

令和 2 年 7 月 2 日現在

機関番号：32519

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01242

研究課題名（和文）価格プロモーションのための動的消費者購買行動モデル：リアルオプション・アプローチ

研究課題名（英文）A Dynamic Model of Consumer Purchase Behavior for Price Promotion：A Real Options Approach

研究代表者

鈴木 広人（Suzuki, Hiroto）

城西国際大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：10434375

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、リアルオプション・アプローチを応用した、新たな消費者購買行動モデルを構築した。平成29年度には数値実験を用い安定的なパラメータ推定法を確立し、平成30年度には実データを用いた実証と消費者の家庭内在庫を推定するモデルの開発、平成31年度には消費者の異質性を考慮するため、製品品質に対する学習、忘却効果の推定法を開発した。本研究により、個の消費者に対する効果的な価格プロモーション戦略策定に有用な示唆を与えることが可能となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した動的な消費者購買行動モデルは、不確実性下での不可逆な意思決定問題に適用されるリアルオプション・アプローチを用いていることから、消費者購買行動との親和性が高く、マーケティング・サイエンス領域において新たな分析アプローチの基盤になりうる。さらには、本研究により適切な価格プロモーションの実施タイミング・頻度が明らかになることから、実社会のビッグデータ解析によるマーケティング戦略策定に活用でき、熾烈を極める小売業界に対する貢献が見込まれる。

研究成果の概要（英文）：In this research, we developed a new consumer purchasing behavior model applying a real options approach. We developed a stable parameter estimation method using numerical experiments in 2017. We conducted empirical research using actual consumer purchase data in 2018. Additionally, we developed a model to estimate consumer's household inventory. Next, we developed an estimation method of learning and forgetting effect of product quality in order to consider the consumers' heterogeneity in 2019. Through this research, it is possible to give useful suggestions for formulating effective price promotion strategies for individual consumers.

研究分野：マーケティング

キーワード：マーケティング 消費者購買行動 動的 家庭内在庫 学習 忘却

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

小売業界では競争の激化から高い顧客満足を獲得し、競争に打ち勝つため、ビッグデータを活用した戦略策定が最重要課題となっている。その重要な戦略の1つとして価格プロモーション戦略が挙げられ、対象商品、割引率の決定に留まらず、実施タイミング、頻度が重要な意思決定事項となる。また、消費者は将来を見越した意思決定を行っていることが従来研究から明らかになっており、動的な消費者購買行動を分析することによって、価格プロモーションの効果的な実施タイミング、頻度を分析することが可能となる。

動的な消費者購買行動を捉えた従来研究では、実施頻度を事前に与えて価格過程をランダムに発生させた平均値から効用を求めため実施頻度の分析は可能であるが、個別の価格状態における効用が分からず、実施タイミングを同時に分析することができないといった問題がある。

これに対し、研究代表者・分担者は2008年にネスティッド・ロジットモデルとリアルオプション・アプローチを融合した動的な消費者購買行動モデルを開発している。開発したモデルでは、消費者が購買を延期し、将来時点で価格プロモーションが実施されることで安価に購買できることによって得られる効用を、購買を延期する価値としてリアルオプション・アプローチを応用することで推定する。さらに、推定された購買を延期する価値を、ネスティッド・ロジットモデルの購買生起モデルにおいて考慮することで、消費者の購買タイミングをモデル化するものである。その結果から、価格プロモーションの実施タイミング・頻度を同時に分析可能であることが分かっているものの、パラメータ推定が入れ子構造になるため不安定性を有するという問題点が明らかになっている。さらに現実の価格プロモーションは個の消費者を対象とするものが多く、その戦略の策定においては、消費者の異質性を捉えることが重要になっており、その意思決定支援には限界があることも明らかになっている。

2. 研究の目的

本研究は、ネスティッド・ロジットモデルとリアルオプション・アプローチを融合した動的な消費者購買行動モデルを確立した上で、消費者の異質性を考慮したモデルへと拡張することが目的である。本研究の枠組みを確立することで、マーケティング・サイエンスの領域においては消費者購買行動の新たな分析アプローチの基盤を確立することに繋がり、リアルオプション・アプローチの領域においては、意思決定主体が取る行動の不確実性の導入という理論的拡張になっている。さらには、ビッグデータ分析を通じて個の消費者に対するアプローチが必須となっている現在において、価格プロモーションのより効果的な実施タイミング・頻度の決定を支援することが可能となる。

3. 研究の方法

以下のようにパラメータ推定方法の確立、消費者の異質性を考慮といった順に研究を進める。

パラメータ推定方法の確立については、研究代表者・分担者が2008年に開発したモデルにおけるパラメータ推定結果の不安定性といった問題に対し、その解決を試みるものである。開発したモデルでは、リアルオプション・アプローチを用いていることから、在庫切れの時点から逆向きに各期間ごとにパラメータを推定している。したがって、従来のネスティッド・ロジットモデルと比較し、推定するパラメータ数が膨大になってしまい、パラメータ推定が安定しないといった問題がある。そこで、EM アルゴリズムを応用することによって、全期間で同一のウェイトとして推定可能とし、多期間を同時かつ安定的に推定可能なパラメータ推定方法を確立する。

次に、消費者の異質性については消費者の消費量/家庭内在庫、品質に対する学習/忘却について新たなモデルを提案する。当初は参照価格をもとに実売価格を相対評価する、価格の相対評価を捉える予定であったものの、動的なモデルでは価格の相対評価を既に表現できていることが明らかになったため、上記の2つの異質性を捉えることにしている。また、それらは消費者の動的な購買行動において重要な影響をもたらすことが従来研究で明らかになっており、効果的な価格プロモーション戦略の策定には不可欠な要素であるといえる。

消費者の消費量/家庭内在庫については、観測することが困難であるといった特徴がある。通常、消費者購買行動の分析に用いられるPOSデータなどの購買履歴データは、購買時点、製品、価格、点数を把握することは可能であるものの、購買後、それらがどのように消費されたのか、家庭内にどれくらいの在庫があるのかといった情報は含まれていない。これに対し、消費者は価格の安い時には多量に購買し、在庫を形成することが従来研究により明らかになっている。ただし家庭内在庫を扱った研究としては、Erdem, Imai and Keane(2003), Hendel and Nevo(2006a,b), Ching Erdem and Keane(2009)などが挙げられるが、これらの研究では消費量を一定、もしくは在庫理論に基づくとして強い仮定を置き推定を行っている。またKano(2018)では、購買量のみならず、消費量についても家庭内在庫量に依存する可能性が指摘されている。そこで本研究では、炭酸飲料の特徴を用い、消費者の消費量/家庭内在庫を推定する方法を提案する。炭酸飲料は一旦開封すると遅くとも一日以内に鮮度が消滅するという特徴がある。したがって、一旦開封すると一日以内に消費することから、家庭内在庫から容器サイズに依存する離散選択を行っていることを捉えることができる。簡単化のために容器サイズを2サイズ(Sサイズ, Lサイズ)とした時、消費する容器サイズによって得られる効用 V は以下のように表すことができる。

$$\begin{aligned} V(i_{S_t}, i_{L_t}, p_{S_t}, p_{L_t}, v_t) \\ = \text{Max}_{n_{S_t}, n_{L_t}} \{ u(n_{S_t} + n_{L_t}, v_t) - C(i_{S_t} c_S + i_{L_t} c_L) - \alpha p_{S_t} x_{S_t} - \alpha p_{L_t} x_{L_t} \\ + \beta E[V(i_{S_{t+1}}, i_{L_{t+1}}, p_{S_{t+1}}, p_{L_{t+1}}, v_{t+1}) | I(t)] \} \end{aligned}$$

ただし、

$$i_{S_{t+1}} = i_{S_t} + x_{S_t} - n_{S_t}$$

$$i_{L_{t+1}} = i_{L_t} + x_{L_t} - n_{L_t}$$

ここで各変数は、 t 期における家庭内在庫量 i 、消費量 n 、価格 p 、単位当たり在庫コスト c 、購買量 x 、在庫ショック v を表す。上記提案モデルに対し、炭酸飲料の対する購買履歴データの基礎的な集計、シミュレーションによりモデルの妥当性を示す。

次に、品質に対する学習/忘却については、学習/忘却効果を識別可能なモデルを提案する。学習に対する忘却を扱った従来研究として Mehta, Rajiv, and Srinivasan(2004)が挙げられるが、学習と忘却効果を非購買期間の長さのみに依存して推定しており、その識別性に問題がある。そこで本研究では、新生児用紙オムツの特徴を考慮したモデルを提案する。当該製品カテゴリは購買履歴データと消費者属性から、何人目の新生児であるかを特定可能であるといった特徴がある。そして、1人目の新生児に対する購買履歴データから学習、2人目の新生児に対する購買履歴データから忘却を捉えることが可能である。なぜなら、ほとんどの母親は1人目の新生児で初めて使用するため、当該カテゴリに対する学習を捉えることが可能である。また、通常1人目と2人目の新生児間にはある程度の時間的間隔があることから、その時間的間隔によって忘却を捉えることが可能となる。購買履歴データを用い学習/忘却効果を推定することで、モデルの検証を行う。

4. 研究成果

パラメータ推定法の確立については、平成 29 年度に購買履歴データを入手できなかったことから、数値実験によりパラメータ推定の安定性について検証を行った。その結果、従来のモデルでは不安定であった推定結果が、EM アルゴリズムを適用することによって安定的に推定可能となることが分かった。また、平成 30 年度に取得した購買履歴データを用いた推定を行った場合においても、安定的に推定可能であることが分かった。

次に、消費者の消費量/家庭内在庫については、図 1 の様に購買履歴データから購買量によって購買する容器サイズが異なることが示された。また、図 2 のように容器サイズにより家庭内在庫が異なることを、提案モデルを用いた数値実験により示すことができた。したがって、提案モデルの妥当性を示すことができ、その成果を以下の国際学会にて報告している。

・ Imai, S., Kikuchi, Y., Suzuki, H.: "A Dynamic Model of Consumer Behavior - Purchase, Consumption and Inventories," The 19th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems, 2018

品質に対する学習/忘却については、新生児用紙オムツに対する購買履歴データを用い、1人目の新生児と2人目の新生児間における紙オムツの非購買期間から忘却効果、消費者の1回の購買量から学習効果を推定した。その研究成果である以下の国際会議において、表 1 のように学習効果は統計的に示されたのに対し、表 2 のように忘却効果については示すことができなかったことを報告している。忘却効果についてはサンプル数が少なかったことが原因であったと考えられる。

・ Susumu, I., Yuta, K., Hiroto, S., and Kaede, T. :

"Do consumers Forget the Product Quality They Learned?"

2nd International Conference on HR Social Science Economics and Business(HRSEB),2019

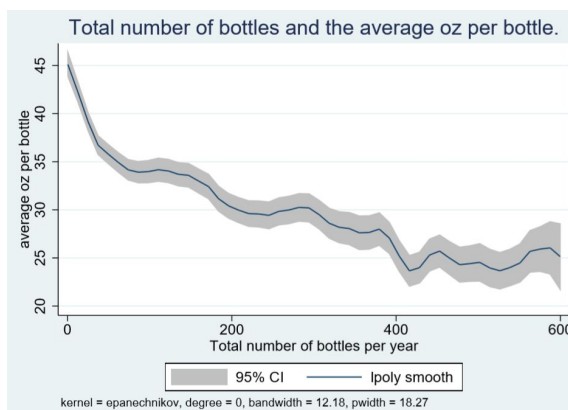


図 1 購買量と容器サイズ

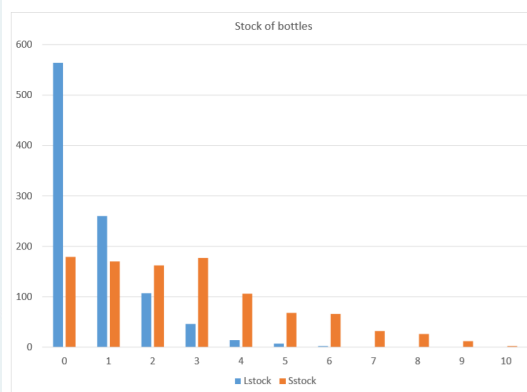


図 2 容器サイズと家庭内在庫

表 1 1 購買機会における新生児間の購買量の差の検定結果

Mean [↔]	0.5000 [↔]
Std. Deviation [↔]	1.3194 [↔]
Std. Error [↔]	0.2493 [↔]
t-value [↔]	-2.0053 [↔]
p-value (one-sided) [↔]	0.0550 [↔]

表 2 1 購買機会における新生児間の購買量の差と非購買期間の回帰分析結果

Constant [↔]	0.3334 (0.683) [↔]
Periods [↔]	0.0011 (0.400) [↔]
n=28, R ² = 0.006 [↔]	

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Susume IMAI, Yuta KIKUCHI, Hiroto SUZUKI, Kaede TOMINAGA
2. 発表標題 Do consumers Forget the Product Quality They Learned?
3. 学会等名 2nd International Conference on HR Social Science Economics and Business(HRSEB) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susume IMAI, Yuta KIKUCHI, Hiroto SUZUKI
2. 発表標題 A Dynamic Model of Consumer Behavior -Purchase, Consumption and Inventories-
3. 学会等名 The 19th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems (国際学会)
4. 発表年 2018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
研究分担者	後藤 允 (Goto Makoto) (30434286)	北海道大学・経済学研究院・准教授 (10101)	