

# 人間科学分野の最近の研究開発

人間科学研究部  
部長 鈴木浩明

## 1. はじめに

鉄道では、1963（昭和 38）年に旧国鉄が鉄道労働科学研究所（鉄道労研）を設置して以来、ヒューマンファクタ研究への組織的な取組みを継続してきた。その活動は現在、財団法人鉄道総合技術研究所（鉄道総研）に引き継がれており、心理学、人間工学、信頼性工学等の研究者が、鉄道の「安全・安心」と「快適・便利」をキーワードに、数多くの研究開発テーマに取り組んでいる。本発表会では、鉄道従業員のヒューマンエラー事故防止から、旅客にとって安全で快適な鉄道利用空間の提供まで、最近の主なヒューマンファクタ研究を紹介する。

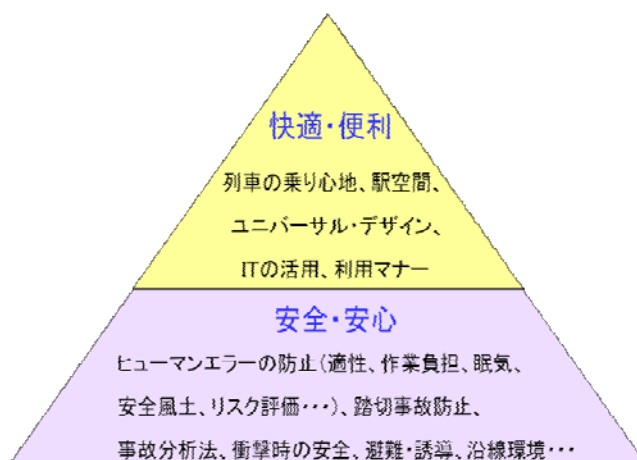
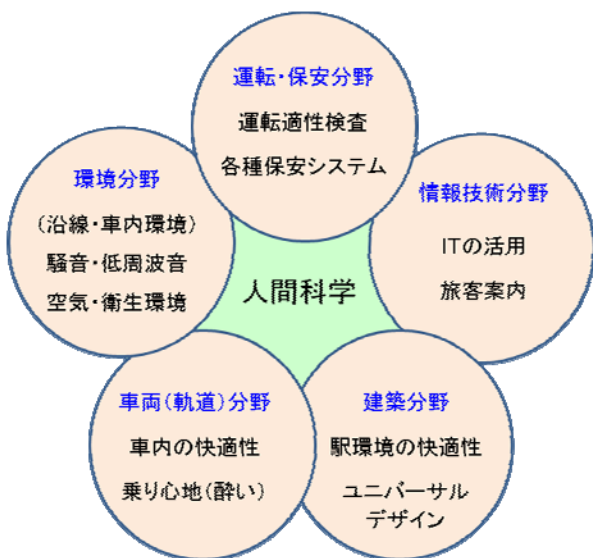
## 2. 最近の研究開発の特徴 <sup>1)~4)</sup>

### (1) 他の技術領域と連携した学際研究の活発化

人間科学が扱うテーマは、鉄道システムの様々な領域と密接に関わっているため、関係する技術分野と協調した研究開発が不可欠である。この種の学際的な取組みの比重は年々増大する傾向にあり、代表的なテーマ例を図 1 に示す。

### (2) 安全・安心から快適・便利まで

鉄道労働科学の発足当初は、ヒューマンエラー事故防止に関わる研究開発が大半を占めていたが、最近では利用者にとっての安全性や快適性向上に関わる研究開発への鉄道会社のニーズが増大している。鉄道システムのヒューマンファクタ研究へのニーズを階層的に記すと、図 2 のように表せる。



### (3) シミュレーション技術の活用

人の動作、行動、判断などをシミュレーションするための技法（いわゆるヒューマンシミュレーション）が近年急速に発達しており、産業・医療・教育などの各分野で多くの成果を挙げている。鉄道も例外ではなく、最近では車内快適性シミュレータによる乗り心地の評価シミュレーション、衝撃時の乗客の身体挙動シミュレーション、駅シミュレータを活用した避難行動シミュレーション、乗務員の疲労度などを模擬するワークロードシミュレーションなどの開発に取り組んでいる（図3～6）。



図3 実験室で客室内環境を模擬可能な車内快適性シミュレータ

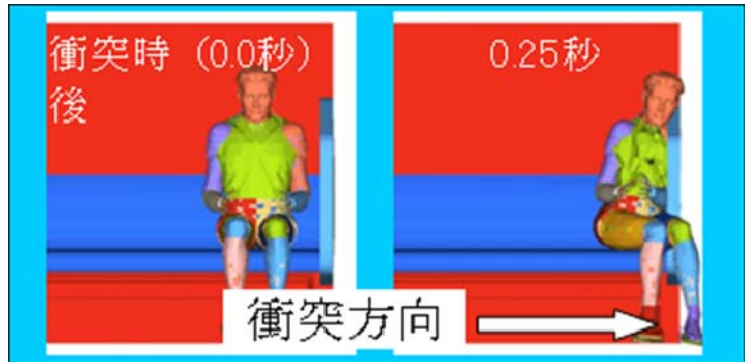


図4 衝突時の人体挙動シミュレーション例  
(ロングシート端部着座中の乗客)



図5 駅空間の行動環境を模擬するための駅シミュレータ

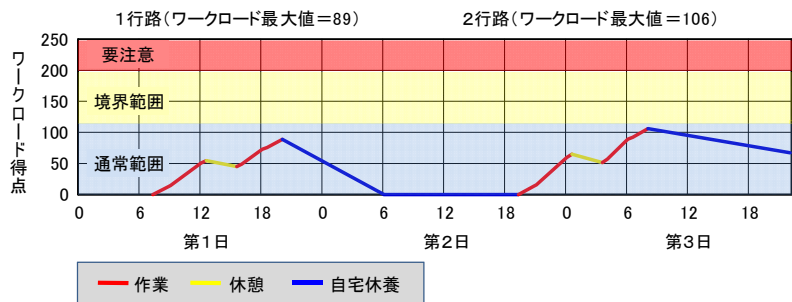


図6 乗務員ワークロードシミュレーション出力例

### 3. 発表会の概要

本発表会は総説を除き、7件の発表から構成されている。まずは、従業員のエラー防止に関する取組み事例について3件発表する。「運転適性検査の見直し」では、鉄道事業者と協調してこの数年間開発に取り組んできた新検査案の概要を報告する。「安全意識向上のためのグループ懇談手法と現場導入の工夫」と「エラー防止に向けた安全管理の支援手法」の発表は、ともに職場における安全管理活動の充実化を図ることでエラーの発生を減らそうとする取組み事例である。ヒューマンファクタ分野の研究成果はわかりにくいと指摘されることが少なくないが、両研究ともに成果をハンドブックやマニュアルなどの「目に見える形」にまとめている点が特色である（図7）。



図7 「事故のグループ懇談」と「職場の安全風土」把握のためのマニュアル

つぎの「ドライビングシミュレータによる踏切通行実験に基づいた安全性評価」では、鉄道と車の接点である踏切を扱う。踏切での一旦停止義務の有無が安全性に及ぼす影響を定量的に評価するために実施したシミュレータ実験の概要を中心に報告する。

最後の3件は利用者サイドの研究事例である。「ホームに立つ旅客に対する列車風の力学的影響」では、列車の一層の高速化を見越し、通過列車をホームで待つ旅客に作用する瞬時的な列車風の影響評価を定量的に行うために実施した実験結果等を報告する。また、「在線表示を中心とした旅客向けの運行情報の提示方法」と「大地震による帰宅困難者が駅に求める機能とその対応」は、ともに旅客への情報提供に関わるもので、運行に障害が発生した時（ダイヤ乱れ時や運転見合わせ時）や大地震発生時の対応支援を目的に推進したテーマの成果を報告する。

#### 4. その他の主な研究

本発表会で詳しく触れることのできない研究例をいくつか述べる。

##### (1) 異常時対応能力の向上プログラムの開発

運転シミュレータを用いた従来の異常時訓練プログラムでは、異常時の環境的な側面の模擬が重視され、心理状況の模擬という側面は見落とされやすい。訓練後の受験者（運転士）へのフィードバックは、教師役（指導者）の主観的な評価が中心で、その客観化に向けた課題も多く残されている。このため、現在では異常時の運転士の心理的な側面の模擬体験が可能で、かつ、運転行動の客観的評価手法を組み込んだ異常時対応能力向上プログラムの開発を目標とした研究開発に取り組んでいる。

##### (2) 衝突安全性の向上（サバイバルファクター）

この研究の目的は、列車の衝突など、強い衝撃が生じた際の乗客の身体挙動と傷害の有無や程度を推定しうるシミュレーションの開発である。列車事故に遭遇した乗客

へのアンケート調査や、人体ダミーを用いた衝突実験の結果等をもとに、シミュレーションの開発を進めている。単純な条件下ではあるが、すでに立位、座位（クロスシート、ロングシート）姿勢における衝撃時の乗客挙動や傷害推定は可能であり、現在は衝撃方向や乗客数、乗客姿勢等、より多様な衝突条件での乗客挙動、傷害推定を可能とするシミュレーションの改良に取り組んでいる。なお、衝突安全性の向上にむけ、車体強度の向上が求められているが、どの程度強度を増せば、乗客・乗員の安全性がどの程度向上したのかを定量的に示す指標は確立されていない。このため、人間科学面からみた安全性指標の開発が今後の重点課題となる。

### (3) 異常時における避難行動のシミュレーション

災害や事故などの異常時に、混雑した駅から旅客を安全に避難させることは重要な課題であるが、異常時の群集行動は不明な点が多く、効果的な策を立てるに至っていない。このため、改札を含むコンコースや階段などを備えた駅シミュレータを開発し、異常時における旅客の避難行動特性を把握するための基礎試験を実施している。今後は、シミュレータ実験を通して群集の速度や行動特性、駅内の構造物の影響などのデータを蓄積し、駅避難シミュレーションソフトの開発へと展開する予定である。

### (4) 高周波振動の評価

列車の高速化に伴い、30Hz前後の高周波振動が増える傾向にある。この帯域の振動は従来、体表面で減衰し、乗り心地に影響しないとされてきたが、実際には無視できないことがわかってきた。この帯域の振動は非常に周波数の低い音としても知覚されるため、振動と音を総合した快適性の評価手法が必要となる。このため、低周波音・高周波振動条件を模擬可能な振動実験装置を開発するとともに、新たな乗り心地評価法を提案するための研究開発に取り組んでいる。

## 5. おわりに

人間科学分野では、今後ともより安全で快適な輸送機関としての鉄道の発展に向けた研究開発に全力で取り組む所存であるので、一層のご理解とご協力をお願いしたい。

## 文 献

- 1) 鈴木浩明：ヒューマンファクターの観点から安全性を向上する，第19回鉄道総研講演会（一より安全な鉄道輸送をめざして 鉄道総研20年のあゆみと今後の取り組み）講演集，pp.69-76，2006
- 2) 鈴木浩明：人間とシステムの相互作用，第21回鉄道総研講演会（技術の境界を超えて 一鉄道システムの調和と知能化一）講演集，pp.77-85，2008.
- 3) 鈴木浩明：鉄道における人間科学研究の現況と今後の展望，鉄道総研報告，Vol.22，No.7，pp.1-4，2008
- 4) 鈴木浩明：人間科学的研究手法の特色と今後の展望，鉄道総研報告，Vol.21，No.5，pp.1-4，2007