



人間科学ニュース No.247

2023. 9. 1

- 想定外を言い訳にしない研究 室野 剛隆
- 昔、シカはどれくらいいたの？今、シカは多いの？最近の研究結果から考える 志村 稔
- よく見る、だけじゃない 齋藤 綾乃
- 先取喚呼で「つりこまれエラー」を防ぐ 佐藤 文紀
- 警報音に追加する音声メッセージの改良 鏑木 俊暁
- 加齢による感覚機能の変化 注意機能 中村 竜



想定外を言い訳にしない研究

研究開発推進部長
室野 剛隆

人が物を考えるにあたっては、考える範囲を決める必要があります、この範囲を決めることを「想定する」といいます。「想定」は、考えるために必要不可欠なものです、人為的、意図的に作られた「境界」に過ぎない以上、「境界の外の事柄は起こりうる」のです。これを想定外と呼びますが、そこに対する備えは、多くの場合は不十分です。

一方、今や、様々な分野で無人化の流れは止められない状況で、その制御の判断・命令などの中核的機能に AI が用いられますが、ディープラーニングで学習した AI モデルの場合、学習過程で学んでいない想定外の事象に対しては、臨機応変に対応できないとも言われています。現状の AI も想定外は苦手なのです。

では、想定外にどう対応するべきなのでしょう。Nassim Nicholas Taleb 著『ブラック・スワン』にヒントを見出すことができます。従来、すべての白

鳥は「白色」と信じられていましたが、オーストラリアで黒い白鳥が発見され、常識が大きく覆されました。これにちなんで、従来の知識・経験からは予測できない極端な事象が発生し、多大な影響を与えることをブラック・スワンと呼んでいます。

本書では「とても稀な事象の確率は計算できない。でも、そういう事象が起こったときに私たちに及ぶ影響なら、簡単に見極められる。」「意思決定をするときは、確率（これはわからない）よりも影響（これはわかるかもしれない）のほうに焦点を当てるべきなのだ。不確実性の本質はそこにある。」と述べられています。

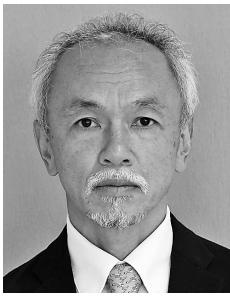
2011年東北地方太平洋沖地震では「想定外」という言葉が繰り返されましたが、当時の土木学会会長の阪田憲次氏は「安全に対して想定外はない」「われわれが想定外という言葉を使うとき、専門家としての言い訳や弁解であってはならない」と述べられました。私自身、この言葉に大きく影響を受け、耐震設計に「危機耐性」という新たな概念を導入しました。

人間科学分野をはじめとする、安全にかかわる研究に従事している研究者は、想定外にも言い訳をしない研究スタンスを持ち続けることが大事だと感じます。

☆ 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。



昔、シカはどれくらいいたの？今、シカは多いの？最近の研究結果から考える

快適性工学グループ
志村 稔

はじめに

北海道庁の発表によると、2021年度にエゾシカのために列車が急停車したり、接触事故に至った件数（列車支障件数）は3,951件で、2000年の5倍以上に増加しました。一方、道内に生息するエゾシカは2000年に39万頭でしたが、2021年は69万頭と推定されています。同様に、北海道以外でも列車支障件数が増加しており、本州以南に生息するニホンジカは1989年度末に28万頭でしたが、2014年度には9倍以上の263万頭に増加しました。その後の捕獲強化によって減少し、2021年度末には222万頭になりました。

列車支障の主な原因である、このような急激な増加は「異常」といわれていますが、はたして、昔、シカはどれくらいいたのでしょうか。

シカ生息数の管理目標について

環境省では、シカの急速な個体数増加や生息分布の拡大を受けて、2013年に抜本的な鳥獣捕獲強化対策を策定しました。具体的には、2011年の生息数233万頭を基準に、2023年度末までに生息数を半減させることを目標としました。つまり、116万頭を目標に対策を行っていますが、シカの生息数はどれくらいが適当なのかを考える上で、過去にどれくらいのシカが生息していたのかを知ることは大変重要なことです。近年、この疑問に関する知見が発表されましたので紹介します。

シカはどれくらい生息していたのだろうか

北海道大学は、明治初期のエゾシカの捕獲記録から1873年の生息数を推定しました¹⁾。その結果、およそ50~70万頭のエゾシカが生息していたと推測されました。この値は、上に述べた近年の生息数と大きく違いません。今から150年前の明治初期には、天敵のオオカミが生息し、気候条件も厳しく、現在よりも死亡率が高かったと考えられます。それにもかかわらず、現在と同じくらい生息していたことになります。その後、一旦は頭数を減らしたものの、同じ

レベルまで徐々に回復してきたと考えることができます。

一方、森林総合研究所では、シカの遺伝情報を解析することにより、過去10万年間の繁殖に関わった個体数を推定しました²⁾。北海道のエゾシカと兵庫県のニホンジカ、それぞれ100頭以上の遺伝子を解析し、まず、現在よりも100世代前の頭数を推定し、それを基準として、10万年間の頭数増減を示しました。その結果、エゾシカは3000年前から2000年前にかけて大きく増加したこと、明治時代の乱獲によって急速に減少した後に、100年前から増加していることが示されました。明治以降の生息数に関しては、北海道大学の研究結果と一致するところがあります。

兵庫県のニホンジカについては、8万年前と1500年前に大きく増加したこと、エゾシカ同様に、明治時代の乱獲によって急速に減少した後に、100年前から増加していることが示されました。推定結果からは、エゾシカも兵庫県のニホンジカも過去で最大かそれに近い水準まで増加していることが示され、その原因としては、気候変動やオオカミなどの上位捕食者の絶滅よりは、人による捕獲量が低下したことによる可能性が高いと、専門家は考えています。

まとめ

現在のシカの生息数は、過去最大近くまで増加していることが示されました。また、頭数を減らすためには、人による継続的な生息数の管理が必要であると考えられています。このような情報から、シカの頭数はしばらく現状のまま推移すると考えられます。そのため、鉄道におけるシカとの事故対策も継続する必要があります。鉄道総研としては、鹿忌避音を開発し、事故対策としての有効性を示してきましたが³⁾、効果の向上や対策法の普及などに努め、事業者の負担軽減の一助になれるように取り組んでいきたいと考えています。

参考文献

- 1) 揚妻直樹：北海道開拓当初、エゾシカ70万頭が生息していた可能性、北海道大学プレスリリース、2018
- 2) 飯島勇人：ニホンジカの過去10万年の個体数増減を解明、森林総合研究所プレスリリース、2023
- 3) 潮木知良、志村稔、池畑政輝：鹿忌避音で列車と鹿の衝突事故を防止する、RRR、Vol.78、No.9、pp.16-19、2021



よく見る、だけじゃない

人間工学グループ
齋藤 綾乃

はじめに

何かを見つけなくてはならないときや見逃してはならないとき、どんなふうに見ようとするでしょうか。一般的には、よく見ようとして視線の先に注意を集中させようとするのではないのでしょうか。目を凝らす、といった見方です。しかし、こうすることにはマイナス面もあります。

中心視と周辺視

人間科学ニュース No.171 号 (2011 年 1 月号) で紹介したように、ヒトの視覚には、形や色をはっきり見ることができる中心視と、動きやコントラストの検知が得意な周辺視という二つの働きがあります。このうち、目を凝らすときには主に中心視が働いています。ヒトが処理できる情報には限りがあるので、視線の先に注意を集中しすぎると周辺視の働きが悪くなってしまいます。

武道の世界ではこのことを意識させ、周辺視に注意を払うことの大切さを教える言葉があります。例えば剣道では、一点を凝視せず遠くの山を見るように相手の全体を見ることを示す「遠山の目付(えんざんのめつけ)」という言葉があるそうです¹⁾。図1に模式図を示しますが、中心視でとらえられる範囲は狭く、対戦相手の目を見ているとすれば、相手の顔くらいが中心視の対象となります。もし、相手の顔ばかり凝視して、剣先、手や足への注意がおろそかであれば相手の動きに出遅れてしまいます。そこで、全体を

見るように、と望ましい見方を教えているのです。戦国の世であれば、どこから出現するかわからない新手への警戒も必要です。宮本武蔵は兵法書で「目の玉動かさずして、両脇を見ること肝要なり」と述べています²⁾。目を動かさずに両脇を見るとは、まさに注意の向け方と周辺視の活用のことです。

周辺視を活用した目視検査

よく見ない方が見つけやすいものもあります。動きやコントラストの検知は周辺視の方が得意であり、この特徴が工場の製品検査法に活用されています。1998年にハードディスクの磁気ヘッドの検品作業を対象に開発された周辺視目視検査法³⁾は、対象製品を、写真を見るように周辺視でパツパツと見ていき、違和感(ひとつ前の製品との何らかの違いの検知)を覚えた場合に中心視でよく見る、という方法です。全ての製品を中心視で確認するのではなく、周辺視で違和感を覚えた製品のみ中心視で精査することで、高速で検査でき疲労も少なく、見逃し率も半減したことが報告されています。

おわりに

信号の確認時は中心視でよく見るべきですが、適切な目の使い方は作業によってケースバイケースです。様々な分野の望ましい目の使い方なども参考にしながら、鉄道分野における望ましい見方や見つけやすい設備について追求していきたいと思えます。

参考文献

- 1) 公益財団法人全日本剣道連盟：中学校部活動における剣道指導の手引き<改訂版>、2022
- 2) 宮本武蔵、佐藤正英：五輪書、ちくま学芸文庫、筑摩書房、2009
- 3) 石井明：いまだからこそ目視検査を見直す、精密工学会誌、Vol.84、No.12、2018

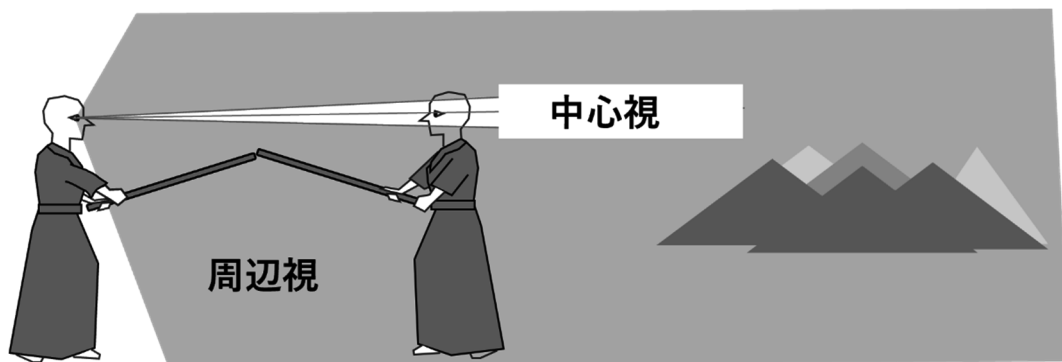
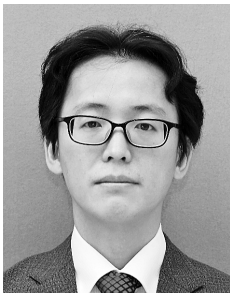


図1 「遠山の目付」のイメージ



先取喚呼で「つりこまれエラー」を防ぐ

安全心理グループ
佐藤 文紀

はじめに

「つりこまれエラー」とは、何かものを見聞きして、それにつられて（つりこまれて）思わずしてしまったというエラーのことです。例えば、徐行区間走行中の運転士が、進行信号を認めて、それにつりこまれて加速し、速度超過に至るといった状況等が考えられます（図1）。今回は、「つりこまれエラー」の原因と、失念防止法である先取喚呼を利用した「つりこまれエラー」防止について紹介します。



図1 徐行区間における「つりこまれエラー」の例¹⁾

「つりこまれエラー」の原因

先の速度超過を例にして、「つりこまれエラー」が生じる原因を考えます。

運転士は、徐行区間走行中は進行信号を認めても徐行の制限速度を超えて走行してはいけないことを知っています。徐行区間走行中に進行信号を認めた時に、徐行の速度を超えてはいけないことを思い出さずことができれば（適切なタイミングで想起できれば）、「つりこまれエラー」は生じないと考えられます。一方で、そのことを想起できなければ、「つりこまれエラー」は生じやすくなると考えられます。

また、徐行区間を走行中に、徐行の制限速度のことを想起したとしても、それを意識上に維持できない場合にも、「つりこまれエラー」は生じやすくなると考えられます。徐行の制限速度の情報が意識上になければ、進行信号を認めた時に、進行信号の制限速度に合わせようとしてしまう可能性があるためです。

このように考えると、「つりこまれエラー」の原因は、適切なタイミングでの想起の失敗と意識上に予定（情報）を維持することの失敗によって生じると考

えられます。

先取喚呼による「つりこまれエラー」防止

それでは、このような「つりこまれエラー」を防ぐにはどうすればよいのでしょうか？それには、先取喚呼が有効であると考えられます。先取喚呼にはイメージング型と反復型の2種類があり、イメージング型は適切なタイミングでの想起を、反復型は予定（情報）を意識上に維持する効果があることが確認されています。「つりこまれエラー」の原因が、適切なタイミングでの想起の失敗と、意識上に予定（情報）を維持することの失敗によるものであることを考えると、先取喚呼によって、「つりこまれエラー」を防止できることが期待できます。

イメージング型の先取喚呼は、事前に、予定を実施する時の状況と、自分が予定を実施しているところを頭の中でイメージし、その内容を喚呼するという手法です。こうすることで、予定の実施状況と予定の内容を関連付けて覚えることができるので、予定を実施する状況に実際に遭遇した時に、それと関連付けて覚えた予定もつられて想起されやすくなります。

先の徐行の例で考えるならば、運転を開始する前に、徐行している状況や徐行中に進行信号を認めても制限速度を超えて加速しないことを、イメージして喚呼することで、進行信号を認めたときに、徐行の制限が思い出されるので、「つりこまれエラー」が生じにくくなると予測されます。

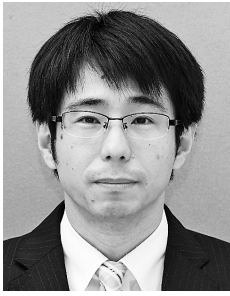
また、反復型喚呼の先取喚呼は、予定の内容について断続的に喚呼するという手法です。こうすることで、予定を意識上に維持することができます。先の徐行の例で考えるならば、徐行区間を走行中に、「徐行、制限注意」などと断続的に喚呼することで、徐行の制限速度のことを意識上に維持することができ、進行信号を見ても、「つりこまれエラー」が生じにくくなると予測されます。

おわりに

今回は、「つりこまれエラー」の原因と先取喚呼による防止のメカニズムについて説明しました。次回は、エラー防止効果の実験結果について紹介します。

参考文献

- 1) 佐藤文紀：思わずしてしまう!?～コミッションエラーとその防止～、小型機と安全運航、Vol.107、2023



**警報音に追加する
音声メッセージの改良**

**安全心理グループ
鏑木 俊暁**

はじめに

人に行動を促すために提示すべき情報には、例えば以下の3種類が挙げられます。

- ・行動が必要な状態であることを伝える
- ・相手に求める具体的な動作を伝える
- ・なぜ行動が必要なのか理由を伝える

ただし、これらの情報を組み合わせた方が良いのか、どれか1つだけでも良いのかは、相手に求める行動や適用する場面によって異なる予想しています。

ここでは、警報中に歩行者が踏切に進入することを止めるように促すために警報音に追加する音声メッセージについて、実験的に検討した結果¹⁾をご紹介します。

踏切の警報音に追加する音声メッセージ

先行研究²⁾では、「危険です。踏切に入らないでください」という音声メッセージを追加し、若年歩行者の警報中の進入抑止に効果があることを確認しました。このメッセージは、「危険です」という状態と「踏切に入らないでください」という具体的な動作の2つの情報が含まれており、1回の提示に約3秒かかるものです。踏切に接近する歩行者は、歩きながらこのメッセージを聞くことになるので、長いメッセージを1回聞いてもらうよりも、短いメッセージを繰り返し聞いてもらった方がより効果があるのではないかと考えました。また、高齢歩行者を対象としても、短いメッセージを繰り返し伝える方が確実な効果が見込めるのではないかと考えました。

そこで、メッセージに含める情報の種類を1つにした場合に(表1)、警報中の進入抑止に効果があるかどうかを確認しました¹⁾。

実験の方法と結果

この実験は、遮断かんの動きの変更についての効果検証実験とあわせて実施しました。実験は、参加者が自分の行動を操作するコントローラーを使って踏切内を通行するCG映像シミュレーターで行いました。提示するメッセージの条件は表1に示す8条件です。音声メッセージを追加しない現行条件①では、警報鳴動から遮断かんが降下し始めるまでの時間が4秒

で降下速度が一定です。一方、音声メッセージを追加した②～⑧の条件では、遮断かんの降下開始タイミングを3秒早期化し、降下完了タイミングは現行条件と同様としました。実験の参加者は20～30代の若手と65歳以上の高齢者です。

各条件での警報中に踏切へ進入する割合を、現行条件①と比較した結果、若手は②～⑧の全ての条件で現行条件①より警報中の進入割合が低下しました。一方、高齢者で現行条件より低下したのは③④⑥の3条件のみでした。

表1 音声メッセージの条件¹⁾

No	伝達内容	文言	声質	
①	音声メッセージなし(現行)			
②	・状態 ・具体的な動作	危険です。踏切に入らないでください(3秒)	女性	先行研究
③	・具体的な動作	踏切に入らないでください(1.8秒)	女性	
④	・理由	列車がすぐ来ます(1.5秒)	男性	改良
④			女性	
⑥	男性			
⑦	・状態	遮断かん降下中(1.6秒)	女性	
⑧			男性	

注) 文言の括弧内の数字は、各音声メッセージを1回提示するのにかかる時間を示す。

おわりに

伝える情報が多い方が相手に行動を促す効果があると思いがちですが、警報中の踏切に対する行動では、より短い音声メッセージの方が若年歩行者と高齢歩行者ともに効果的であることがわかりました。

今回の実験は、警報中に歩行者が踏切に進入するのを止めるよう促すために警報音に追加する音声メッセージについて検討したのですが、情報を組み合わせた方が良いのか、どれか1つだけでも良いのかは、相手に求める行動や適用する場面によって異なると考えています。様々な場面で、どのような情報提示が望ましいのか、今後もデータを積み重ね、より良い対策の提案に向けた検討を進めていきます。

参考文献

- 1) 鏑木俊暁他：遮断かんの動きと音声メッセージの組合せによる進入抑止効果の実験結果、日本信頼性学会 第35回春季信頼性シンポジウム、2022
- 2) 秋保直弘他：踏切警報音のテンポ変更及びボイス付加による直前横断抑止効果の検証、ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集(CD-ROM)、2019



加齢による感覚機能の 変化 注意機能

安全心理グループ
中村 竜

はじめに

心理学では、何かに意識を向ける心の動きを「注意」とよびます。注意には、下記のように様々な側面があります。

- ・ 対象に意図的に意識を向ける
- ・ 対象に向けた意識を維持させる
- ・ 対象に意識を向けながら、同時に周辺のものにも意識を分散させる（注意配分）
- ・ 複数の対象に次々に意識を移していく（注意の切替）
- ・ 無関係な対象に意識が向かないよう抑制する（抑制）

今回は、この中で運転作業に必要で、かつ加齢の影響を受けやすい「注意配分」、「注意の切替」、「抑制」について紹介します。

注意配分

私たちは、ふだん目や耳などを通して様々な情報を受け取っており、1つの対象に注意を集中させるだけでなく、同時に複数の対象に注意を振り分けています。この機能を注意配分といいます。注意配分機能は加齢に伴い低下することが知られています。

運転場面の例ですと、信号、ホーム、計器類、時刻表など複数の対象に注意を振り分けながら、運転操作を行う場合には、注意配分機能が重要な役目を果たします。

注意の切替

注意の切替とは、ある対象から注意を引きはがし、次の対象に注意を向けることです。注意の切替も、加齢が影響することが知られています。

例えば、運賃收受、ドア扱い、ホームの確認、信号確認……と連続して作業や確認をする場合には、注意の切替機能が重要な役目を果たします。注意の切替機能が低下すると、連続して行う確認作業がス

ムーズに行えなくなってしまう可能性があります。

抑制機能

私たちは、ふだんの生活の中で何かに集中しなくてはならない場合、それとは関係のない情報に向けられる注意を抑制しています。抑制機能は、年齢と共に低下することが知られています。

抑制機能が低下すると、ホームの旅客の行動に目が向いて出発が遅れてしまったり、乗務終了後の予定が頭に思い浮かんで、確認作業が抜けてしまったりする可能性があります。また、習慣で身に付いた反応を抑制できず、ふだんと異なる手順が必要な場面で、ついついもの行動をとってしまうといったことが起こり得ます。

おわりに

注意機能は加齢の影響を受けますが、これがそのまま運転技能に影響するものではありません。シニア運転士は長い運転経験によって高い技術と豊富な知識を持っており、これによって機能低下が十分に補われている可能性もあります。しかし、シニア運転士を対象としたヒアリング調査では「若い頃とは同じようにはいかない」、「ミスをしないか不安を感じる」という意見が多くありました。

このことから、シニア運転士が安心して乗務を継続するためには、加齢の影響を踏まえたシニア運転士への支援対策が必要と考えられます。具体的には、自分の機能低下の程度を定量的に把握して、確認の徹底への意識付けを向上することが考えられます。また、認知機能向上訓練によって若いうちから機能低下の程度を抑えることも考えられます

今後は、自動車分野で用いられている訓練や、医学分野でのシニアを対象とした認知機能向上訓練に関する研究を参考に、鉄道現場にあった対策を検討したいと思います。



参考文献

佐藤眞一他：よくわかる高齢者心理学、2016、pp.52-61

■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/】](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 2023-5）

■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