

動きのある顔画像提示による注意の移動

小川, 将樹

<https://doi.org/10.15017/1500740>

出版情報：九州大学, 2014, 博士（芸術工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

動きのある顔画像提示による注意の移動

Attention Shift Induced by Dynamic Face Stimuli

2015 年 3 月

小川 将樹
Masaki Ogawa

第1章 序論	1
1.1 初めに	2
1.2 背景	6
1.2.1 本研究における注意	7
1.2.2 視線と注意	15
1.2.3 注意の移動	18
1.2.4 視線による注意の移動	21
1.3 本研究の目的	25
1.4 本研究の構成	28
第2章 動きを含む刺激による注意の移動の基本特性の検討	30
2.1 実験1 -正面顔の提示による注意の移動特性の変化 (1)-	31
2.1.1 目的	33
2.1.2 方法	33
2.1.3 結果と考察	39
2.2 実験2 -正面顔の提示による注意の移動特性の変化 (2)-	45
2.2.1 目的	45
2.2.2 方法	45
2.2.3 結果と考察	47
2.3 実験3 -正面顔の提示による注意の移動特性の変化 (3)-	50

2.3.1 目的	50
2.3.2 方法	51
2.3.3 結果と考察	52
2.3.4 正面顔の提示による注意の移動特性の変化のまとめ	55
2.4 実験 4 -頭部及び眼球方向の組み合わせ毎の注意の移動-	58
2.4.1 目的	66
2.4.2 方法	66
2.4.3 結果と考察	72
2.4.4 頭部及び眼球方向の組み合わせ毎の注意の移動のまとめ	81
2.5 動きを含む刺激による注意の移動の基本特性のまとめ	83
第 3 章 動きを含む刺激に特有な注意の移動の性質に関する検討	87
3.1 実験 5 -刺激の提示段階に応じた注意の移動 (1)-	88
3.1.1 目的	89
3.1.2 方法	90
3.1.3 結果と考察	95
3.2 実験 6 -刺激の提示段階に応じた注意の移動 (2)-	104
3.2.1 目的	104
3.2.2 方法	105
3.2.3 結果と考察	108

3.3 動きを含む刺激に特有な注意の移動の性質のまとめ	114
第4章 総合考察と結論	118
引用文献	127
謝辞	145

第 1 章

序論

1.1 初めに

ふと目に入った人物が何に注意を向けているのかを特定する。単純なように複雑なこの課題を、多くのヒトは難なく行う。この能力を持っているために、ヒトは、話者が示す対象物を瞬時に特定したり、コミュニケーションをとっている相手の意識が別の対象に向けた事を検知したり、様々な視覚情報から、他人が注意を向けている、おそらくは重要であろう何かに注意を払ったりすることができる。この、他者の注意の対象を特定する機能は、表情の認知と組み合わせて活用されることがある。例として、対面でコミュニケーションをとっている相手が視線を逸らし、それと同時に驚いた表情をした場合、我々はその姿を見て、相手が驚くような何かが身近に存在することを察知することができる。時には、自らの視線を動かしてまで、相手を驚かせたものが何であるかを確かめようとするかも知れない。このような状況の察知、及び確認行動は、無意識に行われることも多い。そのため、この能力がどれ程我々の生活に貢献しているかは、一般には知られていないことだろう。しかしながらこの能力は、言語の獲得等の学習に貢献し、コミュニケーション能力の発達を促し、円滑なコミュニケーションを補助し、時には、空間を共有する他者の視線の先にある危険な対象を素早く特定させ、命を守ることに貢献する。

この能力が円滑なコミュニケーションに役立っていることは、想像に難くないと思われる。前述したシチュエーションにおいて、相手が何かに驚いていることを知るだけでも、相手の心情に配慮したコミュニケーションをとることができる。例えば、相手が時計を見て驚いているならば、相手の都合を確認し、話を切り上げることができる。相手が窓の外に降る雨を見て驚いているならば、雨具の有無を心配し、天気予報や近所で雨具を売っているお店の話をすることもできる。他方で、この能力が言語の獲得及

びコミュニケーション能力の発達に役立つということは想像し難く、この能力が時に命を守ることに貢献するという事は、大袈裟な話の様に思われるかも知れない。

この能力が言語の獲得やコミュニケーション能力の発達に役立つということについては、乳幼児に対して名詞を教えようとする状況が最も想像しやすいだろう。例えば、親が乳幼児を抱きながら、視線を犬に向けつつ、「ワンワンが居るね」「ワンワンだよ」と言っていると、乳幼児は徐々にワンワンが犬を指す言葉だと学習していく。更に乳幼児の発達が進むと、乳幼児自らが指さしや視線によって犬に興味がある事を示しながら、「ワンワン」と発話することにより、親をはじめとする周囲の人間の注意を犬に向けさせるようになる。一語文を発する直前の生後8ヶ月から10ヶ月の間に、玩具に対して自分が持っているポジティブな感情を他者と共有しようとする能力が発達するという報告がある(Venezia, Messinger, Thorp, & Mundy, 2004)。これは、言語による自発的なコミュニケーションの発達に、他者との注意の共有が重要であることを示すものと考えられる。

また、この能力が危険回避に役立つということも、決して大袈裟な話ではない。凶器注目効果(Weapon Focus Effect: Loftus, Loftus, & Messo, 1987)で知られるように、ヒトは危険をもたらす対象を注視する反応を取ることが多い。そのような状態にある他者の視線を参照すれば、身近に存在する危険を、より早く察知することができる。例えば、前を向いて歩いているとき、対向する他者が自分の進む先の地面に視線を向けたとしよう。視線から他者が注意を払っている対象を特定する能力を持つヒトは、たったそれだけの情報が目に入るだけで、その視線の先にある地面に目を向け、足元にある石を見つけることができる。もし他者の視線からこの石の存在を知ることができなければ、これに躓いて転んでしまったかも知れないし、踏みつけて捻挫してしまったかも知れない。足元にあったものが石でなく

蛇であったら噛まれたかも知れないし、側溝やマンホールの蓋が開いていれば、落下してしまったかも知れない。特に前方や並んで歩いている友人に視線を向けているときには、足元にある危険は察知し難く、2013年にも中国の湖南省長沙市で21歳の大学生の女性が蓋の空いたマンホールに落下し、行方不明となっている例がある。改めて述べるが、他者が注意を払っている対象に自らの注意を向ける能力は、日常的には学習やコミュニケーションに貢献し、時には身に迫る危険の回避に貢献している、非常に重要な能力である。

他者の視線を参照して注意を移動させる能力に関する研究は、その先にある社会的な能力についての研究と併せて、大いに社会に貢献している。例えば、乳幼児の発達について語る際には、他者の視線を参照して自らの注意を移動させる能力が重要である(麻生, 1992)。そのため、実際の玩具遊びの場面における分析(矢藤, 2000; 小野里, & 石川, 2013)など、発達に欠かせない場面に焦点を当てた研究が盛んに行われている。乳幼児教育や、チャイルド minder、ベビーシッターサービスなどのプロフェッショナルな保育においては、特に心の理論や社会性の発達、そして自閉症などの発達障害を持つ子どもの教育や指導に関する研究が進められており(e.g. 外山, 2000; 山本, & 楠本, 2009; 久崎, 2012)、学校現場における特徴や役割についても考察されるなど(森, 2009)、実践的な活用が期待されている。

また、映画やドラマといった映像作品や、近年の3DCGを用いたテレビ(コンピュータ)ゲームにおいても、登場人物の視線によって、場所や物体、人物などへ注意を促す様な演出が用いられる。例えば、2006年に公開された「輪廻」という映画(監督:清水崇)においては、登場人物が目の方向を変化させることで、登場人物の背後に現れる対象に注意を集中させるような演出が用いられている。これは、同監督の代表作である「呪怨」にも用いられている。同じ類の視線による注意の誘導効果を活かした演出は、「ブラ

ック・スワン」(監督: Darren Aronofsky)など、様々な映画において用いられている。このような演出として以外にも、CG、VR コンテンツにおいては、キャラクターやアバタによる教示、ユーザーとのインタラクションなどに活用され得る。実際、CG コンテンツやゲームにおいては、CG による登場人物の動きを様々な角度から研究し、自然な動きを作り出すことが試みられている(長谷川, 2008; Masuko, & Hoshino, 2005)。既にヒト型ロボット(ヒューマノイドなど)においては、対人コミュニケーションを成す上でこの能力が非常に重要な役割を持つことから、ロボットの動作への応用研究が盛んに進められている(e.g. Yoshikawa, Nakano, Asada, & Ishiguro, 2008; Nagai, 2009; 金野, & 柴田, 2011)。会話エージェントの開発研究においては、視線を利用したコミュニケーションの円滑化の試みが行われており(e.g. 高橋, & 武田, 2001; 中野, 岡, 佐藤, & 西田, 2005)、その中では視線と仕草による非言語的な相互理解についての研究も行われている(中島, 武川, 湯浅, & 大和, 2008)。

以上に述べたように、視線による注意の移動・共有という非言語的コミュニケーションを行うヒトの能力は、さまざまな場面で利用可能で、今後ますます研究が盛んになるものと思われる。本研究は、この能力の基本的特性に関する知見を得ることを目的としている。未だ解明されていないこの能力の動的な特性に焦点をあて、条件を統制しながらもより現実に近い状態で実証的解明を試みるものであり、基礎研究のひとつとして社会貢献を目指すものである。

1.2 背景

他者の注意が向いている対象に自らの注意を向ける能力は、他者の視線の認知と自分の注意の移動という 2 段階の過程からなる。ここではまず、この注意について簡単に整理し、本研究において注意という言葉が示す機能を特定する。次に、注意を向ける対象の特定には、他者の視線を観察する必要があるため、視線の認知や、それによって受ける影響、また、視線が注意とどのように関係するのかを整理する。加えて、上記の能力は、注意を移動させる機能によるものであるため、注意の移動特性について整理する。最後に、視線の観察と注意の移動機能の組み合わせによって実現される、他者の視線を観察することで引き起こされる注意の移動が、どのような性質のものであるかを整理する。これにより、本研究の背景を明らかにし、本研究で対象とする機能を示す。

1.2.1 本研究における注意

注意とはどのようなものだろうか。注意という言葉自体は、何かに気を配ることや、警戒すること、または、それらを他者に促すこととして広く知られている。実際、James (1890)では、”Everyone knows what attention is.” (p.403)と明言している。しかしながら、注意という機能について、科学的にその詳細を説明するのは困難と言える。その一因が、注意というものを検討する際、注意という機能が持つどのような側面について検討するのかわによって、それがどのようなものなのかが大きく変わってしまうことである。この性質による混乱を避けるためにも、科学的に注意について検討する際には、注意のどのような側面に注目しているのかを明確にする必要があるだろう。

注意は統合ソフトの様に様々な機能を内包した概念であるため、注意のどのような側面に着目するかに応じて、様々な例え方でその機能が説明されている。代表的な物としては、フィルターや資源などがある。フィルターは、環境中の様々な情報から必要な情報を抽出する機能を指している。また、資源は複数の活動を並列して行う際に、それぞれにどの程度集中できるかに関わる機能を指しており、注意の容量モデルとして知られている (Kahneman, 1973)。当然ながら、これらの例えは注意の一側面に関するものである。そのため、注意についての研究を進めるうえでは、一つ概念に固執するのではなく、様々な注意の側面を考慮していくことが望ましいとされている (Fernandez-Duque, & Johnson, 1999)。

選択的注意

注意の機能として代表的なもののひとつが、環境中の様々な情報から必要な情報を抽出する機能である。一般に注意と言うとこの機能を指すことも多く、James (1890)においても、先に引用した文章に続く注意の説明は、この機能についてのものである。注意のこの機能に焦点を当てた場合の呼称として、選択的注意という言葉が用いられる。この機能を説明するモデルの一つが、注意のフィルターモデル(Broadbent, 1985)である。これは、注意に必要な情報を抽出するためのフィルターに例えて、その機能を説明するモデルである。このモデルにおいて、環境から得られた全ての情報は、まずその物理的な特徴が並列的に抽出される。その後、物理的な特徴の中から特定の特徴を選択する処理が行われ、選択された物理的な特徴の持つ意味等の高次な情報が処理される。つまり、物理的な特徴は特別に注意を向けずとも処理することができるが、意味的な情報を処理するには、注意が必要になるという物であり、注意による情報の選別は、物理的な特徴を処理した後、意味的な処理を行う前に行われる。注意のフィルターモデルが唱えられる元となったのは、カクテルパーティー効果(Cherry, 1953)である。カクテルパーティー効果とは、複数の音源がある状況で、その中の一つの音源得御抽出して選択的に聞き取ることを可能とする効果である。これにより、パーティー会場などの騒がしい場所においても、話をしている相手の声を抽出して選択的に聞き取ることで、その言葉をより明瞭に受け取り、話を続けることができる。Cherry (1953)は、被験者の両耳にそれぞれ異なるメッセージを同時に与え、後にそのメッセージの再生や再認を行う、両耳分離聴課題(Dichotic Listening Task)を用いてこの現象を確認した。その結果、両耳に同じ人物の声を提示すると左右の耳に提示されるメッセージをうまく分離できないこと、一方の耳に提示されるメッセージを追唱させることで注意を向けさせると、他方の耳に提示されるメッセージが殆

ど記憶できないこと、また、追唱させないメッセージは記憶できないが、そこに機械音があった場合には、被験者はそれに気が付くことが分かった。この結果から、注意が向けられていない情報に対しては、物理的な情報処理は行われるが、意味的な情報処理はされないことが予測された。カクテルパーティー効果は、Broadbent (1985)の注意のフィルターモデルを基礎として考えると、音源位置の違いや周波数の違い等を聞きわける聴覚的な能力によって物理的な特徴を抽出し、注意の機能によって、その中で自分が聞きたいと思っている情報を選択的に処理することで実現されると考えられる。

注意のフィルターモデルは選択的注意の機能を表す優れたモデルであったため、このモデルについての検証等が行われた。その中で、Broadbent (1985)では説明できない結果も発見された。Morey (1959)は、Cherry (1953)と同様の実験において、追唱させない(注意を向けさせない)方のメッセージの中に、被験者の名前を提示した場合には、物理的には他のメッセージと変わらないにも関わらず、被験者はそれに気が付くことを報告した。これは、注意を向けていないにも関わらず、意味的な情報処理が行われたことを示しており、Broadbent (1985)で提案されたモデルでは説明できない。このような結果を解釈するために、Deutsch と Deutsch (1963)は、全ての情報が一度意味情報等の高次な処理がなされた後に、得られた情報に対して反応する段階の直前に、注意によるフィルタリングが行われるという説を唱えた。このようなモデルは、注意が認知処理のより高次の段階で働くことを想定している。そこで、注意によるフィルタリングが行われるタイミングが、認知処理の初期段階なのか、後期段階なのかについて議論が行われた。両者は、初期選択説と後期選択説と呼ばれ、選択的注意に関する研究がCherry (1953)に基づく聴覚情報のみならず、視覚情報について行われるようになってからも議論が続けられてきた。視覚情報においても、無視す

るように指示された刺激の再認課題における正答率が非常に低いことから初期選択説が支持された(Rock, & Gutman, 1981)。しかしながら、注意が向けられなかった情報はどのように扱われるのかという興味から行われた実験においては、後期選択説が支持される結果も得られた。例えば、ある色で他の色名を書いた刺激を用いて、フォントの色を答えさせる、所謂ストロープ課題(Stroop, 1935)を用いた実験において、ある試行で無視された刺激が、次の試行において抑制的に作用することが報告されている

(Dalrymple-Alford, & Budayr, 1966)。また、他の方法でプライミング効果を用いた検討においても、無視されたはずの情報が負のプライミング効果を生じさせることが分かった(Tipper, 1985)。その報告において被験者は、二つの異なる色で分けられた線画を重ねた刺激が提示され、指示された色の線画に注意を向けて観察を行った。その後、無意味図形と先に提示された線画の片方を提示し、被験者が線画に被験者が反応するまでに掛った時間(反応時間)を測定した。その結果、先に注意を向けなかった刺激に対する反応時間の増加が認められた。これは注意が向けられなかった線画の情報は抑制されるべき情報として関連付けられるために生じた結果と考えられている。また、この結果は注意が向けられた情報の処理は促進され、注意が向けられなかった情報の処理は抑制されるという、選択的注意の特性がよく現れている例と言える。

先述のとおり、注意のフィルターモデルについては、長らく初期選択説と後期選択説のどちらが正しいのかについて議論が行われてきたが、Lavie (2005)において、選択的注意による不要な情報の排除が初期と後期のどちらで行われるのかは、処理を行う際の知覚的負荷に依存するという主張がなされた。まず、Lavie (1995)において、知覚的負荷と選択的注意の機能する認知的処理の段階の関係が示唆された。その後の Lavie と Cox (1997)においては、視覚探索課題との関係から、被験者は円環状に配置されたアルファ

ベットの中に、ターゲットとなるアルファベットの X 若しくは N のどちらが存在したかをキー入力で答えるよう求められる。このとき、アルファベットで作られた円環の左右どちらかにも X か N、若しくは L の何れかが表示され、これがターゲットと一致する条件と一致しない条件とで反応時間の比較が行われた。この課題においては、円環の外のアルファベットがターゲットとなるアルファベットと一致しない、不一致条件の反応時間が一致条件のそれよりも長くなると予想され、両者の差が大きい程、円環の外のアルファベットが被験者の反応に及ぼした影響も大きいと考えられる。Lavie と Cox (1997)では、この課題において知覚的負荷の高い条件と低い条件とを設定し、どちらの条件の方が円環の外のアルファベットの影響が大きいのか確かめられた。知覚的負荷の低い条件では、アルファベットの円環は、ターゲットとなる 1 種類のアルファベットと、ターゲットと似ていない 1 種類のアルファベットで構成された。逆に、知覚的負荷の高い条件では、アルファベットの円環はターゲットとなる 1 種類のアルファベットと、その他の様々なアルファベットで構成された。この実験の結果、知覚的負荷の低い条件の方が、知覚的負荷の高い条件よりも一致条件と不一致条件の反応時間の差が大きいことが分かった。これは、知覚的負荷が低い条件であれば、資源としての注意に余裕があるため、それが無視すべき情報である円環の外のアルファベットに配分されたために、影響が出た可能性を示す結果とされ、どちらかと言えば、初期選択説が支持された。

視覚的注意

本研究で扱う注意は、先に述べた選択的注意に属するものである。また、他者の視線を参照して生じるという前提から、当然ではあるが、カクテルパーティー効果で確かめられたような聴覚的な情報に対するものではなく、視覚的な情報に対する選択的注意の機能である。以後、これを視覚的な情

報に対する注意機能であることを示す目的で、視覚的注意と呼ぶ。視覚的注意は、視空間の特定の位置(対象)への検出感度を高めるものである。視覚的注意の効果範囲については、スポットライト(Eriksen, & Eriksen, 1974)やズームレンズ(LaBerge, 1983)に例えられている。

スポットライトに例えられている性質は、Eriksen と Eriksen (1974) において、3文字のアルファベット配列を用いた実験から明らかにされた。被験者の課題は3文字のアルファベット配列の中央の文字を判断し、報告することとされた。このとき、提示されたアルファベット配列が単一のアルファベットで構成されていた条件では、そうでない条件よりも報告にかかる時間が短かった。このことから、文字列中の特定の文字を判断する際、両隣にある文字によって、判断に影響がある事が分かる。しかし、このような干渉は、両隣の文字とターゲットとなる文字との距離を視角1度以上開けることで消失することも示された。この結果を以て先行研究では、視覚的注意の有効範囲が、注意を向けている対象から視覚で2度程度の範囲に及ぶと主張された。また、この範囲を基に、視覚的注意は約2度の範囲を対象として走査するという説が立てられた。

ズームレンズに例えられている性質は、LaBerge (1983)において、5文字のアルファベット配列を用いた実験から確かめられた。被験者の課題は中央のアルファベットを判断するものと、アルファベット配列が英単語として意味のあるものか否かを判断するものであった。更に、それぞれの課題を進める中で同一の記号が4つと、数字が1つで構成された配列が提示された。その時、数字が7であったか否かの判断にかかった時間を測定すると、中央のアルファベットを判断する課題を行っていた試行では、数字が配列の中央に提示された場合には、他の位置に提示された場合と比べて短い時間で反応することができた。一方でアルファベット配列が英単語として意味のあるものか否かを判断する課題を行っていた試行では、数字が配

列のどの位置に提示されても、中央のアルファベットを判断する課題を行っていた試行において、数字が中央に提示された場合と同程度の時間で判断できた。この結果を以て、先行研究では、アルファベット配列の中央のみに注意を向けるか、配列全体に注意を向けるかによって、視覚的注意の有効範囲がズームレンズのように変化すると主張された。

同様の視覚的注意の範囲に関連する特性として、注意の深度との関係が知られている(Eriksen & St.James, 1986)。視覚的注意の範囲と深度はトレードオフの関係にあり、探索の範囲が広くなればなるほど、注意の深度は浅くなる。

視覚的注意の分類

スポットライトやズームレンズのような視覚的注意の定位位置は、基本的に視線の方向と一致するが、ある注視点を凝視したまま、別の方向に注意を向けることも可能である。眼球運動を伴う注意の移動は **Overt Shift** (目の動きを伴い、第三者からも観察できる注意の移動)と呼ばれ、眼球運動を伴わない注意の移動は **Covert Shift** (目の動きを伴わない、第三者からは観察できない注意の移動)と呼ばれる(Posner, 1980)。視覚的注意の移動に関する他の分類としては、その指向経路による分類もなされている。意識的に指向して注意をむける、目的指向の注意と、輝度の変化などの視覚情報の入力に誘起される刺激駆動の注意である。目的指向の注意は先に述べたとおり、能動的に指向するものであり、比較的長く注意の位置を固定することができ、指向されてから注意の促進効果が得られるまでに比較的長い時間がかかる。一方、刺激駆動の注意は受動的に生じるものであり、あまり長く注意の位置を固定しておくことはできず、その代わりに、誘起されてから促進効果が得られるまでにかかる時間は比較的短い。

目的指向的に指向された注意と刺激駆動的に誘起された注意とでは、それによる情報処理の促進や抑制といった効果も異なる(Müller, & Rabbitt, 1989)。目的指向の注意は特定の位置の情報に対する処理を促進するが、それ以外の位置の情報に対しては、抑制的な効果を生じる。他方、刺激駆動の注意は少なくとも4か所の刺激に同時に対応することが可能であり、促進的にのみ働くとされている。

本研究の対象となる注意

ここまで、注意の機能や分類、性質などを先行研究から述べてきた。それでは、本研究において研究対象としている注意とはどのようなものだろうか。注意という言葉を使わずに説明するならば、本研究は、他者の視線を観察する事によって、その視線の先に対する処理が無意識的に促進される現象についての研究である。このことから、本研究で対象とする注意の機能は、先に述べたとおり、選択的注意と呼ばれるものである。また、他者の視線を観察して生じる視覚情報に対する処理の促進であり、視覚的注意を対象としている。また、これは後述することになるが、他者の視線は刺激駆動的に注意の定位を誘起し、その促進効果を生じさせることが知られている。更には、その移動は観察者自身の視線が他者の顔に向いた状態で誘起されることから、目の動きを伴わない、第三者からは観察できない注意の移動に分類される。つまり、本研究で対象とするのは、他者の視線を観察することによって誘起される、刺激駆動的(無意識的)な視覚情報に対する選択的注意の目の動きを伴わない、第三者からは観察できない注意の移動と言える。

1.2.2 視線と注意

前項では、本研究の背景として注意についての知見を述べたが、本研究において注意の移動を引き起こす刺激となる、他者の視線が持つ効果についても触れておくべきであろう。社会的な生活をしているヒトにおいて、アイコンタクトはそれを受けた者に様々な意味や意義を与え、様々な影響を与える(Kleinke, 1986)。そのため、アイコンタクトの状態になるような顔刺激は観察者の注意を引くのだと考えられている(Baron-Cohen, 1995)。実際、アイコンタクトの状態になるような顔画像を観察し続けた際に皮膚電位が増加することが報告されている(Nichols, & Champness, 1971)。他の動物においても、アイコンタクトは大きな影響を持つ可能性が示されている。例えば、Emery (2000)では、自然界において、捕食者が自分を見ている(正視)状態か、自分からは逸れた方向を見ている(逸視)状態かは、それを見分けることが生存するための重要な情報になるため、様々な種の動物においても発達してきた可能性に触れられている。実際、多くの動物が、他者から正視されることによって、恐れや服従、警告などの信号を読み取り、反応を示すことが報告されている(e.g. Hennig, 1977; Ristau, 1991; Schwab, & Huber, 2006)。

正視状態の顔は、注意を引きつけることも知られている。視覚探索において、複数の逸視状態の顔の中で、正視状態の顔はポップアウトするという報告は、他者からの正視が注意を引きつけることを良く証明している(von Grünau, & Anston, 1995)。この正視状態の顔に特有な注意を引きつける効果は *Stare-in-the-crowd effect* と呼ばれ、その後も研究が行われている(e.g. Senju, Hasegawa, & Tojo, 2005; Doi, & Ueda, 2007)。また、この効果については脳活動に関する研究も行われており(Doi, Ueda, & Shinohara, 2009)、刺激として正視状態の顔画像を観察した場合には、逸視状態の顔画像を観察し

た場合よりも紡錘状回が活発になるという報告(George, Driver, & Dolan, 2001)などと併せて、環境中で自分に注意を向けている他者の情報をより多く得ようとしていることを支持する報告と考えられる。正視状態の顔が注意を引きつけることを先に述べてきたが、紡錘状回の顔に対する賦活の程度に関しては、注意を向けるか否かによって調整されるという報告(Wojciulik, Kanwisher, & Driver, 1998)も紹介しておくべきであろう。

視線方向の判断

他者が自らを正視しているか否かを見分ける能力については、様々な動物において確認されている(e.g. Burghardt, 1988; Perrett, Mistlin, 1990)。特にヒトにおいては、虹彩と鞏膜の関係から容易に視線方向の判断ができ、視線による社会的な情報の伝達を容易にしている(Kobayashi, & Kohshima, 1997; Kobayashi, & Kohshima, 2001)。実際、他者が自らを正視しているか否かを判断する際には、他者の目が僅かに 2.8 度、自分から逸れるだけで、その相手は自らを正視していないと判断することができる(Gibson, & Pick, 1963)。これはじっくりと観察して判断を行った場合に弁別できる角度であり、逸れている角度が小さくなるに連れて素早い弁別が困難になることも報告されているが(Jenkins, Beaver, & Calder, 2006)、その独特な目の形態のおかげで、目から有用な情報を得るためのメカニズムは単純ながらも頑健であるとされている(Langton, Watt, & Bruce, 2000)。

ヒトにおける正視と逸視の判別は、生後 2~5 日で可能になることが報告されている(Farroni, Csibra, Simion, & Johnson, 2002)。また、目の状態に対する選択性としては、生後数時間の乳児であっても、目が閉じた顔よりも、目が開いた顔を選択的に注視することが報告されている(Batki, Baron-Cohen, Wheelerright, Connellan, & Ahluwalia, 2000)。これらの報告から、

視線の状態を判断する能力は、ある程度生得的に備わっている可能性が高いと考えられている。実際、逸視の方向を判断する能力も、乳児において確認されている(Symons, Hains, & Muir, 1998)。

視線方向の判断、特に正視と逸視の弁別の能力は非常に頑健なものであるが、虹彩と鞏膜の輝度を反転した目を提示すると、それらの能力は大きく損なわれてしまう(Ricciardelli, Baylis, & Driver, 2000)。その原因として、Ando (2002)では、最終的な視線方向の判断には、目の幾何学的な形状だけでなく輝度の情報も重要であり、輝度が反転されたことで両者が一致しなくなったために、視線方向の判断が比較的難しくなった可能性が示されている。また、同じ報告では、低次の処理で素早い判断を行う際には輝度の情報が非常に重要であることに触れて、視線方向の判断が輝度の変化に影響を受けやすい可能性があることも示されている。このような視線方向の判断に関する特性は、他者の視線の方向に応じて生じる視覚的注意の移動について考えて行く上で、非常に重要な知見である。

1.2.3 注意の移動

本研究における注意について説明する目的で先にも触れたが、視覚的注意は、その性質をスポットライトやズームレンズに例えられる(Eriksen, & Eriksen, 1974, LaBerge, 1983)。スポットライトに例えた先行研究において、視覚的注意は視空間上を約2度の範囲を対象として走査するという説が報告された。実際、視覚的注意はアナログに視空間中を移動することが報告されている(Shulman, Remington, & Mclean, 1979)。この注意の移動については、先に述べた注意の分類と併せて、多くの研究が行われてきた(e.g. Posner, 1980; Posner, Snyder, & Davidson, 1980)。

注意の分類として、その経路の違いから目的指向の注意と刺激駆動の注意があることを述べたが、これは本来、注意の移動に関する研究による分類であり、注意の移動も、目的指向型の注意の移動と刺激駆動型の注意の移動に分けられる(Posner, 1980)。初期の注意の移動に関する研究において、目的指向型の注意の移動と刺激駆動型の注意の移動は、それぞれ異なる刺激で誘起されることが報告されている(Posner, Snyder, & Davidson, 1980)。視野の中心に方向を指し示す記号が提示された場合は目的指向型の注意の移動が、周辺視野に輝度変化などの刺激が提示された場合には刺激駆動型の注意の移動が誘起される。このような刺激の違いを利用した注意の移動に関する研究は、目の動きを伴わない、第三者からは観察できない注意の移動に関するものが多く、本研究もそのひとつである。

刺激駆動型の注意の移動に関する初期の研究では、周辺視野に輝度変化が提示され、その効果が報告された(Eriksen, & Hoffman, 1974)。その後には、単純な輝度変化だけでなく、テクスチャや動き、奥行き等の様々な変化を手がかりとして、同様の注意の移動が生じることが報告された(Yantis, &

Hillstrom, 1994; Oonk, & Abrams, 1998)。これらの研究において、注意の移動が刺激駆動型の、無意識的なものであるとされた理由は、これらの実験において、手がかりはターゲットの出現位置とは無関係であることが伝えられており、手がかりを無視するように指示されていた場合でも、やはり手がかりに応じた注意の移動が生じていたことを示す結果が得られたことである。このことから、結果は特に刺激を意識しなかった場合でも、時には、意識的に抑えようとしても、刺激によって刺激駆動的に指向された、意識的に制御できない注意の移動を示すものであるとされた。

目的指向型の注意の移動に関しては、中心視野に方向を示す記号的な手がかり(矢印など)が用いられた。これに関する初期の研究では、手がかりが高確率でターゲットが提示される方向を示す条件でのみ、手がかりに応じた注意の移動が生じたことが報告された(Posner, Snyder, & Davidson, 1980)。この結果と、このような手がかりは、視空間中の特定の一点を直接示してはいないことや、手がかりの意味を解釈する必要があることから、少なくとも部分的には目的指向的に注意の移動が行われていると主張された。しかし、後の研究においては、手がかりが高確率でターゲットが提示される方向を示す条件以外においても、注意の移動が生じたことが報告された(Tipples, 2002; Ristic, Friesen, & Kingstone, 2002)。そのため、記号的な手がかりを中心視野に提示した場合に生じる注意の移動も、完全には意識的な制御下でないことが示されたが、更に後年には、記号的な手がかりが完全にターゲットが提示される方向の逆方向に向く場合には、それに基づく注意の移動は抑制されることが報告され、中心視野に記号的な手がかりを提示した場合に生じる注意の移動は、周辺視野に手がかりを提示した場合に生じる注意の移動程は無意識的では無いとされた(Friesen, Ristic, & Kingstone, 2004)。

目的指向型の注意の移動と刺激駆動型の注意の移動の関係性として、中心視野に手がかりを提示することで、ある程度目的指向的な注意を誘起したとき、同時に周辺視野にターゲットとは無関係な輝度変化が提示されることで、目的指向型の注意の移動が干渉を受けてしまうことが報告されている(Müller, & Rabbitt, 1989)。刺激駆動型の注意の移動も同様に干渉は受けるが、注意の移動が中断されてしまう程の強い干渉が生じるのは、目的指向型の注意の移動のみである(Corbetta, & Shulman, 2002)。

刺激駆動型の注意の移動については、もう一つ、独特な性質がある。刺激駆動型の注意が視空間中の特定の位置に定位された後で、その後に別の位置への移動が生じると、先程まで注意が補足されていた位置に再び注意が向けられるためには、最高で2秒程度の間隔が必要となる(Posner, & Cohen, 1984; Tipper, Driver, & Weaver, 1991)。つまり、刺激駆動型の注意の移動においては、手がかりが示した空間位置に注意が補足されている間は促進的な効果をもたらすが、その後に注意が解放されると、先程まで注意が補足されていた(手がかりに示された)空間位置への注意の再帰に抑制がかかる、という二通りの処理が連続的に生じるのである(Maylor, & Hockey, 1985)。この現象は復帰抑制(Inhibition of Return: IOR)と呼ばれており、視空間中で有益な情報の探索を円滑に行うための機能と考えられている(Posner, Rafal, Choate, & Vaughan, 1985)。

注意の特性として先にも述べたが、刺激駆動型の注意の移動と目的指向型の注意の移動は、時間経過に関する特性も異なっている(Cheal, & Lyon, 1991)。刺激駆動型の注意の移動は、比較的素早く注意が移動し、その促進効果は手がかりの観察から100 ms程度後に最大となる。一方、目的指向型の注意の移動は比較的ゆっくりと注意が移動し、その促進効果は手がかりの観察から300 ms以上経過してから最大となる。

1.2.4 視線による注意の移動

視覚的注意の移動についての多くの研究は輝度の変化や矢印といった手がかりを用いて行われたが、視線を逸らしている他者の顔を観察することでも、注意の移動が生じることが報告されている。

画面の中央に表示されている凝視点に視点を固定した状態で、視線を傾けた顔を模した簡単な線画を中心視野に提示し、視野の左右いずれかに提示されるターゲットの弁別課題を行わせると、顔画像が提示されてから 100 ms、または 300 ms 後にターゲットが提示された場合に視線の先で注意の促進効果が見られ、1000 ms 後にターゲットが提示された場合には、促進効果が消失することが報告された(Friesen, & Kingstone, 1998)。これは刺激駆動の注意の特性と良く一致する結果であった。また、同じ時期に行われた別の研究では、視線を傾けている顔の写真を手がかりとして提示した(Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell, & Baron-Cohen, 1999)。この研究において、ターゲットは写真の視線が示す方向の逆方向に、順方向の 4 倍の確率で提示されることを被験者に教示しても、顔の写真が提示されてから 300 ms 後にターゲットが提示された場合には、視線の示す方向への注意の移動が生じたことが報告された。そのため、他者の視線によって生じる視覚的注意の移動は、かなり無意識的に、刺激駆動的に生じると報告された。

視線による視覚的注意の移動では、無意識的な、刺激駆動型の注意の移動の特徴でもある復帰抑制(IOR)に関しても、独特な性質が確認された。先に述べたとおり、通常 IOR は注意が向けられた位置において、そこから注意が離れた後に生じる。しかし、視線によって注意の移動を誘起した場合には、注意の移動を引き起こした刺激の位置で IOR が見られ、注意の移動先においては、IOR が生じない(Friesen & Kingstone, 2003)か、生じる場合で

も通常起きるとされているよりも遅く生じる (Frischen & Tipper, 2004)。このような IOR の生じ方は、他の記号的な手がかり (矢印など) と異なり、視線による注意の移動に特有の結果とされている。

視線を基礎とした対人コミュニケーションにおける注意の役割に関する研究は、1980 年代以降、大幅に増加した。冒頭で述べた「幼児の指差し」のように、他者とのコミュニケーションの基礎として、相手の注意を誘導しようとする行為は、平均的に発達している健全な子どもであれば、1 歳前後から発生する (Carpenter, Nagell, Tomasello, Butterworth, & Moore, 1998)。他者と注意を共有しようとしているこの状態は “Joint Attention (共同注意)” と呼ばれ (Bruner, 1983)、これを実現する機能の解明が盛んに行われた (e.g. Perrett, Hietanen, Oram, Benson, & Rolls, 1992; Baron-Cohen, 1995)。また、他者の注意と自らの注意を共有させることで、言語の獲得やコミュニケーション能力の発達に大きな影響を持つと考えられるため、この機能については幼児を対象とした研究が盛んに行われてきた (e.g. Scaif, & Bruner, 1975; Hood, Willen, & Driver 1998)。

人間以外でも、サルの様な霊長類には共同注意を実現する能力があると考えられたため (その根拠となる例として、Mineka, Davidson, Cook, と Keir, 1984)、この能力についての侵襲的な研究は、霊長類を用いて行われた。その成果の一つとして、他者の視線方向に選択的に反応する視線方向検出器 (Eye Direction Detector: EDD) と呼ばれる固有の部位が存在することが示された (Baron-Cohen, 1995)。EDD については、他者の視線の方向に自らの注意を向ける行為の神経的基盤として、多くの研究が行われた。そして、EDD を含む社会的な認知の中枢を成す神経システムは上側頭溝とその周辺にあり、手や体、そして目や口といった部位の動作に対して反応することなどが報告された (Oram, & Perrett, 1994; Puce, Allison, Bentin, Gore, & McCarthy, 1998; Pelphrey, Morris, Michelich, Allison, & Mc Carthy, 2005)。また、上側頭

溝は頭部や体の方向がことなる静止画像を観察した場合にも賦活し、その中の多くの細胞が頭部に対して瞳がどの方向に向いているかに敏感である事が報告された(Perrett, Smith, Potter, Mistlin, Head, Milner, & Jeeves, 1985; Perrett, Hietanen, Oram, Benson, & Rolls, 1992)。そのため、他者の視線の方向に自らの注意を向ける際、目が確認できる限り、頭部の向きや体勢は無視されるという説が唱えられた(Perrett, Hietanen, Oram, Benson, & Rolls, 1992)。実際、fMRI を用いた研究では、顔認識に関わるとされる下側頭回での神経活動は、頭部の方向には敏感でないことが報告されている(George, Driver, & Dolan, 2001)。その研究では更に、先に述べた紡錘状回と注意の移動に関わるとされる頭頂間溝の間の反応も同様であることが報告されており、他者の視線方向の判断およびその後生じる注意の移動は、相手の瞳の向きが非常に重要であると言える。

脳科学的な知見からは他者の視線の方向の判断において瞳の向きが非常に重要とされたが、単純な瞳の向きの判断に関する研究の結果からは、頭部の向きによって、瞳の向きの判断の正確さや、判断にかかる時間が変化する事も報告された(e.g. Ricciardelli, Baylis, & Driver, 2000; Langton, 2000; Langton, Honeyman, & Tessler, 2004)。そのため、視線方向の判断における頭部の向きの影響について、様々な検討が行われた。例えば、瞳と頭部の方向が不一致の場合には、両者の方向の判断が等しく阻害されるという報告があり(Langton, 2000)、頭部の方向が大きな役割を果たしている可能性が示された。視線による視覚的注意の移動に関しては、Hietanen (1999) において、頭部と瞳を左右いずれかにそれぞれ傾けた顔画像を用いて、様々な視線の状態でどのように注意の移動が生じるかが確かめられた。その結果、頭部が目の方向を判断するための基準枠として参照され、観察対象の頭部に対して、目が左右どちらにそれているかに応じて、注意の移動方向が決定されるという説が唱えられた。また、その後、肩と頭部の方向の

組み合わせでも同様の結果が得られることが報告され(Hietanen, 2002)、目に対する頭部、頭部に対する体といった、より大きな部位の方向は、より小さな部位の方向を特定するための基準として参照されるという主張がなされた。この説は他者の視線方向の判断において、相手の体、頭部、目の方向の情報を統合していく、脳科学的な知見から得られた統合処理の流れに沿ったものである。その後、情報の統合に関する研究はあまり多くないが、頭部の方向に応じた注意の移動についての研究は、継続して行われている(e.g. Nuku, & Bekkering, 2007)。

1.3 本研究の目的

ここまで示してきたように、視線による注意の移動に関しては、既に多くの研究がなされている。特に、視線の判断に関する情報の統合メカニズムや、他者の状態を基礎とした注意の定位方向に関しては、かなり研究が進んでいると思われる。また、視線による視覚的注意の移動と関連の深い共同注意に関する研究では、リアルタイムな実験パラダイムの構築と共に、その神経的基盤に関する研究が進められている(e.g. Saito, Tanabe, Izuma, Hayashi, Morito, Komeda, Uchiyama, Kosaka, Okazawa, Fujibayashi, & Sadato, 2010; Redcay, Kleiner, & Saxe, 2012)。しかしながら、視線による視覚的注意の移動に関して、特にその定位や深度について、共同注意で行われたような、リアルタイムな、現実に行われている動作に近い状態での検討を行うには、まだ十分な知見が得られたとは言えない。共同注意に関しては実際のインタラクションを基に実験が行われてきたが(e.g. Scaife, & Bruner, 1975; Mundy, & Newell, 2007)、視線による注意の移動に関しては、様々な要因を考慮しなければならないため、現実の動作に近い状態での実験は困難である。そのため、これまで得られてきた知見の多くは静止画や、目が認識できない顔画像から逸視状態の視線をもつ顔画像へと切り替わるような刺激を用いて確かめられてきた(e.g. Hietanen 1999; Friesen, & Kingstone, 1998)。そのため、視線による注意の移動に関しては、現実の動作は勿論、運動情報についての検討もなされていない。現実に行われている動作に近い状態での視線による視覚的注意の移動の性質を探ることは容易ではないが、それを可能にするための一歩として、まず、視線による視覚的注意の移動に対する観察対象の「動き」の作用を検討する必要がある。

上記の事実から、本研究の目的は、観察対象が運動情報を含む場合の視線による注意の移動の基本特性を探り、より現実にヒトが利用している状

態に近い、他者の視線に応じた注意の定位能力を探るための一助となる知見を得ることと定めた。先にも述べた通り、視線による視覚的注意の移動の性質に関する静止画などを用いた研究は数多くあり、静止画の視線の状態に基づく視覚的注意の移動の性質は解明が進んでいる。そこで本研究では、まず動きを含む対象の視線によって生じた注意の移動の性質が、静止画などを用いて得られた視線による注意の移動の性質と同様であるか否かを確かめる。その後、それに基づいて、動きを含む対象の視線を観察した際に特有な問題について検討を行う。

本研究で検討する注意は、他者の視線を参照して自分の注意を瞬時にその方向へと移動させる能力に関するものである。これは、言語獲得やコミュニケーションの円滑化に寄与する、共同注意及びそれ以降の心の理論や心的帰属の基礎となる能力である(Emery, 2000)。また、共同注意などの過程としてではなくとも、広大な視野の中から重要な情報を効率良く収集する上で有用な機能である。

共同注意などは先にも述べた通り、社会的インタラクションに関する機能である。そのため、社会心理的枠組みに分類されている。しかしながら、その一過程にあるにも関わらず、他者の視線を参照して自分の注意をその方向へと移動させる能力は、社会心理的枠組みに分類されない場合がある。例えば、注意の測定を目的とした実験においては、刺激としての統制の簡便さから、CGや写真、線画などが観察対象として用いられる。このような実験は、観察対象が生物でないために、注意の共有が不可能であり、社会心理的な枠組みでは不適切とされる場合がある。そのため、他者の視線による注意の移動と共同注意などは、関連の深い現象ながらも、それぞれの研究成果は未だに殆ど交わっていない。このような状況を打開し、改善していくためには、二通りの方法が考えられる。まず一つには、他者の視線による注意の移動に関する研究の成果が、共同注意などの社会的な研究が

行われているリアルタイムなパラダイムにおいて活用されることができるといふ事実を示していく方法である。この方法は、科学的な根拠に基づいた堅実な主張が可能である。次に、もう一つ、社会的な研究を進める中で、他者の視線による注意の移動に関する研究の成果を取り入れ、紹介していく方法がある。この方法は、他者の視線による注意の移動に関する知見が用いられている社会的な研究を積み上げつつ、その必要性を主張することが可能である。つまり、前者は他者の視線による注意の移動に関する研究を社会的な研究の中で活用する根拠を示していく方法、後者は実際に活用した例を広めていく方法といえる。

本研究は、他者の視線による注意の移動に関する研究を社会的な研究の中で活用する根拠を示していく方法で、上述した状況を打開するための一助となるものである。本研究で示される知見が基礎となり、更に応用的な研究が積み重なることによって、将来的には、リアルタイムなインタラクションにおいても、注意の移動を考慮した考察が可能となることが期待される。これは共同注意の研究において実際のインタラクションを考察する際にも、データによって客観的に証明されている注意の移動の性質を考慮した詳細な検討が可能となる事を意味している。これにより、他者との関わりの中にある注意のメカニズムの全容解明に大きく前進できると考えられる。

1.4 本研究の構成

第1章では、本研究の背景として、普段意識されない、他者の視線方向の観察に基づく無意識的な注意の移動についての紹介を行った。また、その中で研究対象と非常に関連の深い共同注意に触れ、本研究の目的を述べた。それは、より実際に用いられている状態に近い、他者の視線に応じた注意の定位能力を探る為の一助となるべく、観察対象が運動情報を含む場合の視線による注意の移動の基本特性を探る事であった。

続く第2章では、観察対象が運動情報を持つ場合の視線による注意の移動の基礎的な特性について、動きを含まない刺激の観察に基づく先行研究で報告された知見を適用し得るか否かを確かめた実験の報告を行う。第2章で報告する実験は、動きを含まない刺激と動きを含む刺激とを区別する際に重要な、正面顔の存在に焦点を当てたもの(実験1~3)と、注意の移動において最も基本的な、注意の移動方向に焦点を当てたもの(実験4)に分けられる。何れの実験においても、動きを含む刺激を用いた場合に生じる注意の移動の特性は、先行研究で報告された知見を適用し得ることが示される。

さらに第3章では、運動情報を持っている対象に特有な問題を扱う。具体的には、実際の観察対象の視線の変化が瞬間的ではない事に着目し、視線の変化が段階的に提示されるような刺激を観察した際に、注意の移動がどのように誘起されるのかを検討する実験(実験5及び6)の報告を行う。この実験からは、視線の変化が瞬間的でない場合には、視線の変化の初期と最終的な状態のそれぞれに応じて、段階的に注意の移動が生じることが示される。

そして第4章において、本研究で明らかにされた結果を総合的に考察し、結論を述べる。ここではまず、目的に沿って全ての実験の結果を整理する。その後、運動情報を持っている対象の視線を観察する事で生じる注意の移動の特性についての考察を行う。結論においては、それらの知見をまとめた上で、本研究から得られた知見の応用可能性を述べ、本論文の結びとする。

第2章

動きを含む刺激による注意の移動の 基本特性の検討

2.1 実験 1

—正面顔の提示による注意の移動特性の変化(1)—

視線による視覚的注意の移動を対象とした研究において、方向の手がかりとして提示される逸視刺激は、写真を初めとして、線画や CG 等、様々なものが用いられてきた(e.g. Friesen, & Kingstone, 1998; Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell, & Baron-Cohen, 1999; Hietanen, & Leppänen, 2003; Bayliss, de Pellegrino, & Tipper, 2005)。同様に、刺激の提示手順も様々であった。例えば、Hietanen (1999)では、刺激として逸視状態の顔画像を瞬間的に提示したが、Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell, & Baron-Cohen (1999)や Bayliss, de Pellegrino, & Tipper (2005)では、まず正面顔の画像を提示した後に、逸視状態の顔画像へと変化する、2 フレームの提示方法が用いられた。これらの提示方法の違いは、観察者に、同じような逸視状態の顔画像を全く異なる刺激として認識させる。唐突に逸視状態の顔画像だけを提示した場合と、正面顔の画像をある程度の時間提示してから逸視状態の顔画像を提示した場合の最も大きな違いは、観察者に動き(仮現運動)を感じさせるか否かであると考えられる。実際、Hietanen (1999)では、そのような刺激の提示方法の違いが注意の移動の性質に影響を及ぼす可能性があることも言及されている。

単フレームと複数フレームのそれぞれによって生じた視覚的注意の移動の性質に違いがあるか否かは、日常的な動きのある場面での注意の移動を調べるための基礎として重要な知見である。そこで、本実験では、2 フレームの刺激を用いて、第一刺激の提示時間を操作し、反応時間課題を用いた実験を行った。これにより、注意の移動の生起が、第一刺激(正面顔)の提示によって影響を受けるか否かを調べた。

このとき、第一刺激が注意の移動に及ぼす影響について、三つの可能性が考えられた。まず、正面顔の提示がプライムの提示と同様に、第二刺激となる逸視顔に対する処理を促進する可能性である。実際、よく知っている顔に対しては、プライミング効果が生じることが報告されている(e.g. Bruce, & Valentine, 1985; Bruce, & Young, 1986)。この可能性が正しいならば、第二刺激の視線方向を判断した後に生じる視覚的注意の移動が、正面顔を提示しない場合と比べて素早く生じることが期待された。

次に、上に述べたように、第一刺激と第二刺激の連続提示が仮現運動として知覚されることで、刺激に付与される運動情報が視覚的注意の移動に影響を及ぼす可能性が考えられた。具体的には、頭部の運動情報が加算的に働くことによって注意の移動が促進される、若しくは、運動情報自体が注意の移動を引き起こす可能性が考えられた。いずれの場合でも、視線の先に対する注意の促進効果がより強く現れることが予想された。よって、ターゲットの出現する位置が視線方向と一致した場合の処理促進効果は2フレームの刺激の方が大きく(反応時間がより短く)なり、逆に、ターゲットの出現する位置が視線方向と不一致であった場合は、2フレームの方が反応時間は長くなる可能性も考えられた(以後、視線方向とターゲット出現方向の一致・不一致を「一致性」とよぶ)。

最後に考えられる第一刺激の影響として、単純に、視覚情報に注意が集中する可能性が考えられた。この影響が生じれば視覚情報の処理に促進効果が生じると予想された。このとき、処理の促進が全体的に働くか、限定的に働くかによって、得られる結果が変化するものと予測された。まず、処理の促進が視覚情報に全体的に働くとすれば、視線の先以外の空間位置に対する処理も促進されると考えられた。一方、変化の生じた部分に限定的に生じるならば、視線の先に対する注意の促進効果がより強く現れると考えられた。また、この影響が瞬間的に生じるか、ゆっくりと生じるかに

よって、目的指向と刺激駆動の何れの経路で視覚情報に注意が向けられたのかを確認することが可能であった。

2.1.1 目的

本実験は、複数フレームを用いた視線刺激の特徴ともいえる、正視画像の表示が、注意の移動に影響を及ぼすか否かを確認することを目的とした。本実験により、逸視状態の静止画像を観察することによって生じる視覚的注意の移動と、正面顔から逸視状態へと変化することによって生じる視覚的注意の移動が同様のものであるかを検討することができた。これは、日常場面で自然に生じる運動情報を含めた視覚的注意の移動に対する研究を進める上で、重要な知見となる。

2.1.2 方法

被験者

被験者は16名の成人(男性8名、女性8名)であった。被験者は全員矯正視を含む正常視力を有していた。また、全ての被験者は刺激に用いた4名の男女との面識は無く、1名の女性被験者を除いて、実験の目的についても無知であった。

刺激と装置

図 2.1.2-1 に実験に用いた刺激の例を示す。4名の男女(男性2名、女性2名)の肩から上を、デジタルカメラ(3648×2736, IXY30s, Canon)で撮影した写真を用いた。視線を傾けている写真を撮影する際には、被写体の正面から左または右に30度、60度の位置に目印を置き、顔を30度の位置に向けた後、更に目だけを60度の位置まで傾けるよう、指示した(図 2.1.2-2)。

刺激は全て256諧調のグレースケールに変換し、刺激の背景は透過させた。また、頭部の横幅が8度になるよう調整を行った。第一刺激は画面の中央に提示し、首から下の部分が動かないよう、第二刺激を提示した。実験中は常に画面の中央に凝視点(赤色の十字、 1×1 度、 25 cd/cm^2)を表示した。ターゲットは無彩色のアスタリスク状の図形(1×1 度、 63 cd/cm^2)を用いて、画面の中央から9.5度の位置に表示した(図 2.1.2-2 参照)。実験中の背景は白色(95 cd/cm^2)を用いた。刺激の提示には、21インチのCRTディスプレイ(2048×1536 , 75Hz, ViewSonic P227f)を用いた。被験者はこれらの刺激をディスプレイから57.3 cm離れた位置から観察した。

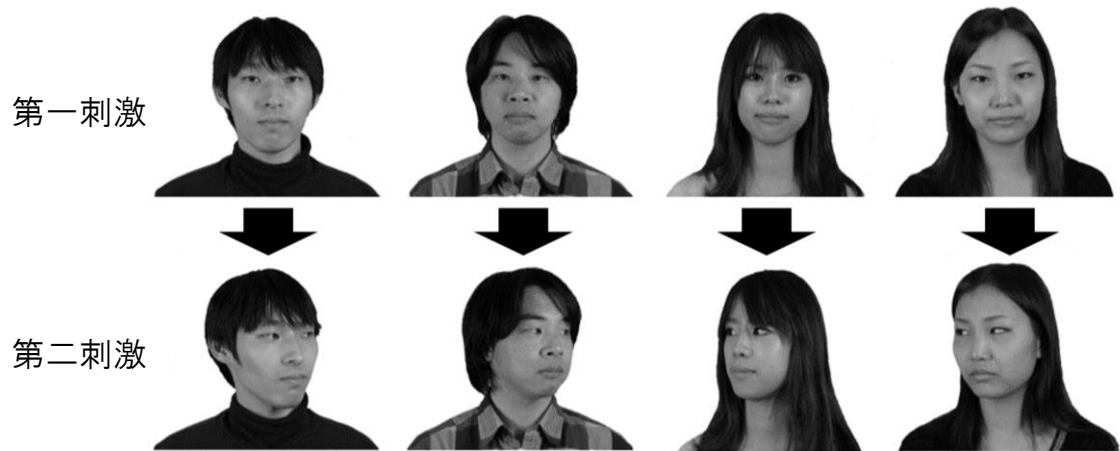


図 2.1.2-1: 実験 1 で使用した刺激の例。上の行の 4 つの正面顔の画像は第一刺激として使用し、下の行の 4 つの逸視顔の画像は第二刺激として使用した。第二刺激は例として左右いずれかに視線を傾けている画像を示しているが、それぞれ逆方向に向いている画像も提示された。

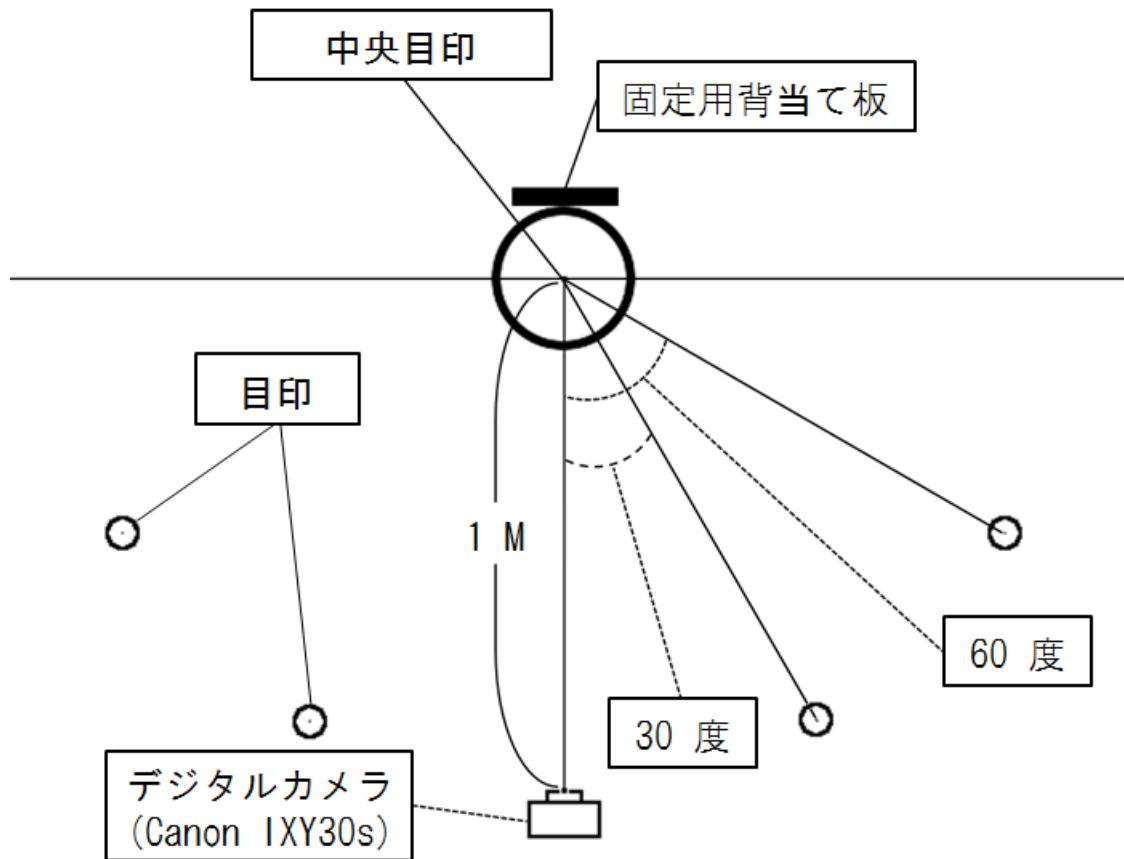


図 2.1.2-2: 刺激として使用した写真の撮影セットの概略図。被験者の立ち位置に中央目印(図中では中央目印から延びる線が示す点)と、胴体及び首位置を固定するための背あて板(図中では固定用背当て板が示す太線)が配置されていた。カメラは、レンズの先端と中央目印の距離が1メートルとなるよう、背あて板に垂直な方向に配置された。カメラの仰角は水平となるよう、水準器を用いて調整された。また、撮影時のカメラの床面からの高さは、被写体の目の中央の高さになる様に調整された。中央目印からカメラまでの線を基準とし、それに対して左右両方に30度、60度の位置に目印を設置した。床面からの目印の高さは、撮影時に調整されたカメラのレンズの高さであった。

実験手順

実験の流れを図 2.1.2-3 に示す。実験にはキューイングパラダイムを採用した。実験中は常に凝視点が提示されており、被験者は試行中常にそれを凝視するように指示された。被験者がスペースキーを押すことで試行が始まり、1000 ms 後に第一刺激が提示された。その後、0 ms、50 ms、100 ms、150 ms、200 ms、300 ms、600 ms、1200 ms、1800 ms の何れかの時間(第一刺激継続時間)が経過した後に、視線が左右いずれかを示す第二刺激が提示された。第一刺激継続時間が 0 ms の条件では、第一刺激は画面上には提示されなかった。第二刺激の提示後、100 ms 若しくは 1000 ms をおいて (Stimulus Onset Asynchrony, SOA)、ターゲットが提示された。第二刺激とターゲットは、被験者が反応するか、2000 ms が経過するまで提示され続けた。被験者の課題は、ターゲットが視野の左右いずれの位置に提示されたかを弁別し、できる限り素早く、かつ正確に、マウスの左右のボタンを押し分けることであった。被験者が反応するか、ターゲットが提示されてから 2000 ms が経過すると試行が終了し、凝視点を除く全ての刺激が消去された。ターゲットが提示されてから被験者が反応するまでの時間を反応時間として計測し、取得した。但し、ターゲットの出現方向と異なる方向を報告するか、2000 ms の間反応が無かった場合には、反応時間は記録されなかった。それらの条件は、同一実験中のランダムなタイミングで再度計測された。

各被験者は 288 試行(第一刺激継続時間×9 条件、SOA×2 条件、一致性×2 条件、繰り返し×8 回)を完遂した。また、半分の試行が終了した時点で、10 分以上の休憩をとった。全ての被験者は 30 試行以上の練習試行を行ったうえで、実験に参加した。

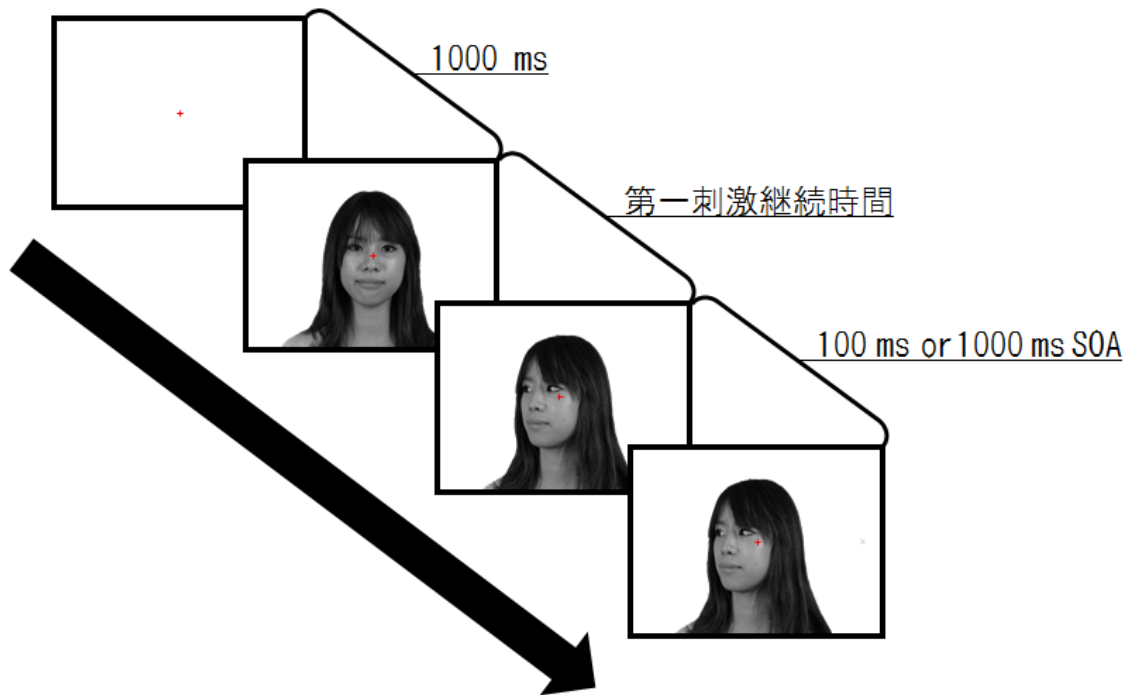


図 2.1.2-3: 実験の流れ。被験者のボタン押下から 1000 ms 後に第一刺激(正面顔)が提示され、その後、0 から 1800 ms まで、9 種類の時間間隔が空いた後に、第二刺激(逸視顔)が提示された。更にそこから、100 ms 若しくは 1000 ms 後に、ターゲットが提示された。

2.1.3 結果と考察

図 2.1.3-1 に結果を示す。グラフは、取得した反応時間を、第二刺激からターゲット提示までの SOA、刺激の一致性で分類し、縦軸を反応時間、横軸を第一刺激継続時間として表している。

SOA が 1000 ms のとき、第一刺激継続時間が 0 ms（第一刺激なし）条件に比較して、他のすべての第一刺激継続時間で反応時間が短く、それらの条件間でほとんど変わらないことが分かる。しかしながら、SOA が 100 ms の条件においては 300 ms でピークが立ち、その後、第一刺激継続時間が長くなるにつれて緩やかに反応時間が短くなっており、SOA が 1000 ms の条件とは異なる性質を示しているように思われる。

データに対して、3 要因の分散分析を行った。要因は、正面顔の提示時間(第一刺激継続時間)、第二刺激の提示からターゲットの提示までの時間(SOA)、第二刺激がターゲットの出現方向を示すか否か(一致性)とした。第一刺激継続時間、SOA、一致性の全ての要因について、主効果が認められた([F(8,120) = 5.9986, $p < 0.0001$], [F(1,15) = 139.4413, $p < 0.0001$], [F(1,15) = 20.4883, $p = 0.0004$])。また、第一刺激継続時間と SOA、SOA と一致性の間に、それぞれ交互作用が認められた([F(8,120) = 6.731, $p < 0.0001$], [F(1,15) = 36.2412, $p < 0.0001$])。第一刺激継続時間と SOA の間で単純主効果の検定を行ったところ、何れの SOA においても第一刺激継続時間の主効果が認められた(100 ms : [F(8,120) = 7.5218, $p < 0.0001$], 1000 ms : [F(8,120) = 4.1435, $p = 0.0002$])。同様に、第一刺激継続時間が 1800 ms の条件以外で、SOA の主効果が認められた(0 ms : [F(1,15) = 29.0237, $p = 0.0001$], 50 ms : [F(1,15) = 12.7236, $p = 0.0028$], 100 ms : [F(1,15) = 47.324, $p < 0.0001$], 150 ms : [F(1,15) = 7.8525, $p = 0.0134$], 200 ms : [F(1,15) = 21.0986, $p = 0.0004$], 300 ms :

[F(1,15) = 116.2973, $p < 0.0001$], 600 ms : [F(1,15) = 69.9874, $p < 0.0001$], 1200 ms : [F(1,15) = 34.8269, $p < 0.0001$]). SOA と一貫性についても単純主効果の検定を行ったところ、SOA の主効果は一致と不一致の何れについても認められたが(一致 : [F(1,15) = 142.1246, $p < 0.0001$], 不一致 : [F(1,15) = 115.1388, $p < 0.0001$])、一貫性の主効果は、SOA が 100 ms の条件でのみ認められた[F(1,15) = 84.6895, $p < 0.0001$].

SOA の主効果は、第二刺激が左右いずれかを示してから 100 ms 後にターゲットが提示されるよりも、1000 ms 後にターゲットが提示された方が早く反応できたことを示している。これは、第二刺激の提示によって次にターゲットが出現することが示されたことで、徐々にターゲットに反応するためのレディネスが整うことで得られた結果と考えられる。この SOA が長くなるにつれて全体的な反応時間が短縮されるという結果は、先行研究においてもしばしば認められるものである(e.g. Hietanen, 1999; Friesen, Ristic, & Kingstone, 2004)。

第一刺激継続時間の主効果も同様に生じているものと考えられ、両者は似通っているように思えるが、二点注意すべき事がある。まず、SOA が 100 ms の条件と 1000 ms の条件の間では、第一刺激継続時間が 300 ms の条件における反応時間が明らかに異なっている点である。SOA が 100 ms の条件においては、第一刺激を 300 ms 提示することで、第一刺激による反応促進効果がリセットされたことを示していると考えられる。実際、多重比較の結果では、SOA が 100 ms の条件において、第一刺激が 0 ms 提示された条件と 300 ms 提示された条件の間で、反応時間に有意な差は認められなかった[t(15) = 0.4265, adj.p = 1]。次に、第一刺激継続時間が 0 ms から 200 ms の条件における急激な反応時間の短縮と比較して、第一刺激継続時間が 300 ms から 1800 ms の条件における反応時間の短縮が緩やかな点である。SOA が 100 ms の条件においては、第一刺激継続時間が 200 ms 以下の場合と 300

ms 以上の場合で、反応時間の短縮メカニズムが異なることを示している。これらは、SOA が 100 ms の条件において特有な傾向であり、SOA が 1000 ms の条件では、第一刺激を提示する全ての条件(第一刺激継続時間が 0 ms 以外の条件)の反応時間に差は見られない。また、SOA が 100 ms の条件における緩やかな反応時間の短縮に関連して、第一刺激継続時間が 1800 ms の条件では SOA による反応時間の差が有意では無いことも指摘すべきであろう。これは第一刺激を十分に長く提示することによって、第二刺激とターゲットの提示間隔を長くとも、同程度の反応速度が得られることを意味している。

正視画像の表示が注意の移動に影響を及ぼすか否かを確認するという目的に沿って、注目すべき点は、第一刺激継続時間が 0 ms の条件、つまり第二刺激のみが提示される条件が、他の条件と比較して反応時間が遅い点である。これは、第一刺激の提示により、ターゲットへの反応の促進が生じたことを示している。しかしながら、この効果は、第二刺激の視線の向きとターゲットの出現位置との一致性とは無関係に生じていた。そのため、第一刺激はその提示時間に応じて、視覚情報へ注意を集中させるが、その効果は視覚刺激全体に対する反応の向上であり、第二刺激の処理の促進や、運動情報の処理とは関係しない。また、第二刺激の処理の促進等が生じた場合、注意の移動の促進効果の増大が見られると期待していた。その影響は各第一刺激継続時間と SOA における一致条件と不一致条件の反応時間の差として生じると考え、比較を行ったが、第一刺激継続時間による反応時間の差への影響は確認できなかった(図 2.1.3-2 に反応時間の差のグラフを示す)。

本実験によって、第一刺激の提示時間によって第二刺激の後に提示されるターゲットへの反応時間に影響があることが分かった。しかしながら、それらは第二刺激で示される視線の方向とターゲットの出現方向との一致

性とは無関係に生じていた。そのため、今回の結果は、第二刺激に対する処理の促進では無く、第一刺激の提示によって、単純に視覚情報に注意が集中することや、ターゲットに対する反応を行うまでの準備時間が増加することによって得られた結果と考えられる。つまり、本実験で確認された効果を得るには、第一刺激が存在していることのみが必要なものであって、第一刺激として提示する対象が持つ情報は無視された可能性がある。

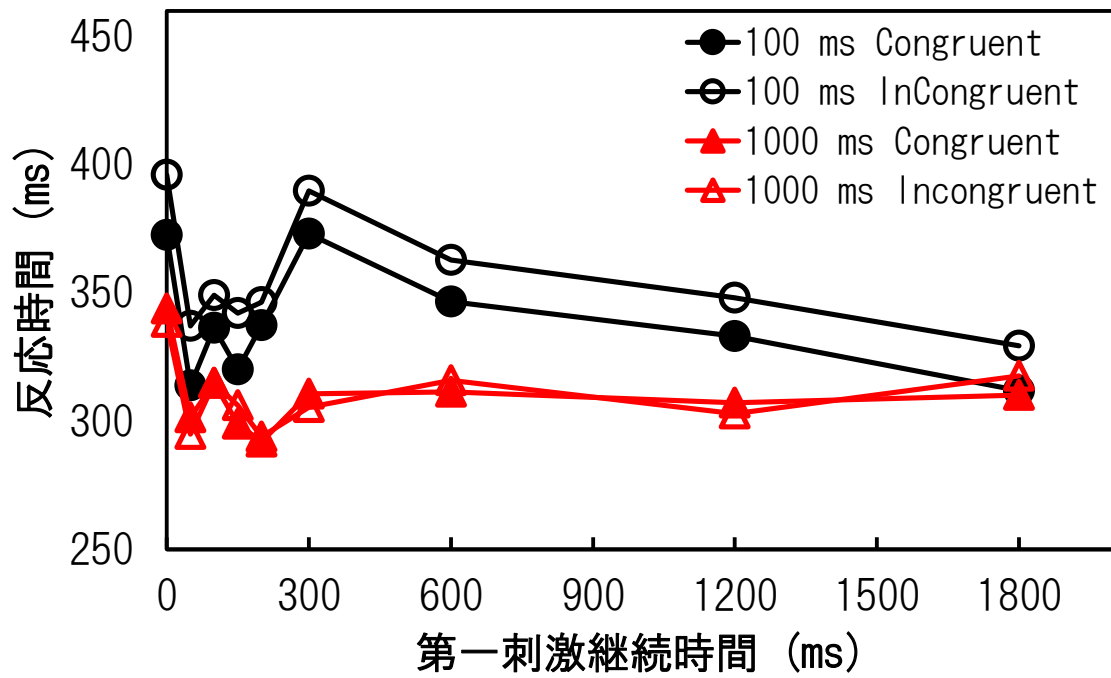


図 2.1.3-1: 実験 1 の結果のグラフ。縦軸は被験者の反応時間、横軸は第一刺激継続時間を示す。第二刺激 - ターゲット間の SOA は、100 ms の結果を黒で、1000 ms の結果を赤で示す。また、一致条件の結果を塗りつぶしたマーカーで、不一致条件の結果を白抜きのマーカーで示している。

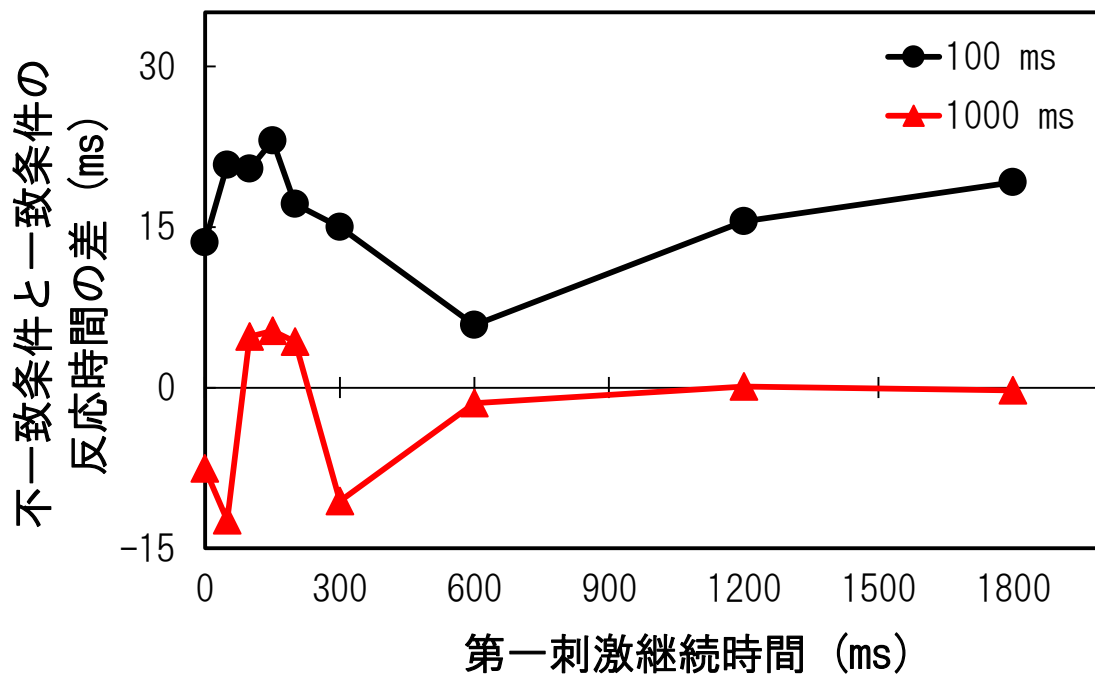


図 2.1.3-2: 実験 1 の反応時間の差のグラフ。縦軸は不一致条件の反応時間から一致条件の反応時間を減算した差を示す。そのため、数値が大きくなるほど、不一致条件に比べて一致条件の反応時間が短かったことを意味する。横軸は第一刺激継続時間を示す。第二刺激 - ターゲット間の SOA については、100 ms の結果を黒で、1000 ms の結果を赤で示す。

2.2 実験 2

—正面顔の提示による注意の移動特性の変化(2)—

2.2.1 目的

第一刺激を提示することにより、ターゲットに対する反応を促進する効果が確認された。しかし、この効果は第一刺激が提示されることが重要であり、それが正面顔である必要はないという可能性が示唆された。この可能性を確かめる目的で、本実験では人物の顔などを塗りつぶし、人影のようなものを第一刺激に用いて実験を行った。人影は、そこに人物が提示されることを示すことはできるが、顔についての情報は排除されている。もし、仮説が正しいのならば、第一刺激として正面顔でなく人影を提示した場合でも、同様の効果が得られるものと考えられる。

2.2.2 方法

被験者

被験者は 18 名の成人(男性 8 名、女性 10 名)であった。被験者は全員矯正視を含む正常視力を有していた。また、全ての被験者は刺激に用いた 4 名の男女との面識は無かった。4 名(男性 1 名、女性 3 名)を除いて、被験者は実験 1 における被験者と共通であった。1 名の男性と 1 名の女性を除く被験者は実験について無知であった。

刺激と装置

実験の制御は、実験 1 と同様に行った。実験 1 から変更した点として、第一刺激に用いた人影を図 2.2.2 に示す。人影は、図 2.1.2-1 に示した正面を向いている 4 名の写真を、それぞれの画像の人物部分を完全に平滑化することで作成した。



図 2.2.2: 実験 2 で第一刺激として使用した画像。実験 1 で使用した正面顔の画像の人物部分を完全に平滑化し、単一の灰色で塗りつぶして作成した。これらの画像には、目や鼻、口といった顔の情報が存在していない。

実験手順

実験の流れは、実験 1 と同じであった。但し、第二刺激が提示されてからターゲットが提示されるまでの時間間隔(SOA)を、実験 1 において特徴的であった 100 ms の条件のみとした。

それぞれの被験者は 144 試行(第一刺激継続時間×9 条件、一貫性×2 条件、繰り返し×8 回)を完遂した。全ての被験者は、30 試行以上の練習試行を行ったうえで、実験に参加した。

2.2.3 結果と考察

図 2.2.3 に結果を示す。グラフは、取得した反応時間を刺激の一致性で分けたうえで、縦軸を反応時間、横軸を第一刺激の提示時間として表している。

図 2.2.3 からは、第一刺激(人影)の提示時間が長くなるにつれて単純に反応時間が短くなっていることが伺える。これは実験 1 の SOA が 100 ms の条件では無く、1000 ms の条件の結果と似た特性であり、予想とは異なる結果であった。

データに対して、2 要因の分散分析を行った。要因は、第一刺激継続時間と第二刺激がターゲットの出現方向を示すか否か(一致性)とした。第一刺激継続時間と一致性の何れにも、主効果が認められた(第一刺激継続時間: $[F(8,136) = 28.9545, p < 0.0001]$, 一致性: $[F(1,17) = 45.3055, p < 0.0001]$)。また、両者の間の交互作用は有意ではなかった $[F(8,136) = 0.3737, p = 0.933]$ 。また、第一刺激継続時間について多重比較を行った結果、第一刺激継続時間が 0 ms の条件と、他の条件の間に有意な差が認められた(50 ms : $[t(17) = 4.7027, \text{adj.}p = 0.0045]$, 100 ms : $[t(17) = 5.8221, \text{adj.}p = 0.0006]$, 150 ms : $[t(17) = 6.6205, \text{adj.}p = 0.0001]$, 200 ms : $[t(17) = 6.9853, \text{adj.}p = 0.0001]$, 300 ms : $[t(17) = 6.6048, \text{adj.}p = 0.0001]$, 600 ms : $[t(17) = 9.0777, \text{adj.}p < 0.0001]$, 1200 ms : $[t(17) = 8.6252, \text{adj.}p < 0.0001]$, 1800 ms : $[t(17) = 9.0141, \text{adj.}p < 0.0001]$)。

本実験は、実験 1 の条件で得られた反応時間短縮効果が正面顔の影響では無く、第一刺激を提示したこと自体による影響であることを確かめる目的で行った。両者の結果は一致すると予測された。本実験と実験 1 の SOA が 100 ms の条件の結果を比較すると、第一刺激継続時間が比較的短い 200 ms 以下の条件においては、両者のグラフは非常に似通っている。これは、

第一刺激として人影を提示するだけで、視覚情報に注意を集中させる効果があったことを示している。これは実験 1 の結果から予測された通りである。しかしながら、実験 1 では、第一刺激が 300 ms 提示されることで促進効果のリセットが確認されたが、本実験では、この現象が確認できなかった。実験 1 の SOA が 100 ms の条件と本実験との違いは、第一刺激が正面顔であったか、人影であったかという点のみである。よって、この促進効果のリセットは、正面顔の効果と考えられる。

正面顔を提示することで促進効果がリセットされる原因として、二つの可能性が考えられる。一つは、正面顔を 300 ms 提示することで正面顔の処理が終了し、視覚情報に対して集中していた注意が解放された可能性である。この可能性について、注意の解放によって第二刺激への反応が遅れるという点では、注意の瞬き (Attentional blink) と呼ばれる現象と関連している可能性も考えられる (Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992)。もう一つは、一度処理した顔刺激の頭部方向が変化することで、視線方向の判断が再度行われる可能性である。視線による注意の移動の方向は、頭部の向きを基準として瞳がどの方向に向いているかによって決定される (Hietanen, 1999) という仮説にたてば、基準となる頭部の向きが変化することで、注意の移動方向を再計算するための視線方向判断の処理が再実行される可能性は高いと考えられる。両者は反応時間については同じ影響を持つが、それぞれに関わるメカニズムは全く異なっている。

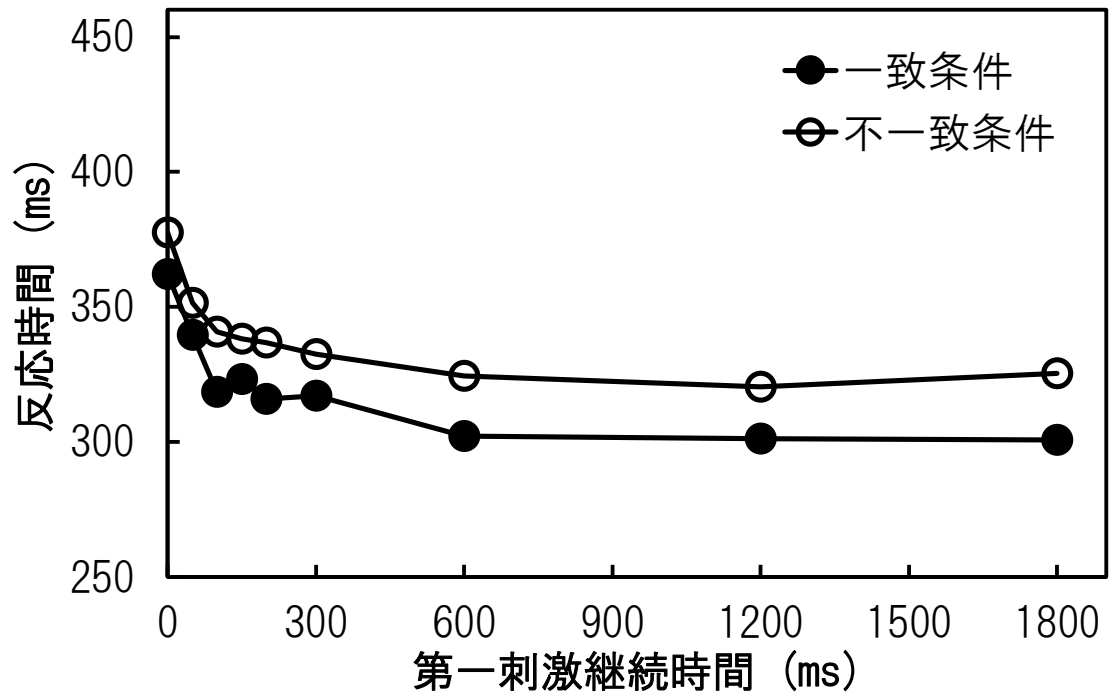


図 2.2.3: 実験 2 の結果。縦軸は被験者の反応時間、横軸は第一刺激継続時間を表す。一致条件の結果を塗りつぶしたマーカーで、不一致条件の結果を白抜きのマーカーで示している。

2.3 実験 3

—正面顔の提示による注意の移動特性の変化(3)—

2.3.1 目的

第一刺激の提示がターゲットに対する反応を促進する効果を持つ事が判明したが、比較的短い時間間隔でターゲットを提示した場合に生じるその効果のリセット及びその後の緩やかな反応時間の短縮は、第一刺激として、正面顔を提示したことによる影響である可能性が示された。更に、促進効果のリセットが生じる原因として、正面顔の処理の終了に伴う注意の解放と、頭部方向の変化に伴う視線方向の再判断の二つの可能性が考えられた。

本実験では、促進効果のリセットの原因に関する 2 つの可能性のどちらが正しいかを確かめる目的で、第一刺激に正面顔を用いて、第二刺激を目だけ左右に傾けたものに変更した実験を行った。正面顔の処理を終えたことで視覚情報へ集中していた注意が解放されたのであれば、この条件においても促進効果のリセットが生じるはずである。逆に、実験 1 において頭部の方向が変化したことで、その変化に応じた再処理が行われるようになったのであれば、この条件では頭部の方向の変化がないので、促進効果のリセットは生じないものと考えられた。

2.3.2 方法

被験者

被験者は 20 名の成人(男性 10 名、女性 10 名)であった。全ての被験者は、矯正視を含む正常視力を有していた。また、全ての被験者は刺激に用いた 4 名の男女との面識は無かった。2 名の男性を除き、被験者は実験 2 においても実験に参加していた。男女各 1 名を除き、被験者は実験について無知であった。



図 2.3.2: 実験 3 で第二刺激として使用した顔画像の例。頭部の方向は正面のまま固定し、目だけが左右それぞれ 30 度の方向に向けられた。そのため、頭部と瞳の成す角度は、実験 2 の第二刺激として使用した逸視顔の画像と同様であった。

刺激と装置

実験の制御は実験 1 及び 2 と同様に行った。第一刺激には実験 1 で用いた正面顔の画像を用いた。第二刺激には目だけが左右いずれかに傾く画像を用いた。第二刺激として用いた画像の例を図 2.3.2 に示す。第二刺激として用いた画像の撮影時には、目は正面から 30 度の位置にある目印に向けるように指示した。

実験手順

実験の流れは、実験 1 と同じであった。各被験者は 144 試行(第一刺激継続時間×9 条件、一貫性×2 条件、繰り返し×8 回)を完遂した。全ての被験者は、30 試行以上の練習試行を行ったうえで、実験に参加した。

2.3.3 結果と考察

図 2.3.3 に結果を示す。グラフは、取得した反応時間を刺激の一貫性で分けたうえで、縦軸に反応時間、横軸に第一刺激継続時間として表している。グラフ上では第一刺激継続時間が 300 ms の時点での促進効果のリセット等は見られず、実験 2 の結果と近いものであった。比較のために、図 2.4.3 には、実験 2 の結果も重ねて記している。

データに対して、2 要因の分散分析を行った。要因は、第一刺激継続時間と、第二刺激がターゲットの出現方向を示すか否か(一貫性)とした。第一刺激継続時間と一貫性の両方について、主効果が認められた(第一刺激継続時間: $[F(8,152) = 22.6031, p < 0.0001]$, 一貫性: $[F(1,19) = 54.4705, p < 0.0001]$)。両者の間の交互作用は認められなかった $[F(8,152) = 0.4675, p = 0.8775]$ 。第一刺激継続時間について、多重比較を行った結果、第一刺激継続時間が 0 ms の条件が、他の条件よりも反応時間が長いことが認められた(50 ms : $[t(19) = 3.7584, \text{adj.}p = 0.0319]$, 100 ms : $[t(19) = 6.6161, \text{adj.}p = 0.0001]$, 150 ms : $[t(19) = 7.2954, \text{adj.}p < 0.0001]$, 200 ms : $[t(19) = 5.684, \text{adj.}p = 0.0005]$, 300 ms : $[t(19) = 5.5236, \text{adj.}p = 0.0007]$, 600 ms : $[t(19) = 9.0367, \text{adj.}p < 0.0001]$, 1200 ms : $[t(19) = 7.6906, \text{adj.}p < 0.0001]$, 1800 ms : $[t(19) = 7.6624, \text{adj.}p < 0.0001]$)。

結果は、促進効果のリセットが生じなかったことを明確に表している。これは、促進効果のリセットが、一度処理した顔刺激の頭部の方向が変化することで、視線方向の判断が再度行われたために生じていた可能性を支持する結果である。先述の通り、視線方向の判断には頭部の方向が重要であり (Cline, 1967; Langton, 2000)、視線に応じた注意の移動についても、頭部の方向が目の方向を判断するための基準となり、それに応じて注意の移動方向が決定される (Hietanen, 1999) と考えれば、頭部の方向の変化に応じて第二刺激に対する再処理が行われることは、ごく自然なことと考えられる。

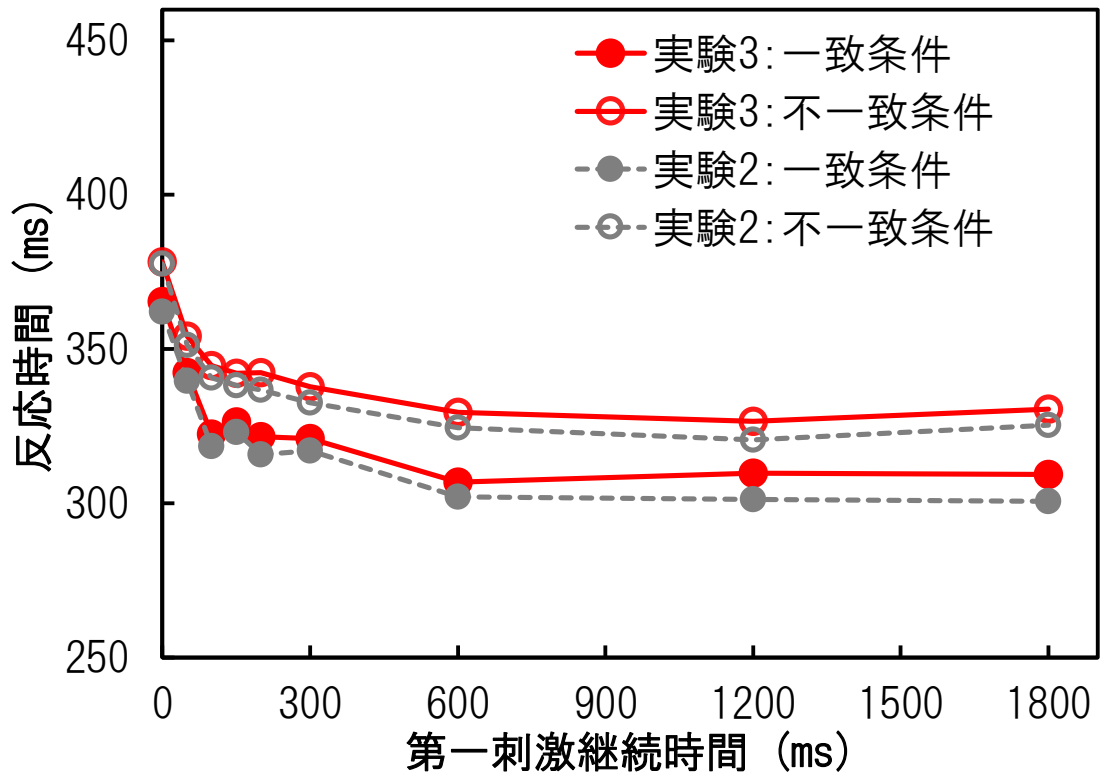


図 2.3.3: 実験 3 の結果。結果が非常に似通っていたことから、比較のために、実験 2 の結果のグラフも重ねて示している。実験 3 の結果を赤色の実線で、実験 2 の結果を灰色の破線で示している。また、一致条件と不一致条件を、其々マーカーの塗りつぶしの有無で表している。

2.3.4 正面顔の提示による注意の移動特性の変化のまとめ

実験 1 において、まず、正面顔の提示によってターゲットに対する反応時間が短くなることを確かめた。加えて、視線刺激とターゲット提示の間隔 (SOA) が比較的短い場合には、その効果にリセットが生じる時間条件があることを発見した。しかしながら、この効果が正面顔の効果なのか、単に第一刺激を挟んだことによる効果なのかが不明であったため、それを確かめる目的で、実験 2 を行った。その結果、たとえシルエットであっても第一刺激が提示されること自体が反応の促進に重要であり、そこに正面顔を用いる必要はないことが分かった。実験 1 で得られていた反応時間短縮効果のリセットは実験 2 においては得られず、第一刺激に正面顔を用いることによってそれが生じていた可能性が示された。実験 3 では、第一刺激に正面顔を用いて、第二刺激では、頭部は正面を保ったまま、目だけが左右いずれかに逸らされた画像を用いた。その結果、頭部の変化を伴わなければ、反応時間の短縮効果のリセットは生じないことが分かった。よって、この現象は正面顔をある程度以上提示した後に、頭部の方向が変化した際にだけ生じると考えられる。

これらの結果をまとめると、正面顔から逸視顔に変化する際の処理として、以下のような処理が考えられる。まず、第一刺激が提示されることにより、視覚情報に対して注意が集中する。これにより、一種のプライミング効果の様に、反応時間の短縮が生じる。このとき、第一刺激として正面顔が表示された際には、注意の集中と同時に顔認知の処理が同時に始まる。第一刺激を提示し続けると、基本的には、第一刺激によって視覚情報に集中した注意は、その後に予測される視覚刺激の変化に対応する目的で、意図的に保持される。しかし、第一刺激と第二刺激の間に頭部方向の変化が含まれていた際には、視線方向の再計算が必要となる。そのため、特定の

タイミングで頭部の方向が変化した第二刺激が提示されると、注意による反応の促進効果がリセットされる。特定のタイミングについては、おそらくは、正面顔の処理が終了し、視線方向検出器(Eye Direction Detector, EDD; Baron-Cohen, 1995)が視線方向を決定づけて、認知処理のための資源を解放した後と考えられる。

また、第一刺激の正面顔をより長く提示し続けた条件において、注目すべき結果がある。実験 1 の結果について、第一刺激提示時間が 300 ms 以上の場合、第一刺激提示時間が長くなるにつれて反応時間が緩やかに短縮し、第一刺激提示時間を 1800 ms とした条件では、第二刺激提示からターゲット刺激の提示までの SOA が 100 ms の条件で得られた反応時間と、同 SOA が 1000 ms の条件で得られた反応時間との差がなくなっていた。これは第一刺激を長く提示することによって、目的指向的に視覚情報に対する注意の集中が生じたことを示す結果と考えられる。この考えが正しいならば、目的指向的に視覚情報処理のための準備を十分に整えるには 1500 ms という極めて長い時間が必要となる可能性がある。

先に述べた仮説において触れておくべき疑問が一つある。それは、注意の促進効果のリセットが、なぜ頭部の方向の変化をきっかけとし、目だけの变化では生じないのかというものである。視線方向の判断や、それに続く注意の移動においては、目の方向の変化が非常に重要である。しかしながら、この現象は頭部の方向の変化に選択的に生じている。この疑問については、先にも述べた通り、注意を移動させるべき方向を決定づける際、目の方向の判断における頭部の方向、頭部の方向の判断における体の方向といった、より大局的な情報を基準として方向の決定が行われるという報告 (Hietanen, 1999; Hietanen, 2002)によって説明され得る。正面顔の状態から、目だけが変化する場合には、基準の変化は生じない。そのため、事前に処理してある基準を基に、局所的な目の変化方向だけを追って視線方向

を特定することができる。しかしながら、頭部の方向が同時に変化した場合には、基準の変化が生じるため、基準枠の方向の特定からやり直さなくてはならず、視線方向の判断をほぼ完全にやり直すこととなる。これによって、促進効果のリセットが生じていると考えれば、この現象が目の方向の変化ではなく、頭部方向の変化によって引き起こされるという事が説明できる。

正面顔の提示による注意の移動特性の変化について、逸視刺激に先行する正面顔の提示が、注意の移動に影響を及ぼすか否かを確認することを目的として、一連の実験を行った。可能性の一つとして、仮現運動による反応の促進効果の強調が予想されたが、刺激がターゲットの出現する方向と逆方向を示した条件においても、逆の条件と同様に反応時間が短くなっており、両条件における反応時間の増大などは見られず、この仮説は否定された。しかしながら、先行する刺激により、プライミング効果と同様に刺激の処理と反応動作が促進された。また、先行刺激として正面顔を用いて、その処理が進んだタイミングで逸視刺激を提示すると、視線方向の再処理が必要となり、先の促進効果がリセットされることも確認された。一連の実験の結論としては、複数フレームの刺激を用いた場合は、全体的な反応の促進等の効果は得られるが、注意の移動を強化、促進する効果はないことが分かった。よって、単フレームの刺激であっても複数フレームの刺激であっても、基本的な注意の移動特性は同様である可能性が支持された。

2.4 実験 4

—頭部及び眼球方向の組み合わせ毎の注意の移動—

視線による注意の移動方向に関する研究は、主に二通りの目的をもって進められてきた。一つは、視覚的注意が移動する際、どのような座標系に基づいて定位されるのかを確かめるという目的(e.g. Bayliss, di Pellegrino & Tipper, 2004; Bayliss & Tipper, 2006)であり、もう一つは、様々な体部位がそれぞれの方向を示す場合、それらの情報がどのように統合されるのかを確かめるという目的(e.g. Perrett, Hietanen, Oram & Benson, 1992; Hietanen, 1999; Hietanen, 2002)である。

視覚的注意がどのような座標系に基づいて定位されるのかに関して、その根本にあるのは、空間的注意が空間中心座標系(Space Centered Coordinates)と物体中心座標系(Object Centered Coordinates)の両方で同時に指向されることができるという報告であろう(e.g. Jordan & Tipper, 1998)。ここで言う空間中心座標系とは、単純に観察者の視点で見たままの方向を示すような座標系である。一方の物体中心座標系とは、対象となる物体を原点とした座標系であり、ここでは観察対象の頭部を原点とした座標系である。空間的注意に関するこのような性質から、様々な特徴的な性質をもつ視線による視覚的注意の移動についても、それが空間中心座標系で移動するのか、物体中心座標系で移動するのかについて研究が行われてきた。

視線による視覚的注意の移動がどのような座標系で扱われるのかを検討する上で手がかりとなる研究として、顔画像を倒立提示した研究がある。それらの研究において、顔画像の倒立提示は、正立で提示された場合に生じる注意の移動の効果と比較して、その効果が薄れるか否かを確かめる目的で用いられた(Langton & Bruce, 1999; Kingstone, Friesen & Gazzaniga,

2000)。この目的に関連する報告として、倒立で顔画像を提示した場合には視線方向の認知が難しくなることが報告されている(Jenkins & Langton, 2003)。しかしながら、この報告の後に Bayliss, di Pellegrino と Tipper (2004)によって、二つの座標系の存在を基に、視線による視覚的注意の移動における頭部の倒立の影響について、別の解釈の可能性があることが示された。それは、顔を倒立(180度回転)させて提示した場合には、空間中心座標系と物体中心座標系における注意の効果が完全に逆方向となるため、注意の促進効果による反応時間の差が確認できなかった(刺激の左右両方で促進効果が生じたため、差が生じなかった)という可能性である。

視線による視覚的注意の移動が二つの座標系の両方に基づいて生じるという可能性は、Hommel と Lipa (1995)や Proctor と Pick (1999)などの、顔認知の処理が観察対象の頭部を中心として(物体中心座標系で)行われるという報告に基づくものであった。これを確かめる目的で、Bayliss, di Pellegrino と Tipper (2004)では、視線を左右いずれかに傾けている顔画像を時計回りか反時計回りに 90度回転した刺激を用いて、注意の移動方向を確かめる実験を行った。その結果、顔画像が 90度回転しているにも関わらず、左右方向への注意の移動が確認された。これは視線による注意の移動においては、物体中心座標系における注意の移動が生じていたこと示す結果であった。しかしながら、Bayliss, di Pellegrino と Tipper (2004)では、空間中心座標系での移動が生じていたか否かが測定されていなかったため、後の Bayliss と Tipper (2006)では、この点に関する調査が行われた。その結果、視線による注意の移動も、空間中心座標系、物体中心座標系の両方で同時に指向されていることが明らかとなった。図 2.4.1-1 で Bayliss, di Pellegrino と Tipper (2004)及び Bayliss と Tipper (2006)の主張について、例をあげて説明する。

本研究においては、視線による注意の移動がどのような座標系に基づいているかという問題に関しては、改めて追試を行う必要はないと判断した。その理由は、視線による注意の移動を生じさせる顔認知の処理が物体中心座標系に基づいて行われているという報告(e.g. Hommel, & Lippa, 1995; Proctor, & Pick, 1999)である。運動情報によって空間中心座標系に注意の移動が引き寄せられる可能性も考えられたが、Bayliss と Tipper (2006)において生じていた注意の移動は、回転した顔画像の提示後、非常に素早く生起する無意識的な注意の移動であることが確かめられており、並列的に機能できることは明らかである。つまり、運動情報によって注意の移動に基づく座標系の変更が起こるとは考え難い。よって、本研究で改めて追試を行う必要はないと考えられる。

一方、様々な体部位がそれぞれの方向を示す場合に、それらの情報がどのように統合されるのかに関しては、Perrett, Hietanen, Oram と Benson (1992)において統合の過程が提案されて以降、様々な議論が行われてきた。Perrett, Hietanen, Oram と Benson (1992)で提案された説に従うと、目の向いている方向が確認できる限り、頭部及び体がどの方向を向いていたとしても、それとは無関係に、目が向いている方向のみが、相手の注意が向いている場所として認知される。しかしながら、視線方向の判断が頭部の方向により影響を受けるという報告(e.g. Gibson & Pick, 1963; Cline, 1967)を考慮すると、目が確認できれば頭部の方向は完全に無視されるとは考え難い。実際、図 2.4.1-2 を見ると、鞏膜と瞳で表される目の方向は同じでも、頭部の方向が異なることで視線方向の判断に多大な影響が生じることが分かる。視線方向の判断における頭部の影響と、頭部の方向を考慮した視線刺激による注意の移動について、様々な議論が行われた(e.g. Hietanen, 1999; Langton, 2000)。

Hietanen (1999)は、視線による注意の移動が目の向いている方向だけで定義できるのか、それとも、頭部の方向が何らかの役割を持つのかを効果的に調査した。Hietanen (1999)において、頭部と目は、観察者に対して左右30度及び正面(0度)の何れかに向けられていた。つまり、頭部と目の向きで表される視線の方向は、(1)「正面顔」、(2)「目だけが逸れている顔」、(3)「頭部だけが逸れている顔」、(4)「目と頭部が共に同じ角度に逸れている顔」の4種類であった。この実験の結果、(1)「正面顔」と(4)「目と頭部が共に同じ角度に逸れている顔」は左右への注意の移動を引き起こさず、(3)「頭部だけが逸れている顔」に関しては、頭部が向いている方向とは逆方向に注意の移動を生じさせることが分かった。

この結果について、Hietanen (1999)は、頭部が視線方向を判断するための基準枠として利用されていると結論付けた。この結論を導く際に重要となるのが、(3)「頭部だけが逸れている顔」を提示した際に得られた結果である。観察者を中心として、手がかりが逸れている方向に応じて注意の移動が生じると仮定すると、この結果は手がかりと逆の方向で注意の促進効果が得られたことになり、非常に不可解な結果となる。しかし、頭部が視線方向を判断するための基準枠として利用されると考えれば、この結果は非常に明快な結果となる。例として、目は観察者の方向に向いたまま、頭部が観察者に対して30度逸れている場合を挙げる。この場合、観察者を中心とすれば、頭部が30度逸れていると捉えられる。しかしながら、頭部を基準として考えると、頭部に対して目が30度逸れていると捉えられる。このとき、頭部に対して目が逸れている方向は、頭部が観察者から逸れている方向とは逆の方向になる。よって、頭部が基準枠として利用されていれば、頭部が観察者から逸れている方向とは逆方向に注意の移動が生じるのである。(4)「目と頭部が共に同じ角度に逸れている顔」を提示した際に得られた結果も、同様に説明された。観察者を中心とした視点では、対象の

目と頭部は左右いずれかに逸れているが、頭部を基準として捉えると、目は頭部に対して左右いずれにも逸れていないため、注意の移動を誘起しない。ただし、(4)「目と頭部が共に同じ角度に逸れている顔」を提示した際に得られた結果に関しては、完全に観察者と相互関係の無い状態と受け取られたために、注意を動かすための信号として弱かった可能性も否めない」と著者が述べている。

これらの結果から導き出された結論を以て、ヒトが他者の視線方向を判断して注意を移動させる際、自分から見て他者がどこを向いているのかという判断ではなく、その人物の視点で、その人物が何に注意を向けているのかという判断が行われることが主張された。しかしながら、Hietanen (1999)と同年に発表されているLangtonとBruce (1999)においては、頭部と目は全く同じ角度であるにも関わらず、頭部の方向に従って、注意の移動が生じることが報告された。この矛盾については未だ明確な理由は挙げられていないが、後に、Hietanen (2002)において、体(正確には、肩から胸部)と頭部の方向の組み合わせであっても、Hietanen (1999)と同様の結果が得られたため、目や頭部、体の向きは、より大局的な情報が基準枠となり、より局所的な情報を決定していく(つまり、体から頭部の向きを判断し、それを受けて、頭部から目の向きを判断する)といった形で、相互に作用しながら、順番に統合されていくという統合の過程が示された。

視線方向の判断における観察対象の各体部位の方向の統合過程は上記のように示されてきたが、刺激の提示方法によっては異なる結果が得られる可能性は否めない。Hietanen (1999)においては、刺激の提示方法として一枚の画像を 50 ms だけ提示するという方法が用いられた。これをより動的な刺激に変更したり、より長く提示したりすることで、結果が変化する可能性がある」と著者によって予測されている。しかしながら、Hietanen(1999)に続く Hietanen (2002)においても刺激の提示方法は一枚の画像を 50 ms 提示

する方法のみが用いられており、この点についての検討は行われていない。そのため、動きを含む刺激による注意の移動の基本特性として、複数フレームを用いた刺激であっても同様の結果が得られるか否かを確認する必要がある。

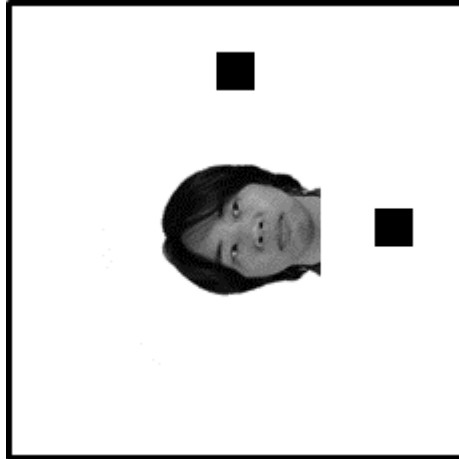


図 2.4.1-1: 視線による注意の移動方向として、物体中心座標と空間中心座標のそれぞれに期待される方向が考えられる。Bayliss, di Pellegrino と Tipper (2004)及び Bayliss と Tipper (2006)によれば、注意の移動はいずれの方向にも生じた。例として、視線を観察者から見て右に逸らしている顔画像を反時計回りに 90 度回転させた画像を用いて説明する。図の顔画像の視線が直接的に指している方向は上方向であり、これは、空間中心座標において期待される方向である。一方、顔画像の頭部に対して目は左(観察者の視点では右)を向いており、この顔画像が成立した時に期待される視線の方向は観察者から見て右方向である。これは、観察対象の頭部を中心とした物体中心座標において期待される方向である。実際、Bayliss と Tipper (2006)の結果では、図のような顔画像に対しては、上と右に対する反応が、下と左に対する反応よりも早かったことが報告された。

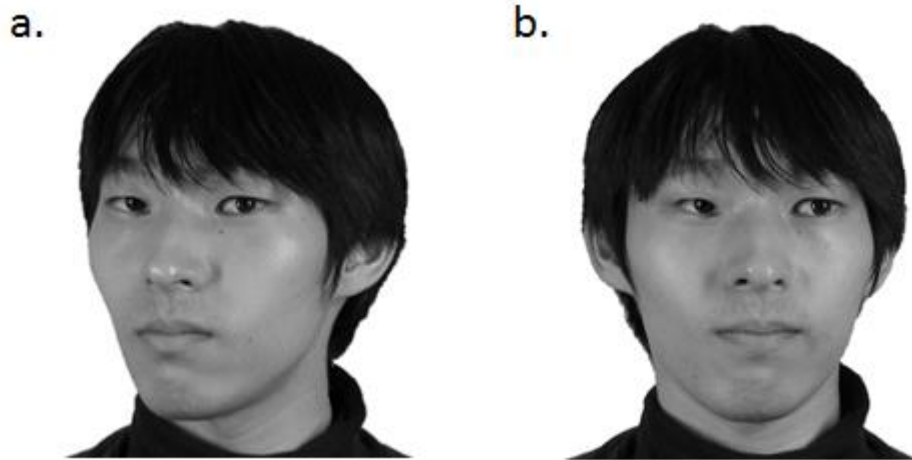


図 2.4.1-2: 視線方向の判断における頭部の方向の影響を示す図。図の b は正面顔の画像の目の部分に a の目を張り付けたものである。サイズの調整も行っていないため、b の目の部分(鞏膜と瞳の状態)は完全に a と同一である。しかしながら、a は正面方向に、b は右方向に視線を向けているように見える。鞏膜と瞳の状態は完全に同一であるため、この視線方向の判断の違いは頭部の方向の影響と考えられる。

2.4.1 目的

本実験では、頭部が視線による視覚的注意の移動において注意の移動方向を決定づけるための基準枠として利用されるという Hietanen (1999) による説が、動きを含む刺激を用いた場合でも同様であるかを確認することを目的とした。また、頭部と目の成す角度を複数設けることで、より詳細に頭部の役割を検討した。本実験により、動きを含む視線刺激による視覚的注意の移動方向が、単フレームの逸視画像を観察することで生じる視覚的注意の移動と同様に決定されるのかを確認することができた。基本的には Hietanen (1999) と同様の結果が得られることが予想された。もし運動情報などが注意を向けるべき方向の判断に影響したならば、頭部の方向が変化する刺激条件において、Hietanen (1999) とは異なる方向への注意の移動が生じる可能性が考えられた。

2.4.2 方法

被験者

被験者は 19 名の大学生(男性 11 名、女性 8 名)であった。被験者は全員矯正視を含む正常視力を有していた。また、全ての被験者は刺激に用いた 4 名の男女との面識は無く、実験の目的についても無知であった。

刺激と装置

図 2.4.2-1 に実験に用いた刺激の例を示す。4名の男女(男性2名、女性2名)の肩から上を、デジタルカメラ(3648×2736, IXY30s, Canon)で撮影した写真を用いた。写真を撮影する際には、図 2.1.2-2 に示したものと同一条件で撮影を行った。視線を傾けている写真を撮影する際には、被写体の正面から左または右に30度と60度の位置に目印を置いて角度の指定を行った。頭部が正面を向いている写真を撮影する際には、頭部と目がまっすぐにカメラを見ている状態から、目だけを左右それぞれの目印に向けた状態で撮影した。また、頭部が左右いずれかに逸れている写真を撮影する際には、頭部と目を左右いずれかに30度の目印に向けた状態で撮影した後、続けて、目だけを頭部と同じ方向に60度の目印に向けた状態で撮影し、目だけを正面に向けた状態、頭部を向けている方向とは逆方向に30度の目印に向けた状態でそれぞれ撮影した。正面顔を除く頭部と目の角度の組み合わせは左右併せて12種類であり、被写体1名毎の顔画像は13種類であった。これらを Hietanen (1999)と同様に目と頭部がなす角度に応じて分類すると、(1)「正面顔」、(2)「頭部と目が同じ方向に30度と60度逸れている顔」、(3)「目と頭部が共に30度逸れている顔」、(4)「頭部だけが30度逸れている顔」、(5)「頭部と目が異なる方向に30度逸れている顔」、(6)「目だけが60度逸れている顔」、(7)「目だけが30度逸れている顔」、の7種類となる。刺激は全て256諧調のグレースケールに変換し、刺激の背景は透過させた。また、頭部の横幅が8度になるよう調整を行った。第一刺激は画面の中央に提示し、首から下の部分が動かないよう位置あわせを行って、第二刺激を提示した。実験中は常に画面の中央に凝視点(赤色の十字、 1×1 度、 25 cd/cm^2)を表示した。ターゲットは無彩色のアスタリスク状の図形 (1×1 度、 63 cd/cm^2)を用いて、画面の中央から9.5度の位置に表示した。実験中の背景は白色(95 cd/cm^2)を用いた。刺激の提示には、21インチのCRTディ

スプレイ (2048×1536, 75Hz, ViewSonic P227f) を用いた。被験者はこれらの刺激をディスプレイから 57.3 cm 離れた位置から観察した。

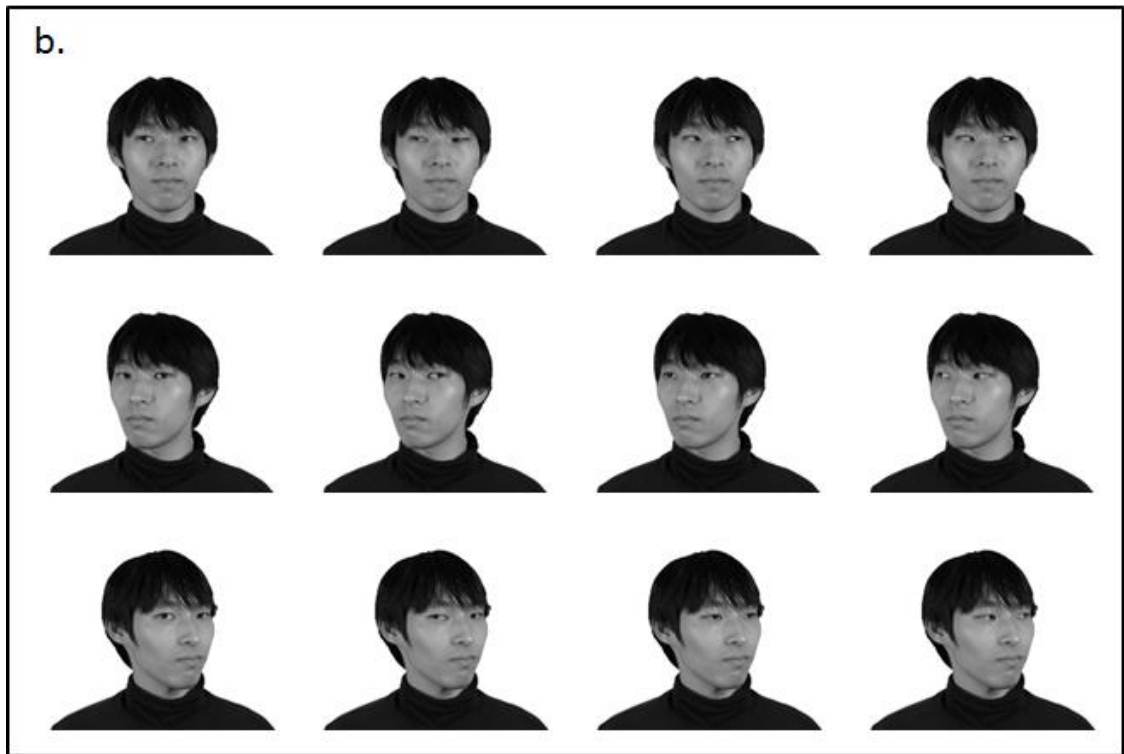


図 2.4.2-1: 実験 4 に用いた刺激の例。図 a は刺激に用いた 4 名の男女の正面顔である。図 b は 4 名の内の 1 名について、目と頭部をそれぞれの方向に向けた 12 種類の視線状態である。図 b の一行目は頭部が正面を向いている状態で、目だけが左右にそれぞれ 30 度、60 度逸れている。それ以下の二行は頭部が左右いずれかに逸れている状態で、目の方向が左の列から順に、正面、頭部の逆方向に 30 度、頭部と同じ角度、頭部と同じ方向に頭部より更に 30 度となっている。

実験手順

実験の流れを図 2.4.2-2 に示す。実験にはキューイングパラダイムを採用した。実験中は常に凝視点が提示されており、被験者は実験中常にそれを凝視するように指示された。被験者がスペースキーを押すことで試行が始まり、1000 ms 後に第一刺激(正面顔)が提示された。更に 1000 ms 後に第二刺激が提示され、その 300 ms 後にターゲットが出現した。但し、第二刺激として正面顔が提示された際には、見かけ上の画面の変化は無かった。ターゲット及び第二刺激は、被験者がターゲットに反応するか、ターゲットの提示から 2000 ms 経過するまで提示され続けた。被験者の課題は、ターゲットが視野の左右いずれの位置に提示されたかを弁別し、できる限り素早く、正確に、マウスの左右のボタンを押し分けることとした。被験者が反応するか、ターゲットが提示されてから 2000 ms が経過すると試行が終了し、凝視点を除く全ての刺激が消去された。ターゲットが提示されてから被験者が反応するまでの時間を反応時間として計測し、取得した。但し、ターゲットの出現方向と異なる方向を報告するか、2000 ms の間反応が無かった場合には、反応時間は記録されなかった。それらの条件は、同一実験中のランダムなタイミングで再度計測された。また、本実験では常に全ての SOA が一定であるため、被験者がそれに気づき、時間を数えるなどすることが無いよう、SOA が 600 ms から 1600 ms までの間でランダムに変化したダミー試行を、実験中のランダムなタイミングで 50 試行挿入した。

被験者は、466 試行(刺激種類×13 種類、ターゲット位置×2 条件、繰り返し×16 回に加えて、ダミー試行×50 回)を完遂した。また、半分の試行が終了した時点で、10 分以上の休憩をとった。全ての被験者は 30 試行以上の練習試行を行ったうえで、実験に参加した。

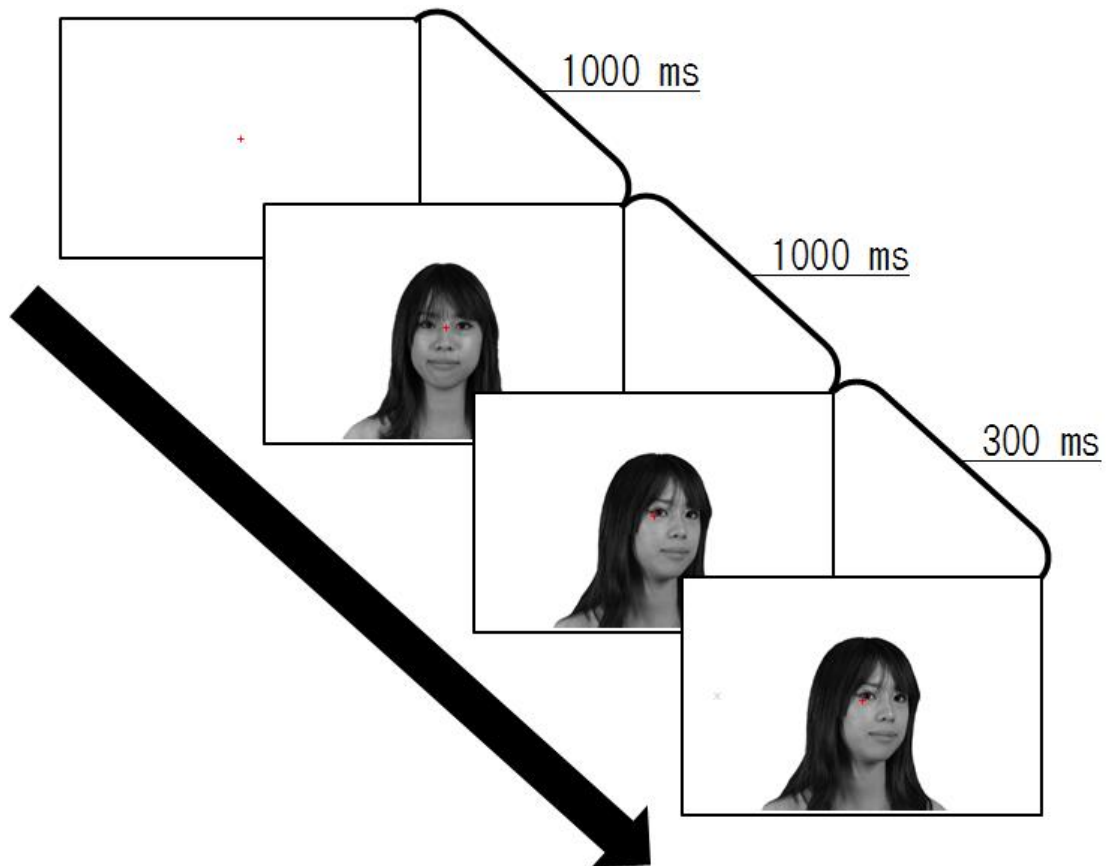


図 2.4.2-2: 実験 4 の流れ。矢印は経時方向を表す。まず注視点のみの状態が 1000 ms 継続し、その後に正面顔が 1000 ms 提示された。さらに目及び頭部もしくはその両方がそれぞれに左右いずれかに逸れた状態に変化し、300 ms 後にターゲットが提示された。ダミー試行においては、この段階の SOA が 300 ms ではなく、600 ms~1600 ms の間でランダムに設定された。全ての刺激は被験者が反応するか 2000 ms が経過するまで提示され続けた。

2.4.3 結果と考察

全ての視線の状態とターゲットの出現方向における結果を図 2.4.3-1 に示す。グラフの縦軸は被験者の反応時間を、横軸は視線の状態の例とターゲットの方向の組み合わせを示している。横軸は左から順に、(2)「頭部と目が同じ方向に 30 度と 60 度逸れている顔」、(3)「目と頭部が共に 30 度逸れている顔」、(4)「頭部だけが 30 度逸れている顔」、(5)「頭部と目が異なる方向に 30 度逸れている顔」、(6)「目だけが 60 度逸れている顔」、(7)「目だけが 30 度逸れている顔」の順に並び、(1)「正面顔」を挟んで、(7) (6) (5) (4) (3) (2) と、逆順に並んでいる。また、(1)「正面顔」よりも左にある青いグラフは、頭部が向いている方向(頭部が変化しない条件では目が向いている方向)にターゲットが出現した条件を、(1)「正面顔」よりも右にある赤いグラフは頭部か目と逆方向にターゲットが出現した条件を示している。

全ての条件を並べると、他のどの条件よりも(1)「正面顔」の条件でターゲットに対する反応時間が長くなっている。この結果は(1)「正面顔」の条件では第二刺激が提示される段階で顔画像に変化が生じないために得られたものと考えられる。つまり、刺激の変化という、ターゲットの出現が近いことを示す手がかりが得られなかったために、反応時間の遅れが生じたのである。本実験の目的である、運動情報を含む刺激であっても Hietanen (1999)で示された仮説が支持されるか否かについては、頭部が左右いずれかに逸れている条件に絞って、それぞれの条件における注意の移動方向を検討することが有効であろう。具体的には、(2)「頭部と目が同じ方向に 30 度と 60 度逸れている顔」、(3)「目と頭部が共に 30 度逸れている顔」、(4)「頭部だけが 30 度逸れている顔」、(5)「頭部と目が異なる方向に 30 度逸れている顔」の 4 条件に絞り、各顔画像条件で、ターゲットが頭部の示す

方向に提示された条件と、その逆に提示された条件の反応時間を比較することで、注意の移動が仮説通りに生じていたか否かを検討した。

頭部が左右いずれかに逸れている条件をまとめて図 2.4.3-2 に示す。グラフの縦軸はターゲットに対する反応時間を示している。横軸は刺激の頭部を基準としたときの、それに対する目の角度を示している（つまり物体中心座標系に変換したものである）。空間中心座標系の記述では、左から順に(5)「頭部と目が異なる方向に 30 度逸れている顔」、(4)「頭部だけが 30 度逸れている顔」、(3)「目と頭部が同じ方向に共に 30 度逸れている顔」、(2)「頭部と目が同じ方向に 30 度と 60 度逸れている顔」の順に並んでいる。グラフ上では、Hietanen (1999)の結果と一致するように、頭部の方向に対する目の角度に応じた反応時間の変化が認められる。この結果について、これら 4 つの視線の状態とターゲットの提示位置(頭部方向に提示されるか、頭部方向と逆方向に提示されるか)を要因とした、2 要因の分散分析を行った。その結果、視線の状態の主効果は認められなかったが[F(3,54) = 0.3370, $p = 0.7986$]、ターゲットの提示位置の主効果が認められた[F(1,18) = 7.8855, $p = 0.0116$]。また、両者の交互作用も認められた[F(3,54) = 35.2315, $p < 0.0001$]。両者の交互作用について単純主効果の検定を行ったところ、ターゲットの提示位置に関わらず、視線の状態の主効果が認められた(頭部の先に提示される条件[F(3,54) = 23.9072, $p < 0.0001$]、頭部の逆に提示される条件[F(3,54) = 13.4389, $p < 0.0001$]。また、(3)「目と頭部が共に 30 度逸れている顔」以外の視線の状態において、ターゲットの出現位置の主効果が認められた((3)「目と頭部が共に 30 度逸れている条件」 [F(1,18) = 0.1242, $p = 0.7286$], (2)「頭部と目が同じ方向にそれぞれ 30 度と 60 度逸れている条件」 [F(1,18) = 5.9079, $p = 0.0258$], (4)「頭部だけが 30 度逸れている条件」 [F(1,18) = 16.4746, $p = 0.0007$], (5)「頭部と目が異なる方向に 30 度逸れている条件」 [F(1,18) = 66.4246, $p < 0.0001$])。

視線の状態とターゲットの出現方向の交互作用は、本実験の結果が、頭部の方向が注意の移動方向を決定づけるための基準枠として利用されるという主張と完全に合致したことを明確に示している。実際、単純主効果の検定の結果、(3)「目と頭部が共に 30 度逸れている顔」が提示された条件では、ターゲットが頭部及び目が向いている方向に出現した条件でも、逆方向に出現した条件でも反応時間の差は認められなかった。よって、同条件においては、注意の移動は生じなかったと考えられる。また、(2)「頭部と目が同じ方向にそれぞれ 30 度と 60 度逸れている顔」が提示された条件では、頭部の向きと同じ方向に注意の移動が生じたことが示されている。更に、(4)「頭部だけが 30 度逸れている顔」、(5)「頭部と目が異なる方向に 30 度逸れている顔」が提示された条件においては、頭部の向きとは逆方向に注意の移動が生じていたことが示されている。よって、動きを含む刺激を用いた場合でも、頭部が視線による視覚的注意の移動において注意の移動方向を決定づけるための基準枠として利用されるという Hietanen (1999) による説は適用可能であると言える。

ターゲットの提示位置の主効果はターゲットが頭部の向いている方向に提示された条件よりも、逆方向に提示された条件の方がターゲットに対する反応時間が短かったことを示している。この結果が得られた理由としては、特に頭部と目が逆方向に向いている条件において、頭部と目が成す角度が大きくなるにつれて、ターゲットが頭部の向いている方向に提示された条件では反応時間が長く、逆方向に提示された条件では反応時間が短くなっていったことが挙げられる。実際、ターゲットの出現位置毎の反応時間の差について Welch の方法による t 検定を行ったところ、目が頭部の向きとは逆方向に頭部から 30 度逸れている条件よりも、60 度逸れている条件の方が大きいことが認められた [$t(32.144) = 4.3665, p = 0.0001$]。この結果について、図 2.4.3-1 を改めて確認すると、頭部が左右いずれかに逸れている

条件においては頭部と目が成す角度に応じて反応時間の差が大きくなっているが、頭部が正面を向いたままの条件においては、頭部と目が成す角度が大きくなっても、目が向いている方向にターゲットが提示された条件における反応時間と、逆方向にターゲットが提示された条件における反応時間の差には、特に大きな違いは見られない。そこで、図 2.4.3-3 に両者をプロットしたグラフを示す。縦軸は、目が向いている方向の逆方向にターゲットが出現した条件(不一致条件)で得られた反応時間から、目が向いている方向にターゲットが出現した条件(一致条件)で得られた反応時間を引いた差を示している。また、横軸は頭部に対する目の角度を示しており、頭部が正面を向いていた条件を緑色のマーカーで、頭部が左右いずれかに逸れていた条件を青色のマーカーで示している。頭部に対して目が成す角度が 30 度から 60 度に大きくなると、頭部が左右いずれかに逸れていた条件では不一致条件と一致条件の反応時間の差が明確に大きくなる。しかし、頭部が正面を向いていた条件では、頭部に対して目が成す角度が大きくなっても反応時間の差は殆ど変化しない。

図 2.4.3-3 のデータに、頭部の状態(逸れていたか、正面であったか)と頭部に対して目が成す角度(30 度若しくは 60 度)を要因として、二要因の分散分析を行った。その結果、頭部の状態の主効果は認められなかったが [F(1,18) = 0.4760, p = 0.4990]、頭部に対して目が成す角度の主効果が認められた [F(1,18) = 10.3560, p = 0.0048]。また、両者の間の交互作用も認められた [F(1,18) = 21.4151, p = 0.0002]。両者の間の交互作用について、単純主効果の検定を行ったところ、頭部に対して目が成す角度が 30 度の条件では、頭部が正面を向いていた条件で得られた反応時間の差に比べて、頭部が左右いずれかに逸れていた条件で得られた反応時間の差が、有意に小さいことが分かった [F(1,18) = 7.4220, p = 0.0139]。しかし、頭部に対して目が成す角度が 60 度の条件では両者の差は有意とは認められなかった [F(1,18) =

2.8288, $p = 0.1099$]). また、頭部が左右いずれかに逸れていた条件では、頭部に対して目が成す角度に応じて前述の通りの反応時間の差の変化が認められたが [$F(1,18) = 39.4721, p < 0.0001$], 頭部が正面を向いていた条件においては、頭部に対して目が成す角度毎の反応時間の差に違いは認められなかった [$F(1,18) = 0.2843, p = 0.6004$].

頭部の状態の主効果が認められなかったことから、頭部が正面を向いていた条件と左右いずれかに逸れていた条件の間で恒常的な反応時間の差の違いを生むような効果は無かったと考えられる。しかし、頭部に対して目が成す角度毎に見ると、それが 30 度であった条件では、頭部が正面を向いていた条件よりも頭部が左右いずれかに逸れていた条件の方が反応時間の差は小さく、60 度であった条件では、頭部が正面を向いていた条件よりも頭部が左右いずれかに逸れていた条件の方が反応時間の差は大きかった。特に前者は統計的にも有意な差となっている。そのため、頭部が左右いずれかに逸れていた条件においては、頭部に対して目が成す角度に応じて注意の促進効果の大きさが変動していたと考えられる。また、頭部が正面を向いていた条件においては、頭部と目が成す角度による反応時間の差の変化は見られなかったことから、頭部に対して目が成す角度に応じた注意の促進効果の大きさの変動は、頭部が左右いずれかに逸れていた条件に特有のものと考えられる。しかしながら、この変動が生じる理由については、本実験の結果からは推定できない。例えば、本実験では上記の結果が、単純に頭部が逸れた顔の観察時に得られるものなのか、それとも正面顔から逸視顔への変化が必要なのが分離できない。頭部に対して目が同じ方向に 30 度逸れていた条件と、逆方向に 30 度逸れていた条件の反応時間の差の大きさには違いは無いため [$t(29.797) = -0.0422, p = 0.9666$], 頭部に対して目が逆方向に 30 度逸れていた条件は目が観察者方向を向いているために注意の促進効果を減退させたとは考え難い。また、頭部の向きと目の向き

が互いに逆を向いた顔を用いると、それぞれの向いている方向の判断が難しくなることが知られているが(e.g. Langton, 2000)、上記と同じ理由で、それが注意の促進効果を減退させたとは言えない。頭部が左右いずれかに逸れている顔において、頭部に対して目が成す角度に応じて注意の促進効果の大きさが変わるということについて、より検討を進めるには、それを目的とした実験を改めて行う必要がある。例えば、頭部が逸れた顔を用いて、目の角度が細かく異なる条件を設定し、目の方向の判断の容易性を測ったうえで、それらの刺激によって生じる注意の移動の促進効果の大きさを比較する実験などが考えられる。但し、それらの実験は本研究の趣旨とは異なるため、これ以上の実験や考察は行っていない。

上記の結果から、動きを含む刺激を用いた場合でも注意の移動方向の決定要因は同様であるが、それ以外の性質は異なる可能性が示された。そのため、頭部の情報は、動きを含む刺激を用いた場合であっても、注意の移動方向の決定要因としては Hietanen (1999)で示されたように基準枠として利用されるが、促進効果のような、注意の他の側面においては、頭部の方向は単純に基準枠としてのみ捉えられるものではないと考えられる。

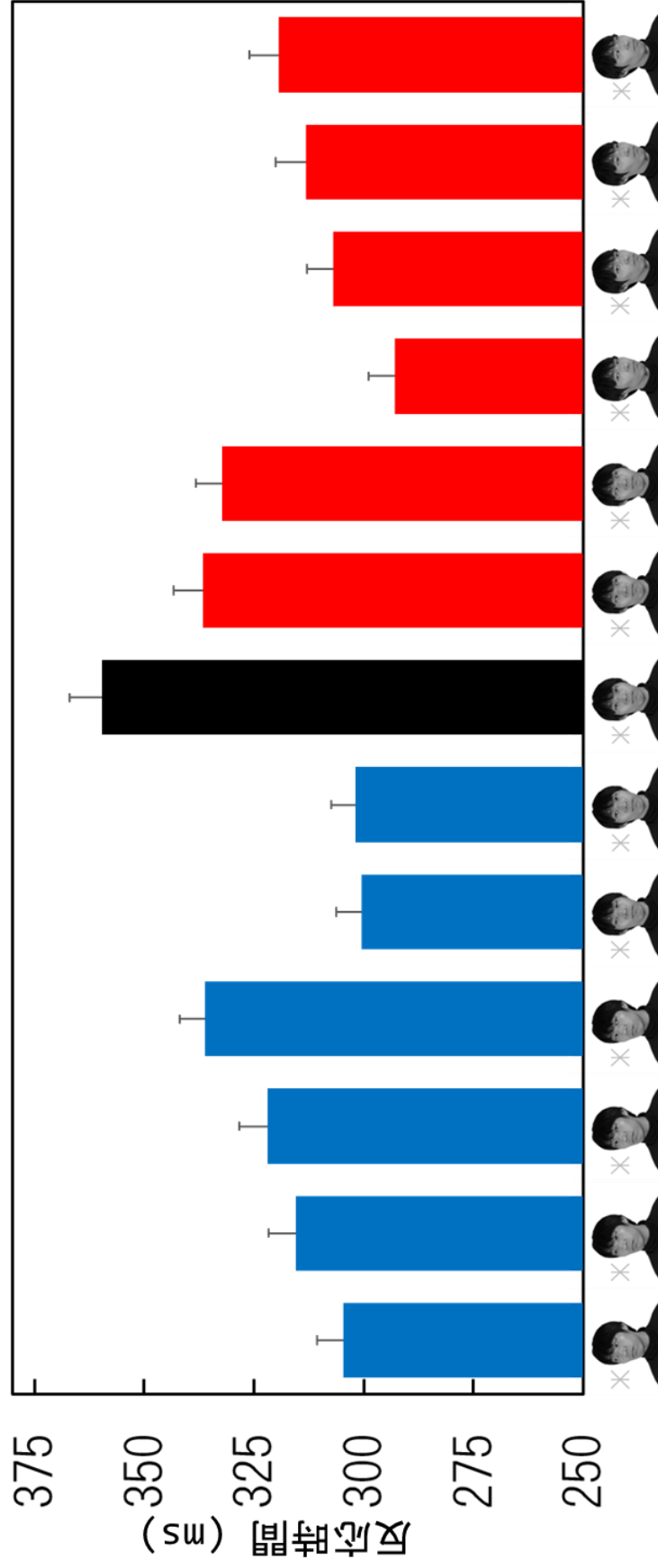


図2.4.3-1: 実験1の結果のグラフ。縦軸は被験者の反応時間の各項目は、視線の状態とターゲットの位置関係を表している。また、エラーバーは標準誤差を表している。中央の黒いバーが正面顔の条件を表しており、それより左の青色のバーが、頭部(統制条件に近い二つは目)の先にターゲットが表示された条件、右の赤色のバーが逆の条件を示す。

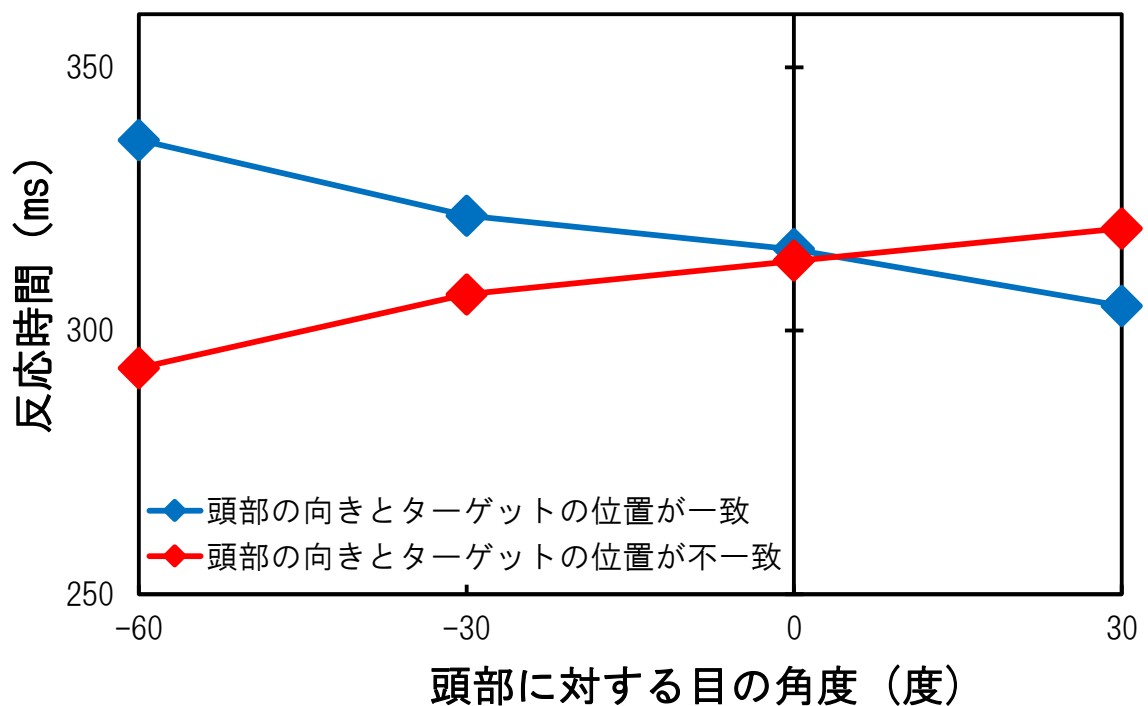


図 2.4.3-2: 頭部に対する目の角度に応じた反応時間の推移を示すグラフ。但し、頭部が左右いずれかに逸れた条件のみを抽出している。縦軸に反応時間、横軸に頭部に対して目が何度ずれていたかを示している。具体的には、0度が(3)「目と頭部が共に30度逸れている顔」で、正の方向に30度が(2)「頭部と目が同じ方向にそれぞれ30度と60度逸れている顔」、負の方向に30度が(4)「頭部だけが30度逸れている顔」、60度が(5)「頭部と目が異なる方向に30度逸れている顔」となっている。頭部に対して目が逸れている方向にターゲットが出現した条件では、逆にターゲットが出現した条件よりも反応時間が短くなっている。

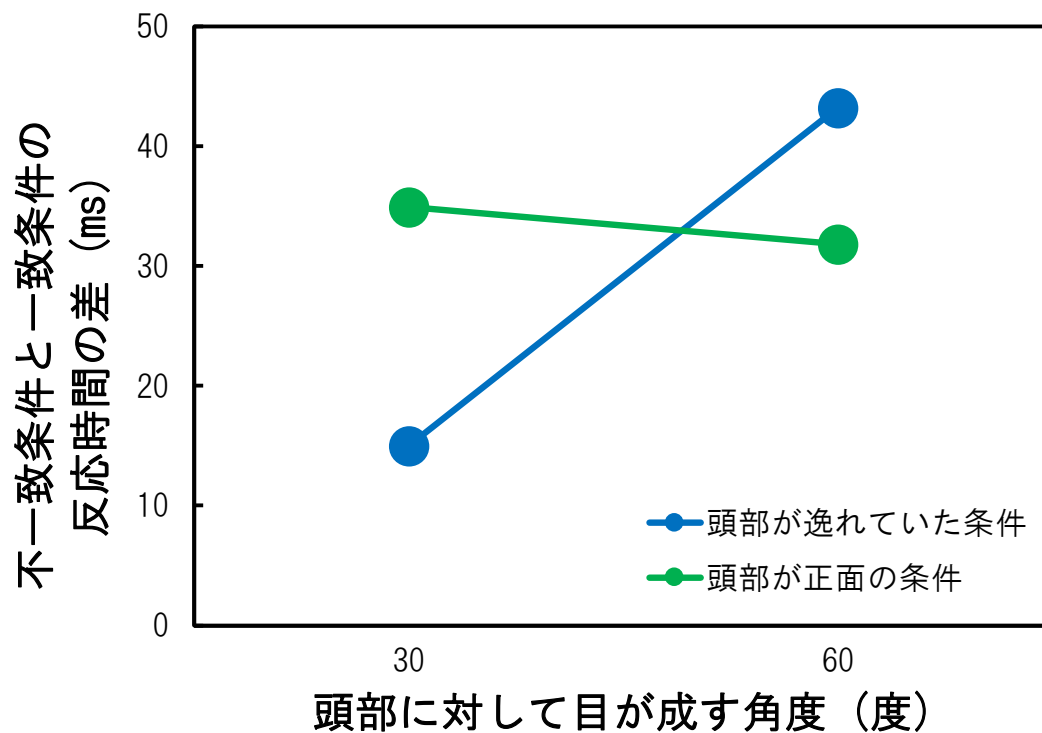


図 2.4.3-3: 頭部が逸れていた条件と頭部が正面を向いていた条件における、頭部と目の成す角度毎の反応時間の差。縦軸は目の向いている方向にターゲットが提示された(一致)条件の反応時間を、逆の方向にターゲットが提示された(不一致)条件の反応時間から引いた差を示している。横軸は頭部に対して目が左右いずれかに逸れた角度を示している。また、頭部が正面を向いていた条件の結果を緑色で、頭部が逸れていた条件の結果を青色のマーカで示している。

2.4.4 頭部及び眼球方向の組み合わせ毎の注意の移動のまとめ

実験 4 において、複数フレームの動きを含む刺激を観察した場合でも、単フレームの静止画を観察した場合と同様の手順で、注意の移動方向を決定するための頭部と目の方向の統合が行われることを確かめた。実験を行うにあたり、静止画であっても、動画であっても、注意の移動方向を決定するメカニズムは同様であると仮定して実験を行った。実験の結果を検討する際には、特に Hietanen (1999) において特徴的な結果が得られていた、頭部が左右いずれかの方向に逸れていた条件に着目した。まず、注意の移動方向に関しては、Hietanen (1999) で提唱された通り、頭部と目の向きの組み合わせに応じて決定されていたことが分かった。つまり、複数フレームの動きを含む刺激を用いた場合でも、頭部が視線による注意の移動方向を決定づけるための基準枠として利用されると言える。この結果は Hietanen (1999) の説について、その適用範囲が動きを含む刺激に拡張可能であることを示したものである。一方、より詳細に頭部の役割を検討する目的で取り入れた、頭部と目が成す角度が異なる(それぞれ、30 度若しくは 60 度)条件間の比較においては、全く新しい知見も得られた。それは、頭部が左右いずれかに逸れていた条件では、頭部と目が成す角度に応じて、注意の促進効果の強度が変化するというものである。このような効果は、頭部が正面を向いたまま、目だけが左右いずれかに逸れた条件では得られていなかった。そのため、この結果は頭部が逸れた状態、若しくは、正面顔から頭部の向きが変化したことに特有のものと考えられる。しかしながら、これについて更なる検討を行うには、改めてそれを目的とした実験を行う必要がある。そのため、これ以上の検討はできないが、視線による視覚的注意の移動において目に対する頭部の役割を考える際には、注意の移動方向を決

定するための基準枠としてのみ考えれば良いというわけでは無い可能性も示された。

2.5

動きを含む刺激による注意の移動の基本特性のまとめ

本章では、動きを含む刺激による視覚的注意の移動の基本特性と、先行研究によって明らかにされてきた視覚的注意の移動の基本特性が、同様のものであるか否かを確認することを目的として、四つの実験が行われた。本章で行われた実験は、主に二つに分けられた。一つは、第一刺激が提示される事による視覚的注意の移動への影響を調査するもの、もう一つは、動きを含む刺激の視線などの方向を示す情報がどのように解釈され、注意の移動がどの方向に誘起されるかを調査するものであった。

第一刺激が提示されることによる視覚的注意の移動への影響に関しては、三つの実験が行われた。実験の目的は、静止画像の表示が注意の移動に影響を及ぼすか否かを確認することであった。また、その目的の意味は、動きの表現において最も単純な2フレームの仮現運動を持つ視線手がかりと、これまで多くの知見が得られてきた1フレームの視線手がかりとで、その視線によって生じる視覚的注意の移動の性質が同様のものであるか否かを確認することであった。特に2フレームの仮現運動を持つ視線手がかりは、第一刺激として正面顔が提示されたため、注意を引きつけるなどの、正面顔が持つ様々な効果が注意の移動にも影響を与える可能性が期待された。

第一刺激のもつ影響としては、三つの可能性が考えられた。第一の可能性は、第一刺激がその後続く第二刺激の処理を促進する可能性、第二の可能性は、運動情報が加算的に注意の移動若しくはその効果を促進する可能性、第三の可能性は、単純に第一刺激が提示されることで、視覚情報に対して注意が集中し、注意の移動とは無関係に促進効果が生じる可能性である。第一の可能性は顔の認知に基づくものであり、正面顔であることに

特有の影響と考えられた。第二の可能性も運動として捉えられる必要があるため、正面顔であることに特有の影響と考えられた。第三の可能性だけは、第一刺激の提示による影響(正面顔でなくとも第一刺激が提示されれば良いという可能性)と正面顔の提示による影響の両方が考えられた。

実験1の結果は、三つめの可能性を示すものであった。それ自体については視線の向きと無関係に、全体的に生じていたことから、第一刺激の提示による影響と考えられた。しかしながら、それと同時に別の特徴的な結果が得られた。それは、第一刺激を特定の時間提示することによって、先の三つめの可能性を示す効果が一度リセットされるというものであった。この効果は、注意の移動が生じていた第二刺激の提示からターゲットが提示されるまでの時間間隔が比較的短い条件に選択的に生じていた。そのため、この効果は正面顔に特有である可能性も考えられた。

実験2及び実験3は、先の効果が正面顔の提示に特有のものであることを確認するものであった。実験2においては、正面顔でなく、単色で塗りつぶされた人影を第一刺激とした。実験1で得られた促進効果のリセットが第一刺激の提示による影響であり、正面顔の提示による影響でないならば、この条件においても実験1と同様に促進効果のリセットが生じると期待された。しかし、実験2においては促進効果のリセットは生じず、正面顔の提示による影響であった可能性が示された。それを受けて、促進効果のリセットが生じる理由を正面顔から逸視顔への変化の際、頭部方向(視線方向の判断のための基準)が切り替わることに起因するという仮説が立てられた。

実験3では、実験2の結果から立てられた仮説が検証された。第一刺激には正面顔が提示され、第二刺激には、頭部は正面を向いたまま、目だけが左右いずれかに逸れている刺激が提示された。これにより、頭部方向の切り替わりが排除されるため、促進効果のリセットは生じないと期待され

た。実験 3 の結果は予想のとおりのもので、促進効果のリセットは生じず、実験 2 の結果と非常に似通ったものとなった。よって、実験 2 の結果から立てられた仮説は支持された。

これらの三つの実験によって、第一刺激が提示されることにより視覚情報に対する全体的な注意の促進効果が生じることと、正面顔およびその視線に関する処理が完了した後に視線方向の判断の基準となる頭部の方向が変化することで、その促進効果がリセットされることが確かめられた。これらの結果は、確かに第一刺激の存在による視覚情報への反応の促進効果を示すものであったが、それは注意の移動の性質を変化させるような影響を及ぼすものでは無かった。そのため、第一刺激が提示された場合でも、その後生じる注意の移動の性質は、多くの先行研究で確かめられてきたものと同様である可能性が支持された。

動きを含む刺激の視線などの方向を示す情報がどのように解釈され、注意の移動がどの方向に誘起されるかについては、動きを含まない刺激において、目と頭部のそれぞれの方向を組み合わせた刺激を用いて注意の移動方向を確かめた先行研究(Hietanen, 1999)との比較が行われた。実験の目的は、先行研究で得られた視線の状態に対する注意の移動方向に関する結果と、動きを含む刺激で得られた注意の移動方向に関する結果が同様であるか否かを確かめることであった。その目的の意味は、先行研究で得られた、自らの注意を移動させるべき方向を求める情報統合のメカニズムに関する知見が、動きを含む場合にも拡張可能であるのかを確かめる事であった。

実験 4 において、目と頭部がそれぞれに左右いずれかに逸れたか、逸れなかった刺激を用いて、それらに応じて生じる注意の移動の方向が確かめられた。先行研究で報告された情報統合のメカニズムは神経学的な主張とも矛盾しないものであり、その点から、動きを含む刺激であっても、注意の移動方向は先行研究と一致することが期待された。

目と頭部がそれぞれに左右いずれかに逸れた刺激に着目した分析により、動きを含む刺激によって生じる注意の移動方向は、先行研究の結果と良く一致することが分かった。そのため、先行研究で報告された自らの注意を移動させるべき方向を求める情報統合のメカニズムに関する知見は、動きを含む場合にも拡張可能であることが確かめられた。ただし、先行研究で得られていなかった知見として、頭部が左右いずれかに逸れた状態では、それに対する目の角度が大きくなることで、注意の促進効果が増大することが示された。この結果は、頭部が左右いずれにも逸れていない状態(目だけが左右いずれかに逸れた状態)では得られなかった。そのため頭部の向きは、物体中心座標系で目が逸れている方向を判断するための基準位置としてのみ扱われているわけでは無い可能性も示された。ただし、この知見は動きを含む視線による視覚的注意の移動に特有のものとは考え難いため、本研究においてこれ以上の追及は行わないこととした。

以上の四つの実験によって、動きを含む刺激であっても、静止画の刺激であっても、その視線の観察によって生じる注意の移動の基本的な性質は同様であることが分かった。四つの実験は、第一刺激が提示される事による視覚的注意の移動への影響を調査するもの、動きを含む刺激の視線などの方向を示す情報がどのように解釈され、注意の移動がどの方向に誘起されるかを調査するものという二つに分けられた。そのどちらにおいても新しい知見や可能性は得られたが、先行研究によって得られてきた注意の移動の性質との矛盾を生じることは無かった。そのため、動きを含む刺激であっても、先行研究で得られてきた様々な知見を基に、その性質を議論することが可能であることが示された。

第3章

動きを含む刺激に特有な注意の移動の 性質に関する検討

3.1 実験 5

— 刺激の提示段階に応じた注意の移動（1） —

これまで、視線による視覚的注意の移動の特性を知るための実験においては、静止画、もしくは、最大でも 2 フレームの仮現運動が刺激として用いられてきた(e.g. Friesen, & Kingstone, 1998; Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell, & Baron-Cohen, 1999; Bayliss, de Pellegrino, & Tipper, 2005)。そのため、注意の移動が生じるタイミングは逸視状態の刺激が示された直後の一点と言い切ることが可能であった（刺激が 2 フレーム以上変化を続ける実験としては、乳幼児を対象とした Hood, Willen と Driver (1998) がある。この研究においては、乳児が刺激に注目するまで刺激の瞬きが繰り返された。しかし、その後の注意の移動を引き起こす逸視刺激への変化は他の先行研究と同様であった）。しかしながら、運動情報を付加するために、3 フレーム以上の連続提示を行った場合には、どの段階で注意の移動が生じたのかを明確には特定できない。例えば、CG コンテンツにおいてアバタの動きによって注目すべき対象を指し示す際に、視線を手掛かりとすることがある。この時、ディスプレイデバイスで動画を提示するならば、注意の移動が生じ得る画像が連続的に提示されていることになる。このような場合、動画中の刺激が最終的に示した視線の先に注意が移動すると考えられるが、実際に注意の移動がどの様に生じるのかは、これまでの研究では触れられることはなかった。連続提示される視線情報を観察している際に注意の移動がどの様な挙動を示すのかは、運動情報を含む刺激によって生じる視覚的注意の移動を研究する上で避ける事ができない問題であり、重要な基礎的知見と考えられた。

視線による注意の移動に関する研究において上記の問題が生じるのは、3フレーム以上の仮現運動、若しくは、現実の視線変化を実験の刺激とした場合である。本研究の目的に沿った基礎的な知見を得るために、まずは注意の移動が誘起され得る段階を二点に絞って、つまり、上記の問題が生じる条件の中で最も簡易な3フレームの仮現運動を用いて実験を行った。具体的には、第二刺激と第三刺激にそれぞれ異なる方向への注意の移動を誘起する頭部と目の方向の組み合わせを用いて、注意の移動がどちらに従って生じたかを調べた。頭部と目の方向の組み合わせは、実験4の結果を基に、運動方向に矛盾を生じないように選出した。もし、注意の移動が第二刺激で期待される方向に生じたならば、注意の移動は観察対象の変化に敏感であり、ある程度予測的に生じると考えられた。逆に、第二刺激とは無関係に、第三刺激の示す方向にのみ生じたならば、注意の移動は観察対象が変化する可能性を持つ間は抑制され、運動が完了したと判断された後に、その視線の状態に応じて生じると考えられた。また、第二刺激と第三刺激とで逆方向への注意の移動が生じる事が期待される刺激の組み合わせにおいては、両方向に注意の移動が生じる可能性も考えられた。この場合、注意の移動は視線が変化の途中であるか否かを問わず、参照した視線の状態に応じて次々と生じると考えられた。また、この場合は、上記の刺激の組み合わせとなった条件においてのみ、それぞれの方向に提示されたターゲットに対する反応時間が共に短縮されることが予測された。

3.1.1 目的

本実験は、連続的に提示される刺激によって注意がどのように指向されるのかに関する基本的な知見を得る事を目的とした。本実験を通して、視

線の変化を二段階に区切った場合に、変化の前半(第二刺激)と後半(第三刺激)がそれぞれどのように注意の移動に影響を及ぼすのかを検討することができた。更に言えば、視線による視覚的注意の移動が、観察対象の変化に敏感で予測的に生じるのか、それとも、変化の終了を待って堅実に生じるのか、更には、臨機応変に、その時々観察対象の状態に応じて分散的に生じるのかを知るための手がかりが得られた。

3.1.2 方法

被験者

被験者は16名の成人(男性8名、女性8名)であった。被験者は全員矯正視を含む正常視力を有していた。また、全ての被験者は刺激に用いた4名の男女との面識は無く、実験の目的についても無知であった。

刺激と装置

図3.1.2-1に実験に用いた刺激の例を示す。4名の男女(男性2名、女性2名)の肩から上を、デジタルカメラ(3648×2736, IXY30s, Canon)で撮影した写真を用いた。撮影手順と刺激の編集は実験1と同様であった。第一刺激は画面の中央に提示し、首から下の部分が動かないよう、第二刺激と第三刺激を提示した。第二刺激は、目だけが正面から30度逸れたもの(目先行)、頭部だけが正面から30度逸れたもの(頭部先行)、目と頭部が共に正面から30度逸れたもの(同時変化)の3種類を用いた。3種類の第二刺激に関しては、目先行は運動方向へ、頭部先行は運動方向の逆方向への注意の移動をそれぞれ誘起し、同時変化は注意の移動を誘起しない手掛かりである事が実験

4によって確かめられていた。また、第三刺激には、頭部が正面から 30 度、目が頭部と同じ方向に 60 度逸れたものを用いた。実験中は常に画面の中央に凝視点(赤色の円、 0.5×0.5 度、 25 cd/cm^2)を表示した。ターゲットは無彩色のアスタリスク状の図形 (1×1 度、 63 cd/cm^2)を用いて、画面の中央から 9.5 度の位置に表示した。実験中の背景は白色(95 cd/cm^2)を用いた。刺激の提示には、21 インチの CRT ディスプレイ (2048×1536 , 75Hz, ViewSonic P227f)を用いた。被験者はこれらの刺激をディスプレイから 57.3 cm 離れた位置から観察した。

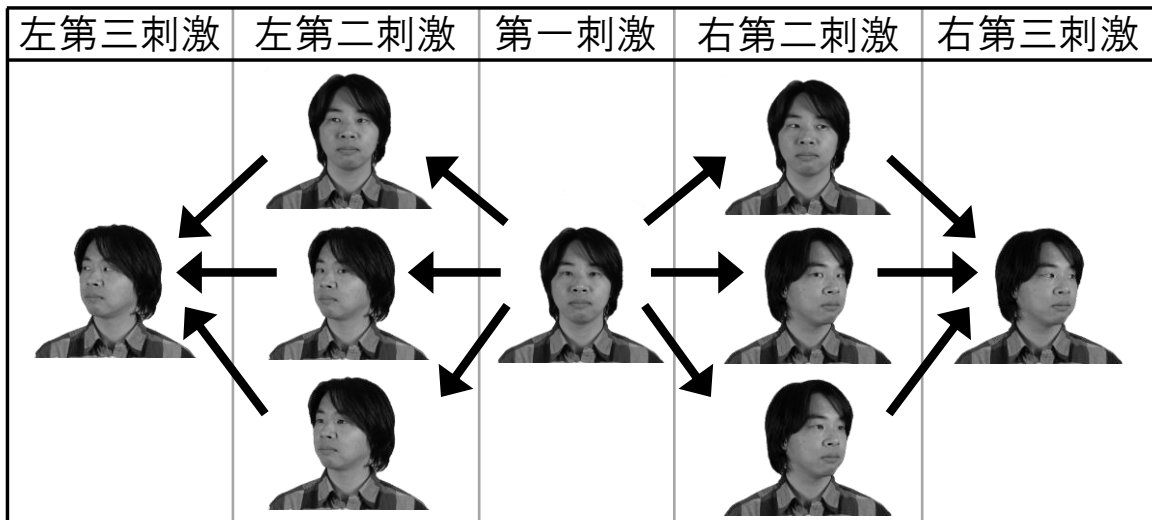


図 3.1.2-1: 実験 5 で用いられた刺激の例。実験 4 までと同様に、男女 4 名について同様の刺激セットがあった。図の中央が第一刺激(正面顔)を示しており、それより左側には、運動方向が左の場合の各フレームの刺激が、それより右側には、運動方向が右の場合の各フレームの刺激が示されている。また、両者とも、中央から外側に向かって、第二刺激、第三刺激の順に並べられている。第二刺激は上から順に、目先行、頭部先行、同時変化の条件を表している。

実験手順

実験の流れを図 3.1.2-2 に示す。実験にはキューイングパラダイムを採用した。実験中は常に凝視点が提示されており、被験者は試行中常にそれを凝視するように指示された。被験者がスペースキーを押すことで試行が始まり、1000 ms 後に第一刺激(正面顔)が提示された。その 1000 ms 後に第二刺激が提示され、更に 40 ms の間をおいて第三刺激が提示された。第三刺激が提示された後、0 ms、300 ms、600 ms、1200 ms のいずれかの時間間隔(SOA)を空けて、ターゲットが提示された。第三刺激とターゲットは、被験者がターゲットに反応するか、2000 ms が経過するまで提示され続けた。被験者の課題は、ターゲットが視野の左右いずれの位置に提示されたかを弁別し、できる限り素早く、正確に、マウスの左右のボタンを押し分けることであった。被験者が反応するか、ターゲットが提示されてから 2000 ms が経過すると試行が終了し、凝視点を除く全ての刺激が消去された。ターゲットが提示されてから被験者が反応するまでの時間を反応時間として計測し、取得した。但し、ターゲットの出現方向と異なる方向を報告するか、2000 ms の間反応が無かった場合には、反応時間は記録されなかった。それらの条件は、同一実験中のランダムなタイミングで再度計測された。

各被験者は 384 試行(第二刺激の種類×3 条件、SOA×4 条件、第三刺激の視線方向とターゲットの出現方向の一致性×2 条件、繰り返し×16 回)を完遂した。また、半分の試行が終了した時点で、10 分以上の休憩をとった。全ての被験者は 30 試行以上の練習試行を行ったうえで、実験に参加した。

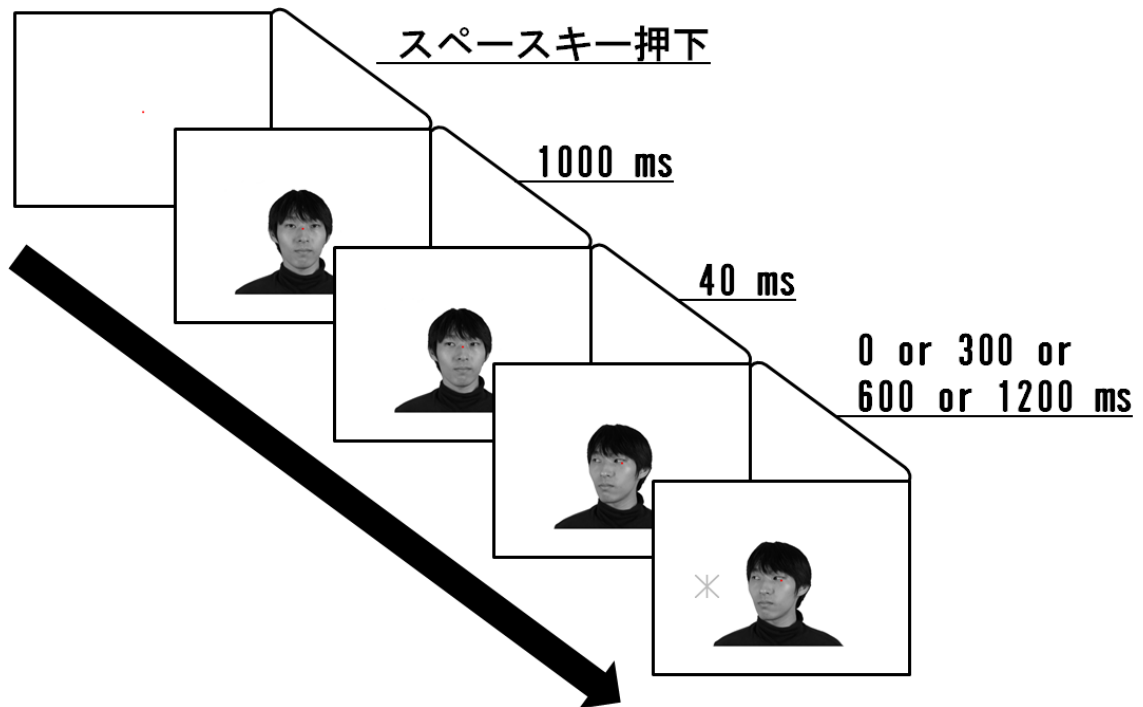


図 3.1.2-2: 実験 5 の流れ。矢印は経時方向を示している。凝視点のみが提示された状態でスペースキーを押下すると正面顔(第一刺激)が 1000 ms 提示された。それに続いて、目か頭部、もしくはその両方が左右いずれかに逸れた第二刺激が 40 ms 提示され、第二刺激と同じ方向に頭部が 30 度、目が 60 度逸れた第三刺激が提示された。そこから、0 ms、300 ms、600 ms、1200 ms の何れかが経過した時点でターゲットが提示された。このとき、0 ms の条件の場合は、第三刺激と同時にターゲットが提示された。ターゲット及び第三刺激は被験者がターゲットに反応するか、ターゲットが提示されてから 2000 ms 経過するまで提示され続けた。

3.1.3 結果と考察

図 3.1.3-1 に結果を示す。グラフは第二刺激の種類と、第三刺激とターゲットの出現方向の一致性に従って分類されている。また、縦軸は被験者の反応時間を、横軸は第三刺激が提示されてからターゲットが提示されるまでの SOA を示している。

全体的に第三刺激とターゲットの出現方向が一致していた条件の反応時間は不一致であった条件の反応時間よりも短く、注意の移動は第三刺激の示す方向に生じていたと考えられる。これは全ての SOA に共通する結果である。そのため、本実験では、先行研究で得られていた、無意識的な注意の特徴でもある 1000 ms 程度での注意の促進効果の消失(Frisen, & Kingstone, 1998)が生じなかった可能性がある。また、一致性による反応時間の差は、全ての第二刺激にも共通する結果である。そのため、視線の変化を前半と後半に区切ると、注意の移動は変化の前半(第二刺激が提示された時点)では生じず、後半(第三刺激が提示された時点)の視線の状態を参照して生じていたと考えられる。この点だけを取り上げると、連続的に提示される顔画像を観察した際に生じる注意の移動は、視線が変化している間は抑制され、変化が完了したと判断された後に、その視線の状態に応じて指向され、誘起される可能性が支持されている。しかし、SOA が 0 ms の条件において、これを支持しない結果が見られる。第三刺激が提示された後に、視線の変化が終了した事の判断と視線の状態の判断を行ったうえで注意の移動が生じるのであれば、SOA が 0 ms の段階では、視線による注意の移動は生起していないはずである。もしそうであれば、ターゲットの出現による輝度変化に注意が引きつけられることでターゲットの検出が行われるため、視線の処理に起因する、一致性による差は生じない。しかしながら、実際には、SOA が 0 ms の場合でも明らかに注意の移動の影響が得られている。そのた

め、注意の移動は単純に最終的に観察対象の視線が向けられている方向を判断して生じるとは言い切れない可能性も考えられる。

データに対して、3 要因の分散分析を行った。要因は、第三刺激が提示されてからターゲットが提示されるまでの時間間隔(SOA)、第二刺激の種類、第三刺激の視線がターゲットの出現方向と一致する方向に逸れるか否か(一致性)とした。全ての要因について、主効果が認められた(SOA : [F(3,45) = 47.3192, $p < 0.0001$], 第二刺激の種類: [F(2,30) = 4.3756, $p = 0.0215$], 一致性 : [F(1,15) = 24.2841, $p = 0.0002$])。また、SOA と第二刺激の種類、そして、第二刺激と一致性の間に交互作用が認められた(SOA×第二刺激の種類 : [F(6,90) = 2.5918, $p = 0.0231$], 第二刺激の種類×一致性 : [F(2,30) = 5.0803, $p = 0.0126$])。SOA の主効果について多重比較を行った結果、全ての SOA の間に反応時間の差がある事が認められた(0 ms×300 ms : $t(15) = 4.2259$, $\text{adj.}p = 0.0015$, 0 ms×600 ms : $t(15) = 9.7527$, $\text{adj.}p < 0.0001$, 0 ms×1200 ms : $t(15) = 11.6618$, $\text{adj.}p < 0.0001$, 300 ms×600 ms : $t(15) = 3.3629$, $\text{adj.}p = 0.0043$, 300 ms×1200 ms : $t(15) = 4.9342$, $\text{adj.}p = 0.0007$, 600 ms×1200 ms : $t(15) = 4.7861$, $\text{adj.}p = 0.0007$)。同様に、第二刺激の種類の主効果について多重比較を行った結果、第二刺激が目先行の条件と頭部先行の条件の間に反応時間の差が認められた[$t(15) = 4.2816$, $p = 0.0020$]。また、SOA と第二刺激の種類の間の交互作用についての単純主効果の検定の結果、全ての第二刺激の種類について、SOA の効果が認められた(目先行: [F(3,45) = 48.8751, $p < 0.0001$], 頭部先行: [F(3,45) = 25.0859, $p < 0.0001$], 同時変化 : [F(3,45) = 31.0598, $p < 0.0001$])。第二刺激の種類の効果は、SOA が 0 ms の条件においてのみ認められた[F(2,30) = 8.2477, $p = 0.0014$]。また、SOA が 0 ms の条件における第二刺激の効果について多重比較を行ったところ、目先行の条件のみが他の二条件との反応時間の差が認められた(頭部先行 : $t(15) = 4.3497$, $\text{adj.}p = 0.0017$, 同時変化 : $t(15) = 3.4885$, $\text{adj.}p = 0.0066$)。第二刺激の種類と一致性

の間の交互作用についても単純主効果の検定を行った結果、全ての第二刺激の種類について、一致性の効果が認められた(目先行: $[F(1,15) = 38.2368, p < 0.0001]$, 頭部先行: $[F(1,15) = 14.8099, p = 0.0016]$, 同時変化 : $[F(1,15) = 6.1556, p = 0.0256]$)。第二刺激の種類の効果は、不一致条件においてのみ認められた $[F(2,30) = 10.3119, p = 0.0004]$ 。また、これについての多重比較を行った結果、目先行の条件のみが他の二条件との反応時間の差が認められた(頭部先行 : $t(15) = 5.5272, \text{adj.}p = 0.0002$, 同時変化 : $t(15) = 3.4008, \text{adj.}p = 0.0079$)。

一致性の主効果から、全ての条件において、第三刺激の顔画像が視線を傾けている方向に注意の移動が生じていたことが分かる。よって、少なくとも最終的に注意が移動した方向は、第三刺激で示された方向であると考えられる。これは、仮説として挙げた、注意の移動は視線が変化している間抑制され、運動が完了したと判断された後に、その視線の状態に応じて生じる可能性を示す結果である。また、図 3.1.3-1 からも、注意の移動は第三刺激で示された方向であり、第二刺激の種類は影響を及ぼさない可能性が考えられた。

この結果について、図 3.1.3-1 から、全ての SOA に共通の結果である可能性を先に述べたが、実際、一致性の要因は SOA との交互作用は無く、最も長い 1200 ms の条件であっても、一致性による反応時間の差が生じていた可能性が示された。図 3.1.3-2 に、不一致条件の反応時間から一致条件の反応時間を減算した差を示す。グラフの縦軸は反応時間の差を、横軸は第三刺激が提示されてからターゲットが提示されるまでの SOA を示している。このデータに対して 2 要因の分散分析を行った。要因は、第三刺激が提示されてからターゲットが提示されるまでの SOA(4 水準)と、第二刺激の種類(3 水準)とした。その結果、SOA の主効果は認められず $[F(3,45) = 0.2635, p = 0.8513]$ 、第二刺激の種類のみが認められた $[F(2,30) = 5.0803, p =$

0.0126]。両者の交互作用は認められなかった [$F(6,90) = 0.6374, p = 0.7000$]。第二刺激の種類の主効果について多重比較を行ったところ、第二刺激の種類が目先行の条件の反応時間の差が、同時変化の条件の反応時間の差よりも大きいことが分かった [$t(15) = 4.4900, \text{adj.}p = 0.0013$]。この分析の結果も、一致性の差は SOA によらなかったことを示している。つまり、本実験では逸視を伴う刺激の提示から 1200 ms が経過しても、注意の促進効果が消失しなかったのである。これは先行研究で示された視線による視覚的注意の移動の特徴とは異なる結果である。この結果が得られた理由として、二つの可能性が考えられる。それは、被験者がある程度意識的に刺激の視線が示した方向に注意を向けようとしていた可能性と、フレーム数の増加に伴い、刺激特性及びそれに対する処理過程の変化があった可能性である。これらの可能性は本実験の結果などから実証的に明らかにすることはできないが、前者の、被験者がある程度意識的に注意を向けようとしていた可能性については、実験前の教示や、実験後に得た口頭での報告から、否定的に考えることができるかもしれない。全ての被験者は実験前に、刺激の視線方向はターゲットが提示される方向とは無関係であることを伝えられ、それを無視するように教示されていた。加えて、実験後には、意識的に注意を向けてしまうことが無かったかを確認された。実験後の確認において、視線の方向につられてしまったという自覚があったという報告と、むしろ視線につられないように意識していたという報告はあったが、視線の方向を意識した、意識的にその方向に注意を向けたという報告は全くなかった。そのため、それらの被験者からの報告を信用するならば、被験者がある程度意識的に注意を向けていたという可能性は低いと考えられる。よって、どちらかといえば、フレーム数の増加に伴い、刺激特性及びそれに対する処理過程の変化があった可能性が高いと予想される。これを実証的に確かめるには、それを目的とした実験を改めて計画する必要がある。例えば、被験者の報告から得られた結果を基に考えるならば、3 フレーム以上の仮

現運動を用いた条件では、それ未満のフレーム数を用いた条件に比べて、より強力に注意を補足するなどの違いが得られる可能性が考えられる。

一貫性と SOA に関しては、もう一点、特徴的な結果が得られていた。それは、SOA が 0 ms の条件でも注意の促進効果が明確に得られていた事である。先にも述べた通り、SOA が 0 ms の条件では、第三刺激と同時にターゲットが提示されるため、第三刺激の視線に応じた注意の移動の影響も生じないことが期待された。しかし、図 3.1.3-1 のグラフでは明確に一貫性による反応時間の差が現れていた。また、分散分析の結果においても第二刺激の主効果は認められており、第二刺激の種類も注意の移動に影響を及ぼしていたと考えられる。第二刺激の種類的主効果は、第二刺激が目先行であった条件では、頭部先行の条件に比べて、全体的な反応時間が有意に長いことを示している。また、第二刺激と SOA の交互作用から、第二刺激の種類による影響が大きく現れているのは、SOA が 0 ms の条件であると考えられる。これはつまり、第三刺激の影響が及び難いほど短い SOA においては、第二刺激の影響で注意の移動が生じていた可能性もある事を意味している。

ただし、第二刺激の影響は、その視線の状態に合わせて注意の移動を誘起するものではない。頭部先行の第二刺激は、それ単体では運動方向と逆方向への注意の移動を引き起こす刺激であったが、そのような注意の移動方向の変化を表す結果は全くなかった。そのため、視線による視覚的注意の移動は、その時々を観察対象の状態に応じて分散的に生じるわけではないと考えられる。具体的な第二刺激の種類の影響は、第三刺激が提示されると同時にターゲットが出現した条件(SOA が 0 ms の条件)において、第二刺激が目先行であった条件の反応時間が、その他の頭部先行及び同時変化であった条件の反応時間よりも長くかかっているというものであった。これは、運動の順序によって視覚情報そのものに対する反応速度が変化していた可能性を示している。このとき、第二刺激の種類と一貫性の交互作用

についての結果を考えると、不一致条件においてのみ、そのような効果が生じているようにも見える。しかしながら、図 3.1.3-1 をみると、SOA が 0 ms の条件における目先行の条件の一致条件は、他の二つの不一致条件と殆ど同じ値となっている。そのため、目先行の条件では、一致性に関わらず、他の条件よりも反応時間が長くなっていた可能性がある。目先行の条件の反応時間が他の条件の反応時間よりも長くなった理由を本実験の結果からデータ的に明らかにすることはできない。しかし、刺激の特徴に着目すれば、目先行の条件だけが持つ特徴がある。それは、第二刺激の提示時点で頭部の方向が変化しないことである。他の刺激は頭部先行と同時変化である為、第二刺激の提示時点で頭部の方向が変化する。この点から目先行の条件において反応時間が長くなっていた理由を推測すると、頭部の方向の変化に伴う他の第二刺激に比べて変化する領域が小さいため、変化を表す情報として弱かった可能性が考えられる。しかしながら他方では、目先行の第二刺激が強力に注意の移動を誘起する刺激であったが為に、視線の処理が優先され、反応時間が長くなった可能性も考えられる。目先行の第二刺激は、注意の移動を生起させる刺激として最も典型的なものであり、多くの先行研究で確かめられてきた。また、実験 1 から実験 3 の結果に基づいて考えると、三種類の第二刺激の中で、最も視線の処理に負荷のかからない刺激でもある。つまり、目先行の第二刺激は、視線が容易に知覚され、かつ、注意の移動を誘起する強力な刺激と言える。実際、第二刺激の種類が目先行の条件は反応時間の差が大きく、同時変化の条件とは統計的に明らかな差が認められている。そのため、本実験において、第二刺激の種類が目先行であった条件では、注意の促進効果が強く生じていたといえる。これは、目先行の第二刺激が注意の移動を誘起する強力な刺激であることを支持する結果と考えられる。

目先行の刺激が強力かつ容易に知覚されると仮定すれば、目先行の刺激が用いられた条件でのみ、視線の処理が行われた可能性が考えられる。つまり、第二刺激の種類が目先行の条件においては、第二刺激の提示時点で頭部の方向が変化しないので、視線の処理に大きな負担がかからず、大きな遅延が生じないため、第二刺激の提示に伴い、視線の処理が行われたと考えられる。他方、第二刺激の種類が頭部先行及び同時変化の条件においては、頭部の方向の変化から改めて処理を行う必要があり、素早く注意を向けることが困難なため、他の情報、例えば、運動情報か輝度の変化方向を参照して注意の移動が生じたと考えられる。このとき、視線の処理を行ってから注意を移動させるよりも、輝度や運動情報などに従って注意を移動させる方が生起のタイミングが早いと仮定すれば、その差が本実験の結果に表れた可能性が考えられる。この仮説は、SOAが0 msで特に強く得られた第二刺激の種類の効果について、それが第二刺激で提示される刺激の特徴によって生じたとするものであり、第三刺激とは無関係にこの結果が得られるとするものである。そのため、この仮説が正しいならば、たとえ第三刺激が提示されずとも、本実験で得られた結果が生じるはずである。

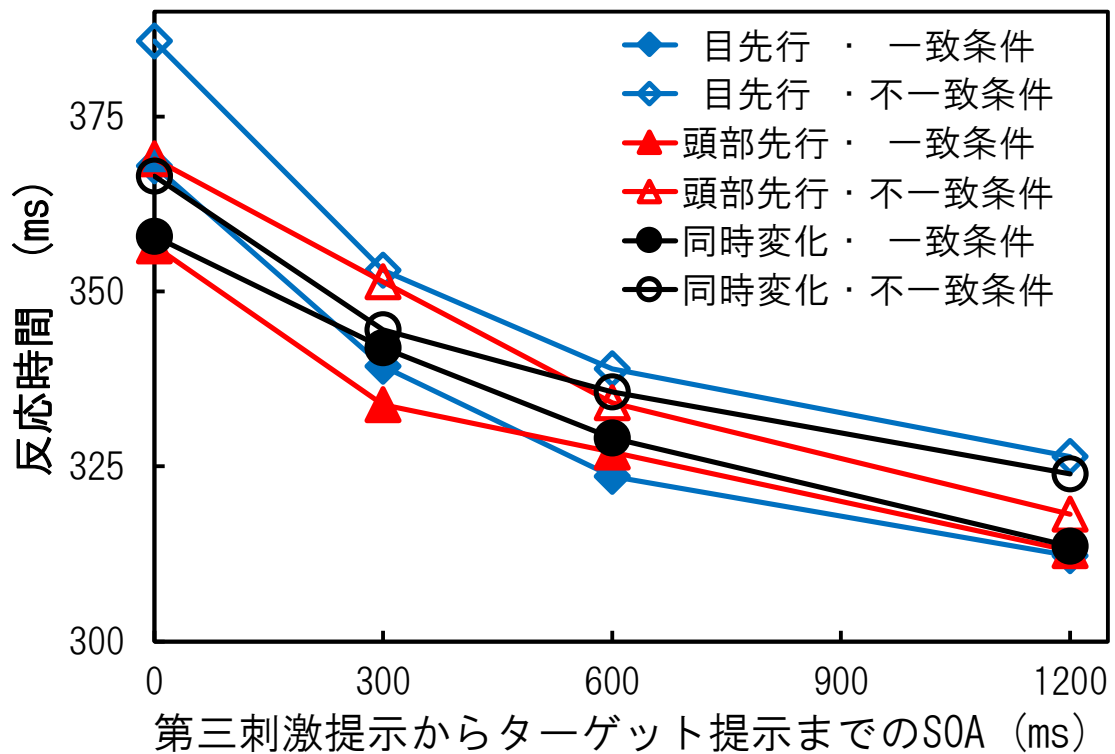


図 3.1.3-1: 実験 5 の結果のグラフ。縦軸は被験者の反応時間、横軸は第三刺激が提示されてからターゲットが提示されるまでの SOA を示す。第二刺激の種類について、目先行であった条件を青色で、頭部先行であった条件を赤色で、同時変化であった条件を黒色で示している。また、一貫性についてはマーカーの塗りつぶしの有無で示しており、一致条件は塗りつぶし、不一致条件は白抜きで示している。

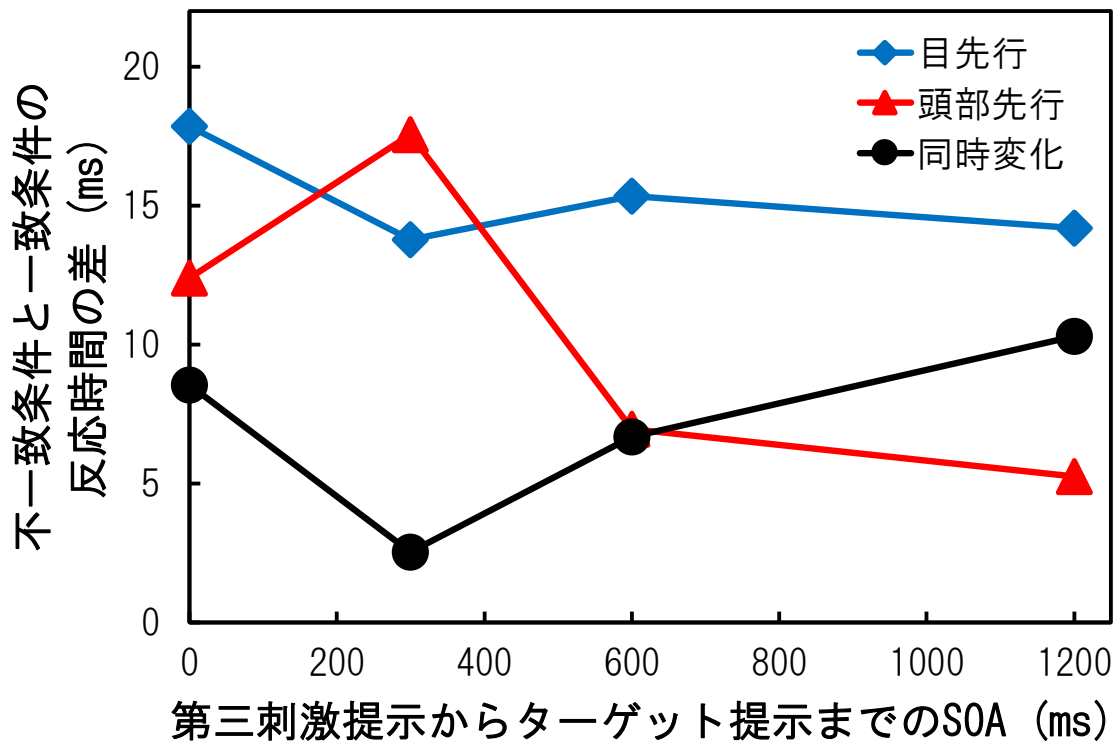


図 3.1.3-2: 反応時間の差のグラフ。縦軸は不一致条件の反応時間から一致条件の反応時間を減算した差を示しており、数値が大きくなるほど、不一致条件に比べて一致条件において素早くターゲットに反応できたことを意味する。横軸は第三刺激が提示されてからターゲットが提示されるまでの SOA を示している。また、第二刺激の種類について、目先行であった条件を青色で、頭部先行であった条件を赤色で、同時変化であった条件を黒色で示している。

3.2 実験 6

— 刺激の提示段階に応じた注意の移動 (2) —

3.2.1 目的

連続的に視線が変化していくような刺激を観察した場合、観察者の注意は最終的に刺激が示した視線の方向に指向されることが分かった。しかし、途中で提示される視線の状態も完全には無視されないことも示された。特に、刺激の視線方向が容易に判断できるか否かによって、その後の視覚刺激に対する反応時間に差がある事が分かった。これは連続的に提示される刺激を観察する際に、その過程で視線がどのように変化するかに応じて、注意の移動に至るまでの処理過程が異なる可能性を示す結果と考えられた。

本実験は、上記の可能性を確かめることを目的として行われた。具体的には、視線が正面顔を含めて3フレームで変化していく刺激を用いて、最終的な視線の方向(第三刺激)が示されるか否かによって、注意の移動にどのような影響があるのかを検討した。連続的な変化の途中にある視線の状態(第二刺激)が、注意の移動において容易に知覚される強力な刺激であれば、視線の処理が行われた後に注意の移動が生じ、そうでない場合には輝度の変化や運動の方向に従って注意の移動が生じると予想された。これは第二刺激の種類によって注意の移動が生じるまでの処理過程が異なる事を原因とするため、第三刺激の提示の有無によらず、反応時間に差が生じると考えられた。

3.2.2 方法

被験者

被験者は 15 名の成人(男性 9 名、女性 6 名)であった。全ての被験者は、矯正視を含む正常視力を有していた。また、全ての被験者は刺激に用いた 4 名の男女との面識は無かった。男性 1 名を除き、被験者は実験の目的などについて無知であった。

刺激と装置

実験の制御は実験 5 と同様に行った。また、第一刺激、第二刺激、第三刺激共に、実験 5 で用いたそれぞれの刺激と同じものを用いた。つまり、図 3.1.2-1 に代表される刺激を用いて、その作成方法も全て同一であった。

実験手順

実験の流れを図 3.2.2 に示す。基本的な実験の流れは実験 5 と同じであった。但し、第二刺激の提示後、第三刺激が提示される条件と、何も提示されない条件があった。また、第二刺激の終了(提示される条件では、第三刺激の提示)からターゲットが提示されるまでの時間間隔は、実験 5 において第二刺激の種類による効果が最も顕著に確認された 0 ms の条件のみとした。

それぞれの被験者は 192 試行(第三刺激の提示の有無×2 条件、第二刺激の種類×3 条件、刺激の運動方向とターゲットの出現方向との一致性×2 条件、繰り返し×16 回)を完遂した。また、半分の試行が終了した時点で、5

分以上の休憩をとった。全ての被験者は、30 試行以上の練習試行を行ったうえで、実験に参加した。

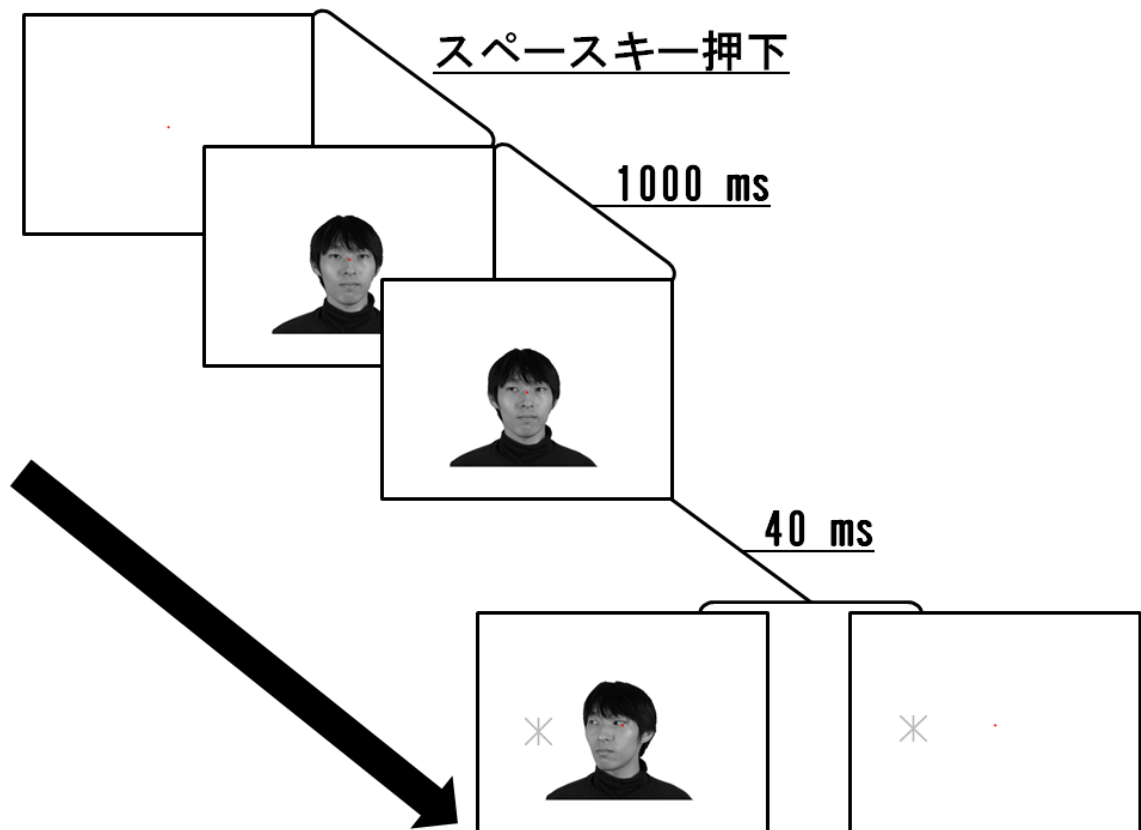


図 3.2.2: 実験 6 の流れの図。矢印は経時方向を示している。凝視点のみが提示された状態でスペースバーを押下すると正面顔(第一刺激)が 1000 ms 提示された。その後、目か頭部、もしくはその両方が左右いずれかに逸れた第二刺激が 40 ms 提示された。さらにその後ターゲットが提示され、それと同時に第三刺激が提示された条件と何も提示されなかった条件に分岐した。ターゲットは被験者が反応するか、2000 ms が経過するまで提示され続けた。また、提示される条件の場合は第三刺激も同様に提示され続けた。

3.2.3 結果と考察

図 3.2.3-1 に結果を示す。グラフは第二刺激の種類と、刺激の運動方向とターゲットの出現方向との一致性に従って分類されている。縦軸はターゲットに対する反応時間を示しており、横軸は第三刺激の提示の有無を表している。

第三刺激の提示の有無に関わらず、第二刺激の種類が目先行の条件の反応時間は長くなっており、概ね仮説は支持されたと考えられる。但し、第三刺激が提示された条件に比べて、第三刺激が提示されなかった条件の反応時間が全体的に長くなっていた。また、第二刺激の種類が頭部先行の条件においては、第三刺激の提示の有無によって、反応時間に異なる傾向が見られた。第三刺激が提示された条件では、刺激の運動方向とターゲットの出現方向との一致性による反応時間の差が明確だが、第三刺激が提示されなかった条件では、その差は殆どない。

結果に対して 3 要因の分散分析を行った。要因は、第三刺激の有無(提示有り、提示無し)と、第二刺激の種類(目先行、頭部先行、同時変化)、そして、刺激の運動方向とターゲットの出現方向との一致性(一致、不一致)とした。全ての要因について、その主効果が認められた(第三刺激の有無: $[F(1,14) = 24.3657, p = 0.0002]$ 、第二刺激の種類: $[F(2,28) = 22.6945, p < 0.0001]$ 、一致性: $[F(1,14) = 41.7756, p < 0.0001]$)。交互作用は、第二刺激の種類と一致性の間で認められた $[F(2,28) = 6.5448, p = 0.0047]$ 。第三刺激の有無と一致性、全ての要因の間の交互作用は有意傾向に留まり(第三刺激の有無と一致性: $[F(1,14) = 4.3664, p = 0.0554]$ 、全ての要因: $[F(2,28) = 2.5325, p = 0.0975]$)、第三刺激の有無と第二刺激の種類の間での交互作用は認められなかった $[F(2,28) = 1.3978, p = 0.2639]$ 。第二刺激の種類の主効果について多重比較を

行ったところ、目先行の条件の反応時間が、他の二つの条件の反応時間よりも長いことが分かった(頭部先行： $t(14) = 5.0337$, $\text{adj.}p = 0.0004$, 同時変化： $t(14) = 8.1233$, $\text{adj.}p < 0.0001$)。また、第二刺激の種類と一致性の間の交互作用について単純主効果の検定を行ったところ、一致条件と不一致条件のいずれにおいても、第二刺激の種類の主効果は有意であった(一致： $[F(2,28) = 9.1032, p = 0.0009]$, 不一致： $[F(2,28) = 11.5097, p = 0.0002]$)。また、全ての第二刺激の種類において、一致性の主効果が有意であった(目先行： $[F(1,14) = 61.6788, p < 0.0001]$, 頭部先行： $[F(1,14) = 8.3594, p = 0.0118]$, 同時変化： $[F(1,14) = 23.2254, p = 0.0003]$)。一致性毎の第二刺激の種類の主効果について多重比較を行った。その結果、一致条件においては同時変化の条件が他の条件よりも反応時間が短く(目先行： $t(14) = 4.1617$, $\text{adj.}p = 0.0029$, 頭部先行： $t(14) = 3.8656$, $p = 0.0034$)、不一致条件においては目先行の条件が他の条件よりも反応時間が長いことが分かった(頭部先行： $t(14) = 5.1830$, $\text{adj.}p = 0.0004$, 同時変化： $t(14) = 2.6960$, $p = 0.0348$)。

第二刺激の種類は主効果が認められ、その多重比較の結果からも、第二刺激の種類が目先行の条件では反応時間が長くなっていたことが確かめられた。これは、先に述べたとおり、第三刺激の有無に関わらず、目先行の条件の反応時間が長くなっていたことを示している。この結果は、第二刺激の種類によって注意の定位に至るまでの処理過程が異なるという、実験5の結果から得られた仮説を支持するものと考えられる。また、第三刺激の有無の主効果は、提示有り条件の方が提示無し条件よりもターゲットへの反応が早かったことを示している。これは、提示無し条件は顔画像そのものが消えて背景の白色になってしまうことで、それに伴う大きな輝度変化に注意のリソースが奪われてしまった結果と考えられる。第三刺激の有無は第二刺激の種類との交互作用もなく、先の仮説を否定する結果にはなり得ない。更に言えば、大きな輝度変化に注意のリソースが奪われたため

に、提示無し条件では全体的に反応時間が長くなったという考えが正しいならば、第三刺激の提示とターゲットの提示が同時に行われた条件(第三刺激の提示からターゲットの提示までの SOA が 0 ms の条件)では、第三刺激自体は参照されていない可能性も考えられる。しかし、これに関しては、図 3.2.3-1 のグラフにおいて、頭部先行の一致性に着目すると疑問が生じる。この条件の提示無し条件では一致性による反応時間の差は見られないが、提示有り条件ではその差が顕著に認められる。これは、第三刺激の提示があれば、その瞬間に刺激の運動方向への注意の促進が行われたことを示す結果と考えられる。但し、この効果は先の分散分析の結果からは認められていない。もしこの条件で本当に上記のような注意の効果の違いがあったのなら、全ての要因の交互作用が認められるはずである。しかしながら、結果は有意傾向に留まっていた。このグラフ上の結果と分散分析の結果の矛盾に対応するべく、一致性による反応時間の差について改めて検討を行った。

図 3.2.3-2 に一致性による反応時間の差のグラフを示す。グラフは縦軸に不一致条件の反応時間から一致条件の反応時間を引いた差を示し、横軸には第三刺激の提示の有無を示している。グラフからはやはり、第二刺激が頭部先行の条件において、第三刺激の提示の有無によって反応時間の差が大きく異なっているように見える。この反応時間の差について、第三刺激の提示の有無(2 水準)と第二刺激の種類(3 水準)を要因とした 2 要因の分散分析を行った。その結果、第二刺激の種類は主効果が認められたが [$F(2,28) = 6.5448, p = 0.0047$]、第三刺激の主効果は有意傾向に留まり [$F(1,14) = 4.3664, p = 0.0554$]、両者の交互作用も有意傾向に留まった [$F(2,28) = 2.5325, p = 0.0975$]。第二刺激の種類の主効果について多重比較を行った結果、第二刺激の種類が頭部先行の条件の反応時間の差のみが、他の条件の反応時間の差よりも小さいことが分かった(目先行 : $t(14) = 2.8550, p = 0.0254$, 同時

変化 : $t(14) = 3.3491, p = 0.0143$)。これらの分散分析の結果から一致性による反応時間の差を解釈すると、第二刺激の種類の主効果から、第二刺激の種類が頭部先行の条件では、他の条件と比べて一致性による反応時間の差が小さいと言えるのみであり、第三刺激の提示の有無による差は無いと言える。つまり、単純に頭部先行の条件で他の条件に比べて一致性による反応時間の差が小さいのであり、第三刺激の提示の有無による見かけの反応時間の差の違いは、偶然にも、提示有り条件で大きめの反応時間の差が得られ、提示無し条件で小さめの反応時間の差が得られたことによるものと考えられる。

以上の結果から、第二刺激の種類によって、第三刺激の提示の有無に関わらず、注意の移動及びその促進効果に影響が生じることが分かった。繰り返しになるが、これは、実験 5 において得られた、第二刺激の種類によって注意の移動が生じるまでの処理過程が異なるという仮説を支持する結果である。また、図 3.2.3-1 及び図 3.2.3-2 から、第三刺激の有無と第二刺激の種類に関して、必ずしも仮説を支持しない結果が得られた可能性が考えられたが、それぞれの結果に対する分散分析の結果からは、注意の移動及び促進効果に対する両者の相互的作用はないことが示された。

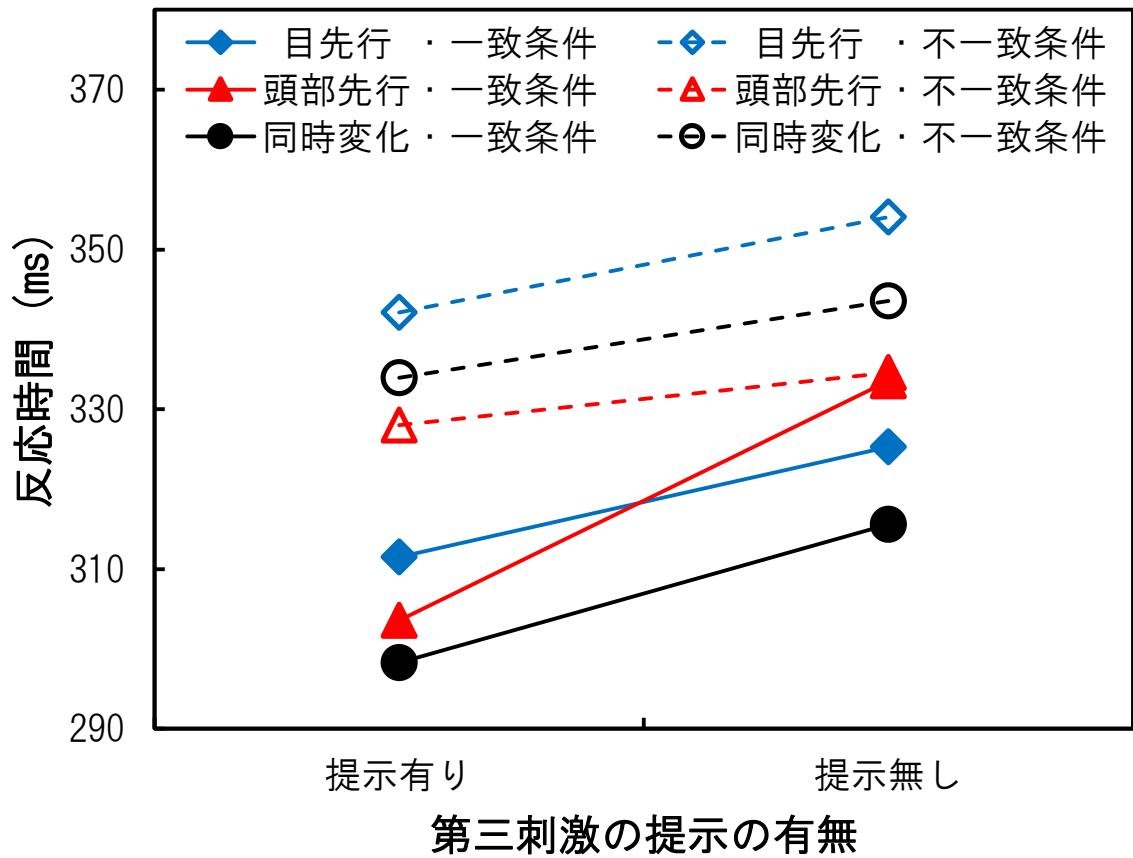


図 3.2.3-1: 実験 6 の結果のグラフ。縦軸は被験者の反応時間、横軸は第三刺激が提示されたか否かを示す。第二刺激の種類について、目先行であった条件を青色で、頭部先行であった条件を赤色で、同時変化であった条件を黒色で示している。また、一貫性についてはマーカーの塗りつぶしの有無で示しており、一致条件は塗りつぶし、不一致条件は白抜きで示している。

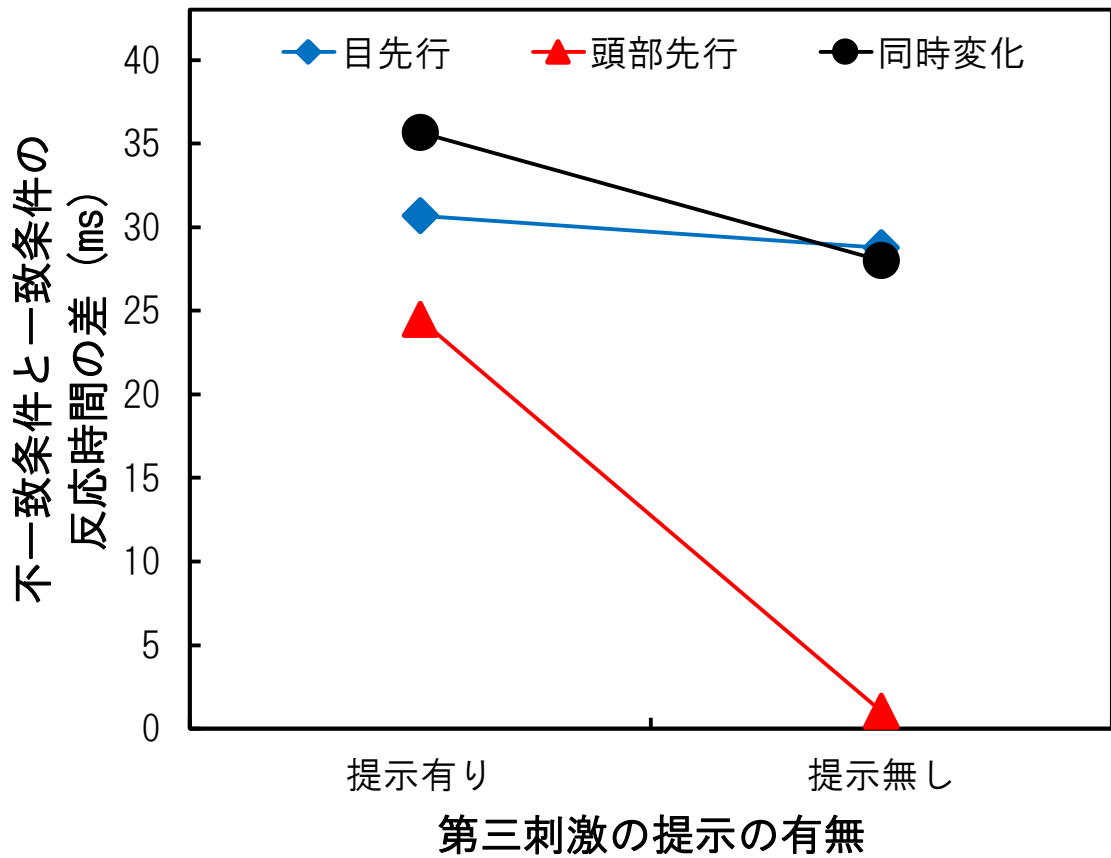


図 3.2.3-2: 実験 6 の反応時間の差のグラフ。縦軸は不一致条件の反応時間から一致条件の反応時間を減算した差を示しており、数値が大きくなるほど、不一致条件に比べて一致条件において素早くターゲットに反応できたことを意味する。横軸は第三刺激が提示されたか否かを示している。また、第二刺激の種類について、目先行であった条件を青色で、頭部先行であった条件を赤色で、同時変化であった条件を黒色で示している。

3.3 動きを含む刺激に特有な注意の移動の性質のまとめ

動きを表す刺激として最も基本となるのは、変化前と変化後の画像のみを連続で提示する2フレームの仮現運動である。しかし、それよりも多いフレーム数で動きを表した際には、2フレーム以下の刺激では生じない疑問に答える必要がある。その疑問とは、次のようなものである。3フレーム以上の顔画像を連続的に提示した場合、複数の注意の移動を誘起する刺激が連続的に提示されることになる。このとき、注意の移動がどのフレームに対応して、どのように生じるであろうか。この問題は、注意の移動方向やその促進効果の強さを検討していく上で重要である。しかし、この疑問に答えられるような実験は行われていないため、動きを含む刺激に特有な注意の移動の基本的性質として、調査が必要と考えられた。

経験的には、最終的に顔画像の視線が示している方向に応じて注意の移動が生じる様に思われるが、もしそうであれば、他者が視線を傾け始めた時点では注意の移動は生じないことになり、危険が迫っている際などの素早い情報処理が必要な状況には適しないことになる。しかし、連続的に提示される刺激のそれぞれ、若しくはその一部に応じて注意の移動が生じるとすると、最終的に他者が視線を向ける方向に注意が向けられるとは限らず、注意が分散してしまったり、不適切な方向に指向されてしまったりする可能性がある。そこで、連続的に提示される刺激によって注意がどのように指向されるのかに関する基本的な知見を得る事を目的として、実験5が行われた。

実験5においては、先の疑問が生じる中で最小のフレーム数である3フレームの刺激が用いられた。第一刺激は正面顔が提示され、第二刺激には様々な方向への注意の移動を誘起する顔画像が提示され、第三刺激には頭

部及び目を左右いずれかの同じ方向に、それぞれ 30 度、60 度傾けた顔画像が提示された。この刺激によって、注意の移動がどの方向に、どのように生じたかを測定することで、注意の移動方向を決定する際に第二刺激と第三刺激のどちらがより重要であるかが確かめられた。その結果、注意の移動方向は、第二刺激の視線の状態に関わらず、第三刺激の顔画像の視線が示す方向に生じたことが分かった。

しかしながら、第三刺激の視線の状態を参照した後に注意の移動が生じたことを支持しない結果も得られた。それは、第三刺激とターゲットが同時に提示された条件でも注意の移動があったことを示す結果である。この条件では、視線の処理などを終える前にターゲットが提示されるため、視線による注意の移動に伴う促進効果が得られるとは考え難い。また、ラインモーションイリュージョンを用いて視線による注意の移動を検討した研究結果では、そもそも顔画像が提示された時点で注意の移動を計測した場合(実験 5 及び実験 6 においては、SOA が 0 ms の条件)、注意の移動の効果が得られないと報告されている(Bavelier, Schneider, & Monacelli, 2002)。そのため、この結果は第二刺激の影響によって生じた結果であると予想された。実際、統計的にも第二刺激の効果は第三刺激とターゲットが同時に提示された条件において強く生じていた。ただし、先にも述べた通り、最終的な注意の移動による促進効果は第三刺激の示す方向に働いており、これは全く予想されていなかった結果であった。

第二刺激の効果は目が先に動いてから頭部が動くような刺激条件における反応時間が、全体的に他の刺激条件に比べて遅いというものであった。この効果について、第 2 章で得られた知見を基に、目が先に動いてから頭部が動くような刺激条件では視線の処理が行われたために全体的な反応の遅れが生じたという仮説が立てられた。

この仮説を具体的に説明すると、次のようになる。目が先に動いてから頭部が動くような刺激条件では、基準となる頭部の向きが第一刺激から変化しない。しかし、他の刺激条件では基準となる頭部が変化するため、頭部の方向を改めて処理しなくてはならない。目が先に動いてから頭部が動くような刺激条件では、第二刺激が提示されると即座に目の方向の変化に応じた視線処理が開始される。しかし、他の刺激条件では、環境の変化に応じた効率的な注意の移動を行うために、時間を必要とする頭部方向の判断や顔認知といった処理と同時に、単純な輝度変化などの手がかりによる注意の移動を生起させる。このとき、単純な輝度変化に応じた注意の移動が、目の向きの処理とその向きに合わせた注意の移動方向の決定よりも早く生起するならば、実験 5 で得られた第二刺激の種類による反応時間の変化が期待される。このような処理の違いは、目が先に動く刺激条件だけでなく、各刺激条件においても考えられるものであった。

実験 5 で立てられた仮説が正しければ、第二刺激の提示時間が終了した直後にターゲットが提示されれば、第三刺激が提示されるか否かに関わらず、同じ結果が期待される。そこで、それを確かめる目的で、実験 6 が行われた。その結果は、概ね仮説を支持するものであった。第三刺激の有無に関わらず、第二刺激で目だけが動くような顔画像が提示された場合にのみ、他の条件よりも反応時間が長くなっていた。仮説のとおり第二刺激の視線の状態に応じた異なる処理が行われたために、期待されたとおりの結果が得られたと考えられる。頭部が先に動いてから目が動くような刺激条件においては、見かけ上は第三刺激の提示の有無に応じて注意の促進効果の有無が異なる様に思えたが、刺激の運動方向とターゲットが提示された方向との一致性による反応時間の差に着目してさえ、第三刺激の有無に応じた注意の促進効果の差は統計的に認められなかった。

実験 5 及び実験 6 の結果から、動きの過程を参照することができるような刺激を観察した場合、基本的な注意の移動方向は、最終的に観察対象の視線が示す方向であることが分かった。但し、動きの過程は完全に無視されるわけではなかった。動きの過程では、その視線の方向への注意の移動は生じないが、その運動方向への注意の移動が生じることが分かった。また、動きの途中の視線の状態も何も影響を及ぼさないわけではなく、どの部位が先に変化するかという手順によって、注意の定位に至るまでの過程が異なることが分かった。以上のことから、動きの過程を含むような刺激を観察した場合には、その変化手順に応じた処理によって、段階的に注意処理が行われると考えられる。

第4章

総合考察と結論

本章では、第2章、第3章で行われた実験について、それらから得られた知見を総合して考えられる可能性について述べる。まず、第2章では動きを含む刺激による注意の移動の性質が、動きを含まない刺激による注意の移動の性質と同様のものであることが確かめられた。そして、第3章では動きを含む刺激の視線を観察する際、その変化手順によって注意の移動に至るまでの処理過程が異なる可能性が示された。これらの結果について、改めて簡単にまとめた後に、両者から得られた知見を総合的に検討する。

観察対象の動きの有無による影響

第2章で得られた運動情報を含む注意の移動の性質に関する知見としては、まず、2フレームの仮現運動であっても、動きを含まない静止画であっても、その視線の方向を参照して生じる視覚的注意の移動は同様の性質であることが挙げられる。

注意の移動方向の決定メカニズムも、その促進効果も、観察対象が動きを含むか否かによって変化することは無かった。これは、本研究において、視線による視覚的注意の移動は、観察対象の動きから、その基本特性が変化するような大きな影響を受けることはなかったという可能性を示す結果である。逆説的に、先行研究で得られた様々な知見の多くは、動きを含む対象の視線を観察することによって生じる視覚的注意の移動においても適用可能であることが示されたと言える。

注意の移動の性質に直接的に影響を及ぼすことは無かったが、動きを含む刺激において用いられる、視線が何れかの方向を示す前の刺激(第一刺激)は、視覚情報に対する全体的な注意の深度に影響を及ぼすことが確認された。具体的には、第一刺激が提示されることにより、急激に視覚情報に注意が集中し、反応が素早くなるというものであった。但し、この影響は視

覚情報の変化に対する反応の促進にとどまり、第二刺激の顔認知の促進や、それに応じた注意の移動の促進は見られなかった。

第2章における実験では、注意の移動を誘起する刺激の前に他の刺激を提示することで視覚情報に対する反応が促進されたが、顔画像が提示されること自体が視覚刺激の処理やそれに対する反応に影響を及ぼす可能性も考えられる。例えば、ターゲットと同時に視線を傾けた顔画像が提示されれば、顔画像に注意が補足される、処理資源が割かれるなどの理由により、ターゲットへの反応が遅くなる可能性もある。逆に、顔画像が提示されることが視覚刺激の変化を検知するための手がかりとなり、ターゲットへの反応が早くなる可能性も考えられる。しかし、これを確かめる目的でインフォーマル実験を行ったところ、特に上記のような影響は見られなかった。第3章においても述べたとおり、ターゲットと同時に顔画像が提示された場合には、その視線の方向に応じた注意の移動による反応の促進効果などは生じないことは既に示されている(Bavelier, Schneider, & Monacelli, 2002)。それと同様に、ただ顔画像をターゲットと共に提示するだけでは、視覚刺激への反応の促進や抑制などの効果も得られない可能性が高い。ただし、実験後の内観報告においては、顔が出た方が検出が容易に感じたという報告もあったため、同時に提示する刺激とターゲットとの関係によっては、反応時間への影響が生じる可能性は否めない。

動きを含む視線の変化の過程の影響

第3章では、それまで行っていた最も単純な仮現運動(2フレーム)よりもフレーム数を増やすことで、動きの過程が参照できる場合に考慮すべき問題を取り上げ、検討を行った。その問題とは、観察対象の視線が連続的に

変化していくとき、注意の移動はどのように生じるのかという問題であった。

第3章で得られた知見は、動きを含む視線の変化の過程を観察した際の注意の移動は、その変化手順に影響を受けながら段階的に生じて、最終的には、動きを含む視線が最後に示している方向に促進効果を発揮するというものであった。

第3章で取り上げた問題は2フレーム以下の刺激では起こりえないため、先行研究に基づく仮説の設定は困難であった。そのため、経験的な予測として、視線が最終的に示している方向へ注意が指向される可能性があげられた。しかし、環境の変化に応じて素早く効率的に行うべき注意の移動が、他者の視線の変化が完了するまで生起しないと考えるのが難しかった。この矛盾に対して、第3章で得られた知見は答えと成り得るものであった。つまり、基本的には注意は最終的に観察対象の視線が示す方向に指向されるが、そこに至る前の段階で、環境の変化に応じた素早く効率的な注意の移動を実現すべく、輝度の変化などの即座に利用できる手がかりに従って注意が指向されていたのである。

第3章で得られた、動きの過程に伴う注意の段階的な移動に関する知見は、より現実に近い状態での視線に応じた注意の定位能力を探るうえで、非常に重要なものと考えられる。

動きを含む観察対象の視線による注意の移動特性の検討

動きを含む観察対象の視線による注意の移動に関して、第2章、第3章の結果から、主に三つの知見が得られた。第一に、動きを含む場合でも、

その情報が視線による注意の移動に対して、促進的、抑制的な影響を及ぼさないことが分かった。第二に、動きを含む刺激であっても、その視線の統合メカニズムは先行研究で主張された説と同様であることが分かった。そして、第三に、動きの過程を含む刺激の視線によって誘起される注意の移動は、観察対象の変化の手順に応じた処理に基づき、段階的に生じることが分かった。また、注意の移動には直接的に関係しないものも含めれば、動きを含む刺激を用いたことで生じる、視覚的注意に対する様々な影響が明らかとなった。

まず第2章で得られた知見は、実験計画を立てるうえでも、結果を解釈するうえでも大変役に立つ情報である。先に述べた第一、第二の知見がこれに該当する。両者は動きを含む刺激の視線によって生じる視覚的注意の移動であっても、それが最終的な観察対象の視線の方向によって生じるものである限り、注意の移動特性に関しては、先行研究で得られた様々な知見を拡大して適用できることを示す結果である。

第一の知見は、動きを含む刺激であっても、その視線によって生じる視覚的注意の移動に対しては、運動情報の影響がほとんどない可能性が高いことを示している。動きを含む刺激を用いた場合に考慮しなければならない運動情報の影響に関するこの知見は、動きを含む刺激を用いた様々な実験の結果の解釈を容易にできる可能性がある。実際、第3章の結果の解釈においては、二段階で生じる刺激の変化について、各段階で運動情報が何らかの影響を持つ可能性は否定できない。しかし、視線によって生じた注意の移動に対する運動情報の影響が殆どないとすれば、各段階で運動情報が注意の移動に促進的・抑制的効果を及ぼした可能性を積極的に取り上げずに、観察対象の動きの過程と注意の移動の関係を検討できる。但し、当然のことではあるが、運動情報の影響が殆どないと考えられるのは視線によって生じる注意の移動についてのことであり、他の要因によって生じる

注意の移動に着目する必要がある場合には、運動情報の影響も考慮する必要がある。また、確かに今回、動きを含む刺激の視線によって生じる注意の移動に対する運動情報の影響は殆どないことが示されたが、結果から運動情報の影響が生じていた可能性が示された場合には、積極的にそれを取り上げるべきである。

第二の知見は、先行研究で主張されてきた、視線方向の判断に関する情報統合メカニズムの頑健性を示す結果とも考えられる。キューイングパラダイムを用いてこのメカニズムを確かめた報告においても刺激の変更によって異なる結果が得られる可能性に触れられていたが(Hietanen, 1999)、動きを含む刺激であっても、その視線によって判断された注意を移動させるべき方向は、同様のメカニズムをもって決定されていたと言える。これに関しては、EDDなどが発見された上側頭溝の領域が、頭部などが逸れた静止画像(e.g. Perrett, Smith, Potter, Mistlin, Head, Milner, & Jeeves, 1985)とそれらの部位の動き(e.g. Oram, & Perrett, 1994)の両方に反応を示すことも、視線方向の判断に関する情報統合メカニズムが静止画と動きを含む刺激の両方で同様に働いたという結果と関係があるかも知れない。

第一の知見と第二の知見を合わせると、視線による注意の移動に関する基本的なメカニズムは、運動情報による影響から独立したものである可能性が考えられる。視線の方向の判断に基づく機能であるため、刺激自体の輝度を操作することで大きな影響を受けることは間違いない(輝度の操作の影響について: Ricciardelli, Baylis, & Driver, 2000; Ando, 2002)。また、運動情報が他者の視線に応じた視覚的注意の移動に関連し得るという報告も、乳幼児と自閉症患者に対する研究においてなされている(Farroni, Johnson, Brockbank, & Simion, 2000; Chawarska, Klin, & Volkmar, 2003)。しかし、本研究においては、運動情報が視線による視覚的注意の移動に影響を及ぼす可能性はことごとく否定された。当然ながら、刺激に動きを与えた際に付随

する刺激自体の変化は、視線の方向の変化を伴うため、注意の移動に大きく影響を及ぼしていた。ただし、それはあくまでも視線の状態が変化したことによるものであり、運動情報によるものでは無い。本研究の内容だけでは、運動情報が視線による視覚的注意の移動に影響を及ぼさない可能性を確定することはできない。しかし、もし運動情報が本当に視線による視覚的注意の移動に影響を及ぼさないならば、視線に関する認知や判断、及び、それに基づいて自らの注意を定位する能力は、乳幼児期からの発達に伴い、運動情報から独立したシステムへと変化する可能性が考えられる。

第3章で得られた知見は、第2章で得られた知見とは性質の異なるものである。これは、より多くのフレーム数を持つ仮現運動、更には、滑らかに知覚される運動においても、その視線方向に応じた注意の移動について検討を行う際に適用し得るものである。先に述べた第三の知見がこれに該当する。これは3フレーム以上のフレーム数で構成された、動きの過程が存在する刺激の視線による視覚的注意の移動が、動きの過程が存在しない刺激の視線によるものとは異なり、段階的に生起することを示唆する結果である。

第三の知見は、第一、第二の知見を基に計画された実験とその解釈によって得られたものである。つまり、第三の知見は第2章で得られた二つの知見を基礎とした応用的な実験の結果得られたものと言える。その実験の刺激条件は3フレームの仮現運動であり、現実的な動きそのものではなかった。しかし、最小限のフレーム数で動きの過程が参照される場合の影響を確かめた実験は他に無く、基礎的な知見としての価値が考えられる。この知見を足掛かりとして、更に現実の動きに近い状態での注意の移動の生起過程の解明が可能になると期待される。

結論

本研究では観察対象が運動情報を含む場合の視線による注意の移動の基本特性を探り、より現実ヒトが利用している状態に近い、他者の視線に応じた注意の定位能力を探る為の一助となる知見を得ることを目的としていた。

目的に基づき、静止画と動きを含む刺激のそれぞれの視線に応じて生じる視覚的注意の移動の性質を比較し、動きを含む刺激に特有な問題を取り上げ、検討を行った。その結果、視線による視覚的注意の移動の基本的な性質やその移動方向の決定メカニズムなどは、これまで多くの先行研究によって積み重ねられてきた知見を拡張して適用し得ることが示された。また、動きの過程を含む刺激の視線を観察した際の視覚的注意の移動に関して、その生起が動きの過程に応じた処理と、最終的に視線が示す方向に応じた処理のそれぞれによって段階的に生じることが示された。

これらの知見は、今後より現実ヒトが利用している状態に近い、他者の視線に応じた注意の定位能力を探る為の基礎となる知見である。また、第1章で述べた通り、教育や、プロフェッショナルな保育、CG、VRコンテンツなどにおける活用が期待される。例えば、第3章で得られた、動きの過程に伴う注意の段階的な移動に関する知見は、様々な教示の場面で役立つ。例えば、注意が分散しやすい対象には、視線、特に目の変化の過程を確りと見せることによって、注意を特定の方に誘導しやすい可能性がある。逆に、即座に注意を向けることができる対象には、素早い視線変化を効果的に用いることによって、より効率的な教示が可能と考えられる。同様に第1章で述べた通り、本研究は他者の視線による注意の移動と、そこから発展する共同注意などの社会的機能の研究を繋ぎ、他者との関わりの中にある注意のメカニズムの解明への基礎となるものである。本研究で得られた知見は、他者の視線による注意の移動に関する研究の発展に役立つ

つ、重要な基礎的知見といえる。特に、リアルタイムなインタラクション中の注意の移動特性を知るためには、欠くことのできないものである。

ただし、本研究で得られた知見はあくまでも基礎的なものであり、本研究で確かめた要因以外にも、動きを含む刺激の視線による注意の移動において検討すべき要因は山積している。例えば、滑らかな動きを含む刺激を用いた場合には、刺激の運動速度も検討すべき要因の一つとなり得る。また、運動の過程と速度の組み合わせなど、様々な要因の組み合わせについても検討を行う必要がある。他者の視線による注意の定位能力は、視覚情報の効率的収集や、社会生活に欠かせないコミュニケーションに寄与するなど、非常に重要な能力である。この能力を十分に活用していくためにも、実験室実験と現実場面との間を埋めるための研究を継続していく必要があるだろう。

引用文献

Ando, S. (2002). Luminance-induced shift in the apparent direction of gaze. *PERCEPTION-LONDON-*, 31(6), 657-674.

麻生武. (1992). 身ぶりからことばへー赤ちゃんに見る私たちの起源. 新曜社.

Baron-Cohen S. (1995). The eye direction detector (EDD) and the shared attention mechanism (SAM): Two cases for evolutionary psychology. In: Moore C., and Dunham P. (Eds). *Joint attention: Its origins and role in development*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale, NJ, England, 41-59.

Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J., & Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate gaze module? Evidence from human neonates. *Infant Behavior and Development*, 23(2), 223-229.

Bavelier, D., Schneider, K. A., & Monacelli, A. (2002). Reflexive gaze orienting induces the line-motion illusion. *Vision Research*, 42(26), 2817-2827.

Bayliss, A. P., di Pellegrino, G., & Tipper, S. P. (2004). Orienting of attention via observed eye gaze is head-centred. *Cognition*, 94(1), B1-B10.

Bayliss, A. P., di Pellegrino, G., & Tipper, S. P. (2005). Sex differences in eye gaze and symbolic cueing of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58(4), 631-650.

Bayliss, A. P., & Tipper, S. P. (2006). Gaze cues evoke both spatial and object-centered shifts of attention. *Perception & psychophysics*, 68(2), 310-318.

Broadbent, D. E. (1985). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.

Bruce, V., & Valentine, T. (1985). Identity priming in the recognition of familiar faces. *British Journal of Psychology*, 76(3), 373-383.

Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British journal of psychology*, 77(3), 305-327.

Burghardt, G. M. (1988). Precocity, play, and the ectotherm-endotherm transition. *Developmental psychobiology and behavioral ecology*, 9, 107-148.

Carpenter, M., Nagell, K., Tomasello, M., Butterworth, G., & Moore, C. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monographs of the society for research in child development*, Vol. 63, No. 4, 1-174.

Chawarska, K., Klin, A., & Volkmar, F. (2003). Automatic Attention Cueing Through Eye Movement in 2 - Year - Old Children With Autism. *Child development*, 74(4), 1108-1122.

Cheal, M., & Lyon, D. R. (1991). Central and peripheral precuing of forced-choice discrimination. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43(4), 859-880.

Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the acoustical society of America*, 25, 975.

Cline, M. G. (1967). The Perception of Where a Person Is Looking. *The American Journal of Psychology*, 80, 41 - 50.

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature reviews neuroscience*, 3(3), 201-215.

Dalrymple-Alford, E. C., & Budayr, B. (1966). Examination of some aspects of the Stroop color-word test. *Perceptual and motor skills*, 23(3f), 1211-1214.

Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological review*, 70(1), 80.

Doi, H., & Ueda, K. (2007). Searching for a perceived stare in the crowd. *PERCEPTION-LONDON-*, 36(5), 773.

Doi, H., Ueda, K., & Shinohara, K. (2009). Neural correlates of the stare-in-the-crowd effect. *Neuropsychologia*, 47(4), 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(5), 509-540.

Emery, N. J. (2000). The eyes have it: the neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(6), 581-604.

Eriksen, C. W., & St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40(4), 225-240.

Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & psychophysics*, 16(1), 143-149.

Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1974). Selective attention: Noise suppression or signal enhancement?. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4(6), 587-589.

Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), 9602-9605.

Farroni, T., Johnson, M. H., Brockbank, M., & Simion, F. (2000). Infants' use of gaze direction to cue attention: The importance of perceived motion. *Visual Cognition*, 7(6), 705-718.

Fernandez-Duque, D., & Johnson, M. L. (1999). Attention metaphors: How metaphors guide the cognitive psychology of attention. *Cognitive Science*, 23(1), 83-116.

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., & Kingstone, A. (2003). Abrupt onsets and gaze direction cues trigger independent reflexive attentional effects. *Cognition*, 87(1), B1-B10.

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(2), 319.

Frischen, A., & Tipper, S. P. (2004). Orienting attention via observed gaze shift evokes longer term inhibitory effects: implications for social interactions, attention, and memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(4), 516.

George, N., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Seen gaze-direction modulates fusiform activity and its coupling with other brain areas during face processing. *Neuroimage*, 13(6), 1102-1112.

Gibson, J. J., & Pick, A. D. (1963). Perception of another person's looking behavior. *The American journal of psychology*, 76(3), 386-394.

長谷川晶一. (2008). ビデオゲームのキャラクターの動作生成. *人工知能学会誌*, 23(1). 56-61.

Hennig, C. W. (1977). Effects of simulated predation on tonic immobility in *Anolis carolinensis*: The role of eye contact. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 9(4), 239-242.

Hietanen, J. K. (1999). Does your gaze direction and head orientation shift my visual attention? *Neuroreport*, 10, 3443 - 3447.

Hietanen, J. K. (2002). Social attention orienting integrates visual information from head and body orientation. *Psychological Research*, 66(3), 174-179.

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(6), 1228.

外山紀子. (2000). 幼稚園の食事場面における子どもたちのやりとり. 教育心理学研究, 48(2), 192-202.

Hommel, B., & Lippa, Y. (1995). SR compatibility effects due to context-dependent spatial stimulus coding. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(3), 370-374.

Hood, B. M., Willen, J. D., & Driver, J. (1998). Adult's eyes trigger shifts of visual attention in human infants. *Psychological Science*, 9(2), 131-134.

James, W (1890). *Principles of psychology*. New York: Holt.

Jenkins, R., Beaver, J. D., & Calder, A. J. (2006). I thought you were looking at me direction-specific aftereffects in gaze perception. *Psychological Science*, 17(6), 506-513.

Jenkins, J., & Langton, S. R. H. (2003). Configural processing in the perception of eye-gaze direction. *PERCEPTION-LONDON-*, 32(10), 1181-1188.

Jordan, H., & Tipper, S. P. (1998). Object-based inhibition of return in static displays. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5(3), 504-509.

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
246

Kingstone, A., Friesen, C. K., & Gazzaniga, M. S. (2000). Reflexive joint attention depends on lateralized cortical connections. *Psychological Science*, 11(2), 159-166.

Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: a research review. *Psychological bulletin*, 100(1), 78.

Kobayashi, H., & Kohshima, S. (1997). Unique morphology of the human eye. *Nature*, 387, 767-768.

Kobayashi, H., & Kohshima, S. (2001). Unique morphology of the human eye and its adaptive meaning: comparative studies on external morphology of the primate eye. *Journal of human evolution*, 40(5), 419-435.

金野武司, & 柴田正良. (2011). 回帰的意図理解をめざす共同注意ロボット. *科学哲学*, 44(2), 29-45.

久崎孝浩. (2012). 心の理論発達と親の愛着スタイルの関連性. *応用障害心理学研究*, (11), 69-79.

LaBerge, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9(3), 371.

Langton, S. R. H. (2000). The mutual influence of gaze and head orientation in the analysis of social attention direction. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 53, 825-845.

Langton, S. R. H., & Bruce, V. (1999). Reflexive visual orienting in response to the social attention of others. *Visual Cognition*, 6(5), 541-567.

Langton, S. R., Honeyman, H., & Tessler, E. (2004). The influence of head contour and nose angle on the perception of eye-gaze direction. *Perception & psychophysics*, 66(5), 752-771.

Langton, S. R., Watt, R. J., & Bruce, V. (2000). Do the eyes have it? Cues to the direction of social attention. *Trends in cognitive sciences*, 4(2), 50-59.

Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(3), 451.

Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in cognitive sciences*, 9(2), 75-82.

Lavie, N., & Cox, S. (1997). On the efficiency of visual selective attention: Efficient visual search leads to inefficient distractor rejection. *Psychological Science*, 8(5), 395-396.

Loftus, E. F., Loftus, G. R., & Messo, J. (1987). Some facts about "weapon focus." *Law and Human Behavior*, 11(1), 55.

Masuko, S., & Hoshino, J. (2006). Generating head–eye movement for virtual actor. *Systems and Computers in Japan*, 37(12), 33-44.

Maylor, E. A., & Hockey, R. (1985). Inhibitory component of externally controlled covert orienting in visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(6), 777.

Mineka, S., Davidson, M., Cook, M., & Keir, R. (1984). Observational conditioning of snake fear in rhesus monkeys. *Journal of abnormal psychology*, 93(4), 355.

Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 56-60.

森一平. (2009). 学校的スキルとしての共同注意. *年報社会学論集*, 22, 186-197.

Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(2), 315.

Mundy, P., & Newell, L. (2007). Attention, joint attention, and social cognition. *Current directions in psychological science*, 16(5), 269-274.

Nagai, Y. (2009, June). From bottom-up visual attention to robot action learning. in *Proceedings of the IEEE International Conference on Development and Learning*, 2009. 1-6.

中島幸宏, 武川直樹, 湯浅将英, & 大和淳司. (2008). 擬人化エージェントとの視線・仕草による相互理解-「じーっ, うん」で, ワカッテクレタ?. HAI2008.

中野有紀子, 岡兼司, 佐藤洋一, & 西田豊明. (2005). ユーザの視線に気づく会話エージェント-アテンションの知覚と制御を利用した会話の円滑化. 第19回人工知能学会全国大会, 3B2-08.

Nichols, K. A., & Champness, B. G. (1971). Eye gaze and the GSR. *Journal of Experimental Social Psychology*, 7(6), 623-626.

Nuku, P., & Bekkering, H. (2008). Joint attention: Inferring what others perceive (and don't perceive). *Consciousness and cognition*, 17(1), 339-349.

Oonk, H. M., & Abrams, R. A. (1998). New perceptual objects that capture attention produce inhibition of return. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5(3), 510-515.

Oram, M., & Perrett, D. I. (1994). Responses of anterior superior temporal polysensory (STPa) neurons to “biological motion” stimuli. *Cognitive Neuroscience, Journal of*, 6(2), 99-116.

小野里美帆, & 石川陽子. (2013). 2 歳児の母親における共同注意成立に関わる働きかけと言語発達の関連について. *言語と文化*, (26), 1-16.

Pelphrey, K. A., Morris, J. P., Michelich, C. R., Allison, T., & McCarthy, G. (2005). Functional anatomy of biological motion perception in posterior temporal cortex: an fMRI study of eye, mouth and hand movements. *Cerebral Cortex*, 15(12), 1866-1876.

Perrett, D. I., Hietanen, J. K., Oram, M. W., Benson, P. J., & Rolls, E. T. (1992). Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex [and discussion]. *Philosophical transactions of the royal society of London. Series B: Biological sciences*, 335(1273), 23-30.

Perrett, D. I. & Mistlin, A. J. (1990) Perception of facial characteristics by monkeys. In Stebbins, W. C. & Berkley, M. A. (Eds.), *Comparative perception*. New York: Wiley, (2), 187-215.

Perrett, D. I., Smith, P. A. J., Potter, D. D., Mistlin, A. J., Head, A. S., Milner, A. D., & Jeeves, M. A. (1985). Visual cells in the temporal cortex sensitive to face view and gaze direction. *Proceedings of the Royal society of London. Series B. Biological sciences*, 223(1232), 293-317.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly journal of experimental psychology*, 32(1), 3-25.

Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. *Attention and performance X: Control of language processes*, 32, 531-556.

Posner, M. I., Rafal, R. D., Choate, L. S., & Vaughan, J. (1985). Inhibition of return: Neural basis and function. *Cognitive neuropsychology*, 2(3), 211-228.

Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of experimental psychology: General*, 109(2), 160.

Proctor, R. W., & Pick, D. F. (1999). Deconstructing Marilyn: Robust effects of face contexts on stimulus response compatibility. *Memory & cognition*, 27(6), 986-995.

Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in humans viewing eye and mouth movements. *The Journal of Neuroscience*, 18(6), 2188-2199.

Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849.

Redcay, E., Kleiner, M., & Saxe, R. (2012). Look at this: the neural correlates of initiating and responding to bids for joint attention. *Frontiers in human neuroscience*, 6.

Ricciardelli, P., Baylis, G., & Driver, J. (2000). The positive and negative of human expertise in gaze perception. *Cognition*, 77(1), B1-B14.

Ristau, C. A. (1991). Before mindreading: Attention, purposes and deception in birds?. In: Whiten, Andrew (Eds.), *Natural theories of mind: Evolution, development and simulation of everyday mindreading*. Cambridge, MA, US: Basil Blackwell, 209-222

Ristic, J., Friesen, C. K., & Kingstone, A. (2002). Are eyes special? It depends on how you look at it. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(3), 507-513.

Rock, I., & Gutman, D. (1981). The effect of inattention on form perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7(2), 275.

Saito, D. N., Tanabe, H. C., Izuma, K., Hayashi, M. J., Morito, Y., Komeda, H., Uchiyama, H., Kosaka, H., Okazawa, H., Fujibayashi, Y., & Sadato, N. (2010). "Stay tuned": inter-individual neural synchronization during mutual gaze and joint attention. *Frontiers in integrative neuroscience*, 4.

Scaife, M., & Bruner, J. S. (1975). The capacity for joint visual attention in the infant. *Nature*, 253, 265-266.

Schwab, C., & Huber, L. (2006). Obey or Not Obey? Dogs (*Canis familiaris*) Behave Differently in Response to Attentional States of Their Owners. *Journal of Comparative Psychology*, 120(3), 169.

Senju, A., Hasegawa, T., & Tojo, Y. (2005). Does perceived direct gaze boost detection in adults and children with and without autism? The stare-in-the-crowd effect revisited. *Visual Cognition*, 12(8), 1474-1496.

Shulman, G. L., Remington, R. W., & Mclean, J. P. (1979). Moving attention through visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5(3), 522.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.

Symons, L. A., Hains, S. M., & Muir, D. W. (1998). Look at me: Five-month-old infants' sensitivity to very small deviations in eye-gaze during social interactions. *Infant Behavior and Development*, 21(3), 531-536.

高橋徹, & 武田英明. (2001). TelMeA: 非同期コミュニティシステムにおける Avatar-like エージェントの効果と web ベースシステムへの実装. *電子情報通信学会論文誌 D*, 84(8), 1244-1255.

Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37(4), 571-590.

Tipper, S. P., Driver, J., & Weaver, B. (1991). Short report: Object-centred inhibition of return of visual attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43(2), 289-298.

Tipples, J. (2002). Eye gaze is not unique: Automatic orienting in response to uninformative arrows. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(2), 314-318.

Venezia, M., Messinger, D. S., Thorp, D., & Mundy, P. (2004). The development of anticipatory smiling. *Infancy*, 6(3), 397-406.

von Grünau, M., & Anston, C. (1995). The detection of gaze direction: A stare-in-the-crowd effect. *Perception*, 24(11), 1297-1313.

Wojciulik, E., Kanwisher, N., & Driver, J. (1998). Covert visual attention modulates face-specific activity in the human fusiform gyrus: fMRI study. *Journal of Neurophysiology*, 79(3), 1574-1578.

山本淳一, & 楠本千枝子. (2007). 自閉症スペクトラム障害の発達と支援. *認知科学*, 14(4), 621-639.

Yantis, S., & Hillstrom, A. P. (1994). Stimulus-driven attentional capture: evidence from equiluminant visual objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(1), 95.

矢藤裕子. (2000). 子どもとの注意を共有するための母親の注意喚起行動 : おもちゃ遊び場面の分析から. *発達心理学研究*, 11(3), 153-162.

Yoshikawa, Y., Nakano, T., Asada, M., & Ishiguro, H. (2008). Multimodal joint attention through cross facilitative learning based on μx principle. in *Proceedings of the IEEE International Conference on Development and Learning*, 2008. 226-231.

謝辞

本論文の執筆には、非常に多くの方々よりお力添えをいただきました。ここに心からの皆様への感謝を述べさせていただきます。

本学の伊藤裕之教授には、とりわけ深く感謝の意を申し上げます。修士課程の二年間、博士課程の三年間、更に、その後博士論文を書き上げるまでの約一年の間、絶えることなく様々な面で多くのご指導をいただきました。データを持ちながらも遅々として進まない私の筆にもじっくりとお付き合いくださり、何度も私の拙い文章のご指導をいただきました。特に、最後の最後まで、お忙しい中にも関わらず、無理にもお時間を作ってくさったことには、心底より感謝しております。

須長正治准教授には、日頃より様々な面でのご助言をいただき続けておりました。特に実験準備など、現場レベルでの作業が必要な折には、須長先生のご助力が非常に大きく、大変勉強になりました。折に触れては様々な重要なお指摘やご助言をいただき、日常的にも、研究の手法や考え方など、非常に多くのことを学ばせていただきました。また、折に触れて息抜きに連れて行って下さったことも、研究活動の意欲増強に多大な影響がありました。全てのご好意が真にありがたく、深く感謝しております。

妹尾武治准教授には、本当に多くの面でご厚情をいただきました。遅々として進まない私の筆に、最も心を痛め、心配して下さっていたのは、妹尾先生ではないかと思っております。学術的なご助言をいただくだけでなく、お時間を割いて、積極的に、活動的に様々なご指導、ご助力を下さいました。生活面についてのご配慮も多くいただき、本当に、筆舌に尽くし難い程の感謝の念を抱いております。

また、富松江梨佳学術研究員には、研究者としてはもちろんのこと、同研究室の先輩として、多くの相談をさせていただき、ご助言やご教示をいただきました。ありがとうございます。中島祥好教授には、本論文の訂正において重要な指摘をいただきました。執筆作業中に遅々として進まない筆へのご配慮をいただいたこと、論文を書くことの重要性をご教授くださ

ったことと併せて、深く感謝しております。伊藤研究室、須長研究室の同輩、後輩諸氏には、被験者としてのみならず、仲間として、友人として、多くの支えをいただきました。皆様がいたからこそ、本論文の執筆まで至れたのだと、感謝しております。被験者を引き受けて下さった方々、学会等でご指摘やご助言を下さった方々にも、この場にて改めて感謝を申し上げます。最後に、ここまでずっと支え続けてくれた私の両親と姉に、そして、応援をくれた妻子に、感謝の意を表します。

皆様無くしては本論文の執筆はあり得ませんでした。言葉と表現力の乏しさからか、月並みな言葉でしか感謝の意を記すことができませんが、本当に、心底よりの感謝を申し上げます。