

としてください。

運転と同時に、音に対する反応を行っていただきます。数秒程度の間隔でチャイム音が聞こえます。チャイム音は低い音と高い音の2種類ですが、ほとんどの場合低いほうの音が聞こえます。高い音が聞こえたときには、手元のボタンを押して反応してください。出来るだけ聞き逃さないように、またできるだけ早く反応するようにしてください。

わかりましたか。何か質問があればしてください。

次に、ドライビングシミュレータによる走行を行った。走行時間は、1フェイズ 30分とした。フェイズ間では 20分程度の休憩をとった（質問紙への回答やフリッカー検査の実施時間を含む）。休憩中は実験室の外に出て階段の上り降りを1回行うように求めた。フェイズ数は3回であったが、3回目の走行では運転しながら音楽を聴取した。なお、実験者は走行中実験室から退出した。

2.3.3 走行後の状態測定

走行を行った直後に、フリッカー検査(竹井機器工業 501BTKK)を行った。フリッカー検査では被験者は点滅する光点を観察し点滅を知覚する閾値を測定するものである。ここで得られるフリッカー値(CFF値)は中枢性の疲労の測度として用いられ、CFF値の低下は中枢性疲労の高まり、意識水準や覚醒水準の低下として解釈される。検査装置は運転席右に設置し、運転直後に即座に測定できるようにした。

続いて、「自覚症状しらべ」の調査票への記入を求めた。この調査票は作業に伴う拾う状況の掲示的变化をとらえることを目的としたもので、25個の質問項目に対して「まったくあてはまらない」から「非常によくあてはまる」の5段階で回答するものである。この回答結果から、ねむけ感、不安定感、不快感、だるさ感、ぼやけ感の5つの側面から主観的な疲労感を評価することができる。

さらに、その時点での気分・感情を測定するために、日本語版 UMACL [9]を使用した。日本語版 UMACL は Matthews ら [10]による気分形容詞チェックリスト(UMACL)の日本語版であり、20項目で構成されている。気分が快感、エネルギー覚醒、緊張覚醒の3因子で構成されるというモデルに基づいて開発されており、ある課題を遂行した後にこのチェックリストに回答することで直接的にエネルギー覚醒と緊張覚醒の程度を測定するというものである。

以上の手続きをまとめたものが表 2 である。

表 2 実験の流れ

フェーズ	実施内容
実験前	教示 FFPQ DSQ、WSQ EAEQ、EPQ 眠気尺度 フリッカーテスト (練習)
練習走行 (5分)	DSで運転 音刺激検出課題
練習走行後	フリッカーテスト 覚醒質問紙 自覚疲労調べ
本番走行(P1) (30分)	DSで運転 音刺激検出課題
本番走行後	フリッカーテスト 覚醒質問紙 自覚疲労調べ
本番走行(P2) (30分)	DSで運転 音刺激検出課題
本番走行後	フリッカーテスト 覚醒質問紙 自覚疲労調べ
休憩	1階まで歩いて下りる
走行前状態	フリッカーテスト 覚醒質問紙 自覚疲労調べ
本番走行(P3) (30分)	DSで運転 音刺激検出課題 音楽を流す
走行後状態	フリッカーテスト 覚醒質問紙 自覚疲労調べ
全終了	デブリーフィング

3. 実験の試行

3.1 実験参加者

実験参加者は3名であった。質問紙によって測定された各被験者の特性は表3～表6の通りであった。特に目立つ特徴のある実験参加者はいないが、エプワース眠気尺度の得点は11点以上がやや異常という判定となるため、どの実験参加者でもやや高めであるといえる。

表3 実験参加者の特性(年齢・性別・運転経験など)

	実験参加者		
	S1	S2	S3
年齢	31	34	31
性別	男性	男性	男性
運転頻度	月に3,4度	ほぼ毎日	月に3,4度
運転目的	通勤	通勤	通勤
運転中の眠気	まったくない	ほとんどない	ほとんどない
眠気による事故	ない	ない	ない
日頃の睡眠時間	7-9	5-7	7-9
昨夜の睡眠時間	7-9	5-7	5-7
睡眠不足を感じるか	あまり感じない	時々感じる	時々感じる
運転中ラジオ聴取	頻繁	頻繁	時々
運転中テレビ視聴	まったくしない	まったくしない	あまりしない

3.2 走行結果

実験中の被験者の様子をビデオカメラで観察したところ、完全に眠ってしまう、あるいは体が大きく動くほどの居眠りの状態になった被験者はいなかったが、ステアリング操作が止まって車が側壁に近づくといった状態が観察された。これはごく短時間の睡眠であるマイクロスリープと考えられる。

3.3 副次課題の成績

被験者・フェイズごとの聴覚刺激に対する平均反応時間と、1000ms以上の反応時間を遅延反応として定義し、遅延反応の生起率を示す(表7)。

表4 実験参加者の特性(DSQ/WSQ/眠気)

	実験参加者		
	S1	S2	S3
【DSQ】			
運転スキルへの自信の有無	2.5	3	3
運転に対する消極性	4	1	3.5
せっかちな運転傾向	2	3.5	2.5
几帳面な運転傾向	2.5	2	2.5
信号に対する事前準備的な運転	2.5	2	1.5
ステイタスシンボルとしての車	2	3.5	4
不安定な運転傾向	1	2.5	2.5
心配性的傾向	2.5	2	3
【WSQ】			
交通状況把握	4.00	2.00	3.60
道路環境把握	2.80	1.60	3.40
運転への集中阻害	3.25	2.50	3.00
身体的活動度の低下	4.00	3.00	3.25
運転ペース阻害	3.00	3.75	3.00
身体的苦痛	3.33	3.67	3.33
経路把握や探索	3.33	1.67	3.67
車内環境	2.75	3.25	2.25
制御操作	3.67	1.67	2.33
運転姿勢	3.67	3.00	3.00
【眠気テスト】			
エプワース	14	11	11
眠気尺度(ESS)			

表5 実験参加者の特性(日常的注意傾向質問紙・失敗傾向質問紙)

	実験参加者		
	S1	S2	S3
【日常的注意傾向質問紙】			
注意集中能力	33	44	24
認知制御能力	21	27	24
注意転導傾向	19	13	22
ながら作業傾向	11	9	10
【失敗傾向質問紙】			
アクションスリップ	15	24	29
認知狭窄	4	12	17
衝動的失敗	8	14	17

表6 実験参加者の特性(パーソナリティ)

	実験参加者		
	S1	S2	S3
I. 内向性—外向性	104	79	81
II. 分離性—愛着性	108	92	83
III. 自然性—統制性	123	84	80
IV. 非情動性—情動性	80	77	90
V. 現実性—遊戯性	95	79	94

フェイズ間で明確な違いは認められないが、平均反応時間は被験者1と3ではフェイズ2やフェイズ3の反応時間がフェイズ1での反応時間に比べてやや長い結果となった。また遅延反応生起率はいずれの被験者でもさほど高くないが、被験者3ではフェイズ2と3での遅延反応の増加が明らかに見られる。このことから、運転時間が長くなることで音声での標的刺激の検出成績が落ちる可能性があると考えられる。

表 7 各被験者の音声刺激への反応時間と遅延反応生起率

	S1		S2		S3	
	平均	遅延 反応率	平均	遅延 反応率	平均	遅延 反応率
P1	565	.02	809	.05	691	.01
P2	574	.04	771	.06	766	.08
P3	606	.03	859	.06	725	.06

3.4 疲労感の測定

フリッカー検査で得られた CFF 値は 32Hz～35Hz であり、個人間や条件間での差異はほとんど見られなかった。

自覚症状しらべの結果を図 1～図 6 に示す。ねむけ感、だるさ感、ぼやけ感についてはどの実験参加者でも走行フェイズを経験することで評価が高くなり、休憩をとることである程度回復するという結果が得られた。休憩の効果はS2 とS3 は実験開始時と同じ程度まで回復したが、S1 ではそれほど回復しないという結果となった。また、不安定感については、走行によって大きく変動するものではなかった。

3.5 覚醒の測定

JUMACLでは緊張覚醒とエネルギー覚醒の2つの次元から覚醒を記述する。各覚醒得点のとりうる範囲は 10～40 点である。各実験参加者の覚醒の推移を図 7 と 図 8 に示す。

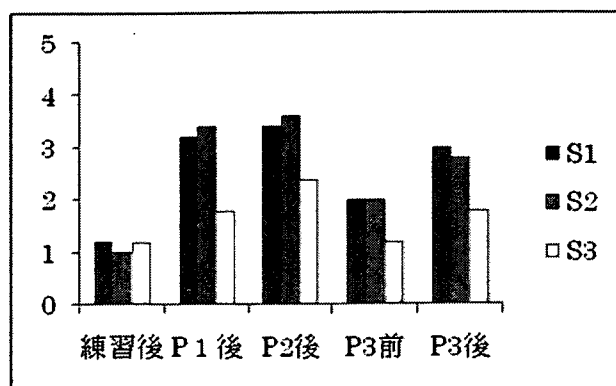


図 2 自覚症状しらべ (ねむけ感)

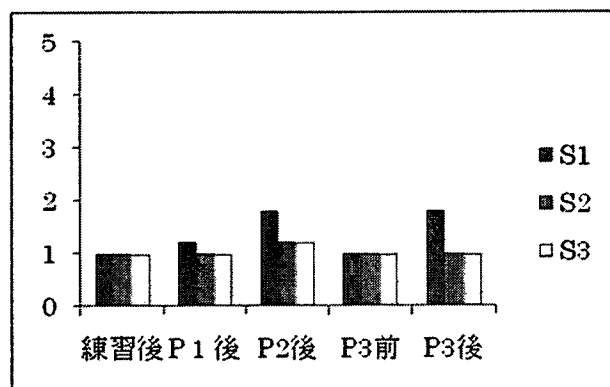


図 3 自覚症状しらべ (不安定感)

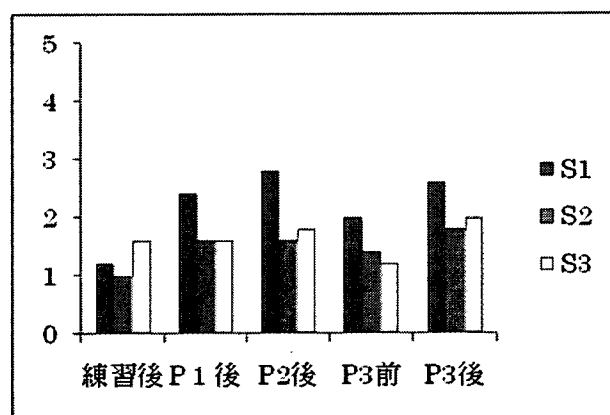


図 4 自覚症状しらべ (不快感)

エネルギー覚醒は走行後に低下し、休憩をとることで回復し、再度の走行でまた低下するという推移を示している。一方、緊張覚醒は走行前後での変化は明瞭ではない。エネルギー覚醒と緊張覚醒はともに自律神経の覚醒度と正の相関があるとされるが [10]、長時間運転による影響は覚醒の各次元に対して異なっている可能性がある。

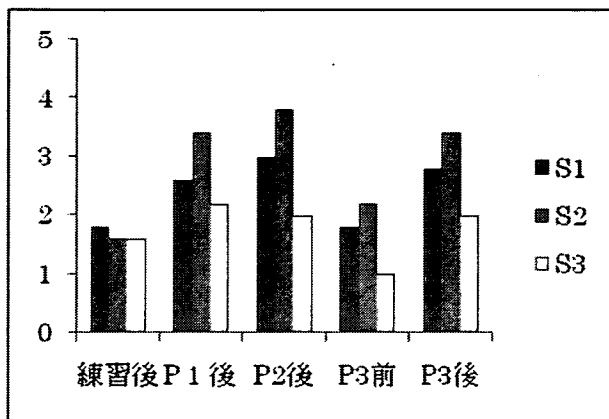


図 5 自覚症状しらべ (だるさ感)

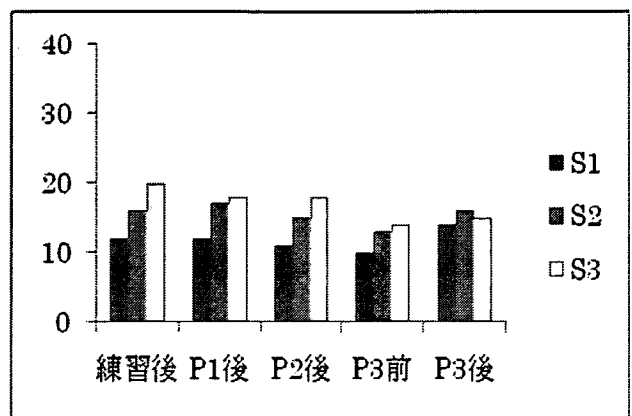


図 8 緊張覚醒得点の推移

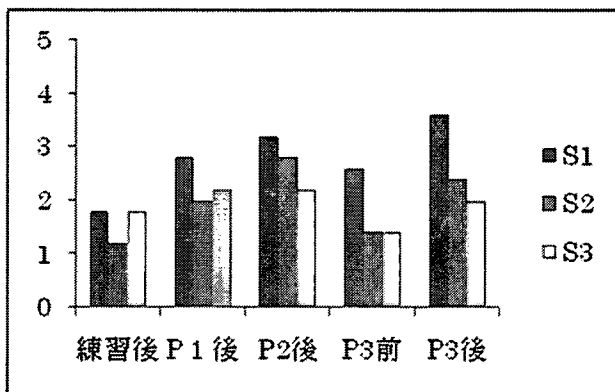


図 6 自覚症状しらべ (ぼやけ感)

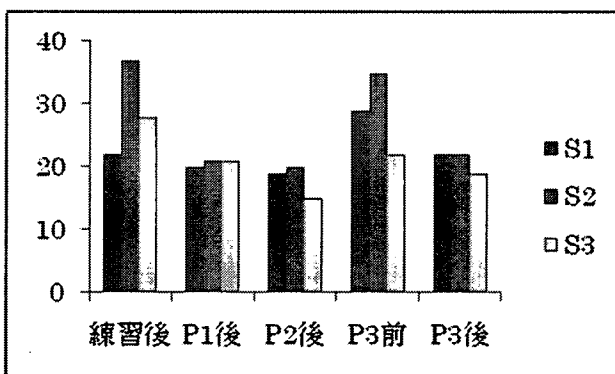


図 7 エネルギー覚醒得点の推移

4. まとめと今後の展開

本実験では、構成した実験環境と質問紙・検査群により、長時間運転することによる実験参加者の状態変化をとらえられることが確認された。ただし、走行時間の設定（本実験では 30 分間の走行を 3 回行った）や、実験条件の設定（本実験では運転のみ行う条件と、音楽を聴きながら運転する条件の 2 つを行った）など、考慮すべき点が残っている。来年度はこれらの問題を解決した上で、より多くの実験参加者を用いた実験を行う必要がある。

5. 参考文献

1. FFPQ 研究会. 改訂 FFPQ (5 因子性格検査) マニュアル. : 北大路書房, 2002.
2. 辻平治郎ほか. パーソナリティの特性論と 5 因子モデル: 特性の概念、構造、および測定. : 心理学評論, 40, 239-259, 1997.
3. 石橋基範・大桑将幸・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.
4. 石橋基範・大桑政幸・古郡了・赤松幹之. 運転スタイル、負担感受性チェックシートの開

発と経路選択志向の分析への適用. : シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」研究論文集, 15-18, 2002.

5. 篠原一光, ほか. 主観的メンタルワークロードの感受性の個人差と認知的特性. : 平成 17 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, 2001.
6. 山田尚子. 失敗傾向質問紙の作成. : 教育心理学研究, 4, 501-510, 1999.
7. Murray J.W. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth Sleepiness Scale. : Sleep, 14, 540-545, 1991.
8. 木村貴彦・篠原一光・駒田悠一・三浦俊章. 聴覚刺激提示による記憶負荷が運転時の光点検出課題に及ぼす影響. 大阪 : 交通科学, 37, 21-26, 2006.
9. 白澤早苗, ほか. 記憶検索に及ぼすエネルギー覚醒の効果. : 基礎心理学研究, 17, 93-99, 1999.
10. Matthews G, Jones D.M, Chamberlain A.G. Refining the measurement of mood: The UWIST Mood Adjective Checklist. : British Journal of Psychology, 81, 17-42, 1999.

1 附録

1.1 運転スタイルチェックシートの質問項目

1. 渋滞しているときの車線変更は苦手だ
2. 所要時間があまり変わらないときは、車よりもバスや電車を使う
3. 割り込まれることをあまり気にせず、車間距離を十分にとる
4. 徐行、一時停止などの運転操作を確実に行う
5. 先の信号を見て、かなり先からスピードを落としたり、速めたりする

6. 車は移動手段でとにかく走ればよいと思う
7. 悩みなど問題を抱えたとき、運転に身が入らないことがある
8. 歩行者をひいてしまわないか、いつも心配している
9. 短い時間であっても、駐車禁止の場所に停めるのはさける
10. 車幅感覚に自信がある
11. 車で移動するとき、裏道ではなく、できるだけ信号のある整備された広い道を選ぶ
12. 車線変更してでもできるだけ前に行きたい
13. 車線変更や交差点などでは、安全確認を慎重に行う
14. 先の信号に引っかけないように速度調節する
15. 車が自分のステイタスである(カッコいい車がいい)と思う
16. 気分の良し悪しなどによって、車の運転がおろそかになったり飛ばしたりする
17. 自分が車の事故を起こすことを気にしている
18. 制限速度はいつも必ず守っている

1.2 運転負担感受性チェックシートの質問項目

1. バイクのすり抜けや路地からの飛び出しなど、予期せぬ動きの車が多い道で運転
2. 夜、街灯が多かったり少なかったりして、明るさがひんぱんに変化する道で運転
3. 運転以外のことが原因で、きげんが悪いときに運転
4. 深夜に運転
5. 抜け道のない渋滞の中で運転
6. 運転が原因で、脚、腰、背中などの痛み、こり、しびれを感じる状態で運転
7. 道路標識(行先案内板)や地図を使って、ルートや目的地を探しながら運転
8. 夏に冷房がききすぎたり、冬になかなか暖房が

- きかないなど、車内が寒すぎるときに運転
- 9.山道やカーブの多い道など、細かいハンドル操作や速度調節が必要な道で運転
 - 10.シートが柔らかくて体に合わない状態で運転
 - 11.路上駐車が多い道での運転
 - 12.夕方や明け方の直射日光で、道路や周囲が見えにくいときに運転
 - 13.同乗者を乗せて運転
 - 14.不規則な昼夜リズムで生活しているときに運転
 - 15.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
 - 16.車の乗り降りが少なく、長い時間ずっと座った状態で運転
 - 17.道を知らないなどの理由で、自分がどこを走っているのか分かりにくい状態で運転
 - 18.直射日光などで車内が暑いときに運転
 - 19.狭い道が続いて、細かいハンドル操作をひんぱんにする運転
 - 20.シートの形（幅、長さ、凹凸の具合など）が体に合わない状態で運転
 - 21.交差点などの一時停止が多く、そのたびに道路の様子を確認しなければならない道で運転
 - 22.例えば都市高速やバイパスのように、直線・大小カーブ・合流分岐などが組み合わされて、道路の形状がころころ変化する道で運転
 - 23.上司、先生など目上の人を乗せて運転
 - 24.体調の悪さ（かぜ、頭痛といった病気など）を感じる時に運転
 - 25.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
 - 26.途中、十分に休息をとれない状態で運転
 - 27.目的地までの行先案内板が、分かりにくい道で運転
 - 28.車内がほこりっぽい、排ガスでくさいなど、車内の空気が良くない状態で運転

- 29.アクセルの加速感やブレーキのきき具合など、ペダルを操作する感じが自分にしっくりこない状態で運転
- 30.シートやハンドル、ペダルなどの位置（レイアウト）が、自分にしっくりこない状態で運転
- 31.車両感覚、車幅感覚がつかめない状態で運転
- 32.右左折専用の車線が複数あったり、自分のいる車線が右左折と直進で不規則に入れ替わったりするなど、車線構成が複雑な道で運転
- 33.壊れやすい、荷くずれしやすい、高価など、気をつかう荷物を載せて運転
- 34.精神的にきつい仕事の後で運転
- 35.目的地にいつ着くのか分からない状態で運転
- 36.車内の騒音がうるさい、または振動が大きい状態で運転
- 37.荷物や乗員がジャマ、窓が汚れているなど、前方や周囲を見通せない状態で運転
- 38.雨が降っているときに運転

1.3 日常的注意経験質問紙

1. 自分自身の集中力は思い通りにコントロールできる。
2. 二つのことを効率よく組み合わせる方法にすぐに気づく。
3. 音楽を聴きながらするほうが、勉強・仕事ははかどる。
4. 会話中に、まわりの出来事に気をとられて、相手の言葉から注意がそれることがよくある。
5. 勉強・仕事で一つのことに集中しなければならない時、思い通りに集中力を高められる。
6. 今までやってきたことに新たな勉強・仕事が変わったら、それを含めた全体の新しいやり方をすぐに思いつくことが多い。
7. 音楽を聴きながら仕事や勉強することがよくある。
8. 会話中に、自分の思っていることや考えにとら

われて相手の話から注意がそれることがよくある。

9. どんな場所で勉強・仕事するにしても、集中しようと思えば思うように集中できる。
10. しなくてはならない勉強・仕事がある時、それらを並行して行ってもうまくいくことが多い。
11. 電話で世間話をしながら、勉強・仕事することがよくある。
12. 勉強・仕事に集中しないといけないのに、気になることがあるとふと気づくとそのことを考えていることがよくある。
13. 必要に応じて、集中力を意識して高めることで、自分の勉強・仕事の能率はかなり上がる。
14. しなくてはならない勉強・仕事がある時、それらをうまくやりくりして進めていくのが得意だ。
15. テレビやラジオの音を聞きながら本や雑誌を読むことがよくある。
16. 勉強・仕事をしている時に人の会話が聞こえてくると、その会話の内容が気になって注意がそれることがよくある。
17. 勉強・仕事にだれかと話をしても、会話が終わればすぐに仕事・勉強に気持ちを切り替えて集中できる。
18. 初めてすることでも、たいていすぐに要領をつかむことが多い。
19. 友人と話をしながら携帯でメールを打つことがよくある。
20. 気になることがあると、そのこと以外には注意が向かなくなるが多い。
21. 何かを集中してやっている時にまわりでじゃまになりそうなことが起こっても、集中力を保ってられる。
22. 短時間なら二つのことを平行してできる。
23. 気が散って、勉強・仕事はかどらないこと

がよくある。

24. 電話で世間話をしながら新聞や雑誌を読むことがよくある。
25. 勉強・仕事に集中しようとする時に身の回りに関係のないものがあったとしても、集中力は保ってられる。
26. 余計なものが見えていると、どうしてもそれに注意が向かってしまって無視できないことが多い。
27. 勉強・仕事の途中で急に予定外のことをしなければならなくなっても、終わった後は影響なくスムーズに元の仕事・勉強に戻れる。
28. 一つ一つは簡単なことでも、それらを2つ以上同時にやろうとすると急に難しくなるように感じるが多い。
29. いくつかの勉強・仕事のうち一つを先にやろうと決めた場合、やると決めた仕事だけに集中できる。
30. いくつかのことを同時にしようとするとき、失敗せずうまくいくことが多い。
31. 余計な音が聞こえてくるような場合でも、それにじゃまされることなく、仕事や勉強に集中できる。
32. 勉強・仕事に集中できなくなった時、努力しても集中力を取り戻せないことが多い。

1.4 失敗傾向質問紙の質問項目

- 1.手に持っていたものをなにげなくそこに置き、後になってどこに置いたか思い出せなくなる
- 2.早く決めるように急がされると、よく考えずに決めてしまい、後で後悔することが
- 3.その日の予定が空いているかどうか、確かめな
- 4.何か用事があってその部屋に行ったのに、何をするためだったのか思い出せないことが

- 5.責任の重い仕事をまかされると、緊張してふだんの力を出せないことが
- 6.残りのお金のことはよく考えないで、買い物をすることが
- 7.何かを思い出そうとしていて、のどまで出かかっているのに、どうしても出てこないことが
- 8.細かいことにこだわりすぎて、物事の全体的な局面を見すごしてしまうことが
- 9.何を買いにその店に来たか、とっさに思い出せないことが
- 10.ささいなことが気になって、かんじんなことを考えるのに集中できないことが
- 11.人の名前を思い出せないことが
- 12.早く決めるように急がされると、かえって迷って決められなくなってしまうことが
- 13.駅のホームに駆け上がり、行き先を確かめずにちょうど来た電車に乗ってしまうことが
- 14.物をなくしてしまうことが
- 15.決心するまでに、あれこれ迷ってしまうことが
- 16.買い物に行って、どれを買おうか迷ってしまい、結局いいかげんに決めてしまうことが
- 17.スーパーマーケットに行って、ほしい品物が目の前にあるのに、すぐに見つけれないことが
- 18.テストや面接の時にあがってしまい、落ちついていたらもっとうまくできたのに、と後悔することが
- 19.もう少し待てば増えるとわかっているのに、つい目先の利益を選んで損をすることが
- 20.何かを聞いていなければならぬ時に、ぼんやり他のことを空想してしまうことが
- 21.状況が変わっているのに、自分の態度や考え方を柔軟に変えられないことが
- 22.本や新聞を読みながらぼんやりしてしまい、内容を理解するために、もう一度読み直すようなことが
- 23.ある考えが頭に浮かぶと、それ以外の可能性に

- ついて考えられなくなってしまうことが
- 24.コンピュータやワープロが突然動かなくなり、原因を確かめる前にあわてて電源を切ってしまうことが
- 25.何か一つのことをしている時に、つい他のことがしたくなってしまうことが
- 26.水道の蛇口、ビンのふた、ドアなどをきちんと閉めずに次の動作に移ってしまうことが

1.5 (疲労の) 自覚症状しらべの内容

説明：いまのあなたの状態についてお聞きします。つぎのようなことについて、どの程度あてはまりますか。すべての項目について、1「まったくあてはまらない」～5「非常によくあてはまる」までの5段階のうち、あてはまる番号1つに○をつけてください。

- 1 頭がおもい
- 2 いらいらする
- 3 目がかわく
- 4 気分がわるい
- 5 おちつかない気分だ
- 6 頭がいたい
- 7 目がいたい
- 8 肩がこる
- 9 頭がぼんやりする
- 10 あくびがでる
- 11 手や指がいたい
- 12 めまいがする
- 13 ねむい
- 14 やる気がとぼしい
- 15 不安な感じがする
- 16 ものがぼやける
- 17 全身がだるい
- 18 ゆううつな気分だ
- 19 腕がだるい

- 20 考えがまとまりにくい
- 21 横になりたい
- 22 目がつかれる
- 23 腰がいたい
- 24 目がしょぼつく
- 25 足がだるい

1.6 日本語版 UMACL

説明：あなたの現在の気分や感情はいかがですか？ 当てはまる数字を○で囲んでください。

- 1. ゆったりしている
- 2. 生き生きしている
- 3. エネルギッシュである
- 4. リラックスしている
- 5. ピリピリしている
- 6. 頭がぼんやりしている
- 7. やる気がある
- 8. 冷静である
- 9. 緊張している
- 10. 活気がない
- 11. 気が進まない
- 12. 穏やかである
- 13. 落ち着いている
- 14. 頭の働きが鈍い
- 15. 不安である
- 16. 元気がある
- 17. 無気力である
- 18. 平静でない
- 19. 活動的である
- 20. びくびくしている

- 1. 座って読書している時
- 2. テレビを見ている時
- 3. 公の場所で座って何もしない時
- 4. 1時間続けて車に乗せてもらっている時
- 5. (状況が許せば) 午後横になって休息する時
- 6. 座って誰かと話している時
- 7. 昼食後、(お酒を飲まずに) 静かに座っている時
- 8. 車中で、交通渋滞で2～3分止まっている時

1.7 エプワース眠気尺度

以下のことを行っている時にどの程度眠気を感じるか、「決して眠くならない」、「まれに(時々)眠くなる」、「しばしば眠くなる」、「よく眠くなる」のいずれかで答えてください。

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）
総合研究報告書

5. 運転時の注意パフォーマンス変化と会話の影響

主任研究者 中村隆宏 独立行政法人労働安全衛生総合研究所 主任研究員
分担研究者 篠原一光 大阪大学大学院人間科学研究科 准教授
分担研究者 臼井伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科 教授

交通労働災害の防止に向けて様々な対策が講じられているが、情報通信機器・車載情報機器の発達と普及は、かつては困難であったリアルタイム遠隔管理を実現しようとしている。本研究では、こうした情報通信機器・車載情報機器の利用を想定し、遠隔管理において必要となる運転中の会話の影響に注目した。

模擬運転実験では、本来の運転操作課題に加え、注意パフォーマンスの変動を把握する目的で光点検出課題を課した。また、会話課題を加えることで、会話という行為が注意パフォーマンスに及ぼす影響、及び運転操作に及ぼす影響について検討した。

会話によって主観的眠気が大幅に解消するとともに、会話によって注意パフォーマンスが大幅に低下するといったネガティブな影響は明確に把握されなかったものの、会話中は一部の運転操作が不安定になる場合があることが確認された。

新たな安全衛生管理手法の構築、及び新たな機器・装置の導入に際しては、副作用ともいえるネガティブな側面にもきちんと目を向け、対策を講じる必要がある。

1. はじめに

業界内の厳しい競争に伴う業務の効率化・合理化とコスト削減の圧力に晒され続ける運輸・運送業界では、原油価格高騰に端を発した燃料費の急激な上昇という新たな圧力に苦しんでいる。渋滞緩和につながる道路環境整備や、休憩施設等の道路交通環境整備についても大幅な進捗は見られておらず、とりわけ都市部における慢性的な渋滞や駐車場の不足は、効率化・合理化の妨げとなっている。顧客へのサービス向上ならびに多様化するニーズへの対応の必要性も加わって、労働者の負担軽減が期待出来る要素はほとんど見当たらない。

業種・業態に関わらず安全性の確保・向上の重要性が認識されているとはいえ、運輸・運送業界が直面するこうした状況下においては、安全確保に取り組むこと自体が困難な状況に陥ることもあり得ない訳ではない。現在のような過酷な状況への対応が運転者をはじめとする労働者の長時間勤務や過重労働等につながり、さらにこうした

労働者の負担増が災害の発生につながる恐れは、近年発生した重大事故からも伺える。さらに、道路上で発生する交通災害の場合、一般の交通参加者をも巻き込んだ重大災害に発展しがちであることから、事故を未然に防止するための効果的な安全衛生管理手法の確立が急務である。

2. リアルタイム遠隔管理の実現可能性

生産業等における安全管理は原則として対象となる生産現場において行われ、管理者は対象となる現場において安全管理を行う。それに対し、自動車運転業務等の場合には道路上を移動することが前提となるため、管理者が常に労働状況を管理下に置くことは困難である。いうなれば、一旦事業所を出発したトラックが目的を果たして再び事業所に戻ってくるまでの間は、実質的には運転者の自己管理に任せざるを得ない状況となることは避けられない。運転中の速度超過や急な加減速、急ハンドル等の不安全行動、あるいは一連続運転時間の超過等があったとしても、管理者

は運転記録等から事後に把握するしかない。これは、効果的な安全管理を実現する上での大きな障害の一つであった。

一方で、近年の情報通信機器、車載情報機器の発達と普及は、移動中の車両であっても管理者がその動態を把握し管理することが出来る状況を実現しようとしている。

携帯電話の普及と電話網の整備が進み、通話による情報のやり取りの利便性は格段に向上している。GPS (Global Positioning System) の測位精度は高まり、車両の走行速度をほぼ正確に把握することが出来る。VICS (Vehicle Information and Communication System) から得られる道路交通情報を利用すれば、ルート上の渋滞や交通規制を予め把握することも可能である。これらを効果的に利用することによって、管理者からドライバーに対し、速度超過が発生した場合に減速を促す、あるいは規定の運転時間を超過する前に休憩をとるように指示する、といったことが可能になる。また、車両の現在位置と道路交通情報に基づいて渋滞を回避するためのルート変更を指示する、あるいは休憩場所となる駐車場の混雑状況を把握し効果的に休憩をとれるような情報を運転者に提供する、といったことも実現する。こうした情報通信機器や車載情報機器の発達と普及は今後さらに進展すると考えられ、トラック等による運転業務を対象としたリアルタイム遠隔安全管理の実現はますます現実味を帯びてきている。

3. 運転時の注意パフォーマンス変化と会話の影響

新たな安全管理手法の実現は、リアルタイムな双方向での情報のやり取りによって不測の事態においても柔軟な対応を可能にし、運転者への効果的な支援を実現するとともに、運転操作における「ムリ・ムダ・ムラ」を感知し改善を促すことで、災害発生を未然に防止する効果を発揮するものと期待される。

一方、こうした安全管理手法の導入については何ら問題がない、とは言い切れない側面もある。新たな情報通信機器や車載情報機器の導入は、これまでの運転タスクに加え、運転者に対して、新たな機器の操作に伴い発生する新たな認知的負荷を発生させる可能性がある。特に、従来から運転中の携帯電話使用について様々な議論がある

ように、ハンズフリー状態であっても、会話という行為が運転パフォーマンス及び安全性に及ぼす影響は看過できるものではない。こうしたことから、本研究においては、リアルタイム遠隔管理の実現を念頭に、運転操作中の会話の影響に着目した。

4. 実験

4.1 目的

認知的・生理的な負荷が高まる夜間の長距離運転を対象に、運転者の注意パフォーマンス変化を把握する。また、リアルタイム遠隔管理による安全管理手法が実現した場合を念頭に、車載情報機器等を利用して行われる運転操作中の会話が、注意パフォーマンス及び運転操作に及ぼす影響について検討する。

4.2 実験に使用したシミュレータ

実車を使用した公道上での実験は安全性および研究倫理の観点から解決困難な問題が多い。そのため、シミュレータを利用した模擬運転状況を構築し、実験を実施した。

本研究で使用するシミュレータのうち Type A (川崎重工業製) は、前方の大型スクリーンに、夜間の高速道路を走行するトラックの運転席からの録画映像を呈示するものである(写真1~3)。延べ約900分にわたる映像のうち、今回の実験では、比較的交通量が少ない片側2車線の高速道路において撮影した映像を使用した。Type A の場合、スクリーン呈示モードにおいては、速度計はアクセル操作を反映し変化する。ハンドルやブレーキ等の操作内容は呈示映像に反映されないが、電子的に記録される。

Type B (三菱プレジジョン製) では、コンピュータ・グラフィックスにより生成された映像が前方スクリーンに呈示される(写真4~5)。スクリーンは3面で構成され、広い視野角が確保されている。実験では、他の車両が存在しない片側2車線の夜間の高速道路モデルを用いた。運転操作内容は呈示映像に反映されるとともに、電子的に記録される。

異なる2台のシミュレータを用いることで、実験を効率的に実施するとともに、実験環境の違いによって測定結果にどのような差異が生じるかを検討することが可能となる。

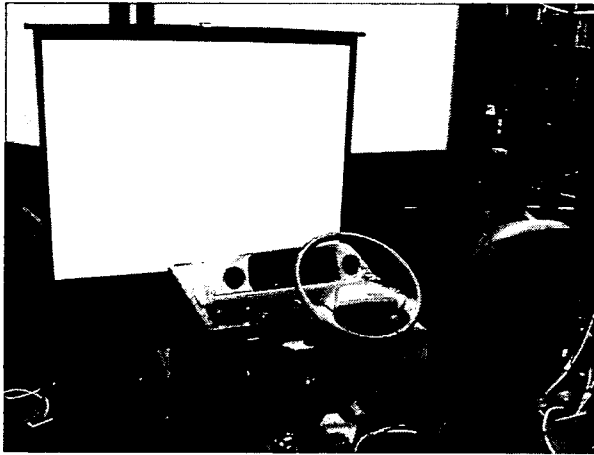


写真1 運転シミュレータ Type A

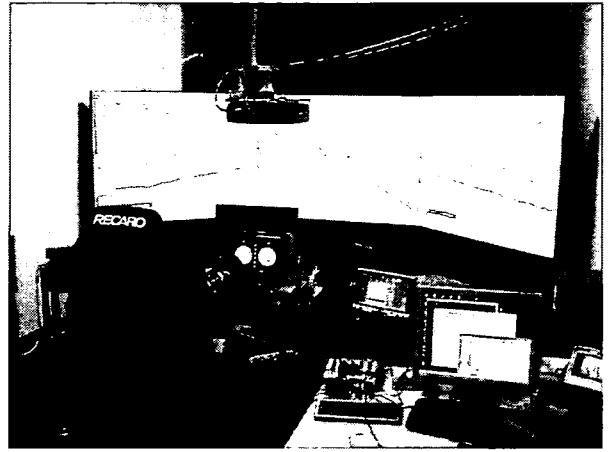


写真4 運転シミュレータ Type B



写真2 呈示映像の例 : Type A

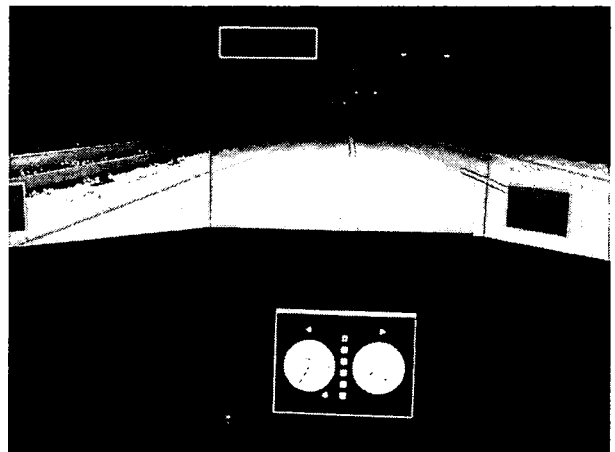


写真5 呈示映像の例 : Type B



写真3 呈示映像の例 : Type A

4.3 実験課題及び条件

実験では、被験者はおよそ一時間にわたる模擬運転を行った。運転時には速度 80km/h を維持し、呈示される映像の道路状況・交通状況に応じて必要な操作（イグニッション、ステアリング、ウイナガー、ブレーキ等）を行うよう求められた。実

際の運転場面では、一時間程度の連続運転が長時間運転と見なされることは少ない。しかし、予備実験の結果からは、シミュレーション状況においては運転開始から 20 分程度で眠気を感じ始め、一時間程度の連続運転ではマイクロスリープ現象が出現する場合もあることが確認されており、今回の実験においては連続運転時間を一時間に設定した。

副次課題として、被験者は「光点検出課題」を行った。実際の運転場面において運転者は、先行車の急制動や割り込み、飛び出しなど、発見し次第、早急に反応を求められる事態に対応しなければならない。光点検出課題は運転時のこういった事態を模擬したものであり、運転席前方に設置されたパネルに取り付けられた赤色 LED の点灯に気付いたら、ステアリングホイールに取り付けられた反応スイッチを用いて出来るだけ早く反応する、という内容である。運転席前方の LED パネルを写真6及び7に示す。

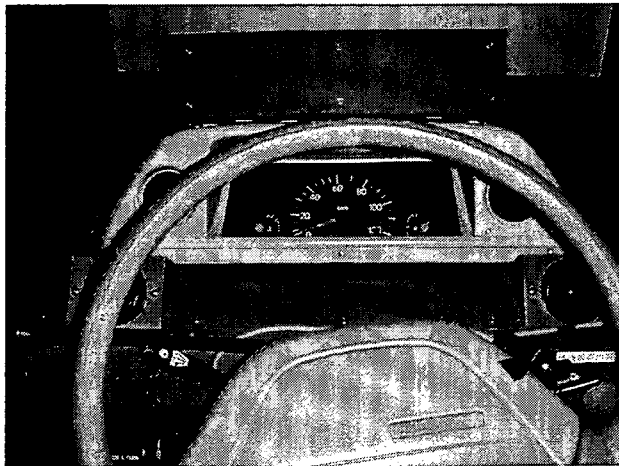


写真6 運転席前方のLEDパネル：Type A

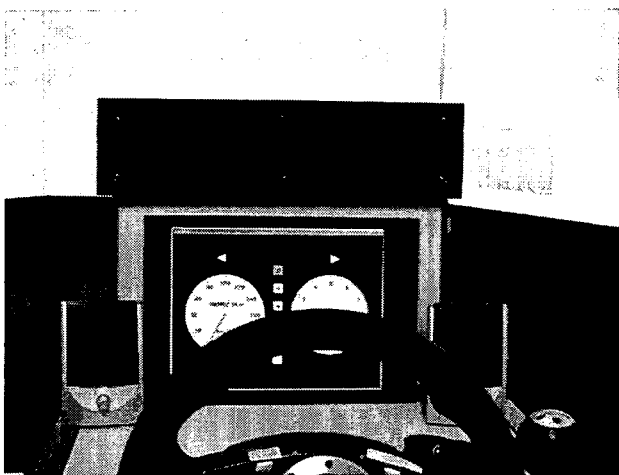


写真7 運転席前方のLEDパネル：Type B

パネル上の6つのLEDは、ランダムにいずれか1つのみが点灯した。LEDの点灯間隔は5秒から40秒の間でランダムに設定した。1回のLED点灯時間は最長で5秒間であり、LED点灯中に反応があった場合にはLED点灯開始から反応までの時間を反応時間として測定した。5秒以内に反応がなかった場合には「見逃し」と判断した。

さらに、情報通信機器を使用した運転中の会話を模擬した「会話課題」を設けた。これは、ペアを組んだ特定の相手と模擬運転中に会話を行うものである。会話の内容については特に制限はなく、政治、経済、スポーツ、芸能、趣味など、多岐にわたった。会話の開始及び終了は、実験者から指示に従って行われた。会話にはヘッドホンとマイクを使用し、情報通信機器のハンズフリー状態での会話を模擬した。被験者に対しては、予め、話題が尽きて会話が途切れた場合には実験者が介入し、会話を継続する可能性があることが伝えられた。

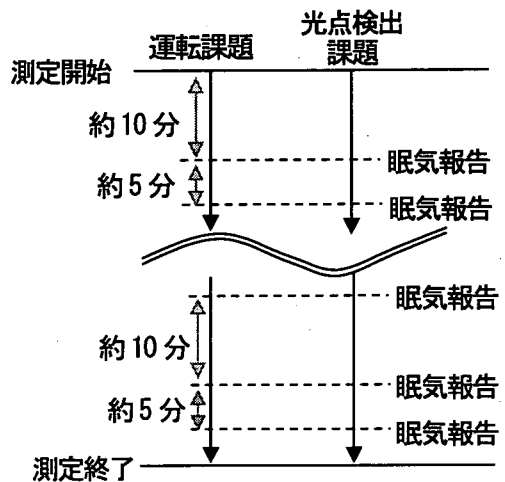


図1 実験手続きの流れ：統制条件

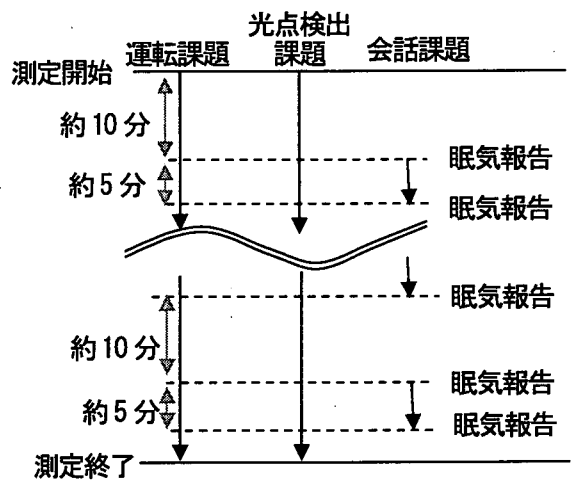


図2 実験手続きの流れ：実験条件

実験は、統制条件を実験条件から構成された。統制条件においては、通常の運転操作に加え、光点検出課題が課された。すなわち、80km/hを維持して必要な運転操作を行いつつ、光点の出現を検知し素早く反応することが求められた。実験条件においては、通常の運転操作と光点検出課題の他、会話課題が課された。なわち、80km/hを維持して必要な運転操作を行いつつ、光点の出現を検知し素早く反応するとともに、実験者からの指示に従い会話を行う、という内容であった。会話については概ね10分毎に、約5分間行われた。

なお、模擬運転中に、被験者には主観的な眠気がどの程度であるかについて、口頭での報告を求めた。被験者は3段階（眠くない/やや眠い/とても眠い）で回答した。実験条件では会話の前後

で眠気の報告を求めた。統制条件では、実験条件とほぼ同じタイミングとなるように、10分ないし5分毎に眠気の報告を求めた。

統制条件における実験手続きの流れを図1に、同じく実験条件の手続きの流れを図2に示す。

4.4 被験者

運転シミュレータ Type A を使用した実験には18名の被験者が参加したが、記録されたデータからうち2名が運転操作を全く行っていないことが明らかとなったため分析から除外し、残り16名を分析対象とした。被験者はいずれも運転経験を有する20歳代～40歳代の男女であった（男性7名・女性9名、平均年齢36.8歳）。

運転シミュレータ Type B を使用した実験には、被験者20名が参加した。被験者はいずれも運転経験を有する20歳代～40歳代の男女であった（男性10名・女性10名、平均年齢28.8歳）。

4.5 手続き

被験者は2人一組で実験に参加した。実験者から実験の目的と内容を説明し、被験者が実験に参加する意思があることを確認した。シミュレータ操作方法及びヘッドフォン・マイク等の機器の操作方法について実験者から説明したのち、被験者は必要に応じてシミュレータの操作練習を行った。

実験実施順序の影響を考慮し、被験者の半数は先に統制条件を、残り半数は先に実験条件を行った。統制条件の場合、1名の被験者が実験に参加している最中は、もう1名の被験者は待機した。実験条件の場合、1名の被験者が実験に参加している最中、もう1名の被験者は実験室内の運転席から離れた位置に設置された机で待機し、実験者の指示に従い会話課題に参加した。

5. 結果及び考察

本研究における実験は、前述の通り、シミュレータ Type A と Type B を使用して実施した。実験に関する諸条件については可能な限り統一を図っているが、全く同一ではない。細かな実験環境の差異が結果に及ぼす影響について把握する意味でも、以下では Type A において実施した実験を「実験1」として、Type B において実施した実験を「実験2」として、それぞれについて得られ

た結果を以下に示す。

5.1 主観的眠気の変化：実験1

実験条件においては、会話の前後に被験者に主観的な眠気の報告を求めた。統制条件では、実験条件とほぼ同じタイミングとなるように、10分ないし5分毎に報告を求めた。被験者は3段階（眠くない／やや眠い／とても眠い）で回答した。また、欠伸・首を回す・伸びをするといった被験者の行動から、実験者が眠気の程度を同様に3段階で判断した。

被験者全員が「とても眠い」と回答した場合を100%とし、同じく被験者全員が「眠くない」と回答した場合を0%に換算して、「眠気スコア」を算出した。図3に統制条件における眠気スコアの変化を示す。同様に、図4に実験条件における眠気スコアの変化を示す。

統制条件・実験条件とも、被験者の主観的な報告と実験者による判断の間には大きな違いが見られていない。

会話を行わない統制条件では、時間経過に伴い眠気スコアが次第に上昇し、実験開始から45分経過時点では、眠気スコアが75%となった。

実験条件では、会話を行った直後では眠気がほぼ解消されていた。また、会話前に眠気スコアは上昇するが、統制条件ほど高い値を示してはいない。

こうしたことから、会話は眠気の程度を一時的に大幅に引き下げるとともに、一連続運転中に度々会話を行うことで眠気が極端に高まらないようにする効果があることが伺える。

5.2 主観的眠気の変化：実験2

実験1の場合と同様に、実験2統制条件における眠気スコアの変化を図5に、実験条件における眠気スコアの変化を図6に示す。

実験2でも実験1と同様に、会話を行わない統制条件では眠気が次第に上昇したが、実験条件では会話を行うことによって眠気はより低く評価された。このことから、会話を短時間でも行うことにより、眠気は相当解消されることがわかる。

5.3 反応時間の変化：実験1

模擬運転に並行して行われた光点検出課題の反応時間について、実験開始から5分毎にフェー

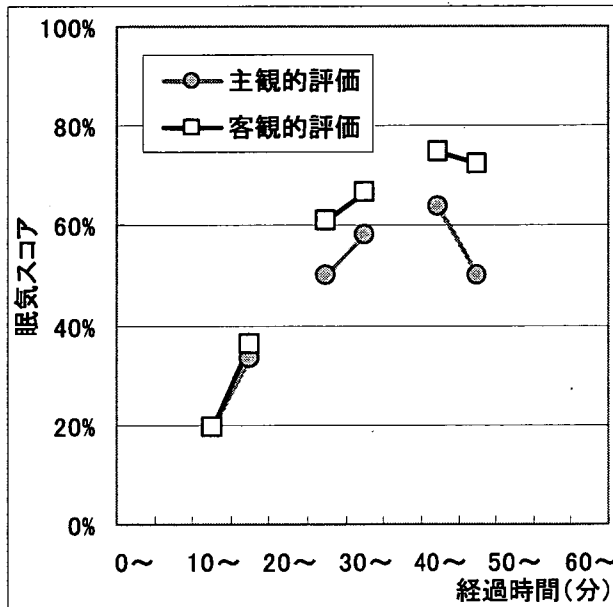


図3 眠気スコアの変化：実験1ー統制条件

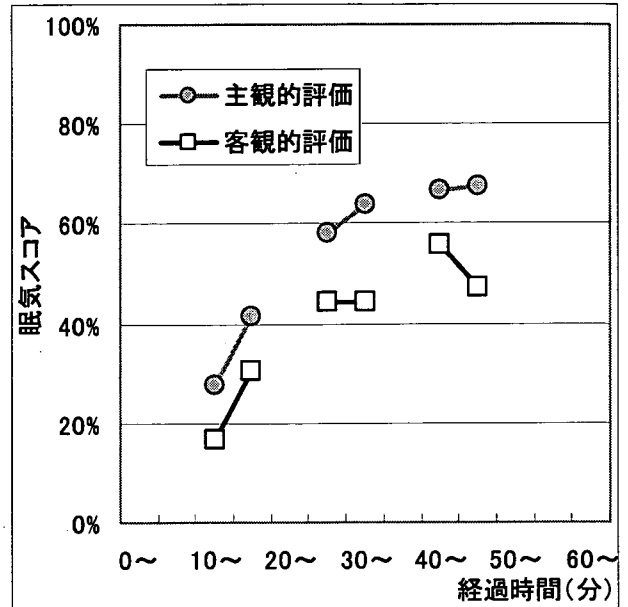


図5 眠気スコアの変化：実験2ー統制条件

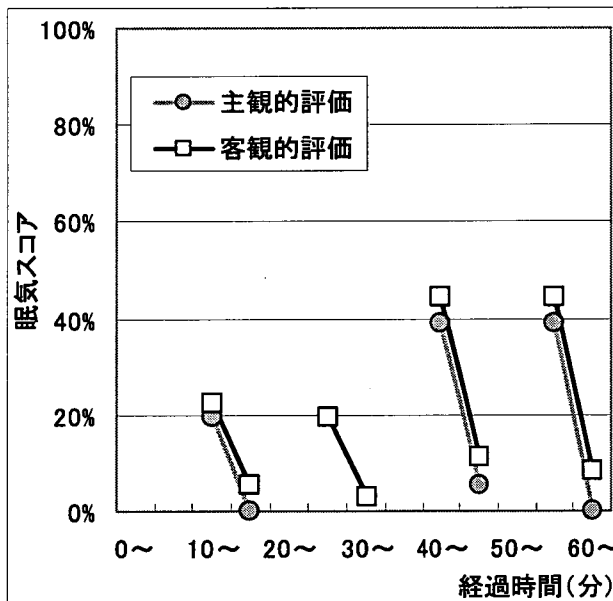


図4 眠気スコアの変化：実験1ー実験条件

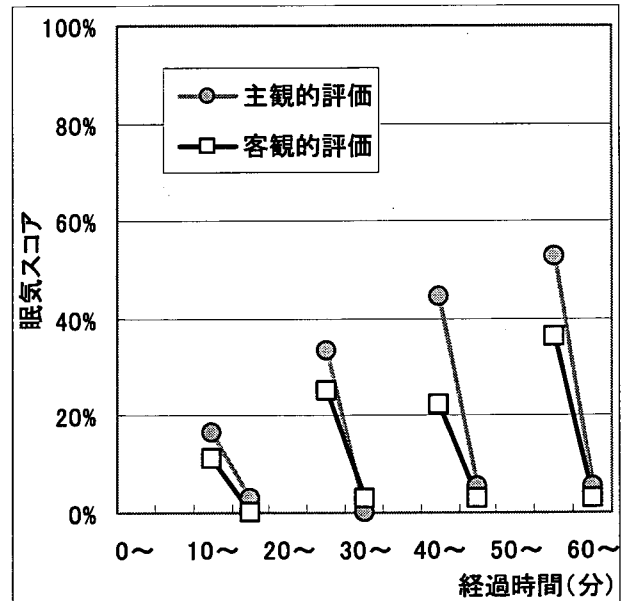


図6 眠気スコアの変化：実験2ー実験条件

ズを分け、平均値を求めた（統制条件ではフェーズ1～10まで、実験条件ではフェーズ1～12まで）。時間経過に伴う反応時間の変化を図7に示す。フェーズ1～10について、フェーズと実験条件を要因とする2要因分散分析を行った。その結果、フェーズと実験条件の主効果には有意傾向が見られた ($F(1,14)=4.358, p<.056$)。フェーズの交互作用は有意であった ($F(9,126)=2.827, p<.005$)。

いずれの条件においても、実験開始直後のフェーズ1において反応時間が最も長いのが、これは、実験課題に十分に習熟出来ていなかったためと考えられる。

フェーズ2以降に注目すれば、統制条件と比べ、実験条件では総じて反応時間が短い。さらに、時間経過に伴い統制条件では反応時間が長くなっていくのに対し、実験条件では反応時間の増加は見られない。

こうした結果は、度々会話を行うことによって覚醒水準が適度に保たれ、反応時間の漸増を抑制していることを示唆する。

5.4 反応時間の変化：実験2

実験2における光点検出課題の反応時間について、時間経過に伴う変化を図8に示す。

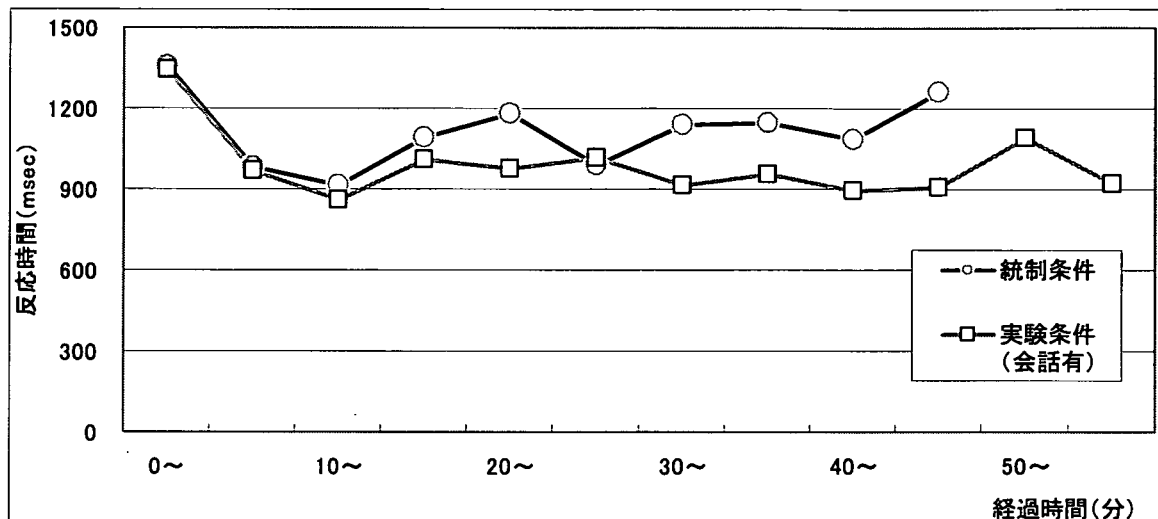


図7 反応時間の変化：実験1

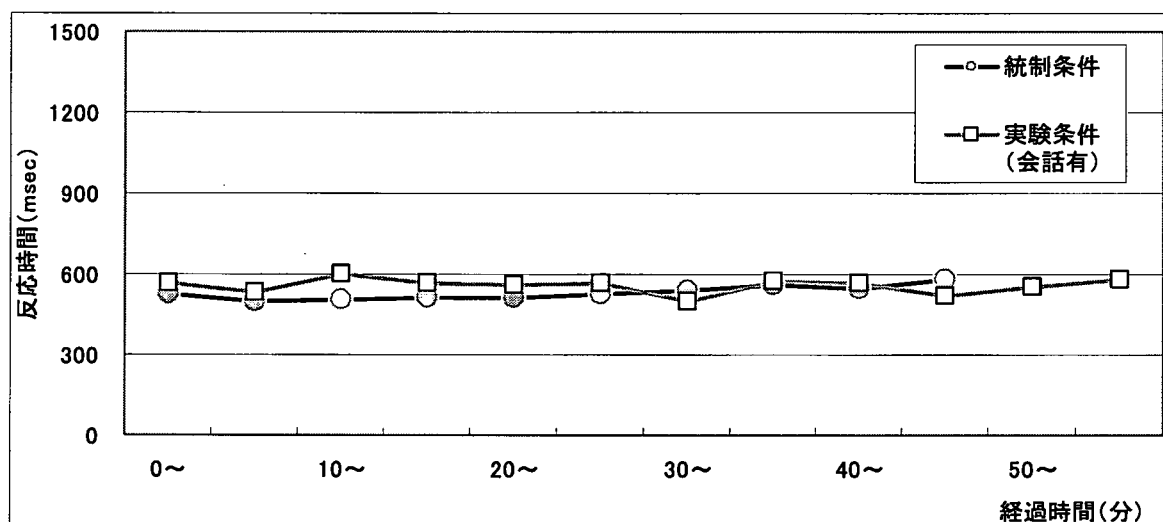


図8 反応時間の変化：実験2

統制条件と実験条件のフェーズ1~10について、フェーズと実験条件を要因とする2要因分散分析を行った。その結果、フェーズと実験条件の主効果はいずれも有意とならなかった。交互作用は有意となった($F(9,126)=2.001, p<.045$)。

実験1に比べ、実験2では反応時間が短く、かつ実験条件の効果もフェーズの効果も明確でないことは、光点を設置したパネルの取り付け位置の影響であるかもしれない。Type Bでは、パネルは前方の運転場面の下部と重なるような位置にあり、Type Aに比べると実験参加者の通常の運転時の視点により近くに位置している。このため、眠気が増大した場合であってもなお検出しやすかったのかもしれない。

5.5 見逃し率の変化：実験1

模擬運転に並行して行われた光点検出課題の反応時間について、実験開始から5分毎にフェーズを分け、平均値を求めた(統制条件ではフェーズ1~10まで、実験条件ではフェーズ1~12まで)。時間経過に伴う見逃し率の変化を図9に示す。

見逃し率を角変換して正規化し、実験条件(統制・実験)×フェーズ(1~10)の2要因分散分析を行った結果、フェーズの主効果のみ有意であった($F(1,14)=17.399, p<.001$)。多重比較では、フェーズ1での見逃し率が高いといった点のみが有意であった。

フェーズ1において検出パフォーマンスが低い点に関しては、反応時間と同様、実験課題に十分に習熟出来ていなかったためと考えられる。

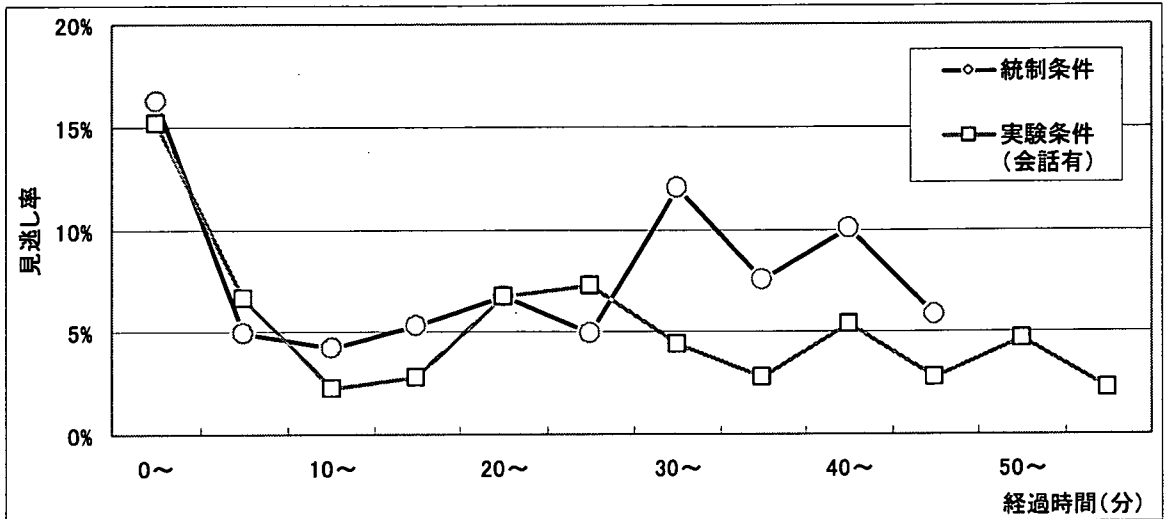


図9 見逃し率の変化：実験1

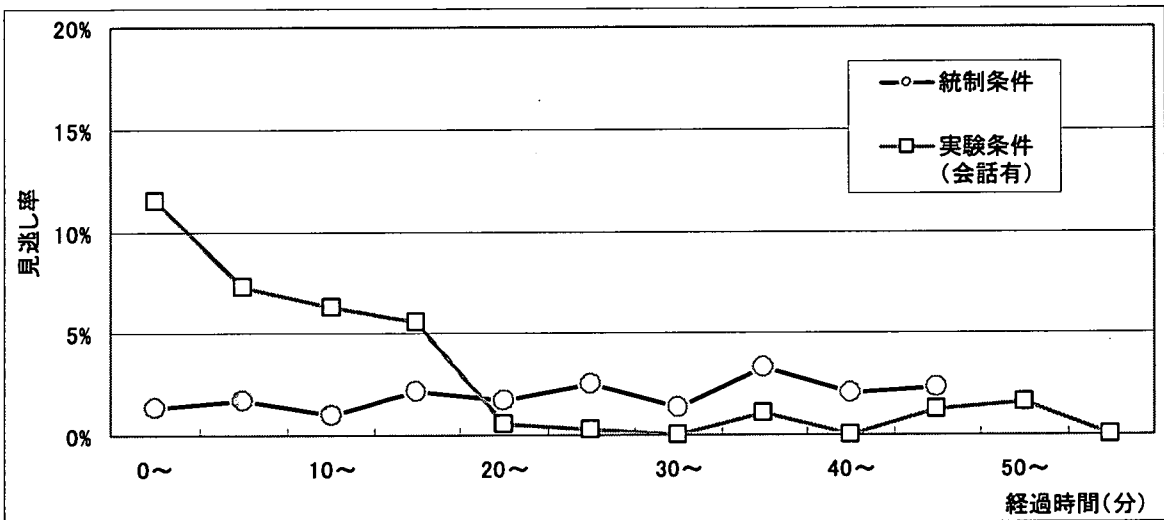


図10 見逃し率の変化：実験2

一方、実験条件間に差が見られず、時間経過の効果も明確ではなかった。反応時間に関しては「会話によるポジティブな効果」が観察されたが、会話によって見逃し率が減少あるいは増加するといった事象は確認出来なかった。

5.6 見逃し率の変化：実験2

実験2における光点検出課題の見逃し率について、時間経過に伴う変化を図10に示す。

実験1のデータと同様の処理を行ったうえで分散分析を行ったところ、フェーズの主効果が有意であった($F(9,153)=2.135, p<.030$)。また、交互作用も有意であった($F(9,153)=2.814, p<.005$)。単純主効果の検討を行ったところ、フェーズ1では統制

条件と実験条件の間で有意な差が見られた($F(1,17)=7.052, p<.017$)。すなわち、フェーズ1では実験条件のほうがより多くの見逃しが生じていた。一方、フェーズ2以降では、実験条件間の差は見られなかった。このことから、実験条件では「会話を行う」という実験上意図的に設定された状況に対する慣れが影響を及ぼしたと考えられる。なお、実験条件でも、フェーズ1では会話は行われていない。よって、この差は会話を行うことそのものによって引き起こされた差であるとは考えられない。

5.7 運転操作に及ぼす会話の影響：実験1

実験1においては、ハンドル操作等は電子的に記録されるものの、呈示映像には反映されず、操

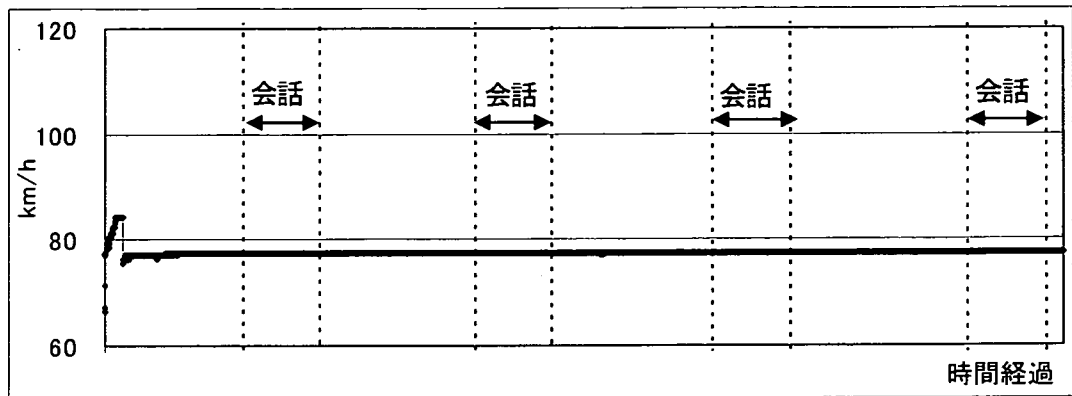


図11 アクセル操作の変化：実験1-実験条件
一定速度を維持した例：被験者K

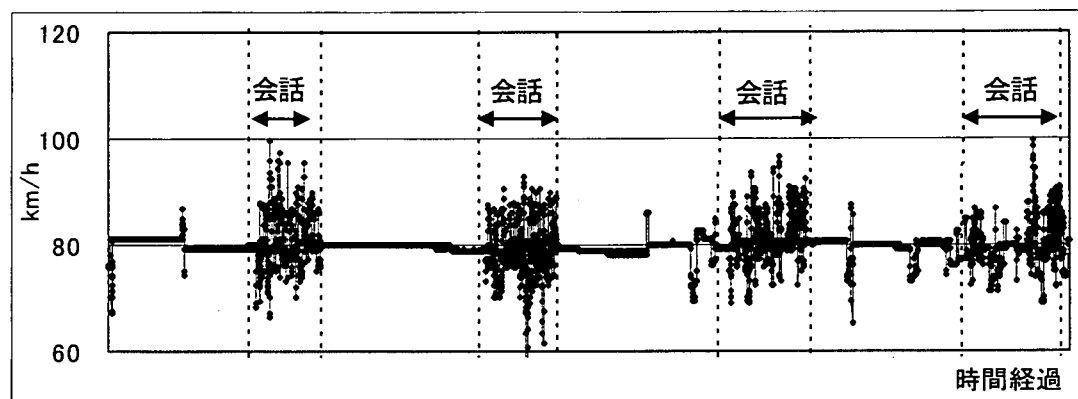


図12 アクセル操作の変化：実験1-実験条件
会話フェーズにおける頻繁な速度調整の例：被験者M

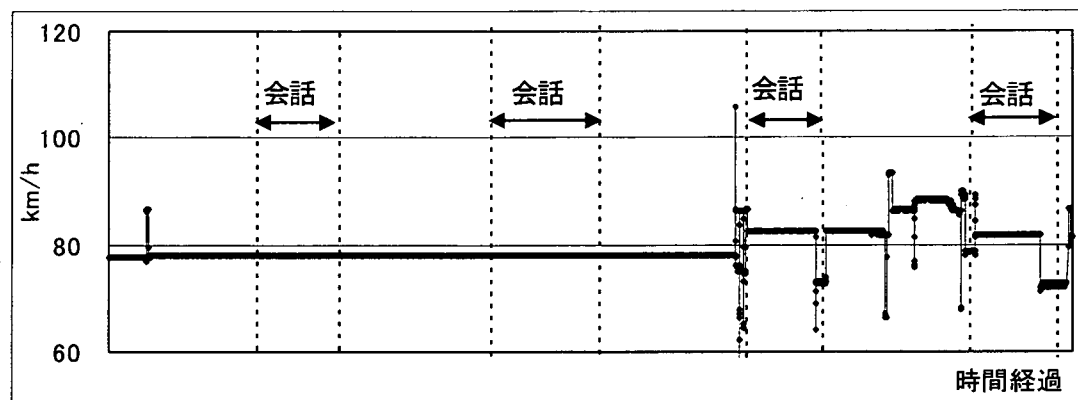


図13 アクセル操作の変化：実験1-実験条件
時間経過に伴い増加する速度調整の例：被験者A

作内容に対する被験者へのフィードバックは与えられない。すなわち、どのような操作を行おうとも、車線を逸脱したりガードレールに衝突したりといった明確な結果がフィードバックされないため、被験者の操作内容にほとんど変化は見られなかった。一方で、アクセル操作の内容については運転席前方に設置された速度計に反映され、被験者は80km/hの速度を維持するように教示さ

れている。こうしたことから、時間経過及び会話課題が運転操作に及ぼす影響に関して、実験条件におけるアクセル操作の変化に注目した。

模擬運転開始直後はアクセル操作の加減を把握出来ないことが多いため、運転開始からおよそ80秒以前を対象から除外し、80秒以降から運転終了時までを検討対象とした。図11~13は、縦軸におよそ1/3秒毎に電子的に記録されたアク

セル操作内容を時速 (km/h) に換算した値を、横軸に時間経過を示したものである。

16名の被験者のうち6名は、時間経過や会話の有無に関わらず、ほぼ一定の速度を維持していた(図11参照)。一方、5名については、会話フェーズ中に速度調整の頻度・幅とも大きくなる傾向が見られた(図12参照)。さらに、3名については、会話フェーズに関係なくむしろ時間経過に伴い調整の幅、頻度とも大きくなる操作を行っていた(図13参照)。

こうした違いについては定量的に把握出来ないものの、一定の連続運転あるいは運転中の会話の影響が速度調整等の微妙な操作に及ぼす影響に関しては、個人差が大きいことを伺わせる。

5.8 運転操作に及ぼす会話の影響：実験2

Type B のドライビングシミュレータでは車を自由に運転できたため、統制条件ではいわゆる「居眠り運転」の状態になって車が走行車線から逸脱し、路肩に接触させてしまうといったことが観察された。一方、会話においては覚醒が高く維持されたために、走行車線からの逸脱は見られなかった。

また、会話により運転に対して妨害的な影響が生じることが携帯電話と運転の研究などで指摘される。光点検出課題の成績でも、会話を行っているフェーズで光点検出反応時間が長くなる、あるいは見落としが多くなるという結果は見られなかった。運転そのものに対する影響について検

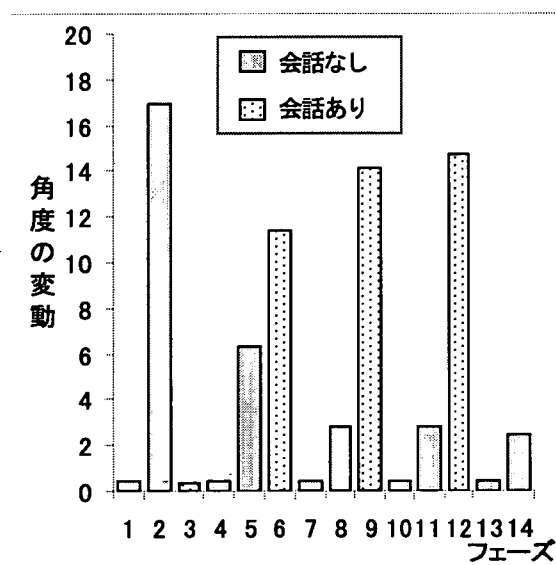


図14 センターラインに対する車体角度の変動
実験2-実験条件

討したが、会話を行うことによる運転の変化はほとんど見られなかった。ただし、センターラインに対する車体の向きの変動について検討したところ(図14)、会話を行っているフェーズではセンターラインと車体の向きのなす角度の変動が有意に大きくなるという結果が得られた ($F(13,169)=24.017, p<.001$)。これは車の走行が不安定になったことを意味していると考えられるため、会話による妨害的影響が見られたといえる。

6. 論議

本研究においては、情報通信機器・車載情報機器の利用を想定し、リアルタイム安全衛生管理を実現する上での「情報のやり取り」=「会話」の影響に着目した。

本研究において実施した模擬運転実験においては、時間経過に伴い漸次的に主観的眠気が増大するものの、会話を行うことによって一時的に主観的眠気は解消され、観察者(実験者)による客観的な判断も主観的評価にほぼ一致していることが確認された。また、会話という行為に、一連続運転中の時間経過に伴う眠気の高まりも抑制する効果があることを伺わせる結果となった。深夜の長距離に及ぶ連続運転では外的な刺激に乏しく、覚醒水準は下がりがちになることは当然であるが、他者との会話という行為が適切に作用すれば、眠気を解消する、あるいは眠気の高まりを抑制する働きがあると考えられる。

こうした会話による影響は、副次課題である光点検出課題の反応時間・見逃し率からは、必ずしも明確ではなかった。反応時間に関しては、実験1においては会話のポジティブな影響がややみられたものの、実験2においてはその違いは明確ではなかった。反応時間について実験2の方が短い傾向が示されているが、これは実験環境に起因すると考えられる。一方、現実の運転場面において確実に検知し早急に対応を取らなければならない対象の出現はランダムであり、かつ空間的な出現位置も多岐に渡ることを考え合わせれば、空間的注意を広範囲に配分しなければならない状況下においては、会話による影響がより顕著に現れる可能性もある。

また、運転操作内容に関して、実験1においてはアクセル操作に、実験2においてはハンドル操

作（センターラインに対する車体の向きの変動）に注目した。光点検出反応課題のパフォーマンス変動からは会話による明確な影響が見られなかったのに対し、会話中には、アクセル操作（速度調整）や不安定な走行の頻度・程度の増加といった現象が起きていた。すなわち、運転パフォーマンスの変動を把握する目的で設定された副次課題については会話による影響が明確に現れなかったものの、主課題である運転操作に関しては、細部ではあるが、会話による影響を受けた部分があることを意味する。会話による運転操作への影響が事故や災害の発生に直接つながるとは限らないものの、その時々周囲の状況いかんでは深刻な事態に発展する恐れも否定できず、更なる安全化の観点から、早急かつ慎重な対応が必要といえる。

会話という行為によって眠気の程度が解消されるといったポジティブな効果が観察された一方で、反応時間や見逃し率に大きな違いが見られなかったことから、会話によって『眠気が覚めた』といった自覚があっても、認知的なパフォーマンスは改善されていないことを示している。主観的な眠気や疲労感を別な認知的努力によって補償している可能性も否定できないが、少なくとも主観的な評価にのみ依拠した安全衛生管理体制の構築には多くの問題が在ることを重視しなければならない。

7. おわりに

労働災害防止計画（第11次）では、交通労働災害の防止対策として「ガイドラインの徹底等」「関係行政機関との連携」とならび、「リアルタイム遠隔安全衛生管理手法の開発・普及」が掲げられた。近年の情報通信機器・車載情報機器の発達と普及によって、このような新たな安全衛生管理手法の構築は現実のものとなりつつある。

産業構造そのものが大きな変革を受け入れざるを得ない時代において、安全管理体制や手法も変化に対応し、より充実した内容を目指さなければならない。個々の産業現場における安全管理体制が旧態依然としたままでは、十分な対応を実現することは不可能であり、IT技術等を活用した新たな安全衛生管理体制の構築に積極的に取組む

必要がある。

IT技術の更なる進展と労働現場への導入・普及による交通労働災害の防止効果には、大いに期待したい。一方で、情報機器の利用を想定した本研究の実験結果からは、ポジティブな効果ばかりが得られたわけではない。新たな技術の導入、新たな管理体制の構築の推進を図るとともに、新たな取組みの副作用ともいえるネガティブな部分にもきちんと目を向け、人間としての本質に逆らわない対応を講じる必要があるだろう。