

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

人間科学とは、心理学、人間工学、生理学、生物学など、人を対象にした科学的研究分野の総称であり、鉄道分野では、利用者と従業員にとって、鉄道システムを一層安全で快適で便利にしていくための研究アプローチの総称として用いている。我が国の鉄道では、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、組織を挙げて人間科学的な研究開発に取り組んでおり、来年で50周年を迎える。研究所創設の直接の契機はその前年に発生した常磐線三河島事故である。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。このため、「ヒューマンエラー事故防止」こそが、鉄道労研の主たる研究対象であった。

国鉄の分割・民営化に伴い、鉄道労研の活動は財団法人鉄道総合技術研究所に承継された（2011年4月より公益財団法人）。当初は引き続き労働科学の名称を用いたが、「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、テーマ内容が急速に多様化した。その結果、労働科学の名では活動を包含できなくなり、人間科学と改称した。現在は、安全心理・人間工学・安全性解析・生物工学の4研究室体制で、各々、以下のような研究開発に取り組んでいる。

2. 安全心理に関わる主な研究

安全心理では、ヒューマンエラー事故の防止を目指して、運転関係従事員の心理的な資質や職務能力、これらに影響するさまざまな条件などを明らかにし、適性検査や作業環境整備、教育・訓練などに役立てるための研究に取り組んでいる。

(1) 運転適性検査の改良等

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。検査精度の向上や有効性のより高い検査を開発するための検討に一貫して取り組んでおり、現在では、作業性検査の直感判定手法に合致する判定基準を採用した、新しい客観判定手法の開発に関わるテーマ等に取り組んでいる。

(2) 安全活動の支援

鉄道の現場における安全活動を支援するための様々な研究開発も重要である。

① 体験ソフトウェアによる指差喚呼教育

鉄道現場には「指差喚呼」が広く導入されているが、そのエラー防止効果を各自が常に実感し続けるのは難しく、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、パソコン上で体験できるエラー課題を通して、指差喚呼の具体的な効果を実感できるソフトウェア（SIM ERROR：シムエラー）を開発した。これは、指差や喚呼のそれぞれのエラー防止効果を

体験できる5つの課題から構成されたソフトウェアで、1課題につき30分程度の研修でその効果を学ぶことができる。

② 安全情報の効果的な揭示

鉄道事業者は事故速報などの事故情報を日々現場に提供している。しかし、現場社員にとっては、限られた時間の中で多くの情報を理解し、記憶に留めておくことは難しい。そこで、心理学的知見や新たに実験で明らかにした知見に基づき、エラー事象と原因などの事故の骨子を先に提示することや自分に置き換えて考えることを促すことなど、理解や記憶にとって効果的な事故情報の揭示手法を明らかにした。本日の発表、「現場社員に対する効果的な事故情報の揭示」において報告する。

3. 人間工学に関わる主な研究

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、現在では安全輸送を目的とした運転支援に関する研究、事故時の被害軽減対策や輸送障害時の対応に関する研究、旅客が感じる快・不快の評価の研究等、幅広い課題に取り組んでいる。

(1) 運転士の異常時対応能力向上訓練支援システム

列車運転シミュレータ等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、運転士の心理状況の模擬は十分でなかった。このため、運転士が異常事態に遭遇し、心理的な負荷がかかった状態、あるいは対処後の気の緩み等が生じ易い状況下でも、適切な対応ができる能力の養成を目的とし、列車運転シミュレータを使用した教育手法に取り組んできた。これは異常時の心理・行動傾向に自ら気づくことで能力向上を図る手法であり、運転士が自身の運転を客観的かつ効果的に振り返るためのシステムを作成したので、本日の発表、「運転士の異常時対応能力向上プログラムの実用システム」において報告する。

(2) 事故時・輸送障害時の対応

① 列車事故時の乗客挙動シミュレーション

災害や事故で車両に強い衝撃があった際に、乗客や乗員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、衝撃に対する乗客・乗務員の身体の挙動をコンピュータシミュレーションで推定し、被害発生ポイントを探り、安全対策に資するための検討を進めている。現在は、通勤列車が踏切事故に遭遇した際の乗客被害軽減を目的として、乗客挙動シミュレーションを活用した車内安全性の検討を行っており、本日の発表、「通勤列車踏切事故時の乗客挙動シミュレーション」で、詳しく報告する（図1）。

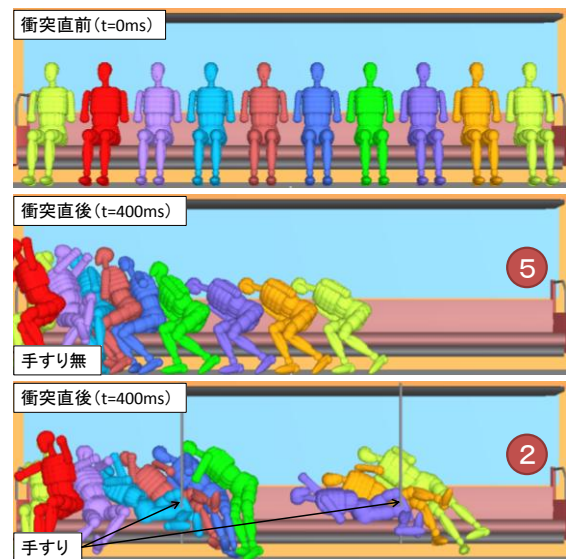


図1 ロングシート上の座位乗客の挙動シミュレーション

※ 丸内は胸部傷害発生の可能性のある人数

② 輸送障害時のサービスリカバリー

輸送障害時のような異常時における事業者の対処の仕方は、利用者の不満感に大きく影響する。例えば、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。また、乗客と直接的に接する駅社員や車掌にとっては、結果的に誤報となるかもしれない情報を伝えるリスクを懸念し、指令からの情報をダイレクトに伝えづらいという課題もあった。

このため、利用者の望む声や意見をデータとして収録し、社員が情報を利用者に伝えることの重要性を実感できるような DVD 教材を開発した。社員と専門家が対話をしながら進めるスタイルを採用することで、自らの立場に置き換えて理解しやすいように配慮している。

(3) 人の感覚特性に基づく車内快適性評価

車内の快適性を考える上で、車両の振動や車内音（走行音、空調音、がたつき音等）は重要な要因である。振動や音が快適性に及ぼす影響については、その大きさ、強さだけでなく、その質的な違いにも配慮する必要がある。そこで人の感じ方から振動と音の快適性への影響を適切に評価できる指標の開発に取り組んでいる。

4. 安全性解析に関わる主な研究

安全性解析研究室では、現状の作業や職場管理の改善点を的確に把握するための手法、把握した結果をマネジメントに繋げるための支援手法の開発研究に取り組んでおり、現在はヒューマンエラーのリスク管理手法に関連する研究や安全活動の支援に重点を置いている。

(1) エラーのリスク管理手法

これまで、運転と保守作業を対象に、ヒューマンエラーのリスク管理手法の開発に取り組んできた。この手法は、ヒューマンエラーの「発生し易さ」と「最大の事故」との組み合わせで評価するリスク値に、誘発要因の「影響度」を加味することで、対策の優先順位付けを可能にするものである。これまで、運転や保線等の職種を対象に検討を積み重ねており、現在は本手法の運行管理業務への適用に取り組んでいる。本日の発表、「運転指令作業におけるヒューマンエラーのリスク管理支援手法」において報告する。

(2) リスクの社会的認知のモデル化

鉄道システムのリスクマネジメントには、上記の要因に加え、受け入れ社会の実態をふまえることも必要と考え、社会一般のリスク認知の把握を目指した研究にも取り組んでいる。例えば、鉄道関係者が考える以上に、一般社会においてリスクが過大評価されてしまう事故原因や社会特性を事前に把握することができれば、リスクマネジメントの意思決定に大きな助けとなる。このため、この種の要因や特性を明らかにするための社会調査を実施し、リスク評価やリスク管理の際に考慮すべき条件の洗い出しを進めている。本日の発表、「鉄道の輸送障害・事故に対するリスク認知の構造」において、このような視点からの検討例を報告する。

(3) 事故のヒューマンファクタ分析手法

事故対策として、当該事故の関係者だけに注意喚起や指導徹底を求める対症療法的処置では、問題の発生に関わるその他の関係者の要因や無理な要求が是正されないまま見過ごされてしまう危険がある。また、作業やシステムを改善するのも人間であるため、関係者に「なぜその対策が

必要なのか」を納得させることができなくては、組織全体のモチベーション低下に繋がり、それが新たな事故原因ともなりかねない。

これらを解決するために、「鉄道総研式ヒューマンファクタ分析手法」を開発し、鉄道事業者・関連会社への普及・指導に取り組んできた。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、すでに多くの事業者に活用されている。

5. 生物工学に関わる主な研究

生物工学研究室では、鉄道環境で発生する変動磁界が生物に与える影響の評価、鉄道沿線の環境モニタリングに生物を利用する方法、駅や車両の衛生環境の評価法などに取り組んでいる。

(1) 電磁界の安全性評価

現代社会では、電気の使用に伴う電磁界の発生は不可避である。電気鉄道も電磁界と無縁でないため、鉄道で発生する電磁界が人体に影響を及ぼす可能性があるかどうかを実験で明らかにすべく取り組んでいる。静磁界（永久磁石のように強度が変動しない磁界）や変動磁界（交流電気の周波数により時間的に変動する磁界）の遺伝子に及ぼす影響や、様々な周波数の磁界が重なった場合の相乗効果などを調べた結果、これまでのところ、人体への影響を示す証拠は得られていない。電磁界に対する不適切な不安を取り除いて、電気鉄道が安全・安心な公共機関であることの科学的検証に引き続き取り組む所存であり、本日の発表、「中間周波電磁界の生物影響の評価」において、最新の状況を報告する。

(2) においの活用・評価に関わる研究

においは、人間が本能的に危険を感知する五感の一つである。これまで、変電所で発生する電気火災において、経験的に火災に至る以前の段階で異臭を感じると言われていた。人間が感じるにおいは有機物質による刺激であるため、異臭を感じたときの空気中の有機物質を測定することで数値化することができる。本日の発表、「におい物質を利用した電気火災検知の基礎的検討」発表では、電線が過熱したときに被覆材から放出される有機物質を利用し、火災の兆候を検知する可能性について検討した事例を報告する。なお、においに関しては、駅や車両内のおいを構成する物質を特定し、それらの物質が発生する機構を明らかにし、合理的な対策に役立てるための研究も推進している。

6. おわりに

人間科学分野では、鉄道システムの安全性と快適性の向上に密接に関連した研究開発を担当している。とりわけ、ヒューマンエラー事故防止は50年来の研究の根幹課題であるため、最近では、「ヒューマンエラー事故を予防する人間科学」という冊子を作成し、事業者の抱える諸問題の解決に一層貢献できるよう取り組みを強化している。

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。



図2 「ヒューマンエラー事故を予防する人間科学」冊子の表紙