2	$X_1^2 + X_2^2 + \cdots + X_n^2$ の分布の理論	87
4.8	$\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ と $\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (\bar{X} - \mu)^2$ の独立性の検証	87
4.8.1	$\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ と $\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (\bar{X} - \mu)^2$ の分布のシミュレーション	88
4.8.2	$\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ と $\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (\bar{X} - \mu)^2$ の独立性の理論	89
4.9	検定統計量 T の分布	95
4.9.1	検定統計量 T の分布のシミュレーション	95
4.9.2	検定統計量 T の理論	99
4.10	まとめ	101
第 5 章 母分散の検定		103
5.1	比較対象の母分散が既知の場合の母分散の検定	103
5.1.1	検定の実行	103
5.1.2	Excel による検定の実施	104
5.2	母分散の比の検定	106
5.2.1	検定の実行	106
5.2.2	Excel による検定の実行	107
5.2.3	本節の方針	108
5.2.4	F 分布のシミュレーション	108
5.2.5	F 分布の理論	110
5.3	まとめ	112
第 6 章 母平均の差の検定		113
6.1	母分散が既知の場合の母平均の差の検定	113
6.1.1	検定の実行	113
6.1.2	Excel による検定の実行	114
6.1.3	平均値の差の分布のシミュレーション	115

6.1.4	母分散が既知の場合における平均値の差の分布の理論	116
6.2	母分散が未知で等分散とみなせる場合の母平均の差の検定	117
6.2.1	ステューデントの t 検定による検定の例	117
6.2.2	Excel による検定の実行	118
6.2.3	平均値の差の分布のシミュレーション	120
6.2.4	平均値の差の分布の理論	121
6.3	母分散が未知で等分散とみなせない場合の母平均の差の検定	122
6.3.1	ウェルチの t 検定による検定の例	122
6.3.2	Excel による検定の実行	125
6.3.3	平均値の差の分布のシミュレーション	125
6.3.4	平均値の差の分布の理論展開の方針	128
6.3.5	χ_n^2 分布の分散	129
6.3.6	$\frac{Z}{\nu^*}$ の分散	131
6.3.7	$W = Z_1 + Z_2$ の分散	133
6.3.8	$W = \left(\frac{V_{e1}^2}{n_1} + \frac{V_{e2}^2}{n_2} \right) / \left(\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right)$ の分散	134
6.4	等分散性の検定の有意水準の考え方	136
6.4.1	第 1 種の過誤の確率	136
6.4.2	95% 信頼区間	141
6.4.3	ステューデントの t 検定とウェルチの t 検定の使い分け	141
6.5	対応のある場合の母平均の差の検定	147
6.5.1	Excel による検定の実行	148
6.5.2	平均値の差の分布のシミュレーション	149
6.5.3	平均値の差の分布の理論	149
6.6	まとめ	151
第 7 章	多重比較法 名義水準の調整	153
7.1	母平均の検定の例 シダックの方法	153
7.2	多重性の問題	155
7.3	ボンフェローニの方法, シダックの方法	157
7.4	まとめ	159

第 8 章 多重比較法 閾値の調整	161
8.1 母平均の差の検定 (データ数が等しい場合)	161
8.1.1 テューキーの方法による検定の例	161
8.1.2 多重性の問題とテューキーの方法のシミュレーション	165
8.1.3 テューキーの方法の理論	168
8.2 母平均の差の検定 (データ数が異なる場合)	181
8.2.1 テューキー・クレーマーの方法による検定の例	181
8.2.2 テューキー・クレーマーの方法のシミュレーション	184
8.2.3 テューキー・クレーマーの方法の理論	185
8.3 母平均の差の検定 (母分散が異なる場合)	187
8.3.1 ゲイムズ・ハウウエルの方法による検定の例	187
8.3.2 ゲイムズ・ハウウエルの方法のシミュレーション	190
8.4 母平均の差の検定 (対照群と処理群の間の検定)	192
8.4.1 ダネットの方法による検定の例	192
8.4.2 ダネットの方法のシミュレーション	195
8.4.3 ダネットの方法の理論 (両側検定)	197
8.4.4 ダネットの方法の理論 (片側検定)	200
8.5 まとめ	203
第 9 章 多重比較法 検定統計量の見直し	205
9.1 母平均の差の検定 (差の有無の検定)	205
9.1.1 分散分析による検定の例	205
9.1.2 分散分析のシミュレーション	208
9.1.3 分散分析の理論	209
9.2 母平均の差の検定 (3 群の場合の下位検定法)	212
9.2.1 フィッシャーの PLSD 法による検定の例	213
9.2.2 フィッシャーの PLSD 法のシミュレーション	214
9.2.3 フィッシャーの PLSD 法の理論	215
9.3 母平均の差の検定 (3 群以上の場合の下位検定法)	215
9.3.1 ヘイター・フィッシャーの改良法による検定の例	215

9.3.2	ヘイター・フィッシャーの改良法のシミュレーション	220
9.3.3	ヘイター・フィッシャーの改良法の理論	222
9.4	母平均の差の検定（比較対象の組合せを自在にする下位検定法）	222
9.4.1	シェフェの方法による検定の例	222
9.4.2	シェフェの方法のシミュレーション	224
9.4.3	シェフェの方法の理論	227
9.5	シェフェの方法とヘイター・フィッシャーの方法の比較	228
9.6	まとめ	231
第 10 章	多群の場合の等分散性の検定	233
10.1	等分散性の検定（データ数が等しい場合）	233
10.1.1	ハートレーの方法による検定の例	233
10.1.2	ハートレーの方法によるシミュレーション	235
10.1.3	ハートレーの検定の理論	237
10.2	等分散性の検定（データ数が異なる場合）	240
10.2.1	パートレットの方法による検定の例	241
10.2.2	パートレットの方法によるシミュレーション	242
10.2.3	パートレットの検定の理論	244
10.3	まとめ	251
第 11 章	単純回帰分析	253
11.1	単純回帰分析の実行	253
11.2	単純回帰分析のシミュレーション	257
11.3	単純回帰分析の理論	259
11.3.1	推定値 \hat{a}_0, \hat{a}_1 の導出	259
11.3.2	\hat{a}_0, \hat{a}_1 の統計的性質	263
11.3.3	v_e^2 の統計的性質	267
第 12 章	多重回帰分析	277
12.1	多重回帰分析（2 入力）の実行	277
12.2	多重回帰分析（2 入力）のシミュレーション	281

12.3	多重回帰分析（2入力）の理論	282
12.3.1	推定値 $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2$ の導出	283
12.3.2	$\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2$ の統計的性質	287
12.3.3	v_e^2 の統計的性質	291
12.4	多重回帰分析（4入力）の実行	299
12.5	まとめ：多重回帰分析（ p 入力）	300
第13章	クラスタリング	305
13.1	クラスターの概念と非類似度	306
13.2	階層的技法と非階層的技法	310
13.3	c -平均法	316
13.3.1	空間のポロノイ集合による分割	319
13.4	ファジィ c -平均法	320
13.4.1	解の導出と解の性質	323
13.4.2	ファジィ c -平均法の分類ルール	324
13.4.3	エントロピー関数を利用したファジィ c -平均法	326
13.4.4	ファジィ c -回帰モデル	328
13.5	ファジィクラスタリングと混合分布モデル	330
13.5.1	エントロピー項を利用する方法の一般化	331
13.5.2	混合分布モデルについて	334
13.6	カーネル関数を利用したアルゴリズム	336
13.7	クラスターの妥当性評価	339
13.7.1	数値例による妥当性基準の比較	343
13.8	本章のまとめ	346
付 録	数 表	349
索 引		363