

『企業と市場のシミュレーション』

第3回:シミュレーションによる分析

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

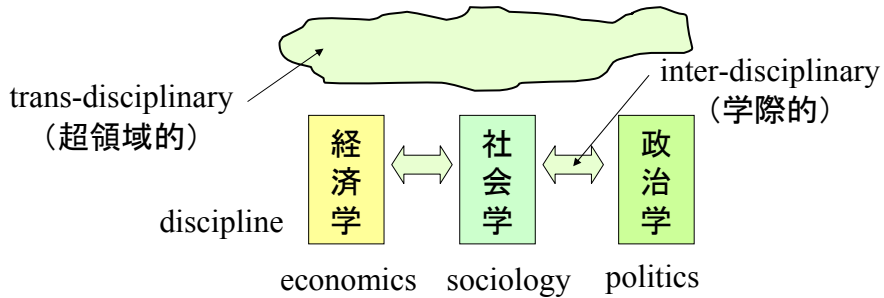
<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

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での社会科学の誕生
- 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: … ?

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

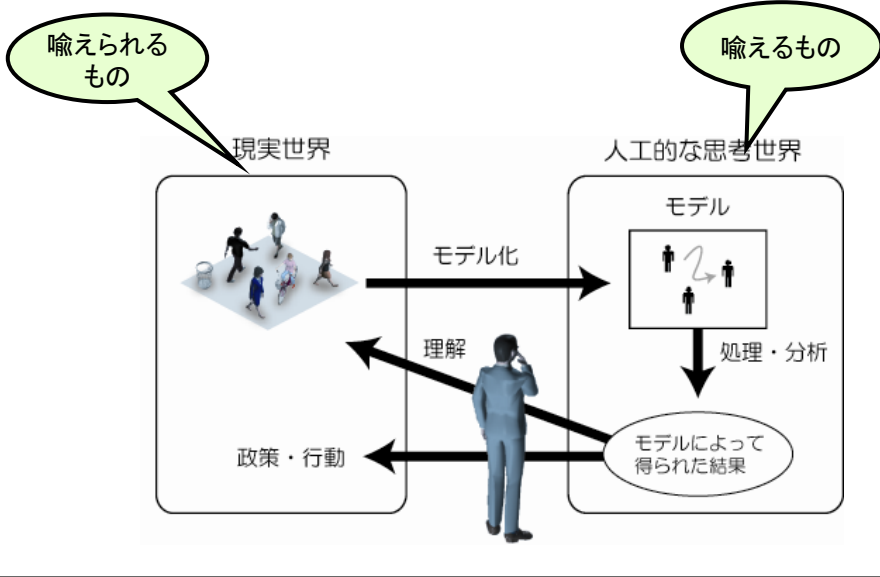


- ①問題領域と政策の超領域化
→現在の総合政策学につながる流れ



- 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

社会をどのようなものとして捉えるか？



初期の捉え方

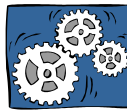


社会を機械として捉える。有機体として捉える。



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

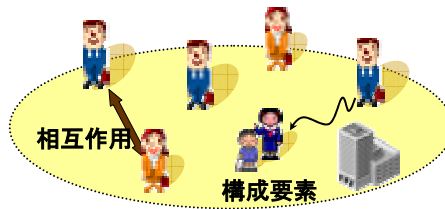
•スペンサー

複雑系 (Complex System)



■ 自己革新するシステム

- 生命、知能、社会



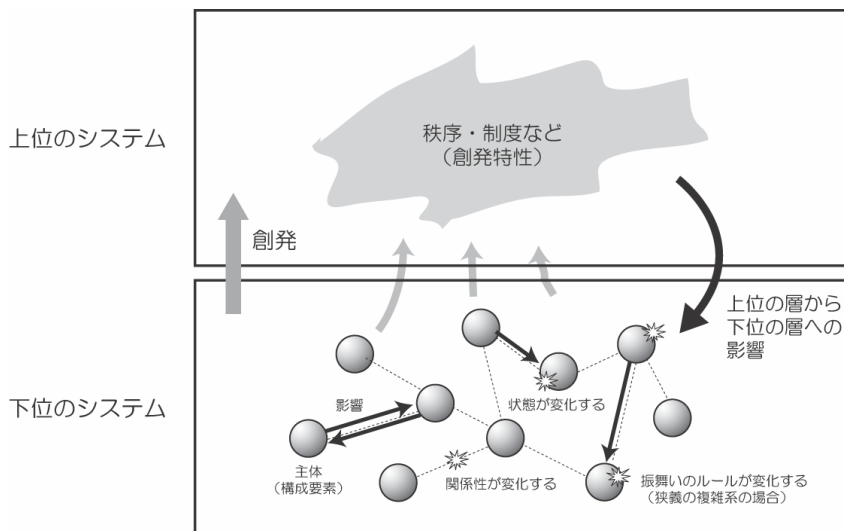
■ 広義の定義

- 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



分解できない複雑系をいかにして理解す



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」

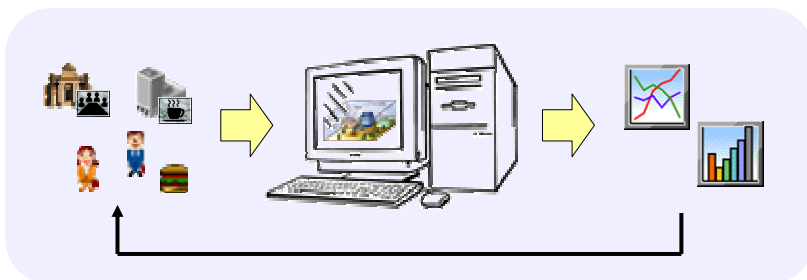
「『世界を構成していく』方法により複雑現象の共通な構造を探っていく」

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。



Keio University SFC 2004

『企業と市場のシミュレーション』

第3回:シミュレーションによる分析

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

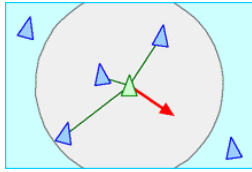
<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

まず、これを見てください。

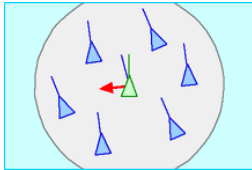
■ [鳥の群れムービー](#)

■ [Boid 3D \(by Craig Reynolds\)](#)

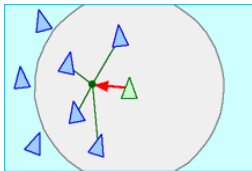
鳥の群れシミュレーションのメカニズム



近くの鳥から離れる



他の鳥と方向を合わせる

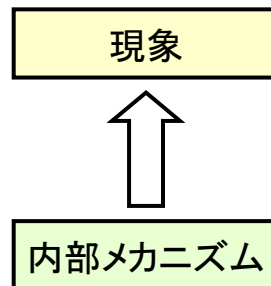


群れの中心に向かう

図は、<http://www.red3d.com/cwr/boids/> より

シミュレーション

- 模擬実験
- 「試しにやってみる」
- 「模擬する」「真似る」
- シミュレーションとは、内部メカニズムから現象を生成すること。



ヴァーチャル (Virtual) とリアル

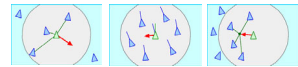
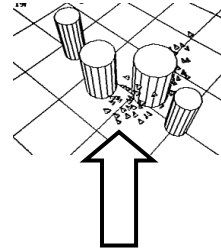
- Virtual = 「事実上の」
- 語源は、ラテン語「virtus」(力, エネルギー)
 - あるものをそうたらしめる潜在能力という意味



現象



内部メカニズム



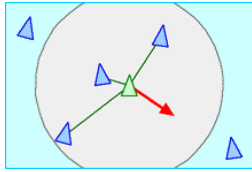
着地するBoid

[Boid 障害物 \(by Craig Reynolds\)](#)

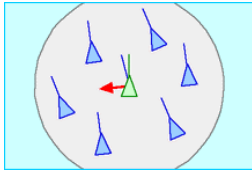
シミュレーションによる 内部メカニズムからの現象の生成(1)

- [2物体の衝突](#)
- [波のシミュレーション](#)

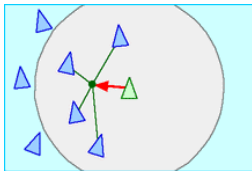
鳥の群れシミュレーションのメカニズム



近くの鳥から離れる



他の鳥と方向を合わせる



群れの中心に向かう

図は、<http://www.red3d.com/cwr/boids/> より

ヴァーチャル (Virtual)

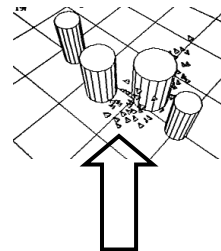
- Virtual = 「事実上の」
- 語源は、ラテン語「virtus」(力, エネルギー)
 - あるものをそうたらしめる潜在能力という意味



現象



内部メカニズム



図は、<http://www.red3d.com/cwr/boids/> より

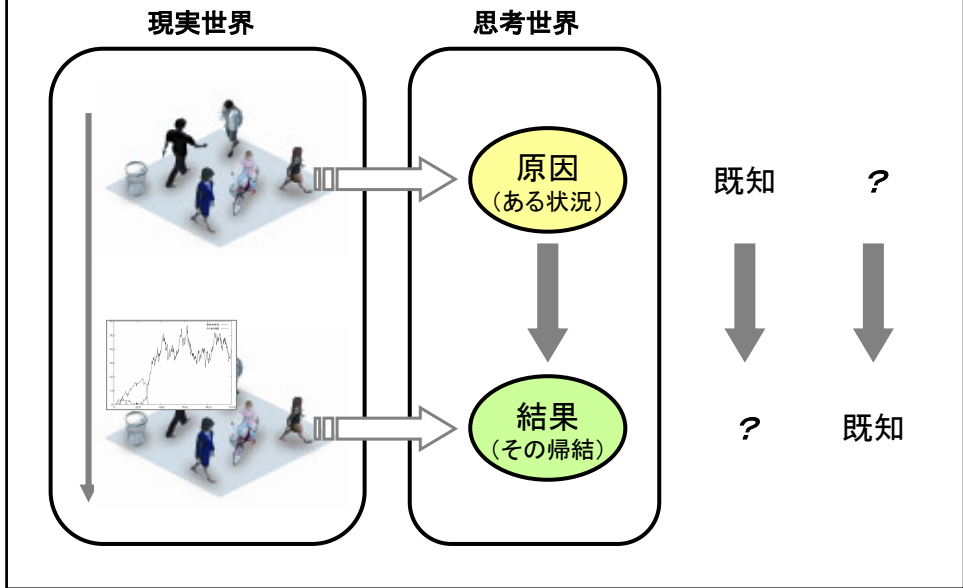
シミュレーションによる 内部メカニズムからの現象の生成(1)

- 2物体の衝突
- 波のシミュレーション

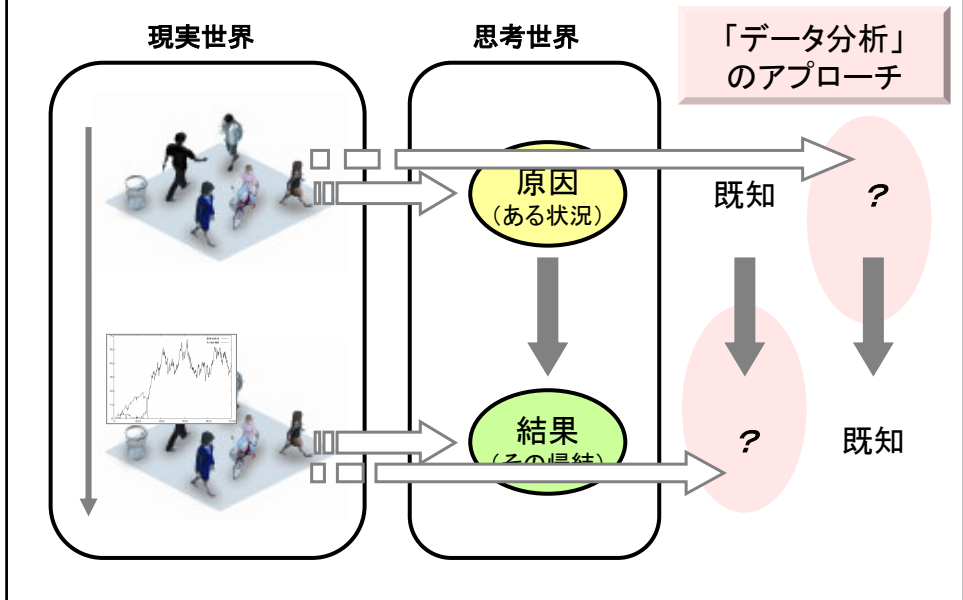
新しい知識の源としてのシミュレーション

- 「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。

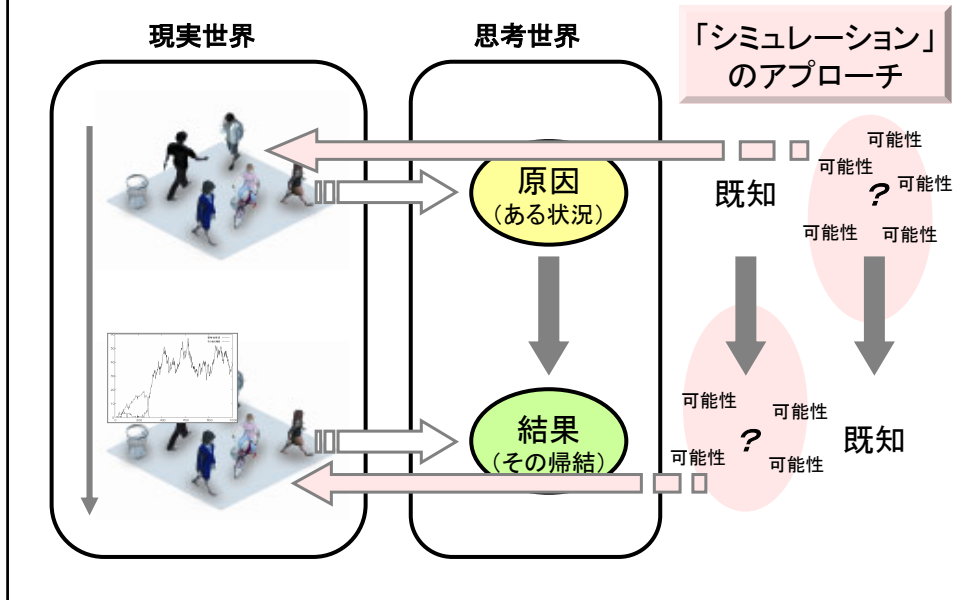
因果関係をどうやって把握するか？



因果関係をどうやって把握するか？

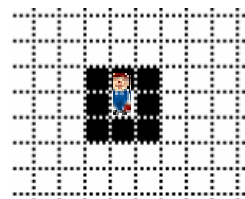


因果関係をどうやって把握するか？



人種分居モデル

- アメリカにおける人種分居の研究
 - T.C.Schelling (1971)
- 人びとは他の人種に対する「許容閾値」をもっており、近所に自分と同じ人種が一定割合以上いるときにだけ満足すると仮定した。

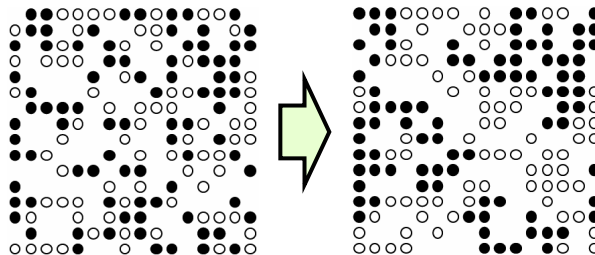


(例1) 人種分居モデルのシミュレーション手順



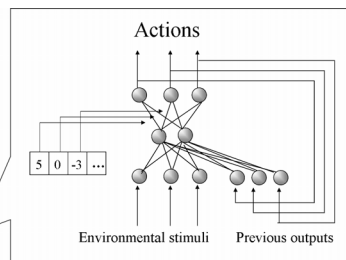
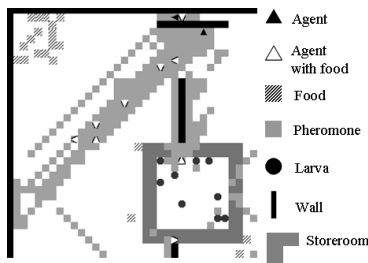
- 一人がランダムに選ばれる
- その人が現在の場所に「満足」しているかどうか考える。
- もし「満足」でなければ、近くのセルの中から自分が満足でき、しかも誰も住んでいない場所を探して移動する。
- ほかにの人をランダムに選んでいき、最終的に全員が満足するまで続けられる。

許容閾値37.5%の場合

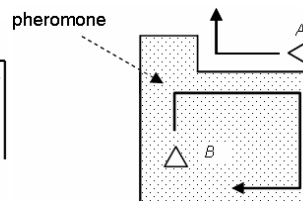
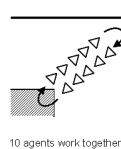
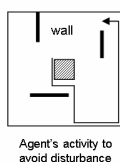
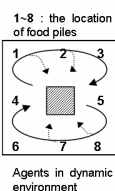
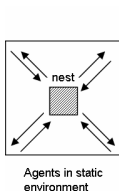


記号の意味の創発の観察

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

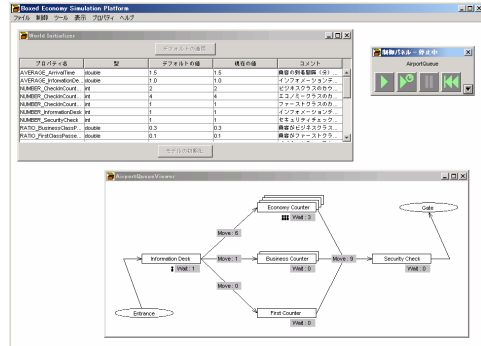


蟻エージェントには、「フェロモン」を置くこと、それを感知することは可能にしておくが、その意味は規定しないで、シミュレーションを行なうと、コロニーによって2つの使い方が現れた。(1)他のエージェントに「この中にいる」という意味で用いる場合と、(2)「こっちは来るな」という意味で用いる場合である。↓



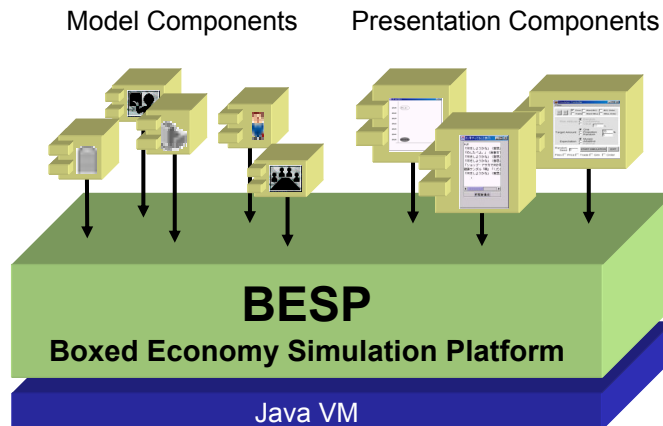
今日の演習:シミュレーションの実行と分析

- 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/>



Boxed Economy Simulation Platformの基本構造

BESPでは、コンポーネントとフレームワークの考え方に基づく設計がなされている。シミュレーションのモデルや実行環境をコンポーネントとして分割して定義するため、それらを組み替えることによってユーザー独自のシミュレーションを柔軟かつ容易に構築できる。

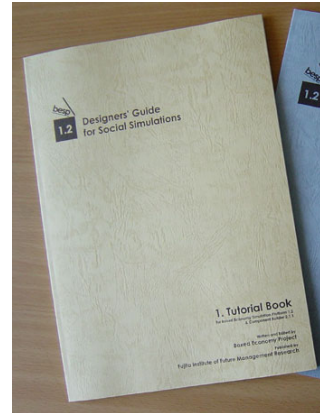


社会シミュレーションデザイナーズガイド(第2版)

■ 第I部 シミュレーションを実行してみよう

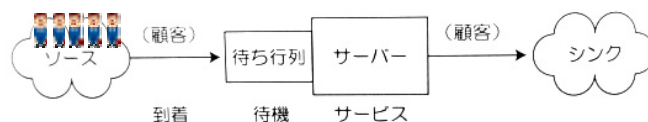
- 第1章 BESP を使ってみよう
 - 1.1 BESP の起動
 - 1.2 シミュレーションの読み込みと実行
 - 1.3 プレゼンテーションの設定

- 第2章 BESP を使いこなす
 - 2.1 空港の待ち行列モデル
 - 2.2 プラグインをインストールする
 - 2.3 空港の待ち行列モデルを実行する
 - 2.4 初期パラメータを変えて実行する



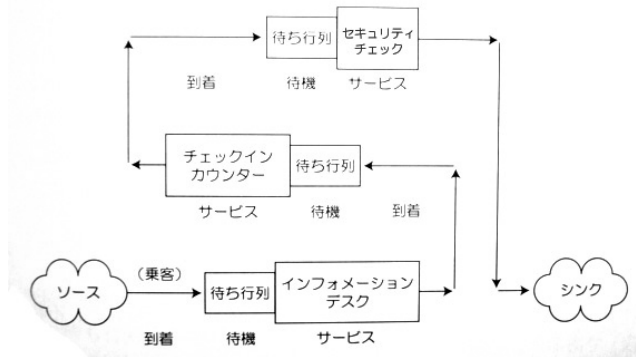
待ち行列モデル(Queuing Model)

- 起源
 - 20世紀初頭:スウェーデン電話交換施設の回線の混み合い問題
- 応用分野の例
 - 銀行の顧客、空港の乗客、コンピュータのジョブ、行政機関の書類
- 確率的な分布を与える
 - 顧客が到着する間隔
 - サーバーが顧客にサービスを提供する時間
- シミュレーション分析の目的
 - 顧客の平均待ち時間とサーバーの平均空き時間を最小化したい



空港の待ち行列モデル

- 乗客の到着確率: 指数分布
 - 不特定多数のものが到着する間隔は、「指数分布」に従うことが経験的にわかっている。
 - ある時間内に起こる事象の回数は「ポアソン分布」に従う



シミュレーションの初期設定

- クラス別の割合
 - ファーストクラス=10%
 - ビジネスクラス=30%
 - エコノミークラス=60%
- 預ける荷物をもっている確率
 - ファーストクラス=70%
 - ビジネスクラス=30%
 - エコノミークラス=70%
- サービス時間
- 各種カウンター数
- カウンター間の歩行時間 など

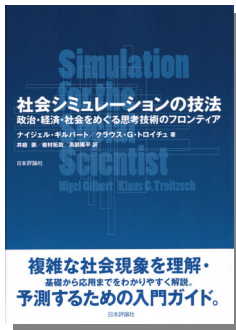
※これらの初期設定は、World Initializerで変更可能

BESPのメニュー
[ツール]→[World Initializer]

プロパティ名	型	デフォルト値	現在の値	コメント
CVSASG_ArrivalTime	double	0.5	0.5	乗客の到着間隔 (秒) の平均値
CVSASG_ArrivalOrderServiceTime	double	0.5	0.5	インフォメーションデスクの到着順 1人あたりサービス時間 (秒) の平均値
AMMIS_CheekCounter_BusinessClass	int	2	2	ビジネスクラスのチェックインカウンター数
AMMIS_CheekCounter_EconomyClass	int	4	4	エコノミークラスのチェックインカウンター数
AMMIS_CheekCounter_FirstClass	int	1	1	ファーストクラスのチェックインカウンター数
AMMIS_InformationDesk	int	1	1	インフォメーションデスクの数
AMMIS_SecurityCheck	int	1	1	セキュリティチェックの数
RATIO_BusinessClassPassenger	double	0.3	0.3	乗客がビジネスクラスである確率
RATIO_BusinessClassPassenger	double	0.1	0.1	乗客がファーストクラスである確率
RATIO_LoggedInEconomyClass	double	0.3	0.3	ビジネスクラスの乗客が荷物を持っていない確率
RATIO_LoggedInEconomyClass	double	0.7	0.7	ビジネスクラスの乗客が荷物を持っていない確率
RATIO_LoggedInFirstClass	double	0.7	0.7	ファーストクラスの乗客が荷物を持っていない確率
SRVCETime_CounterInfoLuggage_MAX	int	4	4	荷物がない場合に最大サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_CounterInfoLuggage_MIN	int	2	2	荷物がない場合に最小サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_CounterInfoLuggage_MAX	int	20	20	荷物がある場合に最大サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_CounterInfoLuggage_MIN	int	5	5	荷物がある場合に最小サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_SecurityCheck_MAX	int	2	2	セキュリティチェックの最大サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_SecurityCheck_MIN	int	1	1	セキュリティチェックの最小サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_FirstCounterInfoServiceChe	int	20	20	インフォメーションデスクの最大サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_FirstCounterInfoServiceChe	int	10	10	インフォメーションデスクの最小サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_FirstCounterInfoServiceSt	int	5	5	インフォメーションデスクの最大サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_FirstCounterInfoServiceSt	int	5	5	インフォメーションデスクの最小サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_SecurityCheck	int	5	5	インフォメーションデスクの最大サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_SecurityCheck	int	0	0	インフォメーションデスクの最小サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_SecurityCheck	int	0	0	インフォメーションデスクの最大サービス時間 (秒) の値
SRVCETime_SecurityCheck	int	0	0	インフォメーションデスクの最小サービス時間 (秒) の値

社会シミュレーションの方法やモデルについては・・・

『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・トロイツシュ、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

宿題(第3回)

※聴講生、SFC-GC生も、ぜひ！

■ 宿題①

- 待ち行列モデルの設定を変更して実行し、そこから何らかの考察を行いなさい。
 - simu-staff@sfc.keio.ac.jpまでメールで提出
 - メール本文に記述。
 - 分量は、任意。
 - メールのはじめは「simu-hw1」
 - 5月6日(木)夜11:00まで
 - 所属・学年、学籍番号、名前を必ず書いてください。

■ 宿題②:これまでの授業の感想・意見

- これまでの授業を通じて、わかったこと・考えたこと、感じたことなど。授業内容だけでなく授業運営に関することも、どうぞ。
 - 上記と同じメールの本文に、宿題①の下に分けて書く。