

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540015

研究課題名(和文) 従属標本における不偏性を外した縮小型推測論の構築

研究課題名(英文) Shrinkage Estimation Theory for Unbiased Estimators of Dependent Observations

研究代表者

谷口 正信 (Taniguchi, Masanobu)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：00116625

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、極めて一般的な曲確率モデルを提案し、これが一般的な非線形非正規時系列モデルも含む設定で現代的かつ高度にシステムチックな一般縮小推定量の理論構築を行った。特に曲構造を入れたのは、いくつかの金融資産の上のポートフォリオ係数の推定なども、我々の曲確率モデルでとらえられる曲母数の推測で記述できる。本研究では、曲確率モデルの未知母数推定においてその最尤推定量の縮小推定量を提案し、これと最尤推定量の平均2乗誤差を3次のオーダーまで評価し縮小推定量が最尤推定量を改善する十分条件を与えた。結果は極めて一般的で、多次元金融時系列、多次元時系列回帰モデル、通常の変量観測等に適用できる。

研究成果の概要(英文)：Introducing a curved probability model, which includes a class of very general nonlinear time series models, we proposed a shrinkage estimator for unknown parameter of the curved probability models. Then we developed the third-order asymptotic estimation theory for the estimator, and provided a sufficient condition for the shrinkage estimator to improve the usual estimators. The results can be applied to the problem of portfolio coefficient estimation. Because the results are very general, we can apply them to a variety of statistical observations generated by multivariate financial time series, multivariate time series regression models and usual multivariate models.

研究分野：統計科学分野

キーワード：縮小推定量 最尤推定量 曲確率モデル ポートフォリオ推測 金融時系列モデル 非線形時系列モデル

1. 研究開始当初の背景

先行文献では、独立標本に対して種々の James-Stein 型の縮小推定量が提案され、それらの最小 2 乗誤差(MSE)が評価され、従来のスタンダードな推定量を改善する条件が求められてきた。m 次元多変量正規分布からの独立標本が得られているとき、その平均ベクトルのスタンダードな推定量としては標本平均がある。m が 3 以上のとき Stein は平均 2 乗誤差(MSE)の意味で許容でないことを示し、これを MSE の意味で改善する縮小推定量(Stein-James 推定量)を提案した。その後、独立標本の世界では、極めて多様な設定で、膨大な縮小推定量が提案されスタンダードな推定量を改善する十分条件が明らかにされてきた。しかし時系列解析のように従属な標本を取り扱う場合、縮小推定の議論は、まだまだ極めて未熟な段階である。この分野の端緒的研究としては 谷口と蛭川 Biometrika(2005)が m 次元正規定常過程の未知平均ベクトルを James-Stein 推定量で推定することを提案し、これが標本平均を MSE の意味で改善するための十分条件をスペクトル行列の固有値の言葉で記述した。さらには長期記憶過程の場合にまで拡張した。谷口等は、時系列回帰モデルにおける回帰係数の縮小推定量の議論まで展開した。しかしながら、従属標本の世界では、縮小推定量の議論は、まだまだ個別的で未熟な段階であった。

2. 研究の目的

本研究では多変量非線形非正規時系列モデルの未知母数ベクトルに対して、縮小推定量を提案し、その MSE を評価して、従来のスタンダードな推定量の MSE を改善する条件をもとめる。さらには極めて一般的な曲確率モデルを提案し、これが一般的な非線形非正規時系列モデルも含む設定で現代的高度にシステマチックな一般縮小推定量の理論構築を行う。特殊な母数値に対しては 1 次の漸近評価で、改善が得られるが、一般の母数値に対しては MSE を 3 次まで評価して改善の度合いが評価する。特に曲構造を入れるのは、いくつかの金融資産の上のポートフォリオ係数の推定においては、古典的な平均分散ポートフォリオが使われているが、最適ポートフォリオ係数は金融資産過程の平均ベクトルと分散行列で表現される。従って統計的に推測する場合は、これらを、標本平均ベクトルと標本分散行列で置き換えたものを使う。また時系列解析においては予測や補間がしばしば必要とされる。本申請では縮小予測子や縮小補間子を提案して、それぞれ、予測誤差、補間誤差の改善を行う。この流れも新しい予測、補間原理の提案で、いままでにない予測、補間問題が取り扱える。また時系

列分野での経験ベイズ推定量の導入も視野にいれており、本申請が成就されれば時系列縮小推定量だけでなく高次の尤度比過程分布と高次のリスク評価という極めて統計学の本質的な部分で卓越した成果が期待できるものと思われる。

3. 研究の方法

研究代表者は、すでに本研究の基礎部分の土台においては先端的海外共同研究者と連携をもっており、その各々の基礎部分で先端的成果を得ることは十分可能である。縮小推定論の基礎部分については、研究代表者(谷口)が、それぞれの海外共同研究者の所属先に行ったり、逆にそれらの海外共同研究者を早稲田大学に招聘したりすることで、議論を深め上記の基礎部分を固める。もちろん日常的にはメールや論文ファイルを送りあって研究交換をする。この上で、斬新なテーマである時系列縮小推定量の高次の漸近理論に基づく成果を得る。申請者はこの数年、国の年金積立金の 100 兆円を超える巨大ポートフォリオ構成に基礎研究にかかわってきた。このポートフォリオ係数の推測がまさに確率過程の未知母数推測の一つのテーマで、本申請の時系列縮小推定量も、ポートフォリオ係数推定の候補者である。従って、我々の社会の基礎要件である年金運用への基礎貢献にもかかわっており、本研究の社会への貢献度も十分高い。この問題も、極言すれば確率過程の推測問題としてとらえることができ、本研究の研究成果：時系列の縮小推定量の漸近推測理論を用いた斬新な数理解析の探究と、遂行されれば膨大な諸分野への応用を持つと思われる。研究成果は学術論文として、研究代表者のウェブに公開して、社会へ流布する。また研究代表者の近傍の若手を巻き込み、育成する中で斬新で先端的な課題に挑戦する。

4. 研究成果

極めて一般的な曲確率モデルを導入し、これが一般的な非線形非正規時系列モデルも含む設定で現代的高度にシステマチックな一般縮小推定量の理論構築ができた。特殊な母数値に対しては 1 次の漸近評価で、改善が得られるが、一般の母数値に対しては MSE を 3 次まで評価して改善の度合いが評価できた。特に曲構造を入れたのは、いくつかの金融資産の上のポートフォリオ係数の推定においては、古典的な平均分散ポートフォリオが使われているが、最適ポートフォリオ係数は金融資産過程の平均ベクトルと分散行

列で表現される。従って統計的に推測する場合は、これらを、標本平均ベクトルと標本分散行列で置き換えたものを使う。従ってこれは、我々の曲確率モデルでとらえられる曲母数の推測で記述できる。研究代表者は、曲確率モデルの未知母数推定においてその最尤推定量の縮小推定量を提案し、これと最尤推定量の MSE を 3 次のオーダーまで評価し縮小推定量が最尤推定量を改善する十分条件を与えた。結果は極めて一般的で、多次元金融時系列、多次元時系列回帰モデル、通常の変量観測等膨大である。ポートフォリオ推測はほんの 1 例である。改善の度合いは、曲確率モデルの統計的幾何量の言葉で記述され、設定によっては高次元観測の場合、縮小推定量が通常の推定量を改善することを見た。時系列解析においては予測や補間がしばしば必要とされる。本研究では縮小予測子や縮小補間子を提案して、それぞれ、予測誤差、補間誤差の改善をおこなった。この流れで、縮小予測子や縮小補間子が従来の予測子や補間子を予測誤差、補間誤差で改善する十分条件を与え、数値検証も行った。曲確率モデルでの、縮小推定量の提案とその 3 次の漸近理論構築と縮小予測子、縮小補間子の提案とその基礎理論は、膨大な応用を持っており、最近の高次元データ解析の流れにも、沿っており、今後も発展中である。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

(1) Monti, A.C. and Taniguchi, M. Adjustments for a class of tests under nonstandard conditions. 2017, In press: Statistica Sinica. (査読有)

(2) Chen, C.W.S., Hsu, Y.T. and Taniguchi, M. Discriminant analysis by quantile regression with application on the climate change problem. Journal of Statistical Planning and Inference, 187, 2017, 17-27.

DOI: org/10.1016/j.jspi.2017.02.002.

(査読有)

(3) Liu, Y., Nagahata, H., Uchiyama, H. and Taniguchi, M. Discriminant and cluster analysis of possibly high-dimensional time series data by a class of disparities. Communication in Statistics-Simulation and Computation,

2017, 1-14.

DOI:org/10.1080/03610918.2016.1263732

(査読有)

(4) Kato, Solvang H. and Taniguchi, M. (2016). Portfolio estimation for spectral density of categorical time series data. Far East J. theoretical statistics. 53-1, 2017, 19-33. DOI.org 10.17654/TS053010019

(査読有)

(5) Giraitis, L., Taniguchi, M. and Taqqu, M.S. Asymptotic normality of quadratic forms of martingale differences. Stat. Inference Stoch Process. 2016, On line, DOI 10.1007/s11203-016-9143-3.

(査読有)

(6) Suto, Y., Liu, Y. and Taniguchi, M. Asymptotic theory of parameter estimation by a contrast function based on interpolation error. Stat. Inference Stoch Process, 2016, 19, 93-110.

~DOI 10.1007/s11203-015-9116-y.

(査読有)

(7) Akashi, F., Liu, Y. and Taniguchi, M. An empirical likelihood approach for symmetric alpha-stable processes. t Bernoulli, 21, 2015, 2093 - 2119.

(査読有)

[学会発表] (計 17 件)

国外 (招待講演)

(1) Taniguchi, M. " High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Models", Oct 7, 2016, Invited Talk at New Developments in Econometrics and Time Series, University of Carlos III, Madrid, Spain.

(2) Taniguchi, M. " High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Models", Oct 4, 2016, Invited Talk at

University of Milan, Milan, Italy.

(3) Taniguchi, M. " Theory and Applications in Statistical Science", Invited Talk at International Workshop on Financial Time Series and Econometrics, May 30, 2016,

Southwest University of Finance and Economics, 成都 China.

(4) Taniguchi, M. "Shrinkage estimation and prediction for time series" , Invited Talk at The 8th International Conference of the Thailand Econometric Society, Chaing Mai University, January 6, 2016. Chaing Mai, Thailand.

(5) Taniguchi, M. "Shrinkage estimation and prediction for time series" , Invited Talk at Workshop at Seoul National University on " Advances in Time Series Analysis", September 10, 2015. Seoul, Korea.

(6) Taniguchi, M. " (i) "Preliminary test estimation for regression models with long-memory disturbance", (ii) "Jackknifed Whittle estimators", Invited Seminar Talk at Institute of Statistical Science, Academia Sinica, July 23, 2015. Taipei, Taiwan.

(7) Taniguchi, M. " Asymptotics of realized volatility with microstructure noise". Invited Seminar Talk at National Sun Yat-sen University, July 21, 2015.高雄、台湾

国内学会発表

(8) Yuji Xue, 谷口正信. Local Whittle likelihood approach for L^p -norm spectra. 日本数学会、於 首都大学(東京都) 2017年3月24日。

(9) 劉言、K. Chen, N.H. Chan, 谷口正信. A frequency domain bootstrap for irregularly spaced spatial data. 日本数学会、於 首都大学(東京都) 2017年3月24日。

(10) 田村百合絵、谷口正信. 高次元時系列の sphericity 検定統計量の漸近理論。日本数学会、於 首都大学(東京都) 2017年3月24日。

(11) 谷田義行、谷口正信. Asymptotic theory of Whittle estimator for high dimensional time series. 日本数学会、於 首都大学(東京都) 2017年3月24日。

(12) 長播英明、谷口正信. Numerical results of analysis of variance for multivariate time series. 日本数学会、於 関西大学(吹田市、大阪府) 2016年9月18日。

(13) Yujie Xue, 劉言、谷口正信. Robust interpolation problem in L^p . 日本数学会、於 関西大学(吹田市、大阪府) 2016年9月18日。

(14) 谷田義行、谷口正信. 高次元時系列の Whittle 積分汎関数の漸近理論。日本数学会、於 関西大学(吹田市、大阪府) 2016年9月18日。

(15) Yujie Xue, 劉言、谷口正信. Minimax extrapolation error of predictors. 日本数学会、於 筑波大学(つくば市、茨城県) 2016年3月19日。

(16) 長播英明、谷口正信. Analysis of variance for multivariate time series. 日本数学会、於 筑波大学(つくば市、茨城県) 2016年3月19日。

(17) 長播英明、劉言、内山弘隆、谷口正信. Discriminant and cluster analysis of high-dimensional time series data by a class of disparities. 日本数学会、於 京都産業大学(京都市) 2015年9月15日。

{図書}(計4件)
英文著書

(1) Taniguchi, M., Shiraishi, H., Hirukawa, J., Kato, H.S. and Yamashita,

T. (2017)
"Statistical Portfolio Estimation",
Chapman & Hall, New York, in press,
403 pages.

(2)早稲田大学理工研特集号
谷口正信(編)(2017) "Special Issue on
the "Financial & Pension Mathematical
Science" 126 pages.

(3) 早稲田大学理工研特集号
谷口正信(編)(2016) "Special Issue on
the "Financial & Pension Mathematical
Science" 126 pages.

(4) 早稲田大学理工研特集号
谷口正信(編)(2015) "Special Issue on the
"Financial & Pension Mathematical
Science" 94 pages.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/WIS_ver3.pdf

6. 研究組織

(1)研究代表者
谷口 正信 (TANIGUCHI, Masanobu)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号：00116625

(2)研究分担者
()

研究者番号：

(3)連携研究者
()

研究者番号：

(4)研究協力者
()