

会話をを用いた覚醒維持手法の効果検討*

Conversation While Driving as Staying Awake Method

松岡 孝
Takashi MATSUOKA

柿崎 勝
Masaru KAKIZAKI

蜂須賀 知理
Satori HACHISUKA

This paper described an arousal method using conversation to prevent drowsy driving. In the experiment, we compared the arousal maintaining time among the three methods: having a conversation, chewing gum and listening to music while driving. We evaluated arousal maintaining time by sleepiness level from a facial expression rating with 6 phases. Our results showed that the participants (N=12) had longer arousal maintaining time when having a conversation than chewing gum or listening to music, that is often done in driving. These results indicated that the conversation had the potential to prevent drowsy driving as arousal method.

Key words :

Human engineering, Drowsiness, Awakening, Facial expression, Driver support, Conversation

1. まえがき

警視庁交通局報告の平成 26 年の法令違反別死亡事故件数によると、漫然運転は事故原因の中で 17.9% を占め、最多となっていることから¹⁾、事故を引き起こす重大な問題となっている。加えて、高度運転支援システムの発展・普及により、従来の手動運転と比較して運転操作が減少する場合、ドライバの負荷の減少により漫然状態に陥り、必要とされる周辺監視が疎かになることが懸念される。以上のことから、漫然運転につながる運転中のドライバの覚醒低下を防止し、覚醒維持をする手法の開発が望まれている。

従来、ドライバの覚醒維持手法として、光、警報音、音楽、香り、風、振動などの感覚刺激が受動的に与えられる手法が提案されてきた。しかし、これら覚醒維持手法の覚醒維持時間は 5～15 分程度であると報告されており²⁾、十分な覚醒維持の効果があるとは言え

ない。上記のような感覚刺激が受動的に与えられる覚醒維持手法によって、十分な覚醒維持の効果が得られない理由の一つとして、刺激による慣れがあると考えられる³⁾。

そこで、筆者らは、ドライバが能動的に実施する覚醒維持手法によって刺激への慣れを小さくし、従来よりも長時間、ドライバの覚醒維持を行うことを考えた。小川ら⁴⁾は、能動的な覚醒維持手法として、音楽に合わせてステアリングを叩くパーカッション演奏による覚醒維持手法を提案している。しかし、演奏に対する飽き・モチベーションの低下が生じた実験参加者では効果が認められず、効果の個人差に課題が見られたと報告している。

筆者らは、より効果の個人差が小さく万人性がある覚醒維持手法として、会話に着目している。会話は、「1. 会話相手の音声を聴き取る、2. 聞き取った内容を解釈し発話内容を考える、3. 考えた発話内容を発声

* (公社)自動車技術会の了承を得て、2016 年秋季大会 学術講演会 講演予稿集 No.167-16/20166333, No.167-16/20166334 より一部加筆して転載

する」という作業を繰り返すと考えられる。この中で「2.聞き取った内容を解釈し発話内容を考える, 3.考えた発話内容を発声する」作業が能動的に行われる。会話の覚醒維持効果として、中村ら³⁾は、会話や口頭課題によってドライビングシュミレータ運転中の眠気の上昇やパフォーマンス課題の成績低下を抑制したと報告している。しかし、他の日常的に行われている覚醒維持手法と比較した検証は行われていない。

そこで本研究では、会話の覚醒維持効果を、ドライバが運転中に日常的に行っている手法と比較検証することを目的とする。実験では、ドライビングシュミレータを用いた運転課題を実施すると同時に、覚醒維持手法を実施した。覚醒維持手法は、ガムの咀嚼、音楽鑑賞、会話の3条件の手法に加え、刺激なし条件を含めた4条件を実施した。顔画像、主観評価値を計測し、覚醒維持時間や各手法の特徴を評価した。

2. 実験方法

2.1 実験参加者

運転免許を保有する女性12名(20代3名, 30代5名, 40代4名)を実験参加者とした。実験前日には、普段通りの睡眠時間を確保すること、全ての実験日程で同じ睡眠時間にすること、アルコールの摂取や過度な運動は控えることを指示した。実験当日には、カフェイン入りの飲食物の摂取、薬の服用、過度な運動、昼寝を控えることを指示した。これら実験前日、実験当日の過ごし方に関して、順守していることの確認を実験前に文書で行った。本実験は、株式会社デンソーの「人を対象とする研究審査委員会」による審査と承認を受けており、インフォームドコンセントの取得等の倫理的配慮を行って実施した。

2.2 実験課題

実験参加者は、60分間、ドライビングシュミレータの運転課題を行いながら、覚醒維持手法を5分おきに5分間実施することを計6回繰り返した。実験手順をFig.1に示す。

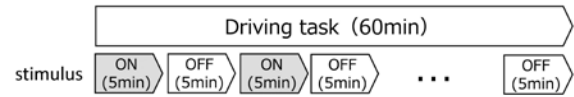


Fig. 1 Experimental protocol

2.2.1 運転課題

予め録画した高速道路走行時の前景映像をドライビングシュミレータ前方に設置したディスプレイ(W1106 (mm) × H622 (mm))に表示した。実験参加者には、実際に運転しているつもりでステアリングを把持し、走行映像に映し出される先行車との車間距離や他車線の車両の割り込みの有無等の監視を行うよう教示した。

2.2.2 覚醒維持手法

覚醒維持手法の実験条件として、以下に示す4条件を実施した。覚醒維持手法の実施の開始と終了のタイミングはドライビングシュミレータのダッシュボード上に設置したスピーカから音声で指示をした。

- ① 刺激なし：覚醒維持手法を実施しない。
- ② ガムの咀嚼：開始の指示で粒型のガムを1粒手に取り5分間咀嚼し、終了の指示で口から紙に出し捨てる。ガムは、市販のミント味のものを用いた。
- ③ 音楽鑑賞：開始の指示で音楽が5分間自動再生し、終了の指示で自動停止する。音楽はドライビングシュミレータのダッシュボード上に設置したスピーカから再生した。選曲は、「聴くと目が覚めそうな好きな曲」を実験参加者に事前に6曲選定してもらい、ランダムな順序で再生した。
- ④ 会話：開始の指示で5分間会話を続け、終了の指示で会話を中断する。会話は実験室とは別の部屋に待機している実験者(女性)と、ステアリング横に設置したインターホンを通して行った。実験参加者と実験者は面識がなく、実験参加者は実験者の顔が見えない状態で会話をした。会話の話題は、「1. 季節, 2. 健康, 3. 食べ物, 4. 地域・旅行, 5. 仕事・趣味, 6. 乗り物」の6種類として、予め実験者が用意した話題にそつ

て会話をした。各実験参加者における話題の提示順番はランダムとした。実験参加者と実験者の発話時間の割合は約 50% ずつになるように、実験者が調節した。

2.3 実験手続き

実験は、実験参加者ごとに練習日 1 日と、その後の本番日（1 日 1 条件 × 4 条件）の計 5 日にわたり実施した。練習日はインフォームドコンセントの実施、実験内容の説明、実験課題の練習を実施した。本番日は、実験前に実験前日と当日の過ごし方の確認、主観評価値の取得を実施した後、実験を開始し、60 分間の実験課題を実施した。実験課題終了後にも主観評価値の取得を実施した。各実験参加者は全実験条件を同時刻に開始した。各実験参加者における実験条件の実施順序はランダムとした。

2.4 計測指標

2.4.1 顔動画像

ダッシュボード上のドライバ正面に設置したビデオカメラ (SONY HDR-PJ540) により撮影し記録した。

2.4.2 主観評価値

各覚醒維持手法に対し、実験後、「短期的な眠気払拭効果がある」、「長期的な眠気払拭効果がある」「楽しい」、「飽きる」という質問に、7 段階の主観評価値（1：あてはまらない、3：少しあてはまる、5：かなりあてはまる、7：非常にあてはまる）を質問紙にて回答してもらった。

2.5 解析方法

2.5.1 顔表情評定値

北島ら⁶⁾の方法に従い、撮影した実験参加者の顔動画像を用い、訓練された 3 名の評定者による顔表情評定を 5 秒ごとに実施した。顔表情評定値は、石田ら⁷⁾の評定基準（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）に基づき評定した。代表値として評定者 3 名の平均値を求めた。

石田ら⁷⁾は、顔表情評定値が「2：眠そう」を超え

ると、選択反応課題の反応時間やトラッキング課題のトラッキングエラーといったパフォーマンスが急激に悪化すると報告している。従って、本研究では、覚醒維持時間を、顔表情評定値が実験開始より初めて「2. 眠そう」に達するまでの時間と定義した。各実験参加者の覚醒維持時間の平均値を算出するとともに、実験参加者間を繰り返しのある反復であると仮定して実験条件 4 水準を要因とする一要因分散分析（有意水準 5%）と Bonferroni の多重比較を行った。また、実験開始から 5 分毎の顔表情評定値の最大値を算出し、各実験参加者の平均値を算出した。

2.5.2 主観評価値

各主観指標に対し、平均値を算出するとともに、実験参加者間を繰り返しのある反復であると仮定して実験条件 4 水準を要因とする一要因分散分析（有意水準 5%）と Bonferroni の多重比較を行った。

3. 実験結果

3.1 顔表情評定値

3.1.1 覚醒維持時間

各実験条件における覚醒維持時間の各実験参加者の平均を Fig. 2 に示す。分散分析の結果、実験条件に主効果が認められ ($F(3,33)=16.361, p<0.01$)、多重比較の結果、会話の覚醒維持時間が他の条件よりも有意に延長することが確認された。

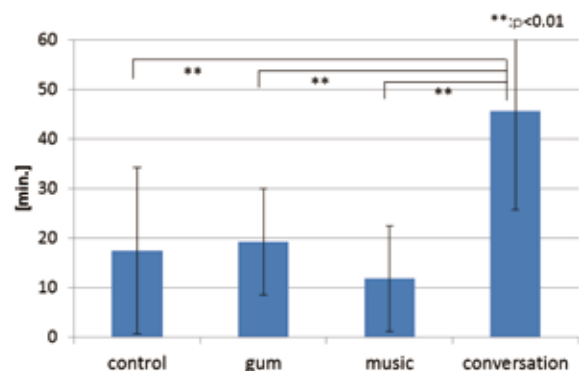


Fig. 2 Arousal maintaining time

3.1.2 5分毎の顔表情評定値の最大値

各実験条件における5分毎の顔表情評定値の最大値の各実験参加者の平均を Fig. 3 から Fig. 6 に示す。刺激なし、ガムの咀嚼、音楽鑑賞は時間が経過するにつれて、手法を実施した時間、実施していない時間ともに顔表情評定値が増大する傾向が確認された。一方、会話は会話を実施した時間は顔表情評定値の平均が1以下、会話を実施していない時間の平均が2以下となり、他の手法よりも小さくなることが確認された。

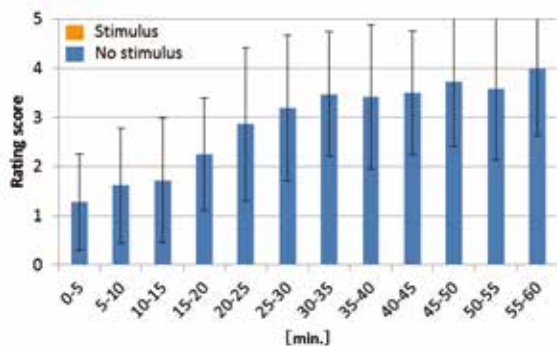


Fig. 3 The maximum rating score in each block (control)

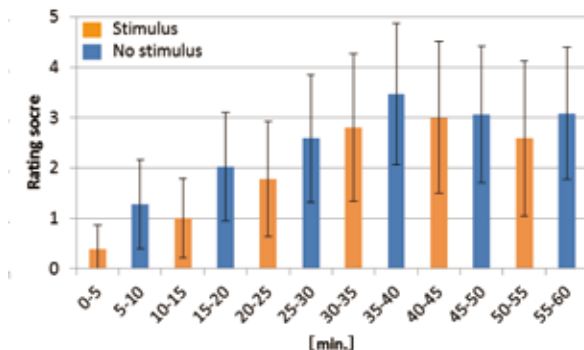


Fig. 4 The maximum rating score in each block (gum)

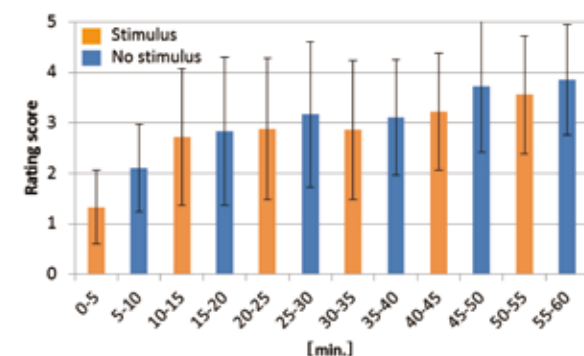


Fig. 5 The maximum rating score in each block (music)

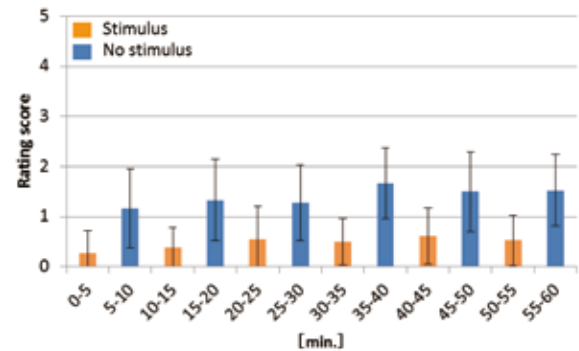


Fig. 6 The maximum rating score in each block (conversation)

3.2 主観評価値

各実験条件における「短期的な眠気払拭効果がある」の質問に対しての主観評価値を Fig. 7 (a) に示す。分散分析の結果、実験条件に主効果が認められ ($F(3,33)=4.242, p<0.01$)、多重比較の結果、会話は刺激なしよりも有意に大きくなることが確認された。「長期的な眠気払拭効果がある」の質問に対しての主観評価値を Fig. 7 (b) に示す。分散分析の結果、実験条件に主効果が認められ ($F(3,33)=11.133, p<0.01$)、多重比較の結果、会話は他の条件よりも有意に大きくなることが確認された。

各実験条件における「楽しい」の質問に対しての主観評価値を Fig. 7 (c) に示す。分散分析の結果、実験条件に主効果が認められ ($F(3,33)=17.127, p<0.01$)、多重比較の結果、音楽と会話は、刺激なしとガムの咀嚼よりも有意に大きくなることが確認された。「飽きる」の質問に対しての主観評価値を Fig. 7 (d) に示す。分散分析の結果、実験条件に主効果が認められ ($F(3,33)=9.116, p<0.01$)、多重比較の結果、音楽鑑賞と会話は、刺激なしとガムの咀嚼よりも有意に大きくなることが確認された。

4. 考察

Fig. 2 の結果より、ドライバが日常的に行っているガムの咀嚼や音楽鑑賞の覚醒維持時間の平均は20分以下であった。一方、会話は覚醒維持時間の平均が45分となり、ガムの咀嚼や音楽鑑賞の2倍以上あったことから、覚醒維持手法として効果的である可能性が示

唆された。

Fig. 3 から Fig. 6 の結果より、5分おきに覚醒維持手法を行った際の眠気の時系列変化を観察した。刺激なしでは、時間経過とともに顔表情評定値が増大した。ガムの咀嚼と音楽鑑賞では、手法実施時に顔表情評定値が減少し眠気が解消される場合も見られるが、やはり時間経過とともに増大する傾向が見られた。一方、会話では、会話中の顔表情評定値が1以下と小さくなり、会話をする度に眠気が解消されることが確認された。また、会話後の刺激なしの5分間にも顔表情評定値が大きくなりやすいことが確認された。中村ら⁵⁾は会話を行うと眠気が解消されること、その後の眠気の上昇が小さいことを報告しており、本研究の結果と一致する。

Fig. 7 (a) の結果より、短期的な眠気払拭効果の主観評価値では、刺激なしと会話には有意な差が確認されたが、その他の条件間では有意な差が確認されなかった。一方、Fig. 7 (b) の結果より、長期的な眠気払拭効果の主観評価値では、会話とその他の条件間で有意な差が確認された。従って、眠くなって間もなくは、ガムの咀嚼、音楽鑑賞、会話ともに眠気を短期的に払拭する効果があるが、長期間その効果を維持する手法としては、会話の効果が高いと考えられる。この結果は、Fig. 4 から Fig. 7 に示した顔表情評定値の結果と一致するものとする。

Fig. 7 (c)、Fig. 7 (d) の結果より、会話は、刺激なしやガムの咀嚼よりも楽しく、飽きづらいことが確認された。小川ら⁴⁾は、ドライバが能動的に実施する覚醒維持手法を実験参加者に課した際、その覚醒維持手法に対して飽きが生じ、モチベーションが低下した場合には覚醒効果が減少すると報告している。従って、本研究で示された会話の覚醒効果は飽きの小ささが要因の一つとして影響していると推察される。

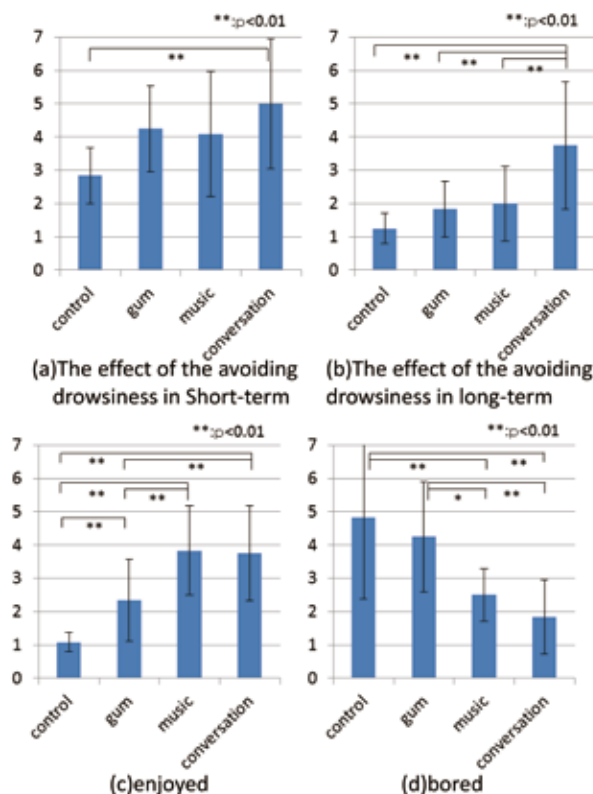


Fig. 7 Subjective assessment

5. むすび

本研究は、会話の覚醒維持効果をドライバが運転中に日常的に行っている手法と比較検証した。

その結果、会話の覚醒維持時間はガムの咀嚼や音楽鑑賞と比較して有意に延長することが確認された。また、ガムの咀嚼や音楽鑑賞を実施しても時間経過とともに眠気が増大するが、会話は実施する度に眠気が解消され、会話後も眠気が増大しにくいことを確認した。

今後は、覚醒に効果的な会話要件の量的、質的検討、会話を実施している時のディストラクションへの影響の検討などが必要と考える。

参考文献

- 1) 警視庁交通局：法令違反別の状況と特長，平成 26 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法取締り状況について，p.23(2015)
- 2) Satori Arimitsu et al. :Seat Belt Vibration as a Stimulating Device for Awakening Drivers, IEEE/ASMETRANSACTIONS ON MECHATRONICS, Vol.12, No.5, p.511-518 (2007)

- 3) Sharpless S. et al. : Habituation of the arousal reaction, Brain, Vol.79, p.655-680 (1956)
- 4) 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, 秋季学術講演会前刷集, Vol.88-13, p.13-18 (2013)
- 5) 中村隆宏ほか：運転時の注意パフォーマンス変化と会話の影響, 交通労働災害防止のための安全衛生管理手法の高度化に関する研究, p.5-15 (2008)
- 6) 北島洋樹ほか：自動車運転時の眠気の予測手法についての研究 (第1報), 日本機械学会論文集 (C編), Vol.63, No.613, p.93-100 (1997)
- 7) 石田健二ほか：覚醒低下に伴う顔表情の表出傾向とパフォーマンス・生体信号の変化に関する比較検討, 自動車技術会論文集, Vol.40, No.3, p.885-890 (2009)

著者



松岡 孝

まつおか たかし

サーマルシステム先行開発部
安全・安心・快適に関わる HMI 技術開発
に従事



柿崎 勝

かきざき まさる

AI 研究部
安全・安心・快適に関わる HMI 技術開発
に従事



蜂須賀 知理

はちすか さとり

東京大学大学院新領域創成科学研究科
助教 博士 (環境学)
人間支援デバイス, 圧電デバイス, 人間工学
の研究に従事