

氏 名 佐 藤 忠 彦

学位（専攻分野） 博士(学術)

学 位 記 番 号 総研大甲第738号

学位授与の日付 平成16年3月24日

学位授与の要件 数物科学研究科 統計科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学 位 論 文 題 目 マルコフ切換モデルによる観測されない特別陳列

実施の有無の統計的推測法に関する実証研究

論 文 審 査 委 員 主 査 教授 田村 義保
教授 樋口 知之
助教授 佐藤 整尚
教授 照井 伸彦（東北大学）
教授 和合 肇（名古屋大学）

論文内容の要旨

マーケティングにおいて、スーパーマーケットで販売されるブランドの売上には、通常値引き販売と呼ばれる価格プロモーションと小売業の店頭における特別陳列の実施が強く影響することが知られている。通常、店頭で獲得される販売データである POS (Point Of Sales) データでは、販売点数、販売金額、来店客数のデータは取得できる。そのため、通常売価と比較して値引きがどの程度されていたか、すなわち価格プロモーションの有無に関しては POS データから簡単に情報が取得できる。一方、特別陳列実施の有無については小売店舗毎に調査により収集しない限りはデータが入手できない。しかし、特別陳列実施の有無により大きく売上は変動し、需要予測などを行う際には特別陳列実施時の構造を販売点数及び売価などの通常獲得できるデータからの的確に捉えることが、予測精度の向上の視点からは非常に重要である。また、特別陳列を実施していたかどうかを販売点数、販売時点での売価及び来店客数のデータから判別できれば、施策の効果を踏まえてマーケティングに関する意思決定を行うためには非常に重要な情報となる。

本研究の目的は、上記に示したような消費財マーケティングの実務上の問題意識に基づき、POS データのみを用いて小売業の店頭で実施される特別陳列実施の有無を推定するモデルを開発し、そこから得られる推定結果を実務上どのように活用すべきかについて方向性を提示することである。

本論文は全 10 章で構成される。第 1 章では、流通をマクロ経済学的な見地から概観し、本研究のベースであるマーケティングの実務上の課題を議論している。さらには、その内容を踏まえて本研究の動機と目的を述べている。

第 2 章には先行研究のレビュー結果を示している。レビューは 3 つの視点で行っており、一つ目はマーケティング分野で数多く行われている販売促進活動 (Sales Promotion, 以降 SP) の効果測定に関する研究、2 つめは本研究で提案されるモデルのベースである状態空間モデルに関する研究、最後にマルコフ切換モデル (Markov Switching Model, 以降 MS モデル) に関する研究である。

第 3 章では、はじめに一般状態空間モデルを紹介している。次に、3 つ種類の MS モデル (マルコフ切換分布モデル (Markov Switching Distribution Model, 以降 MSD モデル), マルコフ切換回帰モデル (Markov Switching Regression Model, 以降 MSR モデル), マルコフ切換 2 変量モデル (Markov Switching Bivariate Model, 以降 MSB モデル)) を提案しそれらのモデルが一般状態空間モデルのフレームワーク内で表現できることを示している。最後に状態推定のために利用した計算アルゴリズムである非ガウス型フィルタ・平滑化 (Kitagawa, 1987) に関して説明し、尤度の構成法、情報量規準などについても言及している。

第 4 章では、第 3 章で提案した 3 つの MS モデルを用いて数値実験を行い、教師データを必要としない提案 MS モデルを用いた判別の特長に関して検証している。ここでは MSB モデルの判別力が他の 2 つの MS モデルに比べて有意に高いことが示された。

第 5 章は、第 3 章で提案された 3 つの MS モデルを、マーケティング分野で活用されている実際の POS データ（4 商品）へ適用し、観測されない特別陳列実施の有無の判別を行い、本研究の目的に対する MS モデルの有効性を検証している。その結果、数値実験と同様に MSB モデルの判別力が他の MS モデルよりも判別精度が高いことが示された。また、MSB モデル内で状態数の違いで判別力を比較すると、今回分析対象としたいずれの商品でも 3-状態 MSB モデルの判別精度が高いという結果になった。

第 6 章では、MS モデルを用いた判別分析の有効性を別の視点から論じるために、教師データが存在すると仮定した問題設定の非線形判別分析と提案 MS モデルの判別精度を比較し、本提案モデルの有効性を検証している。具体的には教師データがある場合の問題設定の判別モデルとして、最近汎化能力の高さから注目を浴び数多くの研究がなされてきている、サポート・ベクター・マシンの一種と考えることが出来る動径基底関数ネットワークを用い、教師データが存在しない問題設定の判別モデルとして 5 章で最も判別精度が高かった 3-状態 MSB モデルを用いた。その結果提案モデルの判別精度の良さが確認された。

第 7 章では、本研究で提案した MS モデルを用いて推定されるデータのマーケティング上の実務課題への応用結果が示してある。具体的には 2 つの分析がなされており、1 つ目は特別陳列実施の効率性の検証であり、2 つ目は動的な視点でのブランド診断と SP の評価である。それぞれ解析の背景・モデルが述べられた後、分析結果を述べている。

第 8 章は、第 3 章に示したモデルの拡張の方向性を述べ、実際の POS データへ適用することで検証している。具体的には、競合商品のデータを同時に取り扱うことを可能にする多変量 MS モデルを提案し、実際の POS データへ適用することで検証を行っている。また、判別精度をさらに向上させるための拡張の考え方とさらなるモデルの拡張も議論し、そのモデルに関しても実際の POS データへ適用し検証を行っている。

第 9 章は本研究のまとめを述べ、併せて本研究で用いたモデルが他のマーケティングの諸問題へ適用可能かどうかに関して議論している。

最後に第 10 章には、本論文に関連する流通関連用語が用語集の形式でとりまとめられている。

論文の審査結果の要旨

論文は、売り上げに大きな影響を与えるが個別調査をしなければ収集できない特別陳列実施の有無を、POS データのみを用いて推測するための方法を提案している。このような推測が可能になることはマーケティング戦略決定に非常に有効である。

論文は 9 章からなる。第 1 章では、実務上の課題を提示しながら研究の動機と背景が述べられている。第 2 章では、マーケティング分野で数多く行われている、Sales Promotion（以降、SP）の研究、また提案するモデルの基礎となる状態空間モデルに関する研究、Markov Switching（以降、MS）モデル（マルコフ切替モデル）に関する研究のレビューを行っている。第 3 章では、一般状態空間モデルを紹介し、3 つの MS モデル、マルコフ切替分布モデル (MS Distribution Model)、マルコフ切替回帰モデル (MS Regression Model)、マルコフ切替 2 変量モデル (MS Bivariate Model、以降 MSB モデル) を提案している。また状態推定のために利用した非ガウス型フィルタの説明を行い、尤度の構成法、情報量規準について言及している。第 4 章では、前章で提案した 3 つの MS モデルに関して数値実験を行い、MS モデルを用いた判別の特性に関して検証し、MSB モデルの判別力が他の 2 つよりも高いことを示している。第 5 章では、第 3 章で提案された 3 つの MS モデルを、マーケティング分野で活用されている実際の POS データ (4 商品) へ適用し、観測されない特別陳列実施の有無の判別を行い、MS モデルの有効性を検証している。判別精度と情報量規準との関連に関しても言及している。第 6 章では、MS モデルを用いた判別分析の有効性を別の視点から論じるために、教師データが存在すると仮定する非線形判別分析と、提案 MSB モデルの判別精度を比較し、その判別精度の検証を行っている。第 7 章では、本研究で提案した MS モデルを用いて推定される情報の、マーケティング実務における課題への 2 つの活用結果が示している。特別陳列実施の効率性の検証と、動的な視点でのブランド診断及び SP の評価とである。第 8 章では、判別精度を向上させるために多変量 MS モデルを提案し、その検証もおこなっている。第 9 章では、まとめが述べられている。また、他のマーケティングの諸問題への適用可能性が論じられている。

近年、マーケティング分野においては、POS データのような超大量データから、組織的情報抽出法の実践的研究が盛んになりつつある。本論文では、POS データ解析研究領域において独創的かつ大胆な試みを提案している。すなわち、観測されない特別陳列実施の有無の判別を、POS データ中の値段と販売量の 2 種のデータのみから行なうためのモデルを提案している。そして、判別結果を費用など諸々の理由で現実には取得することは難しいがたまたま取得できた事実（特別陳列実施の有無）と比較することで、さまざまな模擬データへの十分な応用結果とあわせて、提案した手法の詳細な検証を行っている。さらに、推定した情報をどう実務レベル（現場）で生かしていくか、新しい方法論の提案を含めて、その具体的手続きまで踏み込んで議論している。このように、本論文は統計科学の新しい応用分野を切り開き、実用性の高いモデルを提案しているという点で高く評価することができる。関連する学術論文は、和文 (1 本) が掲載済、英文 (1 本) が掲載予定であり、いずれも第一著者である。また国際会議で 1 回、国内の学会で 3 回口頭発表している。

これらの結果、佐藤忠彦氏の博士申請論文は博士 (学術) を授与するのに十分な内容を備えていると判断した。