

厚生労働科学研究費補助金
労働安全衛生総合研究事業

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

平成 18 年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 中村 隆宏

平成 19 (2007) 年 4 月

目 次

I. 総括研究報告	
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	— 1
中村隆宏	
II. 分担研究報告	
1. 運転パフォーマンス測定のための実験装置の機能拡張	----- 5
中村隆宏	
篠原一光	
臼井伸之介	
2. 運転パフォーマンス測定のためのドライビングシミュレータの開発	
—実験環境の構成と試行—	----- 7
篠原一光	
中村隆宏	
臼井伸之介	
3. 運輸労働者における仕事と生活、健康と安全についての追跡調査	--- 19
毛利一平	
小川康恭	
平田 衛	
佐々木毅	
《資料》	
・追跡調査1 継続参加の手引き (200702) : ハイヤー・タクシー運転手の労働と生活、健康についての追跡調査	
・ハイヤー・タクシー運転手の労働と生活、健康についての追跡調査 第2回 (2007年2月) 調査票 その1	
・タクシー運転手の労働と生活、健康についての追跡調査 2007年 (2年目) 第1回 調査票 その2 あなたの健康について	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	----- 79
IV. 研究成果の刊行物・別刷	----- 81

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

平成18年度 研究組織

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 助教授

臼井伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科 教授

小川 康恭 独立行政法人労働安全衛生総合研究所 企画調整部長

平田 衛 独立行政法人労働安全衛生総合研究所 作業条件適応研究グループ長

毛利 一平 独立行政法人労働安全衛生総合研究所 主任研究員

研究協力者

佐々木 毅 独立行政法人労働安全衛生総合研究所 研究員

中井 宏 大阪大学大学院人間科学研究科 大学院生

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）

I. 総括研究報告書

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

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

運輸・運送業において発生する交通事故からは、業界内の競争激化がドライバーの労働環境悪化につながっており、特に中小・零細企業ほど深刻な事態に陥っている状況が伺える。こうした状況は、運輸・物流業に従事する労働者の安全と健康に悪影響を及ぼすだけでなく、労働者以外の一般交通参加者をも巻き込んだ重大な災害へと発展しがちである。

本研究においては、交通労働災害防止のための安全衛生管理手法の高度化を目的として、労働環境及び態様が生体に及ぼしている影響を把握するため、ハイヤー・タクシー運転手約 500 人からなるコホートを構築し、追跡調査を行っている。また、深夜勤務や過重労働状態における自動車運転時の安全性に影響を及ぼす運転パフォーマンスの測定を行うため、ドライビング・シミュレータの機能拡張を実施した。さらに、長時間運転をする場合に、運転者の行動や心理的状态がどのように変化するかについて、少人数の実験参加者により試行的実験を行った。

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・助教授

臼井伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科・教授

小川 康恭 独立行政法人労働安全衛生総合研究所・研究企画調整部長

平田 衛 独立行政法人労働安全衛生総合研究所・作業条件適応研究グループ長

毛利 一平 独立行政法人労働安全衛生総合研究所・主任研究員

研究協力者

佐々木 毅 独立行政法人労働安全衛生総合研究所・研究員

中井 宏 大阪大学大学院人間科学研究科・大学院生

1. 研究の背景

平成 19 年 2 月、スキーツアー中の大型バスがコンクリート製橋脚に衝突し、1 名が死亡、26 人が重軽傷を負った。報道記事等によれば、直接の事故原因は運転者の居眠り運転だが、その背景には連夜の過重労働の影響があった、と指摘されている。

規制緩和の影響で貸し切りバス事業が免許制から許可制に移行した後、事業者数はおよそ 1.6 倍に増加している。しかし、その約 7 割は小規模事業者である。事業者増加により競争は激化し、運賃はピーク時の半額に下落しているケースもある。

規制緩和に端を発した業界内の競争激化がドライバーの労働環境悪化につながっており、特に中小・零細企業ほど深刻な事態に陥っている状況が伺えるが、これは貸し切りバス事業に限ったことではなく、国内の運輸・物流業界全体に共通した状況である。

こうした状況を極めて深刻にするもう一つの理由は、運輸・物流業に従事する労働者

の安全と健康に及ぼす悪影響のみならず、労働者以外の一般交通参加者をも巻き込んだ重大な災害へと発展しがちなことである。

かつての大量消費時代を経て、近年の運輸・運送業界においては、「少量の物資であっても産地から消費地へ如何に迅速に運送するか」「個々の消費者のニーズにあわせ如何に細かなサービスが提供出来るか」といった側面が重視されている。物流手段としての自動車への依存度は今後ますます高まることが予想されるが、その一方では、景気変動の影響からより低コストで充実したサービスが求められるとともに、巨大資本による市場参入への対応に迫られるなど、業界内での競争はますます激化する傾向にある。自動車運転者を始め、運輸・運送産業に従事する労働者を取り巻く労働環境・労働条件はこうした社会的変化の影響を受け今後ともさらに複雑化すると考えられ、競争の激化は現場労働者の労働条件をより過酷なものとする要因になりかねない。

また、とりわけ都市部における慢性的な渋滞や駐車スペースの不足、複雑化する道路網などの諸問題は、自動車運転に従事する労働者にとって大きな負担となり、従来の安全衛生管理手法の枠組みに限定した対応では、交通労働災害防止のための万全な対策を講じることが困難な状況になりつつある。

こうした状況がより深刻化することによって、長時間労働・過重労働につながり、一般の交通参加者をも巻き込んだ重大な災害が多発することが懸念されることから、運輸・運送業界における情勢の変化への対応を見据えた、交通労働災害防止のための安全衛生管理手法の高度化が急務である。

2. 本研究の構成、及び目的

本研究は、以下に述べる4つの研究項目から構成される。

(1) 高負荷労働状況に関する実態把握

運輸・運送業関係団体との連携による自動車運転者及び管理者、有識者等を対象とした面接調査及び質問紙調査を通じ、競争が激化する運輸・運送業界において現場が直面する

様々な問題点、長時間労働・過重労働の実態、労働環境・勤務状況と事故発生との関係等を分析・把握・整理する。

(2) 労働環境及び態様が生体に及ぼしている影響の把握

運輸・運送業に従事する労働者を対象に、その健康状態・生体負荷を測定し、日常的な労働環境、並びに様態の影響について検討する。

(3) シミュレータ実験による運転パフォーマンス測定

シミュレーション実験を通じ、長時間労働や過重労働等に起因し交通労働災害の原因となる運転パフォーマンス低下の発生条件、頻度、程度等を測定し、心理的・生理的指標に基づき分析・把握する。これにより、高負荷状況下における交通労働災害発生要因を検討する。併せて、休憩や仮眠の効果、交通渋滞等の交通状況による影響等について検討する。

(4) 安全衛生管理に関する改善点の検討

上記(1)～(3)の調査結果・実験結果に基づき、これからの安全衛生管理に関して改善を図るべき項目について評価・検討を行う。

本研究では、これらの研究を通じて、自動車運転者に対する指導・教育を含め、運輸・運送業界における情勢の変化への対応を可能とする安全衛生管理手法の高度化について検討し、これからの交通労働災害防止対策立案のための知見を提供することを目的とする。

3. 研究方法

研究計画二年目に当たる平成18年度においては、主に前述の研究項目(2)及び(3)に関して、ハイヤー・タクシー運転者を対象とした調査の継続的実施、長時間運転時の運転パフォーマンス変動測定の準備作業等を実施した。

倫理面への配慮

本研究では人間を対象として実験・調査を実施しているが、これら研究活動を通じて知り得た個人情報・企業情報に関しては、如何

なる種類の情報であっても匿名性を維持し、研究データとして使用する以外の目的には用いないこととした。今後実施予定である実験においては、疲労状態あるいは長時間労働中のエラー発生過程について測定を行う際の被験者の肉体的・精神的負担について、健康上の問題が発生しない範囲内の条件設定とするとともに、実験実施後に残る心的トラウマの可能性にも配慮することとした。また、被験者に対しては実験中の肉体的・精神的負担についてインフォームドコンセントを徹底することとした。

4. 結果概要

(1) 労働環境及び態様が生体に及ぼしている影響の把握

ハイヤー・タクシー運転手約 500 人からなるコホートを構築し、追跡調査を行っている。本報告では 2006 年 2 月に実施したベースライン調査結果と、2007 年 2 月に実施した第一回の追跡調査結果を比較検討した。労働のあり方、生活習慣、健康状況に関する指標に大きな変化は認められなかったが、新たに加えたヒヤリ・ハット経験や、労働強度指標の過去一年間における変化等のデータからは、交通事故対策やハイヤー・タクシー運転手の健康関連 QOL の向上に寄与できる可能性のある知見を得ることができた。

(2) シミュレータ実験による運転パフォーマンス測定

深夜勤務や過重労働状態における自動車運転時の安全性に影響を及ぼす運転パフォーマンスの測定実験実施のために、ドライビング・シミュレータの機能拡張を行った。本研究において実施を予定する実験内容及び条件等を考慮し、既存のシミュレータを用いた測定を行った場合にデータに影響を及ぼし得る問題点や課題に関する検討を行った。その結果を踏まえ、スクリーン呈示の際に運転状況データを測定・記録する機能 (Type A)、及び道路モデルをループ状につなぎ長時間の測定を可能にする高速道路モデル (Type B) を追加した。

また、研究開発用ドライビング・シミュレ

ータ (Type B) 用の高速道路モデルを用いて長時間運転をする場合に、運転者の行動や心理的状态がどのように変化するかについて、少人数の実験参加者により試行的実験を行った。パーソナリティや行動特性に関する質問紙への回答を求めた後、他の車が出現しない夜間の高速道路を走行するという単調な 30 分間の運転を 3 回行った。運転の前後では疲労感や覚醒に関する検査を実施した。その結果、本研究で設置した実験環境で単調な長時間運転に伴う状態や運転の変化が発生し、また、使用する質問紙や検査手法によって、時間経過に伴う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。

5. 健康危険情報

研究の実施に関連して研究者、研究協力者、被験者等の健康に危険を及ぼすようなことはなかった。

6. 研究発表

6.1 論文

- 1) 中井 宏・臼井 伸之介 2006 運転場面におけるリスクテイキング行動の一貫性検証. 応用心理学研究, Vol. 32, No. 1, 1-10.
- 2) 中井 宏・臼井 伸之介 2006 自動車運転場面におけるリスクテイキング行動に関する研究 - 行動観察と意識調査の両側面から - . 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 106, No. 220, 1-4.

6.2 学会発表

- 1) 中井 宏・臼井 伸之介 2006, 12 運転技能における過信度測定ツールの開発とその有効性検証. 大阪交通科学研究会平成 18 年度学術研究発表会論文集, 25-16.
- 2) 中井 宏・臼井 伸之介 2006, リスク敢行/回避の規定因に関する研究. 関西心理学会第 118 回大会発表論文集, 49.
- 3) 中井 宏・臼井 伸之介 2006, 運転技能の自己評価が運転場面での実行動に及ぼす影響の分析. 日本応用心理学会第 73 回大会発表論文集, 53.

**7. 研究成果による特許権等の知的財産権の
出願・登録状況**

特になし。

1. 運転パフォーマンス測定のための実験装置の機能拡張

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 助教授
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

深夜勤務や過重労働状態における自動車運転時の安全性に影響を及ぼす運転パフォーマンスの測定実験実施のために、ドライビング・シミュレータの機能拡張を行った。本研究において実施を予定する実験内容及び条件等を考慮し、既存のシミュレータを用いた測定を行った場合にデータに影響を及ぼし得る問題点や課題に関する検討を行った。その結果を踏まえ、Type A にはスクリーン呈示の際に運転状況データを測定・記録する機能を追加し、Type B には道路モデルをループ状に繋ぎ長時間の測定を可能にする高速道路モデルを追加した。

今後は、実験パラダイムをはじめ、運転パフォーマンス測定のための条件設定、実験手続き等について詳細を検討する。

1. はじめに

本研究で実施予定の実験においては、

- ・ 深夜勤務や長時間勤務などの過重労働状態において、交通労働災害につながる運転パフォーマンスの低下がどの様な条件、頻度、程度で生起するか。
- ・ 渋滞などの道路交通状況に起因する心理的・生理的負荷はどの程度か。
- ・ 休憩や仮眠によって、どの程度パフォーマンスが回復するか。

などを把握することを主たる目的とする。

こうした目的を達成するために、これまでに二種類のドライビング・シミュレータについて、実験実施のための準備を行ってきたが、長時間運転状況の模擬、ならびにデータ測定については、さらに機能を拡充することが必要であった。

2. 長時間運転状況を模擬するための要件

本研究で計画するシミュレーション実験においては、深夜運転、及び長時間運転によるパフォーマンスの低下の程度、並びに、これらパフォーマンス低下の防止手法、ないし

は低下した場合の対応手法を検討することを目的とする。そのため、長時間運転状況を模擬した条件下で運転パフォーマンスの測定を行うことが必要となる。

2.1 Type A の測定機能拡充

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）については、HMD を使用して運転状況を呈示するのが基本仕様であるが、長時間に渡る実験では被験者に過度に負担がかかる可能性が高いことから、昨年度に前方大型スクリーンに実験映像を呈示する機能を付加し、HMD あるいはスクリーンのいずれかで画像呈示が可能な機能を付加した。ただし、スクリーンを使用する場合には、実験用刺激映像の呈示に限定される。これは、夜間の高速道路走行状況の実写映像を延べ約 900 分にわたり撮影し、その映像を基に約 40～100 分に編集したものであり、実験の条件設定を考慮して、車線数・混雑状況等に数パターンが設けられている。

一方、Type A と連動する既存の測定装置は、ステアリング、アクセル、ブレーキ等の被験

者の操作内容、並びに頭部運動を測定・記録する機能を有していた。これらの測定・記録機能は、HMDへの提示画像出力信号と連動するため、呈示される実写映像信号が単なる画像情報として再生されるスクリーン呈示方式へと変更した場合、測定支援演算装置との連動が達成できない。

測定データを得るためには、被験者の操作内容・反応を測定・記録することが必要であるため、Type A が有する測定機能を活用出来なければならない。また、スクリーンへ呈示される映像と同期を取った上で測定・記録が可能でなければならない。こうしたことから、スクリーンディスプレイ方式に対応した運転状況計測機能を付加した。

これは、従来の測定機能を活かしつつ、スクリーンを使用した場合にも、映像呈示時間のタイムコードと合わせて被験者の操作状況を測定・記録することが可能なものである。具体的には、以下の8項目の中から最大5項目を選択することが可能である。

- ・ エンジンキーの状態
- ・ シフトレバーの状態
- ・ 方向指示器の状態
- ・ ハンドルの角度
- ・ アクセルの状態
- ・ クラッチの状態
- ・ フットブレーキの状態
- ・ ハンドブレーキの状態

また、測定データをグラフ化して示すことが出来るとともに、数値データを他の表計算ソフト等で扱うことが出来る形式で出力することが可能である。

これらの機能拡充が果たされたことで、本研究で目的とする実験の実施がより現実的なものとなった。

2.2 Type B への高速道路モデル追加

Type B (三菱プレジジョン製)の基本仕様では、利用できる道路モデルは市街地に限られていた。市街地モデルの場合、シミュレーションのリアリティ向上のため、交差点や信号機、道路に隣接する建造物等が含まれている。このような細部にまで作りこまれた映像

は、通常の運転場面を模擬する場合には重要かつ必要な要素となる。しかし、本研究においては、長時間運転に関連する疲労や眠気による事故原因の究明、並びに防止対策の検討に資するデータを測定する必要があるため、交差点や信号機が多数存在する既存の市街地モデルでは、これらの交通環境の複雑性が被験者の覚醒レベルに影響することが懸念された。そのため、比較的単純な交通環境を長時間シミュレート可能であり、かつ Type B に適合する道路データベースを導入する必要がある。

Type B に適合する道路データベースは複数存在するが、市街地モデルと同様、周囲の環境まで詳細に作りこまれているものが多い。また、道路モデルの開始地点と終了地点の設定に限界があるため、連続運転時間を任意に設定することが出来ず、長時間にわたる測定が困難であった。こうしたことから、道路モデルの開始地点と終了地点をループ上につなぎ、走行状態を無制限にすることが可能であり、道路周辺環境も単純化した高速道路モデルを選択した。

この高速道路モデルの場合、他の交通車両等をシミュレーションプログラム上で任意に設定するとともに、Type B が有する昼間・夜間・霧などの気象条件の切り替え機能をそのまま使用することが可能である。そのため、他の交通が全くない夜間の高速道路を単独で走行する運転状況を模擬することも可能である。

3. おわりに

Type A、Type B とともに、本研究において目的とする実験実施へ向けた機能拡張が進められてきた。シミュレータによる模擬運転状況である限り、実際の運転状況とは大きく異なる部分があることは否めないが、データ取得の際の安全性の確保、及び効率の観点からは、シミュレータを用いた測定方法が妥当かつ現実的である。

今後は、実験パラダイムをはじめ、運転パフォーマンス測定のための条件設定、実験手続等について詳細を検討する予定である。

Ⅱ. 分担研究報告書

2. 運転パフォーマンス測定のためのドライビングシミュレータの開発

—実験環境の構成と試行—

分担研究者 篠原一光 大阪大学大学院人間科学研究科 助教授

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 臼井伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科 教授

研究開発用ドライビングシミュレータ用の高速道路モデルを用いて長時間運転をする場合に、運転者の行動や心理的状态がどのように変化するかについて、少人数の実験参加者により試行的実験を行った。パーソナリティや行動特性に関する質問紙への回答を求めた後、他の車が出現しない夜間の高速道路を走行するという単調な30分間の運転を3回行った。運転の前後では疲労感や覚醒に関する検査を実施した。その結果、本研究で設置した実験環境で単調な長時間運転に伴う状態や運転の変化が発生し、また、使用する質問紙や検査手法によって、時間経過に伴う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。

1. 目的

本実験の目的は、ドライビングシミュレータの高速道路モデルを使用して長時間運転を行うことで、覚醒の低下や居眠りの発生、運転パフォーマンスの低下が発生するか、またそれはどのくらいの時間で発生するかを確認することである。また、運転者の状態を測定するためには、心理的・行動的・生理的測定が必要であり、先行研究では様々な指標が用いられている。本研究の実験環境で、それらの指標がどのような反応を示すかについても、併せて探索的に検討することとした。

2. 方法

2.1 調査

被験者の特性を記述するため、事前に被験者の年齢、性別、運転経験など基本的な情報を収集する他に、以下のパーソナリティ検査

と質問紙を実施した。なお、FFPQ以外の各尺度の内容については、附録として本稿の最後に掲載している。

● FFPQ [1]

FFPQは近年もっとも有力なパーソナリティ理論としてとらえられているパーソナリティを5つの特性次元で記述する5因子理論に基づいたパーソナリティ検査の一つ

表 1 FFPQでの5因子の本質と特徴

名称	本質	一般的特徴
I. 内向性— 外向性	活動	ひかえめ/積極性
II. 分離性— 愛着性	関係	自主独立性/親和性
III. 自然性— 統制性	意志	あるがまま/目的合理性
IV. 非情動性— 情動性	情動	情緒の安定した/敏感な
V. 現実性— 遊戯性	遊び	堅実な/遊び心のある

で、現在広く用いられているものである。150項目の質問で構成されており、それらに対する回答から表 1 [2]に示される5つの性格特性、およびその下位特性について評価を行う。

- 運転スタイルチェックシート(Driving Style Questionnaire: DSQ)

運転スタイルチェックシートと次項で述べる運転負担感受性チェックシートは、普段の運転ぶりから運転行動に関連するドライバーの個人特性を記述する目的で開発されたものである [3] [4]。

運転スタイルチェックシートは個々のドライバーが運転に取り組む態度や志向、考え方を個人特性として調べるものである。18項目で構成されており、各質問に対して「全くあてはまらない」「少しあてはまる」「かなり当てはまる」「非常にあてはまる」の4つの選択肢から一つを選んで答える。これにより、①運転スキルへの自信、②運転に対する消極性、③せっかちな運転傾向、④几帳面な運転傾向、⑤信号に対する事前準備的な運転、⑥ステイタスシンボルとしての車、⑦不安定な運転傾向、⑧心配性傾向という8つの側面について評価することができる。

- 運転負担感受性チェックシート(Workload Sensitivity Questionnaire: WSQ)

運転負担感受性とは、ドライバーがどのような種類の運転負担を強く感じるか、という点を個人特性としてとらえたもので、38項目で構成されている。各質問に対して、「気にせず運転する」「気配りしながら運転するが負担ではない」「運転することを少し負担に感じる」「緊張や無理をしいられて負担が大きい」「負担が大き

ぎて運転したくない」という5段階で回答する。これらによって、①交通状況把握(周辺交通とのかかわりあいや情報取り込みの複雑さ)、②道路環境把握(車外環境の変化、複雑さ、悪さ)、③運転への集中阻害(車内の人やモノに対する配慮)、④身体的活動度の低下(運転に際しての心身状態の悪さ)、⑤運転ペース阻害(自分に合った運転ペースの阻害)、⑥身体的苦痛(身体的苦痛の発生、長時間拘束)、⑦経路把握や探索(自車位置や行先情報の取り込み、位置関係の把握)、⑧車内環境(車室内環境の悪さ)、⑨制御操作(運転操作の煩雑さ)、⑩運転姿勢(シートやレイアウトのフィット性の悪さ)という10尺度で運転負担感受性を評価する。

- 日常的注意経験質問紙(EAEQ) [5]

日常的注意経験質問紙は32項目の質問で構成される質問紙である。日常生活を送る中で体験する注意の働きに関連のある行動について、それが自分にどの程度当てはまるかを答えることにより、注意の働きを「注意集中能力」「注意制御能力」「注意転導傾向」「ながら作業傾向」の4つの側面で評価するものである。

- 失敗傾向質問紙(EPQ) [6]

失敗傾向質問紙は26項目の質問で構成される質問紙であり、日常生活の中で起こしてしまう可能性のある「失敗」について、自分自身がそれをどの程度起こしてしまうかを評価することにより、失敗の起こしやすさを「アクションスリップ」「認知狭窄」「衝動的失敗」の3つの側面から評価するというものである。

- エプワース眠気尺度 [7]

エプワース眠気尺度は日中の眠気を測

定するための尺度であり、睡眠障害を診断するのに役立つものである。8項目で構成される。

2.2. 課題

2.2.1 運転課題

大阪大学312実験室に設置された研究開発用ドライビングシミュレータ（三菱プレジジョン）を使用した。システムの構成は図1[8]に示すとおりである。本DSの特徴は、運転席から見た前方の風景を3つのスクリーンに投影することができるため、前方の風景を広範囲に提示できることが特徴である。またステアリングとアクセルペダル、ブレーキペダルの操作によって自由に走行することができることができ、また他の車を自車の周囲に出現させることもできる。走行環境としては、市街地モデルと高速道路モデルを用いることができる。

本実験では高速道路モデルを利用し、被験者は指定された一定の速度で走行することを求められた。モデルの終端まで到達すると、スタート地点に自動的に移動するように設定されていたが、この移動はスムーズに行われ、被験者自身に気づかれることはなかった。夜間場面を選択し、他車は出現しないように設定されたため、実験参加者は非常に単調な状態で運転し続けることを強いられる状況であったといえる。

2.2.2 音声刺激弁別課題

運転中、被験者に対して座席横に設置されたスピーカーからブザー音が提示された。ブザー音には高い音と低い音があり、高い音を標的音とした。標的音である高い音が提示された場合にはすぐにボタンを押して反応するように求められた。低い音の場合には反応する必要はなかった。音の提示にはパソコンを使用し、反応時間を測定した。

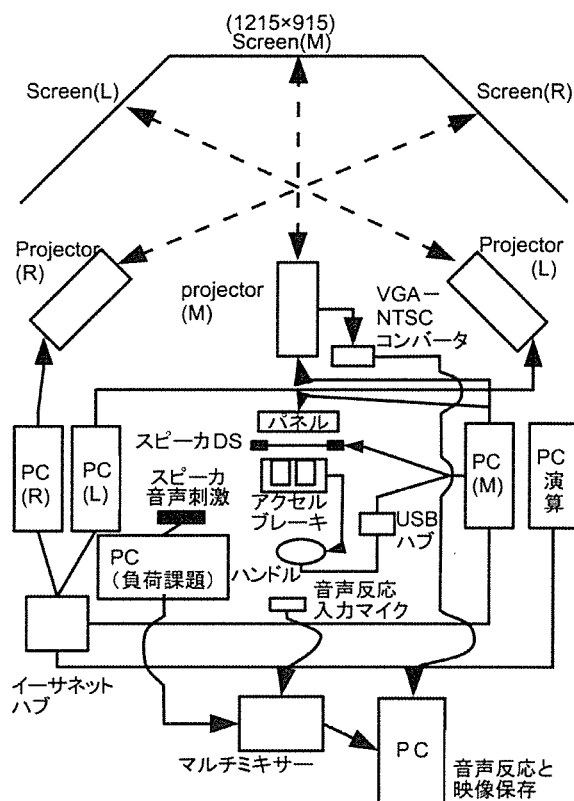


図1 ドライビングシミュレータのシステム構成

2.3 手続き

2.3.1 導入

最初に、フェイス項目および質問紙への記入を求めた。ここで記入を求めた内容は、氏名、年齢、性別、運転経験・頻度、運転目的、運転中の眠気、日頃の睡眠、運転時のラジオ聴取・テレビ視聴、眠気を防ぐための工夫であった。

2.3.2 走行

最初に、5分間の練習走行を行った。練習走行では80kmで走行し、副次課題である音声刺激弁別課題も同時に行った。練習終了後、フリッカー検査を実施した。

次に、ドライビングシミュレータによる走行を行った。教示した内容は以下のとおりである。

これから本走行を始めます。走行時間は30分です。運転する場面は夜間の高速道路です。走行速度は時速80km

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・運転経歴など）

	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】			
エプワース眠気尺度(ESS)	14	11	11

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
【日常的注意経歴質問紙】			
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定が高くなり、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。

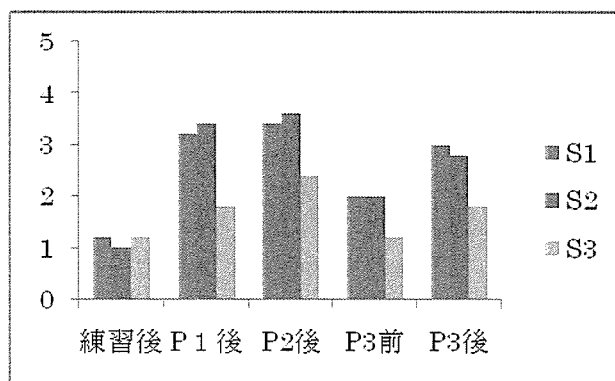


図 2 自覚症状しらべ (ねむけ感)

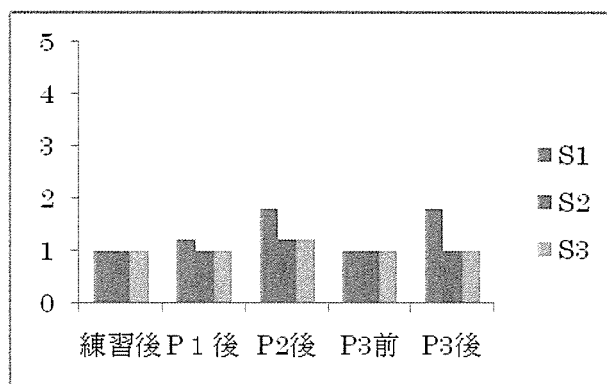


図 3 自覚症状しらべ (不安定感)

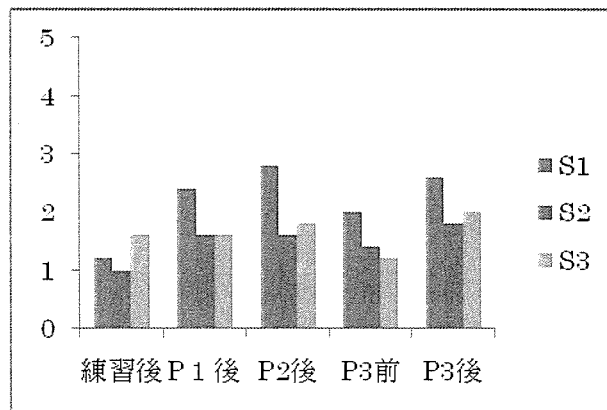


図 4 自覚症状しらべ (不快感)

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。

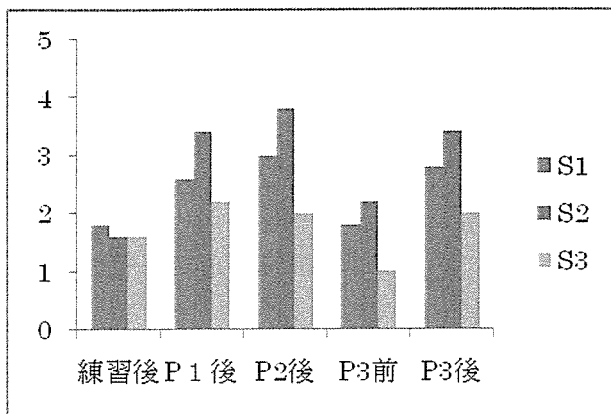


図 5 自覚症状しらべ (だるさ感)

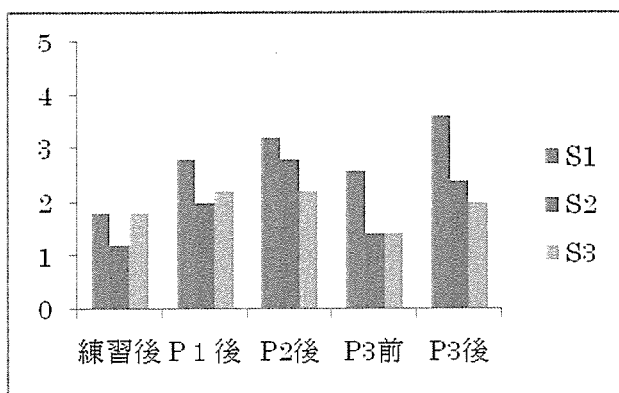


図 6 自覚症状しらべ (ぼやけ感)

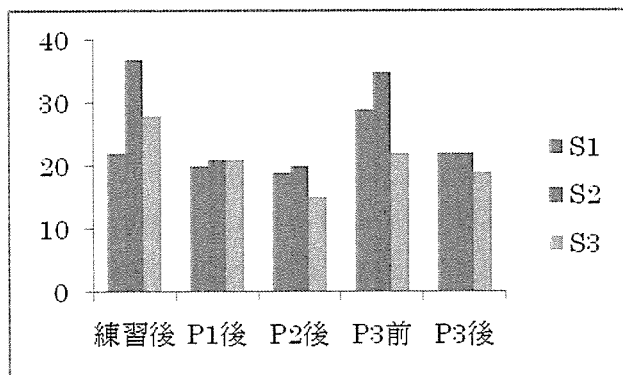


図 7 エネルギー覚醒得点の推移

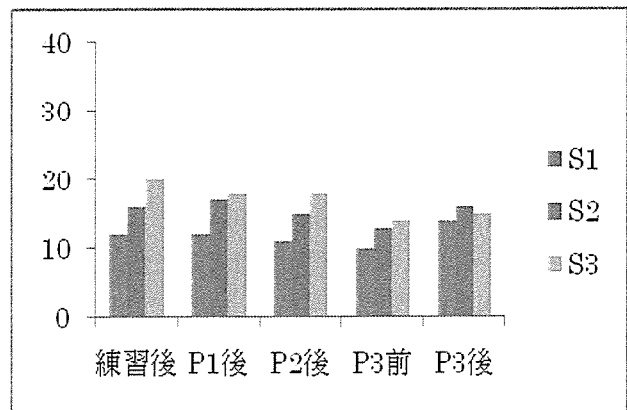


図 8 緊張覚醒得点の推移

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、自分がゆ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）を感じるときに運転
 - 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・仕事を加わったら、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・仕事をするのがよくある。
 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ことが多い。
 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も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ことが
 - 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、確かめないで約束してしまうことが
 - 4.何か用事があると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、行き先を確かめずじ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.買い物に行き、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き、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 ゆうつな気分だ
- 19 腕がだるい