

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2014～2017

課題番号：26705009

研究課題名(和文) 光学的流動知覚の発達的変容が移動行動の成熟に及ぼす影響の解明

研究課題名(英文) Effect of developmental change in optic flow perception on maturation of locomotor behavior

研究代表者

白井 述 (Shirai, Nobu)

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号：50554367

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,700,000円

研究成果の概要(和文)：移動行動の制御の主要な視覚手がかりの1つである、放射状の光学的流動(以下、放射運動)に対する視線パタンの発達を検討した。その結果、成人では放射運動の焦点(中心)付近に視線が集中する傾向が見られた一方で、生後1歳前後までは成人とは異なり、放射運動の焦点部分ではなく周辺部分に視線が集中しやすく、成人と類似の焦点付近への視線の集中が観察され始めるまでには生後5、6年かかること、さらに焦点付近への視線の絶対量(注視時間)に至っては11、12歳になって初めて成人と同水準になることが明らかになった。移動行動と視覚機能の間の相互作用は、少なくとも児童期の後期まで、ゆっくりと変化する可能性がある。

研究成果の概要(英文)：We investigated the development of gaze patterns in response to radial optic flow, one of the main visual cues for locomotor control, among children 0-12 years of age and adults. Results showed that adults tended to look more frequently around the focus than the periphery of a radial flow pattern, whereas infants aged < 1-2 years tended to look more frequently around the periphery than the focus of a radial flow pattern. Although the adult-like asymmetrical gaze pattern (looking more frequently around the focus than the periphery of a radial flow) was observed in those 5-6 years of age, the mean looking time at the focus of a radial flow reached adult levels only after 11-12 years of age. The results imply that visuo-locomotor interaction develops in a protracted manner until the later stage of childhood.

研究分野：実験心理学

キーワード：光学的流動 運動視 乳児 幼児 児童 移動行動

1. 研究開始当初の背景

移動行動は、環境中の様々な情報を探索し、その情報に基づいて適応的な行為を選択、遂行するために不可欠な能力である。私たちヒトの移動行動の制御過程は、視覚的な運動パターン（光学的流動）の知覚と密接にリンクしている。例えば、私たちが前方へ移動しているときには、典型的には、視野上に放射状に拡大する光学的流動（放射運動）が生じ、その放射運動の中心（焦点）は私たち自身の移動方向と一致する。そして、ヒトの成人では、視野上に生じる放射運動の焦点位置の情報を利用して、移動行動の制御を行っていることが知られている。すなわち、前方への移動中に放射運動の焦点を検出することで、環境中のどこへ向かって自分自身が進んでいるかを瞬時に認識し、移動方向の調整や移動速度の制御に利用しているとされる。

先行研究から、成人では放射運動を観察している間に、特に事前に教示がなくとも自動的に焦点付近に視線が集中する傾向があることが報告されている (Niemann et al., 1999, *Vision Res.*)。こうした傾向は、放射運動の焦点を自動的に検出し、その情報を移動方向の検出、制御に資する機能が、成人の視覚系には備わっていることを示唆する。

そのような放射運動に対する視線パターンはどのように発達していくのだろうか。研究代表者らの過去の研究から、基本的な放射運動検出の機能自体は、生後 3、4 ヶ月前後で発現することが、すでに明らかになっている (c.f. Shirai & Yamaguchi, 2010, *Jpn. Psychol. Res.*)。しかしながら、成人で観察されるような放射運動の焦点に対する視線パターンがどのように発達するのかは不明であった。

2. 研究の目的

まだ移動行動を獲得していない、あるいはそうした移動行動の未熟な乳幼児では、成人とは全く異なる視線パターンによって、放射運動や、その焦点部分に対する視覚的走査を行っている可能性がある。本研究の主たる目的は、乳幼児期から児童期までの幅広い発達段階において、放射運動とその焦点に対する視覚処理がどのように変化するのを実験的に検討することで、運動視機能と移動行動の成熟の間にどのような関連があるかを明らかにすることであった。

3. 研究の方法

研究 1

生後 4-6、7-9、10-12、13-15、16-18 ヶ月児それぞれ 20 名ずつ（計 100 名）と、成人 20 名が実験に参加した。

実験参加者に、前後方向への移動時に視野上に生じる放射運動を簡易な CG で再現した 10 秒間の映像を 8 回（拡大・縮小の 2 通りの放射運動×2 速度条件×2 回繰り返し）呈示した。その際に、それらの放射運動の焦点部分と、それ以外の周辺部に対して参加者がどのような視線パターンを示じるかを、非接触型アイトラッカーを用いて測定した。

研究 2

生後 1~12 歳児、各年齢 20 名（計 240 名）と成人 20 名が実験に参加した。実験手法は研究 1 と同様であった。

4. 研究成果

研究 1

実験の結果（図 1 参照）、成人では先行研究 (Niemann et al., 1999, *Vision Res.*) と同様に、放射運動の焦点付近に視線が集中する傾向が認められた。一方で、4-6、7-9、10-12 ヶ月群においては、放射運動の焦点ではなく、周辺部には視線の分布が偏るという傾向が観察された。13-15、16-18 ヶ月群では、放射運動の周辺部への視線の偏り

は大幅に減少する一方で、焦点付近への視線が増加したが、成人と同様の水準には達しなかった。これらの結果から、放射運動の焦点検出の機能は成人と1歳半以下の乳幼児とでは大きく異なる可能性が示された。

また、生後12ヵ月以下の乳児を、独力での移動が可能な群と不可能な群に分け、放射運動の焦点付近への視線の偏りの大きさを比較したところ、有意差は認められなかった。このことから、乳児期における放射運動の焦点検出機能の発達は、移動行動の巧拙とは関連しないことが示唆された。

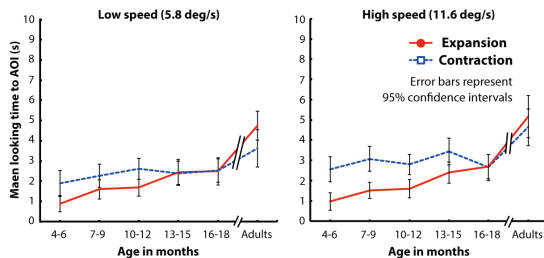


図1 研究1の結果。左のグラフは比較的速度の遅い放射運動を、右のグラフは比較的速度の速い放射運動を観察した際の結果。各グラフの縦軸は、実験参加者の視線が放射運動の焦点付近に停留した時間の平均累積値を示す。各グラフの横軸は実験参加者群を示す。赤色の実線は拡大放射運動観察時の、青色の破線は縮小放射運動観察時の結果を表す。エラーバーは95%信頼区間を示す。

研究2

先行研究 (Niemann et al., 1999, *Vision Res.*)、および研究1と同様に、成人では、放射運動の焦点付近に視線が集中する傾向が認められた。一方子どもでは、5~6歳前後で初めて、放射運動の周辺部よりも焦点付近に相対的に視線が偏るといふ、成人と類似の視線パターンが観察された。しかしながら、焦点付近への視線の累積停留時間の絶対値は、依然として成人よりも小さかった。放射運動の焦点部分に対する視線の累積停留時間は11~12歳になって初めて、成人と同等の水準に到達した。

これらの結果は、放射運動の焦点検出の機能（とそうした機能に基づく移動行動の制御機能）は、質的には就学期前後に成人と類似の傾向を示すものの、その量的特性は12歳頃までかけて、ゆっくりと変化する可能性を示すものであると言える。

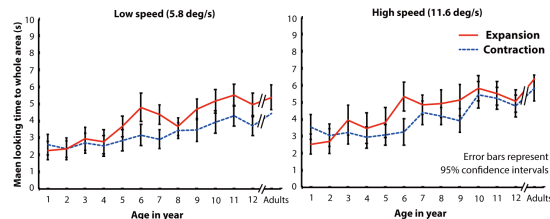


図2 研究2の結果。左のグラフは比較的速度の遅い放射運動を、右のグラフは比較的速度の速い放射運動を観察した際の結果。各グラフの縦軸は、実験参加者の視線が放射運動の焦点付近に停留した時間の平均累積値を示す。各グラフの横軸は実験参加者群を示す。赤色の実線は拡大放射運動観察時の、青色の破線は縮小放射運動観察時の結果を表す。エラーバーは95%信頼区間を示す。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10件)

1. Shirai, N., Endo, S., Tanahashi, S., Seno, T., & Imura, T. (2018). Development of asymmetric vection for radial expansion/contraction motion: comparison between school-age children and adults. *i-Perception*, 9(2), doi: 10.1177/2041669518761191
2. Imura, T., Kawakami, F., Shirai, N., & Tomonaga, M. (2017). Perception of the average size of multiple objects in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284: 2017564, 1-7. doi: 10.1098/rspb.2017.0564
3. Izumi, E., Shirai, N., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K. (2017). Development of rigid motion perception in response to radially expanding optic flow. *Infant and Child Development*, doi: 10.1002/icd.1989
4. Shirai, N. & Imura, T. (2016). Emergence of the ability to perceive dynamic events from still pictures in human infants. *Scientific Reports*, 6, 37206, doi:10.1038/srep37206

5. Shirai, N. & Imura, T. (2016). Infant-specific gaze patterns in response to radial optic flow. *Scientific Reports*, 6, 34734, doi:10.1038/srep34734
 6. Imura, T., Masuda, T., Shirai, N., & Wada, Y. (2015). Eleven-month-old infants infer differences in the hardness of object surfaces from observation of penetration events. *Frontiers in Psychology: Developmental Psychology*, 6:1005. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01005
 7. Furuhashi, N. & Shirai, N. (2015). The development of gaze behaviors in response to biological motion displays. *Infant Behavior and Development*, 38, 97-106.
 8. Shirai, N. & Imura, T. (2014). Implied motion perception from a still image in infancy. *Experimental Brain Research*, 232, 3079-3087.
 9. Imura, T. & Shirai, N. (2014). Early development of dynamic shape perception under slit-viewing conditions. *Perception*, 43, 654-662.
 10. Shirai, N., Imura, T., Tamura, R., & Seno, T. (2014). Stronger vection in junior high school children than in adults. *Frontiers in Psychology: Perception Science*, 5:563, doi:10.3389/fpsyg.2014.00563
- [学会発表] (計 23 件)
1. 伊村知子・澤山正貴・白井述・友永雅己・西田眞也 (2017). ヒト児童における光沢質感の知覚. 日本基礎心理学会第 36 回大会, 立命館大学大阪いばらきキャンパス, 2018 年 12 月 3 日
 2. Shirai, N. Endo, S. Tanahashi, S. Seno, T., & Imura, T. (2017). Development of asymmetry in vection for expansion/contraction radial optic flows, The 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (Fechner Day 2017), Fukuoka, Japan, Oct. 24, 2017
 3. 伊村知子・白井述・岡本パーツ早苗 (2016). 購買行動において他者の評価が商品の価値評価に及ぼす影響: willingness-to-pay を指標として. 日本基礎心理学会第 35 回大会, 東京女子大学, 2016 年 10 月 30 日
 4. Shirai, N. & Imura, T. (2016). Gaze patterns to the focus of a radial optic flow in school age children, 39th European Conference on Visual Perception, Barcelona, Spain, Aug. 31, 2016
 5. Yoshimoto, M., Tsubokura, H., Shirai, N., Miyatani, M., & Takumi, T. (2016). A study on visual perception of 6-8 month old infants with high-risk of ASD. The 31st International Congress of Psychology, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, July 7, 2016
 6. 大塚由美子・白井述 (2016) 乳児の視線知覚に対する画像の不確実性の影響 - 顔画像の目領域へのノイズ付与を通じた検討-. 日本赤ちゃん学会第 16 回学術集会, 同志社大学, 2016 年 5 月 21 日
 7. Imura, T., Kawakami, F., Shirai, N., & Tomonaga, M. (2016). Ensemble perception of size in chimpanzees and humans. Vision Sciences Society 2016 Annual Meeting, St. Pete Beach, USA, May 14, 2016
 8. Shirai, N. & Imura, T. (2016). Emergence of implied motion perception in human infants. Vision Sciences Society 2016 Annual Meeting, St. Pete Beach, USA, May 14, 2016
 9. 伊村知子・白井述・岡本パーツ早苗 (2016) 買物ゲームにおける小学生と大学生の経済的価値評価-Physical presence の影響-, 2016 年 2 月度 聴覚研究会 (H)・VR 心理学研究委員会 (VR) 共催研究会, 2016 年 2 月 20 日
 10. 和泉絵里香・伊村知子・白井述 (2016) 児童期における線運動錯視知覚, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS), やまと会議室 (奈良市), 2016 年 1 月 22 日
 11. 伊村知子・川上文人・白井述・友永雅己 (2015) チンパンジーとヒトにおける平均サイズの知覚, 日本基礎心理学会第 34 回大会, 大阪樟蔭女子大学, 2015 年 11 月 28 日
 12. 白井述・伊村知子 (2015) 放射運動の焦点に対する注視行動の発達的变化, 日本基礎心理学会第 34 回大会, 大阪樟蔭女子大学, 2015 年 11 月 28 日
 13. 吉本美穂・坪倉ひふみ・白井述・宮谷真人 (2015) ASD ハイリスク乳児は主観的輪郭図形を選好注視するか? 日本心理学会第 79 回大会, 名古屋国際会議場, 2015 年 9 月 24 日
 14. Imura, T., Kawakami, R., Shirai, N., & Tomonaga, M. (2015). Visual processing of average size by chimpanzees. 38th European Conference on Visual Perception, Liverpool, UK, Aug. 26, 2015
 15. Shirai, N. & Imura, T. (2015). Infant-specific gaze patterns to the focus of a radial optic flow. Vision Sciences Society 2015 Annual Meeting, St. Pete Beach, USA, May 18, 2015
 16. 白井述 (2015) 赤ちゃんは本当に有能か?-運動視と移動行動の発達の関係性

から-, 大会委員会・日本赤ちゃん学会若手部会共同企画シンポジウム”赤ちゃん学が発達心理学に期待するもの-発展的融和に向けて-”日本発達心理学会第26回大会, 東京大学本郷キャンパス, 2015年3月20日

17. 白井述 (2015) 乳児期における implied motion 知覚の発達, 第10回大山比較社会認知シンポジウム, 京都大学霊長類研究所, 2015年3月1日
18. 伊村知子・白井述・増田知尋・和田有史 (2014) 乳児における運動情報による対象表面の素材質感の知覚. 日本基礎心理学会第33回大会, 首都大学東京
19. 白井述・伊村知子 (2014) Implied motion 知覚の初期発達. 日本基礎心理学会第33回大会, 首都大学東京
20. 和泉絵里香・伊村知子・白井述 (2014) 児童期における線運動錯視知覚. 日本基礎心理学会第33回大会, 首都大学東京
21. Shirai, N. & Imura, T. (2014). Implied motion perception in infancy. 37th European Conference on Visual Perception, Belgrade, Serbia.
22. Shirai, N. & Imura, T. (2014). Changes in radial optic flow perception precede the development of voluntary locomotion. Symposium 4B: Infant Visual Perception and Beyond: Motion, Color, Object and Face Perception, and Cross-modal Rule Learning (Organizer: Dr. Yumiko Otsuka), The 10th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2014), かがわ国際会議場, 2014年7月22日
23. 伊村知子・森柚紀・白井述 (2014) キャストシャドウによる対象の接近・後退運動知覚の発達. 日本赤ちゃん学会第14回学術集会, 日本女子大学

[図書] (計 2件)

1. 白井述・山口真美 (2016) 「29章 知覚」, 田島信元・岩立志津夫・長崎勤 (編) 新・発達心理学ハンドブック, 福村出版
2. 白井述 (2014) 「乳児期における官能、感性情報処理能力の発達とその評価」, 官能評価活用ノウハウ・感覚の定量化・数値化手法, 技術情報協会, pp. 34-37.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等
<http://www.human.niigata-u.ac.jp/~shirai/akachan/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白井 述 (SHIRAI, Nobu)
新潟大学・人文社会科学系・准教授
研究者番号：50554367

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()