



Title	An Empirical Best Linear Unbiased Predictor in Small Area Estimation via Adjusted Maximum Likelihood Method
Author(s)	吉森, 雅代
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/50550
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (吉森雅代)	
論文題名	An Empirical Best Linear Unbiased Predictor in Small Area Estimation via Adjusted Maximum Likelihood Method (小地域推定における経験的最良線形不偏予測量-調整済み最尤法を用いて-)
論文内容の要旨	
政府が企画するサービス計画のために、地域ごとに補助金等を分配することがある。その際、十分な情報が得られない小地域であっても信用できる統計量が要求される。小地域とは、標本調査からわずかな情報しか得られないグループのことである。そのため、小地域においては、各地域の標本のみに基づく推定量(標本平均)は非常に不安定であり、その結果不平等な予算割り当てが行われてしまうことが多々ある。この小地域における推定問題に対処するべく、推定量の精度を高めるために、Fay-Herriotモデルに基づく経験的最良線形不偏予測量(EBLUP)が実用面でよく用いられている。しかしながら、現在推奨されているEBLUPには様々な問題が指摘されている。そこで本論文では、従来推奨されているEBLUPの問題点を取り上げ、調整済み最尤法を用いることによって実用的なEBLUPの提案を行った。 現在推奨されているEBLUPを用いることによる問題点として、実際地域差が大きいときに対しても地域の差が考慮されないという不適切な結果を招くことが挙げられる。この原因として、EBLUPに適用されるモデルの分散推定値がゼロに推定されることが指摘されており、かつ、そのような問題に対処するため、分散推定値がゼロになることを防ぐ調整済み最尤法が提案されている。しかしながら、先行研究の調整済み最尤法に基づくEBLUPの予測精度は、従来のEBLUPと比較して悪化することが指摘されており、実用的でない。そこで本論文では、まず、新たな調整済み最尤法を提案する事により、上述のような先行研究の問題を解決に導いた。 次に、EBLUPを用いた経験的ベイズ信頼区間の問題を指摘した。これまでの先行研究において、EBLUPを用いた経験的ベイズ信頼区間はいくつか提案されており、それらは地域数を大きくすると、理論的に被覆確率が同程度の精度となることが保証されている。さらに現在推奨されている計算機依存の方法を適用した信頼区間も2種類あり、実用面でどの信頼区間を利用するべきか判断がつかない。そこで、次に本論文では、従来推奨されているEBLUPに基づくいくつかの区間推定法を、数値実験により比較した。その結果として、従来推奨されているEBLUPが信頼区間の精度低下を引き起こす事を指摘し、EBLUPの改良を促す事となった。 上述の結果を受け、最後の研究として、実用的な経験的ベイズ信頼区間構成のため、異なる調整済み最尤法を用いることによってEBLUPの改良を行った。その結果、被覆確率の漸近的精度と信頼幅の短さを理論的に保証し、かつ、計算機依存する従来の方法よりも計算量が少ない実用的な手法を開発した。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 （吉森雅代）			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	狩野 裕
	副 査	教 授	下平英寿
	副 査	教 授	内田雅之

論文審査の結果の要旨

小標本しか採取できない小地域が多数存在するとき、当該小地域における母数推定を他の地域の情報も活かして精度よく推定する問題が小地域推定で、政府統計などでしばしば利用される統計的方法論である。一般的な理解として地域が異なる独立な標本は当該地域における推定精度に寄与しないと考えるかもしれないがそうではない。学位申請者は、同分野における定番である経験的最良線形不偏予測量(EBLUP)やその改良版の問題点を指摘し、さらなる改善を行うことに成功した。具体的には、EBLUP等現在の予測量において分散がゼロと推定される不適解の問題と、現在の不適解回避法は予測精度の低下を招き実用的でないという問題に対して、申請者は、不適解と精度低下の両方を解決する新たな調整済み最尤法を提案した。この研究成果はこの分野で極めて重要なものとなるであろう。

申請者の二つ目の研究成果は小地域問題における区間推定に関するものである。定番であるEBLUPを用いた経験的ベイズ信頼区間にはいくつかの種類がある。また、Bootstrap法などの計算機集中型区間推定法も提案されている。申請者は大規模な数値シミュレーションによってそれらの信頼区間の被覆確率を数値的に比較し、区間推定で中心的な役割を果たすEBLUPの使用が精度低下をもたらす原因になっていることを指摘した。ついで、新たな調整済み最尤法を定義することによってEBLUPの改良を行い、それを用いた区間推定法が、被覆確率の漸近的精度が高く信頼幅が短いという好ましい性質を有することを理論的に示した。また、提案された区間推定法は計算機集中型区間推定法よりも計算量が少なく実用的な手法である。

これらの研究成果は3編の英語学術論文として著名な学術誌への掲載が決まっている。

以上より、提出された論文は、博士（工学）の学位論文として価値があるものと認める。