

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23244011

研究課題名(和文)非対称・非線形統計理論と経済・生体科学への応用

研究課題名(英文)Asymmetric and nonlinear statistical theory and its applications to economics and bioscience

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) 36,800,000円

研究成果の概要(和文)：極めて一般的なダイナミクスが非線形で革新過程の分布が非対称な時系列(非対称 CHARN)モデルは、生体、経済、金融、自然現象を広範囲にとらえるパラダイムモデルとなるものと期待される。本申請では、非対称CHARNモデルの最適推測論を局所漸近正規性(LAN)に基づいて構築した。また経験尤度法を、種々の確率過程、特に安定過程まで発展させることが出来た。さらには確率過程への縮小推定論の展開も行った。理論成果は、ポートフォリオ推測や、因果性解析へ応用した。また応用することで得られた知見から統計推測の数理理論、数学理論へフィードバックもはかり、我国の若手研究者を育成する中で理論と応用の双方の進展を得た。

研究成果の概要(英文)：We investigated a class of very general stochastic processes with nonlinear dynamics and asymmetric innovation distributions, which can be applied to a variety of fields e.g., economics, finance, bionics, natural phenomenon etc., as a paradigm model. For them we developed the optimal inference based on LAN, and the empirical likelihood method to a class of stable processes. Shrinked estimation theory has been developed for stochastic processes. The theoretical results have been applied to estimation of portfolios, and the problem of causality. From the applications of the theoretical results, we have got some interesting feedback to mathematical theory. Also, in the process of research, we have raised young researchers.

研究分野：統計科学

キーワード：統計科学 時系列解析 統計的漸近理論 金融工学 計量ファイナンス 経験尤度比 安定過程 ポートフォリオ

## 1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、原始的 CHARN モデルで、局所漸近正規性 (LAN) を示し、漸近最適推測論を展開した。また共同研究者と共に、脳波と筋電波の解析にその結果を使い、大脳皮質一次運動野からの手先運動を示す表面筋電位への意味ある情報伝達機構を明らかにした。もともと、原始的 CHARN モデルは経済、金融のデータ解析において Hardle (独) 等によって提案されたものであるが、この研究より CHARN モデルは、経済、金融、生体科学、その他の諸科学に汎用性があるという感触を持った。また現実世界の現象は、多くの場合、対称でない確率分布に従っていると想定するのが自然で、本研究課題の、非対称 CHARN モデルでの最適推測論とその応用は、理論としても最適理論や、ロバストネス等、国内外で未だシステマティックな研究が行われていない新しい地平を生むパラダイムモデルとなりうると思われる。

## 2. 研究の目的

極めて一般的なダイナミクスが非線形で革新過程の分布が非対称な時系列(非対称 CHARN)モデルは、生体、経済、金融、自然現象を広範囲にとらえるパラダイムモデルとなるものと期待される。本課題では、数学的な問題としては、非対称 CHARN モデルの最適推測論を局所漸近正規性(LAN)に基づいて構築する。本研究グループには、世界的なレベルで非対称分布の推測論や非正則時系列推測も高度、広汎な形で展開してきている研究者がおり、これらの研究者を中心として若手研究者を巻き込み、育成しながら、上述の基礎理論とその応用を飛躍的に発展させることを目的とする。また理論成果を応用することで得られた知見から統計推測の数理理論、数学理論へフィードバックをはかり、理論と応用の双方のブレークスルーを強力に目論む。

## 3. 研究の方法

研究計画・方法の基本ラインは、各分担者によるシンポジウムを開催して、そこで問題提起や研究成果を発表し、その後、研究代表者、分担者、連携研究者を中心として共同研究のアレンジ、海外の該当分野の先端的研究者とリンクを作り、協業による問題の止揚、展開、高度化を図る。また各グループの研究は相互に関連しており、これらを更に融合することによって世界トップレベルの先端研究を遂行する。この成果は国内外で発表し、研究論文として発表する。得られた研究成果の社会発信のほんの一例として、経済、年金投資への応用では、経済・産業政策や年金投資での政策提言を

行う。また本申請の重要点として若手研究者の育成を上記のプロセスに巻き込んだ形で行い、若手チュートリアル講演や、海外での研究集会参加、発表を促し、国際性を持った優秀な若手研究者を加速度的に育てる。

## 4. 研究成果

研究代表者が推進してきた LAN に基づいた最適確率過程推測に基づく金融・年金数理への研究が強力、広汎に推進された。具体的には、時系列における予備検定推定量のよさの研究。ポートフォリオ推測を非対称革新分布を持つ線形過程上で遂行した場合、非対称性指標で摂動した LAN 定理における central sequence への影響や頑健性への研究。またモデル選択基準のよさを、近接的に摂動した真のモデルを想定して、特に赤池情報量基準の哲学を LAN アプローチから明らかにした。またポートフォリオ問題を、多期予測の観点から推進した。さらには時系列回帰モデルでの、操作変数法推定量の導入とその漸近理論構築。CAPM モデルで長期記憶誤差過程を想定し、操作変数法による推測理論。時系列予測への縮小予測子の導入とそのよさに関する基礎理論構築。ARCH(infinite)型のマイクロストラクチャー・ノイズを想定した場合の Realized Volatility による推測論の基礎構築。ポートフォリオ推定量が高次のモーメントに依存するとした場合のよさの評価。さらには、従属標本に対する経験尤度法の導入とその基礎理論構築。また2次モーメントを持たない安定過程に対して自己基準化法により経験尤度法を導入して、その基礎理論を構築した。また時系列補間誤差に基づいたコントラスト関数による漸近理論の展開。Granger 因果性検定の漸近理論構築とその観光統計学や、インフルエンザ感染データへの応用。理論と応用の協業では、年金ポートフォリオの実務家と理論から応用、また外生変数に依存するポートフォリオ推測やヘッジ等、応用から理論へのフィードバックも得た。結論として以上のような膨大な理論研究とその応用で、大きな成果があったと思われる。

## 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 20 件、すべて査読付き)

[1] Akashi, F., Liu, Y. and Taniguchi, M. (2015). An empirical likelihood approach for symmetric alpha-stable processes. to appear in Bernoulli.

[2] Suto, Y., Liu, Y. and Taniguchi, M. (2015). Asymptotic theory of parameter estimation by a contrast function based on

interpolation error. *Stat. Inference Stoch Process* DOI 10.1007/s11203-015-9116-y.

[3] Taniguchi, M., Amano, T., Ogata, H. and Taniai, H. (2014). *Statistical Inference for Financial Engineering*. Springer Briefs in statistics, Springer-Verlag, Heidelberg. 118 pages.

[4] Liu, Qingfeng and Okui, R. (2013). Heteroscedasticity-Robust Cp Model Averaging. *Econometric Journal* 16(3) 463-472. DOI:10.1111/ectj.12009.

[5] Naito, K. and Eguchi, S. (2013). Density estimation with minimization of U-divergence. *Machine Learning* 90, 29-57. DOI: org/10.1007/s10994-012-5298-3

[6] Taniai, H., Usami, T., Suto, N. and Taniguchi, M. (2012). Asymptotics of realized volatility with non-Gaussian ARCH(infty) microstructure noise. *J. Financial Econometrics* 10, 617-636. <http://dx.doi.org/10.1093/jfinec/nbs005>

[7] Taniguchi, M., Petkovic, A., Kase, T., DiCiccio and Monti, A.C. (2012). Robust portfolio estimation under skew-normal return processes. *The European Journal of Finance* }1 - 22, iFirst. <http://dx.doi.org/10.1080/1351847X.2011.640341>

[8] Taniguchi, M., Tamaki, K., DiCiccio, T.J. and Monti, A.C. (2012). Jackknifed Whittle estimators. *Statistica Sinica* 22-3, 1287 - 1304. <http://dx.doi.org/10.5705/ss.2011.113>

[9] Taniguchi, M. and Hirukawa, J. (2012). Generalized information criterion. *J. Time Series Analysis* 33, 287 - 297. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9892.2011.00759.x>

[10] Amano, T., Kato, T. and Taniguchi, M. (2012). Statistical estimation for CAPM with long-memory dependence. *Advances in Decision Sciences : Special Issue on "Statistical Estimation of Portfolios for Dependent Financial Returns"*. Lead Guest Editor, Taniguchi, M. Article ID 571034, 12 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/571034>

[11] Jing, J., Koch, I. and Naito, K. (2012). Polynomial histograms for multivariate density and mode estimation. *Scandinavian J. Statistics*. 39, 75-96.

DOI.org/10.1111/j.1467-9469.2011.00764.x

[12] Tamatani, M., Koch, I. and Naito, K. (2012). Pattern recognition based on canonical correlations in a high dimension low sample size context. *J. Multivariate Anal.* 111, 350-367. DOI.org/10.1016/j.jmva.2012.04.011

[13] Maeyama, Y., Tamaki, K. and Taniguchi, M. (2011). Preliminary test estimation for spectra. *Statist. and Probab. Letters* 81, No.11, 1580-1587.

[14] Amano, T. and Taniguchi, M. (2011). Control variate method for stationary processes. *J. Econometrics* 165, 20 - 29.

[15] Taniguchi, M. (2011). Optimal statistical inference in financial engineering. *International ENCYCLOPEDIA of Statistical Science*. 10.1007/978-3-642-04898-2. Springer.

[16] Kano, Y. and Takai, K. (2011). Analysis of NMAR missing data without specifying missing-data mechanisms in a linear latent variate model. *J. Multivariate Anal.*, 102, 1241-1255.

[17] Nishiyama, Y., Hitomi, K., Kawasaki, Y. and Jeong K. (2011). A consistent nonparametric test for nonlinear causality specification in time series regression. *J. Econometrics*, 165, 112-127.

[18] Kunitomo, N., McAleer, M. and Nishiyama, Y. (2011). Moment restriction-based econometric methods: an overview. *J. Econometrics*, 165, 1- 4.

[19] Akahira, M., Kim, H. G. and Ohyauchi, M. (2012). Loss of information of a statistic for a family of non-regular distributions, II: more general case. *Ann. Inst. Statist. Math.* 64 1121-1138.

[20] Honda, J. and Takemura, A. (2011). An asymptotically optimal policy for finite support models in the multiarmed bandit problem. *Mach. Learn* 85, 361-391

{ 学会発表 } ( 計 17 件 )

[1] Taniguchi, M. Shrinkage estimation and prediction for time series. Princeton University, USA, September 22, 2014. (invited).

- [2] Taniguchi, M. "Systematic approach for Portmanteau tests in view of Whittle likelihood ratio", 4th Workshop on "New Developments in Econometrics and Time Series" at Einaudi Institute for Economics and Finance, Rome, Italy, September 11 - 12, 2014.(invited).
- [3] 谷口正信, "ノンスタンダードな時系列解析" 日本数学会、解析学賞受賞特別講演、於 京都大学 2013/3/20-23(invited).
- [4] Taniguchi, M., "Time Series Analysis under Non-standard Settings", Workshop on "Recent Advances in Time Series and Econometrics", at Univ. Libre Brussels, Belgium, September 12-13, 2013.(invited).
- [5] Taniguchi, M., "Statistical Estimation of Portfolios for Dependent Returns" フランス統計学会 特別講演、2012/5/23, at Univ. Libre Brussels, Belgium(invited).
- [6] Taniguchi, M., "Shrinkage Estimation and Prediction for Time Series" Workshop on "New Developments in Econometrics and Time Series" 10 - 11, September 2012, at Einaudi Institute for Economics and Finance, Rome, Italy( invited).
- [7] Taniguchi, M., "Non-regular Estimation on Theory for Piecewise Continuous Spectral Densities" Workshop on Statistics, 16th March, 2011, National Taiwan University, Taipei(Taiwan)(invited).
- [8] Taniguchi, M., "Statistical Estimation for CAPM with Long-Memory Dependence". Workshop 13 September, 2011, Brussels, Belgium(invited).
- [9] Hirukawa, J. "Rank tests for an ARMA model against other tv-ARMA model" Department of Statistics, Columbia University, USA March 2015.
- [10] Hirukawa, J. "The factor modeling for multivariate locally stationary processes". The 3rd IMS-APRM, Howard International House, Taipei, July, 2014
- [11] 福原正代、有馬久富、二宮利治、秦 淳、平川洋一郎、米本孝二、松村 潔、北園孝成、清原 裕、一般住民における健診血圧、中心血圧および家庭血圧と頸動脈病変との関連：久山町研究、第 21 回未病システム学会、大阪市、2014.11.1
- [12] 星野伸明 "官庁統計の情報保護基準"、人口知能学会（招待講演） 富山市、June 6, 2013.
- [13] 星野伸明 "自然数の確率分割における周辺分布・続" 統計関連学会連合大会（招待講演） 豊中市、2013/9/10.
- [14] Hoshino, N., "Learning from the experience of publishing useful data. The 8th International Workshop on Security(invited), Naha, 2013/11/19.
- [15] 種市信裕、関谷祐里、外山淳、"二項反応の一般化線型モデルにおけるパワーダイジェンス適合度検定統計量の漸近近似について" 統計関連学会連合大会（招待講演） 北海道大学、2012/9/9-12.
- [16] 種市信裕、関谷祐里、"ロジスティック回帰モデルにおける phi-divergence 適合度検定統計量の帰無分布の漸近展開"、日本数学会（招待講演）九州大学、2012/9/18-21.
- [17] 種市信裕、関谷祐里、外山淳、"二項反応の一般化線型モデルにおけるパワーダイジェンス適合度検定統計量の改良"、科研シンポ「統計推測理論の展開と諸モデルへの応用」、釧路市生涯学習センター、2012/10/3-5.
- 〔図書〕(計 5 件)
- [1] Taniguchi, M., Shiraishi, H., Hirukawa, J., Kato, H.S. and Yamashita, T. (2016). Statistical Portfolio Estimation, To appear in Chapman & Hall ( 500 - 600 pages ).
- [2] 谷口 正信 他 編著 (2012).「理工研報告特集号 第 8 号 Special Issue on the " Financial and Pension Mathematical Science". 早稲田大学理工学研究所(総ページ数 110 頁)
- [3] 谷口 正信 他 編著 (2013).「理工研報告特集号 第 9 号」 Special Issue on the " Financial and Pension Mathematical Science" 早稲田大学理工学研究所(総ページ数 100 頁)
- [4] 谷口 正信 他 編著 (2014). 「理工研報告特集号 第 10 号」 Special Issue on the " Financial and Pension Mathematical Science". 早稲田大学理工学研究所(総ページ数 145 頁)
- [5] 谷口 正信 他 編著 (2015).「理工研報告特集号 第 12 号」 Special Issue on the " Financial and Pension Mathematical Science".

〔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：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/kakenhoukoku2011.html>

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

米本 孝二 (YONEMOTO KOUJI)  
久留米大学・講師  
研究者番号：90398090  
(H26: 研究分担者)

蛭川 潤一 (HIRUKAWA JUNICHI)  
新潟大学・自然科学系・准教授  
研究者番号：10386617  
(H26: 研究分担者)

高木 祥司 (TAKAGI YOSHIJI)  
奈良教育大学・教育学部・教授)  
研究者番号：00231390  
(H26: 研究分担者)

星野 伸明 (HOSHINO NOBUAKI)  
金沢大学・経済学経営学系・教授)  
研究者番号：00313627  
(H25 -> H26: 連携研究者)

汪 金芳 (WANG JIN FANG)  
千葉大学・理学研究科・教授  
研究者番号：10270414  
(H25 -> H26: 連携研究者)

劉 慶豊 (LIU QING FENG)  
小樽商科大学・商学部・准教授  
研究者番号：60378958

(H25 -> H26: 連携研究者)

内藤 貫太 (NAITO KANTA)  
島根大学・総合理工学研究科・教授  
研究者番号：80304252  
(H24 -> H25: 連携研究者)

関谷 祐里 (SEKIYA YURI)  
北海道教育大学・教育学部・教授  
研究者番号：10226665  
(H24 -> H25: 連携研究者)

松田 真一 (MATSUDA SHINICHI)  
南山大学・情報理工学部・教授  
研究者番号：20209555  
(H24 -> H25: 連携研究者)

赤平 昌文 (AKAHIRA MASAFUMI)  
筑波大学・数理物質科学研究科・教授  
研究者番号：70017424  
(H23 -> H24: 連携研究者)

竹村 彰通 (TAKEMURA AKIMICHI)  
東京大学・情報理工学(系)研究科・教授  
研究者番号：10171670  
(H23 -> H24: 連携研究者)

西山 慶彦 (NISHIYAMA YOSHIHIKO)  
京都大学・経済研究所・教授  
研究者番号：30283378  
(H23 -> H24: 連携研究者)

狩野 裕 (KANO YUTAKA)  
大阪大学・基礎工学研究科・教授  
研究者番号：20201436  
(H23 -> H24: 連携研究者)

天野 友之 (AMANO TOMOYUKI)  
和歌山大学・経済学部・准教授  
研究者番号：40514451  
(H23 -> H24: 連携研究者)