

あんけん

～研究成果レポート～

Vol.2



平成21年7月

西日本旅客鉄道株式会社
安全研究所

ごあいさつ

「あんけん V o 1. 2」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事故後、会社として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設立され、3年が経過しました。

ゼロからのスタートでしたが、何とか研究成果もあがり始め、このほど2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、当社においても浸透が遅々としています。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。

一方で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道の先端にいけるよう所員一同頑張るつもりです。

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上げます。ご挨拶といたします。

平成 21 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

目 次

1 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) 安全研究所における3年間の主な取り組み	5

2 これまでの主な研究成果の概要

(1) ミスの連鎖を排除する仕組みの構築に関する研究	8
(2) 効果的なほめ方・叱り方等に関する研究	14
(3) 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	20
(4) 社員が働きがいと誇りの持てる業務のあり方についての研究 ...	26
(5) 運転士の指差・喚呼の実施方法に関する研究	30
(6) 運転士等の眠気予防策に関する研究	36
～その1 眠気防止ガイドラインの作成～	
(7) 運転士の視覚・聴覚の注意配分に関する研究	40
(8) ワンマンドア開閉スイッチ誤扱い防止に関する研究	46
(9) 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	52
(10) ヒューマンファクターの知識浸透のための取り組み	58

1 研究所の概要

1 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を勘案し、「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ています。

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り、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

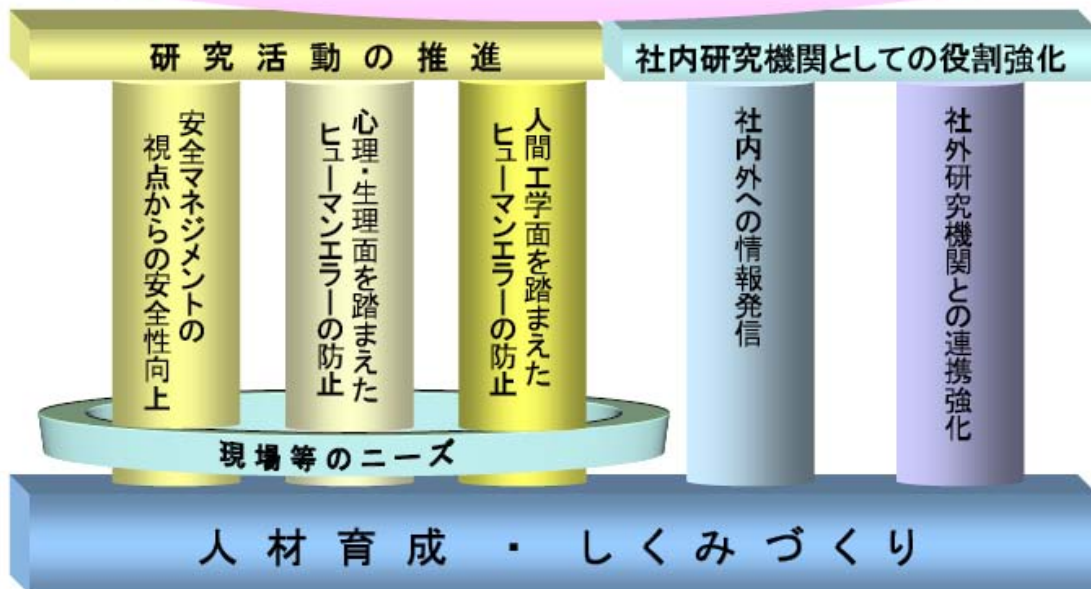
- ・安全マネジメントの視点からの安全性向上、心理・生理面を踏まえたヒューマンエラーの防止、人間工学面を踏まえたヒューマンエラーの防止の3つの切り口から、現場等のニーズを積極的に取り込み研究を推進します。
- ・安全基本計画や航空・鉄道事故調査委員会からの建議・所見に対する対応等に基づく課題については、引き続き安全研究所の重要テーマとして研究所をあげて取り組んでいきます。
- ・安全最優先の風土醸成やヒューマンエラーによる事故の防止には、ヒューマンファクターに関する概念を社員に定着させることが重要であるとの観点に立ち、社内におけるヒューマンファクター研究所として社内教育を担っていきます。

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。
- ・(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コンサルティングを実施します。
- ・国内外のヒューマンファクターに関わる調査機能の充実を図ります。

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



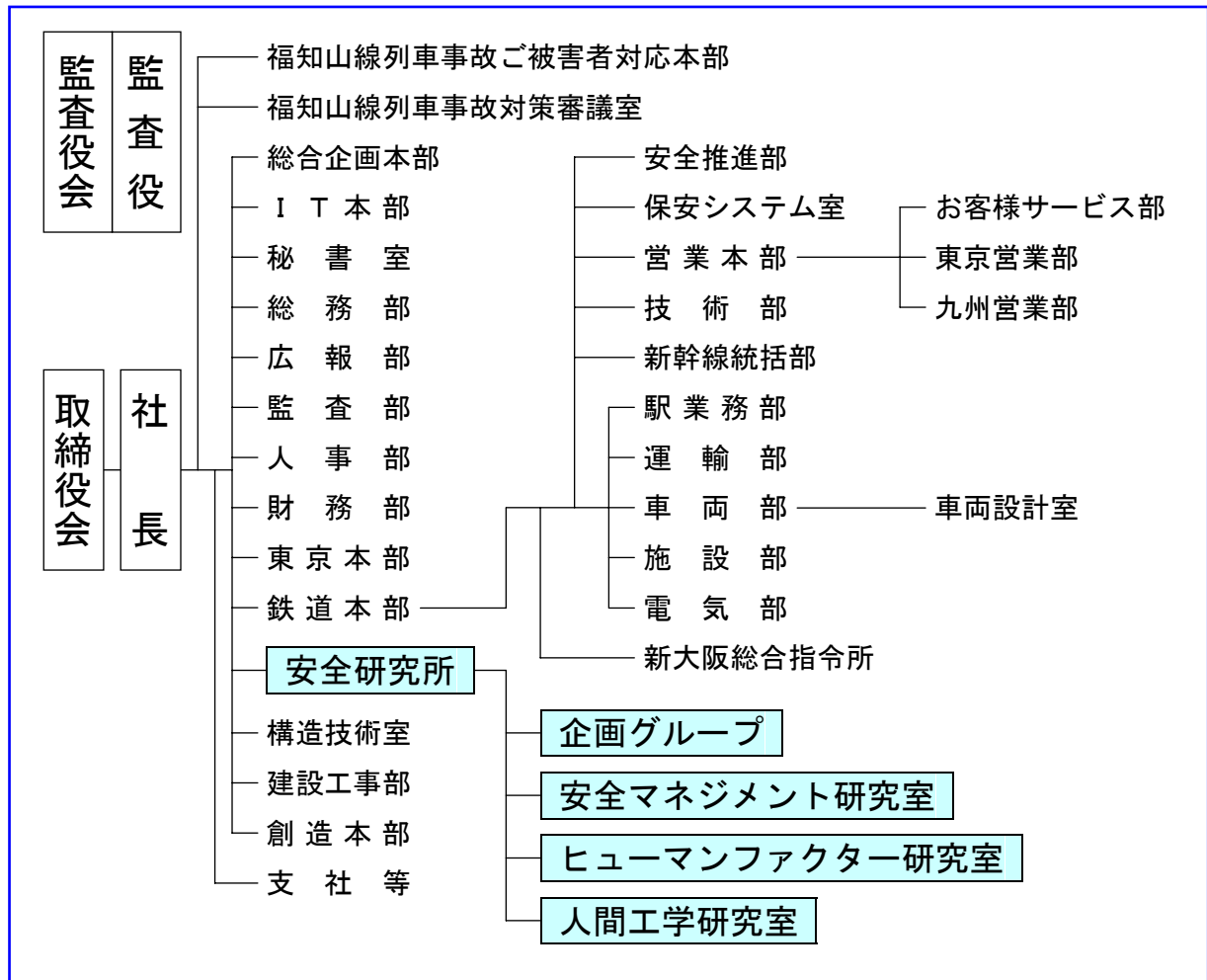
(3) 研究の体制

安全研究所は、2006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30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。

(2009年7月1日現在)



(4) 安全研究所における3年間の主な取り組み

① 主な研究テーマ

ア 安全マネジメントの視点からの安全性向上

安全性を定量的かつ客観的に評価するしくみや安全管理体制の構築に関する課題を研究し、弊社の経営の根幹である安全性向上のための方法や手段を提言します。

- ・安全マネジメントシステムの構築に関する基礎的研究
- ・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 ☞
- ・ミスの連鎖防止のための研究 ☞
 - ◇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
- ・事故情報管理システムの構築に関する研究
- ・社員が働きがいと誇りの持てる業務のあり方の研究 ☞
- ・お客様への効果的な協力要請、働きかけ方の研究

イ 心理・生理面等を踏まえたヒューマンエラーの防止

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います。

- ・運転士の眠気防止策に関する研究 ☞
- ・効果的なほめ方・叱り方等に関する研究 ☞
- ・運転士の指差・喚呼の実施方法に関する研究 ☞

ウ 人間工学面を踏まえたヒューマンエラーの防止

ヒューマンエラーの発生し難い設備、使いやすく安全な設備・システムの研究を通じて、人間工学分野の研究ノウハウの蓄積を図り、現業部門の安全度向上に貢献します。

- ・操作しやすい運転台、ワンマンドア開閉スイッチ誤扱い防止に関する研究 ☞
- ・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 ☞
- ・運転士の視覚・聴覚に関する注意配分に関する研究 ☞

☞ については、「2 これまでの主な研究成果の概要」に掲載しています。

② ヒューマンファクター教育

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「気付き」や分析を欠かすことが出来ません。

そのため、社員一人ひとりがヒューマンファクターの知識を習得し、それに基づき社員が自ら考え行動する「考動」が必要なことから、出前講義を含めた講義を行っています。

- ・現場へ出向き「出前講義」の実施
安全ミーティング、職場内研修を活用したヒューマンファクターの講義
190回、5,570名（H19.4～H21.3末）
- ・社内研修への導入
新任現場長研修、新任助役係長研修などの職務階層別研修での講義
50回、870名（H20年度から実施）
- ・部外講演の実施
関係会社・鉄道事業者を中心に、依頼により講演を実施
50回、5,940名（H19.4～H21.3末）



③ 社内外への情報発信

研究成果については、社内に対する提言にとどまらず、社会貢献の観点から広く社外に対して情報を発信しています。

- ・社内向けの研究成果報告会を開催（H20.8.8）
- ・研究成果の概要をとりまとめた「あんけん Vol.1」を発行し、社内外へ配付（H20.9）
- ・社外向けの研究成果報告会を開催（H21.7.2）（日本運輸協会関西支部と共催）
- ・「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 41,000部、社外提供 46,000部（H19.4～H21.5）

2 これまでの主な研究成果の概要

1 ミスの連鎖を排除する仕組みの構築に関する研究

横江 隆司 和田 一成 沖 覚 守屋 祥明 藤野 秀則

1 目的

日々の鉄道現場の中で、1つのミス（ヒューマンエラー）やトラブルが新たなミス（ヒューマンエラー）を誘発し、被害を拡大させてしまうことがあります。この研究では、ほとんどが単独作業で自らのミスに対して周囲からのサポートがあまり得られない運転士を対象に、ミスの連鎖がどのような要因によってどのように起こるのか、なぜ起こるのか等を明らかにし、このような連鎖を防ぐための訓練方法や周囲からのサポートのあり方等について提言することを目的としています。

2 内容

(1) ヒューマンエラー事象の分類とエラーの連鎖発生メカニズムの解明

ヒューマンエラーによって引き起こされる事象を、エラーの続き方から分類するツリーを作成しました。次に、平成16年度から19年度に発生した運転士によるヒューマンエラー事象をそのツリーに従って分類し、それぞれの種類の事象がどれ位発生しているのかを把握しました。さらに、ミスの連鎖がどのようにして発生するのかを解明するため、連鎖の種類によって、心理的な影響にどのような差異が発生しているのかを分析しました。

(2) エラーの連鎖を排除する仕組みの検討

エラーの連鎖を排除するため、「パニックに陥るのを防ぐ」とことと、「パニックになっても落ち着きを取り戻させる」とことの2つのアプローチから検討を開始しました。前者においては、まず「運転士がパニックに陥りやすい異常時状況」を明らかにするため、大学等での先行研究の調査や運転区所での訓練結果観察等を行いました。また後者においては、航空業界で先行的に進んでいる研究を調査し、鉄道運転場面への応用の可能性を検討するため、これにより防げたと考えられる連鎖エラー事象の件数を把握しました。

3 結果

3-1 ヒューマンエラー事象の分類とエラーの連鎖発生メカニズムの解明

(1) ヒューマンエラー事象の分類ツリー作成と事例の分類

本研究ではエラーやトラブルの後、エラーが続いてしまうケースの中で、特に心理的な影響でつながっているものに注目しています。心理的影響に着目したのは、一般に動揺や焦り、慌てなどを感じている時、エラーを起こしやすくなると考えられるからです。

そこで、先に起こしたエラー、あるいは予期せずに遭遇したトラブルによって動揺や焦り、慌てなどの心理的影響を受け、エラーを続けて発生させてしまうことを「エラーの連鎖」としました。

本研究では、この考えのもと、

- (i) 事象が単発のエラーか、複数のエラーを含んでいるか
 - (ii) 心理的影響が有るエラー（連鎖エラー事象）か、無いエラー（連続エラー事象）か
 - (iii) 先に起こった事象は自分が起こしたエラー（自責エラー）か、自分以外の社員が起こしたエラーおよび人身事故や車両故障などのトラブル（他責・トラブル）か
- という3つの観点でヒューマンエラー事象を類型化し、ツリーを作成しました。（図1）

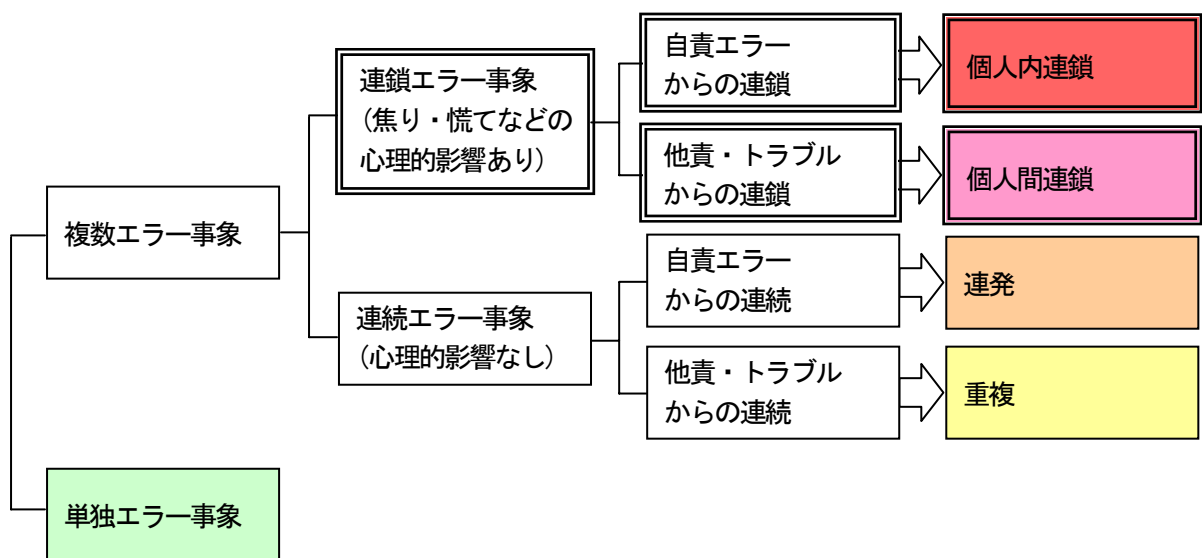


図1 エラーの続き方から見たヒューマンエラー事象の類型

次に、平成16年度から19年度の運転士によるヒューマンエラー事象（288件）について、報告書等の資料をもとに図1に従って分類すると、図2のようになりました。

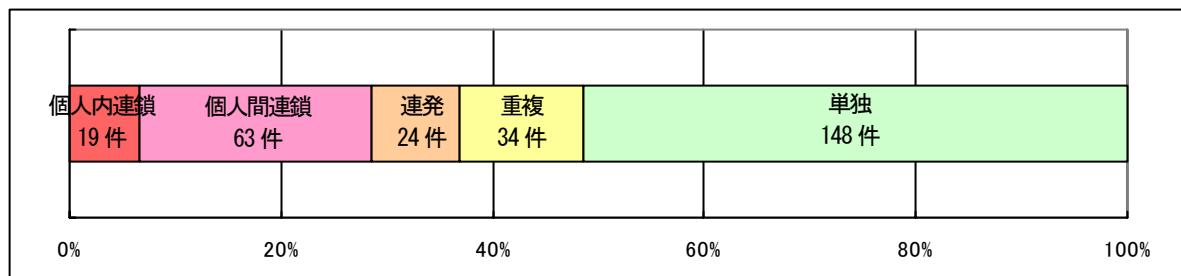


図2 ヒューマンエラー事象事例の内訳

本研究では、個人内連鎖と個人間連鎖を合わせた連鎖エラー事象を分析の対象としています。

(2) エラーの連鎖発生メカニズムの解明

① 心理的影響の内容

図2における連鎖エラー事象（個人内連鎖、個人間連鎖）計82件について、運転士が受けた心理的影響の内容を分析すると、図3のようになりました。

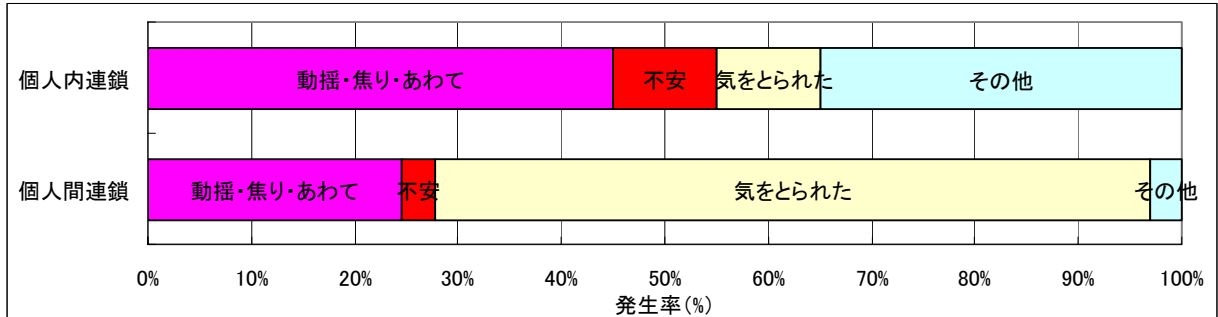


図3 心理的影響の内容

この結果から、個人内連鎖ではエラーを起こした後に「動揺・焦り・慌て」や「不安」を感じてさらなるエラーを起こすことが多いのに対し、個人間連鎖では他者のエラーや様々なトラブルに「気をとられた」ために自分のなすべきことを抜かす等のエラーを起こすことが多いことが分かりました。

② 最終エラーの内容

心理的な影響によって引き起こされた最終エラーの内容を分類してみると、図4のようになりました。図中の「誤判断」とは、停止位置を誤認するなど判断の誤りによるエラーのことです。「作業忘れ」とは、スイッチ操作を忘れるなどの作業の失念、「確認せず」は、通停確認をとばしてしまうなどのエラーを言います。この結果から、個人内連鎖では誤判断によるエラーが大きな割合を占めているのに対して、個人間連鎖では、誤判断、作業忘れ、確認せずが概ね同じ位の割合で起こっていることが分かりました。

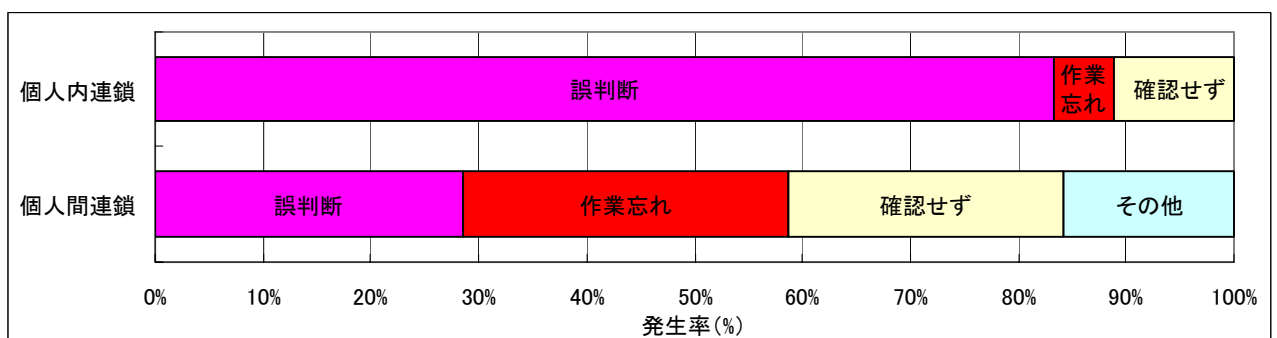


図4 最終エラーの内容

③ 考察

これらより、個人内連鎖と個人間連鎖では、その発生メカニズムが異なっていると考えられます。

個人内連鎖についてみると、心理的影響としては「動揺・焦り・慌て」が多く、エラーとして「誤判断」が多いという結果となっています。これらから、自身がエラーを起こすと、動揺や焦り、慌てが生じ、落ち着きを失うため、判断や思考に誤りが生じたと考えられます。

一方、個人間連鎖については、心理的影響としては「気を取られた」が多く、「誤判断」だけでなくどのタイプのエラーも偏りなく発生しているという結果になっています。これらから、他人のエラーや車両故障等に端を発するトラブルは、作業の実行開始時や確認時、思考・判断時のいずれの時にもランダムに発生し、その時々作業から注意をそらすため、いずれのエラーも同程度起こったと考えられます。

ただし、今回の分析は過去の事例からの大まかなものです。今後は、実験や調査を踏まえて、これらの妥当性を詳細に検討していきます。

3-2 エラーの連鎖を排除する仕組みの検討

まず「動揺・焦り・慌て」や「不安」という心理的影響を受けた状態、いわゆる「パニック」による連鎖を排除することを目的に、「パニックに陥るのを防ぐ」とことと「パニックになっても落ち着きを取り戻させる」ことの2つのアプローチを考えました。

(1) パニックに陥るのを防ぐ方策の検討

パニックに陥るのを防ぐためには、知識を身につけておくだけではなく、パニックに陥りやすい状況への「耐性」を事前に身につけておくことが必要と考えられます。この「耐性」の強化には、航空や原子力業界等では、パニックに陥りやすい異常時状況をシミュレータで繰り返し訓練する方法が効果的とされています。

そこで、まず「運転士がパニックに陥りやすい異常時状況」とはどのような状況であるのかを、大学等でこれまでに研究されてきた知見と運転区所における訓練の観察結果等を参考に検討しました。その結果、表1のようにまとめることができました。

表1 鉄道運転士がパニックに陥りやすい異常時状況

状況のパターン	状況の具体例	ひき起こされるエラーの例
タイムプレッシャー	旅客対応による出発時刻の超過 など	確認の不足、失念 など
予期せぬ事象に遭遇	信号現示の急変、車両故障 など	報告誤り、指示聞き間違い など
多くの事象が輻輳	非常報知灯点灯と防護無線受信の同時発生 など	作業の優先順位付けに失敗 など

今後は、これらの異常時状況を体験し、「耐性」を身につけておくことができるような訓練方法を検討していきます。

(2) パニックになっても落ち着きを取り戻させるための方策の検討

① 航空業界での先行研究調査

(1) でパニックに陥るのを防ぐには、知識だけでなく事前に「耐性」をつけておく

ことが必要と述べました。しかしこのような事前の準備を行っていても、いざトラブル等に直面すると焦ったり慌てたりしてしまふことがあります。これに対しては、指令員や車掌といった周囲の社員がサポートする、つまりチームワークでトラブルを乗り越えるという方法が考えられます。例えば航空や原子力業界等においてはCRM（Crew Resource Management の略）という考え方が導入され、効果をあげています。そこで、まずはこのCRMについて調査することとしました。

この結果、航空業界においてCRMは、「安全で効率的な運航を達成するために、全ての利用可能なリソースを活用すること」（宇宙航空研究開発機構HPより）と定義されていること、表2に示す5つのスキルで構成され、この5つのスキルもさらにいくつかの要素で構成されていることが分かりました。また、近年はCRMスキルを活用した「スレット・アンド・エラー・マネジメント」に重点が置かれていることが分かりました。

※スレット・アンド・エラー・マネジメントとは、スレット（エラーを誘発する要因）を認識することによりエラーを回避したり、エラーの影響を軽減したりすることである。

表2 CRMを構成する5つのスキルとそれぞれの構成要素⁽¹⁾

CRMスキル	構成要素
コミュニケーションスキル	情報を正しく伝え、正しく受け取ること 疑問や問題が生じた際は、解決されるまで得た情報を声に出し、説明すること など
状況認識マネジメントスキル	一点集中や思い込みなどを避けて注意力を持って状況を把握すること 個人が得た運航状況を効果的にチームで共有すること など
意思決定スキル	決定を共通に理解した上で実行すること 決定や行動を振り返ること など
ワークロードマネジメントスキル	不確定な状況（予想できるもの）に備えて、常日頃、準備・計画すること 限られた時間の中で上手に作業の優先度を決定すること など
チーム形成・維持スキル	チーム活動に適した雰囲気・環境作り リーダーの行動に対して、それを確実に遂行するためにフォロワーアップすること など

② CRMスキルの発揮による連鎖エラーの防止

表2に示したCRMスキルを発揮することにより、どれくらいの事故を防ぐことができたか検討しました。ここで重要なのは、CRMは複数の乗務員や作業員が、コミュニケーションを介して様々なスキルを発揮することを前提として構築されているということです。そこで、連鎖エラー事象82件について、運転士と指令員や車掌等とが無線や車内電話等を通じて会話している事象で、その際に適切な対処が行われていれば連鎖エラ

一を防ぐことができたと考えられる事例を抽出しました。この結果、30件が該当しました。これらについて航空業界で分類されているCRMスキルごとに、運転士が身に付けていれば防げたと思われる事象の件数をまとめると、図5のようになりました。

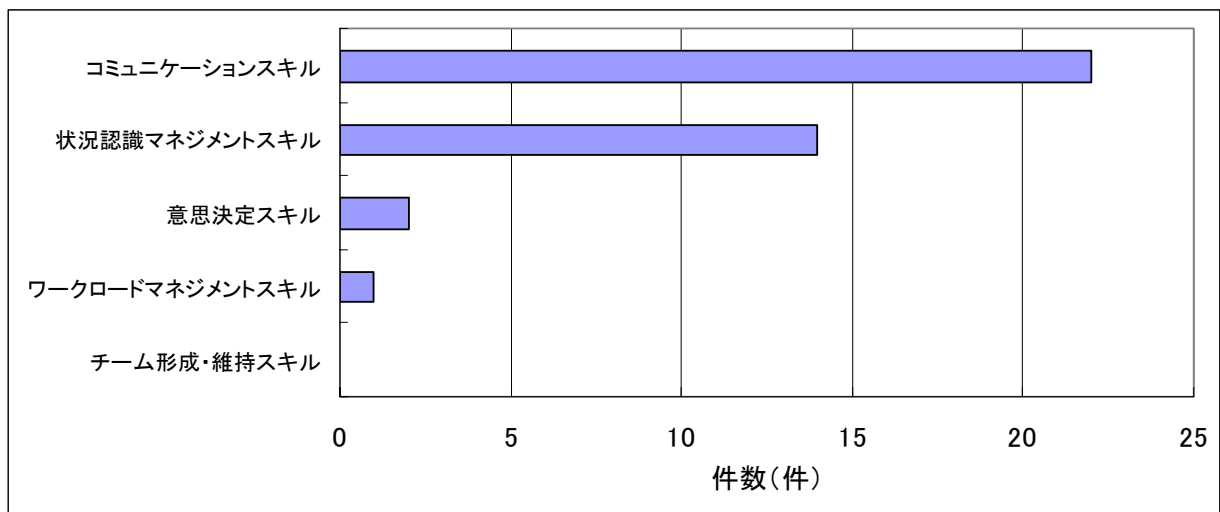


図5 CRMスキルの活用により防げた事象の件数（複数選択）

この結果から、鉄道運転士の連鎖エラーを防止するためにはコミュニケーションや状況認識マネジメントに関するスキルが重要であることが分かりました。今後、CRMスキルを活用した連鎖エラーの防止に向け、検討をすすめていきます。

4 まとめ

これまで運転士のヒューマンエラー事象を報告書等の文書資料をもとにエラーの続き方から類型化し、心理的な影響を受けて連鎖している事象（個人内連鎖、個人間連鎖）が82件（約28%）あることや、個人内連鎖の方が「動揺・焦り・慌て」を感じやすいことを明らかにしました。また、連鎖を排除する仕組みを構築するためのアプローチとして、パニックに陥るのを防ぐこととパニックになっても落ち着きを取り戻させることの2つを考え検討を開始しました。

今後はこれまでに得られた知見をもとにシミュレータを活用した実験を行う等、客観的で科学的な検討を行い、エラーの連鎖が発生するメカニズムを解明していきます。さらにその結果を活用したり、鉄道の運転場面に即したCRMスキルを検討するなどして、「パニック」による連鎖を排除する仕組みを提言していきます。また、「気をとられた」ために起こす連鎖エラー事象の中で、心理的影響を受けているものについても検討し、それらを防止する仕組みを提言していきます。

【参考文献】

- (1) 飯島朋子、野田文夫、須藤桂司、村岡浩治、船引浩平：CRMスキル行動指標の開発、航空宇宙技術研究所報告、TR-1465号、2003

2 効果的なほめ方・叱り方等に関する研究

堀下 智子 山浦 一保*

*静岡県立大学 経営情報学部

1 目的

この研究は、運転士とその上司とのコミュニケーションの中でも「ほめる」「叱る」に着目し、安全のために役に立つ、よいほめ方・よい叱り方を提案することを目的としています。昨年度までの研究では、アンケートと実験を行い、「ほめどころをほめる」ことの重要性とその効果について明らかにしました。今年度の目的は、昨年度のアンケート・実験で得られた成果を実際に現場で実践すること、そしてその効果を、上司・部下それぞれの評価をもとに検証することでした。

2 内容

(1) 平成 19 年度の研究内容と結果

運転士を対象としたアンケートでは、「ほめる」「叱る」についての運転士・係長双方の実態を把握すること、そして「ほめる」「叱る」と運転士の安全意識や上司への評価との関連について調べました。実験では、模擬的に上司一部下関係を作り、上司からほめられることが、部下にどのような意識の変化をもたらすかについて調べました。

ここでは、「ほめる」についての結果のみ紹介します。

アンケートと実験の方法と結果を以下に簡単にまとめます。

ア アンケート

(ア) 方法

まず予備調査として運転士と係長からヒアリングを行い、運転士の職場で「ほめる(ほめられる)対象となる行動」のリストを作成しました。行動は 19 項目あり、一つひとつの行動について、運転士と係長のそれぞれに、

「理想」と「現実」を 5 段階で回答を求めました(表 1)。

また合わせて、運転士の意識(安全意識や仕事意欲)、運転士から上司への評価(信頼感や関係性、公正感など)についても質問しました。

(イ) 結果

「ほめる行動」19 項目を、「工夫」あるいは「基本」に関連する項目の 2 群に分けたところ、どちらの群についても運転士の「理想」と「現実」に差があり、運

表 1 理想・現実についての質問の内容

	運転士	係長
理想	ほめられるに値する行動ですか	ほめるに値する行動ですか
現実	ふだんどのくらいほめられていますか	ふだんどのくらいほめていますか

転士と係長の間にも認識に違いがあることがわかりました (図1)。

- ・運転士の「理想 (ほめられたい)」 > 運転士の「現実 (ほめられている)」
⇒ 運転士のほめられたいことが、ほめられていない
- ・係長の「現実 (ほめている)」 > 運転士の「現実 (ほめられている)」
⇒ 係長が思うほど、運転士はほめられたと思っていない

さらに、その他の分析結果から、とくに「工夫」をほめられることに関する運転士の理想と現実のギャップが大きいほど、係長への評価 (指導や評価がどの程度公正か) が低下し、ひいては上司一部下間の関係性や安全意識へも影響を及ぼすことがわかりました。

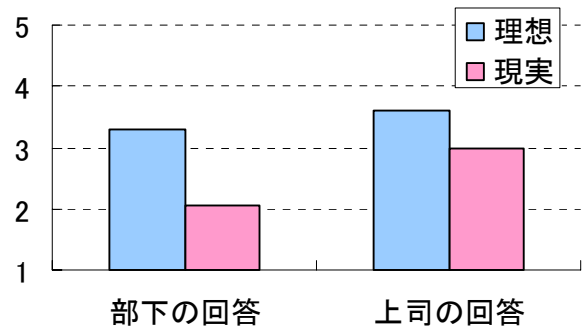


図1 ほめに関する上司・部下の理想と現実の違い

イ 実験

(ア) 方法

大学生を実験協力者として、上司一部下の関係を模擬した実験を行いました。部下役である実験協力者が作業を行います。このとき「工夫を重視する」あるいは「基本を重視する」のどちらかを上司役から指示されます。作業が終わると上司役から「工夫」をほめられるか、全く何の評価も受けないかのいずれかを経験します。

部下の重視するポイントと上司の評価するポイントが一致するか否か、または評価が得られないかによって、部下から上司への評価やその後の仕事意欲にどのような影響があるのかを調べました。また、上司一部下間の関係性の影響についても検討しました。

(イ) 結果

上司と部下の関係性が良い群では、工夫を重視した部下が工夫をほめられることで、作業への責任感が上昇しましたが、関係性が良くない群では、反対に責任感が低下することがわかりました。

一方、関係性が良い場合に、工夫を重視したのにそこをほめられなかった群では、責任感が低下しました。

(2) 今年度の研究

実際の現場におけるほめの効果を検証するため、X 電車区で研究を行いました。研究は以下のとおり、運転士を実際にほめる「ほめ活動推進プログラム」の実施と、そ

の効果の検証から成り立っています (図2)。

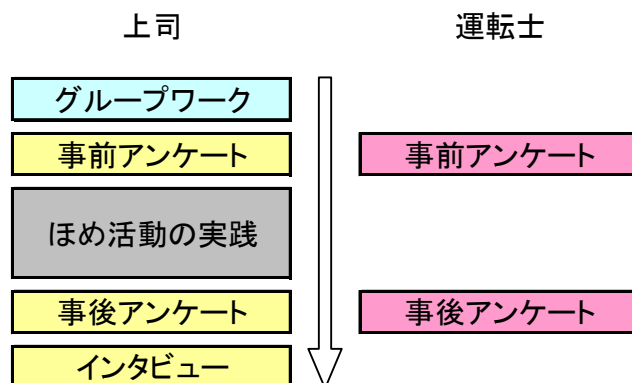


図2 研究の流れ

【「ほめ活動推進プログラム」の実施】

- ① 上司 (係長・助役等) によるグループワークの実施
ほめることへの悩みや問題点、工夫について議論した上で、X 電車区として共通のほめに関する目標 (どのような行動を、どのようにほめるか) を決めました。
- ② ほめ活動の実践
グループワークで決めた目標に沿ってほめを実践しました。

【効果の検証】

- ③ 上司側への効果の検証
実践期間中の添乗記録の内容を分析しました。また、実践期間の前後で意識の変化を調べるアンケートや、実践期間終了後のインタビューを行いました。
- ④ 運転士側への効果の検証
実践期間の前後でアンケートをとり、意識の変化を調べました。

①～④について、以下で詳しく説明します。

ア グループワークの実施

X 電車区の係長等によるグループワークを実施しました (約3時間)。グループワークは、以下の内容で行いました。

(ア) ほめの必要性についての解説

研究担当者が、ほめの重要性とその効果について解説しました。過去の研究事例や昨年度の研究成果を主に説明しました。

(イ) これまでの各自のほめの振り返りと、問題点・悩みについての議論

ほめる方法やタイミングなど、具体的に経験や問題点、失敗談などを話し合い、相互に共有しました。

(ウ) 「ほめ活動の実践」期間にほめる対象とする行動について議論

議論の結果、4つの具体的な運転士の行動を「ほめ対象行動」(「衝動の無いブ

レーキをとっている」等)として定め、これらの行動がどのくらいできていればどうほめるのか、という方針を決めました。

なお、グループワーク実施後に行ったアンケートの結果、係長等はほめの必要性をおおむね理解しており、その後の「ほめ活動の実践」にも前向きな意識を持つことができていました。

イ ほめ活動の実践

平成21年2月16日から3月15日までの1ヶ月間、グループワークで定めた「ほめ対象行動」とほめの方針にもとづき、ほめを実践しました。ほめの記録は、添乗記録として残しました。

ウ 上司側への効果

(ア) 方法

「ほめ活動の実践」期間中と期間前の添乗記録の内容を比較・分析しました。意識面の変化については、ほめに関するアンケートを実践の前後に行うとともに、実践後に一部の上司にインタビューを行いました。

(イ) 結果

・添乗記録について

添乗記録を分析した結果、「ほめ活動の実践」期間前に比べて期間中のほうが、記述の量が増加していました。また、内容を分析した結果、より広い視点でのほめが行われたことがわかりました。ほめ活動実践プログラムをとおして、添乗でのほめが質・量ともに向上したことがわかりました。

・意識面の変化について

実践の前後でアンケートを行い、比較しました。アンケートでは、「ほめ活動(ほめへの自信や、視点の広がり)」や「情報交換活動(係長どうしの情報交換や、他の係長の添乗記録の活用)」について質問しました。その結果、実践前よりも後のほうが、これらの項目についてより高い評価をしていることがわかりました。(図3)

また、インタビューからは、今後もこの取り組みを継続していくことについて、前向きな意見とともに改善

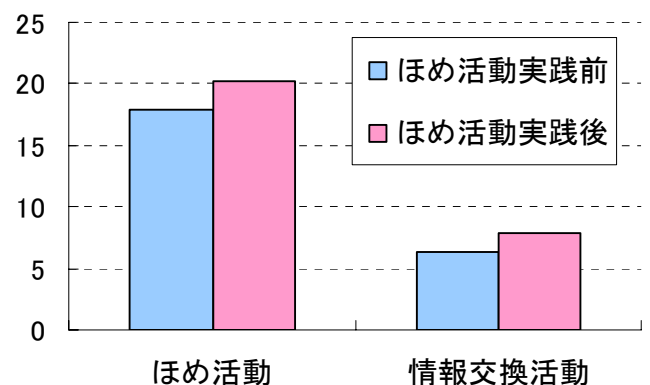


図3 ほめ活動と情報交換活動の変化

の提案もありました。

エ 部下側への効果

(ア) 方法

運転士に対して、「ほめ活動の実践」の前後にアンケートを行いました。

アンケートで質問した項目は、「ほめ対象行動」に関する質問（グループワークで定めた「ほめ対象行動」について、実際に運転士がどのくらい普段頑張っているのか、また「ほめ活動の実践」期間にどのくらいほめられたと思っているのか）、上司への評価（上司との関係性・信頼感・公正感・力量・育成意図・上司からのほめについて）、意識面（安全意識・仕事意欲・責任感について）等でした。

これらの項目について、実践の前後ともに X 電車区の若手運転士にアンケートを配布し、無記名・任意提出で事前アンケート 109 名、事後アンケート 100 名からそれぞれ回答を得ました。

(イ) 結果

「ほめ活動の実践」の後のアンケートで、「ほめ対象行動」についてほめられた経験の「多い群」と「少ない群」で比較すると、「多い群」は「少ない群」よりも関係性・信頼感・公正感・育成意図・上司からのほめの面で高い結果となりました（表 2）。このことは、よりほめられた運転士のほうが上司への評価が高いことを示しています。

しかし、アンケートに回答したすべての運転士の平均を見ると、ほめ対象行動、上司への評価、意識面ともに実践の前後での差は見られませんでした。

表 2 ほめられ経験の多少による運転士の意識の違い

	ほめられ経験	
	少群	多群
関係性	2.40	2.69
信頼感	2.44	2.80
公正感	2.73	3.12
育成意図	2.57	2.88
的を絞ったほめ	2.36	2.75
親密な働きかけ	2.84	3.13

※5段階評定（値が大きいほど評価が高いことを示す）

3 まとめ

上司による適切なほめを実行してもらうための「ほめ活動推進プログラム」の実施と、その効果検証を行いました。

(1) ほめ活動推進プログラムについて

目標の決定や問題点等を係長どうしで議論することで、上司自身が明確な目的意識を持ち、また上司どうしの一体感を持つことができたのだと考えられます。「やらされ感」でほめるのではなく、上司の主体的な取り組みであったことが、「ほめ活動推進プログラム」の成功において重要なポイントであるといえます。

(2) 効果の検証について

上司側については、意識・行動ともに良い変化が見られ、視野の広がりやほめへの自信といった効果が得られました。

運転士側については、ほめられた経験の多い群は、少ない群よりも上司との関係性が良く、信頼感も高いなど、上司への評価が高いことが分かりました。

運転士の職場において、上司から運転士へ一対一の働きかけが行える機会は添乗の機会を除いては数少ないため、添乗の機会を主なターゲットとしたこの取り組みが、運転士も巻き込んで職場全体の風土を変えるまでには、時間がかかるものと考えられます。

これらのことから、適切なほめが運転士にもたらす効果を検討し、よりよい上司一部下間のコミュニケーションを提案するためにも、今後の長期的な取り組みと効果検証が不可欠であるといえます。

※この研究は、安全研究所と静岡県立大学経営情報学部との共同研究で実施しました。

【参考文献】

- 山浦一保・堀下智子・金山正樹 (2008). 上司による効果的なほめ方・叱り方等に関する研究 (Ⅰ) —上司一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, p. 13-16.
- 堀下智子・金山正樹・山浦一保 (2008). 上司による効果的なほめ方・叱り方等に関する研究 (Ⅱ) —ほめ・叱りに対する上司一部下間の認識のずれとその影響— 産業・組織心理学会第24回大会発表論文集, p. 17-20.

3 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

横井 学 八木 良実* 小坂 明之

*現・大阪ガス（株）

1 目的

この研究は、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発生傾向を過去のヒューマンエラー事象をもとに分析し、その特徴にあわせて効果的な対策を提言することを目的としています。昨年度は全体的な傾向を中心に報告を行いました。今年度は基礎データを追加し、全体的な傾向を再分析した上で、背後要因項目に関する詳細分析を行いました。

2 内容

この研究では、昨年度分析を行った平成16年度から平成18年度の3年間に発生した、大阪・京都・神戸の3支社における運転士によるヒューマンエラー事象91件に平成19年度分28件を加えた合計119件をもとに、背後要因の分析を行いました。背後要因分析に際しては、予めm-SHELLに分類した背後要因一覧表と、それを用いた分析ツールを安全研究所で作成し、それに基づき安全研究所員が要因分析を行いました。

なお、昨年度と同様、分析においては、「ベテラン」と「若手」との区分の基準を運転士の経験年数（以下「経験年数」という。）とし、発生状況の比較では、経験年数ごとの運転士在籍人数が異なるため、単純な件数ではなく100人当たりのヒューマンエラー発生件数に換算して行いました。

3 結果

(1) 経験年数から見た傾向

まず、経験年数別に100人当たりのヒューマンエラー発生率を算出したところ、経験年数の少ない層（2年未満）では発生率が高く、その後の3年は発生率が大きく下がるものの、経験年数5年以上の層では再び高くなるという傾向があることがわかりました。（図1）

これを経験年数別に「2年未満」「2年以上5年未満」「5年以上」の3グループにまとめたところ、統計的に差があることがわかりました。（図2）

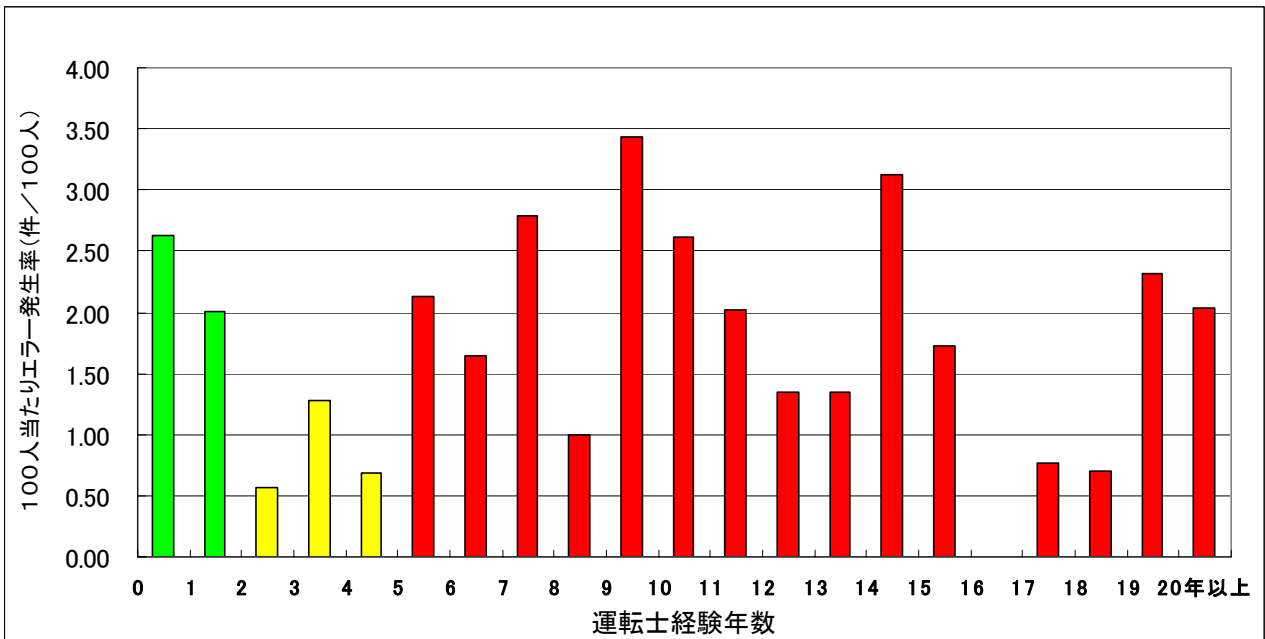


図1 平成16～19年度 京阪神3支社の運転士による経験年数別100人当たりエラー発生率

(注) 経験年数16～17年については、エラー件数がゼロである。

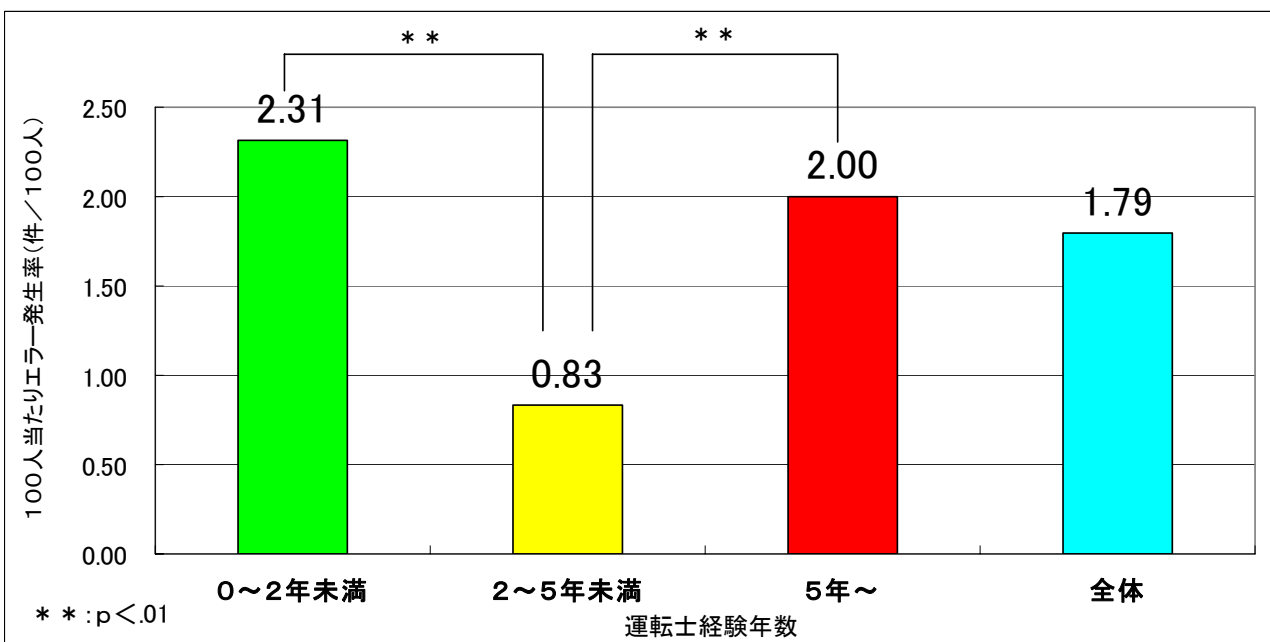


図2 平成16～19年度 京阪神3支社の運転士による経験年数別(3区分)100人当たりエラー発生率

この結果を踏まえて、当研究においては、経験年数を軸として2年未満を「初任者」、2年以上5年未満を「中堅」、5年以上を「ベテラン」と名づけ、この3つのグループに分類した上で背後要因に関する傾向比較を行うこととしました。

(2) 背後要因分析結果から見た傾向

対象となる事象 (119 件) の背後要因分析を実施したところ、背後要因出現回数の上位項目は表 1 の通りとなりました。

表 1 背後要因項目出現回数 (上位項目)

順位	大分類	小分類	出現回数
1	本人	思い込み	104
2	管理	教育・訓練が不十分	54
3	管理	個人指導が不十分	45
4	ハードウェア	人間工学的配慮が不十分	44
5	本人	他の作業に気をとられた	42
6	本人	確認しなかった	26
6	本人	慌てていた	26

表 1 にある背後要因出現回数による上位項目を、「初任者」「中堅」「ベテラン」の 3 つに区分した上で 100 人当たりエラー発生率を算出し相対比較を行ったところ、図 3 のようになりました。

全体の 100 人当たりエラー発生率と比較して、「個人指導が不十分」や「慌てていた」は全体と比較して初任者に比較的出現しやすい傾向が見られました。一方、「確認しなかった」は全体と比較してベテランに比較的出現しやすい傾向が見られました。

このように、経験年数や背後要因からの傾向は、昨年度の報告と同様の結果でした。

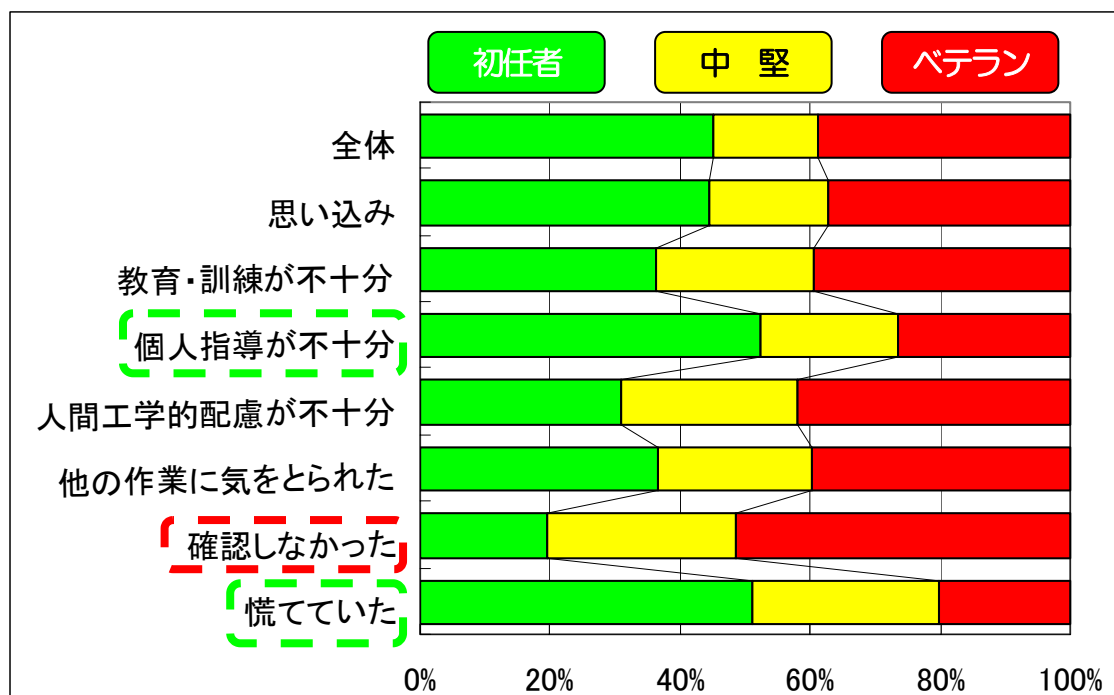


図 3 背後要因出現回数上位項目 100 人当たりエラー率 相対比較

(3) 背後要因に関する詳細分析の対象項目の検討

前述の「背後要因分析結果から見た傾向」では、全体とは異なる傾向を示した項目がいくつか見られました。しかし、今回の研究では、初任者とベテランとの違いを明確にするため、表1の大分類のうち「本人」に関する項目の中で、初任者とベテランとの違いが見られなかった項目について、さらに詳細分析を行うこととしました。

具体的には、「思い込み」と「他の作業に気をとられた」の2項目を詳細分析の対象項目としました。

(4) 「思い込み」に関する詳細分析

「思い込み」を選択した事象ごとに詳細分析を行い、それを踏まえて「思い込み」に至った個別原因を細分化することとしました。その結果、「知識・経験不足」「固定観念・決め付け」「勝手に判断・都合の良い解釈」「混同・錯覚」「条件反射」という5項目が、「思い込み」に関する細分化項目として導き出されました。(表2)

表2 「思い込み」に関する細分化項目及びその定義

細分化項目	定義
知識・経験不足	知識や経験が不足したために正しい判断がなされない場合
固定観念・決め付け	「判断を行う」ということは認識しているが判断行為そのものは行わなかった場合
勝手に判断・都合の良い解釈	「判断を行う」という行為は行ったものの自分の都合の良いような判断結果や解釈を行った場合
混同・錯覚	本来の対象物や情報を別の対象物や情報と見間違えたり取り違えたりした場合
条件反射	「判断を行う」という認識がないまま行動した場合

そして、この5項目に再分類して発生傾向を分析したところ、項目ごとに初任者とベテランとの間に傾向の違いが見られることがわかりました。(図4、5)

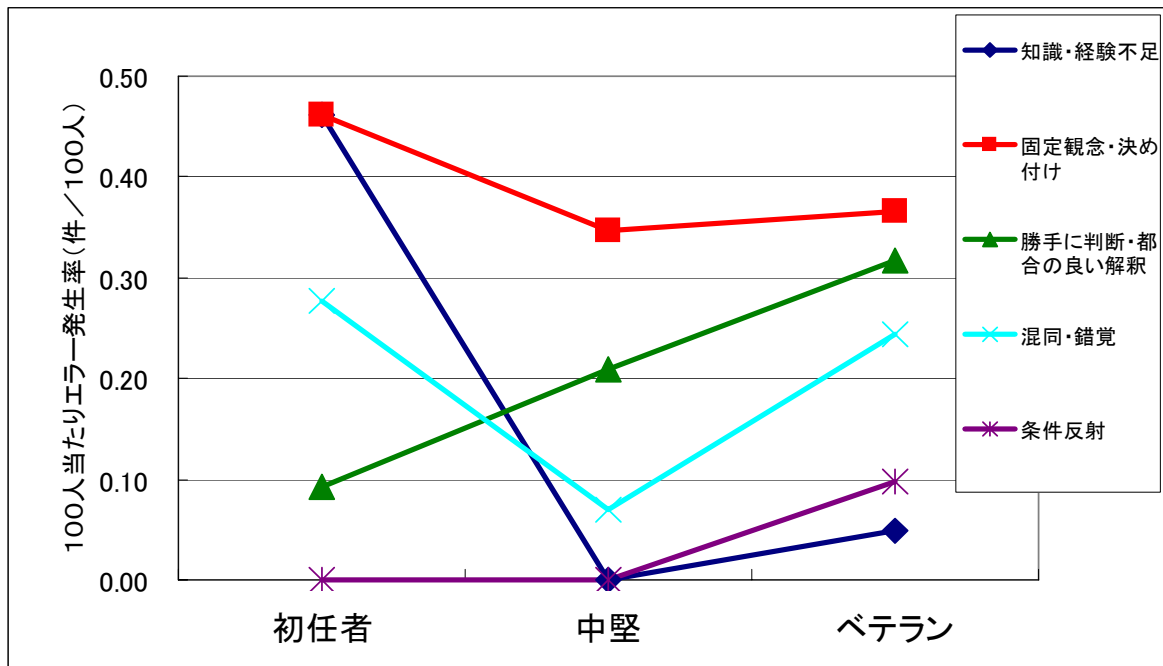


図4 「思い込み」詳細分析 (細分化項目別 100人当たりエラー発生率)

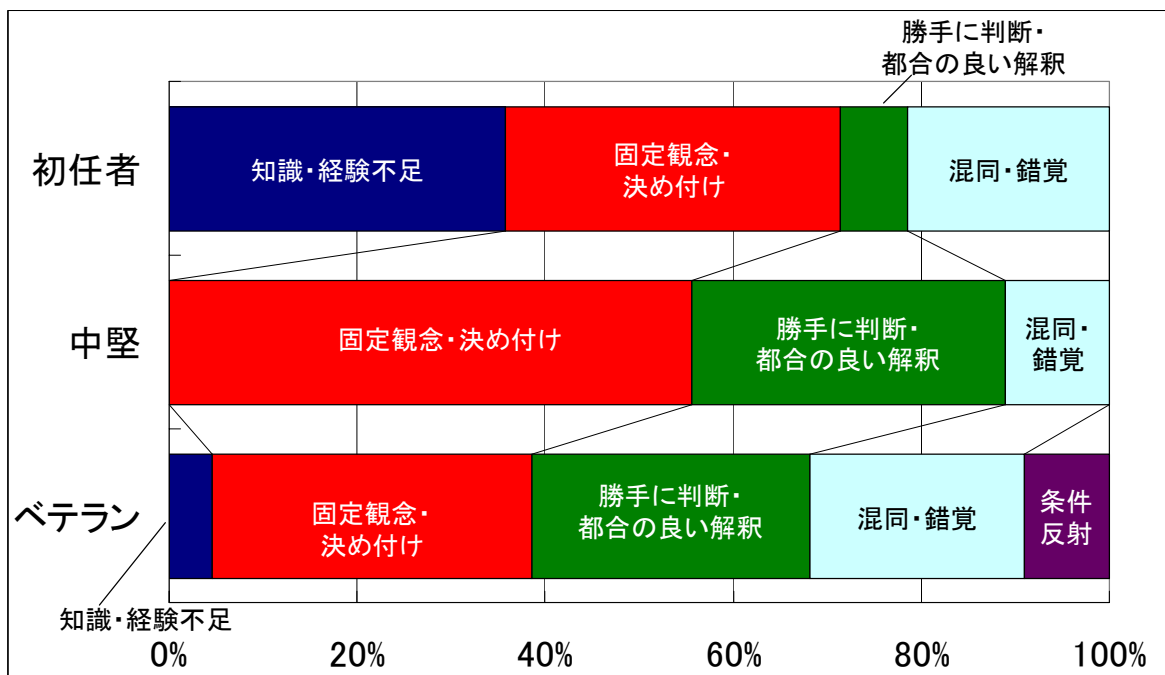


図5 「思い込み」(細分化項目) 相対比較

グラフから、初任者では「知識・経験不足」が高い一方、「条件反射」は発生していませんでした。また、ベテランでは「勝手に判断・都合の良い解釈」が高い一方、「知識・経験不足」は低くなっていました。なお、「固定観念・決め付け」は初任者・ベテランとも5項目の中で最も高くなっていたほか、「混同・錯覚」は初任者・ベテランともほぼ同じ数値を示していました。

このように、初任者とベテランでは「思い込み」に影響を与えている項目に違いがあることがわかりました。

(4) 「他の作業に気をとられた」に関する詳細分析

次に、「他の作業に気をとられた」について背後要因に至る個別原因を細分化したところ、「心理的影響」と「視覚的影響」の2項目に分けられました(表3)。そこで、この2項目に再分類して発生傾向を分析しました。(図6)

表3 「他の作業に気をとられた」に関する細分化項目及びその定義

細分化項目	定義
心理的影響	他のことを考えていたため、本来の作業・手順への注意力が減少し作業がおろそかになった場合
視覚的影響	視線が別の方向を向いていたため、本来の作業・手順を失念した場合

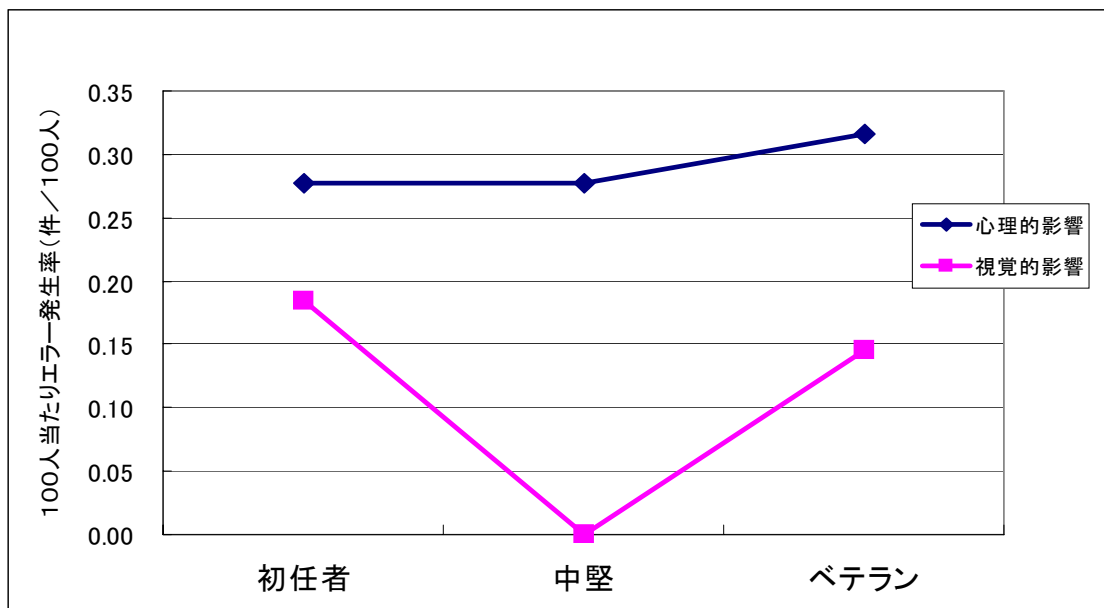


図6 「他の作業に気をとられた」詳細分析 (細分化項目別 100人当たりエラー発生率)

グラフからは、どの区分でも「視覚的影響」より「心理的影響」の方が高いことがわかったものの、どちらの項目でも初任者とベテランとの間に差が見られないことがわかりました。

4 まとめ

運転士の100人当たりのヒューマンエラー発生率を算出したところ、大きく初任者・中堅・ベテランの3つに分類でき、中堅の発生率が低いことがわかりました。

また背後要因項目別に分析すると、初任者とベテランとで発生傾向が違う項目があることがわかりました。さらに、全体と似た傾向を示す項目であっても、詳細分析を行うことにより初任者とベテランとで発生傾向に違いが見られました。

そのため、ヒューマンエラーの未然防止に対する教育を実施する際には、経験年数に応じて教育内容を変えるなどの工夫が必要であると考えます。

4 社員が働きがいと誇りの持てる業務のあり方についての研究

常石 喜計 高須 洋

1 目的

本研究は、「輸送業務と設備保守業務」に係わる現場社員が働きがいと誇りを持って仕事ができるよう、次の2点について調査・研究を進めています。

- a 働きがい・誇りがもてる、人・機械の役割分担のあり方（以下、「人・機械の役割分担」という）
- b 誇りのもてる業務のあり方（以下、「業務のあり方」という）

2 内容

平成21年8月に本社内に「働きがい検討チーム」を発足させ、その下に業務別に関係する主管部を中心に分科会を編成し、社員の働きがいと誇りを持てる業務のあり方について検討しています。今回は、その取り組みの一環として、表1のとおり企業8社延べ10部門にヒアリング調査を実施した結果をまとめました。

(1) 調査期間

平成20年11月から平成21年2月（準備期間を含む）

(2) 調査の対象

表1のとおり、当社での業務の参考になる企業の業務部門を選定しました。

表1 当社での業務と、調査した企業の対応

当社での業務		調査した企業
運転士、車掌の業務	輸送(運転)	地下鉄、ヘリコプター事業
駅輸送係、輸送指令員の業務	輸送(管制)	エアライン、ガスプラント、化学プラント
車両検修社員の業務	設備保守(定置)	機械製作(2社)、エアライン
工務系社員の業務	設備保守(移動)	ガス導管保守、電信電話保守

(3) 調査項目

各企業の人・機械の役割分担のあり方、誇りのもてる業務のあり方について、文献を調査して6つの視点を設定し、表2の視点からヒアリング調査を実施しました。

表2 ヒアリング調査の視点

調査の視点		具体的な内容
人・機械の役割分担		社員と機械・システムの関係の考え方や取り組み
社員が誇りのもてる業務のあり方	職務の特性	動機づけにつながる職務の特性のうち重要な要素である「多様性」・「完結性」・「重要性」・「自律性」・「フィードバック」の観点 (Hackman & Oldham「職務特性モデル」より)
	職務の再構成	動機づけを満足させれば、高いモチベーションが生まれることから、動機づけを高める職務構成の観点 (Herzberg「動機づけ理論」より)
	目標の設定	人は自ら明確で困難な目標を設定することで、目標を達成するために努力しなければならないと思い、モチベーションが高まることから、職務における目標設定の取り組み (Locke & Latham「目標設定理論」より)
	成功体験	達成場面において成功に伴う誇りを最大にし、失敗に伴う恥を最小限に抑えることができる課題選択の観点 (Atkinson「達成動機づけ理論」より)
	知的熟練化・共有化	思わぬ異常や変化を生じて、対応を可能とする「知的熟練」の観点 (小池和男「仕事の経済学」より)
	会社のあり方(方針・考え方・風土等)	社員の働きがい・誇りに対する経営トップの考え方と働きがい・誇りを高めるための全社的な施策や活動の実施状況。E S(従業員満足)とC S(顧客満足)の向上への取り組み

3 結果

調査を実施した企業で参考となった各部門の具体的な取り組みは、次のとおりです。

(1) 人・機械の役割分担について、重点的に取り組んでいる事例

表3 人・機械の役割分担について、重点的に取り組んでいる事例

調査した企業	取り組み事例
地下鉄	ワンマン化に伴う運転の自動化に際し、乗務する列車の運転操縦だけではなく、ドア開閉等も含めた列車運行を担う責任者として乗務する社員の働きがいに配慮し、職務の拡大・多様化の視点を重視している。
ヘリコプター事業	自動操縦化により操縦業務の負担を軽減し、機長の重要な業務である「機械・システムにはできない気象などの情報収集」や「飛行の安全判断」に集中できるようにしている。
機械製作	機械・システムを活用する一方で、技術継承が大切という共通認識を持ち、社員の技術力を重視する風土の醸成に取り組んでいる。

(2) 業務のあり方について、重点的に取り組んでいる事例

調査結果を分析したところ、調査を実施した企業の各部門では、社員の働きがい・誇りを向上させるために、業務のあり方について特に以下の項目に重点的に取り組んでいることがわかりました。

表4 業務のあり方について、重点的に取り組んでいる事例

重点項目	取り組み事例
①段階的スキルレベル(技能修得・定期的な資格認定)	機械製作会社やガスプラント部門では、製造現場に必要な機械加工や組立、あるいは保全や整備に関わるスキルを棚卸し・整理して、それを段階化して、スキルレベルが向上すると資格も上昇するように仕組みが整備されている。また、更なるスキル向上を目指して継続的にレベルアップを図り、社員の意欲を引き出している。
②最高位の資格(資格設定と技能の認知・賞賛)	エアラインの整備部門では、人事処遇や給与にはリンクしない「専門性認定制度」を導入し、青(スペシャリスト)、緑(プロフェッショナル)、紫(マスター)とランクが上昇するが、マスターは幹部会議で承認を受けた者に限られている。高度なスキルを持つマスターとして、社内的に認知され、個人が誇りを持つ仕組みを備えている。
③職務を拡大・多様化させることによるモチベーション向上	プラントラインでは、前後の工程を修得し、状況を知ることで、自工程でどのように工夫すればよいかなどが見えてきて、改善に結びついている。それが社員のモチベーションを高めることになり、プラント内で運転・点検部門から設備管理部門へ異動させる取り組みを行っている。 また、メンテナンス業務を修得することで、オペレーション業務に戻った時には、設備のトラブル時に駆けつけるメンテナンス担当者に、不具合箇所を示唆できる能力をつけており、社員の意欲を高めている。
④複線型人事制度導入	機械製作会社では、課長職など一定レベルや年齢までに高度専門職からマネジメント能力が発揮できる管理職への相互の異動が可能なように工夫されている。これにより社員が柔軟なキャリア・パスを描け、昇進意欲を引き出す工夫をしている。

重点項目	取り組み事例
⑤CSの浸透による品質の向上	エアラインの整備部門では、お客様をイメージして安心・安全・快適に輸送するエアラインマインドをトップメッセージや事業計画に盛り込んでいる。さらに、全社横断のCSセミナーでフロントラインと交流を図ったり、従業員満足度調査を活用して、整備がCSにつながる重要な業務である認識を深度化している。
⑥企業固有の風土醸成	機械製作会社では、「おもしろおかしく」という社是を社内に浸透させることにより活発なコミュニケーションを促進し、一人ひとりがお互いの価値を認めあい自律した個人の絆を強化することで、社員の働きがいを高めて強い組織を作りあげている。
⑦協働(チームワーク)尊重の加点主義	エアラインの整備部門の仕事はチームプレイであるため、仲間で責任を共有している。従って、仲間で相互確認して未然に不具合の再発を防止している。作業品質の不具合で機材が遅れることがあった場合でもどのようなリカバリー行動をしたのか、この結果を次にどのように活かすかといった教訓をまとめ、再び繰り返さないようにするための対策や仕組み作りを評価している。

4 まとめ

今回の調査によりわかったことは、以下のとおりです。

人と機械の役割分担に関しては、システムを含めた現場責任者としての社員の働きがいと、人にしかできない情報収集と判断業務を大切にしてシステム化を進めています。また、機械化・システム化・自動化を活用する一方で、人にしかできない対応技術の継承に重点的に取り組んでいます。

また、業務のあり方については、調査した企業では、表4の事例にみられるような特筆すべき取り組みがみられました。

今後は、今回の他企業調査で得られた事例と、参考となる知見をもとに、社員が働きがいと誇りが持てる業務のあり方についての研究を進めていきたいと考えています。

5 運転士の指差・喚呼の実施方法に関する研究

森本 克彦* 久保田 敏裕 篠原 一光** 木村 貴彦***

* 現・近畿日本鉄道(株)
** 大阪大学大学院 人間科学研究科
*** 大阪大学大学院 人間科学研究科
(現・関西福祉科学大学 健康福祉学部 健康科学科)

1 目的

本研究は、指差・喚呼の実施方法の違いが作業の正確さ・迅速さや作業者の疲労度に応じたような影響を及ぼすのかを実験的に検証し、より効果ある指差・喚呼の実施方法について提言を行うことを目的としています。

2 内容

(1) 19年度実施のアンケート調査および結果

見習い運転士を含む在来線全運転士を対象にアンケートを実施しました。

指差・喚呼が実施しづらい理由としては、「動作が多すぎる」「連続して忙しい」といった動作の頻度面および「疲れてきたとき」「全部やっていると疲れる」といった負担感によるものが上位を占めていました。

(2) 19年度実施の実験

① 実験の内容

アンケート結果を見てみると、頻繁な指差・喚呼がかえってその実施を難しくしている可能性があると考えられました。そこで、表1に示した指差・喚呼条件で比較した場合、作業の正確さ・迅速さや疲労度に関する影響はどの程度になるのか、運転士経験のない駅社員30名を対象に実験を実施し、検証することとしました。なお、実験風景については、図1の通りでした。

表1 指差・喚呼の実施条件

1. 全ての信号機に対して指差あり・喚呼あり
2. 全ての信号機に対して指差のみ
3. 全ての信号機に対して喚呼のみ
4. 全ての信号機に対して指差なし・喚呼なし
5. 場内・出発信号機に対して指差あり・喚呼あり
閉そく信号機は喚呼のみ(以下、「重点」という)

※1条件96試行[40分]を5回実施



図1 実験風景

② 実験結果

- ・ 「指差なし・喚呼なし」「喚呼のみ」の確認方法では、全体的に反応が遅くなりませんが、「指差のみ」「重点」の確認方法では「指差あり・喚呼あり」とあまり変わらない結果になりました。
- ・ 実験全体を通して、「指差なし・喚呼なし」の場合にはエラー率が若干高い結果になりました。
- ・ 各実施方法の調査終了後に疲労の自覚症状を調べたところ、「指差あり・喚呼あり」で「眠い」「ぼんやりする」といった自覚症状が抑制されることから、指差・喚呼には覚醒水準の低下の抑止効果があることがわかりました。また、「重点」の確認方法では、「不安定感（おちつかない気分だ等）」が抑制されることがわかりました。

以上より、指差・喚呼の有用性を再認識する結果でしたが、その一部を省略した「指差のみ」「重点」の場合でも「指差あり・喚呼あり」とほぼ同等の効果が得られました。

また、アンケート結果から、運転士が無理なく指差・喚呼を実施していくためには、負担感を軽減する具体的な動作について検討することが課題であることもわかりました。

(3) 20年度の研究内容と結果

① 実験の内容

指差・喚呼による負担感を軽減するために、19年度の研究である動作の頻度面の他に、動作の大きさに着目することにしました。そこで、指差の大きさや喚呼の音量の大きさを変化させ、その際のエラー率、反応速度および疲労部位調べ・自覚疲労調べ（質問紙結果）を指標として、作業の正確さ、迅速さ、作業者の疲労感を測定しました。

20歳代で運転士経験3年以上の現役運転士30名を実験協力者として実施しました。図2・3のとおり、あらかじめ提示された信号を記憶しておき、標的を追いかける課題に取り組んでいる間はその信号を覚えておき、合図があれば思い出してボタンを押して答えるという記憶に依存する課題を実験協力者に与えました。

指差については、大きい指差を図4（a）、小さい指差を図4（b）のようにしました。喚呼については、大きな喚呼を明瞭な発声、小さな喚呼を通常会話時の発声とし、実験中の声の大小は騒音計により確認しました。

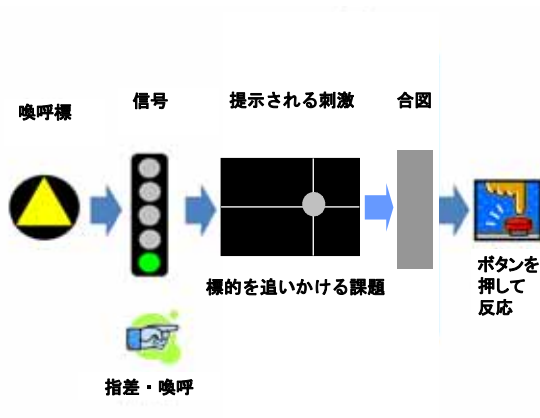


図2 実験協力者の作業内容



図3 実験風景



(a) 大きい指差



(b) 小さい指差

図4 指差の大小

② 実験方法

実験協力者が反応ボタンを押した際の反応時間およびエラー率について、指差および喚呼の大小を組み合わせた条件間で比較することとしました(表2)。

疲労感については、体の各部位(首・左肩・右肩・背部等)の疲労を個別に評価する疲労部位調べと、集中度や覚醒度等について自覚疲労調べを利用し、各条件の前後で評価を行いました。

③ 実験結果

- ・ 反応時間については、指差・喚呼の大小の組み合わせで有意な差はみられませんでした(図5)。
- ・ エラー率については、喚呼を行ったすべての場合で低下しました(図6)。
- ・ 疲労部位の主観的評価では、「指差小・喚呼なし」で目、頭、右肩の疲労感がもっとも抑制されていました(図7・8・9)。

なお、目については「指差なし・喚呼小」で、頭については「指差なし・喚呼なし」でもっとも疲労感が大きくなりました（図7・8）。

右肩の疲労感については、「指差大・喚呼なし」で大きくなり、「指差小・喚呼なし」で小さくなっていました。また、指差をしない場合には、「指差小・喚呼なし」と比べて疲労感が増加する傾向がみられました（図9）。

- ・ 覚醒度については、「指差大・喚呼大」で上昇し、「指差大・喚呼なし」「指差小・喚呼小」でもっとも低下しました（図10）。

集中度については、「指差大・喚呼大」で上昇し、「指差大・喚呼なし」でもっとも低下しました（図11）。なお、覚醒度と集中度については、「指差なし・喚呼大」で、あまり低下しない可能性が示唆されました（図10・11）。

表2 指差・喚呼の大小の組み合わせ

大・大	指差大・喚呼大
大・無	指差大・喚呼なし
無・大	指差なし・喚呼大
無・無	指差なし・喚呼なし
無・小	指差なし・喚呼小
小・無	指差小・喚呼なし
小・小	指差小・喚呼小

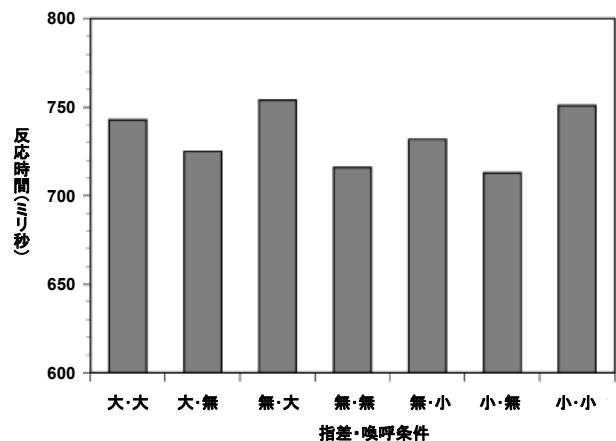


図5 各指差・喚呼条件における反応時間

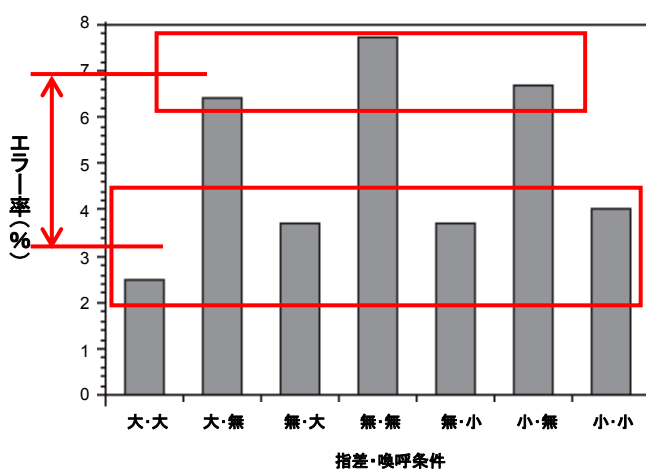


図6 各指差・喚呼条件におけるエラー率

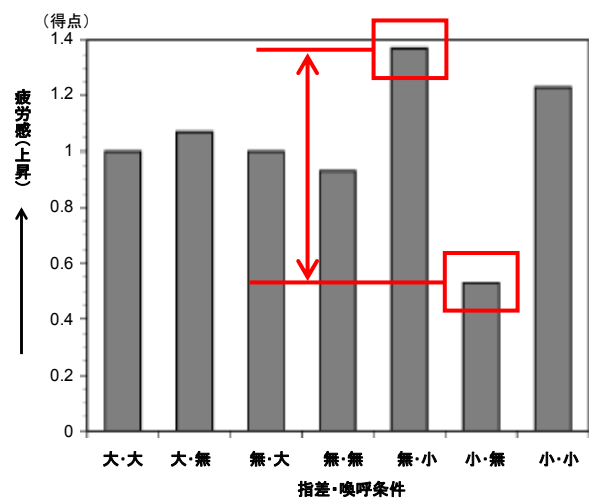


図7 目の疲労評価の変化

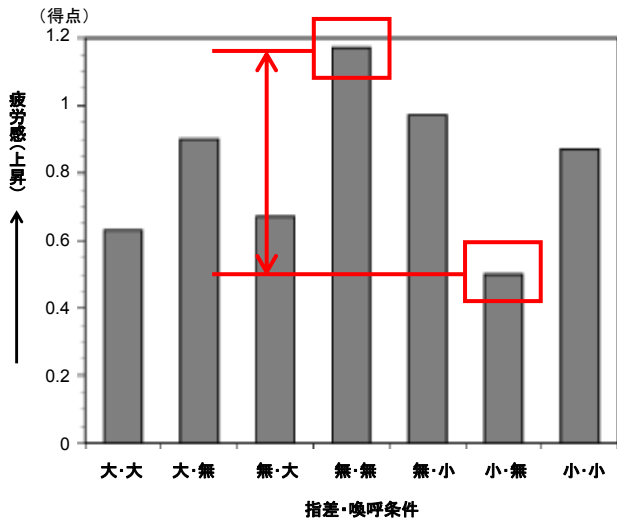


図8 頭の疲労評価の変化

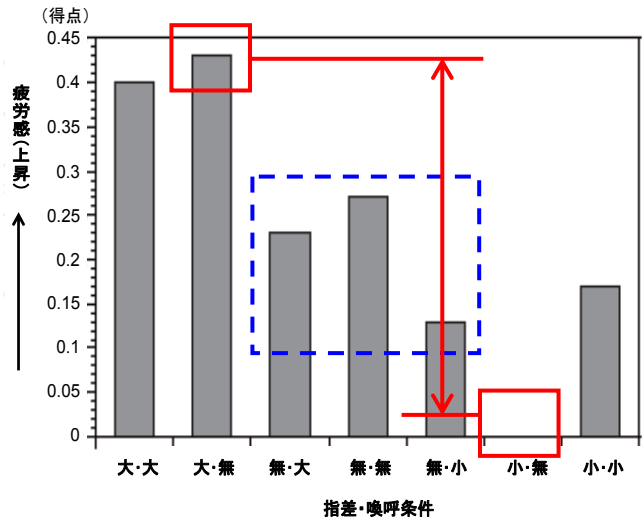


図9 右肩の疲労評価の変化

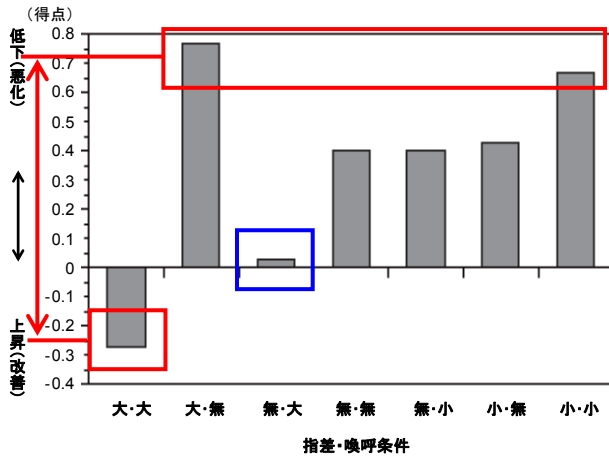


図10 覚醒度の評価の変化

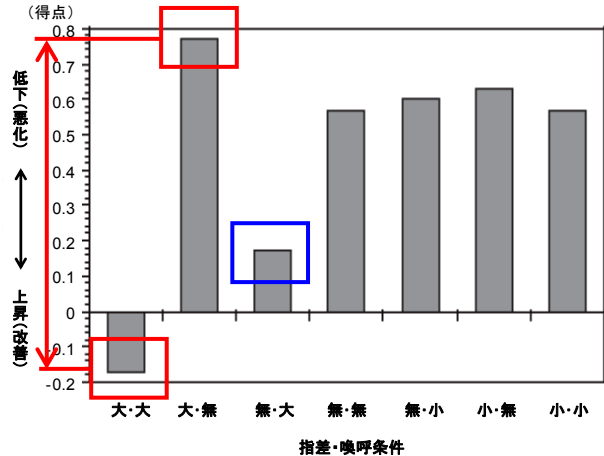


図11 集中度の評価の変化

3 まとめ

今回の結果は表3のとおりでした。

今回の実験では、「喚呼あり」の場合、喚呼の声量の大きさにかかわらずエラーが抑制されました。指差と喚呼の両方を大きく行うことで覚醒・集中が上昇し、また、右肩の疲労感是指差を大きく行った場合に増大する結果となりました。右肩については、「指差なし」条件で疲労感が大きくなる傾向もみられました。

以上から、指差の大きさと喚呼の声量の大きさの組み合わせは、その関係が複雑であり、単純に動作を小さくしたり、省略したりすることが、必ずしもエラー率の増減や疲労感の抑制にはつながらないことを示しています。

今回の実験は記憶に依存する課題であったため、エラーの抑制には喚呼が有効でした

が、この結果が実際の運転場面の要素をすべて反映したものとは言えません。例えば、ある対象や空間に対して注意を向けなければならない課題については結果が異なる可能性もあります。

今後は実際の運転場面で行われている作業により近い内容を持った課題を作成し、その中で指差・喚呼の効果について検討を行っていきたいと考えています。

表3 条件別実験結果のまとめ

	指差動作・喚呼声量	エラー率	疲労感			覚醒度	集中度
			目	頭	右肩		
指差・喚呼条件	大・大	○				○	○
	大・無	×			×	×	×
	無・大	○				△	△
	無・無	×		×			
	無・小	○	×				
	小・無	×		○			
	小・小	○				×	

- : 統計上「×」と差がみられた。良い結果が得られた。
- × : 統計上「○」と差がみられた。悪い結果だった。
- △ : 統計上差はないが、良い傾向がみられた。
- 空欄 : 統計上差がみられなかった。

※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。

6 運転士等の眠気予防策に関する研究 ～ その1 眠気防止ガイドラインの作成 ～

宮崎 雅夫 岡留 健二

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、いくつかの眠気防止対策をまとめた「眠気防止ガイドライン」を試作し、どのくらい活用されて眠気防止に役立ったかについての検証を行い、今後全運転士に配付する「眠気防止ガイドライン」正式版を作成します。

2 内容

(1) 平成19年度の研究内容と結果

運転士の乗務中の眠気に関する調査として、過去のエラー事象の調査やサンプル職場における運転士を対象としたアンケート調査を平成19年度に実施しました。

アンケート調査からは、運転士が少なからず眠気を感じて対処を行っており、特に午後2時頃、午前0時頃、午前9時頃に眠気を感じていることがわかりました。また、乗務中の眠気を引き起こすと考える要因については列車運転時の要因のみならず「昨夜の睡眠不足」「身体の疲労感」といった回答が上位となるなど、休日の睡眠不足や乗務の疲労感などの影響も眠気の原因として考えられます。

さらに、休日の睡眠状況については20歳代の運転士の睡眠時間が最も長く、年代が上がるにつれて睡眠時間が減少し「早寝早起き」となっていることがわかりました。

(2) 「眠気防止ガイドライン」の試作

平成19年度の研究の結果、乗務中の眠気防止対策としては、列車運転時の対策だけでなく運転士自身の睡眠・生活習慣の改善を指導し、眠気を予防する対策も必要であることがわかりました。

このことから、眠気を防止・予防するための対策をまとめた「眠気防止ガイドライン」試作版（以降、試作版という）を作成しました。眠気防止対策は、睡眠生理学の知見から関連するものを抽出し、これを平成19年度の研究・調査で得られた情報を組み合わせた内容とし、運転士の泊まり勤務サイクル（列車運転中、乗務員宿泊所での夜間仮眠、勤務終了後（泊まり明け）の帰宅後、休日）の各場面に対応させる構成としました。（図1）

また、対策の背景となる眠気・睡眠についての基礎知識や眠気発生メカニズムも併せて記載することで、眠気と睡眠への理解が深められる内容にしました。

【 運転士の勤務サイクル例（泊まり勤務・泊まり明け・休日）】

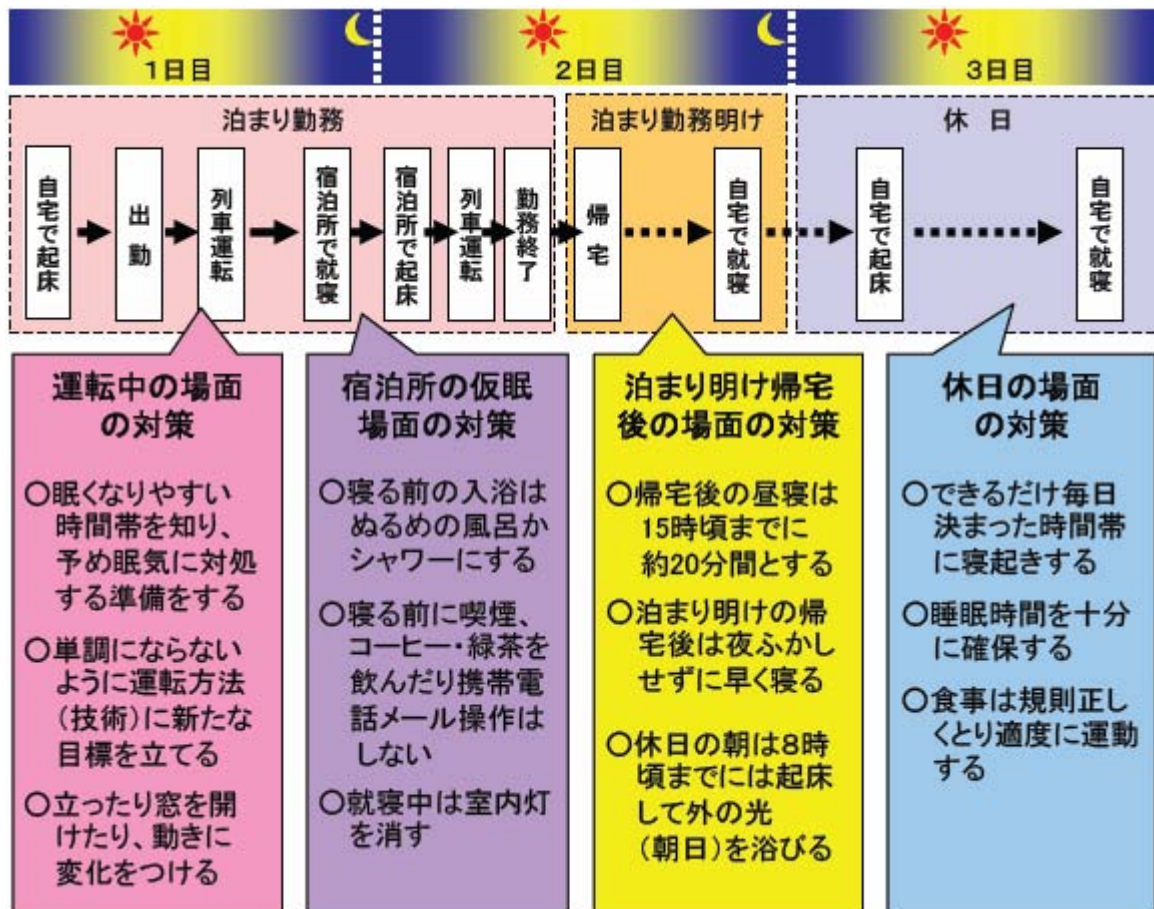


図1 「眠気防止ガイドライン」の構成と対策

(3) 「眠気防止ガイドライン」試作版の効果検証調査

平成20年12月～平成21年1月に、試作版を運転士に配付し、記載した眠気防止対策の効果を検証する調査を行いました。

まず、平成19年度にアンケート調査を行った2区所に所属している運転士292名に試作版を配付し、記載した各対策のなかから運転士に自分に合った対策を実施してもらいました。

さらに、眠気・睡眠状態に関するアンケート調査を試作版配付時と配付1ヶ月後に実施し、眠気の状態や各対策の眠気防止効果を比較して検証しました。

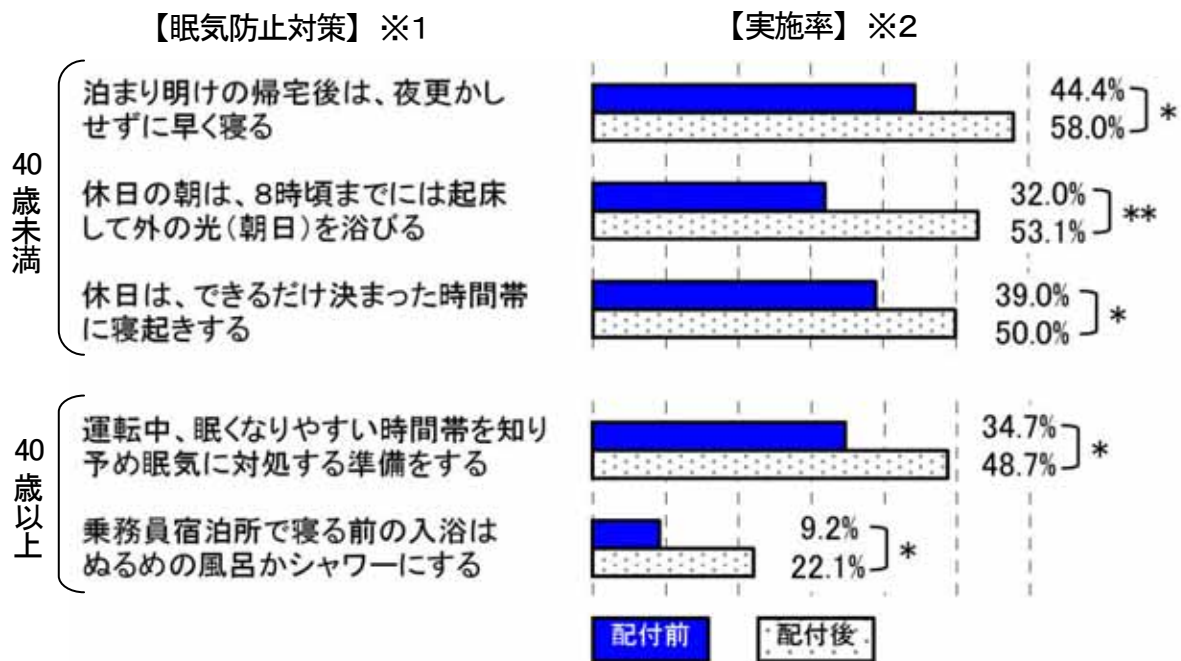
3 結果

(1) 「眠気防止ガイドライン」試作版の活用状況

調査対象運転士の 86.3%が試作版を読んで活用したと回答しました。また、試作版を読んで活用した運転士の 72.2%が眠気防止効果を感じたと回答しました。運転士の年齢や運転士経験年数別で見ると、どの年代・経験年数においても約 80%以上の人が試作版を活用しています。

(2) 眠気防止対策の実施状況の変化

眠気防止対策 12 項目ごとに、試作版配付による対策の実施状況の変化を運転士の年代別で調べたところ、40 歳未満では休日の睡眠習慣を早寝早起きにする対策が、また 40 歳以上では運転時の眠気対処（眠くなりやすい時間帯を予め知って対処準備をしておく）や乗務員宿泊所で良く眠れる対策（寝る前の入浴はぬるめの風呂かシャワーにする）の実施率が有意に増加しました。（図 2）



40 歳未満運転士 (n=配付前 170、配付後 175) / 40 歳以上運転士 (n=配付前 117、配付後 112)

*: $p < .05$ **: $p < .01$

※1 変化に有意差のあった眠気防止対策のみ掲載

※2 実施率 = 対策を実施した人数 ÷ 調査対象者数

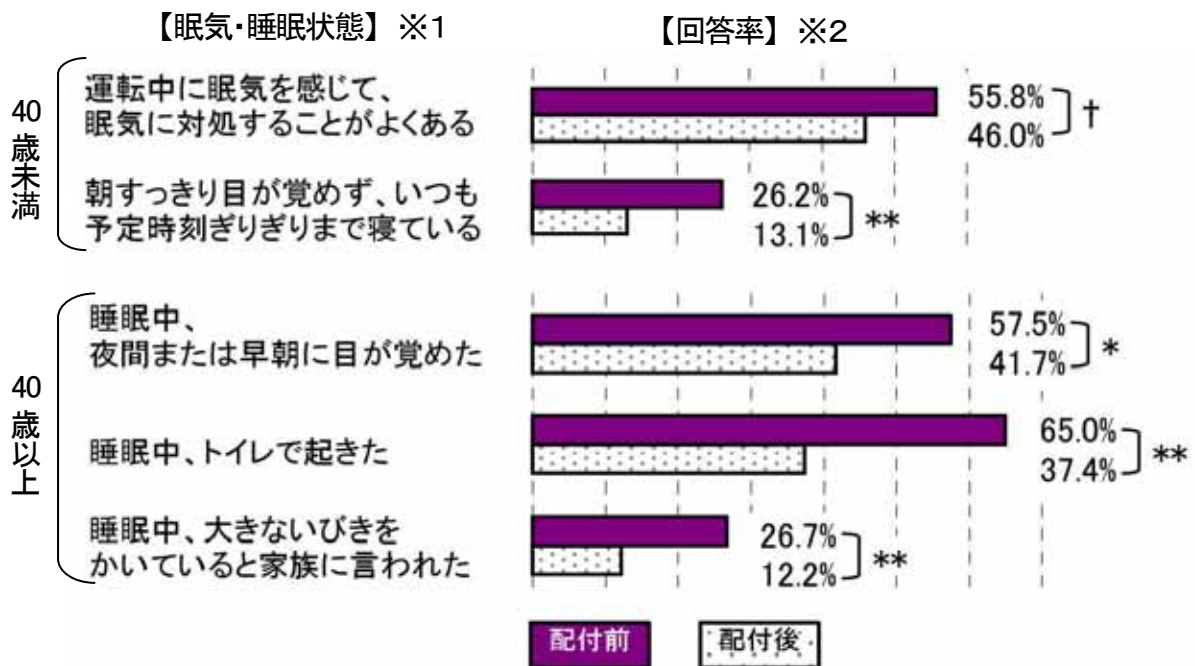
図 2 試作版配付による眠気防止対策の実施状況の変化

(3) 眠気・睡眠状態の変化

普段の眠気・睡眠状態について、試作版配付による変化を運転士の年代別で調べたところ、図 3 の結果となりました。

40歳未満では「朝すっきり目が覚めない」の回答率が有意に低下したほか、「運転中の眠気を感じて眠気対処をすることがよくある」の回答率も有意に低下していることから、運転中の眠気予防に一定の効果が認められました。

また、40歳以上では「睡眠の途中で目が覚めた」「大きないびきをかいている」など、睡眠状態についての回答率が有意に低下しました。深い睡眠を妨げる大きないびきや睡眠途中の覚醒頻度が減少したことから、熟睡感のある良質な深い睡眠が得られ、睡眠状態が改善されたものと考えられます。



40歳未満運転士(n=配付前 170、配付後 175) / 40歳以上運転士(n=配付前 117、配付後 112)

†: p < .10 * : p < .05 ** : p < .01

※1 変化に有意差のあった眠気・睡眠状態のみ掲載

※2 回答率 = 眠気・睡眠状態が「ある」と回答した人数 ÷ 調査対象者数

図3 試作版配付による眠気・睡眠状態の変化

4 まとめ

今回の調査より、多くの運転士が試作版を活用して眠気防止効果を感じたこと、また眠気防止対策の実施が促進されたこと、さらに運転中の眠気予防や睡眠状態が改善されるなど、「眠気防止ガイドライン」配付による一定の効果が認められました。

今後、試作版への改善意見等を踏まえて修正を加えて「眠気防止ガイドライン」の正式版としてまとめ、全ての運転士へ配付することを目指します。また、眠気に関する調査を継続して行い、他の眠気を引き起こす要因へも視野を広げて研究を進めていきます。

7 運転士の視覚・聴覚の注意配分に関する研究

上田 真由子 臼井 伸之介*

*大阪大学大学院 人間科学研究科

1 目的

本研究では、列車運転中、自分に直接関係のない無線連絡を受信した場合の運転士の注意特性を検討しています。昨年度に行った『運転士の無線受信時等における注意特性に関する研究』では、「運転士は無線連絡に対して自動的に注意をひきつけられる」ということがわかりました。

今回は、更に分析を進め、時間が経過するにつれて、無線連絡に対する注意はどのように変化するのかを運転士と大学生を比較して調べました。

2 内容

(1) 19年度の研究内容

(ア) 実験協力者

運転士：現役運転士 45 名

(平均年齢：26.6 歳、

運転士経験年数：2ヶ月～10年8ヶ月)

大学生：20 名

(平均年齢：21.5 歳、運転士経験年数：なし)

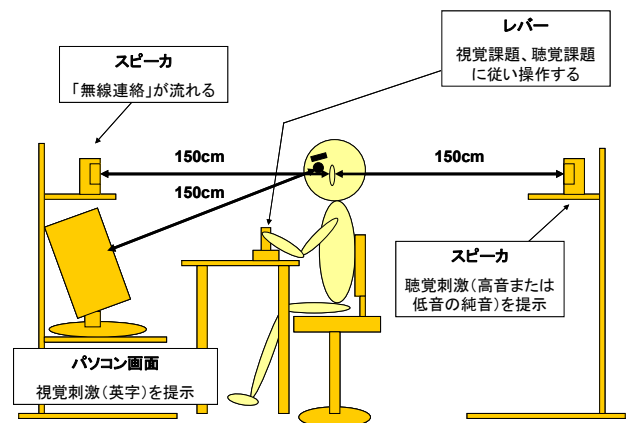


図1 器具配置 (一例)

(イ) 実験内容

実験協力者に、スピーカーから流れる無線連絡を無視しながら、視覚課題と聴覚課題を同時に行うよう指示した実験を行いました (図1)。無線連絡、視覚課題、聴覚課題、再認課題の内容は次の通りです。

視覚課題：さまざまな英字がパソコン画面上に連続的に提示される。その中で「X」が提示されたらできるだけ速くボタンを押す

⇒「常に前方を監視する必要がある運転士の視覚的作業」を簡素化したもの

- 聴覚課題：①「ピッ」という短い高音・低音のいずれかがスピーカから断続的に流れる。その度にできるだけ速く高低判断を行う
②高音・低音に関わらず、「ピッ」という音が、1課題が終わるまでに何回出てきたかを数え続ける
⇒無線連絡に対して耳を傾けないように「心がける」状況を強制的に設定するためのもの

無線連絡：本研究では無線連絡を重要度別に「通告：重要度大」「指示：重要度中」「情報連絡：重要度小」「報告依頼：重要度大」の4種類に分類しました

再認課題：実験終了後、予告せずに無線連絡の内容に関して覚えている項目（駅名・指令員名・内容）にチェックを入れさせる

(ウ) 19年度の結果

直接関係のない無線連絡に対する運転士の注意特性に関して、以下のことがわかりました。

- ・運転士は重要な無線連絡については自動的に注意をひきつけられる
- ・運転士は重要な無線連絡に関する駅名を自動的に記憶する

(2) 20年度の研究内容

(ア) 運転士と大学生の比較（視覚課題反応時間全体平均）

本年度は、昨年度のデータを用い、更に分析を深めました。今回の実験では、1回の課題が約5分間となっていました。そこで、時間経過に伴って、反応時間がどのように変化するかを検討しました。

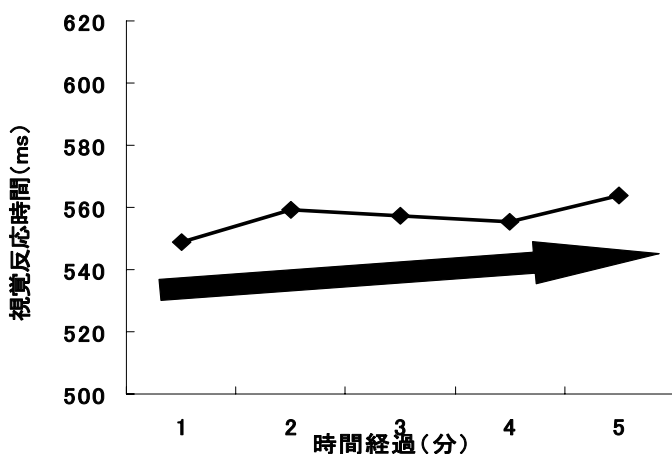


図2 運転士の視覚課題の結果 (ms)

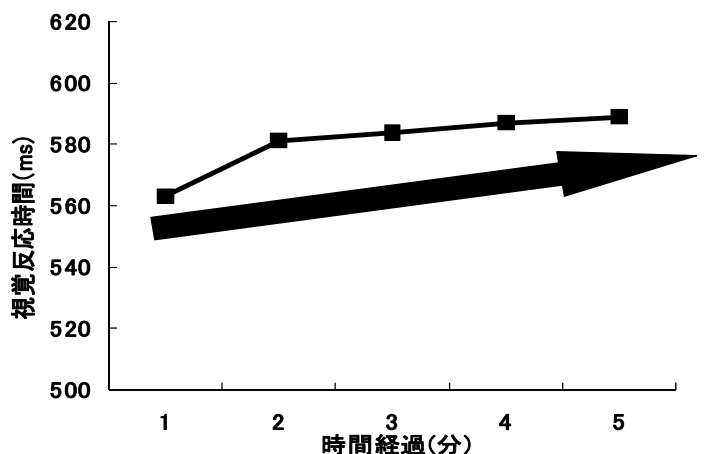


図3 大学生の視覚課題の結果 (ms)

図2・図3は、視覚課題に対する各実験協力者の反応時間です。縦軸が視覚課題に対する反応時間（単位はms（ミリ秒））です。また、横軸は1分毎の時間経過を表しています。たとえば、「1」とは、実験開始から1分までの視覚課題平均反応時間を表しており、「5」とは、4分以降から課題終了までの平均反応時間を表しています。以降の図も同様の視覚課題の結果を表しています。

運転士・大学生共に時間が経つにつれて視覚課題に対する反応が遅延する傾向が見られました。つまり、時間経過と共に少しずつ疲労が生じているようです。ただし、これは、どのような作業を行っても見られる一般的な人間の特性です。

また、運転士は大学生と比較すると、右上がりの傾きがやや小さくなっていることから、大学生よりも時間経過による疲労の影響が小さかったようです。

(イ) 運転士と大学生の比較（無線連絡の種類ごとの視覚課題反応時間）

次に、無線連絡の種類別で反応時間が変化するのかどうかを運転士と大学生で比較しました。

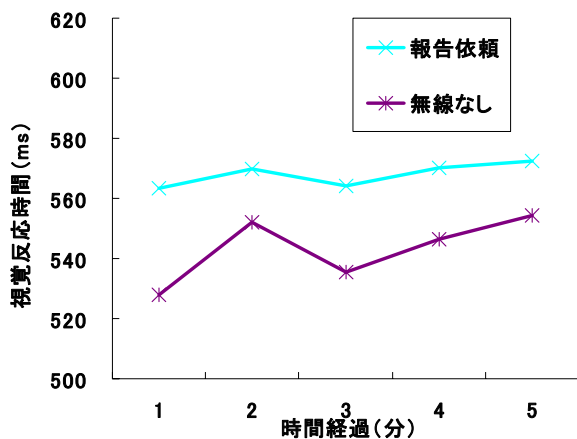


図4は、運転士の視覚課題に対する反応時間を、背景音として流した無線連絡の種類別で見たものです。

統計的な分析を行ったところ、報告依頼という重要な無線連絡が流れると反応時間が長くなることが多いことがわかりました。

図4 運転士の無線連絡の種類別の視覚課題の結果 (ms)

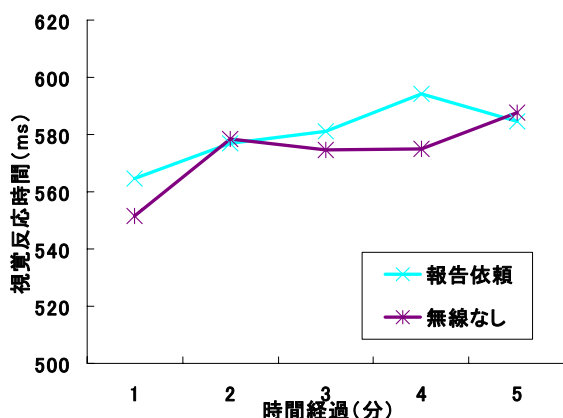


図5は、大学生の視覚課題に対する反応時間を、背景音として流した無線連絡の種類別で見たものです。

統計的な分析を行ったところ、無線連絡の有無で反応時間に違いがないことが明らかになりました。

図5 大学生の無線連絡の種類別の視覚課題の結果 (ms)

以上の分析から表1のことがわかりました。

表1 運転士と大学生の注意特性の違い

	運転士	大学生
①	時間経過に伴う、反応遅延の影響が小さい(図2)	時間経過に伴い、視覚反応時間が長くなる(図3)
②	時間経過に伴って、注意をひく無線連絡の種類が変化する(図4)	いつでも無線連絡は無視できる(図5)

今回の研究目的上、特に大事な結果は運転士と大学生間の②の違いです。これは運転士経験の有無が原因といえます。

(ウ) 運転士の経験年数による比較(視覚課題反応時間全体平均)

実験に参加した運転士の運転経験年数によって、統計的な分析を行った結果、初任者群(3年以下経験群)と中堅者群(3年超経験群)に分割でき、経験年数によって無線連絡に対する注意特性が異なることがわかりました。

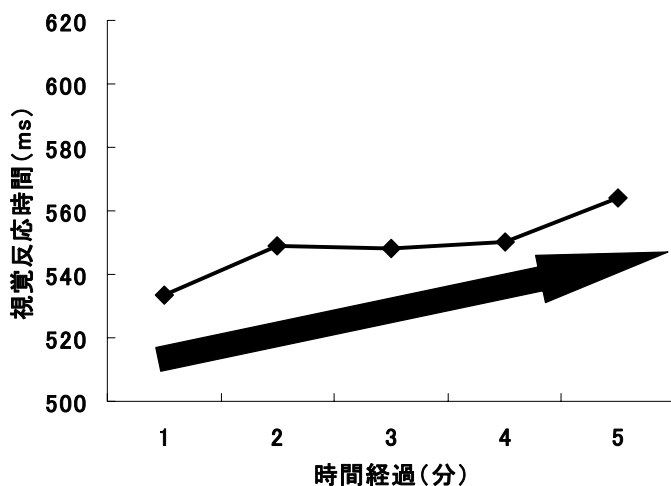


図6は、初任者群の視覚課題の結果です。図3の大学生の結果と比較すると、全体的な反応は速いですが、その右上がりの折れ線グラフの傾きは同程度だといえます。

つまり、時間経過による疲労の影響は大学生と同様に生じていることがわかりました。

図6 初任者群の無線連絡の種類別の視覚課題の結果 (ms)

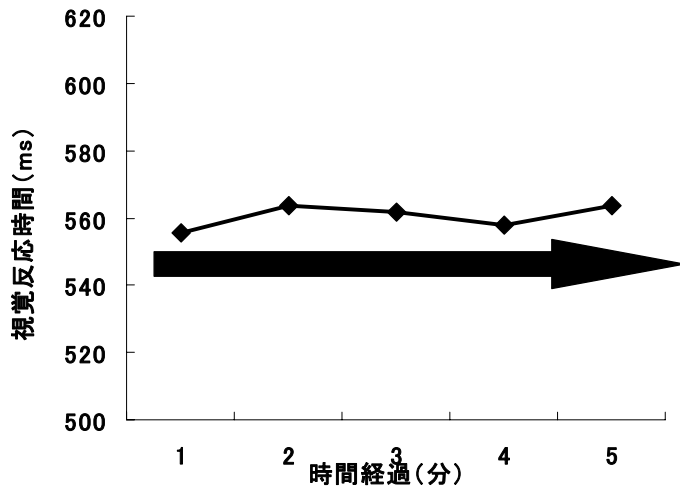


図7 中堅者群の無線連絡の種類別の視覚課題の結果 (ms)

図7は、中堅者群の視覚課題の結果です。図6の初任者群の結果と比較すると、時間が経過しても折れ線グラフは右上がりになっていません。

疲労の影響は中堅者群では表れにくいようです。

(エ) 運転士の経験年数による比較 (無線連絡の種類ごとの視覚課題反応時間)

同じく、無線連絡の種類別で反応時間が変化するのかどうかを初任者群と中堅者群で比較しました。

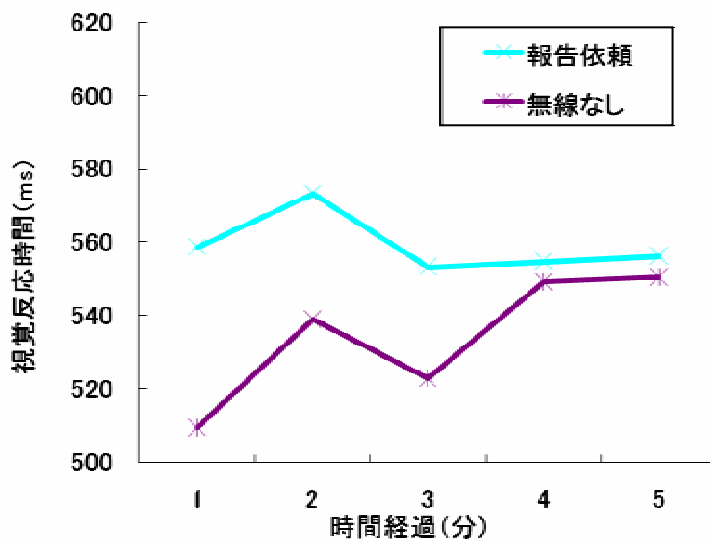


図8 初任者群の無線連絡の種類別の視覚課題の結果 (ms)

図8は、初任者群の視覚課題に対する反応時間を、無線連絡の種類別で見たものです。

統計的な分析を行ったところ、1分目は重要な無線連絡である報告依頼が流れたとき、反応が遅延するという結果になった一方、2分目以降は無線連絡の種類による反応時間の違いはありませんでした。

つまり、最初は重要な無線連絡へ注意がひかれるが、全体の傾向としては大学生と同様であると考えられます。

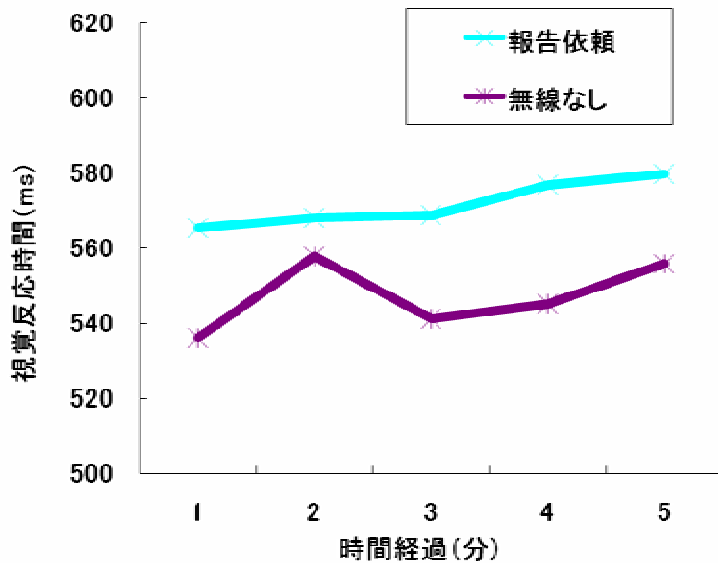


図 9 は、中堅者群の視覚課題に対する反応時間を、無線連絡の種類別で見たものです。統計的な分析を行ったところ、初任者群とは異なり、経過時間に関わらず、前方から報告依頼という重要な無線連絡が聞こえると、常に反応時間が長くなることがわかりました。

図 9 中堅者群の無線連絡の種類別の視覚課題の結果

このような分析から、表 2 のことがわかりました。

表 2 初任者群と中堅者群の注意特性の違い

	初任者群	中堅者群
①	時間経過に伴い、視覚反応時間が長くなる (図 6)	時間が経過しても、反応遅延が見られない (図 7)
②	一時的に重要な無線連絡に注意をひきつけられる (図 8)	時間経過に関らず、常に重要な無線連絡に注意をひきつけられる (図 9)

①の違いは、運転経験を積むことによって、ある一定水準の注意を長時間保つことができるようになった結果だと考えられます。また、②の結果は、無線連絡に何度も触れることで、自然にその重要性の大小を区別できるようになったことが原因と考えられます。

6 まとめ

本研究の結果、次のことがわかりました。

- ・ 運転士は直接関係のない無線連絡であっても自動的に注意をひかれる一方で、経験を積むことによって時間経過による反応遅延の影響が小さくなる
- ・ 運転経験年数によっても、無線連絡に対する注意特性は異なる

今後は、このような注意特性が実際の運転作業に対してどのような影響を及ぼすのかを検討していく必要があります。

※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。

8 ワンマンドア開閉スイッチ 誤扱い防止に関する研究

杉本 守久

1 目的

鉄道における運転操作エラーの中から、運転士が運転室内で発生させている運転事故をヒューマンファクターの観点から分析し、エラーが発生し難いヒューマンインタフェースの構築を目指し、研究を推進しています。

ワンマン列車運転士が「ホームが無い側のドア（例：左側ホームで右ドア）を開けてしまう」といったヒューマンエラー（誤扱い）について、「なぜ、誤扱いをしてしまうのか」「どのような状況で発生しやすいのか」を実験的研究により分析し、ワンマンドア開閉スイッチ誤扱い防止策を提言することを目的としています。

2 内容

(1) 平成 19 年度の研究内容と結果

平成 16 年 4 月から平成 19 年 3 月までに発生したドア誤扱いに関する事故は、乗務員別に運転士 23 件、車掌 13 件でした。

詳細を見ると、運転士 23 件の事故の中でもワンマン運転士によるドア誤扱いが 14 件発生しており、運転士によるドア誤扱い関係事故の 61%を占めています。

そこで、ドア誤扱いの発生要因を解明するため、関係者へのヒアリング、仮説の設定および実験による検証を行いました。

結果、ホーム左右の組合せについては、それぞれの組合せで有意差は認められず、誤扱い発生に影響しているとはいえませんでした。

図 1 に示す 2 種類のスイッチ形状については図 2 のとおり、押しボタンスイッチがトグルスイッチに比べて、有意に誤扱いが少ない結果となりました。 $(P < 0.01)$

また、実験での行動観察から左・右のスイッチ



図 1 押しボタンスイッチとトグルスイッチ

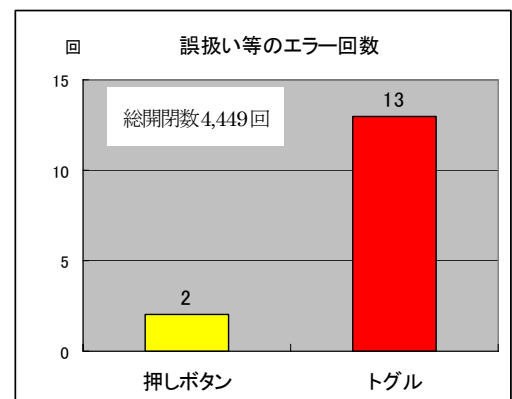


図 2 スイッチ別エラー発生比較

を操作する場面で、操作する左右の手の使い方が誤扱い発生に影響している可能性が示唆されたことから、平成20年度はドア開閉スイッチ誤扱いの要因分類で明らかになった「お客様からの問合せ対応（接客対応）」と併せ、その影響を検証しました。

(2) 左右手の使い方における誤扱い発生実験

19年度の実験結果では、左右のスイッチを操作する左右の手の使い方による誤扱いなど（逆スイッチ操作・接触・行きかけ）の発生回数は、図3に示すとおりでした。この結果を更に検証するため、次のとおり実験を実施しました。

ア 実験装置

実験装置は、図4に示す課題を提示するパソコンとドア開閉スイッチに相当する左右スイッチ箱で構成しました。

イ 実験方法

実験協力者に主課題であるパソコン画面からホームの方向に相当するランドルト環（視力検査で使用するCマーク 左は○・右は○）を提示し、その方向のスイッチを扱った際の誤扱いを条件間で比較する実験としました。

また、左右の手の使い方を統制するほかに、提示された左右方向をより意識付けするために、指差・喚呼を組み合わせた以下の4条件としました。

条件1 左右のスイッチ扱いとも片手（利き手）のみで行う（指差・喚呼なし）。

条件2 左のスイッチ扱いは左手、右のスイッチ扱いは右手（指差・喚呼なし）。

条件3 片手（利き手）で指差・喚呼を行った後、左右のスイッチ扱いとも片手（利き手）のみで行う。

条件4 左のスイッチ扱いは左手で指差・喚呼を行った後、左手で行う。

右のスイッチ扱いは右手で指差・喚呼を行った後、右手で行う。

併せて、本実験では副課題を課すことにより実験協力者へ負荷かけました。この副課題は、2つの2桁の数字について和を求める暗算（3桁への繰り上がりなし）としました。

なお、評価項目はスイッチ操作誤扱い発生確率と副課題の暗算不正解率としました。

ウ 実験手続き

1 試行の流れは、まずパソコン画面に試行の合間に表示される図5(a)の「+」画面が3秒間現れるので、実験協力者は図6(a)のように両手を膝の上において待機（基

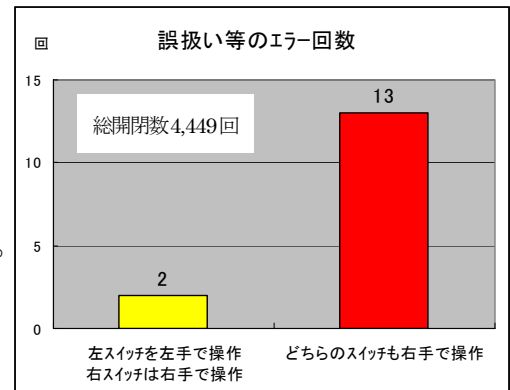


図3 手の使い方による誤扱い発生比較



図4 使用したパソコンとスイッチ箱

本姿勢) します。次に図5 (b) 方向画面により主課題であるランドルト環が2秒間表示されるので、提示された方向 (左または右) を覚えます。この時、指差・喚呼を行う条件では、図6 (b) のように指差・喚呼を行い、腕を伸ばした状態を保持します。次に方向画面が消えて図5 (c) の数字画面による副課題 (暗算課題) が最大8秒間表示されるので、実験協力者は暗算を行い答えが出た時点で、図6 (c) のようにスイッチを扱います。その後、基本姿勢に戻してから暗算結果を口頭で答えます。スイッチを扱った段階でパソコン画面は数字画面から「+」画面に切り替わり、同様の試行が繰り返されます。



図5 パソコンに表示される画面



図6 実験協力者の動作

エ 実験協力者

実験協力者は、一般から募集した82名 (男性45名、女性37名) で、年齢は運転士とほぼ同年齢となる19歳から61歳としました。

オ 結果

実験協力者82名の延べ試行回数、スイッチ操作の誤扱い数および副課題として与えた暗算の不正解数を表1に示します。

表1 試行回数・スイッチ操作誤扱い数・暗算不正解数

条件	手の扱い	指差喚呼	試行回数	スイッチ操作誤扱い数	暗算不正解数
1	片手	なし	8,200	14	87
2	両手	なし	8,200	16	97
3	片手	あり	8,200	7	97
4	両手	あり	8,200	0	125
合計			32,800	37	406

各条件とも試行回数は8,200回、全試行回数は32,800回でした。また、左右押し間違いによるスイッチ誤扱い操作は、全試行32,800回に対して37件(0.11%)発生しました。

発生確率の条件別比較を図7に示します。誤扱い発生確率は、条件4と条件1、条件2および条件3の条件間で有意差が見られました($p < 0.05$)。

これより「両手」と「指差・喚呼」の組み合わせ、条件4で誤扱いが減少することが示唆されました。

副課題として与えた暗算の不正解は、全試行32,800回に対し406件(1.24%)でした(表1)。

暗算不正解率の条件別比較を図8に示します。暗算不正解率では条件1と条件4の間に有意差が見られました($p < 0.05$)。これにより、スイッチ操作の誤扱い数は「両手」と「指差・喚呼」を組み合わせさせた条件4が圧倒的に少ない結果(発生なし)でしたが、副課題の暗算不正解率は最も高い結果となりました。

このことから、条件4ではスイッチ操作に注意が高く配分されていると考えられます。

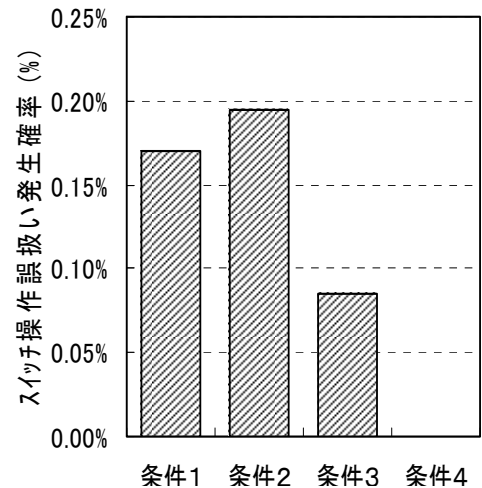


図7 スイッチ操作誤扱い発生確率の比較

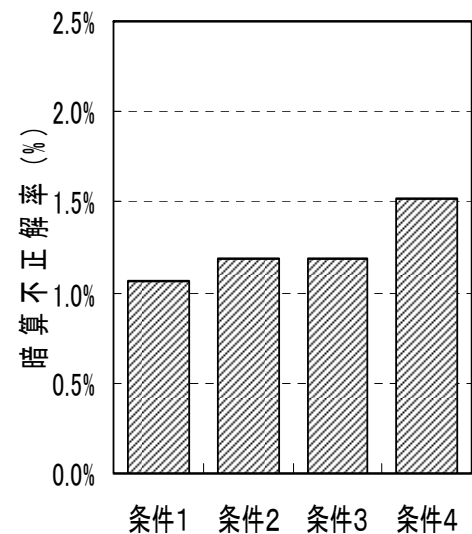


図8 暗算不正解率の比較

(3) 接客対応による誤扱い発生実験

運転中に発生しているお客様からの問合せについて、運転士は運転中に接客することが無いよう指導されています。しかし、現状は様々なタイミング(駅間走行中や駅停車直後など)で種々内容についての話しかけが発生している現状を鑑み、接客対応がドア開閉スイッチ誤扱いに影響を与えるのかについて検証しました。

ア 実験装置

実験装置は、図9に示す在来線運転訓練用シミュレータ(各運転関係区所に配備されている汎用品)に、120形気動車用ワンマンドア開閉スイッチを配置した仕様としました。

イ 実験方法

- ・実験行路の駅数は14駅(1周7駅×2ループ)



図9 在来線運転訓練用シミュレータ

- ・ 1 行路の運転時間は 36 分 30 秒
- ・ ホーム左右の組合せは、図 10 に示す左ホーム 11 駅、右ホーム 3 駅

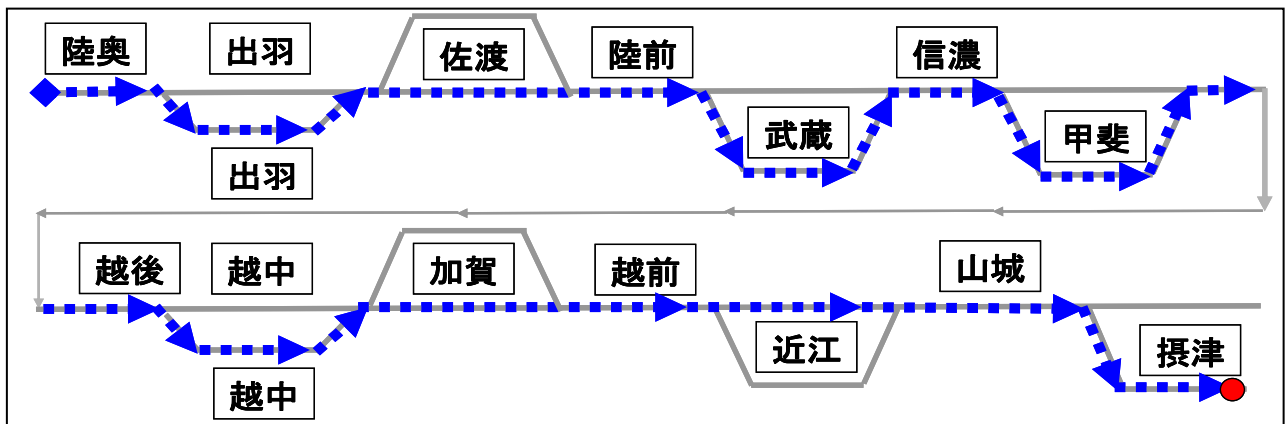


図 10 実験行路とホーム左右の組合せ

ウ 実験手続き

実験試行は 3 試行とし、営業列車運転で全ての運転士が実施している「動力車乗務員作業標準(在来線)」に従った運転を基本としました(指差・喚呼の実施)。

接客対応による影響を比較するため 1 試行は接客対応なし、残りの 2 試行は接客対応ありとしました。また、営業運転に近づけるため、駅到着時の到着遅延 30 秒ごとにブザーを 1 回鳴動させ(最大 300 秒で 10 回)、焦り・慌ての要素を付加しました。

接客課題は、運賃計算・ICOCA 有効証明書作成の 2 条件とし、発生タイミングは駅中間、駅停車位置 5m 前、駅停車直後を組合せ 9 条件としました。なお、課題は実験協力者の背後から、録音された内容をスピーカから提示する方式としました。

エ 実験協力者

現役ワンマン運転士 32 名(全て男性)の協力を得ました。年齢は 22 歳から 51 歳で、平均年齢は 32 歳でした。

オ 結果

解析対象とした駅(接客対応なし、あり共通で右ホームの出羽・越中・近江の 3 駅)におけるスイッチ操作回数、誤扱い発生数、発生確率を表 2 に、接客対応ありでの誤扱い発生数および発生確率を表 3 に示します。

表 2 スイッチ操作回数・誤扱い発生数・発生確率

条件	操作回数	誤扱い発生数	発生確率
接客なし	96	0	0.0%
接客あり	192	4	2.1%
合計	288	4	1.4%

対象駅での総ドア開閉スイッチ操作回数は 288 回で、誤扱い(手が逆スイッチに行きかけたケース)が 4 件(1.4%)発生しましたが、各条件間に有意差はありませんでした($p < 0.05$)。

よって、今回の実験試行では、接客対応の有無がワンマンドア開閉スイッチ誤扱い発生に対する影響は小さい結果となりました。

3 結果

表3 接客あり誤扱い発生数・発生確率

(1) 左右の手の使い方は、対応するスイッチ側の手（左スイッチは左手、右スイッチは右手）を使うと共に、その手で指差・喚呼を実施すると、誤扱いが減少することが示唆されました。

接客課題×タイミング	操作回数	誤扱い発生数	発生確率
運賃計算×駅中間	32	0	0.0%
運賃計算×駅停車5m前	32	1	3.1%
運賃計算×駅停車直後	32	1	3.1%
I COCA×駅中間	32	0	0.0%
I COCA×駅停車5m前	32	1	3.1%
I COCA×駅停車直後	32	1	3.1%

(2) 接客対応の影響については、最終的な逆ドア開扉といった誤扱いの発生を見ませんでした。

また、統計処理の結論としては、接客の有無およびタイミングともドア誤扱いに対する影響は小さい結果となりましたが、数回の逆ドア開スイッチに手が行きかけた事象が発生していることから、実験試行回数を増やした場合に、影響がないとは言えない可能性が残りました。

4 まとめ

本研究は、乗務員をとりまくヒューマンインタフェースに関する研究として、ワンマン運転士のドア誤扱い防止策提言を目指し、その要因解明に取り組んできました。

研究成果として、ワンマン線区におけるホーム左右の組合せ単独での影響は小さく、ワンマンドア開閉スイッチでは、トグルスイッチより押しボタンスイッチの方が誤扱い防止上、優れている結果となりました。

また、ワンマンドア開閉スイッチを操作する手の使い方については、左右ホームに対応した左右の手でホームを指差・喚呼し、その手でスイッチを操作する組み合わせで誤扱いが減少することが示唆されました。

お客様からの問合せ（接客対応）については、接客内容および問合せ発生タイミングのそれぞれの組み合わせにおいて、影響は小さい結果となりました。しかし、実験試行回数を増やすことで、影響が大きくなる可能性を残しています。

以上で本研究テーマの最終報告としますが、今後は本研究で得られた知見のもと、更なるインタフェースの最適化を目指して、「操作しやすい運転台の開発」研究に取り組み、次世代の近郊・普通型車両の運転台開発に反映して行きたいと考えています。

【参考文献】

- ・ 杉本守久、島宗亮平、小美濃幸司、ワンマンドア開閉スイッチ誤扱い防止に関する研究、鉄道技術連合シンポジウム講演論文集、pp239-242、2008

9 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

石上 寛 高須 洋

1 目的

新幹線保守用車には、現在5種類の保安装置が装備されています。しかし、それぞれが独立した構造になっていて、個別に監視・操作する必要があるため、本来の運転操作に支障を来たしかねない状況となっています。この研究では、人間工学の視点から、保安装置の表示部分をモニタ画面上に一元的に表示する際に、どのような画面デザインが操作性や視認性に優れているのかを検証するために、3種類の画面デザインを比較する実験を行いました。

2 内容

(1) 平成19年度の研究内容と結果

① 実験・アンケート

当社の本社社員27名を実験協力者として、3種類の保安装置が突発的かつ連続的に動作することに対して、確認行為やブレーキ操作等によって応答する課題を設定し、応答時間(秒)とエラー率(%)で評価を行いました。また、実験終了後に画面デザインの評価を行うアンケートを行いました。

② 画面デザイン

ア 画面A (現行模擬型)

現在の新幹線保守用車に装備されている5種類の独立した保安装置の表示部分をそのままモニタ上に再現したものです(図1)。



図1 画面A



図2 画面B



図3 画面C

① 運転走行情報	② 線区設定 接近情報
③ 保安にかかわる 警報・操作指示情報	④ 故障情報

図4 画面Cの概念

イ 画面B (現行改良型)

画面Aの5種類の独立した保安装置の表示部分を改良したものです (図2)。

ウ 画面C (機能整理型)

現在の保安装置系統にこだわらない機能整理型の画面です (図3)。具体的には保安機能にかかわる情報を4つに分け、これらを画面上で図4のように空間的に分離しレイアウトしました。

③ 実験結果

警報音鳴動から行為開始までの応答時間とエラー率による評価では、画面Cが最も優れていると言えました。

④ アンケートの評価

画面毎に全質問の平均値を算出した結果を表1に示します。アンケートは5段階評価を行いました。「5」に近いほうが高い評価で、「1」に近いほうが低い評価となります。この結果からアンケートでの評価は、画面C、B、Aの順に高いことがわかりました。

⑤ 総合評価

実験による評価も、アンケートによる評価も、画面C、B、Aの順に評価が高い結果となりました。以上のことから、画面Cが最も操作性・視認性に優れていると言えます。

表1 各画面のアンケート評価の平均値

画面A	画面B	画面C
2.1	3.7	4.3

(2) 今年度の内容

今年度は、現役の保守用車オペレータを実験協力者として昨年度と同様の実験を実施しました。

① 実験協力者

新幹線保守用車の運転業務を担っている株式会社レールテックの社員 10 名を実験協力者としました。

② 実験課題

ア 運転課題

マスコン^(注1)を操作して、速度計が実験室に設置されたスクリーンに提示される指定速度と一致するよう運転操作する課題です。

イ デッドマン^(注2)確認課題

20 秒以内の間隔でデッドマン確認ボタンを押す課題です。

ウ 保安装置確認課題

接近警報^(注3)課題（以下、「接近課題」という。）、ATS^(注4)確認課題（以下、「ATS課題」という。）、衝突防止^(注5)確認課題（以下、「突防課題」という。）の3種類の課題で構成されています。

これら3種類の保安装置が突発的かつ連続的に動作することに対して、確認行為やブレーキ操作等によって応答する課題です。いずれもモニタ画面上に情報が提示されます。

3 結果

(1) 実験結果

警報音鳴動から行為開始までの応答時間とエラー率のグラフを図5、6に示します。ここで応答時間とは、警報音が鳴動してから定められた操作を行い始めるまでの時間を意味します。エラーとは、定められた操作以外のことを行ったときや、操作が遅れてしまったために非常ブレーキが動作してしまったときを意味します。この結果では、昨年度の研究と同様に画面Cが最も優れていると言えます。

(2) アンケート結果

① アンケートの個別評価

アンケートの質問項目とその回答の平均値を表2に示します。

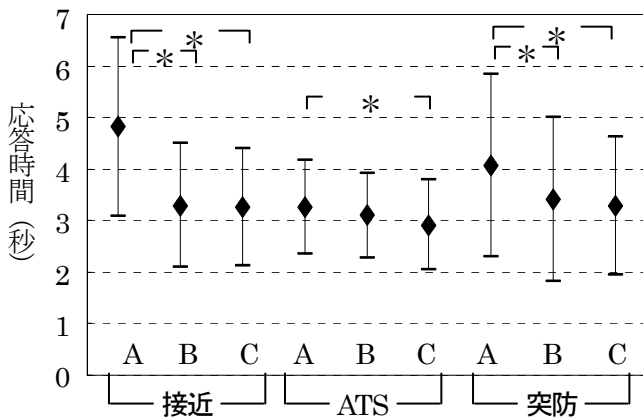


図5 各課題の応答時間

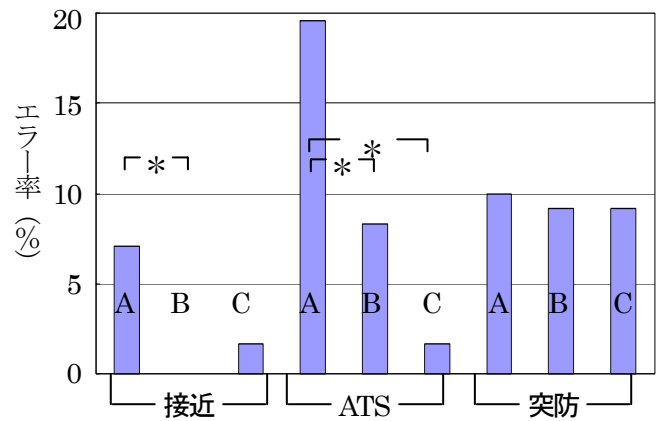


図6 各課題のエラー率

質問10の「すぐに適切な行動がとれたか」では画面A、B、Cの順に評価が高く、昨年度とは全く異なる結果となりました。これは、現役のオペレータにとっては、現行のインタフェースの方が使い慣れている、主観的には、画面Aの方が適切な行動が取れたと思えたことによる評価だと考えられます。

質問11の離隔距離表示の有用性は、画面Bで3.9、画面Cで3.8でした。本実験では、離隔距離表示からの情報を必要とする課題を設定しなかったため、これは、画面デザインとしての評価ではなく、日常業務における離隔距離表示の必要性から出た評価だと考えられます。

質問12のカウントダウン表示の有用性は画面Bのみの評価ですが、3.4と比較的高いことがわかりましたが、実用場面でのカウントダウン表示の採用については、今後さらに検討する必要があります。

本研究では、画面Aを現行保安装置とみなして研究を進めてきましたが、実際に、画面Aを実際の保安装置の操作盤としてみなして良いかについてアンケートを行いました。4段階評価（1：できている、2：ややできている、3：ややできていない、4：できていない）で1.7となり、画面Aを現行保安装置とみなしても問題ないことがわかりました。

② アンケートの総合評価

昨年度のアンケート結果では、全ての質問項目において画面Cの評価が高い結果となりましたが、今年度は、画面Cの評価が低い結果となったものがありました。

画面毎に全質問の平均値を算出しました。結果を表3に示します。なお、質問11、12は除外しました。この結果からアンケートの総合評価は、画面C、B、Aの順に高いことがわかりました。

表2 アンケートの質問項目とその回答の平均値

番号	質問内容	装置	画面 A	画面 B	画面 C
1	操作のしやすさ	—	2.4	3.4	3.3
2	画面の見やすさ	—	3.0	3.3	3.7
3	色使い	—	3.1	2.4	3.2
4	ボタンの押しやすさ	—	2.2	3.4	3.7
5	表示類の配置の見やすさ	—	3.0	2.9	3.3
6	注意喚起の配色の目立ち具合	—	2.2	2.9	3.8
7	警報時の色変化のわかりやすさ	接近	2.1	3.5	3.9
		突防	2.3	3.4	3.8
		ATS	2.3	3.2	3.9
8	何が起きているか理解できたか	接近	2.1	3.8	4.1
		突防	2.3	3.9	3.8
		ATS	2.5	3.5	4.0
9	何をすべきか理解できたか	接近	3.3	3.4	3.6
		突防	3.2	3.3	3.2
		ATS	3.0	3.2	3.5
10	すぐに適切な行動がとれたか	接近	3.0	2.4	2.2
		突防	3.1	2.8	2.5
		ATS	3.1	3.0	2.6
11	離隔距離表示の有用性	—	—	3.9	3.8
12	カウントダウン表示の有用性	—	—	3.4	—

質問に対する選択肢(1:悪い、2:やや悪い、3:普通、4:やや良い、5:良い)

表3 各画面のアンケート評価の平均値

画面 A	画面 B	画面 C
2.7	3.2	3.5

(3) 総合評価

実験による評価も、アンケートによる総合評価も、画面C、B、Aの順に評価が高い結果となりました。以上のことから、画面Cが最も操作性・視認性に優れていると言えます。

なお、実験結果では画面C、B、Aの順に高い評価でしたが、質問10の「すぐに適切な行動がとれたか」では、画面A、B、Cの順に評価が高いという客観評価と主観評価とは全く異なる評価になりました。画面Cについては、実際には適切な行動を「とれている」のに、主観的には「とれていない」と感じているのは、画面Aに対する慣れの影響と思われる。

4 まとめ

現役オペレータを実験協力者として実施した実験とアンケートの結果が、昨年度と同様に機能整理型の画面Cが最も高い評価となりましたので、今後の画面デザイン改善は、画面Cの機能整理型を基本として、新しい保安装置の持つ機能面を考慮しながら検討を進めていきます。

本研究は、実験室内での実験でしたので、今後は、本研究で得られた知見を基礎として、さらに操作性・視認性の優れた画面デザインを検討していくとともに、実車による実験や検証を行うことで、より実用性の高い画面デザインの構築を目指していきます。

【注】

- (1) マスコン：列車の力行・惰行を制御するスイッチであり、自動車のアクセルに相当します。ここでは、アクセル・ブレーキ機能をまとめた制御器を簡易マスコンとしました。
- (2) デッドマン：保守用車移動中のオペレータの異常状態検知装置であり、一定時間内に確認ボタンからの入力がない場合は、異常とみなして制動をかける制御を行います。
- (3) 接近警報：正式名称は「保守用車接近警報装置」。新幹線保守用車間の追突、線路閉鎖区間及び駅への冒進、並びに沿線作業者の触車等を防止するための装置です。本研究では、新幹線保守用車間の追突、線路閉鎖区間及び駅への冒進を防止する機能について再現しています。
- (4) ATS：正式名称は「保守用車自動停止装置」。保守用車が駅構内において分岐器の割り出し方向に侵入した場合に、分岐器の手前で保守用車を自動的に一旦停止させる装置です。
- (5) 衝突防止：正式名称は「新幹線保守用車衝突防止装置」。保守用車同士の衝突・追突事故を防止するために、保守用車を自動的に一旦停止させる装置です。

10 ヒューマンファクターの 知識浸透のための取り組み

高須 洋

1 目的

鉄道における事故の多くは、ヒューマンエラーに起因しており、これを防止するには社員一人ひとりがヒューマンファクターに対する理解を深めることが必要です。そこで、安全研究所では、社員がヒューマンファクターに対する理解を深めるための取組みとして、鉄道の事例を用いた教材「事例でわかるヒューマンファクター」(図1, 2)を制作しました。また、安全研究所の研究員がこの教材を用いて、現場やグループ会社で開催される事故防止のための会議や安全に関する研修に出向き、各現場の実情に応じた出前講義を実施しています。



図1 教材「事例でわかるヒューマンファクター」

2 内容

(1) 出前講義

一口にヒューマンファクターと言っても、知っておくべき事柄や活用方法は、鉄道の各系統によって異なります。そこで、安全研究所では、各系統出身の研究員が、それぞれの系統に合わせた講義の基本プログラムを作成しています。さらに、要請のあった職場のニーズを事前に把握し、出前講義を実施しています。

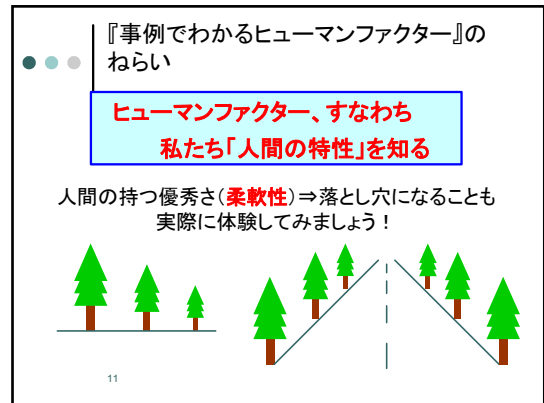


図2 教材の一部(見開き)

また、出前講義では、ヒューマンファクターの概念を広く知ってもらうために、講師からの一方的な説明を避け、受講者が考えながら参加できるような内容となるように工夫しています。また、最近では、安全研究所の成果も織り交ぜて講義を実施しています(図3)。

(2) 社内研修

新入社員の研修カリキュラムにヒューマンファクターに関する項目を入れるとともに、新任現場長研修や新任助役係長研修等の社内の階層別研修に安全研究所から講師を派遣し、ヒューマンファクター研修を実施しています。研修ではこの教材を活用し、それぞれの階層に応じたヒューマンファクターの考え方や活用方法について講義しています。



(3) ヒューマンファクター講演

広く社会に貢献することを目的として、社内・グループ会社のほかにも社外からの要請に応じて安全研究所から講師を派遣して、ヒューマンファクター講演を実施しています(図4)。

平成20年度は、ヒューマンファクター出前講義・講演を社内・社外あわせて131回実施し、約6,500の方が受講しました。

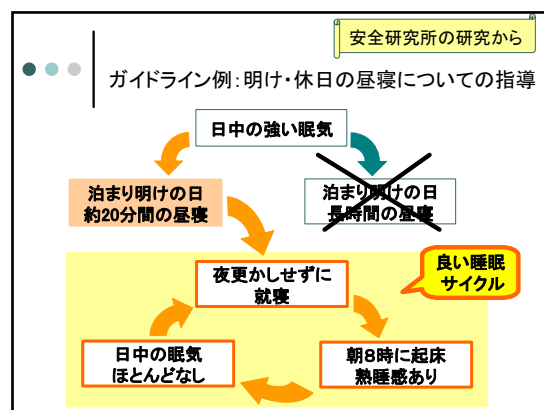


図3 出前講義のスライド例

3 まとめ

出前講義をより良いものとしていくために、講義後にアンケートを実施しています。講義の難易度については、「ちょうどよい」「やさしい」という回答が大半であり「難しい」という回答はほとんどありませんでした。これは、ヒューマンファクターをできるだけ分かりやすく説明しようという当初の狙いどおりの結果となりました。

一方で、「もっと具体的な対策を示して欲しかった」「もっと即効性のある対策を示して欲しかった」「もっと実際の事故事例を使用して欲しかった」等、実際の仕事に関する具体的な事例を望む声が多くみられました。

今後もこれらの声を汲み取り、わかりやすくするためになる出前講義を実施していきます。



図4 グループ会社での出前講義



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