

# あんけん

～研究成果レポート～

Vol.7



平成26年6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                    | 5  |
| (7) 社内各部や現場と連携している主な研究・調査活動    | 6  |
| (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 | 8  |
| (9) 社外との連携、成果の公開               | 10 |

## 2 25年度の主な成果

### -1 実務的な研究

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| (1) 運転士と車掌の連携に関する調査            | 14 |
| (2) 異常時の対処方に関する研究              | 18 |
| －鉄道版 CRM(R-CRM)の構築に向けて－        |    |
| (3) 列車運転時における警報音の適正な音量に関する研究   | 22 |
| (4) 昇降式ホーム柵設置箇所におけるお客様の乗降確認の検証 | 26 |

### -2 基礎的な研究

|                            |    |
|----------------------------|----|
| (5) ミスの連鎖の発生メカニズムに関する基礎的研究 | 32 |
| (6) 高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究   | 34 |

### -3 現場と連携した取り組み

|                      |    |
|----------------------|----|
| (7) 運転士等の眠気予防策に関する研究 | 40 |
| －生活リズムを整える取り組みの継続－   |    |

## ごあいさつ

「あんけん Vol. 7」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8年が経過し、このほど7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 26 年 6 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の反省から、当社は「人はヒューマンエラーを避けられない」「ヒューマンエラーは結果であり原因ではない」等のヒューマンファクターの知見にもとづいて安全対策を構築すべきであると認識いたしました。

さらに、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。

※ 安全研究所を紹介する動画を、当社ホームページに掲載しています。  
( <http://www.westjr.co.jp/safety/labs/movie/anzen.html> )

### (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、コンサルティング、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実務的な研究に取り組むとともに、基礎的な研究にも取り組んでまいります。

- ・「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、現場での実務に役立つ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。

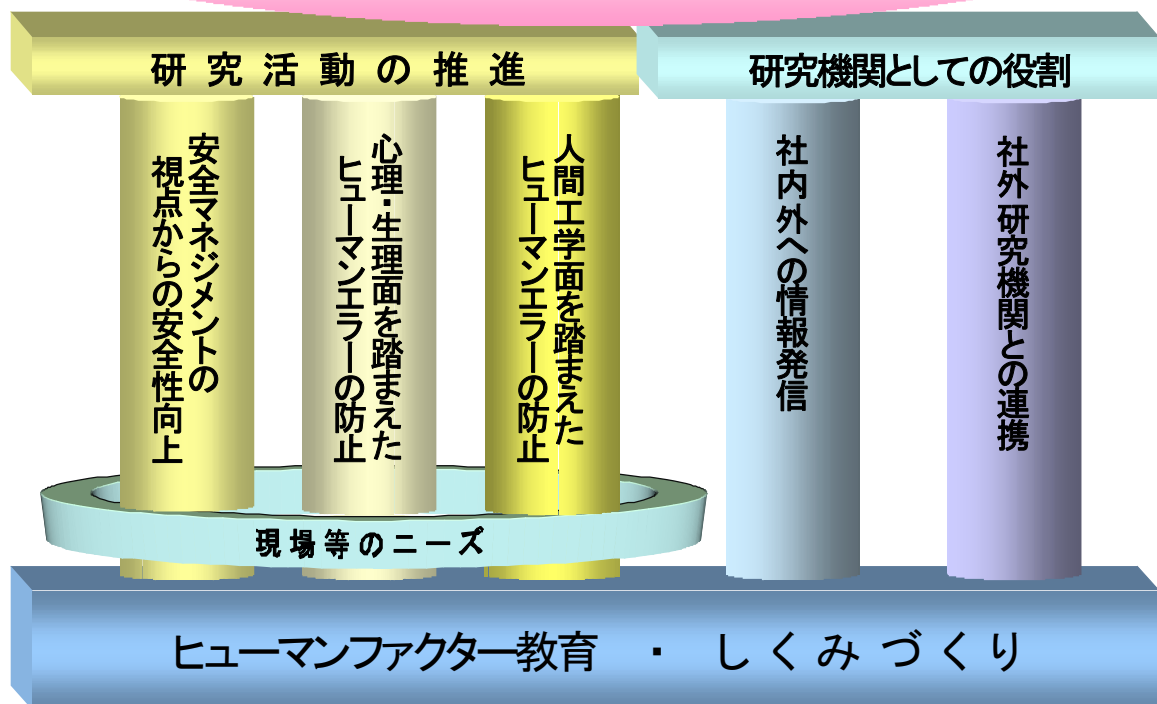
## ② 社内研究機関としての役割

- ・研究・調査成果については、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

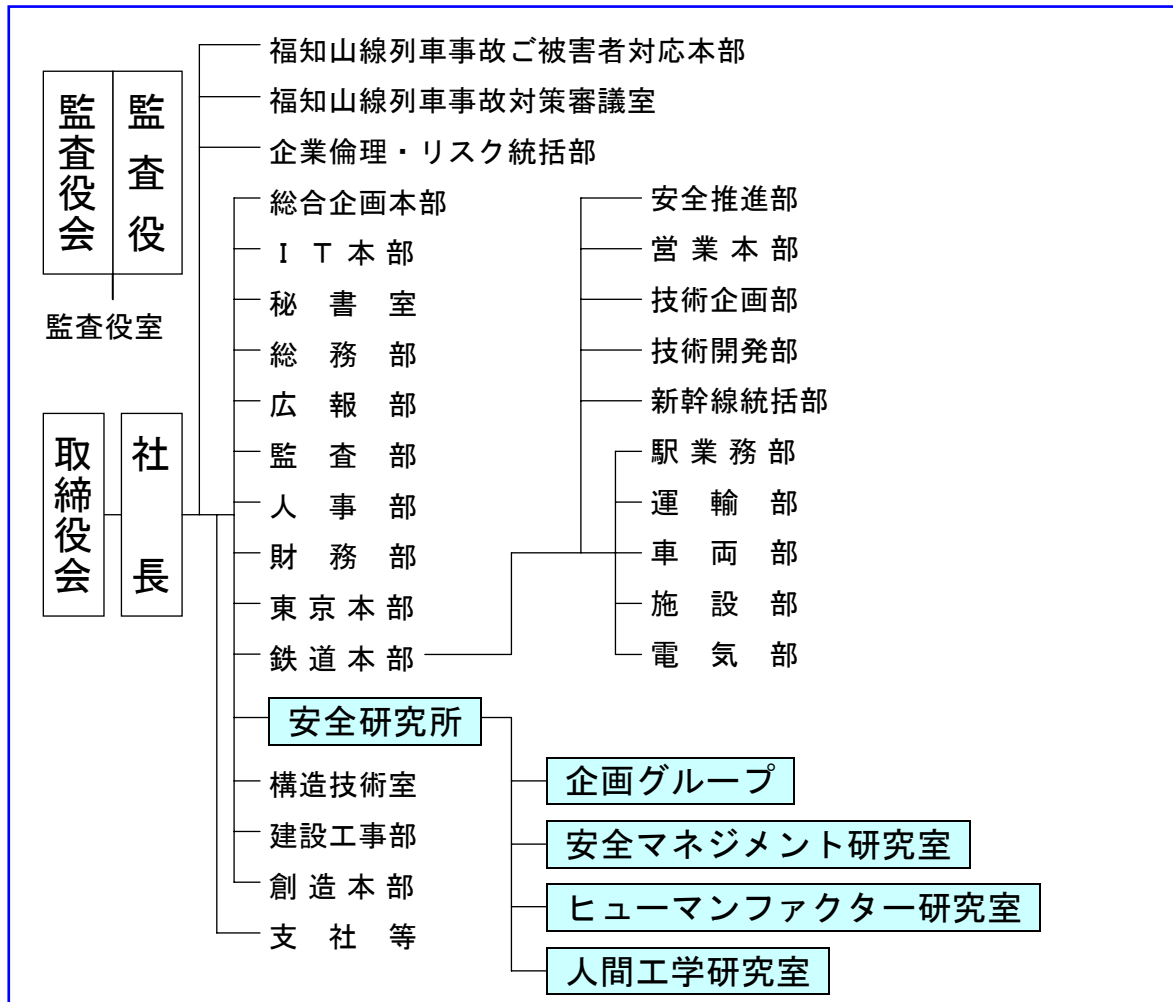


## (5) 研究の体制

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 名で研究・調査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 26 年 6 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では、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。

例えば「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 —」「昇降式ホーム柵設置箇所におけるお客様の乗降確認の検証」「ミスの連鎖の

発生メカニズムに関する基礎的研究」「高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究」などに取り組んでいます。

## 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。

例えば「運転士と車掌の連携に関する調査」「運転士等の眠気予防策に関する研究－生活リズムを整える取り組みの継続－」などに取り組んでいます。

## ③ 人間工学研究室

人間工学研究室では、機械（ハードウェア）と人間との接点であるヒューマンインタフェースに着目し、主に、乗務員室のヒューマンインタフェースに関する研究をメインに、「操作しやすい運転台に関する研究」や新幹線保守用車のオペレータを対象とした「夜間作業者の覚醒度向上に関する研究」等について調査・研究を進めています。

「操作しやすい運転台」では、より操作しやすく間違えにくい運転台を目指し、望ましい運転台の画面表示等にも取り組んでいます。平成23年度以降、実車を用いて運転時の視線計測を行い、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・研究を行っています。



運転士の視作業調査

## (7) 社内各部や現場と連携している主な研究・調査活動

安全研究所は、社内各部や現場と連携しながら研究・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. 6」をご覧ください。  
( <http://www.westjr.co.jp/security/labs/> に掲載しています。)

### ① 運転士等の眠気予防策に関する研究

「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、教育訓練等に活用しています。



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。実験で得られた知見をふまえ、乗務員宿泊所の照明器具の取り換えを行いました。

## ② 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、現場での試行を行ってきました。

上記をふまえ、より鉄道の実態に併せた「エラー回避スキル向上プログラム」を、運輸部と連携して作成し、平成25年9月から全乗務員に対して展開しています。

## ③ 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。

## ④ 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。

研究結果をマニュアルに反映し、技能講習に使用しています。

## ⑤ ワンマンドア開閉スイッチ誤扱い防止に関する研究

エラー発生の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 お客様や社会のヒューマンファクター研究

ヒューマンファクターはお客様や社会にも存在します。例えば、駅ホームからの転落事故や踏切事故は人命及び鉄道の安全運行に重大な障害を及ぼします。このような鉄道係員以外の、広く社会一般に存在するさまざまな行動に焦点を当てて、ヒューマンファクター的な視点から安全性向上に向けて対策を検討しています。

具体的には、駅ホームでのお客様の安全や、踏切視認性の向上などについて、研究・調査を進めています。

## (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。

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。

今後も、ヒューマンファクター教育を継続してまいります。

(以下の実施回数、人数、部数等は平成 26 年 3 月末の実績です。)

### ① 教材「事例でわかるヒューマンファクター」の作成

… 教材「事例でわかるヒューマンファクター」の配付及び提供

社内配付 47,160 部、社外提供 85,838 部 (H19.4~)

安全研究所では、平成 19 年 3 月末に、教材「事例でわかるヒューマンファクター」（以下、「教材」という。）を作成しました。

この教材は、「いつでも」「どこでも」「(現場第一線の社員の)だれにでも」役に立つことを目指し、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ています。

全社員に配付し、社員教育や社員の自学自習に役立っています。



② 現場の要望に応じて「出前講義」を実施

… 176 回、5,473 名 (H19.4～)

現場の求めに応じて、安全研究所の社員が現場に出向き、現場の実態に応じた内容でヒューマンファクターに関する講義を行っています。

③ 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

… 399 回、16,147 名 (H19.4～)

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、主に安全研究所の社員が講師となり、ヒューマンファクターの見方・考え方を教えています。

④ 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 (H23.9～)

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。

今後も、会社でマネジメントを行う層に対して、ヒューマンファクターのマイナス面とプラス面の両面に着目したヒューマンファクター教育を重点的に行ってまいります。

⑤ グループ会社社員へのヒューマンファクター教育

… 18 回、345 名 (H26.1～)

鉄道安全考動館で行われる安全教育に併せ、平成26年1月より約3年かけて、グループ会社の社員に対して、安全研究所の社員が講師となりヒューマンファクターの見方・考え方の基礎教育を行っています。

## (9) 社外との連携、成果の公開

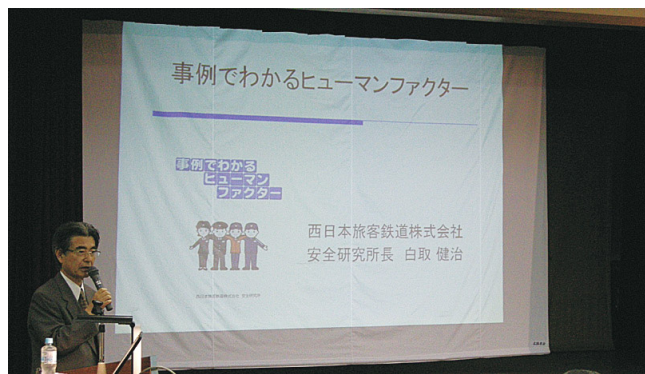
安全研究所では、設立以来「社内外との密接な連携」「研究成果の有効活用と社外公開」を安全研究所の基本方針に掲げ、積極的に社外との連携や研究成果の公表を行ってきました。

### ① 鉄道事業者等のご依頼により講演を実施

… 174回、18,663名 (H19.4～)

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」とのご要望を頂戴しています。

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、安全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。



### ② 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～<br>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<br>・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<br>・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<br>・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<br>・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<br>・指差喚呼における最適な動作・発声方法の検討                                |
| 6  | H20～<br>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<br>・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～<br>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<br>・「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<br>・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～<br>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<br>・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<br>・高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究                                 |
| 11 | H23～<br>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<br>・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～<br>24年度 | 京都大学大学院工学研究科 教授 榎木哲夫 氏<br>・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<br>・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<br>近畿大学理工学部 講師 岡田志麻 氏<br>・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<br>・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                          |
| 16 | H25年度        | 大阪大学大学院人間科学研究科 教授 臼井伸之介 氏<br>・高覚醒水準下における対処法の有無が行動特性に及ぼす影響                          |

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～<br>25 年度 | 広島大学大学院総合科学研究科 教授 林 光緒 氏<br>・ 運転士等の眠気予防策に関する研究  |
| 2 | H18～<br>25 年度 | 公益財団法人鉄道総合技術研究所研究開発推進室<br>主管研究員（ヒューマンファクター安全担当） 鈴木浩明 氏<br>（前：公益財団法人鉄道総合技術研究所人間科学研究部 部長）<br>・ 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 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 146 件を数えます。（H26.3）

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。

2-1 25年度の主な成果  
実務的な研究

# 1 運転士と車掌の連携に関する調査

藤野 秀則

辻野 直良\*

堀下 智子

\* 大阪市交通局

## 1 はじめに

本研究では、「運転士と車掌の連携」に着目し、制度面として「運転士と車掌が同じ職場に属し、同一の列車に乗務することも多い職場」（以下、同一職場）と「運転士と車掌が別々の職場に属し、行路も運転士と車掌で全く別々のものとなっている職場」（以下、別職場）の違いが、車掌との連携に対する運転士の普段の意識や運転士と車掌との間の実際の連携行動の違いとどのように関係しているかについて調査を行いました。

## 2 調査の方法

今回の調査では、同一職場Aと別職場B、Cの2つの職場で行動観察や会話への参加などの参与観察と呼ばれる方法を用いました。表1に各職場での調査期間、および調査協力者の人数を示します。

表1 各職場での調査期間と調査協力者数

| 職場         | 調査期間                | 調査協力者数 |
|------------|---------------------|--------|
| A職場（同一職場）  | 平成25年5月下旬～7月末       | 9組18名  |
| B職場（運転士職場） | 平成25年12月中旬～平成26年1月末 | 4名     |
| C職場（車掌職場）  | 平成25年12月中旬～平成26年1月末 | 4名     |

A職場では、特に運転士と車掌が出勤から退勤まで完全に同一行路の勤務を対象に9回の調査を実施しました。このため、表1で調査協力者数は9組18名（運転士、車掌それぞれ9名）となっています。調査中は、運転士と車掌のそれぞれに1名ずつ研究員が同行するという方法をとりました。

B職場、C職場では、運転士と車掌の行路は一致していないため、運転士、車掌それぞれ別々に4回ずつの調査を実施しました。

## 3 結果と考察

聞き取り調査の結果、いずれの職場でも「連携」という言葉に対する印象としては「異常時に車掌と運転士が互いにコミュニケーションをとりながら対応していくこと」と捉えている様子がうかがえました。あえて「平常時における連携とは何か」というものを尋ねた場合には、いずれの職場でも、定められた取り扱いにおいて互いの連絡を行うことを挙げました。



観察の結果、B職場の運転士やC職場の車掌では、平常時においては定められた取り扱いにおける連絡を行う以外で、互いに相手の存在を意識した行動を取るという場面は見られませんでした。一方で、A職場では、運転士と車掌が完全に同一で回る行路では、定められた取り扱いの枠を超えた連携として以下のような連携行動が見られました。

### 【事例1】

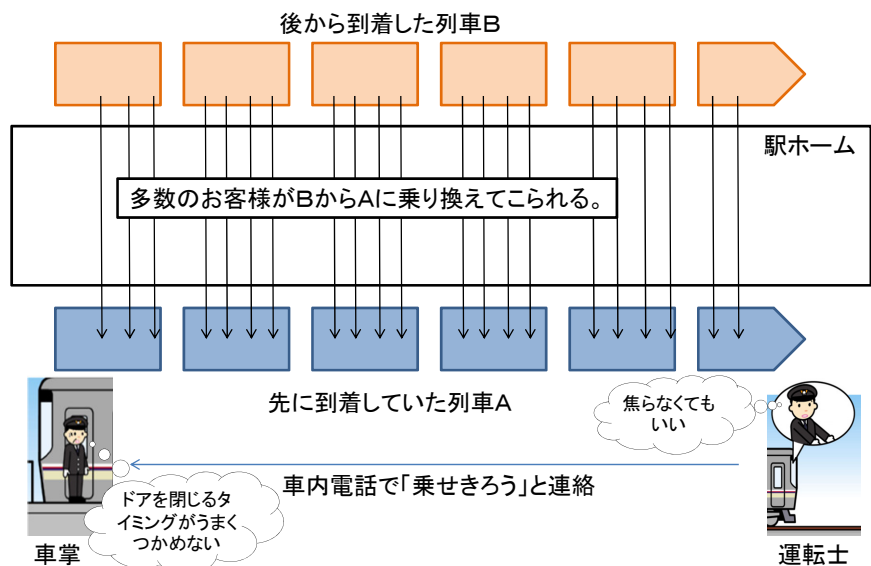
若干のダイヤ乱れが生じている最中、本来のダイヤでは列車の接続をしていない駅で、観察者が随行していた列車Aと後続の列車Bがあたかも接続していたかのようなタイミングで到着した（本来のダイヤでは、もう少し先の駅で接続する予定であった）。

列車Bから多数のお客様が列車Aに乗り換えてくる中で、列車Aの発車時刻が迫ってきた。年輩の車掌はうまくお客様の流れを読みながらドアを閉じようとしていたが、なかなかタイミングがつかめず、ドアを閉めかけては開くということを繰り返していた。

その様子を見ていた若手の運転士は、車内電話を手に取り、「もう遅れは気にせず、（乗り換えてくるお客様全員を）乗せきましょう」と声をかけた。その電話を受けて

車掌は、ドアの開閉操作を一旦中止し、お客様の流れが完全に途切れてからドアを閉めて、発車した。

なお、この二人は互いに相手の存在を知ってはいたものの、それほど親密に普段から話をするというほどの間柄ではなかった。



### 【事例2】

夕方のラッシュ時、ホーム上が混雑している中、観察者が随行していた列車の発車時刻がきたため、車掌はドアを閉じ、発車合図を運転士に送った。列車が動き始める中、ホーム上を監視していた車掌は、列車のそばを離れないお客様に対して「列車、発車しております。列車、発車しております」とお客様に列車から離れるように強めの口調で注意を促す車外放送を行った。その様子を知っていた運転士は、いつもよりも強い口調であったことから、お客様が列車のそばを離れていないという状況を推察し、列車がホームを完全に離れるまで、普段よりも抑えた速度で運転した。

なお、この二人は同期入社であり旧知の間柄であった。

### 【事例3】

朝のラッシュが終わり、客室の補助イスが使用可能になる時間帯になった。観察者が随行していた編成は運転士の側で補助イスを使用可能にするスイッチを操作しなければならない編成であった。

通常であれば、車掌から運転士にスイッチ操作するように指示する連絡を受けて、運転士はスイッチを操作するが、その時は車掌からの連絡がなかなかこなかった。そこで、運転士は車掌からの連絡を待たずにスイッチを操作した。

その後、運転士と車掌の双方に尋ねたところ、まず車掌は運転士への連絡についてお客様対応のため連絡できなかったとのことであった。一方、運転士は「先の休憩中に、車掌から、『〇〇駅から補助イスが使用可能になるのだが、もしかしたら連絡できないかもしれないので、連絡がない場合にはスイッチを操作しておいて下さい』と言われていた。多分、そう言われなかったら（補助イスが使用可能になる時間帯になったことに）気づいていないのでしてなかったと思う」と答えた。



補助イス (221系電車のもの)

### 【事例4】

観察者と調査協力者がある駅の乗務員詰所で休憩中、A職場のある運転士と車掌が話をしながら乗務員詰所に入ってきた。この2人の話の背景は以下のようなものであった。

先ほど同じ列車に乗務をしていたが（勤務そのものが同一行路であったか、たまたまその列車で乗務が同じであったかは不明）、若干のダイヤの乱れが起きていたため、駅の手前で信号待ちとなってしまった。そのときに車掌は、単に「信号待ちのため列車停車しております」という案内放送をするだけでなく、手元の車掌用情報端末から先方の状況を確認し、案内放送中で先方の状況を詳しく説明した。その案内放送を聞いていた運転士はその説明によって先方の状況を把握できた。

このような背景に対して、詰所に入ってきた場面で、運転士は車掌に対して「さっきの案内放送のおかげで、前がどういう状況か分かった。ありがとう」と告げていた。

なお、この職場の一部の車掌の間では、案内放送を通じてこのような情報連絡を行うということが積極的に行われているとのことである。

これらの4つの事例から、A職場の運転士においては、実際の行動面では、定められた取り扱いの範囲にとどまらず、より幅広い範囲で車掌と連携していることがわかりま

す。意識面では、A、B、Cのいずれの職場でも「連携」というものを同じようなものとして捉えているにも関わらず、A職場ではなぜこうした連携が生まれてきたのでしょうか。

その理由として、以下のようなことが考えられます。

- 同じ職場に属する運転士と車掌であり、さらには同一の行路で乗務している、ということから全く知らない相手に連絡を取る場合に比べ、気軽に連絡をとることができた。
- 普段から相手の性格や立ち居振る舞いを知っているからこそ、普段と若干異なる相手の様子から、「普段と状況が違っている」ということを感度よく推察することができた。
- 「次の列車に乗り合わせる」ということが事前に互いに分かっていたため、その列車で起こり得ることがらを予測して、事前に対処策を打ち合わせることができた。
- 運転士と車掌が普段から相互交流をしていることから、どのような行動が相手の手助けとなるかを理解できていた。

さらに事例4では、詰所で運転士が車掌に感謝を伝えています。これは、自分が乗務した列車に乗り合わせた車掌が知り合いであると分かっていたことと、その乗務員詰所では車掌と運転士の両方が利用しているため乗務後に顔を合わせる機会があったことが関係しています。こうした事後の振り返りは、運転士と車掌のさらなる相互理解の深まりと連携強化につながっていると考えられます。

これらは全て、A職場とB、C職場の違いに由来したものといえるでしょう。一人ひとりの運転士の主観として「連携」というものの捉え方に差がない一方、実際の行動が違っているということは、A職場の状況に近づけることができれば、事例に挙げたような運転士と車掌の連携行動がB、C職場の運転士や車掌の間でも行われるようになると思われれます。

#### 4 まとめ

以上、本研究では「運転士と車掌の連携」が運転士や車掌が所属する職場の違いにどのように影響されるかを調査しました。一連の調査を通じて、「連携」というものの捉え方では、職場ごとでの違いはあまり見られなかったものの、運転士と車掌が同じ職場に属している場合の方が、運転士と車掌が別々の職場に属している場合よりも、より密接な連携行動がとられていることがわかりました。

これらの結果から、運転士と車掌の連携をより強化していく上では、運転士と車掌が普段から相互交流し、知り合いになっておくということと、できる限り運転士と車掌を同一行路とすることが効果的であると考えます。

## 2 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—

一瀬 拓郎      山田 勝也      和田 一成      阿部 啓二

### 1 はじめに

これまでの研究において、航空業界で導入されている CRM (Crew Resource Management) を活用することが、連鎖エラーやその引き金となっているエラーの防止に効果的であることが分かり、鉄道版 CRM (R-CRM) 訓練の実施を検討することにしました。

また、東日本大震災の発生により、大規模災害や既存のマニュアルでは対応出来ない緊急事態発生時において、「自ら考え、柔軟かつ最適な行動をすること」の重要性を再認識させられました。そこで、R-CRM の要素を活用することにより、状況に応じた柔軟かつ最適な考動ができる乗務員の育成を目指した「エラー回避スキル向上プログラム」を運輸部と共に作成し、プログラムの試行を経て、平成 25 年 9 月から全乗務員に対し展開しました。

### 2 エラー回避スキル向上プログラム

エラー回避スキル向上プログラムは、「Think-and-Act Training」および「e トレーニング」の 2 つのトレーニングと、現場長や助役・係長を対象とした研修で構成されており、「Think-and-Act Training」は、地震、津波を題材とした複数人で行う異常時ロールプレイング形式とし、「e トレーニング」は、日常乗務で実際に起こり得る身近な事例を題材とした e-Learning 形式としました (表 1)。また、プログラム全体の運営や「Think-and-Act Training」の作成は主に運輸部が行い、安全研究所では主に「e トレーニング」の作成と教育効果アンケートを実施しました。

表 1 エラー回避スキル向上プログラム体系図

#### 【トレーニング】

|  |        |
|--|--------|
| Think-and-Act Training<br>..R-CRMの要素を盛り込んだ、大規模災害ロールプレイング | 【120分】 |
|--|--------|

|  |          |
|--|----------|
| eトレーニング<br>..身近な事例を用いて、R-CRMの解説を行うe-Learning教材 | 【20分×4回】 |
|--|----------|

#### 【効果的に進めるための仕組み】

|       |       |
|-------|-------|
| 区所長研修 | 【30分】 |
|-------|-------|

|         |        |
|---------|--------|
| 助役・係長研修 | 【120分】 |
|---------|--------|

### 3 教育効果アンケート

エラー回避スキル向上プログラムにおける教育効果アンケートでは、トレーニングを受講した社員の一部に対して、以下の各項目について調査しました。

#### (1) Think-and-Act Training 効果測定

質問に対し自由記述で回答するものと、自分の意識を7段階で評価するものを用意しました(表2)。問①、問②の自由記述では、回答をキーワードごとに区切って、関連性のあるものごとに分類し、有効回答数である1,037を各キーワードにおける出現率の母数としたうえで、受講前後における意識の変化を調べました(図1、図2)。また、問③の7段階評価では、トレーニングを通じて、R-CRM要素の活用がどれほど身についたかを調べました(図3)。

表2 教育効果アンケートで用いた質問項目(抜粋)

|    |           |   |
|----|-----------|---|
| 問① | 自由記述      | 今まで経験したことの無いような異常時に遭遇したら、どのような事を心がけようと思うか?あるいはどのような行動をしようと思うか?  |
| 問② | 自由記述      | 異常時にあなたと共に対処してくれる人は誰がいるか?   |
| 問③ | 7段階評価(5問) | 左右の対比する行動から、そう思う強さに応じて番号を選択。<br>「7」に近いほど、CRM的な行動。<br>「1」に近いほど、CRM的でない行動。<br>「4」はどちらでもない。<br><br>(例)<br>異常時や事故発生時は、まず自分を落ち着かせることを優先<br>慌てていても、決められた手順をまず確実に行う。 |

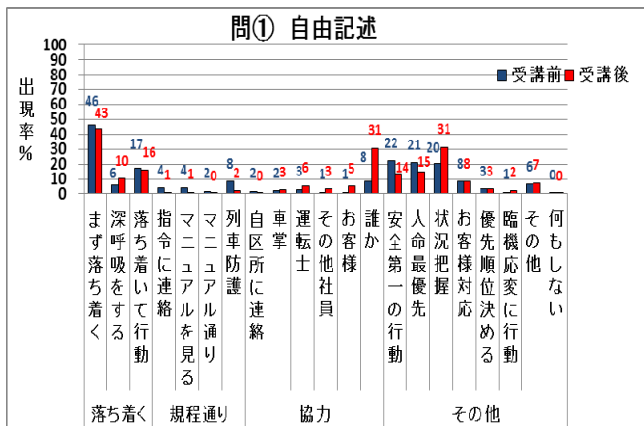


図1 異常時に自分がとるとと思われる行動

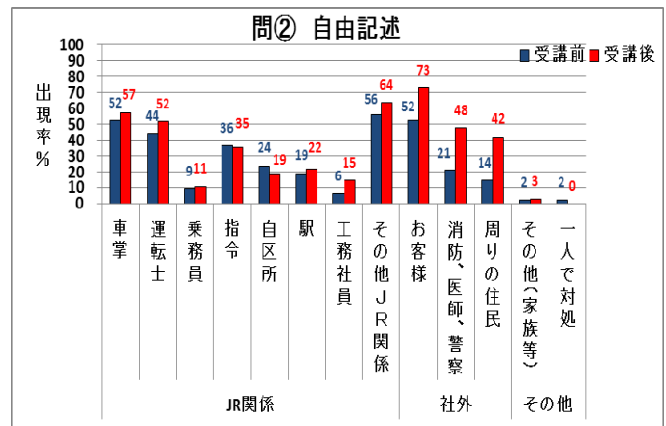


図2 異常時に共に対処してくれる相手

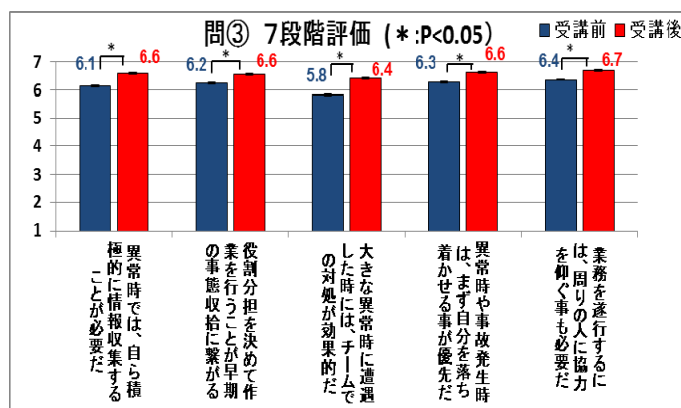


図3 CRM的行動かどうかの評価 (N=1,035)

さらに、7段階評価では、受講前に「4（どちらでもない）」と「1～3（そう思わない）」と記入した受講者をピックアップし、トレーニングを受講することで「4」や「1～3」からどのように変化したかを分析しました(図4、図5)。

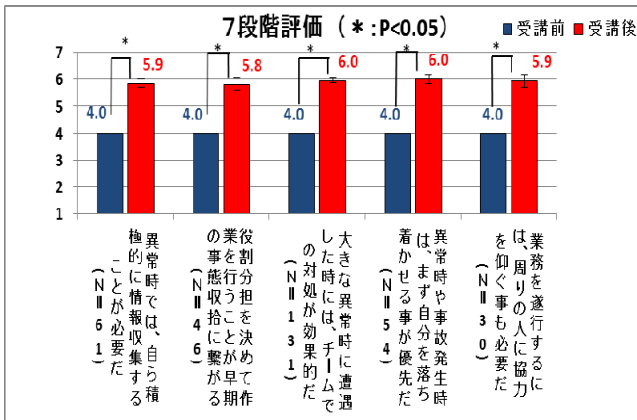


図4 受講前「4」からの変化

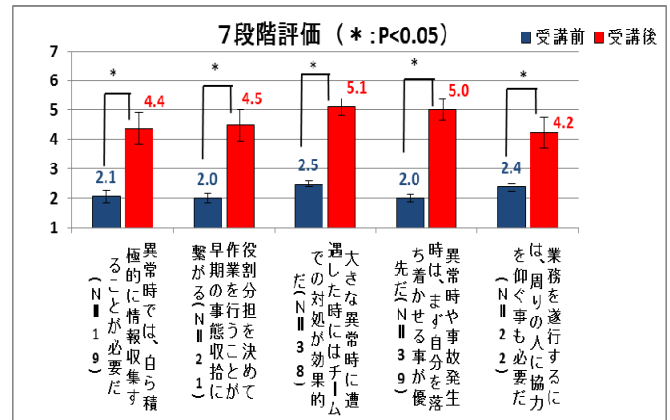


図5 受講前「1～3」からの変化

(2) e トレーニング効果測定

e トレーニングは「焦り編」「眠気編」「コミュニケーション編」「チームワーク編」の4編に分かれており、それぞれのe トレーニング受講の際に7段階評価による調査を実施し、受講前後における意識の変化を調べました(表3)。

e トレーニングは、現在もアンケートを集約中ですが、試行箇所のデータでThink-and-Act Training 同様、「どちらでもない」「そう思わない」からの変化についても分析しました(図6～図8「焦り編」の分析結果)。

表3 教育効果アンケートで用いた質問項目(抜粋)

|              |  |
|--------------|--|
| 7段階評価 (3~4問) | 左右の対比する行動から、そう思う強さに応じて番号を選択。                             |
|              | 「7」に近いほど、CRM的な行動。<br>「1」に近いほど、CRM的でない行動。<br>「4」はどちらでもない。 |
| (例)          | 業務では一人一人がしっかりとサポートしようと思う。                                |
|              | 職種の違いやあまり知らない人でも、助けの必要な関係者はサポートしようと思う。                   |
|              | 7-6-5-4-3-2-1  |
|              | 業務では一人一人がしっかりとサポートしようとは思わない。                             |

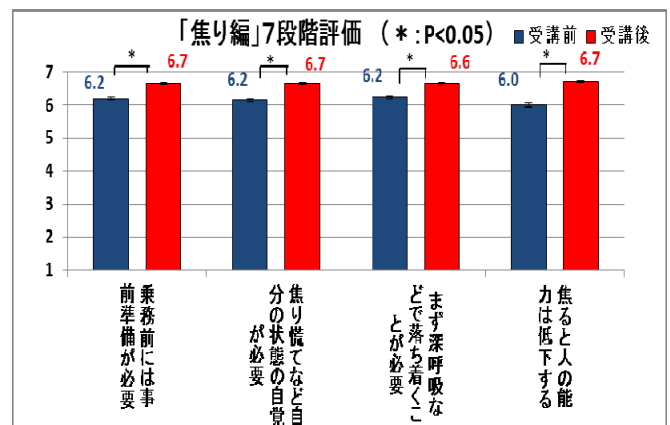


図6 CRM 的行動かどうかの評価 (N=348)

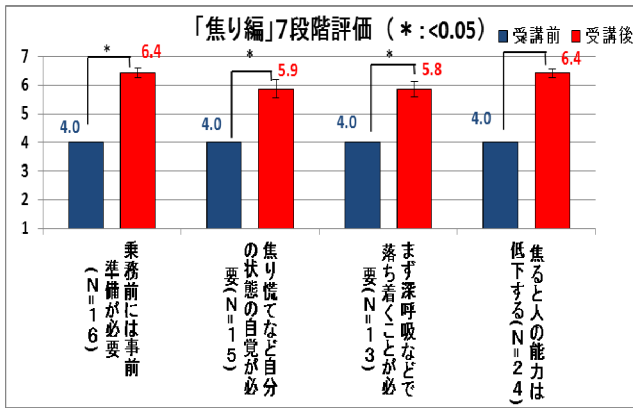


図7 受講前「4」からの変化

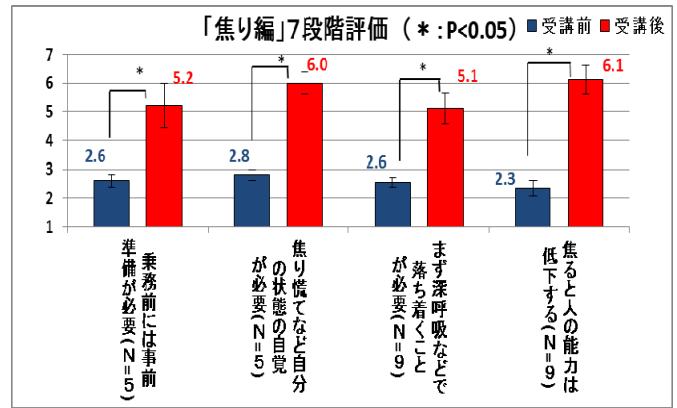


図8 受講前「1～3」からの変化

(3) R-CRM スキルについての意識調査

R-CRM スキル調査は、11の重点項目(表4)がトレーニングを通じて受講者に根付いているかを調査しました。

こちらのアンケートも現在集約中ですが、eトレーニング終了から3ヶ月後と6ヶ月後に、同じ設問の7段階評価アンケートを行っています。

表4 R-CRM スキル

| R-CRM要素   | 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<br>意識レベルの変化に気付き、対処する<br>リソースを確認する  |
| コミュニケーション | 他人の間違ひを見つけた時は、相手に伝える<br>自信がないときは確認する<br>「おかしい」「変だな」と感じたときは、相手に伝える<br>権威の低い側にいるときは、アサーション*を活用する<br>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<br>自分が得た情報は関係者間で共有する<br>相互にサポートする   |

\*アサーション  
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

4 まとめ

Think-and-Act Training における自由記述では、周りとの協力することへの意識が高くなったことが伺えます。また、「安全第一の行動」や「人命最優先の行動」といった回答の多くが、より具体的な行動の記述に変わりました。

7段階評価については、eトレーニングでの調査も含め、各設問とも受講前の段階で評価の平均が「6」前後という非常に高い数値であるため、受講後の教育効果が大きく表れたとは言いがたいですが、受講前に「4」と回答した受講者は、受講後に平均「6」前後となり、「1～3」と回答した受講者についても平均「5」前後と、非常に大きな伸びを示しています。このことから、受講前から R-CRM の行動がある程度実践できている受講者のみならず、どちらかと言えば R-CRM の行動に対して否定的であった受講者に対しても効果のあるトレーニングであったことが示されました。

今後は、現在集約中の「eトレーニング効果測定」や「R-CRM スキルについての意識調査」についての分析を継続していきます。

# 3 列車運転時における 警報音の適正な音量に関する研究

西本 嗣史      藤澤 厚志\*      河崎 悟史\*\*      瀧本 友晴

\* 現 近畿統括本部施設課      \*\* 現 (株)ジェイアール西日本テクノス

## 1 はじめに

列車運転室内の走行騒音は、トンネルや橋梁などの環境によって、さまざまに変化します。その音環境で、運転士は保安装置や支援装置から鳴動する警報音を聞き取り、多くの状況を把握しなければなりません。しかし、変化する騒音環境において、警報音が聞き取りにくい状況や、警報音がうるさく、不快に感じる状況も確認されました。

本研究では、列車運転操作時における、「聴取可能」かつ「うるさくない」音量範囲を導き出し、適した警報音の音量を検討しました。

## 2 実験

### (1) 音環境

本実験では、223系電車の運転室で測定・収録した実走行騒音を用いて、実験室で走行騒音環境を再現しました。走行騒音は、4種類の騒音を設定しました(表1)。警報音は、鳴動頻度・重要性・乗務員へのヒアリングなどから3種類の警報音・音声を用いました(表2)。

さらに、警報音が鳴動開始後5秒間に所定操作を行わない場合、保安装置が自動的に動作します。そこで、実験では音の呈示時間を最大5秒と設定しました。

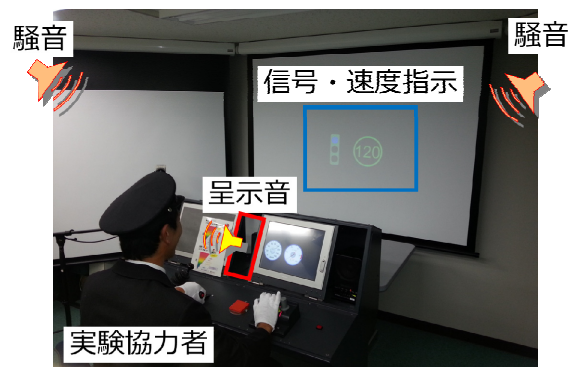


図1 実験風景

表1 設定した4種類の走行騒音環境

| 音量   | 走行条件                    |           |
|------|-------------------------|-----------|
| 70dB | 明かりバラスト区間               | 速度 90km/h |
| 75dB | 明かりスラブ区間                | 速度120km/h |
| 80dB | トンネル区間(窓閉め)<br>(バラスト線路) | 速度120km/h |
| 85dB | トンネル区間(窓開け)<br>(バラスト線路) | 速度120km/h |

表2 呈示した3種類の警報音・音声

| 呈示音     | 特徴                |
|---------|-------------------|
| ATS警報ベル | 金属打音              |
| EB警報ブザ  | 電子音               |
| 停車駅接近音声 | 女声「停車です、<br>停車です」 |



## (2) 実験方法

実験では代表的な心理物理学的測定法のひとつである恒常法を用いました。恒常法は、実験者が刺激（ここでは音）をランダムに呈示する方法です。呈示音量は 40dB～100dB の音量範囲で 2 dB 間隔の警報音を、実験協力者の聴取位置で設定しました。4 種類の各騒音環境で、ひとつの警報音につき 1 音量を計 3 回、ランダムに呈示しました。

実験協力者は、当社運転士 30 歳代、50 歳代各 15 名の計 30 名としました。

回答方法として、以下の 5 つの選択肢を設定し、発声で、主観的な評価を得ました。

- ①聞こえない ②小さい ③ちょうどいい ④大きい ⑤うるさい（耐えがたい）

## 3 実験結果

「聴取可能」かつ「うるさくない」音量範囲を導出するために、まず、得られた最小可聴値、最適値、最大許容値を正規分布と仮定しました。正規分布において、 $\pm 3\sigma$ （標準偏差の 3 倍）のなかに 99.73%、すなわち、ほぼ全ての人が含まれることを用いて検討しました。

実験結果から、ATS 警報ベル、停車駅接近音声は、騒音 70dB～85dB の音量レベルによらず、「聴取可能」かつ「うるさくない」音量範囲が導出できました。一方、EB 警報ブザは、個人間のバラつきが大きく、騒音 70dB～85dB の音量レベル

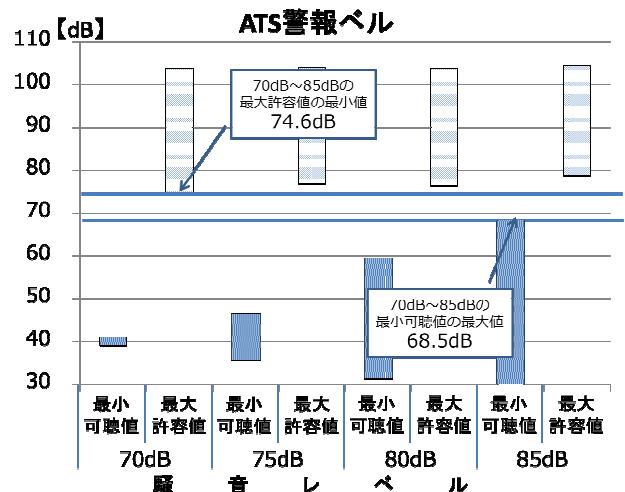


図2 ATS 警報ベルの各走行騒音下の  
最小可聴値・最大許容値

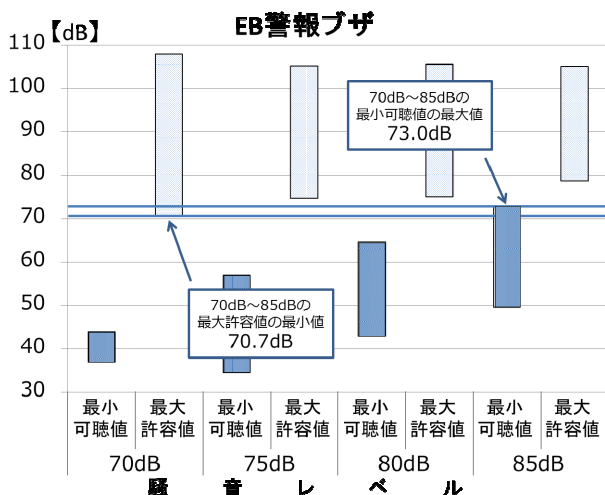


図3 EB 警報ブザの各走行騒音下の  
最小可聴値・最大許容値

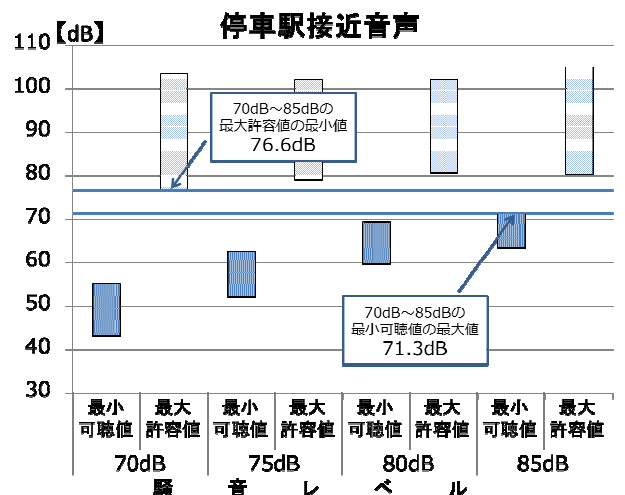


図4 停車駅接近音声の各走行騒音下の  
最小可聴値・最大許容値

(\*図2～図4の箱は $\pm 3\sigma$ の範囲を表している)

によらず、「聴取可能」かつ「うるさくない」音量範囲は導出できませんでした（図2～図4）。

また、各協力者の最適値は、導出した「聴取可能」かつ「うるさくない」音量範囲外に存在していました。

#### 4 音量設定の検討

上記の結果に加え、全ての呈示音において、最適値は個人間でのバラつきが大きく、音量を一定に設定することは困難であることがわかりました。そこで、個々の運転士に最適な音量を設定するために、音量調整機能が必要と考えます。ただし、無限に音量調整を可能とすると、調整忘れなどにより、警報音を聞き逃す可能性があります。そこで、本実験結果から導出した最小可聴値を下限值とし、最小可聴値以下に設定できないこととします。

表3 各警報音・音声の導出設定音量

|         | 初期値    | 下限值    | 不快を解消できない割合 |
|---------|--------|--------|-------------|
| ATS警報ベル | 80.0dB | 68.5dB | -           |
| EB警報ブザ  | 78.8dB | 73.0dB | 0.4%        |
| 停車駅接近警報 | 81.9dB | 71.3dB | -           |

この設定では EB 警報ブザの場合、最大許容値が最小可聴値よりも小さくなります。よって、最小音量に設定しても不快を解消できない割合も存在しますが、安全を最優先に考え、最小可聴値を下限值とします。初期値は、各個人の調整幅が小さくなるように最適値の平均値を設定し、下限值には各警報音・音声の最小可聴値を設定します。また、この設定を実施した場合に調整できる最小の設定でも不快を感じる運転士の割合についても併記します（表3）。

#### 5 周波数による聞き取りやすさの向上

実験の結果から、EB 警報ブザが、特に聞き取りにくいことが示されました。そこで、EB 警報ブザの周波数分布に着目し、走行騒音が存在する中で、周波数分布を変化させることで聞き取りやすさが向上するか検証しました。

##### (1) 周波数を変更

EB 警報ブザをもとに、走行騒音の周波数分布を考慮して、現行よりマスキングされにくい音を検討しました。その結果、EB 警報ブザを1オクターブ上げ、現行の EB 警報ブザを重ね合わせた音（以下、比較音）を作成しました（図5）。ただし、作成した音は、聞き取りやすさの向上を検討する目

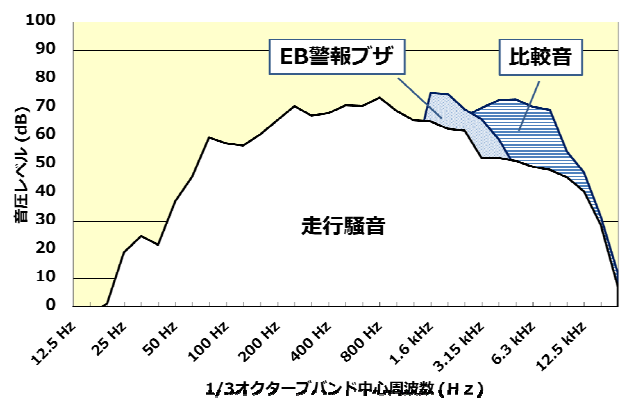


図5 走行騒音、EB 警報ブザ、比較音の周波数分布の重ね合わせ

的のみで作成した音です。したがって、音質の快・不快は考慮していません。

(2) EB 警報ブザと比較音の結果評価

EB 警報ブザの結果からはバラつきが大きく、「聴取可能」かつ「うるさくない」音量範囲は導出できませんでしたが、比較音では導出できました。結果を比較すると、比較音は、EB 警報ブザより最小可聴値、最小可聴値のバラつきが小さくなっています。また、各実験協力者の結果においても、比較音の最小可聴値は EB 警報ブザの最小可聴値より小さくなり、聞き取りやすさが向上しました（表 4）。

一方、最大許容値は、比較音が EB 警報ブザより小さく、改善は見られませんでした。

表 4 EB 警報ブザと比較音の評価

|             |      | EB警報ブザ | 比較音    |
|-------------|------|--------|--------|
| 最大許容値       | 平均   | 91.9dB | 89.5dB |
|             | 標準偏差 | 4.4dB  | 5.2dB  |
|             | -3σ  | 70.7dB | 66.7dB |
| 最小可聴値       | 平均   | 60.6dB | 56.9dB |
|             | 標準偏差 | 3.9dB  | 3.1dB  |
|             | +3σ  | 73.0dB | 66.2dB |
| 不快を解消できない割合 |      | 0.4%   | -      |

6 まとめ

さまざまに変化する列車運転室内の騒音環境で、「聴取可能」かつ「うるさくない」警報音の音量範囲は存在します。しかし、個人により最適値のバラつきが大きく、音量を固定して対応することが困難です。そこで、警報音の満たすべき要件として、全ての運転士が聞こえる下限値を設定しました。そのうえで、音量を調整可能とし、個人により異なる最適音量に調整できることが望ましいと考えます。

さらに、比較音の結果から、周波数帯を変化させることで、運転室内の騒音環境での聞き取りやすさが向上することを示しました。

音には、音量以外に周波数分布変化や時間的变化など、さまざまな要素があります。今後はそれらも含めて、さらなる警報音の聞き取りやすさの向上や音質の快・不快の要素、適切な運転室内の音環境を検討し、鉄道の安全レベルの向上を図っていきます。

【参考文献】

- 1) 宗重倫典、藤澤厚志、伊藤大介：乗務員室のヒューマンインターフェースに関する研究 - 室内の音環境に関する調査・分析 - 、研究成果報告書 Vol. 5、西日本旅客鉄道株式会社安全研究所、pp. 126-136、2012
- 2) 伊藤大介、上田真由子、石上寛、中川千鶴：新幹線保守用車の安全装置の音量設定に関する研究、第 17 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集、pp. 597-600、2010
- 3) 南風原朝和：心理統計学の基礎 統合的理解のために、有斐閣、pp. 17-41、2006
- 4) 石井博昭、塩出省吾、新森修一：確率統計の数理、裳華房、1995
- 5) G. A. Gescheider：心理物理学 方法・理論・応用 上巻、北大路書房、2002
- 6) 竹内啓、大橋靖雄：統計的推測 - 2 標本問題、日本評論社、pp. 67-75、1981

## 4 昇降式ホーム柵設置箇所における お客様の乗降確認の検証

福馬 浩一      八田 佳久      一瀬 拓郎

### 1 はじめに

車掌がドアを閉める際に、お客様の乗降を確認する車掌用 ITV モニター（以下 ITV という）設置駅では、一部を除き 3 画面以内+目視で確認しています。平成 25 年 12 月 5 日から JR ゆめ咲線桜島駅において試行として昇降式ホーム柵（図 1、図 2）と 4 画面 ITV を設置して運用を開始しました。そこで、この試行期間中に車両を用いて車掌の視認性確認実験を行いました。



図 1 昇降式ホーム柵（ロープ上昇時）



図 2 昇降式ホーム柵（ロープ下降時）

### 2 方法

#### (1) 実験協力者

実験協力者は、大阪地区の車掌 12 名、係長 2 名、計 14 名（男性 11 名、女性 3 名、平均年齢 34.2 歳）でした。

#### (2) 実験スタッフ

実験スタッフは、計 20 名（安全研究所 13 名、車掌を指導する部署 7 名）で、駆け込み乗車役、ホーム上のお客様役のほか実験協力者への教示、実験課題の進行の判定などをそれぞれ分担して行いました。

(3) 実験日時、場所、使用車両、ホーム柵

平成 26 年 3 月 6 日 (木) (実施：12 時～15 時、天候：晴)、JR ゆめ咲線桜島駅 1 番線ホーム、201 系電車 8 両編成を使用し、ホーム柵はロープを上昇させた状態に固定して行いました。

(4) 課題

実験協力者は、列車を出発させる際のお客様の乗降確認後にドアを閉め、ドアが閉まるまでに駆け込み乗車を認めた場合は車掌スイッチでドアを開け、乗込んだ時点でドアを閉める操作を課題として繰り返し行いました。

(5) 手続き

実験協力者は、編成全体が映された ITV 4 画面のみの確認によるドア操作課題を 4 回と ITV 3 画面+目視の確認によるドア操作課題を 4 回の計 8 回(表 1)行いました。駆け込みパターンは、A・B・C の 3 パターン (図 3) で実施しました。

表 1 一人当たりの課題回数

|           | Aパターン | Bパターン | Cパターン | 計 |
|-----------|-------|-------|-------|---|
| ITV4画面    | 2     | 1     | 1     | 4 |
| ITV3画面+目視 | 2     | 1     | 1     | 4 |
| 計         | 4     | 2     | 2     | 8 |

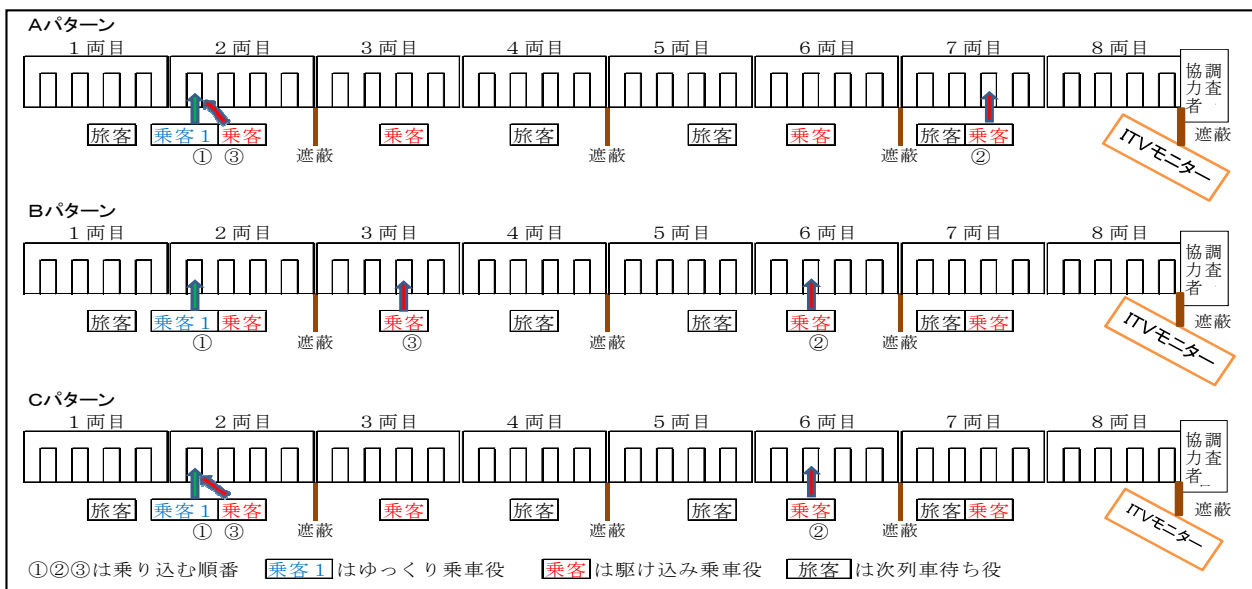



図 3 課題パターンの内容

もっとも条件の厳しいAパターン（ITV画面では右端→左端→右端の順で乗客が映る）を分析対象とし、同じパターンの連続による慣れを防ぐためB・Cパターンをダミーとして入れました。なお、課題遂行の順序による影響を相殺するため、パターンの順番を変えました（表2）。

このようにして本実験の課題は、合計112回（14名×8回）行いました。

表2 駆け込み乗車のパターン順序表

| ID | 前半画面 | 練習 | 課題 |   |   |   | 後半画面 | 練習 | 課題 |   |   |   |
|----|------|----|----|---|---|---|------|----|----|---|---|---|
|    |      |    | 1  | 2 | 3 | 4 |      |    | 5  | 6 | 7 | 8 |
| 1  | 4    | A  | B  | A | A | C | 3    | A  | A  | C | B | A |
| 2  | 3    | A  | B  | A | C | A | 4    | A  | C  | A | A | B |
| 3  | 4    | A  | A  | C | A | B | 3    | A  | B  | A | C | A |
| 4  | 3    | A  | A  | C | B | A | 4    | A  | A  | B | A | C |
| 5  | 4    | A  | C  | A | B | A | 3    | A  | A  | B | C | A |
| 6  | 3    | A  | C  | A | A | B | 4    | A  | A  | B | A | C |
| 7  | 4    | A  | A  | B | C | A | 3    | A  | C  | A | B | A |
| 8  | 3    | A  | A  | B | A | C | 4    | A  | C  | A | A | B |
| 9  | 4    | A  | C  | A | B | A | 3    | A  | A  | B | A | C |
| 10 | 3    | A  | C  | A | A | B | 4    | A  | B  | A | C | A |
| 11 | 4    | A  | A  | C | B | A | 3    | A  | B  | A | A | C |
| 12 | 3    | A  | A  | C | A | B | 4    | A  | A  | B | C | A |
| 13 | 4    | A  | A  | B | A | C | 3    | A  | C  | A | A | B |
| 14 | 3    | A  | B  | A | C | A | 4    | A  | A  | C | B | A |

 を分析対象とした

(6) 実験条件

① ITV画面

桜島駅のITVは、1画面に2両映るようになっており、実験協力者から見て右端の画面に先頭車と2両目、の順で左端の画面は7両目と最後部車が映るようになっていきます（図4）。3画面+目視で課題を行う場合は、左端の画面を遮蔽し、7両目と最後部車付近は、ホームを目視で確認することとしました（図5）。



図4 4画面ITVモニター



図5 3画面+目視時のITVモニター

## ② ホーム上の旅客

実験の際は、ホーム上に駆け込み乗車役以外のお客様役を各画面に映るように配置しました（図3の「旅客」）。

## ③ 遮蔽

桜島駅のホームは直線であり、目視および最後部のITV画面でも最前部付近の一部が見えることから、2両おきにパーテーションで遮蔽し、直視できない条件としました。また、ITV3画面+目視の際は、一番後ろの遮蔽をはずして後ろ2両は目視で確認できる条件としました。

## ④ 判定基準

実験協力者が駆け込み乗車を認めて車掌スイッチを操作したら○、操作しなかったら×としました。

## ⑤ 駆け込み乗車役の走るタイミングの均一

駆け込み乗車役の駆け込むタイミングや動きなどを均一にするため、リハーサルを3日に分けて3回実施しました。

## 3 結果

実験協力者は、全員最も条件の厳しいAパターンで駆け込み乗車の見逃しはありませんでした。B、Cパターンでも同様に駆け込み乗車の見逃しはありませんでした。

## 4 まとめ

今回の実験では、すべての課題において駆け込み乗車の見逃しがなかったことから、昇降式ホーム柵のある桜島駅では、「ITV4画面のみ」と「ITV3画面+目視」で視認性に差が無いものと考えられます。

なお、桜島駅における昇降式ホーム柵の試行運用は26年3月末に終了しており、現在、昇降式ホーム柵および4画面ITVモニターは、撤去されています。





2 - 2 25年度の主な成果  
基礎的な研究

# 5 ミスの連鎖の発生メカニズムに関する基礎的研究

和田 一成      上田 真由子      山田 勝也      一瀬 拓郎      森本 陽平

## 1 目的

これまでの実験から、トラブル発生時に驚き・あわてを中心とする情動が起こると、その後のエラーも起こりやすくなることが示されました。今回は、これらのエラーの中で、作業終盤の失念エラーがどのような要因で起こるのかを検証する実験を行いました。

## 2 内容

### (1) 実験協力者

実験協力者は、健常な一般男性 34 名（22 歳～34 歳）でした。

### (2) 方法

今回の実験では、パソコン上でゲームのような課題（図形クリック課題、図 1）を 10 回連続して行い、その最後に画面の隅のチェックを外すように求めました。また、課題の連続実施中に驚き・あわてを誘発する、作業負荷を大きくするなどの操作を行い、さらに、チェック外しの重要性も教示により操作しました（図 2）。この 3 つの操作を実験に組み込み、チェック外しの失念率や課題のエラー回数を比較しました。

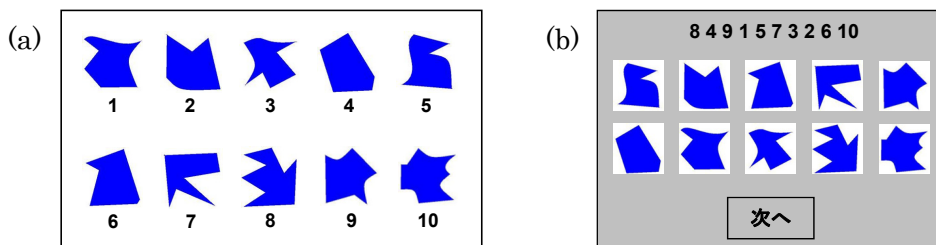


図 1 図形クリック課題

まず、(a)の一覧表などを用いて図形と番号の対を記憶した。その後、(b)のようにランダムに提示される番号の順に図形をクリックする課題を連続で行った。

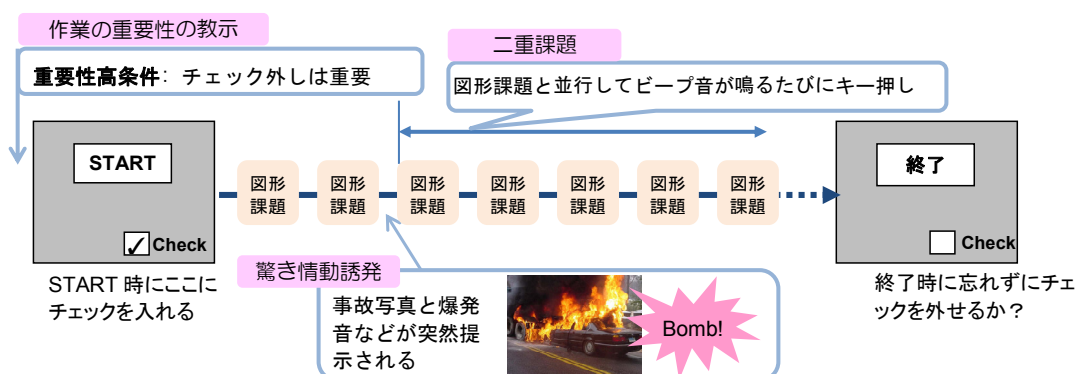


図 2 実験の流れ

(3) 結果

今回の実験では、最後のチェック外し作業がメインのターゲットでした。その失念率を分析したところ、チェック外しを忘れた人はいませんでした。しかし、忘れかけと思われる行動がある程度見られたため、この行動を分析しました。すると、図3のようになり、チェック外し行動についての重要性の認識が高い方が、低い方よりも有意に忘れかけが多くなる傾向が示されました ( $p = .086$ )。

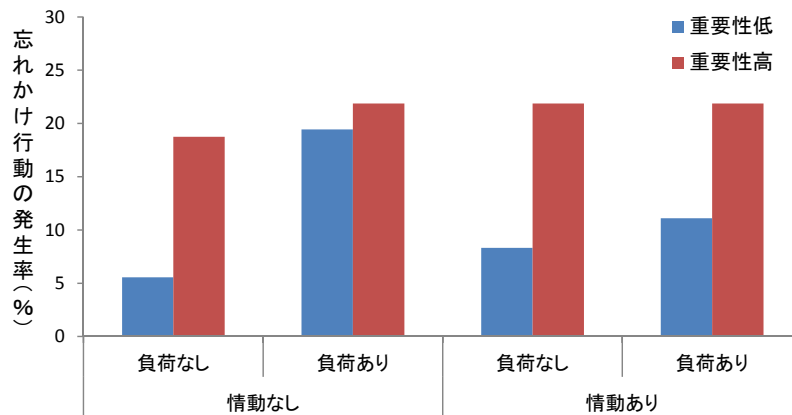


図3 チェック外し作業における忘れかけ行動の発生率 (%)

次に、図形クリック課題の成績を分析したところ、省略エラー（次にクリックすべき図形をとばすエラー）の発生において、情動、作業負荷、重要性の認識のすべてが絡んで影響することが有意となる傾向が示されました ( $p = .078$ )。図4に示す通り、重要性の認識が低い場合に、情動や作業負荷の影響を受けやすいことがわかりました。

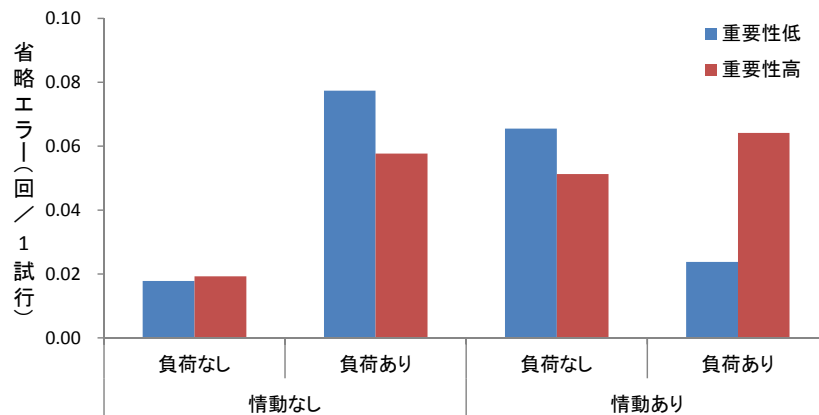


図4 図形クリック課題における省略エラーの発生回数

3 まとめ

今回の実験では、驚きなどの情動が、作業終盤の行動にまで影響することはありませんでした。しかし、作業中には、情動がほかの要因と複雑に絡みながらエラーの発生に影響することがわかりました。

# 6 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

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といわれています。そのため、本研究では、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。

そこで、作業開始前に呼吸再訓練（Breathing Retraining）法という呼吸法を実施した場合と簡単な視覚課題を実施した場合、事前になにもしない場合とを比較し、どの場合が最もヒューマンエラーを減らす可能性が高いのかについて調べました。

## 2 内容

### (1) 呼吸再訓練法

本研究で取り上げる「呼吸再訓練法」は、「深呼吸」とは異なるものです。「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、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」は、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、さら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。

### (2) 実験協力者

一般男性 45 名を以下の 3 群に分けて実験を行いました（表 1）。

表 1 実験協力者

| 群     | 水道管課題前の実施内容          | 人数   | 平均年齢   |
|-------|----------------------|------|--------|
| 呼吸法群  | 呼吸再訓練法による呼吸法を 2 分間実施 | 15 名 | 26.7 歳 |
| 挿入課題群 | 簡単な視覚課題を 2 分間実施      | 15 名 | 28.0 歳 |
| なし群   | 課題前になにも実施しない         | 15 名 | 26.7 歳 |

(3) 実験内容

各群の実験協力者は、パソコン上で、図1のような水道管課題を実施しました。この課題では、水流の方向を変えられる正方形の水道管（以下、スイッチ）をマウスクリックで回すことにより流れを変化・停止させ、特定の電球にのみ水を通すことを目的としました。

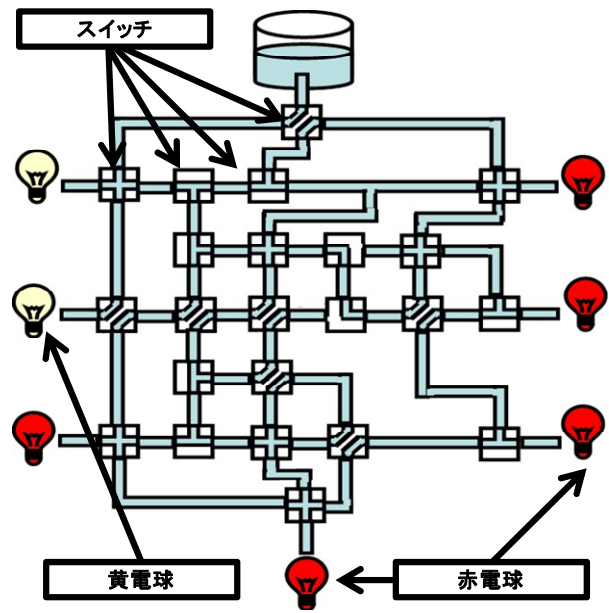


図1 水道管課題の一例

① 難易度

「最短で達成できるクリック回数」の違いによって3段階の難易度設定をしました（低：3回・中：9回・高：15回）。

② 覚醒条件

以下の3種類の環境下で、課題を行いました（表2）。

表2 覚醒条件

| 覚醒条件        | 内 容   | 備 考             |
|-------------|---|-----------------|
| 高覚醒条件       | 警告光・警告音・風圧による警告・100秒の制限時間を課し、制限時間を超えると予定していた謝金が減額されると教示 | 模擬的な「緊急事態」として設定 |
| タイムプレッシャー条件 | 100秒の制限時間を課すが、警告音等の刺激はなし                                |                 |
| 比較条件        | 警告刺激等すべてなし  |                 |

3 結果と考察

(1) 所要時間

図2は水道管課題を達成するまでの所要時間を表しています。また、図中の「高・中・低」は、難易度を表しています。

統計的に分析した結果、所要時間には、覚醒条件の違いによらず、難易度と群の組み合わせの違いが影響していることがわかりました。そこで、覚醒の3条件を平均し

て難易度と群の影響を詳細に分析しました。すると、難易度「高」条件では、呼吸法群が挿入課題群やなし群よりも早く課題を達成していることがわかりました（青色矢印で表示、覚醒の影響がなかったことから、統計的には、いずれの覚醒条件にもこの分析結果があてはまります）。

難易度「高」条件において、呼吸法群が最も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。また、この傾向は、緊急事態とみなした高覚醒条件でも見られています。そのため、緊急事態に直面しても、呼吸再訓練法の改善効果が期待できるといえます。

その一方で、挿入課題群となし群の間に明確な違いは見られませんでした。この結果は、事前にインターバルをおきさえすれば、その後の作業時間が短縮できるわけではないということも示しています。

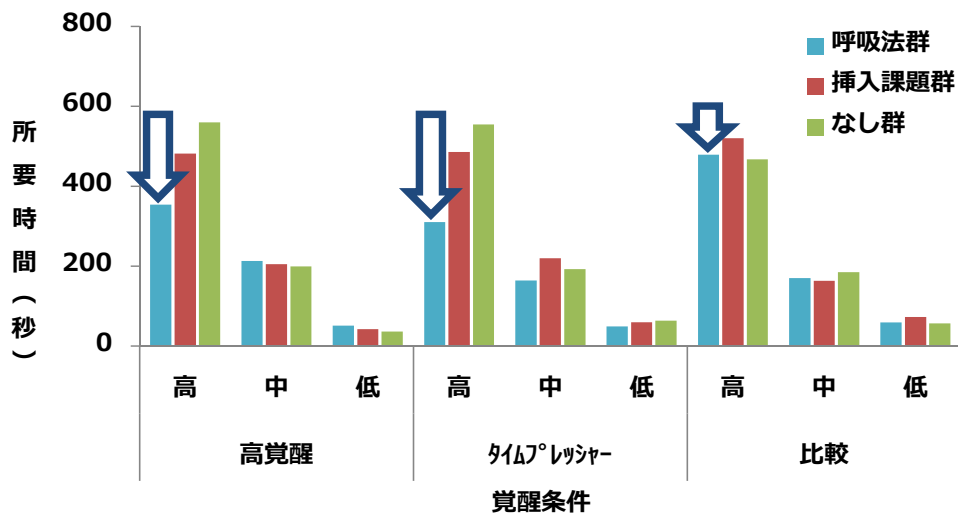


図2 課題達成に要した時間の条件間比較 (秒)

## (2) クリック回数

図3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しています。分析結果から、難易度「高」条件では、覚醒条件が厳しくなるにつれて、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）。これは、同一の作業であっても、周囲の環境が変化し、緊急事態に直面するだけで、遠回りな行動をとってしまう可能性が高くなることを表しています。

さらに、難易度「高」条件では、呼吸法群は、挿入課題群やなし群よりもクリック回数が少ないことがわかりました（青矢印で表示）。この結果は、呼吸再訓練法を事前に実施すると、なにもしない場合よりも遠回りな行動が減少することを表していま

す。また、この傾向は、所要時間の結果と同様に、緊急事態とみなした高覚醒条件でも見られています。そのため、呼吸再訓練法の改善効果は、緊急事態に直面した際、作業効率の側面からも期待できるといえます。

一方、挿入課題群となし群の間に明確な違いは見られませんでした。この結果は、事前にインターバルをおきさえすれば、その後の作業効率が良くなるわけではないことを示しています。

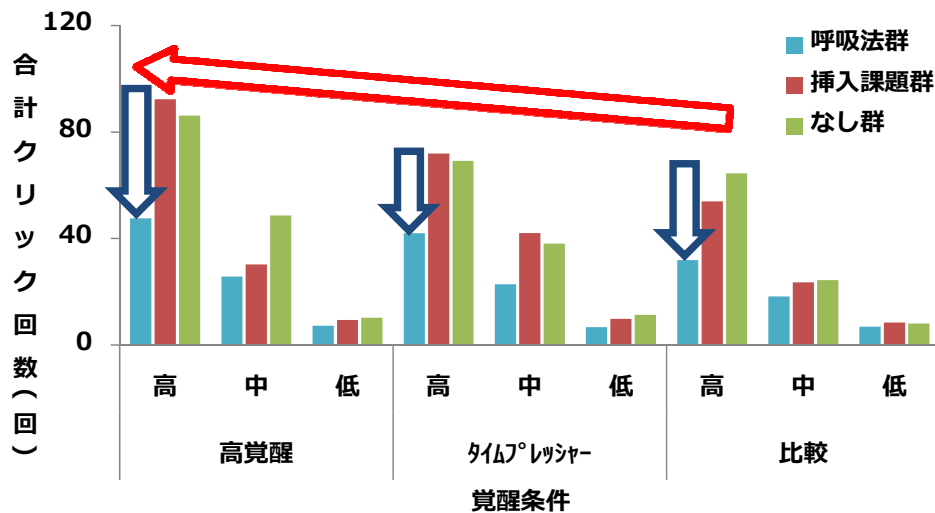


図3 課題達成に要したクリック回数の条件間比較 (回)

#### 4 まとめ

今回の実験では、呼吸再訓練法の効果について以下のことがわかりました。

- 難易度「高」条件において呼吸法群は、どのような覚醒条件であっても最も早く、かつ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、緊急事態に難しい作業に直面しても、比較的効率よく素早く作業ができる。
- 所要時間と合計クリック回数の分析結果から、挿入課題群となし群の間には明確な違いは見られない。  
⇒作業前に、インターバルをおきさえすれば、その後の作業が捗るわけではない。正しい呼吸再訓練法を事前に実施することで改善の効果が見られる。

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。

※ 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。





**2 - 3    2 5 年度の主な成果**  
**現場と連携した取り組み**

# 7 運転士等の眠気予防策に関する研究 — 生活リズムを整える取り組みの継続 —

藤原 博      千田 琢      小坂 明之\*      林 光緒\*\*

\* 現 (株)ジェイアール西日本メンテック      \*\* 広島大学大学院 総合科学研究科

## 1 はじめに

乗務中の運転士の眠気や居眠りは、重大事故を発生させる恐れがあり、乗務中の眠気予防のための研究を行ってきました。これまでの研究で、生体リズムを整えることが眠気発生の減少、抑制に効果があることが確認できましたが、平成24年度の研究で取り組んだ「生活リズム健康法」(広島国際大学 田中秀樹教授の「生活リズム健康法」<sup>1)</sup>)がどれくらい継続され、効果が現れているか調査しました。

## 2 平成 25 年度に実施した調査

調査協力者(運転士)は 24 年度に引き続き、アンケートと睡眠日誌を記入しました。24 年度と 25 年度のデータを比較し、分析を行いました。

## 3 生活リズム健康法

### (1) 調査協力者

調査協力者は 24 年度調査に協力した運転士 93 名(年齢 25 歳～61 歳、平均年齢 35.8 歳、運転士経験 2 年～32 年、男性 90 名、女性 3 名)です。

### (2) 継続状況とその効果

「生活リズム健康法」を実行して約 1 年が経過したため、継続状況とその効果を確認するために 93 名の調査協力者にアンケートを実施しました(表 1)。

表 1 アンケート結果

#### アンケート結果

| Q1.生活リズム健康法はどの程度実行していますか？ (回答数81名)              |            |            |            |
|---|------------|------------|------------|
| 毎日実行している  | ほぼ毎日実行している | 時々実行している   | 全く実行していない  |
| 1名(1.2%)  | 13名(16.0%) | 51名(63.0%) | 16名(19.8%) |
| Q2.生活リズム健康法を実行したことで生活リズムはどの程度改善されましたか？ (回答数65名) |            |            |            |
| 大きく改善された  | 改善された      | 少しは改善された   | 全く改善されなかった |
| 0名(0%)  | 7名(10.8%)  | 57名(87.7%) | 1名(1.5%)   |
| Q3.生活リズム健康法を実行したことで乗務中の眠気防止に効果がありましたか？ (回答数65名) |            |            |            |
| 大いに効果があった                                       | 効果があった     | 効果がなかった    | 全く効果がなかった  |
| 0名(0%)  | 46名(70.8%) | 17名(26.2%) | 2名(3.1%)   |

※Q1で全く実行していないと回答した者はQ2、Q3に回答していない

Q1の質問に対して、「毎日実行している」、「ほぼ毎日実行している」、「時々実行している」を合わせると65名(80.2%)が「生活リズム健康法」を実行していることが判りました。また、Q2の質問に対して、「改善された」、「少しは改善された」を合わせると64名(98.5%)が生活リズムの改善を感じていました。さらにQ3の質問に対して、46名(70.8%)が眠気防止効果を感じていました。

### (3) 項目ごとの改善状況

24年度の調査では「生活リズム健康法」の28項目(表3)に「○(既にできている)」「△(頑張ればできる)」「×(頑張ってもできない)」を記入しました。そして「△」を付けた中から、目標に3項目を選んで改善に取り組みました。

全体の5%以上を占めた上位6件は、次のとおりでした。

1. 朝起きたら太陽の光をしっかりと浴びる (25件・13.4%)
2. 夕食後に夜食をとらない (20件・10.8%)
3. 日中に15~20分間仮眠をとる (11件・5.9%)
4. 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 (11件・5.9%)
5. 帰宅後は仮眠をとらない (10件・5.4%)
6. 午前0時までには就寝する (10件・5.4%)

1年経過後、再度「生活リズム健康法」の28項目に「○」「△」「×」を記入してもらいました。24年度と25年度の調査に協力していただいた調査協力者93名のデータ確認を行ったところ、「○」や「×」の中から目標を選んでいた調査協力者は24名、未回答者は7名あり、あわせて31名は比較データから除外しました(表2)。

表2 目標に選んだ項目の改善状況

|         |          |      |       |
|---------|----------|------|-------|
| 62名     |          |      |       |
| 「△」⇒「○」 | 改善された    | 54件  | 29.0% |
| 「△」⇒「×」 | 改善されなかった | 29件  | 15.6% |
| 「△」⇒「△」 | 変化がなかった  | 103件 | 55.4% |

※1名で3件の目標を設定

改善された項目54件の上位は「朝起きたら太陽の光をしっかりと浴びる」(7件・13.0%)、「夕食後に夜食をとらない」(5件・9.3%)、「朝食を規則正しく毎日とる」(4

件・7.4%) でした。また、改善されなかった項目 29 件の上位は「毎日、ほぼ決まった時間に起きる」(4 件・13.8%)、「午前 0 時までには就寝する」(4 件・13.8%)、「帰宅後は仮眠をとらない」(3 件・10.3%) でした。

#### 4 まとめ

「生活リズム健康法」を継続して実行することは、生活リズムの改善に大きな効果があり、眠気防止の効果に繋がっていることがわかりました。

24 年度の調査協力者の「生活リズム健康法」の 28 項目のデータを確認すると、本来は「△」を付けた中から目標を選ぶところを「○」や「×」を付けた中から目標を選んでいた調査協力者が 93 名中 24 名いました。このことで生活リズムの改善が図れなかったことが考えられます。

「生活リズム健康法」を実施する際は手法を十分に理解したうえで取り組むことが重要であると考えられます。

表 3 生活リズム健康法 28 項目

|  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 毎朝、ほぼ決まった時刻に起きる</li><li>2. 朝起きたら太陽の光をしっかりと浴びる</li><li>3. 朝食を規則正しく毎日とる</li><li>4. 日中はできるだけ人と接し、活動的に過ごす</li><li>5. 趣味やサークル活動などを楽しみ、活動的に過ごす</li><li>6. 日中に 15～20 分間仮眠をとる</li><li>7. 帰宅後は仮眠をとらない</li><li>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)</li><li>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</li><li>10. 就寝の 2 時間前までに食事を終わらせる</li><li>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</li><li>12. 夕食後に夜食をとらない</li><li>13. めるめのお風呂にゆっくり浸かる</li><li>14. 長時間のテレビ視聴や、パソコンの使用は避ける</li><li>15. 寝るときは携帯電話を枕元から離す</li><li>16. 寝床につく 1 時間前からは、タバコを吸わない</li><li>17. 寝床に入る 1 時間前には、部屋の明かりを少し落とす</li><li>18. 眠る目的での飲酒は避ける</li><li>19. 寝床でテレビを見たり、仕事や読書をしない</li><li>20. 寝室は快適な空間に工夫する</li><li>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</li><li>22. 就床時刻が不規則にならないようにする</li><li>23. 午前 0 時までには就寝する</li><li>24. 寝床の中で悩み事をしない</li><li>25. 眠たくなってから寝床に入る</li><li>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</li><li>27. 睡眠時間が不規則にならないようにする</li><li>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</li></ol> |
|--|

#### 【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

A large rectangular area with a black border, containing horizontal dashed cyan lines for writing. The bottom right corner is folded over, showing a grey shaded area.

A large rectangular area with a black border, containing numerous horizontal dashed cyan lines for writing. The bottom right corner is folded over, showing a grey shaded area.



**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