

ドライバの運転動作に与えるディストラクションの影響に関する研究

日大生産工(院) ○丁 宇鷹 日大生産工 景山 一郎

1 まえがき

近年, 事故防止とドライバの運転負担を軽減するため, ACC等の運転支援システムが構築されている。しかし, その一方で, 各ドライバは個人差があり, 同じ走行条件であっても運転動作と負担感受性が異なるため, 支援に対する要求も様々である。しかし, これまでの運転支援システムでは十分な個人適応が検討されていない。このような個人特性に応じて支援を提供するのは非常に重要な課題であり, その第一段階としてドライバの運転特性を十分に把握する必要がある。

そこで, 本研究では, 対象とする支援システムを追突事故防止に関する個人適応型運転支援システムとし, 第一段階として, ドライバの前車追従動作の概要を把握し, 脇見等が追従動作に与える影響を検討する。

2 ドライバの運転行動

交通事故の中で, ドライバの前方不注意により引き起こされた追突事故が多発している点に注目する。通常ドライバが先行車に追従走行する場合, 前車の状況に応じて「認知・判断・操作」という流れで速度や車間距離等を安全な範囲以内に維持して走行を行う。しかし, 追突事故を引き起こしやすい状態において, ドライバは負担を減らすために危険の状況に対処し, 各自運転行動変容が現れる。この変容によるドライバそれぞれの危険状況対処方式の違いについて検討を行う。また, 各ドライバの通常運転行動を基準とし, 負荷により運転の安定性にどの程度影響を与えるかに注目する。そこで, 本研究では, ドライバの運転特性を把握し, 運転中に行われる副次タスクの影響と運転行動の変容を検討する。

3 実験概要

3.1 ドライビングシミュレータを用いた実験

追従走行中の副次タスクの影響をドライビングシミュレータ (以下, DS) を用いて実施

した。なお, 実験に当たり「人を対象とする研究倫理委員会」へ申請を行い受理されている (受理番号: S2015-006)。

3.2 実験条件

走行シナリオは, 高速道路の走行車線において, 前方に速度100km/h一定の先行車を設定し, 追越車線に6台の他車がそれぞれ異なる時点に現れるという走行環境を設定した。実験では, 前車が1回減速するシナリオ1, 減速なしシナリオ2, 先行車の前に低速走行している車両1台を出現させるシナリオ3の三つのシナリオを設定した。また, ドライバの注意力を運転から反らせるため, 図1に示すような2種類の副次タスクを設定した。副次タスクとして, 指定された番号をパネルから選択するものであり, タスク1は図1(a)のように画面の番号が順序良く並んだものであり, タスク2は図1(b)のようにランダムに配置された番号から指定された番号を3個選定するものである。タスクはインパネ左斜め前に設置された感圧式8インチタブレットに出力され, 実験参加者は3種類の走行シナリオと2種類のタスクおよびタスクなしとの組み合わせ全9回の走行を行った。実験前に, 実験参加者にタスク操作とDSの運転に慣れてもらうため, 5分間の練習走行を行った。練習後, 「普段通りに安全を確保した上で運転してください」と「タスク開始と終了は実験者の指示に従ってください」と教示した。

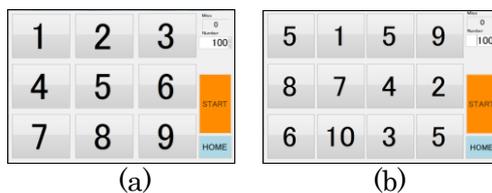


Fig.1 (a)Task1 (b)Task2

3.3 計測項目

3.3.1 運転行動

運転行動はタスクの操作状況, 操舵角, 車間距離等を計測した。

Research on the Influence of Distraction on Drivers' Action
of Following the Front Automobile

Yuying DING ,Ichiro KAGEYAMA

3.3.2 主観評価

各走行後に走行のメンタルワークロードの評価のため、実験参加者にNASA-TLX日本語版¹⁾を回答させた。

3.3.3 ドライバ特性

実験後、普段のドライバの個人特性を把握するため、各実験参加者にHQLが開発した「運転スタイルチェックシート」(以下、DSQ)²⁾と「運転負担感性チェックシート」(以下、WSQ)³⁾および篠原ら⁴⁾が開発した「日常注意経験質問紙」(以下、EAEQ)を回答してもらった。

4 実験結果

ドライバの普段の運転特性を把握し、脇見することで運転動作に与える影響を明らかにするため、シナリオ1の前車が安定に走行している100s間の実験参加者の追従行動を解析した。実験参加者には普通運転免許を有する22~26歳の健常男性4名とした。実験前に実験内容を説明した上で、実験参加の承諾を得た。

4.1 運転行動

4.1.1 タスクの操作状況

運転中に副次タスクを行うことで、運転行動に影響が現れる。しかし、個人の運転特性によって変容への補足行動は様々であり、どのような行動を行うかを分類して評価する必要がある。そこで、注意力の重みが運転・タスクへの偏重確認のため、運転中のタスク操作状況を用いた。以下の図2に、各実験参加者のタスク1とタスク2の誤答率と操作時間を示す。図2(a)より実験参加者Bのタスク1とタスク2の誤答率より平均誤答率を算出し、4人の平均値以上であるため、運転重視群に分けられる。逆にA,C,Dはタスク重視群となる。同様に図2(b)よりBの平均操作時間は4人の平均値以上であり、タスク操作時間長い群となる。一方、A,C,Dはタスク操作時間短い群に分けられる。このグループ分けより、Bは相対的に運転重視、また安全を確保するため、意識的にタスクの操作時間を伸ばしたのではないかと示唆される。

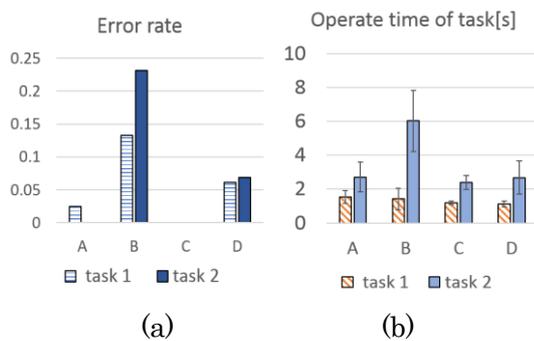


Fig 2(a) Error rate (b) Operate time of task

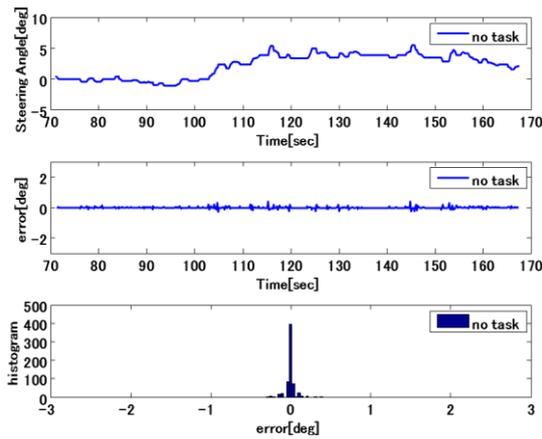
4.1.2 操舵角の円滑さ

ドライバの操舵特性を評価するため、ステアリングエントロピー法を採用した。この方法はテータ展開を用い、現在までの舵角を用いて将来の舵角を予測し、予測値と実験値との偏差より操舵の円滑さを評価するものである。この方法によって時系列操舵角偏差によりドライバ操舵状況を把握した。以下に、操舵角偏差の式を示す⁴⁾。

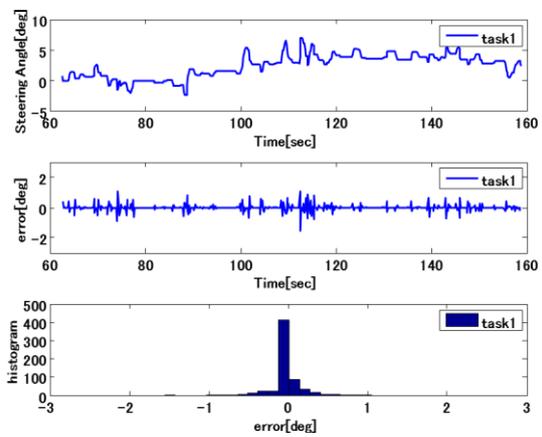
$$\theta_p(t+dt) = \theta(t) + \dot{\theta}(t)dt + \frac{1}{2}\ddot{\theta}(t)dt^2 \quad (1)$$

$$\varepsilon(t) = \theta_p(t) - \theta(t) \quad (2)$$

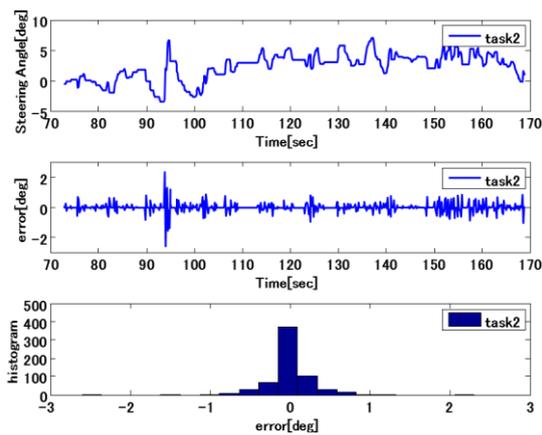
人間の最短制御間隔が 150ms とされる⁵⁾ため、ここでは dt を 0.15s とした。図3に、例として実験参加者Bの操舵角状況の時系列を示す。図3の(a) (b) (c)はタスクなし、タスク1およびタスク2に対応し、それぞれの状態の下での時系列の操舵角、操舵角偏差および時系列の操舵角偏差の頻度分布を三つずつ示した。図3の(a) (b) (c)を比較すると、タスクなしの状態の下で、操舵角の偏差が一番小さく、相対的に円滑な操舵行動を行っていることがわかる。一方、タスク2の操舵角の偏差が一番大きく、操舵の円滑さが低下していることがわかる。また、操舵角偏差の頻度分布はタスクなしの状態より、タスクありおよびタスク難易度の増加に伴い、ばらつきが広がることが分かる。頻度分布の広さは操舵角偏差の標準偏差(以下 σ_1)によって表わす。 σ_1 はタスクによる操舵角偏差を表わすことができる。そこで、図4に各実験参加者の各状態における σ_1 を示す。この図から実験参加者BとCのタスクなしの状態での σ_1 は4人の平均値以下であり、相対的に操舵安定性が高い群となる。実験参加者AとDは逆に安定性の低い群に分けられる。また、タスクなしの σ_1 を基準とし、タスク1の σ_1 とタスク2の σ_1 の倍率係数は個人にとっての操舵影響の大きさを表わすことができる。したがって、各実験参加者のタスク1とタスク2およびタスク1, 2の平均倍率係数を算出し、表1に示す。ここで、タスク1, 2の平均倍率係数によって、4人の平均値以上であるAとBは操舵影響されやすい傾向があるため、操舵角影響されやすい群となる。一方、C, Dは操舵角影響されにくい群に分けられる。



(a) No task



(b) Task 1



(c) Task 2

Fig 3 Time series data for steering angle and steering angle deviation ,frequency distribution of steering angle deviation

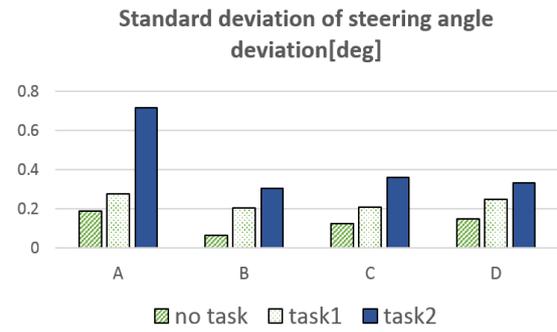


Fig 4 Standard deviation of steering angle deviation

Table 1 Multiple of σ_1 relative to no task

Multiple of σ_1 relative to no task	Task1	Task2	Average of task1 and task2
participant A	1.45	3.77	2.61
participant B	3.12	4.64	3.88
participant C	1.68	2.89	2.29
participant D	1.66	2.21	1.93

4.1.3 車間距離の安定性

図5に車間距離の状況を示した。ドライバーが各状態の下で各車間距離を維持する安定性を評価するため、車間距離の標準偏差（以下 σ_2 ）を求めた。また、操舵角偏差の標準偏差 σ_1 と同じ解析方法で、各実験参加者のタスク1とタスク2およびタスク1、2の平均倍率係数を算出し、表2に示す。図5により、タスクなしの追従走行ではB、Cの σ_2 は4人の平均値以下であり、 σ_2 を維持する安定性が高く、安定性が高い群に分けられる。逆にA、Dは低い群となる。一方、各実験参加者のタスク1とタスク2およびタスク1、2の車間距離の平均倍率係数によって、高い値を持っているB、Dは個人にとって車間距離の維持が影響されやすい傾向があるため、車間距離の維持が影響されやすい群に分ける。同様にA、Cは影響されにくい群に分けられる。

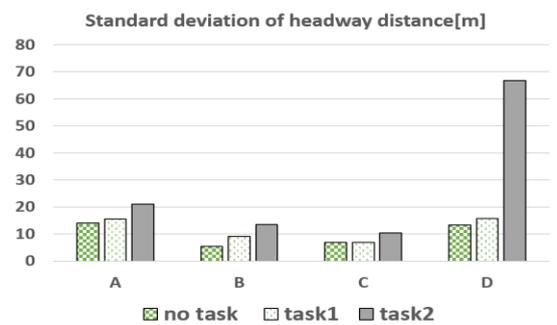


Fig 5 Standard deviation of headway distance

Table 2 Multiple of σ_2 relative to no task

Multiple of σ_2 relative to no task	Task1	Task2	Average of task1 and task2
participant A	1.11	1.50	1.30
participant B	1.69	2.52	2.10
participant C	0.99	1.50	1.25
participant D	1.17	4.98	3.08

4.2 主観評価

運転中に各実験参加者が安全の運転を達成するため、各状態の下でのメンタルワークロード(AWWL)の結果を図6に示す。図6より、実験参加者Cの負担評価がほかの実験参加者より小さく、また、実験参加者Bの負担の変化が顕著なことが確認できる。

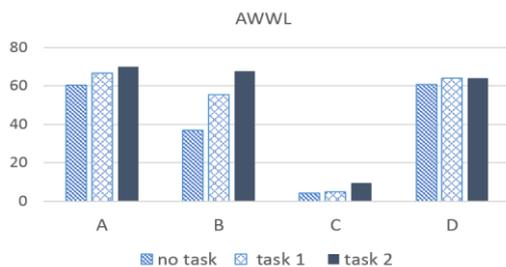


Fig.6 Mental load of each participant

5 まとめ

本研究では、ドライバの操舵角偏差の標準偏差と車間距離の標準偏差を用いて、個人内特性を把握した。また、タスク操作状況等の評価指標を追加し、各実験参加者の運転動作にどのような影響があるかを検討した。結果により個人内差による実験参加者群のグループ化の可能性を示した。今後、実験参加者数を増やし、DSQ, WSQ, EAEQを用いてグループ分けを進展させる必要があると考えている。

参考文献

- 1) 三宅他：「メンタルワークロードの主観的評価法--NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案」, 人間工学 29(6), p399-408, 1993
- 2) 石橋他：「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」, 自動車技術会学術講演会前刷り集, No.55-02, PP.9-12, 2002
- 3) 篠原他：「日常生活における注意経験と主観的メンタルワークロードの個人差」, 人間工学 43(4), 201-211, 2007

4) 栗谷川他：「表示操作系 HMI の評価手法に関する研究(第3報)」, 自動車技術会学術講演会前刷り集, No.6-10, PP.7-12, 2010

5) 伊藤他：「車載情報機器に関する自工会安全性ガイドラインの策定とステアリングエントロピー法による運転者負荷評価」, IATSS review = 国際交通安全学会誌 26(4), 243-250, 2001