

令和 4 年 5 月 17 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2021

課題番号：16K00036

研究課題名（和文）保険ポートフォリオの最適配当境界における統計的推定

研究課題名（英文）Statistical Estimation of Optimal Dividend Barrier for Insurance Portfolios

研究代表者

白石 博（Shiraishi, Hiroshi）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・准教授

研究者番号：90454024

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、保険数理の1分野である破産理論について、最適配当境界の統計的推測理論を構築した。保険者のサープラスは、初期資本・保険料収入・保険金支払の3つの要因でモデル化される。古典的にはCramer-Lundbergモデルがあり、近年ではそれを拡張したLevy保険モデルが主に扱われている。最適配当境界とは、このサープラスに関する閾値であり、ある損失関数を最小化するような閾値として定義される。本研究では、この最適配当境界を統計的に推定する手法を提案した。Levy保険モデルにしたがう場合の推定量の一致性および漸近正規性を導出し、シミュレーションにより、提案手法の有用性を確認することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、最適配当境界を統計的に推定するために、観測されたパスの増分をリサンプリングした疑似的なサンプルパスを複数生成し、それを使って損失関数の推定量を構成し、それを最小化した閾値を最適配当境界の推定量と定義する。この推定量はそれぞれのパスをランダム要素を見たときのM推定量の1つと定義することができ、興味のあるパラメータがサンプルパスの影響を受けるような場合の問題に一般化できる。本研究の結果は一般のM推定量の枠組みに拡張できることから、保険数理の分野のみならず多くの分野への活用が期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we established a statistical inference theory for optimal dividend barrier in the field of ruin theory, a branch of actuarial science.

The insurer's surplus is modeled in terms of three factors: initial capital, premium income, and claim payments, and is represented classically by the Cramer-Lundberg model and in recent years by the Levy insurance model.

The optimal dividend barrier is a threshold on this surplus, defined as the threshold that minimizes a certain loss function. In this study, we propose a statistical method for estimating the optimal dividend barrier, and we derive the consistency and asymptotic normality of the estimator in the case of the Levy insurance model, and confirm the usefulness of the proposed method through simulations.

研究分野：時系列解析

キーワード：保険数理 Levy過程 最適配当境界 リサンプリング M推定量 破産理論 経験過程

1. 研究開始当初の背景

保険数学、特に損害保険数学において、保険ポートフォリオの破産問題を扱う理論は危険理論と呼ばれ、古くから欧米のアクチュアリー等によって研究されている。その数学的な基礎は、Lundberg(1909), Cramer(1930, 1955)によって提案された Cramer-Lundberg Model が前提となっており、保険者のサープラス(余剰資本)を次式でモデル化したものである。

$$U(t) = u + ct - S(t), \quad S(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} X_i \quad \dots \quad (1)$$

ここで、 $u > 0$ は初期サープラス、 $c > 0$ は単位時間当たりの保険料率、 $S(t)$ は時刻 t までの累積保険金支払額をあらわしている。保険ポートフォリオにおいては、個々の保険契約の保険金請求頻度の不確実性と、保険金支払額の不確実性という 2 つの不確実性から、この累積保険金支払額 $S(t)$ を、強度 $\lambda > 0$ を持つポアソン過程 $(N(t))$ と i.i.d. の確率変数列 $\{X_i\}$ から構成される複合ポアソン過程に従うと仮定する。

危険理論の主目的である破産問題では、(1)の $U(t)$ が 0 を下回る確率(以下、破産確率と言う)を初期サープラス u の関数で表現し、その統計的推測論が展開されている(Frees(1985)、Croux and Veraverbeke(1990)、Bening and Korolev(2003)、Shimizu(2012)など)。一方、De Finetti(1957)等は破産問題の応用として、サープラス $U(t)$ がある一定境界 b に到達した場合に、その後の保険料収入を(次の保険金請求が発生するまで)配当原資に充当することを提案し、そのような配当原資の期待値を最大にするような b を最適配当境界(optimal dividend barrier, 以後、 b^* と書く)と定義した。その後、Buhlmann(1970)、Gerber and Shiu(2004)等は保険金支払額 X_i が指数分布などの特定の分布に従う場合や、累積保険金支払額 $S(t)$ が Diffusion Process に従う場合に b^* の明示的な解を導出している。また、Gerber et.al.(2008)は、 X_i の従う分布を仮定せずに、2 次または 3 次までのモーメントの関数で b^* を近似している。しかし、 b^* に関する統計的推測論は殆ど展開されていない。

また、古典的な(1)のモデルでは保険金請求頻度 $\{N(t)\}$ は強度 λ が定数の定常ポアソン過程に従っていると仮定しているが、季節性や長期的なトレンドなどさまざまな影響から、 $(N(t))$ には強度が時間従属性のある非定常ポアソン過程を仮定した方が現実的と思われる。さらに、初期の先行研究では保険金支払額 X_i の分布は主に裾が軽い分布を仮定していたが、実際の保険金支払額の経験分布は裾が重いことが知られている(Embrechts et.al.(1997)等)。

(1)のモデルと実務との大きな相違点の 1 つに既発生未報告損害(Incurred But Not Reported Losses, IBNR)が挙げられる。IBNR は、損害自体は発生しているが損害額が確定しない等の理由により保険金請求が遅れる事象であり、近年発生している大規模自然災害(地震、台風など)の損害額を計量化する際には重要な要因の 1 つとなっている。

さらに、保険金請求頻度と保険金支払額との従属性の導入、再保険・税制の考慮、確率的な保険料収入の導入などのモデルの改良の他、一定(コンスタント)ではない配当境界の検討、動的配当戦略の決定など、実務との乖離を埋めるためには多くの問題点が存在している。

その一方で、Avanzi et.al.(2006)は、(1)のモデルの保険料収入と保険金支払の符号を逆にし、保険料収入に相当する項を経費(不確実性無し)、保険金支払に相当する項を企業の売上(不確実性在り)とすることで、一般企業の配当戦略にも適用できる事を示しており、上記諸問題の解決による実用上の可能性は大きく広がっている。

2. 研究の目的

配当とは、会社が保有する余剰資本の(株主への)還元であり、余剰資本を決定するためには、将来顕在化するであろうリスクを計量化することが必要不可欠である。その意味では、保険会社などの金融機関におけるリスク管理と密接に連動している。

本研究は、主に確率論の分野で発展してきた危険理論(最適配当問題)に対し、統計的推測問題を導入するという点において独創的であると考え。また、最も基本的な Cramer-Lundberg Model での統計的推測問題を最初に整備することで、リスクモデルの拡張・配当戦略の拡張・税制や再保険の考慮など、さまざまな拡張が期待できることが本研究の大きな特色であると言える。

また、推定量の漸近的性質を導出する事で、実務を行う上で発生し得る理論的リスクに統計的誤差を加えたリスクを定量化することが可能となり、より現実的なリスク評価が可能となる。さらに、これらの結果が得られる事で、アクチュアリーなどの保険者側の配当戦略の構築に寄与するだけでなく、一般の投資家に対しても、投資を行う際の投資先としての保険者の評価が可能となる。最終的には、一般企業に対する配当戦略を提案することも可能となるなど、研究成果の社会還元という観点からも本研究の学術的意義は高いと確信している。

3. 研究の方法

大きく分けて次の3つの問題に取り組んだ。

- (1) 最適配当境界 (b^*) の推定量 (\hat{b}) の定義
- (2) \hat{b} の漸近的性質の解明
- (3) シミュレーション

4. 研究成果

(1) について

数値計算保険金支払額や累積保険金支払額の分布が既知の場合(即ち、パラメトリックモデルの場合)、Buhlmann(1970)や Gerber and Shiu(2004)が導出したような、 b^* の明示的な表現が、モデルのパラメータの関数として与えられていれば、観測データを用いてパラメータの最尤推定量が構成でき、plug-in method により b^* の最尤推定量が構成できる。一方で、本研究では保険金支払額の分布が未知のセミパラメトリックモデルを考える。この仮定の下で、 b^* をある目的関数 V の最小化解、即ち

$$b^* = \arg \min_b V(b)$$

とすると、 \hat{b} を V の推定量 \hat{V} を用いて

$$\hat{b} = \arg \min_b \hat{V}(b)$$

と定義する。目的関数 V は、サープラスが境界 b を超過する部分の現在価値の期待値として定義され、(分布が未知であるという条件の下で) \hat{V} を構成する方法の1つとして、サープラスに関する複数のサンプルパス ($U = (U(t))$ の実現値) から超過部分の現在価値を構成し、(サンプルパスに関する)平均を取ることを考える。即ち、サープラスが境界 b を超過する部分の現在価値を $h(U, b)$ とし、目的関数 V を

$$V(b) = E[h(U, b)]$$

とすると、 B 個のサンプルパス ($U^{(j)} = (U^{(j)}(t)), j = 1, \dots, B$) を用いて

$$\hat{V}(b) = \frac{1}{B} \sum_{j=1}^b h(U^{(j)}, b)$$

と定義する。ただし、観測系列は1つのサンプルパスしか得られていないため、観測系列が疑似的なサンプルパスである（疑似サンプルパス）を構成する。今、サープラス過程（ $U = \{U(t)\}$ ）が（Cramer-Lundberg Model を含む）Levy 保険リスクモデルにしたがっていると仮定すると、この確率過程は無限分解可能過程というクラスに属する。このクラスの確率過程の場合、観測区間 $[0, T]$ を同じ長さに区切った場合（即ち、 h を観測区間とし、 $0 = t_0 < t_1 = h < t_2 = 2h < \dots < t_n = nh < \dots < t_{\lfloor \frac{T}{h} \rfloor} = \lfloor \frac{T}{h} \rfloor h = T$ とする）の U の増分（即ち、 $U(t_{i+1}) - U(t_i)$ ）が独立かつ同一の部分にしたがうことが知られている。

このことを利用して、疑似サンプルパスを増分の系列 $\{U(t_{i+1}) - U(t_i); i = 1, \dots, \lfloor \frac{T}{h} \rfloor\}$ の添え字 i の順番を入れ替えてできる新たなサンプルパスを $U^{(j)} = (U^{(j)}(t))$ とする。

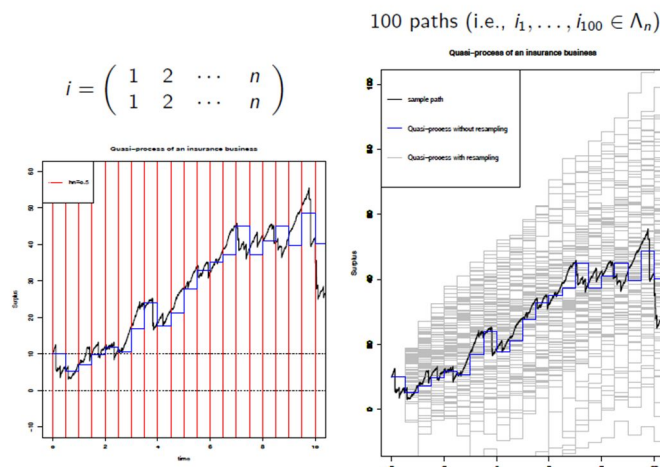
(2) について

本研究では、真のモデル $U = (U(t))$ は連続時間確率過程であるが、観測系列は離散観測であると仮定する。これは実際の状況を加味すると連続的にサープラスを観測することは困難であることに起因している。このような問題に対し、漸近理論を考える際の設定としてHFLT（high-frequency sampling in the long term; 長期高頻度観測）を仮定する。この仮定の下で、漸近的には、疑似サンプルパスが真のサンプルパスに分布の意味で同等となることを解明した。

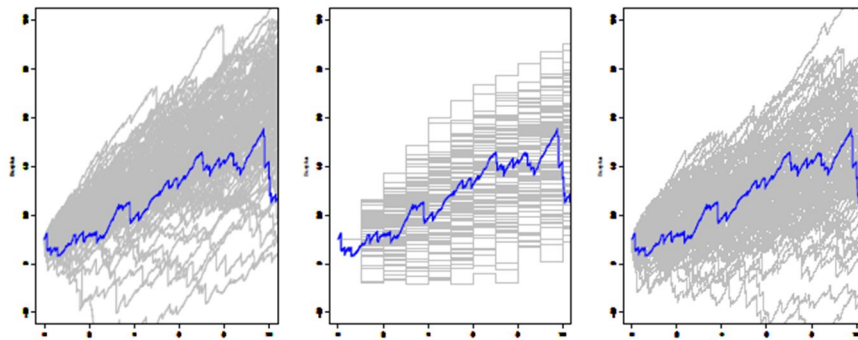
また、疑似サンプルパスの平均で構成される \hat{V} は、独立な複数の（真の）サンプルパス（これを $\bar{U}^{(j)}$ とする）の平均（これを \bar{V} とする）と漸近的に同等であることが分かる。この \bar{V} は $\bar{U}^{(j)}$ をランダム要素と考えた経験過程と解釈することができるため、経験過程の一般論を利用することができる。 \bar{V} に対するグリベンコ・カンテリの定理やドンスカエーの定理を用いて（関数の意味での）一致性および漸近正規性が導出できた。この結果を用いて、 \hat{b} の一致性および漸近正規性が導出できた。

(3) について

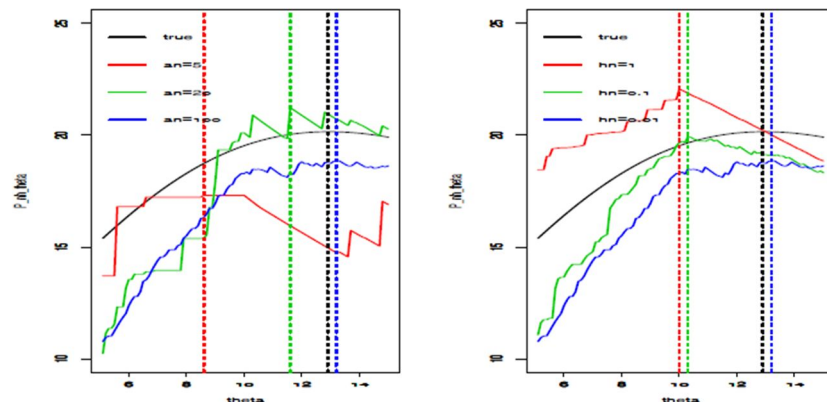
以下では、 $u = 10, c = 15, X_i \sim Ex(2), N \sim Po(5)$ という設定の Cramer-Lundberg Model に、 $\sigma = 2$ の Winner 過程を加えた Diffusion Perturbation Model (Levy 保険リスクモデルに属する)でのシミュレーション結果を紹介する。次の図は、連続時間確率過程の離散観測（左図：観測時点は赤線）からの疑似サンプルパスの生成結果（右図）である。



1つの観測系列から、複数のサンプルパスが生成されていることが見て取れる。また、次の図は、真のモデルから複数のサンプルパスを生成した結果(左図)と疑似サンプルパスを複数生成した結果(中図・右図)である。



生成したサンプルパスが十分多ければ、真のサンプルパスを複製した結果に近づいている事が見て取れる。次の図は、真の目的関数 \hat{V} と疑似サンプルパスから構成された \hat{V} を比較した結果である。



左図は時間間隔 $h = 1$ を固定した上で疑似サンプルパスの数を $B=5$ (赤)、 20 (緑)、 100 (青)と増やした場合と真の V (黒)を比較した結果であり、右図は疑似サンプルパスの数を $B=100$ で固定した上で、時間間隔を $h=1$ (赤)、 0.1 (緑)、 0.01 (青)と小さくした場合と真の V (黒)を比較した結果である。 B が大きいほど、また、 h が小さいほど、真の V に近づいていることが見て取れる。最後の表は、 $B=10, 100, 1000$, $h=1, 0.1, 0.01$ とした上で、 \hat{b} を各100回繰り返し計算した場合の平均(mean)、標準偏差(std)、偏り(bias)、平均二乗誤差(MSE)を計算した結果である。

B	h	mean	std	bias	MSE
10	1	9.355	1.086	-3.58	14.02
	0.1	11.556	1.944	-1.38	5.69
	0.01	12.388	1.924	-0.55	4.00
100	1	9.718	0.422	-3.22	10.55
	0.1	12.067	1.372	-0.87	2.64
	0.01	12.923	1.362	-0.01	1.85
1000	1	9.871	0.315	-3.06	9.51
	0.1	11.532	1.012	-1.40	3.00
	0.01	12.808	1.113	-0.13	1.29

この場合、 $b^* = 12.93958$ であり、これと比較すると、 B が大きいほど、また、 h が小さいほど、 b^* に近づいており、MSEで見ても0に近づいていることが見て取れる。biasが常に負の値となるのは、時間間隔が十分小さくない場合、疑似サンプルパスが早期に負になってしまうからである、これはサープラスが早期に負となり、(シミュレーション上で)破産してしまうことを意味している。

最後に、本研究は協力研究者である清水泰隆氏(早稲田大学)に多くの点でご協力頂いた。この場を借りて感謝申し上げたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 茅根 脩司, 白石 博	4. 巻 69
2. 論文標題 Hawkes過程における2つの推定手法の比較と実データ解析への応用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 数理統計 (統計数理研究所)	6. 最初と最後の頁 181-208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 白石 博	4. 巻 213
2. 論文標題 Hawkes グラフを用いた多変量計数データのイベントの伝播構造の推移の可視化とその生命保険事業への応用の可能性の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 生命保険論集 (生命保険文化センター)	6. 最初と最後の頁 125-170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 泉澤 佑, 白石 博	4. 巻 4(1)
2. 論文標題 Hawkes 過程を利用したシステミックリスク定量化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JARIP Bulletin	6. 最初と最後の頁 31-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yu Izumisawa, Hideki Endo, Nao Ichihara, Arata Takahashi, Kan Nawata, Hiroshi Shiraishi, Hiroaki Miyata, Noboru Motomura	4. 巻 163(1)
2. 論文標題 Association between prehospital transfer distance and surgical mortality in emergency thoracic aortic surgery	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery	6. 最初と最後の頁 28-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtcvs.2020.03.043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroshi Shiraishi	4. 巻 6
2. 論文標題 Local asymptotic normality and efficient estimation for multivariate GINAR(p) models	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cogent Mathematics & Statistics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/25742558.2019.1695437	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shiraishi Hiroshi, Lu Zudi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Semiparametric estimation in the optimal dividend barrier for the classical risk model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scandinavian Actuarial Journal	6. 最初と最後の頁 845 ~ 862
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03461238.2018.1463557	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 大石 惇喜、白石 博	4. 巻 48
2. 論文標題 最適配当境界のノンパラメトリック推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本統計学会誌	6. 最初と最後の頁 1 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11329/jjssj.48.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 系 行健、白石 博	4. 巻 10
2. 論文標題 VARモデルを用いた死亡率予測手法の提案と予測精度の比較	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本保険・年金リスク学会誌：ジャリッブジャーナル	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shiraishi Hiroshi, Taniguchi Masanobu, Yamashita Takashi	4. 巻 166
2. 論文標題 Higher-order asymptotic theory of shrinkage estimation for general statistical models	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 journal of Multivariate Analysis	6. 最初と最後の頁 198-211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmva.2018.03.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 八木 彰子, 白石 博	4. 巻 なし
2. 論文標題 保険会社における最適配当境界のパラメトリック推定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 早稲田大学理工研報告・特集号	6. 最初と最後の頁 3-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 白石 博, 澁木 涼太郎, 中村 知繁
2. 発表標題 Time Series Quantile Regression by using Random Forests
3. 学会等名 Waseda International Symposium : Topological Data Science, Causality, Analysis of Variance and Time Series (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi
2. 発表標題 Time Series Quantile Regressions by Using Random Forest
3. 学会等名 The Virtual Symposium on Statistics and Risk Management 2021 (CUHK) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白石 博, 澁木 涼太郎, 中村 知繁
2. 発表標題 ランダムフォレストを用いた時系列分位点回帰
3. 学会等名 科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学に関する理論と方法論の革新的展開」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi, Yasutaka Shimizu
2. 発表標題 Semiparametric estimation of optimal dividend barrier for Levy processes
3. 学会等名 4th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白石 博, 清水 泰隆
2. 発表標題 拡散摂動モデルの下での最適配当境界のセミパラメトリック推定
3. 学会等名 2020年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白石 博
2. 発表標題 Hawkesグラフを用いたイベントの伝播構造の可視化とその生命保険事業への応用の可能性の検討
3. 学会等名 保険学セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi
2. 発表標題 Local Asymptotic Normality and Efficient Estimation for Multivariate GINAR(p) Models
3. 学会等名 2019 NBER-NSF Time Series Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi, Taiga Uno, Yu Izumisawa, Junichi Hirukawa
2. 発表標題 Time-varying graphs by locally stationary Hawkes processes
3. 学会等名 3th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 茅根 脩司, 白石 博
2. 発表標題 Multivariate Hawkes Processを用いた仮想通貨の値動きモデリング
3. 学会等名 2019年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 酒井 悠斗, 白石 博
2. 発表標題 条件付き確率場を用いた口形遷移情報からの読唇手法の提案と評価
3. 学会等名 2019年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇野 大我, 白石 博
2. 発表標題 離散観測データを用いた最適配当境界のノンパラメトリック推定について
3. 学会等名 2019年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白石博, 宇野大我, 泉澤佑, 蛭川潤一
2. 発表標題 局所定常Hawkes過程のグラフによる可視化
3. 学会等名 大規模統計モデリングと計算統計V
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 泉澤佑, 白石博
2. 発表標題 INAR(p)過程における変化点検出
3. 学会等名 2018年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白石博, 宇野大我, 泉澤佑, 蛭川潤一
2. 発表標題 局所定常Hawkes過程のグラフによる可視化
3. 学会等名 2018年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi
2. 発表標題 Time-varying Graphs By Locally Stationary Hawkes processes
3. 学会等名 HKUSR-Keio University Joint Workshop on Mathematics and Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi
2. 発表標題 Local Asymptotic Normality and Efficient Estimation for Multivariate INAR(p) Models
3. 学会等名 Kinosaki Seminar Data Science&Causality (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白石 博, Zudi Lu
2. 発表標題 Semiparametric Estimation for Optimal Dividend Barrier with Insurance Portfolio
3. 学会等名 2017年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 泉澤 佑, 白石 博
2. 発表標題 マーク付き多次元Hawkes過程によるシステミックリスク評価
3. 学会等名 2017年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿部 文貴, 白石 博
2. 発表標題 長期記憶性を持ったポートフォリオの分散に対する収束レートの比較
3. 学会等名 2017年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi, Zudi Lu
2. 発表標題 Semiparametric estimation for optimal dividend barrier with insurance portfolio
3. 学会等名 1st International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿部 文貴, 白石 博
2. 発表標題 長期記憶性を持った高次元ポートフォリオの分散に対する収束性の比較
3. 学会等名 科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学の総合的研究」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 泉澤 佑, 白石 博
2. 発表標題 Hawkes 過程によるシステミックリスク評価
3. 学会等名 科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学の総合的研究」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yu Izumisawa, Takaaki Koike, Hiroshi Shiraishi
2. 発表標題 Systemic Risk Assessment by Hawkes Processes
3. 学会等名 2018 Kagawa International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Shiraishi
2. 発表標題 Nonparametric estimation for optimal dividend barrier with insurance portfolio
3. 学会等名 10th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 白石 博	4. 発行年 2022年
2. 出版社 森北出版	5. 総ページ数 248
3. 書名 時系列データ解析	

1. 著者名 Taniguchi Masanobu, Shiraishi Hiroshi, Hirukawa Junichi, Solvang Hiroko Kato, Yamashita Takashi	4. 発行年 2018年
2. 出版社 CRC Press	5. 総ページ数 388
3. 書名 Statistical portfolio estimation	

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	清水 泰隆 (shimizu yasutaka)	早稲田大学・基幹理工学部・教授	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 Keio International Symposium "Statistical Analysis for High-Dimensional, Circular or Time Series Data"	開催年 2017年 ~ 2017年
--	----------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
英国	University of Southampton		
中国	HK University of Science and Technology	Chinese University of Hong Kong	