

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 15 日現在

機関番号：13601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2012

課題番号：21730172

研究課題名（和文） ミクロ計量分析のための標本調査理論の開発

研究課題名（英文） Development of the Theory of Survey Sampling for Microeconometrics

研究代表者

元山 斉 (MOTOYAMA HITOSHI)

信州大学・経済学部・講師

研究者番号：20383490

研究成果の概要（和文）：一般に独立同一性を仮定できない標本抽出によって得られたデータに対して、回帰推定量の小標本での特性を調べると同時に、標本分位点や標本分位点推定量に対して漸近分布を導出し、学会(統計関連学会連合大会、International Conference on Advances in Probability and Statistics - Theory and Applications: A Celebration of N. Balakrishnan's 30 years of Contributions to Statistics、Eighth International Triennial Calcutta Symposium on Probability and Statistics、Symposium on "Financial Engineering and ERM")およびいくつかの論文の形で報告した。

研究成果の概要（英文）：We study a small sample properties of the regression estimators in general sampling schemes and the asymptotic normality of the sample quantiles and regression quantile estimators for simple samples obtained from a population without replacement.

The results have been presented at the annual joint statistical meeting in Japan, International Conference on Advances in Probability and Statistics - Theory and Applications: A Celebration of N. Balakrishnan's 30 years of Contributions to Statistics, Eighth International Triennial Calcutta Symposium on Probability and Statistics, and Symposium on "Financial Engineering and ERM" and published refereed or non-refereed journals.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・経済統計学

キーワード：標本調査法、漸近理論、ミクロ計量経済学

1. 研究開始当初の背景  
個票データを用いた計量経済分析が一般的なものとなり、国内でも統計法の改正に基づ

いた公的統計の公開・利用促進が進み、現在は数多くの社会・経済のミクロデータによる分析が進められている。

このような分析において用いられる標本調査データの多くは、どのような標本をどのような確率で抽出するかという標本設計が、その結果得られる標本の分布に影響を与えるため、独立性の成立が必ずしも妥当ではない確率変数の実現値と考えられる。

しかしながら、従来提供されてきた分析手法の多くは、標本が独立かつ同一に分布しているという仮定に基づいており、そのように標本設計の影響を考慮せずに、独立同一分布を仮定して行った推定は、効率性および偏りの観点から好ましいものではない可能性がある。

このような事実は、マイクロデータを取り扱う応用統計学者や応用計量経済学者の間には、広く知られていたことであるが、標本調査データを分析するための手法は数理的な取扱いが困難なこともあり十分に開発されてきたとは言い難い状況にあった。

近年、カナダの J.N.K. Rao や Chanbabao Wu 等によって、このような complex survey についての検討が行われているが、回帰分析や分割表等の比較的簡単なモデル以外では、未だ十分な成果が得られていないのが現状である。

しかしながら、今日、標本調査によって得られたデータによる計量経済分析、またそれらに基づいた政策提言が行われている現状を鑑みると、このように標本調査によって得られたデータに対して適切な手法の提案と分布評価を行うことが重要となっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、回帰分析や分位点回帰などの従来、独立同一性を仮定して行われてきた計量経済分析手法、および分位点等の古典的であって実務上も頻繁に用いられるが、その精度と分布の評価が十分に行われていない統計量に関して、標本調査の枠組みでの統計量の特性を小標本の性質ならびに大標本における漸近分布を導出することで、統計量の精度評価を行うとともに、応用上有益な手法を提供することを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、先行研究および関連分野の研究の文献精査を土台として、従来得られていない新しい数理的結果を導出した。

また、その結果が様々な条件の下で、どの程度妥当であるかについて計算機シミュレーションを行うことによって、検証を行ってきた。

研究を進める過程で、得られた成果の報告を学会および研究集会で積極的に行い、そこで意見交換によって得られた知見を反映させ、結果をblush upしていった。

先行研究に基づく文献精査

数理的研究

計算機シミュレーションによる検証

学会・研究会による報告と意見交換

意見交換をフィードバックした再検討

論文発表

## 4. 研究成果

(1) 小標本において調査ウェイトを考慮した際の回帰推定量の解釈に関連して、

Frisch-Waugh-Lovell の定理と呼ばれる残差回帰の結果を、調査ウェイトを使用した場合に拡張してEighth International

Triennial Calcutta Symposium on

Probability and Statisticsで報告した。

この定理は、重回帰分析を行ったさいの回帰係数の解釈に関わるものであり、季節調整や時間トレンドの除去にも有益であることが従来から知られていたが、その内容が調査ウェイトを考慮した場合についても拡張された。また、回帰診断で総称される回帰分析の妥当性を検証し改造する手法の中でも、外れ値処理に関する理論についても、この定理が利用できることをDavidson and MacKinnonの議論を拡張することで示した。この報告内容の一部は、論文集(著作①)に所収される予定であるほか、さらなる拡張を行うことを検討している。

(2) 標本調査で得られたデータでは、しばしばゆがんだ裾の厚い分布の形状を示すことが観察されており、このようなデータに対しては古典的な標本平均は中心を表す尺度としては不適切であり、しばしば標本分位点のような頑健な尺度を用いる。

標本調査における標本分位点の漸近正規性についてはRosenの先駆的な研究以来、長い間研究がおこなわれていなかったが、近年、Francisco and FullerやShaoやChatterjeeたちによって再び注目を集め、層別2段抽出、層別クラスター抽出等の枠組みでも漸近正規性が示されたが、証明がテクニカルであるか、幾分強い仮定が置かれることが多かった。本研究において、非復元単純無作為抽出の枠

組みで、弱い仮定のもとで漸近正規性の簡単な証明を得ることができた。この成果は統計関連学会連合大会で報告し、査読付き学術誌（雑誌論文③）に発表した。

（3）通常の回帰分析は説明変数を与えたときの条件付き平均値を与えるものであるが、同様の線形モデルの枠組みで条件付きの分位点を与える、分位点回帰（regression quantile, quantile regression）は条件付きのメディアンを含む外れ値に対して頑健な推定量であると同時に近年、説明変数を与えたときの被説明変数の分布の裾の情報を与えることから、賃金格差や教育の効果の研究を行う労働経済学、ある条件のもとでのリスク評価に関心がある金融・保険の研究において積極的に用いられている。

本プロジェクトでは、非復元単純無作為抽出を行った際の、分位点回帰の回帰係数の漸近正規性を示し、統計関連学会連合大会と複数の国際シンポジウム（International Conference on Advances in Probability and Statistics - Theory and Applications: A Celebration of N. Balakrishnan's 30 years of Contributions to Statistics, Symposium on "Financial Engineering and ERM"）で報告を行った。この成果は、現在査読付き学術誌への投稿に向けた最終段階に至っている。

#### 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）

（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4件）

①増成敬三、元山齊「社会経済データの新潮流-統計法改正とビッグデータ」2013年「システム/制御/情報」57(4):166-171. 査読無

②河村敏彦、元山齊「乗法型計測システムにおけるパラメータ設計-応答関数モデリングとパフォーマンス測度モデリングによる最適化-」2012年4月「品質」, 42, No. 2, pp. 79-85. 査読有

③Hitoshi Motoyama "Note on a simple derivation of the asymptotic normality of sample quantiles from a finite population," Behaviormetrika, February 2012, 39, No. 1, 1-8. 査読有

④美添泰人、元山齊、古隅弘樹、法人企業統計データを利用した地域経済活動指数作成の試み  
統計数理, 第57巻第2号, 2009年12月, pp. 305-329. 査読有

〔学会発表〕（計9件）

① Hitoshi Motoyama, "Asymptotic normality of quantile regression estimators for samples from a finite population," Marh 2 2013, Symposium on "Financial Engineering and ERM" Hitotsubashi University (一橋大学, Tokyo, Japan)

② Hitoshi Motoyama, "The Frisch-Waugh-Lovell theorem for survey weighted regression and its applications," December 28 2012, Eighth International Triennial Calcutta Symposium on Probability and Statistics (University of Calcutta, Kolkata, India)

③Hitoshi Motoyama, "Asymptotic normality of quantile regression estimators for samples from a finite population," December 30 2011, International Conference on Advances in Probability and Statistics - Theory and Applications: A Celebration of N. Balakrishnan's 30 years of Contributions to Statistics (The Chinese University of Hong Kong (香港中文大学), Hong Kong SAR, China)

④元山齊, "Note on a simple derivation of the asymptotic normality of a sample quantiles from a finite population," 2011年9月7日 統計関連学会連合大会 (九州大学伊都キャンパス)

⑤篠恭彦, 小此木祐二, 澤村保則, 山本渉, 元山齊, 椿広計「ISO 20252の公的統計への適用可能性とその問題点」, 2011年9月6日 統計関連学会連合大会 (九州大学伊都キャンパス)

⑥元山齊, 招待講演「公的統計に期待されている精度と設計について」2010年12月10日 (社)日本マーケティング・リサーチ協会「公的統計基盤整備委員会」(日本マーケティング・リサーチ協会)

⑧河村敏彦, 元山齊「品質工学における統計的側面-計測システムにおけるSN比-」, 2010年9月25日 日本行動計量学会(埼玉大学)

⑨元山齊, "Asymptotic distributions of quantile regression estimators for samples from a finite population," 2010年9月8日 統計関連学会連合大会 (早稲田大学)

〔図書〕（計3件）

①「政府統計の信頼性に関する研究(仮題)」竹内啓編, 統計研究会, 2013年(発行確定)  
元山齊「調査ウェイトを考慮した回帰係数の推定量について-残差回帰と回帰診断への応用-」(ページ番号未確定)

②『統計応用の百科事典』松原 望、美添 泰人、岩崎 学、金 明哲、竹村 和久、林 文、

山岡 和枝 (編), 丸善, 2011 年 10 月, 700 頁.

元山 齊 「定常時系列モデル」, 「ARIMA モデル」, 「状態空間モデルとカルマン・フィルター」, 「多変量時系列モデル」, 「非定常時系列モデル」, 「季節調整の手法」, 「非線形時系列モデル」 pp. 266-279.

③元山 齊, 標本調査法における統計的汎関数について, 『公的統計の利用と統計的手法』美添泰人編、統計情報研究開発センター (Sinfonica) 研究叢書 所収 2009 年 8 月 第 12 章, pp. 237-264.

[その他]

①元山 齊, 文献紹介 : A modified functional delta method and its application to the estimation of risk functionals (Eric Beutner and Henryk Zahle, *Journal of Multivariate Analysis*, 101, 2452-2463(2010)). 2012 年 4 月 「品質」, 42, No. 2, p. 67.

②元山 齊, 書評 : Sampling Statistics (Wayne A. Fuller (2009). Wiley.) 2012 年 3 月 「日本統計学会誌」 第 41 卷 (第 2 号) pp. 489-490.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

元山 齊 (MOTOYAMA HITOSHI)

信州大学・経済学部・講師

研究者番号 : 20383490