



# 情報と物理：序論

只木進一

2016年後期

# コンピュータとモデル化

## ▶ コンピュータプログラム

▶ モデル化(modeling)と模倣(simulate)

▶ 例: ショッピングサイト

▶ 買い物客のモデル

▶ 買い物行動のモデル

▶ 例: 知的CAI

▶ 解答手順のモデル

▶ 学習者のモデル

# コンピュータとモデル化

- ▶ コンピュータシミュレーション
  - ▶ 現象や過程の模倣
- ▶ 現象のモデル化
- ▶ 物理学
  - ▶ 様々な現象を数理モデルとして捉える
  - ▶ 狭い意味での「物理現象」以外
  - ▶ **もっとも数理モデル化が進んでいる分野**
- ▶ その中のもっとも基本部分の力学

# すごく大雑把な科学史

- ▶ 科学技術の黎明
  - ▶ 生活に必要な技術の蓄積
  - ▶ 測量、季節周期の認識、数量化
- ▶ ヒトは抽象化能力を持っている
  - ▶ 相互にバラバラの知識を整理したい
- ▶ ピタゴラス学派
  - ▶ 図形・数に関する知識の整理
  - ▶ 図形・数を通じた世界理解

# 原始的天文学

- ▶ 占い、農業
  - ▶ 天体の運行周期
  - ▶ 月食や日食の予測
- ▶ 地球、太陽、月、星のシステム
  - ▶ 次第に思弁的に
  - ▶ 宗教との関係

# 地動説 vs 天動説

## Copernican theory vs Ptolemaic theory

- ▶ 天は神の作ったものであるから、完全でなければならない
  - ▶ 軌道は円でなければならない
- ▶ 火星の大きさの変化
  - ▶ 衝: 火星が日没時に東から上る: 大きい
  - ▶ 合: 火星が日没時に西に沈む: 小さい
  - ▶ コペルニクスの地動説
    - ▶ Nicolaus Copernicus (1473/2/19 – 1543/5/24)
- ▶ 思弁的科学から実証科学へ

# ケプラーの法則

- ▶ ティコ・ブラーエの精密な観測データ
  - ▶ Tycho Brahe (1546/12/14 – 1601/10/24)
- ▶ ケプラーの法則
  - ▶ Johannes Kepler (1571/12/27 – 1630/11/15)
    1. 惑星は太陽を焦点とする楕円軌道上を運動
    2. 惑星の描く面積速度は一定
    3. 惑星の公転周期の2乗は、楕円軌道の長半径の3乗に比例。その比例係数はすべての惑星に共通。

# 静的観点

- ▶ コペルニクス地動説もケプラー則も
  - ▶ 軌道の形と周期には関心がある
  - ▶ 天体が時々刻々動いていることを記述しない
- ▶ ニュートン力学：動的観点へ
  - ▶ Sir Isaac Newton (1642/12/25 – 1727/3/20)

# 抽象化の進展: モデル化

- ▶ ニュートン力学(18世紀)
  - ▶ 力と運動の物理学
- ▶ 解析力学(19世紀)
  - ▶ 力学を公理的に導出する
- ▶ 不変性への関心
  - ▶ ガリレイ変換
  - ▶ ローレンツ変換

# 近代の物理学的関心

- ▶ 対称性
  - ▶ 不変性の一般化
- ▶ 対称性と保存則
  - ▶ Noetherの定理
    - ▶ Amalie Emmy Noether (1882/3/23 – 1935/4/14)
- ▶ 対称性の破れと相転移
- ▶ 物理現象以外への普遍化

# 物理学と数学

- ➡ 現象記述の厳密化・抽象化
  - ➡ 数理モデル
- ➡ 必要とされる精度に合わせた数学的手法が開発されてきた
  - ➡ 力学と微積分学は不可分
  - ➡ 物理学、特に理論物理学の整備とともに数学的手法が開発されてきた

# 物理学と数学

## ➤ 力学

- 常微分方程式
- 変分法

## ➤ 電磁気学、量子力学

- 偏微分方程式
- 複素関数論
- 超関数論
- 固有値

## ➤ 固体物理学

- 群論

## ➤ 統計力学

- 確率統計

## ➤ 相対性理論

- 幾何学
- 多様体論

# 物理学と数学

- ▶ 力学と微積分
  - ▶ 運動の記述のために発達
  - ▶ Newton
  - ▶ Gottfried Wilhelm Leibniz (1646/7/1 – 1716/11/14)
- ▶ 様々な微分方程式とその解法
  - ▶ 力学、電磁気学、量子力学などなど
  - ▶ 特殊関数論