

Title	価格変数導入後の新製品普及モデルとその実証研究
Author(s)	胡, 左浩; 若林, 靖永; 黄, 飞华
Citation	経済論叢 (2008), 181(2): 134-145
Issue Date	2008-02
URL	https://doi.org/10.14989/151249
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

価格変数導入後の新製品普及モデルと その実証研究

胡 左 浩
若 林 靖 永
黄 飞 华

I は じ め に

新製品普及に関する研究は，学界および産業界の双方で非常に注目される研究課題である。学術研究においては，Bass [1969] が初めて製品の新技术開発普及モデルを提出した。このモデルの仮定は次の通りである：新製品が発売した後，マスメディアの影響を受け，真っ先に新製品を買って使う一部の消費者，つまり初期採用者（Early Adopters）は，さらにその他の人の新製品購入，使用するように影響を与える。Bass は最初に新製品を採用する行為を革新的行為（Innovation）と呼び，その影響を受けて新製品を採用する行為を模倣行為（Imitation）と名付けた。Bass は革新係数，模倣係数と潜在的市場容量の 3 つのパラメータをもって新製品の普及状況を描き，そして新製品普及モデルを構築している。Bass はこのモデルを多数の耐久消費財の販売量の適応性および予測に応用し，このモデルの有効性を検証している。多くの学者は Bass モデルにもとづき，様々な視角，例えば消費者の特徴（Weerahandi and Dalal [1992]，王朋 [2004]），新製品特徴（Hahn et al. [1994]，Cestre and Darmon [1998]），地域文化（Takada and Jain [1991]，Van Everdingen et al. [2005]）などから，新製品普及のルールを研究した。しかし Bass モデルはマーケティング関連変数が含まれていないために，同モデルは新製品普及ルールを説明す

際に限界を持つと主張する学者 (Horsky [1990], Bass et al. [1994]) もいる。いくつかの研究で明らかになったのは、マーケティング関連変数 (価格, 販売促進, 広告など) は新製品普及にも著しい影響を持つことである。これらは新製品の販売促進と潜在的市場容量 (Size of Market Potential) の確定において重要な役割 (Mesak [1996], 胡知能 [2005]) を果している。価格変数についても、異なった価格戦略は新製品の普及率と潜在的市場容量にいずれも影響力がある。そこで、価格の変数を新製品普及の Bass モデルに導入することは、理論的価値と現実的意義があると思われる。

本論文では Bass モデルの基礎を紹介した上で、つぎに Mahajan などの (Mahajan et al. [1990]) 研究成果と関連し、価格変数を Bass モデルの中に導入し、2種類の異なった価格戦略条件のもとで新製品普及モデルを構築する。さらに中国の携帯電話市場の新製品販売データを事例に、価格戦略の携帯電話市場における新製品普及過程への影響を研究する。よって価格変数の Bass モデルにおける有効性および中国携帯電話市場の新製品普及ルールを明らかにする。

II 価格変数導入後の新製品普及モデル

1 新製品普及の Bass モデル

新製品普及研究に重要な推進的役割を与えたのは Bass モデルである。このモデルは新技術開発の潜在的消費者は主に2つの伝播チャンネルの影響を受けると仮定する (Bass [1969])。一つは外部の伝播チャンネル (Mass-media Communication, External Influence) であり、主にテレビ, ラジオ放送, 新聞などマスメディアの広い販売訴求によって伝播を行う。もうひとつは内部の伝播チャンネル (Word-of-Mouth Communication, Internal Influence) であり、主に製品のすでに購入した消費者の口コミによって広めていく。この仮説を一步進んで展開すれば、すべての購入者を2種類に分けることができる: 第1のタイプはただ外部要素の影響によって購入する者であり、「革新者

(Innovators)」と呼ぼう。第2のタイプはただ内部要素の影響によって購入する者で、「模倣者 (Imitators)」と呼ぶ。

Bass モデルは革新係数、模倣係数と市場潜在容量の3つのパラメータを通じて新製品普及ルールを述べた。上述の仮設に基づいて、Bass モデルは次のように述べられる：

$$\frac{dN(t)}{dt} = (a + bN(t))(m - N(t)) \quad (1)$$

(1)の中、 $N(t)$ は t 時点まで累計した購買者 (Cumulative Adopters), $\frac{dN(t)}{dt}$ は t 時点の普及率, m は潜在市場容量, $m - N(t)$ は t 時点まで剰余した潜在的購買者 (Remained Market Potential), a と b はそれぞれの外部要素 (革新係数) と内部要素 (模倣係数) を表している。

購買の確率 (Probability of Adoption Occurs) 視角からみると、モデル(1)は下記のモデルに等しい：

$$P(t) = \frac{f(t)}{[1 - F(t)]} = a + bF(t) \quad (2)$$

そこには、 $P(t)$ は t 時点の前に一度も新製品購入していない消費者が、 t 時点で新製品を購入する確率と、 $f(t)$ と $F(t)$ はそれぞれの t 時点前に一度も新製品を購入していない消費者が t 時点新製品を購入する確率密度関数 (Density Function) と分布関数 (Cumulative Density Function) a と b の意義は(1)式と同じである。微分方程式(2)式に解を求めると、得た分布関数は：

$$F(t) = \frac{[1 - \log(-(a+b)t)]}{[1 + (b/a)\log(-(a+b)t)]} \quad (3)$$

Jain and Rao [1990] の下記モデルを応用し、パラメータの a と b を推定する：

$$S(t) = [m - N(t-1)] \left[\frac{F(t) - F(t-1)}{1 - F(t-1)} \right] + e(t) \quad (4)$$

そのなかで、 $S(t)$ はちょうど t 時点の売上額であり、 $N(t-1)$ は $t-1$ 時

での累積購買者を表し、 $e(t)$ 確率項を表し、 $F(t)$ は(3)を通じて得る。(4) の中では、 $\frac{F(t)-F(t-1)}{1-F(t-1)}$ は潜在的購買者が t 時点で購入する製品の確率を表し、しかもこの購買者は t 時点の以前にはこの製品を購入したことがない。 $m-N(t-1)$ は t 時点では残った潜在的購入者である。同モデルのパラメータは非線型の最小 2 乗法を用いて推定する。Bass の新製品普及モデルの中で、Bass は企業のマーケティング行為の革新普及状況への影響を配慮しなかった。価格の新製品への普及影響を考えると、Bass モデルは修正すべきであり、そこに価格の変数を導入しなければならない。

2 価格要因を配慮する新製品の普及モデル

企業は市場に新製品を売り出す時、通常 2 種類の価格戦略のうち 1 つを採用する。すなわち、市場浸透価格戦略 (Market Penetration Pricing) か、あるいは上澄み価格戦略 (Market Skimming Pricing) を採用する。そのために、Bass モデル(1)式の中で価格要因を入れた場合、前述の 2 種類の異なった価格戦略条件のもとで分析を行う (Mahajan et al. [1990])。

1) 市場浸透価格戦略

市場浸透価格戦略は、新製品の発売初期に低い価格を設定し、できるだけ早く購入者を吸引して市場を占有することである。Kalish and Sen's [1986] の、この価格戦略採用に関する解釈は、もし新製品の初期購入者が末期購入者 (laggards) に強烈なプラス影響があれば、製品導入期に低い価格を採用して潜在的購入者の同製品への購入欲を刺激できる。市場浸透価格戦略を採用する条件のもとで、Bass モデルを修正する際に、価格要因は潜在市場容量に影響しない、ただ新製品の普及率のみに影響すると仮定する (Rate of Diffusion) (Mahajan et al. [1990])。この場合、(1)式は下記ようになる：

$$\frac{dN(t)}{dt} = (a + bN(t))(m - N(t))g(p_t) \quad (5)$$

その中で、 $g(p_t)$ は t 時点での価格反応関数である (Price Response

Function)。Bottomley and Filders [1998] によると、 t 時点での価格反応関数は(6)式で示すことができる。その中で d は価格係数と称する (Price Coefficient) (Bottomley and Filders [1998]) :

$$g(p_t) = p_t^{-d} \quad (6)$$

それでは(5)式は下記のように変わる :

$$\frac{dN(t)}{dt} = (a + bN(t))(m - N(t))p_t^{-d} \quad (7)$$

$N(t) = mF(t)$ であり、しかも $S(t) = mf(t)$ はちょうど t 時点で購入する消費者を表す。それを(7)式入れると、下記の式となる :

$$mf(t) = (a + bN(t))(m - N(t))p_t^{-d} = S(t) \quad (8)$$

(8)式を展開すれば、下記の式になる。

$$S(t) = amp_t^{-d} + (mb - a)p_t^{-d}N(t) - bp_t^{-d}N(t)^2 \quad (9)$$

離散時系列で連続時系列 t と置換すれば、方程式(9)を離散化させ、モデル M1 が得られる :

$$M1 : \quad S(t) = amp_t^{-d} + (mb - a)p_t^{-d}N(t-1) - bp_t^{-d}N(t-1)^2 \quad (10)$$

2) 上澄み価格戦略

上澄み価格戦略とは、新製品の市場に入る初期段階に比較的高い価格を採用し、競争に直面した時、徐々に値下げすることを指す。その原理は新製品に高値によって、一部の「パイオニア消費者」(Pioneer) の積極的反応が得られる。上澄み価格戦略の条件のもとで、新製品の価格は時間の推移とともに絶えず下がっていく。それと同時に新製品の潜在市場の容量は時間の推移と価格の低下によって増加していく。上澄み価格戦略の採用のもとで、Bass モデルの修正を考える時、価格要因は新製品の普及率に影響するだけでなく、同時に新製

品の潜在市場容量 (Kalish [1983], Mahajan et al. [1990]) にも影響すると仮定できる。この時、(1)式は次のように変わる：

$$\frac{dN(t)}{dt} = (a + bN(t))(m(p_t) - N(t)) \quad (11)$$

その中で、 $m(p_t)$ は t 時点の価格反応関数である。このように仮定できる (Mesak [1996])：

$$m(p_t) = mg(p_t) \quad (12)$$

(6)式と(12)式を(11)式に代入すると、下記の式が得られる：

$$\frac{dN(t)}{dt} = (a + bN(t))(mp_t^{-d} - N(t)) \quad (13)$$

$N(t) = mF(t)$ と $S(t) = mf(t)$ を(13)式に代入し、そして離散化させると、モデル M2 が得られる。

$$M2: \quad S(t) = am p_t^{-d} + (mb p_t^{-d} - a)N(t-1) - bN(t-1)^2 \quad (14)$$

モデル M1 とモデル M2 中のパラメータ a 、 b と d は非線型の最小 2 乗回帰法で推定する。

III パラメータの推定および結果の分析

1 データの記述

本論のデータは、中国の有名なマーケティングリサーチ会社の携帯電話販売データによる。本データは毎月各種異なる機能の携帯電話販売状況を報告したものである。ここで選択した携帯電話の新製品 (革新的技術を有する新製品) には、MP3 機能付きの携帯電話、手書き PDA 機能付きの携帯電話、百万ピクセルのカメラ機能付き携帯電話の 3 種類が含まれる。その中で、MP3 機能付きの携帯電話は 2005 年 1 月 (市場に出荷開始時間) から 2006 年 5 月までの 17 ヶ月間、手書き PDA 機能付きの携帯電話は 2004 年 1 月 (市場に出荷開始時

第1表 携帯電話価格の変数記述的統計結果

	最高価格 (元)	最低価格 (元)	平均価格 (元)	標準差 (元)
MP3 機能付き	3,988	1,922	2,879.95	654.89
PDA 手書き機能付き	3,323	2,200	2,697.69	337.74
百万ピクセルカメラ機能付き	5,984	2,193	3,735.64	1,078.38

間) から2006年5月までの29ヶ月間、百万ピクセルカメラ機能付き携帯電話は2004年7月(市場に出荷開始時間) から2006年5月まで23ヶ月である。この3種類の新製品携帯電話の価格変数の記述統計結果は第1表に示している通りである。新しい携帯電話の最高価格、最低価格は第1回目の消費者購入時から、同表に示した最終日(2006年5月)までのものである。平均価格はこの期間内での価格を平均したものである。

2 パラメータの推定と分析

絶えまない携帯電話技術の進歩と消費者の需要変化によって、革新技術を持つ携帯電話のサイクルはますます短くなっている。実際の市場では、新型携帯電話は高価格で市場に登場し、その後絶えず価格を下げる。上澄み価格戦略は携帯電話市場の常用する価格戦略なので、本節ではモデル M2 を応用し、それぞれ3種類の採用新技術の携帯電話製品の価格係数、革新係数、模倣係数を推定、そして価格要因が新製品の普及率(技術革新の普及率)の影響(パラメータ推定結果は第2表参照されたい)を明らかにする。そのほか、この節では、価格変数の新製品の普及モデル M2 の推定結果(第2表)を取り入れ、Bass モデルの見積も結果(第3表)と比較し、それによって Bass モデルより、M2 モデルのほうが実態により適切であることを検証する。

第2表と第3表を比較してみると下記の点が分かる: M2 モデルと Bass モデルの GFI はすべて0.69より大きい。2つのモデルの GFI はともに良い方だと言える。しかし、採用した M2 モデル推定 GFI は Bass モデル推定 GFI

第2表 モデル M2 のパラメータの推定

革新種類 \ パラメータ	a	b	d	R Square
MP3 機能付き	0.123	0.00097	2.665*	0.819
PDA 手書き機能付き	0.356*	0.00026	2.534	0.895
百万ピクセルカメラ機能付き	0.187*	0.00064	4.761*	0.876

** : は有意水準は 0.01 ; * : 有意水準は 0.05。

第3表 Bass モデルのパラメータ推定

革新種類 \ パラメータ	A	b	R Square
MP3 機能付き	0.076	0.00068	0.756
PDA 手書き機能付き	0.297*	0.00019	0.732
百万ピクセルカメラ機能付き	0.156	0.00038	0.697

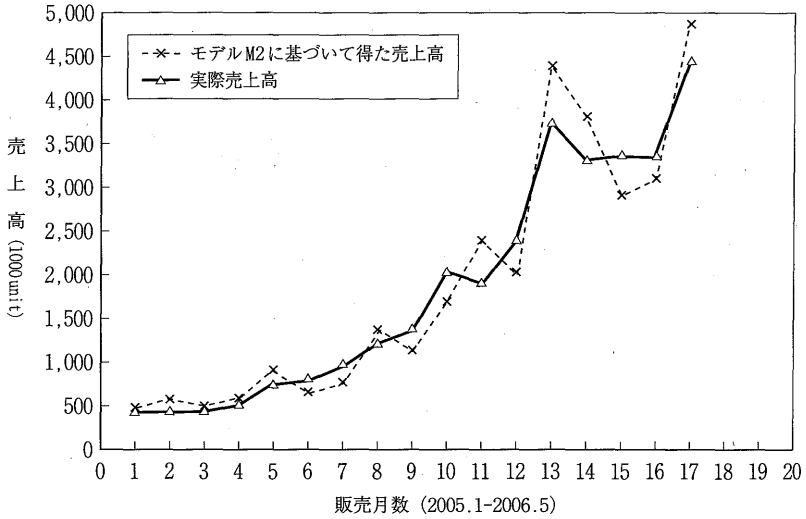
** : は有意水準は 0.01 ; * : 有意水準は 0.05。

より高い。MP3 機能付き携帯電話についてみると、M2 モデルの GFI は 0.819、Bass モデルの GFI は 0.756 である。PDA 手書き機能付き携帯電話の場合は、M2 モデルの GFI は 0.895、Bass モデルの GFI は 0.732 である。百万ピクセルカメラ機能付き携帯電話の場合は、M2 モデルの GFI は 0.876、Bass モデルの GFI は 0.697 である。そのため、価格変数が導入された新製品普及モデル M2 は Bass モデルと比較してみるとより解釈力があり、より効果的に新製品普及ルールが示されていると言えよう。第1図、第2図、第3図はそれぞれ3種類における携帯電話製品の実際の売上高とモデル M2 に基づいて計算して得た売上高の比較図である。第1図、第2図、第3図に示す通り、モデル M2 に基づいて得た売上高は、3種類の携帯電話の実際の売上高をよく反映している。これは価格変数を入れた新製品普及モデル M2 の近似結果は良いことを説明している。

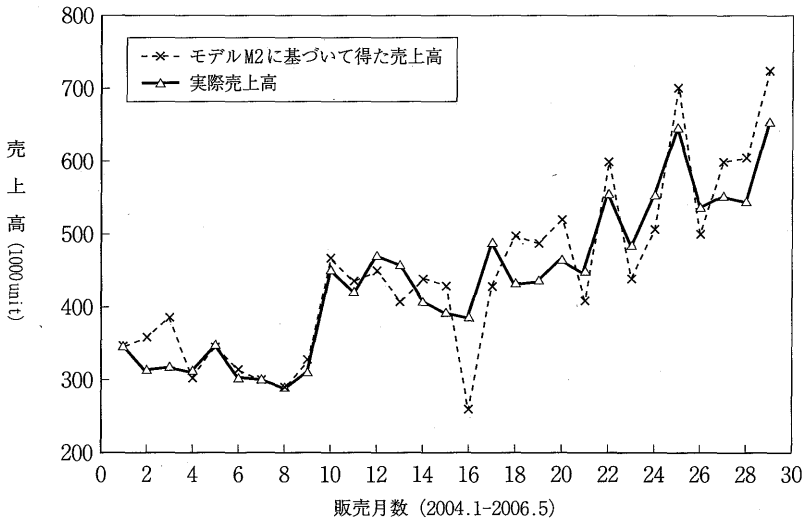
それでは、価格変数導入後の新製品普及モデル M2 の推定結果 (第2表) について分析を行いたい。

第2表の革新係数 a の推定結果については、PDA 手書き機能付き携帯電話

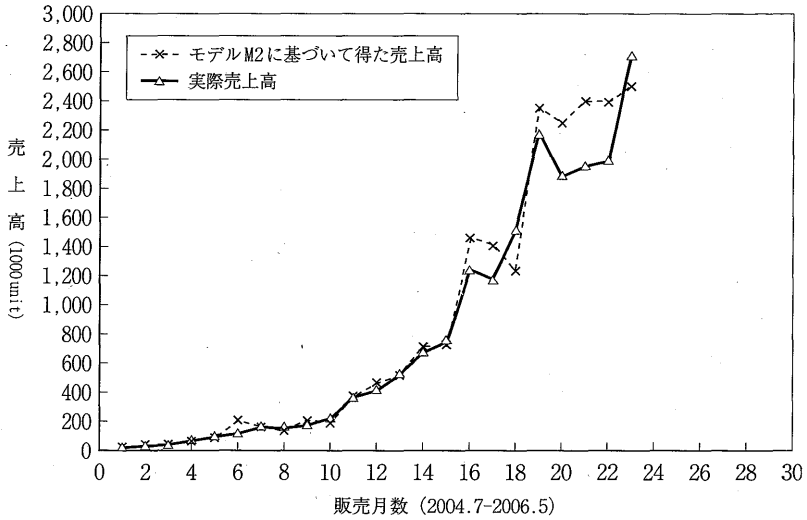
第1図 MP3 機能付き携帯電話の実際売上高 (△) と
モデル M2 に基づいて得た売上高 (×) 比較



第2図 PDA 手書き機能付き携帯電話の実際売上高 (△) と
モデル M2 に基づいて得た売上高 (×) 比較



第3図 百万ピクセルカメラ機能付き携帯電話の実際売上高 (△) と
モデル M2 に基づいて得た売上高 (×) 比較



と百万ピクセルカメラ機能付き携帯電話の新製品の革新係数はそれぞれ0.356と0.187であり、しかもすべて統計的に有意である。このことは、2種類の新製品の中で、外部要素（消費者の革新性）は携帯電話の技術革新普及に著しい影響を持つ。 a 値の大きさは消費者の革新性による新製品の普及率への影響力を反映するので、消費者の革新性はPDA手書き機能付き携帯電話の市場普及率への影響は、MP3機能付き携帯電話の市場普及率への影響より大きい。模倣係数 b の推定結果については、この3種類の革新的携帯電話の b の推定値はすべて統計的に有意ではない。つまり、これは内部要素（消費者の模倣性）による携帯電話の新製品普及への影響が小さいことを反映している。

第2表の価格係数 d の推定結果については、MP3機能付きのと百万ピクセルカメラ機能付きの携帯電話の新製品の価格係数はそれぞれ2.665と4.761であり、しかもすべて統計的に有意である。このことは、2種類の新製品では、価格要因が携帯電話の新製品の普及に著しい影響をもつことを示している。 d

値の大きさは価格要因による新製品普及率の影響度を反映しているので、価格の下降速度が速ければ早いほど、新製品の普及率も加速するし、しかも市場容量も増加する。そのうえ、携帯電話の価格が高ければ高いほど（百万ピクセルカメラ機能付きの携帯電話ならば、価格が最も高いし、 d 値も最大になっている）、このような影響がいっそう顕著である。上述の2種類の携帯電話価格係数を比較してみると、価格要因が百万ピクセルカメラ機能付き携帯電話のほうがMP3機能付き携帯電話より市場普及率の影響力が大きい。上述の結果は、価格要因は新製品普及において重要な役割を演じ、価格戦略は新製品の普及率に著しい影響を持つことを示している。

IV 結 論

本論文は新製品普及理論を応用し、価格要因という条件を考える時、市場浸透価格戦略条件と上澄み価格戦略条件のもとで採用した新製品普及モデルを検討した。それをもとに、中国携帯電話の市場販売データに依拠し、上澄み価格戦略の条件のもとで新製品普及モデルを応用し、価格要因が携帯電話市場の新製品普及（技術革新の普及）にどのような影響を与えるかを実証的に研究した。

本論文の実証研究結果で明らかになったのは、価格要因の導入による新製品普及モデルは経典的な Bass モデルよりより良い近似効果があることである。つまり、これは価格変数導入後の新製品普及モデルはより良い説明力があり、さらにより有効な新製品普及ルールを示している。それと同時に、本論文の実証研究の結果も、価格要因は携帯電話の新製品普及に影響することを示している。これらの研究と発見は、新製品普及研究領域の理論成果をより豊富にした。また、企業経営者が価格要因の新製品への普及影響ルールについて正確に理解できるように役立つのである。また、価格要因の導入された新製品の普及モデル M2 の GFI が高いので、携帯電話企業はこのモデルによって相応する市場予測を行うことができる。そこで、本研究の成果は携帯電話企業にとっても実際の応用価値がある。

本論文はまたいくつか検討すべき課題がある。まず、価格反応関数における選択において、本論は Bottomley and Fielders [1998] の方法を採用した。その他のタイプの価格反応関数についても試みる必要がある。第2に、本論文では技術代替の影響を考慮していない。もし技術代替の要因を入れると、普及モデルに影響を与えるかどうか、もし影響が存在するならば、具体的な影響構造はどのようなものなのか、などこれらの問題はすべて理論的研究と実証分析が必要である。

参考文献

- Bass, F. M. [1969] "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Management Science*, 15, pp. 215-227.
- Bass, F. M., Krishnan, T. Y., Jain, D. C. [1994] "Why the Bass Model Fits without Decision Variables," *Marketing Science*, 13, pp. 203-223.
- Bottomley, P. A. and Fielders, R. [1998] "The Role of Prices in Models of Innovation Diffusion," *Journal of Forecasting*, 17, pp. 539-555.
- Cestre, G., Darmon, R. Y. [1998] "Assessing Consumer Preferences in the Context of New Product Diffusion," *International Journal of Research in Marketing*, 15, pp. 123-135.
- Cooper, R. G. [2001] *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch* [M], 3rd ed., Perseus Publishing.
- Mesak, H. I. [1996] "Incorporating Price, Advertising and Distribution in Diffusion Models of Innovation: Some Theoretical and Empirical Results," *Computers and Operations Research*, 23, pp. 1007-1023.
- Hahn, M., Park, S., Krishnamurthi, L., et al. [1994] "Analysis of New Product Diffusion using a Four-segment Trial-repeat Model," *Marketing Science*, 13, pp. 224-247.
- Horsky, D. [1990] "A Diffusion Model Incorporating Product Benefits, Price, Income and Information," *Marketing Science*, 9, pp. 342-365.
- Jain, D. C. and Rao, R. C. [1990] "Effect of Price on the Demand for Durables: Modeling, Estimation and Findings," *Journal of Business and Economic Statistics*, 8, pp. 163-170.
- Kalish, S. [1983] "Monopolist Pricing with Dynamic Demand and Production

- Cost," [1], *Marketing Science*, 2, pp. 135-160.
- Kalish, S., Sen, S. K. [1986] "Diffusion Models and the Marketing Mix for Single Products" [M] in *Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance*, eds. by Vijay Mahajan and Yoram Wind, Cambridge, MA, Ballinger Publishing Company.
- Karine, E. M., Frank, L., and Laine, K. [2004] "Effect of Price on the Diffusion of Cellular Subscriptions in Finland," [1], *The Journal of Product and Brand Management*, 13, pp. 192-199.
- Mahajan, V., Muller, E. and Bass, F. M. [1990] "New Product Diffusion Models in Marketing: a Review and Directions for Research," [1], *Journal of Marketing*, 54, pp. 1-26.
- Takada, H., Jain, D. [1991] "Cross-national Analysis of Diffusion of Consumer Durable Goods in Pacific Rim Countries," [1], *Journal of Marketing*, 55, pp. 48-54.
- Van Everdingen, Y. M., Aghina, W. B., Fok, D. [2005] "Forecasting Cross-population Innovation Diffusion: A Bayesian Approach," [1], *International Journal of Research in Marketing*, 22, pp. 293-308.
- Weerahandi, S., Dalal, S. R. [1992] "A Choice-based Approach to the Diffusion of a Service: Forecasting Fax Penetration by Market Segments," [1], *Marketing Science*, 11, pp. 39-53.
- 胡 知能 [2005] 「革新的製品普及の無料商品問題の分析」『システム工学理論と実践』3, 96-100ページ。
- 王 朋 [2004] 「習慣的或いは忠誠的購買行為のもとでの新製品普及」『科学研究管理』科研管理, 5, 12-17ページ。