

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：33921

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H04056

研究課題名(和文)自動車運転行動を支える知覚認知機能の熟達過程および加齢効果の解明

研究課題名(英文)Elucidation of perceptual and cognitive functions that support car driving behavior: the mastery process and aging effects

研究代表者

瀬谷 安弘 (Yasuhiro, Seya)

愛知淑徳大学・人間情報学部・教授

研究者番号：30454721

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：自動車運転行動に寄与すると考えられる視覚に基づく走行速度知覚や危険予測スキルに着目し、その熟達効果や加齢効果を検討した。オプティカルフロー(景色の流れ)映像を用いた実験から、高齢者では若齢者に比べ、視野中心部の映像に基づいて走行速度を知覚することが明らかとなった。事故発生を含む(または含まない)映像を用いた予測実験より、事故と確定できる映像が与えられない場合には、その予測が困難であること、特に高齢者の視覚状況を模擬した場合により顕著であることが明らかとなった。視覚的注意を操作し、視覚に基づく身体移動感覚を測定した実験より、高齢者で身体運動感覚が生じにくい可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来研究では、歩行者や標識、信号など交通関連情報の早く正確な認識に寄与する有効視野や眼球運動の研究がなされており、それ以外の視覚認知機能の検討は十分になされていない。本課題では、視覚に基づく走行速度知覚や事前情報に基づく危険の予測スキルに着目し、その基礎特性の検討から加齢効果までを含み検討を行った。それ故、本課題の成果は、従来研究に対して新たな知見を提供し、学術的に高い意義を有する。また加齢効果の知見は、高齢者ドライバーの視覚認知特性の理解につながることから、社会的意義も高いといえる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the present project was to investigate the mastery process and age difference in visually perceived heading speed and hazard anticipation. A series of psychophysical experiments using video clips of natural scenes during forward locomotion suggest that older adults utilize optical flows in the central visual field for heading speed perception, while younger adults do in both the central and peripheral visions. An experiment using temporal occlusion method suggest the difficulty in anticipating accidents from scenes prior to them, particularly when visual conditions in older adults are simulated. We also examined effects of attentional selection on visually induced self-motion perception and found the possibility of weakvection induction in older adults.

研究分野：実験心理学

キーワード：走行速度知覚 危険予測 オプティカルフロー 加齢効果 熟達過程

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高齢者の交通事故防止を目的に、これまで多くの研究において高齢運転者の知覚認知機能の研究がなされてきた。ただし、この種の研究の多くでは、視覚情報の選択機能として働く注意の範囲(有効視野)や眼球運動に着目しており、これら以外の知覚認知機能については十分な検討がなされていない。

申請者はこれまでオプティカルフローに基づく身体移動感覚や移動速度の研究やスポーツ選手の予測スキルの知覚の研究に従事し、これらの研究方法を応用することで、自動車運転時の走行速度知覚や危険予測スキルの解明が可能であるとの認識に至り、本申請課題を計画するに至った。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、(1) オプティカルフローに基づく走行速度知覚および予測スキルの熟達効果の検討、(2) これら知覚認知機能の加齢効果の検討、および有効視野とこれら知覚認知機能との関連を解明することであった。なお、(1)については、新型コロナウイルス感染症の感染拡大を背景に、対面での実験が困難となったことから、運転免許を有する成人を対象としたオンラインでのアンケート調査を実施し、オプティカルフローによる走行速度知覚が運転行動を支える知覚認知機能として重要と考えられているかの検討を試みた。また、有効視野との関連については、当初は個別のテーマとして検討を予定していたが、(2)においてその関連性が見いだされたことから、(2)のテーマの中で検討を行った。これに関連し、(3)注意機能、特に選択的注意と視覚に基づく身体運動感覚(ベクシオン)の関連の検討が必要と判断したため、この点についても検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 20代から60代までの男女、各100名、計500名を対象に、オンラインにて、自動車走行時の走行速度の推定に寄与する手がかり情報に関するアンケート調査を実施した。アンケートでは、スピードメータやオプティカルフロー、風切り音やエンジン・モーター音など、視覚や聴覚、触覚から得られる9項目の手がかり情報について、その重要度を5件法にて回答することを求めた。

(2) 事前に自転車で走行時(16km/h程度)にオプティカルフローを撮影し、10秒のオプティカルフロー映像を4種類抽出した。その後、映像を、画像処理ソフトを用いて再生速度を0.75倍、1.25倍、1.75倍に加工するとともに、映像の面積が1.00倍(切り取りなし)から0.25倍となるように段階的に周辺領域を切り取った。実験では、各試行において、オリジナルの10秒映像から切り出した5秒の映像(標準刺激)と加工映像(比較刺激)を提示し、標準刺激で知覚された走行速度知覚を100とし、比較刺激の知覚速度を定量化することを参加者に求めた。大学生を中心とする若齢者と60から80代の高齢者が実験に参加した。同様の実験を自動車走行時(30km/h程度)に撮影したオプティカルフローを上記と同様に加工し、行った。この実験には、大学生を中心とする若齢者と60歳までの中年者が参加した。

ドライビングシミュレーションゲームを用いて映像を作成し、交通事故の有無を予測させる予測課題を行った。具体的には、ゲームの歩行者や他車両の設定により、自車に対する歩行者の飛び出しや対向車の衝突など様々な事故が発生する場面、または事故が生じず回避される事故回避場面の映像を作成した。実験では、事故発生時点または他車両や歩行者との距離が最も近くなる時点まで映像が提示される条件のほかに、0.2秒前から1.0秒前までで段階的に設定された時点までしか映像が提示されない時間的遮蔽法を適用した条件を設定した。それ故、多くの試行において事故の発生の有無が確定となるシーンが提示されない映像を参加者は観察し、事故の有無を予測することが求められた。参加者には高齢者の視覚特性、特に白内障状況を模擬するゴーグルを装着させ、課題に取り組ませた。

(3) 上下いずれかの方向に移動するランダムドットと静止したランダムドット2種類を重ねて画面上に提示し、観察者にいずれか一方のドットパターンに選択的に注意を向けることを教示し、その身体運動感覚(ベクシオン)が生じるまでの潜時や持続時間を測定した。各試行の最後には、口頭による主観強度の報告も求めた。大学生を中心とする若齢者および60歳までの中年者が参加した。

4. 研究成果

(1) 年代や性別にかかわらず、スピードメータと先行車との距離が走行速度の推定のためには重要であると評価された。また、エンジン・モーター音、オプティカルフローなどでも、「どちらでもない」よりも有意に高い評価値となった。これらの結果は、オプティカルフローが走行速度推定において重要であると認識されていることを示唆するのみならず、運転者が多くの感覚

情報に基づいて走行速度を推定していることを示唆する。

(2) 図1は、自転車走行時の映像を用いた実験の0.75速度条件および1.75速度条件の結果を示す。若齢者・高齢者いずれの群でも、オプティカルフローの速度が増加するに従い、知覚される走行速度が顕著に増加した。視認可能な画面(周辺)領域の大きさの効果についても、面積が大きいほど、知覚される走行速度が速くなることを示した。ただし、高齢者群ではその効果が小さく、縦横半分の大きさとなるように周辺領域の映像がカットされた面積比0.25条件では、知覚速度が遅くなったが、0.44条件以上では差は認められなかった。すなわち、若齢者では比較的畫面周辺の情報までを利用し、走行速度を知覚しているのに対し、高齢者では中心部の情報のみを利用して走行速度を知覚している可能性を示唆する。この結果は、高齢者において有効視野が縮小していることを報告する先行研究の知見と一致する。また、ベクション研究や進行方向知覚(heading perception)研究において、高齢者では若齢者に比べてオプティカルフローによって生じるベクション誘導効果が低いことや進行方向知覚が不正確であることが報告されている。本研究では、オプティカルフローが遅い条件では(左図)若齢者において知覚速度がより過少に評価され、一方で速い条件(右図)では過大に評価される結果となった。それゆえ、オプティカルフローに基づく走行速度知覚では、必ずしも一貫した加齢効果としての過大または過少評価は認められないことを示唆する。

自動車走行中に撮影した映像を用いた実験でも、同様な結果が得られた。これは、上記の結果が比較的低速での身体移動中のオプティカルフローに限定されるのではなく、自動車の走行中のオプティカルフローを観察した場合でも認められる可能性を示唆する。

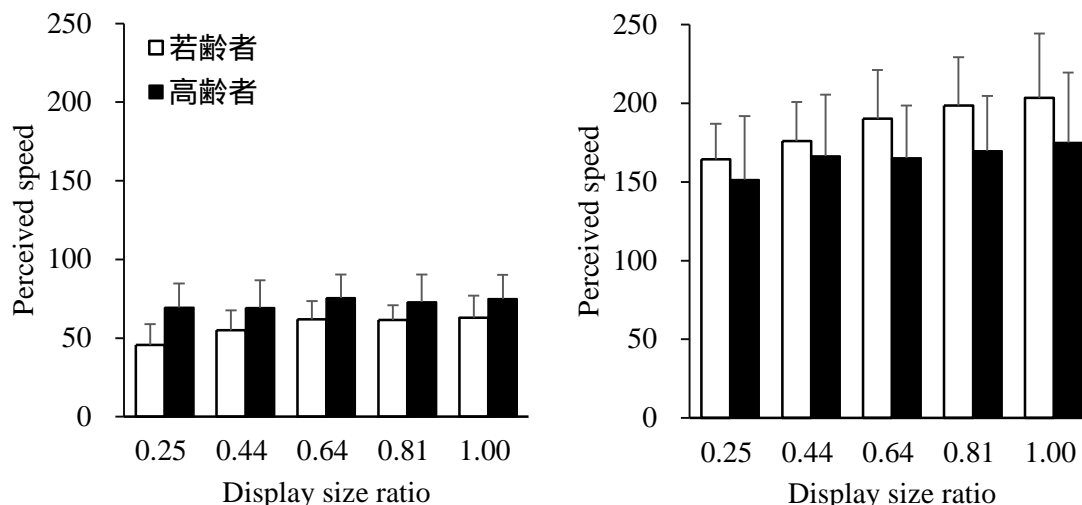


図1 . 0.75速度条件(左図)および1.75速度条件(右図)の平均値と標準偏差。

事故予測課題実験の結果は、白内障疑似体験ゴーグル装着条件または非装着条件のいずれにおいても、事故発生または回避時点より時間的に離れた時点までに映像が制限された場合には、事故が発生すると予測する確率が低いこと、一方、事故発生または回避時点に近い映像まで観察した場合には、事故が発生すると判断する確率が高くなることを示した。また、白内障疑似体験ゴーグル装着条件では、非装着条件に比べて、事故発生直前までの映像を観察した場合に、事故と判断する確率が低かった。これは高齢者の視覚状況では、事故発生間際の映像を観察した場合でも事故が生じないと予測する可能性があることを示唆する。

(3) 図2に、静止ドットに注意を向けた(Motion unattended)または運動ドットに注意を向けた場合(Motion attended)のベクションの潜時、持続時間の結果を示す。図が示すように、若齢者群および中年者群いずれも注意を運動ドットに向けた場合に、潜時が短く、持続時間が長かった。口頭による主観強度の評価においても、注意を運動ドットに向けた場合に、その評価値が高かった。すなわち、注意を運動刺激に向けた場合に、ベクションが促進的に誘導されることを示唆する。また、中年者群において、若齢者群に比べ、潜時が長く、持続時間が短い傾向が認められる。すなわち、年齢によってオプティカルフローによるベクション誘導効果が弱まる可能性を示唆する。

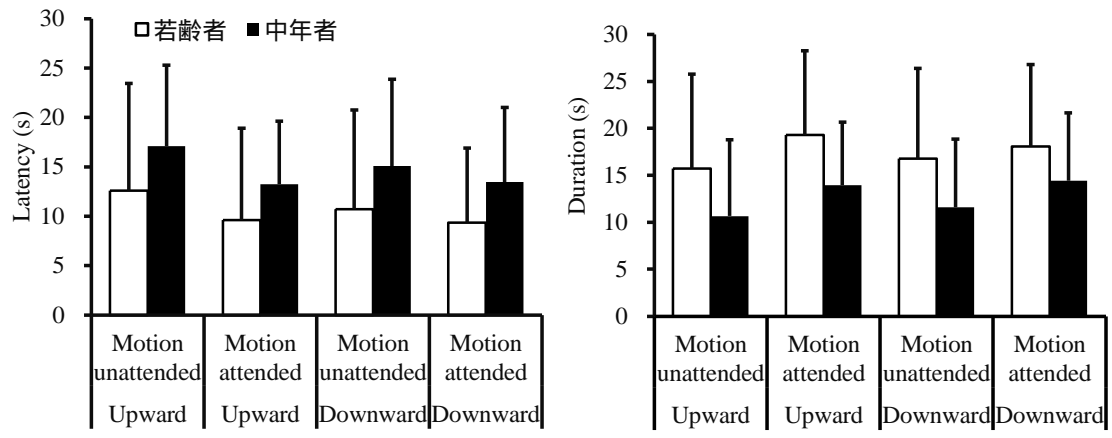


図2. 注意条件ごとのベクシオン潜時（左図）および持続時間（右図）の平均値と標準偏差。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6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 4件）

1. 著者名 満倉英一・瀬谷安弘	4. 巻 14
2. 論文標題 順応領域と運動残効の関係：ファントム運動残効の検討	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 愛知淑徳大学論集. 人間情報学部篇	6. 最初と最後の頁 25-32
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 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 瀬谷安弘	4. 巻 13
2. 論文標題 自動車の走行速度推定に寄与する手がかり情報に関する意識調査	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 愛知淑徳大学論集 人間情報学部篇	6. 最初と最後の頁 13-21
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 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 瀬谷安弘	4. 巻 40
2. 論文標題 注意と運動制御	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 理学療法	6. 最初と最後の頁 75-83
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	4. 巻 34
2. 論文標題 知覚認知機能への影響から考えるゲームの教育への応用可能性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 知能と情報	6. 最初と最後の頁 63-68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3156/jssoft.34.2_63	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 -

1. 著者名 満倉英一・瀬谷安弘	4. 巻 12
2. 論文標題 順応刺激の時間周波数とテスト刺激の提示位置がphantom-motion aftereffectに及ぼす影響に関する予備的検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 愛知淑徳大学論集 人間情報学部篇	6. 最初と最後の頁 29-34
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 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 Mitsukura, E., & Seya, Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of test stimulus size on motion aftereffects to illusory motion.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of 2022 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)	6. 最初と最後の頁 396-398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LifeTech53646.2022.9754756	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計29件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 選択的注意および分割的注意がベクシオンに及ぼす影響
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 大域的回転運動錯視が運動残効に及ぼす影響 ~ 順応領域とテスト刺激領域の関係 ~
3. 学会等名 VR心理研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 大域的回転運動錯視と運動残効：テスト刺激の形状および順応刺激の知覚の影響
3. 学会等名 日本視覚学会2024年冬季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 視覚的に知覚される走行速度への加齢効果の検討
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 大域的回転運動錯視に対する運動残効：順応刺激の個数の効果
3. 学会等名 日本視覚学会2023年夏季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasuhiro Seya
2. 発表標題 Effect of attention on vection
3. 学会等名 39th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Eiichi Mitsukura, Yasuhiro Seya
2. 発表標題 Rotational motion aftereffect induced by illusory rotation of a square: Effect of test stimulus shape
3. 学会等名 39th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 視覚的注意による情報選択がベクシオンに及ぼす影響
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀬谷安弘・満倉英一
2. 発表標題 歩行がベクシオンに及ぼす影響
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 視覚的に知覚される身体移動速度における加齢変化
3. 学会等名 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 オプティカルフローに基づく身体移動速度知覚 視野および加齢効果の検討 -
3. 学会等名 日本心理学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 大域的回転運動錯視の見えと運動残効の関係: ガウシアンフィルタの有無の効果
3. 学会等名 視覚学会2022年夏季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 弘中明日香・篠田博之
2. 発表標題 動的視野制限法を用いたVR環境における自動車運転時の有効視空間特定とVR酔いの検討
3. 学会等名 第24回日本感性工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 オプティカルフローに基づく走行速度知覚の検討: 中心視・周辺視の効果および加齢効果
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mitsukura, E., & Seya, Y.
2. 発表標題 Effects of the Number and Motion type of Gabor Patches Inducing Illusory Global Rotation on Motion Aftereffect
3. 学会等名 44th European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mitsukura, E., & Seya, Y.
2. 発表標題 Motion Aftereffect Induced by Illusory Global Rotation Using Gabor Patches
3. 学会等名 Neuro 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 順応刺激の個数とテスト刺激のサイズがガボール刺激配列による大域的回転運動錯視に対する運動残効に与える影響
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mitsukura, E., & Seya, Y.
2. 発表標題 Motion aftereffects to illusory motion
3. 学会等名 43rd European Conference on Visual Perception (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Seya, Y.
2. 発表標題 The effects of package color on taste impression of plastic-bottled green tea
3. 学会等名 32nd International Congress of Psychology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 ガウシアンフィルタが大域的運動による回転運動錯視の見えと運動残効に与える影響
3. 学会等名 第41回VR心理学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 オプティカルフローに基づく身体移動速度知覚における加齢効果の検討
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 大域的運動による回転運動錯視の見えと運動残効の関係
3. 学会等名 第40回VR心理学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 大域的運動による回轉運動錯視の定量的評価
3. 学会等名 Optics & Photonics Japan 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 リメイヤオ・篠田博之
2. 発表標題 白内障が運転時の危険予測能力に与える影響 -時間的遮蔽法による検討-
3. 学会等名 第54回照明学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 オプティカルフローに基づく身体移動速度知覚の検討：刺激速度および視野範囲の効果
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 大域的運動による回轉錯視に対する運動残効
3. 学会等名 知覚情報研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 自動車運転時の走行速度知覚に利用される手がかり情報に関する意識調査
3. 学会等名 日本心理学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 満倉英一・瀬谷安弘
2. 発表標題 順応領域周辺における運動残効
3. 学会等名 第11回 Society for Tokyo Young Psychologists
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬谷安弘
2. 発表標題 上昇運動観察時の視覚誘導性自己運動知覚における色の効果の検討
3. 学会等名 Optics & Photonics Japan2020
4. 発表年 2020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)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------