

## 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きた。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<sup>1)-3)</sup>。このため、安全心理・人間工学・安全性解析・生物工学の4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。

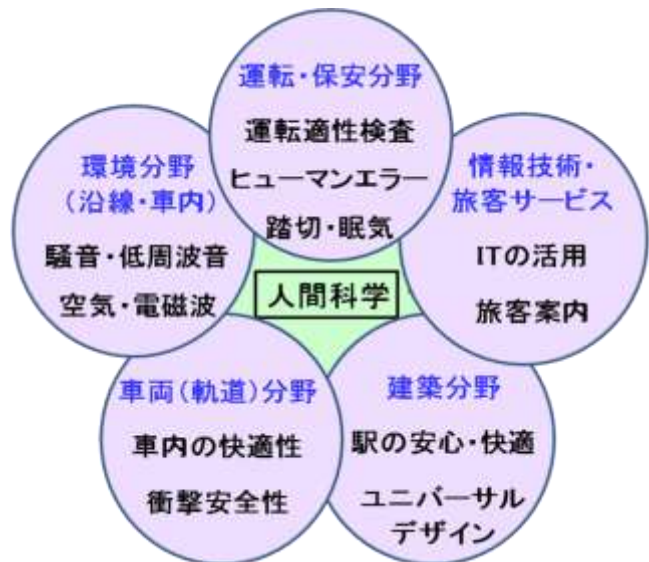


図1 人間科学と他の技術分野との連携

### 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) 運転士支援システムの基盤技術の開発

これは、鉄道総研のプロジェクトテーマ「知能列車による安全性・信頼性向上」を構成するテーマの1つである。知能列車とは、「車両が持つ、あるいは外部に設置されたセンサ等の情報により、危険な状態を車両自体が検知し、事故を回避するため最適制御を行う」ものである。有人運

転により 160km/h で走行する在来線特急を想定して進めている。本テーマでは、運転士自身の異常を検知する運転士モニター技術や画像処理技術を用いた列車前方監視モニター装置、知能列車が行う検知・制御情報を運転士に適切に提示する支援システムの基盤技術等を開発する。

(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。例えば、鉄道の現場には「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を開発した。本日の発表「指差喚呼のエラー防止効果体感学習ソフト」において、取り組みの概要と成果を報告する（図2）。

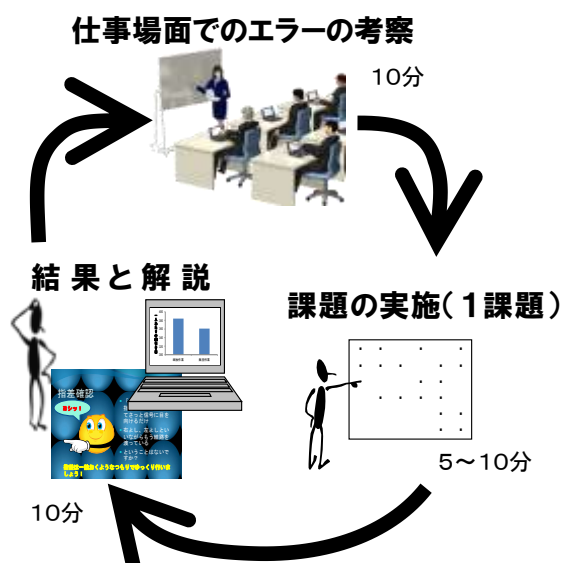


図2 ヒューマンエラー防止のための安全教育プログラム

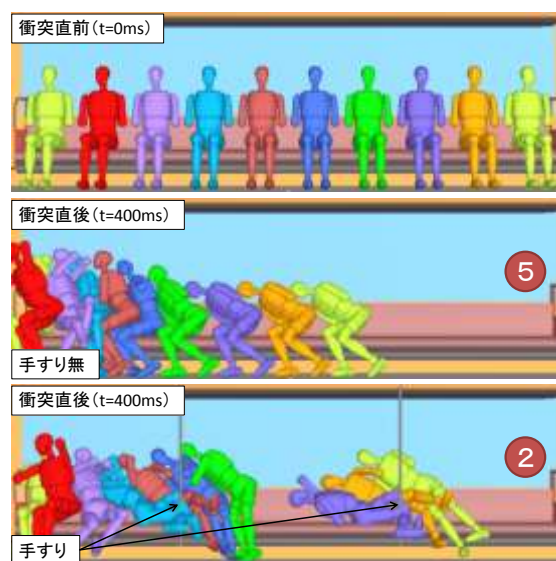


図3 ロングシートの乗客挙動シミュレーション  
※丸内の数は胸部傷害を生じる可能性のある人数

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に取り組んでいる。

(1) 運転環境の評価

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である。本日の発表「貨物列車運転士の眠気の発生要因」では、夜間乗務が多く、また連続乗務時間が長いなどの特徴を持つ貨物列車運転士を対象にした調査研究について発表する。

(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・乗務員の身体の動きをコンピュータシミュレーションで推定し、被害発生のポイントを探り、安全対策に資するための検討を進めている。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、最新の成果を報告する（図3）。

## ② 輸送障害時のサービスリカバリー

旅客が期待するサービスを提供できない事態での事業者の対処の仕方は、旅客の不満感に大きく影響する。特に、輸送障害時の旅客への情報提供は重要な課題である。例えば、旅客が最も知りたい「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。本日は、「運転再開見込み情報の早期案内を促進するための教育訓練手法」の発表において、この課題に取り組んだ成果を報告する。なお、現在は旅客調査のデータをもとに、「事業者の対処策がどのように評価されるのか」を説明できるような「旅客の評価構造モデル」の構築を目指して、さらに研究を重ねている。

## (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。本日の発表「高周波振動に対する体感を反映した乗り心地評価法の改良」は、最近の高速列車で増えている高周波振動を踏まえた研究成果である。

## 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、現在は踏切設備や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。本日の発表、「ヒューマンエラーのリスク管理手法」において紹介する。現在では、本手法の運行管理業務への適用に取り組んでいる。

### (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。

### (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みたい。

### (2) 駅や車両の「におい」の研究

人がその環境を快適と感じるか、不快と感じるかにはさまざまな因子が関与している。駅や車両では、振動・音・温度などが注目されてきたが、本研究では駅や車両の「におい」に焦点を当てている。「におい」は人の感覚の中でも研究が遅れている分野であるが、これまでに「におい」の本体である物質の分析方法や、「におい」を表現する記述語の検討などに取り組んできた。現在は、これらを土台として、駅や車両内の「におい」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を進めている。本日の発表「駅空間のにおい物質の化学分析と官能評価」において詳しく紹介する。

## 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。

## 文 献

- 1) 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
- 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－鉄道システムの調和と知能化－）講演集，pp.77-85, 2008.
- 3) 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