

# シミュレーション論 II

## 第1回

# 今回の内容

- ガイダンス(内容・出席確認・成績評価等)
- シミュレーションの応用例の紹介

# 講義の概要と方針

- シミュレーション論 I で学ぶ基礎的なシミュレーション手法をもとに、実際に現実社会の問題をモデル化し、シミュレーションを構築するための手順と実施方法、評価手法などを学ぶ。

また、機械学習法、マルチエージェントシミュレーション、人工社会モデルなどのシミュレーション研究の例、実証研究や実験経済学などの実験研究も紹介する。なお、必要に応じてノートパソコンを用いた演習をおこなう。

# 履修にあたっての注意事項

- 講義内容に応じて演習（個人所有のノートパソコンを使用した講義）をおこないます。  
※演習の際は事前に告知します。指示のない回はPCは不要です。
- 個人のPCを使用する場合はExcelが必要になります
- PCを持っていない場合でも別課題を用意しますので履修には差し支えありません
- 中間レポートや期末試験に備え、授業前後に復習をおこなっておいてください。

# 講義計画

- 第 1回 シミュレーションの応用
- 第 2回 モデル化の手法
- 第 3回 モデルの基礎数理
- 第 4回 動的モデルの作成
- 第 5回 ランダムウォーク
- 第 6回 マルチエージェント・シミュレーション(1)
- 第 7回 マルチエージェント・シミュレーション(2)
- 第 8回 強化学習
- 第 9回 カオスとフラクタル
- 第 10回 シミュレーションの構築
- 第 11回 シミュレーションの実施
- 第 12回 データの分類と数値処理(1)
- 第 13回 データの分類と数値処理(2)
- 第 14回 経済実験とシミュレーション
- 第 15回 まとめ

# 学習の到達目標(=単位評価基準)

1. 基礎的なシミュレーション手法を用いて現実社会のモデル化を行う手法を理解し、その内容を説明することができる。(主に**期末試験**による評価)
2. 様々なシミュレーションとその応用例に興味関心を持ち、内容を深く理解することができる。(主に**授業への取り組み・毎回のミニレポート**による評価)
3. 自ら現実社会の問題をモデル化し、シミュレーションを構築・実施するとともにその内容を正しく評価し、かつ適切にまとめることができる。(主に**中間レポート**による評価)

# 成績評価について

以下の4項目により総合的に評価します。

- 授業への取り組み (15%)
- 毎回のミニレポート (15%)
- 中間レポート (20%)
- 期末試験 (50%)

# 「授業への取り組み」点について

- 授業への取り組み状況について、毎回評価点を付けることとします
  - 通常：1回あたり1点（欠席時は0点）
  - 授業に対し、真摯な取り組みが見られない場合  
例）私語が多い、途中退席して戻って来ない等  
・・・個別に減点（1回あたり 0点～－10点）

# 毎回のミニレポートについて

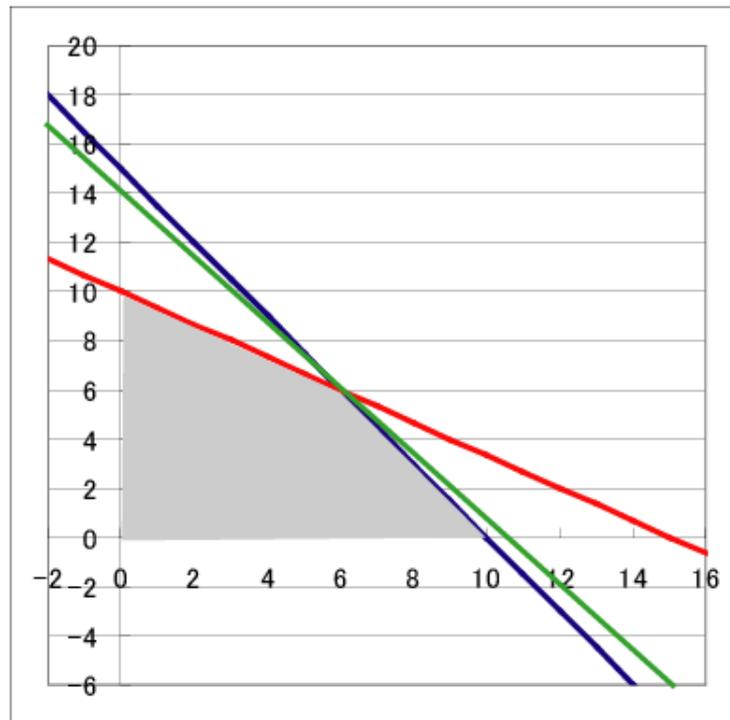
- 毎回、練習問題などの課題を出しますので、出席カードに記入して提出してください(1回あたり1点)
- カードは講義時間中に配布します
- カード配布時に席にいなかった場合は、理由に関わらず仮カード(白い紙のカード)になります

# シミュレーションの応用

- 経営モデルのシミュレーション
  - 損益分岐点のシミュレーション
  - 線形計画法、整数計画法
- 経済モデルのシミュレーション
  - 市場メカニズム
  - 産業連関論・投入産出分析
  - 計量経済学(計量モデルの推定)
- 社会モデルのシミュレーション
  - 人工社会, マルチエージェントシミュレーション

# 線形計画法

- 制約条件と目的関数がともに線形(一次式)であらわされる最適化問題
- 例)定められた予算・数量の中で利益が最大になるような生産量を決定する

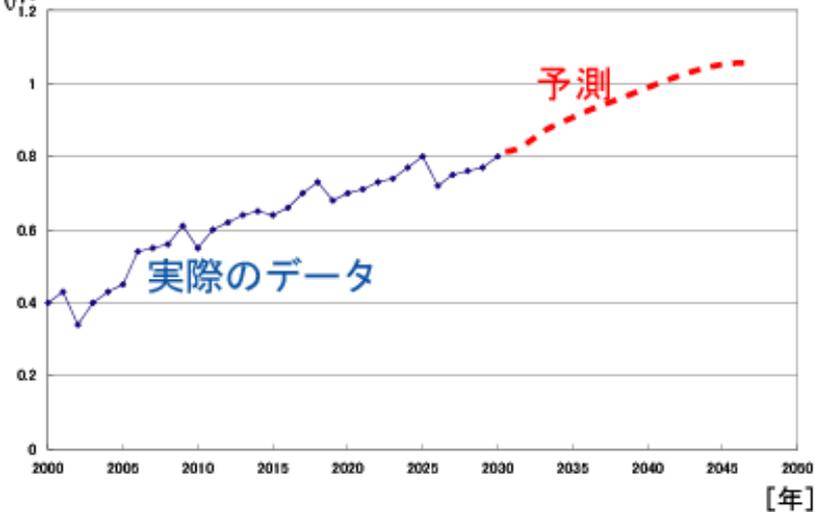


# 計量モデル

- 経済理論や過去のデータなどを用いてモデルを作り、将来どうなるかを予測する。
- 例: ある国のGDPの伸び率をシミュレーションする

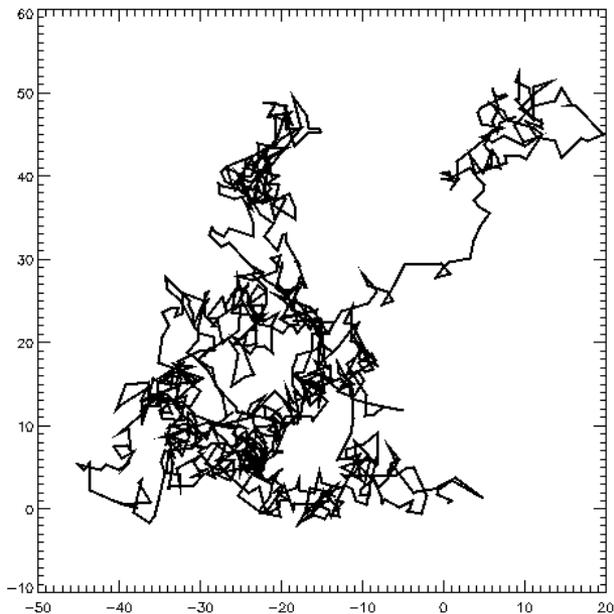
経済理論や実データから  
シミュレーションのモデルを作成

$$\log(C) = 0.27261 + 0.26787 * \log(Y) - 0.00542 * R + 0.71102 * \log(C-1)$$



# シミュレーションの応用例: ランダムウォーク

- 物体(人・粒子など)の移動する方向(および距離)が確率的に与えられており、時間とともにその動きを追うような問題



ブラウン運動のシミュレーション  
(Wikipediaより引用)



ランダムウォークにより生成された株価チャート

# 社会モデルのシミュレーション

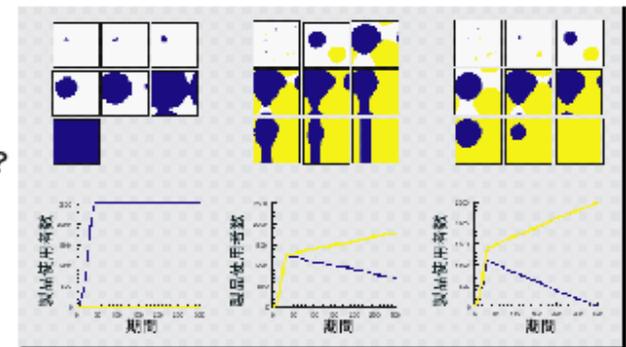
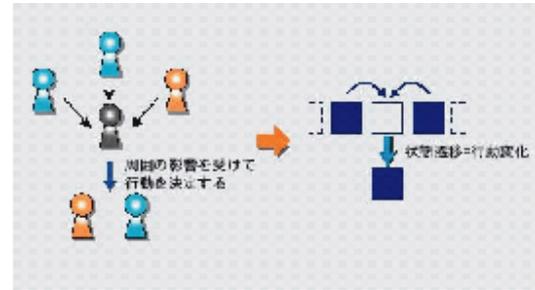
- 数値的な予測ではなく、「なぜそうなるのか」「こういう場合はどうなるのか」といった、システムの振る舞いや性質を対象とする  
→新たなモデル化や理論の発展を目指す
- 人間の行動分析シミュレーション、人工社会シミュレーションなど
- 例：人工社会シミュレーション



「流行」はどのように起こるのだろうか？



- ・どんな振る舞いをするか？
- ・どんなモデルや理論が妥当か？



# 応用例: 簡単な交通シミュレーション(1)

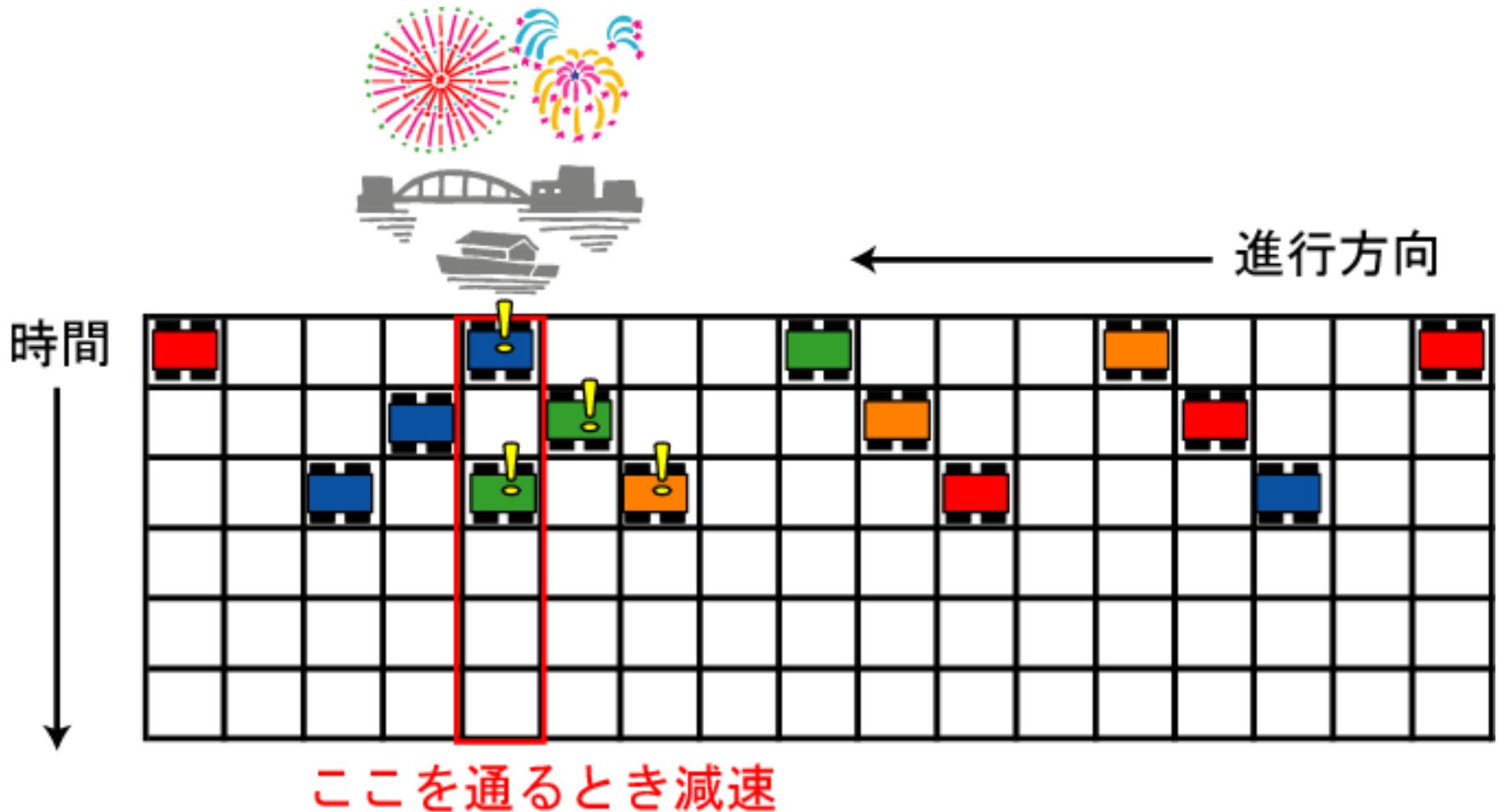
## ■ 簡単な交通シミュレーションの例

- 一直線の道路を車が等間隔で走っている
- 車は通常1秒間に3マス進む
- 車は車間距離が2マス以下だと減速する
- 道路の途中で花火が上がっており、その横を通るとき車は減速する
- 車は減速すると1秒間に1マス進む
- 車はいったん減速すると最低2秒間はその速度のままである
- 減速してから2秒以上経過し、車間距離が3マス以上開いていれば通常の速度に戻ることができる



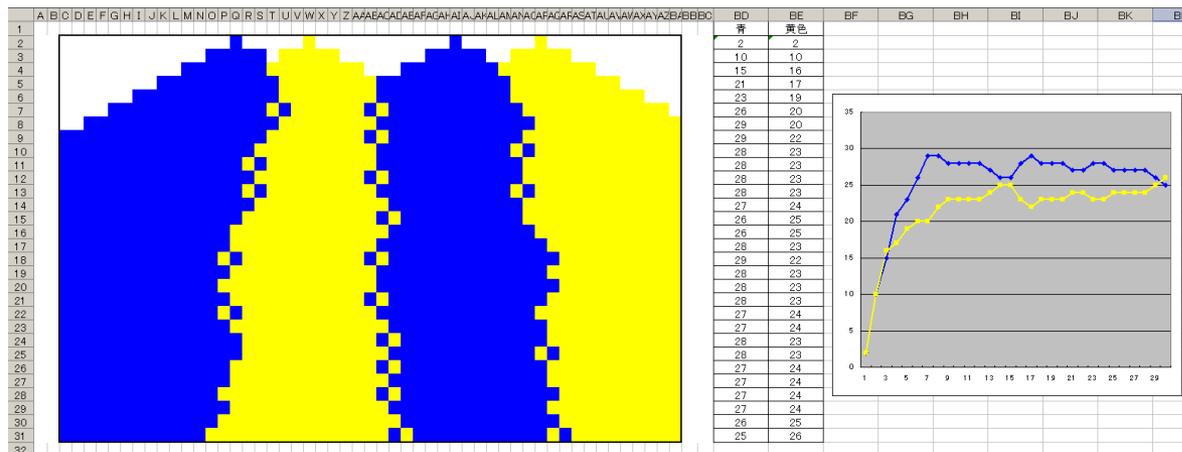
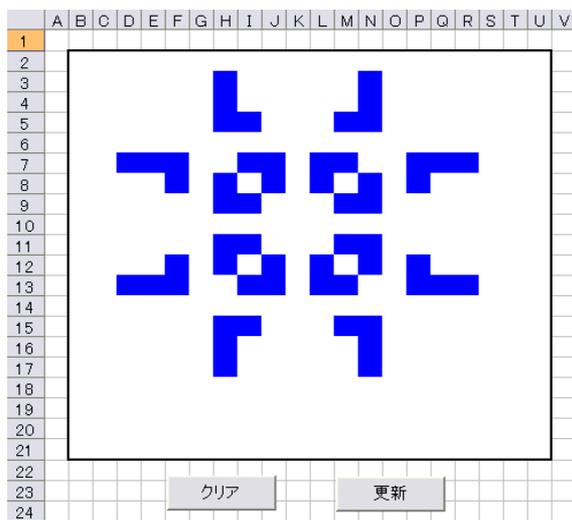
## 応用例：簡単な交通シミュレーション(2)

車は花火が見えたとき および 車間距離が短いときに減速する

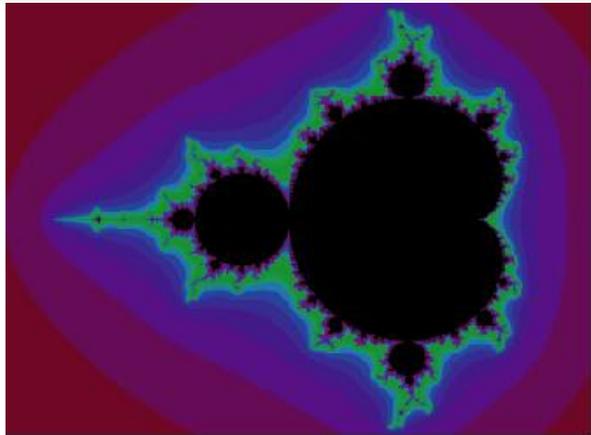


# セルオートマトンを利用したマルチエージェントシミュレーション

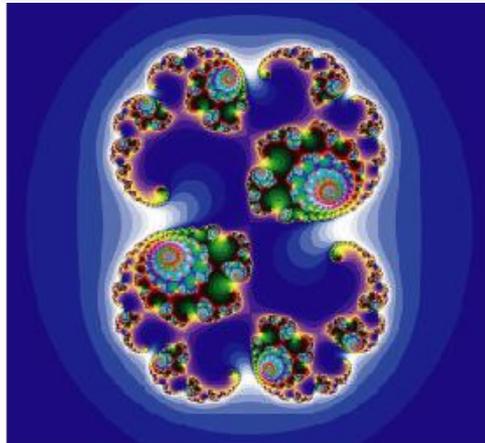
- ライフゲーム、製品普及シミュレーションなど



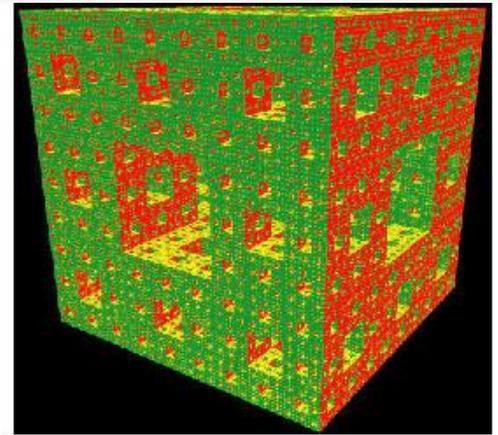
# さまざまなフラクタル図形



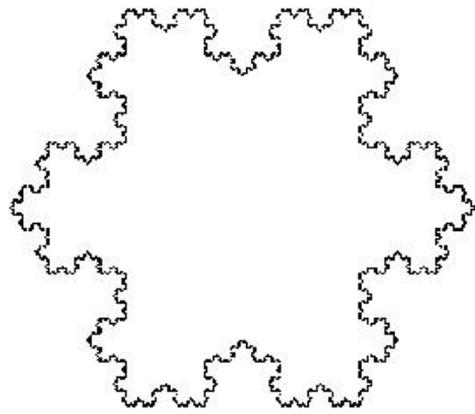
マンデルブロー集合



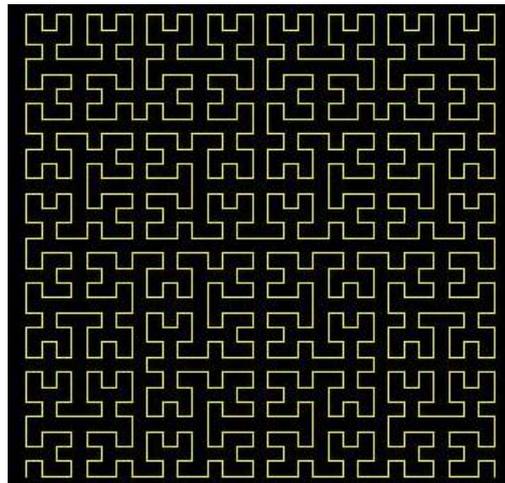
ジュリア集合



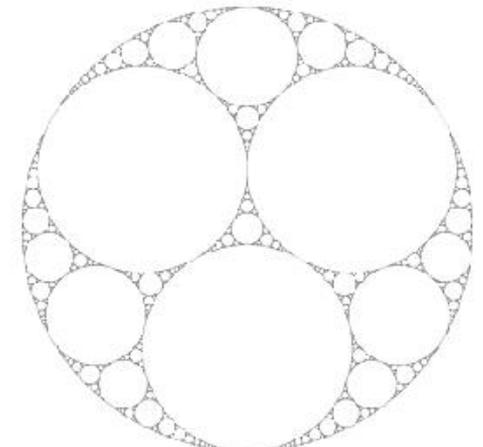
メンガーのスポンジ



コッホ雪片



ヒルベルト曲線



アポロニアン  
ガスケット