

## ERPs を用いた自己顔の認知過程の検討

塩田 真友子<sup>1</sup>・猪原 敬介<sup>2</sup>・堀内 孝<sup>3</sup>

我々にとって人間の顔は特別な視覚刺激である。目、鼻、口という同じパーツを持つ非常に類似した表象であるにも関わらず、一目見ただけで個々の顔を識別することが可能である。このような顔の認知について、Bruce & Young (1986) や Burton, Bruce, & Johnston (1990) などが顔認識モデルを提唱している。また、顔と他の事物とは異なる認知処理がなされているという知見がある。Tanaka & Farah (1993) は、目や鼻といった顔のパーツを全体提示した場合、つまり顔の中において提示した場合はそれらの再認成績が良いが、部分提示、つまり個々に提示した場合は再認成績が低下すること、また、家のドアや窓などのパーツの場合は全体提示と部分提示とで再認成績に差はないということから、顔とその他の物体の認知の相違を示した。また、人の顔を見てもそれが誰であるかを判断できない相貌失認という症例 (Bodamer, 1947) やその反対で顔の認識は可能だが、他の物体を認識することができないという症例 (Moscovitch, Winocur, & Behrmann, 1997) が報告されており、顔と物体の認知の相違を示す根拠となっている。

最近では事象関連電位 (Event Related Potentials ; ERPs)、fMRI、MEG、PETなどの生理指標により顔と物体に対する反応の相違を報告した研究がある。例えば、Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy (1996) は人間の顔と物体を刺激として脳電位を測定したところ、左右の後側頭部において人間の顔に特異な成分N170が見られることを報告した。Kanwisher, Tong, & Nakayama (1998) や Kuskowski & Pardo (1999) はfMRI (functional Magnetic Resonance Imaging : 機能的核磁気共鳴画像) によって、Watanabe, Kakigi, Koyama, & Kirino (1999) はMEG (Magnetoencephalograph : 脳磁図) によって後側頭部の紡錘状回付近が顔に対して特異的に反応することを報告した。その他多くの研究が紡錘状回の顔認識への関与を認めている (e.g. Kanwisher, 2000)。これらの報告は、「顔の認知に特化したシステムが脳内に存在し、その一部を紡錘状回が担っている」という顔認知の特殊説の論拠となってきた (野村, 2004)。

しかし、人間の顔であっても知っている人物の顔と見知らぬ人物の顔とではそれらに対する反応に違いがある。そのような既知・未知の顔に対する反応の相違について、ERPsを指標として用いた研究が多く見られる。渡邊・沖田・小西・今塩屋 (1997) は自分の顔、未知人物の顔、動物の顔、物品、

<sup>1</sup> 本研究に関して、責任者として計画の立案、プログラム作成、実験の実施、データ解析を行った。

<sup>2</sup> 実験実施及びデータ解析の補助を行った。

<sup>3</sup> 指導教員として全体的アドバイザーとして関与した。

三角形をそれぞれ同頻度で提示し、三角形が提示された時に反応ボタンを押すという課題のもとERPsを測定した。その結果、N170が人の顔に特異的に発達する電位であることを確認し、また、自分の顔に対してN270成分が有意に発達することを見出した。Caharel, Poiroux, Bernard, Thibaut, Lalonde, & Rebai(2002)は自分の顔、有名人の顔、未知人物の顔を刺激として提示し、それぞれの顔を見た際のERPsを測定した。その結果、既知の顔（自分の顔、有名人の顔）が提示された時は未知人物の顔が提示された時と比較してN170の振幅が大きいこと、潜時200msにおける陽性成分が3種類の顔の提示によって異なることを示した。

諸富・岡本（1996）はオドボールパラダイムを用い、既知の顔と未知の顔に対するERPsの違いを検討した。具体的には、高頻度刺激として未知人物の顔、低頻度刺激として自分の顔、よく知っている人の顔、未知人物（高頻度刺激とは別人物）の顔、物品を用いた。その結果、自分の顔と既知人物の顔に対しては高振幅のP300が出現した。P300とは、互いに識別可能な2種類以上の刺激を提示頻度を操作した上でランダムに提示し、低頻度刺激に選択的に注意させる（このようなパラダイムをオドボールパラダイムという）ことによって、刺激提示後約250～500msにおいて出現する陽性成分のことである。P300は注意度の評価指標とされ、ある刺激に対するP300が大きいということは、その刺激により注意を向けているとみなされる。Ninomiya, Onitsuka, Chen, Sato, & Tashiro(1998)もまた、オドボールパラダイムによって既知顔、未知顔に対するERPsを比較・検討した。(1)低頻度刺激として有名人の顔、高頻度刺激として自分の顔と未知人物の顔を提示する条件と、(2)低頻度刺激として有名人の顔、高頻度刺激として図形と未知人物の顔を提示する条件を設定し、自分の顔と図形に対するERPsを比較した。その結果、図形よりも自分の顔に対するP300が有意に高振幅であった。

このように、顔を刺激としてERPsを測定するという研究は多くなされており、ここに挙げたものはその数例に過ぎない。しかし、その多くが既知顔として有名人の顔、それと比較する顔として未知人物の顔を用いたもので、そこに自分の顔を刺激として加えた研究や、それらの顔に対する反応の相違を親近性という観点から論じた研究は比較的少ない。

一般的に、自分の顔は非常に親近性が高く、上述の諸富・岡本（1996）やNinomiya et al.(1998)の研究では、そのような自分の顔に対する親近性の高さがP300振幅に影響を及ぼしているという可能性が考えられる。そこで、本研究では自分の顔とともに自分と同程度の親近性を有していると考えられる親しい友人の顔を刺激として用い、さらに親近性の低い顔として有名人の顔、未知人物の顔を加え、それらの顔の親近性の違いによるERPsの相違をP300を指標として検討することを目的とする。

## 方 法

実験参加者 矯正を含め、視力の正常な〇大学の大学生である女性14名（19～25歳、平均年齢19.9歳）が実験に参加した。

**刺 激** 実験に先立ち、各参加者、各参加者と日常的に顔を合わせる同性の友人の正面向き、無表情の顔写真をデジタルカメラでカラー撮影した。それらの顔写真と女性芸能人の顔写真、各被験者にとって未知の人物の顔写真(すべて正面向き、無表情、カラー)を刺激として用いた。各参加者の顔を「自己顔」、各参加者の友人の顔を「友人顔」、女性芸能人の顔を「有名人顔」、全ての実験参加者と全く面識のない未知人物の顔を「未知顔」とする。

**実験機器** 刺激の提示にはE-machines製PC E-machines J2950、マウス、NEC製CRTディスプレイ、および心理学実験用ソフトSuper Lab Pro2.0を用いた。脳波の測定には日本光電製ポリグラフシステムLeg-1000、同社製脳波用銀皿電極 (NE-155A) を用いた。脳波の分析にはキッセイコムテック製ERP分析用ソフトEPLYZER IIを使用した。

**手 続 き** 実験は100試行を1ブロックとする2ブロック、計200試行からなる個別実験である。100試行の内訳は、自己顔を30回、友人顔を30回、有名人顔を30回、未知顔を10回とした。提示順序はランダムとした。実験参加者は最初に実験に関するインフォームド・コンセントを受け、その後電極装着、教示を行った。各試行では、まず黒背景に白い注視点 (+) が2000ms提示され、次にその注視点赤色に変わって1000ms提示される。その後顔写真4条件のうちのいずれかの顔写真が200ms提示される。顔写真が消えると200ms後に再び白い注視点提示され、次の試行が始まる。

実験参加者に対する教示として、「白い+が提示された2秒後に赤く変わります。その1秒後に顔写真が現れますので、+が赤くなったら画面を集中して見て下さい。提示される顔写真はあなた自身の顔、あなたのお友達の顔、有名人の顔、あなたの知らない人物の顔のいずれかです。それらの顔をよく見て、あなたの知らない人物の顔が何回提示されたか、その回数を頭の中で数えてください。」と説明した。その際、刺激が提示されている時はできるだけ身体を動かさず、瞬目を控えることを強調した。実験終了後、教示通りできたか否かを確認し、顕著な眼球運動やその他のノイズの含まれる試行は分析対象外とした。

**脳波の記録** 国際式10-20電極設置法に従うFz、Cz、Pz、T5、T6の5箇所から両耳朶を基準に導出した。額部分にアース電極を設置し、左眼窩上から眼球電図を記録した。サンプリング周波数を1000Hz、時定数が0.01s、高周波カットを50Hzに設定し、ハムスイッチをオンに設定した。

ERPsは、顕著な眼球運動やその他のノイズのない試行につき、刺激開始後から1000msまでを加算平均して算出した。

## 結 果

各刺激に対するFz、Cz、Pz 各部位のP300の区間平均電位をFigure 1に示す。

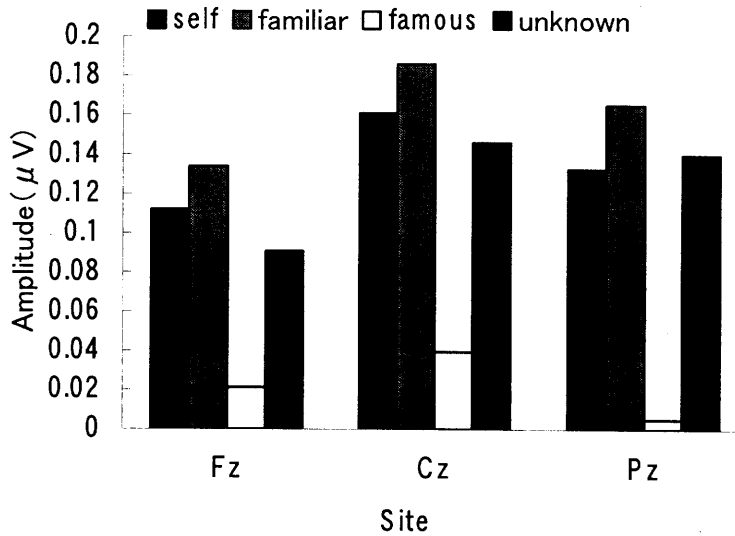


Figure1 Mean amplitude of P300 (latency; 300~450ms) at Fz, Cz, Pz sites (n=14).

P300振幅について顔刺激の種類4（自己顔、友人顔、有名人顔、未知顔）×測定部位3（Fz, Cz, Pz）の2要因分散分析を行った。その結果、顔刺激の種類の主効果が見られた ( $F(3, 39) = 4.12, p < .05$ )。測定部位の主効果、交互作用は見られなかった。5%水準のライアン法による多重比較を行ったところ、自己顔(.14 μV) > 有名人顔(.01 μV)、友人顔(.15 μV) > 有名人顔、有名人顔 < 未知顔(.11 μV)となった。

次に、顔関連電位とされるN170について、T5、T6各部位における区間平均電位をFigure 2に示す。

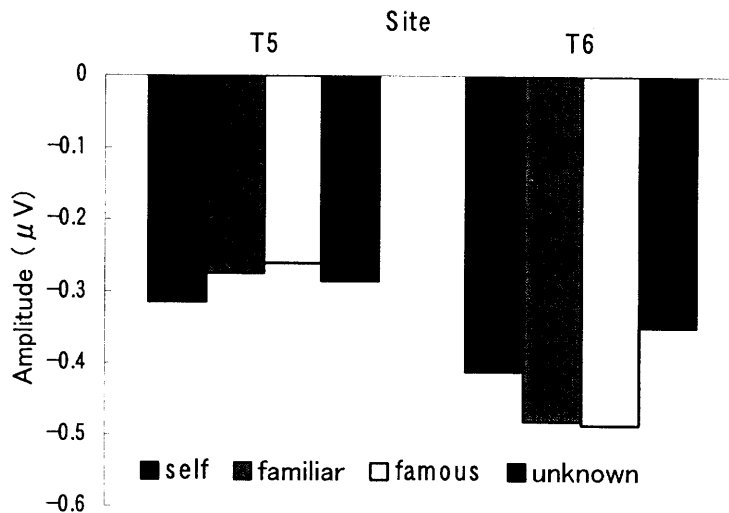


Figure2 Mean amplitude of N170 (latency; 200~250ms) at T5, T6 sites (n=14).

N170振幅について、顔刺激の種類4（自己顔、友人顔、有名人顔、未知顔）×測定部位2（T5、T6）の2要因分散分析を行った。その結果、測定部位の主効果のみが有意であり（ $F(1, 13) = 5.55, p < .05$ ）、T5よりもT6における振幅の方が大きかった。

## 考 察

本研究の目的は、オドボール課題において自己顔、自己と同程度の親近性を有している友人の顔、親近性の低い有名人の顔、未知人物の顔を刺激とし、それらの顔の親近性の違いによるP300の差異を検討することであった。

P300について、同じ提示頻度であるにも関わらず、親近性の高い顔、つまり自己顔、友人顔は親近性の低い他者顔、つまり有名人顔よりも高振幅のP300が出現した。しかし、本研究の主眼である友人顔と自己顔についてのP300振幅の比較においては、有意差は見られなかった。このことより、先行研究において見られた自己顔に対する高振幅のP300は、単に親近性の高さを反映したものであると考えられる。すなわち、P300には親近性の程度が反映されるのであって、P300の高振幅は自己顔にのみ見られるユニークな反応ではないということが示唆される。しかし、本研究では親近性に主眼を置いて検討したが、自己顔と他者顔に対する反応の異同についてはそれ以外の要因による解釈可能性も考えられる。

しかし、ニューロイメージング研究においては、特定の部位が自己顔の処理に際しユニークに活性化するという知見も報告されている。Kircher, Senoir, Phillips, Benson, Bullmore, Brammer, Simmons, Williams, Bartels, & David (2000) はfMRIを用いて、自己顔と配偶者の顔に対する脳の活性部位を検討した。その結果、自己顔に対しては海馬体や前帯状回などの辺縁領域、右側頭葉、左下頭頂葉、左紡錘状回などが賦活したが、パートナーの顔に対しては辺縁領域の中の島のみが賦活した。今回はFz、Cz、Pz、つまり頭部の正中線上において出現する成分P300を指標とした。刺激に対する注意度を反映するとされるこの成分に関しては、自己顔に対するユニークな反応は見られなかったが、処理に関わる脳領域に関しては自己顔の特異性を示唆することができるだろう。

今回、P300の他に分析したN170は、「顔」という刺激に対して特異的に出現する成分とされている。対象が「顔」であるかどうかを判断し、その形態的な特徴を記述するという処理、顔刺激に対する最も初期の処理段階において生じる成分である。今回の実験においては刺激が全て顔であったため、N170の振幅に相違が見られなかったと考えられる。また、今回の結果はN170には顔の既知性は影響しないという知見（e.g. 渡邊・沖田・小西・今塩屋, 1998；Bentin & Deouell, 2000；Eimer, 2000；Jemel, Schuller, Chere-Khan, Goffaux, Crommelink, & Bruyer, 2003）にも符合する。しかしながら、今回の実験における時定数は0.01sであり、従来の一般的な時定数0.3sと異なるため、その見直しが今後必要となるだろう。

## 引用文献

- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **8**, 551-565.
- Bentin, S. & Deouell, L. Y. (2000). Structural encoding and identification in face processing :ERP evidence for separate mechanisms. *Cognitive Neuropsychology*, **17**, 35-54.
- Bodamer, J. (1947). Prosopagnosie. *Arch Psychiatrie Nervenkr*, **179**, 6-54.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, **77**, 305-327.
- Burton, A. M., Bruce, V., & Johnston, R. A. (1990). Understanding face recognition with an interactive activation model. *British Journal of Psychology*, **81**, 361-380.
- Caharel, S. P., Poiroux, S., Bernard, C., Thibaut, F., Lalonde, R., & Rebai, M. (2002). ERPs associated with familiarity and degree of familiarity during face recognition. *International Journal of Neuroscience*, **112**, 1499-1512.
- Eimer, M. (2000). Effects of face inversion on the structural encoding and recognition of faces. Evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, **10**, 145-158.
- Jemel, B., Schuller, A. M., Chere-Khan, Y., Goffaux, V., Crommelinck, M., & Bruyer, R. (2003) Stepwise emergence of the face-sensitive N170 event-related potential component. *Neuroreport*, **14**, 2035-2039.
- Kanwisher, N. (2000). Activation in human MT/MST by static images with implied motion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **12**, 48-55.
- Kircher, T. T., Senioir, C., Phillips, M. L., Benson, P. J., Bullmore, E. T., Brammer, M., Simmons, A., Williams, S. C., Bartels, M., & David, A. S. (2000). Toward a functional neuroanatomy of self processing : Effects of face and words. *Cognitive Brain Research*, **10**, 133-144.
- 諸富隆・岡本繁(1996). 顔パターンに選択的に誘発される視覚性脳電位 (Ⅲ) —オドボールパラダイムによる検討— 生理心理学と精神生理学, **14**, 106.  
(Morotomi, T., & Okamoto, S.)
- Moscovitch, M., Winocur, G., & Behrmann, M. (1997). What is special about face recognition? Nineteen experiments on a person with visual object agnosia and dyslexia but face recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **9**, 555-604.
- Ninomiya, H., Onitsuka, T., Chen, C-H., Sato, E., & Tashiro, N. (1998). P300 in response to the subject's own face. *Psychiatry and Clinical Neuroscience*, **52**, 519-522.
- 野村理朗 (2004). 顔と認知神経学 竹原卓真・野村理朗編「顔」研究の最前線 北大路書房 85-104.

(Nomura, M.)

Watanabe, S., Kakigi, R., Koyama, S., Kirino, E. (1999). Human face perception traced by magnet-and electro-encephalography. *Cognitive Brain Research*, **8**, 125-142.

渡辺亮太・沖田庸嵩・小西賢三・今塩屋隼男(1997). 自己顔と未知顔に対する顔関連電位の差異 日本心理学会第61回大会発表論文集, 708.

(Watanabe, R., Okita, H., Konishi, K., & Imashioya, H.).

渡邊亮太・沖田庸嵩・小西賢三・今塩屋隼男(1998). 人の顔に反応する頭皮上脳電位 生理心理学と精神生理学, **16**, 67-76.

(Watanabe, R., Okita, H., Konishi, K., & Imashioya, H.).