

# 『企業と市場のシミュレーション』

## 第10回：規格競争のシミュレーションモデル

いば たかし

**井庭 崇**

慶應義塾大学総合政策学部 専任講師

iba@sfc.keio.ac.jp

<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

## スケジュール

- 第1回 (4/ 9 金) イン트로ダクション
- 第2回 (4/16 金) 複雑系と進化の社会システム論
  
- 第3回 (4/30 金) シミュレーションによる分析
- 第4回 (5/ 7 金) シミュレーション作成プロセスとUML
- 第5回 (5/14 金) 概念モデリングとシミュレーションデザイン
- 第6回 (5/21 金) シミュレーション作成演習①
- 第7回 (5/22 土) シミュレーション作成演習② ※補講日(土曜)
- 第8回 (5/22 土) シミュレーション作成演習③ ※補講日(土曜)  
※5/29の授業は休講
- 第9回 (6/ 4 金) 成長するネットワークモデル
- 第10回 (6/11 金) 規格競争のシミュレーションモデル
- 第11回 (6/18 金) 繰り返し囚人のジレンマモデル
- 第12回 (6/25 金) 企業競争の進化的シミュレーションモデル①
- 第13回 (7/ 2 金) 企業競争の進化的シミュレーションモデル②

## 配布資料



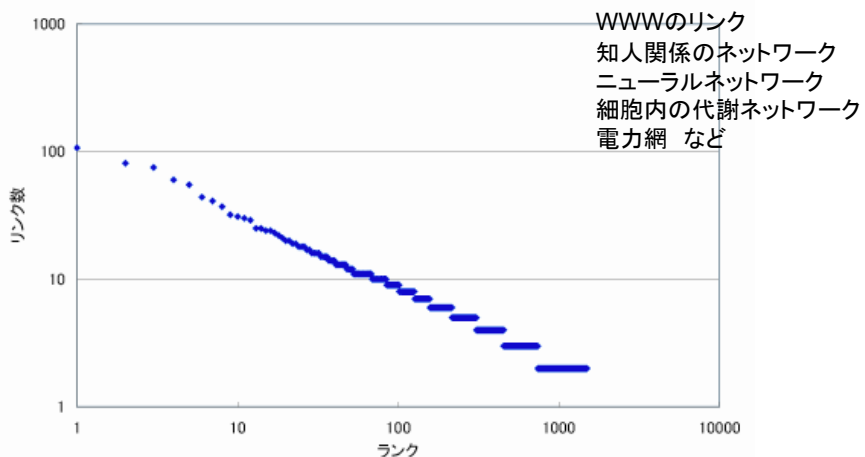
### ■ 『新ネットワーク思考—世界のしくみを読み解く』(アルバート・ラズロ・バラバシ, NHK出版, 2002)

- P.98~p.107
  - ベキ法則にぴたりと合う
  - スケールフリーという発想
  - 新しい秩序が現れた
  - 水が氷になる瞬間
  
- P.120~p.135
  - ネットワークは成長する
  - 多くのリンクをもつには
  - 優先的に選択されるもの
  - スケールフリー・ネットワークの発見
  - 金持ちはもっと金持ちに
  - スケールフリー・モデルの発展
  - 進化するネットワーク理論

## ネットワークの成長と、スケールフリー



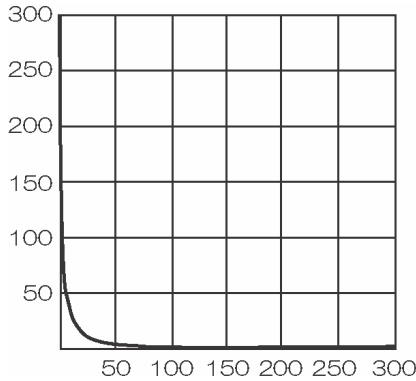
- 自然・社会に存在するネットワークは、ハブをもつスケールフリー・ネットワークだということが知られている。



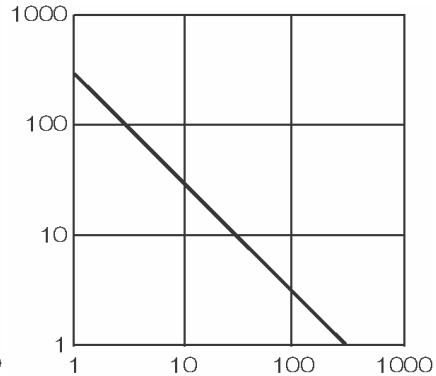
## 両対数グラフ



線形グラフ



対数グラフ

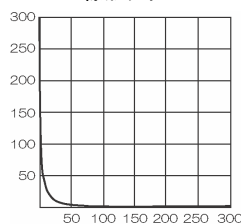


## べき乗則(べき法則: Power Law)

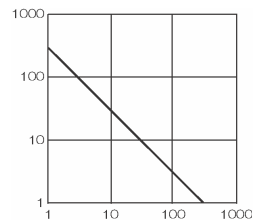


- 重要な点は、「小さな度数をもつたくさんの事象」と「大きな度数をもつ少数の事象」が共存
- 釣鐘型(正規分布)では存在しないハブ(稀有な事象)が、べき乗則の分布では、存在が許される。
- 平均的なノードは存在しない。

線形グラフ



対数グラフ



## ネットワークの理解のために



- 「ベキ法則に従うスケールフリー・ネットワークには、少数のハブが存在すると予測されるのである。
- そしてそのハブが、ネットワークのトポロジーを基本的に決定している。……
- ウェブから細胞内のネットワークまで、概念上の重要なネットワークはたいていスケールフリーであることが明らかになった。……
- 現実のネットワークの構造的安定性や、ダイナミックな振るまい、頑健性、故障や攻撃に対する耐性などはすべて、ハブによって決定されている。ハブの存在は、ネットワークの進化を支配する重要な組織原理の現れだったのだ。」

p.105

『新ネットワーク思考—世界のしくみを読み解く』（アルバート・ラズロ・バラバシ, NHK出版, 2002）

Keio University SFC 2004

## 『企業と市場のシミュレーション』

### 第10回：規格競争のシミュレーションモデル

いば たかし

**井庭 崇**

慶應義塾大学総合政策学部 専任講師

iba@sfc.keio.ac.jp

<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

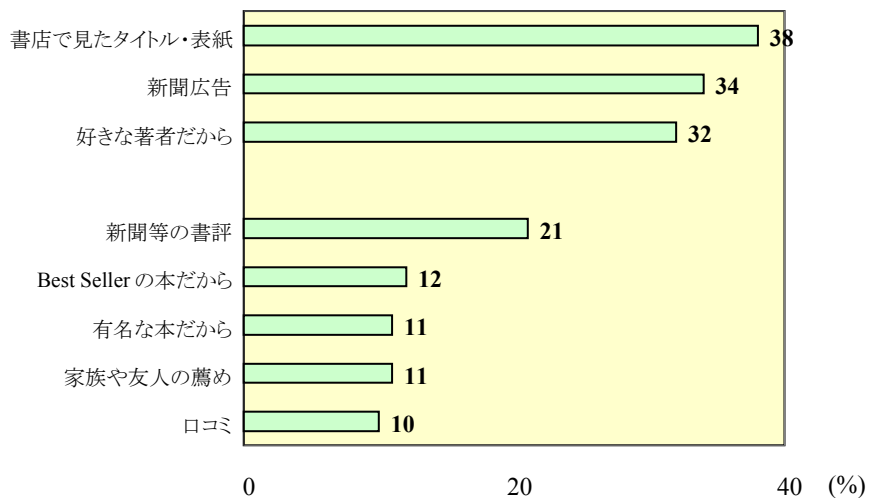
## 配布資料

- 「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」
  - 井庭崇, 竹中平蔵
  - 第2回進化経済学会
  - 1998年3月
  
- 「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
  - 情報処理学会論文誌:数理モデル化と応用
  - Vol.42, No.SIG14 (TOM5),
  - 2001年12月発行

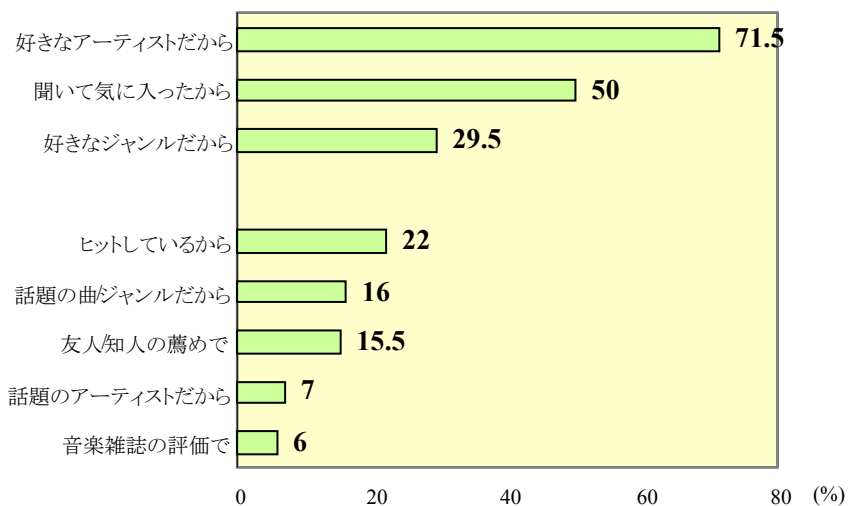
## 仮説の思考実験

- 複雑系経済学やネットワークの経済学では、「家庭用VTRの規格競争は、規格の互換性の影響で、ポジティブ・フィードバックがはたらき、一人勝ち現象が起こった」という話(仮説)が頻繁に言われる。
- その仮説が起こり得ることを示すために、シミュレーションによる分析を行った。
- 現実的な設定以外のことも含めて試すことにより、地域性の発生や、逆転現象についての示唆が得られた。
- また、現実のシェア推移データと合うパラメータセットを推計した。
- 2規格ではなく3規格の場合の仮想実験も行っている(論文には記載していないが)。

## 書籍の選択基準



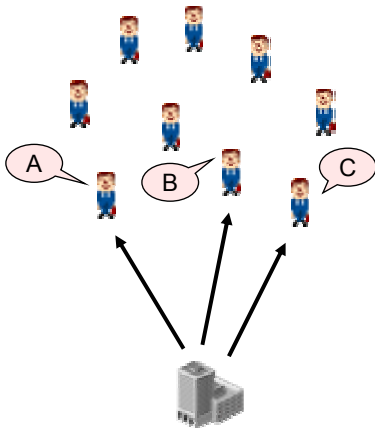
## 音楽CDソフトの選択基準



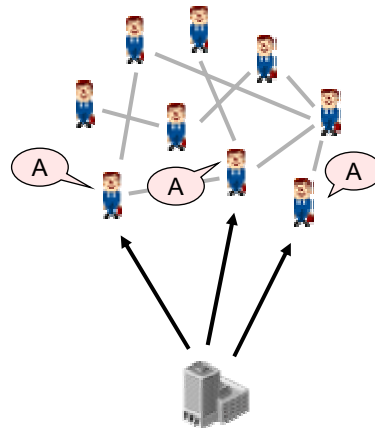
## 他者からの影響

人々は孤立しているわけではなく、他の人の影響を受けて意思決定を行う。

孤立した個人

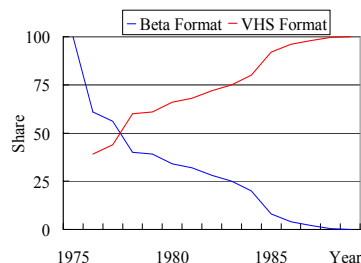


ネットワークのなかの個人



## 事例: 家庭用VTRの規格競争

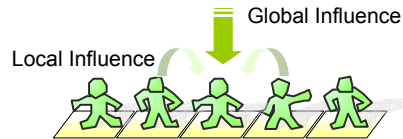
- 本研究では規格競争の具体的な事例として、日本における家庭用ビデオテープレコーダー(VTR)の規格競争を取り上げる。
- 家庭用VTRは、1975年にBeta方式、1976年にVHS方式の二つの異なる方式の製品が発売されて以降、多くの企業を巻き込み激しい規格競争が繰り広げられた
- 結果はVHSが圧勝



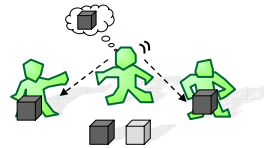
## マルチエージェント型的人工市場をつくる

- 規格競争の市場をシミュレートするために、大きくわけて二つのレベルの構造を作成する。

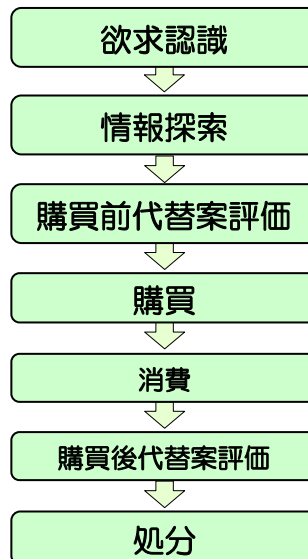
- 市場構造



- エージェントの内部構造



## 消費者エージェントの意思決定フェーズ

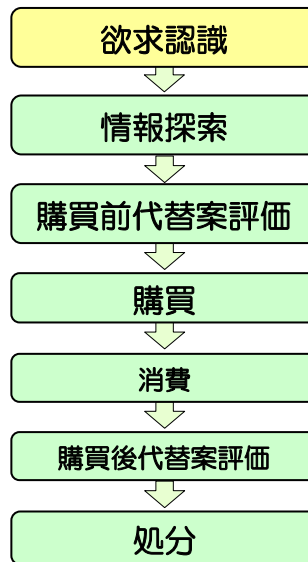


←EBMモデルの基本フェーズに基づく

Engel, J.F., Blackwell, R.D., and Miniard, P.W., *Consumer behavior* (8th ed.), The Dryden Press, 1995



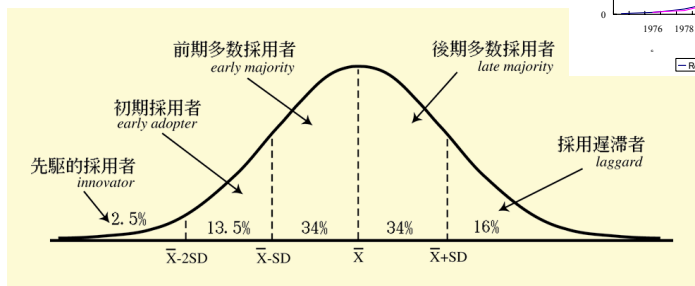
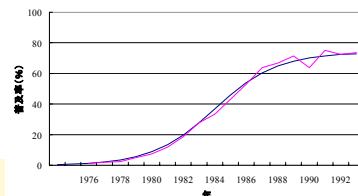
## 消費者エージェントの意思決定フェーズ



## 欲求認識フェーズ

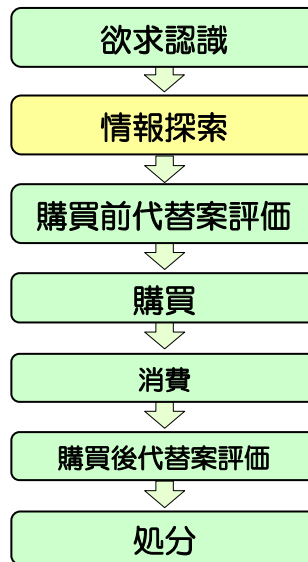
- 消費者エージェントのうち、ある割合の者が家庭用VTR製品に対する欲求を認識する。

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



Rogersの普及モデル

## 消費者エージェントの意思決定フェーズ

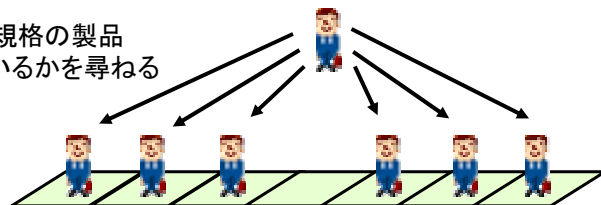


## 情報探索フェーズ

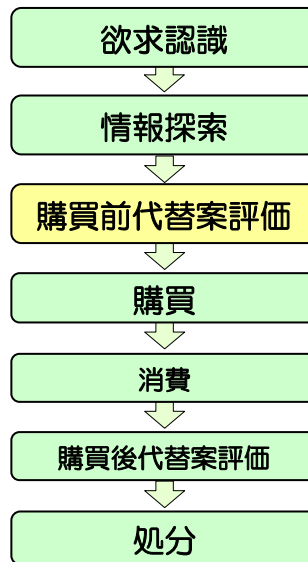
- 欲求認識した消費者エージェントは、次の3つを調べる。
  - 自分の周囲における各規格のシェア  $L_{ij}(t)$
  - 市場全体における各規格のシェア  $G_j(t)$
  - 各シェアに対する自分の選好  $P_{ij}$

↑それぞれ0~1の値になるように正規化

どちらの規格の製品  
をもっているかを尋ねる



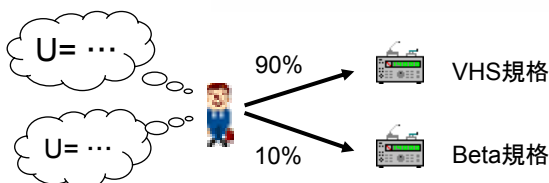
## 消費者エージェントの意思決定フェーズ



## 購買前代替案評価

- 各消費者エージェントは、どの規格を買うかを、効用Uによる多項ロジットモデルに従って、確率的に決定する。

$$Prob_{ij}(t) = \frac{\exp(U_{ij}(t))}{\sum_k \exp(U_{ik}(t))}$$



## 購買前代替案評価:効用関数

- 時間  $t$  におけるエージェント  $i$  の方式  $j$  に対する効用として、以下のような効用関数  $U_{ij}(t)$  を仮定する。

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

局所的シェア                      大域的シェア                      選好

- $l$  は局所的なシェアが効用におよぼす影響度
- $p$  は選好が効用におよぼす影響度
- $g(t)$  は大域的なマーケットシェアが効用におよぼす影響度

## 購買前代替案評価:市場全体の影響度の変化

- ビデオの使用形態が1980年半ばまでとそれ以降で変化しており、それに伴って消費者の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。
- 「タイムシフト利用」(自分や友人との互換性が重要)  
↓
- 「ビデオソフト再生」(市場全体との互換性が重要)

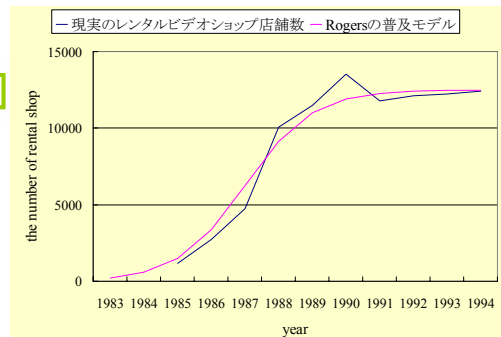
## 購買前代替案評価:市場全体の影響度の変化

- 1983年付近から影響が増加するように設定
  - 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り, 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

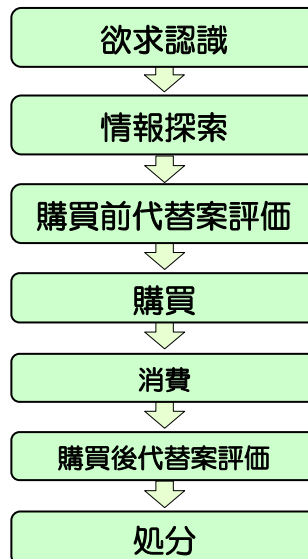
$$U_{ij}(t) = l \times L_{ij}(t) + g(t) \times G_j(t) + p \times P_{ij}$$

局所的シェア                      大域的シェア                      選好

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



## 消費者エージェントの意思決定フェーズ

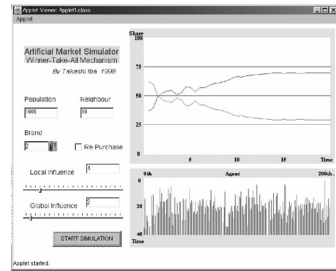


# 実験の基本設定

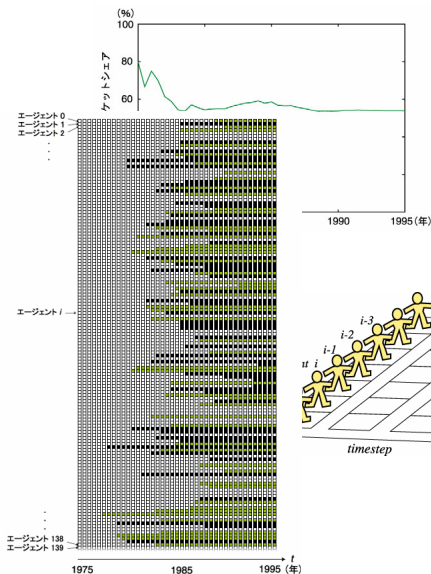
- 競争する規格数  $F = 2$
- 消費者エージェント数  $N = 1024$ 
  - 1985年の世帯数との比で表すと  $1024 : 37980$  となり、約  $1/37$  のスケールということになる
- 選好の係数  $p = 1$



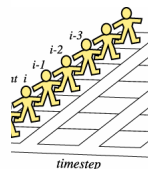
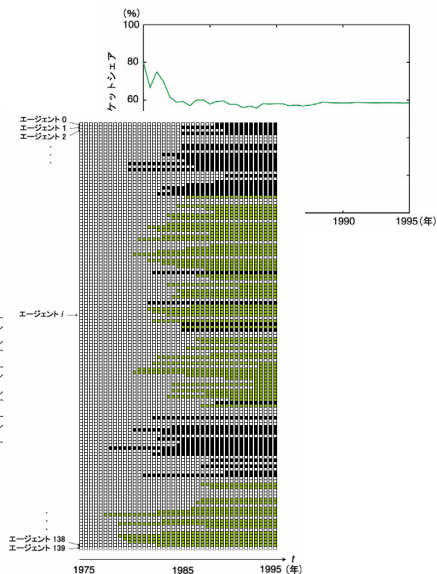
- 分析したい設定についてのシミュレーションを40回実行し、その結果の平均や分散を用いて分析する。

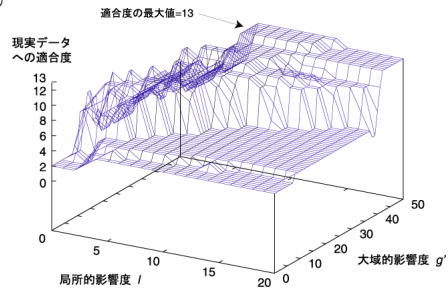
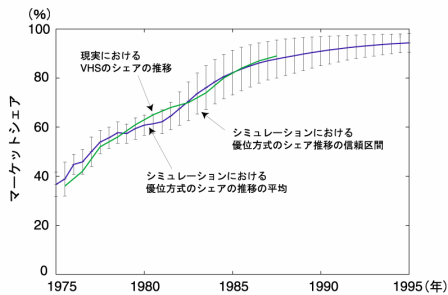


■ 消費者間の相互作用が全くない場合



■ 消費者間の局所的な相互作用がある場合





方式選択 (多項ロジットモデル)

$$Prob_{ij}(t) = \frac{\exp(U_{ij}(t))}{\sum_k \exp(U_{ik}(t))}$$

効用関数

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

局所的シェア      大域的シェア      嗜好

## シミュレーション結果から

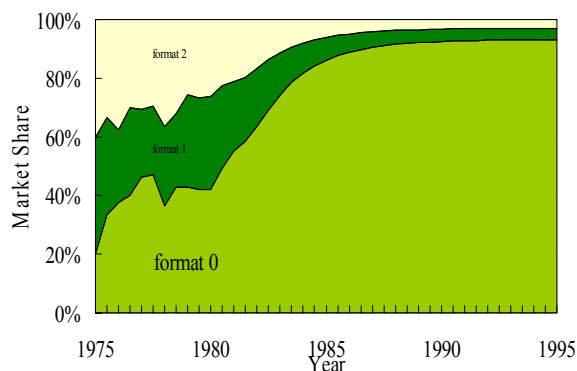
- 局所的影響によって地域ごとに採用される方式が分離するという「地域性」の発生が観察され、それにより優位方式のマーケットシェアの拡大が抑制されることがわかった。
- 現実のデータと照らし合わせることにより、消費者の方式選択における大域的影響度と局所的影響度のバランスを推計。→現実では、その両方が影響していた。
- マーケットシェアと逆転現象の頻度とモデル設定との関係を調べることにより、序盤において局所的な影響を受けて確率的に方式選択する場合に逆転現象が生じることがわかった。

## 事例: 家庭用VTRの規格競争の特徴

- 二方式間競争のため、消費者の認知において混乱が生じにくい
- 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た
- どちらの方式の製品も店頭にも複数並んでおり、自由に選択できる状況にあった
- 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

## 架空事例研究の可能性

- 3方式での架空の規格競争におけるマーケットシェア推移を分析できるのでは？





# 『企業と市場のシミュレーション』

## 第10回：規格競争のシミュレーションモデル

いば たかし

井庭 崇

慶應義塾大学総合政策学部 専任講師

iba@sfc.keio.ac.jp

<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

## スケジュール

- 第1回 (4/ 9 金) イン트로ダクション
- 第2回 (4/16 金) 複雑系と進化の社会システム論
  
- 第3回 (4/30 金) シミュレーションによる分析
- 第4回 (5/ 7 金) シミュレーション作成プロセスとUML
- 第5回 (5/14 金) 概念モデリングとシミュレーションデザイン
- 第6回 (5/21 金) シミュレーション作成演習①
- 第7回 (5/22 土) シミュレーション作成演習② ※補講日(土曜)
- 第8回 (5/22 土) シミュレーション作成演習③ ※補講日(土曜)  
※5/29の授業は休講
- 第9回 (6/ 4 金) 成長するネットワークモデル
- 第10回 (6/11 金) 規格競争のシミュレーションモデル
- 第11回 (6/18 金) 繰り返し囚人のジレンマモデル
- 第12回 (6/25 金) 企業競争の進化的シミュレーションモデル①
- 第13回 (7/ 2 金) 企業競争の進化的シミュレーションモデル②