



人間科学ニュース No.260

2025. 11. 1

- 鉄道の研究開発におけるコア技術 芦谷 公稔
- 加齢の記憶への影響 中村 竜
- 危険感受性を向上させる（その6） 増田 貴之
- 乗り物酔いを悪化させないように 渡部 貴浩
- 気候変動、生物多様性及び感染症拡大に関する一考察 川崎たまみ
- 先取喚呼の教育ソフト SimError 先取喚呼編（反復型）



鉄道の研究開発における コア技術

専務理事

芦谷 公稔

近年、世の中では凄まじい勢いで AI の開発が進んでいます。人間が行っている認知、予測、判断を担う AI をはじめ、リアルな機器や設備、システムなどの制御も担うフィジカル AI へと発展しています。さらに、人が行う論理的思考の領域までも支援するまで AI は進化しています。いまや様々な分野の技術革新において AI は不可欠なツールとなっています。

一方で、人と AI の関係性や AI の出力の安全性、信頼性の担保などの問題が指摘されています。また、私の個人的な偏見かもしれませんが、研究者の育成の観点からすると、分野によっては研究者が AI に頼りすぎると、本来研究者が育まなければならない、未知なるものへの知的好奇心や論理的思考に基づく探究心が軽視されるのではないかと危惧しています。

元来、科学とは、複雑な事象の本質を追究し、混沌の中から秩序や法則を求めるものです。そこでは、研究者の知的好奇心や探究心によって、観察、実験、分析、思考（仮説生成）、検証という論理的プロセスが繰り返されます。その過程のなかで観察、実験、分析などに係わる数々の独創的な技術が開発され、共有、継承、発展してきたと認識しています。

鉄道の研究開発も同様です。研究者の論理的思考に基づく探究心によって研究開発が進められ、その

過程で鉄道の諸課題の本質の追究と解決の原動力となる研究開発のコア技術が蓄積されてきました。研究開発のコア技術とは、継続して活用可能で、汎用性が高く、鉄道事業全体に共通の利益を生み出すツールであり、具体的には、独創的な試験設備などを用いた実験や計測などのフィジカル技術や鉄道固有の理論や知識を反映したシミュレーション技術を指します。人間科学の分野では、論理的プロセスで蓄積された知見に基づく人の行動や特性の評価・予測・診断技術もコア技術といえます。

本年度からスタートした鉄道総研の基本計画 RESEARCH 2030 では、この研究開発のコア技術の重要性をあらためて認識し、さらなる高度化およびコア技術を活用して本質を見極められる研究者の育成を研究開発の方針の一つに掲げました。その上で発展著しい AI などの高度なデジタル技術と融合することで、技術革新を加速させることを目指しています。

こうした背景から、今年度の鉄道総研講演会（10月22日開催）は「研究開発のコア技術の高度化—持続可能な鉄道システムの創造に向けて—」を主題にしました。ご聴講された方もいらっしゃるかと存じますが、講演資料は鉄道総研のホームページから参照できます。皆様の忌憚のないご意見をお聞かせいただければ幸いです。



加齢の記憶への影響

安全心理グループ

中村 竜

はじめに

加齢によって記憶機能は変化します。ただし、記憶の機能は1つではなく様々な側面があり、加齢の影響を受けやすいものもあれば影響をあまり受けないものもあります。今回は、記憶の様々な機能と加齢の影響について紹介します。

記憶機能の構成

記憶機能の分類には様々な立場がありますが、例えば情報が保持されている時間による分類では、感覚記憶、短期記憶、長期記憶に分類できます(図1)。

感覚記憶

耳や目などから入力された刺激(情報)をそのままの状態で作る機能で、例えば、目で見た光景を写真のように覚えていられる期間は数百ミリ秒程度です。

短期記憶

数秒から30秒程度保持される記憶で、例えば、電話をかけるときに番号を覚えていても、かけ終わったら忘れてしまうような記憶です。

長期記憶

半永久的に保持される記憶で、知識や経験はこれに含まれます。

加齢の影響

感覚記憶と長期記憶は、高齢になっても低下しないといわれています。一方、短期記憶は、加齢に伴って低下することが指摘されており、特に短期記憶の内容に操作を加える記憶のスペースである「ワーキングメモリ」の容量は加齢によって低下します。

ワーキングメモリ容量が低下すると、文章理解、暗算、複数の作業を同時にこなす必要のある難易度の高い作業に影響します。運転作業で考えてみると、出

発場面で信号、時刻表、ホームの状況等の複数の対象に同時に注意を向けることや、運転をしながら臨時徐行の区間等の重要な情報を頭にとどめておくといった作業に影響します。

記憶の低下を補う工夫

鉄道総研では、シニア運転士が安心して安全に運転を継続していくための対策について研究を進めています。その中で、シニア運転士の方から、加齢の影響に対する自覚や事故防止対策に関する情報を多く収集しています。その中には、記憶機能の低下に対応する対策に関するものも多く含まれています。

例えば、覚えるべきことは必ずメモを取ることや、頭の中にとどめておく必要のある内容は、忘れないようにつぶやきながら(「自作の歌にして歌いながら」という方も)運転するといった工夫をしているという方も多くいました。これらの対策は、短期記憶やワーキングメモリ容量の低下を補う効果的な対策であると考えられます。

おわりに

加齢によって全ての機能が低下するわけではありませんが、低下する機能についてはそれを理解し、低下を補う工夫をすれば安全に作業を継続することができると考えられます。また、高齢になっても長期記憶(知識・経験)は低下しません。豊富な経験や知識は異常時への対応時に力を発揮します。実際に現場の管理者に話を聞くと、異常時の対応はシニア運転士が優れているという話を多く聞きます。

鉄道総研では引き続き、シニア運転士が安心して安全に業務を継続できるよう研究を進めてまいります。

参考文献

- 1) Baddeley, A.D: Working memory: looking back and looking forward. Nature Reviews Neuroscience, 2003

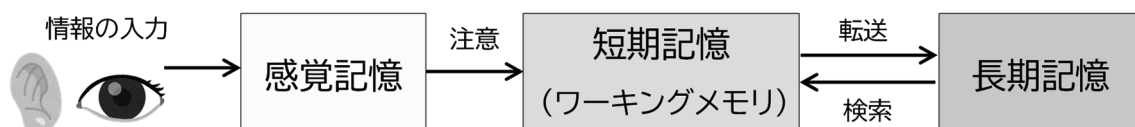


図1 記憶機能の構成



危険感受性を向上させる (その6)

安全心理グループ

増田 貴之

はじめに

危険感受性は、作業環境中の、事故や労働災害につながる可能性のある危険を発見したり想定したりする能力です。危険感受性を高めるには、何が危険につながるか(危険源)に関する知識、危険源を探そうとする態度、それらを作業現場で発揮するスキルを持っていることが重要です。本稿では、このスキルと経験の関係についてご紹介します。

危険の発見に必要なスキル

危険の発見に必要なスキルは、3つのスキル¹⁾に整理できます。「注意の切り替えスキル」は、作業環境内の様々な対象に注意を切り替えながら危険を発見するスキルです。このスキルが高いと、危険とは別の対象に注意が惹きつけられても、注意を切り替えて危険を発見することができます。「情報統合スキル」は、危険につながる環境要因を発見、統合して危険を想定するスキルです。このスキルが高いと、複数の要因によって起きうる危険を想定することができます。「文脈付けスキル」は、起きうる危険と、環境や状況を結びつけるスキルです。このスキルが高いと、その作業環境での典型的な危険が起きた場合に発見することができます。

3つのスキルの個人差

鉄道総研は、施設社員の業務を題材として、3つのスキルに対応した実写のVR映像¹⁾を作成しました。この映像中の危険を発見するためには3つのスキルのいずれかが必要であり、危険の発見率が高いほど、当該スキルが高いと言えます。一方、訓練時間は限られているため、個人差に応じた優先順位で3つのスキルの訓練を行うことができれば効率的です。

スキルと経験の関係の調査結果

鉄道事業者の保線社員延べ58名が調査に参加しました²⁾。参加者は、3つのうちいずれか2つのスキルの調査に参加しました。ここでは、「注意の切り替えスキル」と「文脈付けスキル」の結果を紹介します。

映像中の危険の発見率を、入社10年目までの「若

手+中堅社員」と入社11年目以上のベテラン社員とで比較しました(図1)。その結果、「注意の切り替えスキル」の映像では、若手+中堅よりもベテランの方が、発見率が高いという結果になりました。このスキルの映像は、線路外で電話をする作業責任者(危険ではない)に注意を惹きつけられている間に、列車見張員が建築限界を支障する(危険が生じる)という内容でした。この結果は、ベテランの方が一度作業責任者に向けられた注意を切り替えて列車見張員を発見できたことを示しており、ベテランは、経験から効率的に注意を切り替えて危険を探すことができる可能性が考えられます。

一方、「文脈付けスキル」の映像は、作業途中で一度停止した刈払機を再起動する際に、近くにいる別の作業員(典型的な危険)を発見することが求められる内容でした。この映像については、ベテランの方が若手+中堅よりも、危険の発見率が低いという結果になりました。映像中の危険は1つになるよう作成していましたが、ベテランは経験があるがゆえに正答とは別の危険も想定した結果、時間内には正答の危険を発見できなかった可能性が考えられます。

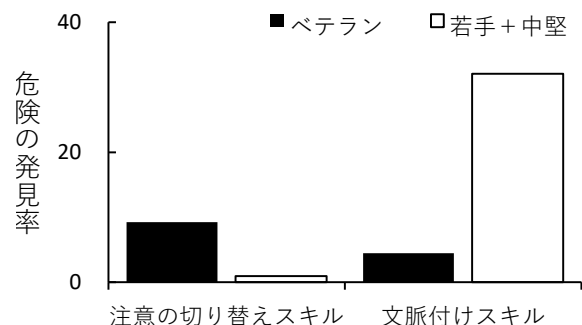


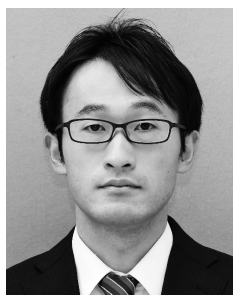
図1 各スキルの映像中の危険の発見率

おわりに

調査から、経験により各スキルの高さが異なるという結果が得られました。このことは、経験に応じて優先して訓練すべきスキルが異なることを示唆しています。本結果を踏まえ、経験に応じた訓練の選択方法も含めて提案していきたいと考えています。

参考文献

- 1) 増田貴之他：鉄道保線社員のハザード知覚—その1：測定用VR映像の作成—、産業・組織心理学会 第39回大会発表論文集、2024
- 2) 藤道宗人他：鉄道保線社員のハザード知覚—その2：VR映像による測定結果—、産業・組織心理学会 第39回大会発表論文集、2024



乗り物酔いを 悪化させないように

快適性工学グループ
渡部 貴浩

はじめに

仕事や旅行で長い時間、乗り物で移動したとき、乗り物酔いをした経験はありませんか。近年、新幹線の延伸等で鉄道を利用して長距離の移動ができる機会が増えました。乗車時間が長くなり、動画の視聴や仕事をするなど、乗車中の過ごし方が多様化することで乗り物酔いする場面が出てくるかもしれません。急な乗り物酔いの症状がでると、移動時間が途端に台無しになるどころかその後も影響を与えかねません。そこで、ここでは少しでも症状を軽減する対策を紹介したいと思います。

乗り物酔いの要因

乗り物酔いを引き起こす要因は、さまざまあります。主要な要因として、乗り物の揺れ、匂い、過去に乗り物酔いをした記憶、疲労などの体調不良等が挙げられます。ここでは、揺れに着目してお話したいと思います。

人が揺れを感じる場所

人が揺れを感じる場所、それは、目と頭部内部にある前庭器官と三半規管（以後、平衡器官）と呼ばれる器官になります¹⁾。平衡器官は、耳の最も内側にある内耳と呼ばれる場所にあります（図1）。

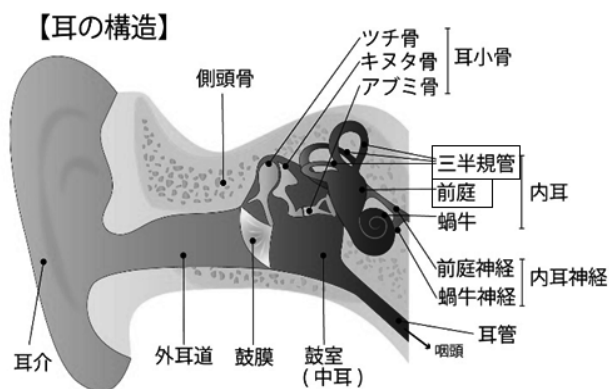


図1 耳の構造（平衡器官の位置）

平衡器官は、平衡感覚を司るところで、欠損してしまうと姿勢のバランスをとれなくなるため立ち上がることすらできなくなるとも重要な器官です。平衡器官で揺れを感じ、情報を脳へ伝達します。

また、それと並行して目でも揺れを認識しているため目から入る情報も脳へ伝えられます。

乗り物酔いの発生

平衡器官と目から伝達された情報は、脳内で統合されます。乗車中、外の景色を見ている場合、脳に伝達される平衡器官と目で認識された揺れの情報はほとんどズレが生じることはありません。しかし、本やスマホを見ていると、両者の間にズレが生じてきます。脳はそのズレを調整しきれなくなり、異常な刺激だと混乱し、自律神経が失調した状態となります。この状態が悪化すると乗り物酔いが生じます²⁾。

乗り物酔いを軽減させるには

上記のことを踏まえると、できるだけ目に入る情報と平衡器官で感じる情報のズレを少なくして脳を混乱させないことが酔いを軽減させる方法と言えるでしょう。気分が悪くなった時に、例えば、読書やスマホの使用など目をよく使う作業を一旦やめて外の景色を見ることや座席にヘッドレストがあれば、頭をつけることで頭部の揺れが抑えられ、平衡器官が感じる揺れを最小限にできるため、ヘッドレストに頭を固定させることは有効と考えられます。

おわりに

ここでは、乗り物酔いの原因及び対策を揺れに着目してお話しました。はじめにお話したように、車内での過ごし方はより多様化し、快適に過ごせることが求められています。快適性工学グループでは、そういった乗車中の過ごし方を考慮した乗り物酔いの評価手法について研究を進めてまいります。得られた成果はまた次の機会にご紹介いたします。

参考文献

- 1) 後藤昇他：めまいの理解に必要な解剖学、日本内科学会雑誌、1995
- 2) 鈴木浩明他：乗り物酔いの評価に関する研究の現状と課題、鉄道総研報告、1998



気候変動、生物多様性及び感染症拡大に関する一考察

快適性工学グループ

川崎 たまみ

はじめに

2024年5月、環境基本法に基づいて「第六次環境基本計画」が閣議決定されました¹⁾。この第六次環境基本計画には、人間の社会活動や気候変動による生物多様性の損失を回復することが盛り込まれています。そこで、今号では、一見すると無関係のように思える生物多様性と、人間社会における感染症の拡大とのつながりに関する話題について紹介します。

第六次環境基本計画¹⁾

2024年5月に環境基本法に基づいて閣議決定された「第六次環境基本計画」では、気候変動、生物多様性の損失、環境汚染の3つを「地球の危機」と位置づけています。また、生態系や生物多様性を意識し、自然を守ることが、豊かな生活を送るための前提条件であるとしています。これに伴い国土交通省は、2025年6月、「国土交通省環境行動計画」を改定しました²⁾。この国土交通省環境行動計画の中でも、気候変動への適応策や、地球規模で生物多様性の損失を反転させる取組み（ネイチャーポジティブ）の機運の高まりが記載されています。地球規模で生じる生物多様性の損失を回復させる、という壮大な課題ではありますが、ここでは身近な事象例として、感染症の拡大について着目し、生物多様性との関係について考察してみたいと思います（図1）。

生物多様性が損失するとどうなるのか³⁾

生物多様性が高い環境では、病原体が特定の生物に集中して接触することが避けられるため、感染の機会は抑えられることが考えられます。病原体は多様な生物と接触しますが、接触した全ての生物で病原体が増殖する（感染する）確率は低いいため、病原体の拡散を防ぐという意味で生物多様性は「緩衝材」として機能していると思われます。

しかし、人間の活動や気候変動により、生物の生息地が減少したり変化したりすると、生物多様性が損失することが考えられます。生物多様性が低くなると、病原体と接触する緩衝材としての生物も減少す

るため、より病原体がある特定の生物に接触し感染する確率も上がることが考えられます。そして、生物多様性が低い環境では、それまで人間とは接点がない生態系内で生息していて、かつ病原体に感染した野生生物が、新たな生息場所を求めて人間の活動圏に入ってくることが考えられます。その結果、人間と野生生物との距離がこれまで以上に縮まり、病原体に感染した野生動物と人間との間で病原体のやり取りが生じ、動物由来感染症が人間へ拡大する、といった流れが考えられています。

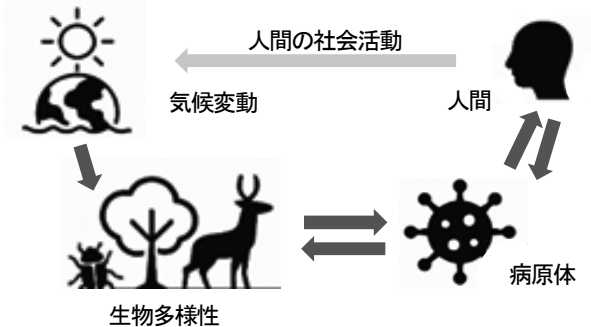


図1 気候変動、生物多様性、病原体、人間の関係のイメージ図

ただし、このような考えとは逆に、状況によっては生物多様性が高いために、一部の病原体が多くの生物で増殖してしまう、といった逆の指摘もあるようです⁴⁾。

このように全ての感染症において、病原体と生物との関係性について同一解釈ができるわけではなく、現在この領域に関する研究が進められているところです。しかし、ウイルスをはじめとした病原体の感染、といったミクロな現象も、実は地球上の気候変動といったマクロな視点をもって理解しようとする姿勢が、今後はより求められてくるのかもしれません。

参考文献

- 1) 環境省：第六次環境基本計画の概要
https://www.env.go.jp/council/content/i_01/000225216.pdf (2025年9月現在)
- 2) 国土交通省：国土交通省環境行動計画
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/content/001899569.pdf> (2025年9月現在)
- 3) 五箇公一：人獣共通感染症の生態学的アプローチ～生物多様性の観点から感染症リスクを考える、環境共生、2020
- 4) K. Felicia 他: Dilution effects in disease ecology, Ecology Letters, 2021

し忘れ防止の新提案！ 指差喚呼と共に創る新しい形の作業安全

2025 年 11 月

販売開始予定



先取喚呼の教育ソフト

SimError 先取喚呼編（反復型）

ヒューマンエラーの防止を意識して、指差喚呼などをしながら慎重に確認作業をしても、その確認作業そのものをし忘れてしまえば、安全が脅かされる可能性があります。鉄道総研では、このようなし忘れを防ぐための手法として「先取喚呼」を提案しています。先取喚呼は、忘れてはいけない内容を断続的に反復喚呼するなどして、行動の抜けや漏れを防ぐ方法で、その有効性が実験的に確認されています。鉄道総研ではこの先取喚呼を体験的に学べる教育ソフトを開発しました。

教育ソフトの特徴：SimError 先取喚呼編（反復型）

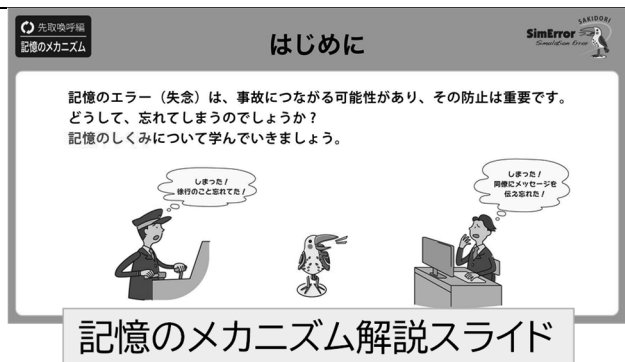
「SimError 先取喚呼編（反復型）」では、「し忘れ」の原因となる記憶のエラーが、先取喚呼によって防げることを実際に体験できます。このソフトの利用者は、この体験を通じて、先取喚呼の有効性を実感し、実施への動機づけが高まります。また、本ソフトは Windows11 で動作します。

特徴1

メカニズムまで学べ、
考える力がつく

本ソフトでは、「し忘れ」の原因である記憶のエラーを、先取喚呼で防止できるということだけではなく、どうして防止できるのかということを経験的に学習することができます。

メカニズムまで学習できるので、どのように実作業に取り入れるべきかを考える力が養われ、現場での安全行動の質が高まります。



特徴2

集合型研修でも
スムーズに学習可能

本ソフトは通信機能を備えており、講師側の操作で受講者の画面を制御したり、記憶課題のエラー率を瞬時に集計したりすることができます。

受講者は自分の結果だけでなく、他の受講者の傾向も確認できるため、先取喚呼の効果が個人差ではなく、広く有効であることを実感でき、理解と納得が深まります。

なお、このような集合型研修だけでなく、受講者一人で学習することも可能です。



指差喚呼と先取喚呼で、安全性をより高く

本ソフトは、SimError シリーズの第3弾として開発されたソフトです。これまでに、指差喚呼の効果を学べる「SimError 指差喚呼編」も展開しており、現場での安全教育に活用されています。

“先取喚呼で確認のし忘れを防ぎ、指差喚呼で確認ミスを防ぐ”これが実現できれば、より高いレベルの安全性向上が期待できます。SimError シリーズを、新入社員研修、定期的な安全研修または自主学習用のツールとしてご活用いただき、現場の安全性向上にぜひお役立てください。また本ソフトを使用した研修や講演も実施しておりますので、ご興味ございましたら、是非お問合せください。

問合せ先：（公財）鉄道総合技術研究所 人間科学研究部 安全心理 電話：042-573-7346

■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 2025-6）

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