

統計科学と金融工学

研究代表者 谷口 正信
(基幹理工学部 応用数理学科 教授)

1. 研究課題 統計科学、金融工学、位相データ解析における因果性理論

本研究重点研究では、Granger 因果性などを含む高度な因果指標を極めて一般的な乖離度 $D(\cdot, \cdot)$ から導入して、データ科学における今まで捉えられなかった潜在要因の統一的指標を提案することを目論んでいる。この流れで、まず、多次元局所定常時系列解析に対して時変スペクトル行列に対する乖離度による多次元時系列の、ある成分ベクトルから他の成分ベクトルへの因果性のある、なしの検定手法の提案をする。まず手始めに、金融データは2次モーメントを持たないと実証認識があるので、そのような現象の数理モデルである安定過程に対する Granger 因果性の研究を経験尤度解析と絡めて展開中である。点群データに対してその位相的な情報を探る解析は位相データ解析(TDA)と呼ばれている。従来の統計解析では、突然の大変化を事前につかむのが難しいが、TDA には、それができる可能性が指摘されている。実際、金融データに対して位相データ解析の手法から得られた指標が金融危機の兆候を事前に検出することが報告されている。本研究では、TDA を用いた因果性解析の基礎理論構築とその応用を脳波データや金融データに適用し、因果性因子の有用性を見ている。

2. 主な研究成果 (2-1) 局所指標に基づく Granger 因果性と位相データ解析とその応用

この課題は上述下内容で遂行された。

(2-2) 円周分布と高次のスペクトル分布の関係

方向データの分布は、円周分布で記述される。該当分野では多種の円周分布が提案されて、適合度が議論されてきた。ただ、円周型同時分布など、解析が未開な状態であるが、本研究では、定常過程の高次のスペクトル分布が、これを極めて一般的に記述できることを突き止め、この関係性の指摘と、局所漸近正規性に基づく最適推測理論を展開している。これは、円周分布の分野でも、新地平を築くもので、今後、この流れを強力に進める予定である。

(2-3) 時系列 ANOVA モデルでランダム効果がある場合の漸近推測論の構築

独立標本に対して、分散分析は、古典的な話題であるが ANOVA モデルで攪乱項が多次元確率過程で群間平均が等しいという仮説のもとランダム効果のある分散分析モデルで、ランダム効果、有り無しの検定統計量の漸近理論は、通常のそれと大きく異なることが判明し、興味ある理論が進行中である。また時系列攪乱項のあるモデルへの基礎理論構築も LAN 性が成り立たない場合も出てきて興味ある解析が進展中である。

(2-4) 二値過程による推測理論と判別解析の理論構築

本研究では、2値過程から確率過程の未知母数の推測や、判別解析を行うことを試みた。2値過程は、情報を失うので、推測、判別の効率は落ちることが判明したが、実世界の観測では、外れ値が混入することが通常であるので、外れ値に対しては、2値過程にもとづく解析が頑健性をもつことが示され、尤度原理にないポテンシャルが見出された。

3. 共同研究者

劉言（理工総研、数理科学研究所講師）

Xu Xiaofei（理工総研次席研究員）

後藤祐一（基幹理工学研究科学振 DC2）

4. 研究業績

4.1 学術論文

4-1. Liu, Y., Xue, Y. and Taniguchi, M. (2020). Robust linear interpolation and extrapolation of stationary time series in L_p . *J. Time Ser. Anal.* 41, 229-248.

4-2. Goto, Y. and Taniguchi, M. (2020) Discriminant analysis based on binary time series. *Metrika* 83, 569-595 DOI.org/10.1007/s00184-019-00746-1

4-3. Xue, Y. and Taniguchi, M. (2020) Local Whittle likelihood approach for generalized divergence. *Scand. J. Statist.* 4, No. 1, 182-195. DOI:10.1111/sjos.12418

4-4. Akashi, F., Taniguchi, M. and Monti, A.C. (2020) Robust causality test of infinite variance processes. *J. Econometrics* 216 No. 1, 235-245..

4-5. Xue, Y. and Taniguchi, M. (2020) Modified LASSO estimators for time series regression models with dependent disturbances. *Statistical Methods and Applications*
DOI 10.1007/s10260-020-00506-w

4-6. Taniguchi, M., Kato, S., Ogata, H. and Pewsey, A. (2020) Models for circular data from time series spectra. *J. Time Series Anal.* 41: 808 – 829.
DOI:10.1111/jtsa. 12549

4-7. Chen, C.W.S., Lee, S., Dong, M.C. and Taniguchi, M. (2021). What factors drive the satisfaction of citizens on governments' responses to COVID-19? *International J. of Infectious Disease* 102, 327 – 331.
DOI:org/10.1016/j.ijid2020.10.050

4.2 総説・著書

2020年度はなし。

4.3 招待講演

(4-1) 講演題目: Time Series Analysis under Non-Standard Settings

By Masanobu TANIGUCHI, Waseda University

“Statistical Topological Data Analysis Workshop, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia, 6 January”

(4-2) Liu, Y., Taniguchi, M. and Ombao, H. Statistical Inference for Persistence Landscapes of the Granger Causality. Waseda International Symposium. February 27, 2020.

(4-3) Liu, Y., Taniguchi, M. and Ombao, H. Statistical Inference for Persistence Landscapes of the Granger Causality. Waseda Cherry Blossom Workshop. March 21, 2020.

(4-4) Liu, Y., Taniguchi, M. and Ombao, H. Statistical Inference for Persistence Landscapes of the Granger Causality. Waseda International Symposium. February 25, 2021.

(4-5) Liu, Y., Taniguchi, M. and Ombao, H. Statistical Inference for Persistence Landscapes of the Granger Causality. Waseda Cherry Blossom Workshop. March 19, 2021.

(4-6) Goto, Y., T. Kaneko, S. Kojima, M. Taniguchi "Likelihood Ratio Processes under Non-Standard Settings", Waseda International Symposium "Topological Data Science, Causality & Time Series Analysis", Waseda University.

4.4 受賞・表彰

Taniguchi M. “Distinguished Author Award 2020”, Journal of Time Series Analysis 誌 (英国)

4.5 学会および社会的活動

(i) 国民生活の基礎となる年金について、国民の巨大な年金積立金(150兆円)をポートフォリオで運用している GPIF の調査数理室とは運用の基礎数理に関する共同研究を推進している。

(ii) 自動車産業とは“燃料電池に関係する共同研究”で基礎数理面から貢献している。

学術誌編集：

(iii) Editorial Board, Statistical Inference for Stochastic Processes (仏誌), 2007-現在。

(iv) Editorial Board, Mathematica Japonicae (国内誌), 1998-現在。

学術団体役職：

(v) Institute of Mathematical Statistics(USA), 1987—
米国数理統計学会特別会員(Fellow)

(vi) International Statistical Society (国際統計協会), 1987—
正会員(Elected Member)

研究活動の課題と展望

谷口の科研費基盤 (S) によるシンポジウムを海外移転させ、さらにグローバルな交流、研究展開を図る。2021以後も、この科研費によるシンポジウムを、イタリア、ベルギーの大学に移転し、さらにグローバルな研究展開、研究交流を図る予定である。

研究の課題と展望では、多次元局所定常過程に対する位相データ手法について、時間依存の推定された構造から、観測の部分成分から他の部分成分への因果性を種々の離反度を導入して、時間変化するスペクトル行列の積分汎関数による因果性検定に対する統計的最適推測論を完成させる。また時間依存推定量から、元データの位相情報を引き出す。これから将来の金融の大きな変動や医学データの隠れ因子を予測する統計量の提案を行う。また予見していなかった流れとして、分散分析における ANOVA モデルで攪乱項が多次元確率過程で群間平均が等しいという仮説のもとランダム効果のある分散分析モデルで、ランダム効果、有無の検定統計量の漸近理論は、通常のと大きく異なることが判明した。方向データの分布は、円周分布で記述される。該当分野では多種の円周分布が提案されて、適合度が議論されてきた。ただ、円周型同時分布など、解析が未開な状態であるが、谷口は、定常過程の高次のスペクトル分布が、これを極めて一般的に記述できることを突き止め、この関係性の指摘と、局所漸近正規性に基づく最適推測理論を展開した。これは、円周分布の分野でも、新地平を築くもので、今後、この流れを強力に進める予定である。