

主成分分析を実施する際に、「相関行列」あるいは「共分散行列」を用いる2つの方法がある

簡単のために、以下の2成分系についてExcelで2つの方法を比較する

$$x_i(s) = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x}$$

$$y_i(s) = \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y}$$

$$p_i = ax_i + by_i \dots \textcircled{1} \quad (i = 1 \sim 20)$$

$$a^2 + b^2 = 1 \dots \textcircled{2}$$

合成変量 p の分散 V_p は

$$V_p = \frac{1}{2} \{ (p_1 - \bar{p})^2 + (p_2 - \bar{p})^2 \}$$

 ここで \bar{p} は、合成変量 p の平均値

分散 V_p が最大になる係数 a 、 b をExcelのソルバーで求める

共分散行列

| 第1主成分 | | | |
|----------|-------|-------|-------|
| 因子 | a | b | 平方和 |
| 負荷量 | 0.508 | 0.861 | 1.00 |
| | 数学 | 英語 | 合成 |
| | x | y | p |
| 1 | 71 | 100 | 122.2 |
| 2 | 34 | 57 | 66.4 |
| 3 | 58 | 87 | 104.4 |
| 4 | 41 | 60 | 72.5 |
| 5 | 69 | 81 | 104.8 |
| 6 | 64 | 100 | 118.6 |
| 7 | 16 | 7 | 14.2 |
| 8 | 59 | 59 | 80.8 |
| 9 | 57 | 73 | 91.8 |
| 10 | 46 | 43 | 60.4 |
| 11 | 23 | 33 | 40.1 |
| 12 | 39 | 29 | 44.8 |
| 13 | 46 | 42 | 59.5 |
| 14 | 52 | 67 | 84.1 |
| 15 | 39 | 52 | 64.6 |
| 16 | 23 | 35 | 41.8 |
| 17 | 37 | 39 | 52.4 |
| 18 | 52 | 65 | 82.4 |
| 19 | 63 | 91 | 110.4 |
| 20 | 39 | 64 | 74.9 |
| 分散 | 231.2 | 591.5 | 783.7 |
| 平均 | 46.4 | 59.2 | |
| σ | 15.2 | 24.3 | |
| 2科目分散 | 822.7 | 寄与率 | 0.953 |

相関行列

| 第1主成分 | | | |
|----------|-------|-------|-------|
| 因子 | a | b | 平方和 |
| 負荷量 | 0.707 | 0.707 | 1.00 |
| | 数学 | 英語 | 合成 |
| | x(s) | y(s) | p |
| 1 | 1.62 | 1.68 | 2.3 |
| 2 | -0.82 | -0.09 | -0.6 |
| 3 | 0.76 | 1.14 | 1.3 |
| 4 | -0.36 | 0.03 | -0.2 |
| 5 | 1.49 | 0.90 | 1.7 |
| 6 | 1.16 | 1.68 | 2.0 |
| 7 | -2.00 | -2.15 | -2.9 |
| 8 | 0.83 | -0.01 | 0.6 |
| 9 | 0.70 | 0.57 | 0.9 |
| 10 | -0.03 | -0.67 | -0.5 |
| 11 | -1.54 | -1.08 | -1.9 |
| 12 | -0.49 | -1.24 | -1.2 |
| 13 | -0.03 | -0.71 | -0.5 |
| 14 | 0.37 | 0.32 | 0.5 |
| 15 | -0.49 | -0.30 | -0.6 |
| 16 | -1.54 | -1.00 | -1.8 |
| 17 | -0.62 | -0.83 | -1.0 |
| 18 | 0.37 | 0.24 | 0.4 |
| 19 | 1.09 | 1.31 | 1.7 |
| 20 | -0.49 | 0.20 | -0.2 |
| 分散 | 1.0 | 1.0 | 1.9 |
| 平均 | | | |
| σ | | | |
| 2科目分散 | 2.0 | 寄与率 | 0.941 |

$$p_i = ax_i(s) + by_i(s) \dots \textcircled{1}$$

$$a^2 + b^2 = 1 \dots \textcircled{2}$$

目的セルの設定: (I) **\$G\$27**

目標値: 最大値 (M) 最小値 (N) 指定値 (V) 0

変数セルの変換: (B) **\$B\$4:\$F\$4**

変数セルの変換: (U) **\$G\$4 = 1**

制約条件の対: (K) 制約のない変数を非負数にする (K)

解決方法の選択: (E) **GRG 非線形**

解決方法: 滑らかな非線形を示すソルバー問題には GRG 非線形エンジン、線形を示すソルバー問題には LP シンプレックス エンジン、滑らかではない非線形を示すソルバー問題にはエボリューションナリー エンジンを選択してください。

ヘルプ (H) 解決 (S) 閉じる (Q)

$$\text{寄与率} = \frac{\text{主成分の分散}}{\text{2科目の分散の合計}} = \frac{783.7}{822.7} = 0.953$$

$$\text{寄与率} = \frac{1.9}{2} = 0.941$$

これら p の分散 V_p

これら p の分散 V_p

①データシートに入力

Minitabの場合

| | C1 数学 | C2 英語 | C3 |
|----|----------|----------|----|
| 1 | 71 | 100 | |
| 2 | 34 | 57 | |
| 3 | 58 | 87 | |
| 4 | 41 | 60 | |
| 5 | 69 | 81 | |
| 6 | 64 | 100 | |
| 7 | 16 | 7 | |
| 8 | 59 | 59 | |
| 9 | 57 | 73 | |
| 10 | 46 | 43 | |
| 11 | 23 | 33 | |
| 12 | 39 | 29 | |
| 13 | 46 | 42 | |
| 14 | 52 | 67 | |
| 15 | 39 | 52 | |
| 16 | 23 | 35 | |
| 17 | 37 | 39 | |
| 18 | 52 | 65 | |
| 19 | 63 | 91 | |
| 20 | 39 | 64 | |

②統計→多変量解析→主成分分析

統計(S) クラフ(G) ビュー(V) ヘルプ(H) アシスタント(N) 予測分析モジュール

- 基本統計(B)
- 回帰(R)
- 分散分析(A)
- 実験計画法 (DOE) (D)
- 管理図(C)
- 品質ツール(Q)
- 信頼性/生存時間(L)
- 予測分析(V)
- 多変量解析(M)
 - 主成分分析(P)...
 - 因子分析(F)...
 - 項目分析(I)...
 - クラスター分析 - 観測値(O)...
- 時系列分析(S)
- 表(T)
- ノンパラメトリック(N)
- 同等性検査(H)

主成分分析

変数(V): 数学, 英語

計算すべき成分の数(N): 2

行列のタイプ
 相関(L)
 共分散(A)

グラフをクリック

⑤

選択 保存(T)... ヘルプ OK(O) キャンセル

③数学～国語を変数に選択
 計算すべき成分の数に「2」入力
 「相関」あるいは「共分散」を選択

④必要なグラフにチェックを入れる
 →OK

主成分分析: グラフ

- 固有値 (Snee) プロット(P)
- 最初の2つの成分のスコアプロット(S)
- 最初の2つの成分の負荷量プロット(L)
- 最初の2つの成分のバイプロット(B)
- 外れ値プロット(U)

ヘルプ OK(O) キャンセル

相関行列の固有分析

| | 第1 | 第2 |
|-----|--------|--------|
| 固有値 | 1.8813 | 0.1187 |
| 比率 | 0.941 | 0.059 |
| 累積 | 0.941 | 1.000 |

固有ベクトル

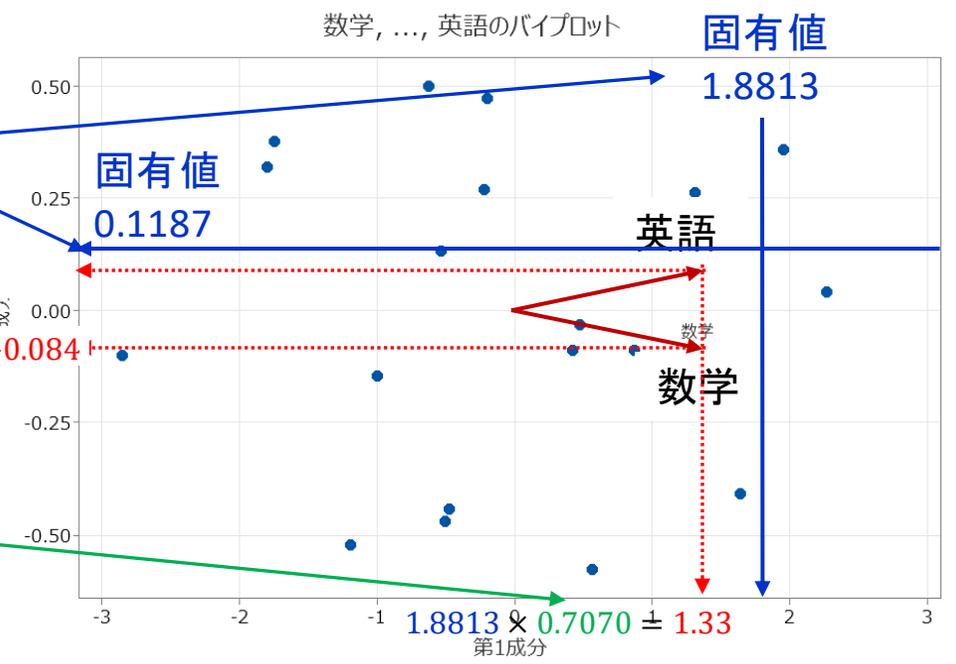
| 変数 | 第1 | 第2 |
|-----|-------|--------|
| PC1 | 0.707 | -0.707 |
| PC2 | 0.707 | 0.707 |

| 因子 | a | b | 平方和 |
|-----|-------|-------|------|
| 負荷量 | 0.707 | 0.707 | 1.00 |

p.1の計算結果と一致

$0.1187 \times 0.7070 = 0.084$

$0.1187 \times -0.7070 = -0.084$



共分散行列の固有分析

| | 第1 | 第2 |
|-----|--------|-------|
| 固有値 | 824.97 | 41.03 |
| 比率 | 0.953 | 0.047 |
| 累積 | 0.953 | 1.000 |

固有ベクトル

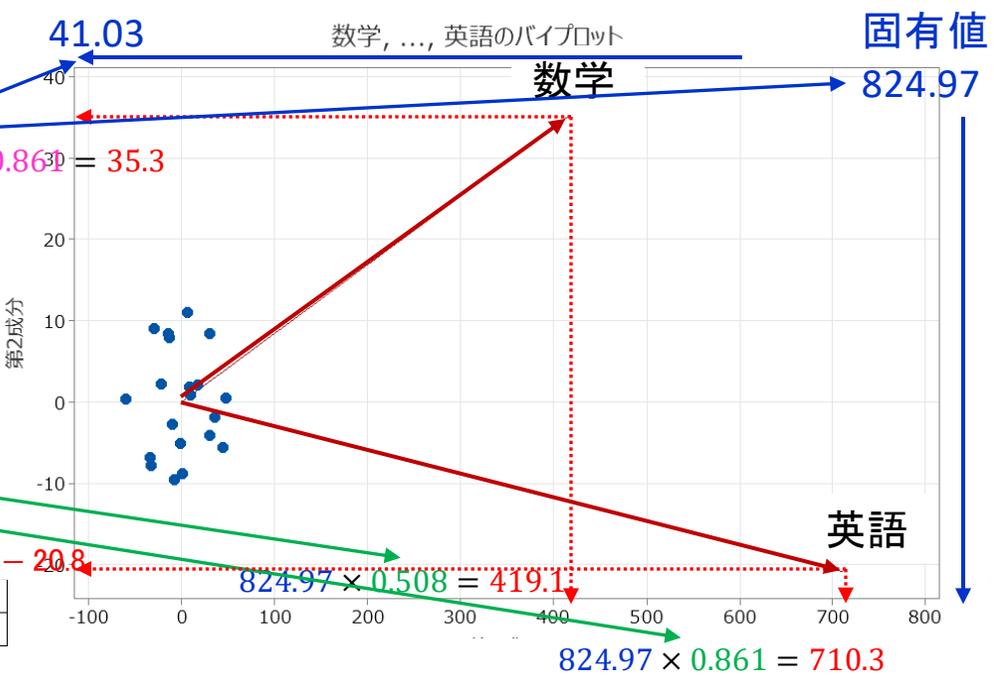
| 変数 | 第1 | 第2 |
|-----|-------|--------|
| PC1 | 0.508 | 0.861 |
| PC2 | 0.861 | -0.508 |

| 因子 | a | b | 平方和 |
|-----|-------|-------|------|
| 負荷量 | 0.508 | 0.861 | 1.00 |

p.1の計算結果と一致

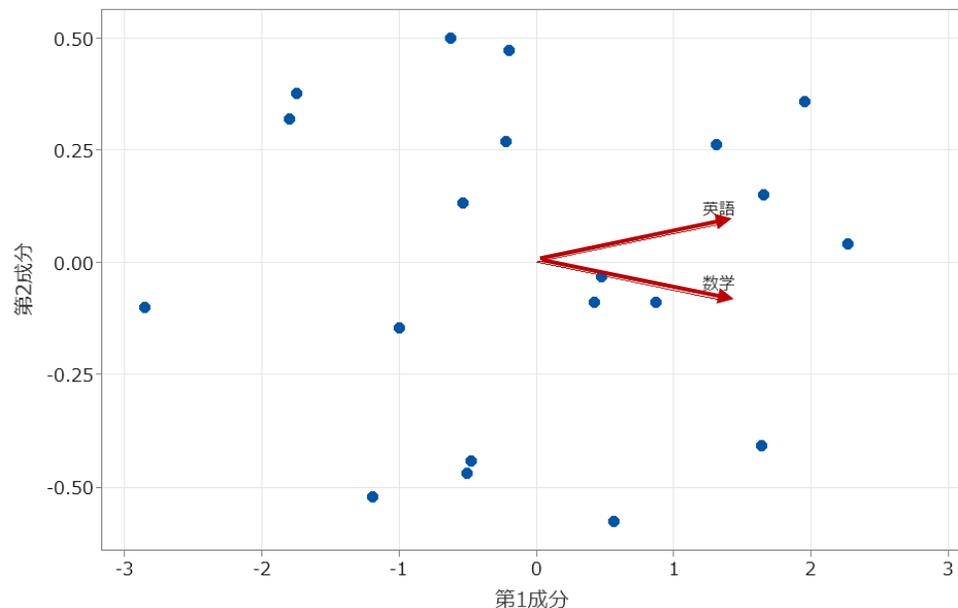
$41.03 \times 0.861 = 35.3$

$41.03 \times -0.508 = -20.8$



相関行列

数学, ..., 英語のバイプロット



← グラフの縦横軸が標準化

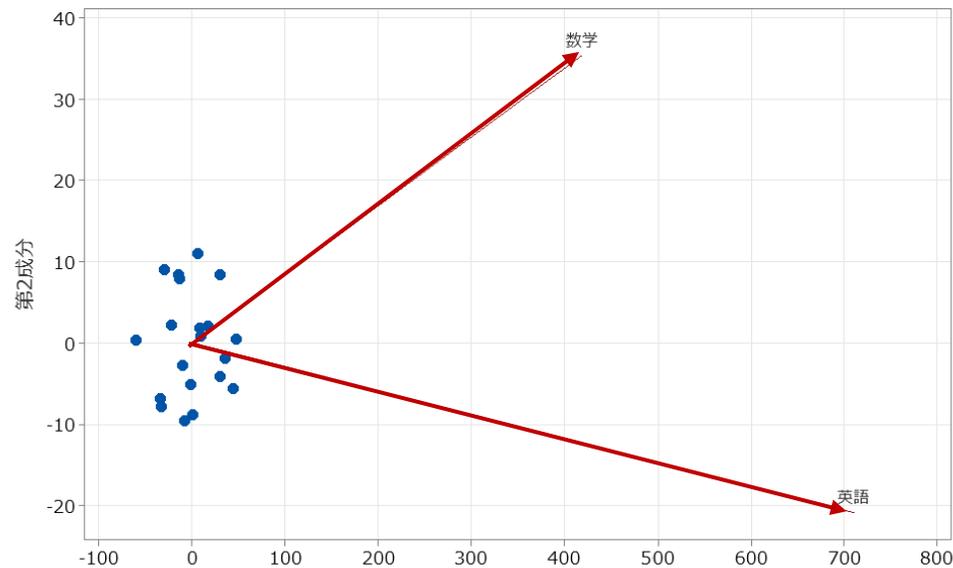
相関行列

単位が異なるデータの変量を標準化して分散が大きくなる軸を主成分とする

例 体重、身長、年齢など多変量データ

共分散行列

数学, ..., 英語のバイプロット



← グラフの縦横軸は分散量

共分散行列

データ変量そのものの分散が大きくなる軸を主成分とする

例 テストの得点、商品の評価点など

5成分での計算

第1主成分の計算

$$p_i = av_i + bw_i + cx_i + dy_i + ez_i \dots \textcircled{1}$$

$$a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + e^2 = 1 \dots \textcircled{2}$$

合成変量pの分散 V_p は

$$V_p = \frac{1}{n} \{ (p_1 - \bar{p})^2 + (p_2 - \bar{p})^2 + \dots + (p_n - \bar{p})^2 \}$$

ここで \bar{p} は、合成変量pの平均値

分散 V_p が最大になる係数 $a \sim e$ をExcelのソルバーで求める

目的セルの設定:(T) $\$G\27

目標値: 最大値(M) 最小値(N) 指定値:(V) 0

変数セルの変更:(B) $\$B\$4:\$F\4

制約条件の対象:(U) $\$G\$4 = 1$

解決方法の選択: GRG 非線形

解決方法: 滑らかな非線形を示すソルバー問題には GRG 非線形エンジン、線形を示すソルバー問題には LP シンプレックス エンジン、滑らかではない非線形を示すソルバー問題にはエボリューションナリー エンジンを選択してください。

ヘルプ(H) 解決(S) 閉じる(Q)

$$q_i = a'v_i' + b'w_i' + c'x_i' + d'y_i' + e'z_i' \dots \textcircled{3}$$

$$a'^2 + b'^2 + c'^2 + d'^2 + e'^2 = 1 \dots \textcircled{4}$$

第2主成分の計算

$$v_i' = v_i - ap_i \quad w_i' = w_i - bp_i \quad x_i' = x_i - cp_i \quad y_i' = y_i - dp_i \quad z_i' = z_i - ep_i \dots \textcircled{5}$$

第1成分を除去

第2成分 ⑤式で算出 → 分散 $V_{q'}$ が最大

| 第1成分 | | | | | | | 第2成分 | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 因子 | a | b | c | d | e | 平方和 | 因子 | a' | b' | c' | d' | e' | 平方和 |
| 負荷量 | 0.49 | 0.17 | 0.20 | 0.83 | 0.07 | 1.00 | 負荷量 | 0.76 | 0.24 | 0.20 | -0.53 | -0.24 | 1.00 |
| | 数学 | 理科 | 社会 | 英語 | 国語 | 合成 | | 数学 | 理科 | 社会 | 英語 | 国語 | 合成 |
| | v | w | x | y | z | p | | v' | w' | x' | y' | z' | q' |
| 1 | 71 | 64 | 83 | 100 | 71 | 149.9 | 1 | -2.7 | 38.1 | 53.6 | -24.1 | 60.6 | 16.0 |
| 2 | 34 | 48 | 67 | 57 | 68 | 90.0 | 2 | -10.3 | 32.4 | 49.4 | -17.5 | 61.7 | 4.4 |
| 3 | 58 | 59 | 78 | 87 | 66 | 130.6 | 3 | -6.2 | 36.4 | 52.4 | -21.1 | 56.9 | 12.1 |
| 4 | 41 | 51 | 70 | 60 | 72 | 97.4 | 4 | -6.8 | 34.2 | 50.9 | -20.6 | 65.2 | 8.5 |
| 5 | 69 | 56 | 74 | 81 | 66 | 129.7 | 5 | 5.2 | 33.6 | 48.6 | -26.4 | 57.0 | 22.0 |
| 6 | 64 | 65 | 82 | 100 | 71 | 146.5 | 6 | -8.0 | 39.7 | 53.3 | -21.3 | 60.8 | 10.8 |
| 7 | 16 | 45 | 63 | 7 | 59 | 37.9 | 7 | -2.6 | 38.4 | 55.6 | -24.4 | 56.4 | 17.7 |
| 8 | 59 | 59 | 78 | 59 | 62 | 107.6 | 8 | 6.1 | 40.4 | 56.9 | -30.1 | 54.5 | 28.5 |
| 9 | 57 | 54 | 84 | 73 | 72 | 119.2 | 9 | -1.6 | 33.4 | 60.6 | -25.7 | 63.7 | 17.2 |
| 10 | 46 | 54 | 71 | 43 | 62 | 85.8 | 10 | 3.8 | 39.2 | 54.2 | -28.0 | 56.0 | 24.5 |
| 11 | 23 | 49 | 64 | 33 | 70 | 64.5 | 11 | -8.7 | 37.8 | 51.4 | -20.4 | 65.5 | 7.9 |
| 12 | 39 | 48 | 71 | 29 | 66 | 70.0 | 12 | 4.6 | 35.9 | 57.3 | -28.9 | 61.1 | 24.2 |
| 13 | 46 | 55 | 68 | 42 | 61 | 84.4 | 13 | 4.5 | 40.4 | 51.5 | -27.9 | 55.1 | 24.9 |
| 14 | 52 | 56 | 82 | 67 | 60 | 110.9 | 14 | -2.5 | 36.8 | 60.3 | -24.8 | 52.3 | 19.5 |
| 15 | 39 | 53 | 78 | 52 | 72 | 91.7 | 15 | -6.1 | 37.1 | 60.0 | -23.9 | 65.6 | 13.2 |
| 16 | 23 | 43 | 63 | 35 | 59 | 64.2 | 16 | -8.5 | 31.9 | 50.4 | -18.1 | 54.5 | 7.8 |
| 17 | 37 | 45 | 67 | 39 | 70 | 76.2 | 17 | -0.5 | 31.8 | 52.1 | -24.1 | 64.7 | 14.9 |
| 18 | 52 | 51 | 74 | 65 | 69 | 107.5 | 18 | -0.8 | 32.4 | 52.9 | -24.0 | 61.5 | 15.7 |
| 19 | 63 | 56 | 79 | 91 | 70 | 136.3 | 19 | -4.0 | 32.4 | 52.3 | -21.9 | 60.5 | 12.3 |
| 20 | 39 | 49 | 73 | 64 | 60 | 99.1 | 20 | -9.7 | 31.9 | 53.6 | -18.0 | 53.1 | 7.8 |
| 分散 | 231.2 | 34.4 | 44.3 | 591.5 | 22.2 | 844.5 | 分散 | 27.2 | 9.1 | 11.9 | 12.8 | 18.1 | 43.9 |
| 5科目分散 | 923.7 | | | | | 寄与率 | 0.914 | | | | | 寄与率 | 0.048 |

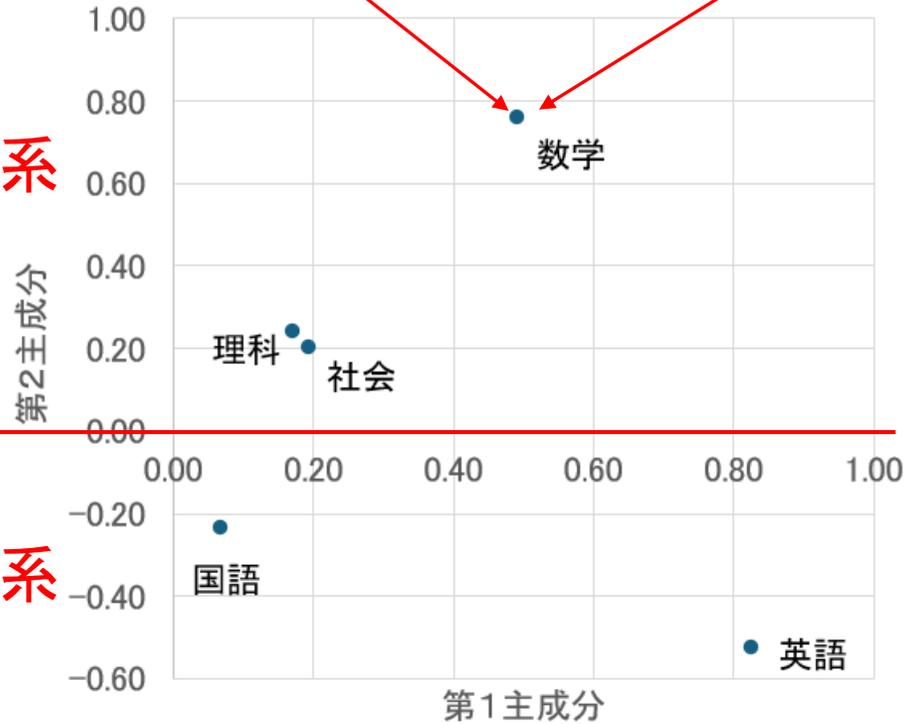
$$\text{寄与率} = \frac{\text{主成分の分散}}{\text{5科目の分散の合計}} = \frac{844.5}{923.7} = 0.91$$

これらpの分散 V_p

分散 $V_{q'}$

| 第1成分 | | | | | | 第2成分 | | | | | | | |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 因子 | a | b | c | d | e | 平方和 | 因子 | a' | b' | c' | d' | e' | 平方和 |
| 負荷量 | 0.49 | 0.17 | 0.20 | 0.83 | 0.07 | 1.00 | 負荷量 | 0.76 | 0.24 | 0.20 | -0.53 | -0.24 | 1.00 |
| | 数学 v | 理科 w | 社会 x | 英語 y | 国語 z | 合成 p | | 数学 v' | 理科 w' | 社会 x' | 英語 y' | 国語 z' | 合成 q' |

負荷量プロット

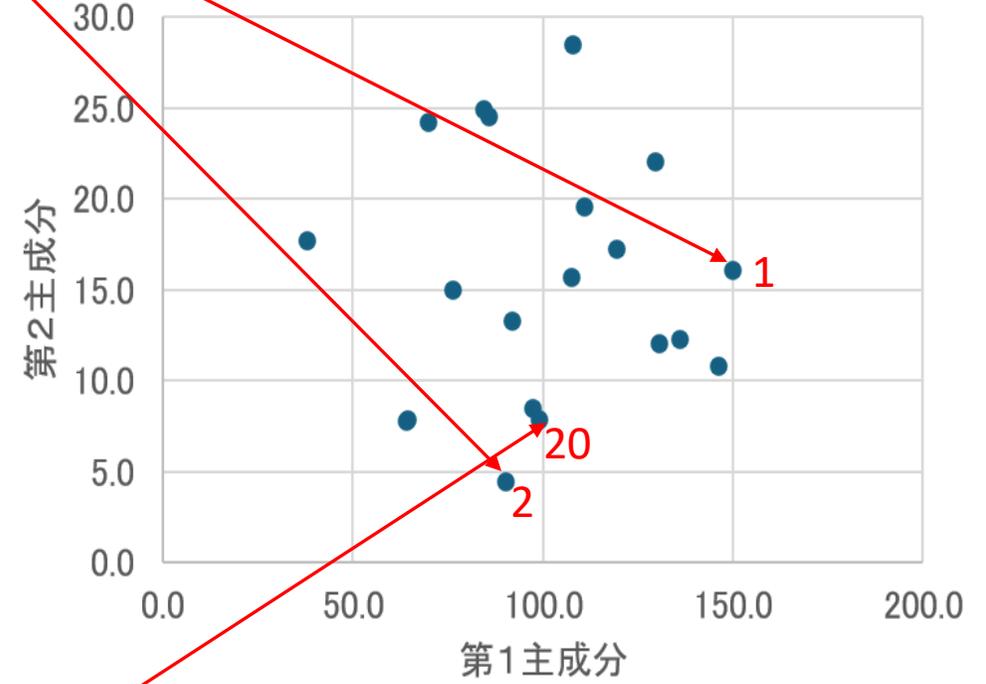


第1主成分

総合力

| | 合成p | 合成q' |
|----|-------|------|
| 1 | 149.9 | 16.0 |
| 2 | 90.0 | 4.4 |
| 3 | 130.6 | 12.1 |
| 4 | 97.4 | 8.5 |
| 5 | 129.7 | 22.0 |
| 6 | 146.5 | 10.8 |
| 7 | 37.9 | 17.7 |
| 8 | 107.6 | 28.5 |
| 9 | 119.2 | 17.2 |
| 10 | 85.8 | 24.5 |
| 11 | 64.5 | 7.9 |
| 12 | 70.0 | 24.2 |
| 13 | 84.4 | 24.9 |
| 14 | 110.9 | 19.5 |
| 15 | 91.7 | 13.2 |
| 16 | 64.2 | 7.8 |
| 17 | 76.2 | 14.9 |
| 18 | 107.5 | 15.7 |
| 19 | 136.3 | 12.3 |
| 20 | 99.1 | 7.8 |

主成分得点プロット



第1主成分

理系

文系

Minitabの場合

①データシートに入力

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|----|----|----|----|-----|----|----|
| | 数学 | 理科 | 社会 | 英語 | 国語 | |
| 1 | 71 | 64 | 83 | 100 | 71 | |
| 2 | 34 | 48 | 67 | 57 | 68 | |
| 3 | 58 | 59 | 78 | 87 | 66 | |
| 4 | 41 | 51 | 70 | 60 | 72 | |
| 5 | 69 | 56 | 74 | 81 | 66 | |
| 6 | 64 | 65 | 82 | 100 | 71 | |
| 7 | 16 | 45 | 63 | 7 | 59 | |
| 8 | 59 | 59 | 78 | 59 | 62 | |
| 9 | 57 | 54 | 84 | 73 | 72 | |
| 10 | 46 | 54 | 71 | 43 | 62 | |
| 11 | 23 | 49 | 64 | 33 | 70 | |
| 12 | 39 | 48 | 71 | 29 | 66 | |
| 13 | 46 | 55 | 68 | 42 | 61 | |
| 14 | 52 | 56 | 82 | 67 | 60 | |
| 15 | 39 | 53 | 78 | 52 | 72 | |
| 16 | 23 | 43 | 63 | 35 | 59 | |
| 17 | 37 | 45 | 67 | 39 | 70 | |
| 18 | 52 | 51 | 74 | 65 | 69 | |
| 19 | 63 | 56 | 79 | 91 | 70 | |
| 20 | 39 | 49 | 73 | 64 | 60 | |

②統計→多変量解析→主成分分析

統計(S) グラフ(G) ビュー(V) ヘルプ(H) アシスタント(N) 予測分析モジュール

- 基本統計(B)
- 回帰(R)
- 分散分析(A)
- 実験計画法 (DOE) (D)
- 管理図(C)
- 品質ツール(Q)
- 信頼性/生存時間(L)
- 予測分析(V)
- 多変量解析(M)**
 - 主成分分析(P)...
 - 因子分析(F)...
 - 項目分析(I)...
 - クラスター分析 - 観測値(O)...
- 時系列分析(S)
- 表(T)
- ノンパラメトリック(N)
- 同等性検定(E)

④必要なグラフにチェックを入れる →OK →OK

主成分分析: グラフ

- 固有値 (Scree) プロット(P)
- 最初の2つの成分のスコアプロット(S)
- 最初の2つの成分の負荷量プロット(L)
- 最初の2つの成分のバイプロット(B)
- 外れ値プロット(U)

ヘルプ OK(O) キャンセル

③数学～国語を変数に選択 計算すべき成分の数に「5」入力 「相関」あるいは「共分散」を選択 グラフをクリック

主成分分析

変数(V):
'数学'-国語

計算すべき成分の数(N): 5

行列のタイプ
 相関(L)
 共分散(A)

選択 グラフ(R)... 保存(T)...
ヘルプ OK(O) キャンセル

→ p.8へ

主成分分析

変数(V):
'数学'-国語

計算すべき成分の数(N): 5

行列のタイプ
 相関(L)
 共分散(A)

選択 グラフ(R)... 保存(T)...
ヘルプ OK(O) キャンセル

→ p.7へ

Minitabの実行結果

共分散行列の固有分析

| | | | | | |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|
| 固有値 | 888.90 | 46.19 | 17.90 | 12.37 | 6.91 |
| 比率 | 0.914 | 0.048 | 0.018 | 0.013 | 0.007 |
| 累積 | 0.914 | 0.962 | 0.980 | 0.993 | 1.000 |

p.4の寄与率と一致

固有ベクトル

| 変数 | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|
| 数学 | 0.492 | 0.756 | -0.106 | -0.394 | -0.141 |
| 理科 | 0.173 | 0.238 | 0.013 | 0.349 | 0.890 |
| 社会 | 0.196 | 0.199 | -0.228 | 0.835 | -0.416 |
| 英語 | 0.828 | -0.526 | 0.194 | -0.023 | -0.014 |
| 国語 | 0.069 | -0.237 | -0.948 | -0.156 | 0.125 |

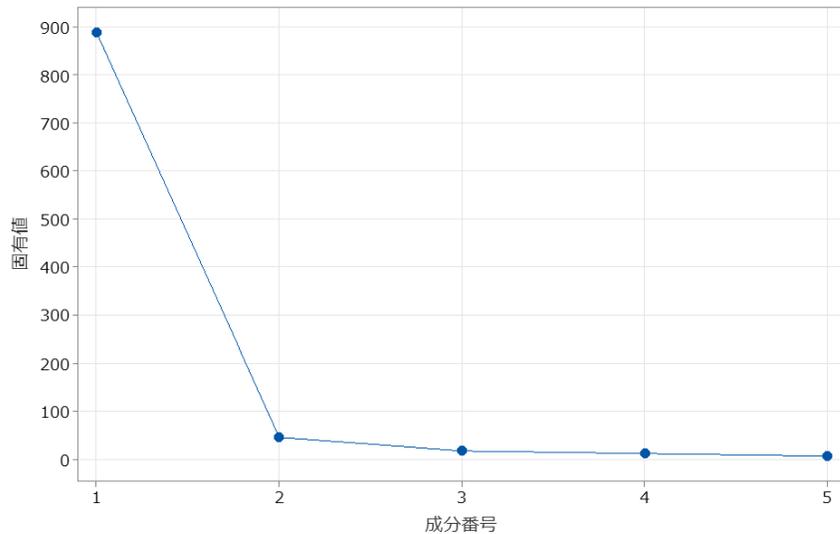
第1成分

| 因子 | a | b | c | d | e | 平方和 |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 負荷量 | 0.49 | 0.17 | 0.20 | 0.83 | 0.07 | 1.00 |

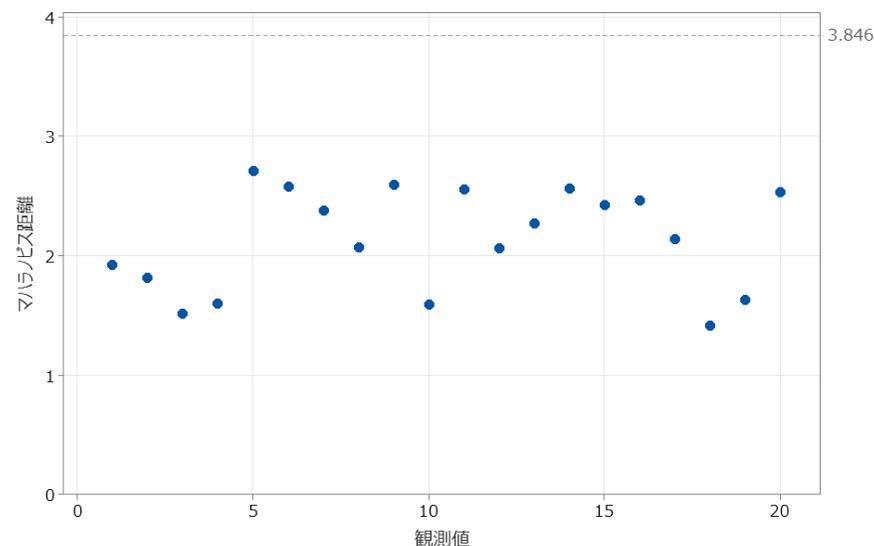
第2成分

| 因子 | a' | b' | c' | d' | e' | 平方和 |
|-----|------|------|------|-------|-------|------|
| 負荷量 | 0.76 | 0.24 | 0.20 | -0.53 | -0.24 | 1.00 |

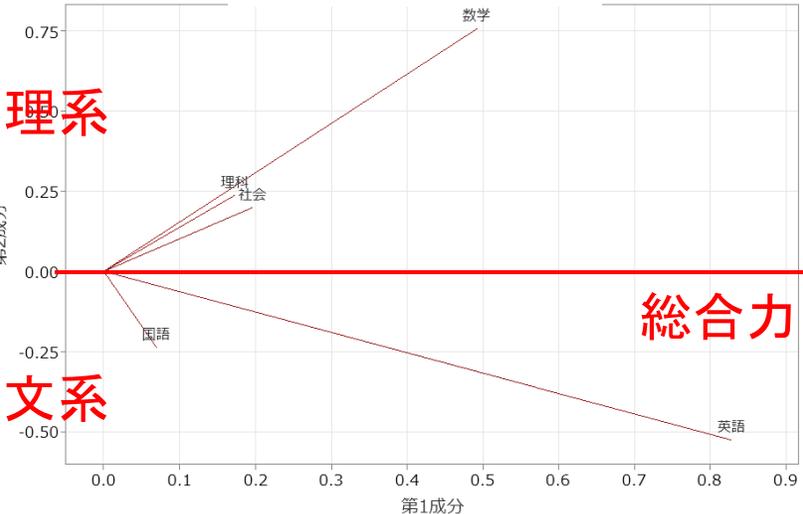
数学,...,国語の固定値プロット



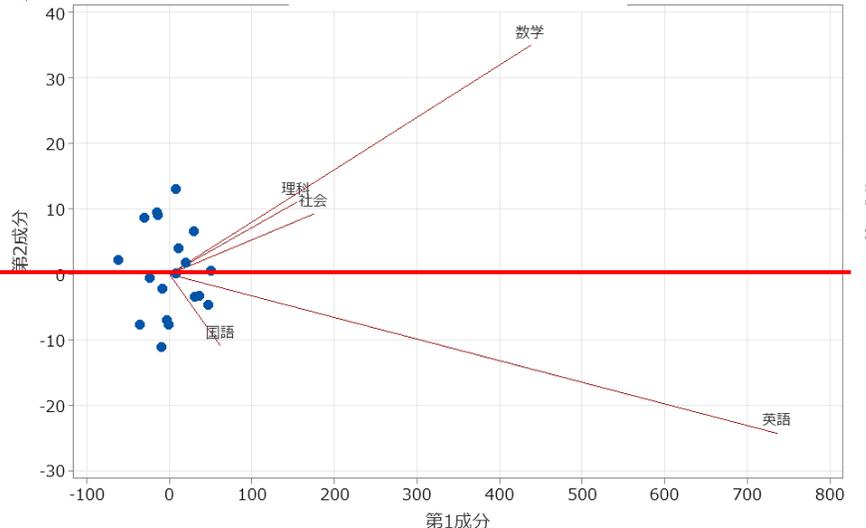
外れ値プロット- 数学, ..., 国語



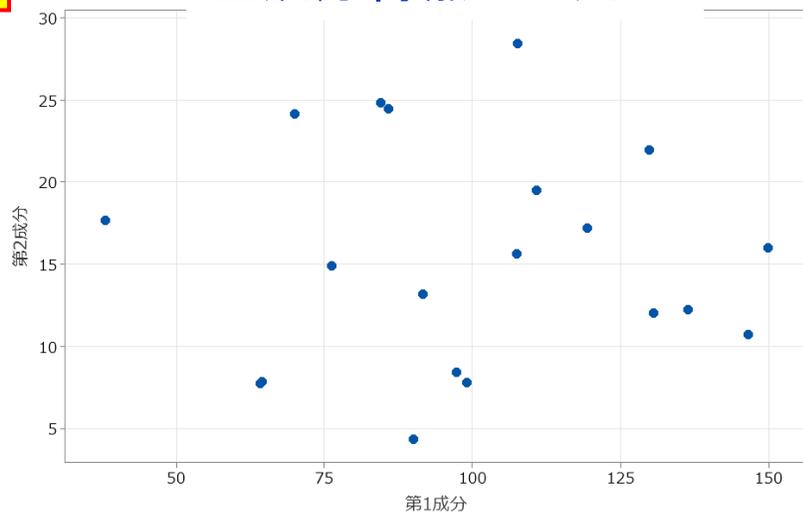
負荷量プロット



バイプロット



主成分得点プロット



Minitabの実行結果

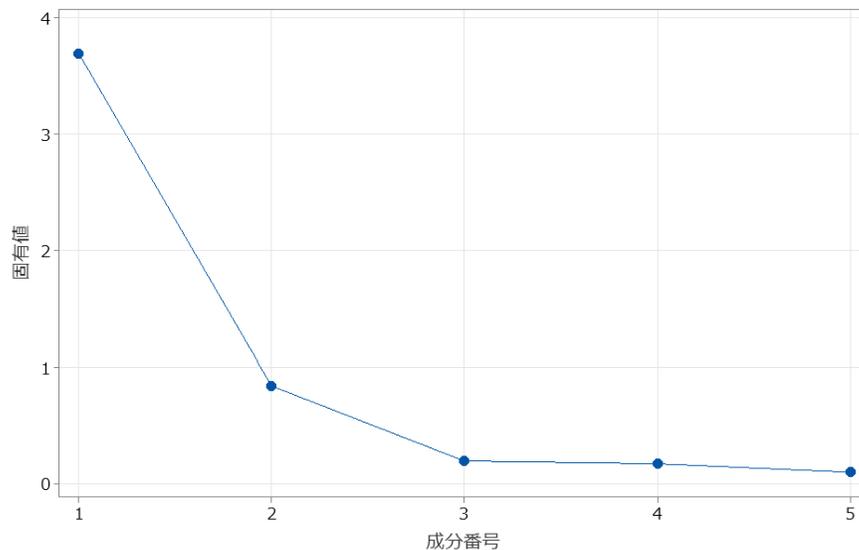
相関行列の固有分析

| | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 固有値 | 3.6905 | 0.8405 | 0.1968 | 0.1728 | 0.0995 |
| 比率 | 0.738 | 0.168 | 0.039 | 0.035 | 0.020 |
| 累積 | 0.738 | 0.906 | 0.946 | 0.980 | 1.000 |

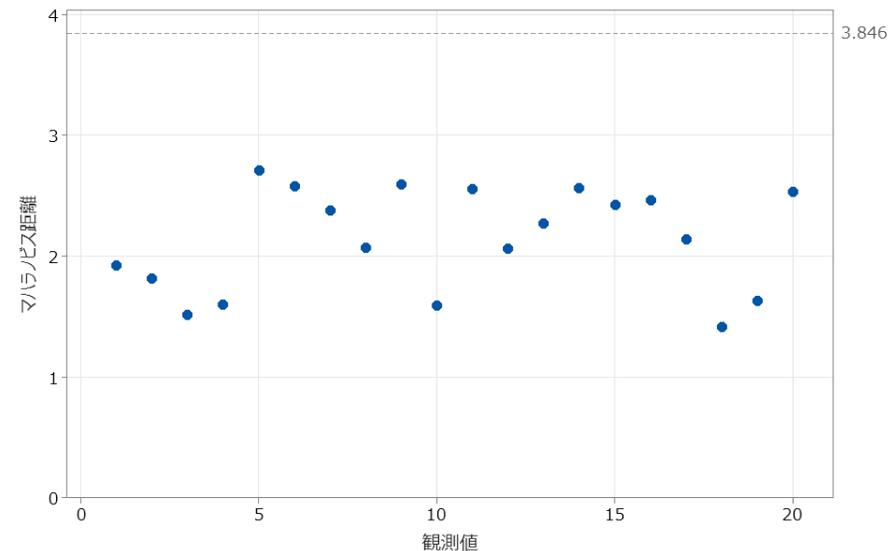
固有ベクトル

| 変数 | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|
| 数学 | 0.493 | -0.169 | 0.264 | 0.142 | -0.800 |
| 理科 | 0.475 | -0.235 | 0.170 | -0.789 | 0.258 |
| 社会 | 0.478 | -0.105 | -0.856 | 0.155 | 0.061 |
| 英語 | 0.490 | 0.011 | 0.410 | 0.554 | 0.533 |
| 国語 | 0.252 | 0.951 | -0.010 | -0.159 | -0.077 |

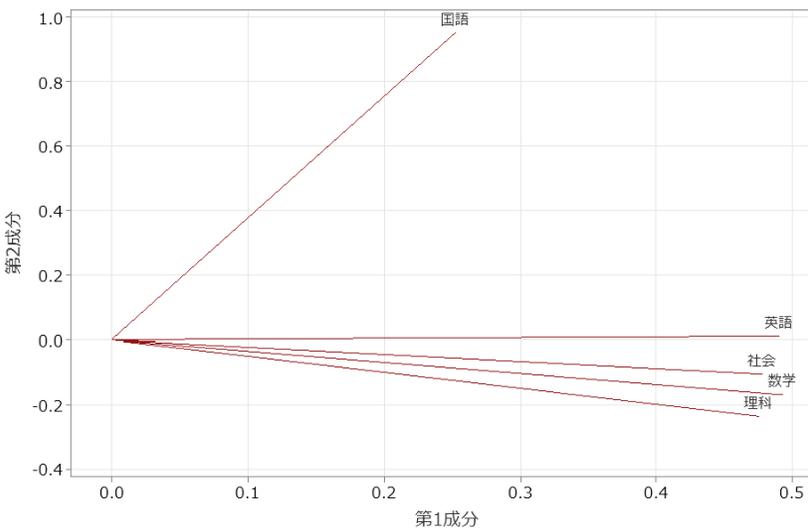
数学,...,国語の固定値プロット



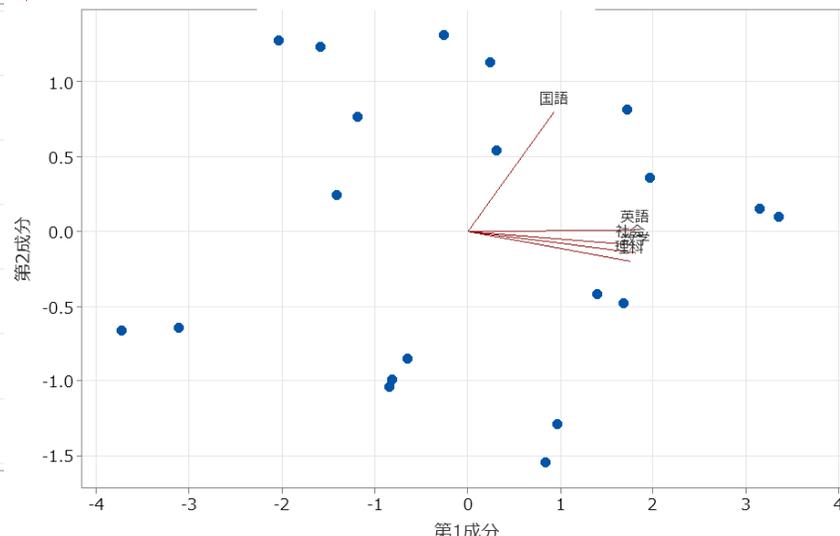
外れ値プロット- 数学, ..., 国語



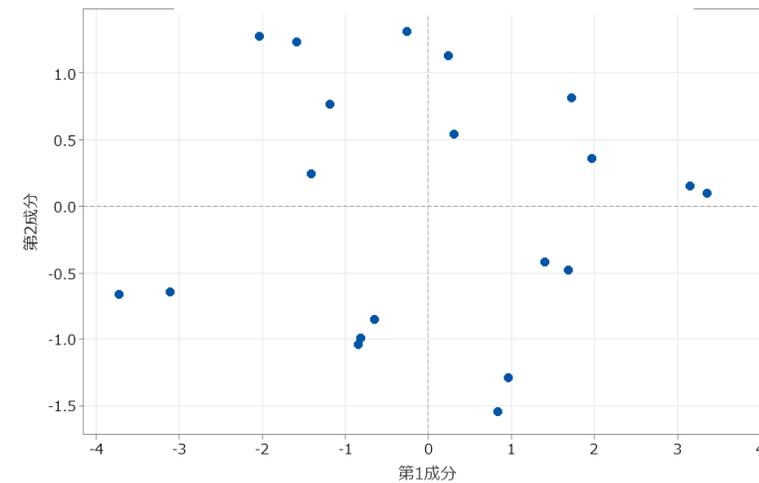
負荷量プロット



バイプロット



主成分得点プロット



統計ソフト「R」の実行結果1

```
> sda<-read.csv("主成分分析.csv")
> pc<-prcomp(sda,scale=TRUE)
> summary(pc)
```

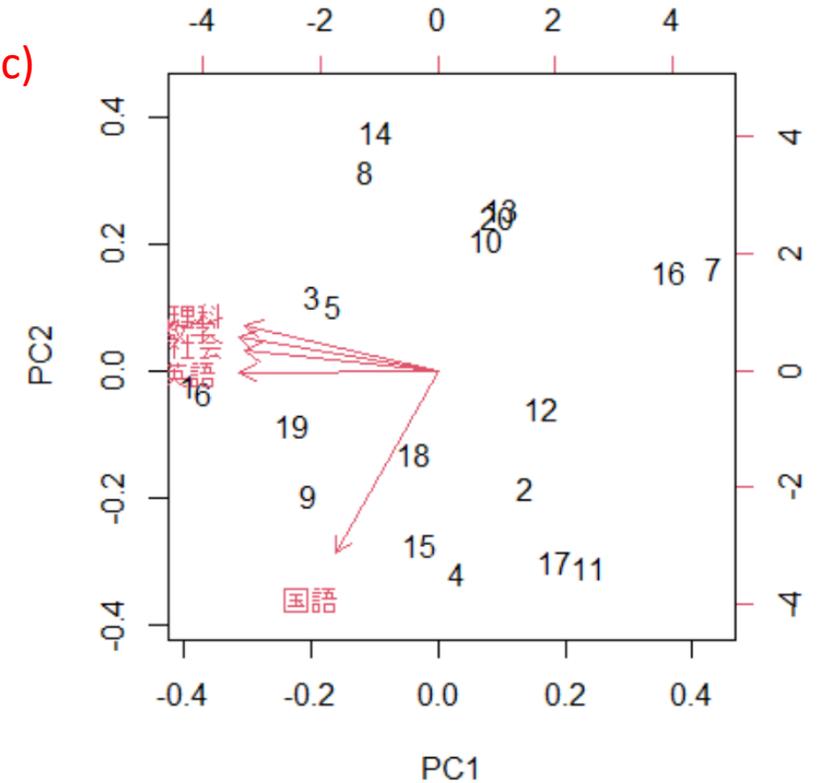
```
Importance of components:
                PC1      PC2      PC3      PC4      PC5
Standard deviation  1.9211  0.9168  0.44360  0.41565  0.31538
Proportion of Variance 0.7381 0.1681 0.03936 0.03455 0.01989
Cumulative Proportion 0.7381 0.9062 0.94555 0.98011 1.00000
```

```
> pc$rotation
```

```
          PC1      PC2      PC3      PC4      PC5
数学 -0.4925486  0.16871789  0.26376350  0.1417407  0.79954272
理科 -0.4752247  0.23539394  0.16956743 -0.7894418 -0.25841784
社会 -0.4776488  0.10486747 -0.85618882  0.1549984 -0.06140568
英語 -0.4898071 -0.01089277  0.41049896  0.5542911 -0.53312502
国語 -0.2519882 -0.95131915 -0.01034465 -0.1594618  0.07719273
```

| | | | |
|------------------|-------|----------------|-----------------|
| prcomp 不偏分散 | scale | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 正規化 相関行列 |
| princomp 標本分散 | cor | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 標準化 相関行列 |

```
> biplot(pc)
```



統計ソフト「R」の実行結果2

```
> sda<-read.csv("主成分分析.csv")
> pc<-prcomp(sda, scale= FALSE)
> summary(pc)
```

Importance of components:

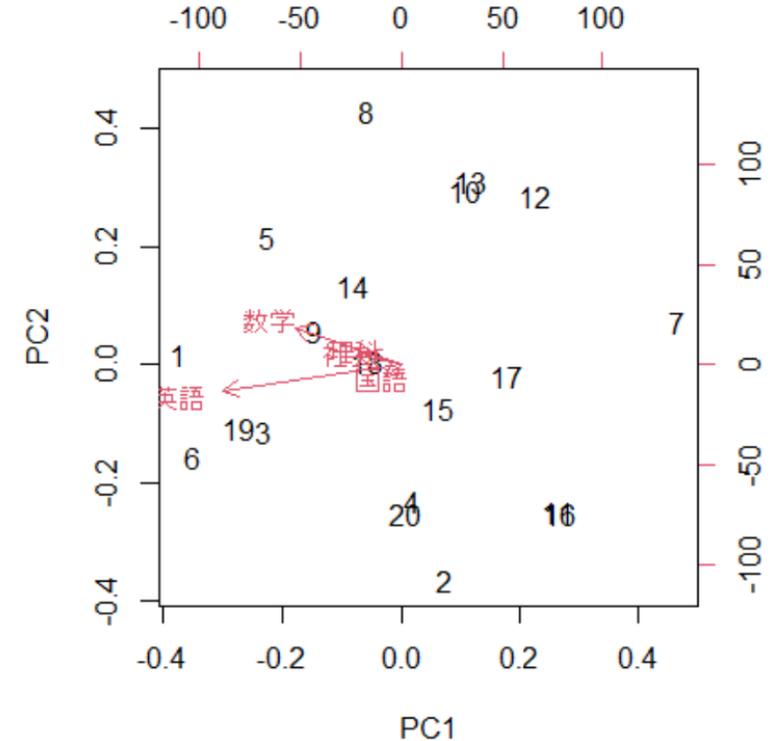
| | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Standard deviation | 29.8143 | 6.79664 | 4.23124 | 3.51736 | 2.6280 |
| Proportion of Variance | 0.9143 | 0.04751 | 0.01841 | 0.01272 | 0.0071 |
| Cumulative Proportion | 0.9143 | 0.96176 | 0.98017 | 0.99290 | 1.0000 |

```
> pc$rotation
```

| | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 |
|----|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| 数学 | -0.49151300 | 0.7559881 | 0.10647703 | 0.39445342 | -0.1413013 |
| 理科 | -0.17305310 | 0.2378355 | -0.01310165 | -0.34925878 | 0.8895693 |
| 社会 | -0.19588597 | 0.1986404 | 0.22761783 | -0.83516616 | -0.4157623 |
| 英語 | -0.82781535 | -0.5257361 | -0.19384988 | 0.02333993 | -0.0141702 |
| 国語 | -0.06941201 | -0.2367695 | 0.94821060 | 0.15613309 | 0.1250652 |

| | | | |
|------------------|-------|----------------|-----------------|
| prcomp 不偏分散 | scale | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 標準化 相関行列 |
| princomp 標本分散 | cor | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 標準化 相関行列 |

```
> biplot(pc)
```



統計ソフト「R」の実行結果3

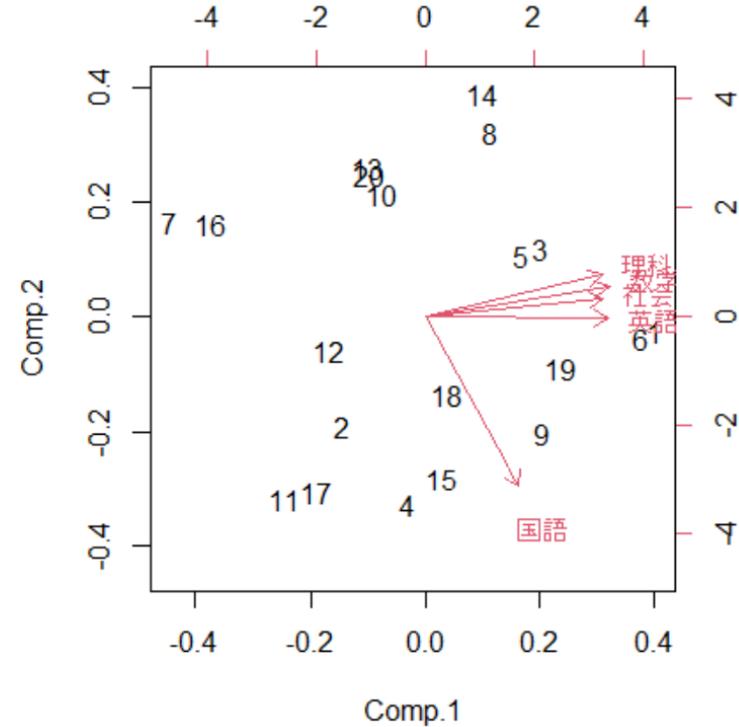
```
> sda<-read.csv("主成分分析.csv")  
> pc<-princomp(sda, cor=TRUE)  
> summary(pc)
```

```
Importance of components:  
                Comp.1  Comp.2  Comp.3  Comp.4  Comp.5  
Standard deviation  1.9210678  0.9167843  0.44359591  0.41565083  0.3153760  
Proportion of Variance  0.7381003  0.1680987  0.03935547  0.03455312  0.0198924  
Cumulative Proportion  0.7381003  0.9061990  0.94555448  0.98010760  1.0000000
```

```
> pc$rotation  
NULL
```

| | | | |
|------------------|-------|----------------|-----------------|
| prcomp 不偏分散 | scale | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 標準化 相関行列 |
| princomp 標本分散 | cor | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 標準化 相関行列 |

```
> biplot(pc)
```



統計ソフト「R」の実行結果4

```
> sda<-read.csv("主成分分析.csv")  
> pc<-princomp(sda, cor= FALSE)  
> summary(pc)
```

Importance of components:

| | Comp.1 | Comp.2 | Comp.3 | Comp.4 | Comp.5 |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Standard deviation | 29.0594289 | 6.62454895 | 4.12409778 | 3.42829844 | 2.561450450 |
| Proportion of Variance | 0.9142463 | 0.04751182 | 0.01841395 | 0.01272466 | 0.007103313 |
| Cumulative Proportion | 0.9142463 | 0.96175807 | 0.98017202 | 0.99289669 | 1.000000000 |

```
> pc$rotation
```

NULL

| | | | |
|------------------|-------|----------------|-----------------|
| prcomp 不偏分散 | scale | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 標準化 相関行列 |
| princomp 標本分散 | cor | デフォルト FALSE | 標準化しない 共分散行列 |
| | | TRUE | 標準化 相関行列 |

```
> biplot(pc)
```

