

# システム開発論

## 第1回 自律分散・モデリング編 「つぶつぶ が たまたま」

木野 泰伸

kino@mbaib.gsbs.tsukuba.ac.jp

# システムの制御

<https://www.youtube.com/watch?v=4v5dJ8HR2FA>

- ところで、自動飛行するためには、  
どういう制御プログラムを書く？

位置情報  
姿勢  
エンジン  
操舵



GPSの情報から、現在位置を特定し、目的地までの  
経路を計算する。ルート決定。

[360° cockpit view](#)

Y. KINO 2015 - 2017

2

## Is there a Creator ?



- in **Religions**
- in **Physics**  
in elementary particle and unified force.  
Mathematics, in formulas
- in **Brain science**, What is our Heart?
- in **Simulation**  
Evolution and our society are executed on Multi-Agent Simulation created by the Creator.

Y. KINO 2015 - 2017

3

## 私たちの住んでいる世界とは



ビデオ : [Powers of 10](#)

何が見えましたか？  
世界の構造は、どうなっているでしょう？

Y. KINO 2015 - 2017

4

## 大切なこと

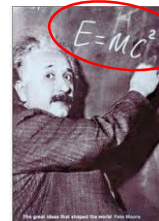
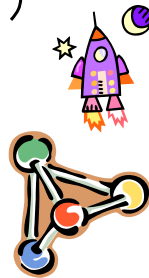
- 私たちの世界は、小さな世界から大きな世界まで、連続的に重なりあっている。  
(重なり合う層)
- 全ての層は、**自然の法則**に従っている。
- 下位層の物体(複数)が集まり、  
上位層の物体(単数)が形成される。  
(システム、エマージェンスの発生)

## 大切なこと(2)

- 私たちは、  
国語, 算数, 理科, 社会, 音楽, 体育 ...  
経済学、会計、法律、哲学、データ解析、  
計算機科学、安全システム etc  
などを小学校から現在まで、習ってきました。
- 関連する内容なのに、別々のものとして、

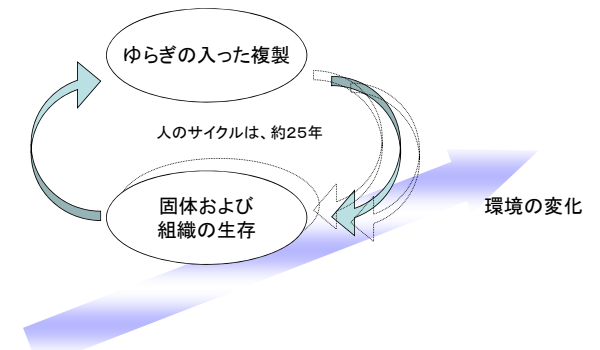
## 物質のモデル化(1)

- 力は、4つ (今のところ)
- 時間とは何か？
- 素粒子、原子の世界
- **ゆらぎ**と不確定性原理



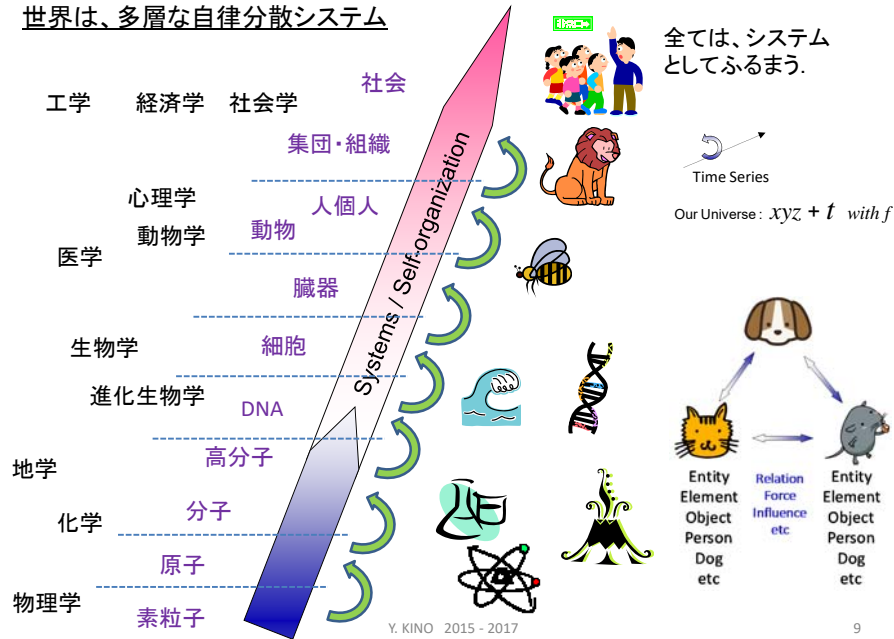
## 生物進化のモデル化

- ゆらぎある複製
- 自然淘汰



生物が存在するとはどういうことか？

## 世界は、多層な自律分散システム



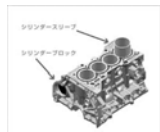
9

## 自己組織化

Y. KINO 2015 - 2017

10

## 創発 / Emergence



## 自己組織化

Y. KINO 2015 - 2017

11

## フラクタル

- Benoît B. Mandelbrot (1924 – 2010)



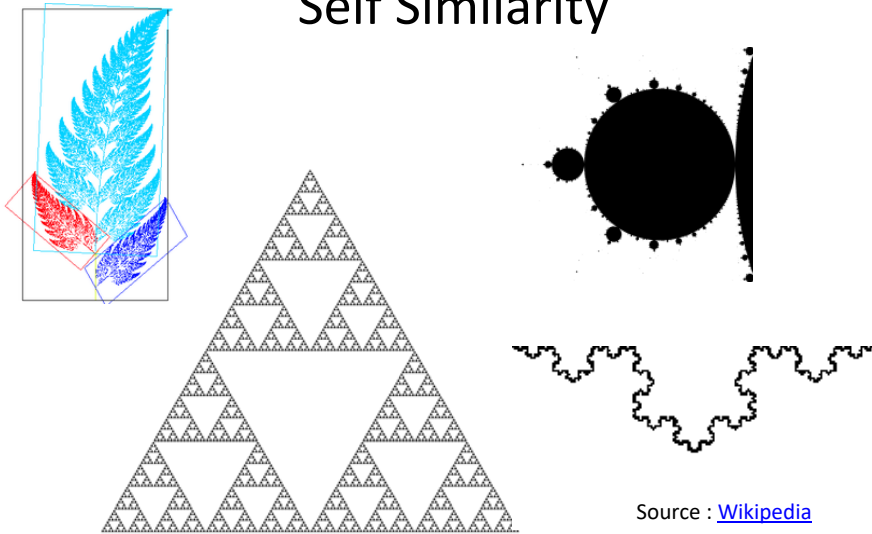
Mandelbrot found that price changes in financial markets did not follow a Gaussian distribution, but rather Lévy stable distributions having theoretically infinite variance. He found, for example, that cotton prices followed a Lévy stable distribution with parameter  $\alpha$  equal to 1.7 rather than 2 as in a Gaussian distribution. "Stable" distributions have the property that the sum of many instances of a random variable follows the same distribution but with a larger scale parameter.

Source: [Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Benoît_Mandelbrot)

Y. KINO 2015 - 2017

12

## Self Similarity



Y. KINO 2015 - 2017

13

## イモ貝

- 種類や**個体**によって模様が違う
- どのようにして、このような模様になるのか？
- DNAに記載されているのか？



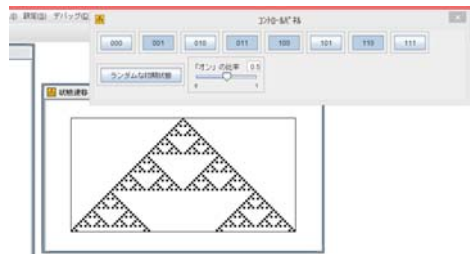
Y. KINO 2015 - 2017

14

<Example: Rule 30 cellular automaton>

## Cellular automata and Artificial life

- Simple rule create ...



<Example: Rule 30 cellular automaton>

t	111	110	101	100	011	010	001	000
t+1	0	0	0	1	1	1	1	0

Y. KINO 2015 - 2017

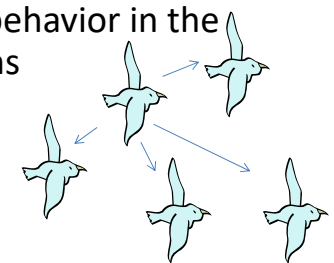
15

## Boid Algorithm

- developed for computer graphics.

we can recreate clouded birds behavior in the computer with small instructions

- Separation 分離
- Alignment 整列
- Cohesion 結合



Checking neighbors

sample: <http://www.red3d.com/cwr/boids/index.html>

Y. KINO 2015 - 2017

16

## 判断の段階

- 本能 (DNA にもとづいて)
- 多数派の意見を参照  
著名人の意見を参照
- 自分の知識や経験にもとづいて
- 自分の思想・哲学にもとづいて



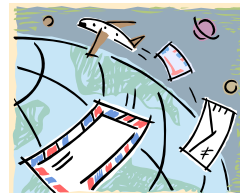
## MEMO



## システムとは何？

### 世の中は全てシステム

- ロンドンでバスに乗る時も
- 学校で履修を登録する時も
- パスポートも
- 会社
- お金



社会はシステム

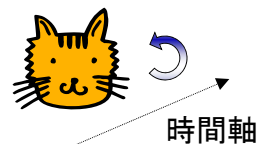
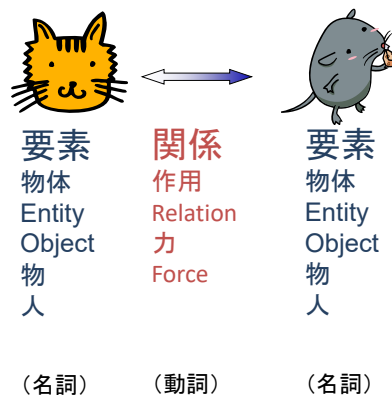
社会の問題をシステムとして解く.

### • System

from Latin systēma  
Greek synistanai

syn --- co-, with, together  
histemi --- setup, establish

## 最低限のシステム (私たちの認知)



私たちの世界:  $xyz + t$

物理的もしくは概念的の区別

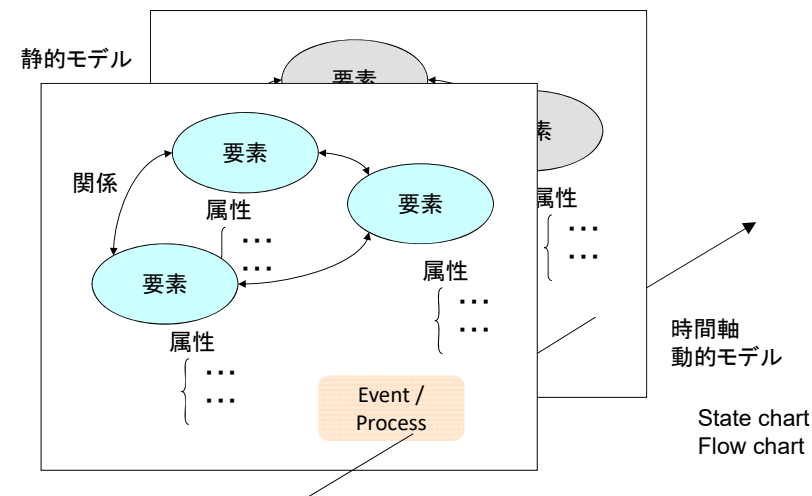
Y. KINO 2015 - 2017

21

## Entity - Relationship 図

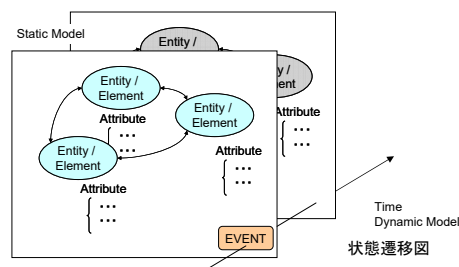
実体・要素

関係



Y. KINO 2015 - 2017

22



=> 統計・数理モデル  
関数、相関、パス解析...  
TQC的解析  
情報処理モデル  
業務(作業)フロー  
フローチャート、DFD、UML...  
化学  
物理学

=> 心理学  
家族療法  
モチベーション  
社会学  
集団行動  
経済学  
経営・マネジメント  
生物学、生物行動学

空間+時間

Y. KINO 2015 - 2017

23

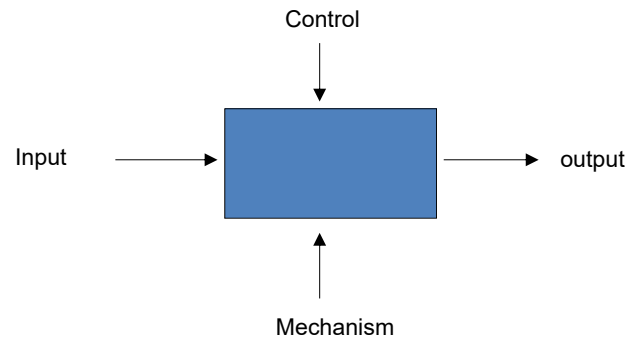
## プロセスとは? / IPO

Input	Process	Output

Y. KINO 2015 - 2017

24

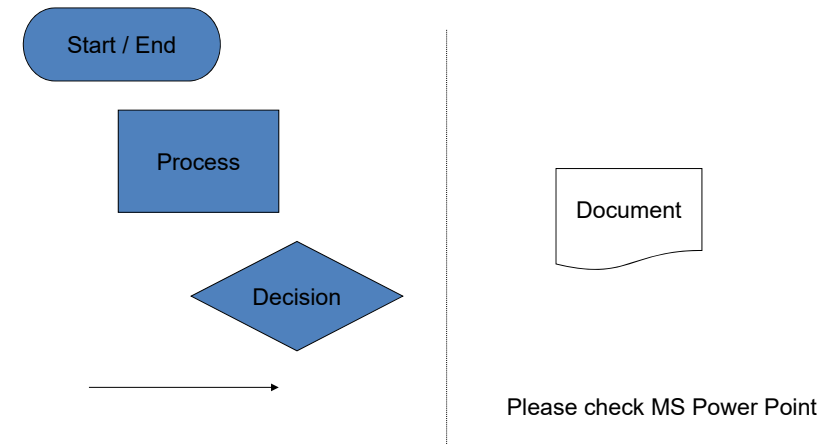
## IDEFO (Integration Definition for Function Modeling)



Y. KINO 2015 - 2017

25

## Flow Chart



Y. KINO 2015 - 2017

26

## Structured Programming, 1967

- [Edsger Dijkstra](#) (1930 – 2002) and other person
- GoTo Statement makes confusion

### Structured theorem

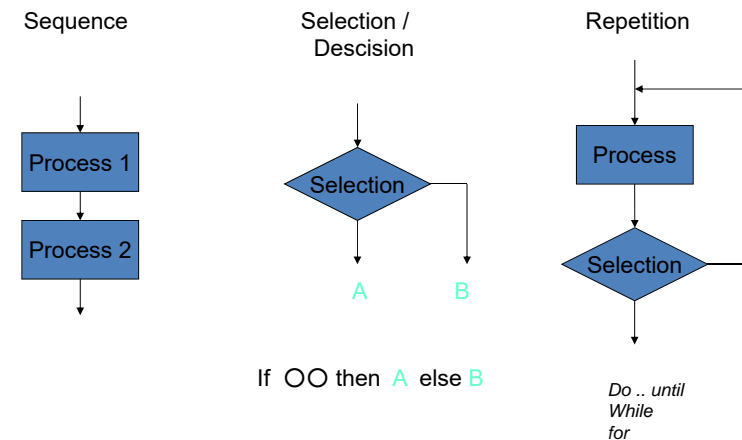
Program which has one entrance and one exit can be described by using three basic logical structure such as [sequence](#), [selection](#) and [repetition](#).

- Top down Decomposition

Y. KINO 2015 - 2017

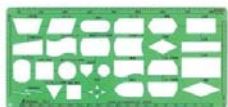
27

## We can describe everything using 3 rules



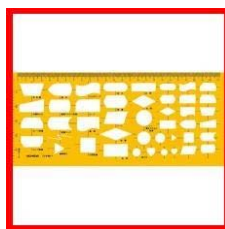
Y. KINO 2015 - 2017

28



## モデル図を描く

～世の中の構造を理解する～



私たちは、どのように世の中を認識しているのか

- それを理解するヒントは、言語にある。

This is a pen.      これはペンです。

## Dog と the Dog

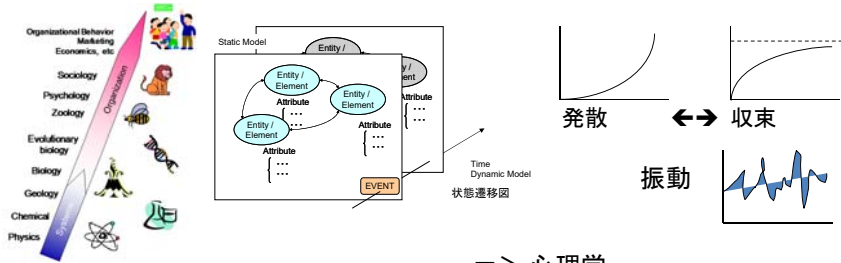


## 文章は必ず図に描ける

- ただし、論理構造の間違った文章は、おかしい図になる。



## 多層な自律分散システム



=> 心理学

=> 数学, 統計モデル  
 相関, パス解析...  
 品質管理

フローチャート, DFD, UML...  
 化学,  
 物理学,

Systems approach  
 (家族療法)

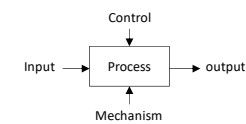
モチベーション  
 社会学  
 組織行動  
 経済学  
 マネジメント  
 生物学/生物行動学

Y. KINO 2015 - 2017

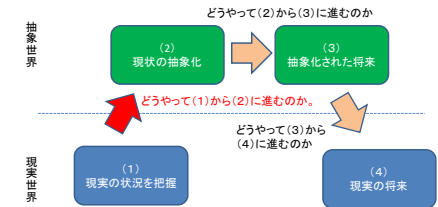
33

## まとめ

IDEFO (Integration Definition for Function Modeling)



Dog と the Dog



Y. KINO 2015 - 2017

34

## 時間の扱い

- 業務フロー図
- ER図
- クラス図
- 状態遷移図

Y. KINO 2015 - 2017

35

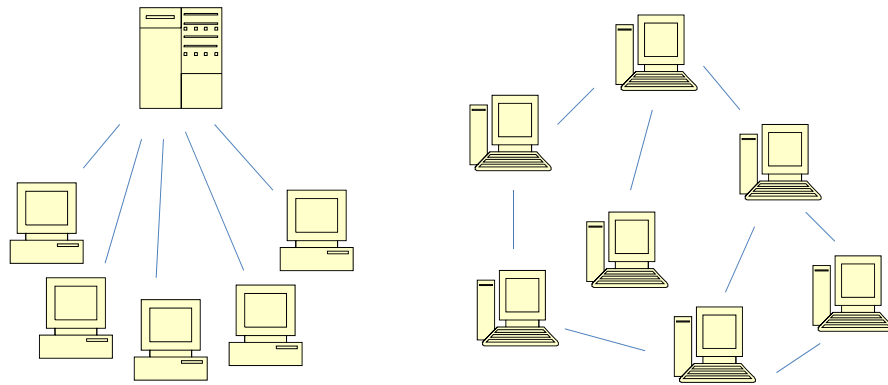
## MEMO



Y. KINO 2015 - 2017

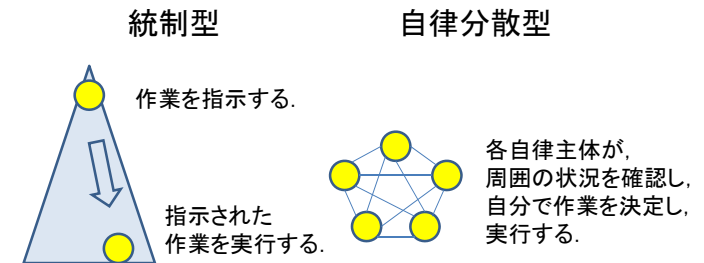
36

## システム(組織)の制御



中央集中システム ↔ (クライアント・サーバー型) ↔ 自律分散システム

## 人の組織



中央集中システムと自律分散システムの  
メリット・デメリットを書き出してみましょう。

	中央集中システム	自律分散システム
メリット		
デメリット		

## 中央集権組織(システム)

- 会社の組織



- 学校の教室 (先生がいて生徒がいる)



- 人体 (脳が指示を出す)



中央集権システムでは、勝手な動きは危険  
(手足が勝手に動いたら危ない)

- 私たちは、いつの間にか、中央集権システムが自然なものと思いこんでいる。

## ところが

- 自然界で中央集権システムはめずらしい。
- 無機物の法則は、自律分散システム
- 生物は、自律分散と中央集権のハイブリッド型
- 会社組織も実は、自律分散と中央集権のミックス（近年、比重は自律分散にシフト）

## 世界の構造



- 3次元空間 + 時間

- 自律メンバー と 自律メンバー の関係  
(主として、作業を行う役割の時に、考慮する事項)
- 役割分担 と 連動(同期) の仕組み  
(主として、組織の設計、リーダーの役割の時に考慮する事項)

多層構造

層を上がると、単体では実現できなかった新たなメリット(機能や価値)が生まれる。

## 充実感のあるチーム

- メンバーが自律的に行動する組織。  
High Performance Team



- スクラム
- オルフェウス室内管弦楽団
- サッカー



## 自律(分散)メンバーとは

1. 周囲のメンバーの仕事を理解する
2. 自分の得意分野を理解する
3. 組織の方向性を理解する
4. 上記を総合して、  
自分の役割を認識し、  
実行できる。



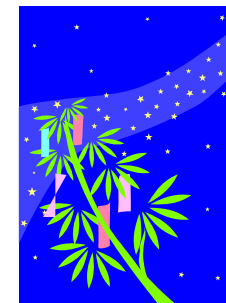
## 自立 と 自律

- **自立**・・・他への従属から離れて独り立ちすること。他からの支配や助力を受けずに、存在すること。「精神的に一する」
- **自律**・・・他からの支配・制約などを受けずに、自分自身で立てた規範に従って行動すること。「一の精神を養う」⇔他律。

出典: (大辞泉)



## 科学とは ？

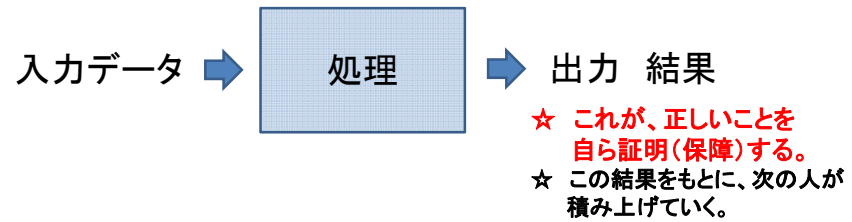


宇宙(世界)の真理を追究する

老子の世界でいうところの「道」(TAO)



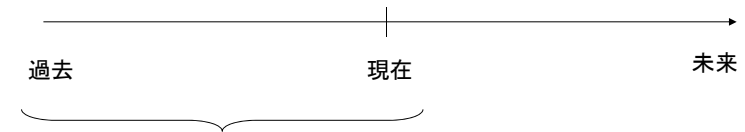
# 科学とは ？



それでは、どのように正しさを保障するのか？

- 入力データの精度を保証する。
- 処理の正当性を保障する。

# 研究の種類



① 正確に観察する

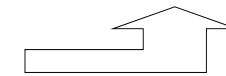
③ 将来を予測する  
法則を用いて

設計する



② 法則を導き出す

システムとしてモデリング



タイトル 問題意識 目的		
入力 経験と勘	モデル	結論
客観的データ	(関係性の証明)	
制約	制約	制約

# MEMO

