

バスモデルを用いた商品の売上分析

～ある SPA 型小売業の場合～

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/fumihom/Kenkyu/Kyodo/oniki/noframe/jpn/lecture/gu-grad/ecinf/doctor/2005/chapter3.pdf> P.32

http://rnavi.ndl.go.jp/research_guide/entry/theme-honbun-102641.php

小林 礼宜(09X4041) 指導教員 五島 洋行

1. はじめに

小売業の実態として、小売業は主に商品を販売する相手と販売量の違いによって区別される。小売業は、個人用又は家庭用消費のための商品販売、産業用使用者への少量の商品販売を行う事業所を指し、分野を横断した品揃えを行う業態店、百貨店、総合スーパー、コンビニエンスストアと、主力商品の決まった専門店タイプの業種店とが含まれる。今回研究対象とした企業では SPA 型企业と分類され、販売される商品の多くは自社での製造がメインとなっている。SPA 型企业では在庫の残存処理が大きな利益の別れ目とされ、自社で一連の製造過程を担わなければならないので多くの企業が課題点としている。本研究では、多少品系の商品に関して一定期間の売上推移についてバスモデルを用いて分析する。また、分析結果を用いて販売予測に繋げる考察を述べる。

2. 関連知識

この節では本研究で使用するバスモデル [1][2] について述べる。

バスモデルとは、F.M. Bass によって提案された新製品、特に耐久消費財の拡散過程を模擬するモデルである。バスモデルを期間 $(t, t + \Delta t)$ に購入する確率 $h(t) \Delta t$ は他人にまどわされない購入意欲（外的要因影響）と既採用者数 x_t が増えてくると、乗り遅れまいとする気持ち（内的要因影響）との和で表現されると考え、以下のようなモデルを提案した。

$$n(t) = p[m - N(t-1)] + \quad (1)$$

$$q[N(t-1)/m][m - N(t-1)]$$

$$N(t) = N(t-1) + n(t) \quad (2)$$

m は潜在市場規模、 $n(t)$ は t 期の商品購入者数、 $N(t-1)$ を $t-1$ 期までの累積購入者数とする。推定を行うパラメータを式(1)、(2)では p を外的要因影響、 q を内的要因影響とする。また本研究でのバスモデルに関する解釈を以下の図 1 を用いて示す。

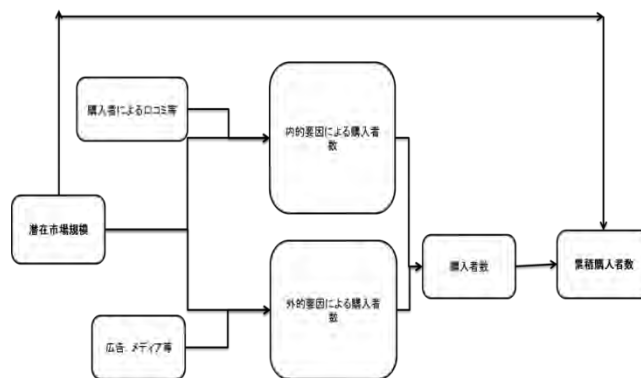


図 1. バスモデルの変数間図

3. 関連研究

関連研究では、村原、三道の研究[3]がある。この研究では、小売企業が納入企業と返品条件付契約を提携する場合を念頭に置き、返品契約費用及び返品処理費用を考慮した期待利益最大化モデル及び期待損失最小化モデルを考案している。文献[3]ではモデル考案の際にポアソン過程を導入している。ポアソン過程とは離散的な自然現象に該当するものであり、現象が発生する確率は、時間ないし空間内において一定とされている。文献[3]で用いられた期待利益最大化又は期待損失最小化を考慮したモデルの特徴として、需要をパラメータ λ_j ($j=1, 2$) と仮定し、ポアソン過程に従ってパラメータの $j=1, 2$ がそれぞれ売れ筋商品、死に筋商品のパラメータであることを前提に置いた上でモデル構築を行うことである。また、課題点としては新商品の販売予測ということでポアソン過程による一定的な需要を予測値として与えている点である。また、テスト販売を行ったと書かれていないことから、ある理想的な新商品の販売予測の一つのモデルを構築し、提案したということなので、より実務に近いモデルの考案が検討される。小売業の売上推移は現代の数多く存在するマスメディアにより少なからず売上推移にノイズを与えることがある。よって、モデル構築過程において本研究で主題材としている外部的要因あるいは内部的要因を加味してモデル

<http://www.orsj.or.jp/~wiki/wiki/index.php/%E3%83%90%E3%82%B9%E3%83%A2%E3%83%87%E3%83%AB>

構築をすると、多くの小売企業で取り扱われる低単価の商品であっても、より現実的で具体性のあるモデルを構築することが可能になると推測できる。

4. 前提条件

本研究でバスモデルを用いるにあたっての仮定として、潜在市場規模 m 、外的要因影響 p 、内的要因影響 q の三つのパラメータは一定であり、変化しないとする。現実的には、商品の潜在市場規模 m は、時間の経過にしたがって増加し、外的要因影響 p 、内的要因影響 q も同様に考えると、製品そのものの特性や製品市場を取り巻く環境も情報化社会となった今日では多様に変化すると考えられるが、パラメータ推定に用いられたバスモデルの基本式である式(1)について以上の点を留意し、実データについてパラメータ推定を行った。また、研究対象となる商品の選定において以下の条件に該当する商品を対象から外すことにする。

- ① 販売期間が3か月未満の商品
- ② 商品の販売推移が商品の欠品以外の理由で断片的になっている商品
- ③ 販売推移に関して一般的に定番商品といわれるようなSKU単位で販売推移をみても変化が読み取れない商品

5. 分析結果

5.1 商品相関

グリーン、ブラック、ピンク、パープルの四つの商品に関して相関関係を考察した。小売業ではこのような多少品系の商品は多く存在し、またこのような商品は販売されるカラーやサイズ等の違いから売上推移が大きく異なる場合がある。このような多少品系についての特徴をふまえた上で多少品系である4つの商品について、グリーン、ブラックの二商品間の売上推移の相関関係とピンク、パープルの二商品間の売上推移の相関関係について散布図を用いて調べ、考察を行った。

5.2 パラメータ推定

本節では、の8つの商品に関して実データのはずれ値や誤入力データあるいは商品の売上推移を調べ、売上推移に関するデータを直近4日間のデータの平均を算出する移動平滑平均でデータ加工を施し、バスモデルのパラメータ推定を行った。しかし、に関しては、はずれ値や誤入力データが少なく、あてはめによるバス曲線と、より近似していることが分かったため、実データにあてはめを行い、考察を行った。

6. おわりに

本研究では小売業の多少品系商品に関してバスモデルのパラメータ推定によって売上推移の分析を行った。

今後本研究を発展させるべき点としては、この分析内容を用いて需要予測や、販売予測に繋げる点である。本研究では、売上推移の分析を行ったが、小売業では実務として新商品の販売予測を行い、期待利益最大化と期待損失最小化が企業全体として求められるものであるため、販売予測に繋げることが必要になる。

7. 参考文献

- [1] F. M. Bass, A New Product Growth Model for Consumer Durables, Management Science, 15 215-227, 1969
- [2] F. M. Bass, The Adoption of a Marketing Model, Comments and Observations, in Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance, V. Mahajan and Y. Wind, eds., Ballinger, 1986
- [3] 村原朱美, 三道弘明, 小売店舗における新商品テスト販売政策: 返品条件付契約を念頭にいた期待利益最大化モデル及び期待損失最小化モデル, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集, 1999, 09

バスモデルを用いた商品の売上分析 ～ある SPA 型小売業の場合～

指導教官

五島洋行 准教授

法政大学 理工学部 経営システム工学科
経営数理工学研究室

2013 年 2 月 1 日

09x4041

小林礼宜

要約

小林 礼宣

現在、小売業では利益を上げる方策として欠品や売れ残りを最小化とすることが最も基本とされている。欠品や売れ残りは小売業ではよく見かける問題であり、この問題を解決する手段として、販売している商品の販売予測を正確に行うことがあげられる。特に新商品の販売予測は過去の売上推移が分からないため、正確な販売予測を行うことが難しい。この新商品の販売予測についてはバスモデルという耐久消費財の普及過程に使われているモデルが有名であり、新製品普及の販売予測に使われることが多い。

販売予測の関連研究として、残存在庫に対してクリアランスセールを実施し、期待損失最小化及び期待利益最大化する村原，三道の研究(1999)の研究がある。関連研究では、ポアソン過程を用いて小売企業が納入企業と返品条件付契約を提携する場合を念頭におき、返品契約費用及び返品処理費用を考慮した期待利益最大化モデル及び期待損失最小化モデルを考案している。その際、需要を λ_j ($j=1, 2$)と仮定し、返品契約費用及び返品処理費用を考慮したモデルを構築しているが、より正確なモデルを検討する場合、需要を一定とするのではなく実データを用いて過去の販売実績から分析し、その結果を用いてモデル構築を行うことが必要であると考ええる。

そこで、本研究では、ある小売業の実データの多少品系商品に関して一定期間の売上推移をバスモデルのパラメータ推定を用いて分析を行い、販売予測に関する提案を行う。分析の結果、外的要因影響が大きい商品と内的要因影響が大きい商品では売上のピーク期間に大きな差が生じ、売上推移の初速にも相違点が見受けられた。また、研究対象の一部商品では内的要因影響が大きいと示されているが、外的要因影響が大きいとされる商品と類似した推移を描く商品も見受けられた。これらの分析結果より現実的な販売予測を行うためには、パラメータに要因影響や潜在市場規模以外にも新たなパラメータを付加することが必要だと考えられる。

目次

第一章 序論.....	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的.....	2
第二章 関連研究の概要	4
2.1 ポアソン過程を用いた販売予測	4
2.2 関連研究の特長と課題点.....	5
2.3 本研究での基本方針	7
第三章 予備知識.....	8
3.1 バスモデル	8
3.2PLC 曲線	10
3.3 ロジスティック曲線.....	12
3.3.1 ロジスティック回帰分析.....	12
3.3.2 ベルヌイの微分方程式	13
第四章 提案手法.....	15
4.1 前提条件と仮定	15
4.2 バスモデルの選定理由	18
第五章 分析結果.....	19
5.1 商品相関.....	19
5.2 バスモデルのパラメータ推定.....	21
第六章 結論.....	35
6.1 評価.....	35
6.2 考察	36
6.3 結言.....	37
参考文献.....	38
謝辞	39

第一章 序論

1.1 研究背景

http://rnavi.ndl.go.jp/research_guide/entry/theme-honbun-102641.php

本研究では、小売りという企業形態をとっている分野にフォーカスを当てた研究を行った。文献[1]にも述べられているが、小売業の実態として小売業は主に商品を販売する相手と販売量の違いによって区別されている。小売業は、商品販売を行う事業所を指し、分野を横断した品揃えを行う業態店である百貨店、スーパーマーケット、コンビニエンスストアと、主力商品の決まった専門店タイプが含まれる。また、各小売店舗はチェーン組織の形をとってチャネル管理を行うこともある。文献[1]内の経済産業省の調査によると、日本の小売業の市場規模、年間商品販売額は134兆円で、前回の調査と比べて1.0%の増加になっている。事業所数は113万7,859カ所と2年前と比べて8.0%減少しており、1982年をピークに減少が続き、過去一番の低い水準となっている。リーマンショック以降、小売業は消費低迷により厳しい状態が続いている。規制緩和により外資系の小売店の日本進出も続いており、低迷は続くと言われている。また、同調査によると、小売業の販売店数、従業員数は減少しており、小売業の低迷を象徴していると言われている。年間の商品販売額は微増したが、デフレ、少子化、所得格差などの影響もあり、小売業の成長は伸び悩むと言われている。小売業に関する最新の動向として文献[1]では、2000年以降、年間5%以上の成長を続けてきたアウトレット市場が、11年には前年比2%の成長にとどまったことが紹介されており、その勢いが失われつつあることが指摘されている。原因としてアウトレットが増えすぎたこと、増加に伴い販売商品の魅力が減りつつあることなどが挙げられており、今後は各社の生き残り競争が熾烈になると予測されている。文献[1]に日本チェーンストア協会による全国スーパー売上高が掲載されており、それによると、2011年は前年比0.8%減の12兆7024億円と、15年連続で前年の売上実績を下回った。理由として、コンビニエンスストア等の小売業を主とする販売店との競争が激化し、売上が伸びなかったと言われている。文献[2]によると、ホームセンター8社の2012年3月期の決算は各社とも営業利益が増えた。これは、東日本大震災後の復興需要と節電関連商品の販売が好調だったことが理由と言われている。文献[3]では、富士経済による2011年の国内通信販売市場の推計結果が紹介されている。それによると、物販は前年比7.1%増の5兆7492億円、サービス・デジタルコンテンツは7.7%増の1兆550億円である。物販では震災以降の外出を抑える傾向により、サービス・デジタルコンテンツではソーシャルゲーム配信や電子書籍等のタイトル数増加により市場が拡大した。また、同調査によると2010年度の全業種合計の売上高は2009年度の実績を1.5%上回り、営業利益は2009年度比10.0%増となった。

今回研究対象とした、ある小売業はSPA(Speciality store retailer of Private label Apparel)型企业と分類され、販売される商品の多くは自社での製造がメインと

なっている。SPA型企业では在庫の残存処理が大きな利益の別れ目とされ、自社で一連の製造過程を担わなければならないため多くの企業が課題点としている。この課題点の改善提案として、村原、三道の研究[4]が挙げられる。この研究については次章で詳しく述べるが、ポアソン過程を用いた期待利益最大化と期待損失最小化について述べられている。期待利益最大化、期待損失最小化だけについて、分析、考察を行うのであれば分析に用いるモデルはポアソン過程が適しているかもしれないが、本研究では多商品系商品についての外的要因と内的要因を考慮した分析を行わなければならないため、ポアソン過程よりもより多くの事象を考慮したモデルを使用しなければならない。

新製品の普及に限らず、一般的に社会的や経済的な状況进行分析するためには、それがどのような場合であっても、関係した要因をすべて把握することは不可能であると考え、そこで、これら関連要因のうち重要な要因だけに着目して、現実の社会状況や経済状況を説明するモデルを構築する必要がある。新製品の普及過程の分析は、新製品の導入前や導入して間すぐに実施されることが多いため、分析に必要である十分な量の主要要因の時系列データを利用することが難しい。そこで新製品の普及分析には、アンケートや類似製品の販売動向のデータが参考にされるが、そのような場合には、研究者やアンケート回答者の主観的判断が分析結果に反映され、分析精度に影響を与えることが指摘されている。そのような欠点を補うために本研究ではバスモデルというモデルを使用して多商品系についての研究対象としたアイテム間の相関関係を考察し、パラメータ推定を行うことにした。

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/fumihom/Kenkyu/Kyodo/oniki/noframe/jpn/lecture/gu-grad/ecinf/doctor/2005/chapter3.pdf>

1.2 研究目的

本研究の目的としては、店頭に並んでいる商品が外的要因、マスメディア等、第三者の影響を受けて購入されること、単的に言い換えると周囲の人に影響されないということであり、また内的要因、口コミ等、身近な人からの情報に影響されること。こちらは普及状況等に影響されること。この上記の二点、外的要因と内的要因が売上の動向に影響をもたらし、バスモデルのおりなす曲線通りに推移するのかを、商品間の相関とデータの可視化を用いて分析を行う研究である。企業が新製品を市場に出す際に、既存製品がどのような推移で売り上げられ、どのようなニーズがあるのかがとても重要になるため、新製品を市場に打ち出す際にその商品に関する外的要因、内的要因を考慮する必要がある。また、外的要因、内的要因は売上推移に関してどの程度左右するのかを分析することが本研究の目的である。

需要予測は今までの考え方だと、ほとんどがPLC曲線に沿って推移されているとされているが、その推移の動向はマスメディアや内部的に広がる口コミ等によって大き

く変動する．具体例を挙げると，2006 年にファーストリテイリング社の傘下である UNIQLO という企業ではヒートテックという商品を市場に出したが，この商品が市場に出る際に一番注力したのがメディアの力と顧客間の話題性だったとされている．この商品自体の機能性に関しては同業の小売企業でも類似した商品を市場に出すことができたが，ファーストリテイリング社のヒートテックという商品の知名度が類似商品には付加できず，2012 年現在でも売上の差が大きく広がっている．このように，前述では最近の流行商品を例に挙げて外的要因，内的要因がもたらす商品の売上動向に述べたが，他にも似たような商品が数多く私たちの身の回りに存在している．外的要因，内的要因とは，企業が生産し，市場に出る商品の売上推移に大きく左右する 1 つの要因だと考え，両要因を考慮したバスモデルを用いて実データを用いたパラメータ推定を行う分析を行う研究を行うことを検討した．

第二章 関連研究の概要

2.1 ポアソン過程を用いた販売予測

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9D%E3%82%A2%E3%82%BD%E3%83%B3%E5%88%86%E5%B8%83>

調査研究では、村原、三道の研究[4]がある。この研究では、小売企業が納入企業と返品条件付契約を提携する場合を念頭に置き、返品契約費用及び返品処理費用を考慮した期待利益最大化モデル及び期待損失最小化モデルを考案している。研究[4]ではモデル考案の際にポアソン過程を導入している。ポアソン過程とは離散的な自然現象に該当するものであり、現象が発生する確率は、時間ないし空間内において一定とされている。 λ は、単位時間当たりの事象の平均発生回数などの割合とみなされる場合がある。このとき、 N_t を時刻 t よりも前に発生した事象の回数とすると、

$$P(N_t = k) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^k}{k!} \quad (1)$$

さらに、最初の事象が発生するまでの待機時間 T は、指数分布による連続確率変数である。この確率分布は、次のように導くことができる。

$$P(T > t) = P(N_t = 0) \quad (2)$$

時間を含む場合、すなわち 1 次元ポアソン過程では、各時間内で事象が発生する回数を確率変数とする離散ポアソン分布と、待機時間を確率変数とする連続アーラン分布の両方を含んでいる。1 よりも高い次元のポアソン過程についても同様である。

ここで m ($m=1,2,3\cdots$) 個の商品に対し、その売り行きを把握することを目的として、期間 T (>0) の間実施される販売テストを行っている。この販売テストにポアソン過程を使い、売れ筋商品のみにパラメータ λ : 累積需要量を持たせ、販売予測を行っている。

本研究では、販売予測を行うのではなく、特定の商品に対してバスモデルのパラメータである外的要因 p 、内的要因 q が考慮されているのかを分析する研究である。さらに、文献[4]では、テスト販売に関してポアソン過程を用いているが、本研究の特定商品に関する売上推移を分析する際には市場動向も考慮の範疇にしなければいけないため、バスモデルという新製品拡散モデルを用いることが調査研究との大きな相違点である。

2.2 関連研究の特長と課題点

文献[4]で用いられた期待利益最大化又は期待損失最小化を考慮したモデルの特徴としては、モデル構築の際に需要を仮定するのだが、この時、需要をパラメータ λ_j ($j=1, 2$) と仮定し、ポアソン過程に従ってパラメータの $j=1, 2$ がそれぞれ売れ筋商品、死に筋商品のパラメータであることを前提に置いた上でモデル構築を行うことである。この研究ではパラメータ λ_j のほかに粗利益を α_1 、単位時間あたりの占有費用を β とし、

$$\alpha_1 - \beta/\lambda > 0, \quad (3)$$

$$\alpha_1 - \beta/\lambda < 0 \quad (4)$$

$$\alpha_1 - \beta/\lambda = 0 \quad (5)$$

を成立させるようなパラメータ λ を持つ商品をそれぞれ売れ筋商品、死に筋商品、基準商品と定義している。ここで、基準商品である(5)式に関してはパラメータを

$$\lambda = \lambda_0 \quad (6)$$

と定義し、

$$\beta = \lambda_0 \alpha_1 \quad (7)$$

と、与えている。

そして、累積需要数 $k(k = 1, 2, \dots, m)$ 以上の商品を売れ筋商品、それ以下の商品を死に筋商品としている。ここからは、ポアソン過程の一般式である式(1)をパラメータや定義と仮定で式変形させた形の式を用いて式(8)が得られている。

$$\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)^k \leq \frac{q_2(\alpha_1 + c_s - \beta/\lambda_2)}{q_1(\alpha_1 + c_s - \beta/\lambda_1)} e^{(\lambda_1 - \lambda_2)T} \quad (8)$$

$$k = 1, 2, \dots, m-1$$

ここで、文献[4]では小売企業の販売政策に関してモデル構築を行っているため、小売企業から納入企業に返品処理費用を c_s 、返品契約費用を c_γ と定義している。式(8)の左辺を $L_1(k)$ とし、右辺を γ_1 と置き、このとき、 $\lambda_1 > \lambda_2$ より $L_1(k)$ は k に関して非減少である。さらに、 $\alpha_1 + c_s - \beta/\lambda_1 < 0$ が成立するならば $\gamma_1 > 0$ を得ることから、最適政策を以下の場合分けで考察している。

a) $\alpha_1 + c_s - \beta/\lambda_2 < 0$

このとき、さらに以下の場合分けが必要となる。

(i) $\gamma_1 \leq L_1(0)$. このとき総期待利益 $P_0(k)$ は k に関して非増加となり、最適政策 $k_1 = 0$ を得る。

(ii) $L_1(0) < \gamma_1 < L_1(m-1)$. ここでは、 $P_0(k)$ は k に関して増加から減少へ一度だけ変化することから $0 < k_1 < m$ が存在する。

(iii) $L_1(m-1) \leq \gamma_1$. このような場合、 $P_0(k)$ は k に関して非減少となり、 $k_1 = m$ を得る。

b) $\alpha_1 + c_s - \beta/\lambda_2 \geq 0$

このような場合、 $\gamma_1 \leq 0$ となり、 $k_1 = 0$ を得る．ここで、a) (ii) の場合を考えると

$$k_1 \leq \frac{(\lambda_1 - \lambda_2)T + \ln[-q_2\lambda_1(\alpha_1 + c_s - \beta/\lambda_2)]}{\ln\lambda_1 - \ln\lambda_2} \quad (9)$$

$$- \frac{\ln[-q_2\lambda_2(\alpha_1 + c_s - \beta/\lambda_1)]}{\ln\lambda_1 - \ln\lambda_2}$$

$$k = 1, 2, \dots, m - 1$$

式(9)を得られている．そして式(9)の右辺を k_u とおくと、 $k_1 = [k_u]$ となる．この式(9)は式(3)を包括し、売れ筋商品の定義を満たしているため文献[4]では式(9)を期待利益最大化の最適政策としている．また、期待損失最小化の最適政策にも期待利益最大化の最適政策とプロセスをたどり、式(9)と同じ結果を出している．以上より、文献[4]では、定義と仮定をパラメータで設定し、それを売上推移の判別の基準としたモデルを構築した内容となっている．

また、課題点としては小売企業での売上推移がポアソン過程による一定的な推移であるため、実データを使った当てはめによる販売予測よりも机上の論理に過ぎないように感じる．小売による売上推移は現代の数多く存在するマスメディアにより少なからず、一定推移の販売予測にノイズを与えることが多い．よって、パラメータあるいはモデル構築過程において本研究で主題材としている外部的要因あるいは内部的要因を加味してモデル構築をすると、多くの小売企業で取り扱われる低単価の商品であっても、より現実的で具体性のあるモデルを構築することが可能になると推測する．

2.3 本研究での基本方針

本研究では、最初に Access 上に存在する [] 実在庫データをバスモデルの当てはめを行うために商品分類別に整理を行う。今回は実データをバスモデルの理論値と照らし合わせ、パラメータ推定を行い、対象商品に関する外的要因と内的要因の考察を行うために 700 万存在するアイテムの中からピックアップしなければならないため、商品分類別で分けた中でも今回は生活用品がメインとなる小売企業の実データを研究対象としているため、低単価な洗面用品に対象を絞って研究対象を見つけることにした。そして、研究対象の商品を探した後、多商品系の商品のみをグラフ化し、一般化されたロジスティック曲線の推移に類似した商品を検索する。ここで、ロジスティック曲線に類似した商品を見つけた理由としては、実データを用いて研究対象をするので商品推移の曲線が粗いものが多く、バスモデルの当てはめに関する対象商品として使用できないものが数多く存在するからである。今回対象商品として選定したアイテムは、[] グリーン、[] ブラック、[] ピンク、[] パープル [] 3 本セット [] 3、[] 5、[] ホルダーである。以上 8 アイテムを選んだ理由は上記で述べた理由である。このアイテムに関して、[] グリーン、[] ブラック、で商品間の相関をとり、[] ピンク、[] パープル、の 2 アイテム、[] 3、[] 5、[] ホルダーの 3 アイテムでも同様に商品間の相関を検討する。

また、上記 8 アイテムについてバスモデルのパラメータ推定に関する当てはめを行う。パラメータ推定については、エクセルで次式 (1 1)、(1 2) を用いて理論値を出し、最小二乗法で当てはめを行う。

$$n(t) = p[m - N(t - 1)] + q[N(t - 1)/m][m - N(t - 1)] \quad (10)$$

$$N(t) = N(t - 1) + n(t) \quad (11)$$

m は潜在市場規模、 $n(t)$ を t 期の商品購入者数、 $N(t - 1)$ を $t - 1$ 期までの累積購入者数とする。推定を行うパラメータを式 (1 1)、(1 2) では p を外的要因影響、 q を内的要因影響とする。本研究でバスモデルを選定した理由とパラメータ推定のプロセスの詳細、バスモデル概要については次章以降詳しく述べる。最後にエクセルでパラメータ推定を行い、パラメータを決定した後、考察、結言と本研究での応用と実例を述べる。

第三章 予備知識

3.1 バスモデル

<http://www.orsj.or.jp/~wiki/wiki/index.php/%E3%83%90%E3%82%B9%E3%83%A2%E3%83%87%E3%83%AB>

以下、バスモデルについて概略を述べるが、詳細については文献[5][6][7]などに記されている。

F.M.Bassによって提案された新製品、特に耐久消費財の普及過程を分析するモデルをバスモデルと呼ぶ。F.M.Bassはバスモデルを期間 $(t, t + \Delta t)$ に購入する確率 $h(t) \Delta t$ は外部からの情報による購入意欲（外的要因影響）と、未購入者の既購入者からの情報による購入意欲（内的要因影響）との和で表現されると考え、以下のようなモデルを提案した。

m を潜在市場規模とする。期間 t までに購入している人の割合を

$$F(t) = \int_{-\infty}^t f(t) dt = \frac{x_t}{m} \quad (12)$$

とし、 t まで未購入の条件付確率密度関数を

$$h(t) = \frac{f(t)}{\{1 - F(t)\}} = a + \frac{b}{m} x_t \quad (13)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} x_t = m \quad (14)$$

$$m \cdot f(t) = \frac{dx_t}{dt} \quad (15)$$

とモデル化して、 a は外的要因影響、 $(b \cdot x_t / m)$ は内的要因影響、本項以後この外的要因影響を p とし、内的要因影響を q として本項以降の説明を述べる。

$$\left(\frac{dx_t}{dt} \right) / \{m - x_t\} = a + \frac{b}{m} x_t \quad (16)$$

または

$$dx_t/dt = (m - x_t)(p_1 + q_1 x_t) \quad (17)$$

$$p_1 = a, q_1 = b/m \quad (18)$$

と表す。式(16)を解くと

$$x_t = m[1 - c_0 \exp\{-(a + b)t\}] / \left[\frac{b}{a} c_0 \exp\{-(a + b)t\} + 1 \right] \quad (19)$$

ただし、 x_0 : 時点0での既購入者数

$$c_0 = (m - x_0) / \left(m + \frac{b}{a} x_0 \right) \quad (20)$$

である。

式(17)について $p_1 = 0$ のとき

$$dx_t/dt = x_t(mq_1 - q_1x_t) \quad (21)$$

となり、バスモデルはロジスティックモデルを包括していることがわかる。

$f(t)$, dx_t/dt は

$$t^* = -\frac{1}{a+b} \log \frac{a}{bc_0}; b > a \quad (22)$$

で最大であり、そのとき x_{t^*} は

$$x_{t^*} = m(b-a)/2b \quad (23)$$

である。

バスモデルの改良・拡張版として本間の研究[7]で以下を述べている

1. m が時点とともに変化するモデル。または m が価格の関数となるモデル
2. 式(20)の右边が、期間 t や広告費などの商品に対する情報に関連する関数となるモデル
3. 企業間の競争を考慮したモデル

などが述べられている。バスモデルのパラメータについては、微分を単位期間当たりの増分としてとらえ、式(21)の右边を展開して定数項及び x_t , x_t^2 の係数を最小二乗法により推定する方法が提案された。図[1]では、過去にバスモデルを用いて普及率を分析したグラフ例を示す。このグラフでは 1966 年から 2004 年のアンケートをもとにして、一定期間ごとにバスモデルにあてはめた結果をグラフ化したものである。

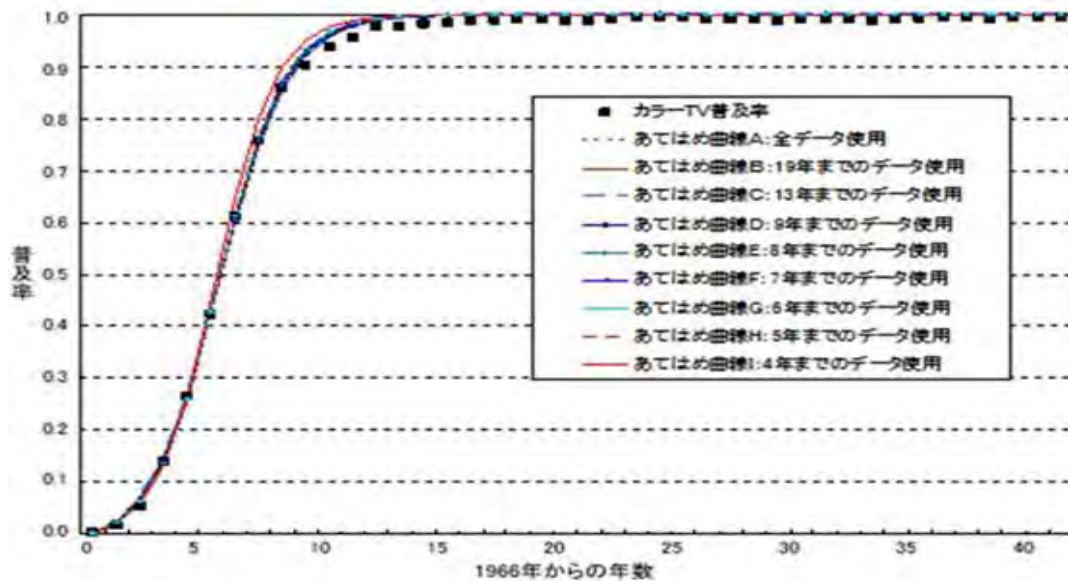


図 1. バスモデルを用いたカラーテレビの普及率分析. 1966 年～2004 年
引用 (文献[7])

また、提案手法及び、本研究で用いるバスモデルについての解釈を情報伝達の視点から考察した図が図 2 である。

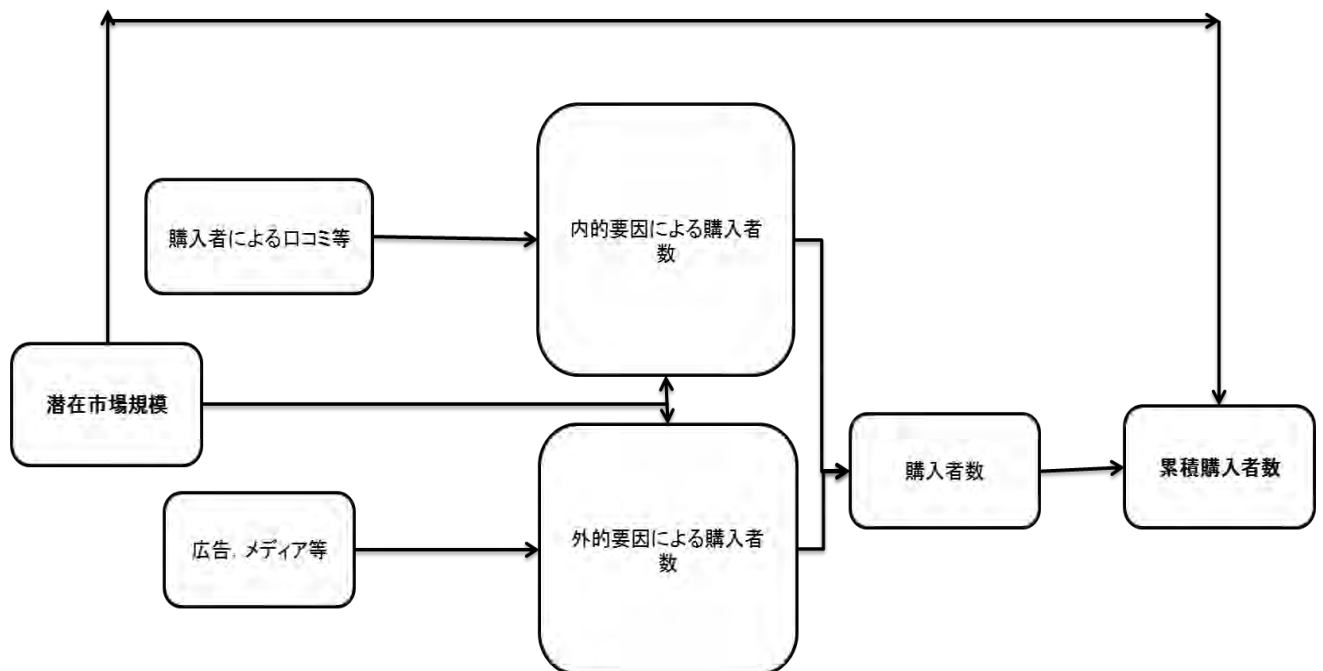


図 2. バスモデル変数間図.

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/fumihom/Kenkyu/Kyodo/oniki/noframe/jpn/lecture/gu-grad/ecinf/doctor/2005/chapter3.pdf> P.32

3.2PLC 曲線

以下、PLC についての概略を述べるが、詳細については文献[8]などに記されている。製品ライフサイクルとはマーケティング用語の 1 つで、製品が市場に出てから市場から消えるまでの期間を指し、各商品に対してこの期間の売上と利益の変化に着目して、最適マーケティング戦略を構築するための基本的な情報となる。製品にライフサイクルがあるという考えは、以下の三つの点を前提としている。

1. 商品の販売は時間と共に機会、試練、問題によって変化する。
2. 商品販売の変化は利益の変化となって現れる。
3. 商品販売の変化に対応したマーケティング、財務、製造、購買、人的資源に戦略が必要になる。

<http://business-words.seesaa.net/category/6074033-3.html>

そして、製品ライフサイクルは4つの段階より構成されている。

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%A3%BD%E5%93%81%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%95%E3%82%B5%E3%82%A4%E3%82%AF%E3%83%AB>

1. 導入期：市場に導入された製品がまだ小さな需要しか獲得できない期間
2. 成長期：需要が急速に拡大する期間
3. 成熟期：成長が鈍化し、需要がピークを迎える期間
4. 衰退期：需要が減少する期間

導入期とは商品が市場に導入されて販売が開始された時点から、販売数が伸びてゆく期間である。次に、実売期では商品が市場で受け入れられ、大幅に利益が得られる期間のことである。そして、成熟期では商品が市場の潜在的購入者のすべてに行き渡り、実売期での販売の伸び幅に比べて減速する期間である。販売者側からすると、1つの商品に対してこの成熟期の長短が、製品のライフサイクル全体の長さを決める大事な期間となっている。図[3]では、文献[8]内の製品ライフサイクルの4段階をグラフ化したものである。縦軸は商品の販売数、横軸は時間を表し、曲線 A は販売数のグラフ、曲線 B は1商品を売り上げた時の利益をグラフ化したものであり、1～4までの区切られた期間が上記で述べた導入期から衰退期である。

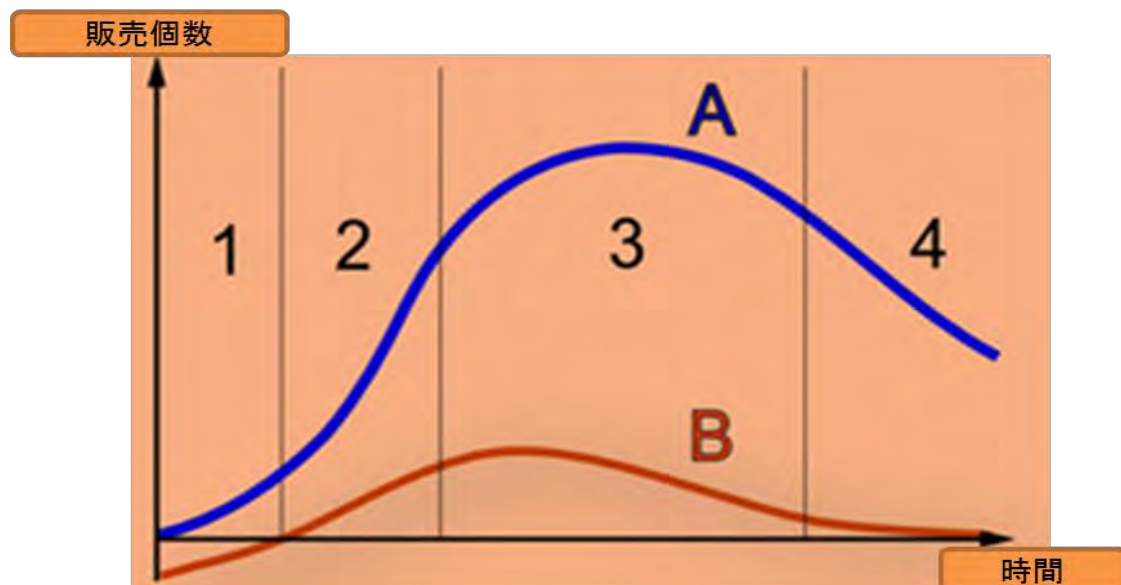


図 3. 製品ライフサイクルのグラフ A, B.

引用（文献[8]）

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%A3%BD%E5%93%81%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%95%E3%82%B5%E3%82%A4%E3%82%AF%E3%83%AB>

3.3 ロジスティック曲線

3.3.1 ロジスティック回帰分析

以下、ロジスティック回帰分析についての概略を述べるが、詳細については文献[9]などに記されている。ロジスティック回帰分析では、目的変数として1.商品をリピート購入する、もしくは2.商品をリピート購入しないという2つの値を目的変数とする回帰分析である。予測の対象となる目的変数が2つの値であることが、ロジスティック回帰分析と単回帰分析や重回帰分析と異なる点である。ロジスティック回帰分析では、オッズ比の対数をとった対数オッズ比をもとに予備式を考えるのは、対数オッズ比に変換することで、ある事象が起きる確率が起きる確率が正の無限大から負の無限大の値をとるようにするためである。つまり、回帰係数に制約を行わなくてもよいようにするためである。

オッズ比とは、ある事象が起きる確率 p と起こらない確率 $1-p$ の比であり、 $\text{オッズ比} = p/(1-p)$ で求められる。ある事象がおこる確率が高いほどオッズ比の値が大きく、ある事象が起こる確率が低いほどオッズ比の値も小さくなる。つまり、確率が1のときオッズ比は無限大になり、確率が0のときのオッズ比は0となる。そして、ある事象が起こる確率と起こらない確率が等しい場合にはオッズ比は1となる。オッズ比の対数をとったものが対数オッズ比である。対数オッズ比もある事象が起こる確率が高いほど大きく、ある事象が起こる確率が低いほど小さくなる。確率が1のときには対数オッズ比は正の無限大、確率が0になるときには負の無限大になる。ある事象が起こる確率 p の値は+1から-1の値をとるが、対数オッズ比に変換することで正の無限大から負の無限大の値をとることになる。そのため、回帰係数に制約を行わなくとも分析を行うことができるようになる。例として、ロジスティック回帰分析により、商品リピート購入の有無を p として価格や年齢、来店頻度といった顧客の属性から予測するならば、

$$\begin{aligned} & \log \frac{\text{リピート購入ありの確率 } p}{\text{リピート購入なしの確率 } 1-p} \\ &= \text{価格の影響の強さ} \times \text{価格} + \text{年齢の影響の強さ} \\ & \quad \times \text{年齢} + \text{来店頻度の影響の強さ} \times \text{来店頻度} \end{aligned} \tag{24}$$

というような予測式により予測する事ができる。

また、ロジスティック回帰分析を形式的に表すと以下の手順である。

- 1 目的変数と各説明変数との関係を表す予測式を求める.
- 2 偏回帰係数やオッズ比を確認する.
- 3 判別的中を確認する.
- 4 変数選択を行う.
- 5 得られた予測式に基づく予測を行う.

ロジスティック回帰分析では、要因の影響の強さを示す係数を求めるために最小二乗法ではなく、最尤法を用いる。最尤法は尤度を最大化するような係数を求める方法である。尤度とは、尤もらしさの度合を示すものである。つまり、データが最も尤もらしい値を求めるのが最尤法である。なお、ロジスティック回帰分析での尤度は、得られているデータがどのようななどのような確率で起こるかを表している。

3.3.2 ベルヌイの微分方程式

本節では、ベルヌイの微分方程式を用いたロジスティック曲線を描く一般解を求めるまでの過程を説明する。なお、ベルヌイの微分方程式の詳細については、文献[10]に詳しく述べられている。文献[10]では、ロジスティック曲線には関係がない例題に沿われたベルヌイの微分方程式の解説が述べられているため、本稿ではロジスティック曲線を描く一般解までの説明を以下で述べる。例として、ある製品の生産過程について考えると、その製品数を $N(t)$ とする。そして、 t を時間とし、単位時間あたりの生産率を α 、不良品発生率を β とすると、 $\varepsilon = \alpha - \beta$ は不良品でない製品の生産増加率を表す。

$$\frac{dN(t)}{dt} = \alpha N(t) - \beta N(t) = \varepsilon N(t) \quad (25)$$

しかし、実際には生産数が多くなるに従って、 ε は減少する傾向にある。例えば、一つのモデルとして ε が $\varepsilon - \lambda N$ となる場合、以下のようなロジスティック方程式が得られる。

$$\frac{dN(t)}{dt} = (\varepsilon - \lambda N(t)) N(t) \quad (26)$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\varepsilon N(t) = -N(t)^2 \quad (27)$$

式(14)はベルヌイの微分方程式の形をしているため、

$$P(t) = -\varepsilon, \quad Q(t) = -\lambda, \quad n = 2 \quad (28)$$

$$z = N(t)^{-1} \rightarrow N(t) = z^{-1} \quad (29)$$

とおくと、式 (26) は、

$$\frac{dN(t)}{dt} = \frac{dN(t)}{dz} \frac{dz}{dt}, \quad \frac{dN(t)}{dz} = -z^{-2} \quad (30)$$

と置き換えられ,

$$-z^{-2} \frac{dz}{dt} - \varepsilon z^{-1} = -\lambda z^{-2} \quad (31)$$

$$\frac{dz}{dt} + \varepsilon z = \lambda \quad (32)$$

ベルヌイの微分方程式 (31) は, 線形 1 階変係数常微分方程式に変換できたため, 線形 1 階変係数常微分方程式の一般解が次式で与えられることを考慮して,

$$\frac{dy}{dt} + P(t) \quad y = R(t) \quad (33)$$

$$y_{(t)} = e^{\int^t P_{(t')} dt'} \cdot \left(\int^t e^{\int^t P_{(t')} dt'} R_{(t')} dt' + C \right) \quad (34)$$

$$P_{(t)} = \varepsilon, \quad R_{(t)} = \lambda \quad (35)$$

を代入すると,

$$Z = e^{-st} \left(\frac{\lambda}{\varepsilon} e^{st} + C \right) = \frac{\lambda}{\varepsilon} + C e^{-st} \quad (36)$$

となる. したがって, 式 (33) の一般解は式(35)

となる. 初期条件 ($t=0$ の時, $N=N_0$) とすれば, 式 (36), (37) が得られる.

$$C = \frac{(\varepsilon - N_0 \lambda)}{\varepsilon N_0} \quad (37)$$

$$N(t) = \frac{\varepsilon N_0 e^{st}}{\varepsilon + \lambda N_0 (e^{st} - 1)} \quad (38)$$

第四章 提案手法

4.1 前提条件と仮定

本研究での前提条件として、対象とする企業を SPA 型企業等の小売企業を対象とし、研究対象とする商品を販売単価の低いものを研究対象とする。また、本研究で用いた実データの研究対象の販売期間は 2000 年 10 月 1 日から 2001 年 9 月 16 日までとする。研究対象とした商品の選定理由は第二章にて述べているため省略する。本項では、バスモデル適用に関する内的要因と外的要因の具体的な説明と本研究で扱った実データの中でも研究に適用した商品としなかった商品についてグラフを用いて述べる。

バスモデルはパラメータとして、潜在市場規模 m 、外的要因影響 p 、内的要因影響 q を用いて、主に耐久消費財に関する需要予測を行うモデルとして広く知られている。ここで、本研究で用いる外的要因影響とは第三章でも少し述べられているように、テレビコマーシャルや新聞広告、折り込みチラシ、電車等の公共機関で見受けることができる情報伝達による影響のことを指す。また、内的要因影響とは、これも三章で少し述べられているが、対象商品を購入した人物である既購入者の口コミによる情報伝達による影響を指す。そして、本研究でバスモデルを用いるにあたっての仮定として、潜在市場規模 m 、外的要因影響 p 、内的要因影響 q の三つのパラメータは一定であり、変化しないとする。現実的な商品の潜在市場規模 m は、時間の経過にしたがって増加する。また、外的要因影響 p 、内的要因影響 q も同様に考えると、製品そのものの特性や製品市場を取り巻く環境も情報化社会となった今日では多様に変化すると考えられる。パラメータ推定に用いられたバスモデルの基本式である式(10)では以上の点を留意し、実データにモデルの当てはめを行った。

また、本研究では研究対象となる商品の選定において以下の条件に該当する商品を対象から外すことにする。

- ① 販売期間が 3 か月未満の商品
- ② 商品の販売推移が商品の欠品以外の理由で断片的になっている商品
- ③ 販売推移に関して一般的に定番商品といわれるような SKU 単位で販売推移をみても変化が読み取れない商品

以上の 3 つの条件に該当する商品においては研究対象から外すことにした。具体的な例を述べると以下のような商品である。

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/fumihom/Kenkyu/Kyodo/oniki/noframe/jpn/lecture/gu-grad/ecinf/doctor/2005/chapter3.pdf> PP.27-28

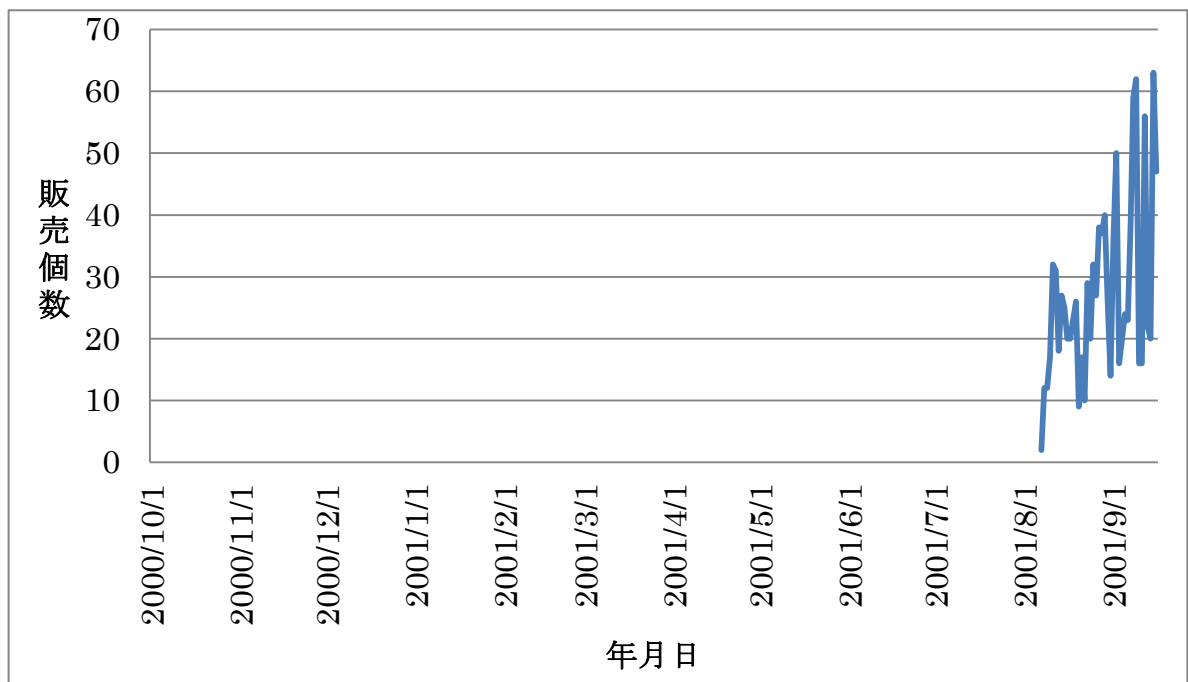


図 4．販売期間 3 ヶ月未満の商品例.

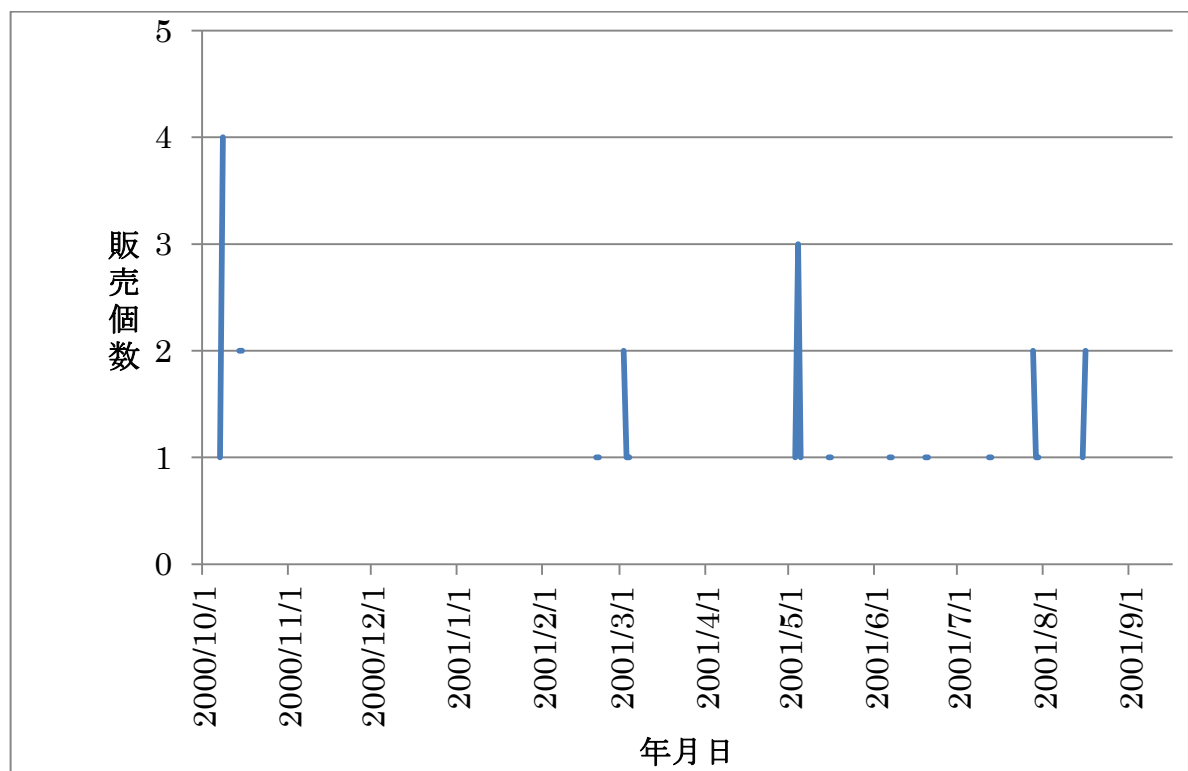


図 5．欠品以外の理由で推移が断片的になっている商品例.

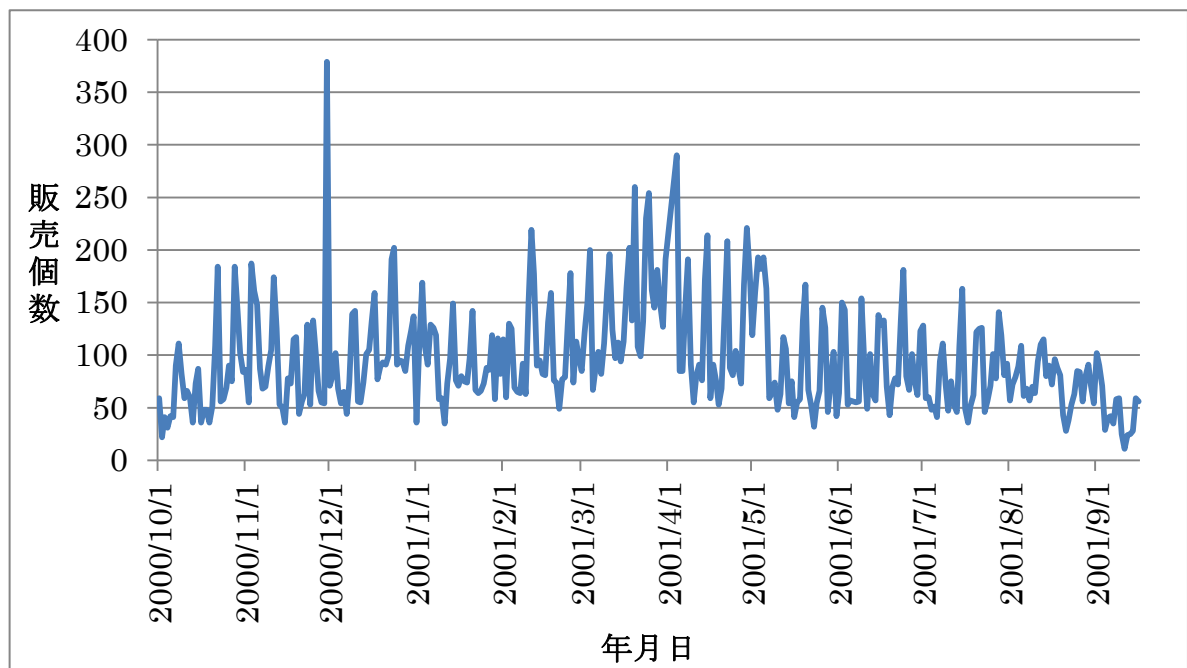


図6．定番商品とされている商品例.

図4の [] イエローについては、上記項目の①を指すものであり、販売期間が3ヶ月未満なので図4のような商品については対象外とした。図5の [] ブラックについては、一定の販売を見受けることができず、また欠品以外の何らかの理由で売上推移が断絶されているため図5のような商品についても対象外とした。そして、図6の [] については販売期間について①のような問題なくもなく、断続的な売上推移を表していることもないが、図6のような商品は一般的に定番商品といわれるものである。本研究ではある程度の外的要因影響や内的要因影響によって売上推移の初速が早まったり、遅れたりしているのであろうと推測ができる商品に関して分析を行うことにしている。本研究でいう外的要因影響や内的要因影響が関わっているであろうと推測できる理由としては、売上推移を見る際に、モデルとされているPLC曲線と見比べて山なりの放物線が時間軸に対して正の方向あるいは負の方向に移動された売上推移を辿っている形状を見受けることができるか否かによって外的要因影響と内的要因影響が関わっているかの推測を行った。そして、以上の理由より、図6のような商品に関しては売上推移がある一定状態から変化を見せることもなく、売上のピークや衰退状況も見受けることができないため図6のような商品に関しても対象から除外した。

以上を前提条件として、第五章では実データを用いて商品相関とバスモデルのパラメータ推定のあてはめ分析を行った。

4.2 バスモデルの選定理由

本研究にてバスモデルを用いた理由として、バスモデルの特徴であるパラメータ3つを適用した式を用いることによって企業が商品を市場に出す際にマスメディアによる広告や新商品のプロモーション販売による市場価値の動向を加味しながら販売予測を行うことができる点で、実データを用いた本研究に最適だと考え、適用に至った。

バスモデルの特徴として、本間の研究[7]によると、耐久消費財の普及過程を社会システム内や社会システム間での異なる情報の伝達チャンネルの組み合わせによって説明されている。また、文献[7]では、以下のようにもバスモデルについて言及している。バスモデルが新製品の基礎的普及モデルとして世間で高く評価され、バスモデルに関わる多くの改良的研究を生み出した原因は、単純で明快な理論構成にあったとされている。文献[7]で述べている単純で明快な理論とは、バスモデルの構成として潜在市場規模、外的要因、内的要因の3つのパラメータを使用するだけで、多くの耐久消費財の普及過程を上手に説明できるという点である。しかし、単純で明快な理論を用いることによって本研究のような多少品系の商品を対象にして分析を行う場合にはより正確な分析結果を挙げることが可能ではないかと考える。バスモデルは前述の通り、耐久消費財の普及を上手に説明できる一面を持っているが、**新製品の初回購入を想定した普及モデルであるので、現在使用中の商品が数回の使用を経た不具合等の理由により、買い換えられる更新需要や、同じ商品の複数回購入のように何個も同じものを追加的に所有しようとする追加需要による購入には対応していない。**

しかし、本研究では更新需要について考慮する必要はなく、また、追加需要に関しても小売業の多少品系商品の売上推移を分析するため、深く考慮する必要はない。

そして、**きわめて革新的な新商品は、その価値が世間で認められ、普及し始めるまでに通常より長い時間がかかり、その商品の本格的な普及時期は普及初期に購入された商品の更新時期と重なり、誤った分析結果をもたらす可能性が高い**とされる。**普及率が高く、広範囲な市場に受け入れられる商品は、一般的に新商品として導入され、その商品に関する技術が衰え、使用されなくなるまで長い期間にわたって使用され続ける。このようなPLCが長期間にわたる商品に関しては新規需要だけでなく、むしろ追加需要や、更新需要を分析の軸として研究を行わなければ、正確に分析を行うことはできない。**

また、第二章と重複するが、膨大なる商品の中から研究対象として数商品を選び、その商品の売上推移を分析する場合、パラメータとしてその商品のトレンドに時系列的に変化し、かつ売上推移に影響を与えるような変数を包括しているモデルを使用することを考慮しても、分析を行うにあたってバスモデルが適当だと考えた。

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/fumihom/Kenkyu/Kyodo/oniki/noframe/jpn/lecture/gu-grad/ecinf/doctor/2005/chapter3.pdf> P.29

第五章 分析結果

5.1 商品相關

本節では、研究対象とした8つの商品の中でも、「小売業」の4つの商品は、
同じ商品カテゴリーに分類されており、これらの商品は商品を分類した際に、同じ小
分類での同商品多少品系とされている。小売業ではこのような多少品系の商品は多く
存在し、またこのような商品は、販売されるカラーやサイズ等の違いから売上推移が
大きく異なる場合がある。小売業の中でもアパレル業界では、販売対象とする地域や
トレンドから同じ商品を販売する際に、多少品系での在庫状態を細かく管理している。

このような多少品系についての特徴をふまえた上で多少品系である 4 つの商品について、「ブラック」の二商品間の売上推移の相関関係と「ホワイト」の二商品間の売上推移の相関関係について散布図を用いて調べた。

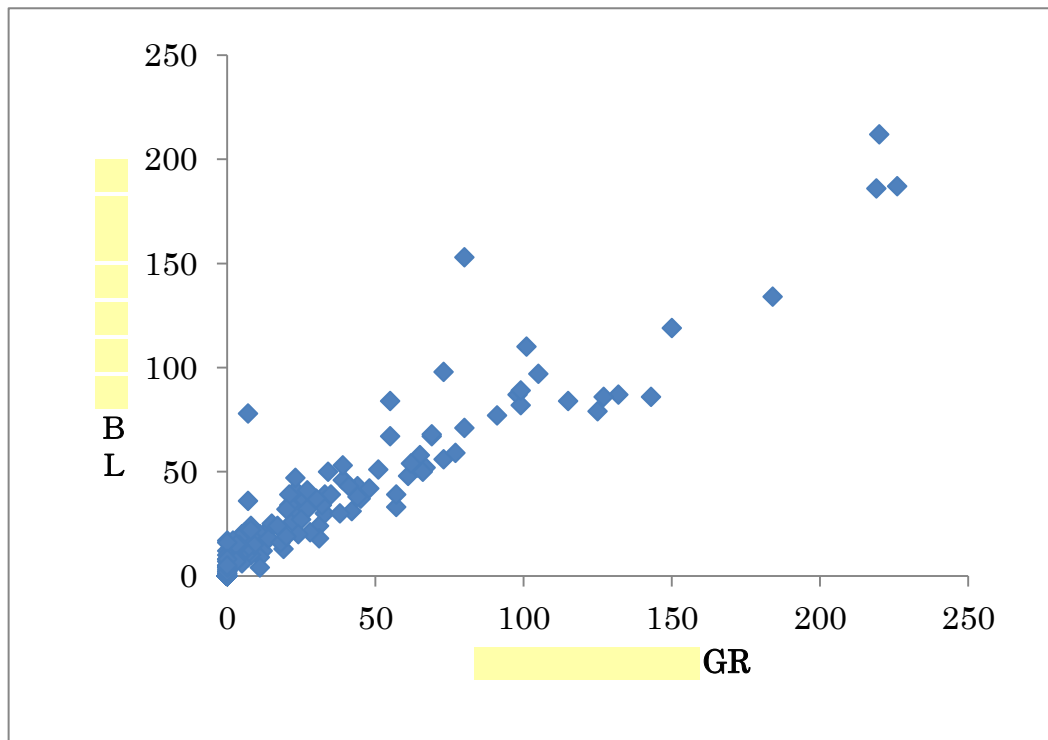


図 7. グリーンとブルーの販売個数.

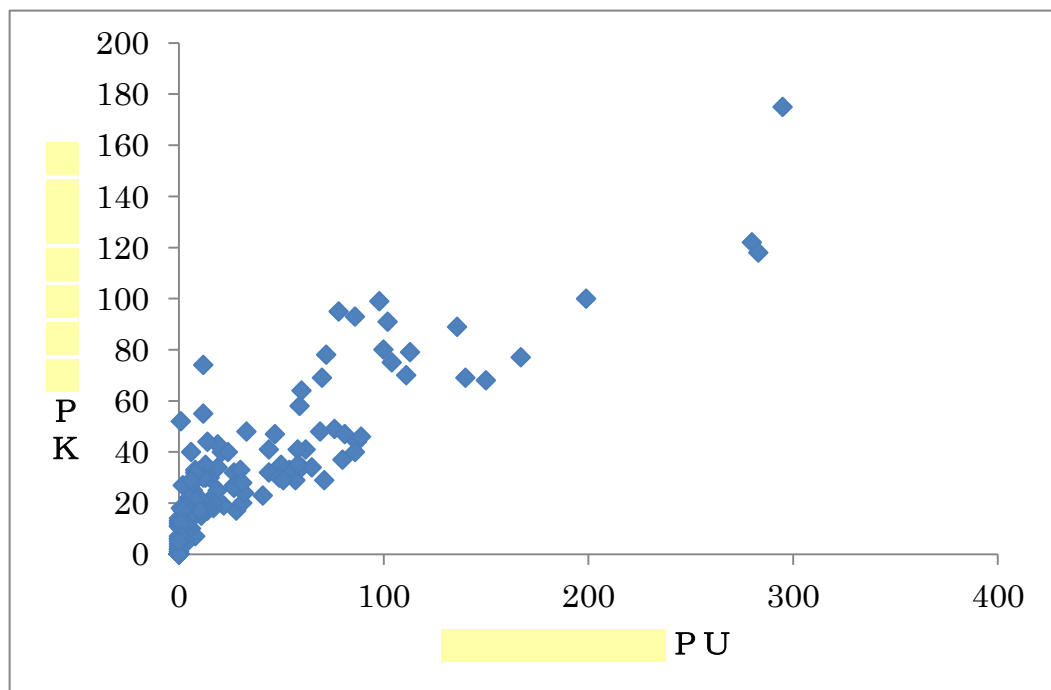


図 8. ピンクとパープルの販売個数.

5.2 バスモデルのパラメータ推定

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/fumihom/Kenkyu/Kyodo/oniki/noframe/jpn/lecture/gu-grad/ecinf/doctor/2005/chapter3.pdf> P.22-23

本節では研究対象とした8つの商品に関してバスモデルのパラメータ推定を行った。バスモデルの基本的な概要とその説明は第三章 3.1 で既に説明済みなので、本節では、バスモデルのパラメータ推定についての簡略な説明と分析結果を述べる。

パラメータのうちの一つである市場潜在規模 m は最終的な販売数で、これ以上当該商品の進まない飽和普及水準を表している。 $n(t)$ を t 期の販売数、 $N(t-1)$ を $t-1$ 期までの累積販売数とすると、モデル式として表した式が式(10)、(11)である。式(10)の右辺の第一項は、 t 期の販売数のうち、前期までの既販売数に影響されない外的要因影響による販売数である。また、右辺第二項は、前期までの既販売数に影響される内的要因影響による販売数である。また、式(10)は、既存販売数が t 期以前までの未購入である残存市場規模($m - N(t-1)$)の一定割合をあらわしている。一方、内的要因影響による販売数は外的要因影響による販売数と同様、 t 期以前までの未購入である残存市場規模($m - N(t-1)$)の一定割合を占めているが、その割合は t 期以前までの累積販売数に比例していることがわかる。すなわち、 t 期の販売数は、既販売数とは独立な割合の部分 p と、既販売数の割合で増加する部分 $q(N(t-1)/m)$ との合計である。

以上を踏まえた上で、8つの商品に関して、はずれ値や誤入力データあるいは商品の売上推移を調べる中で、
に関して、売上推移に関するデータを直近四日間のデータの誤差修正を用いた移動平滑法でデータ加工を施し、バスモデルのパラメータ推定を行った後考察を行う。

バスモデルの基本構成は、ある商品をまだ購入していない人のうち、 t 期に購入する人数はまだ購入していない人のうち、既に購入した人の影響を受けずに購入する人数と、まだ購入していない人のうち既に購入した人の影響を受けて購入する人数の和に等しいとする構成がバスモデルの基本構成である。

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/fumihom/Kenkyu/Kyodo/oniki/noframe/jpn/lecture/gu-grad/ecinf/doctor/2005/chapter3.pdf> P.22

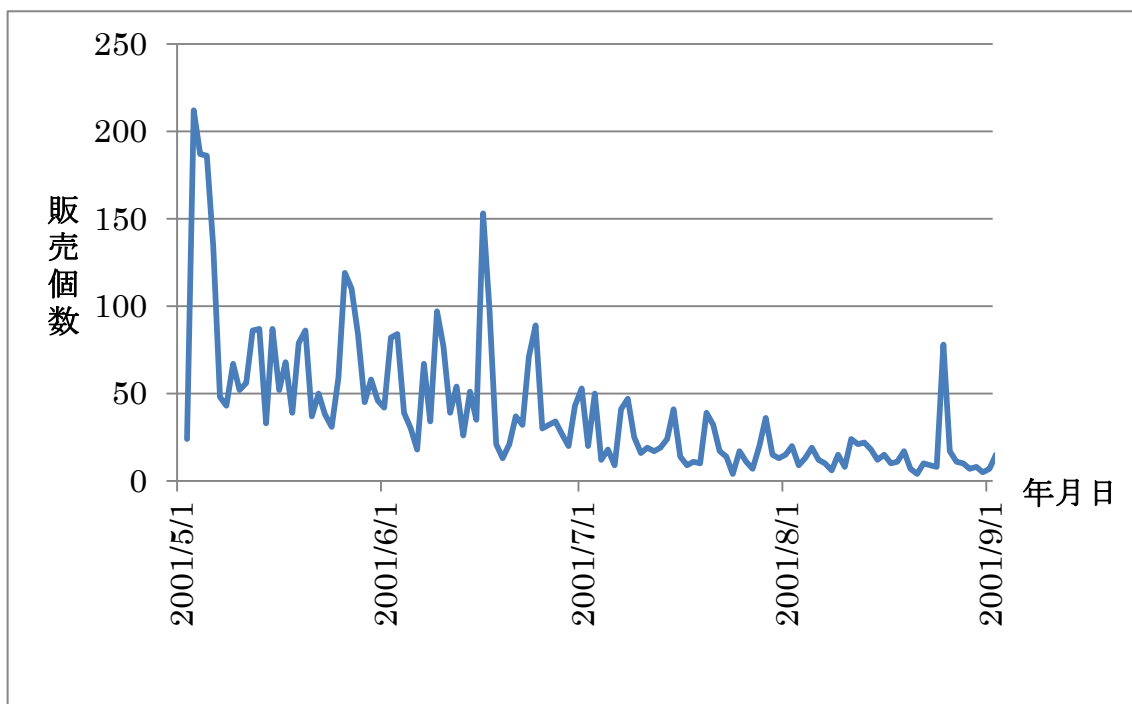


図 9. グリーンの売上個数. (2001.05~2001.09)

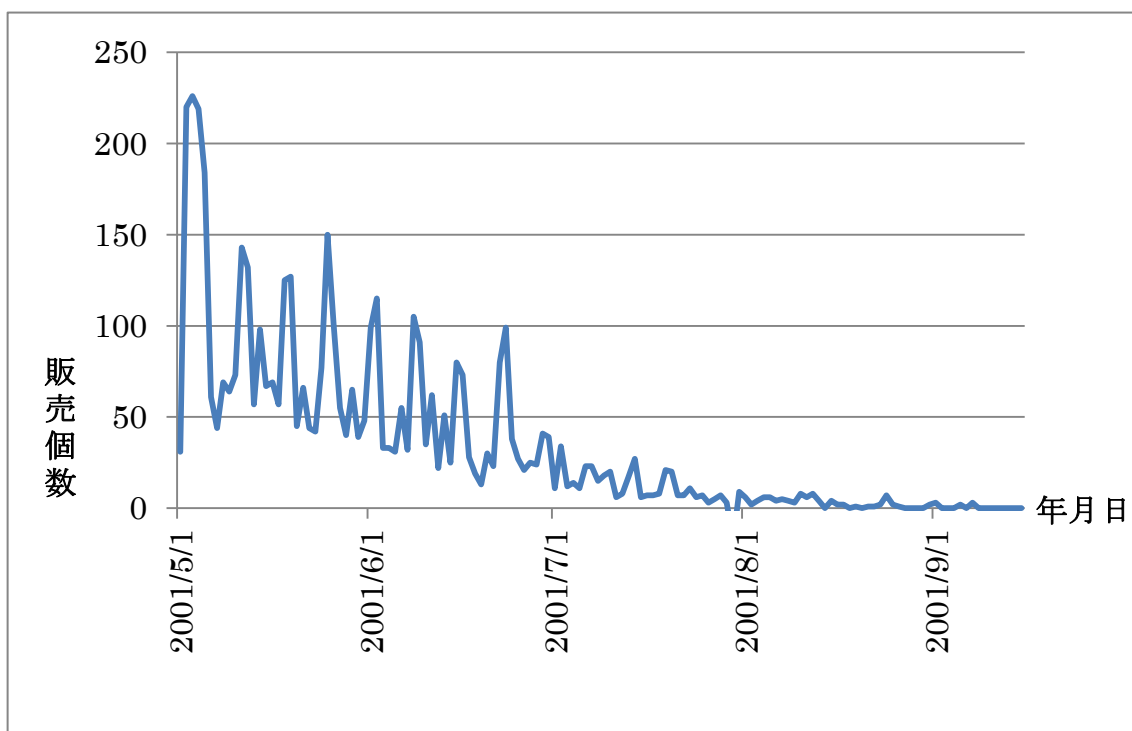


図 1 0. ブラックの売上個数. (2001.05~2001.09)

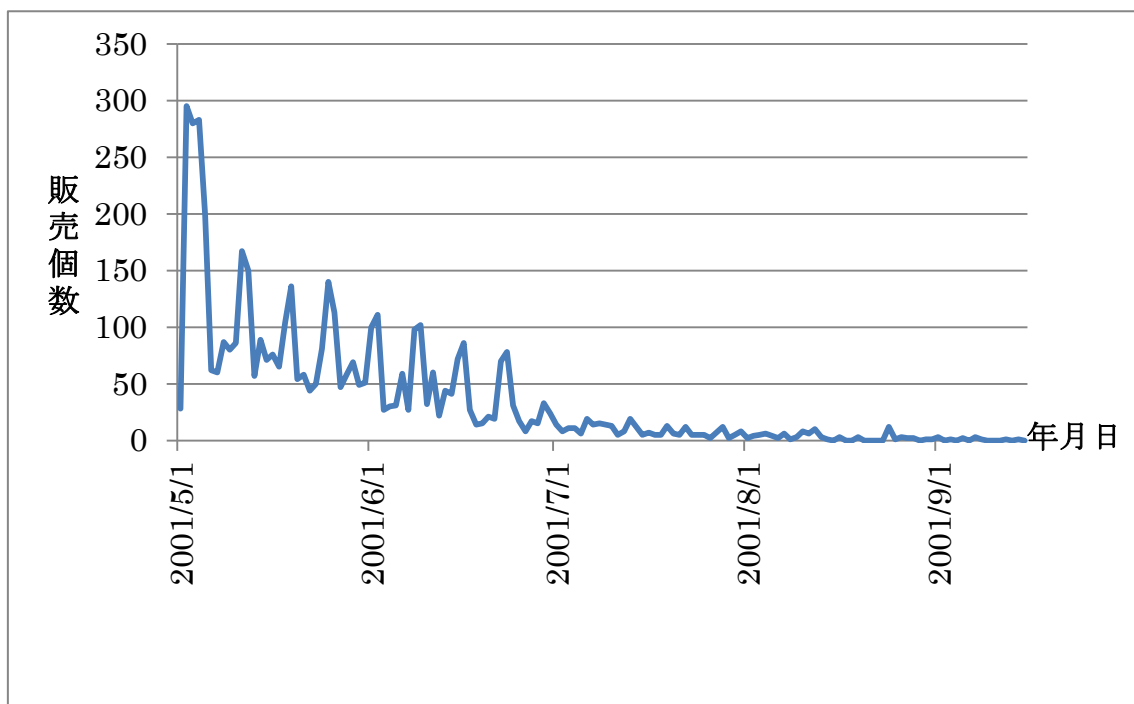


図 1 1 . ピンクの売上個数. (2001.05~2001.09)

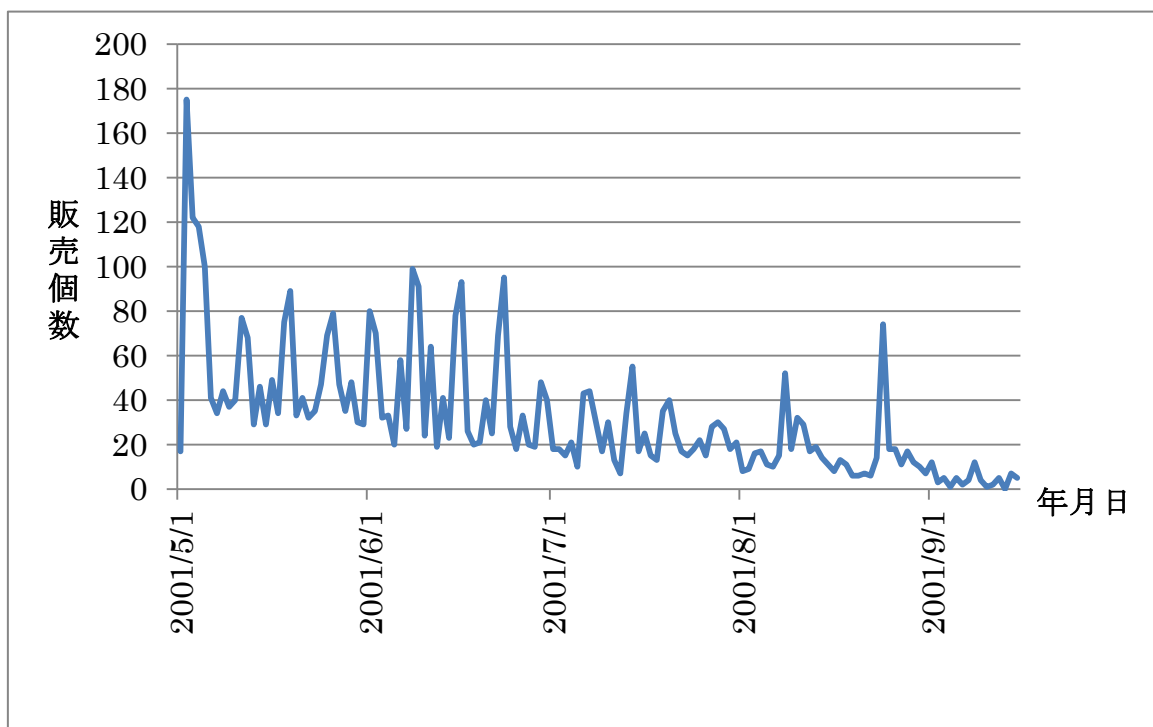


図 1 2 . パープルの売上個数. (2001.05~2001.09)

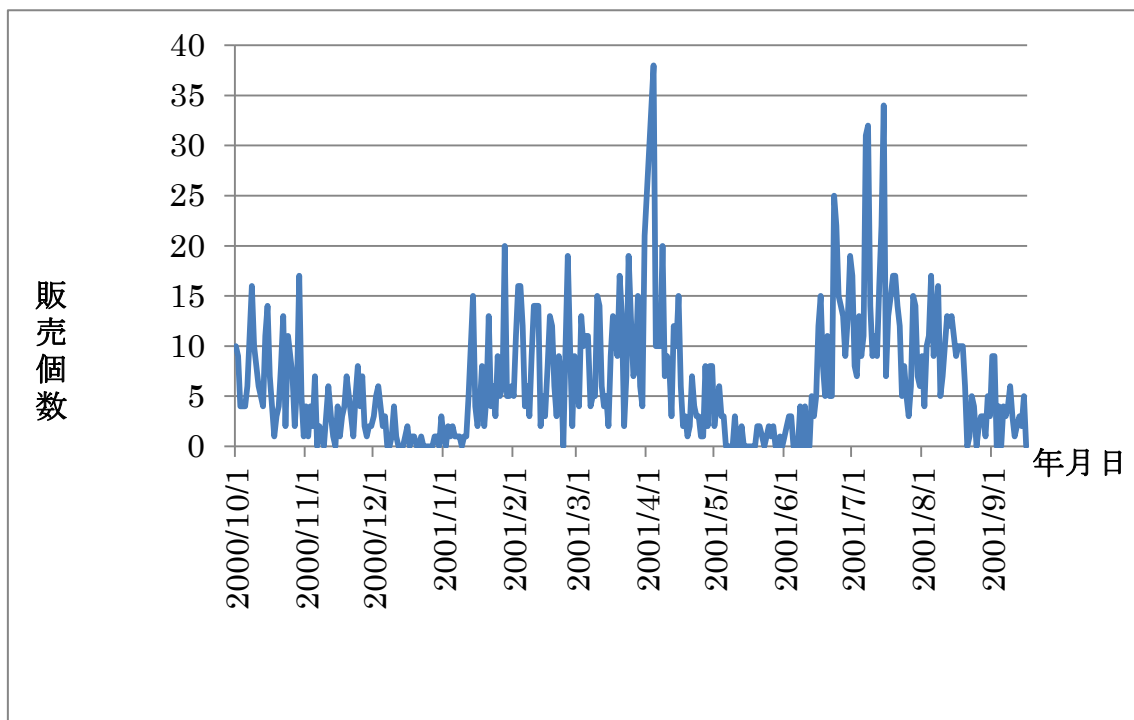


図 1 5 . 売上個数. (2000.10~2001.09)

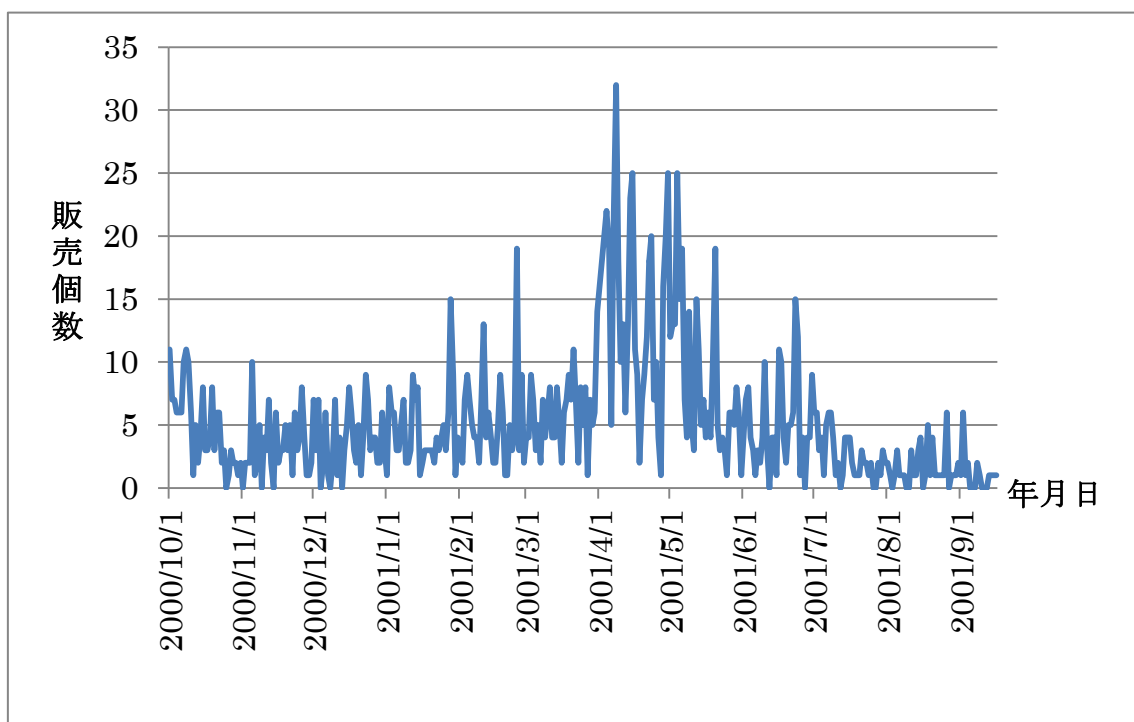


図 1 6 . の売上個数. (2000.10~2001.09)

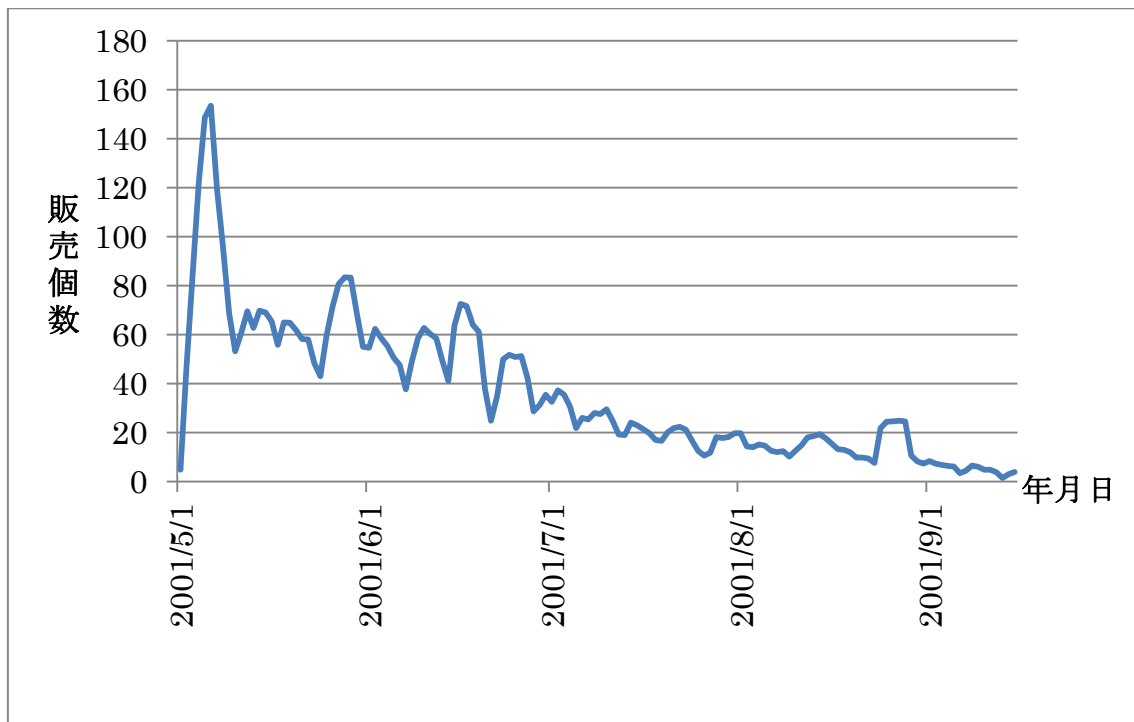


図 1 7. グリーンの移動平滑平均を用いた売上データ.
(2001.05~2001.09)

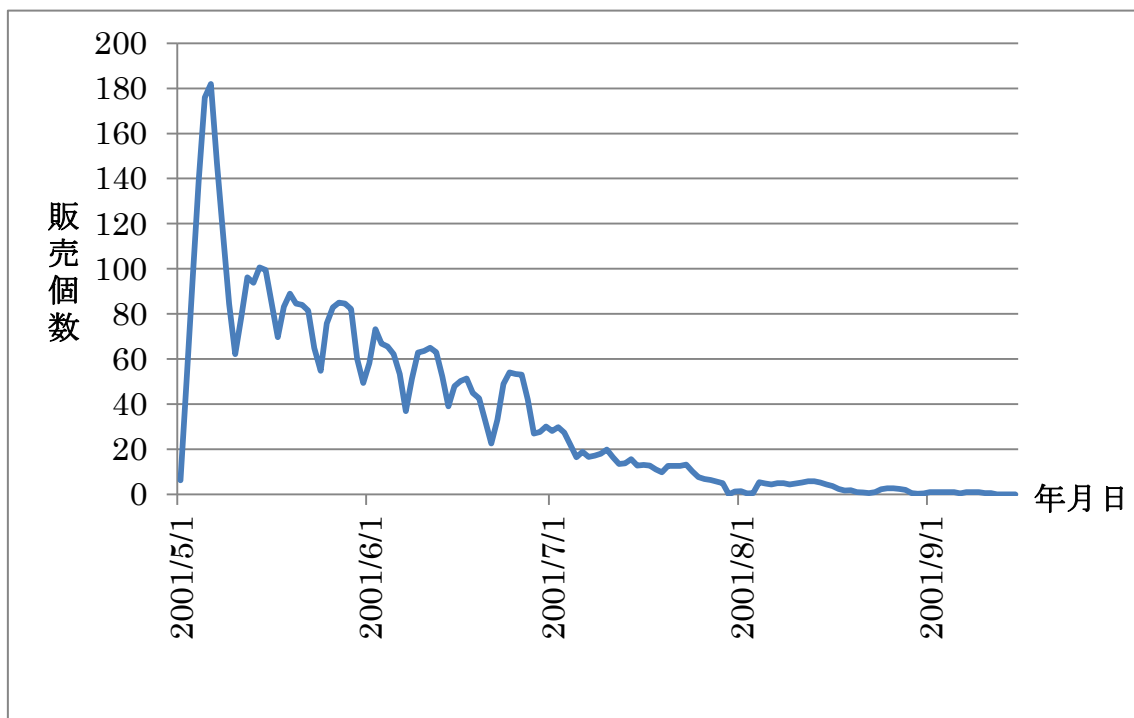


図 1 8. ブラックの移動平滑平均を用いた売上データ.
(2001.05~2001.09)

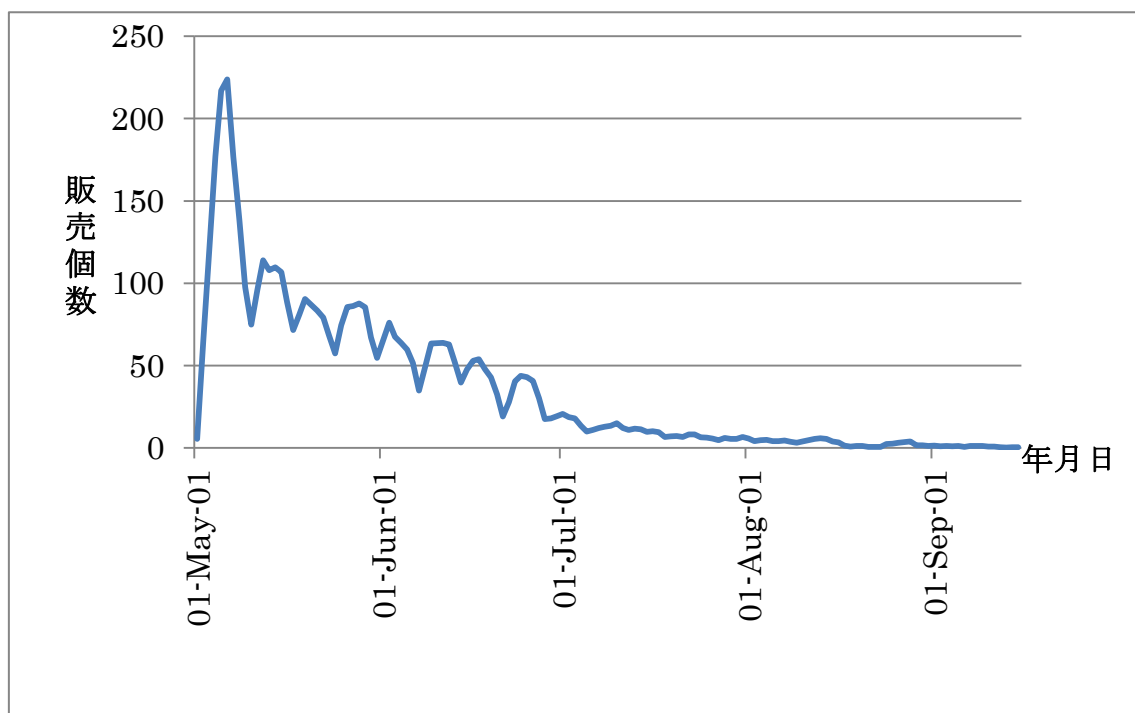


図 1 9 . ピンクの移動平滑平均を用いた売上データ.
(2001.05~2001.09)

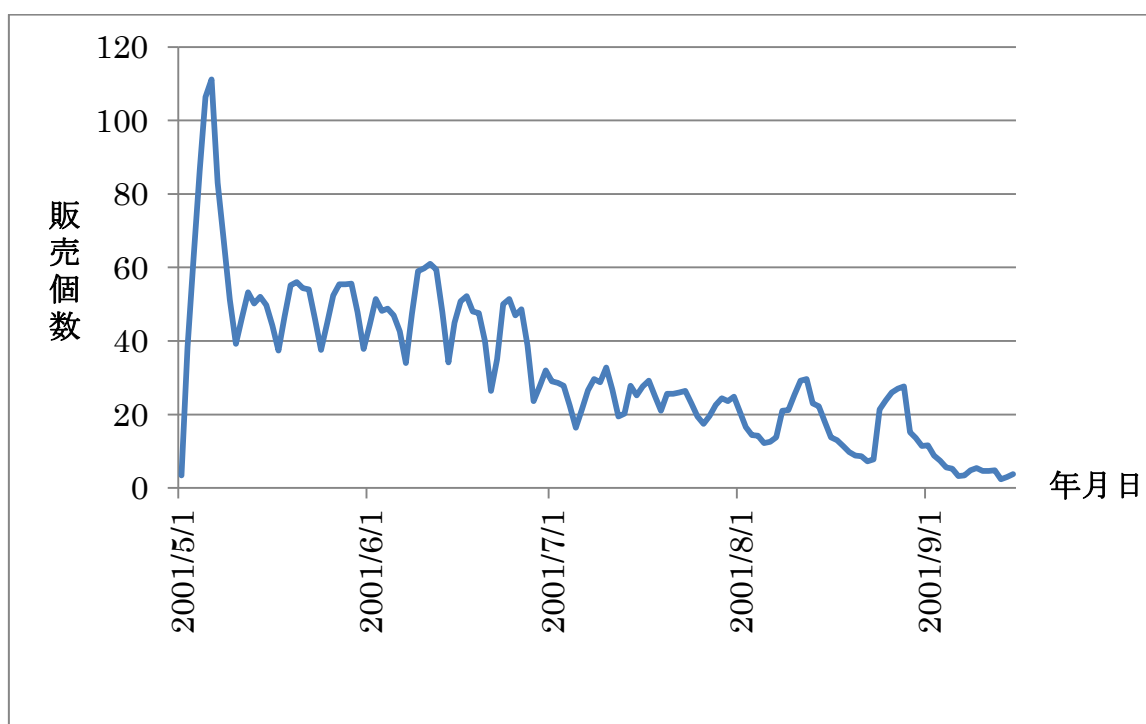


図 2 0 . パープルの移動平滑平均を用いた売上データ.
(2001.05~2001.09)

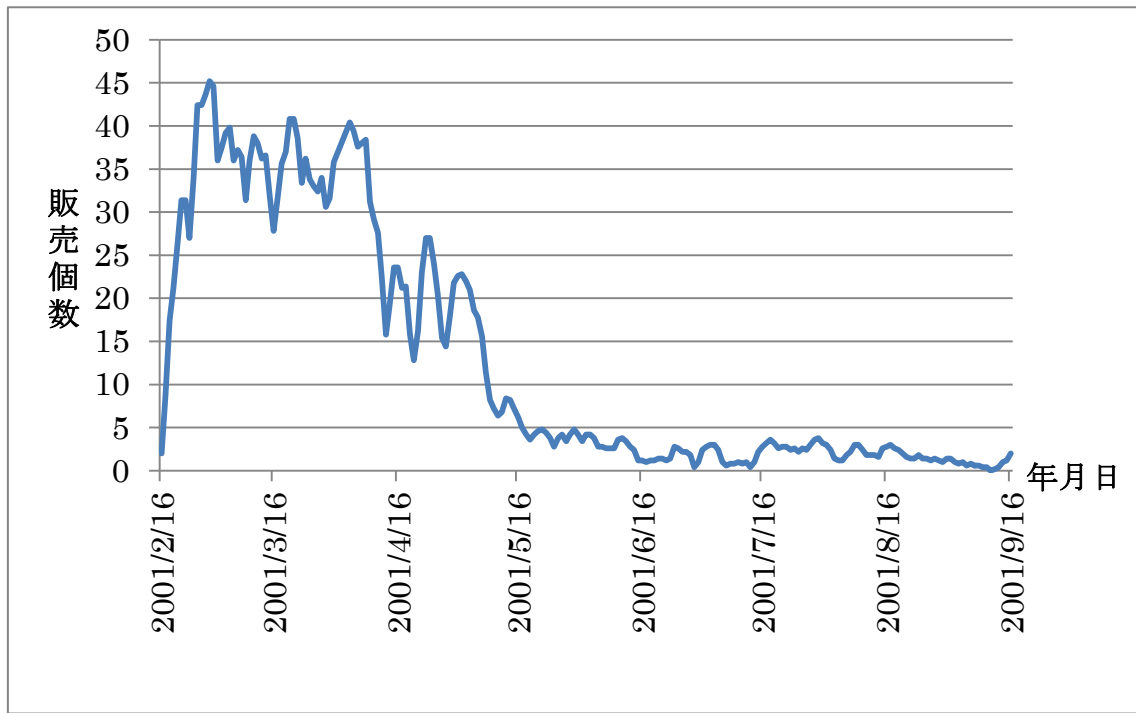


図 2 1 . 3本セットの移動平滑平均を用いた売上データ.
(2001.02~2001.09)

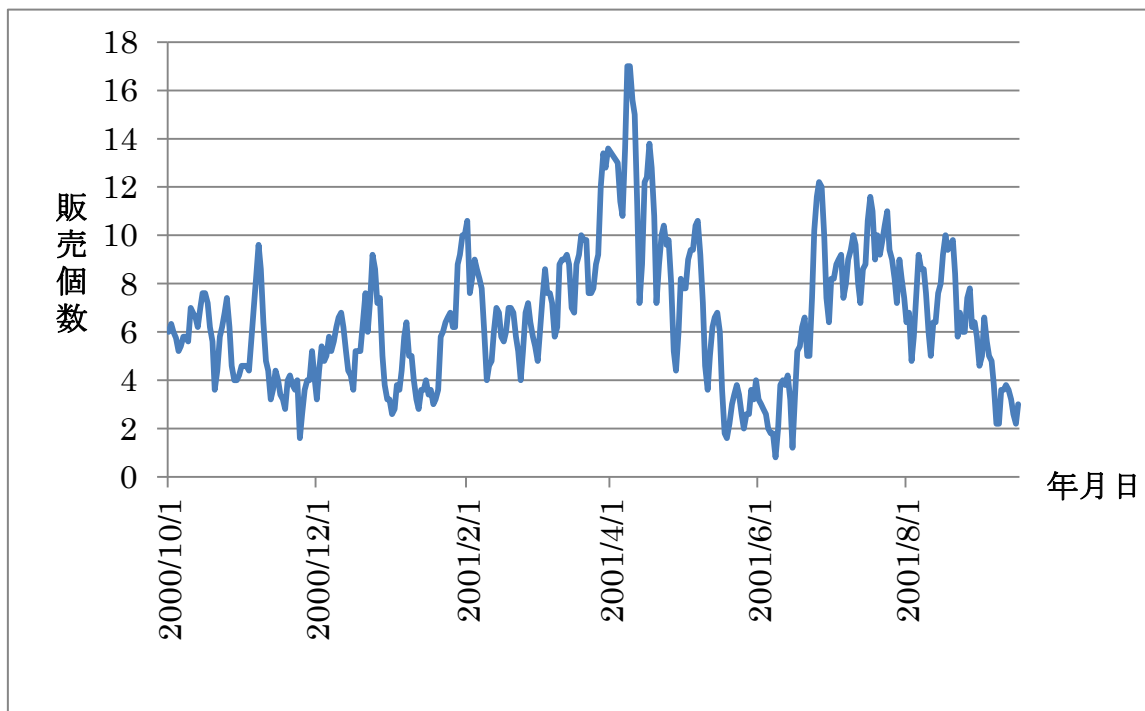


図 2 2 . の移動平滑平均を用いた売上データ.
(2000.10~2001.09)

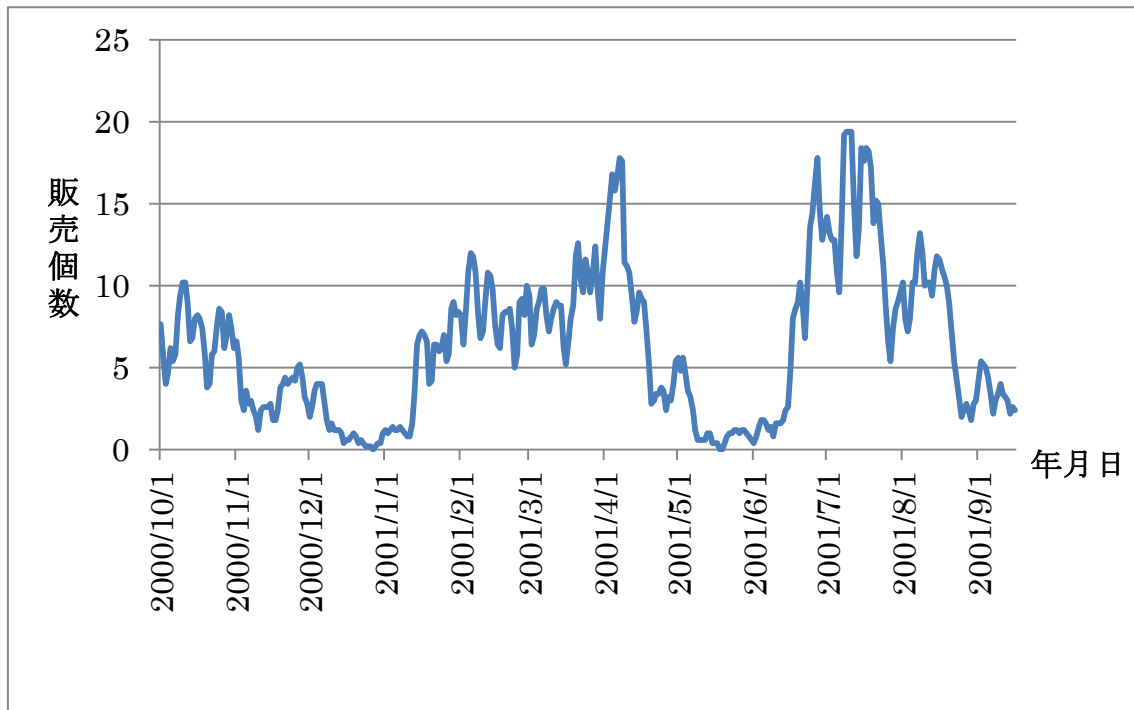


図 2 3 . の移動平滑平均を用いた売上データ.
(2000.10~2001.09)

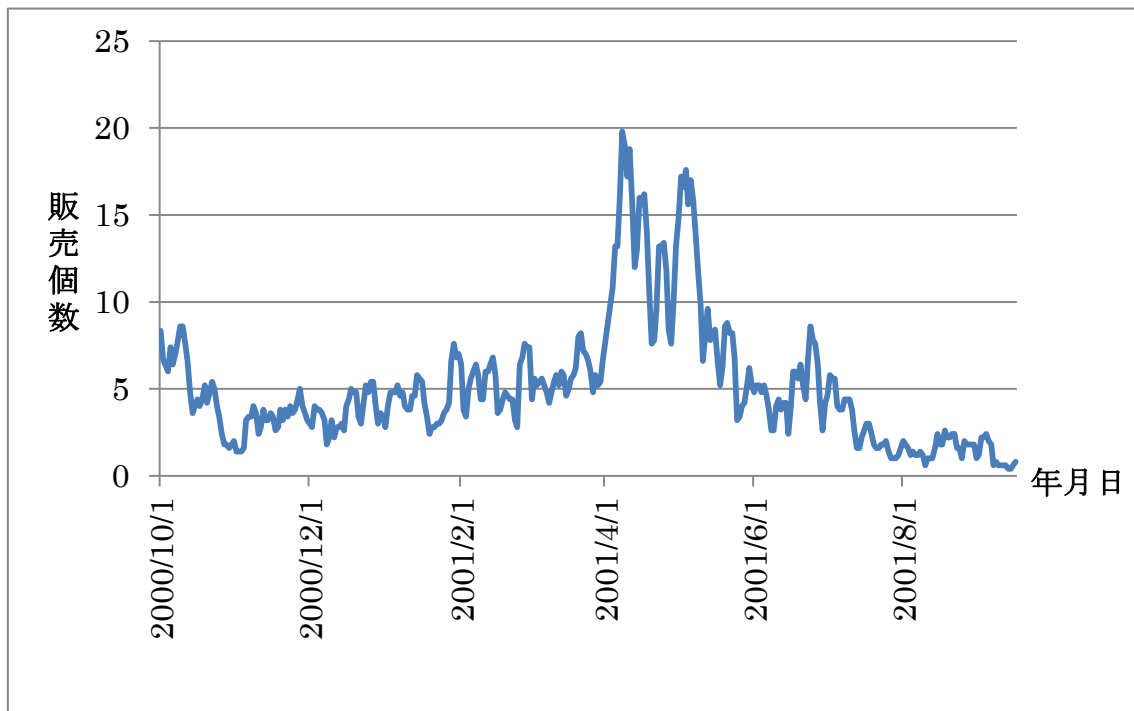


図 2 4 . の移動平滑平均を用いた売上データ.
(2000.10~2001.09)

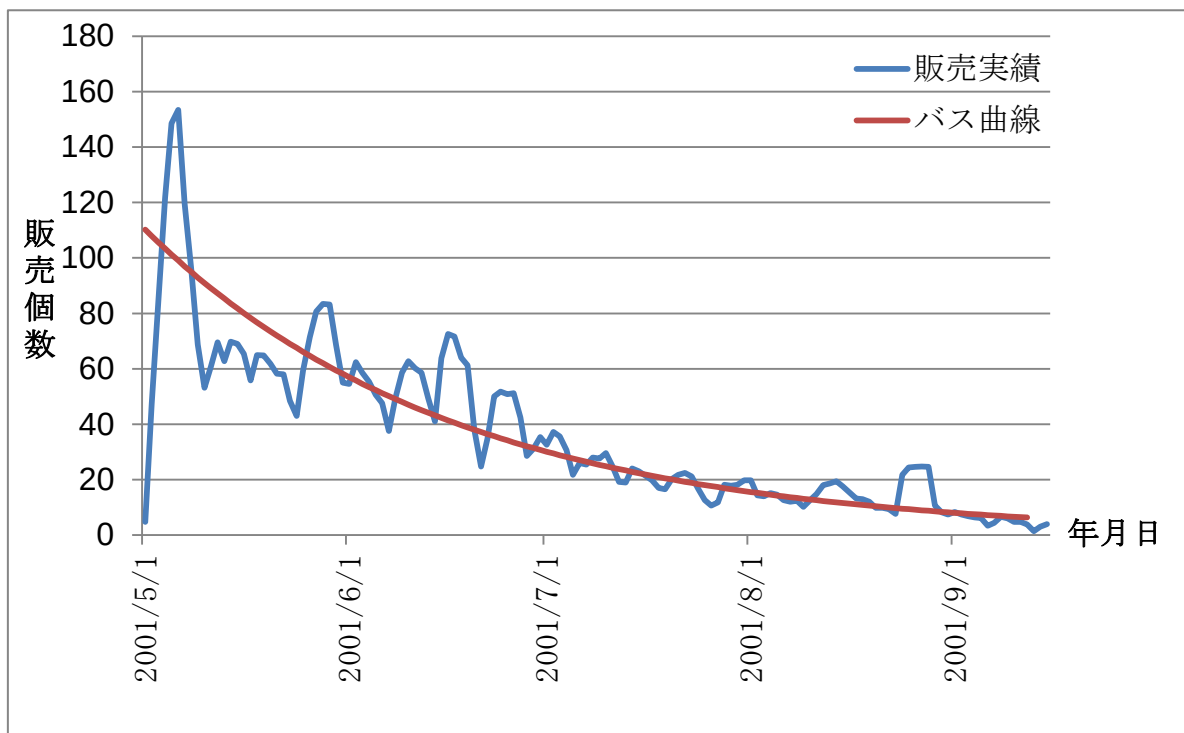


図 2 5. グリーンの移動平滑平均とバスモデル.
(2001.05~2001.09)

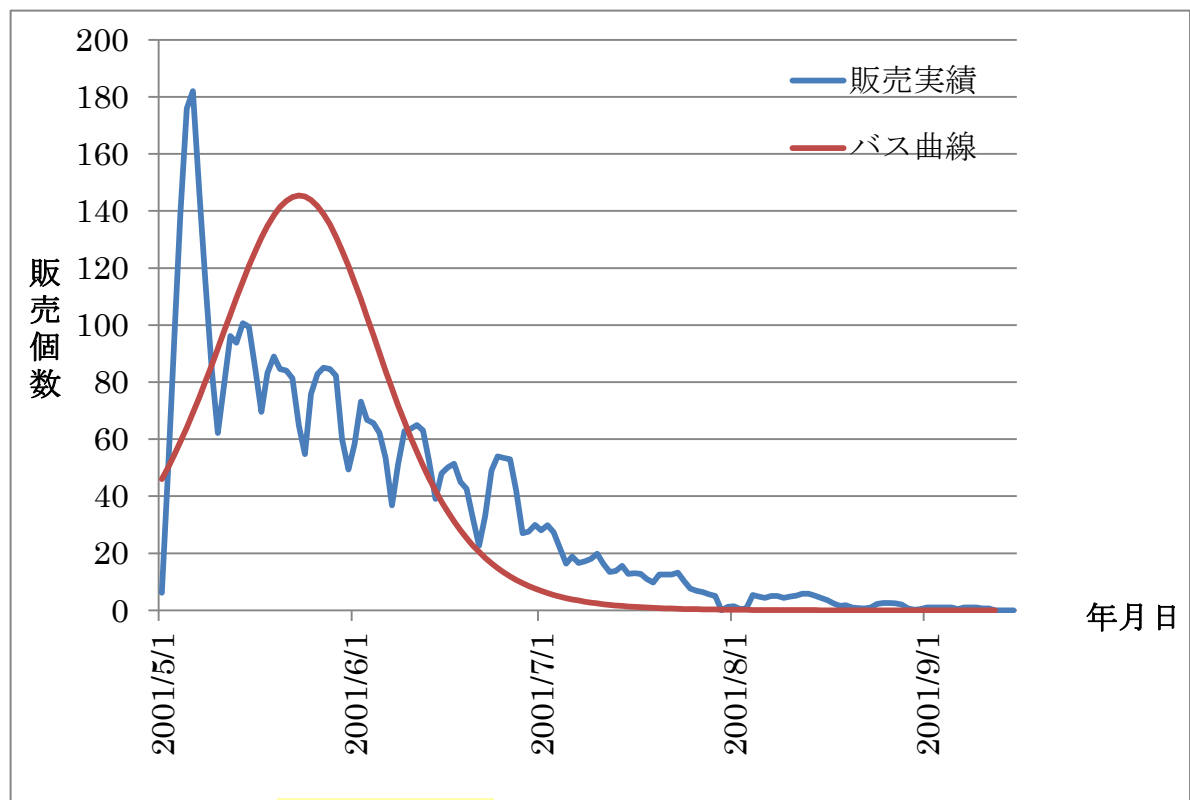


図 2 6. ブラックの移動平滑平均とバスモデル.
(2001.05~2001.09)

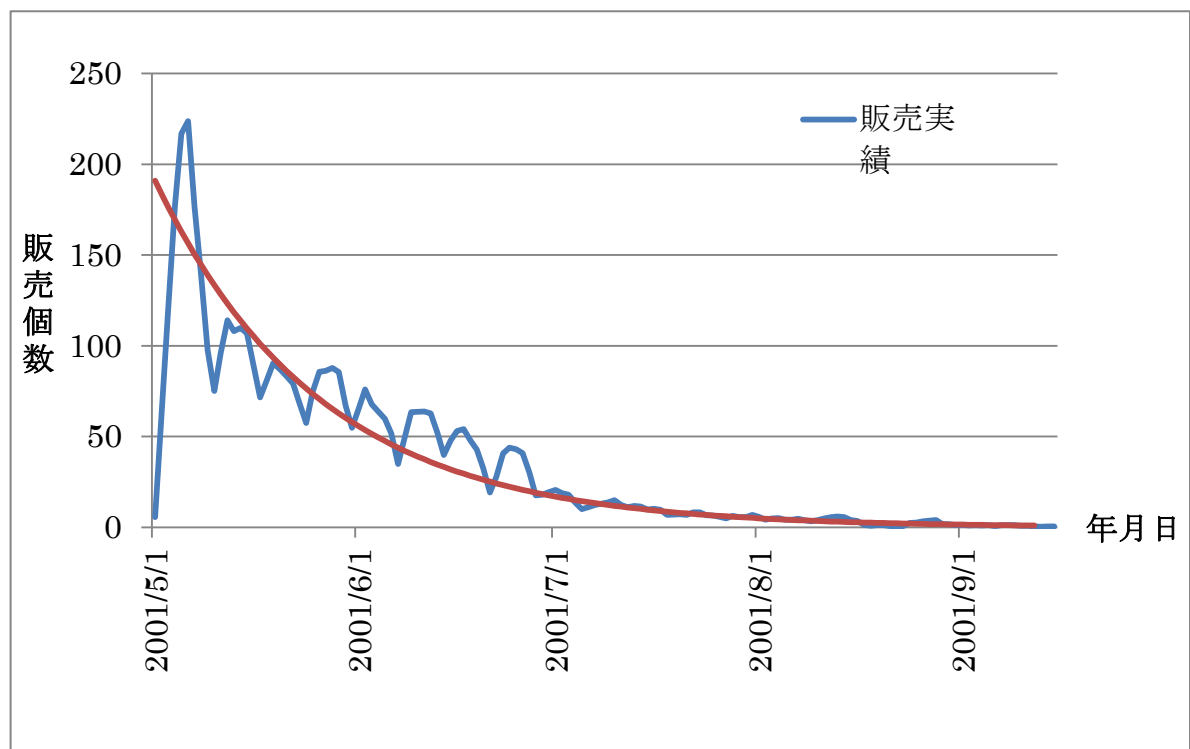


図 2 7. ピンクの移動平滑平均とバスモデル.
(2001.05~2001.09)

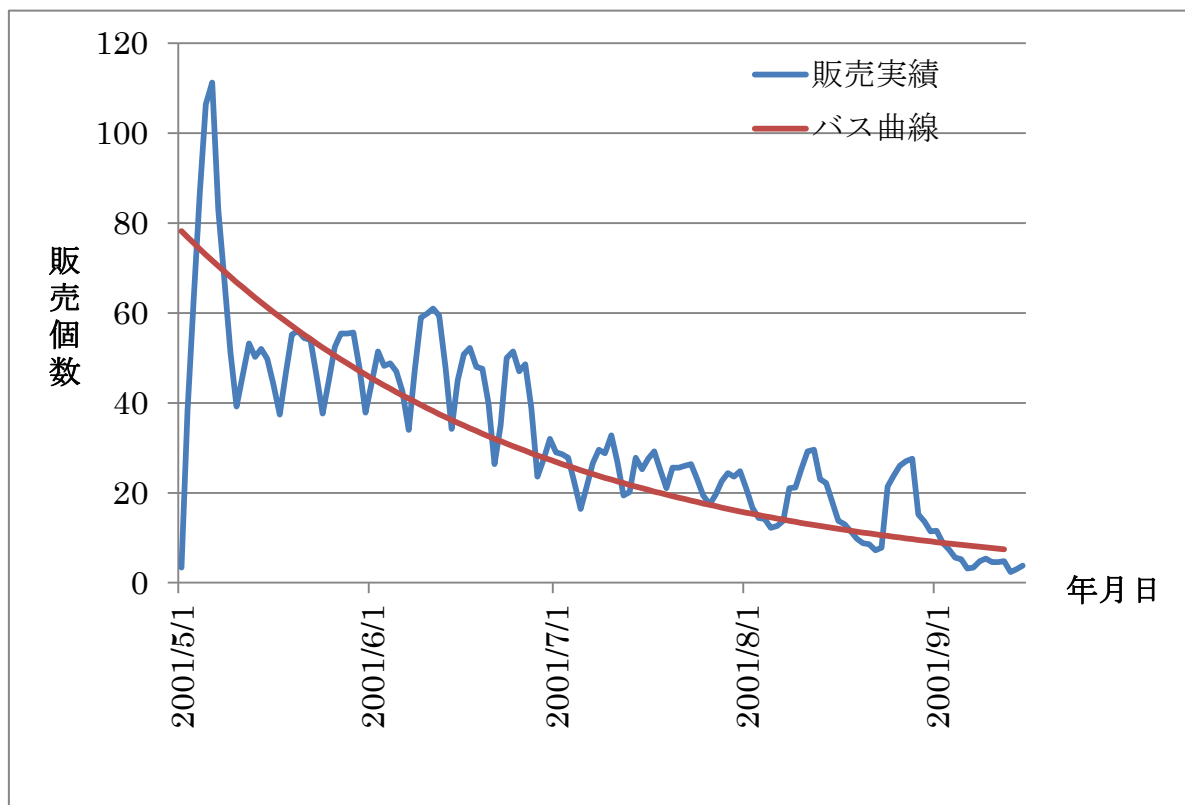


図 2 8. パープルの移動平滑平均とバスモデル.
(2001.05~2001.09)

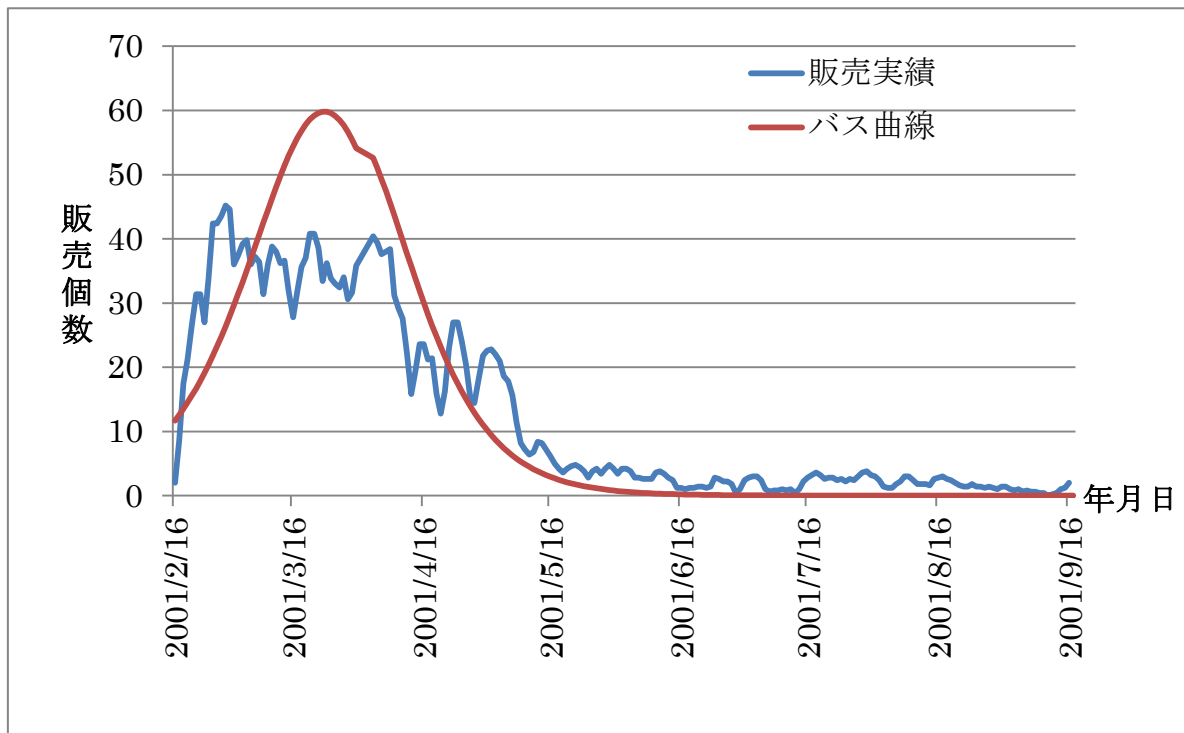


図 2 9 . 3 本セットの移動平滑平均とバスモデル.
(2001.02~2001.09)

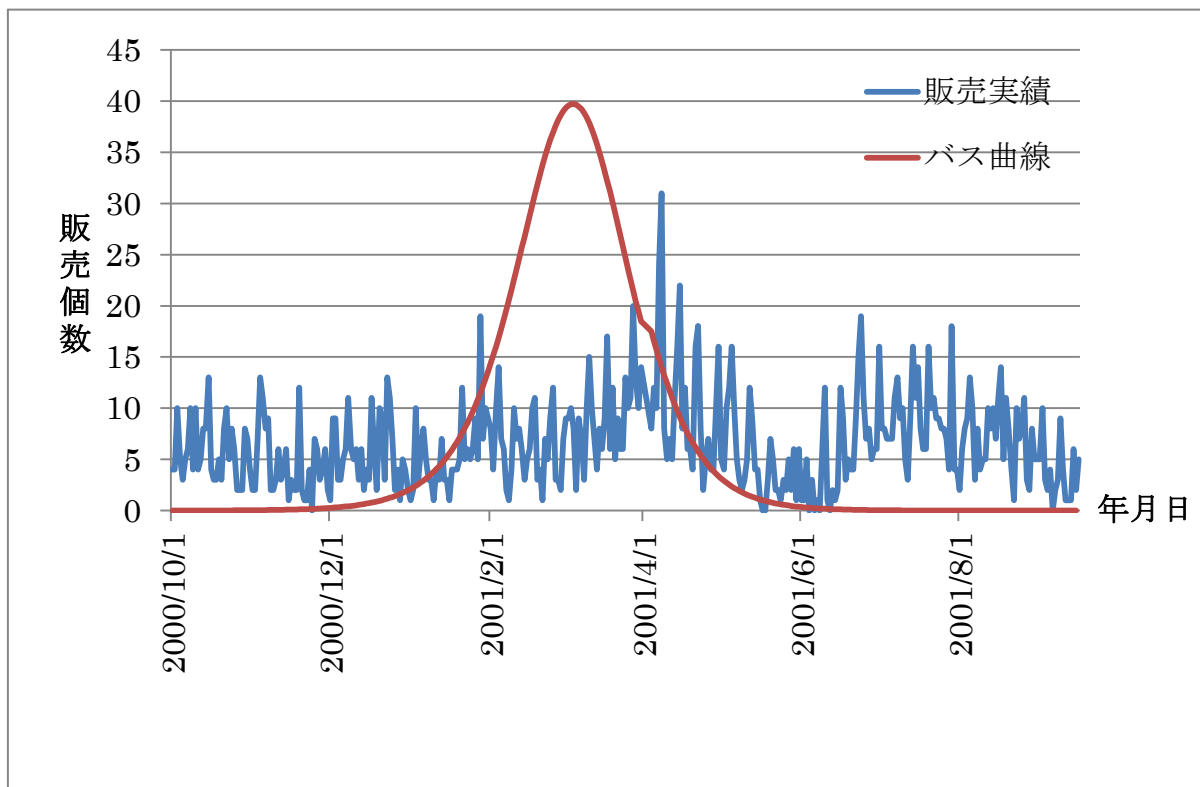


図 3 0 : 3 の実データとバスモデル.
(2000.10~2001.09)

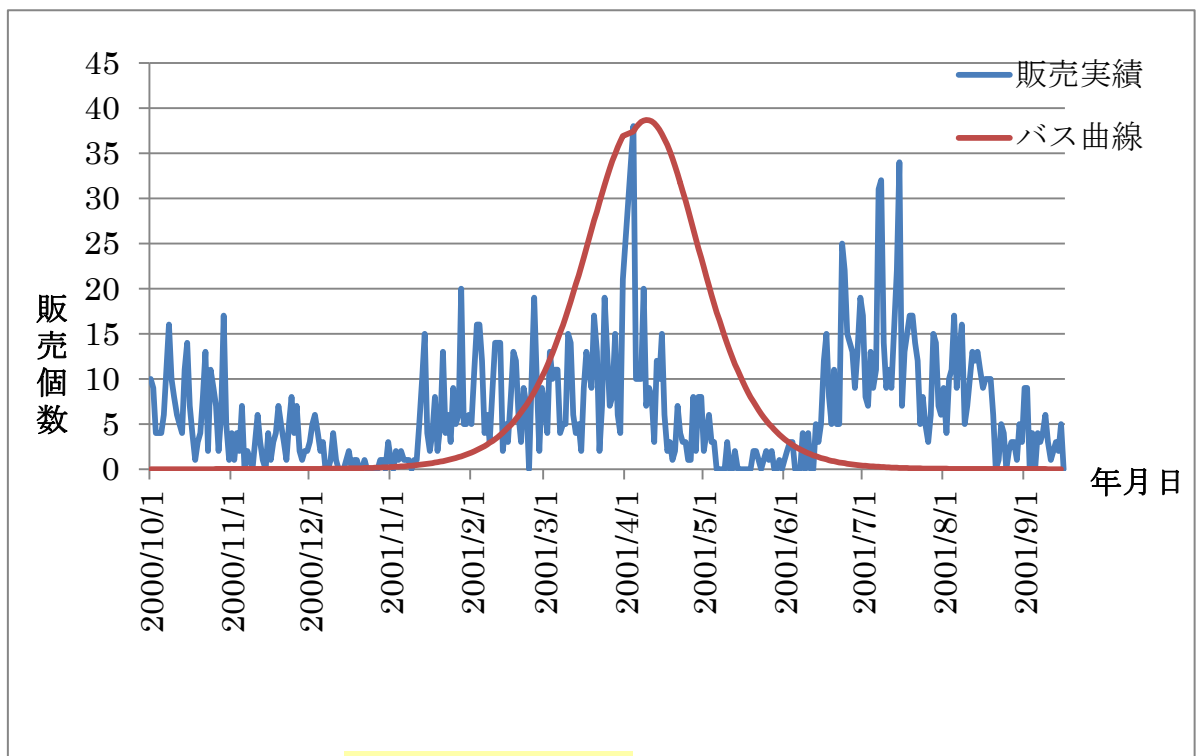


図 3 1 : の実データとバスモデル.
(2000.10~2001.09)

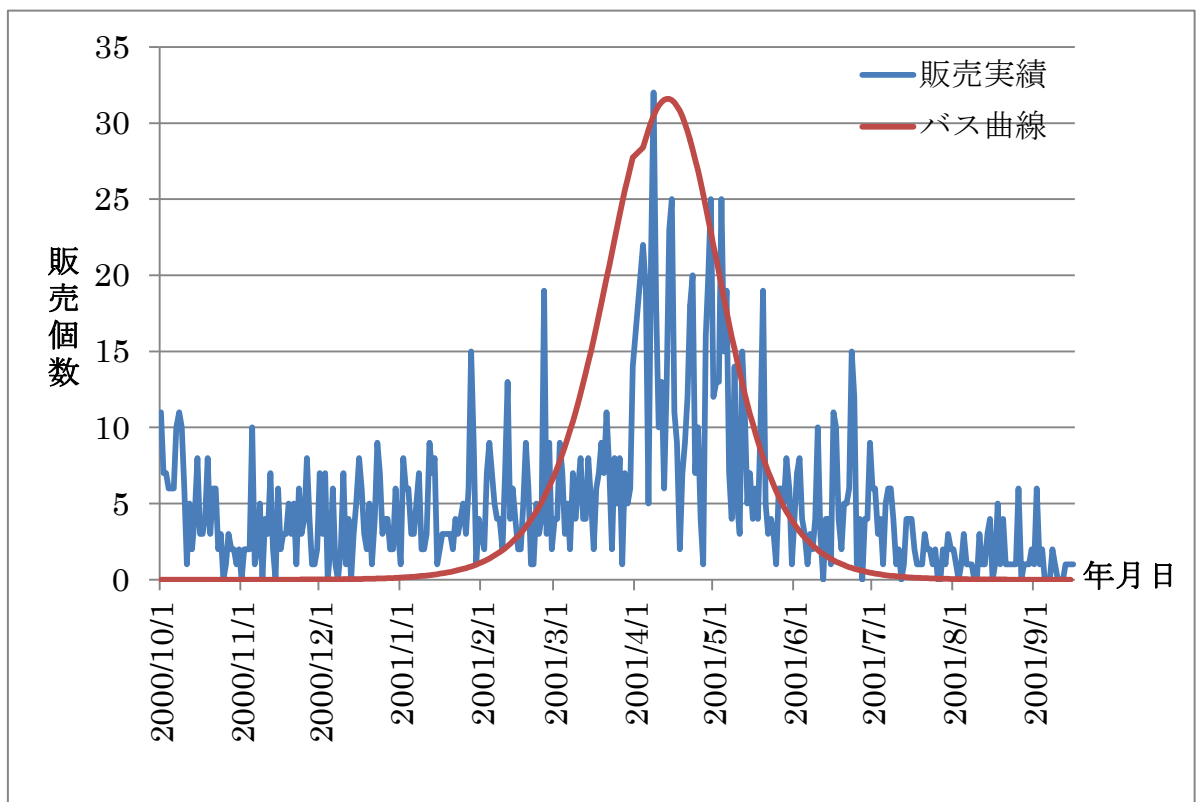


図 3 2 : の実データとバスモデル.
(2000.10~2001.09)

結果として本研究で対象とした八つの商品についてのパラメータ推定を行った外的要因係数，内的要因係数，そして潜在市場規模は以下の通りである．

表 1．実データとバス曲線のあてはめによるパラメータ推定結果．

BL		GR		PK	
p	0.0095	p	0.0211	p	0.0390
q	0.0902	q	0.0	q	0.000012
m	4853	m	5233	m	4899
PU					
p	0.0174	p	0.0000015	p	0.0000002
q	0.000067	q	0.0700	q	0.07032
m	4500	m	2300	m	2200
セット					
p	0.0043	p	0.00000015		
q	0.0705	q	0.0702		
m	2700	m	1800		

第六章 結論

6.1 評価

この節では第五章で得られた分析結果についての評価を行う。図 25, 図 27, の商品は表 1 より, 外的要因影響が内的要因影響より大きくなり, 図 26, 図 28, 図 29, 図 30, 図 31, 図 32 の商品は内的要因影響が外的要因影響より大きくなるという結果になった。

パラメータ推定を行った結果より次のことが分かった。外的要因影響の方が大きくなっている商品は販売を開始してから売上推移の初速が速く, 販売初期に売上のピークを迎える商品が多く見受けられる。それに対して内的要因影響が大きい商品に関しては, 緩やかに売上推移を上げていき, 販売中期に売上のピークを迎える商品が多く見受けられた。しかし, これはあくまでそのような傾向を見受けることができるという分析結果であり, 図 28 のようにパラメータ推定の結果から内的要因影響が大きい, 売上推移が販売の初期に売上のピークを示している商品も存在する。表 2 では, 外的要因影響が大きい商品と内的要因影響が大きい商品に分類分けした表である。

表 2. 要因影響の分類分け。

外的要因影響 大	内的要因影響 大
GR	BL
PK	PU
	3 本セット

表 2, 図 7, 図 8 より正の相関をもっている商品間でも大きく関与している影響に違いが出ていることがわかる。これについては, 類似した売上推移を示している商品間であってもバス曲線のパラメータ推定を行った結果から商品の売上に関して購買された理由が異なっていることが結論から推測される。

さらに についてより精度の高い分析方法として, バス曲線は特定期間内の売上のピークは一回しか推定できず, のように幾度と売上のピークを見受ける商品に関しては, 売り切れを区切りとして短期間に分けてパラメータ推定を行うことがより精度の高い分析結果が得られることが推測できる。

6.2 考察

本研究では、SPA 企業で取り扱われる多少品系の商品についてバスモデルのパラメータ推定を行い、売上推移の分析を行った。本章では、八つの対象商品のバスモデルを用いたパラメータ推定を用いて売上推移の分析を行った結果について考察を述べる。まず、本研究での実データを用いた売上推移の分析についての修正すべき点を述べる。

一つ目は、研究対象としたデータを、はずれ値等が発生し、満足な曲線を得ることができなかった為、移動平均法を用いて加工したが、十分な信頼に足るデータの質と信頼性を実験結果から得ることができなかった。

ある。と売上推移が類似し、内的要因影響を主とする推移の変化を見受けることができたが、パラメータ推定の際には、売上のピークとなる販売個数が少なく、また、数回にわたりこのような小さな山のような PLC 曲線を描いているため、パラメータ推定の際に大きな差異を創ってしまう結果になった。したがって、今回の分析では 以外の対象商品に関してバスモデルのパラメータ推定による 売上推移の分析を採用する結果になったが、パラメータ推定に関して何度も同じ売上推移が繰り返し起こるような商品に関してもパラメータ推定を用いて売上推移の分析が行えるような精度の高い売上推移の分析が行えるよう、検討しなければならない。また、 については細かく見れば PLC 曲線のような曲線を描きながら推移しているが、パラメータ推定の結果を見てもこの商品は定番商品に分類することが適当であり、研究対象から外すことが賢明であることがわかった。

二つ目は、本研究にてバスモデルのメリットである簡略化したモデルで耐久消費財の売上推移の分析を行える点に注目し、分析を行った。しかし、バスモデルは価格や広告などの販売戦略や景気や購入者の所得など経済状況の影響をあらわす変数を含んでいない。また、その商品や市場の影響をあらわす分析期間によって変化する変数も含んでいない。これらの変数は、潜在市場規模 m 、外的要因影響 p 、内的要因影響 q の中に内包されている。したがって、これらの影響を個別に抽出し、その対象商品への影響を調べることはできない。しかし、耐久消費財では、新商品において価格が新製品の普及過程に大きな影響を与えることは明らかであるため、価格についての影響を個別に抽出し、分析できるモデルの考案は新製品の普及パターンの分析に有用だと考える。第三章でも述べたが、製品の特性や分析目的の視点から、価格だけでなく広告や所与の変数やそれ以外の変数を含むモデルや、広告や所与の変数を組み合わせでモデルに組み込んだ改良バスモデルの応用も今後の需要予測や販売予測に関して応用すべきだと考える。

次に、今後本研究を発展させるべき点としては、この分析内容を用いて需要予測や、販売予測に繋げる点である。本研究では短期間の小売業の SPA 企業を対象とした分析であるが、さらに多くの有効なデータを用い、より信頼性、精度の高い推定結果を

求められる可能性が高いモデルを用いて分析、予測を行うことが必要だと考える。その際には、さらにいくつか今回できなかった試みを実施することが予想される。たとえば、今回対象とした多少品系商品に関して言及するならば、販売期間の考慮である。小売業のSPA企業による多商品系商品の販売サイクル期間はほとんどが4ヶ月というのが目安とされているが、期待売上より上回る売上を得る商品、一般的に人気商品とされるものは予定される売上よりも高い売上推移を辿っている商品のことをいうため、販売期間の長短を意図的に操作することによって期待利益または期待損失を大幅に左右すると推測する。したがって、販売期間の考慮は実務における需要予測や販売予測に密接に関係するものとされ、予測の精度を高める一つの要因として考慮すべきである。

6.3 結言

最後に、本研究でのまとめを述べる。本研究では小売業の多少品系商品に関してバスモデルのパラメータ推定を用いて売上推移の分析を行う研究を行った。本研究で得られた分析結果がそのまま企業の実務に反映できるかといわれれば、そうではないが、研究対象としている業界や業種に関する、新たな需要予測や販売予測に関する分析を行った。しかし、本研究では研究対象としている商品が一人一商品あるいは、大まかに考えても一つの家庭に一商品しか販売されていないことを前提としているため、購入数に関して検討するのであればさらにパラメータを付加させる必要がある。

パラメータの付加として改良バスモデルが提案されているため、上記を考慮する際は新たなパラメータを含んだバスモデルを使った分析方法が検討される。

参考文献

- [1] 週刊東洋経済，東洋経済新報社，週刊，Z3-38 通号 6380 (2012-3)
- [2] 日本経済新聞，日本経済新聞社，(2012-1)
- [3] 日経 MJ，日本経済新聞社，(2012-1)
- [4] 村原朱美，三道弘明，“小売店舗における新商品テスト販売政策：返品条件付契約を念頭においた期待利益最大化モデル及び期待損失最小化モデル”，日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集，(1999-09)
- [5] F. M. Bass, "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Management Science*, 15 (1969), 215-227.
- [6] J. エリアシュバーグ，G. L. リリエン編，岡本彬訓，木島正明，守口剛，森村英典監修，マーケティングハンドブック，第八章，朝倉書店，(1997-12)
- [7] 本間清史，デジタルテレビ受信機普及の実証研究～アナログテレビとの世代交代についての将来予測～，(2005-11)
- [8] コトラー&ケトラー：マーケティング・マネジメント，日本語版，第 12 版，ピアソン・エディケーション出版，(2008-4)
- [9] 中山圧穂，長沢伸也，Excel ソルバー多変量解析-因果関係分析・予測手法編，日科技連出版社，(2009-4)
- [10] 江川博康，大学生の複素関数/微分方程式，東京図書，(2008-2)