

副次課題が渋滞下のドライバーの視行動やストレス状態に与える影響

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 非会員 ○木村 大地
長岡技術科学大学大学院 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
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 佐野 可寸志

1. はじめに

週末や連休を中心に高速道路などで交通渋滞が発生している。西日本高速道路株式会社の調査¹⁾によると、渋滞時の死傷事故率は渋滞がない時とくらべ30倍も高くなっている。

Hennessy²⁾の研究によると、渋滞下では高いストレス状態になることを明らかにしており、高いストレス状態は交通事故のリスクを高める可能性がある。しかし、渋滞下のドライバーは休憩などのストレス緩和行動を取ることができない。そのため、渋滞下のドライバーのストレスを低下させる方法を提案する必要がある。

近年では技術の発達により、AIスピーカーなどを使用して様々な活動を車内で行うことが可能になりつつある。これらの機器を用いて、ドライバーのストレス状態に適した活動を提案することが可能になるが、そのためにはドライバーのストレス状態を計測する必要がある。

本研究では、被験者に様々な副次課題を提供する実験を行い、視行動とストレス状態の変化を計測することにより、視行動とストレス状態との関連性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験の概要と計測項目

2.1 実験の概要

本研究では、渋滞下の運転を想定した実験を実施した(図1)。本実験の概要を表1に示す。

被験者は日常的に運転をしている24人で、内訳は、男性12人、女性12人、年齢は20~55歳であった。被験者には図2に示す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点灯または消灯に合わせてマウスを押下するという主課題を課した。また、副次課題は受動的課題の、「何もしない」「音楽を聞く」、能動的課題の「会話をする」「クイズをする」の四つの内いずれか一つを与

えた。「音楽を聞く」では、被験者にミュージックプレイヤーを持してもらい、被験者の好みの音楽を視聴してもらった。「会話をする」では、同乗者との会話を想定し、被験者の左隣に被験者の友人を配置した。また、実際の運転の状況に近づけるため、会話の内容は指定しなかった。「クイズをする」では、ワイヤレスマイクを使用し、音声による出題、回答とした。問題は全て択一式とし、様々なジャンルから出題した。実験時間は一つの副次課題に対して15分とし、計3回実施した。提供する副次課題はパターンが重複しないよう8パターンを用いた。実験前と各実験終了後にはアンケート調査を行い、被験者のストレス状態を測定した。実験中はアイトラッキングカメラ(Tobii-Nano-Pro)を使用し被験者の視行動を計測した。



図1 実験の様子



図2 前方車両の画像

表 1 実験の概要

実験期間	2020年3月～2020年8月
実験場所	長岡技術科学大学総合研究棟113室
実験環境 及び装置	完全防音室 Tobii-Nano-Pro (アイトラッキング カメラ)
主課題	15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 (全40回)
副次課題	受動的課題 (a) 何もしない,(b) 音楽を聞く 能動的課題 (c) 会話をする,(d) クイズをする
被験者	合計24名 (20～55歳) 内訳 男性12名,女性12名
提供方法	副次課題が重複しないように8パタ ーンを準備
手順	① 事前アンケート ② 実験1 (15分間) ③ アンケート1 ④ 実験2 (15分間) ⑤ アンケート2 ⑥ 実験3 (15分間) ⑦ アンケート3 ⑧ クールダウン実験 (5分間)

2.2 計測項目

本研究で使用した計測項目を以下に示す。

(1) 視行動

アイトラッキングカメラを用いて被験者の視行動を計測した。視線の角速度が30°/s以下のものをFixationとし、その時間をFixation時間として測定した。また、視点の座標から被験者が画面の

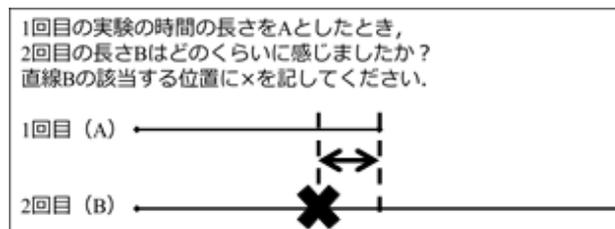


図 3 知覚時間記入用紙

何処を見ているのかを計測した。

(2) 反応遅れ時間

今回の実験では、ドライバーの注意力の指標として、反応遅れ時間を計測した。被験者に与えた主課題で、ブレーキランプの点灯または消灯とマウス押下とのタイミングの差を反応遅れ時間として計測した。

(3) 知覚時間変化

実験終了時にその実験の時間が一つ前に行った実験の時間と比較してどの程度の長さを感じたかを図3に示す用紙に直接記入してもらうことにより知覚時間の変化を調査した。

(4) 心理指標アンケート

実験開始前および各実験終了後にアンケート調査を実施した。実施したアンケートの概要を表2に示す。アンケートの内訳としては、現時点でのストレス (急性ストレス)、精神疲労 (急性精神疲労)、視覚疲労を調査する3種類のアンケートと、被験者の気分を心地よさ、活発さ、楽しさの3つの指標を用いて計測するSAN指標の計4種類である。

3. 分析結果

実験中にアイトラッキングカメラが外れてしまうことが発生した。その為、本研究では、実験中に視行動が正しく計測できた割合が70%以下のものは取り除いて分析を行った。

表 2 心理指標アンケートの概要及び回答方法

アンケート	質問数	回答方法	概要
急性ストレス指標 ³⁾	30	4件法	その時点における被験者が感じているストレス値を計測
急性精神疲労指標 ⁴⁾	18	3件法	その時点における被験者が感じている精神疲労度を計測
視覚疲労指標 ⁵⁾	22	4件法	その時点における被験者が感じている視覚疲労度を計測
SAN指標 ⁶⁾	30	SD尺度 (7件法)	その時点における被験者が感じている心地よさ、活発さ、楽しさを計測

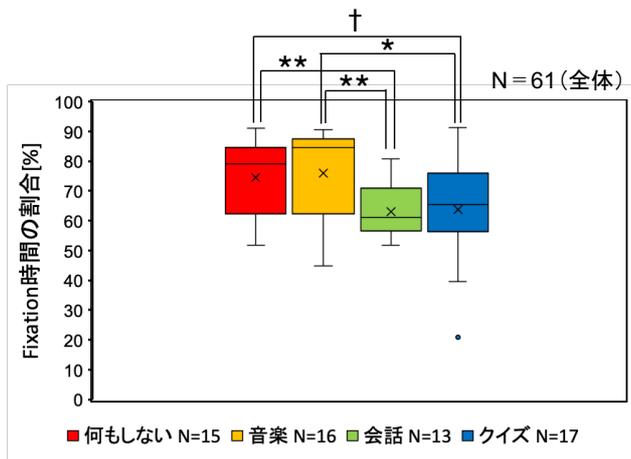


図4 Fixation時間の割合

(†: $p < 0.1$, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)

3.1 視行動の基礎集計

(1) Fixation時間の割合

実験時間に対する Fixation をしている時の割合を副次課題ごとにまとめたものを図4に示す。「会話をする」の副次課題は「何もしない」、「音楽を聞く」共に1%有意（「何もしない」： $t(25)=2.80, p<0.01$ 、「音楽を聞く」： $t(25)=2.86, p<0.01$ ）で Fixation 時間の割合が低く、「クイズをする」の副次課題でも「何もしない」と有意傾向（ $t(28)=1.97, p<0.1$ ）、「音楽を聞く」と有意（ $t(30)=2.10, p<0.05$ ）で Fixation 時間の割合が低かった。このことから、能動的副次課題は受動的副次課題に比べ、前方を注視する割合が低くなる傾向があると考えられる。

(2) 視点の位置

各 Fixation の視点を前方車両かそれ以外に分類し、集計した。副次課題ごとに前方車両を見ている割合をまとめたものを図5に示す。総 Fixation 時間では、能動的副次課題は受動的副次課題に比べ短くなる傾向が見られたが、図5では、どの副次課題も70~80%程度の割合で前方車両を見ており、副次課題による違いは見られなかった。

(3) 平均 Fixation 時間

各実験における Fixation 時間の平均を平均 Fixation 時間とし、平均 Fixation 時間を副次課題ご

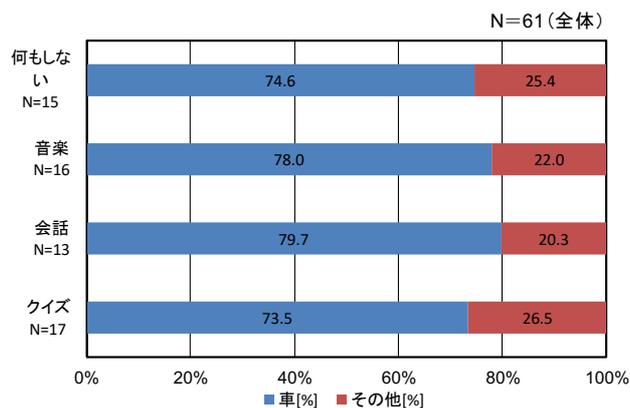


図5 視点の位置

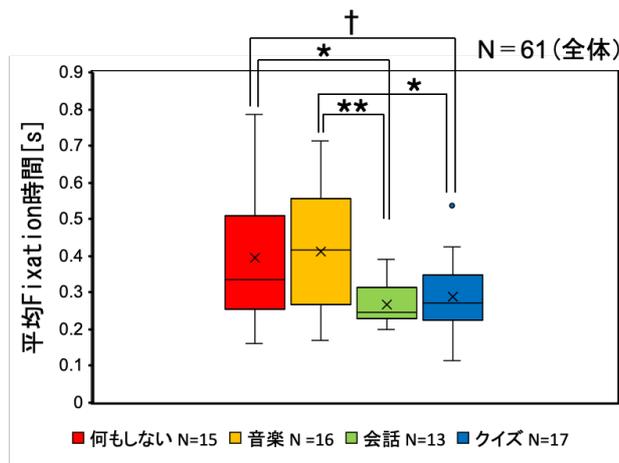


図6 平均 Fixation 時間

(†: $p < 0.1$, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)

とまとめたものを図6に示す。「会話をする」の副次課題は「何もしない」と有意（ $t(17)=2.43, p<0.05$ ）、「音楽を聞く」と有意（ $t(20)=3.17, p<0.01$ ）で平均 Fixation 時間が短く、「クイズをする」の副次課題でも「何もしない」と有意傾向（ $t(21)=1.91, p<0.1$ ）、「音楽を聞く」と有意（ $t(25)=2.51, p<0.05$ ）で平均 Fixation 時間が短くなっている。これから、副次課題の性質よるドライバーの状態変化が視行動に現れているのではないかと考えられる。

3.2 ストレス状態と Fixation との関係

ストレス状態を表す心理指標アンケートと平均 Fixation 時間との相関をまとめたものを表3に示

表3 心理指標と平均 Fixation 時間との相関

相関係数	急性ストレス	急性精神疲労	視覚疲労	心地よさ	活発さ	楽しさ
平均 Fixation 時間	0.152	0.171	0.170	-0.197	-0.294	-0.207

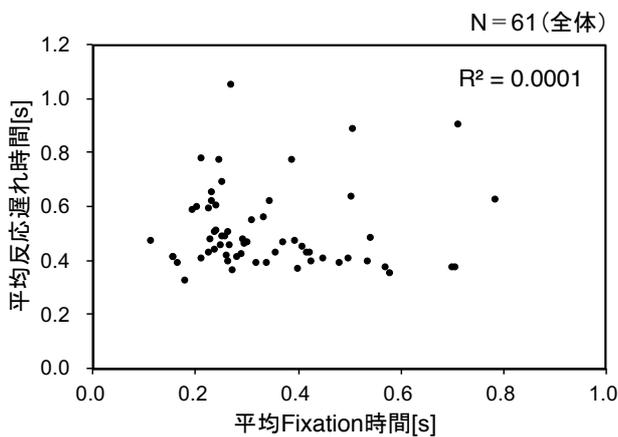


図7 Fixation 時間と反応遅れ時間との関係

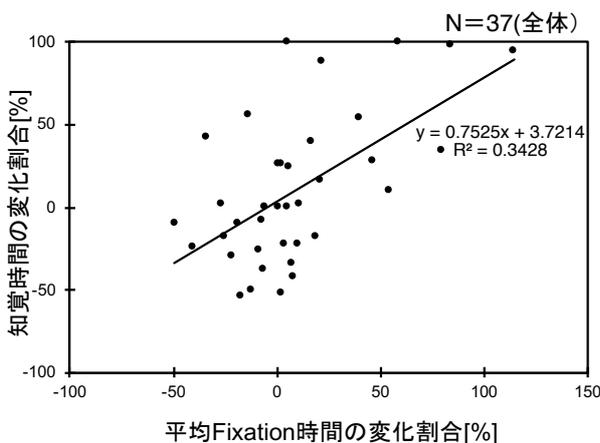


図8 Fixation 時間と知覚時間との関係

す。表3から、平均 Fixation 時間はストレス状態を表すほとんどの指標で相関がないことが確認された。「活発さ」と「楽しさ」の二つの指標は平均 Fixation 時間との間に弱い負の相関が存在し、7 気分が向上すると平均 Fixation 時間は減少する傾向が示唆された。

3.3 反応遅れと Fixation の関係

ドライバーの注意力を表す平均反応遅れ時間と平均 Fixation 時間との関係性を表したものを図7に示す。図7から、平均 Fixation 時間と反応遅れには関係性が見られず、相関係数も 0.010 であった。このことから、ドライバーの注意力の変化は平均 Fixation 時間に現れないことが確認された。

3.4 知覚時間変化と Fixation との関係

知覚時間の変化割合と平均 Fixation 時間の変化割合との関係を表したものを図8に示す。図8から、全体的に平均 Fixation 時間が長くなると知覚時間は増加する傾向が見られ、相関係数は 0.585

と正の相関が存在した。この結果から、平均 Fixation 時間を計測することにより、ドライバーが現在感じている時間の長さを推定できる可能性があると考えられる。本実験における知覚時間は主観的な尺度である為、結果に多少のばらつきが発生することは考えられるが、全体的な傾向から外れている値も存在する。このことから、平均 Fixation 時間だけでなく、他の指標も知覚時間に関連するものがあるのではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究では、渋滞下を想定した実験を行い、ドライバーの視行動やストレス状態について調査した。視行動では、能動的副次課題では、総 Fixation 時間が短くなるなど、わき見運転の可能性が確認された。視行動と他の指標との関連性については、反応遅れ時間やストレス状態との関係は見られず、知覚時間との関係性が見られた。この結果から、視行動を測定することにより、ドライバーの知覚時間の推定が可能になると考えられる。

謝辞：本研究を行うにあたってモスクワ国立大学の Faniya Sultanova 先生と Valentina Barabanshchikova 先生には多大なご協力を頂いた。

参考文献

- 1) 西日本高速道路株式会社 平成 30 年 4 月 3 日 ニュースリリース「NEXCO 西日本管内のゴールデンウィーク期間における高速道路の渋滞予測」。
- 2) Hennessy D.A., Wiesenthal D.L. (1999). Traffic Congestion, Driver Stress, and Driver Aggression. *Aggressive Behavior*, 25, 409-423.
- 3) Leonova A.B. (2004) "Comprehensive strategy for occupational stress analysis." *Psychological Journal*, V. 24, No. 2, pp. 75-85. (ロシア語)
- 4) Leonova, A.B. and Savicheva, H.H. (1984) "Acute mental fatigue assessment" (ロシア語)
- 5) Leonova, A.B. (1984) "Psychodiagnostics of unfavorable human functional states." Moscow State University Publishing. (ロシア語)
- 6) Doskin, V.A., Lavrentiev, N.A., Miroshnikov, M.P. and Sharai, V.B. (1973) "Differentiated self-evaluation of functional state." *Issues Psychol*; 6: 141-5.