

渋滞下のドライバーの視行動と知覚時間及び注意レベルとの関係性の検討

長岡技術科学大学院	環境社会基盤工学専攻	非会員	松村 翼
長岡技術科学大学院	環境社会基盤工学専攻	正会員	鳩山紀一郎
長岡技術科学大学院	環境社会基盤工学専攻	正会員	佐野可寸志
長岡技術科学大学院	環境社会基盤工学専攻	正会員	松田 曜子

1. 研究の背景

わが国では交通渋滞に対して様々な面から改善策が施されてきた。しかしながら、イベントや道路工事などによる突発的な渋滞や、近年急激に経済成長を遂げている新興国におけるモータリゼーションによる渋滞に対しては需要に対して道路側が対応できず根本的な解決が困難な現状である。また、このような渋滞下においてはドライバーにも負担がかかり混雑していない状況と比べると安全に対する意識が疎かになってしまふことが考えられる。渋滞下において、ドライバーは多くの場合単調な追従運転が続くことで疲労や退屈を感じるにより、居眠り運転や注意力が低下した状態での運転に及んでしまうと考えられている¹⁾²⁾。また、人間工学的観点からも渋滞下の運転のような低負荷な作業が若年層を中心に集中力の欠如を促すことが分かっており³⁾、価値を感じられない時間には長く感じやすいことや、喜びや幸福などの肯定的な感情については知覚時間を短くする効果がある⁴⁾ことが明らかにされている。このような現象について Csikszentmihályi⁵⁾はフロー理論(図-1)を提唱している。このフロー状態は個人の能力と与えられるタスクの難易度との均衡が取れた状態であるとされる。フロー理論とは、個人の指向に基づいた自己の没入感覚を伴う楽しい経験や幸福感をとおしてフロー状態にあるとき、最も高いレベルでの集中力や楽しさ、満足感や自尊感情の高まりを経験することが出来るといわれている。この理論によれば、渋滞下のドライバーは退屈領域であると考えられる。このとき、ドライバーに対して適当な副次課題を与えることが出来れば、ドライバーの状態をフロー領域

へと変化させ運転のパフォーマンス改善が可能なのではないかと考えた。一方で渋滞下において運転操作以外のことをすることの安全性や危険性についてはよく解明されていないのが現状である。本研究では、先行研究を踏まえ、運転者の視線情報と注意レベルや退屈感との関係を明らかにする。

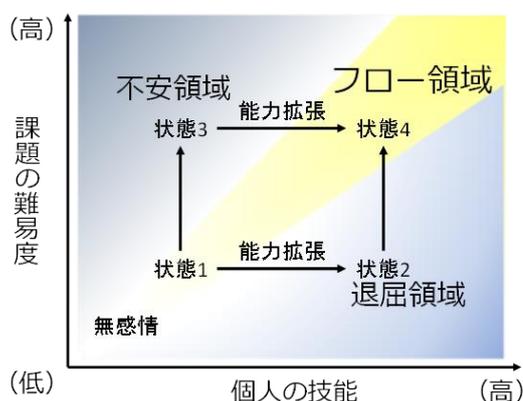


図-1 Csikszentmihályi のフロー理論

2. 目的

本研究の目的は渋滞下のドライバーを対象として、視線情報と反応遅れのタイミングを比較し関係を明らかにすることによって、注意レベル、退屈感との関係を明らかにすることで、交通渋滞の心理的解決に向けた基礎的な知見を得ることである。

3. 使用データ

先行研究では、渋滞下では若者や同乗者の存在が能動的な車内活動に有意に影響していること、また副次課題を何も課さない場合は、ドライバーの知覚時間を増大させ、時間経過とともに反応遅れが増加

することが分かった.副次課題を課した場合には注意レベルを維持する傾向や,知覚時間の短縮に加え眠気防止や見ることにに対する負荷が低下することが確認された.表-1 に今回データを使用した先行研究の実験内容を示す.

表-1 実験内容

実験期間	2018年11月17日~2019年1月25日
実験場所	長岡技術科学大学総合研究棟 113 室
主課題	20分間にわたり画面に映った渋滞下の前方車両の不定期なブレーキランプ消灯に合わせてマウスを押下する. (27回/20分)
副次課題	a)何もしない, b)受動的行為(音楽鑑賞), c)能動的行為(クイズ)
被験者	合計20名(長岡技術科学大学学生).

4. 分析方法

先行研究で得られたデータを用いてドライバーの反応遅れと視線情報との関係について解析を行った.

先行研究では, Tobii Pro Studio のカメラによって視線計測を行っている.データは 1/10 秒で視線座標が記録されている.これらのデータは視線の座標を可視化,および視覚刺激があった時刻の視線速度分布により解析を行った.まず,視線データの可視化について各計測点の座標を実験で使用した画像に表示し運転者の視線を表示することで,運転者の視線がどのように分布しているのかを示す.視線の抽出には,まずクリックのタイミング時間から実際に視覚刺激が発生した時間の差を反応遅れと定義し,各反応遅れの遅れ時間ごとに分類して表示した.

表-2 視線分布の分類

反応遅れ時間	表示	遅れ総数(27点中)
なし~1秒未満	○	5
1秒~2秒未満	△	7
2秒~3秒未満	□	3
3秒~4秒未満	☆	0
4秒以上	◇	12

表-2に視線分布の分類を示す.実験では被験者1人に対して観測点を27点設け反応遅れを記録した.遅れ総数は各時刻に置いて計測された反応遅れの数である.今回は有効なデータを収集することが出来た被験者は44名中7名でありその中から無作為に選出した1名のデータを示す.これは全数のデータを示すと膨大な量になり結果や傾向が分かりづらくなる可能性があるため簡潔に示したものである.

次に視覚刺激があった時刻の視線速度分布については, Tobii Pro Studio で出力されたピクセルの座標をもとに視線の移動速度を算出した.これはある2時刻間のピクセル座標の距離を一定の時間で割ったものである.正確には Pixel/second であり,今回は実験に使用したモニターの画面解像度から 1Pixel あたりの距離を算出すると 0.209mm となった.今回はこの値を用いて視線速度を mm/s で算出した.

5. 分析結果

反応遅れが観測された代表的な時刻4点におけるドライバーの視線状況を示す.画像内に点で示された場所はドライバー視線が集中していた箇所である.



図-2 ドライバーの視線状況
(反応遅れ1秒以下)

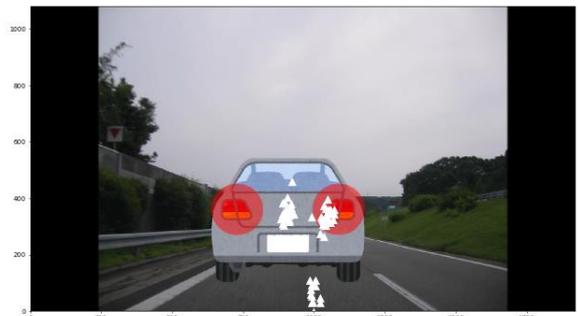


図-3 ドライバーの視線状況
(反応遅れ2秒以下)

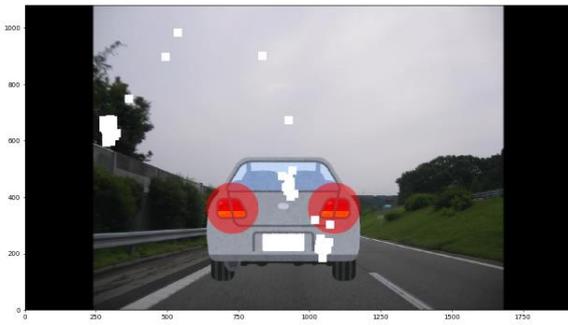


図-4 ドライバーの視線状況
(反応遅れ 3 秒以下)



図-5 ドライバーの視線状況
(反応遅れ 4s 以上)

図-2 の反応遅れが 1 秒以下では視線はブレーキランプ周辺から大きく動いていない。一方図-3 から図-4 では反応時間の増加に伴って視線は画面の広範囲に散らばるようになった。また、図-5 の反応遅れが 4 秒以上の状態においては、視線が画面内に留まらず外へ逸脱している様子も確認できる。

次に視覚刺激が発生した前後 10 秒間の視線の速度分布を示す。今回は観測点が 27 箇所あるうち実験の前、中、後半の無作為に抽出した各 2 点ずつ合計 6 点について示した。

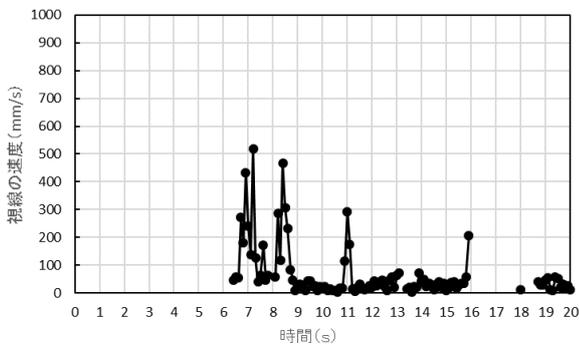


図-6 視覚刺激時刻での視線速度
(反応遅れ 1 秒以下)

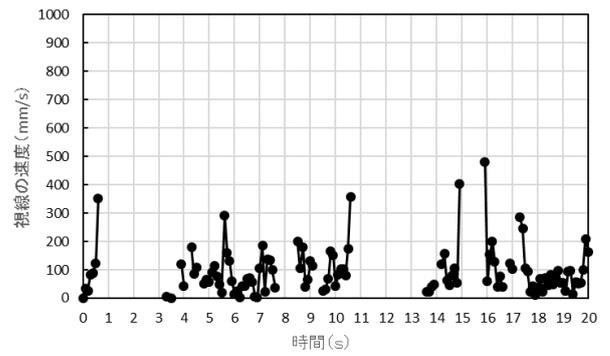


図-7 視覚刺激時刻での視線速度
(反応遅れ 1 秒以下)

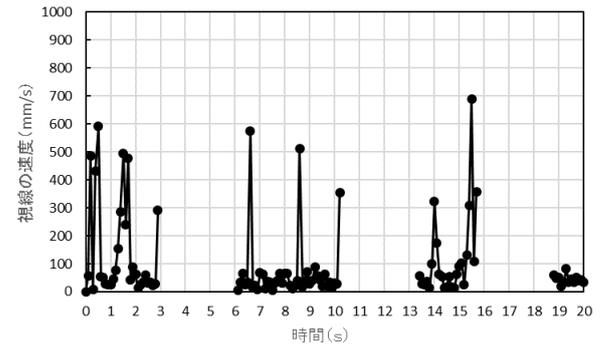


図-8 視覚刺激時刻での視線速度
(反応遅れ 2 秒以下)

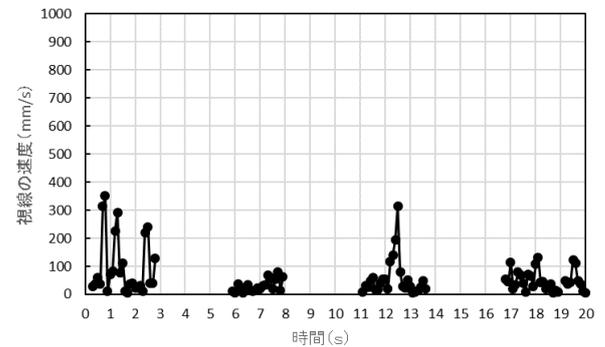


図-9 視覚刺激時刻での視線速度
(反応遅れ 3 秒以下)

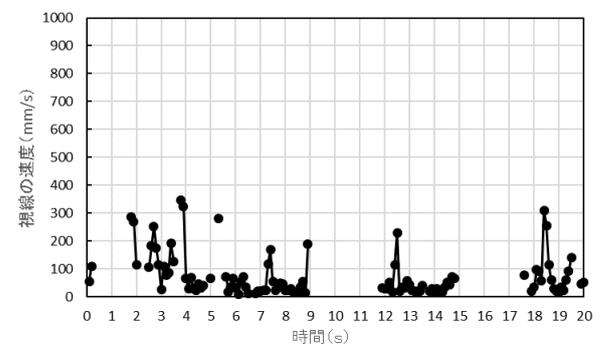


図-10 視覚刺激時刻での視線速度
(反応遅れ 4 秒以上)

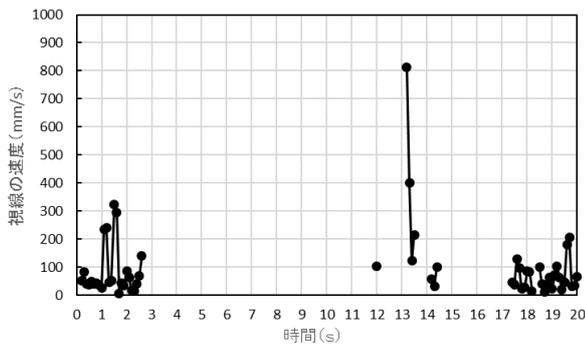


図-11 視覚刺激時刻での視線速度
(反応遅れ 4 秒以上)

反応遅れが 1 秒以下である反応遅れなしの時刻においては、図-6 から図-7 までの実験前半では視線にばらつきは見られるものの、一定の速度で細かく動いており図-2で確認されるようにドライバーの視線は一定の範囲を大きく逸脱することなくブレーキランプを注視し続けていると考えられる。一方で反応遅れが 1 秒以上 4 秒未満の時刻においては中盤の図-8 から図-9 にかけて、視覚刺激の前後で視線速度が速まり測定不可の 3 秒間以上空白の点が見受けられるようになった。また、図-3 から図-4 にかけて見られる視線の挙動ではブレーキランプ周辺から視線が逸れはじめ画面全体を大きく移動する様子を確認することが出来る。最後に反応遅れが 4 秒以上の時刻においては図-11 より、計測できていない点が多く存在する。これは実験で定めた視線測定範囲を逸脱して視線が移動していたと考えられることから、実験開始時にはブレーキランプ周辺に留まっていた視線は時間の経過とともに広範囲に散らばっていくということである。図-5 においても視線はブレーキランプ周辺ではなく画面を逸脱する方向にも多く見られる。一方図-10 の視線速度について、反応遅れが 4 秒以上であるが視線速度は反応遅れが 1 秒以下の時と似たような分布となった。これらの結果から、運転中のドライバーの視線は始めある一定の範囲内において動くが、時間の経過とともに広く散らばり、その挙動は反応遅れと一致している。反応遅れはドライバーの疲労や退屈感と関係しているため、視線情報によってドライバーの疲労感や退屈感を測ることが出来る可能性が示唆された。今回は 1 名で解析を行った

が今後サンプル数を増やしていく上では、視線が計測できている割合や視線の分散を求め全体の傾向から個々の値がどの程度外れているかを検討していく。

6. まとめと今後の課題

ドライバーの視行動と反応遅れとの間には何らかの関係があることが分かった。実験前半においては大幅な反応遅れは確認されず視線のばらつき、移動速度の両方において比較的安定した挙動が見られた一方で、実験後半では反応遅れの増大にともなって視線のばらつきと速度も増加した。3 秒以上の反応遅れ時に関しては視線が計測されていない点も多く画面外へ視線がそらされていたことが考えられる。今後より視線計測の精度を高めるために、実験環境の改良や測定項目の精査を行ってゆく。また、ドライバーに運転操作には直接関係しない副次的な課題を与えたときの注意レベルの変化を視線情報から正確に捉え、指標化することが出来るのかについて提案を検討する。視線に関する生体情報の測定を検討していく。一つには瞬きが挙げられる。瞬きは人間の行動と強く関係していることが知られており、人間の反応行動に関連した瞬目発生の時間的な変化について頻度分布を表にした瞬目率時間分布などを利用した方法についても検討していきたい。また視線情報により検出された退屈感や疲労感を副次的な課題を与えることによって視線がどう変化するか、また適切な副次的な課題はどのようなものかという点についても明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) Fuller, R. (2005). "Towards a general theory of driver behavior." *Accident Analysis & Prevention*, 37(3), 461-472. [10.1016/j.aap.2004.11.003](https://doi.org/10.1016/j.aap.2004.11.003)
- 2) Fuller, R. and Santos, J. A. (2002), "Human Factors for Highway Engineers." *Emerald Group*, ISBN 978-0-08-043412-4.
- 3) Heslop, S. (2014). "Driver boredom: Its individual difference predictors and behavioral effects." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior*, 22, 159-169. [10.1016/j.trf.2013.12.004](https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.12.004).
- 4) Makishita, H. and Matsunaga, K. (2008). "Differences of drivers' reaction times according to age and mental workload." *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 567-575. [10.1016/j.aap.2007.08.012](https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.08.012).
- 5) Csikszentmihályi, M. (1990). "Flow: The psychology of Optimal Experience." Harper & Row, ISBN 978-0-06-016253-5.
- 6) 渋滞下における運転者の副次課題が知覚時間及び注意レベルへ与える影響:長岡技術科学大学,西岡昌哉,嶋山紀一郎