

あんけん

～研究成果レポート～

Vol.5



平成24年7月

西日本旅客鉄道株式会社
安全研究所

目 次

1 安全研究所の概要

(1) 基本方針	2
(2) 安全研究所が目指す方向性	2
(3) 研究の体制	4
(4) 各研究室の紹介	5

2 安全研究所における6年間の主な取り組み

(1) 主な研究成果	9
(2) ヒューマンファクターの知識を広めるための活動	11
(3) 部外との連携、成果の公開	15

3 23年度の主な研究成果の概要

(1) 指導操縦者と運転士見習との関係性向上を目指す研究	18
(2) ミスの連鎖の発生メカニズムに関する基礎的研究	23
(3) 高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究	27
(4) 運転士等の眠気予防策に関する研究 - 乗務行路の調査 -	33
(5) 運転士等の眠気予防策に関する研究	40
- 乗務員宿泊所の仮眠環境調査 -	
(6) 働きがいと誇りの持てる業務のあり方に関する研究	48
- 運転士の働きがいの調査(2) -	
(7) 新幹線保守用車の操作性向上に関する ヒューマンインタフェースの研究	57
(8) 乗務員室のヒューマンインタフェースに関する研究	67
- 室内の音環境に関する調査・分析 -	

ごあいさつ

「あんけん V o 1. 5」をお届けします。

「あんけん」はJR西日本安全研究所が前年度取り組んだ、主な研究テーマや活動の概要を取りまとめ、毎年発行するアニュアル・レポートです。

ぜひ「あんけん」をかわいがっていただくようお願い申し上げます。

またこのレポートをご覧になり、さらにご興味をお持ちの方、ご意見をいただける方は、安全研究所にご一報いただきお話をうかがいたいと思います。お待ちしております。

当安全研究所は福知山線列車脱線事故後、それまでヒューマンファクターへの取り組みが不足していたとの反省からヒューマンファクターに特化した研究や活動を行うことを目的に設立されました。

設立から6年が経過し、このほど5冊目のレポートを発行することができました。

ヒューマンファクターの見方・考え方は世の中でもまだまだ進んでいませんが、当社においても道半ばです。今後安全研究所としても研究を進めるとともに、全社的にヒューマンファクターの考え方を浸透させるよう最大限の努力をしていきたいと思っています。

一方この分野で先端的な研究や取り組みをされている大学や企業のご協力をいただき、より高い成果をあげたいと思っています。よろしく申し上げます。

さらに将来的には当安全研究所がこの分野の先端にいけるよう所員一同頑張っていきます。

今後とも、より一層のご指導ご鞭撻を賜りますようよろしくお願い申しあげてご挨拶といたします。

平成 24 年 7 月



西日本旅客鉄道株式会社

常務執行役員 安全研究所長

白 取 健 治

1 安全研究所の概要

(1) 基本方針

私たちは、研究を進めていくにあたり鉄道が多くの人手を介して運営されていることから、「いつでも」「どこでも」「だれでも」という3つの言葉をキーワードとし、安全研究所の基本方針を策定しました。

安全研究所「基本方針」

私たちは、「いつでも」「どこでも」「だれでも」できる安全を追求します。

1. 社内外との密接な連携を図り、ヒューマンファクター等の視点から安全を研究します。
2. 現場から頼られるとともに、安全を最優先する企業風土の実現を目指します。
3. 研究成果を有効活用するとともに社外にも公開し、広く社会に貢献します。

(2) 安全研究所が目指す方向性

ヒューマンファクターの観点に基づく研究成果を当社の安全対策に反映させ、安全研究所が社内外から頼られる存在となるよう設立以来取り組んできました。

今後もこの取組みを継続するとともに、ヒューマンエラーを少しでも減らすため積極的に現場・主管部等への提言やヒューマンファクターの見方・考え方の浸透を図っていきます。

さらに、基礎から応用までの最先端の研究開発、ヒューマンファクターに関する専門知識をもつ研究員の育成に取り組む、国内を代表するヒューマンファクター研究機関を目指します。

① 重要テーマをはじめとする研究活動の推進

- ・安全マネジメントの視点からの安全性向上、心理・生理面を踏まえたヒューマンエラーの防止、人間工学面を踏まえたヒューマンエラーの防止の3つの切り口から研究を推進してまいります。

- ・現場等のニーズやシーズの発掘による新たな研究テーマに積極的に取り組むほか、引き続き「ミスの連鎖を排除する仕組みの構築」「運転士等の眠気予防策」「人間工学に基づく次世代運転台モデル」等のテーマについては、安全研究所をあげて取り組んでいきます。
- ・安全最優先の風土醸成やヒューマンエラーによる事故の防止には、ヒューマンファクターに関する概念を社員に定着させることが重要であるとの観点に立ち、社内におけるヒューマンファクター研究所として社内教育を担っていきます。

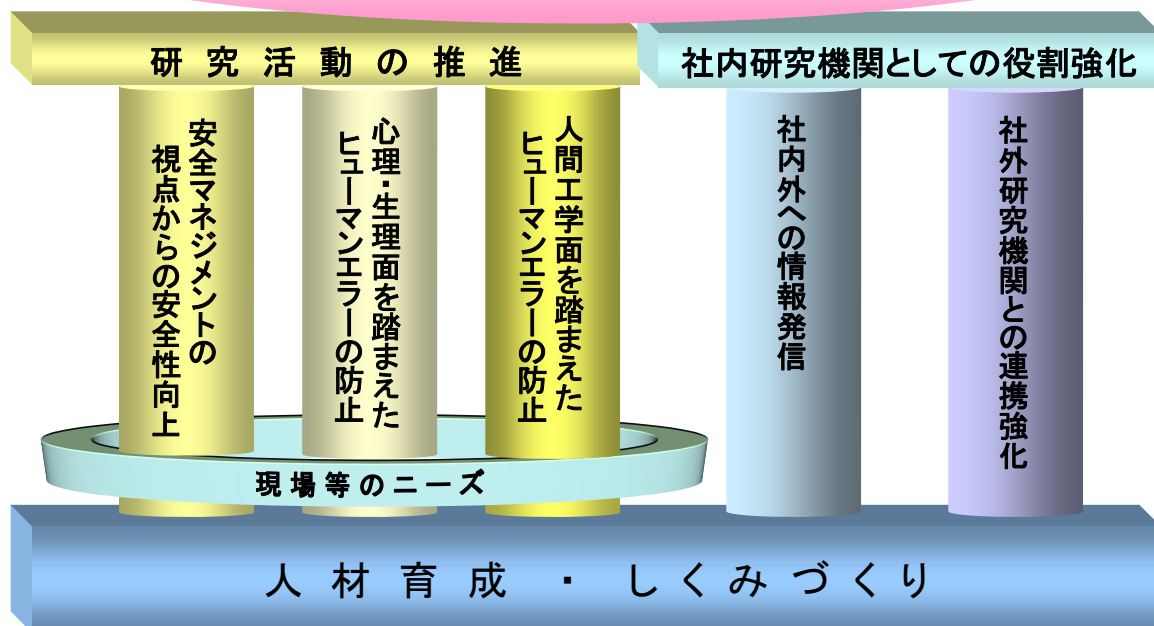
② 社内研究機関としての役割の強化

- ・研究成果については、社内に対する提言にとどまらず、他社・学界等の社外への情報発信を行い広く社会に貢献します。
- ・(公財)鉄道総合技術研究所や大学をはじめとする社外研究機関や鉄道他社等との人事交流を行い、緊密な連携をとりながら研究を行います。
- ・ヒューマンファクターに関する相談やコンサルティングに積極的に対応します。
- ・安全研究所の過去の研究業務資料のデータベース化を図ります。

安全研究所が目指す方向性

社内から頼られるヒューマンファクター研究

「いつでも」「どこでも」「だれでも」できる安全の追求



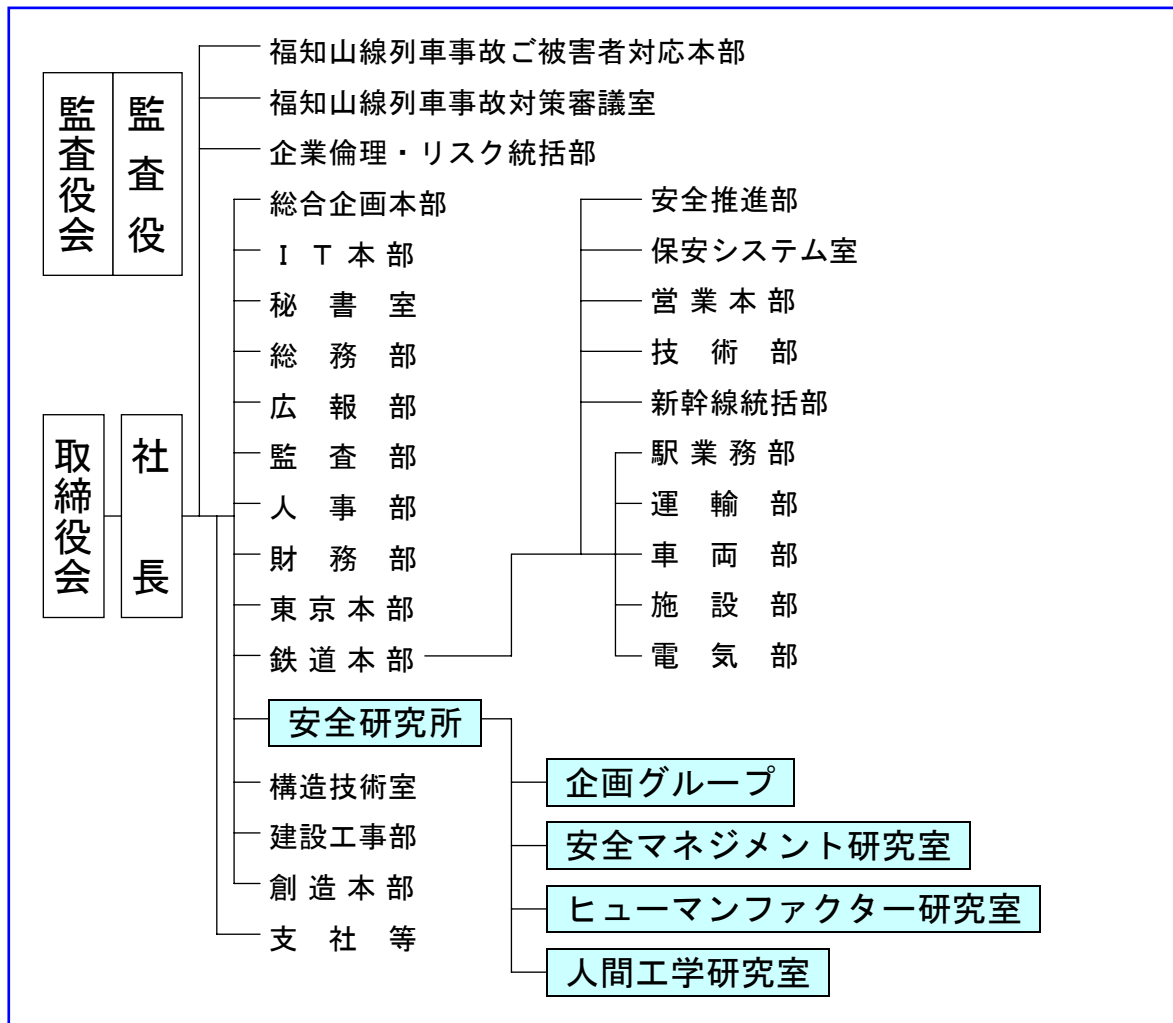
(3) 研究の体制

安全研究所は、平成 18 年 6 月 23 日に設立されました。

社内だけでなく他企業や研究機関から専門家を招き、現在白取所長（常務執行役員）以下 31 名で調査・研究活動を推進しています。

以下のとおり鉄道本部等から独立した社長直属の組織です。

(平成 24 年 7 月 1 日現在)



安全研究所の主な業務内容

企画グループ

研究企画、調査企画、ヒューマンファクター教育、ヒューマンファクター指導者養成

安全マネジメント研究室

鉄道の安全性を高めるためのマネジメント手法や評価手法などについて分析・研究

ヒューマンファクター研究室

人間の心理・生理面から起こるヒューマンエラーの解決策について研究

人間工学研究室

ヒューマンファクターの観点から、事故防止に必要な人間と設備・機械との関わり（ヒューマンインタフェース）について研究

(4) 各研究室の紹介

① 安全マネジメント研究室

安全マネジメント研究室は、当社の経営の根幹である鉄道の安全性を向上させるため、安全性を定量的、かつ客観的に評価する仕組みや安全管理体制の構築に関する課題を扱っています。これらの課題に関して、広く実務に直結する内容から基礎的分野まで、特にヒューマンファクターの視点で研究することにより、安全性の向上のための方法や手段を提言します。

○ 指導操縦者と運転士見習との関係性向上を目指す研究 ☞ P18

運転士養成の実技講習では、指導操縦者が長期間マンツーマンで運転士見習を指導します。アンケートやインタビューを通じて、関係性の規定要因を探り、よい関係を保つために、双方がどのように行動すべきかを提言します。

○ 異常時の対処方に関する研究 -鉄道版CRM (R-CRM) の構築に向けて-

航空業界を中心に行われているCRM(Crew Resource Management)は、チーム作業遂行能力を最大限発揮させる手法として知られています。鉄道においてもこれらCRM手法の導入(鉄道版 CRM ; R-CRM)を通して安全性の向上や異常時の対応力向上を目指し、導入に伴う様々な課題の検討や、現場での調査、試行を行っています。

○ ミスの連鎖の発生メカニズムに関する基礎的研究 ☞ P23

ミスやトラブルは連鎖することがあります。この背後にある心理に焦点を当て、その発生メカニズムを明らかにします。

○ 高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究 ☞ P27

あわてている状態やパニックに陥っている状況は、ヒューマンエラーを引き起こしやすいといわれています。本研究では、このような状況で人がどのように行動、思考しがちなのかを実験により明らかにします。

○ ヒューマンファクターの観点からの列車ダイヤの研究

運転士等は時刻表に従って列車を運行していることから、自分自身を取り巻くあらゆる要因との間に生じるヒューマンファクターは、列車ダイヤの中にも要素として含まれています。本研究では、列車ダイヤが運転士に与える心理的影響を調べるなど、列車ダイヤのヒューマンファクター面からの研究を行っています。

② ヒューマンファクター研究室

ヒューマンファクター研究室では、人間の心理特性、生理特性、集団特性を踏まえたヒューマンエラーの防止策の提言や、安全教育と指導方法の充実に資する研究を行っています。また、ヒューマンファクターの観点をベースに、本社・支社等で行われる施策等においてインタビュー調査等のリサーチや教育資料の作成等も行っています。

○ 運転士等の眠気防止策に関する研究 ☞ P 33

「眠気防止ガイドライン」を作成し、運転士・車掌全員に配付しました。(H21. 11)
社内配付にあわせて社外にも提供しています。23年度は乗務行路等に関する調査や乗務員宿泊所における仮眠環境調査等を実施しました。

○ 職場における効果的な指導方法に関する研究

ほめに関する研究では、実験とアンケート調査から「ほめどころ」をほめることが責任感の向上等の効果につながることで、事前に築かれた関係性の良し悪しが、ほめの効果に影響を与えること、ほめること（特に部下の工夫等をほめること）が、安全意識や上司部下間の関係性の向上につながるということが分かりました。

叱ることについては、運転士の職場での指導内容を分類・整理したり、ヒアリング調査を通して叱りに関する事例を収集し、叱った側・叱られた側の考えや留意点などについて調査を実施しました。

23年度は、叱りに関してこれまで行われてきた研究を整理するとともに、車両検修職場を対象としたヒアリング調査によって、チームで働く職場での指導の実態や工夫、課題を調べました。今後ヒアリングの内容を整理・分析し、職場での効果的な指導に役立つ要因を明らかにしていきます。

○ 働きがいと誇りの持てる業務のあり方に関する研究 ☞ P 48

運転士が働きがいと誇りを持って仕事ができるよう調査・研究を進めています。

23年度は、全運転士を対象にしたアンケートを実施し、これまでの研究成果をより確かなものにするるとともに、さらに詳細な結果を得られるように分析を行っています。

○ 駅プラットフォームで列車を待つお客様の行動、心理の法則性

混雑時の駅では、お客様がホームの端を歩かれる光景をよく見受けれます。原因の一つには列車を待つお客様が障壁となり通路がホームの端しかないためと考えられます。列車を待つお客様に、歩行しているお客様の邪魔にならないように並んでいただくため、お客様の行動が何に影響を受けているのかを駅で観察しました。

その結果、お客様の行動は階段や柱などの「物理的制約」、徒列ラインや乗車位置表示などの「整列を促すもの」、ホームの混み具合を表す「人口密度」といった環境による影響を受けているのではないかと推察することができました。

今後、環境とお客様の行動にどのような関係があるのか研究を進める予定です。

③ 人間工学研究室

人間工学研究室では、機械（ハードウェア）と人間との接点であるヒューマンインタフェースに着目し、ヒューマンエラーが発生しにくい設備や、使いやすく安全な設備・システムの研究に取り組んでいます。

近年、多くの職場で新しい機械の導入が行われています。新しい機械は高性能で多機能なものであることが多く大変便利ですが、人間にとって使いやすいかという点、必ずしもそうでない場合もあります。表示が分かりにくい、機械の反応が遅くイライラする、機械の状態が分からず不安になる、といったことはありませんか。そういった不具合が、場合によってはヒューマンエラーの原因となることもあります。そして、それらの問題点の多くは、ヒューマンインタフェースを改善することで、解消・軽減することができます。

最初に述べましたように、ヒューマンインタフェースは機械と人間との接点ですので、ヒューマンインタフェースを研究することの半分は人間を研究することです。以前の機械は、人間が状況を確認しながらつまみをまわすとか、機械の位置を正しく調整するといった道具的な使い方でしたが、最近の機械は人間からの指示に応じて機械が機械を操作するというシステムのなものになってきています。そのような機械におけるヒューマンインタフェースは、情報のやり取りが中心となります。したがって、研究では人間がどのように情報を取得し、どのように判断し、どのように機械に指示しているか（専門的には認知行動といいます。）を明らかにすることが重要です。

そこで、平成23年度からは、電車運転士に着目し認知行動の仕組みに関する研究も行っています。その成果は、将来的にユーザーを支援するようなハードウェアの開発などに反映させていきたいと考えています。



シミュレータを用いた実験室調査

引き続き、人間工学面を踏まえたヒューマンエラーの防止やヒューマンインタフェースの改善に取り組む、日々の研究を通じて人間工学分野の研究ノウハウの蓄積を図り、現場の安全度向上に貢献したいと考えています。

○ 人間工学に基づく次世代運転台モデルの研究

▶ 乗務員室のヒューマンインタフェースに関する研究 ☞ P67

乗務員室内で様々に変化する音環境における課題や問題点を把握するため、実車による測定等を実施しました。引き続き、音環境の改善に向けた調査・研究を進めています。

▶ **運転台機器配置モデルの研究**


ユーザーニーズに基づいた運転台の機器・計器類の配置に関して、人間工学的な観点から調査・検証を行いました。

○ **運転操作時の認知行動モデル構築に関する基礎的研究**

運転操作時の視線計測を通して、認知行動（予測、知覚、判断、行動、確認など）を支援するインタフェースの提言を目指して調査・研究を進めています。



電車運転士の視作業調査

○ **新幹線保守用車の操作性向上に関するヒューマンインタフェースの研究**  P57
新幹線保守用車運転操作時の覚醒度維持について、調査・研究を進めています。

2 安全研究所における6年間の主な取り組み

※ これまでの研究成果の詳細については、「あんけん Vol. 1～Vol. 4」をご覧ください。
(<http://www.westjr.co.jp/security/labs/> に掲載しています。)



(1) 主な研究成果

① 安全マネジメントの視点からの安全性向上

- 安全マネジメントシステムの構築に関する基礎的研究 (☞あんけん Vol.1 P8～11)
 - ・ 運転職場において潜在するリスクの高いヒューマンエラーを容易に把握するため、新たなリスク評価手法の提案を目指して研究を行いました。
- ベテラン運転士と若手運転士が起こすヒューマンエラーの分析および対策の提案 (☞あんけん Vol.1 P12～15、あんけん Vol.2 P20～25)
 - ・ 経験年数によりヒューマンエラーの背後要因の傾向に差異があるという研究結果が得られました。この結果を主管部に提言し定期研修などで活用しています。
- ミスの連鎖を排除する仕組みの構築
 - ◇ ミスの連鎖の発生メカニズムに関する基礎的研究
 - ◇ ミスの連鎖防止のための訓練手法に関する研究
 - ◇ 異常時にも冷静さを取り戻させるための対処方の研究
 - ・ ミスの連鎖のメカニズムを考え、ミスの連鎖を防止することに貢献する目的で基礎的な研究を進めました。(☞あんけん Vol.2 P8～13、あんけん Vol.3 P16～19、あんけん Vol.4 P25～31)
 - ・ 航空業界を中心に導入されているCRM(Crew Resource Management)スキルを活用した、鉄道版CRMを開発し、その評価を行いました。(☞あんけん Vol.3 P10～15、あんけん Vol.4 P18～24)
- お客様への効果的な協力要請、働きかけ方の研究 (☞あんけん Vol.3 P26～31)
 - ・ 駅および車内におけるお客様の安全確保の観点から、駅・車内の非常ボタンに対するお客様の認識度や使用実態を調査・分析し、周知方法や心理的要因の緩和策を提言しました。

② 心理・生理面等を踏まえたヒューマンエラーの防止

- 運転士等の眠気防止策に関する研究 (☞あんけん Vol.1 P16～19、あんけん Vol.2 P36～39、あんけん Vol.3 P20～25)

- ・運転士のための「眠気防止ガイドライン」を作成し、運転士・車掌全員に配付しました。
(H21. 11)
社内配付にあわせて社外にも提供しています。
社内配付 17,940 部、社外提供 6,143 部 (H21. 11～H24. 6. 30)

○ **効果的なほめ方・叱り方等に関する研究** (☞あんけん Vol.1 P 20～23、あんけん Vol.2 P 14～19、あんけん Vol.4 P 32～35)

- ・ほめどころをほめるとモチベーションの向上につながるとの研究成果が得られました。
- ・支社の要望に基づき乗務員職場でほめ行動を推進し効果を検証しました。

○ **運転士の指差・喚呼の実施方法に関する研究** (☞あんけん Vol.1 P 24～27、あんけん Vol.2 P 30～35、あんけん Vol.3 P 32～36)

- ・研究結果を踏まえ、平成 20 年 11 月に乗務員の基本動作を見直しました。

○ **運転士の視覚・聴覚の注意配分に関する研究** (☞あんけん Vol.1 P 36～39、あんけん Vol.2 P 40～45、あんけん Vol.3 P 37～40)

- ・運転士の無線連絡に対する注意特性を明らかにすることにより、より効果的な情報伝達のあり方について研究を推進しました。

○ **働きがい・誇りの持てる業務のあり方に関する研究**

- ・輸送（運転）、輸送（管制）、設備保守（定置）、設備保守（移動）など、当社の業務に類似した業務を行う他会社に協力をいただき、ヒアリング調査を行いました。(☞あんけん Vol.2 P 26～29)
- ・運転士に対して、「参与観察」という方法を使った現場調査を行いました。(☞あんけん Vol.4 P 36～42)

③ **人間工学面を踏まえたヒューマンエラーの防止**

○ **ワンマンドア開閉スイッチ誤扱い防止に関する研究** (☞あんけん Vol.1 P 28～31、あんけん Vol.2 P 46～51)

- ・エラー発生が少ないスイッチ形状や左右の手を使い分けた取り扱い方を提示するとともに、ワンマンドア開閉スイッチの形状を考案し特許を出願しました。(H21. 3)

○ **操作しやすい運転台に関する研究** (☞あんけん Vol.3 P 41～47、あんけん Vol.4 P 43～48)

- ・より操作しやすく間違いにくい運転台の実現を目指して、社内で横断的に取り組んでいるテーマです。

○ **新幹線保守用車の操作性向上に関するヒューマンインタフェースの研究** (☞あんけん Vol.1 P 32～35、あんけん Vol.2 P 52～57、あんけん Vol.3 P 48～53)

- ・主管部と連携し新幹線保守用車の保安装置一元監視モニターについて研究を行いました。この成果は、新しい安全支援装置に採用される予定です。

(2) ヒューマンファクターの知識を広めるための活動

安全研究所では、設立以来、ヒューマンファクターに関する研究の他に、当社内や社外にヒューマンファクターの知識を広める活動（以下、「ヒューマンファクター教育」という。）にも積極的に取り組んできました。

平成 24 年 6 月に安全研究所の設立 6 周年を迎え、安全研究所の今までの取組みを振り返ってみたいと思います。

① 教材「事例でわかるヒューマンファクター」作成の経緯

福知山線列車脱線事故以前、当社ではヒューマンファクターについての理解が十分とはいえませんでした。

そこで、安全研究所では、設立直後、ヒューマンファクターとは何かを、やさしい表現でわかりやすく解説し、「いつでも」「どこでも」「(現場第一線の社員の)だれにでも」役に立つ教材を作成することとしました。

当時の所員全員が教材の編集に携わり、各系統出身の研究者からなる「教材作成チーム」で内容の検討を重ねた結果、約半年かけて平成 19 年 3 月末に教材「事例でわかるヒューマンファクター」（以下、「教材」という。）が完成しました。



② ヒューマンファクター教育とは

ヒューマンエラーを考える上で「人はエラーを避けられない」「ヒューマンエラーは結果であり原因ではない」ということは大前提であり、ヒューマンエラーを防止するためには、ヒューマンファクターの視点による「気づき」や分析が不可欠です。

これらヒューマンファクターの見方・考え方を習得してもらうため、安全研究所では前出の教材を作成し、当社の全社員に配付し、社員の自学自習や各種研修、講義に役立てています。

③ 当初のヒューマンファクター教育

ア 現場へ出向き「出前講義」

… 164 回、5,194 名 (H19.4~H24.6.30)

教材の配付当初は、社員の自学自習に期待していましたが、「理解を深めるため、安全研究所の研究者に講義してほしい」との現場の声が高まったため、現場の求めに応じて、安全研究所の研究者が現場に出向き、現場の実態に応じた内容（オーダ

一メード)でヒューマンファクター講義を行うこととしました。これを「出前講義」と称しています。

出前講義は、現場での安全ミーティングや小集団活動、職場内研修等、さまざまな形で行われ、現在でも活発に実施しています。

イ 鉄道事業者等のご依頼により講演を実施

… 125回、14,722名 (H19.4~H24.6.30)

教材を関係箇所にお配りしたところ、多くの鉄道事業者等から、この「事例でわかるヒューマンファクター」を譲ってほしい、我が社でもヒューマンファクターについて講演してほしい等のご依頼をいただきました。ヒューマンファクターの知識を当社内だけでなく広く鉄道業界に広めていくことは、「広く社会に貢献します。」という安全研究所の「基本方針」にも適うことから、積極的にお受けしてまいりました。

④ ヒューマンファクター教育の拡がり

設立当初は社内での出前講義や、社外での鉄道事業者での講演が中心でしたが、新聞やインターネットで教材についての紹介記事が掲載されたことから、鉄道事業者に限らず、ヒューマンエラー防止に努力されておられる幅広い業種の安全担当者の方々から「教材を譲ってほしい」「当社でも講演してほしい」とのご要望を頂戴するようになりました。

社内においても、主に研修センターで行われる集合研修にヒューマンファクター教育が組み入れられるなど、社内、社外共にヒューマンファクター教育は拡がりをみせています。

その中からいくつかを紹介します。

ア 社内における集合研修にヒューマンファクター教育を組み入れ

… 284回、13,561名 (H19.4~H24.6.30)

鉄道の安全性向上のためには、社員にヒューマンファクターの知識を広めることは不可欠ですが、自学自習や出前講義だけでは社員全体に広めることは困難です。そのため、当社の階層別研修(ある階層の社員が集まって受ける研修)や職能別研修(運転士、車掌、技術系統などの同じ系統の社員が集まって受ける研修)にヒューマンファクター教育を組み込むことにしました。

例えば、入社時研修、入社3年目研修、新任係長研修、新任助役研修、新任現場長研修などの多くの階層別研修や、運転士研修、車掌研修などの職能別研修において、主に安全研究所の研究員が講師となり、ヒューマンファクターの知識を教えています。

イ 本社・支社において「ヒューマンファクターセミナー」の開催

… 95 回、4,212 名 (H19.4~H24.6.30)

ヒューマンファクターの知識は、鉄道現場の係員のみならず、本社・支社等において、仕事の仕組みを構築する間接部門の社員に対しても必要です。

平成 23 年度に、本社・支社において「ヒューマンファクターセミナー」を開催し、会長・社長以下経営幹部、管理職社員、間接部門社員に対して、ヒューマンファクター教育を行いました。

ウ 部外講演の拡がり

教材を鉄道事業者だけでなく、幅広い業界の皆様へお分けしていることに伴い、現在ヒューマンファクターに関する部外講演の相手先は、幅広い業界に広がっています。

例えば、当社の関連会社や鉄道部品関係をはじめ、航空、電力、ガス、医療、損害保険、クレーンなどに加え、警察や消防など、ヒューマンエラーを防ぐために日夜努力しておられる各業界に赴き、白取所長や研究所の管理職社員等が講師となり、ヒューマンファクターの見方・考え方をお話ししています。

残念ながら、ヒューマンファクターの見方・考え方は、社会全体に広まっているとはいえません。そのため、当社内だけでなく、社外に対して啓蒙活動を行っていくことは、これからも安全研究所の重要な役割であると考えております。

… 「事例でわかるヒューマンファクター」冊子の配付及び提供
社内配付 43,100 部、社外提供 82,700 部 (H19.4~H24.6.30)



エ 経済産業省の「キャリア教育民間コーディネーター育成・評価システム開発事業」に協力

安全研究所では、部外講演の一環として、平成 21 年度に京都市の市立中学・高校に赴き出前講義を実施しました。講義の内容は、ヒューマンファクターの見方・考え方に関するだけでなく、鉄道の安全、チームワーク、研究所の仕事と意義などでした。

安全研究所が京都市教育委員会と協力して実施したこの出前講義は、経済産業省の「キャリア教育民間コーディネーター育成・評価システム開発事業」に組み込まれることとなり、経済産業省が全国に配布された「キャリア教育事例集」に当社研究員の取組みが大きく紹介されました。



⑤ これからのヒューマンファクター教育



当社の安全基本計画では、平成 24 年度末を期限に「広くヒューマンファクター知識を社内に浸透させる」と目標に掲げています。限られた社員ではなく、全社員に広くヒューマンファクター教育を行うための仕組みを構築しているところです。

例えば、出前講義や階層別研修に止まらず、各支社に研修講師を配置し、現場での各種研修の担い手になってもらうほか、eラーニングや研修ビデオを活用するなどの方法を組み合わせ、目標達成に向けて取り組みます。

一方、社会全体にヒューマンファクターに関する見方・考え方を啓蒙するため、ご要望をいただいた各企業・団体様や学校などに赴き講演をしています。

(3) 部外との連携、成果の公開

安全研究所では、設立以来「社内外との密接な連携」「研究成果の有効活用と社外公開」を安全研究所の基本方針に掲げ、積極的に社外との連携や研究成果の公表を行ってきました。

平成 24 年 6 月に安全研究所の設立 6 周年を迎え、安全研究所の今までの取組みを振り返ってみたいと思います。

① 大学との共同研究

安全研究所がヒューマンファクター等の視点からの安全の研究を推進していくためには、当社内の知見だけでは不十分です。そのため、安全研究所では、いくつかのテーマにおいて、大学等の知見をお借りし、共同研究という形で研究を推進してきました。

最初の共同研究は、平成 18～19 年の大阪大学大学院人間科学研究科の臼井伸之介教授との共同研究「ヒューマンファクターと違反行動の発生メカニズムに関する基礎的研究」であり、以降、現在に至るまで以下の表 1 の通り、5 大学計 13 テーマで共同研究を推進してきました。



表 1 共同研究の内訳（研究所発足から現在まで）

	期間	相手先（当時）／研究テーマ名
1	H18～ 19 年度	大阪大学大学院人間科学研究科 教授 臼井伸之介 氏 ・ヒューマンファクターと違反行動の発生メカニズムに関する基礎的研究
2	H19～ 20 年度	静岡県立大学経営情報学部 講師 山浦一保 氏 ・効果的なほめ方・叱り方等に関する実験的研究 ・効果的なほめ方に関する実践的研究
3	H19～ 20 年度	大阪大学大学院人間科学研究科 准教授 篠原一光 氏 ・指差喚呼の実施方法に関する基礎的研究 ・指差喚呼における最適な動作・発声方法の検討
4	H20～ 21 年度	大阪大学大学院人間科学研究科 教授 臼井伸之介 氏 ・運転士の注意配分と、乗務員指導への活用に関する実践的研究

5	H22～ 24年度	九州大学大学院人間環境学研究院 教授 山口裕幸 氏 ・「働きがい」と「誇り」の持てる業務のあり方に関する基礎的研究
6	H22年度	京都大学大学院工学研究科 教授 榎木哲夫 氏 ・人間工学に基づく次世代運転台機器配置モデルの研究
7	H22～ 23年度	立命館大学スポーツ健康科学部 准教授 山浦一保 氏 ・指導者と見習の人間関係に影響を及ぼすと考えられる要因に関する研究
8	H22年度	大阪大学大学院人間科学研究科 教授 臼井伸之介 氏 ・高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究
9	H23～ 24年度	大阪大学大学院人間科学研究科 教授 臼井伸之介 氏 ・高覚醒水準下における注意・行動特性に関する基礎的研究
10	H23～ 24年度	京都大学大学院工学研究科 教授 榎木哲夫 氏 ・運転操作時の認知行動モデル構築に関する基礎的研究
11	H24年度	立命館大学スポーツ健康科学部 准教授 塩澤成弘 氏 ・夜間作業者の覚醒度向上に関する基礎的研究

先生方から温かいご指導を賜りました結果、安全研究所の研究遂行能力の向上を図ることができました。ここに厚くお礼申し上げます。

現場や社会に役立つ、よりよい研究成果を挙げるため、今後も大学等との共同研究を積極的に推進してまいります。

② 学会等での発表

安全研究所では研究成果を社内で発表するだけでなく、社会貢献と研究遂行能力の向上の観点から、各種学会での発表（口頭発表、ポスター発表）や、論文の投稿を積極的に行っております。

各種学会での発表や論文の投稿は88件を数えます。（H24.5.31）

③ 研究成果の公開 ～研究成果報告会～

研究成果については、社会貢献の観点から広く社外に対して公開しております。ここでは、平成21年7月に開催した研究成果報告会について述べます。

この報告会は、日本鉄道運転協会関西支部と共同で開催しました。

報告会には、関西の民鉄各社の皆様方や国土交通省近畿運輸局鉄道部調整官を来賓としてお迎えし、「効果ある基本動作（指差・喚呼）」や「効果的なほめ方・叱り方」などの主な研究成果について、研究員自らが発表しました。

今後も、このような報告会の他、研究成果レポート「あんけん」の作成・配付、学会への研究成果の発表など、あらゆる機会をとらえて研究成果を積極的に公開してまいります。

3 23年度の主な研究成果の概要

1 指導操縦者と運転士見習との関係性 向上を目指す研究

小坂 明之 吉田 裕 山浦 一保*

* 立命館大学 スポーツ健康科学部

1 目的

運転士養成においては、指導操縦者と運転士見習が約6ヶ月にわたり乗務員室で一对一の状況の中で技能講習を行います。ここでの両者の関係性の良し悪しは技能講習の出来栄だけでなく、その後の職場の人間関係についても影響を及ぼすことがあります。

このようなことから、両者の関係性をより客観的に判断できる測定尺度(以下、「関係性測定尺度」という。)を開発するとともに人間関係の構築にかかわる要因等を抽出することで、両者がどのように対応し行動すればよいかについて提言することとしました。

2 内容

平成22年度は両者間の関係性測定尺度の開発や関係性の構築にかかわると思われる要因の抽出をA電車区で行いました。

平成23年度は調査対象箇所をBおよびC電車区に拡大し、アンケート調査により関係性測定尺度の妥当性の検証や関係性に影響を及ぼす要因の解明を行いました。また、インタビュー調査により関係性の構築にかかわると思われる新たな要因の抽出や両者間の関係性を向上させることを目的として作成した指導におけるポイント集の有効性を検証するため、意識調査を実施しました。

(1) アンケート調査

人間関係の質を測定するうえで広く使用されている測定尺度の項目¹⁾を参考にし、技能講習に応じた用語の置き換えや新たな項目の追加を行い、これを用いたアンケート調査を実施しました。

(2) インタビュー調査

現在の状況、技能講習時の人間関係や周囲との交流、心身の状態などを中心として両者にインタビュー調査を実施しました。

(3) ポイント集の有効性の検証

インタビュー調査で得られた関係性の構築にかかわると思われる要因に基づき、指導におけるポイント集を作成しました。このポイント集に関して、技能講習期間中の指導操縦者および運転士見習に対して定期的に意識調査を行いました。

3 調査対象及び調査方法

(1) アンケート調査 [平成 23 年 8 月～9 月]

対象：B、C 電車区 202 名（指導操縦者 76 名、運転士見習 126 名）

性別 指導操縦者 男性 74 名、女性 2 名、運転士見習 男性 116 名、女性 10 名

※ 平均年齢 指導操縦者 34.6 歳、運転士見習 24.6 歳（技能講習時）

※ アンケート項目は、Ⅰ. 関係性、Ⅱ. リーダーシップ、Ⅲ. 学習行動、Ⅳ. 職場の育成風土、Ⅴ. 仕事指向性、Ⅵ. 再認識などにより構成しました。

(2) インタビュー調査 [平成 23 年 11 月]

対象：B、C 電車区 37 名（指導操縦者 18 名、運転士見習 19 名）

性別 指導操縦者 男性 16 名、女性 2 名、運転士見習 男性 16 名、女性 3 名

※ 平均年齢 指導操縦者 36.4 歳、運転士見習 25.3 歳（技能講習時）

(3) ポイント集の有効性の検証 [平成 23 年 8 月～平成 24 年 3 月]

対象：A 電車区 8 名（指導操縦者 4 名、運転士見習 4 名）

性別 指導操縦者 男性のみ、運転士見習 男性 3 名、女性 1 名

※平均年齢 指導操縦者 34.5 歳、運転士見習 26.3 歳(技能講習時)

4 結果

(1) アンケート調査

① 関係性測定尺度（表 1）の妥当性の検証

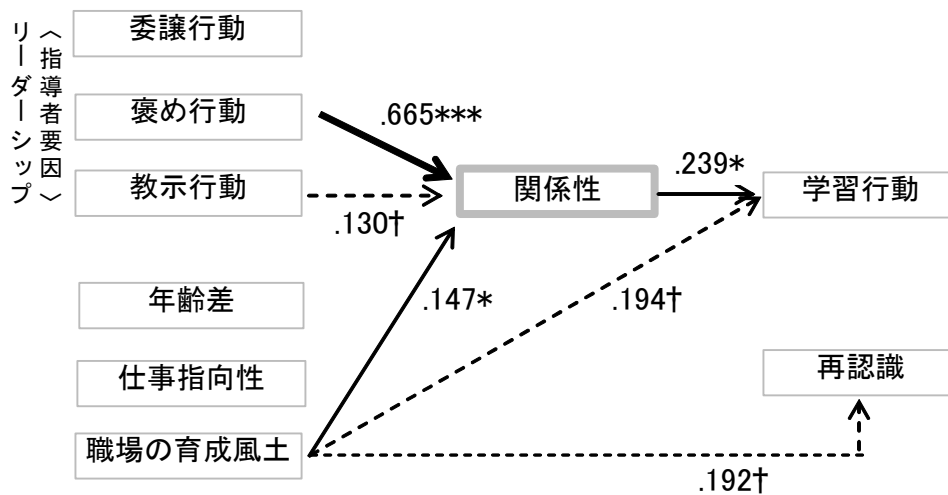
アンケート項目のⅠ. 関係性に関するデータ（A、B および C 電車区）を用いて因子分析を行った結果、平成 22 年度に得られた 3 因子が抽出でき、関係性測定尺度としても妥当性のあることが確認できました。

表 1 関係性測定尺度

因子分類	質 問 項 目
交 流 因 子	交流の場を持つようにしていましたか？
	仕事以外の時間に、話を交わしていましたか？
	仕事以外の時間に、食事をしていましたか？
	休憩時間中に、話を交わしていましたか？
	電話あるいはメールを通じて話を交わしていましたか？
	休憩時間中に、一緒に食事をしていましたか？
信 頼 因 子	指導操縦者の能力を認めてついでに行こうとしていましたか？
	指導操縦者の指導に対し感謝していましたか？
	互いに、敬意を払っていましたか？
	指導操縦者の指導を素直に聞いていましたか？
	互いに、信頼し合っていましたか？
	仕事に関して何か困ったことや分からないことなどがあれば、指導操縦者に相談していましたか？
情 緒 的 安 寧 (相性) 因子	運転士見習と一緒にいて居心地がよかったですか？
	運転士見習と一緒にいて、気疲れせずにすみましたか？
	運転士見習の態度や接し方が気にいらなかったですか？

② 関係性に影響を及ぼす要因の解明

3 (1) のアンケート項目のうち、Ⅰ. 関係性に影響を及ぼす要因を解明するため、アンケート項目のⅠ. 関係性、Ⅱ. リーダーシップ、Ⅲ. 学習行動、Ⅳ. 職場の育成風土、Ⅴ. 仕事指向性、Ⅵ. 再認識に関するデータを用いて相関分析及びパス解析を行ったところ、Ⅱ. リーダーシップの中でも特に指導操縦者の褒め行動や職場の育成風土が関係性の構築に強く影響していることがわかりました(図1)。



見習 (ペア対象のみ) $N=97$, $\chi^2=1.288$, $df=3$, $p=.732$, $CFI=1.000$, $RMSEA=.000$

注: *** $p<.001$ (極太線), * $p<.05$ (太線), † $p<.10$ (破線)

図1 分析結果 (パス図)

(2) インタビュー調査

BおよびC電車区において指導操縦者及び運転士見習 37名(18ペア)に対するインタビュー調査から、関係性の構築にかかわると思われる要因として昨年度抽出した7つの主要な要因のほかに、以下の3つ(要因8～要因10)が新たに浮かび上がってきました。

これらの10項目全てを満たす必要はないが、より多くの要因が満たされることにより良好な関係を築くことが期待できます。

【関係性の構築にかかわると思われる要因】

- (要因1) リーダーシップをとる
- (要因2) 関係指向性を築く
- (要因3) 指導に関する日頃からのシミュレーションを行う
- (要因4) 熱心な姿勢で取組む
- (要因5) ネガティブな性格や感情の表出を避ける
- (要因6) 他者との比較を避ける

- (要因 7) 職場、その他の人からの支援を活用する
- (要因 8) 職場の雰囲気改善する
- (要因 9) 指導方法を教育する
- (要因 10) その他(日雇制度、マッチングなど)

(3) ポイント集の有効性の検証

ポイント集の28項目が実際の技能講習期間中において必要な項目として指導操縦者に認識されているかについて定期的に調査を行いました(表2)。

この調査結果から指導操縦者による評価の平均が概ね3以上であるので、これらの28項目が必要な項目として指導操縦者に認識されていることがうかがえました。(評価は4段階=1:意識していない、2:余り意識していない、3:まあ意識している、4:意識している)

表2 評価結果集計表(指導操縦者)

指導操縦者別	NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	評価計	
A	8月12日	2	2	4	3	4	3	3	1	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	2	3	3	3	4	4	4	3	4	3	88	
	10月4日	1	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	77
	11月24日	1	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	4	3	2	2	2	78	
	12月20日	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	78
	3月19日	1	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	79
B	8月12日	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4	105
	9月27日	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	109
	11月24日	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	106
	12月26日	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4	3	101
	2月15日	4	3	4	3	3	3	4	2	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	99
C	8月13日	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	106
	9月27日	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	108
	11月22日	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	106
	12月20日	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	108
	3月15日	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	108
D	8月13日	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	109
	9月28日	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	100
	11月21日	1	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	2	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	103
	12月27日	1	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	95
	2月10日	1	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	97
平均		2.6	3.4	3.8	3.7	3.5	3.7	3.6	3.3	3.6	3.7	3.7	3.7	3.2	3.8	3.6	3.4	3.6	3.7	3.1	3.6	3.7	3.7	3.5	3.7	3.7	3.6	3.1	3.2		
合計		51	68	75	74	70	74	72	66	71	74	74	73	64	76	72	67	71	73	61	72	73	74	70	74	73	71	62	64		

5 まとめ

調査対象箇所を拡大した中で、次の内容について検証等を行い下記の成果を得ることができました。

- ・関係性測定尺度の妥当性の検証
- ・関係性に影響を及ぼす要因の解明
- ・関係性の構築にかかわると思われる新たな要因の抽出
- ・ポイント集の有効性の検証

今後は、これらの研究成果が実際の技能講習の中で活かされていくよう取り組みを進めていきます。

なお、本研究を進めるにあたり多くの方から多大なご協力・ご支援をいただきましたことに、心より感謝いたします。

※この研究は、安全研究所と立命館大学スポーツ健康科学部との共同研究で実施しました。

※この研究で得られた指導におけるポイント集については、「指導操縦者マニュアル(平成24年4月動力車乗務員養成所制定)」の【別冊】として添付されています。

1) LMX-7 (e.g., Scandura & Graen, 1984; Graen & Uhl-Bien, 1995)、Bhal & Ansari (1996 ; 淵上, 2002, p.32 邦訳)、Yang & Mossholder(2000)、Cogliser, Schriesheim, Scandura, & Gardner (2009)

【参 考】

指導操縦者マニュアル【別冊】抜粋

【別冊】指導におけるポイント集

1. 指導にあたっての心構え、工夫と準備など

○自分が見習だった頃の親方の指導方法に必要なならば工夫を加えて、見習にあつた指導を行いましょ。

見習によって、その見習に合う教え方とそうでない教え方があります。見習の性格を見極め、見習にあつた教え方を考えてみてください。どうしてもうまくいかないと思ったら、助役・係長や他の親方に相談することもよいでしょう。

○「どんな運転士に育てたいか」という思いを持ちましょ。

「どんな運転士に育てたいか」という具体的な姿を持つことにより、指導の内容や方法がより明らかとなり、見習も納得した技能講習になるでしょう。

○「人はミスするもの」ということを理解したうえで指導しましょ。

どんな人(運転士)でもミスする可能性があります。見習も同様であり、指導する側としてもミスすることを念頭において教えていしましょ。見習はあなたの配慮に気付き、あなたに信頼感を持つでしょう。

○経験や知識・情報を増やし、自信を持って指導しましょ。

自信がないと不安ですね。実際に指導や指示内容に一貫性がないと、見習も不安になると思います。経験だけでなく、指導に対する準備をすることで自信が高まります。知識の蓄積や情報の収集に努めてください。

○見習に教えることが、自分のためにもなることを理解しましょ。

後輩を教えることは先輩の仕事です。あなたは見込まれて、その任を与えられています。教えることにより、より知識や技能も向上するので、あなた自身を運転士として成長させます。

○指導者として恥ずかしくない行動を心掛けましょ。

常に見習はあなたのことを見ています。運転士そして指導者として恥ずかしくないように定められたルールやマナーは厳守しましょ。ルールやマナー違反は、親方への信頼を低下させることにつながります。

2 ミスの連鎖の発生メカニズムに関する基礎的研究

和田 一成 守屋 祥明* 田所 和孝 上田 真由子

* 現 みやこ列車区

1 目的

日々の業務の中で、トラブルに巻き込まれたり、ミス（ヒューマンエラー）を起こしてしまったとき、焦りやあわてのような情動が起こってしまい、さらにミス（ヒューマンエラー）を続けてしまうことがあります（図1）。本研究では、このような現象をミスの連鎖（エラーの連鎖）と呼び、その発生メカニズムを明らかにし、関係主管部とより密接に連携を図ることで、運転士におけるミスの連鎖を防止することに貢献していくことを目的としています。

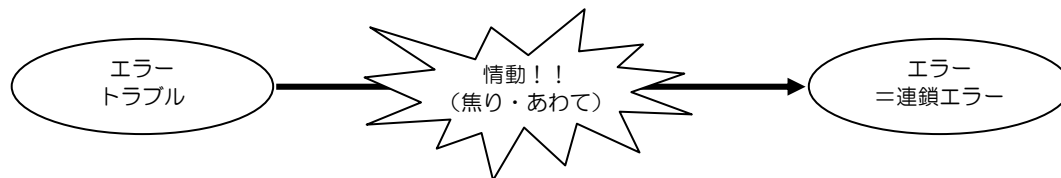


図1 連鎖の過程

2 内容

(1) 概要

平成23年度は、平成22年度に実施した運転シミュレータを用いた実験（図2）の結果分析と、パソコンを用いた基礎心理学的な実験を実施しました。平成22年度の実験は、平成21年度の“情動を喚起しやすいトラブルほど、エラー率が高くなる”という実験結果を確認することを目的としたものでした（図2、表1）。平成21年度からの主な変更点としては、対象となるトラブルを2つに限定し、対処手続きも実験用に設定したものを事前に学習して実施するように求めました。平成23年度の実験では、作業終盤で生じる失念エラーについて、パソコン課題実施時の反応を測定しました。

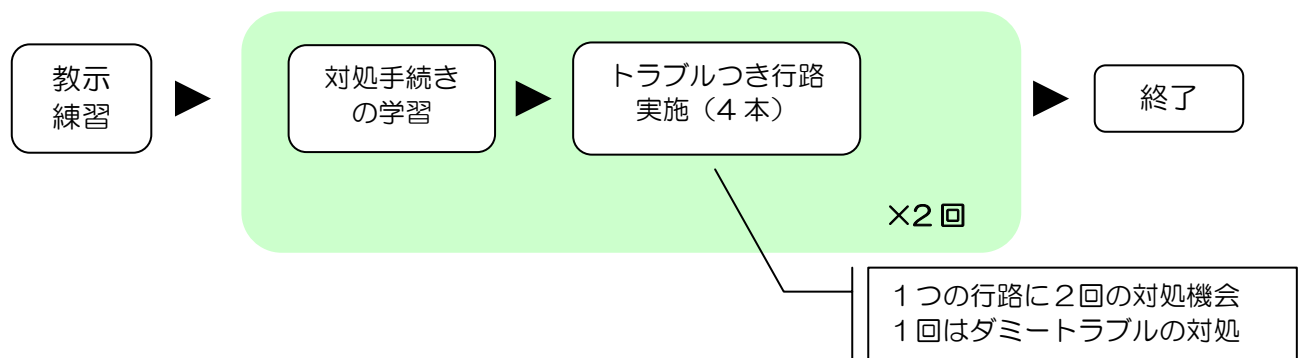


図2 平成22年度実験の大まかな流れ

表 1 平成 22 年度実験で用いたトラブル

トラブル	概要
踏切自動車衝突	走行中に踏切で自動車が進入し、衝突
大幅な停止位置行過ぎ	駅停車時に大幅に行過ぎ、列車全体がホームを外れ、出発信号機を冒進し、踏切上で停止

(2) 平成 22 年度の実験

① 目的と方法 (表 2、図 3)

平成 21 年度実験でエラー率の高くなったトラブルは、情動を強く誘発する一方で、対処手順が他のトラブルに比べて複雑でもありました。そのため、実験で示されたエラー率の高さが情動によるのか、対処手順の難しさによるのかが不明でした。そこで、この点を確認するために、平成 22 年度は、トラブル発生時に情動が起こった中で対処作業をする条件と、トラブルは発生せず情動が起こらない中で対処作業をする条件とで、エラー率を比較し、さらに、それぞれの対処作業も難しいものと簡単なものでエラー率を比較しました。

表 2 平成 22 年度実験の条件設定

条件	行路設定	
	トラブル有無	対処作業
情動あり・難易度高条件	トラブル発生	作業(長)
情動あり・難易度低条件	トラブル発生	作業(短)
情動なし・難易度高条件	トラブルなし(停止指示)	作業(長)
情動なし・難易度低条件	トラブルなし(停止指示)	作業(短)

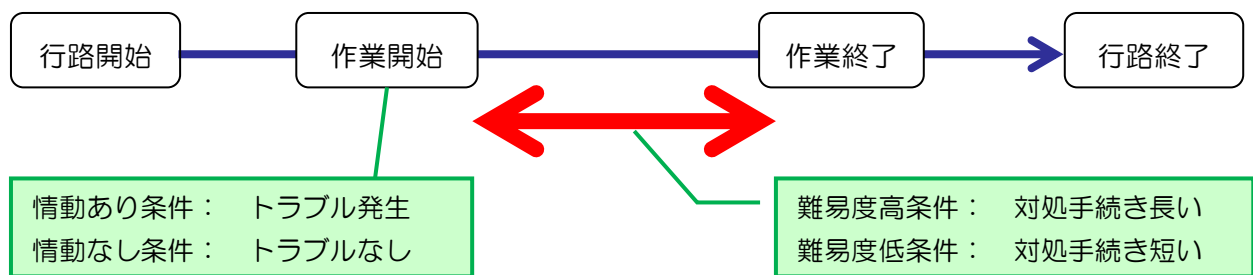


図 3 実験の 1 試行の流れ

② トラブル発生時のエラー発生率

実験の結果、4つの条件のエラー率は、図4のようになりました。なお、大幅行過ぎではほとんどエラーが見られなかったため、図4では踏切自動車衝突トラブルでのエラー率のみを示しました。また、難易度の高低によって対処作業の手順数が異なっていたため、両方の条件で同じ手順を分析の対象としました。以上の方法で結果を集

計し、統計的分析を行ったところ、難易度によるエラー率の違いは誤差の範囲と考えられ、逆に情動条件（トラブル発生の有無）による違いは統計的に意味のある違いであることが示されました。また、トラブルの発生による情動の違いを分析したところ、トラブルが発生したときのほうが発生しなかったときよりも驚き・あわて因子の評定値が高くなることが示されました（図5）。これらのことから、トラブルについての対処作業では、驚き・あわてを中心とする情動が起こるとエラーの発生率が高くなることが示されました。

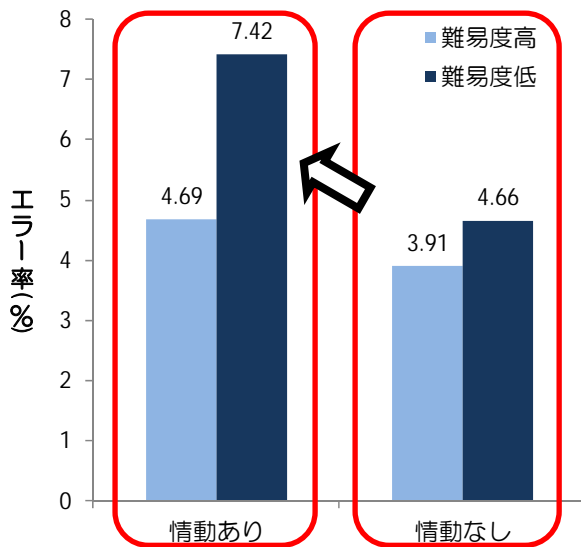


図4 踏切自動車衝突トラブル発生後の対処作業中のエラー発生率
難易度高条件と低条件で、同一の手順についてのエラーを比較した。

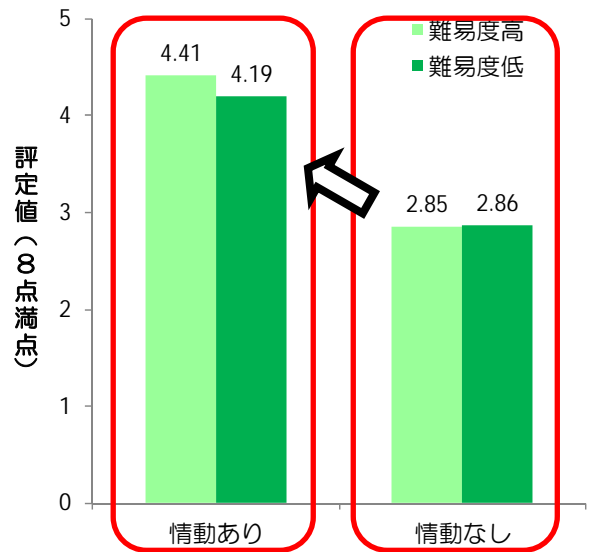


図5 踏切自動車衝突トラブル発生時の情動評定値（驚き・あわて因子）
評定値が高いほど、情動が強く起こっていることを示す。情動質問紙のうち、驚き・あわて因子に強く寄与する項目の評定値の平均で条件間の比較をした。

(3) 平成 23 年度の実験概要

① 目的

これまでの実験から、トラブル発生時、驚き・あわてを中心とする情動が起こると、その後のエラーも起こりやすくなることが示されました。平成 23 年度は、これらのエラーの中で、作業終盤のエラーがどのような要因で起こるのかを検証する実験を行いました。これまでの実験でも、対処作業の終盤にエラーの発生率が比較的高くなるケースがあったのですが（パンタグラフの上昇を忘れて運転再開しようとする、ATS を入れ直さずに運転再開する、など）、動作としては簡単なこれらの作業が、どうして達成されないのでしょうか。以下では、その実験概要を述べます。

② 実験の課題と条件設定（図 6、7）

今回の実験では、一般人男性 34 名を対象に、パソコン上でゲームのような課題を実施し、最後の作業の失念率を測定しました。課題は、あらかじめ図形と番号の対を

記憶しておき、その後、ランダムに並べられた1から10の番号の並び順にしたがって対応する図形をクリックしていくというものでした。最後の10個目の図形までをクリックすると1試行が終了し、次の試行に進みました。実験では、図形をクリック課題を10試行繰り返して1セットとし、セットの最後に画面の端に提示されるチェックボックスのチェックを外すように求めました（開始時にチェックを入れます）。この、チェックを外すという行動をどの程度忘れるかに注目しました。

トラブル発生によって終盤の作業を忘れる理由として、いくつかの可能性が考えられます。1つは、驚き・あわてが強烈に起こり、注意を奪われてしまった可能性。また、その後の作業に余分な負荷がかかり、最後の作業を忘れてしまった可能性。あるいは、あらかじめ最後の作業だけは忘れまいとするあまり、記憶の資源を奪われて最後まで覚えていられなかった可能性。今回は、これらの要因の影響を検討するために、課題の実施中に突然大きな音がして事故の写真が提示される条件（情動あり条件）、図形クリックの課題と平行して別の作業を実施する条件（高負荷条件）、最後のチェックを外すという行動が実は非常に重要だと教示される条件（重要性高条件）の3つを設けました。この3つの条件が組み込まれた実験を実施し、各条件の失念率を比較しました。

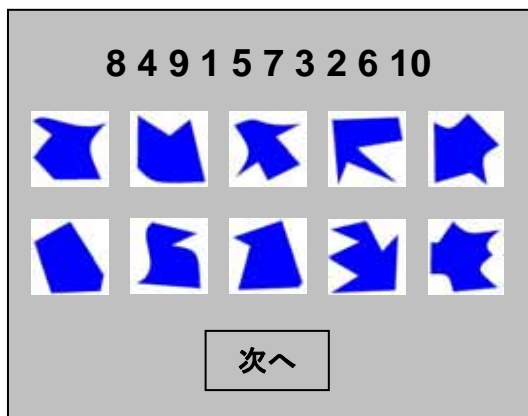


図6 平成23年度実験の課題画面例

提示された番号の順番に図形をクリックするのが課題。図形と番号の対は、あらかじめ学習した。



図7 平成23年度実験のセットの終了画面

実験協力者は、セット終了時、右下のチェックを外すように求められた。この行動の失念率を測定した。

3 まとめ

本研究では、平成22年度実験の結果分析を行い、トラブルによって情動が起こればエラーが起こりやすくなることを改めて示しました。また、平成23年度は、そのエラーの1つである作業終盤のエラーの発生要因について検証するために、パソコン課題を用いた実験を実施しました。結果については現在分析中です。今後も、情動とエラー行動との関係について、より詳細に検討していきたいと考えています。

なお、本研究を進めるにあたり多くの方々から多大なご協力・ご支援をいただきましたことに、心より感謝いたします。

3 高覚醒水準下の注意特性に関する 基礎的研究

上田 真由子

和田 一成

臼井 伸之介*

* 大阪大学大学院 人間科学研究科

1 目的

ヒューマンエラーは、低覚醒水準（覚醒水準が極端に低い状態）のときだけではなく高覚醒水準（覚醒水準が極端に高い状態）のときでも発生しやすいといわれています。覚醒水準が極端に高い状態とは、例えば、緊急事態に直面し、異常に緊張した状態等を指します。本研究では、このような高覚醒水準下における人間の行動や注意特性を実験的に検討しました。この研究により、突発的な事故が生じた際、どのような行動をとりやすくなるのかを客観的に把握することができます。

2 内容

(1) 実験協力者

一般人男性 30 名（年齢範囲 22 歳～32 歳・平均年齢 27.9 歳）

(2) 実験内容（図 1 参照）

実験協力者はパソコン上で、図 1 のような水道管課題を実施する必要がありました。課題の仕組みと目的は以下の通りです。

- 上方にある水槽から水が流れ込み、水道管と「切り替え可能な水道管（スイッチ）」（図 1 の 23 個の正方形すべて）を通して、最終的には 7 個の電球にまで流出する仕組み。水流は上下左右全ての方向から流すことが可能
- スイッチをクリックすると、90 度ずつ回転する。電球に流れ込む水流をその回転によって止めると、電球が消灯する。
- 画面中央に時折ゴリラの絵（視覚ターゲット）が出現する。実験協力者はこの絵を発見したら、できるだけ早く正確にボタンを押して、ゴリラを消去する必要がある。
- 課題達成は、「スイッチを回転させることによって赤電球をすべて消灯させ、かつすべての黄電球は点灯させたままにすること」で達成できるが、常に、スイッチの切り替え回数が少なくなるように心がける必要がある。
- 課題の難易度は、「最短で達成できるクリック回数」の違いによって 3 段階の設定がある（低：1 回・中：3 回・高：6 回）。

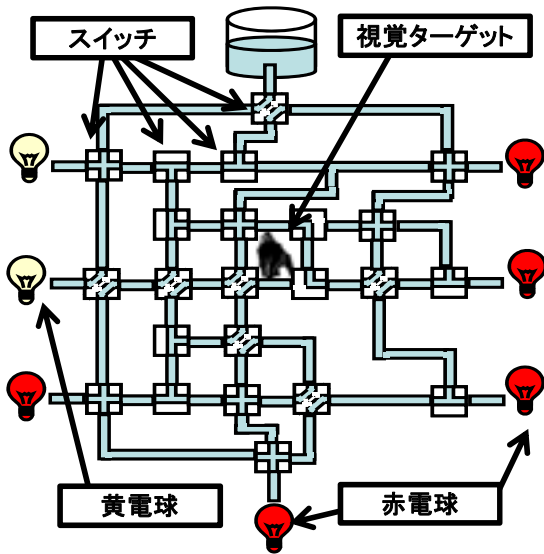


図1 水道管課題の一例

(画面中央のゴリラは視覚ターゲット)

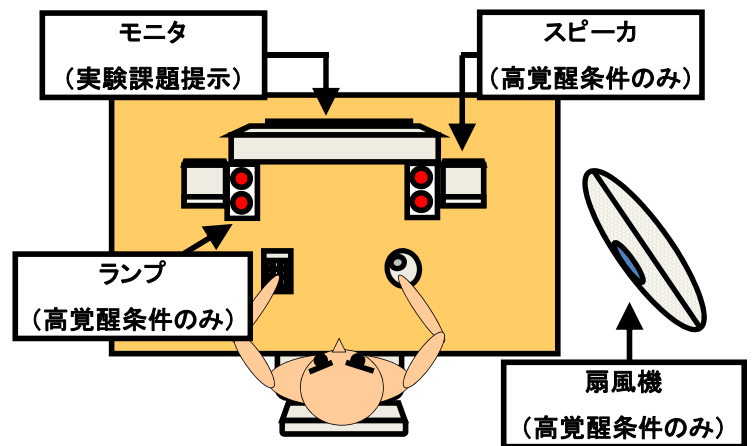


図2 実験器材配置図

(3) 実験条件

実験協力者は以下に説明する3種類いずれかの環境下で水道管課題を達成する必要がありました。この3種類の条件は、下へ行くほど環境設定が厳しくなり、覚醒水準も高くなるように設定しました(心拍等の生理指標の測定により、覚醒度を測りました)。

比較条件

警告光・警告音・時間制限等はすべてなし。どれだけ時間をかけても良く、ゆっくり良く考えて、必要最低限のスイッチ切り替え回数で達成することを教示される。

⇒平常時として設定

タイムプレッシャー条件

75秒の制限時間がある。時間内になるべく早く達成し、スイッチ切り替え回数はできるだけ少なく心がけることを教示される。

⇒制限時間の表示のみを設けた条件として設定

高覚醒条件

75秒の制限時間が近づくと、視覚刺激や聴覚刺激、風圧による警告が表示される(図2参照)。更に、制限時間を越えると謝金の減額がある。時間内の達成と少ない切り替え回数を心がけることを教示される。

⇒緊急時として設定

3 結果

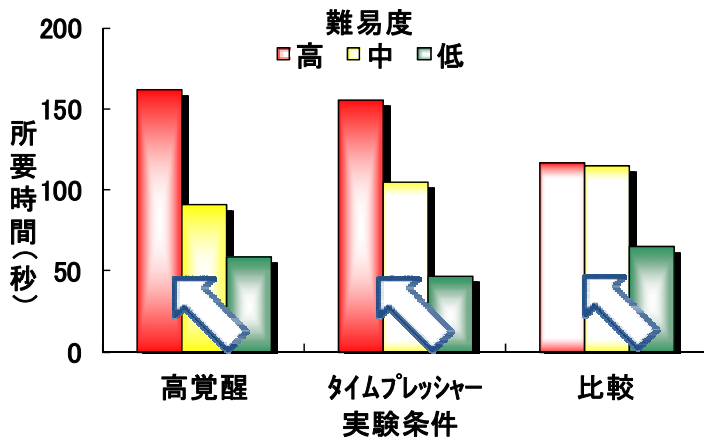


図3 所要時間 (秒)

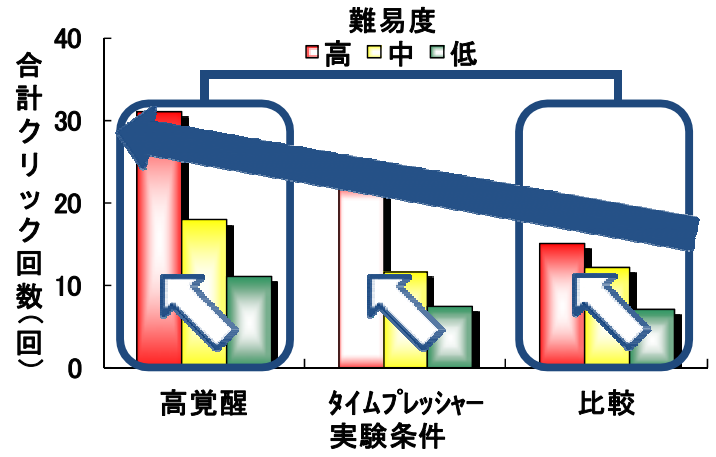


図4 合計クリック回数 (回)

図3は達成までの所要時間を表しています。分析結果から、難易度が上がるにつれて所要時間が長くなることがわかりました (白矢印で表示)。

一方、図4は、達成までにスイッチをクリックした合計回数を表しています。分析結果から、難易度が上がるにつれてクリック回数が多くなることがわかりました (白矢印で表示)。更に、実験条件が厳しくなるにつれても、クリック回数が多くなることがわかりました (青矢印で表示)。

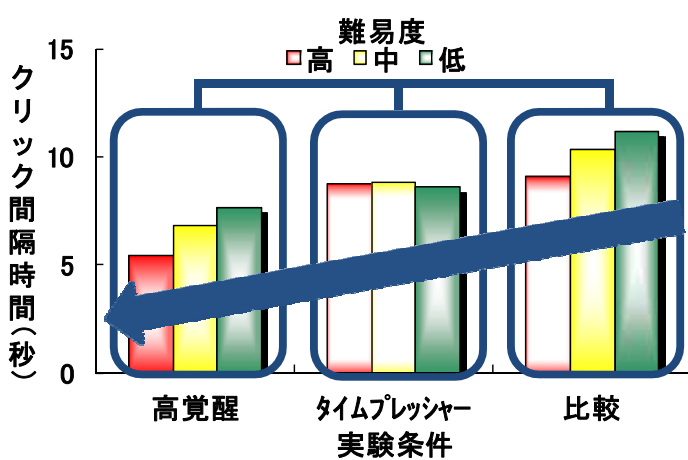


図5 クリック間隔時間 (秒)

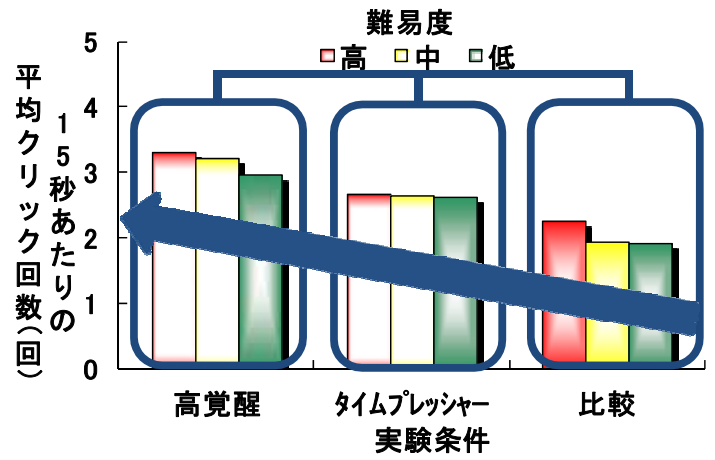


図6 15秒あたりの平均
クリック回数 (回)

図5は、クリックと次のクリックの間の、何もしていない空白時間を指します。「次にどのスイッチをクリックすべきか」等を判断している時間です。分析結果から、難易度に関わらず、実験条件が厳しくなるにつれてその判断時間が短くなることがわかりました (青矢印で表示)。

一方、図6は、15秒ごとの平均クリック回数を表しています。平均的なクリックを押す頻度です。分析結果から、難易度に関わらず、実験条件が厳しくなるにつれてクリックを押す頻度が高くなることがわかりました (青矢印で表示)。

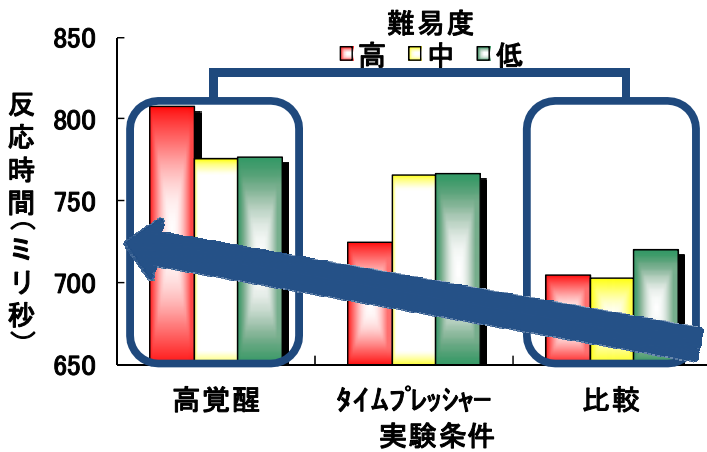


図7 視覚ターゲット反応時間 (ミリ秒)

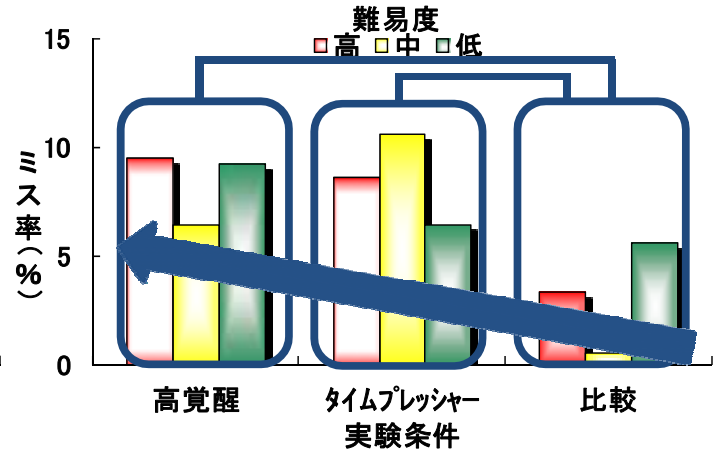


図8 視覚ターゲットミス率 (%)

図7は視覚ターゲットであるゴリラの絵が表示されてから、ボタンを押すまでの時間を表しています。分析結果から、難易度に関わらず、実験条件が厳しくなるにつれて、視覚ターゲットへの反応がより遅くなることがわかりました（青矢印で表示）。

一方、図8は視覚ターゲットであるゴリラの絵が表示されているにも関わらず、そのターゲットに気づけなかった確率を表しています。分析結果から、実験条件が厳しくなるにつれて、視覚ターゲットに気づかない確率が高くなることがわかりました（青矢印で表示）。

4 考察

結果から、測定したデータの違いによって、難易度や実験条件の影響の有無も異なることがわかりました。以下の表では、その違いをまとめました。

表1 測定データと影響を受けた原因

測定データ	難易度	実験条件
所要時間	○	×
合計クリック数	○	○
クリック間隔時間	×	○
15秒ごとの平均クリック回数	×	○
ターゲット反応時間	×	○
ターゲットミス率	×	○

○：影響あり ×：影響なし

※表1は、「3 結果」で説明した各種測定データと、そのデータに影響を与えた原因の対応表です。例えば、所要時間は難易度が上がるにつれて長くなったので、「難易度」の影響がありますが、実験条件の違いによってその時間は変化しなかったため、「実験条件」の影響はありません。表中では影響があったものについては○、なかったものについては×をつけました。

表1から、今回の実験において、所要時間だけは「実験条件」の影響を受けず、一方で、その他の測定データはすべて「実験条件」の影響を受けることがわかりました（青線で表示）。つまり、もし難易度が同じであれば、どの実験条件下であっても達成時間は変わらないと言えます。この事実から、図9・図10に示すようなモデル図を描くことができます。

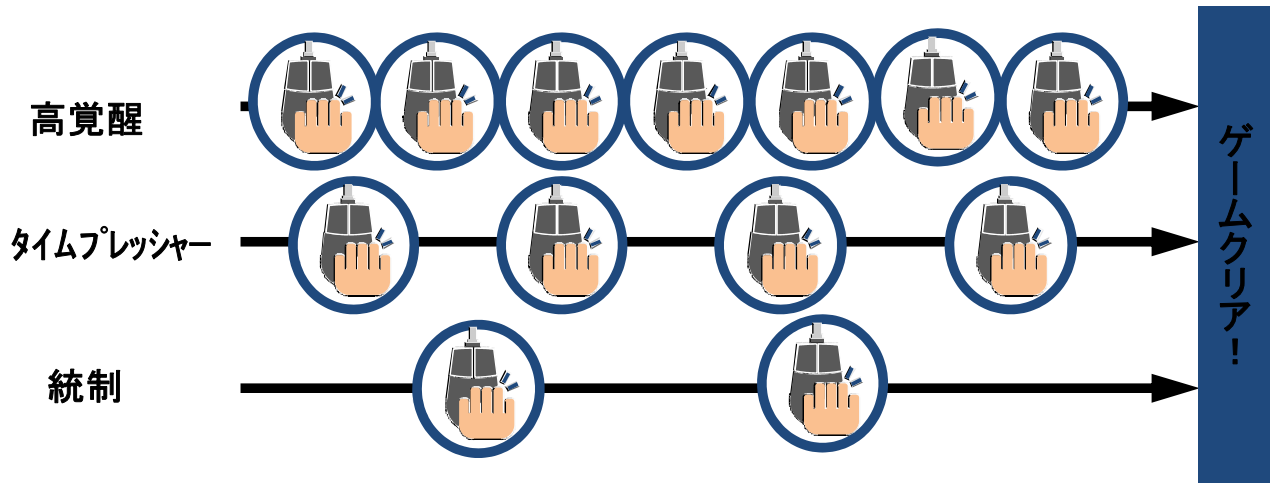


図9 実験条件の違いによるクリック回数・頻度モデル

図9は、達成までのクリック回数と頻度の違いを表しています。表1から、難易度が同じであれば、所要時間は変わらないことがわかりましたので、どの実験条件でも、課題達成までの矢印の長さは同じです（矢印は所要時間の長さを表します）。ただし、合計クリック回数やクリック間隔時間、15秒ごとの平均クリック数は実験条件の影響を受けることがわかりました。つまり、比較条件では、少ないクリック回数、長い判断時間によって課題を達成することができますが、高覚醒条件では、より多いクリック回数、より短い判断時間で課題を達成することになります。

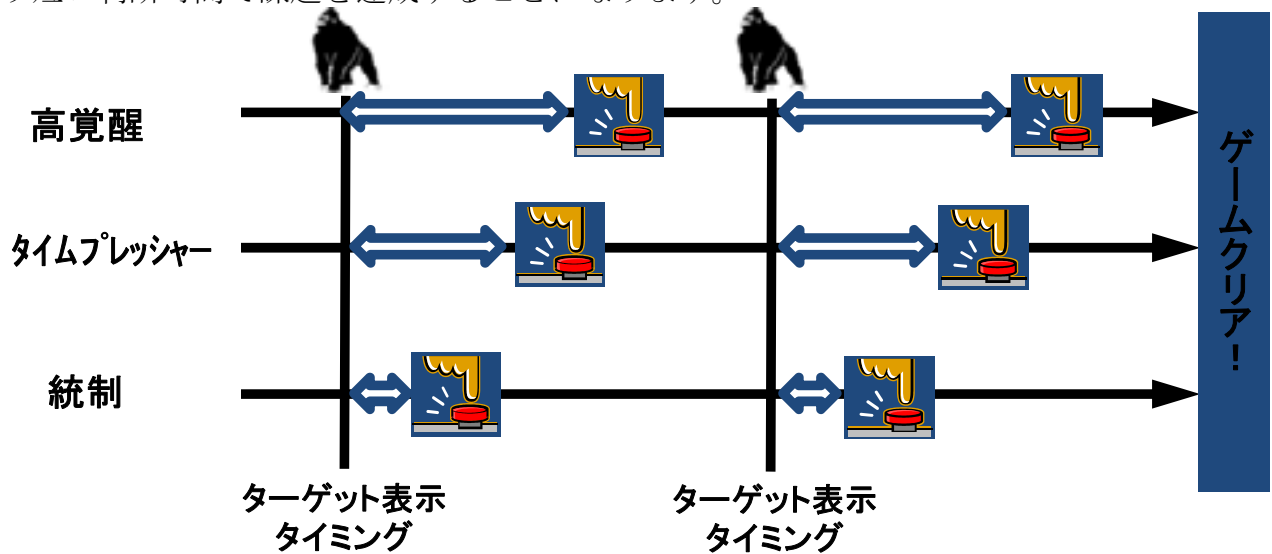


図10 実験条件の違いによる視覚ターゲット反応モデル

図10は、実験条件間における視覚ターゲットに対する反応の違いを表しています。まずは、図9と同様の理由から、どの実験条件でも課題達成までの矢印の長さは同じです。ただし、視覚ターゲット反応時間は実験条件の影響を受けます。つまり、比較条件では比較的速く視覚ターゲットに気づくことができますが、高覚醒条件では、視覚ターゲットに気づくにはより長い時間を要し、更にはそのターゲットそのものに気づかない確率（ミス率）もより高くなります。

5 まとめ

これまで説明した結果と考察から、比較条件と比較して高覚醒条件では、以下のような違いがあることがわかりました。本研究において、比較条件は平常時、高覚醒条件は緊急時として設定していたので、以下に述べる違いとは、緊急時に変化する行動を指します。

- ① 合計クリック回数・15秒ごとの平均クリック回数が増え、クリック間隔時間が短くなる

深く考えず、とりあえずの行動をとる傾向が高くなる

- ② 視覚ターゲットに対する反応が遅くなる

直近で取り組んでいる作業以外の事象への気づきが遅い

- ③ 視覚ターゲットに対するミス率が高くなる

直近で取り組んでいる作業以外の事象に気づかない

一方で、以下のように、比較条件と高覚醒条件の間で、違いが見られない部分もありました。つまり、以下に述べることは、緊急時であっても変化しない部分を指します。

- ④ 難易度が同じであれば、所要時間は変わらない

平常時と同程度の所要時間で作業を終了する

今回設定した緊急事態において、このような行動に変化する理由は、「できるだけ速く」作業を終了させることを最優先したためだと考えられます。つまり、「できるだけ速く」を最優先した結果、「深く考えないとりあえずの行動」を積極的に実施しがちになり、また、取り組んでいる作業以外の異常に気づきにくくなりましたが、その一方で「できるだけ速く」を最優先した結果、平常時と同程度の所要時間で作業を終了できたと思われまます。このような緊急時の行動特性を検討することにより、鉄道業務における訓練等に役立てることが出来ます。

※ この研究は安全研究所と大阪大学大学院人間科学研究科との共同研究で実施しました。

4 運転士等の眠気予防策に関する研究

— 乗務行路の調査 —

安丸 貴之* 千田 琢

* 現 大阪支社乗務員課

1 目的

この研究は、運転士の乗務中の眠気に関する調査を行い、乗務中の眠気を防止する方法を検討することを目的としています。なかでも、特に「乗務行路」にスポットをあて眠気予防策を検討していくというのですが、一般的に眠気発生や居眠りの要因の一つに「生体リズムの強い関与」があるといわれています。そこで、現状、言い換えると休日を含めた運転士の日常生活全体の睡眠・眠気調査を行い、眠気発生には何が起因しているのかを検討することとしました。

2 内容

(1) ヒアリング調査

① 概要

まずは、詳しい眠気の実態を把握する前に予備調査として、アーバンネットワークの運転士職場5区所の協力のもと、平成23年6月、勤務時間中の眠気発生状況についてヒアリング調査を実施しました。内勤者が準備室や出先などで運転士に聞き取りを行い、研究員が報告を受ける手法をとりました。なお、2区所については運転士職場の協力で、運転士から直接聞き取りを行いました。

② 結果

報告を受けた内容を出勤日（日勤行路含む）と非番場面に分類し整理した結果、出勤日「0時前後～1時台」の深夜帯に、また非番場面「その行路の乗務最終列車」で最も眠気を感じていることがわかりました（表1）。

表1 眠気を感じた時機・タイミング

【出勤日（日勤行路含む）】		【非番】	
深夜帯（0時前後～1時台）	… 9行路	行路最後の列車	… 25行路
折り返し連続乗務	… 3行路	折り返し連続乗務	… 12行路
生体リズムが要因の眠気	… 2行路	起床時刻が早い	… 10行路
（14時～15時の眠気）		退出時刻が遅い	… 6行路
景色が殺風景	… 2行路	前夜の就寝時刻が遅い	… 5行路

※ 行路数は重複を含む

なお、調査用紙回収については、協力者から研究員へ直接送付してもらいました。その後、協力者に対してヒアリング調査を実施、それらで得られた情報をもとに添乗調査を行い、データを整理・分析していくという方法をとりました。

② 協力者

区所の選定については、「乗務線区が少なく比較的 analysis しやすい」、24 時間周期・12 時間周期で発生する眠気のリズムもさることながら、単調な作業（＝単調な運転業務）を行っているときに見られる「2 時間周期の眠気（ウルトラディアンリズム）」にも着目し検討した結果、同一線区を「往復」乗務することや、「景色が単調な路線」を運転する機会が多い X 電車区を選定しました。また、調査に最低限必要な協力者数を確保するためには、所属人数の多い組が必須であるとの観点から、30 日周期の組に乗務する運転士に協力を求めました。更に、調査期間が長期にわたることや、勤務中のみではなく、休日を含む全日の調査を行うことから、継続性と正直に報告されることを重視して、協力者は「募集する」という形をとりました。その結果、20 歳代 9 名、30 歳代 1 名の計 10 名（運転士経験 2～13 年）から協力を得ました。また、この 10 名の協力者が乗務する列車種別割合は、普通列車 69%、快速列車 12%、回送・入出区 11%、便乗 8% でした。

③ 結果

回収したデータを整理したところ個人差はあるものの、眠気発生の特徴・傾向が大まかに把握できました。最も注目すべき点は、10 名中 8 名の協力者の生体リズムに乱れがあると考えられることです。図 3 を例にとると、「主睡眠をとる時間がバラバラ」「体内時計のリセットが出来ていない（8 時までに起床し日光を浴びていない）」「必要な睡眠時間の確保が出来ていないため睡眠負債がかなり蓄積されている」などです。その他、データ整理を行い分かったことを報告します。

ア 時間帯別の眠気発生の傾向については、図 4 に示しているように一般の人には見られない、10～11 時台に眠気発生数が顕著に現れており、勤務時間（乗務時間）では、この時間帯が最も多く発生していることがわかりました。これは、泊まり勤務の夜間仮眠により発生する睡眠負債に加え、日常の生活リズムの乱れ、具体的には、非番・休みで睡眠をとるタイミングが異なる、自分に最適な睡眠時間の確保が出来ていないなど、睡眠に十分な注意が払われていないことで、質の良い睡眠がとれていないことが影響しているものと考えられます（例えば明け方に就寝したり、夕方に長い仮眠をとったりするなど）。その他、生体リズムにより発生する午後の眠気や深夜帯の眠気発生も顕著でした。

日付	曜日	行路	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	記事(出退勤時刻ほか)
1日目	火	年		×																							旅行
2日目	水	特			×																						旅行
3日目	木	出																									14:42~12:02
4日目	金	非																									委員会活動
5日目	土	出																									10:35~9:34
6日目	日	非																									14:00まで委員会活動
7日目	月	特	×																								12:00~13:00職場で作業
8日目	火	公																									
9日目	水	出																									13:05~11:06
10日目	木	非																									
11日目	金	出		×																							11:44~10:37
12日目	土	非																									
13日目	日	公																									旅行
14日目	月	特																									
15日目	火	出																									14:42~11:50 列車乱れあり
16日目	水	非																									訓練・19:30まで委員会活動
17日目	木	特																									
18日目	金	研修																									研修
19日目	土	公																									
20日目	日	特																									旅行
21日目	月	出																									12:14~11:48
22日目	火	非																									
23日目	水	公																									
24日目	木	日																									前泊 8:14~19:56
25日目	金	日																									5:51~14:21
26日目	土	出																									11:05~11:02
27日目	日	非																									
28日目	月	公																									
29日目	火	日		×																							8:39~18:31 3時過ぎまで自宅で作業
30日目	水	出																									15:40~

図3 生体リズムが乱れていると考えられる睡眠日誌（データ整理後）

(凡例) 青：睡眠 黄色：乗務 橙黄色：乗務以外の勤務 ×印：眠気 ベージュ：手待ち時間
食：食事（勤務時間中のみ）緑：布団に入ったが寝られなかった

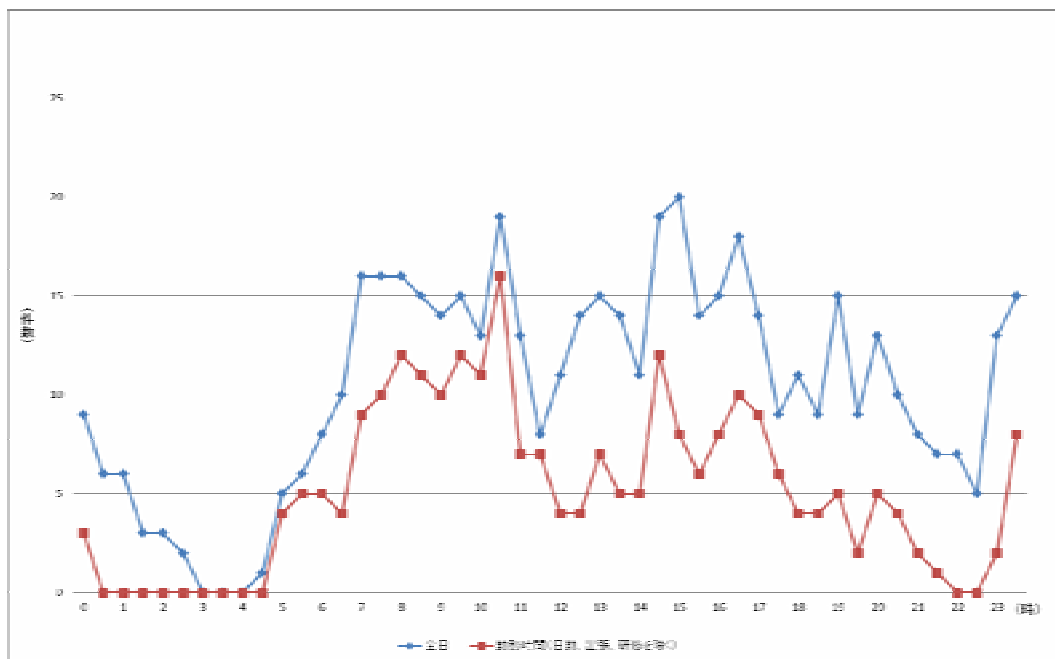


図4 時間帯別眠気発生件数

イ 次に平成23年6月に実施したアーバンネットワークの運転士職場5区所でのヒアリング調査では、行路最終乗務列車で最も眠気を感じるという回答でしたが、実際には、夜間仮眠後（列車番号によりカウント）に乗務する2本目の列車において、

多くの眠気が発生していることが分かりました（図5）。

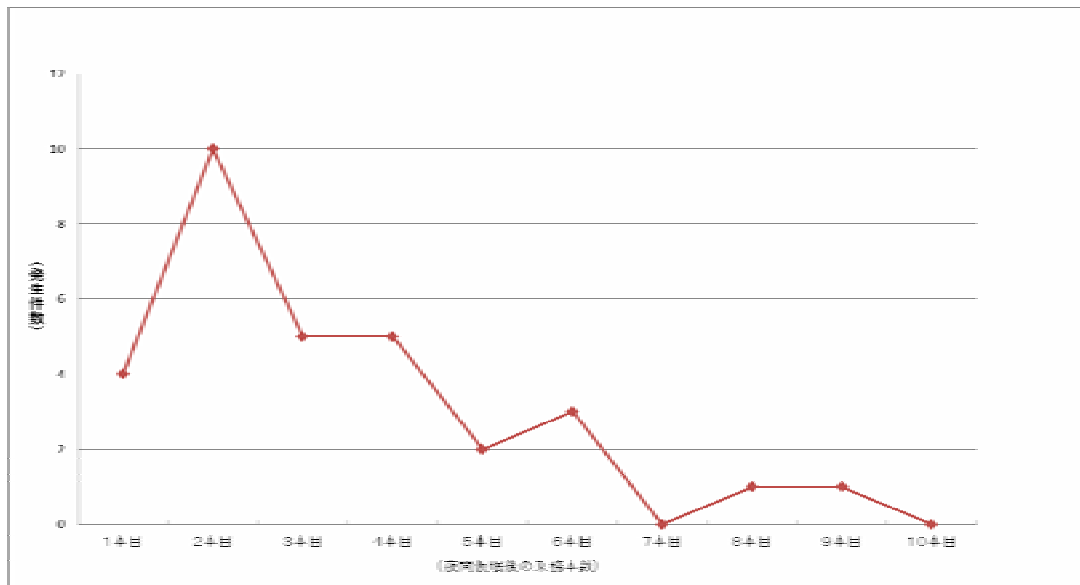


図5 夜間仮眠後に最初に眠気を感じた列車（乗務本数）

ウ また、夜間仮眠後の経過時間から眠気発生の傾向を見たときに、「2時間～4時間後」という結果が最も多いことがわかりました（図6）。

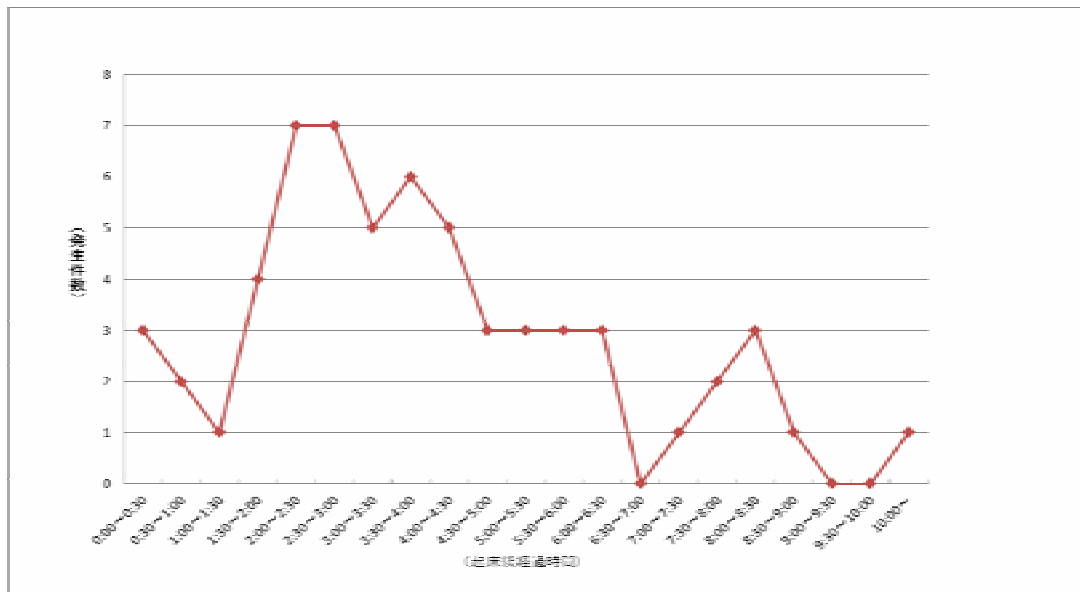


図6 起床後最初に眠気を感じた時機（経過時間）

エ 眠気発生件数の多い箇所では、「駅間が長い」「景色の単調性（殺風景・直線が続くなど）」、お客様や踏切が減少していくなかでの「緊張感の低下」が、眠気の要因であるということが調査後に実施したヒアリング調査や添乗調査でわかりました（図7、図8）。

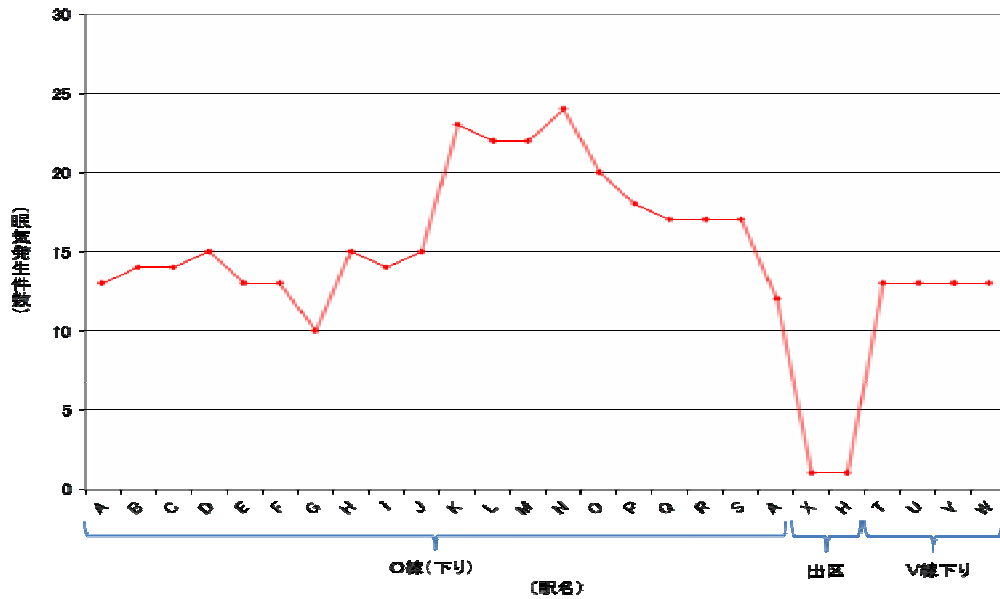


図7 眠気発生区間（O線下り・出区・V線下り）

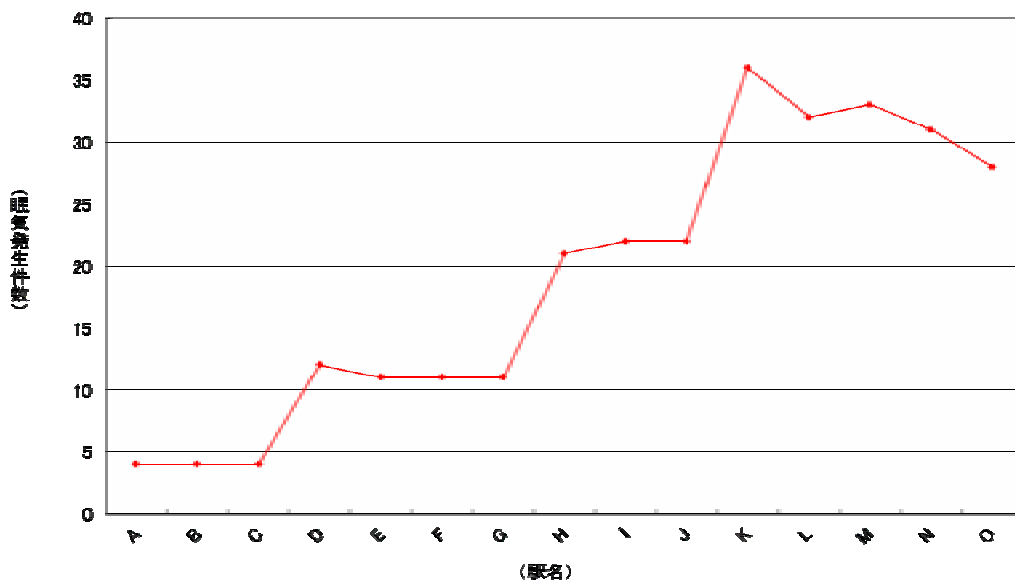


図8 眠気発生区間（K線上り）

オ その他、当初、行路の流れからも眠気の発生要因を探ることを検討していましたが、協力者の勤務変更や休暇、研修等の都合により出来ませんでした。

3 まとめ

以上、「時間帯」「線区」「仮眠後の乗務列車」から現状を把握したことを受け、最も注目すべき点は、「眠気の発生」や「居眠りの要因」に最も影響する生体リズムが、ほとんどの協力者において乱れていたことです。また、睡眠はとっているものの単純に「〇時間寝られればよい」という誤った考えを持っている協力者がいたことも明らかになりました。

今後は、乱れた生体リズムを修正するための手法、具体的には、広島国際大学 心理科学部 田中秀樹教授の「生活リズム健康法」を講じながら、更に2週間の継続調査を実施したいと考えています。これは、睡眠改善のために有効な「サーカディアンリズムを規則正しく保つ」「日中や就床前の過ごし方を見直す」「睡眠の環境を整える」「就床前のリラックスと睡眠への脳の準備」という4つの重要なポイントに基づいた28項目について「これならば自分にできそうだな」と思えるものを3つ選び出し、週3日を目安に取り組むというものです。それにより、生体リズムを改善させ、日中の眠気を軽減させていきたいと考えています。

なお、本研究を進めるにあたり多くみなさまから多大なご協力・ご支援をいただきましたことに、心より感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 睡眠心理学 堀忠雄 編著 (北大路書房)
- 2) ぐっすり眠れる3つの習慣 田中秀樹 (KKベストセラーズ)

5 運転士等の眠気予防策に関する研究

— 乗務員宿泊所の仮眠環境調査 —

千田 琢 安丸 貴之*

* 現 大阪支社乗務員課

1 目的

この研究は、運転士の乗務中の眠気に関する調査を行い、乗務中の眠気を防止する方法を検討することを目的としています。今回は現状における乗務員宿泊所（以下「乗泊」）の課題を明確にするため、乗泊の環境測定を実施し仮眠環境と睡眠の質の関連性について調査しました。さらに、乗泊の仮眠環境が仮眠者（運転士）の睡眠に与える影響について分析しました。

2 内容

(1) 平成 22 年度の研究内容と結果

当社の運転士は交替制勤務をとっており、乗泊で夜間に仮眠をとっています。翌日または翌朝のパフォーマンスを維持するには乗泊で少しでも質のよい仮眠をとる必要がありますが、過去乗務中の眠気について運転士を対象にアンケート調査を行ったところ、対象者の約 7 割から「乗泊でよく眠れない」という回答が得られました。さらに平成 22 年度に運転区所で乗泊の仮眠環境及び各職場での取組みについてヒアリングを実施したところ、仮眠環境に関して改善を要する課題があり、職場によっては独自に環境改善に取り組んでいることが明らかになりました。

(2) 乗泊の仮眠環境に関する調査の実施

主にヒアリングで寄せられた問題点をもとに、平成 23 年度に乗泊の仮眠環境に関する調査を実施しました。調査対象は A・B・C の各運転区所の乗泊で、季節毎の変化を確認する目的で夏季（9 月）と冬季（2 月）の計 2 回実施しました。また各乗泊における休養室の選定にあたり、事前に各運転区所で所属社員の意見をもとに寝心地の面で快適と感じられる声の多い部屋とそうでない部屋を 1 部屋ずつ、計 2 部屋選定してもらい結果について比較しました。今回測定を実施した休養室の箇所と主な仕様については表 1 のとおりです。なお測定対象とした休養室は夏季、冬季で統一しています。

(3) 調査方法の詳細について

具体的な調査方法は、調査対象となる各部屋について実際に安全研究所の研究員または運転区所の内勤担当者が夜間仮眠し、図 1 のように有人の状態ですべて測定機器を

室内に設置して就寝から起床までの間に良好な睡眠をとるために必要と考えられる項目について測定を行うという方法をとりました。夏季及び冬季の環境調査で測定した項目は以下のとおりです。

- 温湿度・光（照度）・音（騒音）：いわゆる良好な睡眠に必要な三大要素
- CO/CO₂濃度・粉塵量・風速：作業環境測定における測定項目
- 臭気・振動：上記のほかヒアリングで苦情の寄せられた項目

なお測定にあたり、上記項目のうち CO/CO₂濃度・粉塵量・臭気の 3 項目については就寝時及び起床時のみの測定とし、他の各項目については就寝時から起床時までの間に一定の間隔（音・振動のみ 100ms 間隔、その他は 1 s 間隔）で連続測定を行いました。また、光については仮眠者の就寝直前及び中途覚醒時の影響を考慮し、休養室内の照度だけでなく深夜仮眠者が行き来する可能性のある廊下及びトイレの照度についても測定を行いました。また冬季の調査では上記の項目以外に、各部屋の仮眠者が良好な仮眠をとれているか確認するため次の調査を行いました。

- 活動量の調査：仮眠者が乗泊で就床中に実際にどれだけの時間睡眠または覚醒しているか確認する目的で、仮眠者の体動（活動量）を専用の機器（活動量計）を用いて測定する調査
- 睡眠感の調査：仮眠者の起床直後に専用の調査票「OSA 睡眠調査票 MA 版」（以下 OSA-MA）を用いて睡眠の質を確認する調査

（4）調査結果の評価方法について

得られた調査結果は、以下の方法で評価しました。

- 環境調査で得られた各データのうち、睡眠環境に適した推奨値が存在する項目（臭気を除く全項目）についてはその数値と比較した。
- 区所毎に環境調査で得られた結果と部屋の快適・不快との間でどのような関連があるか分析した。
- CO/CO₂濃度・粉塵量・臭気（におい）の各項目については就寝前と起床後を、その他の各項目では測定時間内での数値の変化を分析した。
- 活動量については基準を設定せず、部屋の快適・不快との関連や活動量の時間の経過に伴う変化について分析した。
- OSA-MA による睡眠感の調査については調査項目を点数化し、5つの因子について評価した。

なお、睡眠環境に適した推奨値は表 2 のとおりです。

表 1. 測定を実施した休養室の箇所と主な仕様

区画名	A電車区		B電車区		C電車区	
	①	②	①	②	①	②
乗務員	快適	不快	快適	不快	快適	不快
乗務員(区画)と乗客の乗客による評価	快適	不快	快適	不快	快適	不快
乗客の有無	有	有	無	無	無	有
空調方式	個別空調	個別空調	一括空調	一括空調	個別空調	個別空調
使用可能人数	2名 (2人を1名で使用)	1名	1名	1名	1名	1名
乗客の乗客の乗客	予備	定期使用	予備(使用頻度高)	予備	定期使用	予備
乗客の乗客の乗客	23:25~2:10	22:30~2:30	21:42~2:30	22:00~2:30	21:45~23:05	22:15~2:00

表 2. 睡眠環境に適した推奨値

測定項目	推奨値
温度	夏季室温:28℃以下 冬季室温:18℃以上
湿度	湿度:50~60%
光(照度)	0~30lx
音(騒音)	35~45dB (※A特性)
CO/CO ₂ 濃度	CO:10ppm以下 CO ₂ :1000ppm以下
騒音	0.15mg/m ³ 以下
振動	睡眠深度1度:65dB以下 2度:74dB以下 3・4度:78dB以下
風速	0.5m/sec以下

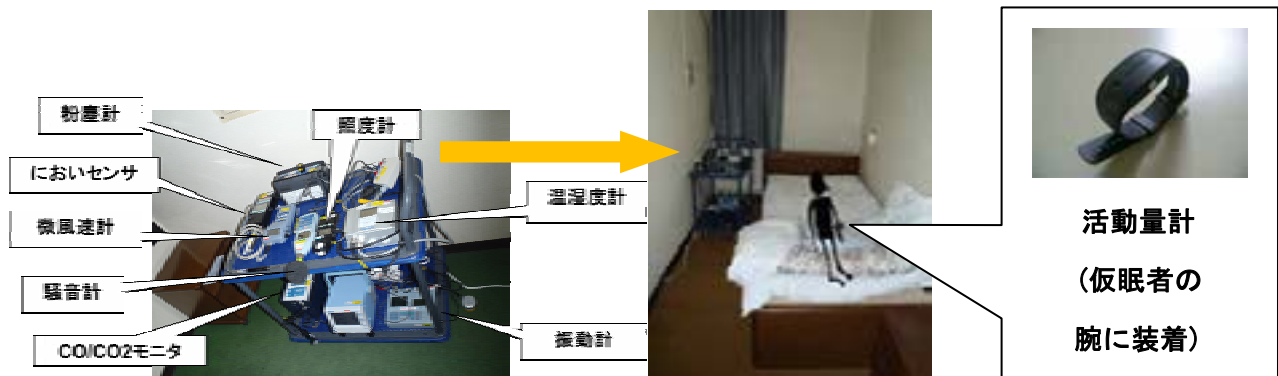


図 1. 休養室における測定機器配置の概要

3 結果

(1) 夏季・冬季乗泊環境調査の測定結果について

表 3. 乗泊環境測定結果

測定項目	夏季測定結果	冬季測定結果
温度	○	△
湿度	△	△
光(照度)	休養室:○ 廊下・トイレ:×	休養室:○ 廊下・トイレ:×
音(騒音)	※C特性で試行的に測定	△
CO/CO ₂ 濃度	CO:○ CO ₂ :△	CO:○ CO ₂ :×
粉塵	○	○
振動	○	○
風速	○	○

夏季・冬季に実施した環境測定について、得られたデータを推奨値と照合した結果は表3のとおりです。ここで、

- ○：全ての測定箇所について推奨値を満たした項目
- △：一部測定箇所について推奨値を満たさなかった項目
- ×：全ての測定箇所について推奨値を満たさなかった項目

としており、温度・湿度・照度（廊下及びトイレ）・騒音・CO₂濃度の各項目については睡眠に適した推奨値から外れていたことが明らかになりました。

ここでは例として、全ての測定箇所について推奨値を外れていた光（廊下及びトイレ）及びCO₂濃度の測定結果についてそれぞれ図2、図3に示します（以下①②はそれぞれ部屋の快適、不快を表します）。

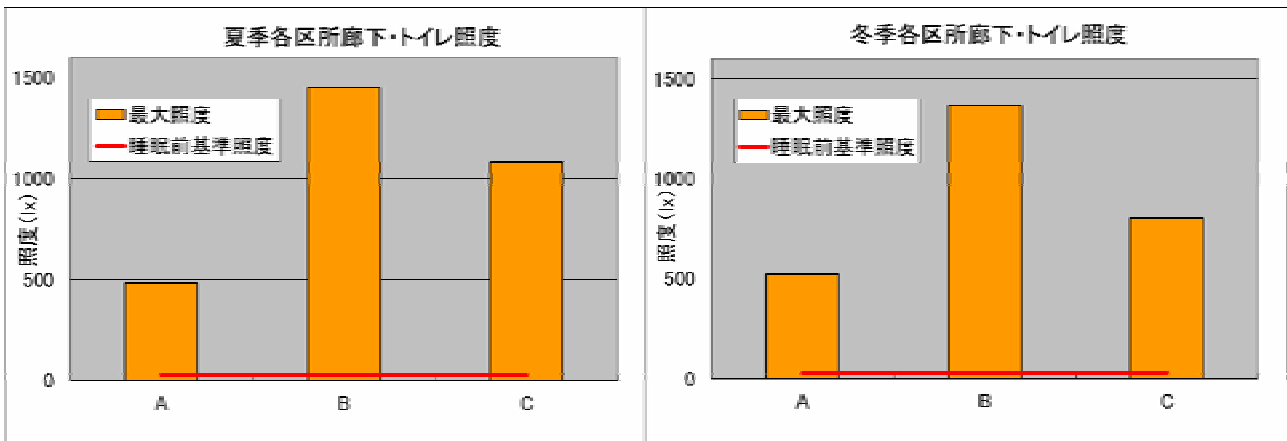


図2. 乗泊環境測定 照度（廊下及びトイレ）の測定結果（左：夏季・右：冬季）

図2から、全ての箇所において廊下及びトイレの照度が推奨値を大きく超過していることがわかります。

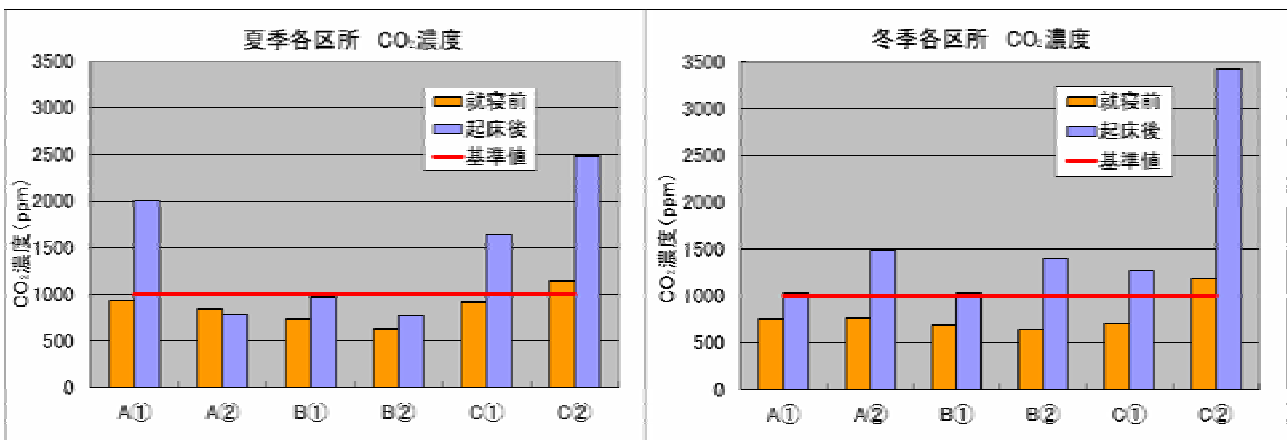


図3. 乗泊環境測定 CO₂濃度の測定結果（左：夏季・右：冬季）

また図3から、起床後のCO₂濃度が推奨値を上回っている箇所があることがわかります。特に冬季については、すべての箇所で起床後のCO₂濃度が推奨値を上回っていることが明らかになりました。

(2) 活動量及び睡眠感の調査結果について

冬季に実施した就寝中の活動量の測定結果と、それをもとに各区所の乗泊について得られた睡眠効率と入眠潜時についてそれぞれ図4、図5に示します。ここで図4について、波形の線は測定時間内における活動量の変化を表し、灰色部分は睡眠時間帯を、黒色部分は覚醒していた時間帯を表します。

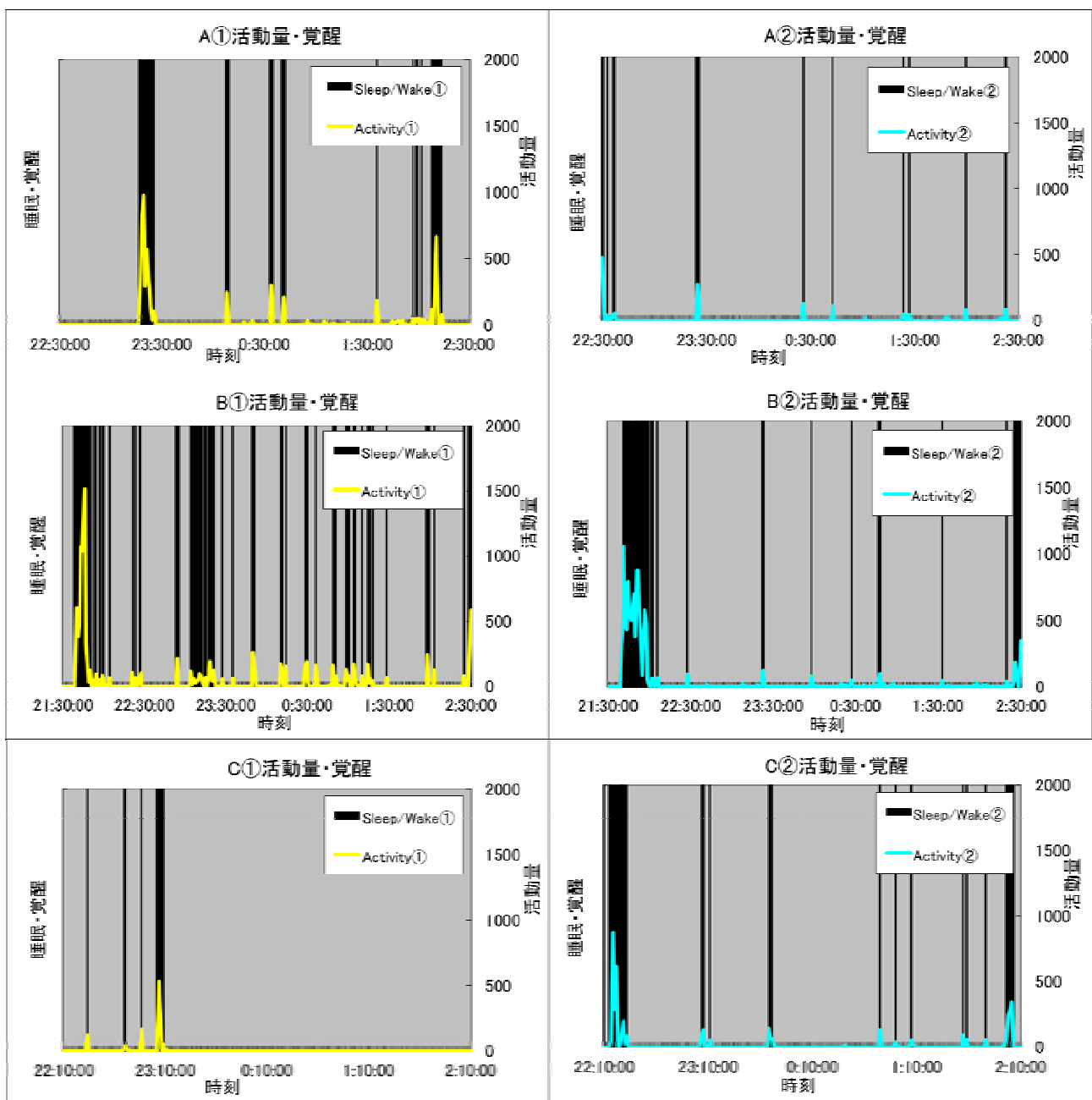


図4. 各区所の乗泊における活動量の測定結果

上記の結果から、程度の差はあるものの少なくとも1時間に1回、多いところで約10分に1回は就寝時間中に仮眠者が覚醒していることがわかりました。

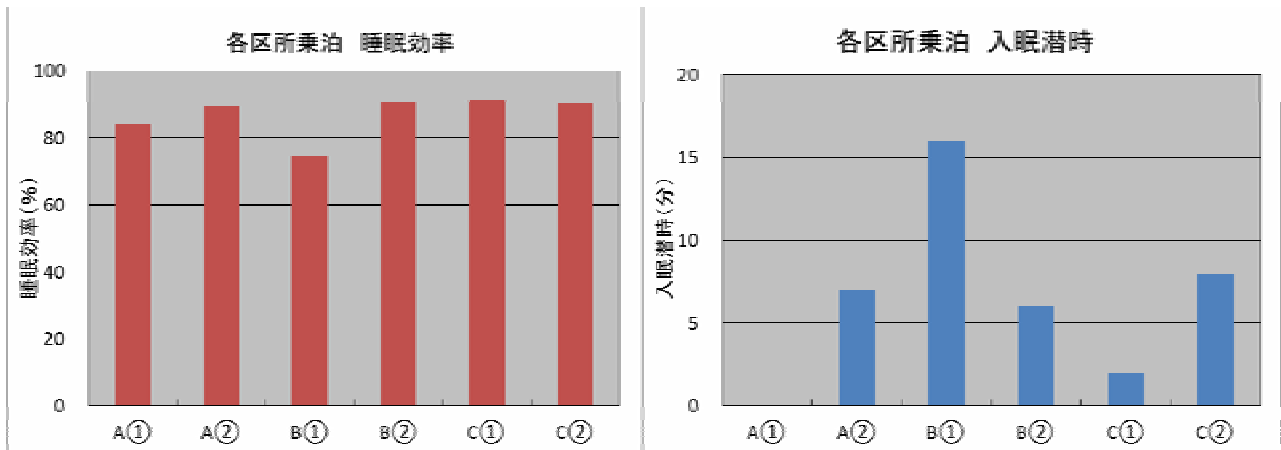


図5. 各区所の乗泊における睡眠効率及び入眠潜時の測定結果

次に図5は、図4の結果から得られた各区所の乗泊における仮眠者の睡眠効率（就寝から起床までの間に実際に睡眠していた時間の割合。数値が高いほど良好）と入眠潜時（就寝してから実際に睡眠するまでに要した時間。数値が低いほど良好）を表したものです。これらの結果から、睡眠効率についてはどの乗泊も80%前後となっている一方、入眠潜時については少ないところで0分から多いところで15分以上と乗泊によって差がありました。また部屋の快適、不快と就寝中に覚醒した回数および時間については必ずしも関連がみられませんでした。

次に、各乗泊における起床後の睡眠感に関する調査結果を図6に示します。

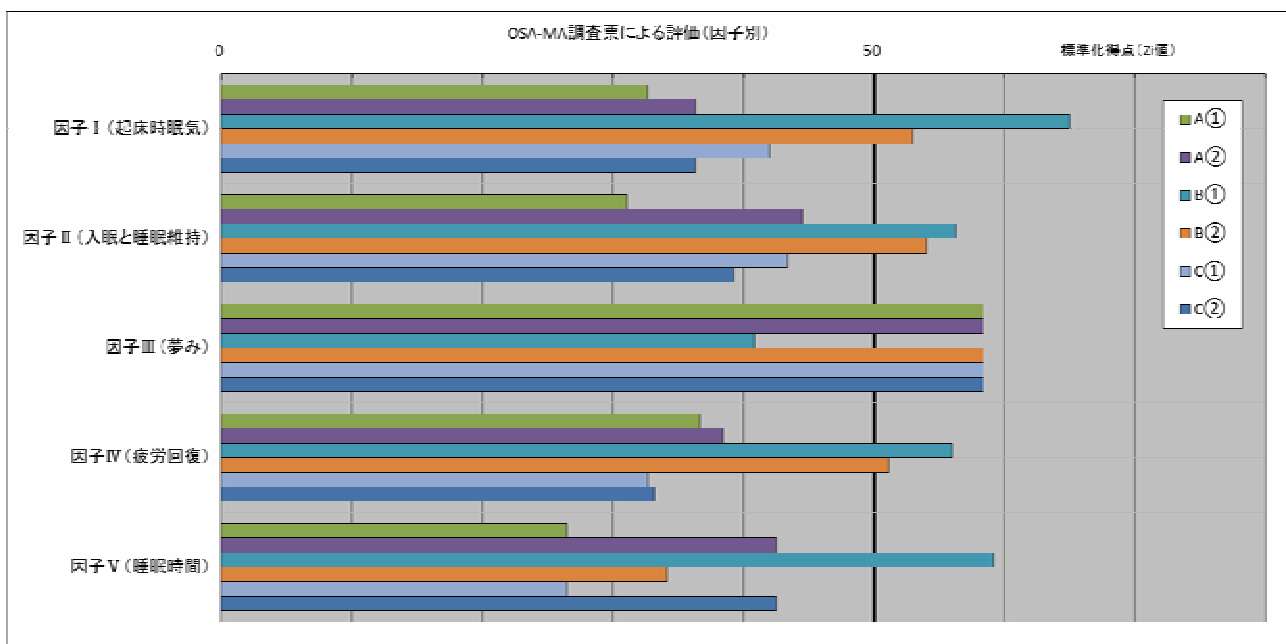


図6. OSA-MA 調査票を用いた各休養室における起床後の睡眠感に関する調査結果

この調査では仮眠者に対し、起床直後表4に示す各質問について回答を依頼しました。上記の結果から、以下のことがわかります。

- 因子 I・II・IVの各項目について、Bを除きいずれの乗泊も得点が50点を下回っており良好な睡眠がとれていない可能性がある。
- 部屋の快適、不快について比較すると因子 I・IIについてはAを除き前者の得点が後者を上回っており各区所の評価と一致している。

表4. OSA-MA 調査票の質問項目

①昨夜の就寝時刻	午前・午後〇時〇分
②今朝の起床時刻	午前・午後△時△分
③昨夜の睡眠時間	〇時間 〇分

1. 疲れが残っている
2. 集中力がある
3. ぐっすり眠れた
4. 解放感がある
5. 身体がだるい
6. 食欲がある
7. 寝つくまでにウトウトしていた状態が多かった
8. 頭がはっきりしている
9. 悪夢が多かった
10. 寝付きがよかった
11. 不慣れな気分である
12. しょっちゅう夢をみた
13. 睡眠中にしょっちゅう目が覚めた
14. いますぐ、調査にテキパキと答えられる
15. 睡眠時間が長かった
16. 眠りが浅かった

以上16項目につき、4段階で感覚度合を記入

4 まとめ

(1) 夏季・冬季乗泊環境調査の測定結果について

環境調査の測定結果から、今回測定対象となった区所で推奨値から外れていた項目がありました。該当する主な項目として挙げられるのは廊下及びトイレの照度とCO₂です。

(2) 活動量及び睡眠感の調査結果について

活動量測定の結果、就寝中に覚醒する頻度が毎時1回以上であることが明らかになりました。また起床後の睡眠感に関する調査の結果、起床時の眠気や睡眠に入るまでの時間、睡眠状態の維持、睡眠による疲労の回復という点で改善の余地があるということが明らかになりました。

(3) 今後の研究の展開について

今回の調査結果を踏まえ、今後は乗泊環境について設備と日常の整備の両面から改善の試行に取り組み、それに対し活動量測定や睡眠感調査を実施することにより検証を行っていく予定です。

なお、本研究を進めるにあたり社内の各運転区所、また社外の皆様から多大なるご協力・ご支援をいただきました。深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 鳥居鎮夫編：睡眠環境学、朝倉書店、1999
- 2) 山崎和秀ら：乗務員宿泊施設の環境改善に関する調査成績、鉄道労働科学研究資料、日本国有鉄道 鉄道労働科学研究所、1966
- 3) 宮崎総一郎、井上雄一編：睡眠教室 - 夜の病気たち、新興医学出版社、2011
- 4) 村松學編：室内の環境を測る、オーム社、2005
- 5) 山本由華吏、田中秀樹、高瀬美紀、山崎勝男、阿住一雄、白川修一郎：中高年・高齢者を対象とした OSA 睡眠調査票（MA 版）の開発と標準化、脳と精神の医学 10：401-409、1999
- 6) Kushida, C. A. , Chang, A. , Gadkary, C. , Guilleminault, C. , Carrillo, O. and Dement, W. C. :Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. Sleep Medicine, 2, 389-396, 2001

6 働きがいと誇りの持てる業務のあり方に関する研究 — 運転士の働きがいの調査（2） —

藤野 秀則 堀下 智子 園田 智之 山口 裕幸*

* 九州大学大学院 人間環境学研究院

1 はじめに

この研究は、運転士が働きがいと誇りを持って日々の仕事に取り組めるように、会社組織として今後どのような点をどのように改善していかなければならないかを明らかにすることを目的としています。

平成 23 年度は、平成 22 年度の研究から得られた運転士の働きがいと誇りについての仮説の中で特に職場運営に関わる部分を検証することを目的に、当社在来線運転士を対象としたアンケート調査を実施しました。

2 運転士の働きがいと誇りについての仮説の詳細

まず、平成 22 年度の研究を通して得られた仮説について振り返り、その後、今回、検証の対象とした部分について説明します。

（1）平成 22 年度の研究から得た仮説

平成 22 年度の研究では、参与観察と呼ばれる手法を用いて運転士職場の様子を調査し、「働きがいや誇りとはどういうものなのか」や「働きがいや誇りに影響を与える要因にはどのようなものがあるのか」について、図 1 に示すような仮説を描きました。

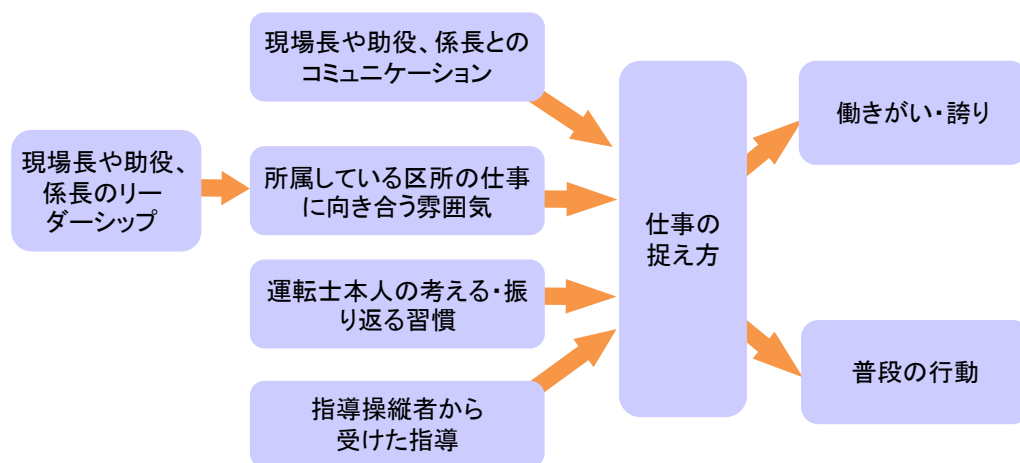


図 1 運転士の働きがい・誇りと規定要因との因果関係の仮説モデル

この仮説では、個々の運転士の働きがいや誇りの感じ方や普段の仕事の中での行動は、ともに個々の運転士が各自なりに描いている「仕事の捉え方」に規定されているとしています。「仕事の捉え方」がより明確であり、また、より幅広いものである運転士ほど、運転士という仕事に対して働きがいや誇りを強く感じるとともに、普段の行動も、各自が必要と考えた行動を積極的に取っていると考えられます。

個々の運転士の「仕事の捉え方」は「現場長や助役、係長（以下、管理層）との普段からのコミュニケーション」「所属している区所の仕事に向き合う雰囲気」「各自が運転士見習であったときに指導操縦者から受けた指導」や「運転士本人による仕事について考える習慣や自身の行動を振り返る習慣」によって規定されているとしています。普段から管理層と積極的にコミュニケーションをとっていると、それを通じて管理層が持つ情報や管理層の視点を得ることができ、それらを踏まえて仕事を捉えることができるため、それだけ幅広く、また明確な「仕事の捉え方」が形成されると考えられます。また、所属している区所に「仕事に積極的に取り組もう」という雰囲気がある場合、周りに影響されて自分も積極的に仕事に取り組もうと思うようになり、その結果として、「仕事の捉え方」はより幅広くより明確なものとなると考えられます。さらにまた、運転士見習のときに指導操縦者から伝えられた仕事の捉え方は、その運転士にとって仕事を捉える際の基準となり、正規の運転士となった後々の仕事の捉え方にも影響を与えてくると考えられます。加えて、自分自身が普段から自分の仕事ぶりについて振り返り、どうあるべきかを考えている運転士ほど、当然ながら「仕事の捉え方」はより明確に、またより幅広いものとなると考えられます。

図1ではさらに、「所属している区所の仕事に向き合う雰囲気」の背後に「管理層のリーダーシップ」が存在しているとしています。運転士の場合、仕事の中で管理層と直接触れ合う場面は多くはないので、管理層のリーダーシップが直接個々人の仕事の捉え方に影響を与えるわけではありません。しかし、管理層が仕事について良好なリーダーシップを取っている区所ほど、区所全体として仕事に積極的に取り組もうとする雰囲気が形成されるということは考えられます。

(2) 平成23年度の研究の対象とした仮説

平成23年度の研究では、図1に示した仮説の中で、特に職場運営に直接的に影響する要因として「所属している区所の仕事に向き合う雰囲気」「管理層のコミュニケーション」「管理層のリーダーシップ」の3つを取り上げ、これらと「働きがい・誇り」「普段の行動」「仕事の捉え方の関係」を含めた6つの要因の間関係についてアンケートによる定量的な検証を行うこととしました。

3 アンケート調査の概要と結果

(1) 調査の概要

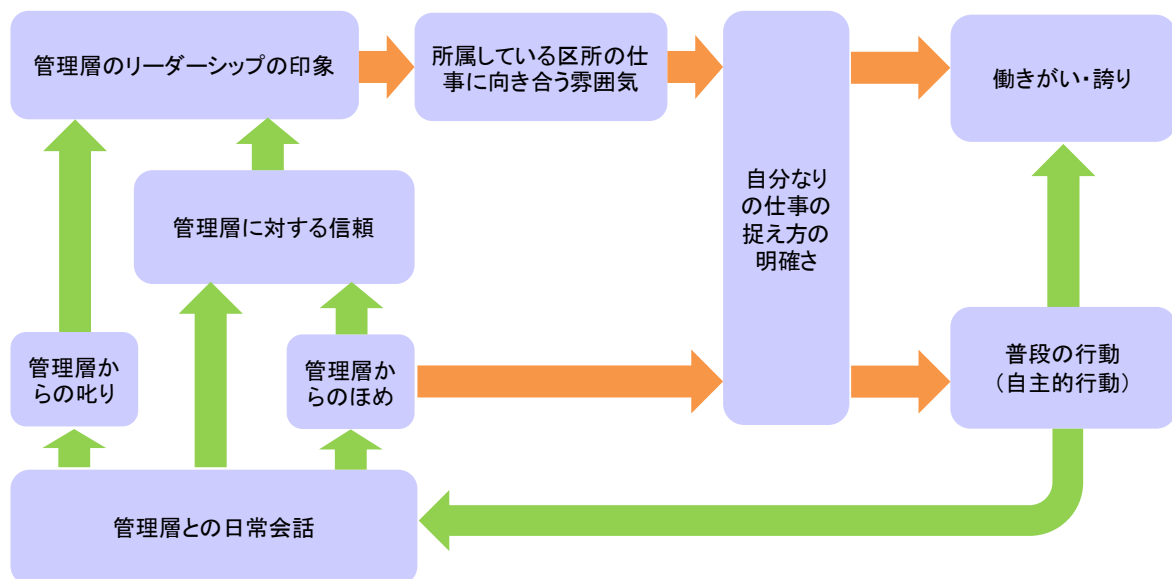
今回のアンケートは、平成23年11月下旬から12月中旬にかけて行いました。対象はアンケート用紙の配布時点で運転士として勤務している全社員(4,119人)とし、回答はあくまで各自の任意とし、また無記名としました。質問項目は全部で73問であり、うち性別や年齢、経験年数、所属支社等の属性情報を尋ねる質問項目が9問、仮説の検証に用いる質問項目が64問としました。

最終的に集まった回答は2,895件で、うち回答内容に不備があったものを除いた有効回答数は2,641件、有効回答の回収率は約64%となりました。

(2) 分析の結果と考察

分析に用いた質問項目の一部を表1に示します。表1では各質問項目がどの要因と対応しているかについても示しています。なお、表1に示した要因には2節で述べた仮説に含まれていない要因も含まれていますが、これらはアンケートを実施するにあたって理論的考察から付け加えたものです。

これらの質問への回答から各要因間の因果関係を検証するため、共分散構造分析(構造方程式モデリング)を行いました。分析の結果、図2に示すような要因間の因果関係が存在することを示唆する結果が得られました。なお、図中のオレンジ色の矢印は2節で述べた仮説の中で述べられた因果関係であり、緑色の矢印は今回のアンケート調査を通じて明らかになった因果関係を表します。以下では、特に緑色の矢印で示されている因果関係について、その理由や意味について考察していきます。



注 実際に分析で検証されたモデルは、ここで図示したモデルより複雑なモデルですが、本報告では結果の流れを分かりやすくするために、それらについては割愛した図を示しています。

図2 アンケートから示唆された運転士の働きがい・誇りの因果関係

表 1 質問項目と対応する要因（抜粋）

要因	質問項目
働きがい感	運転士という仕事に「やりがい」や「働きがい」を感じている。
	運転士として仕事をしている時間は、自分にとって有意義な時間であると思う。
	運転士という仕事は、自分にとって「価値のある仕事」だと思う。
	運転士として働くことに喜びを感じている。
	運転士という仕事に誇りを感じている。
自主的行動	折り返し時などに、車内にゴミが落ちていた場合には拾う。(時間は十分にある状況) ※ゴミ・・・空き缶や紙パック、パンなどのビニール袋、雑誌類など
	お客様から尋ねられた場合に備えて、自区所が受け持っていない近隣線区についても情報収集や準備をしている。 ※情報の例：近隣線区の駅順や運賃、大体の所要時間、快速の停車駅、タイヤなど。
	後部看視の指示・指定の有無やホームの位置(助手席側、運転席側)などに関係なく、どの駅においても、ドア閉じの際には、窓を開ける、もしくはホームに出るなどして、後部の状態を自分の目で直接確認を行っている。
	注意事象の掲示が出ているときには、自区所と関係ない線区の事象でも、そのときの状況や、なぜ起こったのかを自分なりに整理・理解するようにしている。
	運転士仲間の中で、安全運転や安定運行、エラーしそうな点に関する雑談(それを通じた列車運転に関する情報の交換)をしている。
	タイヤが乱れたときには、自分からこまめに当直係長に連絡を取るようになっている。
自分なりの仕事に対する哲学	「自分は何のために運転士をしているか」を考えたり、意識したりすることがある。
	自分自身に足りない点、改善すべき点を自分なりに分析している。
	自分として「どんな運転士でありたいか」のイメージを持っている。
職場の仕事に向かう雰囲気	自区所の運転士の間で、「お客様対応やサービス提供を頑張ろう」という空気がある。
	自区所の運転士の間で、安全や安定運行、列車の運転に関して情報交換は活発である。
	自区所の運転士の間で、他の人の働きぶりを見習おうという空気がある。
管理層のリーダーシップに対する印象	自区所の今の助役、係長から、お客様対応やサービス提供についての熱意を感じる。
	自区所の今の助役、係長から、安全・安定運行提供についての熱意を感じる。
	自区所の今の助役、係長から、運転士に積極的に関わろうという意気込みを感じる。
	自区所の今の現場長から、お客様対応やサービス提供についての熱意を感じる。
	自区所の今の現場長から、安全・安定運行提供についての熱意を感じる。
	自区所の今の現場長から、運転士に積極的に関わろうという意気込みを感じる。
管理層に対する信頼	自区所の今の現場長や助役、係長は、自分の考え・価値観・性格を理解してくれていると思う。
管理層との日常会話	現場長や助役、係長とは普段から日常的な会話や世間話をしている。 ※世間話...仕事とは関係ない話も含む。
管理層からの叱り	現場長や助役、係長から、自分の足りない点や改善すべき点の指摘を受けたことがある。
	現場長や助役、係長から、叱られたことがある。
	現場長や助役、係長から、自分の行動に対する注意・指導を受けたことがある。
管理層からのほめ	現場長や助役、係長から、自分の良い点を見つけてもらったことがある。
	現場長や助役、係長から、ほめられたことがある。
	現場長や助役、係長から、自分の頑張りを認めてもらったことがある。

① 「普段の行動」→「働きがい・誇り」の関係

平成 22 年度の研究から描いた仮説では、「仕事の捉え方」が「働きがい・誇り」と「普段の行動」を規定しているとしていましたが、今回のアンケートから、これらの関係に加えて、さらに「普段の行動」が「働きがい・誇り」を規定するという関係が存在することが示唆されました。このような因果関係が存在する理由として、まず「普段の行動」に対して得られる達成感や充実感の有無が「働きがい・誇り」につながるためと考えられます。次いで、「普段の行動」が「仕事の捉え方」から「働きがい・誇り」への流れを仲介している点も考えると、自分自身の仕事の捉え方が実際の行動となって表に現れることによって、自分自身の仕事の捉え方がより一層明確に意識され、それによって働きがい・誇りを強く感じるようになるということが考えられます。

② 「普段の行動」→「管理層との日常会話」の関係

「普段の行動」から「管理層との日常会話」への因果関係が示唆されました。これは、普段の行動として 表 1 に示すような行動を自主的に取るようになると管理層との日常会話も生まれてくると解釈するよりは、むしろ、普段の行動として「指示されたことを淡々とこなす」という傾向性を持っていると、日常会話も成されないという、負の側面から見た因果関係を示唆していると考えられます。このような因果関係が存在する理由として、平常時においては「管理層とほとんど会話をしなくても、指示された行動を淡々とこなしていれば仕事が成り立つ」という運転士の仕事の特質のためと考えられます。

③ 「管理層との日常会話」→「管理層からのほめ・叱り」の関係

今回の結果では、「管理層との日常会話」が「管理層からのほめ・叱り」を規定するという因果関係が確認されました。このような因果関係が存在する理由として以下のような 2 つの理由が考えられます。

まず 1 つ目の理由として、運転士においては、日常会話ができていなければそもそもほめや叱りを行うことが難しいためということが考えられます。ほめや叱りを行うためには、そもそも相手がどのような働きぶりをしているかを把握していなければなりません。しかし、運転士という仕事は、基本的に運転台に一人で乗り込み、一人で列車を操縦するというものであり、管理層が直接見ることができない状況下で仕事をします。したがって、管理層の側では、個々の運転士の働きぶりは日常会話の中で自然と伝わってくる相手の仕事に対する考え方や区所内での普段の立ち居振る舞いの様子を通じて想像するしかありません。このようなことから、管理層の中での個々の運転士の働きぶりのイメージを描けるかどうかは「日常会話ができているか否か」に左右され、それによって、ほめや叱りも日常会話の有無に規定されていると考えられます。逆に言えば、

日常会話が行われていなければ相手の働きぶりをイメージすることができず、そのためほめや叱りが行えないということを示唆していると考えられます。

2つ目の理由として、日常会話ができなければほめや叱りが受け手に届かないためということが考えられます。日常会話ができるということは、ある程度の良好な人間関係ができているということを示していると考えられます。安全研究所のこれまでの研究から、人間関係の良し悪しが「ほめ」の受け止め方を規定することが示唆されています¹⁾。すなわち、ある程度好ましい人間関係ができなければ、たとえ「ほめた」としても受け手側では「ほめられた」とは思わず、むしろ相手をいぶかしたり、相手の意図を裏読みしようとするということです。「叱り」については、人間関係の良し悪しが受け止め方の違いに影響を与えるかという点はまだ明確に示されてはいませんが、ある程度の人間関係ができなければ、叱ったとしても単に反発や反抗を招くだけで、相手の心に届かないということは十分に考えられます。このことから、日常会話が行われていればほめや叱りも実際に行われやすくなる、というだけでなく、実際に行われたほめや叱りに対して受け手が「ほめられた、叱られた（叱ってもらえた）」と受け止めるかどうかは日常会話の有無によって規定されていると考えられます。

④ 「日常会話」「ほめ」→「管理層に対する信頼」の関係

③では、管理層は普段行われる日常会話から運転士の働きぶりのイメージを作ると述べましたが、日常会話の役割はそれにとどまりません。すなわち、管理層は日常会話を通じて個々の運転士の働きぶりだけでなく、運転士の性格や考え方、価値観といったパーソナリティ全般についての人物像を自身のなかに描いていきます。これは、運転士の側も同様で、日常会話を通じて、管理層の個々の人物像を自身の中に描いていきます。すなわち、日常会話を通じて相互に相手の人物像を自分の中に描いていくのです。

このようにして描かれる人物像には、当然ながら「相手が自分のことをどのような人物と捉えているか」ということも含まれます。そして、それが自分自身が思う「自分の姿」と違っていると思うと、自分自身が思う「自分の姿」が相手の中に描かれるように働きかけるような会話をしようとし、このような相互交流を通じて、相互に「相手は自分のことをわかっている」と思うようになっていきます。すなわち、運転士の側で「管理層は自分のことをわかってくれている」と思うようになります。さらに、そのような思いは「ほめ」というポジティブな声かけを受けることによって、より一層強められていくと考えられます。

一方で、「叱り」から「管理層に対する信頼」への因果関係が確認されない点も興味深い点です。すなわち、「自分（運転士）の足りない点や改善すべき点を時には厳しく叱咤されながら指摘される」というネガティブな言葉掛けを受けたからといって、その

ことは管理層に対する信頼には何の影響を与えないということを示しています。

⑤ 「管理層に対する信頼」「叱り」→「管理層のリーダーシップの印象」の関係

今回の結果から、「管理層に対する信頼」と「叱り」が「管理層のリーダーシップの印象」を規定するという因果関係があることが確認されました。④でも述べたとおり「管理層に対する信頼」とは、ここでは「管理層が自分（運転士）のことを分かってくれている」とポジティブに思えることです。そのように思えると、当然ながら運転士の側でも管理層に対してポジティブな人物像を描くようになります。その結果として管理層のリーダーシップの印象もポジティブになると考えられます。

一方、「叱り」も「管理層のリーダーシップの印象」を規定するという関係は興味深い点です。すなわち、運転士の側が「自分のパーソナリティをきちんと理解し尊厳をもって接してくれている」と思えるように普段からの日常会話やほめを積極的に行うことを並行して、運転士の側で足りていない点、改善すべき点がある場合にはそれをきちんと指摘することもリーダーには求められているということを示しています。要するに、「ほめ」と「叱り」がどちらかに偏るのではなく、メリハリをつけてどちらも行っていくことが求められることを示していると考えられます。

(3) 総合考察

以上、要因間の因果関係を個別に詳細に見てきましたが、改めて全体を眺めると、今回のモデルの大きな特徴は、職場運営に関わる各要因と個人の働きがいの各要因が相互に影響を及ぼしあうループ構造を形成しているという点にあります。このような構造から、すべてがポジティブに回る「ポジティブ・ループ」と、すべてがネガティブに回る「ネガティブ・ループ」を考えることができます。職場運営において考えなければならないのは、現在「ネガティブ・ループ」に陥っている運転士をどのようにして「ポジティブ・ループ」に変えていくかという点です。

この点に関して、職場運営において管理層がアプローチできる要因はあくまで日常会話やほめ、叱りであるという点を強く念頭に置いておく必要があります。例えば、図2では「普段の行動」が「管理層との日常会話」を規定するという因果関係が示されていますが、だからといって「もっと自主的に積極的に行動するようになれば、日常会話も増える」と考えて、運転士に対して「もっと自主的に積極的に行動するよう」という指導を行うことには効果はあまり期待できません。このような指導は今に始まったことではなく、これまでもずっと行われてきているはずですが、ネガティブ・ループに陥っている運転士がいるとすれば、それは「そのような指導が行われている」ということも踏まえた上で現在、ネガティブ・ループに陥っているということです。それよりも、以

下のようなことを考えて、職場運営に取り組むことが大切です。

- ・自分がとった行動をほめられると、その行動は「望ましいもの」として価値観に刻み込まれ、その行動を「自分なりの仕事の捉え方」により明確に含めていくようになる。
- ・日常会話やほめ、叱りといったコミュニケーション手段を活用して、個々の運転士のパーソナリティの把握に努めることが、職場の雰囲気をよくしていき、回りまわって、運転士の仕事の捉え方をポジティブに変化させる。その結果として、普段の行動がより自主的・積極的なものとなるとともに、働きがいが高まっていく。

人の心にアプローチするものである以上、これらの効果は容易に現れてくるものではありませんし、また日常会話やほめ、叱りを積極的に行おうという取り組みを始めても、当初は運転士から不審がられ、かえって関係がギクシャクしていくように感じて「本当に効果があるのか」という疑念が生まれるということも想像に難くありません。このような取り組みは、そのような難しさがあるということを踏まえたうえで、長期的に取り組んでいくことが求められるといえます。

以上、職場運営に関わる点について述べてきましたが、今回の結果から運転士に対しても以下のような点が言えます。管理層による職場運営（特に、コミュニケーション）が影響を与えるといっても、根本的に働きがいや誇りを規定しているのは「自分が自分の仕事をどのように捉えているか」ということです。したがって、今現在、働きがいというものが「良く分からない」あるいは「あまり感じられない」と思うのであれば、自分の理想とする運転士像（「自分が格好いいと思う運転士」「自分が憧れる運転士」など）とはどのようなものか、その理想像と照らして自分の日ごろの働きぶりほどの程度のものか、を一度振り返ってみてはいかがでしょうか。そうすることを通じて自分にとっての仕事の捉え方を明確にしていけば、次第に「仕事をしている時間」が自分にとって「単に給料を稼ぐための時間」というだけでなく「それなりに楽しい時間、有意義な時間」と思えるようになって考えられます。

4 まとめ

以上、本研究では、運転士の働きがいや誇りがどのような要因の影響を受けているのかという点に関して、特に職場運営に関わる要因との因果関係をアンケート調査によって検証しました。ただ、本研究はあくまで現時点の運転士の働きがいの感じ方や職場運営に対する印象を分析したものです。したがって、今後の研究課題として、具体的に「日常会話」や「ほめ」「叱り」についての取り組みを行うことによって、今回の結果が示唆したように、運転士の働きがいや誇りが向上していくのかを時間経過を軸として検証し

ていくことがあげられます。また、そのような取り組みのなかで、「日常会話」や「ほめ」「叱り」のより効果的な方法についても検討していく必要があります。

※この研究は、安全研究所と九州大学大学院人間環境学研究院との共同研究で実施しました。

【参考文献】

- 1) 山浦 一保・堀下 智子・金山 正樹, 上司による効果的なほめ方・叱り方に関する研究 (I) —上司—部下間の関係性の観点からの実験的検討— 産業組織心理学会第 24 回大会発表論文集, pp.13-16, 2008.

7 新幹線保守用車の操作性向上に関する ヒューマンインタフェースの研究

伊藤 大介* 吉田 裕 藤澤 厚志 福田 啓介

* 現 施設部出向/株レールテック

1 目的

新幹線保守用車は主に営業列車運転終了後の夜間に使用されています。夜間は生理的にも眠たくなる時間帯であり、新幹線保守用車の運転においては「いかに居眠りを防止するか」が重要な課題です。居眠りを防止するため、当社の新幹線保守用車のオペレータは「腰を浮かした状態で押す位置に設置された確認ボタンを 20 秒以内に 1 回の頻度で押すこと」（以下、腰浮かし）と「キロポスト（起点からの距離を表す標識）や停止位置等を保守用車の責任者と相互唱和すること」（以下、相互唱和）を実施しています。

本研究では、この腰浮かしと相互唱和について、居眠り防止効果を科学的に検証するとともに、これらの手法の改善案を検討することを目的としました。

2 実験 I（平成 22 年度の実験）

（1）実験の目的

実験 I では腰浮かしに着目しました。

現在の腰浮かしは確かに一時的に覚醒水準を上げる効果がありそうですが、これを続けることにより疲労が増し逆に眠くなる可能性もあります。腰浮かしに関しては、その居眠り防止効果を科学的に検証する必要があると思われます。また、腰浮かしについて、現場には「腰を浮かす動作はつらい」という声もあります。この点からは、腰浮かしと同等の居眠り防止効果を維持する前提で、作業負荷を軽減した新たな手法を検討する必要があると考えられます。

以上から、実験 I では以下 2 点を目的としました。

- （ア）腰浮かしの居眠り防止効果を検証する。
- （イ）腰浮かしの負担軽減を図った新たな手法を検討する。

（2）実験の内容

ア 実験協力者

当社間接部門社員 24 名（性別：男性 24 名／年齢：28～53 歳／平均年齢：38.1 歳）

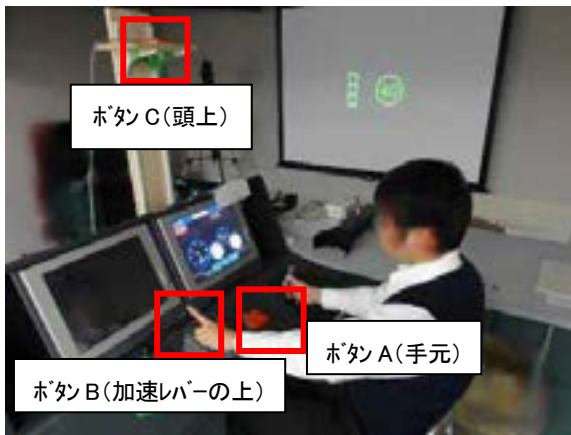


図1 確認ボタンの配置

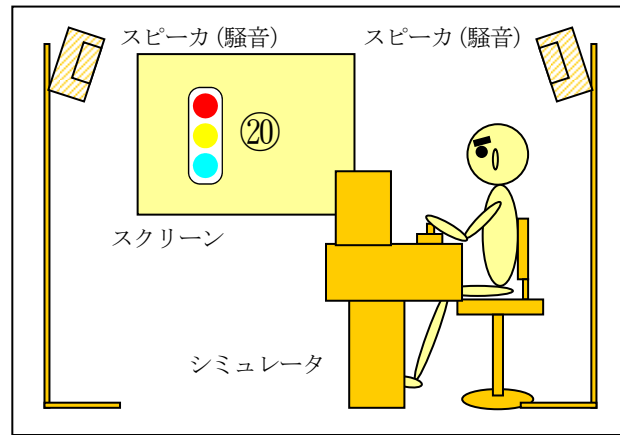


図2 装置配置

イ シミュレータ

実験室に新幹線保守用車の運転台を模擬したシミュレータを設置しました。また、シミュレータにはA、B、Cの3つの確認ボタンを取り付けました(図1)。

ウ 映像・音響装置

実験協力者の右斜め前方にスクリーンを設置し、横向きで運転する新幹線保守用車のフロントガラスを模擬して、ここにシミュレータを操作するための操作指示を表示しました。また、実験協力者の前方・後方にスピーカを設置し、実際の保守用車運転台における走行中の騒音(72 dB A程度)を提示しました(図2)。

エ 主課題

実験協力者の右前方のスクリーンに映し出される操作指示に従って、できるだけ速く正確にシミュレータの操作(加速・減速レバーの操作)をしてもらいました。

操作指示は信号と速度指示(時速)により構成されています。青信号は「速度指示通りに運転」、黄信号は「速度指示に関係なくブレーキ(ただし、非常ブレーキ以外)」、赤信号は「速度指示に関係なく非常ブレーキ」をそれぞれ意味します。また、信号が無点灯のときは青信号と同様の意味です。スクリーンの画面遷移については信号点灯(青、黄、赤のいずれか)と同時に速度指示が切り替わり、この状態が2秒間続いた後、信号が消えて(無点灯の状態になって)、速度指示(直前の信号点灯時と同じ速度指示)だけが表示される状態が6~10秒続くことを繰り返す設定としました。

オ 副課題

主課題と並行して以下4つの条件でボタン押下を実施してもらいました(図3)。

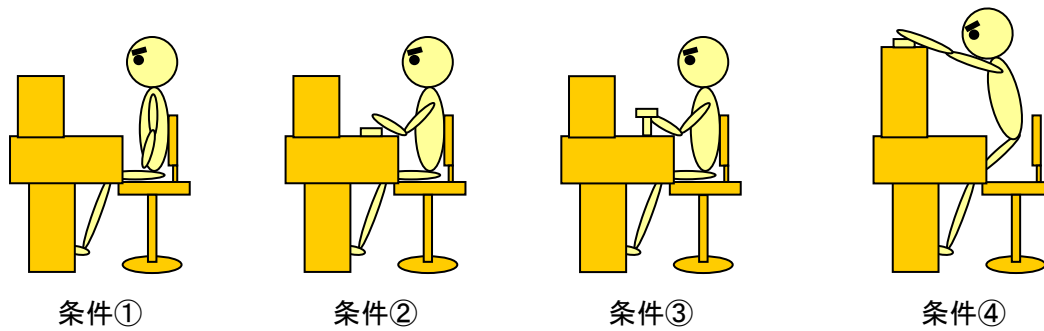


図3 実験条件

- (ア) 何もしない (以下、条件①)。
- (イ) 20秒以内に1回の頻度でボタンAを押す (以下、条件②)。
- (ウ) 常時ボタンBを押しておき、20秒以内に1回の頻度でボタンBを離して押し直す (以下、条件③)。
- (エ) 20秒以内に1回の頻度でボタンCを押す (以下、条件④)。

まず、条件①は他の条件の比較対象として設定したものです。次に、条件②は「腰を浮かす動作」を単純にやめることで作業負荷の軽減を図った手法です。条件②と条件④を比較することにより「腰を浮かす動作」と「ボタンを押す動作」それぞれの居眠り防止効果を分離して把握することができます。そして、条件③は「腰を浮かす動作」をやめるとともにボタン押しの条件を変更して拘束感を高めることで、条件②と条件④の中間の作業負荷を狙った手法です。また、条件③は常時ボタンを押すため、より高い精度で「オペレータが起きている」ことを検知できるので、安全性の向上が期待できます。最後に、条件④は現状の腰浮かしを再現したものです。ここで、条件②～④について、時間内にボタン操作ができなかった場合の警報等の動作は、現状の装置を参考に、ボタンを押さない状態で20秒を超過すると警報が鳴り、それでもボタンを押さない場合には5秒後に非常ブレーキがかかる仕組みとしました。

なお、実験協力者には夜間に各条件で1時間ずつのシミュレータ操作をしてもらいました (一晩に計4時間)。4つの実験条件の試行順序については、順序効果を相殺するため24通りの順序を各実験協力者に振り分けました。

カ 測定項目

実験協力者の眠気や疲労を多面的に評価するため、行動的指標として操作指示に反応して扱ったシミュレータの加速・減速レバーの操作記録を、生理的指標としてフリッカー値 (以下、CFF 値) を、主観的指標として実験協力者の眠気を、それぞれ測定しました。

(3) 実験の結果

ア エラー率

シミュレータの操作記録から各実験協力者のエラー率を求め、統計的な差を確認するための分析を行いました(図4)。ここでエラーとは信号が点灯してから2秒間に操作指示と違う操作をしたもの、および2秒間に何も操作しなかったものです。なおグラフは、各条件の前半30分と後半30分における全ての実験協力者の平均値を算出した結果です。また、図中の「*」は統計的に差があることを示しています。

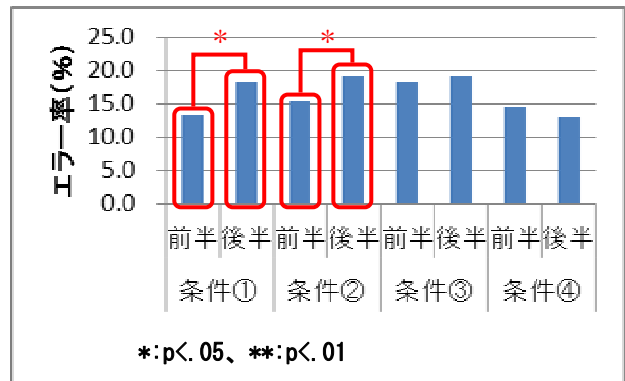


図4 エラー率

イ 反応時間

アと同様に反応時間についても分析を行いました(図5)。ここで反応時間とは、正しい操作をした場合の信号点灯から操作開始までの時間です。

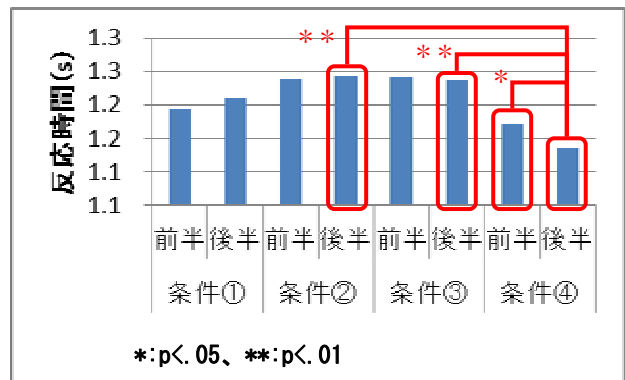


図5 反応時間

ウ CFF 値低下率

点滅する赤い点をちらついていることが感知できないような周波数(50Hz)から一定間隔で低下させたとき、ちらつき始めたときと感知した際の周波数がCFF値です。覚醒水準が高いときには高い値が測定され、覚醒水準が低下すると低い値が測定されると言われています¹⁾。

各条件の前半終了時と後半終了時に測定したCFF値から低下率(実験前の測定値からの低下率)を求め、分析を行いました(図6)。マイナス方向に大きいほど覚醒水準が低いことを示します。

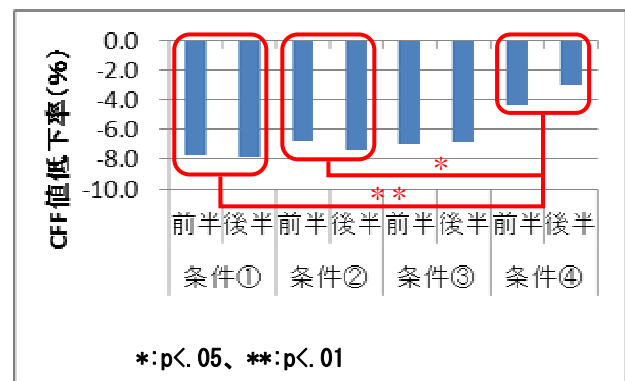


図6 CFF 値低下率

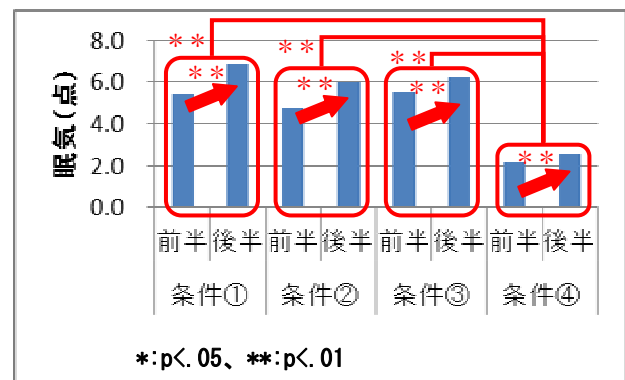


図7 眠気

エ 眠気

各条件の前半終了時と後半終了時に、各実験協力者に対して尋ねた眠気の主観評価（0～10点で評価し、得点が高いほど眠気も強い）について分析を行いました（図7）。なお、図中の矢印は、条件に関わらず後半が前半よりも統計的に眠気が大きかったことを示しています。

（4）考察

ア 腰浮かしの居眠り防止効果

上述の結果は、総合的にみて条件④の居眠り防止効果が他の条件に比べて高いことを示唆するものと考えられます。腰浮かしには一定の居眠り防止効果があると言えます。

イ 新たな手法の提案

上述の結果からは、作業負荷の軽減を図った条件②や条件③が、条件④と同等の居眠り防止効果を有するとは言えません。この実験で、腰浮かしに代わる新たな手法を提案するまでには至りませんでした。

3 実験Ⅱ（平成23年度の実験）

（1）実験の目的

実験Ⅱでは相互唱和に着目しました。

現状を把握するためには、相互唱和を単独で行った場合、腰浮かしと相互唱和を同時に行った場合、それぞれの居眠り防止効果について検証する必要があると思われます。また、既存研究²⁾では「覚醒レベル保持にとって有効な刺激とは必ずしも物理的な強さではなく、むしろ興味・関心の強さといった質的（心理的）な面」が重要であると指摘されています。相互唱和は物理的な刺激がそれほど強くないだけに、それに対する興味・関心が眠気に大きく影響することが考えられます。相互唱和については、これまで以上に興味・関心を高められるように手法の改善を検討することも必要であると思われます。

以上から、実験Ⅱでは以下2点を目的としました。

- （ア）相互唱和を単独で行った場合、腰浮かしと相互唱和を同時に行った場合、それぞれの居眠り防止効果を検証する。
- （イ）相互唱和について、興味・関心を高める観点から手法の改善を検討する。

(2) 実験の内容

ア 実験協力者

当社間接部門社員 20 名 (性別: 男性
20 名 / 年齢: 29~56 歳 / 平均年齢:
38.6 歳)

イ シミュレータ

実験 I と同様に実験室にシミュレー
タを設置しました。

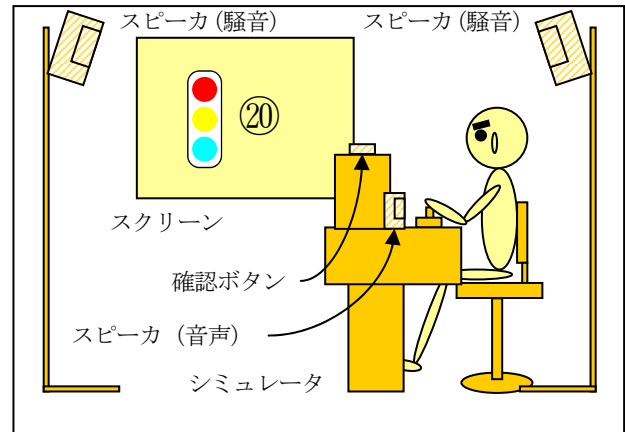


図8 装置配置

ウ 映像・音響装置

実験 I と同様に実験室に装置を設置しました (図8)。

エ 主課題

実験 I と同様にシミュレータの運転操作をしてもらいました。ただし、スクリー
ンの操作指示は 16~20 秒の頻度で提示される設定に変更しました。

オ 副課題

主課題と並行して以下4つの条件を実施してもらいました (図9)。キロ程の復唱
と質問への応答については、シミュレータに設置したスピーカから流れる合成音声
に反応することとしました。

(ア) 腰浮かし (20 秒以内に 1 回) (以下、条件①)

(イ) キロ程の復唱 (60 秒に 1 回) (以下、条件②)

(ウ) 質問への応答 (60 秒に 1 回) (以下、条件③)

(エ) 腰浮かし (20 秒以内に 1 回) + キロ程の復唱 (60 秒に 1 回) (以下、条
件④)

まず、条件①は他の条件の比較対象として設定したものです。実験 I で居眠り防止
効果が認められた腰浮かしを検証の際の基準に設定しました。次に、条件②は現状の
相互唱和のみを再現したものです。スピーカから提示される「○○○キロ 500 メー
トル通過」(○○○には3桁の数字が入る。ただし、3桁の数字の提示順序に規則性は
ない。)の音声を復唱します。そして、条件③は相互唱和の改善を狙った手法です。
スピーカから提示される「好きな映画は何ですか？」などの質問に答えることで、物
理的な刺激としては条件②と同程度でありながら、オペレータの興味・関心が高まる
ことを期待しました。最後に条件④は現状の相互唱和と腰浮かしを再現したものです。

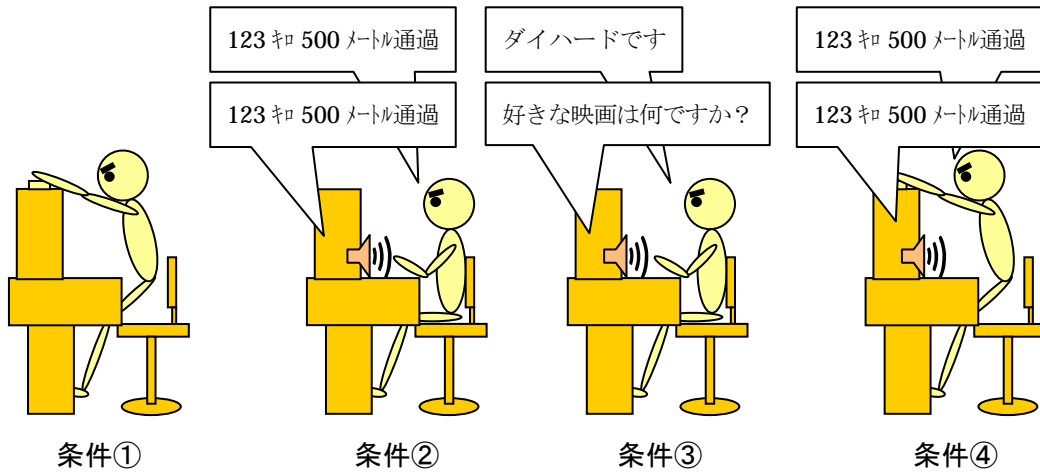


図9 実験条件

なお、実験協力者には夜間に各条件で1時間ずつのシミュレータ操作をしてもらいました（一晩に計4時間）。4つの実験条件の試行順序については、順序効果を相殺するため20名の実験協力者にランダムに振り分けました。

カ 測定項目

実験 I と同様に行動的指標、生理的指標、主観的指標の測定をしました。ただし、実験 II では身体各部位の痛みやだるさを把握するため、また各条件の動作に対する興味・関心を測定するため、主観的指標に疲労部位と興味・関心の主観評価を追加しました。

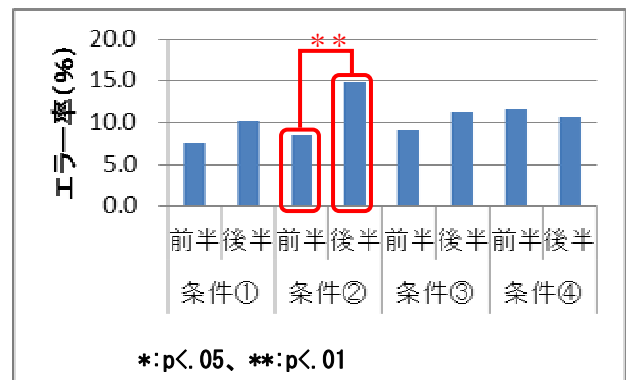


図10 エラー率

(3) 実験の結果

ア エラー率

実験 I と同様にエラー率の分析を行いました (図 10)。

イ 反応時間

実験 I と同様に反応時間の分析を行いました (図 11)。

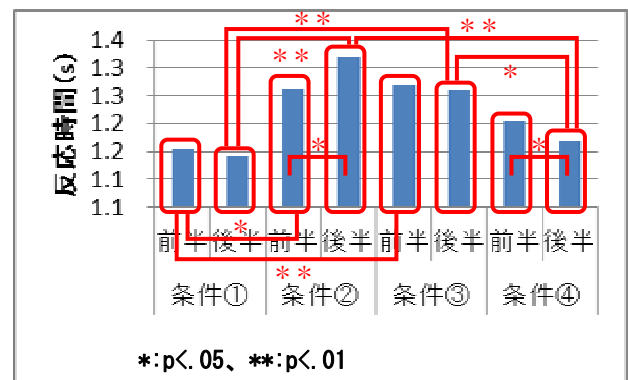


図11 反応時間

ウ CFF 値低下率

実験 I と同様に CFF 値低下率の分析を行いました (図 12)。

エ 眠気

実験 I と同様に眠気の分析を行いました (図 13)。

オ 疲労部位しらべ

疲労部位しらべは身体各部位 (17 箇所) の痛みやだるさについて「全く感じない」(0 点) から「強く感じる」(3 点) の 4 段階で評価をさせ、身体各部位の疲労を測定しようとするものです¹⁾。

各条件の前半終了時と後半終了時に、各実験協力者に対して尋ねて計算した 17 項目の合計得点から得点差 (各条件の実験開始前の合計得点からの差) を求め、分析を行いました (図 14)。

カ 興味・関心

各条件の前半終了時と後半終了時に、各実験協力者に対して尋ねた直前 30 分の作業に対する興味・関心の主観評価 (0 ~ 10 点で評価し、得点が高いほど興味・関心も高い) について分析を行いました (図 15)。

(4) 考察

ア 相互唱和の居眠り防止効果

相互唱和を単独で行った場合と、腰浮かしと相互唱和を同時に行った場合の居眠り防止効果について検討するため、条件①、②、④の 3 つに注目します。

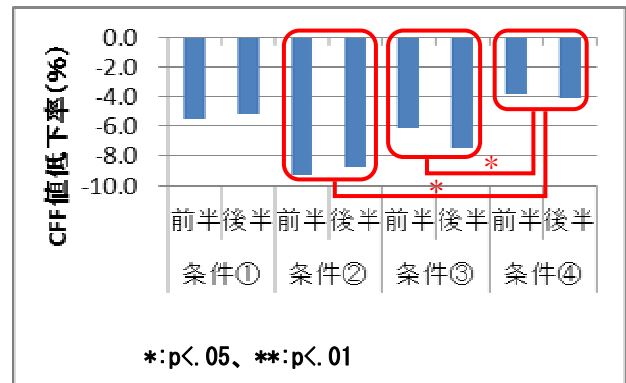


図 12 CFF 値低下率

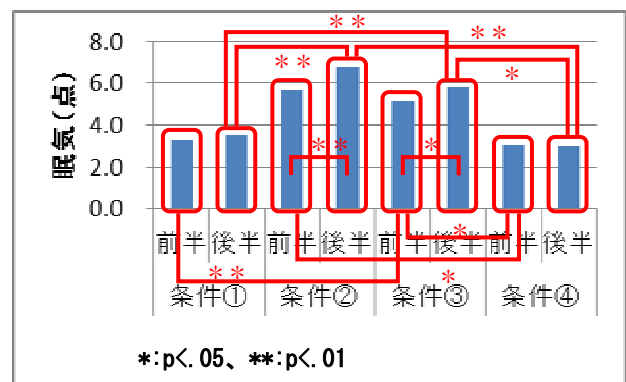


図 13 眠気

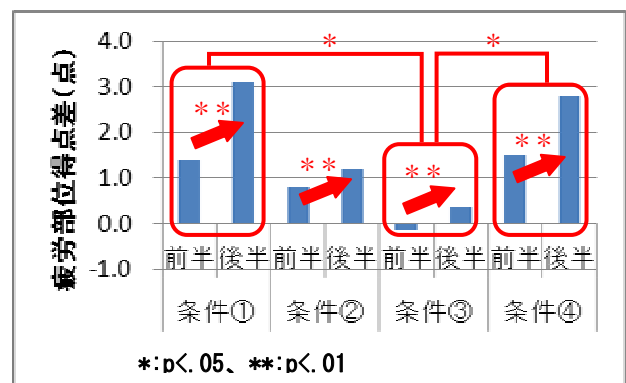


図 14 疲労部位得点差 (合計点)

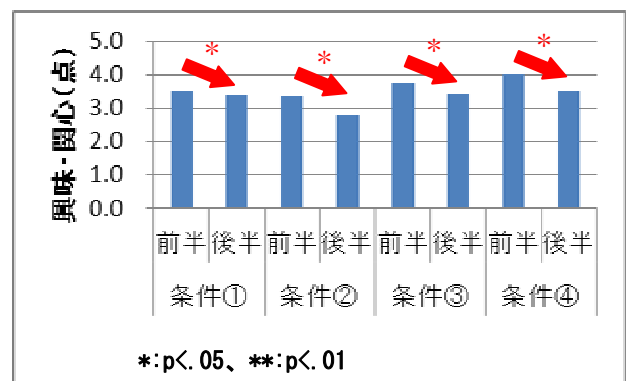


図 15 興味・関心

まず、相互唱和を単独で行った場合の検討のため条件①と②を比較します。反応時間（図 11）や眠気の主観評価（図 13）の後半において差が見られ、条件①が条件②に比べ居眠り防止効果が高いことを示唆しています。条件②は実際の相互唱和を忠実に再現しているとは言えない部分もありますが（実際場面では、オペレータは地上のキロ程表示を確認して喚呼する、キロ程には規則性がある、相互唱和の相手が人間であるなど）、動作だけを単純に比較すれば、腰浮かしと相互唱和では前者の居眠り防止効果が高そうです。ただ、この結果はあくまでも腰浮かしとの比較であり、何もしない場合との比較ではないので、相互唱和自体の居眠り防止効果については不明です。

次に、腰浮かしと相互唱和を同時に行った場合の検討のため条件①と④、条件②と④を比較します。条件①と④の間で差が見られる評価指標はありません。一方、条件②と④では、反応時間（図 11）の後半や眠気の主観評価（図 13）、および CFF 値低下率（図 12）の条件間において差が見られ、条件④が条件②に比べ居眠り防止効果が高いことを示唆しています。これらの結果は、腰浮かしと相互唱和を同時に行った場合に居眠り防止効果はあるが、その効果に寄与している主な要因は腰浮かしであり、相互唱和の影響は小さいことを意味していると思われます。

イ 興味・関心を高める手法の改善

相互唱和について、興味・関心を高める観点から手法の改善を検討するため、条件②と③に注目します。図 10～15 のすべての評価指標で差が見られません。今回の実験では条件②と③の居眠り防止効果に違いがなかったこととなります。

しかしこれは、当初、条件③は条件②よりも興味・関心が高くなるであろうと期待して設定しましたが、興味・関心の主観評価の結果（図 15）からもわかるように、条件③の興味・関心が期待通りに高くならなかったことが原因と考えられます。そこで、20 名の実験協力者のうち、条件②よりも条件③の興味・関心の主観評価が高かった実験協力者（9 名）を抽出し、この実験協力者だけを対象に分析を行いました。図 16 はその分析の中で、条件②と③の間に統計的な差が確認された CFF 値低下率の結果です（他の評価指標では差が見られませんでした。）。条件間に差が見られ、条件③が条件②に比べ居眠り防止効果が高いことを示唆しています。つまり、質問への応答という手法で興味・関心が高まった人に限って言えば、キロ程の復唱よりも質問への応答の方が居眠り防止に効果があると言えます。

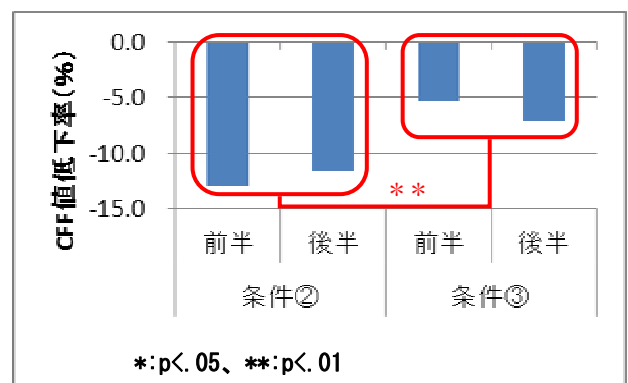


図 16 CFF 値低下率

(興味・関心：条件②<条件③)

今回設定した質問への応答という手法では、実験協力者の興味・関心をはっきりと高めることができませんでした。興味・関心を高める手法としてはさらに検討する必要があります。ただ、今回の実験で、物理的な刺激は同程度であっても、興味・関心を高めれば、居眠り防止効果を高めることができる可能性が示されました。相互唱和について、興味・関心の視点から改善を進めるという方向性は間違っていないように思われます。

4 まとめ

本研究では、当社の新幹線保守用車で実施されている腰浮かしと相互唱和について、居眠り防止効果を科学的に検証するとともに、これらの手法の改善案を提案することを目的としました。以下、結果をまとめます。

- (ア) 腰浮かしには一定の居眠り防止効果がある。
- (イ) 相互唱和と腰浮かしを比較すると、これらの単純な動作だけに着目した場合、相互唱和には腰浮かしほどの居眠り防止効果はない。
- (ウ) 相互唱和と腰浮かしを同時に行った場合に居眠り防止効果はあるが、その効果に寄与している主な要因は腰浮かしであり、相互唱和の影響は小さい。
- (エ) 相互唱和について、興味・関心を高める観点から手法の改善をすれば、居眠り防止効果を高められる可能性がある。

今回の研究では、腰浮かしの手法について、作業負担を軽減した新たな手法を提案することができませんでした。一定の居眠り防止効果が認められた腰浮かしですが、痛みやだるさといった疲労の面では課題が残ります(図14)。現状の覚醒レベルの維持を前提に腰浮かしの負担軽減をさらに検討したいと思います。また、相互唱和の手法については、興味・関心を高める具体的な改善を提案するまでには至りませんでした。しかしながら、責任者とオペレータの2名で運行を行う新幹線保守用車においては、相互唱和はお互いが眠っていないことを認識し合える手法であり、責任者の覚醒維持にも効果が期待できます。相互唱和の手法改善についても今後の課題と考えます。

【参考文献】

- 1) 加藤象二郎、大久保堯夫：初学者のための生体機能の測り方第2版、日本出版サービス、2006
- 2) 倉又ら：覚醒レベル保持に有効な刺激とその与え方についての実験的検討、RTRI REPORT Vol. 8, No. 1、1994. 1

8 乗務員室のヒューマンインタフェースに関する研究 —室内の音環境に関する調査・分析—

宗重 倫典 藤澤 厚志 伊藤 大介*

* 現 施設部出向/株レールテック

1 はじめに

列車運転中の運転士は様々に変化する音環境の中で運転操縦業務を行っていますが、その中で各種の機器から発せられる聴覚表示（鳴動音）を聞きそれに対応しなければなりません。しかし、これらの聴覚表示が状況に応じて聞き取りにくかったり、不快に感じたりすることがあります。本研究では、様々に変化する音環境の中で各種機器から発せられる聴覚表示が聞き取り可能でかつ極力不快でない方法を検討することを目的としています。

今回、機器の鳴動音や走行時の乗務員室内の音環境の現状について調査を行いましたので、その結果を報告します。

2 調査対象

乗務員室内の音環境が異なる条件として、速度など運転状態のほか、車両や線路の構造、地上構造物も要因として挙げられます。音環境についての調査対象線区は、線路構造や地上構造物の有無等を考慮して選定しました。線路構造はバラストとスラブで大別し、構造物としてはトンネルと橋梁の有無を考慮しました。特に、トンネルについては単線と複線で音環境に差があると考えました。これらの条件を極力多く含む線区（区間）を選定しました。また、車両もJR発足以降に開発・製造された新形式車両と国鉄時代から使用している旧形式車両に分けられ、それぞれ特急型、近郊型、通勤型に分類できます。選定した線区（区間）を走行する車両の組み合わせから何らかの対比（新形式と旧形式、近郊型と特急型など）がとれるよう検討し、調査対象の線区及び車両形式を決定しました。今回調査を行った線区とその特徴及び調査対象車両形式を表1にまとめます。

表1 調査対象線区（区間）とその特徴及び調査対象車両形式

線区	区間	トンネル ^{※1}		橋梁 (一部、河川名)	スラブ 舗装 ^{※2}	車両形式
		単線	複線			
東海道本線・湖西線	高槻～近江舞子	長等山	第3踏琴 [Ⓔ]	桂川	あり	223系・225系
JR東西線・福知山線	京橋～尼崎	(地下区間)	(地下区間)	—	—	207系・321系
	尼崎～新三田	—	生誕、名塩 [Ⓔ]	—	あり	
阪和線・関西空港線	天王寺～関西空港	—	—	関西連絡橋 [Ⓔ]	あり	281系・223系・225系
大阪環状線	天王寺～大阪～天王寺	—	—	安治川、大川 [Ⓔ]	あり	201系
山陽本線	相生～岡山	船岡、新船岡	—	吉井川、千種川 [Ⓔ]	—	115系
	岡山～福山	金崎	—	高梁川	—	117系
瀬戸大橋線	岡山～児島	—	蛸峰山、児島 [Ⓔ]	—	あり	115系
北陸本線	金沢～福井	—	牛ノ谷	九頭竜川、手取川 [Ⓔ]	あり	681系 [Ⓔ] ※走行試験

※1：トンネル区間は、軌道がバラストとそれ以外（スラブ、舗装など）の場合がある。

※2：当欄は明かり区間における主な区間の有無を示す。

3 調査および測定方法

調査は、機器鳴動音を測定する定置調査と走行時の音環境（走行音）を測定する走行調査の順で行いました。

定置調査は対象車両の所属区所構内で行い、停止した状態の車両で各機器の音を鳴動させて測定を行いました。測定位置は図1(a)～(c)の3箇所で行いました。(a)はレール方向に引いた乗務員室中心線と運転士真横の延長線のほぼ交点となる位置としました。高さは、概ね運転士の耳の高さと思われる位置とし床面から1.6mを基本としました。(b)は運転席の位置で運転士が実際に聞いている音に最も近い状態の音、(c)は機器単体の音として測定しました。測定は、各機器鳴動音の等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）^{※1}の測定と1/3オクターブ分析^{※2}を行いました。測定対象機器は、通常運転中に鳴動する頻度が比較的高いATS警報音^{※3}、EBブザ音^{※4}等としました。



図1 測定位置

走行時の測定は営業列車に添乗し、進行方向前方運転台で行いました。騒音計を取付けた三脚を図1(a)の位置に設置し、定置試験と同様の測定及び分析を行いました。

測定機器は、NA-27 精密騒音計（RION社製）を用いました。

※1：等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）とは、不規則かつ大きく変動する騒音レベルのエネルギーを時間平均したものです。これは変動する騒音に対する人間の生理・心理的反応とも比較的良好に対応することから、主に環境騒音の評価に広く用いられています。

※2：1/3オクターブ分析とは、騒音分析として古くから用いられている方法の一つで各周波数帯域の音圧レベルを求めるものです。オクターブとは2倍の周波数比となる音程のことです。例えば、ピアノのドの音から次の上のドの音までが1オクターブです。1/1オクターブ分析は、1kHzを基準として、2, 4, 8, ...kHzの音圧レベルを求めることですが、1/3オクターブ分析はこれらを中心周波数として上限周波数と下限周波数の比が2の1/3乗となるよう分割した各周波数帯域の音圧レベルを求めることです。

※3：ATS警報とは、列車が停止信号機に接近した場合に地上からの制御信号により運転士に注意を喚起するために鳴動する警報のことです。この警報が鳴動した場合、所定の操作をしないと一定時間後には非常ブレーキがかかります。

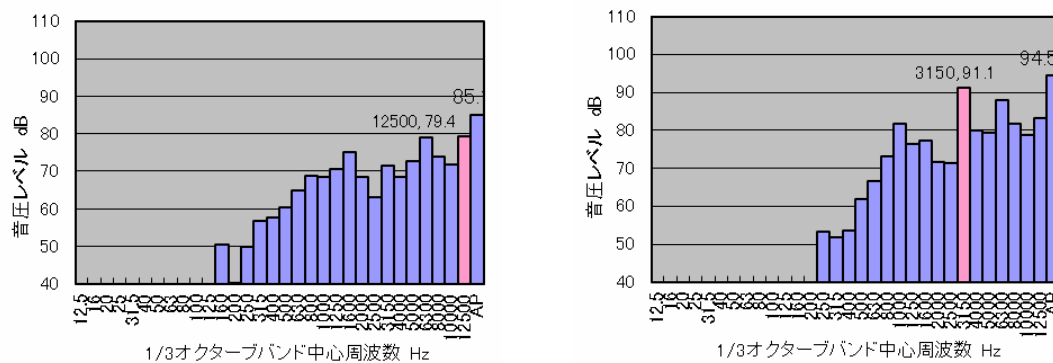
※4：E B装置とは、列車運転中の運転士に意識喪失等の異常事態が生じた場合、これを検知して列車を自動的に停止させる装置のことです。この装置では運転士が主幹制御器、ブレーキハンドル、汽笛等の操作を1分以上操作しない場合に警報が鳴動します。鳴動後は5秒以内にこれらの機器を操作するか、もしくはリセットスイッチを扱わなければ非常ブレーキがかかり列車は停止します。

4 測定結果

(1) 定置調査

J R発足以降に開発された新形式車両である 223 系と国鉄時代から使用している旧形式車両の 115 系について、A T S 警報及びE Bブザの測定結果を紹介します。

図2に運転席（図1(b)）でのA T S 警報の測定結果を示します。



(a) 新形式車両 (223 系 2000 代)

(b) 旧形式車両 (115 系 1000 代)

図2 A T S 警報音の 1/3 オクターブ分析結果、騒音レベル

各周波数域のA特性^{※5}音圧レベル及び騒音レベル（A P；オールパス値^{※6}）を青色の棒グラフで示しています。最も大きなレベルとなる周波数域を桃色で示し、周波数と音圧レベル値を付記しています。

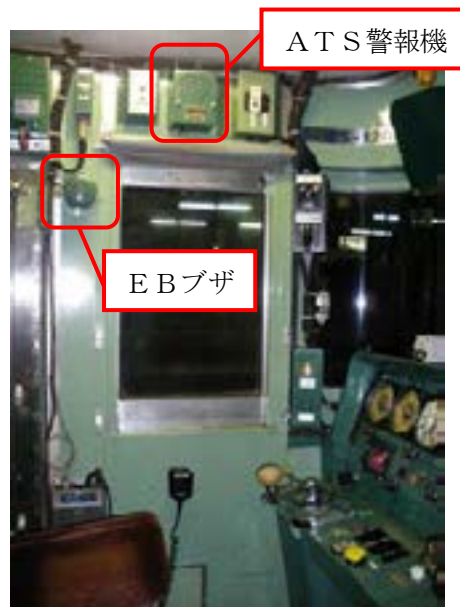
最も大きなレベルとなる周波数域は 223 系（図2(a)）では 12.5kHz バンド、115 系（図2(b)）では 3.15kHz バンドであることがわかりました。また騒音レベル（A P）は、223 系で約 85dB、115 系で約 95dB であり、115 系の方が大きい結果でした。これはA T S 警報機の取付位置の違い（223 系＝運転席天井内部、115 系＝直付け）によるものと考えられます（図3(a)）。223 系のA T S 警報機はA T S 復帰スイッチを取扱う際に開閉するスライド式のフタ（穴なし）の内側に取付けられています。フタは通常閉じており、測定も閉じた状態だったため 115 系との差が大きくなっていますが、フタを開けると遮るものがなくなり 115 系との差は小さくなると考えられます。

※5：A特性とは、人間の聴覚の特性を考慮した周波数重み付け特性です。通常の騒音測定及びその評価を行う場合に用いられます。A特性の周波数重み付けをした音圧レベルを騒音レベルといいます。

※6：オールパス値とは、騒音計等のA C出力信号から直接全パワーについてレベルとして算出した値のことです。



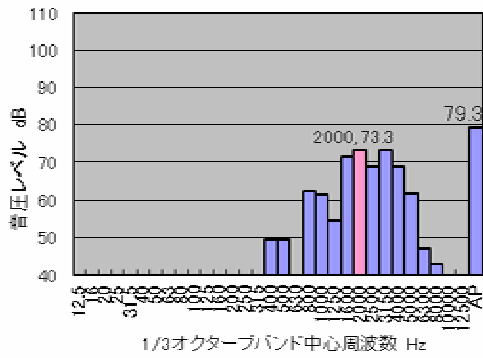
(a) 新形式車両 (223系 2000代)



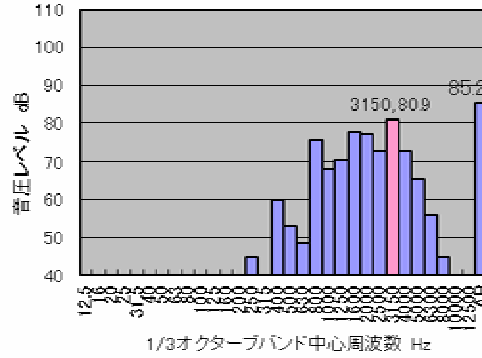
(b) 旧形式車両 (115系 1000代)

図3 車両形式による各音源の取付位置

図4にEBブザの測定結果を示します。図の見方は図2と同様です。EBブザの周波数成分はいずれの形式でもおよそ800Hzバンド～5kHzバンドの範囲にわたっており、ピークは1.6kHzバンド～4kHzバンドの間で見られます。騒音レベルは223系で約80dB、115系で約85dBであり115系の方がやや大きい結果となっています。EBブザは、115系では運転席側面に取付けられていますが(図3(b))、223系ではATS警報と同様に運転席天井内部に取付けられています(図3(a))。223系のATS警報機は前に述べたとおりATS復帰スイッチのフタの内側に取付けられていますが、EBブザは隣の穴あきカバーの内側に取付けられておりATS警報に比べてやや音の通りが良く115系との差が比較的小さくなったと思われます。このように音源となる機器の取付位置等によって周波数成分や騒音レベルが異なることがわかりました。



(a) 新形式車両 (223系 2000代)



(b) 旧形式車両 (115系 1000代)

図4 EBブザ音の1/3オクターブ分析結果、騒音レベル

(2) 走行時調査

ここでは表1の高槻～近江舞子間の結果を紹介し、この区間の新快速列車で測定を行い、223系2000代を中心に223系1000代や225系0代で走行音の測定を行いました。走行速度と騒音レベルの関係を車種ごとに示した結果を図5に示します。この結果から、いずれの車種でも速度が上がると騒音レベルが大きくなることわかりました。また、225系が最も騒音レベルが小さい傾向が見られ、新形式車両では徐々に静粛性が向上していることを示しています。

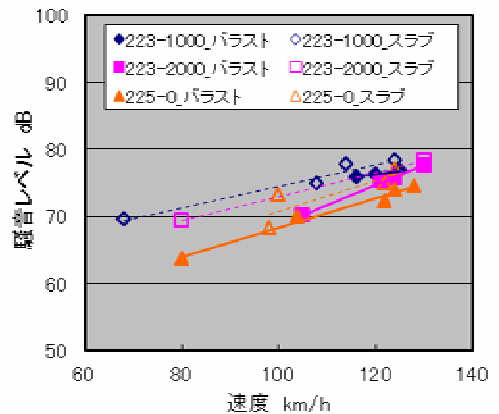


図5 223系と225系の比較(上り)

線路条件の違いによる比較の代表例を図6に示します。トンネルの場合、500Hz以上の周波数成分について明かりを上回っており、騒音レベルの比較でもトンネルの方が大きくなっています。いずれの車両形式においても多少の違いはあるものの概ね同様の傾向を示しています。

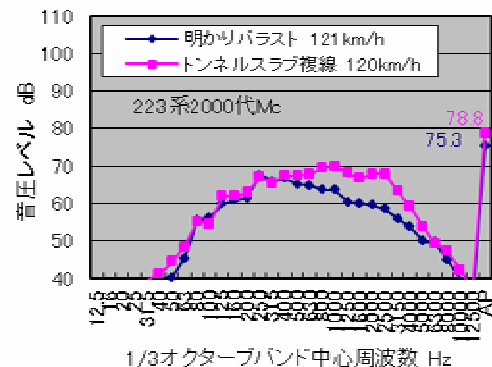


図6 明かりとトンネルの比較

トンネル区間での走行音と機器の鳴動音との比較を行った例が図7です。乗務員室の窓を閉じているとき(青色の棒グラフ)では、EBブザの音(桃色の折れ線)が大半の周波数成分で走行音より小さく総合的に見ても約2dB走行音が上回っているため、運転士にEBブザは聞き取りにくい状況であると推測できます。また、窓を全開とし

た場合（薄黄色の棒グラフ）では、EBブザの音は全ての周波数域において走行音より小さい結果でした。窓を全開にすることで走行音は約 10dB 大きくなりますが、3～5 cm 程度開けた状態でも 7～8 dB 程度大きくなるのが今回の調査で確認されました。

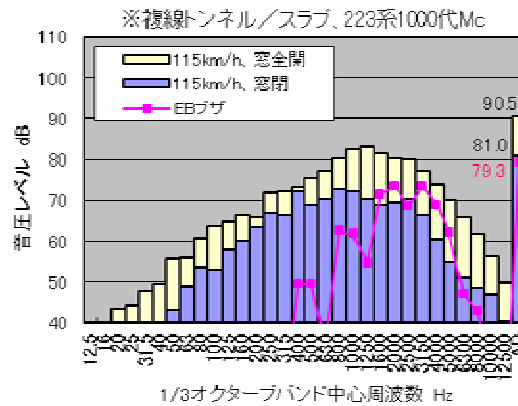


図7 走行音と機器鳴動音の比較

5 まとめ

乗務員室内の主な機器の鳴動音について、その特徴を確認することができました。また機器の取付位置や取付方法（カバー等の有無、カバー等の穴の有無やその形状等）により周波数特性や音の大きさが変わることも確認できました。

走行騒音については、車両形式別の特徴や速度が上がるにつれて音が大きくなること、線路条件等により音の大きさに差があること等が確認できました。また乗務員室の窓を開けて運転することで、走行区間等によっては機器の鳴動音の聞き取りに影響があることがわかり、列車運転中の窓の開閉には注意が必要であると考えられます。今後はこのような走行状態を考慮して、新たな鳴動音や音源配置等も含めた検討を進めていきたいと考えています。



西日本旅客鉄道株式会社 安全研究所

TEL 06-6627-8303 / FAX 06-6627-8307

ホームページアドレス <http://www.westjr.co.jp/security/labs/>

無断複製厳禁