

生理指標を活用した運転士状態推定の基礎的検討

中川千鶴 秋保直弘 吉江幸子 小島崇 渡部貴浩 鈴木綾子

頭部全体を測定する高密度脳波や自律神経系指標、視線、行動などを運転シミュレータ操作中に測定できる、生理情報複合計測システムを構築しました。また、鉄道運転シミュレータを用いて、運転時の脳活動を含む生理計測実験を実施しました。この結果、アクシデント発生時（線路内支障物の発見時）、適切な行動までの時間が長かった実験参加者において、特徴的な脳波変化が観察されました。また、日常的に生じる程度の緊張や集中状態は、全ての被験者に共通するような生理変化は見出されず、個人ごとに異なることが確認されましたが、その一方で、個人内であれば再現性があることがわかりました。

今後は、これらの知見をもとに、脳波と自律神経系の個人内の再現性がある反応パターンを抽出して、運転士の生理心理状態を推定する方法を開発し、将来的には運転士支援システムの実用化につなげたいと考えています。



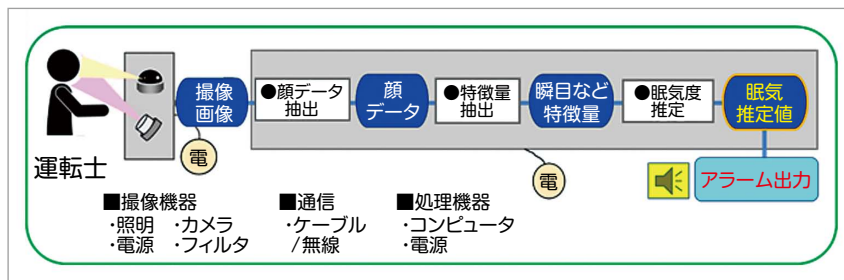
構築した生体情報複合計測システム

運転士の支援に向けた眠気検知手法の開発

水上直樹 長峯望 中曽根隆太 畠山直 羽山和紀 蔡東生 董然

列車運転中の運転士の眠気（眠気度）を推定し、一定程度以上の眠気が発生した場合に、警告情報を出力するシステムの開発を目的とし、研究を行いました。列車運転シミュレータを運転中の被験者の顔の画像解析により、瞬目などの特徴量から眠気特徴量を抽出し、主成分回帰分析により眠気度の推定式を作成しました。また、この推定式とは別に、瞬目などの特徴量に対して、周波数分解能が高く時間追従性に優れたヒルベルト-ファン変換を適用し、眠気発生時には、顔の微細な上下動揺が生じていることを見出しました。

リアルタイム処理を前提として、カメラを選定して、眠気度の信号に応じて運転士に注意喚起のアラームを発する装置を試作しました。今後は、個人差への対応について深度化を図るとともに、営業運転中にみられる西日などの光環境条件への対策及びアラームの出し方などについての検討を行う予定です。



システムの全体構成

異常事象に気付く運転士の注視行動

鈴木大輔 山内香奈 松浦理

運転中に前方に発生する異常事象に気付くかどうかに着目すると、運転士の注視行動のあり方が重要だと考えられます。本研究では視線検知装置付き運転シミュレータを用いた異常時対応訓練における視線データ（図参照）を分析し、異常事象を発見できた運転士（発見群）と発見できなかった運転士（非発見群）の注視行動の違いを明らかにすることを目的としました。高速走行（約90km/h）と低速走行（約15km/h）の2つのシナリオを分析対象としました。発見群は、高速走行では比較的遠くの正面を長い時間注視していることが多く、前方を奥行方向に深く見ていると考えられました。低速走行では比較的近くの注視点の移動範囲が広く、前方を左右方向に広く見ていると考えられまし

た。これらは、運転士の育成において、「事象が重複した場合に、どこに注意が向いていたのか」等を指導する際に参考となる視線データであると考えられます。

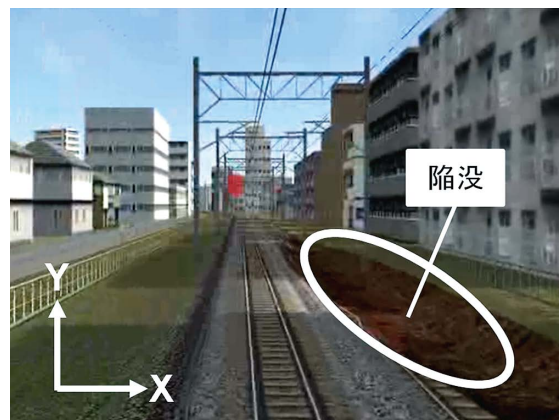


図 異常事象（陥没）の様子<赤印は注視点の例>

ヒューマンエラーリスク評価による高速適応検査の必要性の検討

井上貴文

新幹線運転士になるための適性検査の項目は、在来線にはない高速適応検査が含まれています。一方、新幹線のシステムの安全性からみまると、その必要性は低いという声もあるようです。そこで、新幹線運転士のエラーによる事故リスクは、在来線運転士のリスクよりも小さく、新幹線運転士に特有のエラーはないという仮説を検証しました。最初に事故実績による評価を行い、次に階層分析法により、ある鉄道事業者のエキスパートがリスク評価を行い、最後に別の鉄道事業者のエキスパートがリスク評価を行いました。その結果、いずれの評価結果も新幹線運転士のエラーによる事故リスクは在来線運転士のリスクよりも小さいと

いう仮説を裏付けるものでした。また、エキスパートにより新幹線と在来線の運転士のエラーを抽出して比較したところ、両者に本質的な差異はありませんでした。以上より、高速適応検査を行う必要性は低いと判断しました。

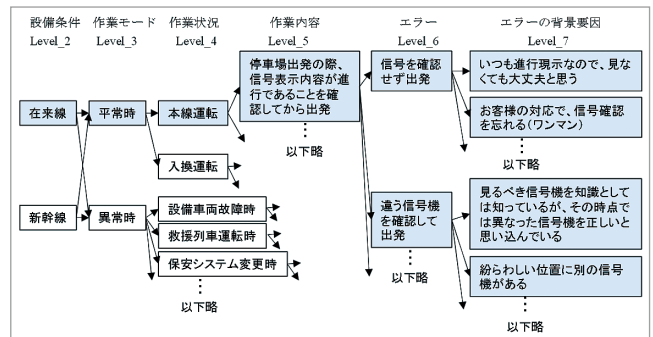


図 リスク評価のための階層構造の概要

列車事故時の乗客挙動解析によるロングシート乗客の被害推定と対策

中井一馬 鈴木大輔 榎並祥太 沖野友洋 高野純一

万が一の事故を想定して、車内設備設計の観点から乗客被害を抑えることを目的とした研究に取り組んでいます。列車事故時のロングシート乗客の安全性を評価するため、人体挙動シミュレーション手法(車両内装品への衝突時の乗客の傷害評価が可能)で使用する車内設備モデルとして、ロングシート端部の袖仕切りを有限要素でモデル化しました。本モデルを用いて、踏切事故を想定したケーススタディを実施することで、着座位置による安全性の違いを評価しました。その結果、図に示すように、袖仕切りから2席目あるいは3席目に着座した条件において、袖仕切りとの衝突が原因で頭部傷害発生リスクが高まること分かりました。また、この場合の対策として袖仕切り内のフレームの

板厚を変更する、ロングシート中間に手すりを付加するといった設計により、被害軽減効果がみられることが確認されました。

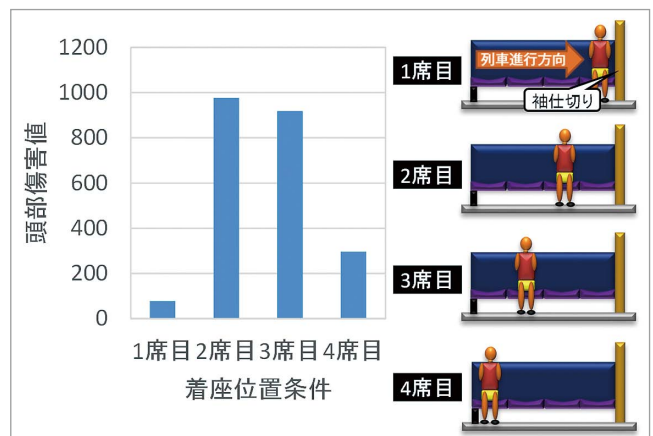


図 列車衝突時の着座位置毎の頭部傷害値の比較

列車乗降時の踏外し要因の基礎研究

斎藤綾乃 秋保直弘 山内香奈 遠藤広晴 榎並祥太

列車とホーム間の隙間への踏外し防止に役立てるため、乗降時に隙間をまたぐ際の足運びを調べました。隙間の構成要素として、列車とホーム間の隙間幅と段差、およびカントによる車体傾斜をとりあげ、これらを簡便に変更できる実験装置を作成し、隙間の直前直後の足の位置を計測しました。乗降口へのアプローチ方向(図)の影響も把握しました。のべ74人が参加しました。

その結果、乗車時も降車時も、車内側の足の位置は隙間幅によらず一定であり、隙間幅や車体傾斜の影響を受けて位置が変わるのはホーム側の足であることが明らかになりました。また、乗降口へのアプローチ方向によって隙間に対する踏み切り足の角度が変わることが明らかになりました。例え

ばホーム縁端を移動して乗車する場合、足が隙間に対して約44°斜めになり、そのことにより隙間に垂直な場合と比較して足の有効寸法が28%縮小することが明らかになりました。



図 実験装置と乗降ドアへのアプローチ方向

優等列車内において乗客が感じる温熱快適性の季節差の研究

遠藤広晴 菊地史倫 斎藤綾乃 伊積康彦 林伸明

列車内の温熱環境は乗客の快適性に影響を及ぼす重要な要因の一つです。より快適な車内温熱環境を実現するためには、乗客の温熱快適性の特徴について理解を深める必要があります。

本研究では、先行研究で実施した冬季の優等列車内での被験者実験に引き続き、夏季において同様の実験（一般の鉄道利用者延べ44人が参加）を実施し、乗客が感じる温熱快適性の季節差を検証しました。その結果、同じ暑い環境でも、夏季は発汗を相対的に強く感じ、冬季よりも不快感が増大することを確認しました。また、現在、建物室内の温熱指標として利用されているPPD（予測不満足率）指標

を適用した場合、冬季と比較して夏季の予測精度が悪化する（最大44.3%ptの誤差）ことを確認しました。本研究により、優等列車内において乗客が感じる温熱快適性には季節差があることがわかり、その季節差を考慮した新たな車内温熱快適性指標が必要であることを確認しました。



図 優等列車内での被験者実験の様子

駅トイレの温水洗浄機能に対する利用者意識

京谷隆 川崎たまみ 吉江幸子 山内香奈 池田佳樹

駅トイレに導入されている温水洗浄機能（以下、「CF」と略記）に対する利用者の意識を把握するため、モニター調査とWeb調査を実施しました。

その結果、駅トイレのCFを使う利用者は、CFの更なる導入を期待し、導入によって駅のイメージが良くなると考えている割合が高いことがわかりました。他方、CFを使わない利用者は、導入をあまり期待していないこともわかりました。しかし、一般的なCFの普及率は、1992年から年を追うごとに増加し、自宅トイレを含め2017現在で約80%に達しており、駅トイレと比較して自宅ではCFを使う割合も高いことも明らかとなりました。以上のことから、今後はCFを使う人が増え、それに伴って駅トイレへ

の導入に対するニーズや、CFの存在が駅のイメージアップに繋がると考える利用者が増加すると推察されました。

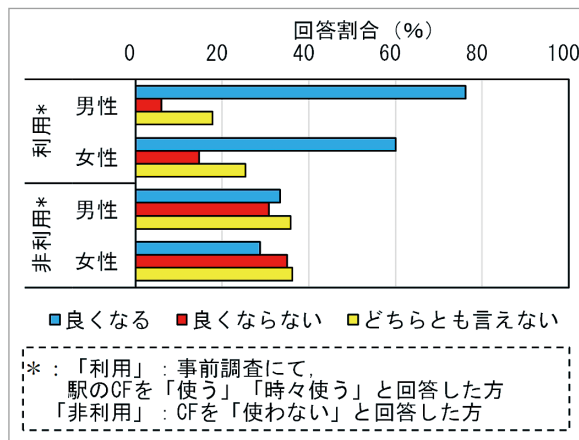


図 温水洗浄機能 (CF) の導入により、駅のイメージが良くなるか? (Web調査)