

## もくじ

はじめに	3
本書について	4

## プロローグ 統計学を学ぶ前に

0-1	統計解析とは	12
0-2	統計学の分類	13
0-3	統計解析を概観してみよう	14
0-4	統計解析は計算の塊だが	22
0-5	統計学の歴史を紐解くと	23

### 記述統計学

## 第1章 統計学の基礎知識

1-1	統計学の素材は生データ	26
1-2	量的データと質的データ	28
1-3	資料は表に整理すると特徴がわかる	30
1-4	グラフ化すると分布が一目瞭然	32
1-5	分布の特徴を一つの数値で表現	34
1-6	データを平らに均した平均値	35
1-7	データを大小に並べた真ん中が中央値	38
1-8	最もありふれたデータが最頻値	40
1-9	散らばり具合を一つの数値で表現	43
1-10	分散は情報量の目安	46
1-11	単位をもとの世界に戻した標準偏差	49
1-12	標準化で同一規格	52

## 第2章 伝統的統計学のための確率

- 2-1 推測統計学の土台は確率の考え 58
- 2-2 実験してわかる統計的確率 59
- 2-3 数学モデルを扱う数学的確率 61
- 2-4 確率でよく使われる言葉と記号 63
- 2-5 試行の独立を式で表現 64
- 2-6 確率変数で確率現象を数学の俎上に 68
- 2-7 統計学の母体となる確率分布 70
- 2-8 確率変数の平均値と分散 72
- 2-9 確率変数の独立とは 77
- 2-10 和の確率変数の平均値と分散 79
- 2-11 正規分布は確率分布の女王 81
- 2-12 無作為抽出は推測統計学のキモ 85
- 2-13 戻すか、戻さないか ～復元抽出・非復元抽出 87
- 2-14 標本から生まれるいろいろな分布～母集団分布と標本分布 89
- 2-15 標本平均の分布は正規分布 ～中心極限定理 92

## 第3章 統計的推定～一を聞いて十を知る

- 3-1 統計的推定とは 98
- 3-2 一つの値で予測する点推定 99
- 3-3 予測に幅をもたせる区間推定 105
- 3-4 信頼度 95%の深い意味 110
- 3-5 推定に使う統計量には条件が必要 113
- 3-6 変数の変化の度合いが自由度 116
- 3-7 母平均の推定(その1) ～大標本の場合 118
- 3-8 母平均の推定(その2) ～小標本の場合 120
- 3-9 母比率の推定 126
- 3-10 母分散の推定 130

## 第4章 統計的検定～仮説が正しいかどうかを判断する

- 4-1 統計的検定とは 136
- 4-2 仮説の採否を決める棄却域 138
- 4-3 検定における二つの誤ち 144
- 4-4 検定手順のマニュアル化 147
- 4-5 母平均の検定(その1) ～大標本の場合 150
- 4-6 母平均の検定(その2) ～小標本の場合 153
- 4-7 母比率の検定 157
- 4-8 母分散の検定 160
- 4-9 ノンパラメトリック検定 163

### ベイズ統計学

## 第5章 ベイズの確率論～経験をもとに判断する

- 5-1 ベイズ理論の土台は条件付き確率 170
- 5-2 条件付き確率を変形した「乗法定理」 175
- 5-3 「ベイズの定理」の誕生 178
- 5-4 周辺尤度に「全確率の定理」 183
- 5-5 使いやすい「ベイズの展開公式」 185
- 5-6 「理由不十分の原則」で柔軟に対処 189
- 5-7 経験するたびに「ベイズ更新」 193
- 5-8 経験の順序を問わない「逐次合理性」 199
- 5-9 ナイーブベイズ分類 ～ベイズの定理の応用 205
- 5-10 ベイジアンネットワーク ～ベイズの定理の応用 209

## 第6章 ベイズ統計学～ベイズの定理を唯一のよりどころにする

- 6-1 ベイズ統計学では母数は確率変数 218
- 6-2 ベイズ統計学の基本公式(I)～母数が離散的確率変数の場合 221
- 6-3 ベイズ統計学の基本公式(II)～母数が連続型確率変数の場合 235
- 6-4 ベイズ統計学の基本公式(III)～ベイズの定理の簡略形 245
- 6-5 自然共役事前分布で計算の合理化 255
- 6-6 MCMC法で積分計算の軽減 261

## 第7章 ベイズ統計学と推定、検定

- 7-1 ベイズの点推定 270
- 7-2 MAP推定法 273
- 7-3 ベイズの区間推定 277
- 7-4 ベイズの検定 283

### 多変量解析

## 第8章 相関分析～二つの変量の間係を探る

- 8-1 二変量の間係を座標平面で視覚化 ～相関図(散布図) 290
- 8-2 二変量の間係を正負で判断 ～共分散 292
- 8-3 相関の度合いを-1以上1以下で表現 ～相関係数 295
- 8-4 二変量の間係を表で視覚化 ～クロス集計表 299

## 第9章 回帰分析～一つまたは複数の変量から他の変量を予測

- 9-1 一つの変量から他の変量を予測する ～単回帰分析 302
- 9-2 予測の精度は ～決定係数 307
- 9-3 複数の変量から他の変量を予測する ～重回帰分析 310

## 第10章 数量化理論～質的データを分析する

- 10-1 アンケートの分析に役立つ統計学 ～数量化理論 318
- 10-2 質的データから量的データを説明 ～数量化I類 320
- 10-3 質的データから質的データを説明 ～数量化II類 325

- 付録1 ソルバー・分析ツールのインストール法 336
- 付録2 ソルバーの使い方 338
- 付録3  $E(X+Y) = E(X) + E(Y)$  などの証明 343
- 付録4 最高密度区間 HDI の求め方 345
- 付録5 リーマン積分 349

## Excel を使ったの処理例

- < Excel > 度数分布は FREQUENCY 関数…………… §1-3
- < Excel > 平均値は AVERAGE 関数…………… §1-6
- < Excel > 最頻値は MODE 関数…………… §1-8
- < Excel > Excel の VARP 関数が便利…………… §1-10
- < Excel > 標準偏差は STDEVP 関数が便利…………… §1-11
- < Excel > 標準化は STANDARDIZE 関数…………… §1-12
- < Excel > 正規分布の確率を求めるに…………… §3-3
- < Excel >  $t$  分布の確率を求めるに…………… §3-8
- < Excel >  $\chi^2$  分布の確率を求めるには…………… §3-10
- < Excel > 2項分布の確率を求めるには…………… §4-2
- < Excel > 階乗計算は FACT 関数…………… §6-4
- < Excel >  $f(x) = {}_n C_x \theta^x (1-\theta)^{n-x}$  の値を求めるには…………… §6-5
- < Excel > 正規乱数を発生する NORMINV 関数…………… §6-6
- < Excel > ベータ分布の確率を求めるには…………… §7-1
- < Excel > 共分散は COVAR 関数、  
相関係数は CORREL 関数が便利…………… §8-3
- < Excel > クロス集計表を作成するには  
ピボットテーブルが便利…………… §8-4
- < Excel > 「データ分析」の「回帰分析」を利用…………… §9-1
- < Excel > 決定係数  $R^2$  は  
「データ分析」の「回帰分析」を利用…………… §9-2
- < Excel > 「データ分析」の「回帰分析」を利用…………… §9-3
- < Excel > ソルバーを利用してカテゴリーウェイトを求める… §10-2
- < Excel > 相関比を最大にするカテゴリーウェイトを求める… §10-3

索引 350

## <参考文献>

- 渡部 洋『ベイズ統計学入門』（福村出版）
- 中妻照雄『入門 ベイズ統計学』（朝倉書店）