

2023年度秋学期 統計学 第3回  
クロス集計と感度・特異度, データの可視化

浅野 晃  
関西大学総合情報学部



データの種類～尺度水準～🤔

データは数字だとは言っても

数字は、必ずしも「数量」を表しているとは限りません

例えば、選択肢の「1番・2番・3番」は、

数字ではない「a・b・c」でも「イ・ロ・ハ」でも同じだから、数「量」ではない

尺度水準

統計学では、数字を「数量」としての意味をどのくらい持っているかで **これを尺度水準という**  
4つのレベルに分けている

比例尺度	量的データ	足し算引き算ができる
間隔尺度		
順序尺度	質的データ	足し算引き算ができない
名義尺度		

## 名義尺度

選択肢を区別するための、単なる記号。

1番・2番・3番 さあどれ？

男性:1 女性:2

2番が1番より大きいという意味は？ **ない**

## 順序尺度

数字の順番にのみ意味がある

この講義に満足しましたか？

1) 非常に不満・2) 不満・3) 満足・4) 非常に満足

2番は1番より満足度が大きい、

「2番と1番の満足度の差」と「3番と2番の満足度の差」は **同じではない**

## 間隔尺度

数値の間隔にも意味がある

摂氏温度(20°C, -10°C)

「0°Cと10°Cの温度の差」と「-10°Cと0°Cの温度の差」は？ **同じ**

20°Cは10°Cの2倍暖かい？ **そんなことはない**🙅

20°Cは-10°Cの何倍暖かい？ **???**

## ところで:「華氏温度」を使う人の言い分

摂氏温度には、マイナスがふつうに出てくる



2018年2月28日 フィンランド・タンペレ市

※米国で頑なに「華氏温度」が使われているのは、「通常の気温では、マイナスが出てこないし、わかりやすい数字」だという言い分もある

摂氏(°C)	華氏(°F)
-17.8	0
0	32
10	50
21.1	70
26.7	80
32.2	90
37.8	100

## ところで:「摂氏温度」を使う人の言い分

※寒い土地では、気温が摂氏温度で+か-かは、  
雪が融けるか融けないかの違いなので、きわめて重要



2018年2月13日

「+0°C」は、  
0°C以上+0.5°C未満であることを示す

## 比例尺度

間隔だけでなく比率にも意味がある

長さ・重さ・年齢など

40歳の人は、20歳の人の2倍の年数を生きている。

マイナスの値は存在しない  
(温度なら、摂氏温度ではなく絶対温度がこれにあたる)

※絶対温度とは、これ以上冷やすことができない「絶対零度」を「0度」として表す温度。

## 簡単に「平均」というけれど

平均できるのは、足し算ができる量的データ(間隔尺度・比例尺度)だけ

この講義に満足しましたか?

1) 非常に不満・2) 不満・3) 満足・4) 非常に満足

こういうのの平均は、本当は意味がない

もし平均を計算していれば、それは間隔尺度だと近似的に考えていることになる。

クロス集計🤔

## 質的データの解析について

次回以降は、平均を計算できるデータ=量的データ を扱います

今日は、質的データを扱うクロス集計について

## クロス集計

例:商品Aが好きか嫌いか

→好きな人:50%, 嫌いな人:50%

これだけでは大したことはわからない

そこで、回答者が男性か女性かも記録しておく

※最近では、性別を尋ねる質問には注意を要します。

「男性・女性・答えない」という選択肢のものも多くなりました。ここでは、説明を簡単にするために「男性/女性」としておきます。

※関西大学では、2017年度から、受講生名簿に性別欄がなくなりました。

## クロス集計

	好き	嫌い	合計
男性	20	30	50
女性	30	20	50
合計	50	50	100

男性は「嫌い」が多く

女性は「好き」が多い

これが[クロス集計]

ひとつのデータ群を2つの項目から見て、項目間の関係を表す

## 検査の感度

新しい検査法をテスト

	本当に病気である	本当は病気ではない
検査で陽性	A	B
検査で陰性	C	D
合計	A + C	B + D

$A/(A+C)$  [感度] 本当に病気の人のうち、検査で陽性になる人の割合

感度が高ければよいというわけではない

病気であってもなくても「陽性」と答えるなら、 $C=0$ で感度100% ※いわゆる「オオカミ少年」。

## 検査の特異度

	本当に病気である	本当は病気ではない
検査で陽性	A	B
検査で陰性	C	D
合計	A + C	B + D

$D/(B+D)$  【特異度】 本当は病気でない人のうち、検査で陰性になる人の割合

特異度が高ければよいというわけでもない

病気であってもなくても「陰性」と答えるなら、 $B=0$ で特異度100%

## 感度と特異度

	本当に病気である	本当は病気ではない
検査で陽性	A	B
検査で陰性	C	D
合計	A + C	B + D

感度・特異度の両方を同時に100%近くにするのはむずかしい

「感度が90%のとき、特異度はいくら」という言い方で、検査の能力を表す

## テキストの例題

ある病気を、感度80%、特異度99%で発見する検査があります。

この病気にかかっている人が検査対象者の1%であるとき、

検査で陽性だった人のうち、本当にこの病気にかかっている人の割合は  
いくらでしょうか。

## テキストの例題

	本当に病気	本当は病気でない	合計
検査で陽性	80	99	179
検査で陰性	20	9801	9821
合計	100	9900	10000

テキストの表3

感度80%、特異度99%

この病気にかかっている人が検査対象者の1%

話を簡単にするため、対象者が10000人いるとする

10000人のうち、  
本当に病気の人は1%だから100人、本当は病気でない人が9900人

感度80%だから、  
病気の100人のうち 陽性になるのは80人、陰性になってしまう人が20人

特異度99%だから、  
病気でない9900人のうち 陰性になるのは9801人、陽性になってしまう人が99人

## テキストの例題

	本当に病気	本当は病気でない	合計
検査で陽性	80	99	179
検査で陰性	20	9801	9821
合計	100	9900	10000

このクロス集計表で、

検査で陽性の人は合計179人　うち、本当に病気なのは80人

検査で陽性の人のうち、本当に病気の方は  
 $80 / 179 = 0.447$  つまり44.7%　　半分にも満たない

これでは検査の意味がありません。ではどうすれば？　それは演習問題で。

## データの可視化

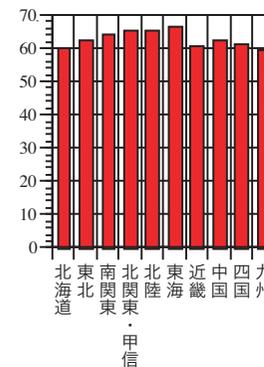
## データの可視化

人は、  
数字の羅列をざーっと見て即座に意味が理解できるほど  
賢くはない

グラフなどの形に「描いて」理解しやすくする

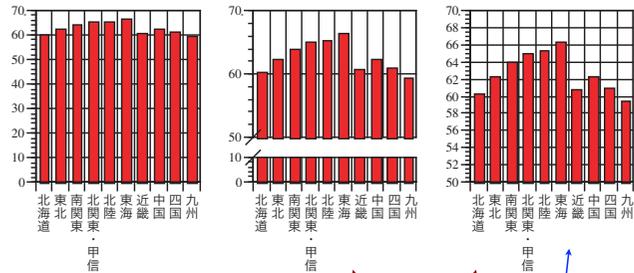
## 棒グラフ

棒グラフ、はよくご存じだと思いますが



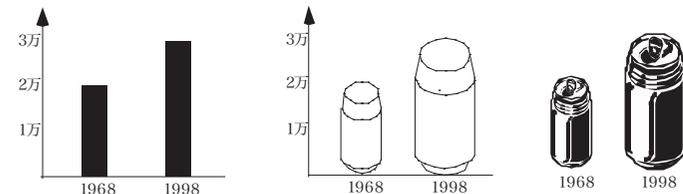
棒グラフでは  
横軸は名義尺度でもよい  
数字でなくてもよい、　というのが重要

## 差が際立って見えるのはどれ？



棒の長さが値に比例していない  
縦軸の途中を切断(ブレイク)するという「言い訳」すらしていない(ズル)

## こんな描き方はない？



長さが2倍なら、  
面積は4倍  
体積は8倍  
になる

高さで量を表すはずなのに、棒の幅や厚み感も変えて、  
面積・体積で表しているかのように印象づけている

縦軸がないから、体積で量を表しているように見える(ズル)

## ナイチンゲールのグラフ

## フローレンス・ナイチンゲールという人

フローレンス・ナイチンゲールは近代的な看護の先駆者

ナイチンゲールの誕生日の5月12日は  
国際ナースデー(日本では「看護の日」とされています)。

※昔の欧州では、看護師は「卑しい職業」とされていたそうです。  
ナイチンゲールをはじめとする人々により、現代のように、  
看護師は医療の重要な担い手となりました。

## やさしいかんごふさん？

※子ども向けのナイチンゲールの伝記では、  
なぜか「やさしいかんごふさん」のように描かれているのですが…

### ナイチンゲールの業績は

- 戦場の病院での**衛生管理**を徹底することによって、  
感染症による死者を大幅に減らしたこと
- その実績をデータとしてまとめ、**グラフによる可視化**を行って  
英国の女王や政治家に示すことで、同国の政策を動かしたこと

## Florence Nightingale



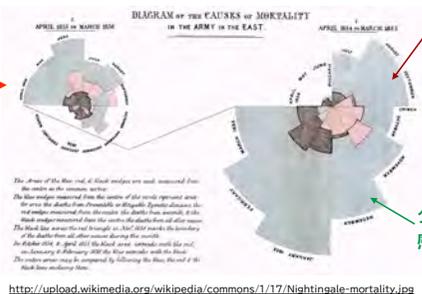
統計学者、英国の社会変革者、近代看護の創始者  
(Florència 1820 – Londres, 1910)  
Estadística, reformadora social britànica  
i fundadora de la infermeria moderna.

Matemàtica del curs FME 2020 - 2021

## ナイチンゲールのグラフ

### クリミア戦争における英国陸軍の死者数

1855年4月以後、  
衛生管理によって  
各月の死者数が  
大きく減ったことを  
示している



ひとつの扇形の面積 =  
各月の死者数

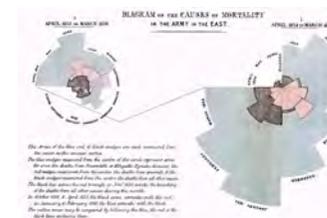
グレーの部分の面積 =  
感染症による死者数

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Nightingale-mortality.jpg>

しかし、この方式のグラフ(coxcomb「鶏のトサカ」といいます)は、  
現在の水準では問題があります。

## ナイチンゲールのグラフの問題点

### なにが問題なのか



- 面積で量を表すと、大小の印象はつきやすい。  
しかし、長さや角度に目盛りをうつことはできるが、面積に目盛りをうつことはできないから、面積で表された量を正確に把握するのはむずかしい。
- とくに、正方形ではなく扇形の面積を把握するのはむずかしく、大きな扇形が誇張されて見える。