

はしがき

データから有益な情報を引き出して意思決定や判断など今後の行動に利用することは様々な分野において重要である。ビッグデータという言葉が最近注目を集めているが、データのもつ価値についての認識は益々高まっており、医薬生物学、農学、工学などの自然科学分野から、経済、金融、教育などの社会科学の分野、年金・医療の社会保障や震災対策を含め政府関係の様々な施策に至るまで、データに基づいた意思決定の大切さが認識されている。その際、データからどのようにして情報を抽出するかが重要な問題となる。データはランダムネスを伴った確率現象として現れると捉え、データの背後に確率モデルを想定して推測を行うという考え方が推測統計であり、そのための土台となる数学的基礎を提供するのが数理統計学もしくは統計的推測理論である。数理統計学については多くの優れた教科書がすでに出版されているが、マルコフ連鎖モンテカルロ法、ブートストラップ法、EM アルゴリズムなどの計算統計学や線形回帰モデルの変数選択法やロジスティック回帰モデルなどは近年広く利用されており、本書はこうした現代的な内容を盛り込んだ推測統計の教科書を目指して書かれている。

本書は3部から構成される。第1部は、第1章「確率」、第2章「確率分布と期待値」、第3章「代表的な確率分布」、第4章「多次元確率変数の分布」であり、統計的推測を行う上で必要な確率・確率分布の基本的な事項を説明する。第2部は、第5章「標本分布とその近似」、第6章「統計的推定」、第7章「統計的仮説検定」、第8章「統計的区間推定」であり、第1部で準備した道具立てに基づいて確率分布に関する推測方法を説明する。第3部は、第9章「線形回帰モデル」、第10章「リスク最適性の理論」、第11章「計算統計学の方法」、第12章「発展的トピック：確率過程」であり、発展的な内容を扱う。

第1部と第2部の内容は、経済学部3・4年生対象に行った「数理統計

学」の講義に基づいており、必要な知識をシンプルに解説し4単位の講義でカバーすることができる内容である。発展的な内容や補足的事項については各章末にまとめ、興味をもつ読者が学べるようにした。また第1部と第2部については、章末に演習問題を多数用意し、問題演習を通して内容の理解を深めることができるようにしている。その中でもレベルの高い問題には(*)印が付けてあるので、学部生はそれ以外の問題が解けるようにしておくといよい。なお演習問題の略解については<https://sites.google.com/site/ktatsuya77/>においてあるファイルを参考にしてほしい。

第3部の内容は、統計学や計量経済学に関心のある大学院生対象に行った講義に基づいており、計量分析に関心のある学生が知ってほしい内容や発展的なトピックについて、その導入部分を紹介している。第3部は発展的なトピックの紹介と解説を行うのが目的なので演習問題は特に設けていない。

第9章の線形回帰モデルは、最も役に立つ統計モデルの1つであり、第1部と第2部の知識に基づいて理解できる内容でもあるので、学部生にも是非読んでもらいたい。説明変数の選択規準として自由度調整済み決定係数、AIC、BICなど様々な方法を紹介している。また2値データを解析するためのロジスティック回帰モデルや分散分析および変量効果モデルについても紹介する。

第10章のリスク最適性の理論は、統計的決定理論の内容で、点推定を中心に推定の不偏性、不変性、ミニマックス性と許容性について解説する。この章は理論的な内容なので興味の無い方はスキップしてもらいたい。ただし、リスクに基づいた最適性の考え方は知っておいて悪くない内容であると思われる。

第11章の計算統計学の方法では、マルコフ連鎖モンテカルロ法、ブートストラップ法、EMアルゴリズムなどについて解説する。こうした計算機を利用した推測方法は、その正当性が理論的に保証されているだけでなく、実際のデータ解析の場面でも非常に役立っている。

第12章では発展的トピックとして代表的な確率過程を紹介する。確率過程は計量経済学、数理ファイナンス、オペレーションズ・リサーチなど様々な分野で登場し、時間軸上を変化する確率現象を論ずるときに使われる。数理統計学を学ぶ学生の中にはそのような分野に興味をもつ方も多く、数理統計学の教科書に確率過程のわかりやすい内容を含めることが望ましいと筆者は考えてきた。本書では、第11章までの統計的推測の内容とは異なるが、第1部と第2部の知識で理解できる確率過程の内容を紹介し、ポアソン過程、ランダム・

ウォーク，マルチンゲール，ブラウン運動，マルコフ連鎖の導入部分を説明する．それぞれどのような確率過程かを知る上で役立つと思う．

本書は，統計学の中でも推測統計の内容を数学的に扱うことを中心に書かれている．数理的に理解することは，統計的方法をより深く理解することを助けるとともに，将来統計手法を発展させ応用させる際に柔軟に対応する能力を培うことができる．一方で，‘生きた統計学’を身につけるためには，具体的なデータ解析のイメージを想像しながら学ぶことが大切である．そうした意味では，具体的な応用例が豊富な統計学の入門書を通してデータ解析の醍醐味，有用性，動機付けを学んでから本書を読み進めていくことを勧める．

最後に，丁寧に原稿を読んでいただき，多くの助言をいただいたことに対して査読者の方へ深く感謝したい．本書が数理統計学の専門的勉強を始める読者の役に立つことを願っている．

2017年1月 久保川達也