

簡易脳波計装着下での高速道路 DS 実験による会話の効果分析

倉内 慎也¹・鷺巣 真²・白柳 洋俊³

¹正会員 愛媛大学大学院准教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番)

E-mail: kurauchi@cee.chime-u.ac.jp (Corresponding Author)

²非会員 中央コンサルタンツ株式会社 大阪支店 (〒541-0042 大阪市中央区今橋四丁目 1 番 1 号)

E-mail: shi-washizu@chuoh-c.co.jp

³正会員 愛媛大学大学院特任講師 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番)

E-mail: shirayanagi@cee.chime-u.ac.jp

本研究では、眠気度に加え、興味やストレス、集中度なども計測できる簡易脳波計を装着した被験者が、高速道路を模したコースを走行する DS 実験を企画し、運転中の会話内容が眠気や注意力に及ぼす影響を分析した。会話内容としては、運転への悪影響を考慮し、「前方の山までの距離はどれくらいだと思いますか?」のような視野内情報会話、「高速道路での事故原因は何が多いと思いますか?」のように安全運転意識に働きかける安全意識誘発会話など、運転に対する注意との一致性や要する思考量が異なる幾つかの会話を対象とした。その結果、上記のようなクイズ形式を採用することで興味などのポジティブ感情が誘発され、眠気度が抑制される効果があること、また、眠気度や注意力の観点から、適度に思考を伴う会話が望ましいことなどが明らかとなった。

Key Words: *drowsiness, driving simulator, conversation, electroencephalography, expressway*

1. はじめに

令和 2 年に高速道路で発生した 4,649 件の事故を第一当事者の法令違反別でみると、前方不注意が最も多く、全体の約 4 割を占めている¹⁾。前方不注意には、景色等に気をとられたりして前方から目をそらす脇見運転や、会話や考え事などに気をとられ注意が散漫になる漫然運転など、様々なものがあるが、中でも眠気に起因する漫然運転は重大事故につながりやすいことが知られている。そのような認識のもと、これまでも眠気の抑制を意図した様々な方策が提案・実施されてきた。

運転中の眠気を抑制する手段としては、体動や発声のように思考を必要とする能動的手段²⁾⁻⁶⁾と、五感刺激や温度変化のように思考を必要としない受動的手段⁷⁾⁻⁹⁾に大別することができる。なお、体動や発声であっても、熱いものに触れて反射的に手を放すような体動や、あくびの際に出るような発声は思考を伴わない行動であるため受動的手段に分類される。両者を比較すると、総じて受動的手段よりも能動的手段の方が眠気抑制効果が高く、中でも体動の効果が最も大きいとの報告²⁾⁻⁴⁾がなされて

いる。しかしながら、運転中の体動により運転技能が低いドライバーのハンドル操作が不安定になるとの問題が指摘²⁾されていると共に、眠気がかなり高くなった場合においてもドライバーが自発的に体動を行うことができるとは限らないという実効性の問題も考えられる。一方、会話に代表される能動的な発声は、体動に次いで高い眠気抑制効果があると言われており、会話中のハンドル操作や運転挙動の乱れも許容範囲に抑えられるとの報告⁴⁾がなされている。

会話に着目した研究は、これまでも様々な視点からなされており、会話が眠気を抑制する効果を有する反面、ヴィジランスの低下やメンタルワークロードの増大を招き、走行安定性が低下したり反応遅れが生ずるなどの悪影響を及ぼすことが明らかとなっている¹⁰⁾⁻¹²⁾。しかし、一般的に会話の内容は極めて多岐に渡るため、具体的な会話内容と運転中の眠気との関連性や、運転操作に及ぼす影響については不明な点が多い。そこで本研究では、運転操作への悪影響を抑えつつ、眠気抑制効果を有するような会話を幾つか考案した上で、眠気度に加え、興味やストレス、集中度なども計測できる簡易脳波計装着下

でのドライビング・シミュレータ（以下、DS と略記）走行実験を実施し、会話内容による差異を明らかにすることを目的とする。

2. 分析対象とする会話内容の考案

(1) 既存研究のレビュー

会話が眠気に及ぼす影響を要素分解すると、発声による影響と、聴覚刺激による影響、内容理解や応答に関する思考の影響に分けることができる。このうち、会話に関する研究の多くが、会話独自の要素である思考に着目したものである。ただし、それらの研究の多くは、計算課題などにおいて難易度を変えるような実験的アプローチに基づくものであり^{11)・12)}、具体的な会話内容にまでブレイクダウンされてはいない。また、眠気は思考量に応じて変化するものの、必ずしも思考量に応じて単調減少するとは限らず、ゆえに質の高い会話を行う必要があるとされている。また、運転中の眠気ではないが、近年、心理学の分野において、興味や喜び等のポジティブ感情¹³⁾に関する研究が精力的に行われており、ポジティブ感情の誘発が注意を広め、全体的な認知や処理能力を高めるとの指摘¹⁴⁾がなされている。ポジティブ感情をはじめとする感情と会話は極めて関連性が高く、多くの研究蓄積^{15)・16)}があるため、運転中の会話によりポジティブ感情を誘発することで眠気抑制のみならず認知・反応速度の向上など、様々な効果が期待できる。

一方で、運転中の会話は、運転に不可欠な視覚経由での情報処理に加え、聴覚経由での情報処理を新たに課すことになるため、結果として走行安定性などのパフォーマンスを低下させたり、ブレーキ操作の反応時間を遅らせるなどの悪影響を招く¹²⁾。また、そのような悪影響は、思い出についての会話のように、記憶の想起を含むような会話において顕著になることが示唆されている¹⁷⁾。逆に、運転中の景色に関する会話など、視覚の情報処理と聴覚による情報処理が近いような会話であれば副作用が抑えられると共に、改めて遠前方に注意を向けさせるこ

ともできるものと考えられる。

(2) 分析対象とする会話内容と研究の位置づけ

既存研究のレビューを踏まえ、本研究では、表-1に示す7つの会話を対象に分析を行うこととした。

a) 視野内情報会話

視覚経由での情報処理と聴覚経由での情報処理を近くすることで、運転操作への悪影響を抑えるような会話として、運転中の視野内に出現する地物に関する会話を行う。なお、後述する DS 実験においては、コース上に山、雲、気球、風車、ビルを出現させ、実験者がそれら地物までの距離を尋ねるようにしているが、実走行時には、位置座標に基づき、車載器等により同様の問いかけを行うことを想定している。

b) 安全意識誘発会話

高速道路の事故リスクや交通事故に関する質問など、主に高速道路での交通事故や安全運転に関する会話を行う。回答に際し、やや思考量を要するものの、クイズ形式を採用することで興味や関心等のポジティブ感情を誘発すると共に、得られた知識が運転に即座に反映できるなどの学習効果も期待できる。実走行時には、車載器等による問いかけを想定しており、走行位置近辺で生じている事故の態様や状況に応じた内容の発信も可能であろう。

c) 日常会話

運転中の日常会話にあたり、比較対象として設定した。後述する実験では、被験者を大学生としたため、趣味やアルバイトなどに関して質問を行う形式を採用した。なお、実走行時には、同乗者がいなくとも、携帯電話の AI アシスタント機能などによる自動応答が可能な状況を想定している。

d) 思い出会話

運転中の日常会話にあたるが、特に記憶の想起を含む会話として、過去の思い出に関する会話を行った。記憶の想起に伴う悪影響が懸念されるが、ポジティブ感情が誘発されるなどして、時に大きな眠気抑制効果が生ずることが期待される。後述の実験では、被験者を大学生と

表-1 分析対象とする会話の概要

会話名称	会話概要	会話の例
視野内情報会話	運転中の視野内に出現する地物に関する会話を行う	山が見えますよね。 あの山までの距離はどれくらいだと思いますか？
安全意識誘発会話	高速道路の事故リスクや交通事故に関する質問など、主に高速道路での交通事故や安全運転に関する会話を行う	高速道路での事故原因は何が多いと思いますか？ 追突事故が一番多く、渋滞している車両に追突する事故が大半なんですよ。十分な車間距離を取って、適度な緊張感を持つことが安全運転に大事な心掛けなんです。
日常会話	好きなものや趣味、アルバイト、出身地などに関する会話を行う	最近寒くなってきましたね。冬と夏のどちらが好きですか？ それはなぜですか？
思い出会話	過去の思い出に関する会話を行う	中学生のころ、修学旅行に行きましたよね？どこに行きましたか？ 修学旅行の中で一番印象に残った出来事は何ですか？
N-back	0-back	実験者が連続的に発話する数字をおうむ返しして発声してもらう。
	1-back	実験者が連続的に発話する数字について、1つ前の数字を連続して発声してもらう。
	2-back	実験者が連続的に発話する数字について、2つ前の数字を連続して発声してもらう。

したため、学校時代の思い出を尋ねることとした。実走行時には、日常会話と同様、AI による自動応答を想定している。

e) N-back

厳密には会話ではないが、思考量が操作できる発話として、脳科学や心理実験等で用いられる N-back 課題¹⁸⁾を行い、会話による思考量が眠気や運転操作に及ぼす影響を把握することとした。N-back 課題を用いた研究としては、視覚課題¹⁹⁾を課すことが多いが、運転行動を対象とする本研究では聴覚課題を課すこととした。具体的には、予め 1 桁の整数をランダムに多数生成しておき、実験者はそれを一定のスピードで順に読み上げる。被験者には、実験者が読み上げた数字の n 個前の数字を、実験者に次いで声を出して回答することを要請するという課題である。例えば $n=0$ の場合、すなわち 0-back 課題では、被験者は実験者が発話した数字をおうむ返しして発声することになるため、解答に際して思考はほとんど生じない。しかし、 n が大きくなるにつれ、課題の難易度が増し、解答に要する思考量は単調増加する。後述する実験では、実験者は 1 秒ごとに数字を読み上げることとし、0-back, 1-back, 2-back 課題を実施した。

本研究では、要する思考や生ずる感情が異なる上記 5 種類 7 つの会話を対象に実験を行い、会話内容による眠気抑制効果や運転操作への影響の差異を把握することを目的とする。その際、眠気度に加え、興味やストレス、集中度なども計測できる簡易脳波計を活用し、会話によって生ずる感情も併せて把握することを目的とする。

3. 実験概要

(1) 実験のフレームワーク

本来であれば 7 つの会話を対象に DS 実験を行い、眠気抑制効果や運転操作への影響を把握することが望ましい。しかしながら、1 つの会話あたり数十分の DS 実験を実施した場合でも、被験者負担はかなり大きくなり、それが実験結果に大きく影響を及ぼす可能性も否定できない。そこで、まず全 7 つの会話を対象に DS を用いない少人数の予備実験を実施し、その結果を踏まえて 4 つに会話を絞った上で、高速道路を模したコースを走行する DS 実験を実施することとした。

(2) 簡易脳波計の概要

予備実験、DS 実験共に、簡易脳波計装着下で実施した。今回用いた簡易脳波計は株式会社サイエンスジャム社のもので、別名「感性アナライザー」とも呼ばれる²⁰⁾。計測した脳波をもとに、眠気度に加え、好意度、興味度、

集中度、ストレス度が 1 秒単位で 1~100 までの数値で出力される。脳波は 1 つの端子のみで計測されるため、装着による不快感が低減でき、眠気度等も比較的精度よく再現できることが報告されている²¹⁾²²⁾。

(3) 予備実験の概要

2022 年 1 月に自動車運転免許を保有する男子学生 5 名 (21.6±0.49 歳) を被験者として、図-1 の全 7 つの会話を対象に予備実験を実施した。口頭で実験参加に承諾した被験者に簡易脳波計を装着し、実験者と横並びになるように着座させた。次に、実験概要の説明や N-back 課題の練習を行った上で、各会話を 4 分程度ずつ試行した。なお、視野内情報会話においては、次節で述べる DS 実験のコースを走行する動画をあらかじめ録画し、その映像を PC 画面で見せながら出現する地物に対する会話を行った。その他の会話は、PC 画面を OFF にした状態で、できる限り実験者の顔を見ないように依頼した上で行った。また、N-back 課題は、あらかじめ 1 秒間隔で録音しておいた音声を再生する形式で実施した。会話は、順序効果の影響を排除するために、順番を実験参加者ごとにランダムに割り当てて実施した。また、会話中に抱いた感情を把握するために、簡易脳波計で自動計測される眠気度、好意度、興味度、集中度、ストレス度について、各会話終了後に別途アンケート調査を実施し、7 段階の主観的評価を依頼した。

(4) DS 実験の概要

2022 年 1 月に自動車運転免許を保有する学生 20 名 (男性 18 名、女性 2 名、21.5±0.97 歳) を被験者として、簡易



図-1 実験に用いた簡易脳波計



図-2 DS 実験の様子

脳波計装着下で高速道路を模したコースを走行する DS 実験を実施した。

予備実験同様に実験概要を説明し、実験参加に承諾した被験者を対象に、まず N-back 課題の練習を行った上で、**図-2**のように実験参加者を着座させ、次いでハンドルコントローラー(G29, Logicool 社製)のアクセルブレーキペダル、及びハンドルの位置を調整するように要請した。また、実験開始前には DS 実験環境での走行に慣れてもらうために練習走行を行った。

DS は都市間高速道路の本線を模した片側 2 車線の直線道路のコースとし、反対車線は視認できないものとした。周辺車両は、進行方向遠前方に 1 車両のみ配置し、追い越し車両は設定しないこととした。また、今回は視野内情報に対する会話を対象とするため、山、雲、気球、風車、ビルを設置し、1 セットの会話中に通過するように設定した。そのほかの時間帯では単調な遮音壁に囲まれた山間部を想定した。

DS 実験は、会話による覚醒水準の効果を検証した小林らの研究⁹⁾を参考に、主課題と 2 つの副課題からなる三重課題実験として実施した。まず主課題としては、実験参加者に第 1 走行車線を走行するように要請した。その際、遠前方を走行する先行車両との車間距離を適切に保ちながら、追従走行するように指示した。先行車両は、低速度[60km/h 程度]もしくは高速度[100km/h 程度]にて一定速度で走行するように設定し、180 秒毎にランダムに走行速度の変化判定を行った。なお、走行速度を移行する必要がある場合は、加速度[5km/s² 程度]にて加減速し、8 秒で完了するようにした。副課題の 1 つとしては、**図-3**に示すように、道路中央線上にパイロンを出現させ、実験参加者にはパイロンを発見したら可能な限り素早くステアリングの○ボタン(**図-4**)を押すように要請し、その反応時間を自動計測した。1 セットを 20 分に設定し、Mackworth の研究²³⁾を参考に、開始から 30 秒、30 秒、60 秒、80 秒、80 秒、40 秒、200 秒、40 秒、40 秒、80 秒、120 秒、400 秒の間隔にて計 12 個のパイロンを出現するように設定した。

2 つ目の副課題は会話であり、予備実験の結果を踏まえて 4 つの会話を対象とした。20 分間の間に約 2 分間と約 4 分間の会話時間を設定し、各会話に対して 20 分間の課題 1 セットを割り当てた。本研究では 2 セットを対にし、各セット前に 5 分間の練習走行を行うこととし、それを 1 サイクルとした。すなわち、1 サイクルで 45 分間の走行を行うこととし、途中で約 10 分間の休憩をさみ、合計 2 サイクルの実験を実施した。会話開始時間は各セットによって若干変更し、それによりパイロンの発生タイミングが予測できないようにした。また、各セットにおける会話の順序は、馴化の影響を排除するために、実験参加者ごとにランダムに割り当てて実施した。

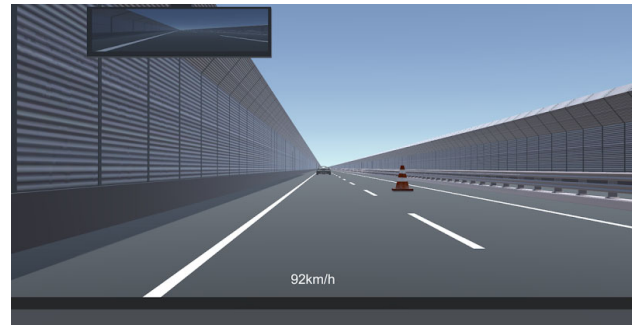


図-3 パイロン出現時の様子



図-4 実験に用いたステアリング

4. 実験結果

(1) 予備実験の結果

会話内容による眠気度や感情の差異を把握するために、簡易脳波計の計測値とアンケートによって取得した感情の主観的評価値の平均値を会話内容ごとに集計した。結果を表-2 に示す。

簡易脳波計によって計測した眠気度は N-back 課題の全条件で高くなっており、中でも 0-back において最も眠気度が高くなっている。0-back は主観的評価値でも最も高い値となっており、これは要する思考が少なく発声を行うだけの単調な課題であることから高い眠気を示したものと考えられる。一方、回答に最も思考を要する 2-back では、1-back よりも高い眠気を示している。これは 2-back という課題の難易度があまりにも高すぎたため、被験者が思考を放棄したためであると推察される。他の会話、すなわち視野内情報会話、安全意識誘発会話、思い出会話、日常会話の間には、簡易脳波計によって計測した眠気度と主観的評価値共に、大きな差は見受けられない。

次に、好意度に着目すると、脳波計の計測値にはほとんど差異がないが、主観的評価値については日常会話が最も高く、逆に N-back の全条件においてかなり低い値を示している。ストレス度については、好意度と逆の関係を示しており、N-back では相対的に高い水準を示してい

る。一方で、特に視野内情報会話における脳波計の計測値が最も低くなっており、運転課題と会話に要する思考のベクトルが近いこと、ストレスが抑制されたものと推察される。

(2) DS 実験の結果

前節で述べたように、2-back 課題はかなり難易度が高く、正しく解答しようという意欲が低いような被験者も見受けられた。また、日常会話と思い出会話については、会話内容が比較的制御しにくく、結果として明瞭な感情の差異が見受けられなかった。そこで、DS 実験では、視野内情報会話と安全意識誘発会話、0-back、1-back の 4 つを対象に実施することとした。

a) 眠気度に対する会話内容の効果

まず、会話内容が眠気におよぼす影響を明らかにするため、会話内容ごとに 1 回目の会話開始時刻と終了時刻、2 回目の会話開始時刻と終了時刻の 4 つを境界として設定し、式(1)に示す折れ線回帰モデルを個人ごと、会話ごとに推定した。そして、推定された β_i を眠気抑制効果と位置づけ、会話内容による差異を分析した。

$$y = \alpha_0 + \beta_0 t + \sum_{i=1}^4 d_i \{\beta_i(t - k_i)\} \quad (1)$$

$$d_i = \{0: t < k_i, 1: t > k_i\}$$

y : 眠気度
 t : 経過時間(秒)
 k_i = 変曲点(秒)
 $\alpha_0, \beta_0, \beta_i$ = 未知パラメータ

推定されたパラメータを用いて、会話ごとにその平均値を算出した結果を図-5に示す。図より、安全意識誘発会話、視野内情報会話は眠気を抑制する効果があるのに対し、0-back と 1-back では眠気がむしろ増大していることがわかる。0-back や 1-back では、ポジティブ感情が誘発されないという予備実験の結果を踏まえると、この結果は好意等のポジティブ感情による差であると捉えることができる。

ここで、0-back と 1-back では回答に要する思考の量に差があるのに対し、どちらも眠気が大きく増大していることから、思考の量と眠気との関係を考察する。予備実験の結果などから会話に要する思考の量を横軸にとり、図-5の結果を並び替えると、思考の量と眠気度には図-6のような曲線関係があり、思考の量が少なすぎても多すぎても眠気度が増大する傾向にあるものと推測される。

b) 反応時間に対する会話内容の効果

取得したパイロンに対する反応時間を、眠気による影響や会話への注意による影響を加味した漫然状態の総合的指標であると捉え、会話ごとにその平均値を算出し、それを図示した結果を図-7に示す。

反応時間が最も長いのは 1-back であり、その他の会話よりも統計的に有意に反応時間が長いことが確認された。

表-2 会話内容ごとの感情評価値の比較

感情	評価方法	視野内	安全	思い出	日常	0back	1back	2back
眠気	脳波	34.4	28.7	31.1	30.2	55.4	42.4	50.3
	主観評価	2.6	3.0	3.2	2.8	4.0	2.2	2.8
好意	脳波	45.1	43.5	43.4	44.3	46.1	44.6	43.3
	主観評価	6.6	6.0	6.8	7.2	3.4	3.4	3.4
興味	脳波	49.2	45.2	41.9	43.1	52.8	50.2	52.0
	主観評価	6.2	7.2	7.2	7.2	2.8	5.0	4.4
集中	脳波	46.5	53.1	52.9	52.3	44.5	51.7	58.4
	主観評価	6.8	7.4	7.4	6.6	5.4	7.8	7.6
ストレス	脳波	27.7	38.3	35.1	35.5	42.4	41.2	37.4
	主観評価	2.8	2.8	2.6	2.0	4.8	6.2	7.4

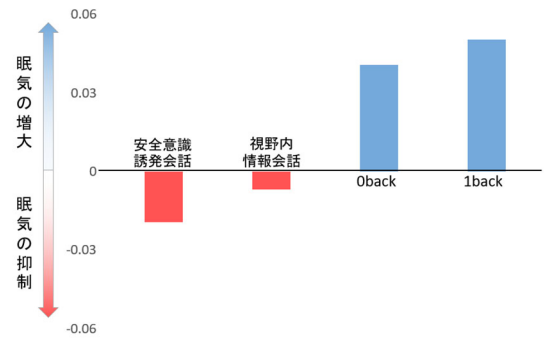


図-5 会話による眠気抑制効果

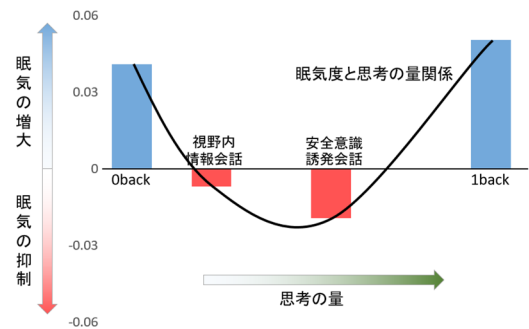


図-6 会話に要する思考の量と眠気抑制効果

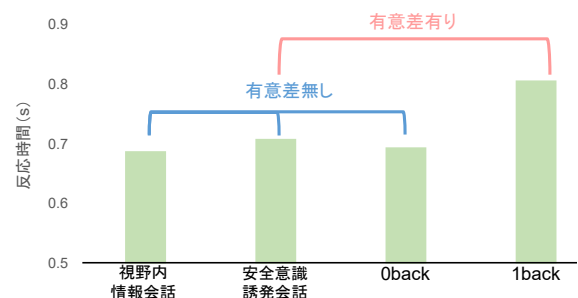


図-7 会話ごとの反応時間の差異

一方で、視野内情報会話と安全意識誘発会話、0-back の間には有意差はなく、反応時間は同程度であると言える。前節で示したように、0-back は運転中の眠気を増大する作用がある一方、視野内情報会話と安全意識誘発会話については眠気抑制効果があることを踏まえると、視野内情報会話と安全意識誘発会話については、思考に伴い少なからず反応時間遅れが生ずるといふ悪影響を招く可能性があると考えられる。しかしながら、反応時間は 0-back と同程度であるため、その悪影響は許容範囲にあるものと思われる。

5. おわりに

本研究では眠気に起因する漫然運転を防止する方策として会話が有効であると考え、運転への悪影響を抑えつつ眠気抑制効果が期待できるものとして、視野内情報会話と安全意識誘発会話に着目し、その効果を実験により検証した。その結果、両者ともに思考に伴う悪影響が生ずるものの、それは許容できる水準であり、運転中の眠気を有意に抑制する効果があることが明らかとなった。

ただし、本研究はまだ研究の初期段階にあり、数多くの課題を有している。例えば、DS 実験の設定は、メンタルワークロードがかなり少ない状況を想定しているため、実走行時にも同様の結果が得られる保証はない。加えて、実験における会話はたかだか数分であり、また、会話中の効果のみに着目した分析に終始している。さらには、会話と感情の関係性についても、平均値に基づく分析に留まっており、感情の強弱や持続時間による影響が考慮されていない。今後は、多様なドライバーを被験者として、実道路での走行を含む多様な実験を積み重ね、会話の要素と感情との関係や、それが眠気や運転操作に及ぼす影響を精緻に分析する必要がある。

謝辞：本研究は、公益社団法人高速道路調査会の「高速道路での居眠り運転防止対策の効果に関する調査研究委員会」の活動の一環として実施した。貴重な意見を賜った委員の皆様へ感謝の意を表します。

REFERENCES

- 1) 警察庁交通局：令和 2 年中の交通事故の発生状況、<<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-down-load?statInfId=000032051870&fileKind=2>>, 2021.
- 2) 伊部達朗, 平岡敏洋, 阿部恵里花, 藤原幸一, 山川俊貴：運転中の能動的行為によるドライバの覚醒維持効果と安全性, 自動車技術会論文集, Vol.48, No.2, pp.463-469, 2017
- 3) 小川洋明, 石田健二, 大須賀美恵子：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—パーカッション演奏効果の実験的検討—, 自動車技術会論文集, Vol.44, No.6, pp.1459-1464, 2013.
- 4) 久米拓弥, 内藤貴博, 石田健二, 河合政治, 松永真也, 西井克昌, 北島洋樹：車載装備を利用した漫然状態の検出及び解消手法の開発, 自動車技術会論文集, Vol.45, No.3, pp.567-572, 2014.
- 5) 蜂須賀知里, 松岡孝, 柿崎勝：ドライバの覚醒維持を目的とした会話の基本構造検討, 自動車技術会論文集, Vol.48, No.2, pp.419-424, 2017
- 6) 小林隆史, 藤井達史, 紀ノ定保礼, 篠原一光, 蜂須賀知理, 柿崎勝：同乗者との会話によるドライバの覚醒維持とメンタルワークロードへの影響の検討, 自動車技術会論文集, Vol.48, No.2, pp.457-462, 2017.
- 7) 星野博之, 坂口靖雄：運転環境に適合したサッカー誘導視覚刺激によるドライバ覚醒維持, 自動車技術会論文集, Vol.47, No.3, pp.759-765, 2016.
- 8) 阿部晃大, 伊藤敏夫, 三浦弘雅, 佐藤晴彦：視覚刺激を用いた覚醒度維持手法の検討, 自動車技術会論文集, Vol.51, No.3, pp.549-545, 2020.
- 9) 白柳洋俊, 倉内慎也, 坪田隆宏：高速道路走行時のヴィジランス低下に対する注意の解放効果分析, 交通工学論文集, Vol.6, No.2, pp. A_303-A_309, 2020.
- 10) 徳永・ロペルト・アブラハム, 萩原亨, 加賀屋誠一, 小野寺雄輝：携帯電話を利用した会話が運転行動に及ぼす影響について, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.995-1000, 2000.
- 11) 山田健太, 白井伸之介：ヴィジランス課題における口頭課題の影響, 人間工学, Vol.49, No.6, pp.289-296, 2013.
- 12) 東義隆, 川野常夫, 浜田隆史, 岩木直, 北川貴博, 森脇俊道：携帯電話による会話と自動車運転の同時処理における意味的および空間的情報の干渉, 日本機械学会論文集(C 編), 70 巻, 693 号, pp.1341-1347, 2004.
- 13) マーティン・セリグマン(著), 宇野カオリ(監訳)：ポジティブ心理学の挑戦—“幸福”から“持続的幸福”へ—, ディスカヴァー・トゥエンティワン, 2014.
- 14) 山崎勝之：ポジティブ感情の役割—その現象と機序, パーソナリティ研究, 第 14 巻, 第 3 号, pp.305-321, 2006.
- 15) 藤原健, 大坊郁夫：ポジティブ感情と会話動機との関連, 対人社会心理学研究, pp.73-79, 2009.
- 16) 木村昌紀, 余語真夫, 大坊郁夫：感情エピソードの会話場面における表出性ハロー効果の検討, 感情心理学研究, 12 巻, 第 1 号, pp.12-25, 2005.
- 17) 森川幸治, 寺田佳久, 中田透, 田容旭, 大門樹：自動車運転時の会話による注意散漫が眼球停留関連電位に及ぼす影響, 人工知能学会全国大会論文集, Vol.25 (CD-ROM), 2011.
- 18) Kirchner, W. K.: Age differences in short-term retention of rapidly changing information, *Journal of Experimental Psychology*, Vol.55, No.4, pp.352-358, 1958.
- 19) 國見充展, 松川順子：N-back 課題を用いた視覚的ワーキングメモリの保持と処理の加齢変化, 心理学研究, 第 80 巻, 第 2 号, pp.98-104, 2009.
- 20) 株式会社電通サイエンスジャム HP, <<https://www.dentsusciencejam.com/kansei-analyzer/>>
- 21) Mitsukura, Y.: EEG signal processing for real applications,

- Journal of Signal Processing*, Vol.20, No.1, pp.1-7, 2016.
- 22) Ogino, M. and Mitsukura, Y.: Portable drowsiness detection through use of prefrontal single-channel electroencephalogram, *Sensors*, Vol.18, No.12, 19 pages, 2018.
- 23) Mackworth, N. H.: Researches on the measurement of human performance, Medical Research Council Special Report Series, No.268, London: H.M.S.O., 1950. (Mackworth, J. F.(著), 福島脩美, 井深信男(訳): ヴィジランスと慣れ, 岩崎学術出版社, 1975)