



博士 (人間科学) 学位論文 概要書

# 鉄道車両の振動乗り心地に関する 人間科学的研究

1998年7月

早稲田大学大学院人間科学研究科

鈴木 浩明

## 1 研究の背景と目的

鉄道車両の乗り心地は、振動、騒音、温度、座席の質感、車窓眺望などの諸要因の影響を受ける。このうち、最も定量的に検討されているのが“振動”要因であり、列車の走行に伴って生じる振動に起因する感覚や評価を、特に“狭義の乗り心地（振動乗り心地）”と呼んでいる。振動乗り心地に関する従来の研究は、機械や土木分野の研究者による工学的観点からの検討が中心であり、人間科学分野からの取組みは遅れていた。だが最近では、鉄道などの公共輸送機関に対する旅客のニーズが高まり、より快適な輸送サービスの提供が重視されるようになってきたことから、乗り心地に関する人間科学的研究の比重が増大している。

本論文は鉄道車両の振動乗り心地評価法に関する考察であり、主な目的は以下の2点である。

- ① 振動乗り心地に関するこれまでの研究を体系的に整理し、鉄道車両の乗り心地評価研究の現状と課題を明確化すること。
- ② その結果を踏まえて、乗り心地評価に関する実証的な検討を行い、人間の反応特性を考慮した精度の高い評価法を確立する可能性を示すこと。

本論文は全10章から構成されている。内容的には2部に分かれており、第4章までが目的の①、第5章以降が②についての検討に相当する。以下、各章別の概要を述べる。

## 2 各章の要約

### 第1章：序 論

上記で述べたような本研究の背景や目的を整理した。

### 第2章：乗り心地に影響する要因

乗り心地の評価法に関する研究では、振動（物理量）と人間の反応との対応関係の把握が課題となるが、古典的な精神物理学研究で扱われる刺激対象に比べ、列車走行時の振動のような複雑な刺激の場合、刺激をどのように記述するか自体が研究課題となる。また、乗り心地の“評価”にどのような指標を用いるかも問題となる。このため、本章ではまず、振動乗り心地について議論する際に必要な用語や概念を整理した。はじめに、振動特性の表記法や鉄道振動の性質など、乗り心地評価に影響する物理的（刺激側）要因を概説した。ついで、振動知覚の成立過程、乗り物酔い、各種の評価指標（言語報告、生理反応、行動阻害、生体力学的指標）などの人間側の要因を整理した。

### 第3章：鉄道車両の乗り心地評価に関するこれまでの研究

これまでの主な乗り心地研究を時代順に整理することにより、現状の問題点を明示することを目的とした。振動数の違いによる感覚補正、国鉄の定めた乗り心地係数、乗り心地レベル、左右定常加速度、およびロール角速度などの一連のガイドライン、全身振動に関する国際的な評価指針であるISO 2631とその改訂、その他の関連規格、現在の国際的状況などが主な話題であった。

### 第4章：鉄道車両の乗り心地評価の特色

自動車、船舶、航空機など、鉄道以外の乗り物の乗り心地研究を概観することにより、鉄道車両の乗り心地評価の特色と本研究の課題を明確化することを目的とした。検討の結果、瞬時的な著大振動の評価を重要視すること、左右方向の振動が特に問題となること、乗客の姿勢が多様であり、中でも安全面を考慮すると立位乗客の評価が問題となること、などの点で特徴的であることを示した。

#### 第5章：乗り心地評価に及ぼす文脈要因の影響

乗り心地評価を一種の知覚判断とみなすことにより、知覚判断に影響する諸要因を整理するとともに、評価実験を実施する際の留意点や、実験装置の概要を述べた。

#### 第6章：乗り心地評価における係留効果：

振動の強度評価においても係留効果が生じることを示すことにより、乗り心地評価における刺激提示順序の重要性を指摘した。

#### 第7章：評価に影響する振動特性の代表値の検討

評価に影響する振動特性を特定するために、振動加速度の各種代表値を操作して実験的検討を行った。その結果、評価には振動加速度のピーク値（区間内の最大振幅波形の半波形）が最も影響するが、振動のクレストファクター（＝ピーク値／実効値）を併用することで、評定値との相関がより高まることを明らかにした。

#### 第8章：刺激の変域、分布、評価用語の影響

刺激の変域や分布、評価用語の違いが評価に及ぼす影響を検討した。その結果、以下のような結論を得た。乗り心地評価は振動の変域や分布の違いに影響されるが、評価用語を工夫することにより絶対評価に近い結果が得られる。そのためには、日常経験と照らし合わせた具体的な評価用語を用いる必要がある。

#### 第9章：文脈要因を考慮した評価モデルの検討

本章では、前章までで得られた知見を実際の列車走行時の評価データに適用することにより、人間の反応特性を考慮した乗り心地評価モデルの開発可能性を検討した。その結果、直前の刺激強度やクレストファクターの大きさなどの文脈要因を加味した合成変数を作成すると、体感評価と0.9を超える相関が得られることを示した。

#### 第10章：結論

本研究で得られた知見や今後の課題を整理した。