

# 問題発見技法

2. SWOT分析・PDCAサイクル・  
マインドマップ・ロジックツリー・  
特性要因図(魚骨図)・対立解消図・  
回帰分析・クロス集計

堀田 敬介

# SWOT分析

- ✓ SWOT分析 内部環境(SW)と外部環境(OT)の分析

## 内部環境

Strengths 強み

Weaknesses 弱み

## 外部環境

Opportunities 機会

Threats 脅威

問題解決・目標達成に貢献する個人・組織の強み

問題解決・目標達成を阻害する個人・組織の弱み

問題解決・目標達成に貢献する外的機会

問題解決・目標達成を阻害する外的脅威

	内部環境	外部環境
貢献要因	S	O
阻害要因	W	T

# SWOT分析

## ✓ 例1) SWOT分析の例

- 出展:帝国データバンク 実践マーケティング講座～経営に効くマーケティング～第2回:環境分析  
◆ <http://www.tdb.co.jp/knowledge/marketing/02.html> 表1 (20XX年参照)  
◆ 地元特産の農産品を利用した健康飲料の発売を考えている食品メーカーのケース

	内部環境	外部環境
貢献要因	<p><b><u>Strengths(強み)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・商品開発力がある</li><li>・代理店、特約店ルートがしっかりとしている地元農家から、無農薬栽培の原料を安定的に調達できる</li><li>・社長の人的ネットワークが広い</li><li>・財務内容が健全</li></ul>	<p><b><u>Opportunities(機会)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・健康志向の高まりで健康食品の消費が伸びている</li><li>・新しい市場の創造、開拓で先行者利益を得られる</li></ul>
阻害要因	<p><b><u>Weaknesses(弱み)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・生産コストが高い</li><li>・代理店、特約店まかせの営業で、販売情報を把握できていない</li><li>・知名度が低い</li></ul>	<p><b><u>Threats(脅威)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・コンビニやスーパーなどの量販店では、売れ筋の数ブランドしか扱わない</li><li>・大手メーカーも、この分野に力を入れている</li></ul>

# SWOT分析

## ✓ 例1) SWOT分析結果からの戦略決定・経営判断

- 出展: 帝国データバンク 実践マーケティング講座～経営に効くマーケティング～第2回: 環境分析
  - ◆ <http://www.tdb.co.jp/knowledge/marketing/02.html> 表1 (20XX年参照)
  - ◆ 地元特産の農産品を利用した健康飲料の発売を考えている食品メーカーのケース



# SWOT分析をする際の注意

- ✓ ツールを完璧に使いこなすことにこだわらない、ツールに振り回されないこと
- ✓ ツールはあくまでツール(手段)であり、目的じゃない
- ✓ 現状分析・現状認識が目的であって、表を正しく完璧に作ることは目的じゃない
- ✓ 絶対にSに書かなくてはいけないとか、いやこれはOに書かなければいけないとか思わなくて良い。自分でこっちだと思って書けばそれで良い。
  
- ✓ 例:「大学で学ぶ」ことに対する自分のSWOT分析 の場合
  - ✓ 自分を(勉強で)助けてくれる友達がたくさんいる → O? S?
  - ✓ 自分のコミュニケーション力が高くて友達がたくさんできるのだ！だから「自分はコミュニケーション能力が高い」でSだ！
  - ✓ いや、たまたまたくさんの友達に恵まれて、たくさんの友達と付き合うことで、自分のコミュニケーション能力が磨かれたのだ。だから、「たくさんの友達がいる」でOだ！
  - ✓ いや、どちらが原因・結果でなく、それぞれ相乗効果で上手く正のスパイラルに入ってきたのかめ合ってきたのだ！そのような「正のスパイラルを上手く作り出す能力が自分にある」でSだ！
  - ✓ いや、そのスパイラルは外的要因(友達)による所の方が大きいのでOだ

このように、自分で現状を認識・把握できていれば充分(目的は達成されている)なので、S/Oどちらに入れても良いし、各自にあう文言で双方に入れても良い

# SWOT分析

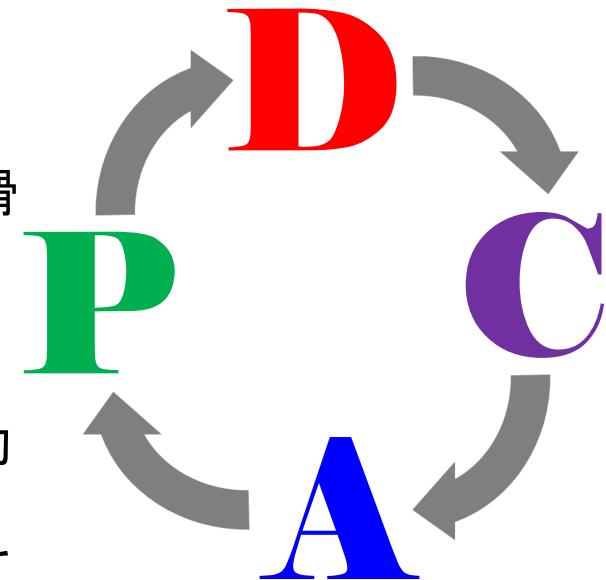
✓ 例2) 大学生が海外留学をする際の自己SWOT分析

	内部環境	外部環境
貢献要因	<p><b><u>Strengths(強み)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・英語 or 現地語が堪能</li><li>・コミュニケーション力がある</li><li>・希望校の受入基準を満たしている</li><li>・費用の目途が立っている</li><li>・生活力がある</li></ul>	<p><b><u>Opportunities(機会)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・多方面で援助者が多い</li><li>・渡航国の治安が良い</li><li>・渡航国の政情が安定している</li><li>・渡航国との往来が容易</li><li>・渡航国の住人が外国人に優しい</li><li>・居住予定近くに日本大使館がある</li></ul>
阻害要因	<p><b><u>Weaknesses(弱み)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・英語 and 現地語が苦手</li><li>・コミュニケーション力がない</li><li>・希望校の受入基準を満たしていない</li><li>・費用の目途が立っていない</li><li>・生活力がない</li></ul>	<p><b><u>Threats(脅威)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・多方面で援助者が少ない・居ない</li><li>・渡航国の治安が悪い</li><li>・渡航国の政情が安定していない</li><li>・渡航国との往来が困難</li><li>・渡航国の住人が外国人に冷たい</li><li>・居住予定近くに日本大使館がない</li></ul>

※それぞれ当てはまる方を残して書く

# PDCAサイクル

- ✓ 事業活動における生産管理や品質管理などの管理業務を円滑に進める手法の一つ
- ✓ Plan(計画)→Do(実行)→Check(評価)→Act(改善)の4段階を繰り返すことによって、製品と業務を継続的に改善する
- ✓ 名称より、P(計画)から作るのが一般的だが、結構大変。「行動結果としてのD」から始めて「P(計画)」へ至ると素直で楽に。具体的には、[D]=問題発見の[現状]で、これに対し目的を考え[D]目標設定し、なぜその「ギャップ=問題」が発生するのかその原因[C]を考え、[A]改善案を出し、その具体的な計画[P]へと至る



例	Do 行動・結果 起こったこと	Check 結果の検証 行動・結果による気づき	Act 改善策 いかに次の手を打つか	Plan 計画 改善策実行のためのプラン
①	商談で話が思うように進まなかった	自分に足りないのは雑談力だと思った	いろんな人と話をしてトレーニングする必要があると思う	明日は、話し方教室を探してみよう
②	レッグプレスを60kgで10回×3セット実行した	この前は筋肉痛だったのに今回は効いている感じがない	負担が軽い(重く) or 器具の使い方が間違い(正しく)	明日は、トレーナーに相談しよう

出来事[現状]を書く

気づきを書く

改善案を書く

具体的計画を書く

# PDCAサイクル

- ✓ Plan(計画)→Do(実行)→Check(評価)→Act(改善)の4段階を繰り返す(P→D→C→A→P→D→C→A→P→...)ことによって、製品と業務を継続的に改善する

✓ 同じ所をぐるぐる回っても仕方が無い  
✓ いい方向へ巡って行きたいので、サイクルというよりスパイラルにしたい

例	Do 行動・結果 起こったこと	Check 結果の検証 行動・結果による気づき	Act 改善策 いかに次の手を打つか	Plan 計画 改善策実行のためのプラン
③	個人売上が目標を10%下回った	客数の割りに客単価が低かった	一人一人への提案をもう少し強化する必要があると思う	明日は、AとBをセットで使うことの効果をトークに入れてみる
④	毎日の生活が不規則である	就寝・起床時間が常に異なり、睡眠の質が悪い。いつも身体がだるく、昼間はときどき睡魔が襲ってくる	決まった時間に就寝・起床し、睡眠の質を上げる。 就寝前は脳がお休みモードになる行動をとる	23時就寝・6時起床 18時以降はカフェインをとらず、20時以降はものを食べない 22時(就寝1時間前)にPC・スマホの電源をOFFにし、風呂に入り軽くストレッチして布団へ

出来事[現状]を書く

気づきを書く

改善案を書く

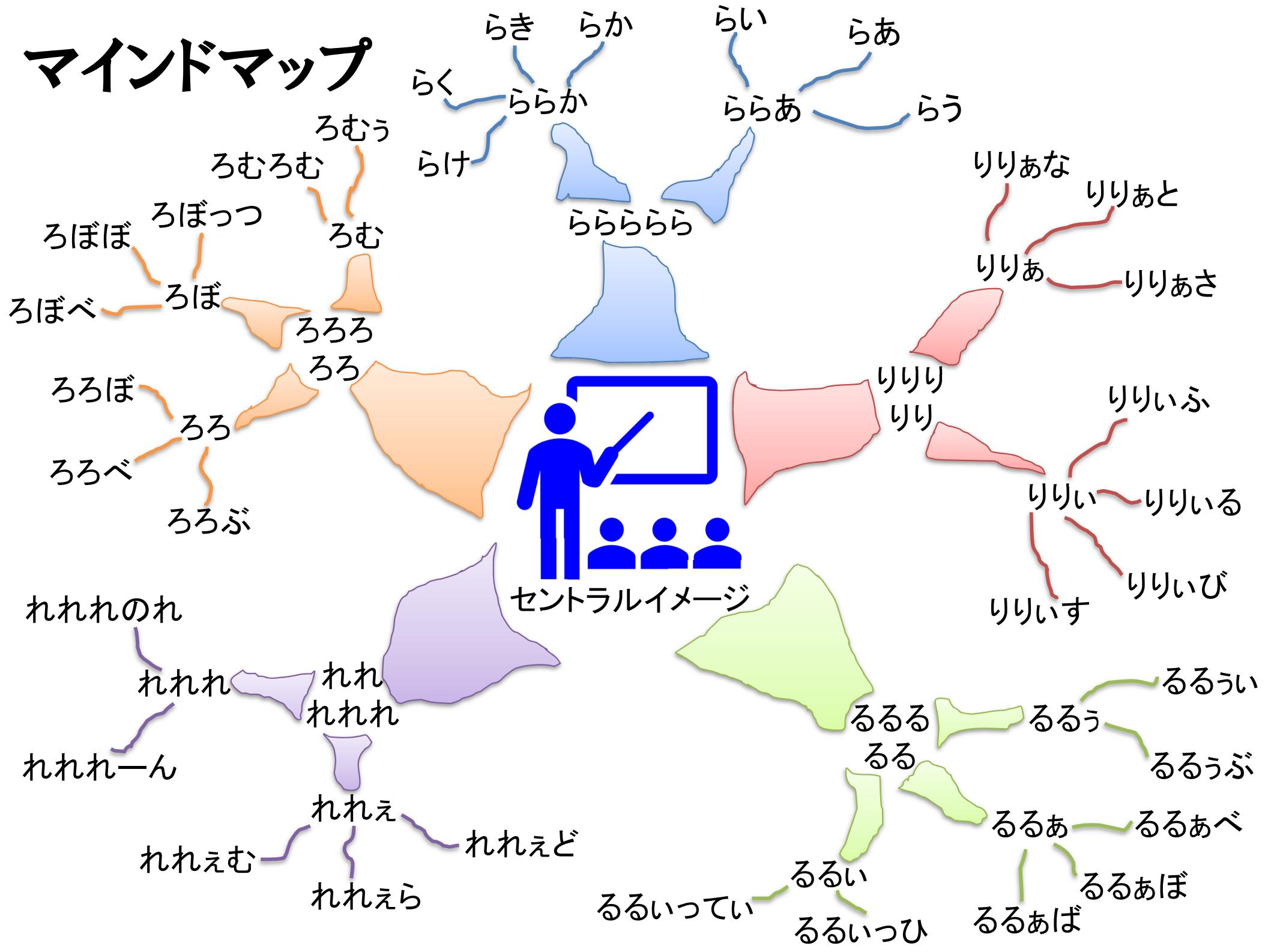
具体的計画を書く

# マインドマップ

参考:矢嶋美由希「実践！ふだん使いのマインドマップ」  
CCCメディアハウス(2015)

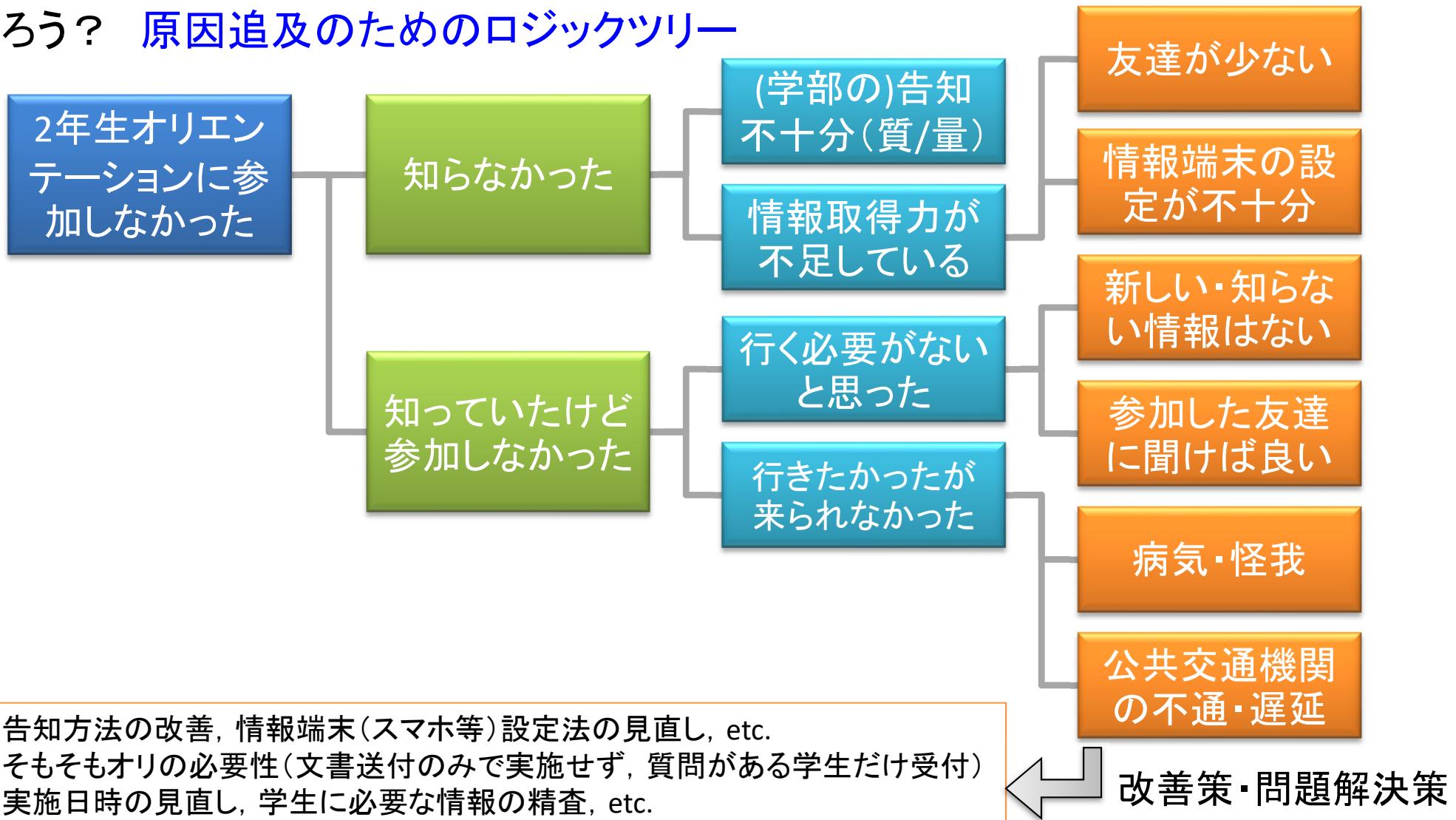
- ✓ マインドマップ(Tony Buzan)
  - ✓ 自分の脳内にある思考を目に見えるように紙に描く手法の1つ
- ✓ マインドマップの描き方とルール(12のルール, 7つのルール等より)
  - ✓ 無地の紙を横長で使う
  - ✓ 中心から描く(中心にはテーマとしてセントラルイメージを描く)
  - ✓ 中心から外に向かって枝を伸ばしていく
  - ✓ 中心から外に向かって構造化 / 階層化 / 序列化
  - ✓ 枝は曲線で描き, 中心に近い方は太く, 遠くに行くほど細くする
  - ✓ 1つの枝には1つの単語を書く
  - ✓ 色を使いカラフルに描く
  - ✓ 自由に, 創造的に, 楽しく, とにかくどんどん描く
- ✓ マインドマップの肝は2つ
  - ✓ イマジネーション(想像力) ... 描く際に想像力を発揮すること
  - ✓ アソシエーション(連想) ... 描く際に連想・気づきがあったか
  - ✓ 注:頭に既にあることを枝にのせて描くだけでは不十分
- ✓ 注:ツールはあくまでツール(手段)であって目的じゃない. ルールを守って描くことは大事だが, 完璧に正しく描かなきゃ!と思いつめず, 楽しく自由に描く

# マインドマップ



# ロジックツリー (Logic Tree)

- ✓ 原因追及・問題発見等のために、対象を分解・階層化して視覚化する手法の1つ
- ✓ 対象を分解・階層化して視覚化することで問題を発見しやすくする
- ✓ 論理 Logic に従って木 Tree をつくる
- ◆ 例) 経営学部2年生オリエンテーションに参加しない学生が一定数いる。なぜだろう？ 原因追及のためのロジックツリー



# ロジックツリー (Logic Tree)

- ✓ 木 tree とは、グラフ理論 graph theory などで用いられる用語
  - ◆ 木の定義 definition = 「閉路 cycle を含まない、連結な connected 無向グラフ undirected graph」のこと
    - グラフgraph とは、点 node, vertex と 枝 edge で構成される図で、点と枝が何らかの意図をもった関係を表す
    - 連結とは、任意の2点間に路 path がある、ということ
    - 無向とは、枝に向きが無い、ということ
- ✓ ロジックツリーの種類・作成法
  1. 原因追及のWhyで作る方法 (最左)結果 ⇔ 原因(右側)
  2. 目的から手段へと至るHowで作る方法 (最左)目的 ⇔ 手段(右側)
  3. 全体から部分への分解を示すWhatツリー (最左)全体 ⇔ 部分(右側)
- ✓ 描く際の注意
  1. 3種とも、最も左に「抽象的なもの・こと」、右に行くに従い「具体化」する
  2. MECE(ミッサー、ミーシー) ※ Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive

右に向かう際に、「重複がなく Mutually Exclusive」かつ「漏れがない Collectively Exhaustive」ように書くのが大事。前ページの例では「参加しない原因」を「知らなかった」か「知っていたけど参加しなかった」の2つに分けており、この2つは「両方同時には成り立たず(重複がなく)」かつ「原因の全てを尽くしている(漏れない)」ということがわかるだろう

# ロジックツリー (Logic Tree) の種類・作成法

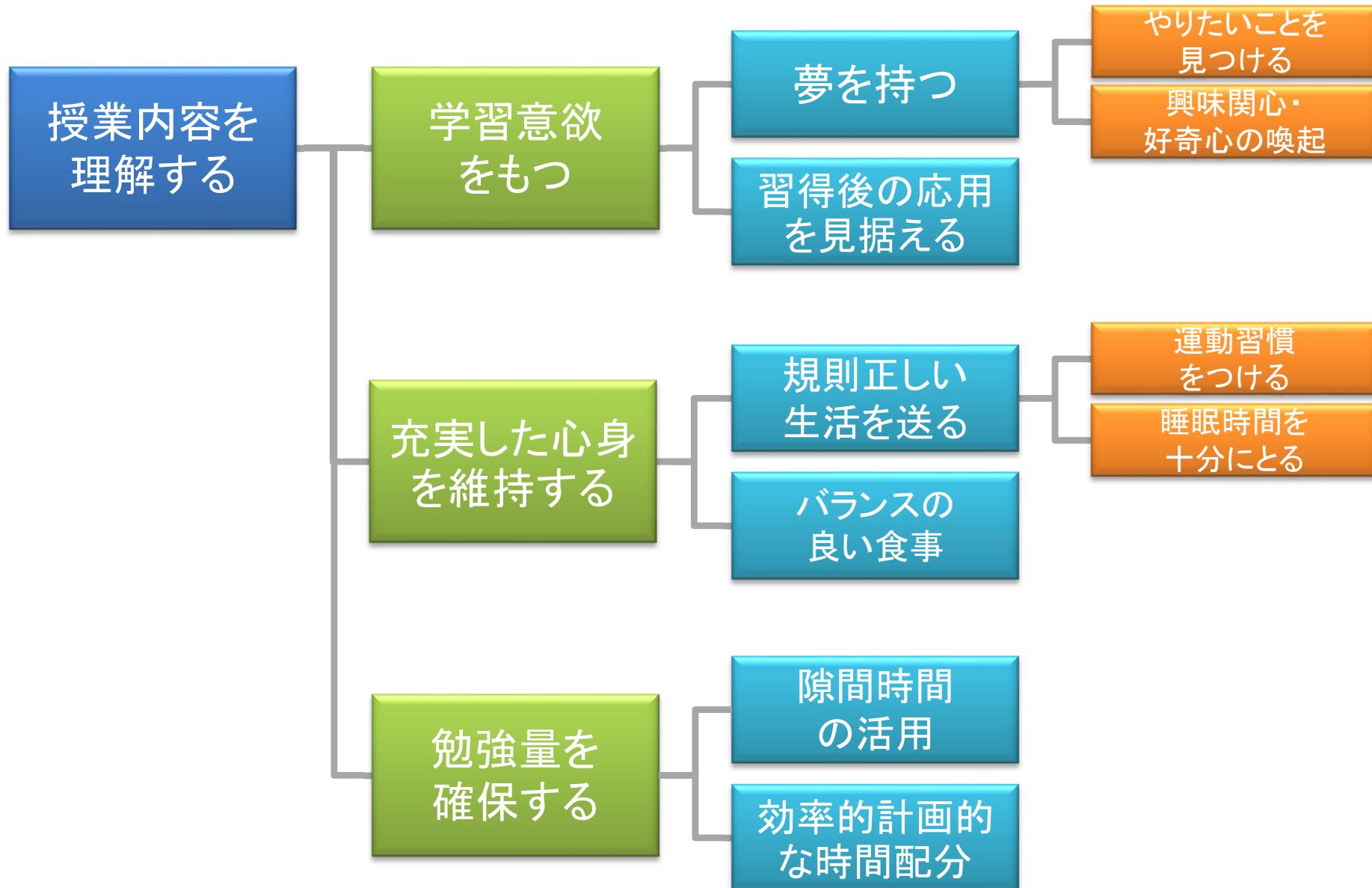
1. **原因追及のWhy** (最左)結果 ⇔ 原因(右側)  
まず、図の最も左に、現在得られているなんらかの「結果」を書く。  
次に、この結果が何で生み出されたのか、その「原因」を右へ右へとどんどん深く掘り下げていく。MECEに注意しながら段階毎に掘り下げていき、原因追求・問題発見に役立てる
2. **目的から手段へと至るHow** (最左)目的 ⇔ 手段(右側)  
まず、図の最も左に「目的」を書く。  
次に、その目的を達成するために何をしたらよいか(手段)を考えて順次右側に書いていく。MECEに注意しながら手段を深く掘り下げていき、目的達成のための手順構築に役立てる
3. **全体から部分への分解What** (最左)全体 ⇔ 部分(右側)  
まず、図の最も左に「全体」を書く。  
次に、その全体を形作っている「部分」を右側に分解して書く。「部分」をさらに「部分」に分解していくことで、物事や事象を理解するのに役立てる

※ツールはあくまでツールであり目的ではない。ツールが求めるルールを完璧に守らなければ破綻するという箇所でなければ、多少は目をつぶって使いやすさ・理解しやすさ・分析しやすさを優先して良い。ただし、ルーズになりすぎて、ルールを守らないと破綻する箇所で破ってしまっては失敗なので注意

# ロジックツリー (Logic Tree)

(最左)目的 ⇔ 手段(右側)

◆ 例) 授業内容を理解する 目的達成のためのロジックツリー



# 特性要因図(魚骨図, Fish Bone Diagram)

## 1. 原因究明・問題解決の図

- ✓ 原因が複数ある場合にその候補一覧を整理し、原因究明に役立てる

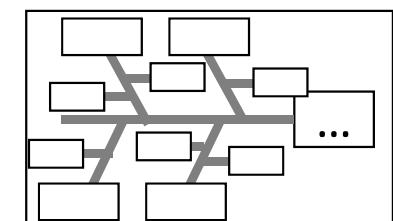
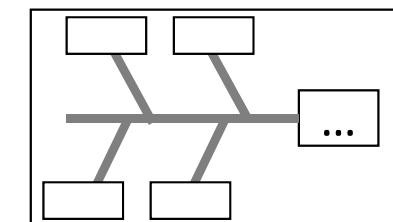
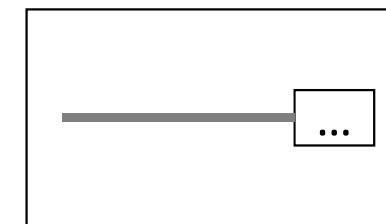
## 2. 目標達成の図

- ✓ 目標を設定し、それを達成する手段・方法などを整理する

## 3. その他の図

<書き方>

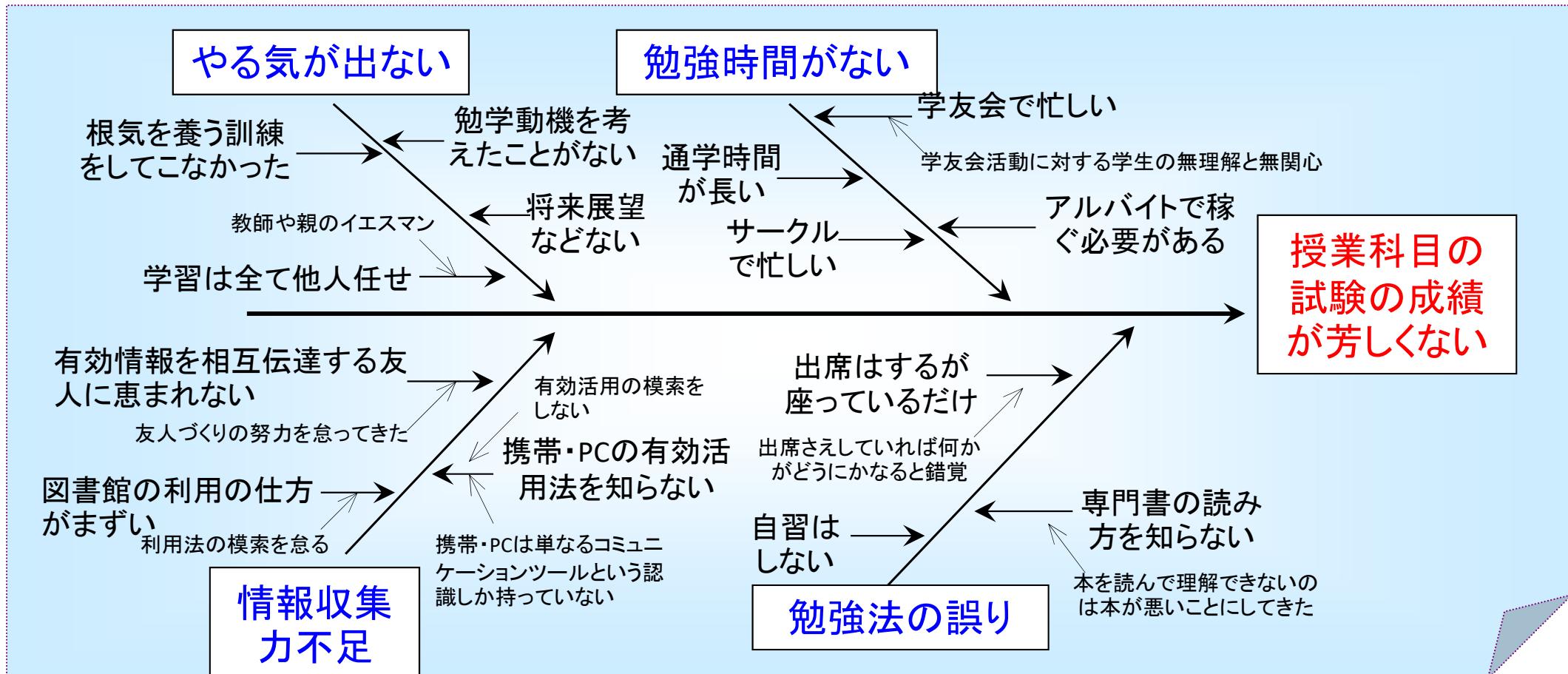
1. 用紙を横に使う
2. 用紙の中央右側(魚の頭の部分)に扱う「問題」や「目標」を書き、右から左に向かって「背骨(大骨の一本線)」を描く
3. 大骨から上下方向に向かって(斜めに)「小骨」を描き、その先にボックスをつくる。このボックスの中に、「問題」に対する「原因」や「理由」などを書く。つまり、「原因」や「理由」の数だけ、大骨から上下に向かって小骨を引くことになる
4. 小骨の内側に「孫骨」を書き、さらなる「原因」「理由」を書く
5. 必要なら「孫骨」の中に、さらに「ひ孫骨」を描く



# 特性要因図(魚骨図, Fish Bone Diagram)

## 1. 原因究明・問題解決のための特性要因図

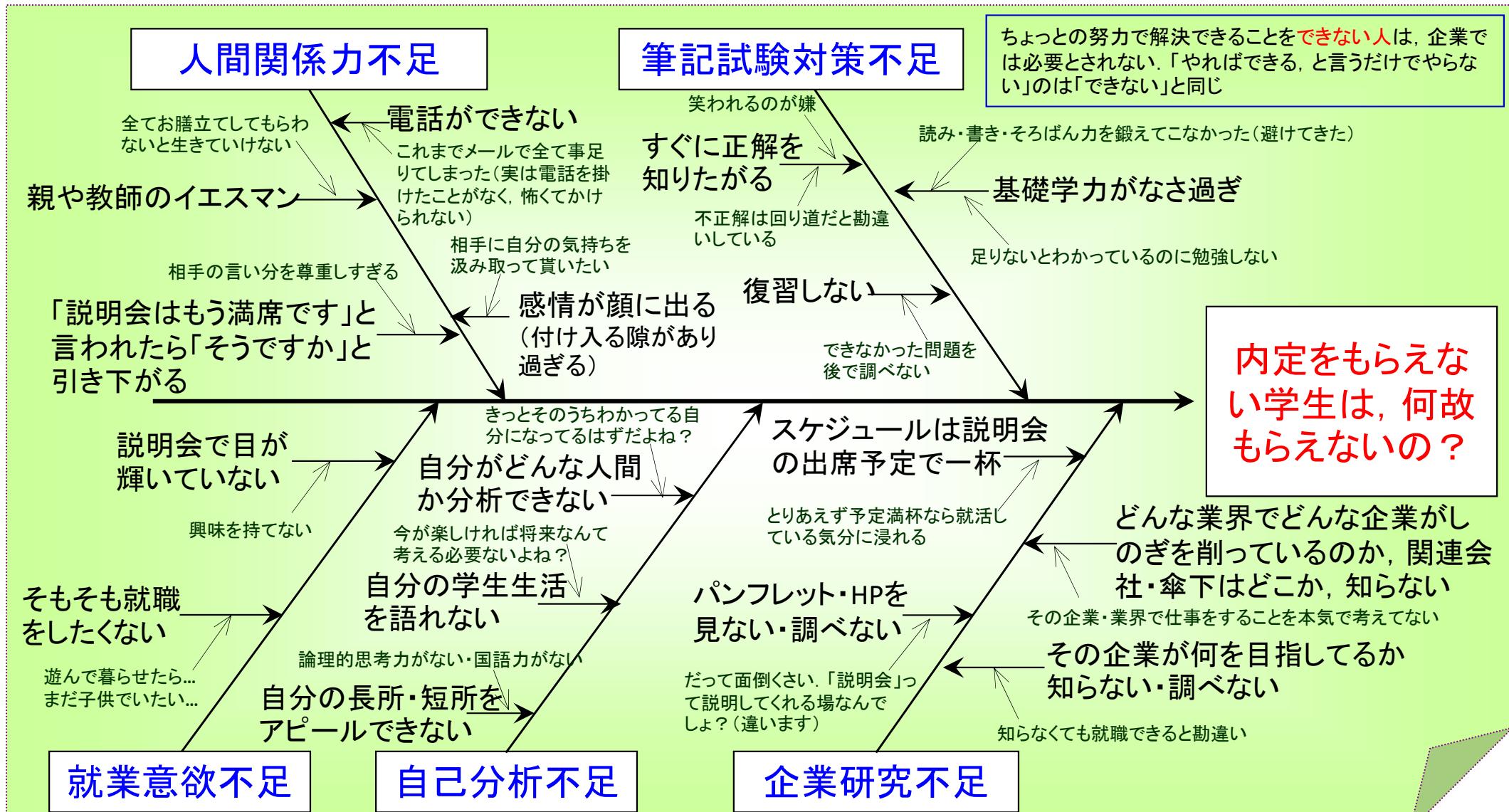
- [魚の頭]に「良くない結果(問題)」を書き、[骨]にその「原因」を書いていく



# 特性要因図(魚骨図, Fish Bone Diagram)

## 1. 原因究明・問題解決のための特性要因図

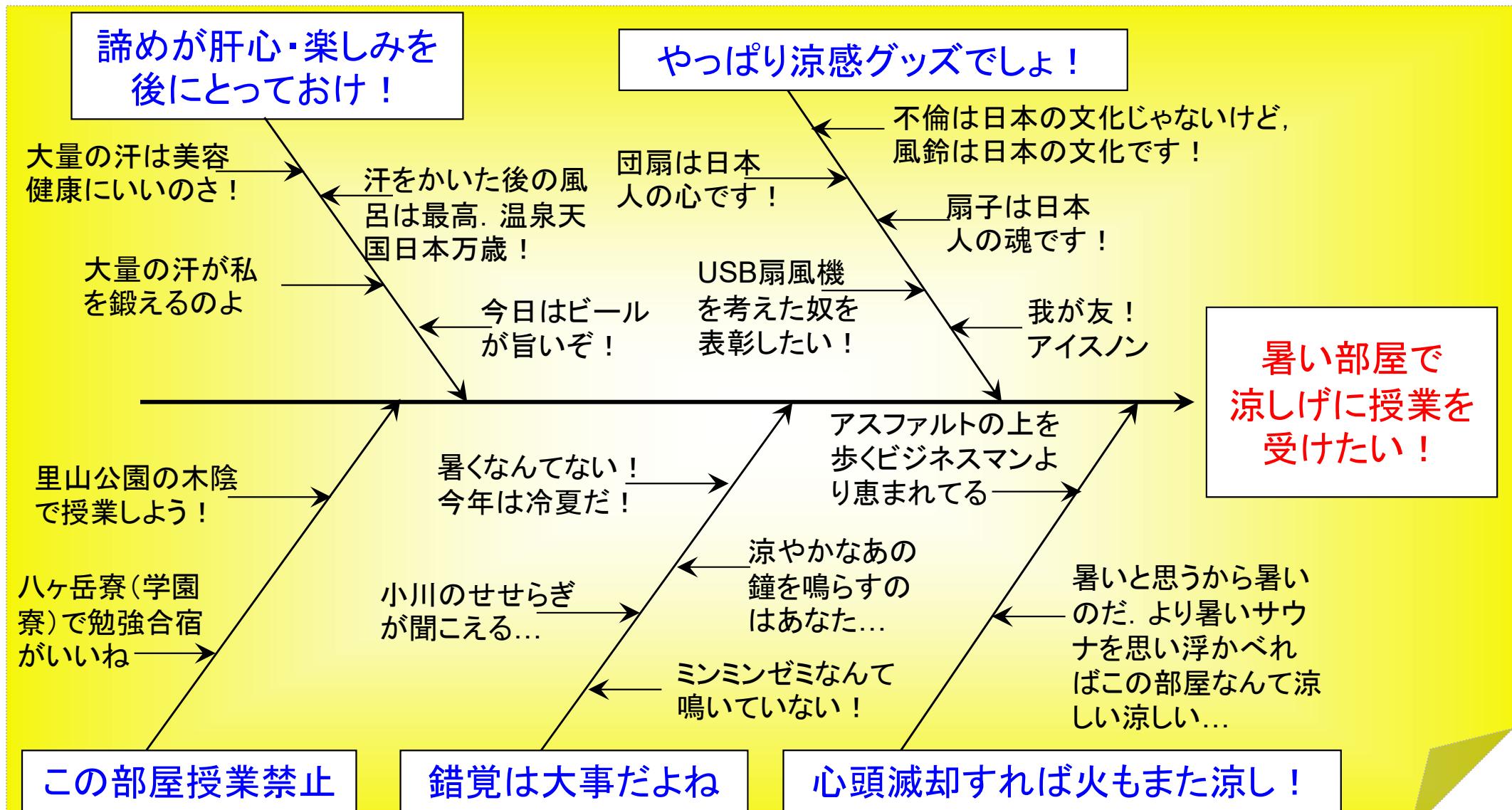
- [魚の頭]に「良くない結果(問題)」を書き、[骨]にその「原因」を書いていく



# 特性要因図(魚骨図, Fish Bone Diagram)

## 2. 目標達成のための特性要因図

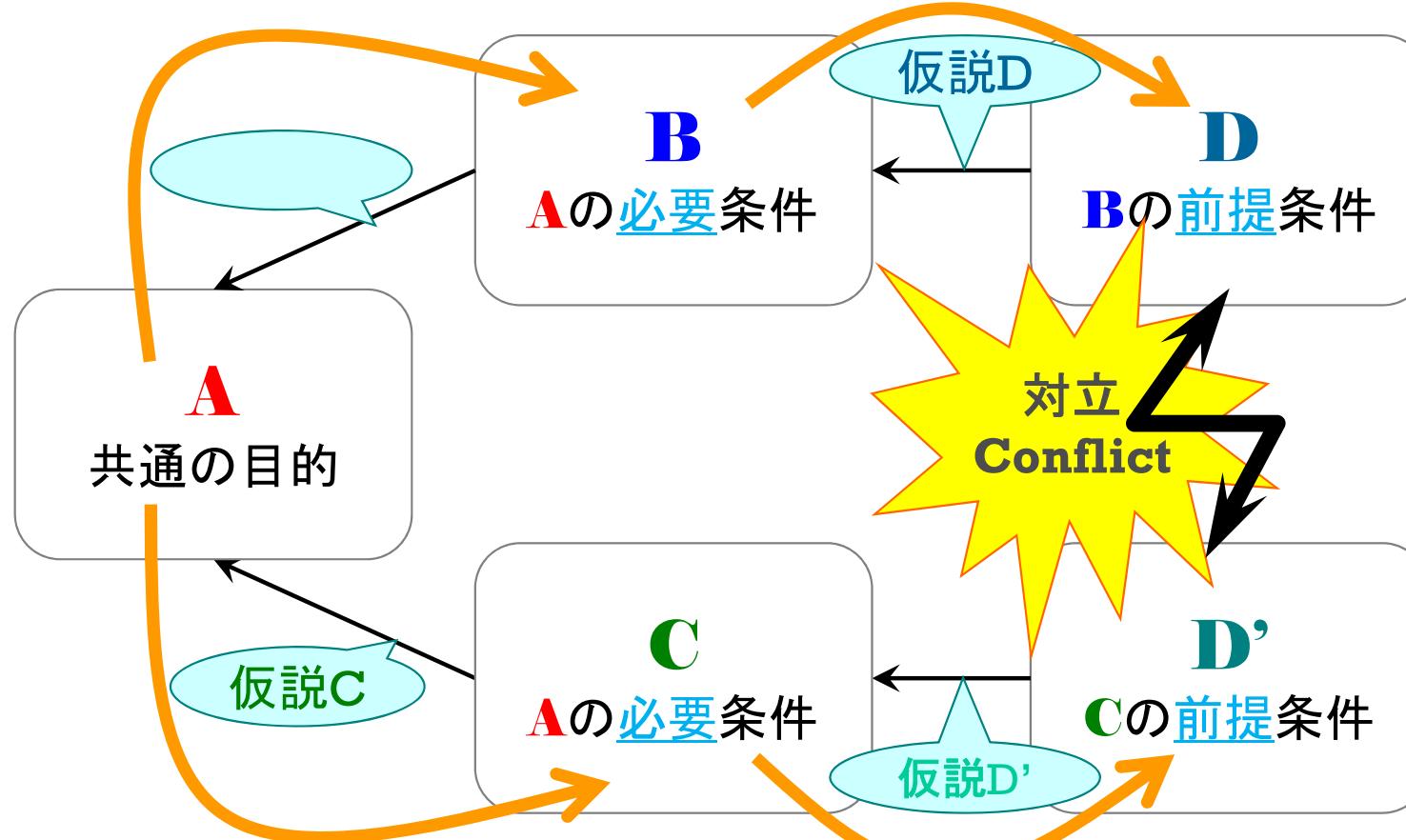
- [魚の頭]に「目標」を書き、[骨]にそのための「手段」を書いていく



# 対立解消図

目的AのためにはBが必要  
なぜなら、仮説Bがあるから

B成立のためにはDが前提  
なぜなら、仮説Dがあるから



目的AのためにはCが必要  
なぜなら、仮説Cがあるから

C成立のためにはD'が前提  
なぜなら、仮説D'があるから

## <作り方>

1. **DとD'**を設定する
2. DとD'の対立は何故か？何からくるか？各々、何をしたいのか？を踏まえ「**A:共通の目的**」を設定する

## 3. A→Dのルートに至るために**Bを考える**

(AのためにBが必要, Bの為にはDが前提. 各々の**仮説を書き加え**, きちんとつながるか確認)

## 4. A→D'のルートに至るために**Cを考える**

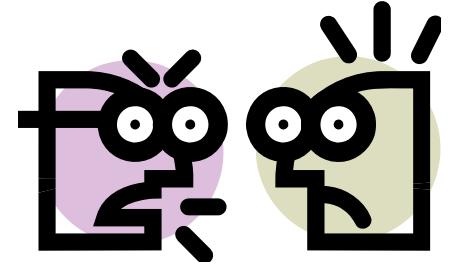
(AのためにCが必要, Cの為にはD'が前提. 各々の**仮説を書き加え**, きちんとつながるか確認)

## <使い方>

5. 完成図をじっくり眺め, この対立が,  
case1:根本的な対立の場合,  
**対立を解消するアイデア**を  
考案

case2: 対立が錯覚の場合,  
**錯覚と言える根拠**を提示

# 対立解消図



## ・ 対立解消図の作成(例1)

仮説  
**B**

**A**成立のためには**B**必要ななぜなら

- ・綺麗な環境の方が能率・効率があがる
- ・その方が全員気持ちが良い

仮説  
**D**

**B**成立のためには**D**前提なぜなら

- ・個人レベルでの喫煙者のマナー向上は望めない
- ・受動喫煙、副流煙被害を完全に防止する必要がある

**B**

きれいな空気の教室・学食を提供、吸い殻が落ちていない校舎の実現

**A**

快適な大学生活の場を提供する

**D**

キャンパスを全面禁煙にする

この対立は根本的

法律・条令や周辺環境との兼ね合いも踏まえ、目的に合致した施策を

対立  
Conflict

**C**

嫌煙家・愛煙家共ストレスなく勉学に励める場を提供する

**D'**(**D**の反転)

キャンパスを完全分煙にする

仮説  
**C**

**A**成立のためには**C**必要ななぜなら

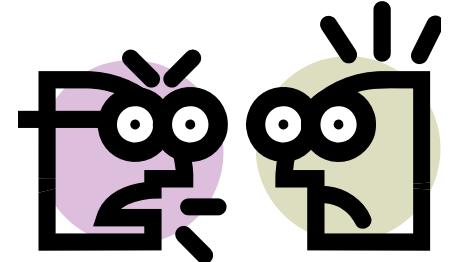
- ・喫煙場所提供で愛煙家のストレス解消
- ・喫煙場所特定で嫌煙家のストレス解消

仮説  
**D'**

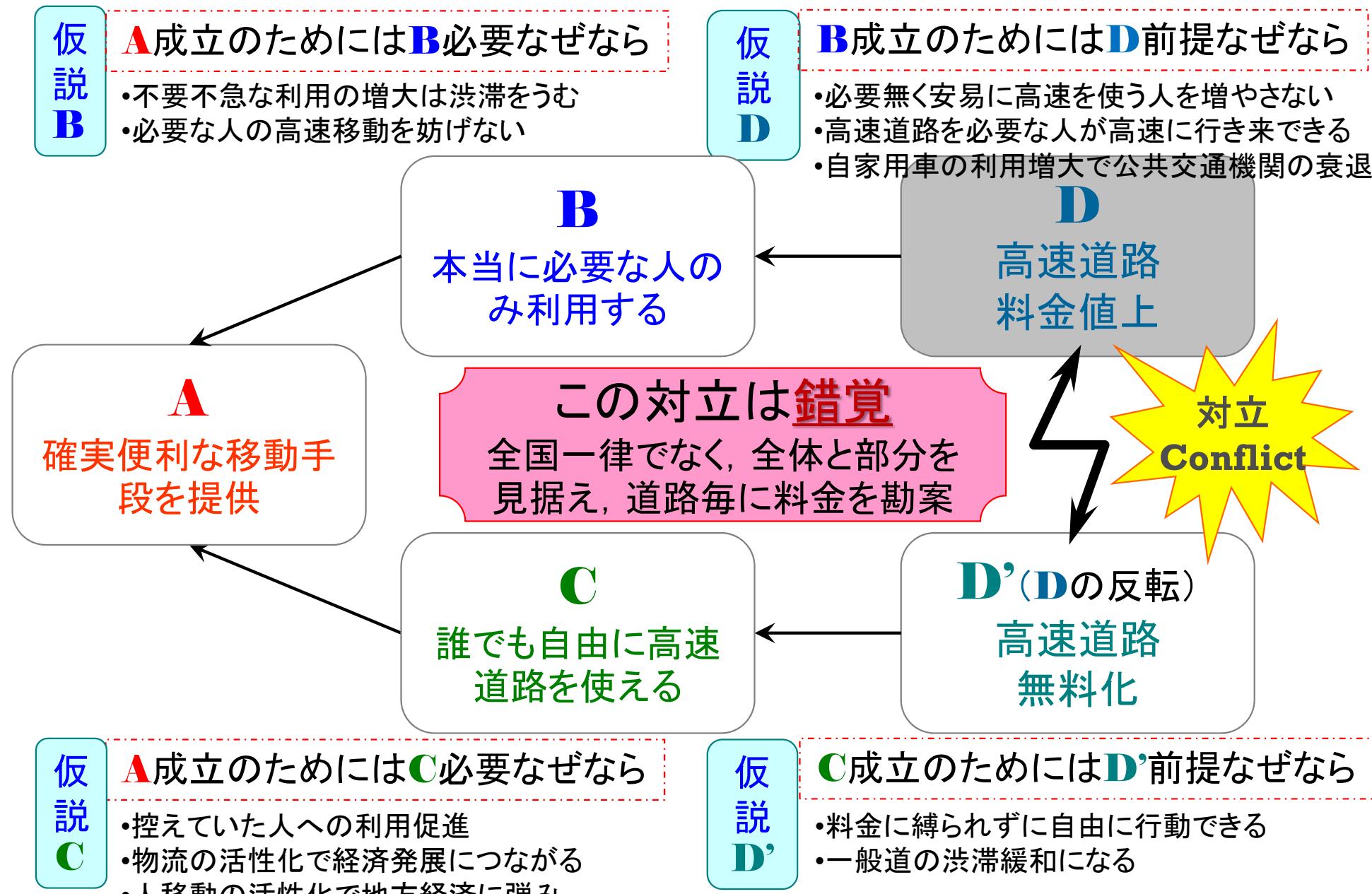
**C**成立のためには**D'**前提なぜなら

- ・双方が心地よい・安心できる
- ・場所特定で規則・マナー向上を期待できる

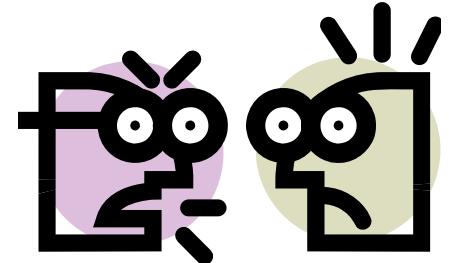
# 対立解消図



## ・ 対立解消図の作成(例2)



# 対立解消図



- 対立解消図の作成(例3)

仮説B

**A**成立のためには**B**必要ななぜなら

- 喫煙者は禁煙したくても自分の意思では出来ない

仮説D

**B**成立のためには**D**前提なぜなら

- ・喫煙が続くと必ずニコチン依存症になる
  - ・ヘビースモーカー＝ニコチン中毒患者＝病気

# A 喫煙をやめて快適 な生活へ

## B

# D ニコチンには 依存性がある

この対立は錯覚  
Dは証明されており  
D'は否定されている

# C 禁煙への強い意志 を持つ

## D'(Dの反転) ニコチンには 依存性がない

仮説  
C

**A**成立のためには**C**必要ななぜなら

- ・喫煙は本人の自由意思である

仮説  
D'

**C**成立のためには**D'**前提なぜなら

- ・タバコ産業のイメージアップ戦略(格好いい・大人)
  - ・タバコ産業のマーケット戦略(男喫煙減→女子供給)

「ニコチンには  
がある」という  
の研究結果に  
バコ産業によ  
チンには依存  
い」という主張

# 回帰分析

- 2変量  $x$  と  $y$  の関係(相関と回帰)

- 相関 correlation

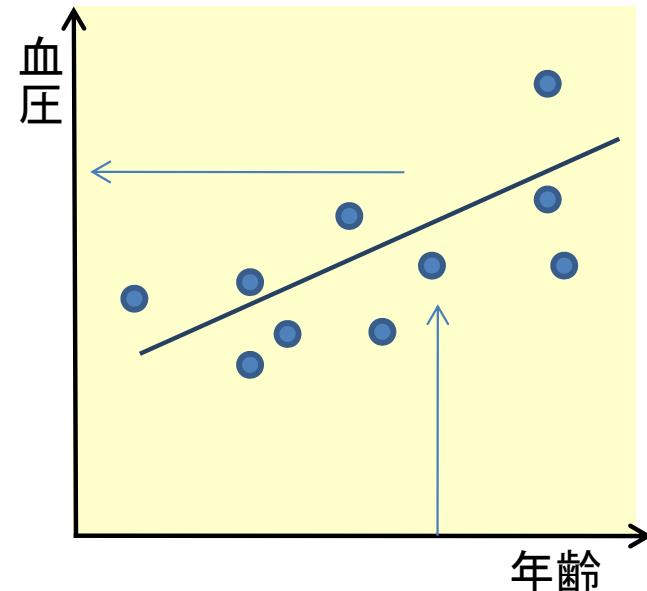
- $x$  と  $y$  との間に区別をつけず対等に見る見方・方法
  - 単なる関係

- 例: 数学の成績と英語の成績等

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
数学 $x$	65	75	84	72	69	70	72	68	78
英語 $y$	59	68	75	72	69	65	60	68	74

- 回帰 regression

- $x$  から  $y$  を見る見方・方法
  - 一方  $x$  が他方  $y$  を左右する
  - 例: 年齢と血圧, 所得と消費等



# 回帰分析

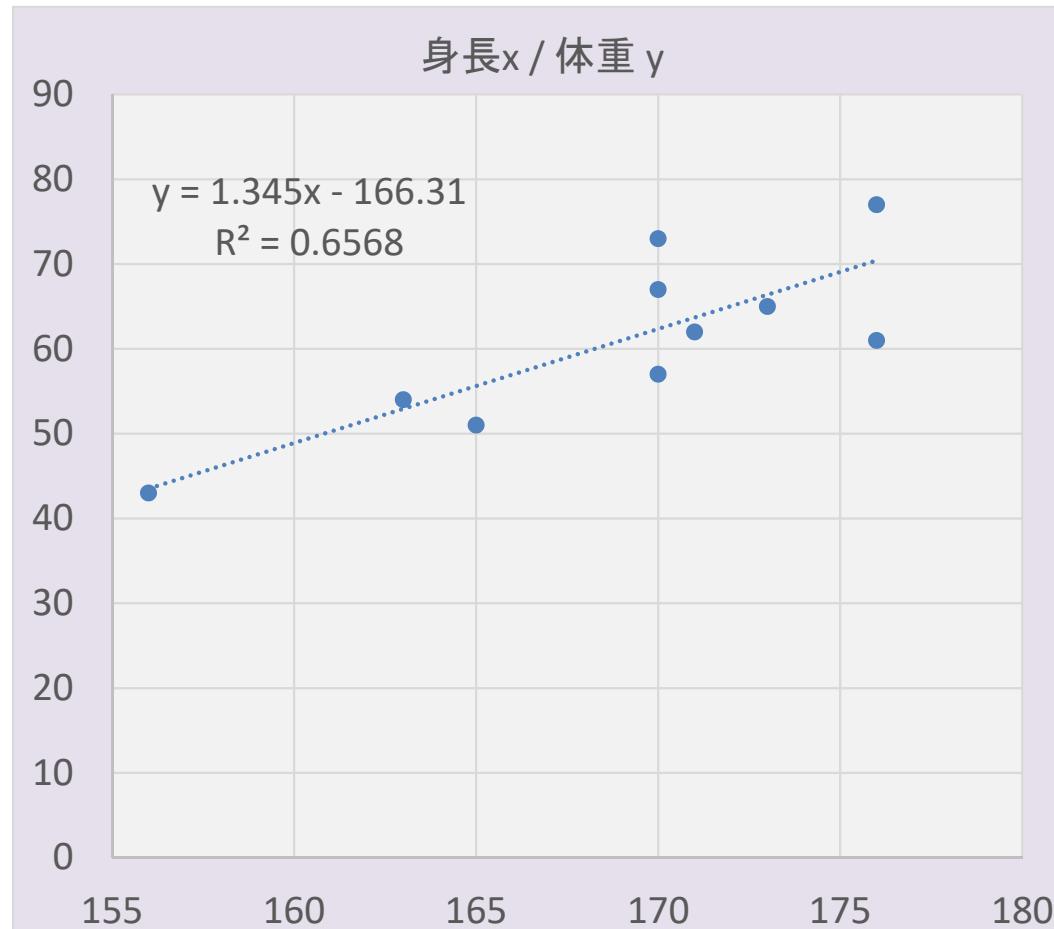
- 散布図
  - 2変量(量的データ/間隔尺度)の相関関係の有無を視覚化
- 相関係数
  - 2変量(量的データ/間隔尺度)の相関関係の有無を数値化

# 回帰分析

- 2変数の関係:  $x$ (量的)  $\times$   $y$  (量的) 図

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
身長 $x$	176	170	163	173	170	171	165	170	176	156	量的
体重 $y$	61	73	54	65	67	62	51	57	77	43	量的

散布図  
と  
回帰直線



# 回帰分析

間隔尺度に用いる相関係数

- 2変数の関係:  $x$ (量的)  $\times$   $y$ (量的)式

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均
身長 $x$	176	170	163	173	170	171	165	170	176	156	169
体重 $y$	61	73	54	65	67	62	51	57	77	43	61

相関係数

- ピアソンの積率相関係数 Pearson's product-moment correlation coefficient

$$\begin{aligned} r_{xy} &= \frac{\text{cov}_{xy}}{S_x \cdot S_y} \\ &\approx \frac{46}{5.848 \cdot 9.706} \\ &\approx 0.81 \\ (-1 \leq r_{xy} \leq 1) \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{cov}_{xy} = \frac{(176-169)(61-61) + \dots + (156-169)(43-61)}{10} = 46 \quad (x,y\text{の共分散}) \\ S_x = \sqrt{\frac{(176-169)^2 + \dots + (156-169)^2}{10}} \approx 5.848 \quad (x\text{の標準偏差}) \\ S_y = \sqrt{\frac{(61-61)^2 + \dots + (43-61)^2}{10}} \approx 9.706 \quad (y\text{の標準偏差}) \end{array} \right.$$

# 回帰分析

- 2変数の関係:  $x$ (量的)  $\times y$  (量的)式

– ピアソンの積率相関係数 Pearson's product-moment correlation coefficient

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad (-1 \leq r_{xy} \leq 1)$$

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}_{xy}}{S_x \cdot S_y} = 1$$

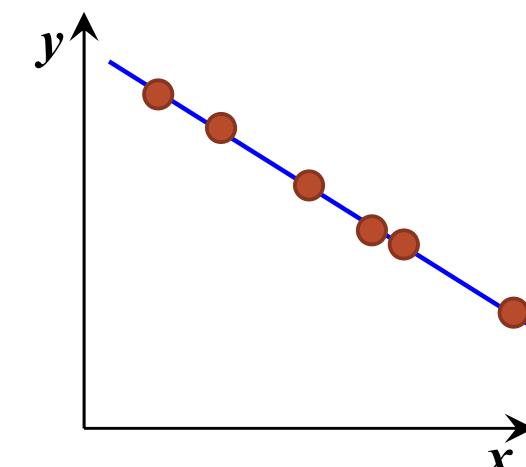
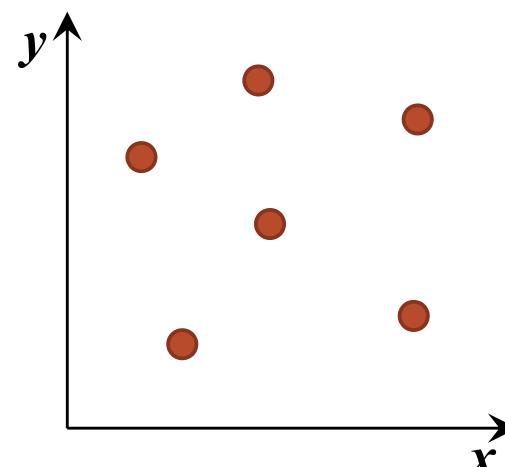
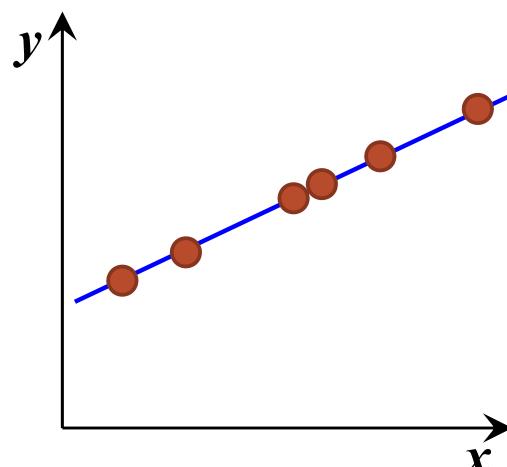
身長と体重は正の相関

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}_{xy}}{S_x \cdot S_y} = 0$$

身長と体重は無相関

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}_{xy}}{S_x \cdot S_y} = -1$$

身長と体重は負の相関



# 回帰分析

順序尺度に用いる相関係数

- 2変数の関係:  $x$ (量的)  $\times$   $y$  (量的)式

- ケンドールの順位相関係数 *Kendall tau rank correlation coefficient*

$$r_K = \frac{G - H}{G + H} \quad (-1 \leq r_K \leq 1)$$

順位が完全に一致しているとき  $r_K = +1$   
順位が完全に逆のとき  $r_K = -1$

$G$ : 正順の数

$$G + H = (n - 1) + (n - 2) + \cdots + 2 + 1 = \frac{(n - 1)n}{2}$$

↑全対数

$H$ : 逆順の数

- 例) 男女それぞれが好きな花の順番

	桜	菊	薔薇	梅	百合	鬱金香	カーネーション	椿
男	1	2	3	4	5	6	7	8
女	3	1	2	5	4	7	6	8

正順例) 桜v.s.椿 逆順例) 郁v.s.力

★男: 1 < 8

★男: 6 < 7

★女: 3 < 8

★女: 7 > 6

	菊	薔	梅	百	鬱	力	椿
桜	×	×	○	○	○	○	○
菊		○	○	○	○	○	○
薔			○	○	○	○	○
梅				×	○	○	○
百					○	○	○
鬱						×	○
力							○

$G$ : 正順[○]の数=24

$H$ : 逆順[×]の数=4

$$\rightarrow r_K = \frac{G - H}{G + H} = \frac{24 - 4}{24 + 4} = \frac{20}{28} = \frac{5}{7} \approx 0.714$$

# クロス集計と独立性の検定

- クロス集計
  - 2変量(質的データ/名義・順序尺度)の相関関係の有無を視覚化
- 連関係数
  - 2変量(質的データ/名義・順序尺度)の相関関係の有無を数値化

# クロス集計と独立性の検定

- 2変数の関係:  $x$ (質的)  $\times$   $y$  (質的) 図

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
性別 $x$	男	男	女	男	男	男	女	女	男	女
嗜好 $y$	紅茶	緑茶	珈琲	珈琲	緑茶	珈琲	紅茶	珈琲	珈琲	紅茶

↓ クロス集計

	紅茶	緑茶	珈琲	計
男	1	2	3	6
女	2	0	2	4
計	3	2	5	10 ← 総度数

周辺度数

周辺度数

# クロス集計と独立性の検定

- 2変数の関係:  $x$ (質的)  $\times$   $y$  (質的) 式

The diagram illustrates the transformation of a raw cross-tabulation table into a standardized version. On the left, a raw table shows the number of respondents for three tea types (Red Tea, Green Tea, Coffee) across two gender categories (Male, Female). Row and column totals are shown in the bottom right corner. A green arrow points from this table to a second table on the right, which shows the same data scaled by the total number of respondents (10). The scaled values are labeled in red. Above the second table, the formula for calculating these values is given:  $1.8 = \frac{3 \cdot 6}{10}$  and  $2.0 = \frac{5 \cdot 4}{10}$ . A pink box labeled '連関係数' (Coefficient of Association) is positioned above the raw table, and a green box containing the text 'クロス集計から理論度数を求める' (Find theoretical frequency from cross-tabulation) is positioned next to the green arrow.

	紅茶	緑茶	珈琲	計
男	1	2	3	6
女	2	0	2	4
計	3	2	5	10

	紅茶	緑茶	珈琲	計
男	1.8	1.2	3.0	6
女	1.2	0.8	2.0	4
計	3	2	5	10

- クラメルの連関係数 *Cramer's coefficient of association*

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \cdot m}}$$

$(0 \leq V \leq 1)$

ピアソンの  $\chi^2$  統計量

$$\left\{ \begin{array}{l} \chi^2 = \frac{(1-1.8)^2}{1.8} + \frac{(2-1.2)^2}{1.2} + \cdots + \frac{(0-0.8)^2}{0.8} + \frac{(2-2.0)^2}{2.0} \\ n = 10 \\ m = \min\{2-1, 3-1\} \\ (\text{行数}-1) \text{ と } (\text{列数}-1) \text{ の小さい方} \end{array} \right.$$

# クロス集計と独立性の検定

- 2変数の関係:  $x$ (質的)  $\times$   $y$  (質的) 式
  - クラメルの連関係数 *Cramer's coefficient of association*

	紅	緑	珈	計
男	0	3	9	12
女	6	0	0	6
計	6	3	9	18

$$\left\{ \begin{array}{l} \chi^2 = \frac{(0-4)^2}{4} + \frac{(3-2)^2}{2} + \frac{(9-6)^2}{6} \\ \quad + \frac{(6-2)^2}{2} + \frac{(0-1)^2}{1} + \frac{(0-3)^2}{3} \\ = 18 \\ n = 18 \\ m = \min\{2-1, 3-1\} = 1 \end{array} \right.$$

$$\rightarrow V = \sqrt{\frac{18}{18 \cdot 1}} = 1 \quad \text{嗜好と性別は完全相関}$$

	紅	緑	珈	計
男	3	1	8	12
女	3	2	1	6
計	6	3	9	18

$$\left\{ \begin{array}{l} \chi^2 = \frac{(3-4)^2}{4} + \frac{(1-2)^2}{2} + \frac{(8-6)^2}{6} \\ \quad + \frac{(3-2)^2}{2} + \frac{(2-1)^2}{1} + \frac{(1-3)^2}{3} \\ = 17/4 \\ n = 18 \\ m = \min\{2-1, 3-1\} = 1 \end{array} \right.$$

$$\rightarrow V = \sqrt{\frac{17/4}{18 \cdot 1}} \approx 0.49 \quad \text{嗜好と性別は多少相関}$$

	紅	緑	珈	計
男	4	2	6	12
女	2	1	3	6
計	6	3	9	18

$$\left\{ \begin{array}{l} \chi^2 = \frac{(4-4)^2}{4} + \frac{(2-2)^2}{2} + \frac{(6-6)^2}{6} \\ \quad + \frac{(2-2)^2}{2} + \frac{(1-1)^2}{1} + \frac{(3-3)^2}{3} \\ = 0 \\ n = 18 \\ m = \min\{2-1, 3-1\} = 1 \end{array} \right.$$

$$\rightarrow V = \sqrt{\frac{0}{18 \cdot 1}} = 0 \quad \text{嗜好と性別は無相関}$$

# クロス集計と独立性の検定

## • 2変数の独立性の検定

[**帰無仮説**] 嗜好に男女差がない

[**対立仮説**] 嗜好に男女差がある

	紅茶	緑茶	珈琲	計
男	1	2	3	6
女	2	0	2	4
計	3	2	5	10

クロス集計  
(観察度数)  
から  
理論度数  
を  
求める

理論度数は「嗜好に男女差がない(独立である)」ことを表しているので、観察度数と理論度数の差( $\chi^2$ 統計量)が非常に大きいなら、「嗜好に男女差がある(独立ではない)」ことになる。それを検定する

	紅茶	緑茶	珈琲	計
男	1.8	1.2	3.0	6
女	1.2	0.8	2.0	4
計	3	2	5	10

✓ ピアソンの  $\chi^2$  統計量 (観察度数と理論度数の差)

$$\chi^2 = \frac{(1 - 1.8)^2}{1.8} + \frac{(2 - 1.2)^2}{1.2} + \dots + \frac{(0 - 0.8)^2}{0.8} + \frac{(2 - 2.0)^2}{2.0} =$$

✓ 自由度 =  $(n-1)(m-1) = (2-1)(3-1) = 2$  の  $\chi^2$  分布の片側5%棄却域  $\chi^2_{0.05}(2) = 5.99146$

✓  $n$  は変量  $x$  の数(男/女で  $n=2$ )

✓  $m$  は変量  $y$  の数(紅茶/緑茶/珈琲で  $m=3$ )

✓  $\chi^2 \geq \chi^2_{0.05}(2)$  なら帰無仮説を棄却できる(独立ではない)

✓  $\chi^2 < \chi^2_{0.05}(2)$  なら帰無仮説を棄却できない(独立である)

# 参考文献

## <PDCAサイクル>

[1]塚本亮「『すぐやる人』のノート術」明日香出版社(2018)

## <マインドマップ>

[2]矢嶋美由希「実践！ふだん使いのマインドマップ」CCCメディアハウス(2015)

## <特性要因図(魚骨図)>

[3]杉浦忠「ExcelとPowerPointを使った問題解決の実践」日科技連(2002)

[4]細谷克也「QC七つ道具100問100答」日科技連(2003)

[5]大村平「QC数学のはなし」日科技連(2003)

## <対立解消図>

[6] 中野明「エリヤフ・ゴールドラットの『制約理論』がわかる本」秀和システム (2006)