

# 鉄道における人間科学研究の最近の動向

鈴木 浩明\*

## Recent Topics on Human Scientific Approach to Railway Transport Fields

Hiroaki SUZUKI

Human Science is a generalized term that encompasses research on human psychology, behavior and responses through a scientific approach. Just 50 years have passed since the establishment of the Railway Labor Science Research Institute of Japanese National Railway in 1963. The main purpose of applying the human scientific approach to railway transport issues is for the improvement of passenger/employee safety and comfort. This paper outlines recent topics and potential developments of this approach. Recent major topics have included the following: effective method of human error prevention, evaluation of usability and safety of the driver's cabin and coach, surveys involving risk perception of the railway users and evaluation of the influence of electric and magnetic fields on health.

キーワード：人間科学，心理学，人間工学，安全性，快適性

### 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、人を対象にした研究分野の総称である。鉄道分野では、利用者と従業員にとって、鉄道を一層安全で快適なシステムとする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、人間科学研究を組織的に推進しており、今年でちょうど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名の大惨事であった。このため、「ヒューマンエラー事故の防止」が、鉄道労研の最大の研究対象となった。

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しにくくなり、人間科学と改称して、今日に至っている。

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、それぞれ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

\* 人間科学研究部 部長

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) 作業性検査の新しい客観判定手法の開発

運転適性検査は、数種類の心理検査の成績から運転取扱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、約60年の歴史を有している。安全心理ではこの制度の維持・発展に関わる研究開発に長らく携わってきた<sup>1)</sup>。

検査の中核をなす作業性検査は、検査員による直観判定方式を採用している。直観判定では検査員の経験と主観に頼る部分があるため、判定基準の客観性に留意する必要がある。このため、コンピュータによる客観判定手法も整備している。しかしながら、時に両者の結果が一致しないケースがあることから、直観判定との合致度を高めるように、客観判定手法を改良するための研究開発を進めている。あわせて心理検査を活用した安全指導手法の開発にも取り組んでいる。

#### (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。

特集：人間科学

これは、指差や喚呼の各々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<sup>2)</sup>。

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が難しい。このため、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。本号の論文「事故情報の提示内容が事故を起こした人に対する印象に与える影響」において、基礎実験結果を中心に報告する<sup>3)</sup>。

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。今日でもこの種の課題の重要性に変わりはないが、事故時の被害軽減対策や輸送障害時の旅客対応、旅客が感じる快・不快の評価等、研究テーマは非常に多様化している。

(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、鉄道労研以来、人間工学分野の基本的な検討課題である。本号の調査報告「高速走行信号の確認に必要な視力の調査」は、この領域における最新の報告である<sup>4)</sup>。

また、設計担当者が、より安全で快適な運転台等を設計するために役立つ姿勢テンプレートの開発にも取り組んでいる。姿勢テンプレートとは、典型的な運転姿勢を実態に即して表現する図面上の人型のことで、手の到達範囲などの必要な空間情報を確認できるツールである。まずは、運転時における典型姿勢を抽出し、その姿勢の基準点や代表点を決定する作業を進めており、図1に実験風景の一例を示す。本号の論文「運転台上の右手の操作範囲に関する基礎的検討」において詳しく紹介する<sup>5)</sup>。

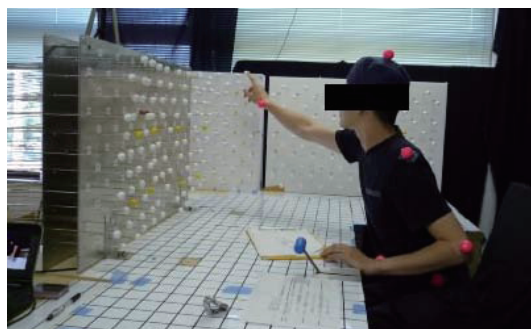


図1 運転台の押しボタン操作範囲の測定例

(2) 運転士の異常時対応能力向上プログラム

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）の模倣が重視され、運転士の心理状況の模倣は十分でなかった。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や、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ように、列車運転シミュレータを活用した教育手法の開発に取り組んできた。

異常時の自らの心理・行動傾向に運転士自身が気づくことで能力向上が図れるような訓練システムを作成したので、本号の論文「運転士の異常時対応能力向上プログラムの実用化」において紹介する<sup>6)</sup>。

シミュレータ運転後の振り返り作業で用いるプレイバック画面の表示例を図2に示す。

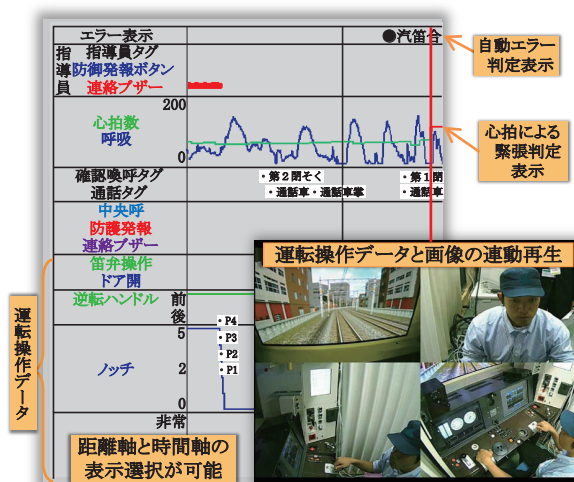


図2 プレイバック画面の例  
(左：運転操作データ，右：画像データ)

(3) 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、乗客や乗務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、被害発生ポイントを探り、安全対策に資する検討を進めている<sup>7)</sup>。

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。中でも、利用者が最も知りたい「運転再開見込み」に関わる情報は、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、ともすると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る。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<sup>8)</sup>。

(4) 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<sup>9)</sup>。本号の論文「車内音に対する印象評価の分析」では、車内音環境設計に向けた評価指標の確立を目指した研究例を紹介する<sup>10)</sup>。

4. 安全性解析に関わる主な研究

安全性解析では、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の研究や安全活動の支援に重点を置いている。

(1) エラーのリスク評価・管理手法

これまで、運転、保守、運行管理等の業務を対象に、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<sup>11)</sup>。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。

(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。本号の調査報告「鉄道の輸送障害・事故の発生状況に対する利用者の認識の違い」「鉄道利用者の事故予防対策実施に伴う運行停止時間の許容の限度」は、ともにこのような視点からの取り組み事例である<sup>12) 13)</sup>。

(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<sup>14)</sup>。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冊子は、すでに多くの事業者にも活用されている。

(4) 安全管理の支援手法

① 事故のヒューマンファクタ分析の講演・演習研修

上述の「鉄道総研式ヒューマンファクタ分析手法」について、事例演習なども交えた研修の講師派遣を実施している。鉄道総研が主催する鉄道技術講座の他、各社の個別の要望に対応可能である。研修受講者は、事故担当者、指導者、職場管理者、若手リーダーなど様々な担当や階層レベルに対応している。

② 職場の安全風土評価法の調査・分析、講演

組織や職場の仕組みや状況に対するメンバーの認識の程度は個人のやる気に大きく影響する。安全風土の評価は、トラブルが顕在しなくても積極的に取り組むことが可能であり、積極的な未然防止活動として有効である。そこで、評価方法の提案と調査データの分析、結果をふまえた改善ポイントの提案や各職場に対する診断コメントの作成等を行っている。また、安全風土の醸成の重要性や過去の調査研究から得られた改善のポイント等についての研修や講演への講師派遣も可能である。

主な安全管理支援手法の関係を図3に整理した。

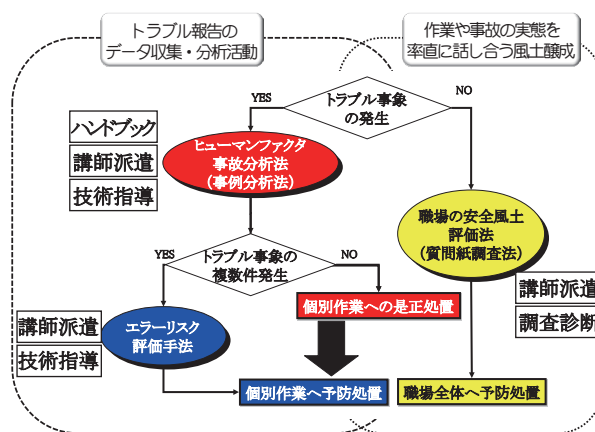


図3 安全管理支援手法

5. 生物学に関わる主な研究

生物学では、鉄道環境で発生する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

## 特集：人間科学

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る研究に取り組んでいる<sup>15)</sup>。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き、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) においの活用・評価に関わる研究

においは、人が本能的に危険を感知する五感の一つである。例えば、変電所で発生する電気火災において、火災に至る前の段階で異臭を感じる事が度々あるといわれる。人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できる。本号の特集論文「におい物質を利用した変電所における電気火災検知の基礎的検討」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て、火災の兆候を検知する可能性について検討した事例を紹介する<sup>16)</sup>。

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研究も進めている<sup>17)</sup>。

## (3) 野生動物と鉄道車両との接触抑止と被害軽減

動物、特にシカと鉄道車両が接触する衝撃事故は増加傾向にあり、昨今では年間5,000件を超えるペースが続いている。シカの絶対数増加と棲息域の拡大が根本原因であり、抜本的な対策はシカ頭数の適正管理以外にない。しかしながら、鉄道事業者にとっては、日々発生する衝撃事故への対策が急務であり、その支援を目的とした研究開発を進めている。防護柵の設置、速度規制運転、有効な排障器形状、音や光を用いた接触抑止対策の効果検証等に関わる取り組みを、人間工学と共同で進めている。

## 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ことから<sup>18)</sup>、「ヒューマンエラー事故を予防する人間科学」なる冊子を作成して、事業者の抱える諸問題の解決に一層貢献すべく取り組みを強化している。本冊子では、下記の各件名を1件1ページで紹介している。

- ・指差喚呼の効果体験ソフトウェア
- ・事故のグループ懇談マニュアル
- ・鉄道総研式ヒューマンファクタ分析法
- ・職場の安全風土の評価法
- ・エラーリスク管理支援手法

- ・運転訓練用振り返り支援システム
  - ・鉄道総研式安全態度診断
  - ・運転士のワークロード評価スケール
  - ・運転台や客室の安全・利便性評価シミュレーション
- 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) 井上貴文他：新しい運転適性検査体系，鉄道総研報告，Vol. 22, No.7, pp.5-10, 2008
- 2) 重森雅嘉他：指差喚呼のヒューマンエラー防止効果体感プログラム，鉄道総研報告，Vol. 26, No.1, pp.11-15, 2012
- 3) 重森雅嘉：事故情報の提示内容が事故を起こした人に対する印象に与える影響，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.23-26, 2013
- 4) 小美濃幸司他：高速走行信号の確認に必要な視力の調査，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.33-38, 2013
- 5) 斎藤綾乃他：運転台上の右手の操作範囲に関する基礎的検討，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.11-16, 2013
- 6) 小美濃幸司他：運転士の異常時対応能力向上プログラムの実用化，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.17-22, 2013
- 7) 小美濃幸司他：通勤列車の踏切事故時の衝撃挙動シミュレーション，鉄道総研報告，Vol. 26, No.1, pp.21-26, 2012
- 8) 山内香奈他：見込み情報案内におけるルール遵守意識の促進方法とその検証，鉄道総研報告，Vol. 26, No.1, pp.27-32, 2012
- 9) 中川千鶴他：高周波振動を考慮した乗り心地評価法，鉄道総研報告，Vol. 26, No.1, pp.33-38, 2012
- 10) 安部由布子他：車内音に対する印象評価の分析，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.5-10, 2013
- 11) 宮地由芽子他：背景要因を考慮した運転作業エラーのリスク評価手法の開発，鉄道総研報告，Vol.23, No.9, pp.17-22, 2009
- 12) 畠山直他：鉄道の輸送障害・事故の発生状況に対する利用者の認識の違い，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.39-44, 2013
- 13) 鍋木俊暁他：鉄道利用者の事故予防対策実施に伴う運行停止時間の許容の限度，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.45-50, 2013
- 14) 宮地由芽子：職場安全管理の改善に向けたヒューマンファクタ分析手法，鉄道総研報告，Vol.21, No.5, pp.11-16, 2007
- 15) 池畑政輝他：鉄道の電磁界と生体との関わりを探る，RRR，Vol.68, No.8, pp.26-29, 2011
- 16) 潮木知良他：におい物質を利用した変電所における電気火災検知の基礎的検討，鉄道総研報告，Vol. 27, No.3, pp.27-32, 2013
- 17) 川崎たまみ他：駅設備空気中の臭気成分の評価，鉄道総研報告，Vol. 26, No.1, pp.39-42, 2012
- 18) 鈴木浩明：人間工学と安全教育，JREA，Vol.55, No.11, pp.4-6, 2012