

聖徳太子はどんな顔(1) : 顔の特徴分析への射影追跡法の適用

その他のタイトル	What is prototypical face of 'SHOUTOKU TAISHI' ? (1) : Extracting prototypical facial images by means of Projection Pursuit
著者	池田 進, 辻 光宏
雑誌名	関西大学社会学部紀要
巻	27
号	3
ページ	21-38
発行年	1996-03-30
URL	http://hdl.handle.net/10112/00022505

聖徳太子はどんな顔(1)
—顔の特徴分析への射影追跡法の適用¹⁾—

池 田 進²⁾, 辻 光 宏³⁾

What is prototypical face of 'SHOUTOKU TAISHI'?(1)
—Extracting prototypical facial images by means of Projection Pursuit—

Susumu IKEDA, Mitsuhiro TSUJI

Abstract

There are eight kinds of faces concerning the 'SHOUTOKU TAISHI'. The type of faces are various ;portrait, image, etc. I wonder what prototypical facial image of 'SHOUTOKU TAISHI' in the Asuka age really had. This is a starting point of this report.

One of the interesting techniques of Computational Statistics study is Projection Pursuit method. This method explores some data structures by representing multidimensional data by a lower dimension and consolidating information. In this paper, the comparison examination of an classical technique and effectiveness with the projection pursuit was done for eight kinds of face image data concerning the 'SHOUTOKU TAISHI'.

要 約

ここに聖徳太子に関する 8 種類の顔がある⁴⁾。肖像画であったり、像であったり種類もまちまちである。はたして飛鳥時代の聖徳太子はどんな顔をしていたのだろうか？これが、この報告の出発点である。

計算機統計学の興味深い手法の中の 1 つに、射影追跡 (Projection pursuit) 法がある。これは、多次元データを少次元で表現して情報を集約することによって何らかのデータ構造を探索する。この論文では、聖徳太子に関する 8 種類の顔イメージデータを対象として、従来の手法と射影追跡との有効性について比較検討を行なった。

キーワード：知覚 顔の特徴分析 射影追跡法

¹⁾この論文は平成 5 年度関西大学学術研究助成基金による助成をうけた研究プログラムの研究報告の一部をなすものである。

²⁾関西大学社会学部

³⁾関西大学総合情報学部

⁴⁾関西大学文学部の大庭 脩先生からご提供いただいた。

1. 顔の特徴分析研究の経緯

Perkinsら(1980)は、似顔絵作家の目がどのポイントを特徴として選択しているのかを探索することを目的として、ニクソン元大統領を描いた戯画の特徴を抽出した。38枚の戯画と6枚の顔写真と比較して4つの特質を抽出したのである。Taylor(1885)はワシントン大統領の顔を、Galtonの手法(平均の画像)による合成写真で作成した。Bensonら(1993)は、サッチャー前首相の顔のプロトタイプをコンピュータで合成した。6枚のスナップ写真から186個の特徴点を選んでそれぞれの平均値を求め、それをプロトタイプとしたのである。

池田(1994)は、Bensonら(1993)が描いたサッチャーのプロトタイプを観察すると、個性がならされて没個性になってることを指摘している。また、Galton(1878)は、合成した犯罪者の平均像がけっして凶悪な相貌にならないことを指摘している。

Brennan(1985)は、ケネディ元大統領の顔を、白人男性の顔データベースの平均値との差異を拡大していくことによって、特徴を強調してケネディ元大統領の戯画を作成することを計画した。

この報告では、聖徳太子の顔写真の8個(8次元)の標本データをできる限り表現できる見方を示すことができるような、2次元部分空間に射影することを目指す。ここでは、8つの標本の違いと、その中で似たものをグループ化する可能性を探索する。これは、できる限り顔写真を平均化することで没個性化していく過程を、似たもの同士を合成していく過程として追跡する事にも結びつく。

2. 射影追跡法

2.1 データ分析での位置づけ

後藤ら(1992)によると、統計的グラフィックスはデータの記述・探索の枠を超えて、データの解釈の全過程で利用されるようになってきた。これは、コンピュータグラフィックス技術の発展に起因するところが大きい。

Krzanowski(1988)によると、部分空間射影によるデータの幾何学的なグラフィカル表現は、データ行列のグラフィカル表現の基本的な方法として有効な手段であり、人が直感的にデータを判断するのに有益である。部分空間射影のための最も頻繁に使用される手法は主成分分析である。この手法は多変量解析の発展の中で中心的な手法であり、解釈方法なども普遍的であることが適用される理由の一つである。それに比較して他の射影手法はあまり使われていない。射影追跡法は、Friedman & Tukey(1974)でアルゴリズムが提唱された。しかしながら、分析の過程で収束しにくい繰り返し計算を含んでいるため、当時のコンピュータ環境ではじゅう

ぶんには発展しなかった。Friedman は射影追跡回帰や追跡密度推定などに拡張を進めた。Huber (1985) Friedman (1987) によって射影追跡法は数学的基礎などが確立され、コンピュータの計算能力の発展とともに、コンピュータ統計学の分野の代表的な手法となった。(岩崎 (1990))

似たものをまとめていくデータ分析手法であるクラスター分析からの展望としても射影追跡法が注目されている。Everitt (1993) は、クラスター分析のガイドラインとして前処理段階で古典的な主成分分析を用いるのが今までの主流であるが、射影追跡法からもっと有益な情報が得られる可能性 (クラスター分析すら必要ない可能性を含む) をじゅうぶんに配慮する必要があることを実際面の警告として紹介している。

2.2 射影追跡法とは

データ構造は、変数間の線形関係だけでは十分にはとらえきれない場合もあり、クラスター構造の場合や非線形集合体の場合もある。多次元情報を次元数縮小するための変換は、その解釈のしやすさから線形射影である。射影の中で見える構造は、多次元情報の実際の構造の影であってほしい。このような興味深い構造を示す射影を追跡する。射影追跡では、射影の中の構造表現 (データ密度変化) の総計を射影の数値指標 (射影指標) とし、これを最大にする射影を求めていく。

興味深い構造を数量化することは非常に難しいので、まず、興味のない構造を考える (Huber (1985))。その意味で「データが正規分布になるとき、構造としては最もつまらない」の記述が最も簡単であり、極めて刺激的である。これは、目標が非線形の構造発見であること、クラスター構造の場合には特に中心部分で正規分布と異なっていることなどがあげられる。

射影方向 α で定まるデータ構造での射影指標 $I(\alpha)$ の望ましい性質をつぎにあげる。(岩崎 (1990))

- ① $I(\alpha)$ は、射影されたデータが正規分布の時に最小値をとり、正規分布から離れるにしたがって大きな値をとる
- ② 計算が簡単で、 α に関して滑らか (連続偏微分可能) である。
- ③ $I(\alpha)$ はデータの Affine 変換に対して不変である。
- ④ 外れ値の影響は余り受けない。

これらの性質に基づいた射影指標はいくつか提案されているが、本論文では Friedman (1987) で提案された射影指標を取り上げる。

$$I(\alpha) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J (2j+1) \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_j(2\Phi(\alpha^T x_i) - 1) \right]^2$$

ここで、 N 個の多次元データは x_1, x_2, \dots, x_N であり、 α は射影方向を示す単位ベクトルであり、

$\alpha^T x_j$ は x_j を α 方向に射影した点の座標である。 $P_j(\cdot)$ は次の Legendre 多項式、すなわち、

$$\text{漸化式} \begin{cases} P_0(R) = 1, \\ P_1(R) = R, \\ P_j(R) = [(2j-1)RP_j(R) - (j-1)P_{j-1}(R)] / j \end{cases}$$

で与えられる多項式である。 $\Phi(\cdot)$ は標準正規分布の累積分布関数である。 J は分析するとき利用者が定める定数で、射影されたデータ分布の密度関数の近似の滑らかさを表し、 $2 \leq J \leq 6$ が適当な範囲であり、標本サイズが大きくなれば J も大きくする方がよい。

実際の解析では、射影追跡の計算自体が非線形問題を解くために、射影指標に関しても局所的な最大値を持つ可能性がある。このため、初期値を変更して繰り返す。Friedman (1987) では得られた構造から興味のない構造を取り除くことも行っている。

3. 分析した手順

(1) データの入力と基準化

8 種類の聖徳太子の顔データをグレイスケールでスキャンし(付録 1 を参照)、以下の 32 箇所の位置座標を収集した。

目の間、右目横、左目横、顎先、左眉上、左眉下、左眉左、左眉右、右眉上、右眉下、右眉左、右眉右、左耳、右耳、左目中、左目上、左目下、左目左、左目右、右目中、右目上、右目下、右目左、右目右、鼻先、鼻先左、鼻先右、口中央、口の上、口の下、口の左、口の右

以上を、表計算ソフト Microsoft Excel を用いて、目の間、右目横、左目横、顎先を元に基準化し、以下の 31 項目の特徴情報を計算した。

左眉の位置 $x \cdot y$ 、左眉の太さ、左眉の変位 $x \cdot y$ 、左眉中の変位 $x \cdot y$ 、
右眉の位置 $x \cdot y$ 、右眉の太さ、右眉の変位 $x \cdot y$ 、右眉中の変位 $x \cdot y$ 、
左目の位置 $x \cdot y$ 、左目の太さ、左目の幅、左目の高さ、
右目の位置 $x \cdot y$ 、右目の太さ、右目の幅、右目の高さ、
鼻の長さ、鼻の幅、鼻の下、口の高さ、口の幅、左耳の高さ、右耳の高さ

(2) 分析 1

統計解析ソフト Visual Stat を用いて、上記の 31 変数 8 標本のデータについて、箱ヒゲ図と相関係数を算出した。主成分分析を行い、抽出した 2 つの主成分変量に関して 8 標本を散布図表現した。2 つの主成分変量に関する 8 標本をクラスター分析(ユークリッド距離の最遠隣法)でクラスタリングした結果を樹状図で表現した。

付録 2 を参照。

(3) 分析 2

statlib で提供されている Friedman (1987) に基づく projpurs の FORTRAN ライブラリを用いて、射影追跡 ($J = 2$ とした) を行い 2 種類の結果を得た、結果を Visual Stat を用いて、射影平面上の変数の散布図、射影平面上の標本の散布図を作成し、さらに、標本をクラスター分析 (ユークリッド距離の最遠隣法) でクラスタリングした結果を樹状図で表現した。付録 3 を参照。

3. 分析結果について

(1) 主成分分析 (およびクラスター分析) による結果

対象のデータが変数個数 31、標本 8 の極めて標本個数の少ないものであったので、主成分分析に関して満足のいく結果は得られにくい状況であったことは最初に念頭に入れておく必要がある。固有値プロットによれば、2 個の主成分では、31 変数中で 17 変数の変動だけが説明可能な状況である。

変数と主成分の対応関係の負荷量を見ると、第 2 主成分は鼻の長さ・鼻の下の長さ (負)・口の長さ・右眉の y 座標と縦方向の変数が固まっている。比較して、第 1 主成分値はほとんどが横方向の変数と関連が高い。しかしながら、目の情報のほとんどと耳の情報に関しては 2 つの主成分では説明しきれないという結果に終わった。

2 つの主成分からなる平面上の標本の散布図を見ると、正規分布の特長を示すように中央に 2・4・5・8 が集中している。クラスター分析の樹状図とあわせて検証すると、中央の 4 標本は 1 つのグループと関連させることができても、他の 4 標本はそれぞれが独立しているかに見受けられる。

(2) 射影追跡 (およびクラスター分析) による結果

射影追跡によって繰り返し演算により繰り返し回数分の解が得られる。射影追跡の唯一の判断材料は射影指標値である。今回のデータでは、最初 0.07647 の指標値から出発し、13 番目 14 番目に 0.6390 と 0.6419 というピークの値を示す。この値は大きいほど興味深いデータ構造であることを示しているので、13 番目と 14 番目の結果だけを検証する。射影追跡では、複数の解が得られることはじゅうぶんあり得る。それは、視点を変えるという考えを反映してどの解も解釈としてあり得るという事である一方、うわべのデータ構造を追っかけている危険性もある。

13 番目の解に関して調べる。射影平面での変数の分布から、射影と変数の関わりを解釈する。横軸方向を見ると、左目の幅・右目 x の目の変数、右眉 x ・右眉太さ・左眉変位 x (負)・左眉 x (負)・右眉変位 y (負) などの眉に関する変数、口の長さ、鼻の長さなどの関連がある。一方、縦軸方向を見ると、左眉の変位 x ・左眉 x ・右眉中 x ・右眉太さ (負) などの眉に関する

変数、口の長さ（負）、鼻の長さ（負）などの関連が強い。射影平面での標本の分布状況を見ると $2 \cdot 4 \cdot 6$ と $1 \cdot 5 \cdot 8$ が近い関係にあり、3 と 7 が中間的な位置づけとなる。

14番目の解に関して調べる。射影平面での変数の分布から、解釈する。横軸方向を見ると、左眉変位 y ・右眉変位 x ・左眉変位 x （負）の眉に関係する変数と関連性がある。縦軸方向を見ると、左眉中 y ・左眉変位 y ・左眉 x 、右眉変位 x （負）の眉関係の変数、右目 x 、鼻の幅などの関連性が強い。射影平面上での標本の分布を見ると、 $2 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 8$ と $1 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 6$ の 2 つのグループに分かれる。

(3) 分析の比較（分析結果からの考察）

今回の射影追跡でのデータ分析の過程では、真の最適なデータ構造は得られていない可能性も含んでいる。これは真の構造とうわべの構造とを区別する形式的な方法がまだ確立していないためである。射影追跡の場合には、統計グラフィックスと連動し、リアルタイムに繰り返し過程でのデータ構造を確認しながら真のデータ構造を探し出していくツールと見なすことができる。

主成分分析の場合には、統計的に成熟した手法であるので、射影追跡がダイナミックなものだとすると、静的な分析だとも言える。

4. 今後の展望

顔の特徴分析に関しての今回の分析の将来性としては、射影追跡とコンピュータグラフィックスの連携という間近な目標設定もある。しかし、射影平面上に標本が分布された場合に、クラスタリング状況を合成顔で表現して、分析の手助けをすることも今の技術動向からすると不可能ではない状況である。

射影追跡の適用の面から今後の展開を考察すると、非線形問題での射影追跡に即した最適化手法の確立も急がれる課題である。

【参 考 文 献】

- Benson, P. J. & Perrett, D. I. (1993) Extracting prototypical facial images from exemplars. *Perception*, 22, 257-262
- Everitt, B. S. (1993) *Cluster Analysis Third Edition*. Edward Arnold
- Friedman, J. H. (1987) Exploratory projection pursuit. *Journal of the American Statistical Association*, 82, 249-266
- Friedman, J. H. & Tukey, J. W. (1974) A projection pursuit algorithm for exploratory data analysis. *IEEE Transactions on Computers*, C-23, 881-890
- 後藤昌司・白旗慎吾・垂水共之・馬場康雄・安田嘉純・松原義弘・余田明夫・脇本和昌（1992）統計的グラフィックスの最近の発展。日本統計学会誌，21，3，335-351

聖徳太子はどんな顔(1) (辻・池田)

- Huber, P. J. (1985) Projection pursuit (with discussion). *The Annals of Statistics*, 13, 435-525
- 池田 進 (1995) 人の顔または表情の識別について 関西大学出版部
- 岩崎 学・福永真美 (1989) 射影追跡 (projection pursuit) と多変量データ解析. 第8回日本 SAS ユーザー会
論文集, 157-166
- 岩崎 学・福永真美 (1989) 多項式指標による射影追跡. *応用統計学*, 18, 103-127
- 岩崎 学 (1990) 射影追跡と多変量データ解析. In: 柳井晴夫他編 人間行動の計量分析, 東京大学出版会.
- Krzanowski, W. J. (1988) *Principles of Multivariate Analysis*. Clarendon Press, Oxford
- Perkins, D. N. & Hagen, M. A. (1980) Convention, context, and caricature.
In Hagen, M. A. (ed.) *The Perception of Pictures*. Vol. a. Academic Press, 257-286.
- Taylor, W. C. (1885) Three new portraits of Washington. *Science*, 6, facing page 528.

[付録1] 8つの聖徳太子の顔



1



2



3



4



5



6



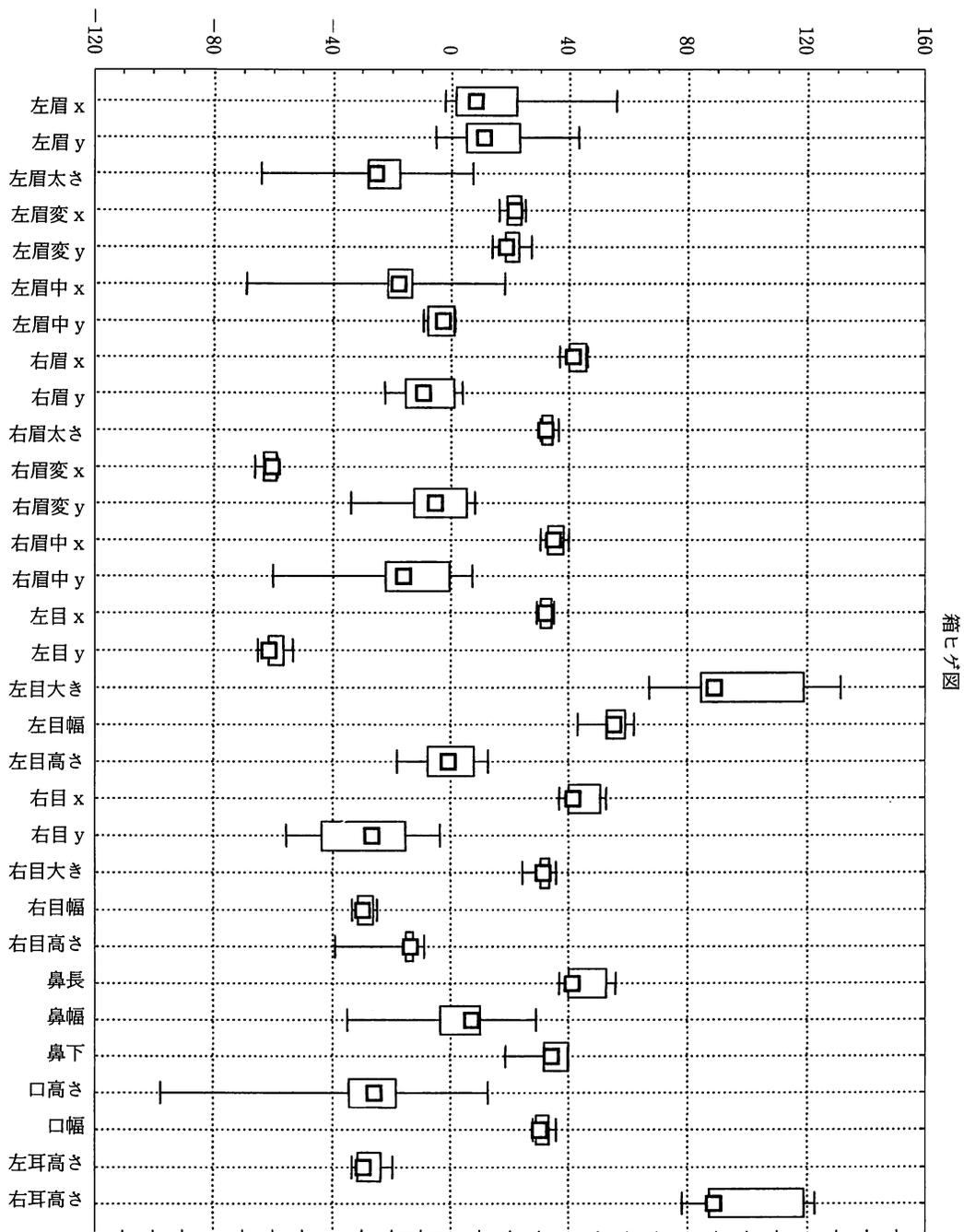
7



8

聖徳太子はどんな顔(1) (辻・池田)

【付録2】 分析1の結果リスト



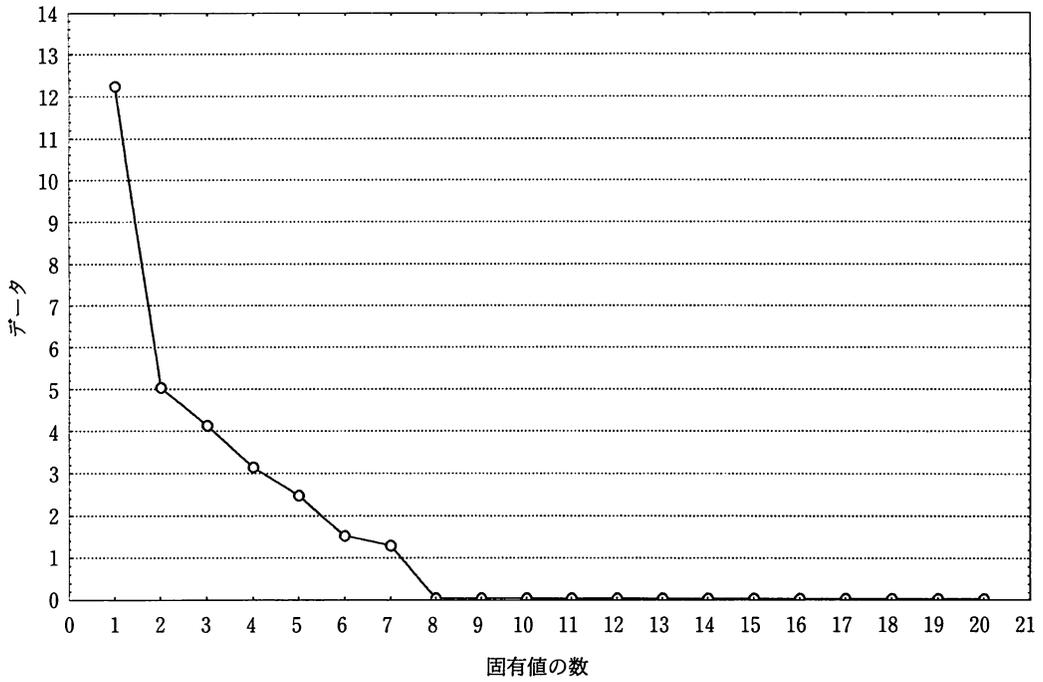
最小—最大
25%—75%
中央値

STAT. BASIC STATS	相関係数 (tais2f. sta) 有意確率 (強調表示) p < .05000 N = 8 (欠測値は、ケースワイズ判断)															
	左眉x	左眉y	左眉太さ	左眉変x	左眉変y	左眉中x	左眉中y	右眉x	右眉y	右眉太さ	右眉変x	右眉変y	右眉中x	右眉中y	左眉x	左眉y
変数	左眉x	左眉y	左眉太さ	左眉変x	左眉変y	左眉中x	左眉中y	右眉x	右眉y	右眉太さ	右眉変x	右眉変y	右眉中x	右眉中y	左眉x	左眉y
左眉x	1.00	.82*	-.23	-.86*	.43	-.78*	.67	-.95*	.32	-.20	-.83*	.04	-.75*	.46	.93*	.43
左眉y	.82*	1.00	-.17	-.51	.34	-.40	.52	-.88*	.63	.07	-.63	-.11	-.46	.14	.77*	.67
左眉太さ	-.23	-.17	1.00	.28	.63	.32	.08	.25	-.01	.22	.58	-.35	.52	-.65	-.21	-.28
左眉変x	-.86*	-.51	.28	1.00	-.21	.98*	-.46	.83*	-.27	.24	.76*	-.39	.89*	-.60	-.81*	-.14
左眉変y	.43	.34	.63	-.21	1.00	.98*	.69	-.30	.17	.12	-.14	-.56	-.05	-.15	.35	-.13
左眉中x	-.78*	-.40	.32	.98*	-.08	1.00	-.36	.76*	-.20	.36	.70	-.53	.87*	-.63	-.72*	-.07
左眉中y	.67	.52	.08	-.46	.69	-.36	1.00	-.49	.20	.06	-.39	-.27	-.24	.51	.46	.02
右眉x	-.95*	-.88*	-.49	.83*	-.30	.76*	-.49	1.00	-.50	.22	.79*	-.18	.75*	-.34	-.90*	-.49
右眉y	.32	.63	.06	-.27	.17	-.20	.20	-.50	1.00	.36	-.20	.12	-.29	.06	.25	.13
右眉太さ	-.20	.07	.22	.24	.12	.36	.06	.22	.36	1.00	.09	.56	.15	-.25	-.04	.18
右眉変x	-.83*	-.63	.58	.76*	-.14	.70	-.39	.79*	-.20	.09	1.00	.03	.91*	-.50	-.88*	-.45
右眉変y	.04	-.11	-.35	-.39	-.56	-.53	-.27	-.18	.12	-.56	.03	1.00	-.27	.43	-.07	-.22
右眉中x	-.75*	-.46	.52	.89*	-.05	.87*	-.24	-.34	.06	.15	-.50	.43	1.00	-.56	-.79*	-.19
右眉中y	.46	.14	-.65	-.60	-.15	-.63	.51	-.34	-.29	-.25	-.50	.43	-.56	1.00	.25	-.18
左目x	.93*	.77*	-.21	-.81*	.35	-.72*	.46	-.90*	.25	-.04	-.88*	-.07	-.79*	.25	1.00	.59
左目y	.43	.67	-.28	-.14	-.13	-.07	.02	-.49	.13	.18	-.45	-.22	-.19	-.18	.59	1.00
左目太さ	-.23	-.33	-.21	-.01	-.47	-.13	.05	.25	-.04	-.16	.37	.65	.20	-.55	.45	-.39
左目幅	-.93*	-.69	.24	.92*	-.33	.87*	-.43	.93*	-.30	.27	.86*	-.18	.89*	-.38	-.93*	-.34
左目高さ	-.47	-.42	.70	.38	.38	.38	.16	.52	.12	.32	.72*	-.14	.57	-.19	-.61	-.71*
右目x	-.80*	-.68	.10	.61	-.33	.54	-.24	.80*	-.04	.24	.74*	.12	.61	.04	-.91*	-.65
右目y	-.44	-.23	.25	.15	-.35	.13	-.42	.30	.37	.56	.46	.27	.20	-.25	-.33	-.10
右目太さ	-.48	-.30	.31	.47	-.28	.43	-.12	.50	-.19	.35	.68	.01	.69	-.22	-.47	.08
右目幅	-.32	-.24	.19	.53	-.04	.53	.20	.49	-.50	.20	.47	-.36	.70	-.08	-.37	.13
右目高さ	-.11	-.37	-.33	-.20	.64	-.31	-.56	.10	-.52	-.23	-.12	.43	-.26	.05	-.10	.19
鼻長	-.28	.01	.34	.13	-.03	.17	-.43	.10	.59	.63	.21	-.04	.02	-.51	-.10	-.01
鼻幅	-.88*	-.67	.27	.69	-.30	.61	-.53	.77*	.04	.09	.82*	.17	.64	-.31	-.93*	-.66
鼻下	-.40	-.63	.02	.30	-.24	.21	-.57	.44	-.83*	-.47	.18	-.01	.17	-.33	-.25	-.14
口高さ	-.44	-.14	.48	.32	-.03	.36	-.35	.33	.40	.79*	.43	-.19	.29	-.55	-.27	-.02
口幅	-.81*	-.59	.20	.59	-.37	.49	-.58	.65	.14	.01	.77*	.33	.55	-.28	-.87*	-.61
左耳高さ	.63	.76*	-.14	-.60	.06	-.55	.40	-.74*	.75*	.14	-.36	.36	-.42	.33	.54	.40
右耳高さ	.69	.73*	-.19	-.72*	.07	-.69	.39	-.80*	.74*	-.03	-.43	.48	-.55	.41	.57	.28

種族因子はごんな顔(1) (辻・津田)

STAT. BASIC STATS	相関係数 (taisi2f. sta) 有意確率 (強調表示) p < .05000 N = 8 (欠測値は、ケースワイス削除)													
	左目幅	左目高さ	右目x	右目y	右目大 き	右目幅	右目高さ	鼻長	鼻幅	鼻下	口高さ	口幅	左耳高さ	右耳高さ
変数														
左眉x	-.93*	-.47	-.80*	-.44	-.48	-.32	-.11	-.28	-.88*	-.40	-.44	-.81*	.63	.69
左眉y	-.69	-.42	-.68	-.23	-.30	-.24	-.37	.01	-.67	-.63	-.14	-.59	.76*	.73*
左眉太さ	.24	.70	.10	.25	.31	.19	.33	.34	.27	.02	.48	.20	-.14	-.19
左眉変x	.92*	.38	.61	.15	.47	.53	-.20	.13	.69	.30	.32	.59	-.60	-.72*
左眉変y	-.33	.38	-.33	-.35	-.28	-.04	-.64	-.03	-.30	-.24	-.03	-.37	.06	.07
左眉中x	.87*	.38	.54	.13	.43	.53	-.31	.17	.61	.21	.36	-.49	-.55	-.69
左眉中y	-.43	.16	-.24	-.42	-.12	.20	-.56	-.43	-.53	-.57	-.35	-.58	.40	.39
右眉x	.93*	.52	.80*	.30	.50	.49	.10	.10	.77*	.44	.33	.65	-.74*	-.80*
右眉y	-.30	.12	-.04	.37	-.19	-.50	-.52	.59	.04	-.83*	.40	.14	.75*	.74*
右眉太さ	.27	.32	.24	.56	.35	.20	-.23	.63	.09	-.47	.79*	.01	.14	-.03
右眉変x	.86*	.72*	.74*	.46	.68	.47	-.12	.21	.82*	.18	.43	.77*	-.36	-.43
右眉変y	-.18	-.14	.12	.27	.01	-.36	.43	-.04	.17	-.01	-.19	.33	.36	.48
右眉中x	.89*	.57	.61	.20	.69	.70	-.26	.02	.64	.17	.29	.55	-.42	-.55
右眉中y	-.38	-.19	.04	-.25	-.22	-.08	.05	-.51	-.31	-.33	.55	-.28	.33	.41
左目x	-.93*	-.61	-.91*	-.33	-.47	-.37	.10	-.10	-.93*	-.25	-.27	-.87*	.54	.57
左目y	-.34	-.71*	-.65	-.10	.08	.13	.19	-.01	-.66	-.14	-.02	-.61	.40	.28
左目大 き	.32	.33	.63	.36	.54	.32	.13	.22	.36	-.25	-.07	.40	.23	.24
左目高さ	1.00	1.00	.84*	.35	.63	.59	-.10	.12	.80*	.22	.37	.70	-.54	-.65
右目x	.84*	.70	1.00	.47	.50	.34	-.18	.16	.87*	-.07	.47	.57	-.13	-.17
右目y	.35	.41	.47	1.00	.57	-.03	.20	.78*	.49	-.31	.87*	.53	-.30	-.34
右目大 き	.63	.41	.50	.57	1.00	.78*	.13	.08	.31	-.12	.44	.27	.06	-.11
右目幅	.59	.26	.34	-.03	.78*	1.00	-.06	-.42	.05	.04	-.02	-.07	-.23	-.40
右目高さ	-.10	-.50	-.18	.20	.13	-.06	1.00	-.05	-.16	.58	-.05	-.11	-.17	-.13
鼻長	.12	.29	.16	.78*	.08	-.42	-.05	1.00	.39	-.28	.91*	.43	.22	.17
鼻幅	.80*	.65	.87*	.49	.31	.05	-.16	.39	1.00	.12	.44	.98*	-.38	-.38
鼻下	.22	-.25	-.07	-.31	-.12	.04	.58	-.28	.12	1.00	-.28	.07	-.82*	-.75*
口高さ	.37	.47	.34	.87*	.44	-.02	-.05	.91*	.44	-.28	1.00	.42	.13	.01
口幅	.70	.57	.81*	.53	.27	-.07	-.11	.43	.98*	.07	.42	1.00	-.25	-.23
左耳高さ	-.54	-.13	-.30	.29	.06	-.23	-.17	.22	-.38	-.82*	.13	-.25	1.00	-.97*
右耳高さ	-.65	-.17	-.34	.22	-.11	-.40	-.13	.17	-.38	-.75*	.01	-.23	-.97*	1.00

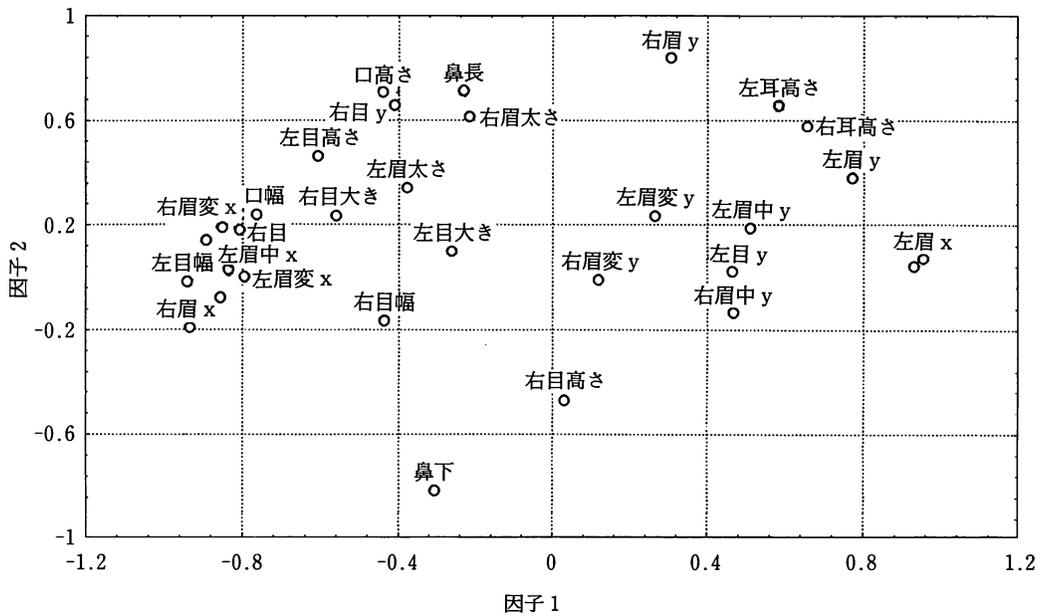
固有値プロット



因子負荷量, 因子1

回転法: 回転無

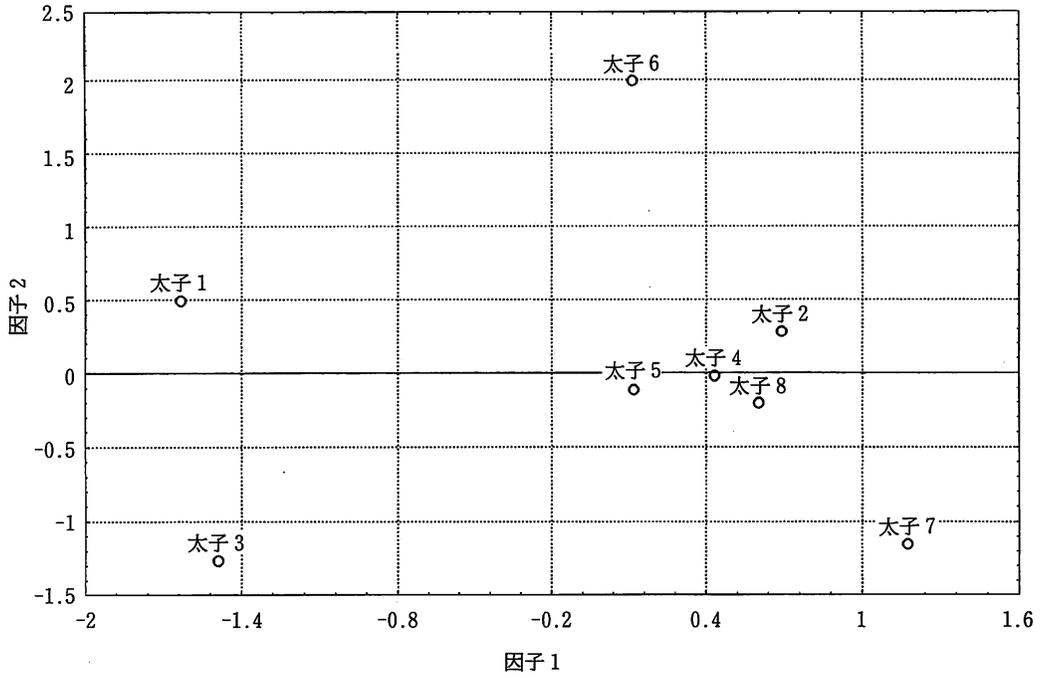
抽出法: 主成分分析



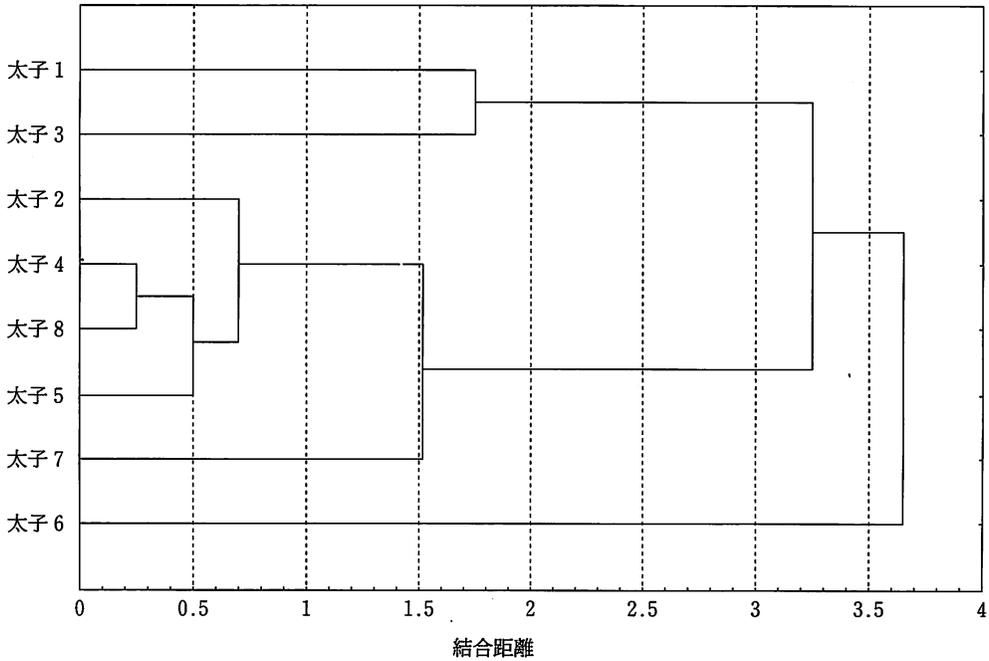
聖徳太子はどんな顔(1) (辻・池田)

STAT. FACTOR ANALYSIS	因子負荷量 (回転無) (taisi2f. sta) 抽出法：主成分分析 (マーク：負荷量 > .700000)	
	変数	因子 1
左眉 x	.95167 *	.069927
左眉 y	.76937 *	.380311
左眉太さ	-.37948	.340763
左眉変 x	-.85831 *	-.078451
左眉変 y	.26369	.233347
左眉中 x	-.79643 *	.000818
左眉中 y	.50895	.187422
右眉 x	-.93486 *	-.191574
右眉 y	.30517	.838856 *
右眉太さ	-.21864	.613887
右眉変 x	-.89473 *	.141602
右眉変 y	.11769	-.011361
右眉中 x	-.83648 *	.028426
右眉中 y	.46526	-.132965
左目 x	.92760 *	.040725
左目 y	.46322	.020992
左目大き	-.26393	.097858
左目幅	-.94238 *	-.017818
左目高さ	-.60780	.462857
右目 x	-.80776 *	.179654
右目 y	-.41216	.656133
右目大き	-.56154	.233643
右目幅	-.43805	-.165329
右目高さ	.02909	-.470232
鼻長	-.23276	.712017 *
鼻幅	-.85268 *	.188787
鼻下	-.30738	-.814239 *
口高さ	-.44151	.706211 *
口幅	-.76543 *	.236984
左耳高さ	.58118	.657057
右耳高さ	.65500	.577058
説明済 寄与率	12.24254 .39492	5.034551 .162405

散布図 (TAISI2G, STA 35v*8c)



樹状図 8 ケース
最近隣法
ユークリッド距離



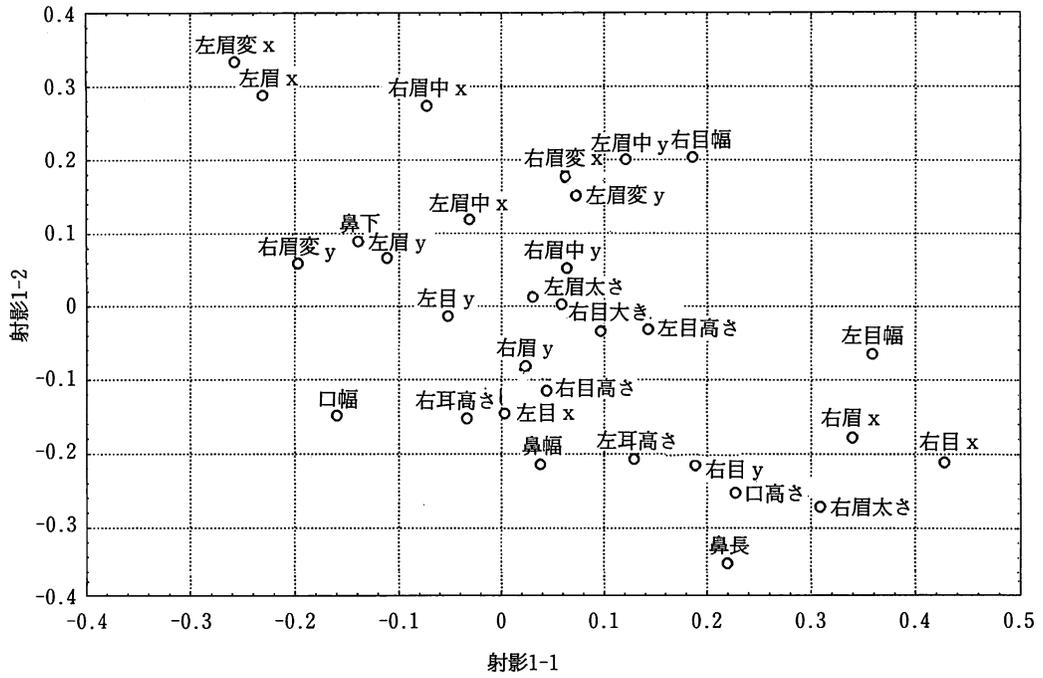
聖徳太子はどんな顔(1) (辻・池田)

[付録 3] 分析 2 の結果リスト

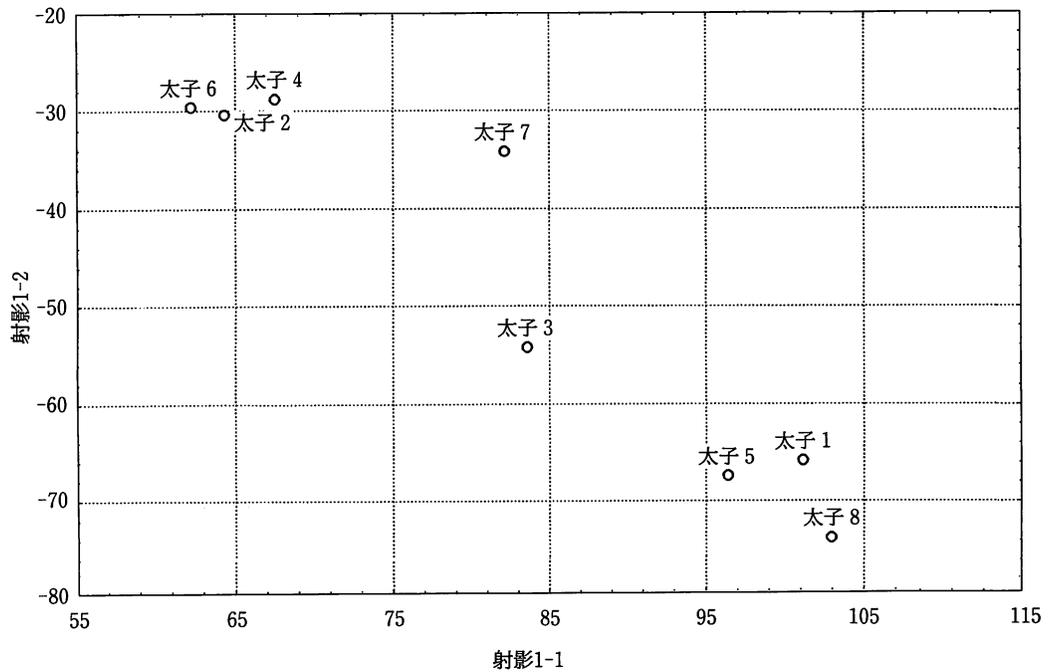
0 ケース	1 射影1-1	2 射影1-2	3 射影2-1	4 射影2-2
左眉 x	-.231	.288	-.012	.234
左眉 y	-.112	.067	-.130	.088
左眉太さ	.058	.003	.175	-.060
左眉変 x	-.258	.333	-.546	.134
左眉変 y	.072	.151	.417	.277
左眉中 x	-.032	.119	-.255	.205
左眉中 y	.121	.200	.198	.325
右眉 x	.339	-.178	.171	-.106
右眉 y	.023	-.082	-.024	.088
右眉太さ	.308	-.271	.076	.000
右眉変 x	.062	.177	.328	-.471
右眉変 y	-.198	.059	-.115	-.197
右眉中 x	-.073	.273	.011	-.130
右眉中 y	.063	.052	-.058	.228
左目 x	.003	-.146	-.007	-.093
左目 y	-.053	-.013	-.187	-.122
左目大き	.030	.013	-.006	-.033
左目幅	.358	-.065	-.112	-.103
左目高さ	.142	-.031	.198	.048
右目 x	.427	-.211	.129	.209
右目 y	.188	-.215	.057	-.146
右目大き	.096	-.034	.015	-.133
右目幅	.186	.204	-.019	-.178
右目高さ	.044	-.115	-.033	-.269
鼻長	.219	-.348	.092	-.089
鼻幅	.038	-.214	.171	.200
鼻下	-.140	.089	-.005	-.119
口高さ	.227	-.252	.097	-.106
口幅	-.160	-.149	-.012	.058
左耳高さ	.129	-.207	-.179	-.173
右耳高さ	-.034	-.153	-.167	-.108

0 ケース	1 射影1-1	2 射影1-2	3 射影2-1	4 射影2-2
太子 1	101.120	-65.772	-49.156	-55.097
太子 2	64.304	-30.405	-6.655	-62.897
太子 3	83.572	-54.234	-40.195	-49.792
太子 4	67.499	-28.797	-43.396	-54.540
太子 5	96.391	-67.366	-7.199	-66.698
太子 6	62.208	-29.626	-49.810	-50.700
太子 7	82.115	-34.153	-9.607	-58.674
太子 8	102.927	-73.697	-8.568	-61.094

散布図 (PPCOEF2, STA 4v*31c)

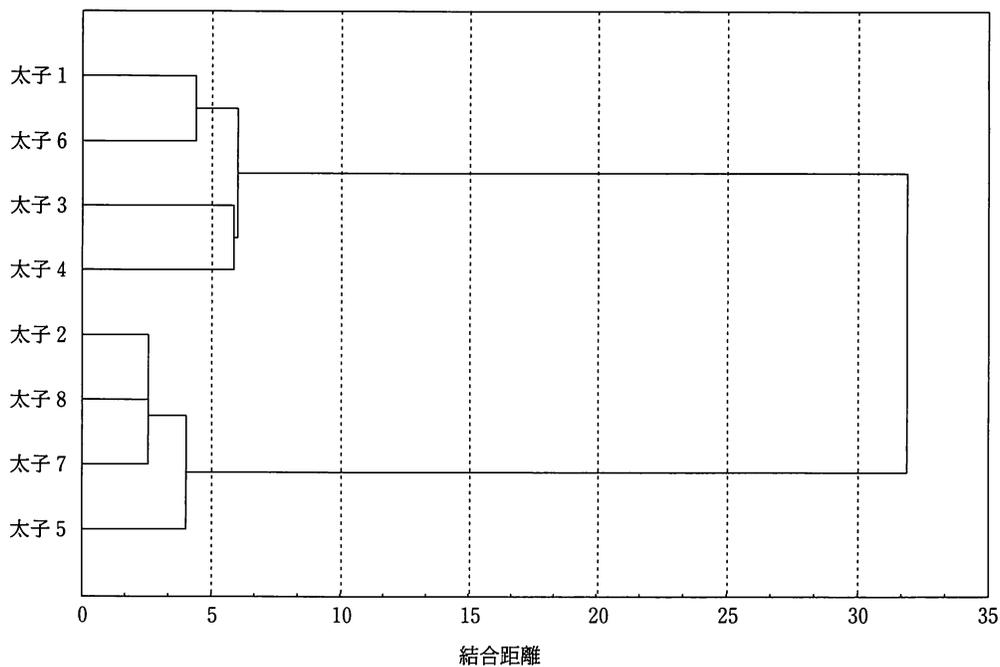


散布図 (PPCORE2, STA 4v*8c)

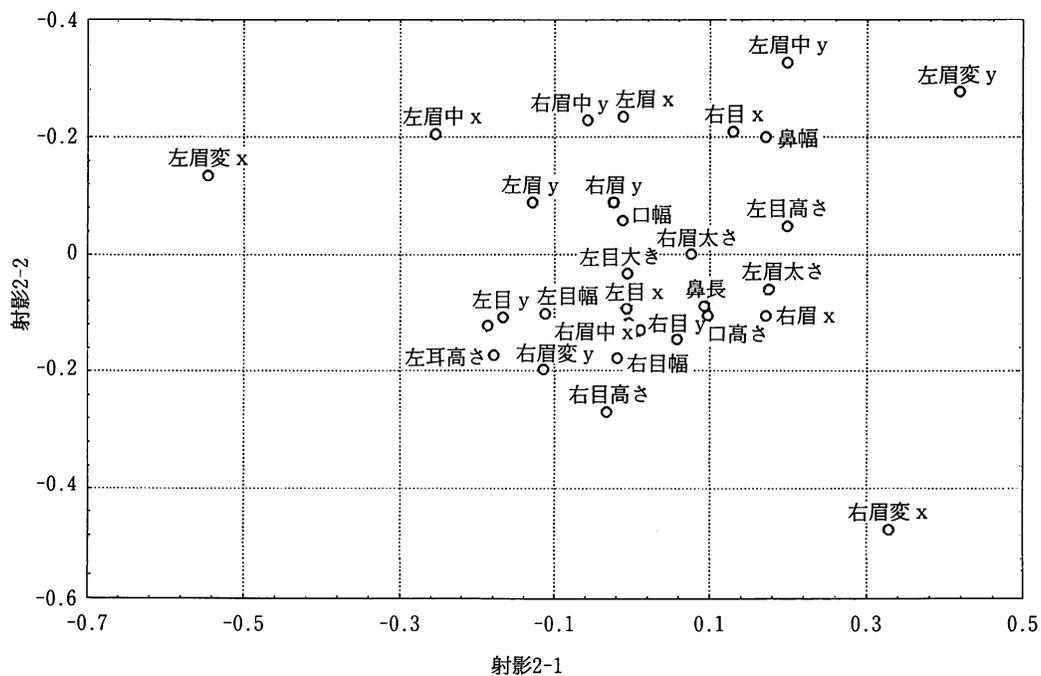


聖徳太子はどんな顔(1) (辻・池田)

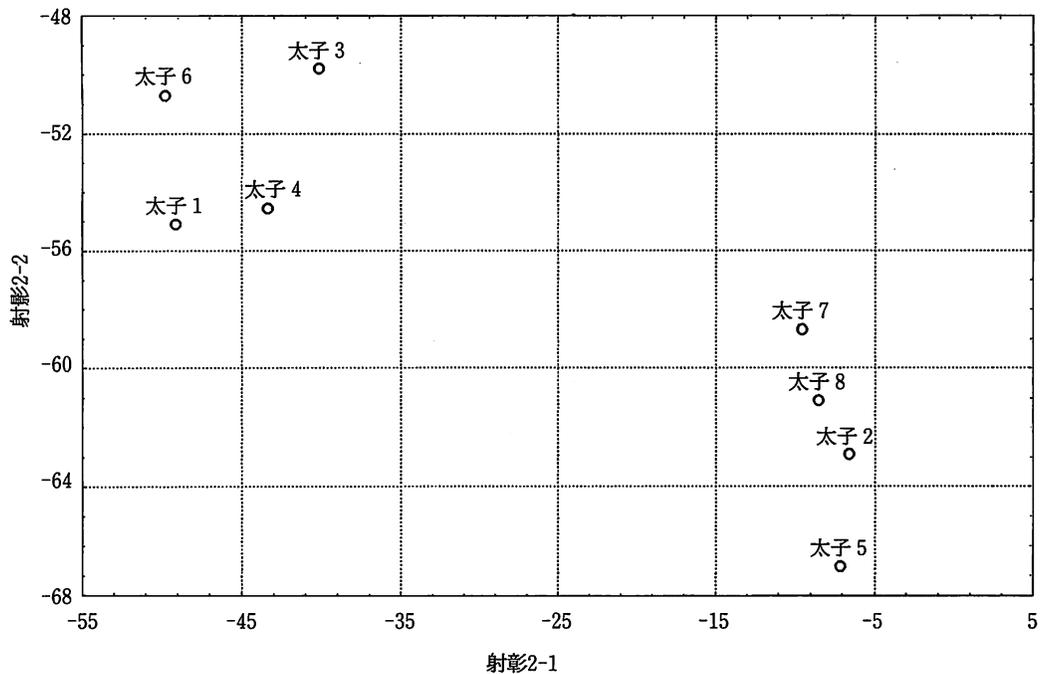
樹状図 8 ケース
最近隣法
ユークリッド距離



散布図 (PPCOEF2, STA 4v*31c)



散布図 (PPCORE2, STA 4v*8c)



樹状図 8 ケース
最近隣法
ユークリッド距離

