

令和 5 年 6 月 4 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K12758

研究課題名（和文）小区分ごとの貧困層実態把握への統計的アプローチ---貧困・格差是正に向けて

研究課題名（英文）Statistical Estimation Development for understanding poverty situations in Small Area Estimation

研究代表者

廣瀬 雅代（Hirose, Masayo）

九州大学・マス・フォア・インダストリ研究所・助教

研究者番号：30739199

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：細かい区分ごとの貧困層実態把握のために、有用な実データへの適用を意識した統計的推定法の開発とその理論保証を目指した。その結果、複数の研究成果を残すことができ、国際誌への掲載や国内外の学会/研究集会で研究報告を行った。特に、統計科学のトップジャーナルの一つに掲載された研究成果も存在する。また、貧困率推定に活用される特定の統計的モデルを想定した下で、予測誤差を考慮した統計的推定法の改良とその理論的保証にも取り組み、貧困率推定への応用可能性を高めることもできた。しかし、当初の研究計画の中には未だ対応しきれない課題も存在するため、今後も取り組んでいきたいと考えている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果により、想定しているデータ発生モデルに妥当性がある場合、より効率的な小行政区別貧困率の推定の実現が期待できる。その結果、実態を反映しやすい貧困実態把握資料作成が可能となり、より効率的な貧困対策や格差是正対策への期待が高められると考えている。さらに、ある仮定の下であれば、パンデミック初期段階であっても従来法より信頼性の高い分析に貢献するのではないかと期待している。すなわち、医学・医療データ分析にも将来活用可能である。もちろん、さらなる応用分野にも活用されうると考えている。

研究成果の概要（英文）： To understand the poverty situation in each small area, I have addressed developing a statistical estimation method from theoretical and practical views. And I have also tried to consider whether it is applicable to real Japanese data.

As a result, we have obtained several research results. Noteworthy, one resulting paper has been published in top international journals in statistical science. Moreover, I also presented several results at domestic and international conferences and meetings. Furthermore, under a specific statistical model, we have also worked on developing statistical methods in small area estimation, considering prediction error. Thereby I believe that these results make the applicability of our method to poverty rate estimation.

However, some issues still have not been addressed at this time. Therefore, I will continue to study in the near future.

研究分野：統計

キーワード：統計的推測 貧困率推定 小地域推定

## 1. 研究開始当初の背景

わが国の貧困・格差是正のために、細かい区分ごとの貧困率等の推定を通して貧困層実態を把握することは、貧困対策の根底を成すために重要となる。しかしながら、従来の統計的推定法を用いると各区分の貧困率の推定が安定しない恐れがあり、困窮した区分への支援が十分に行き渡らない危険もある。一方、小地域推定分野における統計的アプローチの利用により、大きな乖離の可能性を押さえることが可能な場合があるが、自身の知る限りわが国の貧困実態把握のために適用した例はなく、その既存手法には未だ改善の余地がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、貧困対策の根底を成す、わが国の細かな区分ごとの貧困層実態把握とそれに向けた統計学分野からの理論的研究を通して、貧困対策への貢献を図ることにある。そこで、本研究では「細かい区分ごとの貧困層実態把握」のために、有用な実データへの適用を意識した統計的推定法の開発とその理論保証を目指す。

## 3. 研究の方法

研究の方法は、以下の通りである。

- (1) 国内外の研究者との理論的かつ応用面も意識した共同研究を行った。そのために在外研究も行っている。この在外研究によって、さらなる改良可能性を見出すことが可能となった。
- (2) 国内外の学会にて講演や情報収集を行った。他分野のセミナーにも参加し、方法論の拡張可能性のために、情報を集めた。
- (3) 理論面については、証明や計算を行い、統計的精度の理論的保証を示した。
- (4) 理論的妥当性をさらに強調するため、数値実験も行った。
- (5) データ解析として、使用するデータを探索し、適用可能性を探った。特に公的マイクロデータについて情報を集めた。

## 4. 研究成果

これまでに行った研究は大きく分けて以下7つである。

### (1) ベイズ的観点からの地域ごとの集計データに基づく有用な統計的推定法の構築

- ① 過去に提案した頻度論的推定法(Hirose and Lahiri, 2018)をベイズ的観点から考察し、ベイズ的アプローチを用いた際の関係性を示した。これは、頻度論的観点からの過去の提案手法をベイズ的観点とつなげるものである。これにより、頻度論者だけではなく、ベイジアン研究者もこの方法を使用することができるようになった。ちなみに、これは国際共同研究による理論的研究である。
- ② この研究成果の論文は、統計科学のトップジャーナルの一つ Journal of the American Statistical Association に掲載された(2020年 online published, 2021年ページ番号付与)。また、国際学会の招待セッションの研究発表の場でも、この研究成果を発表している。

### (2) モデルに基づくアプローチにおける貧困率推定のための効率的な統計的推測法の開発 1

- ① 貧困率推定に活用されうる特定の統計的モデルを想定した下で、予測誤差を考慮した統計的推定法の改良とその理論的保証にも取り組んだ。具体的には、逆正弦変換を目的変数とした経験的ベイズ推定量とその平均二乗予測誤差の二次漸近不偏推定量を陽に導出した。さらに、提案する推定量が非現実的な推定値の発生をも回避することを

示した。新型コロナウイルス感染拡大の状況を受け、都道府県別 PCR 陽性率の予測にも適用を図った。ある仮定の下であれば、パンデミック初期段階であっても従来法より信頼性の高い分析に貢献するのではないかと期待している。ちなみに、これは国際共同研究による理論的研究である。

- ② この研究成果は、統計科学の国際誌 *Statistica Sinica* に掲載されている。また、国際学会や国内の研究集会で研究成果を報告している。

### (3) モデルに基づくアプローチにおける貧困率推定のための効率的な統計的推測法の開発 2

- ① 生起確率が低いと思われる事象についてのカウントデータに活用されうる特定の統計的モデルを想定した下で、予測誤差を考慮した統計的推定法の改良とその理論的保証にも取り組んだ。具体的には、平方根変換を目的変数とした経験的ベイズ推定量とその平均二乗予測誤差の二次漸近不偏推定量を陽に導出した。新型コロナウイルス感染拡大の状況を受け、フロリダ州郡別新型コロナ感染症による死亡数の予測にも適用を図った。この研究成果についても、ある仮定の下であれば、パンデミック初期段階であっても従来法より信頼性の高い分析に貢献するのではないかと期待している。ちなみに、これは国際共同研究による理論的研究である。
- ② この研究成果は、統計科学の国際誌 *Sankhya B* に掲載されている。

### (4) 個票データを想定した、小区分ごとの実態把握のためのロバストな統計的推定法の改良

- ① 個票データの活用を想定し、さらにモデルが崩れた場合のロバストな性質の獲得とその理論的精度保証の研究にも取り組んだ。しかし、これはまだ研究途中の段階にある。
- ② 国内のシンポジウムや学会にて、研究途中ではあるが現状報告を行った。

### (5) 実態把握のための資料作成について

- ① 国内の意識調査データに提案手法を適用した論文に関して、使用した指標の再考察を行った。
- ② 今後の方法論の適用可能性を吟味し、公的マイクロデータの活用可能性を探るため、情報収集を行った。実際観光分野や貧困分野に関する資料作成への適用を試している。
- ③ 他の応用分野に適用可能か、情報収集を行った。

### (6) 小領域ごとの推測法に関連し得ると考えられる統計的開示制御の研究

- ① 小領域ごとの推測法に関連しうると考えられる統計的開示制御の共同研究を行った。具体的には、統計的開示制御の分野で活用される Ewens model 下での寸法指標に対する推定量の改良を図った。さらに理論的に導出した新たな複数の推定量の中で、特に優れた手法を数値実験によって示すことができた。
- ② 研究成果は arXiv として論文にまとめていたが、現在国際誌 *Calcutta Statistical Association Bulletin* への掲載が決定している状況である。また、国際会議や国内学会にて研究成果を報告している。

### (7) 過去に提案した小地域推定手法のモデル拡張可能性とその幾何的解釈

- ① 過去に提案した小領域ごとの推定手法 (Hirose and Lahiri, 2018) のモデル拡張可能性とその幾何的解釈を議論した共同研究を行った。これにより、個票データを取り扱う場合にも拡張可能なことを示すことができた。
- ② その研究成果は、現在国際誌に投稿中である。

本助成を通して、上記のような複数の研究を行うことができた。しかしながら、当初の研究計画の中には未だ対応しきれない課題も存在する。そのため、今後も取り組んでいきたいと考えている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hirose Masayo Y., Lahiri Partha	4. 巻 116
2. 論文標題 Multi-Goal Prior Selection: A Way to Reconcile Bayesian and Classical Approaches for Random Effects Models	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Statistical Association	6. 最初と最後の頁 1487 ~ 1497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01621459.2020.1737532	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 Ghosh Malay, Ghosh Tamal, Hirose Masayo Y.	4. 巻 84
2. 論文標題 Poisson Counts, Square Root Transformation and Small Area Estimation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sankhya B	6. 最初と最後の頁 449 ~ 471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13571-021-00269-8	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 Hirose Masayo, Ghosh Malay, Ghosh Tamal	4. 巻 33
2. 論文標題 Arc-Sin Transformation for Binomial Sample Proportions in Small Area Estimation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Statistica Sinica	6. 最初と最後の頁 705 ~ 727
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 該当する
1. 著者名 Hirose, M.Y., and Mano, S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Asymptotic bias reduction of maximum likelihood estimates via penalized likelihoods with differential geometry	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 arXiv	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) 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 廣瀬雅代	4. 巻 67
2. 論文標題 立川市町丁目別住民意識調査分析追記---小地域推定モデル活用に向けて---	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 統計数理	6. 最初と最後の頁 342-343
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 Hirose M.Y. and Mano, S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Asymptotic Moments Matching to Uniformly Minimum Variance Unbiased Estimation under Ewens Sampling Formula	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Calcutta Statistical Association Bulletin	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) 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 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Hirose, M.Y. and Mano, S.
2. 発表標題 Application of Adjustment to Maximum Likelihood Method in Small Area Estimation to Disclosure Control
3. 学会等名 SAE 2022: Small Area Estimation, Surveys and Data Science (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬雅代, 間野修平
2. 発表標題 Ewensモデルに基づく寸法指標の高次漸近不偏推定量
3. 学会等名 2022年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hirose, M.Y., Ghosh, M. and Ghosh, T.
2. 発表標題 An Assessment of Prediction Error under Area Level Model with Arc-Sin Transformation
3. 学会等名 FMFI 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hirose, M.Y., Ghosh, M. and Ghosh, T.
2. 発表標題 Fay-Herriot Area Level Model with Arc-Sin transformation for Sample Proportions
3. 学会等名 IISA 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬雅代, 岡檀
2. 発表標題 公的マイクロデータとエリアレベルモデルを用いた都道府県別貧困率推定への試み
3. 学会等名 「マイクロデータから見た我が国の社会・経済の実像」令和4年度研究集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 廣瀬雅代
2. 発表標題 公的マイクロデータを用いた県内宿泊割合の推定とその可視化
3. 学会等名 統計関連学会連合大会企画セッション (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 間野修平、廣瀬雅代
2. 発表標題 漸近不偏推定量の幾何的構成
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬雅代、Ghosh Malay、Ghosh Tamal
2. 発表標題 A Prediction Error under Area Level Model with Arc-Sin transformation for Sample Proportions
3. 学会等名 2021年度科研費シンポジウム「データサイエンス・統計学における方法論と応用の新展開」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬雅代、間野修平
2. 発表標題 Ewensモデルにおける寸法指標の高次漸近UMVUE
3. 学会等名 研究会「大規模データの公開におけるプライバシー保護の理論と応用」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣瀬雅代
2. 発表標題 都道府県内宿泊割合の推定---公的マイクロデータを用いて
3. 学会等名 一橋大学経済研究所共同利用・共同研究拠点 2021年度研究会「マイクロデータから見た我が国の社会・経済の実像」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬雅代
2. 発表標題 エリアレベルモデルに基づく小地域推定とその応用
3. 学会等名 数学会2022年度年会特別講演（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣瀬雅代，川久保友超
2. 発表標題 モデルに基づくアプローチによる小領域ごとの推定---公的マイクロデータ活用を目指して
3. 学会等名 公的統計マイクロデータ研究コンソーシアムシンポジウム2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣瀬雅代，間野修平
2. 発表標題 Ewensモデルに基づく寸法指標の漸近2次不偏推定
3. 学会等名 研究集会「大規模データの公開におけるプライバシー保護の理論と応用」（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣瀬雅代
2. 発表標題 公的マイクロデータ活用に向けた小領域ごとの推定手法の検討
3. 学会等名 日本統計学会春季集会2021（招待講演）
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Masayo Y. Hirose
2. 発表標題 A General functional form of Mean Squared Error Estimator in Small Area Estimation
3. 学会等名 Conference on Current Trends in Survey Statistics 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masayo Y. Hirose
2. 発表標題 Parametric Empirical Bayes Confidence Interval under Fay--Herriot Model
3. 学会等名 2019 International Joint Conference on AI & Data Science: Mathematics and Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirose, Masayo Y. (joint work with Dr. Lahiri, P.)
2. 発表標題 Bayesian prior for achieving multiple goals and its relationship with the adjusted maximum likelihood method
3. 学会等名 SAE2018: Small Area Estimation and Other Topics of Current Interest in Surveys, Official Statistics, and General Statistics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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	ラヒリ パーサ  (Lahiri Partha)		

6. 研究組織（つづき）

	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	ゴッシュ マライ  (Ghosh Malay)		
研究協力者	ゴッシュ タマル  (Ghosh Tamal)		
研究協力者	間野 修平  (Mano Shuhei)		
研究協力者	川久保 友超  (Yuki Kawakubo)		

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		
米国	University of Florida	University of Maryland	