

6 操作しやすい運転台の開発

— 運転台画面案のアンケート調査結果について —

藤澤 厚志* 西本 嗣史 宗重 倫典**

* 現 近畿統括本部施設課 ** 現 技術部

1 目的

本研究は、より操作しやすく間違えにくい運転台を開発し、次世代車両に反映させることを目的として、社内で横断的に取り組んでいるテーマです。これに関連する取り組みとして次世代車両の運転台の画面表示について検討するために、運転士を対象としたアンケート調査を実施したので、その結果を報告します。

2 アンケート調査の概要

(1) 運転台のイメージ

運転台は正面に2面、側面に1面の液晶画面を配置したタイプを想定しました。液晶画面を多く配置することによりこれまでの運転台と比べて様々な情報表示が可能となり、表示の自由度が向上します。

「なぜブレーキが作動したのか？」など、運転士の状況認識を支援するための新たな情報出力の表示方法等について調査をしました。今回の調査

で想定した運転台のイメージと情報の表示領域について図1に示します。関係箇所と調整を行った結果、主に赤線で囲った領域に新たな情報を表示する際に絞って課題や問題点を検討することになりました。



図1 運転台のイメージと情報表示領域

(2) 調査協力者

調査は、平成24年11月に当社在来線運転士59名の協力を得て実施しました。支社別の内訳は、金沢支社4名、近畿統括本部23名（京都6、大阪13、神戸4）、和歌山支社2名、福知山支社4名、岡山支社4名、米子支社2名、広島支社20名です。

調査協力者の年齢は24～58歳、平均年齢は32.6歳でした。乗務経験年数別では、5年未満の若手が17名（28.8%）、5年以上10年未満の中堅が24名（40.7%）、10年以上のベテランが18名（30.5%）でした。

(3) 実施の概要

調査にあたってはデモ機を準備し、画面案の表示等を確認してもらい、アンケート設問への回答を得ました。また、表示画面の設置卓上に 225 系電車運転台のマスコンやブレーキハンドルを表示し（図 2）、調査協力者が運転台での配置等をイメージしやすい様に配慮したほか、運転士位置に座席を置き、運転姿勢での視認状態を確認してもらいました。



図 2 デモ機設置状況

3 アンケート調査の結果と考察

(1) 主な評価のポイント

評価のポイントとして、①表示メッセージのわかりやすさ、②文字色・配色の見やすさ、気付きやすさ、③適切な表示位置、に着目し、アンケートを作成しました。これらの着目点についてのアンケート項目（総数 36 問）への回答結果を得ました。

(2) 評価の基準

選択肢は 5 段階評価（例えば「わかりやすい・ややわかりやすい・どちらでもない・ややわかりにくい・わかりにくい」）を基本として、「わかりやすい・ややわかりやすい」等の良い側を「高評価群」とし、「わかりにくい・ややわかりにくい」等の芳しくない側を「低評価群」としました。より良い表示方法を目指すために、課題や問題点の抽出に重きを置いて、回答結果の低評価群の割合が 10%未滿を達成度の目安にしました。10%以上のものは改善の余地があるとして、自由記述等をもとに課題や問題点について考察しました。

(3) 主な結果と考察

①「表示メッセージのわかりやすさ」について

停止信号への進入や制限速度を超過した場合などは、警報音鳴動とブレーキ作動による速度制御（パターン制御という）が行われます。今回、これに加えて「なぜブレーキが作動したのか？」について側面画面へブレーキ作動要因の表示が可能となることから、この表示メッセージがわかりやすいかについて調査を行いました。

例えば、図 3 に示すように停止信号に進入した際は停止信号パターンや一定パターンによるブレーキの制御が行われます。図 3 の場面①では非常ブレーキが作動し、場面②では常用最大ブレーキが作動します。設問ではこの時の側面画面への表示に

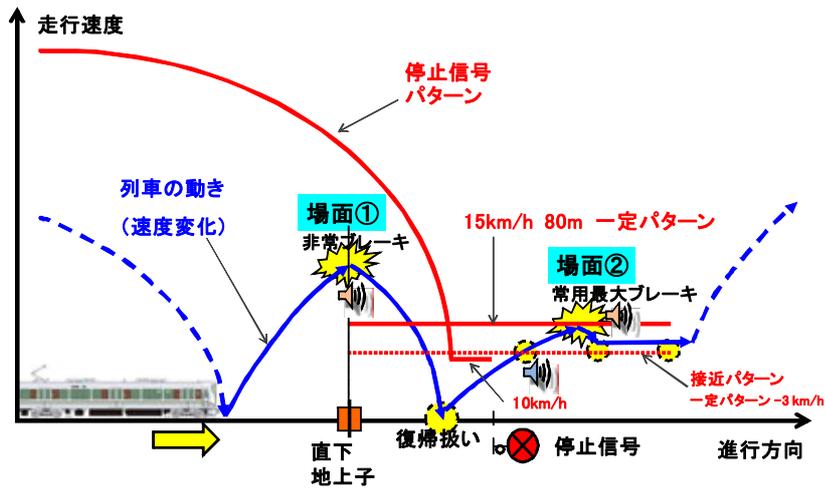


図3 停止信号進入時のブレーキ制御のイメージ



図4 表示メッセージ

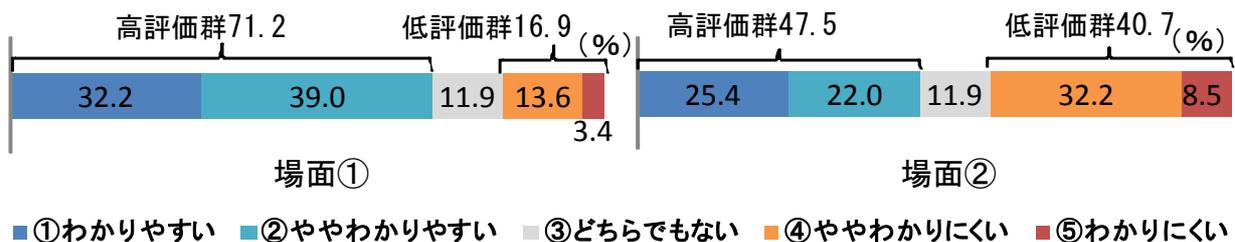


図5 表示メッセージのわかりやすさ

ついて質問しました。場面①と場面②での表示メッセージについて図4に示します。

場面①と場面②の5段階評価の結果について、図5に示します。場面①では高評価群が71.2%、低評価群が16.9%であり改善検討の余地がある結果でした。また、場面②では、高評価群が47.5%、低評価群が40.7%と更に評価が低く改善の検討を要す結果でした。

自由記述には、場面①の「即時停止」の表現に対するわかりにくさを指摘するものが多くあり、「直下動作」などを用いたほうがわかりやすいと具体的に指摘する意見も見られました。場面②では、常用最大ブレーキの作動状態に対し、表現の中で「非常」と「常用最大」が混在して使われており、わかりにくいとの意見が多数ありました。その他には「文章が長い」「括弧書きが多い」などの回答がありました。

図4を見ると「即時停止」「パターン」「受信」等の仕様やシステム用語の組み合わせによる表現が多く見られます。自由記述からもこれらが必ずしもユーザ（運転士）にとってわかりやすいとは限らないと推測されました。システム作動内容とズ

レや誤解を生じないことを前提に、運転士が日常使用する用語に考慮した表現を用いることが望ましいと考えられます。

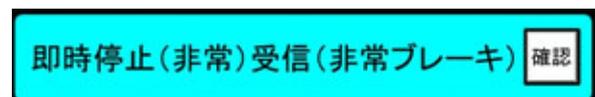
また、場面②に関しては、ブレーキ種別との混同がない様に、作動要因の表現中には「非常」表現を避けたほうが望ましいと考えられます。また、ブレーキ種別（状態）と作動要因（原因）を分類し2行に分けて表記することも考えられます。「文章が長い」「括弧書きが多い」に関することとして、ユーザが情報を効果的入手するためには、「簡潔性」が有効であると言われております^{1) 2) 3)}。また、表記内容の順序や括弧の使い方のルールなどの「一貫性」も有効であると言われており、これらを配慮することが望ましいと考えられます。

なお、A T S - P線区に乗務する運転士（35名）で集計すると、低評価群が場面①で11.4%、場面②で31.4%であり、A T S - P線区に乗務しない運転士（24名）での結果（低評価群場面①で25.0%、場面②で54.2%）に比べて良い評価を選択する傾向が見られました。パターン制御への慣れ、不慣れが結果に影響を及ぼしているものと思われます。A T S - P線区に乗務する運転士に高い評価の傾向が見られることから、新たに導入した際にも習熟が進むにつれて評価が改善するものと思われる。

② 「文字色・配色の見やすさ、気付きやすさ」について

側面画面にブレーキ作動要因の表示を行います。表示の文字色・配色については、運転操縦を妨げないようにとの意図から、比較的落ち着いた色合いとして背景にシアンを用いた表示案を基本としています。

一方で非常ブレーキ作動の場合は、よりわかりやすく表示したほうが良いとの考え方もあるため、図6に示す3つの表示方法について比較を行いました。基本表示案の「シアン背景+黒文字」を表示①、非常であることを意識させるため、背景色を赤とした「赤背景+黒文字」を表示②、既存のモニタ装置で用いられている警報表示方法「赤背景+白文字」を表示③とし、適切な文字色と配色について評価を行いました。



表示① シアン背景+黒文字



表示② 赤背景+黒文字



表示③ 赤背景+白文字

図6 非常ブレーキ表示3条件

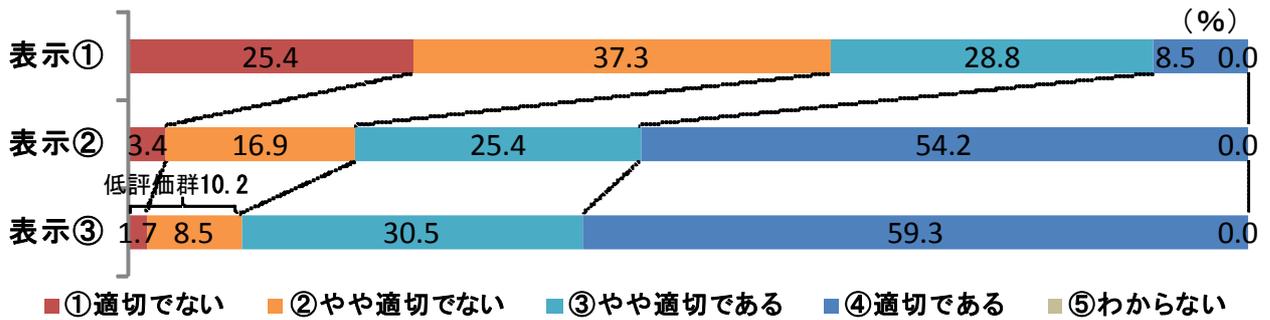


図7 文字色・配色の見やすさ、気付きやすさ（非常ブレーキの表示）

結果は図7に示すとおり、表示③が低評価群 10.2%と最も高い評価でした。なお、表示③について運転台にモニタ表示装置等が付いている車種に乗務する運転士（39名）での集計を行うと低評価群が 7.7%を占めていました。

表示③が比較的高い評価であった理由の一つとして、既存のモニタ表示装置等への表示ルール「赤背景＋白文字」と整合していることがあげられます。このことは、モニタ表示装置等の付いている車種に乗務する運転士の評価が高評価であることから推測されます。また、「一貫性」の観点から同一画面内の表示色のルールは警報等の既存表示を考慮して一貫性を持たせたほうが望ましいと考えることができます。一方、画面表示の視認性の観点においては明度差の確保が重要であり、表示③は明度差が十分確保されており適切と考えられます。なお、表示③と比較して表示②は明度差が小さくなっています。

前面左画面へ表示する情報についての文字色・配色の評価も行いました。

「閉そく指示運転」を例に、図8の画面案について、文字色・配色の総合的な評価のほか「読みやすさ」「気付きやすさ」「わずらわしさ」の観点での回答を得ました。

閉そく指示運転とは、前方閉そく信号機が停止現示で停車した際、1分以上経過した後、運転士の見通せる範囲で先行列車及び前途に異常が無いことを確認した場合に、指令による状態確認・許可のもと、危険と認めた場合に直ちに止まれる速度（制限速度 15km/h 以下）で停止信号を超えて進む運転のことです。

表示方法は、「黒背景＋シアン文字」とし、画面左上の領域に表示して調査しました。文字色・配色の適切さの評価については、図9に示すとおり低評価群が 15.3%であり、改善の余地があるとの結果でした。図10に示す観点別では特に「気付きやすさ」について低評価群が 37.3%であり、改善の検討を要す結果でした。自由記述には、「気付かない」「注意喚起は黄色が良い」「青は安全をイメージする」等の意見が見られました。



図8 前面左画面への情報表示



図9 文字色・配色の評価（総合評価）

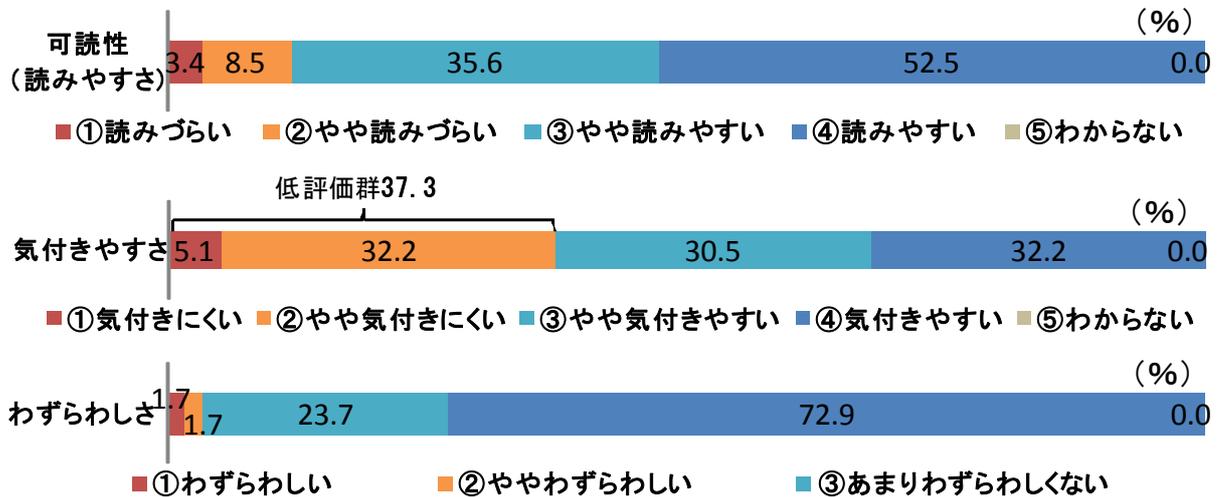


図10 文字色・配色の評価（可読性、気付きやすさ、わずらわしさ）

回答結果からはシアンによる表示方法の評価が低く、気付きやすい表示方法への改善検討が必要と考えられます。情報は、「黒背景+シアン文字」の方法で一律に表示されますが、運転士の回答には、「閉そく指示運転」は赤信号区間を運転士が状況判断をしながら注意して走行することから、注意や警告を意識する、「黄」や「赤」の表示色が良いとの意見が多くありました。日常生活場面においても「黄色は注意」「赤色は危険」のルールが広く一般に定着しており、鉄道信号においても黄色は注意現示、赤色は停止現示で用いられます。一方で青色は直感的には正常や進め（鉄道信号では進行現示）と認識しやすいと考えられ、この表示の場合、青色と同系色のシアンから直感的にとらえた「正常」「進め」との認識と、文字が意味する「注意」との認識の間にズレが生じ、情報の認知過程で精神的負担が増すことが懸念されます。このことから、情報内容を分類・整理し、表示色を使い分ける方法等へ改善を図ることが人間工学的にもより適切であると考えられます。

他の手法としては、表示枠の強調、時間変化として明滅などの強調表示もあり、聴覚表示を併用することにより状態変化に気付かせることも効果的な手法として考えられます。

③ 「適切な表示位置」について

図1に示したとおり、前面の2画面ともに情報を表示する場所があります。左画面の左上領域への表示を基本としていますが、情報を表示する場合の適切な表示位置・表示方法について調査を行いました。例えば、「閉そく指示運転」時の情報表示について図11に示す3つの表示方法の評価を行いました。表示①は前面左画面の左上に文字表示、表示②は表示①に加えて前面右画面の速度計目盛の制限速度上限15km/h付近にマーカ（三角の図形）を表示、表示③は前面右画面の速度計上部に文字表示としました。

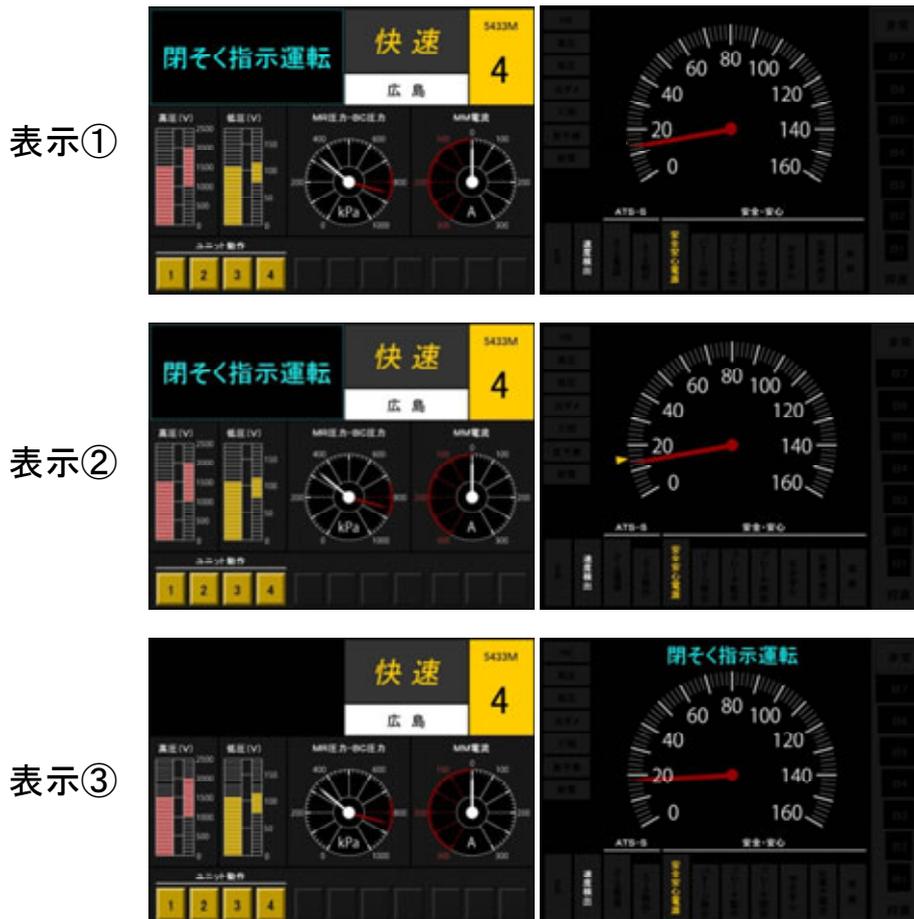


図11 適切な表示位置（3条件）

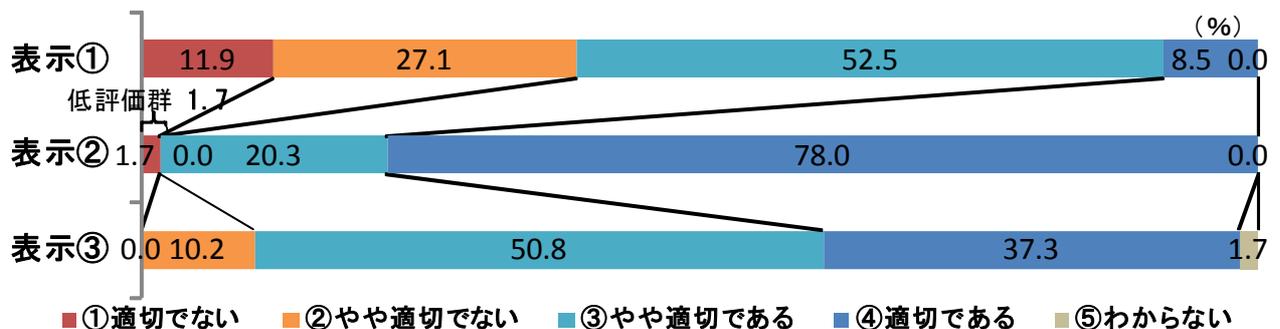


図12 適切な情報表示位置

回答結果は図 12 に示すように、表示②の低評価群が 1.7%で最も良い評価でした。速度計にマーカ表示を付けたことで条件②の評価が大きく向上しました。結果からは表示②の方法は十分に良い評価と考えられますが、表示①と表示③を比較した場合、表示③の評価が高いことから、表示③の速度計上部にマーカを付加した場合にさらに評価が良くなる可能性があると考えられます。

運転操縦時の視線の動きは、信号機等の前方看視対象と速度計との相互間の移動が主体であることが安全研究所での調査でも明らかになっています。このことから速度計上部は視線移動時により視野に入りやすく評価が良くなったことが考えられます。一方で全ての情報を速度計上部に表示することを考えると、運転士にとって必要性の低い認識の情報が表示された場合には運転操縦に悪影響を与える可能性も否定できないため、表示する情報について十分考慮しておく必要があると思われれます。

4 まとめ

アンケート全般を通しての評価は概ね良好な結果が得られていますが、今回のアンケート調査では「メッセージ表現」や「文字色・配色」等について、さらに良い画面表示方法とするための改善検討のポイントが明らかになりました。また、その他の調査項目についても運転士の評価や貴重な意見などを得ることができました。

なお、今回のアンケートでは、前述のとおり前提条件のもとで評価を行いました。しかしながら、前提となった表示部分については今後の変更・修正の可能性があり、変更等が今回の結果に影響を及ぼす可能性は否定できません。新たな情報や運転支援機能の追加も考えられることから、個別システムの局所的な適正化だけではなく、運転台全体を考えた全体の最適化が望まれます。今後に向けては、表示する情報の内容についての整理（重要度や緊急度など）も大切であり、これらを考慮した表示インタフェースの検討や標準・ルールづくりが必要になってくるものと思われれます。平成 25 年度以降も引き続き人間工学に基づく次世代運転台機器配置モデルの提言を目指して取り組みを推進していきたいと考えています。

なお、本研究を進めるにあたり多くのおみなさまから多大なご協力・ご支援をいただきましたことを、心より感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 山岡俊樹、鈴木一重、藤原義久：構造化ユーザインタフェースの設計と評価、共立出版、2000
- 2) 菊池安行、山岡俊樹：GUI デザイン・ガイドブック、海文堂出版、1995
- 3) 海保博之、加藤隆：人に優しいコンピュータ画面設計、日経 BP 出版センター、1992