JR総研 人間科学ニュース No. 225
2020. 1. 1

□ 事故報告制度を見直すと・・・　関　　淳也
□ 自分を知ると安全になる　北村　康宏
□ 安全教育の効果を測る　村越　暁子
□ 部下を会社にコミットさせるには　鈴木　綾子
□ 磁界を管理するためのガイドラインの考え方　池畑　政輝
□ 蒸気を利用して線路内の雑草を防除する　潮木　知良

事故報告制度を見直すと・・・

北海道旅客鉄道株式会社
鉄道事業本部
安全推進部長
関　淳也

この原稿を書いているのは秋です。JR 各社様同様、弊社もこの時期に永年勤続表彰があり、私自身も 30 年の表彰を受けました。振り返ると「いろいろなことがあったなあ」などと思うのですが、特に平成23年石勝線列車脱線火災事故と25年大沼駅列車脱線事故からはアッという間でした。この間、安全についての考え方は大きく変わり、現在は「安全の再生」の取り組みを進めていますが、全体については弊社 HP 等をご覧頂くとして、その中の一つ、平成26年実施の「事故と事象の報告及び分類規程」見直しによる変化をご紹介したいと思います。

それまでの事故報告・分類制度は、国鉄以来の列車の運休や遅延、関係者の責任度を基準の主眼とした、結果的に「事故＝処分」となる制度でした。見直し後は「何かいつもと違うこと」は全て報告することとし、鉄道運転事故と命に関わる事象（危険事象）以外は処分と切り離すことになりました。これによりヒューマンエラーは基本的にお咎め無しとなったわけです（必要な指導は行います）。この見直しが議論になった時、私は本社の運輸部にいたのですが、一番議論になったのは、緊張感が薄れたり、モラルハザードが起きて事象が多発するのでは？ということでした。同様な制度で先行している会社様に聞いたところ「心配ない」ということでしたが、不安のまま実施を迎えました。

丸５年経過し結果はどうだったか。遅延がなくても計上されるため件数の単純比較はできませんが、遅延に関係なく計上される「停車駅通過」を見直し前後５年で比較すると、年平均で＋１件未満とほぼ変わりなく、その他の件名についても同条件なら変わらないか減ったと感じています。また以前はあった同一件名が連続発生し新聞紙上を賑わすということもなく、心配は杞憂だったことになります。

なぜそうなったか。現場には「余計なプレッシャーは事故の元」という通説があったのですが、はたしてそれなのか？いずれにせよ、もし他社様に尋ねられれば「心配ない」とお答えします。

☆　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
開催日時　　2020 年 3 月 18 日（水）13：00～14：55
開催場所　　日本工業倶楽部会館　３階大ホール
教育・訓練に関する実用成果の体験展示を 14：00～17：00 に同時開催します。
どなたでもご聴講いただけます。
詳しくはホームページをご覧ください　https:/www.rtri.or.jp/events/getsurei/
お問合せ先：(一財)研友社　TEL 042-572-7157

自分を知ると安全になる

安全心理グループ
北村　康宏 ☎053-7346

自分を知ることは難しい

一般的に、我々は自分の能力を過大評価しがちです。「自分の職場を思い出してください。あなたは職場の中で平均以上の能力を持っていますか？」こんな質問を受けたら、あなたはどのように回答するでしょうか。心理学の研究分野では、ほとんどの人が自分は平均以上の能力を持っていると回答することが知られています。しかし、平均という考え方からすれば、ほとんどの人が平均以上の能力を持っていることはあり得ません。これは平均以上効果と呼ばれる人間の判断の偏り（心理バイアス）の１つです。さらにこの現象は、専門家であっても発生することが知られており、自分の能力を過大評価せず正しく把握することは誰にとっても難しいことのようです。

このような、自分の能力の過大評価は危険な判断を引き起こしかねません。自分は上手くやれるから、少しくらい大胆な行動をとっても大丈夫と過信してしまうからです。鉄道総研では、このような判断をどのような脳の働きが防いで、安全な判断を促しているのかをfMRI（機能的核磁気共鳴画像）という装置（図１）を活用して調べました。

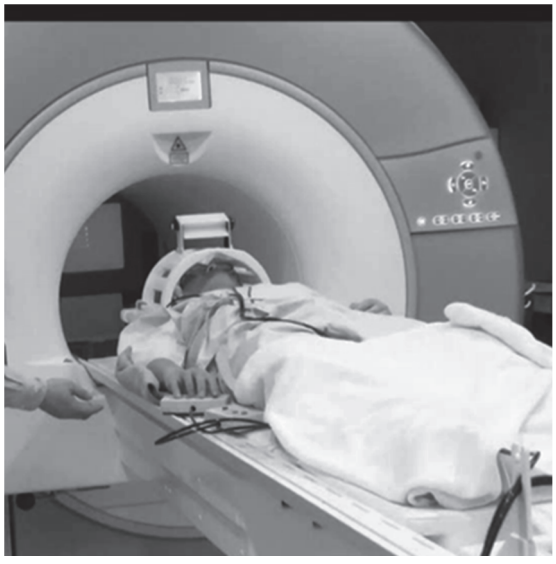

図１　fMRIによる脳活動の測定

安全な判断をする際の脳活動

一般的に自分の行った作業を確認することは、誤りを防止するための安全な判断が働いた状態だといえます。言い換えれば自分を過信する心理バイアスに陥っていない状態です。ここでは文字を探索する作業で、結果を再確認しようとしたときの脳活動を調べてみました。すると、背側前部帯状回（dorsal Anterior Cingulate Cortex: dACC）と呼ばれる領域が活動することがわかりました（図２）。

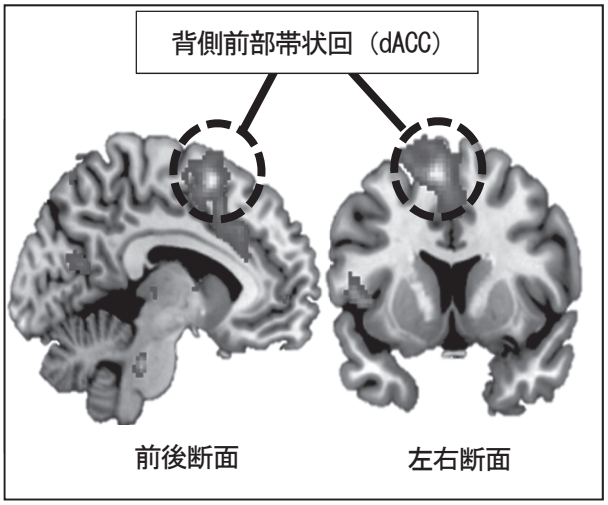

図２　安全な判断時の脳活動

この領域は、自分の作業を振り返るときや自分にどれくらいの力量があるかを考えるとき、自分の作業や判断にどれくらい確信があるかを判断するときに活動することが知られています。

つまりこの結果は、「安全な判断」が「自分の作業の振り返り」や、「自分の判断結果にどれくらい確信があるかを考える」といった、自分の行動について考え、自覚しようと試みること、すなわち自分自身を知ろうとすることと強い関連があることを示しています。逆に確認を省略しようとした「危険な判断」ではこのような脳活動が発生せず、自分を知ろうとしていないことが明らかになりました。

安全な判断を支援するために

自分自身を正しく把握することを心理学ではメタ認知といいます。現在、鉄道総研では、安全な判断を促す教育訓練手法を検討していますが、このようなメタ認知を働かせる教育がカギを握っていると考えています。メタ認知と安全性の関係を明らかにし、危険な判断ミス防止に向けた教育訓練手法の開発に取り組む予定です。

安全教育の効果を測る

安全性解析グループ
村越　暁子 ☎053-7344

はじめに

安全教育の効果を定量的に把握できると、教育の効果を十分に得られていない受講者がいた場合の個別フォローが可能になるだけでなく、教育内容を改良したり、教育計画を策定したりする際の参考情報にもなります。ここでは、安全教育の効果を定量的に把握する方法について、紹介したいと思います。

教育効果の４段階モデル

教育効果を測るための代表的なモデルに、カークパトリックの４段階モデル[1]があります。このモデルでは、教育効果を、個人への影響として「レベル１：反応」「レベル２：学習」「レベル３：行動」の３レベル、組織への影響として「レベル４：成果」の１レベルに分類しています（図１）。

このモデルを安全教育に適用するとどうなるかについて、以下に述べます。

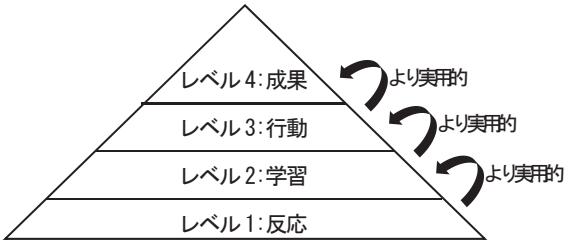

図１　教育効果の４段階モデル

レベル４：成果

レベル４の効果は、教育によって受講者の行動が変化した結果、組織の業績が改善したかという効果です。たとえば、あるルールＡの違反防止を目的とする安全教育の場合、「ルールＡの違反による事故件数等の減少」がレベル４の指標になります。

なお、たとえば、違反防止を目的とする安全教育の効果を測る場合、うっかりエラーなど、違反と無関係の原因による事故件数を指標としても意味がありません。レベル４で事故件数を指標とする場合には、その安全教育がターゲットとしている事故のみを抽出し、カウントする必要があります。

レベル３：行動

レベル３の効果は、教育の結果、受講者の職場での行動が変化したかという効果です。

行動は、録画データ等により、客観的に評価できると最も正確ですが、そのための手間を考えると、実現が難しい場合もあるでしょう。そのため、職場での行動を受講者本人に報告してもらう「自己評価法」、あるいは、上司等の周囲の人に評価し報告してもらう「他者評価法」があります。私たちの最近の研究[2]では、「自己評価法」により、直近１週間の現場での行動を受講者に報告していただき、教育前後での行動の変化を把握しました。

レベル２：学習

レベル２の効果は、受講者が教育の目的を身につけたかという効果です。

たとえば、ルール遵守意識の向上を目的とする安全教育の場合、ルール遵守意識の向上が指標となります。また、ルールの知識の獲得を目的とする安全教育の場合、知識を獲得できたかが指標となります。特に知識の獲得については、「知っているかどうかを自己報告」、「文章を読んで、正誤（○×）を回答」、「自由記述」等のさまざまな測定方法があり、回答者の知識レベルや測定対象となる知識の難易度により、適切な測定方法を選択することが望ましいと考えられます[3]。

レベル１：反応

レベル１の効果は、受講者がその教育を気に入ったかという効果であり、受講満足度と呼ばれることもあります。

受講満足度は、学習した内容を職場で活用しようと思うかの動機づけに影響することから、教育効果の基盤となります。

おわりに

カークパトリックの４段階モデルに基づき、安全教育の効果を定量的に把握する方法について、紹介しました。皆様の職場で安全教育の効果を測る際の参考になりましたら幸いです。

参考文献

1) 堤宇一編：はじめての教育効果測定　教育研修の質を高めるために、日科技連出版社、2009
2) 村越暁子他：触車事故防止のためのVR訓練法のルール遵守促進効果、人間工学、2019
3) 村越暁子他：知識の測定方法の比較検討、電子情報通信学会技術研究報告、2016

部下を会社にコミットさせるには

人間工学グループ
鈴木　綾子 ☎053-7348

会社にコミットする

「結果にコミットする」というフィットネスクラブのCMでよく耳にするようになった「コミット」という言葉ですが、もともとは、「(責務を) 引き受ける、専心する、傾倒する」などを意味する用語です。産業・組織心理学の分野では、組織コミットメントという概念が知られていますが、これは、「個人が組織に対して一体化している程度」、「組織と個人の目標が統合され合致している程度」などを表しています。組織コミットメントが高い個人は、会社の目標や価値を自身のものとして取り入れ、会社のために尽くし、大抵の場合、生産性が高く有能な人材として評価されているため、個人の組織コミットメントを高めることは会社として重要な戦略と言えます。

組織コミットメントの２つの側面

マウディという研究者は、「組織コミットメントは行動的コミットメントと態度的コミットメントと呼ばれる２つの側面を持ち、それぞれがお互いを強化し合う関係にある」とする説を提唱しました。行動的コミットメントとは、組織のために働きかける行動であり、態度的コミットメントとは、組織の価値や目標を自分のものとして内在化し、組織に同一化するという態度を指しています。そして図１は、組織のために行動すると、組織への同一化といった態度も高まり、高められた態度的コミットメントはさらなる行動的コミットメントをもたらすという関係を表しています。

図１　マウディによるモデル

酸っぱいぶどう

マウディの説を実現するための戦略として、認知的不協和理論という考え方が有用です。イソップ童話の「酸っぱいぶどう」という話をご存じでしょうか。木に実ったおいしそうなぶどうを食べたいきつねが、何度もぶどう目がけてジャンプをしますが、どうしても手が届きません。やがてきつねは諦め、「あのぶどうはどうせ酸っぱいに違いない」と負け惜しみを言ってその場を去るという寓話です。

認知的不協和理論では、自分の認知間に矛盾があることを不協和と呼びますが、不協和は不快な状態をもたらすため、人はこれを解消しようとします。きつねは、手に入れたいのにぶどうに手が届かないという不快な状態を、「(手に入らないから) あのぶどうには価値がない」と、自身の考え (認知) を変えることで解消しているわけですが、これはまさに、認知的不協和理論で説明のつく現象と言えます。

コミットメントを高める

さて、マウディの説に戻ると、組織コミットメントを高めるためには、この認知的不協和が利用できるということになります。たとえば、「会社やチームへの思い入れがいまいち感じられない・・・」、「言われたことはよくやってくれるがそれ以上の行動は期待できない・・・」など、組織コミットメントがいまひとつの個人に、CS活動のリーダーとして活動発表を任せる等といった方法です。本人の元々の組織に対する態度的コミットメントは低いわけですが、行動は組織にコミットした状態となり、ここに認知的不協和が生じます。「やりたくないのに…」と思いつつもグループのまとめ役と発表という大役を果たすには、不協和を解消する必要があり、「やってよかった」「職場の改善につながった」と認知が変容し、態度的コミットメントが高まると、「次はもっと良い改善を考えて入賞を目指そう」とさらなる行動コミットメントが引き起こされる、というものです。

モチベーションを上げるコツ

組織のための行動をすることで、結果として組織への思い入れも高まる、というこの図式を実社会に適用するならば、先述したように活動の代表者にする、特殊技術を習得させるなどの方策が個人のコミットメントを上げ、仕事へのモチベーションを上げることに役立つでしょう。さらには、自分自身のモチベーションが今一つ上がらないと感じる事柄についても、「自ら巻きこまれに行く」という戦略が功を奏することがあり、まずは行動してみることが高いコミットメントに結び付くこともあります。

磁界を管理するための ガイドラインの考え方

生物工学グループ
池畑　政輝 ☎053-7316

はじめに

「磁界」というタイトルを見て、「何か難しそう」と思われる方もおられると思います。ただし、私たちは感じないだけですが、「磁界」は、実は大なり小なり日常生活の中に溢れています。電気が流れると、その周りに磁界が生じますし、磁石も至る所で使われています。鉄道（電気鉄道）も例外ではありません。では、その磁界は何かしら目的以外の影響を持つのでしょうか?

「電磁妨害（EMI）」などの言葉を耳にすることがあるかもしれません。これは、機械 対 機械のケースに使われ、磁界により機械が誤作動を起こすなどの障害が起きることを指します。人間においても、時間的に強さが変化する磁界については、一定の強さ以上で、体内に生じる電界（誘導電界）により、神経が刺激される作用があることが知られています。

このようなことを防止するために、磁界はそれぞれ規制やガイドラインで管理されています。人に対しては、大きく２種類の国際的なガイドラインがありますが、紙面の関係から、ここでは日本を含め多くの国の根拠になっている国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）のガイドラインを紹介します。

ガイドラインー基本制限と参考レベル

ICNIRP のガイドラインのうち、鉄道と関係するのは、１Hz から 100kHz を対象としている、「時間変化する電界および磁界へのばく露制限に関するガイドライン」（http://www. icnirp. org/cms/ upload/ publications/ICNIRPLFgdljap.pdf）です。

このガイドラインでは、それまでの科学的知見の中ではっきりしてきた「磁気閃光」と「末梢神経刺激」という神経刺激作用を防護の対象としています。「磁気閃光」は、20Hz 付近の強い磁界に頭がさらされる事によって、目を閉じていてもチカチカした光が見えるように感じる現象です。また、「末梢神経刺激」は、磁気閃光よりもさらに強い磁界に腕等をさらした時に、ビリビリした感覚を得ることです（図１）。

ガイドラインでは、まず基本的に守る量を「基本制限」として、磁界により体内に生じる電界（誘導電界）の許容量を示しています。ただし、この基本制限との比較を行うには、人間の体内の誘導電界を実測する必要があり、生身の人間に電極を刺しこむことが必要ですが、これは倫理上不可能です。

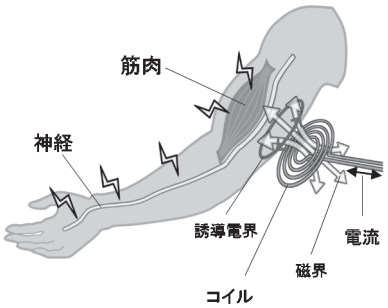

図１　磁界による刺激のイメージ

そのため、人体の MRI 画像などをコンピューターに取りこみ、ヴァーチャルな人体モデルをコンピューター上で作り、そのモデルが磁界にさらされたときの人体内部の誘導電界を推定する研究が進んでいます。現行のガイドラインでは、実際にこれらの研究結果を用いて、安全率を考慮した容易に測定できる磁界の大きさを「参考レベル」として示しています（ちなみに、50/60Hz の参考レベルは 200 μT であり、日本の磁界規制はこの値を参照しています）。

磁界の作用とその健康影響をどう考えるか

さて、ガイドラインでは神経の刺激を「防止すべき作用」としていますが、神経が刺激されると健康には影響があるのでしょうか?

強い電磁界による刺激作用は、ある一定以上の大きさの磁界にさらされている間だけ生じる作用であり、蓄積したり、病気を起こす作用ではありません。しかし、何かの作業中などに刺激を感じた場合、作業に支障が生じ、万が一事故につながる危険性がないとは言えません。そのため、防護の対象になっているとも言えます。このような影響が、健康を考えるうえで大きな影響かについてはさまざまな判断があると思います。ただし、鉄道を含めた私たちの日常的な環境では、ガイドラインを超える磁界にさらされる機会は、とても稀であることは間違いありません。

一方で、ガイドラインにおいては、鉄道で発生する幅広い周波数帯の一部で、根拠とする実験データがない範囲もあります。この範囲の研究にいち早く取り組み、基本制限に関する根拠作りを進めることは、鉄道の安全を確保するとともに、信頼を得るために必要です。そのため、引き続き、鉄道に関わる磁界・電磁界の安全性について検証を進めていく予定です。

蒸気を利用して線路内の雑草を防除する

生物工学グループ
潮木　知良 ☎053-7316

はじめに

日本の気候は高温多湿で植物の成長に適しており、緑豊かな森や豊富な農作物など、私たちの生活に多くの恩恵を与えてくれます。その一方で、雑草が成長しやすいという側面もあり、わずかな隙間でも土が露出しているところがあれば、すぐに雑草が生えてしまいます。鉄道における雑草は、特に線路内やその周囲においては、景観を損ねるだけでなく、保守作業の障害になるほか、前方の視界が狭まるなど、安全に関わる影響を及ぼすこともあります。

線路内の雑草防除

雑草防除の方法には、草刈りのほか、除草剤の散布、防草シートの敷設、モルタルによる被覆、土壌固化など、さまざまな方法がありますが、線路内の除草においては、面積が広大であることに加え、軌道の維持管理や安全上の理由から土壌の被覆や固化による方法は難しいため、おもに除草剤が使われています。しかし、沿線に農地などが近接する区間では、散布した除草剤の飛散や流出により、農作物への被害が発生することがあり、このような区間では、人力による草刈り作業に依らざるをえません。そこで、除草剤を使用せず、かつ草刈り作業の負担を軽減するため、新たな雑草防除方法について検討しています。

蒸気除草による雑草防除

植物の体に含まれるたんぱく質は、約60℃に加熱されると熱変性を引き起こし、枯死します。この性質を利用し、蒸気の熱で雑草を加熱することにより防除する方法が「蒸気除草」です。蒸気除草は、もともとは、農地の土壌の殺菌消毒や、種まきをする前に土壌内に混入している作物以外の種子を死滅させるために使われていた「蒸気消毒」に由来しますが、水と熱だけを使用するため、薬剤の飛散や流出のリスクがなく、除草剤が使用できない場合の雑草防除方法の選択肢の１つとして、近年注目されています。

蒸気除草の作業方法

蒸気除草は、まず、除草したい範囲に蒸気を均等に放出するための穴が開いたチューブを敷き、保温シートで覆います。その後、シート内に蒸気を一定時間導入します。蒸気を止め、温度が下がったらシートを取り除いて作業終了です。なお、蒸気除草では１㎡あたり４リットル(処理時間30分)～８リットル(処理時間１時間)の水を消費します。そのため、水道設備がない場合、ボイラーなどの機材とともに、処理面積に応じた水を現地まで運搬することが必要です。

蒸気除草の効果

鉄道総研の敷地内において、雑草の生育が盛んな７月中旬に、蒸気除草の効果について、草刈り（刈り払い機による機械除草）と比較する試験を実施しました（図１）。さらに、蒸気除草では、処理時間を30分間と１時間で比較しました。その結果、草刈りでは施工１カ月後において、概ね施工前の状態まで再生しましたが、蒸気除草では、30分処理では根から直接発芽（栄養繁殖）する一部の多年草が再生したものの、１時間処理では、わずかな発芽が見られる程度でした。蒸気除草は、除草剤と異なり、除草の効果を持続させることはできませんが、地表のこれから発芽する種子を枯死させることと、さらに１時間処理では地中の根や地下茎に対してもダメージを与えることにより、草刈りより長い再生時間を要すると考えられ、年間の施工回数を減らすことによるコスト削減に寄与する可能性があると考えます。

おわりに

除草剤、草刈り、蒸気除草には、それぞれに長所・短所があり、一概に優劣をつけられるものではなく、現場ごとの状況や制約条件、コストなどを総合的に判断して最も適した方法を選択することが重要であると考えます。

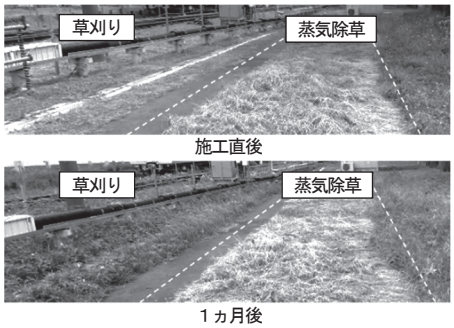

図１　蒸気除草と草刈りの比較試験

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2020-1)
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