

第8章 提案システムによる事例研究

本章では、独自の適用事例として、規格競争のモデルを取り上げたい。具体的には、規格競争の典型といわれる家庭用 VCR 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。このモデルでは、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。

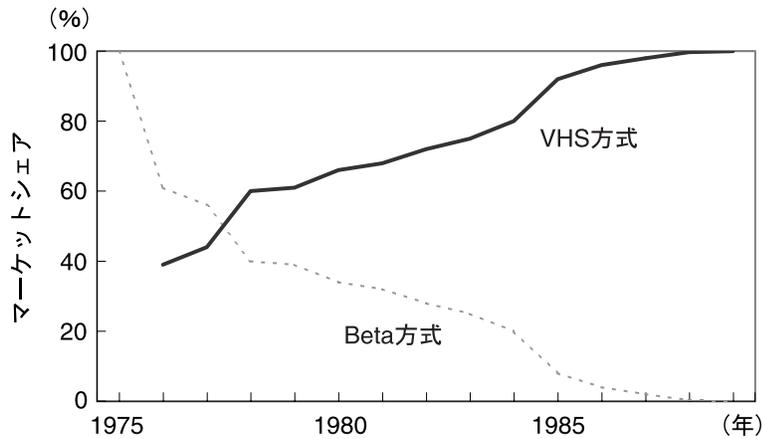
8.1 家庭用 VCR における規格競争

8.1.1 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、規格競争では一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(一人勝ち現象)」(Frank and Cook, 1998)が起りやすい。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」(Katz and Shapiro, 1985)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ふ外部性のことである(Katz and Shapiro, 1985)。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」についても当てはまる。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 VCR 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う点に特徴がある。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、一人勝ち現象を生み出すのである(Arthur, 1994)。



(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(Cusumano et al., 1992)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.(Cusumano et al., 1992))

図 8.1: 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

8.1.2 取り上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カセットレコーダー(VCR: Video Cassette Recorder⁽⁷⁰⁾)の規格競争を取り上げる。家庭用VCRは、1975年にBeta方式、1976年にVHS方式という異なる二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言われていたにもかかわらず⁽⁷¹⁾、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8.1)。

家庭用VCRは一般に「タイムシフト利用」と「ビデオソフト利用」という二つの目的で用いられる(吉井, 2000)。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」(山田, 1993)が高く、VHS方式とBeta方式のどちらでも構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 VCR 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 VCR のシェアに関心を持たざるをえなくなる (Katz and Shapiro, 1985)。

日本における家庭用 VCR 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 年半ばに主に二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。第一の要因は、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なかに定着した。第二の要因は、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、後にみるように 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 VCR 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⁽⁷²⁾。

このような特徴をもつ規格競争は、「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ており (伊丹および伊丹研究室, 1989; 山田, 1993; 浅羽, 1995; 山田, 1997)、複雑系経済学においても頻繁に取り上げられている (Arthur, 1994)。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 VCR 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によって、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。

8.2 概念モデル

8.2.1 全体像

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いる⁽⁷³⁾。消費者エージェントは、大域的状况を知るための情報源をもち、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⁽⁷⁴⁾。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もっている。消費者エージェント i と消費者エージェント j が関係をもつとき、その関係性の強さにより、エージェント間関係は $0 < R_{ij} < 1$ 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一行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繋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 の範囲は定義通り $0 \leq j < N$ 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 $(r \times 2)$ 人と関係をも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。このような表示の仕方ここでは、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。

8.2.2 エージェント

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、代表的なモデルの一つである Engel-Blackwell-Miniard(EBM) モデル (Engel et al., 1995) を基本的な枠組みとしてとりあげたい。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みなし、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、処分の七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定義していくことにする。

欲求認識フェーズ

欲求認識は、イノベーションの普及家庭に基づいて行われる。このモデル化では、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

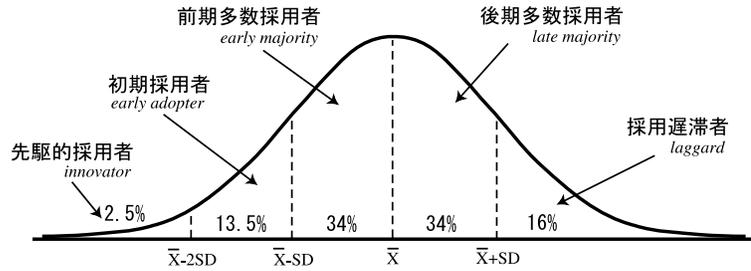
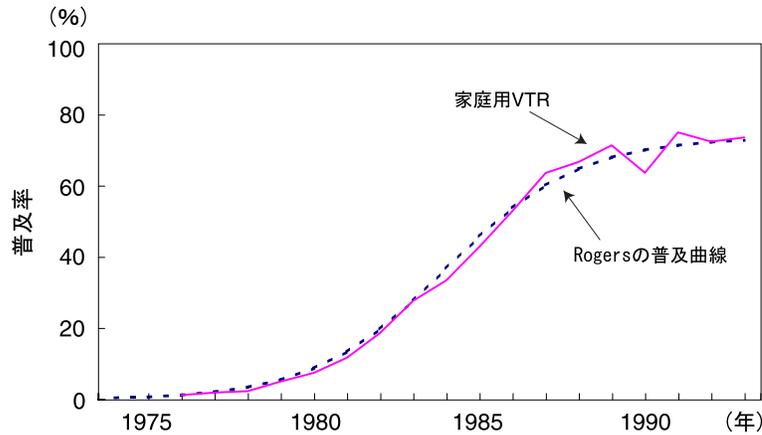


図 8.2: Rogers によるイノベーションの採用時期の採用者分布 (Rogers, 1982)



(家庭用 VCR の普及率は、経済企画庁 (1982-1996) より作成)

図 8.3: 日本における家庭用 VCR の普及と Rogers の普及曲線の比較

VCR 製品に対する欲求を認識する⁽⁷⁵⁾。イノベーションの普及過程は、Rogers (1982) 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 8.2)、これを累積で表すとシグモイド関数となる。

Rogers の普及曲線を家庭用 VCR 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わかる (図 8.3)⁽⁷⁶⁾。

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

ここで t は年を表している。

ここでのモデルでは、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

エージェントをランダムに選出し、欲求を認識させる。

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の探索を意味し、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。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、

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

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、

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

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。

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。ここでは、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およ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、ここでは代替的な二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」のモデルでは、大域的影響度 $g(t)$ は以下のような時間 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。既に述べたように 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 8.4)。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。

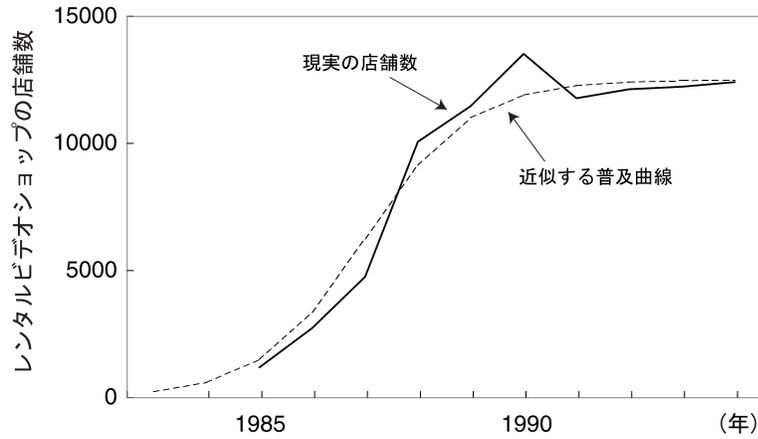
$$g(t) = g'$$

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。

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二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



(レンタルショップの店舗数は電通総研 (1996) より)

図 8.4: 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

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

で与えられる (Luce and Suppes, 1965; Thiel, 1969)。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 (片平, 1994; 片平および杉田, 1994; 清水, 1999)。

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、もっとも高い値の方式を選択する。

消費フェーズ

ここでは消費を明示的に扱わないため、消費に関するモデルは定義しない⁽⁷⁷⁾。

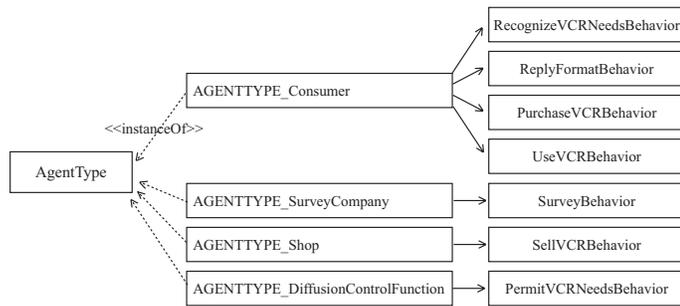


図 8.5: 規格競争モデルにおける AgentType と Behavior



図 8.6: 規格競争モデルにおける GoodsType

購買後代替案評価フェーズ

ここ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は定義しない⁽⁷⁸⁾。

処分フェーズ

本論文では処分に関連するモデルとして、製品の耐久性についての代替的な二つのモデルを定義する。「有限耐久性」モデルでは、家庭用 VCR 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 年経過した製品をも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 VCR を購入する。もう一方の「無限耐久性」モデルでは、家庭用 VCR 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。

8.3 シミュレーションモデル

Behavior の状態遷移は、図 8.9 から図 8.15 のようになる。シミュレーションの流れは、以下ようになる。まず、Priority が高く設定されている SurveyCompany エージェントが、TimeEvent を受信する (図 8.9)。この TimeEvent を受けて、SurveyBehavior では、調査対象者に対して使用規格を尋ねる。これを受けて、Consumer エージェントは、ReplyFormatBehavior で自分の持っている規格を返答する (図 8.10)。SurveyCompany

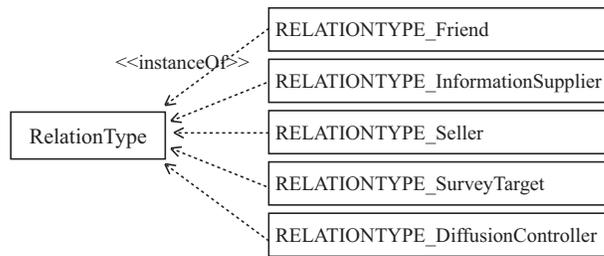


図 8.7: 規格競争モデルにおける RelationType

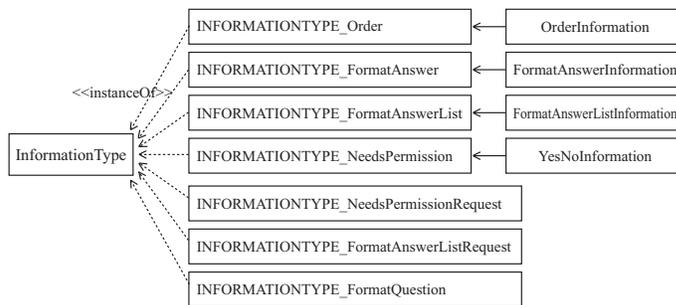


図 8.8: 規格競争モデルにおける InformationType

エージェントは、すべての返答を受け取った後、各規格の市場シェアを計算する (図 8.9)。

次に、Consumer エージェントが TimeEvent を受信する。どの順番で Consumer エージェントが TimeEvent を受信するのは、ランダムになっている。最初の段階では、Consumer エージェントは、RecognizeVCRNeedsBehavior と ReplyFormatBehavior のみをもっている。RecognizeVCRNeedsBehavior で TimeEvent を受けると、DiffusionControlFunction エージェントに欲求許可を依頼する (図 8.11)。DiffusionControlFunction エージェントは、分析レベルでは登場しなかった設計レベルのエージェントで、VCR の普及率を制御するための機能エージェントである⁽⁷⁹⁾。Consumer エージェント依頼を受けて、DiffusionControlFunction エージェントは、PermitVCRNeedsBehavior で、その可否を返答する (図 8.12)。Consumer エージェントの RecognizeVCRNeedsBehavior は、許可されなかった場合には最初の待ち状態に戻り、許可された場合には PurchaseVCRBehavior を生成し、RecognizeVCRNeedsBehavior 自らはその役割を終え、消滅する (図 8.11)。

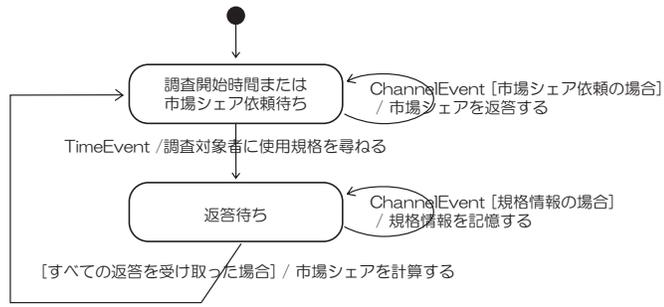


図 8.9: SurveyCompany エージェントの SurveyBehavior



図 8.10: Consumer エージェントの ReplyFormatBehavior

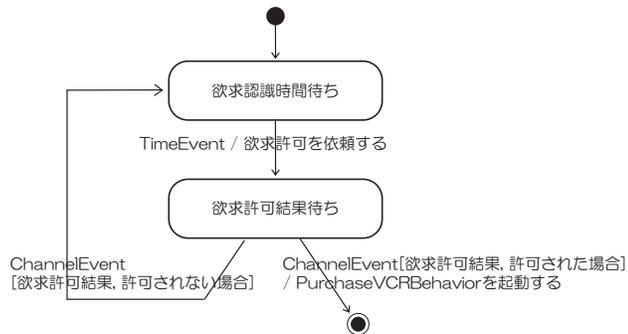


図 8.11: Consumer エージェントの RecognizeVCRNeedsBehavior

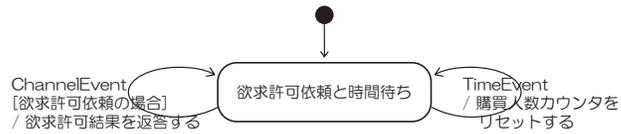


図 8.12: DiffusionControlFunction エージェントの PermitVCRNeedsBehavior

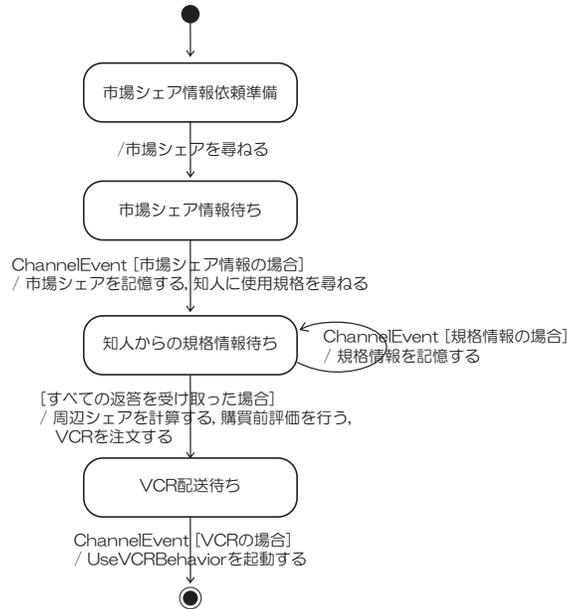


図 8.13: Consumer エージェントの PurchaseVCRBehavior

PurchaseVCRBehavior が起動すると、早速自動遷移が実行され、SurveyCompany エージェントに市場シェア情報を依頼する (図 8.13)。SurveyCompany は、SurveyBehavior で先ほど調べた市場シェアを返答する (図 8.9)。それを受けた Consumer エージェントは、今度は知人全員に使用規格を尋ね (図 8.13)、知人 (これも Consumer エージェント) が ReplyFormatBehavior で返答する (図 8.10)。これらの情報をもとに、Consumer エージェントはどの規格を買うかを決定し、Shop エージェントに注文を出す (図 8.13)。Shop エージェントは、SellVCRBehavior で注文をストックしていく (図 8.14)。

そして、すべての Consumer エージェントが TimeEvent を受け取って行動した後、Priority が最も低いに Shop エージェントに TimeEvent が送信される。Shop エージェントは、ストックしていた注文の送信者全員に、VCR を配送していく (図 8.14)。VCR を受け取った Consumer エージェントは、UseVCRBehavior を生成し、PurchaseVCRBehavior 自らはその役割を終え、消滅する (図 8.13)。

Consumer エージェントは、次回から TimeEvent を受けるたびに、UseVCRBehavior



図 8.14: Shop エージェントの SellVCRBehavior



図 8.15: Consumer エージェントの UseVCRBehavior

によってVCRを使用(耐久残存年数が減少)していく(図8.15)。耐久残存年数が0になった場合には、その次のTimeEventを受信したときに、PurchaseVCRBehaviorを生成し、UseVCRBehaviorが消滅する。ConsumerエージェントはPurchaseVCRBehaviorで、初回の購入と同じプロセスでVCRを再購入する(図8.13)。

このモデル記述における特徴は、エージェントが必要に応じて、行動を追加したり削除したりしている点である(図8.16)。このような行動の追加・削除の意義は、モデルの意味的側面と、シミュレーションの技術的側面がある。まず、モデルの意味的側面とは、エージェントは欲求を認識した時点で初めてその商品の購入を行うため、その時点で行動が生成される方が、より自然なモデルであるということである。また、技術的側面というのは、すべてのエージェントが可能性のあるすべての行動をあらかじめ持っているということは、メモリ使用が非効率となる可能性があるということである。ただし、このことは、その度ごとに行動オブジェクトを生成する負荷とのトレードオフになる。このモデルでは、市場にいる1024エージェントのうち、ある時間ステップにおいて商品購買行動を行うのはほんの一部のエージェントであること、そして、その商品購買行動は1回(無限耐久性の場合)~数回(有限耐久性の場合)にすぎないということから、必要に応じて行動オブジェクトを生成するという方法を採用している。

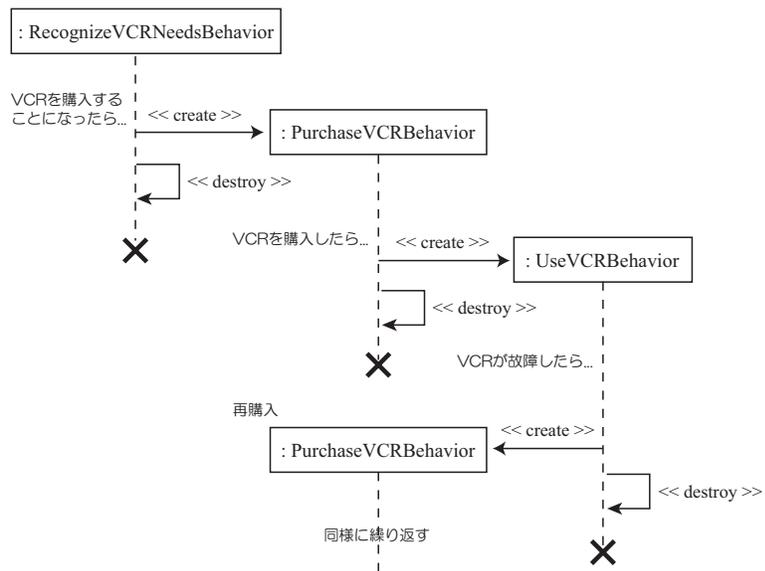


図 8.16: 規格競争モデルにおける Behavior の動的な生成と消滅

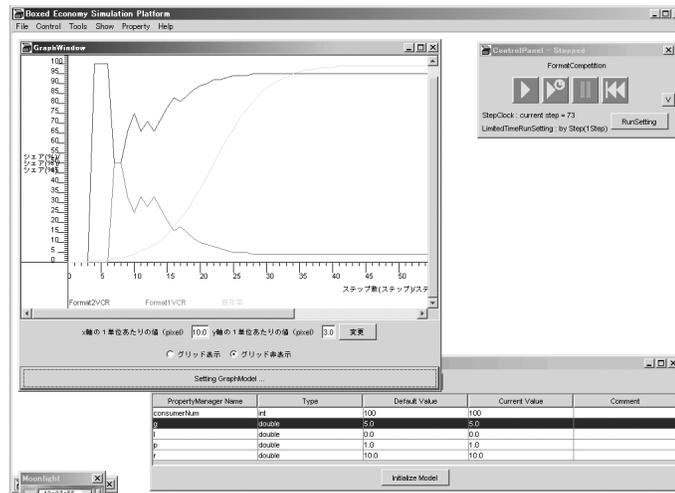


図 8.17: BESP 上での規格競争モデルのシミュレーション実行画面

8.4 シミュレーション結果

8.4.1 設定

ここでは、以下の設定で行ったシミュレーションの結果を紹介する⁽⁸⁰⁾。まず、家庭用 VCR の事例では VHS 方式と Beta 方式の二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 VCR の耐久消費年数は約 7 年といわれているため (経済企画庁, 1982 - 1996)、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⁽⁸¹⁾。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⁽⁸²⁾。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⁽⁸³⁾。

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。本論文においては二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。

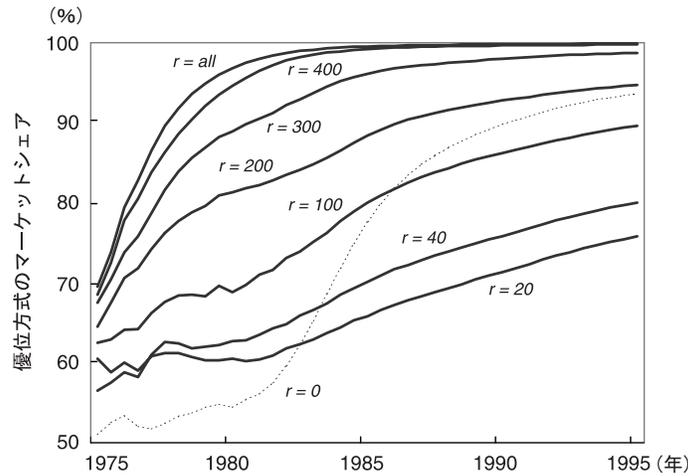


図 8.18: 近傍範囲 r を変化させた場合のマーケットシェア推移の比較 [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 無限耐久性, $l = 10$, $g' = 10$ の場合]

8.4.2 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の関係を把握しておくことにしよう。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上で、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上げることにしたい。

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 8.18 のようになる。この図から近傍範囲が大きくなるほど、シェアの拡大が大きくなるのがわかる。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もつことになるため、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。

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 8.19 のようになる。有限耐久性モデルでは購入から $D = 7$ 年経つたと

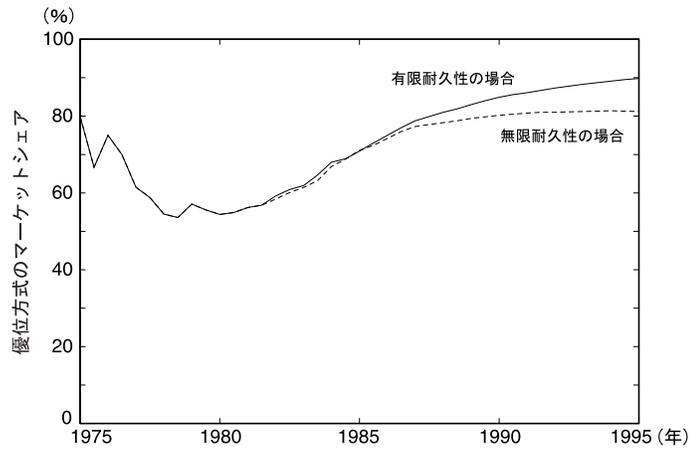


図 8.19: 耐久性の有無によるマーケットシェアの推移の変化 [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, $r = 10$, $l = 0$, $g' = 5$ の場合]

き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が観察される。

8.4.3 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 8.20 から図 8.23 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 の変化に伴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 をもっている場合に黒色、方式 1 をも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。

個人の選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 8.20)。これは、各消費者エージェントの選好 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、個人の選好のほかに、局所的なシェアも考慮に入れて方式選択する場合を見よう (図 8.21)。マーケットシェアの推移を見る限りにおいては、個人の選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わかる。図 8.21 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、ミクロ的にみ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。

個人の選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 8.22 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みると、小規模の地域性が発生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に、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、個人の選好、局所的なシェア、そして大域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 8.23)。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 8.23 のヒストリカルマップからわかるように、地域性のクラスターが発生しており、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。

8.4.4 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 8.21 および図 8.23 では、局所的影響がある場合には地域性が生じ、そのクラスター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 8.24 および図 8.25 は、局所的影響度 l が 0 から 20 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 × 51) の各組み合わ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 8.24 は無限耐久性の場合であり、図 8.25 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。

局所的影響がない場合 (図 8.24 と図 8.25 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わかる。しかし局所的影響がある場合 ($l > 0$) には、ない場合に比べて最終シェアが大きくなること

がわかる。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わかる。

次に、大域的影響度を定義する「シグモイド型大域的影響度」モデルを「定数型大域的影響度」モデルに入れ換えた場合と比較してみよう(図 8.26)。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もちはじめたころにはすでに地域性が発生しているのでマーケットシェアの拡大が抑制されているということがわかる。この分析により、家庭用 VCR 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。

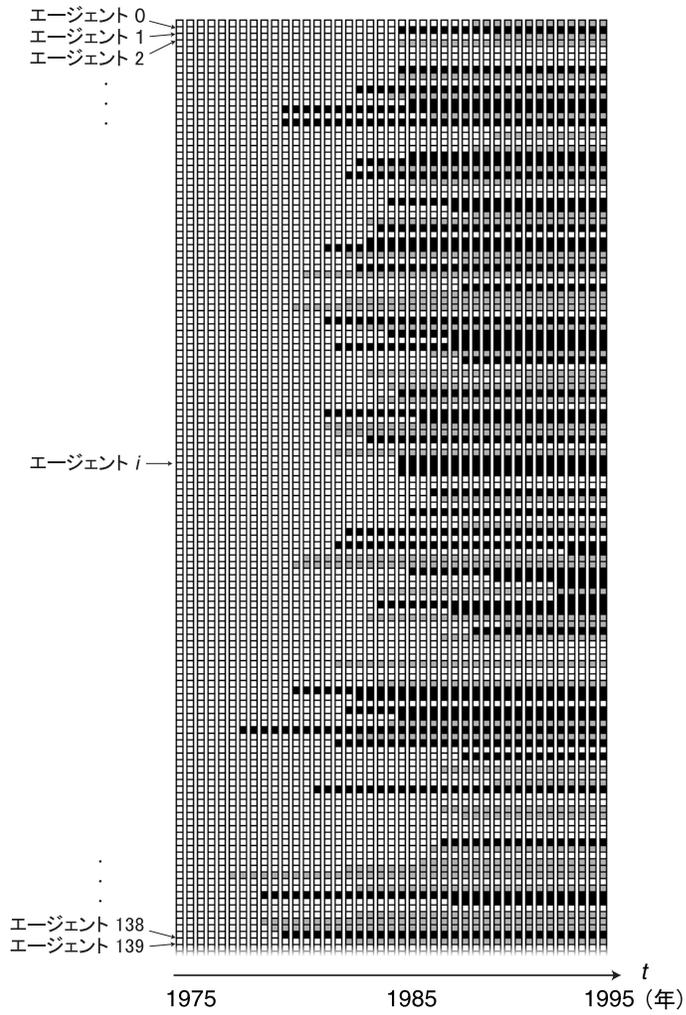
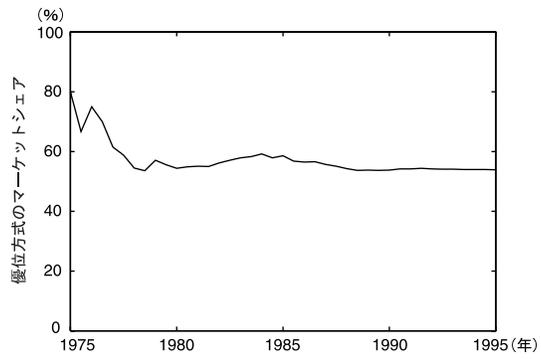


図 8.20: 個人の選好のみに基づいて方式選択する場合のマーケットシェアの推移と市場のヒストリカルマップ [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 無限耐久性, $r = 10, l = 0, g' = 0$ の場合]

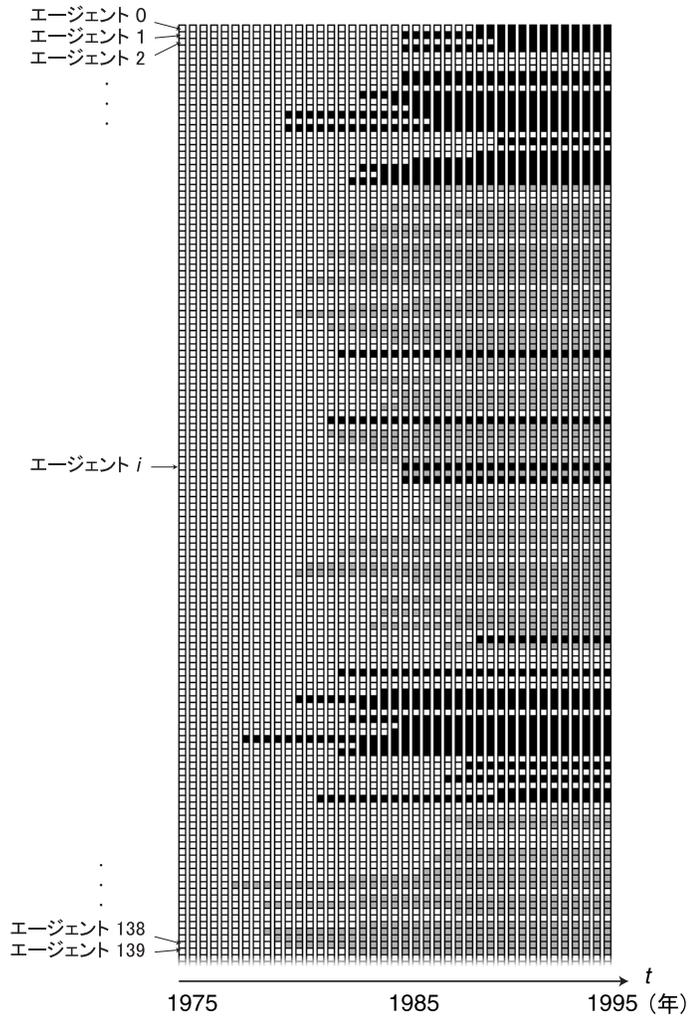
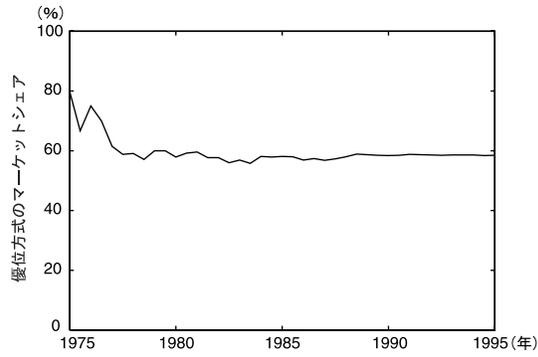


図 8.21: 個人の選好および局所的なシェアに基づいて方式選択する場合のマーケットシェアの推移と市場のヒストリカルマップ [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 無限耐久性, $r = 10$, $l = 5$, $g' = 0$ の場合]

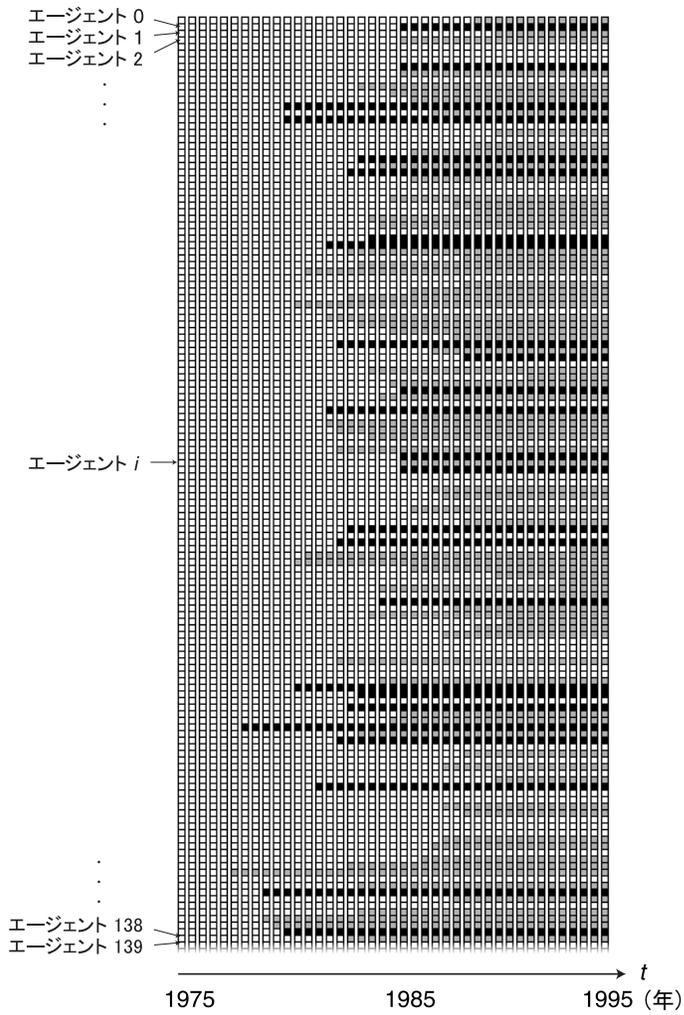
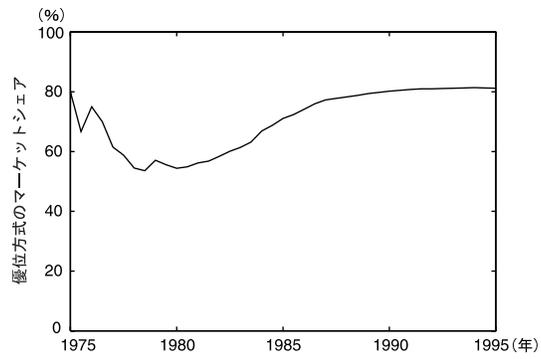


図 8.22: 個人の選好および大域的なマーケットシェアに基づいて方式選択する場合のマーケットシェアの推移と市場のヒストリカルマップ [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 無限耐久性, $r = 10$, $l = 0$, $g' = 5$ の場合]

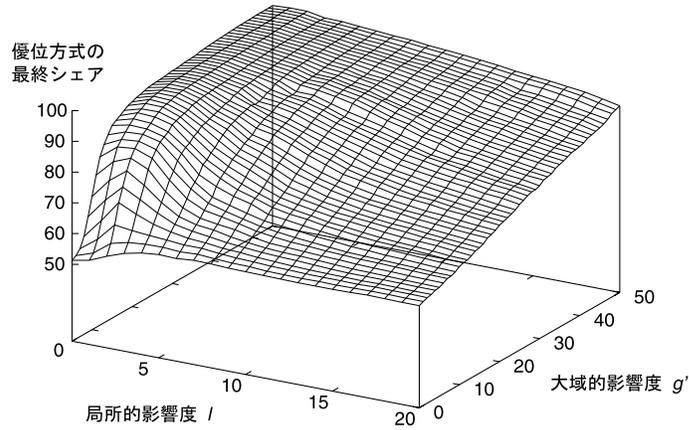


図 8.24: 最終シェア・ランドスケープ : 局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組み合わせにおける優位方式の最終シェア [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 無限耐久性, $r = 20$ の場合]

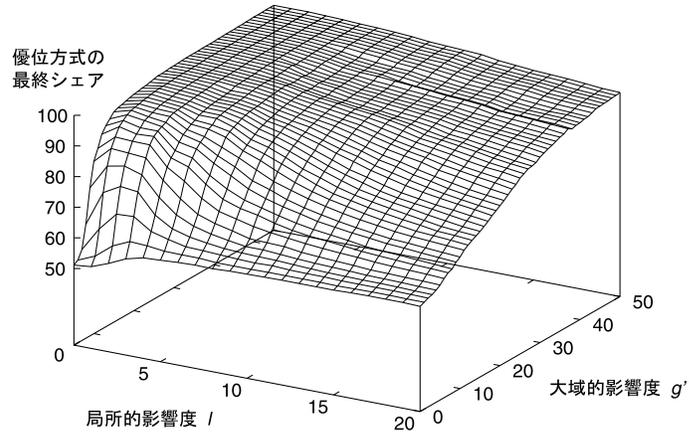


図 8.25: 最終シェア・ランドスケープ : 局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組み合わせにおける優位方式の最終シェア [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

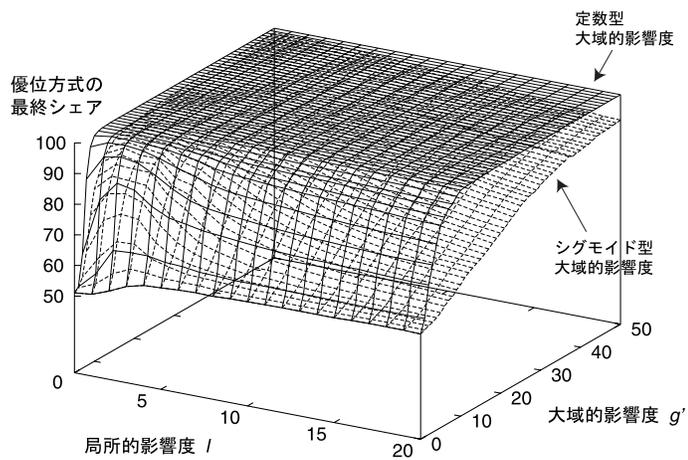


図 8.26: 大域的影響度に関するモデルの違いによる優位方式の最終シェア・ランドスケープの比較 [多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

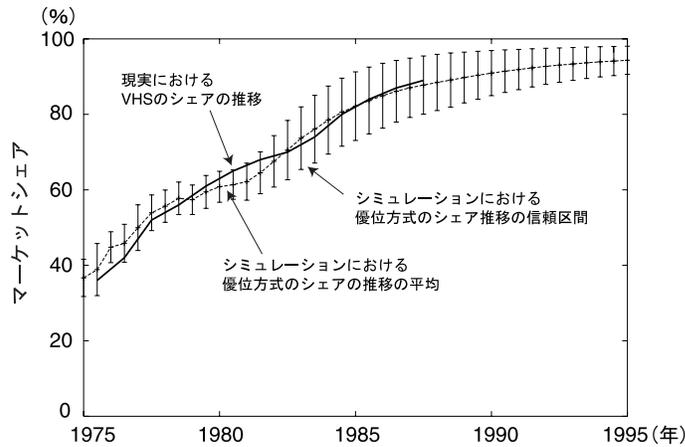


図 8.27: 現実のデータとの適合度が高い設定におけるマーケットシェア推移例 [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$, $l = 10$, $g' = 49$ の場合]

8.4.5 現実のデータへの適合

モデルやパラメータがどのような組み合わせの場合に、現実に近いマーケット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踏まえた「多項ロジット選択」のモデル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 のマーケットシェアに関する年次データ (表 8.1) 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 8.27 は、適合度が 13 となる初期設定におけるマーケットシェアの平均推移とその信頼区間、および現実の VHS のマーケットシェア推移との関係を示している。また図 8.28 は、局所的影響度 l と大域的影響度 g' の組み合わ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」(Wright, 1931) で表現することにより、どのような値の組み合わ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。

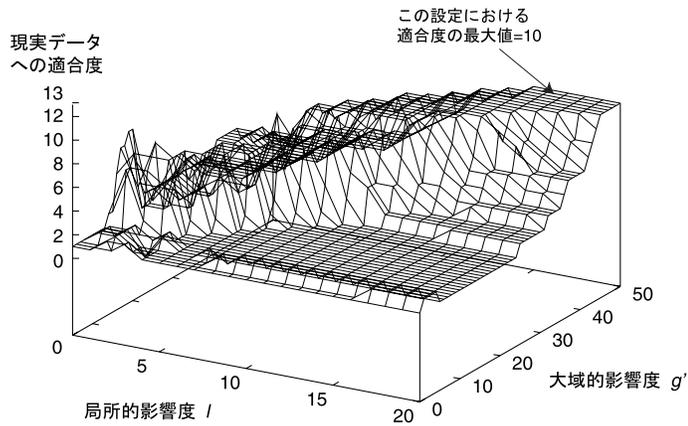


図 8.28: フィットネス・ランドスケープ : 局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組み合わせにおけるシミュレーション結果の現実への適合度 (シミュレーション結果の 95%信頼区間内に存在する現実の推移点の数) [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

表 8.1: 日本における VHS 方式と Beta 方式の累積マーケットシェアの推移 (Cusumano et al., 1992)

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

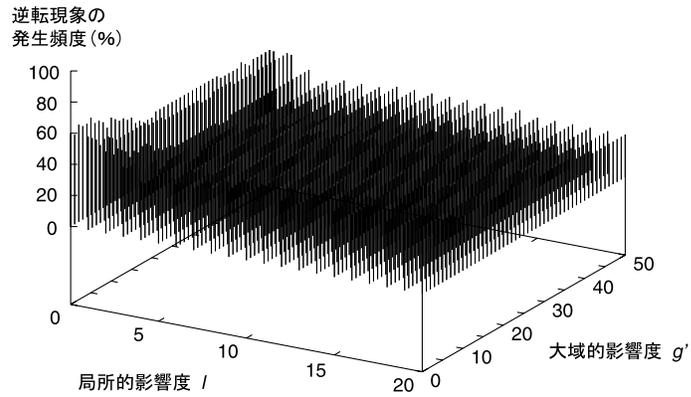


図 8.29: 「シグモイド型大域的影響度」と「多項ロジット選択」の組み合わせにおける逆転現象の頻度 [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

8.4.6 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わかった。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に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みられる頻度を表すと図 8.29 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」のそれぞれの組み合わせの場合を比較してみることにしよう。図 8.30 から図 8.32 をみると、どの組み合わせの場合もほとんど逆転現象が起こっていないことがわかる。つまり、マーケットシェアの逆転現象は、ある特定のモデル設定だけに起因するというのではなく、「シグモイド型大域的影響度」と「多項ロジット選択」の二つのモデルの組み合わせによって生じやすくなるということである。

この組み合わせからわかることは、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逆転現象が生じ得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、Arthur (1994) が指摘するような初期値の鋭敏性が必ずしも言えるわけではないという結果となった⁽⁸⁴⁾。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。

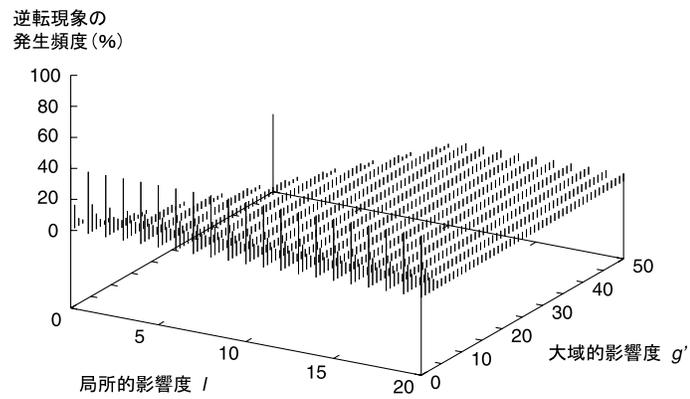
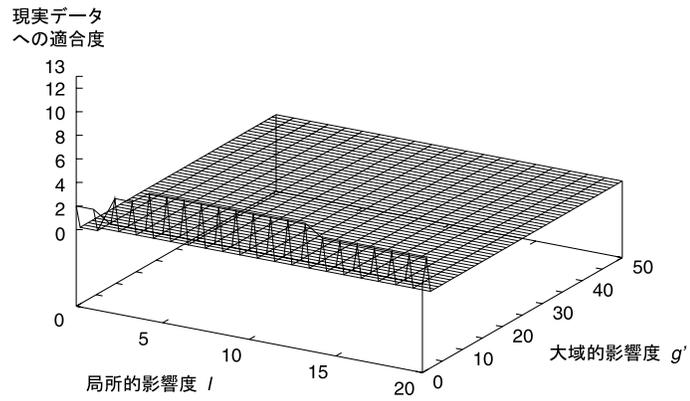


図 8.30: 「定数型大域的影響度」と「効用最大化選択」の組み合わせにおけるフィットネス・ランドスケープと逆転現象の頻度 [定数型大域的影響度, 効用最大化選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

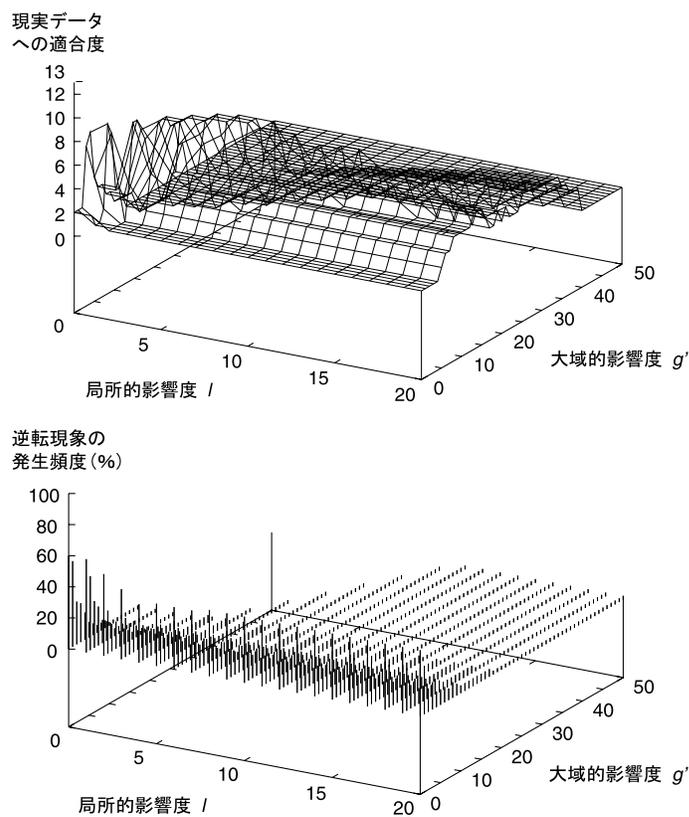


図 8.31: 「シグモイド型大域的影響度」と「効用最大化選択」の組み合わせにおける
 フィットネス・ランドスケープと逆転現象の頻度ランドスケープ [シグモイド型大域
 影響度, 効用最大化選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

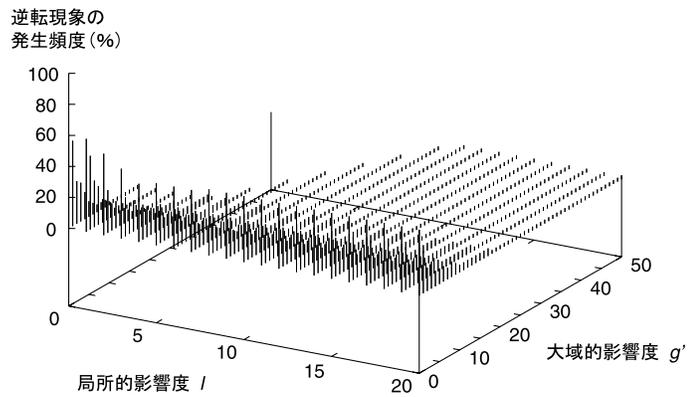
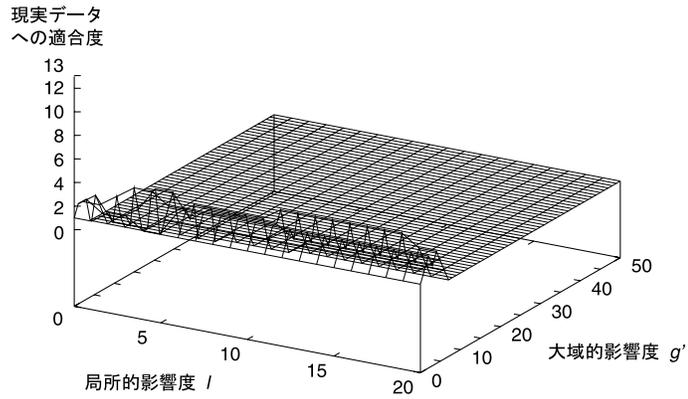


図 8.32: 「定数型大域的影響度」と「多項ロジット選択」の組み合わせにおけるフィットネス・ランドスケープと逆転現象の頻度ランドスケープ [定数型大域的影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

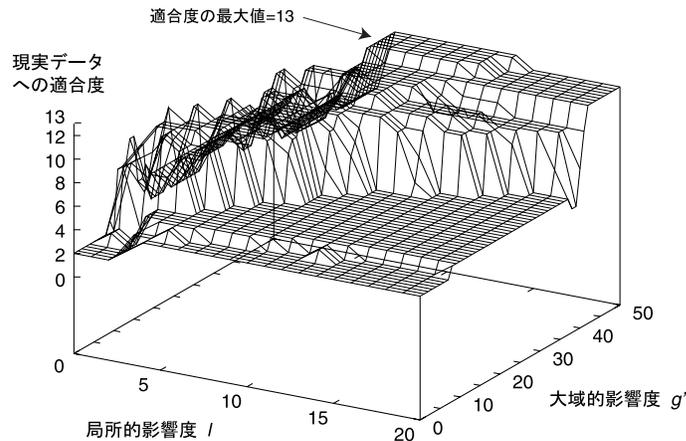


図 8.33: 逆転シミュレーションのみのフィットネス・ランドスケープ：局所的影響度 l と大域的影響度 g' のそれぞれの組み合わせにおけるシミュレーション結果の現実への適合度 (シミュレーション結果の 95%信頼区間内に存在する現実の推移点の数) [シグモイド型大域影響度, 多項ロジット選択, 有限耐久性, $r = 20$ の場合]

マーケットシェアは数ではなく割合を表しているので、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 8.33 のようになる。すべての結果を対象とした図 8.28 においては、結果の平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 8.33 では、序盤の推移も近くなるため、適合度が最高値の 13 となる組み合わせが観察された。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。

8.5 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上げた。その中でも規格競争の事例として家庭用 VCR を取り上げた理由は、よく知られた事例である上、以下の点で扱いやすい事例だからである。

- 競争が二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 (伊丹および伊丹研究室, 1989)。

- どちらの方式も広告が盛んに行われており、消費者は両方式の製品について十分認知している (山田, 1993)。
- どちらの方式の製品も店頭に複数並んでおり、自由に選択できる状況にある (山田, 1993)。
- 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⁽⁸⁵⁾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もつ複雑性の多くを単純化することができた。その上で本論文では、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とはできないだろう。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。例えば、本論文で取り上げた家庭用 VCR 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 (Robertson, 1971) 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わかっている。また、家庭用 VCR の購入時の情報経路に関する調査結果 (廣島, 1985) では、家庭用 VCR 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一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。

