



人間科学ニュース No. 233

2021. 5. 1

- 過渡期に人間科学の視点を 水上 直樹
- 2021 年度の活動計画 (安全心理) 斎藤 綾乃
- 2021 年度の活動計画 (人間工学) 中川 千鶴
- 2021 年度の活動計画 (安全性解析) 宮地由芽子
- 2021 年度の活動計画 (生物工学) 池畑 政輝
- 教材・マニュアル「人間科学実践シリーズ」のご案内



過渡期に人間科学の視点を

人間科学研究部長
水上 直樹

人間科学ニュースをご愛読いただき、誠にありがとうございます。本誌では鉄道総研の人間科学研究の取り組みを紹介したり、人間に関わる興味深い知見などについて解説したり、気楽に人間科学に親しんで頂けることを心がけております。なお、本号につきましては年度が替わりまして最初の号となりますので、人間科学研究部の4つのグループ(研究室)、安全心理、人間工学、安全性解析、生物工学の活動計画について次ページ以降でご紹介しております。

さて、昨年度より鉄道事業に大きな影響を及ぼしてきている新型コロナウイルスですが、1年経ってもその終息がなかなか見えず、多方面で対応の難しい局面が続いています。以前にもまして衛生環境面の要望が高まる中、人間科学では感染症対策としての効果的な清掃・消毒の検討、窓開けによる車内換

気効果の評価、鉄道設備の利用による微生物の伝播などの研究を行い、役だつ情報を提供すべく取り組んでいるところです。

また、近年急速に進展する自動運転に向けた技術開発は、少子高齢化による乗務員の確保の問題や技術継承の問題のみならず、コロナ禍がさらにそれを促す方向になっていると感じます。鉄道総研では自動運転に向けた課題を整理し、技術的な解決方法について検討しているところです。たとえば、事故・災害等で列車乗客の避難誘導が必要な事態に、完全自動化されていて乗務員がいない、あるいは、乗務員がいたとしてもその対応に頼るには限界があることを想定し、人間科学では、乗客に積極的に避難誘導に協力してもらうための要請法の研究を行っています。

歴史を振り返れば、新型コロナのパンデミックや自動運転のように様々な技術やシステムの急激な変化・進歩がある時期には(システムの過渡期と言っても良いと思われますが)、それを利用する人や動かす人にとって思いもよらない大きな課題が生じてきます。人間科学はその時が最も必要とされるときであって、利用する人や動かす人の視点から、より良いシステムや解決方法を科学的に提案し、鉄道に、社会に貢献していくことが使命だと思っております。

☆ 人間科学関連刊行物のご案内 ☆

鉄道総研報告 2021 年 2 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

特集論文

- 運転士を対象とした危険感受性向上訓練課題の開発
- 駅停車に関わるエラー防止のための運転情報記録の解析
- 鉄道作業場面における判断傾向評価手法

○レールと路面の隙間を埋める充填剤による踏切通行者の安全性向上

○踏切衝突事故時のロングシート着座乗客の被害度及ぼす影響因子

○清掃方式の違いによる駅トイレ床面の細菌の定量・定性評価

一般論文

○鹿忌避音装置の開発

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



2021 年度の活動計画 (安全心理)

安全心理グループ

齋藤 綾乃 ☎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。具体的には、鉄道従業員の作業時の判断ミス減らす訓練、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課題を提案します。また、近年、運転士不足の問題が深刻化する中、シニア運転士の雇用の延長や、自動運転化などが検討されており、それらに関連するテーマについても研究を進めています。

◎意思決定スキル

昨年度は、判断ミスをなくすための教育訓練で使用する意思決定スキル評価手法における4つの測定指標の得点を相互に比較可能にするため、測定課題を一般の人に試行し、得られた得点分布を基に、得点の偏差値化を行いました。また、体験型の教育訓練の効果を阻害すると考えられる、後知恵バイアス傾向（結果が出てから、「結果が出る前からそんなことは知っていた」と考える傾向）を測定するための作業課題を提案しました。今年度は、この後知恵バイアス傾向測定課題を実施している際の生理状態を測定し、課題成績との対応関係を把握することで、生理学的な裏付けを検証します。

◎危険感受性訓練

昨年度は、危険源を探そうとする態度や危険源に関する知識を現場で発揮するための技能に着目し、技能を3種類に整理しました。また、各技能を向上させるための訓練課題の仕様を提案し、VR映像を用いて提案した仕様を実装するためのソフトウェアを開発しました。今年度は、施設現場でVR映像を撮影し、撮影した映像と開発したソフトウェアを用いて訓練課題を作成します。

◎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、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、もう一つは、忘れてはいけない物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です。昨年度は反復型喚呼のエラー防止効果体感ソフトとそれに関する記憶の仕組みを学習するソフトを作成し、乗務員を対象として、その効果を検証しました。今年度は、イメージング型喚呼のエラー防止効果とそれに関する記憶の仕組みを学習するソフトを作成し、その効果を検証します。

◎運転業務への加齢の影響評価

運転士不足への対応として、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。シニア運転士が安全に、安心して乗務するためには、加齢に伴って変化する体力や認知能力に応じた支援や、シニア用行路の運用などの工夫が必要です。昨年度は、若手運転士とシニア運転士を対象として、シニア運転士にとって負担の大きい作業を調査しました。今年度は、事業者がシニア用行路を検討する際に留意すべきポイントを明らかにするために、行路の負担感に関する調査や、乗務中の疲労・ストレスの計測を行います。

◎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重要な課題です。昨年度は、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用動画を複数提案しました。今年度は、実際に、車内のテレビモニター等で啓発用動画を流す社会実験を行い、その有効性を検証します。

◎適性検査

昨年度に引き続き、多重選択反応検査（機敏性検査）と識別性検査 D-1000 を、JR 以外の鉄道事業者にも広く使っていただけるよう支援していきます。また、コロナ対策を講じた上で、適性検査員講習会を安全に実施して参ります。

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。



2021 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、2021 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

◎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、覚醒度推定精度の向上と警報表示システムのための警報音の検証を行いました。最終年度の今年度は、現地試験を実施して提案システムの実用性確認を実施し、覚醒レベル低下防止支援技術の確立を目指します。

◎VR 技術を用いた車掌の安全確認行動の評価

扉狭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行います。この研究では、VR を単なる疑似体験ツールで留めず、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の行動特徴や暗黙知の定量化を目指します。昨年度は、駅ホームでの安全確認課題を作成しました。今年度は車掌訓練の現場での試用調査を予定しています。

◎ウェアラブルセンサを活用した状態変化検知

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、運転士に負担が少ない汎用的なウェアラブルセンサを活用して生体情報を取得し、これまでの成果に基づく判定アルゴリズムを適用することで、運転士の眠気や過緊張などをリアルタイムに検出する方法の提案を目指します。

◎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

◎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。最終年度となる今年度は、日射刺激装置を用いた被験者実験と走行試験を実施し、日射条件と生理・心理状態に関する基礎データを取得し、季節や日射条件に基づく車内温熱環境の評価手法の提案を行う予定です。

◎窓開け等による車内換気効果の評価

計算力学研究室等と連携し、シミュレーションと現地測定を実施することで、窓開けによる車内の換気効果を明らかにすることが目的です。検証では、窓開け幅に加えて、走行速度や外気温と車内温度の差の影響、空調設定の効果等を条件として分析や測定を行う予定です。

◎明度差を用いたバリアフリー視認性評価手法

ロービジョン（弱視）の方にも、鉄道施設をより快適に使っていただくためには、視認性への配慮が重要です。これまでの研究で、適切な輝度比がロービジョン者の視認性を高め、駅トイレ等の使いやすさに繋がることが分かりました。輝度比測定には専用装置が必要ですが、このテーマでは、色見本などを用いて簡便な方法で視認性を判定する手法の提案を目指します。

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。



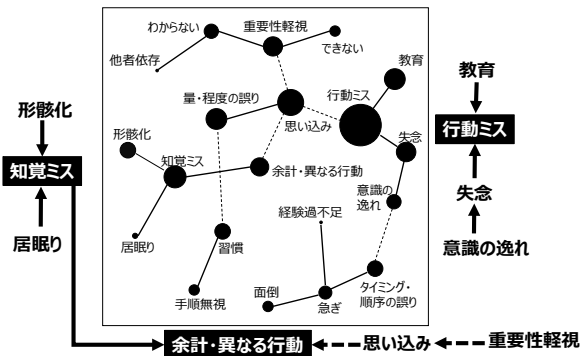
2021 年度の活動計画 (安全性解析)

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、鉄道事業者の安全マネジメントを支援する研究開発と、利用者や係員の不安全行動の防止対策に関する研究開発に取り組んでいます。

◎安全マネジメントの支援研究

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(図1¹⁾)。



注) 知覚ミスと行動ミスはオMISSIONエラー(行動の抜け)、余計・異なる行動はCOMMISSIONエラー(誤った行動)を示す。

図1 共起ネットワーク分析によるエラーと心理要因の関連性の分析例¹⁾

◎踏切安全性向上

近年は、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²⁾。

今年度も引き続き、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。

◎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へ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」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³⁾を開発し、その教育効果を確認しました。

今年度も引き続き、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めます。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を開発し、その効果を検証します。

◎研修・講演講師の派遣

従来の研究成果を活用した実用的な支援として、各事業者からの要望に応じて、技術指導や研修・講演への講師派遣(図2)を行います。

- 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2 技術指導や研修・講演の例

参考文献

- 1) 宮地由芽子ら：テキスト分析を用いたエラーの心理要因の分析、日本人間工学会、2020
- 2) 楠木俊暁：音声メッセージと遮断開始タイミングによる踏切警報中の進入防止、鉄道総研月例発表会、2021
<https://www.rtri.or.jp/events/getsurei/2019/mr346.html> (最終閲覧日 2021年4月1日)
- 3) 村越暁子：触車事故防止ルールへの遵守徹底のための安全教育法、鉄道総研月例発表会、2021
<https://www.rtri.or.jp/events/getsurei/2019/mr337.html> (最終閲覧日 2021年4月1日)



2021 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

生物工学グループは、鉄道の利用者や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諸々の課題の解決に取り組んでいます。今年度は、新たに「鉄道設備の利用による微生物の伝播」を開始するとともに、「トイレ臭気のモニタリング手法」の取り組みを通して、鉄道の環境衛生や快適性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、「軌道内雑草の管理手法」では、雑草管理のための防除計画策定手法や蒸気による防草手法の開発を進めます。次世代無線通信技術に関する「電磁界の健康リスク評価」では、人の細胞組織を用いて評価を進め、鉄道の環境において人を衛(まも)るための研究に様々な角度から取り組んでいきます。

◎鉄道設備の利用による微生物の伝播

より安心・安全で快適な鉄道環境を提供するためには、清掃・消毒等の感染症対策や環境衛生維持・向上策の根拠を得ることが必要です。そのための強力なツールとして、昨年度までに、環境中に存在する遺伝子の情報を基にした高度な解析技術を用いて、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等を明らかにする鉄道の環境衛生モニタリング技術を構築しました。今年度より、この技術を活用して、鉄道設備での人に関わる微生物の蓄積の把握や設備を介した人への伝播を推定する研究に取り組みます。

◎トイレ臭気のモニタリング手法

駅トイレの不快臭についてはこれまで鉄道現場での定量測定が難しかったため、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。併せてアンモニアの発生源の一つであるアンモニア産生細菌について、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

依然増加傾向にある列車と鹿の衝撃事故は、鉄道において大きな課題です。事故が多い区間はワンマン運転を行う山間部などで多く、乗務員や保線作業員の大きな負担になっています。これに対し、我々が考案した、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」を営業車両から吹鳴することにより、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り、かつ慣れにくいことがこれまでの試験で確認されました。現在、実用化を目指した装置開発を進めており、今年度は現車での試験結果をフィードバックしながら実用装置の完成を目指します。

◎軌道内雑草の管理手法

軌道内の雑草防除を計画的・効率的に行うことは、除草作業の負担軽減に加え、除草剤の使用量の削減により、隣接する住宅地や農地などへの環境負荷の軽減につながります。そこで、過去の雑草防除実施履歴と雑草の成長度をもとに、効率的な雑草防除計画を策定する手法の構築に取り組んでいます。また、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として、蒸気を利用した除草方法に着目し、一定の雑草防除効果を確認しました。今年度は、鉄道用地での施工性・機動性に適した機材の開発に取り組む計画です。

◎電磁界の健康リスク評価

次世代通信(5G)やワイヤレス電力伝送(WPT)など、新しい技術で用いられる周波数帯の電磁界の健康リスクの検証に向けたプロジェクト研究を大学等の研究機関と共同で実施しています。国際的な意識調査や有識者会議等も含めた幅広い意見の集約を図るとともに、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、人の培養細胞から作った皮膚や角膜の組織モデルを使い、28GHzの電波の影響評価等を進めていきます。

◎おわりに

「鉄道と生物」という視点から、鉄道の環境における安全・安心・快適性の向上への貢献を念頭に置き、事業者の皆様にも連携をお願いしながら、着実な取り組みを一步一步進めていきたいと考えています。

☆ 教材・マニュアル「人間科学実践シリーズ」のご案内 ☆

鉄道総研では、「人間科学実践シリーズ」として人間科学分野の研究に基づいた教材を提供しています。



触車事故防止ルールへの遵守促進のための安全教育マニュアル STAT-ZERO

この教材は現場管理者等が講師となり職場内で実施するための講師用マニュアルです。7個の教育項目を組み合わせて実施することにより、「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教育することができます。



触車事故防止 VR 教材 STAT-VR

バーチャルリアリティ教材により、「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教育することができます。



情報伝達ミス防止訓練教材 復唱・確認会話スキルの向上をめざして

コミュニケーションエラーに関連した事例の分析や心理学的知見を活かし、エラー防止のための復唱や確認会話スキルの向上をめざす学習教材です。



鉄道総研式 ヒューマンファクター分析法マニュアル [初級編]

ヒューマンエラーに起因する事故を分析するためのヒューマンファクター分析法について、初めて分析を行う人向けに、分析法の概要や分析の流れを説明したものです。



鉄道総研式 ヒューマンファクター分析法マニュアル [中級編]

ヒューマンエラーに起因する事故を分析するためのヒューマンファクター分析法について、実務で分析をする際のヒントや分析法の指導法について説明したものです。



鉄道総研式 事故の聞き取り調査手法マニュアル (DVD 付き)

鉄道の現場で行う聞き取り調査の方法について、調査のポイントとその理由を映像やチェックリストを使って解説します。



実践！異常時案内放送【応用編】 臨機応変なアナウンスをめざして

駅員や車掌が臨機応変な案内を実践できるようになるためのコツや、それを教えるための教育方法について解説したものです。



「実践！異常時案内放送」お客様の気持ちにたった異常時の案内放送を目指して (DVD 教材)

事故などで運転見合わせが生じたとき、運転再開見込み情報の早期の発信が利用者の不満を低減できることを理解し、自発的な情報発信に繋げていくための教材です。



ヒューマンエラー体感ソフト (SimError エラー教育編)

見間違いや思い込みによるエラーなどを容易に体験し、危機意識を醸成するとともに、対策のポイントを学ぶことができます。



指差喚呼効果体感ソフト (SimError 指差喚呼編)

指差喚呼のエラー防止効果を、ナレーションに沿って進めることにより体感的に学ぶことができます。

なお、人間科学実践シリーズは(株)テスより販売しています。詳しくはホームページをご覧ください。

<https://www.tess.co.jp/info/soft/software.html>

発行所 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 公益財団法人鉄道総合技術研究所 (発行番号 2021-3)

編集者 人間科学研究部 (代表 水上 直樹) NTT: 042-573-7332 (JR: 053-7332) E-mail: human@rtri.or.jp