

『企業と市場のシミュレーション』

第1回 イントロダクション

いば たかし

井庭 崇

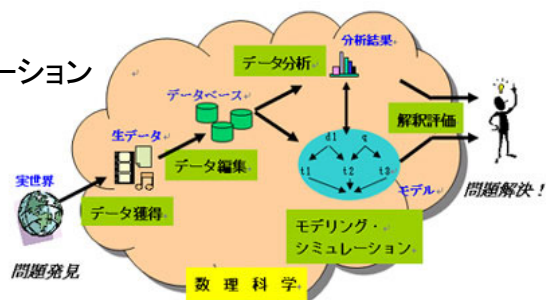
慶應義塾大学総合政策学部 専任講師

iba@sfc.keio.ac.jp

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

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



シミュレーションには種類がある

■ コンピュータ・シミュレーション

■ゲーミング・シミュレーション

■シナリオ・シミュレーション

・
・
・



コンピュータ上で、モデルの設定を変えることによって、その振舞いがどのように変化するかを観察する

コンピュータ・シミュレーションにも種類がある

■システム・ダイナミクスモデル

■マイクロ・シミュレーションモデル

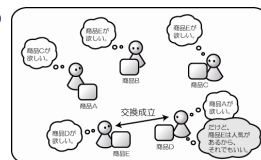
■待ち行列モデル

■マルチレベルシミュレーションモデル

■セル・オートマトンモデル

■マルチエージェントモデル

・
・
・

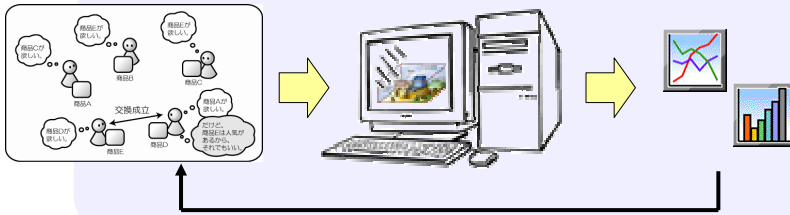


マルチエージェントモデルでは、複数の主体(エージェント)が相互作用することによって現象が生じる、と捉える。

つまり…

- この授業で取り上げるのは
 - マルチエージェントモデルの
 - コンピュータ・シミュレーション

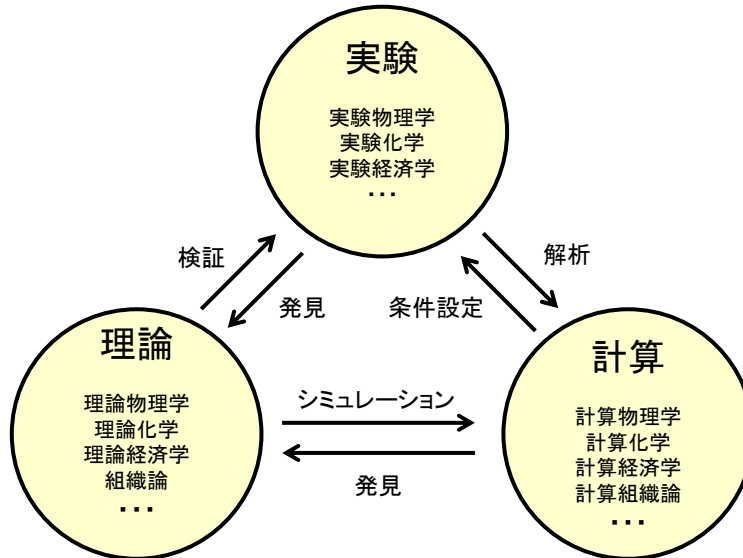
マルチエージェントモデル コンピュータ・シミュレーション



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。

計算科学(Computational Science)



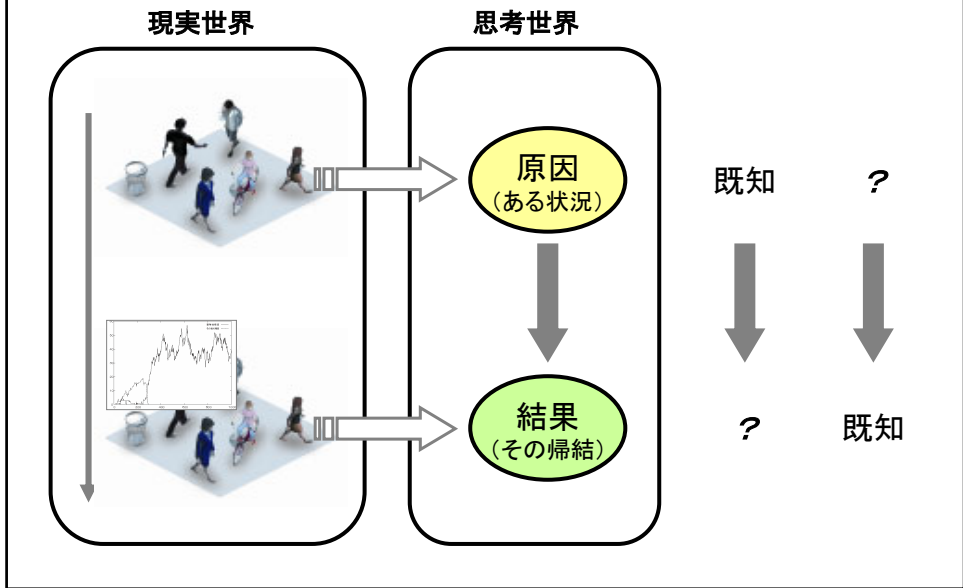
田子精男, 「計算の、計算による、計算のための科学」, 『シミュレーション科学への招待』, 日経サイエンス社, 2000 をもとに改変

新しい知識の源としてのシミュレーション

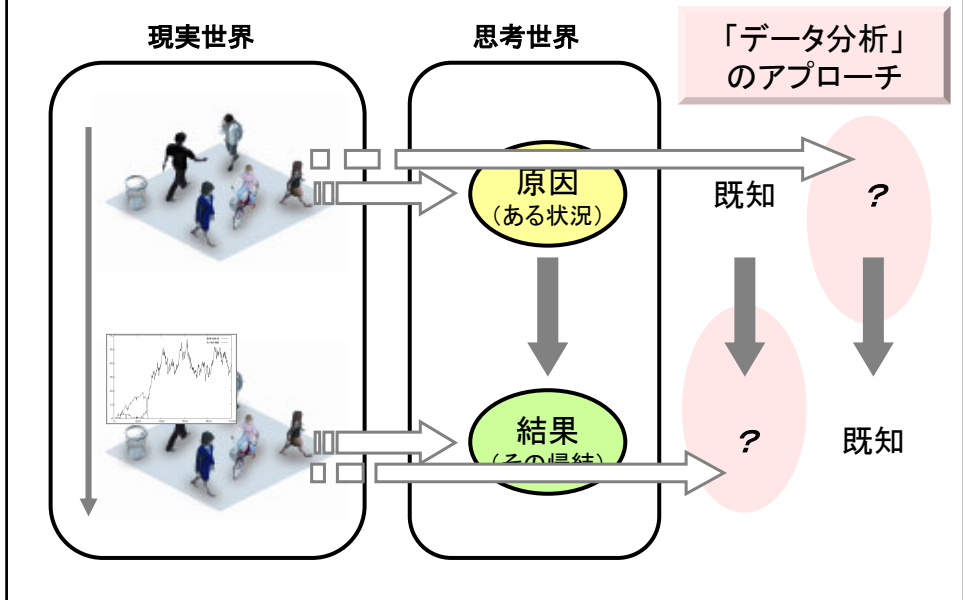
■ 「いったいシミュレーションは、いかにしてわれわれに未知の事柄を教えることができるのだろうか」
(ハーバート・サイモン)

- 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。

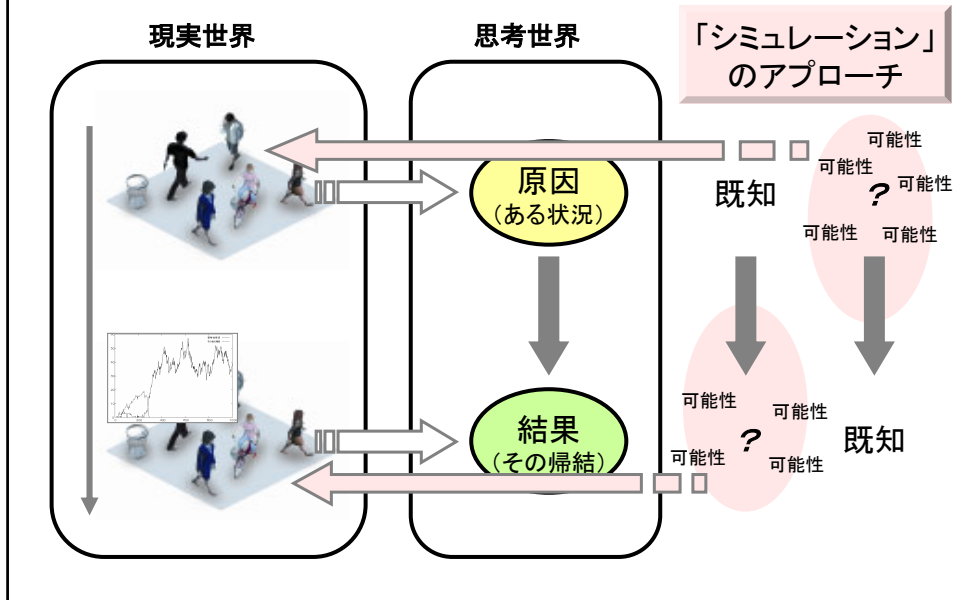
因果関係をどうやって把握するか？



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？

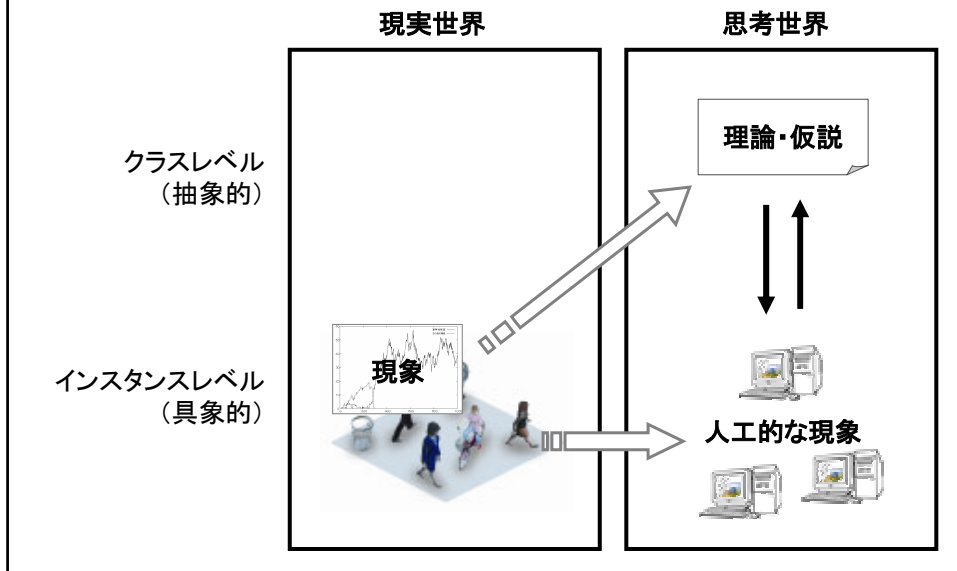


新しい知識の源としてのシミュレーション

■ 「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。

現象は個別具体的、理論は抽象的

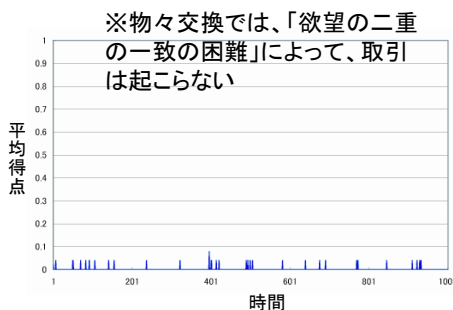
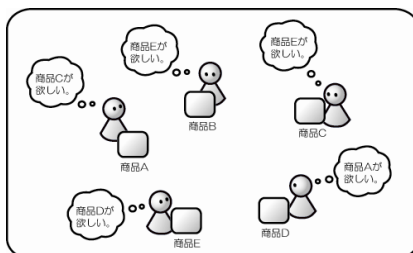


シミュレーション研究の例：貨幣の自生と自壊

■ 『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

■ 基本モデル(物々交換)

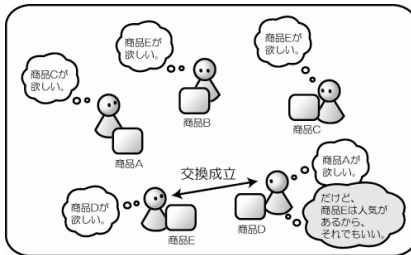


モデルは、安富 歩, 『貨幣の複雑性：生成と崩壊の理論』, 創文社, 2000

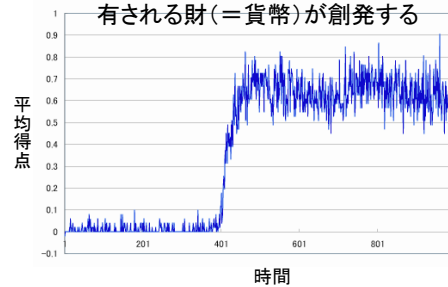
シミュレーション研究の例：貨幣の自生と自壊

■ 拡張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



※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

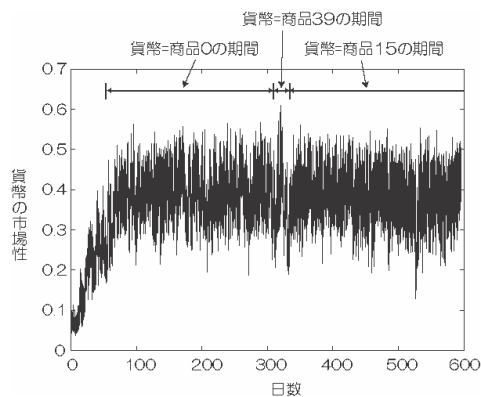


モデルは、安富 歩、『貨幣の複雑性：生成と崩壊の理論』，創文社，2000

シミュレーション研究の例：貨幣の自生と自壊

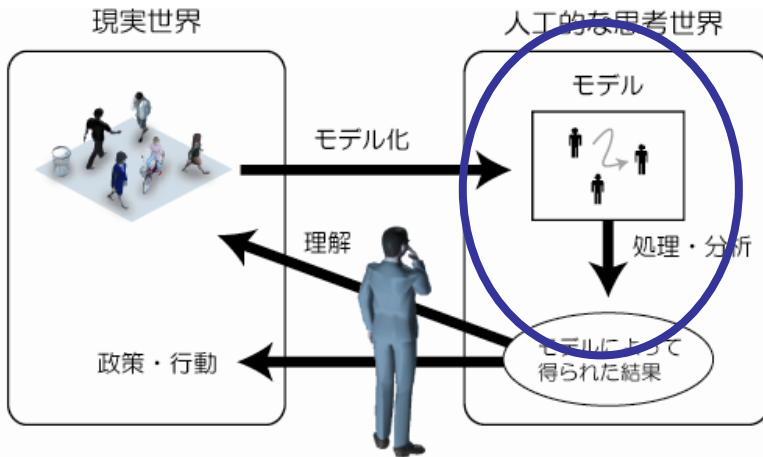
■ 拡張2（進化的交換）

- 欲する財を入手しやすいAgentエージェント（の閾値）を、他のAgentエージェントが模倣する



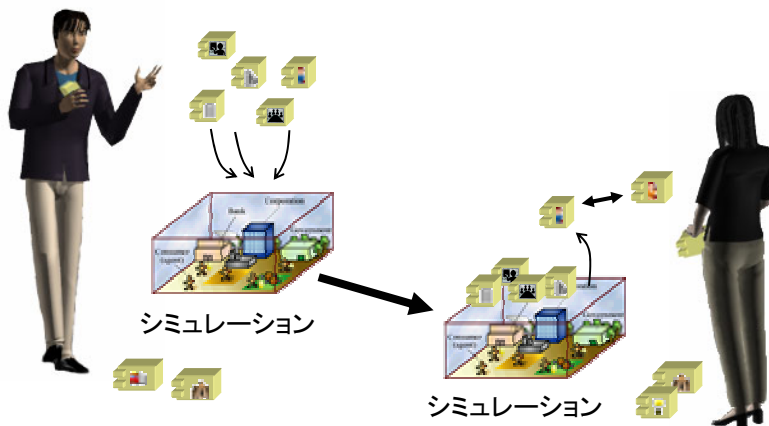
モデルは、安富 歩、『貨幣の複雑性：生成と崩壊の理論』，創文社，2000

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？

動くモデルを共有することで、考えていることを伝えやすくするかもしれない。(あくまで現段階では可能性にすぎないが...)



『企業と市場のシミュレーション』

第1回 イントロダクション

授業計画と履修に関する説明

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/>

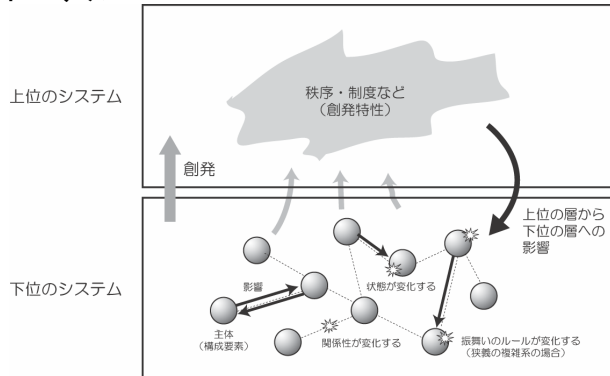
スケジュール

- 第1回 (4/ 9 金) イントロダクション
- 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) 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

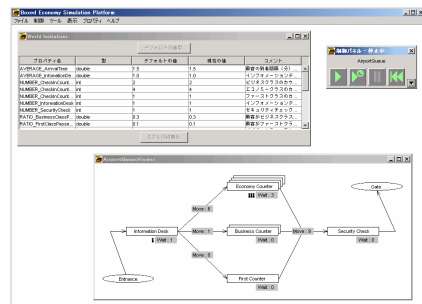
第2回 複雑系と進化の社会システム論

- 社会科学におけるシステム観の変遷
- 複雑系 (Complex System)
- 進化
- マルチエージェントモデル



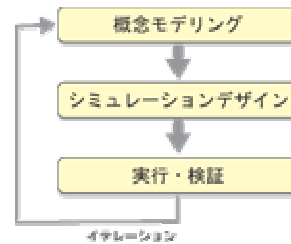
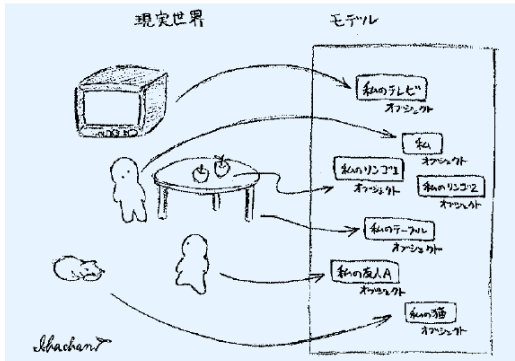
第3回 シミュレーションによる分析

- 空港の待ち行列モデル
 - ボトルネックの発見とその改善策の効果分析
- 各自のパソコン上で、シミュレーション実行演習
- Boxed Economy Simulation Platform (BESP)
 - SFCで開発されたシミュレーション・ソフトウェア
 - <http://www.boxed-economy.org/>



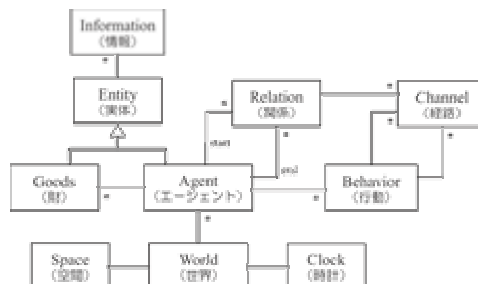
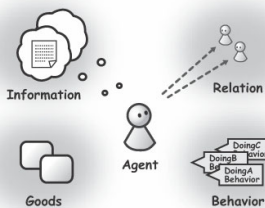
第4回 シミュレーション作成プロセスとUML

- オブジェクト指向によるモデリング
- UML (統一モデリング言語)
 - Unified Modeling Language



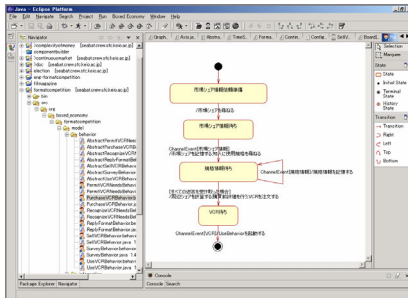
第5回 概念モデリングとシミュレーションデザイン

- 概念モデリング
 - 対象世界から概念モデルを抽出・記述する
- シミュレーションデザイン
 - 概念モデルを反映したシミュレーションを設計・実装する



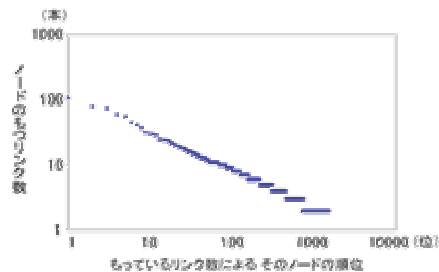
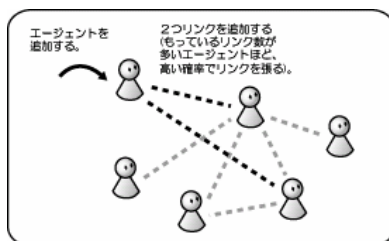
第6～8回 シミュレーション作成演習①～③

- Component Builder (CB)
 - シミュレーション作成を支援するツール
 - <http://www.boxed-economy.org/>



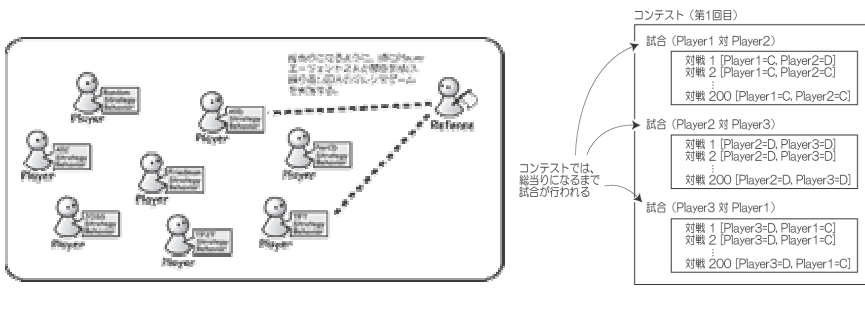
第9回 成長するネットワークモデル

- 現実世界におけるネットワークは「成長する」
 - 友人関係や経済ネットワーク、WWW、神経回路網、細胞内代謝
 - ノードのリンク数と順位が「べき乗分布」になるという特徴
- このようなネットワークの生成の仕組みが提案
 - 『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)



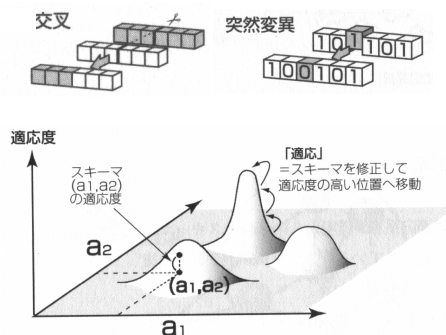
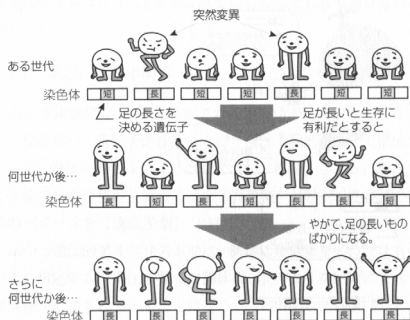
第10回 繰り返し囚人のジレンマモデル

- 利害が対立する状況の中で、利己的な主体間でどのように協調が形成されるのかを調べる枠組みとして、政治学、経済学、社会学で用いられている。
- 戦略の進化と状況の変化の分析
 - 『対立と協調の科学: エージェント・ベース・モデルによる複雑系の解明』(ロバート・アクセルロッド, ダイヤモンド社, 2003)



第11回 遺伝的アルゴリズムによる進化のモデル

- 遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm)
 - 生物の遺伝のメカニズムを模倣した計算手法
 - 工学分野では最適化手法として用いられている
 - 選択(淘汰)、交叉、突然変異



第12, 13回

企業競争の進化的シミュレーションモデル①, ②

- 進化経済学 (Evolutionary Economics)
 - 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
 - 組合せや変化や変異を伴う複製メカニズムに注目する

- リチャード・ネルソンとシドニー・ウィンターのモデル
 - 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。
 - R.R. Nelson and S.G. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press of Harvard University Press, 1982

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) 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

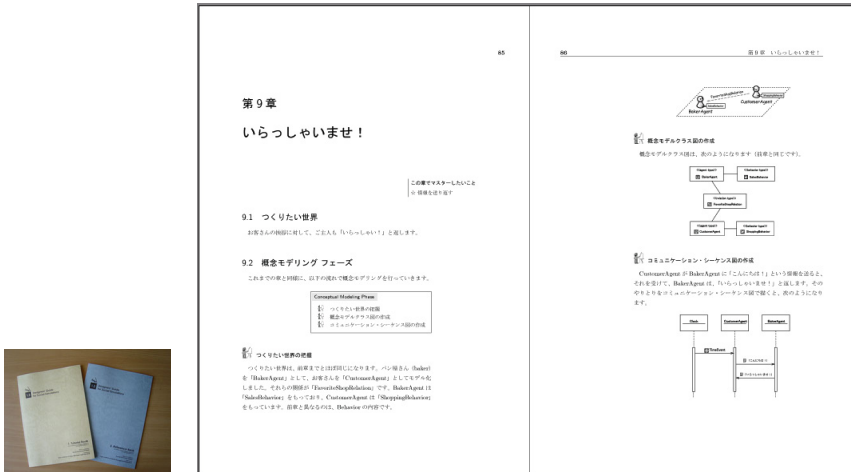
- 授業内容を経験的に理解するために、学期の後半から1人または2人によるミニ研究プロジェクトを行います。
- 自分たちの興味に合わせて考察対象を設定し、モデル化とシミュレーションの作成をしてもらいます。作成するのは、独自のモデルのほか、授業で取り上げたモデルの改良や、既存モデルの再現でも構いません。
- この最終課題で問われるのは、プログラミングの技術力ではありません。自分たちで自らの成果の評価軸を設定してもらい、それに基づいて評価されます。例えば、研究設定の面白さ、モデル化の妥当性、シミュレーション設計の巧みさ、インプリケーションの説得性等、自分たちの研究内容のどこに魅力があるのかをアピールしてください。
- 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になりますので、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 uses。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 uses。

配布するガイドブック

『社会シミュレーションデザイナーズガイド』(第2版)
チュートリアル編&リファレンス編 (Boxed Economy Project 編著, 2004)



参考文献の紹介

『社会シミュレーションの技法：政治・経済・社会をめぐる思考
技術のフロンティア』(ナイジェル・ギルバート/クラウス・G・ト
ロイツェ, 日本評論社, 2003)



- 第1章 シミュレーションと社会科学
- 第2章 手法としてのシミュレーション
- 第3章 システムダイナミクスと世界モデル
- 第4章 ミクロシミュレーションモデル
- 第5章 待ち行列モデル
- 第6章 マルチレベルシミュレーションモデル
- 第7章 セル・オートマトンモデル
- 第8章 マルチエージェントモデル
- 第9章 学習と進化のモデル

Nigel Gilbert, Klaus G. Troitzsch, *Simulation for the Social Scientist*
Open University Press, 1999

参考文献の紹介

『複雑系入門: 知のフロンティアへの冒険』 (井庭崇, 福原義久, NTT出版, 1998)



第I部 『複雑系』科学

- 第1章 『複雑系』とは何か?
- 第2章 『複雑系』科学の位置
- 第3章 『複雑系』科学の方法論

第II部 複雑性の現象

- 第4章 フラクタル
- 第5章 自己組織的臨界状態
- 第6章 カオス
- 第7章 カオスの縁

第III部 複雑適応系

- 第8章 複雑適応系
- 第9章 進化と遺伝的アルゴリズム
- 第10章 カウフマンネットワーク
- 第11章 ニューラルネットワーク

第IV部 『複雑系』科学のフロンティア

- 第12章 『複雑系』経済学
- 第13章 人工生命
- 第14章 カオス結合系
- 第15章 内部観測

第V部 『複雑系』研究への道標

- 第16章 『複雑系』科学の鳥瞰図

この授業に関する連絡先

■ 授業スタッフ(担当教員+TA)への連絡

■ simu-staff@sfc.keio.ac.jp

■ 担当教員

■ 井庭 崇 iba@sfc.keio.ac.jp

■ TA (Teaching Assistant)

■ 青山 希 [修士2年]

■ 山田 悠 [修士2年]

■ 授業ホームページ

■ <http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/2004/sfc-simu/>

Keio University SFC

『企業と市場のシミュレーション』

第1回 イン트로ダクション

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/>