

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：32675

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K12881

研究課題名（和文）分位点回帰のマーケティングへの応用

研究課題名（英文）Application of quantile regression to marketing

研究代表者

長谷川 翔平（Hasegawa, Shohei）

法政大学・経営学部・准教授

研究者番号：30712921

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は分位点回帰をマーケティング・データへ応用することで、消費者をより深く理解し、マーケティング戦略への示唆を得ることである。実データを用いた分析では分位点回帰を広告効果測定、効果的なマーケティング変数の選択、顧客満足度の因果モデルに応用した。広告効果測定への応用では、通常の回帰分析では効果が薄いと判断された広告も上位の分位点で効果が認められるケースがあった。変数選択への応用では、分位点によってモデルの説明変数として選択される変数は異なる様子が示された。顧客満足度モデルへの応用では分位点によって係数が異なり、顧客満足度に影響する要因が満足度が高い顧客と低い顧客で異なる可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

分位点回帰は経済学で広く応用されている分析方法で、目的変数の条件付き分位点を推定することができる。その有用性にもかかわらず、マーケティングではほとんど利用されていない。本研究では分位点回帰をマーケティングデータに適用することで対象を通常の回帰分析よりも詳細に理解した。同じマーケティング変数を受けていても購入数量が多い優良顧客を理解するはマーケティング施策の改善につながる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to understand consumers more deeply and to obtain suggestions for marketing strategies by applying quantile regression to marketing data. In the analysis using actual data, quantile regression was applied to the measurement of advertising effectiveness, the selection of effective marketing variables, and the causal model of customer satisfaction. In the application to the measurement of advertising effectiveness, there were cases in which advertisements that were judged to be ineffective in the ordinary regression analysis were found to be effective in the upper quartile. In the application to variable selection, it was shown that the variables selected as explanatory variables for the model differed depending on the quartile. In the application to the customer satisfaction model, the coefficients differed depending on the quartile, indicating that factors affecting customer satisfaction may differ between customers with high and low satisfaction levels.

研究分野：マーケティングサイエンス

キーワード：分位点回帰 マーケティング

1. 研究開始当初の背景

経営学ではデータを分析する際に様々な統計モデルが用いられるが、その多くは平均または条件付き期待値を推測するモデルである。説明変数と目的変数の関係を分析する通常の回帰分析も説明変数で条件付けた目的変数の条件付き期待値を推定する分析方法である。しかし、条件付き期待値を推定しただけでは不十分な場合があり、例えば、購入数量が多い優良顧客と少ない顧客ではマーケティングに対する反応がどの程度違うのか知りたい場合などが挙げられる。また、平均的な顧客と優良顧客で消費者特性が異なっていた場合、条件付き期待値を求める統計モデルの結果からマーケティング戦略を決定すると、平均的な顧客には効果があるが、優良顧客には効果がない可能性もある。

分位点回帰 (Koenker and Bassett, 1978) は経済学で広く応用されている分析方法で、目的変数の条件付き分位点を推定することができる。分位点毎に異なる回帰係数を推定できるため、経済学分野では低所得者 (下位分位点) と高所得者 (上位分位点) の教育リターンの比較などの格差研究で利用されている。一方で、その有用性にもかかわらず、マーケティングでは現状としてほとんど利用されていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、分位点回帰をマーケティング・データへ応用することで、消費者の行動をより深く理解し、マーケティング戦略への示唆を得ることである。分位点回帰は説明変数で条件付けた複数の分位点を比較して考察を行うことが可能で、例えば、分位点 ($0 \leq p < 1$) ごとの回帰係数 β_p のうち、下位分位点の回帰係数 $\beta_{0.2}$ と上位分位点の回帰係数 $\beta_{0.8}$ を比較することができる。マーケティング・データへの応用では、購入数量などの目的変数を対象とした分位点回帰により、下位分位点と上位分位点で消費者の意思決定における説明変数 (価格やプロモーションなどのマーケティング変数) の影響を比較することができる。

マーケティング・データでは、消費者のブランド選択や選択式アンケートの回答などの離散データや目的変数が複数あり多変量データを扱うことが多く、分位点回帰による分析が難しいケースが多い。それに対し、本研究ではデータに対して、ベイズモデリングを利用した推定法を提案することで、マーケティングでも分位点回帰の有用性を示し、条件付き期待値以外の新しい視点からマーケティング戦略の意思決定を支援する方法を考察する。

3. 研究の方法

本研究では主に3つの研究を行った。

(1) 広告効果測定

消費者個別の購買情報と広告接触を同時に記録したシングルソースデータを用いて、テレビCM、雑誌広告、新聞広告 Web サイトなどの様々なプロモーションが消費者の購買に与える影響の分析を行った。利用したデータのうち、目的変数の購買情報が具体的な購買数量ではなく、「週に1回」「週に2回」などのアンケート形式で収集された離散変数の順序カテゴリカル変数のため、本研究の分析モデルは、順序プロビットモデルのベイズ推定と分位点回帰を組み合わせたモデルによりパラメータの推定を行った。

(2) 変数選択

分位点により目的変数への影響の有無には違いがある可能性がある。例えば、ある説明変数は中位から下位の分位点では目的変数に影響がないが、上位の分位点では影響がある などである。この研究では、競合ブランドの価格やプロモーションが自社ブランドの販売数量にどのような影響を与えているか、分位点回帰によって分析を行った。これにより、下位の分位点では競合関係にないが、販売数量が多い上位の分位点では競合関係にあるといった、ブランド間の競合関係を通常の回帰分析よりも詳細に分析することが出来る。変数選択には spike-and-slab 型事前分布を用いたモデルを使い、 $\beta_p \neq 0$ を確率的に評価を行った。このモデルは競合ブランドが多い場合や説明変数が多い場合に結果の解釈を容易にするという利点もある。

(3) 顧客満足度

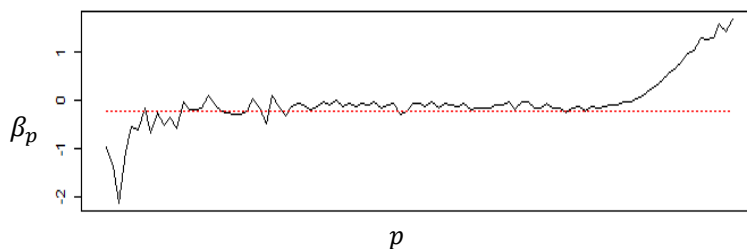
JCSI (日本版顧客満足度) をもとに顧客満足度と関連する変数の因果関係を分位点回帰によって分析を行った。本研究では、顧客満足度の原因 (顧客期待, 知覚品質, 知覚価値) および、顧客満足度の結果 (推薦意向, 顧客ロイヤリティ) を分析対象としている。これにより、満足度が高い消費者と低い消費者では顧客期待の影響度合いにどの程度の差があるのか、顧客ロイヤリティが高い消費者と低い消費者では顧客満足度からの影響度合いにどの程度の差があるのか、などを考察することが出来る。

4. 研究成果

(1) 広告効果測定

ビール系飲料の購買頻度を目的変数、TVCM・雑誌広告・新聞広告の接触回数およびWEBサイト閲覧回数を説明変数とした分位点回帰により広告効果の測定を行った。図1はTVCMの回帰係数推定値（横軸：分位点、縦軸：回帰係数）を表したもので、赤い点線が通常の回帰分析における係数推定値、黒い実線が分位点回帰による係数推定値を表している。通常の回帰分析では、回帰係数がほぼゼロに推定されて、TVCMの効果がないと判断されるが、分位点回帰では上位の分位点で係数がプラスとなっており、広告効果が認められることが分かる。この結果から、通常の回帰分析からの考察では広告効果が認められないため、広告出稿を停止するという意思決定がされるかもしれないが、実は購買頻度が大きく増加した消費者には高い広告効果が認められ、製品の販売において広告が大きな役割を果たしている可能性が示唆される。その他の分析結果として、TVCM以外の広告媒体では上位の分位点で広告効果が逆に減少する媒体もあった。この研究より、条件付き期待値から意思決定を行った場合、間違っただけの意思決定を行ってしまう可能性が示唆された。

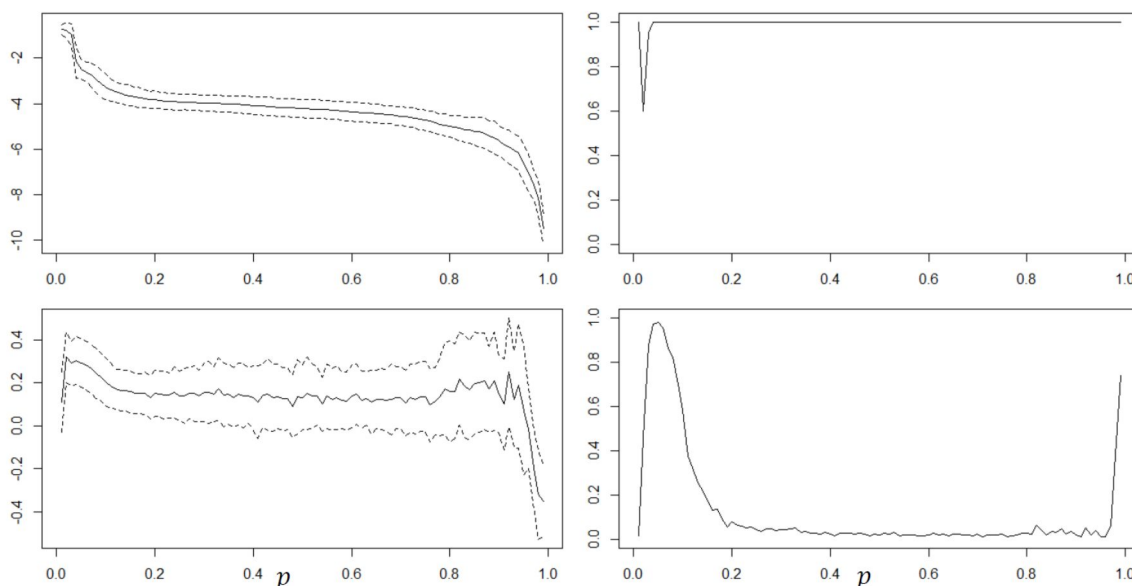
図1 TVCMの回帰係数推定値 ($0.1 \leq p \leq 0.9$)



(2) 変数選択

ツナ缶の販売数量データを用いて、自ブランドの販売数量を目的変数、自ブランドと競合6ブランドの価格・店頭ディスプレイ広告実施を説明変数（7ブランド×2変数=計14変数）として、各分位点でどの説明変数が目的変数に影響しているのかを変数選択と分位点回帰を組み合わせた手法で分析した。図2は推定された自己価格と自己ディスプレイ広告の回帰係数を表している（どちらも横軸は分位点）。右側の $\text{Prob}(\beta_p \neq 0)$ から読み取れるように、自己価格は、ほぼ全ての分位点で $\text{Prob}(\beta_p \neq 0) = 1$ となっており、ほぼ全ての分位点で $\beta_p = 0$ である可能性は低い、つまり販売数量に影響していることを示している。一方で自己ディスプレイ広告の方は、 $p > 0.2$ の分位点で $\text{Prob}(\beta_p \neq 0)$ がゼロに近い値となっており、多くの分位点で広告が有効に働いていない可能性が示された。競合ブランドの価格については、全ての分位点で自己ブランドに影響を与えて価格面で競合関係にあるブランドもあれば、上位の分位点でのみ競合関係にあるブランド、ほとんどの分位点で $\text{Prob}(\beta_p \neq 0)$ がゼロに推定されて、競合関係にないブランドなどの存在が示された。競合ブランドのディスプレイ広告は全てのブランド、全ての分位点で影響がなかった。この研究より、分位点によってはブランド間の競合関係や影響する説明変数が異なる可能性があることが示され、競合対策として新たな視点からの考察を可能とした。

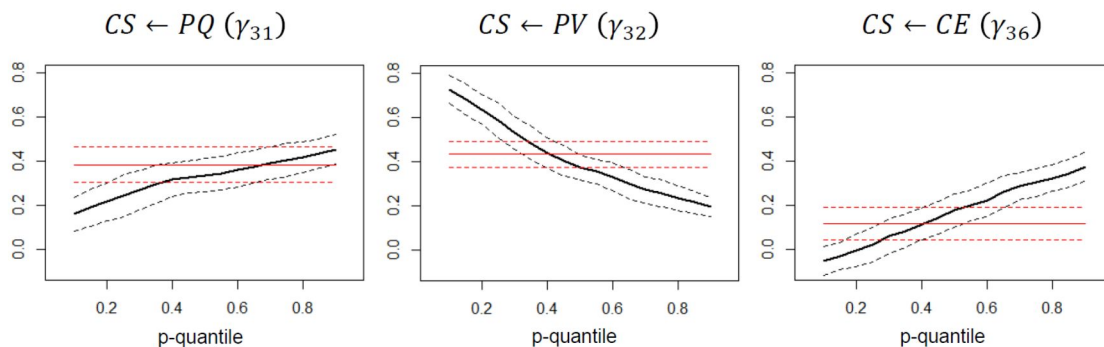
図2 自己価格（上段）と自己ディスプレイ広告（下段）の推定値
左：回帰係数推定値，右： $\text{Prob}(\beta_p \neq 0)$



(3) 顧客満足度

あるホテルを利用したことがある顧客に満足度とその原因およびその結果に関連するアンケートをとったデータを用いて、満足度が下位と上位の分位点の顧客にどのような差があるのか分析を行った。図3は、満足度（CS）を目的変数、PQ（知覚品質）・PV（知覚価値）・CE（顧客期待）を説明変数として推定した回帰係数である（赤線は通常の回帰分析、黒線は分位点回帰、点線は係数の95%区間）。分析結果からはPQに比べて、PVとCEの方が下位分位点と上位分位点での回帰係数の差が大きいことがわかる。また、PVは下位分位点と比べて上位分位点の方が係数が小さいのに対し、CEは下位に比べて上位分位点の方が係数が大きいことが分かる。他のホテルのデータでは通常の回帰分析と分位点回帰で推定される回帰係数にほとんど差がないケースもあり、ホテルによって顧客の満足度構造が違うことが示された。

図3 満足度（目的変数）とその原因（説明変数）の間の回帰係数推定値



<引用文献>

- Alhamzawi, R. and K. Yu (2012), "Variable selection in quantile regression via Gibbs sampling," *Journal of Applied Statistics*, 39 (4), 799-813.
- Koenker, R. W. and G. Bassett (1978). "Regression Quantiles," *Econometrica*, 46(1), 33-50.
- Rahman, M. A. (2016), "Bayesian quantile regression for ordinal models," *Bayesian Analysis*, 11 (1), 1-24.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 長谷川翔平	4. 巻 57
2. 論文標題 分位点回帰によるマーケティングの効果測定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 経営志林	6. 最初と最後の頁 27～33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Shohei Hasegawa
2. 発表標題 Analyzing Users' Posting Behavior on a Q&A Website Using LDA and BTYD Model
3. 学会等名 ISMS Marketing Science Conference 2022（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川翔平
2. 発表標題 BTYDモデルによるQ&Aサイトの投稿行動の分析
3. 学会等名 日本マーケティング・サイエンス学会 第111回研究大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shohei Hasegawa
2. 発表標題 Understand Advertising Effectiveness Using Quantile Regression
3. 学会等名 INFORMS Marketing Science Conference 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川翔平
2. 発表標題 分位点回帰による顧客満足度因果モデルの推定
3. 学会等名 2019年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shohei Hasegawa
2. 発表標題 Estimating the Causality of Customer Satisfaction using a Quantile Regression Model
3. 学会等名 International Workshop on Marketing and Data Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関