

氏名(本籍)	いわさきまさかず 岩崎正和(広島県)
学位の種類	博士(経営学)
学位記番号	博甲第3833号
学位授与年月日	平成17年4月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	ビジネス科学研究科
学位論文題目	非ガウス多変量分布の導出と多変量一般化線形モデルへの応用

主査	筑波大学教授	工学博士	椿 広 計
副査	筑波大学助教授	博士(理学)	牧 本 直 樹
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	山 田 秀
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	山 田 雄 二
副査	上智大学教授	Ph. D. (統計学)	松 原 望

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、散らばり母数を有する指数型分布族に属し、かつ0以上1以下の相関係数を取りえる連続及び離散非正規多変量確率分布を開発し、その統計的推測論を一般化線形モデル論の枠組みで展開したものである。

本論文は、6章から構成される。第1章は、著者が本研究着想に至った背景と研究目的、第2章は、先行研究のレビューに当てられている。本論文の中核部分は、概ね2部構成3章となっており、第1部はガンマ変量に相関構造を導入し2変量ガンマ型混合分布を導出し、その推測理論を展開した第3章、第4章、第2部は、第1部で開発した2変量ガンマ型混合分布を用いて2変量負の二項型混合分布を開発した第5章である。なお、第6章には、まとめと今後の課題が記されている。

第1, 2章では、離散多変量解析においても相関構造の導入は応用統計上必要であることを著者自身のデータ解析経験の中で論じたうえで、相関構造を有する離散多変量データに対応する確率モデルが指数型分布族の範囲内で開発されていないため、確率モデルに基づかない一般化推定方程式など推定方程式論を用いた統計的推測が主流となっている現状を批判的にサーベイしている。このサーベイに基づいて、著者は一般化線形モデル論の中核である指数型分布族尤度を擬似尤度として利用する方法を離散多変量データ解析においても開発することを研究目的として設定している。また、この研究目的を達成する数理的方法もサーベイによりJoeの予想に従うことも示されている。すなわち、相関構造を有するガンマ分布を指数型分布族の中に開発し、独立ポアソン変量の期待値母数を開発した分布により混合する方法である。

第3章では、多変量等相関構造を有し、無相関の状況では独立な多変量ガンマ分布となる指数型分布族の開発を行っている。従来の相関構造を有する変量に関するMcCullaghらの推定関数は、微分方程式論でいう可積分条件を満たさないものであり、推定方程式に対応する尤度が存在しないものとなっていた。著者は、積分因子の導入による可積分条件の確保という方法を提唱し、ガンマ分布を多変量化する問題において実際に可積分条件を満たす推定関数の導出に成功している。更にこの推定関数に対応する尤度のモーメント母関数の構造を調べることで実際にこの尤度に相当する多変量分布が、独立なガンマ変量をポアソン分布で混合

した変量であることを示した。

第4章では、第3章で開発した確率分布が指数型分布族に属することから一般化線形モデル論の常套的方法論を用いて、その推測理論を開発した。一般化線形モデルの枠組み利用のためには2次モーメント構造を規定する相関母数、散らばり母数について、なんらかの一致推定量が必要となるが、著者はモーメント法に基づく推定量とその推定アルゴリズムを開発している。著者は、この章で開発した統計的推測方法の効率を従来の推定方程式論に基づく推定量と比較するためにモンテカルロシミュレーションを実施すると共に、2地点雨量データの解析に適用している。

第5章では、Joeの予想に従い、独立なポアソン変量を第3章で開発した多変量分布を用いて混合するという方法によって、相関構造が柔軟な多変量負の二項分布を構成している。更に、この分布の相関構造から導かれる擬似尤度関数に基づく推測理論を開発し、2地点の光化学スモッグ発生頻度データの解析に適用している。

第6章では、一連の研究を総括し、残された課題を明示している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

多変量分布論では、指数型分布族に従い、かつ相関係数という母数が推論可能な確率分布は多変量正規分布以外知られておらず、この性質を有する分布は構成できないという否定的な予想まで存在していた。その意味で、著者が第3章において発見的方法で導出した多変量ガンマ分布は、相関構造を有する非ガウス多変量分布論ないしは、その推測理論全般にインパクトを与え得る研究成果と評価する。また第3章で、著者の開発した積分因子による分布導出は、積分因子自体を構成的に導出できないという問題はあるが、積分因子を発見すれば柔軟な相関構造を有する確率モデルが導出可能という意味で、汎用性のある着想と評価する。第4章については、一般化線形モデルの標準的な枠組みを利用した研究であるが、2次モーメント構造に関わる母数推定法開発について新規性が認められる。実際に開発した推測方法の推定効率上の優位性については、シミュレーション研究を見る限りごく僅かなレベルに留まっているのではないかとの批判もあるが、第3章で開発した理論的方法が実際のデータ解析に利用可能であることを示した応用統計学的意義は充分認められる。第5章は、第3章で開発した分布に「Joeの予想」を適用し、従来提案されてきた離散多変量分布に比して、より相関構造が柔軟な離散多変量分布を導出したことは、一連の研究構想の達成であり評価できる。惜しむらくは、第3章と異なり、第5章で開発した分布が指数型分布族に含まれているという証明が完結しておらず、このため、ここで開発された推測理論が従来の推定方程式論に基づくものとしてしか正当化できず、第5章自体の意義が通常が多変量分布論における新規性のレベルに留まっていることである。

以上、5章を中心に理論的課題も残されているが、本学位論文の数理統計学領域における学術的意義ならびに、提唱した推測理論の環境・医療・社会科学領域など広範な適用可能性は、博士（経営学）を授与するに十分なものと判断する。

よって、著者は博士（経営学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。