

人のつながりが製品普及競争に与える影響について

水谷 直樹

奈良産業大学 経営学部

〒 636-8503 奈良県生駒郡三郷町立野北 3-12-1

mizutani@nara-su.ac.jp

あらまし 通信サービスは相手と同じネットワークに加入しないと意味がないため、特徴的な普及特性を示す。しかし通信の場合でなくても、個人が技術的に高度な商品を購入する場合には、その商品の価値を評価できずに、他のユーザの評価情報を調べたり、知人が利用しているものを参考にすることも多く、ネットワーク加入の場合と似た行動をとるものと思われる。

そこで、個人が商品を購入する際に、その商品の効用や価格よりも自分の知人からの情報を重要視する場合をとりあげ、その場合の普及の競争をマイクロレベルのシミュレーションを行なうことによって考察した。

キーワード ネットワーク外部性 エージェントモデル 人工社会 技術普及

Relationship between Diffusion of Products and Human Network

Naoki Mizutani

Faculty of Business Administration, Nara Sangyo University

Sango, Ikoma-gun, Nara 636-8503

mizutani@nara-su.ac.jp

Abstract Communication services reveal a specific diffusion characteristic, because one must join the network which his partner joins. However, this is not only seen in the network subscription. When an individual purchases highly technical products, other users' evaluation is investigated, or which products the acquaintance uses is made reference in many cases, since he doesn't have the ability to evaluate worth of the goods.

This paper analyzes the diffusion of products with agent based computer simulation on the assumption that individuals make much of information from their acquaintances rather than the utility or price of that good.

key words Network Externalities, Agent Model, Artificial Societies, Diffusion of Technology

1 はじめに

通信ネットワークへの加入を考えると、自分が通信するであろう相手がどのネットワークに加入しているかをあらかじめ調査し、同じネットワークに加入するような意思決定が行なわれる。また、技術的に高度な商品の購入を検討する場合にも、その商品のよし悪しを自分で評価することが困難になるため、単独では意思決定できずに周囲の人から収集した情報をもとに購入の意思決定が行なわれることが多くなると想像される。さらに、小・中学生に流行しているコンピュータゲーム機についても、友人が持っている機種と同じ機種を購入することにより、ゲームソフトの貸し借りや友人との話題の共有ができるため、友人と同じ機種を購入することが多くなる。

商品に関する情報については、身近な人からの情報、マスコミからの情報や店舗でのアドバイスなども考えられるが、インターネットの普及によって情報の入手方法に大きな変化が起きることも予想される。そこで、ここではすべての個人が自分の知人から収集したローカルな情報をもとに商品を購入する場合を想定して、その場合に全体としてどのような結果になるか考察した。このような研究のアプローチとして、社会科学の分野でも個別主体を要素とした社会をコンピュータ上に構築する手法がとられるようになり [1]、ここでもシミュレーションにより考察する方法をとった。

2 知人からの情報による購入手動

新技術が登場し、その技術による 2 種類の商品 A, B が現れたものとする。社会には数多くの個人が存在し、非常に魅力的な商品である A, B のうちのどちらかの利用を検討しているものとする。また、個人にとって商品 A, B は単独ではどちらが優位であるか判断することが困難であるが、自分の身の回りで実際に利用されている種類にしたほうが利便性が高い、あるいはそのほうがリスクが少ないと判断するものと想定する。つまり個人は、自分の知人が A, B どちらの商品を利用しているかを調べて、多数に利用されている種類に決定するものと考えられる。通信の場合のように周囲で利用されている方式でないと価値がない場合や、商品が技術的に高度なため自分だけでは判断できずに周囲の状況を調査する場合など種々の場合を想定しているが、すべて

この単純な行動をとるものとして問題を設定することにする。

また、個人は 2 つの商品を同時に利用することはできないものとするが、状況に応じて買い替えを許すものとする。さらに、商品の購入の際には費用は発生しないものとし、価格については考察の対象から外すことにした。これは、新技術が非常に魅力的であり、2 種類の商品に価格の差が感じられない場合を想定している。費用をかけずに買い替えを検討するような例としては、利用料を毎月継続的に負担するようなサービスを考えるとわかりやすい。

2.1 知人のネットワーク

社会に数多くの個人が存在し、ここで考える時間の間では不変な知人関係が各個人の間には存在するものとし、社会学で行なわれるように図 1 のネットワークとして表現する [2]。ネットワークのノードは個人を意味し、A を利用する個人、B を利用する個人、いずれも利用していない個人をノードに付加した文字で示している。どちらを購入しようか検討している中央の個人は、リンクで直接つながった知人の状況を調査し、それら数人の知人のうちで A, B どちらの商品が多く利用されているかを調べて自分の購入手動を決定する。また、2 つの個人の間で知人関係であれば、お互いに知人であるものとしリンクに方向性はないものとする。

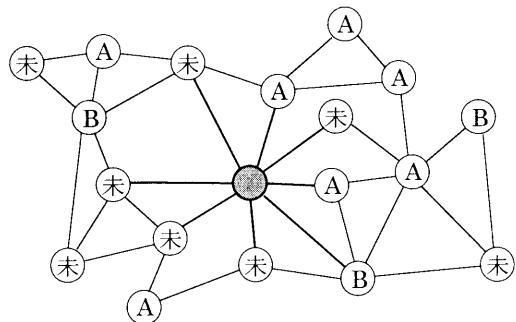


図 1: 知人のネットワーク

2.2 個人のモデル

2 種類の商品 A と B の購入を検討する各個人は、まわりの状況を調べた結果に基づいて次のように意

思決定するものとする。

- 自分の知人がどちらの商品を利用しているか調査することにより、A を利用している知人の人数 N_A 、および B を利用している知人の人数 N_B をそれぞれ得るものとする。この N_A, N_B は、個人によって異なる値となる。
- 得られた N_A, N_B にもとづいた次のルールに従って、商品を購入するものとする。

N_A と N_B が

$$\frac{N_A}{N_A + N_B} > T \quad \text{かつ} \quad N_A > N_B + 1$$

の関係にあれば A の購入を決定し、

$$\frac{N_B}{N_A + N_B} > T \quad \text{かつ} \quad N_B > N_A + 1$$

であれば B の購入を決定することにする。

ここで T は、この値を超えれば多くの人に利用されていると認識する閾値 ($T \geq 0.5$) であり、各個人ごとに値を設定するものとする。

上のルールを図 2 を用いて説明する。まず、横軸に N_A 、縦軸に N_B をとると、点 (N_A, N_B) が領域 A にあれば商品 A を購入し、領域 B にあれば商品 B を購入することになる。また、どちらでもない領域 C にあれば、その個人は A, B のいずれが多数の個人で利用されているか判別できない状態にあることを意味する。

ここで、 $N_A/(N_A + N_B) > T$ および $N_B/(N_A + N_B) > T$ の条件は、A, B のいずれかを利用して知人の数を分母として、A および B を利用している人の割合をそれぞれ調べて、その割合が特定の値 T を超えればその商品が多く利用されていると感じることを意味している。次に、 $N_A > N_B + 1$ および $N_B > N_A + 1$ の条件は、その個人が購入することによって利用者が増加することを考慮しても同数にならない領域についてのみ検討するためである。自分が購入することによって認知できる範囲の利用者が同数になる場合は、A, B のいずれが多数か判別できない状態にあるものと考えたことにした。

従って、図 2 に示すように、 N_A, N_B が大きいところでは前者の条件が、 N_A, N_B が小さいところでは後者の条件が効力を示し、A, B, C のように領域に分けられることになる。

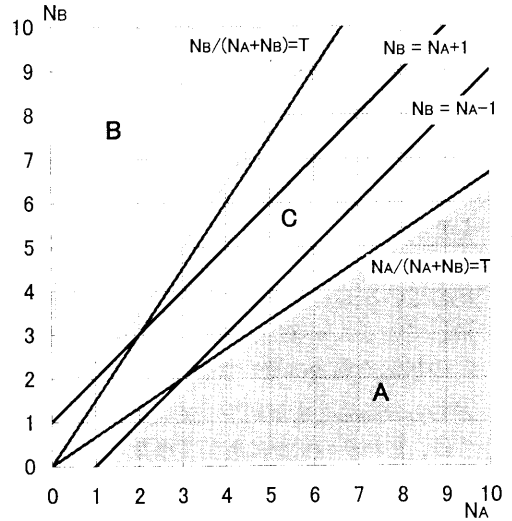


図 2: 個人のモデル

また、前者の条件ではそれぞれの個人が多数と認識する閾値 T を設定しており、図 2 は $T = 0.6$ の場合を示しているが、これは個人によって違いがあるものと考えて個人の多様性も考慮することにした。

2.3 シミュレーションの進め方

シミュレーションでは、1 期ごとにランダムに個人を 1 人ずつ選んで、その個人に購買・買い替え行動をさせる。つまり、個人以外にセールスマンが 1 人いて、そのセールスマンが 1 期につき 1 個人ずつに対してセールスを行なうものとし、個人は A, B どちらかの商品を購入していく。セールスマンが訪れた個人は、知人の利用状況によって 2 つの商品のうちどちらかを必ず購入しなければならない。また、既にどちらかを利用してある場合には、自分の知人の利用状況を調べることにより多数に支持されているものに必要に応じて買い換え行動を起すことにする。

そのルールを以下に示す。

- 初期の状態は、すべての個人がいずれの商品も利用していないものとする。
- 1 タイムステップごとにランダムに 1 人の個人に焦点をあてる。

- 焦点があたった個人はリンクで直接つながった知人が利用している商品の種類を調べて、その状況が図 2 の A, B, C のいずれであるか調べ、その状況によって表 1 のアルゴリズムに従って行動する。

例えば、現在 A を利用している個人が、自分の周囲では B を利用している人が多いと認識した場合、この個人は B へ買い替えるものとする。また、周囲の状況が自分と同じ A を利用している人が多い場合や、どちらの商品を利用している人が多いか判別がつかない図 2 で C の状況の場合は買い替え行動をおこさない。どちらの商品もまだ利用していない個人については、まわりの状況に応じて多数に支持されている商品を購入する。つまり、図 2 で A または B の状況にある場合は、その商品を購入する。また、C の状況にある場合には、確率 p_s で商品 A を購入、確率 $1 - p_s$ で商品 B を購入するものとして、確率 p_s を別途設定する。

- 社会の個人に購買・買換の行動がおこらなくなれば終了する。

表 1: 個人の意思決定

利用中の 商品	周囲の状況 (図 2 の記号に対応)		
	A	B	C
A	-	B に買替	--
B	A に買替	-	--
未利用	A を購入	B を購入	(確率的)*

* 確率 p_s で A を購入、 $(1 - p_s)$ で B を購入

まず最初はどの個人も商品を利用していない。最初の第 1 期は、任意に個人を 1 人選んで購買行動をさせるが、この最初に選ばれた個人はリンクでつながった知人の情報を得ようとしても利用者はひとりもいないため、確率 p_s で A を購入、確率 $1 - p_s$ で B を購入することになる。

第 2 期以降も任意に 1 人ずつ個人に焦点をあてて行動させることになるが、初期はどちらかを利用している知人がいたとしてもサンプルが少数すぎるため、多数の判断ができず確率的に購入することになる。

購入者が増えてくると今度はリンクで直接つながった知人の情報が有効となって、多数に支持されている商品を購入することになる。毎期 1 人の個人に行動させるが、既に購入している個人に焦点があたった場合には、必要に応じて買い換え行動が行なわれる。このようにして、社会のすべての個人が A, B のどちらかを利用して、買い換え行動も行なわれなくなるところまで試行する。

2.4 数値の設定

主なパラメータを表 2 に示す。具体的には次のように設定した。社会に存在する個人の数 N は 2,500 とし、また個人間のリンクの数を 25,000 本とした。これは、異なる個人のペアをランダムに 25,000 選ぶことによって与えている。したがって、各個人は平均的に 20 の個人と知人関係にある。次に、個人が多数と認識する割合の閾値 T は 0.5 から 1.0 の間に一様分布する値をとる確率変数として与えた。わずかでも多い方を選ぶ個人 ($N_A > N_B + 1, N_B > N_A + 1$ の条件も加えられる)、かなり多くならないと多数と認識しないあるいは周囲の状況に左右されない個人もこれにより考慮されることになる。

表 2: 主なパラメータ

パラメータ	記号
社会の中の個人の数	N
個人間のリンク数の合計	L
多数の判断ができない場合に A を購入する確率	p_s
多数と判断する割合の閾値 (個人によって異なる値)	T

3 シミュレーション結果

3.1 普及の偏り

図 3 に示すグラフは、1 タイムスロットに 1 個人ずつ購入・買い替えるシミュレーションの結果、最終的に A を利用する個人の数 N_A の分布を示したものである。ここでは、 $p_s = 0.5$ 、つまり個人が多数と認識できないときに A を購入する確率および B を購入する確率を等しく 0.5 とした場合で、試行は 1,000 回行なった。

全く周囲からの影響がなく、確率 0.5 で A, B が買い進まれて行く場合は、平均 1,250 分散 625 の 2 項分布となるはずであるが、周囲からの影響があるこの場合では、平均 1,248 分散 36,251 となった。各個人は局所的なネットワークのなかで購入の検討を行なうが、その影響によって大幅に普及率の分散が大きくなるのがわかる。

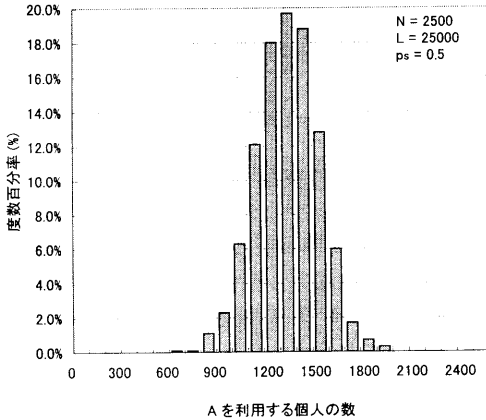


図 3: 普及の分布

このシミュレーションでは Arthur の収穫逓増モデル [3] の議論におけるロック・インの現象などはみられない。これは、各個人が多数と判断する割合の閾値 T を 0.5 から 1.0 の一様分布と設定しているため、周囲の状況に反応しにくい個人が多いためと考えられる。

3.2 商品のわずかな違い

次に、周囲の状況が判別できない場合に A を購入する確率 p_s について 0.5 からずらした場合の最終的な A の普及率を考える。商品にデザインなどわずかな違いがあり、周囲の影響がない場合では購入する比率に差があるような状況を想定している。

図 4 は、 $p_s = 0.55$ の場合のシミュレーションの一例で、スタート時点から収束するまでの時間変化を示したものである。 $p_s = 0.55$ であるから、ネットワークの影響がない初期においては A : B = 55 : 45 で普及が進んでいくはずであるが、時間が経つにつれてネットワークの効果が出はじめる。そして最終的には普及率の大きな差となって現れるようになり、この例では A が 3/4 を占めるようになる。

次に図 5 は、周囲の状況が判別できない場合に A を購入する確率 p_s を 0.5 から 0.75 まで 0.1 きざみにとり、その各 p_s に対してシミュレーション

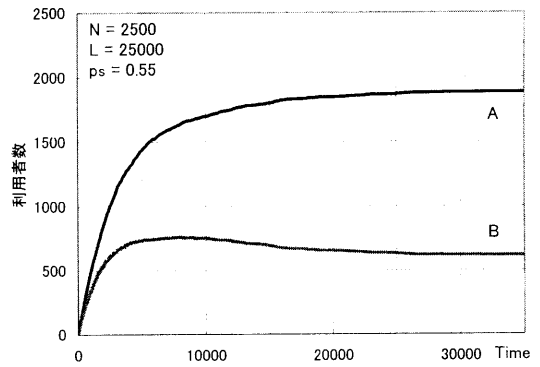


図 4: 普及率の時間変化 ($p_s = 0.55$ の場合)

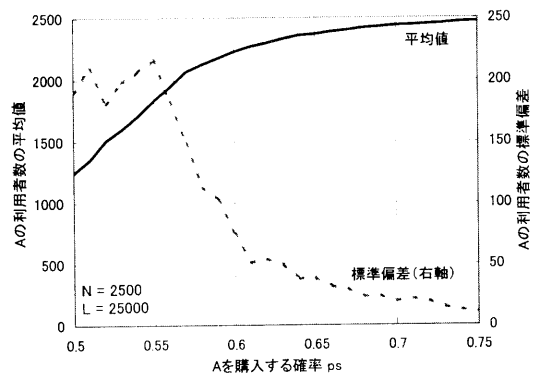


図 5: 商品 A の利用者数の平均値と標準偏差

を 100 回行ない、最終的に収束した時点における A の利用者数の平均値と標準偏差を示したものである。平均値は p_s が大きくなるにつれて急激に大きくなるのがわかる。また、 p_s が小さいところで散らばりが大きい。

さらに、100 回のシミュレーションのうち、A が 95 % 以上になった回数を描いたのが図 6 である。 p_s が 0.6 を超えると急激に A の利用者の割合が増え、ほとんどすべての個人が A を利用するようになるのがわかる。たとえば、7 割の人が A を 3 割の人が B を好む場合には、A しか普及しないことになる。

3.3 商品の登場に時間差がある場合

これまでのシミュレーションでは、2 つの商品に全く区別がない場合を想定していた。次に、古い方式の商品 A が既に利用されているときに新技術に

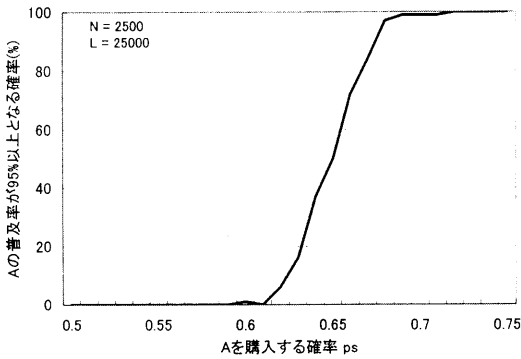


図 6: 商品 A が 95 % 以上の普及率となる確率

よる商品 B が出現した場合を考える。誰もが A より B のほうが優れていると判断するが、通信の場合のように相手と同じ機種でないと利用する価値が全くないような商品を考える。B が出現した後の個人の意思決定について、個人のモデルを示した図 2 を用いて説明すると、周囲の状況が図の A の状況であれば旧方式の A を購入、図の B の状況であれば新方式の B を購入するものとする。さらに周囲の状況が C の場合には、明らかに優れている新方式の B を購入すると考える。つまり、個人が選択を検討する観点としては、相手がいて通信できるかどうかという観点が主、技術的な良さの観点が従として購入するものとする。また、旧方式と新方式には互換性がなく、両方式を同時に利用できる機器もなければ、個人も A と B を同時に利用することはないものとする。

シミュレーションでは、まず旧方式の A が普及しているものとし、その普及率が f_A の時点で B が登場して、個人は両方式のどちらかを選択できるようになったものとする。実際には、2,500 人から f_A の割合の個人をランダムに選び、これらの個人は A を利用しているものとする。

図 7 は、旧技術がどの程度の普及状況になってしまうと新技術が普及しなくなるか、あるいは旧技術の普及がどの程度ならば、別段プロモーションしなくても自然に新技術が普及するかを示したグラフで、旧技術の A が f_A まで普及している時点で新技術の B が登場した場合に、最終的に利用者の数がどのようになるかを示している。100 回のシミュレーションにおいて A または B の普及率が 95 % 以上になる場合が何回出現したかを示している。

このグラフを見ると、A が 10 % までの普及率の

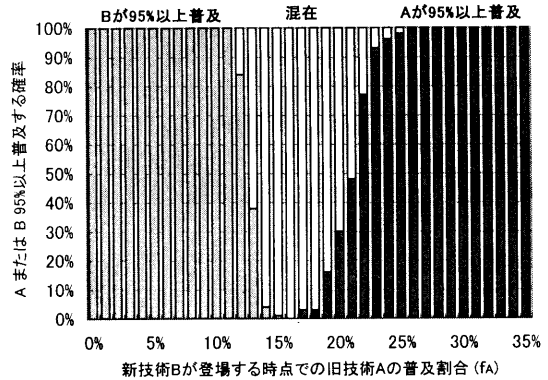


図 7: 新技術普及の可能性

ときに B が登場すれば新技術の B が自然に普及するが、A が 20 % 以上普及してしまうと相当のプロモーションをしない限り新技術が普及することはないことが読み取れる。しかし、リンクの数の設定などによってこの値は大きく変化することにも注意しなければならない。

4 まとめ

すべての個人が自分の知人からの情報をもとに商品を購入する場合を想定し、シミュレーションモデルを構築することにより商品普及の競争について考察をおこなった。ここでは、個人のネットワークはランダムなつながりをもつものとして議論を進めたが、今後は個人のネットワークのつながり方に多様性をもたせ、インターネットの普及などによる個人間ネットワークの変化が製品普及に及ぼす影響について考察する予定である。

参考文献

- [1] Epstein, J. and R. Axtell : Growing Artificial Societies, MIT Press, 1996.
- [2] 安田 雪 : 「ネットワーク分析」. 新曜社, 1997.
- [3] Arthur, B. : "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Small Events", The Economic Journal, Vol.99, No.394:pp116-131, 1989-3.