



人間科学ニュース No. 242

2022. 11. 1

- ヒューマンエラーを減らすために 貞苺 路也
- 待避不良防止のために必要な行動特性 村越 暁子
- 横流ファンの温熱快適性効果の定量評価 遠藤 広晴
- 駅トイレの清掃品質について、利用者はどう考えているのか？ 京谷 隆
- 自動車分野での覚醒維持に関する研究 中川 千鶴
- シカの生息頭数が増加した背景を考える 志村 稔



ヒューマンエラーを減らすために

九州旅客鉄道株式会社
上席執行役員
鉄道事業本部副本部長・
安全創造部長

貞苺 路也

ヒューマンエラー。人が原因となって起きるミス
の撲滅は、人が関わる仕事において避けては通れない
課題です。鉄道の現場において、ヒューマンエラー
によって起きた重大事故の事例は少なくありません。
ヒューマンエラーを減らしていくにはどうしたら良
いでしょうか。当社で取り組んでいる施策について
ご紹介したいと思います。

当社では「ゆるぎなき安全」を作り上げるために
毎年安全創造運動を展開し、社員の安全意識向上を
促しています。今年は「命を守る!!～ルールを理解
し、正しく実践していますか?～」をスローガンと
し、ルールや基本動作は“正しく”実践されなけれ
ば意味がなく、正しく実践されていないときにこそ
事故やミスは発生することを社員へ認識させていま
す。また、語尾を疑問形とし「これくらいいいだろ

う」や「これくらい大丈夫」、「ルールはたぶんこう
だった」と思わずに、いつもルールや基本動作を正
しく実践しているか自分の胸に手を当てて自分自身
に問いかけてほしい、自分自身を振り返ってほしい、
という意味を込めています。作業前に一呼吸置いて
自分自身に問いかける、この一呼吸がヒューマンエ
ラーの減少に重要だと考えます。

さて、当社で取り組んでいるプロジェクトの1つ
に自動運転があります。ATS 区間・踏切のある区間
で国内唯一となるもので、香椎線で実証運転を 2020
年末より継続しているところです。将来的には列車
前頭に乗務する免許を持たない鉄道係員が、線路上
の障害となる事象を発見した場合の緊急停止操作や
お客さまの避難誘導等を行い、装置が操縦を担いま
す。運転士の操縦操作に頼っていた領域を自動化す
ることで、列車運行におけるヒューマンエラーを減
らすことが出来ると考えています。免許を持たない
係員が列車前頭に乗務する今までにない形態のため、
教育や態勢等について社内で検討すべき点はありま
すが、実現に向けて鋭意取り組んでいます。

今後も安全創造運動の取り組みに磨きをかけ、さ
らに先進技術を積極的に活用していくことで、JR
九州グループは「ゆるぎなき安全」をつくり上げて
いきます。

☆ 人間科学関連 刊行物のご案内 ☆

刊行物のバックナンバーは鉄道総研の Web ページからご覧になれます。

- 人間科学ニュース (<https://www.rtri.or.jp/rd/news/human/#new>)
鉄道と人間科学、安全性、快適性などにまつわる研究成果やトピックをご紹介します。
- 鉄道総研報告—RTRI Report— (<https://www.rtri.or.jp/publish/rtriirep/>)
研究成果を学術的な観点からまとめた論文誌で月1回発行しています。
- RRR—Railway Research Review— (<https://www.rtri.or.jp/publish/rrr/>)
研究開発成果および鉄道技術をわかりやすく紹介する鉄道総研の月刊 PR 誌です。



**待避不良防止のために
必要な行動特性**

安全心理グループ
村越 暁子 ☎053-7346

はじめに

触車事故を防止するためには、その一歩手前の状態である待避不良（待避の遅れ）を防止する必要があります。では、待避不良を防止するためには、どのような行動をとることが必要なのでしょうか？

私達は、過去事例の分析、および作業責任者・列車見張員を回答者とする実態調査より、待避不良を防止するために必要な行動のまとめ（以下、行動特性）を明らかにしました¹⁾。

ここではその概要についてご紹介します。

行動特性を明らかにした方法

まず、複数の鉄道事業者で過去 10 年間に発生した待避不良事例を分析し、作業責任者および列車見張員のエラー行動を抽出しました。そして、それらのエラーを防止するために必要な具体的な行動内容の項目（例えば、「定められた携行品や保護具を着用させる」等）を整理しました。

次に、整理した具体的な行動内容の項目について、「現場で行っている程度」を質問する実態調査を行いました。回答者は、保線、電気系統等の作業責任者 609 名、列車見張員 656 名でした。得られた回答データを統計解析した結果、具体的な行動内容の項目は、表 1 の 9 つの行動のまとめ（行動特性）にグループ化されることが明らかになりました¹⁾。

待避不良防止のために必要な行動特性

待避不良防止のために必要な行動特性（表 1）のうち、「確実な状況確認」と「危険予測と安全優先」は、作業責任者と列車見張員に共通でした。定められた確認手順を省略せず状況を慎重に確認すること、および危険を予測し危険の回避を最優先にすることは、作業責任者と列車見張員に共通して必要な基本的な行動特性であることが分かりました。

作業責任者のみで得られた特徴的な行動特性は、「待避時間遵守のための監督」と「メンバーの待避状況の監督」でした。これらは、作業責任者に求められている、他メンバーの指揮、監督という役割における行動特性と言えます。一方、列車見張員では、「確実な列車監視」という列車見張りの職務に加え、「主体的な安全確保と主張」という、安全のために行う自身の職務に限定されない行動特性も必要であることが分かりました。

おわりに

今回明らかになった 9 つの行動特性の観点から、個人や職場の弱点を評価し、弱点に応じて、必要な指導や教育を提案する手法を開発しました²⁾。開発した手法については、次の機会にご紹介させていただきます。

参考文献

- 1) 岡田安功他：触車事故防止のためのエラー回避傾向の把握②－自己評価項目の作成－、産業・組織心理学会第 37 回大会、2022
- 2) 村越暁子他：触車事故防止のためのエラー回避傾向の把握③－教育提案手法の開発－、産業・組織心理学会第 37 回大会、2022

表 1 待避不良防止のために必要な 9 つの行動特性¹⁾

作業責任者		列車見張員	
行動特性	内容	行動特性	内容
①確実な状況確認	定められた手順を省略せず、状況を慎重に確認する	⑥確実な状況確認	定められた手順を省略せず、状況を慎重に確認する
②危険予測と安全優先	自身の行動や周囲の状況・状態について、危険を予測し、作業進捗よりも危険回避を優先する	⑦危険予測と安全優先	自身の行動や周囲の状況・状態について、危険を予測し、作業進捗よりも危険回避を優先する
③線路立入り体制の確立	見通し距離を確保する等、線路に立入るために必要な体制を確立する	⑧確実な列車監視	見張り中に意識低下しないよう気をつけ、見張りに専念する
④待避時間遵守のための監督	待避時間を遵守できるよう監督する	⑨主体的な安全確保と主張	作業責任者や作業員の不安全行動に気付いたら注意する
⑤メンバーの待避状況の監督	メンバーの待避状況を監督する		



横流ファンの温熱 快適性効果の定量評価

快適性工学グループ
遠藤 広晴 ☎053-7316

はじめに

夏の暑い時期は、サーキュレーターや扇風機が冷房の補助として様々な場所で活躍しています。通勤列車内においても、天井部に設置された横流ファンが、それらと同じ役割を担っており、夏季における乗客の快適性確保に貢献しております。一方、横流ファンの風は気温によっては寒い不快感の発生要因にもなるため、風と気温の両者の影響を考慮した適切な送風調節が重要となります。

私たち快適性工学グループでは、通勤列車内の乗客の温熱快適性を定量的に評価する手法の研究を進めています。ここではその手法の概要と横流ファン送風環境に適用した例をご紹介します。

通勤列車内の温熱快適性評価手法の概要¹⁾

提案手法の概要を図1に示します。手法の前半部では、温湿度等の温熱要素と、服装等の乗客側の要素の両者を考慮して、乗客が受ける熱負荷や、それに伴う体温調節反応のメカニズムを基に、皮膚温や発汗等の生理状態を予測します。次に、この生理状態に基づいて、複数ある温熱要素を「体感温度」という一つの数値に代表させます。このように、温熱環境による人への物理的影響は「体感温度」に縮約できます。一方、人への心理的影響（快適性）は、様々な温熱感覚特性を持つ乗客間でバラツキが生じます。そこで、後半部では、過去の被験者実験データから構築された統計モデルを用いて、乗客の快適性の分布、つまり、何割の乗客が寒い/暑い不満を感じるか（寒い/暑い不満足率）を予測します。

横流ファンの温熱快適性効果の定量評価

図2に、人間科学ニュース No.232号（2021年3月号）の「横流ファンの温熱快適性向上効果」でご紹介した、横流ファンの効果検証実験の結果を示します。同図には、提案手法を適用して快適性を予測した結果も併せて示しました。この検証実験では、①ファン停止条件と比較して、ファン稼働条件では24℃か

ら28℃への気温上昇時の不満足率が低減されていること（図2の①部）、②30℃付近では横流ファンを稼働した場合でも不満足率が70%程度に達すること（図2の②部）、③ファン稼働条件の気温下降時では24℃付近を境に寒い不満足率が増加していること（図2の③部）、の主に3つの特徴が確認できますが、提案手法による不満足率の予測結果は、これら3つの特徴をよく捉えていることがわかります。

おわりに

人の温熱生理メカニズムと乗客が感じる快適性のバラツキを考慮した手法により、通勤列車内の横流ファン送風環境に対しても、乗客の温熱快適性を定量的に予測・評価できることがわかりました。近年、快適性と省エネの両立が社会的に求められており、消費電力の少ない横流ファンを積極的に利用することは今後ますます重要性を増していくと考えられます。提案手法は、ここでご紹介した効果検証の他、快適性と省エネの両者を考慮した横流ファンの風速調整等を検討する際にも活用できると考えています。

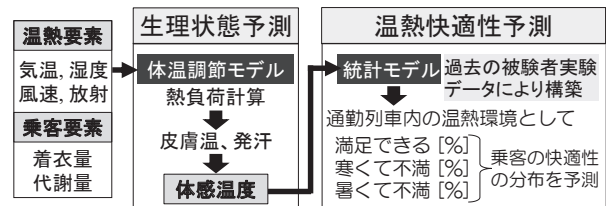
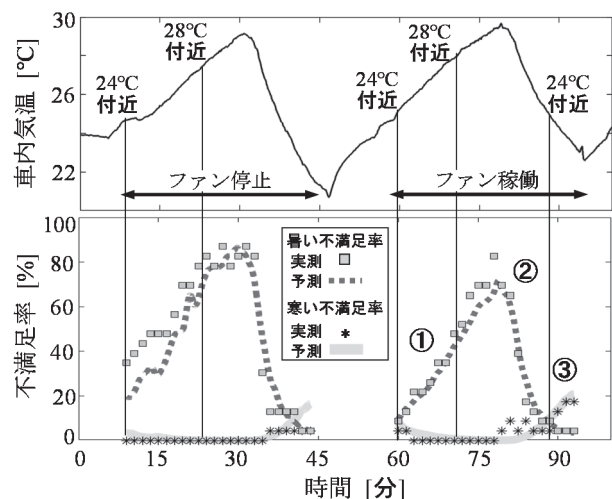


図1 通勤列車内の温熱快適性評価手法の概要¹⁾



※人間科学ニュースNo.232の図2を引用。ただし、同図では寒い不満足率と暑い不満足率の合算値を表示していたが、ここでは両者を分けて表示。

図2 気温と不満足率の関係（参加者23名）

参考文献

- 1) 遠藤他：夏季の通勤列車内の温熱快適性予測手法、鉄道総研報告、2015



駅トイレの清掃品質について、利用者はどう考えているのか？

快適性工学グループ
京谷 隆 ☎053-7316

はじめに

鉄道駅のトイレは、利用者が少しでも快適に利用できるよう、清掃業者が日常的に清掃を行っています。また、清掃業者は、清掃品質の評価も行っています。ただし、この評価は、「清掃する側」の立場から見た清掃品質評価ですので、「利用する側」の立場からの評価は異なるかもしれません。これまで、利用者の目線に立った清掃品質評価の検討事例は、あまりありませんでした。

そこで、利用者の駅トイレの清掃品質に対する考えを把握し、清掃評価に本来盛り込むべき清掃品質評価項目を明らかにするために、利用者から見た駅トイレの清掃品質調査（以降、「モニター調査」と記載）を行いました¹⁾ので、簡単にご紹介します。

参加者・調査対象トイレ

今回のモニター調査では、男子トイレのみを対象としたため、参加者は男性のみで、人数は50名です。調査対象は、床に磁器タイルが施工され、水を使って清掃する（湿式清掃）2箇所の駅のトイレと、床にポリ塩化ビニルゴムが施工され、水を使わずに清掃する（乾式清掃）2箇所の駅のトイレ、計4箇所の駅の男子トイレです。これらの駅は、一日平均乗車人員がほぼ同等の規模で、トイレのリニューアルがほぼ同様の時期に実施された駅から選びました。

参加者への質問の内容

参加者には、各駅の男子トイレに入って小便器や床、壁、洗面台などの設備を見た後に、各設備の清掃状況の印象を回答してもらいました。具体的な質問内容は、先行研究や上記4箇所の駅トイレの清掃を担当する会社が行っている清掃作業の品質評価項目（以降、「既存の清掃品質評価項目」と記載）を参考に設定しました。

さらに、トイレ内のおいに関する質問や、「駅トイレ全体として清潔だったか」、「この駅トイレを再度利用したいか」（以降、「再度の利用」と記載）とい

う質問にも回答してもらいました。この「再度の利用」ですが、先行研究を参考にして、利用者から見た駅トイレ全体としての清掃品質評価を示す指標に設定した質問です。

「再度の利用」に影響を与える指標は？

モニター調査の結果を集約し、「再度の利用」に影響を与えている評価項目は何か、重回帰分析を用いて探索しました。その結果、「においの満足度」「幅木の尿汚れ」「小便器の尿汚れ」の3つの項目が抽出されました。いずれも、既存の清掃品質評価項目には含まれていませんでした。よって、これらの3つの項目を清掃品質評価に追加して、その評価を向上させるような清掃を行えば、当該の駅トイレを「再度利用したい」と考える利用者の割合が増える可能性が示されたこととなります。

乾式清掃に切り替えると、「再度の利用」を促せる？

人間科学ニュース No.236号（2021年11月号）では、利用者から見た意識調査の中で、乾式清掃を行う駅トイレの方が、湿式清掃を行う駅トイレに比べて、においに関する評価が良い傾向にあることをご紹介しました。この調査では「においの満足度」についても尋ねましたが、やはり乾式清掃を行う駅トイレの方が、満足度が高い傾向を示しました。先述のとおり、「再度の利用」に影響を与える指標の一つとして「においの満足度」が抽出されましたので、湿式清掃を行っていたトイレで、乾式清掃を試してみると、「においの満足度」が向上し、それに伴ってトイレを「再度利用したい」と考える利用者の割合を増やせるかもしれません。

おわりに

快適性工学研究室では、科学的データの取得や利用者に対する意識調査等を通して、駅トイレの快適性向上に関する研究に取り組んできました。今回のモニター調査の結果と合わせ、駅の利用者に快適に利用してもらえる駅トイレとはどのようなものか、さらに追究したいと考えています。

参考文献

- 1) 京谷隆他：駅トイレの清掃状況に対する利用者意識調査、日本建築学会関東支部研究報告集、2022



自動車分野での覚醒維持に関する研究

人間科学研究部
中川 千鶴 ☎053-7332

はじめに

この数年、自動車での死亡事故の約 1/4 は漫然運転によるもので、自動化が進む中でドライバの覚醒状態がさらに低下しやすくなるのが懸念されています。現在検討が進む「条件付き自動運転」では、状況によってシステムがドライバに介入要求するため、ドライバの覚醒状態が低下していると判断ミスや操作の遅れが生じる可能性があります。このような背景から、自動車分野では、ドライバの眠気推定や覚醒状態の維持に向けた様々な研究が行われています。

今回は、自動車分野でのドライバの覚醒維持に関する研究について、ご紹介したいと思います。

覚醒を維持させるには？

人間は単調な作業が続くと眠くなります。特に、「受動的」で、「筋肉の活動が伴わない」場合、覚醒状態が低下しやすいと言われています。「能動的行動」の覚醒維持効果を検証した例として、被験者数は少ないですが小川ら¹⁾のパーカッション演奏（音楽に合わせてハンドルを叩く）の効果検証があります。6人の被験者による自動車運転シミュレータ実験の結果、「警報のみ」、「警報+冷風」、「パーカッション」の効果を比較したところ、平均覚醒維持時間は「警報のみ」「警報+冷風」が17分前後であったのに対し、「パーカッション」は46分と2.7倍でした。ただし、主観評価で、パーカッション演奏を「もっと続けたい」と答えた4人は他の2人より覚醒維持時間が長く、「飽きた」と答えたうちの1人は「警報のみ」条件より覚醒維持時間が短くなりました。覚醒水準は情動状態とその場面に対するモチベーションに関係するといわれ、演奏を楽しめた人はモチベーション

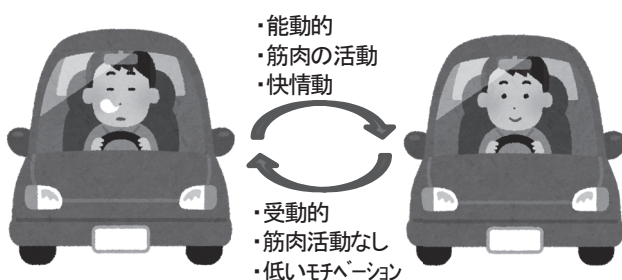


図1 覚醒維持に影響を及ぼす3つの要素

が上がったことで覚醒維持効果が高まったと考えられます。

他にも「快情動」の喚起が覚醒維持に効果があるとの報告があります²⁾。運転を妨げない刺激として音に着目し、「多感な青年期に聞いた音楽が参加者84%に快情動を喚起した」との知見をもとに、「懐かしい」と感じる音楽とそうではない音楽の効果を20名の被験者で比較しています。同時に音楽に合わせた座席振動のあり・なし条件も加えた4条件で比較した結果、「懐かしい音楽+振動」が最も覚醒維持に効果があり、次に効果があったのは「懐かしい音楽（振動なし）」だったそうです。この他、内発的で良質なモチベーションにより覚醒維持を図る効果なども検討されています。

鉄道分野への応用

覚醒状態の維持には、「能動的」「筋肉の活動」「快情動」の要素が重要です（図1）。鉄道総研でも、1994年に倉又らが覚醒レベルの維持に有効な刺激として、好みの音楽を自分の意思（能動的）で流すと持続的な効果があると報告しています³⁾。近年の鉄道の運転システムはさらに高度化され、それに伴い運転作業はシンプルになっています。一方で、異常時には迅速かつ的確に判断し行動しなければなりません。

鉄道の安全は高い安全意識とたゆまぬ努力に支えられており、業務外のことに気を取られ注意が逸れては本末転倒です。一方で、人間の脳は「快」と感じると活性化することが分かっています。自律性や有能感の欲求を満たして内発的モチベーションを高めることは、業務と相性の良い「快」といえるでしょう。辛さを伴う眠気我慢の覚醒努力から、乗務員が「快」と感じる能動的な行動で覚醒維持が実現できないでしょうか？鉄道総研では、無理なく適切なレベルの覚醒状態を維持しながら乗務できるように、覚醒状態の低下を検知するシステムや、覚醒レベル維持に有効な方策の提案に向けた研究を行っています。

参考文献

- 1) 小川洋明ら：ドライバの能動的行動に基づく覚醒維持手法に関する研究、自動車技術会論文集、2013
- 2) 坂田大ら：快情動喚起と脱馴化でドライバの覚醒状態を維持する手法の開発、自動車技術会論文集、2021
- 3) 倉又哲夫ら：覚醒レベル保持に有効な刺激とその与え方についての実験的検討、鉄道総研報告、1994



シカの生息頭数が増加した背景を考える

快適性工学グループ
志村 稔 ☎053-7316

はじめに

近年、人の健康を保つためには、動物や環境の健康も維持しなければならないという考え方のもと、これら三者の健康・健全性を維持していくために、One Health という概念が提唱されています。日本国内においては、1990年代からシカの生息頭数が急速に増加したことによって、生態系や農林業への被害、交通事故や鉄道車両との衝撃事故が増加するなど人間社会でも大きな問題となっています。

明治初期には多数生息していた

シカが急激に増加した背景を知ることは、今後の推移を予想し、対策を講じる上で意味のあることです。明治初期の北海道においては、1873年から76年の4年間に44万頭以上のエゾシカが捕獲されたという記録があり、この数字から当時のエゾシカの生息頭数はおよそ47万頭だったと推定されています¹⁾。現在の生息頭数はおよそ69万頭ですが、当時もかなり多くのエゾシカが生息していたことが分かります。また、本州においても、長野県で明治中期(1890年)には農作物への食害が記録されています。これらのことから、当時国内に多くのシカが生息していたと推測されます。

その後、日露戦争などによる毛皮需要の増大による捕獲頭数の増加や豪雪などにより急速に生息頭数は減り、絶滅も危惧されました。そのために1920年代からは狩猟の禁止などの保護政策がとられるようになりました。その他、人口の増加に伴う食糧増産のための新田開発と増加する燃料需要を森林資源に求めたため、森林環境資源を大きく消費することとなりました。その結果、野生動物との軋轢が大きくなり、人里に近い場所から追い払われ生息地域が狭くなったことも生息頭数減少要因の一つと考えられます。

急激な生息頭数増加の要因

第二次世界大戦前後の日本各地には森林が少なく、

荒れ地が広がり、シカの餌となる植物も少なかったと考えられます。1960-70年代になると針葉樹の植林事業が全国的に進行し、現在では国土の7割を森林が占めるまでになりました。この事業が、シカの餌となる草や低木を増加させたと考えられています²⁾。さらに、化石燃料への移行が進み、燃料としての木材利用が減少し、中山間地域での耕作放棄地の草地化も加わり、シカの生息場所が拡大したことも増加の要因となりました。つまり、人の生活様式や自然環境利用の変化が大きな要因であるといえます。

シカの増殖率は良好な環境下では年15%程度であり²⁾、5年で2倍、17年で約10倍に増加します。実際、房総半島のシカは1980年度末には300頭未満でしたが、2000年には3500頭(11.7倍)以上に増加しました。本州以南では1989年に31万頭でしたが、2014年には246万頭と8.6倍に増加しました。

生息地域拡大への対策

生息頭数の増加に加え、シカの生息域は2018年度末には1978年度の約2.7倍に広がり、およそ国土の約7割に達しました。このような状況下において、地域を守るための対策として、イヌを使ったシカ等の野生動物を追い払う技術の開発がなされています³⁾。獣が接近すると吠えて獣を威嚇し、人にもそのことを知らせるといった技術です。特定の耕作地を守るのではなく、集落への侵入を防ぐことを目標として、訓練を受けた複数のイヌによる追い払いによって地域全体で効果を上げようという取り組みです。

まとめ

鉄道総研では、鹿の生態に着目し、鹿忌避音を利用したシカとの衝撃事故対策を開発しました。鉄道における事故対策は、広範囲に実施する必要があります。動物の生態を利用した集落全体を守るための技術開発は、鉄道における対策と通じるところがあると考えられますので、今後の動向に注目していきたいと思います。

参考文献

- 1) 揚妻直樹：シカの異常増加を考える、生物科学、2013
- 2) 奥村栄朗：ニホンジカの増加と生物多様性の危機、四国の森を知る、2011
- 3) 兵庫県森林動物研究センター：イヌを活用した獣害対策のために、2008