



# 人間科学ニュース No. 230

2020. 11. 1

- 人間中心の鉄道技術を 向殿 政男
- 失敗観は変化する? 羽山 和紀
- 集団決定がもつ危うさ～集団極化現象～ 山内 香奈
- 脳波の測定でわかること 渡部 貴浩
- 2種類の輝度比をめぐって 大野 央人
- ヒトの嗅覚でにおい測定 京谷 隆



## 人間中心の鉄道技術を

鉄道総合技術研究所  
会長  
向殿 政男

人、モノを物理的に運ぶには、大量のエネルギーが必要であり、そこには、科学に基づいた技術の存在が必須です。鉄道は、社会のインフラであり、自然科学、社会科学、そして人文科学を包含した総合科学として取り組むべきものですが、その基本は、確実なる技術にあります。

鉄道の本来の機能は、人、モノの移動ですが、その大前提は、人命、身体を損なわないこと、すなわち「安全」にあります。本来の機能の前に、安全機能があるべきです。安全が確保された上で、はじめて、輸送があり、安定があり、効率があり、利潤があります。このことは、鉄道関係者の一致した理念になっているはずですが。

一方、鉄道を利用するのも、運用するのも、技術を開発するのも、みんな人間です。安全に関しても、守られる側も、守る側も人間です。鉄道の中心には人間があります。

乗客、及び従業員の安全を考えると、身体的傷害がなければ安全であるという消極的な時代は過ぎようとしています。安全であるのは当たり前で、身体的に健康であり、更には、精神的にも心理社会的にも健全で、意欲をもって、快適に、生活や仕事に取り組めることを目指す時代になりつつあります。いわゆる、安全、健康、ウェルビーイング (wellbeing)、幸せを目標にする時代です。

科学的根拠に基づいて人間を研究することは、価値観や文化、個性等が関連して、なかなか難しいところがありますが、いわゆるヒューマンファクタだけでなく、健康、快適、幸福感等を含めて、これからは、人間中心の鉄道の研究が望まれます。

鉄道総合技術研究所の中に人間科学研究部があるのは必然です。人間中心の鉄道技術の構築に向けて、人間科学研究部の活躍を大いに期待しています。

### ☆ 第337回 月例発表会 ☆

テーマ 人間科学に関する最近の研究開発

日時 2020年7月31日(金)から

場所 Web配信(視聴無料)

発表内容

1. 人間科学に関する最近の研究開発 (10分)
2. 触車事故防止ルールへの遵守徹底のための安全教育法 (20分)
3. 運転士を対象とした危険源への気づき向上訓練課題の開発 (20分)
4. 電磁界の神経刺激作用の周波数特性解析 (20分)
5. 先取喚呼による速度超過防止法 (20分)

詳しくはホームページをご覧ください <https://www.rtri.or.jp/events/getsurei/2019/mr337.html>

お問合せ先：(一財)研友社 TEL 042-572-7157



## 失敗観は変化する？

安全性解析グループ  
羽山 和紀 ☎053-7344

### はじめに

失敗に対する捉え方や価値観のことを「失敗観」<sup>1)</sup>と呼び、様々な失敗を経験することで形成されると言われています。たとえば、失敗した経験を“自分が成長するチャンス”、“良い経験”、“業務改善のヒント”など、前向きに捉えている人もいます。このような人は、“なぜ失敗したんだろう？”などと失敗した理由を考える傾向があります。そのため、失敗経験から何らかの教訓を得やすいと言われています。

一方で、同じ失敗経験でも“周りの目が気になる”、“恥ずかしい”、“やる気がなくなる”などと後ろ向きに考える人もいます。このような人は、落ち込むだけで終わってしまいがちです。振り返りが十分にできないと、失敗から学ぶことができず、同じような場面に遭遇した時に失敗を繰り返してしまうでしょう。

このようなことから、同じ失敗を繰り返さないためには、まず、「失敗観」の形成メカニズムを理解することが大切だと考えられます。そこで、今回は、この「失敗観」が、経験によってどのように変化していくものなのかについて考察してみたいと思います。

### 中学生の失敗観と大学生の失敗観

中学生(93名)と大学生・大学院生(53名)の「失敗観」を比較した研究報告<sup>2)</sup>があります。“私にとって失敗とは？”という文章を提示し、後に続く文章を自由に考えて回答してもらっています。図は、研究者が回答を「肯定群」、「中間群」、「否定群」の3つに分類した結果です。この結果、大学生・大学院生は中学生に比べ、否定群と中間群の回答が多く、肯定群の回答が少ないことがわかりました。

この研究は長期的な追跡調査ではないため、個人

の変化の実態までを確認することはできません。しかし、中学生の頃は失敗をポジティブに捉えていたのが、年齢を重ねて様々な失敗を経験する中で、ネガティブに捉えるようになったという、「失敗観」の変化が起きている可能性を示していると解釈できます。

### 失敗観はネガティブになるばかりか？

大学生・大学院生が就職し、様々な業務経験を重ねると「失敗観」はさらにネガティブに変化するのでしょうか。失敗は、動機づけの低下や無力感を引き起こす危険性が知られていますが、一方で、失敗への振り返りが学習成果に結びつくという実感が得られるようになると、類似の事象に対しても教訓を活かそうとする<sup>3)</sup>ことも報告されています。

私の周りには必ずしも失敗をネガティブに捉えている人ばかりではありません。ポジティブな「失敗観」を持つ就業者は、ネガティブな方向への変化を止める、あるいはポジティブな捉え方に転換するといった“術”を、業務経験を通じて身につけているのではないかと考えています。

### おわりに

多くの事業者では、エラー事象から得られた情報をもとに水平展開を行うなど、同じ失敗を繰り返さない取り組みをしています。このような取り組みがより効果を持つためには、エラー事象に関係した人や、その情報を受ける人、その情報を活用する人が、失敗から何かを学ぼうという前向きな姿勢になっている必要があります。「失敗観」を前向きなものに変化させる方策は、同じ失敗を繰り返さないための重要な検討課題だと考えています。

### 参考文献

- 1) 池田浩他：失敗に対する価値観の構造、教育心理学研究、2012
- 2) 藤川聡他：中学生における失敗に対する価値観についての検討、北海道大学紀要、2016
- 3) 植阪友理：学習方略は教科間でいかに転移するか、教育心理学研究、2010

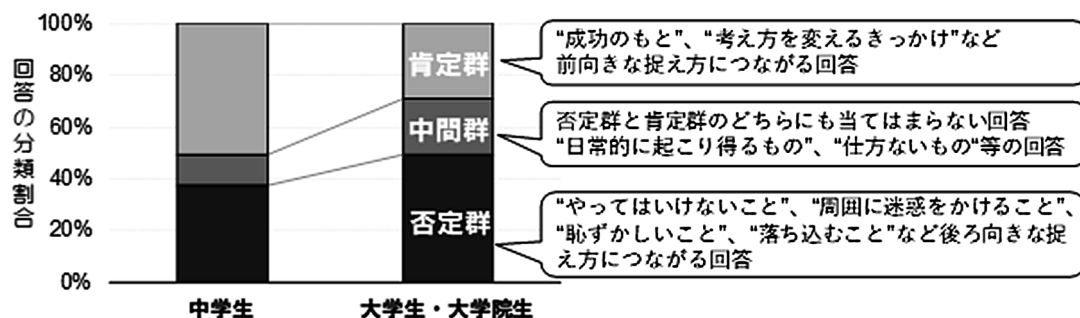


図1 中学生と大学生・大学院生の失敗に対する価値観の比較結果  
(文献2)での調査結果をグラフ化したもの



## 集団決定がもつ危うさ ～集団極化現象～

安全心理グループ  
山内 香奈 ☎053-7346

会議などで、集団のメンバーが話し合いや票決を経て、合意に達し、集団として1つの決定を下す集団決定と、集団メンバーが個人で決定を下す場合では、前者の方がより極端な偏った決定になる場合があります。この現象のことを“集団極化現象”と呼びます。

### 心理実験

集団極化現象に関する心理学の実験では、たとえば、ある人が重い心臓病を患い、大手術を受けなければ普通の日常生活をあくまで続けなければならない、その大手術が成功すれば完治し、失敗すれば命にかかわるというジレンマ状況を想定してもらいます。そしてその手術の成功確率がどのくらいであれば、手術するかを患者の立場として決めてもらいます。その際、まず、個人で決定してもらい、その後、集団で討議し、全員一致の結論を出すように求められます。その結果、集団で討議する前の個人決定の成功確率の平均値と集団決定のそれを比べると、集団決定の方がよりリスクな決定、すなわち、リスクのより高い意見に集約されることが報告されています。

極端な決定には、上記のようなリスクのより高い危険な意見に集約されていく場合（リスク・シフト）と、リスクのより低い安全な（保守的な）意見に集約されていく場合（コーシャス・シフト）の2種類があります。これらのどちらにシフトするかは、集団で話し合う前に、個々のメンバーがもっている選好によって決まります。もともと個人レベルで、リスク志向が優勢であった場合は、話し合った後の集団レベルでの決定は、個人レベルで優勢だった意見がより強調される形で現れます。

### 集団極化が起きる理由

このような現象が起こる理由を説明する説はいくつかみられます。

**責任の分散説** 個人で決定する場合よりも集団で決定する場合の方が責任が分散し、個人が感じる責任は小さくて済むため、集団としては大胆な決定が

しやすくなる。

**不確実性低減説** 話し合うことで、当該の事象に関する知識がメンバー間で共有され、あたかも不確実さが減少したように感じられるようになり、集団としては、大胆な決定がしやすくなる。

**社会的比較説** 他者の多くが自分と同じ意見であることを知ることで、自分の意見に確信をもち、その結果、大胆な決定がしやすくなる。

**説得的論拠説** 話し合いを通じ、さまざまな論拠（意見の根拠）に接し、その中で、自分の意見と同じであり、かつ自分が考えたことのない論拠を積極的に受け入れようとする傾向がみられるため、その結果、自分の意見をより確信し、集団極化が起こる。

**リーダーの主張説** 集団の全体の意見をコントロールするリーダーは主張的に意見を表明する傾向が強いため、周囲もそれに引きずられることになり、集団極化が起こる。

なお、大胆な決定がよしとされるアメリカでは、リスク・シフトが起こりやすく、保守的で用心深さがよしとされる文化圏ではコーシャス・シフトが起こりやすいことがわかっています。

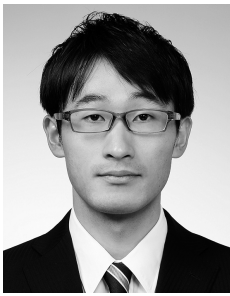
### 話し合いの工夫

一般に集団の話し合いでは、個人がもっている情報が均等に話し合われるわけではなく、討議のメンバーが共通に持っている情報ほど話し合われやすいことが明らかになっています。これは“共有知識効果”と呼ばれます。したがって、特に意識せずに自由に話し合ったと感じるときほど、個人がもともと持っていた意見と同じ意見ばかりが話し合われる傾向にあり、集団極化が生じやすくなります。これを避けるには、話し合いをする際に、集団内の多数意見に敢えて挑戦する役割のメンバーを含めるなどの工夫が有効です。

### おわりに

民主主義国家にとってみんなで話し合って決めることは、重要な手続きであり、尊ぶべきものです。それは職場での決定にもあてはまるでしょう。職場でより質の高い集団決定を行うには、集団決定がもつ危うさについても認識し、話し合いの際に上述した工夫をすることが重要です。特に職場の人間関係が良好に感じられる場合ほど、反対意見が言いにくくなるため、気をつける必要があります。





## 脳波の測定で わかること

人間工学グループ  
渡部 貴浩 ☎053-7348

### はじめに

脳波を測定することにより、「考えていることが、わかる?」と思われる方がいるかもしれません。私たちの研究室でも、これまで脳波を測定した実験を行っており、人間科学ニュース No.223(2019年9月号)でその成果について報告しました。ここでは、脳波とはそもそも何か、そして脳波を測定することで何がわかるのかについてご紹介したいと思います。

### 脳波って?

人の脳(大脳皮質)には約140億個の神経細胞が存在し、神経細胞が活動することにより私たちは体を動かしたり物事を考えたりすることができます。しかし、全ての神経細胞が一斉に活動するわけではなく、脳が働く目的に応じて各神経細胞の活動の有無は変わります。脳波を測定する際、図1のように頭皮に電極を貼り付けて測定し、脳の表面にある神経細胞が活動した時に生じる電気信号を足し合わせたものが電極を通じて脳波として観測されます。言い換えると、脳波とは、電極周辺にある神経細胞群の全体的な活動をみていると言えます。

人が何を考えているかということを正確に言い当てるには、大雑把に言えば脳内のほぼ全ての神経細胞の活動状態を観測し、その活動状態が何を意味しているのか把握しなければなりません。しかし、現状では脳についていまだに未知のことが多いため、脳波を測定するだけで何を考えているかを正確に言い当てることはできません。

### 脳波からわかること

では、脳波を測定することでどのようなことがわかるのでしょうか。脳波は前述の通り、電極周辺にある神経細胞群の全体的な活動を示していて、その活動にはいくつかパターンがあることが知られています。この活動パターンを捉えることにより、人の心身状態をある程度推定できます。ここでは代表的な活動パターンについて紹介したいと思います。個々の神経細胞の活動するタイミングが比較的揃っ

ている時、脳波は1秒間に10個前後の波の山が現れます(図2)。この波はα波と呼ばれ、安静にしているときに現れ、暗算などの精神負荷がかかるときに小さくなることが知られています(図3)。精神負荷が一因と考えられるα波の減少は私たちが行った実験でも確認できました。鉄道運転シミュレータの模擬運転中に、線路上の倒木を発見し非常ブレーキをかける課題で、非常ブレーキをかけられなかった人がいました。その人は、倒木を発見した後、前頭のα波の減少がみられ、突発的な状況を把握できず精神的な負荷が生じたのが一因ではないかと考えています<sup>1)</sup>。

今回は、脳波について簡単にご紹介しましたが、脳波は解釈方法が他にも数多くあり、医学の分野ではてんかん等の診断に用いられています。今後、脳波の研究で得た知見を参考に、傍から見たらわからない乗務員の心身の不調を検知し、支援できるシステム開発を目指していきたいと思います。

### 参考文献

- 1) 中川千鶴他：生理指標を活用した運転士状態推定の基礎的検討、鉄道総研報告、2019

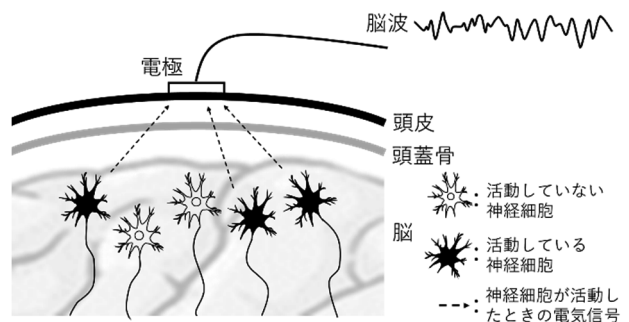


図1 脳波として計測される神経細胞の活動

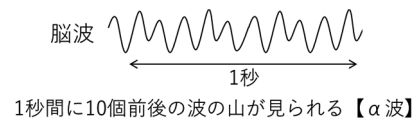
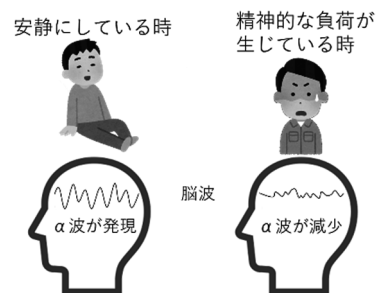


図2 神経細胞の活動と脳波





## 2種類の輝度比をめぐって

人間工学グループ  
大野 央人 ☎053-7348

### はじめに

「闇に鳥、雪に鷺」と言うように、見ようとするもの（視対象）が背景と同じ色をしていると、見ることはできません。あるぼったくりバーでは、壁に貼られたピンク色の紙に赤いペンでメニューが書かれていて、客が気づかないのをいいことに、法外な料金を請求していたのだとか。そんな店が摘発された話を新聞で読んだのはかなり前ですが、同様の手口は今でもどこかでやられているのかもしれない。

目に見えるためには、視対象と背景の間に視覚的コントラストが必要です。視覚的コントラストとしては、明暗のコントラストである輝度比がよく知られていて、弱視者のバリアフリー対策において、視認性を扱う際の重要な指標になっています。ちなみに、視覚コントラストの中には色彩のコントラストというものもありますが、色覚に異常がある場合には認識しづらいのが難点です。明暗のコントラスト（輝度比）なら、色覚に異常があっても認識可能です。

### 2種類の輝度比

輝度比は、視対象（A）と背景（B）のそれぞれで明暗の物理量（a、b）を測定して、その比（ $a/b$  もしくは  $b/a$ ）として求めることができます。明暗の物理量には「反射率」か「輝度」が用いられます。どちらを用いても構いませんが、いずれを用いるかによって、得られる輝度比の意味合いは異なります。

反射率を使って求める場合、それは素材色に着目した輝度比を意味します。素材色は日向でも日陰でも変わりませんから、反射率はどの部位で測っても同じです。たとえば図1は、弱視者にハードルが高いと言われる駅トイレの中から、小便器の写真を撮ったものです。①～③のいずれにおいても素材色は陶器の色をしていて、反射率は同じです。背景の壁や床についても同様のことが言えます。したがって、反射率を使って求める輝度比は、視対象と背景の素材の組み合わせごとに1種類だけ決まります。

一方、輝度を使って求める場合、それは照明環境の下で観察される色に着目した輝度比を意味します。図1の小便器を眺めると、①～③の部位の色はそれぞれ異なっていて、①が最も明るく、③は最も暗いこ

とがわかるでしょう。こうした違いが生じるのは、照明によってできた影や陰影の影響を受けているからです。輝度とは視対象から観察者の目に届く光の量のことです。物理学的には反射率と照度の積で表されます。そのため、反射率が同じであれば、照度に比例して輝度は変化します。つまり、①～③の色（輝度）の違いは、各部位における照度の相違を反映したものです。背景の壁面や床面についても同じ事が起こりますから、輝度を使って求めた輝度比は部位ごとに異なります。また、照明の位置や観察者の立ち位置によっても変わります。

### 2種類の輝度比をめぐって

このように輝度比には2種類あります。歩行面に敷設した視覚障害者誘導用ブロックとその周囲の輝度比を測る場合のように、視対象と背景が同じ平面上にある場合は2種類の輝度比に大きな違いは生じません。しかし、たとえばトイレ内のように便器や洗面器などの立体物が多い空間では、2種類の輝度比の間には開きが生じます。

利用者の立場で見れば、照明環境を反映した輝度比の方が自分の見ているものに合っていますから、バリアフリーの観点では、輝度を使って求める輝度比の方が重要ということになるでしょう。

しかし、現実的には、輝度を使って求める輝度比は、視対象を実際に照明環境の下に置いてみるまでわかりません。そのため、設計をする際には、反射率を使って求めた輝度比を使わざるを得ないというのが実際のところでは。

### おわりに

立体空間内における2種類の輝度比の関係がわかれば、利用者の視点に配慮して輝度比を設計することが可能になります。こうしたことを考えながら、私たちはトイレの実物大模型を使いながら2種類の輝度比の対応関係を明らかにしようと検討しています。



図1 小便器の写真



## ヒトの嗅覚で におい測定

生物工学グループ  
京谷 隆 ☎053-7316

### はじめに

これまで当研究室では、鉄道の種々の現場（駅、トイレ、車両等）から、におい関係のお問い合わせやご相談をいただき、その原因物質や発生源について、調査を行ってきました。弊誌では調査の方法の一つとして、検知管や分析機器を用いたにおい物質の分析方法についてご紹介してきました（No.226号（2020年3月号）等）。一方で、におい物質は40万種類以上あるといわれており、これらが混合したにおいは、ある特定の物質の濃度だけでは、適切に測定することができません。このため、におい物質を化学的に分析する方法とは別に、ヒトの嗅覚を用いて、現場のにおいを分析する嗅覚測定法という方法との併用が考えられます。今回は代表的な嗅覚測定法である臭気濃度表示法について簡単にご紹介します。

### 臭気濃度表示法<sup>1)</sup>

まず、臭気濃度という言葉ですが、これは試料空気のおいかわからなくなるまで、無臭空気希釈したときの希釈倍率のことをいいます。例えば、臭気濃度3,000の試料とは、その試料を3,000倍の無臭空気希釈したときにはじめてにおいが消える試料を意味します。また、臭気濃度の対数値を10倍した値を臭気指数といいます。臭気濃度と臭気指数の関係を(1)式に示し、臭気指数の目安を表1に示します。

$$\text{【臭気指数】} = 10 \times \log \text{【臭気濃度】} \quad (1)$$

表1 臭気指数の目安<sup>2)</sup>

臭気指数 10	梅の花のかおり
臭気指数 20	手持ちの花火をしているとき
臭気指数 30	ガソリンを給油するとき

悪臭の規制や指導においては、この臭気濃度（臭気指数）表示法が、日本のみならず世界的に広く使用されている尺度です。日本では、臭気濃度、臭気指数を求めるために、三点比較式臭袋法と呼ばれる方法が

使われています。その概要をご紹介します。

試料空気をあらかじめ定めた倍率で、無臭空気を用いて希釈し調整したにおい袋（3L容）1つと、無臭空気のみのおい袋2つの計3つのおい袋（図1）を、パネル（においの有無を判定する者）に渡し、においを嗅いで、どのにおい袋に試料空気が入っていたかを判定してもらいます。判定結果が正解であれば、さらに試料空気を希釈して、同様の判定作業を繰り返し、正解できなくなるまで続けます。正解できなくなったときの希釈倍率が臭気濃度となり、(1)式によって臭気指数が求められます。パネルは6人以上必要ですが、通常は6人で行われます。

パネルとなる人の条件ですが、特に優れた能力は必要なく、一般的な嗅覚を有していることが条件です。パネルとして適している人を選定するための試験では、基準臭液と呼ばれる5種類の液体（図2）のにおいを、問題なく嗅ぎ取ることができるかどうかを調べます。



図1 おい袋



図2 基準臭液

### おわりに

鉄道現場からさまざまなにおいに関する相談をいただきますが、におい物質の種類が膨大であることを考えると、特定の物質に絞ったにおい対策のみでは、現場で起きている問題に十分対応できないことも考えられます。今回ご紹介した臭気濃度（臭気指数）表示法を活用することによって、より実態に合った形で、鉄道現場のにおいの調査や、対策の評価ができる可能性が考えられます。今後も、鉄道現場のにおいの問題に適切にお応えできるように、このような嗅覚測定法も含めた新たな手法の導入にも取り組んでいきたいと考えています。

### 参考文献

- 1) 岩崎好陽：シリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」—第2回 悪臭の測定方法—、ちょうせい、2016
- 2) 環境省、(公社)におい・かおり環境協会：臭気判定士パンフレット、<http://www.env.go.jp/air/akushu/shuukihanntei.pdf>