



人間科学ニュース No. 244

2023. 3. 1

- 「安全の価値観」の浸透に向けて 小暮 一寿
- 人が物を認識する際の複雑さ 藤道 宗人
- 有効視野の考え方 斎藤 綾乃
- 2次衝突を考慮した転換シート設計に向けて 中井 一馬
- 警報音と心拍数 星野 慧
- 感染症の分類—新型コロナの5類への変更とは— 池畑 政輝



「安全の価値観」の 浸透に向けて

日本貨物鉄道株式会社
取締役兼執行役員
安全統括本部長
小暮 一寿

JR 貨物グループは、2021 年度に鉄道事業運営に関わる安全の取組み方針を「安全の価値観」により改めて決めました。安全を「鉄道事業の存立基盤」と位置づけ、安全の定義を「人命を守ること」と明確にし、安全目標「貨物列車に起因する旅客・公衆の人命に関わる事故・事象の撲滅」と「死亡や重大な後遺症につながる労働災害の撲滅」の取組みを進めています。

本線上で発生する重大な事故、例えばコンテナ開扉や、貨車の手ブレーキ緊縮状態に起因する脱線が発生させると最悪どういう事態が考えられるのかを想定し貨物列車の安全を確保することが、JR 貨物グループの存立基盤と考えています。

運転士を除いた当社グループの社員に対する事故防止活動が貨物駅内で発生する事がらに傾きがちで

あり、本線上で発生する恐れのある重大事故の防止について十分な教育をしていくことが重要であり、「安全の価値観」の浸透へ様々な取組みを急ピッチで行っているところです。

ひとつは、リスク管理を本線上でのリスクに応じた区分に変更する検討を進めています。

次に、先の例に繋がる「点検」「検査」「作業」の質の向上に向けて、「ルールの指示、徹底」に偏らず、「なぜ確認がおろそかになるのか」「伝えることと伝わることの差は何が違うのか」等、社員が自分事として考えるための資料を現場向けに提供し、効果的な指導に努めています。

また、「疑わしい時、危ないと思った時は、必ず列車、車両を止める」行動を特に推奨しており、担当業務職責を超え、少しの異常を発見し、列車抑止等の連絡や手配を速やかに行い重大事故防止に繋がった行動を「安全行動賞」として、その感受性を積極的に褒め、広く模範として顕彰しています。

さらに、過去の重大事故を記憶に留め、業務の重責を体感し、自ら行動変容に繋げる新たな安全教育施設「刻心塾（仮称）」の設置を計画しています。

安全意識の向上の観点からご紹介をさせて頂きましたが、ハード対策とバランスを取って、安全のレベルアップを推進する必要があると考えています。

☆ 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鉄道総研の月刊 PR 誌です。



人が物を認識する際の複雑さ

安全心理グループ
藤道 宗人 ☎053-7346

はじめに

人は様々な物に囲まれて生活をしていますが、物を正しく持ったり、思ったように動かしたりするためには、物の形状や色、質感などの特徴を正確に認識する必要があります。例えば、皆さんが工具などを手に取るときには、どのような形状であるかを見て、その形状に合わせて持ち方を調整していると思います。また、持ち手が「つるつる」しているように見えたら、滑らないようにしっかり持ち手を握ろうと思えます。

このように、物の形状や色、質感の認識は人が円滑に行動するために重要であるので、人がどのように物を認識するのかについて、多くの研究がなされてきました。

今回は、我々が日常生活を過ごすうえで重要な、「物の認識」の複雑さについてご紹介します。

バラストの上を歩くとき

人は、目で見えた情報を一時的に記憶しています。そして、その情報に基づいて行動を調整することで、日々の作業を円滑に行うことができます。

例えば、作業でバラスト（線路に敷かれている砕石）の上を歩いているときには、バラストの見た目（質感）に応じて歩き方を調整することで、うまく歩くことができます。バラストが水に濡れているときは、足が滑らないように慎重に足を運びますが、乾いているときには、バラストが濡れているときほどには気を遣いません。このように、バラストの上をうまく歩くためには、目を見て記憶した情報によって、絶えず力の入れ方を調整する必要があります（図 1）。



図 1 バラストの上を歩くときの認知のイメージ

物の質感を触らず目で見えて記憶する

ここで、疑問がわいてきます。バラストの上を歩くときは、バラストだけでなく、一緒に作業をしているチームのメンバーと会話をしたり、顔を見たりすることもあります。しかし、チームのメンバーの顔を見たからといって、バラストの質感が分からなくなり、うまく歩けなくなるということはありません。これはなぜでしょうか。

この疑問に対する回答のヒントとなる実験¹⁾があります。実験参加者は、まず、ディスプレイ上に表示される物がどのくらい「ざらざら」しているかを、触ることなく目で見ただけで記憶します。その後、物はディスプレイ上から消え、人の顔の写が表示されます。物が消えて人の顔の写が表示されている間、実験参加者は、物の質感を覚えておく必要があります。最後に再び物が表示され、実験参加者は、先ほど記憶した物と比べてどちらが「ざらざら」しているかを回答します。

実験中の実験参加者の脳の活動を記録して、どのような領域が活動しているのかを分析しました。その結果、物を触らないで質感を記憶している際には、目を見て記憶するときに関わる脳領域だけでなく、物を実際に触っているときに活動する脳領域も同時に活動していることが分かりました。

この結果は、目を見て記憶した物の質感が、同時に見ている他の情報によって失われないよう、触覚に関わる脳領域が活動することで補助している可能性を示しています。

おわりに

実際には触っていないけれども、触覚に関わる脳領域が同時に活動するなど、人が物を認識する際の複雑な過程が少しずつ解明されつつあります。

今回、ご紹介した物の認識は一例ですが、人は自分自身でも気づいていない複雑な機能や特性を持っています。このような人の機能や特性を明らかにして、例えば、デジタル技術を活用した教育ツールの開発に活かすなど、鉄道の安全に貢献できるように、今後研究を進めてまいります。

参考文献

- 1) Fujimichi, M. 他: The effect of visual distractors on visual working memory for surface roughness in the human brain, Neuroscience Letters, 2021



有効視野の考え方

人間工学グループ
齋藤 綾乃 ☎053-7348

はじめに

なんらかの作業に必要な視覚情報は、作業員から見える範囲内にある必要があります。作業員から見える範囲とはどこでしょうか。これを知るために参考になるのは視野ですが、いろいろな定義があるので少しご紹介します。

目を動かさずに見える範囲

一般に視野と言うと、目を動かさずに見える範囲のことを示します。眼科で視野検査をしたことのある方はイメージできると思いますが、図1 (A) のように、一か所(固視点)を片目で注視したままで、視標が提示されたことがわかる範囲です。両目合わせると一般に左右180°、上下150°です¹⁾。この中の見え方は均一ではなく、視力が良いのは中心の2°程度で、ここで見ることを中心視と言います。中心から周辺にいくにつれて視力は急激に低下しますが、微かな光や指標の動きの感度は周辺の方が優れています。視野の周辺で見ることを周辺視と言います。中心視と周辺視の境界をどこにするかにはいろいろな説があり、中心視の周囲の比較的解像度が高く色などもよくわかる範囲(説により左右それぞれ15°~30°)を有効視野と呼ぶ立場もあります。

もうひとつの有効視野

もうひとつの考え方として、「ある作業をする際に有効に活用することのできる視覚情報収集範囲」を有効視野とする立場もあります¹⁾。前節の視野が目の機能を示すものであるのに対して、見えた情報が使われるかどうかという観点を含むもので、作業ごとに異なります。読書を例にとると、本の後ろに室内の風景なども見えますが、読書と言う作業に活用されるのは、まさに読んでいる文字とその周辺です。有効視野の大きさは一定ではなく、作業に必要な注意量、疲労や加齢などによって変わることが知られています。

作業時の有効視野はどのように計測するのでしょうか。目が動いているので、工夫が必要です。図1 (B) のような方法では、作業に活用されるべき情報が制限されれば作業効率が低下するはずだと考えて、視野を制限した場合と制限しない場合の作業効率を比較します。作業効率に影響が出始めた視野制限の大きさを、有効視野の大きさとします。自動車の運転など(図1 (C)) では、フロントガラスもしくはシミュレータ画面に視標を提示してどこまで見えたかで計測します。いずれの方法も、特別な装置や繰り返しの計測が必要となります。

おわりに

2種類の有効視野をとりあげました。鉄道現場で作業時の有効視野を計測するのは簡単ではありませんが、他分野での計測事例から、有効視野がどのようになるときに狭まるかなど、鉄道にも有用な情報を得ることができると考えています。

参考文献

- 1) 伊藤謙治ら編：人間工学ハンドブック、朝倉書店、2003

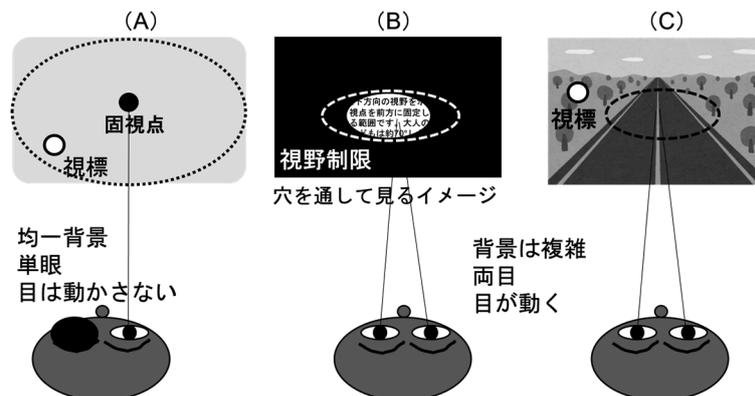


図1 視野とその計測イメージ



2次衝突を考慮した 転換シート設計 に向けて

人間工学グループ
中井 一馬 ☎053-7348

はじめに

鉄道のさらなる安全性向上には、事故を未然に防ぐ対策を考えると共に、万が一の事故に備えて被害を抑える対策も考えておくことが重要です。ここで、列車が他の列車や自動車などにぶつかることを1次衝突と呼び、1次衝突により車内に発生した衝撃で乗客が投げ出されて、車内設備や他の乗客にぶつかることを2次衝突と呼びます。人間工学グループでは、2次衝突による乗客被害を抑えるための車内設備の設計に関する研究に取り組んでいます。

衝突シナリオの想定

2次衝突を考慮した車内設備を設計するためには、衝突事故における被害状況（傷害発生に至る経緯や傷害の程度など）を把握する必要があります。鉄道総研では、踏切で大型自動車に列車が衝突する1次衝突シナリオを想定していますが、同じシナリオでも車内レイアウトが異なれば被害状況も異なります。例えば、列車進行方向を向いたシート（以後、クロスシート）に着座した乗客と、進行方向に対して横を向いたシートに着座した乗客では、衝撃により投げ出される身体の向き、2次衝突する車内設備と身体の部位などが異なります。そのため、1次衝突シナリオに加えて、対象とする車内レイアウトとそれによる2次衝突のシナリオも想定して研究を進めています。

クロスシートの被害状況の把握

クロスシートに着座した乗客の被害状況を把握するために、当該シートが設置された車両の事故に関する2件の鉄道事故調査報告書を精査しました¹⁾。精査の結果、事故の傷害パターンとして、前席に2次衝突したことにより下肢に傷害を受けること、負傷の原因となった加害部位として前席が最も多いことがわかりました。つまり、乗客は身体の前面から前席に衝突して傷害を負う可能性が高いといえます。各事故の乗客の傷害発生部位の割合をみると、下肢の傷害発生割合が高い傾向がみられました。

クロスシートにはシートの回転あるいは背もたれ

の前後スライドによりシートの向きが変更可能なタイプがあります。ここでは、後者のシート（以後、転換シート）に着座した乗客の被害状況を把握するために図1に示すスレッド試験を行いました¹⁾。この試験は、スレッドと呼ばれる台車上に車内設備や乗客を模した人体マネキンを設置し、事故時に車内に発生する衝撃加速度をスレッドに入力することで、乗客の被害状況を推定する手法です。図2に示すように、衝撃加速度入力後に、衝撃により背面が紙面右側にスライドした後に、投げ出された人体マネキンの下肢が、前席の座面に2次衝突し（図2左）、上半身が倒れ込みながら前席の背面に2次衝突する（図2右）挙動がみられました。また、頭部傷害の程度と比較して下肢傷害の程度が大きいことが推定されました。これは座面の剛性が背面に対して高いことが主な理由であると考えられます。

以上のことから、転換シートの乗客を対象とした対策を検討する場合は、下肢が前席座面に2次衝突するシナリオが重要であると考えています。

おわりに

人間工学グループでは、座面の端部をウレタンで支持する緩衝構造を考案し、2次衝突時の下肢傷害の程度を大幅に低減することを確認しました¹⁾。衝突事故における下肢傷害度を低減することは、負傷者が事故直後に自力で避難できる可能性を高めることになるので、上記性能は重要であると考えています。

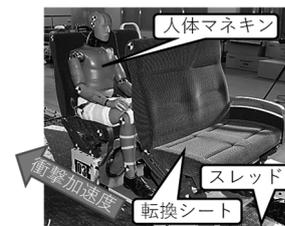


図1 転換シートを用いたスレッド試験

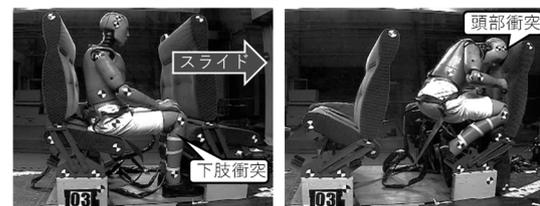


図2 スレッド試験における人体マネキンの挙動

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 年度年次大会予稿集、2022



警報音と心拍数

人間工学グループ

星野 慧 ☎053-7348

人の心身状態と心拍数の関係

心拍の計測はスマートウォッチなどのできるようになり、身近なものになっています。心拍数は1分間に心臓が拍動した回数のことですが、心臓の拍動から次の拍動までの時間間隔を1分間の拍動回数に換算した「瞬時心拍数」を用いると、心身状態の時間的な変化が捉えやすくなります。

心臓の動きは、活動量を高めるときにはたらく交感神経と、エネルギーをしずめるときにはたらく副交感神経のバランスが関係します。交感神経のはたらきが強くなると、拍動の間隔が短くなり、瞬時心拍数が上がります。また、副交感神経のはたらきが強いときは、拍動間隔が伸びて、瞬時心拍数が低くなります。このように、瞬時心拍数で心身状態の変化がわかることがあります。

新しい刺激に対する反応と心拍数の変化

では、わたしたちが、突然外からの新しい刺激を知覚するような場面では、心拍数はどう変化するのでしょうか？反応は大きく二つ「防御反応」と「定位反応」に分けられます。「防御反応」は、予期せず強い刺激を受けてしまうと起こる反応です。防御反応では、危険かもしれない刺激から逃げるために活動量を高め、心拍数が一時的に上がります。一方、「定位反応」は、「おや、なんだろう」と知覚するような、注意を惹く新しい刺激に遭遇した時などに起こり、その刺激の情報を見極めるために注意を集中させる反応です。定位反応では一時的に心拍数は低下し、しばらくすると元に戻ります¹⁾。ここで、新規の刺激が「音」の場合は、驚くほど大きい音などを聞くと「防御反応」が起こり、注意を惹きつける音を聞くと「定位反応」が起こると予想されます。

新しい警報音を聞いたときの心拍数の変化

鉄道総研では、列車の運転士の覚醒レベルの低下を防止する警報音を開発し、眠気防止効果も確認しています²⁾。眠気防止効果は、①主観指標(警報音を

聞いて眠気に変化したかアンケートで評価する方法)、②他覚指標(顔の表情から眠気度を評価する方法)、③パフォーマンス指標(実験課題に対する反応時間)に加えて、④生理指標(瞬時心拍数の変化)の4つの指標から検討しました。

列車運転時に提示する警報音は、単に、運転士の目を覚ませばよいというわけではなく、過度に驚かせることなく、音に注意を向けさせることが重要です。開発した警報音が、この点で問題ないかを確認するために、④の生理指標である瞬時心拍数の変化を求めました。

実験は、夜間の列車走行を模擬した環境で、単調なパソコン作業課題を行うもので、20名が参加しました。課題中に警報音を提示したときの、警報音の提示前後の瞬時心拍数の変化を図1に示します。警報音の提示前10秒に対して、提示後10秒の心拍数は有意に低下し、そのあと提示1分後に心拍数が提示前のレベルに戻っていたことから、この反応は、前述の「定位反応」であると考えられます。よって、実験で提示した警報音は、驚かせすぎような強い音刺激ではなく、注意や集中を促す適度な警報音であったことが示唆されました。

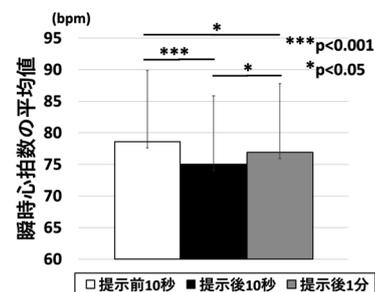


図1 警報音の提示前後の瞬時心拍数の変化

おわりに

列車運転時に提示する警報音には、走行音に紛れずに、十分聞こえることや、適度な警報感を運転士に伝えることが求められます。音を聞く人の生理的な反応もあわせて、適切な警報音の提示方法について今後も検討していきます。

参考文献

- 1) 大須賀美恵子：自律神経指標を用いたドライバの状態推定、自動車技術、2010
- 2) 星野慧、鈴木綾子他：列車運転時の覚醒レベル低下防止の警報音デザイン及び警報音の効果と実用性の検証、ヒューマンインタフェース学会論文誌、2022



感染症の分類 —新型コロナの5類 への変更とは—

快適性工学グループ
池畑 政輝 ☎053-7316

はじめに

今年の5月から、新型コロナウイルス感染症の感染症法上の分類が新型インフルエンザ等感染症から5類感染症に変更されるとの動きがあります。新型コロナのリスクについては、今後も慎重に見極められていくと思われませんが、この分類変更は、私たちの日常あるいは具体的な施策にも大きく影響するでしょう。そこで今回は、将来の社会を考えるための基礎的な知識としてこの感染症の分類を簡単に紹介します。

感染症法と感染症の分類

感染症に関して、日本では感染症法という法律が制定され、その予防のための方策が施行されていますが、実はこの感染症法の制定は1999年と新しく、それ以前は伝染病予防法や結核予防法(2006年に統合)などで管理されていました。感染症の分類はその感染力やリスク、予防の観点から、1類から5類に加え、新型インフルエンザ等感染症、指定感染症、新感染症の8種類に分類されています。

新型コロナウイルスは、当初その性質等が明らかではなくリスクが高いと認識されていたことから指定感染症に分類されていましたが、現在(2023年3月時点)では新型インフルエンザ等感染症に分類されています。そして、具体的な対策は、感染症法の2類相当で実施されてきました。

現在、新型コロナウイルスを5類に分類する方向で議論や施策が整理されていますが、ちまたでは「2類(相当)から5類への変更」と報道されています。何故、3類、4類ではなく5類へ一気に飛ぶのでしょうか?実は、この分類ですが、数字で分かれている分類は、一見リスクの高さの様に見えるものの、実際は3類と4類は感染症の特徴により分類されているとも言えます。1類はエボラ出血熱など感染したら非常に致死率の高い感染症、2類は結核やSARSなど1類に次いで致死性の高い感染症で、5類は危険度がさほど高くない季節性のインフルエンザや風疹などが該当します。一方、3類はコレラや赤痢などが該当

し、平たく考えると、食べ物や飲み水を介して感染が広がる可能性がある感染症と言えますし、4類については、同じように動物、飲食物等の物を介してヒトに感染する感染症ということで、狂犬病やマラリアなど、いわゆる人畜共通感染症が分類されます。

これに加えて、新型インフルエンザや新型コロナウイルスなど、市民に免疫が無く急速な感染拡大が懸念される感染症を「新型インフルエンザ等感染症」、既知の感染症で、感染した場合のリスクが高く国や自治体が具体的な対策を講ずる必要があるものを政令で指定する「指定感染症」、ヒトからヒトに伝染する未知(原因不明)の感染症であって、感染した際の症状が重篤であるものを「新感染症(現在は該当なし)」と分類することになっています。

5類の感染症とは

5類の感染症には、風疹、麻疹、水疱瘡や結膜炎、季節性のインフルエンザなどが含まれます。これらの感染が拡大すると「流行」とも言うように、いわゆる「はやりもの」で、定点把握によりその情報が国民や医療関係者に提供され、自主的な感染防止対策が促されます。したがって、この5類の感染症は、社会が、これらの感染症に罹患することある程度許容し、共存していくことを受容した感染症だと言えます。鉄道の環境について考えてみると、その利用場面は様々ですが、全て日常生活の一部、社会の一部であることから、今後も社会全般の足並みと歩調を合わせていくことが適切だと言えます。もちろん、社会の一員である我々個人個人が、その責任として感染防止(感染しない、させない)への意識を持ち続けることが重要であることは言うまでもありません。

おわりに

鉄道総研では、環境中に残されている遺伝子の分析を通して、鉄道を含めた私たちの生活空間における様々な生物の分布状況を調査しています。そして、この調査などから環境衛生の状況を把握し、より快適で安心できる鉄道環境を、より効率的に構築する取り組みに活かしていこうと考えています。

参考文献

- 1) 厚生労働省：感染症情報、
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kekkaku-kansenshou/index.html (2023年2月21日アクセス)