



人間科学ニュース No. 228

2020. 7. 1

- ルールを進化させ続ける 中村圭二郎
- 「前から危ないと思ってたんだ」は本当か 北村 康宏
- 運転士の視線データを用いた振り返り 鈴木 大輔
- ロングシートに着座した乗客の被害を抑える 中井 一馬
- 駅間停車中のお客さま心理 菊地 史倫
- 鉄道環境向上のために微生物を調べる 吉江 幸子



ルールを進化させ続ける

西日本旅客鉄道株式会社
取締役 兼 常務執行役員
鉄道本部副本部長
安全推進部長
中村 圭二郎

「ネバーランド」といえば、ご存じピーターパンの世界に出てくるお伽の国ですが、我々鉄道安全の世界にも、規程やマニュアルなどルールと呼ばれるものの中に「ネバー」と「マスト」がたくさん出てまいります。とりわけ鉄道安全の世界におけるルールの多くは、鉄道開闢以来、私たちの先人や私たち自身の苦い経験の上に積み重ねられ体系化されてきたある種「掟」のようなものであり、今日の鉄道安全の礎を成しています。反面で、歴史的な厚みがあるが故にそこに疑義を挟むことが憚られ、これが実務者に「言われた通りにすればよい」「言われたことだけやっていたらよい」という価値観や行動様式、無意識のうちの思考停止を生む背景にもなってきたのではないかと推察しています。

一方で、ルールは「それが定められた時に最適と考えられた仕事のやり方」と言うことができ、制定以降の人、設備や環境の変化などを考えれば、それが最適であり続けていられる時間はさほど長くないと思われ、とりわけ技術の進歩が目覚ましい今日においてはなおさらでしょう。そこで、ルールを有効に保つための視点を以下に3つ示してみました。

一つ目の視点は『現場起点』です。上述の通り、ルールは常にメンテナンスされ続けていなければ実践との間で必ず不適合を惹き起こします。これを防ぐためには常日頃からそのルールを用いた仕事を実

際に目で見て確かめ、そこで従事する人の声に耳を傾けることが大切であり、不断の努力と仕組み作りが重要です。

二つ目の視点は『常にヒューマンファクターを勘案する』ことです。日常発生するヒューマンエラーへの対処についても、鉄道安全を高める有効な機会となりえます。ただこの際に、関係した属人を凝視しすぎるあまり、「〇〇に関するルールの再徹底」のような意識付け中心の取組みに終始しては安全性の向上は望めません。トラブルが起きたときには、「どうして彼は(彼女は)その時そういう行動を取ってしまったのだろう？」と考え、その背景にある「手順やルール」「設備や装置」「環境や状況」「管理の在り方」をあらためて見つめ直すことで実務者をエラーに追い込んだ要因を見極め、それに対して安全対策を講じることが大切です。またその機会に必要なに応じてルール自体を見直すことで、実務に則したルールにアップデートすることが出来ます。

三つ目の視点は『実務者にとってわかりやすいルールになっているか』ということです。重厚なルールや複雑なルールは、たとえそこに素晴らしいことが書かれていても実務者の十分な理解や納得感を得ることは難しいでしょう。実務者が目にするルールは、安全を確保するために、自分たちが守ることや励行することが簡潔にわかり易く示されていることが必要です。また実務者が納得して実行するためには、どの安全手段を用いることが適切であるかを計画画面で考え、可能であれば「最適」を選択出来る冗長性を持たせておくこともまた必要ではないかと考えています。このような目で既存の様々なルールを再点検し、その見直しや画像活用など実務者の理解をさらに深めるための工夫を行うこともまた大切でしょう。



「前から危ないと思っただんだ」は本当か

安全心理グループ
北村 康宏 ☎053-7346

前から知っていた？

あなたの周りに、意外な出来事が起きるたびに自信満々で「前から危ないと思っただんだ」という人はいませんか？実際に先見の明があり、適切に予測していた人もいるでしょうが、そうではない場合も少なくありません。これは後知恵バイアスという心理的錯覚と呼ばれるものの1つです。

心理学の分野では、選挙に関する研究が知られています。どの候補が当選するかについて、結果が出る前後でアンケートを行うと、事前には別の候補者が当選すると予測していた人でも、結果がでる前から当選した候補者の勝利を予測していたと回答する傾向がみられることが知られています。このような現象は選挙以外の多くの場面でも発生しています。例えばスポーツの結果予想に関する研究でも、どのチームが優勝すると思っていたかとアンケートを取ると、多くの人実際に優勝したチームが勝つと予想していたと回答することが報告されています。

その危険な事象は予測可能だった？

後知恵バイアスは、安全に関する取り組みについても悪影響を与えていると考えられます。その一つが、危険な事象やエラーが必然的・予測可能であったという錯覚を生んでしまう問題です。

危険な事象やエラーが起きた時に、関係者や当事者が、「前から起きると思っていた！」という錯覚に陥り、「容易に起きることが予想された」過去を作り上げてしまいます(図1)。

後知恵バイアスの悪影響を受けてしまう場面として、事故情報を受け取る場面が考えられます。事故情報を受け取った関係者が後知恵バイアスの影響を受けると、自分は前から危険な事象が起こると思っていた、という後知恵バイアスにより、実際には危険を予測することが難しいにもかかわらず、過度に簡単であったと誤認してしまう可能性があります。その結果、予測できて当然であり、事故の原因を予

測ができなかった事故当事者の能力不足のためであると考えがちになります。

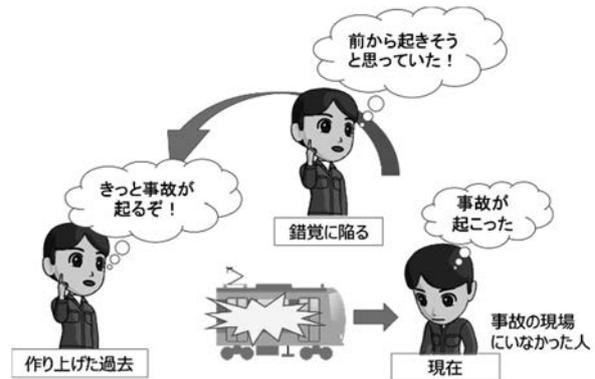


図1 後知恵バイアスのイメージ

体験型の安全教育でも後知恵バイアスの影響

後知恵バイアスが悪影響を及ぼすもう一つの場面として教育訓練場面が挙げられます。

近年は体験型の教育が実施されていますが、後知恵バイアスはその教育効果も阻害する恐れがあります。鉄道総研では、自分自身もヒューマンエラーを起こしかねないという実感を得てもらうための教育訓練手法を提案し、エラーを体験するソフトウェアを開発しています。エラー体験をすることで自分はエラーを起こさないと思いこんでいたことを自覚してもらい、エラーを起こしかねないという危機感を持ってもらうことを狙いとしています。

しかし、ここでも後知恵バイアスが働き、「教育訓練では事前から失敗するとわかっていた」、「難しいソフトウェアだったから、エラーすると予想していた」などと考えてしまうと、エラーを起こさないと思いこんでいた自分の考えを自覚できず、体験型学習の効果が十分に得られなくなります。

後知恵バイアスを評価する

本稿では、後知恵バイアスについて、誰もが陥る可能性があること、またこの心理的な錯覚が事故の原因を当事者の能力不足と決めつける、教育訓練の効果を失わせる、など安全に悪影響を及ぼしかねないことを説明しました。

鉄道総研では、このような後知恵バイアスが働く個人差を評価する手法の開発に取り組んでいます。そのため自分の後知恵バイアスの程度をモニタリングすることができる手法を提案する予定です。



**運転士の
視線データを用いた
振り返り**

人間工学グループ
鈴木 大輔 ☎053-7348

はじめに

鉄道の運転においては、運転士の前方確認のあり方が重要だと考えられます。運転シミュレータ訓練において異常事象を発見できた運転士とできなかった運転士の視線の動きの違いについて検討しており、人間科学ニュース No.210 (2017年7月号) では走行速度が比較的速い場合 (約 90km/h) について、また人間科学ニュース No.220 (2019年3月号) では走行速度が比較的遅い場合 (約 15km/h) について紹介しました。前方確認の仕方について教育するためには、シミュレータ等による訓練運転後に、「運転中の自身の注視行動を振り返ること」が有効であると考えられます。ここでは、「振り返り前」と「振り返り後」の注視行動を比較し、視線データを用いた振り返りの効果について説明します。

振り返りに関するこれまでの研究

振り返りの訓練効果については、運動学習の分野で研究されてきました。身体動作に関する研究¹⁾では、フライングディスク・サイドアームスロー (プラスチック製の円盤を横投げで投げる動作) を対象に、映像の即時フィードバックの有無による技術向上について比較した結果、フィードバックを行った群は課題 (ディスクが地面と水平になって飛ぶ) の成功回数が多くなり、技術が向上したと報告されています。また、視線に関する研究²⁾では、バスケットボールを対象に、ミドルシュートの成功率が高い選手の注視行動を成功率が低い選手に映像で提示した結果、成功率が低かった選手の注視行動は成功率が高い選手に近づき、成功率も向上したと報告され



図1 駅出発時の前方映像

ています。

運転訓練での視線データを用いた振り返りの効果

視線検知機能付き運転シミュレータ (三菱プレシジョン株式会社製) を使用した訓練における、視線データを用いた振り返り前後の比較の一例をご紹介します。信号機や速度計の確認等に余裕のない運転とするために、列車遅延を想定しました。視線データを用いた振り返りでは、「駅出発時は特に信号機やホーム旅客の安全を確認すること」等を指導しました。

列車遅延時に余裕がなくなると考えられる駅出発時 (図1) の分析例を示します。図2は、駅出発時における信号機とホーム旅客に対する総注視時間の運転士 43 名分の平均値です。振り返り後は信号機とホーム旅客ともに総注視時間が長くなりました。列車遅延時は先を急ぐ心理から信号機や駅ホームから目を離すのが早くなる可能性があります。視線データを用いた振り返りにより、駅出発時は特に信号機やホーム旅客の安全を確認するよう指導した効果が表れたと考えられます。

おわりに

今後は、より幅広い運転シナリオに合わせた振り返りの方法等について研究を進める予定です。

ここで紹介した視線データの分析では、西日本旅客鉄道株式会社、株式会社エモヴィスの関係者の皆様に多大なご協力をいただきました。ここに記して厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 村山光義他: 動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果、日本体育学会第 57 回大会 予稿集、2006
- 2) 杉山敬他: バスケットボールのミドルシュートにおける注視点がシュート成功率に及ぼす影響、スポーツパフォーマンス研究、2014

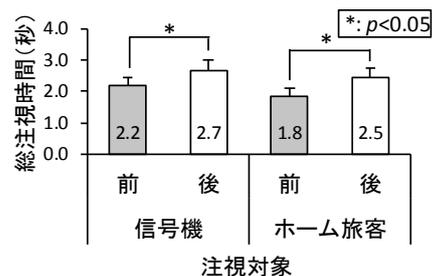


図2 駅出発時の振り返り前後の注視時間の比較



ロングシートに着座した乗客の被害を抑える

人間工学グループ
中井 一馬 ☎053-7348

はじめに

万が一事故が起きた場合に備えて、乗客被害を抑える車両の衝突安全性向上の研究に取り組んでいます。踏切事故を想定した数値解析を実施したところ、ロングシートへの手すりの追加により乗客傷害が軽減される結果が得られました。ここでは、実際のロングシート、シート端部の袖仕切り、床面や手すりを用いた検証試験¹⁾について紹介します。

試験により傷害のリスクを推定する

手すりの傷害軽減効果をみるために、スレッド試験により乗客傷害の程度を推定しました。スレッドと呼ばれる台車上に、車内設備と乗客を模した人体ダミーを配置し、踏切事故時と同レベルの衝撃をスレッドに与えます(図1)。人体ダミーを袖仕切りから離れて3席目に座らせ、頭部傷害値(値が大きくなるほど頭部傷害の発生リスクが大きい)を推定しました。手すりを設けない条件と、2席目と3席目の間に手すりを設けた条件で行いました。結果のばらつきを考慮して、手すりが有る条件と無い条件を3回ずつ、合計6回実施しました。

手すりによる傷害軽減は?

手すりが無い条件では、人体ダミーは倒れこみながら頭から袖仕切りに衝突しました(図2(a))。手すりが有る条件では、ダミー下肢が手すりに引っかかることで、倒れこみが大きくなり、頭の衝突位置が低くなりました(図2(b))。手すりの有り無しによる頭部傷害値の平均を比較すると、手すりを設けることで傷害値は約50%減少しました(図3)。

傷害が軽減された理由について考える

袖仕切りへの頭の衝突速度を比較すると、手すりを設けることで約20%小さくなることが確認されました。また、袖仕切りへの頭の衝突位置が、手すりが無い条件では袖仕切り内の鋼材フレームがある硬い箇所でしたが、手すりが有る条件では袖仕切り

内のポリウレタンが充填されている軟らかい箇所でした。手すりが衝撃による人体ダミーの衝突速度を抑えるとともに、衝突位置も変化させて、頭部傷害値の減少に寄与したと考えています。

ただし、以上のことは、今回試験で用いた袖仕切りと異なる構造の袖仕切りや妻面に対しては、手すりでも衝突速度が下がっても、衝突位置の剛性強度が高い場合は傷害軽減効果が低い、あるいは傷害値が高くなる可能性があることも示唆しています。

おわりに

ロングシートの乗客を対象として、手すりによる傷害軽減効果を検証するためスレッド試験を行いました。その結果、袖仕切りから2席目と3席目の間に手すりを設けることで3席目の乗客の頭の傷害発生リスクが下がることが確認されました。この結果を車内設備の安全対策に結びつけていきたいと考えていますが、その際には手すりによる衝突位置の変化も考慮する必要があります。

鉄道総研では、今後も鉄道車両のさらなる安全性向上を目指した研究を引き続き進めてまいります。



図1 試験の概況

図2 衝突時のダミー挙動

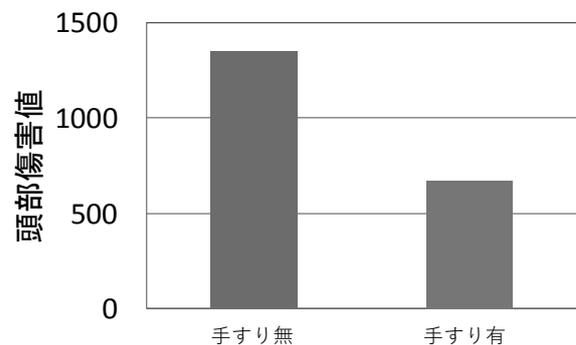


図3 頭部傷害値の比較

参考文献

- 1) 中井一馬他:列車衝突事故時のロングシート着座乗客に対する手すりの傷害軽減効果の実験的検証、日本機械学会論文集、2019



駅間停車中のお客さま心理

人間工学グループ
菊地 史倫 ☎053-7348

はじめに

人身事故や自然災害等の理由で駅間に列車が停車してしまった場合、お客さまを早期に救済するため最寄り駅まで走行することが推奨されています。しかし、事故や列車の在線状況等により、やむを得ず駅間停車をすることがあります。このような状況でお客さまの多くは不安を感じ、閉塞感をもちます¹⁾。また、駅間停車の時間が長くなると、お客さまの中には列車外に避難したくなる気持ちが高まります。お客さまの勝手な判断で列車外に避難することは、新たな事故につながる大きな危険を伴います。そのため、お客さまが不安を感じる時間や、車外に出たくなる具体的な時間を把握することは非常に重要です。

一方、これらの時間は「列車内の待機姿勢（座る・立つ）」や「目的地までの至急度（急いでいない・急いでいる）」によって変わる可能性があります。そこで、列車が駅間停車してから不安になるまでの時間と車外に出たくなるまでの時間に、お客さまの待機姿勢や至急度が影響するかを調査しました。

駅間停車してから不安を感じるまでの時間

関東地方在住で鉄道を週5日以上利用しており、過去に20分以上の駅間停車を経験したことのある928人のお客さまを対象にWeb調査を行いました。当時の経験を思い出しながら、列車内の待機姿勢と目的地までの至急度が異なる状況を想定してもらい、駅間停車してから不安を感じるまでの時間を回答し

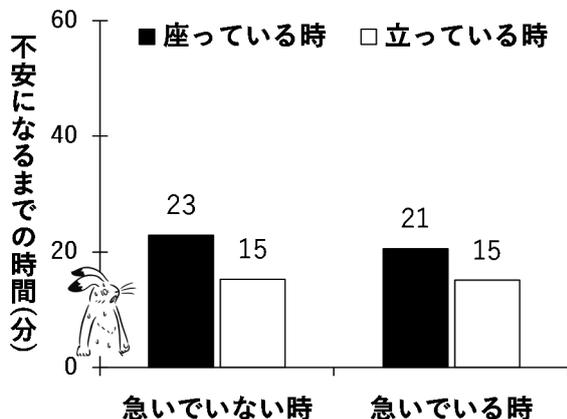


図1 待機姿勢・至急度別の不安になるまでの時間

てもらいました(図1)。その結果、至急度によらず座っているときよりも立っているときに不安を感じるまでの時間が短くなっていました。多くのお客さまが立っているときは15分程度、座っているときは20分程度で不安を感じはじめることがわかりました。

駅間停車してから車外に出たくなるまでの時間

同じお客さまに先ほどと同様の状況を想定してもらい、駅間停車してから車外に出たくなるまでの時間を回答してもらいました(図2)。その結果、急いでいない時よりも急いでいるときに、車外に出たくなるまでの時間が短くなっていました。また、至急度によらず座っているときよりも立っているときに時間が短くなっていました。多くのお客さまが立っているときは30分程度、座っているときは40分程度で車外に出たくなることがわかりました。

おわりに

駅間停車をしたときのお客さまの待機姿勢や至急度が不安になるまでの時間や車外に出たくなる時間に影響を与え、特に待機姿勢の影響が大きいことがわかりました。駅間停車をした時間帯や列車種別を考慮し、お客さまの救済を検討する必要性が示唆されます。また、お客さまの多くが駅間停車後すぐに案内放送で停車理由の説明があると考えており¹⁾、適切な情報提供を行うことで不安になる時間や車外に出たくなる時間を延ばすことができる可能性があります。今後は案内放送等の乗務員の働きかけがお客さま心理に与える影響について検討していきます。

参考文献

- 1) 菊地史倫・山内香奈: 鉄道旅客の至急度と待機姿勢が駅間停車中の不安になる時間と車外に出たい時間に与える影響、日本心理学会第83回大会発表論文集、2019

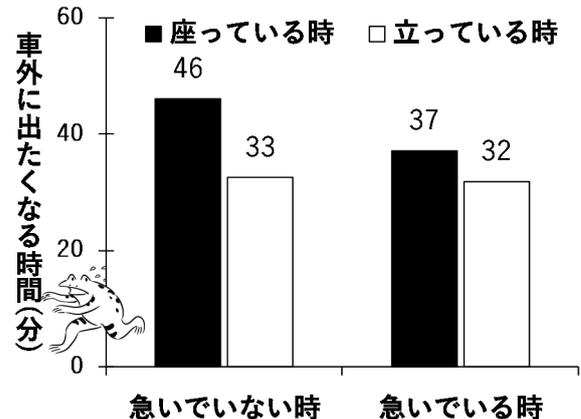


図2 待機姿勢・至急度別の車外に出たくなる時間



鉄道環境向上のために 微生物を調べる

生物工学グループ

吉江 幸子 ☎053-7316

はじめに

2017年に運輸事業者における安全管理の進め方に関するガイドラインが改正され、「社会的要請が高まっている自然災害、テロ、感染症等への対応などの課題に対して、的確に対応することが重要であることを認識する」ことが明記されました。これと関連して例えば感染症については、実際に、新型コロナウイルス、SARS等の流行の際に、鉄道輸送における環境衛生上の対応も求められ、今後もその対応が課題となる場合が考えられます。ここでは、それらの対応に関連した豆知識として、微生物を対象とした鉄道の環境衛生の調査方法について紹介します。

環境衛生に役立つ微生物調査

環境衛生上の対応策の1つとして、車両や駅の清掃・消毒が挙げられます。対応策を検討する際、どんな薬剤や方法を用いるのが効果的か、業務効率化のためにもどのような頻度で行えばよいのか等が課題となると考えられますが、その場所の状況が把握できていなければ、具体的な検討ができません。しかし、これまで普段の状態も含め、鉄道の環境衛生がどのようになっているのか、ほとんど把握されてきませんでした。そこで、ここでは環境衛生調査の1つとして微生物調査を取りあげています。

まず、通常どのような微生物がいて、年間や1日を通してどのように変化しているか等を把握する必要があります。この際には、何がいるかわからないため、あらゆる微生物を検出できる方法が必要となってきます。一方、最初から対象となる微生物が決まっている場合、環境中でその微生物のみを効率よく調査する方法が必要となります。

また、これらの調査を継続的に行い、鉄道の衛生環境の変化をあらかじめ把握することで、鉄道従事員を感染から護り、社会において欠かせない安全・安心な鉄道運行を確保するとともに、都市・社会全体としての対応等に役立つ情報も得られるものと考えています。

遺伝子情報を使って環境中の微生物を調べる

次に、具体的な調査方法について述べます。微生物試料の採取には、設備表面に対してはスワブ（綿棒）による拭き取り、埃等に対しては掃除機、浮遊粒子に対してはエアープンプを用いたフィルター上への捕集等の方法をとります（図1）。採取した微生物試料の遺伝子情報を読み解くことで、種類や量を調べます。試料から微生物を増殖させて形状や性質から判別する方法もありますが、適用できる微生物は限られます。一方、これによらない遺伝子情報に基づいた方法では、あらゆる微生物に適用できるため、鉄道の環境衛生を把握する上で大変有用です。

①微生物全体の種類を調べる方法

微生物が持っている遺伝子差をもとに、その場所にどんな種類の微生物がいるか（いたか）、定性的に調べる方法です。その場所に優占する微生物の種類が明らかになるので、その場所に効果的な薬剤の選定等に有用な知見が得られます。

②特定の微生物を定量的に調べる方法

感染症の病原体やその環境に影響を与えることがわかっている微生物等、対象が絞られている場合、他微生物との遺伝子差を利用し、対象となる微生物を効率よく定量的に調べる方法です。例えば、薬剤の使用前後で、どの程度対象の量が変化したか等の評価に役立つと考えています。

おわりに

遺伝子情報に基づいた調査方法は、技術的な改善が必要な部分もあると考えていますが、さまざまな方法を駆使することにより、感染症対策や清掃・メンテナンスの効率化等、車両や駅の環境衛生の向上に有用な知見が得られるものと考えています。



図1 微生物試料採取の方法