

ドライバの運転特性と道路環境変化の関係性についての検討

A Consideration of Relation between Driving Characteristic and Change of Road Environment

○嘉藤慎一*, 北田健*, 高梨宏之*

○ Shin-ichi Kato*, Takeru Kitada*, Hiroyuki Takanashi*,

*日本大学

*Nihon University

キーワード： ストレス (mental stress), 反応時間 (reaction time),
道路環境 (road environment), 運転特性 (driving style)

連絡先： 〒 963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1, 日本大学 工学部 電気電子工学科
高梨宏之, Tel.: (024)965-8790, Fax.: (024)965-8861, E-mail: taka74h@ee.ce.nihon-u.ac.jp

1. はじめに

平成 27 年度の全国版交通事故類型別統計¹⁾によれば, 追突による事故の割合が最も高く, 全体の約 42%を占めている。追突事故は, よそ見運転や漫然運転など, ドライバの気のゆるみが原因であることがほとんどである。こうした事態に陥る要因は様々あるが, 道路環境も一つの原因となっている。道路環境への対策は, その効果がわかりやすいため様々な研究が行われている。例えば, 市街地と見通しの良い道路を連続的に走行した時のドライバの危険度評価を調べた研究²⁾では, ドライビングシミュレータを用いて周辺環境の先行経験 (住宅街, 良好道路のいずれを先に走行するか) の影響を調査している。

また, 牧下らは, 視線移動を伴わない心理的負荷が, 危険回避を大きく左右する反応時間に与える影響を, 暗算課題によってどのように変化するかを調べている³⁾。

走行環境や走行状態が心理的な影響を与えていることは示されているものの, 定量的な評価は難しい。本研究では, 昼夜での道路環境でドライバに与える影響に違いがあるか, 道路環境に馴染みのある被験者が受ける影響と反応時間の関連性があるかを調査した。

2. 対象とする道路環境の決定

本研究を行う前に, 平成 26 年度の福島県郡山市の事故多発箇所⁴⁾ (1 年の間に 4 件以上交通事故が起こった箇所) から道路環境の基準を定めた。事故多発箇所のデータから得た死傷事故率と追突事故件数の関係を Fig.1 に示す。H23-H26 年死傷事故率は次式より算出した。

$$\text{死傷事故率} = \frac{\sum \text{死傷事故件数}}{\sum \text{区間延長} \times \text{H22 日交通量} \times 1.46} \times 10^8 \quad (1)$$

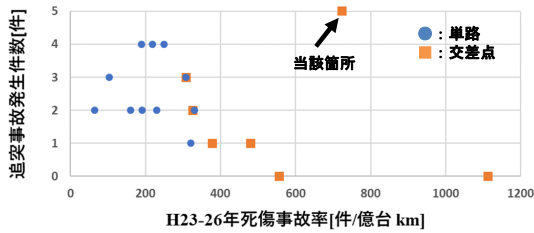


Fig. 1 死傷事故率と追突事故件数の関係（郡山市内）

Fig.1 より、交差点においては死傷事故率が高い反面、追突事故発生件数が少ない傾向にあり、単路とは違った傾向が見られる。しかし、1箇所の交差点では、追突事故発生件数が多くなっている。本研究では、この交差点に着目する。以後、この箇所を当該箇所と呼ぶ。Table 1 に当該箇所とそれ以外の交差点の道路環境を示す。当該箇所とそれ以外の道路環境の違いは、交差点に進入するまでの道路が2車線以下で、左右に建物が並んで圧迫感を受けていることと考えられる。

Table 1 当該箇所とそれ以外の場所の例

当該箇所	 <p>進行方向の両脇に連続的に建物あり</p>
当該箇所以外（圧迫を受けない）	 <p>進行方向の両脇に建物なし（片側も含む）</p>

3. 反応時間の読み取り

3.1 目的

道路環境の影響を定量的に評価するために、本研究ではドライバの反応時間を代替指標とする。ドライバの反応時間を調べるために、都市部を走行するタクシーに装着されたドライブレコーダで記録したヒヤリハットデータ⁵⁾を用いた。先行車のブレーキランプ点灯時から自車ブレーキがオンになるまでの時間を反応時間と定義し、ヒヤリハットデータから、先行車のブレーキランプ点灯時刻、自車のブレーキランプ点灯時刻および先行車との車間距離を読み取り、反応時間を算出した。

3.2 反応時間の読み取り結果

分析対象としたヒヤリハットデータの条件は、「追突」、「第1当が車両」、「直進」とし、400件（交差点200件、交差点以外200件）のデータを分析した。交差点付近も含めて交差点と定義した。雨による影響は考えなかった。ただし、以下の条件に該当するデータは除外した。

- 先行車が停車、または割り込みを行っている。
- 先行車との車間距離が30m以上である。
- 反応時間が短すぎる（0.5秒未満）もしくは長すぎる（2.5秒以上）

交差点での車間距離と反応時間の関係を Fig.2、Table 2 に示す。

Table 2 交差点での反応時間

発生時刻	6:00~18:00		18:00~6:00	
	○	×	○	×
類似性	○	×	○	×
N数	33	27	24	31
平均	1.35	1.10	1.26	1.13
標準偏差	0.57	0.46	0.50	0.56
相関	0.44	-0.022	0.28	0.015
有意差	$p = 0.013$		$p = 0.301$	

Fig.2 および Table 2 から以下のことがわかる。

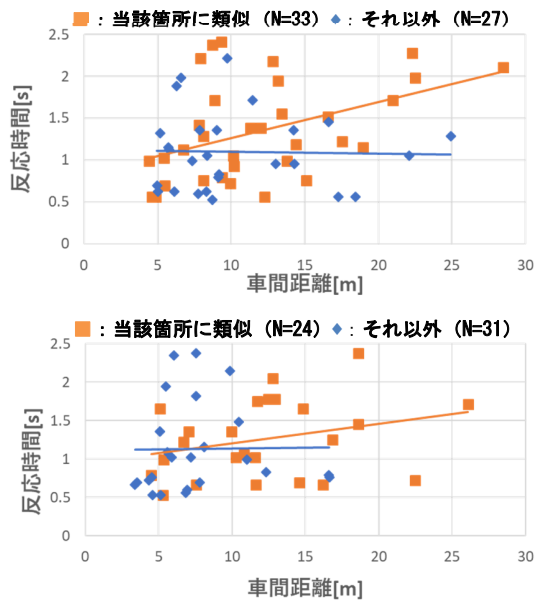


Fig. 2 交差点での車間距離と反応時間（上：6:00～18:00，下：18:00～6:00）

- 当該箇所に類似の道路環境を走行するドライバーの反応時間は、非類似の道路環境を走行するドライバーの反応時間よりも遅い傾向がある。
- 時間帯で比較した平均反応時間に有意差が認められた。
- 当該箇所に類似している道路風景を走行するドライバーの反応時間と車間距離に弱い相関がみられた。

つぎに、交差点以外の場所での車間距離と反応時間の関係を Fig.3, Table 3 に示す。

Table 3 交差点以外での反応時間

発生時刻	6:00～18:00		18:00～6:00	
類似性	○	×	○	×
N 数	30	23	30	13
平均	1.22	1.41	1.14	1.20
標準偏差	0.50	0.50	0.52	0.36
相関	-0.056	0.016	0.43	-0.095
有意差	$p = 0.223$		$p = 0.197$	

Fig.3 および Table 3 から以下のことがわかる。

- 当該箇所に非類似の道路環境を走行するドライバーの反応時間は、類似の道路環境を走行するドライバーの反応時間よりも、わずかではあるが遅くなる傾向がある。

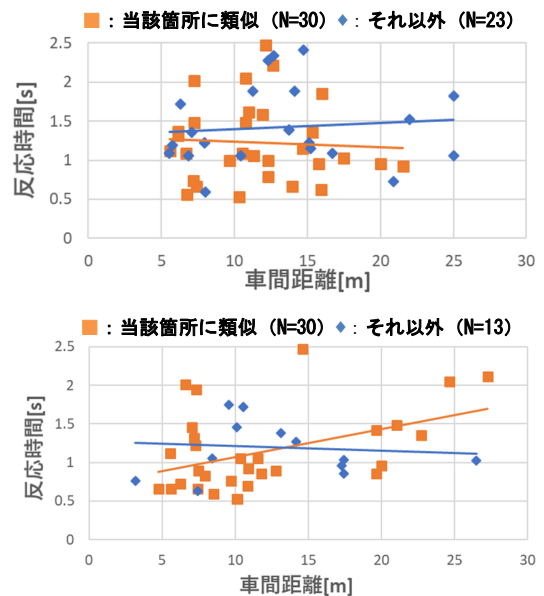


Fig. 3 交差点以外での車間距離と反応時間（上：6:00～18:00，下：18:00～6:00）

- 時間帯で比較したときの有意差は認められなかった。
- いずれの場合もドライバーの反応時間と車間距離に相関がみられなかった。このことは交差点に比べ、信号の色の判断がない分ドライバーが受ける負荷が少ないためと考えられる。

4. 映像視聴による反応時間およびストレス測定

4.1 目的

3. において、ヒヤリハットデータから反応時間を読み取ることで、道路環境と反応時間の関係を検討した。このときの反応時間が、道路環境から受ける心理的ストレスによるものかを、当該箇所に類似の実映像を視聴してもらい、その時のストレスレベルおよび反応時間を計測する。

4.2 原理

道路環境から受けるストレスを測定する方法として、唾液アミラーゼを利用するものがある。

唾液から分析できるストレスマーカーは、非侵襲で、随時性、簡便性に優れ、血液のようにサンプルの採取がストレッサーにならないというメリットがある。山口らの研究⁶⁾によれば、ストレスを加え始めてから唾液アミラーゼ活性が最大値を示すまでの時間は10分以内、復帰に要する時間は20分程度とされている。今回は、ニプロ株式会社のアミラーゼモニターによって唾液アミラーゼを測定した。本製品では、30 KIU/Lを超えていれば、ストレスを受けている状態といえる。

4.3 被験者

健全な大学生14人（年齢：20～23歳，性別：男子13名，女子1名）を対象にした。それぞれの被験者が視聴した映像と運転頻度の情報をTable 4に示す。

Table 4 被験者の情報

被験者	視聴映像	運転頻度
1	午前	ほぼ毎日
2	午後	あまり乗る機会がない
3	午前	3ヶ月に1回程後
4	午前	ほぼ毎日
5	午前	週に3～5回程後
6	午前	週に3～5回程後
7	午後	あまり乗る機会がない
8	午前	1ヶ月に1回程後
9	午後	1ヶ月に1回程後
10	午後	あまり乗る機会がない
11	午後	3ヶ月に1回程後
12	午前	週に1回程後
13	午後	半年に1回程後
14	午後	ほぼ毎日

4.4 方法

被験者に視聴してもらう走行映像は、以下のようにして事前に撮影した。デジタルビデオカメラを、ドライバ目線と同程度の高さで、車内フロント中央部付近に設置し、あらかじめ決めたコースを昼間・夜間に1回ずつ走行した。

映像撮影用の走行ルートを図. 4に示す。撮影時の天候は以下のとおりであった。

[天候]

午前(10:40～) → 曇りのち雨

午後(19:30～) → 曇り

被験者のストレス測定は映像視聴中に実施し、映像視聴前と合わせて、4回のストレス計測を行った。

- ・視聴前
- ・当該箇所を北上
- ・当該箇所を東進
- ・見通しの良い道路を走行

Fig. 4 走行ルート



本実験で視聴してもらう映像は、当該箇所を北上する場合よりも東進する場合のほうが、ストレスを受けやすいものとした。アミラーゼの採取と反応時間の合図を出すタイミングはFig.5の位置とした。

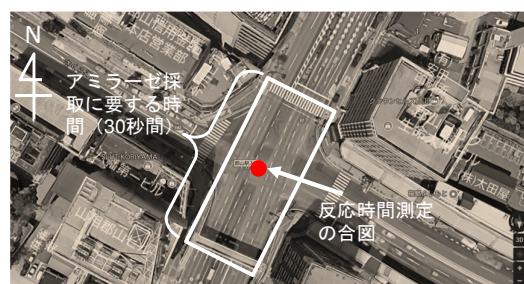


Fig. 5 測定タイミングの例（北上する場合）

実験の際は、食事を2時間以上前に、飲み物の摂取を15分以上前に済ませてもらった。測定の概要図を図.6に示す。被験者には、椅子に座った状態で液晶モニターに映し出される映像を視聴してもらった。一つの映像視聴は10～15分である。一つの映像視聴の間に、アミラーゼ採取と反応時間の測定を1回ずつ実施した。他の映像視聴までは約20分の休憩を入れた。なお、本研究は日本大学工学部研究倫理審査委員会の承認（承認番号：2017-02）を受けて実施した。



Fig. 6 測定概要図

4.5 道路環境から受ける影響

4.5.1 午前の映像視聴による結果

午前中の映像を視聴したときの、アミラーゼと反応時間の変化の様子を Figs.7~12 に示す。Figs.8~12 では、視聴前と比べて、変わらずストレスを受けていなければ○, 変わらずストレスを受けていれば◇, ストレスを受け始めたならば□, ストレスを受けなくなれば△とした。

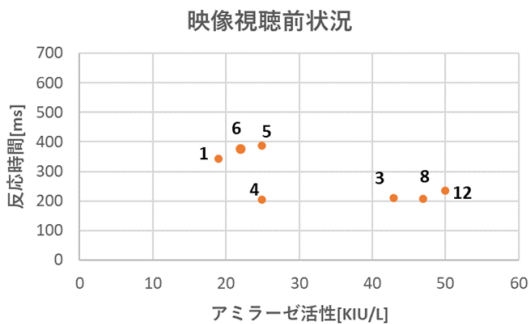


Fig. 7 視聴前のストレスレベル

今回の午前の映像視聴による結果では、3. の内容に合致している被験者は 4, 5, 6 となった。被験者 4, 5, 6 のアミラーゼ活性値と反応時間の関係を Fig. 14 に示す。実線がアミラーゼ活性値, 点線が反応時間である。測定ポイントは Table 5 のとおりである。これら 3 名は視聴前および当該箇所を北上 (圧迫感を受けないと仮定) する場合にストレスを受けていなかったが, 当該箇所を東進 (圧迫感を受けると仮定) する場合にのみストレスを受けている。ただし, 被験者 5 は見通しの良い道路を走行する場合でもストレスを受けている。ここで, 被験者の運

郡山警察署からゆうちょ銀行方面(10分視聴)

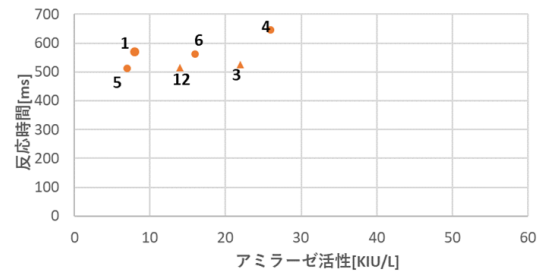


Fig. 8 北上する映像を 10 分視聴
郡山警察署からゆうちょ銀行方面(15分視聴)

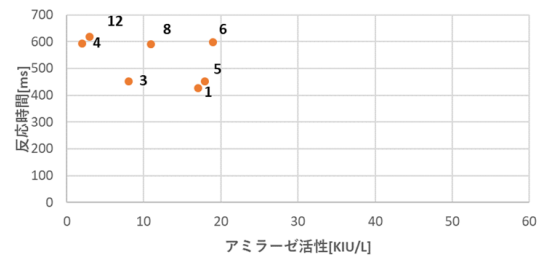


Fig. 9 北上する映像を 15 分視聴
郡山市役所から郡山駅方面(10分視聴)

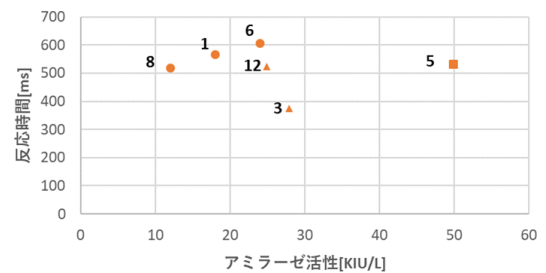


Fig. 10 東進する映像を 10 分視聴
郡山市役所から郡山駅方面(15分視聴)

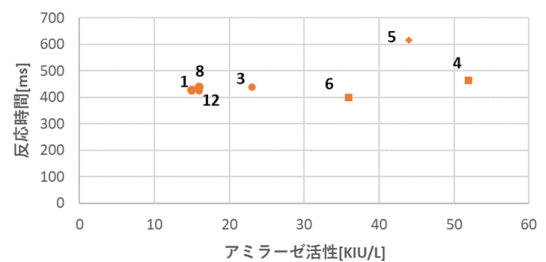


Fig. 11 東進する映像を 15 分視聴
見通しの良い道路(10分視聴)

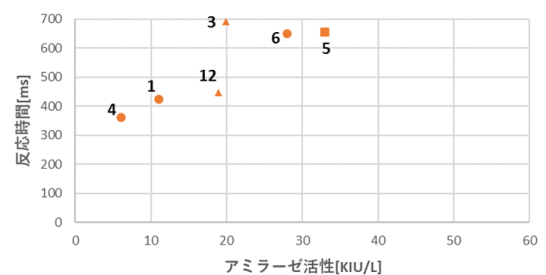


Fig. 12 見通しの良い道路の映像を 10 分視聴

Table 5 アミラーゼの測定タイミング

	映像の種類と視聴時間
1	視聴前
2	該当箇所を北上する映像を 10 分
3	該当箇所を北上する映像を 15 分
4	該当箇所を東進する映像を 10 分
5	該当箇所を東進する映像を 15 分
6	見通しの良い道路を走行する映像を 10 分

Table 6 運転スタイルチェックシートの内容

項目	内容
1	運転スキルへの自信の有無
2	運転に対する消極性
3	せっかちな運転傾向
4	几帳面な運転傾向
5	信号に対する事前準備的な運転
6	ステータスシンボルとしての車
7	不安定な運転傾向
8	心配性的傾向
9	虚偽発見尺度

転頻度 (Table 4) から 3 名とも運転頻度が高いことがわかる。運転頻度が上記の結果に影響すると仮定すると、ほぼ毎日運転している被験者 1 も同様な結果になると考えられる。

そこで、被験者 1 も含めた 4 名について、運転スタイルチェックシート (Driving Style Questionnaire : DSQ) 及び運転負担感受性チェックシート (Workload Sensitivity Questionnaire : WSQ) を比較した。運転スタイルチェックシートでは、Table 6 に示すような、運転に取り組む態度や志向、考え方を評価できる。

運転スタイルチェックシートによる評価結果を Fig.14 に示す。黒線は、運転スタイルチェックシートの指標の平均である。

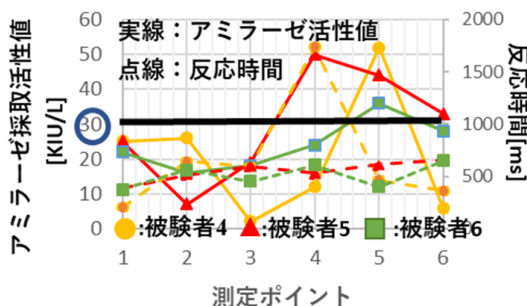


Fig. 13 反応時間とストレスレベル

Fig.14 から、被験者 1 がその他 3 名よりも高

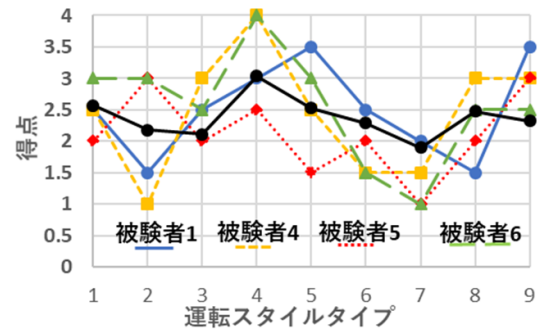


Fig. 14 DSQ スコア

いまたは低い値を示した項目は、「5: 信号に対する事前準備的な運転」、「6: ステータスシンボルとしての車」、「7: 不安定な運転傾向」、「8: 心配性的傾向」、「9: 虚偽発見尺度」である。ここで、運転運転スタイルチェックシートの指標の平均値を含む得点順位、および今回の実験内容を考慮すると、上記項目のうち、「7: 不安定な運転傾向」が考えられる。チェックシートの質問内容を踏まえて Fig.14 の結果を解釈すると、被験者 1 は他 3 名と比較して日常生活におけるストレスが多、今回の実験で受けたストレスが相対的に小さく感じられ、影響が現れなかった可能性がある。ただし、虚偽発見尺度 (Lie Scale) から、4 名とも運転スタイルチェックシートの指標の平均より高い得点を獲得しており、「自分のことを必要以上に良く見せる傾向がある」という意味での歪曲がある可能性も考えられる。

つぎに、運転負担感受性チェックシートの結果を Fig.15 に示す。黒線は運転負担感受性チェックシートの指標の平均である。運転負担感受性チェックシートでは、Table 7 に示すような、運転に伴う負担の中で、どれをどのくらい負担に感じるか、を評価している。

運転負担感受性チェックシートは 5 段階でその得点が高いほど負担を気にせず運転するがあるといえる。Fig. 15 から、被験者 1 がその他 3 名よりも得点が低いものは、「1: 交通状況把握」、「4: 身体的活動度の低下」、「5: 運転ペース阻害」、「6: 運転ペース阻害」、「7: 経路把握や探索」、「8: 車内環境」、「10: 運転姿勢」である。こ

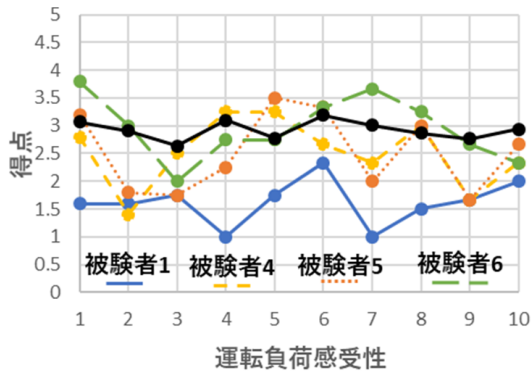


Fig. 15 WSQ スコア

Table 7 運転負荷感受性シートの内容

項目	内容
1	交通状況把握
2	道路環境把握
3	運転への集中阻害
4	身体的活動度の低下
5	運転ペース阻害
6	身体的苦痛
7	経路把握や探索
8	車内環境
9	制御操作
10	運転姿勢

ここで、運転負担感受性チェックシートの指標の平均値および今回の実験内容を考慮すると、「5: 運転ペース阻害」が被験者1に影響していると考えられる。運転ペース阻害の解釈は「自分に合った運転ペースの阻害」である。運転ペース阻害に関する質問としては、「抜け道のない渋滞の中で運転・制限速度が遅すぎるなど、自分がじっくりくる速度よりも遅い速度で運転」、「渋滞が続いて、アクセルやブレーキを細かく操作する運転」、「目的地にいつ着くのか分からない状態で運転」がある。このことから、午前の当該箇所を東進する映像では交差点侵入前、交差点付近で2度停止したことが影響している可能性が考えられる。

今回の映像を使用した実験で注意しなければならない点は、被験者が実際に走行したわけではなく、映像を視聴していることであり、これが結果に影響を与えている可能性も踏まえておくべきである。

4.5.2 午後の映像視聴による結果

午後中の測定結果を Figs.16~21 に示す。Fig.17 以降から対象となる図との比較でサンプルごとの形を変えている。変わらずストレスを受けていなければ○、変わらずストレスを受けていれば◇、ストレスを受け始めたならば□、ストレスを受けなくなれば△である。

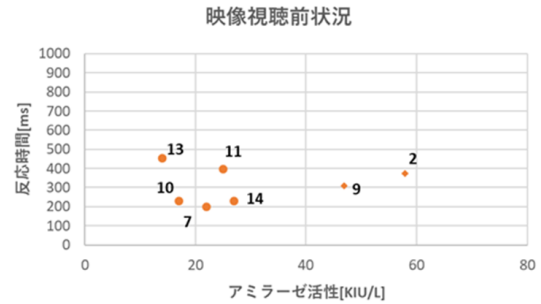


Fig. 16 視聴前のストレスレベル

午後の映像視聴による結果では、全被験者が3.での結果と同様であった。つまり、18:00~6:00 の間に含まれている午後では当該箇所を東進（圧迫感を受けていると仮定）する場合にストレスを感じている被験者はいなかった。

5. おわりに

今回の結果より、建物（住宅やビルなど）が左右に連続して設立されている区間を走行する負荷により、信号がある交差点に進入しようとする際先行車の急ブレーキによる対応が遅れる可能性が出た。しかし、

- 午前中である
- 運転に慣れている
- 不安定な運転傾向がある
- 「自分にあつた運転ペースの阻害」による負担を受けやすい

といった条件が伴う。ただし、走行映像を用いた今回の実験では、運転に不慣れな被験者が実際の走行するイメージがわからなかったことが考えられ、その場合は条件にある「運転が不慣れでない」は除外される。

郡山警察署からゆうちょ銀行方面(10分視聴)

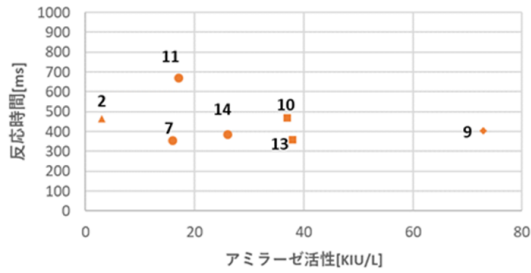


Fig. 17 北上する映像を10分視聴
郡山警察署からゆうちょ銀行方面(15分視聴)

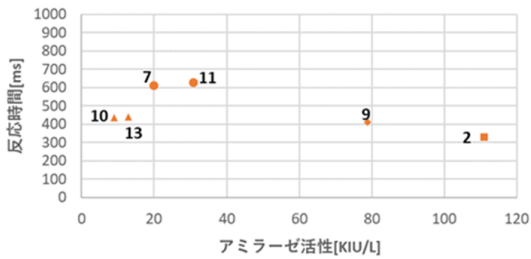


Fig. 18 北上する映像を15分視聴
郡山市役所から郡山駅方面(10分視聴)

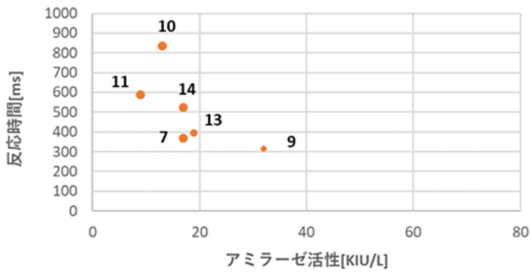


Fig. 19 東進する映像を10分視聴
郡山市役所から郡山方面(15分視聴)

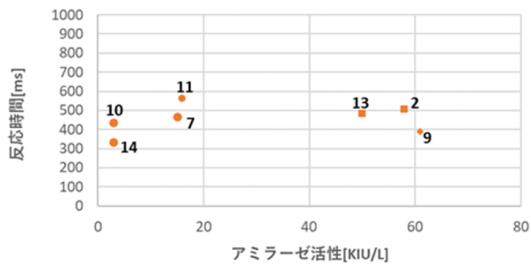


Fig. 20 東進する映像を15分視聴
見通しの良い道路(10分視聴)

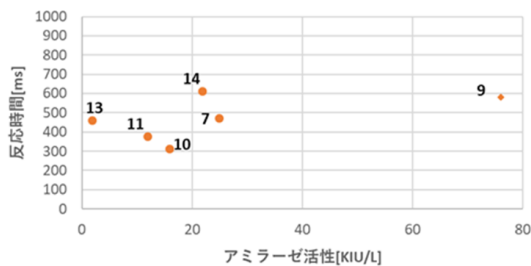


Fig. 21 見通しの良い道路の映像を10分視聴

参考文献

- 1) (公財) 交通事故総合分析センター：交通統計平成 27 年度版 (2017)
- 2) 大谷亮：道路周辺環境がドライバの危険度評価と運転行動との関係に及ぼす影響—運転シミュレータに見通しの良い道路と住宅街を模擬した実験から—, 交通心理学研究, Vol.25, No.1, 1/12 (2009)
- 3) 牧下寛, 松永勝也：心理的負荷が運転中の反応時間に与える影響, 人間工学, Vol.41, No.4, 228/236 (2005)
- 4) (公財) 交通事故総合分析センター：交通事故多発箇所データ平成 26 年度版 (2016)
- 5) 藤田光伸, 道辻洋平, 小竹元基, 鎌田実, 永井正夫：ドライブレコーダを用いたヒヤリハット分析に関する研究 (第 2 報) -収集データによる分析手法とデータベースの構築-, 自動車技術会論文集, Vol.38, No.4, 145/150 (2007)
- 6) 山口昌樹, 金森貴裕, 金丸正史, 水野康文, 吉田博：唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか, 医用電子と生体工学, Vol., 39, No.3, 234/239 (2001)
- 7) 石橋基範, 大桑政幸, 赤松幹之：運転者特性把握のための運転スタイル・運転負担感受性チェックシートの開発, 自動車技術会 2002 年春季大会学術講演会前刷集, No.55-02, 9/12 (2002)