



人間科学ニュース No. 232

2021. 3. 1

- 賃加工国から技術一流国へ 池田 充
- ルール違反を防ぐためには何を教育すれば良いか 村越 暁子
- コミュニケーションエラーと対策 その5 中村 竜
- 電波を安心して使うための取り組み 池畑 政輝
- 横流ファンの温熱快適性向上効果 遠藤 広晴
- 人間科学関連の月例発表会のご案内/新メンバー紹介



賃加工国から技術一流国へ

企画室長
池田 充

『ジャパン・アズ・ナンバーワン』が世界的ベストセラーとなり(1979年)、日本の自動車生産台数が米国を抜いて世界一となる(1980年)など、日本人のだれもが技術一流国を自負していたころ、経済評論家の内橋克人氏は論評『幻想の「技術一流国」ニッポン』(1981年)において以下の主張をしている。(当時の)日本製品の強みは「品質管理」「生産技術」の優秀さにある。しかし、そうである限り他国の製品を品質で打ち負かし、量で稼ぎ、能率で勝負するという「技術の泥沼」から脱することは期待できず、行き着く先は「永久賃加工国ニッポン」である、と。

氏はまた同論評のなかで以下の技術者の言葉を紹介している。「米国の技術者は本当の意味で自由な研究をしており、各々が大きなエネルギーをもってテーマを選び、独創的な研究方法をみ出す。それ

に対して日本は会社の方針や目標に向かって全員一致に似た状態で突進する。一見すると両者のパワーは同じに見えるかもしれないが、ひとたび米国の研究者に特定の方向性が与えられると、日本とは比べ物にならない内部エネルギーを生み出す。ちょうど、ブラウン運動をしていた分子が一定方向を向いたときのように。」

日本が永久賃加工国に陥らないためには、高度なオリジナリティを求める技術開発や、バーゲニング・パワーとなり得る独創的技術への挑戦を怠らないこと以外にはない、と内橋氏は同論評をむすんでいる。しかし、その後の日本製品の国際競争力低下は氏の懸念が現実と化したことを示している。そしていま、COVID-19 ワクチンの開発競争においても日本の影は薄い。

現在、日本の鉄道事業者が高い現場力を持っていることは疑いようがない。鉄道に関わる研究者がイノベーション創出に向けた独創的な研究に取り組み、高い現場力とのシナジー効果により鉄道に大きな内部エネルギーを生み出すことが、コロナ禍のいまこそ強く求められている。40年前の氏の提言に改めて耳を傾け、日本が真の「技術一流国」となるための先導役をわれわれ鉄道技術者が務めたいものである。

☆ 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。人間科学関連の最新号は、2021年2月号です。



ルール違反を防ぐ ためには何を教育 すれば良いか

安全性解析グループ
村越 暁子 ☎053-7344

私たちは、「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の教育方法についての研究を行っています。これまでに、ルール違反を防ぐためには、ルール違反の危険性についての理解を深めること、特に「この行動をしたら事故につながる」という認識を高めることが有効であることを紹介しました（人間科学ニュース No.213（2018年1月号）および No.205（2016年9月号））。今回は、その裏付けとなる調査結果を紹介します。

事故につながるという認識とルール遵守

触車事故防止ルールについて、保線・電気現場の社員を対象とする意識調査を行いました¹⁾。ここでは、触車事故防止ルールのうち、「定められたタイミングで作業を中断し、線路外に出る」という『早期待避ルール』についての結果を紹介します。早期待避ルールは、「作業に意識が向き、列車や時間への意識が薄れる」、「待避にいつもより時間がかかる」、「列車が予定よりも早く通過する」等の「エラーやいつもと異なること」の発生に備えて、余裕を持って早目に待避することを定めたルールです。

直近1週間の作業で、「早期待避ルールを守れないことが1度でもあった人」と「完全に守った人」に分けて分析した結果、早期待避ルールを完全に守った人は、守れないことがあった人よりも、「早期待避ルールを守らないと事故につながる」という認識が高いことが分かりました（図1）。

この結果より、ルール違反を防止するためには、ルール違反の危険性の中でも、特に「この行動（=ルールを守らない）をしたら事故につながる」というつな

がりの認識を高めることが有効であることを改めて確認できました。

事故につながるという認識を高める教育

ふだんはルールを守らなくても事故にならない場合もあるかもしれませんが、「エラーやいつもと異なること」が発生した時にルールを守っていないと事故につながります。このような想定に備えて定められたルールの場合、「確かにエラーやいつもと異なることが発生することがある」と自分事として理解することが必要です。

そこで私たちは、その教育法を開発しました^{1) 2)}。教育法では触車事故防止ルールを対象としており、「エラーやいつもと異なること」を体験したり、討議したりして自分事として理解します。例えば「VR体験」や「注意力エラー体験」では、「作業に意識が向き、列車や時間への意識が薄れる」というエラーの体験が可能です（図2）。このようなエラー体験や討議の後に「だからルールを守らないと事故につながる」と講師解説をすることにより、その認識が高まります。ぜひご活用頂き、ルール遵守促進にお役立て頂けましたら幸いです。

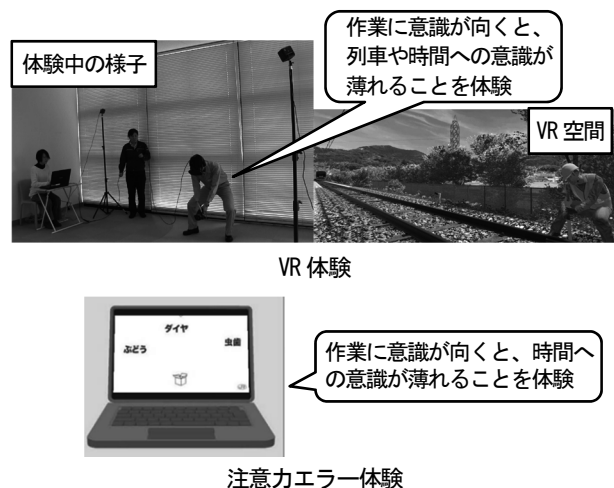


図2 「触車事故防止ルールの遵守徹底に向けた安全教育法 (STAT-ZERO)」の教育項目の例

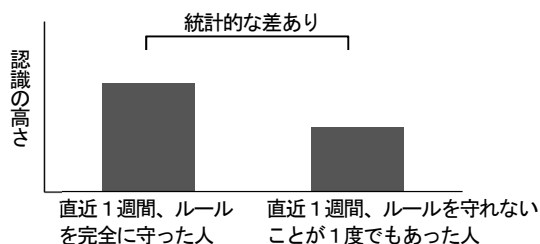


図1 「ルールを守らないと事故につながる」という認識の高さの比較（早期待避ルールの場合）

参考文献

- 1) 村越暁子ら：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
- 2) 公益財団法人鉄道総合技術研究所 人間科学研究部安全性解析研究室：触車事故防止ルールの遵守徹底に向けた安全教育法
<https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd52/rd5230/rd52300109.html> (最終閲覧日 2021年1月22日)



コミュニケーション エラーと対策 その5

安全心理グループ

中村 竜 ☎053-7346

はじめに

コミュニケーションエラーと対策その1～4（人間科学ニュースNo.206(2016年11月号)、211(2017年9月号)、217(2018年9月号)、224(2019年11月号))では、復唱や確認会話の重要性、効果的な実施方法を紹介しました。これら以外にも、鉄道の各現場では様々な対策や工夫をされており、その中には他の会社や職場にとっても有効なものがあります。安全心理グループでは、このような現場の工夫の収集と共有を目的として、2016年～2017年に鉄道事業者と鉄道関連事業者289社へのアンケート調査と、17社へのヒアリング調査を実施しました。今回は、この調査で得られた、防止対策や工夫を紹介します。

口頭以外の伝達

口頭で指示を行った場合、伝達事項や合意事項をメールやメモで伝えるという対策が多く現場で実施されていました。特に、指示のタイミングとその指示内容を実施するタイミングが離れている場合などは、全てを正確に覚えておくことは困難なので、具体的な指示内容を文章にして伝えることは有効であると考えられます。

定型化

頻繁に発生する指示については、伝達内容や伝える順番、用語などの定型化が有効です。多くの運転職場では、通告などの重要な指示は、指示側（指令）と受領側（乗務員）で共通の記入用紙（通告券）をあらかじめ用意し、互いに必要事項を埋めていくことでコミュニケーションエラーを防止しています。また、調査では、車椅子のお客様のご案内において、乗車駅と降車駅で共通の連絡メモを用意し、必要事項をそれぞれ記入して、情報の漏れ、間違いのないようにしているという回答も多く得られました。

一言念押し

指示をした場合、相手がきちんと内容を理解して

いるかを確認することが重要です。ヒアリングでも「相手がどのくらい理解できたのかを、指示側が意識して確認する」という回答がありました。具体的な方法としては、「相手の表情をよく見て、不安そうな場合は、質問が無くても補足説明をする」、「『わかりました』とう返事があった場合は、何がわかったのかを具体的に回答させる」ことが行われていました。

「了解しました！」など、はっきりとした返答があると安心してしまいがちですが、実際には相手の「わかった（と思っている）」内容と指示側の「わかってほしい」内容が同じとは限りません。ヒアリングでは、これを解決する確認方法として、「受け取った指示内容を自分の言葉で説明させる」、「主体的な言い方（自分が何をするのか）に変えて返答させる」といった工夫をしているという情報を得ました。

普段からのコミュニケーション

指示内容にわからないことや不安がある場合に、自発的に質問をできる人もいれば、なかなか質問ができない人もいます。自分から質問できない人の場合は、指示側が積極的に相手の理解を確認する必要があります。そのためには、普段から十分にコミュニケーションをとり、個々の性格を知っておくことが必要です。ある土木現場では、「作業の進行によって人が入れ替わるため、1人ひとりの経験や知識量、性格を理解するのは難しい。少しでも質問をしやすい雰囲気を作るために、現場長が作業員1人ひとりに声掛けや雑談をしている」という回答がありました。

おわりに

コミュニケーションエラー防止には、復唱や確認会話などのテクニックだけではなく、普段からの職場の雰囲気作りも重要です。また、今回は紙面の都合上紹介できませんでしたが、伝わりにくい表現や用語を避けることも重要です。参考文献¹⁾では、調査で収集した、注意の必要な用語・表現やそれらの言い換えの具体例を報告しております。鉄道総研のホームページでもご覧いただけますので、参考にいただければ幸いです。

参考文献

- 1) 中村 竜ら：コミュニケーションエラー防止対策の実態調査、鉄道総研報告、2020



電波を安心して使うための取り組み

生物工学グループ

池畑 政輝 ☎053-7316

2020 年は新型コロナに翻弄される大変な一年でしたが、技術の革新としては次世代(第5世代:5G)移動通信システムの幕開けの年でもありました。5G 技術においては、現在日本で主流の第4世代と比較して、通信速度が10倍~100倍になり、さらによりつながりやすくなると言われています。通信能力の向上は、鉄道においても IOT 化など様々な面で活用が見込まれています。一方で、これまでの通信システムでは使われていなかった超高周波帯(28GHz 帯)なども使われるため、健康への影響を懸念する声があることも事実です。ここでは、超高周波帯の性質と安全・安心のための取り組みを紹介します。

超高周波帯電波(電磁波)とは

電波は、電界と磁界が相互に作用しあい空間を伝播していく文字通り波のようなものです。波の頭から頭までの長さを波長といいます。例えば 30GHz の電波の波長は、光の速度(30 万 km=3×10¹²cm/秒)を周波数(30GHz=3×10¹² 回/秒)で割るので、1 cm です。また、この波長の電波は水に良く吸収され、水面で途端に熱に変わります。人の体の多くは水ですから、人が直接電波にばく露された場合、皮膚や眼などの表面で吸収され、内部までは至りません。

電波を安全に使うための取り組み

上記のように、移動体通信(携帯電話等)やレーダーなどに使われる高い周波数帯の電波は、人など水分を含むものにばく露すると熱を生じます(電子レンジなどは、この原理で食品を加熱します)。このため、電波の安全は主として人に熱を生じないことを念頭にした防護指針に基づいて管理されています。日本においては、10kHz 以上の電波は総務省が所管し、「電波防護指針」に基づいた強制力のある基準が制定されています¹⁾。

また、2020 年には WHO の関連機関である非電離放射線防護委員会(ICNIRP)が人体防護のためのガイドラインを改訂しましたが、このガイドラインを守れば、5G 通信で使われる周波数帯の健康への悪影

響はないとの見解を示しています。

鉄道総研における取り組み

超高周波数帯を用いる電波・通信技術の発展は、鉄道においても、例えば自動運転監視、障害物検知などへの適用が見込まれています。しかし、より高いレベルで安全を担保し利用していくために、超高周波帯についての熱作用の閾値や熱作用以外の影響の有無を確認するための十分な根拠づくりも必要となっています。

鉄道総研では、1970 年代から鉄道環境での電磁界の安全性評価に取り組んでいた経験も踏まえ、上記の状況に対して、総務省の支援のもとに、電波の安全を担保するための根拠づくりの一環となる研究プロジェクト「STEPS EMF²⁾(図1)」を開始しました。

STEPS EMF とは

STEPS EMF は、「電磁界の安全性評価のための標準的な実験手法に関する研究」の英語表記



STandardization of
Experimental Protocol for
Safety assessment of
EMF

図1 STEPS EMF のロゴ

の頭文字を取り、プロジェクトのロゴとしたものです。電波の安全性を適切に評価するため、電波の発生装置の開発、発生させた電波の状態の解析、電波のばく露に適した細胞や動物の実験系、評価する項目などについて、大学や国の研究機関と共同で研究を進めています。

例えば、超高周波帯の電波は人の表面で吸収されることから、人由来の培養細胞で造られた皮膚組織モデルを使い、人の表面への電波ばく露を模擬して評価する実験系などを研究しています。この組織モデルは、もともと化粧品の安全性を調べるために使われているため、それらの結果と電波での評価の結果を比較検討することで、説得力のある評価ができると考えています。

参考文献

- 1) 総務省電波利用ホームページ、電波の安全性に関する調査及び評価技術、
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/index.htm> (最終閲覧日 2021 年 1 月 7 日)
- 2) STEPS EMF、<https://steps-emf.net/> (最終閲覧日 2021 年 1 月 7 日)



横流ファンの温熱快適性向上効果

人間工学グループ

遠藤 広晴 ☎053-7348

はじめに

現在、都市部のほとんどの通勤列車には天井部に横流ファンが設置されています(図1)。横流ファンは車室内の空気循環の他、梅雨から夏季において乗客に清涼感を提供し、温熱快適性の確保に貢献しています。冷房の補助として横流ファンを積極的に利用することは、快適性の観点と共に、省エネの観点からも今後さらに重要性が増していくと考えられます。一方、建物室内を対象とした温熱快適性評価の国際規格である ISO7730 では、室内の風速を極力抑えることを推奨しています。この規格では、気温と風速からその環境に不満を感じる人の割合を予測する式が示されており、これを横流ファンからの風速(図1)に適用した場合、気温 25℃で約 80%の人が不満を感じると予測されます。果たして、この予測は当たっているのでしょうか？

快適性効果の検証¹⁾

横流ファンからの風が温熱快適性に及ぼす効果の検証試験を実施しました。試験は7月上旬に、留置された通勤車両内で実施しました。試験参加者は、横流ファンの近くに立ち、通勤列車内の気温変動を繰り返して模擬した環境(図2上段)において、横流ファンを稼働した条件(以後、「ファン稼働条件」と停止した条件(以後、「ファン停止条件」)を体感し、温熱快適性に関するアンケートに回答しました。試験結果を図2に示します。2回の気温上昇時の24℃～28℃区間に着目すると、ファン稼働条件では停止条件と比較して、不満率(温熱環境を不満と感じた人の割合)の増加は緩やかで低く抑えられており、横流ファンによる暑さ感の低減効果がみられます(図2下段)。ただし、30℃付近では両条件の相違は小さくなり、横流ファンによる明確な効果がみられなくなります。これは、周囲の気温が高くなると、風を受けても体から熱が逃げにくくなるためと考えられます。次に、気温下降時に着目すると、ファン停止条件では22℃付近まで不満率が減少し続けたのに対し、ファン稼働条件では24℃付近を境に不満

率が減少から増加に転じています。ただし、前述した ISO7730 の予測値(不満率が約 80%)より大幅に低い値(約 20%)です。ISO7730 では、座位で長時間にわたり風を受ける状況を想定しているのに対し、本試験では、立位で数十分程度のみ風を受ける状況だったため、寒くて不快な風とを感じる人もいたものの、多くの人は不快ではなかったと考えられます。

おわりに

検証試験により、横流ファンからの風は、24℃～28℃付近に上昇する状況では不満率を低減させ、24℃以下に下降する状況では逆に増大させることがわかりました。また、既存の建物室内を対象とした手法では、これらの結果を適切に予測できないことも確認しました。そこで、人間工学研究室では、横流ファンからの風を受ける際の姿勢(立位/座位)や滞在時間の影響も考慮可能な温熱快適性予測手法の検討を進めています。

参考文献

- 1) 遠藤広晴 他：通勤列車内の横流ファン送風が乗客の温熱快適性に及ぼす効果、JREA、2019

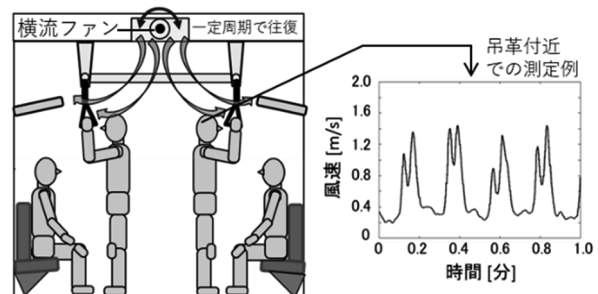


図1 通勤列車内の横流ファンからの風

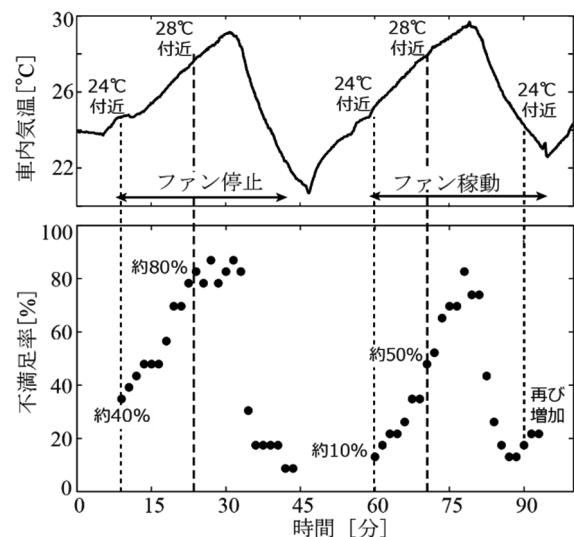


図2 気温と不満率の関係(参加者23名)

☆人間科学関連の月例発表会のご案内☆

月例発表会は鉄道総研の研究成果を発表する定例の発表会です。第 346 回は人間科学に関する発表です。なお、新型コロナウイルス感染症の拡大に鑑み、会場での発表からウェブによる講演動画の配信に代えさせていただくことになりましたが、これまでと同様にご質問もお受けしておりますので、多くの皆様にご視聴いただければ幸いです。

配信開始予定日：2021 年 3 月 15 日 ※変更の可能性あります
ご質問の受付は 3 月 26 日までを予定しております

URL： <https://www.rtri.or.jp/events/getsurei/2020/mr346.html>

プログラム

- 人間科学に関する最近の研究開発
- 鉄道作業場面における判断傾向評価手法
- 運転情報記録を活用したヒューマンエラーの発生予測手法
- 鹿忌避音装置の開発
- 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歩行者の進入防止
- ロービジョン者の視認性に配慮した駅トイレ内の輝度コントラスト評価
- 異なる清掃方式の駅トイレ床表面に付着する細菌の調査

過去の月例発表会も鉄道総研のホームページでご視聴いただけます。近年の人間科学関連の発表会は、第 337 回、第 327 回、第 315 回です。

<https://www.rtri.or.jp/events/getsurei/>

☆新メンバー紹介☆



星野 慧 (ほしの けい)

2021 年 1 月から人間工学研究室に配属になりました。生まれも東京で現在も東京在住ですが、転勤族だったため 8 歳までは福岡県で過ごし、中学までに何度か転校を経験しました。新しい場所で良い人間関係を築けるかを気にする場面が度々あったことから、人の気持ちや心理学などに興味を持ち始めました。そこから、脳の仕組みや脳科学へ関心を寄せ、いつか脳に関係する仕事に就けたら幸せだなと漠然と意識しておりました。

大学では電気工学を中心に学んでおりましたが、研究室で脳波(脳の電気信号)を扱う研究が偶然にもあったことから、「脳研究」に携われる最初で最後のチャンスかもしれないと思い研究テーマにしました。具体的な取り組みは、手や足の運動時の脳活動を脳波として検出し、脳波に現れる生理的な脳活動特性を「見える化」することで、脳波検出のしやすさを促す「ニューロフィードバック」と呼ばれる研究です。研究を通して、人を対象とする実験系の、個人差の大きい実験結果の解釈や評価手法の確立の難しさと同時に、人間の機能を明らかにする生理計測の面白みを知ることのできた学生時代でした。

このような背景があり、人を対象とする研究を行う人間工学研究室では、脳に限らず様々な生理計測を通して人の感情などから「快適性」や「魅力」などを定量的に評価出来るような研究に取り組みたいと考えております。特に、新人研修も在宅研修から始まったこのコロナ禍に入社し、変わることを余儀なくされている鉄道業界を目の当たりにしました。この新人研修の経験を胸に刻み、鉄道輸送の業務の支援となる研究成果、また、より多くのお客さまに快適に魅力的に鉄道を感じてもらえる研究成果を出せるよう、研鑽を積んでまいります。

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 2021-2)

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