

### 第三章 Bass モデルの理論的考察

本章では、家電等における新製品普及の代表的モデルである Bass モデルについて理論的な考察をおこなう。まず、3.1 節では、新製品の普及モデルについて、3.2～3.4 節では、「Bass モデル」の理論をモデル式やグラフを用いて説明する。3.5 節では、パラメーターを変化させたときの「Bass モデル」の特性を説明する。3.6 節では、「Bass モデル」の推定方法とその問題点について、3.7 節では、「Bass モデル」に課されている仮定と制約について説明する。

#### 3.1 節 新製品の普及モデル

新製品の普及に限らず、一般的に社会や経済の現象を分析するには、それがどのような現象であっても、関連するすべての要因を把握することは不可能である。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、現実の社会や経済現象を説明する分析モデルを構築する必要がある。分析モデルは、現実の複雑な関係を主要要因と数式だけによって近似させたもので、現実の主要要因データをモデル式に代入することにより、分析解答を導出することができる。

しかし、新製品の普及過程の分析は、通常新製品の導入前や導入して間もない期間に実施されることが多いので、分析に必要な十分な量の主要要因の時系列データを利用することがむずかしい。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<sup>1</sup>。

このような欠点を補うために、1960 年代以降現在までの間に「マーケティング科学モデル」と呼ばれる普及分析・予測モデルが多数開発されている。「マーケティング科学モデル」とは、製品普及過程論などの経済理論を援用して数学的なモデルを構築し、計量経済学的手法を用いてデータの分析処理をおこない、製品の普及過程を理論的・客観的に解析する手段である<sup>2</sup>。

これら「マーケティング科学モデル」の基礎となった最も重要な研究が、Bass(1969)による「耐久消費財の新製品成長モデル(A New Product Growth for Model Consumer Durables)」(以下、「Bass モデル」と呼ぶ)である。「Bass モデル」は後に Bass 本人や他の多くの研究者たちにより改良が加えられ、多数の改良版(以下、「改良 Bass モデル」と呼ぶ)が開発されている。本稿ではそれら改良版と区別するために、Bass(1969)によるモ

---

<sup>1</sup> 本多(2000), p293。

<sup>2</sup> マーケティング科学モデルの詳細については Eliashberg and Lilien(1997)参照。

デルを「(単純) Bass モデル(Naïve Bass Model)」と呼ぶ。「Bass モデル」は 1969 年の発表以降、「改良 Bass モデル」とともに耐久消費財だけではなく、農業、教育、医薬品、などの市場分析に活用されてきた<sup>3</sup>。

本章では、Bass(1969)による、最もシンプルで基本的な形態をもつ「Bass モデル」を、Mahajan, Muller and Bass(1990)、Mahajan, Muller and Bass(1995)、Parker(1994)、本多(2000)、等をもとに説明する。

### 3.2 節 「Bass モデル」の理論的説明

「Bass モデル」は、Bass(1969)で提唱された代表的な新製品の普及モデルで、購入周期の長い耐久消費財の新規需要の分析に適したモデルである<sup>4</sup>。一般に耐久消費財の需要は、新規需要、追加需要（2 台目・3 台目の需要）、および置換需要（買換需要）の 3 種類から構成される。耐久消費財では、ひとつひとつの製品の購入周期が長いため、製品の長期的普及状況を分析する場合、新規・追加・更新の各需要の分析がそれぞれに重要な意味を持つ。しかし、全くの新製品の普及分析の場合、その導入期から成長期までの需要のほとんどは新規需要であり、また、この時期に新製品が順調にテイクオフするかどうかの分析は、当該製品の市場投入開始時には最も重要な関心事であろう。「Bass モデル」は、このような新製品の導入から成長期を簡潔な理論で表した先駆的モデルである。

「Bass モデル」の基本的な理論構造は、図 3.2.①に示されているが、その基本理論は「情報伝達理論」である。すなわち、新製品の普及は、その製品情報が社会システム内部や社会システム間の情報チャンネルを介して伝達されることにより達成される、という点に注目している<sup>5</sup>。

また、「Bass モデル」は、Fourt and Woodlock(1960)と Mansfield(1961)によって提唱された 2 つのモデルを複合させたものである<sup>6</sup>。Fourt and Woodlock(1960)のモデルでは、新製品の普及過程は普及促進者による情報によってのみ影響を受けると仮定した。一方、Mansfield(1961)のモデルでは、既購入者による情報によってのみ影響を受けると考えた。これら 2 つのモデルを取り入れて、Bass(1969)では新製品の潜在的採用者は、自らの意志のみで購入を決定する革新者（「イノベーター」）と、普及のようすを見ながら購入を決定する模倣者（「イミテーター」）の 2 種類から構成されると考えた。この 2 種類のグループは後に、Mahajan, Muller and Bass(1990)では、前者のグループはマスメディア等による情報伝達（「外的影響」）によって、後者のグループは既採用者の口コミによる情報伝達（「内

---

<sup>3</sup> Mahajan, Muller, and Bass (1990), p2.

<sup>4</sup> Bass (1969), p215.

<sup>5</sup> Roger, (1982).

<sup>6</sup> 小川 (1980) による。なお、Fourt and Woodlock(1960)のモデルと Mansfield(1961)のモデルについては、章末の補論で説明する。

的影響)によってその購入行動に影響を受ける購入層であると説明されている<sup>7</sup>

ただし、本稿では用語の意味を明確にするために、これ以降上記の「革新者(イノベーター)」を「先導購入者」、「模倣者(イミテーター)」を「追随購入者」、「外的影響」を「先導的影響」、「内的影響」を「追隨的影響」とそれぞれ呼び替えて説明することにする。

### 3.3 節 モデル式による説明

以下、「Bass モデル」の基本的な構成を、モデル式を用いて説明する。「Bass モデル」のモデル式の基本的構成は、「(ある製品をまだ購入していない人のうち  $t$  期に購入する人の数)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) + (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)に等しい」と表現することができる。

いま、 $m$  を潜在市場規模(潜在的な最終購入者数で、これ以上当該製品の普及が進まない飽和普及水準を示す)、 $n(t)$  を  $t$  期の購入者数、 $N(t-1)$  を  $t-1$  期までの累積購入者数( $t-1$  期までに既に購入した人の合計数)とすると、モデル式はつぎのようにならわされる。ここで、パラメーター  $\alpha_f$  は既存の購入者の影響(「追隨的影響」)を示しており、パラメーター  $\alpha_p$  は既存の購入者とは独立な影響(「先導的影響」)を示している。なお、本節のモデル式で使用する変数およびパラメーターの説明は、3.3.①表にまとめて示しておく。

$$n(t) = \alpha_p (m - N(t-1)) + \alpha_f \frac{N(t-1)}{m} (m - N(t-1)) \quad 3.3.①$$

$$N(t) = N(t-1) + n(t) \quad 3.3.②$$

3.3.①式の右辺第 1 項は、 $t$  期の購入者のうち、前期までの既購入者数に影響されない人(「先導購入者」)の数をあらわしている。3.3.①式の右辺第 2 項は、前期までの既購入者数に影響される人(「追随購入者」)の数をあらわしている。Bass(1969)は、 $\alpha_p$  を「イノベーション係数(Coefficient of Innovation)」、 $\alpha_f$  を「イミテーション係数(Coefficient of Imitation)」と呼んだ<sup>8</sup>。また、3.3.①式は、先導購入者が前期までの残存潜在購入者数( $m - N(t-1)$ )の一定割合を占めることをあらわしている。一方、追随購入者は先導購入者同様前期までの残存潜在購入者数( $m - N(t-1)$ )の一定割合を占めるが、その割合は前期までの累積購入者数に比例することをあらわしている。すなわち、 $t$  期の購入者数は、既に購入した人とは独立な割合の部分  $\alpha_p$  と、既に購入した人の割合で増加する部分  $\alpha_f \frac{N(t-1)}{m}$

<sup>7</sup> 「追隨的影響」は必ずしも口頭によるコミュニケーションとは限らない。たとえば、インターネット上での既購入者から発信される製品情報も「追隨的影響」に含まれる。

<sup>8</sup> 本稿では、先導購入係数、および追随購入係数と呼ぶ。

との合計である。

つぎに、情報伝達の視点からこのモデル式を考察する。先導購入係数  $\beta_p$  の影響（「先導的影響」）は、外部からの広告等により残存潜在購入者  $(m - N(t-1))$  が受ける影響である。前出図 3.2.①に示されるように、「先導的影響」は、広告体から未購入者間への一方的な影響であり、先導購入者間の情報伝達はないと仮定されている。また、「先導的影響」は、製品の導入初期であっても、一定の時間が経過した時点でも、同じ影響を未購入者に与える。しかし、実際の経済では、このような未購入者間相互での広告をもとにした製品情報の伝達や交換が存在するかもしれないし、製品の導入期の方が、販売にたいする広告効果は高いと考えられる。

一方、追随購入者  $\beta_f$  の影響（「追隨的影響」）は、既購入者による製品の評価が残存潜在購入者  $(m - N(t-1))$  に与える影響である。同図 3.2.①に示されるように、「追隨的影響」は、既購入者から未購入者への一方的な影響であり、「先導的影響」同様、追随購入者間の情報伝達はないと仮定されている。また、 $t-1$  期の購入者の製品情報は同じ強さと方向で、 $t$  期には必ずすべての未購入者に直接または、他の既購入者を通じて間接的に伝達される。また、 $t-2$  期の購入者の製品情報は、 $t-1$  期の購入者の製品情報を等しい強さで  $t$  期の未購入者に伝達される。しかし、現実の経済では、「先導的影響」と同じく、未購入者間で既購入者の評価をもとにした製品情報の伝達や交換が存在するかもしれないし、そのような未購入者からの情報が既購入者にフィードバックされるかもしれない。また、既購入者からの情報の伝達は、口コミであれば時間がかかるし、伝聞により間接的になされた場合その効果が減少するかもしれない。さらに、その製品に対し、マイナスの影響を与える悪い評価がおこなわれるかもしれない。同様に、導入初期では、その製品の口コミ情報が不足しているので、既購入者による製品情報は、最近の既購入者による製品情報より重く受け止められるであろう。

このように、「Bass モデル」では、基本となる情報伝達構造について簡略化のため多くのいくつかの仮定がなされている。したがって、以下において「Bass モデル」やその改良版である「改良 Bass モデル」を利用するに際しては、このような仮定がなされていることを前提にする。

なお、上記 3.3.①式を解くと、累積購入者数  $N(t)$ 、当期購入者数  $n(t)$ 、当期購入者数のピーク時期  $T^*$ 、ピーク時期での当期購入者数  $n(T^*)$ 、ピーク時期での累積購入者数  $N(T^*)$ 、累積先導購入者数  $N_p(t)$ 、累積追随購入者数  $N_f(t)$  をもとめることができる。なお、これら各計算式は、3.3.②表に示す。

### 3.4 節 グラフによる説明

つぎに、「Bass モデル」を図で考察してみよう。3.4.②図と 3.4.③図に示すように、累積購入者数  $N(t)$  は潜在市場規模  $m$  の上限に漸近する関数である。個々の関数の形は上記のようにパラメーター  $m$ 、 $\alpha_p$ 、 $\alpha_f$  によって決定されるが、その変曲点である  $T^*$  は、0.0~0.5 の間にある<sup>9</sup>。また、変曲点  $T^*$  において、当期購入者数  $n(t)$  はピークをむかえる。「Bass モデル」では、初期の購入者数を  $\alpha_p m$  と仮定しているため、当期購入者数  $n(t)$  曲線は最初  $\alpha_p m$  から始まり、徐々に増加して  $T^*$  で最大となる。その後、 $2T^*$  までは原点から  $T^*$  まで増加する場合の曲線とは対称形で減少する。

3.4.①図は、当期購入者数  $n(t)$  曲線を「先導的影響  $\alpha_p$ 」による購入者数と「追随的影響  $\alpha_f$ 」による購入者数に分けてあらわしている。製品の導入開始時期 ( $t=0$ ) では、前期までの累積購入者数  $N(t \square 1)$  に影響される人の数、すなわち「追随的影響  $\alpha_f$ 」による購入者数はまだゼロである。一方、累積購入者数  $N(t \square 1)$  に影響されずもっぱらマスメディアによる情報や自己判断によって購入を決定する人の数、すなわち「先導的影響  $\alpha_p$ 」による購入者数は  $\alpha_p m$  である。しかし、この「先導的影響  $\alpha_p$ 」による購入者数  $\alpha_p m$  は、3.3.①式であきらかなように、時間の経過とともに「残存潜在市場規模（未購入者数）( $m \square N(t \square 1)$ )」が減少することにより漸減していく。一方、「追随的影響  $\alpha_f$ 」による購入者数は、累積購入者数  $N(t \square 1)$  の増加の影響により  $T^*$  まで累積的に増加する。すなわち、普及過程のこの時期では、既購入者の増加は潜在的購入者の購買意欲を刺激し、つぎの期間にさらに大きな新規購入をもたらす。すでに説明したように、当期購入者数  $n(t)$  は、 $T^*$  でピークに達する。しかし、その後は残存潜在市場規模 ( $m \square N(t \square 1)$ ) の減少による影響が累積購入者数  $N(t)$  の増加の影響を上回り、当期購入者数  $n(t)$  は減少に転ずる。この結果、累積購入者数  $N(t)$  曲線は、S 字型を描くロジスティック曲線となる。このようなロジスティック曲線の特性は、耐久消費財の普及傾向（新製品の購入の増加は、導入初期では低く、時間の経過にしたがって累積的に増大し、ピーク以降ではその逡減して潜在市場規模  $m$  に漸近する）によく合致している。

なお、Bass モデルにおいて市場規模  $m$  は、これ以上累積購入者数  $N(t)$  が増加しない（普及が進まない）飽和普及水準を意味している。したがって前出図 3.4.③のロジスティック曲線の右上方の傾きがゼロの点が飽和普及水準を示している。

### 3.5 節 パラメーターの変化による特性

つぎに、「Bass モデル」の性質を理解するため、Parker(1994)の研究にもとづいて、パラメーター  $\alpha_p$ 、 $\alpha_f$ 、 $m$  の変化により当期購入者数  $n(t)$  曲線と累積購入者数  $N(t)$  曲線がどのように影響を受けるか考察する。3.5.①式は、3.3.①式を整理し、パラメーター  $\alpha_p$ 、 $\alpha_f$ 、 $m$  をそれぞれ  $a\alpha_p$ 、 $b\alpha_f$ 、 $cm$  におきかえたものである。なお、 $a=b=c=1$  の場合は、3.5.①式は

<sup>9</sup> 本多 (2000) , p323.

3.3.①式に一致するようになっている。

$$n(t) = \left[ a\alpha_p + b\alpha_f \frac{N(t-1)}{cm} \right] cm N(t-1) \quad 3.5.①$$

3.5.①図は 3.5.①式の変数  $a$ 、 $b$ 、 $c$  を他の変数を一定にして、4 段階に変化させたときの当期購入者数  $n(t)$  曲線のようなものである<sup>10</sup>。潜在市場規模  $m$  を増加させたときは、当期購入者数  $n(t)$  曲線は当期購入者数のピーク時の値  $n(T^*)$  が増加したが、ピークに達するまで要する時間  $T^*$  は不変であった。累積購入者数  $N(t)$  曲線は、 $c$  の値が増加するにしたがって、Y 軸について原点から遠ざかる方向に拡大した。つぎに、「先導的影響  $\alpha_p$ 」を増加させたときは、当期購入者数  $n(t)$  曲線はピークに達するまで要する時間  $T^*$  が短縮されたが、当期購入者数のピーク時の値  $n(T^*)$  は不変であった。累積購入者数  $N(t)$  曲線は、 $a$  の値が増加するにしたがって、X 軸について原点に近づく方向にシフトした。しかし、「追随的影響  $\alpha_f$ 」を増加させたとき、当期購入者数  $n(t)$  曲線は当期購入者数のピーク時の値  $n(T^*)$  が増加するとともに、ピークに達するまで要する時間  $T^*$  も短縮された。累積購入者数  $N(t)$  曲線は  $b$  の値が増加するにしたがって、Y 軸について原点から遠ざかる方向に拡大するとともに、X 軸について原点に近づく方向にシフトした。

このように、潜在市場規模のパラメーター  $m$  の増加は購入者数  $n(t)$ 、累積購入者数  $N(t)$  の増加をもたらし、「先導的影響」のパラメーター  $\alpha_p$  の増加は当期購入者数がピークに達するまでの時間  $T^*$  を早めた。また、「追随的影響」のパラメーター  $\alpha_f$  の増加は購入者数  $n(t)$ 、累積購入者数  $N(t)$  とピークに達するまでの時間  $T^*$  の両方に作用した。

### 3.6 節 「Bass モデル」のパラメーター推定方法

「Bass モデル」を用いて新製品の普及過程の分析をおこなうには、3 つのパラメーター（潜在市場規模のパラメーター  $m$ 、「先導的影響」のパラメーター  $\alpha_p$ 、「追随的影響」のパラメーター  $\alpha_f$ ）を推定する必要がある。Bass(1969)では、最小二乗法(OLS)を用いてつぎのようにパラメーターの推定をおこなっている。

まず、3.3 節 3.3.①式を展開して、3.6.①式のようにパラメーターに対して一次式のかたちになるように変換する。さらに、3.6.①式に含まれるパラメーターを、 $\alpha_p m = \alpha$ 、 $\alpha_f \alpha_p = \beta$ 、 $\alpha_f / m = \gamma$ 、とおいた 3.6-2 式を OLS により回帰分析をおこなう。 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  が推定できれば、パラメーター  $m$ 、 $\alpha_p$ 、 $\alpha_f$  は 3.6-3 式～3.6-5 式によりそれぞれ計算することができる<sup>11</sup>。

<sup>10</sup> 3.5.①式および 3.5.①図は Paker(1994)を、筆者が一部修正したものである。

<sup>11</sup> Bass(1969), p219.

$$n(t) = \sigma_p m + (\sigma_f \sigma_p) N(t-1) \sigma_f / m N^2(t-1) \quad 3.6.①$$

$$n(t) = \sigma + \sigma N(t-1) \sigma N^2(t-1) \quad 3.6.②$$

$$m = \frac{\sigma \sigma \pm \sqrt{\sigma^2 \sigma 4 \sigma \sigma}}{2 \sigma} \quad 3.6.③$$

$$\sigma_p = \frac{\sigma}{m} \quad 3.6.④$$

$$\sigma_f = \sigma m \sigma \sigma \quad 3.6.⑤$$

しかし、Bass(1969)によるこのようなパラメーターの推定方法には、いくつかの点で使用時に注意を要することが指摘されている。第 1 は、次節 (3.7 節) でも述べているが、この方法では、 $\sigma_p$  と  $\sigma_f$  だけではなく市場規模までもがパラメーター  $m$  として推定されるため、新製品の潜在市場規模は導入時点できまり、その後当該製品のライフサイクルを通じて変化しないと仮定されることである<sup>12</sup>。しかし、実際の潜在市場規模の大きさは、時間の経過とともに変化する方が自然であり、長期分析を行う際には分析初期と末期ではそれぞれの数値が大幅に変化している可能性が高い。つまり、時間がたてば、潜在購買者の母集団である人口の増減や市場による製品の評価によって、潜在市場規模自体が変化すると考えられるからである。

第 2 は、分析期間が短く初期の立ち上がり期のデータしか得られない場合には推定値が不安定となる点であり、これは Mahajan, Muller and Bass (1990)、本多 (2000) 等複数の先行研究により指摘されている<sup>13</sup>。たとえば、前者の文献において、「Heeler and Hustad (1980) や Srinivasan and Mason (1986) の研究では、分析データが少なくとも当期購入者数  $n(t)$  曲線のピークを含むデータの場合に限って、安定的な推定値が得られると述べられている」ことが紹介されている<sup>14</sup>。また、市場規模のパラメーター ( $m$ ) の安定性の問題については、本稿の分析でも確認することができる。第 VI 章の表 6.5.④ (96 ページ) では、Bass(1969) による推定方法を用いてカラーテレビの普及データ (初回購入データ) を推定したものである。テスト NO.A32、A33、A31 はそれぞれ、分析期間の第 1 年目から 10 年間、20 年間、および 37 年間の期間で分析を行ったもので、潜在市場規模のパラメーター ( $m$ ) の値は、分析期間によって 29,103 千台～44,392 千台に分散する。むろん、分析期間の短い A32 (10 年間) の誤差が大きいのであるが、市場規模が直接普及数の上限を表す最も重要な数値であることを考えると、分析期間によって約 35% もの誤差が生ずることは、本推定方法を分析ツールとして用いるには問題があると言わざるを得ない。

<sup>12</sup> Mahajan, Muller and Bass (1990), p11.

<sup>13</sup> Mahajan, Muller and Bass (1990), p9 本多(2000), p296.

<sup>14</sup> Mahajan, Muller and Bass (1990), p8.

したがって、Bass(1969)の推定方法は、分析データ数が十分にありパラメーターを安定的に推定できる場合や、潜在市場規模水準が不明確なため、データより推定せざるを得ない場合にのみ使用すべきであると考えられる。前出の文献では、類似製品の普及状況、当該製品の市場調査、専門的経営的判断、等に基づいて合理的と考えられる潜在市場規模 ( $m$ ) を推定し、モデル式にパラメーターではなくデータとして組み込む方法や、これができない場合には、追加データが利用可能になる都度推定値を更新する方法を推奨している<sup>15</sup>。なお、本論文では、第3部の実証分析において、市場規模に世帯数や人口を基に加工したデータを使用し、また、カラーテレビの購入数データを加工して、30年以上の分析期間に使用可能な改良「Bass型モデル」を適用することにより、このような市場規模の誤差問題に対応している<sup>16</sup>。

なお、このほかにも、前出文献により、Bass(1969)の推定方法についてOLS手順によるいくつかの問題点が指摘されており、本論文でも採用する非線形回帰分析の手順が優越性を示すことが紹介されている<sup>17</sup>。

### 3.7節 「Bassモデル」の仮定と制約

「Bassモデル」の特徴は、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したことである。しかし、「Bassモデル」が新製品の基礎的普及モデルとして高く評価され、それに関わる多くの改良的研究を生み出した原因は、その単純で明快な理論構成にあった。「Bassモデル」では「潜在市場規模  $m$ 」、「先導的影響  $\rho_p$ 」、および「追随的影響  $\rho_f$ 」の3つのパラメーターを使用するだけで、多くの耐久消費財の普及過程を上手に説明することができた。それは、逆に言えば、「Bassモデル」が、既存の仮定や制約を変更することにより、より一般的なケースやより特殊性の高いケースに適用可能なモデルに容易に改良できることを意味する。

以下では、「Bassモデル」のその他の主要な仮定と制約について、前出の研究 Mahajan, Mullar and Bass(1990)に基づいて説明する。

仮定①：潜在市場規模  $m$ 、「先導的影響」のパラメーター  $\rho_p$  と「追随的影響」のパラメーター  $\rho_f$  は一定。

「Bassモデル」では、新製品が導入されてから陳腐化により使用されなくなるまでの全期間（ライフサイクル）にわたって、潜在市場規模  $m$ 、「先導的影響」のパラメーター

---

<sup>15</sup> Mahajan, Muller and Bass (1990), p6 and p9.

<sup>16</sup> 本稿だけではなく、潜在市場規模に何らかのデータを採用している研究は多数ある。たとえば、Kamakura and Balasubramanian(1988)では家電製品を保有する世帯数を、Norton and Bass(1987)では半導体の普及を分析するのに、それが搭載されるコンピューターの出荷台数を、市場規模のデータとして採用している。

<sup>17</sup> Mahajan, Muller and Bass (1990), p9. Parker(1994), p370.



$\beta_p$ と「追隨的影響」のパラメーター  $\beta_f$ は一定であり変化しないと仮定されている。しかし、現実の経済では、新製品の潜在市場規模  $m$  は時間の経過にしたがって、人口や人口構成の変化、製品価格の変化、製品の品質の変化、等によって変化するかもしれない。また、「先導的影響」のパラメーター  $\beta_p$ と「追隨的影響」のパラメーター  $\beta_f$ も同様に、製品そのものの特質や製品市場をとりまく様々な先導的影響により変化すると考えられる。このように、潜在市場規模  $m$ 、「先導的影響」のパラメーター  $\beta_p$ と「追隨的影響」のパラメーター  $\beta_f$ は、不変であると仮定する必然性はなく、むしろ変化すると仮定するほうが一般的である。

仮定②：新製品の普及は、価格や広告などの販売戦略や景気や所得などの外部環境には影響されない。

「Bass モデル」は、価格や広告などの販売戦略や景気や所得などの外部環境の影響をあらわす変数を含んでいない。これらの変数は、所与のものとして潜在市場規模  $m$ 、「先導的影響」のパラメーター  $\beta_p$ と「追隨的影響」のパラメーター  $\beta_f$ のなかに内含されている。したがって、「Bass モデル」では、これらの影響を個別に取り出してその新製品への影響を調べることはできない。しかし、たとえば耐久消費財では、新製品の価格水準が新製品の普及パターンに大きな影響を与えることは明らかであるので、価格の影響を個別に分析できるモデルの構築は、新製品の普及パターンの分析にとり有用である。現在までに、製品の特質や分析目的の視点により、価格だけではなく広告や所得の変数やそれ以外の変数を含む、もしくはそれら変数を組み合わせてモデルに取り込んだ研究が、「改良 Bass モデル」として多数発表されている。

仮定③：新製品の普及は、その製品や市場の特性の変化に影響されない。

「Bass モデル」は、その製品や市場の特性の影響をあらわす分析期間によって変化する変数を含んでいない。製品や市場の特性とは、その製品やその製品が取引されたり使用されたりする市場のもつ固有の特色であり、製品の品質や使い勝手、市場参加者の人数やタイプなどがその例である。これらの変数は、価格や広告などの販売戦略や景気や所得などの外部環境の影響をあらわす変数と同様に、一定のものとして潜在市場規模  $m$ 、「先導的影響」のパラメーター  $\beta_p$ と「追隨的影響」のパラメーター  $\beta_f$ のなかに内含されている。しかし、新製品の普及に関する実証的先行研究では、製品および市場特性の変化が新製品の普及パターンに重要な影響を与えると述べられている<sup>18</sup>。

仮定④：新製品の普及は他の製品の普及とは独立。また、先行製品モデル、後継製品モデ

---

<sup>18</sup> Mahajan, Muller and Bass (1990), p14。

ル、および代替製品モデルの普及の影響を受けない。

「Bass モデル」では、新製品の普及は他の製品の普及の影響を考慮していない。同様にその製品の先行製品モデル、後継製品モデル、および代替製品モデルの普及の影響を分析することはできない。しかし、現実の経済では、新製品の普及が補完関係や代替関係にある他の製品の普及と密接に関連するケースがある。たとえば、VTR はテレビと組み合わせて使用され補完的關係にあるので、VTR の普及パターンはテレビの普及と正の關係にある。また、白黒テレビは、カラーテレビとは代替關係にあるので、白黒テレビはカラーテレビの普及により市場から駆逐されてしまった。このように、ある新製品の普及は他の製品の普及の影響を受けるのが一般的である。

仮定⑤：初回 1 回だけの購入のモデルで、更新購入や追加購入を含まない。

「Bass モデル」は、新製品の初回購入だけを想定した普及モデルである。したがって、現在使用中の製品が故障等の理由により買換えられる更新需要や、2 台目・3 台目の購入のように複数の台数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、きわめて革新的な新製品は、その価値が認められ普及し始めるまでに通常より長い時間がかかるかもしれない。そのような場合、その製品モデルの本格的な普及時期は普及初期に購入された製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ある。また、普及率が高く広く市場に受け入れられる製品モデルは、通常、新製品として導入されてから、その製品技術が陳腐化し使用されなくなるまで長い期間にわたって使用し続けられる。このような、プロダクト・ライフ・サイクルの長い製品モデルの普及過程を分析するには、新規需要だけではなく更新需要や追加購入需要を含むモデルを検討する必要がある。

仮定⑥ 新製品の供給サイドの制約を、量的にも時間的にも考慮していない。

「Bass モデル」では、新製品の供給サイドの制約を量的にも時間的にも考慮していない。しかし、現実の経済では新製品の供給量は供給者の供給能力に依存する。したがって、供給能力の低い新製品の普及モデルは、「Bass モデル」がもつ需要サイドのダイナミクスと供給サイドの量的制限とを組み合わせる作業が必要になる。また、製品によっては、ある時点以降供給が減少したり停止するものがある。たとえば、日本のアナログテレビ放送は 2011 年で停止される予定である。したがって、それ以降のアナログテレビ受像器の国内向け供給は減少するか停止するであろう。

このように「Bass モデル」は、「潜在市場規模  $m$ 」、「先導的影響  $\square_p$ 」、「追隨的影響  $\square_f$ 」、の 3 つのパラメーターと「当期購入者数  $n(t)$ 」、「累積購入者数  $N(t)$ 」の 2 つの変数だけを用いた簡潔なモデルである。また、「Bass モデル」は、本節で説明した仮定や制限をはず

したり、新たな仮定や制限を加えることにより多様なケースに適応できるという特色をもっている。そのような、「Bass モデル」の改良版を「改良 Bass モデル」と呼ぶが、それらのうち、本稿の実証部分でも取り入れるものについては、第IV章で考察する。

### 3.8 節 本章のまとめ

本章では、耐久消費財の代表的普及モデルである「Bass モデル」について説明した。

新製品の普及分析は、新製品の導入直前や直後におこなわれるので、分析に利用可能な時系列データが乏しい。したがって、「マーケティング科学モデル」といわれる数学モデルが利用されることが多い。「マーケティング科学モデル」は製品普及理論を基礎にモデルを構築し、製品の普及過程を計量経済学的手法により合理的に解析する手法である。

「Bass モデル」は、その「マーケティング科学モデル」の基礎となったモデルで、新製品の普及過程を、製品の情報が社会システムの情報伝達チャンネルにより伝達される過程を用いて説明した。

「Bass モデル」の基本モデル式、 $n(t) = \beta_p (m - N(t-1)) + \beta_f \frac{N(t-1)}{m} (m - N(t-1))$  は、当期購入者数  $n(t)$  は、「先導的影響  $\beta_p$ 」による購入者（先導購入者）と「追隨的影響  $\beta_f$ 」による購入者（追隨購入者）により構成されることを示している。また、先導購入者は前期までの残存潜在購入者数  $(m - N(t-1))$  の一定割合を占め、追隨購入者は残存潜在購入者数  $(m - N(t-1))$  の一定割合を占めるが、その割合は前期までの累積購入者数  $N(t-1)$  に比例することを示している。

「Bass モデル」の当期購入者数曲線  $n(t)$  は、 $\beta_p m$  から始まり  $T^*$  をピークとする 2 次曲線で、 $T^*$  を中心に  $\beta_p m \sim 2T^*$  で対称形となる。また、累積購入者数曲線  $N(t)$  は屈曲点  $T^*$  をもつ S 字曲線となり、導入初期には緩やかで、中期に急伸び、後期にはまた緩やかに戻る耐久消費財の普及特性によく合致している。

「Bass モデル」では、パラメーター  $m$ 、 $\beta_p$ 、 $\beta_f$  が増加すると、それぞれの影響は順に、当期購入者数  $n(t)$  および累積購入者数  $N(t)$  が増加する、ピークに達するまで要する時間  $T^*$  が短縮される、およびその両方が同時に実現するという特性をもっている。

Bass(1969)では、パラメーター  $\beta_p$ 、 $\beta_f$ 、 $m$  を最小二乗法(OLS)を用いて推定している。しかし、分析期間が短く初期の立ち上がり期のデータしか得られない場合（分析データが当期購入者数曲線  $n(t)$  のピークを含まない場合）には、推定値が不安定になったり、潜在市場規模  $m$  が過小に評価されるおそれがある。

「Bass モデル」では単純で明快な理論構成をもとに、「潜在市場規模  $m$ 」、「先導的影響  $\beta_p$ 」、および「追隨的影響  $\beta_f$ 」の 3 つのパラメーターを使用するだけで、多くの耐久消費

財の普及過程をうまく説明することができた。「Bass モデル」では、モデルにいくつかの主要な仮定や制限が課されているが、その仮定や制限を取り払ったり、追加したりすることにより、より特殊なケースに適応できるモデルに改良することができる。

### 3.9 節 補論：Fourt and Woodlock(1960)のモデルと Mansfield(1961)のモデルについて

#### A. Fourt and Woodlock(1960)のモデル

このモデルは、潜在市場には先導購入者のみが存在し、既購入者のプレッシャーの影響を受ける追随購入者は存在しないと仮定する。本節の Bass モデルの説明で用いた記号を使って本モデルを式で表すと式 3.9.①となり、当期購入数 ( $n(t)$ ) は、図 3.9.①のような形態をとり、時間とともに逓減する。

$$n(t) = \beta_p (m - N(t-1)) \quad 3.9.①$$

#### B. Mansfield(1961)のモデル

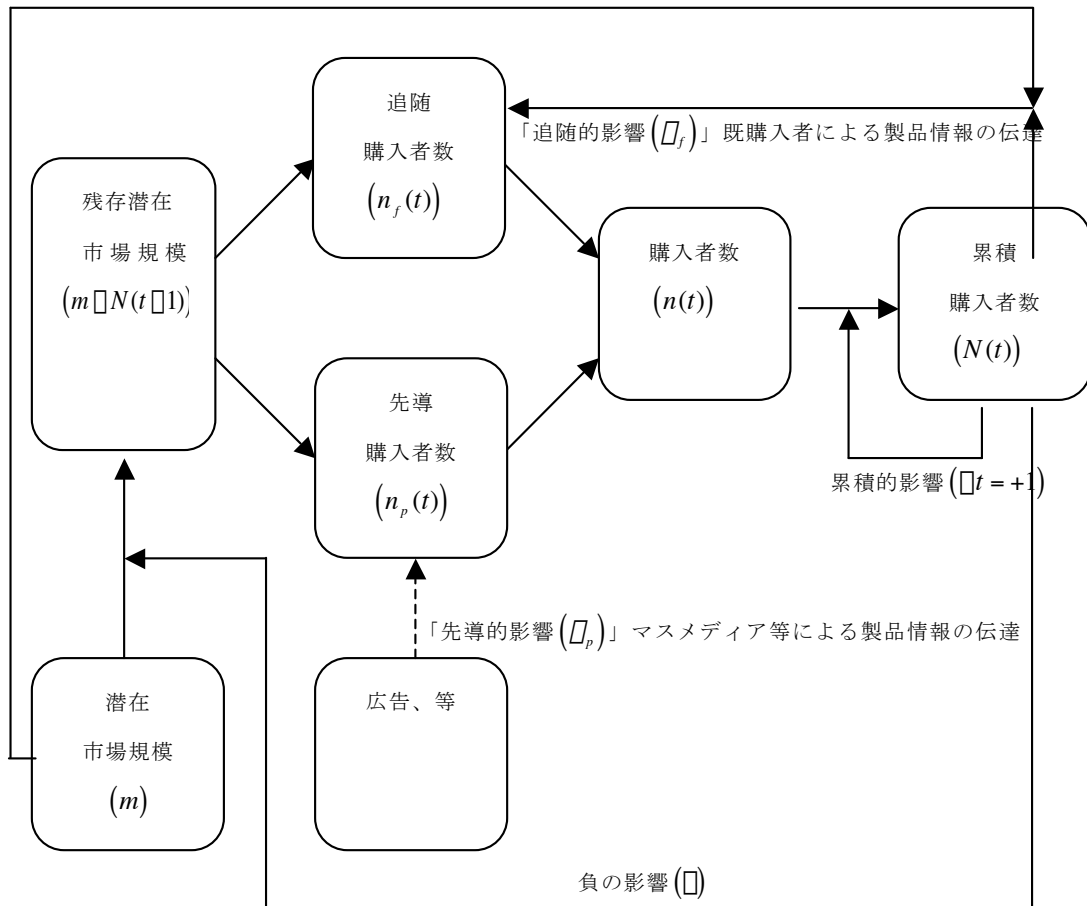
このモデルは、潜在市場には追随購入者のみが存在し、既購入者のプレッシャーの影響を受けずに購入行動をとる先導購入者は存在しないと仮定する。上記 A.同様、Bass モデルの説明で用いた記号を使って本モデルを式で表すと式 3.9.②となり、当期購入数 ( $n(t)$ ) は、図 3.9.②のような形態をとり、原点を通るロジスティック曲線となる<sup>19</sup>。

$$n(t) = \beta_f \frac{N(t-1)}{m} (m - N(t-1)) \quad 3.9.②$$

<sup>19</sup> 本節の内容は、小川 (1980) による。

第三章 図表

図 3.2.① Bass モデルの変数間フローチャート



モデル式：
$$n_p(t) = \alpha_p (m - N(t-1))$$

$$n_f(t) = (\alpha_f - \beta N(t-1)/m) (m - N(t-1))$$

出所：筆者にて作成。

表 3.3.① 変数・パラメーター説明表

変数・パラメーター	説 明	単 位
$\square_i$	既存購入者とは独立な影響（「先導的影響」）のパラメーター	
$\square_j$	既存購入者の影響（「追隨的影響」）のパラメーター	
$m$	潜在市場規模のパラメーター	
$N(t)$	累積購入者数	人
$n(t)$	当期購入者数	人／年
$(m - N(t))$	残存潜在市場規模	人
$T^*$	購入者数のピーク時期	年・月
$n(T^*)$	ピーク時期での当期購入者数	人
$N(T^*)$	ピーク時期での累積購入者数	人
$N_p(t)$	累積先導購入者数	人
$N_f(t)$	累積追隨購入者数	人
$\square_i$	$\square_i, m$	
$\square_j$	$\square_i, \square_j$	
$\square_j$	$\square_j, m$	

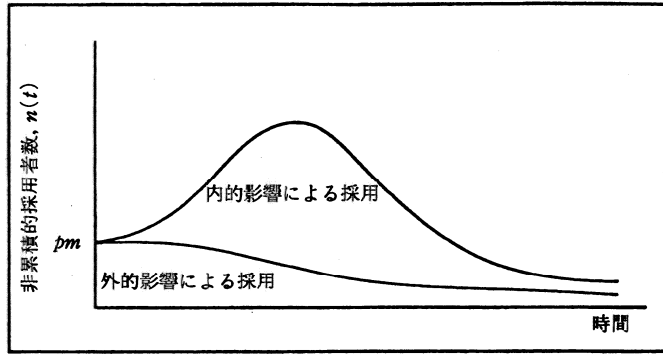
出所：筆者にて作成。

表 3.3.② Bass モデルの解析的表現

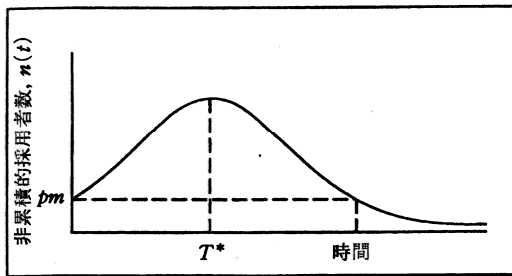
項 目	式
累積購入者数 ( $N(t)$ )	$N(t) = m \left[ 1 - \frac{e^{-\square_i(t+\square_j)}}{1 + (\square_j/\square_i) e^{-\square_i(t+\square_j)}} \right]$
当期購入者数 ( $n(t)$ )	$n(t) = m \left[ \frac{\square_i(\square_i + \square_j)^2 e^{-\square_i(t+\square_j)}}{(\square_i + \square_j e^{-\square_i(t+\square_j)})^2} \right]$
購入者数のピーク時期 ( $T^*$ )	$T^* = \left[ \frac{1}{(\square_i + \square_j)} \right] \ln(\square_i/\square_j)$
ピーク時期での当期購入者数 ( $n(T^*)$ )	$n(T^*) = \left[ \frac{1}{4} \right] (\square_i + \square_j)^2$
ピーク時期での累積購入者数 ( $N(T^*)$ )	$N(T^*) = m \left[ \frac{1}{2} \right] (\square_i/2\square_j)$
累積先導購入者数 ( $N_p(t)$ )	$N_p(t) = m \left( \square_i/\square_j \right) \ln \left[ \frac{1 + \square_i/\square_j}{1 + (\square_i/\square_j) e^{-\square_i(t+\square_j)}} \right]$
累積追隨購入者数 ( $N_f(t)$ )	$N_f(t) = N(T^*) - N_p(t)$

出所：Bass(1969)および本多(2000)を筆者にて編集。

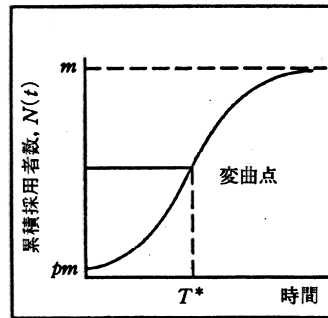
図 3.4.① : a、図 3.4.② : b、図 3.4.③ : c Bassモデルにおける先導的影響と追隨的影響、Bassモデルの構造



a

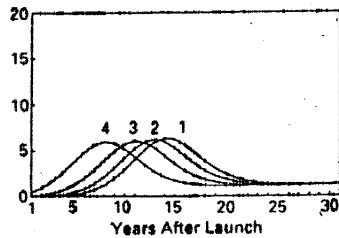


b

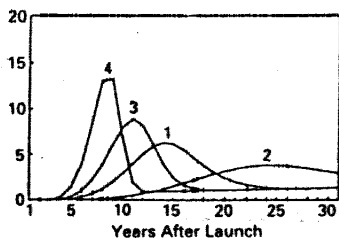


出所 : Mahajan, Muller, Bass(1990)、4 ページを筆者にて一部修正。 c

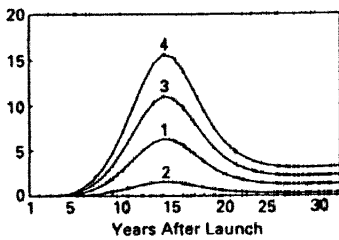
図 3.5.① パラメーター  $a_i$ 、 $b_i$ 、 $c_i$  の変化による購入数 ( $n(t)$ ) への影響



$a_i$ varies	1. $a_i = .00001$	$b_i = .4$	$c_i = .4$
	2. $a_i = .0001$	$b_i = .4$	$c_i = .4$
	3. $a_i = .001$	$b_i = .4$	$c_i = .4$
	4. $a_i = .01$	$b_i = .4$	$c_i = .4$



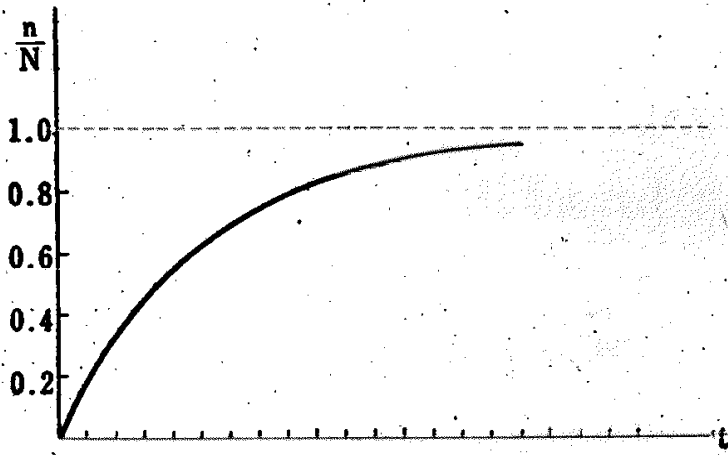
$b_i$ varies	1. $a_i = .00001$	$b_i = .4$	$c_i = .4$
	2. $a_i = .00001$	$b_i = .2$	$c_i = .4$
	3. $a_i = .00001$	$b_i = .6$	$c_i = .4$
	4. $a_i = .00001$	$b_i = .99$	$c_i = .4$



$c_i$ varies	1. $a_i = .00001$	$b_i = .4$	$c_i = .4$
	2. $a_i = .00001$	$b_i = .4$	$c_i = .1$
	3. $a_i = .00001$	$b_i = .4$	$c_i = .7$
	4. $a_i = .00001$	$b_i = .4$	$c_i = .99$

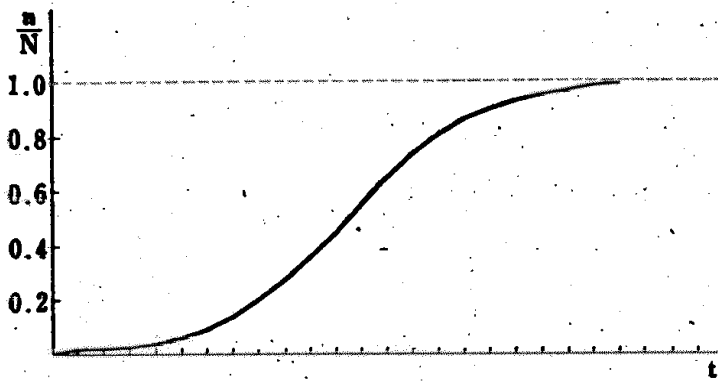
出所 : Parker(1994)、362 ページを筆者にて一部修正。

図 3.9.① Fourt and Woodlock(1960)のモデル



出所：小川（1980）,78 ページ。

図 3.9.② Mansfield(1961)のモデル



出所：小川（1980）、80 ページ。



