

顔検出課題における明暗および上下反転の効果

The Effects of Photographic Negation and Inversion in a Face Detection Task

吉田 弘司

Hiroshi YOSHIDA

It is known that recognizing faces becomes more difficult if the faces are shown in photographic negatives or in directional inversion. These effects are considered to imply the peculiarities of face recognition process compared to the object recognition. The usual face recognition task, however, requires the discrimination 'within' an object class (faces), while object recognition usually requires the discrimination 'between' classes (e.g. tables, chairs, vases, flowers and so on). The effects of photographic negation and inversion might be due to the characteristics of the discrimination task within an object class. The present study investigated these two effects in face 'detection' tasks, using an artistic painting by Bev Doolittle (1985). The painting, titled "*The Forest Has Eyes*", showed a scene mainly containing trees, rocks, and water. But on closer inspection, up to thirteen faces formed by various groups of trees and rocks could be found. In the experiment, first of all, subjects were required to find hidden faces in an upright positive image (control). Afterwards they were divided into three groups, and inspected the negative, inverted, or negative-inverted image respectively (experiment). The number of detected faces was significantly reduced in all three experiment conditions compared with the control condition, and the negation and inversion affected the ability of detection additively. These results were consistent with the results from the ordinary face recognition tasks. Since the detection task required subjects to discriminate face-like patterns from other classes of objects (trees and rocks), it is suggested that the negation and inversion affect the early process of face recognition in which faces are discriminated from other objects.

日常生活において、人は、膨大な数の顔を極めて容易に識別することができる。たとえば、休日の昼間に都市の繁華街を歩けば、我々はおそらく千人以上にもおよぶ多くの人々とすれ違うことになるだろう。しかし、そのような状況下においても、我々は見知った友人がいるとその存在を認識し、声をかけ、立ち話を始めるという行為を、さほどの苦勞もなくやってのけることができる。実際、メディアの発達した現代社会において、人は、数千にもわたる顔を弁別・認識することができるといわれている。この数は、数百年前に生きていた人が一生のうちに会ったであろう人々の数

を大きく越える数字である (Grüsser & Landis, 1991)。

顔という対象も、物理的にとらえるならば、外界に存在する3次元の構造をもつ対象のひとつである。しかしながら、顔という対象が比較的複雑な構造をもつ自然対象であるということや、人々の顔が相互に極めて類似した構造をもつことなどを合わせ考えると、我々の顔認識の能力は極めて優れたものといわざるを得ない。そのため、顔の認識の背後には、他の対象物とは異なる独自の情報処理メカニズムが存在するのではないかと考え、顔独自の認識モデルが提唱されてい

る (たとえば, Bruce & Young, 1986; Ellis, 1986)。

このような顔独自の処理機構の存在は, 従来の生理学や医学, 心理学の領域におけるいくつかの研究の結果からも支持されるものである。たとえば, マカクザルの脳における電気生理学的研究において, 側頭葉のIT野 (inferior temporal area) やSTP野 (superior temporal polysensory area) には, 人や猿の顔が視野に入ってきた時だけに反応する細胞があることが知られている (たとえば, Bruce, Desimone, & Gross, 1981; Perrett, Hietanen, Oram, & Benson, 1992)。これは, 脳の中で, 顔という刺激が何らかのかたちで特殊な処理を受けている証拠といえる。また, 脳損傷患者においては, 対象失認と呼ばれる統覚失認障害 (apperceptive agnosia) とは別に, 対象物の認識能力が正常なレベルに保たれている一方, 顔による人物の同定や表情の識別などが選択的に障害を受ける相貌失認 (prosopagnosia) と呼ばれる患者が存在する (McCarthy & Warrington, 1990; Farah, 1990)。このことも, 人の脳において, 顔に関する認識操作が独自の処理機構によってなされている可能性を示唆するものである。

心理学の領域においては, 顔独自の処理機構の存在を示唆する証拠は, 顔という刺激に特有にみられる顕著でよく知られた知覚的現象と関連している。たとえば, 顔は逆さに見せられると, 誰の顔であるかの判別が極めて難しくなる。Yin (1969) は, 顔の再認識記憶に及ぼす倒立呈示の効果が, 家や飛行機のようなパターンに比べて著しく強いことを見出した。複数の部分からなり, その関係性によって弁別の特徴がもたらされるような刺激は, 倒立した際にもっとも識別が困難になる (Rock, 1974)。したがって, 顔の認識は, 部分間の関係構造を把握する全体的処理がなされていることが特徴であり, 倒立効果は, 顔のもつ全体的な布置情報が利用できなくなるためだと考えられている。

また, 写真のネガのように, 画像の明暗 (白黒) が反転した場合も, 顔からの人物の同定などが非常に困難になることが知られている (Galper, 1970; Galper & Hochberg, 1971; Phillips, 1972)。実際, 写真のネガを見て, そこに写っている人々の顔をわかりにくく感じるのは日常でも我々が経験することであろう。この現象について, Hayes, Morrone, & Burr (1986) は, 特定の帯域の空間周波数成分のみを取り出した画像を刺

激として人物同定課題を行ったところ, 明暗反転による顔認知の困難が低空間周波数領域で顕著にみられたことを報告している。顔刺激の場合, ぼかしたり, モザイク処理を施した画像においても, 比較的容易にそれを認識可能であることから (Harmon, 1973; Harmon & Julesz, 1973), 顔における明暗反転効果は, 我々が顔を認識する際に低い空間周波数成分の情報を主として用いていることを示唆するものと考えられている (Hayes, 1988; 吉田・利島, 1995)。

対象物の認識過程においては, その初期の段階で, 2次元画像に含まれる強度変化 (ゼロ交差) やそれらの幾何学的分布によってエッジ境界を描き出すことが重要であると考えられている (たとえば, Marr, 1982)。また, こうして描かれたエッジや輪郭の情報を用いて, 対象を構成する部分の特徴が描き出され同定される。このようにして, 外界の対象物は, 主としてそれを構成する部分の記述の集積によって成立するものと考えられている (たとえば, Marr, 1982; Biederman, 1985, 1987)。

顔刺激における倒立効果や明暗反転の効果は, 上述した対象物の認識手法とは異なる手法が顔の認識時に用いられていることを示唆する。たとえば, 倒立効果は, 顔認識において, 部分の記述よりも全体の情報が重要であることを示唆するものである。また, 明暗反転の効果は, 顔の表象がエッジや輪郭の検出に基づいて形作られているわけではなく, 顔の表面がもつ明るさや色の情報が重要であることを示唆している。

これに対し, 顔に特有なこれらの現象が, かならずしも顔独自の処理過程を反映させているわけではないと示唆するような研究も最近いくつか報告されている。

Diamond & Carey (1986) は, 人の顔と犬の写真を刺激として, 再認識課題における倒立呈示の効果を測定した。彼らの被験者は, 犬に関する専門家 (ブリーダー) と一般の大学生であった。その結果, 大学生の被験者は, 顔が呈示された場合に大きな倒立効果を示したが, 犬の写真では倒立効果を示さなかった。それに対し, 犬の専門家は, 顔写真だけでなく, 犬の写真においても倒立効果を示すことが認められた。この結果は, ある特定の対象クラス (カテゴリー) に属する対象同士を見分けることができるような高度に専門化された知覚技能をもつ人が, 顔でない刺激に対しても, 我々が顔に対して行うのと同様の処理を行ってい

ることを示唆するものである。この結果に対し、彼らは、対象クラス間の弁別には1次的な形態・布置情報 (first-order relational properties) が必要であるが、同一の対象クラスに属する対象を弁別するには2次的な形態・布置情報 (second-order relational properties) が要求されるものであり、後者の情報が、倒立呈示によって利用できなくなるのだと述べている。つまり、犬を見分ける技能を発達させた犬の専門家は、この2次的な形態・布置情報を利用しているために大きな倒立効果を示したと考えられる。このように、Diamond & Cary (1986) の研究は、顔の認識処理における全体的布置情報の重要性が、顔に対する知覚技能を発達させていく上で獲得されたものであることを示唆する、極めて重要な証拠であると考えられよう。

これに対し、発達の視点からの研究においては、生後数時間という新生児が、顔パターンに対して特別な反応を示すことが知られており (たとえば、Goren, Sarty, & Wu, 1975)、顔認識の背景にある処理メカニズムが特殊なのではないかという考えをもたらず根拠のひとつとなっている。したがって、顔に対する認識処理がすべて生後に獲得されるものであるとはいえないかもしれない。この点に関連した研究として、Carey & Diamond (1994) は、人物の顔を上半分と下半分に分け、上半分の顔に対する命名をさせる課題において、顔が正立に呈示された場合、上下の顔の輪郭を揃えるとひとつに知覚されて命名が困難になるという”キメラ効果”(倒立時には困難とならない)を、6才児、10才児、成人を被験者として検討した。その結果、キメラ効果には発達的な違いは認められなかったが、倒立呈示時の反応時間の遅れが、子どもにおいては成人よりも少ないことが認められた。このことから、彼らは、倒立効果には、年齢に関係なく生じる部分と、経験に伴う専門技能の発達によって獲得される部分の2つの要素があると考察している。

また、明暗反転の効果が示唆するような、対象を認識する際にエッジ特徴が用いられるか、それとも表面特徴が用いられるかの違いについても、これが課題依存の特性ではないかと考える研究もある。

対象物と顔とでは、それらを認識する際に要求される課題の性質が異なることが多い。我々が物を認識する際には、通常、それがカップであるとかハサミであるというような、対象クラス間の弁別が要求される。

それに対し、顔という対象を我々が認識する際には、それが誰の顔であるかとか、どんな表情をしているかなど、顔というひとつの対象クラスの内側での弁別を行うことが要求される。したがって、対象物においても、我々が顔に対して行うのと同じようなクラス内弁別が要求されるような事態を設ければ、顔に特有といわれるような処理が必要となるとも推測される。

たとえば、従来の研究において、我々は、画像が矛盾した色で呈示されても (たとえば、犬が赤で、リングが青で表示されている)、その刺激からさほど苦もなく対象を分類することができることが知られている (Bruce & Humpreys, 1994)。これは、対象の分類が色やテクスチャ要素、陰影などにさほど影響されず、エッジに基づく表象によってなされることを示す証拠と考えられている。それに対し、Price & Humpreys (1989) は、通常の色やテクスチャをもつ刺激と、単純化された線画、および矛盾した色をもつ刺激の間で、どのように表面特徴が利用されるかを検討した。その結果、矛盾した色で対象が呈示された時に生じる認識の難しさは、標本の多くが共通した知覚的特徴をもたない場合に比べて、知覚的特徴が似通った標本を弁別する場合に、より大きく生じることが認められた。

以上の事柄を踏まえると、対象物においても、知覚的に類似した標本に対する対象クラス内の弁別が要求されるような状況であれば、顔刺激に特有とみられるような現象が観察されるようになるものと考えられる。それならば、逆に、見せられた画像が”顔であるかどうか”というような、“対象クラス間”の弁別課題が要求されるような状況では、顔に顕著にみられる倒立効果や明暗反転効果は消失するのであろうか。

人は、顔というパターンに対して極めて敏感に反応する動物である。日常における顔の記憶の失敗においても、顔自体を他のパターンとして見間違えたり、見逃した例は報告されていない (Young, Hay, & Ellis, 1985)。むしろ、我々は、雲や炎のような顔以外のパターンをも顔として見てしまうような、強い知覚的バイアスをもっている (Ellis, 1986; 遠藤, 1993)。また、たとえ、身近な人の顔さえ識別できないような相貌失認の患者であっても、見ているパターンが顔であることは容易に検出することができる (McCarthy & Warrington, 1990)。そのため、顔の研究においては、これまでに、“このパターンは顔かどうか”というよ

うな課題がもちいられることはほとんどなかった。

これに対し、本研究においては、トリックアートを利用することによって、顔かどうかを被験者に問う“顔検出”実験を行う。図1は、Bev Doolittle (1985)による“The Forest Has Eyes”という題目の絵画である (Goldstein, 1996)。この絵画の中には、溪流の中、馬に乗った人物が描かれているが、風景には、樹木や岩で構成された13個の顔が隠されている。実験においては、この絵画を呈示する際、正立-倒立、あるいはポジネガの操作を加え、これらの操作によって顔の検出パフォーマンスがどのように影響されるかを量的に測定する。この絵において、顔の検出に失敗すれば、その部分は岩や樹木として認識される。したがって、この顔検出課題は、対象クラス間弁別課題の一種といえよう。このような課題において、もし、明暗反転や倒立呈示の効果が得られないのならば、これら

の現象は、クラス内弁別という顔認識時に用いられる課題特性に依存したものであることを示唆するものといえよう。それに対し、この課題においてもこれらの効果が得られるのならば、それはクラス間-クラス内弁別という課題依存特性を反映したものでなく、顔に特有な初期情報処理過程の何らかの特性を反映したものだと推測することができよう。

方 法

被験者

比治山大学に在籍する学部学生70名が本実験に被験者として参加した。視力の低い者は、実験時に眼鏡またはコンタクトレンズを使用した。また、被験者は、コンピュータ上でのプログラムの起動・終了やマウスの操作など、簡単なパソコンの操作を習得済みで、か

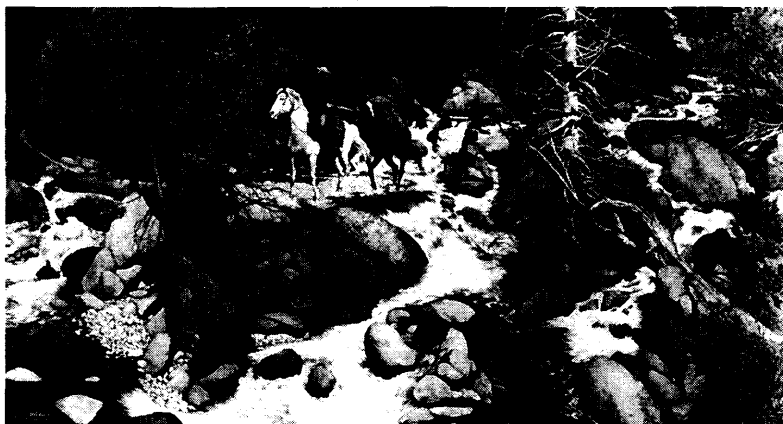


図1 The Forest Has Eyes (Bev Doolittle, 1985; Goldstein, 1996, Brooks/Cole Publishingによる)



図2 明暗を反転させた刺激画像 (ネガ画像)

つ、刺激となる絵画についての知識をもたない者であった。なお、実験は、比治山大学における情報系授業の時間を利用して集団実験の形態で行われた。その際、室内の照明は、通常の室内光源（白色蛍光灯）を用いた。

装 置

刺激のデジタイズのためにスキャナ装置（EPSON, GT-9500）を、刺激の呈示と試験者の反応記録のため、パーソナルコンピュータ（EPSON, VL-626E）および17インチカラーディスプレイ（飯山電機, MT-8617ES）を使用した。なお、コンピュータの画面解像度は、横1024画素×縦768画素に設定した。

刺激材料

まず、Goldstein（1996, p.179）より、絵画を横1000画素×縦503画素の解像度、白黒256階調の色深度でコンピュータに取り込み、画像のピーク間コントラストの最大化とガンマ補正による平均輝度の調整を行った。これを原画像とし、その後、画像を構成する各画素のグレーレベルを反転させることによって明暗を反転させた画像（図2）を作成した。

手続き

本実験で用いた課題は、コンピュータ画面上に呈示される刺激の絵を注意深く観察し、3分の制限時間内にできるだけ多くの隠された顔を見つけ出すというものであった（観察距離は約50 cmで、画面上方には秒単位の経過時間が表示された）。被験者は、顔を見つ

けた際、画面上に表示されるマウスカーソルでその鼻の頭をポイントし、マウスの左ボタンをクリックするように教示された。実験はすべてコンピュータプログラムによって制御され、被験者がマウスをクリックしたときには、そのときのマウスカーソルの画面上座標と、画像呈示開始からの反応時間（ミリ秒単位）が記録されるようにプログラムされていた。また、被験者のクリック反応が、絵に隠された鼻の頭を中心より半径10画素以内にあった場合を正解とし、コンピュータはチャイム音を鳴らし、その鼻の頭に半径5画素の赤いドットを表示するようにした。

図3に、絵に隠された顔の正解位置を示す（背景の絵は画像の2次微分成分を基に検出したエッジによる輪郭画である）。絵画には、岩や木からなる13個の顔が隠されていたが、それに合わせ、馬上の人物の頭部も描かれていた（図中14番）。そこで、課題の実施時には、馬上の人物の顔についても正解と同様に赤いドットを表示し、チャイムによるフィードバックを行ったが、後の分析からはそのデータを除外するようにした。これは、馬上の人物の顔に対して被験者が固執し、それに時間を費やすことを避けるためであった。

実験では、まず、被験者全員に対し、原画（正立ポジ画像）をコンピュータ画面上に呈示し顔検出課題を行った（統制条件）。その後、被験者は3群に分けられ、それぞれ、正立ネガ画像（24名）、倒立ポジ画像（23名）、倒立ネガ画像（23名）を呈示し、同様の課題を引き続き行った（実験条件）。なお、倒立呈示時には、画像を180度回転させたものを刺激として使用した。

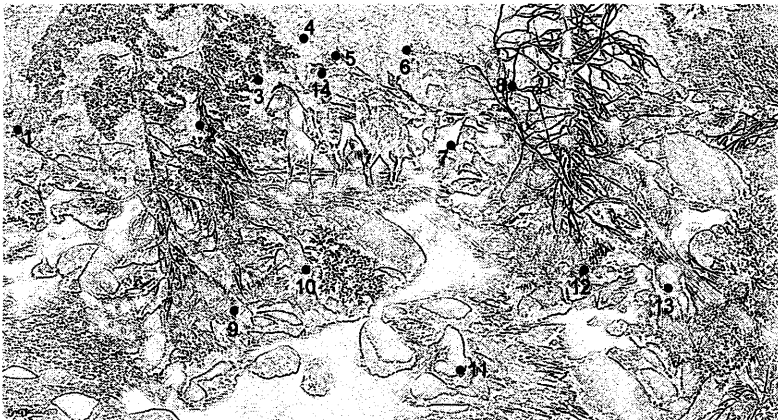


図3 絵に隠された顔の位置

このような(統制条件と実験条件という)手続きを用いたため、本実験で、倒立画像やネガ画像の条件(実験条件)で課題を行うときには、被験者はすでに統制条件を経験済みで、顔の隠れている位置の情報についてのある程度の知識をもっていたことになる点には注意されたい。通常であれば、被験者を4群に分け、正立ポジ、倒立ポジ、正立ネガ、倒立ネガの画像をそれぞれ呈示するように実験計画をするであろう。しかしながら、当初に予備実験を行ったところ、倒立あるいはネガの画像からの顔検出数が極めて低い(1~2個程度)ことが明らかであったため、今回のような実験計画とした。

結 果

まず、本実験に参加した3被験者群の統制条件における等質性の確認と、刺激をネガあるいは倒立した際(実験条件)に顔の検出が困難になったかどうかを確かめるために、検出された顔の数を測度として、群(3水準:正立ネガ、倒立ポジ、倒立ネガ)×観察条件(統制条件、実験条件)の2要因分散分析を行った。

分散分析の結果は、群($F(2,67) = 3.50, p < .05$), 観察条件($F(1,67) = 101.23, p < .0001$)とも有意な主効果を示した。さらに、群×観察条件の交互作用も有意であった($F(2,67) = 8.88, p < .0005$)。この交互作用について、単純主効果の下位検定を行ったところ、3群間における顔検出数の違いは、ネガや倒立の画像

が呈示された実験条件においてのみ有意で($F(2,134) = 9.85, p < .0005$)、正立ポジの画像が呈示された統制条件では有意ではなかった($F(2,134) = 0.18, n.s.$)。また、3群とも統制条件よりも実験条件の顔検出数が有意に少ないということが認められた($F_s(1,67) > 16.01, p_s < .0005$)。さらに、実験条件における3群間の顔検出数の違いについて、Ryan法による多重比較検定(有意水準は5%)を行ったところ、正立ネガ群と倒立ポジ群の間の差は有意ではなかったが、倒立ネガ群の検出数は他の2群よりも有意に少なかったことが示された。

顔の検出数の結果を図4に示すが、3群とも統制条件では検出数にほとんど差はみられない。それに対して、顔の検出数が有意に減少した実験条件では、倒立ネガの画像を呈示された群が、他の2群よりも減少幅

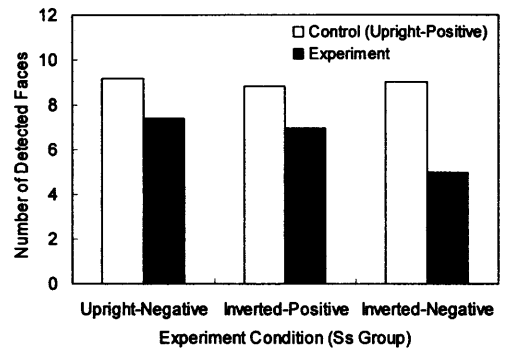
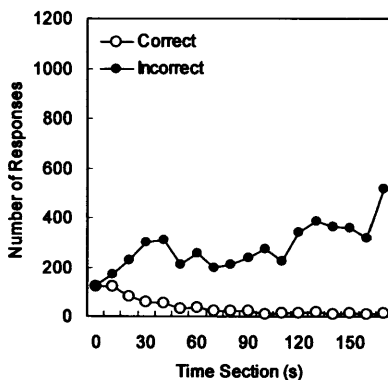
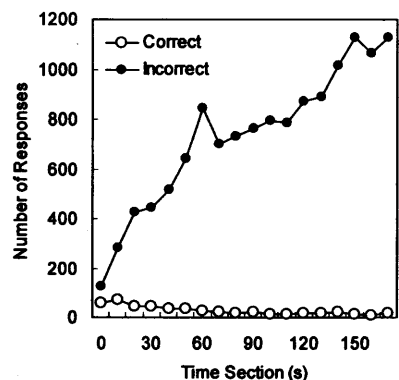


図4 実験結果(顔検出数)



(A) CONTROL



(B) EXPERIMENT

図5 全被験者の反応数の時系列的変化

が大きかったことがわかる。実際に、統制-実験条件間での顔検出数の減少量を求めたところ、正立ネガ群と倒立ポジ群では両群とも1.8であったのに対し、倒立ネガ群では4.0であった。

図5は、被験者のすべてのクリック反応を10秒おきの経過時間ごとにプロットしたものである。これを見ると、試行開始後10秒までは（図では、数値ラベル0の上のポイントが開始後0秒-10秒の区間データを示す）、統制条件も実験条件も誤反応数に違いはないが、倒立やネガの画像が呈示された実験条件においては、その後、急激に誤反応が増加する傾向にあったことを見て取ることができる。また、両条件間において、試行開始後30秒程度までの間の正反応数に特に違いがみられる（統制条件の方が正反応数が多い）ことがわかる。実際、刺激提示後30秒以内の正反応数が全正反応数に占める割合を求めると、統制条件は48.2%であり、全正反応のおよそ半分が30秒以内に生じていたのに対し、実験条件は33.6%で、全正反応の3分の1程度に留まっていた。

また、図6は、統制条件と実験条件で、刺激に隠された顔ごとに検出人数の総数を示したものである（図中の顔番号は、図3に示したものと一致する）。この図を見て、まず顕著に認められる特徴は、4番と8番の顔においては、他の顔に比較して、極端に検出者数が少なかった（統制条件では正反応者は皆無、実験条件ではそれぞれ1人と2人）という点である。それ以外にも、1番、6番、12番、13番の顔は比較的検出者数が少なかった。極端に検出者数が少なかった4番、8番以外のすべての顔では、統制条件に比べて実験条件で検出者数が大きく減少していることも見て取るこ

とができる。また、十分な検出者数を示した顔の中でもっとも実験条件での減少量が少なかったのは10番の顔であった。

考 察

本研究の目的は、画像に含まれる顔を単に検出するという課題においても、顔の識別実験などでみられるような倒立呈示の効果や明暗反転の効果がみられるかを確認することであった。その結果を端的に述べるならば、画像を倒立に呈示したり明暗を反転させたりすると、顔の検出という水準でも、我々の認識パフォーマンスは確実に阻害されるというものであった。

実験に参加した3つの被験者群は、最初に、ポジの画像を正立呈示するという統制条件を行った。この条件での顔の検出数には、3群間で有意な違いが認められなかったことから、顔の検出パフォーマンスという点では、これらの群はほぼ等質であったと考えられる。もちろん、統制条件として正立ポジ画像での観察と反応を先立って行ったことは、顔の隠れている位置についての情報を被験者にもたらしたに違いないだろう。しかしながら、それにもかかわらず、画像を倒立に呈示したり、明暗を反転させたり、その両者の処理を行った実験条件では顔の検出パフォーマンスが大きく低下した。実際、被験者からの内省報告として、実験条件では、“どこに顔が隠れているか見当もつかなかった”という報告が多く寄せられた。実際、本実験を行うにあたって、当初、予備実験を行ったが、倒立あるいはネガの画像が最初に見せられると、被験者は1~2程度の顔しか見つけることができなかった。これらのことから、実験条件においては、図4に示された測定値以上に、顔の検出が困難であったのではないかと推測される。

実験条件において顔を検出することが極めて困難であったらうことは、図5の結果からも見て取ることができよう。正立ポジの画像が呈示された統制条件では、最後の10秒間を除いて10秒間あたりの誤反応数はせいぜい400程度であった（統制条件で最後の区間の誤反応数が増加したのは画面上方に経過時間を表示したためと考えられる）。それに対して、実験条件においては、試行開始以降、誤反応数は大きく増加する傾向にあり、試行終盤においては、1000以上にものぼ

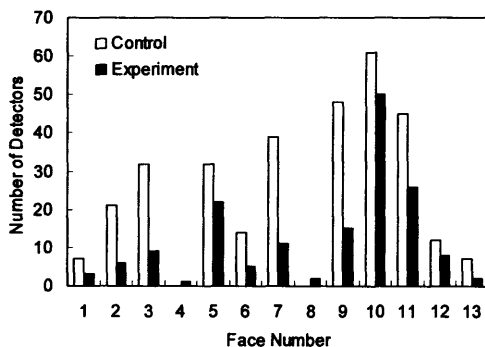


図6 顔ごとの検出被験者数

た。全被験者数は70名であったので、1000の誤反応は、1秒間に一人平均1.4回以上にものぼる（誤った）クリック反応がなされたことを示している。すべてのマウス操作が反応としてコンピュータに記録されることを前もって教示していたにもかかわらず、このような反応を引き起こしたことは、実験条件における顔の検出がいかに困難な課題であったかを意味しているといえよう。

また、分散分析の結果とその後の多重比較の結果は、本実験で用いた3種の画像操作のうち、倒立ネガ条件が他の条件（正立ネガ、倒立ポジ）に比べて、課題をさらに困難にするものであったことを示している。Bruce & Langton (1994) は顔認識における倒立効果と明暗反転効果について体系的な検討を行い、倒立呈示と明暗反転の2つの操作を行うと、単独の操作を行ったときに比べ、顔認識がさらに難しくなることを示している。このことは、倒立呈示と明暗反転という操作が顔認識に関する視覚情報処理の異なった側面に影響することを示唆するものである。このような考察の理論的背景は、Sternberg (1969) が提起した“additive factors method”の考え方によるが、本研究の結果は、対象クラス内弁別である顔認識に比べ、より初期段階における原始的な反応と考えられる顔検出という課題（対象クラス間弁別）においても、倒立呈示や明暗反転という操作が同様の影響を及ぼすことを示唆するものといえよう。

本実験で課題として用いられた顔検出課題において、被験者はどのような手がかりをもとに顔を見つけるといふ作業を行っていたのであろうか。この問いに対する答えに関して、図6に示した顔ごとの検出者数の結果を元に、その手がかりを探してみたい。まず、本実験の結果、極端に検出者数が少なかった顔は、4番と8番であった。この2つの顔については、正立ポジの画像が呈示された統制条件であっても、一人もそれらを見つけることができなかつたことが特徴的である。

図3を見るとわかるように、4番の顔は、絵画のもっとも上部に位置するものである。さらに、その位置を原画で確認すると、森の奥に相当するこの部分は非常に暗く描かれておりコントラストが低いことがわかる。また、本実験では、鼻の頭をクリックすることで被験者が顔を検出したことを確認するという課題構成となっていたため、被験者は鼻らしい視覚パターンを

探す傾向が強かったかもしれない。4番の顔についてみると、鼻の部分がコントラストの低い陰の中に隠れてしまっていることがわかる。この課題依存の性質が、4番の顔の検出率を低くしたのかも知れない。

それに対し、8番の顔は非常に特徴的に定義されるものである。この顔は、他の顔と異なり、木の枝によって顔の輪郭のみが描かれている、いわゆる“輪郭画”である。そのことは、顔の位置と番号を示すために輪郭抽出を行い示した図3で、この顔の見た目が何ら変わらないことから明らかである。この顔の検出率が極めて低かったことは、我々の顔検出メカニズムが、明るさやテクスチャ、陰影のような表面情報を主として用い、輪郭成分には反応しにくい性質をもつのではないかということ推測させる。表面特徴の重要性は、対象クラス内の顔認識課題を用いたBruce & Langton (1994) も示唆したことであるが、対象クラス間の課題である顔検出の背景にあるメカニズムも同様の性質を有しているのかもしれない。

他にも、検出者数が少なかった顔には1番や13番があった。この2つは、絵画の中に含まれる顔の中でもっとも大きいものである。これらの顔の低検出率には、被験者の注意の範囲が問題として関係しているのかもしれない。さらに、13番の顔はかなり不完全な状態に描かれており、全体としての顔のまとまりをもっていない。このこと（顔の不完全さ）も検出率を低下させた原因であるように思える。また、1番の顔は、横向きに近い顔である。同様に検出者数が少なかった6番や12番もまた横顔であることを考えると、我々の顔検出メカニズムは横顔に対する感受性が低いかもしれない。特に6番は顔の上部が森の奥の陰に位置することで不完全であるし、12番も不完全に描かれている。それに対し、同様に完全に描かれていない顔であっても、正面を向いている5番や11番の顔の検出者数は比較的多い。さらに5番、11番の顔は、実験条件における検出者数の低下量も少ないことに気づかされる。日常生活において、偶然に自分の方を向いている見知らぬ人を目の端にとらえ、定位反射的に注意が向けられることを経験することがあるだろう。もちろん、横顔であっても、完成した顔の形態をもっている3番の顔などは検出者数も比較的多かったが、以上の事柄を合わせて考えると、顔の検出メカニズムは、正面を向いた顔に特に高い感受性をもつように思われる。

検出が難しい顔が多くあった一方、10番の顔は、最も検出者数が多いだけでなく、倒立呈示や明暗反転という処理にも検出者数の大きな減少を示さなかった。10番の顔は、この絵画の中にあつて、完全な形態もっているだけでなく、目、鼻、口という部分についても非常に細かく描き込まれていることが特徴である。このような、豊富な情報をもつ顔は、倒立呈示や明暗反転に対して頑強なのかもしれない。日常において、顔写真を逆さに見たりネガフィルム上で顔を見たりすると、誰の顔であるかがわからないという現象はよく経験されることである。しかしながら、そのような状況でも、通常、我々はそのパターンが顔であることはわかるものである。実際の顔のように豊富な情報をもつパターンであれば、倒立呈示や明暗反転が行われたような場合でも、顔検出メカニズムにとっては検出が可能なのかもしれない。

以上の考察を要約するならば、顔の検出にかかわる視覚情報処理の特性は以下のようなものと推測される。

- (a) 対象クラス間の弁別課題である、視覚パターンが顔かどうかを検出するような課題においても、顔を倒立に呈示したり画像の明暗を反転させたりすることによって、そのパフォーマンスは明らかに阻害される。
- (b) 倒立効果や明暗反転効果は、顔検出処理の異なる側面に作用するものであり、その性質は、対象クラス内弁別課題である顔認識課題においてみられるのと類似したものである。
- (c) 顔の検出においては、顔認識と同様（あるいはそれ以上に）、輪郭よりも表面の情報が重視される。
- (d) 顔検出メカニズムは、顔が完全な形態もっている場合は横顔の検出も難しくはないが、正面の顔に対する感受性がより強いらしい。
- (e) 豊富な情報をもつ顔パターンや、正面を向いている顔パターンは、倒立呈示や明暗反転の処理に対して頑強であるらしい。

このような顔検出過程のもつ特性は、現時点においてはまだ仮説に過ぎず、本研究の結果のみでは、これらの特性の正当性を確認できる証拠を得たわけではない。今回の実験においては、意図的に描かれた芸術絵画を刺激として用いたため、その絵画の特性を反映させている部分も多いかもしれない。しかしながら、本研究では、従来、顔研究で広く用いられてきたような

顔の再認記憶課題などよりも、より原始的で、顔の情報処理過程においてはより初期の段階で行われると考えられる顔の検出課題においても、顔認識時と同様、画像の倒立呈示や明暗反転の処理の影響があることがわかった。

Ellis (1986) は、顔の認識モデルを提唱している。そのモデルの特徴は、顔パターンの視覚情報処理の初期段階において、“顔”と“顔以外”を分類する過程が存在するというものである。それに対して、Bruce & Young (1986) は、Ellisのこのような顔の分類過程を独立したモジュールとしてみなす積極的な証拠が提出されていないことを理由に、この過程をモデルの機能的要素として含めることには反対し、“顔だけ”の情報処理モデルを提供している。そのため、Bruceらのモデルでは、顔以外の刺激がどのような処理を受けるのか、どの時点で顔と顔以外のパターンが異なった処理経路に振り分けられるのかが描かれていない。本研究においては、対象クラス内弁別課題である顔認識時と同様の処理特性が、顔と顔以外の分類課題である顔検出課題においても確認されたが、このことは、“顔の情報処理モデルの一部”として、顔の分類過程を設ける必要性を考えさせるのではないだろうか。

付 記

本研究の一部は、平成10年度～平成11年度科学研究費補助金研究（基盤研究(C)-(2)）、「顔認識処理の初期過程に関する研究」（研究代表者：吉田弘司，課題番号：10610091）によって補助を受けた。また、本研究の実験は、比治山大学現代文化学部コミュニケーション学科1998年度卒業生の阿部純子氏、松本みどり氏、山本裕子氏と共同で実施したものである。ここに記して感謝の意を表したい。

引用文献

- Biederman, I. 1985 Human image understanding: Recent research and theory. *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, **32**, 29-73.
- Biederman, I. 1987 Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, **94**, 115-147.

- Bruce, C., Desimone, R., Gross, C. G. 1981 Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque. *Journal of Neurophysiology*, **46**, 369-384.
- Bruce, V., & Humphreys, G. W. 1994 Recognizing objects and faces. In V. Bruce & G. Humphreys (Eds.), *Object and Face Recognition (Special Issue of Visual Cognition)*. Hove: Lawrence Erlbaum. Pp. 141-180.
- Bruce, V., & Langton, S. 1994 The use of pigmentation and shading information in recognising the sex and identities of faces. *Perception*, **23**, 803-822.
- Bruce, V., & Young, A. 1986 Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, **77**, 305-327.
- Carey, S., & Diamond, R. 1994 Are faces perceived as configurations more by adults than by children? In V. Bruce & G. Humphreys (Eds.), *Object and Face Recognition (Special Issue of Visual Cognition)*. Hove: Lawrence Erlbaum. Pp. 253-274.
- Diamond, R., & Carey, S. 1986 Why faces are and are not special: An effect of expertise. *Journal of Experimental Psychology: General*, **115**, 107-117.
- Ellis, H. D. 1986 Processes underlying face recognition. In R. Bruyer (Ed.), *The neuropsychology of face perception and facial expression*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 1-27.
- Farah, M. J. 1990 *Visual Agnosia*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Galper, R. E. 1970 Recognition of faces in photographic negative. *Psychonomic Science*, **19**, 207-208.
- Galper, R. E., & Hochberg, J. 1971 Recognition memory for photographs of faces. *American Journal of Psychology*, **84**, 351-354.
- Goldstein, E. B. 1996 *Sensation and Perception*. (4th Ed.) Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Goren, C. C., Sarty, M., & Wu, P. 1975 Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. *Pediatrics*, **56**, 544-545.
- Grusser, O., & Landis, T. 1991 *Visual Agnosias and Other Disturbances of Visual Perception and Cognition*. Hampshire: Macmillan Press.
- Harmon, L. D. 1973 The recognition of faces. *Scientific American*, **227**, 71-82.
- Harmon, L. D., & Julesz, B. 1973 Masking in visual recognition: Effects of two-dimensional visual noise. *Science*, **180**, 1194-1197.
- Hayes, A. 1988 Identification of two-tone images: Some implications for high- and low-spatial frequency processes in human vision. *Perception*, **17**, 429-436.
- Hayes, T., Morrone, M. C., & Burr, D. C. 1986 Recognition of positive and negative bandpass-filtered images. *Perception*, **15**, 595-602.
- Marr, D. 1982 *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. New York: Freeman.
- McCarthy, R. A., & Warrington, E. K. 1990 *Cognitive Neuropsychology: A Clinical Introduction*. San Diego: Academic Press.
- Perrett, D. I., Hietanen, J. K., Oram, M. W., & Benson, J. 1992 Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, **335**, 23-30.
- Price, C. J., & Humphreys, G. W. 1989 The effects of surface detail on object categorization and naming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **41A**, 797-828.
- Rock, I. 1974 The perception of disoriented figures. *Scientific American*, **230**, 78-85.
- Sternberg, S. 1969 The discovery of processing stages: Extensions of Donder's method. In W. G. Koster (Ed.), *Attention & Performance, II*. Amsterdam: North Holland.
- Yin, R. K. 1969 Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*, **81**, 141-145.
- 吉田弘司・利島保 1995 顔の画像認識における空間的特性—視覚情報のキャリアとしての空間周波

数成分の分析を通して— 広島大学教育学部紀
要, 第1部(心理学), **44**, 9-18.

Young, A. W., Hay, D. C., & Ellis, A. W. 1985 The
faces that launched a thousand slips: Everyday
difficulties and errors in recognising people.
British Journal of Psychology, **76**, 495-523.

〈キーワード〉

顔認知, 顔の検出, 明暗反転効果, 上下反転効果

吉田 弘司 (コミュニケーション学科)

(2003.11.5 受理)