



人間科学ニュース No. 226

2020. 3. 1

- 小さなミスについて 岡本 真一
- 反復型先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果 小野間統子
- エラー時の動揺と瞳孔 秋保 直弘
- 万が一のためのシートの安全性を考える 榎並 祥太
- トイレの不快なおいのもとを探すために 京谷 隆
- 触車事故防止 VR 教材 ～触車事故防止ルールの遵守促進をめざして～



小さなミスについて

四国旅客鉄道株式会社
鉄道事業本部
安全推進室長
岡本 真一

人はいろいろなミスを犯します。特に小さなミスはたくさん起こしています。例えば私の場合、最近以下のようなミスがありました。

1. 会議室を間違えた。誰も来ないため気付いた。別の会議室に変更になっていた。
2. 先日夕方の退社時、予備の傘を持ち帰るのを忘れた。次第に天気が悪くなっていて「帰りは傘が必要かも」と思い、さらに 10 分ほど前に誰かが「雨が降っている」というのを耳にしたので必ず持ち帰るつもりだったが、入口玄関まで出てきた所で忘れたことに気付いた。普段持ち帰ることがないので忘れてしまった。
3. 2～3分前に手にしていた財布を見失った。

自分が座っている周辺を探したが見つからず、一旦離れて他事をして元の場所に帰ってきたら、座っていた目の前にあった。

4. 毎朝飲んでいる薬を飲み忘れた。いつもと同じ場所なら習慣になっているので忘れなかったと思うが、その日は隣の部屋で食事、といっても開けっ放しの襖を挟んで 2 m 足らずしか離れていないが、周囲にある物などの違いで習慣が飛んでしまった。

1はいつも同じ会議室なので思い込んでいた。2については習慣になっていないことは抜けやすく、忘れまいとしても 10 分も意識の持続は難しい。3は周辺を取りこぼさず探そうと注意がそちらに向いてしまっ、と真ん中の物が見えていなかった。場所を変えて少し離れたところから見ると見えたということ。4はわずかな周辺環境の違いで普段の習慣が発揮できなかったということだと思います。

いずれも人間の能力の限界とかヒューマンファクターを身近に感じますが、小さなミスほど「また次回気をつけよう」で終わらせて再発を繰り返してしまうことが多いと思います。特効薬はないとしても、手間がかからず効果のある予防策はないものかと欲張りなことをいつも考えてしまいます。

☆ 人間科学関連刊行物のご案内 ☆

鉄道総研報告 2020 年 1 月号：特集「人間科学」

展望解説

○鉄道における最近の人間科学研究

解説

○鉄道利用者の快適性に関わる研究の現状と課題

特集論文

- 触車事故防止ルールの遵守徹底に向けた安全教育法の開発
- 先取喚呼を利用した速度超過防止法
- 長時間停車時の乗客心理に関する基礎的検討
- 変動磁界による神経刺激作用の細胞レベルでの評価

調査報告

- コミュニケーションエラー防止対策の実態調査
- 駅トイレの清掃評価項目の見直しに向けた利用者意識の調査
- ロービジョン者による駅トイレの使用実態に関する基礎調査

お問い合わせ先：(公財) 鉄道総合技術研究所 広報 TEL 042-573-7219 JR 053-7719



反復型先取喚呼による つり込まれエラー 防止効果

安全心理グループ
小野間 統子 ☎053-7346

先取喚呼について

これまで人間科学ニュースでは、数回に渡り先取喚呼をご紹介してきました。先取喚呼とは、先々のやるべきことを忘れないために、正しい行為を声に出して（喚呼して）、失念等を防ぐというものです。

先取喚呼にはイメージング型先取喚呼と反復型先取喚呼の2種類があります。イメージング型先取喚呼は、作業前に行うべきことを忘れずに行っている様子をイメージして喚呼するものです。反復型先取喚呼は、作業をしながら忘れてはいけない内容を繰り返し喚呼するものです。先取喚呼には失念防止効果の他、つり込まれエラー防止効果があります。つり込まれエラーとは、目や耳から入った情報につられて、やるべきことを一時的に失念し、やろうと思っていなかった行動をしてしまうことです。運転士の業務でいえば、徐行区間などで本来は無視しなければならない速度標識の数字を見て、それにつられて、速度を上げ、速度超過する例が考えられます。今回は反復型先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果とその検証実験について紹介したいと思います。

つり込まれエラー防止効果の検証実験

反復型先取喚呼によるつり込まれエラーの防止効果を検証するために、大学生を対象に次のような課題（つり込まれエラー誘発課題）を用いて実験を行いました（図1）。この課題では、図1のようなジョイスティックボードとパソコンを使用します。パソコンの画面上に3×3の9マスの四角が表示され、そのマスのいずれかランダムな位置に矢印や数字が表示されます。矢印が表示された場合にはその方向にジョイスティックを倒すことが、数字が表示された場合には対応するボタンを押すことが求められます。ただし、特定の方向の矢印には無視することが求められます。すると、矢印を無視しようとしても、画面に表示された矢印につられて、ジョイスティックを倒してしまいそうになります。つまり、つり込まれエラーが起きやすい課題となっています。

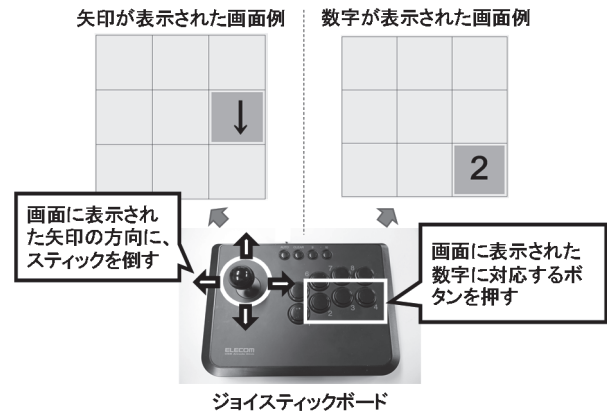


図1 つり込まれエラー誘発課題の概要

実験参加者の約半数は反復型先取喚呼をしながら（喚呼あり条件）、残りの半数は反復型先取喚呼をせずに（喚呼なし条件）この課題を行いました。喚呼あり条件の実験参加者は、任意のタイミングで「上方向の矢印は無視」といったように、無視すべき特定の矢印について喚呼しながら課題を行いました。一方、喚呼なし条件の実験参加者は何も喚呼せずに課題を行いました。

両条件について、実験参加者が特定の矢印を無視することができずにつり込まれた回数（つり込まれエラー数）を比較しました（図2）。その結果、喚呼あり条件の方がエラー数が少なくなり、反復型先取喚呼のつり込まれエラー防止効果が確認されました。

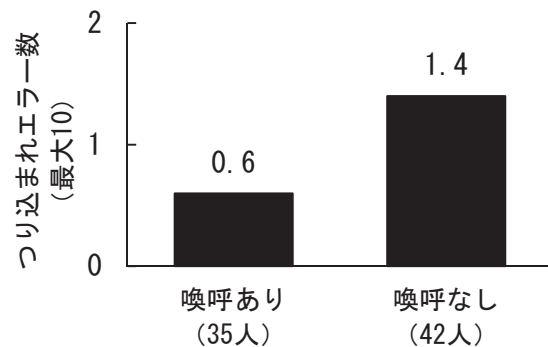


図2 条件別つり込まれエラー数

実用に向けて

先取喚呼の効果が実証されたため、現在は、先取喚呼を現場で導入しやすくする教育手法を検討中です。先取喚呼のエラー防止効果を体感できる課題や、適切な先取喚呼のやり方の他、先取喚呼を実践してみようという意欲を高める内容を検討しています。



エラー時の動揺と瞳孔

人間工学グループ

秋保 直弘 ☎053-7348

はじめに

鉄道総研では鉄道運転士を支援するための研究開発に取り組んでいます。鉄道運転作業時において、そのパフォーマンスを維持するため、運転士の心理的状态が良好であることは非常に重要です。ある研究¹⁾によれば、人間は緊急事態において通常の3分の1程度の能力しか発揮しないとされています。

このような緊急事態において人間の心理的状态をシステム側が推定し、適切にサポートすることができれば事故防止につながるものと考えられます。ここでは鉄道総研で実施した鉄道運転中の動揺をとらえる研究²⁾をご紹介します。

鉄道運転中の動揺を模擬する課題

パソコン等で構成した簡易型の鉄道運転シミュレータで7名の実験参加者に運転してもらいました(図1)。眼鏡式のアイカメラ(Tobii Pro Glasses2、図2)をかけてもらい、視線や瞳孔径の変化を測定しました。環境光がほぼ一定に保たれた環境で測定しました。

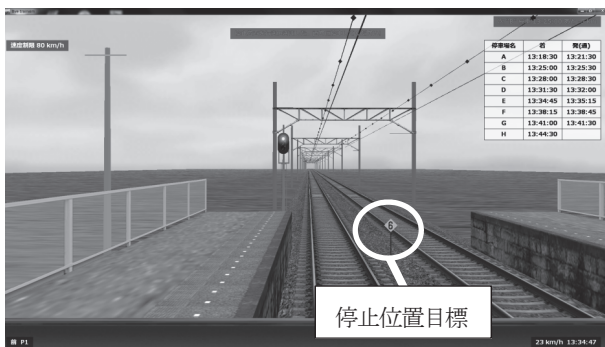


図1 駅停車課題

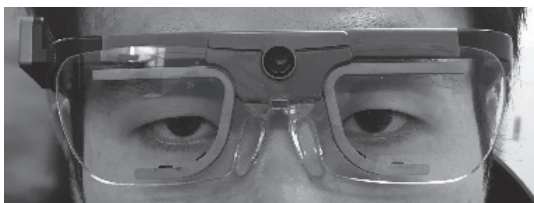


図2 眼鏡式アイカメラ

動揺した時の瞳孔

運転作業の中でもより注意を要し、動揺が生じやすい駅停車時に焦点を当て、運転シミュレータ操作中の解析区間を以下の2つに分けて、動揺したときの瞳孔を解析しました。

- ・平常時：駅に問題なく停車した前後15秒間（動揺時と同一課題中の隣接駅）
- ・動揺時：駅停車に失敗し、オーバーランして停車した前後15秒間

瞳孔径の平均値を見てみると、全ての実験参加者において、平常時と比較して動揺時に瞳孔が大きくなっていました(図3)。原因としてはエラー発生で生じた動揺による交感神経系の活動が強くなったことが考えられます。交感神経系は、人間が緊張しているときやストレスを感じているときに活発になり、瞳孔を散大させることが知られています。

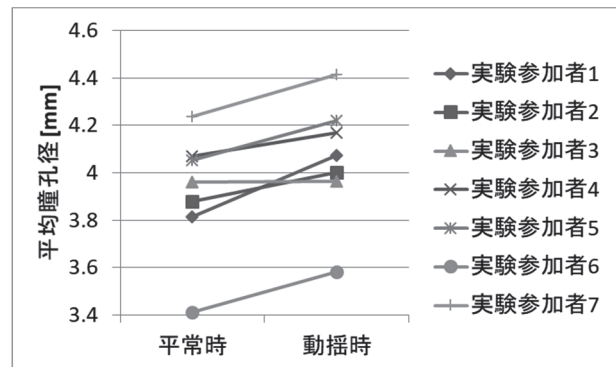


図3 平常時・動揺時における瞳孔径の比較

おわりに

今回の実験で、鉄道運転時のエラー発生による動揺の反応で瞳孔が大きくなることが確認されました。瞳孔の反応は速く、顕著に差が出やすいことから他の生理指標と比べても優れている点があります。

エラーをして動揺している時にまたエラーを重ねてしまうことがあり、エラーが重なることで事故につながる危険は高くなると考えられます。その意味で、システム側で瞳孔の状態を適切にとらえ、適切に運転士を支援することができれば、事故防止につながるかもしれません。

参考文献

- 1) 福田収一他編：感覚・感情とロボット—人と機械のインタラクションへの挑戦、2008
- 2) 秋保直弘他：鉄道運転作業時の心理的動揺における瞳孔径変化の基礎的検討、ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集、2016



万が一のための シートの安全性を考える

人間工学グループ
榎並 祥太 ☎053-7348

万が一を考えたシートの安全性

鉄道を運行するにあたり最も大切なことは、お客様の安全であり、事故を未然に防ぐためのさまざまな対策がなされています。しかしながら、踏切衝突事故や自然災害など、鉄道事業者だけでは防ぎきれない事故もあります。そのため事故を未然に防ぐことに加えて、事故が起きてしまった際の対策も重要です。これまで鉄道総研では、踏切衝突事故時における乗客の被害を推定し、衝突安全性向上策を検討してきました。

人間科学ニュース No.219 号（2019 年 1 月号）では、衝突事故が発生した場合の回転機構の付いたリクライニングシートに着座した乗客の被害を、シミュレーションを用いて推定し、脚部の傷害の可能性について報告しました。この結果を踏まえると、たとえば、安全性向上対策として膝が衝突する前席背面に緩衝材を組みこむことなどが考えられます。そのためには、シート背面のどこに対策をすることが効果的かを明らかにする必要があり、シミュレーションで、膝の衝突位置を推定しました。その結果についてご紹介します。

膝はどこにぶつかるのか？

シミュレーションでは回転リクライニングシートモデルと人体を模擬したダミーモデル（図 1）を使用しました。踏切で列車がトラックと衝突する事故を想定し、衝突速度を 3 条件設定しました。着座位置は、ズレると結果が変わる可能性がありますので、標準的な着座位置を含めた 5 条件（図 2 (a)）、また着座方向は正面方向を含めた 4 条件（図 2 (b)）を試しました。以上を組み合わせ、座る可能性のある範囲の、全 57 条件の着座姿勢について検討しました。

解析の結果、シート背面における膝衝突位置は、図 3 に示すように、一定の高さに分布（座面高さから約 80mm～130mm）し、これが乗客が着座した際の膝高さであることがわかりました。ここに緩衝材を組みこむなどの対策を施すことによって、脚部の傷害を下げる可以考虑されます。

おわりに

このように、シミュレーションを用いることによって、事故が起きてしまった際の膝衝突位置を推定できました。この結果から、シートの安全性向上のための対策を検討することができると考えており、今後もこの衝突安全性向上のための研究を進めていく予定です。



図 1 シミュレーション

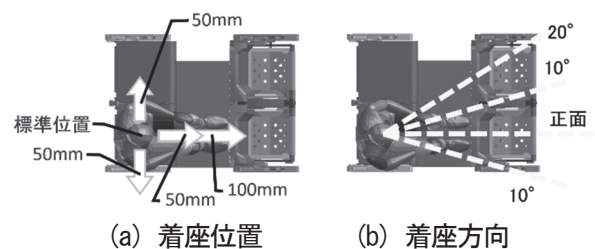


図 2 解析条件

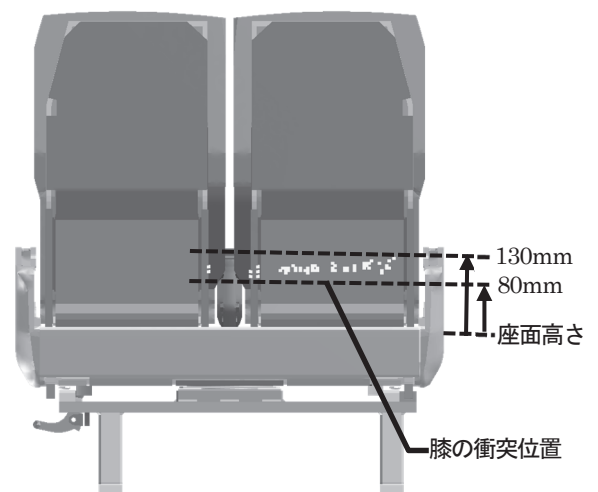


図 3 シート背面への膝の衝突位置（57 条件）



トイレの不快なおいのもとを探すために

生物工学グループ
京谷 隆 ☎053-7316

はじめに

生物工学研究室では、駅トイレの不快なおいを減らし、駅トイレ室内の空気環境を改善させることを目的に、そのにおいがどこから発生しているのかを調査してきました。本稿ではその中でおいを測るための取り組みについてご紹介します。

トイレのにおいをどうやって測るか？

トイレのにおい成分として、代表的な物質の一つにアンモニアがあります。まず、このアンモニアがどこから発生しているのかを探るため、駅トイレ内の複数の箇所で、アンモニア濃度を測ることを検討しました。

不快なおいを感じるのは営業時間帯であるため、この時間帯での計測が必要でした。営業時間帯の駅トイレは、鉄道利用者が常に出入りし、かつスペースも限られていますので、あまり大がかりな装置を持ちこむことはできません。そのため、以前は人間科学ニュース No.194 号（2014 年 11 月号）でご紹介したように、アンモニア検知管を用いた方法で濃度を測っていました。

しかし、この方法では感度が低く、人の鼻ではおいを感じているのに、アンモニアを検出することができず、発生源の特定に至らないケースも多くありました。その他、市販されている空間中のアンモニアセンサは、検知管よりさらに感度が低く、駅トイレのアンモニア検知には不向きでした。

そこで、新しく可搬型のセンサシステムを試作してみることにしました¹⁾。

新しいアンモニアガス測定システム

可搬型アンモニアガス測定システムの試作機のイメージを、図 1 に示します¹⁾。長さ 80cm の SUS 管の先端から、測りたい箇所の空気を吸引し、センサチャンバー内にある最新の高感度アンモニアセンサにより、アンモニア濃度を測定します。測定データ

は直ちにスマートフォンに伝送され、画面上で確認することができます。このセンサは、検知管の約 20 倍の感度があり、人の鼻では感じられるのにもかかわらず、検知管では検出することができなかった、非常に薄い濃度のアンモニアガスが検出できるようになりました。また、センサの応答性もよく、例えば小便器間の床や排水溝など、これまで特定が難しかった発生源を特定することができるようになりました¹⁾。

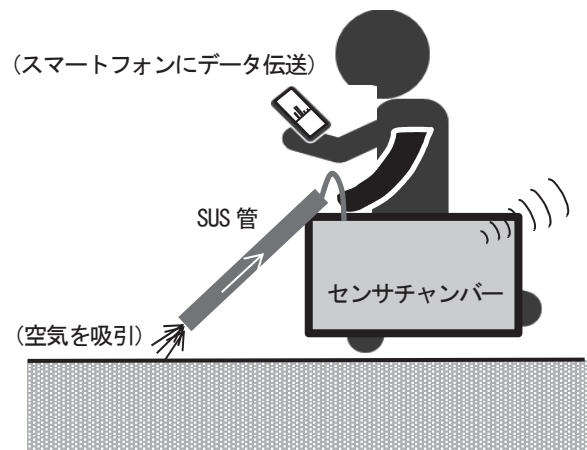


図 1 可搬型アンモニアガス測定システムの試作機のイメージ¹⁾

実用に向けて

このシステムを使えば、これまで見つけることができなかったアンモニアの発生箇所を明確にすることができることで、不快なおいを効果的に減らすことができ、効率の良い清掃が可能になります。

ただし、現在の試作機はまだ筐体が大きく、トイレの広さによっては、利用者のトイレ使用を支障したり、スムーズな測定ができないために、時間や労力を余分に使ったり、といったことが懸念されます。このため、このシステムをさらに小型化することが望まれます。そして、利用者の邪魔にならず、測定作業も手軽にできるようになれば、駅だけではなく、車両のトイレなどにも、その適用範囲を広がられるのではないかと考えています。

参考文献

- 1) 京谷隆他：公共トイレでの臭気源探索に対する可搬型高感度アンモニアセンサの適用、室内環境、2018

2020 年 3 月
販売開始

触車事故防止 VR 教材

STAT-VR



～触車事故防止ルールの遵守促進をめざして～

「大丈夫だろう」と考えてルールを守らないルール違反を防止するためには、事故のこわさや事故後の各方面への影響に加えて、「ルールを守らないことが事故につながる」という事故の発生プロセスについての教育が必要です。

そこで、鉄道総研では、触車事故の発生プロセスを受講者自身が体験することにより、ルール遵守を促進するバーチャルリアリティ教材（『触車事故防止 VR 教材』）を開発しました。この教材では、体験者は作業責任者の役割となり、VR の模擬空間内を歩いて保守作業を行います。「早期待避の大切さ」（早期待避しないことが事故につながる）や「人の注意力の限界」（作業に意識が向くと列車への意識が薄れること）等を学ぶことができます。

■用途

保線・電気系統等の安全教育

■触車事故防止 VR 教材を用いた教育プログラム

本教材を用いた「VR 体験^{※1}」と「事例の置換え課題」の 2 課題を行います（図 1）。「事例の置換え課題」では、ワークシート^{※2}を使って、他職場の事例を自職場に置換え、具体的対策についてグループディスカッションを行います。

この教育プログラムを現場社員に試行した結果、安全行動をとる人の割合が増加しました。特に「VR 体験」は受講者の満足度が高く、「リアリティがある」との評価が 96%でした。

※1 VR 体験の様子動画を公開中（『鉄道総研技術フォーラム 2019』web ページ。2020 年夏頃まで公開予定）

※2 ワークシートは 2020 年 4 月以降、鉄道総研 web サイトからダウンロード可能

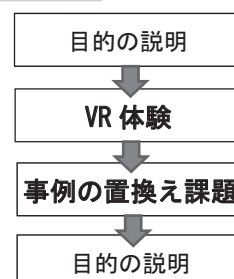
触車事故防止
VR 教材

図 1 教育プログラムの流れ

■使用条件

- ・可搬式のため、室内で 3m×4.5m 以上の場所があればどこでも実施可能（図 2）
- ・操作者（講師）の他に、保護スタッフ 2 名が必要
- ・他に、VR ヘッドセット（HTC Vive Pro または HTC Vive）とパソコン^{※3}等が必要

※3 パソコンの必要動作環境は HTC 社 web サイト参照

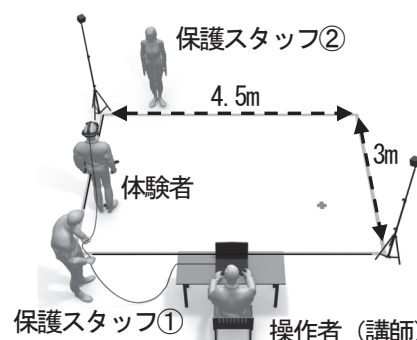


図 2 VR 体験の様子

『触車事故防止 VR 教材』の内容および教育プログラムについての問合せ先：

（公財）鉄道総合技術研究所 人間科学研究部 安全性解析 NTT: 042-573-7344（JR: 053-7344）

『触車事故防止 VR 教材』の購入および必要機材の購入についての問合せ先：

株式会社テス 営業部 NTT: 042-573-7897 E-mail: support@tess.co.jp

- ・『触車事故防止 VR 教材』は USB で販売（税抜き 20 万円）。他に、VR ヘッドセットとパソコン等が必要。

・購入にあたっては、利用規約に同意いただきます。詳しくはお問合せください。