

まえがき

近年、統計学の入門書に、多重比較法が載せられることが多くなってきている。通常よく使われる多群（多標本）モデルの分散分析法では、母平均の帰無仮説の検定が行われ、帰無仮説が棄却されても、どの群とどの群に母平均の違いがあるか判定できない。また、平均母数の信頼領域は楕円の内部で与えられるため、明解な違いを検出できない。このため、分散分析法はものたりない統計手法となっている。これに対し、多重比較検定はどの群とどの群に違いがあるか判定ができる。多重比較法の1つである平均母数の同時信頼区間は1次元の区間で与えるため、平均の違いを明示できる。これにより、医学、薬学、生物学、心理学の分野では、多重比較法が必修の統計教育内容となっている。さらにこれらの分野の論文誌において、データ解析を多重比較法で行うことを要求されることがしばしばある。

参考文献(著1)の『多群連続モデルにおける多重比較法』(2011)には、母平均に順序制約がない場合の多重比較法の基礎理論が書かれている。本書も、多重比較法を論じる上で最も単純な多群連続モデルに限定し、本質的で美しい結論を述べることに心がけた。具体的には、次の(i)から(vii)の内容を述べた。

- (i) 多群連続モデルでの多重比較法の進化の過程(第1章)。
- (ii) 母数に順序制約のないモデルでテューキー・クレーマー法やダネット法に関連した(著1)で書かれていない発展的かつ綺麗な結果(第2, 3章)。
- (iii) 母分散が一樣であるとは限らないパーレンス・フィッシャーの問題に対する多重比較法として、ゲイムス・ハウエル法の紹介とその手法を優越する閉検定手順(2.2節)。

- (iv) 今後重要となる分散の多重比較法 (第 4 章).
- (v) 母平均に順序制約がある場合の多重比較法として, 日本の統計書にはウィリアムズの方法だけが述べられている. ウィリアムズの方法は群サイズが等しい場合しか使用できない. 群サイズが異なる場合も使用できる手法を紹介する. 更に, 順序制約がある場合の様々な多重比較法を論述 (第 5 章).
- (vi) 多重比較検定の検出力の比較 (第 6 章).
- (vii) (v) の手法を実行するために必要な数値積分の方法 (第 7 章).

薬の増量や毒性物質の暴露量の増加により母平均に順序制約を入れることができる場合が多い. 一般に, 順序制約のあるモデルでの多重比較法の方は, 順序制約のないモデルでの多重比較法を大きく優越する. このため, 順序制約のあるモデルで考察することは非常に有意義である. これが上記の (v) を論述している理由である. 順序制約の統計モデルで母平均が一樣である帰無仮説の統計的検定理論を研究した日本の数理統計学者は非常に多い.

分散分析法で使われる分布論は F 分布やカイ自乗分布を理解すればよい. これに対し多重比較法で使われる分布関数は 1 次元の積分または重積分を使って表現され, 計算機による数値計算が必要である. 上記の (vii) に関して多重比較法における数値計算の精度のよい方法を解説する. 多重比較法に限らず統計学の手法の開発に数値解析学を役立てることができる. 本書をきっかけに数値解析学の理論を読者が更なる統計科学の研究開発に役立てることも期待し執筆している.

第 1 章から第 6 章は統計科学が専門の白石が執筆し, 第 7 章と付録の数表は数値解析学が専門の杉浦が執筆を担当した. 白石が担当した統計手法の理論部分は, 2014 年日本統計学会春季集会「企画セッション: 多重比較の理論と応用: 最近の展開」の招待講演, 2015 年日本統計学会誌「特集: 多重比較の理論と応用」に掲載された論文 (著 13), 2015 年日本数学会年会統計数学分科会の特別講演およびその後の研究内容をよりわかりやすく解説したものである. これまでの論文などの文献に, 母平均に順序制約がある場合の多重比較法の有意水準表も掲載されている. 杉浦が担当した数値解析学の基礎を

使って計算し作成した数表は、これまでの文献に掲載されている有意水準表よりも精度がよくなっている。

本書に書かれている多群連続モデルの統計科学理論と数値解析法を理解することが、離散モデルや複雑モデルにおける多重比較法とその理論を構築する上で礎となる。

南山大学工学部の松田眞一先生と福井大学工学部名誉教授の長谷川武光先生に有益な意見を頂戴致しました。両先生に大変感謝致します。また、出版をお世話された共立出版株式会社の藤本公一氏、信沢孝一氏、菅沼正裕氏にお礼申し上げます。

2018年2月

白石高章
杉浦 洋