

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：10104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25780148

研究課題名(和文)一般化最小二乗モデル平均法とモデル平均推定量の信頼集合の構築

研究課題名(英文)Generalized Least Squares Model Averaging and Confidence Set around Model Averaged Estimate

研究代表者

劉慶豊(LIU, QINGFENG)

小樽商科大学・商学部・教授

研究者番号：60378958

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は計量モデルの推定リスクを低減し推定精度を高めるために新しいモデル平均法を構築して、その漸近的性質を解明した。それらのモデル平均法は既存の方法より優れて、適用範囲が広がっている。特に共変量が多く、ある程度データが大規模となっている場合でも利用できる。応用としてはマクロ経済指標や金融市場の予測などが考えられる。さらに自然科学の領域においても将来予測に応用できる。

具体的に本研究は分散不均一に頑健なモデル平均法(HRCp)と一般化最小二乗モデル平均法(GLSMA)を構築し、その統計的な性質を解明した。さらに、モデル平均推定量の信頼集合を構築して、シミュレーション実験でその性質を調べた。

研究成果の概要(英文)：In order to reduce the risk of estimation, we proposed several model averaging methods. The asymptotic properties of those methods were investigated and simulation studies were conducted. The simulation results show that our methods work well and performs better than alternative methods in finite samples. Those methods can be widely applied to various fields, including high dimensional data analysis, macroeconomic and financial market forecasting and forecasting for natural science.

We proposed two model-averaging method, the heteroscedasticity-robust method (HRCp) and the generalized least squares model averaging method (GLSMA) for linear regression models with heteroscedastic errors. Moreover, we constructed a confidence set around model averaging estimate, and conducted simulation studies to check its finite sample properties.

研究分野：計量経済学

キーワード：Model Averaging Model Selection Optimality Information Criterion Confidence Set

1. 研究開始当初の背景

経済現象の計量分析を行う際、候補となる統計モデルは多数存在する。例えば、経済理論からの知見だけではどの変数をモデルに加えるべきかを完全には決めることができず、異なる変数を含んだ候補モデルが多数存在する。また、変数間の関係を記述する関数形を完全に決めることができない場合、異なる関数形を持つ候補モデルが多数存在することもある。これまでの経済データの分析では、候補モデルの中から一つだけ選んで利用するというモデル選択法が広く使われてきた。それと違い、本研究の対象は、複数の候補モデルの推定結果を加重平均して推定量を求めるといったモデル平均法である。

モデル平均法は、従来のモデル選択法で見られる問題の一つを解決しうる点で重要である。モデル選択の場合、どのモデルが選ばれるかはデータに依存し、不確実性を伴う。モデルを一つしか考慮しないため、モデルやデータの少しの変更によって選択されるモデルが変わると、そこからもたらされるデータ分析の結果が大きく変わる可能性がある。このような不確実性を考慮しないと、誤った統計推論と経済分析の結論に繋がるという、Post-Model-Selection-Estimator の問題 (Hjort and Claeskens, 2003) は近年重要視されている。モデル平均法は複数のモデルを総合利用することにより、モデルそのものの不確実性を明示的に取り扱うことができ、またデータやモデルの少しの変更においても分析結果が大きく変わることはない。さらに、従来のモデル選択法より、MSEなどで評価される推定や予測の誤りのリスクを軽減することができる。Hansen (2007) は Mallows' Cp をもとに、計算が簡単でリスクを改善できる方法を構築した (以下 MMA と表記)。以来、モデル平均法に関する研究が広がりを見せて注目される分野となっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は線形回帰モデルのためのモデル平均法 (model averaging) の開発である。モデル平均法の研究は従来のモデル選択法の不確実性が引き起こす推定や予測の誤りのリスクを軽減することに意義がある。代表的なモデル平均法で分散不均一性に対処できるものは OLS を利用しているため、最も低いリスクを達成できない。本研究は OLS の代わりに GLS を利用することで、既存方法より推定量のリスクをさらに軽減でき、分散不均一性に対して頑健なモデル平均法を開発し、関連する統計的推論を導出する。

3. 研究の方法

本研究はまず、モデル平均推定量の MSE や WMSE の推定量を構築し、それを情報量

基準として最適なウエイトを推定する方法を提案した。そのウエイトをもとに一般化最小二乗モデル平均法 (GLSMA) を構築した。そして GLSMA による推定量のリスクに関する最適性の証明を行った。有限標本の性質に関しては、シミュレーションにより、GLSMA のパフォーマンスを調べて、既存の方法である MMA、JMA と HRCp などと比較した。

4. 研究成果

本研究は計量モデルの推定リスクを低減し推定精度を高めるために新しいモデル平均法を構築して、その漸近的性質を解明した。それらのモデル平均法は既存の方法より優れて、適用範囲が広がっている。特に共変量が多く、ある程度データが大規模となっている場合でも利用できる。応用としてはマクロ経済指標や金融市場の予測などが考えられる。さらに自然科学の領域においても将来予測に応用できる。

研究成果の中には特に以下の2点の重要なものがある。

一つ目は分散不均一に頑健なモデル平均法 (HRCp) の構築とその方法による推定量が OLS をベースにしたクラスにおけるリスクの下限に到達できるという漸近最適性の証明を完成した。HRCp は既存の方法より適用範囲が広く、分散不均一な攪乱項を持つモデルにも適用できる。本研究はモデル平均を行うときに利用する重みベクトルを求めるための情報量基準を提案した。さらに、一定の正規条件のもとでリスクの下限に到達できるという漸近的最適性を示した。シミュレーション実験より候補モデルの数が多い、または母決定係数が大きい場合においては、HRCp が既存のモデル選択法およびモデル平均法より優れたパフォーマンスを持っていることを示した。

二つ目は一般化最小二乗モデル平均法 (GLSMA) の開発と、その理論的性質、特に漸近的にリスクの下限に到達できるという最適性の検証を行った。GLSMA は、複数の候補となる線形回帰モデルを一般化最小二乗法 (GLS) によりそれぞれ推定し、そして得られた推定結果を元にリスクを最小にできるように加重平均して最終の推定量を求めるといった方法である。GLSMA 推定量が漸近的にリスクの下限に到達できるという最適性を定理の形で示した。さらに GLSMA の有限標本下での性質を調べるために Monte-Carlo シミュレーション実験を行った。実験の結果として様々な既存方法より優れている性質を持っていることを示した。研究成果の応用例として、GLSMA を用いた日本上場企業のトービン (Tobin) の Q の予測を行い、GLSMA の高い予測精度を確認できた。

以上の研究成果により、非ベイズ的な領域で初めて最小二乗法 (OLS) の代わりに GLS を

利用してモデル平均法の構築に成功した。個々の候補モデルの初期推定に GLS を利用することで、分散不均一性の影響がかなりの程度まで除かれ、推定量のリスクが既存方法よりさらに軽減できた。実証研究のために適用範囲の広い、精度の高い新しい推定法を提供した。

上述した二つの研究成果を論文にまとめて、すでに国際的重要な学術ジャーナルに掲載済、または掲載が決定している。上記の論文は国際トップジャーナルをはじめ国際重要ジャーナルに 10 数回引用されている。さらに本研究の研究成果が高く評価され、数回国際学会に招聘された。

以上のメインの成果以外に条件付きモーメント制約を用いた一般化モーメント法推定量(GMM)のモデル平均法の構築、モデル平均推定量の信頼集合の構築と OLS 推定量と GLS 推定量を合わせたモデル平均推定量の構築に関しても一定な成果を上げている。

参考文献：

[1] Hansen, B. E. (2007): "Least Squares Model Averaging," *Econometrica*, 75(4), 1175-1189.

[2] Hjort, N., and G. Claeskens (2003): "Frequentist Model Average Estimators," *Journal of the American Statistical Association*, 98(464), 879-899.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

査読あり、Qingfeng Liu, Ryo Okui and Arihiro Yoshimura, Generalized Least Squares Model Averaging, *Econometric Reviews*, Published online: 14 Oct 2015, DOI:10.1080/07474938.2015.1092817

査読あり、Wenjie Wang and Qingfeng Liu, Bootstrap-based Selection for Instrumental Variables Model, *Economics Bulletin*, 35(3), 1886-1896, Sep 2015. <http://econpapers.repec.org/article/eb/econbull/eb-15-00384.htm>

査読あり、Qingfeng Liu and Ryo Okui, Heteroscedasticity-Robust Cp Model Averaging, *The Econometrics Journal*, 16(3), 463-472, Oct 2013, DOI: 10.1111/ectj.12009

〔学会発表〕(計 12 件)

Qingfeng Liu, Generalized Least Squares Model Averaging, Econometrics Seminar, Rennin University of China, 2016 年 3 月,

北京(中国).

Qingfeng Liu, An Adaptive Combination Method for Averaging OLS and GLS Estimators [招待有り], 2015 ICASA China Statistics Conference, 2015 年 7 月, 上海(中国).

Qingfeng Liu, Generalized Least Squares Model Averaging [招待有り], IASSL2014, Organized by the Institute of Applied Statistics, Sri Lanka jointly with the Department of Bioinformatics and Biostatistics at the University of Louisville, 2014 年 12 月, Colombo(スリランカ).

Qingfeng Liu, Bootstrap-based Selection for Instrumental Variables Model [招待有り], IMIP 2014 On Big data analysis and Innovational Information, 2014 年 10 月, 北海道小樽市.

Qingfeng Liu, Generalized Least Squares Model Averaging, 高次元データに関するミニワークショップ, 早稲田大学, 2014 年 10 月, 東京都.

Qingfeng Liu, Some Methodological Issues in Model Averaging and Semiparametric Models [招待有り], Seminar at the University of Gottingen, 2014 年 9 月, Gottingen(ドイツ).

Qingfeng Liu, An Adaptive Combination Method for Averaging OLS and GLS Estimators, The 68th European Meeting of the Econometric Society, 2014 年 8 月, Toulouse(フランス).

Qingfeng Liu, Adaptive Model Averaging Combination Method Based on OLS and GLS Estimators, 2013 年度関西計量経済学研究会, 京都大学, 2014 年 1 月, 京都府京都市.

Qingfeng Liu, Global Financial Crisis and Risk Management Methods, 東北財経大学セミナー, 2013 年 9 月, 大連市(中国).

Qingfeng Liu, Generalized Least Squares Model Averaging, ハルビン工業大学セミナー, 2013 年 9 月, ハルビン市(中国).

11Qingfeng Liu, Generalized Least Squares Model Averaging, The 67th European Meeting of the Econometric Society, 2013 年 8 月, Gothenburg(スウェーデン).

12Qingfeng Liu, Generalized Least Squares Model Averaging, Econometric Society

Australasian Meeting 2013, 2013 年 7 月,
Sydney(オーストラリア).

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

劉 慶豊 (Qingfeng Liu)
小樽商科大学・商学部・教授
研究者番号：60378958

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：