



## 目次

- 1.意思決定とは？
- 2.意思決定基準
- 3.意思決定者毎に最適は違う



## 1. 意思決定とは？

- 複数の代替案がある時、どの選択をするかにより結果が異なる



客観的な指標が欲しい

- 選んだ代替案を他の代替案と比べた時、自分の意思決定がどの程度妥当だったのかの判断指標
- 意思決定者・グループが各代替案に対して
  - (なるべく) 同じように評価・比較できる
  - (ある程度) 説得力がある, etc.



数理的な尺度で計測したらどうだろう

## 1. 意思決定とは？

- 意思決定手法
  - ゲーム理論(Game Theory)
  - 線形計画法(Linear Programming)・多目的線形計画法(MLP)
  - 包絡分析法(Data Envelopment Analysis)
  - 階層分析法(Analytic Hierarchy Process)・階層ネットワーク法(ANP)
  - シミュレーション(simulation)
  - 最適化(Optimization), 整数計画・非線形計画・組合せ最適化etc.
  - 確率計画法(Stochastic Programming)
  - 機械学習(Machine Learning)・深層学習 (Deep Learning)
  - etc. ...
- どの手法を用いればよい？
  - 各手法は一長一短
  - 問題・状況を把握し適切な方法/組合せを利用
    - 何を知りたいのか？ 何がわかればよいのか？

大事なものは…

問題の把握  
と  
適切な解決

## 1. 意思決定とは？

「問題の把握」から「意思決定」までの流れ

問題の見直し  
問題の本質を再考

モデルの妥当性評価  
現実との乖離の検証

```
graph LR; A[問題] --> B[モデル化]; B --> C[解く]; C --> D[解釈・評価]; D --> E[提案・解決]; E --> A; E --> B; E --> C;
```

問題  
問題・目的の明確化

モデル化  
代替案立案  
モデル構築

解く  
結果の解釈・評価  
代替案評価・選択

解釈・評価  
結果の解釈・評価  
代替案評価・選択

提案・解決  
意思決定

問題発見・状況認識

- 状況を把握し、問題の背後にある本質を捉える
- 何をしたいのか？

推論・モデル作成

- 推論に基づきモデル作成
- 現実を支配する法則を数量的に明確化

答えを導く

- 解法選択
- 解法構築
- パラメータ調整

結果評価・解釈

- 解法のもとで結果の解釈・考察
- 得られた代替案の評価・分析

問題発見技法

問題解決技法(OR)

- ネットワークモデル分析
- スケジューリング
- シミュレーションモデル分析
- 最適化モデル分析
- ロジスティクス
- etc.

## 2. 意思決定基準

## 2. 意思決定基準

例 文教太郎君のデート計画

太郎君は花子さんと週末デートを計画している

◆遊園地

◆ドライブ

◆映画鑑賞

◆マリンスポーツ

のいずれかをしていと思っている。太郎君によると、花子さんは天気によってデートコースの評価（満足度）が変わるらしい。花子さんを**とてもハッピーにしたい**太郎君だが、週末の**天気はどうなるかわからない**ので困っている。

太郎君の親友であるあなたは、どうアドバイスする？

Confidential

### 2. 意思決定基準

● 太郎君のデート計画どうしましょう？

問題の見直し  
問題の本質を再考

モデルの妥当性評価  
現実との乖離の検証

問題 → モデル化 → 解く → 解釈・評価 → 提案・解決

問題・目的の明確化  
問題発見・状況認識  
週末のデート  
4つの代替案  
天候予測不能  
花子さんを「超ハッピー」に

代替案立案  
モデル構築  
推論・モデル作成

解く  
答えを導く

解釈・評価  
結果の解釈・評価  
代替案評価・選択  
結果評価・解釈

提案・解決  
意思決定  
意思決定支援  
さあ、これでいけ！

### 2. 意思決定基準

● 太郎君のデート計画

● 各代替案と天候による花子の満足度（太郎の調査による）

| 代替案\天候        | 晴れ | 曇り | 雨  | 風  |
|---------------|----|----|----|----|
| $x_1$ 遊園地へ    | 50 | 35 | 20 | 40 |
| $x_2$ ドライブ    | 45 | 50 | 35 | 25 |
| $x_3$ 映画鑑賞    | 35 | 35 | 40 | 30 |
| $x_4$ マリンスポーツ | 45 | 20 | 5  | 70 |

もし、晴れたら ⇒  $x_1$ 案『遊園地へ』が一番よい  
もし、曇りなら ⇒  $x_2$ 案『ドライブ』が一番よい  
もし、雨ならば ⇒  $x_3$ 案『映画鑑賞』が一番よい  
もし、風ならば ⇒  $x_4$ 案『マリンスポーツ』が一番よい

どうしよう……。あなたならどうする？

### 2. 意思決定基準

● 各代替案に得点を与えて比較しよう

状態数:  $j = 1, 2, 3, 4$

| 代替案数 | $x_i \setminus j$ | 晴  | 曇  | 雨  | 風  |
|------|-------------------|----|----|----|----|
| 1    | $x_1$ 遊園地         | 50 | 35 | 20 | 40 |
| 2    | $x_2$ ドライブ        | 45 | 50 | 35 | 25 |
| 3    | $x_3$ 映画鑑賞        | 35 | 35 | 40 | 30 |
| 4    | $x_4$ マリンスポーツ     | 45 | 20 | 5  | 70 |

花子さんの満足度を  $w_{ij}$  と表すことにしよう

$w_{11} = 50, w_{12} = 35, w_{13} = 20, w_{14} = 40$   
 $w_{21} = 45, w_{22} = 50, w_{23} = 35, w_{24} = 25$   
 $w_{31} = 35, w_{32} = 35, w_{33} = 40, w_{34} = 30$   
 $w_{41} = 45, w_{42} = 20, w_{43} = 5, w_{44} = 70$

各代替案の得点は…

$S(x_1) = ?$  ← 遊園地の得点  
 $S(x_2) = ?$  ← ドライブの得点  
 $S(x_3) = ?$  ← 映画鑑賞の得点  
 $S(x_4) = ?$  ← マリンスポーツの得点

つまり、  
最も得点の高い代替案を  
太郎君に推薦しよう！  
ということ

### 2. 意思決定基準

● ではどのように代替案に得点を付ける？

$S(x_1) = ?$  ←  $x_1$ =遊園地の得点 $S(x_1)$   
 $S(x_2) = ?$  ←  $x_2$ =ドライブの得点 $S(x_2)$   
 $S(x_3) = ?$  ←  $x_3$ =映画鑑賞の得点 $S(x_3)$   
 $S(x_4) = ?$  ←  $x_4$ =マリンスポーツの得点 $S(x_4)$

● 代替案選択のための代表的な5つの基準

|                  |                |         |
|------------------|----------------|---------|
| ● ラプラスの基準        | Laplace        | … $S_L$ |
| ● マキシミンの基準       | maximin        | … $S_p$ |
| ● マキシマックスの基準     | maximax        | … $S_q$ |
| ● フルビッツの基準       | Hurwitz        | … $S_H$ |
| ● ミニマックス・リグレット基準 | minimax regret | … $S_r$ |

2. 意思決定基準

● ラプラスの基準

● 状態の生起確率を等確率とした期待値  
(= 算術平均)

●  $S_L$  が最大となる代替案を選択

| $x_i \setminus j$ |         | 晴  | 曇  | 雨  | 風  |
|-------------------|---------|----|----|----|----|
| $x_1$             | 遊園地     | 50 | 35 | 20 | 40 |
| $x_2$             | ドライブ    | 45 | 50 | 35 | 25 |
| $x_3$             | 映画鑑賞    | 35 | 35 | 40 | 30 |
| $x_4$             | マリンスポーツ | 45 | 20 | 5  | 70 |

$w_{ij}$

$$\begin{cases} S_L(x_1) = (50 + 35 + 20 + 40) / 4 = 36.25 \\ S_L(x_2) = (45 + 50 + 35 + 25) / 4 = 38.75 \\ S_L(x_3) = (35 + 35 + 40 + 30) / 4 = 35.0 \\ S_L(x_4) = (45 + 20 + 5 + 70) / 4 = 35.0 \end{cases}$$

ドライブへ  
行こう！

★  $\max_i S_L(x_i)$  ただし,  $S_L(x_i) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m w_{ij}$

2. 意思決定基準

● マキシミンの基準

● 最悪の状態を考え、そのうち最もよい案  
を選択 (悲観論者の基準)

●  $S_p$  が最大となる代替案を選択

| $x_i \setminus j$ |         | 晴  | 曇  | 雨  | 風  |
|-------------------|---------|----|----|----|----|
| $x_1$             | 遊園地     | 50 | 35 | 20 | 40 |
| $x_2$             | ドライブ    | 45 | 50 | 35 | 25 |
| $x_3$             | 映画鑑賞    | 35 | 35 | 40 | 30 |
| $x_4$             | マリンスポーツ | 45 | 20 | 5  | 70 |

$w_{ij}$

$$\begin{cases} S_p(x_1) = \min\{50, 35, 20, 40\} = 20 \\ S_p(x_2) = \min\{45, 50, 35, 25\} = 25 \\ S_p(x_3) = \min\{35, 35, 40, 30\} = 30 \\ S_p(x_4) = \min\{45, 20, 5, 70\} = 5 \end{cases}$$

映画鑑賞  
をしよう！

★  $\max_i S_p(x_i)$  ただし,  $S_p(x_i) = \min_j w_{ij}$

2. 意思決定基準

● マキシマックスの基準

● 最良の状態を考え、そのうち最もよい案  
を選択 (楽観論者の基準)

●  $S_q$  が最大になる案を選択

| $x_i \setminus j$ |         | 晴  | 曇  | 雨  | 風  |
|-------------------|---------|----|----|----|----|
| $x_1$             | 遊園地     | 50 | 35 | 20 | 40 |
| $x_2$             | ドライブ    | 45 | 50 | 35 | 25 |
| $x_3$             | 映画鑑賞    | 35 | 35 | 40 | 30 |
| $x_4$             | マリンスポーツ | 45 | 20 | 5  | 70 |

$w_{ij}$

$$\begin{cases} S_q(x_1) = \max\{50, 35, 20, 40\} = 50 \\ S_q(x_2) = \max\{45, 50, 35, 25\} = 50 \\ S_q(x_3) = \max\{35, 35, 40, 30\} = 40 \\ S_q(x_4) = \max\{45, 20, 5, 70\} = 70 \end{cases}$$

マリンス  
ポーツだ！

★  $\max_i S_q(x_i)$  ただし,  $S_q(x_i) = \max_j w_{ij}$

2. 意思決定基準

● フルビッツの基準

● 悲観と楽観のバランスを取る

● 悲観・楽観度  $\alpha$  がその程度を表す

- $\alpha=1$ : マキシマックスの基準と同じ
- $\alpha=0$ : マキシミンの基準と同じ

●  $S_H$  が最大になる案を選択

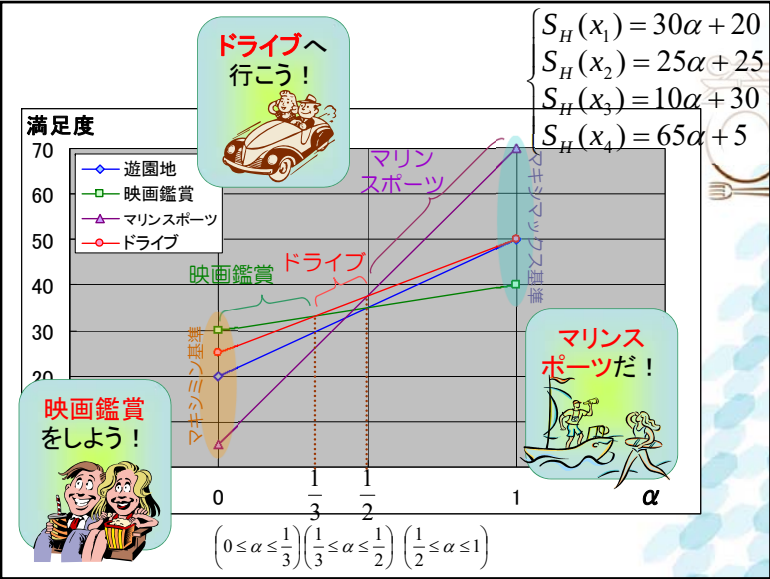
| $x_i \setminus j$ |         | 晴  | 曇  | 雨  | 風  |
|-------------------|---------|----|----|----|----|
| $x_1$             | 遊園地     | 50 | 35 | 20 | 40 |
| $x_2$             | ドライブ    | 45 | 50 | 35 | 25 |
| $x_3$             | 映画鑑賞    | 35 | 35 | 40 | 30 |
| $x_4$             | マリンスポーツ | 45 | 20 | 5  | 70 |

$w_{ij}$

$$\begin{cases} S_H(x_1) = 50\alpha + 20(1-\alpha) = 30\alpha + 20 \\ S_H(x_2) = 50\alpha + 25(1-\alpha) = 25\alpha + 25 \\ S_H(x_3) = 40\alpha + 30(1-\alpha) = 10\alpha + 30 \\ S_H(x_4) = 70\alpha + 5(1-\alpha) = 65\alpha + 5 \end{cases}$$

★  $\max_i S_H(x_i)$  ただし,  
 $S_H(x_i) = \alpha \max_j w_{ij} + (1-\alpha) \min_j w_{ij} \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$

Confidential



2. 意思決定基準

- ミニマックス・リグレット基準
  - 状態が予め分かっていたら選択したであろう最良案と、実際に選択した案との差（後悔の念（リグレット）, 機会損失）を考え、代替案毎にそれが最大になるものを各々求め、それを最小にする（なるべく後悔したくない悲観論者の基準）
  - 最大機会損失  $S_r$  が最小になる案を選択

| $x_i \setminus j$ |         | 晴  | 曇  | 雨  | 風  |
|-------------------|---------|----|----|----|----|
| $x_1$             | 遊園地     | 50 | 35 | 20 | 40 |
| $x_2$             | ドライブ    | 45 | 50 | 35 | 25 |
| $x_3$             | 映画鑑賞    | 35 | 35 | 40 | 30 |
| $x_4$             | マリンスポーツ | 45 | 20 | 5  | 70 |

★  $\min_i S_r(x_i)$  ただし,  
 $S_r(x_i) = \max_j \{ \max_i w_{ij} - w_{ij} \}$

2. 意思決定基準

- ミニマックス・リグレット基準

満足度表

|       | 代替案 \ 天候 | 晴れ | 曇り | 雨  | 風  |
|-------|----------|----|----|----|----|
| $x_1$ | 遊園地へ     | 50 | 35 | 20 | 40 |
| $x_2$ | ドライブ     | 45 | 50 | 35 | 25 |
| $x_3$ | 映画鑑賞     | 35 | 35 | 40 | 30 |
| $x_4$ | マリンスポーツ  | 45 | 20 | 5  | 70 |

リグレット（機会損失）表

| 代替案 \ 天候 | 晴れ           | 曇り | 雨  | 風  |
|----------|--------------|----|----|----|
| $x_1$    | 遊園地へ<br>0    | 15 | 20 | 30 |
| $x_2$    | ドライブ<br>5    | 0  | 5  | 45 |
| $x_3$    | 映画鑑賞<br>15   | 15 | 0  | 40 |
| $x_4$    | マリンスポーツ<br>5 | 30 | 35 | 0  |

満足度表からリグレット表を作る

最大機会損失  $W_s$  を最小に

$S_r(x_1) = \max \{0, 15, 20, 30\} = 30$   
 $S_r(x_2) = \max \{5, 0, 5, 45\} = 45$   
 $S_r(x_3) = \max \{15, 15, 0, 40\} = 40$   
 $S_r(x_4) = \max \{5, 30, 35, 0\} = 35$

遊園地へ行こう！

2. 意思決定基準

- ラプラス基準 →  $x_2$ 案：ドライブ  
平均（等確率の期待値）
- マキシミン基準 →  $x_3$ 案：映画鑑賞  
悲観論者のための指標
- マキシマックス基準 →  $x_4$ 案：Mスポーツ  
楽観論者のための指標
- フルビッツ基準 →  $\begin{cases} x_2 \text{案：ドライブ} \\ x_3 \text{案：映画鑑賞} \\ x_4 \text{案：Mスポーツ} \end{cases}$   
中庸をゆく人の指標
- ミニマックス・リグレット基準 →  $x_1$ 案：遊園地  
後悔する悲観論者用

## 2. 意思決定基準

5つの意思決定基準

4基準のまとめ

| 代替案\天候                 | 晴  | 曇  | 雨  | 風   | min | ave  | max |             |
|------------------------|----|----|----|-----|-----|------|-----|-------------|
| x <sub>1</sub> 遊園地へ    | 50 | 35 | 20 | 40  | 20  | 36.3 | 50  | 50α+20(1-α) |
| x <sub>2</sub> ドライブ    | 45 | 50 | 35 | 25  | 25  | 38.8 | 50  | 50α+25(1-α) |
| x <sub>3</sub> 映画鑑賞    | 35 | 35 | 40 | 30  | 30  | 35.0 | 40  | 40α+30(1-α) |
| x <sub>4</sub> マリンスポーツ | 45 | 20 | 5  | 70  | 5   | 35.0 | 70  | 70α+5(1-α)  |
|                        |    |    |    | max | 30  | 38.8 | 70  | αによる        |

↑ maximin  
最小値最大

↑ Laplace  
平均値最大

↑ Hurwitz  
最大・最小案分値最大

↑ maximax  
最大値最大

他にも、妥当と思われる基準を考えてみよう

## 2. 意思決定基準

どの意思決定基準を採用すればいいのか？

意思決定者の視点

問題の性質

決定基準が立脚している視点  
生起確率等,  
悲観的,  
楽観的,  
悲観～楽観 程度毎,  
最大機会損失最小  
のうち意思決定者が適当と考える  
視点に合致したものを選ぶ。

決定基準の持つ性質  
を把握・検討し、現在  
直面している問題の状況に最も相応しいものを  
採択。



## 2. 意思決定基準

演習：

- 会社の中途採用の募集を掛けたところ、4人の応募があった。面接・試験等を行い、以下の能力が認められた。誰を採用すべきか？
- 5つの意思決定基準の値を計算し、比較せよ
- あなたの考えた意思決定基準の値を計算せよ

|    | 交渉力 | 事務処理 | 発想力 | 勤勉さ | 粘り強さ |
|----|-----|------|-----|-----|------|
| 太郎 | 95  | 30   | 20  | 15  | 50   |
| 次郎 | 70  | 30   | 90  | 85  | 20   |
| 三郎 | 45  | 95   | 80  | 60  | 75   |
| 四郎 | 60  | 65   | 55  | 65  | 85   |

## 3. 意思決定者毎に最適は違う

### 3. 意思決定者で最適が違う！

例▶ 宅配ピザの広告（チラシ）配達

- 想定顧客の分類
  - 宅配ピザは大好き
  - 宅配ピザなど頼まない
  - 宅配ピザは嫌いではない

問題 何が難しい（問題）か...

- 頻繁な広告、……嫌がられる。
- 余り広告をしないと、……忘れられてしまう。

最適広告間隔は？

### 例えば…

● 広告配達間隔の観点から

倦怠度 と 疎遠度 を考察

倦怠度…嫌がられ度

広告配達間隔が短ければ飽きられる  
毎日もらうより1週間ぶりのほうが新鮮

倦怠度  $y$  は広告配達間隔  $x$  に反比例するだろう

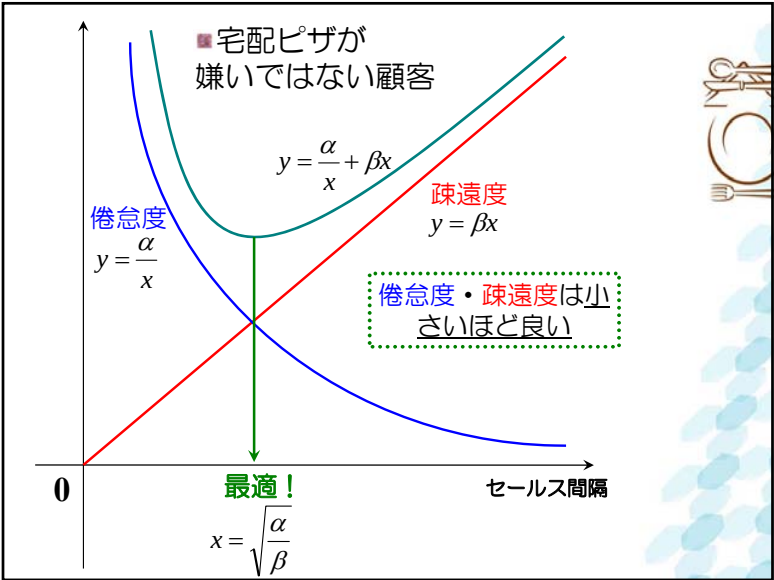
$$y = \frac{\alpha}{x} \quad [\alpha \text{は人による反比例定数}]$$

疎遠度…忘れられ度

広告配達間隔が長いと親密感が育ちににくい  
商品も広告内容も忘れられる

疎遠度  $y$  は広告配達間隔  $x$  に比例するだろう

$$y = \beta x \quad [\beta \text{は人による比例定数}]$$

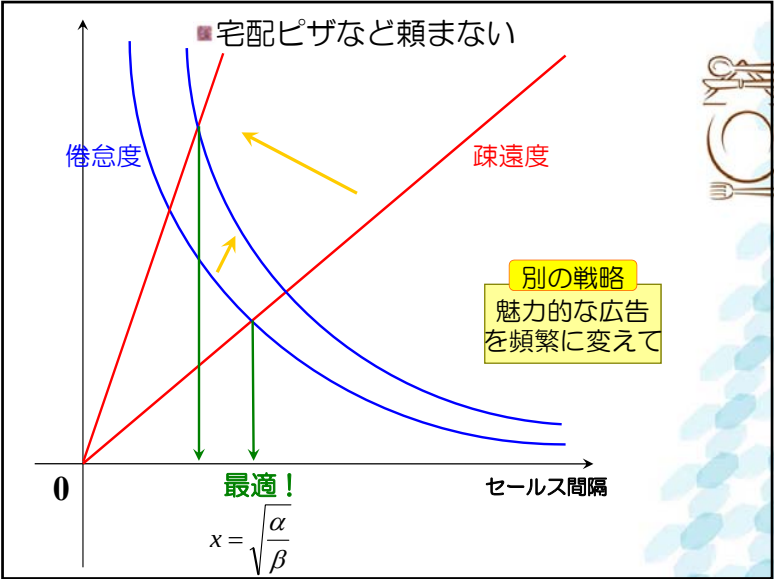
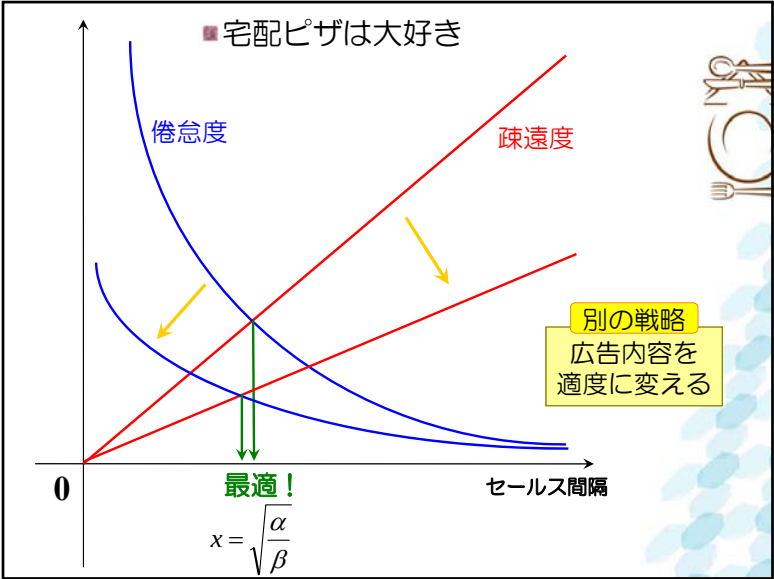


### さて…

例▶ 宅配ピザの広告（チラシ）配達

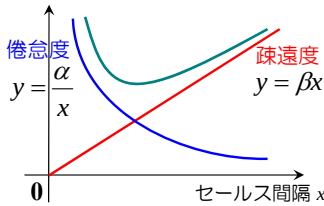
想定する顧客の嗜好による戦略の変更

- 宅配ピザは大好き  
→ セールス間隔に対し倦怠度小・疎遠度小
- 宅配ピザなど頼まない  
→ セールス間隔に対し倦怠度大・疎遠度大
- 宅配ピザは嫌いではない



3. 意思決定者で最適が違う！

- 演習：
- 倦怠度と疎速度を表す比例定数  $\alpha$ ,  $\beta$  がそれぞれ以下のように与えられる顧客について、各々最適セールス間隔を求めよ
  - 太郎：倦怠度の比例定数  $\alpha=30$  疎速度の比例定数  $\beta=5$
  - 次郎：倦怠度の比例定数  $\alpha=462$  疎速度の比例定数  $\beta=6$
  - 花子：倦怠度の比例定数  $\alpha=250$  疎速度の比例定数  $\beta=2$
  - 湘子：倦怠度の比例定数  $\alpha=3460$  疎速度の比例定数  $\beta=7$



まとめ

- 採用基準により結果が違う
- 同じ基準でも、人により結果が違う



問題と、その問題に直面している人に、  
最もよい基準・手法と調整を行うことが  
最適な意思決定に通ずる！

## 参考文献

- 木下栄蔵「わかりやすい意思決定論入門」近代科学社（1996）
- 岡田章「ゲーム理論」有斐閣（1997）
- 渡辺隆裕「ゲーム理論入門」日本経済新聞出版社（2008）