

統計科学と金融工学

研究重点教員 谷口 正信
(基幹理工学部 応用数理学科 教授)

1. 研究課題

本年度は、時系列観測からの統計推測の基礎理論構築に力をいれた。具体的には以下の研究を進めた。(i) 高次元正規定常時系列の共分散行列が単位行列に等しいか否かの意味での周辺分布の球形性の検定論の構築。(ii) 非正規高次元定常時系列に対して Whittle 積分汎関数や Whittle 推定量の漸近理論を構築。(iii) 非正規高次元時系列分散分析モデルでの、群間平均の等価性に関する検定論の構築。(iv) 極めて一般的な曲確率分布族(多次元時系列観測も含む)を導入し、この曲母数の推測に最尤推定量の縮小推定量を提案し、この3次の漸近的な良さの評価。(v) 母数が境界にある場合の検定統計量の漸近理論と Bartlett 調整可能性。(vi) 円周上の従属分布と高次のスペクトル分布の関係性。

上記、研究課題の成果の応用は膨大で、金融、経済、生体や遺伝子まで適用可能である。

2. 主な研究成果

上記研究課題の項目(i)-(vi)について、以下解説する。(i) 高次元正規時系列観測の共分散行列の言葉で、周辺分布の球形性の検定を、検定統計量の導入とその漸近分布導出、及び、理論の数値的検証も行った。(ii) 有限次元の時系列観測では、Whittle 推定量や、最尤推定量の高度な推測論が出来ている。しかしながら近年現れる高次元時系列データに対してはこういった従来のよい推定量が、有効でなくなる。そこで高次元の時系列データに対して自己共分散行列の **banding, thresholding** 推定量を作り、これらが基本的な良さをもつことを示した。さらには、Whittle 積分汎関数の漸近理論や、Whittle 推定量の漸近推測理論を構築した。Whittle 積分汎関数は、種々の、例えば、重要経済指標を記述できるので、金融、経済、生体、遺伝子等、広汎な応用が可能である。(iii) 分散分析は、古典的な重要統計手法であるが、従属標本に対しては、極めて未熟な状態である。本研究では、高次元従属誤差過程をもつ時系列回帰モデルで、群間の差異を測る検定統計量を導入し、それらの観測次元と観測数が発散するとき、漸近分布をもとめ福島の放射能汚染に関する実データにも応用した。(iv) 極めて一般的な曲確率分布族(多次元時系列観測も含む)を導入し、この曲母数の推測に最尤推定量の縮小推定量を提案し、この3次の漸近的な良さを議論した。これが3次のオーダーで最尤推定量を改善する十分条件を与えた。このセッティングは、金融の平均・分散ポートフォリオの縮小推定量の導入を捉え、膨大な応用がある。この分野に新地平をひらくものと思われる。(v) 母数が母数空間の境界上にある場合、尤度比統計量や Wald 型検定統計量の帰無分布を導出した。それはカイ2乗分布にはならず混合型カイ2乗分布となる。この状況で、Bartlett 調整可能性の議論を展開した。(vi) 円周上の従属分布と高次のスペクトル分布

の関係を谷口は時系列解析における高次のスペクトル分布の観点から見る提案をした。この流れで、統一的に研究をすすめている。

3. 共同研究者

明石 郁哉：早稲田大学 PD

4. 研究業績

4.1 学術論文

- (1) Giraitis, L., Taniguchi, M. and Taqqu, M.S. (2017). Asymptotic normality of quadratic forms of martingale differences. *Stat. Inference Stoch Process.* 20, no. 3, 315–327. DOI 10.1007/s11203-016-9143-3.
- (2) Kato, Solvang H. and Taniguchi, M. (2017). Portfolio estimation for spectral density of categorical time series data. *Far East J. theoretical statistics.* 53-1, 19-33. DOI.org 10.17654/
- (3) Kato, Solvang H. and Taniguchi, M. (2017). Microarray analysis using rank order statistics for ARCH residual empirical process. *Open Journal of Statistics.* 7, 4-71, DOI:10.4236/ojs.2017.71005.
- (4) Liu, Y., Nagahata, H., Uchiyama, H. and Taniguchi, M. (2017). Discriminant and cluster analysis of possibly high-dimensional time series data by a class of disparities. *Com. Stat. Simul. Computation.* 46-10, 8014-27. Doi.org/10.1080/03610918.2016.1263732.
- (5) Chen, C.W.S., Hsu, Y.C. and Taniguchi, M. (2017). Discriminant Analysis by Quantile Regression with Application on the Climate Change Problem. *J. Stat. Plan. Inf.* } 187, 17–27.
- (6) Akashi, F., Odashima, H., Taniguchi, M. and Monti, A.C. (2018). A new look at portmanteau test. *Sankhya*, Vol. 80 - A. Part I, 121-137. DOI 10.1007/s13171-017-0109-3.
- (7) Monti, A.C. and Taniguchi, M. (2018). Adjustments for a class of tests under nonstandard conditions. To appear in *Statistica Sinica*.
- (8) Liu, Y., Tamura, Y. and Taniguchi, M. (2018). Asymptotic theory of test statistic for sphericity of high-dimensional time series. To appear in *J. Time Ser. Anal.*, DOI:10.1111/jtsa.12288.

(9) Shiraishi, H., Taniguchi, M. and Yamashita, T. (2018). Higher-order asymptotic theory of shrinkage estimation for general statistical models. To appear in J. Multivariate Anal.

(10) Giraitis, L., Taniguchi, M. and Taqqu, M.S. (2018). Estimation pitfalls when the noise is not i.i.d. To appear in Jap. J. Stat. and Data Science.

4.2 総説・著書

英文著書

(1) Taniguchi, M., Shiraishi, H., Hirukawa, J., Kato, H.S. and Yamashita, T. (2018)
"Statistical Portfolio Estimation", Chapman & Hall/CRC, New York, 377 pages.

(2) 仏系国際誌: Statistical Inference for Stochastic Processes の 1 巻 (Volume 20, No.3, 2017) に
谷口を中心とする早稲田大学の 3 年間の研究を特集号として発刊した。
Special Issue on "Recent Trends and Developments in Portfolio Estimation and the Statistical
Analysis of Stochastic Processes" Waseda University 2015 - 2017.
Guest Editor: Masanobu Taniguchi. ページ: 273 - 397.

4.3 招待講演

[1] Akashi, F., Dette, H. & Liu, Y. "Change point detection by self-weighted empirical likelihood
method and its application to real data"
May. 27, 2017 *Invited talk at "A Symposium on Complex Data Analysis". National Tsing Hua
University, Taiwan.*

[2] Akashi, F. "Robust GEL method for linear hypothesis of infinite variance processes"
Jun. 15, 2017
*Invited talk at "1st International Conference on Econometrics and Statistics (Organized
Session by Kaiji Motegi)". The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong.*

[3] 明石郁哉「経験尤度法・基準化法に基づく非正則時系列モデルの頑健な統計的推測法の構成」
Sep. 13, 2017 特別講演 (VIII: 統計分科会) 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会 (山形大学).

[4] Akashi, F. "Robust statistical inference for non-standard time series models by empirical
likelihood, self-weighting and self-normalization"
Feb. 23, 2018
Departmental Colloquia at Texas A&M University.

4.4 受賞・表彰

2017年4月ー2018年3月は、なし。

4.5 学会および社会的活動

学会活動

(1) 長播英明、谷口正信。 Analysis of variance for high dimensional time series.

日本数学会、於 山形大学、2017年9月13日。

(2) 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年9月13日。

(3) 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年3月21日。

(4) 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年3月21日。

以下の国際シンポジウムを主宰した。

(1) Waseda International Symposium

“Recent Developments for Statistical Asymptotic Theory for Time Series & Circular Distributions”

October 23 - 25, 2017 Waseda University

http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/2017_WIS.pdf

(2) Kyoto (Fushimi-Uji) International Seminar

"Recent Developments for Statistical Science"

Date: October 26 - 28, 2017.

Venue: Kyoto Terrsa

http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/2017_KIS.pdf

(3) Waseda International Symposium

“Recent Developments in Time series Analysis: Quantile
Regression, High Dimensional Data & Causality”

Date: February 26 -28, 2018

http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/2017_WASEDA_SP.pdf

(4) Kouchi International Seminar

“Recent Developments of Quantile Method, Causality and High Dim Statistics ”

Date: March 3-5, 2018

Venue: Tosa Royal Hotel

<http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/KIS201803.pdf>

5. 研究活動の課題と展望

本学年度の成果は、国際的に見える形で、仏系国際誌：Statistical Inference for Stochastic Processes の1巻をかりて 特集号として、この3年間の成果の一部を出版できた。 また数年来、共同研究を進めてきた年金積立金運用の独法との成果にモチベートされた、ポートフォリオの統計的最適推測論も、Chapman-Hall 社からの英文著書として発刊され、これも、国際的に見える形となった出版である。

今後も研究は、この流れで展開する予定である。

新しい研究テーマは、極めて一般的な観測：時空間過程は言うに及ばずグラフ、遺伝子、医用画像、グラフ、トポロジカルデータ、ウェブ上データ、、に対して、因果性指標を導入して、この最適推測論を構築し、この上に膨大な応用を乗せたい。例えば、医用画像から将来の疾病への因果性を見出す、ウェブデータから、因果性を見出し、社会、経済、、等のリスクを軽減、、等、膨大である。