

普及過程におけるイノヴェーターの役割

——閾値モデルによる検討——

寺 島 拓 幸

1 はじめに

あるイノヴェーション（新しいアイデア、新しい行動様式、新製品など）が普及して広く社会や市場に受容されるかどうかには、多くの要因が作用していると考えられる。まず、イノヴェーションそれ自体の効用あるいは有用性が挙げられる。また、イノヴェーションが財・サービスの形をとる場合、価格がその普及プロセスに与える影響はいうまでもない。情報化の程度は採用者のイノヴェーション認知に作用し、したがって普及プロセスにも影響をもたらすだろう。イノヴェーションが既存の社会規範や文化と適合するかどうかも重要である。

このように普及要因は数あれど、社会学的な見地からすれば、採用者間の相互作用と普及プロセスとの関係がもっとも興味深い問題の一つとなることは間違いない。なぜなら、イノヴェーションの採用者たちは、多かれ少なかれ他者の動向を意識しながら自分の行動を決定していると考えられ、その程度や個人差によって普及現象の様態が多様性をもつからである。

本稿では、こうした採用者間の相互作用を定式化した集合行動の閾値モデルを用いて、イノヴェーターが普及プロセスに与える影響を検討する。イノヴェーターとは、先行の普及研究やマーケティングなどで広く研究されているように、ごく初期のうちにイノヴェーションを採用する少数の革新的な人々のことである。本稿の目的は、イノヴェーターたちの動向が普及速度、最終的な普

及率、クリティカル・マスなどに与える影響を明らかにすることである。同時に本稿では、集合行動の閾値モデルが有する「初期値問題」についても検討することとなる。初期値問題とは、閾値モデルにおいて採用率の初期値が決定的な役割をもっているにもかかわらず、非常に曖昧あるいは恣意的に扱われているという問題である。イノヴェーターの効果を閾値モデルで検討するには、この問題の解決が不可欠となるからである。

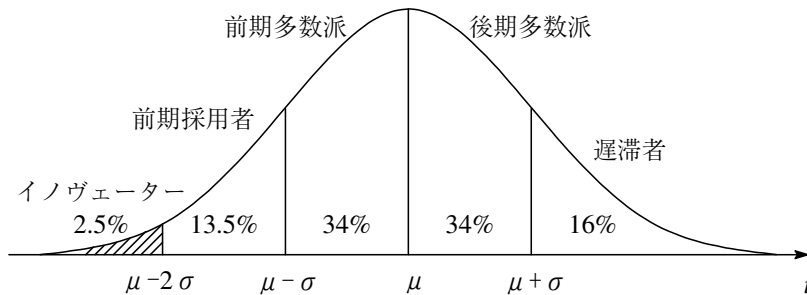
本稿では、既存の普及理論を参考にしながら、初期値を的確に扱える修正モデルの定式化をこころみる。また、定式化されたモデルの均衡分析によって、初期採用者集団が全体の普及率の推移にどのような影響を与えるのかを検討する。

本稿は以下のような構成をとる。まず、RogersやBassの採用者カテゴリー論を取り上げ、イノヴェーター概念を整理する。次に、閾値モデルをまとめ、初期値に関する問題を提起する。最後に、イノヴェーターを組み込んだ閾値モデルの構築をこころみ、そこから得られた含意をまとめる。

2 採用者カテゴリー

2.1 Rogers モデル

イノヴェーターについての体系的な議論は、Rogers（[1962] 2003, ch.7）の採用者カテゴリー論によって展開されている¹⁾。採用者カテゴリー（adopter categories）とは、革新性（innovativeness）を基準とする採用者の理念型である。Rogersは、普及曲線が経験的にS字になる傾向があることから、



* Rogers ([1962] 2003: 281) をもとに作成。

図1 採用者カテゴリー

人々がイノベーションを採用するまでの時間の分布に正規性を仮定し、その時期の早さから採用者を5つのカテゴリーに分けた(図1)。

各採用者カテゴリーには、次のような採用時間、人口比、特徴が想定されている(ただし、 μ は採用時間の平均、 σ は標準偏差)。

- (1) **イノヴェーター**(innovators): 採用時間 $t < \mu - 2\sigma$ 、全体の約2.5%。冒険的でリスクを好む人々。
- (2) **前期採用者**(early adopters): 採用時間 $\mu - 2\sigma < t < \mu - \sigma$ 、全体の約13.5%。イノヴェーターが採用したイノベーションを評価して採用を決定する人々。オピニオン・リーダー的な存在で、周囲から尊敬されている。
- (3) **前期多数派**(early majority): 採用時間 $\mu - \sigma < t < \mu$ 、全体の約34%。イノベーションを採用することに慎重な人々。前期採用者をお手本とするフォロワーの存在。
- (4) **後期多数派**(late majority): 採用時間 $\mu < t < \mu + \sigma$ 、全体の約34%。イノベーションの採用に対して懐疑的な人々。有用性の評価してというよりも、既採用者が多数存在することによる社会的圧力からイノベーションを採用する。
- (5) **遅滞者**(laggards): 採用時間 $t > \mu + \sigma$ 、全体の約16%。イノベーションに対して関心がな

く、伝統を遵守する人々。

Rogersが採用時間から理念型を構築する際、釣鐘型の分布に対して左右対称の区分を適用するのではなく、あえて採用時間の早い左側にのみ少数人数からなるカテゴリーを余計に設けたのにはそれなりの理由があると考えべきである。すなわち、イノヴェーターの採用行動は、先行者の模倣ではないという点において他のカテゴリーとは決定的に異なるからである。

2.2 Bassモデル

マーケティング・サイエンスの分野には、Rogersの採用者カテゴリー論に依拠しながら新製品の普及プロセスを定式化したBass(1969)の成長曲線モデルがある²⁾。Bassモデルは、時間と普及規模の関係をあらわす微分方程式モデルであり、メディアなど外部情報源の影響と口コミなど集団内部での個人間効果を組み込んだものとなっている(Rogers [1962] 2003: 208-11; 石井1984: 14-6)。

Bassはモデル構築のため、Rogersの5カテゴリーを2つに集約させる形で採用者タイプを設定した。すなわち、**イノヴェーター**(innovators)と**イミテーター**(imitators)である。前者はRogersのイノヴェーターとまったく同様であり、他者の意思決定とは独立にイノベーションの決定を採用を決める人々である。一方、後者は採用者カ

テゴリー(2)~(5)に対応するもので、他者の意思決定に影響されて採用を決める人々である(Bass 1969: 216)。また情報チャネルの効果という観点では、前者がメディアの効果、後者が口コミの効果に対応している。

Bassモデルの貢献は、あくまで理念型であった採用者カテゴリーを成長曲線モデルとして定式化することで普及規模の予測を可能としたことである。しかしながらBassモデルは、個人レベルの選択行動から集合レベルの普及規模を説明するようなモデルではない。このようなマイクロ・メカニズムを照射するのが、本稿で扱う閾値モデルである。

3 閾値モデルと初期値問題

3.1 閾値モデル

社会運動、暴動、イノベーション普及、流行などの集合現象は、独立的に選択をおこなう個人が集積することによって生じるものではない。他者の行動に依存した個人々の選択によって現われるのである。社会運動にせよ、流行にせよ、最初から参加する人が決まってい、偶然同じ時期に一緒に行動を起こすことによって生じるわけではない。潜在的な参加者は、他者の動向に気を配りつつ自分が参加するかどうかを決定する。このため集合現象は、ある時点では緩やかに、またある時点では急激に、その規模を変化させながら生じるのが普通である。

Granovetter (1978)によって提案された集合行動の閾値モデル(threshold model)は、このような個人間効果を数学的に定式化した集合現象の動学モデルである。このモデルにおいて各個人は、ある行動を採用するかどうか意思決定する際に、他者がどの程度その行動を採用しているか、すなわち集団における行動採用率に準拠する。各個人は、その採用率に対して一定の基準値(=閾値)をもっており、採用率が自分の閾値に達すると採用をはじめ。ただし閾値は、人によって様々な

値をとりうる。少数の人しか採用していなくても自分は採用するという人もいれば、多くの人が採用しなければ自分も採用しないという人もいる。

閾値モデルに関する、以上のような仮定を整理すると、次のようになる(Granovetter 1978; Granovetter and Soong 1983)。

- 仮定1 (二項選択) 各個人*i*は二つの選択肢(ある行為を採用する/採用しない)をもつ。
- 仮定2 (閾値) 各個人*i*は、準拠集団における時点*t*の採用率 $r_t \in [0, 1]$ に対して一定の閾値 x_i をもち、 $r_t < x_i$ ならば次の時点 $t+1$ で採用せず、 $r_t \geq x_i$ ならば採用する。
- 仮定3 (閾値分布) 閾値には個人差があり、集団において一定の確率分布 $f(\cdot)$ にしたがう。

仮定1~3より、時点*t+1*の採用率は、

$$r_{t+1} = F(r_t) \tag{1}$$

と差分方程式あらわすことができる。ここで、 $F(\cdot)$ は閾値の累積分布関数であり、 $F(r_t)$ は閾値が r_t 以下である人々の割合を意味する。したがって時点*t+1*における採用率はその割合と等しくなるのである。

(1)式において、 $t=0$ で初期採用率 r_0 が与えられれば、 $t=1$ では $r_1 = F(r_0)$ 、 $t=2$ では $r_2 = F(r_1) = F(F(r_0))$ 、…と採用率の推移がわかる。この推移のなかで、採用率が変化を止める水準を均衡(equilibrium)といい、 $r_{t+1} = r_t = r^*$ となるような特定の採用率 r^* と定義される。

一般に、累積分布曲線と45°線のグラフを用いることによって、(1)式の均衡点、採用率の推移、その他の性質を視覚的に調べることができる。図2は閾値分布に正規分布 $N(0.4, 0.2^2)$ を想定した場合である。均衡点は $F(x)$ と45°線の交点として求めることができるから、この場合は3つ存在することがわかる。均衡のうち、その近傍にある採用率の時間を経た後の収束点となるようなものを安定(stable)均衡といい、逆に、採用率が

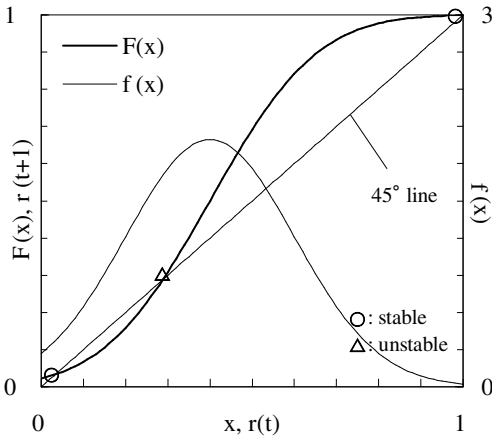


図2 閾値分布と累積分布曲線

時間とともに乖離していくようなものを不安定 (unstable) 均衡という。図2の例では、3つの均衡点のうち2つ ($r^* \approx 0.03, 1.00$) が安定均衡であり (○で図示)、1つ ($r^* \approx 0.29$) が不安定均衡となる (△で図示)。

図3は3種類の初期採用率 $r_0 = 0.0, 0.2, 0.3$ を想定した数値実験である。いずれの初期値からスタートする採用率の推移も、時間とともに2つの安定均衡点に収束することがわかる。不安定均衡にとどまるのは、初期値がまさにその不安定均衡値の場合のみとなる。

3.2 クリティカル・マス

イノベーションの普及には、その水準を超えると普及が自律的に維持されるような特別な普及率が存在する場合がある。この水準をクリティカル・マス (critical mass) という (Schelling 1978; Rogers [1962] 2003: 343)。閾値モデルは、このクリティカル・マスの特定を可能とする。

図2において、不安定均衡値より大きな採用率が得られれば、最終的な採用率が飛躍的に上昇する。したがってこの不安定均衡点は、クリティカル・マスであることがわかる。図3は、図2において初期値 $r_0 = 0.0, 0.2, 0.3$ とした計算結果である。

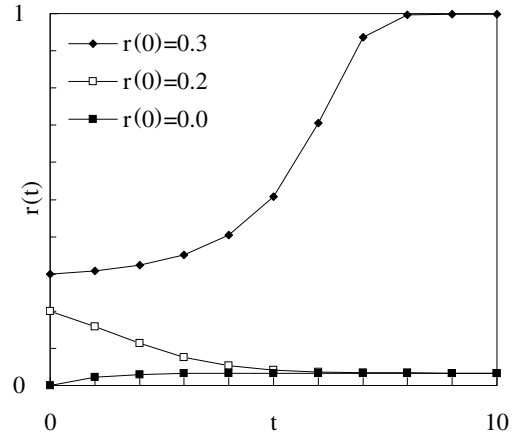


図3 初期値別採用率の推移

図からも明らかのように、不安定均衡点より小さい (大きい) 初期採用率が与えられれば下方 (上方) の安定均衡点へと収束していくことがわかる。

3.3 初期値依存性

このように、閾値モデルの重要な含意の1つは、初期採用率のわずかなちがいが時間とともに拡大して最終的な採用率に大きなちがいをもたしたり、成長あるいは衰退の速度のちがいにも影響を与えるということである。この性質は、初期値依存性と呼ばれている。

図2の例では、△で図示された不安定均衡値は約0.29となる。初期値が0.29よりもわずかでも小さければ採用率は減少し、わずかでも大きければ増加する (図3: $r_0 = 0.2$ と $r_0 = 0.3$ の軌道を比較)。また、初期値と0.29との距離の程度によって、○で図示された安定均衡採用率に達する時点のステップ数も異なってくる。

3.4 初期値問題

ところが、採用率の推移に対して非常に大きな影響を与えているにもかかわらず、閾値理論に依拠する多くの研究において、初期値は所与の値として扱われ、詳細な検討がなされてこなかった。

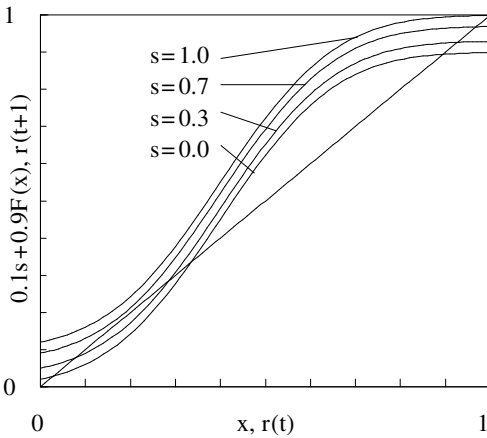


図4 初期値別累積分布曲線

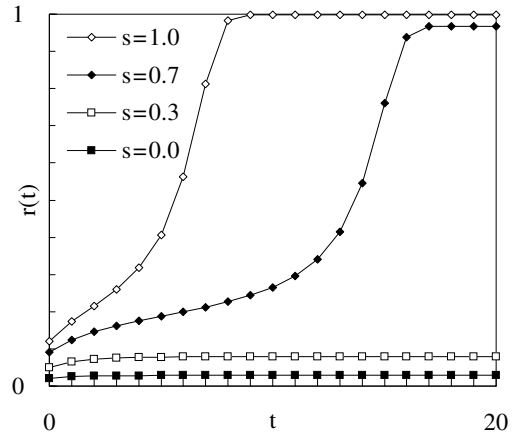


図5 初期値別採用率の推移

閾値モデルの仮定を遵守すれば、初期採用率は閾値 $x_i=0$ となる人々の割合となるはずだが、既存の議論においてはこれが恣意的に扱われている。というのも、初期値を $x_i=0$ となる人々の割合としてしまうと、初期値依存性やクリティカル・マスといった現象を説明できなくなってしまうからである。図2の例において $x_i=0$ となる人々の割合は約0.02であるが、これを初期値とすると、均衡値は約0.03(下方の○印)に決定されてしまう。

そのため、先行研究において初期値は閾値 $x_i=0$ となる人々の割合ではなく、常にモデル外のなにか要因によってときには漠然と、ときには恣意的に想定されてきたというのが実情である。例えば山岸(1990: 89-98)は、社会的ジレンマ(social dilemma)状況を念頭に置きながら、他者に対する信頼感によって初期値が決定されると主張する。他者に対する信頼感の大きい人ならば、「他の人も自分と同様の行動をするだろう」と予測して採用するというわけである。しかしこのような解釈をおこなうためには、採用者が実際の採用率をわかっていないという大きな変更をモデルの設定に加えなければならない。

4 修正モデル

4.1 二段階の採用モデル

そこで本稿では、次の修正を加えることによって、初期値に対してより整合的なモデルの構築をこころみる。

修正1 (非閾値選択) 全体を非閾値基準によって採用選択する人々(イノヴェーター)と閾値基準によって採用選択する人々(イミテーター)とに区別する。

修正2 (初期採用率) イノヴェーターにおける採用率を全体の初期採用率とする。

修正1は、すぐにわかるように、前述のBassモデルの採用者カテゴリーにもとづいている。イノヴェーターとイミテーターは、閾値概念を用いれば、修正1のように解釈できるだろう。

修正モデルでは、イノヴェーターの非閾値選択がイミテーターの閾値選択を誘発する、二段階の普及プロセスを描かれることになる。したがってこの修正は、いわゆるトリクルダウン理論(trickle-down theory)や二段階の流れ仮説(two-step flow hypothesis)とも整合性があるとい

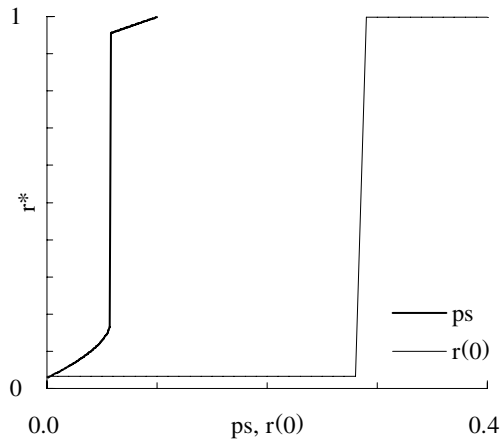


図6 修正前後における初期値と均衡値の関係

えるだろう (Simmel [1904] 1919=1976; Katz and Lazarsfeld 1955=1965)。

4.2 モデル化

イノヴェーター集団における採用率を $s \in [0, 1]$ 、人口比を $p \in [0, 1]$ とすると、この採用者が全体に占める割合は ps である。これを全体の初期採用率とすると、(1) 式は

$$r_{t+1} = ps + (1-p)F(r_t) \quad (2)$$

と修正できる。(2) 式の意味するところは、人口比 p を所与とすれば、イノヴェーター集団における採用率 s のとりうる値によって全体の閾値水準が変化するということである。

このシンプルな修正が閾値分布や均衡採用率にもたらす影響は大きい。図4は、図2のケースと同様に $f(\cdot)$ に正規分布 $N(0.4, 0.2^2)$ を仮定し、3種類のイノヴェーター集団採用率 $s = 0.3, 0.7, 1.0$ について累積分布曲線を描いたものである (ただし、 $p = 0.1$ に固定してある)。ここからも明らかなように、 s の増加 (減少) は累積分布曲線が上方 (下方) にシフトすることをもたらす。閾値モデルの性質上、累積分布曲線のシフトは最終的な採用率の値、均衡に到達するまでのステップ数など

に対して決定的な影響をもたらすことになる (図5)。

このようにモデル化されたイノヴェーター集団採用率の効果と修正前の恣意的な初期値の効果とではどのような違いがあるのだろうか。図6は s の値と最終的な採用率の関係をプロットしたものである (ただし、 p や $F(\cdot)$ に関する各パラメータの値は図4のケースと同様)。ここでは、最終採用率を飛躍的に変化させる値、すなわち臨界質量が $s \approx 0.58$ となっている。これは、全体からみれば約0.06ということになり、図3で確認した臨界値0.29よりもかなり小さな値となっている。

5 まとめ

修正モデルから得られた結果は、以下のようなものである。

- s の増加 (減少) は累積分布曲線が上方 (下方) にシフトすることをもたらす (図4)。
- 累積分布曲線のシフトは、修正前よりも均衡採用率に対する初期値の影響が大きくなることを意味する (図5)。
- 修正後の方が臨界質量の値が小さくなる (図6)。
- 修正前は初期値がどのような値をとっても均

平衡点が3つ(不安定均衡を除けば2つ)と限定されていたが、修正後では多様な値をとらうる(図6)。

修正モデルからわかることは、概して、初期採用率すなわちイノヴェーターは当初考えられていたよりも強く結果に反映されるということである。このモデルの妥当性をテストするためにも、今後経験的なデータにもとづいた実証研究との連携が不可欠であろう³⁾。

注

- 1) E. M. Rogers 著 *Diffusion of Innovations* の最新版は第5版であるが(Rogers [1962] 2003)、第3版には和訳が存在する(Rogers [1962] 1983=1990)。Rogersの普及理論については、宇野(1990)が詳しい。
- 2) Bassモデルについては、Mahajan and Peterson(1985)やMahajan, Muller and Bass(1990)も参照。
- 3) 松田(1996)、Braun(1995)、石井(2003)など、閾値モデルを用いた実証研究も存在するが、まだまだ十分とはいえないのが現状である。

文 献

Bass, F. M., 1969, "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Management Science* 15 (5): 215-27.

Braun, N., 1995, "Individual Thresholds and Social Diffusion," *Rationality and Society* 7 (2): 167-82.

Burt, R. S., 1994, "Social Contagion and Innovation: Cohesion versus Structural Equivalence," *American Journal of Sociology* 92: 1287-335.

Granovetter, M., 1978, "Threshold Models of Collective Behavior," *American Journal of Sociology* 83 (6): 1420-43.

Granovetter, M. and R. Soong, 1983, "Threshold Models of Diffusion and Collective Behavior," *Journal of Mathematical Sociology* 9: 165-79.

石井健一, 1984, 「微分方程式モデルによる普及

現象の分析」『行動計量学』12(1): 11-9.

———, 1987, 「世論過程の閾値モデル——沈黙の螺旋状過程のフォーマライゼーション」『理論と方法』2 (1): 15-28.

———, 2003, 『情報化の普及過程』学文社.

Katz, E. and P. F. Lazarsfeld, 1955, *Personal Influence*, Glencoe, IL: Free Press. (=1965, 竹内郁郎訳『パーソナル・インフルエンス——オピニオン・リーダーと人々の意思決定』培風館.)

Mahajan, V., E. Muller and F. M. Bass, 1990, "New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research," *Journal of Marketing* 54 (1): 1-26.

Mahajan, V. and R. A. Peterson, 1985, *Models for Innovation Diffusion*, Beverly Hills, CA: Sage Publications.

Markus, M. L., 1987, "Toward a 'Critical Mass' Theory of Interactive Media," *Communication Research* 14 (5): 491-511.

松田光司, 1996, 「流行現象とベクトル型閾値モデル」『理論と方法』11 (2): 113-28.

Rogers, E. M., [1962] 1983, *Diffusion of Innovations*, 3rd ed., New York: Free Press. (=1990, 青池慎一・宇野善康監訳『イノベーション普及学』産能大学出版部.)

———, [1962] 2003, *Diffusion of Innovations*, 5th ed., New York: Free Press.

Schelling, T. C, 1978, *Micromotives and Macrobehavior*, New York: Norton.

Simmel, G., [1904] 1919, *Philosophische Kultur: gesammelte Essays*, Zweite um Einige Zusätze Vermehrte Auflage, Leipzig: Alfred Kröer Verlag. (=1976, 円子修平・大久保健治訳『ジッメル著作集7 文化の哲学』白水社.)

宇野善康, 1990, 『《普及学》講義』有斐閣.

山岸俊男, 1990, 『社会的ジレンマのしくみ——「自分1人ぐらゐの心理」が招くもの』サイエンス社.