

# 『企業と市場のシミュレーション』

## 第13回: 企業競争の進化的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TRODクシヨN
- 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
- 第7回 (5/22 土) シミュレーション作成演習 補講日(土曜)
- 第8回 (5/22 土) シミュレーション作成演習 補講日(土曜)

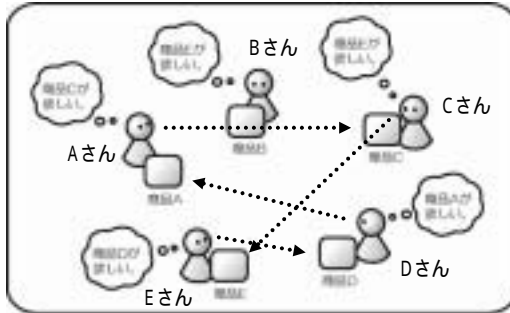
5/29の授業は休講

- 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) 貨幣の自生と自壊モデル
- 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

## シミュレーションによる思考支援の例



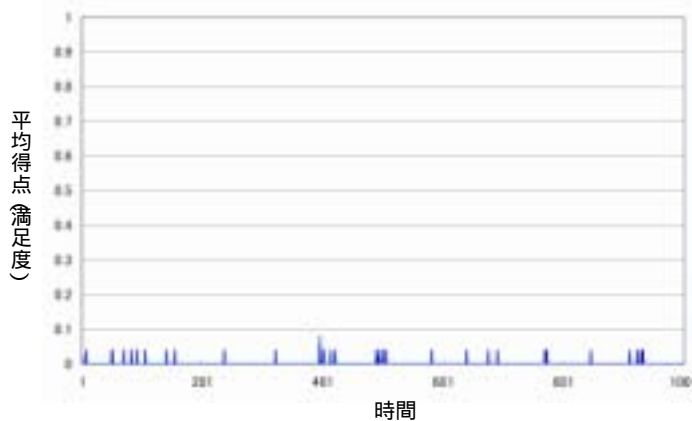
- 『貨幣の複雑性: 生成と崩壊の理論』(安富 歩, 創文社, 2000)
  - 主体全員が生産者かつ消費者である社会
  - 物々交換から貨幣が生まれうるのか？
- 基本モデル(物々交換)



## シミュレーションによる思考支援の例



- 基本モデル(物々交換)の結果
  - 「欲望の二重の一致の困難」によって、取引は起こらない

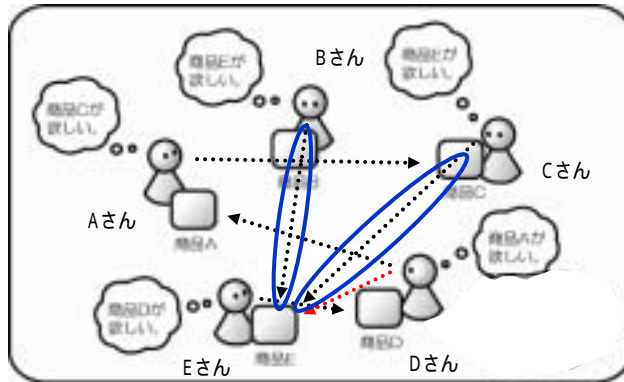


## シミュレーションによる思考支援の例



### ■ 拡張モデル1 (貨幣的交換)

- 他の主体が欲していた財についての記憶
- 自分が欲しくなくても、人気がある財であれば受け取る

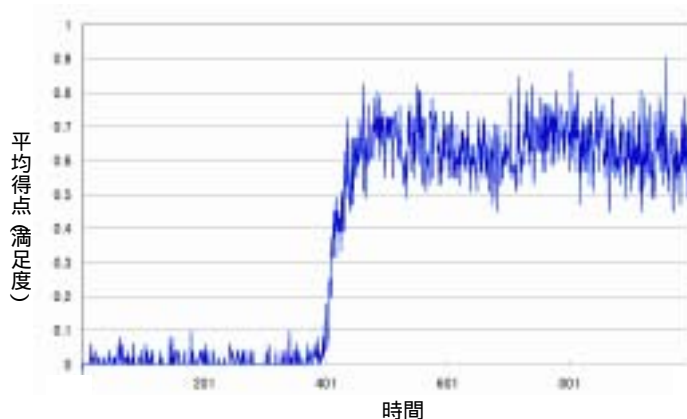


## シミュレーションによる思考支援の例



### ■ 拡張モデル1 (貨幣的交換)の結果

- あるとき突然、交換のために保有される財 (= 貨幣) が創発する

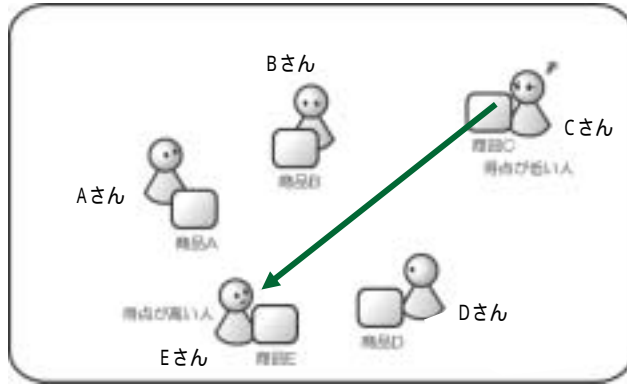


## シミュレーションによる思考支援の例



### ■ 拡張モデル2 (進化的交換)

- 欲しい商品を手しやすい主体の戦略を、他の主体が模倣する

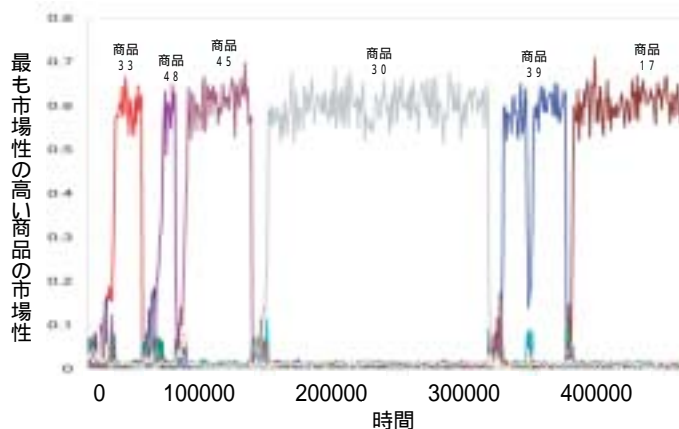


## シミュレーションによる思考支援の例

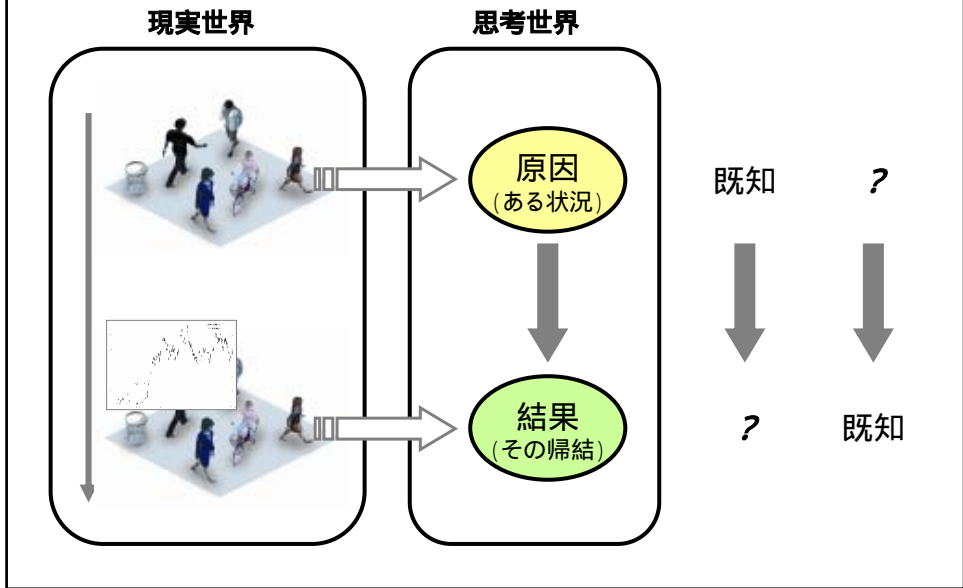


### ■ 拡張モデル2 (進化的交換)の結果

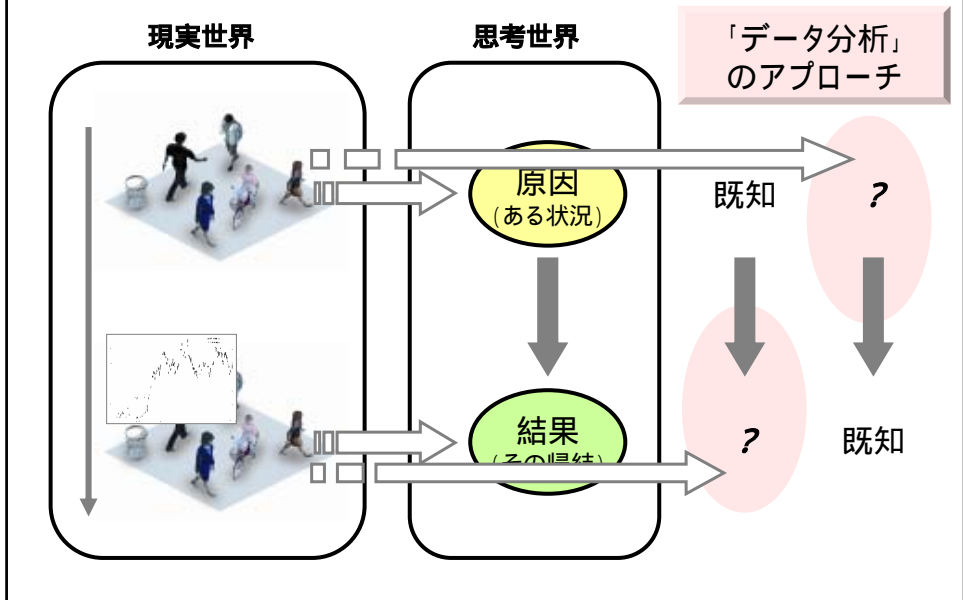
- 一度創発した貨幣がしばらくすると崩壊し、また他の貨幣が生成・崩壊するというのを繰り返すようになる。



# 因果関係をどうやって把握するか？



# 因果関係をどうやって把握するか？





## 提出課題・試験・成績評価の方法など



- 授業内容を経験的に理解するために、学期の後半から1人または2人によるミニ研究プロジェクトを行います。
- 自分たちの興味に合わせて考察対象を設定し、モデル化とシミュレーションの作成をしてもらいます。作成するのは、独自のモデルのほか、授業で取り上げたモデルの改良や、既存モデルの再現でも構いません。
- この最終課題で問われるのは、プログラミングの技術力ではありません。自分たちで自らの成果の評価軸を設定してもらい、それに基づいて評価されます。例えば、研究設定の面白さ、モデル化の妥当性、シミュレーション設計の巧みさ、インプリケーションの説得性等、自分たちの研究内容のどこに魅力があるのかをアピールしてください。
- このほか、授業の進行によって、理解の補助となるような宿題を出すことがあります。中間・期末試験は行いません。
- 成績評価は、宿題や演習での取り組み、ミニ研究プロジェクトの最終レポート等から総合的に評価します。

## 最終レポート課題

- 自分の興味のある現象などの「モデリング」と「シミュレーション」を行い、レポートにまとめる。
- 提出するもの
  - レポート
  - プロジェクトを圧縮したもの
- 締切: 2004年7月20日(火) 23時00分まで
- 提出先: simu-staff@sfc.keio.ac.jp
- レポートの形式: Word もしくは PDF
- レポートの分量: 表紙 + 本文3枚以内 + 添付資料(図・グラフなど)
- レポートの表紙
  - レポートタイトル
  - 名前、学籍番号、メールアドレス
    - 複数人の場合には全員の情報
  - このレポートのセールスポイント(評価してほしい点、注意して読んで欲しいところ、こだわった点など)

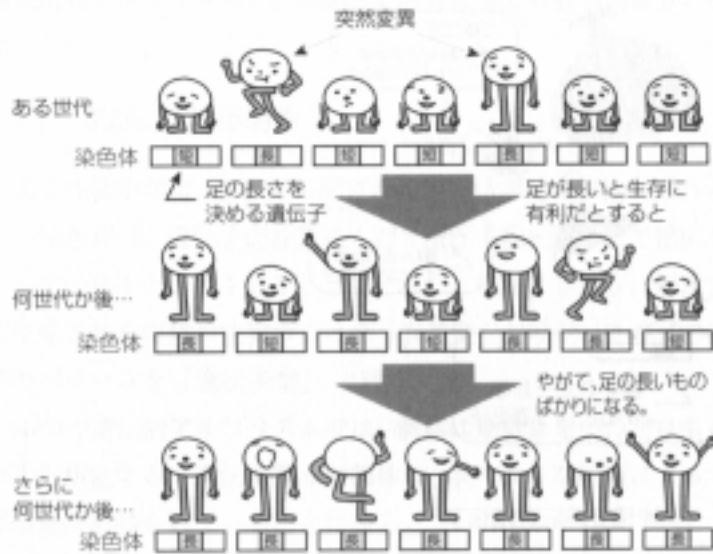
## 今日の宿題：授業を終えてのフィードバックコメント

- 4月からの3ヶ月間、「企業と市場のシミュレーション」の授業を受けてきて、考え方がどのように変わったか、またどのような能力が向上したか等について、自己分析・自己評価してください。また、授業の方法や内容について、感想やコメントもお願いします。
- 分量は任意。
- メールで [simu-staff@sfc.keio.ac.jp](mailto:simu-staff@sfc.keio.ac.jp) まで。
- メールの子ジェクトを「simu-feedback」とする。
- **今週金曜(7月6日・火)の23時**まで。
- 後に、WWW上で公開します(名前を伏せて公開)。

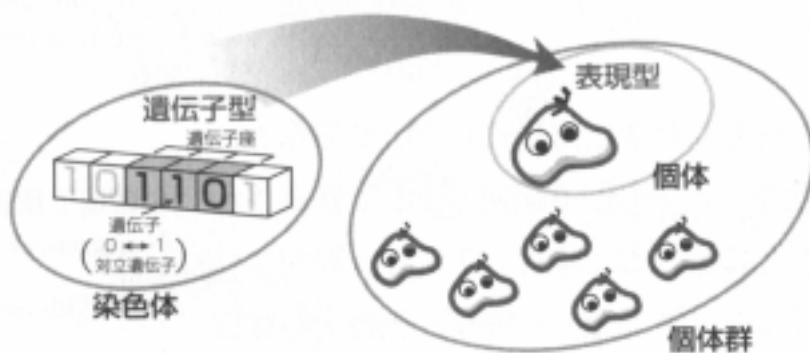
進化について考える



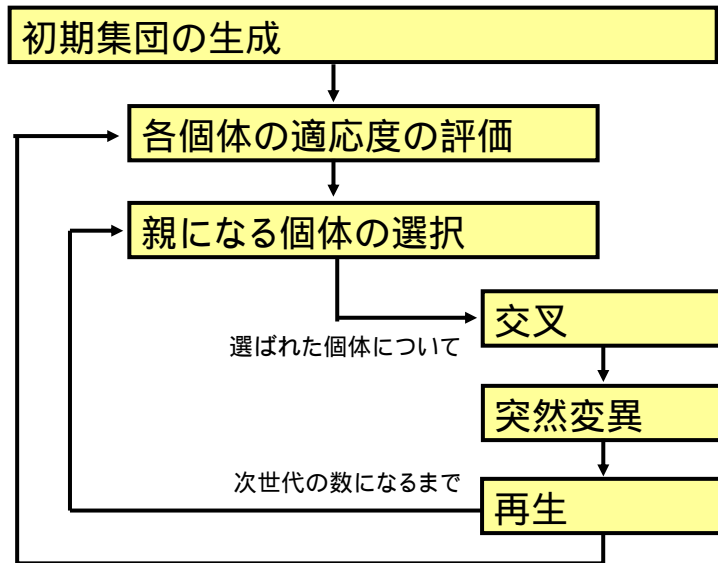
## 生物の進化のプロセス



## 遺伝的アルゴリズムにおける用語



## 遺伝的アルゴリズムの手順



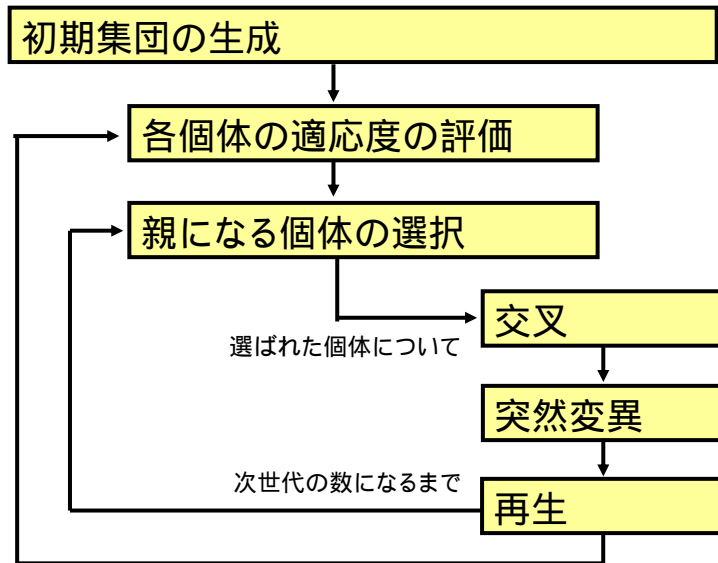
## 選択 (Selection)



適応度	
個体A	20
個体B	100
個体C	30
個体D	7
...	...

親になる個体の選択

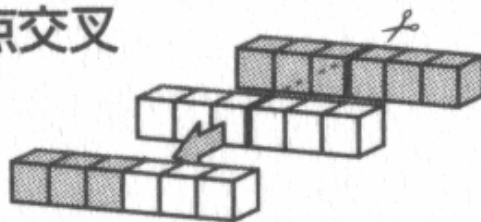
## 遺伝的アルゴリズムの手順



## 交叉 (crossover)

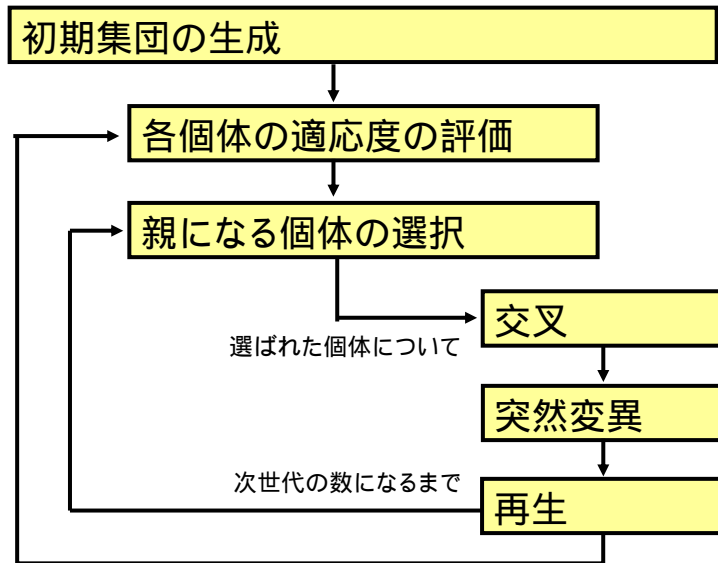
- 要素 (遺伝子) の組み合わせを変える

一点交叉



交叉

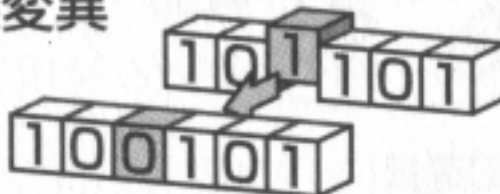
## 遺伝的アルゴリズムの手順



## 突然変異 (mutation)

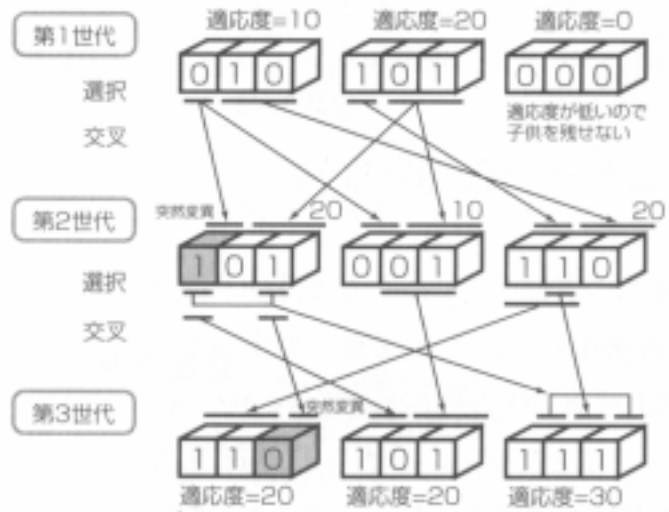
- 要素 (遺伝子) を他のものに変える

突然変異

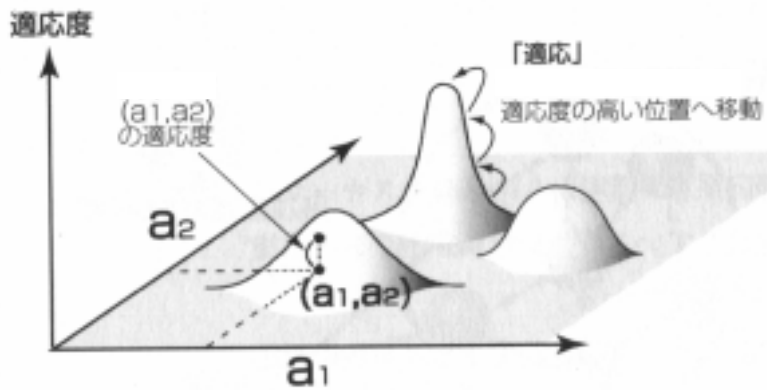


突然変異

# 例



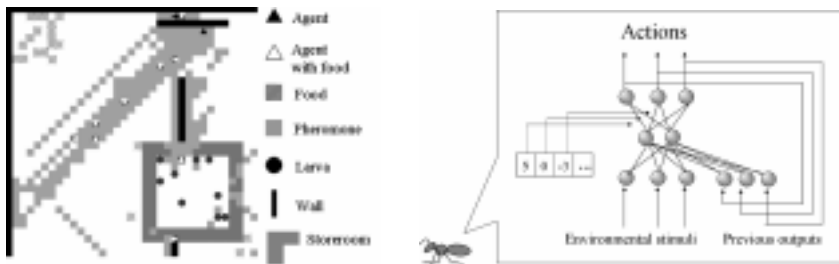
## 適応度地形(フィットネス・ランドスケープ)



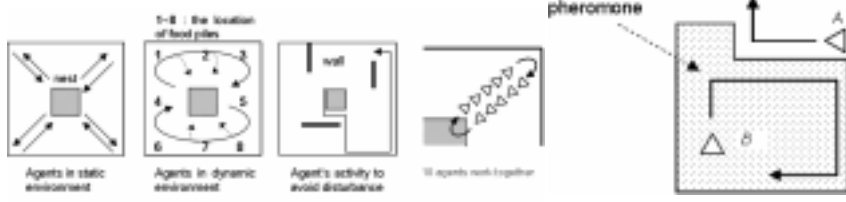
# 進化を取り入れたシミュレーション

## 記号の意味の創発の観察

T.Iwamura, T.Iba, Y. Takefuji,  
 "Emergence of Cooperative Behavior by  
 Simple Reactive Agents", ISAS & SCI, 1999

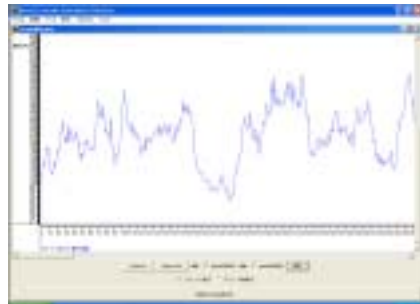


蟻エージェントには、「フェロモン」を置くことと、それを感知することは可能にしておくが、その意味は規定しないで、シミュレーションを行なうと、コロニーによって2つの使い方が現れた。(1)他のエージェントに「この中にいる」という意味で用いる場合と、(2)「こっちには来るな」という意味で用いる場合である。



## 既存モデルの再現 SFI人工株式市場

- [Arthur, *et al.*, 1996][Palmer, *et al.*, 1994]
  - 複数のトレーダーエージェントが、自分の戦略に従って株を売買
  - その結果として株の価格などの市場全体の動きが決まる。
  - 結果に応じてエージェントは自分の戦略を適応的に変更していく。



進化経済学

## 進化経済学

- 経済社会における知識や戦略、技術、習慣、制度等を進化的な視点で把握するアプローチ
- 「変異を伴う複製」に注目
  - 経済社会において新しく生成・採用されるものが、過去に存在するものの組合せや変化によって生み出されるという捉え方をする
- 「変異を伴う複製」をすると考えられるものは、知識、商品、戦略、習慣、定型行動、ルーティン、技術、制度、組織など

## 進化？

- 進化 進歩
- 進化 変化
- 「変わるものが変わるの、単なる変化であって進化ではない」
- 「不変性を貫こうとする力とその不変なるものを変える力が絡み合う二重の機制が、進化に他ならない」

村上 泰亮, 『反古典の政治経済学要綱: 来世紀のための覚書』, 中央公論社, 1994



## 古典的な進化経済学

- ハーバート・スペンサー
  - 「進化」や「適者生存」という言葉を普及させた。
- ソースタイン・ヴェブレン
  - 時代を通じての累積的な変化を重視。
- ジョセフ・シュンペーター
  - イノベーションがもたらす「創造的破壊」。
- フリードリッヒ・ハイエク
  - 知識と秩序の自生的な形成に注目。

## 現代的な進化経済学

R.R. Nelson and S.G. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press of Harvard University Press, 1982

- 新古典派の想定する、企業の利潤最大化行動の代わりに「ルーティン」という概念を導入。
- ルーティンとは、日々繰り返される作業様式のこと。
- このルーティンが「組織的記憶」として、遺伝子と同じ働きをする、とした。

「われわれの中心的な前提は、人間は**限定的に**合理的であり、またわれわれが興味をもつ領域での学習にあっては試行錯誤がその強力な要素をなしているということです。……われわれの進化経済学の見方では、本質的なことは、**行動**の代替的諸様式が相互に競争し、適切さの劣るものをふるい捨てる傾向をもつ淘汰過程が体系的に、また理解可能なかたちで作用するということです。」(Nelson 1998)

## 経済学における「進化」

- 「第一に、社会進化を考える際に、基本単位となるのは人間個人であるということ」
  - 「知識は、個々人が世界を認識するための枠組み(思考の様式)を構成し、人々の行動を決定するものである。」
- 「二つ目の定義・・・進化経済学では、出発点に人間あるいは個人を置くが、この個人の世界認識は常に変化していて、時間の流れの中で一定なものではない。したがって、進化経済学では、ある思考の様式を時間の流れの中で考察することになる。」

江頭進,『進化経済学のすすめ:知識から経済現象を読む』,講談社現代新書,2002

## 経済学における「進化」

- 「第三に、ヴェブレンと同じく進化経済学は制度の問題を取り扱う。」
  - 「制度ということばには、単なる社会的行為のルールというよりも広い定義を採用し、ヴェブレンのいう「思考の様式」は、人々の「世界認識の枠組み」ということばで表わすことにする。」
- 「第四に、社会を単なる個人の集合として見なさないために、個人間での知識の伝達を考える。」

江頭進,『進化経済学のすすめ:知識から経済現象を読む』,講談社現代新書,2002

# アイデアの進化

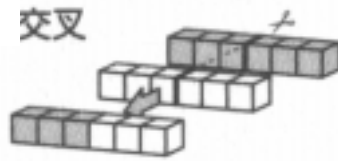
## アイデア

---

「アイデアとは  
既存の要素の新しい組み合わせ  
以外の何ものでもない。」

## アイデアの進化

- 要素の組み合わせを変える。



- 一部の要素を変える。



「適合していること」と  
「適応能力」は違う！

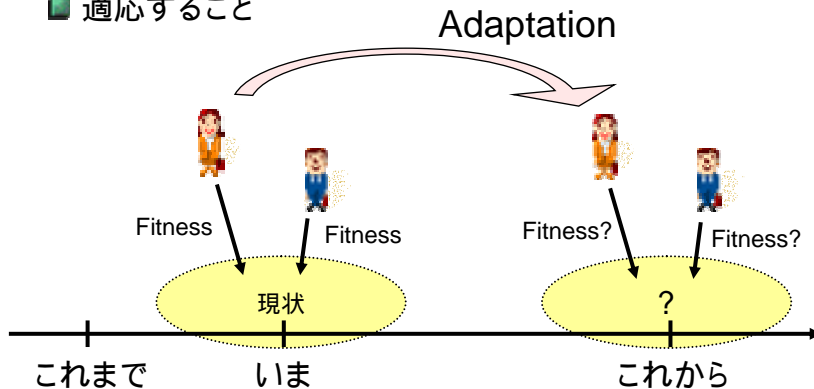
## Fitness の向上 から Adaptation能力の向上へ

### ■ Fitness

- 適応度、適合度

### ■ Adaptation

- 適応すること



## 進化経済学関連の本

- 『進化経済学のすすめ:知識から経済現象を読む』(江頭進, 講談社現代新書, 2002)
- 『進化的経済学 シュンペーターを超えて』(E.S.アンデルセン, シュプリングァーフェアラーク東京, 2003)
- 今日紹介したNelson-Winterモデルについて紹介している。

このほかにもいろいろあるので、ネット検索してください。

# 『企業と市場のシミュレーション』

## 第13回: 企業競争の進化的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

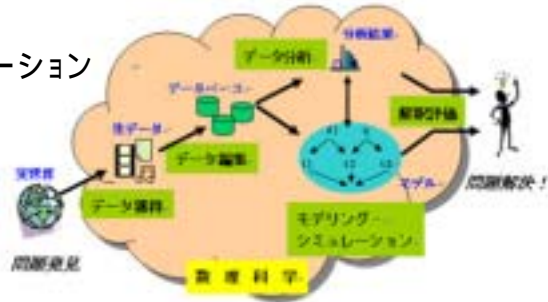
<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

## これまでを振り返ると・・・

- 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
- 第7回 (5/22 土) シミュレーション作成演習 補講日(土曜)
- 第8回 (5/22 土) シミュレーション作成演習 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) 貨幣の自生と自壊モデル
- 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

## ナレッジスキル (Knowledge Skills)

- 実世界、およびインターネット世界の両者を対象とした、知を操作するスキル
- 5つのグループ
  - データ獲得
  - データ編集
  - データ分析
  - モデリング・シミュレーション
  - 数理科学



## 新しい知識の源としてのシミュレーション

- 「いったいシミュレーションは、いかにしてわれわれに未知の事柄を教えることができるのだろうか」  
(ハーバート・サイモン)

すでにわかっている前提から、結論を導き出す。

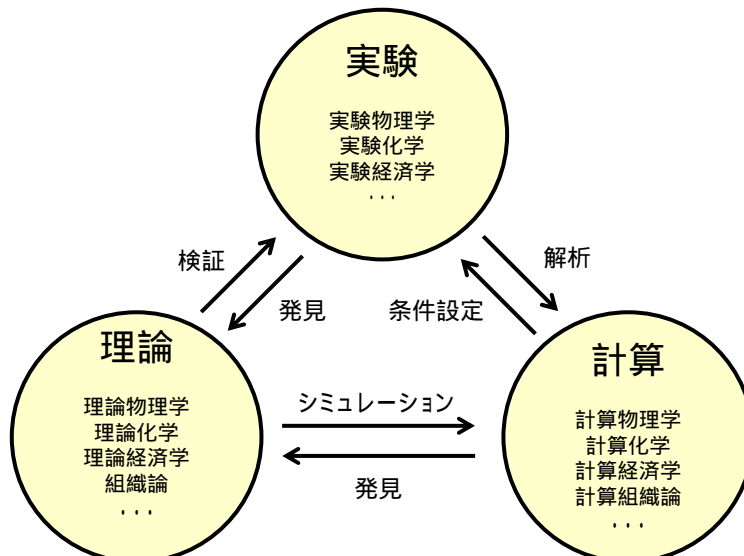
内部の仕組みについて理解を深める。

## 計算科学 (Computational Science)

- 科学研究の両輪と言われる「理論」と「実験」に加えて「計算」(computation)を重視。
- 科学や工学の問題を解決するため、シミュレーションや実験データ解析にコンピュータを積極的に利用して、理論と実験を補完する手段。
- 計算機科学 (computer science) とは異なる。

田子精男, 「計算の、計算による、計算のための科学」, 「シミュレーション科学への招待」, 日経サイエンス社, 2000

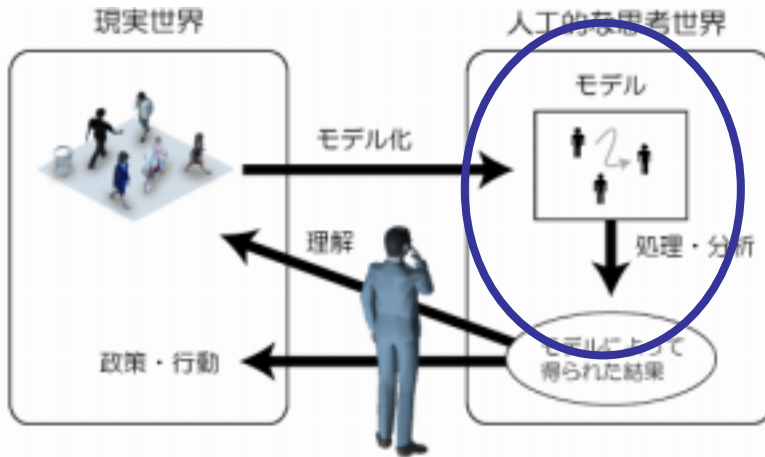
## 計算科学 (Computational Science)



田子精男, 「計算の、計算による、計算のための科学」, 「シミュレーション科学への招待」, 日経サイエンス社, 2000 をもとに改変

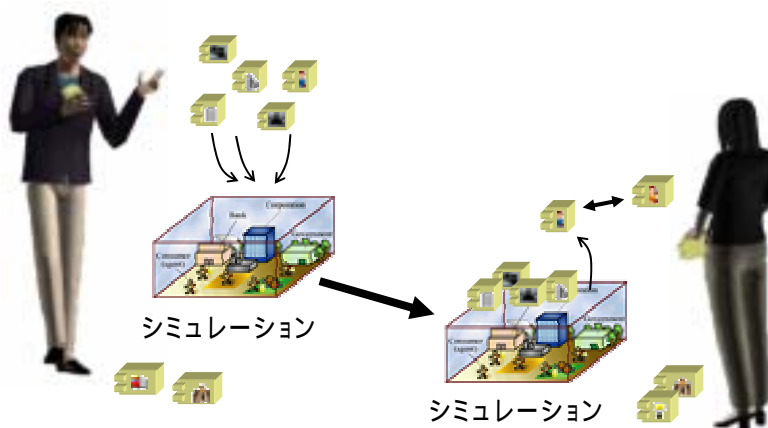


## シミュレーションは思考を支援する



## シミュレーションはコミュニケーションを支援する？

(あくまで現段階では可能性にすぎないが・・・)



Keio University SFC 2004

# 『企業と市場のシミュレーション』

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/>