

ベイジアンモデリングによる個人別消費者購買行動に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-07-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奥野, 拓也 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/19553

「博士学位請求論文」審査報告書

審査委員（主査） 総合数理学部 専任准教授

氏名 中村 和幸 ㊞

（副査） 総合数理学部 専任教授

氏名 乾 孝治 ㊞

（副査） 先端数理科学研究科 特任准教授

氏名 田野倉 葉子 ㊞

（副査） 筑波大学ビジネスサイエンス系 教授

氏名 佐藤 忠彦 ㊞

1 論文提出者 氏名 奥野 拓也

2 論文題名

（邦文題） ベイジアンモデリングによる個人別消費者購買行動に関する研究

（英文訳） Research on consumer purchasing behavior by Bayesian modeling

3 論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。

第1章 はじめに

第2章 先行研究のレビュー

第3章 個人別購買行動におけるプロモーションの効果

第4章 購買間隔の規則性

第5章 おわりに

付録A・付録B

4 論文の概要

第1章では、本論文が対象とする個人別消費者購買行動について、その研究背景と問題意識、ならびに購買行動解明の必要性について論じている。最初に、マスマーケティングから個別化マーケティングへと変化してきている歴史的な流れについて、コトラーらによる分類を基礎として整理・レビューし、個人別マーケティングの重要性が増してきていることを説明している。さらに、個人別マーケティングのための情報源として、フリークエント・ショッパーズ・プロ

グラム(FSP)に付随する ID 付き POS データが蓄積されているが、必ずしも活用しきれていない現状を示し、ID 付き POS データ分析の高度化とその活用の必要性に関する指摘をしている。また、顧客行動情報の測定としてみたときの断片性について説明し、データ取得をマルチチャンネル化・高度化するだけでは顧客行動の理解にはつながらない点を述べている。このことから、顧客行動に関する仮説を立て、それに対して ID 付き POS データを通じた購買行動検証を行うアプローチの有効性を指摘している。

以上の指摘に基づき、本論文においては、ID 付き POS データの分析を通じた購買行動の解明を目的とした検証と議論を展開するとしている。特に、One to One マーケティングにおけるセールスプロモーションの効果推定、ならびに顧客購買頻度と購買間隔の意味での購買パターン推定の2つの推定問題を通じて検証するとし、その検証のためにベイズモデルを用いている。

第2章では、顧客個人毎の異質性と購買行動のダイナミクスという、本研究が対象とする2つの推定問題に関係する先行研究のレビューを行っている。最初にセールスプロモーションが購買行動に与える影響を取り込んだ離散選択モデルを用いた推定について網羅的にレビューしている。先行研究では、個人毎の購買行動の異質性が取り込まれている研究はあるが、同時に時間変動を取り込んだ研究がなされていない点を指摘している。次に、時間変動を見るために用いられる、状態空間モデルを適用した研究についてのレビューが与えられている。状態空間モデルの個人レベルデータへの適用については、セールスプロモーションが来店に与える影響に関する先行研究が存在する一方、同様の枠組を用いた購買に与える影響についての先行研究がない点を指摘している。

次いで、購買間隔に関係した先行研究について述べている。まず、顧客の購買行動の一つとして見た時の購買間隔のモデル化についてレビューしている。次に、顧客の購買行動を表現するリセネシー・フリークエンシー・マネタリー (RFM) 分析を用いた顧客関係管理(CRM)に関する研究が広く行われ有効である点について、顧客生涯価値につなげた先行研究を通じて指摘している。さらに、RFM 分析を補強する新たな指標である「克蘭ピネス」を含めた RFMC 分析が提案されたが、RFM 分析でなされているような簡潔な記述のためのモデル化はなされておらず、高度な学術的分析の障害となっていたこと、その後の研究で、確率モデルとしての表現がなされたこと、高度な分析のためには更なる拡張が重要な研究課題であることを指摘している。

第2章の最後に、ここまでのレビューの内容をまとめるとともに、本論文の位置づけと学術的貢献について示している。セールスプロモーションに関しては、One to One マーケティングのプロモーション効果推定の枠組の提案、ならびに推定結果を通じた有用性の検証が新たな貢献であるとしている。購買間隔に関しては、克蘭ピネスに注目し、従来は定常パラメータとして推定されていた克蘭ピネスについて、その時間変動を新たに推定可能とした点が新たな貢献であるとしている。

第3章では、個人別購買行動におけるプロモーションの効果について、ID 付き POS データを用いた分析の枠組を示すとともに、実証分析により有効性検証をしている。まず、比較対象となる従来モデルについて説明したうえで、提案モデルを説明している。まず来店効用と購買効用を表現するモデルを構築している。来店効用に対しては購買効用の効果を含め、購買効用

にはセールスプロモーションの効果を含めたモデル化を提案している。来店効用については、トレンド成分を含めている。また、各効用に寄与する説明変数に対する回帰係数については、必要に応じて非線形変換を適用したうえで、その時間変動がランダムウォークに従うとしている。効用と来店・購買行動との関係には、離散選択モデルを利用している。以上の枠組は、非線形状態空間モデルとして定式化でき、粒子フィルタによる状態推定によって、トレンド成分に加えて、説明変数に対する時変係数の推定が可能であるとしている。ハイパーパラメータについては、粒子群最適化の適用による決定を提案している。

続いて、スーパーにおける ID 付 POS データの実データを用いて、モデルの判別性能を調べることで、提案手法の妥当性と有効性について検討している。比較を行うモデルとして、代表的なアプローチである静的ロジットモデルならびに階層ベイズモデルを選択し検証している。その結果、来店の判別率については、提案手法が他手法より良いという結果を得ている。また、購買については、階層ベイズモデルのほうが判別率の点でわずかに上回っているが、セールスプロモーション効果が負となっており、非整合的な推定となっているのに対し、提案手法ではセールスプロモーション効果が正となるような適切な推定が与えられ、より有効な結果を得ている。

さらに、個人毎の特徴の推定について、3名を抽出して示している。ここでは、ロイヤリティや FSP のクーポンに対する反応についての定量的な推定を個人毎に得られること、また、割引が選択確率に与える影響について、初期に最大となり逓減する顧客が大半であるが、それから外れるような顧客がいることを報告している。加えて、全顧客について平均をとることで、内的参照価格の低下による FSP への反応低下という従来の知見と整合的な結果が確認されている。特に、値引き額の大きい商品のほうがより早く効果が減少するという結果を得ている。

第4章では、RFMC 分析のクランピネスに注目し、個人毎の時間変動を推定し顧客のパターンを明らかにすることを目的としたうえで、モデルの提案と検証をしている。購買発生間隔を発生率と不規則性の組み合わせからなるモデルとして、これらを時変パラメータとして持つガンマ分布によるベイズモデル化を提案している。時変パラメータの事前分布としては、ガウス過程を設定している。さらに、与えられたモデルに対して、購買間隔データを観測とした状態空間モデルによる表現を与えたうえで、非線形カルマンフィルタによって推定可能であることを示している。

次に、EC サイトの購買データを用いて実証分析を行っている。分析の結果、購買発生率と不規則性を表すパラメータについて、個人毎の時間変動も含めた推定が可能であることを示している。さらに、商品カテゴリ毎に平均的な購買発生率と不規則性パラメータについて分析し、商品カテゴリの特性にあわせた定期購買客の違いを明らかにしている。その結果、RFM 分析では優良顧客として判断されないような顧客であっても、購買間隔の規則性の高さから優良顧客として判断できる顧客が存在していることを示している。さらに、購買間隔の一期先予測について、時間変動するクランピネスを考慮にいたした提案モデルによる購買間隔予測結果と、平均購買間隔による予測との比較を行い、提案モデルがより高い予測精度を与えることを示している。

第5章では、論文全体のまとめを与えている。本論文では、購買に与えるプロモーション効果、ならびに購買間隔について個人毎に評価するためのモデルの提案と検証を実施しているこ

と、特に、個人毎のマーケティング変数の時間変動を捉えることを重視して検証し、新たな知見を得ている点についてまとめている。さらに、今後の課題や研究の発展の方向性について議論している。

5 論文の特質

本論文では、購買行動に係る諸変数の時間変動を定量的に分析するモデルを提案し、実証分析を実施している。セールスプロモーションが購買行動に与える影響の時間変動については、これまでに提案されているモデルを拡張したうえで、ハイパーパラメータの推定を粒子群最適化により与えることで適切な推定が得られる点を示している。実証分析により、個人毎のセールスプロモーションが購買行動に与える影響が抽出され、マスの分析では可視化されていなかった購買パターンが明らかになっている。購買間隔の規則性の分析においては、パラメータの時間変動を新たに付け加えたモデルの拡張をしている。このような拡張は推定の困難性を伴う場合が多いが、ガウス過程を事前分布として導入して解決している。実証分析においては、RFM 分析では可視化されなかったタイプの顧客を抽出するとともに、時間変動を適切に含めることで、これまでより精度の高い一期先予測を与えることが可能となっている。これらの点は、本論文で新たに得られている枠組と知見である。

6 論文の評価

本論文は、個人毎の購買行動について大量データが得られ、One to One マーケティングに関する分析が重要となってきた現状において、個人毎の購買行動の時間変動に注目して統計分析を実施した独創的な論文である。通常、時間変動の導入はパラメータ推定に困難性を伴うことが多いが、粒子群最適化を用いた解決を行い、有効性を示している。また、実証分析の結果、これまで RFM 分析では可視化されにくいタイプの定期購買層の重要性について示唆を与えており、マーケティングサイエンス上も有用な成果を得ている。得られた結果は、普遍的な枠組も備えており、マーケティングサイエンスと数理科学にとって重要かつ有用な成果である。以上のことから、本論文は、数理科学の論文として独創的かつ有意義なものであると評価することができる。

7 論文の判定

本学位請求論文は、先端数理科学研究科において必要な研究指導を受けたうえ提出されたものであり、本学学位規程の手続きに従い、審査委員全員による所定の審査及び最終試験に合格したので、博士（数理科学）の学位を授与するに値するものと判定する。

以 上