

統計学(基礎)

第11回 相関

量的データの関連を調べる
相関

統計解析で何ができるか

- データの整理・要約をする
 - 基本統計量、表・グラフ作成
- 比較する・違い(差)を知る
 - 検定
- 関係や傾向を知る ←いまここ
 - 相関・回帰
- グループ分けをする
 - 多変量解析

散布図

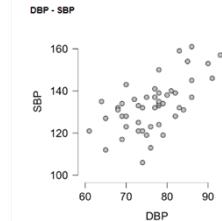
- 2つの量的変数のグラフ
 - 同一のケースの2つの変数

No	DBP	SBP
1	78	134
2	86	161
3	91	146
4	75	119
5	86	137
6	64	135
7	78	124
8	73	121
9	72	136
10	80	138

記述統計 ▾

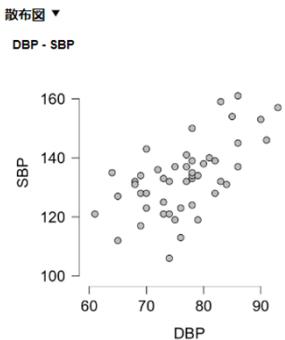
	DBP	SBP
最大値	50	50
次小値	0	0
平均値	76.90	133.8
標準偏差	7.541	12.47
最小値	61.00	106.0
最大値	95.00	161.0

散布図



散布図

- 何か関連性が見えないか？



5/38

相関

- 2変数間の関係

- 量的な変数の関係

- 順序尺度もできないわけじゃない

- 直線的な関係

- 一方が大きくなつたときに、もう一方の大小がどうなるか

- 片方が増えるともう片方も増える

- 片方が増えるともう片方は減る

- 片方の増減ともう片方の増減は関係ない

6/38

相関係数

- ピアソンの積率相関係数(r)
- 量的データ同士の関係をみている

- 相関係数の式

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\{\sum_i (x_i - \bar{x})^2\}\{\sum_i (y_i - \bar{y})^2\}}} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n - 1)s_x s_y}$$

s_x と s_y はそれぞれの(標本)標準偏差

7/38

相関

- 正の相関

- 一方が大きいともう一方も大きい

- 負の相関

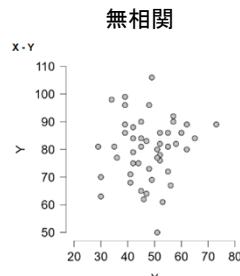
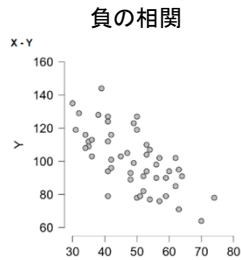
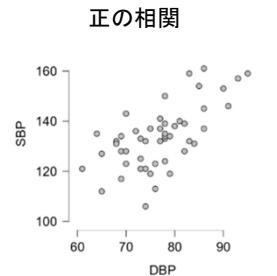
- 一方が大きいともう一方は小さい

- 無相関

- 一方の大小ともう一方の大小は関係ない

8/38

相関のイメージ

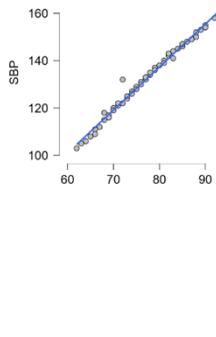
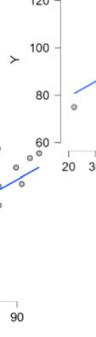
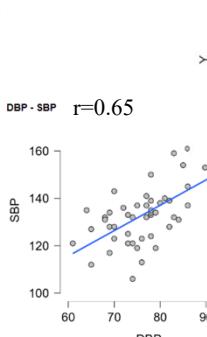
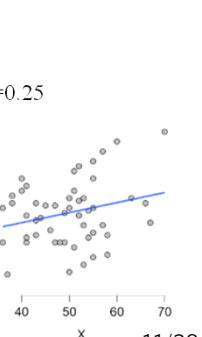


相関係数の解釈 (結構アバウト)

- 0.2より大きい 正の相関
- 0.2より小さい 負の相関
- 0.2から0.2の間無相関
- |0.2|～|0.4| 弱い相関
- |0.4|～|0.6| 中程度の相関
- |0.6|～|1.0| 強い相関

強い負の相関	中程度の 負の相関	弱い 負の相関	無相関	弱い 正の相関	中程度の 正の相関	強い正の相関
-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0	0.2

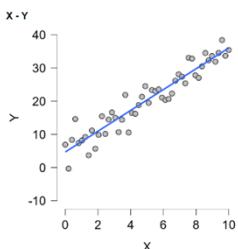
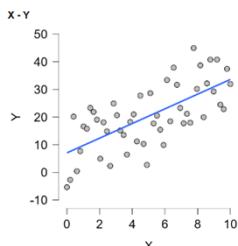
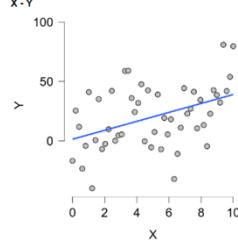
相関のイメージ

DBP - SBP $r=0.93$  $r=0.45$ DBP - SBP $r=0.65$  $r=0.25$ 

注意点

- 散布図を書くときに、2変数で一方を従属、一方を独立変数にした回帰直線を引くことが多い
 - 散らばりの具合を見ている
 - 直接相関係数とは関係ない
- 相関係数の強さと線の傾きの角度は無関係

傾きと相関は無関係

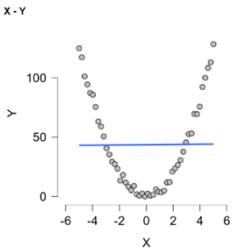
 $r=0.95$  $r=0.67$  $r=0.42$ 

相関の注意点

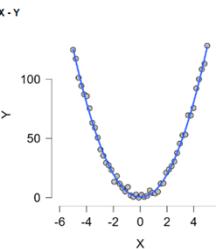
- 直線的な関係しか意味が無い
 - 単調増加・単調減少
 - 途中で大小に変化があるものは説明できない
- 非線形データや周期性のあるデータは意味が無い
- 極端な外れ値があると相関は下がる
 - そのデータをどうするかは、解析が決めるのではなく研究者が考える

相関係数の意味がない

- 2次曲線

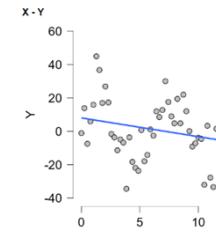


ピアソンの相関		
X	- Y	p
0.007	.961	

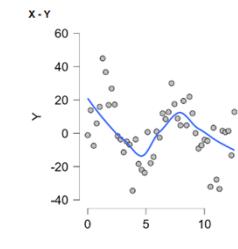


相関係数の意味がない

- 周期性データ

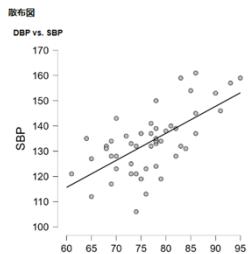


ピアソンの相関		
X	- Y	p
-0.243	.089	

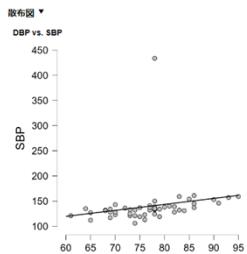


外れ値1つで相関は変わる

ピアソンの相関▼
DBP - SBP ピアソンのr p
0.648 < .001



ピアソンの相関
DBP - SBP ピアソンのr p
0.203 158



相関の注意点

- 因果関係を示しているわけではない
 - どちらが原因で、どちらが結果を示しているわけではない
 - 関連を示しているのみ
- ※因果関係を示すには、原因が結果よりも先に起きていること必要(時間的先行性)
- ※因果関係は統計解析ではなく、研究計画や考察で考えること

相関係数の検定

- 相関係数 r の分布は、無相関(0)であるという帰無仮説のもとで、

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

が自由度 $n-2$ の t 分布に従う(これが t 値)

相関係数の検定とは？

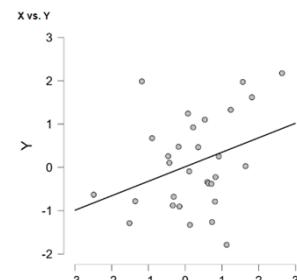
- 相関係数 r は、計算すれば必ず何らかの値が出る
 - 本当は関係がなくても ± 0.2 などになることもある
- 検定で調べていること
 - 得られた r が“偶然の誤差”か？
 - それとも“本当に 0 ではない”のか？
 - r が偶然にしては大きすぎるかを判断
- 相関の検定 = 「 r が 0 でない証拠があるか？」を見ている

相関係数の検定

- 相関係数は計算すれば必ず出る
- その値が誤差かどうかは検定が必要
- ただし、データ数が少ないと結果はブレがち

ピアソンの相関		
	ピアソンのr	p
X - Y	0.337	.059

散布図

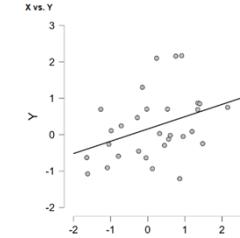


21/38

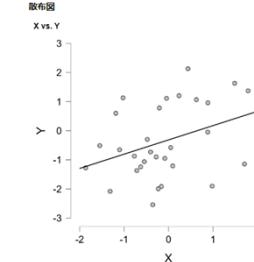
有意確率だけで判断しない

ピアソンの相関		
	ピアソンのr	p
X - Y	0.368	.046

散布図▼



ピアソンの相関▼		
	ピアソンのr	p
X - Y	0.357	.053



22/38

p値は白黒ではなく「濃淡」を示すもの

- データ数(n)が少ないと、p値は大きくぶれる
→ $p=0.049$ と $p=0.051$ の違いは誤差の範囲
- p値は「閾値」ではなく「確率」である
→ $p=0.05$ は約束事であり、真実の境界ではない
- p値の本質
→ 帰無仮説が正しいとき、これ以上に極端な結果が出る確率
- 結論は p値だけで決めてはいけない
→ 相関の大きさ、散布図、効果量、信頼区間など
→ 全体の“傾向”として判断する

23/38

相関係数の書き方

- と□□は $r=0.xxx$ ($t=x.xxx$ $d.f=xx$ $p=0.xxx$) であり、

強い
中程度の
弱い

正の相関
負の相関
がある

無相関である

24/38

順位相関

25/38

25

順位相関

- ・ノンパラメトリックな相関
- ・データが正規分布近似でなくても大丈夫
 - データの分布を前提としない
 - 順序変数でも問題ない
- ・本当は散布図のときに分布を出しておくといい
 - 両方順序変数の時はあまり意味が無い
- ・解釈の仕方は、パラメトリックな相関(ピアソンの積率相関)と同じ

26/38

26

順位相関

- Spearman(スピアマン)の順位相関
→ データを順位に変換したピアソンの相関

データは標準化変換している

d は順位差なので、 d^2 は順位差の2乗

→ リッカート尺度(1~5)などと相性が良い

$$r = 1 - \frac{6 \sum_i d_i^2}{n^3 - n}$$

- Kendall(ケンドール)の τ

一致ペアの個数をC、不一致ペアの個数をD

→ペアの一一致・不一致を数える方法で概念が難しい

同順位がある場合は式が複雑に

→前後で順序の変化(低一中一高)の変化を見るには向いている

$$\tau_a = \frac{C - D}{\frac{n(n - 1)}{2}}$$

27/38

27

相関係数算出の実際

28/38

28

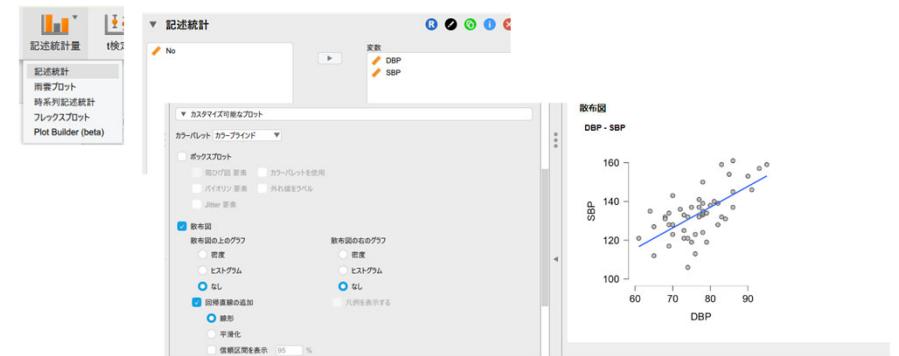
相関係数を出すとき

- 散布図を出力
 - 関係性を確認
 - 外れ値がないかどうか
 - 非線形とか周期データとかは注意
 - 変数が順序変数とわかっている場合は無意味かも
- それから相関係数を算出
- 検定の結果も確認

29/38

29

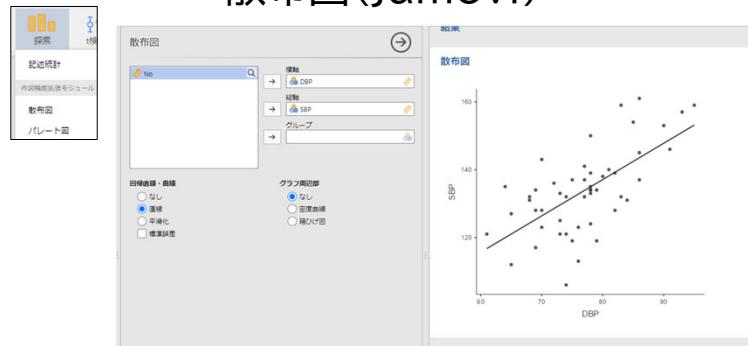
散布図(JASP)



30/38

30

散布図(jamovi)



31/38

31

相関(JASP)



32/38

32

統計学(基礎)



相関(jamovi)



33/38

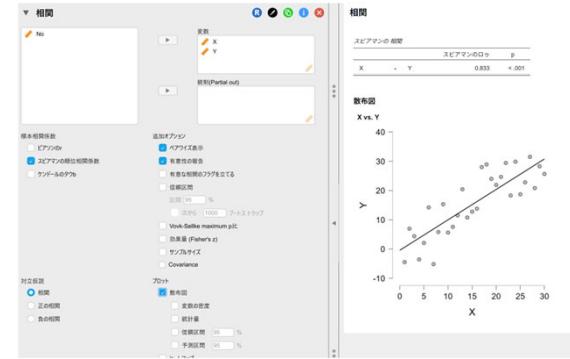
©Ryota Takayanagi 2025

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

33

統計学(基礎)

順位相関 スピアマン(JASP)



34/38

©Ryota Takayanagi 2025

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

34

統計学(基礎)

順位相関 ケンドール(JASP)



35/38

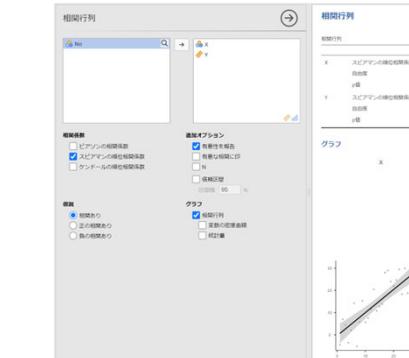
©Ryota Takayanagi 2025

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

35

統計学(基礎)

順位相関 スピアマン(jamovi)



36/38

©Ryota Takayanagi 2025

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

36

順位相関 ケンドール(jamovi)



37/38

まとめ

- ・相関係数は線形関係のみ
- ・データの分布状態で計算方法を選ぶ
- ・相関係数は必ず計算されるので、検定結果とセットで確認
- ・ただし、有意確率だけで判断をしない

38/38