

教育現場における

MASの利用事例紹介

プログラミングだけでないプログラミングの講義

和泉 潔

kiyoshi@ni.mints.ne.jp

東京大学大学院 工学系研究科

プログラミング応用 (後半)

- 3年生夏学期
- 180分の授業を6週に渡って実施
 - 一回 = {前半90分、後半90分}
 - 前半: artisocプログラミングの基礎
 - 後半: 5人1班でのグループワーク



授業の狙い

- 言語の習得だけでなく、現象をモデリングするスキルを身につける
- 実際の研究・開発の流れを学ぶ

問題発見能力

システム思考

総合知

仮説生成力

モデル生成

実社会への応用 /
産業・ビジネスへの適用



- プログラミングだけでないプログラミングの講義
- 「ものの見方」を訓練する
 - 目上の人物からの話を信じるな!

プログラミング応用 (後半)

- 3年生夏学期
- 180分の授業を6週に渡って実施
 - 一回 = { 前半90分、後半90分 }
 - 前半: artisocプログラミングの基礎
 - 後半: 5人1班でのグループワーク



プログラミングの基礎

● 学習サポートマテリアル

懇切丁寧なartisoc入門書

『人工社会構築指南』

プログラミング経験がなくても無理なくartisocを習得できる入門書です。

東京大学大学院総合文化研究科

山影 進（著）

ISBN: 978-4-88611-503-4

出版・発売 書籍工房早山

2007年1月20日発行 B5版 446頁 CD-ROM付

定価（本体3,600円＋税）



プログラミングの基礎

artisocというシミュレーション言語を用いた、社会現象のマルチエージェントモデルの作成

1. モデル作りの基本を身につける
2. 人工社会の発想と技法に慣れる
3. 本格的な人工社会をめざす(1)
4. 本格的な人工社会をめざす(2)
5. 研究・実務のツールにする(1)
6. 研究・実務のツールにする(2)



立ち止まりモデル

The screenshot displays a software interface with two main components:

- ツリー (Tree):** A hierarchical tree structure on the left side. The root node is "Universe". Under "Universe" is a folder icon for "hiroba". Under "hiroba" is a folder icon for "hito". Under "hito" are several property nodes: "ID", "X", "Y", "Layer", "Direction", and "mawari". Each property node has a small icon next to it.
- コンソール画面 (Console Window):** A window at the bottom with the title "コンソール画面" and a close button. The window is currently empty.

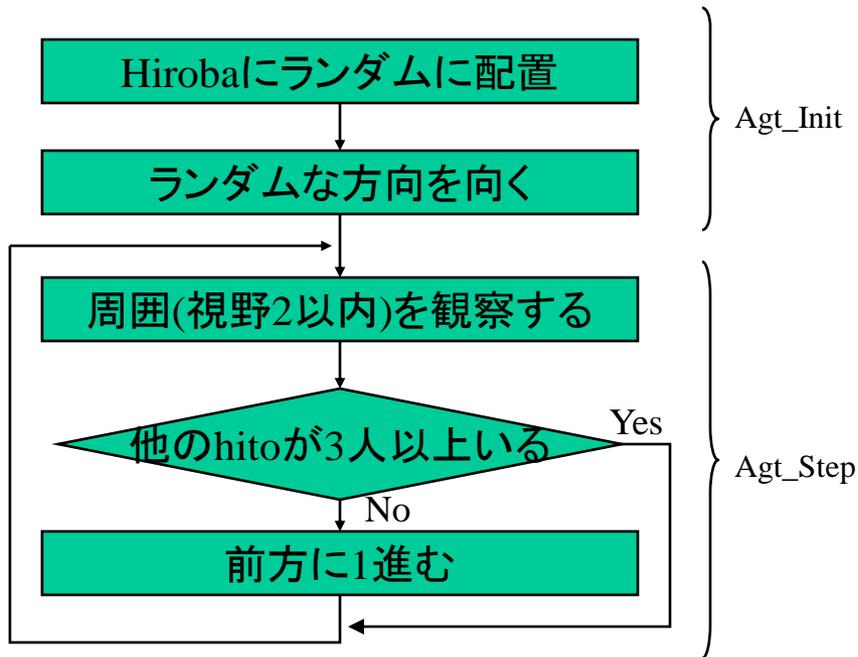


立ち止まりモデル

- シミュレーションの目的
 - どんな仮説を検証するためのシミュレーションか
 - 「視野の広さ」と「他人を引きつける最小グループ人数」が立ち止まりパターンに与える影響を調べたい
- モデルの要素
 - 空間: 広場 hiroba 格子型、サイズ 50x50、ループする
 - エージェント: 人 hito
- 要件項目
 - 人は移動する → エージェントのルール
 - 周りを見て複数人が近くでいると、ついづられて立ち止まる
= グループを形成する → エージェントのルール
 - 人の位置がリアルタイムに分かる → 出力設定
 - 「視野の広さ」と「他人を引きつける最小グループ人数」を操作できる → エージェントの状態変数

立ち止まりモデル

- エージェントの状態変数
 - mawari エージェント集合型
- エージェントのルール



ヒント

- ◆ エージェントの座標 My.X, My.Y
- ◆ エージェントの方向 My.Direction
- ◆ Rnd()
 - ◆ 0.0以上1.0未満の一様乱数値
- ◆ 視野2以内の周囲のエージェントの集合をmawariに代入する
`MakeAllAgtsetAroundOwn(My.mawari, 2, False)`
- ◆ Mawariのエージェント数を求める
`CountAgtset(My.mawari)`
- ◆ If ... Then ... Else ...
- ◆ 前方に1進む `forward(1)`

tachibanashi.modelとして保存
実験

- 視野の広さを1,3に変える
- 最少人数を2,4に変える

病気の流行モデル

The screenshot displays a software interface for a disease spread model. It consists of three main components:

- ツリー (Tree):** A hierarchical tree view on the left side. The root node is "Universe", which contains a sub-node "society". Under "society", there are four parameters: "pop", "number", and "initratio".
- コントロールパネル (Control Panel):** A panel on the right side with a title bar "コントロールパネル". It contains two sliders:
 - The first slider is for "pop", with a value of 600. The range is from 100 to 2000.
 - The second slider is for "init_ratio", with a value of 0.01. The range is from 0 to 0.1.
- コンソール画面 (Console Screen):** A window at the bottom with a title bar "コンソール画面" and a close button. The console area is currently empty.

病気の流行モデル

- モデルの概略
 - 周囲に風邪をひいている患者が多いと、自分も風邪をひく
- モデルの要素 `infection.model`
 - 空間: `society` 格子型、サイズ 50x50、ループする
 - Universeの変数 人口 `pop` 整数型変数
 - エージェント: 人 `person`
 - 健康状態 `condition` 整数型変数
 - 出力設定: マップ名 `society`
 - マップ要素の追加時に色を`condition`による「変数指定」
 - コントロールパネル:
 - 対象: `pop` 範囲 100から2000で100の刻み

◆ エージェントの初期配置 Univ_Initに追加

```
Dim i As Integer
Dim people As Agtset
Dim one As Agt
For i = 0 To Universe.pop - 1
    one = CreateAgt(Universe.society.person)
    If Rnd() < 0.01 Then //1%の確率で風邪をひく
        one.condition = Color_Red
    Else
        one.condition = Color_Cyan
    End if
Next i
MakeAgtset(people, Universe.society.person)
RandomPutAgtset(people)
```

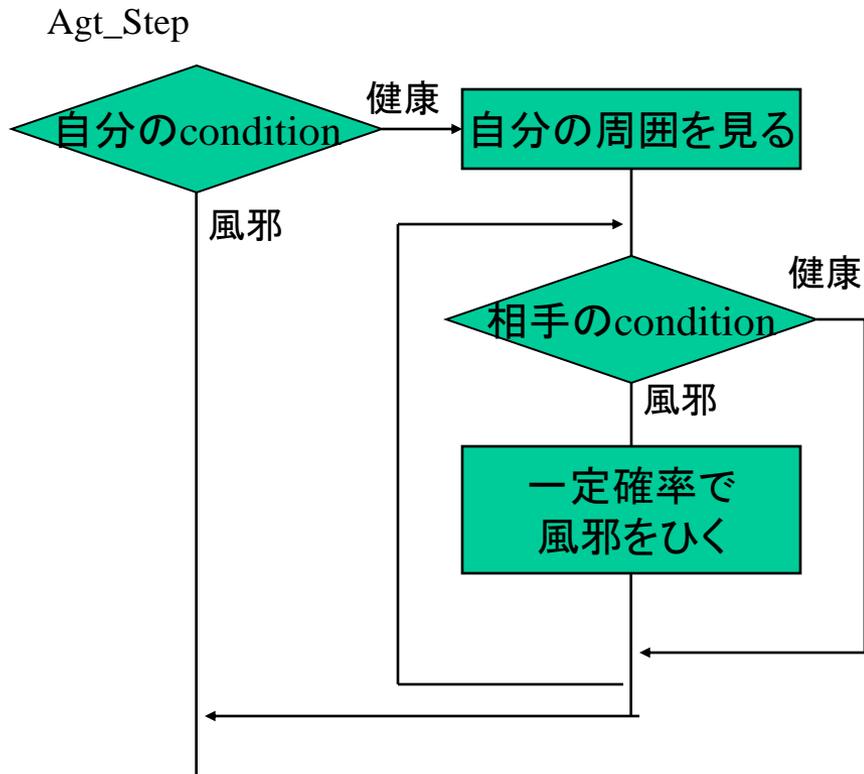
エージェント型の一時変数

風邪

健康

病気の流行モデル

- 風邪の感染 infection(B).model
 - 周囲に患者が1人いる毎に3割の確率で風邪がうつる



◆ ヒント Agt_Step

```
Dim neighbor As Agtset
Dim one As Agt
If My.condition == [redacted] Then
    // 風邪をひいているなら何もしない
Else // 風邪をひいていないなら
    [redacted] (neighbor, 2, False)
    For each one in neighbor
        // neighborの中から順次取り出す
        If one.condition == [redacted] Then
            // 風邪引きなら
            If [redacted] Then
                My.condition = [redacted]
            End if
        End if
    Next one
End if
```

プログラミング応用 (後半)

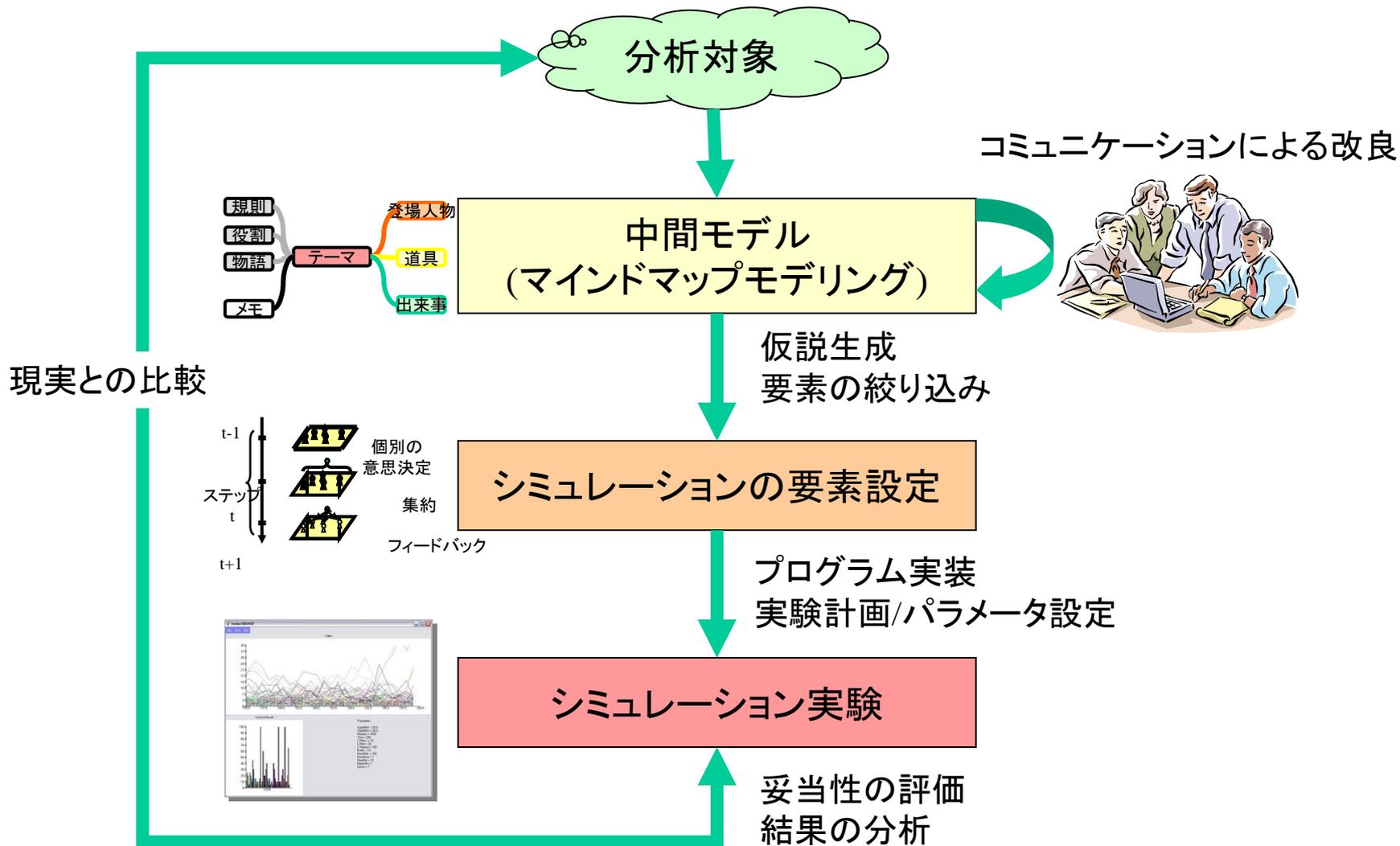
- 3年生夏学期
- 180分の授業を6週に渡って実施
 - 一回 = {前半90分、後半90分}
 - 前半: artisocプログラミングの基礎
 - 後半: 5人1班でのグループワーク



グループワークテーマ

- 自分たちで社会シミュレーションをやってみよう!
 - MASコンペティションを目指して
 - 毎年3月上旬に開催、応募は2月初旬×切り
 - 【部門1】学生による挑戦 10分プレゼン
 - 【部門2】研究・実務への応用 20分プレゼン+10分質疑応答
 - 優秀賞 研究奨励金10万円
 - 最優秀賞 研究奨励金30万円
- 1グループ 4-5人
 - 一つのテーマで社会シミュレーション研究を行う
 - 現象分析・モデル化、仕様設定、実装、実験計画・考察
 - 最終回にグループプレゼン
 - 後日、レポート提出

モデリングの流れ



① 用語の切り出し

- XYZ商事は古美術の販売を行っています。
- XYZ商事では、カタログに記載されている商品である古美術を顧客に予約してもらい、後日現金で購入するという流れで、古美術の販売を行っています。
- 山田太郎さんはXYZ商事の顧客です。
- 山田さんは、名画「アキバの夕暮れ」をXYZ商事から購入しました。

① 用語の切り出し

- XYZ商事
- 古美術
- 販売する
- カタログ
- 商品
- 顧客
- 予約 (対象)
- 予約する (操作)
- 現金で購入する
- 現金
- 山田太郎
- 名画
- アキバの夕暮れ

② 用語の振り分け

- XYZ商事
- 古美術
- 販売する
- カタログ
- 商品
- 顧客
- 予約 (対象)

- 予約する (操作)
- 現金で購入する
- 現金
- 山田太郎
- 名画
- アキバの夕暮れ

登場人物

行動主体 (人や人に準じる物)、エージェント

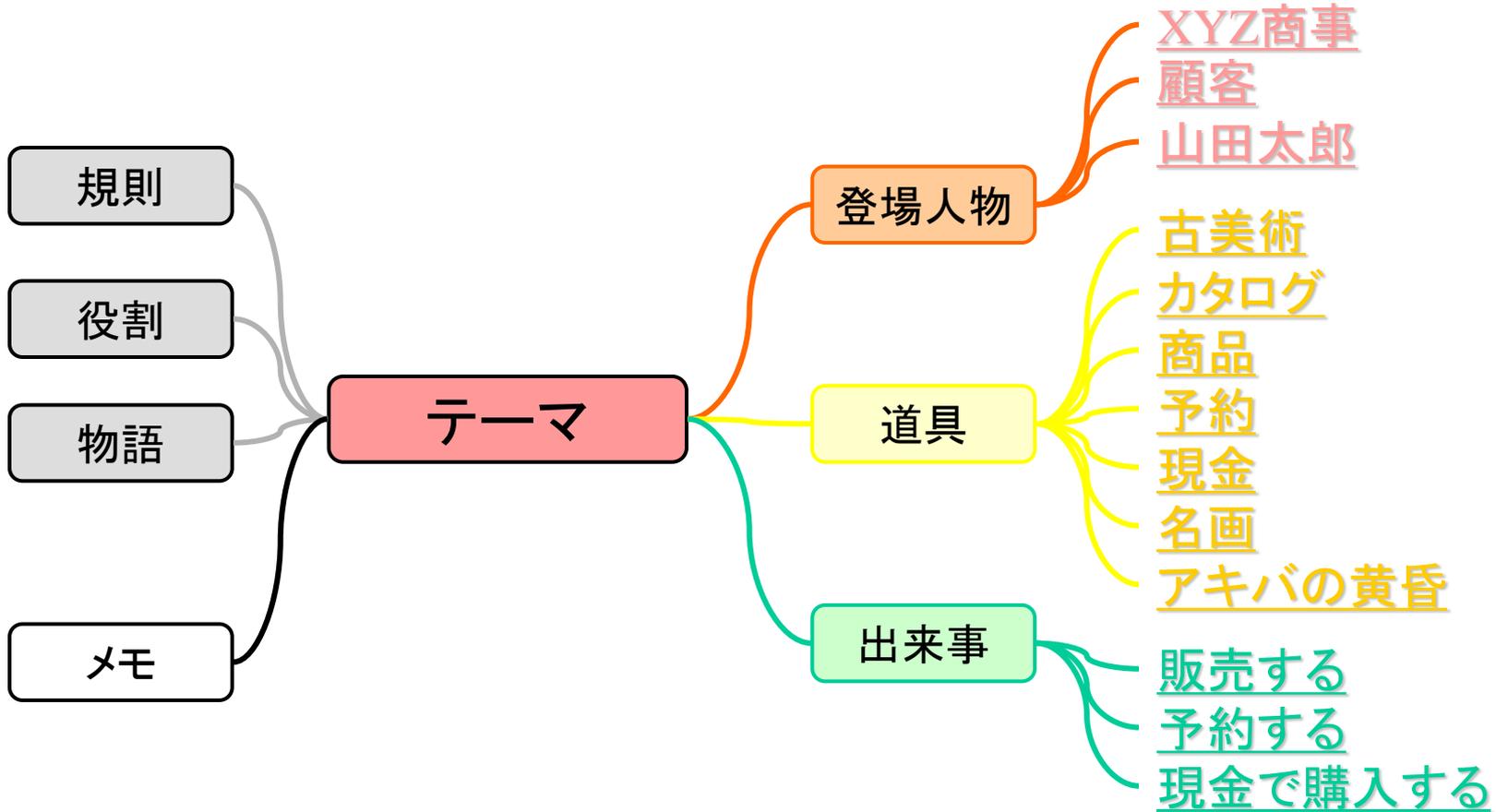
道具

登場人物に操作される物

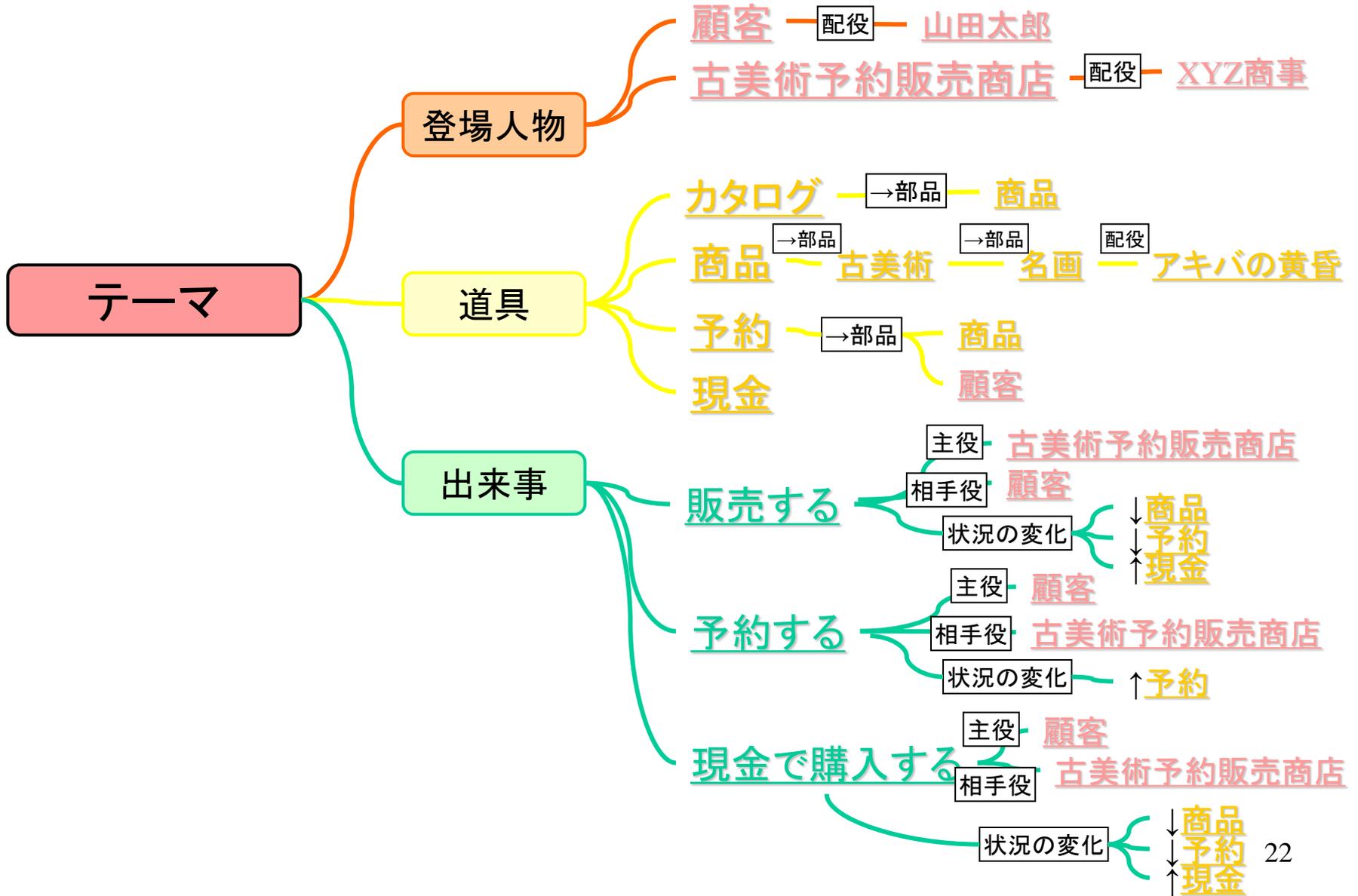
出来事

発生する事象

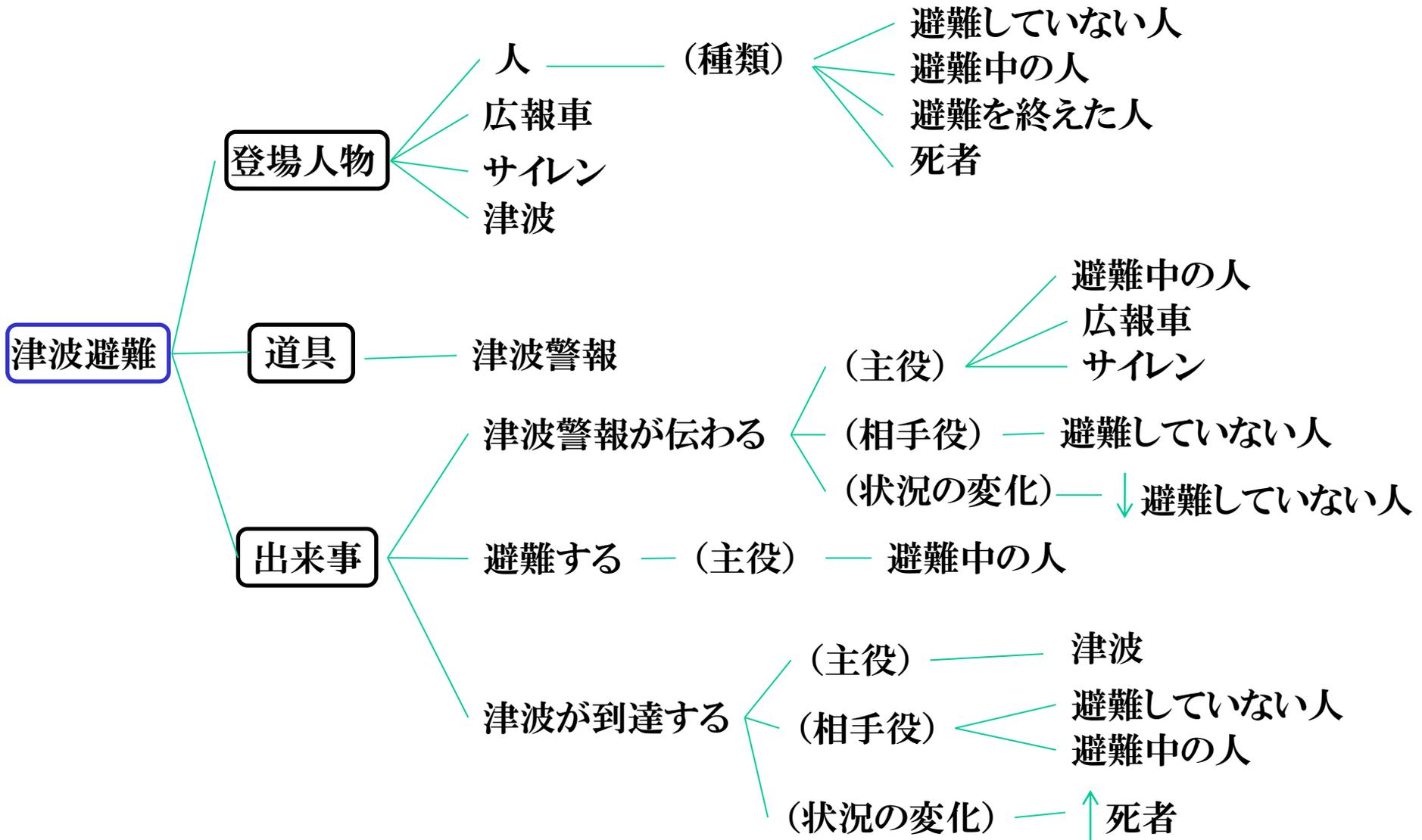
マインドマップモデル



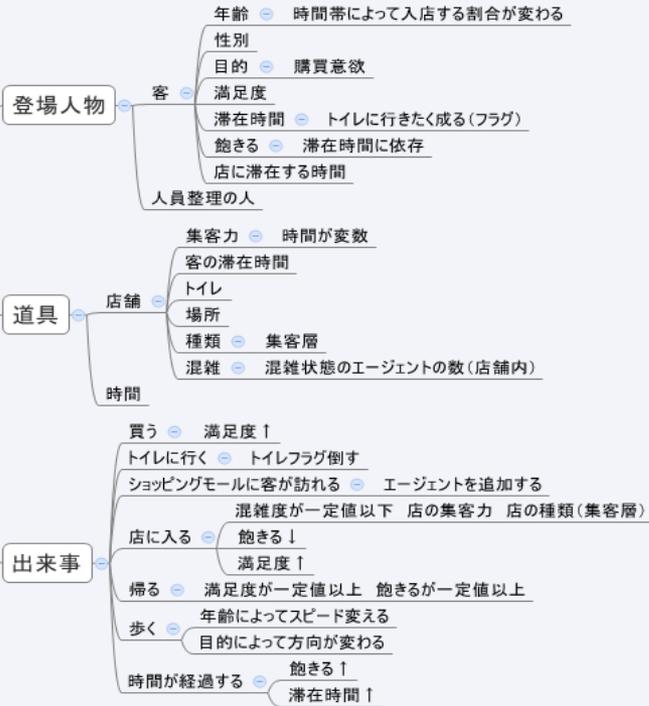
マインドマップモデル



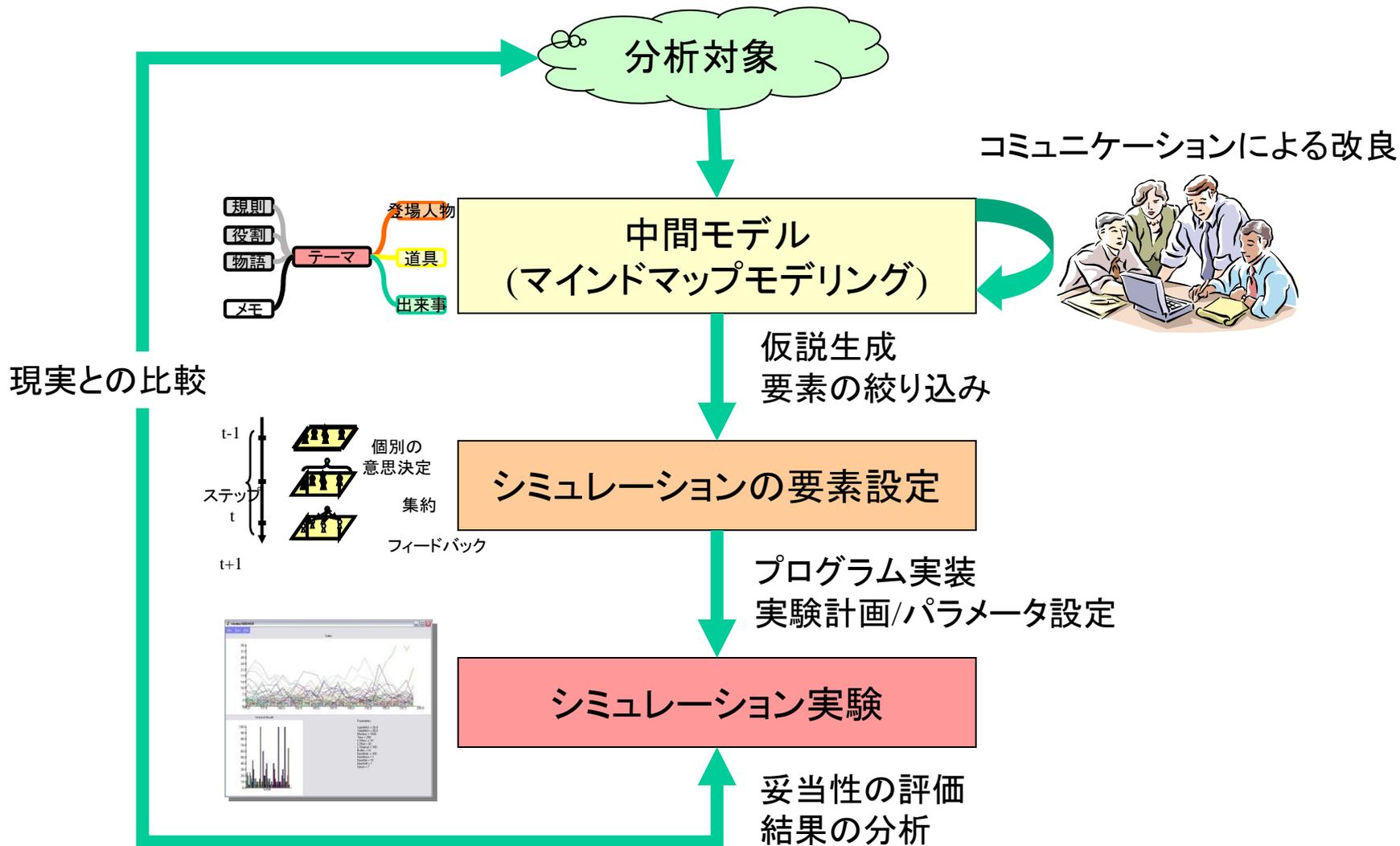
マインドマップモデル



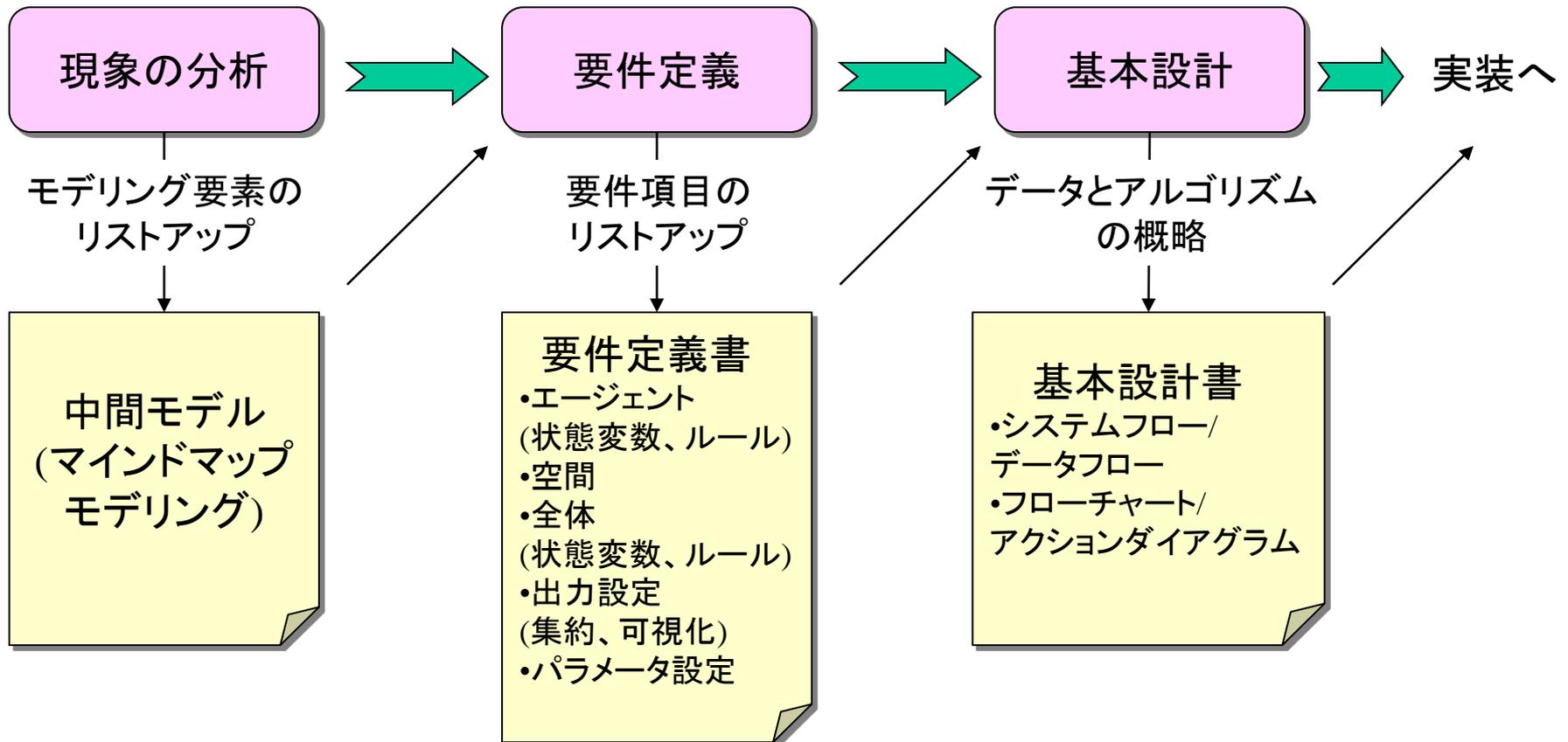
ショッピングモールにおける混雑



モデリングの流れ



仮説生成から実装まで(上流工程)



住み分けモデルの要件定義

仮説[シミュレーションで知りたいこと]

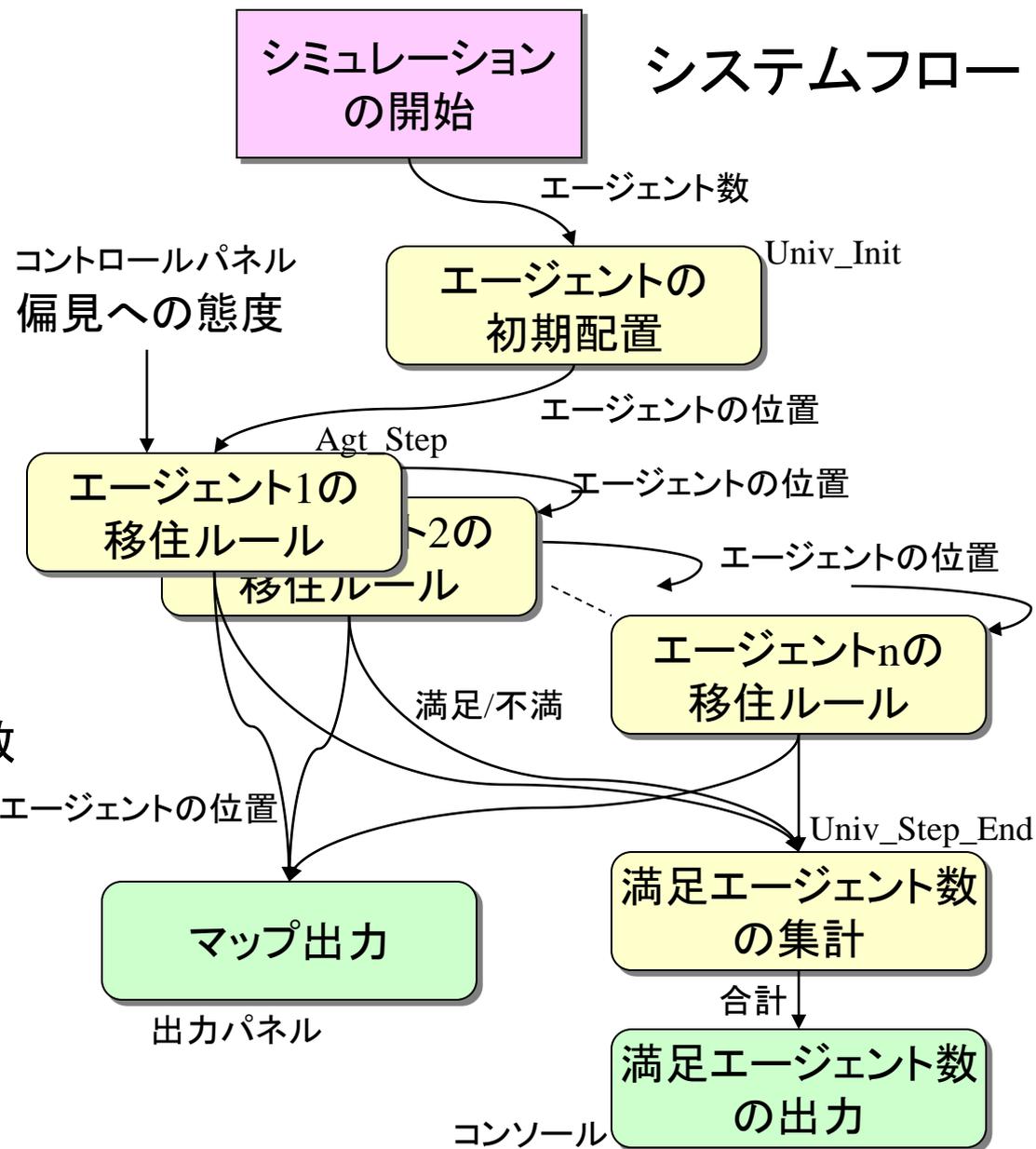
- 居住地域の住み分けと個人の偏見への態度の関係に関する。
- 個人の態度の小さな変化が住み分けというマクロなパターンを作る。

要件項目

- エージェント個体に関して
 - 居住に関する個人の偏見への態度を表現できること
 - 現在の居住地の周囲の環境を観測できること
 - 環境が不満であれば引っ越しできること
 - 他のエージェントが居住している場所には引っ越さないこと
- 空間に関して
- 全体に関して
 - エージェントの種類は複数あること
 - 一定ステップになったらシミュレーションが終了すること
 - 全てのエージェントが満足したらシミュレーションが終了すること
 - 満足しているエージェント数が集計できること
- パラメータ設定に関して
 - 個人の偏見態度を外部から変化(設定)できること
- 出力に関して
 - 住み分けというマクロなパターンをマップ出力できること

住み分けモデルの基本設計

システムフロー

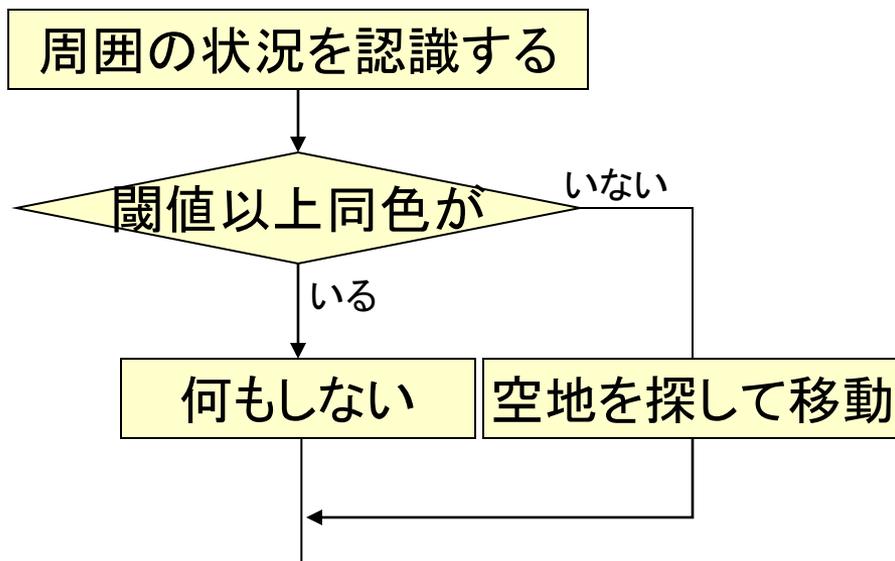


- 空間: 格子空間
... なんとなく
- エージェントの状態変数
 - 自分の周囲の状況
- 全体の状態変数
 - エージェント数
 - 各種別毎、合計
 - 満足しているエージェント数

住み分けモデルの基本設計

- 各ルールの概要はフローチャートやアクションダイアグラムで記述

移住ルール



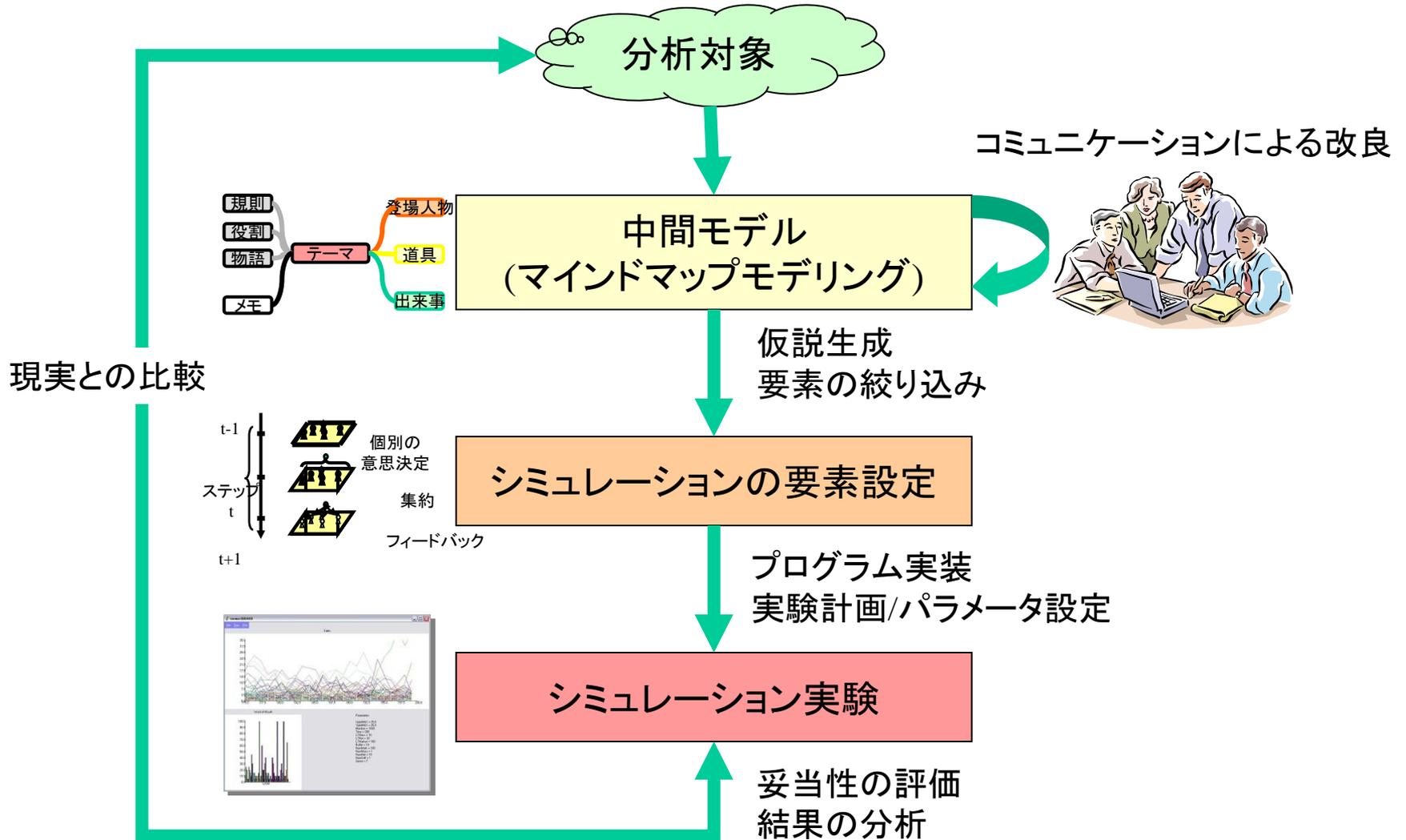
フローチャート

移住ルール

- 周囲の状況を認識する
- IF 閾値以上同色がある
 - 何もしない
- ELSE
 - 空地を探して移動

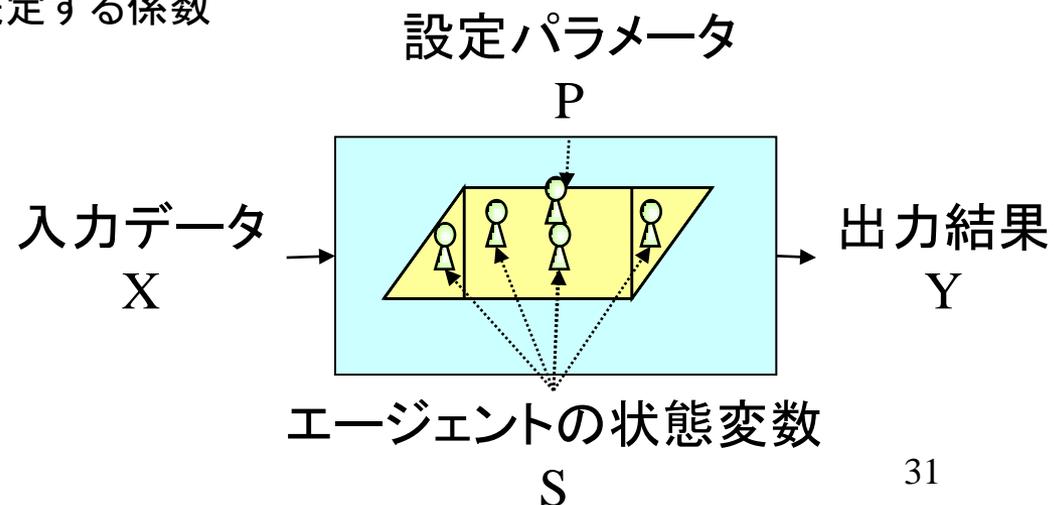
アクションダイアグラム

モデリングの流れ



モデルに与えるデータの種類

- 入力データ X : モデルに対して入力されるデータ
 - 内部データ:モデル内部のルールによって自動的に決まる
 - 外部データ:どんなデータをモデルに与えるかを定める
- 状態変数(の初期値) S_0
 - 各エージェントが現在どのような状態にあるかを表す
 - シミュレーションの最初に初期値 S_0 を与えたら後はモデルの内部ルールによって自動的に変化していく
- 設定パラメータ P
 - モデルの内部のルールや動きを決定する係数



Long House Valleyの居住シミュレーション

1. 次のデータは、入力データ(X)、設定パラメータ(P)、エージェントの状態変数(S),出力結果(Y)のどれか

- 毎年の降雨量 ()
- 婚姻条件 ()
- 地域の人口分布()
- 移住スピード ()
- 各戸の収穫量(財産)()
- 各土地の収穫量 ()
- 各戸の居住場所 ()
- 平均気温 ()

Long House Valleyの居住シミュレーション

2. 次の仮説を調べるには、どのような条件で実験を行い、何の結果を比較すればよいか
 - a. 高温多湿から低温乾燥への気候変化により、貧富の差が広まった。
 - 条件1 ()
 - 条件2 ()
 - 比較する変数()
 - b. 環境変化の激しい地域では、婚姻を制限して壊滅を防ぐ。
 - 条件1 ()
 - 条件2 ()
 - 比較する変数()

プログラミング応用 (後半)

- 3年生夏学期
- 180分の授業を6週に渡って実施
 - 一回 = {前半90分、後半90分}
 - 前半: artisocプログラミングの基礎
 - 後半: 5人1班でのグループワーク



最終発表

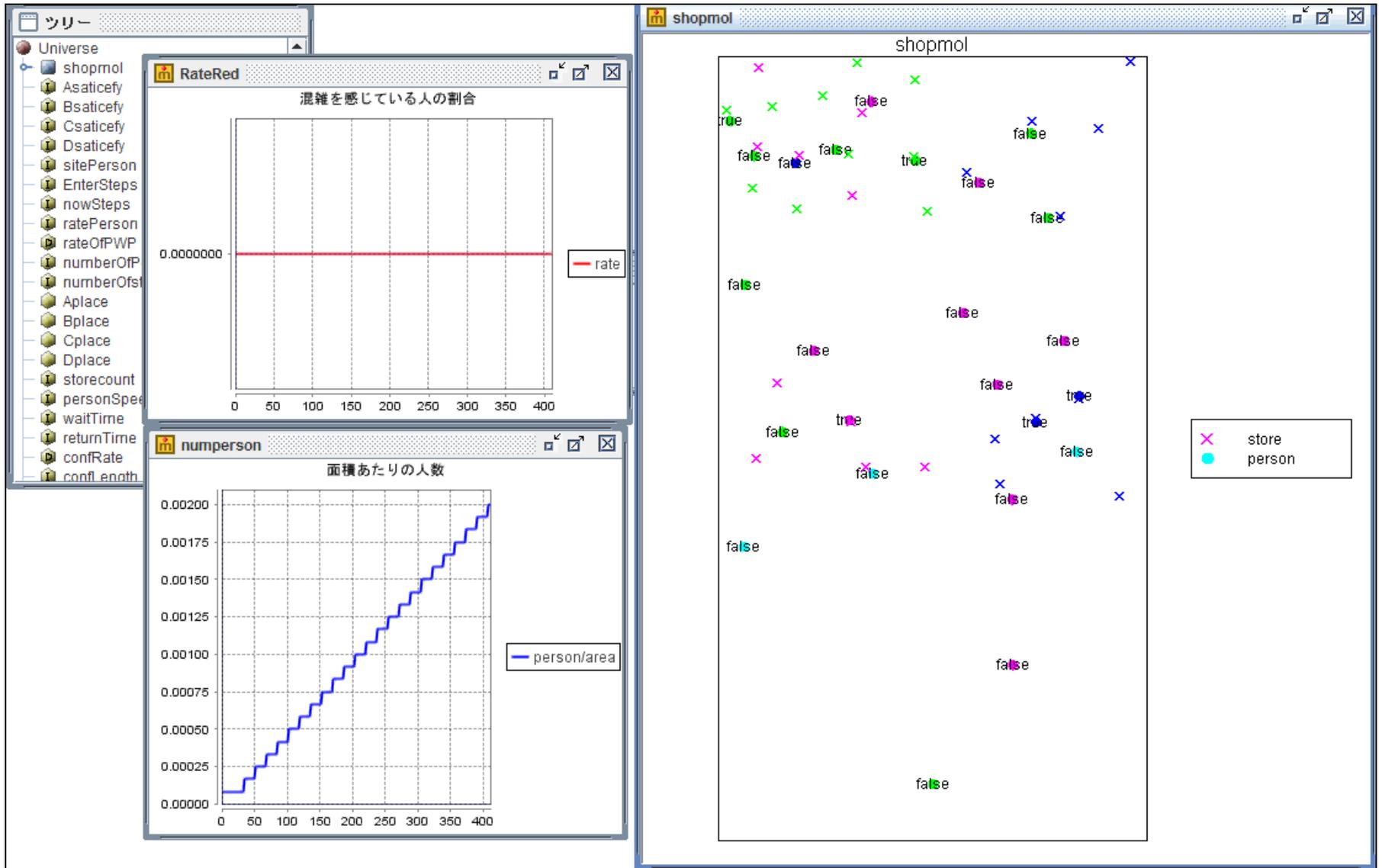
- artisocを用いた東京電力株価シミュレーション
- バイオハザード(仮)シミュレーション
- ショッピングモールの混雑について
- 東大諸手続概論
- 交通渋滞シミュレーション
- 戦争シミュレーション
- 津波避難のシミュレーション
- 僕らのむらつく ~村づくりシミュレーション

ショッピングモールの 混雑について

第三班

松野 岡田 北原 中村 本橋

ショッピングモールの混雑シミュレーション



– マップをエリアに分割し、それぞれ店を配置するかどうか決定出来るようにする

The screenshot shows a control panel titled "コントロールパネル" (Control Panel) with a grid of sliders and buttons. The sliders are organized into several rows and columns, each with a numerical value displayed in a box above the slider. The buttons are arranged in a grid to the right of the sliders.

Category	Parameter	Value
Store Parameters	A店の数	10
	A満足度(一致)	11
	A満足度(不一致)	4
	B店の数	10
	B満足度(一致)	9
	B満足度(不一致)	4
	C店の数	10
	C満足度(一致)	10
	C満足度(不一致)	3
Preference Parameters	D店の数	10
	D満足度(一致)	10
	D満足度(不一致)	3
	A好きの割合	5
Map Parameters	B好きの割合	5
	C好きの割合	5
Simulation Parameters	D好きの割合	5
	地図持ちの割合	1
	人を投入する間隔	119
	人の視野	4
	歩行スピード	1
	満足度上限	48
	店の滞在時間	100
	モールの滞在時間	8600
Miscellaneous Parameters	混雑時の店の滞在時間重み係数	1.6
	混雑とみなす人数	4
	店に入る確率	0.65
	店をチェックするステップ数	34

The buttons are arranged in a grid to the right of the sliders, labeled as follows:

- Row 1: Aplace1, Aplace2, Aplace3, Aplace4, Aplace5, Aplace6, Aplace7, Aplace8
- Row 2: Bplace1, Bplace2, Bplace3, Bplace4, Bplace5, Bplace6, Bplace7, Bplace8
- Row 3: Cplace1, Cplace2, Cplace3, Cplace4, Cplace5, Cplace6, Cplace7, Cplace8
- Row 4: Dplace1, Dplace2, Dplace3, Dplace4, Dplace5, Dplace6, Dplace7, Dplace8

Artisoc Programming

東大諸手続概論

2011年度 プログラミング応用(後半) 成果発表

第4班

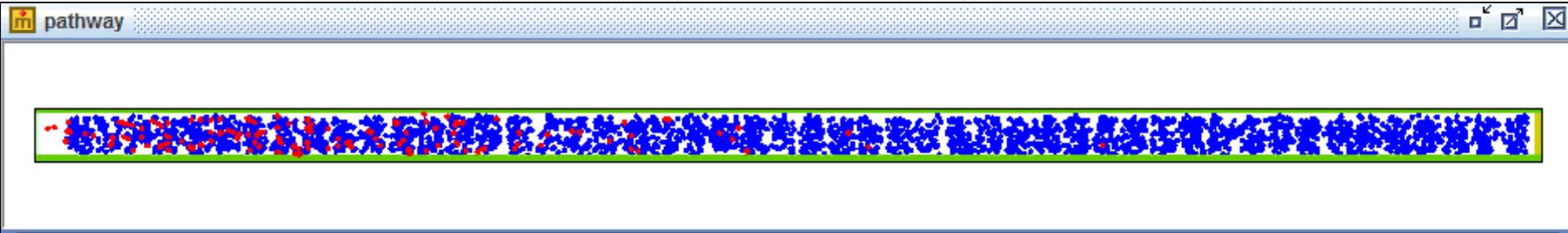
大塚 隆一

大塚 隆一

大塚 隆一

大塚 隆一

入学手続き時のサークル勧誘シミュレーション



<http://k2o.cocolog-nifty.com/blog/2011/04/index.html>

津波避難のシミュレーション

第7班

110452 金丸 卓哉

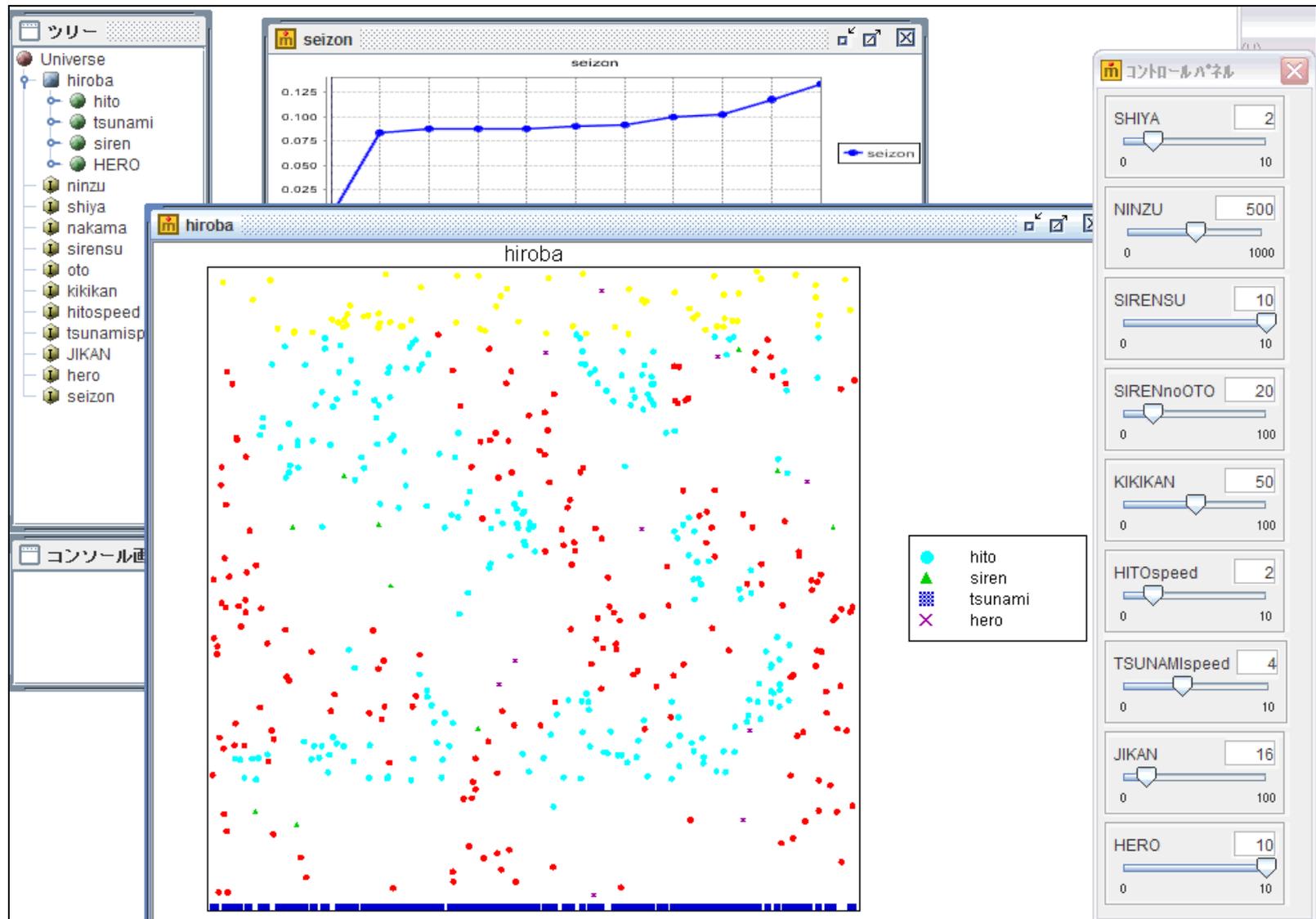
110457 石山 健太

110459 堀 下 翔

110471 宇井 智一

110473 成上 悠太

津波避難のシミュレーション



2011年度 プログラミング応用 (後半) 成果発表

東京電力 株価シミュレーション

第1班

宮崎 文彦 大田 悠輔
流本 十 佐江 和輝
伊藤 悠

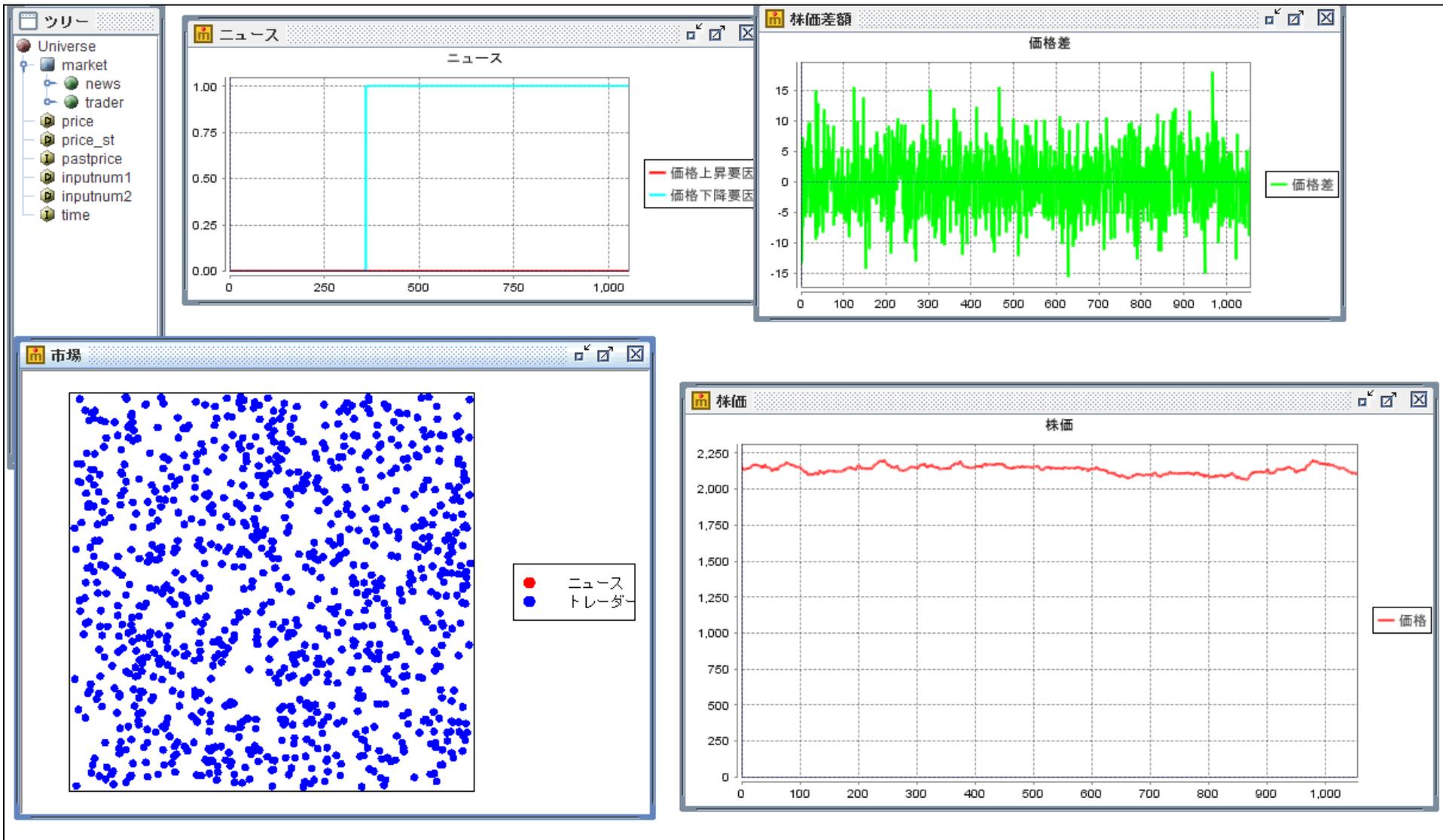
スタート



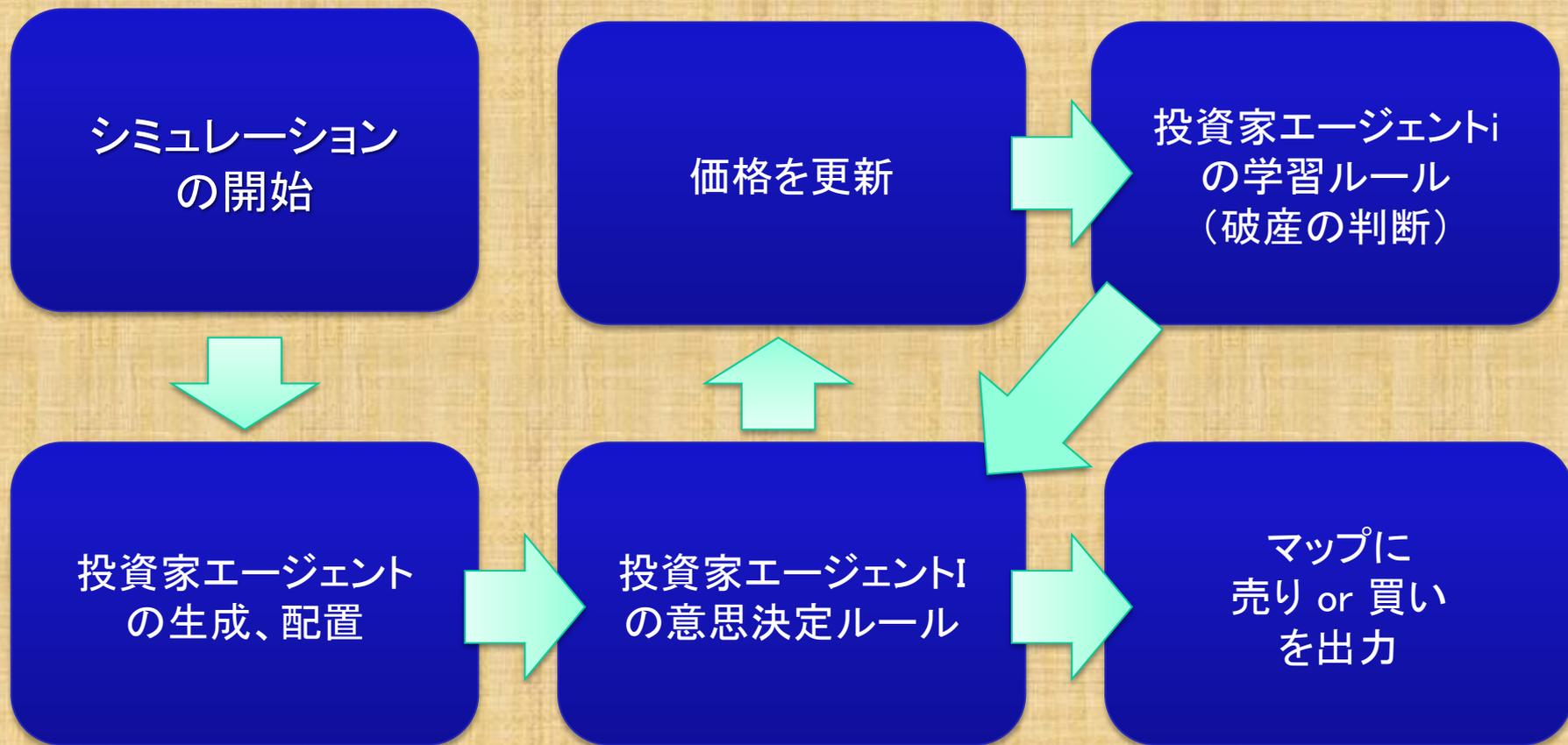
D:\kinght's folder\My... artificialmarketmodel... Microsoft PowerPoint...

13:15
火曜日
2011/07/26

東京電力株価シミュレーション



プログラムの流れ



入力データ: 実際のニュース

- ・ 地震発生時から3月末までに報道された東京電力に関するニュース
 - ・ その影響を上昇要因と下降要因にわけて0~1の範囲で各自評価し数値を入力
- ・ ニュースは実際の報道と同じタイミングで発生する

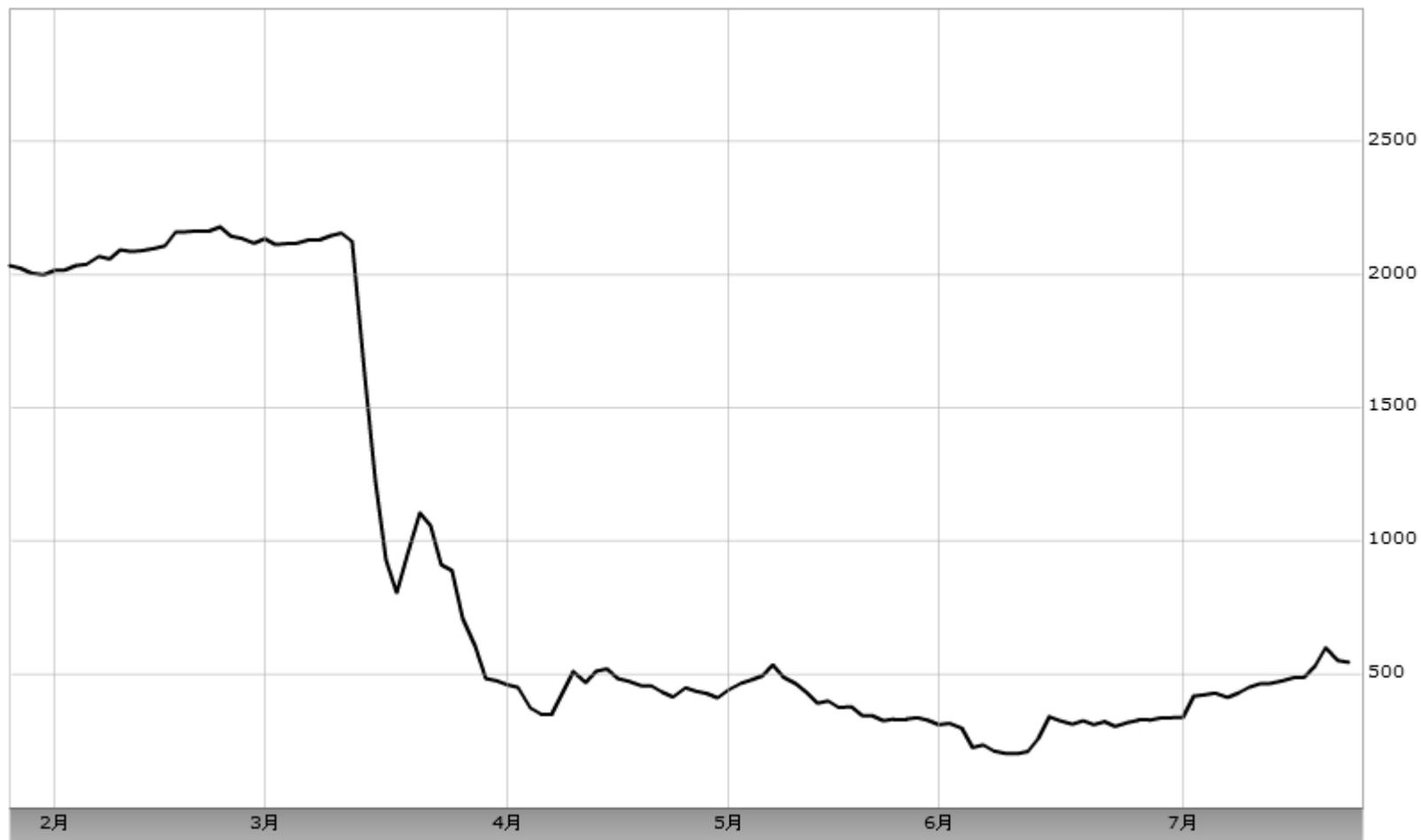
福島第一、外部電源が一部故障	0.0
	0.8
	11/18:01
福島第一、冷却機能停止	0.0
	0.9
	11/23:35
福島第一、中央制御室の放射線量1000倍に	0.0
	0.9
	12/6:42
第二でも重大事故	0.0
	1.0
	12/7:46
水素爆発	0.0
	1.0
	12/16:30

シュミレーション結果



シュミレーション結果と考察

実際の株価



シミュレーション結果と考察

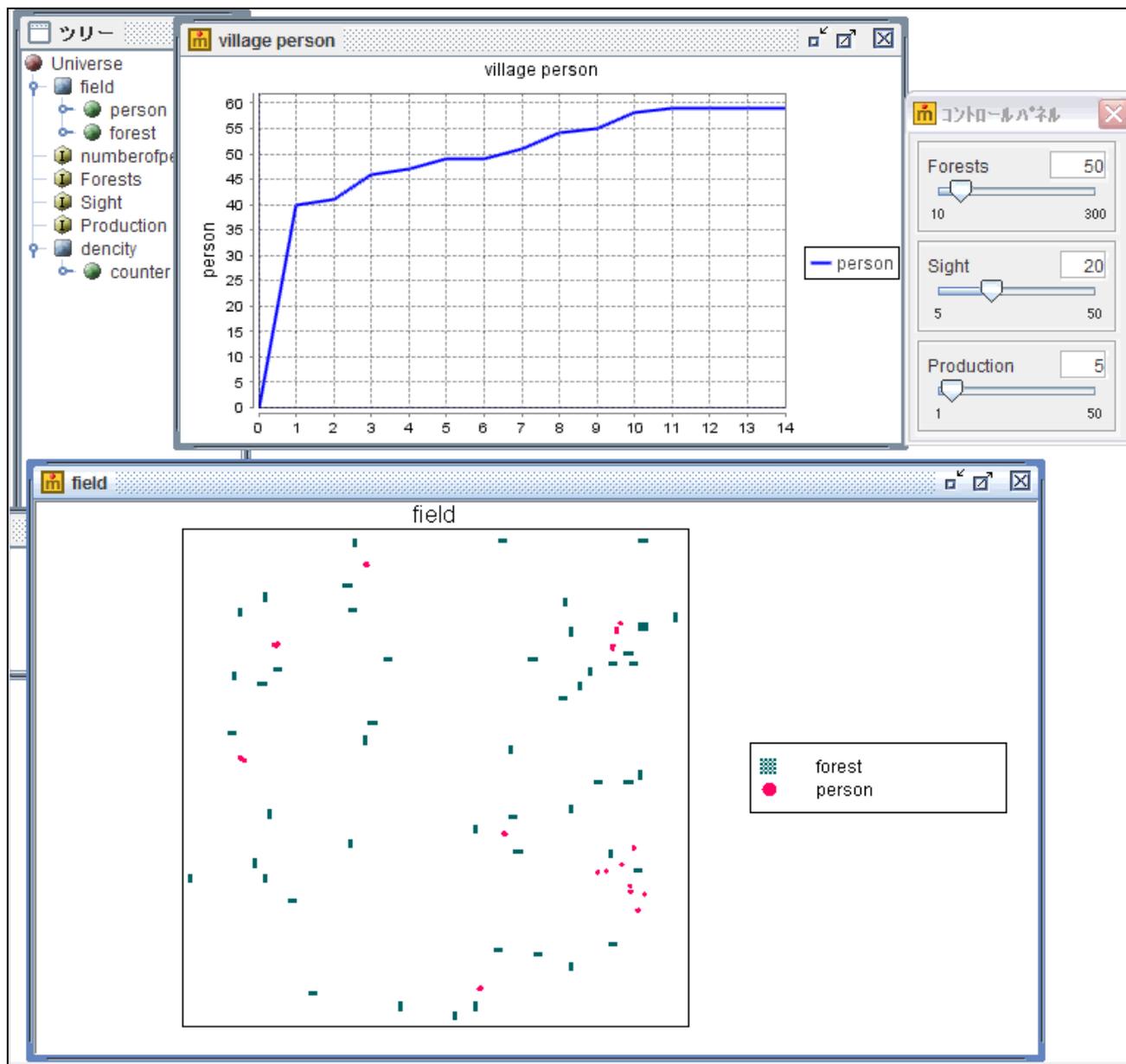
僕らのむらつく

村づくりシミュレーション

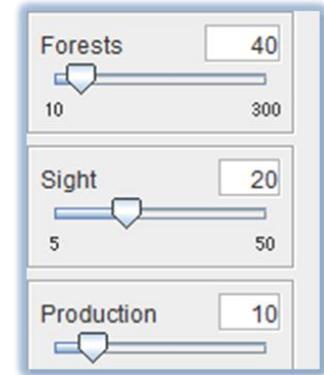
第8班

- ・ 高野 大輔
- ・ 岡崎 早希
- ・ 小林 信也

村づくりシミュレーション



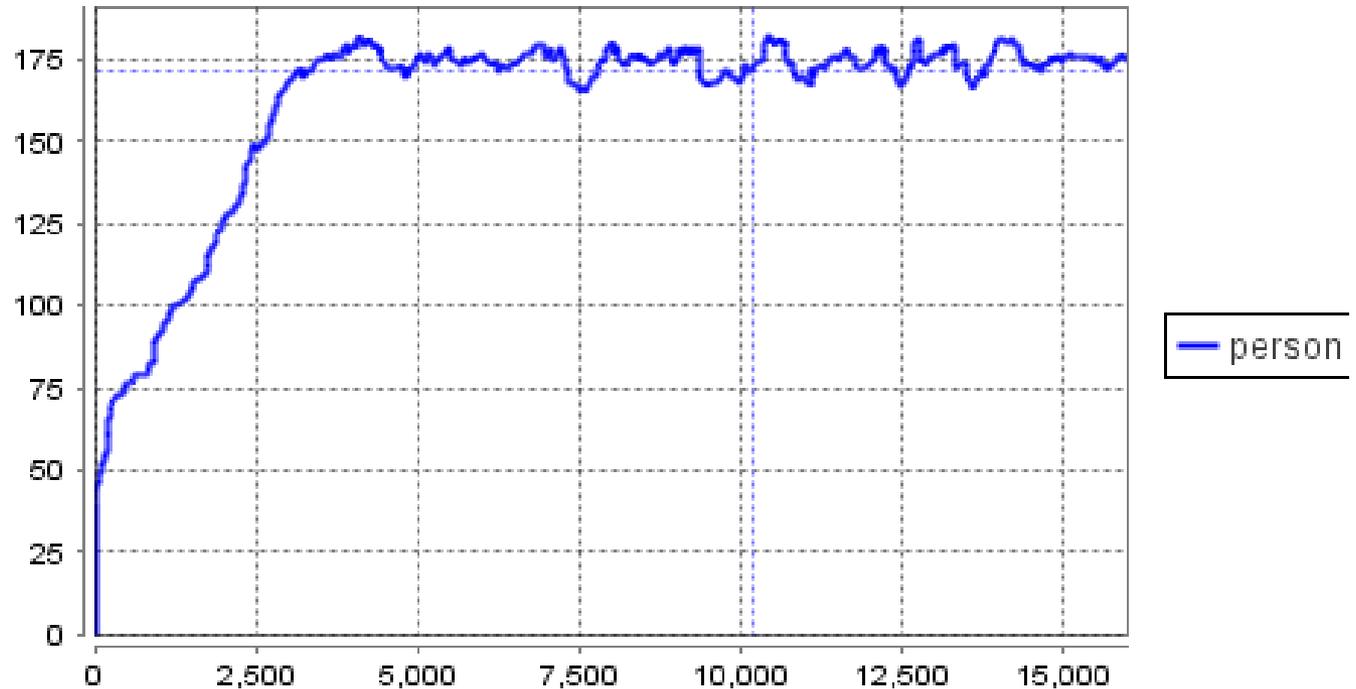
標準型



- ・ 【villageモデルからの変更点】
- ・ ルール
- ・ ●人間は近くに**裕福な**仲間がいれば群れる
- ・ ●群れた際、近くにいる人と資源を**共有する**
- ・ ●3000以上資源を保持したperson ⇒ 毎ターン5%の確率で**子供が生まれる**
- ・ ●視野の導入
- ・ ●ある程度の資源(2000)を獲得すると**人間は立ち止まる(満腹状態)**
- ・ 仕様
- ・ ●入力変数を変更できるようにカスタム
- ・ (Forest(森), Sight(視野), Production(森の生産量))

標準型

village person

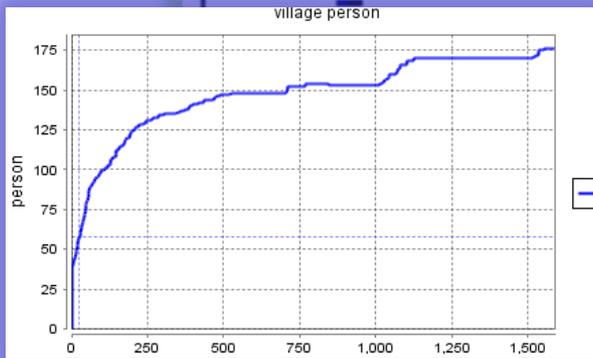
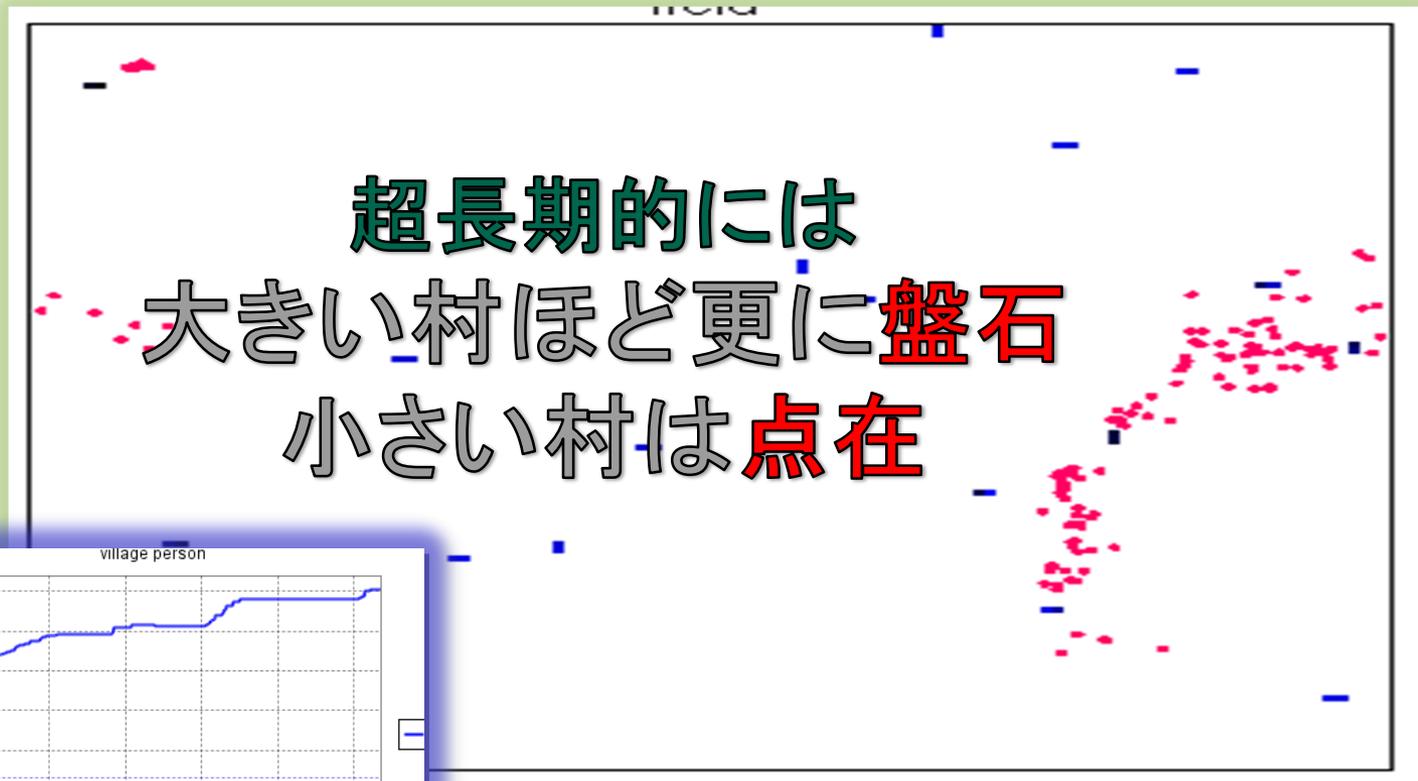


人口は単調増加に見えたが
(超)長期的には増減を繰り返して
一定の均衡点に！！

顕著な特徴は見られなかった

アジア風の環境

- ・ 【森の生産能力が高いが、総数は少なめ】

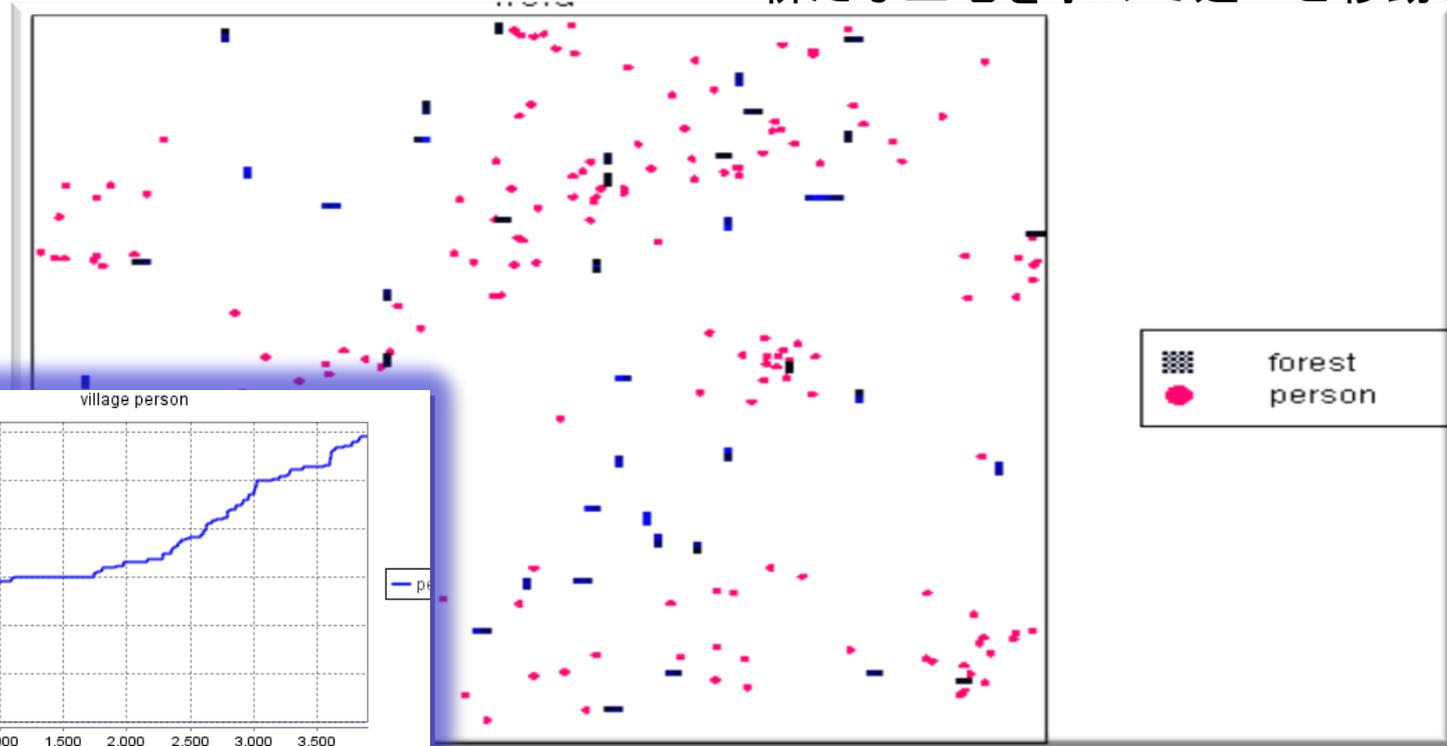


⇒ 人口増加がなめらか

アマゾン風の環境

【土地が痩せているが、森林(畑)は多く存在する】

新たな土地を求めて延々と移動を続ける



特徴: 人口が均衡点に達したと思いきや爆発的に増える

Why?: 他の村と出くわす⇒ 合併、共存

⇒ 食料が足りなくなり分裂⇒ 新たな潤った土地で繁栄して人口増加(爆発)

砂漠型の環境



森林のキャパシティが極端に小さいと

人口が激しい増減を繰り返す

授業の概要

- 理系の学生のみならず、経済や経営学科など、幅広い学部の学生が参加
- 授業の前半はプログラミングの基礎を学び、後半は5人1班でのグループワーク
- メンバーが「現状分析」「要件定義」「実装」「実験計画」「考察」それぞれの役割を担う

グループワークテーマ

- 自分たちで社会シミュレーションをやってみよう!
 - MASコンペティションを目指して
 - 毎年3月上旬に開催、応募は2月初旬〆切り
 - 【部門1】学生による挑戦 10分プレゼン
 - 【部門2】研究・実務への応用 20分プレゼン+10分質疑応答
 - 優秀賞 研究奨励金10万円
 - 最優秀賞 研究奨励金30万円
- 1グループ 4-5人
 - 一つのテーマで社会シミュレーション研究を行う
 - 現象分析・モデル化、仕様設定、実装、実験計画・考察
 - 最終回にグループプレゼン
 - 後日、レポート提出

実社会への応用 / 産業・ビジネスへの適用

- プログラミングだけでないプログラミングの講義
- 「ものの見方」を訓練する
 - 目上の人物からの話を信じるな!