

研究目的

本欄には、研究の全体構想及びその中での本研究の具体的な目的について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、適宜文献を引用しつつ記述し、特に次の点については、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください（記述に当たっては、「科学研究費助成事業における審査及び評価に関する規程」（公募要領 75 頁参照）を参考にしてください。）。

- ① 研究の学術的背景（本研究に関連する国内・国外の研究動向及び位置づけ、応募者のこれまでの研究成果を踏まえ着想に至った経緯、これまでの研究成果を発展させる場合にはその内容等）
- ② 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか
- ③ 当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

研究目的（概要）※ 当該研究計画の目的について、簡潔にまとめて記述してください。

本研究の目的は、非有限分散時系列モデルとその解析手法の妥当性を理論的に解明していくことである。具体的には、モデル及び手法の妥当性の解明は、大きく以下三つの観点から行う。(i) 非有限分散時系列データは定常性を持つか否かに関する統計的仮説検定論を展開し、観測データに対する定常・非定常モデルの選択法を確立する。(ii) 定常性を持つ非有限分散時系列観測については、変化点を持つか否かに関する仮説検定論を展開し、変化点の位置を検出する手法を提案することで、解析結果の品質を確保する。(iii) 変化点の存在しない非有限分散時系列観測については、自己距離相関という新たな概念と分位点ピリオドグラムを融合し、数理統計的に観測データの自己相関構造を確定する。

本研究の目的は、非有限分散時系列モデルとその解析手法の妥当性を理論的に解明することである。従来の時系列解析では、モデルの母数に関する滑らかさを仮定する上、観測される確率変数に対し、二次モーメントの有限性を仮定する。この仮定を満たす代表例は、正規過程である。このような強い仮定の下では、モデルのスペクトル密度関数を用いて、観測された時系列データの自己相関構造が評価され、更に観測された時系列データの定常性に関する統計的仮説検定論や変化点の存在に関する仮説検定論およびその検出問題が展開されてきた。しかし、現実データをよく診ていくと、正規性どころか定常性でさえ満たさないものである。近年では、特に川の流れの記録、インターネットの結節点への接続数や金融資産の収益率等、自然現象や社会現象で観測されている時系列データは、実証的に分散が有限ではないことが知られている。その為、多くの現実データは決して二次モーメントが有限であるという仮定を満たさない。

図 1 では、非有限分散モデルと正規過程の振舞いの違いを示している。申請者は従来の時系列解析で殆ど対象としていない非有限分散時系列モデルに着目し、その解析手法について研究を行ってきた。

非有限分散時系列モデルの解析手法の一つは、観測系列の分位点ピリオドグラムを用いるものである。その拡張として、異なる各時点の関係を表すコピュラピリオドグラムも昨今提案されていた。分位点を一つの母数として統計的推測論を展開する時、しばしば議論が複雑になる。それは、分位点の推定に対応する推定方程式が真の母数の周りで滑らかではないことに起因する。結果的に、分位点による統計的結果が不安定であることや、計算すらできない場合も少なからず存在する。このような非正則な状況の下における統計的推測論が整ってきた中、従属性の仮定下での分位点の推定や分位点回帰等、従来では避けられてきた方法も脚光を浴びつつある。一つの要因として、分位点による推定論は、通常仮定される分布やモデルが正しくない時において推定分散や推定誤差の意味で従来の推定方法よりも頑健だからである。時系列解析では、通常のピリオドグラムを、三角関数を基底関数とする最小二乗回帰に関連する統計量と認識すれば、三角関数を基底関数とする分位点回帰に関連する統計量は、分位点ピリオドグラムとなる。推定関数の視点からでも、この分位点ピリオドグラムが漸近同等的に構成でき、そこからコピュラピリオドグラムへ拡張できる。申請者は既に博士論文において、時系列解析における非正則関数による推定論、その推定関数に基づく一般化ピリオドグラムの漸近的挙動および周波数領域における分位点推定論等の研究結果を得ており、本研究の土台は出来ている。

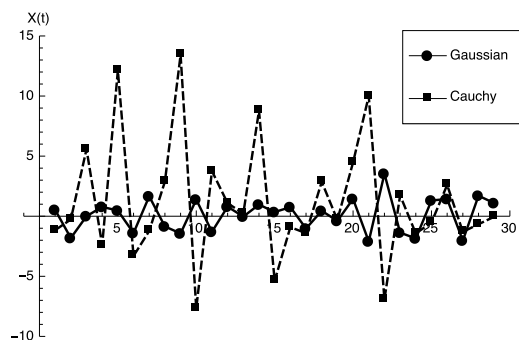


図 1: 正規分布とコーシー分布に従う誤差項を持つ一次移動平均モデルの比較

研究目的 (つづき)

研究期間内には、以下三つのことを明らかにする。
(i) 非有限分散時系列モデルを含め、観測データは定常性を持つか否かに関する仮説検定論を展開する。(ii) 定常性をもつ観測値の中に、変化点の有無に関する仮説検定論を展開し、変化点が存在する場合、その検出手法を提案する。(iii) 変化点のない非有限分散時系列モデルに対し、自己相関を表す新たな概念を導入する。

まず (i) について詳述する。非定常確率過程を代表するクラスの一つは、局所定常過程である。局所定常過程とは、一定の短い期間、対象とされる確率過程の振舞いが定常過程に近似できるものである。二次モーメントが有限である場合、既に局所定常過程の持つ定常性の測度が提案され、この測度を用いた検定論では、観測系列が弱定常過程か局所定常過程かの判別ができる。しかし、強定常非有限分散時系列モデルは、弱定常過程ではない。その為、この測度による既存の検定手法は本問題に直接適用できない。図2でわかるよう

モーメントの世界

分位点の世界

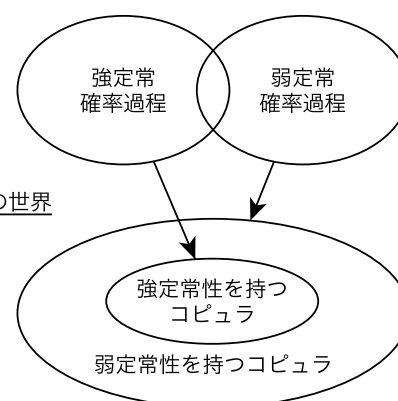


図 2: 分位点、モーメントと定常性

に、定常性の包含関係が存在しないモーメントの世界に対し、分位点の世界では、定常性の包含関係が成り立つ。そこで、モーメントの仮定に依存する定常性の測度を分位点の世界へ移行し、分位点ピリオドグラムで新たな定常性に関する測度を提案する上、観測値の定常性に関する検定論を展開する。

次に (ii) について述べる。定常性を持つ時系列モデルに関する統計的推測論に付き纏う問題の一つは、変化点問題である。現実データの解析を行うと往々にして、ある時点を境目に、時系列モデルの母数である平均、分散や自己相関等が変化する。変化点の存在する時系列モデルに対し、統計的解析を実行すると誤った結論を下すことになる。変化点の有無に関する仮説検定は、汎関数中心極限定理の結果に基づいて提案されている。非有限分散確率変数列に関する汎関数中心極限定理も正則な条件下で存在するが、その収束先が複雑である為、正確な検定を行うことが難しい。そこで、非有限分散の確率変数列に対し、漸近的にブラウン橋に弱収束する自己加重法を提案する。この自己加重法は、分位点の推定関数に観測値の適切な関数による加重を加えることで実行される。本研究では、この手法と経験尤度法を組合せて、非有限分散時系列モデルの 変化点の検定論および検出問題を解明する。

最後に (iii) について説明する。時系列解析では、確率変数間の相関構造を明らかにすることが重要なトピックの一つである。二次モーメントが存在する時、相関係数は自然に定義できる。特に正規分布については、無相関と独立性が同値であるという素性の良い結果まで成り立つ。時系列解析では、相関係数が自己相関に拡張される。対象となる有限分散時系列データの自己相関に対する時間領域および周波数領域による推定方法が既に確立されている。しかし、非有限分散時系列モデルでは、自己相関が定義できない。そこで、分位点ピリオドグラムと自己距離相関を組合せて定義する。距離相関は近年新たに提案された概念で、二確率変数間の距離相関が零の時、二確率変数は独立である。このように、非有限分散時系列モデルについて 新たな自己相関を導入し、その統計的推測論を展開する。

本研究の学術的な特色は、今迄未開拓分野である非有限分散確率変数を扱う数理統計学において、モデル選択の方針、解析結果の品質保証および自己相関の新たな概念の導入である。特に、独創的な点は、非有限分散時系列に対し、(i) 分位点ピリオドグラムによる定常性検定論の構築；(ii) 自己加重法による変化点検出法の提案；(iii) 距離相関を利用した自己相関の提案とその基礎理論の構築である。モデルおよびその解析手法の妥当性を理論的に解明することによって、非定常モデルにおけるバンド幅の選択、変化前のモデルに由来する標本や無相関な説明変数を削ぎ落とすことができる。その結果、本研究は、非有限分散時系列モデルの統計的推測においてオッカムの剃刀の役割を果たし、不必要に複雑なモデルを利用することなく、自然、通信や経済等の現実データをモデリングすることに寄与する。

研究計画・方法

本欄には、研究目的を達成するための具体的な研究計画・方法について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、平成28年度の計画と平成29年度以降の計画に分けて、適宜文献を引用しつつ記述してください。ここでは、研究が当初計画どおりに進まない時の対応など、多方面からの検討状況について述べるとともに、次の点についても、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。

- ① 本研究を遂行する上での具体的な工夫（効果的に研究を進める上でのアイディア、効率的に研究を進めるための研究協力者からの支援等）
- ② 研究計画を遂行するための研究体制について、研究代表者及び研究協力者（海外共同研究者、科研費への応募資格を有しない企業の研究者、その他技術者や知財専門家等の研究支援を行う者、大学院生等（氏名、員数を記入することも可））の具体的な役割（図表を用いる等）
- ③ 研究代表者が、本研究とは別に職務として行う研究のために雇用されている者である場合、または職務ではないが別に行う研究がある場合には、その研究内容と本研究との関連性及び相違点
なお、研究期間の途中で異動や退職等により研究環境が大きく変わる場合は、研究実施場所の確保や研究実施方法等についても記述してください。

研究計画・方法（概要）※ 研究目的を達成するための研究計画・方法について、簡潔にまとめて記述してください。

本研究の計画は、非有限分散時系列モデルに対する (i) 定常性検定論の構築; (ii) 変化点問題の解明; (iii) 新たな自己相関の導入を、図3に従って遂行する。研究方法は、以下二段階に分かれる。第一段階では、各項目に経験のある海外共同研究者と綿密に研究の打合せをしながら、必要とされる理論部を構築し、それに対応する大規模数値計算を実行する。効率的に研究を進める為に講じた具体的な工夫点は、数値計算等時間のかかる部分を進めている間、他項目の理論部を構築する所である。第二段階では、研究結果を国内外の学会で発表し、発表を通して見つけた問題点について、海外共同研究者と再検討し、修正する上、仕上げとして学術論文を投稿する。研究体制については、表1でまとめた。

【平成28年度の計画・方法】(i)、(ii)、(iii) は研究目的中にあるものと対応する。）

初年度の始めは、(i) 非有限分散時系列データは定常性を持つか否かについての仮説検定論を展開する。本項目を実行する上では、ルール大学ボーフムの H. Dette 氏と共同して研究を進める。同氏は、時変スペクトルを持つ局所定常過程に対し、定常性の測度を定義し、その測度に基づく統計的推測論を展開した者である。しかし、上述の局所定常過程は、二次モーメントを仮定する線形モデルに表現される為、当該手法の適用範囲が狭い。申請者は、直近の研究出張で同氏および Birr 氏と既に非有限分散局所定常過程や非線形局所定常過程について意見交換しており、通常のピリオドグラムを用いた統計的仮説検定問題を、分位点ピリオドグラムを用いた統計的仮説検定問題へ拡張することで意見が一致した。平成28年度の4月～8月の間、同氏とインターネットやメール等のやり取りを通して当該問題の理論部分を構築し、日本数学会や統計関連学会連合大会等の国内学会で発表する予定である。9月以降、学会発表で指摘された問題点を再検討し、理論部分を練り上げる。洗練された (i) の理論部に従い、数値計算を行い、年度末の3月に学会発表を行う。それと同時に、(ii) 非有限分散時系列モデルの変化点問題の理論部を、H. Dette 氏と協力して構成する。同氏は、変化点問題についても局所定常過程のみならず、非定常時系列モデルについても業績を挙げている。ここで得られた理論的な結果については、2月頃ルール大学ボーフムに訪問時に、H. Dette 氏と研究の打合せを行う。本年度で計画通りに進まないと考えられる箇所は、分位点ピリオドグラムの有効性と統計量の漸近分布による数

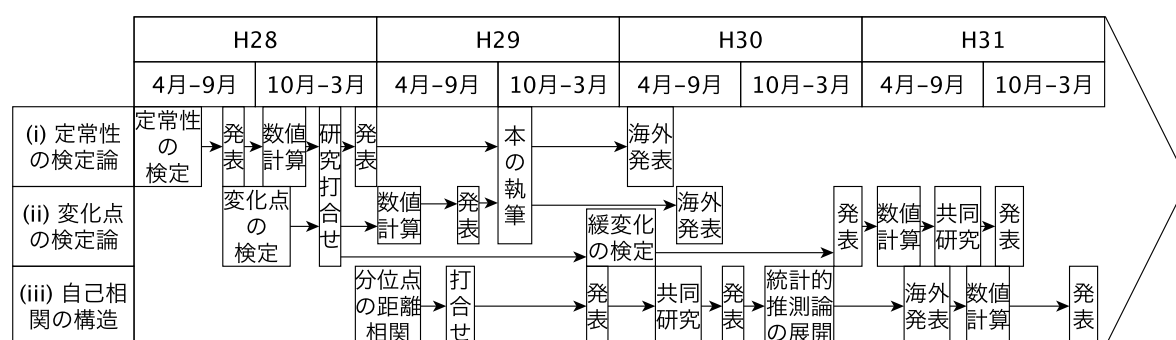


図3: 研究計画 (ボックスは開始の目処を示す)

研究計画・方法（つづき）

値計算である。分位点ピリオドグラムの代替案として、自己基準化ピリオドグラムの使用が考えられる。申請者は、今迄の研究で既に自己基準化ピリオドグラムによる方法を研究しており、分位点ピリオドグラムで検定論の展開が難しい時に、すぐ自己基準化ピリオドグラムによる検定論を展開することが可能である。自己基準化ピリオドグラムを利用した漸近分布が複雑な為、当初では考えない。二つ目の問題点は、定常性の測度を推定する統計量の漸近分布が煩雑で、直接数値計算が出来ない可能性がある。この場合、間接的な手法としてブートストラップ法が考えられる。局所定常過程に対するブートストラップ法は既に理論的に定式されており、こちらのアプローチを取ることも十分可能である。

【平成29年度以降の計画・方法】

平成29年度では、構築した変化点問題の仮説検定論の数値計算を実行する。それと同時に、(iii) 分位点ピリオドグラムと距離相関を融合した自己相関の提案を行い、その基礎理論の構築に取り組む。特に、新たな自己相関の基礎理論の構築に関しては、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校の X. Shao 氏とインターネットやメールを通じて

表 1: 研究協力者

氏名	具体的な役割
H. Dette	定常性の測度に関する知識の提供
S. Birr	局所定常過程の検討
X. Shao	距離相関に関する知識の提供

協力して行う。ここで得られた理論的な結果は、8月イリノイ大学に訪問時に検討し、研究の打合せを行う。図3にもあるように、9月以降、SpringerBriefs in Statistics シリーズで出版予定の「Empirical Likelihood and Quantile Methods for Time Series」を執筆する。本書の提案書は既に受理されており、Springer 社のホームページにも本書の概要が掲載されている。本書の前半では、非有限分散時系列モデルにおける経験尤度法および分位点法による重要指標の検定論を展開し、後半の応用部では、定常性の検定論および変化点問題について理論的な結果をまとめる予定である。本書を仕上げた後、年度末や平成30年度の前半では、変化点問題の一つの拡張として緩やかな変化についての検定論を展開する。又、(i) 定常性の検定論と (ii) 変化点の検定論に関する研究結果は、それぞれアジアで二年に一度開催される IMS-APRM およびバンクーバーで開催される北米の統計学会 Joint Statistical Meeting で海外発表をする。学会の前後では、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校の X. Shao 氏と現地で新たな自己相関を用いた統計的推測論に関する共同研究を行う。平成31年度では、X. Shao 氏との研究成果を、デンバーで開催される Joint Statistical Meeting で発表する一方、緩やかな変化についての検定論の理論部および数値計算を H. Dette 氏と共同研究で仕上げる。尚、平成29年度以降も図3に示してあるように、毎年平成28年度と同じスケジュールで日本数学会や日本統計学会で発表する。その上、研究成果を社会・国民に発信する為、平成31年度では、科研費シンポジウムでも発表を行う。平成29年度以降、研究が計画通りに進まないと考えられるのは、以下二点である。一つ目は、変化点問題、緩やかな変化の検出問題時に利用する統計量の信頼区間の計算である。二つ目は、分位点ピリオドグラムと距離相関を融合した時、十分に自己相関を表現できず、数値計算において統計的検定における検出力が大きくないことである。前者は、統計量の複雑な漸近分布に由来するが、変化点問題と緩やかな変化の検出問題に対して、経験尤度法とブートストラップを組合せる着想が存在する為、これを利用して数値計算を行い、信頼区間を構築する。後者における検出力の問題については、統計的推測論の前身である観測系列の相関に問題を戻し、距離相関を応用したマルチンゲール差分の乖離度に関する検定問題を理論的に解明する。特に、X. Shao 氏が既に、マルチンゲール差分乖離度の従属ブートストラップ法を提案しており、共同研究においてどのように検出力を大きくするか検討する。ここで得た結果を、分位点ピリオドグラムによる新たな自己相関の統計的推測論に発展する。

以上のように、申請者は、海外共同研究者と本研究の理論部および数値計算部について綿密な打合せをしながら、表1の研究体制で図3に従って研究を進める。尚、申請者は本研究とは別に職務として研究のために雇用されている者ではなく、別に行う研究も特にならない。又、今後、研究期間の途中で異動がある場合でも、所属研究機関や外国の拠点で上記方法で研究を行い、研究の遂行が可能である。

研究業績

本欄には、これまでに発表した論文、著書、産業財産権、招待講演のうち、本研究に関連するものを選定し、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり、発表年（暦年）毎に線を引いて区別（線は移動可）し、通し番号を付して記入してください。なお、学術誌へ投稿中の論文を記入する場合は、掲載が決定しているものに限りします。

なお、研究業績については、主に 2011 年以降の業績を中心に記入してください。それ以前の業績であっても本研究に深く関わるものや今までに発表した主要な論文等（10 件以内）を記入しても構いません。

- ① 例えば発表論文の場合、論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。
- ② 以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略（省略する場合、その員数と、掲載されている順番を○番目と記入）しても可。なお、研究代表者には下線を付してください。

2015 以降

1. 著書名 “Empirical Likelihood and Quantile Methods for Time Series”, Y. Liu, F. Akashi, M. Taniguchi, (出版予定), <http://www.springer.com/jp/book/9789811001512>.
2. 論文名 “An empirical likelihood approach for symmetric α -stable processes”, F. Akashi, Y. Liu, M. Taniguchi, Bernoulli **21**, 2093-2119 (2015) (査読有).
3. 論文名 “Variance stabilization properties of Box-Cox transformation for dependent observations”, Y. Liu, Advances in Science, Technology and Environmentology **B12**, 63-70 (2015) (査読有).
4. 論文名 “Asymptotic theory of parameter estimation by a function based on interpolation error”, Y. Suto, Y. Liu, M. Taniguchi, Statistical Inference for Stochastic Processes. To appear. (査読有).
5. (Invited Talk) “Empirical likelihood methods for quantile regression with long range dependent errors”, Y. Liu, Waseda International Symposium, March 2015.
6. (Invited Talk) “A new class of minimum contrast estimators for parameter estimation in time series”, Y. Liu, Miura Statistical Seminar, March 2015.
7. (Invited Talk) “Prediction error or interpolation error? A general perspective of parameter estimation in time series analysis”, Y. Liu, Technische Universität München, Munich, February 2015.
8. (Invited Talk) “Statistical inference for stable processes”, Y. Liu, Izu seminar, January 2015.

2014

9. 論文名 “Asymptotics for M-estimation in time series”, Y. Liu, Advances in Science, Technology and Environmentology **B10**, 55-67 (2014) (査読有).
10. (Invited Talk) “Generalized periodogram and its statistical inference for time series”, Y. Liu, Waseda International Symposium, March 2014.
11. (Invited Talk) “Empirical likelihood ratio for symmetric alpha-stable processes”, F. Akashi, Y. Liu, M. Taniguchi, Waseda International Symposium, March 2014.
12. (Invited Talk) “Tail index estimation by self-normalized method”, Y. Liu, Nishi-Izu seminar, March 2014.

2013

13. 論文名 “Asymptotic moments of symmetric self-normalized sums”, Y. Liu, Scientiae Mathematicae Japonicae, **26**, 561-569, (2013) (査読有).

研究業績（つづき）

研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性

- ・本欄には、本応募の研究代表者が、平成26年度又は平成27年度に、「特別推進研究」、「基盤研究（S）」又は「若手研究（S）」の研究代表者として、研究進捗評価を受けた場合に記述してください。
- ・本欄には、研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性（どのような関係にあるのか、研究進捗評価を受けた研究を具体的にどのように発展させるのか等）について記述してください。

該当なし

今回の研究計画を実施するに当たっての準備状況及び研究成果を社会・国民に発信する方法

本欄には、次の点について、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。

- ① 本研究を実施するために使用する研究施設・設備・研究資料等、現在の研究環境の状況
- ② 研究協力者がいる場合には、必要に応じその者との連絡調整の状況など、研究着手に向けての状況
- ③ 本研究の研究成果を社会・国民に発信する方法等

本研究は、研究施設として早稲田大学を使用する。大学の研究施設・設備は充実している。本研究を実施する上では、セミナー室を使用して討議・討論し、図書室やインターネットを経由して研究論文を入手する。但し、今回の研究では、大規模数値計算を行うことや研究出張で利用することから、新たに研究用コンピューターを購入する。又、研究において長期に渡って必要とする書籍を購入する。

本研究の研究協力者は、海外共同研究者である。主に、ドイツのルール大学ボーフムの H. Dette 氏、S. Birr 氏およびアメリカのイリノイ大学アーバナ・シャンペーンの X. Shao 氏と共同研究を行う。こちら三名の研究者とは研究課題について共通の問題意識を持ち、日頃でも研究に関する連絡が取れる。研究計画、研究方針や訪問時期等についても既に打合せをしていた為、研究着手に向けて順調である。

本研究の研究成果については、日本数学会、日本統計学会や科研費シンポジウム等の学術会合に積極的に参加して発表を行う。本研究課題は、数理統計学の理論的側面だけではなく、自然・通信・金融・環境等膨大な応用を持つ。申請者は既に国民生活の基本である年金積立金のポートフォリオ構成に関する基礎研究に関わっており、社会・国民に発信する方法として学会発表だけではなく、新聞・雑誌等も通じて積極的に発信を行い、各分野の時系列データの解析に新たな統計的手法を広めていく。

研究略歴

本欄には、最終学校卒業後の研究履歴を現在から順に年度をさかのぼって記入してください。その際、どのような研究を行ってきたのか、研究内容とともに特筆すべき事項（受賞歴等）を簡潔に記入してください。

2015 年 4 月～ 非有限分散時系列モデルにおいて重要指標に対する頑健な統計量について研究している。その中で M 統計量の例として、自己基準化法ピリオドグラム of 拡張となる推定関数のクラスを見つけた。このクラスは、時系列モデルの予測誤差に対応する。本結果は学術誌に投稿している。

2014 年 4 月～2015 年 3 月 日本学術振興会の 特別研究員 (DC2) として「非有限分散時系列データに対する頑健な統計量の開発に関する研究」に取り組んだ。この研究では、自己基準化ピリオドグラムと M 統計量に注目した。その中で、分位点ピリオドグラムを含めた一般化したピリオドグラムの漸近分布を示した。又、時系列解析の周波数領域における分位点推定量が漸近正規性を有しないことを示した。これらの結果とこれまでの研究結果を博士論文にまとめ、博士 2 年で博士学位を取得した。

2013 年 4 月～2014 年 3 月 早稲田大学理工学術院総合研究所の アーリーバードメンバー として「自己基準化法による新裾指数推定量の性質に関する研究」に取り組んだ。非有限分散モデルにおける裾指数の推定方法として、自己基準化法の漸近的性質からモーメント推定量による推定法を提案した。

2011 年 4 月～2013 年 3 月 早稲田大学基幹理工学研究科数学応用数理専攻に 飛び級入学 した。非有限分散時系列モデルの重要指標に対し、自己基準化ピリオドグラムを利用して信頼領域を構築した。

人権の保護及び法令等の遵守への対応（公募要領4頁参照）

本欄には、研究計画を遂行するに当たって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など法令等に基づく手続が必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるのか記述してください。

例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、組換えDNA実験、動物実験など、研究機関内外の倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となります。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

該当なし

研究経費の妥当性・必要性

本欄には、「研究計画・方法」欄で述べた研究規模、研究体制等を踏まえ、次頁以降に記入する研究経費の妥当性・必要性・積算根拠について記述してください。また、研究計画のいずれかの年度において、各費目（設備備品費、旅費、人件費・謝金）が全体の研究経費の90%を超える場合及びその他の費目で、特に大きな割合を占める経費がある場合には、当該経費の必要性（内訳等）を記述してください。

「研究計画・方法」欄で述べたように、本研究はモデルや解析手法の理論を構築し、それに基づく数値計算結果を与え、モデルや解析手法の妥当性を評価するものである。まず各年度の研究経費において相違のあるものについて述べる。平成28年度では、定常性の検定論および変化点の検定論を理論的に解明する。書籍 Hand book of statistics 30 と Limit theorem in change point analysis は、それぞれ非定常時系列モデルおよび変化点問題の参考書として必要である。定常性の検定の数値計算を行う必要があり、ドイツで研究の打合せをするので、MacBook Pro 一式を購入する。論文等の印刷や執筆を考慮し、プリンタと文房具等を購入する。平成29年度では、変化点検定問題の数値計算を行う。この統計量の構造が複雑であり、複数の手順を必要とする為、大規模数値計算を行う必要がある。その為、効率性の観点から、Mac Pro を購入し、変化点を検出する統計量について並列計算を行う。夏には、アメリカで研究の打合せを行う。9月以降、英文の本を執筆するので、それに関わる翻訳・校閲料は必要である。平成30年度では、緩やかな変化に関する検定論を展開する為、統計的漸近論に関する書籍を購入する。又、海外で研究結果の発表をする為、レーザーポインターおよび MacBook Air を購入する。新自己相関による統計的推測論の展開を行う為、カナダで開催される学会の前後にアメリカで共同研究を行う。平成31年度では、数値計算の難点を想定し、ブートストラップ法関連の書籍を購入する。研究結果の打合せや本研究の仕上げをする為、ドイツで共同研究を行う。研究結果が出揃う時期なので、文献を管理し、研究結果の発信としてポスターやホームページを作成して研究結果を公示する。次に、各年度の類似点について述べる。研究の進行の確認および社会・国民に発信する為、国内でそれぞれ年2回行われる日本数学会および日本統計学会に参加する。平成31年度では、上記の学会に加え、科研費シンポジウムにも参加して発表を行う。又、消耗品としてプリンタに対応するトナーを購入する。更に、研究結果を少しずつ論文にまとめて投稿していくので掲載料が必要である。以上のように、本研究の研究規模・研究体制を踏まえ、研究経費の積算は、妥当である。

設備品費の明細			消耗品費の明細		
記入に当たっては、若手研究（B）研究計画調書作成・記入要領を参照してください。			記入に当たっては、若手研究（B）研究計画調書作成・記入要領を参照してください。		
年度	品名・仕様 (数量×単価) (設置機関)	金 額	品 名	金 額	
2 8	MacBook Pro (2.8GHz クアッドコア Intel Core i7)(1 式 ×320)(早稲田大学) 内訳: 本体、マウス	320	文房具・USB	5	
	brother レーザープリンタ (HL-3170CDW)(1×35)(早稲田大学)	35	プリンタ対応トナーカートリッジ (4 色)	40	
	書籍 (Hand book of statistics 30 (非定常時系列モデル関連))(1×30)(早稲田大学)	30			
	書籍 (Limit theorem in change point analysis (変化点問題関連))(1×40)(早稲田大学)	40			
	計	425	計	45	
2 9	Mac Pro (3.5GHz 6 コア、32GB メモリ)(1 式 ×660)(早稲田大学) 内訳: 本体、モニタ、キーボード、マウス	660	プリンタ対応トナーカートリッジ (4 色)	40	
	計	660	計	40	
3 0	MacBook Air (2.2GHz)(1 式 ×260)(早稲田大学) 内訳: 本体、モニタ、マウス	260	文房具・USB	5	
	Apple 製品用ケーブル	15	プリンタ対応トナーカートリッジ (4 色)	40	
	レーザーポインター	30			
	書籍 (統計的漸近論関連書籍)(2×35)(早稲田大学)	70			
	計	375	計	45	
3 1	書籍 (ブートストラップ法の関連書籍)(2×25)(早稲田大学)	50	プリンタ対応トナーカートリッジ (4 色)	40	
	文献管理ソフト (1×30)(早稲田大学)	30			
	計	80	計	40	

若手（Ｂ）－１１

(金額単位：千円)

旅費等の明細 記入に当たっては、若手研究（Ｂ）研究計画調書作成・記入要領を参照してください。								
年度	国内旅費		外国旅費		人件費・謝金		そ の 他	
	事 項	金額	事 項	金額	事 項	金額	事 項	金額
２８	成果発表（日本数学会秋季総合分科会・関西大学）	90	研究の打合せ（ルール大学ボーフム・ドイツ）	260			海外通信費	20
	成果発表（統計関連学会連合大会・金沢大学）	70						
	成果発表（日本数学会年会・首都大学東京）	10						
	計	170						
			計	260	計	0	計	20
２９	成果発表（日本数学会秋季総合分科会）	90	研究の打合せ（イリノイ大学シャンペーン・アメリカ）	360	翻訳・校閲料	150	海外通信費 論文掲載料	20 60
	成果発表（統計関連学会連合大会）	70						
	成果発表（日本数学会年会）	10						
	計	170						
			計	360	計	150	計	80
３０	成果発表（日本数学会秋季総合分科会）	90	成果発表（IMS-APRM）	150	専門的知識の提供（１人×５日）	50	海外通信費 論文掲載料	50 60
	成果発表（統計関連学会連合大会）	70	成果発表（Joint Statistical Meeting・カナダバンクーバー）	240				
	成果発表（日本数学会年会）	10	共同研究（イリノイ大学シャンペーン・アメリカ）	240				
	成果発表（統計学会春季集会）	70						
	計	240	計	630	計	50	計	110
３１	成果発表（日本数学会秋季総合分科会）	90	成果発表（Joint Statistical Meeting・アメリカデューンバー）	240	専門的知識の提供（１人×５日）	50	海外通信費 論文掲載料 ポスター・ホームページ作成費	50 30 120
	成果発表（統計関連学会連合大会）	70	共同研究（ルール大学ボーフム・ドイツ）	260				
	成果発表（日本数学会年会）	10						
	成果発表（統計学会春季集会）	70						
	成果発表（科研費シンポジウム）	60						
	計	300	計	500	計	50	計	200

研究費の応募・受入等の状況・エフォート

本欄は、第2段審査（合議審査）において、「研究資金の不合理な重複や過度の集中にならず、研究課題が十分に遂行し得るかどうか」を判断する際に参照するところですので、本人が受け入れ自ら使用する研究費を正しく記載していただく必要があります。本応募課題の研究代表者の応募時点における、（1）応募中の研究費、（2）受入予定の研究費、（3）その他の活動について、次の点に留意して記入してください。なお、複数の研究費を記入する場合は、線を引いて区別して記入してください。具体的な記載方法等については、研究計画調書作成・記入要領を確認してください。

- ① 「エフォート」欄には、年間の全仕事時間を100%とした場合、そのうち当該研究の実施等に必要となる時間の配分率(%)を記入してください。
- ② 「応募中の研究費」欄の先頭には、本応募研究課題を記入してください。
- ③ 科研費の「新学術領域研究(研究領域提案型)」にあつては、「計画研究」、「公募研究」の別を記入してください。
- ④ 所属研究機関内で競争的に配分される研究費についても記入してください。

(1) 応募中の研究費

資金制度・研究費名（研究期間・配分機関等名）	研究課題名（研究代表者氏名）	役割（代表・分担の別）	平成 28 年度の研究経費（期間全体の額）（千円）	エフオー ト (%)	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由（科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額を記入すること）
【本応募研究課題】 若手研究（B） (H28～H31)	非有限分散時系列モデルとその解析手法の妥当性に関する統計的理論の新展開	代表	920 (5,000)	80	(総額 5,000 千円)

