

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 16 日現在

機関番号：62603

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26880011

研究課題名(和文)小地域推定問題における統計的推測--発展途上国への適用および医学分野への拡張

研究課題名(英文)Development of statistical inference in small area estimation for developing countries and biometrics

研究代表者

廣瀬 雅代(Hirose, Masayo)

統計数理研究所・大学共同利用機関等の部局等・助教

研究者番号：30739199

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：小地域推定の現場でよく用いられている経験的最良線形不偏予測量(EBLUP)に対する研究を行った。

具体的には、数値実験を用いて近年提案された複数のEBLUPの性能比較を行い、先行研究より広いモデルのクラス下においてEBLUPを用いた非現実的な予測値発生回避法の理論的保証を与えた。さらに、EBLUPの予測精度指標に対する非現実的な推定値の発生回避法や信頼区間法の改良も行った。

研究成果の概要(英文)：We have developed empirical best linear unbiased prediction approach (EBLUP) in small area estimation, both views from the perspective of point and interval estimation.

Firstly, we compared performances among certain EBLUPs have proposed recently. Secondly, our previous method for avoiding unrealistic predictive value applied to more general model than that of previous study was achieved in term of point estimation. Moreover, we also proposed new EBLUPs not only for the estimation of the mean squared error of EBLUP but also for the confidence interval.

研究分野：統計科学

キーワード：小地域推定 EBLUP 予測誤差

1. 研究開始当初の背景

小地域推定の分野において、データの発生構造のモデルが正しい仮定のもと、経験的最良線形不偏予測量(EBLUP)は信頼できる予測量として扱われている。そのため、EBLUPの性質を研究・発展させることによって、より信頼の増す統計的推測が可能となる。

実際に解析を行うユーザーの立場からみると、未だ従来のEBLUPには様々な問題が存在し、その対処法に関する研究の需要が高まっている。具体的には、従来のEBLUPを用いると非現実な予測値をとってしまう場合もある。これは従来の予測誤差の評価や信頼区間法にも精度低下という意味で悪影響を及ぼしている。こうしたことから、非現実な予測値を取らないように過去にも手法が提案されてきたが、いくつかの状況下において、そのEBLUPの予測誤差が大きくなってしまいうことも指摘されている。自身はこれまでに、そうした問題を基本的なモデルの下で理論的に解決してきた。(基本的なモデルではあるが、現実面では良く用いられている)

同時に、EBLUPの予測精度を測る指標に関する研究も盛んである。一般的に、この指標は厳密な導出が不可能であるため、その推定法にも着目すべきである。しかしながら、いくつかの状況下において、従来の推定法の推定精度が低下してしまい、あるいは、推定誤差があるのにも関わらず、「ない」と推定され得る非現実的な手法も存在する。また、データ発生構造モデルの仮定が崩れた時や各地域の標本抽出確率が異なる場合に

対する状況下での対処法も最近発展しており着目されている。さらに近年、日本などの先進国では計算機の高速化に伴い、計算量の多い統計的手法が好まれている。しかしながら、それ以外の国、特に発展途上国においては、コスト面の削減や適用面の観点から、よりシンプルで計算量の少ない方法が好まれる。

ところで、医学分野では、医師等からの介入を行わない、観察研究の需要がさらに拡大することが大いに期待されている。しかしながら、この観察研究は介入が行われないうが故に、コホート内の被験者数が少なくなることが頻繁におこりうる。また、実験的研究においても、試験途中でデザインを見直し、被験者数がその都度変化する中間解析を用いる場合に同様の問題が指摘されている。

2. 研究の目的

本研究では、近年の計算機の高速化によって遂行可能となる先進国のための研究に限らず、高性能な計算機の購入が難しい新興国を意識した、計算量が少なく取り扱いやすい地域別データ解析のための統計的推測法の確立を目的とした。また、これらを医学分野におけるコホート研究にも適用することにより、医学の発展に役立てる。具体的には、先進国以外でも取り扱われやすい精度の高いEBLUPを用いた統計的推測法の改良点を探る。

3. 研究の方法

(1) 研究集会・国内学会・国際会議にて情

- 報収集し、手法の適用可能性を探る。
- (2) 研究集会・国内学会・国際会議にて発表及び問題の周知。発表の場として、医学統計の国際学会や政府統計の研究集会も含まれている。
 - (3) 提案法に対する理論の保証を与え、数値実験や実際のデータを用いて従来法と比較。

4. 研究成果

本研究では、小地域推定の統計的推測法の確立のため、まずは小地域推定の分野でよく用いられている経験的最良線形不偏予測量(EBLUP)の予測精度に関する研究を行った。具体的には、以下4つの研究が挙げられる。

- (1) 近年提案された複数の EBLUP の性能比較
まずは、過去に自身が提案した推定量と同時期に提案された推定量とを比較し、自身が提案した推定量の有用性を、いくつかの数値実験を通して確認した。
- (2) EBLUP を用いた非現実的な予測値発生回避法の適用モデル拡張
先行研究より広いモデルのクラス下において、自身が過去に提案した非現実的な予測値発生回避法の理論的性質保証を与えた。
- (3) EBLUP の予測精度指標に対する推定量の改良
EBLUP の予測精度指標に対する非現実的な推定値の発生回避法の提案を行った。先行研究でも、そのような推定値の回避法がいくつか考えられ

てきたが、その性質と引き換えに推定値が不安定になりやすく、たとえその安定性を獲得できたとしても計算機依存の方法に頼ってしまっていた。この問題に対し、先行研究より計算機に依存しないが安定性のある程度保つことができる、より取り扱いやすい手法の研究を行い、適切な手法を提案した。この研究の一部は国内外の学会にて発表を行い、全体の成果に関しては、今年度投稿予定である。

(4) EBLUP に基づく信頼区間法の改良

EBLUP を用いた信頼区間法についての研究も行い、過去に自身が提案した手法の精度のよさを保ったまま、取り扱いがより容易となる手法を提案した。この研究成果についても、現在論文投稿準備中であり、今年度投稿予定である。

研究計画では、複数の統計量構築に着手する予定であったが、経験的最良線形不偏予測量に対する予測精度の指標に関する研究に時間をかけてしまい、その他の統計量構築を行う事ができなかった。しかしながら、学会や研究集会等で、線形混合モデルを用いた最新の統計的手法に関する研究やその流行を探り、かつ、他分野(官庁統計、医学統計だけでなく、計算機、疫学分野等)での従来の EBLUP 及び疑似 EBLUP の問題を探ることができた。この情報を生かして今後提案手法の質を高める予定である。そして、他分野でも有用な手法となるよう、モデルの一般化の研究も続ける予定である。

5. 主な発表論文等

[学会発表](計4件)

- ① Masayo Yoshimori Hirose, (2016)
An empirical Bayes confidence interval for high leverage area in small area estimation, ISI-ISM-ISSAS Conference 2016(Taipei, Taiwan).
- ② Masayo Y. Hirose, (2015) A Class Extension of Adequate Adjustment factor for Small Area Inference, EAR-BC 2015(九州大学, 福岡).
- ③ 廣瀬雅代, Partha Lahiri. (2015)
Simple Parametric Bootstrap estimator of Mean Squared Error for EBLUP under the Fay-Herriot model, 統計関連学会連合大会(岡山大学, 岡山).
- ④ Masayo Hirose and Partha Lahiri. (2015) Simple Parametric Bootstrap estimator of Mean Squared Error for EBLUP under the Fay-Herriot model, the First Latin American ISI Satellite Meeting on Small Area Estimation 2015(Santiago, Chile).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣瀬 雅代(HIROSE, Masayo)

統計数理研究所・データ科学研究系・助教

研究者番号: 30739199

(2) 研究協力者

Partha Lahiri

University of Maryland at College Park・

JPSM・Professor