

# シミュレーションとは

広島大学 AI・データイノベーション教育研究センター

滑川 裕介

# 目標

シミュレーションの概念を理解し、特徴・実行手順を把握する。

この授業で紹介すること

- シミュレーションとは何か
- シミュレーションの例および実行手順

キーワード

シミュレーション、確率論的モデル、乱数、シミュレーション誤差

# こんなことはありませんか？

Aさんは、NISA口座で株の購入を検討しています。実際に株を購入する前に、まずは資産運用シミュレーションを試してみることにしました。

ここで出てきたシミュレーションとは、シミュレーションゲームなどと同じ「シミュレーション」でしょうか。

**NISA**：日本版個人貯蓄口座(Nippon Individual Savings Account)、毎年一定金額の範囲内で購入した金融商品の利益が非課税になる制度。

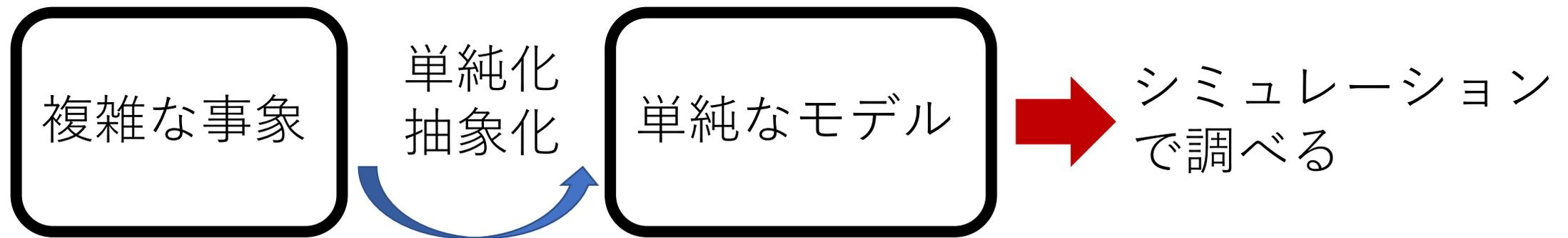


# シミュレーションとは

対象のモデルを作り（モデル化）、その特性を調べたり将来予測に使用することをシミュレーションと呼びます。

\*モデル化：単純化・抽象化し、本質を理解しやすくすること

[simulation] 模擬実験、仮想実験



# シミュレーションで、できること

何を対象とし、どのように実行したかに応じて、様々な種類のシミュレーションがあります。

- 気象シミュレーション、地震シミュレーション、…  
➡ 現象を解析・将来予測できます。
- 資産運用シミュレーション、シミュレーションゲーム、  
フライトシミュレーター、…  
➡ それぞれの事柄を疑似体験できます。

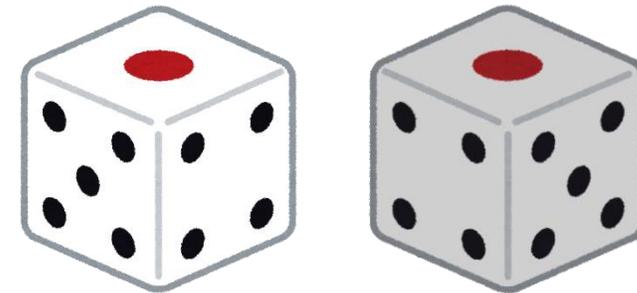
コンピュータの発展に伴い、コンピュータ上でモデルを作り、  
仮想実験する「コンピュータシミュレーション」が主流化

# 確率論的シミュレーション

偶然の影響も考慮に入れたモデルを**確率論的モデル**と呼び、そのシミュレーションを**確率論的シミュレーション**と呼びます。偶然の影響は「乱数」で取り入れます。確率論的シミュレーションは多数の演算が必要なため、通常コンピュータが用いられます。

他方、条件を決めれば将来が一意に決まるモデルを**決定論的モデル**と呼びます。この場合、シミュレーション無しに計算できる場合が有ります。

乱数：サイコロの目のように不規則かつ等確率で現れる数字



# シミュレーション誤差について

一般にシミュレーション結果には誤差が含まれます。モデル化による誤差、確率論的シミュレーションでの乱数利用に起因する誤差などです。

「シミュレーション結果 ± 誤差」

例：台風シミュレーション

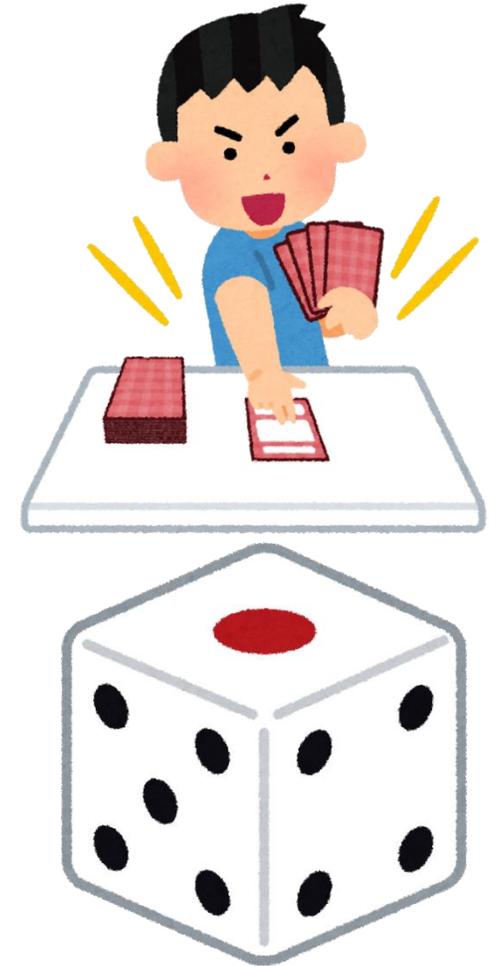
シミュレーションによる台風の進路予測の際、誤差を予報円として表示しています。

予報円：台風の中心が68%（1シグマ）の確率で入ると予想される領域



# 例題：簡単なシミュレーション

ガチャで3種をコンプリートしたいとします。種類はコモン・レア・スーパーレアです。発生確率は  $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/6$  です。ガチャを何回試せばコンプリートできるかシミュレーションで確かめてみましょう。



サイコロを用意し、1-3の目はコモン、4, 5の目はレア、6の目はスーパーレアとして、何回サイコロを振ればコンプリートできるか確認しましょう。

# 解説

答えは「おおよそ6回」です。

3種コンプリートには、スーパーレアを引き当てる必要が有ります。スーパーレア発生確率は $1/6$ のため、平均6回のガチャが必要で、通常コモン、レアは6回以下のガチャで入手できます。

重要な点は「シミュレーション誤差のため答えが一定ではない」ことです。最短コンプリートは、コモン、レア、スーパーレアが1つずつの3回です。他方、スーパーレアが出ないなど、6回以上のガチャが必要な場合も有ります。

# シミュレーションの手順

シミュレーションは以下の手順で実行し、問題解決を図ります。

1. 対象をモデル化する
2. モデルを用いたシミュレーションを実行する
3. シミュレーション結果を対象と比較し、必要に応じてモデルを修正する
4. 問題解決

シミュレーション誤差（モデル化の誤差、乱数の誤差など）のため、シミュレーション結果は必ずしも正確とは限りません。上記3に挙げたシミュレーション結果の検証が特に重要です。

# シミュレーションの例1：資産運用

金融庁のウェブサイトにある資産運用シミュレーション  
[https://www.fsa.go.jp/policy/nisa2/moneyplan\\_sim/](https://www.fsa.go.jp/policy/nisa2/moneyplan_sim/)

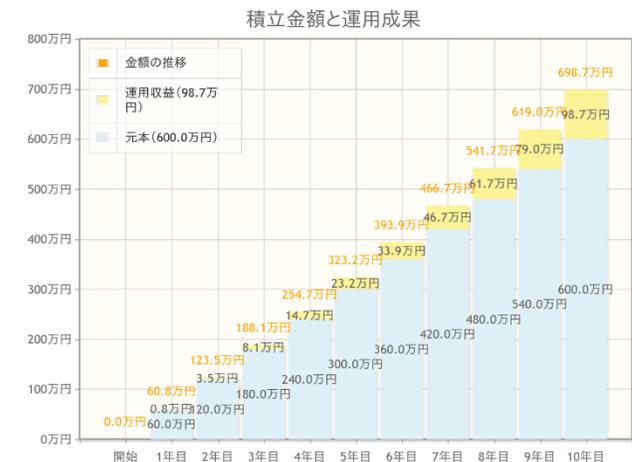


将来いくらになる？	毎月の積立金額	想定利回り（年	積立期間
毎月いくら積立てる？	5万円	3%	10年
何年間積み立てる？			

**計算する**

最終積立金額 6,987,071円

1. 対象をモデル化する  
➡ 積み立て投資モデルを採用。
2. モデルを用いたシミュレーションを実行する  
➡ 毎月の積み立て金額などを入力して計算。
3. シミュレーション結果を対象と比較し、必要に応じてモデルを修正する  
➡ 実際の収益とシミュレーション結果を比較。
4. 問題解決  
➡ 積み立て金額から将来の収益が予測できる。



# シミュレーションの例2：気象

気象シミュレーションの一例

<https://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/nicam/>

## 1. 対象をモデル化する

➡ NICAM(正20面体格子モデル)を採用。

## 2. モデルを用いたシミュレーションを実行する

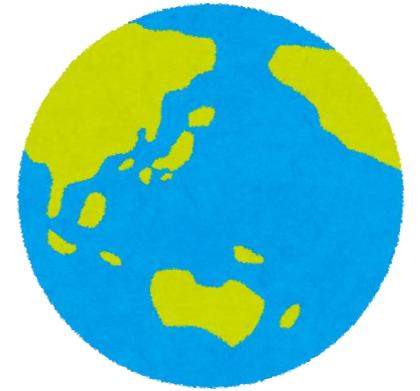
➡ スーパーコンピュータで数値計算。台風の発生から温帯低気圧化までの時間変化をシミュレート。

## 3. シミュレーション結果を対象と比較

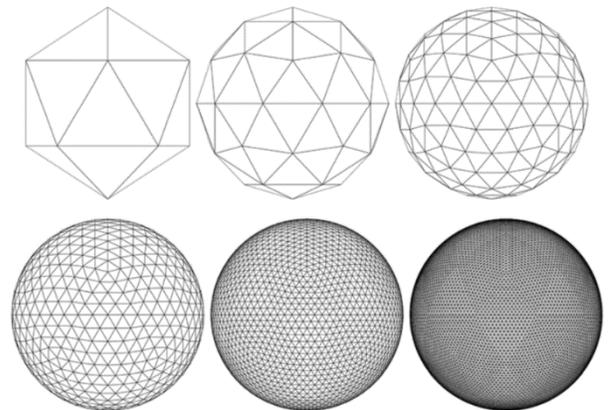
➡ 台風観測データとシミュレーション結果を比較。

## 4. 問題解決

➡ 台風の成長や進路が誤差付きで予測できる。



モデル化 ↓



Satoh et al., PEPS 1,18(2014)

# 問題

身近な例に関してシミュレーションを実行するとします。実行手順具体的に挙げてみましょう。

## 1. 対象をモデル化する

➡ どのような単純化をしたモデルを用いますか？

## 2. モデルを用いたシミュレーションを実行する

➡ どのようにシミュレーションを実行しますか？

## 3. シミュレーション結果を対象と比較し、必要に応じてモデルを修正する

➡ どのように対象とシミュレーション結果を比較しますか？

## 4. 問題解決

➡ シミュレーションにより、どのように問題解決に繋がりましたか？