

# 予測に必要な 統計の基礎知識

北海道 DX人材育成研究会

# 目次

- 統計を学ぶ意義、目標（ゴール）について
- データの代表値
- データの種類
- グラフの種類
- データの集計・散らばり
- 相関関係
- 混同行列

# 統計を学ぶ意義、目標（ゴール）について

pythonや実際の予測を学習していく上で、先に統計のみを学ぶ意義について簡単に説明します。

統計は上記を学習する流れの中でも学ぶことができますが、それだけでは理解を深めるには厳しい場合もあります。

例えば、ヒストグラムの作成にあたり、実際はpython (matplotlib) が自動的に描いてくれるため、その過程である度数分布表については自分で作る必要はありません。

しかし、pythonの中で何が行われているのかについて知識があった方が、今後の予測の学習の理解が深まると考えられます。

ここでは、統計学を通して、実際にpythonの中で何が行われているのか理解し、今後の予測の学習の理解を深めることを目標に学習していきましょう。

データの代表値

# 平均値・外れ値

## 平均値

- 全てのデータを足し合わせ、足し合わせた数で割ることで求められる値。
- 外れ値の影響を受ける。

## 外れ値

- 測定された値の中で他のデータとかけ離れている値。
- 他のデータの分布とは明らかに異なる場所に数値が出現したりする値。

販売店	価格
A	103
B	102
C	98
D	108
E	105
F	110
G	105
H	97
I	100

平均値

合計 ÷ 販売店数 =

103.11

外れ値が  
あると...

販売店	価格
A	103
B	102
C	98
D	108
E	105
F	110
G	105
H	97
I	3

平均値

合計 ÷ 販売店数 =

92.33

→ 外れ値

# 最頻値・中央値

## 最頻値

- データの出現率が最大の値。

## 中央値

- 全てのデータを小さい順に並べた時に真ん中に来る値。
- データ数が偶数の場合は、 $n$ 番目のケースと $n+1$ 番目のケースの値を足して2で割った値となる。
- 歪んだ分布や外れ値が多い分布では中央値を用いることが多い。

販売店	価格
A	103
B	102
C	98
D	108
E	105
F	110
G	105
H	97
I	100

価格順に  
並び替え



販売店	価格
H	97
C	98
I	100
B	102
A	103
E	105
G	105
D	108
F	110

最頻値

→ 中央値

データの種類

# 量的変数

数値化できる値のこと。

- 比率尺度 原点に意味、単位は任意（百万円単位の売上など）
- 間隔尺度 原点・単位とも任意（偏差値など）

Pythonの主要な型でいうと・・・

- int型（整数値）
- float型（小数点を含む実数値）
- datetime型（日付や時間の値）

## 量的変数の例

- 気温（10℃、25℃）
- 湿度（30%、50%）
- 値段（110円、500円）



# 質的変数

数値化できない値のこと。

- 順序尺度 値のあいだに順序がある（アンケートの評価など）
- 名義尺度 値は、他の値との区別があるだけ（天気、性別など）

Pythonの主要な型でいうと・・・

- bool型（TrueかFalseかの真偽値）
- str型（文章・テキストを形成する文字列値）
- int型（文字として扱う場合）
- float型（文字として扱う場合）

## 質的変数の例

- 天気（晴れ、曇り）
- 背番号（44番、100番）
- 好物（寿司、ステーキ）

# テキスト：量的変数と質的変数

【問題】 下記の変数は量的変数、質的変数のどちらか。

問題
好きな色
身長
順位
部屋の数
性別
車のナンバー
名前
くじ引きの結果
学年

具体的な変数で  
考えてみると…



具体例
赤、青、緑
160cm、175cm、180cm
1位、2位、10位
3部屋、4部屋、5部屋
男、女
7777、0001
太郎、花子、一郎
1等、2等、はずれ
1年生、2年生、3年生

次ページに  
解答があるので、  
答えを考えてから  
進んでください！

# 解答：量的変数と質的変数

【問題】 下記の変数は量的変数、質的変数のどちらか。

問題	具体例	答え
好きな色	赤、青、緑	質的変数
身長	160cm、175cm、180cm	量的変数
順位	1位、2位、10位	量的変数
部屋の数	3部屋、4部屋、5部屋	量的変数
性別	男、女	質的変数
車のナンバー	7777、0001	<b>質的変数</b>
名前	太郎、花子、一郎	質的変数
くじ引きの結果	1等、2等、はずれ	<b>質的変数</b>
学年	1年生、2年生、3年生	<b>質的変数</b>

具体例が数字でも、  
質的変数となる場合がある。

# “数字”と“数値”の違いについて

int型,float型（数字）でも量的変数（数値扱い）ではなく質的変数（文字扱い）になる場合がある。

例えば学年のクラス分けで1組2組と分ける場合、Excel表にすると「組」の列の値には1や2が入るが、単なるラベル（文字）がたまたま数字であるというだけで、この場合は計算対象にならないので量的変数ではなく質的変数になる。

	組	人数
	1	35
	2	34
合計	2	69

「組」の数字を  
文字に置き換え



	組	人数
	A	35
	B	34
合計	2	69

数字を文字に置き換えても  
合計に影響はないので  
「組」の値は質的変数

# 解答：量的変数と質的変数

【問題】 下記の変数は量的変数、質的変数のどちらか。

問題	具体例	答え	数字が含まれる場合、置き換え可能か
好きな色	赤、青、緑	質的変数	
身長	160cm、175cm、180cm	量的変数	置き換え不可
順位	1位、2位、10位	量的変数	置き換え不可
部屋の数	3部屋、4部屋、5部屋	量的変数	置き換え不可
性別	男、女	質的変数	
車のナンバー	7777、0001	質的変数	***7、***1に置き換え可
名前	太郎、花子、一郎	質的変数	
くじ引きの結果	1等、2等、はずれ	質的変数	大賞、副賞、落選に置き換え可
学年	1年生、2年生、3年生	質的変数	初等、中等、上級に置き換え可

# グラフの種類

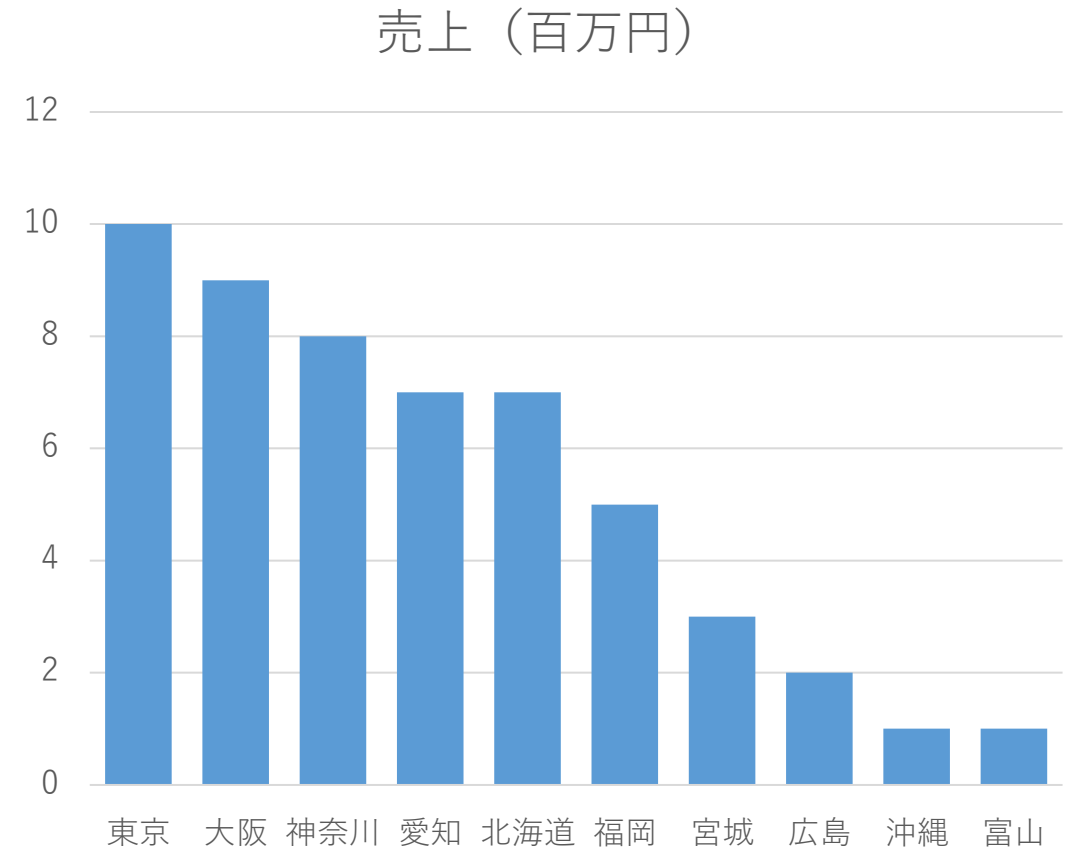
# 棒グラフ

縦軸にデータ量を取り、棒の高さでデータの大小を表したグラフ。

値の高い項目や低い項目を判別するのに有効で、データの大小を比較するのに適している。

縦軸：量的変数

横軸：質的変数（量的変数の場合もあり）



# 折れ線グラフ

主に時系列などの連続的変化を捉えるときに使用する。

横軸に年や月といった時間を、縦軸にデータ量を取り、それぞれのデータを折れ線で結んだグラフ。

データの増減を見るのに適しており、グラフの傾きから、変化の大きさを読み取ることができる。

縦軸：量的変数

横軸：日付型（量的変数）





データの集計・散らばり

# 単純集計

アンケート等の設問ごとの集計のこと。

回答者	性別	評価
1	男	良い
2	女	普通
3	男	普通
⋮	⋮	⋮
50	女	普通

「性別」を単純集計

性別	実数（人）	比率（％）
男	20	40
女	30	60

「評価」を単純集計

評価	実数（人）	比率（％）
良い	20	40
普通	20	40
悪い	10	20

# クロス集計

単純集計をかけ合わせた集計のこと。

- ・ 量的変数同士の関係性を検証するのに有効。

性別	実数（人）	比率（％）
男	20	40
女	30	60

評価	実数（人）	比率（％）
良い	20	40
普通	20	40
悪い	10	20



クロス集計



	良い	普通	悪い	合計
男	12	2	6	20
女	8	18	4	30
合計	20	20	10	50

# 度数分布表

データを任意の範囲ごとに分割し、  
それぞれの範囲内に存在するデータ数を表にまとめたもの

**階級**：度数を集計するための区間。

**階級値**：その階級を代表する値、階級の中央値。

**度数**：各階級に含まれるデータ数。

**相対度数**：各階級の度数が全体に占める割合。  
度数 ÷ 総データ数。

**累積相対度数**：その階級までの相対度数の全ての和。  
(累積和)

度数分布表

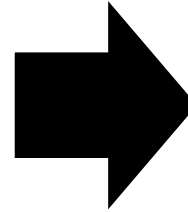
階級	階級値	度数	相対度数	累積相対度数
1以上20未満	10	28	0.096551724	0.096551724
21以上40未満	30	71	0.244827586	0.34137931
41以上60未満	50	86	0.296551724	0.637931034
61以上80未満	70	67	0.231034483	0.868965517
81以上100未満	90	38	0.131034483	1

# 度数分布表の作り方

78	26	84	90	47	6	90	6	83	43	77	57
69	34	97	82	70	89	26	52	69	69	99	5
57	15	31	5	99	67	37	99	42	23	68	79
55	58	6	65	80	61	67	8	44	14	2	85
36	85	42	2	28	13	30	15	71	23	25	76
61	50	5	70	22	78	14	35	89	16	33	72
26	38	61	73	77	22	60	63	44	74	33	48
35	59	56	64	33	30	75	53	35	64	25	60
31	41	75	45	35	65	73	32	65	64	37	66
36	25	36	69	47	31	77	51	64	62	58	63
70	72	72	63	24	53	25	36	75	78	28	52
44	41	57	44	47	43	47	48	56	49	50	56
52	51	50	52	47	57	54	53	51	48	53	47
49	41	56	47	53	49	42	59	53	51	59	59
48	46	41	54	44	56	48	53	44	46	42	44
90	37	88	56	79	47	33	93	33	79	9	20
61	97	38	24	18	31	6	39	90	84	9	15
18	36	53	27	91	91	49	69	49	91	74	38
3	73	97	79	32	99	37	71	34	77	18	76
70	28	91	56	18	44	70	93	98	80	61	21
98	38	62	69	53	26	53	23	71	25	92	27
60	80	3	96	87	88	92	35	98	29	35	71
16	29	35	25	43	52	87	58	25	3	33	28
62	90	80	78	99	31	66	70	77	33	30	40
28	45	60	11	90	53	34	50	25	66	73	38

元データ

小さい順に並べ替え、  
階級ごとに区切る



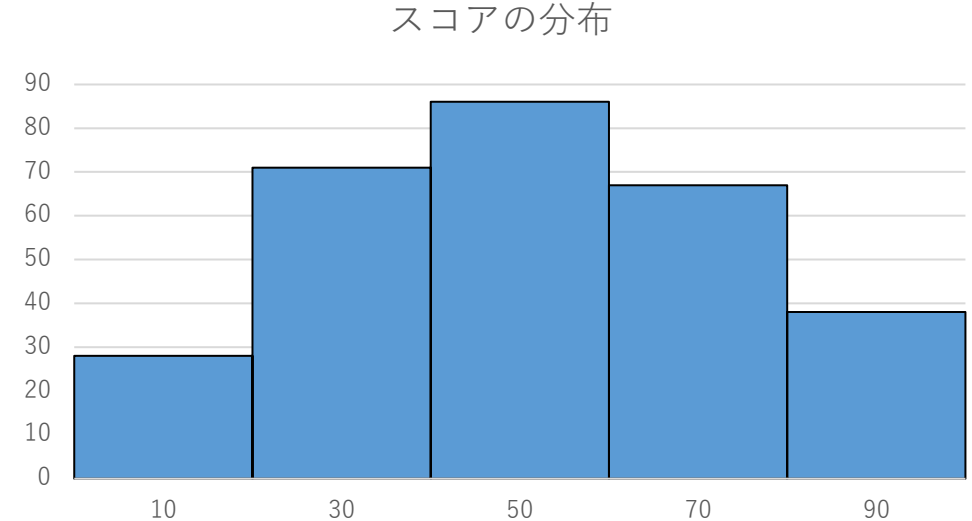
2	18	27	34	40	47	52	56	63	70	78	90
2	18	28	34	41	47	52	57	63	70	78	90
3	18	28	34	41	47	52	57	64	71	78	90
3	20	28	35	41	47	52	57	64	71	78	90
3	21	28	35	41	47	52	57	64	71	79	90
5	22	28	35	42	47	53	58	64	71	79	91
5	22	29	35	42	47	53	58	65	72	79	91
5	23	29	35	42	48	53	58	65	72	79	91
6	23	30	35	42	48	53	59	65	72	80	91
6	23	30	35	43	48	53	59	66	73	80	92
6	24	30	36	43	48	53	59	66	73	80	92
6	24	31	36	43	48	53	59	66	73	80	93
8	25	31	36	44	49	53	60	67	73	82	93
9	25	31	36	44	49	53	60	67	74	83	96
9	25	31	36	44	49	53	60	68	74	84	97
11	25	31	37	44	49	53	60	69	75	84	97
13	25	32	37	44	49	54	61	69	75	85	97
14	25	32	37	44	50	54	61	69	75	85	98
14	25	33	37	44	50	55	61	69	76	87	98
15	25	33	38	44	50	56	61	69	76	87	98
15	26	33	38	45	50	56	61	69	77	88	99
15	26	33	38	45	51	56	62	70	77	88	99
16	26	33	38	46	51	56	62	70	77	89	99
16	26	33	38	46	51	56	62	70	77	89	99
18	27	33	39	47	51	56	63	70	77	90	99

各項目を計算

階級	階級値	度数	相対度数	累積相対度数
1以上20未満	10	28	0.096551724	0.096551724
21以上40未満	30	71	0.244827586	0.34137931
41以上60未満	50	86	0.296551724	0.637931034
61以上80未満	70	67	0.231034483	0.868965517
81以上100未満	90	38	0.131034483	1

# ヒストグラム

- 縦軸に度数、横軸に階級または階級値を取り、各区間の個数や数値のばらつきを表現するグラフ。
- 分布の可視化に適している。
- ヒストグラムでは横軸の階級に連続した順番があり、一つの連続したデータの度数の分布を伝えるツール。
- 棒グラフと似ているが、一つひとつの棒グラフが表す内容はそれぞれ独立した意味を持っており、こちらは対等な関係で比較・対象するために用いられる。



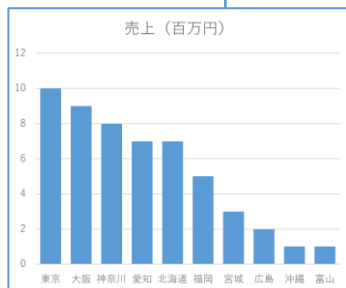
縦軸：度数

横軸：階級または階級値

# ヒストグラムと他のグラフとの違い

- 棒グラフや折れ線グラフ等、ヒストグラム以外のグラフでは縦軸と横軸に2種類のデータを用いる。
- 一方でヒストグラムでは、縦軸に取る度数も横軸に取る階級または階級値も、先述の通り横軸に取ったデータをもとに算出されるため、用いるデータは1種類のみとなる。

## 棒グラフ



縦軸：売上額  
横軸：都道府県名

### 【使うデータ】

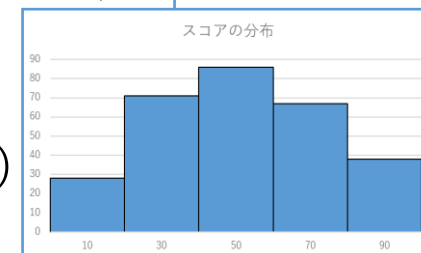
- 売上額のデータ（量的変数）
- 都道府県のデータ（質的変数）

## ヒストグラム

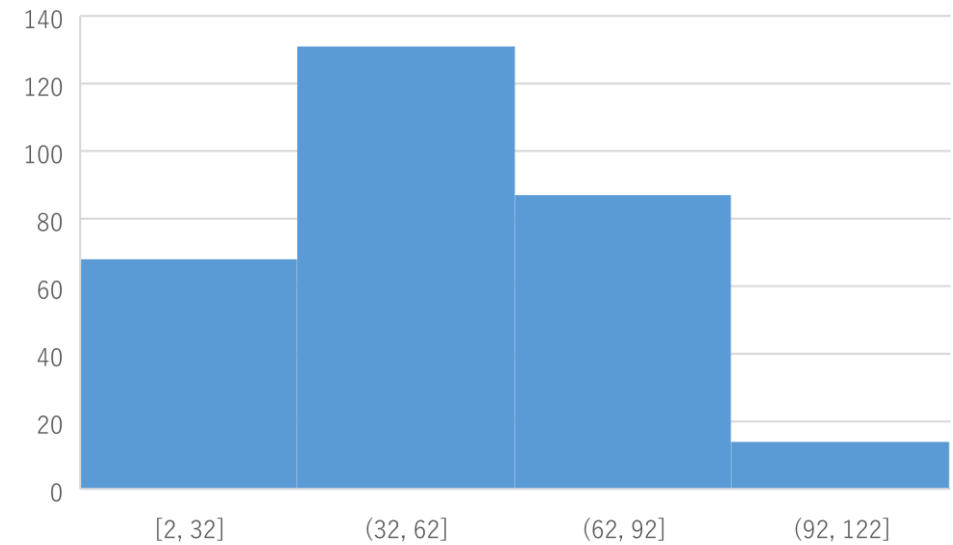
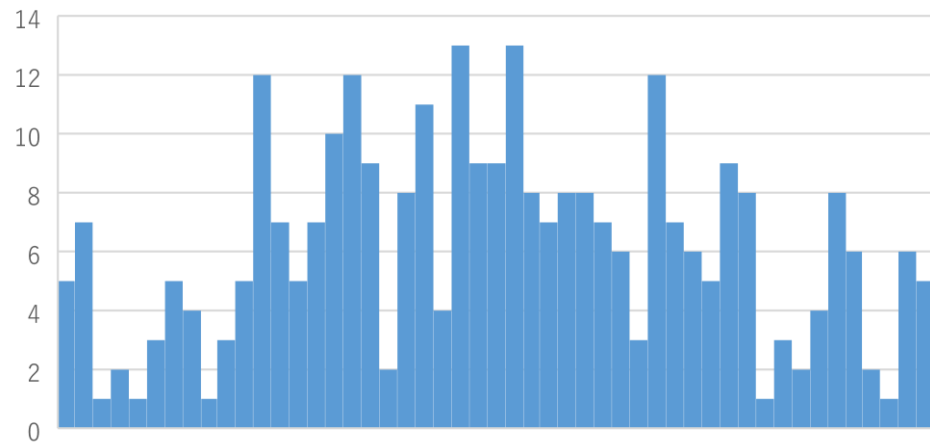
縦軸：度数（スコアのデータから算出）  
横軸：階級（スコアのデータから算出）

### 【使うデータ】

- スコアのデータ（量的変数）



# ヒストグラムの階級分けについて





相關關係

# 相関関係

一方が他方との関係を離れては意味をなさないようなものの間の関係。  
どちらかの事象がもう片方の事象の直接的な原因かどうかは不明。

## 相関係数

あるデータ同士の関係性を数値化したもので、「-1～+1」の間で表現する手法。

データ同士の関連性を数値で表す際などに活用される。

1に近いほど正の相関がある、-1に近いほど負の相関がある、0に近いほど相関がないことを意味する。

# 散布図

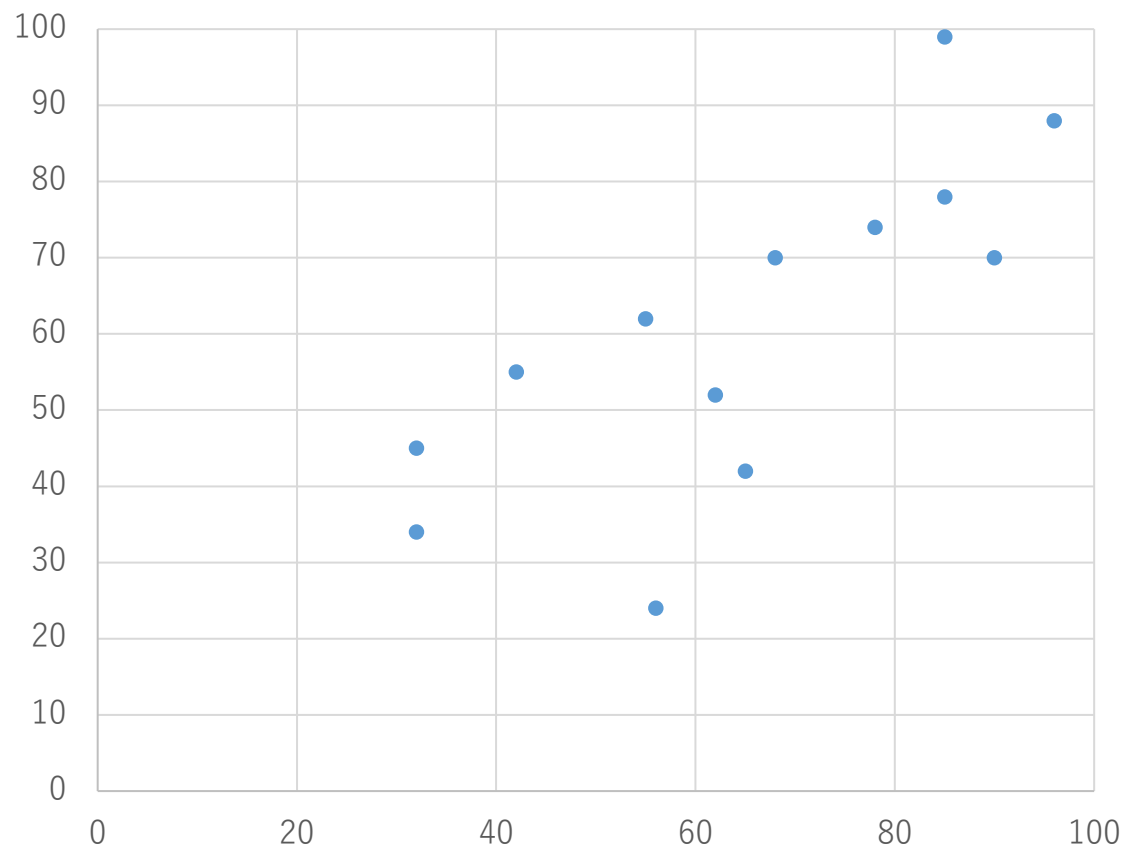
横軸と縦軸にそれぞれ別の量を取り、データが当てはまるところに点を打って示す（プロットする）グラフ。

2つの量の間に関係があるかを示すだけであり、どちらかが原因となってもう一方が起こるといった因果関係を示すものではない。

縦軸：量的変数

横軸：量的変数

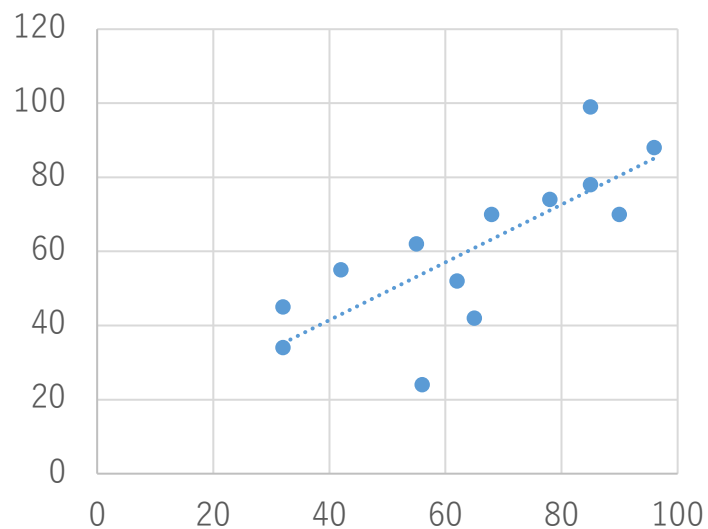
国語（縦軸）と英語（横軸）の点数の散布図



# 正の相関・相関なし・負の相関

## 正の相関

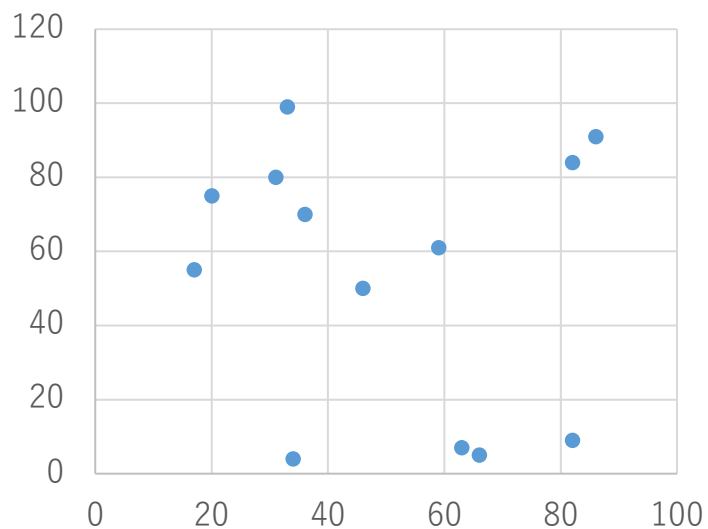
横軸の値 (x) が増加すると縦軸の値 (y) も増加するという関係のこと。



相関係数：0.769

## 相関関係なし

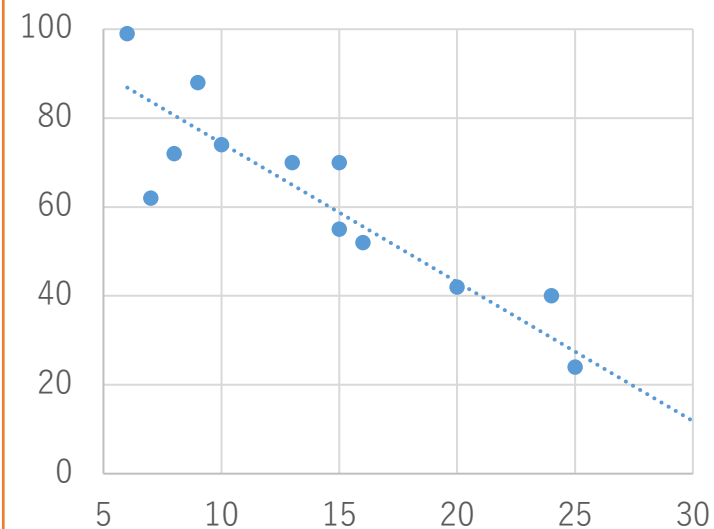
xが増加してもyに増減の傾向が見られない関係のこと。



相関係数：0.178

## 負の相関

xが増加するとyが減少するという関係のこと。

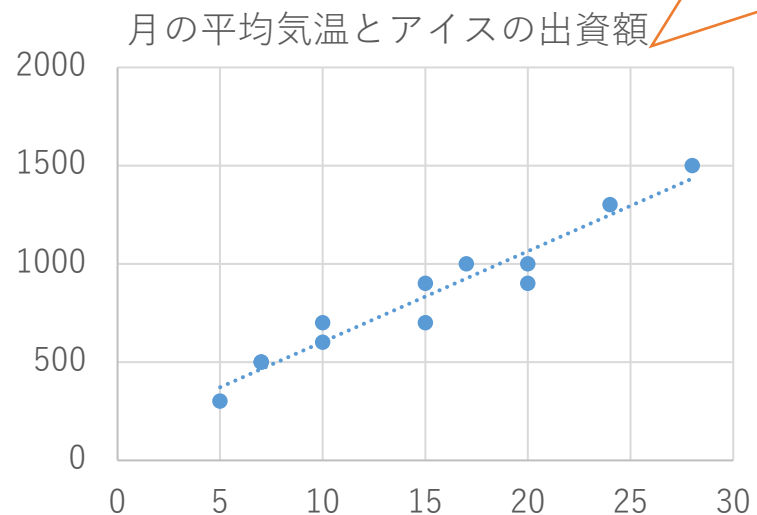


相関係数：-0.932

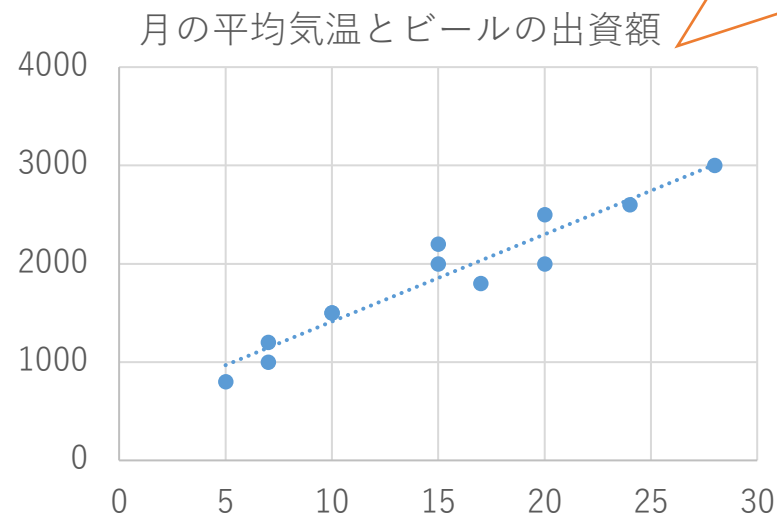
# 因果関係

2つの事象のうち一方が原因となって他方の結果があるという関係のこと。

月の平均気温が高い  
↓  
アイスの出資額が高くなる



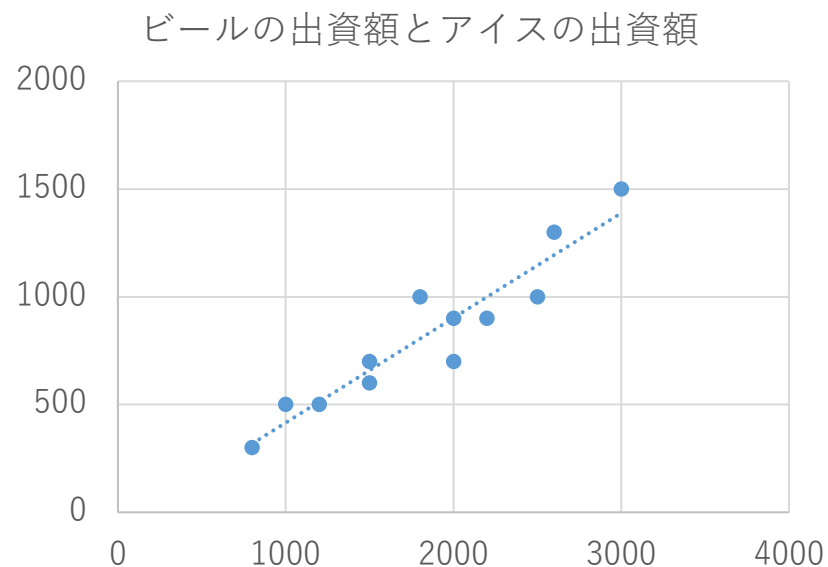
月の平均気温が高い  
↓  
ビールの出資額が高くなる



# 疑似相関

## 疑似相関

因果関係がないのにあたかも因果関係があるように見えること。



ビールの出資額が高い  
↓  
アイスの出資額が高くなる

ビールの出資額もアイスの出資額も  
気温の高さが原因で変化しており  
どちらかが原因というわけではない。

混同行列

# 混同行列

あるデータを分類したときに、その正解・不正解の数を整理しておく表のこと。

例) 100人がPCR検査を受けた際の検査結果と、実際にコロナに罹患していたかどうか。

	PCR検査で陽性反応	PCR検査で陰性反応
コロナウイルスに罹患している	<b>真陽性(True Positive)</b> 判別したいものを正しく判別できた数 ・ 陽性と判定したものが正解（真）である	<b>偽陰性(False Negative)</b> 判別したいものを誤って判別できなかった数 ・ 陰性と判定したものが不正解（偽）である
実際はコロナウイルスに罹患していない	<b>偽陽性(False Positive)</b> 判別対象外のものを誤って判別してしまった数 ・ 陽性と判定したものが不正解（偽）である	<b>真陰性(True Negative)</b> 判別対象外のものを正しく判別できなかった数 ・ 陰性と判定したものが正解（真）である



# 評価指標

混同行列から精度を算出する方法のこと。  
どの評価指標が最善なのは目的によって異なる。

例) 100人がPCR検査を受けた際の検査結果と、実際にコロナに罹患していたかどうか。

左図は、PCR検査とコロナの罹患状況をもとに、  
下記の表に混同行列の各項目の人数をまとめたもの。

この結果をもとに各評価指標を算出していく。

	PCR検査で 陽性反応	PCR検査で 陰性反応	
コロナウイルスに 罹患している	真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人	合計45人
コロナウイルスに 罹患していない	偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人	合計55人
	合計35人	合計65人	全体100人

# 正解率

全データのうち、正解したデータ数の割合。

正解した人数(TP30+FP50) ÷ 全体の人数(100) = 正解率80%

真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人
偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人

正解した人数80人

全体の人数 100人

真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人
偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人

	PCR検査で 陽性反応	PCR検査で 陰性反応	
コロナウイルスに 罹患している	真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人	合計45人
コロナウイルスに 罹患していない	偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人	合計55人
	合計35人	合計65人	全体100人

# 再現率

判別したデータのうち実際に正解できた割合。

検査で陽性となったコロナ患者数(TP30) ÷ 全体の実際のコロナ患者 (TP30+FN15) = 再現率66.67%

真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人
偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人

検査で陽性となったコロナ患者数30人

全体の実際のコロナ患者 45人

真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人
偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人

	PCR検査で 陽性反応	PCR検査で 陰性反応	
コロナウイルスに 罹患している	真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人	合計45人
コロナウイルスに 罹患していない	偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人	合計55人
	合計35人	合計65人	全体100人

# 適合率

判別対象のデータを判別したうち、正解している割合。

検査で陽性となったコロナ患者数(TP30)÷検査で陽性となった人数 (TP30+FP5) = 適合率85.71%

真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人
偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人

検査で陽性となったコロナ患者数30人

検査で陽性となった人数 35人

真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人
偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人

	PCR検査で 陽性反応	PCR検査で 陰性反応	
コロナウイルスに 罹患している	真陽性(TP) 30人	偽陰性(FN) 15人	合計45人
コロナウイルスに 罹患していない	偽陽性(FP) 5人	真陰性(TN) 50人	合計55人
	合計35人	合計65人	全体100人

# F値

再現率と適合率の調和平均(逆数の平均の逆数)。

再現率と適合率はトレードオフ(再現率が上がると適合率が下がり適合率が上がると再現率が下がる)の関係のため、再現率と適合率を一方に偏らせずに均等に評価したい場合に使われる。

再現率 $\frac{30}{45}$ 、適合率 $\frac{30}{35}$ のため

$$1 \div \left\{ \left( \frac{45}{30} + \frac{35}{30} \right) \div 2 \right\} = \text{F値} 75\%$$

# 評価指標のメリット・デメリット

	メリット	デメリット
正解率	最もシンプルで分かりやすい	クラスごとの評価データ数が著しく異なると不適切
再現率	取りこぼしを発見できる	過検知を発見できない
適合率	過検知を発見できる	取りこぼしを発見できない
F値	取りこぼし、過検知を均等に判断できる	数値の解釈が難しくなる

# 参考文献

総務省統計局　なるほど統計学園

<https://www.stat.go.jp/naruhodo/index.html>

統計WEB　統計学の時間

<https://bellcurve.jp/statistics/course/>

以上で「予測に必要な統計の基礎知識」の説明は終わりです。  
お疲れ様でした！