

目次

本書の学習内容	6
本書の使い方	9

第 I 部 コンピュータを使った統計解析の初歩

1 章	統計学専用プログラム言語 R の最初の一步 ① 下準備	18
1.	R の予備知識	18
2.	R のインストール	19
3.	初心者は半角 (英字入力) で	21
4.	まず、R を試して慣れる	21
	① 四則計算とべき乗 ② 初等関数 ③ 代入の構文	
5.	Excel でデータフレームを作る	24
	① データフレーム ② 例題 a: 愛用サプリメントが異なるとコレステロール値は異なるのか? ③ Excel でデータフレームの構造を作る ④ データフレームに感じる違和感	
6.	R でデータを読み込む	27
	① Windows の場合 (関数 read.delim) ② macOS の場合 (関数 read.table) ③ CSV ファイルを使ったデータの読み込み	
7.	データが正しく読み込まれたか? 確認する	33
8.	データフレーム内の変数にアクセスする	34
	① \$ を使う方法 ② 関数 attach を使う方法	
9.	モデル式	36
2 章	統計学専用プログラム言語 R の最初の一步 ② 統計解析	37
1.	独立 2 群 (2 標本) の比較	37
	① 独立 2 群の t 検定 (対応のない t 検定) ② Welch の t 検定 ③ Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW) 検定 ④ Brunner-Munzel 検定	
2.	一通りの統計解析を終えたら	45
3.	練習問題 A	45
4.	3 群 (3 標本) 以上の比較	46
	① 例題 b: 愛用サプリメントが異なるとコレステロール値は異なるのか? ② データフレーム ③ 一元配置分散分析 ④ Welch の一元配置分散分析 ⑤ Kruskal-Wallis 検定 ⑥ 多重比較の Tukey-Kramer 法	
5.	練習問題 B	50
6.	関連 2 群の比較	51
	① 例題 c: 肥料の違いはジャガイモの収量に影響するのか? ② 関連 2 群の t 検定 (対応のある t 検定) ③ Wilcoxon の符号順位検定	
7.	練習問題 C	53
8.	相関分析と単回帰分析	54
	① 例題 d: かき氷の売上と気温 ② Pearson の積率相関係数 ③ Spearman の順位相関係数 ④ 単回帰分析	
9.	練習問題 D	57
10.	R を使ったら必ず引用する	58
11.	外れ値に遭遇したら	59

3章	統計解析ソフト jamovi の最初の一步	63
1.	jamovi とは	63
2.	jamovi のインストール	65
3.	jamovi を起動する	67
4.	データを読み込む	68
	① Excel でのデータフレームの準備 ② jamovi でのデータフレームの読み込み ③ 変数の設定	
5.	独立 2 群 (2 標本) の比較	75
	① 独立 2 群の t 検定 (対応のない t 検定) ② Welch の t 検定と WMW 検定 ③ 正規性と等分散性のチェック ④ グラフで確認	
6.	練習問題 E	87
7.	一通りの統計解析を終えたら	87
8.	3 群 (3 標本) 以上の比較	90
	① 一元配置分散分析 ② 多重比較の Tukey-Kramer 法 ③ グラフで確認	
9.	練習問題 F	98
10.	関連 2 群の比較	98
	① 関連 2 群の t 検定 (対応のある t 検定) ② Wilcoxon の符号順位検定 ③ グラフで確認	
11.	練習問題 G	105
12.	相関分析と単回帰分析	105
	① Pearson の積率相関係数 ② Spearman の順位相関係数 ③ 単回帰分析 ④ 散布図をつくる	
13.	練習問題 H	116
14.	jamovi を使ったら必ず引用する	117

第 II 部 カテゴリカルデータ解析

4章	母比率 p の 95% 信頼区間	120
1.	カテゴリカル変数	120
	① 例題 4.1 : 薬の効果 ② 例題 4.2 : 街頭調査 ③ 例題 4.3 : 血液型	
2.	度数	122
3.	標本比率と母比率	122
	① 標本比率 ② 母比率	
4.	Wald 法による 95% 信頼区間の公式	124
5.	二項分布の基礎	125
	① 母数は n と p ② 期待値 (平均) ・分散 ・標準偏差 ③ 二項分布の正規近似 ④ 正規近似が有効な条件 ⑤ 連続補正	
6.	母比率 p の 95% 信頼区間の導出	131
	① 度数が従う確率分布 ② 標本比率が従う確率分布 ③ 正規分布に乗り換える ④ 標本比率を標準化 ⑤ 大胆な近似	
7.	手順 (まとめ)	134
8.	例題 4.3 の解答例	135
9.	練習問題 I	135
10.	Agresti-Coull 法	136
11.	練習問題 J	137

5章 2つの母比率の差の検定 138

1. 例題	138
① 例題 5.1 : A薬とB薬はどちらがより有効なのか? ② 例題 5.2 : 支持率は男女で異なるのか?	
2. 帰無仮説 H_0 と対立仮説 H_A	139
3. 検定統計量 z と帰無分布	140
① 度数が従う確率分布 ② 標本比率が従う確率分布 ③ 正規分布に乗り換える	
④ 正規分布の再生性 ⑤ 帰無仮説 H_0 が正しい場合 ⑥ 検定統計量 z と帰無分布 (その1)	
⑦ 合算比率 ⑧ 検定統計量 z と帰無分布 (その2)	
4. 検定の手順 (まとめ)	146
5. 例題 5.1 の解答	147
6. 練習問題 K	148
7. P 値	148
8. Yates の連続補正	149

6章 χ^2 検定 (その1) 適合度検定 151

1. 例題 6 : 予想した割合と比べる	151
① 例題 6.1 : 血液型の割合 ② 例題 6.2 : スイートピーの赤白の割合 ③ 例題 6.3 : 出産と曜日	
2. 帰無仮説 H_0 と対立仮説 H_A	154
3. χ^2 検定に必要な数値	154
① カテゴリーの数 ② 観測度数 O_i ③ 標本サイズ ④ 帰無仮説が期待する割合 ⑤ 期待度数 E_i	
4. χ^2 検定が有効となるための条件	156
5. 検定統計量 χ^2	157
6. χ^2 の自由度 df	158
7. 帰無分布は χ^2 分布	159
8. 臨界値 $\chi^2_{0.05}(df)$	159
9. 練習問題 L	160
10. P 値	161
11. $k=2$ における Yates の連続補正	162
12. 練習問題 M	163
13. 適合度検定の手順 (まとめ)	164

7章 χ^2 検定 (その2) $r \times c$ 分割表 独立性の検定と同質性の検定 165

1. 例題 7 : 花の色の好みに影響しているのは...	165
① 例題 7a : 独立性の検定 ② 例題 7b : 同質性の検定	
2. $r \times c$ 分割表 (クロス集計表)	167
3. 独立性の検定と同質性の検定	170
① 独立性の検定 ② 同質性の検定 ③ χ^2 検定での計算はまったく同じ	
4. モザイク図	171
5. 「独立」の復習	173
① サイコロを振る ② コインを投げる ③ サイコロを振りコインを投げる ④ 独立	
⑤ 確率の積 ⑥ 「独立」から期待できる確率	

6.	「独立」と「関連」	176
	① 独立な場合に期待される度数 ② 関連	
7.	独立性の検定の手順	180
	① 帰無仮説 H_0 と対立仮説 H_A ② 帰無仮説 H_0 が予想する度数	
	③ χ^2 検定が有効か？チェックする ④ χ^2 の計算 ⑤ χ^2 の自由度 df ⑥ 帰無分布と棄却域	
8.	練習問題 N	186
9.	練習問題 O	186
10.	P 値	186
11.	$r \times c$ 分割表の χ^2 検定の手順 (まとめ)	187

8章 χ^2 検定 (その3) 2×2 分割表 189

1.	例題	189
	① 例題 5.1：薬の効果 ② 例題 5.2：街頭調査	
2.	帰無仮説 H_0 と対立仮説 H_A	191
3.	2×2 分割表の χ^2 検定	191
4.	χ^2 を計算する簡単な公式	193
5.	検定統計量 z と検定統計量 χ^2	194
6.	P 値	195
7.	検定の手順 (まとめ)	196
8.	練習問題 P	197

9章 Fisher の正確確率検定 198

1.	例題 5.1：薬の効果	198
2.	帰無仮説 H_0 と対立仮説 H_A	199
3.	計算のための設定	200
4.	帰無仮説 H_0 が正しいときに期待できること	201
5.	薬の効果が現れる人が偶然で決まるなら	202
6.	帰無分布	206
	① 説明のための具体例 ② 確率の計算 ③ 小まとめ ④ 一般式	
	⑤ 帰無仮説 H_0 が正しいときの確率 ⑥ 検定統計量 ⑦ 帰無分布 (超幾何分布)	
7.	棄却域	214
8.	P 値	215
9.	Fisher の正確確率検定の手順 (まとめ)	216
10.	練習問題 Q	216

10章 R でのカテゴリカルデータの解析 219

1.	二項検定	219
2.	練習問題 R	220
3.	2つの母比率の差の検定 (2×2 分割表)	221
	① ベクトルを作る ② 例題 ③ 検定を実行する	

4. 練習問題 S	223
5. 適合度検定	223
6. 練習問題 T	224
7. $r \times c$ 分割表 (独立性の検定・同質性の検定)	224
① ベクトルを作る ② 行列をつくる ③ 例題 ④ 検定を実行する	
8. 練習問題 U	228
9. Fisher の正確確率検定	229
10. 練習問題 V	230

11章	jamovi でのカテゴリカルデータの解析	231
1. 二項検定	231	
2. 練習問題 W	236	
3. 2つの母比率の差の検定 (2×2 分割表) と Fisher の正確確率検定	236	
① (その1) データフレームを使った計算 ② (その2) 集計表を使った計算		
4. 練習問題 X	250	
5. 適合度検定	251	
① (その1) データフレームを使った計算 ② (その2) 集計表を使った計算		
6. 練習問題 Y	263	
7. $r \times c$ 分割表 (独立性の検定・同質性の検定)	263	
① (その1) データフレームを使った計算 ② (その2) 集計表を使った計算		
8. 練習問題 Z	275	

付録	解答と付表	277
解答	278	
付表 カイ2乗分布 (パーセント点)	298	
索引	299	

Column

- 「有意差なし」の意味するところ 153
- 小さく感動できる瞬間 194