

表情推定時の視線パターンにおける顔の向きの効果

Effects of Face Orientation on Gaze Patterns in Facial Expression Estimation

齋藤 彩里

Akari SAITO

(日本女子大学大学院人間社会研究科 心理学専攻博士課程前期)

要約

本研究では、表情認識の困難さが視線パターンに影響を及ぼしているのか否かを明らかにすることを目的とし、表情推定時の視線パターンにおける顔の向きの効果を検討した。正面を向いた顔と、右または左に90度向いた横顔の2種類の顔画像を実験に用いた。顔画像における表情は、怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚き、無表情の7種類を使用した。実験参加者の課題は提示されている表情のカテゴリーとその表情の強度を答えることであり、実験参加者が画像観察中の視線パターンを計測した。実験の結果、正面顔と比較すると横顔において①表情認識の正確性が低下する、②表情強度が弱く見える、③視線の一回の滞在時間が長くなる、そして④視線の一回の停留時間が長くなることがわかった。以上の結果から、表情認識の困難さが視線パターンへ影響を及ぼしていることが示唆された。

[Abstract]

In this study, to clarify whether the difficulty of facial expression recognition affects gaze patterns, we examined the effect of face orientation on gaze patterns while estimating the intensity of facial expressions. Two types of face images were used in the experiment: a frontal face and a profile face turned 90 degrees to the right or left. Seven facial expressions were used for the face images: angry, disgust, fear, joy, sad, surprised, and neutral. The task was to answer the category of the facial expression and the intensity of the facial expression. Gaze patterns of the participants during image observation were measured. We found that facial expression recognition accuracy was less accurate, facial expression intensity became weaker, visit duration of gaze pattern became longer, and fixation duration became longer for the profile faces compared to the frontal faces. These results suggest that the difficulty of facial expression recognition affects the gaze pattern.

1. はじめに

表情は対人関係において、自身の情動を伝えるために必要な手段の一つであり、また、他者の情動を知るための手段である。そのため、表情を正確に認識することは、他者と円滑な関係を結ぶことにおいて重要な役割を担っている。コミュニケーションの場面では、正面顔だけでなく、さまざまな角度から人の顔を見る機会があり、他者の表情認識を行なっている。表情を認識する際に必要と思われる顔の領域は、目や口、鼻などがあげられるが、正面顔と比較すると、斜めに向いた顔や横顔などは、見える顔の領域が少なくなる。そのため正面顔と比較すると横顔などでは表情の認識が難しくなることが考えられる。そして、顔の向きは観察者の視線パターンにも影

響を及ぼすことが考えられる。

しかし Matsumoto & Hwang (2011) によると、表情認識の正確性は顔の向きによる差はない。軽蔑や嫌悪、喜び、悲しみ、驚きの表情では、横顔において若干正答率が下がるものの、正面顔と大きな差がないことが示されている。また、恐怖と怒りの表情に関しては正面顔よりも横顔において正答率が上がる。Guo & Shaw (2015) においても、正面顔と比較して横顔の表情認識の正確性が有意に低下するのは、悲しみと嫌悪の表情のみである。このように正面顔と横顔で差はある場合であっても、顔の向きの効果(顔の向きにより表情認識の正確性が変動する効果)は表情強度の判断と比べると弱いことが示されている。Guo & Shaw (2015) によれば、顔の向きにより観察者の視線パターンが変化することについては、表情認識の正確性ではなく、表情強度の判断が影響している。このように、顔の向きにより表情認識の正確性が多少低下するが大きな差はない、といった知見が複数ある。

しかし、Guo & Shaw (2015) が行った表情認識課題において、顔の向きごとの反応時間をみていくと、横顔での反応時間が有意に長くなっている。この結果は、横顔では表情の認識が難しくなることを示唆している。したがって横顔では、表情認識の正答率が大きく低下することはないにしても、もし短時間で表情を読み取らなければならない場合、正面顔と比較すると横顔では短時間での認識が難しくなると考えられる。顔の見える領域が少なく、そのため表情認識が難しくなることから、視線パターンも、顔の向きによる影響が出るかもしれない。横顔でも正しく認識ができるよう、正面顔とは異なる視線パターンが生じると推測する。

視線パターンの解析では、Guo & Shaw (2015) において目・鼻・口の3領域に区分されていたAOI(Area of Interest, 関心領域)をより細かく区分し、視線パターンの顔の向きによる影響について調べていく。視線パターンの指標としては、AOIにおける視線の一回の停留時間と、AOIへ視線が連続的に停留し続けている時間である一回の滞在時間を計測する。

本研究では、これらの視線パターンが表情認識の困難さによってどのように変化するかを明らかにすることを目的とする。上記にも述べた通り、横顔において表情認識が困難になることが、Guo & Shaw (2015) の結果から考えられる。そこで本研究では、正面顔と比較すると横顔において①表情認識の正確性が低下する、②表情強度が弱く見える、③視線の一回の滞在時間が長くなる、④視線の一回の停留時間が長くなる、と予測し、実験的にこれらの予測を検証する。

2. 方法

2.1 実験参加者

21歳から22歳の女性10名($M = 21.2$ 歳, $SD = 0.42$ 歳)が実験に参加した。

2.2 視覚刺激

視覚刺激としては、The Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF)という表情データベースから、6つの表情(怒り、悲しみ、喜び、嫌悪、恐怖、驚き)と無表情の計7つの表情を使用した。顔の向きは、正面顔と右または左に90度横に向いた顔の2種類であった。各表情、各顔の向きにおいて男女の画像を2枚ずつ、計56枚を使用した。刺激の大きさは774 × 1050ピクセルであった。

刺激の選定方法では、Goeleven *et al.* (2008)を参考にし、正面顔において、表情認識の正答率、表情の強度、表情の覚醒度の3つの指標が高い画像を選んだ。

2.3 実験装置

パーソナルコンピュータ (Dell Optiplex 9020SF, Dell Inc.) および24インチ液晶カラーディスプレイ (BenQ XL2420T) により視覚刺激は提示された。ディスプレイの空間解像度は1920×1080ピクセル、リフレッシュレートは60Hzであった。実験セッションの制御は視線計測解析用ソフトウェア (Tobii Studio Professional 3.4, Tobii Technology Inc.) により行った。実験参加者の頭部を顎台により固定し、観察距離は60cmとした。

視覚刺激の提示時における視線位置の測定には眼球運動計測器 (Tobii Pro X3-120 アイトラッカー, Tobii Technology Inc.) と視線計測解析用ソフトウェア (Tobii Studio Professional 3.4) を使用した。カタログ値による眼球運動計測器のサンプリングレートは120Hz、正確度0.4°、精密度0.24°であった。視線位置の解析は実験終了後にオフラインで行った。サッカードと停留の検出では、Tobii Studio Professional 3.4 に実装されている I-VT (Identification of Velocity Threshold) フィルターを使用した。I-VT フィルターでは、2点の間の速度が閾値よりも大きい場合をサッカード、閾値を下回る場合を停留として分類された。一回の停留を定義するための最小停留時間を60msとした。ドリフトやマイクロサッカードといった固視微動はノイズとして扱われるため、このフィルターではそれ以上の解析はされない。

2.4 手続き

本実験における実験参加者の課題は、提示された画像の表情とその表情の強度を答えることであった。まず、ディスプレイの右または左側に凝視点として黒い十字を1秒間提示し、その後、顔画像を2秒間提示した。その後、「表情はどれでしたか」、「表情の強さはどれですか」という質問をディスプレイに提示し、口頭で答えてもらった。表情の評価については、7つの表情を文字(喜び、悲しみ、怒り、嫌悪、恐怖、驚き、無表情)で提示し、その中から選ばせた。表情強度の評価はThe Self-Assessment Manikin (SAM) (Bradley & Lang, 1994) から覚醒度 (arousal) を表すピクトグラムを用い、5段階評定で行った。この流れを1試行とし、計28試行を行なった。凝視点の位置はランダムで提示された。また、顔画像の提示順序はランダムであった。凝視点と質問時の眼球運動の分析は行わなかった。

2.5 関心領域 (AOI) の設定

AOIの設定では、Schurgin *et al.* (2014) のRegion of interest (関心領域)の区分を参考にし、額・左右の目・左右の眉・鼻根点・左右の目じり・上鼻・下鼻・上唇・下唇・左右の頬・正面の顎・左右の顎に区分した。予備実験において、目・鼻根点・眉・上鼻・下鼻・上唇・頬・額・目じりに視線が向くことがわかったため、本実験でのAOIとして設定した。

本実験における、各AOIへの視線の合計滞在時間を%で算出した。その結果、目に26.36%、鼻根点に7.69%、眉に9.34%、上鼻に9.66%、下鼻に7.64%、頬に6.09%、額に3.51%、上唇に2.52%、目じりに0.76%ほど視線が向いていた。このうち目・鼻根点・眉・上鼻・下鼻の5領域をAOIと

して設定し、頬、額、目じり、上唇はAOIから除外して解析を行なった。

頬をAOIから除外した理由として、視線が向けられていたのは頬の中心部分ではなく、目や鼻と頬の境界付近であり、頬が表情認識にあまり関与していないと推測されるからである。額についてであるが、左右に提示された凝視点から顔が表示された際に、左右に向いていた視線が中心部分へ移動するケースが多く、それがちょうど額の部分であった。つまり、額を見ているのではなく、単に中心に視線を向けていただけであったことが考えられるため、額は表情認識に対する関与度が低いと判断し、解析から除外した。口、目じりでは、注視率が低いため解析から除外した。Schurgin *et al.* (2014)においても、注視率が7%以下の場合、AOIから除外している。

3. 結果

3.1 表情認識の正確性

各表情における顔の向きごとの正答率を図1に示した。表情ごとにみると、恐怖表情では他の表情と比較すると正答率が低下していた。正面顔と比較すると横顔では表情認識の正答率が下がる傾向にあった。また恐怖と悲しみの表情ではその差が顕著であった。

顔の向きと表情の二要因分散分析を行なった結果、顔の向きの主効果 ($F(1, 9) = 6.00, p = .0437, \eta^2 G^2 = 0.07$) と、表情の主効果 ($F(6, 54) = 23.58, p = .000, \eta^2 G^2 = 0.53$) が有意となったが、顔の向きと表情の交互作用 ($F(6, 54) = 1.74, p = .1657, \eta^2 G^2 = 0.08$) は有意ではなかった。

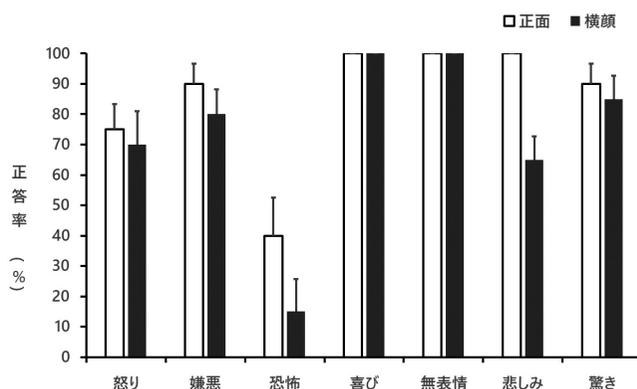


図1. 各表情における顔の向きごとの正答率。誤差棒は標準誤差を示す。

3.2 表情強度の判断

各表情における顔の向きごとの表情強度の判断を図2に示した。表情ごとにみると、無表情では他の表情と比較すると表情強度が弱いと判断された。各表情において、正面顔と比較すると横顔では表情強度が弱いと判断される傾向があった。また、恐怖、喜び、悲しみではその差が顕著であった。

顔の向きと表情の二要因分散分析を行なった結果、顔の向きの主効果 ($F(1, 9) = 34.46, p = .000, \eta^2 G^2 = 0.08$) と表情の主効果 ($F(6, 54) = 15.44, p = .000, \eta^2 G^2 = 0.46$) が有意となったが、顔の向きと表情の交互作用 ($F(6, 54) = 1.97, p = .142, \eta^2 G^2 = 0.05$) は有意ではなかった。

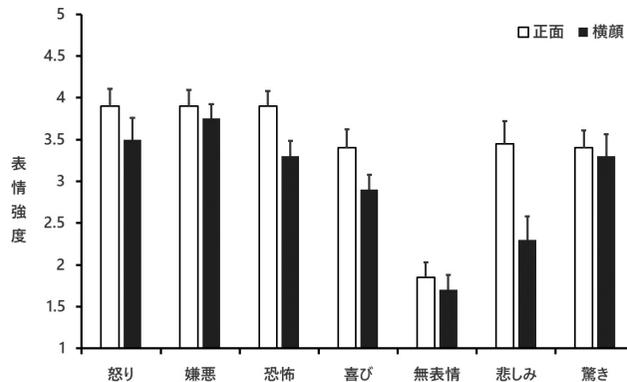


図2. 各表情における顔の向きごとの表情強度の判断。誤差棒は標準誤差を示す。

3.3 視線の一回の停留時間

各表情における顔の向きごとの全AOIへの視線の一回の停留時間を図3に示した。正面顔と比較して横顔では、全表情において一回の停留時間が長くなる傾向にあった。

顔の向きと表情の二要因分散分析を行なった結果、顔の向きの主効果 ($F(1, 4) = 42.63, p = .003, \eta^2 G^2 = 0.29$) は有意であったが、表情の主効果 ($F(6, 24) = 3.87, p = .076, \eta^2 G^2 = 0.29$) と、顔の向きと表情の交互作用 ($F(6, 24) = 0.78, p = .51, \eta^2 G^2 = 0.52$) は有意ではなかった。

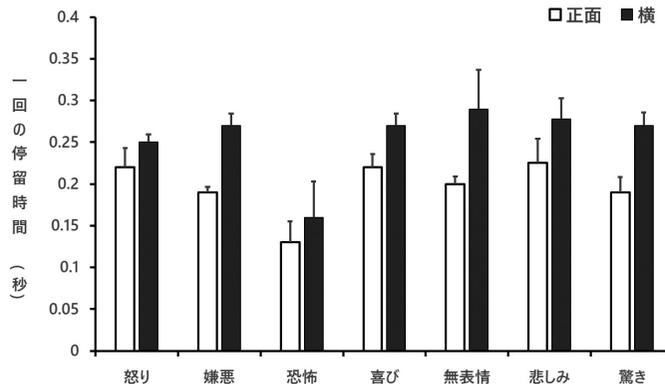


図3. 各表情における顔の向きごとの全AOIへの視線の一回の停留時間。誤差棒は標準誤差を示す。

3.4 視線の一回の滞在時間

各表情における顔の向きごとの全AOIへの一回の滞在時間を図4に示した。正面顔と比較すると横顔では、全表情において一回の滞在時間が長くなる傾向にあった。

顔の向きと表情の二要因分散分析を行なった結果、顔の向きの主効果 ($F(1, 4) = 15.46, p = .017, \eta^2 G^2 = 0.37$) は有意であったが、表情の主効果 ($F(6, 24) = 0.90, p = .505, \eta^2 G^2 = 0.075$) と、顔の向きと表情の交互作用 ($F(6, 24) = 2.04, p = .151, \eta^2 G^2 = 0.11$) は有意ではなかった。

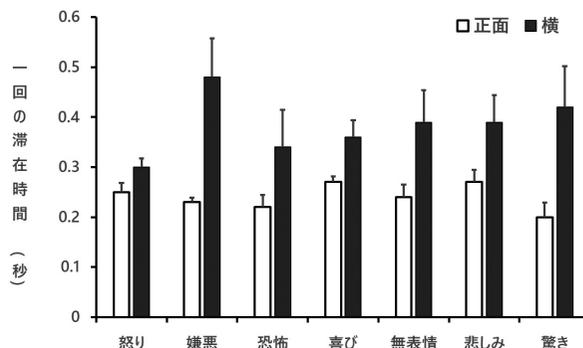


図4. 各表情における顔の向きごとの全AOIへの一回の滞在時間。誤差棒は標準誤差を示す。

4. 考察

本研究の目的は、表情認識の困難さによって視線パターンがどのように変化するかを明らかにすることである。表情認識の正確性では、正面顔と比較すると横顔の正確性が有意に低くなる結果となった。この傾向は、Guo & Shaw (2015) と一致する。この結果から、正面顔と比較すると横顔では表情認識が困難になることが考えられる。次に、表情強度の判断では、正面顔と比較すると横顔では表情強度が弱く見える結果となった。この傾向も Guo & Shaw (2015) と一致する。この結果から、正面顔と比較すると横顔では表情が曖昧に見えていることが考えられる。AOIへの一回の滞在時間では、正面顔と比較すると横顔の一回の滞在時間が長くなる結果となった。この結果から、視線パターンにおいて顔の向きのあることが示された。また、顔の向きにおける一回の停留時間を見ても、横顔において有意に停留時間が長くなることを示した。人の目は常に動いており、一点に停留する時間は大体200ms～300ms程度である。対象への停留時間は意識的に制御できることはなく、無意識的に決まる。そのような無意識が反映される停留時間においても、顔の向きの効果が出ている。したがって、正面顔と比較すると横顔では、①表情認識の正確性が低下する、②表情強度が弱く見える、③一回の滞在時間が長くなる、④一回の停留時間が長くなる、という結果となった。これらの結果は、上記で立てた仮説と合致する結果となった。

横顔では表情認識の正確性が低下し、かつ表情強度が弱く見えている。このことから、表情強度が弱く見えているために、表情の認識が難しくなり、それにより表情認識の正確性が低下していることが考えられる。Schurgin *et al.* (2014) によると、表情強度が20%以下の場合、その表情が表情あり (emotional) か、表情なし (neutral) かどうかを区別できる割合は50%以下になる。Guo (2012) によると、表情強度が強まると、表情認識の正確性が上がり、反応時間が短くなる。表情強度が20%の場合、怒り、恐怖、嫌悪、驚きの表情では表情の正答率が50%以下になることが示されている。これらの知見から、顔画像の表情強度は表情認識の正確性に影響を及ぼしていると考えられる。本実験から、横顔において表情強度が弱く見られており、かつ表情認識の正確性が低下することがわかった。表情強度が弱いほど、表情がより曖昧に見えると考えられる。したがって、横顔は正面顔よりも表情が曖昧に見えるため、表情の認識が困難になっているといえる。

表情強度の判断が横顔で大きく低下する表情は恐怖、悲しみ、喜びであり(図2)、正確性が大

大きく低下するのは恐怖、悲しみであった(図1)。表情強度が弱く見えることは、表情認識の正確性の低下につながっていることを、これらの結果は示唆している。しかし、喜びの表情でも表情強度が低いと認識されていたが、表情認識の正確性は低下しなかった。この理由として、喜びは恐怖や悲しみと異なり、表情強度が低くとも喜びと判断しやすい表情であるため、正確性が低下しなかった可能性がある。Guo & Shaw (2015)によると、喜びへの反応時間は、正面顔でも横顔でも、他の表情よりも比較的早い傾向にある。この知見から、喜びは他の表情よりも認識が容易であり、横顔の表情強度が弱く見えたとしても、正確性には影響を及ぼさないといえる。これらの結果から、横顔において表情が曖昧に見え、表情の認識が困難になるため、表情認識の正確性が低下し、表情強度が弱く見えるようになると結論づけられる。

また、この表情認識の困難さは、視線パターンに影響を及ぼしていることが実験結果からわかった。正面顔と比較すると、横顔では一回の滞在時間が有意に長くなった(図4)。一回の滞在時間が長くなるということは、よりAOIへの解釈に時間を要していることを意味する。横顔において、AOIへの一回の滞在時間が長くなる理由は、横顔の表情認識の困難さが影響を及ぼしているためであろう。

また、一回の停留時間の長さ(図3)に対しても、表情認識の困難さが影響を与えていることが考えられる。Loftus (1985)によると、風景画像の輝度を変化させると、停留時間も変化する。画像の輝度が小さい、つまり画像の明るさが暗いほど、停留時間が長くなっている。画像の明るさは、画像内の情報を伝えるために必要な要素である。風景画像において、輝度が小さい場合と比較して大きい場合では、より画像内の情報が識別しやすくなると考えられる。この知見から、画像内の情報の識別のしやすさは、停留時間に影響を及ぼしているといえる。本実験では、一回の停留時間が正面顔と比較すると横顔において有意に長くなった。そして、横顔では表情強度が弱いと判断されており、表情が曖昧に見えている。このことから、横顔では表情が曖昧に見え、表情認識が困難になるために、一回の停留時間が長くなったといえるだろう。

Guo & Shaw (2015)では、表情認識の正確性よりも、表情強度が視線パターンに影響を与えていることが示された。本実験では、表情認識の正確性と表情強度の両方に顔の向きの効果があった。そして表情強度は表情認識の正確性に影響を及ぼしていると考えられる。また、その表情認識の正確性が、視線パターンに影響を及ぼしているといえる。したがって、表情強度と表情認識の正確性からの視線パターンへの影響を別々に言及するのではなく、表情強度と表情認識の正確性は関連性があるものとして考えることが妥当である。以上のことから、表情強度は表情認識の正確性、すなわち表情認識の困難さに影響を及ぼし、さらに、その困難さが視線パターンに影響を及ぼしていると結論づけられる。

文献

- Bradley, M.M. and Lang, P. J. (1994) Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Goeleven, E., Raedt, R. D., Leyman, L. and Verschuere, B. (2008) The Karolinska Directed Emotional Faces: A validation study. *Cognition and Emotion*, 22(6), 1094-1118.

- Guo, K. (2012) Holistic gaze strategy to categorize facial expression of varying intensities. *PLoS ONE*, 7(8), e42585.
- Guo, K. and Shaw, H. (2015) Face in profile view reduces perceived facial expression intensity: An eye tracking study. *Acta Psychologica*, 155,19–28.
- Loftus, G. R. (1985) Picture perception: Effects of luminance on available information and information-extraction rate. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114(3), 342-356
- Matsumoto, D. and Hwang, H. S. (2011) Judgments of facial expressions of emotion in profile. *Emotion*, 11(5), 1223–1229.
- Schurgin, M. W., Nelson, J., Iida, S., Ohira, H., Chiao, J. Y. and Franconeri, S. L. (2014) Eye movements during emotion recognition in faces. *Journal of Vision*, 14(13), 1–16.