

人間科学分野における最近の研究開発

人間科学研究部

部長 鈴木浩明

1. はじめに

人間科学に関わる研究組織の前身は、1963（昭和 38）年に旧国鉄が設置した鉄道労働科学研究所（鉄道労研）である。その前年に発生した常磐線三河島事故は、運転士の信号冒進に端を発した多重衝突事故で、死者 160 名、重軽傷者 296 名の大惨事となった。この事故を受けて鉄道労研が新設され、以来、ヒューマンエラー事故の防止を主目的とした研究開発に組織を挙げて取り組んできた。

国鉄の分割・民営化に伴い、鉄道労研の活動は（財）鉄道総合技術研究所に承継された。当初は引き続き労働科学の名称を用いていたが、「利用者サービス向上」に関わる鉄道会社の関心が急増したことで、テーマ内容が非常に多様化した。その結果、労働科学の名では活動を包含できなくなり、平成 4 年から人間科学の呼称を用いている。人間科学が扱うテーマは、鉄道システムのあらゆる領域と密接に関わるため、関連技術分野と協調した研究開発が不可欠となる。このため、安全心理・人間工学・安全性解析の人間科学系 3 分野は、図 1 に示すような関連技術部分野と連携して、研究開発に取り組んでいる。

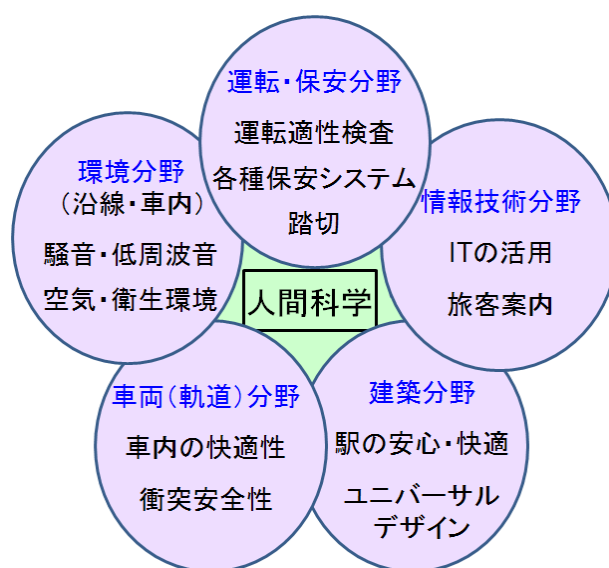


図 1 人間科学と他の技術分野との連携

2. 安全心理に関わる研究

安全心理では、ヒューマンエラー事故を防止するため、エラーを起こしにくい個人の心理特性に焦点を当てた研究に取り組んでいる。

(1) 運転適性検査の改良

運転適性検査は、数種類の心理検査の成績から運転関係作業におけるヒューマンエラーの起こしやすさを推定し、就労の可否を判断するために設けられた制度で、60 年の歴史を有している。より有効性の高い検査を開発するための検討は今も継続しており、現役の運転取扱従事員約 1500 名を対象にした調査結果に基づき、「多重選択反応検査」や「割込抑制検査」等の新検査の有効性を確認した。現在は調査の実施・解析プログラムを作成するなど、実際の運用を支援する作業を進めている。

(2) 異常時対応能力向上プログラムの開発

これは、乗務員の異常時対応力を向上させることで、ヒューマンエラーが事故へとつながる連鎖を断とうとする視点からの研究である。例えば、列車運転シミュレータを用いた従来の訓練で

は、異常時の環境的な側面（視覚、音、振動など）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かった。このため、現役運転士の協力を得て、異常時の運転士の心理的側面の模擬体験が可能で、かつ、運転操作や運転士の生理状態などを記録して客観的にフィードバックできる「異常時対応能力向上プログラム」を開発した。本日の発表「異常時対応能力向上プログラムの開発」でその概要を報告する。

(3) 安全活動の支援

安全心理では、現場の安全活動を支援するための様々な研究開発にも携わっている。例えば、鉄道の現場では「指差喚呼」が広く導入されているが、その防止効果を各自が強く実感することは難しく、ときに形骸化してしまう。それを防ぎ、指差喚呼の正しい実施を促すために、エラー体験を通して、指差喚呼の具体的効果を体感できるソフトウェア開発に取り組んでおり、本日の発表「指差喚呼によるエラー防止効果の体感ソフトウェアの開発」では、現時点までの取り組みと成果を報告する。

この他の代表事例として「事故のグループ懇談マニュアル」がある（図 2）。従来は仕事の合間の談話などで共有されていた経験や安全情報が、最近では談話の機会自体の減少で共有されにくくなっている。このため、進行役のファシリテータを中心に 5、6 人の現場社員が集まって事故やヒヤリハットの原因や対策などを話し合うグループ懇談用のマニュアルを作成するとともに、ファシリテータ育成のためのコンサルティング等を実施している。



図 2 事故のグループ懇談マニュアル
の表紙（抜粋）

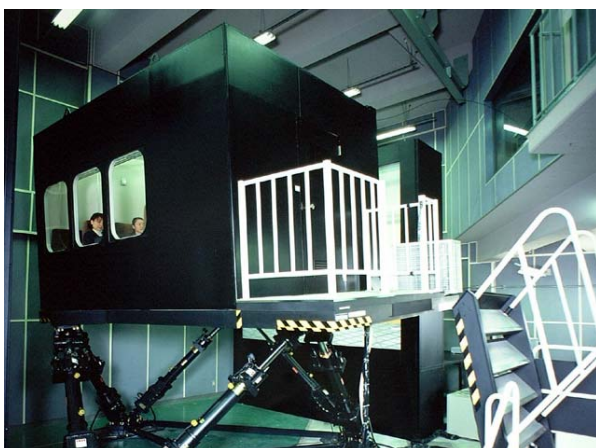


図 3 車内快適性シミュレータの外観

3. 人間工学の取り組み

人間工学の出発点は、運転台の使いやすさ、地上信号の視認性、運転士の作業負担など、運転環境の労働科学的研究であったが、現在では、振動に起因する乗り心地、ブレーキ時や衝撃時の乗客の安全性評価、輸送障害時の情報提供のあり方など、利用者にとって安全で、快適で、便利な鉄道システムを実現するための研究にも取り組んでいる。

(1) 列車内の快適性向上

車内の快適性向上には、振動・騒音等の低減技術が不可欠であるが、一方、乗客の体感と一致する「快適度の物差し」を開発する研究も重要である。このような視点から、曲線区間やブレーキ時の乗り心地の許容限度値、振り子式車両の曲線走行時の乗り心地評価法、低周波振動が列車酔いに及ぼす影響の評価法などを提案してきた。振動・騒音・車窓風景等の物理要因を同時に制

御することで、車内環境の快適性に関わる実験の実施を可能にした「車内快適性シミュレータ」の外観を図3に示す。本日の発表では、このシミュレータを用いた検討事例として「長時間乗車における鉄道車両用腰掛の快適性」を報告する。

(2) 輸送障害時の情報提供

ダイヤが乱れ輸送が混乱した時の影響は大きいと、利用者の安全性・利便性という視点から安定輸送に貢献する研究を進めている。例えば、輸送障害時に利用者が最も知りたい「運転再開見込み」情報は、提供するタイミングと情報の正確さがトレードオフの関係にあり、これまでは、正確さを優先するあまり提供タイミングが遅くなる傾向があった。そこで積極的に見込み情報を提示するための放送ルール策定に向けた取組みを進めており、「輸送障害時の旅客向け案内放送の改善」と題する発表で報告する。

(3) 衝撃時の乗客の安全対策

衝突などの強い衝撃時に、乗客の安全をどう守るかも人間工学的に重要な課題である。このため、実際に起きた衝突事故の被害者への聞き取り調査、ダミー人形を使った衝突実験、シミュレーションによる解析などを総合的に進め、乗客の安全性向上に関わる提案を行っている。ロングシート端部に座った乗客の胸部衝撃緩和のため、袖仕切り形状の影響を検討した結果、パイプ状より、板(パネル)状の袖仕切りの方が乗客への被害が小さいことを確認したなどの成果がある。

(4) 作業環境の評価

運転室の操作環境、運転作業の身体的・精神的負担、地上信号の視認性の評価など、主に運転を対象にした作業環境の評価は、労働科学研究所以来、人間工学分野の基本的な検討課題となっている。最近の話題の一つとしては、女性乗務員の増加や乗務員全体の体格向上に伴い、運転室が対応すべき体格差が大きくなっている。このため、幅広い体格の乗務員を対象に現状の満足度把握調査を実施した上で、得られた体格不適合を改善するための対策を整理した。本日の発表「運転室の体格適合性の改善」において、その概要を紹介する。

4. 安全性解析の取り組み

安全性解析は、安全性・信頼性の基礎研究および鉄道システムとしての総合的な安全に関する研究を目指し、安全性評価、危機管理、異常事対応システム開発などを主に担当している。

(1) ヒューマンエラー事故の分析法

ヒューマンエラーに起因する事故の低減を図るには、ヒヤリハットも含め、被害の小さな事故やインシデントの背景要因分析を的確に行う必要がある。これにより、重大な事故に繋がり得るハザード(危険源)の発見や有効な事故防止策の提言へと発展させることができる。

このため、各鉄道事業者の担当者がみずから的確に事故を分析するための簡易な手法として「鉄道総研式ヒューマンファクタ分析」を開発した。この手法は、① トラブル発生経緯の事実関係を明らかにする「時系列対象分析」、② 「なぜなぜ分析」による関係要素の整理、③ ヒューマンファクタの特定と対策の検討、の3段階で構成される。エラーや事故の分析に必要なヒューマンファクタの考え方や活用例等をまとめたハンドブックは、多くの事業者に活用されている。

(2) 鉄道システムのリスク評価

鉄道の各種場面(運転、保線作業、地震時、踏切通行時等)を対象にしたリスク評価の研究にも取り組んでいる。例えば、鉄道の「最大の弱点」ともいわれる踏切事故について、踏切リスク評価用シミュレーションプログラムを開発した。これは、ドライビングシミュレータを用いた踏

切通行実験とそのシミュレーション結果を受け、従来の危険予測モデルを改良して、鉄道側の条件だけでなく、踏切前後の道路状況と踏切横断者（自動車）の交通流なども考慮して作成したものである。本日はその概要を「設備情報と交通流シミュレーションを用いた踏切の安全性評価手法」と題して報告する。また、「保線作業におけるヒューマンエラーのリスク評価手法」では、インシデント等の事例分析データから抽出したエラーパターンや背景要因を用いたリスク評価手法とその結果例を紹介する。

5. 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技法（いわゆるヒューマンシミュレーション）の導入が、産業・医療・教育などの分野で進んでいる。鉄道でも、最近では車内快適性シミュレータを活用した乗り心地（ブレーキ時の許容限度、腰掛、酔いなど）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（図4）での実験データなどを活用した旅客流動評価シミュレーションや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（図5）、運転シミュレータ実験（図6）を活用した運転士の異常時対応能力向上プログラムの開発などに取り組んでいる。

人間科学、建築、車両、環境の各分野が共同で取り組んだ「ヒューマンシミュレーション技術の鉄道への適用」に関わる成果の詳細については、別の機会に報告したい。



図4 駅シミュレータの外観

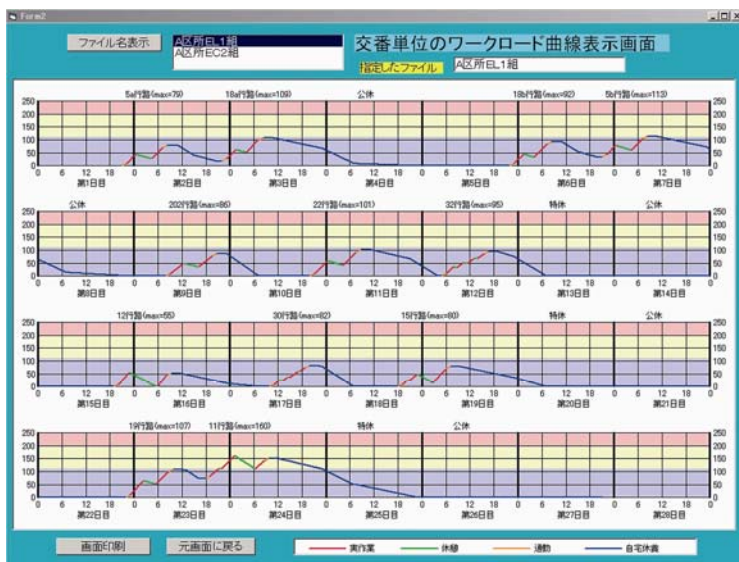


図5 ワークロードシミュレーションの出力例

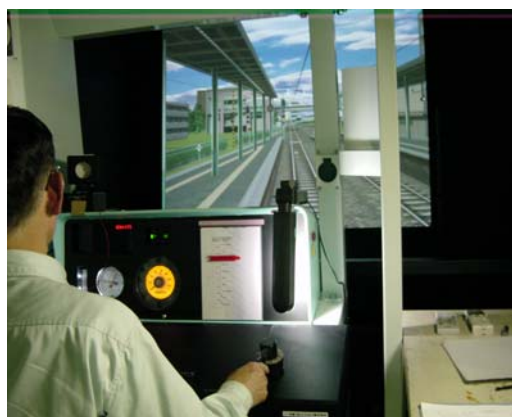


図6 運転シミュレータ操作風景

6. 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。