

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26780242

研究課題名(和文)非耐久消費財売上予測モデルの開発と製品ライフサイクルに関する研究

研究課題名(英文)A study on model development for sales forecasting of new consumer nondurable goods and product life cycle management

研究代表者

伴 正隆 (BAN, Masataka)

日本大学・経済学部・准教授

研究者番号：50507754

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では非耐久財新製品の販売数量予測モデルを構築し、プロダクトライフサイクルマネジメントの観点から最適な普及戦略を考察する。より具体的には、新製品採用のハザードモデル、ブランド選択モデル、そして購買間隔モデルの3モデルを組み合わせることで、消費者個々のレベルでの普及モデルを提案する。家計のTV広告露出回数を含むID付きPOSデータに提案モデルを適用した結果、家計のTV広告累積量である広告ストック変数は新製品採用とカテゴリー購買のタイミングを早める効果をもつ一方で、ブランド選択レベルでは効果が無いことが示された。さらにベイジアン予測分布を用いて新製品販売数量予測と、普及カーブの推定を行った。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to construct a model for sales forecasting of new consumer nondurable goods, and then to find an appropriate diffusion strategy by using simulation method in terms of the concept of product life cycle management. More specifically, proposed model which is a consumer level diffusion model is constructed of three parts. That is, new product adoption hazard model, brand choice model, and purchase timing hazard model. The empirical results using ID-POS data with weekly TV advertising exposures per household implies that TV advertising stock variable formed from exposure data expedites timing of new product adoption and category purchase, but it does not have any effectiveness at the point of brand choice. Then, using the bayesian predictive distribution, new product sales forecasting and diffusion curve estimation are done.

研究分野：マーケティングサイエンス

キーワード：新製品普及 製品ライフサイクル ID-POS ハザードモデル

### 1. 研究開始当初の背景

本研究では統計的手法を用い、消費者レベルで、競合製品のマーケティング活動を考慮した、消費財新製品のマーケットシェア予測モデルを開発し、モデルを用いたシミュレーションにより新製品普及のマーケティング戦略を考察する。

この新製品研究の対象分野は広範であり、学術研究のみならず実務家によってもイノベーションという括りでさまざまな角度から研究がなされている。そのなかで普及パターンのテーマでは普及の速度や予測に関する研究が盛んに行われている。トライアル購買のみが問題となる耐久財では、消費者をイノベーターとイミテーターに分けて予測するバスモデルが有名であり、一方で新製品の採用だけでなくリピート購買の頻度も問題となる非耐久財では、予測精度を高めるために採用とリピート購買を分離してモデル化するトライアル・リピートモデルが伝統的に用いられている。集計データを用いて最終的なマーケットシェアを予測する Parfit and Collins (1968, Journal of Marketing Research) のモデルや、近年では非集計データを用いて、消費者のリピート購買を重ねる毎に購入率が安定する(ブランドスイッチされる確率が低下する)様子を表現した Fader, Hardie and Huang (2004, Marketing Science) の普及モデルが高いパフォーマンスを示している。しかしこれらの研究では、非集計データを用いたモデルであってもパラメータが消費者間で共通の設定であり消費者間の異質性を考慮しておらず、また新しい市場を生み出すような革新的な新製品でもない限り、新製品の採用は既存製品からのブランドスイッチであるにも関わらず競合製品のマーケティング活動の影響を考慮していない点に大きな改良の余地がある。

### 2. 研究の目的

本研究では具体的には以下の3点を目的とした。

(1)非集計データを用いた消費者の新製品採用時期のモデル化はハザードモデルを用いるのが一般的である。しかし革新的な新製品でもない限り、新製品の採用は既存製品からのブランドスイッチでもあり、ハザードモデルで暗に想定しているような単に世間での評価が確かなものになり時期が来れば採用するというものではなく、採用時点に他の既存製品からスイッチするという高いハードルを越えなければならない。そこで新製品採用時期に関するモデルと、後者のブランドスイッチを表現するブランド選択モデルを組み合わせた2段階モデルによる、競合製品の影響を考慮した消費財新製品普及モデルを開発する。

(2)上記(1)で提案するモデルは消費者がいつリピート購買を行うかについて考慮されていない。しかし販売数量やマーケットシ

ェアを予測するためには必須の情報である。ここでは消費者個々の購買間隔をモデル化し(1)のモデルに組み込むことで長期予測を可能とする。これによってある消費者が既存製品からいつ新製品にブランドスイッチ(つまり採用)し、他ブランドの影響を受けながらいつリピート購買を行うかを表現する、マーケットシェア予測モデルを構築する。

(3)さらに(2)で構築するモデルを用いたシミュレーション分析を行う。

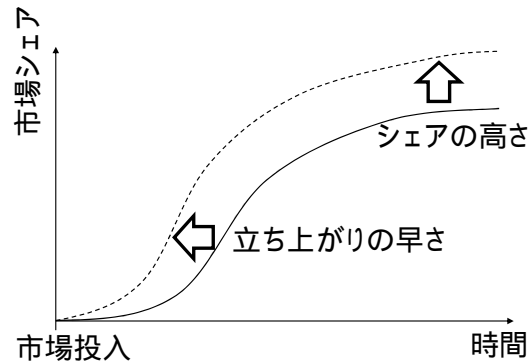


図1 普及パターン

図1にあるように新製品の普及パターンは立ち上がりが早くシェアが高いほど望ましい。(2)のモデルはこの2要因に対する消費者属性やマーケティング活動の影響を測定するものであり、いつどのようなマーケティング戦略を採れば望ましい普及パターンになるかシミュレーション分析により検討する。

### 3. 研究の方法

分析対象とする新製品ブランドを含んだID付きPOSデータを用いた実証分析を行っている。開発モデルの最終形である目的(2)での提案モデルは3つのモデルから構成される。(1)消費者の新製品採用時期を表現するハザードモデル、(2)他ブランドからのスイッチを表現する離散選択モデル、そして(3)リピート購買のタイミングを表現するハザードモデルである。

(1)と(3)は Omori (2003, Journal of the Japan Statistical Society) にて提案されている、マルコフ連鎖モンテカルロ法による推定に適応した離散時間のハザードモデルを援用した。これはプロビットモデルの構造になっており、新製品採用・リピート時期に関する効用を消費者ごとのテレビ広告変数に回帰するモデルになっている。テレビ広告係数には消費者ごとに異なるパラメータを設定し、この消費者別係数が正規分布に従う階層モデルになっている。

(2)ブランドスイッチを表現する離散選択モデルには、マーケティング分野においてブランド選択モデルとして一般的に用いられる階層ベイズプロビットモデルを用いる。各種マーケティング変数に対するパラメータは消費者個別のパラメータを設定し、こちらも消費者属性データに回帰する階層モデル

を構成する。

モデル推定は Markov Chain Monte Carlo (MCMC) 法によって行い、1つのMCMC計算において3モデルを推定するとともに、3モデルそれぞれの予測分布からブランド選択の予測を行う。予測についてはつまり、予測用のデータについて、(3)購買間隔モデルからある時点での購買発生を予測し、並行して(1)新製品採用時期のモデルから、ある時点に各消費者が新製品を採用する状態にあるか否かを予測し、(2)ブランド選択モデルにおいて、(1)の予測で分析対象の新製品を採用する状態であればそれを含めたブランド群からの選択を予測し、採用しない状態であれば新製品をスクリーニングしたブランド群からの選択を予測する。

#### 4. 研究成果

ここでは開発モデルを家庭用洗濯洗剤のID付きPOSデータに適用した結果を紹介する。このデータには各家計の毎週のテレビ広告露出回数も含まれる。データは1990年14週目から92年9週目までの100週間の週次データであり、前半の83週分をモデルの推定に使用し、残りの17週を予測に用いる。分析対象とする新製品ブランドを1つ含む、マーケットシェアの大きい6ブランドを分析に用いる。家計数は84であり期間中の総購買機会数は762である。

表1は新製品のスクリーニングを含む提案モデルと、それを含まないブランド選択のみのモデルについて、モデルフィットと予測力を比較した結果である。表中MLは対数周辺尤度を意味し、MADは絶対平均偏差である。ここからインサンプルでのデータ適合度でも予測力についても提案モデルが良好な結果を示した。

表2はパラメータ推定結果である。家計ごとに得られた推定値の平均値と、家計間の標準偏差、さらにHPDは推定値が統計的に有意となった家計数である。ブランド選択モデルでは、定価に対する売価の割合である価格掛率変数と店舗チラシの有無の変数がブランド選択に有意な効果を示している。

一方で新製品採用と購買間隔の両ハザードモデルでは広告露出回数の累積量である広告ストック変数が有意な効果を示している。つまり今回のデータについては、購買間隔を短くする、新製品採用時期を早めるために広告露出は効果を持ち、他ブランドとの競争の中で新製品を採用する時点では価格とチラシが効果をもつことがわかる。

表1 モデル比較

	インサンプル		ホールドアウト
	ML	MAD	サンプル MAD
新製品採用時期+ブランド選択	-886.8	0.206	0.235
ブランド選択	-1203.5	0.214	0.237

表2 係数推定値

モデル	ブランド選択		
	平均値	S.D.	HPD
切片			
ブランド1	3.107	0.396	84
ブランド2	1.570	0.572	84
ブランド3	-0.566	0.401	0
ブランド4	-0.467	0.384	0
ブランド5	1.840	0.501	84
市場反応係数			
広告ストック	0.132	0.104	0
価格掛率	-2.320	0.386	84
チラシ	0.840	0.387	84
ISP	-0.385	0.307	0

	新製品採用		
	平均値	S.D.	HPD
切片			
広告ストック	-2.486	0.098	84
	0.169	0.035	84

	購買間隔		
	平均値	S.D.	HPD
切片			
広告ストック	-1.973	0.366	84
	0.430	0.288	81

図2, 3, 4はそれぞれ家計ごとに得た係数推定値のヒストグラムである。図2は新製品採用時期モデルの広告ストック係数であり、1家計のみ平均値から大きく離れた小さい推定値が得られた。図4は購買間隔モデルにおける同係数である。こちらは右に大きく偏った事後分布となっている。

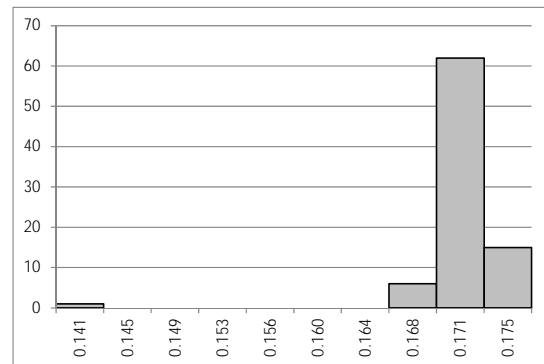


図2 広告ストック係数ヒストグラム  
(新製品採用時期モデル)

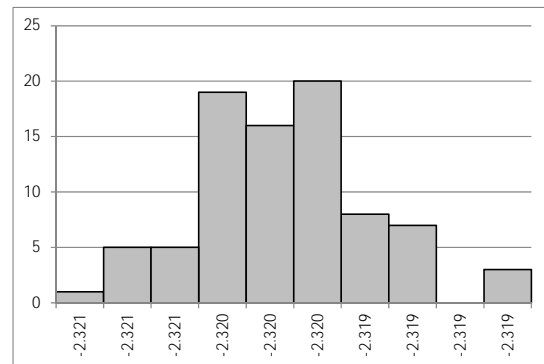


図3 価格掛率係数ヒストグラム

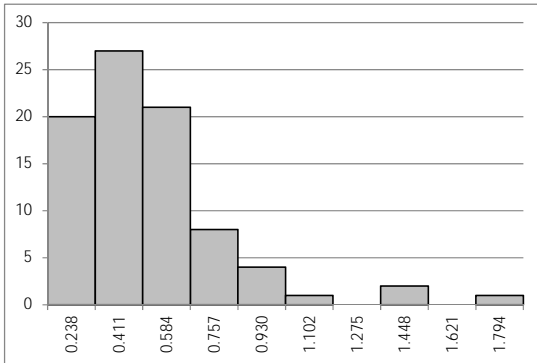


図4 広告ストック係数ヒストグラム  
(購買間隔モデル)

図5,6はそれぞれ新製品採用時期モデルと購買間隔モデルのベースラインハザード推定値であり,これも家計ごとの推定値の平均値をプロットしている。モデルにおいてベースラインはランダムウォークの平滑化事前分布によって定義している。

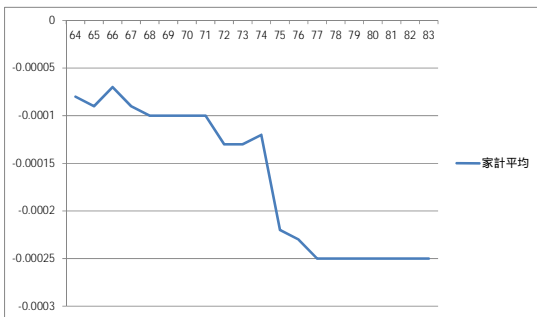


図5 ベースラインハザード推定値家計平均  
(新製品採用時期モデル)

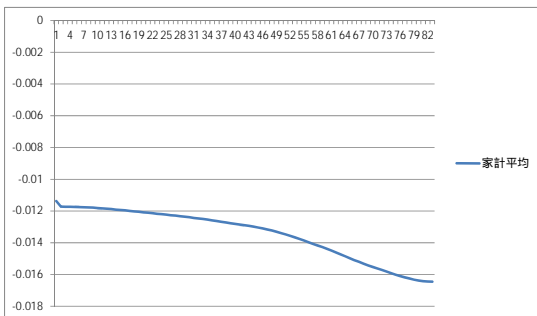


図6 ベースラインハザード推定値家計平均  
(購買間隔モデル)

図7は対象とする新製品ブランドに関する,提案モデルによるブランド選択の予測結果である。縦軸はブランド選択を行った家計数となる。分析期間87週目のように実測値から予測が大きく外れることもあるが,平均値が実測値に沿っていることが見てとれる。

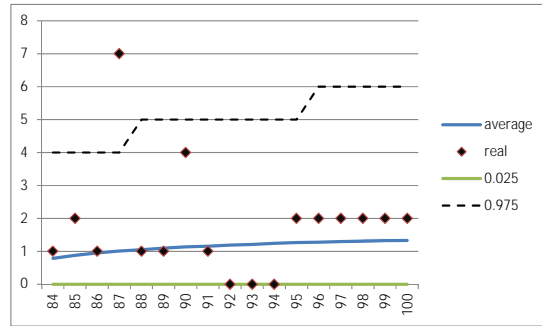


図7 ブランド選択の予測

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

伴正隆, ID付きPOSデータを用いた新製品採用時期に基づく消費者分類モデル, 応用統計学, 査読あり, 2015, Vol.44, pp.145-160.

伴正隆, ID付POSデータを用いた非耐久消費財新製品普及モデル, 2015年度統計関連学会連合大会講演報告集, 査読なし, 2015, pp.108.

伴正隆・照井伸彦, 無限混合離散選択モデルによる消費者異質性の評価, 2014年度統計関連学会連合大会講演報告集, 査読なし, 2014, pp.234.

[学会発表](計3件)

伴正隆, ID付POSデータを用いた新製品採用時期に基づく消費者分類モデル, 応用統計学会, 2016年3月17日, 統計数理研究所(東京都・立川市).

伴正隆, ID付POSデータを用いた非耐久消費財新製品普及モデル, 2015年度統計関連学会連合大会, 2015年9月7日, 岡山大学(岡山県・岡山市).

伴正隆・照井伸彦, 無限混合離散選択モデルによる消費者異質性の評価, 2014年度統計関連学会連合大会, 2014年9月15日, 東京大学(東京都・文京区).

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

伴正隆(BAN, Masataka)

日本大学・経済学部・准教授

研究者番号: 50507754