

視線の可視化で運転士を支える



鈴木 大輔
Daisuke Suzuki
人間科学研究部
人間工学研究室
主任研究員



菊地 史倫
Fumitoshi Kikuchi
人間科学研究部
人間工学研究室
主任研究員



小池 隆治
Takaharu Koike
株式会社エモヴィス

はじめに

鉄道の運転士は色々な異常事象に対応することが求められています。例えば、運転中に駅ホームから旅客が転落したり、踏切に車を取り残されたりすることがあります。それらを素早く見つけるためには、運転士がどこを見ているのかということが重要だと考えられます。何かを教えたり、動作を習得させたりする際にデータを使った客観的な説明をすることは効果があると言われています。運転士の視線においても「シ

ミュレーターでの運転を体験した後に、見ていたものや見ていた時間をもとに、運転中の前方の見方を振り返ること」が有効であると考えられます。本来、見ることができない視線を可視化することで、訓練効果を高め、運転士を支える研究に取り組んでいます。そのために、運転士に負担をかけることなく視線を計測する方法について検討し、訓練を受ける運転士が運転中に「何を見ていたか」をすぐに表示できるシステムを開発しました。

図1 運転シミュレーターに設置された視線計測装置



運転シミュレーターを用いた訓練

鉄道の運転士は色々な異常事象に対応することが求められています。このような対応力を鍛えるために運転シミュレーターを使った訓練が行われています。鉄道総研は、運転シミュレーターを使った訓練方法として、発生した異常事象に早く・正確に対応することに焦点を当てた「異常時対応能力向上プログラム」¹⁾を提案してきました。また、シミュレーターの運転を体験した後に、運転中に操作したことや考えたことについて、動画や運転データを使って思い出すことができる「振り返り支援システム」²⁾を開発しました。今

回はこのような運転シミュレーターに、視線を計測し、可視化する機能を追加しました。

運転シミュレーターで視線を計測する方法

視線を計測する方法には、眼鏡をかけたり帽子をかぶったりする「接触型」と何も装着しないで離れた位置にカメラを設置する「非接触型」があります。今回は、「非接触型」のEMR ACTUS（株式会社ナックイメージテクノロジー製）を使った視線計測の例を紹介します。EMR ACTUSは2台のカメラで頭と眼を撮影します。運転シミュレーターに視線計測装置を設置した様子を図1に示します。この装置の特長は、キャリブレーション（個人個人に対する事前の調整）をせずに視線を計測できることです。運転士の訓練で視線を計測する時には、「運転



図2 顔の向き範囲

士に負担をかけないこと」と「視線を計測されていることを運転士に意識させないこと」が重要です。そこで、キャリブレーションをせずに非接触で視線を計測できる方法を使うこととしました。

運転シミュレーターにおいて、運転士が「何を見ていたか」を計測するためには、「顔がどこを向いていたか」、前方画面内の「どこを見ていたか」、前方画面内の「何を見ていたか」の順に特定していきます。

まず、「顔がどこを向いていたか」について、頭の映像の画像解析で、顔の向き（前方、時刻表、速度計、運転台手元）を判定することとしました。顔の向きの範囲を図2に示します。視線を計測する範囲は装置の性能を考えて、運転シミュレーターの前方画面内としました。



近くに見える信号機の
画面内での位置

(A) 信号機から近い場所を走行している



遠くに見える信号機の
画面内での位置

(B) 信号機から遠い場所を走行している

図3 信号機などを検知し、前方画面内の「どこにあるか」を記憶して、データを作成している様子

次に、前方画面内の「どこを見ていたか」について、前方画面内に顔が向いていた時には、前方画面内の視線の位置を計測しました。

最後に、前方画面内の「何を見ていたか」を特定するために、走行している場所ごとに信号機などが前方画面内の「どこにあるか」を、OI-Editor (株式会社エモヴィス製) を使用して計

測しました。信号機などが前方画面内の「どこにあるか」のデータを作成している様子を図3に示します。運転士が「何を見ていたか」を判定する様子を図4に示します。シミュレーターでの運転が終わった後に、走行していた場所ごとに、信号機などが前方画面内の「どこにあったか」のデータと運転士が前方画面内の「どこ

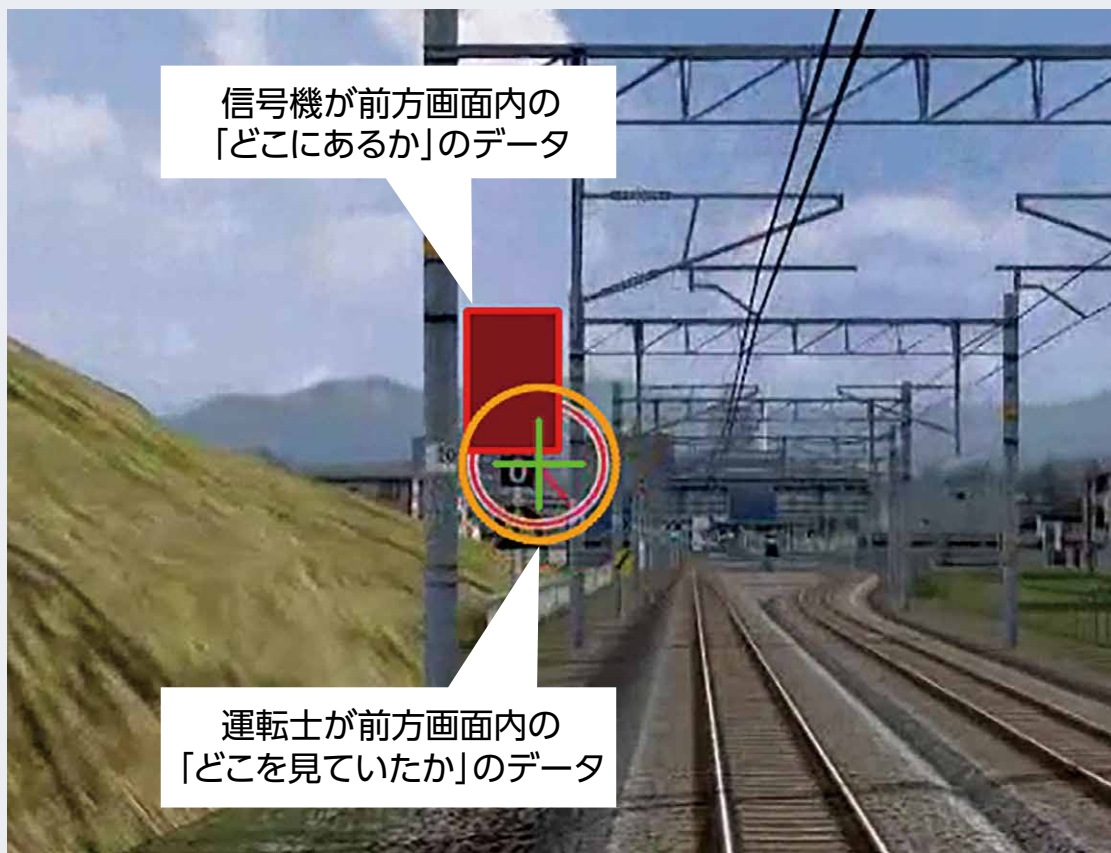


図4 運転士が何を見ていたかを判定する様子

を見ていたか」のデータを比べて、運転士が「何を見ていたか」を判定しました。このように、走行している場所ごとに、信号機などが前方画面内の「どこにあるか」を事前に調べておくことで、運転士が運転中に「何を見ていたか」を自動で判定できます。

視線を可視化するシステムの作成

視線を可視化するシステムの画面の例を図5に示します。「(1) 運転場面指定エリア」、「(2) グラフエリア」、「(3) 動画エリア」の三つがあります。

運転場面指定エリア

運転場面指定エリアでは、「駅から出発する時」や「踏切を通過する時」など、指導したい運転場面をあらかじめ決めておくことができます。実際の訓練では、例えばシミュレーター訓練の時間が60分で運転する時間が40分程度の場合、動画を見ながら振り返れる時間は20分程度し

か取れないことがあります。そのため、録画した動画を全て再生する時間はありません。運転場面指定エリアであらかじめ決めておいた運転場面を呼び出しながら指導することで、少ない時間でもヌケやモレがなく振り返りを行うことができます。

グラフエリア

グラフエリアでは、「顔がどこを向いていたか」と「何を見ていたか」が集計され、他の運転士と比べることができます。「顔がどこを向いていたか」のグラフを確認すると、例えば、「計器に顔が向いていた時間が長かった」といったことがわかります。また、「何を見ていたか」のグラフを確認すると、例えば、「踏切を通過する時に踏切を見た回数が少なかった」といったことがわかります。

動画エリア

動画エリアでは、「どこを見ていたか」を可視化して指導できます。例えば、走行している

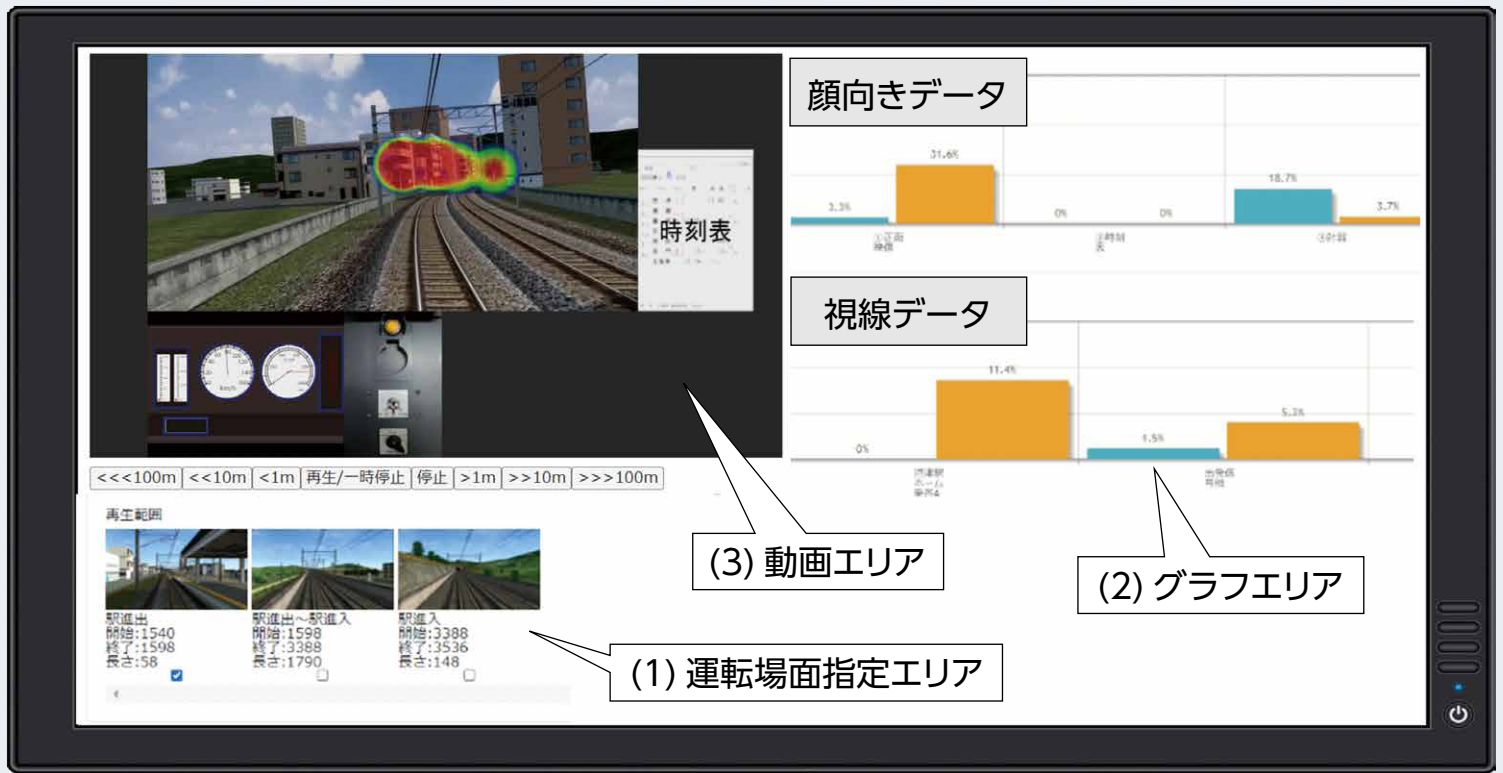


図5 視線を可視化するシステムの画面の例

位置が同じ時に、全く同じ風景の中で「何を見ていたか」の違いをわかりやすく示すことができます。

どのように使うか

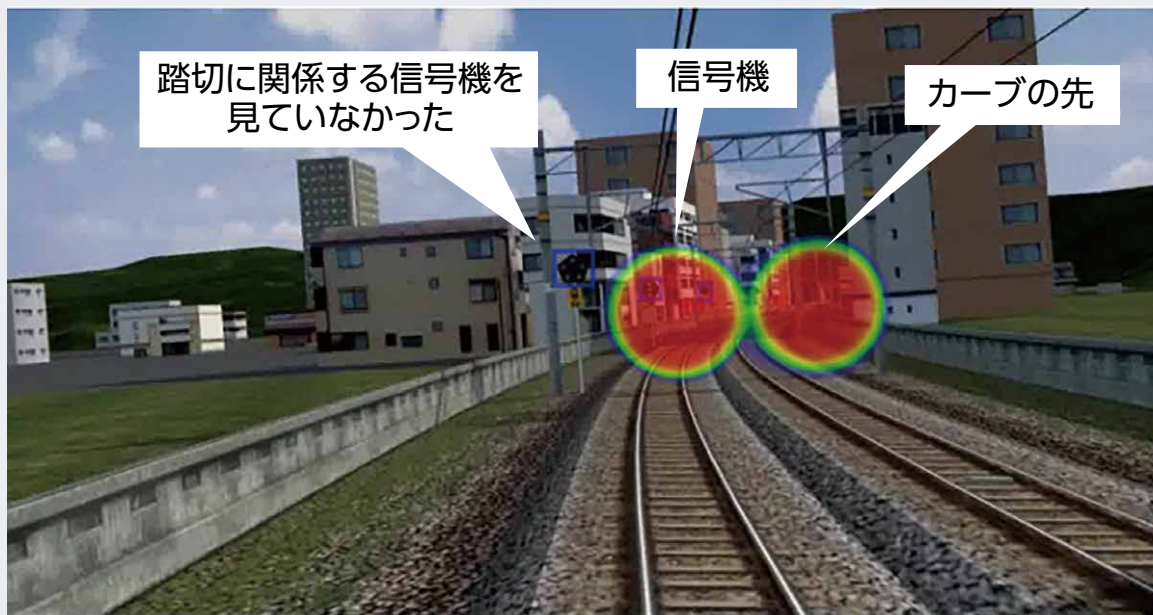
視線を可視化するシステムの使い方のイメージを、ベテラン運転士のデータと比較する場合を例に説明します。まず、比較用のデータとするベテラン運転士に運転してもらいます。運転が終わったら、シミュレーター訓練を実施する指導員は、ベテラン運転士から、運転中に「何を見ていたか」や「何に気を付けていたか」などの話を聞きます。例えば、カーブのすぐ後の踏切に気を付けていたなどです。指導員は、話を聞いた結果を参考に、指導したい運転の場面を決めます。例えば、カーブの手前から踏切を通過するまでなどです。また、それぞれの運転場面で、運転士が見るものの中で比較したいものを決めます。例えば、信号機、踏切本体、踏切警報灯などです。

次に、訓練を受ける運転士に運転してもらい

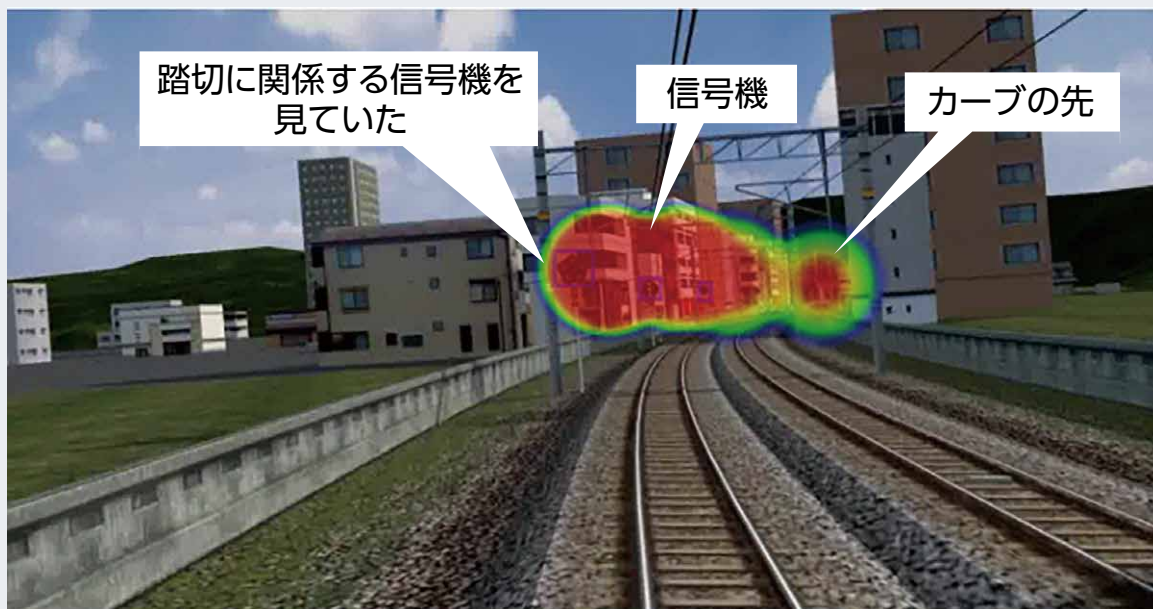
ます。運転が終わったら、指導員は、運転中に「何を見ていたか」のデータを表示して、ベテラン運転士との違いを説明します。例えば、カーブから踏切を通過するまでに、ベテラン運転士は踏切に関する信号機をよく見ていたが、訓練を受ける運転士は見る回数が少なかったなどです。この後、指導員は、可視化された視線のデータを見ながら指導をします。訓練を受ける運転士とベテラン運転士が「何を見ていたか」を比較した例を図6に示します。同じ風景の中で見ていたものを比較すると、訓練を受ける運転士は踏切に関する信号機を確認せずにカーブの先の方を見ていたのに対して、ベテラン運転士はカーブの先の方だけでなく踏切に関する信号機もしっかり見ていたことがわかります。このように、指導員は、「何を見ていたか」の傾向を把握したうえで、可視化された視線データで具体的な改善点を指導することができます。

おわりに

本来、見えない視線を可視化することで、運



(A) 訓練を受けた運転士の例



(B) ベテラン運転士の例

図6 「何をしていたか」を比較した例

転士の訓練を支えるシステムを紹介しました。訓練は、一般の方からは見えないところで実施されていますが、鉄道の安全のために重要なものです。見えないところで日々、訓練している運転士を支える研究を、これからも続けていきたいと思ひます。

謝辞

本システムの作成においては、北海道旅客鉄

道株式会社および西日本旅客鉄道株式会社の関係者の皆様に多大なご協力をいただきました。誠にありがとうございました。RRR

文献

- 1) 喜岡恵子：運転士の心的スキルアップで異常時に備える，RRR，Vol.66，No.9，pp.27-30，2009
- 2) 小美濃幸司，遠藤広晴：異常時の運転を自ら振り返るシミュレーター訓練，RRR，Vol.70，No.4，pp.20-23，2013