

新幹線運転台におけるヒューマンインタフェースの研究

樋口 英孝[†]

東海旅客鉄道株式会社[†]

1. はじめに

東海道新幹線は、平成 15 年秋の品川駅開業にあわせ営業車両を 300 系 700 系に統一、全列車最高速度 270km/h 運転を実現した。これら新型車両の運転台は、高速域における定時運転を支援するため、従来車両よりも格段に高い機能を有しており、それゆえ運転士には大量かつ複雑な情報処理が要求されている。今回、運転台におけるインタフェースの評価試験を実施したので、その概要と分析結果について報告する。

2. 新幹線運転台

新幹線運転台を図 1 に示す。運転士の正面に速度計と運転情報表示装置を、その周辺に車両モニタ装置や各種表示灯、スイッチ類を配置している。



図 1 新幹線運転台
Fig.1 Driver's Cab of Shinkansen

速度計は先行列車との距離や進路の条件に応じた許容運転速度（ATC 信号）と列車の運転速度をデジタルとアナログの 2 方式で表示している。

運転情報表示装置は最高速度 270km/h 運転の開始にあわせて導入した装置で、カーブ・徐行等による速度制限区間や次の駅までの距離と残り時分などを表示し、定時運転を支援している。

車両モニタ装置は各種機器の状態を運転台に表示し、機器動作状況の確認や車両故障が発生した場合の応急処置などを支援している。

運転士はこれら大量な情報の中から、その状況に応じて必要な情報を取捨選択し、さらに天候、乗車率、乗り心地、省エネなどさまざまな要素を考慮した運転操縦を行っている。

3. 試験概要

本研究では運転関係の情報を表示する速度計と運転情報表示装置について、情報の表示形式や配置などを再構成したインタフェースによる模擬運転を行い、その評価を行った。試験装置は図 2 に示すとおり、運転士の養成や各種訓練に使用している運転台シミュレータに、各種インタフェースを設定する装置とさまざまな模擬運転環境を再現する装置を接続して構築した。



図 2 試験装置
Fig.2 Experimental Equipment

インタフェースの評価は、満足度、見やすさ、違和感、慣れやすさ、運転操縦の変化等について、模擬運転後に質問紙やヒアリングで抽出するとともに模擬運転中にアイマークレコーダーで記録した注視点について分析した。本論文では速度計と運転情報表示装置の表示情報について、情報量や表示形式を変更せず、一画面に集約したインタフェースの評価と分析結果について述べる。

4. 評価試験の効果

4.1 運転士による主観的評価

速度計と運転情報表示装置を一画面に集約したインタフェースと、現行方式である二画面に表示したインタフェースについて、質問紙やヒアリングで抽出した主なコメントと満足度の平均(10点満点)を表 1 に示す。

表 1 インタフェースの評価結果
Tab.1 Evaluation Results of Experimental Interfaces

	コメント	満足度
一画面	:必要情報が効率的に取得可能 x:ごちゃごちゃした感がある	8.5
二画面	:表示がスッキリしている x:2画面を見るのが煩わしい	6.6

A Study on Human Interfaces for the Shinkansen Driver's Cab.

[†] Hidetaka Higuchi, Central Japan Railway Company.

現行方式の二画面よりも一画面に集約したインタフェースの方が高い満足度となった。これは表1に加え“視線移動が少なく疲れない”“総合的に判断しやすい”等のコメントから、運転士は速度計と運転情報装置の情報を総合的に判断して運転操縦を行っており、両者を一画面で確認可能なインタフェースの方が運転しやすいという評価になったと思われる。その反面“ごちゃごちゃした感がある”というコメントに加え満足度平均も8.5にとどまったことから、一画面に集約したインタフェースでも、試験で使用した表示仕様には改善の余地が残っていることが分かった。

4.2 注視点分析による客観的評価

模擬運転における注視点分析について、注視回数比率の高い情報を表2に、一駅間の運転全体を通した注視点分析例を図3に示す。円の大きさと数字は注視回数比率を、円を結ぶ矢印の太さは注視点間の移動比率を、四角の点線は各情報の表示装置を示す。なお注視回数比率の低い情報、移動比率が低い注視点間移動については省略した。

表2 注視回数比率の高い情報

Tab.2 Repeatedly Gazed Information on Interface

情報	表示内容
ATC信号*	先行列車との距離や進路の条件に応じて算出される許容運転速度
列車速度*	列車の運転速度
残距離残時分	次の駅までの距離と残り時分
ナビ速度	次の駅まで時刻どおりに運転するための目安となる目標速度
パターン	先行列車や減速区間までに列車を安全に停止・減速させるブレーキ曲線

*デジタルとアナログバーの2方式で表示
車外等 11.5%

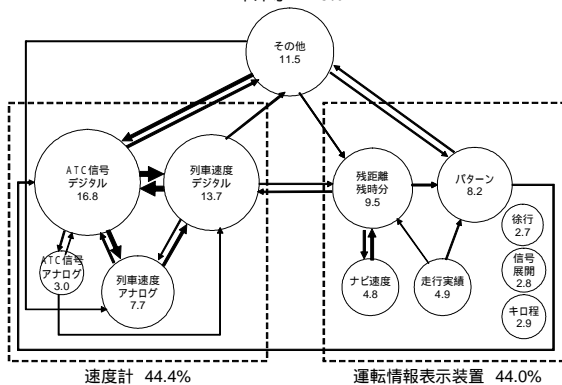


図3 一駅間の運転全体を通した注視点分析
Fig.3 Eye-Tracking Network through one Operation

運転全体を通した注視回数は、速度計と運転情報表示装置でほぼ同じである。注視点の移動については速度計内相互間、運転情報表示装置内相互間と速度計・その他間が比較的多く、速度計・運転情報表示装置間にはあまり見られない。よってこの分析結果からは一画面に集約したインタフェ

ースの優位性を裏付けることはできない。しかし運転士は、駅を発車してから次の駅に到着するまで同じ作業を繰り返しているわけではない。運転中の場面に応じて運転操縦を変化させており、それゆえ必要とする情報や必要度も変化する[1]。そこで一駅間の運転から時刻どおりに運転するための速度調整を行っている状況における注視点抽出し、同様の処理を行った結果を図4に示す。

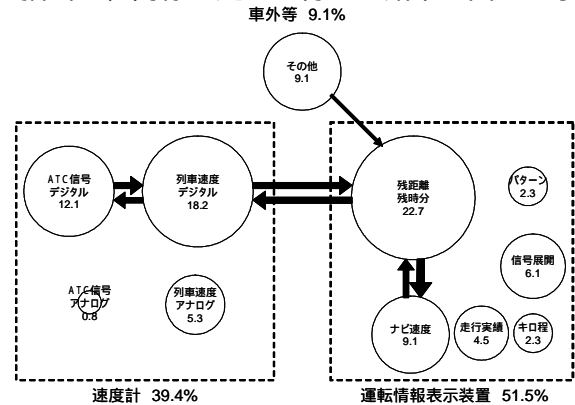


図4 特定状況下における注視点分析
Fig.4 Eye-Tracking Network of a particular situation

運転全体を通した分析ではあまり目立たなかった列車速度デジタル・残距離残時分間、残距離残時分・ナビ速度間の注視点移動が増えていることが分かる。これは速度調整を行っている状況において、次の駅までの距離と残り時分から時刻どおりに運転するための平均速度を算出し、現在の列車速度やナビ速度との比較を行い、また必要により列車速度を調整するといった運転操縦を裏付けている。

運転士には安全への配慮とともに列車を時刻どおりに運転するという使命があり、通常時はこの運転操縦の比重が高い。つまり図4に示した視線移動を伴う作業が運転操縦の重要な要素となっており、これが主観的評価において速度計と運転情報表示装置の情報を集約した一画面インタフェースが二画面よりも高い評価を得た要因の一つであると推測される。

5. まとめ

本研究では運転操縦に関するノウハウなどさまざまなデータが得られ、そのうち主観的評価については客観的数値を用いてその要因を分析した。本論文ではその一部しか紹介できなかったが、より機能的で使いやすい運転台の実現に向けて、これらのデータを活用してゆく所存である。

参考文献

- [1] 樋口英孝, 矢野浩仁: 次世代列車運転環境評価について, FIT2003 講演論文集, 459-460, 2003