

# 『企業と市場のシミュレーション』

第2回: 社会システム論と複雑系

いば たかし

井庭 崇

慶應義塾大学総合政策学部 専任講師

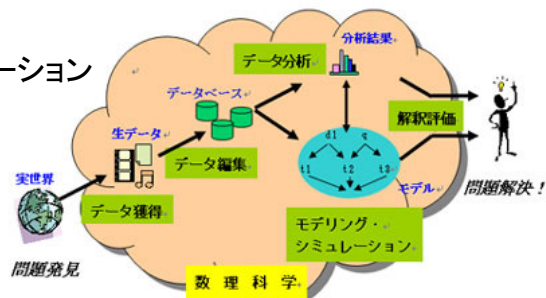
iba@sfc.keio.ac.jp

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

## 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



## スケジュール



- 第1回 (4/ 9 金) インTRODakション
- 第2回 (4/16 金) 社会システム論と複雑系
  
- 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) 繰り返し囚人のジレンマモデル
- 第11回 (6/18 金) 遺伝的アルゴリズムによる進化のモデル
- 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

## 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。

## 履修上の注意、その他



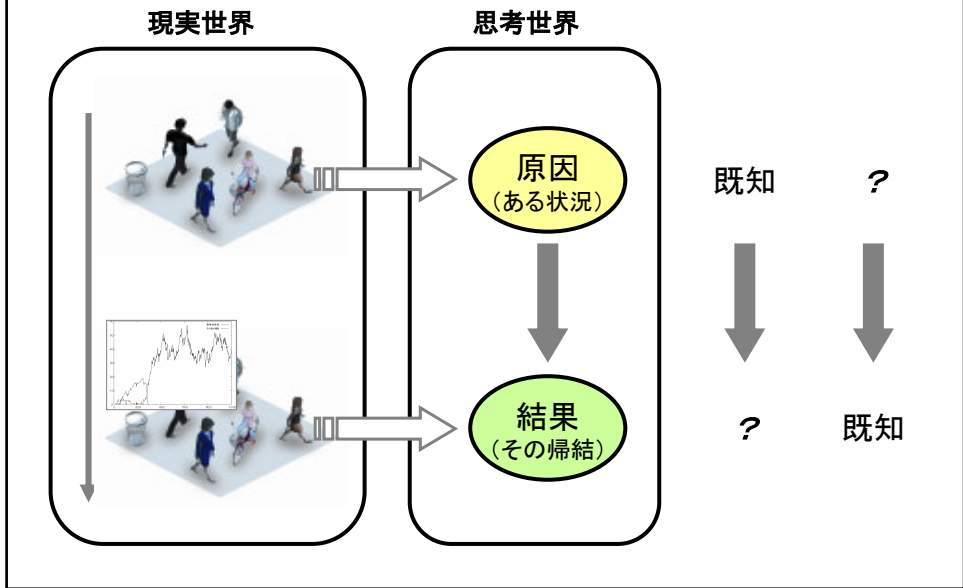
- 各自、ノート型パソコン(ラップトップ・コンピュータ)を用意してください。授業中に、シミュレーションの実行や作成の演習を行います。
- プログラミングなどの前提知識・技術は問いません。ただし、授業での演習や最終課題ではプログラミングを行うこととなりますので、そのつもりで履修してください。技術的な面については、担当教員とTAがサポートします。
- シミュレーションの実行にはBoxed Economy Simulation Platform、作成にはComponent Builderを用います。これらの操作方法や作成手順については、授業中にガイドブックを配布します。プログラミングにはJava言語を用います。

## 新しい知識の源としてのシミュレーション

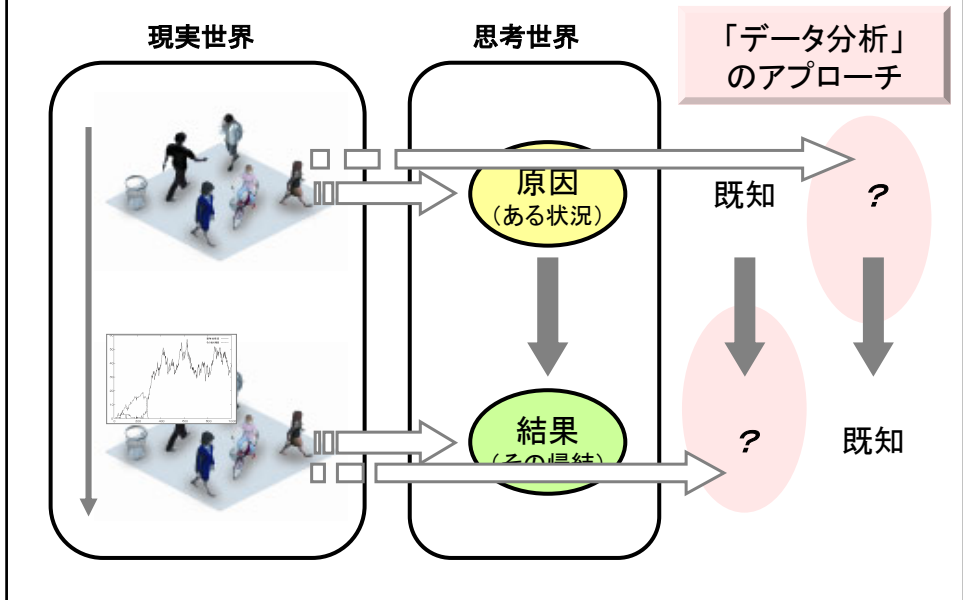


- 「いったいシミュレーションは、いかにしてわれわれに未知の事柄を教えることができるのだろうか」  
(ハーバート・サイモン)
- ① すでにわかっている前提から、結論を導き出す。
- ② 内部の仕組みについて理解を深める。

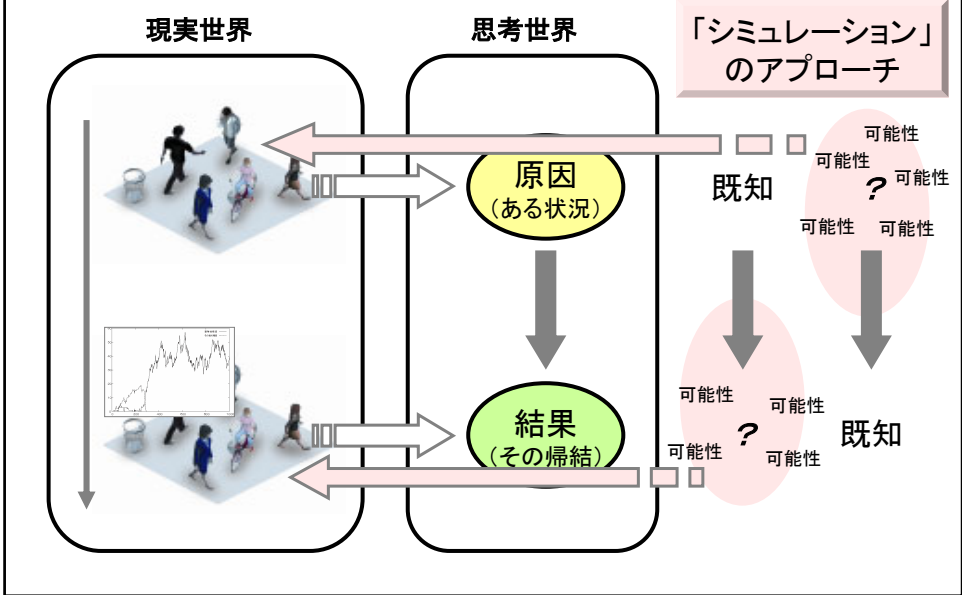
# 因果関係をどうやって把握するか？



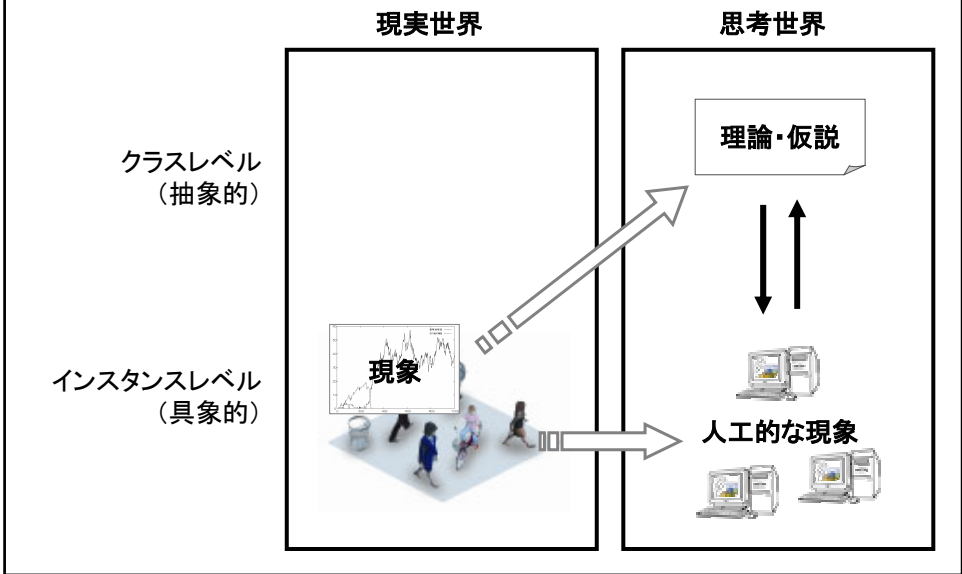
# 因果関係をどうやって把握するか？



# 因果関係をどうやって把握するか？



# 現象は個別具体的、理論は抽象的



## 企業と市場のシミュレーション(第2回)

1 社会科学の大きな流れ

2 システム論の変遷

3 複雑系の捉え方

## 企業と市場のシミュレーション(第2回)

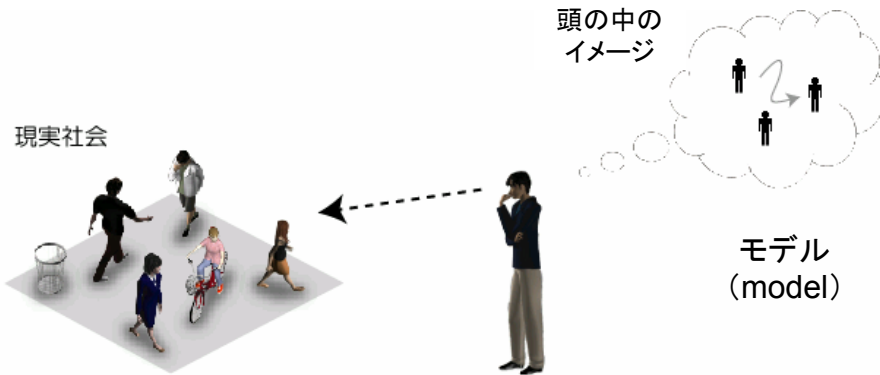
1 社会科学の大きな流れ

2 システム論の変遷

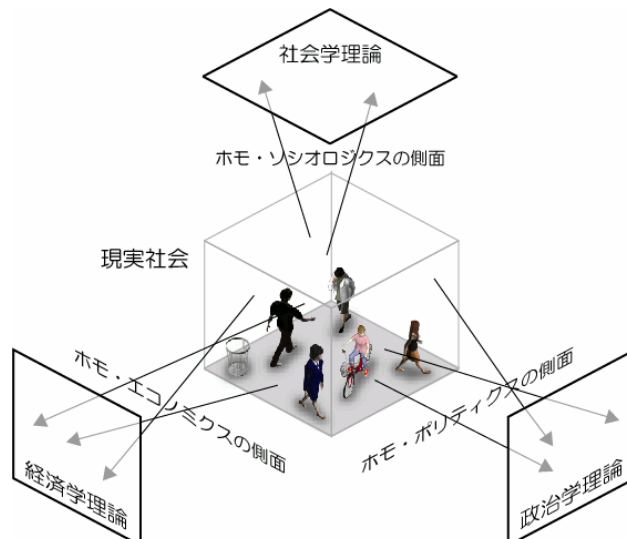
3 複雑系の捉え方

## 人間は想像力によって現実を認識

- 現実をそのまま知覚しているわけではなく、
- 一部に注目して、一部を省くことで、モデルを作成する。



## どの側面で写しとるのか？



## 社会科学＝社会諸科学の歩み

- 社会科学は、ヨーロッパの社会構造が老朽化した18世紀になってから成立
  - 15, 16世紀: ルネサンスと宗教革命による近代の誕生→「個人の発見」
  - 18世紀末: フランス革命と産業革命のもとの社会科学の誕生
- 19世紀: 知識の学問分野への細分化と専門職業化
  - 哲学部において新講座がたくさん設けられ学科の原形となる
  - 19世紀末までに、いくつか「学問分野」として定着
- 20世紀: 専門深化と、反動としてのインターディシプリナリ, トランスディシプリナリ
  - 個別学問分野を超越した超学際的 (transdisciplinary) 研究の必要性
- 21世紀: …?

[高島 64] [Wallerstein 91, 96]

## G・ミュルダール

- 「われわれは、より広い観点からものごとを把握するだけの勇気をもつ必要があるが、同時に、われわれの抽象的な“経済的”要素の範囲に限定できない社会関係の複雑なパターンをよりいっそう学ぶ必要がある。」
- 「生涯を通じて私は、学際的な研究への努力が必要なことに気付いていたし、基本的には共感を感じていた。しかし、われわれは、これらの試みからほとんど何も生まれていないということにも気付いている。全体として、われわれが明らかにしたことは、種々の社会科学間により顕著なギャップが生まれ、またときには、それらのなかでの各専門分野間でのギャップも広がっているということである。」

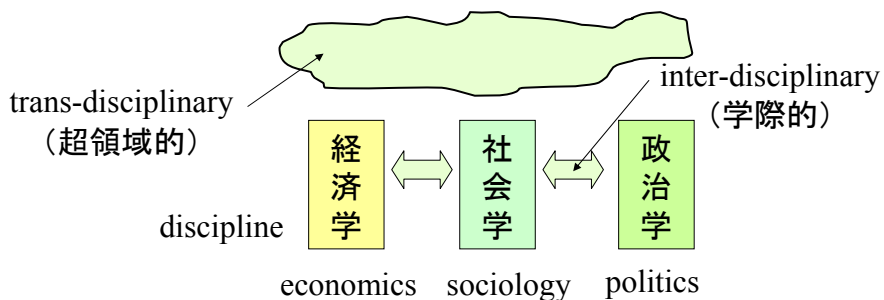


## G・ミュルダール

- 「すべての各分野でよりいっそう専門的な研究がなされ、同時に学際的な討論によって少しでも有用なものを生み出す努力を続けるということは当然のこととして、それ以外に社会科学において必要なことは、個別学問分野を超越した超学際的 (transdisciplinary) 研究であると私は考えている。この言葉は、少なくとも彼らの視野を広げ、事実を知り、そして、伝統的に狭く限定されている各自の分野以外の現実的關係を知るべきであるということを意味している。しかし、それは、専門的水準を低下させることなく実行されねばならない。」

G.ミュルダール, 『反主流の経済学』, ダイアモンド社, 1975

## インターディシプリナリとトランスディシプリナリ



## 超領域化の二つの流れ

- ①問題領域と政策の超領域化  
→現在の総合政策学につながる流れ
  
- ②モデルレベルでの超領域化  
→社会システム論などの流れ

## 加藤寛・総合政策学部 初代学部長

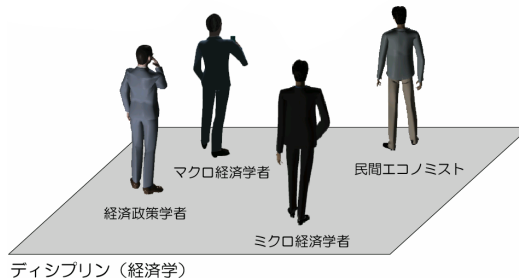
「長らく経済学に親しんできた私が、経済学では現実の問題を判断できないのだと自覚したのは、一九七〇(昭和四五)年頃だった。」

- ・人間の行動というものは本来総合的なものである。
- ・人間は行動するときにはいつでも総合的に判断している。
- ・人間の行動の結果が社会である。
- ・その社会を分析する科学は、総合的判断に立脚しなければ成り立たない。

## モード1（従来の科学における知識生産の様式）

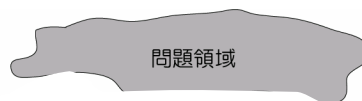
- 各ディシプリンの内的論理によって研究活動が進められる
- 研究成果の価値は、ディシプリンの知識体系の発展にいかに関与しているかによって決まる

マイケル・ギボンズ（編著）、  
『現代社会と知の創造：モード論とは何か』、丸善、1997



## モード2（新しい知識生産の様式）

- 問題設定がアプリケーションのコンテキストで決まる
- 大学研究者、産業界、政府の専門家、市民などが必要に応じて参加
- 個別のディシプリンにはない独自の理論構造、研究方法、研究様式を構築する
- モード2では、コミュニケーションが決定的に重要である。



## 実際には・・・

「それぞれの異なった学問的背景をもつ専門家の仕事を実際に調和させることは、必ずしも容易ではない。有効なチーム研究を行うには、さまざまな研究の伝統をもつ人々の日々の頭脳と身体のコラボが必要である。」

ジョン・ザイマン, 『縛られたプロメテウス: 動的定常状態における科学』, シュプリンガー・フェアラーク東京, 1995

## 超領域化の二つの流れ

### ①問題領域と政策の超領域化

→現在の総合政策学につながる流れ



### ②モデルレベルでの超領域化

→社会システム論などの流れ

## 企業と市場のシミュレーション(第2回)

1 社会科学の大きな流れ

2 システム論の変遷

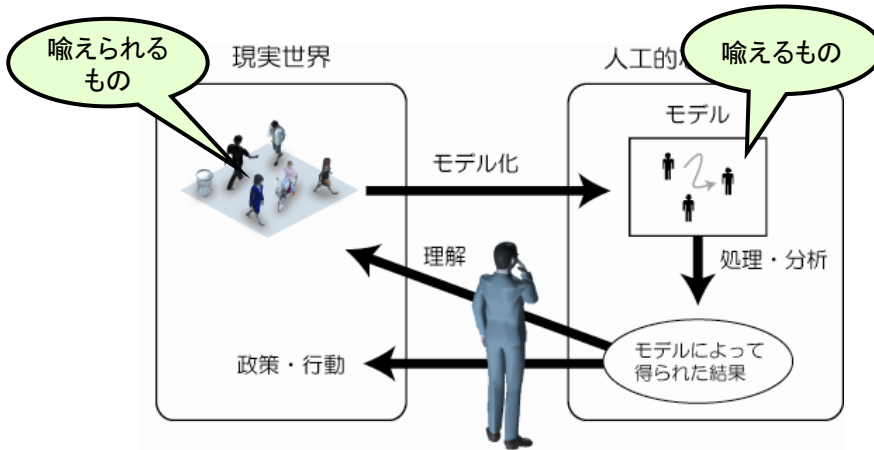
3 複雑系の捉え方

## システムアプローチとは

「システムは他の学問と同じ範疇に入れることのできない学問である。システムはメタ(超越)的学問で、その研究内容は実質的に他のすべての学問に適用可能である。」

「システムアプローチは、視野を広くとり、すべての側面を考慮し、問題内のいろいろな部分間の相互作用に焦点を合わせて問題に対処するアプローチである。」

# 社会をどのようなものとして捉えるか？



# 初期の捉え方

社会を機械として捉える。有機体として捉える。



社会

=



機械

- 「社会物理学」
- 「社会機械論」
- 「社会エネルギー論」



社会

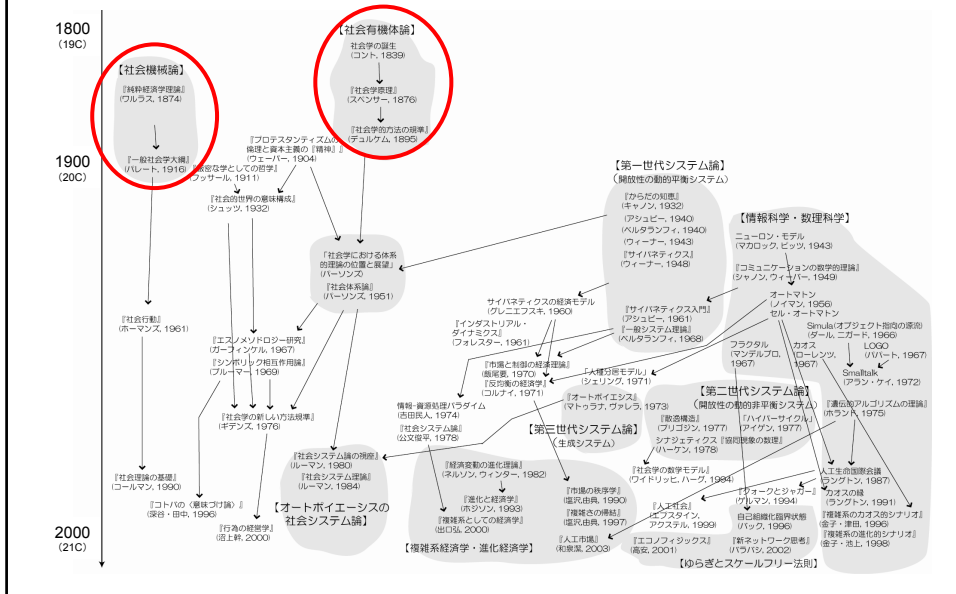
=



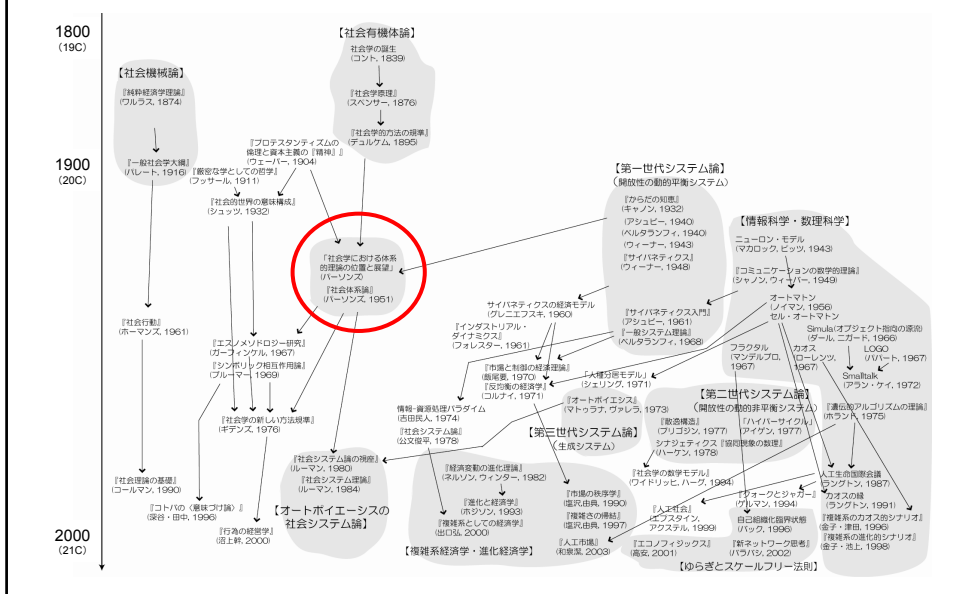
有機体

- スペンサー

# 社会システム論に関する理論の変遷 (暫定版)



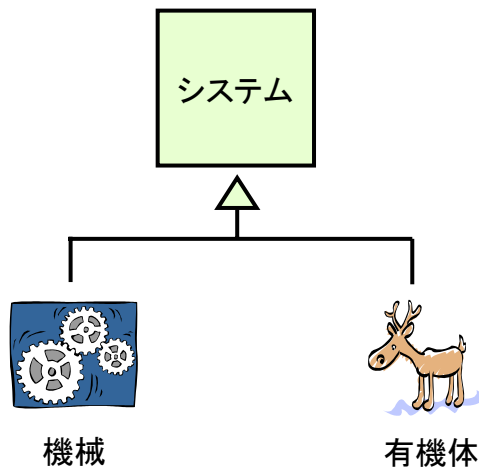
# 社会システム論に関する理論の変遷 (暫定版)



## パーソンズの社会システム論

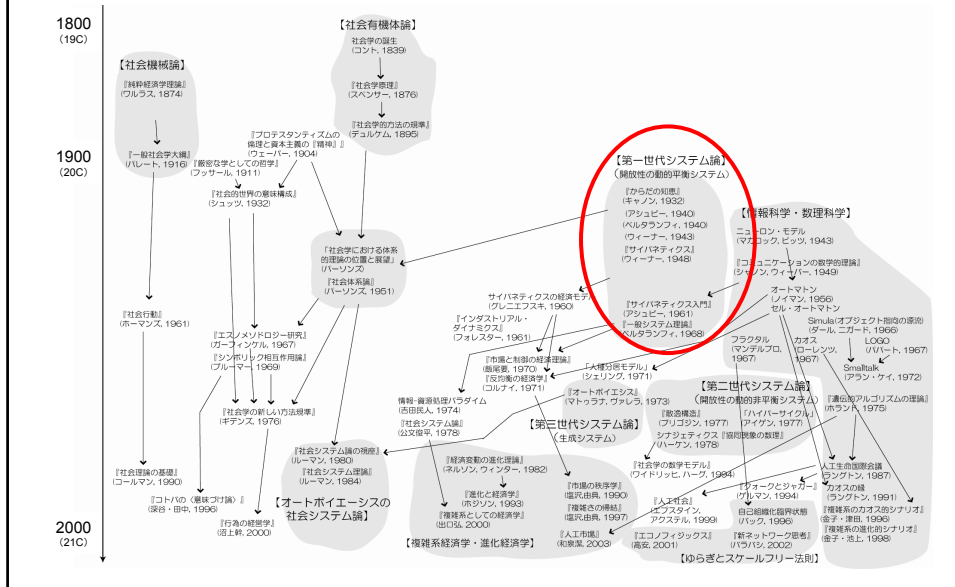
- 1951年パーソンズ『社会システム』
  - ホメオスタシス原理に依拠して、システムの安定性とシステム維持のメカニズムを説明
  - 解剖学と生理学に着目
  - 構造-機能分析
- 
- ホメオスタシス原理
    - 環境変化に対して、体内の状態を恒常的に保持するメカニズム
    - 生物有機体で高度に発達
    - 体温や、血液中の水分・塩分・糖などを一定範囲内に維持する

## 「システム」という捉え方の登場





# 社会システム論に関係する理論の変遷 (暫定版)



## 一般システム理論

- オーストリアの生物学者ベルタランフィによって創始(1945年)
- 従来の有機体論が主張してきた「全体の部分への非還元性」をシステム概念によって統一的に把握する立場を提唱
- 『一般システム理論』(1968年)

## システムの内部

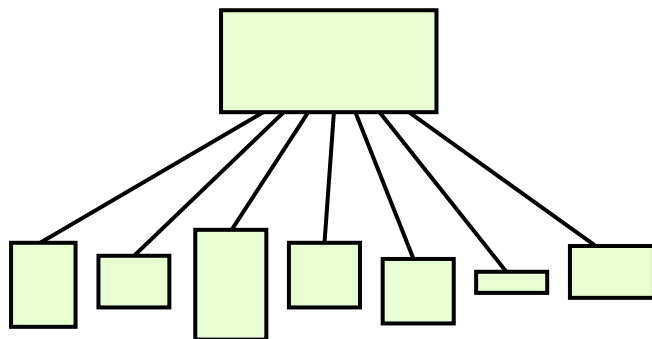
相互関係のある複数の要素(部分)から構成された一つの組織化された統一体



## システムの階層

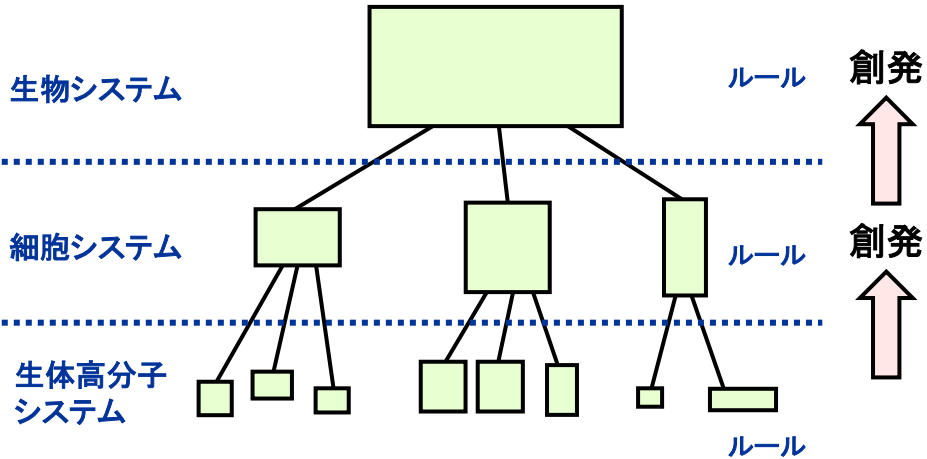
システム  
(上位システム)

サブシステム  
(下位システム)



システムは、その下位のサブシステムから構成されている。

## システムの階層性と創発

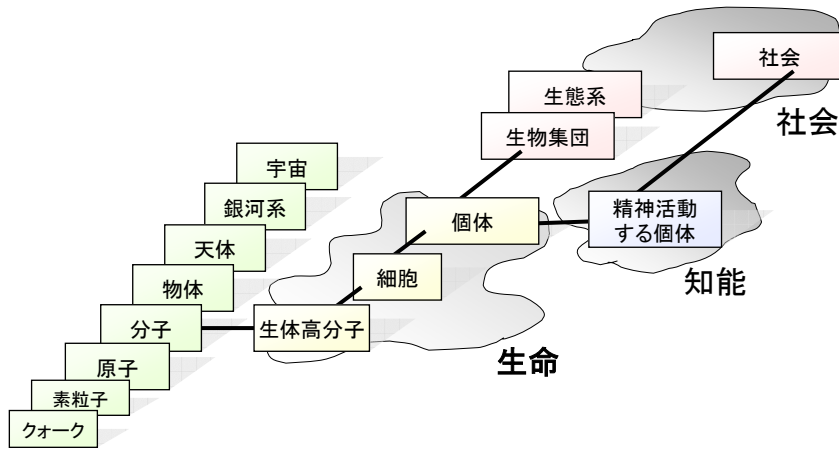


各階層は固有のルールをもっている。

## 創発 (emergence)

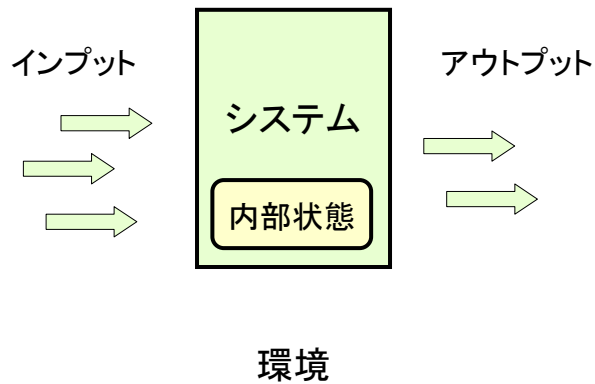
- ある階層を記述する法則は、それより低い階層での法則と比べると高次のものにみえる。  
このことが“創発”という概念の核心となる。
- 所与の複雑性の階層において、その階層を特徴づけ、他へ還元できない何らかの性質が存在するとするのが創発の考えである。

## 世界のシステム階層と創発



井庭崇 福原義久、『複雑系入門』, NTT出版, 1998  
(鈴木賢英, 『自然科学ノート』(文化書房博文社, 1993) を元に改変)

## システムと環境



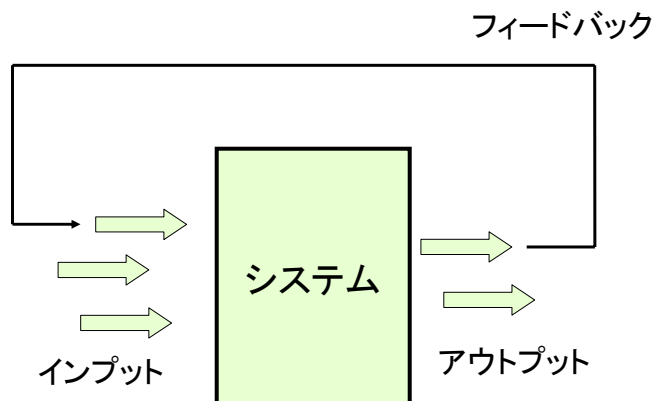
## サイバネティクス

- 「コミュニケーションと制御」におけるフィードバック機構を解明する科学のこと
- サイバネティクスという言葉は、操舵手を意味するギリシア語にその語源をもつ。
- 有機体の典型的な性質についての機械論を打ち立てた
- 「情報」を物質・エネルギーと同等の重要性をもつ概念に高めた。

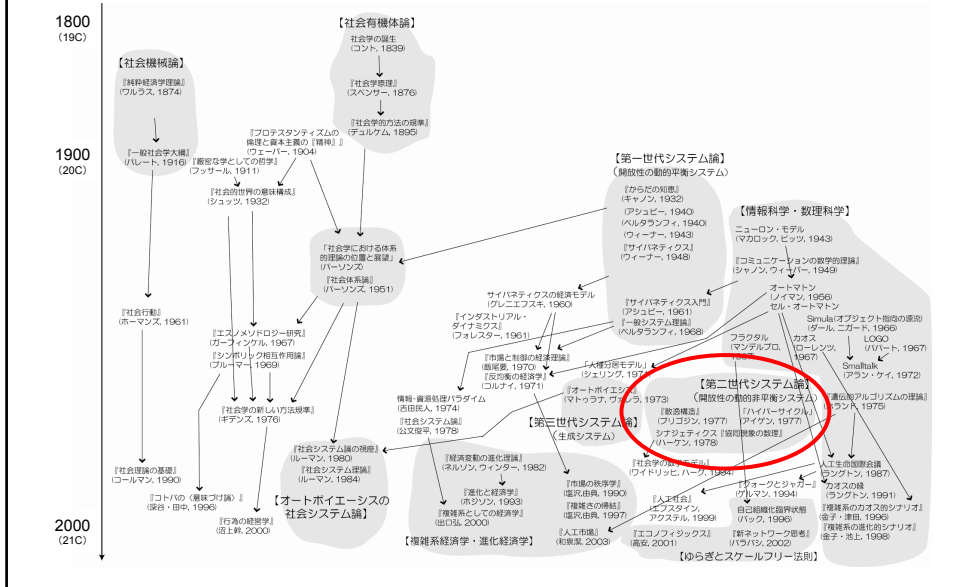
■ William Ross Ashby

■ Norbert Wiener

## アウトプットが再び自分のインプットになると…



# 社会システム論に関する理論の変遷 (暫定版)



# 散逸構造とシナジェティクス

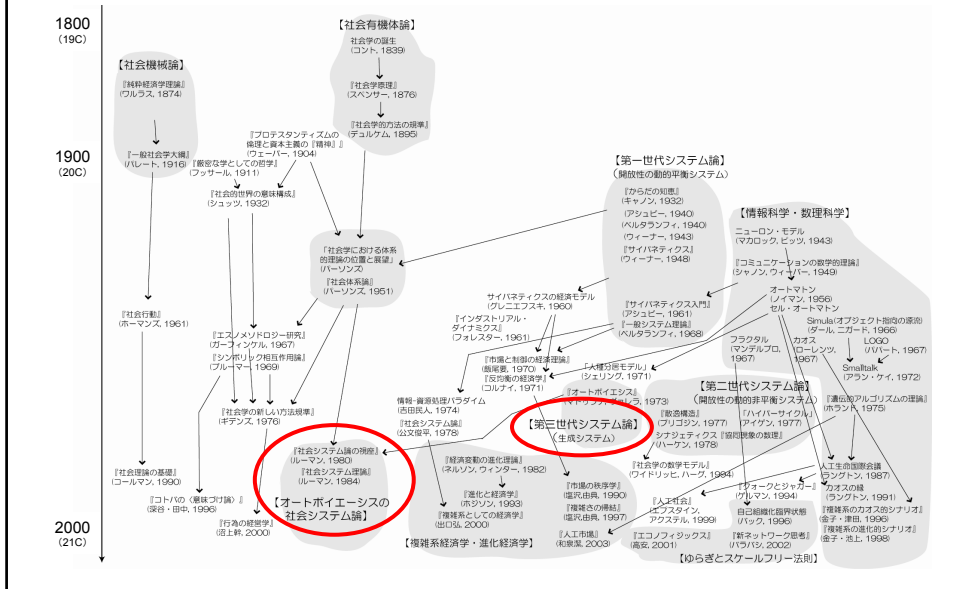
## ■ 散逸構造

- 「ゆらぎ」を新たな秩序が生まれる契機だと捉える。
- 非平衡状態において安定的に維持される構造を、「散逸構造」と呼んだ。
- Ilya Prigogine

## ■ シナジェティクス

- 相転移の際にみられる、多数の要素の共同現象による自己組織化
- Haken Hermann

# 社会システム論に関する理論の変遷 (暫定版)



## オートポイエーシスのシステム

### ■ オートポイエーシス

- ギリシア語のautos(=自己)とpoiein(=つくる)から合成した造語。
- H. マトゥラーナとF. ヴァレラが、生命体の組織特性を記述するために提案。

### ■ N. ルーマンは、概念を発展・整理し、社会システムに適用

- 社会システムは、それ自体の構成要素(コミュニケーション)を自ら制作することによって、自分自身を産出し保存する。

## 企業と市場のシミュレーション(第2回)

1 社会科学の大きな流れ

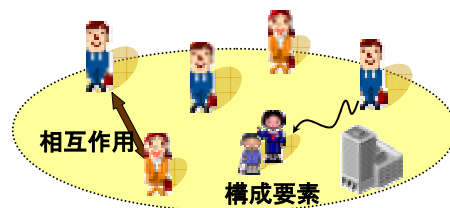
2 システム論の変遷

3 複雑系の捉え方

## 複雑系 (Complex System)

### ■ 自己革新するシステム

- 生命、知能、社会



### ■ 広義の定義

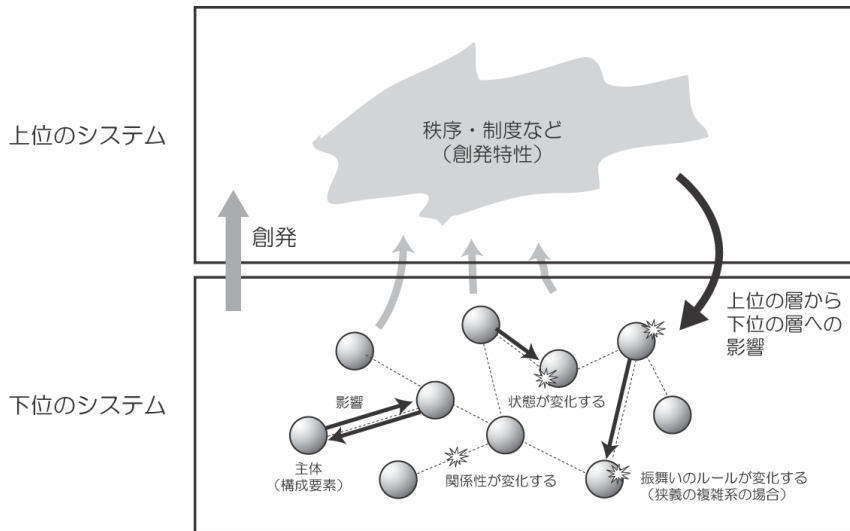
- 内部状態をもつ構成要素が相互作用するシステム

### ■ 狭義の定義

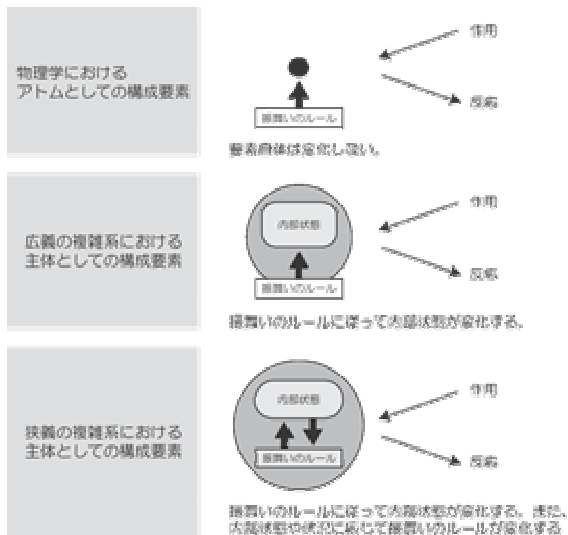
- 構成要素の振舞いのルールが動的に変化するシステム



# 複雑系の全体像

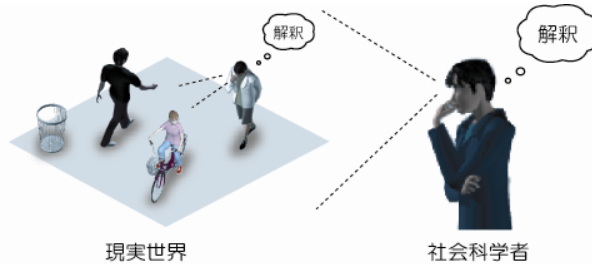


# 複雑系の構成要素



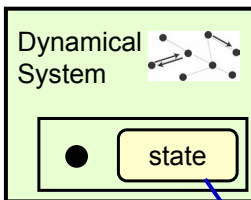
## 社会科学における反省的行為者像

- 社会科学は、研究対象(人間)の解釈を解釈するという「**二重の解釈学**」となる [Giddens 1976]



- 私たちが取り組むべきモデルは、「**ダブル・リアリティ**」を含むモデル [橋爪 1978]

## カ学系のアプローチ

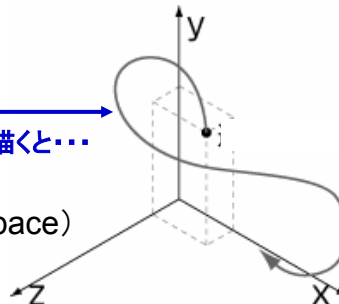


システムのルールは固定的。

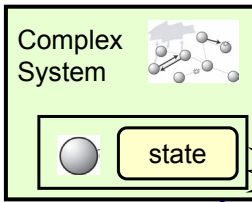
$x = \dots$   
 $y = \dots$   
 $z = \dots$

状態の変化を描くと...

相空間 (phase space)



# 「開いた力学系」の必要性



システムのルールも、変化する。

$x = \dots$  ← ルールも変化する

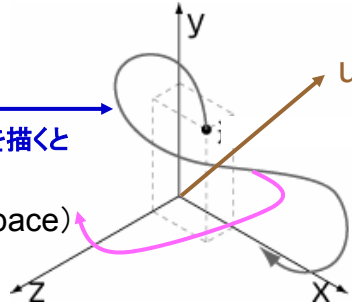
$y = \dots$

$z = \dots$

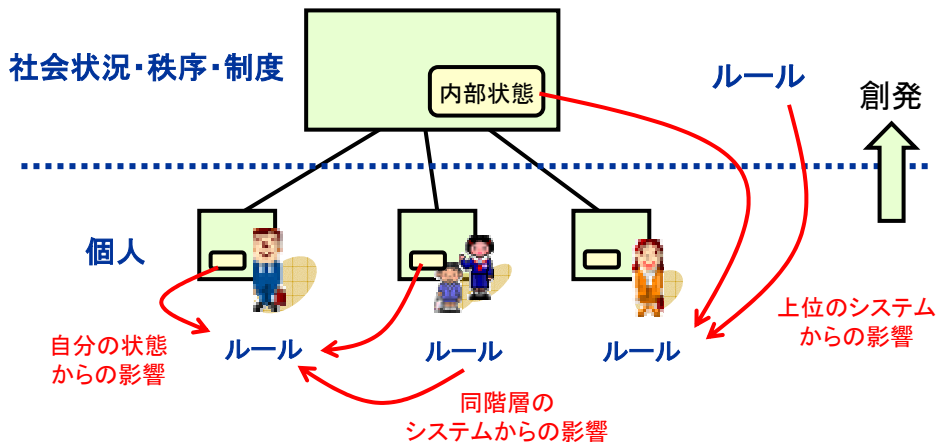
$u = \dots$  ← 新しい状態が生まれる。

状態の変化を描くと

相空間 (phase space)



# 全体(マクロ)と部分(ミクロ)の関係性を見直し



## 分解できない複雑系をいかにして理解するか

還元的手法の限界。

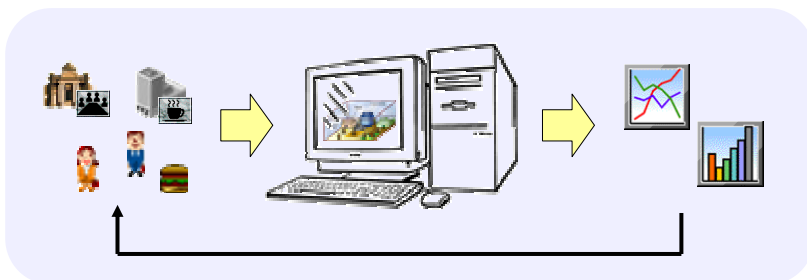
「部分から成り立つはずの全体を理解しないと部分的理解できないという循環に向い合うこと」

「『世界を構成していく』方法により複雑現象の共通な構造を探っていく」

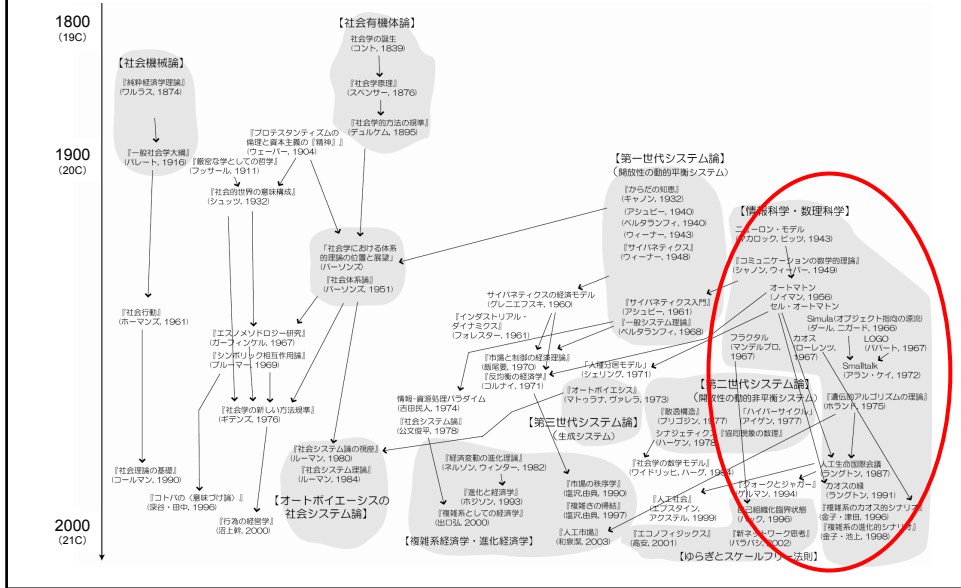
金子邦彦, 池上高志, 『複雑系の進化的シナリオ』, 朝倉書店, 1998  
金子邦彦, 津田一郎, 『複雑系のカオス的シナリオ』, 朝倉書店, 1996

## 構成的手法

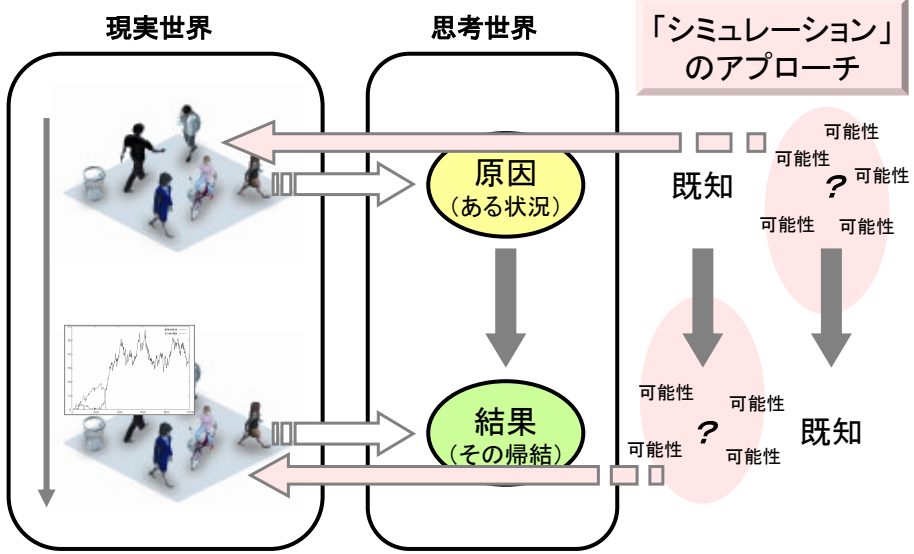
- 対象のモデルをコンピュータ上につくりこみ、その振舞いを観察し、モデルを修正していく。この模索過程を通じて対象を理解する方法。



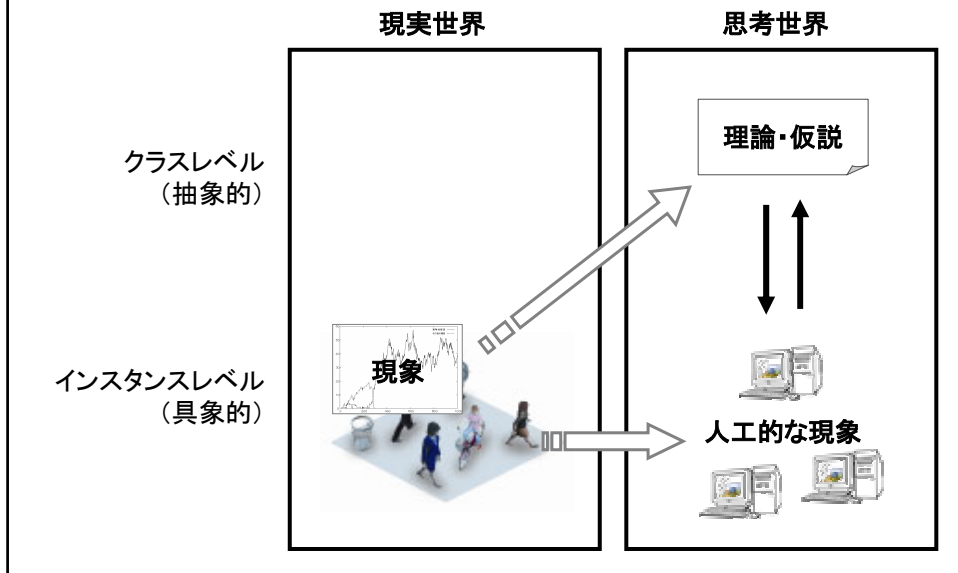
# 社会システム論に関する理論の変遷 (暫定版)



## 因果関係をどうやって把握するか？



# 現象は個別具体的、理論は抽象的



Keio University SFC 2004

## 『企業と市場のシミュレーション』

第2回: 複雑系と進化の社会システム論

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/>