

## 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

近年、諸分野で膨大なデータの蓄積があり、それらは、高次元なビッグデータであることが多い。また得られるデータの分布は、裾が厚い(heavy tail)であることが多い。こういった実証的立場に立てば、データは高次元時系列やモーメントをもたない安定過程と想定するのが望ましい。そこで、本研究では高次元時系列や高次元空間過程に対して、有効な推測理論の構築を行う。具体的には高次元時系列に対して Whittle 積分汎関数やWhittle 推定量の漸近理論を構築する。応用は膨大で、金融時系列、経済時系列、生体時系列や遺伝子系列まで適用可能である。高次元観測においては縮小統計量が有効であることが知られている。そこで高次元時系列の縮小統計量の漸近理論の構築も行う。

### 2. 主な研究成果

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。

上記と絡めて、極めて一般的な曲率分布族(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。

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、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、それらが漸近的に $\chi^2$ 乗分布を持つための十分条件を与えた。

### 3. 共同研究者

明石 郁哉：早稲田大学 PD

劉 言：早稲田大学 PD

### 4. 研究業績

4.1 学術論文

- (1) Koike, R., Dou, X., Taniguchi, M. and Xue, Y. (2016). Granger causality test via Box-Cox transformations. *ASTE, Research Institute for Science and Engineering, Waseda University, Special Issue "Financial and Pension Mathematical Science : Editor, M. Taniguchi, Vol.13,3-18*
- (2) Suto, Y. and Taniguchi, M. (2016). Shrinkage interpolation for stationary processes. *ASTE, Research Institute for Science and Engineering, Waseda University, Special Issue "Financial and Pension Mathematical Science : Editor, M. Taniguchi, Vol.13,35-42.*
- (3) Giraitis, L., Taniguchi, M. and Taqqu, M.S. (2016). Asymptotic normality of quadratic forms of martingale differences. To appear in *Stat. Inference Stoch Process*. DOI 10.1007/s11203-016-9143-3.
- (4) Kato, Solvang H. and Taniguchi, M. (2016). Portfolio estimation for spectral density of categorical time series data. To appear in *Far East J. theoretical statistics*. DOI.org 10.17654/
- (5) Kato, Solvang H. and Taniguchi, M. (2016). Microarray analysis using rank order statistics for ARCH residual empirical process. To appear in *Open Journal of Statistics*.
- (6) Liu, Y., Nagahata, H., Uchiyama, H. and Taniguchi, M. (2016). Discriminant and cluster analysis of possibly high-dimensional time series data by a class of disparities. To appear in *Com. Stat.*
- (7) Monti, A.C. and Taniguchi, M. (2017). Adjustments for a class of tests under nonstandard conditions. To appear in *Statistica Sinica*.
- (8) Chen, C.W.S., Hsu, Y.T. and Taniguchi, M. (2017). Discriminant analysis by quantile regression with application on the climate change problem. To appear in *J. Statist. Plan. Inf.*

#### 4.2 総説・著書

##### 英文著書

- (1) Taniguchi, M., Shiraishi, H., Hirukawa, J., Kato, H.S. and Yamashita, T. (2017) "Statistical Portfolio Estimation", Chapman & Hall, to appear, about 400 pages.  
早稲田大学理工研特集号
- (2) 谷口正信 (編) (2017) "Special Issue on the "Financial & Pension Mathematical Science" 発刊.

#### 4.3 招待講演

- (1) Taniguchi, M. " High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Models", Oct 4, 2016, Invited Talk at University of Milan, Italy.
- (2) Taniguchi, M. " High Order Asymptotic Theory of Shrinkage Estimation for General Statistical Models", Oct 6-7, 2016, Invited Talk at New Developments in Econometrics and Time Series, University of Carlos III, Madrid, Spain.
- (3) Taniguchi, M. " Theory and Applications in Statistical Science", Invited Talk at International Workshop on Financial Time Series and Econometrics, May 30-31, 2016, Southwest University of Finance and Economics, China.

#### 4.4 受賞・表彰

2016年4月ー2017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。 Numerical results of analysis of variance for multivariate time series. 日本数学会、於 関西大学、2016年9月18日。

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

(3) 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、2016年9月18日。

(4) 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、2017年3月24日。

(5) 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、2017年3月24日。

(6) 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、2017年3月24日。

(7) 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、2017年3月24日。

以下の国際シンポジウムを主宰した。

##### (1) Waseda International Symposium

High Dimensional Statistical Analysis for Time Spatial Processes, Quantile and Empirical Likelihood Analysis for Time Series

October 24 - 26, 2016 Waseda University

[http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/WIS\\_ver3.pdf](http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/WIS_ver3.pdf)

##### (2) Hokkaido International Symposium

Recent Developments of Statistical Theory in Statistical Science

October 27 - 29, 2016、: Hokkaido University

[http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/HIS2016\\_ver5.pdf](http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/HIS2016_ver5.pdf)

##### (3) Waseda International Symposium

"High Dimensional Statistical Analysis for Time Spatial Processes & Quantile Analysis for Time Series"

February 27 - March 1, 2017. Waseda University.

##### (4) Ise-Shima International Seminar

"High Dimensional Statistical Analysis for Time Spatial Processes & Quantile Analysis for Time

Series"- March 5-7, 2017, Ise-Shima Royal Hotel.

## 5. 研究活動の課題と展望

高次元時系列解析では、そのスペクトル密度行列の積分汎関数の推測に手をつけており、これは高

次元時系列の Whittle 型汎関数であるので、今後、大きな発展があり、応用も飛躍的にすすむと思われる。

Whittle 推定量の漸近理論の構築もできており、本格的な推測理論の端緒ができたと思われる。

理工研特集号もこの数年、総計5巻発刊し、また我々のポートフォリオ推測理論は Chapman & Hall からの四百頁に及ぶ英文著書 : Taniguchi, M., Shiraishi, H., Hirukawa, J., Kato, H.S. and Yamashita, T. (2017) "Statistical Portfolio Estimation" で世界に知らしめる予定である。

さらに  $L_p$  ノルムでの定常過程の予測、補間の基礎理論構築も進めており、これは分位点スコアも含む解析なので、数理理論の進展はいうに及ばないが、応用も膨大に広がるものと思われる。また、時系列解析の遺伝子への応用論文もできつつある。