

# シミュレーション論 I

## 第13回

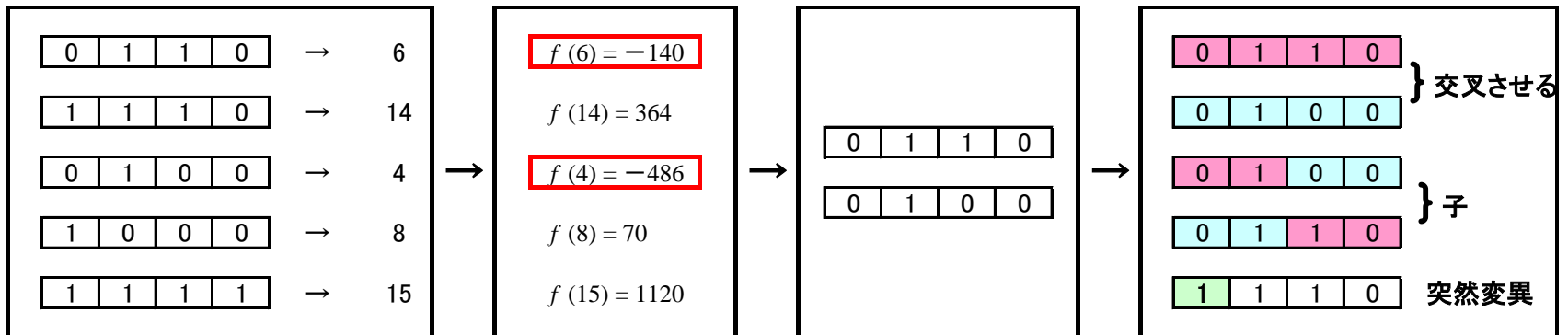
### 意思決定とシミュレーション

# 第12回のレポート

- ごく簡単な遺伝的アルゴリズムを用いて、以下の関数の**最小値**とそのときの  $x$  を  $0 \leq x \leq 15$  の範囲で求める

$$f(x) = (x-1)(x-7)(x-10)(x-13)$$

- 遺伝子は4ケタのビット列を5つとし、一点交叉と突然変異を使用
- 選択は「評価値の高い(関数の値が小さい)」ものを上から2つ残し、交叉させて新たに2つ子を作り、一部を突然変異させて再度5つにする



# 第12回のレポート

0101	→	5	$f(5) = -320$		0101
1000	→	8	$f(8) = 70$	0101	1100
0000	→	0	$f(0) = 910$	→	0100
1100	→	12	$f(12) = -110$	1100	1101
1110	→	14	$f(14) = 364$		0111

0101	→	5	$f(5) = -320$		0101
1100	→	12	$f(12) = -110$	0101	0100
0100	→	4	$f(4) = -486$	→	0100
1101	→	13	$f(13) = 0$	0100	0101
0111	→	7	$f(7) = 0$		0101

0100	→	4	$f(4) = -486$
0100	→	4	$f(4) = -486$
0100	→	4	$f(4) = -486$
0100	→	4	$f(4) = -486$
0101	→	5	$f(5) = -320$

繰り返しているうちに  
最小値(に近い値)が  
発見され、増加していく

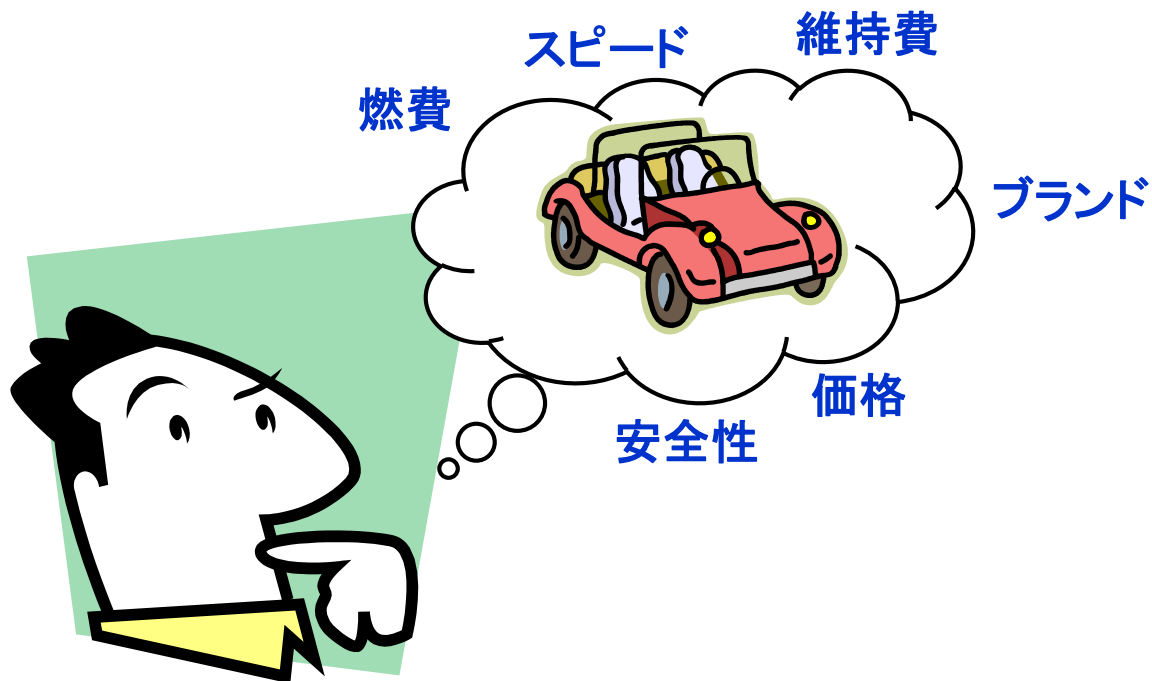
この例では実際の最小値(3)まで  
行かず、それに近い4で停止  
(局所最適、GAの問題点の1つ)

# 今回の内容：意思決定手法

- システムの構成主体（消費者・企業など）はどのように意思決定をおこなっているのだろうか？
  - 消費者：効用の最大化
  - 企業：利潤の最大化
- 意思決定過程はある評価基準（効用や利潤）の最適化問題と捉えることができる
- 必ずしも全ての情報を知っているわけではない：不確実性下での意思決定

# 意思決定と判断基準

- 単一の評価基準に従って意思決定を行うのであれば、決定は単に最大化問題の解となる
- 実際には、我々が持っている評価基準は1つだけではない

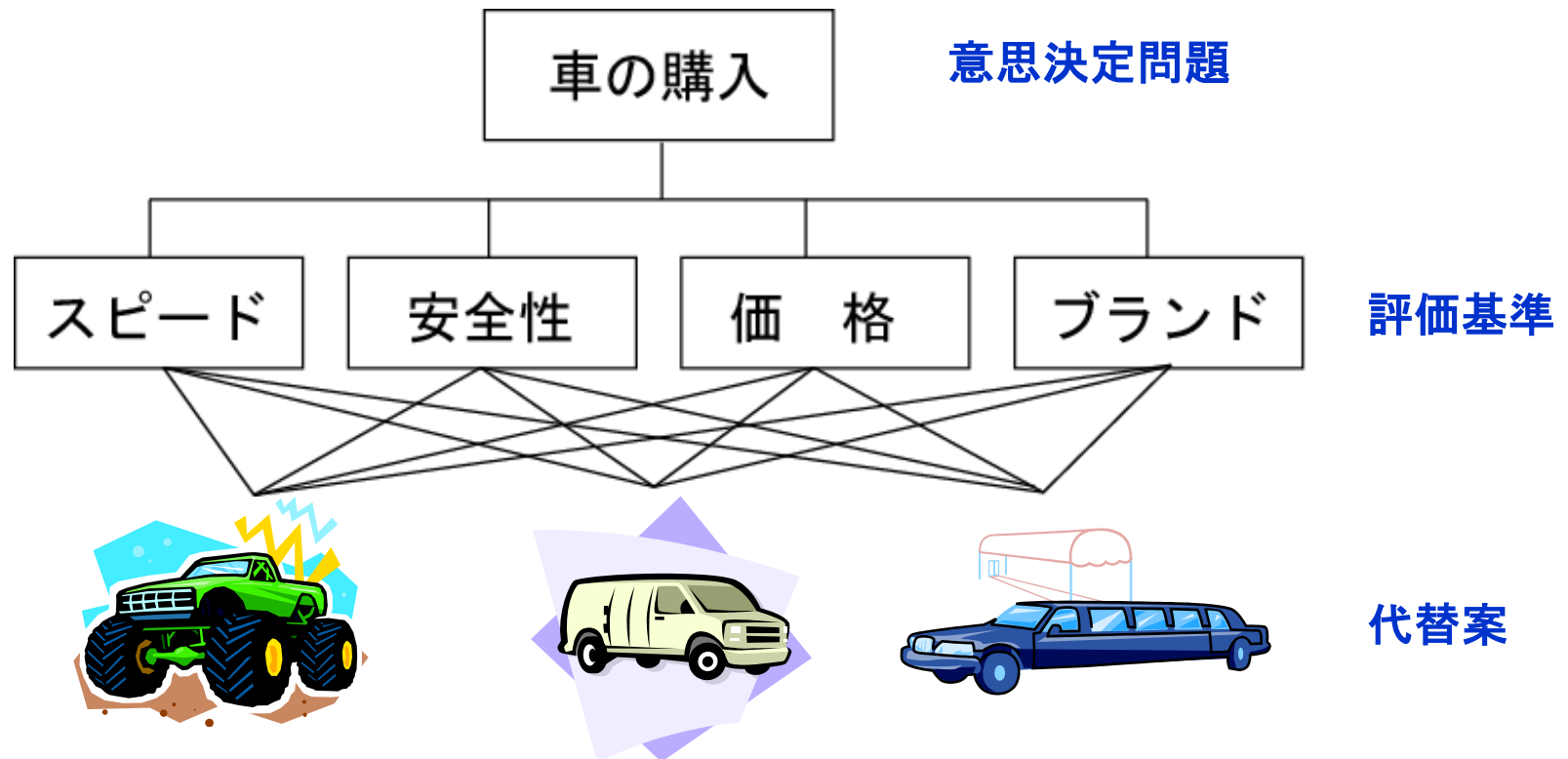


# 階層化意思決定法(AHP)

- 階層化意思決定法 (Analytic Hierarchy Process : **AHP**)
- 経済主体が複数の評価基準に従って意思決定をおこなう際の意思決定(支援)法
- 複数の選択肢を評価する際、複数の評価基準ごとにウェイト付けをおこない、総合ウェイトを計算→もっとも総合ウェイトの大きい選択肢を選択する

# AHPの階層図

- 例: 車を購入する際の評価基準は様々なものがある
- それぞれの評価基準にウェイトをつけ、もっとも評価値の高いものが購入の対象となる



# 消費者行動とAHPの評価基準

- 消費者は商品の様々な属性を自らの評価基準に照らして総合的に評価して購入の意思決定をおこなっている  
→消費者行動分析のモデルとして利用できる
- 例：
  - ブランド志向：商品のブランドに対する評価基準が高い
  - 安物買い：商品の価格に対する評価基準が高い
  - 衝動買い：商品の探索にかかる心理的サーチコストが高い
- 異なる属性を持つ消費者をモデル化し、シミュレーションをおこなうことで新たな需要予測モデルが作成できる



# 一対比較

- AHPにおける評価基準を比較する際の基準値
- AとBを比較した際、AがBに対してどれだけ重要かを示す
- 逆方向の比較は逆数で表す
- 2,4,6,8の偶数は基準値の間の補完として使用する

値	意味
1	同じ
3	若干重要
5	重要
7	かなり重要
9	絶対的に重要

## 一対比較(2)

- 例:車の購入
  - ・「価格」は「スピード」に対して3(若干重要)
  - ・「価格」は「ブランド」に対して5(重要)
  - ・「スピード」は「ブランド」に対して2(同じー若干重要の間)
- 反対方向の評価は逆数を用いる

	価格	スピード	ブランド
価格	1	3	5
スピード	1/3	1	2
ブランド	1/5	1/2	1

# ウェイトの計算(1)

- それぞれの値の幾何平均をとり、合計で割ってウェイトを計算する

	価格	スピード	ブランド	幾何平均	ウェイト
価格	1	3	5	$\sqrt[3]{1 \times 3 \times 5} = 2.46621$	$2.46621 / 3.803949 = 0.648329$
スピード	1/3	1	2	$\sqrt[3]{1/3 \times 1 \times 2} = 0.87358$	$0.87358 / 3.803949 = 0.229651$
ブランド	1/5	1/2	1	$\sqrt[3]{1/5 \times 1/2 \times 1} = 0.464159$	$0.464159 / 3.803949 = 0.12202$
合計				3.803949	1

- 次に、選択肢ごとに比較評価をおこない、同様にウェイトを計算する
- 選択肢ごとの一対評価は、ある選択肢が他の選択肢に対してどの程度優れているか、を数値化したものである

## ウェイトの計算(2)

- A, B, Cの3つの車を比較する(ある選択肢が他の選択肢に対してどの程度優れているか)

価格

	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	2	7	2.41	0.59
B	1/2	1	5	1.35	0.33
C	1/7	1/5	1	0.31	0.08

スピード

	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	2	1/7	0.66	0.13
B	1/2	1	1/9	0.38	0.08
C	7	9	1	3.98	0.79

ブランド

	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	1/3	1/9	0.33	0.08
B	3	1	1/3	1	0.23
C	9	3	1	3	0.69

# 選択肢の決定

- 各評価基準のウェイトに各選択肢のウェイトをかけて合計し、総合点を出す
- 総合点のもっとも高い選択肢を選ぶことが合理的な選択となる
- 総合点を計算し、どの車を選択するのがよいか考えよ

## 総合点

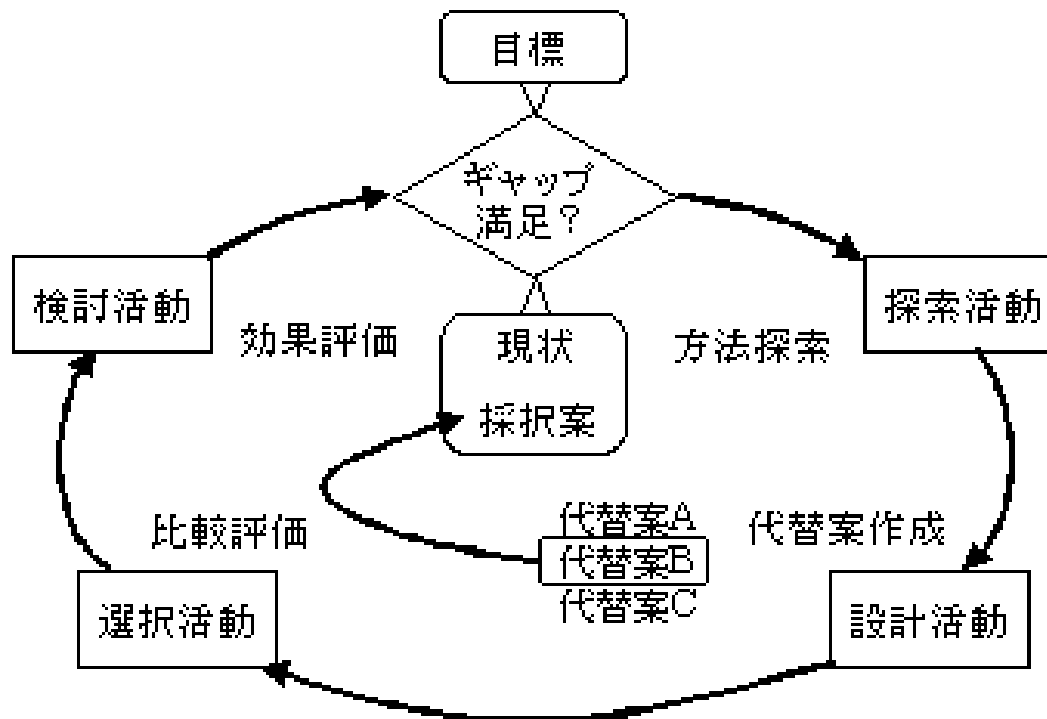
	価格 × 0.648	スピード <sup>o</sup> × 0.230	ブランド <sup>o</sup> × 0.122	総合点
A	0.59	0.13	0.08	
B	0.33	0.08	0.23	
C	0.08	0.79	0.69	

# Simonの満足化原理

- AHPでは全ての選択肢を評価し、総合点を比較してもっとも良いものを選択した
- しかし、現実には全ての選択肢を評価して比較することは難しい場合が多い
- そのような場合の意思決定原理として提案されているのがSimonの満足化原理である
  - 「目的を満足するもの」であれば(たとえ最適ではなくても)選択する

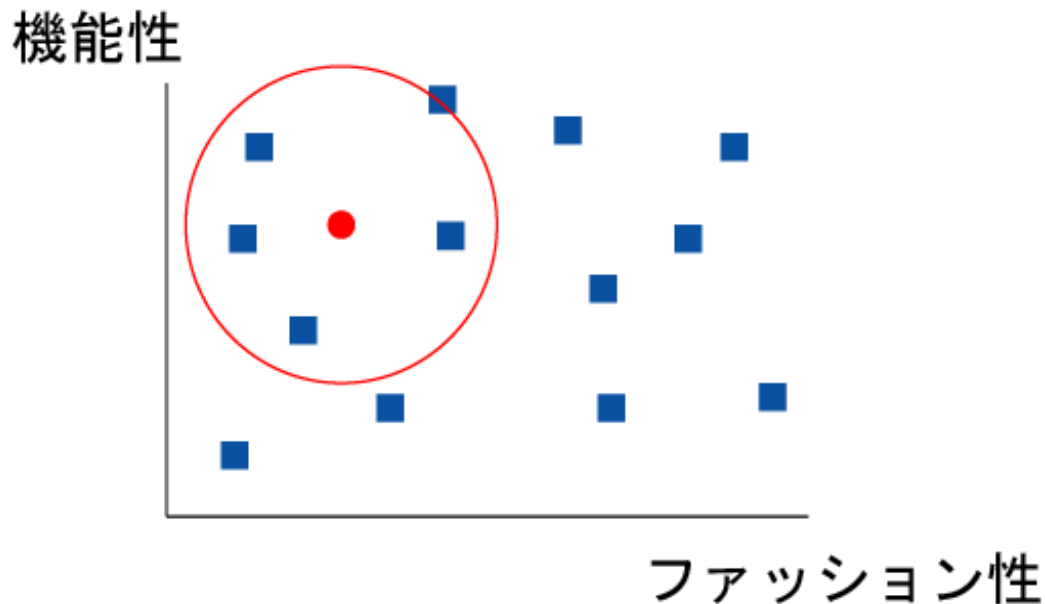
# Simonの満足化原理(2)

- 経営戦略の策定の場合
- 目標を設定し、一応の満足を得られる選択肢があればそれを選択する



# Simonの満足化原理(3)

- 消費者行動の場合
- 自分の好みに合う商品を探し、一応の満足が得られれば購入する





# ゲーム理論とシミュレーション

- ある状況下での主体の意思決定について分析する理論としてゲーム理論がある
- ゲーム理論：1940年代、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンにより体系化
- ゲーム的状況：自分と相手の行動と利益が相互に依存し合っている状況  
→ **ゲーム**：ゲーム的状況を数理的にモデル化したもの
- ゲーム理論は、ゲームにおける主体の行動を理論的に分析するための理論

# 囚人のジレンマ

- ゲーム理論におけるモデル化の代表例
- 2人のプレイヤーが互いに利益の相反する状況におかれた場合の行動分析

例：囚人のジレンマ

プレイヤー2

プレイヤー1

	協力	裏切り
協力	3, 3	0, 5
裏切り	5, 0	1, 1

# ゲーム理論とシミュレーション

- ゲーム理論: 1940年代、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンにより体系化
- ゲーム的状况: 自分と相手の行動と利益が相互に依存し合っている状況  
→ **ゲーム**: ゲーム的状况を数理的にモデル化したもの
- ゲーム理論は、ゲームにおける主体の行動を理論的に分析するための理論

## ゲーム理論とシミュレーション(2)

- ゲームの解の導出には色々なものがある
- 代表例: ナッシュ均衡解
  
- 最適反応: 相手の戦略が変わらないと仮定した場合の、最も優れた自分の戦略(のうちの一つ)
- ナッシュ均衡: すべてのプレイヤーが予測される相手の戦略に対して最適反応を採っている状態
  
- 1回対戦の囚人のジレンマのナッシュ均衡は(裏切り、裏切り)

# アクセルロッドの囚人のジレンマトーナメント

- 囚人のジレンマゲームにおいて、相手の行動が確定できない場合、合理性が保証できない場合、繰り返しゲームがいつ終わるか分からない場合など、不確実性を含む場合の戦略はどのようにするのがよいか？
- 1980年代のアクセルロッドによる「コンピュータ・シミュレーションを用いた戦略のトーナメント」により、様々な戦略が発見された
- 「しっぺ返し(Tit-for-Tat, TFT)戦略」

# 繰り返し囚人のジレンマにおける戦略

- 囚人のジレンマにおける戦略は、「相手がこうきたらこう行動する」という形の組み合わせで表現できる
- 例:
  - 全協力戦略: 相手の行動にかかわらず協力
  - 全非協力戦略: 相手の行動に関わらず裏切り
  - トリガー戦略: 協力を選択しておき、相手が一回でも裏切ったら以降は裏切り
  - TFT戦略: 一回目は協力を選択し、その後は相手の前回の手を真似る

# 戦略の対戦の例

- ランダムに協力と非協力を選択する戦略と、TFT戦略の対戦は以下のようなになる
- 協力を○、裏切りを×と表記し、利得表は前述のものを使用する

回数	ランダム	TFT	得点(ランダム)	得点(TFT)
1	○	○	3	3
2	×	○	5	0
3	○	×	0	5
4	○	○	3	3
5	○	○	3	3
6	×	○	5	0
7	○	×	0	5
8	×	○	5	0
9	×	×	1	1
10	○	×	0	5
合計点			25	25

# 第13回のレポート

- 資料に記載された4つの戦略(ランダム1、ランダム2、トリガー、TF T)で1対1の総当り対戦をおこない、各戦略が得た合計点を調べよ
- この条件で最もすぐれた戦略はどれになるか考えよ
- 出席カードには「各戦略の合計点」と「最もすぐれた戦略とその理由」を記入すること