

人工市場アプローチによる家庭用 VTR の規格競争シミュレーション

井庭 崇[†] 竹中平蔵^{††}, 武藤佳恭^{†††}

本論文では、マルチエージェントモデルによる人工市場アプローチによって、家庭用 VTR における規格競争のモデル化と分析を行う。提案する人工市場モデルでは、マーケティング・サイエンスや消費者行動論などのモデルを用いてミクロレベルのモデル化を行うため、従来のマクロ集計的なネットワーク外部性モデルでは行うことができなかった分析が可能となる。シミュレーションの結果、局所的影響によって地域ごとに採用される方式が分離するという「地域性」の発生が観察され、それにより優位方式のマーケットシェアの拡大が抑制されることが分かった。また、現実のデータと照らし合わせることで、消費者の方式選択における大域的影響度と局所的影響度のバランスを推計した。さらに、マーケットシェアの逆転現象の頻度とモデル設定との関係を調べることで、序盤において局所的な影響を受けて確率的に方式選択する場合に逆転現象が生じることが示された。最後に本論文の結果をふまえ、人工市場モデルの妥当性の検証に関する取り組むべき課題について考察する。

Reappearance of Video Cassette Format Competition Using Artificial Market Simulation

TAKASHI IBA,[†] HEIZO TAKENAKA^{††}, and YOSHIYASU TAKEFUJI^{†††}

In this paper, the format competition of video cassette recorders is analyzed by the artificial market approach with multi-agent model. The proposed artificial market model is made at microscopic level with models in marketing science and studies of consumer behavior, rather than aggregate macroscopic model of network externalities. As a result of the simulation, the emergence of "locality", which is caused by the local influence, is observed. In addition, the results show that the local clusters provide the brakes on the winner-take-all phenomenon. Then we estimate the balance of the global and local influences by comparing with the data in the real world. The frequency for the come-from-behind win and its settings are investigated. At the last part of the paper, the problem to work on about the model validation is discussed for the future study of artificial market simulation.

1. はじめに

本論文では、マルチエージェントモデルによる人工市場アプローチによって、商品市場における規格競争のモデル化と分析を行う。マルチエージェントモデルとは、内部状態と行動ルールを持った多数のエージェント（自律的主体）が相互作用するモデルのことであ

り、人工市場アプローチとはそのようなモデルをコンピュータ上に作成することによって現実の市場の現象を理解しようとする方法である。

マルチエージェントモデルによるモデル化は、その対象が高度に局在化して分散しており、離散的な意思決定に支配されているような場合に適している³⁸⁾。主体の様々な行動や状態をエージェントにカプセル化するため、主体の内部と外部を区別でき、それらを別々に自由に組み変えられるという利点がある。また、本論文で提案するモデルでは扱わないが、行動ルールがエージェントによって異なるという設定や、それらが動的に変化するという設定が可能である⁶⁾。エージェントごとに異なる環境を与えることができるため、地理的な要因や社会ネットワークの状況によって得られる情報が異なるということなどを明示的にモデルに組み込むことができる³⁾。さらに、人間を1つの単位と

[†] 慶應義塾大学政策・メディア研究科/日本学術振興会特別研究員
Graduate School of Media and Governance, Keio University/JSPS Research Fellow

^{††} 慶應義塾大学総合政策学部
Faculty of Policy Management, Keio University

^{†††} 慶應義塾大学環境情報学部
Faculty of Environmental Information, Keio University
現在、内閣府経済財政政策担当大臣
Presently with Minister of State (Economic and Fiscal Policy), Cabinet Office

して用いていることから、諸科学の研究成果を組み込みやすく、経験的対応がとりやすいという利点もある。

マルチエージェントモデルによる人工市場アプローチの研究は、株式市場^{4),32),34),37)}や外国為替市場²³⁾などの金融市場を中心に²⁴⁾、架空の原始的な社会¹⁰⁾や秩序の生成⁴⁹⁾などの研究が行われている。しかし、経済の1つの中心的役割を担っている商品市場に関する研究は非常に少なく、たとえ商品市場を対象としていても架空の市場を扱っていたり、シミュレーションと現実との妥当性の検証が行われていない場合が多い^{21),25),33),35),36)}。商品市場は、売り手と買い手の分離、地理的要因、市場参加者の好みや目的の多様性など、金融市場には見られない多く要因が存在しているため問題はさらに複雑になる。そこで私たちは、商品市場の研究を進めるにあたり、特徴的な規格競争の事例を取りあげることから始めることにしたい。本論文では、規格競争の典型といわれる家庭用VTRの市場を消費者の相互作用としてモデル化し、その振舞いを分析する。ここで提案するモデルはあくまで第一次接近としてのものであるが、今後の商品市場シミュレーション研究のための布石とし、その可能性と課題を明らかにしたい。

2. 事例：家庭用VTRにおける規格競争

2.1 規格競争におけるネットワーク外部性の特徴

ある類似した機能を提供する製品において、複数の異なる規格が存在する場合に繰り広げられる企業間（または企業グループ間）の競争のことを規格競争という。一般の製品とは異なり、規格競争では1つの規格が圧倒的なマーケットシェアを獲得するという「ウィナー・テイク・オール現象」¹¹⁾（1人勝ち現象）が起こりやすい。そこには互換性という要因が引き起こす「ネットワーク外部性」²⁹⁾が存在するからである。

外部性とは、市場での取引の結果が第三者に影響を及ぼすことをいう経済学上の概念であり、ネットワーク外部性とは、ネットワークの価値が参加人数によって決まるという外部性のことである²⁹⁾。ネットワーク外部性は必ずしも物理的なネットワークで結ばれている必要はなく、互換性のない規格やソフトウェアを媒介とした「見えないネットワーク」についてもあてはまる。このような間接的なネットワーク外部性の典型的な例としては、家庭用VTRにおけるVHS方式とBeta方式、オーディオ機器におけるDCC方式とMD方式、パソコンのオペレーティングシステムにおけるMac OSとWindowsなどがある。

ネットワーク外部性が存在する場合、消費者がその

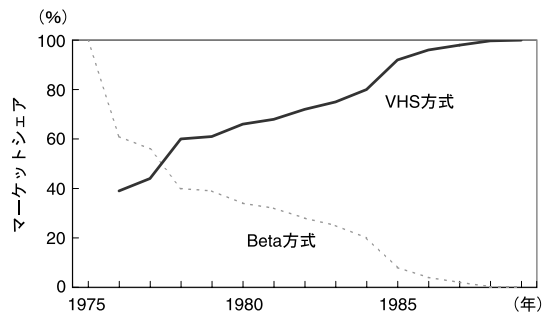


図1 日本におけるVHS方式とBeta方式のマーケットシェアの推移（VHS方式とBeta方式のシェアのデータは累積の生産に関するものであり、文献5）より引用。そのソースは、1976-83年に関しては日経ビジネス（1983年6月27日号）、1981-83年に関しては日本経済新聞（1984年11月21日）、1975年と1985-88年に関してはJVC、Public Relations Dept.⁵⁾）

Fig. 1 The market share transition of VHS and Beta format in Japan respectively.

製品から得る効用は、その消費者と製品との間で決まるのではなく、他の消費者の選択に依存して決まるといふ点に特徴がある。その結果、シェアが優勢になった規格がますますシェアを高めるといふポジティブ・フィードバックがはたらくことになり、1人勝ち現象を生み出すのである¹⁾。

2.2 本論文で取りあげる事例の概要と特徴

本研究では規格競争の具体的な事例として、日本における家庭用ビデオテープレコーダ（VTR：Video Tape Recorder）の規格競争を取りあげる。家庭用VTRは、1975年にBeta方式、1976年にVHS方式という異なる2つの方式が発売されて以降、多くの企業を巻き込んだ激しい規格競争が繰り広げられた製品である。Beta方式はVHS方式に比べて画像品質などの面で優れているといわれていたにもかかわらず、結果的にはVHS方式が圧倒的なマーケットシェアを占めるに至っている（図1）。

家庭用VTRは一般に「タイムシフト利用」と「ビデオソフト利用」という2つの目的で用いられる⁵⁰⁾。

英語ではVCR（Video Cassette Recorder）という。

Beta方式の方が技術的に優れていたというのが通説であるが^{2),48)}、2方式が消費者にどう認知されていたのかについては疑問が残る。文献31)では、アメリカにおけるコンシューマレポートにおけるサーベイを取りあげ、各方式が画像品質で優れているといわれた回数は、Beta方式が1度、VHS方式が2度、大差なしが4度という結果であったと指摘している。VHS方式の2時間録画が可能であるという点が勝敗を決めたという説⁵⁰⁾や、VHS方式で発売された特定分野のビデオソフトが原因でVHS方式に傾いたという説もあり、必ずしもBetaの方が優れていたというわけではないようである。本論文では2方式に差異を設定せず、同じ条件での実験を行う。ここで提案するモデルの初期値の変更やモデルの拡張によって各方式に特徴を設定することが可能であるが、本論文では扱わず今後の課題とする。

タイムシフト利用とは、テレビの放送番組を録画し、後で再生することである。具体的には、留守中に録画しておく「留守録」や、テレビ番組を見ている最中に他局で放送されている別の番組を録画する「裏録」などがこれにあたり、時間に固定されているテレビ番組を時間的にシフトするために使用することである。基本的に自分で録画したものを後に再生することになるので、「製品利用の自己完結性」⁴⁷⁾が高く、VHS方式とBeta方式のどちらでもかまわないということになる。また、録画したものを家族や友人と貸し借りをすることも考えられるが、市場での取引や流通は起きないため、最低限身近な人との互換性が保たれていればよいことになる。

一方、ビデオソフト再生とは、セルやレンタルのビデオソフトを再生するという使用方法である。市場で流通しているビデオソフトを購入または借用することになるので、自分の持っている家庭用VTRと同じ方式のビデオソフトを入手する必要がある。そのため、消費者は市場に出回っているビデオソフトの方式を意識するようになり、結果としてそのハードウェアである家庭用VTRのシェアに関心を持たざるをえなくなる(ハードウェア-ソフトウェアパラダイム²⁹⁾)。

日本における家庭用VTRの利用においては、普及の序盤ではタイムシフト利用がほとんどであったが、1980年半ばに主に2つの要因がきっかけとなり、ビデオソフト再生が消費者の使用目的の中で重要な位置を占めるようになった。第1の要因は、セルビデオの普及である。セルビデオは1970年代から存在していたものの、高価であったため利用者は限られていた。しかし、1984年にハリウッドの七大メジャー映画会社が直接販売のために日本法人を設立し、セルビデオの普及のための低価格路線を歩んだことなどから、ビデオソフトを購入するという消費行動が消費者の中に定着した。第2の要因は、1983年にレンタルビデオが正式に許可されたことである。これを受けて、後に見るように1980年代半ばから1990年頃にかけてレンタルビデオ店が急激に増加している。このような状況になると、家庭用VTRの購入時の方式選択において、市場における各方式のソフト流通量が重視されるようになり、市場の動向が購入の意思決定に重要な影響を及ぼすことになったと考えられる¹⁾。

このような特徴を持つ規格競争は「標準化」という観点から企業提携や経営戦略という供給側の観点から多くの議論がなされてきた^{1),2),22),47),48)}。しかし技術の選択は最終的には消費者に委ねられているため、その現象を理解するためには消費者の選択という需要側にも着目する必要がある。特に家庭用VTRの事例においては、その使用形態が普及の途中で変化したことともなっており、方式選択に影響を及ぼす範囲が局所から大域へと変化していることから、視野が変化する需要側モデルを扱うことが求められる。本論文では、市場全体の大域的なマーケットシェアが効用を高めるという従来のネットワーク外部性の概念を拡張し、各消費者を取り巻く局所的なシェアも方式選択に影響を及ぼすというモデルを提案する。

3. シミュレーション・モデル

規格競争の市場をシミュレートするために、大きくわけて2つのレベルの構造を作成する。1つは市場構造であり、もう1つはエージェントの内部構造である^{13),16),19),20)}。ここでは、シミュレーションで用いるモデルの各部分を妥当と思われるもので構成するために、マーケティング・サイエンスや消費者行動論におけるモデルを援用する。また、参考になる既存モデルがない場合には、代替的な部分モデルを比較検討することにより、妥当なモデルを模索するという「探索的モデル構築」(Exploratory Model Building)⁵⁾を行う²⁾。この部分モデルを「モデルコンポーネント」と呼び、以下では市場構造とエージェントの内部構造に組み込むモデルコンポーネントを定義していく。

3.1 市場構造のモデル

本論文で提案する人工市場は N 人の消費者エージェントから構成されており³⁾、各消費者エージェントはユニークな識別番号を持っている ($0 \leq i < N$)。消費者エージェントは、大域的状況を知るための情報源を持ち、必要であれば各方式の大域的なマーケットシェアを知ることができる⁴⁾。また各消費者エージェントは他の消費者エージェントと局所的な関係を

¹⁾ 需要の相互依存性を提唱し分析した J. Rohlfs⁴²⁾ の言葉を借りるならば、家庭用 VTR の普及における前半期においては、市場全体におけるマーケットシェアが意思決定に影響を与える「一様な通話特性」よりも、密な関係を持った集団が内在し、それが影響を与える「非一様な通話特性」が強かったということになる。

²⁾ 探索的モデル構築においてモデルの作成や修正を支援するためのシステムとして、現在私たちは Boxed Economy 基礎モデル、および Boxed Economy Simulation Platform の開発を行っている^{14),17),18)}。

³⁾ 市場のモデルとしては本来ならば生産者や小売業者などの供給側を合わせたモデルを作成することが望ましいが、ここでは第一次接近として需要側のモデルの作成および分析を行い、その拡張は今後の課題とする。

⁴⁾ 実際には、大域的なマーケットシェアを完全に知ることはできないが、ここでは消費者は選択の際に流通・小売側の情報を通じて間接的に知ることができると仮定する。

持っている。消費者エージェント i と消費者エージェント j が関係を持つとき、その関係性の強さにより、エージェント間関係は $0 < R_{ij} \leq 1$ の実数を取り、そうでないとき $R_{ij} = 0$ と表現する。

本論文では市場構造を、消費者エージェントが1列に並んで配置される「一次元格子市場構造」とし、終端がもう一方の終端とループ状につながっていると仮定する。すなわち、エージェント i とエージェント j の関係性は以下のように設定される。

$$R_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{if } i-r \leq j \leq i+r, j \neq i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

ただし、 j の範囲は定義どおり $0 \leq j < N$ である。また、近傍範囲 r は片側の並びにおける関係人数であり、各消費者エージェントは $(r \times 2)$ 人と関係を持っているということになる。

シミュレーションは離散的な時間ステップに従って行われ、各消費者エージェントは並行して動作する。一次元格子状の世界の場合、それを時系列に並べていくと、状態遷移の歴史が一目で把握できるという利点がある⁴⁵⁾。このような表示の仕方をここでは、歴史的な遷移を含んだ地図という意味で「ヒストリカルマップ」表現と呼ぶことにする。

3.2 消費者エージェントの内部モデル

内部モデルのプロセスに従って意思決定する消費者エージェントのモデル化にあたっては、消費者行動論における先行研究が参考になる。ここでは、代表的なモデルの1つである Engel-Blackwell-Miniard モデル (EBM モデル)⁹⁾ を基本的な枠組みとして取りあげたい。

EBM モデルは消費者の購買意思決定を初期状態から目標状態に至る心的操作の系列と見なし、記憶や情報処理などの認知的なメカニズムによって購買の過程を記述したものである。EBM モデルには、各フェーズにおける意思決定のアルゴリズムなどは定義されていないため、包括的な枠組みを提供するための概念モデルといえる。

本論文では、EBM モデルの欲求認識、情報探索、購買前代替案評価、購買、消費、購買後代替評価、処分の7つの基本フェーズに基づいて各消費者エージェントの意思決定プロセスを進行させる(図2)。各フェーズにおける意思決定のアルゴリズムを、以下に示すようにモデルコンポーネントとして定義する。

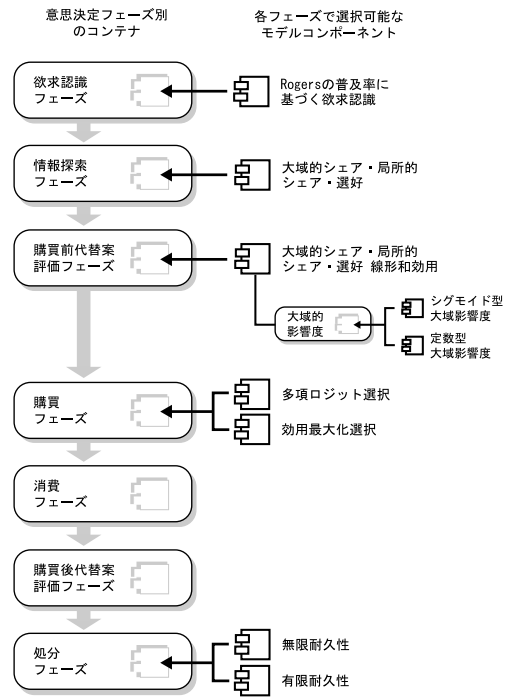


図2 消費者エージェントの意思決定フェーズと対応するモデルコンポーネント

Fig. 2 Decision making phases and the model components of the consumer agents.

3.2.1 欲求認識フェーズ

欲求認識のモデルコンポーネントとして「Rogersの普及率に基づく欲求認識」コンポーネントを用意する(図2)。これは市場に存在する消費者エージェントのうち、ある特定の割合のエージェントが家庭用VTR製品に対する欲求を認識するというモデルである。

市場内での欲求発生割合は、現実で観察されるイノベーションの普及過程に基づいて定式化する。イノベーションの普及過程は、Rogers⁴¹⁾によって3000件以上の事例研究をもとにモデル化されており、日本における家電製品の普及もこの普及モデルで記述できることが知られている。Rogersの普及モデルにおいては、消費者は採用する時期によって先駆的採用者、初期採用者、前期多数採用者、後期多数採用者、採用遅滞者に分類され(図3)、これを累積で表すとシグモイド関数となる。

欲求認識のモデルは本来であれば、広告やくちコミによって家庭用VTRという製品の存在を知り、それに基づいてエージェント内部から欲求が発生するというモデルが妥当であるが、本研究は家庭用VTR製品全体の普及ではなく、その普及の中で展開される規格競争を対象とするため、製品欲求の発生を外部から与えるという単純化を図ることにする。

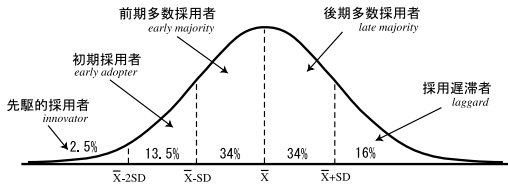


図3 Rogersによるイノベーションの採用時期の採用者分布⁴¹⁾
 Fig.3 The distribution of adopters to the innovation against time, which proposed by Rogers, E.M..

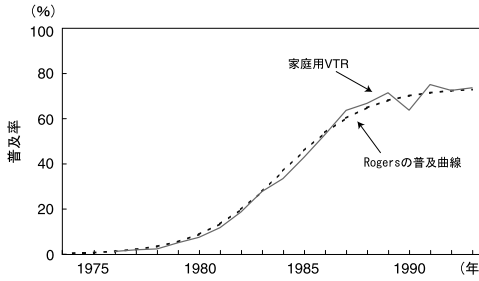


図4 日本における家庭用 VTR の普及と Rogers の普及曲線の比較 (家庭用 VTR の普及率は文献 30) より作成)
 Fig.4 Comparison between the diffusion of VCR in Japan and the diffusion curve proposed by Rogers, E.M..

Rogers の普及曲線を家庭用 VTR の普及に照らし合わせてみると、普及率 $d(t)$ は以下のように近似できることが分かる (図4)。

$$d(t) = \frac{1}{1 + \exp(-((t - 1975) - 10)/2)}$$

ここで t は年を表している。

本論文で用いる「Rogers の普及率に基づく欲求認識」モデルコンポーネントでは、各時間ステップにおいて普及率 $d(t)$ に見合う数の消費者エージェントをランダムに選出し、欲求を認識させる。

3.2.2 情報探索フェーズ

欲求を認識したエージェントは、次に情報探索を行う。情報探索は大きく分けて外部情報探索と内部情報探索に分けられるが、前者はエージェントの外部の情報探索を意味し、後者はエージェント内部にある好みや記憶などの情報の探索を意味している。

本論文で用いる「大域的シェア・局所的シェア・選好」モデルコンポーネントでは、外部情報探索の結果、大域的なマーケットシェアとその消費者エージェントを取り巻く局所的なシェアの情報を獲得する。時間 t における方式 j の大域的なマーケットシェア $G_j(t)$ は、

$$G_j(t) = \begin{cases} \frac{\sum_{0 \leq k < N} H_{kj}(t)}{\sum_{0 \leq h < F} \sum_{0 \leq k < N} H_{kh}(t)} & \text{if } \sum_{0 \leq h < F} \sum_{0 \leq k < N} H_{kh}(t) \neq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

で与えられる。ここで、 F は規格競争をする方式の総数である。また、 $H_{ij}(t)$ は時間 t においてエージェント i が方式 j を所有しているかどうかを表し、所有していれば $H_{ij}(t) = 1$ 、所有していなければ $H_{ij}(t) = 0$ となる。エージェント i の方式 j の局所的なシェア $L_{ij}(t)$ は、

$$L_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{\sum_{0 \leq k < N, k \neq i} (H_{kj}(t) \cdot R_{i,k})}{\sum_{0 \leq g < F} \sum_{0 \leq k < N, k \neq i} (H_{kg}(t) \cdot R_{i,k})} & \text{if } \sum_{0 \leq g < F} \sum_{0 \leq k < N, k \neq i} (H_{kg}(t) \cdot R_{i,k}) \neq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

で与えられる。さらに内部情報探索の結果、各エージェントは自分自身の各方式に対する選好を得る。エージェント i の方式 j に対する選好 P_{ij} は、0 から 1 までの実数値とする。

3.2.3 購買前代替案評価フェーズ

欲求を認識した消費者エージェントは情報探索を行った後、その情報をもとに各方式の評価を行う。本論文で用いる「局所・大域・選好線形和効用」モデルコンポーネントでは、時間 t におけるエージェント i の方式 j に対する効用を計算するために、以下のような線形の効用関数 $U_{ij}(t)$ を仮定する。

$$U_{ij}(t) = l \times L_{ij}(t) + g(t) \times G_j(t) + p \times P_{ij}$$

ここで、 l と p はシミュレーション開始時に設定される定数であり、それぞれ、局所的なシェアと選好が効用に及ぼす影響度を表している。 $g(t)$ は大域的なマーケットシェアの影響度を表すものであるが、ここでは代替的な 2 つのモデルを用意する。

本論文で主に用いる「シグモイド型大域的影響度」モデルコンポーネントでは、大域的影響度 $g(t)$ は以

現実の普及率のデータにおいて 1990 年が落ち込んでいるのは、その年からアンケートの中に「ビデオディスク」が加わったために引き起こされた混乱が原因となった統計データ上の変調であることが知られている⁷⁾。

下のような時間 t の関数として定義される。

$$g(t) = \frac{g'}{1 + \exp(-((t - 1975) - 7))}$$

このシグモイド関数は 1983 年付近から増加する曲線である。すでに述べたように 1980 年代半ばのレンタルビデオの解禁や普及版セルビデオなどの影響によって、普及の途中から大域的な互換性が重要になってきたことを表現しており、現実のビデオレンタルショップの店舗数の推移に近似するように設定されている (図 5)。ここで、 g' は $g(t)$ の最大値を表しており、 l と p と同様、シミュレーション開始時に設定される定数である。

比較分析のための代替的なモデルである「定数型大域的影響度」モデルコンポーネントでは、大域的影響度 $g(t)$ は時間とは無関係な定数であると定義し、以下のように定義する。

$$g(t) = g'$$

ここで、 g' は大域的影響度を表す定数で、シミュレーション開始時に設定するものである。

3.2.4 購買フェーズ

欲求認識した消費者エージェントは、情報探索で得た情報を用いて購買前代替案評価を行い、その評価をもとに一方の方式を購入する。本論文では方式選択について代替的な 2 つのモデルを用意する。

本論文で主に用いる「多項ロジット選択」モデルコンポーネントでは、購入時の方式選択を多項ロジットモデルに従って確率的に行うとする。すなわち、エージェント i が方式 j を選ぶ確率は

$$Prob_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{\exp(U_{ij}(t))}{\sum_{0 \leq k < F} \exp(U_{ik}(t))} & \text{if } \sum_{0 \leq k < F} \exp(U_{ik}(t)) \neq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

で与えられる^{39),44)}。この関数はマーケティング・サイエンスにおいて現実の購買選択との適合度が高いことが知られており、よく用いられているものである^{27),28),43)}。

比較分析のための代替的なモデルである「効用最大化選択」モデルコンポーネントでは、効用が最大となるように方式選択を行うとする。すなわち、エージェント i は、各方式に対する効用 $U_{ij}(t)$ を比較し、最も高い値の方式を選択する。

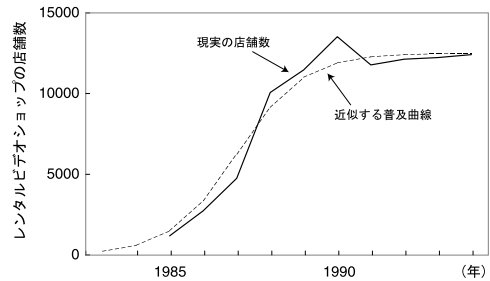


図 5 レンタルビデオ店舗数の推移とそれに近似する Rogers 普及曲線 (レンタルショップの店舗数は文献 8) より)

Fig. 5 Comparison between the number of rental video shop in Japan and the diffusion curve proposed by Rogers, E.M..

3.2.5 消費フェーズ

本論文では消費を明示的に扱わないため、消費に関するモデルコンポーネントは定義しない。

3.2.6 購買後代替案評価フェーズ

本論文では購買後代替案評価を明示的に扱わないため、購買後代替案評価に関するモデルコンポーネントは定義しない。

3.2.7 処分フェーズ

本論文では処分に関連するモデルコンポーネントとして、製品の耐久性についての代替的な 2 つのモデルを定義する。

「有限耐久性」モデルコンポーネントでは、家庭用 VTR の耐久性を D 年とし、購入から D 年たつと故障するように設定する。そのため購入から D 年経過した製品を持つ消費者エージェントは、所持製品を処分し、初回と同じプロセスによって新たな家庭用 VTR を購入する。もう一方の「無限耐久性」モデルコンポーネントでは、家庭用 VTR の耐久性は無限であり故障することがないとする。この場合消費者エージェントは故障による買い換えを行うことはない。

4. シミュレーション

4.1 設定

本論文では、以下の設定でシミュレーションを行う。まず、家庭用 VTR の事例では VHS 方式と

消費フェーズの拡張としては、セルやレンタルのビデオソフトの利用によって経験やソフトを蓄積するフェーズとすることが考えられる。

購買後代替案評価フェーズの拡張としては、消費経験により発生した所持方式に対する満足・不満足度を評価するモデルコンポーネントを用意し、買い換えや買い増し、くちコミなどの際に参照する知識を構築するフェーズとすることが考えられる。シミュレーション・プログラムは C 言語を用いて作成し、UNIX 処理系で実行した。

Beta 方式の 2 方式の規格競争となるので、方式の総数は $F = 2$ となる。また、シミュレーション期間は $t = 1975$ 年から $t = 1995$ 年までとし、時間ステップは $\Delta t = 0.5$ 年とする。家庭用 VTR の耐久消費年数は約 7 年といわれている³⁰⁾ため、有限耐久性の場合には耐久年数を $D = 7$ 年とする。

市場を構成する消費者エージェントの数は $N = 1024$ とする。ここではエージェント間関係における強度を設定せず、関係がある場合には 0、ない場合には 1 をとるとし、双方向 $R_{ij} = R_{ji}$ とする。これらはシミュレーションの開始時点で設定されてから不変とする。さらに、消費者エージェントの選好の影響度を $p = 1$ に設定し、エージェント i の方式 j に対する選好 P_{ij} は、各方式に差を設けず一様とし、シミュレーション開始時にランダムに決定する。

シミュレーションは、分析したい設定について 40 回実行し、その結果のすべてもしくは一部を用いて分析を行う。本論文においては 2 方式の間に本来的な差異を設けていないため、以下の分析では各規格競争シミュレーションにおいて最終的に大きなマーケットシェアを獲得した方を「優位方式」として分析の対象とすることにしたい。

4.2 基本的な振舞いの確認

具体的なシミュレーション分析に入る前に、一部の設定とモデルの振舞いととの関係を把握しておくことにしよう。次節においてシミュレーション結果を解説するが、紙面の都合上、モデルコンポーネントのすべての組合せについて示すことはできない。そのため、ここでは近傍範囲 r と耐久性についての基本的な特徴を理解したうえで、次節では近傍範囲を固定することにし、また耐久性についても片方だけを取りあげることにしたい。

4.2.1 近傍範囲とマーケットシェアの関係

近傍範囲 r が優位方式のマーケットシェアの拡大にどのように影響しているかを調べるために、近傍範囲 r を変化させた場合のそれぞれのシェアの推移を表すと図 6 のようになる。この図から近傍範囲が大きくな

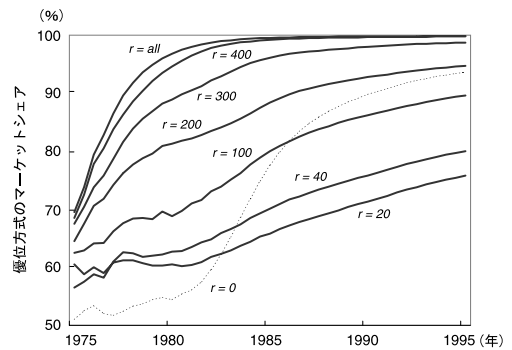


図 6 近傍範囲 r を変化させた場合のマーケットシェア推移の比較 [シグモイド型大域影響度, 多項ロジック選択, 無限耐久性, $l = 10, g' = 10$ の場合]

Fig. 6 Comparison of the market share transitions with different neighbor range parameters r .

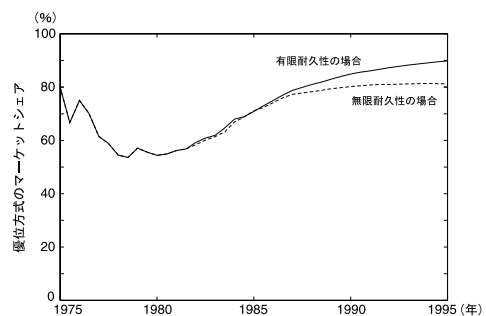


図 7 耐久性の有無によるマーケットシェアの推移の変化 [シグモイド型大域影響度, 多項ロジック選択, $r = 10, l = 0, g' = 5$ の場合]

Fig. 7 Comparison of the market share transition between with and without durability.

るほど、シェアの拡大が大きくなるのが分かる。これは、近傍範囲が大きくなると、初期の採用者の決定がより多くの追随者に影響を与えることになるため、初期のわずかな差異が大きく拡大することに起因している。

自明なことであるが、局所的シェアが大域的シェアに近づくことは最終的には全エージェントと関係を持つことになるため、すべての消費者エージェントの局所的シェアが大域的なマーケットシェアに等しくなり、局所性は消滅する。

4.2.2 耐久性の有無とマーケットシェアの関係

無限耐久性と有限耐久性ではマーケットシェアの推移にどのような差異が生じるかを調べると図 7 のようになる。有限耐久性モデルでは購入から $D = 7$ 年たったときに買い換えが発生するため、普及の後半において優位な方式がシェアを伸ばす結果となる。この傾向は優位方式のシェアが大きいほど顕著になること

参考までに本モデルのスケールを示しておく。本モデルでいう消費者エージェントは実際には個人というより世帯に近いと考えられるため、1985年の世帯数との比で表すと 1024:37980 で約 1/37 のスケールのモデルということになる。エージェント間関係に対照性があるとする仮定は、ビデオソフトをやりとりする知人であれば相手も自分を知っているであろうという経験的理由によって妥当と思われる。本論文では選好 P_{ij} をランダムに設定し、各方式に差を設けないが、各方式の特徴や性能の違いなどにより P_{ij} に偏りをつけ、その効果を調べる実験や、供給側のマーケティング活動などにより動的に変化する P_{ij} のモデルなどが可能である。

が観察される。

5. シミュレーションの結果と分析

5.1 マーケットシェアの推移と市場の状態遷移

マーケットシェアの推移を理解するために、市場状態の変化を観察し、マーケットシェアとの関係を分析してみよう。図8, 9, 10, 11は、マーケットシェアの推移と市場の状態遷移を表している。市場の状態遷移は、エージェント識別番号 $i = 0 \sim 139$ の部分のヒストリカルマップによって、時間 t の変化にともなう各エージェントの所持方式の変化を示している。各セルは、そこに位置する消費者エージェントが方式0を持っている場合に黒色、方式1を持っている場合に灰色、そして何も持っていない場合に白色になる。ここでは、シグモイド型大域影響度、多項ロジット選択、無限耐久性、近傍範囲 $r = 10$ の場合の典型的な例を示す。

個人の嗜好のみに基づいて方式選択する場合には、マーケットシェアは初期の偏りの後、約50%に落ち着く(図8)。これは、各消費者エージェントの嗜好 P_{ij} が、乱数によって初期化されていることに起因しており、大数の法則によっても納得がいく結果である。ヒストリカルマップにおいても、各消費者エージェントがランダムに方式を選択している様子が観察される。

次に、個人の嗜好のほかに、局所的なシェアも考慮に入れて方式選択する場合を見てみよう(図9)。マーケットシェアの推移を見る限りにおいては、個人の嗜好のみの場合と類似しているが、その具体的な状態遷移を調べると、大きく状況が異なっていることが分かる。図9のヒストリカルマップでは、地域ごとに採用されている方式が分離するという「地域性」の発生が観察される。これは、各消費者エージェントは大域的なマーケットシェアを知ることなく、局所的なシェアに影響を受けるため、地域ごとの先駆的革新者によってたまたま選択された方式が、周囲の初期採用者や前期採用者の選択に影響を及ぼしていることによって生じている。このように、マクロ集計量では同様に見える現象であっても、ミクロ的に見ると差異が観察されることがあり、ここにマルチエージェントモデルによってミクロ構造を明示的にモデル化する意義を見いだすことができる。

個人の嗜好と大域的なマーケットシェアに基づいて方式選択する場合は図10のようになる。マーケットシェアは、後半になってから大域的影響度 $g(t)$ のシグモイド関数の影響で優位方式がシェアを拡大する。ヒストリカルマップを見ると、小規模の地域性が発生

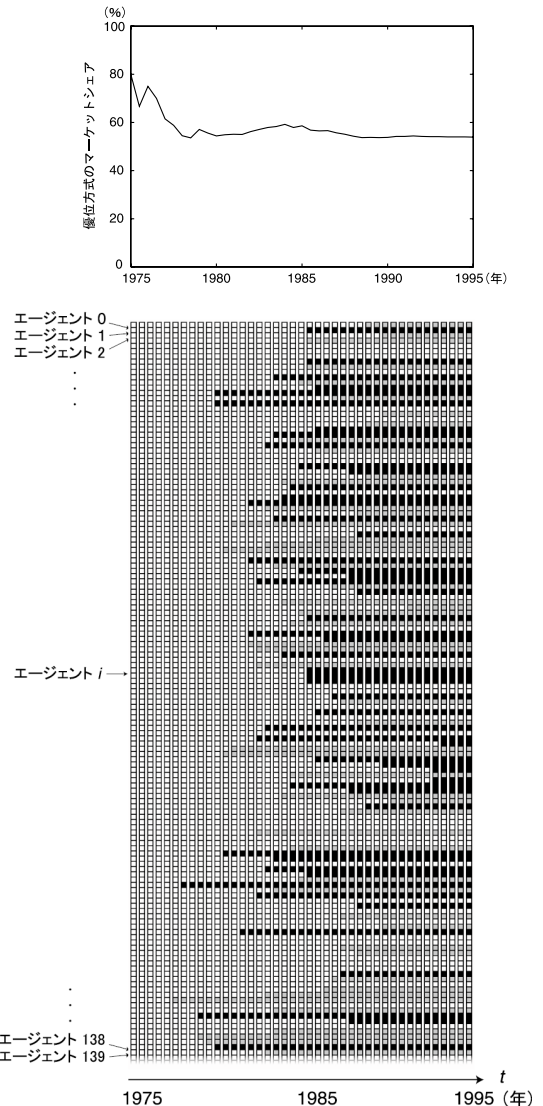


図8 個人の嗜好のみに基づいて方式選択する場合のマーケットシェアの推移と市場のヒストリカルマップ[シグモイド型大域影響度、多項ロジット選択、無限耐久性、 $r = 10, l = 0, g' = 0$ の場合]

Fig. 8 Market share transition and the historical map representation in the case which agents choose the format based only on their preference.

しているようにも見えるが、局所的影響の場合のような意味での地域性は発生していない。なぜなら設定上局所的影響が存在しないため、各消費者エージェントの選択方式と地理的要因との間に相関はないからである。採用人数が多いため、結果として同じ方式を選択した消費者エージェントが近接して位置しているにすぎないということである。

最後に、個人の嗜好、局所的なシェア、そして大域

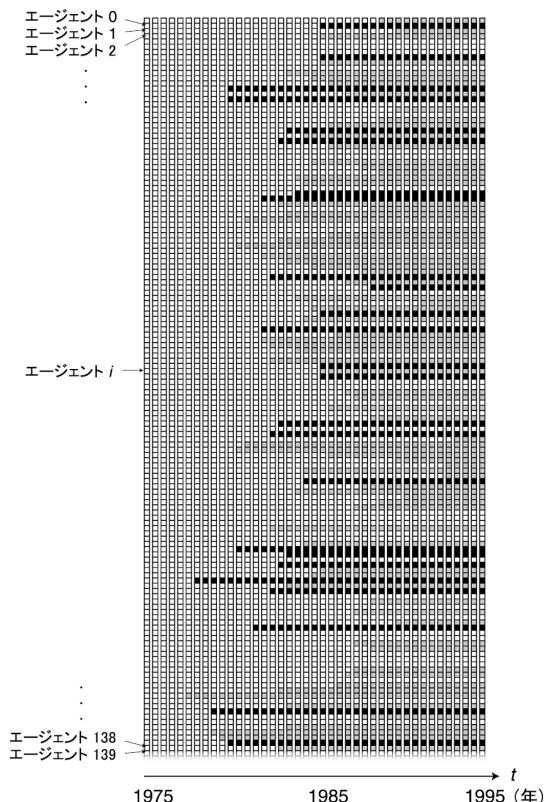
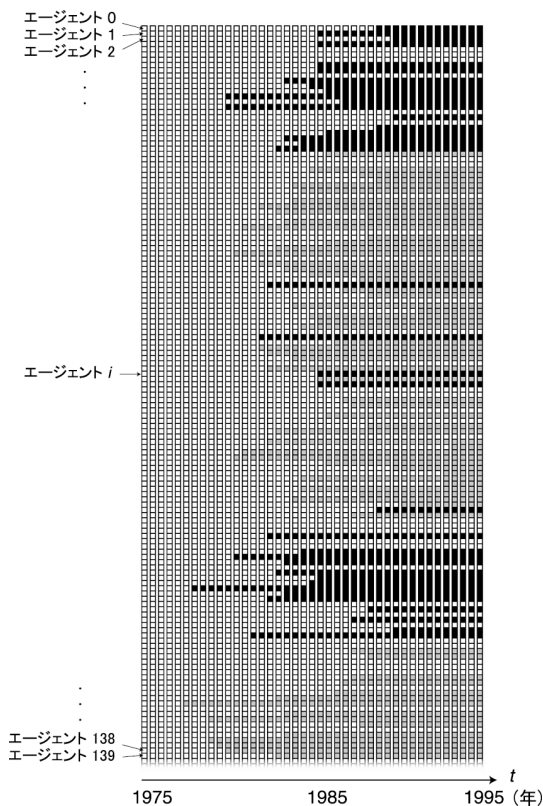
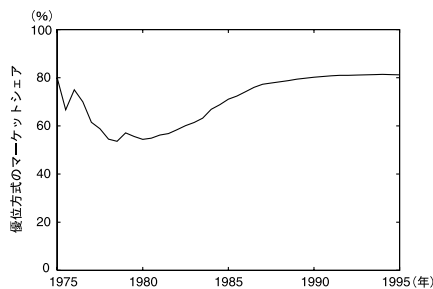
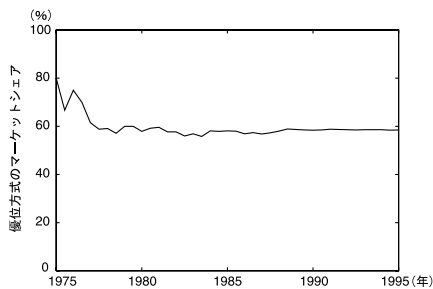


図 9 個人の嗜好および局所的なシェアに基づいて方式選択する場合のマーケットシェアの推移と市場のヒストリカルマップ [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 無限耐久性, $r = 10$, $l = 5$, $g' = 0$ の場合]

図 10 個人の嗜好および大域的なマーケットシェアに基づいて方式選択する場合のマーケットシェアの推移と市場のヒストリカルマップ [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 無限耐久性, $r = 10$, $l = 0$, $g' = 5$ の場合]

Fig. 9 Market share transition and the historical map representation in the case which agents choose the format based on their preference and local share.

Fig. 10 Market share transition and the historical map representation in the case where agents choose the format based on their preference and global market share.

的なマーケットシェアに基づいて方式選択を行う場合を見てみることにしよう(図 11). ここでも局所的影響によって引き起こされる地域性が観察される. しかも図 11 のヒストリカルマップから分かるように, 地域性のクラスタが発生しており, このことが原因で優位方式の後半におけるシェア拡大が, 大域的影響のみの場合に比べて抑制されていると考えられる.

5.2 局所的影響によるマーケットシェア抑制効果
局所的影響がある場合には, ない場合に比べて優位

方式のマーケットシェアが若干大きくなる. それと同時に, 図 9 および図 11 では, 局所的影響がある場合には地域性が生じ, そのクラスタが防御壁となり優位方式のシェアの拡大傾向が抑えられるということも示唆された. ここでは, 局所的影響によってマーケットシェアが抑制されるという仮説を詳しく調べていくことにしよう.

図 12 および図 13 は, 局所的影響度 l が 0 から 20

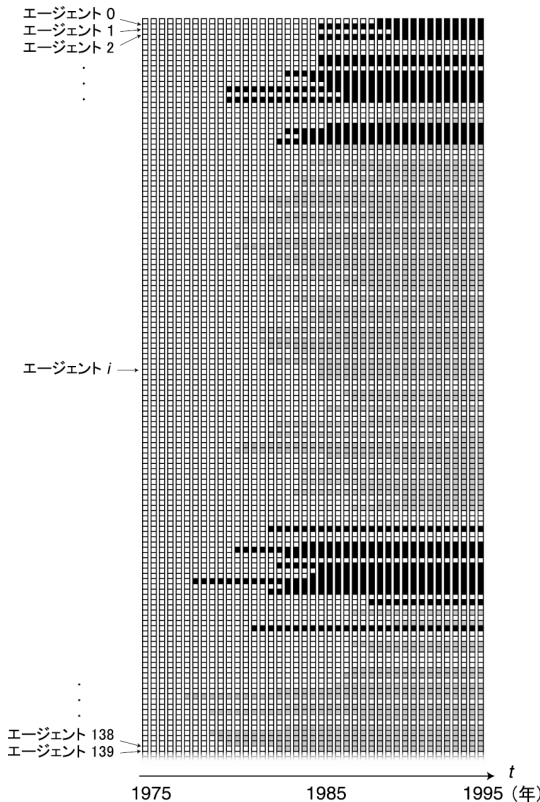
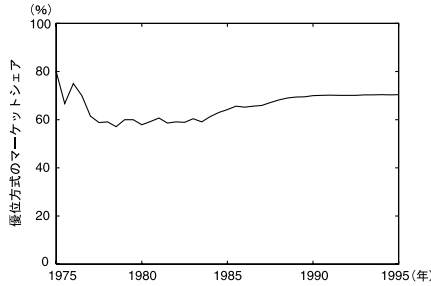


図 11 個人の嗜好，局所的なシェア，および大域的なマーケットシェアに基づいて方式選択する場合のマーケットシェアの推移と市場のヒストリカルマップ [シグモイド型大域影響度，多項ロジット選択，無限耐久性， $r = 10$ ， $l = 5$ ， $g' = 5$ の場合]

Fig. 11 Market share transition and the historical map representation in the case where agents choose the format based on their preference, local share, and global market share.

まで，大域的影響度 g' が 0 から 50 までの整数値をとる場合の $1071 (= 21 \times 51)$ の各組合せについてシミュレーションを行い，その優位方式の最終的なマーケットシェアを描いたものである．図 12 は無限耐久性の場合であり，図 13 は有限耐久性の場合である．このような「最終シェア・ランドスケープ」によって，局所的影響度と大域的影響度のパラメータ変化にともな

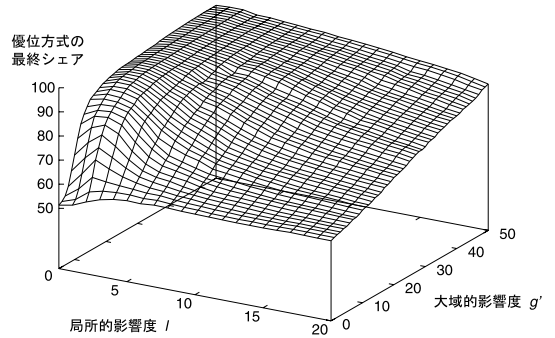


図 12 最終シェア・ランドスケープ：局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組合せにおける優位方式の最終シェア [シグモイド型大域影響度，多項ロジット選択，無限耐久性， $r = 20$ の場合]

Fig. 12 Final share landscape: the final shares of winner format at each combination of the coefficient of local influence l and global influence g' .

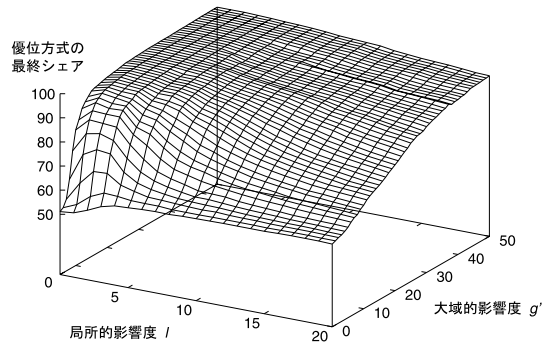


図 13 最終シェア・ランドスケープ：局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組合せにおける優位方式の最終シェア [シグモイド型大域影響度，多項ロジット選択，有限耐久性， $r = 20$ の場合]

Fig. 13 Final share landscape: the final shares of winner format at each combination of the coefficient of local influence l and global influence g' .

うシミュレーションの振舞いを容易に把握することができる。

局所の影響がない場合(図 12 と図 13 において局所的影響度 $l = 0$ の場合)には，大域的影響度 g' が大きいほど最終シェアも大きくなっているのが分かる．しかし局所の影響がある場合 ($l > 0$) には，ない場合に比べて最終シェアが大きくなることが分かる．またその抑制の度合いは局所的影響度 l が大きいほど強くはたらいっていることが分かる．

次に，大域的影響度を定義するモデルコンポーネントである「シグモイド型大域的影響度」を「定数型大域的影響度」に入れ換えた場合と比較してみよう(図 14). 定数型大域的影響度の場合にも大域的影響度 g' が大きいほど最終シェアは大きくなる．しかも

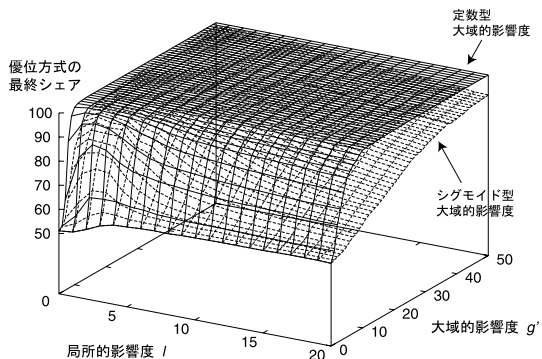


図 14 大域的影響度に関するモデルコンポーネントの違いによる優位方式の最終シェア・ランドスケープの比較 [多項ロジック選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

Fig. 14 Comparison of the final-share landscapes of winner format with different influence from the global market share.

定数型大域的影響度の場合は大域的影響が序盤から影響を及ぼすため、局所的影響による地域性が生じにくい。これに対しシグモイド型の場合には、大域的影響が効果を持ちはじめたころにはすでに地域性が発生しているため市場シェアの拡大が抑制されているということが分かる。

この分析により、家庭用 VTR のように普及の途中まで局所的影響があるような規格競争においては、局所的な影響についても考慮する必要があるということが明らかになった。

5.3 現実のデータへの適合

モデルコンポーネントやパラメータがどのような組合せの場合に、現実に近い市場シェアの推移が得られるのかを調べることにしよう。ここでは、現実に照らし合わせてより適していると思われる「シグモイド型大域的影響度」と「有限耐久性」、そしてマーケティング・サイエンスの研究成果をふまえた「多項ロジック選択」のモデルコンポーネントを用いることにする。その設定のもとで、特定化されていない局所的影響度 l と大域的影響度 g' を変化させて適合度がどうなるかを観察する。

各設定について乱数の seed を変化させて 40 回シミュレーションを実行し、その平均と 95%信頼区間を算出する。評価に際しては、1976 年から 1988 年の現実の VHS の市場シェアに関する年次データ (表 1) の 13 項目のうち、信頼区間に入っている個数をここでの適合度と定義する。

図 15 は、適合度が 13 となる初期設定における市場シェアの平均推移とその信頼区間、および現実の VHS の市場シェア推移との関係を示してい

表 1 日本における VHS 方式と Beta 方式の累積市場シェアの推移⁵⁾

Table 1 The cumulative market share transition of VHS format and Beta format in Japan⁵⁾.

年	VHS 方式	Beta 方式
1975	-	100
1976	36	64
1977	42	58
1978	52	48
1979	56	44
1980	61	39
1981	65	35
1982	68	32
1983	70	30
1984	74	26
1985	80	20
1986	84	16
1987	87	13
1988	89	11

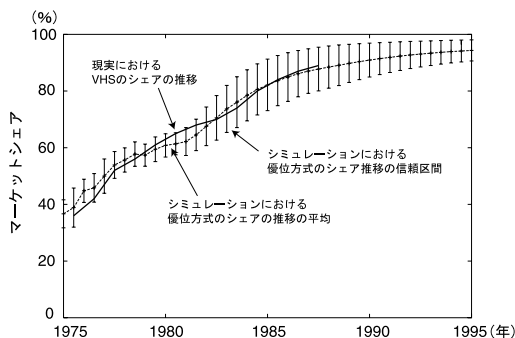


図 15 現実のデータとの適合度が高い設定における市場シェア推移例 [シグモイド型大域影響度, 多項ロジック選択, 有限耐久性, $r = 20, l = 10, g' = 49$ の場合]

Fig. 15 Example of the market share transition in the case of high fitness to real data.

る。また図 16 は、局所的影響度 l と大域的影響度 g' の組合せのそれぞれの場合の適合度を表している。このような「フィットネス・ランドスケープ」⁴⁶⁾で表現することにより、どのような値の組合せのときに現実のデータに近くなるのかということが明確になる。

5.4 マーケットシェアの逆転現象

前節でのシミュレーション結果を、その平均ではなく個別に解析すると、約 3~4 割程度の割合でマーケットシェアの逆転現象が生じていることが分かった。つまり、規格競争の序盤でマーケットシェアが他方より小さかった方式が中盤で逆転して優位方式となることが観察されるのである。局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの場合についてこの逆転現象が見られる頻度を表すと図 17 のようになる。

ここで、このような逆転現象を生み出す原因を明らかにするため、大域的影響度を定義する「シグモイド

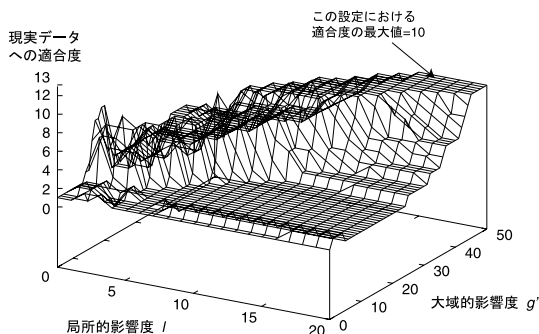


図 16 フィットネス・ランドスケープ：局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組合せにおけるシミュレーション結果の現実への適合度（シミュレーション結果の 95%信頼区間に存在する現実の推移点の数）[シグモイド型大域影響度，多項ロジット選択，有限耐久性， $r = 20$ の場合]

Fig. 16 Fitness landscape: the fitness of the simulation results to the real phenomena, for each combination of the coefficient of local influence l and global influence g' (the number of real transition points within 95% confidence interval of simulation results).

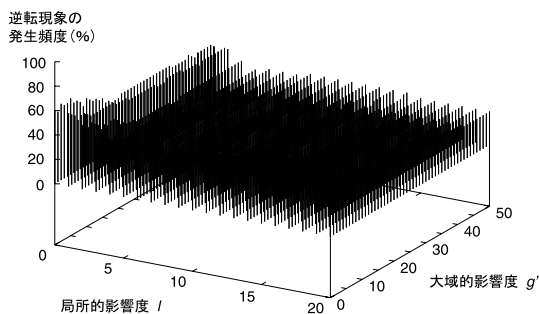


図 17 「シグモイド型大域的影響度」と「多項ロジット選択」の組合せにおける逆転現象の頻度 [シグモイド型大域影響度，多項ロジット選択，有限耐久性， $r = 20$ の場合]

Fig. 17 Frequency of come-from-behind win with “Sigmoidal Global Coefficient Model Component” and “Multinomial Logit Choice Model Component”.

型大域的影響度」と「定数型大域的影響度」，そして購買における「多項ロジット選択」と「効用最大化選択」のそれぞれの組合せの場合を比較してみよう．図 18, 19, 20 を見ると，どの組合せの場合もほとんど逆転現象が起こっていないことが分かる．つまり，マーケットシェアの逆転現象は，ある特定のモデルコンポーネントだけに起因するのではなく「シグモイド型大域的影響度」と「多項ロジット選択」の 2 つのモデルコンポーネントの組合せによって生じやすくなるということである．

この組合せから分かることは，序盤において局所的な影響だけを受けながら確率的に方式選択する場合に

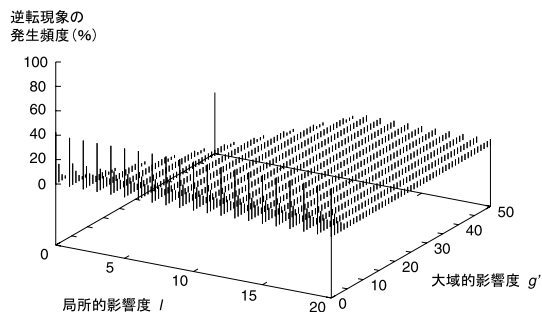
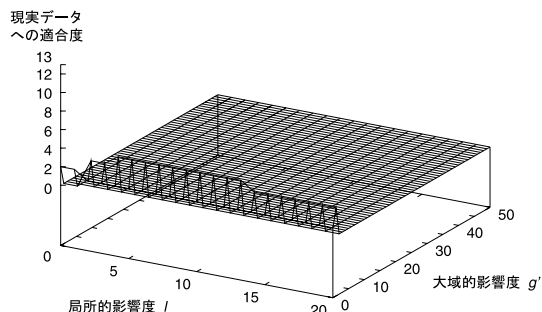


図 18 「定数型大域的影響度」と「効用最大化選択」の組合せにおけるフィットネス・ランドスケープと逆転現象の頻度 [定数型大域的影響度，効用最大化選択，有限耐久性， $r = 20$ の場合]

Fig. 18 Fitness landscape and frequency of come-from-behind win with “Constant Global Coefficient Model Component” and “Utility Maximization Choice Model Component”.

逆転現象が生じうるということである．序盤では製品を購入している消費者が非常に少ないため，そのわずかな差は欲求認識する消費者の位置や方式選択の偶然性によって簡単に覆される可能性があるのである．このような設定の場合には，Arthur¹⁾が指摘するような初期値の鋭敏性が必ずしもいえるわけではないという結果となった．また，普及の中盤以降では地域性の発生や大域的なマーケットシェアの影響などにより逆転現象は起こらないため，規格競争の結果を左右するのは，序盤の後半から中盤の始めにかけてであるということが示唆される．マーケットシェアは数ではなく割合を表しているため，測定された時期によってその実質的な意味が異なってくるということが分析の際に注意すべき点であるといえるだろう．

逆転現象が生じたシミュレーション結果のみを用いて，信頼区間および適合度を再度計算し，フィットネス・ランドスケープを描くと図 21 のようになる．すべての結果を対象とした図 16 においては，結果の平

なお，B.W. Arthur¹⁾のモデルでは決定論的な選択モデルのため逆転現象は生じ得ないということも付記しておく．

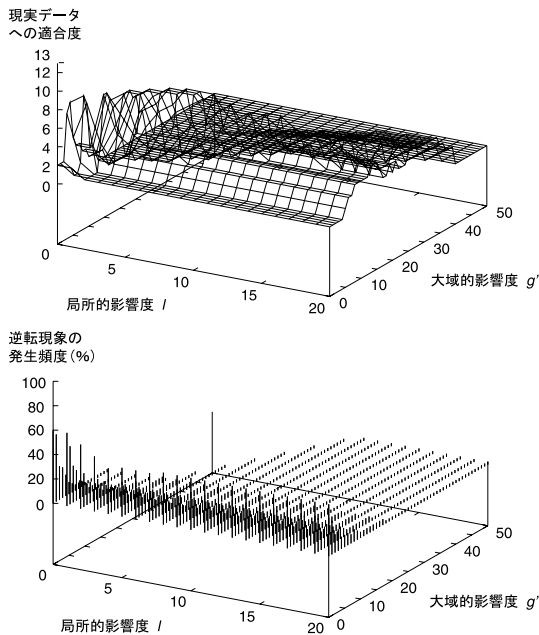


図 19 「シグモイド型大域的影響度」と「効用最大化選択」の組合せにおけるフィットネス・ランドスケープと逆転現象の頻度ランドスケープ [シグモイド型大域影響度, 効用最大化選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

Fig. 19 Fitness landscape and frequency of come-from-behind win with “Sigmoidal Global Coefficient Model Component” and “Utility Maximization Choice Model Component”.

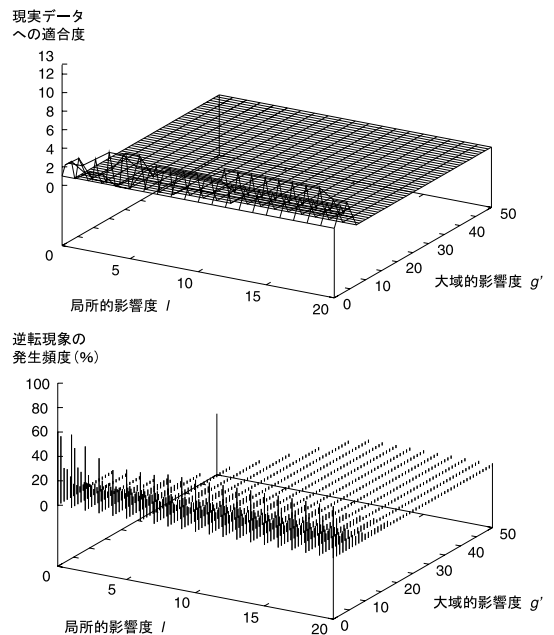


図 20 「定数型大域的影響度」と「多項ロジット選択」の組合せにおけるフィットネス・ランドスケープと逆転現象の頻度ランドスケープ [定数型大域的影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

Fig. 20 Fitness landscape and frequency of come-from-behind win with “Constant Global Coefficient Model Component” and “Multinomial Logit Choice Model Component”.

均をとる際に序盤のばらつきが打ち消されてしまうため、序盤の推移が現実のデータと乖離してしまい、適合度が最高でも 10 であった。しかし、逆転現象の生じた結果のみを扱った図 21 では、序盤の推移も近くなるため、適合度が最高値の 13 となる組合せが観察された。本シミュレーションによって、方式間に差異がない場合でも、マーケットシェアの逆転も含めて現実に近似したマーケットシェア推移を生み出すことが可能であるということが明らかになった。

6. 考 察

本論文では、商品市場の研究を進める手始めとして、特徴的な規格競争の事例を取りあげた。その中でも規格競争の事例として家庭用 VTR を取りあげた理由は、よく知られた事例であるうえ、以下の点で扱いやすい事例だからである。

- 競争が 2 方式で行われているため、消費者の認知において混乱が生じにくい²²⁾。
- どちらの方式も広告がさかに行われており、消費者は両方式の製品について十分認知している⁴⁷⁾。
- どちらの方式の製品も店頭に複数並んでおり、自

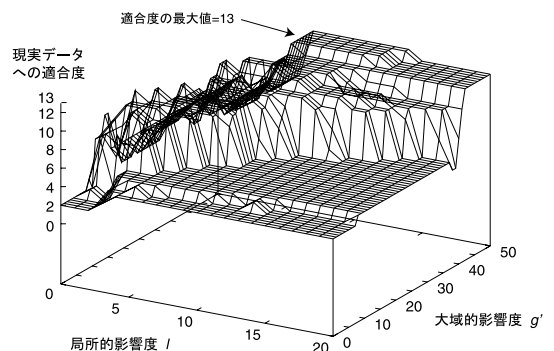


図 21 逆転シミュレーションのみのフィットネス・ランドスケープ：局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組合せにおけるシミュレーション結果の現実への適合度 (シミュレーション結果の 95% 信頼区間に存在する現実の推移点の数) [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

Fig. 21 Fitness landscape in the case only of the come-from-behind win: the fitness of the simulation results to the real phenomena, for each combination of the coefficient of local influence l and global influence g' (the number of real transition points within 95% confidence interval of simulation results).

由に選択できる状況にある⁴⁷⁾。

- 高価な耐久消費財であるため、消費者の意思決定においてバラエティー・シーキングのような例外的行動が起きにくい。
- 互換性が決定的に重要であったため方式間の価格差があまり問題にならない。
- 耐久消費財であるため、買い直しの回数が少ない。
- 普及の過程において次世代映像機器との世代間規格競争が起こらなかった。
- 代表的な耐久消費財であるため、データや文献が比較的多く存在している。

このような特徴により、一般の商品市場が本来持つ複雑性の多くを単純化することができた。そのうえで本論文では、モデルの作成において普及学やマーケティング・サイエンス、消費者行動論などの既存のモデルを用いて、モデル構築においても妥当性に注意を払った。また本論文ではモデルの評価として、逆転現象などの定性的な特徴と、現実のマーケットシェアとの定量的な比較を行った。

しかし、モデルの妥当性の検証に関しては、現実の年次データ 13 点との関係で評価したにすぎず、これだけでモデルが現実を説明しているということではできないだろう。データが比較的得やすい特徴的な事例であるにもかかわらず、妥当性を主張するのに必要なデータが圧倒的に不足しているという問題に直面した。以上のようなモデル構築の際の妥当性の組み込みと評価データの確保ということは今後のシミュレーション研究の課題として検討していく必要があるだろう。

同時に、社会シミュレーションの妥当性の検証を支えるものとして、ミクロレベルのデータやアンケートなどを多面的に用いて評価していくという方法論の構築も必要であると思われる。たとえば、本論文で取りあげた家庭用 VTR を例にとると、家電製品を購入する際の情報経路に関する調査結果⁴⁰⁾によって、マスコミュニケーションは認知段階で強く影響し、パーソナルコミュニケーションが意思決定段階に強く影響を及ぼしているということが分かっている。また、家庭用 VTR の購入時の情報経路に関する調査結果¹²⁾では、家庭用 VTR の方式選択についてもパーソナルコミュニケーションが 1 つの重要な要因であったというデータが得られている。このようなアンケート・データをどのようにモデル構築や妥当性の検証に用いるのかということは、今後十分に議論されるべき問題であると

思われる。

7. さいごに

本論文では、マルチエージェントモデルによる人工市場アプローチによって、家庭用 VTR における規格競争のモデル化と分析を行った。シミュレーションの結果、局所的影響によって地域ごとに採用される方式が分離するという「地域性」の発生が観察され、それにより優位方式のマーケットシェアの拡大が抑制されるということが分かった。また、現実のデータと照らし合わせることにより、消費者の方式選択における大域的影響度と局所的影響度のバランスを推計した。さらに、マーケットシェアの逆転現象の頻度とモデル設定とを調べることにより、序盤において局所的な影響を受けて確率的に方式選択する場合には逆転現象が生じうることが示唆された。

提案した人工市場モデルでは、マーケティング・サイエンスや消費者行動論などのモデルを用いてミクロレベルのモデル化を行ったため、従来のマクロ集計的なネットワーク外部性モデルではできなかった分析が可能であることが示された。本論文における妥当性の検証は十分とはいえないが、提案したモデルをベースとして様々な拡張が可能であり、本論文を今後の研究のための第 1 ステップとして位置づけることができると期待している。

謝辞 本研究は、文部省科学研究費補助金(特別研究員)、慶應義塾大学およびフジタ未来経営研究所(複雑系の経済・経営プロジェクト)のサポートにより遂行されたものである。これらのサポートに感謝したい。また本論文を仕上げるにあたり、研究会の参加者や査読者の方々から非常に貴重なアドバイスをいただいた。深く感謝申しあげたい。

参考文献

- 1) Arthur, B.W.: Positive Feedbacks in the Economy, *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, Arthur, B.W. (Ed.), pp.1-12, The University of Michigan Press (1994).
- 2) 浅羽 茂: 競争と協力の戦略, 有斐閣 (1995).
- 3) Axtell, R.: Why Agents? on the varied motivations for agent computing in the social sciences, Working Paper 17, Center on Social and Economic Dynamics (2000).
- 4) Chen, S.H., Yeh, C.H. and Liao, C.C.: Testing the rational expectations hypothesis with the agent-based model of stock markets, *Proc. ICAI99*, pp.381-387 (1999).
- 5) Cusumano, M.A., Mylonadis, Y. and Rosen-

低関与型の商品選択行動であり、購買時点において様々な商品やサービスを探しまわる傾向のこと²⁶⁾。

- bloom, R.S.: Strategic Maneuvering and Mass-Market Dynamics: The Triumph of VHS over Beta, *Business History Review*, Vol.66, pp.51-94 (1992).
- 6) 出口 弘: 複雑系としての経済学, 日科技連 (2000).
 - 7) 電通総研: 情報メディア白書 1994, 電通総研 (1994).
 - 8) 電通総研: 情報メディア白書 1996, 電通総研 (1996).
 - 9) Engel, J.F., Blackwell, R.D. and Miniard, P.W.: *Consumer Behavior*, 8th edition, The Dryden Press (1995).
 - 10) Epstein, J.M. and Axtell, R.: *Growing Artificial Societies: Social science from The Bottom Up*, The MIT Press (1996).
 - 11) Frank, R.H. and Cook, P.J.: *THE WINNER-TAKE-ALL SOCIETY*, Penguin Books USA Inc. (1998).
 - 12) 廣島康真: 家庭用 VTR 採用者の個人間コミュニケーションにおける一考察, 修士論文, 慶應義塾大学経営管理研究科 (1985).
 - 13) Iba, T.: Agent-Based Simulation Model for Bubbles, Crashes and Winner-Take-All Market, Master's thesis, 慶應義塾大学政策・メディア研究科 (1999).
 - 14) 井庭 崇, 中鉢欣秀, 高部陽平, 田中潤一郎, 上橋賢一, 津屋隆之介, 北野里美, 廣兼賢治: Boxed Economy の実現に向けて: エージェントベース経済シミュレーションのための基礎モデル, 電子情報通信学会「人工知能と知識処理」, 情報処理学会「知能と複雑系」合同研究会 (2001).
 - 15) Iba, T., Hirokane, M., Kawakami, H., Y., T. and Takenaka, H.: Exploratory Model Building: Toward Agent-Based Economics, 第 4 回進化経済学会論集 (2000).
 - 16) Iba, T., Mizoe, H., Takenaka, H. and Takefuji, Y.: Agent-Based Social Simulation as Novel Method for Economics, *Proc. World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, Vol.3, pp.58-65 (1999).
 - 17) Iba, T., Takabe, Y., Chubachi, Y. and Takefuji, Y.: Boxed Economy Simulation Platform and Foundation Model, *Workshop of Emergent Complexity of Artificial Markets, 4th International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications* (2001).
 - 18) Iba, T., Takabe, Y., Chubachi, Y., Tanaka, J., Kamihashi, K., Tsuya, R., Kitano, S., Hirokane, M. and Matsuzawa, Y.: Boxed Economy Foundation Model: Toward Simulation Platform for Agent-Based Economic Simulations, *JSAI 2001 International Workshop on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems* (2001).
 - 19) 井庭 崇, 竹中平蔵: マルチエージェントモデルによるバーチャルマーケットと消費者行動, 第 2 回進化経済学会論集, pp.155-163 (1997).
 - 20) 井庭 崇, 竹中平蔵, 武藤佳恭: バーチャル・マーケットにおける家庭用 VTR の規格普及実験, 第 6 回マルチ・エージェントと協調計算ワークショップ (1997).
 - 21) 石川泰志, 寺野隆雄: 分類システムによるエージェントの共進化とマーケティングシミュレーション, 情報処理学会研究報告, 2000-ICS-119 (2000).
 - 22) 伊丹敬之, 伊丹研究室: 日本の VTR 産業: なぜ世界を制覇できたのか, NTT 出版 (1989).
 - 23) Izumi, K. and Ueda, K.: Analysis of dealers' processing financial news based on an artificial market approach, *Journal of Computational Intelligence in Finance*, Vol.7, pp.23-33 (1999).
 - 24) 和泉 潔, 植田一博: 人工市場入門, 情報処理学会研究報告, 2000-ICS-119, Vol.2000, No.3, pp.1-8 (2000).
 - 25) Janssen, M. and Jager, W.: An integrated approach to simulating behavioural processes: A case study of the lock-in of consumption patterns, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.2, No.2 (1999).
 - 26) Kahn, B.: Consumer variety-seeking among goods and services, *Journal of Retailing and Consumer Sciences*, Vol.2, No.3, pp.139-148 (1995).
 - 27) 片平秀貴: マーケティング・サイエンス, 東京大学出版会 (1994).
 - 28) 片平秀貴, 杉田善弘: マーケティング・サイエンスの最近の動向: 米国を中心として, *オペレーションズ・リサーチ*, pp.178-188 (1994).
 - 29) Katz, M.L. and Shapiro, C.: Network Externalities, Competition and Compatibility, *American Economic Review*, Vol.75, pp.424-440 (1985).
 - 30) 経済企画庁: 消費動向調査, 経済企画庁 (1982-1996).
 - 31) Klopfenstein, B.C.: The Diffusion of the VCR in the United States, *The VCR Age*, SAGE Publications (1989).
 - 32) Lux, T.: The socio-economic dynamics of speculative markets: Interacting agents, chaos, and the fat tails of return distributions, *Journal of Economic Behavior & organization*, Vol.33, pp.143-165 (1998).
 - 33) Merelo, J.J., Prieto, A., Rivas, V. and Valderrabano, J.L.: An agent based model for the study of publicity/consumer dynamics, *ECAL97* (1997).
 - 34) Mizuta, H., Steiglitz, K. and Lirov., E.: Ef-

- ffects of Price Signal Choices on Market Stability, *WEHIA '99* (1999).
- 35) 小田宗兵衛：複雑系としての経済，計測と制御，Vol.35, No.7, pp.536-539 (1996).
- 36) Oda, S., Kiura, K. and Ueda, K.: Application of Cellular Automata to Network Externalities in Consumer's Theory: A Generalisation of Life Game, *Artificial Life 5*, Langton, C.G. and Shimohara, K. (Eds.), pp.472-480 (1997).
- 37) Palmer, G.R., Arthur, B.W., Holland, J.H., LeBaron, B. and Tayler, P.: Artificial economic life: a simple model of a stockmarket, *Physica D*, Vol.75 (1994).
- 38) Parunak, H.D., Savit, R. and Riolo, R.L.: Agent-Based Modeling vs. Equation-Based Modeling: A Case Study and Users' Guide, *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*, Sichman, J.S., Conte, R. and Gilbert, N. (Eds.) (1998).
- 39) Luce, R.D. and Suppes, P.: Utility and Subjective Probability, *Handbook of Mathematical Psychology*, Luce, R.D., Bush, R.R. and Galanter, E. (Eds.), J. Wiley and Sons (1965).
- 40) Robertson, T.S.: *Innovative Behavior and Communication*, Holt, Rinehart and Winston, Inc. (1971).
- 41) Rogers, E.M.: *Diffusion of Innovation*, 3rd edition, The Free Press (1982).
- 42) Rohlfs, J.: A theory of interdependent demand for a communications service, *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol.5, pp.16-37 (1985).
- 43) 清水 聡：新しい消費者行動，千倉書房 (1999).
- 44) Thiel, H.: A Multinomial Extension of the Linear Logit Model, *International Economic Review*, Vol.10, pp.251-259 (1969).
- 45) Wolfram, S.: *Cellular Automata and Complexity: Collected Papers*, Addison-Wesley (1994).
- 46) Wright, S.: Evolution in Mendelian populations, *Genetics*, Vol.16, pp.97-159 (1931).
- 47) 山田英夫：競争優位の [規格] 戦略，ダイヤモンド社 (1993).
- 48) 山田英夫：デファクト・スタンダード，日本経済新聞社 (1997).
- 49) Yasutomi, A.: The emergence and collapse of money, *Physica D*, Vol.82 (1995).
- 50) 吉井博明：情報のエコロジー：情報社会のダイナミズム，北樹出版 (2000).

(平成 13 年 2 月 15 日受付)

(平成 13 年 4 月 9 日再受付)

(平成 13 年 6 月 15 日採録)



井庭 崇 (学生会員)

1974 年生。1997 年慶應義塾大学環境情報学部卒業。1999 年同大学政策・メディア研究科修士課程修了。現在、同大学政策・メディア研究科後期博士課程在学中。日本学術振興会特別研究員。フジタ未来経営研究所リサーチアソシエイト。Boxed Economy Project 代表。マルチエージェントモデルによる社会シミュレーションの研究に従事。著書に『複雑系入門』(共著，1998 年度慶應義塾大学塾長賞受賞)、『応用事例ハンドブックニューラルコンピューティング』(分担執筆)等。人工知能学会，日本ソフトウェア科学会，進化経済学会，政策分析ネットワーク各会員。



竹中 平蔵

1951 年生。一橋大学経済学部卒業。1973 年日本開発銀行入行，大蔵省財政金融研究所主任研究官，大阪大学経済学部助教授，ハーバード大学客員准教授を経て 1990 年慶應義塾大学総合政策学部助教授，1996 年より同学部教授。2001 年より内閣府経済財政政策担当大臣。経済学博士。著書に『研究開発と設備投資の経済学』(サントリー学芸賞受賞)、『対外不均衡のマクロ分析』(共著，エコノミスト賞受賞)、『日米摩擦の経済学』、『日本経済の国際化と企業投資』、『経済ってそういうことだったのか会議』(共著)等多数。専攻は経済政策。理論経済学会，財政学会，アメリカ経済学会各会員。政策分析ネットワーク前代表。

**武藤 佳恭**

1955 年生 . 1978 年慶應義塾大学
工学部卒業 . 1983 年同大学工学研
究科工学博士 . 南フロリダ大学客員
助教授 , サウスカロライナ大学助教
授 , ケースウェスタンリザーブ大学

準教授を経て , 現在慶應義塾大学環境情報学部教授 .
工学博士 . 専攻は , ニューラルコンピューティング ,
電子おもちゃ , インターネット , セキュリティ . 著書
に 『だれでもわかるデジタル回路』(共著) , 『ニュー
ラルコンピューティング』 , 『応用事例ハンドブック
ニューラルコンピューティング』(編著) , “Neural Ne-
tetwork Parallel Computing” , “Neural Networks in
Design and Manufacturing” (共著) , “Neural Com-
puting for Optimization and Combinatorics” (共著)
等多数 .
