

Discussion Papers In Economics And Business

個人間の地理的要因による製品普及特性

岡本隆

Discussion Paper 02-01

Graduate School of Economics and
Osaka School of International Public Policy (OSIPP)
Osaka University, Toyonaka, Osaka 560-0043, JAPAN

個人間の地理的要因による製品普及特性

岡本隆

Discussion Paper 02-01

January 2002

この研究は「大学院経済学研究科・経済学部記念事業」
基金より援助を受けた、記して感謝する。

Graduate School of Economics and
Osaka School of International Public Policy (OSIPP)
Osaka University, Toyonaka, Osaka 560-0043, JAPAN

個人間の地理的要因による製品普及特性*

岡本 隆†

tokamoto@ll.ehime-u.ac.jp

梗概

情報ネットワーク関連のサービス財にはネットワーク外部性が存在するため、ある製品がデファクト・スタンダードになる、あるいは市場がロック・インされ最終的に独占状態に陥りがちであることは、ネットワーク外部性の理論が示すところであり、現実の製品市場においてもしばしば観察される。しかし特定の範囲において、デファクト・スタンダードといわれる製品と異なる製品が普及し、複数製品が市場において共存することも多い。本稿では、この市場における複数製品共存の原因として、ネットワーク外部性の地理的な不均一性、つまり市場を構成する個人間の距離および位置関係により、ネットワーク外部性の大きさが異なることに注目する。この特徴に基づき、ネットワーク外部性のモデルを地理的要因を導入したマルチエージェント型のモデルへ拡張し、シミュレーションによる検証を行う。その結果、ネットワーク外部性の地理的要因が存在する場合、複数製品が地理的な偏りをもって普及することが示される。また製品を普及させるための普及策としての初期製品配布策において、必ずしも社会全体に一律に配布することが効率的とはいえないことが明らかになる。さらに、ネットワーク間にネットワーク外部性の影響を妨げる障壁が存在する場合、障壁内の独占的状态が障壁の高さにより不連続に変化すること、および地理的要因が障壁内の独占的状态を保持する特徴が示される。

* 本稿は、日本社会情報学会関西支部研究会（2001年7月14日）において発表されたものを、大幅に加筆・修正したものである。研究会に参加して下さった方々から有益なコメントを頂いた。さらに、本稿の執筆にあたって、真田英彦教授をはじめ大阪大学大学院経済学研究科真田研究室の諸先生方には、研究の細部にわたって御指導をいただいた。ここに記して感謝の意を表明する。なお、ありうべき誤謬の全ては、筆者に帰すものである。また、本研究の一部は、科学研究費補助金（奨励研究 A：課題番号 12730078）の助成を受けた。感謝の意を表する次第である。

† 愛媛大学法文学部総合政策学科講師

1 はじめに

情報通信サービスおよび情報関連のサービス製品は、今日の産業あるいは社会において必要不可欠な存在となっている。これらの製品あるいはサービスは、製造の現場はもとより日常生活においても情報化の恩恵をもたらし、社会を豊にすることに貢献しているであろう。

情報関連のサービス財は、物理的であれ仮想的であれ、ネットワークを前提とするものが数多く存在する。例えば電話あるいはファクシミリは、物理的なネットワークそのものにサービスが依拠している。家庭用ゲーム機であるなら、ゲームソフトの貸借あるいは情報交換という仮想的なネットワークが、ゲーム機の価値の一部を構成しているであろう。ネットワークを前提とする情報関連のサービス財は、身近なものに限るとしても多く見いだすことが出来る。そこでこの特徴をふまえ、本稿では当該製品を「情報ネットワーク型製品」と呼ぶことにする。

インターネットの普及に伴い、情報ネットワークサービス財は、ネットワークの存在を前提とした使われ方をすることが特に多くなった。パソコンあるいはその上で動作するワープロソフトなどのアプリケーションソフトは、それ単体であっても使用可能であるが、作成したデータなどをネットワークを通して交換することも頻繁に行われる。こうした使用方法の変化により、情報ネットワーク型製品から得られる便益の中で、ネットワーク外部性に関係する割合は高くなっていると思われる。

情報ネットワーク型製品にはネットワーク外部性が存在するため、市場がある製品にロック・インし独占状態に向かう特徴を、製品本来の性質として持っている。独占状態に至らないとしても、特定製品がデファクト・スタンダードになることは、しばしば見られるであろう。ネットワーク外部性の理論から考えるならば、情報ネットワーク型製品のほとんどが独占的な状態にあってもいいはずである。しかし現実の製品市場を見ると、傾向は存在するものの、必ずしもすべての情報ネットワーク型製品が独占状態にある訳ではない。例えばワープロソフト市場では、特定の製品が大きな市場占有率をもち、デファクト・スタンダードになっていると言えるが、同時に、職場など特定の集団で、他のワープロソフトが根強く使われ続ける状況も観察できる。

この現象の主要な原因の一つに、蓄積されたデータの存在あるいは消費者の習熟 [10,11] が、いわば「ストック効果」として働くことが考えられる。ところがストック効果がそれほど大きくないと思われる情報ネットワーク型製品についても、デファクト・スタンダードでない製品が使われ続ける場合も存在する。パソコンの主な購入動機がインターネットのウェブの閲覧あるいは電子メールの利用であることは多いであろうが、このときストック効果は小さいと思われる。しかしパソコンは、PC/AT 互換機が多く使われているが、Apple社のパソコンを利用するグループも見られる。なぜか。

本稿では、情報ネットワーク型製品が共存する理由の一つに、ネットワーク外部性の地理的な不均一性があると考えられる。すなわち、市場全体の動向から受けるネットワーク外部性と各消費者にとって身近な個人から受けるネットワーク外部性とは大きさが異なり、そのことが製品の共存を促すという仮説である。身近な信頼できる個人からのアドバイス、あるいは知人が現在その製品を使っているという安心感は、マスコミからの情報よりも強い

効果があることは、しばしば経験するところではないだろうか。

そこで本稿では仮説を検証するため、消費者間の距離、すなわち地理的な要因を導入したネットワーク外部性モデルを提案する。このモデルを用いた検討により、情報ネットワーク型製品の基本的な普及特性を明らかにすることができる。

また、情報ネットワーク型製品にはネットワーク外部性が存在するため、製品を市場に投入する場合、初期の普及促進活動が非常に重要になる。その普及促進策の一つにモニター制度あるいは無料製品配布策が考えられるが、ネットワーク外部性に地理的要因があるなら、地理的な範囲に特徴をもたせた配布策が存在する可能性がある。そこで配布策を比較することにより、示唆を導くことを試みる。

さらに、製品が形成するネットワークの間に、利用者グループ間のネットワーク外部性を阻害するなんらかの「障壁」が存在する場合は考えられる。このとき、障壁が製品の普及に影響を及ぼすと考えられるが、ネットワーク外部性の地理的要因があるならば、その特性が変化すると思われる。そこで、障壁および地理的要因が製品普及に及ぼす影響を検討する。

2 ネットワーク外部性に存在する地理的要因

2.1 サービス財におけるネットワーク外部性

情報関連の製品の多くにネットワーク外部性が存在することは広く知られている。ネットワーク外部性とは、財あるいはサービスの利用者が多ければ多いほど、その財あるいはサービスから得られる便益が大きくなる性質であり、その効果をネットワーク外部効果という [7]。このネットワーク外部効果によって、情報ネットワーク型製品の普及には、越えなければならないクリティカル・マスが存在する、あるいは社会全体がより便益の高い新製品へ移行しないで旧来の製品を使い続ける過剰慣性 [5] が発生するなど、特異な性質が見られる。

情報ネットワーク型製品には様々なものがある。すなわち電話あるいはファクシミリのように受益するサービスのほとんどの割合をネットワーク外部効果が占めているものもあれば、ワープロソフトのように単体でも便益を得られるが、他の個人とのデータ交換からさらに便益を得られる製品も存在する。情報ネットワーク型製品の普及を検討する場合、製品からの便益にしめるネットワーク外部効果の割合が製品によって異なっているため [9]、ネットワーク外部性にに基づいた議論で普及のすべての特徴を示すことは難しい場合もある。しかし本稿が対象としている情報ネットワーク型製品は、個人が得る便益において、比較的ネットワーク外部性のウェイトが高いと考えられる。したがって、ネットワーク外部効果を中心とした検討により、情報ネットワーク型製品の普及に関する基本的な特性が明らかにできるとと思われる。

2.2 意思決定における地理的要因の影響

情報ネットワーク型製品の代表例であるワープロソフトを考えてみると、そこにおけるネットワーク外部効果は少し複雑であるように思われる。ワープロソフト購入の意思決定を行う際、個人は次のことを考えるのではないだろうか。すなわちデータを交換する可能性のある他の個人がどのようなワープロソフトを購入しているか、利用法を教えてくれる個人はどのくらい存在するかということを考慮に入れ、購入する製品を決定すると思われる。またそれだけでなく、社会全体ではどのようなワープロソフトが購入されているかということも考慮に入れるだろう。つまり、身近な人たちの状況と社会全体の動向の両方からそれぞれ影響を受け、ワープロソフトの購入意思決定を行うと思われる。

このことはネットワーク外部効果が、近隣からのネットワーク外部効果および社会全体からのネットワーク外部効果から構成される、と言い換えても良いであろう。しかも製品によって両ネットワーク外部効果の大きさは異なっていると考えられる。同じ組織に属する個人とデータの交換を行えば大きな便益が得られる製品、あるいは使用方法が難しく身近な個人に教えてもらうことにより満足が得られる製品は、近隣からのネットワーク外部性が強いだろう。逆に自分一人で使うことが多く、使用方法も容易である製品は、社会全体からのネットワーク外部性が強いと思われる。ネットワーク外部性の地理的要因の相違は、製品の性能あるいは使用方法といった技術的な特徴と強く関係があるといえる。

ネットワーク外部性の地理的要因が存在する場合、近隣からのネットワーク外部効果が大きい製品と社会全体からのネットワーク外部効果が大きい製品とでは、製品の普及動向が異なる可能性がある。ネットワーク外部効果が大きい情報ネットワーク型製品において、独占状態になりがちな製品が多いが、複数製品の共存状態が存在することもしばしば存在する。この現象の原因の一つに、このネットワーク外部効果の地理的な偏りが関係していると考えられる。

3 地理的要因を導入した市場競争モデル

3.1 分析手法としてのマルチエージェントモデル

近年の社会科学的研究において、社会システムあるいは経済システムのような複雑なシステムを、多数の独立したエージェントからなるシステムと見なす動きが顕著に見られる。ここにおいてエージェントという主体は、個人あるいは組織を指している。このシステム観に基づいた研究では、単純な機能を持つエージェント群を準備し、適当なパラメータ設定によって、社会システムにみられる協調、競合などの現象を説明しようとしており、その手法としてボトムアップのシミュレーションに基づく接近法が注目を集めている [14]。特に人工社会シミュレーションなどでは、KISS(Keep It Simple and Stupid)原理に基づいたエージェント指向シミュレーションのアプローチが比較的受け入れられている [3]。

一般に多数の自律的な主体からなるシステムはマルチエージェントシステムと呼ばれている。注目されているのは、複雑な経済現象の基本的な特性を明らかにするために、マルチエージェントのモデルを構築し、コンピュータによるシミュレーションを用いる分析手法である。この手法は、個々のエージェントが意思決定主体として自律的に行動し、周辺

環境の参照あるいは他のエージェントと及ぼし合うネットワーク的な相互作用をとおして発生する、構造および現象を解明するのに非常に適している。

マルチエージェントシステムのような自律的エージェント集団に対しては、マイクロレベルとして個々のエージェントの自律性を前提としつつ、マクロレベルとしてシステム全体の集計変数である目的を設定することがよくある。つまりマルチエージェントシステムは、マクロ・マイクロフィードバックなど複雑なシステム特性を持つシステムであるといえる。そのためマルチエージェントシステムの特質を分析するためには、その制御変数として、通常の意味決定の変数のみならずシステムの構造変数やモダリティが重要となる [2]。

経済システムは、もともと消費者あるいは企業などのエージェントが、環境あるいは他のエージェントに関する局所的な情報をもとに自律的に行動し、相互作用を及ぼし合った結果として成立する動的なシステムである。つまりマクロ・マイクロフィードバックの典型的なシステムであるともいえる [13]。また経済システム、特に近年重要性を増している情報関連の産業では、物理的あるいは仮想的なネットワークの存在が中心的な役割を果たしている。マルチエージェントシステムは基本的にネットワーク指向という特徴を持っているので、経済システム、特に情報関連産業の有効な分析手法といえる。

3.2 地理的要因とマルチエージェントモデル

ネットワーク外部性の地理的要因が存在する場合、ネットワーク外部性の影響は各個人ごとに異なるものとなる。なぜなら、ある一時点を考えると、近隣からのネットワーク外部性、すなわち自分の近隣の個人が製品を利用しているか否かということから発生する影響は、各個人ごとに違っているためである。さらに、市場における製品普及の状態は時間の経過とともに変化するため、各個人についても一期前と今期とでは、近隣からのネットワーク外部性が異なっている。

市場において各個人は、近隣および市場全体という自分の周辺の環境をもとに、それぞれ意思決定を行っているといえる。そして各個人の意思決定により、近隣を含めた市場全体の状態が変化し、その変化が再び各個人の意思決定に反映されるという過程が繰り返されることになる。つまり個人の意思決定というマイクロな要因の集積が、市場全体のマクロな状態に反映され、個人の相互作用の集積であるマクロな状態が、マイクロな個人の意思決定に影響を及ぼすのである。しかもその状態は、刻々と変化するダイナミックなものである。

ここで必要とされるモデルは、これまでのネットワーク外部性の議論に地理的要因の概念を導入し拡張されたモデルである。そして地理的要因が導入されるならば、マイクロ・マクロリンクの入るエージェント間のダイナミックな相互作用が特に重要となる。したがって地理的要因が存在する情報ネットワーク型製品の普及および市場競争の分析のためには、拡張が容易であり、ダイナミックなマイクロ・マクロリンクを導入可能な、マルチエージェント型のネットワーク外部性の競争モデルを構築することが有効であると考えられる。

3.3 地理的要因を導入したネットワーク外部性モデル

ここでは、近隣および社会全体からのネットワーク外部効果の影響を明らかにするためのマルチエージェント型モデルを提案する。すなわち、製品の利用から得られる個人の便益がその個人の近隣および市場全体の状況に影響を受ける現象を、効用関数に距離的あるいは地理的要因を導入することにより表現した、拡張ネットワーク外部効果モデルである。

モデルでは、ある程度多数の個人が格子状の場所に存在する「人工社会」を想定する [4]。本稿では、2500人の個人が 50×50 の格子状に配置されているとする¹。各々の場所の個人は、配置された場所から移動することではなく、特定の場所に「住み」続けることになる²。またこの格子平面はトーラス状になっているとする。つまり右端は左端に、上端は下端につながった配置になっている。これにより境界問題がなくなり、2500人の個人に同じ意思決定モデルを適用可能となる。

この社会にはAおよびBという2つの情報ネットワーク型製品が存在し、競合状態にある。これらの製品は、ネットワーク外部効果とその普及動向に影響を及ぼす製品である。これら2つの製品は同種の製品であるため、両方を購入することには意味が無く、各個人は2つの製品のうち、どちらかの製品を買う、あるいはどちらも買わないという意思決定問題に直面しているとする。

各個人の製品購入の意思決定は、各々の製品から得られるであろう便益を比較することによって行われる。製品からの便益は、他の個人の購入動向に関係なくその製品から得られる製品固有の便益、他の個人の購入動向、すなわちネットワーク外部効果から得られる便益、製品の購入費用を便益で測った負の便益、の3要素から構成されているとする。各個人は各々の製品について便益をはかり、より高い便益の得られる製品を購入することになる。もちろん、どちらの製品からも正の便益が得られない場合は、製品を購入することはない。

各個人は、一方の製品を購入したとして、後に他方の製品により魅力を感じるようになった場合、製品を買い換える行動を選択することはあるだろう。そのとき、例えば廃棄費用のように製品の乗り換えのために追加的に必要となる費用、乗り換えコストが発生することが多いと考えられる。しかしここではネットワーク外部効果に議論の焦点を絞るため、乗り換え製品の購入費用を支払えば、追加的なコストなしで製品乗り換えが可能であるとする。

製品固有の便益はいわば製品の好みであるので、個人ごとに異なっていることが一般的である。そこで各個人の製品固有の便益は、A製品およびB製品ともに多様であり、その分布は一様分布にしたがっているとする。その際、全く便益を見いださない個人の便益を0.0、最も高い便益を見いだす個人の便益を1.0として規格化する。また各々の製品固有の便益は他製品のそれと独立であるとおく。

本稿が対象としている製品は、購入の意思決定に際し、近隣および市場全体の両方の動向からそれぞれ影響を受ける。したがってネットワーク外部効果から得られる便益は、近隣

¹ 本稿のモデルではさまざまな大きさの社会を指定することができるが、シミュレーションを比較的短時間で終える目的から2500人の社会を想定する。

² 個人の移動を禁止する仮定は、対象とする製品が固定電話やパソコンなどであるなら、それほど非現実的ではないであろう。また個人間の近隣関係を物理的なものでなく、仮想的な関係と考えるなら、現実の世界と大きく異なっていることはないと考えられる。

からのネットワーク外部効果および社会全体からのネットワーク外部効果をあわせたものとなる。ネットワーク外部効果は同じ製品を購入した集団の増加関数と考えられるが、モデルでは集団の代理変数として製品の普及率を用いることとする。さらに Arthur [1] あるいは林 [6] などの先行研究に習い、その関数は線形であると仮定する。また、近隣および社会全体のネットワーク外部効果の加重平均がネットワーク外部効果全体であるとする。この設定により、近隣に対するウェイトを w とすると、ネットワーク外部効果全体のうち、 w に対応する部分は近隣から、 $1 - w$ は社会全体から構成されることがモデル化できる。

近隣は、上下左右に斜め方向を加えた近傍を採用する。したがって、もし個人が近隣と考える範囲が 1 ならば、近隣の個人の数は 8 人となり、近隣と考える範囲が 2 ならば、近隣の個人の数は 24 人となる。個人が近傍と考える範囲が社会全体である場合は、地理的要因を導入しない基本的なネットワーク外部性モデルと同一になる。

製品購入に必要な価格は、便益で測ることができると仮定する。情報ネットワーク型製品には使い続けるために会費を支払う場合が存在する。ここでも同様に製品の利用には継続的な利用料のような費用がかかるとする。また両製品は競争的に市場に供給、すなわち両製品は限界費用に等しい価格で供給されることになる。さらにネットワーク外部効果が製品普及に及ぼす影響を見やすくするため、両製品は技術的に大きな差はなく、市場競争にさらされているため、等しい価格で供給されているとする。以上の仮定から、価格を p とすると、A 製品および B 製品の初期普及率はそれぞれ平均的に $\frac{1-p^2}{2}$ となり、初期非購入率は平均的に p^2 となる。

以上の仮定にしたがって、各個人は製品購入の意思決定を行う。なお、近隣のネットワーク外部効果に対するウェイトが $w = 0.0$ ならば、Rohlf's [12] をはじめとするネットワーク外部性の多くの先行研究と同じモデルになる。またウェイトが $w = 1.0$ である状況は、近隣のみに影響を受ける形の単純なロコミモデルと考えられる。

本稿ではモデルを用いてシミュレーションを行う。シミュレーションの終了条件は、例えば独占状態に陥るなどある状態に収束する場合、あるいは複数の状態を繰り返す「ループ状態」に陥った場合とする。

4 情報ネットワーク型製品普及の基本特性

4.1 市場競争が存在しない場合

地理的要因を考慮した場合、情報ネットワーク型製品の普及動向の基本的な性質を見るために、まず社会に 1 種類の製品のみが存在し、競争がない場合を検討する。

まず近隣の状態が影響を及ぼさない場合、すなわち単純なネットワーク外部性モデルである。非常に多数の個人が存在する場合を理論的に考えると、製品普及率が f である状況が実現しているとき、製品購入および非購入の限界の個人の便益 U は、ネットワーク外部効果のパラメータを k とし、 $U = (k - 1)f + (1 - p)$ である。したがって、ネットワーク外部効果および製品固有の便益に比して価格が高すぎないならば、製品普及率は 1.0 まで自立的に成長し、価格が高すぎる場合は普及しないことになる³。また $k > p > 1$ の場

³ $k < p < 1$ の場合、 $f = \frac{p-1}{k-1}$ まで普及することになるが、その普及率までは自立的に普及する。

合、 $f = (p - 1)/(k - 1)$ にいわゆるクリティカル・マスが存在し、この普及率を越えない限り製品は普及しないが、越えると自立的に普及していくことになる。したがってこのような状況下では、製品導入初期の普及促進策が重要になるといえる。以上より、情報ネットワーク型製品の特異な普及特性を、このモデルでも確認できる。

次に近隣からの影響が存在する場合である。近隣の影響が加わると解析的に議論するのが困難になるため、モデルにしたがって、人工社会でシミュレーションを行う。

シミュレーションのためにパラメータを設定しなくてはならない。まずネットワーク外部効果のパラメータ k であるが、本稿はネットワーク外部効果に注目しているため、ある程度大きな正の k を設定する必要があるが、あまり大きすぎると短い期間でシミュレーションが終了してしまう。そこでシミュレーションでは、 $k = 1.2$ を用いることにする。また価格 p であるが、モデルから p は初期購入者を決定することになる。 $p > 1.0$ の場合、初期の自立的な普及は起こりえないが、 p が小さくなるにしたがって多くの初期購入者を発生させることになり、製品普及過程を議論することを困難にする。したがって、製品供給者の初期普及策を議論する場合を除き、 $p < 1.0$ で比較的大きな p が望ましいと考えられる。シミュレーションでは、初期普及率が平均的に 5% となる $p = 0.95$ を用いる。

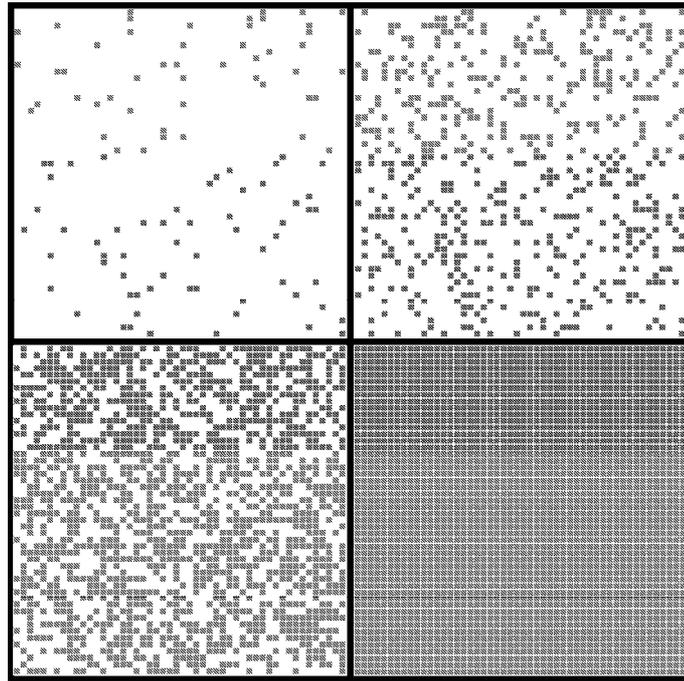
図 1(a) は $w = 0.0$ すなわち社会全体のみからネットワーク外部効果を受ける場合、図 1(b) は自分自身の周辺距離 1 人までを近隣と考え、 $w = 1.0$ すなわち近隣だけから影響を受ける場合の、初期普及と最終普及状況の代表例である。図では製品を購入した個人に相当するマスが色を付けて示されており、左上の初期普及状況から、右上、右下と変化し、右下の最終普及状況に至るまでの製品利用者の変遷が示されている⁴。図 1(a) では利用者が一様にばらついたまま、最終的には社会全体に普及していく様をよみとることができる。それに対し図 1(b) では、初期には一様であった購入者の分布が、地理的に偏りをもって普及していく様子を見ることができる。このように近隣からのネットワーク外部効果は、地理的に偏りをもたせながら製品を普及させる性質をもっているといえる。

また $w = 1.0$ のもとで 1000 回シミュレーションを行った平均最終購入者は 1708.4 人であるが、その標準偏差は 170.0 である。このように同じ初期普及率であっても、最終普及率はある程度ばらつくことになる。これは個人の製品に対する選好の分布のわずかな偏りの差が原因となって発生すると考えられる。つまり社会全体の状態のみが影響する場合には存在しなかったが、近隣の状態が個人の意思決定に強い影響を与える場合、「歴史的偶然」および「経路依存性」が出現するといえる。また、近隣の影響がない $w = 0.0$ の場合 2500 人の最終購入者を得るのに対し、 $w = 1.0$ の場合は平均最終購入者数が少なくなっている。これは近隣のみから影響を受けることがいわば個人の視野の限界を意味し、限定合理性が働いたためであると考えられる。

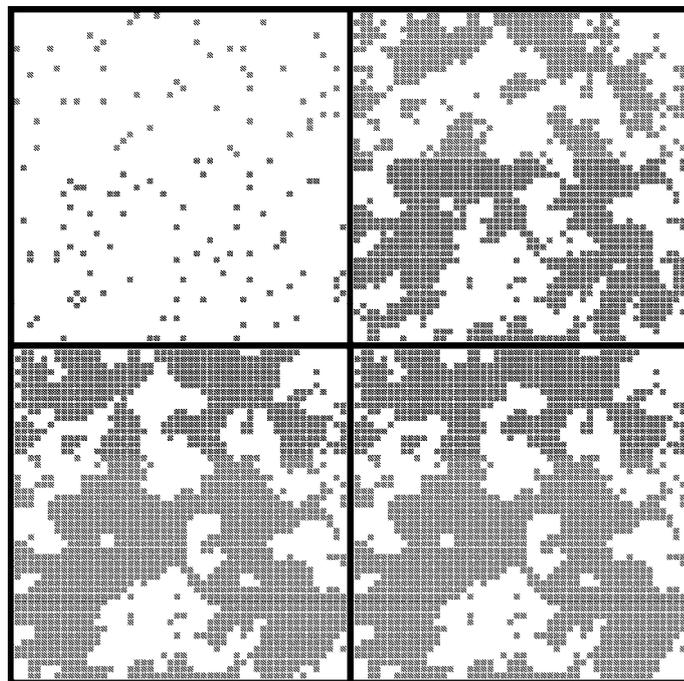
4.2 市場競争が存在する場合

次に複数製品が市場競争を行っている場合を検討する。本稿では、モデルにおける仮定の下、2 製品が競合している状況を取り扱う。パラメータは先ほど同様、 $k = 1.2$ および $p = 0.95$ を用いる。したがって各々の製品について初期普及率はおよそ 5% となる。図 2(a)

⁴ 図 1(a) は、シミュレーションの 1, 4, 7, 10 期を、図 1(b) は、1, 10, 20, 35 期の購入状況を示している。



(a) 近隣の影響がない場合



(b) 近隣の影響がある場合

図 1: 近隣の影響による普及の地理的偏り

および図 2(b) はシミュレーション結果の代表例を示している。

図 2(a) は近隣へ対するウェイトが $w = 0.2$ であるとき、すなわち社会全体の動向から比較的強く影響をうける場合の普及動向を示している。この状況では、最初は両製品が共存していても、まもなく一方の製品に市場がロック・インされることになる。新規購入者はもちろん、他方の製品を利用していた個人も「勝ち組」の製品に乗り換える行動をとり、最終的には市場独占の状態になっている。それに対して近隣の影響を強く受ける場合、両製品が共存している場合が多い。図 2(b) は距離 1 人の範囲を近隣と認識し、近隣を重視するウェイトを $w = 0.8$ と高めに設定した場合の普及動向を示している。両製品に普及の差があったとしても近隣のウェイトが低い場合にみられた乗り換え行動はあまり見られず、両製品が共存している。

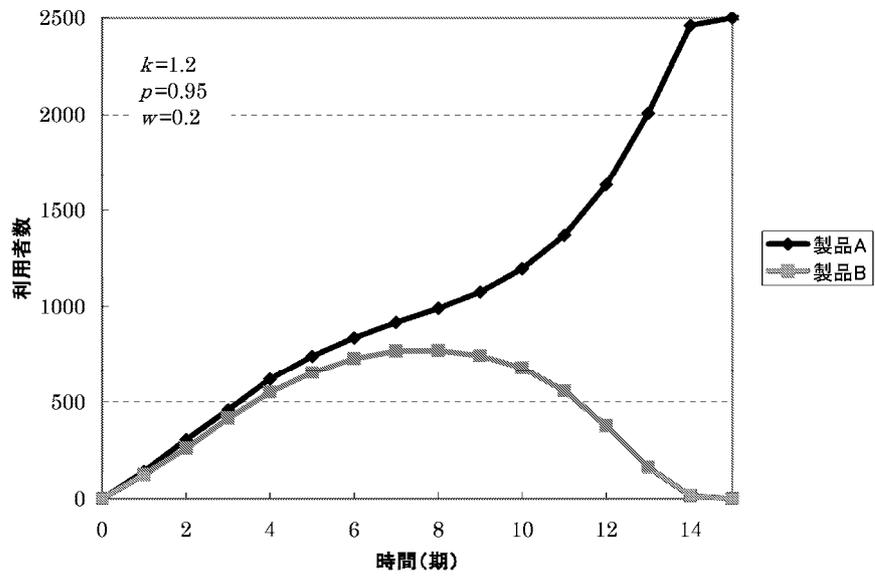
ここで、近隣からのネットワーク外部性の大きさに差がある場合、シミュレーションにおいて製品購入者の分布に実際に空間的自己相関が存在するか否かを確かめるため、図 2(a) および図 2(b) について、第 1 期からシミュレーションが終了するまでの各期について、Join Count 統計量 [8] を用いた空間的自己相関の検定を行った。まず近隣からのネットワーク外部性が小さい図 2(a) の場合、すべての期において、有意水準 1% で空間的自己相関係数が 0 であるという帰無仮説を棄却できなかった。すなわち、近隣からの影響が小さい場合、シミュレーションにより各期において実現した購入者の分布には空間的自己相関がないと考えられる。また、近隣からのネットワーク外部性が大きい図 2(b) の場合、第 2 期からシミュレーションが終了するまで、有意水準 1% で空間的自己相関係数が 0 であるという帰無仮説が棄却された。第 1 期は分布の一様性の仮定から空間的自己相関はないはずであるので、すべての期において、実現した購入者の分布には空間的自己相関が存在するといえる。つまり、近隣からのネットワーク外部性が大きい設定で行われたシミュレーションで実現した購入者の状況は、確かに近隣の影響を受けた状態が実現している。

さらに、シミュレーションにおいて実現した製品購入者が地理的に固まっているか否かという問題がある。ここではその判断の基準として、地理的に固まっていることを示す指標として、Join Count 統計量そのものを用いる。Join Count 統計量で空間的な偏りを完全に記述することはできないが、一般に偏りがある場合、Join Count 統計量は大きくなるため、購入者の地理的な偏在の指標に用いることができると考えられる⁵。

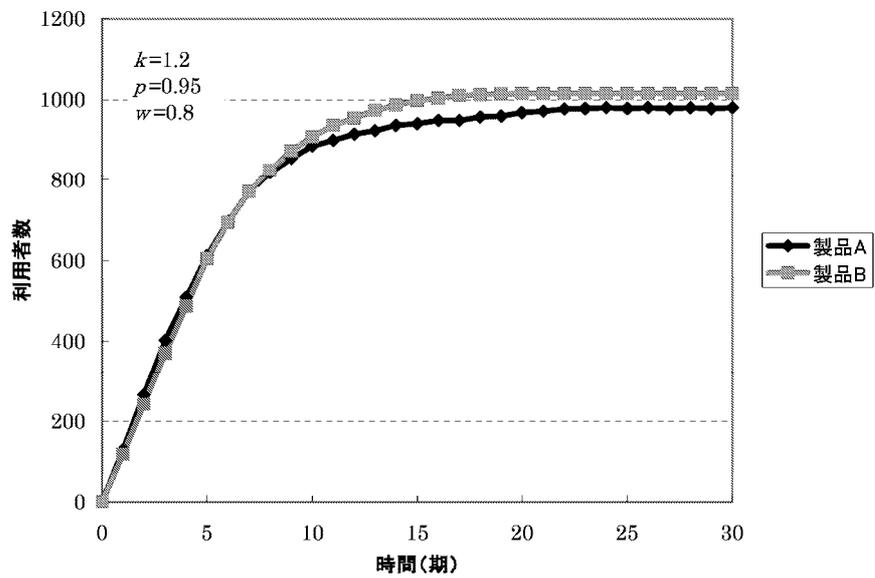
シミュレーションにおいて実現した購入者数に対する Join Count 統計量が、近隣からの影響のウェイトの大きさの違いによって変化する様を示すのが、図 3 である。図は先ほどの図 2(a) および図 2(b) のデータに対応している。Join Count 統計量の性質から、グラフが上方に描かれるほど、製品購入者は地理的に固まっていることになる。モデルの仮定より、地理的に全くランダムである $w = 0.0$ のシミュレーション結果の実現値が基準となる。 $w = 0.2$ である図 2(a) の場合、Join Count 統計量はランダムな場合とほとんど変わらない。しかし $w = 0.8$ である図 2(b) の場合、ランダムな場合に比べて、統計量が大きく増加している。したがって、近隣の影響を強く受ける場合、製品購入者は地理的に固まった分布になるといえる。

このような状況がおこるのは、ごく身近な近隣に強く影響を受けるためであるが、その結果として、個人は地理的に固まった利用者グループを作りやすくなる。図 4(a) および図

⁵ ここでは、同じ製品を購入した個人の地理的な偏りが測られる。



(a) 近隣の影響が小さい場合



(b) 近隣の影響が大きい場合

図 2: 近隣の影響が存在する場合の市場競争

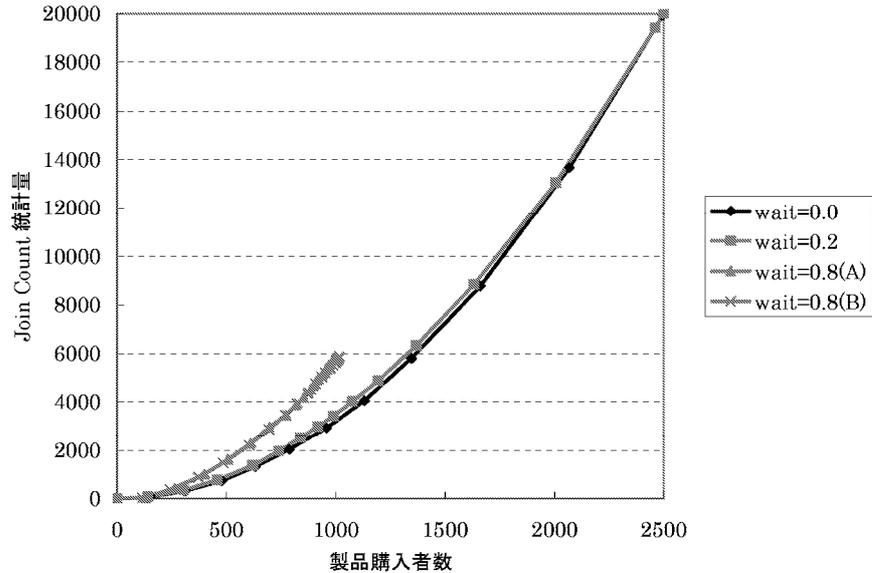


図 3: 近隣からの影響の強さと Join Count 統計量

4(b) は、先の近隣のウェイトで、左上の初期普及状況から右下の最終普及状況へ至るまでの普及動向の代表例であり、各々の製品を購入した個人が、黒色および灰色に塗られ、購入していない個人が白色で表されている⁶。近隣からのネットワーク外部効果が弱い図 4(a) では、両製品の利用者に地理的な偏りは見られない。しかし近隣からの影響が強い図 4(b) では、地理的に偏った製品利用グループを見いだすことができる。その結果として利用者の「島構造」ができ、その状態で拮抗してしまう場合があるといえる。

ともすれば市場を独占に向かわせがちなネットワーク外部効果も、距離に関する違いあるいは地理的な偏りがあるならば、複数の製品が共存し、ある種の「棲み分け」がなされた状態が実現する場合がある。もちろん市場がどちらか一方の製品の独占状態に陥る場合も、理論的には起こりえるが、その確率は低いと考えられる。この競争の帰結、すなわちどのくらいの比率での共存状況になるかは個人の地理的な分布に依存している。その意味で、共存状態が実現することにも「歴史的偶然」と「経路依存性」が存在しているといえる。

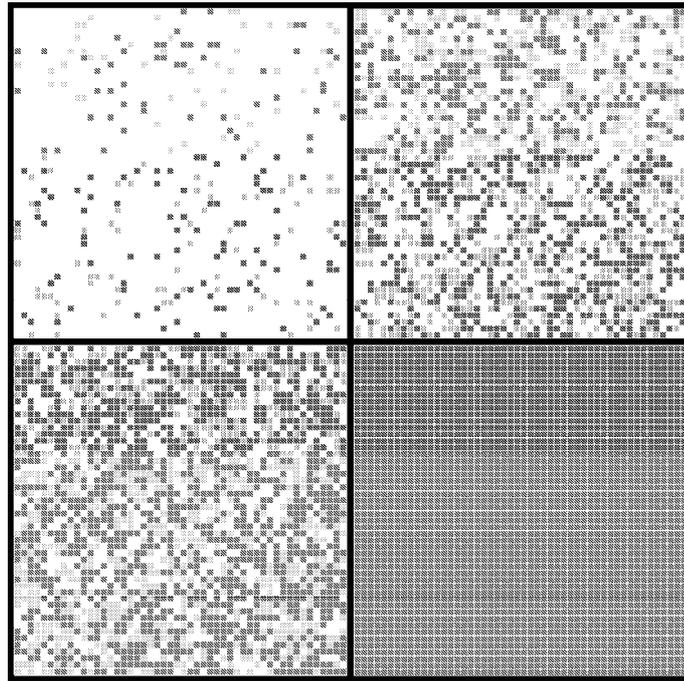
以上より、次の命題が得られる。

命題 1: 近隣の個人からのネットワーク外部性が大きい場合、製品普及には地理的な偏りが生じる。

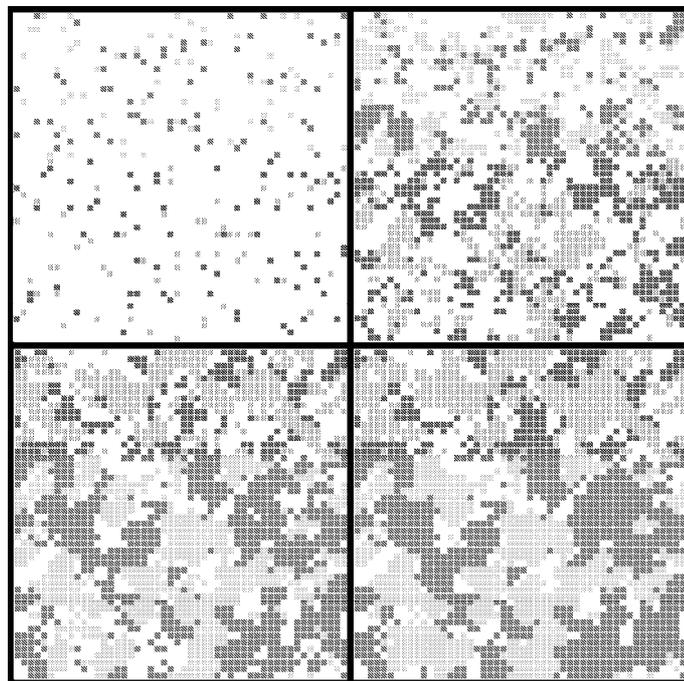
近隣に対するウェイトを変化させたとき、市場取引の結果どのくらいの割合で独占へ至るかを示したのが図 5 である。図 5 は、90%を越える製品普及率を実現した場合を独占と考え、1000 回の試行の中で独占へ至った割合を示している。この図より近隣からの影響が強いほど、また近隣として認識する範囲が狭いほど、製品は共存しやすいことがわかる。

さらに、各回の試行の終わり、すなわち市場競争の帰結の状態において、Join Count 統計量を使い空間的自己相関を検定し、試行中で空間的自己相関があった割合を示したのが、図 6 である。なお、有意水準は 1% である。図 6 から、 $w = 0.5$ までは、シミュレーショ

⁶ 図 4(a) は、シミュレーションの 1, 5, 10, 15 期を、図 4(b) は、1, 5, 10, 30 期の購入状況を示している。



(a) 近隣の影響が小さい場合



(b) 近隣の影響が大きい場合

図 4: 近隣の影響が存在する市場競争下の利用者の地理的分布

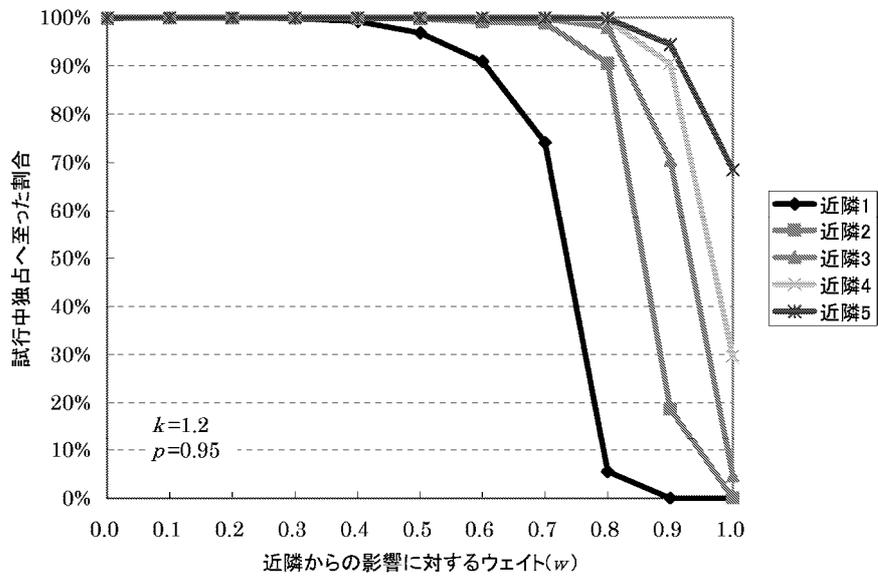


図 5: 近隣の影響の大きさおよび独占へ至る割合

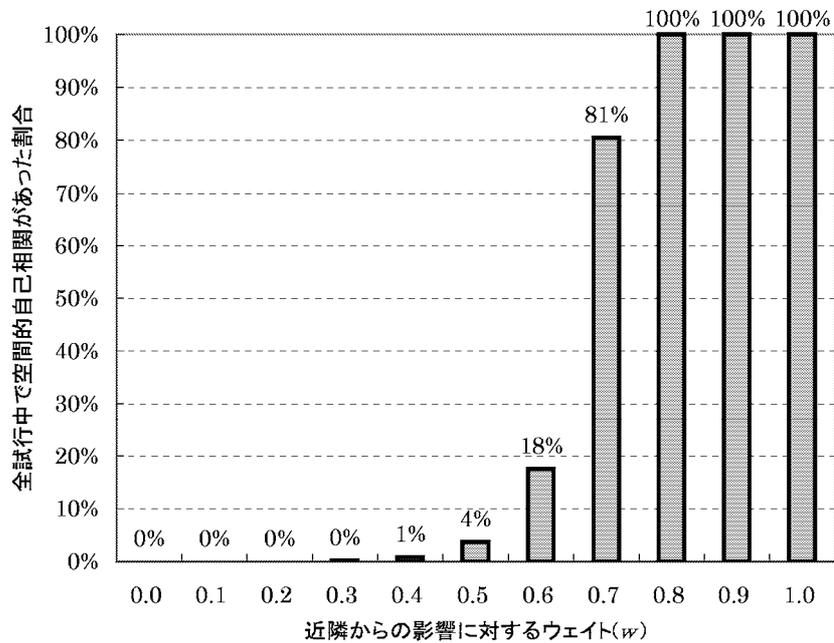


図 6: 近隣の影響の大きさおよび空間的自己相関の存在割合

ンにより実現した市場競争の帰結がほとんど空間的自己相関を持ったものとなっておらず、 $w = 0.6$ においても空間的自己相関を持った帰結になったのは18%である。しかし $w = 0.7$ からは、ほぼすべての試行において競争の帰結は空間的自己相関を持っている。このように、近隣からの影響が強くなっていくと、半ば不連続に、近隣からの影響を反映した結果が実現するといえる。

近隣および社会全体双方からのネットワーク外部効果が存在する場合、共存するか独占状態になるかは、両者のウェイトによると考えられる。両者の影響の「綱引き」が普及動向を左右することになる。さらに視野の範囲、つまり個人の合理性の度合いも市場動向に影響を及ぼすといえる。

よって、次の命題が示唆される。

命題 2： ネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合、市場において複数製品が共存しやすい。また、近隣からの影響が強いほど、また近隣として認識する範囲が狭いほど、製品共存の可能性が高まる。

5 初期配布策が及ぼす普及への効果

新しく情報ネットワーク型製品を市場に投入する場合、製品普及がクリティカル・マスを超えることができるように、何らかの方策を講じる必要がある。例えば導入期に非常に安く製品を販売する価格政策を採ることもあれば、無料の製品モニターを募集するような製品配布策を試みるかもしれない。仮に無料で製品を配布するとしても、限られた経営資源を有効に使うため、効果的に配布する方法を考えなくてはならない。各個人の属性に応じて配布すれば非常に効果的であると考えられるが、その調査には多くの時間およびコストを必要とするであろう。また社会全体に広く配布するのが望ましいのか、それとも限定された範囲に配布する方が望ましいのか、という配布の範囲に関する問題もあろう。そこで本稿では、市場調査を行わない単純な製品配布策、すなわち市場全体に一律に配布する「分散配布」および限られた範囲に配布する「集中配布」とを比較し、その有効性を検討する。

ここでは配布策に関する基本特性を明らかにするために、1種類の製品が新たに市場に投入される場合を考え、シミュレーションを行う。製品の初期配布数は社会全体の5%である125とする。配布方法として、1辺20人の範囲にランダムに配布する「超集中配布」、1辺25人の範囲にランダムに配布する「集中配布」、社会全体にランダムに配布する「分散配布」の3種類を比較する。なお、初期配布以外の初期製品保有者を排除し、議論を配布の影響のみに集中するため、価格は $p = 1.0$ とおく。

近隣からのネットワーク外部効果がある場合、近隣に多くの利用者が存在するほど、個人は製品からより高い便益を得ることができる。つまり利用者が集積していることが普及を促進すると考えられる。以下のシミュレーションでは集積の効果を表現するために、近隣で2人以上の個人が製品を利用している場合に、近隣からのネットワーク外部効果が発生すると仮定する。なお初期に配布された個人は手放すことなくその製品を使い続けるとする。

またシミュレーションでは、ネットワーク外部効果のパラメータとして $k = 1.1$ を用い

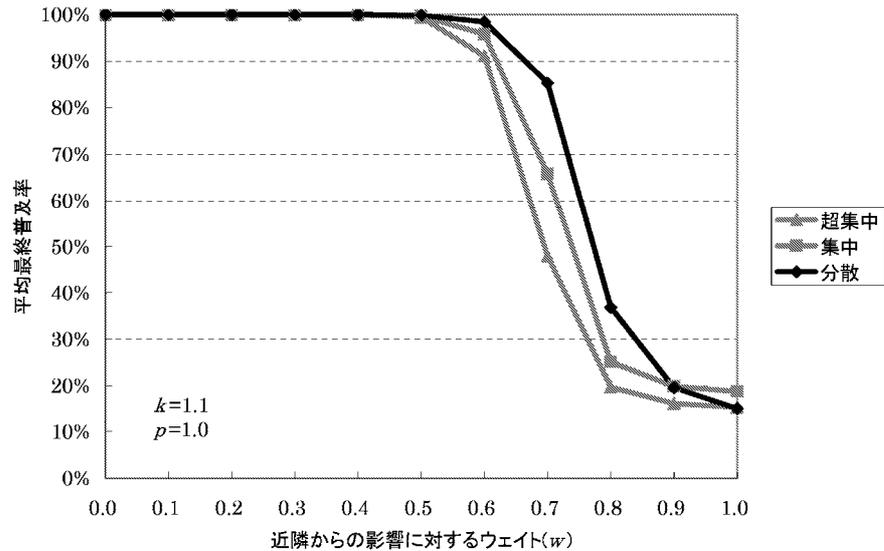


図 7: 近隣からの影響および製品利用者数

る。図 7 は、 $k = 1.1$ 、試行回数 1000 回でシミュレーションを行った結果であり、配布策ごとに、近隣からのネットワーク外部効果の大きさと実現した製品利用者数の関係を示している

近隣よりも社会全体から強く影響を受ける場合、どの配布方法も同様の普及につながっている。しかし全体からの影響が弱くなり近隣からの影響をやや強く受けるようになる $w = 0.6$ 以降では、分散配布を行った場合が最も多くの利用者につながっている。さらに、近隣からの影響が非常に強い $w \geq 0.9$ では集中配布が分散配布よりも多くの利用者を得ている⁷。また普及動向が安定状態になるまでの期間を比較すると、 $w \geq 0.9$ のとき、集中配布は分散配布よりも多くの利用者を得ているにもかかわらず、より短い期間で安定状態に達している。したがって、 $w \geq 0.9$ のとき、集中配布が分散配布よりも効率よく普及につながっていると考えられる。

$w = 0.6$ 以降で分散配布が最も効率的であるのは、全体からのネットワーク外部効果と近隣からの影響のバランスが良いため、広く一様に配布し、全体的に普及を促す方が効率的であるためと考えられる。また、 $w \geq 0.9$ では、近隣からのネットワーク外部効果が非常に強いため、利用者がある程度固まって存在し、集積効果が現れる集中配布が最も効率的になると考えられる。しかし超集中配布は利用者が集まりすぎるため集中配布よりも効率が悪くなったといえる。この結果をまとめると表 1 のように考えられる。

⁷ $w = 1.0$ の場合、分散配布および集中配布の平均普及数が同じであるという帰無仮説が有意水準 1% で棄却される。

表 1: 製品の特性および望ましい配布策

	社会全体の影響力 非常に大	同様の影響力	近隣の影響力 非常に大
集積効果小	どちらも同じ	分散配布	分散配布
集積効果大	どちらも同じ	分散配布	集中配布

6 ネットワーク間の障壁が及ぼす影響

6.1 ネットワーク間に存在する障壁

情報ネットワークサービス財が形成するネットワークにおいて、ネットワークの内側にいる個人と外側にいる個人とが、いつも障害なく影響を及ぼしあう状況にあるとは限らない。あるネットワークと他のネットワークを隔てる境界に、自由な影響の及ぼし合いを阻害する、ある種の「障壁」が存在する場合は多い。そのため、ネットワークの内側と外側とで全く異なる製品が普及することもある。

かつて日本のパソコン市場においては、NECのPC9800シリーズおよびPC9800互換のパソコンが圧倒的な市場占有率を占めていた。日本のパソコン市場において、NEC社のパソコンは50%以上の市場占有率をもっていたという[15]。他方、同じ時期の世界のパソコン市場では、PC/AT互換パソコンが普及していた。PC/AT互換機はオープンアーキテクチャを採用していたため、周辺機器も充実しており、利用可能なソフトウェアも豊富にあっただけでなく、PC9800互換パソコンと比べてハードウェアの値段が安かった。しかし、PC/AT互換パソコンは、しばらく日本の市場に受け入れられなかった。この原因は一般に、PC/AT互換パソコンで日本語を使うことが困難であったためと言われている。PC9800互換パソコンは、日本語の文字をROM(Read Only Memory)として本体にもっており、ハードウェアで日本語を処理する仕組みをもっていた。しかしPC/AT互換機にはその機構がなかったため、ソフトウェアの豊富さあるいは値段の安さにもかかわらず、日本の市場に受け入れられなかったとされている。したがって、1990年にソフトウェア上での日本語処理を可能としたOSであるDOS/V⁸が開発され、日本語の問題が解消された後、PC/AT互換パソコンが日本市場においても普及する環境が整い、Windowsの登場で一気に購入されるようになった。

この事例のパソコン市場には、PC9800互換パソコンのネットワークおよびPC/AT互換パソコンのネットワークがあり、両者は競合状態にあった。しかし日本および世界のパソコン市場の間には「日本語」という障壁が存在したため、PC9800互換パソコンは障壁に守られる形で市場競争を行っていたといえる。世界のパソコン市場における大きな市場占有率、ソフトウェアの豊富さ、および価格優位性があったにもかかわらず、日本語の障壁が高かったため、PC/AT互換パソコンのネットワークの拡大は困難であったのだろう。ゆえに日本語対応OSであるDOS/Vの登場によって、ネットワーク間に存在した障壁が低くなり、対等に近い市場競争が実現したと考えられる。

⁸ 正式名称は、IBM PC-DOS Ver.4.0/V

つまり、異なるネットワークの間に障壁がある場合、障壁の内外で異なる製品が独立に普及することになる。したがって、障壁の影響が強い場合、社会的に見てより効率的な製品ネットワークが存在するにもかかわらず、障壁の内側では比較的効率の面において劣る製品ネットワークが成立する可能性がある。また逆に、障壁内の優れたネットワークが外側のネットワークに伝わらないこともあるだろう。さらに、障壁が低くなる、あるいは障壁が無くなった場合、一気に普及が進行する可能性もある。ネットワーク間の障壁は、製品の普及において、このような特異な影響を及ぼすと考えられる。

6.2 ネットワーク間の障壁のモデル

ここでは先のマルチエージェント型のモデルを基本とした上で、複数の市場の間に障壁が存在するモデルに変形する。

いま市場には、製品 A および製品 B の 2 つの情報ネットワーク型製品が提供されているとする。市場に存在する個人は、どちらか一方の製品を購入するあるいはどちらも購入しないという意思決定を行っている。どちらの製品にもネットワーク外部性が存在するため、個人が製品に対し見いだす便益は、自分と同じ製品を利用する、すなわち同じネットワークに属していると、各個人が「認識する」集団の大きさに影響を受ける。ここであえて「認識する」としたのは、実際に同じ製品を利用している集団の大きさではなく、個人が主観的に認識する集団の大きさに影響を受けることを、明示的にモデルへ導入するためである。

当該製品には、例えば「日本語処理」のような製品利用における制約があるために、市場が複数に分割され、各々の市場の間にはある種の障壁が存在すると仮定する。つまり先に示したパソコン市場の事例ならば、日本国内および国外が分割された市場に対応する。ここでは市場は 2 つに分割され、障壁の内側に N 人の潜在的な需要者である個人が、障壁の外側に N_{out} の個人が存在するとおく。

さらに物理的あるいは仮想の障壁が存在するため、分割された市場の間では、製品利用者の集団の影響が、十分にあるいは全く反映されないことになる。言い換えれば、ネットワーク外部効果の一部あるいは全部が、障壁を越えない状況が発生するのである。

ネットワーク外部効果は障壁を全く越えない場合もあれば、障壁をある程度越えて影響を及ぼすこともあると考えられる。いわば障壁には高さが存在することになる。つまり障壁が高いならば、一方の市場におけるネットワーク外部効果が他方の市場にまでおよぶことは少ないが、障壁が低いならば効果が他の市場まで及ぶことになる。したがって、障壁の高さは、一方の市場におけるネットワーク外部効果が他方の市場におよぶ割合あるいは確率であると考えることができる。

日本におけるパソコンの事例において、日本国外のパソコン市場は国内の市場と比較すると、市場規模、ソフトウェアの種類、価格のいずれにおいても圧倒的に優位にあったと思われる。本来、市場間のネットワーク外部効果は双方向である。しかし障壁が認識される場合、一方の市場が優位性を有し、他方が障壁によって守られていることが多く、障壁が低くなった際に生じるネットワーク外部効果の流出は一方方向であると考えたとしても、違和感は少ないであろう。そこでここでは、障壁の内部で製品 A、障壁の外部で製品 B が普及している状況を想定し、障壁が低くなるにしたがい、製品 B のネットワーク外部効果が

障壁内部に進出すると仮定する。具体的には、障壁を表す確率を z とした場合、障壁内部の個人は、 zN_{out} の障壁外の個人が製品 B を利用していると認識し、その影響を受けることになる。

6.3 ネットワーク間の障壁による普及特性

6.3.1 障壁が障壁内の製品普及に及ぼす影響

ネットワーク間の障壁を導入したモデルに基づき、シミュレーションによって、普及の特性を導く。シミュレーションに際し、パラメータを設定しなくてはならない。まず、ネットワーク外部性のパラメータ k であるが、これまでのシミュレーションと同様に $k = 1.2$ とする。障壁内の市場に存在する個人の数 N についても、これまでと同じ $N = 2500$ とおく。

障壁外の個人の数 N_{out} であるが、 $N_{out} = 2500$ に設定する。市場間のネットワーク外部効果が一方であることから、 N_{out} は本来なら N と比べて非常に大きな数が想定される。しかし障壁内におよぶ影響は zN_{out} に比例するため、 N_{out} の大きさ自体はモデル上それほど意味をもたない。したがって障壁の影響に注意を集中する目的から、 $N = N_{out} = 2500$ と設定する。

シミュレーションの目的から、期初に障壁内で製品 A が普及する状況を実現しなくてはならない。ここでは普及状況を内生的に発生させるため、ある普及率が実現していると仮定し、その普及率のもとで障壁内の個人が意思決定を行い、その結果成立した 0 期の普及率 f_0 をもとにシミュレーションを開始する手法をとる。そのため、期初に仮定する普及率 f_{pre} が $f_{pre} = 0.8$ であるなら、 $k = 1.2$ および製品固有の便益に関する一様分布の仮定より、平均的に $f_0 = 0.96$ となる。

また製品利用の価格 p は、 $p = 1.0$ に設定した。これは、 f_0 が与えられた後、ネットワーク外部性の要因のみが製品普及に影響を与えることを意味する。なお、まず最初に近隣からの影響が存在しない、すなわち地理的要因が存在しない場合を検討する。したがって、ここでは近隣からの影響へのウェイトを $w = 0.0$ とする。

シミュレーションは 1000 回行う。ネットワーク外部性が存在するため、製品普及は独占状態に向かいがちであり、障壁が存在しなければ障壁内は製品 A の独占状態になる。しかし障壁の存在によって製品 A の独占状態が実現されなくなる可能性がある。障壁の高さと独占状態になる割合との関係を図示したのが、図 8 である。図の横軸は、障壁の高さを表す z であり、 $z = 0.1$ ならば障壁外のネットワーク外部効果の 10% が障壁内におよぶことを示す。また縦軸は、1000 回の試行のうち、障壁内で 90% 以上の普及率を獲得した割合である。シミュレーションでは、期初に仮定する普及率 f_{pre} について、 $f_{pre} = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ 、つまり f_0 が 24%、48%、72%、96% の 4 つの場合について検討した。

図 8 より、障壁の高さに対する独占状態の割合は、不連続に変化していることがわかる。例えば $f_{pre} = 0.4$ の場合であるなら、 $z = 0.08$ ではほぼ 100% の割合で障壁内の製品 A の独占的地位が保たれている。しかし、さらに障壁が低くなると製品 A が独占に至る割合が急に低減し、 $z = 0.15$ で割合が 0.0 になる。そして、以降製品 A が独占状態になることはない。またそれだけでなく、 $z \geq 0.15$ では、100% の割合で製品 B が障壁内で独占に至ることになる。

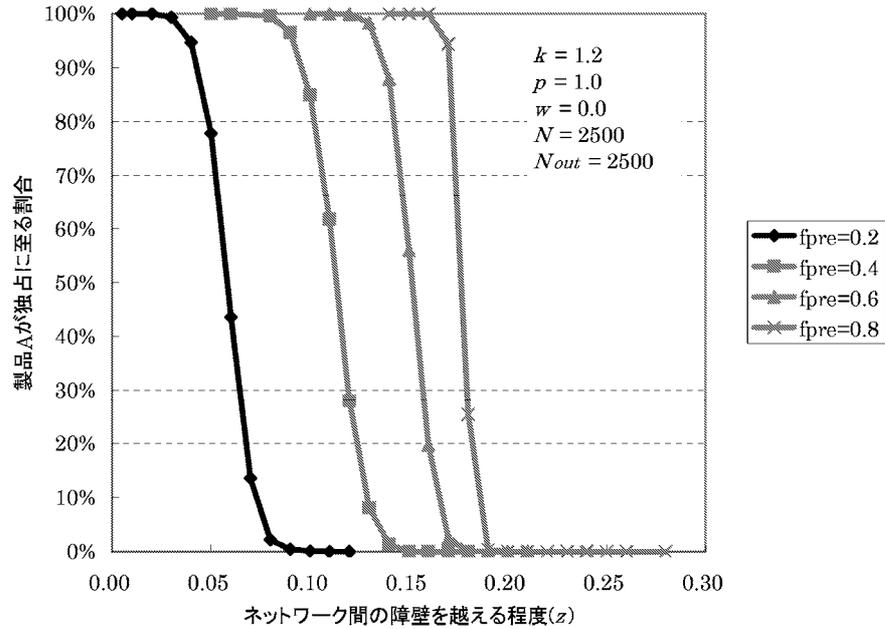


図 8: 障壁内の製品普及へ障壁の高さが及ぼす影響

この不連続な変化は、他の初期普及率においても同様に見られる。つまり、市場を分割する障壁が低くなると、障壁内の独占的な状況が急に崩れ、障壁外の製品が市場を独占する状況へと変化する。市場の独占的な状態が一方から他方へ次第に変化するのではなく、一気に変化する特徴を持つといえる。いわば、状態が不連続に変化する障壁の高さである「クリティカル・バリア」が、存在すると考えられる。

また、初期にある程度大きな障壁内普及率が存在するほど、すなわち f_{pre} が大きいほど、グラフは右へシフトしている。さらに、例えば $f_{pre} = 0.8$ の場合 $z = 0.16$ までは試行中 100%の割合で障壁内の独占的地位が保たれている。モデルでは、障壁外からの影響が強くなるように設定されているにもかかわらず、 f_{pre} が大きい場合には高い z 、すなわち障壁をかなりの程度低めない限り障壁内の独占的地位を打破することが出来ない。このことは、障壁外からの圧力があつたとしても、障壁が低くなる前にある程度の障壁内製品普及を確保できたなら、市場から駆逐される可能性が低くなることを示している。

以上より、次の命題が得られる。

命題 3: ネットワーク間に障壁が存在する場合、ネットワーク内の独占的な状態は、障壁の高さにより不連続に変化する。また、初期の高い障壁内普及率は、障壁内製品の独占的な地位を保持する。

市場を分割する障壁は、言語、習慣、使い方、規格、プロトコルなど、技術で克服できる可能性のあるものも存在するであろう。障壁が使い方であるなら、利用法のサポート機能を導入することは可能であるだろうし、規格ならば、対応するように製品を変更するあるいはコンバータを付加するなどの方法が考えられる。障壁外である程度大きな製品普及が実現している場合、技術で障壁を低くすることができるなら、ネットワーク外部効果を

伴い、一気に製品普及が促進される可能性がある。このことは、障壁内に新規に製品を普及させる際、障壁を低くする取り組みが有効であることを示唆している。

6.3.2 地理的要因が障壁に及ぼす影響

次に地理的要因が存在する場合を検討する。ここでは、シミュレーションを開始する前の障壁内での製品 A の仮市場占有率を、先ほどのシミュレーションの中程である $f_{pre} = 0.6$ に設定する⁹。つまり期初には、障壁内において平均的に $f_0 = 0.72$ の製品 A の普及が存在する。このパラメータのもとで近隣からの影響のウェイト w を変化させ、比較を行う。具体的には、 $w = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ の 4 つの場合を検討する。地理的要因がある場合、障壁の高さによって障壁内の製品 A の独占的な状態が変化する様子を示したのが、図 9(a) である。図 9(a) は、独占状態を、製品が 90%以上の市場占有率をもつ状態とし、1000 回行ったシミュレーションの中で独占状態に至った割合をグラフ化している。なお、個人が近隣として認識する範囲は、自分自身の周囲 1 人までとする。

図 9(a) においても図 8 と同様に、障壁が低くなると、製品 A の独占的な状態が不連続に変化している。ネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合でも、障壁が低くなると、障壁内の製品 A の独占的な状態が突然崩れる特徴を見いだすことができる。

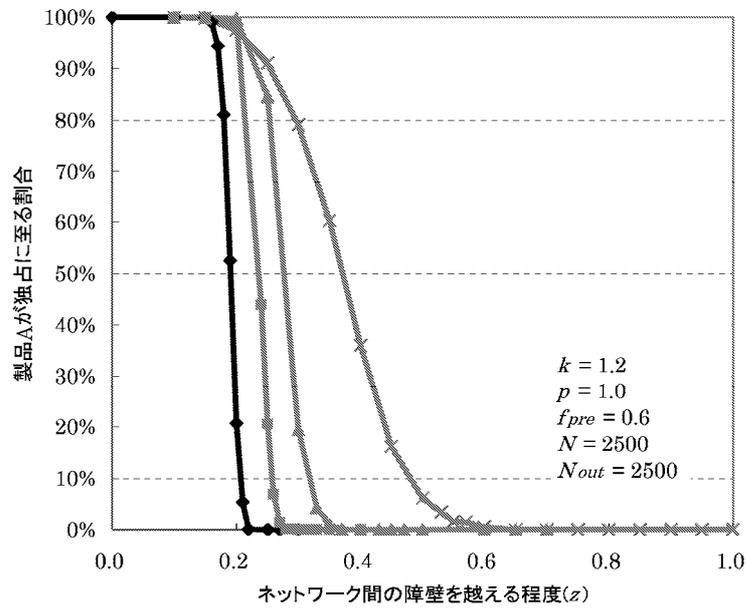
また、近隣からのネットワーク外部性に対するウェイトが大きくなり、市場全体よりも自分の近隣の個人から強く影響をうけるようになるにしたがってグラフが右へシフトする、すなわち不連続な変化が発生し始める障壁が低くなっている。つまり、近隣からのネットワーク外部性が大きい場合、製品 A の独占状態を崩すためには、障壁を大きく下げなければならないことになる。言い換えれば、製品 A の供給者は、障壁内の独占的な地位を守りやすいといえる。

さらに、独占状態を製品 A が障壁内で 70%以上の市場占有率をもつ場合とおき、描いたのが図 9(b) である。図 9(a) と比較すると、 $w = 0.2$ あるいは $w = 0.4$ はそれほど変化しないが、 $w = 0.6$ のグラフは大きく右へシフトしている。また $w = 0.8$ では、 $z = 1.0$ すなわち障壁外のネットワーク外部性が障壁内に 100%影響する場合であっても、ほとんどの試行で市場占有率 70%以上の独占状態にあることがわかる。つまり、 w が大きくなるにしたがって、領域内の製品 A の独占的な地位が保たれやすいことになる。このことから、近隣からのネットワーク外部性が大きいならば、障壁内の独占的な状態が変化しにくくなることが示唆される。

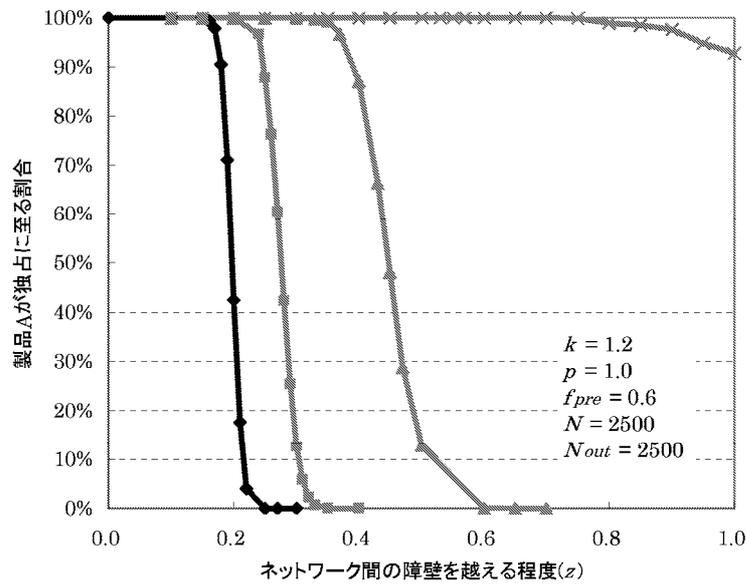
近隣からのネットワーク外部性の影響が強いならば、近隣の個人以外から受ける影響は小さくなり、それに比例して障壁外の競合製品の影響も小さくなる。このモデルでは、障壁外の製品のネットワーク外部性を強く設定しているが、個人にとって近隣からの影響がより強いため、障壁内の製品の独占的な状態が崩れにくいことになる。事前に障壁内である程度の特定制品の普及があった場合、ネットワーク外部性の地理的要因は、いわば「障壁」として市場に影響を及ぼすと考えられる。

以上より、次の命題が示唆される。

⁹ 図 8 を見ると、 f_{pre} が変化した場合、グラフがシフトするだけで形状はほとんど変化していない。したがって、このシミュレーションで f_{pre} が変化したとしても、導出される結果には影響しないと考えられる。



(a) 90%以上の市場占有率を独占状態とした場合



(b) 70%以上の市場占有率を独占状態とした場合

図 9: 地理的要因がある場合の障壁の程度と独占状態

命題 4： ネットワーク外部性における地理的要因は、障壁内の製品の独占的な状態を保つ。

7 考察および議論

本稿では、距離に対応してネットワーク外部性の大きさが変化する、すなわちネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合を検討した。情報ネットワークサービス財の普及過程および普及の帰結、さらには製品普及の地理的な分布およびその変化を明らかにするために、地理的要因を考慮に入れたマルチエージェント型のネットワーク外部性モデルを提案し、シミュレーションを用いることにより普及特性を導出した。

まず、ネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合、製品は地理的な偏りをもって普及する傾向がある。特に、近隣の購入行動から強く影響を受ける場合、個人は市場において地理的に密集した同一製品利用者集団を形成する。ネットワーク外部性の存在により独占に向かいがちな市場においても、この利用者集団が存在するために、市場が独占状態になることは少なく、複数製品が共存する可能性が高い。また、複数製品が市場において共存する比率は、多様な個人が形成する、地理的な分布に依存する。その意味で、市場が独占状態に陥ることなく複数製品が共存する場合においても、市場は偶然性および経路依存性をもつことになる。

新規に製品を市場へ投入する場合、初期段階に製品を配布し、市場における製品普及を進め、製品の普及促進にネットワーク外部性を活用する方法がある。そのとき、近隣からのネットワーク外部性が非常に大きく、製品利用者が集積していることにより製品の普及が促進される場合、市場全体に製品を配布するよりも、ある程度限定された範囲に集中的に配布する方が、多くの利用者を得ることができると考えられる。このことは、製品を普及させようと試みるときに社会全体に広く一様に配布することが、必ずしも得策とはいえず、ネットワーク外部性に関する製品特性に応じた、異なる初期製品普及促進策が存在することを示唆する。例えばデータの交換が非常に重要な意味を持つ製品を市場に投入する場合は、集中的な普及策をとることが望ましいと思われる。

また、製品が形成する複数のネットワークの間に、一方のネットワークから他方のネットワークへのネットワーク外部性を阻害する「障壁」が存在し、障壁外に大きな市場占有率を持つ製品があるにもかかわらず、障壁内で別の製品が普及する状況はしばしば見られる。そのとき、あらかじめ特定の製品のみが障壁内で普及しているもとで障壁が低くなるならば、障壁内の特定製品の独占的な状態は、障壁外への他製品の独占的な状態へと不連続に変化する。さらに、ネットワーク間の障壁が存在する場合、ネットワーク外部性における地理的要因は、障壁内の独占的な状態を守る働きをする。これらのことは、近隣からの影響が強い製品、例えば利用方法を容易に習得できないパソコンなどの製品の市場に、何らかの障壁がある場合、障壁内の市場で独自の製品が普及する可能性を示している。それと同時に、障壁を技術で克服した場合、障壁外の製品が一気に普及する可能性も示唆しているといえる。

これまで、ネットワーク外部性の地理的要因に注目した研究は、ほとんど見られなかった。しかし今日では、表計算ソフトあるいはデータベースソフトなどのある程度高度な知識を必要とする製品が大衆化しつつある。このような製品を利用する場合、ごく身近な利

用者に使用方法を教わることも多く、周囲の個人の利用動向に自分の購買行動が左右されることはしばしばあるだろう。したがって、当該サービス財の普及特性を検討する際、ネットワーク外部性の地理的な要因を加味する必要性は高くなっていると思われる。

本稿のモデルは、個人の意思決定を非常に単純化したモデルであり、社会全体および近隣それぞれにおけるネットワーク外部効果のパラメータをいかに設定すべきか、あるいは個人が近隣として認識する人数および個人間の関係の設定など、改善すべき点が多い。しかし個人の選好の分布への地理的な偏りの導入、情報のストック効果をはじめとする製品の乗り換えコストの考慮など、拡張が容易なモデルでもある。また配布の方策に関して、両配布の混合策、あるいは時間の経過によって配布の方策を変更することは、より効率的な普及をうながす可能性があり興味深い。ネットワーク間の障壁に関して、障壁内の独占的地位を守るための戦略あるいは障壁内への効果的な新規参入策を明らかにすることは、製品普及策に有効な示唆を与えるであろう。これらの点は今後の課題としたい。

参考文献

- [1] Arthur, B. (1989), “Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Small Events,” *The Economic Journal*, vol.99, no.394, Mar., pp.116-131.
- [2] 出口弘 (1999b) 「多主体複雑系と間接制御」『システム／制御／情報』, vol.43, no.5, May, pp.227-235.
- [3] ——— (2000) 『複雑系としての経済学』 日科技連.
- [4] Epstein, M. J. and R. Axtell (1996), *Growing Artificial Societies*, MIT Press.
- [5] Farrell, J. and G. Saloner (1985), “Standardization, Compatibility, and Innovation,” *Rand Journal of Economics*, vol.16, no.1, Spring, pp.70-83.
- [6] 林敏彦・松浦克己 (1992) 『テレコミュニケーションの経済学』 東洋経済新報社.
- [7] Katz, M. L. and C. Shapiro (1985), “Network Externalities, Competition, and Compatibility,” *American Economic Review*, vol.75, no.3, Jun., pp.424-440.
- [8] 菊池正佳・渡辺美智子 (編著) (2000) 『インターネット時代の数量経済分析法』 多賀出版.
- [9] 松村政樹・栗本博行・小林敏男 (1999) 「家庭用テレビゲーム市場の分析: ネットワーク外部性とサービス総体の視点から」『大阪大学経済学』, vol.48, no.3,4, Mar., pp.218-232.
- [10] 岡本隆 (1999) 「情報ネットワーク財の普及特性および普及戦略」『日本社会情報学会学会誌』, vol.11, no.1, Sep., pp.107-119.
- [11] ——— (2000) 「情報ネットワーク市場における諸特性および普及戦略」『愛媛経済論集』, vol.20, no.1, Sep., pp.1-14.
- [12] Rohlfs, J. (1974), “A Theory of Interdependent demand for a Communication Service,” *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol.5, no.1, Spring, pp.16-37.
- [13] 塩沢由典 (1999) 『複雑系経済学入門』 生産性出版.
- [14] 寺野隆雄 (1997) 「学習するエージェントとその組織的問題解決」『オペレーションズ・リサーチ』, vol.42, no.9, September, pp.598-603.
- [15] 山田英夫 (1999) 『デファクト・スタンダードの経営戦略』 中公新書.