



# 第1回 artisoc Cloud勉強会

2023/11/22

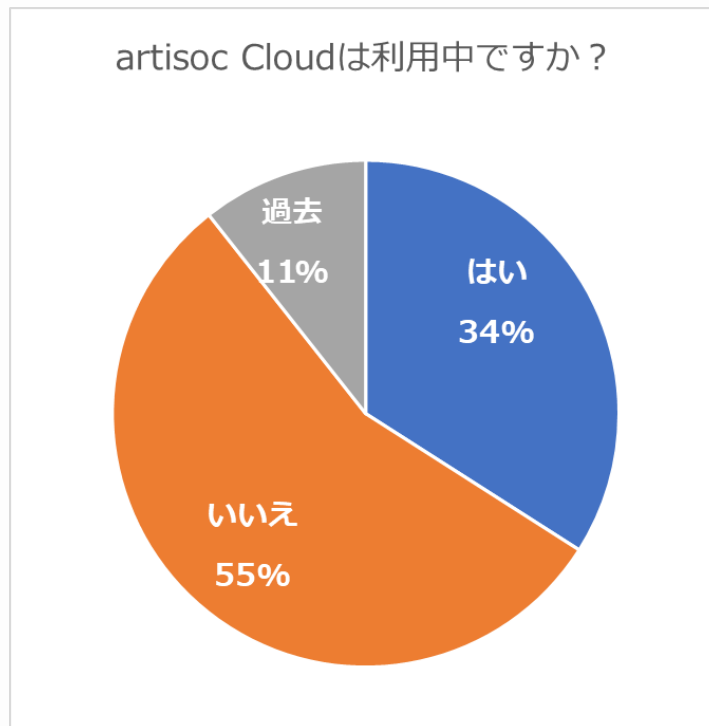
株式会社 構造計画研究所

1. 複雑系とは？
2. 最近の活用事例
3. おすすめのモデル作成手順の紹介
4. モデルを作成する上で陥りがちな問題の解決法の解説
5. モデル作成に関する悩み事相談
6. artisoc Cloud の改善アイデア募集

- artisoc Cloud勉強会が目指すべきところ
  1. 複雑系やMAS(マルチエージェント・シミュレーション)を学ぶための仲間づくりを行う場を提供したい。
  2. 経験や分野の異なる多様な方々が集まり、相互作用することで、新しい発見や問題解決の場に育てたい。
- 100. 誰もが簡単に artisoc Cloud を利用して、社会課題について自分事として考え、行動する社会をつくりたい。



- 今回は1回目なので、複雑系やMASをよく知らない人でも理解し学べる勉強会にします

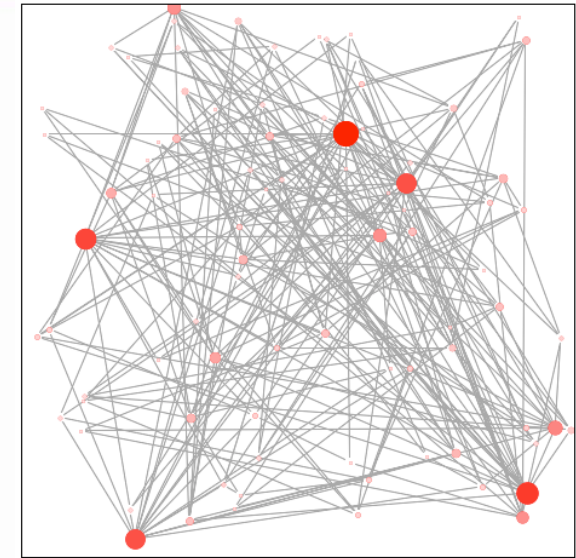
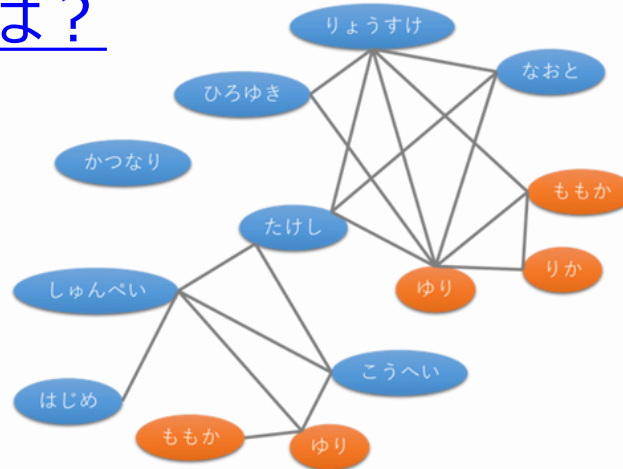


興味のあるテーマ	関心度
1. 複雑系・MASとは？	81%
2. 事例紹介	83%
3. 悩み事相談	19%
4. アイデア募集	15%

# 1. 複雑系とは？

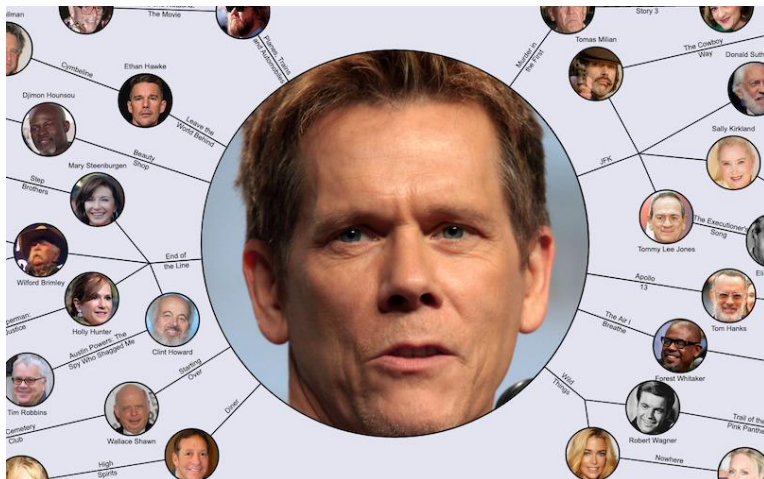
## • 人のつながりとは？

- 家族
- 学校 (会社)
- 友達
- SNS
- . . .



世界の誰とでも平均 6 人でつながっている！？

バラバシ・アルバートモデル



ケビン・ベーコン・ゲーム



ワッツ・ストロガッツモデル



# 身の回りには複雑系がたくさん隠れている

- 全体を俯瞰して見ると、特徴的なパターンが見えてくる

## 身の回りの複雑系

身の回りの様々な複雑系について紹介します。

### 飛ぶ鳥

群れながら飛ぶ鳥

街のざわいと3D都市モデル

直感と真実。「確率」を理解しよう!

そうだ、遊園地に行こう!

群集事故はなぜ起きた? 対策は?

エスカレーターは歩かないで

## 交通渋滞

### 自然渋滞の発生

### 人々が住み分ける仕組み

### 文化の変容

### 人のつながり

相手	協調	5点
協調	3点	
裏切り	5点	

四人のジレンマ・社会的ジレンマ

アリの行列

人のつながり

ワッツ・ストロガッツモデル/バタビ・アルムハートモデル

## 生態系

## アサリの貝殻模様

## 働く場所と住む場所

## 流行

## 大災害の発生精度

## 流行の広がり

## シンクロの秘密

## 団子バス

## 身の回りの複雑系

- MASは、個々のエージェントの相互作用によって生じる社会をシミュレーションによって可視化して理解し分析するアプローチです





- 人間行動や社会現象をより深く理解するために、複雑系の考え方を世の中に広めたい
- 誰もが簡単に複雑系を体験するための思考ツール (MAS) を提供したい

## 調査・研究 1996～1998

- Santa Fe研究所のビジネスネットワークへの参加
- 社内研究開発プロジェクト開始
- 民間企業・研究所との共同研究



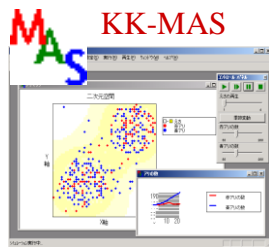
Santa Fe研究所



MIT Media Lab.

## KK-MASの開発 1998～1999

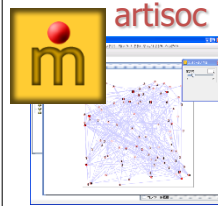
- IPA「教育の情報化推進事業」によるMASシミュレータ「KK-MAS」開発  
国際大GLOCOM、東京大学、工学院大学での実証実験



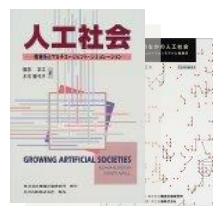
KK-MAS

## artisocの開発 2000～

- スタンドアロン版MASプラットフォーム「artisoc」開発  
2006年リリース (以後定期的に更新)
- コンサルビジネスでの利用
- 教育機関における研究支援
- 学会・研究会での発表
- 書籍の出版  
「人工社会」  
「コンピュータのなかの人工社会」等
- MASコンペティション開催 (2001～2020)
- WEBサイト「MASコミュニティ」運営



artisoc4



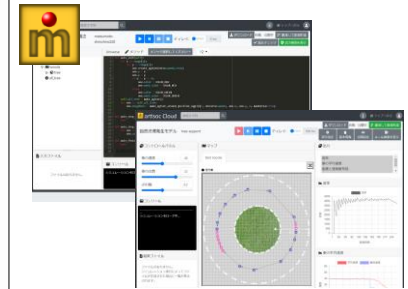
書籍



MASコンペ

## artisoc Cloudの開発 2018～

- クラウド版MASプラットフォーム「artisoc Cloud」開発  
2020年アカデミックユーザ向けリリース
- 2022年一般ユーザ向けリリース
- **artisoc Cloud勉強会開催 (2023～)**



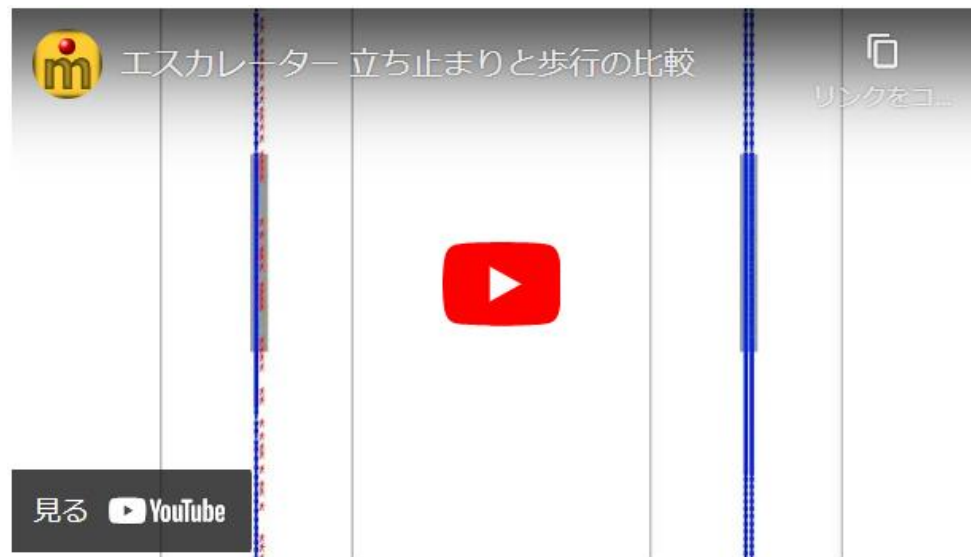
artisoc Cloud

## 2. 最近の活用事例

- 背景**
- エスカレーターの左右両側に立ち止まることを義務付ける条例が制定された
    - 「埼玉県エスカレーターの安全な利用の促進に関する条例」
    - 「名古屋市エスカレーターの安全な利用の促進に関する条例」
  - 某テレビ局より、左右両側立ちに関する検証の特集への協力依頼があった

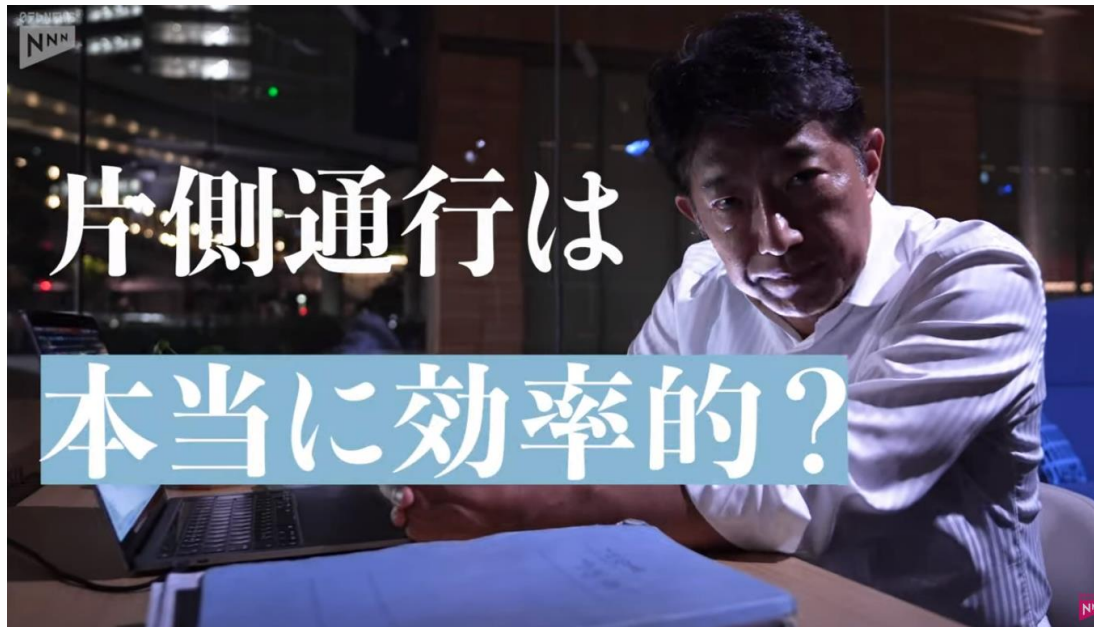
## 実施概要

- 2列エスカレータを通過して人が移動する様子を模擬したシミュレーションモデルを構築
- 片側空けと両側立ちの移動時間を比較した



## 成果

- シミュレーションの結果、片側空けと両側立ち、早かったのは…！



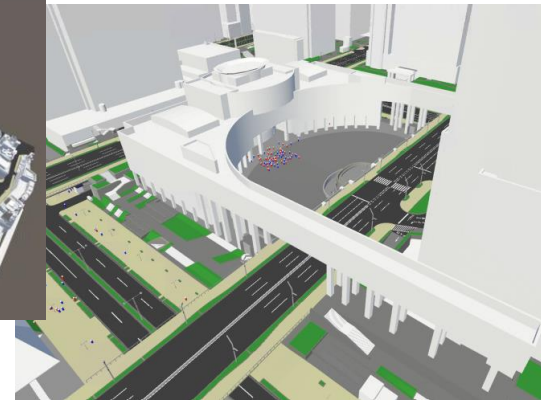
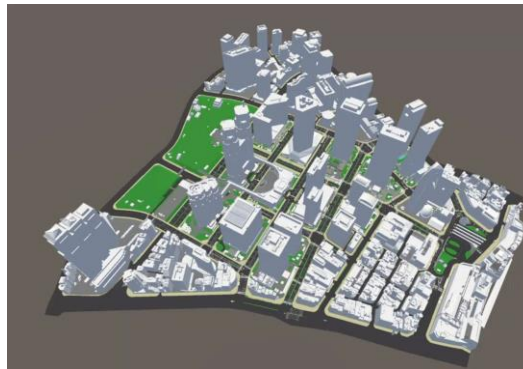
- シミュレーションの結果は、NHK等の多数のメディアで紹介され、啓発活動に活用されている
  - NHK, LIFE CHAT 暮らしのモヤモヤを解決するサイト「エスカレータは止まって乗りたい」, [https://www3.nhk.or.jp/news/special/lifechat/post\\_93.html](https://www3.nhk.or.jp/news/special/lifechat/post_93.html)
  - NHK, LIFE CHAT 暮らしのモヤモヤを解決するサイト「みんなで止まれば、速くなる」, [https://www3.nhk.or.jp/news/special/lifechat/post\\_89.html](https://www3.nhk.or.jp/news/special/lifechat/post_89.html)

## 背景

- 近年、全国的に様々なまちづくり活動（エリアマネジメント）が実施されている
- 某企業では、西新宿のエリアマネジメントとして、どのようにしたら週末のにぎわいが創出されるかを検討されている。その検討への協力依頼があった

## 実施概要

- 西新宿を対象に、大規模なイベントが行われた場合に地域のにぎわいがどのように変化するかを表現したシミュレーションを実施
- より現実に近い形のにぎわいを表現するために、高齢者、若者、家族連れ等の多様なエージェントを設定した



Plateau :

国土交通省が主導する3D都市モデル整備・活用・オープンデータ化プロジェクト



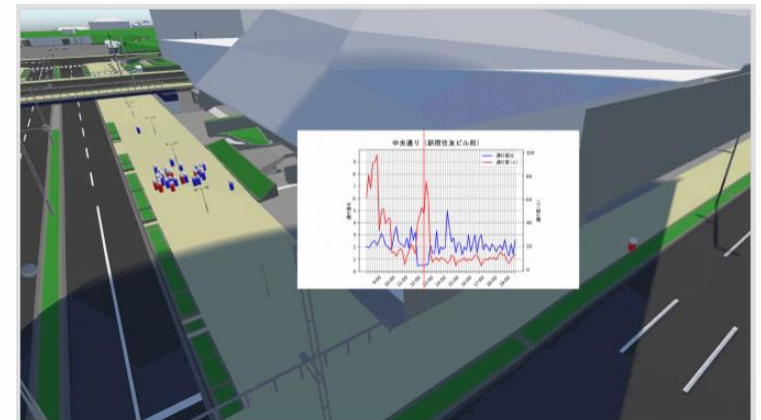
## 成果

### 西新宿のエリアマネジメント

- 実施したシミュレーション結果を参考にして、西新宿のエリアマネジメントについて関係者で議論されている

### 今後

- 社会実験の一部を代替するツールとして、コストの削減および効果的な企画立案、合意形成の効率化が期待できる

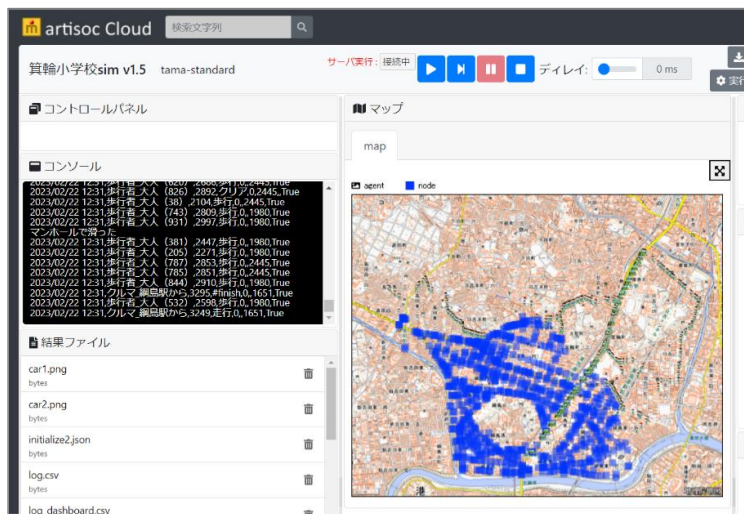




- 背景**
- 神奈川県港北区にある「網島サスティナブル・スマートタウン（網島SST）」では、次世代都市型スマートシティとして開発が進んでいる
  - 網島SSTにおいて、スマートシティとして蓄積したデータを活用して、住民サービスに繋がりたいという要望があった

## 実施概要

- 網島SSTにおいて蓄積されたデータを活用して、近隣小学校と協力して、避難体験コンテンツを作成した
- 洪水時の避難シミュレーションを実施し、避難の様子を可視化



## 成果

- 洪水時の避難行動に関する啓発手段として活用された
  - 子どもたちが、自分事として捉える機会となった
  - 『こども防災フェア2023』にて発表し、来場者も巻き込んだ啓発活動となった



## こども防災フェア2023



学習発表会



展示ブース

- 会場の方は挙手お願いします
- リモートの方はチャットで質問を受け付けます



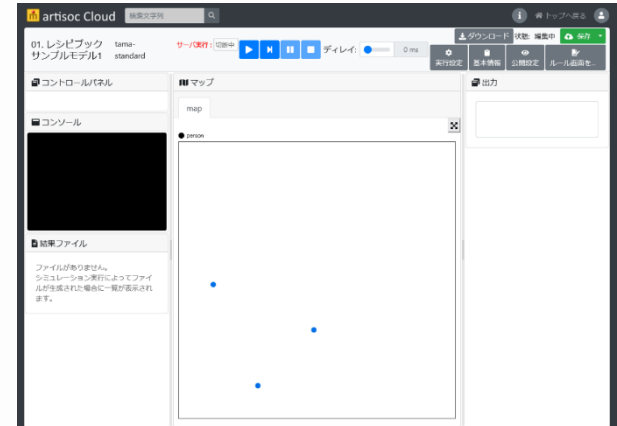
## 3. おすすめのモデル作成手順の紹介

- artisoc Cloudの実演

※ artisoc Cloudにログインできる方は下記URLをクリックしてください

- [01. レシピブック サンプルモデル1](#)

- 右上の「継承して新規作成」ボタンをクリック



Step1: 過去研究から着想を得る

Step2: モデリング講習を使って頭の中を整理する

Step3: artisoc Cloudの基本や使い方を学ぶ

Step4: artisoc Cloudを使いこなす

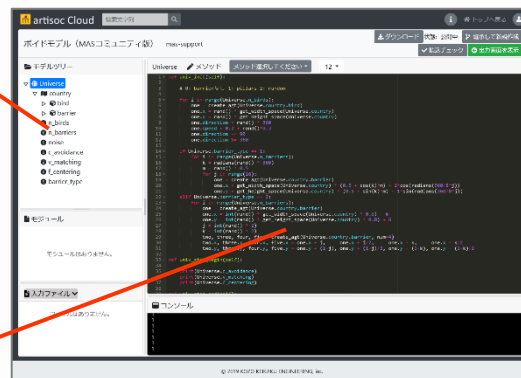
## 01. 社会シミュレーションをはじめよう

artisoc Cloudでシミュレーションを行うための手順は次の通りです

- ① モデルツリーで「エージェント」を定義する
- ② エージェントのルールを記述する
- ③ 出力画面を定義する

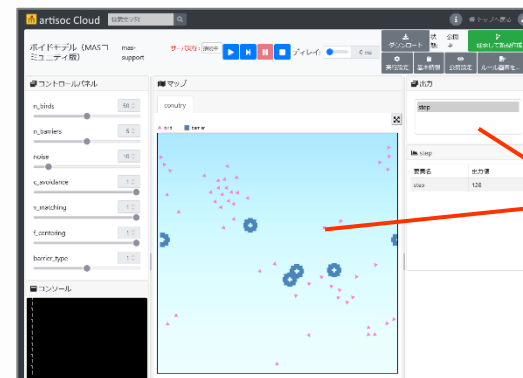
シミュレーションを実行します

①モデルツリー



ルール画面

②ルールエディタ



出力画面

③出力画面



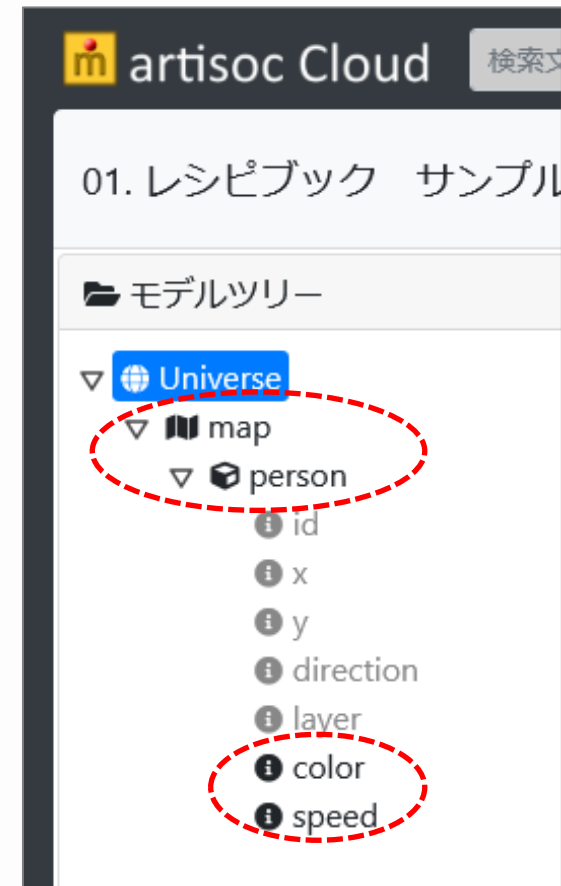
# ① エージェントを定義する

モデルツリーで「空間」「エージェント」「変数」を定義します

- モデルツリーの「Universe +」をクリックして、「空間を追加」を選択します。  
空間名： map
- モデルツリーの「map +」をクリックして、「エージェント種別を追加」を選択します。  
エージェント種別名： person
- モデルツリーの「person +」をクリックします。  
変数名： color  
変数名： speed



Add Edit Delete



## ② エージェントのルールを記述する

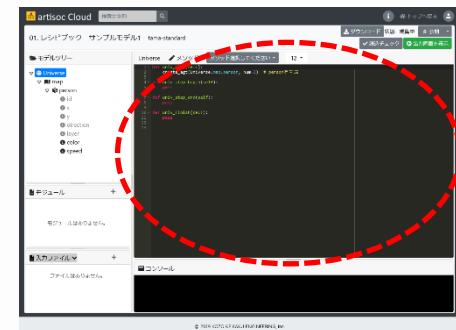
エージェントの色と歩行速度を指定し、画面中央に移動、向きを変えます

- モデルツリーの「Universe」をクリックしてルールエディタを表示します。

```
1 def univ_init(self):  
2     create_agt(Universe.map.person, num=3) # personを生成  
3
```

- モデルツリーの「person」をクリックしてルールエディタを表示します。

```
1 def agt_init(self):  
2     self.color = COLOR_BLUE # 表示色は青色  
3     self.speed = 1 # 歩行速度は1  
4  
5     self.move_center() # 画面中央に移動  
6     self.turn(rand() * 360) # 指定した角度だけ回転  
7  
8 def agt_step(self):  
9     self.forward(self.speed) # 前に進む
```



- ✓ 大文字と小文字を区別します。
- ✓ インデントは4つの半角スペースです。
- ✓ 「self.」と入力すると候補が表示されます。
- ✓ 関数の詳細については、画面右上の「i」マーク > 「関数仕様」をクリックしてください。



### ③ 出力画面を定義する

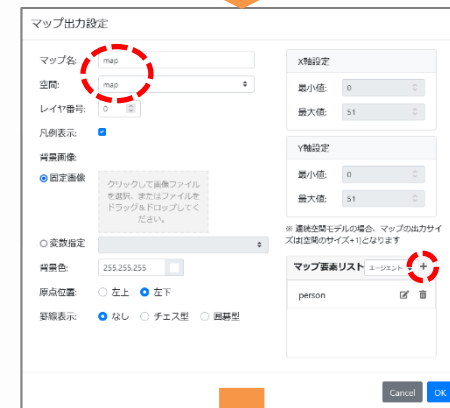
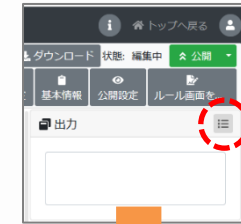
## マップ出力画面を定義します

- 出力画面を表示します。
- 出力パネル > 出力設定 > マップ出力 を選択し、「追加」をクリックします。

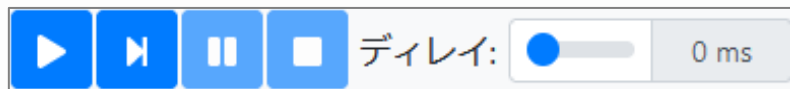
マップ名 : map  
空間 : map

- マップ要素リスト > エージェント「+」をクリックします。

要素名 : person  
出力対象 : person  
エージェント表示色 : color  
変数指定 : color

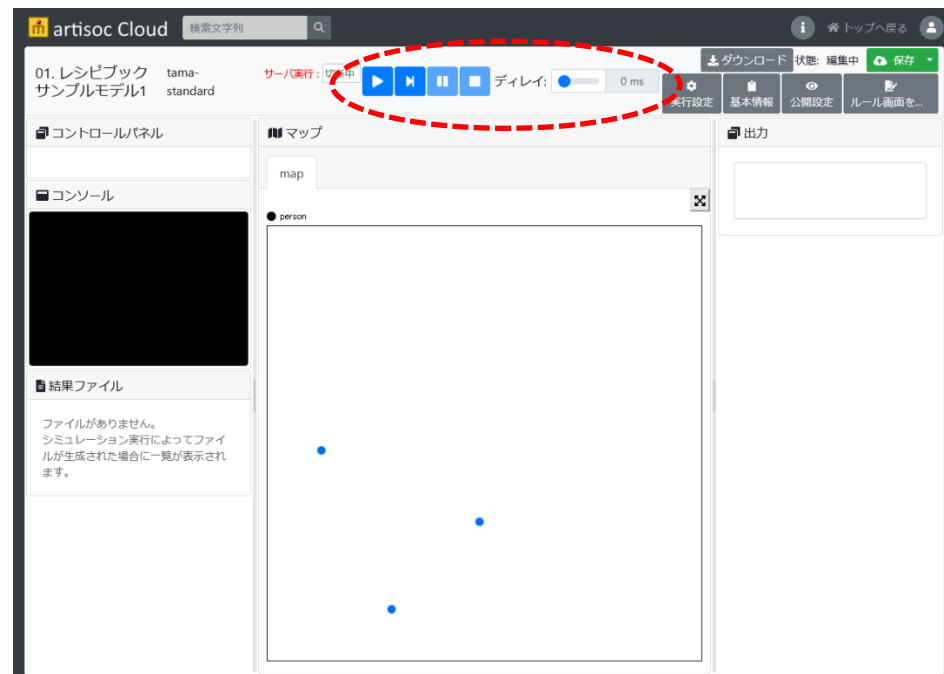


## 実行パネルでシミュレーションの実行と停止を操作します



- 「**実行**」 シミュレーションを実行します
- 「**ステップ実行**」 1ステップ実行します
- 「**一時停止**」 一時停止します
- 「**停止**」 停止します
- 「**ディレイ**」 実行ウェイトをかけられます

- 空間がループする場合、空間の上と下、右と左がつながっています。
- うまく動いたらエージェントの数を **100** にして実行してみましょう。



[01. レシピブック サンプルモデル1](#)

- ✓ シミュレーション実行前に右上の「保存」をクリックすることをおすすめします。
- ✓ モデル名は右上の「基本情報」> モデル名 から変更できます。

# Step1: 過去研究から着想を得る

## • MASのモデル

– 身の回りの複雑系で紹介されているサンプルモデルを解説

## • artisocモデル集

– 研究報告やMASコンペの発表モデルを掲載

**感染モデル**  
感染症の拡大をシンプルな形で表現したモデルです。このモデルは現実を単純化して表現したものであり、新型コロナウイルスの感染状況を予測するものではまったくないことにご注意ください。

**エスカレーターモデル**  
エスカレーターで両側立ち、片側だけの移動時間のモデルです。

**ボイドモデル**  
鳥の群れを3つのシンプルなルールのみで表現したモデルです。

**自然渋滞発生モデル**  
自然渋滞が発生するプロセスを再現したモデルです。

**シェリングの分層モデル**  
ハーバード大学の経済学者トマスシェリングが考案したモデルです。

**アクセルロッドの文化変容（文化の流布）モデル**  
1997年にアメリカの政治学者であるロバート・アクセルロッドが発表した文化の広がりを再現するモデルです。

	協力C	非協力D
プレイヤー-A 協力C	3	5
非協力D	0	1

**4人のジレンマ選手権モデル**  
「4人のジレンマ」は、人と人が協力したほうがみんなにとっては良いのだけれど、協力しなければ自分だけが得ることができるような難しい状況をモデル化したものです。4人のジレンマ選手権モデルは、このジレンマ状況での協力関係構築という課題について考察するために考案されたモデルです。協力関係を築くための意外なコツを意外な方法で教えてくれる興味深いモデルです。

**アリの行列モデル**  
庭や公園などでアリが行列をつくっているのを見たことがあるかと思いますが、どうしてアリはどのように行列を作るのでしょうか？アリの行動をモデル化して、行列ができるプロセスを観察することができます。

**ワッツ・ストロガツモデル**  
世界中の人は平均6人の知り合いを介してつながっているという「スモールワールド現象」があります。このような世界の人と短い距離で繋がっているようなネットワークとはどのような構造になっているかを観察できるモデルです。

**4人のジレンマ - 社会的ジレンマって何？**

**アリの行列**

**人のつながり**

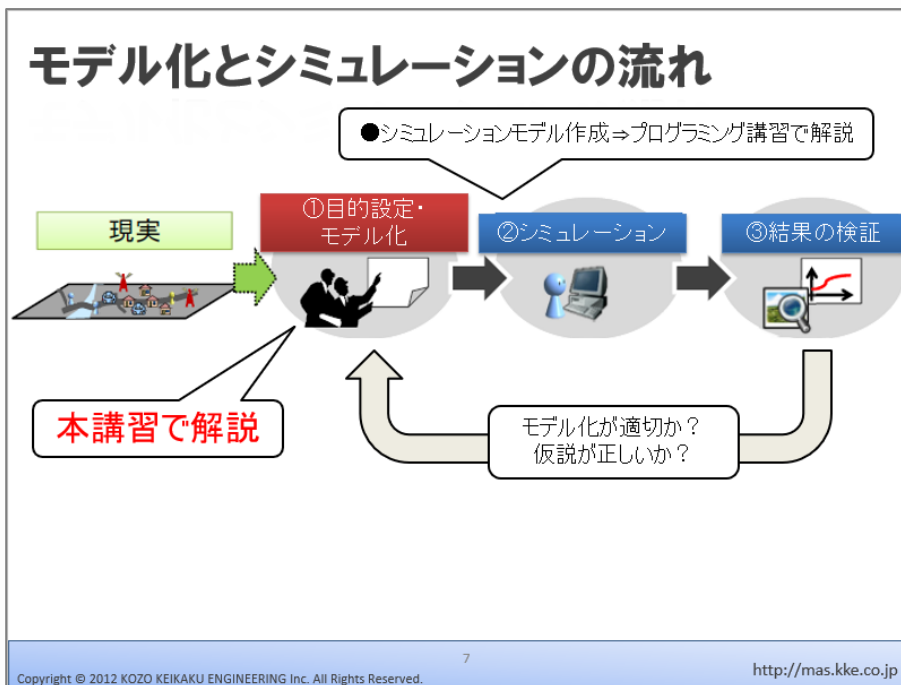
**バラバシ・アルバートモデル**  
航空機の路線網や電力網、学術論文の引用

**ブラントク生体系モデル**  
コンピュータの中いろいろな生き物をつく

**セルオートマトンモデル**  
セルオートマトンとは、空間に動きを

やりたいこと、つくりたいモデルを『**文章**』にする

- [artisoc モデリング講習・初級チュートリアル](#)



## 目的設定（例）

- テーマ

鳥の群れの形成

- 課題

リーダーが居ないのに、障害物や外敵がいる環境の中でも群れを形成できているのはなぜか？

- 課題に対する仮説

個々が周囲の仲間と進行方向や速度を合わせている

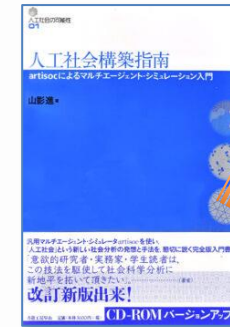


# Step3: artisoc Cloudの基本や使い方を学ぶ

## ① artisoc Cloud教科書 ※毎月更新中

- 書籍『人工社会構築指南』をベースに artisoc Cloud用に加筆

✓ **講義や研究室ゼミのテキストとしてご利用ください**



artisoc Cloud教科書

## ② artisoc Cloudチュートリアル

- 自習用テキスト
- 基本的な操作方法が習熟できる



artisoc Cloudチュートリアル

## ① モデル作成のレシピブック

- 実践的なモデル作成スキルを習得するための指南書

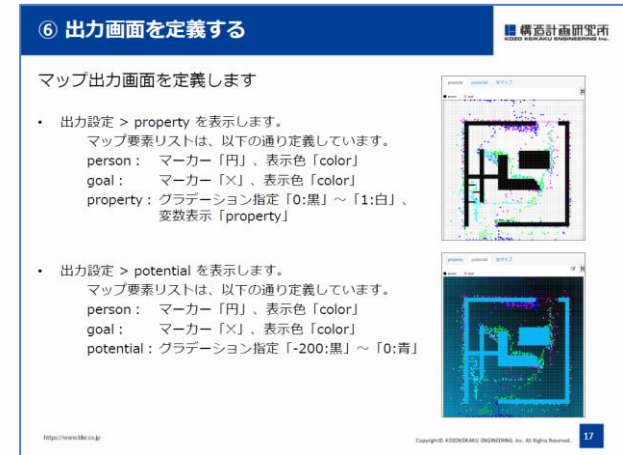
01. 社会シミュレーションをはじめよう
02. エージェント同士を相互作用させよう
03. 描画ツールを使って道路を定義しよう
04. 道路に沿って歩くモデルをつくろう
05. ポテンシャル法で移動しよう

## ② 質問掲示板

- モデルを作成していてつまづいたとき
- モデル作成のヒントが欲しいとき

## ③ artisoc Cloud勉強会

- 勉強会に参加して仲間をつくる



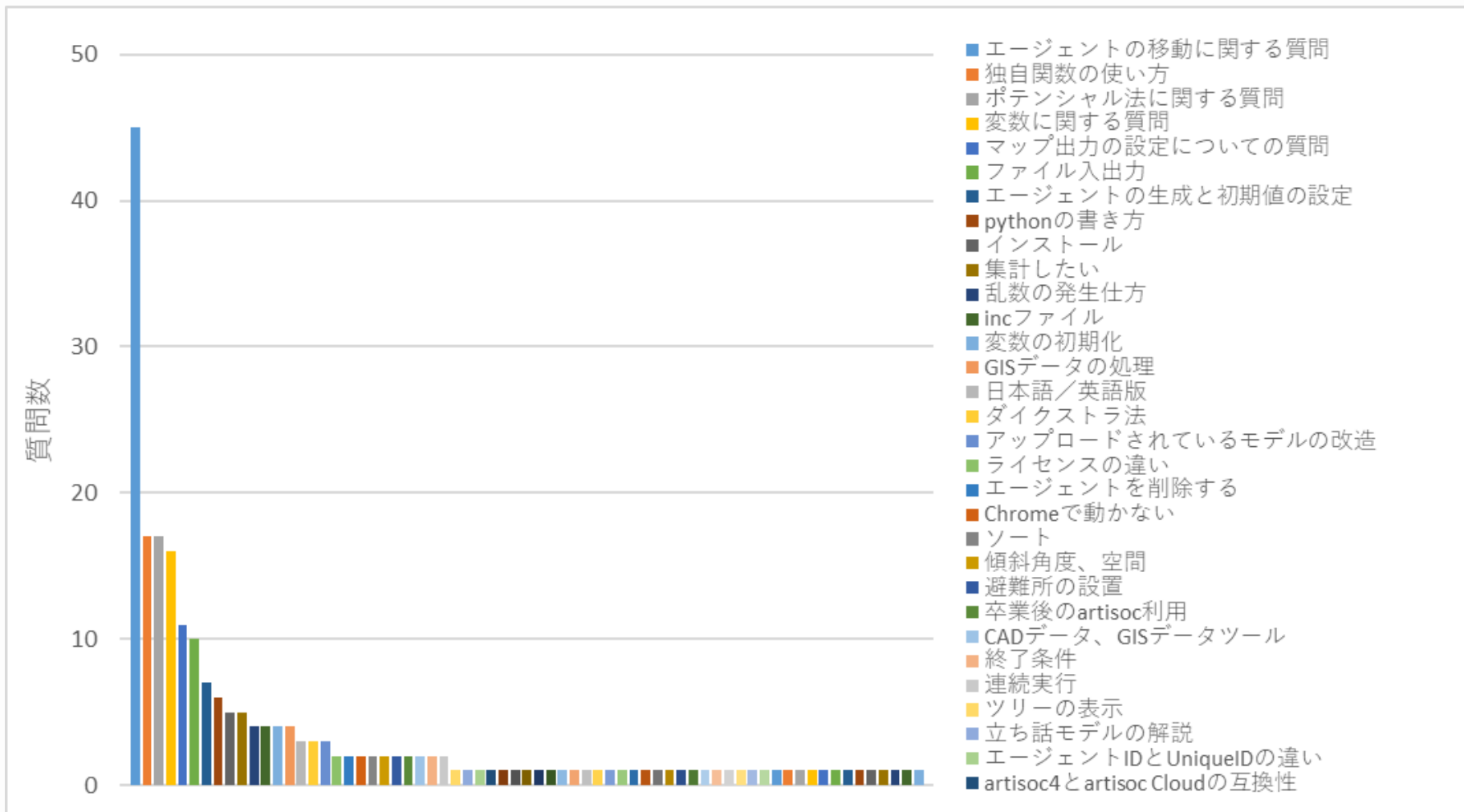
モデル作成のレシピブック



質問掲示板

## 4. モデルを作成する上で 陥りがちな問題の解決法の解説

- 総質問数：224件



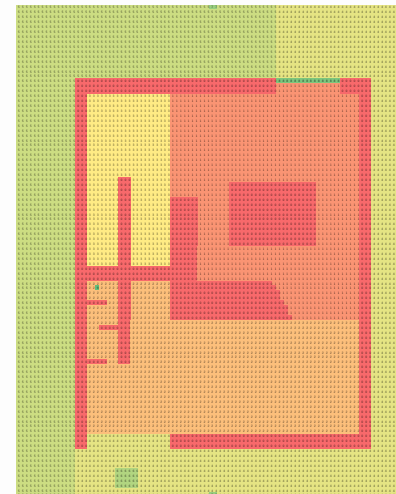
1. pythonの書き方を習得する  
※ [artisoc Cloud教科書](#)を学ぶことで、pythonの基本的な書き方を習得することができます
2. マップを正しく定義する
3. 経路選択の手法を理解する
4. 移動のための処理を理解する

### ■ 解決のためのポイント

1. GISデータ (shapeファイル) を利用する場合はポイントとリンクが繋がっていることを確認する
2. 描画ツールを使って道路ネットワークを定義する
3. ネットワークモデルだけではなく、マップを検討する



道路ネットワーク



マップで建物情報を定義



- 描画ツールは、マウスで操作するお絵描きアプリです。
- [描画ツール](#)にアクセスします。
- 画像ファイル (map.png) の読み込みます。
- 操作コマンドを選択して、道路上をマウスでクリックしていきます。(次ページ参照)
- すべての線を引き終わったら、JSONファイルを保存し、リネームします。

ファイル名: map.json

操作コマンドを選択

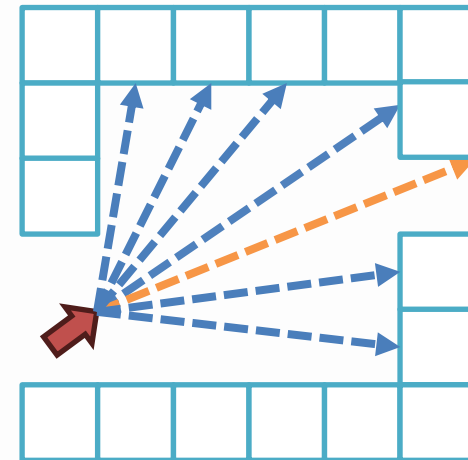
画像ファイルを読み込

道路上をマウスでクリック

jsonファイルを保存

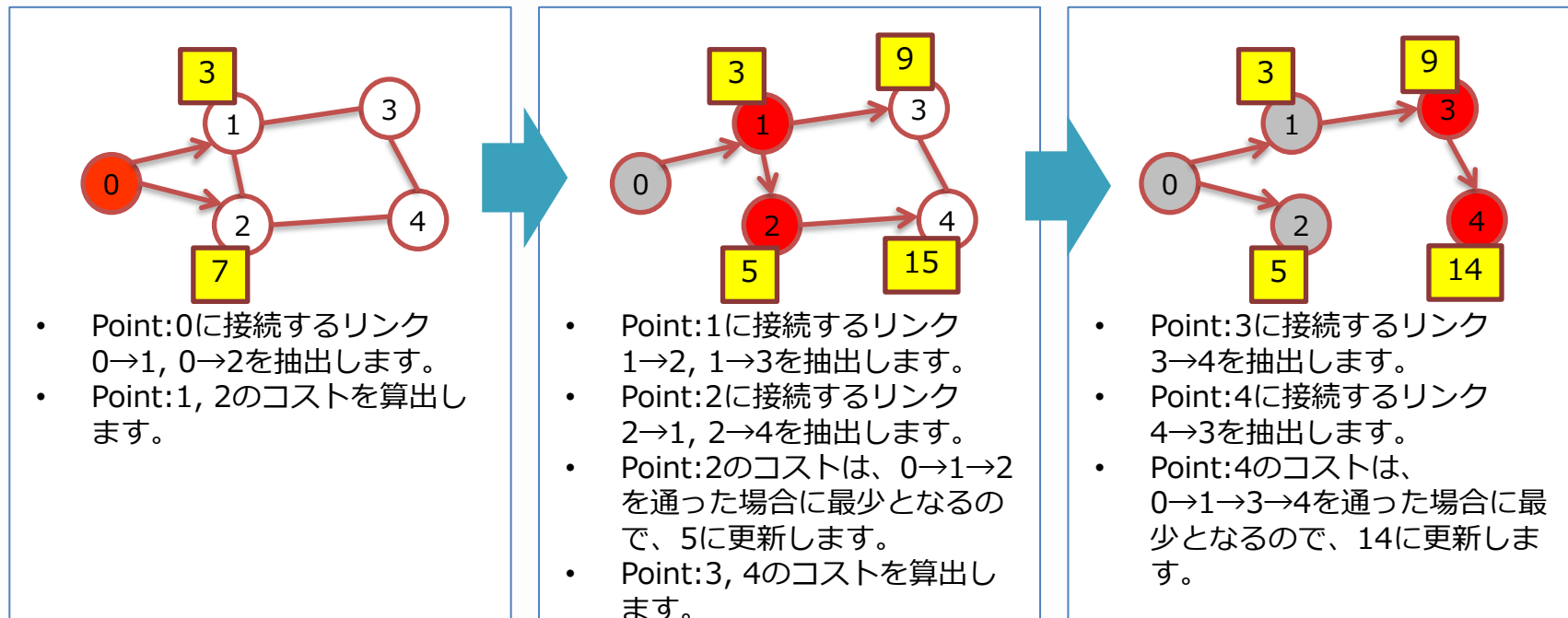
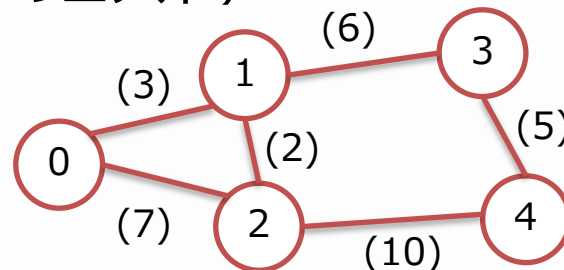
描画ツール

- 目的地がある場合（→最短経路を探索）
  - ダイクストラ法
  - ポテンシャル法
    - ※ エージェントごとに最短経路を計算してもよい
    - ※ 複数の目的地がある場合は複数回計算して結果を比較する
- 目的地がない場合はどうするか？
  - ランダムウォーク
  - 追従行動
  - 見通しのよい方へ進む



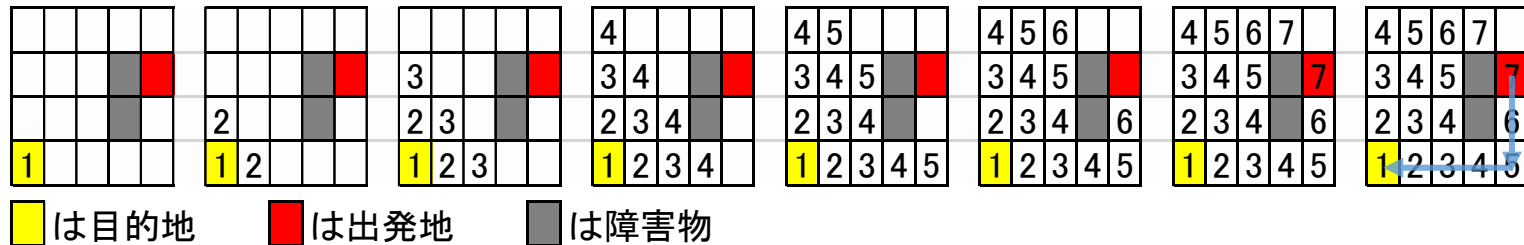
# (参考) ダイクストラ法とは？

- 下図のネットワークで、点0からのコストを算出します。  
(カッコ内は各リンクのコスト)

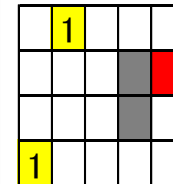


点0から各点への最短経路は、矢印の向きをたどることで求めることができます。

- ボールが高いところから低いところへ転がっていく性質を利用した探索方法です
- ポテンシャル法で最短経路を求める手順**
  - 空間をメッシュ状に切り、出発地と目的地のセルを決めます。
  - 目的地に「1」を代入し、その周り上下左右（4方向）に「+ 1」した値を代入します。
  - 順番に値を決めていき、出発地の値が決まるまで繰り返します。
  - 出発地から値の小さいセルを順番に辿れば最短経路が見つかります。



※ 目的地が複数あるときはどうなるか試してみましょう。



## 4. 移動のための処理を理解する（中上級者向け）

- 空間エージェント関数（移動）をよく読む
  - forward 前へ進む。
    - ✓ forwardの前にturnやturn\_agtで向きを変える
  - pursue 目標のエージェントへ向かって移動する。
- 通行不能なリンクで止まってしまう場合
  - リンク切れを検知して、リルートする
  - 避難所が満員の場合も同様に他の避難所へのリルートを計算する
- 移動したあとに壁を突き破った場合
  - 元に位置に戻って、方向を変えて移動する
- ポテンシャル法で移動する場合
  - 1セルずつ移動する（複数セル移動したい場合は1セルずつ前進）

- 会場の方は挙手お願いします
- リモートの方はチャットで質問を受け付けます



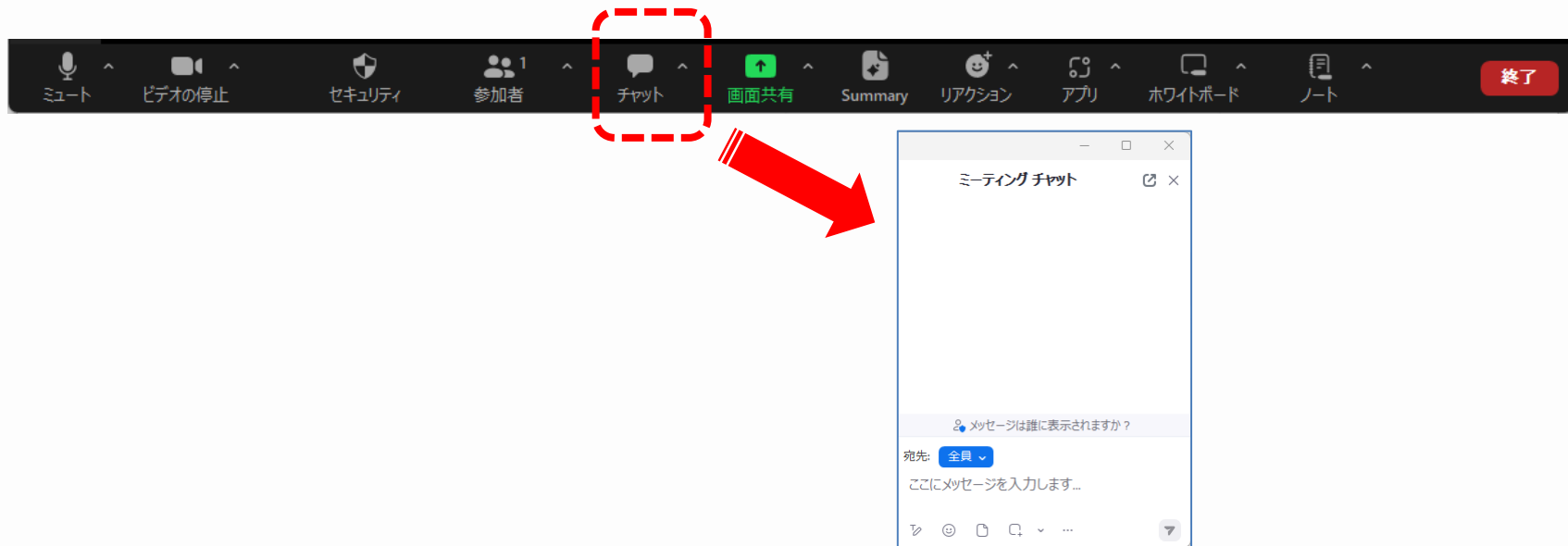


## 5. モデル作成に関する悩み事相談

- 「artisoc Cloudを利用する上で悩みごとや困りごとはありますか？」
  1. エージェントを大量に生成すると動作が重くなる、重くてうまく動かないことがある
    - ✓ 高速化については検討します
    - ✓ 行動主体ごとにエージェントを生成する（家族連れ、同伴者）
    - ✓ 時間刻みを調整する（意思決定するタイミングは？）
  2. セッションタイムアウト時間？ 401エラーが出るまでの時間がやや短い、1時間くらい使っていると突然止まること
    - ✓ ブラウザとサーバ間を定期的に通信しているため、通信環境の良い場所をご利用ください（改善検討します）
    - ✓ こまめにモデルを保存することをおすすめします
  3. (artisoc4)ルールエディタ以外の文字の大きさが変えられないので文字が小さく、読みづらい
    - ✓ artisoc4は開発終了しているため、artisoc Cloudへの移行をおすすめします

4. エージェントの動かし方をどのように実装したら良いのかわからないことが多々あります。  
例えば3つに分岐するノード上で、次のノードに、それぞれ60,30,10%の確率で移動するとなった場合に、参考にできる先行事例がなく悩みました。
  - ✓ サンプルモデルやレシピブックなどを段階的に拡充していく予定です
  - ✓ まずは、エージェントの行動についての悩みなのか、pythonの書き方についての悩みなのかを分けて考えるとよいと思います
  
5. モデルファイル（.json）の意味、編集の方法が知りたいです。
  - ✓ モデルファイル（.json）はシミュレーションの実行に必要な全ての情報を含んでいます
  - ✓ モデルファイルをテキストエディタで直接編集しても動くはずです

- 会場の方は挙手お願いします
- リモートの方はチャットで質問を受け付けます



## 6. artisoc Cloud の改善アイデア募集

- 「Artisoc Cloudへの期待や欲しい機能、改善してもらいたいことはありませんか？」
  1. 現在academicライセンスで使用しているが、[standardライセンス](#)ではどれだけ高速になるのか知りたい。
    - ✓ 実演します
  2. 学生がプログラム作成する際に、参考になる事例集が充実するとありがたいです。
    - ✓ [レシピブック](#)をお試しく下さい
  3. 利用者数が少ないせいかトップページの投稿モデルの種類があまり変わり映えしないため、もっと他者が作成したいろいろなモデルを参考に出来る機会が欲しい。
    - ✓ 表示アルゴリズムを検討します
    - ✓ トップページにある「[最近の投稿](#)」や「[評価の高いモデル](#)」をクリックするといろいろなモデルが表示できます



- 「Artisoc Cloudへの期待や欲しい機能、改善してもらいたいことはありませんか？」
  4. 研究に使うために連続実行ができるようにしてほしい
    - ✓ 新機能として、『バッチ実行機能』を開発中です
  5. 3Dモデルなどを簡単に作れる機能、マルチエージェントシミュレーションを仮想空間上で使うには現状Unityが一番使いやすいのですが、artisocはどんな使い方があるのか知りたいです
    - ✓ シミュレーション結果をCesiumを使って3D可視化することができます（次回勉強会にて解説？）
  6. 表示結果を分かりやすく表示できる機能（エージェントを画像にできる等）
    - ✓ マップ出力の「マーカー」に「画像ファイル」をアップロード、もしくは「変数指定」で入力ファイルを指定できます

- 「Artisoc Cloudへの期待や欲しい機能、改善してもらいたいことはありませんか？」
  7. ビジネスモデルあるいは不具合発生モデルへの展開
    - ✓ 具体的なイメージがあれば、コメントください
    - ✓ 仮想市場で商品が売買されるようなモデルは解説できます
  8. ブラウザ（FirefoxとEdgeなど）による処理速度の差を改善してほしいです
    - ✓ academicライセンスの場合の処理速度は、Pyodideというブラウザ上でpythonを実行するエンジンに依存します
    - ✓ なお、FirefoxとChromeは正式サポート、SafariとEdgeは非サポートです

- 「Artisoc Cloudへの期待や欲しい機能、改善してもらいたいことはありませんか？」

9. エラーが起こった際の解決の仕方をもう少し分かりやすく記述していただきたいです。

## おすすめ手順

- ① エラーメッセージを確認してエラー内容を特定します
- ② 動作する前のモデルと比較して、1つずつ機能追加してみます
- ③ エージェント数を減らし、移動範囲を狭くするなどできるだけシンプルな状態をつくって確認します
- ④ それでも解決しなければ、質問掲示板で投稿してください

# 改善アイデアを思いついた方はどうぞ！

- 会場の方は挙手お願いします
- リモートの方はチャットで質問を受け付けます



1. 複雑系とは？
  - ✓ 世界は6人で繋がっている、身の回りの複雑系、創発現象
2. 最近の活用事例
  - ✓ エスカレーター両側立ち、にぎわいづくり、自分ごとの地域防災
3. おすすめのモデル作成手順の紹介
  - ✓ 3つのステップで作成できる、文章にする
4. モデルを作成する上で陥りがちな問題の解決法の解説
  - ✓ ダイクストラ法、ポテンシャル法
5. モデル作成に関する悩み事相談
  - ✓ 悩みを共有しよう解決しよう
6. artisoc Cloud の改善アイデア募集
  - ✓ 日々改善していきます

本日はご参加いただきありがとうございました。

MASサポート担当 一同  
[mas-support@kke.co.jp](mailto:mas-support@kke.co.jp)