

令和 2 年 7 月 4 日現在

機関番号：16301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13963

研究課題名(和文)成人と乳児の視線知覚における情報統合過程の実験的検討

研究課題名(英文) Cue integration for others' gaze direction in infants and adults

研究代表者

大塚 由美子 (OTSUKA, YUMIKO)

愛媛大学・法文学部・准教授

研究者番号：20757645

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では3DCGを用いて描画された顔画像を用い、顔向き変化に伴って生じる目領域の画像情報の変化とそこから知覚される視線方向の詳細な関係性を検討した。本研究の結果から、左右眼の収束で織りなされる輻輳角の状態が顔向き変化に伴って生じる視線知覚のバイアスの生じ方に影響することが示された。また、瞳孔・虹彩の相対的位置情報は瞼に遮蔽された瞳孔・虹彩部を補完して全体を知覚する非感性補完の過程をへて達成されている可能性が示唆された。一方で、乳児を対象とした選好注視法による実験結果は、乳児が画像から取得される情報の確実性の差異に応じて乳児が柔軟に情報の利用の仕方を変化させることの証拠はもたらさなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

他者との相互作用において正確に相手の視線方向を知覚する能力は重要な役割を果たしており、どのようにして我々が他者の視線方向をとらえているのか、そのメカニズムを理解する意義は大きい。視線知覚メカニズムを検討するために顔写真や3DCG顔画像を用いた研究では、一般に刺激顔が見つめる対象の位置や刺激顔の向きを実験者が操作して刺激が作成されてきた。本研究は、これらの操作に伴って画像中にどのような変化が生じ、またその変化がどのように知覚される視線方向と対応するのかについての詳細を明らかにした点で意義深く、視線知覚を検討するうえでの刺激顔の輻輳角を考慮することの重要性も明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Using synthetic 3D head and eye models, we examined the relationship between perceived gaze direction and the information within the image eye region across changes in head orientation. Our results showed that the influence of head orientation on the perceived gaze direction is affected by the vergence angle of stimulus faces. Our results provided some evidence suggesting that estimation of the relative iris/pupil position may be achieved through a process of amodal completion of the whole iris behind the eyelid. Investigation of infants preferential looking behavior did not reveal evidence that infants change weighting of gaze cues flexibly depending of the certainty of the available information in the stimuli.

研究分野：実験心理学

キーワード：視線知覚 輻輳角 顔向き 視線方向

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

これまでの研究から、視線方向の知覚には目から得られる情報だけでなく顔の向きが影響することが示されてきた(e.g. Gibson & Pick, 1963; Langton et al, 2004; Wollaston, 1824)。さらに、近年では視線知覚において「目」から得られる情報と「顔向き」から得られる情報がどのように統合されるのかを定量的に説明するモデルも提案されてきた(Otsuka et al., 2014; 2015; 2016)。しかしこのうち、「目」から得られる情報自体がどのように取得されているのかについてはわかっていない部分も多かった。特に、「目」は2つあり、同一の視対象へ注視した際にも、2眼はやや異なる向きを呈す。また、視対象の観察距離に応じて2眼の成す角度である輻輳角は変化する。このように、向きの異なる2眼の情報からどのようにして統一的な「目の向き」の手がかりが得られるのかという点は明らかにされていない。また、これまでの研究から発達初期にも目の見向きとともに顔向きが視線方向知覚に利用されていることが明らかにされているが、「目」と「顔向き」の情報の利用特性のありかたについてはわかっていなかった。

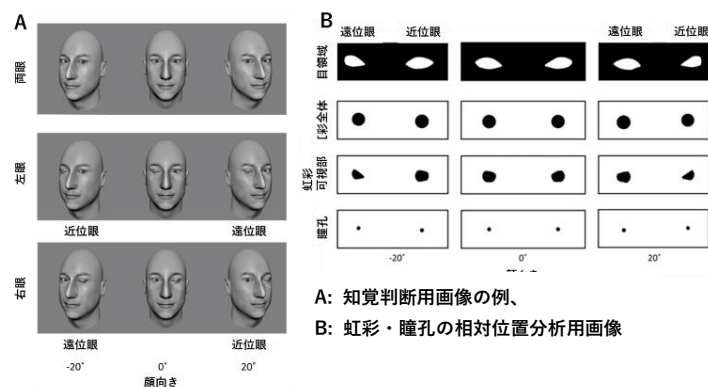
2. 研究の目的

本研究の目的は他者の視線方向を知覚する際の情報統合過程とその発達初期の特性を実験的に検討することであり、心理物理学的手法を用いて成人期における視線知覚の情報統合処理過程を探るとともに、注視行動に基づいて乳児の視線知覚を検討することで発達初期における視線知覚の情報統合処理の特性を検討した。具体的には、(1)成人を対象として輻輳角の知覚バイアスを検討するとともに、(2)両眼顔画像と単眼顔画像からの視線知覚を比較した。また、乳児を対象として(3)「目」と「顔向き」の情報統合の特性を検討した。

本研究では3Dグラフィックスを用いることで、刺激画像の各眼の向きを厳密に統制した。外見上の眼球の向きを決定するのは角膜の頂点と瞳孔中心を結んだ光軸だが、網膜中心窩は多くの場合光軸のやや耳側に位置する。このため視覚健常者において光軸と視軸は平均で5°程度のズレがあり、ズレの程度や方向には個人差もある(e.g. Berrio et al., 2010)。これまでの視線知覚の研究には実人物モデルやモデルの顔写真を用いたものも多いが(e.g. Anstis et al., 1969; Calder et al, 2008; Gibson & Pick, 1963; Noll, 1976; Symons et al., 2004)、これらの研究で報告された視線知覚のバイアスには光軸と視軸のズレや個人差が影響していた可能性がある。本研究では顔画像の眼球の回転角度を厳密に制御することのできる3Dグラフィックスを用いることで、このような可能性を排除した。

一方で、乳児の視覚感受性は未熟であることから、日常の視環境においては粗大な「顔向き」の情報と比べ、より細部である「目」から得られる情報の不確実性が高くなる事態が多々生じると考えられた。成人を対象とした研究では、中心視野に提示された顔の視線方向を知覚する際には、顔向きに関わらず「目」情報の不確実性の低下は自分をみつめる直視方向の視線を知覚するバイアスを生むことが報告されてきた(Mareschal, Calder, & Clifford, 2013; 2014)。その一方で、空間解像度が低下する周辺視野に提示された顔の視線方向を知覚する際には、「目」から得られる情報よりも「顔向き」の情報が他者の注視方向についてのより頑強な手がかりとして優位に利用されることが示されている(Loomis et al., 2008; Florey et al., 2015)。そこで、(1)成人の中心視野における視線知覚特性と同様に、乳児においても「目」情報の確実性の低下によって知覚される視線方向が直視方向にバイアスされる可能性、および(2)「目」情報の確実性の低下によって顔向き情報の視線知覚に対する比重が高くなる可能性を検討するため、瞳孔・虹彩部の位置情報の明瞭さの異なる画像を用いて直視視線画像に対する乳児の選好注視を比較する実験を行った。

3. 研究の方法



成人実験: 頭部モデルは両眼を開眼したもの他、片目のみ開眼したものを用意した。3Dモデルの目の向きの条件として-20°から20°の5°刻みで9種類を設定し、頭部の向きを-20°、0°、20°の3種類に設定した。これらの各目の向きと顔向きの組み合わせについて、(画像タイプA)現実的な陰影と色付けのなされた画像と(画像タイプB)白黒2値画像の画像を作成した。(タイプA)の画像は知覚判断実験用に用い、(タイプB)の画像は知覚判断実験で用いられた(タイプA)の画像中の虹彩・瞳孔・および目の開口部の位置を分析するために用いた。

乳児実験: 日本人男性3名と女性3名それぞれの平均顔を作成しそれらの頭部3Dモデルを作成した。これらのモデルの目と顔向きを操作して刺激顔画像を作成した。実験1では目情報が不確実な条件下で知覚される視線方向が正面にバイアスされる可能性を検討するため、正面向きの

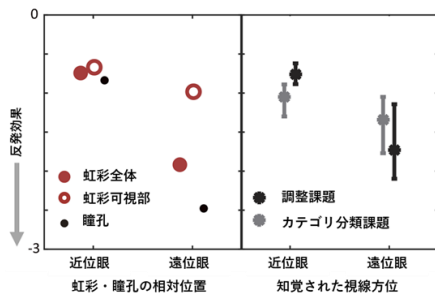


選好注視実験で用いた刺激例
 左：正面顔 + 逸視視線
 右：斜め顔 + 直視視線

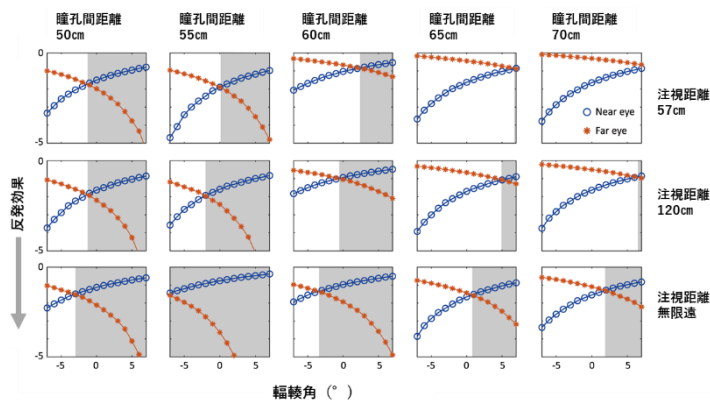
顔文脈での目の向き「 0° と 12° 」「 12° 対 24° 」の組み合わせで生じる選好注視反応を、目領域が明瞭な画像条件と目領域にノイズが付加された不確実画像条件で比較した。さらに、実験 2 では、「目」情報の確実性の低下により、顔向き情報の視線知覚に対する比重が高くなる可能性を検討するため、逸れた視線を持つ正面向きの顔と（正面顔 + 逸視視線）、直視視線を持つ斜め向きの顔（斜め顔 + 直視視線）の画像を対提示し、明瞭画像条件とノイズ画像条件での選好注視反応を比較した。目領域情報の確実性の増大により直視視線バイアスが生じる場合、選好注視が生じる刺激組み合わせが明瞭画像・ノイズ画像条件間で変化すると予測された（実験 1）。また、目領域情報

の確実性の増大により顔向き情報への依存度が高くなる場合、明瞭画像・ノイズ画像条件間で選好注視される刺激が逆転すると予測された（実験 2）。

4. 研究成果



成人実験：(タイプ A) の画像を用いた知覚判断実験の結果、顔が斜め向きの場合、観察者の近位側の目から知覚される視線方向は遠位側の目から知覚される視線方向よりも顔向きと逆方向に偏って知覚されることが示された（反発効果）。また、この反発効果は画像に頭部全体が含まれている条件と目領域のみが含まれていた条件の両方で観察され、反発効果は目領域の情報に基づいて生じていることが示唆された。さらに、(タイプ B) の画像を用いて (タイプ A) の各刺激画像中の目領域における瞳孔・虹彩の相対的位置を割り出した。知覚判断実験の結果と一致して、虹彩と瞳孔の相対的位置は近位の目と比べて遠位側の目においてより大きく顔の向きと逆側に変位したことが明らかにされた。さらに、知覚判断実験の結果は、(タイプ A) の画像での可視部分に相当する虹彩・瞳孔部の中心点の位置よりも眼瞼に隠された部分を含む虹彩・瞳孔部全体の中心点の位置とより類似していることが示された。このことから、目領域中の虹彩・瞳の相対的な位置の推定は眼瞼に隠された虹彩・瞳孔部を非感性的に補完する過程を含むことが示唆された。



本研究とは異なり、反発効果が近位側の目より大きいと報告した研究もあった (Noll, 1976)。これらの結果の差異が実験で用いられた顔刺激の輻射角の差異に起因していた可能性を検討するため、3D モデルの注視距離・瞳孔間距離・輻射角を操作して (タイプ B) の画像を生成し、画像中の目領域における瞳孔・虹彩の相対的位置を割り出した。その結果、モデル顔の輻射角と瞳孔間距離が小さく、注視距離が遠い条件では本研究と同様に遠位の目において反発効果が大きくなるが、モデルの瞳孔間距離が比較的大きく (6.5~7 cm) 注視距離が近い場合には、近位の目において反発効果がより大きくなることが示された。これは本研究とは異なる結果を報告した先行研究 (Noll, 1976) ではモデルの注視距離が本研究の倍以上に設定されていたことと一致する。これらのことから、研究間での結果の差異は刺激顔画像の目の相対的位置の差異に起因するものであることが明らかにされた。

成人実験：乳児実験においては、明瞭画像条件で生じた直視視線 (0°) への選好注視は、ノイズ画像条件では消失するという結果が実験 1 と実験 2 の両方で得られ、乳児が直視視線バイアスを持つことを示す証拠や、目情報の確実性の度合いに基づいて情報の利用の比重を変化させることの証拠は得られなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Otsuka Y, Clifford CWG	4. 巻 18
2. 論文標題 Influence of head orientation on perceived gaze direction and eye-region information	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Vision	6. 最初と最後の頁 1-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1167/18.12.15	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Nguyen, A. T. T., Palmer, C. J., Otsuka, Y., & Clifford, C. W. G.	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Biases in perceiving gaze vergence	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Psychology: General.	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） http://dx.doi.org/10.1037/xge0000398	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Otsuka Y, Clifford C W G.
2. 発表標題 The influence of head orientation on perceived gaze direction and eye region information
3. 学会等名 13th Asia Pacific Conference on Vision (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大塚由美子、Colin Clifford
2. 発表標題 単眼・両眼からの視線知覚と視線方向手掛かりに対する顔向きの影響
3. 学会等名 日本基礎心理学会第36回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大塚由美子、Colin Palmer、Colin Clifford、渡邊克己
2. 発表標題 充血錯視画像を用いた視線残効の検討
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Otsuka Y, Clifford C W G.
2. 発表標題 How does head orientation influence perceived gaze direction from each of the two eyes? Psychophysical experiments and analysis of geometrical cues in the stimulus eye region.
3. 学会等名 41st European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yumiko Otsuka
2. 発表標題 Do Infants Have Direct Gaze Prior?
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Symposium "Neural basis for emergence of individuality and face-body expression" (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yumiko Otsuka, Colin Clifford
2. 発表標題 単眼・両眼からの視線知覚と視線方向手掛かりに対する顔向きの影響(2)
3. 学会等名 日本視覚学会2018年冬季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Palmer C, Seymour K, Otsuka Y, Clifford C
2. 発表標題 Neural processing of others' gaze independent of specific facial features
3. 学会等名 18th Annual Meeting of the Vision Sciences Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Otsuka, Y, Palmer, C, Watanabe, K, Clifford C
2. 発表標題 Gaze adaptation induced by the bloodshot illusion
3. 学会等名 42nd edition of the European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大塚由美子、Colin Palmer、Colin Clifford、渡邊克巳
2. 発表標題 充血錯視による視線残効：文化差の検討
3. 学会等名 日本基礎心理学会第38回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 Yumiko Otsuka	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 pp 207-225
3. 書名 Development of recognition memory for faces during infancy. In T. Tsukiura & S. Umeda (Eds.) Memory in Social Context: Brain, Mind, and Society	

1. 著者名 大塚 由美子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 新曜社	5. 総ページ数 pp.69-96
3. 書名 第4章 顔認知の神経基盤（日本発達心理学会（編）発達科学ハンドブック9 社会的認知の発達科学）	

1. 著者名 大塚 由美子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ナカニシヤ出版	5. 総ページ数 pp.85-97
3. 書名 「7章 社会的な注意」. 坂田 陽子・日比 優子・河西 哲子（編）注意の生涯発達心理学	

1. 著者名 大塚 由美子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 pp.60-61
3. 書名 「1-30 赤ちゃんは何を好むかー親近性と新奇性」三浦佳代、河原純一郎（編）美しさと魅力の心理	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Researchmap. https://researchmap.jp/yumikoot/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----