



Title	Comparative Inference for Highly Multivariate Small Samples
Author(s)	武田, 純
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/42159">http://hdl.handle.net/11094/42159</a>
DOI	
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	武田純
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15528 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科情報数理系専攻
学位論文名	Comparative Inference for Highly Multivariate Small Samples (多変量小標本の比較推測)
論文審査委員	(主査) 教授 後藤 昌司  (副査) 教授 白旗 慎吾    教授 稲垣 宣生    助教授 安芸 重雄

### 論文内容の要旨

多変量標本の比較問題において、個体の数に比して変数の数が大きい場合、多変量分散分析などで用いられる通常の方法は適用できない。また、個体の数が相当に大きくても、変数の数との差が小さい場合、通常の検定手法では、高い検出力を期待することができない。本論文では、このような「多変量小標本」に対する検定の方法論について検討を行った。

第1に、変量数の著しく大きいデータに対する検定手法として、Dempster (1958) の近似検定がある。理論の考察および数値検証により、この手法は、漸近論が適用できるほどに変量が多く、かつ誤差に対して近似的に球状正規分布の仮定を設けることができる場合に用いることができる手法であることを示した。第2に、近似検定で用いられる有効次元の推定は、長さや角度に基づく推定法もしくはその簡略法を用いるべきであることを示した。

第3に、誤差分布が球状正規分布であるという仮定を設けない検定法として、Dempster (1963) の主成分に基づくステップダウン法で現われる検定統計量を、積形式で合成した検定統計量を用いる方法を提案した。第4に、提案した検定統計量に何個の主成分を取り込むかを定める二つの基準を提案した。第5に、適用標本中の個体、もしくは個体集合が検定結果に与える影響を測る二つの測度を提案した。

実際に、文献データによる数値検証により、提案した検定統計量は、主成分数を提案したいずれかの基準を用いて決めた場合に、他の方式で主成分数を決めた場合よりも、仮説が棄却されやすいことを示した。また、ステップダウン検定の  $p$  値は、各主成分軸に関する群間の分離の有無の解釈に役立つことも示唆した。

文献データを指示標本として用いたシミュレーションより、提案した検定統計量的主成分数は、提案したいずれかの基準を用いて決めれば、他の方式による主成分数の場合に比べ、相対的に高い検出力をもたらすことを示した。とくに、この主成分数の決定基準による提案手法(検定)は、いくつかの状況において、主成分寄与率を重視し、第1主成分もしくは第1主成分と第2主成分で検定統計量を構成した場合と、可能な限り主成分を取り込んだ場合(誤差の自由度が変数の数以上の場合は、尤度比検定統計量に一致)に比べ、高い検出力を与えた。

いくつかの文献データによる数値検証より、二つの影響測度のうち、検定統計量そのものに対する影響測度の値は、主成分数が少ないもとは解釈が可能であることを示した。また、仮説を各主成分軸方向に限定したもとの影響測度の値も、各主成分軸における影響個体の解釈に役立つことを示した。

## 論文審査の結果の要旨

多変量標本の比較とは、多変量標本の母平均ベクトル間の差の有無の評価（仮説検定）を行うことである。変量数が著しく大きい場合は、通常の変量解析の検定手法を用いて比較を行うことは困難である。本論文は、このような状況下における検定の方法論に関する研究の成果をまとめたものである。

本論文では、最初に、多変量標本の比較問題の一般化である、多変量回帰モデルに対する一般線形仮説の検定について述べ、変量数が著しく大きい場合の問題を、理論的に省察し、Dempsterの近似検定について、数値検討とシミュレーションを行い、この手法の適用可能な条件を提示している。

次に、Dempsterの主成分に基づくステップダウン法の理論を詳細に考察し、単一の検定統計量を用いた一般線形仮説に対する検定手法を提案している。提案手法は、近似検定の問題点である、誤差分布に対する球状正規性の仮定を必要としない。この検定統計量に対して、取り込む主成分数の決定基準および影響個体の同定法を示すことにより、提案手法を現実問題へ適用する際の初動操作、解析、診断、解釈の過程を具体化し、その汎用化にも配慮している。

文献データによる数値例の検討、およびシミュレーションによる評価から、多変量小標本の比較問題において、提案基準により主成分数を決定した場合に、提案された検定手法は主成分寄与率を重視した検定法や、主成分を可能な限り用いた検定法よりも相対的に高い検出力をもつことを示している。また文献データにより数値例の検討から、Dempsterのステップダウン法は、提案手法より低い検出力をもつことが示唆される一方、提案手法による検定結果の詳細な解釈に有効に働くことも示されている。提案手法の適用診断として、影響個体の同定法は、文献データの検討で、検定結果の性能評価と「現象同定」といった解釈に有用な知見を与えることを示している。

以上のように、本論文では、多変量小標本の比較に対する既存の手法の評価を行ったうえで、新たな検定手法の提案とその性能の検定を行い、提案手法の現実問題への適用可能性を明らかにしている。とくに提案手法は、比較問題のみならず、より一般的な仮説検定にも用いることのできる汎用性を有している。よって本論文を博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。