

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 5 月 8 日現在

機関番号：10101
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22530203
 研究課題名（和文） ベイズ法を用いた確率的優位の統計的評価法の開発とその応用
 研究課題名（英文） Bayesian Methods for Statistical Analysis on Stochastic Dominance and Its Applications
 研究代表者
 長谷川 光 (HASEGAWA HIKARU)
 北海道大学・大学院経済学研究科・教授
 研究者番号：30189534

研究成果の概要（和文）：本研究では、確率的優位に関するノンパラメトリックなベイズ法による推定を考え、シミュレーション・データ及び実際の経済データを用いた実証分析を行った。また、個人が主観的に所属していると考えている社会的階層について、所得や貧困の有無などの社会経済的要因を用いた統計分析を行った。さらに、ポリコリック相関係数及びポリシリアル相関係数に対応した偏相関係数のベイズ推定を考察した。

研究成果の概要（英文）：In this research project, using the Bayesian nonparametric method with a Dirichlet process prior, I estimated the density and cumulative distribution functions of the income distribution. I also applied the method to the problems of stochastic dominance in income distributions. In addition, using microlevel data, I analyzed the relationships between self-assessed social position and socioeconomic factors such as income and poverty. Furthermore, I provided the estimation method for multivariate polychoric and polyserial correlation coefficients by using the simulation-based Bayesian method.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2010 年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 2011 年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 2012 年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,100,000 | 930,000 | 4,030,000 |

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：ベイズ統計学，MCMC，確率的優位，貧困，所得分布

1. 研究開始当初の背景

(1) 確率的優位 (stochastic dominance) は、所得分布や貧困水準、プログラム評価など、不確実性を伴う様々な分野で用いられており、政策決定の重要な道具の1つとなっている。本研究の目的は、ベイズ法による確率的

優位の評価法の開発とその経済データへの応用である。

(2) 申請者は、以前、所得分布の不平等度及び貧困度を測る様々な尺度について、その前提となっている諸公理が、一般に人々が感じ

る所得分布の不平等感などによってどの程度支持されるのかを、日本の大学生を対象に質問票を用いて調査を行った。その結果、人々が考えている所得分布に対する実感と不平等度や貧困度が前提とする公理が必ずしも一致しない場合があり、所得変動に伴うリスクに対する人々の対応をどのように捉えるかが重要であると考えた。リスク評価を考えるとき、確率的優位は1つの分析の枠組みを提供する。また、確率的優位は不平等度や貧困度と非常に密接な関係があり (Davidson and Duclos (2000)), 確率的優位を用いて不平等度や貧困度を評価することによって、人々の実感に適合した計量分析の可能性を考えたことが、本研究を着想した発端である。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、ベイズ法による確率的優位の評価法の開発とその経済データへの応用である。

(2) 確率的優位の統計的評価法としては、標本理論の仮説検定の立場から多くの研究蓄積がある (例えば, Anderson (1996), Barrett and Donald (2003), Davidson and Duclos (2000), Linton et al. (2005)など)。しかし, Chotikapanich and Griffiths (2006, pp.299-300) が指摘するように、帰無仮説と対立仮説の設定の仕方の問題など、標本理論的アプローチには幾つかの望ましくない要素が含まれる。

(3) これに対して、ベイズ法による事後分布を用いたアプローチは標本理論的アプローチのもつ欠点を回避することが可能である (Chotikapanich and Griffiths (2006, p.299)。ところが、ベイズ法による確率的優位の統計的評価法を研究した文献は少なく、その意味で、Chotikapanich and Griffiths (2006) は seminal work と言えるかもしれない。但し、Chotikapanich and Griffiths (2006) では、Singh-Maddala 分布や Dagum 分布のようなパラメトリックな所得分布を仮定しており、標本理論的アプローチの多くがノンパラメトリックな検定法であることからすると一般性に劣る。

(4) そこで、ベイズ法の利点を損なうことなく一般性を高める方向としては、以前、申請者が Lorenz 曲線の推定に用いたノンパラメトリックなベイズ法の確率的優位の評価法への適用が考えられる (Hasegawa and Kozumi (2003))。

3. 研究の方法

(1) 研究の進め方としては、既存の文献を検討し、問題点を整理することから始まり、本研究独自の手法を開発し、実際の経済データへ適用する。また、実証分析を進める中で、開発された手法の問題点を認識し、手法の再検討を行う。

(2) 確率的優位に関するノンパラメトリックなベイズ法による推定を考え、シミュレーション・データ及び実際の経済データを用いた実証分析を行う。

(3) 確率的優位は、所得分布や貧困水準、プログラム評価など、不確実性を伴う様々な分野で用いられており、政策決定の重要な道具の1つとなっている。そこで、応用分野として、貧困状態と社会的階層意識の関連を分析する。

(4) ポリコリック相関係数及びポリシリアル相関係数に対応した偏相関係数のベイズ推定を考える。ポリコリック相関係数及びポリシリアル相関係数は質的なデータに関する多次元尺度と密接な関係があり、本研究課題の延長線上に位置するものである。

(5) 解析的にパラメータの事後分布等を求めることが困難なため、1990年代以降発展が著しいシミュレーションに基づくベイズ法 (マルコフ連鎖モンテカルロ法: MCMC 法) を用いる。本研究では、Ox 等のプログラミング言語を用いて必要な計算プログラムを作成する。また、統計ソフト R も適宜使用していく。

(6) 得られた研究成果は、ディスカッション・ペーパー等にまとめ、国内外の学会で発表するとともに専門誌への投稿を行う。

4. 研究成果

(1) 確率的優位のベイズ推定.

確率的優位に関するノンパラメトリックなベイズ法による推定を考え、シミュレーション・データ及び家計経済研究所の「消費生活に関するパネル調査」の個票データを用いた実証分析を行った。ノンパラメトリックなベイズ法には幾つかの手法があるが、Hasegawa and Kozumi (2003) の Lorenz 曲線の推定に倣って、Dirichlet プロセス事前分布を用いた。なお、推定には、Jara et al. (2011) による R のパッケージ DPpackage を用いた。DPpackage を利用することにより、複雑なプログラムを書くことなく、ノンパラメトリックなベイズ法を所得分布の推定に適用でき、その推定結果から2つの所得分布間の1次と2次の確率的優位の事後平均、事

後メディアン及び 95%信用区間等を求めることができる。本研究の研究成果は、2012年12月にインドのパンジャブ大学で開催された 21st International Conference of Forum for Interdisciplinary Mathematics において報告された(学会発表②)。学会発表では多くの意見が寄せられた。それらの意見を考慮して、研究成果を英文論文としてディスカッション・ペーパー(DP-A-253, 北海道大学大学院経済学研究科)にまとめた。なお、現在、本研究は海外の専門誌に投稿中である。

(2) 社会階層の分析.

日本福祉大学経済学部の上田教授との共同研究である。

① 主観的社会階層データの分析.

個人が主観的に所属していると考えている社会的階層について、所得などの経済要因や年齢、性別などの人口学的要因を説明変数に用いて統計分析を行った。この分析の特徴は個人が貧困水準にあるか否かを考慮して推定を行っている点である。この研究では、大阪商業大学 JGSS研究センターの「日本版 General Social Surveys (JGSS)」の個票データを用いて実証分析を行った。JGSSでは、主観的社会階層のデータ以外にも、家計の所得状態、健康、家庭生活などに対する満足度が調査されている。このような複数の順序データの分析方法の1つとして多変量プロビットモデルがある。本研究では、Chen and Dey (2000) によって開発されたベイズ推定の方法を利用して分析を行った。その結果、貧困状態が主観的な社会階層に対して負の効果があることを示した。また、家計の所得状態に対する満足度は主観的社会階層に正の効果があるが、家庭生活や健康に対する満足度は主観的社会階層に顕著な効果を与えていないことも併せて示した。研究成果は英文論文としてディスカッション・ペーパー(DP-A-227, 北海道大学大学院経済学研究科)にまとめられた。その後、所得分布の専門誌である *Review of Income and Wealth* に投稿し、査読を経て採択された (doi:10.1111/roiw.12036, 雑誌論文①)。

② 生活満足度の階層移動.

家計経済研究所の「消費生活に関するパネル調査」の個票データを利用し、1994年から2006年までの家計の生活満足度の階層移動の分析を行った。階層移動表に基づき階層移動の変化を調べ、5種類の階層移動尺度の推定を行うとともに、推定値の妥当性を調べるために、ノンパラメトリック・ブートストラッ

プ法を用いて標準誤差を推定した。その結果、データ期間の後半に生活満足度が低下する家計の割合が高くなること、階層移動尺度の推定値は尺度の種類によって変化の様子に異なるがあること、また、階層移動尺度の種類によっては推定値が妥当な範囲に入らないものがあることなどが示された。研究成果は和文論文としてディスカッション・ペーパー(DP-B-92, 北海道大学大学院経済学研究科)にまとめられた。

(3) ポリコリック相関係数のベイズ推定.

ポリコリック相関係数及びポリシリアル相関係数に対応した偏相関係数のベイズ推定を考察した。ポリコリック相関係数及びポリシリアル相関係数は質的なデータに関する多次元尺度と密接な関係があり、本研究課題の延長線上に位置するものである。多変量プロビットモデルをベイズ法で推定することにより、変数間の相関行列を計算できる。さらに、得られた相関行列から偏相関係数を導出した。また、この研究では、シミュレーション・データ及び家計経済研究所の「消費生活に関するパネル調査」の個票データを用いた実証分析例を示した。研究成果は英文論文としてディスカッション・ペーパー(DP-A-238, 北海道大学大学院経済学研究科)にまとめられた。その後、イタリアの統計学専門誌である *Metron* に投稿し、査読を経て採択された(雑誌論文②)。

本報告書で参照した参考文献：

- Anderson, G. (1996), "Nonparametric tests of stochastic dominance in income distributions," *Econometrica*, **64**(5), pp.1183-1193.
- Barrett, G.F. and Donald, S.G. (2003), "Consistent tests for stochastic dominance," *Econometrica*, **71**(1), pp.71-104.
- Chen, M.-H. and Dey, D.K. (2000). "Bayesian analysis for correlated ordinal data models," in Dey, D.K., Ghosh, S.K. and Mallick, B.K. eds., *Generalized Linear Models: A Bayesian Perspective*, Marcel Dekker, pp.133-157.
- Chotikapanich, D. and Griffiths, W.E. (2006), "Bayesian assessment of Lorenz and stochastic dominance in income distributions," *Research on Economic Inequality*, **13**, pp.297-321.
- Davidson, R. and Duclos, J.-Y. (2000), "Statistical inference for stochastic dominance and for the measurement of poverty and inequality," *Econometrica*, **68**(6), pp.1435-1464.

- ・ Hasegawa, H. and Kozumi, H. (2003), “Estimation of Lorenz curves: A Bayesian nonparametric approach,” *Journal of Econometrics*, **115**(2), pp.277-291.
- ・ Jara, A., Hanson, T., Quintana, F. A., Muller, P. and Rosner, G.L. (2011), “Dppackage: Bayesian semi- and nonparametric modeling in R,” *Journal of Statistical Software*, **40**(5), pp.1-30.
- ・ Linton, O., Maasoumi, E. and Whang, Y.-J. (2005), “Consistent testing for stochastic dominance under general sampling schemes,” *Review of Economic Studies*, **72**(3), pp.735-765.

- (2) 研究分担者：なし
- (3) 連携研究者：なし

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 2 件)

- ① Hikaru Hasegawa and Kazuhiro Ueda, “Self-assessed social position and poverty,” *Review of Income and Wealth*, 近刊, 査読有.
- ② Hikaru Hasegawa, “On polychoric and polyserial partial correlation coefficients: A Bayesian approach,” *Metron*, 近刊, 査読有.

[学会発表] (計 2 件)

- ① Hikaru Hasegawa, “Bayesian analysis of stochastic dominance,” (Invited), 21st International Conference of Forum for Interdisciplinary Mathematics on Interdisciplinary Mathematics, Statistics and Computational Techniques, Panjab University, India, 2012 年 12 月 16 日.
- ② Hikaru Hasegawa, “Customer satisfaction and online hotel review evaluation,” 日本福祉大学経済学部ワークショップ, 日本福祉大学 (愛知県), 2011 年 1 月 27 日.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.econ.hokudai.ac.jp/~hasegawa/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長谷川 光 (HASEGAWA HIKARU)
北海道大学・大学院経済学研究科・教授
研究者番号：30189534