

目次

第1章 本書はどのような本か（はじめに読むこと！）	1
1.1. 本書を読むことができるのは実在の人々です	1
1.2. 本書の内容	3
1.3. 第2版での改訂について	6
1.4. フィードバックのお願い	8
1.5. 感謝！	9
第 I 部 モデル，確率，ベイズの公式，そして R	13
第2章 導入：確信度，モデル，パラメータ	15
2.1. ベイズ推論とは確率の確信度を再分配すること	16
2.2. 可能性は記述的モデルのパラメータ値である	22
2.3. ベイジアン分析のステップ	24
2.4. エクササイズ	30
第3章 R 言語	33
3.1. ソフトウェアの入手	35
3.2. R の簡単な実行例	36
3.3. R の基本的なコマンドと操作	39
3.4. 変数のタイプ	42
3.5. データの読み込みと保存	54
3.6. 実用的な関数	58
3.7. R におけるプログラミング	63
3.8. グラフの展開と保存	72

3.9. まとめ	73
3.10. エクササイズ	73
第4章 確率と呼ばれるものはいかなるものか？	75
4.1. すべての可能な出来事のセット	76
4.2. 確率：頭の外側か内側か	78
4.3. 確率分布	83
4.4. 2次元分布	93
4.5. 付録：図 4.1 のための R コード	97
4.6. エクササイズ	99
第5章 ベイズの公式	103
5.1. ベイズの公式	104
5.2. パラメータとデータへの適用	109
5.3. コインのバイアスを推定する	112
5.4. なぜベイズ推論が難しいのか	118
5.5. 付録：図 5.1, 図 5.2 などの R コード	119
5.6. エクササイズ	120
第 II 部 2 値の確率を推定する基礎のすべて	125
第6章 正確な数学的分析による二項確率の推論	127
6.1. 尤度関数：ベルヌーイ分布	128
6.2. 確信度の記述：ベータ分布	129
6.3. 事後分布としてのベータ分布	135
6.4. 具体例	137
6.5. まとめ	141
6.6. 付録：図 6.4 のための R コード	141
6.7. エクササイズ	143
第7章 マルコフ連鎖モンテカルロ法	147
7.1. 大きなサンプルによる分布の近似	149
7.2. メトロポリスアルゴリズムのシンプルな例	150

7.3. 一般的なメトロポリスアルゴリズム	160
7.4. ギブスサンプリングに向けて	166
7.5. MCMC の代表性, 正確性, 効率性	180
7.6. まとめ	191
7.7. エクササイズ	192
第8章 JAGS	195
8.1. JAGS とその R との関係	195
8.2. すべてが含まれるある事例	197
8.3. よく使う分析のためにスクリプトを単純化する	209
8.4. バイアスの差を推定する	211
8.5. JAGS における事前分布からのサンプリング	214
8.6. JAGS で使える確率分布	217
8.7. RunJAGS で並列処理することでより速いサンプリングを	219
8.8. JAGS のモデルを拡張するヒント	222
8.9. エクササイズ	222
第9章 階層モデル	225
9.1. ある造幣局で作られた 1 つのコイン	227
9.2. ある造幣局で作られたいくつかのコイン	234
9.3. 階層モデルにおける縮小	250
9.4. JAGS の高速化	252
9.5. 階層の拡張：カテゴリ内の参加者	254
9.6. エクササイズ	264
第10章 モデル比較と階層モデリング	269
10.1. 一般式とベイズファクター	270
10.2. 2 つのコイン工場の例	273
10.3. MCMC を用いた解法	278
10.4. 予測：モデルの平均	293
10.5. おのずと説明されるモデルの複雑性	294
10.6. 事前分布への過敏性	298
10.7. エクササイズ	300

第 11 章 帰無仮説有意性検定	303
11.1. 善意で舗装された道	306
11.2. 事前知識	320
11.3. 信頼区間と最高密度区間	323
11.4. 多重比較	330
11.5. サンプル分布が役に立つこと	334
11.6. エクササイズ	336
第 12 章 点の（「帰無」）仮説検定に対するベジアン・アプローチ ...	341
12.1. 推定アプローチ	342
12.2. モデル比較アプローチ	349
12.3. パラメータ推定とモデル比較の関係	358
12.4. パラメータ推定かモデル比較か？	360
12.5. エクササイズ	361
第 13 章 目標，検定力，そしてサンプルサイズ	365
13.1. 検定力への意志	366
13.2. 検定力とサンプルサイズの算出	372
13.3. 逐次的検証と精度の目標	391
13.4. 考察	400
13.5. エクササイズ	403
第 14 章 Stan	407
14.1. HMC サンプルング	408
14.2. Stan のインストール	414
14.3. すべてが含まれるある事例	415
14.4. Stan のモデルをトップダウン的に記述する	422
14.5. 限界と例外	424
14.6. エクササイズ	424

第 III 部 一般化線形モデル	427
第 15 章 一般化線形モデルの概略	429
15.1. 変数のタイプ	430
15.2. 予測変数の線形結合	433
15.3. 結合された予測変数からノイズのある被予測データへのリンク	444
15.4. 一般化線形モデル (GLM) の形式的表現	452
15.5. エクササイズ	454
第 16 章 1 つもしくは 2 つの群における量的変数を予測する	457
16.1. 正規分布における平均と標準偏差の推定	458
16.2. 外れ値とロバスト推定： t 分布	466
16.3. 2 つの群	475
16.4. その他のノイズ分布とデータの変換	481
16.5. エクササイズ	482
第 17 章 1 つの量的変数で量的変数を予測する	485
17.1. 単純な線形回帰	486
17.2. ロバスト線形回帰	487
17.3. 個人と集団の階層回帰モデル	499
17.4. 線形 2 次式とデータの重み付け	505
17.5. モデル拡張の手續きとリスク	511
17.6. エクササイズ	516
第 18 章 複数の量的変数で量的変数を予測する	521
18.1. 重回帰	522
18.2. 量的予測変数を掛け合わせた交互作用	537
18.3. 回帰係数の縮小	542
18.4. 変数選択	547
18.5. エクササイズ	561

第 19 章 1 つの名義変数で量的変数を予測する	563
19.1. 量的データの複数の群の表記	564
19.2. 伝統的な分散分析	566
19.3. 階層ベジアン・アプローチ	567
19.4. 量的予測変数を含める	578
19.5. 異なる分散と外れ値に対する頑健性	582
19.6. エクササイズ	588
第 20 章 複数の名義変数で量的変数を予測する	591
20.1. 複数の名義予測変数を伴う量的データ群を記述する	592
20.2. 階層ベジアン・アプローチ	596
20.3. 交互作用, 等質性, 正規性を変えうる再スケール化	606
20.4. 異なる分散と外れ値に対する頑健さ	609
20.5. 参加者内計画	613
20.6. モデル比較アプローチ	623
20.7. エクササイズ	625
第 21 章 2 値の被予測変数	629
21.1. 複数の量的な予測変数	630
21.2. 回帰係数を解釈する	637
21.3. ロバストなロジスティック回帰	642
21.4. 名義的な予測変数	646
21.5. エクササイズ	653
第 22 章 名義的な被予測変数	657
22.1. ソフトマックス回帰	658
22.2. 条件付きロジスティック回帰	662
22.3. JAGS による実行	667
22.4. モデルの一般化とバリエーション	675
22.5. エクササイズ	675

第 23 章 被予測変数が順序スケールの場合	679
23.1. 量的変数による順序データのモデリング	680
23.2. 単一集団の場合	683
23.3. 2 群の場合	689
23.4. 量的予測変数のケース	692
23.5. 事後予測	705
23.6. 一般化と拡張	706
23.7. エクササイズ	707
第 24 章 被予測変数がカウント変数の場合	711
24.1. ポアソン指数モデル	712
24.2. 例: 髪と目, 再び	719
24.3. 例: 交互作用対比, 縮小, オムニバス検定	721
24.4. 分割表の対数線形モデル	724
24.5. エクササイズ	724
第 25 章 トランクの中の道具たち	729
25.1. ベジアン分析を報告するときに	729
25.2. 最高密度区間 (HDI) を計算するための関数	733
25.3. 再パラメータ化	737
25.4. JAGS の打ち切りデータ	740
25.5. この先は?	744
参考文献	745
訳者あとがき	755
索引	757