

## 閾下／閾上視線手がかりによる注意シフト

川畑 秀明<sup>†</sup> 関口 達彦<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>鹿児島大学教育学部 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-20-6

<sup>‡</sup>(株) ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン 〒351-0114 埼玉県和光市本町 8-1

E-mail: <sup>†</sup>hidek@edu.kagoshima-u.ac.jp, <sup>‡</sup>sekiguchi@jp.honda-ri.com

あらまし 視線はコミュニケーションにおいて他者の心を理解する上で重要な役割を果たしている。これまで、他者の視線方向が示す位置方向へ自動的（反動的）な注意シフトを起こすことが心理学的に知られており、視線が向いた方向に提示されたターゲットに対して反応が促進される。本研究では、線画顔刺激において刺激提示時間を変数に、視線の意識的気づきに求められる時間的閾値を測定し、線画顔の瞳の位置を横線に置き換えた刺激、目の位置を矢印に置き換えた刺激の測定とともに比較・検討した（実験1）。その結果、顔刺激<矢印刺激<横線刺激の順に位置方向検出に必要な時間は長くなることが示された。次に、線画顔刺激のみを用いて、顔刺激の刺激提示時間を変数に顔刺激の後に提示されるターゲットの検出について、提示時間が閾上／閾下である場合とで検討した（実験2）。その結果、視線が意識的に気づく条件でも、気づかない提示条件でも、ターゲットに対する自動的シフトは起こらないが、むしろターゲットが視線手がかりに対して無効な場所に提示される場合において、抑制的な働きを持つことが明らかになった。

キーワード 視線, 注意シフト, 意識的気づき, 提示時間閾

## Attentional shift by subliminal and supraliminal face gaze cue

Hideaki KAWABATA<sup>†</sup> and Tatsuhiko SEKIGUCHI<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Education, Kagoshima University, 1-20-6 Korimoto, Kagoshima, 890-0065 Japan

<sup>‡</sup>Honda Research Institute Japan, 8-1 Honmachi, Wako-shi, Saitama, 351-0114 Japan

E-mail: <sup>†</sup>hidek@edu.kagoshima-u.ac.jp, <sup>‡</sup>sekiguchi@jp.honda-ri.com

**Abstract** Facial gaze seems to be very important for understanding others' mind in human communication. Automatic or reflexive attentional shift in response to another individual's gaze direction has been reported. In this study, we examined temporal thresholds to be seen whether direction cue in line drawing stimuli shows right or left side, in face gaze cue, horizontal line cue, and arrow cue, by presenting in different stimulus durations (Experiment 1). This showed the temporal limit in face gaze was much faster than one in line cue and arrow cue. Also, we tried to determine temporal point supraliminally or subliminally that the cue direction can be perceived with or without awareness. We next examined whether automatic attentional shift to a target can occur with or without awareness of the gaze direction, as a function of presentation duration of face gaze cue (Experiment 2). The reaction time needed to localize the target was consistently shorter for valid than invalid gaze cues, but the reaction times were almost constant both in subliminal and supraliminal duration times.

**Keyword** face gaze, attentional shift, awareness, duration, threshold

## 1. はじめに

他者の心の理解には、表情や視線が誰にあるいは何に向けられたものかという社会的注意の信号について知覚する必要がある。人は他者の視線方向が示す位置方向へ自動的（反射的）な注意シフトを起こすことが最近の心理学的研究で明らかになっており、この注意シフトは刺激が提示されてから 100ms という情報処理の比較的早い段階で自動的に誘発され、視線が向いた方向に提示されたターゲットに対する注意が促進されることが示唆されている (e.g., Friesen and Kingstone, 1998; Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell, and Baron-Cohen, 1999; Langtone and Bruce, 1999)。

上下左右を向いた顔の写真 (Langton and Bruce, 1999)、視線方向を変えた顔写真 (Driver et al., 1999)、視線方向を変化させた顔線画 (Friesen and Kingstone, 1998) といった刺激素材の違いには左右することなく、ターゲットが視線と同じ方向に提示されたときに反応時間は短くなるという結果が報告されている。

このような他者の視線による反射的な注意シフトは、視線に対する意識的気づき (awareness) に基づくものなのかは不明であったが、近年、Sato, Okada, and Toichi (2007) は線画と写真による刺激を用いて、視線手がかりが、閾上あるいは閾下で画面中央に呈示されたとき、課題への反応時間は、閾上条件でも閾下条件でも、線画刺激でも写真刺激でも、視線方向が有効であった場合に短くなることを示した。この結果は、他者の視線による注意シフトが意識的気づきなしに起こることを示すものである。このような無自覚的な視覚手がかりが、視覚的注意を促進することは既にボズナーパラダイムを用いた研究でも明らかになっているが (McCormick, 1997)、そもそも視線知覚の時間特性については明らかになっていない点が多い。

本研究では、まず、視線方向 (左/右) の意識的気づきについて、後方マスクング法を用いて刺激を提示し、刺激提示時間の関数として閾値を測定した上で (実験 1)、視線手がかりの意識的気づきのあるなしが反射的注意シフトに及ぼす影響を検討する (実験 2)。

## 2. 方法

### 2.1. 実験参加者

実験 1, 2 それぞれ正常な視覚を有する成人各 20 名 (男女それぞれ 10 名ずつ)。

### 2.2. 実験装置および刺激

実験刺激は PC (EPSON DIRECT Endeavor Pro-600) を用いて Matlab 6.5 上で Cogent 2000 (Wellcome Trust Centre of Neuroimaging, UCL) を用いて制御し、CTR モニタ (Iiyama HM903DA) に提示した。モニタの垂直同期周波数は 120Hz、画像解像度は 1280×768pixels であった。また、観察距離 (57.3cm) を一定に保つためにチンレストで頭部を半固定した。

顔刺激は Fig. 1a に示されるような線画であり、視線の方向が左側あるいは右側を向いているように見えるように、横長の目の中の左側あるいは右側に黒色で塗りつぶされた瞳が描かれた。このとき、刺激に用いられた顔の大きさは、縦 2°×2°の大きさであった。顔刺激は中心を円 (縦 4°×横 4°) に切り取ったドットによって囲まれ (縦 6°×横 6°)、刺激提示後は同様のドットによってマスクされた。また、実験 1 では、顔刺激に加え、顔刺激の目の部分の左または右に横線が描かれた刺激 (横線刺激; Fig. 1b)、顔刺激の目の中心の位置に矢印を描いた刺激 (矢印刺激; Fig. 1c) が用いられた。実験 2 では実験 1 の顔刺激のみが用いられ、マスクに引き続き、中心から左右 5 度の位置のいずれかに円形のターゲット (直径 1°) が提示された。また、目が閉じられている顔刺激をコントロール刺激として設定した。

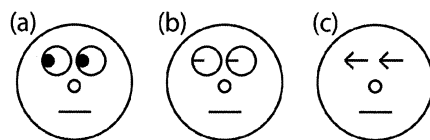


Fig. 1 実験 1 で用いられた刺激。実験 2 でも (a) が用いられた。

### 2.3. 実験手続き

【実験 1】 実験参加者はディスプレイ中央を

凝視するように強く求められ、キーを押すと試行が開始された。凝視点が 1000ms 提示された後、顔刺激・横線刺激・矢印刺激のいずれかが、8.33ms, 16.66ms, 33.33ms, 66.66ms, 133.33ms のいずれかの時間提示された。刺激提示の直後にはマスク刺激が 200ms 提示され、ブランク画面が提示された。実験参加者は、刺激が示す方向が左右のどちらかをキーによって反応し、ブランク画面は反応があるまで提示された。それぞれの方向刺激 3 種類×提示時間 5 水準の計 15 条件で 50 回の繰り返し試行が行われた。

【実験 2】実験 1 の顔刺激のみが刺激として用いられた。実験参加者はディスプレイ中央を凝視するように強く求められ、スペースキーを押すと注視点が 1000ms 提示された後、顔刺激が、8.33ms, 16.66ms, 33.33ms, 66.66ms のいずれかの時間でランダムに提示され、刺激の消失後、マスク画面が 200ms 提示され、最後にターゲットが提示された。実験参加者は顔刺激の視線手がかりの向きに関わりなく、ターゲットが凝視点より左右のどちらを向いていたかを、キーボード上の異なる特定のキーを押して反応するように求められた。このとき、顔刺激の視線方向と各提示時間ごとに繰り返し 25 試行が行われた。また、同様に、顔刺激の目が閉じたコントロール条件も同様に実験を行った。

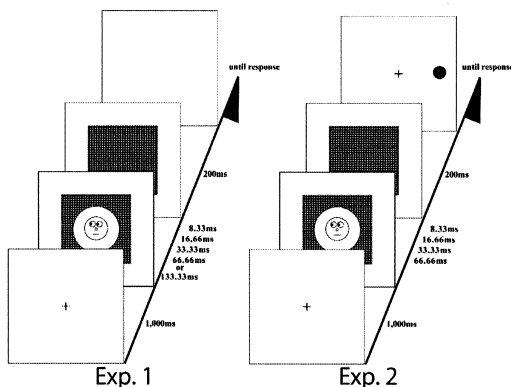


Fig. 2 実験 1 および実験 2 で用いられた刺激提示の流れ。

### 3. 結果および考察

#### 【実験 1】

まず、得られた正答率を角変換し、刺激の種類要因(3水準)×刺激提示時間要因(5水準)の2要因分散分析を行った (Fig. 3)。その結果、刺激の種類と刺激提示時間に交互作用がみられ( $F(2, 57)=12.992, p<0.001$ )、単純主効果検定の結果、8.33, 16.66, 33.33ms 提示の各条件において方向刺激の単純主効果がみられた(8.33ms:  $F(2, 285)=7.237, p<0.001$ ; 16.66ms:  $F(2, 285)=32.053, p<0.001$ ; 33.33ms:  $F(2, 285)=39.784, p<0.001$ )。その多重比較では、8.33ms 時には、視線刺激—横線刺激条件に 0.1%水準、視線刺激—矢印刺激条件に 5%水準で差が有意であった。16.66ms 時には、視線刺激—横線刺激条件、視線刺激—矢印刺激条件に 1%水準で、また横線刺激—矢印刺激条件に 5%水準で有意な差がみられた。さらに、33.33ms 時には、視線刺激—横線刺激条件、横線刺激—矢印刺激条件に 1%水準で、また視線刺激—矢印刺激条件に 5%水準で有意な差がみられた。また単純主効果検定の結果は、視線刺激、横線刺激、矢印刺激のそれぞれにおいて単純主効果がみられ (視線刺激:  $F(4, 228)=82.123, p<0.001$ ; 横線刺激:  $F(4, 228)=164.173, p<0.001$ ; 矢印刺激:  $F(4, 228)=133.422, p<0.001$ )、多重比較の結果、8.33—16.66ms, 8.33—33.33ms, 8.33—66.66ms, 8.33—133.33ms, 16.66—33.33ms, 16.66—66.66ms, 16.66—133.33ms の間に 1%水準で有意な差がみられた。横線刺激においては 8.33—33.33ms, 8.33—66.66ms, 8.33—133.33ms, 16.66—33.33ms, 16.66—66.66ms, 16.66—133.33ms, 33.33—66.66ms, および 33.33—133.33ms の間に 1%水準で有意な差がみられた。矢印刺激では、8.33—33.33ms, 8.33—66.66ms, 8.33—133.33ms, 16.66—33.33ms 条件, 16.66—66.66ms 条件, 16.66—133.33ms, 33.33—66.66ms, 33.33—133.33ms の間に 1%水準で、また 8.33—16.66ms 間において 5%水準で差が有意であった。これらの結果は、それぞれの刺激の種類の間で正答率に差があり、133.33ms 条件 > 66.66ms 条件 > 33.33ms 条件 > 16.66ms 条件 > 8.33ms 条件の順で正答率が高いことを示している。

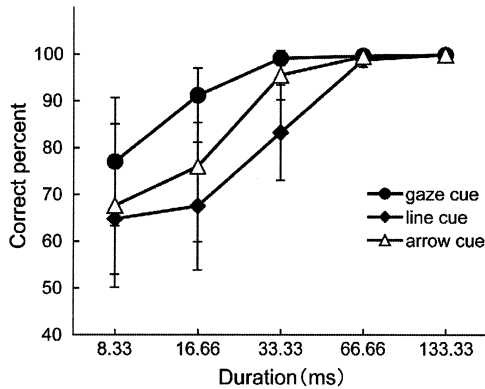


Fig. 3 提示時間を関数とした各刺激への方向弁別に関する正答率

次に、得られた正答数ををもとに、5つの時間変数  $\alpha$  から  $p(\alpha)=1-0.5\exp\{-(\alpha/\alpha_{th})^\beta\}$ ,  $\alpha_{th}, \beta > 0$  としたパラメトリック最尤法推定 (Watson, 1979) による、個人の閾値を求めた。ここで、 $\alpha_{th}$  は推定されたパフォーマンスの閾で 81.6%,  $\beta$  はその正答率点での勾配を示す。ここで得られた実験参加者 20 名の閾値をもとに、刺激の種類要因 (3 水準) の 1 要因分散分析を行った。その結果、刺激の種類要因に 0.1% 水準で主効果がみられ ( $F(2, 57)=21.298, p < 0.001$ ), 多重比較では、視線刺激—横線刺激, 横線刺激—矢印刺激の間に 1% 水準で、また視線刺激—矢印刺激との間に 1% 水準で有意な差があった。すなわちそれぞれの刺激の種類における閾値に有意な差があり、刺激 a 条件 > 刺激 c 条件 > 刺激 b 条件の順で閾値が小さかったことが示される。

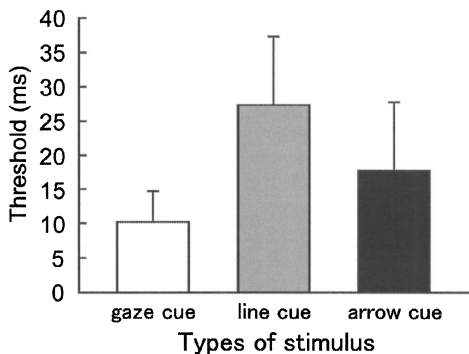


Fig. 4 各刺激の方位弁別にかかる時間閾

## 【実験 2】

正反応のみを解答に要する注意の指標として用い、Cue 要因 (valid, invalid) と刺激提示時間要因 (4 水準) における 2 要因分散分析を行った。その結果、Cue 要因と刺激提示時間要因に交互作用

はみられなかったが、刺激提示時間要因において主効果がみられた ( $F(3, 57)=6.809, p < 0.001$ )。そこで、多重比較を行ったところ、8.33—66.66ms 条件との間に 1% 水準で、16.66—66.66ms, 33.33—66.66ms との間に 5% 水準で有意な差があった。すなわち、顔刺激の提示時間が 1 番長い 66.66ms 条件とその他の条件に有意な差があり、顔刺激の提示時間が長いほうが、提示時間が短いほうよりも反応時間は短くなる。また Cue 要因においては 1% 水準で主効果がみられ ( $F(1, 19)=10.049, p < 0.01$ ), 視線方向がターゲットが現れる位置と一致しているほうが、反応時間は短くなる

ことが一貫して示されたこととなった。次に、1 つの顔が目を閉じているコントロール刺激への反応時間から、それぞれの反応時間を引いた時間を促進量として、Cue 要因 (2 水準) × 刺激提示時間要因 (4 水準) の 2 要因分散分析を行った。その結果、Cue 要因において 1% 水準で主効果がみられ ( $F(1, 19)=10.049, p < 0.01$ ), 視線方向とターゲットの位置が同じほうが、視線方向とターゲットの位置が違うよりも反応は促進されるという結果が得られた。しかし、8.33ms 時点では、促進

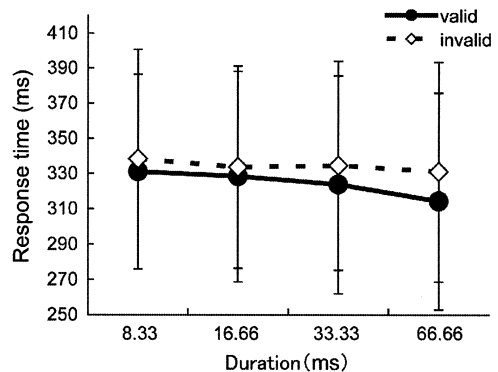


Fig. 5 顔刺激の提示時間を関数としたターゲットへの反応時間

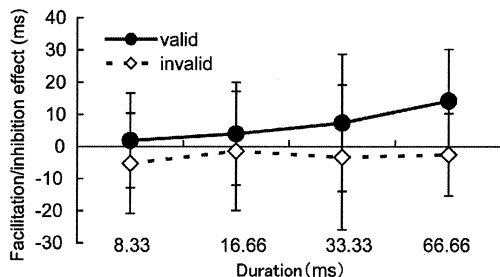


Fig. 6 顔刺激の提示時間を関数としたターゲットへの反応の促進/抑制量

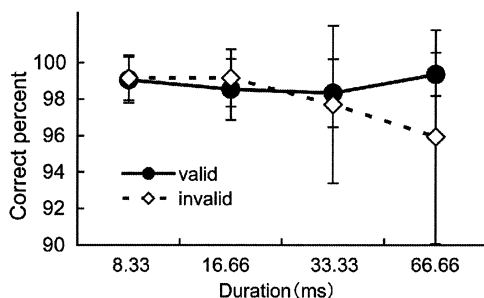


Fig. 7 顔刺激の提示時間を関数としたターゲット位置検出の正答率

量はほぼ 0 であり、valid/invalid の違いは、valid に対する促進というよりも、むしろ invalid に対する抑制的反応が見られたことを示すものであろう。

さらに、得られた正答率を逆正弦変換(角変換)した上で、Cue 要因(2水準)×刺激提示時間要因(4水準)の 2 要因分散分析を行った。その結果、Cue 要因と刺激提示時間要因との間に 0.1%水準で交互作用がみられた( $F(3, 57)=7.964, p<0.001$ )。その単純主効果は、66.66ms 条件において( $F(3, 114)=14.963, p<0.001$ )、valid-invalid に 1%水準で有意な差がみられ、また invalid 条件では ( $F(3, 57)=7.964, p<0.001$ )、8.33—66.66ms、および 16.66—66.66ms に 1%水準で有意な差があり、33.33—66.66ms 条件に 5%水準で有意な差があることが示された。よって、顔刺激の提示時間が 1 番長い 66.66ms 条件は、その他の条件においてよりも平均正答率が低くなるといえる。つまり、顔刺激が長く見えるほうが、短く見えるものよりも正答率は下がる。しかし、valid 条件においては、このように顔刺激

の提示時間による差はみられなかった。

これらのことから、本研究の結果は以下のようにまとめることができる。

(1) 視線による方向手がかりは非常に強力であり、10ms 程度の提示時間であっても、目が右を向いているのか左を向いているのかという程度の方向弁別は可能である。その強さは、視線刺激>矢印刺激>横線刺激の順であった。また、いずれの方向手がかりであっても、60ms 程度の提示時間で十分意識的気づきを持つことが可能である。

(2) 短い提示時間の場合、視線による自動的注意シフトはほとんど起こらない。Valid cue/Invalid cue でのパフォーマンスによる違いはあるが、valid に対する促進というよりも、むしろ invalid に対する抑制的効果の方が強い。Valid に対する促進性は、顔刺激の提示時間が長くなるにつれて上昇する。

(3) 確実に閾上である 66.66ms の提示時間では、正答率から見受けられるパフォーマンスにおいても、invalid の時に抑制効果が高くなる。このことは、視線手がかりの意識的な気づきが、手がかり位置と反対方向に提示されるターゲットに対して、抑制的にはたらいっていることを表すものであろう。

このように、本研究では、Sato et al. (2007) とは異なり、視線方向への意識的な気づきなしに自動的注意シフトが起こるという結果とは異なる結果を示した。むしろ、意識的に気付くことが注意のモジュレーションを引き起こすことを示すものとなった。本研究の狙いは、視線知覚の時間的閾値を測定し、その閾ポイントを正確に把握した上で、視線による自動シフトが起こるのかについて検討しようとしたものである。しかし、視線知覚、すなわち、視線が示す位置手がかりの検出は非常に高速であり、視線に気づかないというのは顔を凝視している限りは「まれ」であることがわかり、Sato et al. (2007)の場合も、確実にそれは閾下の提示時間であったものとは言い難い。

しかし、今後、閾周辺の提示時間とより長い提示時間(200ms 程度)とを比較し、本研究で得られた結果の再確認が必要と考えられる。

## 文 献

- [1] Driver J, Davis G, Ricciardelli P, Kidd P, Maxwell E, Baron-Cohen S (1999) Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, 6, 509–540
- [2] Friesen CK, Kingstone A (1998) The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin and Reviews*, 5, 490–495
- [3] Langton SRH, Bruce V (1999) Reflexive visual orienting in response to the social attention of others. *Visual Cognition*, 6, 541–567
- [4] Sato, W., Okada, T., & Toichi, M. 2007 Attentional shift by gaze is triggered without awareness. *Experimental Brain Research*, 183, 87-94