

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26330319

研究課題名(和文) 熟練/非熟練ドライバーが生成する光学的流動が同乗者の視線運動に及ぼす効果

研究課題名(英文) Effect of optic flow for passenger generated by skilled/unskilled automobile driver.

研究代表者

三嶋 博之 (MISHIMA, Hiroyuki)

早稲田大学・人間科学学術院・教授

研究者番号：90288051

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：熟練ドライバーが運転する自動車と同乗者が観察する光学的流動と、熟練ドライバーが運転する自動車と同乗者が観察する光学的流動をそれぞれ実験参加者に呈示したところ、熟練ドライバーが生成する光学的流動では、それを観察する実験参加者の視線が道路のより遠位に、あるいはカーブの出口内側に誘導されることが示唆された。また、呈示される光学的流動が観察者の頭部の動揺を誘導すること、左右方向の流動であっても条件により前後方向の同様が生じること、流動に含まれる文字は頭部の動揺を抑制すること、が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Optic flow generated by skilled/unskilled automobile driver (, that could be viewed by passengers in the car,) was recorded and re-presented to participants in the experiment. The result showed that the optic flow generated by the skilled driver would have the effects as follows: guiding the observer's eye gaze to the distal point on the road, and to the inner distal point beyond the curve. Besides, the results of other experiments showed that lateral optic flow might induce anterior-posterior sway movement of observer's head, and texts (number symbols) included in optic flow would inhibit the movement of observer's head.

研究分野：生態心理学

キーワード：生態心理学 光学的流動 自動車運転行動

1. 研究開始当初の背景

自動車を運転する際、ドライバーは多種多様な情報から運転のために必要な情報を選び取るために努力していると考えられる。特に視覚的な情報の抽出については、ドライバーの視線の向きを「注意の方向」の指標とみなす研究によって検討が重ねられてきており(Land et al., 1995; Land & Lee, 1994等)、たとえば、熟練ドライバーと初心者ドライバーでは前方環境への注視パターンが異なること——熟練ドライバーの視線が遠方の広範囲に向けられる傾向がある一方で、初心者ドライバーの視線は車両近くの局所に集まる傾向があること等——は古くから知られている(Mourant and Rockwell, 1972)。

ドライバーの視線を誘導する代表的なものには、(1)ランドマーク、標識類、白線(あるいはガードレール、縁石等)といった静的な対象物や、(2)歩行者や他の車両といった動的な対象物などがあげられる。しかし、これら具体物の他に、(3)それ自体は実体を持たない「(景色の)流動そのもの」——「光学的流動」(Gibson, 1966)——も視線を誘導することが知られており、たとえばドライバーは光学的流動の中の湧出点(focus of expansion)を見つめる傾向が強いとされている(Cohen, 1978)。走行環境内に見られる標識などの具体物と異なり、光学的流動の特定の構造は「いつでも・どこにでも」生じうるものであるという点で、視線の選択において恒常的な制約となっていると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、(1)運転者の技能が車両挙動を決定し、(2)その車両挙動に特定の光学的流動が視野環境に生成され、(3)その光学的流動の構造がドライバーの視線運動を制約/誘導するとの仮説の下で、ドライバーの運転技能と視線運動との関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1)ドライバーの運転技能が、搭乗者の視線運動に与える影響を検討するための実験を行った。

熟練ドライバーと非-熟練ドライバーのそれぞれが運転する車両から撮影された前方景色の動画を実験参加者に対してディスプレイ(27インチ;アスペクト19:9;視距離約50cm)上で提示し、視線計測装置(SeeingMachines社製, FOVIO;サンプリングレート60Hz)によって実験参加者の注視点の計測した。

呈示刺激として、自動車メーカーのテストセンター・カントリー路(幅7m[2車線];1周3.1km)のうち、複数のカーブを含む約2km分の走行時前方風景の動画を使用した。車両の運転は、熟練ドライバー(運転歴34年;自動車メーカーの車両性能評価ドライバーとして20年以上の経験)と非-熟練ドライバー(運転歴24年;通勤等で日常的に運

転)がそれぞれ個別に行った(該当区間約2.1kmにおける熟練ドライバーの平均速度:約95km/h;非-熟練ドライバーの平均速度:約60km/h)。また、記録された動画の再生時間を圧縮することにより、非-熟練ドライバーの平均速度を見かけ上で熟練ドライバーと等しく(約95km/h)なるように補正した映像も作成した。

(2)光学的流動がドライバー頭部の姿勢に及ぼす影響を検討するため、眼前のディスプレイ上に生成した光学流動を実験参加者に提示する実験を行った。ここでは、特に左右方向の流動について検討した。また、姿勢変化を観測しやすくするため、実験参加者は立位しせいで映像を観察することとした。

大学生および大学院生(男性7名、女性8名)が実験に参加した(平均年齢21.87±1.31歳)。左右方向の光学的流動として、眼前を通過する列車を模したアニメーション映像を呈示した。列車を模した光学的流動には、列車表面の柄を変更した車体要因、流動速度を変化させた速度要因、流動の方向を変化させた方向要因の3つの要因があった。呈示した映像の大きさは幅361.5cm×高さ232.0cmであった。

車体要因は、列車の車体に何も描かれていない条件(以下、無地条件)、車体に数字が描かれている条件(以下、数字条件)、車体にドット柄と人物が描かれている条件(以下、人物・柄条件)の3通りであった。

速度要因は、列車通過の速度が速い条件(以下、高速条件)、列車通過の速度が遅い条件(以下、低速条件)の2通りであった。動画における列車通過の速度は、高速条件の場合は時速24.4km、低速条件の場合は時速12.2kmであった。

方向要因は、画面右端から画面左端へ列車が通過する条件(以下、右→左条件)、画面左端から画面右端へ列車が通過する条件(以下、左→右条件)の2通りであった。

以上の3つの要因それぞれにおける条件を一つずつ組み合わせた20種類の列車通過動画を提示した際の、頭部および腰部の身体位置データの計測を、直流磁場式3次元位置計測センサ(trakSTAR)を使用して実施した。加えて、静止立位における身体位置データの計測もおこなった。

4. 研究成果

(1)実験参加者の注視点の分布をFigure 1~3に示す。図の中央部に見られる白雲状の領域が、実験参加者の注視点の分布を表しており、それぞれFigure 1は熟練ドライバーの走行動画を提示した場合、Figure 2は非-熟練ドライバーの走行動画を提示した場合、Figure 3は速度補正された非-熟練ドライバーの走行動画を提示した場合のものである。

まず、熟練ドライバーの動画(Figure 1)と非-熟練ドライバーの動画(Figure 2)に対する注視点の分布を比較すると、熟練ドライ

パーの動画において実験参加者の注視点は奥行き方向でより遠位（画面上での上方）に、かつ遠位において左右に広がって分布していることが見て取れる。

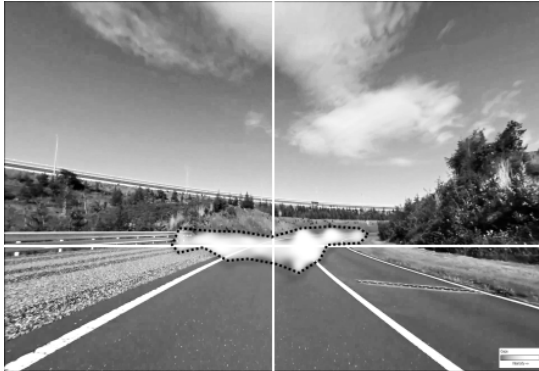


Figure 1 熟練ドライバーの走行動画全体に対する注視点分布. 背景写真は前方風景の一例. 点線部は注視点分布の輪郭を示す.

次に、速度の異なる非-熟練ドライバーの2つの動画（通常走行速度の動画：Figure 2，および熟練ドライバーと同じ平均速度になるように補正された動画：Figure 3）での注視点の分布を比較すると、補正された動画（Figure 3）では視線は奥行き方向でより遠位（画面上での上方）に分布していた。ただし、遠位左右方向への広がり、熟練ドライバーの動画に対する場合ほど大きくならなかった。すなわち、光学的流動の全体的な速度の上昇は注視点をより遠位にシフトさせる一方、それだけでは注視点を“遠位左右”（コーナーの出口など）に誘導する効果は低いことが示された。これらの結果から、熟練ドライバーの生成する光学的流動に、注視点を遠位左右（コーナーの出口など）へ向けて誘導する情報が内在する可能性が示唆された。



Figure 2 非-熟練ドライバーの走行動画全体に対する注視点分布. 背景写真は前方風景の一例. 点線部は Figure 1 のものを同じ位置に重ね描きした.

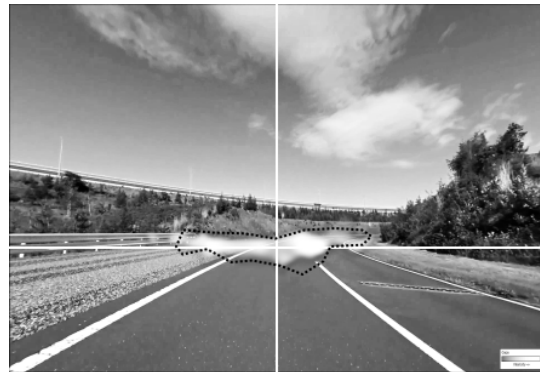


Figure 3 速度補正された非-熟練ドライバーの走行動画全体に対する注視点分布. 背景写真は前方風景の一例. 点線部は Figure 1 のものを同じ位置に重ね描きした.

(2) まず、列車通過動画が提示されていない場合（静止立位）の平均値、および、列車通過動画が提示されている場合それぞれにおける、頭部と腰部の身体位置データの平均値および RMS (Root Mean Square) を、車体要因（無地条件、人物・柄条件、数字条件）ごとに1要因参加者内分散分析をおこなった。その結果、無地条件、人物・柄条件および数字条件のすべてにおいて、頭部の X 軸（前後）方向、Y 軸（左右）方向ともに RMS に有意差がみられたこと。このことから、静止立位条件に比べて、列車通過を模したアニメーションによる左右方向の光学的流動により姿勢の動揺が大きくなることが確認された。平均値については、すべての車体条件において、主として頭部の Y 軸（左右）方向での変化が有意に大きくなる傾向が確認された。

次に、列車通過を模したアニメーションによる左右方向の光学的流動が提示されている場合に限定し、頭部と腰部の身体位置データの平均値と RMS のそれぞれについて、車体（無地、人物・柄、数字）×速度（高速、低速）×方向（左→右、右→左）の3要因参加者内分散分析をおこなった。

身体位置データの平均値においては、頭部および腰部の Y 軸（左右）方向で、方向要因の主効果が有意であったことから、車体の種類や速度を問わず、列車通過を模したアニメーションによる光学的流動方向に沿って身体が傾いていたことが確認された (Figure 4)。加えて、右→左条件の方が、左→右条件に比べて動揺が大きい傾向がみられたが、同様の異方向性が自動車搭乗時に生じるか否かについては今後の検討が必要であると考えられる。

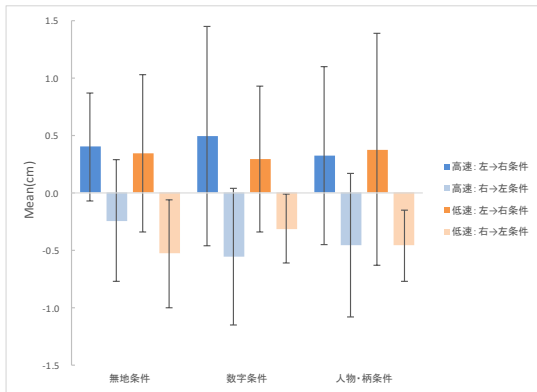


Figure 4 頭部の Y 軸（左右）方向身体位置データの平均値と SD

X 軸（前後）方向の頭部の身体位置データの平均値に注目すると、人物・柄条件において、低速条件の場合は身体が前に傾き、高速条件の場合は身体が後ろに傾く傾向が有意にみられた (Figure 5)。このことから、人物の絵やドット柄の模様が描かれるなど、呈示された光学的流動に視覚的に強いパターンが含まれる場合、光学的流動の速度が速い場合には頭部が後方に移動し、逆に速度が遅い場合には頭部が前方に移動する傾向があることが確認された。自動車搭乗時について考えた場合、搭乗者が見る外の景色の変化（たとえば人の存在や看板の存在、あるいは郊外から市街地への侵入等）により、頭部姿勢に変化が生じることが示唆される。また、列車の駅プラットフォームでの列車待ちの状況を仮定した場合、安全のために駅での列車の通過速度を遅くした場合であっても、低速の列車が生成する特徴的な光学的流動（たとえばラッピング車両等、特徴的な柄を持つ車両が生成するもの）に対して身体が視覚的に引き込まれる可能性が示唆される。

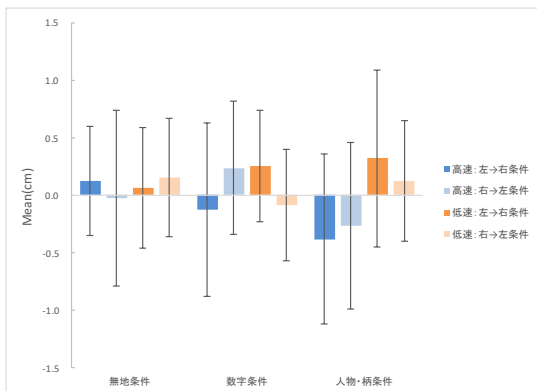


Figure 5 頭部の X 軸（前後）方向身体位置データの平均値と SD

身体位置データの RMS においては、X 軸（前後）方向、Y 軸（左右）方向ともに、頭部における動揺の方が、腰部における動揺に比べて大きかったことから、立位においては、地

面から遠く、また視覚を得るための眼を備えた頭部の方が、概して列車通過を模したアニメーションによる光学的流動の影響を受けやすいことが確認された。また、頭部の X 軸（前後）方向においては、数字条件における動揺が、無地条件、人物・柄条件に比べて有意に小さかったことから、数字や文字を見る、あるいは読むという行為が、大域的なオブジェクトフローへの感受性を相対的に低下させ、頭部の動揺を抑制する効果があるのではないかと考える (Figure 6)。

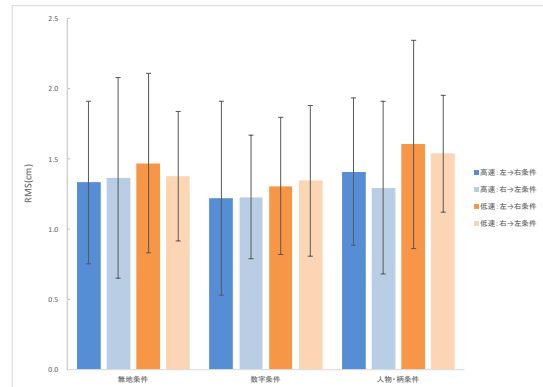


Figure 6 頭部の X 軸（前後）方向身体位置データの RMS と SD

引用文献

- Cohen, A. (1978). Eye Movements Behavior While Driving a Car: A Review (p. 58). Presented at the ARI Technical Report.
- Gibson, J. J. (1966). The senses considered as percentual systems. Houghton Mifflin Company.
- Land, M., & Horwood, J. (1995). Which parts of the road guide steering? *Nature*, 377(6547), 339-340.
- Land, M. F., & Lee, D. N. (1994). Where we look when we steer. *Nature*, 369(6483), 742-744.
- Mourant, R. R., & Rockwell, T. H. (1972). Strategies of visual search by novice and experimental drivers. *Human Factors*, 14(4), 325-335.

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 1 件）

- ①三嶋博之、アフォーダンス理論と交通、査読無、IATSS Review、40 巻、164-169、2016 年

〔学会発表〕（計 2 件）

- ①三嶋博之・沢田護、車両運転者の熟練度による光学的流動の差異 — 注視点分布の分析 —、日本生態心理学会第 6 回大会（北海

学園大学)、2016年
②三嶋博之、高次不変項、日本語用学会メタ
ファー研究会、2018年

〔図書〕(計0件)

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三嶋 博之 (MISHIMA, Hiroyuki)
早稲田大学・人間科学学術院・教授
研究者番号：90288051

(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

()