



# 人間科学ニュース No.246

2023. 7. 1

- 言語化、明文化のすすめ 山崎 輝
- 旅客の協力を促すメッセージ 増田 貴之
- 2次衝突を考慮した転換シートの座面構造 中井 一馬
- 踏切通行時の隙間への引っ掛かり 秋保 直弘
- 蒸気除草で鉄道用地の除草作業を安全に 潮木 知良
- 都市環境の微生物モニタリング 吉江 幸子



## 言語化、明文化のすすめ

理事

山崎 輝

先日、久しぶりに多くの職員が集まる講堂にて質問を受けることができました。国際規格審議に関する取組への質問であり、鉄道業界に共通するものの考え方をまとめ、それを規格審議の場で説明する取組みなどを紹介しましたが、この時、私自身が凡そ8年前に技術支援のために赴任したアジアのとある国での講義でも一脈通ずることを話していたことに気づいたので、ここに紹介します。

その国では、約100年前とほぼ同様な鉄道システムで運行が続けられていた一方で、都市内の深刻な交通渋滞等の社会問題を解決するために複数の国からの支援により近代的な都市鉄道の整備が進められていました。同国初の都市鉄道の営業開始が数年先に迫る中で、私の任務は、営業に必要な法令の整備を進める相手国政府への技術支援であり、その一つに運転免許制度が含まれていました。営業開始に合わせるために、法令に定める受験要件にある2年間

の補助運転士経験を改正する必要がありました。外形的には、既存の鉄道では従前どおり運転士と補助運転士の二名乗車とし、都市鉄道では一人運転士の乗車で十分な理由やそれを実現するために必要な要件の整理が必須でした。本制度の制定理由や、改正しても安全である論拠などの説明責任を果たすために、関係者と議論を重ねながら現状と課題を整理して行きました。本取組を納得していただくために行ったのが冒頭で紹介した講義でした。各種ルールの制定根拠が残されていない中では、関係者が共通して持つ考え方を整理、言語化し、それを積み重ねていくことが必要となりました。

当時、質問して得た関係者の共通認識を各種ルールの根拠として整理しましたが、これは実を言うと現在の国際規格審議における日本の場合にも当てはまることがあるように思っています。国際規格審議だけでなく、欧米の方との業務を進める上で感じる共通認識かもしれません。

私自身、日本の素晴らしい安全に関する実績を、プロセスを含めて説得力をもって説明できるように、その言語化、明文化を心がけているところです。これを読まれた方々も、折に触れて取り組んでいただけたら、皆様がお持ちの豊富な知見や実績が、より広く世界の鉄道の発展に寄与するものと考えています。

## ☆ 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隔月刊（毎奇数月刊行）のPR誌です。



**旅客の協力を促す  
メッセージ**

**安全心理グループ  
増田 貴之**

**はじめに**

異常事象の発生時に旅客の安全を確保するためには、その発見や鉄道会社係員への通報などにおいて旅客の協力も重要となります。一方で、通報すべきと判断しても、「誰かが通報するだろう」と考えたり(傍観者効果)、「列車が遅れた場合に賠償責任が生じるのではないかと」考えたりすること(責任への不安)など、心理的要因によりためらいが生じると、行動に移せない場合もあるかもしれません。

今後、自動運転の浸透などにより乗務員が減少すると、これまで以上に旅客の通報の重要性が増すことが考えられます。そこで我々は、列車内での通報場面を題材に啓発動画を作成し、メッセージによる通報へのためらいの低減効果について調べました<sup>1)</sup>。本稿では「責任への不安」による通報へのためらいを低減する動画についてご紹介します。

**作成した動画の内容**

車内モニターで放映することを想定し、30秒の動画を作成しました。「責任への不安」による通報のためらいを低減する動画には、「善意の通報で賠償責任が生じることはありません」というメッセージ(低減メッセージ)と、通報の判断や通報ボタンの操作方法、機能に関する情報(機器情報)を入れ込みました(表1)。

表1 動画の内容と具体的文言<sup>1)</sup>

内容	機器情報			低減 メッセージ 責任への 不安
	通報の 判断材料	通報ボタン の機能	通報ボタンの操作方法	
具体的 文言	不審な物を見つけたとき、異音や異臭に気づいたとき、急病人がいるときは…押しボタンでお知らせください。	ボタンを押すと係員が応答します。	「話中」のときは下側のボタンを押しください 気づいたときはこれらのボタンでお知らせください。	善意の通報で賠償責任が生じることはありません。

**メッセージの効果**

20~90歳代の男女(計2,594名)を対象に、作成した動画の視聴効果を確認するための調査を実施しました<sup>1)</sup>。

調査の参加者には下記の状況を想定して質問に回答することを求めました。

- ・ 車内に運転士と車掌はいない
- ・ 異常時には駅から人がかけつけることとなっているが時間がかかる場合がある
- ・ 車内には異常を鉄道会社係員に伝える設備として「通報ボタン」がある

このような状況下において、責任への不安により通報をためらう程度を測定するために、「操作した結果によって責任を取らされるかもしれないから操作にためらいを感じる」という質問項目にどれくらい当てはまると思うかを、7段階(1:全く当てはまらない~7:非常に当てはまる)で動画視聴の前後に尋ねました。この当てはまる程度について、動画視聴後の回答値から動画視聴前の回答値を引いた値を、下記の場合で比較しました。

- ・ 動画を視聴しなかった場合
- ・ 機器情報のみが含まれる動画を視聴した場合
- ・ 機器情報に加えて「責任への不安」を低減するメッセージが含まれた動画を視聴した場合

その結果、表1中の「機器情報」のみが含まれる場合と比較して、「低減メッセージ」が含まれた場合には、通報をためらう程度が低いという結果になりました。

**おわりに**

ご紹介した調査結果からは、簡易なメッセージを追加するだけで、ためらいが低減し、旅客の協力を促せる可能性が示されました。今回ご紹介したのは、協力を抑止する要因の1つについての検討事例ですが、他の要因に対するメッセージやより効果の高い情報の提示方法等、安全のために旅客に協力を得やすい方法について、今後も検討を重ね、知見を蓄積していきたいと考えています。

**参考文献**

1) 増田 貴之, 斎藤 綾乃: 旅客の呼出しボタン使用の促進/抑制要因一啓発メッセージの効果の検討一, 人間工学, Vol.58, Supplement, p.2F3-03, 2022



## 2次衝突を考慮した 転換シートの座面構造

人間工学グループ  
中井 一馬

### はじめに

人間工学グループでは、万が一の事故に備えて、車内設備設計の観点から乗客被害を抑える対策を検討しています。人間科学ニュース No.244号 (2023年3月号) で、背もたれの前後スライドにより腰掛の向きが変更可能な転換シートに着座している乗客の被害状況推定のために行った衝撃試験 (ダミーと呼ばれる乗客を模した人体マネキンを用います。) についてご紹介しました。今回は、本試験を踏まえて考案した転換シートの座面構造についてご紹介します。

### 転換シートの乗客の被害状況

事故などで列車内に発生した衝撃で乗客が車内設備などにぶつかることを2次衝突と呼んでいます。踏切事故を想定した上記衝撃試験により、列車進行方向を向いて着座した転換シートの乗客は前席側へ投げ出されることで、前席の座面へ下肢が2次衝突する挙動がみられ、下肢傷害発生の可能性が高いことが推定されました<sup>1)</sup>。下肢の怪我を抑えることは、事故直後に乗客が自力で避難できる可能性を高めることにつながります。そこで、下肢の傷害度を低減できる転換シートの座面構造の検討を行いました。

### 考案した座面構造

従来の座面は、図1上で示すように座面端部が鋼管の天板でクッションを支える構造となっています。考案した座面は、図1下で示すように座面端部が鋼管より剛性が低いアルミ角パイプとし、ウレタンで両端を支持した構造となっています。本構造のねらいは、2次衝突した際のアルミ角パイプのたわみとウレタンの変形で下肢に発生する衝撃を緩衝させることです。そのため、天板とアルミ角パイプの間に、たわみと変形を許容する隙間が必要となります。隙間が広がると緩衝効果は高まりますが、でん部を支える天板が狭くなるので座り心地は低下します。つまり、傷害度の低減効果と快適性の間にはトレードオフの関係があるといえます。そこで、天板の広さを変更できるモックアップ座面を製作して座り心地評価試験を行い、従来座面に対して座り心地が悪化

しない広さを明らかにし、その範囲内で緩衝効果が高まる仕様を決めました。

図2左に示す衝撃試験を実施して、考案した緩衝構造を組み込んだ座面と従来座面で下肢傷害の程度の比較を行いました。下肢傷害については、UNIFE (欧州鉄道産業連合) の技術報告書 (表題: Interior Passive Safety in Railway Vehicles、衝突安全性を考慮した車内設備の仕様や評価方法などが定められています) で規定されている傷害指標の値 (以下、下肢傷害値) とその限度値で評価しました。考案した座面は図2右に示すように従来座面と比較して傷害値が60%低減すること、限度値を下回ることを確認しました<sup>1)</sup>。

### おわりに

転換シートの座面構造を考案し、下肢傷害値が大幅に低減することを確認しました。座面のみで高い緩衝効果が得られることから、従来腰掛に対して大きな設計変更を行わずに導入することが期待でき、転換シート以外の腰掛への適用可能性もあると考えています。人間工学グループでは引き続き2次衝突を考慮した対策の検討を行っていきます。

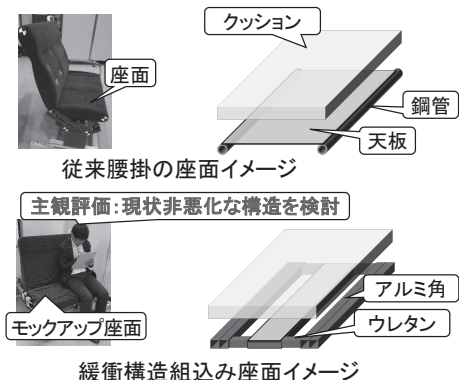


図1 転換シート座面の構造

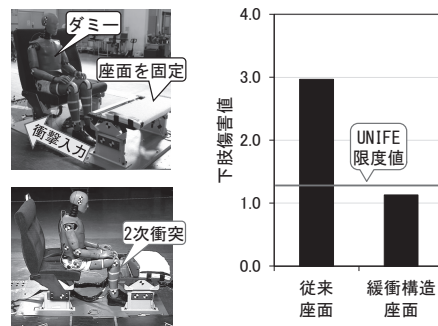


図2 下肢傷害値の低減効果の検証

### 参考文献

- 1) 中井一馬他: 列車事故時における転換シート着座乗客の下肢傷害評価、日本機械学会 2022 年度年次大会プロシーディングス、2022



## 踏切通行時の隙間への 引っ掛かり

人間工学グループ  
秋保 直弘

### はじめに

歩いて渡るときはさほど気にならない踏切のレールと路面（踏切板）の間の隙間（図1、以下、踏切隙間）ですが、車いすやベビーカー、シルバーカーなどで渡る際には注意が必要です。踏切隙間は思いのほか広く、車輪が踏切隙間にはまり込んでしまうことがあります。それによる転倒は、踏切における高齢者等の事故の原因の一つになっています<sup>1)</sup>。

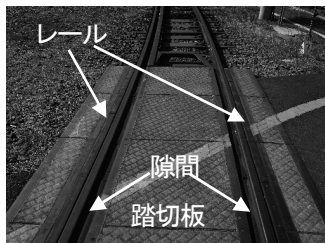


図1 踏切隙間

### 調査

踏切の通行時に、車輪が実際に踏切隙間にはまり込んでしまうことは“まれ”だと思われそうですが、ここでは、隙間に“引っ掛かる”頻度はどのくらいあるのかについて調べました。6カ所の踏切で3日間撮影した映像を目視で確認し、引っ掛かっているように見える（一瞬その場で立ち止まった）通行者の数をカウントし、通行者の引っ掛かり率（通行者の数に対する引っ掛かっている通行者の割合）を、通行者別に算出しました（表1）。通行者は徒歩、自転車（手押し）、ベビーカー、シルバーカー、車いす、台車に分類しました。なお、観察した引っ掛かり映像に、転倒やつま

表1 各踏切、各通行者における引っ掛かり率<sup>※</sup>

	踏切	A	B	C	D	E	F	全体
特徴	またぐ線路数	5	5	4	4	2	2	
率 「 % 」 掛 か り	ベビーカー	21.0	25.0	14.8	3.0	8.2	4.5	9.5
	シルバーカー	34.8	-	8.3	0.0	0.0	0.0	7.4
	台車	-	-	-	3.5	0.0	0.0	3.6
	車いす	0.0	-	0.0	5.6	10.0	0.0	3.3
	自転車(手押し)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
	徒歩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

（※この数値は引っ掛かっているように見える事例をカウントしたもので、安全な通行が懸念されるような事例ではない）

ずき、車輪が挟まって立ち往生するような事例はなく、瞬間的に立ち止まった後、すぐに切り切っていました。サンプル数が5人以下の部分は「-」としました。

結果を表1に示します。またぐ線路数が5本の踏切を網掛けに、引っ掛かり率10%以上のものを太字にしています。またぐ線路数1本につき、踏切隙間は2本あり、またぐ線路数の多い踏切で、引っ掛かり率が高い傾向がみられます。また全体で見ると通行者の種類の中でベビーカーが最も引っ掛かりが多く、次いでシルバーカー、台車・・・、という順になっています。ベビーカーに関しては10%近くが引っ掛かっています。

### 対策

鉄道総研では、国交省の取りまとめ<sup>1)</sup>で提言されている踏切隙間への対策の一つであり、引っ掛かりの低減の効果も期待されている、隙間を埋める充填材の開発を行っています<sup>2)</sup>。鉄道総研内でベビーカーとシルバーカーを使用した評価試験を行ったところ、通行者の引っ掛かりを低減でき、また踏切横断時間を短縮できることがわかりました（図2）。



図2 ベビーカー、シルバーカーを用いた踏切隙間を埋める充填材の評価試験の実験風景

### おわりに

踏切隙間は、鉄道車両の車輪（フランジ）が通る空間であるため、そこに充填材を設置するには、列車の走行への影響や耐久性の確認など、まだまだ越えなければいけないハードルがあります。鉄道総研では今後も改良、検討を進めて参ります。

### 謝辞

踏切の撮影は鉄道事業者のご協力をいただいて実施しました。ここに深謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 国土交通省：高齢者等の踏切事故防止対策について、2015
- 2) 太田ら：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、鉄道総研報告、2021



## 蒸気除草で鉄道用地の 除草作業を安全に

快適性工学グループ  
潮木 知良

### はじめに

快適性工学研究室では、鉄道用地の除草作業の安全性の向上を目指し、蒸気の熱を利用して雑草を枯らす「蒸気除草」に着目し、鉄道用地への適用に向けた技術開発を行っています。蒸気除草は、農業分野で開発された比較的新しい除草方法で、鉄道分野ではまだほとんど普及していませんが、従来の刈払機を使用した草刈り作業より施工性が高いことに加えて安全性も高く、将来的に除草作業の選択肢の一つに加えることにより、除草作業の安全性の向上につながれると考えています。ここでは、鉄道用地向けに開発した蒸気除草手法と、その安全性について紹介します。

### 鉄道用地向け蒸気除草手法の特徴

農業分野で開発された蒸気除草は、大型のボイラーを用いた拠点型の装置で、広大な農地を効率的に除草することが特徴です。しかし、除草能力が高い反面、装置が大型で大量の水を消費します。そのため、装置とともに距離の長い線路に沿って移動しながら作業することが必要で、かつ水道設備が整備されていない鉄道用地には向いていませんでした。

そこで、汎用スチーム洗浄機と新たに開発した手持ちノズルを用いた機材による蒸気除草手法を開発しました(図1)。この手法では、蒸気の発生量が少ない汎用スチーム洗浄機を用いることで水の消費量を抑えるとともに、蒸気の噴出部の周囲をカバーで覆う構造のノズルにより、限られた蒸気の熱を無駄なく活用できるようにしています。また、刈払機と操作性が似ているため、従来の草刈り作業を蒸気除草に置き換えることも可能です。

使用方法は、汎用スチーム洗浄機とノズルを蒸気ホースで接続し、ノズルのカバーを処理したい雑草にかぶせ、手元のレバーを握り、カバー内に蒸気を充填させます。蒸気を約5秒間噴射すると、雑草は変色したり、しおれたりします。作業はこれだけで完了です。その後、数日間で雑草は枯れていきます。さらに、枯れた草は根とつながったままであるため、草刈り

の後作業として行われる刈草回収作業と産廃処分は不要となり、作業負荷とコストが軽減されます。

### 蒸気除草の安全性

刈払機による作業では、回転刃に起因する多くの被災事例があります<sup>1)</sup>。特に、回転刃が障害物に接触して刈払機ごと跳ね返されるキックバックは大きな被災要因であるほか、跳ね飛ばされた石や木片により周囲の人や自動車などが被災することもあります。また、地上に敷設されている信号通信ケーブルを誤って切断すると列車の運行に支障をきたします。さらに、刈払機では、エンジンの振動が身体に直接伝わるため、振動障害防止の作業制限が設けられています。一方、蒸気除草では回転刃を使用しないため、このような被災に対するリスクはなく、ノズルから振動が発生することはありません。

蒸気除草では、ノズルから高温の蒸気が噴出されますが、噴出された蒸気の温度が100℃を超えることはなく、自然発火などによる火災の要因にはなり得ません。また、蒸気の熱はカバー内に滞留している間しか高温状態を維持できず、カバーから漏れ出した蒸気は大気中ですぐに冷やされます。そのため、蒸気が高温のまま周囲に飛散することはなく、作業者が火傷を負ったり、周辺環境に影響を与えたりする危険性はほとんどありません。さらに、蒸気の原料は水だけですので、薬剤飛散のリスクもありません。

### おわりに

今回開発した蒸気除草手法は、おもに線路外から敷地境界までの鉄道用地の除草作業を対象としていますが、今後はさらに線路内などに適用範囲を広げ、鉄道分野での安全な除草方法としての普及を目指していきます。

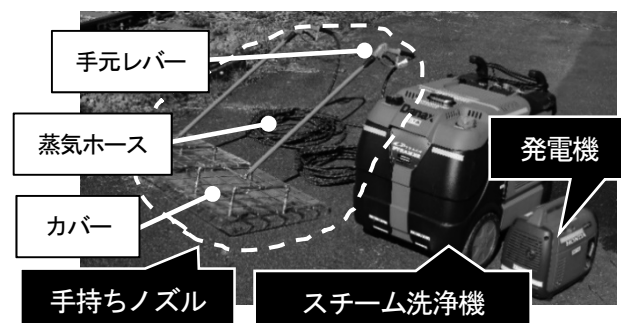


図1 蒸気除草機材

### 参考文献

- 1) 鹿島潤ら：刈払機を用いた作業の災害分析、森林利用学会誌、2010



## 都市環境の微生物 モニタリング

快適性工学グループ  
吉江 幸子

### はじめに

新型コロナウイルス感染症は、2023年5月に感染症法上の位置づけが5類感染症となり、世界保健機関も緊急事態の終了を宣言しました。しかし、今回のパンデミックの経験を踏まえて、将来的な感染症の流行に備えることも重要です。感染症対策を行う上では、感染症の流行状況やその拡大の兆候を把握することが必要ですが、感染状況を推定する方法として、感染者数を把握する他に、感染症の原因となる環境中の微生物のモニタリングがあります（ウイルスは厳密には微生物ではありませんが、以下、ウイルスも含めて微生物と表現しています）。

これまでに、鉄道環境の微生物のモニタリングに向けた取り組みについて、人間科学ニュース No.240（2022年7月号）等でご紹介してきました。今回は、都市インフラを対象とした微生物のモニタリングに着目し、感染症の流行状況をいち早く把握するための下水道における新型コロナウイルスのモニタリングや都市ごとの感染症の特徴を捉えるための生活環境にある設備を対象としたモニタリングの動向を紹介したいと思います。

### 下水道を通して感染動向をいち早く捉える試み<sup>1), 2)</sup>

下水道は、都市の機能を維持する上で重要なインフラのひとつです。新型コロナウイルス感染症だけでなく、他の感染症や新興感染症も視野に入れ、病原体のモニタリングによる感染症の流行状況の把握やモニタリングの仕組みの社会実装に向けた検討が下水を対象に進められています。国内では、日本水環境学会<sup>1)</sup>や国交省<sup>2)</sup>等において、下水中の新型コロナウイルスの調査が行われてきました。

これまでに、下水から検出されるウイルス量の増減傾向とその地域の新型コロナウイルス感染症陽性者数の増減傾向はおおむね一致し、感染動向を捉えられる可能性が示されています。また、発症後に報告される陽性者数より、下水中ウイルスの方が若干早

く増加することから、感染症対策を検討するための情報として利用できる可能性も示されています。一方で、ウイルス測定方法の標準化をはじめとする基盤づくり等の課題も残されているのが現状です。

海外では、新型コロナウイルスのモニタリング結果を公衆衛生対策に活用する例や、昨今では、海外からの感染症の流入に備え、航空機や空港の下水のモニタリングに関して他国と連携する取組もみられます。

### 薬剤耐性菌のひそかな感染動向を捉える研究<sup>3)</sup>

サイレント・パンデミックとも呼ばれる薬剤耐性菌の増加による感染症への懸念は、世界的な課題です。このため、世界60都市を対象に、都市内で鉄道環境も含めた人が触る設備等を対象とした薬剤耐性菌等の数年に及ぶモニタリングが行われています。その結果、都市ごとに薬剤耐性菌の分布等が異なり、各都市における抗生物質の使用状況の違いや地理条件の違い等が影響している可能性が明らかになりつつあります。

### おわりに

都市インフラを対象とした環境中の微生物モニタリングにより、都市内や都市間の微生物分布の特徴や変化を捉えることが可能になり、報告される感染者数の先行指標としての活用等、感染症対策にも活かされようとしています。

鉄道総研では、鉄道の環境衛生の維持・向上に活かすことを目的として、新型コロナ感染症の流行以前から、駅や車内の微生物の調査を継続して行ってきました。今回ご紹介した取り組みの動向も踏まえつつ、将来的な感染症の流行にも備え、より安全、安心かつ快適に鉄道を利用できるよう、引き続き取り組んでいきます。

### 参考文献

- 1) 日本水環境学会 COVID-19 特設ページ、  
<https://www.jswe.or.jp/aboutus/covid19.html>  
(2023年5月9日参照)
- 2) 国土交通省 下水道における新型コロナウイルスに関する調査検討委員会、  
[https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/mizukokudo\\_sewage\\_tk\\_000708.html](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/mizukokudo_sewage_tk_000708.html) (2023年5月9日参照)
- 3) D. Danko 他 : A global metagenomic map of urban microbiomes and antimicrobial resistance, Cell, 2021

■お知らせ：人間科学ニュースは、鉄道総研 HP【<https://www.rtri.or.jp/rd/news/human/>】にて PDF もご覧いただけます。送付先・印刷部数変更等は下記にて承ります。

■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 2023-4）

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