

令和元年6月1日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07897

研究課題名(和文) マイクロ・マーケティングによる食料・農産物需要の計量経済学的研究

研究課題名(英文) An econometric study of food demand from the micromarketing point of view

研究代表者

松田 敏信 (MATSUDA, Toshinobu)

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号：40301288

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年、消費者ニーズの多様化を背景にマイクロマーケティングが注目されている。本研究は消費者の異質性、品目の異質性、店舗系列の異質性という3つのランダム効果を含む階層ベイズモデルを用い、ビール系アルコール飲料需要に関する大標本ホームスキャンデータを推定した。消費者、品目、店舗系列のランダム効果を同時に推定したのは本研究が初めてであり、階層ベイズモデルを用いてビール系アルコール飲料の国内需要を分析したのも本研究が初めてである。また本研究の標本サイズは、階層ベイズモデルを推定した既存研究を大きく超えている。本研究により消費者別、品目別、店舗系列別にビール系アルコール飲料の需要分析・予測が可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、少子高齢化による人口減少や消費者ニーズの多様化などを背景に、従来のマスマーケティングに対し、消費者一人ひとりには異質だという認識のもとで消費者の区分を細分化したマイクロマーケティングや個々の消費者に焦点を当てたワントゥワンマーケティングが注目されている。本研究は消費者の異質性、品目の異質性、店舗系列の異質性という3つのランダム効果を含む階層ベイズモデルを用い、ビール系アルコール飲料需要に関する大標本のホームスキャンデータを推定した。実務面では、本研究の成果により個々の消費者ごと、個々の品目ごと、個々の店舗系列ごとにビール系アルコール飲料の需要を分析したり予測したりすることが可能となる。

研究成果の概要(英文)：Micromarketing has recently been gaining popularity. This research studies the demand for beer and beer-flavored alcoholic beverages in Japan using a hierarchical Bayesian model with three random effects---heterogeneity of consumers, items, and store chains---based on large-sample homescan data. The research is not only the first to estimate these three random effects at the same time, but the first to analyze the domestic demand for beer and beer-flavored alcoholic beverages by a hierarchical Bayesian model. The sample size of the data in this study is much larger than the previous studies estimating hierarchical Bayesian models. This research enables analysis and prediction of the demand of each consumer for each item of beer and beer-flavored alcoholic beverages in each store chain.

研究分野：農業経済学

キーワード：マイクロマーケティング ビール系アルコール飲料 消費者の異質性 品目の異質性 店舗系列の異質性 階層ベイズモデル ホームスキャンデータ ランダム効果

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、少子高齢化による人口減少や消費者ニーズの多様化などを背景に、従来のマスマーケティングに対し、消費者一人ひとりとは異質だという認識のもとで消費者の区分を細分化したマイクロマーケティングや個々の消費者に焦点を当てたワントゥワンマーケティングが注目されている。消費者の異質性を認識することは、企業のマーケティングのみならず消費者需要分析においても重要である。しかしながら、集計データはもちろん、たとえ個別消費者のマイクロデータ(個票データ)を用いても、通常の回帰モデルで推定されたパラメータは平均的な消費者の行動を表しているに過ぎない。また、観察されない異質性が存在するとき、それらを考慮しなければ欠落変数バイアスが生じる。例えば異なる消費者から反復して観測されたデータでは、観測自体を独立に実施しても、同一消費者の観測値間にはしばしば正の系列相関が生じる(Wooldridge, 2010)。系列相関のあるデータに対して独立性を仮定した分析を行うと、推定値の標準誤差が過小評価され、パラメータは有意になりやすい。

最小二乗法や最尤法などの頻度論的方法で消費者の異質性を考慮する場合、パネルデータの枠組みで異質性を固定効果またはランダム効果として扱うのが一般的である。POS データやホームスキャンデータには、観測値が 1 つだけの消費者がしばしば含まれている。固定効果モデルであってもランダム効果モデルであっても、頻度論的な推定では各消費者について 2 つ以上の観測値が必要であり、1 度だけ観測された消費者の異質性を考慮することができない。しかし、観測値が 1 つしかない消費者のなかには将来のリピーターが含まれるかもしれないので、このような消費者の異質性を無視するのは適切でない。また、頻度論的方法によるランダム効果モデルの推定はしばしば安定せず、特に 2 つ以上のランダム効果を含むモデルを頻度論的に推定することは難しい(久保, 2012)。さらに、ランダム効果の母集団の標準偏差は推定されるが、ランダム効果そのものは推定の過程で積分消去されるのでわからない。

一方、階層ベイズモデルでは 2 つ以上のランダム効果を含む場合でも安定した推定を行うことができる。また、1 度しか観測されていない消費者、品目、店舗系列を含めて消費者別、品目別、店舗系列別にランダム効果の事後分布を推定できるので、消費者間、品目間、店舗系列間に存在する原因不明の異質性を考慮したモデリングが可能となる。階層ベイズモデルでは、ランダム効果のパラメータに階層事前分布と呼ばれる階層的な構造を与える。個々の消費者、品目、店舗系列に関するデータがどんなに少なくとも消費者別、品目別、店舗系列別にランダム効果の事後分布を推定でき、データの少なさは単に事後分布の分散が大きいという不確実性として反映される。すなわち、階層ベイズモデルを用いることで、個々の消費者、個々の品目、個々の店舗系列に焦点を当てたマーケティングが可能となる。これまでに階層ベイズモデルを用いた消費者需要分析には、消費者の異質性をランダム効果とした Allenby and Rossi (1998), Chang et al. (1999), 日高・佐藤(2016)、品目の異質性をランダム効果とした石橋(2018)、消費者の異質性と品目の異質性をともにランダム効果として推定した Ansari et al. (2000)などの研究成果がある。

2. 研究の目的

本研究は消費者の異質性、品目の異質性、店舗系列の異質性という 3 つのランダム効果を含む階層ベイズモデルを用い、ビール系アルコール飲料需要に関する大標本のホームスキャンデータを推定する。消費者、品目、店舗系列のランダム効果を同時に推定するのは本研究が初めてであり、階層ベイズモデルを用いてビール系アルコール飲料の国内需要を分析するのも本研究が初めてである。また推定に用いる標本の大きさにおいて、本研究は階層ベイズモデルを推定した既存研究を大きく超えている。マーケティングの実務面では、本研究のモデルにより消費者別、品目別、店舗系列別にビール系アルコール飲料の需要分析や予測を行えるようになる。

3. 研究の方法

(1) 分析に用いるのは、株式会社マクロミルによるビール系アルコール飲料のホームスキャンデータを、消費者別、品目別、店舗系列別、月別に集計することにより作成した観測値数 $I = 870,941$ 、消費者数 $C = 34,401$ 、品目数 $L = 2,823$ 、店舗系列数 $S = 382$ の標本である。購入量(ml)の(自然)対数を被説明変数とし、説明変数のうち価格は総務省統計局の消費者物価指数(総合、都道府県庁所在都市別)で実質化して対数をとっている。なお、ダミー変数の平均値は当該カテゴリーの相対的な購入頻度を表している。

(2) 消費者、品目、店舗系列についてはそれぞれの背後に母集団を仮定し、消費者、品目、店舗系列はそれぞれの母集団からランダムに標本抽出されたものと捉え、それぞれの異質性をランダム効果として扱う。背後に母集団を想定できることに加え、本研究のデータがランダム効果の母集団の標準偏差を推定するのに十分な数の消費者、品目、店舗系列を含むことから、それらの異質性についてはランダム効果として捉えるのが適切であると考えられる。なお、消費者、品目、店舗系列についてそれぞれ $C - 1$ 個、 $L - 1$ 個、 $S - 1$ 個のダミー変数を説明変数に取り入れることで、それらの異質性を固定効果として扱った場合、大量のダミー変数の導入は推定における自由度を著しく低下させ、他のパラメータの標準誤差を増大させて推定の精度に悪影響を及ぼす。ランダム効果のパラメータは消費者、品目、店舗系列について定数項からのランダムな偏差を表す。一方、性別、月、都道府県など、全体を有限個のカテゴリーで表

現している場合は、各カテゴリーの効果(ベースラインに選んだカテゴリーとの差)を固定効果として扱う。その結果、定数項を含む $J = 116$ 個の説明変数のパラメータ、3つのランダム効果の標準偏差(超パラメータ)、および誤差項の標準偏差(パラメータ)は、標本を通して一定の固定効果となる。

(3) 説明変数および消費者、品目、店舗系列の異質性が購入量に与える影響を調べるため、需要関数を線形の階層ベイズモデルとして定式化する。事前分布と超事前分布、すなわちデータが得られる前に分析者がそれぞれパラメータと超パラメータに関して抱いている確率分布は次のように、ランダム効果については階層事前分布とし、また固定効果については特に事前情報がないので、分析者の主観を排除するために十分に幅の広い連続一様分布とする。ベイズの定理より、パラメータと超パラメータの同時事後分布、すなわちデータが得られた後のパラメータと超パラメータの同時確率分布を推定する。

(4) ベイズ推定は一般に煩雑な積分計算を伴うため、事後分布を導出する際に何らかの近似が必要となる。代表的な近似アプローチとして、マルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法、変分ベイズ法、ラプラス近似などがある。これらのうちMCMC法が最もよく用いられているが、本研究の階層ベイズモデルにMCMC法による推定を試みたところ、現実的な計算時間で収束が得られなかった。そこで、MCMC法より高速で機械学習において広く利用されている変分ベイズ法の一実装である Automatic Differentiation Variational Inference (ADVI)を用いた。変分ベイズ法は、因子分解可能な分布によって真の事後分布を近似することで計算を単純化し非常に高速であるため、本研究のように大標本データを扱う場合にMCMC法の代替となる。

4. 研究成果

(1) 対数実質価格のパラメータは価格弾力性であり、対数実質価格以外の説明変数が不変の場合に同一消費者、同一品目、同一店舗系列、同一時点において実質価格が1%上昇すると購入量は1.2%減少することを示している。全体としてビール系アルコール飲料はやや奢侈財だといえる。既存研究の(自己)価格弾力性推定値をみると、日本のビール系飲料に関する中島(2016) (-26.51 ~ -15.55)、米国のビールに関する Hausman et al. (1994) (-6.205 ~ -3.763)、Rojas and Peterson (2008) (-17.936 ~ -1.165)、Lopez and Matschke (2012) (-5.054 ~ -1.770)など、概して本研究の事後平均(-1.184)に比べて絶対値が大きい。これらの既存研究では銘柄レベルおよび地域レベルに集計したデータを用いて銘柄別に価格弾力性が推定されており、価格以外でモデルに取り入れられた説明変数は数個~十数個である。本研究は消費者間、品目間、店舗系列間で未集計のデータを用い、特に消費者の属性に関して多くの説明変数を含む。これら大量の説明変数が不変の場合という条件は、説明変数の数が比較的少ない既存研究に比べて強い制約となるため、価格に対する購入量の反応が既存研究より小さくなっている可能性がある。

(2) 定数項と対数実質価格を除く説明変数のパラメータ b_j は各説明変数の効果であり、他の説明変数が不変ならば、当該説明変数が1単位増加すると購入量は $100b_j\%$ 増加することを表す。この定義より、ダミー変数のパラメータの事後平均(または推定値)と、観測データにおける当該カテゴリーの相対的な購入頻度を表すダミー変数の平均値では、カテゴリー間の大小関係が必ずしも一致しない。例えば婚姻関係について、データ上の購入頻度は離死別者 未婚者 既婚者の順で高いが、推定結果では未婚者 離死別者 既婚者の順に購入量が多くなる。また国内大手4社について、データ上の購入頻度はC社 D社 A社 B社の順に高いが、購入量はD社 C社 B社 A社の順に多くなると推定されている。世帯年収について、データ上は400万円以上500万円未満のカテゴリーの購入頻度が最も高いが、他の説明変数が不変ならば、ほぼ世帯年収の高いカテゴリーほど購入量が多いことから、所得に対する購入量の反応は概ねプラスだと考えられる。8月を中心とする夏季と12月において特に高くなるデータ上の購入頻度と、他の説明変数を不変とした場合の購入量の反応についても、カテゴリー(月)間の大小関係は必ずしも一致しない。

(3) 他の説明変数が不変ならば、購入量は毎月0.7%減少し、世帯主年齢が1歳上昇すると0.7%増加する。女性よりも男性、非世帯主よりも世帯主の方が購入量は多い。職種については学生 ブルーカラー ホワイトカラー その他・無職 専業主婦 自営・自由業の順に購入量が多くなる。19~60歳の世帯人数が増えると購入量は減少し、61歳以上の世帯人数が増えると購入量は増加する。末子年齢が1~6歳の人には子供がいない人よりも購入量が多く、末子年齢が4~6歳の人には特に多い。一方、末子年齢が13~18歳の人には子供がいない人よりも購入量が少ない。家族構成については2世代同居 3世代同居 単身 夫婦のみ その他の順に購入量が多くなる。住居形態については社宅・官舎 賃貸マンション・アパート 一戸建て借家 分譲マンション・アパート(持家) その他 一戸建て持家の順に購入量が多くなる。他の説明変数が不変ならば、新ジャンルに比べてビールの需要が12.4%、発泡酒の需要が3.1%多い。酒税法改正により税率が統一されれば、発泡酒や新ジャンルからビールへ需要が回帰していくことを示唆している。

(4) ランダム効果について、各パラメータの事後平均の分布をヒストグラムに描き、さらに事後平均の標本平均を平均、事後平均の不偏標準偏差を標準偏差とする正規分布の確率密度関数を重ね合わせて表示すると、 n が十分大きな消費者と品目は、それぞれ正規分布に近い分布となっている。母集団がどのような分布でも、そのサイズ n の標本平均は漸近的に正規分布に従うという中心極限定理に矛盾しない結果といえる。

<引用文献>

Allenby, G. M. and Rossi, P. E.: Marketing Models of Consumer Heterogeneity. *Journal of Econometrics*. 89: 57-78, 1998

Ansari, A., Essegai, S., and Kohli, R.: Internet Recommendation Systems. *Journal of Marketing Research*. 37: 363-375, 2000

Chang, K., Siddarth, S., and Weinberg, C. B.: The Impact of Heterogeneity in Purchase Timing and Price Responsiveness on Estimates of Sticker Shock Effects. *Marketing Science*. 18: 178-192, 1999

Hausman, J. A., Leonard, G. K., and Zona, J. D.: Competitive Analysis with Differentiated Products. *Annales d'Economie et de Statistique*. 34: 159-180, 1994

日高徹司・佐藤忠彦：消費者とブランドとの関係を考慮した階層ベイズモデルによるクロスメディア効果推定 .日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, 59: 106-133, 2016

石橋敬介：POS データと階層ベイズモデルによる品目レベルのコメの価格弾力性推定 .2018年度日本フードシステム学会大会個別報告, 東京大学(東京都・文京区), 2018

久保拓弥：データ解析のための統計モデリング入門 一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC .岩波書店: 東京, 2012

Lopez, R. A. and Matschke, X.: Home Bias in US Beer Consumption. *Pacific Economic Review*. 17: 525-534, 2012

中島亨：製品差別化を考慮したビール系飲料に関する消費者需要と市場支配力 . 農業経済研究, 88: 184-189, 2016

Rojas, C. and Peterson, E. B.: Demand for Differentiated Products: Price and Advertising Evidence from the U.S. Beer Market. *International Journal of Industrial Organization*. 26: 288-307, 2008

Wooldridge, J. M.: *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. 2nd ed., MIT Press: Cambridge, Mass., 2010

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

浅井隆之・草苺仁・松田敏信：パン類需要の規定要因に関する計量分析 . 農業経済研究, 90(4): 397-400, 2019, 査読有

Dinku, S. Y. and Matsuda, T.: Evaluating the impact of the BSE and FMD outbreaks on meat demand: an Engel curve analysis of Japanese daily data. *Journal of Japanese Society of Agricultural Technology Management*, 25(1): 1-12, 2018, 査読有

Dinku, S. Y. and Matsuda, T.: Regional effects on the demand for meat in Japan. *Journal of Japanese Society of Agricultural Technology Management*, 24(3): 103-117, 2017, 査読有

李明圓・松田敏信：中国都市部と農村部における家計消費需要の比較 需要システムによる推定 . 農業生産技術管理学会誌, 24(2): 51-60, 2017, 査読有,
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201702287147208915&rel=0

李明圓・松田敏信・穆月英：中国都市部の家計食料需要に関する計量分析 . 農業生産技術管理学会誌, 23(3): 9-16, 2016, 査読有,
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201702254938749404&rel=0

〔学会発表〕(計4件)

浅井隆之・草苅仁・松田敏信: 主食の多様化局面におけるパンの需要動向. 日本農業経済学会, 北海道大学(北海道・札幌市), 2018年5月27日

Matsuda, T.: Incorporating demand shifters in the almost ideal demand system: simpler solutions. Theoretical Economics and Agriculture, Hokkaido University (Sapporo, Hokkaido), May 25, 2018

Dinku, S. Y. and Matsuda, T.: Regional effects on the demand for meat in Japan. Farm Management Society of Japan, Kyushu University (Fukuoka, Fukuoka), September 16, 2017

小木曾健一・松田敏信: 気温過程に対するビール支出比率の反応の非対称性 気温上昇時と下降時の差異 . 地域農林経済学会, 近畿大学(東大阪市・大阪府), 2016年10月29日

〔図書〕(計1件)

松田敏信: 農業経済学事典. 丸善出版, 第8章第6項・第7項, 2019(印刷中)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。