

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：33921

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00286

研究課題名(和文) オプティカルフローに基づく自動車走行速度知覚の解明及び予測モデルの構築

研究課題名(英文) Investigation of driver's vehicle speed perception from optical flow and development of prediction model

研究代表者

瀬谷 安弘 (Seya, Yasuhiro)

愛知淑徳大学・人間情報学部・准教授

研究者番号：30454721

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：オプティカルフローに基づく自動車走行速度知覚の解明およびその予測モデルの構築を目的とし、オプティカルフローの特性および観察者の特性の2点から検討を行った。その結果、オプティカルフローの速度の増加や奥行運動手がかり、色、ジターの付加が、移動感覚や速度知覚を向上させることが明らかとなった。また、高齢者の白内障状況を模擬するゴーグルを若齢者に装着させ、その影響を検討したところ、ゴーグルの有無では、移動感覚および速度知覚に差が生じないことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超高齢社会にある現在では、高齢運転者による交通事故の防止のみならず、運転行動を支える知覚認知機能の解明および若齢・中年層運転者における早期からのトレーニング法の開発が必要不可欠である。従来研究では、特に情報の獲得プロセスに関する視覚的注意や有効視野の研究が進められてきたが走行速度知覚に着目した研究は極めて少ない。本研究成果は、走行速度知覚の研究手法の確立、およびトレーニング法の開発に向けた基礎的知見を提供したという点で、学術的・社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：In order to investigate the driver's vehicle speed perception from optical flow and develop the prediction model, we measured self-motion perception and speed perception of self-motion to optical flow by manipulating factors of optical flow and observers. Results showed that increases in optical flow speed and the addition of motion-in-depth cues, color, and jitter to optical flow induced stronger self-motion perception and faster speed perception of self-motion. In addition, young observers viewing optical flow with cataract experiencing goggles showed no difference in self-motion perception and speed perception of self-motion as compared with those without the goggles.

研究分野：実験心理学

キーワード：オプティカルフロー 身体移動速度 ベクシオン 身体運動 有効視野

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高齢化社会が進む現代において、若齢運転者のみならず高齢運転者による交通事故防止への関心が高まっている。一般に、自動車運転場面における事故の多くは、歩行者や障害物の見落としなどが関与していることが指摘されており、それ故、高齢運転者の知覚機能研究として、特に視覚情報の選択機能として働く注意の範囲(有効視野)や眼球運動に関する研究が行われてきた(e.g., 石松・三浦, 2002; Richards, et al., 2006)。一方、交通事故の要因となる法令違反として、走行速度違反が指摘されているが、若齢運転者の研究も含め、運転者の「走行速度の知覚」については、未だその厳密な研究手法が確立されていないこともあり、十分な研究がなされていない。高速道路の整備や料金自動支払いシステム(ETC)の普及により、高速道路の利用は身近なものになっている。一方、速度違反は、その性質上、死亡事故等の深刻な事態に直結する。それ故、有効視野の理解と共に、運転者の走行速度知覚の特性の理解およびそれに基づく注意喚起システムなどの開発が重要である。

2. 研究の目的

本研究では、車の走行に伴う景色の流れ(オブティカルフロー)に基づく走行速度知覚に着目し、視覚誘導性自己運動知覚(ベクシオン)研究で用いられる手法を用い、オブティカルフローに基づく走行速度知覚の基礎特性の検討、走行速度知覚と有効視野の相互関係の検討、そして高齢者を対象に、走行速度知覚の加齢の効果の検討を目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、主に(1)オブティカルフローの基礎特性がベクシオンおよび身体移動速度の知覚に及ぼす影響、(2)VR デバイスを用いた有効視野計測、(3)高齢者の視覚特性を模した疑似白内障下のベクシオンおよび身体移動速度知覚の検討を行った。

(1)ランダムドットによって構成された前進移動時を模したオブティカルフローに対し、速度変化手がかりを除く奥行運動手がかり(サイズ変化手がかりおよび両眼視差変化手がかり)、色(単色および複色)、ジター(振動)の有無を操作し、参加者にベクシオンが知覚された場合のみキー押しを求めた。また各試行の最後に、知覚された身体移動速度について数値にて報告(マグニチュード推定法)を求めた。キー押しの時系列データより、ベクシオンが生じるまでの潜時および1試行での持続時間を算出した。

また、オブティカルフローが身体運動反応に及ぼす影響の検討として、上下方向への移動を模したオブティカルフローを用いて、視覚物体へのポインティング動作の計測も行った。

(2)一般的な有効視野課題は単純な図形から構成されており、これによる有効視野の計測では、実際の日常場面の有効視野と乖離する可能性があった。そのため、VR デバイスにより、より複雑な視覚環境を構成し、視野制限法と組み合わせることにより、より複雑な視覚環境での有効視野計測を試みた。実験では、簡易的なシューティングゲームを構成し、ゲームパフォーマンスおよび頭部移動量と視野制限の大きさとの関係から、それらに影響を与える視野範囲として、有効視野を計測した。また、ターゲット物体の数および映像を左右反転させることによって、課題の難易度を操作した。

(3)当初、高齢者による実験の実施を想定していた。しかし、映像酔いや転倒のリスクを考慮し、「遅れが生じた場合の対応」として申請書に記載した、高齢者の白内障状況を模擬する白内障疑似体験ゴーグルを若齢者に装着させ、そのベクシオン指標および身体移動速度の主観量を測定した。

4. 研究成果

(1)図1に、奥行運動手がかりが身体移動速度知覚に及ぼす影響の検討の結果を示す。図の縦軸は、主観量を示し、値が大きいほど身体移動速度を速く知覚していることを意味する。図から明らかなように、速度変化手がかり以外の奥行運動手がかりがない場合に比べ、大きさ変化手がかりおよび両眼視差変化手がかりが付加されると身体移動速度が速く知覚された。また、ベクシオンが知覚されるまでの潜時やその持続時間の結果は、奥行運動手がかりが付加されると、潜時が短く、持続時間が長くなることを示し、奥行運動手がかりの付加がベクシオンを増強することを示唆する。

図2に色の効果の検討の結果を示す。単色ドットによる検討では、白色ドット(W)よりオブティカルフローを構成した場合に比べ、青色ドット(B)で構成した場合に、身体移動速度が速く知覚されることが明らかになった。複色ドットを用いた検討でも、青色を含む組み合わせの場合に、身体移動速度が速く知覚された。

ジターの効果について、ジターがない条件と比べて、ジターを付加した場合に身体移動速度が速く知覚される傾向が認められた。ただし、この傾向は、オブティカルフローの移動速度が速い場合のみに確認された。オブティカルフローがポインティング動作に及ぼす影響については、上または下方向へのオブティカルフローの移動により、その中を移動する視覚物体がオブティカルフローとは反対方向に移動しているように知覚される誘導運動錯視が生じた。一方、その視覚物体へのポインティングを求めた場合には、参加者は極めて正しく、視覚物体の位置を指し示すことが可能であり、知覚と運動に乖離が生じることが明らかになった。

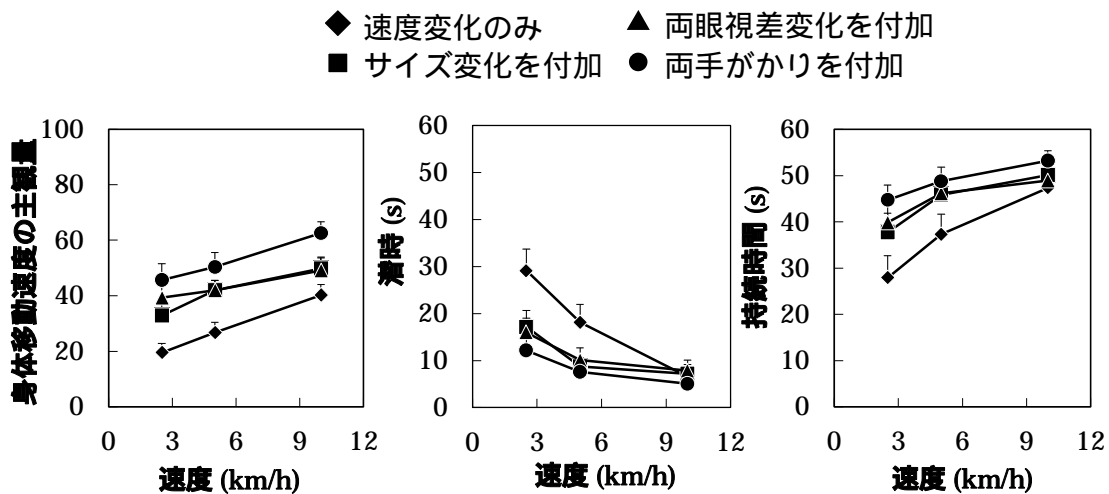


図1 . 身体移動速度の主観量およびベクション潜時と持続時間。誤差棒は標準誤差を示す。

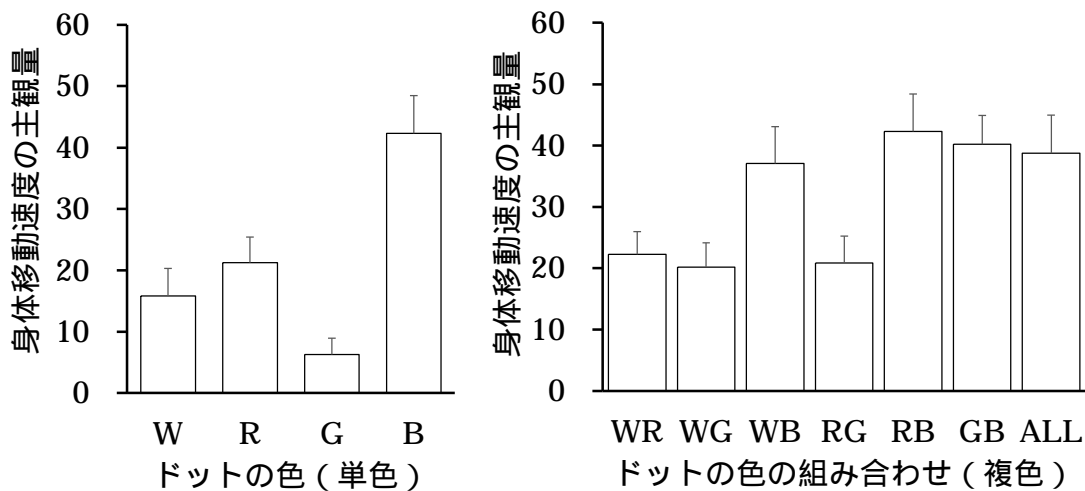


図2 . 色条件ごとの身体移動速度の主観量。左図は単色実験、右図は複色実験の結果を示す。誤差棒は標準誤差を示す。

(2) 図3に、視野制限条件ごとのゲームスコアおよび頭部移動量の結果を示す。図から明らかなように、視野制限が大きく、視認領域が小さい場合は、ゲームスコアは低く、また頭部移動量が大きかった。一方、視認領域が大きくなるにつれて、ゲームスコアは向上し、頭部移動量は減少した。ただし、直径 80° を超えると、いずれの指標も一定となった。これはゲーム難易度の異なるステージにおいても同様な結果であった。すなわち、有効視野が直径 80° 程度であることを示唆する。映像を左右反転となるように呈示することで、頭部運動やポインティング動作とその映像変化の対応を乖離させることで、そのゲーム課題の難易度を上昇させた場合であっても、結果は同様であった。すなわちゲーム難易度に関わらず有効視野の計測が可能であることを意味する。

この研究成果に基づき、有効視野計測とともに身体移動速度知覚の関係を詳細に分析する予定であったが、安定的に有効視野を計測する手法の確立に時間がかかってしまった。そのため、この点については今後取り組んでいく。

(3) 図4に、白内障疑似体験ゴーグルが身体移動速度知覚およびベクションに及ぼす影響の検討の結果を示す。図より明らかなように、白内障疑似体験ゴーグルの有無およびフィルターによる散乱の程度に関わらず、身体移動速度知覚およびベクション潜時・持続時間は同程度であった。すなわち、眼球光学系(水晶体などの眼球内部の器官)における加齢状態だけではこれらの指標には影響がない、またはその影響が非常に小さいことを意味する。

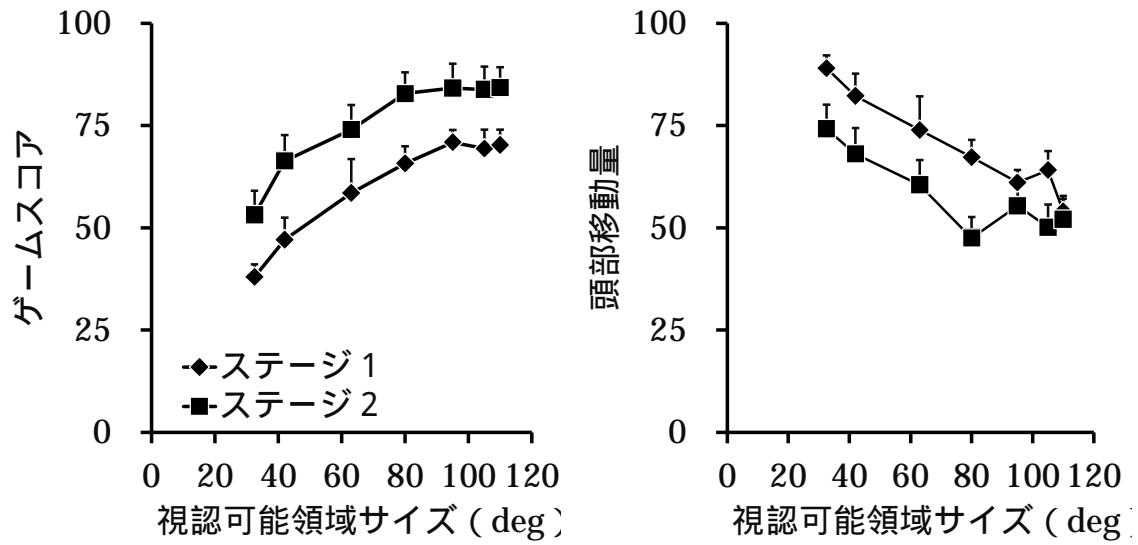


図 3 . 視認可能領域サイズ条件ごとのゲームスコアおよび頭部移動量。誤差棒は標準誤差を示す。

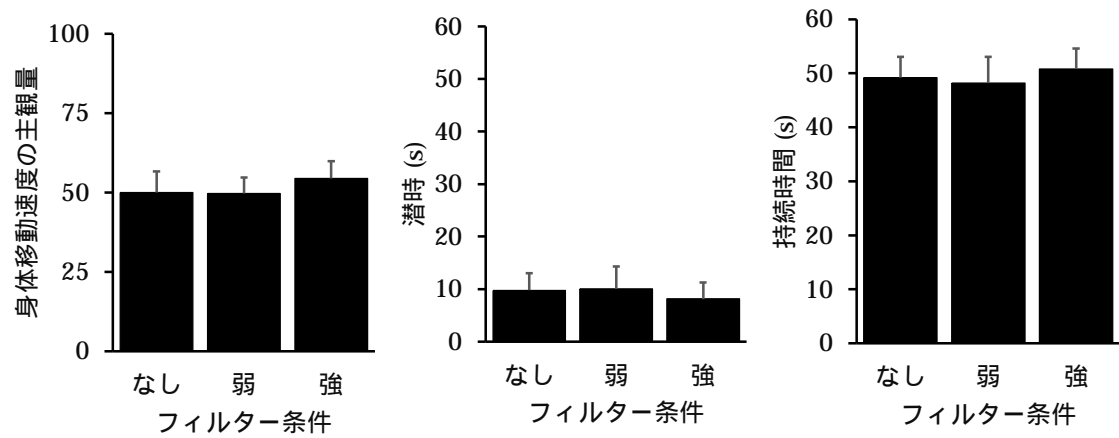


図 4 . 白内障疑似体験ゴーグル条件ごとの身体移動速度の主観量およびベクション潜時と持続時間。誤差棒は標準誤差を示す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Nomura, Y., Ikuta, S., Yokota, S., Mita, J., Oikawa, M., Matsushima, H., Amano, A., Shimonomura, K., Seya, Y., & Koike, C.	4. 巻 148
2. 論文標題 Evaluation of critical flicker-fusion frequency measurement methods using a touchscreen-based visual temporal discrimination task in the behaving mouse	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 28-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neures.2018.12.001	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 -

1. 著者名 Seya, Y., Shinoda, H.	4. 巻 80
2. 論文標題 Relationship between vection and motion perception in depth	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Attention, Perception, & Psychophysics	6. 最初と最後の頁 2008 ~ 2021
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3758/s13414-018-1567-y	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 -

1. 著者名 瀬谷安弘・森美津樹	4. 巻 17
2. 論文標題 First Person Shooterゲームプレイ中の知覚運動協応特性の検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 507 ~ 513
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5057/jjske.TJSKE-D-17-00091	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 -

1. 著者名 Seya, Y., & Shinoda, H.	4. 巻 33
2. 論文標題 Dissociation between perception and action in induced motion: A comparison between tennis players and novices.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fechner Day Proceedings of 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics	6. 最初と最後の頁 166-170
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 白内障擬似体験ゴーグルが視覚誘導性自己運動知覚に及ぼす影響
3. 学会等名 第28回日本人間工学会システム大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 周洋・篠田博之・瀬谷安弘
2. 発表標題 ベクションにおけるジターの影響およびその視野特性の検討
3. 学会等名 日本視覚学会2020年冬季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Matsushita, D., Seya, Y., & Shinoda, H.
2. 発表標題 Effective visual space for a simplified first-person shooter game in a VR environment measured by visual masking method
3. 学会等名 The 15th Asia-Pacific Conference on Vision (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下大希・瀬谷安弘・篠田博之
2. 発表標題 VR環境上における視野制限法を用いた有効視空間特性の解明
3. 学会等名 第20回日本感性工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seya, Y., Shiozaki, K., & Shinoda, H.
2. 発表標題 Enhancement of vection by optical flow with multiple colors
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 瀬谷安弘・塩崎景子・篠田博之
2. 発表標題 色がベクシオンに及ぼす影響 - 色数とベクシオンの関係 -
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松下大希・瀬谷安弘・篠田博之
2. 発表標題 視野制限法によるVR環境における有効視空間の検討
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 塩崎 景子・瀬谷 安弘・篠田 博之
2. 発表標題 ベクシオンにおける刺激の複色の効果
3. 学会等名 第19回日本感性工学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村元 寛央・篠田 博之・瀬谷 安弘
2. 発表標題 疑似白内障観察者におけるキャンセル法を用いた周辺光の散乱度合いの推定
3. 学会等名 第19回日本感性工学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀬谷安弘・篠田博之
2. 発表標題 誘導運動が狙準動作に及ぼす影響
3. 学会等名 電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀬谷安弘・篠田博之
2. 発表標題 手の狙準動作における誘導運動の影響 - テニス選手と一般人の比較 -
3. 学会等名 日本心理学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Seya & H. Shinoda
2. 発表標題 Dissociation between perception and action among tennis players revealed by using induced motion
3. 学会等名 40th European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shiozaki, K., Seya, Y., & Shinoda, H.
2. 発表標題 The effects of luminance and color on vection.
3. 学会等名 40th European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究 分 担 者	篠田 博之 (Shinoda Hiroyuki) (40278495)	立命館大学・情報理工学部・教授 (34315)	