

令和元年9月10日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02061

研究課題名(和文) 時系列解析における分位点回帰推測論の構築とその応用

研究課題名(英文) Theory for quantile regression inference of time series and its applications

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) 32,400,000円

研究成果の概要(和文)：(1)自己回帰型時系列モデルに対して分位点型スコアを用いた判別解析の基礎理論構築を行った。この結果を気温による天候変化問題に応用し、気候変化があることを指摘した。(2) p 次ノルムを用いた予測、補間問題において、最適予測子、補間子を求めた。 $p=1$ の場合は分位点スコアによる予測、補間に対応している。さらにスペクトルに接道誤差がある場合に、Min-Maxな予測、補間問題を理論的に解き、Min-Max robustな予測子と補間子を求めた。簡潔に要約すると(1)、(2)は、分布の分位点情報に基づいた新しい推測論、判別論、予測論を時系列解析分野で構築した。応用範囲は膨大である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

時とともに変動する偶然量の観測系列を時系列という。この観測系列の数学モデルが確率過程と呼ばれる。確率過程の統計解析を時系列解析という。従来、この分野では、2次損失に基づいた推測や最適理論が展開されてきた。これは、おおまかには平均的指標での、推測、予測、判別に対応している。そこで、本研究では、確率分布やスペクトル分布の分位点の情報に基づいた推測、予測、判別の基礎理論構築を行い時系列解析を新しいパラダイムに導いた。具体的には、確率分布やスペクトル分布の裾の情報に基づいた時系列推測、予測、補間、判別が可能になり、これらに基づいた気候変動解析、金融データ解析も可能になった。

研究成果の概要(英文)：(1)We introduced a quantile regression statistic to classify time series data into a certain category. Results show that the misclassification probability of the discriminant statistic converges to zero as the sample size tends to infinity. We applied the proposed method in quantile autoregression to a dataset of the monthly mean maximum temperature at Melbourne. The findings illuminate interesting features of climate change and allow us to check the change at each quantile of the innovation distribution. (2)We considered minimax interpolation and extrapolation problems in L_p for stationary processes. We gave two conditions to find the minimax interpolator and extrapolator in the general framework under the L_p -norm. We showed that there exist minimax interpolator and extrapolator for the class of epsilon contaminated spectral densities. The results (1) and (2) open a new methodology for time series analysis based on quantile informations for probability and spectral distributions.

研究分野：統計科学

キーワード：時系列解析 分位点回帰 定常過程 予測・補間 高次元時系列解析 非正則検定理論 縮小推定 金融データ解析

1. 研究開始当初の背景

従来、統計学の分野では、2次損失に基づいた推測や最適理論が展開されてきた。これは、おおまかには平均的指標での、推測、予測、判別に対応している。ただ、被説明量の、説明量が大きい(小さい)場合に、説明量との関係性を見る場合、確率分布の分位点情報に基づいた推測が必要となる。独立標本の場合、分位点回帰手法が用いられ、種々の手法、理論が展開されてきた。分位点回帰手法は推定関数の観点からは、ある種の L_1 スコア関数による推測に対応している。しかしながら、従属標本の場合、分位点回帰手法はまだまだ未開で確率分布やスペクトル分布の分位点の情報に基づいた推測、すなわち L_1 スコアに基づいた予測、判別の基礎理論構築と応用が望まれる。

2. 研究の目的

分位点スコアに基づく時系列解析は、従前のそれと異なり、革新過程の分布の分位点での推測、予測、分類等の視点を与え、平均的指標からの視点よりはるかに高度な知見をもたらす。ここで、分位点スコアは、ある種の L_1 ロスである。時系列解析では、従来2次ロスによる予測や補間の議論がなされてきたが、本研究では、これを L_1 ロスで遂行する。具体的には L_1 予測子、補間子の形も導出できると思われる。さらにはスペクトル密度関数が、epsilon-混合である場合の min-max L_1 予測子、補間子も導出可能で、時系列の信号-ノイズモデルでの、予測、補間に新地平を与えるものと思われる。また、線形回帰モデルでの least absolute deviation(LAD) に基づく経験尤度比検定の提案と、その漸近分布が未知母数に依存しないことも示す。攪乱項の分布の裾が重い場合にも適用でき、今後、多方面で応用が期待できよう。また近年、注目を浴びてきている高次元統計解析も研究進展を図る予定である。

3. 研究の方法

研究主題として"High Dimensional Statistical Analysis for Time Spatial Processes & Quantile Analysis for Time Series" を据え、国際先端的な研究者を招聘し、国際シンポジウム、国際セミナーを多数回開催して、我が国の研究者達と交流し、国際共同研究にまで進める。研究成果は、仏系国際誌の1巻を借りて特集号として、発刊し、成果を国際スタンダードかつ、グローバルに可視化をはかった(図書 [3])。このなかで我国の若手研究者の育成をめざす。基本基盤は、時系列の統計数理理論の構築であるが、成果は膨大な応用をもち、遺伝子、生体・医学、金融、保険、年金等の研究者達と協業をもち、産業数学研究の基盤づくりを目指す。この流れで理論→応用→理論→の流れをつくり数理理論と応用の輪廻的發展をはかる。

4. 研究成果

ある種の L_1 ロスである分位点スコアにもとづく時系列解析は、従前のそれと異なり、革新過程の分布の分位点での推測、予測、分類等の視点を与え、平均的指標からの視点よりはるかに高度な知見をもたらす。本研究では、これを L_p ($p \geq 1$) ロスで遂行した。具体的に L_1 予測子、補間子の形も導出した。さらにはスペクトル密度関数が、epsilon-混合である場合の min-max L_p 予測子、補間子も導出した。時系列の信号-ノイズモデルでの、予測、補間に新地平を与えるものと思われる。また、線形回帰モデルでの least absolute deviation(LAD) に基づく経験尤度比検定の提案と、その漸近分布が未知母数に依存しないことも示され、攪乱項の分布の裾が重い場合にも適用できる。研究成果はグローバルな可視化を図り Chapman-Hall 社から英文著書の形で表し、全世界へ流布した(図書 [1])。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 20 件)(全査読付き)

- [1] Imoto, T., Shimizu, K. & Abe, T. A cylindrical distribution with heavy-tailed linear part. Japanese Journal of Statistics and Data Science, Springer. In press, 2019. DOI. 10.1007/s42081-019-00031-5.
- [2] Monti, A.C. and Taniguchi, M. Adjustments for a class of tests under nonstandard conditions Statistica Sinica 28-3, 2018, 1437-1558 DOI.10.5705/ss.202016.0093
- [3] Liu, Y., Tamura, Y. and Taniguchi, M. Asymptotic theory of test statistic for sphericity of high-dimensional time series. J.Time Ser. Anal. 39-3, 2018, 402-416. DOI.10.1111/jtsa.12288
- [4] Shiraishi, H., Taniguchi, M. and Yamashita, T. Higher-order asymptotic theory of shrinkage estimation for general statistical models. J.Multivariate Anal. 166, 2018. 198-211 org/10.1016/j.jmva.2018.03.006.

- [5] Nagahata, H. and Taniguchi, M. Analysis of variance for multivariate time series. *Metron* 76-1 2018, 69-82 [org/10.1007/s40300-017-0122-2](https://doi.org/10.1007/s40300-017-0122-2)
- [6] Nagahata, H. and Taniguchi, M. Analysis of variance for high-dimensional time series *Stat. Inference Stoch. Process.* 21-2 2018, 455-468 [org/10.1007/s11203-018-9187-7](https://doi.org/10.1007/s11203-018-9187-7).
- [7] Giraitis, L., Taniguchi, M. and Taqqu, M.S. Estimation pitfalls when the noise is not i.i.d. *Jpn. J. Stat. Data Sci.* 2018,59 – 80. DOI.10.1007/s42081-0004-8.
- [8] Akashi, F., Odashima, H., Taniguchi, M. and Monti, A.C, A new look at portmanteau test. *Sankhya*, 80 2018, 121-137. DOI 10.1007/s13171-017-0109-3
- [9] 師博・姚峰・李輝 技術投資、市場競争と製造業全要素生産率 *人文雑誌* 2018, 1, 26-36.
- [10] Giraitis, L., Taniguchi, M. and Taqqu, M.S. Asymptotic normality of quadratic forms of martingale differences *Stat. Inference Stoch Process*, 2017, 20 315-327 DOI 10.1007/s11203-016-9143-3
- [11] Kato, Solvang H. and Taniguchi, M. Portfolio estimation for spectral density of categorical time series data, *Far East J. theoretical statistics*, 2053-1 17, 19-3. DOI.org 10.17654/
- [12] 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 *Com. Stat. - Simul. Computation* 46-10, 2017, 8014-27 Doi.org/10.1080/03610918.2016.1263732.
- [13] 姚峰・王炎・李瑶・木内舜 日本地域経済振興と国際観光誘致策の構築について --訪日中国人観光客の統計分析を中心に *経済論議* 2017, 55-87
- [14] Chernozhukov, V., Chetverikov, D., and Kato, K.*(2017). Central limit theorems and bootstrap in high dimensions. *Annals of Probability*. 4, 2309-2352. DOI: 10.1214/16-AOP1113
- [15] Chen, C.W.S., Hsu, Y.T. and Taniguchi, M. Discriminant analysis by quantile regression with application on the climate change problem. *J.Statist. Plan. Inf.* 187, 2017, 17-27. DOI.org/10.1016/j.jspi.2017.02.002
- [16] Chernozhukov, V., Chetverikov, D., and Kato, K.*(2016). Empirical and multiplier bootstraps for suprema of empirical processes of increasing complexity, and related Gaussian couplings. *Stochastic Processes and Their Applications*. 3632–3651. 12, doi.org/10.1016/j.spa.2016.04.009
- [17] Galvao, A.F. and Kato, K.*(2016). Smoothed quantile regression for panel data. *Journal of Econometrics*. 1, 92–112. doi:10.1016/j.jeconom.2016.01.008
- [18] Suto, Y., Liu, Y. and Taniguchi, M.*(2016). Asymptotic theory of parameter estimation by a contrast function based on interpolation error. *Statistical Inference for Stochastic Processes*, 21, 93-110. doi: 10.1007/s11203-015-9116-y
- [19] Belloni, A., Chernozhukov, V., Chetverikov, D., and Kato, K.*(2015). Some new asymptotic theory for least squares series: Pointwise and uniform results. *Journal of Econometrics*. 186 345-366. doi:10.1016/j.jeconom.2015.02.014
- [20] Akashi, F., Liu, Y. and Taniguchi, M.*(2015). An empirical likelihood approach for symmetric stable processes. *Bernoulli* 21, 2093-21, doi: 10.3150/14-BEJ636

〔学会発表〕(計 37 件)

- [1] Masanobu Taniguchi, High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Models. THE CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR NONPARAMETRIC STATISTICS (招待講演)(国際学会) 2018.
- [2] Masanobu Taniguchi, Statistical Estimation of Optimal Portfolios for Dependent Returns. Seminar Talk at University of Bologna (招待講演)(国際学会) 2018.
- [3] Masanobu Taniguchi, High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Model. Seminar Talk at University of Bergen (招待講演)(国際学会) 2018.
- [4] Masanobu Taniguchi, Joint circular distributions in view of higher order spectra of time series. 9th Workshop on New Developments in Econometrics and Time Series, Royal Danish Academy of Sciences and Letters, Copenhagen (招待講演)(国際学会) 2018.
- [5] 谷口 正信, 時系列解析へのいざない. 日本数学会 企画特別講演 (招待講演) 2018.
- [6] Toshihiro Abe, Models for cylindrical data and their applications. The 2nd International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2018) (招待講演)(国際学会) 2018.
- [7] Toshihiro Abe, WeiSSVM model and its applications to cylindrical data. The 11th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2018) (招待講演)(国際学会) 2018.
- [8] 谷田義行, 明石郁哉, 谷口正信. 高次元時系列における Whittle 推定量の漸近理論とその数値例. 日本数学会、於 東京大学 2018.
- [9] Yuji Xue, 谷口正信. LASSO estimators for high-dimensional time series with

- long-memory disturbances 日本数学会、於 東京大学 2018
- [10] 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 (国際学会) 2017年03月24日 ~ 2017年03月24日 首都大学
- [11] 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 2017年03月24日 ~ 2017年03月24日 首都大学
- [12] Yujie Xue, 谷口正信. Modified LASSO estimators of the models with long-memory disturbances 日本数学会、於 山形大学 2017
- [13] Yao F. & Dai S.G. & Li Y. Causal Analysis of Hong Kong Stock Market, the 9th International Conference on Financial Risk and Corporate Finance Management (国際学会) 2017.
- [14] Hiroshi Shiraishi. Nonparametric estimation for optimal dividend barrier with insurance portfolio 10th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE2016) (招待講演)(国際学会) 2016年12月09日 ~ 2016年12月09日 University of Seville (Spain)
- [15] Masanobu Taniguchi, High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Models Invited Talk at University of Milan (招待講演) 2016年10月04日 ~ 2016年10月04日 University of Milan
- [16] Taniguchi, M. High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Models Invited Talk at New Developments in Econometrics and Time Series (招待講演)(国際学会) 2016年10月06日 ~ 2016年10月07日 University of Carlos III, Madrid, Spain.
- [17] Masanobu Taniguchi. Theory and Applications in Statistical Science Invited Talk at International Workshop on Financial Time Series and Econometrics (招待講演) 国際学会 2016年05月30日 ~ 2016年05月31日 Southwest University of Finance and Economics, China
- [18] 長幡英明、谷口正信. Numerical results of analysis of variance for multivariate time series. 日本数学会 2016年09月18日-2016年09月18日 関西大学
- [19] Yujie Xue, 劉言、谷口正信. Robust interpolation problem in L^p 日本数学会 2016年09月18日 ~ 2016年09月18日 関西大学
- [20] 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 2016年09月18日 ~ 2016年09月18日 関西大学
- [21] 清水泰隆. 確率過程と統京都大学数学教室的漸近理論 京都大学数学教室談話会 (招待講演) 2016年01月06日 ~ 2016年01月06日
- [22] Taniguchi, M. Asymptotics of realized volatility with microstructure noise Seminar Talk at National Sun Yat-sen University (招待講演)(国際学会) 2015年07月21日 ~ 2015年07月21日 National Sun Yat-sen University, Taiwan
- [23] Taniguchi, M. (1) Preliminary test estimation for regression models with long-memory disturbance, (2) Jackknifed Whittle estimators Invited Seminar Talk at Institute of Statistical Science (招待講演) (国際学会) 2015年07月23日 ~ 2015年07月23日 Institute of Statistical Science, Academia Sinica
- [24] Taniguchi, M. Shrinkage Estimation and Prediction for Time Series. Workshop at Seoul National University on Advances in Time Series Analysis (招待講演)(国際学会), 2015年09月10日 ~ 2015年09月10日 Seoul National University
- [25] 長幡英明、劉言、内山、谷口正信. Discriminant and cluster analysis of high-dimensional 80time series data by a class of disparities, 日本数学会 2015年09月15日 ~ 2015年09月15日 京都産業大学
- [26] Liu, Y., Xue, Y. and Taniguchi, M. Minimax extrapolation error of predictors , High Dimensional Statistical Analysis for Time Spatial Processes & Quantile Analysis for Time Series (招待講演)(国際学会) 2015年11月10日 ~ 2015年11月10日 早稲田大学
- [27] Taniguchi, M. Shrinkage Estimation and Prediction for Time Series The 8th International Conference of the Thailand Econometric Society (招待講演)(国際学会) 2016年01月06日 ~ 2016年01月06日 Chaing Mai University
- [28] Kato Solvang and Taniguchi, M. Estimation for spectral density of categorical time series data. Kumamoto International Symposium (招待講演)(国際学会) 2016年03月03日 ~ 2016年03月03日 熊本大学
- [29] Kato, K. Central limit theorem and bootstrap in high dimensions Cemmap workshop: Advances in Microeconometrics (招待講演)(国際学会) 2015年05月07日 ~ 2015年05月08日 ソウル大学 (韓国・ソウル)
- [30] Kato, K. Gaussian approximation of suprema of empirical processes. Oberwolfach workshop: Probabilistic Techniques in Modern Statistics (招待講演)(国際学会) 2015年05月17日 ~ 2015年05月23日 ドイツ・オーバーヴォルフアッハ

[31] Kato, K. Gaussian approximation of suprema of empirical processes Workshop on New Directions in Stein's Method (招待講演)(国際学会) 2015年05月26日~2015年05月29日シンガポール国立大学

[32] Kato, K. Testing many moment inequalities. 厦門大学経済学部セミナー(招待講演)(国際学会) 2015年10月27日~2015年10月27日 厦門大学(中国・厦門)

[33] Kato, K. Smoothed quantile regression for panel data. Waseda International Symposium.(招待講演)(国際学会) 2015年11月09日~2015年11月11日 早稲田大学(東京都・新宿区),

[34] Kato, K. High-dimensional quantile regression. New Directions in Quantile Regression (招待講演)(国際学会) 2015年12月10日~2015年12月11日 ケンブリッジ大学(イギリス・ケンブリッジ)

[35] Yasutaka Shimizu and Shuji Tanaka, Gerber-Shiu dynamic risk measures for solvency evaluation, The 19th International congress on Insurance (招待講演)(国際学会) . 2015年06月25日~2015年06月25日 Mathematics and Economics, Liverpool, United Kingdom

[36] Yasutaka Shimizu, Statistical Inference for ruin-related quantities for Lévy insurance risks 60th ISI World Statistics Congress (招待講演)(国際学会) 2015年08月28日~2015年08月28日 Rio de Janeiro, Brazil

[37] Yoichi Nishiyama, A stochastic maximal inequality, strict Seminari statistici dell'universita di Bergamo (招待講演)(国際学会) 2015年09月17日~2015年09月17日 ベルガモ大学(イタリア共和国ベルガモ)

〔図書〕(計 4 件)

[1] Taniguchi, M., Shiraishi, H., Hirukawa, J., Kato, H.S. and Yamashita, T. Chapman & Hall Statistical Portfolio Estimation 2018 377

[2] 谷口 正信(編) 早稲田大学理工研報告特集号 統計科学と金融工学 2017 125

[3] Recent Trends and Developments in Portfolio Estimation and the Statistical Analysis of Stochastic Processes, Waseda University 2015 – 2017. Special Issue of “Statistical Inference for Stochastic Processes” Volume 20, No. 3 2017. Guest Editor : Masanobu Taniguchi

[4] 谷口正信(編)早稲田大学理126工学研究所 Special Issue on the "Financial & Pension Mathematical Science 2016

〔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:

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:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/kakenannai2015.html>

6. 研究組織

研究代表者氏名: 谷口 正信

ローマ字氏名: TANIGUCHI MASANOBU

所属研究機関名: 早稲田大学

部局名: 理工学術院

職名: 教授

研究者番号：00116625

(1)研究分担者

研究分担者氏名：西山 陽一

ローマ字氏名：NISHIYAMA YOICHI

所属研究機関名：早稲田大学

部局名：国際教養学術院

職名：教授

研究者番号：90270412

研究分担者氏名：清水 泰隆

ローマ字氏名：SHIMIZU YASUTAKA

所属研究機関名：早稲田大学

部局名：理工学術院

職名：教授

研究者番号：70423085

研究分担者氏名：加藤 賢悟

ローマ字氏名：KATO KENGO

所属研究機関名：東京大学

部局名：経済学研究科(研究院)

職名：准教授

研究者番号：50549780

研究分担者氏名：白石 博

ローマ字氏名：SHIRAISHI HIROSHI

所属機関名：慶應義塾大学

部局名：理工学部(矢上)

職名：准教授

研究者番号：90454024

研究分担者氏名：姚 峰

ローマ字氏名：YAO FENG

所属研究機関名：香川大学

部局名：経済学部

職名：教授

研究者番号：90284348

研究分担者氏名：阿部 俊弘

ローマ字氏名：ABE TOSHIHIRO

所属研究機関名：南山大学

部局名：理工学部

職名：准教授

研究者番号：7058057

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：Marc Hallin (ブリュッセル自由大学)

ローマ字氏名：Anna Clara Monti (サンニーニョ大学、伊)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。