

# 『モデリング・シミュレーション入門』

## 第6回 オブジェクト指向モデリング

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/>



### 決定論的な見方

- ニュートン力学と万有引力の法則による天体現象の予測の成功
- 初期状態が与えられれば未来は予測することができるという思想が生まれた。
- ラプラスの力学的世界観
  - 時計仕掛の宇宙という考え方
- 現象は規則に従っていると見る見方を「決定論」という。

### ローレンツモデル

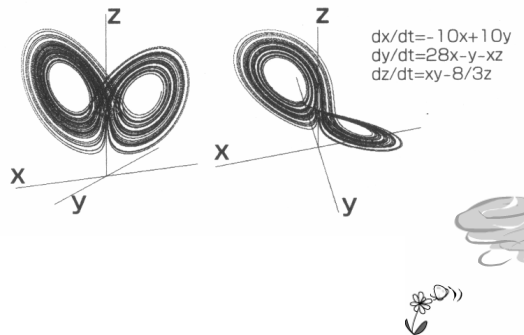


#### ■ 気象学者ローレンツ

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -10x + 10y \\ \frac{dy}{dt} &= 28x - y - xz \\ \frac{dz}{dt} &= xy - \frac{8}{3}z \end{aligned}$$

丹羽敏雄, 『数学は世界を解明できるか: カオスと予定調和』, 中央新書, 1999

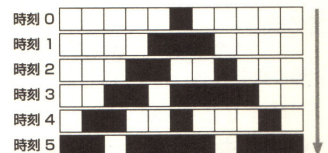
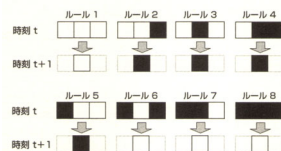
### ローレンツアトラクター



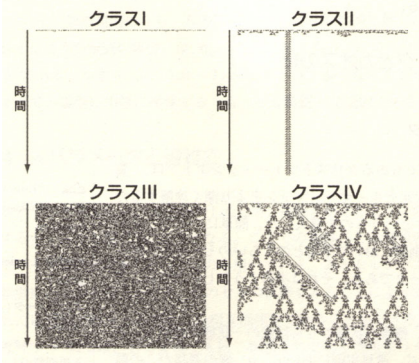
### セル・オートマトン



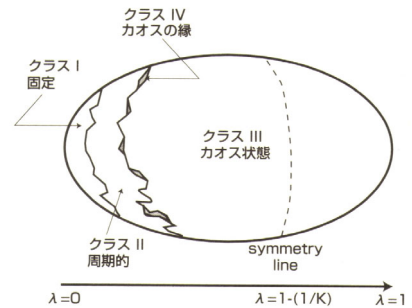
### 1次元セル・オートマトン



## 1次元セル・オートマトンのクラス分類



## カオスの縁のイメージ



## 宿題(授業第5回)内容

- ①セル・オートマトンのように、身の回りのもののなかで、「局所的な相互作用で秩序が生まれている」現象を探してください。その秩序は静的な秩序か動的な秩序か？
  - ②教科書『複雑系入門』のp.67～p.74や、その他の文献を読んで、次の3点についてまとめてください。
    - ・アトラクターとは何か？
    - ・アトラクターにはどのような種類があるか？
    - ・カオスはどのようにして無限に異なる値を生み出せるのか？
- ※この他の文献・Webページ等を積極的に調べて参照することも歓迎する。その場合には、必ず、参考文献・URLを明記すること。
- ③今日の授業で新しくわかったこと、考えたこと、感想。

## 授業スケジュール

- 第1回(10/1) イントロダクション
- 第2回(10/8) モデリングとは
- 第3回(10/15) 数理モデリング
- 第4回(10/22) 非線形とカオス
- 第5回(11/5) オートマトン(状態機械)
- 第6回(11/12) **オブジェクト指向モデリング**
- 第7回(11/26) オブジェクト指向プログラミング  
(三田祭休み)
- 第8回(12/3) シミュレーションとは
- 第9回(12/? ) 補講: ゲストスピーカー講演
- 第10回(12/10) 自律分散協調システムと自己組織化のシミュレーション
- 第11回(12/17) 遺伝的アルゴリズムによる進化のシミュレーション  
(冬休み)
- 第12回(1/7) ニューラルネットワークによる学習のシミュレーション
- 第13回(1/14) 成長するネットワークのシミュレーション

Keio University SFC 2004

## 『モデリング・シミュレーション入門』

### 第6回 オブジェクト指向モデリング

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/>

## 今日のポイント

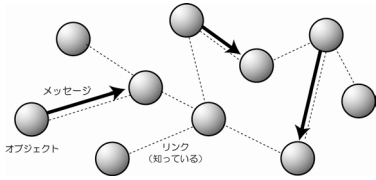
- 理解してほしい概念
  - オブジェクト(object)
  - クラス(class)
  - インスタンス(instance)
  - UML(Unified Modeling Language)
  - 関連(association)
  - 汎化・特化(generation/specialization)

### ■ できるようになってほしいこと

- クラス図を書く
- アクティビティ図を書く
- シーケンス図を書く

## オブジェクト指向の本質

- 世界の構成要素を「オブジェクト」という基本単位で捉える。
- そのオブジェクトの状態変化や関係変化によって現象を表現する。



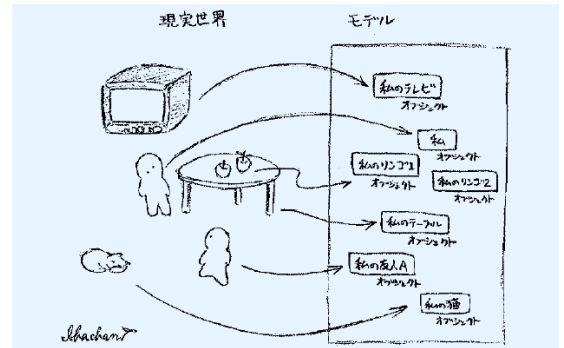
## オブジェクト指向とシミュレーションの関係

- オブジェクト指向の考え方の起源
  - シミュレーション用プログラミング言語 SIMULA
  - ノルウェーのO.J.ダールとK.ニガードが開発
- 何千もの構成要素からなるような複雑なシステムのモデルを作成してコンピュータ上で動かすことを目的に設計された。
- そのため、動的で複雑な現実世界をそのまま取り込むための工夫がなされた。

## 「オブジェクト指向」の広がり

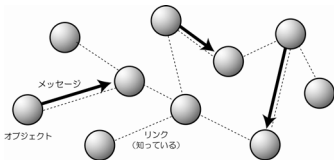
- 実装のための考え方から、設計の考え方へ。
- そして現実の分析のための考え方へ。
  - ビジネスモデルの記述への適用なども模索されている。
- オブジェクト指向の記法は、近年、UML (Unified Modeling Language: 統一モデリング言語) として標準化されている。
- プログラミング言語に置き換えて、コンピュータ・シミュレーションを行うことができる。

## 現実世界の構成要素をオブジェクトとして写し取る



## オブジェクト指向の本質

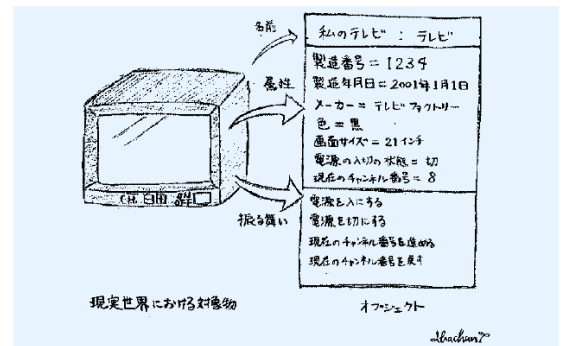
- オブジェクト指向では、世界の構成要素を「オブジェクト」という基本単位で捉え、その状態変化や関係変化によって現象を表現する。



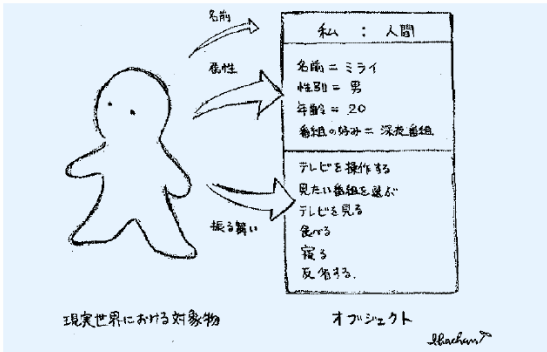
振舞い(機能)と内部状態を保持している「オブジェクト」がたくさん存在し、それらが相互作用しているという点が、オブジェクト指向のポイント。

つまり、「システム」として記述するということ！

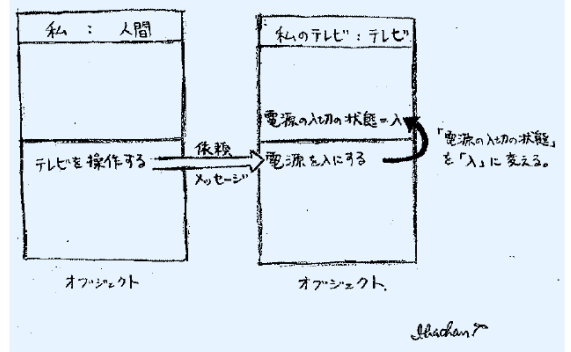
## 「私のテレビ」をオブジェクトとして表現すると・・・



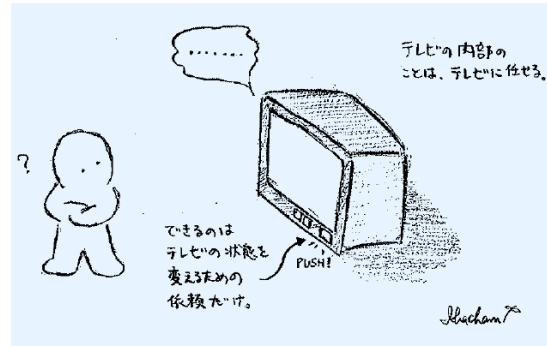
## 「私」をオブジェクトとして表現すると...



## オブジェクトからオブジェクトへのメッセージ



## オブジェクトは情報隠蔽して自己管理する



## オブジェクト指向における「クラス」

## クラス(タイプ)

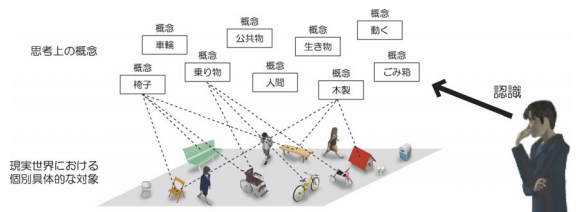
- 「クラス」(タイプともいう)とは、共通の性質(属性の種類と振舞い)をもつオブジェクトを分類したものである。



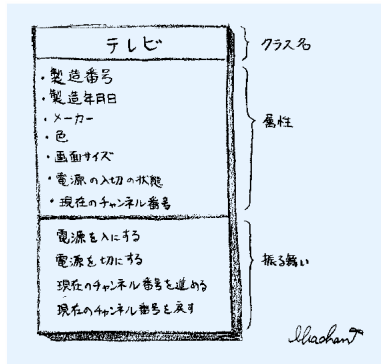
※概念モデルの段階では、クラスのことをタイプ(型)と呼ぶことがある。タイプとは、種類のこと。

## モデル化におけるクラスの利点

- オブジェクトをクラス/タイプで分類するということは、世界の複雑さに対処するためのひとつの方法。
- 人間の認知プロセスにおける「概念化」と同じメカニズム。

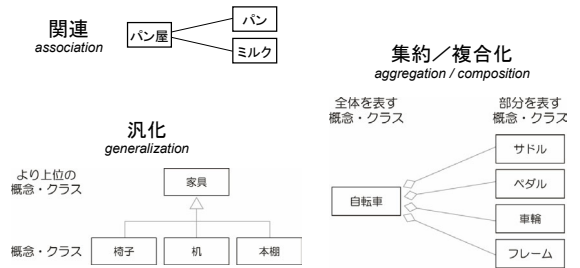


## 例: テレビクラス

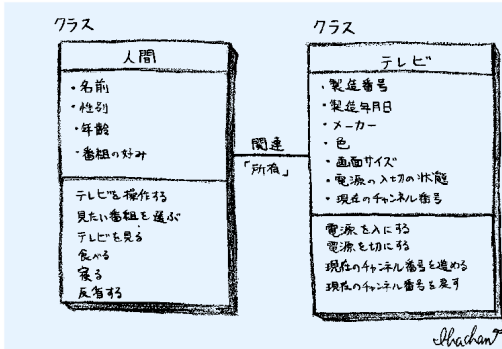


## クラス間の関係性

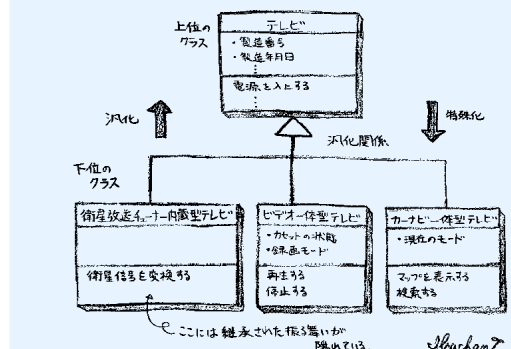
■ 人間の認知と同様に、クラスのレベルで関係性を定義することで、複雑性に対処することができる。



## 例: クラス間の関連

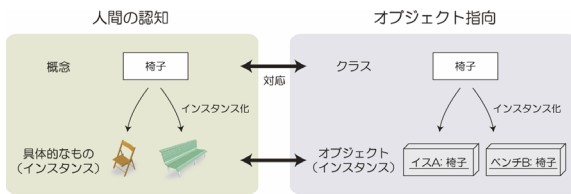


## クラスの汎化と特化

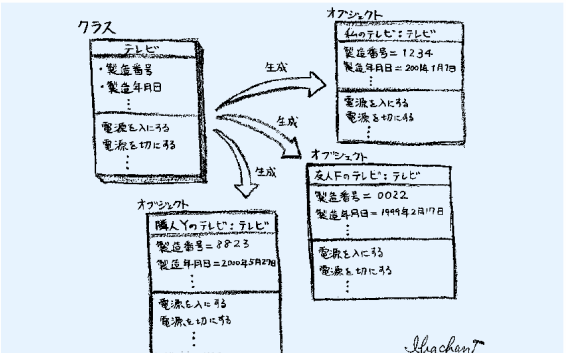


## シミュレーション作成におけるクラスの利点

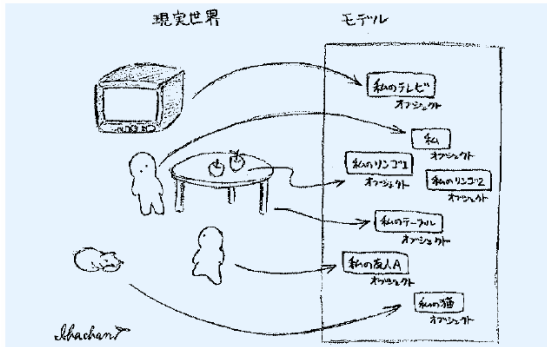
■ クラスを用いることによって、共通項を一括して表現できるようになるため、オブジェクトの体系的な整理が可能となる上、効率的な記述が可能となる。



## 例: クラスから、複数のオブジェクトの生成



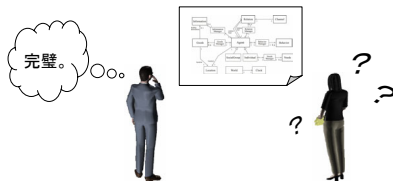
## 例:オブジェクト指向で世界を表現する



## UML(統一モデリング言語)

### モデルの可読性・共有性

- 作成されたモデルは、円滑なコミュニケーションを促進する。
- それが可能なのは、作成されたモデルが、他者が理解できるように書かれている場合に限る。



### UML (Unified Modeling Language)

- 50以上のオブジェクト指向方法論による方法論戦争の末、3人の代表的なメソドロジストが、Rational Software社に集まり、統一モデリング言語としてまとめる流れをつくった。



### UMLの目標

- 「UMLの開発の背後には、さまざまな目標がありました、第1の最も重要な目標は、UMLがすべてのモデル作成者が利用することのできる汎用のモデリング言語となることです。UMLは所有権の設定されたものではないと同時に、コンピュータ業界の大多数による共通の合意の基づいたものです。」
- 「UMLの最終目標は、できるだけシンプルでありながら、それでいて構築しなければならない広範な実用システムをモデリングできるようにすることでした。」

### UMLによるビジネスモデリングについての文献

『ビジネスマンのためのUML入門:ビジネスモデリングによるアプローチ』, 竹政 昭利, 左川 聡, 毎日コミュニケーションズ, 2004

ハンス=エリック・エリクソン, マグナス・ベンカー, 『UMLによるビジネスモデリング』, ソフトバンクパブリッシング, 2002

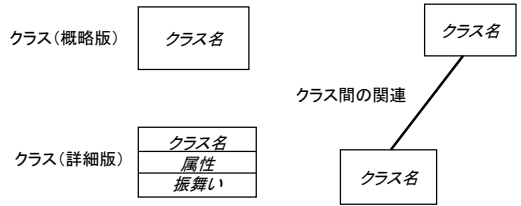
クリス・マーシャル, 『企業情報システムの一般モデル』, ピアソン・エデュケーション, 2001

## UMLにおけるいくつかのビュー

- 静的モデリング
  - クラス図
  - ユースケース図
  - コンポーネント図
  - 配置図
- 動的モデリング
  - アクティビティ図
  - シーケンス図
  - ステートチャート図
  - コラボレーション図
- モデル管理
  - クラス図

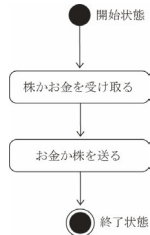
## クラス図

- クラス図は、モデルの静的・構造的な側面を表現するための図。



## アクティビティ図

- アクティビティ図は、システムやオブジェクトの振舞いを記述するための図。
- フローチャートだと思ってよい。



## シーケンス図

- オブジェクト間の相互作用を、時系列で記述したもの。



## 計算的モデル(Computational Model)の発展方向

- 近年の計算的モデルの発展方向
  - 「命令から宣言へ」
  - 「手続きからオブジェクトへ」
  - 「逐次集中から並列分散へ」
- オブジェクト指向は、この流れ上にある。

## 宿題(授業第6回)内容

- ① 学校内の何らかのシステム(メディアセンター、食堂等)を、オブジェクト指向モデルとして記述してください。以下の図を書くこと。
  - タイトル(何をモデル化したのか)
  - クラス図(どのようなオブジェクトがあるか)
  - アクティビティ図(いくつかのオブジェクトの活動)
  - シーケンス図(複数のオブジェクトの間のやりとり)
- ② 今日の授業で新しくわかったこと、考えたこと、感想。

## 宿題(授業第6回)形式

- 提出 & 締切: 来週の授業開始時に教室で。
- 形式: A4用紙1枚(両面可)
  - 宿題(第6回)と明記
  - 学部・学年・学籍番号・メールアドレス・名前を明記
- オブジェクト指向の図の部分は、手書きでも構わない(きれいに書くこと)

## 文献案内: さらに知りたい人へ

- シミュレーションとオブジェクト指向
  - 「新しい思考の道具をつくる: オブジェクト指向による社会・経済のモデル化とシミュレーション」(井底崇, 『総合政策学の最先端IV: 新世代研究者による挑戦』, 慶應義塾大学出版会, 2003)
- オブジェクト指向によるモデリング
  - 「オブジェクト指向で世界を写し取る」(井底崇, 連載 思考のおもちゃ箱, 『季刊 未来経営』, 2001)
- システムのモデリング
  - 『システム仕様の分析学: ソフトシステム方法論』(B. Wilson, 共立出版, 1996)
- UMLについて
  - 『UMLモデリングのエッセンス: 標準オブジェクトモデリング言語入門』(マーチン ファウラー, ケンドール スコット, 第2版, 翔泳社, 2000)
  - 『UMLリファレンスマニュアル』(ジェームズ・ランボーン, グラディ・ブーチ, イヴァー・ヤコブソン, ピアソン・エデュケーション, 2002) ※専門的だが詳しい
- UMLによるビジネスモデリング
  - 『ビジネスマンのためのUML入門: ビジネスモデリングによるアプローチ』(竹政 昭利, 左川 聡, 毎日コミュニケーションズ, 2004) ※初心者向け, おすすめ
  - 『UMLによるビジネスモデリング』(ハンス=エリック・エリクソン, マグヌス・ベンカー, ソフトバンクパブリッシング, 2002) ※特に第1章
  - 『企業情報システムの一般モデル: UMLによるビジネス分析と情報システムの設計』(クリス・マーシャル, ピアソンエデュケーション, 2001)