

あんけん

～研究成果レポート～

Vol.6



平成25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) 安全研究所の成り立ち	2
(2) 基本方針	2
(3) ヒューマンファクターとは	3
(4) 安全研究所が目指す方向性	3
(5) 研究の体制	5
(6) 各研究室の紹介	6
(7) 社内各部や現場と連携、共働した主な研究・調査活動	9
(8) ヒューマンファクターの見方・考え方を広めるための活動	12
(9) 社外との連携、成果の公開	14

2 24年度の主な研究成果の概要

(1) 異常時の対処方に関する研究	22
－鉄道版 CRM(R-CRM)の構築に向けて－	
(2) 高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究	30
(3) 運転士等の眠気予防策に関する研究	37
－乗務行路の調査と乗務員宿泊所の仮眠環境調査－	
(4) 働きがいと誇りの持てる業務のあり方に関する研究	47
－運転士の働きがいの調査(3)－	
(5) 運転士の注視行動に関する研究	55
(6) 操作しやすい運転台の開発	61
－運転台画面案のアンケート調査結果について－	

ごあいさつ

「あんけん Vol. 6」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7年が経過し、このほど6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、当社グループにおいても道半ばです。また、従来はヒューマンエラーというマイナス面を中心にヒューマンファクターを考えてきましたが、最近はプラス面をどう生かしていくのかを考えることも、ヒューマンファクターの大きな流れとなっています。

今後安全研究所としてもヒューマンファクターの研究・調査を進めるとともに、当社グループ全体で、ヒューマンファクターの理解と活用がより一層進むよう、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 25 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) 安全研究所の成り立ち

2005年（平成17年）4月に当社が発生させた福知山線列車脱線事故後、有識者からなる安全諮問委員会より「JR西日本はこれまでヒューマンファクターへの取組みが不足していた。今後、役割と権限を明確とした、ヒューマンファクターに特化した研究所を社内につくること」との提言をいただきました。

これを受けて、平成18年6月23日、安全研究所が設立されました。

(2) 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。

(3) ヒューマンファクターとは

安全を支える「人」の仕事は、自分一人だけで成り立っているわけではありません。必ず周りの様々な事柄との関連で成り立っています。具体的には、人と人との関係、人とハードウェアとの関係、人とソフトウェアとの関係、人と環境との関係で成り立っています。

これらと人との関係で生じる様々な要因を「ヒューマンファクター」といいます。

なお、安全を支える「人」は、意図せずヒューマンエラーを起こしてしまうというマイナス面がある一方、予期せぬ事態に遭遇しても柔軟に適切に対応できるという機械やコンピュータプログラムでは代替できないプラス面を備えています。

従来は、ヒューマンエラーというマイナス面を中心にヒューマンファクターを考えてきましたが、最近ではプラス面をどう生かしていくのかも、ヒューマンファクターの大きな流れとなっています。

これらプラス面、マイナス面の両面からヒューマンファクターを理解することがマネジメントの基本となります。

(4) 安全研究所が目指す方向性

「ヒューマンファクターの理解と活用」は、企業の健全な経営・運営のための基盤であると同時に、安全マネジメントの確立に必要な基盤でもあります。

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・調査の他に、当社内や社外にヒューマンファクターの見方・考え方を広める活動（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。

JR 西日本グループ全体においてヒューマンファクターの理解と活用が進むよう、安全研究所は引き続きヒューマンファクター教育のバックアップに力を入れていきます。

また、ヒューマンファクターの視点に基づく研究・調査や、JR 西日本グループに対する相談やコンサルティングを行い、成果を当社グループ内で提言、活用していきます。

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み、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・調査、教育活動の推進

- ・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・調査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・調査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。

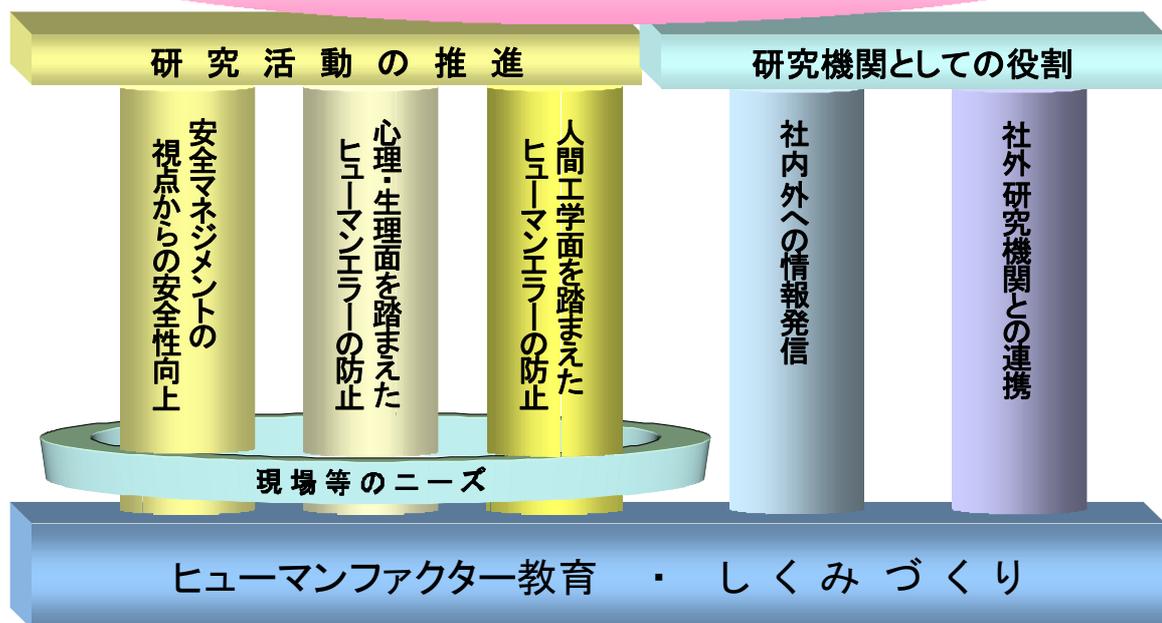
- ・「ヒューマンファクターはマネジメントの基本である」「安全で高品質な鉄道サービスの提供のためには、ヒューマンファクターの見方・考え方を理解し活用することが重要である」との観点に立ち、ヒューマンファクターの研究所として JR 西日本グループにおけるヒューマンファクター教育やヒューマンファクターに関する相談・コンサルティングを積極的に推進してまいります。

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、JR 西日本グループ内における提言・活用にとどまらず、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。
- ・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、社内で活用します。

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

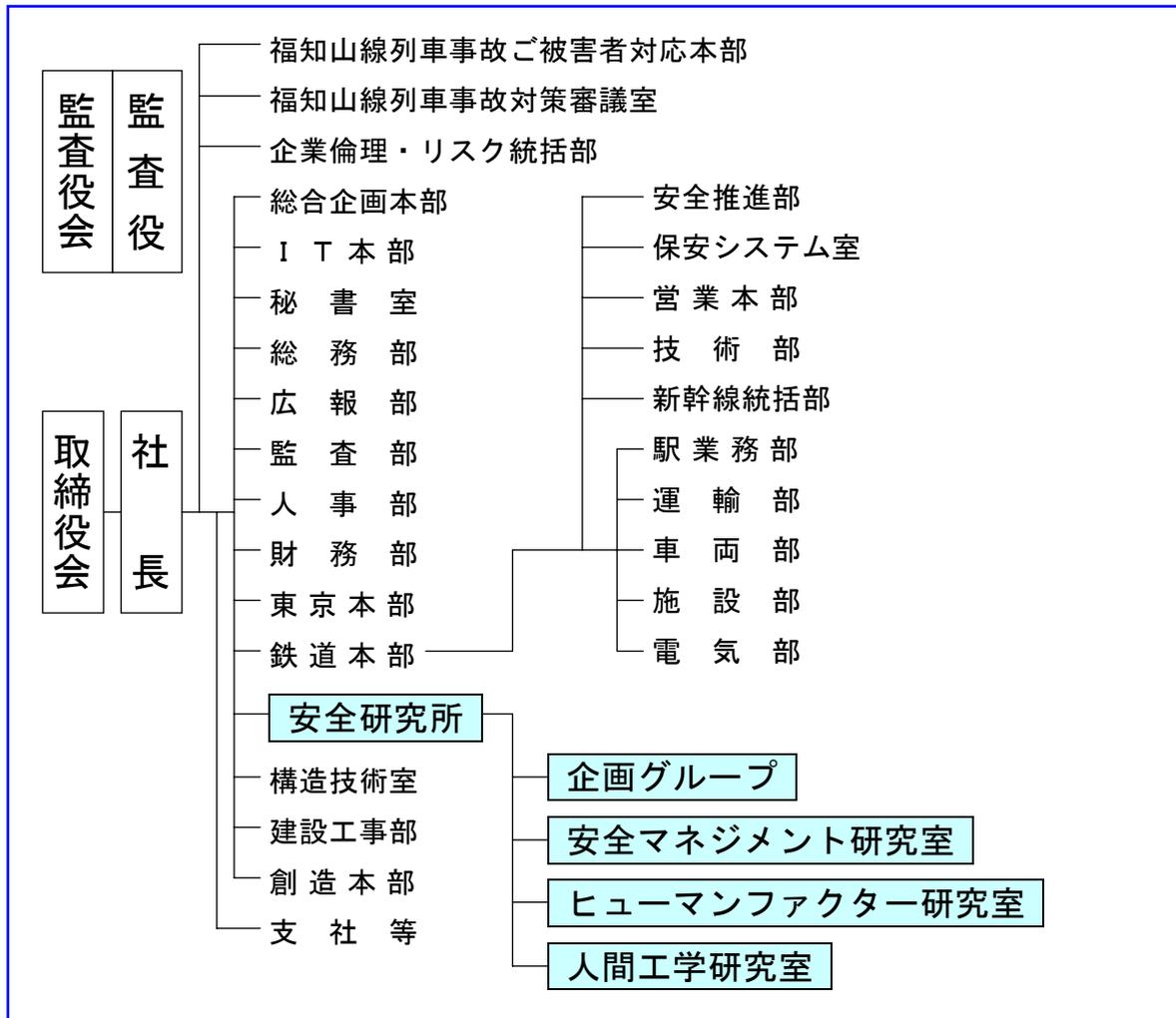


(5) 研究の体制

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 34 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 25 年 7 月 1 日現在)



(6) 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。

○ 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—

☞ P 22

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

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 ☞ P 30

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

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。

○ 運転士等の眠気予防策に関する研究 ⇨ P 37

「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。24 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。また、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。

○ 働きがいと誇りの持てる業務のあり方に関する研究 ⇨ P 47

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。全運転士を対象にしたアンケートを実施し、分析を行いました。

○ CPラインの拡幅がお客様に与える影響に関する調査

当社の駅ホームのうち、お客様のご利用が多いホームには、列車との接触や転落などの危険性に対し注意喚起するためにホーム端部に赤色のCP (Color Psychology) ラインが設置されています。CPラインの幅を拡幅させることにより、ホームの端から視覚障害者誘導ブロックまでの領域で、お客様の歩行位置に変化がみられるか調査を行いました。

○ ヒューマンファクターの観点からの橋桁、橋桁防護工衝突に関する調査

鉄道の橋梁には道路通行車両や積載物の衝突から橋桁を守るため、直前に橋桁防護工が設置されています。橋桁防護工への衝突事故が発生した場合、列車を抑止して安全確認を行うことから輸送障害が発生します。自動車ドライバーのヒューマンファクターの観点から、防護工への衝突防止の対策について調査を行いました。

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的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、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。

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み、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。



シミュレータを用いた実験室調査

○ 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

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改善するため、実車測定や実験室実験等を行いながら調査・研究を進めています。

具体的には、音や光を用いた望ましい情報伝達方法や、適正な音量設定に関して取り組んでいます。

▶ 操作しやすい運転台に関する研究 ④ P61

より操作しやすく間違えにくい運転台について研究し、次世代車両の運転台に反映することを目指して調査・研究を進めています。

平成 24 年度は、運転台の画面表示に関して、運転士を対象としたアンケート調査を行いました。

調査結果をもとに評価・分析を行い、わかりやすくより良い画面表示となるような改善検討のポイントが明らかになりました。

○ 運転士の注視行動に関する研究 ④ P55

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）および、それ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。



運転士の視作業調査

○ 夜間作業者の覚醒度向上に関する研究

新幹線保守用車の運転操作等、夜間作業者の覚醒度維持や向上について、調査・研究を進めています。

(7) 社内各部や現場と連携、共働した主な研究・調査活動

安全研究所は、社内各部や現場と連携、共働しながら研究・調査を推進しています。主なものを以下に紹介します。

※ これまでの研究成果の詳細については、「あんけん Vol. 1～Vol. 5」をご覧ください。
(<http://www.westjr.co.jp/security/labs/> に掲載しています。)



① 運転士の指差・喚呼の実施方法に関する研究

運輸部等との連携のもと、大学との共同研究により、アンケート調査やパソコン実験を実施しました。

研究結果を踏まえ、平成 20 年 11 月に、運転士の基本動作を見直しました。

② 運転士等の眠気予防策に関する研究

この研究は、運転士の眠気防止方法の検討を目的として、乗務行路と乗務員宿泊所

(以下「乗泊」) 環境の両面から進めています。

「運転士のための眠気防止ガイドライン」を平成 21 年 11 月に発行しました。眠気防止を研究し、「対処より予防」の重要性を提唱しました。ガイドラインは、全乗務員(運転士、車掌、客室乗務員)に配付し、各乗務員区所の教育訓練等に活用しています。

乗務行路については、事故につながるおそれのある運転士の乗務中における眠気を予防するため、乱れた生体リズムを整える取り組みを実施しその効果を調査しました。また、乗務員宿泊所の環境については、仮眠環境の改善を目的とした実験を実施しました。(☞ P 37)

平成 25 年 6 月に行われた日本睡眠学会学術集会でこの調査結果を発表し、ベストプレゼンテーション賞を受賞しました。(☞ P 17) また、照明学会でも発表予定です。



③ 指導操縦者と運転士見習との関係性向上を目指す研究

電車区の要望により、大学との共同研究として行った研究です。

指導操縦者と運転士見習の両者にアンケートやインタビューを行って得たデータを科学的に分析し、人間関係の構築に関わる要因を抽出しました。

研究結果をもとに、指導操縦者用ポイント集を作成し、指導操縦者に配付し、技能講習に活用しています。

指導操縦者の技能講習におけるポイント集
【初版】

・心構え、工夫と準備など

- 1 **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、見習にあった指導を行いましょう。**
【解説】
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、見習にあっ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。
- 2 **「どんな運転士に育てたいか」という思いを持ちましょう。**
【解説】
「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となるでしょう。
- 3 **「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う。**
【解説】
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きましょう。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。

④ 働きがいと誇りの持てる業務のあり方に関する研究

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おり、今まで、運転士の職場への参与観察調査や、在来線に乗務する全運転士を対象としたアンケート調査を実施しました。

調査結果を人事部や運輸部、各支社等に提言し、職場のマネジメント力の向上に役立てています。

⑤ ワンマンドア開閉スイッチ誤扱い防止に関する研究

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ました。

「右側のドアは右手で取り扱う」「左側のドアは左手で取り扱う」よう、ワンマン列車のドア開閉スイッチの改造を実施しました。

また、発明名称「鉄道車両のドア開閉装置」が平成 25 年 3 月 29 日に特許として認められました。(特許 2009-103764)



⑥ 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。これまでの研究で得られた 11 項目の CRM スキルを盛り込んだ教材 (e ラーニング形式) を作成し、平成 25 年度中の本施行を予定しています。

明日にでも起こり得る身近な事例

指導に活かし易い表現

使い易いキーワード

そのため、12 両編成にもかかわらず 8 両編成だと誤り込んでいたことに、気付かずにいました。

これから事例も取り進みますが、状況によって既習研修士の表現と似たような表現して OK のか、1 つのフレーズにも注目してください。

深呼吸したり、手置したメモを見たりして、気持ちを落ち着かせることが必要でした。

(8) ヒューマンファクターの見方・考え方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・調査の他に、当社内や社外にヒューマンファクターの見方・考え方を広める活動（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。

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「事例でわかるヒューマンファクター」（以下、「教材」という。）を、平成19年3月末に制作しました。



② ヒューマンファクター教育

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、安全研究所では教材を作成し、当社の全社員に配付し、社員教育に役立てています。また、安全研究所の具体的な研究成果をヒューマンファクター教育に反映しています。

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

… 344回、14,881名（H19.4～H25.6.30）

平成20年度から24年度における当社の安全基本計画では、「ヒューマンファクターの基本的な知識を社内に浸透させる」と目標に掲げ、全社員に対してヒューマンファクター教育を一通り実施しました。

具体的には、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んでいます。

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見方・考え方を教えています。

ヒューマンファクターの見方・考え方は、粘り強く何度も教育しなければ定着し

ません。また、ヒューマンファクター教育の対象を、今後はグループ会社や協力会社の社員に広げていくことも必要です。そのための仕組みを構築してまいります。

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

… 205 回、8,366 名 (H19.4~H25.6.30)

ヒューマンファクターの見方・考え方は、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 年度から 24 年度にかけて、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 研究成果のヒューマンファクター教育への反映

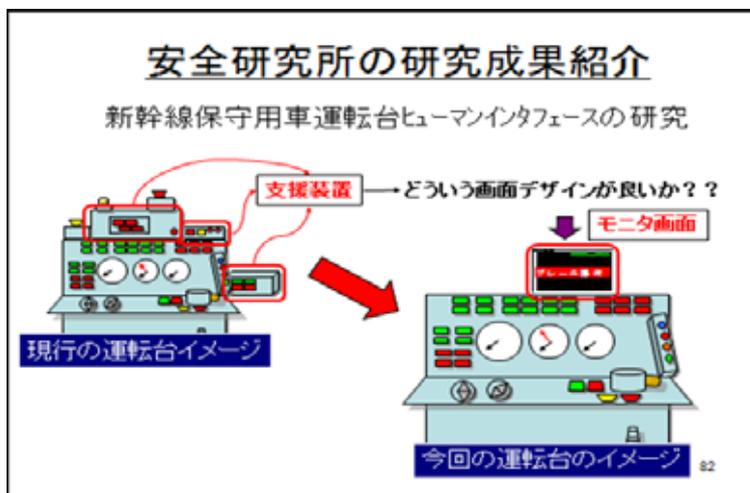
安全研究所の具体的な研究成果を、ヒューマンファクター教育に組み入れています。

例 1) 新幹線保守用車運転台ヒューマンインタフェースの研究

例 2) 職場における効果的なほめ方・叱り方に関する研究

例 3) 運転士等の眠気予防策に関する研究

例 4) 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及び対策



エ 鉄道事業者等のご依頼により講演を実施

… 150 回、16,840 名 (H19.4~H25.6.30)

… 「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 44,811 部、社外提供 84,319 部 (H19.4~H25.6.30)

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。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。



(9) 社外との連携、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。

① 大学との共同研究、大学院博士後期課程への派遣

安全研究所がヒューマンファクター等の視点から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、共同研究や研究指導という形で研究を推進してきました。

また、平成 25 年度からは、安全研究所の研究員 2 名を在職で、大学院博士後期課程に派遣しています。

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や大学院への派遣を積極的に推進してまいります。

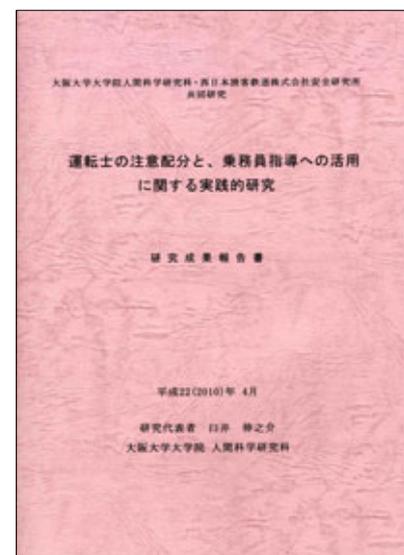


表 1 共同研究の内訳（研究所発足から現在まで）

	期 間	共同研究相手／共同研究テーマ名
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
3	H19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
4	H20年度	静岡県立大学経営情報学部 講師 山浦一保 氏 ・効果的なほめ方に関する実践的研究
5	H20年度	大阪大学大学院人間科学研究科 准教授 篠原一光 氏 ・指差喚呼における最適な動作・発声方法の検討
6	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
7	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
8	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
9	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
10	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
11	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
12	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
13	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
14	H25年度	立命館大学スポーツ健康科学部 准教授 塩澤成弘 氏 近畿大学理工学部 講師 岡田志麻 氏 ・夜間作業者の覚醒度向上に関する研究（身体的負荷軽減策の検討）
15	H25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とインタフェースに関する基礎的研究

表2 研究指導を受けた実績

	期 間	研 究 指 導 者 / 指 導 内 容
1	H23～ 24 年度	広島大学大学院総合科学研究科 教授 林 光緒 氏 ・ 運転士等の眠気予防策に関する研究
2	H18～ 24 年度	公益財団法人鉄道総合技術研究所人間科学研究部 部長 鈴木浩明 氏 ・ 研究の進め方概論、個別研究テーマの問題点に関する相談
3	H25 年度	公益財団法人鉄道総合技術研究所研究開発推進室 主管研究員（ヒューマンファクター安全担当） 鈴木浩明 氏 ・ 研究の進め方概論、個別研究テーマの問題点に関する相談

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、国内・国外の各種学会での発表（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 118 件を数えます。（H25. 6. 30）最近の主な発表を紹介します。

ア 国際学会「56th Human Factors and Ergonomics Meeting」（第 56 回ヒューマンファクターと人間工学会）で発表

平成 24 年 10 月 23 日、和田一成主任研究員がボストンで開催された国際学会「56th Human Factors and Ergonomics Meeting」（第 56 回ヒューマンファクターと人間工学会）でトラブル発生時の運転士の情動とエラーに関する研究成果発表を行いました。

本学会は、ヒューマンファクター関連の国際学会の中でも権威ある学会であり、安全研究所が海外で開催される国際学会で発表したのは初めてです。



和田主任研究員

イ TRANSLOG2012（日本機械学会 第21回交通・物流部門大会）で表彰



上田 眞由子 氏

平成 24 年 12 月に実施された TRANSLOG2012（日本機械学会 第 21 回交通・物流部門大会）で、上田眞由子研究員が講演テーマ「緊急事態における人間の行動特性に関する基礎的研究－楽観性の違いに着目して－」で、優秀論文講演表彰を受賞しました。

本表彰は、優秀な成果を発表した若手研究員および技術者を対象に行われるものであり、3 月 11 日に日本機械学会で授賞式が行われました。

ウ 国際学会「Fourth International Rail Human Factor Conference」（第4回国際鉄道ヒューマンファクター会議）で発表

平成 25 年 3 月 5 日、堀下智子研究員と藤野秀則研究員の 2 名が、ロンドンで開催された国際学会「Fourth International Rail Human Factor Conference」（第 4 回国際鉄道ヒューマンファクター会議）の安全文化部門で発表しました。

この会議は、鉄道のヒューマンファクターを専門に扱う唯一の国際会議であります。日本からは今回が初参加となり、JR 西日本のほか JR 東日本と鉄道総研が参加しました。当社の安全やヒューマンファクターの取り組みに対して、各国関係者と情報交換を行う貴重な機会となりました。

堀下研究員は運転職場におけるほめ行動の効果について、藤野研究員は運転士の働きがいについて発表しました。



堀下 智子 氏



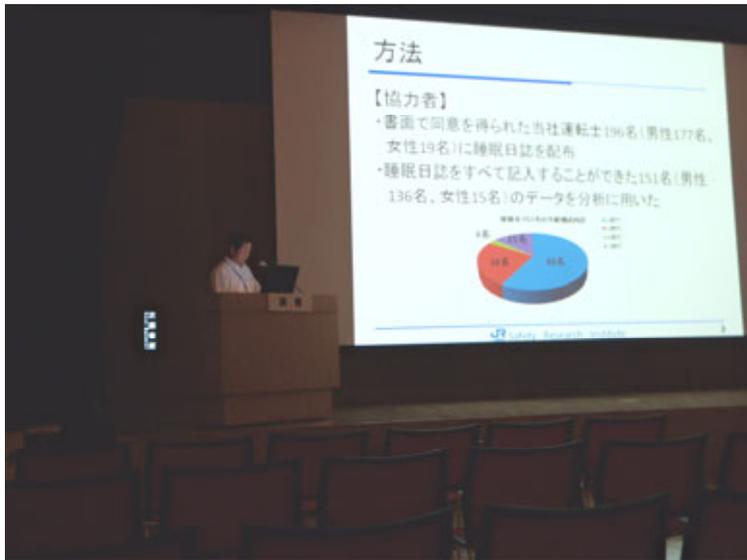
藤野 秀則 氏

エ 眠気予防策の研究が、日本睡眠学会でベストプレゼンテーション賞を受賞

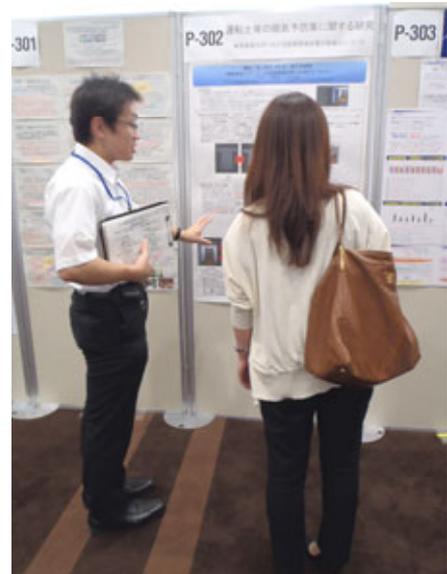
平成 25 年 6 月 27 日～28 日、秋田市で実施された日本睡眠学会第 38 回定期学術集会で、福馬浩一研究員が講演テーマ「運転士等の眠気予防策に関する研究—生体リズムを整える取組みによる睡眠改善効果の検証」で、ベストプレゼンテーション賞を受賞しました。

本表彰は、一般演題の優秀発表者に対し行われるものであり、閉会式で日本睡眠学会の清水会長より賞状が授与されました。

また、今後照明学会でも発表予定です。



発表風景（福馬研究員）



学会員への説明（千田研究員）



受賞風景（清水会長より）



福馬研究員

オ 国際学会「5th Symposium on Resilience Engineering」(第5回レジリエンス工学シンポジウム)で高い評価

平成25年6月25日、藤野秀則研究員が、オランダ・スーステルベルフで開催された国際学会「5th Symposium on Resilience Engineering」(第5回レジリエンス工学シンポジウム)で、運転士の働きがいや日常行動と組織要因との関係に関する研究成果のポスター発表を行いました。

学会当日は、各国の航空や船舶、鉄道等の事業者やヒューマンファクターを専門とする研究者が多く集まっており、安全研究所の研究成果に対しても各国の鉄道事業者を中心に多くの関心を集め、有意義な意見交換がなされました。

なお、当シンポジウムに参加された、立教大学現代心理学部心理学科の芳賀繁教授から「ヒューマンエラーやヒューマンファクターに対する新しい考え方を提案しているレジリエンス・エンジニアリングのシンポジウムにJR西日本の藤野研究員が参加して研究発表を行ったことは、同社の安全研究所が国際的水準の研究成果をあげ始めた証左であり、大変喜ばしい。彼の発表は会場でも大きな注目を集め、多くの質問を受けていた。発表会場の外の休憩室でも、一人の若い研究者に「もっと詳しい話を聞かせて欲しい」と言われて、座り込んで長時間話をしている姿が印象に残っている。」とのコメントを頂きました。



参加者との意見交換 (藤野研究員)



使用したポスター

今後も、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。

2 24年度の主な研究成果の概要

1 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 —

長岡 俊男* 小坂 明之 一瀬 拓郎 和田 一成 藤野 秀則 阿部 啓二 石橋 明

* 現 (株)ジェイアール西日本マルニックス

1 はじめに

ヒューマンファクターの観点から、ヒューマンエラーを完全に防止することは難しく、事故に至るまでのスロットやヒューマンエラーの段階でマネジメントしていくことが、重大な事故の防止には大切です。

このような考え方にに基づき航空業界においては、CRM (Crew Resource Management) の考え方に基づく訓練を導入し、事故防止に効果をあげています。そこで、航空業界のCRM訓練を参考に、鉄道に適合化させたトライアル版(以下、「1次トライアル」)訓練を実施し、鉄道に導入する際の課題検証を行いました。更に平成24年度には、当社の実態に合わせて訓練内容の検討等を深度化し、2次トライアルを試みました。

2 これまでの研究経緯

(1) 航空業界における CRM

航空業界ではCRMの考え方にに基づき、コミュニケーションやチームワーク等を発揮することで、事象等に遭遇した本人が周囲の社員等に助言や協力を求めたり、周囲が声掛けやフォローを行うことなどにより、重大な事故を防止する取り組みを行っており、効果を出していました。

(2) 鉄道業への取り込み

そこで、CRMの考え方を鉄道業に取り込むことで、鉄道で発生している事故を防ぐことができるかを検証しました。

まず、平成16年度から平成19年度までの4年間に発生した連鎖エラーの中で平成20年4月の事故概念の見直し後の基準に照らして「注意事象」に該当すると考えられる22件、および思い込みと不適切なコミュニケーションが関係した事例2件、計24件を対象としてVTA(Variation Tree Analysis)等の分析手法を用いて検証を行いました。その結果、航空業界でコミュニケーションやチームワーク等を発揮することでエラーの防止などに効果をあげているCRMの考え方を鉄道に適用すれば、これらの多くを防げることが判明しました。

また、それらの鉄道に関する要素を整理すると、次の 11 項目に絞り込みました。これを鉄道版 CRM スキル(以下、「R-CRM スキル」)として、1 次トライアルで使用して訓練を行うこととしました(表 1)。

表 1 R-CRM スキルと重点項目

R-CRMスキル	重点項目(R-CRM考動目標)
状況認識 ・意思決定	「いつもと違う状況」がないか確認し、心構えを作る 意識レベルの変化に気づき、対処する リソースを活用する
コミュニケーション	他人の間違ひを見つけたときは、相手に伝える 自信がないときは確認する 「おかしい」「変だな」と感じたときは、相手に伝える 権威の低い側にいるときは、アサーション※を活用する 権威の高い側にいるときは、意見を言いやすい雰囲気を作る
チームワーク	チームで対処する意識を持つ 自分が得た情報は関係者間で共有する 相互にサポートする

※「アサーション」とは、安全に関する自分の考え、情報、疑問などを相手が受け入れやすいように述べること。

(3) 1 次トライアルの実施

1 次トライアルを実施した結果、次のような成果や課題等が明らかとなりました。

(成果)

- 日頃から事故防止に関して自ら考え、工夫しているレベルの社員には効果が見られた。
- 研修を受講した直後では、R-CRM スキルに関する認識が高まった。

(課題等)

- 1～2回の訓練だけでは、全員には身に付き難い。
- 受講者はほぼ交代制勤務であり、異職種合同かつ大規模範囲で集合教育実施は難しい。
- 進行役のファシリテータが数百人単位で必要となり、それらを多人数養成することは困難である。
- 運転士、車掌、内勤者等が一体となって広めていかないと効果が薄い。

3 2 次トライアルの実施

1 次トライアル実施後の課題等の改善を図りつつ、実用的で現場において実施可能な訓練とするためには、どのようにすればよいかについて主管部である運輸部と議論を重ね 2 次トライアルを実施することとしました。

具体的に言えば、2次トライアルでは、

- 業務への負担を考慮して、短い訓練を複数回実施する形態とした。加えて日々の業務へその成果を組み込む仕掛けも設ける。
- 他職種と合同でも、自箇所の社員だけでも実施可能な教育内容や教材とする。
- ファシリテータが不要で、かつ交代制勤務者にも一人で受講可能であり、負担感の少ないeラーニング形式の教材(以下、「eトレーニング」)を用いる。
- 運転士、車掌、内勤者等の全てを受講対象とする。また、現場長には訓練の主旨等について研修を実施し理解させることで、職場全体の取組みとして推進していく。

これらのコンセプトのもとに、具体的には次のような訓練と仕組みを組み合わせた「エラー回避スキル向上プログラム」を構成して訓練を実施することとしました(図1)。

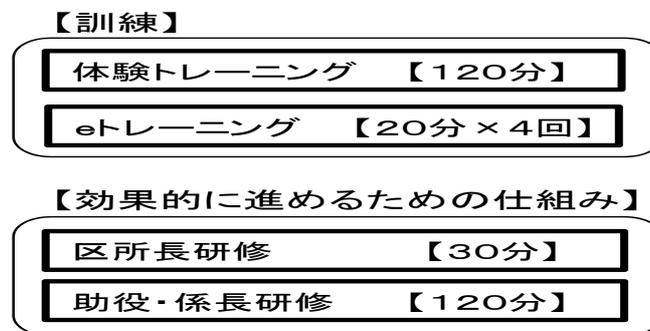


図1 エラー回避スキル向上プログラム

- (1) 「エラー回避スキル向上プログラム」の訓練、仕組みの内容
次に、各種トレーニングや研修の目的等について説明します。

① 体験トレーニング

体験トレーニングは、1時間のロールプレイングのあとの振り返りと解説を併せた2時間の訓練で、地震と津波を題材としています。無線等の連絡が途絶えて差迫った中、様々な状況に直面しても乗務員等がその都度考え、協力して津波到達までにお客様を安全な場所へ誘導することを目指すものです。これにより、状況に応じた柔軟かつ最適な考動が求められることと、思った通りには動けないことを実感して、「予め考え」、「具体的に準備しておく」ことが大切であることを学びます。

② eトレーニング

eトレーニングは、身近な事例により対処方法の一例を学び、自ら考えることを通してCRMスキルを身に付けるきっかけとすることを目的としています(詳細は後述)。

③ 区所長研修

体験トレーニングやeトレーニングを実施する意義や日常業務への組み込みの重要性について、まず現場長の理解を目指します。更に、一連の取り組みの成果を上げるため、現場長は各区所において全体で取り組むためのマネジメントを行います。

④ 助役・係長研修

助役・係長研修では、体験トレーニングやeトレーニングで習得したCRMの要素をどのような方法で、日常の業務に組み込んでいけばよいのかを、係長らが中心となって検討します。例えば、点呼や訓練の場で活用していく具体的な方法を係長らが議論のうえ、実行し、訓練成果の定着化を図ります。

「エラー回避スキル向上プログラム」は、主管部である運輸部と連携を密にして検討しましたが、このうち、安全研究所が主に作製を担当したeトレーニングについて、更に詳しく説明を行います。

(2) eトレーニングのテーマ設定の考え方

R-CRMスキルについて、できるだけ短い時間で効率的に学ぶことができるように、エラー防止とエラー拡大防止に大別してシナリオを組み立て、運転士、車掌の別にそれぞれ、次の4本を作製しました。

(エラー防止)

○テーマ「焦り、慌て」

意識レベルが過大に上昇した事例

○テーマ「眠気」

意識レベルが低下した事例

(エラー拡大防止)

○テーマ「言うべき事が言えない」

通常とは異なる状態を見つけた場合は、気付いた者が伝えて重大化を防ぐ事例

○テーマ「相手に普段通り能力を発揮させる」

エラー後の通常とは異なる状態に気付いた者が相手に伝えて重大化を防ぐ事例

(3) eトレーニングの具体的内容の紹介

ここでは、例として「焦り、慌て」(運転士編)について紹介します。

① 事例の紹介

この事例では、急遽、途中駅で折返しとなり、お客様の降車に時間を要し、時間がなくなるなど様々なアクシデントが重なる事例です。

普段でもよく見られる事例ですが、焦りにより能力が低下することにより入換時の停止位置を誤り、ホーム据付けが遅延してしまう内容です。このように身近に感じられる事例により、訓練の効果を上げることを目指しています。



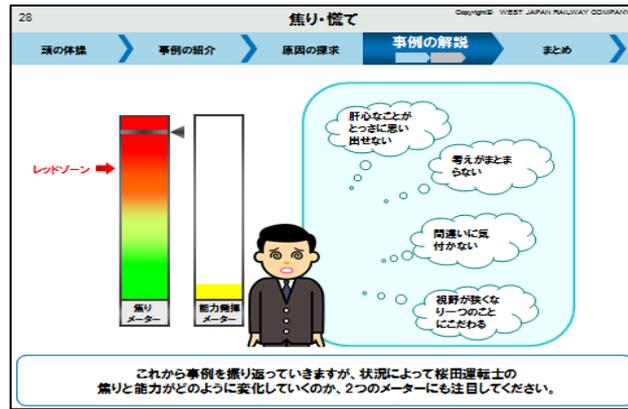
② 原因の探求

次に、どこに問題があったかを自らが考えます(3分間)。これにより単に受け身で講義を受けるだけでなく、自ら考えることで理解を深めます。



③ 事例の解説

ここでは、運転士の身に降り掛かる様々なアクシデントにより、焦りが積み重なることを説明します。その後、案外知られていないことですが、焦りにより仕事を遂行する能力の発揮に支障が出てくることを、「焦りメーター」と「能力発揮メーター」という記憶に残り易い表現を用いて解説します。



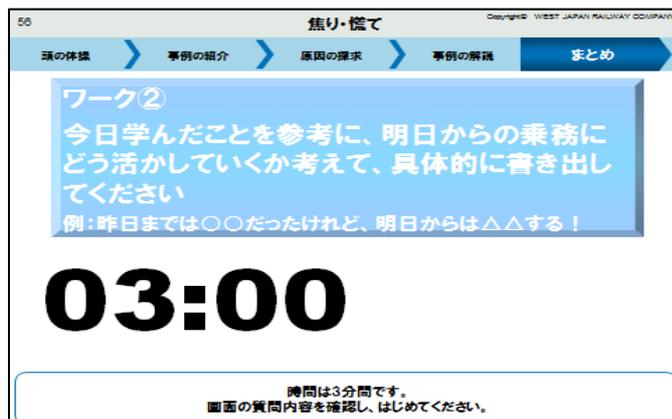
更に、焦りへの対処方法の一例を「処方箋」として紹介しています。

ここでは、「予防」として「メモを取る」、「自覚」として「焦りを自覚する」、「対処」として「メモを見る」「深呼吸する」と具体的な方法を示して解説します。これにより、自らの対処方法を考える際の具体的なヒントとすることができます。



④ まとめ

最後に受講するだけでなく、これまでの自分の行動を改善することを目指すため、受講者自らが明日から実践できる具体的な対処方法を考える時間を設けています(3分間)。



4 効果(途中経過)

現在試行中の2次トライアルでは、各トレーニングの教育効果についてアンケート調査を実施しています。アンケートは各 e トレーニングの直前と直後で行い、各質問項目について7段階評価での回答を求めました。質問内容は、各トレーニングで異なっており、それぞれのトレーニング内容に関する意識を問うものでした(「焦り、慌て」であれば、「いつもと違う状況では事前にメモやトレーニングなどの準備が必要だ」「いつもと違う状況では焦り、慌てなど自分自身の状態を自覚しなければならない」など計4問)。結果の詳細は現在分析中ですが、このうち、e トレーニング「焦り、慌て」(以下、「e1」)の受講前後における受講者の評定値について分析したところ、焦り、慌ての対処に関する4つの項目(Q1～Q4)が、いずれも受講前より受講後で上昇していました(図2)。この結果から、e1 では、e トレーニングによって焦り、慌ての対処についての意識が変化しており、学習効果が見られました。

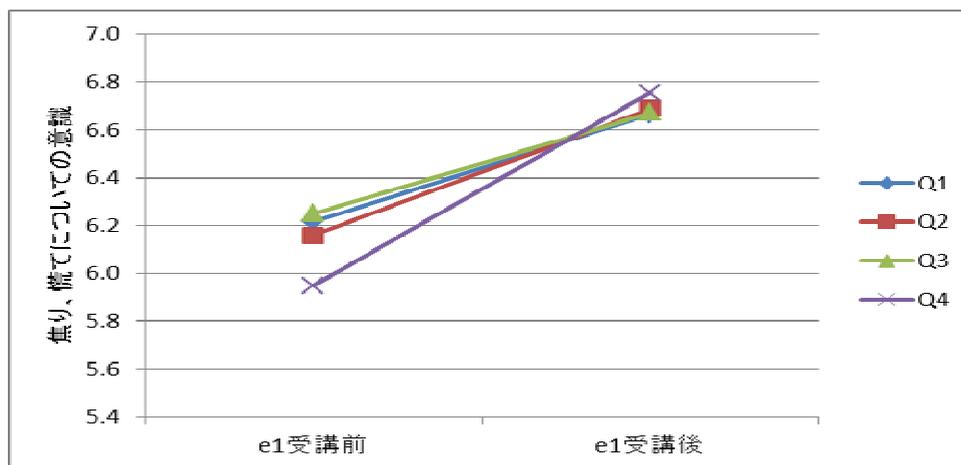


図2 受講前後の焦り、慌ての意識の比較

[縦軸の値は、7点満点。値が高いほど意識が高い。]

Q1 : メモやイメージトレーニングなどの準備に対する意識

Q2 : 焦り、慌てなど自分自身の状態の自覚に対する意識

Q3 : 自分なりの工夫をして落ち着くことの大切さに対する意識

Q4 : 焦ると気付かないうちに人の能力は低下するに対する意識

5 まとめ

2次トライアルのために新たに作成した e トレーニングは、運転士、車掌等にとって分かり易い身近な事例を取り上げ、平易な言葉を使用、かつ短時間で学習できることから、抵抗感や負担感も少ないと、好評を得ています。また、内勤者等からも、キーワードとしてインパクトのある言葉が別の場面での指導に活用できる、加えて自区所内全員

が同一の訓練を受けていることから指導に活かし易いとの声をもらっています。

今後は、点呼や訓練の場等を活用した定着化に向けた取り組みや、現在試行中の箇所以外においても2次トライアルを行い、これらの実施結果も踏まえて、平成25年度下期から予定している全社展開に向けて準備を進めていきます。

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。

2 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

今までの研究結果から、緊急事態になると人間は「深く考えず、とりあえずの行動をとる」ようになり、「取り組んでいる作業以外の事象に対する気づきが遅い、あるいは全く気づかない」傾向も高くなることがわかりました。つまり、人間は緊急事態になると、平常時と全く同じ内容の作業であっても、ヒューマンエラーをより惹き起こしやすい行動に傾くことがわかったのです。そのため、作業開始前にどのような対処をすれば、このような行動傾向を減らすことができるのかを検討しました。特に本研究では、呼吸再訓練（Breathing Retraining）法という呼吸法を取り上げ、この呼吸法がヒューマンエラー低減に繋がる可能性を探りました。

2 内容

(1) 実験参加者

一般男性に実験の協力を仰ぎ、以下の通り 2 種類の群に分けて実験を行いました。

呼吸法群：呼吸再訓練(Breathing Retraining)法という呼吸法を課題前に毎回実施する群 12名（年齢範囲：22-32歳 平均年齢：26.7歳）
⇒呼吸再訓練法を実施した場合の行動を見るために設定

挿入課題群：簡単な視覚課題を課題前に毎回実施する群
13名（年齢範囲：23-32歳 平均年齢：28.2歳）
⇒呼吸再訓練法を実施しなかった場合の行動を見るために設定（比較条件）

(2) 実験内容（図1参照）

両群の実験参加者は、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次の通りです。23年度にはこの水道管課題を用いて、高覚醒水準下の行動特性を調べ、「深く考えず、とりあえずの行動をとる」傾向が高くなることを明らかにしました。今回は高覚醒水準下における呼吸再訓練法の影響を調べる上で、適した課題だと判断し、今年度の実験でも採用しました。

- ・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。
- ・課題は、「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：3回・中：9回・高：15回）。
- ・課題の開始前ごとに、呼吸法群は呼吸再訓練法、挿入課題群は簡単な視覚課題を実施
各群の実施方法は（4）各実験参加者群の手順 を参照

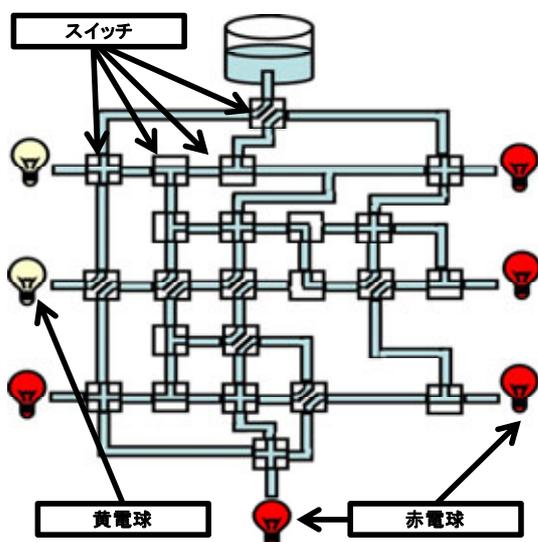


図1 水道管課題の一例

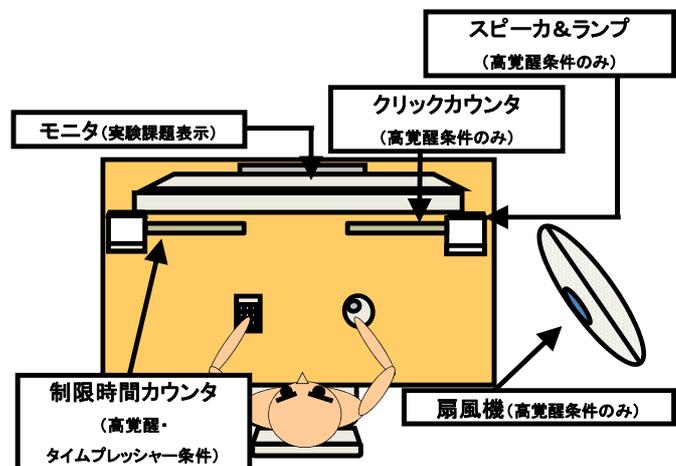


図2 実験器材配置図

(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（平常時として設定した条件）

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、ゆっくりよく考えて、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。

タイムプレッシャー条件（制限時間の表示のみを設定した条件）

100 秒の制限時間がある。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。

高覚醒条件（緊急事態として設定した条件）

100 秒の制限時間が近づくにつれ、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（実際には全額支払う）。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。

(4) 各実験協力者群の手順

今回の研究では、実験参加者を呼吸法群と挿入課題群の 2 群に分けました。呼吸法群では、水道管課題前に約 2 分間呼吸再訓練法を行い、挿入課題群では、約 2 分間簡単な視覚課題を行いました。以下の表では各群の実施方法の違いについて説明しています。

表 1 呼吸法群と挿入課題群の実験手順

	呼吸法群	挿入課題群
課題内容	モニタ画面の指示に従いながら、呼吸再訓練法による呼吸をゆっくりと繰り返す（約2分間の呼吸再訓練法）	モニタ画面を動く十字アイコン（+記号）を目で追いながら、時折出てくるターゲット（赤い×印）に反応する（約2分間の簡単な視覚課題）
モニタ画面の表示	呼吸するタイミングを文章で表示	十字アイコンがゆっくりと時計回りに動き続ける
手順1	息を止める(5秒間)	十字アイコンが大きく時計回りにゆっくりと動きだす
手順2	息を吐く(4秒間)	30秒に1度、十字アイコンは赤い×印(ターゲット)に変化する
手順3	息を吸う(4秒間)	ターゲットに対し、テンキーの「0」を押して反応する
手順4	2と3を15回繰り返すように文章が表示される(約2分間)	約2分後、挿入課題画面が終了する
手順5	普段どおりの呼吸に戻す	
	 同様の水道管課題を実施	

3 結果と考察

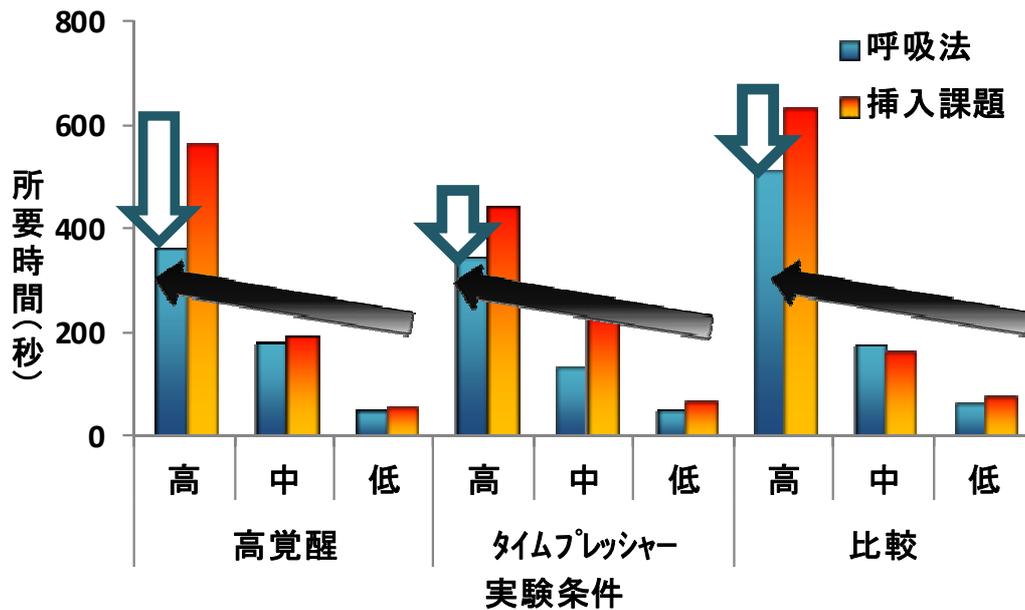


図3 課題達成に要した時間の条件間比較 (秒)

図3は水道管課題を達成するまでに要した時間です。図中に示されている通り、水色のバーが呼吸再訓練法を行った群、オレンジ色のバーが挿入課題を行った群を表しています。横軸にある「高・中・低」は、難易度の高さを表しています。分析結果から、まずは難易度が高くなるにつれて、所要時間が長くなることがわかりました（黒矢印で表示）。更に、難易度「高」条件では、呼吸法を実施することで、挿入課題条件よりも明らかに早く課題を達成することができることもわかりました（白矢印で表示）。

最初に、難易度が高くなるにつれて所要時間も長くなるという結果は、当然のことと言えます。なぜなら、難易度設定自体を「最短で目標達成できるクリック回数の違い」で設定しているため、クリック回数が増えれば、所要時間も増えるのは理にかなった結果です。実験計画としては、正しい難易度設定ができていたと言えます。

次に、難易度「高」条件では、呼吸法群において、より短い時間で水道管課題を達成できたという結果は、たとえ難しい作業であっても、呼吸再訓練法を事前に実施すれば、ある程度冷静な判断ができ、迅速に作業を終了できる可能性を表しています。

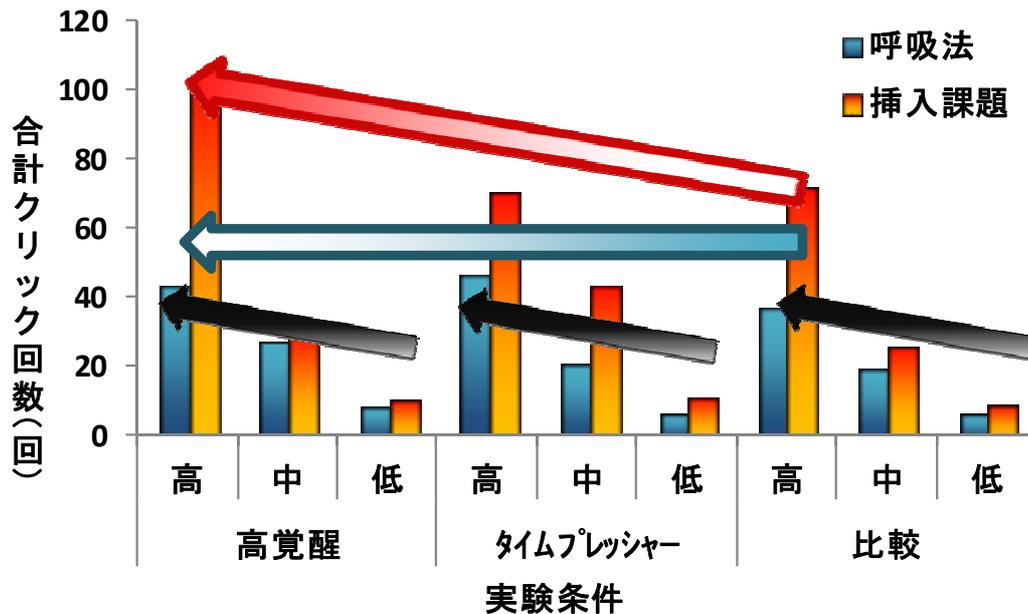


図4 課題達成に要したクリック回数の条件間比較 (回)

図4は、課題達成までにスイッチをクリックした合計回数を表示しています。分析結果から、実験条件ごとに見た場合、難易度が高くなるにつれて、合計クリック回数が増加することがわかりました(黒矢印で表示)。また、難易度「高」条件かつ挿入課題群では、実験条件が厳しくなるにつれて、合計クリック回数が増加することがわかりました(赤矢印で表示)。その一方で、難易度「高」条件かつ呼吸法群では、このような傾向は見られず、実験条件が厳しくなっても合計クリック回数は増加しませんでした(青矢印で表示)。

まず、実験条件ごとに見た場合、難易度が高くなるにつれて、合計クリック回数が増加するという結果は、所要時間で見られた傾向と同様であり、当然のことと言えます。難易度設定自体を「最短で目標達成できるクリック回数の違い」で設定しているため、難易度が高くなれば、合計クリック回数も増加するのは、所要時間の結果よりも更に自然な傾向です。

また、難易度「高」条件かつ挿入課題群では、実験条件が厳しくなるにつれて、合計クリック回数が増加しました。この結果は、難易度が同じぐらいであっても、周囲の環境が変化するだけで、無駄な行動をする可能性が高いことを表しています。その一方で、同じ条件でも呼吸法群では、実験条件が厳しくなっても、合計クリック回数に大きな変化は見られませんでした。これは、呼吸再訓練法を事前に実施すると、周囲の環境に左右されにくくなり、平常時と同等程度に効率よく作業ができる可能性を表しています。

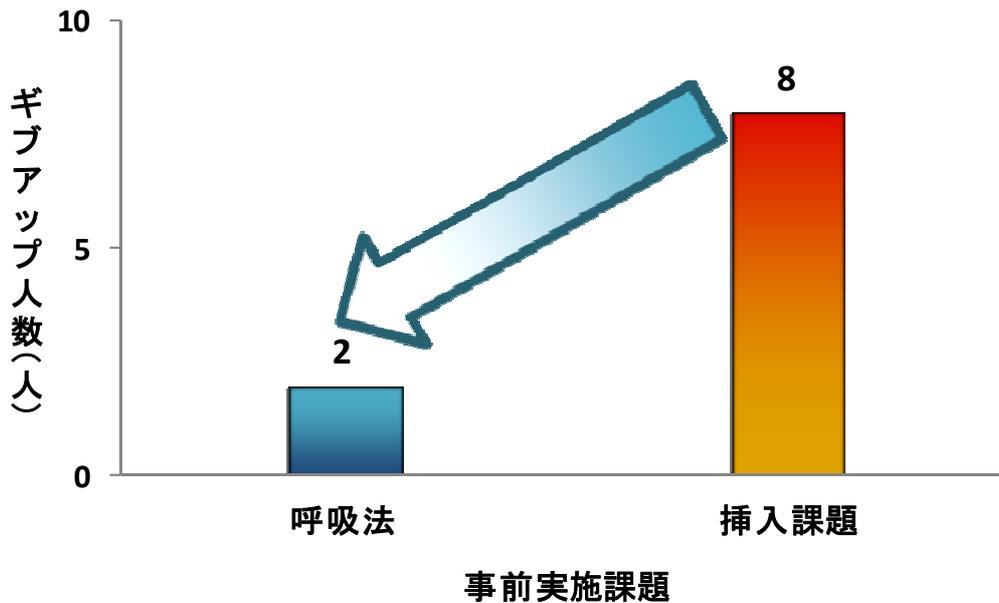


図5 群別のギブアップ人数(人)

図5は、呼吸法群と挿入課題群のそれぞれで、1回以上、最終的に水道管課題を達成できずに諦めた実験協力者の人数を表したものです。分析結果から、水道管課題実施前に呼吸再訓練法を実施しておくことで、挿入課題を行ったときよりも統計的に明らかに諦めてしまう人数が減ることがわかりました(青矢印で表示)。

呼吸法群において、水道管課題が解けずに諦めてしまう人数が減るという結果は、事前に呼吸再訓練法を実施することで、目の前の作業が難しいものであっても放り出さず、根気よく取り組むようになる可能性を示しています。

4 まとめ

これまでに説明した結果と考察から、挿入課題群と呼吸法群を比較した場合、以下のような違いがあることがわかりました。

- ① 最難度条件において呼吸法群は、挿入課題群よりも早く、かつ、より少ないクリック回数で水道管課題を達成できる。

事前に呼吸再訓練法を実施すると、特に難しい作業であっても効率よく素早く作業ができる

② 呼吸法群では、高覚醒条件下であっても、平常時と同等のクリック回数でクリアできる。

事前に呼吸再訓練法を実施すると、緊急事態であっても平常時と同程度の作業ができる

③ 挿入課題群と比較して呼吸法群では、ギブアップする人数がより少ない。

事前に呼吸再訓練法を実施すると、取り組んでいる作業に対して諦めにくくなる

本研究は実験室実験で行われたものであり、現実場面での緊急事態において、呼吸再訓練法がどこまで効果があるのかは今後検討していく必要があります。

5 付録

本研究で取り上げた「呼吸再訓練法」は、「深呼吸」とは異なるものです。以下の表にその違いをまとめました。

表 2 呼吸再訓練法と深呼吸の違い

	呼吸再訓練法	深呼吸
対象	パニック症候群・不安障害患者等	全般(健常者・患者問わず)
主な目的	緊張や不安、呼吸困難により乱れた呼吸を整える(リフレッシュ)	ストレス解消/リラックス
やり方	吸気と呼気の時間が 1:1 息を止める / 呼気から開始	吸気と呼気の時間が 1:2
腹式 or 胸式	腹式呼吸	特に指定されないことが多い

この表に書かれている通り、「呼吸再訓練法」とは元々、パニック症候群や不安障害を抱える人たちに対して用いられる呼吸法です。上がりすぎた緊張感や不安感等を平常時に戻すことが目的です。一方で、深呼吸というのは、全般的に広く普及しており、平常時やストレスが溜まった状態から更に落ち着くことを主な目的としています。今回は、緊急事態のように覚醒水準が上がりすぎた状態から、平常時の覚醒水準に戻すことを目的としたので、「深呼吸」ではなく「呼吸再訓練法」を選び、研究を行いました。

※ 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。

3 運転士等の眠気予防策に関する研究 — 乗務行路の調査と乗務員宿泊所の仮眠環境調査 —

福馬 浩一 千田 琢 林 光緒*

* 広島大学大学院 総合科学研究科

1 目的

この研究は、運転士の眠気防止方法の検討を目的として、乗務行路と乗務員宿泊所（以下「乗泊」）環境の両面から進めています。乗務行路については、事故につながるおそれのある運転士の乗務中における眠気を予防するため、乱れた生体リズムを整える取り組みを実施しその効果を調査しました。また、乗泊環境については、過去実施してきた調査結果を踏まえ、乗泊において仮眠環境の改善を目的とした実験を実施しました。

2 これまでの乗務行路に関する研究

(1) 睡眠・眠気の実態調査

平成 23 年度は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、何が眠気発生に起因しているのかについて、大阪地区の 10 名の調査協力者（運転士）で調査を実施しました。調査方法は通常の睡眠日誌の記入に加え、眠気を感じた時間帯に「×」、食事を摂った時間に「食」をそれぞれ 30 分単位で記入するというものです。1 ヶ月間記入してもらい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・傾向が把握できました。10 名中 8 名において、「眠気の発生」や「居眠りの原因」に最も影響する生体リズムの乱れが認められました。

また、生体リズムが乱れている場合、行路上の特性が探れないことも明らかになったため、生体リズム改善の研究に取り組むこととしました。

(2) 「生活リズム健康法」導入による調査

乱れた「生体リズム」を整えるためには「サーカディアンリズム（概日リズム）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 つのポイントがあります。生体リズムを整えることが眠気発生の減少・抑制に最も効果的であるということを確認するため、乱れた生体リズムを整える手法（広島国際大学 田中秀樹教授の「生活リズム健康法」¹⁾）を導入した調査・試行に取り組むこととしました。

この「生活リズム健康法」は 28 項目あり、普段できているものに「○」頑張ればできそうなものに「△」できそうもないものに「×」をつけさせた後、「△」の中から 3 項目を選んで目標とし、改善させるという手法です。（表 1）

表 1 「生活リズム健康法」 28 項目

<ol style="list-style-type: none">1. 毎朝、ほぼ決まった時刻に起きる2. 朝起きたら太陽の光をしっかり浴びる3. 朝食を規則正しく毎日とる4. 日中はできるだけ人と触れ、活動的に過ごす5. 趣味やサークル活動などを楽しみ、活動的に過ごす6. 日中に15～20分間仮眠をとる7. 帰宅後は仮眠をとらない8. 夜に30分程度の軽い運動をする(就床2時間前までに終わらせる)9. 夕食後以降、お茶やコーヒーなどカフェインの摂取を避ける10. 就寝の2時間前までに食事を終わらせる11. 就寝2時間前以降は、コンビニやカラオケなどの明るいところへ外出しない12. 夕食後に夜食をとらない13. めるめのお風呂にゆっくり浸かる14. 長時間のテレビ視聴や、パソコンの使用は避ける15. 寝るときは携帯電話を枕元から離す16. 寝床につく1時間前からは、タバコを吸わない17. 寝床に入る1時間前には、部屋の明かりを少し落とす18. 眠る目的での飲酒は避ける19. 寝床でテレビを見たり、仕事や読書をしていない20. 寝室は快適な空間に工夫する21. 寝る前は、脳と身体がリラックスできるように心がける22. 就床時刻が不規則にならないようにする23. 午前0時までには就寝する24. 寝床の中で悩み事をしていない25. 眠たくなってから寝床に入る26. 休日も、起床時刻が平日と2時間以上ずれないようにする27. 睡眠時間が不規則にならないようにする28. 「何事も完璧にしなければならない」と考えず、「8割できたら上出来だ」と考えるようにする
--

(3) 「生活リズム健康法」導入後の再調査と結果

同じ調査協力者 9 名に「生活リズム健康法」の実施と睡眠日誌の記入をしてもらい、眠気の頻度を比較したところ、9 名中 6 名に眠気の頻度が減少しており、「生活リズム健康法」を導入し、生体リズムを整えることが眠気発生の減少、抑制に最も効果的であることが確認できました。

3 乗務行路に関する平成 24 年度の研究・調査

平成 23 年度の調査で効果が確認されたため、さらに調査協力者の数を増やすなどの規模を広げた調査を実施し、効果の検証を行うこととしました。

(1) 内容

- ① 調査 1 (睡眠改善前) 平成 24 年 8 月 21 日～9 月 9 日 (20 日間)
- ② 調査 2 (睡眠改善後) 平成 24 年 10 月 1 日～10 月 20 日 (20 日間)
- ③ 調査協力箇所 兵庫・大阪地区の運転士職場 5 箇所
- ④ 調査協力者 運転士 151 名 (男性 136 名、女性 15 名)
- ⑤ 調査協力者の年齢 20 歳代 88 名、30 歳代 38 名、40 歳代 4 名、50 歳代 21 名
(最年少で 23 歳、最高齢は 59 歳)

(2) 調査方法

調査協力者に対し、現状把握のため調査 1 として 20 日間、睡眠日誌をつけてもらいました。こうして現状を確認した後、睡眠改善に関する説明会を開催し、調査 2 として「生活リズム健康法」の△（頑張ればできそう）から選択した 3 つの目標の実施と更に 20 日間睡眠日誌を記入してもらいました。なお調査 2 では各目標に対する達成度を毎日○、×で記入してもらいました。回収した睡眠日誌から就床時刻、起床時刻、睡眠時間の変動と日中の眠気の頻度を分析しました。

(3) 結果

回収した睡眠日誌から比較分析を行った結果を以下①～⑤に述べます。

① 睡眠日誌

ある調査協力者（30 歳男性、既婚者）の生活リズム健康法導入前の睡眠日誌（図 1）を例にとると就床時刻や起床時刻に変動があり、2～3 時間の長い昼寝をとった日の夜は、深夜まで寝付けず、それが朝の起床時刻にも影響し、睡眠習慣がずれていることがわかりました。また、日中の眠気の頻度も多く、生体リズムに乱れがあることが確認できます。その後、生活リズム健康法導入により睡眠改善を行った睡眠日誌が（図 2）です。休日は遅くても朝 8 時までには起床しており、長かった昼寝もなくなり 20 分仮眠を行っています。就床時刻も早く睡眠時間がしっかり確保され、日中の眠気の頻度もかなり軽減されていることが確認できました。さらに特徴的なことは 20 分仮眠の後に全く眠気を感じていないことです。

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
8/21	火	特									食							×							×	
8/22	水	公									食					食	×	×				食				
8/23	木	5									食				食							食				×
8/24	金	?													食	×					×		食			
8/25	土	特												食				×	×	×		食				
8/26	日	2							食					食									食			
8/27	月	?									食					×		食	×							
8/28	火	公									食						食	×								
8/29	水	3													食	×						食				
8/30	木	4									食	×			食							食				
8/31	金	?									食	×	食	×			×	食					食			
9/1	土	公									食				食	×	×					食	×			
9/2	日	6									食				食	×						食				
9/3	月	?									食						×	食	×				食			
9/4	火	年													×	食						×		食		
9/5	水	年									食					食	×	×					食			×
9/6	木	特												食				×					食	×	×	
9/7	金	公									食					食							食			×
9/8	土	7									食					食	×						食			×
9/9	日	?									食					×							食			

図 1 生活リズム健康法導入前の睡眠日誌

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
10/1	月	2									食					食	*			食						
10/2	火	?										食				食	*					食				
10/3	水	特										食	*			食				*			食			
10/4	木	3									食					食						食				
10/5	金	?									食					食							食	*		
10/6	土	4									食			*												
10/7	日	?													*	食	*					食				
10/8	月	特									食					食							食			
10/9	火	公									食	*			*		食		*		食	食	食	食	食	
10/10	水	5									食	*				食						食				*
10/11	木	?													*					*		食				
10/12	金	6									食					食										
10/13	土	?													*		食	*				食				
10/14	日	特									食					食							食			
10/15	月	公									食					食	*					食				
10/16	火	7									食					食						食				
10/17	水	8										食				食						食				
10/18	木	?																	*	*		食				
10/19	金	特									食						食	*					食			
10/20	土	9									食											食				

【凡例】 ■ 睡眠中 ■ 乗務中 ■ 手待ち時間 ■ 布団に入ったが寝付けなかった時間 * 眠気を感じた

図2 生活リズム健康法導入後の睡眠日誌

② 就床時刻、起床時刻、睡眠時間のバラツキの比較 (客観的評価)

調査協力者 151 名について、生活リズム健康法導入前と導入後を比較した結果、就床時刻については 88 名 (58.3%)、起床時刻は 93 名 (61.6%)、睡眠時間は 94 名 (62.3%) においてバラツキが減少したことが判明しました。このことは過半数の調査協力者において睡眠習慣がより規則的になったことを意味しています (図3～5)。なお、勤務日は乗務列車により早起き、遅寝が発生するため、勤務日を除いた日で比較しています。

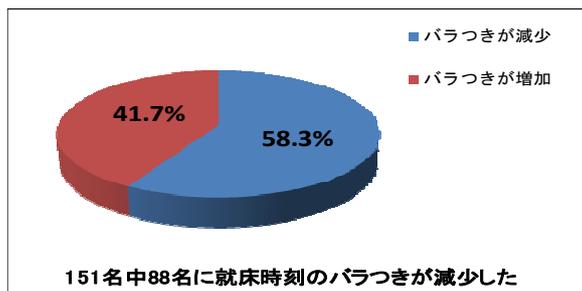


図3 就床時刻のバラツキの減少割合

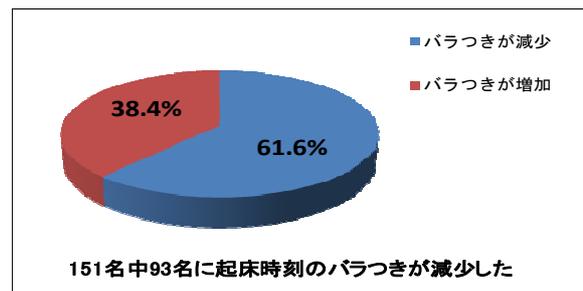


図4 起床時刻のバラツキの減少割合

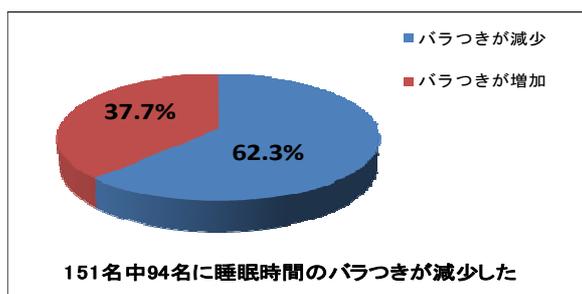


図5 睡眠時間のバラツキの減少割合

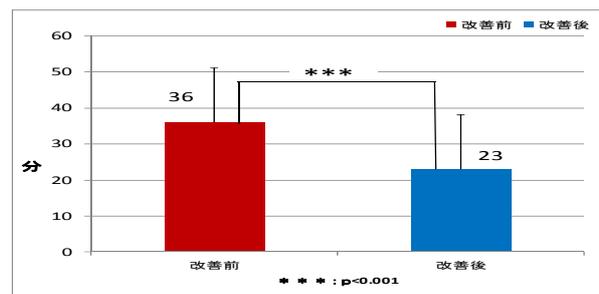


図6 眠気を感じた時間 (一日当たり)

③ 眠気を感じた総時間の比較（主観的評価）

睡眠日誌に30分単位でつけた×印（眠気を感じた時間帯）の数から20日間で眠気を感じた総時間を算出し、生活リズム健康法導入前と導入後で比較したところ、導入後で減少しました。（図6）

④ 眠気を感じる頻度が軽減した調査協力者の割合

調査協力者151名の眠気を感じる頻度は生活リズム健康法導入後で大きく減少しました。全日においては127名（84%）、勤務時間中においても108名（71.5%）で減少と、いずれも眠気を感じる頻度が減少しています（図7～8）。このことから生体リズムを整えることが眠気発生の減少、抑制に最も効果的と考えられます。

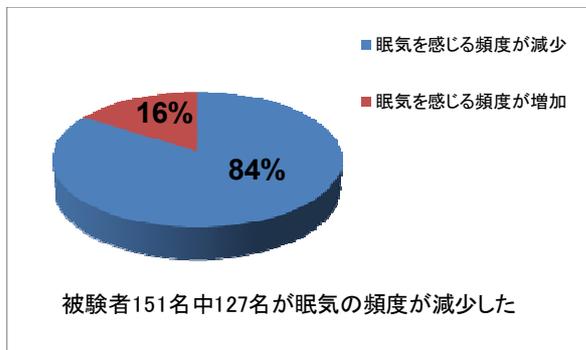


図7 全日に眠気を感じる頻度が減少した調査協力者の割合

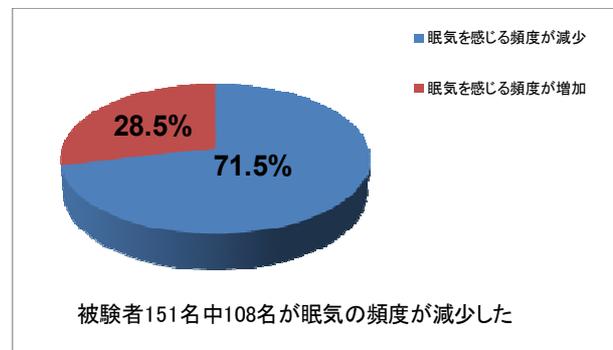


図8 勤務時間中に眠気を感じる頻度が減少した調査協力者の割合

⑤ 目標の選択率と眠気の頻度が減少した調査協力者の割合

各調査協力者が選んだ目標について、選択率1位から7位を以下に示します。

（ ）内は眠気の頻度が減少した調査協力者の割合です。

- 第1位 朝起きたら太陽の光をしっかりと浴びる (90.3%)
- 第2位 夕食後に夜食をとらない (79.4%)
- 第3位 帰宅後は仮眠をとらない (93.5%)
- 第4位 夕食後以降、お茶やコーヒーなどカフェインの摂取を避ける (86.7%)
- 第5位 朝食を規則正しく毎日とる (78.3%)
- 第6位 午前0時までには就寝する (87.0%)
- 第7位 日中に15～20分間仮眠をとる (95.2%)

この結果から、最も眠気の頻度が減少した項目は、「日中に15分～20分の仮眠をとる」でした。この項目は、選択率、達成率とも低いものの効果については、21名中20名（95.2%）の調査協力者で眠気の頻度が減少しています。

4 乗務行路に関するまとめ

今回の調査において、「生活リズム健康法」を導入して生体リズムを整えることにより、睡眠改善の効果と眠気頻度の減少、抑制が確認できました。自主的に睡眠日誌をつけ、自ら目標を定めて無理せずに実行したことで効果があったと考えられます。さらに、広島大学大学院の林光緒教授によれば「短時間仮眠法を生活習慣に組み入れることは、仮眠直後に発生する睡眠慣性の除去や、午後の眠気の低減に効果的であり、日中の覚醒レベルを維持するための効果的な方法である」²⁾とのことであり、今回の調査においても、「日中に15分～20分の仮眠をとる」が眠気の減少に最も効果的なことがわかりました。しかし、短時間仮眠はあくまで午後や夜間における眠気や疲労を予防するための予防的仮眠であり、夜間睡眠の代用になるものではありません。普段から夜間睡眠を十分に確保することが先決です³⁾。なお、ほとんどの調査協力者は、「睡眠は、時間に関係なく長く寝ればよい」など間違った知識で習慣化しています。正しい睡眠教育や睡眠習慣の改善は、教育の場で教えるのではなく乗務員一人ひとりにアドバイスなどを行いつつ眠気予防や睡眠改善について指導することが大切です。

5 これまでの乗泊環境に関する研究

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睡眠をとる必要がありますが、過去において運転士を対象にアンケート調査をしたところ、対象者の約7割から「乗泊でよく眠れない」という回答が寄せられました。そこで、平成22年度に運転区所で乗泊の睡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結果、騒音・温湿度・寝具等睡眠環境について改善を要する課題があり⁴⁾、平成23年度は乗泊の睡眠環境と睡眠中の活動量の測定と睡眠感の調査を行い、これらの関係について分析しました。

6 乗泊環境に関する平成24年度の実験内容と結果

(1) 寝具（寝巻）の改善に関する実験について

① 実験概要

乗泊では浴衣が使用されています。しかし、アンケート及びヒアリングでは「就寝中にはだけやすい」「帯により腹部に負担がかかる」など改善要望の声が多く上がっています。そこで京阪神地区にあるX電車区の協力を得て、乗泊の宿泊者（運転士）に対し現状の浴衣と一般の宿泊施設で使用されている寝巻のどちらが良質な睡眠が得られるか、任意参加の形で調査を行い、検証しました。

② 実験方法

ア 実験場所 X 電車区乗泊

イ 実験期間 2012年10月10日夜間～2012年11月10日朝

ウ 使用する寝巻 現行の浴衣（図9左）とガウン型ワッフル生地（フリーサイズ）
（以下「試行寝巻」、図9右）とし、宿泊者が浴衣と試行寝巻のいずれか1種類
を選択、着用のうえ就寝

エ 分析手段 「活動量計を用いた活動量調査」と「質問紙による主観評価」

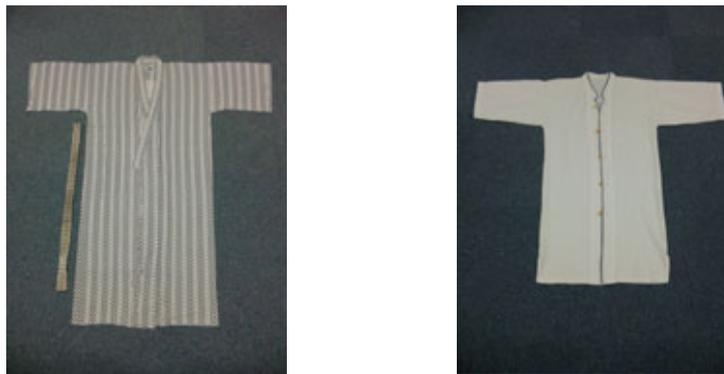


図9 現状の浴衣（左）と実験で使用する試行寝巻（右）

オ 活動量の調査について

活動量計により、就床してから睡眠に入るまでに要した時間と就寝時間内において実際に睡眠していた時間の割合が得られます⁵⁾。調査期間中の毎晩、協力が得られた2名のうち1名に浴衣、もう1名に試行寝巻を着用のうえ双方に活動量計を装着してもらい（図10）、両者の調査結果について比較を行いました。



図10 活動量計

カ 質問紙による調査について

全宿泊者に対し質問紙によるアンケート回答を任意で実施しました。起床後の睡眠感に関して表2に示す16項目について質問しました。回答結果は「起床時眠気」「入眠と睡眠維持」「夢み」「疲労回復」「睡眠時間」の5項目について点数化され、いずれも睡眠感が良好であるほど高得点が得られるようになっていきます⁶⁾。本研究では浴衣と試行寝巻それぞれを着用した場合について質問紙からデータを収集し結果を比較しました。

表2 質問紙

① 昨夜の就寝時刻	午前・午後○時○分
② 今朝の起床時刻	午前・午後△時△分
③ 昨夜の睡眠時間	□時間 □分
1. 疲れが残っていた	
2. 集中力があつた	
3. くっすり眠れた	
4. 解睡感があつた	
5. 身体がだるかった	
6. 意欲があつた	
7. 寝つくまでにウトウトしていた状態が多かつた	
8. 目がはつきりしていた	
9. 悪夢が多かつた	
10. 寝付きがよかつた	
11. 不快な気分だつた	
12. しよつちゆう夢をみた	
13. 睡眠中にしよつちゆう目が覚めた	
14. 調査にテキパキと答えられる状態だつた	
15. 睡眠時間が長かつた	
16. 眠りが深かつた	
以上16項目につき、4段階で感覚度を朝の起床時を振り置つて記入	

③ 実験結果

ア 寝巻の使用実績について

実験期間中のほとんどの日で浴衣より試行寝巻の使用数が上回りました。

イ 活動量の測定結果からは浴衣と試行寝巻で有意差は見られませんでした。

ウ 質問紙による睡眠感調査の結果

浴衣と試行寝巻のそれぞれを比較した実験結果を図 11 に示します。結果は「夢み」「疲労回復」「睡眠時間」の5項目全てにおいて、試行寝巻の方が高い得点が得られ、睡眠感について有意差もしくは有意傾向が認められました。

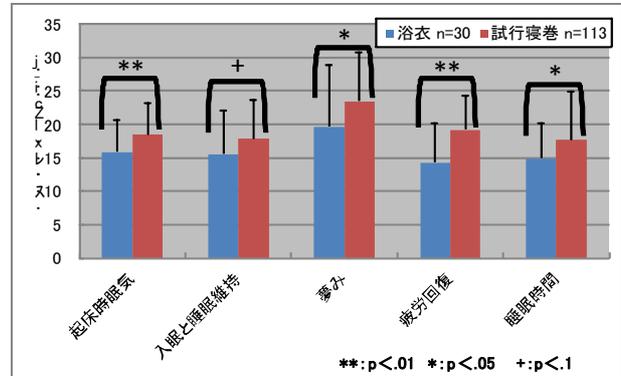


図 11 寝具実験における睡眠感調査の結果

エ その他の意見について

浴衣で問題とされた就寝中のはだけ、もしくは帯の感覚について試行寝巻を使用することで改善効果がみられる一方、今回の試行寝巻はボタン留めの手間やフリーサイズの寝巻を使用したことにより個人の体型に合わないといった意見がありました。

(2) 照明の改善に関する実験について

① 実験概要

前年度の研究で乗泊施設内の照明の照度が睡眠に適した照度より非常に高く、睡眠に悪影響を及ぼす可能性があることが判明しました。特に照明の光に含まれる青色光(波長 380~495nm)の成分が睡眠に悪影響を及ぼす可能性が指摘されています。しかし低照度化は施設内の通行に支障をきたす恐れがあるため、現状の照度を保持しつつ青色光の影響を減らす狙いで現状の白色蛍光灯(以下「白色灯」)を各休養室の枕灯を除き全て一定期間暖色系の蛍光灯(以下「暖色灯」)に交換し、その効果について検証しました。

② 実験方法

ア 実験場所 X 電車区乗泊

イ 実験期間 ① 2012年11月10日夜間~11月15日朝: 現行の白色灯使用

② 2012年11月15日夜間~12月4日朝: 暖色灯を使用

③ 2012年12月4日夜間~12月10日朝: 現行の白色灯使用

ウ 測定項目 乗泊内の各箇所分光分布・照度

エ 分析手段 「活動量計を用いた活動量調査」と「質問紙による主観評価」

③ 実験結果

ア 分光分布及び照度の測定結果について

廊下の照明変更前後の状態と、分光分布の測定結果をそれぞれ図 12、13 で示します。図 12 については左側が白色灯、右側が暖色灯使用時で、図 13 については青が白色灯、赤が暖色灯使用時です。その他の箇所についても照明の変更前後の分光分布の比較を行い、暖色灯の方が白色灯に比べて青色成分が少ないことが確認できました。

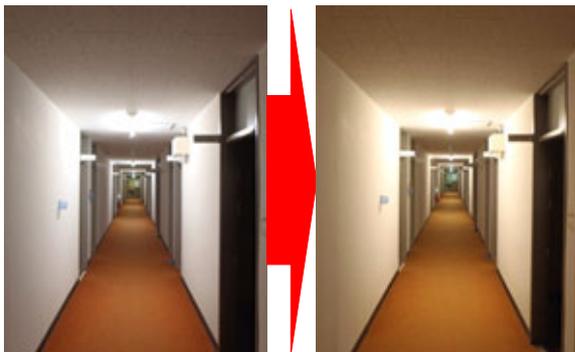


図 12 照明変更前後の状態

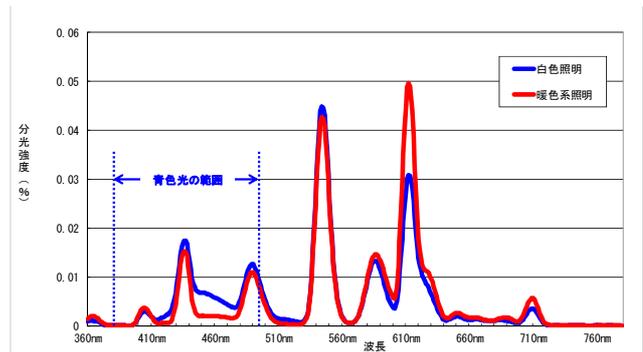


図 13 照明変更前後の分光分布の比較

イ 活動量の測定結果

毎晩、協力が得られた 2 名を活動量計で測定し、就床から睡眠に入るまでの時間は暖色灯で減少、つまり寝付きやすくなったことが確認されました。就寝時間内において実際に睡眠していた時間についてもわずかに増加していることが判明しました。

ウ 質問紙による調査結果

宿泊者に任意で提出してもらった質問紙による睡眠感調査の分析結果を図 14 に示します。5 項目のうち、「入眠と睡眠維持」の項目についての得点が、

- ・白色灯から暖色灯に変更した場合に有意傾向で増加
- ・暖色灯から白色灯に戻した場合に有意に減少

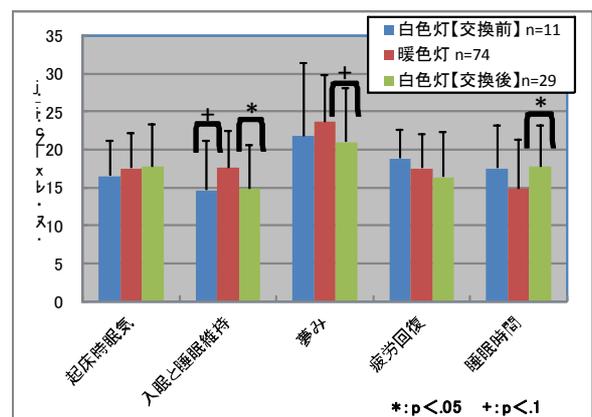


図 14 照明実験における睡眠感調査の結果

という結果が得られ、白色灯に比べ暖色灯を使用することで、特に入眠と睡眠維持について良好な結果が得られました。

エ その他の意見について

その他照明に関して寄せられた意見では、暖色灯の使用により感覚的にやわらかく暖かみを感じるという感想が寄せられている一方で、変更前の白色灯より明るく感じられるという人もいるということがわかりました。また、照明の変更が睡眠に及ぼす効果について理解しづらいという意見があることも明らかになりました。

7 乗泊環境に関するまとめ

(1) 寝具（寝巻）の改善に関する実験について

浴衣から試行寝巻に変更した結果、活動量測定において睡眠の質は大きな変化がみられませんでしたが、睡眠感の改善が確認され、現行の寝巻については改良の余地があることが確かめられました。

(2) 光（照明）の改善に関する実験について

白色灯から暖色灯に変更した結果、活動量測定において睡眠の質の改善が確認できました。今回の実験で用いた蛍光灯は既製品の使用を原則としたため検証が困難な点もあり、今後機会があれば可能な限り必要な条件を整えたうえで改めて実験を行いたいと思います。また、上記（1）（2）ともに今後年代別の評価についても調査したいと思います。

なお、本研究を進めるにあたり社内外の多くの方々から多大なるご協力・ご支援をいただきましたことに心より感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 田中秀樹：ぐっすり眠れる3つの習慣、KKベストセラーズ 2008
- 2) 林 光緒：臨床脳波 vol. 50 no. 12 午後の眠気と短時間仮眠の効果、永井書店 2008
- 3) 日本睡眠改善協議会編：基礎講座 睡眠改善学、ゆまに書房、2008
- 4) 鳥居鎮夫編：睡眠環境学、朝倉書店、1999
- 5) 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. SleepMedicine, 2, 389-396, 2001
- 6) 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

4 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(3) —

藤野 秀則 堀下 智子 園田 智之* 山口 裕幸**

* 現 電気部 ** 九州大学大学院 人間環境学研究院^{*1}

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 24 年度は、特に年齢の違いや職場の人数規模の違いによる運転士の働きがいや誇りについての心理構造の違いを明らかにすることを目的に、平成 23 年度に実施した在来線に乗務する運転士を対象としたアンケートの詳細な分析を行いました。

2 これまでの研究の流れ

本研究は平成 22 年度より開始し、これまでに運転士の職場への参与観察調査（平成 22 年度の研究）と在来線に乗務する全運転士を対象としたアンケート調査を実施してきました。以下ではそれらについて簡単に振り返ります。

(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。

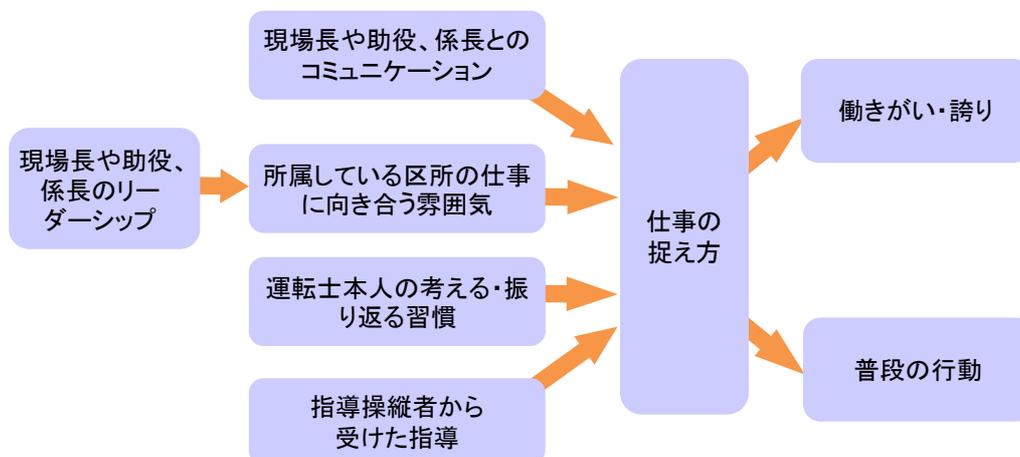


図 1 運転士の働きがい・誇りと規定要因との因果関係の仮説モデル

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。

また、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。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。

(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、在来線に乗務する全運転士を対象としたアンケートによる定量的な検証を行いました。分析の結果、運転士全体としては概ね仮説に描いた心理構造を持っていることが明らかとなりました。

3 平成 24 年度の分析

(1) 分析の目的

平成 23 年度の分析では、得られた回答をすべてまとめて一つの群として分析を行いました。そうすることによって当社の在来線運転士の全体的な傾向を知ることができます。

しかしながら、細かくみれば個々の運転士の属性はそれぞれ異なります。年齢も違えば、経験年数も違います。また、在来線と一口にいても乗務している地域の特徴はそれぞれ異なっています。また、所属している職場の様子も全く異なります。これら違いにもとづいてより細かく群を分け、それぞれの群で分析を行った場合には、全体的な傾向とは異なった傾向が現れるかもしれません。また実際の現場のマネジメントにつなげていくためには、より現場に即した群で分析をして、より現場にあった知見を見出すほうがよいでしょう。そこで、平成 24 年度の研究では平成 23 年度のアンケートを様々な切り口で群分けしながら、詳細に分析を行って行きました。

以下では、それらの詳細分析の中から、特に年齢（若手ーベテラン）^{※2}と所属職場

の人数規模（50人未満（小規模）・50人以上100人未満（中規模）・100人以上（大規模））という2軸で6つの群に分けた場合の分析結果を紹介します。

(2) 各群の有効回答数

今回の分析に用いたデータの数について、各群の有効回答数を表1に示します。内容に不備があったものを除いた有効回答数は2,630件^{※3}、有効回答率は約64%となりました。

表1 各群の有効回答数

在籍人数規模	若手	ベテラン	計
100人以上の区所	1419	324	1743
50～100人の区所	312	193	505
50人未満の区所	179	203	382
計	1910	720	2630

(3) 分析結果

以下では結果を仮説の前半部分（「働きがい・誇りや行動（特に普段から行なっている自律的行動）は仕事の捉え方に規定される」という部分）と後半部分（「仕事の捉え方は管理層とのコミュニケーションやリーダーシップ、および職場の仕事に向きあおうとする雰囲気の影響をうけて形成される」という部分）に分けて説明していきます。

① 働きがい・誇りや自律的行動と仕事の捉え方の関係

仮説の前半部分では、運転士の働きがいや誇り、あるいは運転士の普段の行動は各運転士の仕事の捉え方に規定される、としています。この仮説が年齢別（若手ーベテラン）、職場の人数規模別（大規模ー中規模ー小規模）で分けた6群でそれぞれ成り立つといえるのかを確認しました。

分析の結果、図2に示すような因果関係の図式を描くことができました。なお、それぞれの矢印の上に書かれているβの値は因果関係の強さを表しており、1に近いほど強い関係を表します。一般に0.1から0.3までが「弱いながらも因果関係がある」、0.3から0.5が「そこそこの強さの因果関係がある」、0.5を超えると「強い因果関係がある」と解釈します。また、数字の横の*はその数字の信頼度（有意性）を表します。数が多いほど信頼度が高いことを表します。通常は一つでも*がついていると十分に信頼のおける値とされています。

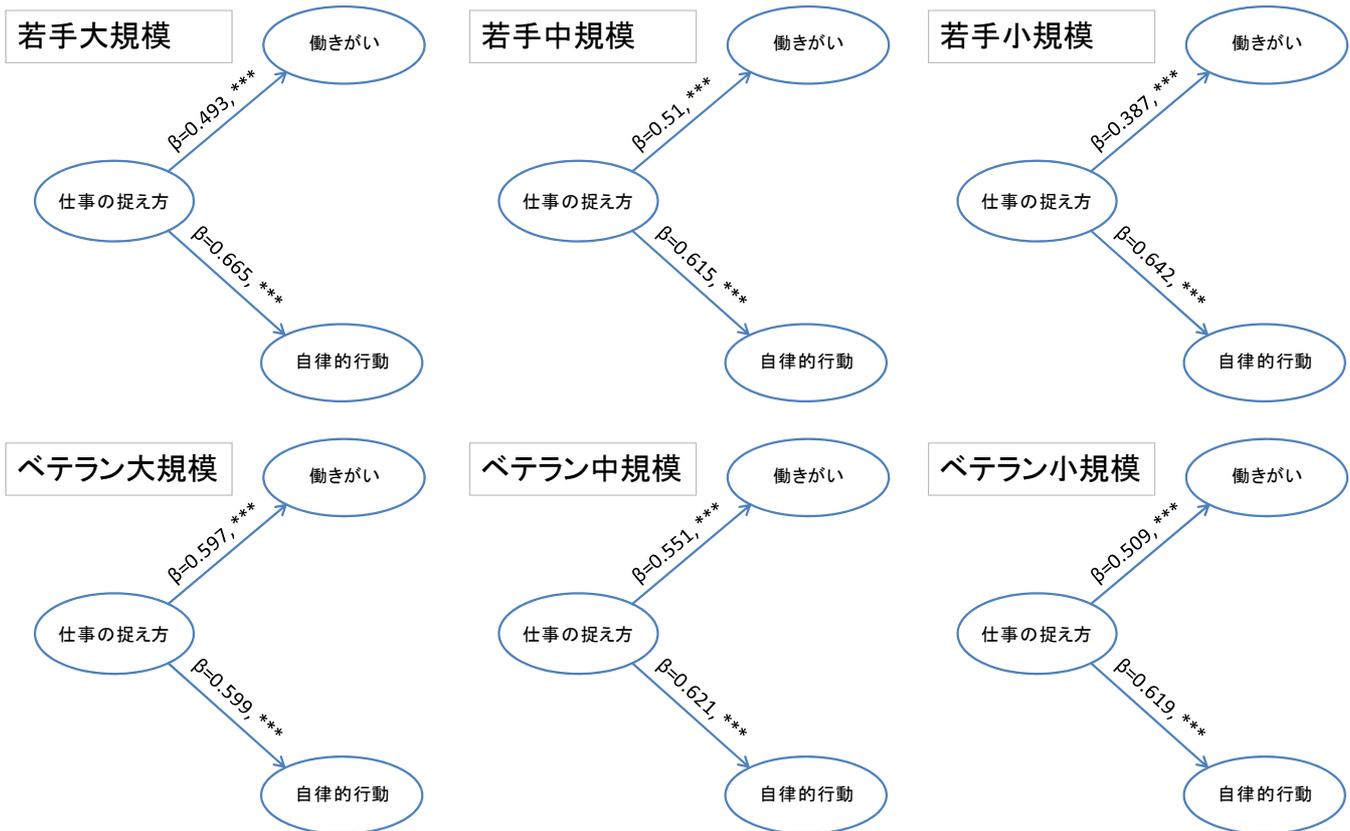


図2 各群での働きがい・誇りおよび自律的行動と仕事の捉え方との関係

これらの結果から、運転士の働きがいや誇り、あるいは運転士の普段の行動は各運転士の仕事の捉え方に規定される、とした仮説の前半部分については、若手であろうとベテランであろうと、また職場の人数規模が大規模であろうと小規模であろうと成り立つことが確認できました。つまり、年齢や職場の人数規模の違いに関係なく、運転士においては各自が普段から「あるべき運転士・自分がやりたい運転士の姿とはどのようなものか」「自分に足りていない点や改善すべき点はどんなことか」といったことを考えることが、また、管理者層においてはそのようなことを折に触れて運転士に問いかけ、運転士に内省を促すということが、運転士の働きがいや誇り、あるいは自律的行動を引き出す上で重要となるといえます。

② 仕事の捉え方の形成に影響を与える要因とその関係

続いて仮説の後半部分、すなわち、「仕事の捉え方は管理層とのコミュニケーションやリーダーシップ、および職場の仕事に向きあおうとする雰囲気の影響を受けて形成される」としている点について、年齢別（若手－ベテラン）、職場の人数規模別（大規模－中規模－小規模）で分けた6群でそれぞれ成り立つといえるのかを確認しました。

分析の結果を図3-1、図3-2に示します。今回の分析では「管理層とのコミ

コミュニケーション」は「管理層との関係性」「管理層からの承認」「管理層からの建設的指導」に、また「管理層のリーダーシップ」は「助役・係長のリーダーシップ」「現場長のリーダーシップ」にそれぞれ細分化して分析しました。なお、図の数字の見方は図2と同じですが、図3-1や図3-2では数字の横の記号がついていないものや、*ではなく†がついているものがあります。記号がついていない場合にはその数字は「信頼性が低い（有意でない）」と解釈します。†がついている場合にはその数字は「信頼性が若干低いが全く信頼できないわけではない（有意傾向である）」と解釈します。今回の分析においては*がついている場合には「因果関係がある」と断定的に表現し、†がついている場合には「因果関係がある可能性がある」と表現することにします。一方、記号が何もついていない場合には「因果関係を確認できない」と表現することにします。また β ではなく r と記されている値がありますが、これは因果関係ではなく相関関係を表します。数字の解釈の仕方や信頼性の記号については β と同様です。

これらの結果から、「職場の仕事に向かう雰囲気」と「仕事の捉え方」との間にはいずれの群でも因果関係があることが確認されました。すなわち、職場の雰囲気が仕事に積極的に向かおうとするものであるかどうかは、年齢や職場の規模と関係なく、各運転士の仕事の捉え方に影響を与えるといえます。

「職場の仕事に向かう雰囲気」と「助役・係長のリーダーシップ」および「現場長のリーダーシップ」の間の因果関係については、助役・係長のリーダーシップは職場の仕事に向かう雰囲気に影響を与える、もしくは与える可能性があることが確認されました。一方、現場長のリーダーシップについては、職場の仕事に向かう雰囲気に直接的な影響を与えるという関係は、ほとんどの群で確認されませんでした。ただ、現場長のリーダーシップは助役・係長のリーダーシップとの間には相関関係があることは確認されており、現場長のリーダーシップは助役・係長のリーダーシップを介して間接的に職場の雰囲気に影響を与えるということは考えられます。また、現場長のリーダーシップのそのような間接的な影響力は若手・ベテランいずれにおいても大規模・中規模の職場において顕著であることがわかりました。これらの結果から、現場長・助役・係長のいずれにおいてもリーダーシップを発揮すること、すなわち、運転士に対して仕事に対する熱意を伝えるとともに、積極的に運転士と関わりを持つように努めることが職場の雰囲気の改善には重要であるといえます。加えて、特に大規模・中規模の職場においては現場長は助役・係長を活かしたマネジメントを行う必要があるといえます。

一方、管理層とのコミュニケーションに関する要因と運転士の仕事の捉え方との間の関係については、ベテラン大規模、ベテラン中規模においては若干、他と異なる傾向を示しました。特にベテラン中規模においては管理層との関係性と仕事の捉

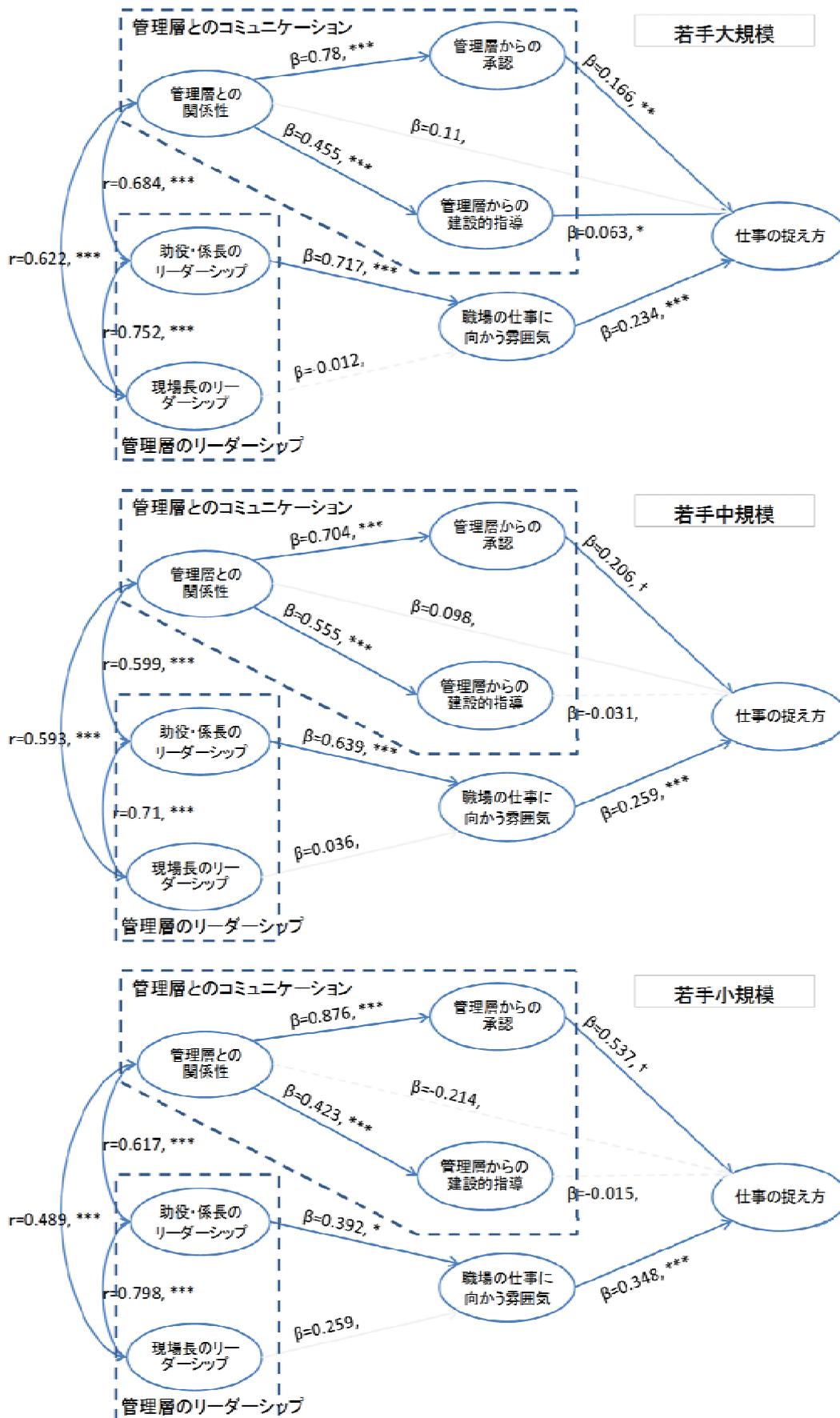


図3-1 仕事の捉え方の形成に影響を与える要因とその関係 その1

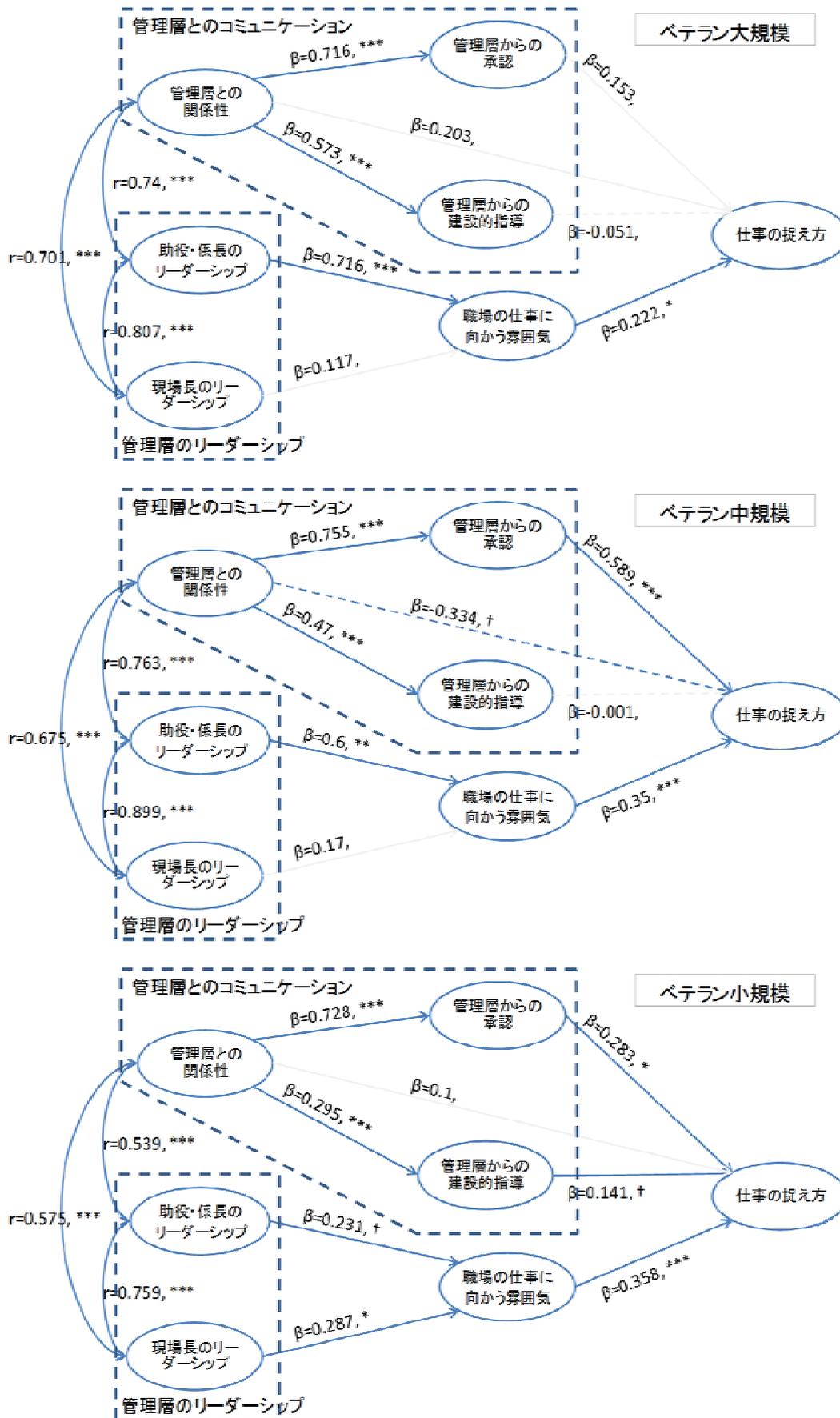


図3-2 仕事の捉え方の形成に影響を与える要因とその関係 その2

え方との間に負の関係性がある可能性があるという結果となりました。この点についてより詳細な分析を別途行ったところ、特に大規模や中規模職場においては全体的にベテランとはあまりコミュニケーションが取られていないことがわかりました。すなわち、そもそもあまりコミュニケーションが取られていない中で因果関係を見つけ出そうとしたためにこのような結果になったものと思われます。これらの結果からいえることとしては、若手や小規模職場のベテランにおいてはコミュニケーションの質を意識することが、一方、大規模や中規模職場のベテランにおいてはまずはコミュニケーションの頻度を増やしていくことが、それぞれ管理者には求められると考えられます。

4 まとめ

本レポートでは特に年齢別と職場の人数規模別という観点でのアンケートの分析結果について報告してきましたが、実際にはこれ以外の観点での分析も行っています。紙面の都合上、それらについて詳細に述べることはできませんが、それらの分析結果をまとめると、どのような観点で分析しても、運転士の働きがいや誇り、あるいは普段の行動と各自の仕事の捉え方の間には因果関係があることは確認できました。したがって、運転士が自分の仕事に働きがいや誇りを持てるかどうかは、運転士自身が自分の仕事をどのように捉えているかに大きくかかっているといえるでしょう。また、管理層に対しては運転士の働きがいや誇り、あるいは自律的行動を引き出すためには、「あるべき運転士・ありたい運転士とはどのような姿か」といった運転士自身の「仕事の捉え方」に関する自問自答を引き出していくことが大切であるといえます。

一方で、仕事の捉え方に影響を与える要因に関してはコミュニケーションや職場の雰囲気はある程度の影響を与えるものの、必ずしもすべての運転士がそれらから直接的に影響を受けながら仕事の捉え方を形成しているとは限らないことや、その他の要因も運転士の仕事の捉え方に影響を与えている可能性があることが示唆されました。図1に示した仮説では他に考えられる要因として「指導操縦者の指導」や「本人の考える習慣」を挙げていますが、これら以外にも様々な要因が存在しているものと考えられます。

今後の研究では、それらを一つひとつ明らかにし、現場のマネジメントの改善につながる知見を明らかにしていきたいと思えます。

- ※1 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。
- ※2 ここで若手とは20代、30代の運転士をさし、ベテランとは40代、50代の運転士をさしています。
- ※3 今回の分析では年齢や所属職場の規模に関する質問項目への回答の不備も回答の有効・無効の判定対象となったため、分析の対象となった有効回答数は、あんけん Vol.5 で報告した、全体をひとつの群とした場合の数（2641件）よりも少なくなっています。

5 運転士の注視行動に関する研究

宗重 倫典*

西本 嗣史

福田 啓介

* 現 技術部

1 はじめに

運転士の注視行動については、過去の研究¹⁾⁻³⁾で調査され様々な分析が行われています。しかし、当時と比べて車両性能（最高速度、加減速度等）や乗務員室の環境、機器の操作性、保安装置の機能等は様々な面で変化しており、現状を改めて調査する必要があると考えました。これにより得られた研究成果は、過去の研究との比較だけでなく新たな車両の設計等へのフィードバックや安全等に関する様々な研究を行う上での基礎資料として有効に活用できると考えています。

2 実車による調査

(1) 概要

調査は、試運転列車を仕立てて平成23年9月と平成24年9月の2回に分けて実施しました。1回目は夜間、2回目は早朝に実施しました。2回目（早朝）は視界が十分確保できる明るさとなる日の出時刻以降にダイヤを設定しました。調査線区は宇野線および本四備讃線（以下、瀬戸大橋線）の岡山～児島間とし、車両は当該線区で快速列車として運行されている223系5000代を用いました（図1）。



図1 調査車両（223系5000代）とその運転台

運転中の運転士の振舞いについては営業列車を運転している通常の状態であることが望ましいため、以下のような条件設定により極力営業列車を模擬することとしました。

- ・ 通常の運転を行うよう教示し、他の課題は与えない
- ・ 運転時分や停車駅の設定は営業列車の最も標準的なものとする
- ・ 停車駅ではドア開閉を行う
- ・ 区間内全駅の照明は終夜点灯とする（夜間）

また、注視行動の測定に際してはアイマークカメラ（図2）を装着して運転するため、万一の事態にも対応できるようさらにもう1名の運転士を増乗務として添乗させることとしました。

(2) 調査協力者

調査協力者は眼鏡タイプのアイマークカメラを用いるため、視力矯正を行っていない運転士に依頼しました。本稿ではアイマークカメラでの測定と相性が良かった5名の協力者のデータを基に分析しています。内訳は乗務経験年数によりベテラン（15年以上）、中堅（10年前後）、若手（3年未満）とし、1回目調査では各3名、2回目調査では順に2名・1名・2名としました。

(3) 測定方法

アイマークカメラは、トビー社製アイトラッカー（眼鏡タイプ）を使用しました。本機では右眼の動きを記録します。運転士はアイマークカメラを装着して列車を運転し、その運転中の視線を記録しました。また、両手の動きや喚呼などの発声状況、ブザ音などの鳴動状況等を記録する目的で助手席側にビデオカメラを設置し、運転状況の撮影を行いました。



図2 アイマークカメラ

(4) 分析方法

注視行動の分析は、アイマークカメラで記録した映像（30コマ/秒）をコマ送りで再生しながら視線を追跡し注視点を時系列として集計しました。この時系列データには注視点に加えて、右手・左手の操作、聴覚、発声のタイミングも合わせて集計しています。この時系列データを基に車内外の注視配分や機器別の注視時間および回数、車外の注視配分について分析をしました。車内外および車外の注視配分については昼夜比較を主として行いました。昼夜比較については運転速度等の運転条件がほぼ同じであった瀬戸大橋線下り備前西市～妹尾間について集計を行いました。その結果について紹介します。

3 結果

(1) 車内外の注視配分

車内外の注視時間割合を図3に示します。図3中の協力者1・2はベテラン運転士、協力者3は中堅運転士、協力者4・5は若手運転士を示します。総合的な傾向として協力者3は若手運転士と似た傾向を示していたことから、ここでは協力者1・2をベテラン群、協力者3・4・5を若手群として整理することとします。

前方注視割合は概ね 80%を超えており、特にベテラン群は高い傾向を示しました。

視線の動きの大部分が前方注視に費やされており、これは過去の研究結果¹⁾⁻³⁾でも同様でした。車内の計器類に対しては速度計や時刻表、時計の注視割合が比較的高く、特に速度計の注視については若手群で比較的高い傾向が見られました。昼夜比較については個人内で大きな差はみられませんでした。車内外の注視配分については、列車速度や線路形状の違い等により異なった特徴を示す可能性が考えられます。今後も様々な角度で分析を行っていきたいと考えています。

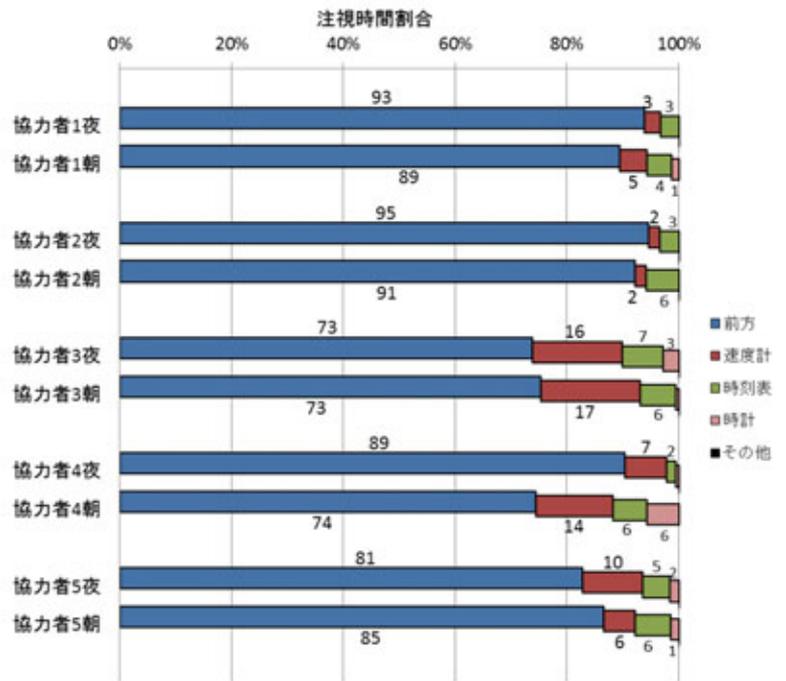


図3 車内外の注視時間割合 (単位%)

(2) 計器類の注視

比較的注視割合が高い計器類の平均注視時間を図4に示します。速度計および時計は朝の方で注視時間がやや長くなる傾向が見られました。夜間は前方の視界が狭いため、前方に対する運転士の注意は昼間よりも増していると考えます。そのため計器類に対する情報取得に要する時間が比較的短くなっているものと推定します。また、今回は比較的短い区間での集計としたためその影響とも考えられ、今後データ数を増やして検証していく必要があると考えています。時刻表が計器類より平均注視時間が長いのは、求める情報量が多いことや注視時に指頭確認動作を伴うことによると考えます。

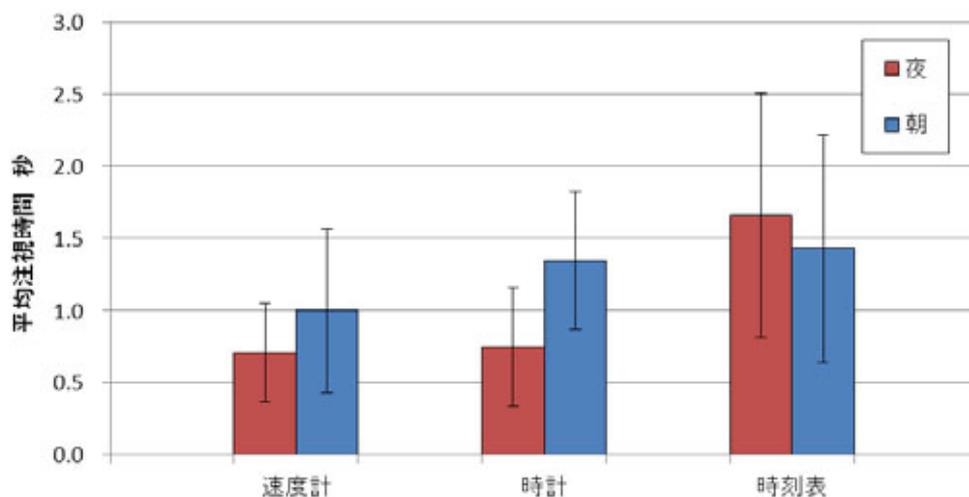


図4 機器別の平均注視時間

車内の計器類の中で注視時間割合が比較的高い速度計について分析しました。結果を図5に示します。全体的に注視時間は夜の方が短く、注視回数は夜の方が多い傾向がみられました。特にベテラン群では昼夜を問わず注視回数が少ない傾向がみられました。

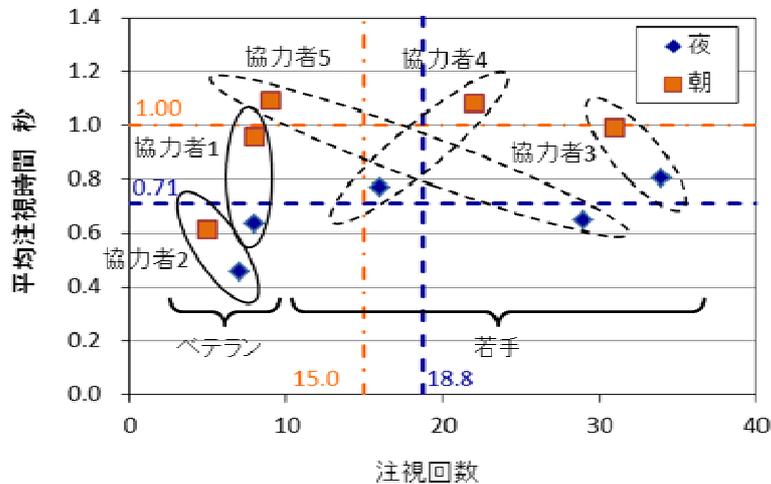


図5 速度計の平均注視時間と注視回数

(3) 車外の注視配分

車外のみ注視時間割合を図6に示します。図6中に示す「前方」は、図3中の「前方」の内訳を示したものです。図6の「前方」は、遠方や線路消失点付近に注視点がある場合や視対象が遠く特定し難いもの等の総称として用いています。したがって、図6の「前方」には特定し難い信号や標識などが含まれています。「前方」が占める割合は概ね60～70%程度となっており、続いて「信号」、「標識類」、「ホーム」等の割合が高い結果となっています。「標識類」で頻度の高いものは主に喚呼標、速度制限標等が挙げられます。駅の停止位置目標も「標識類」として整理しました。

停止ブレーキ時には停止位置目標の注視時間が長くなる傾向があり、「標識類」の割合が高くなっている要因の一つと考えられます。「ホーム」は駅ホーム上にある様々なものの総称として用いており、ホーム上の旅客もここに含みました。

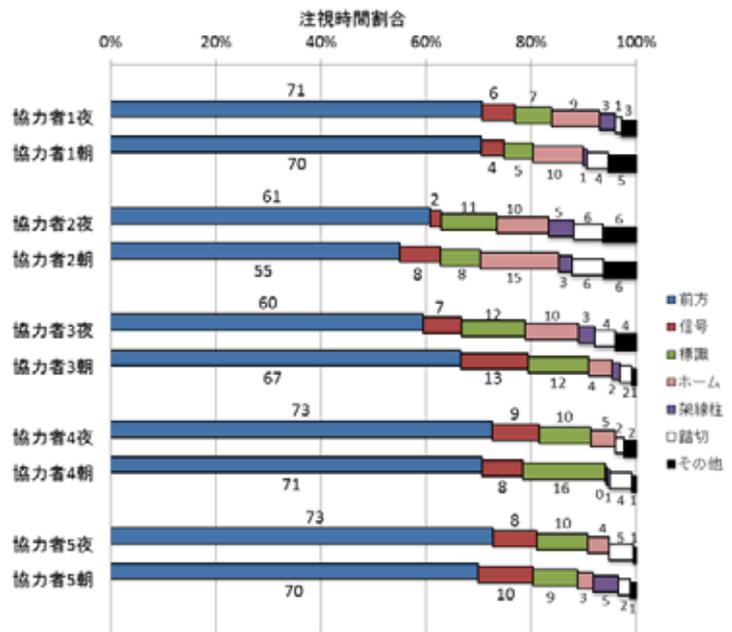


図6 車外の注視時間割合 (単位%)

(4) 視線移動量

アイマークカメラで記録した視線の軌跡は、図7の黒矢印のように非常に複雑な動きをしています。そのため視線移動量を全て詳細に集計し分析するには膨大な労力を要します。そこで、各機器の中心間距離を機器間距離とし各機器間の移動回数との積で簡易的に視線移動量を求めました。ここでは移動方向は考慮していません。なお、この項で紹介する結果は、夜間調査時の結果で岡山～妹尾間のデータを集計したものです。

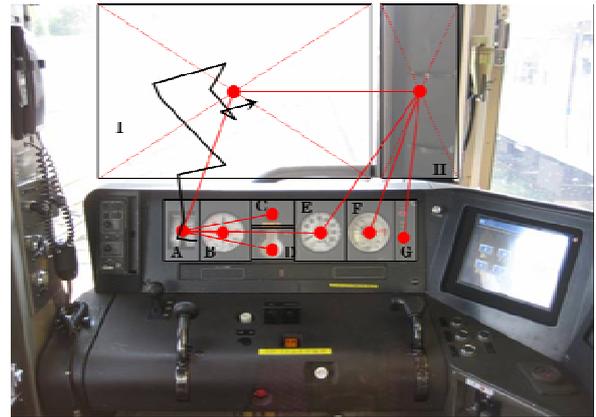


図7 視線移動量

図8にベテラン運転士の視線移動量割合の一例を示します。視線移動量の合計は54.7mでした。前方を起点とした視線移動が多く、計器類間の移動は少ないことがわかります。前方～時刻表間が約51%、前方～速度計間が約31%と2区間で大半を占めており、シンプルな動きであることがわかります。

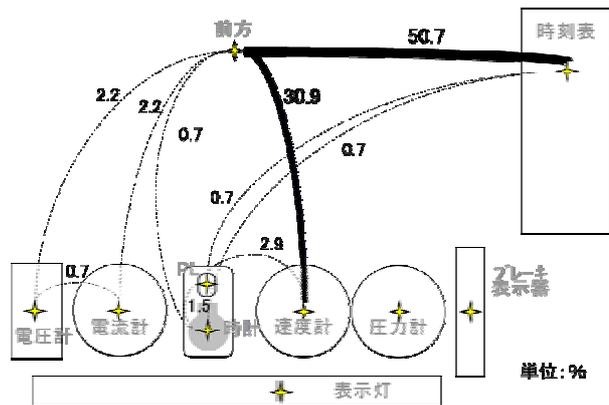


図8 視線移動量割合 (ベテラン)

図9に若手運転士の視線移動量割合の一例を示します。視線移動量の合計は68.6mでした。前方を起点とした視線移動が多い点はベテランと共通ですが、各計器へ満遍なく視線が配られており各計器間の移動も複雑であることがわかります。前方～速度計間が約55%と最も高く、次いで前方～時刻表間の約14%、その他は10%未満でした。

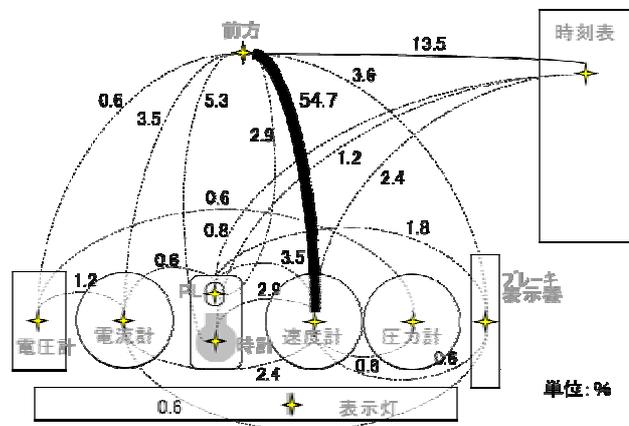


図9 視線移動量割合 (若手)

4 まとめ

運転士の注視行動は前方への注視割合が概ね 80%を超えており、特にベテラン群は高い傾向を示しました。その前方を起点として車内の計器類は速度計、時刻表、時計の注視が主であり、車外は信号、標識等が主でした。昼夜比較において注視時間割合に大きな差は見られませんが、計器類の平均注視時間とあわせて詳細に分析する必要があると考えています。視線移動割合からも前方が起点となっていることや機器間移動の傾向も確認できました。これらの結果をさらに深く分析することにより、運転台における視認性のさらなる向上や運転士の負担軽減等を図った計器類の配置および表示方法等の検討に活用できるものと考えます。

今回は、昼夜比較を行うためにやや短い区間での分析となってしまいました。記録データの時系列化を進め、その他区間での分析を行う必要があると考えています。また、「信号」や「喚呼標」など目標物を限定し、目標物を注視する際の視線移動について時系列データの解析を進めることで目標物を注視する際の視線移動の規則性や人による差異などが明らかになると考えており、今後の課題として取り組む必要があると考えています。

今後も様々な分析を行い、車両や沿線建植物の設計等に反映できるような有益な情報を導き出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から多大なご協力・ご支援をいただきましたことを、心より感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 水田淳一・伊南盛治・吉岡哲二・工藤盈・伊藤裕天・飯山雄次、動力者乗務員の注視行動（運転情報の人間工学的研究）、鉄道労働科学、28、pp.129-142、1975
- 2) 水田淳一・伊南盛治・工藤盈・伊藤裕天・麻生銀吾、動力者乗務員の注視行動（2）（運転情報の人間工学的研究）、鉄道労働科学、29、pp.115-126、1975
- 3) 伊南盛治・山口正・吉岡哲二・工藤盈・伊藤裕天・山内一泰、動力者乗務員の注視行動（3）（運転情報の人間工学的研究）、鉄道労働科学、30、pp.123-136、1976

6 操作しやすい運転台の開発

— 運転台画面案のアンケート調査結果について —

藤澤 厚志*

西本 嗣史

宗重 倫典**

* 現 近畿統括本部施設課

** 現 技術部

1 目的

本研究は、より操作しやすく間違えにくい運転台を開発し、次世代車両に反映させることを目的として、社内で横断的に取り組んでいるテーマです。これに関連する取り組みとして次世代車両の運転台の画面表示について検討するために、運転士を対象としたアンケート調査を実施したので、その結果を報告します。

2 アンケート調査の概要

(1) 運転台のイメージ

運転台は正面に2面、側面に1面の液晶画面を配置したタイプを想定しました。液晶画面を多く配置することによりこれまでの運転台と比べて様々な情報表示が可能となり、表示の自由度が向上します。

「なぜブレーキが作動したのか？」など、運転士の状況認識を支援するための新たな情報出力の表示方法等について調査をしました。今回の調査

で想定した運転台のイメージと情報の表示領域について図1に示します。関係箇所と調整を行った結果、主に赤線で囲った領域に新たな情報を表示する際に絞って課題や問題点を検討することになりました。



図1 運転台のイメージと情報表示領域

(2) 調査協力者

調査は、平成24年11月に当社在来線運転士59名の協力を得て実施しました。支社別の内訳は、金沢支社4名、近畿統括本部23名（京都6、大阪13、神戸4）、和歌山支社2名、福知山支社4名、岡山支社4名、米子支社2名、広島支社20名です。

調査協力者の年齢は24～58歳、平均年齢は32.6歳でした。乗務経験年数別では、5年未満の若手が17名（28.8%）、5年以上10年未満の中堅が24名（40.7%）、10年以上のベテランが18名（30.5%）でした。

(3) 実施の概要

調査にあたってはデモ機を準備し、画面案の表示等を確認してもらい、アンケート設問への回答を得ました。また、表示画面の設置卓上に 225 系電車運転台のマスコンやブレーキハンドルを表示し（図 2）、調査協力者が運転台での配置等をイメージしやすい様に配慮したほか、運転士位置に座席を置き、運転姿勢での視認状態を確認してもらいました。



図 2 デモ機設置状況

3 アンケート調査の結果と考察

(1) 主な評価のポイント

評価のポイントとして、①表示メッセージのわかりやすさ、②文字色・配色の見やすさ、気付きやすさ、③適切な表示位置、に着目し、アンケートを作成しました。これらの着目点についてのアンケート項目（総数 36 問）への回答結果を得ました。

(2) 評価の基準

選択肢は 5 段階評価（例えば「わかりやすい・ややわかりやすい・どちらでもない・ややわかりにくい・わかりにくい」）を基本として、「わかりやすい・ややわかりやすい」等の良い側を「高評価群」とし、「わかりにくい・ややわかりにくい」等の芳しくない側を「低評価群」としました。より良い表示方法を目指すために、課題や問題点の抽出に重きを置いて、回答結果の低評価群の割合が 10%未滿を達成度の目安にしました。10%以上のものは改善の余地があるとして、自由記述等をもとに課題や問題点について考察しました。

(3) 主な結果と考察

①「表示メッセージのわかりやすさ」について

停止信号への進入や制限速度を超過した場合などは、警報音鳴動とブレーキ作動による速度制御（パターン制御という）が行われます。今回、これに加えて「なぜブレーキが作動したのか？」について側面画面へブレーキ作動要因の表示が可能となることから、この表示メッセージがわかりやすいかについて調査を行いました。

例えば、図 3 に示すように停止信号に進入した際は停止信号パターンや一定パターンによるブレーキの制御が行われます。図 3 の場面①では非常ブレーキが作動し、場面②では常用最大ブレーキが作動します。設問ではこの時の側面画面への表示に

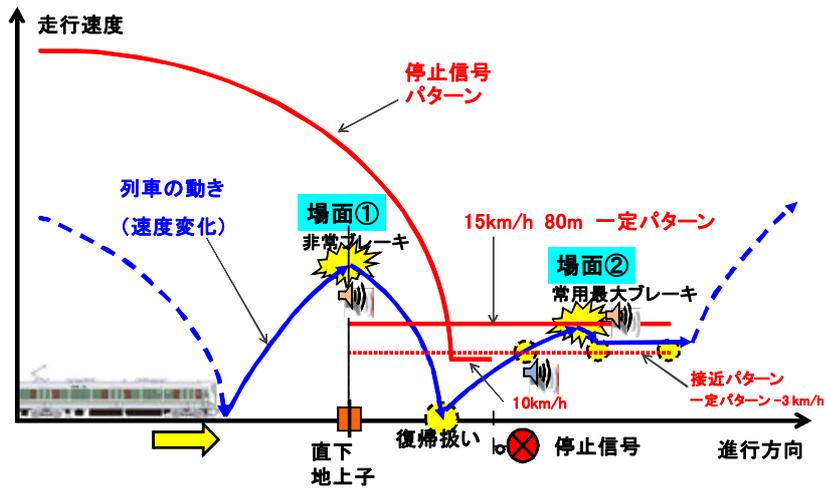


図3 停止信号進入時のブレーキ制御のイメージ



場面①

場面②

図4 表示メッセージ

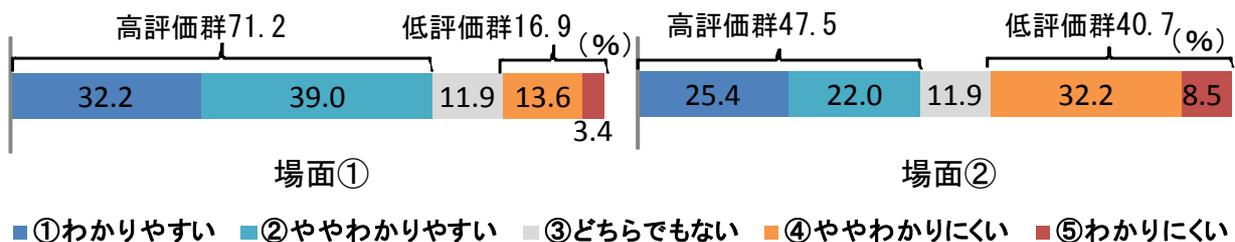


図5 表示メッセージのわかりやすさ

ついて質問しました。場面①と場面②での表示メッセージについて図4に示します。

場面①と場面②の5段階評価の結果について、図5に示します。場面①では高評価群が71.2%、低評価群が16.9%であり改善検討の余地がある結果でした。また、場面②では、高評価群が47.5%、低評価群が40.7%と更に評価が低く改善の検討を要す結果でした。

自由記述には、場面①の「即時停止」の表現に対するわかりにくさを指摘するものが多くあり、「直下動作」などを用いたほうがわかりやすいと具体的に指摘する意見も見られました。場面②では、常用最大ブレーキの作動状態に対し、表現の中で「非常」と「常用最大」が混在して使われており、わかりにくいとの意見が多数ありました。その他には「文章が長い」「括弧書きが多い」などの回答がありました。

図4を見ると「即時停止」「パターン」「受信」等の仕様やシステム用語の組み合わせによる表現が多く見られます。自由記述からもこれらが必ずしもユーザ（運転士）にとってわかりやすいとは限らないと推測されました。システム作動内容とズ

レや誤解を生じないことを前提に、運転士が日常使用する用語に考慮した表現を用いることが望ましいと考えられます。

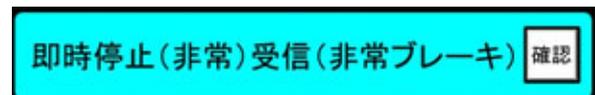
また、場面②に関しては、ブレーキ種別との混同がない様に、作動要因の表現中には「非常」表現を避けたほうが望ましいと考えられます。また、ブレーキ種別(状態)と作動要因(原因)を分類し2行に分けて表記することも考えられます。「文章が長い」「括弧書きが多い」に関することとして、ユーザが情報を効果的入手するためには、「簡潔性」が有効であると言われております^{1) 2) 3)}。また、表記内容の順序や括弧の使い方のルールなどの「一貫性」も有効であると言われており、これらを配慮することが望ましいと考えられます。

なお、ATS-P線区に乗務する運転士(35名)で集計すると、低評価群が場面①で11.4%、場面②で31.4%であり、ATS-P線区に乗務しない運転士(24名)での結果(低評価群場面①で25.0%、場面②で54.2%)に比べて良い評価を選択する傾向が見られました。パターン制御への慣れ、不慣れが結果に影響を及ぼしているものと思われます。ATS-P線区に乗務する運転士に高い評価の傾向が見られることから、新たに導入した際にも習熟が進むにつれて評価が改善するものと思われる。

②「文字色・配色の見やすさ、気付きやすさ」について

側面画面にブレーキ作動要因の表示を行います。表示の文字色・配色については、運転操縦を妨げないようにとの意図から、比較的落ち着いた色合いとして背景にシアンを用いた表示案を基本としています。

一方で非常ブレーキ作動の場合は、よりわかりやすく表示したほうが良いとの考え方もあるため、図6に示す3つの表示方法について比較を行いました。基本表示案の「シアン背景+黒文字」を表示①、非常であることを意識させるため、背景色を赤とした「赤背景+黒文字」を表示②、既存のモニタ装置で用いられている警報表示方法「赤背景+白文字」を表示③とし、適切な文字色と配色について評価を行いました。



表示① シアン背景+黒文字



表示② 赤背景+黒文字



表示③ 赤背景+白文字

図6 非常ブレーキ表示3条件

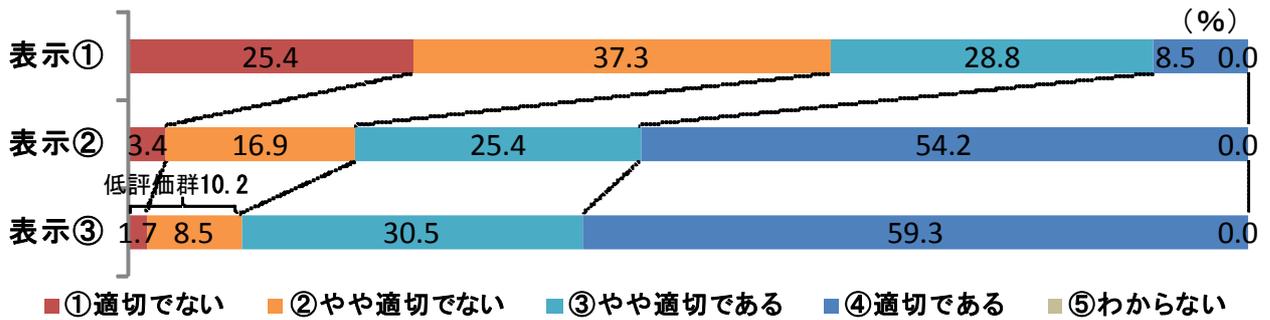


図7 文字色・配色の見やすさ、気付きやすさ (非常ブレーキの表示)

結果は図7に示すとおり、表示③が低評価群 10.2%と最も高い評価でした。なお、表示③について運転台にモニタ表示装置等が付いている車種に乗務する運転士 (39名) での集計を行うと低評価群が 7.7%を占めていました。

表示③が比較的高い評価であった理由の一つとして、既存のモニタ表示装置等への表示ルール「赤背景+白文字」と整合していることがあげられます。このことは、モニタ表示装置等の付いている車種に乗務する運転士の評価が高評価であることから推測されます。また、「一貫性」の観点から同一画面内の表示色のルールは警報等の既存表示を考慮して一貫性を持たせたほうが望ましいと考えることができます。一方、画面表示の視認性の観点においては明度差の確保が重要であり、表示③は明度差が十分確保されており適切と考えられます。なお、表示③と比較して表示②は明度差が小さくなっています。

前面左画面へ表示する情報についての文字色・配色の評価も行いました。

「閉そく指示運転」を例に、図8の画面案について、文字色・配色の総合的な評価のほか「読みやすさ」「気付きやすさ」「わずらわしさ」の観点での回答を得ました。

閉そく指示運転とは、前方閉そく信号機が停止現示で停車した際、1分以上経過した後、運転士の見通せる範囲で先行列車及び前途に異常が無いことを確認した場合に、指令による状態確認・許可のもと、危険と認めた場合に直ちに止まれる速度 (制限速度 15km/h 以下) で停止信号を超えて進む運転のことです。

表示方法は、「黒背景+シアン文字」とし、画面左上の領域に表示して調査しました。文字色・配色の適切さの評価については、図9に示すとおり低評価群が 15.3%であり、改善の余地があるとの結果でした。図10に示す観点別では特に「気付きやすさ」について低評価群が 37.3%であり、改善の検討を要す結果でした。自由記述には、「気付かない」「注意喚起は黄色が良い」「青は安全をイメージする」等の意見が見られました。



図8 前面左画面への情報表示



図9 文字色・配色の評価（総合評価）

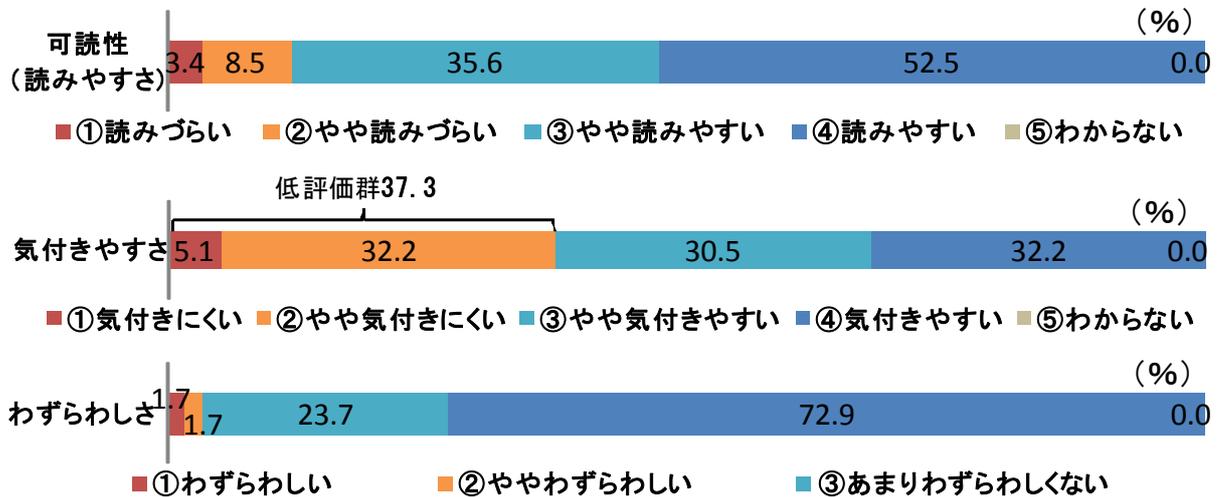


図10 文字色・配色の評価（可読性、気付きやすさ、わずらわしさ）

回答結果からはシアンによる表示方法の評価が低く、気付きやすい表示方法への改善検討が必要と考えられます。情報は、「黒背景+シアン文字」の方法で一律に表示されますが、運転士の回答には、「閉そく指示運転」は赤信号区間を運転士が状況判断をしながら注意して走行することから、注意や警告を意識する、「黄」や「赤」の表示色が良いとの意見が多くありました。日常生活場面においても「黄色は注意」「赤色は危険」のルールが広く一般に定着しており、鉄道信号においても黄色は注意現示、赤色は停止現示で用いられます。一方で青色は直感的には正常や進め（鉄道信号では進行現示）と認識しやすいと考えられ、この表示の場合、青色と同系色のシアンから直感的にとらえた「正常」「進め」との認識と、文字が意味する「注意」との認識の間にズレが生じ、情報の認知過程で精神的負担が増すことが懸念されます。このことから、情報内容を分類・整理し、表示色を使い分ける方法等へ改善を図ることが人間工学的にもより適切であると考えられます。

他の手法としては、表示枠の強調、時間変化として明滅などの強調表示もあり、聴覚表示を併用することにより状態変化に気付かせることも効果的な手法として考えられます。

③ 「適切な表示位置」について

図1に示したとおり、前面の2画面ともに情報を表示する場所があります。左画面の左上領域への表示を基本としていますが、情報を表示する場合の適切な表示位置・表示方法について調査を行いました。例えば、「閉そく指示運転」時の情報表示について図11に示す3つの表示方法の評価を行いました。表示①は前面左画面の左上に文字表示、表示②は表示①に加えて前面右画面の速度計目盛の制限速度上限15km/h付近にマーカ（三角の図形）を表示、表示③は前面右画面の速度計上部に文字表示としました。

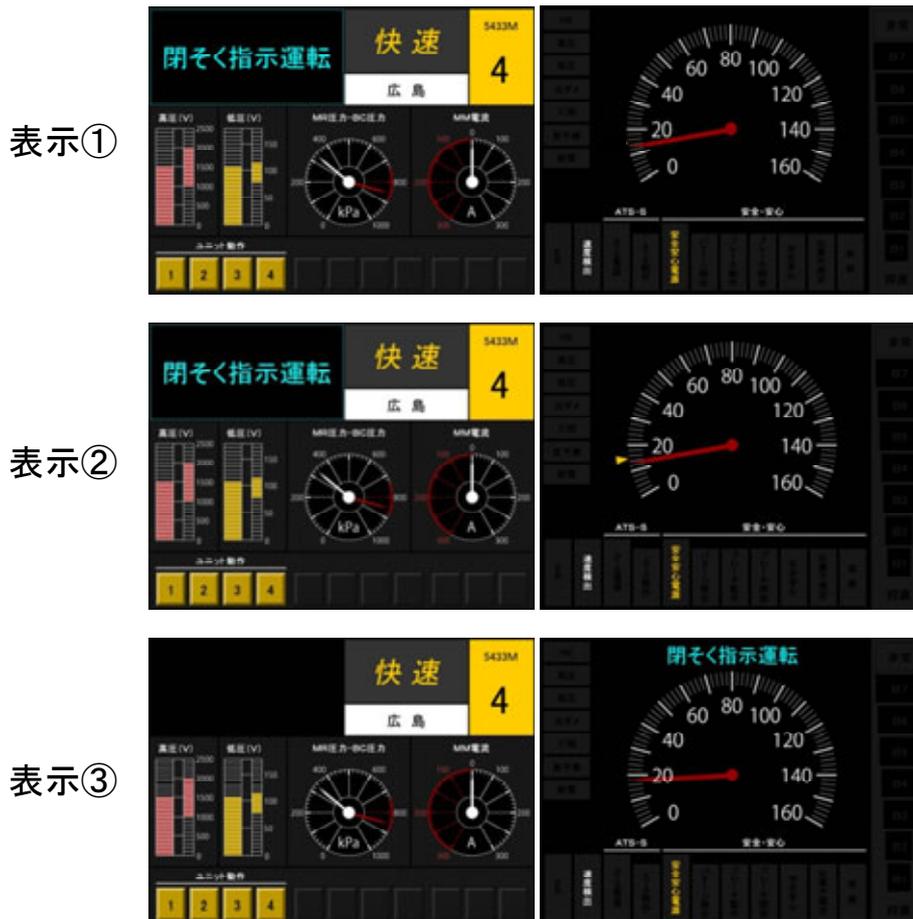


図11 適切な表示位置（3条件）

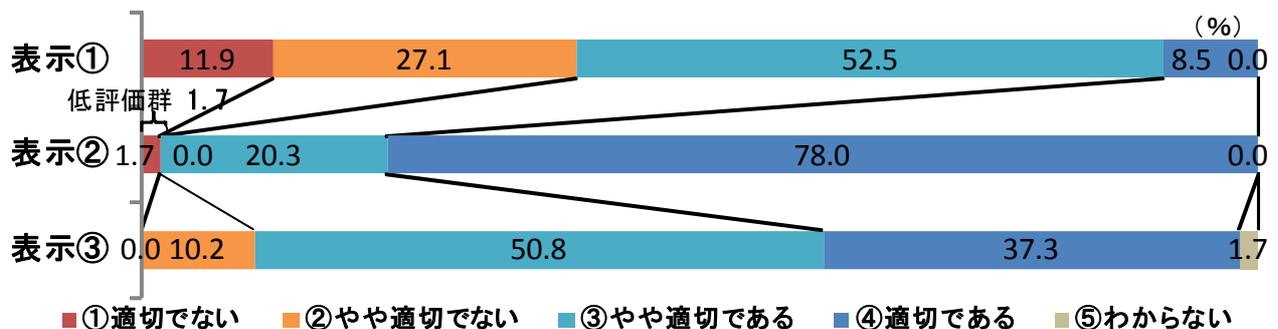


図12 適切な情報表示位置

回答結果は図 12 に示すように、表示②の低評価群が 1.7%で最も良い評価でした。速度計にマーカ表示を付けたことで条件②の評価が大きく向上しました。結果からは表示②の方法は十分に良い評価と考えられますが、表示①と表示③を比較した場合、表示③の評価が高いことから、表示③の速度計上部にマーカを付加した場合にさらに評価が良くなる可能性があると考えられます。

運転操縦時の視線の動きは、信号機等の前方看視対象と速度計との相互間の移動が主体であることが安全研究所での調査でも明らかになっています。このことから速度計上部は視線移動時により視野に入りやすく評価が良くなったことが考えられます。一方で全ての情報を速度計上部に表示することを考えると、運転士にとって必要性の低い認識の情報が表示された場合には運転操縦に悪影響を与える可能性も否定できないため、表示する情報について十分考慮しておく必要があると思われれます。

4 まとめ

アンケート全般を通しての評価は概ね良好な結果が得られていますが、今回のアンケート調査では「メッセージ表現」や「文字色・配色」等について、さらに良い画面表示方法とするための改善検討のポイントが明らかになりました。また、その他の調査項目についても運転士の評価や貴重な意見などを得ることができました。

なお、今回のアンケートでは、前述のとおり前提条件のもとで評価を行いました。しかしながら、前提となった表示部分については今後の変更・修正の可能性があり、変更等が今回の結果に影響を及ぼす可能性は否定できません。新たな情報や運転支援機能の追加も考えられることから、個別システムの局所的な適正化だけではなく、運転台全体を考えた全体の最適化が望まれます。今後に向けては、表示する情報の内容についての整理（重要度や緊急度など）も大切であり、これらを考慮した表示インタフェースの検討や標準・ルールづくりが必要になってくるものと思われれます。平成 25 年度以降も引き続き人間工学に基づく次世代運転台機器配置モデルの提言を目指して取り組みを推進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お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を、心より感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 山岡俊樹、鈴木一重、藤原義久：構造化ユーザインタフェースの設計と評価、共立出版、2000
- 2) 菊池安行、山岡俊樹：GUI デザイン・ガイドブック、海文堂出版、1995
- 3) 海保博之、加藤隆：人に優しいコンピュータ画面設計、日経 BP 出版センター、1992



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