

学 位 論 文

他者の表情と視線の処理の自動性に
関する研究

広島大学大学院 教育学研究科

教育人間科学専攻

徳 永 智 子

目次

第1章 背景と目的	・・・1
第1節 他者の表情と視線の処理に関する研究	・・・2
第2節 他者の表情と視線の処理に関するこれまでの研究の問題点	・・・5
第3節 本研究の目的	・・・12
第2章 他者の表情と視線の処理の自動性に関する検討	・・・16
第1節 表情と視線の相互作用は前注意的か (研究1)	
1. 表情探索時間による表情と視線の相互作用の検討 (実験1)	・・・17
2. 探索効率による表情と視線の相互作用の検討 (実験2)	・・・33
第2節 表情と視線の相互作用に意識的気づきは不要か (研究2)	
1. 顔への意識的気づきがあるときの表情と視線の相互作用 (実験3)	・・・53
2. 顔への意識的気づきがないときの表情と視線の相互作用 (実験4)	・・・59
第3章 総合考察	・・・64
第1節 本研究の成果と意義	・・・65
第2節 今後の課題	・・・74
引用文献	・・・78

第 1 章 背景と目的

第 1 節 他者の表情と視線の処理に関する研究

1. 表情と視線の持つ意味と役割

我々は日々、多くの他者と関わりながら生活している。そのため、社会生活の中で相手の意図や感情を読み取り、コミュニケーションをとる能力は、必要不可欠のものである。適切なコミュニケーションの元となる認知の働きとして、他者の表情や視線を読み取ることが重要である。例えば、相手がどのような表情を呈しているのかを読み取ることで、今どのような感情状態にあるのかがわかる。また、相手の視線方向を読み取るとは、相手の注意や関心の方向を理解することにつながる。相手の視線方向を読み取り、さらにそこへ注意を向けることは、共同注意といって、乳児にも見られる機能である。これらのことから、表情や視線方向を読み取るとは、適応的な社会生活のために必要な働きであるといえる。そして、表情処理、視線処理がそれぞれどのように行われているのか、これまで数多くの実験心理学的研究が行われてきた。また、fMRI や PET などの脳イメージング技法を用い、それぞれにどのような脳領域が関与しているのかについても明らかにされてきた。

2. 表情と視線の処理の相互作用

しかしながら、例えば、怒り表情の他者の視線が自分のほうを向いている場合には、自分から視線が逸れているときよりも、自分に危険が及ぶ可能性が高いなど、日常生活においては、表情と視線方向の 2 つの情報を組み合わせて処理する必要がある。このことから、近年では表情と視線両方を操作した顔刺激を用い、表

情処理と視線処理の相互作用について検討した研究が増えている。例えば Adams & Kleck (2003) は、表情判断に視線の方向が影響するかどうかを検討した。この研究では、視線が正面を向いたものと、左右いずれかに逸れた恐怖表情と怒り表情、悲しみ表情と幸福表情を呈示し、その表情判断を求めた。その結果、怒り表情や幸福表情の場合には、視線が正面を向いているときに、恐怖表情や悲しみ表情の場合には視線が逸れているときに反応時間が短くなった。さらに、怒り-恐怖のモーフィング表情に対する表情判断を求めたところ、モーフィング表情の視線が実験参加者から視線が逸らされた表情では、恐怖表情であるという判断がより多い傾向があった。

また、Lobmaier, Tiddeman, & Perrett (2008) は、 0° — 10° 傾いた視線が、自分の方を向いているか自分から逸れているかという判断への表情の影響を検討した。その結果、幸福表情、怒り表情、中性表情、恐怖表情の順に、より自分の方を向いていると判断されやすかった。

認知神経科学の研究においても、表情処理と視線処理が相互作用する可能性は示されている。顔の処理に関する Haxby らの認知神経科学的モデル (Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000) では、表情や視線は顔の中の動的情報として、いずれも上側頭溝で処理されると提案されている (Figure 1)。こういったことから、表情処理と視線処理が相互作用することが示唆される。

3. 信号共有仮説

Adams & Kleck (2003)は、表情処理と視線処理の相互作用につ

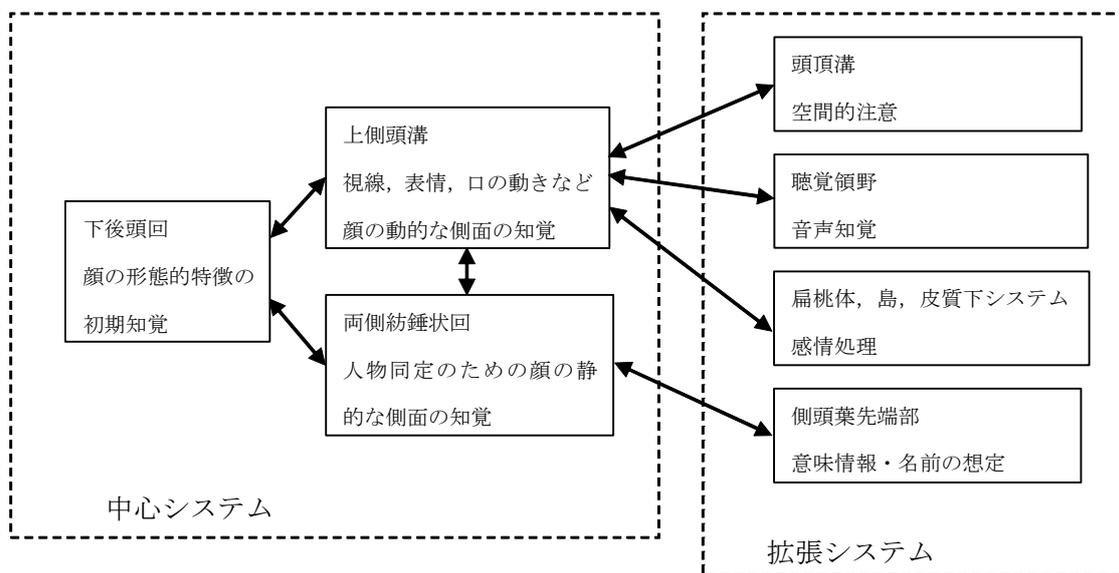


Figure 1. Haxby et al.(2000)による顔認知の神経科学的モデル

いて、信号共有仮説を提唱した。この仮説は、ある顔刺激の表情と視線方向が表す接近または回避の動機が一致している場合に、その顔刺激がもつ社会的手がかりとなる情報がより効率的に処理されるという考えである。例えば、怒りや喜びといった感情は接近動機に関連した感情であるので、同じく接近の意図を示す向けられた視線と併せて呈示されたときにその顔刺激の処理が促進される。一方で、恐怖や悲しみといった感情は回避動機に関連しており、逸らされた視線と結び付いたときに効率的に処理される。これは、視線方向判断への表情の影響を検討した Adams & Franklin (2009) や Lobmaier et al. (2008) の結果とも一致する。

第 2 節 他者の表情と視線の処理に関するこれまでの研究の問題点

1. 表情処理の自動性

これまでの研究で、他者の表情の処理や視線方向の処理が自動的に行われることが報告されている。ある刺激の処理が自動的であるかどうかを調べる際には、選択的注意を向ける前に前注意的に処理されるかを調べる視覚探索課題や、刺激に対する意識的気づきが必要かを調べる閾下呈示の手続きなどが多く用いられる。処理が自動的であるということを検討することで、その処理機構が生得的に備わったものであるのかどうかを調べることができ、表情処理や視線処理のメカニズムを探ることにつながると考えられる。

表情の処理に関して、例えば視覚探索課題を用いて、自動性を検討した研究がある。典型的な視覚探索課題では、呈示された複数の刺激の中に、特定の刺激があるかないかを判断する。特定の刺激（以下ターゲット）を、ターゲット以外の複数の刺激（以下ディストラクタ）の中から検出する速さから、ターゲットとなっている刺激の処理が効率的に行われるのかどうかを検討できるのである。刺激によって探索時間が異なった場合、探索時間が短い刺激特徴は、注意をより捕捉したと考える。また、視覚探索課題ではしばしば、呈示する刺激の数（以下セットサイズ）を変化させ、刺激数の増加に伴ってターゲットの検出にかかる時間がどの程度増加するかを調べることによって、探索効率を検討することができる。セットサイズによる探索時間の変化が 10 ms 未満に収まる場合、その刺激はポップアウトし、探索が効率的であると

捉えられる (Wolfe, 1998)。このポップアウトが生じる場合、その刺激は前注意的に処理され、注意を捕捉したと考えられる。このポップアウトや探索時間を指標とし、自動性を検討することができる。このような課題で、顔刺激を用い、複数の顔刺激の中に特定の表情の顔刺激があるかないかを判断するような課題によって、表情の処理の自動性を調べた研究が行われている。Hansen & Hansen (1988) は、複数の幸福表情ディストラクタの中に呈示された怒り表情ターゲットの検出が、怒り表情ディストラクタの中に呈示された幸福表情ターゲットの検出よりも速く行われることを示した。このような現象は“群衆の中の顔効果” (face-in-the-crowd effect) と呼ばれている。また、このときに怒り表情ターゲットの検出に要する時間は、幸福表情ディストラクタの数に依存せず、ほぼ同程度であったことから、怒り表情がポップアウト、すなわち自動的に処理されると考えられた。Hansen & Hansen (1988) の研究については、その後追試や他の刺激を用いた検討が行われ、怒り表情のポップアウトが必ずしも起こるわけではないことも示されているが (Hampton, Purcell, Bersine, Hansen, & Hansen, 1989; Purcell, Stewart, & Skov, 1996) , ネガティブ表情が他の表情と比べて探索効率が良いことが多くの研究で報告されており (Eastwood, Smilek, & Merikle, 2001; Hahn & Gronlund, 2007; Lipp, Price, & Tellegen, 2009) , 特にネガティブ表情の処理が自動的に行われる可能性が示唆されている。

さらに、このように表情刺激が注意を捕捉する働きは、表情刺激に対して、実験参加者の意識的気づきがない場合でも生じる。Mogg & Bradley (1999) は、ドットプローブ課題を用い、特定の

表情が注意を捕捉するかどうかを検討した。視野の左右いずれかに呈示されるターゲットの位置判断を求める課題において、ターゲットが出現するより前に、ターゲットが出現しうる位置にそれぞれ中性表情と怒り表情を閾下呈示した。すると、実験参加者には表情刺激は見えていなかったにもかかわらず、怒り表情が呈示された位置にターゲットが出現したときのほうが、中性表情が呈示されたときよりも反応時間が短くなった。このことから表情は、実験参加者が刺激に対する意識的気づきをもっていない場合でも処理され、意識的気づきの有無という点からも、表情の処理が自動的であるといえることが明らかになっている。

また、Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan (2001) は、fMRI を用いて、恐怖表情や中性表情といった顔の写真、または家の写真のマッチング課題を行っている際の脳活動を記録した。この研究では、上下左右に家、中性表情、恐怖表情といった刺激を同時に呈示した。そして実験参加者は、上下または左右の、あらかじめ指定した場所に出現した刺激が同一であるかどうかの判断を行った。課題遂行中の fMRI を記録したところ、指定されていない場所、すなわち空間的注意を向けていない場所に呈示された場合であっても、恐怖表情では中性表情よりも扁桃体の活動が大きくなった。この結果からも、表情は注意の焦点外にある場合でも自動的に処理されると考えられている。

2. 視線処理の自動性

一方、他者の視線方向の処理についても、自動的であることが示されている。Friesen & Kingstone (1998) は、空間的手がかり課

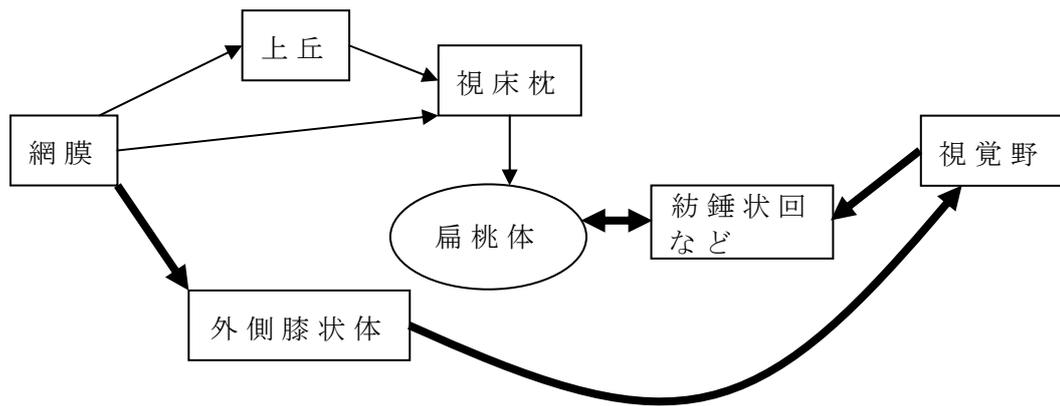
題 (Posner, 1980) において、手がかり刺激として視線方向を操作した顔刺激を用い、視線の示す方向に注意が捕捉されるかどうかを検討した。この課題では、まず画面中央に左右いずれかを向いた顔刺激を、手がかり刺激として呈示する。その後、その左右いずれかにターゲットとして文字刺激を呈示する。実験参加者は、ターゲットが左右どちらに出てきたかをボタン押しで反応する。この際、ターゲットが視線の向いた位置に出現する確率は 50% であり、実験参加者もそれを知っているにもかかわらず、視線手がかりと一致した方向にターゲットが出現したとき (valid 条件) に、不一致の方向に出現したとき (invalid 条件) よりも反応時間が短くなった。すなわち、他者の視線方向へ注意が捕捉されたと考えられる。このような視線手がかり効果は、視線手がかり刺激呈示からターゲット呈示までの時間間隔 (Stimulus Onset Asynchrony, 以下 SOA) が 105 ms と極めて短い場合でも生じ、さらに 600 ms という比較的長い時間まで持続する。さらに、SOA が長くなった場合に valid 条件の反応時間が長くなるといった復帰抑制が観察されない (Friesen & Kingstone, 1998) , counter-predictive な手がかりの場合でも、視線方向と一致したターゲットへの反応の方が速い (Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell, & Baron-Cohen, 1999; Friesen, Ristic, & Kingstone, 2004) などの特徴からも、視線手がかり効果は自動的に生じると考えられている。またこの効果は、実験参加者の視線方向に対する意識的気づきがない場合でも生じる (Sato, Okada, & Toichi, 2007) 。すなわち、視線方向の処理もまた、自動的なものであるといえる。

3. 皮質下経路

これらの表情や視線の自動的な処理には、皮質下経路が重要な役割を担っていることが示唆されている。皮質下経路とは、視覚野を介さずに、上丘、視床枕を経て直接扁桃体に入力する経路である。この経路は、ブラインドサイトに関する研究 (De Gelder, Vroomen, Purtois, Weiskrantz, 1999; Morris, De Gelder, Weiskrantz, & Dolan, 2001) や、健常者における閾下呈示された情動刺激の処理に関する研究 (Morris, Öhman, & Dolan, 1999; Whalen, Rauch, Etkoff, McInerney, Lee, & Jenike, 1998) から明らかになった。この経路では、刺激に対する、意識にのぼる以前のすばやく粗い処理が行われる (Johnson, 2005)。上丘、視床枕を介して扁桃体へと視覚入力が行われ、入力を受けた扁桃体は視覚野に逆投射を行って視覚野の活動を高めたり (Sato, Kochiyama, Yoshikawa, & Matsumura, 2001)、視床下部や脳幹へ出力し、情動の身体反応を喚起したりする (Williams, Phillips, Brammer, Skerrett, Lagopoulos, Rennie, Bahramali, Olovieri, David, Peduto, & Gordon, 2001)。また、この経路は視線方向の処理にもかかわっていると考えられている (Senju & Johnson, 2009a)。皮質下経路と皮質経路を Figure 2 に示す。

4. 表情処理や視線処理の自動性に関する研究の問題点

これまでに述べてきたように、他者の表情の処理や視線の処理が自動的に行われることが示されているが、このような自動的な処理は、表情処理と視線処理の相互作用にも関わっているのだろうか。自動的な処理に関して検討した研究は、表情の種類また



	意識化	解像度	処理速度	処理される情報
→ Parvocellular pathway	される	高い	遅い	顔の形態把握, 同定
→ Magnocellular pathway	されない	低い	早い	恐怖表情, 視線向き

Figure 2. 皮質下経路(細い矢印)と関連領域(秋山・加藤・鹿島, 2005 から引用)

は視線方向のみを操作したものが多く、表情と視線を組み合わせて操作し、それらの処理の相互作用が自動的に生じるものであるかどうかを検討した研究は見当たらない。

さらに、表情処理と視線処理の相互作用について調べた研究では、それらの相互作用について、必ずしも信号共有仮説と一致した、一貫した結果が示されているわけではない。例えば Bindemann, Burton, & Langton (2008) は、表情判断に視線方向が影響するかどうか検討したが、Adams & Kleck (2003) と同様の結果は、全く同じ刺激を用いたときにしか再現されなかった。また、Graham & LaBar (2007) は、視線方向の処理に表情の種類は影響するが、表情判断に視線方向が影響するのは、表情があいまいであるなど、課題の難易度が高い場合のみであることを報告している。

このように、表情と視線の相互作用に関して一貫した結果が得られていない原因として、表情や視線の読み取りといった処理の

相互作用によって生じているのではなく、それらを読み取ることによって生じる意味処理や観察者の感情処理などのより高次の処理によって、相互作用が生じている可能性が推測される。また最近、Graham, Friesen, Fichtenholtz, & LaBar (2010) は、表情と視線の相互作用が、時間的に遅い段階でのみ見られることを提案している。純粹な表情処理と視線処理が相互作用するのかどうかを検討し、それらのメカニズムを探るためには、より初期の反応、すなわち自動的な処理について調べる必要がある。

一方、表情処理と視線処理の相互作用を考える上で、どういった脳領域が関わっているのかについても解明される必要があるが、Haxbyらの認知神経科学的モデル (Haxby et al., 2000) では、表情処理と視線処理の相互作用がどのように生じるのかについては考慮されていない。表情処理と視線処理に上側頭溝が関与していることは示されているが、2つの情報の統合まで行われるのかどうかは明らかでない。これまでの認知神経科学的研究において、表情処理と視線処理の相互作用に扁桃体が深く関わっている可能性が示されている。Adams, Gordon, Baird, Ambady, & Kleck (2003) は、表情と視線方向の組み合わせの種類によって、扁桃体の活性化の程度が異なるといった結果を報告しており、Sato, Kochiyama, Uono, & Yoshikawa (2010) も、表情と視線方向の統合には扁桃体が関与していると主張している。また、扁桃体損傷患者では、表情処理と視線処理の相互作用が見られなかったという報告もある (Cristinzio, N'Diaye, Seeck, Vuilleumier, & Sander, 2010)。これらのことから、表情処理と視線処理の相互作用には扁桃体が関与していることが示唆されるが、まだ研究が少なく、

使用された実験課題も研究間で異なっているため、十分な議論が行われているとはいえない。

第3節 本研究の目的

本研究は、表情処理と視線処理の相互作用のメカニズムを解明するため、表情処理と視線処理の相互作用の自動性を実験的に検討することを目的とする。自動性を検討することで、より初期の、原始的な部分を検討することができ、表情処理と視線処理の相互作用のメカニズムを明らかにすることにつながると考えられる。

また、自閉性障害などの広汎性発達障害では、他者とのコミュニケーションがうまくとれないなどの社会性の障害が特徴的であるが (American Psychiatric Association, 2000) , 表情や視線といった社会的な情報の認知が特異的であることも知られている (Grossman, Klin, Carter, & Volkman, 2000; Senju & Johnson, 2009b) 。例えば Grossman et al. (2000) は、アスペルガー障害をもつ子どもとそうでない定型発達の子どもの間で、表情判断課題の成績を比較した。表情判断や単語判断では、2つの群の正答率に差はなかったが、表情と一緒に単語を呈示し、表情判断を行う課題では、表情と不一致の単語と一緒に呈示された条件で、アスペルガー障害をもつ群のみ正答率が低下した。このことから、アスペルガー障害をもつ人が、定型発達の人とは質的に異なる表情情報処理を行っていることが示唆された。アスペルガー障害をもつ人は表情判断において、定型発達群とは異なり、表情を感情的な性質を基に符号化するのではなく、意味や言語を介在した補償的な

方略によって処理していると考えられる。また, Sato, Uono, Okada, & Toichi (2010) は, 閾下呈示された視線方向へ注意シフトが生じる現象が, アスペルガー障害の人では見られないことを報告している。閾上呈示された視線手がかりでは, 広汎性発達障害の実験参加者でも定型発達群と同様の視線方向への注意シフトを生じることから (Nation & Penny, 2008; Okada, Sato, Murai, Kubota, & Toichi, 2003) , アスペルガー障害では無意識的な共同注意が阻害されていると考えられている。これらの研究をふまえると, 広汎性発達障害における特異的な顔処理に関して検討する際に, 方略やトップダウンの影響を受けにくい, 自動的な課題を用いることが重要であることが示唆される。表情処理や視線処理の相互作用についても, 特に自動性を検討することで, 表情や視線の読み取りに関して先天的に備わっている機構を明らかにすることにつながるだろう。すなわち, そのメカニズムを探ることは, 広汎性発達障害の機序を探り, 効果的なアセスメントや支援の方法を考える上でも有益であると考えられる。

ある処理が自動的であるかどうかを考える際には, さまざまな基準が挙げられる。例えば Posner & Snyder (1975) は, 自動的な処理とは, 他の認知処理に関係なく生じ, また, 意識的気づきを必要としない処理であると述べている。一方, Palermo & Rhodes (2007) では, 自動的な処理とは, 極めて急速で, 意識を必要とせず, 強制的で, 注意容量による限界がない処理であるとされている。本研究では, 自動性について注意と意識の観点から検討する。顔処理の自動性に関してはさまざまな研究が行われており (Palermo & Rhodes, 2007), 特に表情や視線方向の処理についても,

先述のように、注意や意識が必要であるかということが中心的に調べられてきた (Hansen & Hansen, 1988; Mogg & Bradley, 1999; Sato et al., 2007; Vuilleumier et al., 2001)。本研究において表情処理と視線処理の相互作用の自動性を検討する上でも、特にこの2つの側面に注目する。

研究1では、注意の観点から表情処理と視線処理の相互作用を検討するため、実験1と2で視覚探索を用いた実験を行う。表情や視線それぞれの処理について、視覚探索を用いた研究が数多く行われている。表情については、先に述べたように、表情刺激が他の刺激と比べて効率的に探索されたり、注意を捕捉したりすることがわかっている (Frischen, Eastwood, & Smilek, 2008)。一方視線については、向けられた視線 (以下 *direct gaze*) と逸らされた視線 (以下 *averted gaze*) とで、探索非対称性が生じることが報告されている。通常、*averted gaze* の中から *direct gaze* を検出するほうが、*direct gaze* の中から *averted gaze* を検出するよりも速い (青山・小川・八木, 2003; Conty, Tijus, Hugueville, Coelho, & George, 2006; Doi & Ueda, 2007; Doi, Ueda, & Shinohara, 2009; Grünaу & Anston, 1995; Senju & Hasegawa, 2005)。

このような視覚探索課題を用い、セットサイズを操作して表情と視線の効果、また相互作用の現れ方を調べることで、表情と視線の処理が、選択的注意を向ける以前、すなわち前注意的に行われるのかという点で自動的かどうかを検討することができる。また、複数の種類の表情を用い、表情処理と視線処理の相互作用が生じるかどうか調べることで、先行研究で見られたような信号共有仮説が他の文脈でも当てはまるかどうかを検討することもできる。

研究 2 では、刺激に対する意識的気づきの必要性を検討する。実験 3 と 4 では、視線手がかりを用いた空間的手がかり課題において、手がかりの表情を操作し、表情と視線の相互作用が生じるかどうかを調べる。視線手がかりを用いた空間的手がかり課題において、視線手がかりの表情の種類を操作した研究によって、表情の種類が視線手がかり効果に影響することが報告されている (Putman, Hermans, & von Honk, 2006; Tipples, 2006; Uono, Sato, & Toichi, 2009a)。例えば, Tipples (2006) は、恐怖表情と幸福表情, 中性表情の視線手がかりを用い、表情の種類による視線手がかり効果の違いを調べた。その結果、恐怖表情の視線手がかり効果が、他の 2 種類の表情の場合と比べて大きくなった。恐怖表情の視線方向は、脅威対象の存在位置を示すと考えられるので、その視線方向にすばやく注意を向けることは適応的な反応である。また、恐怖表情は逸らされた視線の際により速く処理されるという信号共有仮説 (Adams & Kleck, 2003) の考えとも一致する。研究 2 の実験 3 と 4 では、恐怖表情と中性表情の視線手がかりを閾下呈示して表情や視線に対する意識的気づきを操作することで、表情処理と視線処理の相互作用が自動的に生じるかどうかを調べる。

第 2 章
他者の表情と視線の処理の
自動性に関する検討

第 1 節 表情と視線の相互作用は前注意的か (研究 1)

1. 表情探索時間による表情と視線の相互作用の検討 (実験 1)

実験 1 では、顔刺激を用いた視覚探索課題において、表情と視線方向の組み合わせによって、表情探索に要する時間が異なるかどうかを調べることで、表情処理と視線処理が自動的に相互作用するかどうかを検討する。表情処理と視線処理の相互作用が前注意的であれば、表情探索時間にターゲットの表情×視線方向の相互作用が見られると予測する。信号共有仮説 (Adams & Kleck, 2003) の考えから、怒り表情や幸福表情では、direct gaze のときに averted gaze のときよりも速く、恐怖表情では averted gaze のときに direct gaze のときよりも速く探索されると推測される。もしくは、視線刺激の視覚探索に関する先行研究 (Grünau & Anston, 1995) より、あくまで direct gaze のターゲットが averted gaze のターゲットよりも速く探索されるが、怒り表情や幸福表情と比べ、恐怖表情では direct gaze と averted gaze の差が小さくなると推測する。

方法

実験参加者 成人 10 名 (男性 6 名, 女性 4 名, 年齢 $M \pm SD = 26.7 \pm 4.6$ 歳) が実験に参加した。1 名が左利きであった。全員が正常な視力または矯正視力を有していた。

実験条件 ターゲットあり条件として、ターゲットの表情 (怒り表情・幸福表情・恐怖表情) ×ターゲットの視線方向 (direct・averted) ×ディストラクタの視線方向 (direct・averted) の 12 条件を設定した。ターゲットなし条件では、全て中性表情を呈示した。

その際に視線の方向が1つだけ違うもの（以下 singleton）がある試行と、全ての視線方向が同じ刺激の試行の2種類を準備した。よって、ターゲットなし条件として、ディストラクタの視線方向（direct・averted）×singletonの有無（あり・なし）の4条件があった。

刺激 Ekman & Friesen (1976) の中の男女各1名の怒り表情、幸福表情、恐怖表情、中性表情の刺激を用いた。Photoshop5.0 (Adobe 社) を用い、髪などの周辺情報がなくなるよう、視角で4.5°×6.3°の楕円に切り抜いた。さらに、視線方向がavertedな刺激として、視線が左向きになる刺激も作成した。

手続き 刺激は液晶ディスプレイモニタに呈示し、実験参加者はモニタから700 mmの距離に座った。まず画面中央に凝視点として視角1.1°の十字を1500 ms呈示した。その後、凝視点を中心とした2×2のセルに4つの刺激を呈示した (Figure 3)。凝視点から各刺激の中心までの距離は視角で5.9°とした。1試行内で、ディストラクタの視線方向はdirectまたはavertedで統一した。ただし、ターゲットなし条件においてsingletonのある試行では、1つだけ異なる視線方向の中性表情を呈示した。ディストラクタの視線方向、ターゲットの表情や視線方向、ターゲットの出現位置及びターゲットの有無はランダムであった。ターゲット定義属性は表情とし、実験参加者は、呈示される刺激の中に異なる表情の刺激があるかないかを判断し、それぞれに対応するボタンを押した。2つの反応ボタンは、それぞれ左右の人差し指で押すよう教示した。ターゲットありとターゲットなしにどちらのボタンに対応させるかはカウンターバランスをとった。刺激は実験参加者



Figure 3. 実験 1 で呈示した刺激セットの例

がボタンを押すか，刺激呈示後 2 000 ms が経過するまで呈示した。反応を誤った場合や，刺激呈示後 2 000 ms 反応がなかった場合には誤反応とし，フィードバック音を鳴らした。反応から次の試行までは 1 500 ms 空けた。

練習を 24 試行行った後，1 ブロック 96 試行を，6 ブロック実施した。全条件をランダムな順序で行い，ターゲットあり条件となし条件の割合が 1:1 になるよう，ターゲットあり条件は各条件 24 回，ターゲットなし条件は 72 回出現するようにした。実験終了後，内省報告を取った。

結果

反応時間 ターゲットあり条件の各条件における平均反応時間を Figure 4 に示す。10 名の実験参加者ごとのターゲットあり条件の平均反応時間について，ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 3 要因反復測定分散分析を行った。なお，分析において多重比較には Shaffer の方法を用い，有意水準は 5 %とした。その結果，ターゲットの表情の主効果が

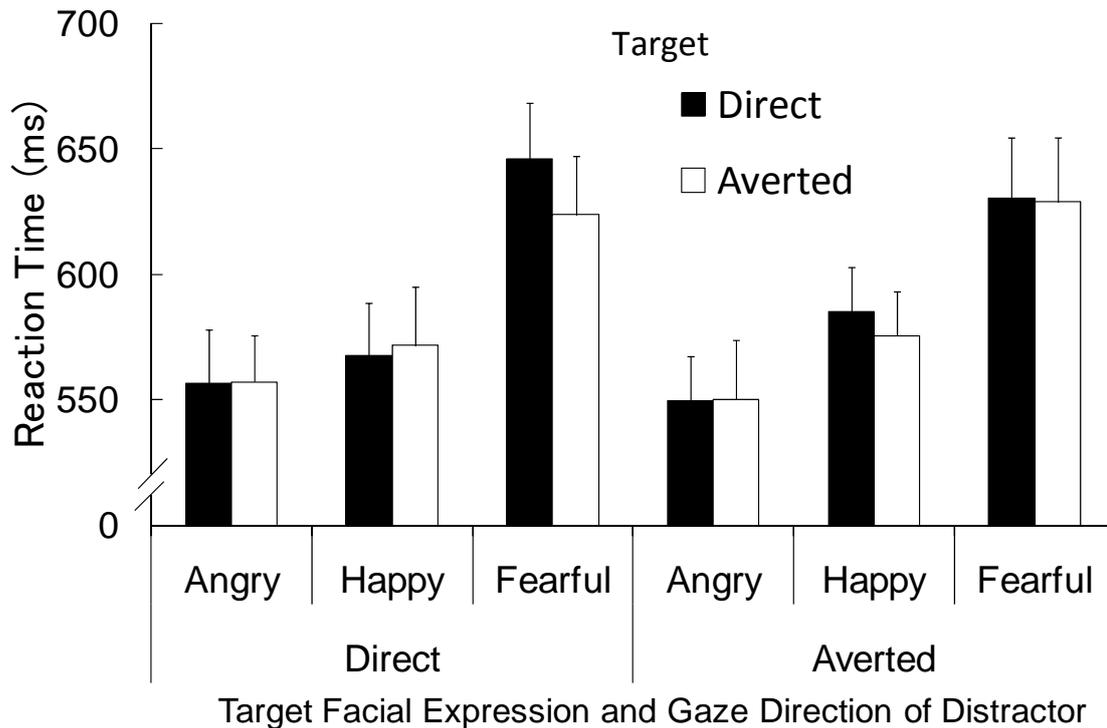


Figure 4. 実験 1 のターゲットあり条件における平均反応時間(誤差線は標準誤差を示す)

有意であった ($F(2, 18) = 26.7, p < .001$)。多重比較の結果、ターゲットが怒り表情で最も反応時間が短く、幸福表情、恐怖表情の順に反応時間が長くなり、いずれの表情間にも有意な差があった。その他の主効果や交互作用は有意でなかった。

次にターゲットなし条件について、各条件の平均反応時間を Figure 5 に示す。10 名の実験参加者ごとのターゲットなし条件の平均反応時間について、ディストラクタの視線方向×singletonの有無の 2 要因反復測定分散分析を行った。その結果、ディストラクタの視線方向の主効果のみ有意であった ($F(1, 9) = 8.1, p < .05$)。ディストラクタの視線方向が direct のときに、averted のときよりも反応時間が短かった。

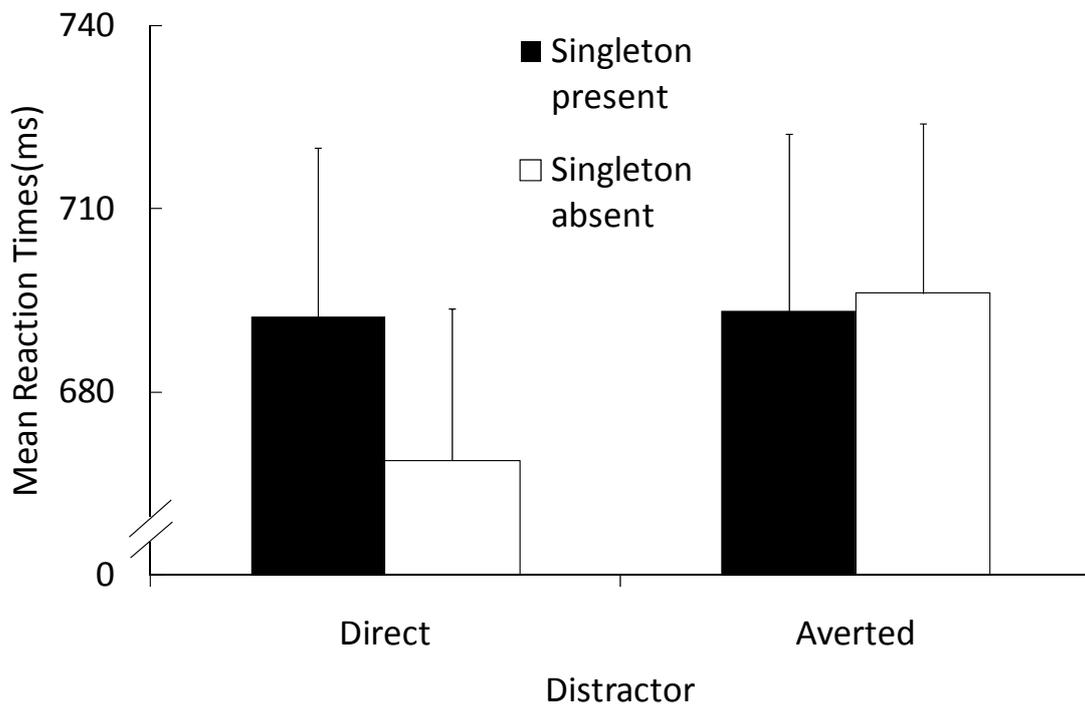


Figure 5. 実験 1 のターゲットなし条件における平均反応時間(誤差線は標準誤差を示す)

さらに、刺激の性別によって、表情に対する反応時間や正答率が異なるという研究 (Becker, Kenrick, Neuberg, Blackwell, & Smith, 2007) や、女性刺激の恐怖条件で反応が難しかったという内省報告があったことから、ターゲットあり条件について、刺激の性別ごとに各条件の平均反応時間を算出し、男性刺激の各条件の平均反応時間を Figure 6 に、女性刺激の各条件の平均反応時間を Figure 7 に示した。

男性刺激に対する平均反応時間について、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 3 要因反復測定分散分析を行ったところ、ターゲットの表情の主効果が有意であった ($F(2, 18) = 15.4, p < .001$)。怒り表情で反応時間が最

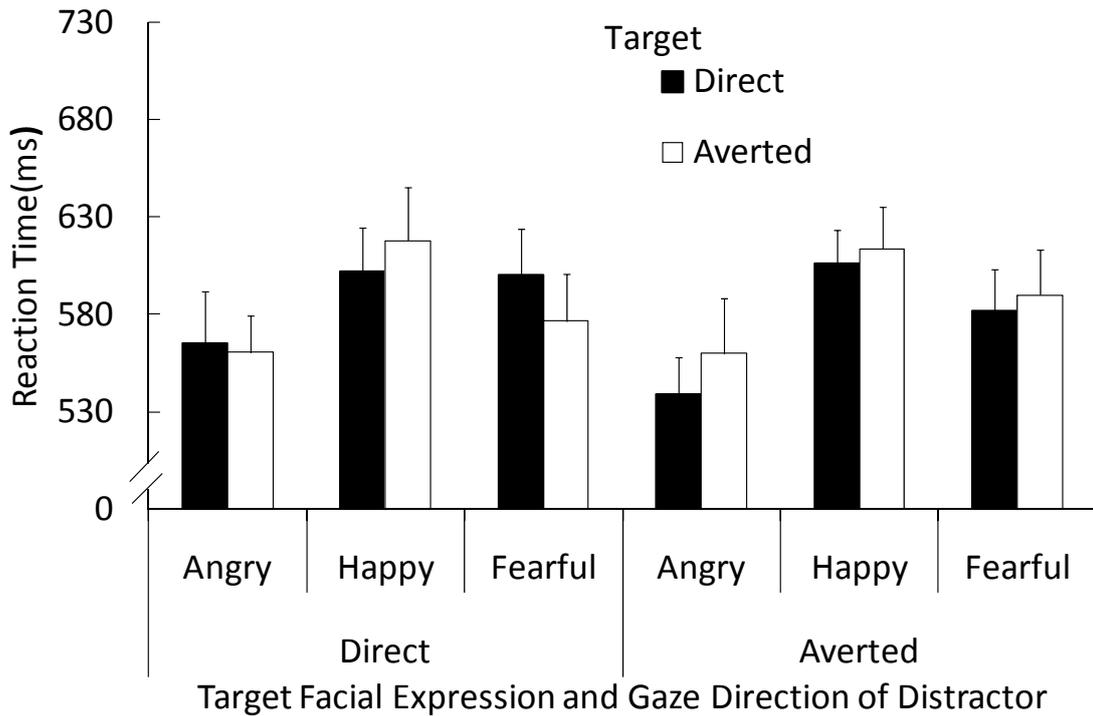


Figure 6. 実験1のターゲットあり条件における男性刺激試行の平均反応時間(誤差線は標準誤差を示す)

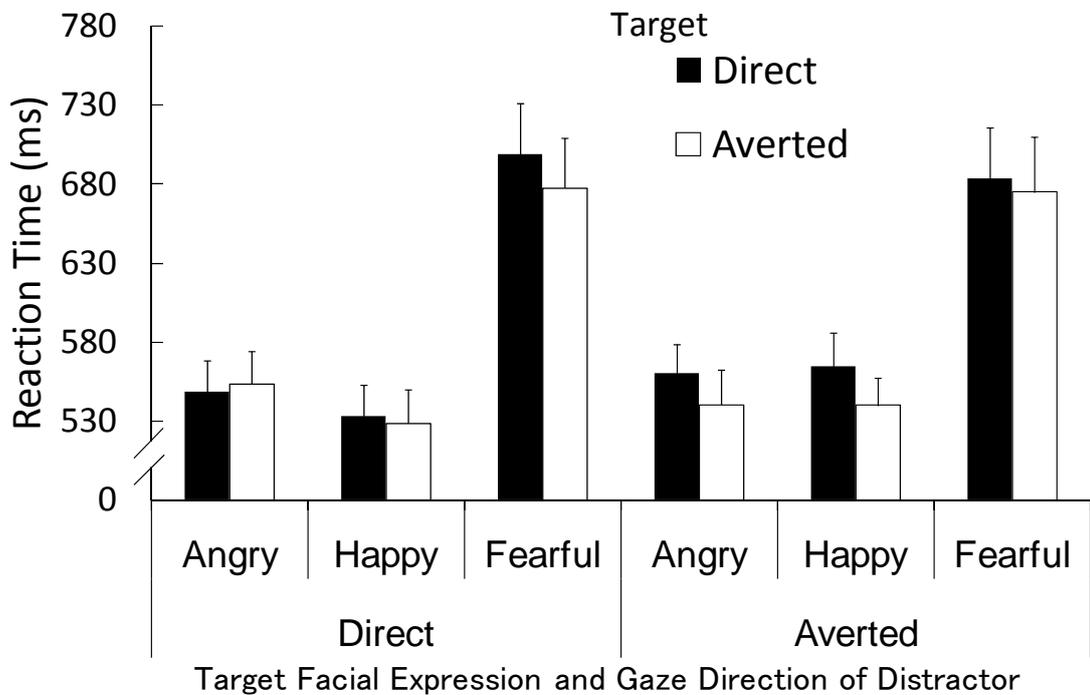


Figure 7. 実験1のターゲットあり条件における女性刺激試行の平均反応時間(誤差線は標準誤差を示す)

も短く、次いで恐怖表情、そして幸福表情で反応時間が最も長く、多重比較の結果全ての表情の間に有意な差があった。次に、女性刺激に対する平均反応時間についても同様に、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の3要因反復測定分散分析を行ったところ、ターゲットの表情の主効果のみが有意であった ($F(2, 18) = 31.8, p < .001$)。多重比較の結果、恐怖表情がターゲットのときに、他の2つの表情と比べて有意に反応時間が長かった。

誤反応率 ターゲットあり条件の各条件の誤反応率を Table 1 に示した。誤反応率について、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の3要因反復測定分散分析を行ったところ、ターゲットの表情の主効果 ($F(2, 18) = 19.1, p < .001$)、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の2次の交互作用 ($F(2, 18) = 5.1, p < .05$) が有意であった。ターゲットの表情ごとに、ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の2要因分散分析を行ったところ、ターゲットが幸福表情のときに、ディストラクタの視線方向の主効果が有意であり ($F(1, 9) = 4.2, p < .05$)、averted gaze のときよりも direct gaze のときに誤反応が多かった。また、恐怖表情のと

Table 1

実験1のターゲットあり条件における誤反応率(%)

Distractor	Target					
	Angry		Happy		Fearful	
	Direct	Averted	Direct	Averted	Direct	Averted
Direct	1.3	2.1	3.3	4.2	9.6	5.0
Averted	1.3	0.8	2.9	1.3	6.7	10.0

きには，ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の交互作用が有意傾向であった ($F(1, 9) = 4.7, p < .10$)。下位検定の結果，ターゲットの視線方向が *averted* のときのみ，ディストラクタの視線方向の単純主効果が有意であり ($F(1, 9) = 6.6, p < .05$)，*direct gaze* のときよりも *averted gaze* のときに誤反応が多かった。ターゲットが怒り表情のときには，主効果も交互作用も有意でなかった。

次に，ターゲットなし条件の誤反応率を Table 2 に示した。ディストラクタの視線方向×singleton の有無の 2 要因反復測定分散分析を行ったところ，いずれの主効果，交互作用も有意でなかった。

さらに，刺激の性別ごとの誤反応率についても分析を行った。男性刺激の各条件における誤反応率を Table 3，女性刺激の各条件における誤反応率を Table 4 に示す。

まず，男性刺激について，ターゲットあり条件の誤反応率に対し，ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 3 要因反復測定分散分析を行った。その結果，ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 2 次の交互作用が有意であった ($F(2, 18) = 5.7, p < .05$)。ま

Table 2

実験 1 のターゲットなし条件における誤反応率(%)

Distractor	Singleton	
	Present	Absent
Direct	1.5	1.1
Averted	2.1	1.8

Table 3

実験 1 のターゲットあり条件の男性刺激試行における
誤反応率(%)

Distractor	Target					
	Angry		Happy		Fearful	
	Direct	Averted	Direct	Averted	Direct	Averted
Direct	0.8	1.3	1.7	3.3	2.5	1.3
Averted	0.4	0.0	2.5	0.8	2.1	2.5

Table 4

実験 1 のターゲットあり条件の女性刺激試行における
誤反応率(%)

Distractor	Target					
	Angry		Happy		Fearful	
	Direct	Averted	Direct	Averted	Direct	Averted
Direct	0.4	0.8	1.7	0.8	7.1	3.8
Averted	0.8	0.8	0.4	0.4	4.6	7.5

た、ターゲットの表情の主効果が有意傾向であった ($F(2, 18) = 3.5, p < .10$)。交互作用について、ディストラクタの視線方向ごとに、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の 2 要因分散分析を行ったところ、ディストラクタが **averted gaze** のときには、ターゲットの表情の主効果 ($F(2, 18) = 4.4, p < .05$)、ターゲットの表情×ディストラクタの視線方向の交互作用 ($F(2, 18) = 4.2, p < .05$) が有意であった。ただし、ターゲットの表情について多重比較を行ったところ、いずれの表情の間にも有意な差はなかった。交互作用については、幸福表情のときにターゲットが **direct gaze** のときに **averted gaze** のときと比べて誤反応が有意に多かった ($F(1, 9) = 6.0, p < .05$)。一方で、ディストラクタが **direct gaze**

のときには、いずれの主効果も交互作用も有意でなかった。

女性刺激について、ターゲットあり条件の誤反応率に対し、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の3要因反復測定分散分析を行ったところ、ターゲットの表情の主効果が有意であった ($F(2, 18) = 26.6, p < .001$)。多重比較の結果、怒り表情と恐怖表情、幸福表情と恐怖表情の間に有意な違いがあり、恐怖表情で最も誤反応が多かった。また、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の交互作用が有意傾向であった ($F(2, 18) = 2.6, p < .10$)。下位検定として、ターゲットの視線方向ごとに、ターゲットの表情×ディストラクタの視線方向の2要因分散分析を行ったところ、ターゲットが *direct gaze* のときには、ターゲットの表情の主効果のみが有意であった ($F(2, 18) = 17.9, p < .001$)。一方でターゲットが *averted gaze* のときには、ターゲットの表情の主効果に加え ($F(2, 18) = 14.8, p < .001$)、ターゲットの表情×ディストラクタの視線方向の交互作用が有意傾向であった ($F(2, 18) = 2.9, p < .10$)。恐怖表情のときのみ、ディストラクタの視線方向の効果が有意傾向であった ($F(1, 9) = 3.5, p < .10$)。

考察

実験1は、表情の視覚探索において表情処理と視線処理の相互作用が前注意的に生じるかどうかを、探索時間によって調べることを目的として行った。

まずターゲットあり条件における表情の探索時間を見てみると、表情の種類によって探索時間が異なった。怒り表情の探索が

他の2つの表情よりも速いという結果であり、これは表情刺激を用いたこれまでの視覚探索の結果とも一致していた (Fox, Lester, Russo, Bowles, Pichler, & Dutton, 2000; Hampton et al., 1989; Lipp et al., 2009)。ただし、表情刺激の性別によって表情の種類の効果の現れ方は異なっていた。男性刺激では、怒り表情の探索が最も速く、続いて恐怖表情が速く、幸福表情が最も遅いという結果が示された。この結果は脅威対象がすばやく検出されるというネガティビティ・バイアスを支持するものである。しかしながら、女性刺激では、怒り表情と幸福表情の探索時間が同程度で、恐怖表情の探索が最も遅いという結果であった。幸福表情の探索時間が短くなったのは、刺激の性別と表情の相互作用によるものであると考えられる。Becker et al. (2007) によると、女性の幸福表情は速く正確に処理される傾向がある。このような特性により、女性刺激では幸福表情の処理が速くなったことで、怒り表情と同じくらい速く処理できたと推測される。恐怖表情については、内省報告でほとんどの実験参加者が女性の恐怖表情の検出が難しかったと報告したことや、女性の恐怖表情の誤反応率の結果が他の表情と異なる様相を示していることから、本実験で用いた刺激による影響が大きかったのではないかと考えられる。Calvo & Nummenmaa (2008) によると、写真刺激を用いた場合、中性表情の中から表情刺激を探索する際には特に表情の部分情報が重要になるという。特に表情の口や歯の部分が探索において重要な役割を果たす。本研究で用いた女性の恐怖表情は、口の形状が他の表情と比べると中性表情と類似していたために、検出が困難になったと考えられる。

ただし、課題や用いた表情刺激などによって、どの表情がすばやく検出されるかは異なる。例えば、Hahn & Gronlund (2007) は、線画の中性表情の中に1つ異なる表情の刺激があるような刺激セットに対して、実験1では呈示された顔刺激の中に異なる表情があるかないかを判断するような課題を行った。その結果、怒り表情の検出が幸福表情の検出よりも速く、探索効率も良いという結果が示された。一方、実験2では特定の表情があるかないかを判断する課題を行ったところ、怒り表情がターゲットであったときには、幸福表情よりも探索効率が良いが、ターゲットが幸福表情であったときの怒り表情の探索効率は、怒り表情がターゲットのときの幸福表情の探索効率と差がなかった。このように、用いた刺激セットが同じであっても、トップダウンの影響によって表情の検出時間が異なる。さらに、幸福表情が怒り表情より速く探索されることや、それらの探索時間が同程度となるという結果を示した研究もある (Purcell et al., 1996; Williams, Moss, Bradshaw, & Mattingley, 2005)。これらのことから、Frischen et al. (2008) は表情の視覚探索課題の結果は、どの表情が他の表情と比べてすばやく検出されるかということではなく、表情刺激が注意を惹きつけるかどうかということを示すものであると主張している。本実験においても、どの表情の検出時間が短いかということよりもむしろ、本実験のような実験事態において示された表情による検出時間の違いが、その視線方向によってどのように影響を受けているかということを考えるのが重要である。

しかしながら、ターゲットの視線方向による表情の探索時間への影響は、いずれの条件でも見られなかった。さらに、視線方向

の主効果だけでなく、表情と視線方向の相互作用も、誤反応率の一部の結果を除き、いずれの条件でも示されなかった。これは、これまでの視線刺激に対する視覚探索研究（青山他, 2003; Conty et al., 2006; Doi & Ueda, 2007; Doi et al., 2009; Grünau & Anston, 1995; Senju & Hasegawa, 2005）や、表情と視線方向の相互作用を示す信号共有仮説（Adams & Franklin, 2009; Adams & Kleck, 2003, 2005）とは一致しない結果である。この結果から、表情探索の文脈では、視線方向は表情の探索に影響しない可能性が考えられる。Graham & LaBar (2007) は、表情判断課題の際に視線方向を操作した場合と操作しなかった場合、視線方向判断課題の際に表情を操作した場合としなかった場合とで反応時間を比較し、互いに課題に無関連な情報がもう一方の処理に干渉するかどうかを調べた。その結果、視線方向判断課題において、表情が変化すると、表情が常に同じである場合と比べて反応時間が長くなったが、表情判断課題において視線方向を操作しても、操作しなかった場合の反応時間と差はなかった。この結果から、表情の処理に、視線方向がいつも影響するわけではないことがわかる。本実験のような、表情の探索を行う事態では、ターゲットやディストラクタの視線方向は表情ターゲットの検出に影響しないことが示されたといえる。

では、なぜ視線方向は表情探索に影響しないのか。まず、トップダウンの方略という要因が考えられる。本実験では、表情と視線方向を操作した4つの顔刺激に対して、表情刺激の有無を問う課題を行った。よって、実験参加者は視線方向の情報を利用する必要は特になかった。つまり、視線方向が課題の遂行に必要なでな

かったため、注目されることもなく、その情報も使われなかったと考えられる。Adams & Kleck (2003) といった、表情と視線方向の相互作用を示した研究も、課題は表情判断であり、視線情報を使わなくてもよい事態ではあるが、本実験とは異なり、顔刺激は1つしか出てこなかった。視覚探索課題では顔刺激が複数出現するので、顔刺激が1つだけの事態と比べると、処理しなければならない情報が多い。そのようなときに、表情情報が優先的に処理され、視線方向までは処理されないのかもしれない。このような可能性について、ターゲット定義属性を視線方向にした場合にはどうなるかを検討する必要がある。

また、実験参加者が顔刺激のどこに注目するかということが影響する可能性も考えられる。実験参加者の内省報告において、顔刺激の口の形に注目したというものが多かった。このような方略をとっていたということは、女性刺激の恐怖表情で反応時間が長かった結果とも一致している。つまり、実験参加者は主に顔刺激の口に注意を焦点化しており、視線の含まれる部分には注意していなかったということである。表情刺激の視覚探索において、知覚的な特徴が注意を誘導しているのか、感情情報が誘導しているのかはさまざまな研究で議論されているが (Frischen et al., 2008) , 本実験の事態では、表情刺激の部分情報の検出がなされ、視線方向や表情は処理されていなかったために、表情の検出時間に視線方向の影響が出現しなかったという可能性が考えられる。

さらに実験1では、呈示される刺激が常に4つであり、刺激の呈示される位置も決まっていたため、実験参加者が特に部分情報に注目しやすかったのではないか。また、Graham & LaBar (2007)

において、表情の識別が難しいときだけ、表情判断に視線方向が影響したという報告がある。すなわち、状況によっては視線方向の情報が利用されることもあるということである。本実験でも、刺激の性別ごとの誤反応率の結果で、男性の幸福表情ではディストラクタが *averted gaze* の場合には、ターゲットが *direct gaze* のときに *averted gaze* のときよりも誤反応が多かったり、女性の恐怖表情でターゲットが *averted gaze* の場合には、ディストラクタが *direct gaze* のときに *averted gaze* のときよりも誤反応が多い、というように、ターゲットの視線方向による違いがあった。女性の恐怖表情と男性の幸福表情はそれぞれの性別の刺激の中で、他の表情と比べて反応時間が最も長かったものであり、識別が困難な条件であったと考えられる。つまり、表情の判断が難しい場合に、それまで注目していた口の部分だけでなく、他の部分の情報も使おうとしたため、視線方向による違いがあったのではないか。

ただし、ターゲットなし条件の結果をしてみると、ディストラクタの視線方向による反応時間の違いがある。ターゲットなし条件は、実験参加者が口の形状だけを見ていれば、全て同じであるため判断しやすいと考えられるが、視線方向によって反応時間が異なったということから、実験参加者が課題遂行中、視線に全く注意を向けていなかったわけではないと推測される。本実験において、視線方向に注意が向けられていなかったことで表情の探索に視線方向が影響しなかったのかどうか検討するため、実験参加者が刺激の全体を見なければ判断できないような課題を用いることが有効である。そのために、刺激の呈示位置を増やしたり、セットサイズを変化させた検討を行う必要があるだろう。

ターゲットなし条件の結果は、ディストラクタが *direct gaze* のときに *averted gaze* のときよりも反応時間が短いというものであり、全てが *averted gaze* のときに全てが *direct gaze* のときよりも反応時間が短いというこれまでの視線刺激の視覚探索の結果 (Conty et al., 2006; Doi & Ueda, 2007; Doi et al., 2009; Grünau & Anston, 1995; Senju & Hasegawa, 2005) とは異なるものであった。Figure 5 を見てみると、*singleton* がない条件でディストラクタが *direct gaze* のときに特に反応時間が短くなっていることがわかる。一方で、それ以外の条件では反応時間は同程度である。通常、*direct gaze* は注意を捕捉し、さらにそこからの注意の解放が困難であるため、全てが *direct gaze* であったときに反応が遅れると考えられている (Doi & Ueda, 2007)。しかし、*averted gaze* の方向へ注意が誘導されるといった知見 (Friesen & Kingstone, 1998) や、*direct gaze* によって顔刺激の性別判断が促進されるといった知見 (Macrae, Hood, Milne, Rowe, & Mason, 2002) から推測して、*averted gaze* の注意誘導による反応の遅延、*direct gaze* による顔処理の促進のいずれか、もしくは両方が起きたため、本実験のような結果となったのではないか。視線方向の異なる表情探索課題を遂行する上で、実験参加者が視線探索課題を行う場合とは異なる方略をとっていた可能性が示唆される。

実験 1 より、表情の視覚探索事態においては、表情の視線方向は探索に影響しないことが示された。そして、信号共有仮説は、複数の顔刺激が出現する事態において表情を探す場合には当てはまらないことが明らかとなった。しかしながら、先に指摘したように、セットサイズや刺激の呈示方法を変化させた場合に、表

情処理と視線処理の相互作用が現れるのかを検討する必要がある。また、表情処理と視線処理の相互作用が前注意的であるかを検討する上では、先行研究同様、探索効率という観点から調べる必要がある。そこで実験 2 では、セットサイズを 3 条件設け、さらに刺激の呈示位置がランダムになるようにした実験課題において、表情と視線が相互作用するかどうかを検討する。また、探索効率も算出することによって、表情や視線それぞれの処理、またそれらの相互作用が前注意的に処理されるのかについても検討する。

2. 探索効率による表情と視線の相互作用の検討 (実験 2)

実験 2 では、セットサイズを変化させることで、セットサイズ 4 以外で表情処理と視線処理の相互作用が生じるかどうかを検討する。実験 1 と異なり、刺激の出現する位置に複数のパターンを設けることで、実験参加者に刺激の一部分だけに注目する方略を取らせないようにする。また、セットサイズを操作することで、探索効率を算出し、刺激の処理が前注意的であるかどうかを探索効率の点から検討する。実験 1 で見られた表情の種類による探索時間の違いが、前注意的な処理による注意捕捉の程度による違いによって生じているのかどうかについても探索効率を指標として再度調べる。

方法

実験参加者 成人 12 名 (男性 4 名, 女性 8 名, 年齢 $M \pm SD =$

21.2±2.1 歳) が実験に参加した。

実験条件 ターゲットあり条件として、セットサイズ (4・8・12) ×ターゲットの表情 (恐怖表情・怒り表情・幸福表情) ×ターゲットの視線方向 (direct・averted) ×ディストラクタの視線方向 (direct・averted) の 36 条件を設けた。ターゲットなし条件として、セットサイズ (4・8・12) ×ディストラクタの視線方向 (direct・averted) ×singleton の有無 (あり・なし) の 12 条件を設けた。

刺激 Ekman & Friesen (1976) の中の男女各 1 名の怒り表情、幸福表情、恐怖表情、中性表情の刺激を用いた。Photoshop5.0 (Adobe 社) を用い、髪などの周辺情報がなくなるよう、視角で 3.2°×4.5°の楕円に切り抜いた。さらに、視線方向が averted な刺激として、視線が左向きになる刺激も作成した。ターゲットとディストラクタの出現位置は、凝視点を中心とした 3×4 の 12 のセルの中でランダムとした (Figure 8)。ただし、ターゲットとディストラクタの配置は同じものが 2 回以上出現しないようにした。

手続き まず画面中央に凝視点として視角 1.1°の十字を 1 500

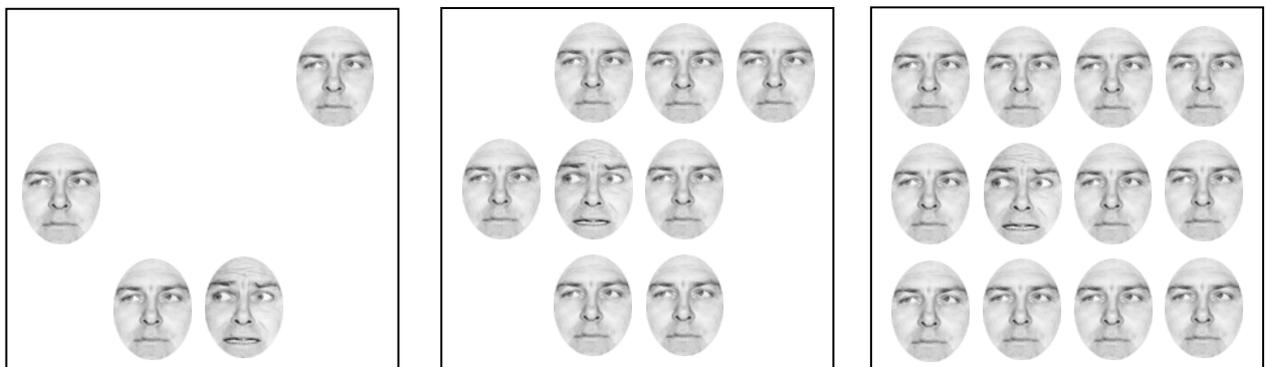


Figure 8. 実験 2 で用いた刺激セットの例

(左からセットサイズ 4・8・12)

ms 呈示した。その後，顔刺激を 4，8，12 いずれかの数で呈示した。ターゲットあり条件では，視線方向にかかわらず，表情の異なる刺激が 1 つ出現するようにした。ターゲットなし条件では，実験 1 同様，singleton あり条件のときには 1 つだけ異なる視線方向の中性表情のものを呈示し，singleton なし条件のときには全て同じ視線方向の中性表情を呈示した。ターゲット定義属性は表情とし，実験参加者は，呈示される刺激の中に異なる表情の刺激があるかないかを判断してボタンを押した。刺激は参加者がボタンを押すか，刺激呈示後 3 000 ms が経過するまで呈示した。反応を誤った試行と刺激呈示後 3 000 ms 以上反応がなかった試行を誤反応とし，フィードバック音を鳴らした。反応から次の試行までは 1 000 ms 空けた。

練習を 12 試行行った後，1 ブロック 72 試行を 16 ブロックの，計 1152 試行行った。ターゲットあり条件とターゲットなし条件の試行数を等しくするため，ターゲットあり条件は 1 条件あたり 16 回，ターゲットなし条件は 1 条件あたり 48 回出現するようにした。各条件の出現順序はランダムであった。実験は 8 ブロックずつ，2 日に分けて実施した。反応ボタンの割り当ては日によって変え，順序はカウンターバランスをとった。実験終了後，内省報告を取った。

結果

反応時間 誤反応試行と，各実験参加者の平均反応時間 $\pm 3SD$ 以上の反応時間の試行（全試行中 1.3%）を除外した。各条件における実験参加者 12 名分の平均反応時間について，ターゲットあ

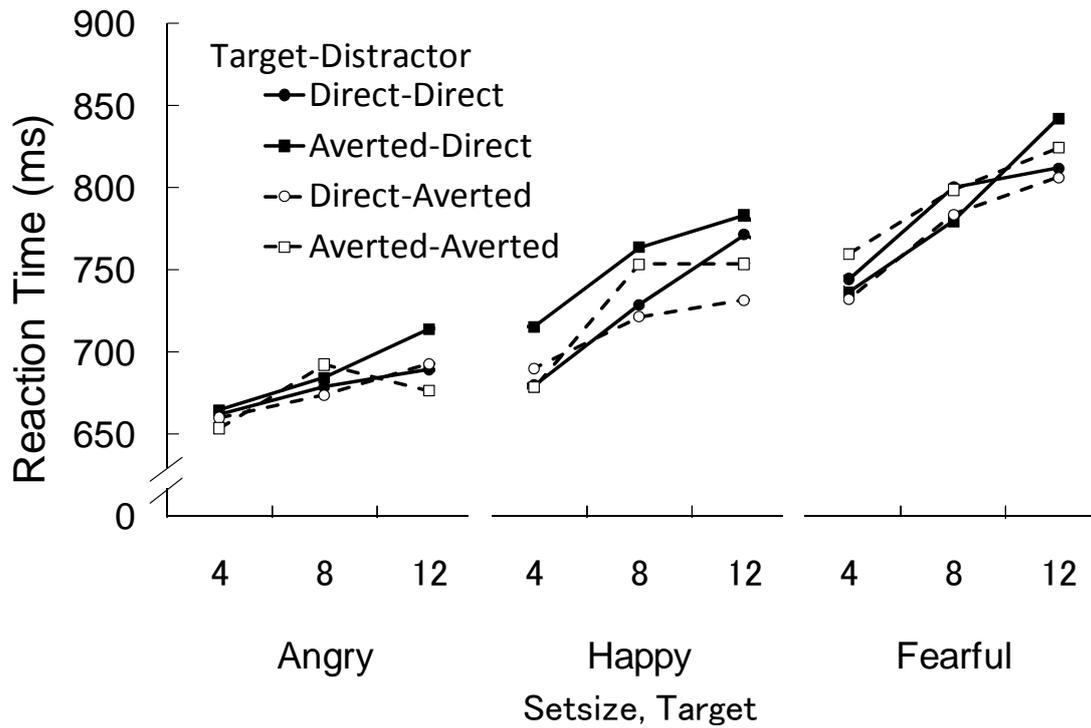


Figure 9. 実験 2 のターゲットあり条件における平均反応時間

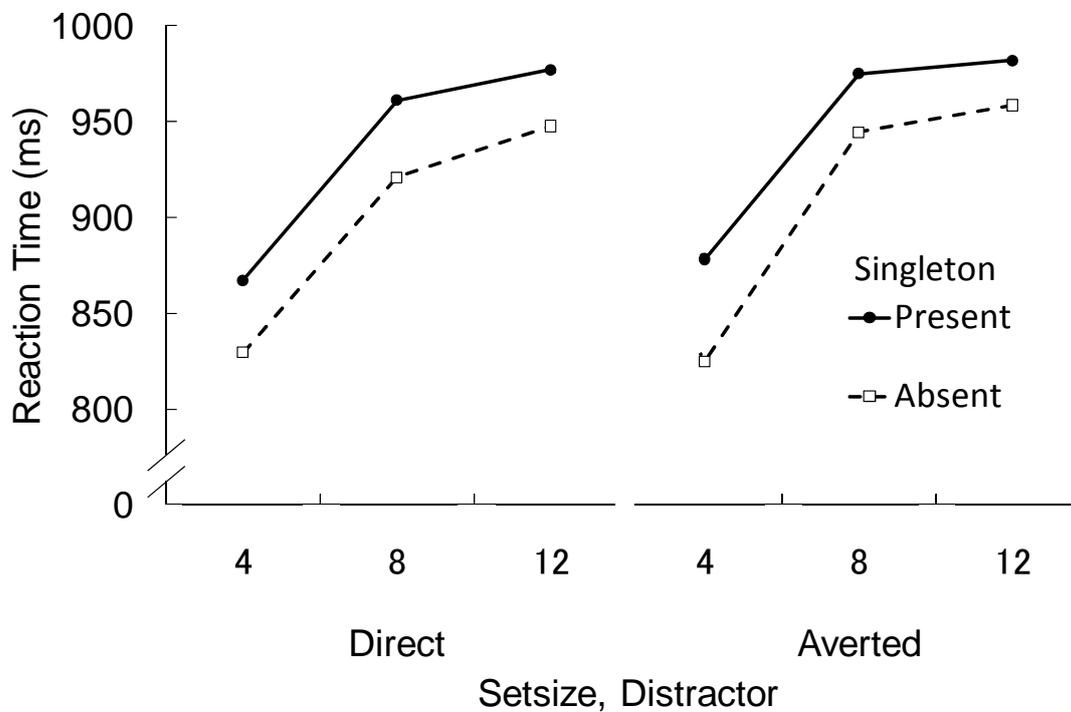


Figure 10. 実験 2 のターゲットなし条件における平均反応時間

り条件を Figure 9 に，ターゲットなし条件を Figure 10 に示す。

まず，ターゲットあり条件の 12 名分のデータについて，セットサイズ×ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 4 要因反復測定分散分析を行った。その結果，セットサイズの主効果 ($F(2, 22) = 40.0, p < .001$)，ターゲットの表情の主効果 ($F(2, 22) = 58.9, p < .001$)，ターゲットの視線方向の主効果 ($F(1, 11) = 6.0, p < .05$) が有意であった。セットサイズが大きくなるほど反応時間が長くなった。ターゲットの表情の主効果については，怒り表情が最も反応時間が短く，ついで幸福表情，恐怖表情の順で長くなった。多重比較の結果，いずれの条件間にも有意な差があった。ターゲットの視線方向に関しては，ターゲットが *direct gaze* のときに *averted gaze* のときよりも反応時間が短かった。さらに，セットサイズ×ターゲットの表情の交互作用が有意であった ($F(4, 44) = 2.6, p < .05$)。その他の主効果や交互作用は有意でなかった。

セットサイズ×ターゲットの表情の交互作用について，まず表情ごとにセットサイズの単純主効果を 1 要因分散分析で調べたところ，いずれの表情においてもセットサイズの主効果が有意であった (怒り: $F(2, 22) = 8.8, p < .01$; 幸福: $F(2, 22) = 13.1, p < .001$; 恐怖: $F(2, 22) = 28.2, p < .001$)。多重比較の結果，怒り表情と幸福表情では，セットサイズ 4 と 8，セットサイズ 4 と 12 の間に有意な差があった一方で，セットサイズ 8 と 12 の間に有意な差はなかったが，恐怖表情では全てのセットサイズ間で有意な差があった。

次に，ターゲットなし条件の 12 名分のデータについて，セッ

トサイズ×ディストラクタの視線方向×singletonの有無の3要因反復測定分散分析を行ったところ、セットサイズの主効果 ($F(2, 22) = 30.1, p < .001$) と singletonの有無の主効果 ($F(1, 11) = 83.7, p < .001$) が有意であった。多重比較の結果、セットサイズ4のときに、他の2条件との間に有意な差があった。また、singletonがない条件である条件よりも反応時間が短かった。その他の主効果と交互作用は有意でなかった。

また、実験1同様、刺激の性別ごとの分析も行った。ターゲットあり条件について、刺激の性別ごとに各条件の平均反応時間を算出し、男性刺激の各条件の平均反応時間を Figure 11 に、女性刺激の各条件の平均反応時間を Figure 12 に示した。まず男性刺激のデータについて、セットサイズ×ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の4要因反復測定分散分析を行った。その結果、セットサイズの主効果 ($F(2, 22) = 19.1, p < .001$)、ターゲットの表情の主効果 ($F(2, 22) = 43.0, p < .001$)、ターゲットの視線方向の主効果 ($F(1, 11) = 6.5, p < .05$) が有意であった。セットサイズが大きくなるほど反応時間が長くなった。多重比較の結果、セットサイズ4と他の2つのセットサイズの間には有意な差があった。ターゲットの表情の主効果については、怒り表情、恐怖表情、幸福表情の順に反応時間が短く、いずれの条件間にも有意な差があった。さらに、ターゲットが direct gaze のときに averted gaze のときよりも反応時間が短かった。さらに、セットサイズ×ディストラクタの視線方向 ($F(2, 22) = 3.7, p < .05$)、ターゲットの表情×ディストラクタの視線方向 ($F(2, 22) = 4.4, p < .05$)、セットサイズ×ターゲットの表情×ターゲッ

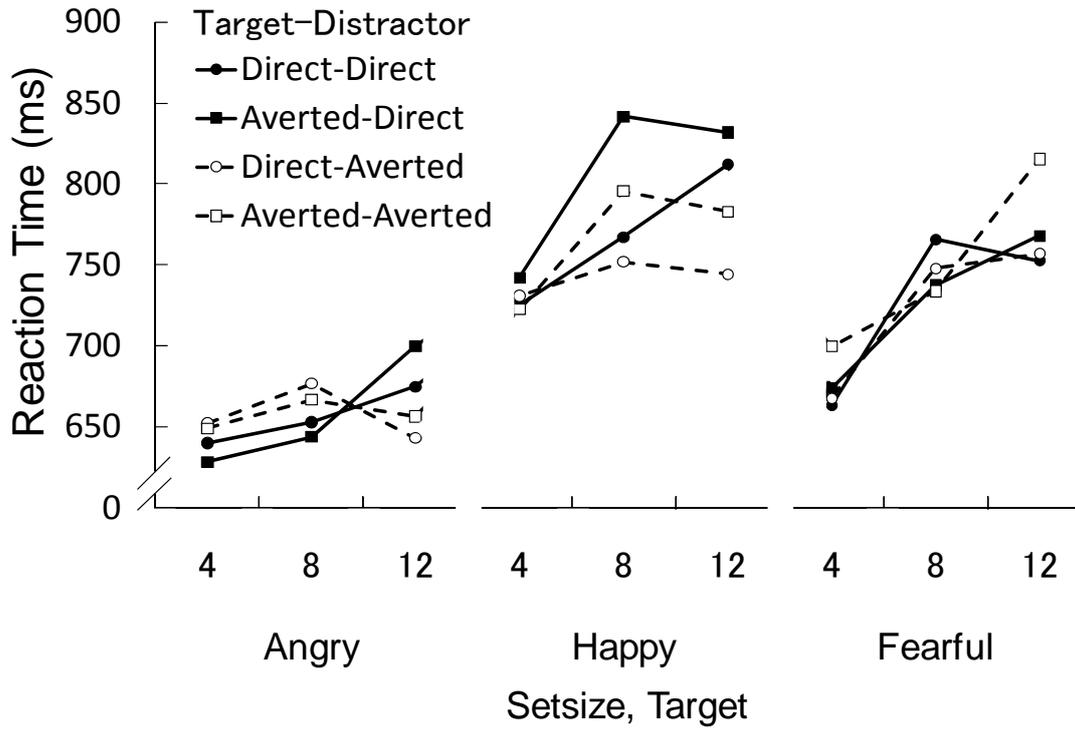


Figure 11. 実験 2 のターゲットあり条件における男性刺激試行の平均反応時間

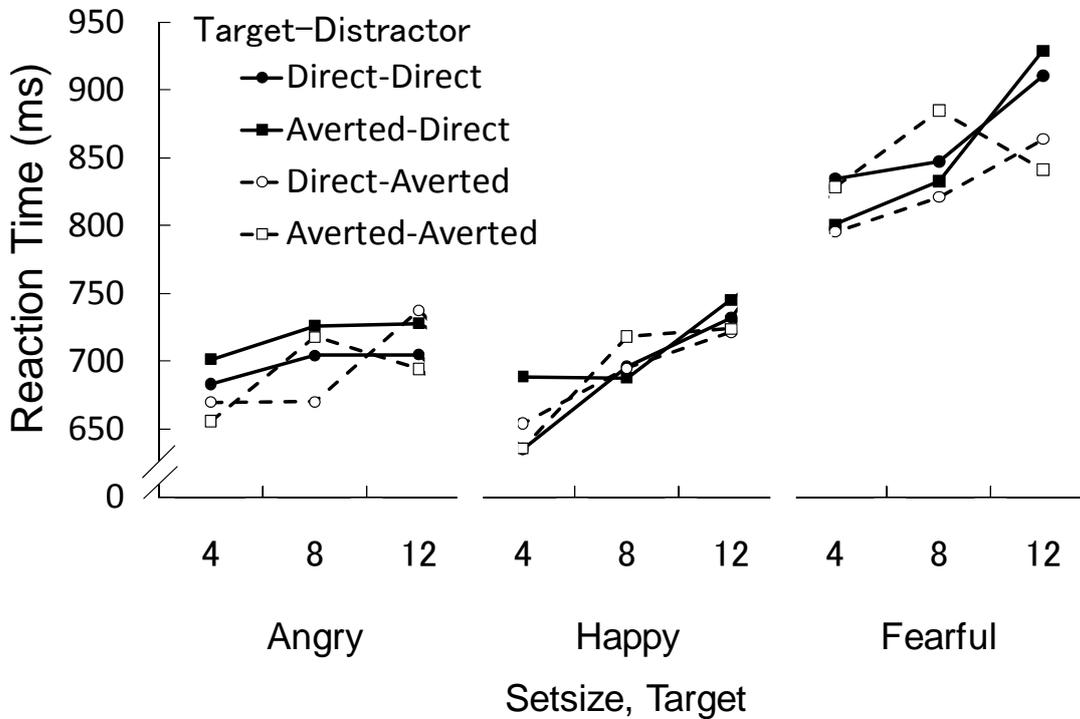


Figure 12. 実験 2 のターゲットあり条件における女性刺激試行の平均反応時間

トの視線方向の交互作用 ($F(4, 44) = 3.1, p < .05$) がそれぞれ有意であった。またセットサイズ×ターゲットの表情の交互作用が有意傾向であった ($F(4, 44) = 2.5, p < .10$)。各交互作用について下位検定を行ったところ、セットサイズ×ディストラクタの視線方向では、セットサイズ 12 のときのみ、ディストラクタの視線方向の単純主効果が有意傾向であり ($F(1, 11) = 4.3, p < .10$)、ディストラクタが **direct gaze** のときに **averted gaze** のときよりも反応時間が短かった。ターゲットの表情×ディストラクタの視線方向については、ターゲットが幸福表情のときのみ、ディストラクタの視線方向の単純主効果が有意傾向であった ($F(1, 11) = 3.9, p < .10$)。ディストラクタが **averted gaze** のときに **direct gaze** のときよりも反応時間が短かった。セットサイズ×ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の交互作用について調べるため、セットサイズごとにターゲットの表情×ターゲットの視線方向の 2 要因分散分析を行った。その結果、セットサイズ 8 のときのみ、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の交互作用が有意であり ($F(2, 22) = 7.3, p < .01$)、下位検定の結果、幸福表情においてのみ、**direct gaze** のときに **averted gaze** のときよりも有意に反応時間が短かった ($F(1, 11) = 14.0, p < .01$)。

次に女性刺激の結果についても同様の分析を行った。セットサイズ×ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 4 要因反復測定分散分析を行ったところ、セットサイズの主効果 ($F(2, 22) = 33.2, p < .001$)、ターゲットの表情の主効果 ($F(2, 22) = 67.5, p < .001$) が有意であった。セットサイズが大きくなるほど反応時間が長くなり、多重比較の結果、全て

のセットサイズの間には有意な差があった。ターゲットの表情については、怒り表情と恐怖表情、幸福表情と恐怖表情の間に有意な差があった。また、ディストラクタの視線方向の主効果が有意傾向であった ($F(1, 11) = 4.3, p < .10$)。

探索効率 1項目あたり探索時間がどの程度増加したかという探索関数の傾きを探索効率とし、各実験参加者のターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の12条件について探索効率を求めた。各条件の探索効率を Table 5 に示す。ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の3要因反復測定分散分析を行ったところ、ターゲットの表情の主効果のみが有意であった ($F(2, 22) = 3.9, p < .05$)。怒り表情で最も探索効率がよく、続いて幸福表情、恐怖表情で最も低かった。多重比較の結果、怒り表情と恐怖表情の探索効率に有意な差があった。また、ディストラクタが direct gaze のときの、幸福表情-direct ターゲット条件と、恐怖表情-averted 条件を除く条件で探索効率が 10 ms/item 以下であり、ほとんどの条件でポップアウトしていたと考えられる (Wolfe, 1998)。

Table 5

実験 2 のターゲットあり条件における平均探索効率 (ms/item)

Distractor		Target		
		Angry	Happy	Fearful
Direct	Direct	3.4	11.5	8.4
	Averted	6.1	8.5	13.2
Averted	Direct	4.1	5.2	9.3
	Averted	2.8	9.4	8.1

Table 6

実験 2 のターゲットあり条件における
男性刺激試行の平均探索効率 (ms/item)

Distractor		Target		
		Angry	Happy	Fearful
Direct	Direct	4.3	10.9	11.2
	Averted	8.9	11.2	11.7
Averted	Direct	-1.1	1.7	11.2
	Averted	0.9	7.6	14.5

また，男性刺激の反応時間の分析において，セットサイズが関わる交互作用が有意であったことから，ターゲットあり条件の男性刺激における各条件の探索効率を算出し，Table 6 に示した。ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 3 要因反復測定分散分析を行ったところ，ディストラクタの視線方向の主効果が有意であり ($F(1, 11) = 6.6, p < .05$)，ディストラクタが **averted gaze** のときのほうが **direct gaze** のときよりも探索効率が高かった。また，ターゲットの表情の主効果が有意傾向であった ($F(2, 22) = 3.0, p < .10$)。しかしながら，ターゲットの視線方向の主効果やその他の交互作用はなかった。

誤反応率 各条件における実験参加者 12 名分の誤反応率について，ターゲットあり条件を Table 7 に，ターゲットなし条件を Table 8 に示す。

まず，ターゲットあり条件の 12 名分の誤反応数について，セットサイズ×ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 4 要因反復測定分散分析を行った。その結果，セットサイズの主効果 ($F(2, 22) = 18.5, p < .001$)，表情の主効

Table 7

実験 2 のターゲットあり条件における誤反応率 (%)

Setsize	Target	Direct distractor			Averted distractor		
		Angry	Happy	Fearful	Angry	Happy	Fearful
4	Direct	1.6	5.7	9.9	3.1	4.7	5.2
	Averted	3.1	5.7	3.1	3.6	4.2	6.3
8	Direct	2.6	6.8	14.1	3.6	4.2	8.3
	Averted	3.6	5.2	11.5	3.1	10.9	12.0
12	Direct	2.1	10.4	21.9	3.1	7.3	10.9
	Averted	3.6	11.5	15.6	5.2	8.3	18.2

Table 8

実験 2 のターゲットなし条件における誤反応率 (%)

Setsize	Singleton	Distractor	
		Direct	Averted
4	Present	2.3	4.5
	Absent	2.6	2.6
8	Present	1.9	2.6
	Absent	2.3	2.8
12	Present	2.6	2.3
	Absent	2.3	2.1

果 ($F(2, 22) = 39.6, p < .001$) , セットサイズ×表情の交互作用 ($F(4, 44) = 7.5, p < .001$) , ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の交互作用 ($F(1, 11) = 10.0, p < .01$) , ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の交互作用 ($F(2, 22) = 4.5, p < .05$) が有意であった。各主効果について多重比較を行ったところ、セットサイズが大きくなるほど誤反応が増加し、表情は怒り表情、幸福表情、恐怖表情の順に誤反応数が増えた。

セットサイズ×ターゲットの表情の交互作用について、表情ご

とにセットサイズの 1 要因分散分析を行ったところ、幸福表情、恐怖表情でセットサイズの主効果が有意であった（幸福表情: $F(2, 22) = 7.2, p < .01$; 恐怖表情: $F(2, 22) = 16.8, p < .001$ ）。多重比較の結果、幸福表情ではセットサイズ 4 とセットサイズ 12、セットサイズ 8 とセットサイズ 12 の条件間に有意な差があった。恐怖表情では全ての条件間で有意な差があった。怒り表情ではセットサイズの主効果はなかった。

次にターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の交互作用について、ディストラクタの種類ごとにターゲットの視線方向の 1 要因分散分析を行ったところ、ディストラクタが *averted gaze* のときのみ、ターゲットの視線方向による差が有意であった ($F(1, 1) = 6.3, p < .05$)。また、ターゲットの視線方向ごとにディストラクタの視線方向の 1 要因分散分析を行うと、ターゲットが *direct gaze* のときのみ、ディストラクタの視線方向による有意な違いがあった ($F(1, 11) = 11.1, p < .01$)。

ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の 2 次の交互作用について検討するため、ディストラクタの視線方向ごとに、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の 2 要因分散分析を行った。その結果、ディストラクタが *direct gaze* のときのみ、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の交互作用が有意であった ($F(2, 22) = 5.6, p < .05$)。表情ごとにターゲットの視線方向の単純主効果を調べたところ、恐怖表情のときのみ、ターゲットの視線方向の主効果が有意であった ($F(1, 11) = 12.7, p < .01$)。

また、ターゲットなし条件の各条件の誤反応数についても、セ

ットサイズ×ディストラクタの視線方向×singletonの有無の3要因反復測定分散分析を行ったが、いずれの主効果、交互作用も有意でなかった。

さらに、刺激の性別ごとに、ターゲットあり条件における各条件の誤反応率を算出した。男性刺激の誤反応率を Table 9、女性刺激の誤反応率を Table 10 に示す。それぞれについて、セットサイズ×ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタ

Table 9

実験2のターゲットあり条件の男性刺激試行における
誤反応率(%)

Setsize	Target	Direct distractor			Averted distractor		
		Angry	Happy	Fearful	Angry	Happy	Fearful
4	Direct	2.1	7.3	6.3	2.1	7.3	5.2
	Averted	2.1	9.4	3.1	1.0	6.3	2.1
8	Direct	3.1	12.5	4.2	2.1	7.3	4.2
	Averted	3.1	8.3	4.2	5.2	15.6	3.1
12	Direct	1.0	15.6	6.3	3.1	12.5	5.2
	Averted	4.2	14.6	10.4	4.2	12.5	11.5

Table 10

実験2のターゲットあり条件の女性刺激試行における
誤反応率(%)

Setsize	Target	Direct distractor			Averted distractor		
		Angry	Happy	Fearful	Angry	Happy	Fearful
4	Direct	1.0	4.2	13.5	4.2	2.1	5.2
	Averted	4.2	2.1	3.1	6.3	2.1	10.4
8	Direct	2.1	1.0	24.0	5.2	1.0	12.5
	Averted	4.2	2.1	18.8	1.0	6.3	20.8
12	Direct	3.1	5.2	37.5	3.1	2.1	16.7
	Averted	3.1	8.3	20.8	6.3	4.2	25.0

の視線方向の4要因反復測定分散分析を行った。まず男性刺激では、セットサイズの主効果 ($F(2, 22) = 8.1, p < .01$) とターゲットの表情の主効果 ($F(2, 22) = 21.1, p < .001$) が有意であった。セットサイズ12と他の2条件の間に有意な差があった。また、ターゲットが怒り表情のときに反応時間が最も短く、幸福表情のときに最も長く、各条件間に有意な差があった。

女性刺激の結果は男性刺激と大きく異なった。まず男性刺激と同様、セットサイズの主効果 ($F(2, 22) = 13.2, p < .001$)、ターゲットの表情の主効果 ($F(2, 22) = 55.9, p < .001$) は有意であった。また、ディストラクタの視線方向の主効果も有意であった ($F(1, 11) = 9.5, p < .05$)。さらに、セットサイズ×ターゲットの表情 ($F(4, 44) = 11.7, p < .001$)、ターゲットの表情×ディストラクタの視線方向 ($F(2, 22) = 5.8, p < .01$)、ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向 ($F(1, 11) = 16.0, p < .01$)、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向×ディストラクタの視線方向の交互作用 ($F(2, 22) = 13.5, p < .001$) が有意であった。セットサイズ×ディストラクタの視線方向は有意傾向であった ($F(2, 22) = 3.0, p < .10$)。まずセットサイズ×ターゲットの表情の交互作用について下位検定を行ったところ、恐怖表情のときのみ、セットサイズの単純主効果が有意であった ($F(2, 22) = 16.8, p < .001$)。ディストラクタの視線方向、ターゲットの表情、ターゲットの視線方向が含まれる交互作用については、2次の交互作用が有意であるので、ディストラクタの視線方向ごとに、ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の2要因分散分析を行った。ディストラクタが direct gaze のときには、ターゲットの表情の主効果 ($F(2,$

22) = 60.6, $p < .001$) , ターゲットの視線方向の主効果 ($F(1, 11) = 9.4, p < .05$) , ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の交互作用 ($F(2, 22) = 21.0, p < .001$) のいずれも有意であった。交互作用について下位検定を行ったところ, 恐怖表情のみでターゲットの視線方向の単純主効果が有意であった ($F(1, 11) = 32.7, p < .001$) 。また, ディストラクタが *averted gaze* のときには, ターゲットの表情の主効果 ($F(2, 22) = 28.0, p < .001$) , ターゲットの視線方向の主効果 ($F(1, 11) = 7.0, p < .05$) は有意であったが, ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の交互作用は有意傾向であった ($F(2, 22) = 2.9, p < .10$)。

考察

実験 2 は, 表情処理と視線処理の相互作用の自動性について, 相互作用が前注意的に起こるのかどうかを検討するため, 視覚探索課題を用いた実験を行った。実験 1 と異なり, セットサイズを変化させることで, ターゲットの表情と視線方向の組み合わせによって探索効率が異なるかどうか調べ, ターゲットの処理が前注意的であるかどうかも検討した。

まず, ターゲットの表情の種類によって探索時間が異なり, 怒り表情の探索が最も速かった。これは, 実験 1 やこれまでの表情刺激を用いた視覚探索の研究と同様の結果であった。また, セットサイズによって探索時間が異なり, 呈示される刺激が多いほど探索に時間がかかるという結果が示された。さらに, 探索効率を見てみると, 表情の種類によって探索効率が異なっており, 恐怖表情は, 怒り表情, 幸福表情と比べて探索効率が低かった。また,

探索効率はほとんどの条件で 10 ms/item 未満であり、表情がほぼ前注意的に処理されていたことが示された。このように、ターゲットの表情に関する結果は、これまでの表情の視覚探索研究で示されてきた結果と一致するものであった。

次に、視線方向による探索時間の違いについて見てみると、ターゲットの視線方向によって探索時間が異なり、ターゲット刺激が向けられた視線のときに、逸らされた視線のときよりも探索が速かった。これも、視線刺激の視覚探索研究（青山他, 2003; Conty et al., 2006; Doi & Ueda, 2007; Doi et al., 2009; Grünau & Anston, 1995; Senju & Hasegawa, 2005）と同様の結果であるが、少し異なる点がある。視線刺激を用いた視覚探索では、視線方向の異なる刺激があるかないかを判断する課題であるため、ターゲットあり条件ではターゲットとディストラクタの視線方向が常に異なっていた。また、ターゲットなし条件のときには、全ての刺激の視線方向が同一であり、*averted gaze* のときのほうが、*direct gaze* のときよりも、ターゲットがないことを速く判断できるという結果であった。一方で実験 2 では、ターゲットの視線方向の主効果のみがあり、ディストラクタの視線方向とターゲットの視線方向の交互作用はなかった。すなわち、ディストラクタにかかわらず、検出すべきターゲットの視線方向が向けられた視線であったときに、逸らされた視線のときよりも速かった。これはおそらく、実験 1 のターゲットなし条件で見られたように、向けられた視線がターゲットを検出した後の反応を促進した（Macrae et al., 2002），もしくは逸らされた視線が実験参加者の注意を視線方向へ逸らしたことで反応が遅延したためであり（Friesen &

Kingstone, 1998) , 実験参加者が刺激に注意を向けた後のトップダウン的な処理による結果であると考えられる。

また、視線方向による探索効率の違いはなかった。先行研究で、向けられた視線がポップアウトするという結果を報告したものがあるが (Grünau & Anston, 1995) , ターゲット定義属性を視線以外のものにした場合にはそれが消失することから (青山他, 2003) , 視線方向は必ずしも前注意的に処理されるものではないと考えられる。

ターゲットなし条件では、視線方向による探索時間の違いは見られず、セットサイズと singleton の有無のみが探索に影響していた。セットサイズによる影響はターゲットあり条件とおよそ同様であり、ターゲットなし条件でも刺激数が増えるほど、探索に要する時間は長くなっていた。Singleton の有無による結果は実験 1 と異なり、ディストラクタの視線方向にかかわらず、singleton がないときにあるときよりも探索時間が短いという結果が示された。これは、実験 1 と比較して、実験 2 では呈示される複数の刺激を一つのまとまりとして捉えていなかったからではないかと推測される。実験 1 では、刺激は常に同じ位置に同じ数呈示されていたので、ディストラクタが *averted gaze* であったときに、4 つの顔刺激がひとまとまりとして捉えられ、それらの視線方向へと注意を捕捉される程度が大きかった可能性がある。一方実験 2 では、呈示される刺激は一つひとつ個別に処理されたため、全ての刺激が *averted gaze* であっても、実験 1 のように singleton の有無にかかわらず探索時間が遅くなるといった結果にはならなかったのではないかと推測される。また、ディストラクタの視線方向の主効果が

なかった点は視線探索の先行研究 (Conty et al., 2006; Doi & Ueda, 2007; Doi et al., 2009; Grünau & Anston, 1995; Senju & Hasegawa, 2005) と異なるが、これは本実験では先行研究と異なり、視線がターゲット定義属性ではなかったためであろうと推測される。

一方で、表情と視線方向の交互作用はどの条件においても見られず、実験 2 においても表情処理と視線処理の相互作用は起こらなかったと考えられる。表情がポップアウトしたことで、視線方向による探索時間の結果とを併せて考えると、表情探索において、まず表情ターゲットが検出された後で視線方向が処理されると推測される。つまり、探索の段階で表情と視線方向が併せて処理されるのではなく、表情のみが先に処理されると考えられる。誤反応率においては、ターゲットの表情の種類によって、ディストラクタやターゲットの視線方向の影響が見られた。具体的には、ターゲットが恐怖表情で、ディストラクタもターゲットも *direct gaze* のときに誤反応率が高かった。しかしこれは、実験 1 でも指摘した恐怖表情の識別の困難さによって生じた結果であると推測される (Graham & LaBar, 2007)。女性刺激の誤反応率の結果で、最も探索時間の長い恐怖表情でこのような結果が現れていることもこの考察を支持する。

視覚探索において、怒り表情などの脅威刺激をすばやく検出することは、身に及ぶ可能性のある危険をすばやく見つけられるということであり、このような反応は生態学的妥当性が高い。その際に視線方向も併せて検出し、表情と視線方向を組み合わせで処理することもまた、生体にとって効率的であると考えられる。しかしながら、本研究ではそのような効果は示されず、検出段階で

はおそらく表情の種類だけが処理されており，視覚探索事態では，表情処理と視線処理の相互作用は起こらなかった。よって信号共有仮説は，実験 1 と同様，視覚探索においてはあてはまらなかったといえる。ただし，視覚探索において表情処理と視線処理の相互作用が生じないと言いきることは難しい。例えば表情の性別ごとの結果では，セットサイズ 8 のときに幸福表情のみでターゲットが *direct gaze* のときに *averted gaze* のときよりも探索時間が短いという，ターゲットの表情×ターゲットの視線方向の交互作用があった。この交互作用の現れ方は信号共有仮説の考えとも一致しており，興味深い結果である。探索効率には交互作用はなく探索時間のみで見られたものであるなので，あくまでも前注意的な相互作用であるとは言い切れないが，実験で用いる刺激やセットサイズによっては，表情処理と視線処理の相互作用が生じる場合もある可能性を示唆している。よって，今後さらなる検討が必要であろう。

刺激の性別ごとの結果については，実験 2 においても実験 1 と同様，用いた顔刺激によって表情の効果に違いがあった。異なる点として，女性刺激では視線方向による探索への影響はなかったが，男性刺激ではターゲットやディストラクタの視線方向による探索時間の違いが見られた点がある。一方で，誤反応率において，男性刺激では視線方向による影響はなく，女性刺激では視線方向による影響があった。男性刺激では，主に幸福表情のときに，女性刺激においては恐怖表情中心に，視線方向による結果の違いが現れた。それぞれ，最も探索時間が長い表情のときに視線方向による影響があることから，これらのことは，表情識別が困難など

きに視線方向による影響が現れたという報告 (Graham & LaBar, 2007) と関連しているかもしれない。ただし、このように表情探索に影響を及ぼした視線方向は、ディストラクタのものであったりターゲットのものであったりするもので、より詳細な検討が求められる。

実験1と本実験の課題の種類が結果に影響している可能性は高い。表情探索において、トップダウンの目標が探索に影響することが報告されている (Hahn & Grounlund, 2007)。本課題においても、表情と視線の情報を常に処理するよりも、ターゲット定義属性によって定まる探索目標を達成するために必要な情報を優先的に処理することが効率的であったために、表情と視線の処理の相互作用が見られなかったのかもしれない。また、視覚探索において行われる処理について説明した特徴統合理論 (Treisman & Gelade, 1980) から考えてみると、表情と視線という2つの特徴は、選択的注意によって初めて統合されるものであると考えられる。そのため、表情と視線の両方をターゲット定義属性とした場合にも、それらの相互作用が現れないのかどうかを検討する必要があるだろう。ただし、特徴統合理論の考えに則ると、ターゲット定義属性が表情と視線の組み合わせによって決まっている場合、選択的注意が向けられることで表情と視線が統合されるため、表情処理と視線処理の前注意的な相互作用は示されないと推測される。一般的に、顔刺激には特殊な認識機構が存在すると考えられていること (Ellis & Young, 1989) をふまえると、表情と視線の結合探索であっても選択的注意を必要としない可能性も考えられるが、表情と視線いずれもターゲット定義属性とした事態で

探索時間に表情×視線の交互作用が示された場合は、本実験のようにそれがセットサイズによる影響を受けるかどうかという探索効率の検討が不可欠となるだろう。その他に、あえてターゲット定義属性を表情や視線以外に設定し、トップダウンの目標がターゲットのもつ他の特徴の処理に対して阻害的に働かないようにした場合にどうなるかについて検討する方法も考えられる。

実験2では、表情と視線の情報がいずれも前注意的に処理され、それらが相互作用するのかどうかを検討したが、表情のみが前注意的に処理され、視線の処理は注意の定位後にトップダウンで行われる可能性が示唆された。すなわち、表情処理と視線処理の相互作用は前注意的に生じる自動的なものではないと考えられる。表情をターゲットにするという状況において、表情処理と視線処理の相互作用は起こらないことが明らかとなった。

第2節 表情と視線の相互作用に意識的気づきは必要か

1. 顔への意識的気づきがあるときの表情と視線の相互作用 (実験3)

実験3では、視線手がかりの表情の種類によって視線方向への注意シフトが異なる (Tipples, 2006) といった表情と視線の相互作用が、表情や視線に対する意識的気づきのない場合でも起こるのかどうかを検討する。表情と視線の相互作用が意識的気づきにかかわらず、自動的に生じるのであれば、視線手がかりが閾下呈示された場合でも、表情の種類によって視線方向への注意シフトが異なると予測する。

方法

実験参加者 成人 17 名 (男性 9 名, 女性 8 名, 年齢: $M \pm SD = 24.6 \pm 2.7$ 歳) が実験に参加した。1 名が左利きであり, 全員が視力または矯正視力に問題はなかった。

要因計画 手がかり刺激の表情 (恐怖・中性) \times 一致性 (valid・invalid) の 2 要因反復測定計画で行った。

刺激 手がかり刺激には, Ekman & Friesen (1976) による, 男女各 2 名の恐怖表情と中性表情を用いた。髪などの顔以外の領域を除くようにして, 縦視角 9.2° , 横 7.0° の楕円形に切り取り, 切り取ったものの視線方向を Photoshop5.0 (Adobe 社) を用いて左または右に変えた。マスク刺激には, Kiss & Eimer (2008) を参考に, 手がかり刺激に用いた刺激の内部 $5.4^\circ \times 6.3^\circ$ の長方形部分を, 20×20 に分割してばらばらにし, 再度組み合わせた刺激を用いた。手がかり刺激の種類と同じく, 全部で 8 種類作成した。

手続き 参加者はコンピュータ画面の前に座った。観察距離は 700 mm であった。まず, 画面の中央に, 凝視点として視角 1.9° の十字を 683 ms 呈示した。続いて, 凝視点のあった場所に手がかり刺激を呈示し, その 17 ms 後にマスク刺激を呈示した。さらに呈示後 283 ms でマスク刺激が消失し, 画面中央から左右いずれか水平 9.4° の距離にターゲットとしてアスタリスクが出現した。1 試行の流れを Figure 13 に示す。参加者は, アスタリスクが左右どちらに出現したかを, ボタンを押して反応した。ターゲットは反応があるまで, または 1 500 ms 呈示した。ターゲット呈示後 1 500 ms 以内に反応がない試行や, 反応を誤った試行は, 誤反

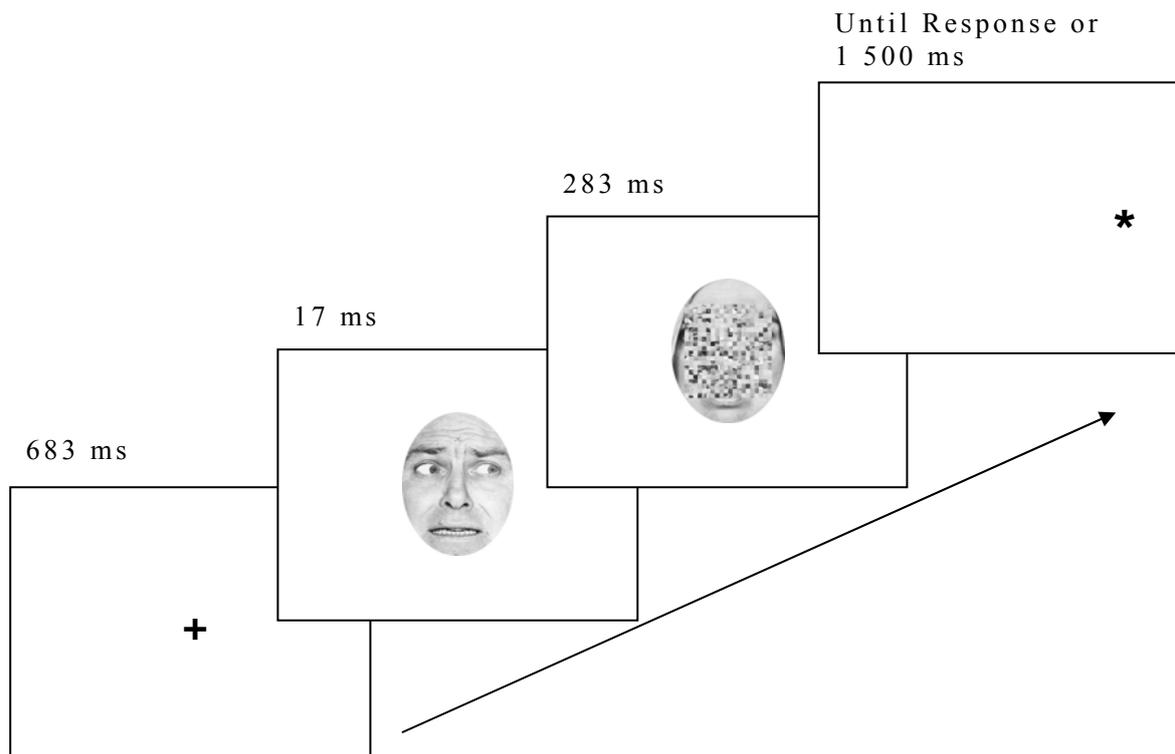


Figure 13. 実験 3 の 1 試行の流れ

応試行とし、フィードバック音を鳴らした。視線の方向にアスタリスクが出現する確率は 50%であった。練習を 16 試行行った後、1 ブロック 32 試行で計 4 ブロック実施した。1 ブロック内では、人物の種類 (4) ×手がかり刺激の種類 (2) ×一致性 (2) ×ターゲットの出現位置 (2) の全 32 パターンをランダムに呈示した。マスク刺激は、手がかり刺激の種類とは関係なくランダムに出現した。ブロック間には適宜休憩を設けた。

さらに、手がかり刺激を参加者がどれくらい知覚できていたかを査定するため、実験の最後に意識的気づき検査課題を行った。検査課題では、実験課題と同様のタイムコースで刺激を呈示した。Mogg & Bradley (1999) に基づき、極めて短時間呈示される人物が男性か女性かをボタン押しで答える、性別判断課題を行った。

練習を 8 試行行った後，本試行を 32 試行行った。手がかり刺激 16 種類がランダムに各 2 回ずつ出現し，マスク刺激 8 種類もランダムに各 4 回出現した。検査終了後，検査課題と同様，実験課題でも表情刺激が呈示されていたことに気がついたかどうかを参加者に尋ね，内省報告を記録した。

結果

意識的気づき検査課題 17 名の実験参加者ごとに，性別判断課題の正答率を算出した。全参加者の平均正答率は 0.5 で，これはチャンスレベルであった ($t(16) = 0.1, n.s.$)。ただし，13 名の参加者が本実験課題で顔が呈示されていたことに気づいたと報告した。その中でも，内省報告において，その形態特徴（視線の向き，表情など）を報告できた参加者 4 名のデータを分析から除外し，最終的に 13 名分のデータを分析に使用した。

誤反応率 誤反応試行の割合を各条件で算出したところ，恐怖表情では，valid 条件で 0.9%，invalid 条件で 1.8%であった。中性表情では，valid 条件で 1.1%，invalid 条件で 1.8%であった。いずれの条件でも誤反応は少なかったため，統計的検定は行わなかった。

反応時間 反応時間の平均値を実験参加者ごとに算出した。誤反応試行及び各実験参加者の平均反応時間の $\pm 3SD$ の範囲を外れたデータを除外した。各条件の平均反応時間のグラフを Figure 14 に示す。

手がかり刺激の種類 \times 一致性の 2 要因反復測定分散分析を行ったところ，一致性の主効果が有意であった ($F(1, 12) = 5.7, p$

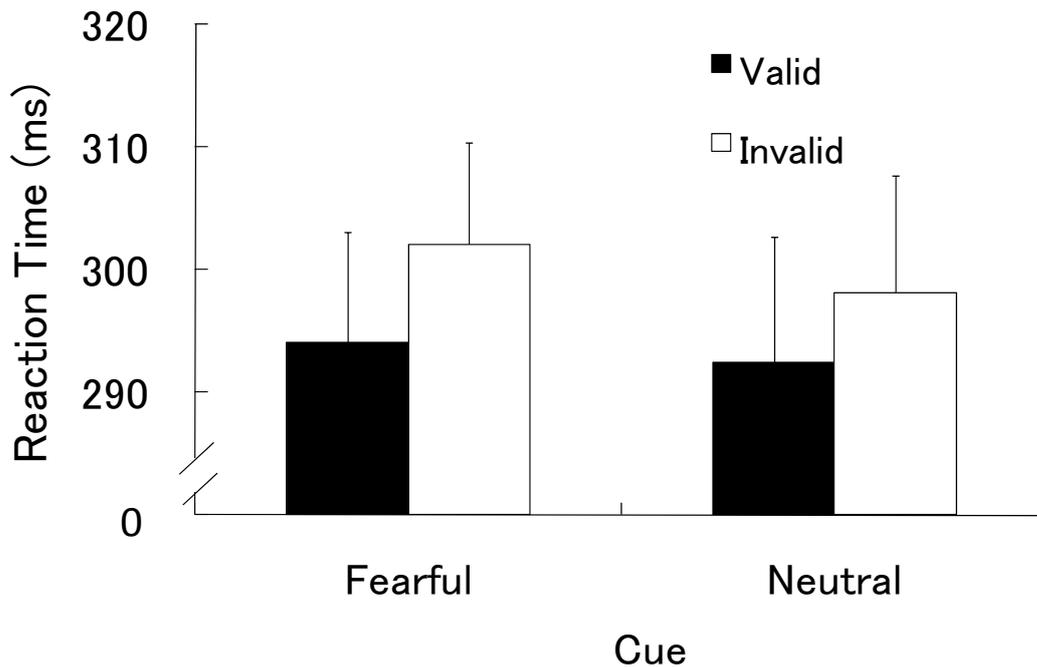


Figure 14. 実験 3 における各条件の平均反応時間(誤差線は標準誤差を示す)

< .05)。Valid 条件で invalid 条件よりも反応時間が短かった。手がかり刺激の種類の主効果 ($F(1, 12) = 1.3, n.s.$) と、手がかり刺激の種類と一致性の交互作用 ($F(1, 12) = 0.4, n.s.$) は有意でなかった。

考察

実験 3 は、視線手がかりを用いた空間的手がかり課題において、手がかりを閾下呈示する条件で恐怖表情と中性表情とを比較し、視線手がかり効果に違いが生じるかどうかを検討した。その結果、視線手がかり効果はあったものの、表情の効果や、表情による視線手がかり効果の違いは見られなかった。視線手がかり効果が、手がかりを閾下呈示した場合でも生じたことは、Sato et al. (2007)

の結果を再現するものであり、視線方向の処理とその方向への注意シフトが、意識的気づきがなくても生じるというさらなる証拠を示したといえる。

一方、表情による反応時間の違いや、表情による視線手がかり効果の違いはなかった。手がかりを閾上呈示した先行研究では、表情と視線手がかり効果の交互作用を示していない研究が多い (Hietanen & Leppänen, 2003; Mathews, Fox, Yiend, & Calder, 2003)。したがって、本実験の実験参加者が刺激として表情が呈示されたことに気づいていなければ、意識的気づきの有無にかかわらず、本実験のような課題においては表情の視線手がかり効果への影響は観察できないと結論付けることもできる。しかし、本実験の問題として、4名を除く実験参加者が課題中に顔が呈示されていたことに気づいていたことが挙げられる。意識的気づき検査課題の成績はチャンスレベルであり、具体的な形態特徴までは認識できていなかったとしても、顔が呈示されていたということを知覚できた点では閾下呈示になっていなかった可能性がある。このように顔の知覚を促進した原因として、用いたマスク刺激が考えられる。本実験で使用したマスク刺激は、手がかり刺激の内部をばらばらにし、再度組み合わせたものであったが、ばらばらにした範囲だけでは口や眉が隠し切れていない刺激もあった。内省報告でも、マスクの輪郭から、顔が呈示されていたことに気づいたと述べた実験参加者が多かった。刺激の可視性が減るほど自動的な処理の関与が強まることを指摘した Greenwald, Klinger, & Schuh (1995) を考慮すると、表情が視線手がかり効果に及ぼす影響について、顔に関する気づきのない事態での検討が必要である。

これらのことから本実験では、顔が呈示されていることに気づき、顔を見ようとした参加者の構えによって、手がかりに対する自動的な処理が影響を受けていた可能性が考えられる。そこで実験4では、マスク刺激を顔であることがわからないように作成し、表情や視線に対する意識的気づきがないときに表情処理と視線処理の相互作用が生じるかどうかについて、再度検討を行う。

2. 顔への意識的気づきがないときの表情と視線の相互作用 (実験4)

実験4では、顔刺激に対する気づきが生じないように作成したマスク刺激を用いて、実験3と同様の実験を行う。

方法

実験参加者 成人16名が実験に参加した(男性10名, 女性6名, 年齢: $M \pm SD = 22.9 \pm 2.5$ 歳)。1名が左利きであり, 全員が視力または矯正視力に問題はなかった。

要因計画 実験3同様, 手がかり刺激の表情(恐怖・中性) × 一致性(valid・invalid)の2要因反復測定計画で行った。

刺激 Matsumoto & Ekman (1988) による, 男女各2名の恐怖表情と中性表情を用い, 実験3同様に手がかり刺激とマスク刺激を作成した。髪などの周辺領域がほぼ入らないようにし, マスク刺激では, 目, 鼻, 口といったパーツが, 切り取って再度組み合わせた部分によって完全に隠れるようにした。

手続き 呈示するマスク刺激および手がかり刺激を変えた以

外は、実験 3 と同様の手続きで行った。

結果

意識的気づき検査課題 16 名の実験参加者ごとに、性別判断課題の正答率を算出した。全参加者の平均正答率は 0.49 で、これはチャンスレベルであった ($t(15) = -0.1, n.s.$)。ただし、内省報告において、本実験課題で顔が呈示されていたことに気づき、その形態特徴（視線の向き、表情など）を報告できた参加者 4 名のデータを分析から除外し、最終的に 12 名分のデータを分析に使用した。

誤反応率 誤反応試行の割合を各条件で算出したところ、恐怖表情では、valid 条件で 0%，invalid 条件で 0.3%であった。中性表情では、valid 条件で 0.8%，invalid 条件で 0%であった。いずれの条件でも誤反応は少なかったため、統計的検定は行わなかった。

反応時間 反応時間の平均値を実験参加者ごとに算出した。誤反応試行及び各実験参加者の平均反応時間の $\pm 3SD$ の範囲を外れたデータを除外した。各条件の平均反応時間のグラフを Figure 15 に示す。

手がかり刺激の種類 \times 一致性の 2 要因反復測定分散分析を行ったところ、手がかり刺激の種類の主効果 ($F(1, 11) = 0.02, n.s.$) 及び一致性の主効果 ($F(1, 11) = 0.7, n.s.$) は有意でなく、手がかり刺激の種類と一致性の交互作用のみが有意であった ($F(1, 11) = 5.0, p < .05$)。手がかり刺激ごとに一致性の単純主効果を検討したところ、恐怖表情においてのみ一致性の効果があり ($F(1, 11) =$

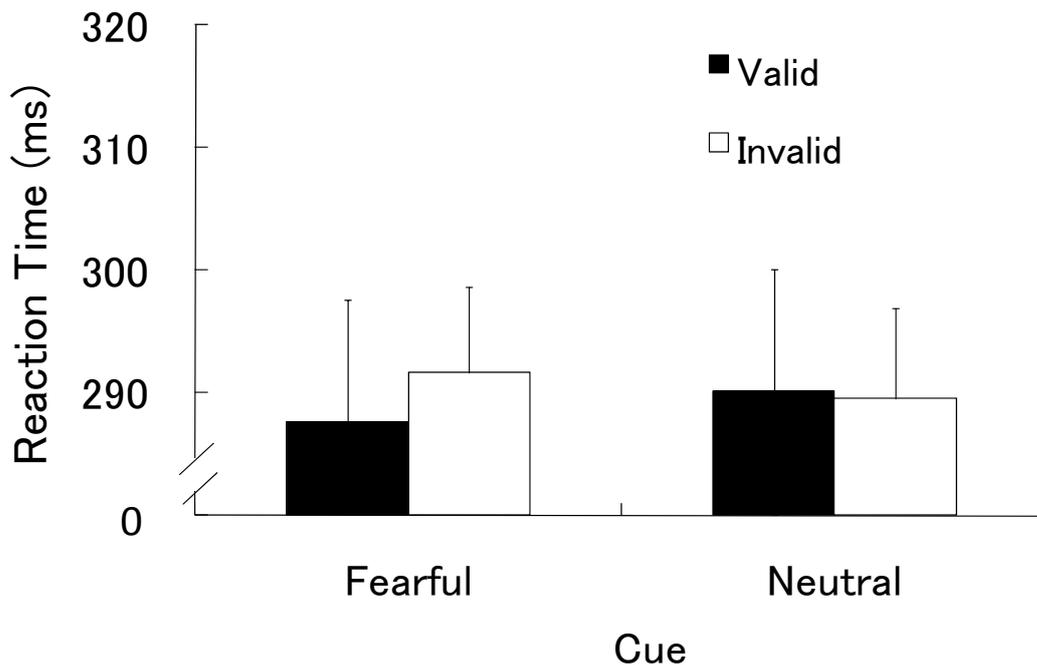


Figure 15. 実験 4 における各条件の平均反応時間(誤差線は標準誤差を示す)

6.4, $p < .05$) , valid 条件で invalid 条件よりも反応時間が短かった。

考察

実験 4 では、恐怖表情条件では視線手がかり効果があったにもかかわらず、中性表情条件では手がかり効果がないという、表情の種類と手がかり効果の交互作用が得られた。これは、閾下呈示された恐怖表情も、視線手がかり効果に影響することを示している。つまり、視線や表情に対する意識的気づきがなくても、視線方向への注意の移動、さらには表情の影響が生じることが明らかとなった。

本実験で、視線手がかり効果について、あるいは後述するよう

にその持続時間について、恐怖表情と中性表情の違いが示されたことから、表情や視線に対する意識的気づきがない場合であっても、その刺激に対する処理が行われていると考えられる。表情刺激に対する自動的処理に関して、注意が向けられる以前に表情という形態処理が行われるため、そこへ注意が捕捉されるといわれてきた (岩崎・大原, 2003)。本実験は、閾下呈示された恐怖表情の視線注意効果を明らかにしたことによって、前注意的な表情の処理において、視線方向もまた処理されていることを示したといえる。

ところで、中性表情では視線手がかり効果がなかったという結果は、Sato et al. (2007) とは異なるものであった。彼らの実験では valid 条件で invalid 条件よりも反応時間が短かったのに対し、本実験の中性表情における valid 条件と invalid 条件の反応時間はほぼ同じである。このような結果の相違の一因として、SOA の違いが考えられる。Sato et al. (2007) において、手がかり刺激が呈示されてからターゲットが出現するまでの SOA は 200 ms になるよう設定されていた。それに対して、本研究では SOA は 300 ms であった。SOA は、手がかりによる注意効果の時間経過による違いを検討する上で重要な実験操作である。これまでの視線手がかりを閾上呈示した実験において、視線手がかり効果は SOA が 14 ms の場合でも生じ (Hietanen & Leppänen, 2003) , 200 ms 付近で最大になるといわれている (宇津木・橋本, 2004) 。また, 1 200 ms では手がかり効果は完全に消失し (Friesen & Kingstone, 1998) , 実験によっては, 600 ms でも視線手がかり効果が見られない場合もある (小川, 2002; 宇津木・橋本, 2004) 。このことから、閾下

呈示の場合、中性表情の視線手がかり効果は、SOAが200 msの場合には生じるのに対し、300 msの時点では消失するのかもしれない。このように考えると、閾下呈示の恐怖表情が視線手がかり効果に及ぼす影響について、効果の有無や大きさ以外に、持続時間の観点からの検討も必要であると考えられる。

一方で、実験4と同じSOAを用いた実験3では、中性表情についても視線手がかり効果が出現した。したがって、実験4でこの効果が得られなかった原因を、先行研究とのSOAの違いのみに帰属することはできない。本研究の実験3と実験4との違いは、マスク刺激の相違に基づく、実験参加者の顔に対する意識の程度であると思われる。Figure 14とFigure 15を比べると、実験2で生じた恐怖表情における視線手がかり効果は、実験3でのそれよりも小さくなっているように見える。また、Sato et al. (2007)においても、中性表情の閾下呈示の視線手がかり効果は、閾上呈示の場合と比べて小さくなることが報告されている。したがって、顔に対する意識は、視線手がかり効果そのものは多少増強するが、表情が視線手がかり効果に及ぼす影響は表れにくくするというような複雑な効果を及ぼす可能性もある。上記で指摘したように、持続時間という観点から表情が視線手がかり効果に及ぼす影響を検討する際には、顔そのものに対する気づきの有無についても考慮する必要があるだろう。

第 3 章 総合考察

第 1 節 本研究の成果と意義

1. 表情処理と視線処理の自動的な相互作用について

本研究は、他者の表情処理と視線処理の相互作用のメカニズムを検討するため、両者の相互作用が自動的に起こるかどうかを、注意と意識という 2 つの観点から調べた。研究 1 では、表情と視線の相互作用が前注意的であるかを、視覚探索課題を用いて調べた。研究 2 では、表情と視線の相互作用に意識的気づきが不要であるかを、手がかりを閾下呈示する空間的 hands-on パラダイムを用いて調べた。表情処理と視線処理が自動的に相互作用するのであれば、研究 1 では表情探索時間や探索効率において、研究 2 では視線手がかり効果において、表情の種類と視線方向の交互作用が見られると予測した。

まず研究 1 について、実験 1 では表情探索における表情探索時間に表情と視線の相互作用は見られなかった。実験 2 では複数のセットサイズ条件を設け、探索効率も算出したが、探索効率にも表情と視線の処理の相互作用は示されなかった。特に実験 2 では、表情は前注意的に処理され、ターゲットの視線方向も探索時間に影響を及ぼしたが、探索時間、探索効率いずれにおいても、それらの相互作用は見られなかった。これらの結果より、表情処理と視線処理の相互作用は、選択的注意なしでは生じない可能性が示された。

研究 2 では、実験 3 ではいずれの表情においても視線手がかり効果が見られたが、実験 4 では恐怖表情でのみ視線手がかり効果が見られた。すなわち、実験 3 では表情と視線の交互作用はなかったが、実験 4 では交互作用が示された。実験 3 と 4 とで異なる

点は、実験参加者が課題遂行中に顔刺激が呈示されていたことに気づいていたかという点だけであった。実験3においては、画面中央に顔刺激が出ていることに気づき、実験参加者にも顔を見ようとする構えが生じていた可能性がある。一方実験4では、実験参加者は非社会的な刺激であるターゲットの検出を行うだけであった。そして、そのようなときに、表情処理と視線処理の相互作用が生じた。これらのことから、表情処理と視線処理の自動的な相互作用が生じるかどうかにおいて、顔に対する意識が重要な要因となると考えられる。

また、研究1について考えてみると、表情探索課題は、実験参加者が“異なる表情の刺激を探そう”といった、表情に対する目標志向的な処理を行わなければならない課題である。そのため、実験参加者の意識的処理が存在し、それが表情処理と視線処理の自動的な相互作用を阻害した可能性がある。Hahn & Gronlund (2007) の、表情の種類を特定しない探索で見られた怒り表情の探索効率の優位性が、怒り表情以外の特定の表情がターゲットとなったときに消失したという結果も、怒り表情処理の自動性が、他の表情を探索しようという目標によって抑えられたためと考えられる。また、刺激の可視性が自動的処理に影響するという報告も (Greenwald et al., 1995) , 自動的な処理が知覚者の意識や意図の有無に敏感であることを推測させる。意識が介入しない部分においては、危険をすばやく検出するなど生態学的に見て妥当な処理を行う必要がある。そして、我々はそれを可能とする機構を備えていると考えられる。しかしながら、そのような自動的な処理は、特定の目的や構えがあるときにはかえって不必要なものとなる

こともあるだろう。そのため、我々は表情や視線方向をどのように処理するかを意図や状況に応じて変化させることができ、そのようなときには自動的な処理が抑制される場合もある。本研究は、表情や視線に対する意識的気づきがない状況では表情処理と視線処理の相互作用が自動的に生じるが、そのような表情処理と視線処理の自動的な相互作用の生起に、実験参加者の意図や構えが重要な要因となることを示した。

表情処理、視線処理それぞれについては、意図や構えによって自動性が抑制されることはあるのだろうか。表情処理については、先に述べた Hahn & Gronlund (2007) の研究が、トップダウンの影響で怒り表情の前注意的処理がなくなる可能性を示している。しかし、表情が課題と無関連の場合でも、表情の種類による脳活動の違いが見られたという研究もあり (Vuilleumier et al., 2001), 意図から独立した自動性も認められる。

視線処理に関しては、視線手がかりを用いた空間的手がかり課題において、視線の向きとは反対側にターゲットが出現する確率が高く、実験参加者がそれを知っている場合でさえ、視線と一致した方向にターゲットが出現したときに反応時間が短くなったという結果もある (Friesen et al., 2004)。すなわち、実験参加者の意図にかかわらず強制的に視線方向へと注意が捕捉されたと考えられ、自動的な処理が実験参加者の意図の影響を受けないことがわかる。しかし一方、視覚探索において、視線方向がターゲット定義属性のときには *direct gaze* がポップアウトするのに対し、ターゲット定義属性でない場合にはポップアウトしないというように、視線の自動的な処理が他の目標によってなくなること

も示されている (青山他, 2003)。

このように、表情処理、視線処理の自動性に対してトップダウン要因の影響があるかどうかは一貫していない。表情処理と視線処理の相互作用が見られなかった本研究の3つの実験においても、実験1や2では表情の主効果があり、自動的な表情処理が行われていたし、実験3でも手がかりの一致性の主効果は有意であり、自動的な視線処理が行われていたといえる。つまり、実験参加者の意図や構えが影響するのは、単に表情や視線の自動的な処理に対してというよりも、2つの処理の自動的な相互作用に対してである可能性が高い。本研究以外でも、視線手がかりを閾上呈示した場合には、表情が視線手がかり効果へ必ずしも影響するわけではないことも示されており (Hietanen & Leppänen, 2003)、特に表情処理と視線処理の相互作用がトップダウンの処理に敏感であると考えられる。

2. 表情処理と視線処理の自動的な相互作用のメカニズム

本研究で示された表情処理と視線処理の自動的な相互作用は、どのようなメカニズムで生じているのであろうか。Haxbyらの顔処理の認知神経科学的モデルでは、表情と視線の情報は上側頭溝で処理されると提案されている (Haxby et al., 2000)。しかしながら、このモデルでは相互作用の機構や、顔刺激への意識的気づきを伴わない場合の顔処理に関する機構については触れられておらず、本研究の結果を説明するのは困難である。このモデルで考慮されているよりも、時間的に早い段階の処理メカニズムを考える必要がある。一方、表情や視線それぞれの自動的な処理には、

視覚情報が視覚野を介さずに上丘、視床を經由して直接扁桃体に入力される経路である皮質下経路による入力に関わっていると考えられている (Johnson, 2005; Morris et al., 1999; Vuilleumier et al., 2001; Whalen et al., 1998)。本研究の実験 4 において、顔に対する意識的気づきがないときに表情処理と視線処理の相互作用が示されたことから、それらの相互作用にも皮質下経路が関わっていると考えられる。

さらに、研究 1 の 2 つの実験や実験 3 の結果も併せて考えると、皮質下経路が関わるような表情処理と視線処理の自動的な相互作用は、刺激に対する意識や意図による影響を受けやすく、そういったトップダウン要因が関与しないような、純粹に皮質下経路による入力のみがあった場合に明確に現れるのではないかと考えられる。皮質下経路の働きにより、視覚情報が網膜から視覚野を介さずに直接扁桃体へ入力され、扁桃体はさまざまな脳領域に逆投射を行うが、実験 1 や 2 ではそれと並行して、視覚野への視覚情報の伝達があるとともに、側頭領域での顔処理、前頭領域からのトップダウンの指示など、おそらく複数のさまざまな活動が生じる。そのような中で、扁桃体からの逆投射による影響は少なくとも行動レベルでは生じなくなる、という一つの図式が推測される。また、実験 3 においても、顔を見ようとする構えが、皮質下経路を経て扁桃体から送られる逆投射を妨げたのではないかと考えられる。皮質下経路の働きによる表情処理と視線処理の自動的な相互作用が、このようにして他の認知処理による影響を受けることによって、行動において表情処理と視線処理の相互作用が示されない可能性が示唆される。

3. 先行研究との相違と 2 種類の相互作用に関する仮説

一方、これまでに信号共有仮説を検証した研究 (Adams & Franklin, 2009; Adams & Kleck, 2003, 2005) と、本研究の結果は一見矛盾する。しかしこれについて考える上では、Graham et al. (2010) の研究結果が参考になる。この研究では、本研究の研究 2 のように、表情の種類による視線手がかり効果の違いから、表情処理と視線処理の相互作用を検討した。表情と視線が動的に呈示される課題において、視線手がかり効果を調べたところ、手がかりとターゲットの SOA が短い条件では表情と視線の交互作用がなく、長い条件でのみ交互作用が見られた。このことから、表情処理と視線処理の相互作用はより後期の意味処理段階では生じるが、早い段階では生じないと考えられた。一方、本研究で用いた課題はいずれも自動性を検討する課題であり、表情や視線に対する比較的早い段階の処理の相互作用を検討するものであった。それに対し、先行研究で見られた表情処理と視線処理の相互作用は、Graham et al. (2010) で見られたより後期の段階でのものであると考えられる。すなわち、本研究の実験 4 で示された表情処理と視線処理の相互作用は、先行研究で報告されてきたものとは異なるものであるとの推測が成り立つ。また、先行研究でも結果の不一致は多く見られている (Bindemann et al., 2008; Graham & LaBar, 2007; Graham et al., 2010)。表情判断などは、実験参加者の意図に依存するものであるため、結果も一貫しないのであろう。

さらに、これらの先行研究と本研究の結果より、表情処理と視線処理の相互作用について、意識的気づきがなくても生じる極めて早い段階での相互作用と、意味処理や感情処理を経て生じる後

期の相互作用という 2 種類が存在する可能性が示唆される。自動的な処理とより複雑であると推測される処理の区別については、顔処理を検討した他の研究でも考えられている。例えば Sato et al. (2007) では、視線手がかりを閾下呈示した場合と閾上呈示した場合とで視線手がかり効果の大きさが異なったことから、それら 2 つの処理が異なる可能性を論じている。また、このような違いは、広汎性発達障害の実験参加者による研究からも示唆されている。Sato, Uono et al. (2010) では、アスペルガー障害と定型発達群の実験参加者に、視線手がかりを閾下呈示した空間的手がかり課題を行わせたところ、定型発達群では視線手がかり効果があったのに対し、アスペルガー障害群では見られなかった。Sato, Uono et al. (2010) は広汎性発達障害の実験参加者では阻害されているような、自動的な顔処理の存在を提案しているが、本研究の実験 4 で見られた表情処理と視線処理の自動的な相互作用も、先行研究で報告されてきた相互作用とは異なる、自動的な相互作用を生じる処理過程の存在を示唆するものではないかと考えられる。

また、本研究で示された皮質下経路の処理による相互作用は、皮質上で行われるより顕在的な処理による相互作用の基盤となっているのかもしれない。例えば、Akechi, Senju, Kikuchi, Tojo, Osanai, & Hasegawa (2009) では、Adams & Kleck (2003) が用いたような視線方向を操作した表情刺激に対する表情判断課題を、定型発達の子どもと自閉性障害の子どもに行わせ、成績を比較した。その結果、定型発達群では表情と視線の交互作用が見られたのに対し、自閉性障害群では、有意な交互作用が見られなかった。その他にも、表情処理と視線処理の相互作用に関して、定型発達群

では見られる動的表情による視線手がかり効果への影響が、アスペルガー障害をもつ群では見られないといった報告もある (Uono, Sato, & Toichi, 2009b)。これらの結果には、おそらく扁桃体の機能不全が関わっていると考えられている (Sato, Uono et al., 2010; Uono et al., 2009b)。広汎性発達障害では、扁桃体を中心とした皮質下経路の働きが不十分であるため、定型発達群で行われるような自動的な顔処理を行えない。そのため皮質下経路で表情と視線の情報を統合することができず、特に Akechi et al. (2009) で報告されたような顕在的な処理においても相互作用が生じないと考えられる。また、Johnson (2005) は、皮質下領域が社会環境の情報を取捨選択し、発達過程において、それらの情報と皮質構造が相互作用することで社会的な処理に関わる社会脳 (Adolphs, 2003) が形成されると考えている。この考えから、Akechi et al. (2009) は自閉性障害の実験参加者で表情処理と視線処理の相互作用がなかった原因を、そういった皮質下領域による皮質構造の活動調整が行われなかったためであると推測している。一方で広汎性発達障害をもつ個人は、そのように皮質下の構造による自動的な顔処理がうまく働かないが故に、言語処理を介在するなどの他の方法で顔処理を行っている (Grossman et al., 2000)。こういったことから、例えば表情と視線の情報両方に対して言語的なラベリングを行うなどの方略によって、意図的な表情と視線の読み取りが行えるようになれば、それはおそらく扁桃体といった皮質下領域での表情と視線の統合不全を、皮質経路で補完したということであると考えられる。このようになれば、Akechi et al. (2009) で用いられた表情判断課題など、おそらく皮質上での処理

の関与が大きいような場合において、広汎性発達障害の実験参加者においても、表情処理と視線処理の相互作用が生じるのではないかと推測される。皮質下経路に基づく自動的な処理と、皮質上でのより制御的な処理が存在するという仮説について、今後さらなる検討が求められる。

4. 意識と注意の関係

本研究では、自動性に関して、研究1では選択的注意の側面から、研究2では意識の側面から検討した。一方で、注意と意識の関係については、古くからさまざまな論争が繰り広げられてきた。例えば、Koch & Tsuchiya (2007) は、意識的な知覚も無意識的な知覚も両方、トップダウンの注意なしでもありでも生じうることを示した研究をレビューしている。つまり、意識と注意は独立したものであると考えている。一方で Dehaene, Changeux, Naccache, Sackur, & Sergent (2006) では、意識的な知覚は注意なしでは生じえないと考えられている。

そのような議論に対して、本研究の結果は、注意と意識の区別された働きを示す1つの成果となりうるのではないかと考えられる。本研究において、研究1では表情処理と視線処理の相互作用が生じる上で、おそらく選択的注意が必要である可能性が示唆された。また、こういった議論の中で、注意の種類が複数あることで意識と注意の関係についての主張が食い違うことも指摘されているが (Koivisto, Kainulainen, & Revonsuo, 2009) , 表情処理と視線処理の相互作用に空間的注意が必要であることを示唆する研究もある (徳永・宮谷, 2010) 。一方、実験4より、表情処理

と視線処理の相互作用が意識的気づきなしで生じることが示された。また、実験4においては、課題遂行中、実験参加者には画面中央を凝視しておくよう教示していたことから、表情と視線に対して、少なくとも空間的注意は向けられていたと考えられる。これらのことから、表情処理と視線処理の相互作用において、意識的気づきは必要ないが、注意は必要であるという可能性が考えられる。すなわち、本研究の結果は、意識と注意は区別されるものであるという考えを支持するものである。

ただし、このような意識と注意の関係を明らかにするためには、今後注意の種類をより厳密に区別した検討も行う必要がある。また、意識的気づきも注意もないような状況で、表情処理と視線処理の相互作用が生じるのかどうかといった点について調べることも求められる。

第2節 今後の課題

1. より明確な神経基盤の解明

本研究の課題として、まず、実験4で得られた表情処理と視線処理の自動的な相互作用のプロセスについて、それらに関わる脳領域や、皮質下経路の関与を検討する必要性が挙げられる。そのためには、本研究で用いた課題を遂行している際の脳活動を記録する研究が求められる。視線手がかりを閾上呈示した実験課題の遂行には、視線の読み取りに関わる上側頭溝 (Hoffman & Haxby, 2000; Kingstone, Tipper, Ristic, & Ngan, 2004) , 注意シフトに関わる頭頂溝 (Harries & Perrett, 1991) , 前頭葉 (Vecera & Rizzo,

2006) や扁桃体 (Kawashima, Sugiura, Kato, Nakamura, Hatano, Ito, Fukuda, Kojima, & Nakamura, 1999; Okada, Sato, Kubota, Usui, Inoue, Murai, Hayashi, & Toichi, 2008) が関与しているといわれている。一方、表情処理と視線処理の相互作用には、扁桃体 (Adams et al., 2003; Sato, Kochiyama et al., 2010) が関わりとされている。実験 4 のように視線手がかりが閾下呈示された場合には、これら全ての脳領域が関わるわけではないと推測されるため、具体的に重複する領域やそれぞれに特異的な領域を特定することで、表情処理と視線処理の相互作用の自動性のメカニズムをさらに明確にすることができる。

また、実験 1, 2 において、脳活動のレベルにおいても表情処理と視線処理の相互作用が見られないのかどうか、実験 3 と実験 4 とで実際にどの脳領域で活動の違いが見られるのかどうかについても調べる必要がある。こういった検討は、本研究で提唱された仮説をより説得力のあるものとする上で、極めて重要であると考えられる。

2. 自動性の異なる側面からの検討

本研究では、注意と意識という 2 つの側面から自動性を扱った。しかし、自動的な処理の捉え方はさまざまであり、刺激への選択的注意や意識的気づきを必要としないという以外にも、他の認知処理による影響を受けない (Posner & Snyder, 1975)、強制的であり、処理容量の限界がない (Palermo & Rhodes, 2007) などといった特徴も挙げられている。本研究に留まらず、表情処理と視線処理の自動的な相互作用がどのようなときに起こるのかをさらに

明確にするために、注意や意識だけでなく、他の側面から検討していくことも求められる。具体的な方法として、処理容量の観点から調べるためには、顔刺激に対する課題において、表情と視線の交互作用が二重課題の影響を受けるかどうかを検討するといった方法が挙げられる。また、負荷理論 (Lavie, 2005) の考えを利用し、課題の知覚的負荷を操作して、高負荷条件においても表情処理と視線処理の相互作用が生じるかどうかを調べる方法も考えられる。本研究で示されたように、顔刺激へのトップダウン要因によって表情処理と視線処理の自動的な相互作用が抑制される可能性を考えると、これらの課題でも顔刺激に対する課題を行っていることになるため、相互作用は見られないとも推測されるが、一方で課題が異なれば相互作用が現れ、二重課題や負荷の操作が相互作用の相対的な大きさに影響する可能性もあることから、検討する必要性は十分にあると考える。

また、注意の側面からの検討についても、表情処理の自動性に関して、視覚探索パラダイムを用いたもの以外に、ドットプローブ課題を用いた研究 (Mogg & Bradley, 1999) や課題への関連性によって調べたもの (Vuilleumier et al., 2001; Williams, McGlone, Abbott, & Mattingley, 2005) などもある。こういった他の方法で調べることも必要である。例えば本研究では、表情処理と視線処理の相互作用が生じる上で、注意が必要である可能性が示唆されたが、ドットプローブ課題を用いて注意の捕捉効果に表情と視線の交互作用が現れるかどうかを調べたり、課題無関連な表情と視線が課題の遂行に何らかの影響を及ぼすかどうかを調べたりすることで、注意が表情処理と視線処理の相互作用にどのように関

わるのかをより明確にできるだろう。

3. 広汎性発達障害との関連

また，本研究の仮説を検証する上で，広汎性発達障害をもつ実験参加者による研究を行う必要がある。実験4のような課題においては，広汎性発達障害の実験参加者ではターゲットの表情と視線手がかり効果の交互作用が生じないと予測される。また，広汎性発達障害では皮質下経路における表情処理と視線処理の自動的な相互作用が生じないために，表情判断などにおいても視線方向による影響が見られないという仮説を検証するためにも，広汎性発達障害をもつ成人による実験が重要ではないかと考える。本研究の課題と併せて，Akechi et al. (2009) のような課題を行い，自動的処理を必要とする課題では相互作用が現れず，学習や方略によって遂行可能な課題では相互作用が現れるといった選択性を示すことができれば，Sato, Uono et al. (2010) の研究で示されているような，広汎性発達障害における自動的な顔処理の機能不全を，表情処理と視線処理の相互作用の観点からも示すことにつながるだろう。

引用文献

- Adams, R. B. Jr., & Franklin, R. G. Jr. (2009). Influence of emotional expression on the processing of gaze direction. *Motivation and Emotion*, **33**, 106-112.
- Adams, R. B. Jr., Gordon, H. L., Baird, A. A., Ambady, N., & Kleck, R. E. (2003). Effects of gaze on amygdala sensitivity to anger and fear faces. *Science*, **300**, 1536.
- Adams, R. B. Jr., & Kleck, R. E. (2003). Perceived gaze direction and the processing of facial displays of emotion. *Psychological Science*, **14**, 644-647.
- Adams, R. B. Jr., & Kleck, R. E. (2005). Effects of direct and averted gaze on the perception of facially communicated emotion. *Emotion*, **5**, 3-11.
- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, **4**, 165-178.
- Akechi, H., Senju, A., Kikuchi, Y., Tojo, Y., Osanai, H., & Hasegawa, T. (2009). Does gaze direction modulate facial expression processing in children with autism spectrum disorder? *Child Development*, **80**, 1134-1146.
- 秋山知子・加藤元一郎・鹿島晴雄 (2005). 扁桃体の機能画像研究—特に顔，表情，視線の認知について— *精神科治療学*, **20**, 263-269.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistical manual for mental disorders (DSM-IV-TR)*. Washington, DC: APA.
- 青山由佳・小川洋和・八木昭宏 (2003). 視覚探索課題における視

線方向の効果 *Technical Report on Attention and Cognition*,
14, 1-3.

Becker, D. V., Kenrick, D. T., Neuberg, S. I., Blackwell, K. C., & Smith, D. M. (2007). The confounded nature of angry men and happy women. *Journal of Personality and Social Psychology*, **92**, 179-190.

Bindemann, M., Burton, M., & Langton, S. R. H. (2008). How do eye gaze and facial expression interact? *Visual Cognition*, **16**, 708-733.

Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2008). Detection of emotional faces: Salient physical features guide effective visual search. *Journal of Experimental Psychology: General*, **137**, 471-494.

Conty, L., Tijus, C., Hugueville, L., Coelho, E., & George, N. (2006). Searching for asymmetries in the detection of gaze contact versus averted gaze under different head views: A behavioural study. *Spatial Vision*, **19**, 529-545.

Cristinzio, C., N'Diaye, K., Seeck, M., Vuilleumier, P., & Sander, D. (2010). Integration of gaze direction and facial expression in patients with unilateral amygdala damage. *Brain*, **133**, 248-261.

De Gelder, B., Vroomen, J., Purtois, G., & Weiskrantz, L. (1999). Non-conscious recognition of affect in the absence of striate cortex. *Neuroreport*, **10**, 3759-3763.

Dehaene, S., Changeux, J. P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent C. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: A testable taxonomy. *Trends in Cognitive Sciences*, **10**, 204-211.

- Doi, H., & Ueda, K. (2007). Searching for a perceived stare in the crowd. *Perception*, **36**, 773-780.
- Doi, H., Ueda, K., & Shinohara, K. (2009). Neural correlates of the stare-in-the-crowd effect. *Neuropsychologia*, **47**, 1053-1060.
- 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.
- Eastwood, J. D., Smilek, D., & Merikle, P. M. (2001). Differential attentional guidance by unattended faces expressing positive and negative emotion. *Perception & Psychophysics*, **63**, 1004-1013.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). *Pictures of facial affect*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ellis, H. D., & Young, A. W. (1989). Are faces special? In A. W. Young & H. D. Ellis (Eds.), *Handbook of research on face processing*. Amsterdam: North Holland. pp. 1-26.
- Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A., & Dutton, K. (2000). Facial expressions of emotion: Are angry faces detected more efficiently? *Cognition and Emotion*, **14**, 61-92.
- Friesen, C. K., & Kingstone, A. (1998). The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin & Review*, **5**, 490-495.
- Friesen, C. K., Ristic, J., & Kingstone, A. (2004). Attentional effects of counterpredictive gaze and arrow cues. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **30**, 319-329.

- Frischen, A., Eastwood, J. D., & Smilek, D. (2008). Visual search for faces with emotional expressions. *Psychological Bulletin*, **134**, 662-676.
- Graham, R., Friesen, C. K., Fichtenholtz, H. M., & LaBar, K. S. (2010). Modulation of reflexive orienting to gaze direction by facial expressions. *Visual Cognition*, **18**, 331-368.
- Graham, R., & LaBar, K. S. (2007). Garner interference reveals dependencies between emotional expression and gaze in face perception. *Emotion*, **7**, 296-313.
- Greenwald, A. G., Klinger, M. R., & Schuh, E. S. (1995). Activation by marginally perceptible (“subliminal”) stimuli: Dissociation of unconscious from conscious cognition. *Journal of Experimental Psychology: General*, **124**, 22-42.
- Grossman, J. B., Klin, A., Carter, A. S., & Volkman, F. R. (2000). Verbal bias in recognition of facial emotions in children with Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, **41**, 369-379.
- Grünau, M., & Anston, C. (1995). The detection of gaze direction: A stare-in-the-crowd effect. *Perception*, **24**, 1297-1313.
- Hahn, S., & Gronlund, S. D. (2007). Top-down guidance in visual search for facial expressions. *Psychonomic Bulletin & Review*, **14**, 159-165.
- Hampton, C., Purcell, D. G., Bersine, L., Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1989). Probing “pop-out”: Another look at the face-in-the-crowd effect. *Bulletin of the Psychonomic Society*,

27, 563-566.

Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, **54**, 917-924.

Harries, M. H., & Perrett, D. I. (1991). Modular organization of face processing in temporal cortex: Physiological evidence and possible anatomical correlates. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **3**, 9-24.

Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, 223-233.

Hietanen, J. K., & Leppänen, J. M. (2003). Does facial expression affect attention orienting by gaze direction cues? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **29**, 1228-1243.

Hoffman, E. A., & Haxby, J. V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, **3**, 80-84.

岩崎 祥一・大原 高弘 (2003). 注意の捕捉 心理学評論, **46**, 462-481.

Johnson, M. H. (2005). Subcortical face processing. *Nature Reviews Neuroscience*, **6**, 766-774.

Kawashima, R., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Ito, K., Fukuda, H., Kojima, S., & Nakamura, K. (1999). The human amygdala plays an important role in gaze monitoring: A PET

- study. *Brain*, **122**, 779-783.
- Kingstone, A., Tipper, C., Ristic, J., & Ngan, E. (2004). The eyes have it!: An fMRI investigation. *Brain and Cognition*, **55**, 269-271.
- Kiss, M., & Eimer, M. (2008). ERPs reveal subliminal processing of fearful faces. *Psychophysiology*, **45**, 318-326.
- Koch, C., & Tsuchiya, N. (2007). Attention and consciousness: Two distinct brain processes. *Trends in Cognitive Sciences*, **11**, 16-22
- Koivisto, M., Kainulainen, P., & Revonsuo, A. (2009). The relationship between awareness and attention: Evidence from ERP responses. *Neuropsychologia*, **47**, 2891-2899.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, **9**, 75-82.
- Lipp, O. V., Price, S. M., & Tellegen, C. L. (2009). Emotional faces in neutral crowds: Detecting displays of anger, happiness, and sadness on schematic and photographic images of faces. *Motivation & Emotion*, **33**, 249-260.
- Lobmaier, J. S., Tiddeman, B. P., & Perrett, D. I. (2008). Emotional expression modulates perceived gaze direction. *Emotion*, **8**, 573-577.
- Macrae, C. N., Hood, B. M., Milne, A. B., Rowe, A. C., & Mason, M. F. (2002). Are you looking at me? Eye gaze and person perception. *Psychological Science*, **13**, 460-464.
- Mathews, A., Fox, E., Yiend, J., & Calder, A. (2003). The face of

- fear: Effects of eye gaze and emotion on visual attention. *Visual Cognition*, **10**, 823-835.
- Matsumoto, D., & Ekman, P. (1988). Japanese and caucasian facial expressions of emotion (JACFEE) [Slides]. San Francisco, CA: Intercultural and Emotion Research Laboratory, Department of Psychology, San Francisco State University.
- Mogg, K., & Bradley, B. P. (1999). Orienting of attention to threatening facial expressions presented under conditions of restricted awareness. *Cognition and Emotion*, **13**, 713-740.
- Morris, J. S., De Gelder, B., Weiskrantz, L., & Dolan, R. J. (2001). Differential extrageniculostriate and amygdala responses to presentation of emotional faces in a cortically blind field. *Brain*, **124**, 1241-1252.
- Morris, J. S., Öhman, A., & Dolan, R. J. (1999). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, **393**, 467-470.
- Nation, K., & Penny, S. (2008). Sensitivity to eye gaze in autism: Is it normal? Is it automatic? Is it social? *Development and Psychopathology*, **20**, 79-97.
- 小川時洋 (2002). 他者の視線方向による注意シフトの特性について 基礎心理学研究, **21**, 31-35.
- Okada, T., Sato, W., Kubota, Y., Usui, K., Inoue, Y., Murai, T., Hayashi, T., & Toichi, M. (2008). Involvement of medial temporal structures in reflexive attentional shift by gaze. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. **183**, 87-94.

- Okada, T., Sato, W., Murai, T., Kubota, Y., & Toichi, M. (2003). Eye gaze triggers visuospatial attentional shift in individuals with autism. *Psychologia*, **46**, 246-254.
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, **45**, 75-92.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, 3-25.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed), *Information processing and cognition: The Loyola symposium*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp. 55-85.
- Purcell, D. G., Stewart, A. L., & Skov, R. B. (1996). It takes a confounded face to pop out of a crowd. *Perception*, **25**, 1091-1108.
- Putman, P., Hermans, E., & van-Honk, J. (2006). Anxiety meets fear in perception of dynamic expressive gaze. *Emotion*, **6**, 94-102.
- Sato, W., Kochiyama, T., Uono, S., & Yoshikawa, S. (2010). Amygdala integrates emotional expression and gaze direction in response to dynamic facial expressions. *NeuroImage*, **50**, 1658-1665.
- Sato, W., Kochiyama, T., Yoshikawa, S., & Matsumura, M. (2001). Emotional expression boosts early visual processing of the face: ERP recording and its decomposition by independent component analysis. *Neuroreport*, **12**, 709-714.

- Sato, W., Okada, T., & Toichi, M. (2007). Attentional shift by gaze is triggered without awareness. *Experimental Brain Research*, **183**, 87-94.
- Sato, W., Uono, S., Okada, T., & Toichi, M. (2010). Impairment of unconscious, but not conscious, gaze-triggered attention orienting in Asperger's disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, **4**, 782-786.
- Senju, A., & Hasegawa, T. (2005). Direct gaze captures visuospatial attention. *Visual Cognition*, **12**, 127-144.
- Senju A., & Johnson, M. H. (2009a). The eye contact effect: Mechanisms and development. *Trends in Cognitive Sciences*, **13**, 127-134.
- Senju, A., & Johnson, M. H. (2009b). Atypical eye contact in autisms: Models, mechanisms and development. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **33**, 1204-1214.
- Tipple, J. (2006). Fear and fearfulness potentiate automatic orienting to eye gaze. *Cognition and Emotion*, **20**, 309-320.
- 徳永智子・宮谷真人 (2010). 感情表出顔の視線の知覚に空間的注意は必要か？ 日本心理学会第74回大会論文集, 733.
- Treisman A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, 97-136.
- Uono, S., Sato, W., Toichi, M. (2009a). Dynamic fearful expressions enhance gaze-triggered attention orienting in high and low anxiety individuals. *Social Behavior and Personality*, **37**, 1313-1326.

- Uono, S., Sato, W., Toichi, M. (2009b). Dynamic fearful gaze does not enhance attention orienting in individuals with Asperger's disorder. *Brain and Cognition*, **71**, 229-233.
- 宇津木成介・橋本由里 (2004). 視線による注意喚起効果—時系列的分析の予備的検討— 生理心理学と精神生理学, **22**, 123.
- Vecera, S. P., & Rizzo, M. (2006). Eye gaze does not produce reflexive shifts of attention: Evidence from frontal-lobe damage. *Neuropsychologia*, **44**, 150-159.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: An event-related fMRI study. *Neuron*, **30**, 829-841.
- Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etcoff, N. L., McInerney, S. C., Lee, M. B., & Jenike, M. A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *The Journal of Neuroscience*, **18**, 411-418.
- Williams, M. A., Moss, S. A., Bradshaw, J. L., & Mattingley, J. B. (2005). Look at me, I'm smiling: Visual search for threatening and nonthreatening facial expressions. *Visual Cognition*, **12**, 29-50.
- Williams, M. A., McGlone, F., Abbott, D. F., & Mattingley, J. B. (2005). Differential amygdala responses to happy and fearful facial expressions depend on selective attention. *NeuroImage*, **24**, 417-425.
- Williams, L. M., Phillips, M. L., Brammer, M. J., Skerrett, D., Lagopoulos, J., Rennie, C., Bahramali, H., Olivieri, G., David,

A. S., Peduto, A., & Gordon, E. (2001). Arousal dissociates amygdala and hippocampal fear responses: Evidence from simultaneous fMRI and skin conductance recording. *NeuroImage*, **14**, 1070-1079.

Wolfe, J. M. (1998). Visual search. In H. Pashler (Ed.), *Attention*. Psychology Press. pp. 13-73.