



人間科学ニュース No. 227

2020. 5. 1

- 危機管理に役立つ人間科学であるために 小美濃幸司
 - 2020 年度の活動計画 (安全心理) 山内 香奈
 - 2020 年度の活動計画 (人間工学) 中川 千鶴
 - 2020 年度の活動計画 (安全性解析) 宮地由芽子
 - 2020 年度の活動計画 (生物工学) 池畑 政輝
- 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～



危機管理に役立つ人間科学であるために

人間科学研究部長
小美濃 幸司

令和となって初めての冬は記録的な暖冬となり、今年の夏も温暖化が心配されているところです。近年は、その温暖化の影響なのか、特に台風や強雨による被害が日本各地で甚大化する傾向にあります。また、前例のない高齢化社会に進みつつある日本は、労働人口減少により社会を持続していくこと、特に膨らむ財政赤字に象徴されるように経済面から見た持続性が大きな課題です。さらに、今年になってからは新型コロナウイルスの感染が世界規模で大きな問題となっています。急がれるウィルス対応で、さまざまな人がさまざまな問題に直面している状況です。この原稿は、政府から多数の人が集まるような全国的なスポーツ、文化イベント等についての中止、延期または規模縮小などの対応要請があったばかりの期間に、連日ウィルスのニュースが流れる中で執筆しています。

これまでにないリスクが増えてきていて、将来が

不透明に感じます。日本社会としてもそうですが、鉄道事業としてもリスクを回避し、あるいは問題を最小に抑えて回復するレジリエンスを高めていく必要があるといえます。そのためには、これまでになかった問題を想定し、そのリスクの現状を正しく把握し、将来を予測・判断して、リスクへの事前準備を常に心がけるということが必要です。こうしたいわゆる危機管理能力は経営者に求められる能力だと思われませんが、上述のような社会環境においては経営者に限らず、個々人のレベルでもより多くの方が、より高いレベルで、危機管理能力をもつことが重要になっているのだと感じています。

こうしたことが考えられる中で、鉄道総研では危機を感じる感度であったり、どのような場面でも適切な判断するために必要なスキルであったり、個々の能力を向上する教育方法であったり、あるいは組織としての災害・事故に対するレジリエンスであったり、鉄道が安全で安定して持続していくための支援となる研究開発をヒューマンファクターの面から進めています。また、こうした難しい研究開発に取り組んでいくにあたり、欠かすことのできない鉄道に関わる方々のご協力をいただきながら、かつ近年進化し続けるデジタル技術を積極的に活用して行く方針で取り組んでいこうと考えています。この号は鉄道総研の新しい中長期計画「リサーチ 2025」のスタートの年度であり、今年度の各研究室の活動計画についてご紹介いたします。

★ 人間科学WEBページのご案内 ★

人間科学研究部では、web ページでもさまざまな情報をご提供しております。

<https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd52/>

人間科学ニュースのバックナンバーも 2007 年度分からご覧いただけます。

https://www.rtri.or.jp/rd/news/human/human_old.html



2020 年度の活動計画 (安全心理)

安全心理グループ
山内 香奈 ☎053-7346

安全心理グループでは、鉄道の安全性向上を目指し、ヒューマンエラー防止の観点から、鉄道従業員の職務能力や資質を明らかにし、適性検査や作業環境の整備、教育訓練の充実化等に役立てる研究を行っています。今年度は、鉄道従業員の作業時の判断ミスが減らす訓練、危険感受性を高める訓練、し忘れ防止の工夫の実践を促す訓練について、効果的な方法や訓練用課題を提案するための研究を行います。

近年、鉄道のさまざまな現場において、労働力不足の問題が深刻化しています。それらへの対策として多くの鉄道事業者はシニア従業員の活用や自動運転化の促進などに着目しています。そうした流れを受け、今年度は、シニア従業員の活用に関して、運転業務の加齢への影響を検討します。また、自動運転化の促進に関しては、ドライバレス運転下での旅客の避難誘導に注目し、旅客がより主体的に避難できる能力を高めるための啓発方法について検討します。

◎意思決定スキル

昨年度までは、判断ミスをなくすための教育訓練手法の開発を目指す前段として、脳活動などの生理的な裏付けを持つ意思決定スキル評価手法を開発しました。開発した評価手法は、複数の指標があるため、それらを統合し、得点の解釈をやすくすることが教育訓練で活用する上で重要です。今年度は、そのための標準化を行うための調査を実施します。また、判断ミスを減らす上で重要な望ましい決定を阻害する心的傾向、例えば後知恵バイアス等を評価する手法についても提案します。

◎危険感受性訓練

昨年度は、危険感受性を高める上で重要な2つの側面、危険源を探そうとする態度と、危険源を見出すための知識に着目し、それらの向上や獲得を目指す訓練課題を開発しました。今年度は、施設社員を対象に、それらの訓練課題で高めた態度や獲得した知識を、実際の作業現場でも使えるようにする実践力を高める訓練課題を開発します。その際、VR 技術を活用し、臨場感を出す工夫をします。

◎先取喚呼の教育手法

先取喚呼は、作業のし忘れを防ぐ工夫であり、2種類の方法があります。一つは、し忘れてはいけない仕事を事前にイメージして記憶を強化するイメージング型喚呼、もう一つは、目的の作業を実施するまで断続的に喚呼し記憶を強化する反復型喚呼です。今年度は、先取喚呼を実際の運転業務で実践してもらうための教育手法を提案します。昨年度は、その前段として、反復型喚呼のエラー防止効果を体感できる課題を作成しました。今年度は、イメージング型喚呼のエラー防止効果を体感できる課題を作成します。

◎運転業務への加齢の影響評価

運転士不足が深刻な鉄道事業者では、定年を延長し、シニア運転士に継続して乗務してもらうことが検討されています。シニア運転士の乗務には、加齢に伴い変化する体力や認知能力を把握した上で、それらを支援する方法や、シニア用行路の作成などの運用面での工夫について検討することが必要です。今年度は、加齢の運転能力への影響と、行路の負担感を把握するため、指導担当者や運転士を対象とした調査を実施します。

◎避難誘導における旅客への協力要請法

列車内で火災などの異常事態が発生した際、旅客と係員、また、旅客同士が素早く連携できれば、より早く避難できるなど、安全性が高まります。そのため、旅客に異常時対応能力を高めてもらうことも、今後の自動運転化を進める上で不可欠な課題です。昨年度は、車両に搭載された避難梯子を例に、係員が不在の車内で一般旅客を支援する方法について現実的な3つの方法を実験的に比較検討しました。今年度は、旅客の異常時対応能力を高める上で重要な知識やスキルを短時間に学んでもらうための啓発方法を提案します。

◎適性検査

昨年度に引き続き、多重選択反応検査と識別性検査 D-1000 を、JR 以外の鉄道事業者にも使っていたできるよう支援していきます。

以上の他、鉄道の現場で発生する安全に関する諸問題の解決に向けた支援にも取り組んでいきます。



2020 年度の活動計画 (人間工学)

人間工学グループ
中川 千鶴 ☎053-7348

人間工学グループでは、“鉄道を利用する人”も“鉄道で働く人”も、より「安全」で、より「快適」な状態や環境の構築を目指し、人間の形態・運動・生理・心理・行動などの特性に基づく評価手法や改善方法を提案しています。また、これらと並行して、これまでの成果の水平展開を図ります。以下、2020 年度に取り組む研究の概要をご紹介します。

◎より「安全」な状態のための研究

(1) 生理指標による運転士の状態モニタリング

運転士の良好なパフォーマンス維持の支援を目的として、心理的な動揺時など、運転作業に適さない心身状態を、生体情報を活用して検出することに取り組んでいます。今年度は、脳波や心拍・呼吸など多様な生体計測データの分析に基づき、将来的なウェアラブル機器活用を視野に入れた運転士の状態推定法の提案を目指します。

(2) 運転士の覚醒レベル低下防止支援技術

画像処理技術等を用いた、運転士の覚醒レベル低下防止を支援するシステムの開発を目指しています。昨年度は、運転室の環境における実用性を高めるため、多様な光環境下での光耐性を向上しました。今年度は覚醒度推定精度の向上と警報表示システムの構築を目指します。

(3) VR 技術を用いた車掌の安全確認行動の評価

扉挟み等の危険事象を見逃さない車掌の育成支援を目的とし、VR 技術を活用した車掌の安全確認行動の評価手法の開発を目指します。この研究では、VR を単なる疑似体験ツールに留めず、定量データ収集ツールとして活用することで、安全確認能力の高い車掌が持つ行動特徴や暗黙知の定量化を目指します。

(4) 運転訓練への視線の活用

既存の運転シミュレータに組みこみ、運転士の視線の動きを、運転士指導に活用する訓練システムの開発に取り組んでいます。今年度は、運転操作中の視

線データを運転士に負担をかけずに取得・分析し、視線データを運転場面ごとに集計できるなど、振り返りが容易な訓練システムの構築を目指します。

(5) 列車事故時の車内安全性評価

万が一、事故などにより列車車内に衝撃があったときの乗客の被害軽減を目的としています。今年度は、衝突事故時におけるクロスシート着座乗客の安全性をさらに高めるため、乗客の傷害軽減と、通常使用時の強度・耐久性、座り心地等を同時に確保したクロスシートの仕様の提案に取り組みます。

◎より「快適」な環境のための研究

(6) 車内温熱環境の評価

日射を考慮した車内温熱環境の快適性評価手法の開発に取り組んでいます。日射の影響低減による、快適性の定量的な改善度合いが評価可能になります。今年度は、日射刺激装置を用いた被験者実験を行い、生理・心理状態に関する基礎データを取得します。

(7) 鉄道における総合的な快適性評価を目指して

鉄道輸送サービスのさらなる進化を目指し、ICT を活用し、お客様の快適性に関するさまざまなデータを、取得から分析・制御まで、一貫したプロセスの構築を最終的な目的としています。その基礎的取り組みとして、鉄道の「総合的な」快適性の要因は何か、その評価はどのように構築されるのかを明らかにし、定量的に評価する指標案を作成します。今年度は、旅客の立場から、鉄道利用を計画段階から目的地に着くまでの連続性を含めた流れとして評価するフィールド調査を行い、お客様の特徴や目的の違いに応じた、評価指標の最適化を目指します。

◎成果の水平展開

前記の研究だけでなく、お客様の安全性向上に向けた各種情報提示に関する研究に取り組むとともに、視覚障害者用誘導ブロックや弱視者の視認性に配慮したトイレ等の視覚障害者の安全性・利便性の向上、体感により近い振動乗り心地評価など、これまでの成果を現場にフィードバックする取り組みも推進していきます。また、ワンマン運転や自動運転を見据えた安全に関わる人間工学的課題にも適宜対応し、これまでの現場との連携や協力関係をより一層発展させ、現場のニーズに応えられる研究開発を進めていきます。



2020 年度の活動計画
(安全性解析)

安全性解析グループ
宮地 由芽子 ☎053-7344

安全性解析グループでは、利用者や係員の不安全行動の防止対策と鉄道事業者の安全マネジメントを支援する研究開発に取り組んでいます。

◎触車事故防止のための教育手法に関する研究

これまでの研究で、触車事故防止のルールの遵守を促進するためには、「ルールを守らない場合のリスク」、その中でも特に「事故の発生プロセス」(図1¹⁾)についての教育が必要であることを確認しました。そこで、「ルールを守らない場合のリスク」、特に「事故の発生プロセス」を教育する能動的学習型の教育手法を開発し、その教育効果を確認しました。

昨年度からは、開発した教育手法の実用化支援と、個人や職場の弱点に応じて必要な教育をカスタマイズする手法の開発に取り組んでいます。また、これまでに作成した教育手法の効果を長期的に維持・促進するフォローアップ方法(図2)についても検討を行っています。

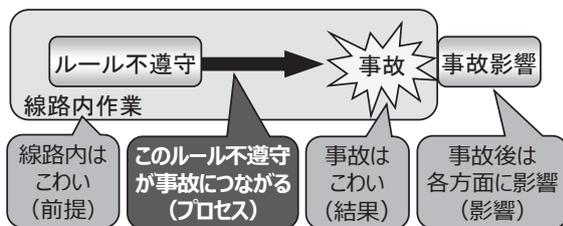


図1 ルール不遵守のリスクの構成要素¹⁾

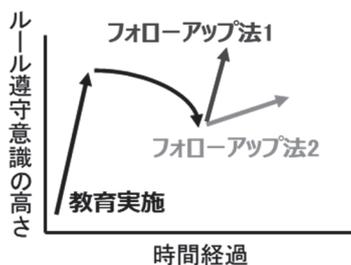


図2 フォローアップ教育の効果イメージ

◎踏切安全性向上

これまでの踏切の設備的な特徴と事故の発生傾向の分析研究で得られた知見を活かし、踏切の通行者に警報の意味を明確に伝えることで、警報中の踏切への進入を防止するより効果の高い対策を検討してきました。

今年度は、複数の対策を組合せることで、より効果が高まるかどうかを検証します。踏切を通行する歩行者や自動車ドライバーの心理や行動との関係を把握するための検証実験を行ないます。

◎安全マネジメントの支援研究

ヒューマンエラーの防止には、その誘発要因となる問題点的的確な洗い出しがカギとなります。

これまで、「職場の安全風土評価手法」として職場改善の支援を行ってきました。現在は、従来の評価内容を改めて整理し、事故や災害時に安全かつ早期復旧を可能とする職場の取り組みについて評価する手法の開発に取り組んでいます。

また、これまで事故やヒヤリハット等のリスク情報を安全マネジメントに活用するための研究を行ってきました。調査・分析を十分に行うと、ヒューマンファクターに関する情報の記述が多くなります。そこで、テキスト分析により、安全マネジメントで管理すべき情報に着目するための研究を行っています。

なお、従来の研究成果を活用した実用的な支援として、技術指導や研修・講演への講師派遣(図3)も引き続き行います。

- ①事故やエラーの背景要因の調査・分析の方法
 - 鉄道総研式事故の聞き取り調査手法
 - 鉄道総研式ヒューマンファクター分析法
- ②安全マネジメントの改善計画の検討に向けて
 - 職場の安全風土評価手法
- ③安全のためのコミュニケーションの促進に向けて
 - 異常時コミュニケーション訓練手法
 - 管理者のコミュニケーションスキル評価手法

図3 技術指導や研修・講演の例

参考文献

1) 村越暁子、宮地由芽子、松本麻美、鏑木俊暁、羽山和紀：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、鉄道総研報告、2020



2020年度の活動計画 (生物工学)

生物工学グループ
池畑 政輝 ☎053-7316

◎はじめに

生物工学グループでは、鉄道利用者と鉄道で働く人々の健康や快適性の向上のために、鉄道分野において生物が関わる課題を解決するための取り組みをしています。「鉄道環境の衛生モニタリング」では、車内を中心とした鉄道環境中の微生物調査を、また、「トイレ臭気のモニタリング手法」の取り組みでは、トイレ空間のアンモニアの詳細な調査を通し、維持管理や環境向上への貢献を目指します。「鹿忌避音装置の開発」では、鹿と車両の衝撃事故対策である忌避音装置の実用化、「雑草管理手法」では、薬剤を使わない軌道内の防草手法の検討等を進めます。さらに次世代無線通信技術における「電磁界の健康リスク評価」に関しても、人の細胞を用いた評価を進めるなど、鉄道の環境において人を衛(まも)るための研究にさまざまな角度から取り組んでいきます。

◎鉄道環境の衛生モニタリング

鉄道環境中の微生物等の分布を明らかにする取り組みを行います。昨年度は、実際の鉄道の設備に対して、最新の遺伝子解析技術を用いた微生物の検出に着手しました。今後、この技術を適用し、微生物の種類やおおまかな割合、設備ごとの微生物分布の傾向、季節ごとの変化等を調べます。環境衛生の要因の一つである微生物や、将来的にはあらゆる生物のモニタリングを行うことで、感染症等に対する対策や清掃効果の確認等、より安心・安全で快適な環境を提供するための知見を得ることができると考えています。

◎トイレ臭気のモニタリング手法

駅トイレの不快感についてはこれまで定量的に測定できなかったことから、なかなかその全体像を把握するのが困難でした。そこで、主要因のアンモニアについて、高感度アンモニア測定器による発生源及び空間中の濃度変化の長期的なモニタリング手法の構築を目指します。併せてアンモニア発生要因の一つである細菌について、最新の遺伝子解析技術を応

用した調査も行い、より総合的な臭気モニタリング手法の提案を目指します。

◎鹿忌避音装置の開発

列車と鹿の衝撃事故は、依然として増加傾向にあり、柵などの既存対策を相補する新しい対策が求められています。これまでに、鹿自身が危険時に発する警戒声と鹿が嫌う犬の声を組み合わせた「忌避音」を独自に考案し、この音を列車から吹鳴することで、鹿の目撃回数が減少することを確認しました。

2017～19年度には、営業車両からの鹿忌避音吹鳴試験により、沿線の鹿が早期に逃走し、接触事故の発生リスクを低減する効果があることを明らかにしました。また、その効果は2年間の断続的な実施において継続し、慣れづらいいことを確認しました。今年度からは、GPSを使用した、実用に耐えうる、車載型の忌避音自動吹鳴装置を開発・試作していく計画です。

◎軌道内雑草の管理手法

軌道内の雑草防除においては、軌道に隣接する住宅地や農地などに配慮しながら、除草剤の安全かつ適切な利用による効果的な雑草防除を行うことが望まれます。そのため、除草作業の実績をデータベース化し、継続的に改善する手法を構築するとともに、除草剤を使用できない区間や時期に向けた、人力による草刈り作業に代わる新たな雑草防除方法の検討を、今年度から開始します。

◎電磁界の健康リスク評価

今年度より、次世代通信(5G)やワイヤレス電力伝送(WPT)の普及を見据え、新しい技術で用いられる周波数帯の電磁界についての健康リスクを検証するため、「電磁界の生体影響評価に必要な標準的な研究プロトコルの調査・研究(STEPS EMF)」と名づけたプロジェクトを開始しました。この検証にあたっては、国際的な意識調査等も含めた幅広い意見の集約や化学物質の健康リスク評価およびリスク管理などを参考にしながら進めていきます。

◎おわりに

今年度も、主として生物という要因を軸とした視点から、鉄道の環境における安全・安心・快適性の向上に貢献することを念頭に置き、事業者の皆さまにも連携をお願いしながら、一步一步着実な取り組みを進めていきたいと考えています。

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・電気系統等従事員の安全教育

■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^{※1}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 以下の web サイトで、VR 体験の様子の動画の視聴およびワークシートのダウンロードが可能

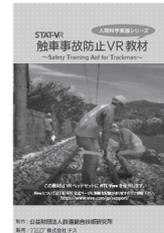
鉄道総研 web サイト

<https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd52/rd5230/rd52300109.html>

■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^{※2}等が必要

※2 パソコンの必要動作環境は HTC 社 web サイト参照



触車事故防止
VR 教材



図1 教育プログラムの流れ

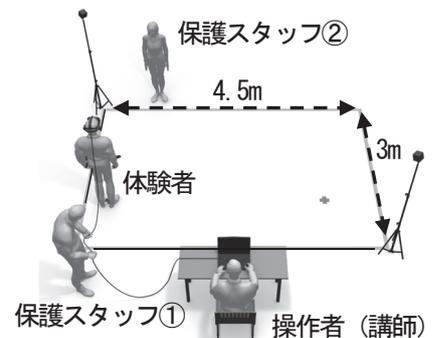


図2 VR 体験の様子

『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。