

車載装備を利用した漫然状態の検出 および解消手法の開発*

Development of a System that Detects Inattentive Driving and Uses Standard Vehicle Equipment to Mitigate It

久米 拓弥
Takuya KUME

内藤 貴博
Takahiro NAITO

石田 健二
Kenji ISHIDA

河合 政治
Seiji KAWAI

松永 真也
Shinya MATSUNAGA

西井 克昌
Katsuyoshi NISHII

北島 洋樹
Hiroki KITAJIMA

The goal of this study is to build a system that detects, then uses standard vehicle equipment to mitigate inattentive driving due to drowsiness or other factors. In experiment 1, we developed a detection algorithm that uses vehicle speed and steering angle, and we verified the accuracy of the algorithm using 34 driving data measured in actual driving environments. The detection accuracy was 82%. In experiment 2, we compared five-sense stimulation that included changing the display image, changing sounds and blowing air, with active stimulation that included utterances, exercise and finger movement. The effect of the mitigation methods was evaluated subjectively and by rating the resulting facial expressions of the drivers. As a result, it was suggested that the methods based on active stimulation had more effect than the methods based on five senses stimulation.

Key words :

human engineering, driver condition, driving support/driver support, inattentive driving, vehicle equipment

1. まえがき

2012年の法令違反別死亡事故件数をみると、漫然運転（構成率17.7%）や脇見運転（同14.6%）などドライバ要因の事故が多くを占めており¹⁾、ドライバ要因の事故を防ぐ手段の一つとして、ドライバの状態変化を検出し、状態に応じた支援を行う技術の開発が求められている。このようなシステムの一例として、運転中の疲労や居眠りに伴う急操舵や車線逸脱などの車両のふらつきを検出して、表示や音により休憩を促すシステムが実用化されている²⁾⁻⁴⁾。しかしながら、車両がふらつくほどの居眠りに近い状態になって初めて注意喚起するよりも、居眠りより前の漫然状態や眠気を検出して解消すること

で、ドライバが居眠り運転のような危険な状態に陥ることを未然に防ぐことが事故防止には有効と考えられる⁵⁾。そのため筆者らは、漫然状態および眠気を検出する手段とそれらを解消する手段の2つを備えたシステムの構築を目指している。

眠気については、顔画像⁵⁾や眼球運動⁶⁾を用いた検出手法が研究されているが、漫然状態については、漫然状態の定義自体も確立されておらず、検出手法が確立されているとは言いがたい。漫然状態の定義として、(a) 考え事など運転以外に注意を向けている状態⁷⁾、(b) 運転に注意を向けているが集中していない状態⁸⁾⁻¹⁰⁾があり、さらに(b)には、(b-1) 漫然状態を眠気と関連付けた研究⁸⁾⁹⁾、(b-2) 漫然状態を眠気と区別した研究¹⁰⁾がある。漫然状

* (社)自動車技術会の了解を得て、「自動車技術会論文集」Vol.45, No.3 May 2014, 20144542 より一部加筆して転載

態と眠気が独立した状態とは言い切れないが、眠気を感じていないにも関わらず頭がぼんやりしており、前方車両がブレーキを踏んだ場合にいつもよりブレーキを踏むのが遅れることは多くのドライバーが経験している。(b-2)のような眠気の自覚がないにも関わらず運転に集中していない状態では、ドライバーが危険な状態にあることを自覚しづらいため、システムによるサポートが必要だと考える。そこで、本研究では運転中の漫然状態を「運転以外に注意が向いていないにも関わらず、運転に向けるべき注意力が低下すること。具体的には、脇見や考え事をしていないときに、ぼーっとしている状態」と定義し、漫然状態および従来から言われている眠気を合わせて検出するシステムの構築を目指す。

一方、漫然および眠気の解消手段として、ドライバーの眠気を軽減する手法については、五感刺激に着目した手法¹¹⁾¹²⁾や能動的行動に着目した手法¹³⁾が研究されており、これらの手法は眠気だけでなく、漫然状態においても解消効果が期待できると考える。小川ら¹³⁾は、能動的行動の具体的手法としてパーカッション演奏を取り上げ、従来の警報や冷風などの五感刺激を用いた手法よりも覚醒維持効果が高いことを示しているが、演奏に対するモチベーションの違いにより効果に個人差があると述べている。そこで筆者らは、単一の解消手法で休憩場所までの覚醒維持を狙うのではなく、様々な解消手法を次々に実施することで、ドライバーの漫然や眠気を軽減し危険な状態に陥ることなく休憩場所まで運転できる解消支援を目指す。様々な解消手法を用意することは、モチベーションの個人差への対応だけでなく、解消手法への慣れや飽きの軽減にも有効だと考える。本研究では、小川ら¹³⁾の知見に基づき能動的行動に着目した解消手法を複数考案し、それらの解消効果を従来の五感刺激を用いた手法と比較して検証する。

なお、本システムは、様々な車両に搭載できるシステムとするために、新たな装備は設けず、検出手段と解消手段ともに車両の標準装備のみで実現するよう考慮した。具体的には、Fig. 1に示すように、舵角と車速を用いて漫然および眠気を検出した後、検出した状態に応じて解消手法を選択し、スピーカやディスプレイ、エアコンのファンを用いて解消支援する。

本稿では、実験1で漫然状態および眠気の検出手法と

その精度検証について述べた後、実験2で五感刺激や能動的行動を用いた解消手法とその効果や安全性について述べる。なお、検証実験は、実場面での効果を考慮し、実験1では東名高速道路を、実験2ではテストコースを用いた実車評価で行った。

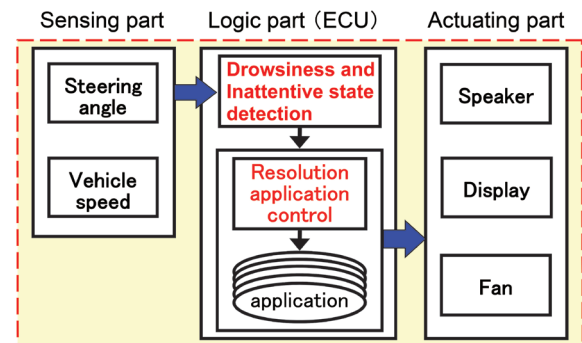


Fig.1 System components

2. 実験1

漫然状態および眠気の検出手法を構築するため、幅広い年齢層を対象に実車走行データを収集し、漫然時の走行データの特徴をもとに車両信号を用いた検出アルゴリズムを構築した。そして本アルゴリズムの検出精度を、実験参加者の主観評価をリファレンスとして検証した。実験1は、労働科学研究所倫理委員会による研究倫理審査を経て実施した。

2.1 走行データの収集

2.1.1 実験参加者

文書によるインフォームドコンセントを得た20～60代の健常成人34名(男性16名、女性18名)を対象とした。参加者の年齢と人数は、米国運輸省道路交通安全局(NHTSA)のガイドラインに準じ¹⁴⁾、18～24歳、25～39歳、40～54歳、55歳以上の4つの年齢層で可能な限り男女同数になるようにした。実験参加者は、免許取得1年未満およびプロドライバーを除く、普通免許を所有し日常的に運転している者とした。実験参加者には実験担当者を3名含むが、一般参加者と比べて特殊なデータでは無いと判断して、データに含めた。

2.1.2 運転課題

走行区間は、東名高速道路の東名川崎IC～清水IC

間(約140km, 所要時間約1.5時間)とし, 一般に休憩の目安とされる2時間以内となるよう設定した. 事前に当該区間を走行し, ドライバへの負荷が日常の運転に対して過大でないことを確認した. 実験車両には, 2010年製トヨタクラウンハイブリッド3.5ℓを用いた. 様々な漫然および眠気の発生パターンを収集するため, 漫然および眠気の発生しやすさが異なると予測される実験条件として, 自由走行条件群(車線の変更や追抜きの判断, タイミングなどを含めて, 普段高速道路を運転するスタイルで走行する), および追従重視条件群(車線変更や追抜きは極力避けて, 前車に追従することを重視して走行する)の2群を設け, 実験参加者をそれぞれ17名とした.

2.1.3 実験手順

実験当日が運転に適した体調になるように, 前日は過度の運動, 飲酒, 徹夜を控え, 普段通りの生活をするよう事前に教示し, 漫然や眠気を無理に引き起こすような体調の操作は避けた. 運転中の同乗者との会話は, 道路状況や天気など運転の安全に係わる事以外は禁止とし, 同乗者がいないつもりで運転してもらった. 実験参加者には, 安全運転が最優先であり, 日常の運転で休憩が必要と感じる状態になった場合, 直ちに休憩を申告することを徹底した. 休憩の申告があれば, 会話等の制限を解除し, 次のパーキングエリア(以降PA)やサービスエリア(以降SA)で休憩した. 実験担当者は, 実験参加者が無理に運転を続けることがないように常時監視し, 安全運転ができていないかを確認した. 少しでも無理して運転している状態が観察された場合, 直ちに休憩するように指示した.

2.1.4 計測指標

(1) 主観評価

走行中3分間隔でTable 1に記載の質問を順に電子音声で流し, Fig. 2に示す尺度に基づき数字を口頭で回答してもらった. 「1」と「2」の中間と感じた場合は「1.5」とし, 「5」の評価があった後に「5」を超えた状態があった場合は, 尺度を同じ幅延長して「5.5」や「6」と評価した. なお, 本論文では疲労および緊張については言及しない.

(2) 車両信号

車両信号として, 速度, ステアリング操舵角, アクセル踏込量, ブレーキ踏込量を取得した.

Table 1 Subjective evaluation

State	Question	Instruction
Inattentive state	Do you feel inattentive?	The driver isn't distracted from driving, but their level of attention is reduced. In specific terms, though not looking aside nor focusing on something other than driving, less attention is given to driving.
Drowsiness	Do you feel drowsy?	Degree of drowsiness
Fatigue	Do you feel fatigue?	Physical and mental fatigue. Degree of needing rest.
Strain	Do you feel strain?	Degree of strain

1 **2** **3** **4** **5**
 None Slight Moderate Significant Very significant

Fig. 2 Evaluation scale

2.2 検出アルゴリズム

検出アルゴリズムの概要をFig. 3に示す. 先行研究によると, 松永ら¹⁵⁾は, 漫然時は平常時に比べ, 速度(Vehicle Speed; SPEED)や舵角(Steering Angle; STR)の変化が小さくなると述べており, ①速度:SPEED(高速道路走行判定用), ②速度変化: Δ SPEED, ③舵角変化: Δ STRを漫然状態の検出に用いている. ここで, Δ は信号時系列の前回値との差分を表す. また, 沖田ら¹⁶⁾は, 運転の滑らかさを示す指標として, 躍度を提案している. 本研究では, 漫然時に速度と舵角の変化が小さくなる現象を捉えるためには, 変化の大きさだけでなく, その滑らかさも考慮することが有効と考え, ①~③の特微量に, ④躍度: $\Delta\Delta$ SPEED, ⑤舵角躍度: $\Delta\Delta\Delta$ STRを加えた計5つの特微量を用いることとした. 走行データ全39名分から, 漫然または眠気の主観評価が「3:中程度」以上となる時刻付近を6つの時間幅(①10秒, ②1分, ③2.5分, ④5分, ⑤10分, ⑥15分)で抜き出し, それぞれ5つの特微量を求め, 各特微量のデータを昇順に並べる. 幅広いドライバーに対応するため, 閾値を3段階で設定し, 最小値から99%目の値をHigh, 90%目の値をStd, 80%目の値をLowとした. 検出対象のデータが30条件(6つの時間幅×5つの特微量)全て閾値以下であるとき, 漫然もしくは眠気と判定する.

2.3 検出精度の算出

検出精度として、感度と特異度を求めた。感度は、漫然または眠気の主観評価が「3：中程度」以上のとき、主観申告前 30 秒間に漫然もしくは眠気が検出された割合を表す。特異度は、漫然と眠気の主観評価がともに「1：全くない」のとき、主観申告前 30 秒間に漫然もしくは眠気が検出されなかった割合を表す。「2：少しある」は、判断基準が曖昧で、人により尺度が異なる可能性があるため除外した。

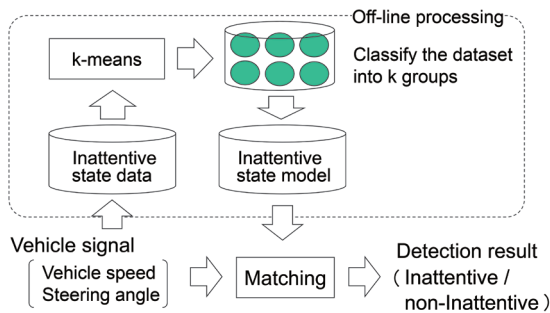


Fig. 3 Detection algorithm using vehicle signal

2.4 結果

Fig. 4 にアルゴリズムによる漫然および眠気の検出結果の一例を示す。東名川崎 IC を出発後、2 回の休憩をして、清水 IC に到着するまでの間に (Fig. 4(a))、運転開始後 30 分付近と 90 分付近で、漫然または眠気の主観評価が 3 以上の状態が発生した (Fig. 4(b))。このとき、30 分付近で発生した漫然または眠気は、閾値を High に設定することで検出できており、90 分付近で発生した漫然または眠気は、いずれの閾値でも半数ほど検出できている (Fig. 4(c))。

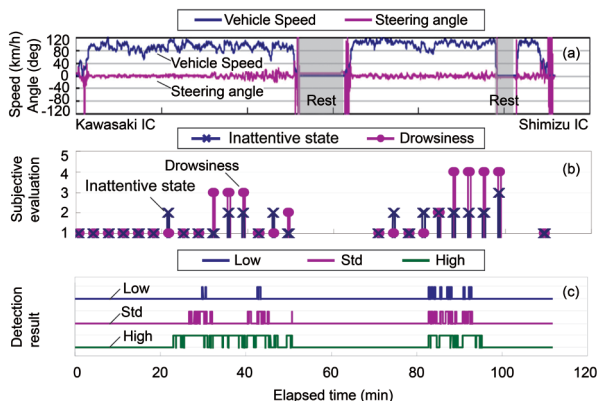


Fig. 4 An example of detection result

全 34 例に対する検出精度を Fig. 5 に示す。ここで、渋滞時 (60km/h 未満) のデータは、車両挙動が異なり判定ができないため分析から除外している。Fig. 5 に示すように、漫然もしくは眠気と判定する閾値を Std に固定した場合、感度が 53%、特異度が 73%であった。また、最適な閾値を手動で 3 段階から選んだ場合は、感度が 82%、特異度が 87%であった。

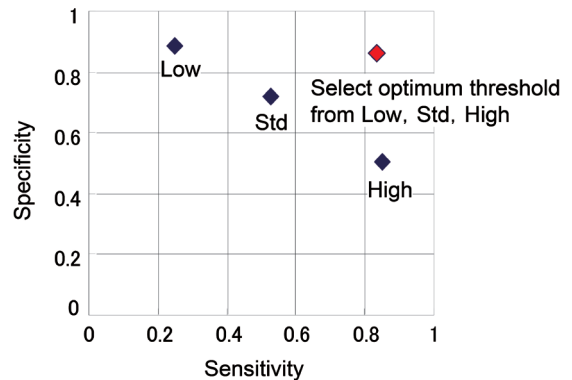


Fig. 5 Detection accuracy

3. 実験 2

車両の標準装備を利用した漫然状態および眠気の解消手法として、能動的行動を用いた手法を先行研究¹³⁾の知見をもとに考案し、その解消効果を従来の五感刺激を用いた手法と実車環境にて比較検証した。また、安全性評価として、解消手法を実施しているときの車両挙動も合わせて分析した。

Table 2 Resolution methods

Resolution method	Contents	
Five-sense stimuli	Display	Change the meter background color gradually.
	Sound	Play music every 30 seconds intermittently.
	Blow air	Blow cold air from the air conditioner to the driver's face every 20 seconds intermittently.
Active coping	Utterance	Speak loudly and do tongue twisters.
	Exercise	Do light exercise possible while driving.
	Finger movement	Play a game playable with the steering switch.

3.1 解消手法の選定と考案

漫然および眠気の解消手法の概要を Table 2 に示す。五感刺激を用いた手法としては、ディスプレイ、オーディオ、プロアファンを利用した視覚、聴覚、触覚への刺激として、画面の色変化、リズムカルな音楽の再生、顔へ

の送風を選定した。

能動的行動を用いた手法としては、ドライバが運転中に行うことのできる動作として、発声、上半身の体操、指の運動を考案した。モチベーションの誘発により覚醒維持効果が得られる¹³⁾という知見から、普段は行わないであろう発話や表情生成を取り入れたり、ゲーム性をもたせたりすることで飽きが生じないように考慮した。また、標準装備であるオーディオとステアリングスイッチで実現できるよう考慮した。

各解消手法の詳細について説明する。各解消手法の実施時間は、高速道路走行中に漫然や眠気が発生した場合、最寄りのPAやSA（平均所要時間14分¹⁷⁾）まで数個の解消手法を次々に実施することを想定して3分間に設定した。

(1) 「表示変化」

インパネ上正面に設置した4.2inchディスプレイにメータを模擬した画面を表示し、その背景色を赤、青、緑の順に徐々に約1分間で変化させる。

(2) 「音変化」

リズムカルな音楽3種を、30秒間再生30秒間休止するよう断続的に提示する。提示間隔は、音楽の断続提示による覚醒維持効果に関する研究¹⁸⁾をもとに設定した。

(3) 「送風」

エアコンを風量最大、温度18℃に設定し、実験参加者の顔面部に向けて20秒間提示し20秒間休止するよう断続的に送風する。提示間隔は予備実験の結果をもとに設定した。

(4) 「発声」

3種類の発声を電子音声の指示に従い、順に各1分間行う。舌筋への刺激として、「ららら」「りりり」などの言葉を素早く発話させる。その後、頬筋や呼吸筋への刺激として、「あー」「だー」などの言葉を10秒間できる限り大きな声で発話させる。さらに、舌筋や頭を使う刺激として、早口言葉を言ってもらおう。

(5) 「体操」

運転操作に直接関連する四肢や頭部の運動は除き、口輪筋、僧帽筋、呼吸筋、脊柱起立筋を対象とした4種のストレッチを電子音声の指示に従い、順に各45秒間行う。はじめに口を尖らせ左右に動かす動作を行い、次に両肩を上を持ち上げて力を抜く動作を行う。その後大き

く息を吸い込み苦しくない程度で腹部に力を込めて息を止めた後ゆっくり吐き出し、最後にシートに深く腰をかけてドライビングポジションを修正して背筋を伸ばすストレッチを行う。

(6) 「指運動」

2種類の指運動としてボタンの早押しゲームとリズム同調押しゲームを、電子音声の指示に従い、順に各90秒間行う。早押しゲームは、60秒間にできる限り早くボタンを連打してもらう。その後、リズム同調ゲームは、アップテンポな曲に合わせて自由にボタンを押してもらう。ステアリングに別途設置したスイッチをボタンとして用いる。

3.2 実験方法

実験参加者は、文書によるインフォームドコンセントを得た20～50代の健常男性5名を対象とした。実験は、1周2.4kmのテストコースで行った。運転課題として、約60km/hで走行する先行車両を安全な車間距離で追従した。実験車両は2.1.2と同じ2010年製トヨタクラウンハイブリッド3.5ℓを用い、先行車両は2005年製レクサスIS250を用いた。Fig. 6に実験手順を示す。運転課題を継続し、後述する漫然または眠気のいずれかの主観評価が「3：中程度」以上となったところで解消手法を実施した。実験条件は、実験参加者1人につき、3.1で述べた解消手法6条件と、解消手法なし1条件の計7条件とした。解消手法の実施順序は実験参加者ごとにランダムとした。

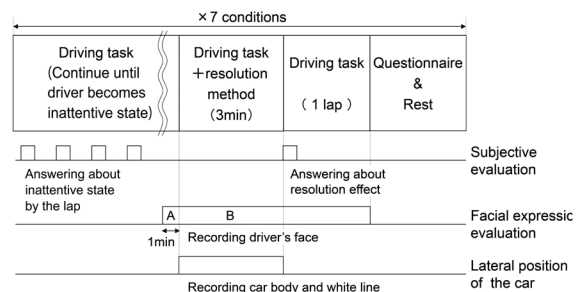


Fig. 6 Experimental procedure

3.3 計測指標

3.3.1 主観評価

解消手法実施までの運転課題中、1周（約2分40秒）毎に、Table 1に記載の質問のうち漫然と眠気に関する

質問を電子音声で渡し、Fig. 2 に示す尺度に基づき数字を口頭で回答してもらった。また、解消手法の実施終了時に、漫然および眠気の解消効果に関する主観評価として「解消効果は？」という質問をして、Fig. 2 に示す尺度で回答してもらった。解消効果については、「ぼーっとした状態、あるいは眠い状態が解消した程度を教えてください。具体的には、ハッと目が覚めたり、気持ちがシャキッとしたりした状態に回復する効果の程度です。」と事前に説明した。なお、いずれの質問についても「1」と「2」の間と感じた場合は「1.5」と評価してもらった。

3.3.2 顔表情評定

主観評価では計測が難しい解消手法実施中の眠気の解消効果を調べるために、顔表情評定を行った。ダッシュボード上正面に設置したカメラにより撮影した実験参加者の顔の動画を扱い、訓練された2名の評定者による顔表情評定を5秒ごとに実施した。評定は、6段階(0: 全く眠くなさそう、1: やや眠そう、2: 眠そう、3: かなり眠そう、4: 非常に眠そう、5: 眠っている)で行い¹⁹⁾、代表値として評定者2名の平均値を求めた。その後、解消効果の指標として、解消手法を実施すること、あるいは実施しないことで、顔表情評定値がどの程度変化したかを求めるため、解消手法実施前1分間(Fig. 6: 区間A)の平均値から、解消手法実施中あるいは実施なしで走行中3分間(Fig. 6: 区間B)の5秒ごとの各評定値を差し引き求めた(以降 Δ Facial Expression Rating Score)。また、解消手法実施前1分間(Fig. 6: 区間A)の平均値から解消手法実施中あるいは実施なしで走行中3分間(Fig. 6: 区間B)の平均値を差し引いた値も算出した(以降 Ave. Δ Facial Expression Rating Score)。

3.3.3 車両のふらつき

解消手法の安全性を評価するため、解消手法実施中の車両の横変位量を計測した。Fig. 7 に示すように、車両ルーフ上に設置したカメラにより撮影した車両側面と白線の動画を記録した。事前に撮影したメジャー画像と、走行中の動画を照合し、車両側面と白線との距離を0.3秒ごとに求めた。その後、車線逸脱警告システムの警報基準²⁰⁾を参考に、白線に接近した箇所(400mm以内)、横移動速度が高い箇所(200mm/s以上)を車両のふら

つきが生じた箇所と判断し、ふらつきが生じた原因をドライバの動作を記録した映像から検討した。

3.4 結果

3.4.1 主観評価

解消効果に関する主観評価の結果をFig. 8 に示す。「表示変化」「音変化」の解消効果の平均値は「2: 少しある」程度であり、「送風」「発声」「体操」「指運動」の解消効果の平均値はいずれも「3: 中程度」を超えた。解消手法を要因とする一元配置分散分析を実施したところ、解消手法の主効果が認められ(ANOVA $F(5,24) = 3.78$, $p < 0.05$)、Scheffe の多重比較を実施したところ、解消手法間で有意差は認められなかった。

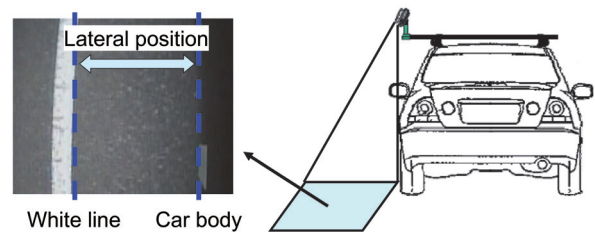


Fig. 7 Lateral position measurement

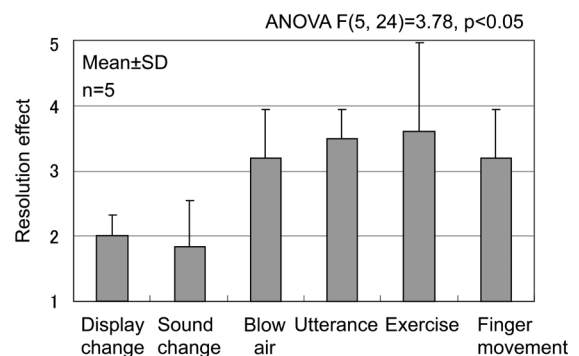


Fig. 8 Subjective evaluation of resolution effect

3.4.2 顔表情評定

Ave. Δ Facial Expression Rating Score の結果をFig. 9 に示す。解消手法を要因とする Kruskal-wallis 検定を実施したところ、主効果が認められ($p < 0.05$)、Scheffe の多重比較を実施したところ、解消手法間で有意差は認められなかった。効果に個人差があることが考えられたため、実験参加者ごとに Δ Facial Expression Rating Score について解消手法を要因とする Kruskal-wallis 検定および Scheffe の多重比較を実施した。Table 3 に示すように「解

消手法なし」に比べて有意に高い結果が認められた実験参加者数は、「表示変化」「音変化」「送風」では半数以下の1～2名であり、「発声」「体操」「指運動」では半数以上の3～4名であった。

3.4.3 車両のふらつき

解消手法提示中に生じた車両のふらつきの1例をFig. 10に示す。この例は「体操」中の背筋を伸ばすストレッチで生じたふらつきであり、ふらつきが生じる直前のドライバの動作をみると、座り直しをした際ステアリングに力が加わっていた。その他、Table 4に示すように「表示変化」と「発声」でふらつきが生じており、それぞれ画面に見入ったこと、早口言葉に集中していたことで修正操舵が行われていなかった。

Table 3 Statistical analysis results of facial expression rating score

Kruskal-wallis test $p < 0.01$ Sheffe $< : p < 0.05 << : p < 0.01$ $n = 36$

Condition 1	Condition 2	Participants					The number of significant effect
		A	B	C	D	E	
Without resolution method	Display change	<<					1
	Sound change		<<				1
	Blow air		<		<<		2
	Utterance	<<	<<	<<			3
	Exercise	<<	<<	<<	<<		4
	Finger movement	<<	<<		<		3

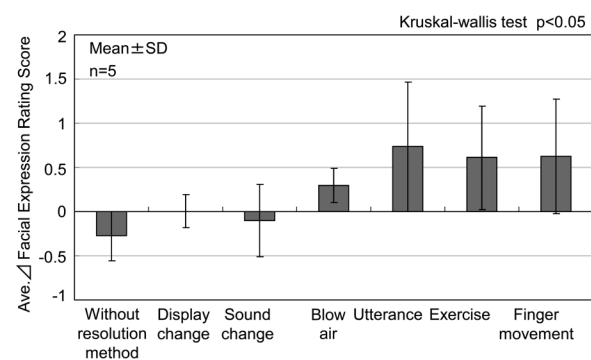


Fig. 9 Facial Expression Rating Score

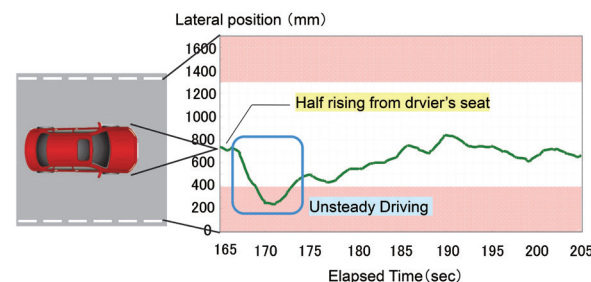


Fig. 10 An example of unsteady driving

Table 4 Unsteady driving scene

Resolution method		Driver behavior
Display	Change the background color	Without handling the steering wheel because of staring at the display.
Utterance	Tongue twisters	Without handling the steering wheel while doing tongue twisters.
Exercise	Straighten the back	Push the steering wheel when driver corrects sitting position.

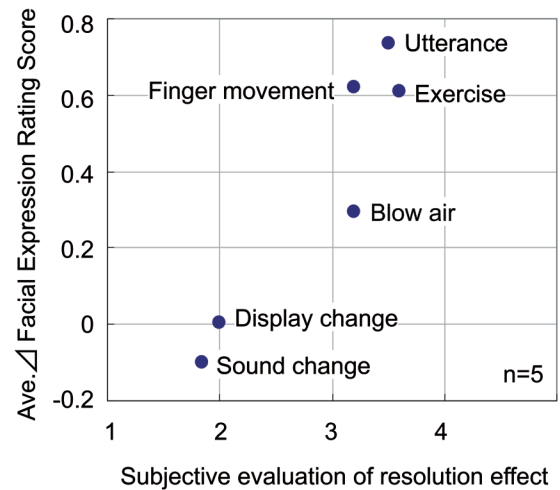


Fig. 11 Relationship between subjective evaluation and Ave. Δ Facial Expression Rating Score

3.5 考察

解消効果の主観評価と Ave. Δ Facial Expression Rating Score との関係を図. 11 に示す。「表示変化」「音変化」「送風」に比べ、「発声」「体操」「指運動」は、解消効果の主観評価と Ave. Δ Facial Expression Rating Score がいずれも高い結果を得た。また、Table 3 より、「発声」「体操」「指運動」の3条件では、顔表情評定値の有意な減少が認められた人数が、他条件よりも多かったことから、「表示変化」「音変化」「送風」による五感刺激を用いた手法に比べ、「発声」「体操」「指運動」による能動的行動を用いた手法では解消効果が高いことが推察された。

本考案手法では、様々な筋肉を動かすことを特徴の一つとしている。松尾²¹⁾は、体や手足を動かしたとき、筋肉の中の筋紡錘が引っ張られることにより発生する固有知覚が、覚醒の中核といわれる青斑核を刺激し、交感神経の緊張が生じると述べている。小川ら¹³⁾は能動的行動が効果的な理由として、モチベーションの誘発を述べているが、能動的行動を用いた手法では、モチベーションの誘発だけでなく、固有知覚の誘発による効果も併せ持っており、これが高い解消効果につながる可能性が考

えられる。

解消手法の安全性については、Table 4 より、解消手法に対して長い間注意が向くこと、体全体の動きを伴うことで車両のふらつきが生じていたことから、こまめに運転に意識を戻させる工夫や運転操作に影響しない動作の検討が必要であると考えらる。

4. むすび

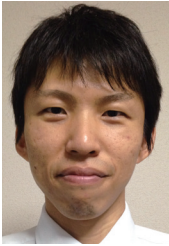
本研究では、漫然および眠気を検出して解消するシステムの構築を目指し、車両信号を用いた検出アルゴリズムの開発および精度検証と車両の標準装備を利用した解消手法の効果検証を行った。実験1では、漫然および眠気の状態ではステアリングの舵角と車両速度の変化が小さくなることに着目してアルゴリズムを構築し、幅広い年齢層の実験参加者による東名高速道路の走行データを用いて精度検証した結果、主観評価に対して82%の感度を得た。実験2では、五感刺激を用いた解消手法として発声、体操、指運動を取り上げ、それらの解消効果を実車環境で比較した結果、能動的行動を用いた手法で解消効果が高いことが示唆された。

今後、検出アルゴリズムについては、渋滞時や高速道路走行開始直後の15分間など、検出できるシーンを増やしていく。解消手法については、個人差に対応できるよう様々な能動的行動を用いた解消手法を安全面も考慮しながら構築し、それらの解消手法を順次実施した場合の全体の解消効果を検証していく。また、実験1の検出手法と実験2の解消手法を組み合わせたシステムとしての有効性も検証していく。

参考文献

- 1) 政府統計の総合窓口：交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取り締まり状況について（平成25年2月14日）<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001106841>
- 2) Volkswagen：Fatigue Detection System, <http://www.volkswagen.co.jp/ja/volkswagen/technology/safety/safety3.html>
- 3) Mercedes Benz：Attention Assist, http://techcenter.mercedes-benz.com/ja_JP/attention_assist/detail.html
- 4) Volvo：Driver Alert Control, <http://www.media.volvocars.com/global/enhanced/en-gb/Media/Preview.aspx?mediaid=12130>
- 5) 石田健二ほか：覚醒低下に伴う顔表情の特徴と眠気検知手法への適用, 自動車技術, Vol.64, No.10, p.41-45 (2010)
- 6) 鈴木直也ほか：眼球運動情報を利用したドライバの眠気検出法に関する研究, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.135-7, p.1-4 (2007)
- 7) 横井都司ほか：ドライバ精神負荷状態の主観的評価値推定, 情報処理学会研究報告, ITS-43, No.19, p.1-8 (2010)
- 8) 富田浩行ほか：瞳孔検出システムを用いた漫然運転検知技術の開発, 自動車技術, Vol.64, No.12, p.61-66 (2010)
- 9) 永作浩ほか：体動情報に基づくドライバの漫然運転リアルタイム検出, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, 2005, 1, p.351 - 356 (2005)
- 10) 菊地一範ほか：漫然運転状態検出の可能性に関する実験的考察, JARI Research Journal, p.1-4 (2012)
- 11) Johanna E.A. et al.：In-car countermeasures open window and music revisited on the real road: popular but hardly effective against driver sleepiness, J. Sleep Res. 21, p.595-599 (2012)
- 12) いすゞ：運転集中度モニター (2013)
<http://www.isuzu.co.jp/product/vat/monitor2.html>
- 13) 小川洋明ほか：ドライバの能動的行動に基づく覚醒維持手法に関する研究（第2報）, 自動車技術会論文集, Vol.44, No.6, p.1459-1464 (2013)
- 14) DEPARTMENT OF TRANSPORTATION National Highway Traffic Safety Administration：Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines For In-Vehicle Electronic Devices
- 15) 松永真也ほか：車両信号と心拍情報を用いたドライバの運転状態推定技術, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.122-11, p.13-16 (2011)
- 16) 沖田齡次ほか：インテリジェントドライブ マスタ (i-DM) の概要, マツダ技報, No.29, p.20-24 (2011)
- 17) 愛知観光マップ (2012)
http://www.aichi-kanko.jp/shunkan/pdf/2012/map_201211.pdf
- 18) Kenji Ishida et al.：Maintaining driver's vigilance for preventive safety, IPC-8 Proceedings, Vol.1, p.43-48 (1995)
- 19) 石田健二ほか：顔画像の観察分析に基づいた眠気表情の特徴を表す因子に関する研究, 自動車技術会論文集, Vol.39, No.3, p.251-256 (2008)
- 20) 河上清治ほか：レーンキーピングアシストの紹介, トヨタ・テクニカル・レビュー, Vol.55, No.1, p.54-59 (2006)
- 21) 松尾清：まぶたで健康革命, 小学館 (2008)

著者



久米 拓弥

くめ たくや

ADAS 推進部
自動車コックピットの HMI システム開発
に従事



内藤 貴博

ないとう たかひろ

先端研究部
ドライバ状態検出技術の研究開発に従事



石田 健二

いしだ けんじ

先端研究部
博士 (工学)
人間工学の研究開発に従事



河合 政治

かわい せいじ

ADAS 推進部
自動車用 HMI 機器の人間工学的評価に
従事



松永 真也

まつなが しんや

先端研究部
ドライバ状態検出技術の研究開発に従事



西井 克昌

にしい かつよし

ADAS 推進部
自動車コックピットの HMI システム開発
に従事



北島 洋樹

きたじま ひろき

公益財団法人大原記念労働科学研究所
研究部
働く人々の安全と健康に資するための
労働科学的・人間工学的研究に従事