

顔の初期の知覚過程に及ぼす利き手の影響： 事象関連電位による検討^{1,2}

柴崎 光世* 松澤 宏樹** 秋濱 洋香*** 相川 萌音***

安野 弘夢**** 吉富 一彰*****

顔の認知は右利き者においてほぼ一貫して右大脳半球に側性化されるのに対し、左利き者ではそのような半球優位性が生じないことがいくつかの研究から示されている。本研究は、右利き者と左利き者の顔特異的な事象関連電位成分 (N170) の特徴を多角的に吟味することを通して、顔の初期の知覚過程や、それに対する半球優位性に及ぼす利き手の影響について検討することを目的とした。19名の右利き者と16名の左利き者を対象に、正立または倒立の顔と時計を呈示した事態での脳波を測定し、各刺激に対するN170の利き手による差異について検討をおこなった。その結果、N170振幅に関して、顔条件では群間差が認められなかったものの、時計条件では左利き者のN170振幅が右利き者より有意に増大し、これにより、左利き者のN170顔特異性効果が右利き者と比べて有意に減衰した。また、倒立顔条件で、右利き者ではN170の右半球優位性が増大したが、左利き者ではこうした傾向が認められなかった。これらの結果から、N170が反映する初期の知覚過程の顔に対する選択性や、倒立顔の認知を支える2つの大脳半球機能のかかわりが利き手によって異なっていることが示唆された。

キーワード：顔の認知、利き手、大脳半球の機能側性化、事象関連電位 (event-related potential, ERP), N170

左右大脳半球の機能的な非対称性を明らかにすることは、心理学における古くからの研究課題の1つである。言語機能に関しては、右利き者の大部分が左半球に側性化されていることがよく知られており、300名以上の健常者の言語性優位半球を機能性経頭蓋ドブラにより検討したKnecht et al. (2000)によると、強い右利きを示す実験参加者のうち、言語性優位半球が右半球であったのはわずか4%であった。一方、顔の認知と大脳半球機能とのかかわりについて着目すると、顔刺激に対する視野優位性について検討した行動研究 (Levine, Banich, & Koch-Weser, 1984, 1988, Rhodes, 1985, Sergent & Bindra, 1981)、脳梁離断術を受けた分離脳患者を対象とした神経心理学的研究 (Gazzaniga, 1989, Gazzaniga & Smylie, 1983, Levy, Trevarthen, & Sperry, 1972)、顔に特異的な視覚対象認知障害を示す相貌失認患者の病巣研究 (De Renzi, 1986)、機能的磁気共鳴画像 (functional

magnetic resonance imaging, fMRI) や事象関連電位 (event-related potential, ERP) を利用して顔の認知を支える神経基盤について検討した脳機能研究 (Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996, Verosky & Turk-Browne, 2012, Yovel, Levy, Grabowecky, & Paller, 2003, Yovel, Tambini, & Brandman, 2008) のいずれにおいても、ほとんどのケースで、顔の認知では右半球機能が優勢であることを支持する結果が得られている。

たとえば、Levy et al. (1972) は、視覚対象認知の半球優位性について検討するために、4名の分離脳患者を対象に、2つの異なる視覚刺激の左半分または右半分を合成して作成したキメラ刺激を用いた一連の実験を実施した。顔や具体物線画などさまざまな種類の視覚刺激を用いて合成したキメラ刺激をタキストスコープにより瞬間呈示し、机の上に置いた比較刺激のなかから同じものを選ばせたと、すべての視覚刺激に

* 明星大学心理学部心理学科
** 株式会社ヨドバシカメラ
*** 多摩信用金庫
**** タニコー株式会社
***** 株式会社日興商會

¹ 本研究は科学研究費補助金 (基盤研究 (C))、課題番号: 18K03117) による助成を受けた。

² 本研究の結果の一部については The International Neuropsychological Society 2018 Mid-Year Meeting (2018年7月) において発表した。

対して、患者の左視野に位置するものと同一の比較刺激が選択される傾向が観察され、特に、顔の場合にこの傾向が顕著であった。同様に、健常者においても、顔の認知では左視野優位性がほぼ一貫して認められることが、左右の視野に顔刺激を一側呈示したり、カメラ顔を使用して、顔の認知の視野優位性について検討した多くの研究から報告されている (Rhodes, 1985 など)。視野と、そこにある視覚情報が入力される大脳半球は左右が逆転しており、左視野の視覚情報は右半球、右視野の視覚情報は左半球にそれぞれ投射される。顔を呈示したときの左視野優位性を示すこれらの結果は、顔の認知においては右半球機能が優位にかかわっていることを示唆している。

Yovel et al. (2008) は、顔の認知の右半球優位性について詳細に検討するために、顔の認知との関係が想定されている3つの脳領域 (紡錘状回、外側後頭領域、上側頭溝領域) のそれぞれに関して、顔に特異的な賦活を示す部位の大きさ (体積) を fMRI により測定し、これらについて左右の半球間で比較した。その結果、右紡錘状回または右外側後頭領域の顔特異的な賦活部位は、左紡錘状回または左外側後頭領域と比べて有意に大きく、上側頭溝領域に関しては、右半球のみで顔特異的な賦活が認められた。また、顔の認知に対する紡錘状回の右半球優位性の強さが行動課題における左視野優位性の強さと有意に相関したことから、顔の認知に対する左右紡錘状回の機能的非対称性が、顔の認知の左視野優位性を発現させる神経基盤に関与していることが推測された。

以上のように、顔の認知に対する右半球の機能的優位性はさまざまな研究手法を通して一貫して認められており、高い再現性をもつ現象と言えそうである。ただ、顔の認知の右半球優位性について報告した先行研究のほとんどが、右利きの実験参加者から得たデータをもとにしているため、当該現象をすべての対象者に一般化するには注意が必要である。なぜなら、言語機能の半球優位性に利き手が影響を及ぼすことからわかるように (Knecht et al., 2000)、顔の認知に対する大脳半球の機能側性化についても、左利き者では右利き者とは異なる特徴を有している可能性があるからである。この点に関して、Bukowski, Dricot, Hanseeuw, & Rossion (2013) や Willems, Peelen, & Hagoort (2010) は、顔の認知と関連した紡錘状回の賦活状態を右利き者と左利き者とで比較検討したところ、右利き者では先行研究と同様に右半球優位の結果が得られたが、これとは対照的に、左利き者では紡錘状回の顔の認知

に対する右半球優位性が確認されなかった。Frässle, Krach, Paulus, & Jansen (2016) によれば、左利き者における紡錘状回のこのような右半球優位性の欠如は、左利き者では顔の認知に対する左紡錘状回の関与が右利き者に比べて大きいことがかかわっているとみられる。

他方、紡錘状回が発生源の1つとされる (Bentin, et al. 1996) ERP 成分 (N170) のふるまいについても利き手による影響が生じるとする報告がある (Dundas, Plaut, & Behrmann, 2015, Fukuda & Watanabe, 2001)。N170 は刺激呈示から約 170ms 後をピークとして側頭後頭領域に出現する陰性成分である。顔を呈示したときに顔以外の視覚刺激を呈示したときと比べて振幅が大きくなることから、顔特異的 ERP と呼ばれており、顔の形態表象の構築過程 (構造的符号化過程, Bruce & Young, 1986) との関連性が指摘されている (Bentin, et al. 1996, Eimer, 2000 など)。N170 は右利き者において右半球優位に出現するが (Bentin, et al. 1996, Yovel et al., 2003), Dundas et al. (2015) は、N170 のこのような半球非対称性に対する利き手の影響について検討するために、24名ずつの右利き者と左利き者を対象に、左右いずれかの視野に顔または単語を一側呈示したときの各実験参加者の脳波を測定した。その結果、右利き者では先行研究と同様に、顔を呈示したときに右半球優位に側頭後頭領域に N170 が出現したのに対し、左利き者では顔に対する N170 の右半球優位性が観察されなかった。さらに、N170 の右半球優位性は、右利きの強さと関係するだけでなく、言語機能の左半球への側性化の程度とかわりをもつことが示唆された。同様に、Fukuda & Watanabe (2001) においても、左利き者では N170 の右半球優位性が失われることが示されている。

ただ、N170 の半球優位性に対する利き手の影響について検討したこれらの研究では、顔を呈示したときと顔以外の一般対象を呈示したときの N170 の比較がおこなわれていないため、これらの比較によってあらわされる N170 の顔特異性効果やその半球優位性に、利き手がどのように影響するのかといった点については明らかでない。あわせて、顔を倒立呈示すると N170 の振幅増大や潜時の遅延が生じる顔倒立効果が生起するが (Bentin, et al. 1996, Eimer, 2000, De Haan, Pascalis, & Johnson, 2002), N170 の顔倒立効果やその半球優位性に対する利き手の影響についてもこれまでのところ未検討である。そこで、本研究は、右利きと左利きの健常者を対象に、正立または倒立の顔と時計に対する各実験参加者の脳波を測定し、顔刺激に対する

N170の振幅や潜時に加えて、N170の顔特異性効果や顔倒立効果に与える利き手の効果について検討することを目的とした。そして、N170が反映する顔の初期の知覚過程や、それに対する大脳半球機能の非対称性に利き手がどう影響を及ぼすのかについて再検討をおこなった。

方 法

実験参加者 健康な視力および矯正視力を有する19名の右利き大学生（男性8名、女性11名、平均21.3 ± 1.1歳）と16名の左利き大学生（男性9名、女性7名、平均20.5 ± 0.9歳）を実験参加者とした。各実験参加者の利き手の強さをエジンバラ利き手検査（Olfield, 1971）により測定したところ、右利き群の平均利き手指数は92.6 ± 11.3、左利き群の平均利き手指数は-74.9 ± 26.4であった。

刺激 実験参加者にとって未知の64名の男女大学生（男性32名、女性32名）の正立及び倒立の真顔画像各64枚、正立及び倒立の掛け時計の画像各64枚を本試行用の刺激として用いた。すべての刺激は白黒画像で、縦長の楕円形の枠内に呈示した。また、男性1名の正立及び倒立の真顔画像各1枚と、正立及び倒立の掛け時計の画像各1枚を練習試行で使用した。

装置 刺激呈示と反応入力のためにノートパソコン（Panasonic, CP-B10）と17インチの液晶ディスプレイ（三菱電機, RD17135）、外部スイッチ（NoruPuro Light Systems）を使用した。また、課題遂行中の脳波の測定に、デジタル脳波計（Polymate II AP216, TEAC）と、刺激呈示用とは別のノートパソコン（Panasonic, CP-B10）を用いた。

手続き 正立または倒立の顔または時計を標的の刺激とする4つの標的検出課題を実施した。各試行では、黒色背景の中央に標的または非標的の刺激（いずれも視角10.5° × 7.7°）を500ms呈示し、標的の刺激に対してできるだけ速く外部スイッチを押すよう教示した。標的または非標的の刺激の呈示後、黒色のブランク画面を1500msから前後20%の揺れをもって呈示し、次の試行に進んだ。実験参加者の観察距離は約60cmであった。4つの標的検出課題の試行数はおのおの64試行（32試行が標的の刺激が呈示されるgo試行、残りの32試行が非標的の刺激が呈示されるnogo試行）で、これらの試行はランダムに呈示された。各課題の実施順序も実験参加者間でランダムであった。課題の実施に先立ち、4試行からなる練習試行をおこなった。

脳波の測定 両耳朶を基準として頭皮上の9部位

（国際10-20法によるF7, F8, T5, T6, O1, O2, Fz, Cz, Pz）から脳波を記録した。生体アースは前額部中央に装着した。サンプリング周波数は1000Hzで、1-30Hzのバンドパスフィルタを施した。刺激呈示前100msから刺激呈示後600msを分析区間とし、まばたきや体動などのアーチファクトが混入した試行を脳波解析ソフト（Trigger Select Average Tool, NoruPuro Light Systems）いずれかの部位でERPのP-P値が80 μ vを超えた試行を分析から除外）及び手動にて除外した後、標的の刺激別（正立顔、正立時計、倒立顔、倒立時計）試行タイプ別（go試行、nogo試行）に加算平均をおこなった。最大加算回数は各条件とも32回であった。

倫理的配慮 本研究は明星大学倫理委員会による審査・承認を受けたうえで実施した。各実験参加者の研究参加に際しては、事前に研究目的や方法、個人情報の管理の仕方などについて個別に説明をおこなった後、書面にて同意を得た。

結 果

①行動データ

正立及び倒立の各標的の刺激（顔及び時計刺激）に対する右利き群と左利き群の平均正答率と正反応時の平均反応時間をFigure 1に示した。両群ともに、98%以上の高い平均正答率と350ms以下の短い平均反応時間で課題を遂行し、これらの行動データに関して目立った条件差は認められなかった。各実験参加者の正答率と平均反応時間について、利き手（右利き・左利き）、刺激の向き（正立・倒立）、刺激の種類（顔・時計）を要因とする3要因分散分析をそれぞれおこなったところ、正答率と平均反応時間のいずれについても有意な主効果及び交互作用はなかった。

②ERPデータ

各標的の刺激に対する右利き群と左利き群の各部位の正立条件と倒立条件の総加算平均ERP波形をFigure 2a及びFigure 2bに示した。4つの標的の刺激のすべてに対し、刺激呈示後170ms付近にてT5, T6, O1, O2では陰性方向、F7, F8, Fz, Cz, Pzでは陽性方向の振幅増大が観察され、前者がN170、後者が前頭部から頭頂部にかけてN170とは逆の極性で同一潜時に出現するP170と考えられた。先行研究（Bentin, et al. 1996, Eimer, 2000など）と同様に、本研究においても、N170は側頭後頭領域に位置するT5及びT6でもっとも明瞭に観察され、顔のときに時計より振幅が増大する傾向がみられた。以降は、各標的の刺激に対するT5

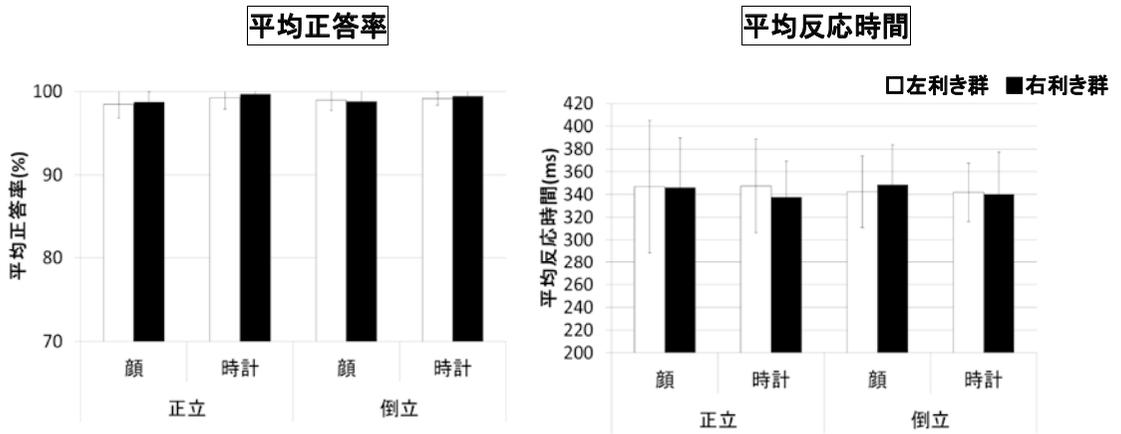


Figure 1. 右利き群と左利き群の各標的刺激に対する平均正答率と平均反応時間.

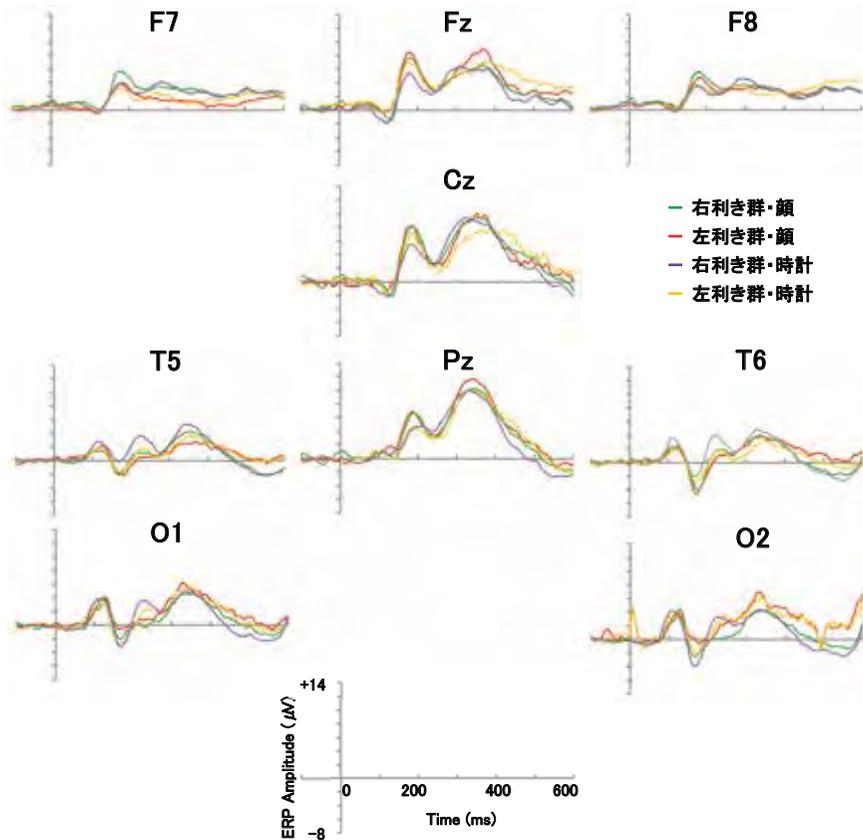


Figure 2a. 右利き群と左利き群の各標的刺激に対する総加算平均 ERP 波形 (正立条件).

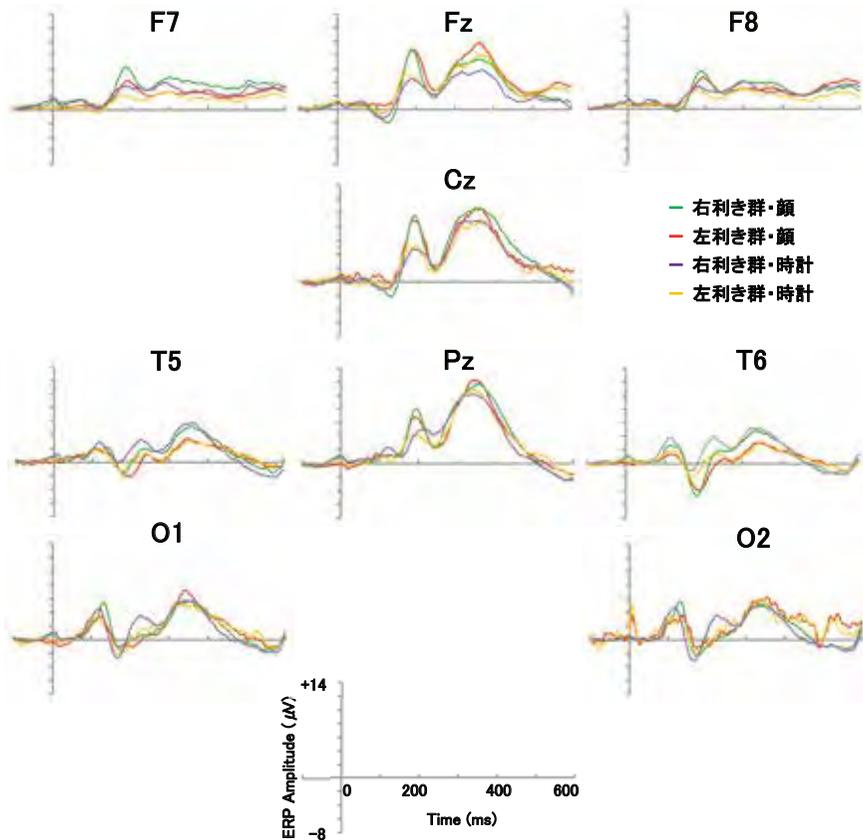


Figure 2b. 右利き群と左利き群の各標的的刺激に対する総加算平均 ERP 波形 (倒立条件).

及び T6 の N170 を分析対象とし、結果を記述する。

N170 最大振幅 各標的的刺激に対する右利き群と左利き群の N170 最大振幅の平均値を Figure 3 に示した。図から明らかなように、N170 最大振幅は顔のときに時計のときと比べて大きく、T6 で増大した。また、時計が標的的刺激の場合に群間差が目立ち、時計に対する左利き群の N170 最大振幅が右利き群と比べて大きくなる傾向が認められた。N170 最大振幅について、利き手 (右利き・左利き)、刺激の向き (正立・倒立)、部位 (T5, T6)、刺激の種類 (顔・時計) を要因とする 4 要因分散分析をおこなったところ、利き手の主効果、部位の主効果、刺激の種類の主効果がそれぞれ有意であった (利き手の主効果: $F(1.33) = 4.23, p < .05$, 部位の主効果: $F(1.33) = 14.06, p < .001$, 刺激の種類的主効果: $F(1.33) = 34.30, p < .001$)。続いて、利き手と刺激の種類の交互作用が有意で ($F(1.33) = 4.24, p < .05$)、単純主効果検定の結果、時計のときに左利き群の N170 最大振幅が右利き群より有意に大きいこと、右利き群と左利き群の両

方で顔に対する N170 振幅が時計の場合より有意に大きいことがわかった (すべて $p < .05$)。さらに、向きと部位と刺激の種類の 2 次の交互作用が有意で ($F(1.33) = 5.67, p < .05$)、単純・単純主効果検定を実施したところ、正立顔、正立時計、倒立顔の各標的的刺激に対し、T6 の N170 最大振幅が T5 より有意に大きいこと、T5 及び T6 の各領域で、刺激の向きにかかわらず顔に対する N170 最大振幅が時計より有意に大きいことが確認された (すべて $p < .05$)。なお、N170 最大振幅に関して刺激の向きの主効果は有意でなかった ($p = .75$)。

N170 頂点潜時 右利き群と左利き群の各標的的刺激に対する N170 頂点潜時の平均値を Figure 4 に示した。この図から、両群ともに、顔に対する N170 頂点潜時が時計よりも長く、正立条件と比べて倒立条件で遅延する傾向が認められる。N170 頂点潜時に関して、利き手 (右利き・左利き)、刺激の向き (正立・倒立)、部位 (T5, T6)、刺激の種類 (顔・時計) を要因とする 4 要因分散分析をおこなった結果、刺激の向きの主効

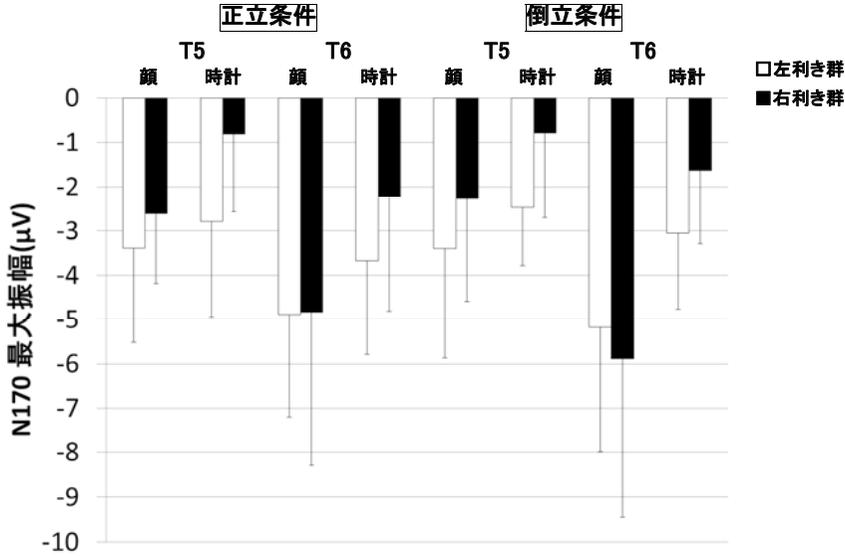


Figure 3. 右利き群と左利き群の各標的の刺激に対する側頭後頭領域 (T5, T6) の N170 最大振幅.

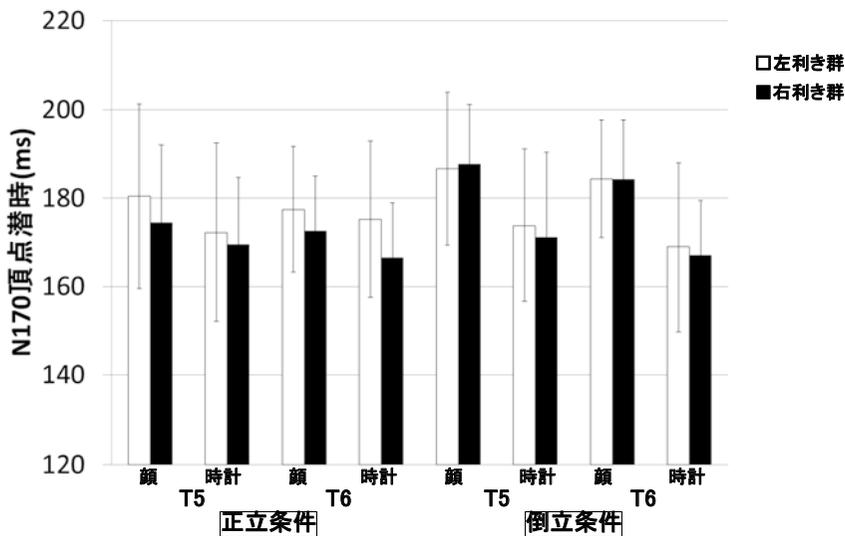


Figure 4. 右利き群と左利き群の各標的の刺激に対する側頭後頭領域 (T5, T6) の N170 頂点潜時.

果が有意で ($F(1.33) = 5.01, p < .05$), 倒立条件の N170 頂点潜時が正立条件と比べて有意に長くなった。また, 刺激の種類の主効果, 刺激の向きと刺激の種類の交互作用もそれぞれ有意であった (刺激の種類的主効果: $F(1.33) = 24.29, p < .001$, 刺激の向きと刺激の種類の交互作用: $F(1.33) = 13.69, p < .001$)。後者の交互作用について, 単純主効果検定をおこなったところ, 顔に対する N170 頂点潜時が倒立条件のときに正立条件と比べて有意に

長くなること, 正立及び倒立条件の両方で顔に対する N170 頂点潜時が時計よりも有意に長くなることがわかった (すべて $p < .05$)。N170 頂点潜時に関して利き手の主効果は有意でなかった ($p = .41$)。

N170 顔特異性効果 右利き群と左利き群の N170 顔特異性効果について検討するために, 顔に対する N170 最大振幅から時計に対する N170 最大振幅を減算し, この結果を条件別に図示した (Figure 5)。N170

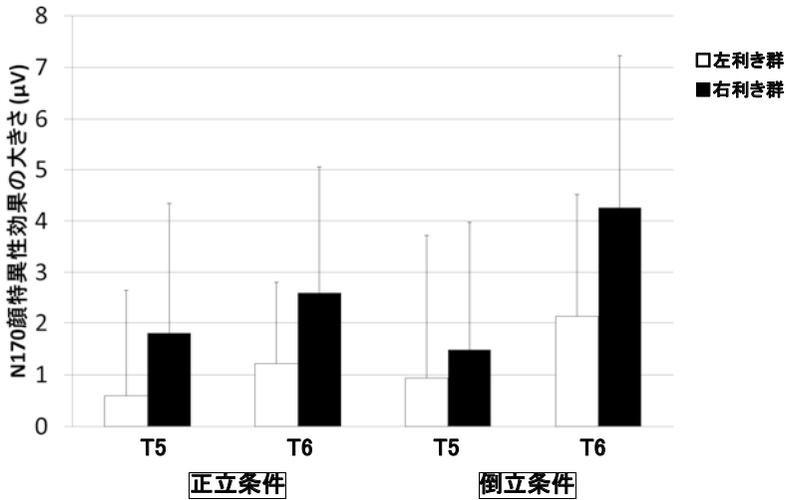


Figure 5. 右利き群と左利き群の側頭後頭領域 (T5, T6) における N170 顔特異性効果. N170 顔特異性効果は、顔に対する N170 最大振幅から時計に対する N170 最大振幅を減算することによって算出した.

顔特異性効果は左利き群よりも右利き群において全般に大きく、倒立条件の T6 でこの傾向が顕著となった。N170 顔特異性効果について、利き手 (右利き・左利き)、刺激の向き (正立・倒立)、部位 (T5, T6) を要因とする 3 要因分散分析をおこなったところ、利き手の主効果が有意で ($F(1,33) = 4.24, p < .05$)、右利き群の N170 顔特異性効果が左利き群より有意に増大した。また、部位の主効果も有意で ($F(1,33) = 12.28, p < .005$)、T6 の N170 顔特異性効果が T5 と比べて有意に大きくなった。さらに、刺激の向きと部位の交互作用が有意で (F

(1,33) = 5.67, $p < .05$)、単純主効果検定の結果、T6 において倒立条件の N170 顔特異性効果が正立条件より有意に大きいこと、倒立条件のときに T6 の N170 顔特異性効果が T5 より有意に大きいことが確認された (すべて $p < .05$)。

N170 顔倒立効果 右利き群と左利き群の N170 顔倒立効果の違いについて検討するために、N170 最大振幅と N170 頂点潜時の各指標について、倒立顔条件の値から正立顔条件の値を減算し、この結果を条件別に図示した (Figure 6)。N170 最大振幅では T 6

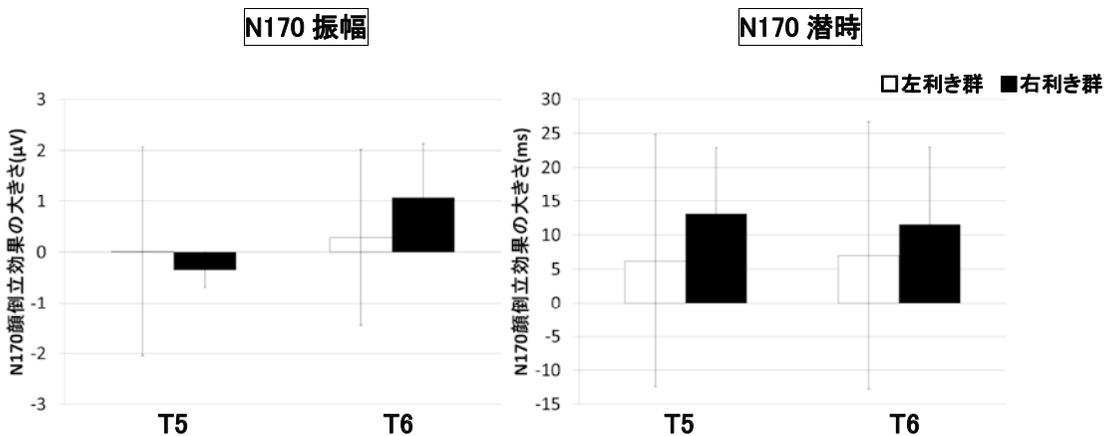


Figure 6. 右利き群と左利き群の N170 振幅と潜時における顔倒立効果. N170 顔倒立効果は、各指標において、倒立顔条件の値から正立顔条件の値を減算することによって算出した.

において右利き群の顔倒立効果が左利き群より大きく、N170 頂点潜時では T5、T6 とともに右利き群の顔倒立効果が左利き群より大きい傾向が図から読み取れる。しかし、これらのデータに関して、利き手（右利き・左利き）と部位（T5・T6）を要因とする 2 要因分散分析をおこなったところ、N170 最大振幅と N170 頂点潜時のいずれにおいても、顔倒立効果について有意な主効果及び交互作用はなかった。

N170 側性化指数 右利き群と左利き群の顔に対する N170 の左右大脳半球への側性化について検討するために、Sadeh, Zhdanov, Podlipsky, Hendler, & Yovel (2008) に倣い、下記の計算式により各条件の N170 側性化指数 (laterality index, LI) を算出した (Figure 7)。

$$\text{N170側性化指数 (LI)} = \frac{\text{right N170} - \text{left N170}}{\text{right N170} + \text{left N170}}$$

上記の計算式のうち、right N170 は T5 における N170 最大振幅、left N170 は T6 における N170 最大振幅をあらわす。Figure 7 に示したように、右利き群の平均 LI が左利き群より高い傾向が認められ、特に倒立顔のときにこの傾向が目立った。しかし、これらのデータについて、利き手（右利き・左利き）と刺激の向き（正立・倒立）を要因とする 2 要因分散分析をおこなったところ、有意な主効果及び交互作用は認められなかった。そこで、正立顔条件と倒立顔条件のそれぞれに関して、各群の平均 LI の違いの有無を対応の

ない t 検定（片側検定）により検討した結果、倒立顔条件のときに右利き群の平均 LI が左利き群より有意に高い傾向が得られた ($t(33) = 1.61, p = .058$)。また、右利き群と左利き群の各グループ内で、正立条件と倒立条件の平均 LI の違いの有無を対応のある t 検定（片側検定）により検討したところ、左利き群では各条件の平均 LI に有意差が得られなかったのに対し、右利き群では倒立条件の平均 LI が正立条件より有意に高くなった ($t(18) = 1.78, p < .05$)。

相関分析の結果 N170 における最大振幅、頂点潜時、顔特異性効果、顔倒立効果、LI の各指標と実験参加者の利き手指数との間の相関関係を調べるため、おのおのについて単相関分析をおこなった。その結果、倒立顔に対する T6 の N170 顔特異性効果と利き手指数との間に有意な正の相関が得られた。あわせて、正立顔に対する T6 の N170 顔特異性効果と利き手指数、T5 の N170 潜時における顔倒立効果と利き手指数との間に有意な正の相関が得られる傾向がそれぞれ認められた (Table 1)。

考察

はじめに、行動データの結果について、各標的刺激に対する右利き群と左利き群の正答率と反応時間の両方において有意な群間差が認められなかった。そのため、本研究で実施した標的検出課題の遂行に利き手による影響はなかったといえる。また、本研究では、2

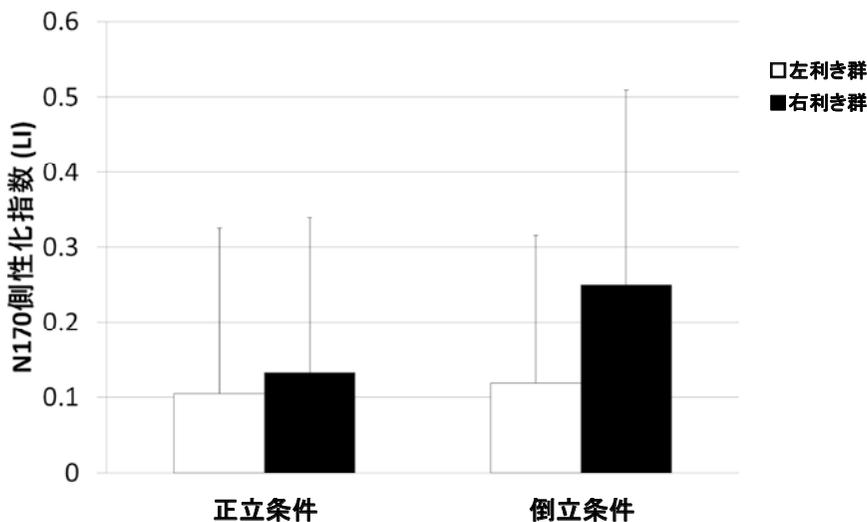


Figure 7. 右利き群と左利き群の側頭後頭領域 (T5, T6) における N170 側性化指数 (laterality index, LI). LI は次の計算式より算出した: $(\text{rightN170} - \text{leftN170}) / (\text{rightN170} + \text{leftN170})$. rightN170 は T5 における N170 最大振幅、leftN170 は T6 における N170 最大振幅をそれぞれ示す。

Table 1. N170 の各指標と利き手指数との間の相関係数

	利き手指数
N170最大振幅	
正立条件 (T5)	-.17
正立条件 (T6)	.00
倒立条件 (T5)	-.19
倒立条件 (T6)	.12
N170頂点潜時	
正立条件 (T5)	-.23
正立条件 (T6)	-.23
倒立条件 (T5)	-.02
倒立条件 (T6)	-.02
N170顔特異性効果	
正立条件 (T5)	.23
正立条件 (T6)	.27 †
倒立条件 (T5)	.12
倒立条件 (T6)	.35*
N170顔倒立効果	
最大振幅 (T5)	-.06
最大振幅 (T6)	.18
頂点潜時 (T5)	.28 †
頂点潜時 (T6)	.17
N170側性化 (LI)	
正立条件	.07
倒立条件	.25

LI = laterality index. * $p < .05$, † $p < .10$.

つの利き手群ともに、正答率と反応時間のいずれについても、倒立顔に対する認知成績が正立顔より低下する倒立効果 (Yin, 1969) を示さなかった。先にも述べたように、本研究で実施した標的検出課題では、すべての条件で左右の利き手群の平均正答率が98%以上、平均反応時間が350ms以下と各実験参加者の認知成績が高くなった。これにより天井効果が生じ、行動データ上で倒立効果が観察されにくくなったと考えられる。

次に、ERP データの結果について検討する。まず、N170 振幅に対する利き手の効果に関して、顔を呈示したときには左右の利き手群の N170 振幅に有意差が認められなかったが、時計を呈示したときに左利き群の N170 振幅が右利き群より有意に増大した。その結果、左利き群では N170 顔特異性効果の減衰が生じ、同群の N170 顔特異性効果の大きさが右利き群と比べて有意に小さくなった。左利き者にみられた N170 顔特異性効果のこのような減衰は、左利き者で

は、N170 とかかわり深いとされる側頭後頭領域における視知覚過程、すなわち、Bruce & Young (1986) の顔認知モデルに示されるような、視覚対象の全体的形態を処理する構造的符号化過程において、顔以外の一般対象に対する関与が右利き者より大きくなっていて、これにより当該過程の顔に対する選択性が相対的に低下していることを示唆していると思われる。さらに、相関分析の結果、正立及び倒立顔に対する右側頭後頭領域の N170 顔特異性効果が利き手指数と正の相関関係にあったことから、側頭後頭領域のうち、特に右半球の同領域でおこなわれる初期の知覚過程での顔への選択性の強さが、各実験参加者の右利き傾向の強さと関係している可能性がある。

一方、N170 振幅の脳半球非対称性について着目すると、左利き者における N170 の右半球優位性の欠如を報告した Dundas et al. (2015) や Fukuda & Watanabe (2001) とは違って、本研究では、左利き群

においても右利き群と同様に N170 振幅が右側頭後頭領域で全般に増大し、N170 の右半球優位性が観察された。ただ、顔に対する N170 振幅の右半球への側性化の程度を LI を用いて検討したところ、正立顔では LI に有意な群間差がみられなかったのに対し、倒立顔では、傾向差であるものの、左利き群の LI が右利き群より低くなる傾向が認められた。すなわち、正立顔に対しては、左利き者においても右利き者と同程度に N170 が右半球に側性化されているのとは対照的に、倒立顔に対しては、左利き者の N170 の右半球優位性が右利き者と比べて相対的に減少する傾向が示された。したがって、本研究では、倒立顔に対してのみ利き手が N170 の右半球優位性に影響を及ぼしたことになり、N170 の側性化に関しては呈示された顔の向きによって利き手による影響の仕方が異なるという結果が得られたと言える。

N170 における顔倒立効果については、Bentin et al. (1996) や Eimer (2000) と同様に、N170 潜時に関して、倒立顔のときに正立顔より有意に潜時が遅延する現象が観察された。他方、N170 振幅については、正立顔と倒立顔との間で有意な条件差がみられず、当該指標では顔倒立効果が確認されなかった。Rossion, Joyce, Cottrell, & Tarr (2003) によれば、N170 振幅における顔倒立効果に関しては、潜時の場合と比べて研究間でばらつきがあり、顔の倒立呈示に伴う N170 振幅の増大を報告する研究もあれば (Eimer, 2000, De Haan, et al. 2002, Sagiv & Bentin, 2001)、そのような傾向を認めない研究もある (Bentin et al. 1996, Rossion et al. 2003)。N170 振幅において顔倒立効果を認めなかった本研究の結果は後者の結果を支持している。

N170 振幅と潜時のそれぞれに現れる顔倒立効果に関する上記の傾向は、左右の利き手群ともに同様であった。しかし、N170 の半球優位性に関する分析では、先にも示したように、呈示された顔の向きの違いが各利き手群の N170 の側性化に異なる影響を及ぼした。具体的には、左利き群では正立顔と倒立顔とで N170 の右半球優位性の強さに差がみられなかったのに対し、右利き群では倒立顔のときに正立顔よりも N170 の右半球優位性が有意に増大した。すなわち、本研究では、右利き群においてのみ呈示された顔の向きが N170 の側性化に影響し、これによって、倒立顔に対する左利き群の N170 半球優位性が右利き群よりも相対的に低下するという先述の傾向がもたらされたと考えられる。正立顔と比べて認知的負荷が高まる倒立顔に対し、右利き者では N170 によって反映される右側頭後頭領域

の知覚過程の関与が増大するが、左利き者では倒立顔の認知に際してこのような神経過程の変化は生じないようである。倒立顔の認知に対する右利き群と左利き群の N170 の側性化の違いは、倒立顔の認知を支える初期の知覚過程や2つの大脳半球機能のかかわりが利き手によって異なっている可能性を示している。

近年、統合失調症者や自閉症スペクトラム児・者、外傷性脳損傷者など、対人コミュニケーションの難しさをもつ対象者の社会的認知について検討するために、N170 を利用して各対象者の顔の認知過程の機能状態を評価しようとする試みが徐々に増えつつある (Herrmann, Ellgring, & Fallgatter, 2004, Kang et al., 2018, Shibasaki, Yamamoto, Anzaki, Takashita, & Fujii, 2015, 柴崎・山本・安崎・藤井, 2018, Wynn, Lee, Horan, & Green, 2008, Wynn, Jahshan, Altshuler, Glahn, & Green, 2013 など)。左利き者の割合は人口の約 10% であるので、このような対象者のなかには当然左利き者も相当数含まれることになる。顔の認知と関連した左利き者の N170 の特性を明らかにすることは、顔の認知を支える神経過程や大脳半球の機能側性化についての理解を深めるだけでなく、社会的障害の支援の現場において、当該障害の発現機序を対象者の特性に合わせて的確に評価し、理解するうえでも役立つものと思われる。

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.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Bukowski, H., Dricot, L., Hanseeuw, B., & Rossion, B. (2013). Cerebral lateralization of face-sensitive areas in left-handers: Only the FFA does not get it right. *Cortex*, 49, 2583-2589.
- De Haan, M., Pascalis, O., & Johnson, M. H. (2002). Specialization of neural mechanisms underlying face recognition in human infants. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 199-209.
- De Renzi, E. (1986). Prosopagnosia in two patients with CT scan evidence of damage confined to the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 24, 385-389.
- Dundas, E. M., Plaut, D. C., & Behrmann, M. (2015). Variable left-hemisphere language and orthographic lateralization reduces right-

- hemisphere face lateralization. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27, 913-925.
- 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.
- Frässle, S., Krach, S., Paulus, F. M., & Jansen, A. (2016). Handedness is related to neural mechanisms underlying face processing. *Scientific Reports*, 6, 27153.
- Fukuda, K., & Watanabe, C. (2001). Face responsive brain potentials and subjects' handedness 福島大学教育部論集, 71, 45-52.
- Gazzaniga, M. S. (1989). Organization of the human brain. *Science*, 245, 947-952.
- Gazzaniga, M. S., & Smylie, C. S. (1983). Facial recognition and brain asymmetries: Clues to underlying mechanisms. *Annals of Neurology*, 13, 536-540.
- Herrmann, M. J., Ellgring, H., & Fallgatter, A. J. (2004). Early-stage face processing dysfunction in patients with schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 161, 915-917.
- Kang, E., Keifer, C. M., Levy, E. J., Foss-Feig, J. H., McPartland, J. C., & Lerner, M. D. (2018). Atypicality of the N170 event-related potential in autism spectrum disorder: A meta-analysis. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 3, 657-666.
- Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Loahmann, H., Flöel, A., ...Henningsen, H. (2000) . Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123, 2512-2518.
- Levine S. C., Banich, M. T., & Koch-Weser, M. (1984). Variations in patterns of lateral asymmetry among dextrals. *Brain and Cognition*, 3, 317-334.
- Levine, S. C., Banich, M. T., & Koch-Weser, M. (1988) . Face recognition: A general or specific right hemisphere capacity? *Brain and Cognition*, 8, 303-325.
- Levy, J., Trevarthen, C., & Sperry, R. W. (1972). Perception of bilateral chimeric figures following hemispheric deconnexion. *Brain*, 95, 61-78.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Rossion, B., Joyce, C. A., Cottrell, G. W., & Tarr, M. J. (2003). Early lateralization and orientation tuning for face, word, and object processing in the visual cortex. *Neuroimage*, 20, 1609-1624.
- Rhodes, G. (1985). Lateralized processes in face recognition. *British Journal of Psychology*, 76, 249-271.
- Sadeh, B., Zhdanov, A., Podlipsky, I., Hendler, T., & Yovel, G. (2008). The validity of the face-selective ERP N170 component during simultaneous recording with functional MRI. *Neuroimage*, 42, 778-786
- Sagiv, N., & Bentin, S. (2001). Structural encoding of human and schematic faces: Holistic and part-based processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 937-951.
- Sergent, J., & Bindra, D. (1981). Differential hemispheric processing of faces: Methodological considerations and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 89, 541-554.
- 柴崎光世・山本佐代子・安崎文子・藤井正子 (2018). 外傷性脳損傷者の表情認知障害の発現機序に関する研究：事象関連電位による検討 日本心理学会第82回大会発表論文集, 553.
- Shibasaki, M., Yamamoto, S., Anzaki, A., Takashita, A., & Fujii, M. (2015). Early perceptual processing of faces in patients with traumatic brain injury: An Event-related potentials study. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 21, S2, 98.
- Verosky, S. C., & Turk-Browne, N. B. (2012). Representations of facial identity in the left hemisphere require right hemisphere processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24, 1006-1017.
- Willems, R. M., Peelen, M. V., & Hagoort, P. (2010). Cerebral lateralization of face-selective and body-selective visual areas depends on handedness. *Cerebral Cortex*, 20, 1719-1725.
- Wynn, J. K., Lee, J., Horan, W. P., & Green, M. F. (2008). Using event related potentials to explore stages of facial affect recognition deficits in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 34, 679-687.
- Wynn, J. K., Jahshan, C., Altshuler, L. L., Glahn, D. C., & Green, M. F. (2013). Event-related potential examination of facial affect processing in bipolar disorder and schizophrenia. *Psychological Medicine*, 43, 109-117.
- Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces.

- Journal of Experimental Psychology*, 81, 141-145.
- Yovel, G., Levy, J., Grabowecky, M., & Paller, K. A. (2003). Neural correlates of the left-visual-field superiority in face perception appear at multiple stages of face processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 462-474.
- Yovel, G., Tambini, A., & Brandman, T. (2008). The asymmetry of the fusiform face area is a stable individual characteristic that underlies the left-visual-field superiority for faces. *Neuropsychologia*, 46, 3061-3068.

Effect of Handedness on Early Perceptual Processing of Faces: An Event-Related Potential Study

MITSUYO SHIBASAKI (DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY, MEISEI UNIVERSITY)

HIROKI MATSUZAWA (YODOBASHI CAMERA Co., Ltd.)

HIROKA AKIHAMA (THE TAMA SHINKIN BANK)

MONE AIKAWA (THE TAMA SHINKIN BANK)

HIROMU YASUNO (TNICO Co., Ltd.)

KAZUAKI YOSHITOMI (NIKKO SHOUKAI Co., Ltd.)

MEISEI UNIVERSITY ANNUAL REPORT ON PSYCHOLOGICAL RESEARCH, 2019, 37, 1—12

Face recognition is lateralized to the right hemisphere in right-handers; however, several studies have revealed that such right-hemisphere dominance in face recognition does not occur in left-handers. This study investigated the effect of handedness on hemispheric specialization in early perceptual processing of faces by using event-related potentials (ERP). 19 right-handed and 16 left-handed healthy adults performed target detection tasks with upright and inverted faces or clocks as target stimuli. During the tasks, electroencephalographic data were recorded from nine scalp electrodes for ERP extraction. We examined the face-specific N170 ERP component in the posterior temporal area to evaluate brain activity related to early perceptual processing of faces in right- and left-handers. Although there was no significant difference in N170 amplitudes elicited by face stimuli between both participant groups, those elicited by non-face stimuli were significantly larger in the left-handed group than in the right-handed group. Consequently, the face-specific N170 effect was significantly reduced in the left-handed group in comparison to the right-handed group. Furthermore, the left-handed group demonstrated a reduction of right-hemisphere dominance in N170 amplitudes for inverted face stimuli. These results suggest that handedness may affect face selectivity and hemispheric lateralization in early holistic processing such as structural encoding of faces in the posterior temporal areas reflected by N170.

Key Words : face recognition, handedness, hemispheric lateralization, event-related potential (ERP), N170