

線画の顔画像に対する特徴の顕著性に関する検討

尾田 政臣[†] 加藤 隆^{††}

線画による顔画像は、感性を伝える手段としての利用や、多変量の直観的な表現法（顔グラフ法）としての利用などヒューマンインタフェースのうえで重要な役割を担っている。顔の特徴に関しては、認識の観点からの特徴の顕著性や、表情と特徴の関係などについて研究されてきた。その結果、髪形、眉、目などが重要な特徴であること、また典型的な顔の表情が存在することなどが調べられてきた。ところが、好みの顔や優しい顔といった受け手側の感性に強く依存すると思われる顔について、顕著な役割を果たす特徴の存在や、普遍的に受け入れる顔のタイプについては調べられていない。本稿では、これらについて好みの顔、嫌いな顔、優しい顔、怖い顔を用いて実験的に調べた。その結果、眉の傾きといった各タイプに共通な特徴のほか、各タイプに特有な重要な特徴が存在することが明らかになった。好みと嫌いといった情緒的な顔のタイプに対しては位置や形に関する特徴だけでなく特徴間の距離や、特徴に囲まれた面積などの特徴も重要であることなどが明らかになった。また、感性的に表現される顔にも普遍的に受け入れられる顔のタイプが存在することが明らかになった。これらの結果は、線画の顔を使ったコミュニケーション手段としても、フェース法への応用についてもベースとなる顔を決定するときに有効であろう。

A Study on the Feature Saliency of Line-drawn Faces

MASAOMI ODA[†] and TAKASHI KATO^{††}

The line-drawn face has an important role in human interface, such as transmission of emotional expressions and the intuitive expression of multi-dimensional parameters (like a face graph). Facial features have been studied with regard to feature saliency for recognition or the relation between facial features and facial expression. The results showed that hair styles, eyebrows, and eyes were salient features, and that typical facial expressions existed for facial expressions. From this analogy we could expect a typical expression to exist for favorite or gentle faces, etc., and salient features to exist. Such a type of face would depend on the receiver's sensibility. In this paper, we investigate these issues using favorite, distasteful, gentle and fierce faces. The results showed that the eyebrows are salient in all types of faces and each type has its own salient features. There were salient features not only in position and shape features but also in distance and area features for the taste-based faces, that is, favorite and distasteful faces. Moreover, typical types of faces are derived for taste-based and emotional faces. These results will be useful for communication aids using line-drawn faces and for application to face graphs.

1. はじめに

顔がコミュニケーション手段として重要な役割を担っていることは、日常の経験から十分予測される。これは、人間の顔に対する認識機構が、他の対象に比べて特別な処理能力を有していることに依存しているからであろう¹⁾。

これまで、顔を認識する場合の顔特徴の顕著性^{2),3)}や、表情と特徴の関係^{4),5)}などについて多くの研究がなされてきた。これらの結果は、顔を認識する場合に重要な特徴が存在することや、万人に認められる表情が存在することを示したといえる。しかし、後者の実験で用いられた顔の表情を評定する課題は、人間が生物としての必然性から生得的に備えていると思われる機能について確認したものといえる。なぜならば、人の同定は困難でも表情は正しく判断できる患者や、顔の同定が可能でありながら表情の認識が困難な患者の報告例から、人間には各々の機能が独立に存在すると考えられているからである⁶⁾。一方、情緒的な言葉で表現される好みの顔や嫌いな顔は、受け手側の感性に

[†] ATR 人間情報通信研究所
ATR Human Information Processing Research Laboratories

^{††} ATR 人間情報通信研究所/関西大学
ATR Human Information Processing Research Laboratories/Kansai University

強く依存して認識されることが予測される。したがって、万人に共通に好まれる顔が存在するか否か、使われる特徴に共通性があるか、などについては、あらかじめ予測できないであろう。しかし、これに類似した課題として魅力的な顔について写真を用いた研究がなされている。平均的な顔が魅力的であるがベストではないこと、男性顔と女性顔では異なるパターンになることなどが明らかにされている^{7)~9)}。

ところで、これまで紹介した研究は写真を刺激として用いた研究であった。線画による顔画像の研究もなされているが、写真を用いることが困難な場合の簡易的な手段としてとらえられていたように思われる。しかし、近年コンピュータや入出力機器のインタフェースとして線画の顔が用いられるようになってきており、また多次元データを直観的に伝える手段として顔グラフ¹⁰⁾を用いる方法^{11),12)}が検討されるなど、線画の顔に対する認知特性を研究する必要性が高まっている。しかし、線画の顔に対して、そもそも好みの顔や優しい顔といった情緒的な言葉で表現される顔のタイプが存在するかどうか、存在するとすると、どのような特徴に顕著性があり、どのような特徴値を持つのであろうか。もしも、最大公約数的な好みの顔や優しい顔といった顔が存在するのであれば、インタフェース上非常に有効な知見となるであろう。必要に応じて種々の顔画像の生成が可能となるからである。また、特徴の顕著性が明らかになれば、重要な因子を顕著性の高い特徴に割り付けることが可能となり、顔グラフを用いる場合に有効となるであろう。

2. 実験計画

顔の研究では、これまで一対比較法によって得られたデータを因子分析したり、印象評定を多次元尺度構成法により解析する方法、印象語をSD法で評価するなどの評価法がとられていた。しかし、これらの方法は実験を行う側にも被験者の側にも非常に負担のかかる方法であった。その難点を克服する方法として検索手法が提案されており、その有効性が確認されている¹³⁾。

検索手法は、顔画像データベースの中から検索課題に応じた顔を被験者に検索させる方法であり、被験者は自分の理想と思われるイメージに近い画像を妥協できる範囲で選ぶ。複数の顔画像を検索させることにより、被験者の反応を分析することが可能となる。たとえば、好みの顔の検索課題では、検索者にとって丸顔が好ましいと思われれば丸顔の顔画像を検索する可能性が高くなり、顔の輪郭という特徴の分散は小さく

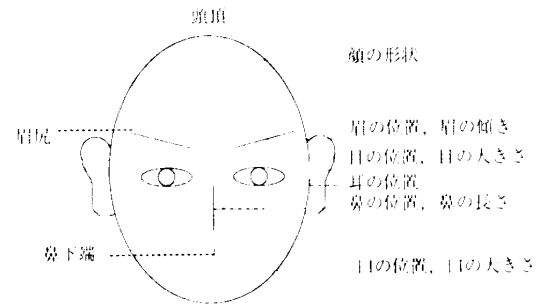


図1 顔画像の例

Fig.1 Example of face data.

なることが期待できる。また、被験者が抱く理想のイメージが各々異なる場合でも、各被験者に共通する顕著な特徴を導出できる利点がある。さらに、膨大な実験を行う必要がなく、被験者に対する負担が軽い利点もある。したがって、本稿でも検索手法に基づいて検討を進める。

実験システムの概要:本システムで用いた顔画像は、顔の形状、眉の位置、眉の傾き、目の位置、目の大きさ、鼻の位置、鼻の長さ、口の位置、口の大きさ、耳の位置と10個の特徴をパラメータとする線画である(図1)。各パラメータは、口の形の大、中、小や目の位置の下、中、上のように3値(-1, 0, 1)のうちのいずれかを取る。各パラメータの3値のすべての組合せを取り、約6万枚の顔画像を生成し、データとしてシステムに格納してある。

本検索システムは、線画の顔画像データベースからランダムに選んだ顔画像を一度に10枚ずつ画面に表示し、その中から検索課題に合う顔画像を検索者に選ばせるシステムである。1画面内での選択が終わり次画面要求のボタンを押すことにより、新たな10枚の顔画像が表示される。この中から検索課題に合う顔画像をまた選択するというような選択動作を繰り返し、検索対象に合う顔画像をデータベースの中から選び出す。選択した顔画像は選択済み顔画像バッファに蓄積され、任意の時期に再表示することができる。再表示した顔画像を再評価し、不要な画像を任意の枚数選んで捨てることができる。選択済み顔画像バッファは最大10枚まで蓄積可能であり、この数を越えた分は選択時期の古い順に捨てられる。検索の開始は検索者がマウスでボタンを押下することにより始まり、またすべての操作はマウスによって行われる。

検索課題:被験者が、検索対象として与えられた顔の種別に最もふさわしいと思える顔を、データベースの中から選び出すことである。検索対象として与える顔画像として、受け手の感性に左右されやすいことが

表 1 特徴値の分散に対する分散分析結果
Table 1 Results of ANOVA as to feature's variances.

対象		検索課題の 主効果	特徴要因の 主効果	検索課題と特徴要因 間の交互作用
好みの顔と 嫌いな顔	個別特徴	F(1,437)=25.06*	F(9,437)=12.07*	F(9,437)=1.44
	距離特徴	F(1,529)=57.77*	F(11,529)=3.13*	F(11,529)=1.18
	面積特徴	F(1,483)=100.62*	F(10,483)=1.20	F(10,483)=1.04
優しい顔と 怖い顔	個別特徴	F(1,437)=1.89	F(9,437)=39.26*	F(9,479)=11.68*
	距離特徴	F(1,529)=3.75	F(11,529)=8.82*	F(11,529)=7.48*
	面積特徴	F(1,483)=0.61	F(10,483)=9.45*	F(10,483)=5.18*

*は5% ($p < 0.05$) の有意水準を示す。各被験者 (24 名) が最終的に選んだ10枚の顔画像を分析の対象としており、個別、距離、面積特徴の数は、各々10個、12個、11個である。

想定される好みの顔と優しい顔を選んだ。また、概念的な対極が特徴の対極として捉えられるかを検証するために、嫌いな顔と怖い顔についても調べる。実験は、システムが無作為に選んだ選択候補が提示されるランダム条件 (RN) と、システムがそれまでに検索者が選択した顔画像に類似の顔画像を次候補として提示する条件 (CD) について行ったが¹⁴⁾、ここでの実験結果の解析は本論の趣旨に合う RN 条件についてのみ行う。

被験者: 好みの顔および嫌いな顔の画像検索課題に対して24名、優しい顔および怖い顔の画像検索課題に対して別の24名の学生を被験者とした。

実験手順: システムの操作になじませるため、操作手順の説明のあと5分間程度の検索練習を行わせた。検索に対する条件の教示を行った後、検索対象とする顔の種別が告げられ検索を開始する。被験者は検索条件を満足する顔画像の選択や、選択済み顔画像バッファに蓄積された顔画像の再評価を進め、選択済み顔画像バッファに蓄積された10枚の顔画像のすべてに満足したと判断したときに実験を終了する。実験終了後、10枚選んだ顔の中で課題の顔の種別に最も合うと思うものを1枚選ばせ、選んだ理由を口頭報告させた。

なお、実験は好みの顔と嫌いな顔または優しい顔と怖い顔の検索課題を CD 条件と RN 条件について均等な実施条件となるように実施された。

3. 実験結果

最終的に選ばれた10枚の顔画像の特徴値は、同一被験者内といえども種々の値の特徴を選ぶ可能性がある。しかし、各被験者がある特徴に対し特別の値が望ましいと考えれば、その特徴に対する10枚の特徴値の分散が小さくなるはずである。したがって、各被験者が望ましいと思う顔の特徴値が異なっていたとしても、その特徴が重要であるならば検索者によらずその特徴の分散は小さくなる。全被験者に対する分散の平

均値が小さいほど、その特徴に対する顕著性が高いと判断できる。

ところで本実験では、線画の顔の特徴を1, 0, -1の3値で表現しており中間の値は存在しない。しかし、各被験者の判断は選ばれた10枚の特徴の平均値によって、その特徴に対する最適値と見なすことにする。分散が小さい特徴に対しては、この仮定は妥当であろう。そこで、すべての被験者に対する各特徴の平均値と標準偏差を求め、特徴値の普遍性について調べる。さらに、検索法で得られた結果と口頭報告によって得られた結果を比較することにより、被験者の意識と実際の検索結果に差がないか検証する。

3.1 分散

被験者が顔画像の評価を行う際に、顔画像を表現するために使用した10個の特徴(個別特徴)だけを用いているとは考えにくい。顔の特徴を規定する要因としては、特徴間の位置関係や、特徴によって囲まれた面積的な特徴が考えられる。そこで特徴間の距離に関する特徴(距離特徴)、および複数の特徴によって囲まれてできる領域の大きさに関する特徴(面積特徴)を定義し、各顔画像の距離特徴および面積特徴を計算し、個別特徴と合わせて分析の対象とした。

各被験者が最終的に選んだ10枚の顔画像に対する各特徴の分散をもとに、分散分析を行った。その結果を表1に示す。また、個別特徴、距離特徴および面積特徴に対する検索課題と特徴要因の効果に対する検定結果を表2、表3および表4に示す。ただし、距離特徴および面積特徴については、各特徴のスケールが不揃いであるため、パラメータ値を標準スコアに変換したうえで分散分析した。

この結果、顔の顕著な特徴として以下に示す点が明らかになった。

(1) 好みの顔と嫌いな顔の課題間には、特徴要因の効果についての有意差が見られたが、優しい顔と怖い顔の課題間には有意差が認められなかった。つまり、

表2 課題別個別特徴の分散

Table 2 Variance as a function of retrieval tasks and individual features.

	好きな顔	嫌いな顔	優しい顔		怖い顔
眉の位置	0.54	0.59	0.50	*	0.17
眉の傾き	<u>0.20</u>	<u>0.34</u>	0.11		0.02
目の位置	0.44	0.60	0.42	*	0.16
目の大きさ	<u>0.25</u>	* 0.46	<u>0.20</u>	*	<u>0.37</u>
顔の形状	0.35	0.52	0.32	*	0.54
口の大きさ	0.46	0.51	0.39		0.53
口の位置	0.43	0.52	0.35		0.47
鼻の長さ	0.55	0.59	0.62		0.56
鼻の位置	0.60	0.59	0.62		0.55
耳の位置	0.55	0.58	0.61		0.55

ボールド：非常に著者の特徴；各顔のタイプの中でボールド体以外のすべての特徴に対し有意差がある (TukeyHSD 検定 $\alpha = 0.05$) もの。

アンダーライン：顕著な特徴；各顔のタイプの中でボールド、アンダーラインおよびイタリックでないすべての特徴に対し有意差がある (Tukey HSD 検定 $\alpha = 0.05$) もの。

*：好みと嫌いまたは優しいと怖い間で有意差がある (t 検定 $\alpha = 0.01$) もの。

表3 課題別距離特徴の分散

Table 3 Variance as a function of retrieval tasks and distance features.

	好きな顔	嫌いな顔	優しい顔		怖い顔
目頭間の距離	<u>73.9</u>	* 135.7	59.7	*	108.3
目尻と顔輪郭間水平距離	101.4	151.6	89.7	*	167.9
口と顔輪郭間水平距離	113.6	* 171.9	102.3		124.2
鼻と顔輪郭間水平距離	132.4	156.2	123.8	*	181.1
眉と目間垂直距離	111.9	* 198.0	123.2	*	47.2
眉と口間垂直距離	146.8	177.3	125.1		101.7
目と目間垂直距離	117.5	161.2	111.7		89.5
眉と頭頂間垂直距離	131.2	167.9	115.1		82.1
目と頭頂間垂直距離	117.3	166.6	102.5		84.4
口と顎間垂直距離	120.4	148.9	106.1		142.7
鼻下端と口間垂直距離	117.3	135.4	129.9		132.3
鼻上端と口間垂直距離	158.7	173.2	138.8		176.6

アンダーライン、*の意味は表2に同じ。

表4 課題別面積特徴の分散

Table 4 Variance as a function of retrieval tasks and area features.

	好きな顔	嫌いな顔	優しい顔		怖い顔
眉と目で囲まれた面積	85.8	* 175.2	88.8	*	33.1
目尻と口両端で囲まれた面積	110.1	170.9	92.8		97.0
目尻と鼻下端で囲まれた面積	107.1	141.3	99.0	*	49.4
目尻と鼻上端の点で囲まれた面積	113.3	164.2	103.8	*	56.0
目尻と口両端で囲まれた面積	105.3	* 177.5	93.7		119.6
目尻と鼻下端で囲まれた面積	107.7	* 167.6	121.6		97.6
目尻と鼻上端の点で囲まれた面積	124.6	* 207.7	149.9		141.9
眉より上部の頭頂部の半分の面積	111.7	* 170.5	102.5		107.4
口より下部の顎部の半分の面積	128.9	151.1	109.0		139.1
鼻の下端と口間の面積	85.7	* 166.7	87.7		123.6
鼻の上端と口間の面積	111.5	167.4	101.9		144.7

アンダーライン、*の意味は表2に同じ。

好みの顔は嫌いな顔に比べイメージは絞られていることを示しているが、優しい顔と怖い顔のイメージの明確さには違いがない。

(2) 好みの顔と嫌いな顔の課題における、課題と

特徴要因間の交互作用に有意差が見られなかったが、優しい顔と怖い顔の課題には有意差が認められた。つまり、優しい顔と怖い顔では課題により重要視される特徴に違いがあるが、好みの顔と嫌いな顔では重要視

表5 課題別個別特徴に対する平均値とその標準偏差

Table 5 Mean and standard deviation as a function of retrieval tasks and individual features.

	好きな顔 平均 (SD)	嫌いな顔 平均 (SD)	優しい顔 平均 (SD)	怖い顔 平均 (SD)
眉の位置	-0.10 (0.26)	-0.20 (0.30)	0.13 (0.35)	* -0.81 (0.24)
眉の傾き	0.42 (0.55)	* -0.33 (0.62)	-0.18 (0.45)	* 0.99 (0.06)
目の位置	-0.12 (0.43)	* 0.27 (0.27)	-0.31 (0.30)	* 0.80 (0.27)
目の大きさ	-0.26 (0.58)	* 0.23 (0.44)	-0.21 (0.64)	* 0.38 (0.45)
顔の形状	-0.08 (0.48)	0.13 (0.49)	-0.02 (0.46)	-0.05 (0.41)
口の大きさ	-0.04 (0.34)	0.03 (0.51)	-0.04 (0.55)	-0.01 (0.31)
口の位置	0.39 (0.36)	* -0.24 (0.40)	0.57 (0.33)	* -0.11 (0.48)
鼻の長さ	0.03 (0.29)	0.03 (0.27)	0.00 (0.21)	-0.08 (0.31)
鼻の位置	0.03 (0.30)	-0.06 (0.32)	-0.02 (0.27)	0.04 (0.35)
耳の位置	-0.13 (0.36)	-0.05 (0.20)	-0.05 (0.29)	0.02 (0.28)

*の意味は表2に同じ。

表6 課題別距離特徴に対する平均値とその標準偏差

Table 6 Mean and standard deviation as a function of retrieval tasks and distance features.

	好きな顔 平均 (SD)	嫌いな顔 平均 (SD)	優しい顔 平均 (SD)	怖い顔 平均 (SD)
目頭間の距離	54.5 (9.9)	* 46.1 (7.6)	53.6 (11.0)	* 43.6 (7.7)
目尻と顔輪郭間水平距離	51.4 (8.0)	49.7 (7.6)	52.0 (6.3)	* 46.1 (7.0)
口と顔輪郭間水平距離	54.9 (6.4)	* 46.8 (9.9)	57.0 (6.6)	* 48.8 (7.0)
鼻と顔輪郭間水平距離	49.8 (7.6)	50.8 (6.9)	51.1 (6.8)	49.0 (5.8)
眉と目間垂直距離	50.2 (6.2)	* 44.2 (6.1)	55.3 (5.8)	* 30.6 (5.3)
眉と口間垂直距離	44.0 (5.6)	* 50.4 (5.4)	44.6 (5.6)	41.5 (7.4)
目と口間垂直距離	43.8 (8.2)	* 56.2 (6.5)	39.3 (5.0)	* 61.0 (6.8)
眉と頭頂間垂直距離	50.1 (6.1)	54.5 (6.7)	47.4 (8.0)	* 60.6 (5.7)
目と頭頂間垂直距離	50.3 (9.0)	48.1 (6.8)	53.3 (5.4)	* 38.9 (6.3)
口と顎間垂直距離	54.8 (7.2)	47.9 (7.4)	57.6 (7.7)	* 48.2 (8.2)
鼻下端と目間垂直距離	44.5 (6.1)	* 52.7 (7.0)	41.8 (5.9)	* 52.4 (8.1)
鼻上端と目間垂直距離	44.9 (6.0)	* 53.1 (6.5)	41.9 (5.1)	* 51.2 (7.5)

*の意味は表2に同じ。

される特徴に違いがない。

(3) すべての顔の種別(好み, 嫌い, 優しい, 怖い)に対して眉の傾きが他の特徴に対して最も顕著な特徴であり, 目の大きさもすべての顔の種別に対して共通して顕著な特徴である。

(4) 好みの顔については, 目頭間の距離が他の特徴に対して顕著な特徴である。

(5) 嫌いな顔では, 上記以外に際だった顕著な特徴がない。

(6) 優しい顔では, 好みの顔と同様に目頭間の距離が重要であるとともに, 鼻の下端と口間の面積および眉と目間の面積が重要である。また, 眉尻と口両端間や目尻と口両端間の面積なども顕著な特徴である。

(7) 怖い顔に対しては, 眉の位置や目の位置および眉と目の垂直距離が顕著な特徴である。また, 眉尻と目間の面積も顕著な特徴である。

3.2 平均値

各被験者が最終的に検索した10枚の顔画像データから, 個別特徴, 距離特徴, 面積特徴に関する各特徴

の平均値を求め, さらにそれをもとに, すべての被験者に対する平均値と標準偏差を求めた。その結果を表5, 表6, 表7に示す。

分散に対する評価結果と本結果を合わせて考えることにより, 以下に示す点が明らかになった。

(1) 好みの顔と嫌いな顔では, 主要な特徴である眉の傾き, 目の大きさが対極的な値をとっている。すなわち, 上がった眉と小さめの目が好まれ, 下がった眉と大きめの目が嫌われる。また, 口の位置, 目の位置も対極的な値をとっており, 好みの顔では, 口の位置が上で目の位置は中間, 嫌いな顔では, 口の位置が下で目の位置は上となっている。

(2) 好きな顔では, 目頭間の距離が顕著な特徴としてあげられており, やや大きめが好まれている。

(3) 好みの顔と嫌いな顔では, 距離特徴と面積特徴については目立った顕著な特徴はないが, 特徴値については好みの顔と嫌いな顔ではかなりの数の特徴間に有意差が見られる。

(4) 優しい顔と怖い顔では, 眉の傾き, 目の大き

表7 課題別面積特徴に対する平均値とその標準偏差
Table 7 Mean and standard deviation as a function of retrieval tasks and area features.

	好きな顔 平均 (SD)	嫌いな顔 平均 (SD)	優しい顔 平均 (SD)	怖い顔 平均 (SD)
眉と目で囲まれた面積	53.7 (4.8) *	42.3 (6.8)	52.2 (5.4)	* 44.4 (4.3)
眉尻と口両端で囲まれた面積	49.0 (7.5)	48.3 (8.5)	44.9 (7.2)	* 51.9 (5.9)
眉尻と鼻下端で囲まれた面積	53.4 (6.5) *	44.7 (7.1)	49.6 (6.1)	51.3 (3.9)
眉尻と鼻上端の点で囲まれた面積	53.1 (6.3) *	44.4 (7.3)	49.6 (6.5)	52.2 (2.8)
目尻と口両端で囲まれた面積	43.9 (8.5) *	56.4 (9.8)	40.8 (7.3)	* 60.0 (7.2)
目尻と鼻下端で囲まれた面積	46.9 (9.1) *	55.8 (5.7)	44.9 (6.7)	* 62.4 (5.7)
目尻と鼻上端の点で囲まれた面積	47.6 (6.7) *	55.5 (5.8)	46.0 (3.6)	* 62.6 (4.2)
眉より上部の頭頂部の半分的面積	49.2 (7.1)	54.8 (7.9)	47.7 (8.3)	* 56.8 (6.5)
口より下部の顎部の半分的面積	56.4 (6.9) *	46.5 (6.9)	59.4 (6.6)	* 48.1 (8.0)
鼻の下端と口の間の面積	45.6 (5.6)	53.0 (10.2)	43.8 (4.7)	* 51.0 (7.2)
鼻の上端と口の間の面積	47.4 (5.5)	51.9 (9.9)	46.4 (7.3)	50.0 (5.9)

*の意味は表2に同じ。

さが顕著な特徴であり、その特徴の値は対極的になっている。優しい顔の眉は下がり気味で、目の大きさは小さめ、一方、嫌いな顔の眉はつり上がっており、目は大きめである。

(5) 優しい顔では、好みの顔と同様に目頭間の距離の分散が小さく顕著な特徴としてあげられており、その値はやや大きめが好まれている。しかし、この特徴は使用した顔画像の制約で、小さめの目が選ばれると目の間の距離が大きめになる。したがって、どちらの特徴が優先されて選ばれたのか、または両方満足することが求められていたのかは、本実験の結果からでは確定しない。

優しい顔ではさらに、目尻と口の間の面積が顕著な特徴となっており、小さめの値が選ばれている。

(6) 怖い顔ではさらに、眉の位置や目の位置も重要であり、眉と目の間隔が狭いことが特徴となっている。したがって面積的な特徴も小さい値になっている。

これらの結果から各々の顔の種別のイメージを描くと、好まれる顔は、やや上がりぎみの眉、中間の位置にありやや小さめの目であり、嫌われる顔は、眉の下がった、やや上の位置にある大きめの目を特徴とする。また、優しい顔の特徴は、好きな顔の特徴と類似しているが、眉の傾きがやや下がっている点が異なる。怖い顔は眉が上がっていて、さらに目と眉の間隔が狭いことが重要な要因となる。

参考のために各課題に合った顔画像を図2に示す。ただし、平均値によって描く顔はデータベースの中には存在しないため、各被験者が最も課題に合った顔画像として選択したものをもとに、選ばれる頻度が高い特徴値をもつ顔画像を示した。

3.3 言語報告

実験後、被験者に10枚の選択した顔画像の中から

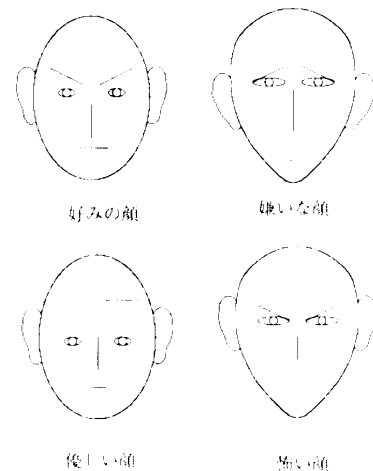


図2 最頻度特徴値によって描いた典型的な顔
Fig. 2 Typical faces drawn by the most frequent parameter values.

最も検索課題の顔の種別にふさわしいと思うものを1枚選んでもらい、さらにその理由を報告してもらった。言語報告をこれまでの分類に従って、個別特徴、距離特徴、面積特徴に分類することを試みた。しかし、直接面積的な特徴に触れた報告は見られなかった。一方、「全体のバランスが良いから」というように明確に全体的な特徴に触れたものや、「きりっとしているから」といった全体的印象を報告した例が見られた。そこで、これらを全体特徴として分類した。また、「目がかわいい」といった個別特徴に対する情緒的表現も見られたが、目の大きさに対する特徴を報告したものとして個別特徴に含めた。すべての被験者に対するこれらの分類の集計を表8に示す。ただし、1課題について複数の特徴の報告がなされたときは、報告された数で除した値を用いた。

その結果、好みの顔と嫌いな顔については、全体的

表8 課題別言語報告の内容分類 (%)
Table 8 Classification of verbal reports as a function of retrieval tasks.

	好みの顔	嫌いな顔	優しい顔	怖い顔
個別特徴	12.5	14.6	61.8	66.7
距離特徴	2.1	3.5	2.4	4.2
全体特徴	85.4	81.9	35.8	29.2

特徴を用いる割合が80%以上と多かった。一方、優しい顔と怖い顔では、個別特徴を用いる割合が60%以上となっており、前者と際だった違いを示している。すなわち、好みの顔や嫌いな顔は、個別の特徴だけでなく全体のバランスなどを総合的に判断していると思われる。また情緒的な表現が多かったことも、個別的特徴以外は表現しにくいことと、種々の要因が関係しているために明確に言語化できないためであると思われる。一方、優しい顔と、怖い顔は割合明確な個別特徴として把握されている。これらは、分散に対する分析結果で、怖い顔は眉の傾きのほか、眉と目の間隔などが顕著な特徴要因になっていたことと符合する。

4. 考 察

4.1 顔の特徴の普遍性

眉の傾き、目の大きさは、顔の種別によらず顕著な特徴となっていた。この結果は、具体的な顔のイメージをプリントしたものを被験者に与えてそれと類似した顔を検索させる、別の実験結果とも一致していた¹⁵⁾。したがって、これらの特徴は顔の種別によらず顕著性が高い特徴といえる。

他の特徴については、好みの顔と嫌いな顔の顕著性の高い特徴は一致しているものの、怖い顔と優しい顔では必ずしも一致していない。怖い顔では眉の位置と目の位置が重要な役割を果たしているものの、優しい顔では顕著性は高くない。すなわち、好きな顔と嫌いな顔は対立概念とでもいえる関係にあり、同じ特徴を用いて判断がなされ、特徴の値は対極的である。一方、優しい顔や怖い顔といった表情として解釈されるような顔の種別については、異なる特徴が使用されると解釈できる。

4.2 顔のタイプ

前章の分析から、怖い顔の目と眉に関する個別特徴、距離特徴および面積特徴に顕著性の高いものがあり、また優しい顔についても目と眉に関する個別特徴、距離特徴および面積特徴に顕著性の高いものがあるほか、目と口や眉と口の間面積が顕著な特徴であることが明らかになった。さらに、言語報告から、個別特徴に対する報告が全体特徴に比べ大きな比重を占めること

が明らかになった。一方、好みの顔と嫌いな顔では特徴に対する顕著性が類似しており、好みの顔では眉の傾きと目の大きさ、目頭間の距離、嫌いな顔では眉の傾きが他の特徴に対して顕著性を示していた。また、好みの顔と嫌いな顔が、優しい顔と怖い顔に比べて距離特徴、面積特徴に顕著な特徴が見られないことが、著しい違いとなっている。言語報告でも、好みの顔と嫌いな顔が個別特徴の報告において10%台と優しい顔と怖い顔に比べ著しく少ない。

このような違いから、好みの顔や嫌いな顔と優しい顔や怖い顔の間には、検索課題として見た場合、特徴のとらえ方に大きな違いがあるといえる。この違いは、優しい顔や怖い顔は表情を表現した顔の種類であり、好みの顔や嫌いな顔は人間の感性に基づいて特徴評価が行われているためであると解釈できるであろう。たとえば、眉は表情とともに変化するし、また目と眉の間隔も「しかめっつら」といった表情に対応して発生し、目と眉の間の距離および面積は小さくなる。一般にどのような顔の形状についても表情は存在し、どのような顔の形状に対してもすばやく表情をとらえることは日常生活のうえから必須であろう。そのために、個別特徴を用いるのが最も有利であると解釈できる。

また本論の実験と同様の枠組みで行った幸せそうな顔、不幸そうな顔の検索実験では、眉の傾きが重要なほか、幸福顔に対しては口の形や目の大きさが顕著な特徴となっている。また、口と顎までの距離、顎の面積など口の周りの特徴が重要である¹⁶⁾。

このようなことから、優しい顔や怖い顔は表情としてとらえられていると考えることができる。一方、好みの顔と嫌いな顔に対してはすばやく特徴をとらえることよりも、種々の特徴を吟味し、わずかな違いに反応していると考えられる。それは、距離特徴や面積特徴では顕著な特徴が存在せず、また言語報告から全体特徴が重視されていることで裏付けられている。

それでは、好みの顔と嫌いな顔は被験者対応に最適パターンが異なり、好みの顔や嫌いな顔の標準的なパターンは存在しないのであろうか。そこで、各特徴に対する平均値の標準偏差を比較してみる。すると、好みの顔と嫌いな顔のグループと、優しい顔と怖い顔のグループの間には個別特徴、距離特徴に対して標準偏差に有意差はない。したがって、好みの顔および嫌いな顔で特に高い顕著性を示す特徴がなかったのは、被験者間でのばらつきが大きかったと見なすより、すべての特徴が等しく重要であったと見なす方が妥当であろう。すなわち、好みの顔と嫌いな顔についても平均値が示す特徴によって表現される顔は、優しい顔と怖

い顔と同様に標準的なパターンである。

ところで、優しい顔は好みの顔とはならないのであろうか。言語報告から好みの顔として「きりっとした顔」や「男らしい顔」が選ばれている。したがって、優しい顔が必ず好みの顔になるわけではない。しかし、一般的には優しい顔は好まれる顔であることが想定される。そこで、優しい顔から表情によって可変となる特徴を除いて、好みの顔と比較してみた。その結果、眉の位置、眉の傾きに関する特徴および口の位置といった表情に絡んだ特徴に違いがあるものの、その他の特徴に対してはほとんど一致していた。したがって、優しい顔の顔の特徴は好みの特徴として受け入れやすいといえることができる。

4.3 特徴間の干渉

Naveh-Benjamin らは、顔グラフにおいて特徴が互いにどの程度影響するかを調べた¹⁷⁾。顔の形の判定に対する他の特徴の影響度を調べたが、口を除いてあまり影響されない結果を得ている。しかし、それは表情を判定させる課題を用いた実験であった。本稿の結果でも、優しい、怖いといった表情を表現する顔の種別については、眉や目と口が顕著な特徴になっていた。表情は眉、目、口の位置および眉の傾きの変化として表される。したがって、表情判定のためには、それらの特徴が主要な役割を果たしたのであろう。一方、好みや嫌いといった被験者内部のイメージによって判定される対象については、この限りではないであろう。今回の実験結果でも、好みの顔は個別特徴ばかりではなく、相対的な位置関係や面積的な特徴が重要な役割を果たしていること、および言語報告でも全体特徴が重要な要因になっていることなど、特徴間の関係が大いに影響していることが推定される。

4.4 特徴の感度分析

線画の顔に対する特徴の重要性について議論してきたが、これらの結果は顔グラフへの適用に有効性があると思われる。原らは、顔グラフにおける特徴の感度分析を行っている¹³⁾。ここで感度とはわずかな特徴の変化に対して人間がどの程度敏感にその違いに気がつくかと定義されている。すべての特徴を中間値に固定した顔と、ある検査対象の特徴のみを変化させた顔との比較を行い、両者の違いについて主観評価させている。その結果、目の形、目の傾き、眉の形などが感度が高い特徴となっている。なお、顔の向きなども高感度であるが本論と比較できないため省略する。本論の結果でも、眉の傾き、目の大きさ、眉と目の間の面積が顕著性が非常に高く上記の高感度な特徴と一致する。これらの結果から、顕著性が高ければわずかな違いに

についても敏感に反応していることを示し、顕著性と感度には高い相関があることがうかがわれる。顕著な特徴に重要な要因を割り付けることが顔グラフの有効性を高めることになるが、顕著性と感度の関係や、どの程度の振れ幅が妥当かなどについては詳細な検討が必要である。これらの検討は今後の課題である。

4.5 写真版との関係

本稿で得られた結果は線画の顔に対するものであり、この結果が実際の顔に対しても当てはまるのか否かは検証が必要である。すでに、写真を使用したシステムで顔の認識に対する特徴の顕著性や、魅力的な顔に対する顔の特徴についても調べられていることは述べたが、これらの結果はいずれも目や眉および髪形的重要性を指摘している。本実験刺激では髪形はなく、顔の輪郭が目立つ刺激を使用した。このため、髪形に代わって顔の輪郭が顕著性の高い特徴となったのであろう。本実験では線画を用いたが、写真による実験結果との整合性が高いことをうかがわせる結果であった。しかし、写真では眉の濃さ、鼻の高さ、唇の厚さなど、本実験で用いた線画の顔では表現されていない特徴がある。本稿と同一枠組みによる写真を用いた実験についてはすでに着手しており、一部線画と整合性のある結果を得ているが¹⁸⁾、さらに詳細に検討を進める予定である。

5. おわりに

顔の種別に依存しない顕著な特徴として眉の傾き、目の大きさが明らかになった。見る側の感性に強く依存する好みの顔や嫌いな顔では、特定の顔の特徴に依存するのではなく種々の特徴に注目が分散し、種々の特徴が総合的に評価されていた。一方、優しい顔や嫌いな顔といった表情との相関が大きいと思われる顔では、眉と目の間隔や眉と口の間の面積に関する特徴など個々の特徴が重要であり、顔の種別に依存してその重要度が異なっていた。

チャーノフの顔グラフなどの顔図形表現によるグラフは、その特徴をすばやく的確にとらえる可能性をもっており、ヒューマンインタフェース上重要なテクニックである。しかし、情報を正確に伝えるためには特徴と印象の関係を十分に調べておく必要がある。本稿で得られた結果、および分析手法はこのような意味で重要であろう。

謝辞 本研究を行う機会を与えてくださった(株)エイ・ティ・アール人間情報通信研究所東倉洋一社長ならびに赤松茂室長に謝意を表します。また、実験システムの作成にご協力いただいた向田茂氏、実験の遂

行にご協力いただいた長尾淑江氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 遠藤光男: 顔の認識過程, 吉川左紀子, 益谷 真, 中村 真 (編): 顔と心, 8 章, サイエンス社 (1990).
- 2) Shepherd, J., Davies, G. and Ellis, H.: Studies of Cue Saliency, *Perceiving and Remembering Faces*, G. Davies, H. Ellis, J. Shepherd (Eds.), Academic Press, pp.105-131 (1981).
- 3) Brown, E. and Perrett, D.I.: What Gives a Face Its Gender?, *Perception*, Vol.22, pp.829-840 (1993).
- 4) Eckman, P. and Friesen, W.V.: *Unmasking the Face*, Prentice-Hall (1975). 工藤 力 (訳編): 表情分析入門, 誠信書房 (1987).
- 5) Yamada, H., Matsuda, T., Watari, C. and Suenaga, T.: Dimensions of Visual Information for Categorizing Facial Expressions of Emotion, *Japanese Psychological Research*, Vol.35, No.4, pp.172-181 (1993).
- 6) Bruce, V.: *Recognising Faces*, Lawrence Erlbaum Associates (1988). 吉川左紀子 (訳): 顔の認知と情報処理, サイエンス社 (1990).
- 7) Cunningham, M.R., Barbee, A.P. and Pike, C.L.: What Do Women Want?, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.59, pp.61-72 (1990).
- 8) 山口真美, 加藤 隆, 赤松 茂: 顔の感性情報と物理的特徴との関連について, 信学技報, HC94-89, pp.17-24 (1995).
- 9) 大坊郁夫: 顔はつくられる: 文化と美意識, 吉川左紀子, 益谷 真, 中村 真 (編): 顔と心, 12 章, サイエンス社 (1990).
- 10) Chernoff, H. and Rizvi, M.: Effect on Classification Error of Random Permutations of Features in Representing Multivariate Data by Faces, *J. Am. Stat. Assoc.*, Vol.70, pp.548-554 (1975).
- 11) 本多中二: フェース法による多変量データの表現と処理, 計測と制御, Vol.22, No.1, pp.132-138 (1983).
- 12) 原 文雄, 山下 正, 北沢修司: プラント運転監視への顔グラフの応用のための基礎的研究, 計測自動制御学会論文集, Vol.15, No.1, pp.53-60 (1979).
- 13) Kato, T. and Oda, M.: Indirect Measurement of Feature Saliency in Face Processing, *テレビジョン学会誌*, Vol.49, No.8, pp.1068-1077 (1995).
- 14) 尾田政臣: 人間のイメージ形成過程の特性を利

用した画像検索システム, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.7, pp.1449-1456 (1994).

- 15) Oda, M. and Kato, T.: What Kinds of Features Are Used in Face Retrieval?, *Proc. 2nd IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication (RO-MAN93)*, pp.265-270 (1993).
- 16) 加藤 隆, 尾田政臣: 顔の感性情報に影響を及ぼす特徴要因について, 日本認知科学会第 11 回大会, pp.152-153 (1994).
- 17) Naveh-Benjamin, M. and Pachella, R.G.: The Effect of Complexity on Interpreting "Chernoff" Faces, *Human Factors*, Vol.24, No.1, pp.11-18 (1982).
- 18) Kato, T., Oda, M., Yamaguchi, M.K. and Akamatsu, S.: Facial Features and Configurations Affecting Impression of Faces, *Proc. 6th International Conference on Human-Computer Interaction*, pp.559-564 (1995).

(平成 7 年 12 月 21 日受付)

(平成 8 年 6 月 6 日採録)

尾田 政臣 (正会員)



昭和 23 年生。昭和 46 年北海道大学工学部電気工学科卒業。昭和 51 年同大学院博士課程修了。同年電電公社 (現 NTT) 武蔵野電気通信研究所入所。昭和 63 年 (株) エイ・ティ・アール視聴覚機構研究所に出向。以来、人間の図形・文字の認識特性ならびにヒューマンインタフェースの研究に従事。現在、(株) エイ・ティ・アール人間情報通信研究所勤務。計測自動制御学会、電子情報通信学会、テレビジョン学会各会員。

加藤 隆 (正会員)



昭和 58 年カリフォルニア大学ロサンゼルス校心理学科博士課程修了。Ph.D. 日本 IBM 大和研究所および東京基礎研究所においてヒューマンインタフェースの研究開発に従事。シドニー大学理学部計算機科学助教授、ATR 人間情報通信研究所客員研究員などを経て、平成 6 年より関西大学総合情報学部教授。最近は、人間の暗黙的学習と顔の認知に特に興味を持っている。人工知能学会、日本認知科学会、日本心理学会、ACM、米国心理学会、米国認知科学会の各会員。