

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2020

課題番号：16K03599

研究課題名（和文）統計調査で得られる統計量の漸近分布の研究

研究課題名（英文）Study of Asymptotic Distribution of Statistics in Sample Survey

研究代表者

元山 斉 (Motoyama, Hitoshi)

青山学院大学・経済学部・教授

研究者番号：20383490

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、標本調査で用いられる非復元抽出の下での統計量の漸近理論について、研究を行った。統計分析でしばしば用いられる複数の基本統計量について、漸近分布とその前提となる正則条件を明らかにした。それによって、調査データに基づいた経済・社会データの分析に役立つ数理的な基礎を与えた。加えて、実際の経済データの分析に基づく研究についても行い、理論の実データによる裏付けも行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、従来の統計学・計量経済学の分析の多くで用いられていた、統計量の分布評価が標本が独立で同一の分布に従う場合や時系列データが中心であったのに対し、統計調査によって得られたマイクロデータの分析への応用を意図し、標本調査の枠組みである有限母集団からの非復元抽出での統計量の分布を評価した。本研究で得られた結果は、経済のマイクロデータ分析を行う上での基礎理論を与えるものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the asymptotic theory of statistics in sample surveys. We have clarified the asymptotic distribution and its presupposed regular conditions for several basic statistics often used in statistical analysis. It provided a mathematical basis for the analysis of economic and social data based on survey data. In addition, we practiced research based on the analysis of actual economic data.

研究分野：経済統計学

キーワード：標本調査 漸近理論

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

国内外でマイクロデータと呼ばれる調査データの公開が進み、従来は集計データに基づいた計量分析が主流であったが、調査データによる分析が広く行われるようになってきた。従来の統計・計量経済の理論の多くは独立同一標本や時系列データを前提として構築されて、統計量の分布についてもさまざまな研究がなされてきた。

しかしながら、現実の調査データの多くは独立ではなく非復元の抽出で得られている。また、近年、計算機の演算能力の飛躍的な進歩によって、複数の調査データを接続(レコード・リンケージ)したデータに基づく分析も精力的に行われるようになってきている。このような標本設計やデータの下での推定量の構成や統計量の分布の評価は、調査データの分析において、不可欠であるにも関わらず、研究開始当初は十分に研究が行われているとは言えない状況にあった。

2. 研究の目的

上記の状況を踏まえ、本研究においては分位点などの基本統計量で従来分布に統計量の研究がされてこなかった非復元抽出の下での漸近理論の整備や不等確率の下での統計的推論の理論構築、レコード・リンケージを行った調査データの分析を行うことで、調査データを分析するうえでの理論的基礎を構築することを目標とした。

3. 研究の方法

本研究は以下の3つの研究を実施することを目的とした。

- (1) 標本調査の枠組みにおける、統計量の漸近分布の評価
- (2) 計算機シミュレーションによる、(1)の結果の数値的検証
- (3) 統計調査の実際のデータによる理論と有効性の検証

3. 研究成果

本研究の成果として、大きく以下の結果が得られた。

・分位点の漸近分布についての理論的研究

分位点の漸近正規性を従来とは別の方法で示した他、漸近正規性の収束の速さを評価する理論を構築した。また、従来の標準的な仮定とは異なった条件の下で、正規分布以外の非正規な分布に収束する例を構築した。さらに先行研究のすべてでは、母集団の分布について、漸近的に滑らかなであることが仮定されていたが、現実の調査データのもととなる母集団分布は、離散型の分布も多く、母集団が滑らかな分布であるという仮定は妥当でない場合もある。そのような従来の標準的な仮定とは異なった条件のもとでの漸近分布について、より一般的な理論を確立した。

・不等確率抽出の下での回帰分析を実施する際の変数選択の研究

回帰分析において、使用するデータが単純無作為抽出で得られておらず、抽出確率が異なる標本抽出デザインの下では、回帰式の関数形について十分な情報が得られていないときは、抽出デザインを反映した調査ウェイトを用いて回帰式を推定することで偏りの少ない推定が行われることが知られている。そのような調査ウェイトを用いた回帰式の推定において、変数選択の基準の1つである Mallows の C_p 基準の構築を行った。

・同一母集団における構成比についての推論方法の評価

同一母集団における構成比は、合計が1という制約があるため、通常の教科書等でみられる独立な比率の検定の結果を直接適用することができない。そのような枠組みで統計量の漸近分布は従来から研究がなされてきたが、漸近的に従う正規分布のもとで、複数の信頼区間を構築し、計算機シミュレーションで信頼区間の精度を評価し、名目の信頼係数を安定的に与える信頼区間を提案した。

・超母集団を仮定したときの推論の基礎付け

調査データに基づく統計の作成および統計分析においては、母集団の背後に確率分布(超母集団)を仮定することがしばしば行われる。そのような仮定を行うことで、独立同一分布を仮定した場合の手法を援用することが可能となり、調査データの分析の幅を広げることが可能となる。超母集団を仮定した場合の推論の枠組みについてサーヴェイを行い、応用について予備的な結果を得た。その結果を基に、超母集団を前提とした上での推論手法について、統計的決定理論に基づいた推論の妥当性の議論を構築する予定である。

・ 公的統計データ等の実データの分析結果の評価

共同研究者と公的統計の複数の調査データをレコード・リンケージして接続(照合)した際のデータ解析の結果とその分析の限界について研究を行った。加えて、先進国と発展途上国を含む広範な国別の長期にわたるパネルデータを用いて分析を行った。

上記の成果は、学会報告や論文で発表されているほか、現在、査読付き学术论文に投稿中のものや、投稿の準備を進めているものがある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 高井 勉、田村 義保、元山 斉	4. 巻 31(2)
2. 論文標題 新しく提案された空間点パターンのグラフィカルな分類方法であるAGsi-curveの数理的性質	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 計算機統計学	6. 最初と最後の頁 77~99
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20551/jscswabun.31.2_77	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 元山 斉	4. 巻 70(4)
2. 論文標題 有限母集団からの非復元単純無作為標本において中央値の漸近分布が正規分布以外となる一例	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 青山経済論集	6. 最初と最後の頁 31-37
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 元山 斉	4. 巻 69(3)
2. 論文標題 「調査ウェイトを用いた加重最小2乗法におけるCp基準について」	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 「青山経済論集」（本間照光名誉教授記念号）	6. 最初と最後の頁 61-68
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 Yasuto Yoshizoe, Masuo Araki, and Hitoshi Motoyama	4. 巻 40
2. 論文標題 "Extensive Use of Official Statistics"	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Aoyama Business Review	6. 最初と最後の頁 1-60
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 Tsutomu Takai, Yoshiyasu Tamura and Hitoshi Motoyama	4. 巻 30(1)
2. 論文標題 "A New Graphical Approach to Classify Spatial Point Patterns based on Hierarchical Cluster Analysis"	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Computational Statistics	6. 最初と最後の頁 1-14
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 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 Hitoshi Motoyama and Kohei Tanaka	4. 巻 2059
2. 論文標題 "Classical and quantum conditional measures from a categorical viewpoint"	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 数理解析研究所(RIMS)講究録(京都大学)2059「RIMS共同研究(公開型)量子システム推定の数理」	6. 最初と最後の頁 84-102
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 元山 斉	4. 巻 68
2. 論文標題 有限母集団からの非復元単純無作為標本に基づく中央値の漸近正規性の一証明	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 青山経済論集	6. 最初と最後の頁 67-75
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5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 高準亨、元山斉、佐志田晶夫
2. 発表標題 Financial Stability, Impossible Trinity, and Macroprudential Policy
3. 学会等名 日本経済学会秋季大会, 学習院大学目白キャンパス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本 智幸、元山 斉
2. 発表標題 "Energy Saving Potential of Replacing the Old Refrigerator: Evidence from Comparative Case Study of Japanese Household"
3. 学会等名 日本経済学会 秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高井 勉、田村義保、元山 斉
2. 発表標題 「AGSI-curveによる空間点パターンの分類とその数理的背景」
3. 学会等名 日本計算機統計学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂本智幸、元山 斉
2. 発表標題 Causal Effect of Replacement into Newly Refrigerator on Electricity Consumption in Household
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田中康平、元山 斉
2. 発表標題 圏論的視点からの量子確率論について
3. 学会等名 京都大学 数理研究所 研究集会「量子システム推定の数理」
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 景山 三平(監修), 元山 斉, 伊藤 有希, 高橋 一(編集)	4. 発行年 2016年
2. 出版社 実教出版	5. 総ページ数 188
3. 書名 事例でわかる統計シリーズ 経済・経営系のための統計入門	

1. 著者名 美添泰人, 荒木万寿夫, 元山 斉	4. 発行年 2020年
2. 出版社 培風館	5. 総ページ数 238
3. 書名 スタンダード 経済データの統計分析	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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0件

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
---------	---------