# ビジネスパーソン必須の統計的思考法-2

2021年6月30日

# 本日の内容

- 統計学の基本的な考え方
- 分析の主な体系と手法の特徴
  - データ群の違いの大きさの検討
  - データ群の関係の把握

# 主なデータ分析

1）代表する値を求めて検討する。

売上高の平均、参加者平均、・・・

2）違いについて判断する。

男女の好感度、CM前後の知名度、
東京と大阪の売上高・・・

3）関係を明らかにする。

広告費と売上高、年齢と売上高・・・

# 分析の基本的な考え方

英語の研修前後の成績（20人）

| | A君の得点 | 全体の平均点 | 得点-平均点 |
|---|---|---|---|
| 研修前 | 70 | 58.3 | +11.7 |
| 研修後 | 72 | 58.3 | +13.7 |

A君の成績の評価は？

平均を評価基準とする合理性？

# 平均の信頼性

（例）暑い日に暑い場所で待ち合わせをした。
いつも遅れてくる人が何分後に来るのか予測。

| | ＜過去10回の遅刻データ（分）＞ | | | | | | | | | | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 21 | 46 | 8 | 28 | 19 | 34 | 13 | 33 | 19 | 31 | 25.2分 |
| ② | 25 | 26 | 23 | 24 | 26 | 27 | 26 | 25 | 24 | 26 | 25.2分 |

①、②それぞれにおける待ち時間の行動は？

①のデータは「バラツキ」が大きい。

「バラツキ」の大きいデータの平均は信頼できない。

# 全員の成績

- ＜研修前＞
  70、56、89、27、69、57、69
  50、33、67、37、49、98、69
  68、25、65、67、33、68

- ＜研修後＞
  72、31、95、36、89、88、89
  76、28、47、23、28、96、48
  51、20、33、91、27、98

研修後のバラツキが大きい！

全員の成績

- ＜研修前＞

  70、56、89、27、69、57、69

  50、33、67、37、49、98、69

  68、25、65、67、33、68

- ＜研修後＞

  72、31、95、36、89、88、89

  76、28、47、23、28、96、48

  51、20、33、91、27、98

研修後の成績順位は下がった！

# 成績の評価

＜平均を基準とした場合＞

研修前（+11.7） ＜ 研修後（+13.7）

＜順位＞

研修前（3番） ＞ 研修後（9番）

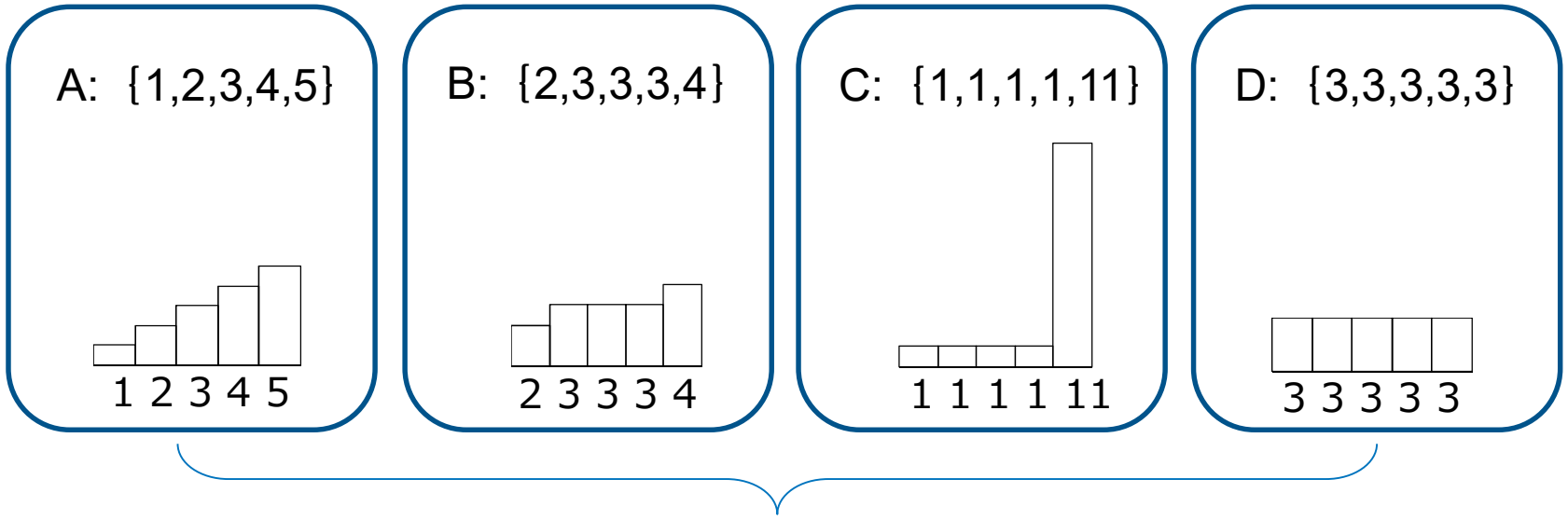
バラツキ

研修前 ＜ 研修後

「バラツキ」の大きいデータの平均は信頼できない。

# 平均値が同じデータ群

A群～D群の平均値はすべて同じ値3




平均値は同じであるので同類集団？

各群のバラツキが異なる。　　D<B<A<C

データのバラツキを表す代表値が必要！

# バラツキの計算方法の検討

A群のバラツキの部分を抽出する。

| A群 | | 平均値 | | 値－平均値 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | － | 3 | ＝ | -2 |
| 2 | － | 3 | ＝ | -1 |
| 3 | － | 3 | ＝ | 0 |
| 4 | － | 3 | ＝ | 1 |
| 5 | － | 3 | ＝ | 2 |
| | | 計 | ＝ | 0 |

合計すると0！

バラツキの部分を2乗し、合計！

# A群のバラツキの部分を2乗して合計

| | 値－平均値 | （値－平均値）$^2$ |
|---|---|---|
| | -2 | 4 |
| | -1 | 1 |
| | 0 | 0 |
| | 1 | 1 |
| | 2 | 4 |
| 計 | 0 | 10 |

A群のバラツキ＝10

同様に、B、C、D群について計算する。

| B群 | 平均 | 差 | （差）$^2$ |
|---|---|---|---|
| 2 | 3 | -1 | 1 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 1 | 1 |
| 計 | | 0 | 2 |

| C群 | 平均 | 差 | （差）$^2$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 3 | -2 | 4 |
| 1 | 3 | -2 | 4 |
| 1 | 3 | -2 | 4 |
| 1 | 3 | -2 | 4 |
| 11 | 3 | 8 | 64 |
| 計 | | 0 | 80 |

| D群 | 平均 | 差 | （差）$^2$ |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |
| 計 | | 0 | 0 |

D<B<A<C　　0<2<10<80

「偏差平方和」

# E群: {1,1,2,2,3,3,4,4,5,5} の偏差平方和

| E群 | | 平均値 | | 差 | (差)$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | 3 | = | -2 | 4 |
| 1 | - | 3 | = | -2 | 4 |
| 2 | - | 3 | = | -1 | 1 |
| 2 | - | 3 | = | -1 | 1 |
| 3 | - | 3 | = | 0 | 0 |
| 3 | - | 3 | = | 0 | 0 |
| 4 | - | 3 | = | 1 | 1 |
| 4 | - | 3 | = | 1 | 1 |
| 5 | - | 3 | = | 2 | 4 |
| 5 | - | 3 | = | 2 | 4 |
| | | 計 | = | | 20 |

E群の偏差平方和=20

E群：{1,1,2,2,3,3,4,4,5,5} の偏差平方和＝20

A群：{1,2,3,4,5} の偏差平方和＝10

A群とE群の構造は同じであるが、偏差平方和の値はE群の方が大きい。

偏差平方和をデータ数で割ると同じ代表値となる。

E群：20÷10＝2　　A群：10÷5＝2

バラツキの代表値①

「分散」

F群：{10,20,30,40,50}　A群：{1,2,3,4,5} の10倍

F群の単位：千円　A群の単位：万円の場合、全く同じデータ

偏差平方和を計算すると

| F群 | 平均 | 差 | (差)$^2$ |
|---|---|---|---|
| 10 | − 30 = | -20 | 400千円$^2$ |
| 20 | − 30 = | -10 | 100 |
| 30 | − 30 = | 0 | 0 |
| 40 | − 30 = | 10 | 100 |
| 50 | − 30 = | 20 | 400 |
| 計 | | 0 | 1000 |

F群の偏差平方和：1000千円$^2$

F群の分散：200千円$^2$

A群の分散：2万円$^2$

分散の比較は困難

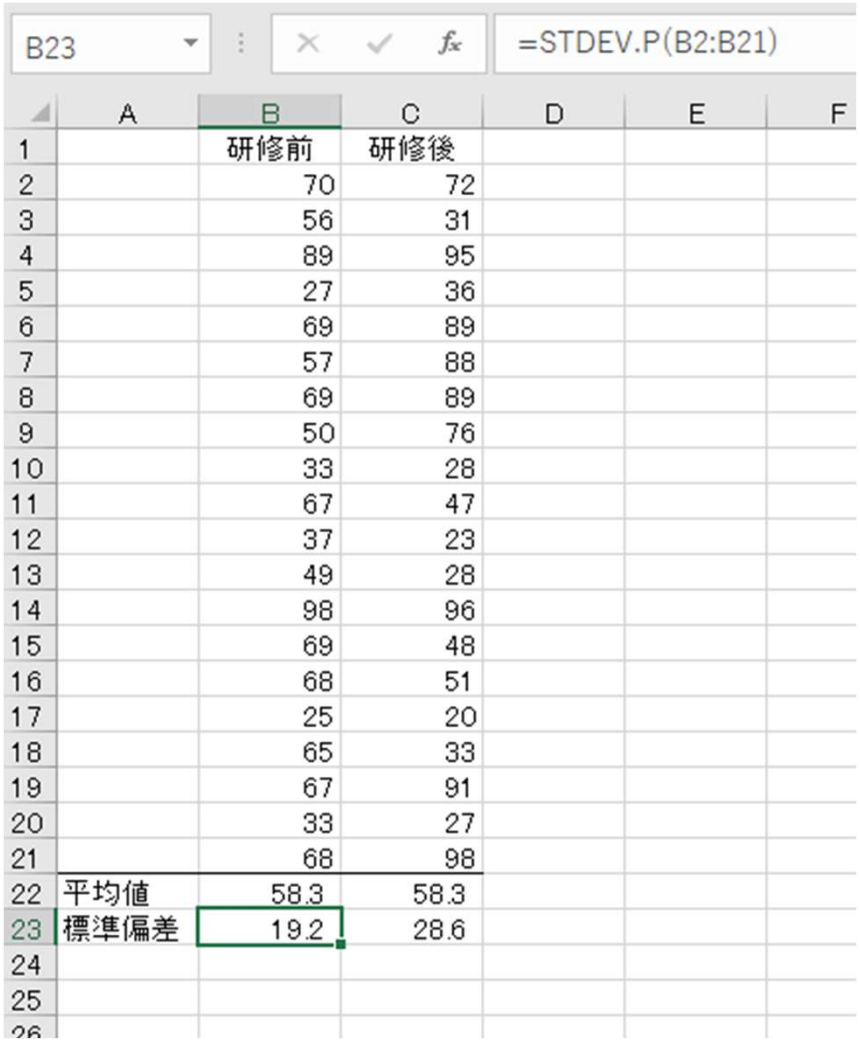
分散の平方根は、同じ値となる。

A群：$\sqrt{2}$ ≒ 1.414万円

F群：$\sqrt{200}$ ≒ 14.14千円

バラツキの代表値②
「標準偏差」

STDEV.P（標準偏差）




| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 研修前 | 研修後 | | | |
| 2 | | 70 | 72 | | | |
| 3 | | 56 | 31 | | | |
| 4 | | 89 | 95 | | | |
| 5 | | 27 | 36 | | | |
| 6 | | 69 | 89 | | | |
| 7 | | 57 | 88 | | | |
| 8 | | 69 | 89 | | | |
| 9 | | 50 | 76 | | | |
| 10 | | 33 | 28 | | | |
| 11 | | 67 | 47 | | | |
| 12 | | 37 | 23 | | | |
| 13 | | 49 | 28 | | | |
| 14 | | 98 | 96 | | | |
| 15 | | 69 | 48 | | | |
| 16 | | 68 | 51 | | | |
| 17 | | 25 | 20 | | | |
| 18 | | 65 | 33 | | | |
| 19 | | 67 | 91 | | | |
| 20 | | 33 | 27 | | | |
| 21 | | 68 | 98 | | | |
| 22 | 平均値 | 58.3 | 58.3 | | | |
| 23 | 標準偏差 | 19.2 | 28.6 | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 26 | | | | | | |

# A君の成績の評価

| | 成績 | 平均 | 成績－平均 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|
| 研修前 | 70 | 58.3 | 11.7 | 19.2 |
| 研修後 | 72 | 58.3 | 13.7 | 28.6 |

研修前　　研修後

$$\frac{70-58.3}{19.2} = 0.609 > \frac{72-58.3}{28.6} = 0.479$$

$$\frac{\text{成績と平均値の差}}{\text{標準偏差}} \Rightarrow \text{Z値}$$

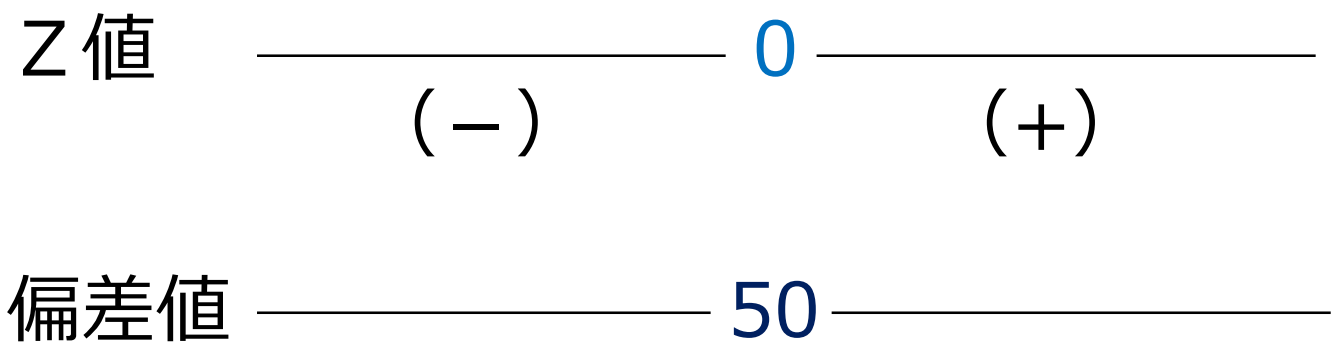
Z 値の比較によりデータの評価・比較が可能

Z 値×10＋50

偏差値

研修前の偏差値＝0.609×10＋50＝56.09

研修後の偏差値＝0.479×10＋50＝54.79




Z 値は、平均値＝0
平均値より大のときプラスの値、小のときマイナスの値

偏差値は、平均値＝50
平均値より大のとき50より大きな値、小のとき50より小さな値

# 違いの大きさの判断方法

◇新製品の好感度について、男女別に10点満点にて調査した。
男女間の評価に違いは見られるか？

| | | | | | | | | | | | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2019年 | 男性 | 7 | 6 | 7 | 5 | 6 | 5 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6.1 |
| | 女性 | 6 | 4 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 4 | 6 | 5.3 |

平均値の差 0.8（6.1－5.3）は大きい？

平均値（6.1、5.3）は信頼できる？

◇新製品の好感度について、男女別に10点満点にて調査した。
男女間の評価に違いは見られるか？

| | | | | | | | | | | | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2020年 | 男性 | 7 | 3 | 8 | 5 | 9 | 2 | 5 | 7 | 6 | 9 | 6.1 |
| | 女性 | 6 | 4 | 7 | 3 | 6 | 3 | 6 | 6 | 4 | 8 | 5.3 |

2020年のデータは2019年に比較して
全体的にバラツキが大きい。

# 平均の信頼度

2019年　バラツキが小　⇒　平均値は信頼できる

差（0.8）も信頼できる。

2020年　バラツキが大　⇒　平均値は信頼できない

差（0.8）も信頼できない。

差（0.8）が同じであっても
男女間の違いの大きさ　：　2019年　＞　2020年

# 違いの大きさの判断方法

## ①男性と女性の平均値の差の大きさの検討

男女の平均値の「差」が大きい程、
男女間の好感度は違うと判断できる。

## ②平均値の信頼性の検討

男女の各データの「バラツキ」が大きい程、
男女間の好感度は違うと判断できない。

①男女間の平均値の「差」の大きさ

②男女各データの「バラツキ」の大きさ

上記の値が大きいほど違うと判定できる。

# 判断に対する調査人数の影響

男女各10人の調査、男女各100人の調査
どちらが違いに対する信頼性が高い？

100人の調査！

$$\text{違いの大きさ} = \frac{\text{①平均値の「差」の大きさ}}{\text{②データの「バラツキ」の大きさ}} \times \text{③(調査人数)}$$

①が大きい程、違いは大きい。
②が小さい程、違いは大きい。
③が大きい程、違いは大きい。

## ◇主力製品におけるＣＭ好感度調査

① 昨年度100人について調査を実施。

違いがあるという判断ができなかった。

② 今年度は10万人について調査を実施。

違いがあるという判断ができた！

CMの効果は？

# 「違い」と「効果」

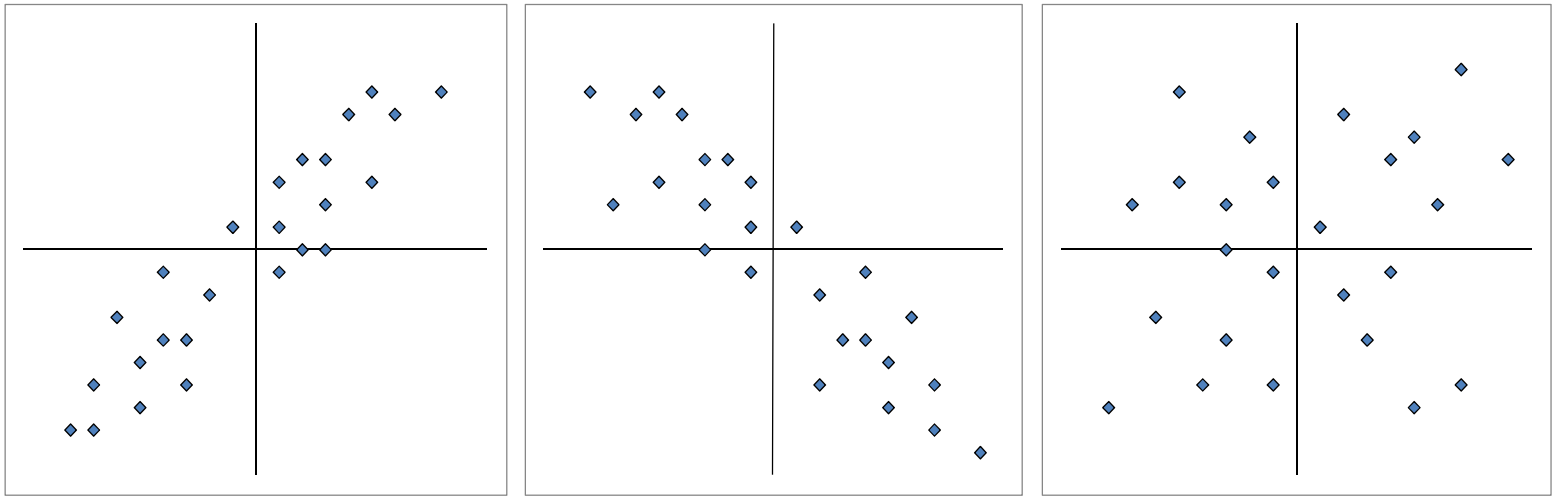
「違いの大きさ」は調査人数の影響を受ける。

ビッグデータにおいては
「違いがある！」という分析結果が出やすい。

違いがある ≠ 効果が大きい

調査人数（サンプルサイズ）を勘案することが重要！

# データ群の関係（相関関係）

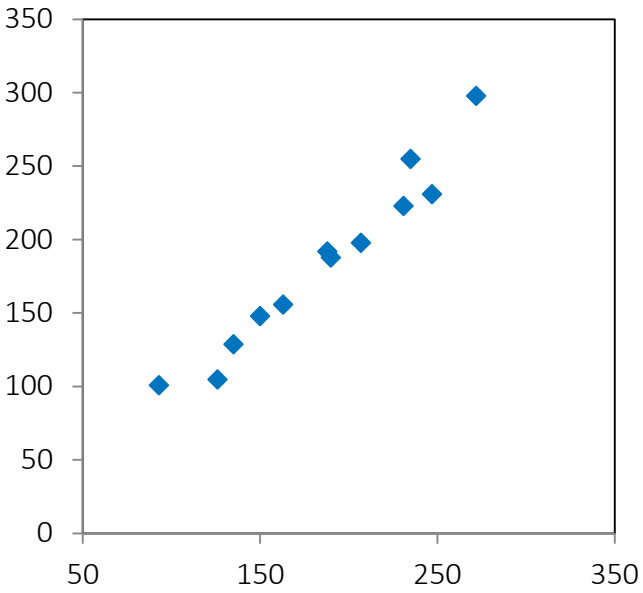


正の相関　　負の相関　　無相関

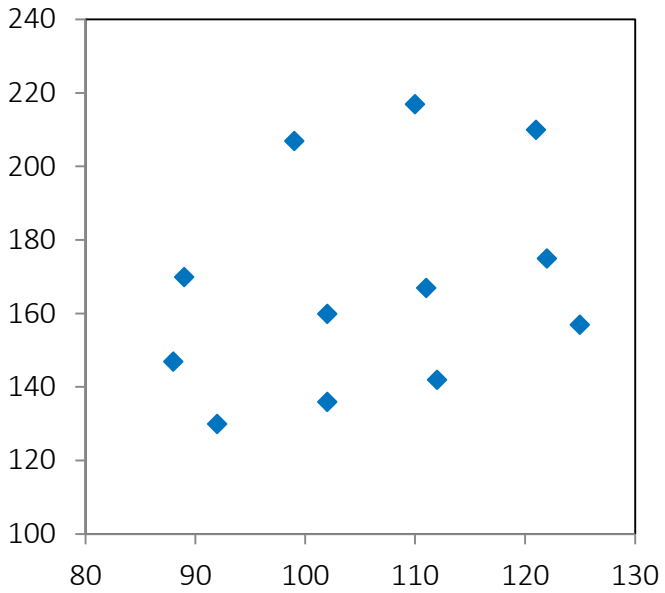
相関関係には正の相関、負の相関、無相関。
点の集中度が関係の強さを測定する手がかり。

# 相関係数（ｒ）

$$-1 \leqq r \leqq 1$$




r ＝0.97




r ＝0.32

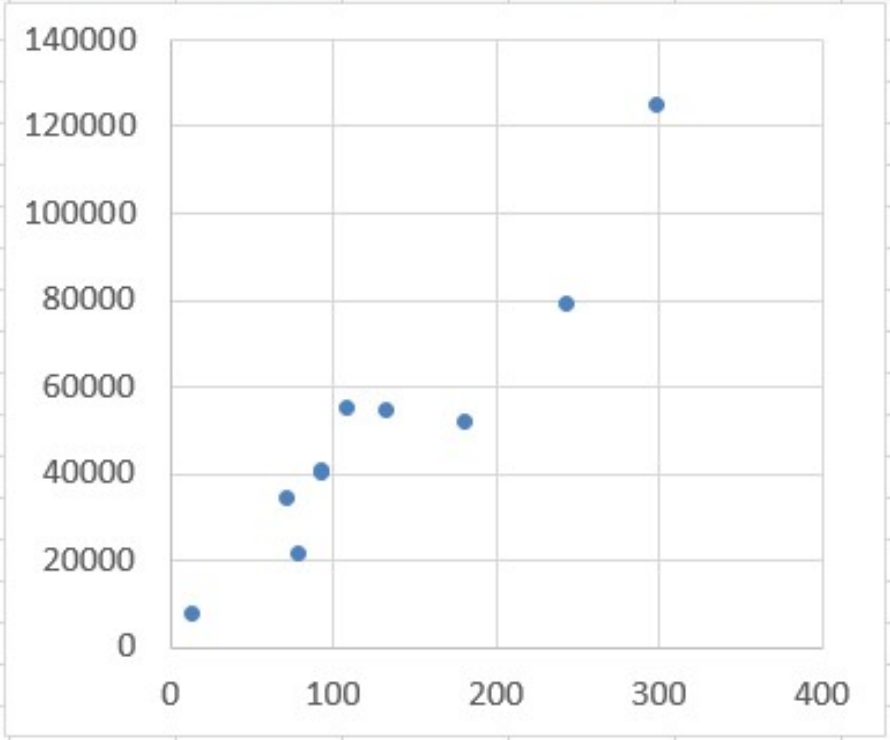
## 相関係数（ｒ）は相関関係の強さ

# ◇DM発送数と売上高

EXCEL ： CORREL

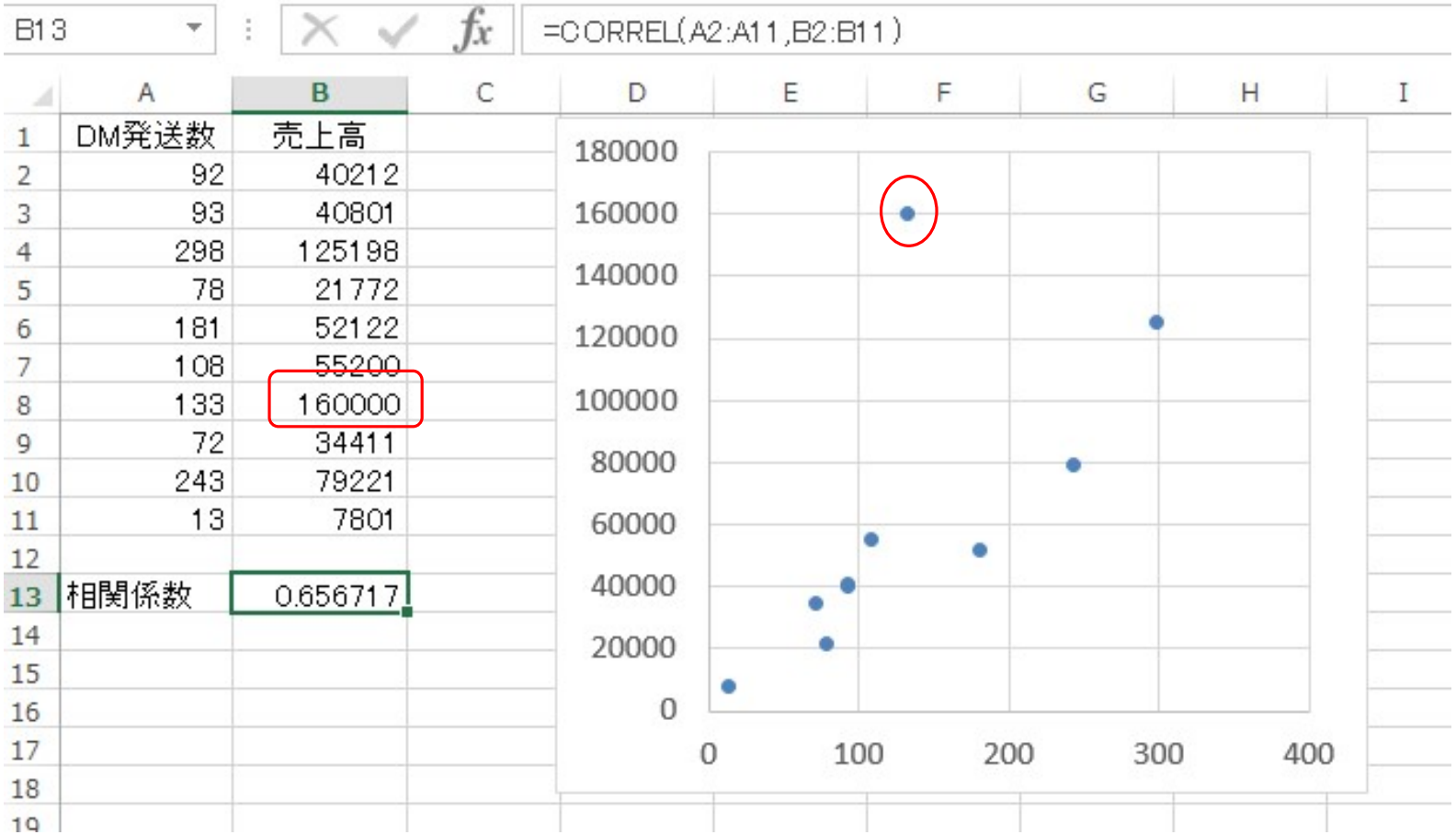
B13 =CORREL(A2:A11,B2:B11)

| | A | B |
|---|---|---|
| 1 | DM発送数 | 売上高 |
| 2 | 92 | 40212 |
| 3 | 93 | 40801 |
| 4 | 298 | 125198 |
| 5 | 78 | 21772 |
| 6 | 181 | 52122 |
| 7 | 108 | 55200 |
| 8 | 133 | 54801 |
| 9 | 72 | 34411 |
| 10 | 243 | 79221 |
| 11 | 13 | 7801 |
| 12 | | |
| 13 | 相関係数 | 0.9492499 |




r ＝0.949

# ◇DM発送数と売上高（外れ値を含む場合）




r ＝0.657

外れ値の有無の検討は必須

## ◇支店別広告費と売上高

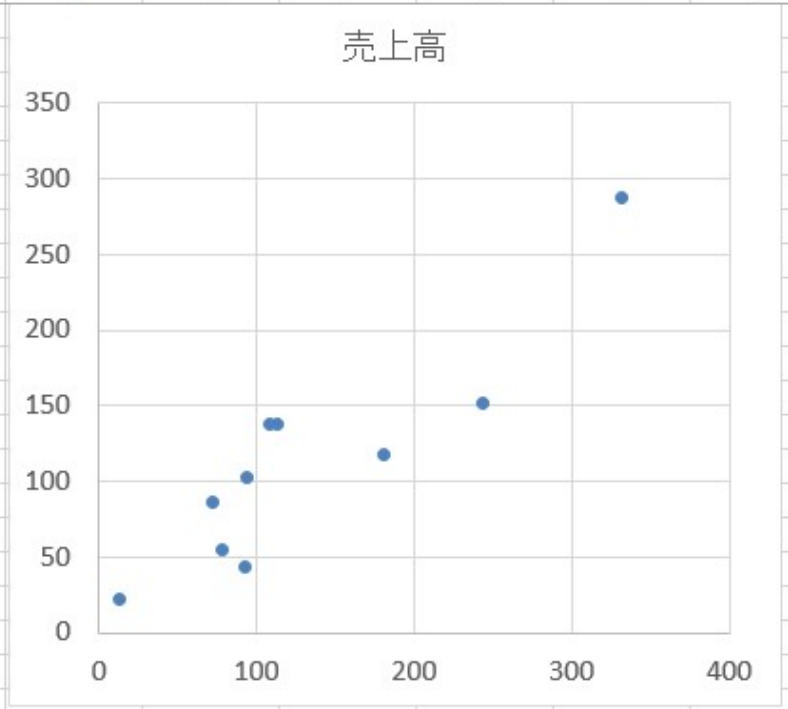
| 支店 | 広告費 | 売上高 |
|---|---|---|
| 北海道 | 92 | 44 |
| 東北 | 93 | 102 |
| 関東 | 332 | 288 |
| 北陸 | 78 | 54 |
| 中部 | 181 | 118 |
| 近畿 | 108 | 138 |
| 中国 | 113 | 138 |
| 四国 | 72 | 86 |
| 九州 | 243 | 152 |
| 沖縄 | 13 | 22 |

売上高と広告費の関係？

# ◇広告費と売上高

B13　　=CORREL(A2:A11,B2:B11)

| | A | B |
|---|---|---|
| 1 | 広告費 | 売上高 |
| 2 | 92 | 44 |
| 3 | 93 | 102 |
| 4 | 332 | 288 |
| 5 | 78 | 54 |
| 6 | 181 | 118 |
| 7 | 108 | 138 |
| 8 | 113 | 138 |
| 9 | 72 | 86 |
| 10 | 243 | 152 |
| 11 | 13 | 22 |
| 12 | | |
| 13 | 相関係数 | 0.902405 |

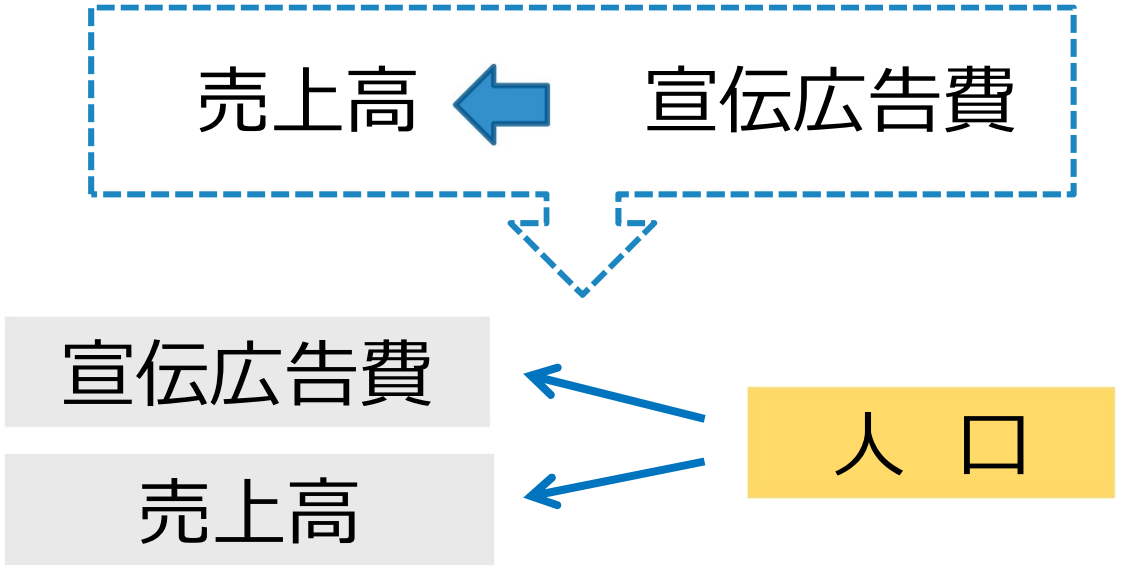



r ＝0.902

広告宣伝費は売上高に貢献？

## ◇支店別広告費、売上高、人口

| 支店 | 広告費 | 売上高 | 人口 |
|---|---|---|---|
| 北海道 | 92 | 44 | 5506 |
| 東北 | 93 | 102 | 9335 |
| 関東 | 332 | 288 | 42604 |
| 北陸 | 78 | 54 | 5443 |
| 中部 | 181 | 118 | 18127 |
| 近畿 | 108 | 138 | 12912 |
| 中国 | 113 | 138 | 15554 |
| 四国 | 72 | 86 | 3976 |
| 九州 | 243 | 152 | 13204 |
| 沖縄 | 13 | 22 | 1393 |




人口は交絡要因　⇒　疑似相関

人口の影響を除いたときの広告費と売上高の相関係数　➡　偏相関係数

# 相関関係の検討

- アイスクリームの売り上げと熱中症
- ビールの売り上げと水難事故
- 収入と血圧
- 警察官定員と犯罪件数
- 図書館の数と犯罪件数
- コンビニの数と甲子園勝率
- 少子化と温暖化

# まとめ

・統計学の基本的な考え方（Z値）
・違いの大きさ
　違いの大きさと効果の大きさ
・関係の把握方法
　相関係数、偏相関係数（交絡要因）

分析結果の合理性の検証
有用なデータ＝数値データ＋背景

データの活用 ⇒ 分析基本知識（統計的思考法）
× 現場実践力

# アンケートのお願い・ご質問

## 6月30日 ビジネスパーソン必須の統計的思考法 -2

今後の参考にさせていただくため、ぜひともアンケートにご協力をお願いします。

- 無記名
- 所要時間目安: １～３分

**アンケートURL**

**https://sas.qualtrics.com/jfe/form/SV_bjysDND2RnbauMK**

- お客様講演会のアーカイブは、2021年7月5日～2022年3月31日迄視聴できます。
- 本日の内容に関するご質問は、以下宛にご連絡ください。

**que@datascience.co.jp**

**ご視聴ありがとうございました。**