



# 人間科学ニュース No. 217

2018. 9. 1

- 脳活動を測る 久保 俊一
- 停車時の運転記録の解析 鈴木 大輔
- コミュニケーションエラーと対策 その3 中村 竜
- 踏切遮断予告時間と歩行者の行動 鏑木 俊暁
- 営業車の乗り心地を簡単に測りたい！ 中川 千鶴
- “遺伝子”で現場の衛生管理 川崎たまみ

## 脳活動を測る



鉄道総合技術研究所  
理事  
久保 俊一

鉄道は機械と人間で構成されるシステムですが、その中でも人間の役割が大きいシステムであることは様々なところで語られているとおりです。機械そのものの信頼性を高めるために設計、製作から使用、廃棄まで様々な場面で研究開発が行われてきており、最近はこちらにデジタル化をはじめとする情報ネットワーク技術を駆使し、さらに効率的に性能を高める取り組みがなされています。

例えば、機械のメンテナンスでは、使用状態の常時把握から故障の予測、補修の要否判断まで、小型センサやコンピュータシミュレーション等により人

手を介さず行うことが視野に入っています。機械が外からの働きかけに対し法則に則ってどのように応答するかは古くから研究され、近年は様々な条件下での応答がデジタル化により膨大なデータとして蓄積されて予測の精度も高まっています。

それでは人間ではどうか。状態の把握では、心臓の心拍や心電は携帯型計測器で連続測定できますが、脳活動では未だそこまでは至らず、人間が感覚として取り込んだものに対しどのように行動するか、特に行動を司る大脳の応答については、法則性を探っているところであるようです。脳活動を対象とした研究は、近年の医療機器の進歩に伴い様々な取り組みが行われていますが、まだ鉄道の中に適用できるところまでには至っていません。

鉄道総研では5年程前から、脳波など脳活動を計測し、運転業務での行動との関連を探る取り組みに力を入れています。人間が対象の実験には、機械が対象の実験と異なり倫理上様々な制約がありますが、鉄道の安全性向上に貢献できる段階まで進めていきたいと考えています。関係の皆さまのご助言、ご支援、ご協力をいただければ幸いです。

### ★ 第31回 鉄道総研講演会 ★

テーマ 鉄道の安全・安心を創る - ICTによる新たなシステム -  
開催場所 有楽町朝日ホール (有楽町マリオン11階)  
開催日時 平成30年11月7日(水) 13:00~17:20  
詳しくはホームページをご覧ください <https://www.rtri.or.jp/events/kouen/>  
お問合せ先：(公財)鉄道総合技術研究所 鉄道総研講演会事務局 TEL 042-573-5438

### ★ 第327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 平成31年2月20日(水)  
開催場所 日本工業倶楽部会館  
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



## 停車時の運転記録の解析

人間工学グループ

鈴木 大輔 ☎053-7348

### はじめに

自動車や航空機には運転操縦のデータ記録装置が搭載されており、得られたデータは事故調査だけでなく、操縦者のエラー防止や技能向上に役立てられています。鉄道においても、運転記録装置が搭載されており、運転記録データを分析し、乗務員のエラー防止や技能向上に活用するための取り組みや研究が進められています。本稿では、運転記録に関する他分野での取り組みを示すとともに、現在、研究を進めている鉄道運転士の停車操作の解析事例を紹介します。

### 運転記録を活用した取り組み例

自動車分野では、運転データから急ブレーキや急ハンドル等の場面を抽出し、教育等への活用がなされています<sup>1)</sup>。

航空分野では、操縦に対する支援の一つとして、着陸時の降下率等が許容値を超えた場合、パイロットにその情報をフィードバックしています。また、飛行データを理解しやすいように、景色や計器の動きをアニメーションで表示するソフトウェアも開発されています<sup>2)</sup>。

鉄道分野では、運転記録から乗務員の技能把握に有効な項目を選定し、時間帯別・駅別等の様々な指標で運転操作の数値データをグラフ化する「可視化プログラム」が開発されています<sup>3)</sup>。乗務員自らが技能を把握し、目標設定や振り返りを行うことで、主体的な技能向上につなげる取り組みがされています。この取り組みにより乗務員の運転操作が改善することが確認されています。

### 停車時の運転記録の解析

鉄道総研が実施した停車時の運転記録の解析例をご紹介します。運転記録装置に蓄積された一ヶ月分の運転データから約2万回の駅停車データを抽出し、停車直前(停車5秒前から停車まで)の速度や操作を分析しました(図1)。停止位置不良等の停車に関わるエラーを経験した運転士(エラー群)と経験していない運転士(模範群)の運転操作の違いを明らかにするために、表1に示す評価指標について、各運転士の平均値と標準偏差を算出し、各群の平均値を比較しました。その結果、表1のようにいくつかの評価指標の標準偏差で有意差が見られ、エラー群は模範群よ

り標準偏差が有意に大きいことがわかりました。このことから、運転士個人内で停車操作のばらつきが大きいと、停車に関わるエラーの発生率が高いと考えられます。自動車分野の先行研究<sup>4)</sup>では、ブレーキ反応時間の平均値より標準偏差の方が事故経験との相関が高いことが示されており、同様の傾向が見られました。

また、エラー群は模範群と比較して「追加ブレーキ量の平均値」が有意に大きかったことから、追加ブレーキを普段から使用することが相対的に多いと、停車に関わるエラーを発生させやすい可能性があります。

このような模範群とエラー群の差異に着目することにより、運転データを基にした振り返りにおいて、効果を高めることが期待できます。

ここで紹介した運転記録データの取得では、東海旅客鉄道株式会社の関係者の皆様に多大なご協力を頂きました。ここに記して厚く御礼申し上げます。

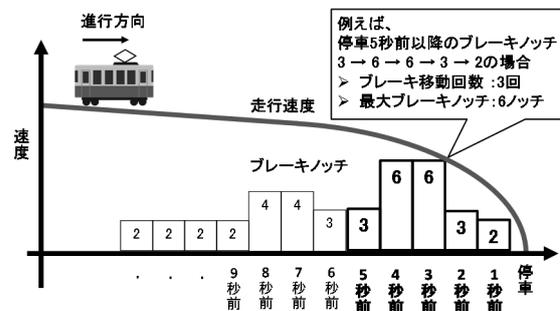


図1 評価指標算出のイメージ

表1 停車操作の評価指標と比較結果

評価指標	平均値	標準偏差
①停車5秒前速度		>
②ブレーキノッチ移動回数		>
③追加ブレーキ量	>	
④平均ブレーキノッチ		>
⑤最大ブレーキノッチ		

(②～⑤は停車5秒前から停車までの操作を示す)

(「>」は5%の水準で、エラー群の方が数値が大きいことを示す)

### 参考文献

- 1) 国土交通省 自動車交通局：映像記録型ドライブレコーダ活用手順書、2009
- 2) 村岡浩治ほか：飛行データから操縦を3Dアニメ化、航空プログラムニュース、16、2010
- 3) 坂下修：運転実績データによる事故防止と技能向上、サイバネティクス、22-3、pp.10-14、2017
- 4) 松永勝也：交通事故防止の人間科学、ナカニシヤ出版、pp.18-19、2002



コミュニケーション  
エラーと対策 その3

安全心理グループ  
中村 竜 ☎053-7346

はじめに

本誌No. 206 (2016年11月号) とNo. 211 (2017年9月号) でコミュニケーションエラー防止対策として実施されている「復唱」と「確認会話」の内容およびその限界について解説しました。今回は「復唱」と「確認会話」をより効果的に実施するための学習方法を紹介します。

「復唱」と「確認会話」に必要な能力

コミュニケーションエラーを防止するためには、相手の言った事をくり返して確認する「復唱」や、単にくり返すだけではなく、重要な情報や自分が理解できなかった情報や曖昧な情報を別の言葉や表現で言い直したり、結果として起こる事を相手に返したりすることによって、互いの認識のずれを解消する「確認会話」が有効と考えられます。

しかし、復唱や確認会話を効果的に行うには、会話内の「何が重要なのか」や「自分が勘違いしている可能性」や「曖昧な情報」に気づく必要があります。これらに気づかなければ肝心の確認が抜けてしまうなど、そもそも確認するきっかけがつかめません。

「コミュニケーションエラー要因学習」

鉄道総研では、会話内の確認すべきポイントに気づく能力を向上させることを目的として「コミュニケーションエラー要因学習」<sup>1)</sup>を開発しました(図1)。これは、2人の会話や作業を映像で見ながら、コミュニケーションエラーにつながる可能性のある曖昧な表現や用語等を見つけて、自由に書き出すというシンプルなもの。この学習をすることによって、コミュニケーションエラーの原因になる表現に気づく能力を向上させ、実際に会話をする際にそのような表現や用語を避けることや、確認することができるようになります。

図2は、この学習をしてから、コミュニケーションをした場合と学習をせずにコミュニケーションをした場合に、コミュニケーションエラーの原因になる

曖昧表現や用語をどのくらい使用しているのかを比較した結果です。このグラフから、「コミュニケーションエラー要因学習」をした場合に曖昧な表現や用語を避けた会話ができていることがわかります。

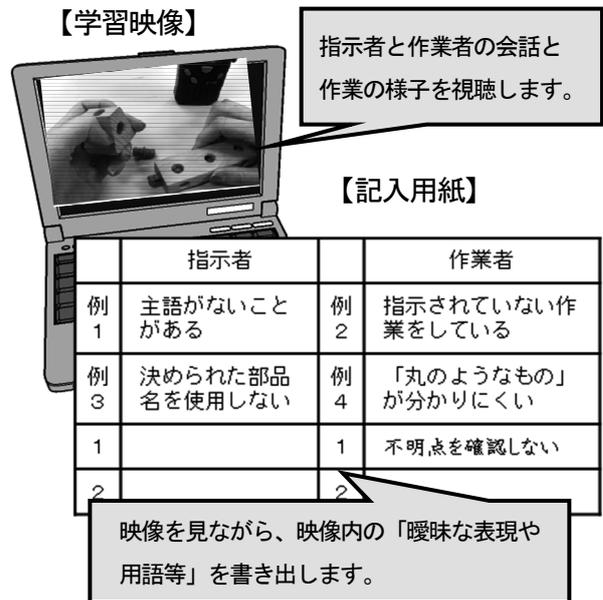


図1 コミュニケーションエラー要因学習の内容

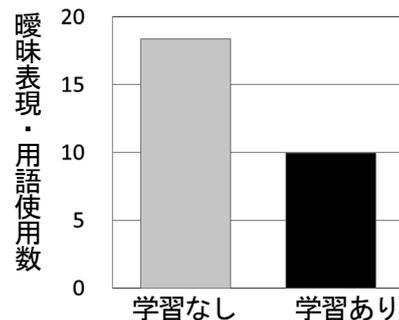


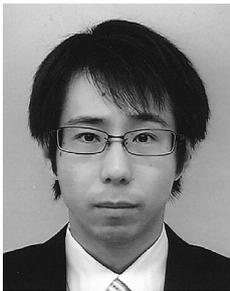
図2 コミュニケーションエラー要因学習の効果

おわりに

「コミュニケーションエラー要因学習」は職場での作業や会話の様子を撮影して、それを題材として実施することが可能です。また、鉄道総研でコミュニケーションエラー防止を目的として開発した教材「情報伝達ミス防止訓練教材」(DVDとテキストで構成)には、「コミュニケーションエラー要因学習」で使用可能な動画が収録されておりますので、これを用いることも可能です。

参考文献

1) 中村ら：鉄道現場作業における情報伝達エラー発生要因と対策の検討、鉄道総研報告、第31巻、第11号、pp. 11-16、2017. 11



## 踏切遮断予告時間と歩行者の行動

安全性解析グループ  
 鏑木 俊暁 ☎053-7344

### はじめに

人間科学ニュース No. 214 (2018年3月号) でご紹介しましたように、私達のグループでは、踏切歩行者の直前横断抑止対策の検討に取り組んでいます。直前横断とは、列車が接近しているにもかかわらず踏切道内に進入することです。その対策として、警報灯、警報音、遮断かん等の設備に工夫ができないか検討をしています。

早めに「もう渡ってはいけない」という判断をしてもらうためには、メッセージを警報開始後の早い段階で伝える必要があります。歩行者に「もう渡ってはいけない」というメッセージを伝える上で、物理的に遮断して進入を防ぐ遮断かんの動きは、よりわかり易いメッセージであると考えました。

そこで、早いタイミングで遮断かんの動きを視界に入れることによる直前横断の抑止効果を検証することにしました。遮断かんは、警報開始後、時間を置いてから遮断開始しますが、この警報開始から遮断開始までの時間を「予告時間」と言います。検討中の対策の1つとして、予告時間と歩行者の行動の関係性を把握するための実験を行いました<sup>1)</sup>。今回は実験結果の概要を紹介します。

### 予告時間と直前横断の関係

実験は、CG映像で踏切を再現したシミュレータで行いました。被験者には、踏切に近づきながら、走って進入するか、手前で停止するかをコントローラーで操作してもらいました(図1)。また、この時の判断理由を伺いました。

実験では、予告時間は、0秒～8秒の間で5条件を設定しました。ちなみに現行踏切では、予告時間は、4秒が基準となっています。また、警報開始のタイミングは歩行者が踏切手前8mまたは10mにさしかかった時点としました。

実験の結果(図2)、予告時間が現行(4秒)より短いと、停止する人の割合が増加することがわかりました。予告時間が短いと停止する人の割合が増加

するという結果は、警報開始のタイミングや通行歩道の左右にかかわらず同様でした。また、停止した人の判断理由を「遮断かんの降下開始」、「警報音」、「警報灯&列車方向指示」、「距離(入口or出口)」、「その他」に整理しました。その結果、「遮断かんの降下開始」という理由が多いことがわかりました。



図1 実験に用いたシミュレータの画面例

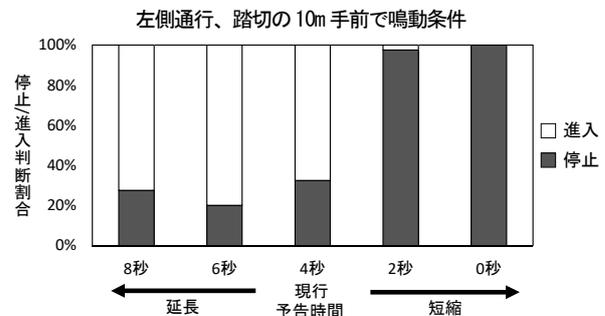


図2 予告時間別の踏切への停止/進入割合 (n=40)

### おわりに

今回の実験で、予告時間の短縮によって直前横断を抑止できる可能性を確認しました。また、停止の判断理由も「遮断かんの降下開始」という回答が多く、当初の仮説通り、早いタイミングで遮断かんの動きを視界に入れることで停止を促せると考えられます。

しかし、対策によるデメリットがないかを確認する必要があります。予告時間の短縮が、警報開始時点で既に踏切道内にいる歩行者や自動車に与える影響についても検討する必要があると考えています。

また、対策の対象は遮断かんだけではなく、警報灯や警報音を用いた歩行者の直前横断の抑止対策についても検討を進める所存です。

### 参考文献

- 1) 鏑木ら：予告時間の短縮による踏切鳴動後の進入抑止効果の実験結果、日本信頼性学会第26回春季信頼性シンポジウム発表報文集、pp. 65-68、2018



## 営業車の乗り心地を簡単に測りたい！

人間工学グループ  
中川 千鶴 ☎053-7348

### はじめに

「お客様の乗り心地に、どの振動が影響しているか、簡単に把握できるようにしたい。」そう思って、研究を進めてきました。これまでも、研究成果を人間科学ニュース No.211「乗り心地の見える化」(2017年9月号)などで紹介してきましたが、今回は、GPS と無線のセンサを使って、営業車で簡単に乗り心地を測定する方法をご紹介します。

### 営業車測定の大切さと難しさ

通常の乗り心地試験では、車両の性能や挙動、安全性などを詳細に解析するため、試験列車で様々な測定を行います。しかし、このような大掛かりな測定は、急に、あるいは日常的には行えません。一方、営業車の位置情報と振動を簡単に測定できれば、様々な検討が現場で行えます。例えば、どの地点でどんな振動が客室で生じているのか、どの振動が乗り心地を悪くしているのか、あるいは、車両の違いや運転操作の影響などが把握できます。

しかし、営業車、特に在来線では、位置情報(キロ程)をデータとして取り込むことが難しいのが現状です。また、お客様が乗車されているので、広い測定スペースの確保や、運転席や客室へのケーブルの配線は避けなければなりません。

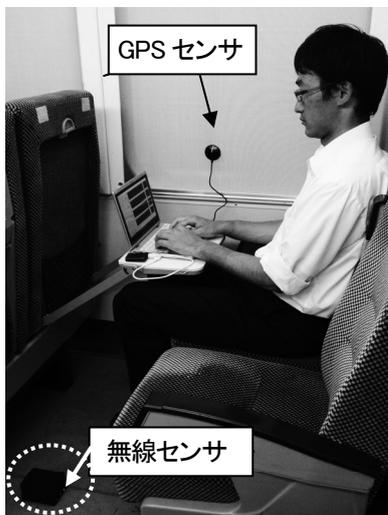


図1 簡易センサでの測定の様子

### 営業車での乗り心地測定

この問題を解決するため、私たちは、GPS センサや無線センサなどを活用した乗り心地簡易測定を行っています。図1のように、非常に小スペースで、床に配線せずに測定できます。

位置の推定では、最初に、簡易的な速度やキロ程の推定をGPSの緯度経度データで行います。しかし、GPSは、トンネル内で電波を受信できないことや、走行中の精度が高くないという欠点があるため、運転席からの前方映像から速度を割り出す鉄道総研の画像処理技術<sup>1)</sup>の応用や、軌道の線形情報と振動データの照合により、位置(キロ程)の推定精度を上げています。

乗り心地の推定は、無線センサを設置した箇所(通常は客室床面)の上下・左右・前後の振動加速度を、乗り心地情報一元表示システム<sup>2)</sup>に取り込んで行っています。このシステムは、代表的な乗り心地推定値の算出や、軌道管理情報との比較、過去のデータとの比較、振動解析などが行えます。

このように、最近では営業車でも簡単に、地点に対応した乗り心地が測定できるようになってきています。もちろん、あくまで簡易な測定なので、試験列車調査のように詳細な分析はできません。また、地点の推定精度もGPSの精度に左右されてしまいます。しかし、それでも、営業車の乗り心地を「測りたいときに測る」簡易さは、先に述べたような利点があり、大いに役立つ情報を得ることができます。

### おわりに

今はまだ、営業車の測定データから位置(キロ程)を推定する部分は、処理が複雑なため、鉄道総研が行う必要があります。しかし、将来的には、測定もデータ変換も、現場の方が自らできるようにしたいと思います。

日々の乗り心地を支えているのは、車両・軌道・運転分野の現場の方々であり、現場の方がお客様の乗り心地を数値で把握することが、さらなる乗り心地の向上につながると考えています。

### <参考情報・文献>

- 1) 長峯、鶴飼：列車前方映像を用いた地上設備の設置位置検討のための視覚シミュレーション手法、電気学会論文誌 D, Vol. 136, No. 2, p. 1-11, 2016
- 2) 中川：乗り心地情報一元表示システムのご案内、人間科学ニュース、No. 190、P. 6、2014



## “遺伝子”で現場の 衛生管理

生物工学グループ

川崎たまみ ☎053-7316

人間科学ニュース No. 202 (2016 年 3 月号) では、遺伝子を用いた鉄道の微生物環境の調査例について紹介をしましたが、今回は、利用者意識と実際に我々が実施した遺伝子解析についてご紹介します。

### 旅客設備は「触りたくない」？

皆様の中には、駅を利用した際に「手すりにつかまろうキャンペーン」のポスターを目にしたことがあるのではないのでしょうか。平成 17 年度の東京消防庁の報告<sup>1)</sup>によりますと、エスカレータ手すり使用時の事故発生率は 46.3%、不使用時の事故発生率は 48.6%、と不使用時の事故発生率が 2.3 ポイント高かったことが報告されています。また、つまずき等を起こした方の 79.5%が、手すりの不使用時であったことも報告されています。これらのことから、エスカレータの手すり不使用は、事故に少なからずつながると考えられています。

しかし、そもそもどうして利用者は、エスカレータの手すりを利用しないのでしょうか？そこで、今回、我々は利用者に対し、エスカレータ手すり利用に関する意識調査を実施しました。その結果、約 3 割がエスカレータ手すりを「触りたくない」と回答していることが分かりました。では、どのような理由で触りたくないのでしょうか。その理由を尋ねたところ、過半数以上の方が、「汚い、菌がいそう等」を理由に挙げていることが分かりました。しかし、手すりは本当に汚くて、菌が多いのでしょうか。

### 旅客設備で細菌は多いのか？

そこで、我々はある 2 駅のエスカレータ手すり表面の細菌数を培養法で測定してみました。その結果、検出された細菌数は、既に報告のある携帯電話表面から検出された細菌数の約 1 割でした。まだ調査対象数が少ないですが、エスカレータ手すりのほうが、一般生活環境と比べ細菌数が特段多かったわけではなく、むしろ少ない傾向がみられたのです。

### 遺伝子解析を設備維持管理に活用

では、どのような種類の細菌が存在するのでしょうか。今回、エスカレータ手すり表面に付着する細菌

の種類を、遺伝子解析を応用して調べる調査もあわせて実施しました。具体的には、鉄道現場で細菌を採取後、研究室にて DNA 抽出、遺伝子の増幅後の遺伝子解読と、特別な解析装置を用いて実施しました。その結果、今回対象としたエスカレータ手すりの細菌種属は、屋外を含めた一般環境と比べ特段特異ではないことが分かってきました。

このように、鉄道現場でも、遺伝子解析の技術を活用することで、これまでに分かっていなかった事が分かるようになってきました。鉄道施設表面に存在する細菌の種属の把握を様々な設備で実施すれば、その設備毎の特色を示す細菌(マーカー細菌)を把握することが出来ると考えます。一旦マーカー細菌が把握できれば、採取した細菌種属を全て調べることよりも、より簡単に検出できるため、設備の維持管理に応用し易いと考えています。

### 遺伝子解析を現場の衛生管理に活用

また、遺伝子解析技術は事業者職員の安全確保のためにも応用が可能と考えます。例えば、駅や電車内の嘔吐物の背景には、ウイルスに感染している可能性があります。現状では鉄道事業者の職員が処理をすることになります。そこでノロウイルスの感染や処理法については、人間科学ニュース No. 205 (2016 年 9 月号)でも紹介しました。一方、処理した後について、処理した手、または床等にウイルスの付着がないことを、どのように確認すれば良いのでしょうか。そこで昨今登場してきた可搬型遺伝子検査装置を利用すれば、嘔吐物処理後の環境に、例えばインフルエンザウイルスやノロウイルスがいるかいないかの判断を、現場で短時間にできるのではないかと考えています。

仮泊所で寝泊まりをする業務の際、嘔吐物処理後の処理が不完全だと、処置した本人もさることながら、仮泊所内自体も嘔吐物由来のウイルスで汚染されてしまう可能性も否定はできないでしょう。本人が症状を自覚するよりも前に、ウイルス等の病原性微生物が検出されれば、将来的には事業所内における集団感染等は防げるのではないかと考えています。

### 参考文献

- 1) 東京消防庁：エスカレータに係る事故防止対策検討委員会報告書、平成 17 年 3 月