

シミュレータを用いた鉄道車両の乗り心地官能評価の環境心理学的解析

○ [機] 山口 大助 古賀 誉章 (東京大学)

[機] 竹原 昭一郎 (首都大学東京) [機] 佐々木 浩一 (東日本旅客鉄道)

[機] 須田 義大 (東京大学)

Environmental Psychologic Analysis of Sensory Evaluation of Ride on Railway Vehicle Using Simulator

○Daisuke YAMAGUCHI Takaaki KOGA (The University of Tokyo)

Shoichiro TAKEHARA (Tokyo Metropolitan University) Koichi SASAKI (East Japan Railway Company)

Yoshihiro SUDA (The University of Tokyo)

Sensory evaluation of ride on railway vehicle is performed based on international standards such as ISO2631. However, as technologies relating to railway vehicle progress, it is expected that this evaluation would be not enough. The evaluation for sight and sound from ergonomic and psychological perspectives might be needed as well as traditional evaluations from now. Authors focused on the relation between sight and motion of the railway vehicle, and made experiments in sensory evaluation of ride on railway vehicle using a motion simulator, which is efficient in reproducing various situations by which patterns of images and motion are variously combined. In this paper, the environmental psychologic analysis based on experimental results is described.

キーワード：乗り心地官能評価、映像と振動の組み合わせ、快適性、モーションシミュレータ、環境心理学

Key Words：Sensory Evaluation, Combination of Images and Motion, Comfort, Motion Simulator, Environmental Psychology

1. 緒言

鉄道車両の振動乗り心地に関する評価はISO2631 (全身振動暴露に関する評価指針) に代表される国際基準に準拠して行われている。日本ではISO2631を基本に鉄道車両の振動の性質と実状に即した基準への拡張が提唱され、1982年頃に確立された評価基準が現在に至るまで鉄道車両の乗り心地指標として利用されている。しかしながら、20年以上を経た今、鉄道車両の技術開発の進展や国際基準の改定により、鉄道車両の乗り心地評価の継続的な見直しが必要になると考えられる。

これまでの振動性能のみに留まらず、今後は人間工学・環境心理学的な見地から視覚を考慮した評価も重要になると考えられることから、著者らは視覚と乗り心地に着目し、視覚と振動の関係を調べるため、新幹線列車や在来線列車の車窓 (視覚) と振動のパターンを様々に組み合わせ、被験者に快適性や乗り心地などを評価してもらう官能評価実験を図1のモーションシミュレータを用いて行った¹⁾²⁾。本稿ではこの実験の結果を基に試みた環境心理学的解析について述べる。

2. 乗り心地官能評価実験

表1に示される新幹線及び在来線の4列車と自動車で採取した振動加速度データとそのときの車窓映像を様々に組み合わせ、被験者に快適性や乗り心地などを評価してもらう官能評価実験を行った。本実験では車窓と振動が一致するパターンや、車窓が大きく揺れるのに対して振動は小さいパターン、逆に車窓の揺れは小さいのに対して振動が大きいパターンなどをシナリオに採り入れている。また自動車の乗り心地評価との比較を行うため、自動車の車窓映像と振動のデータも利用し、両方が一致するパターンや自動車の車窓に列車の振動を組み合わせるパ

ターンなどもシナリオに採り入れた。

実験では被験者が「乗り心地の程度」「快適の程度」「振動と映像 (車窓) の間の違和感」「酔いの程度」の4項目について5段階で評価した。振動と映像の間の違和感では、体感している振動とそのときの映像が追従せず差を感じた場合に「違和感がある」として評価してもらった。被験者数は35名である。

3. 環境心理学的解析結果

本節では実験で得られた結果²⁾を基に環境心理学の観点から試みた解析について述べる。

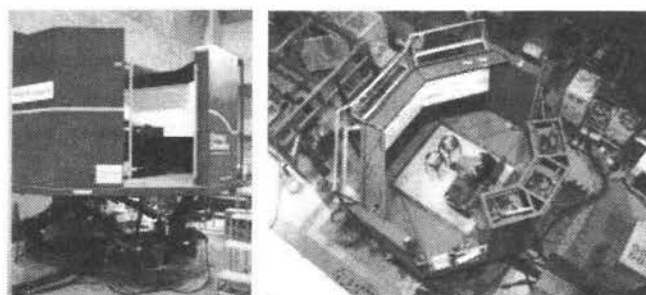
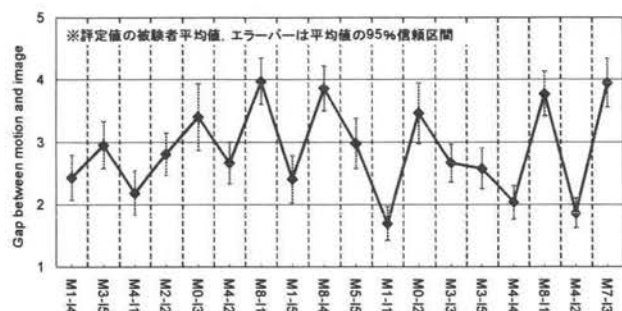


図1 モーションシミュレータ

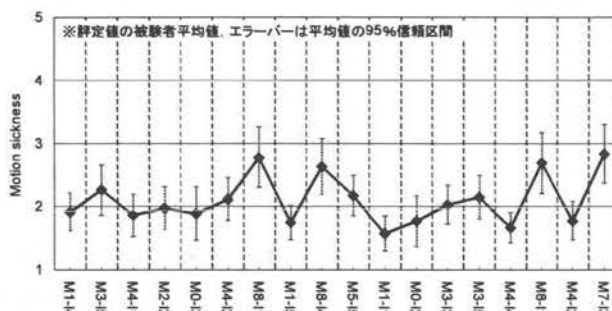
表1 振動と映像の種類

			映像				
			新幹線	振り子A	振り子B	一般車両	乗用車
			I1	I2	I3	I4	I5
振動	振動なし	M0	△	○	○	—	—
	新幹線	M1	○	—	—	○	○
	在来線振り子車両A	M2	—	○	—	—	—
	在来線振り子車両B	M3	—	—	○	—	○
	在来線一般車両	M4	○	○	—	○	—
	乗用車	M5	—	—	—	—	○
	振り子車両A振幅1.5倍	M6	—	△	—	—	—
	振り子車両B振幅1.5倍	M7	—	—	○	—	—
	乗用車振幅1.5倍	M8	○	—	—	○	—

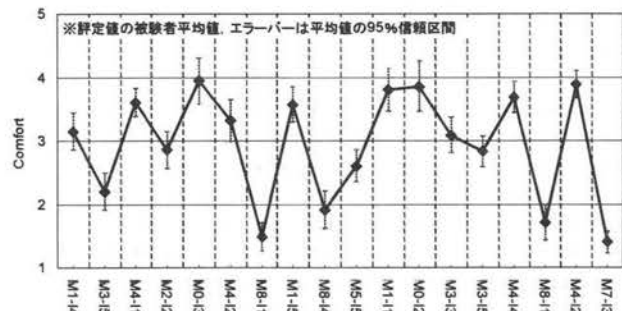
△:練習



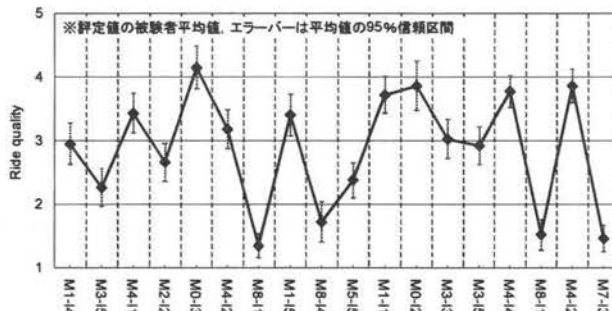
(a) 振動と映像の違和感



(b) 酔い



(c) 快適性



(d) 乗り心地

数値が高いほど「違和感がある」「酔いやすい」「快適である」「乗り心地がよい」

図2 評価項目ごとの評価平均値

はじめに4項目の評価の被験者平均値を図2に示す。結果より「快適性」と「乗り心地」はほぼ同じものとして評価されていること、「酔い」も全体的に酔いづらい評価に偏ったものの変化の傾向は「快適性」に近いことが分かる。「違和感」も概ね他と同じ傾向であるが、振動のないM0-12及びM0-13については大きく外れた値となっている。評点のばらつき(図示95%信頼区間及び標準偏差)を見ると、上記「違和感」の振動なしと、「酔い」の振動を増幅した組み合わせ(M8-11, M8-14, M8-11, M7-13)はばらつきが大きく、人によって評価の傾向が異なることが示唆される。

次に、各評価項目の被験者平均値から因子分析を行った結果を図3に示す。結果から二つの因子の軸を「乗り心地」と「違和感のなさ」と解釈できる。因子得点の布置からは特徴的な2群が見られる。振動のないM0-12及びM0-13(図中B部分)の組み合わせでは、乗り心地はよいが車窓との違和感を強く感じている。また振動を増幅させたM8-11, M8-14, M8-11, M7-13(同A部分)の組み合わせでは、乗り心地が悪く、酔いやすく、かつ違和感もあると感じている。被験者ごとの評価傾向を見ると、全体的には「違和感がなく酔いにくい」に評価が集まっているのに対し、上記6つの組み合わせについては、それ以外にも「違和感はあるが酔いにくい」「違和感があり酔いそう」の2極も存在し、被験者によって評価が分かれていることがわかる。特にこの中で「違和感があり酔いそう」と答えた被験者は振動と車窓の動きの追従関係を違和感の評価の基準にすることになり、乗り物酔いの対策には振動だけでなく、見える景色の動きにも配慮が必要であることが考えられる。

4. 結言

本稿では視覚と振動の関係に着目し、モーションシミュレータによる乗り心地官能評価実験の結果を基に環境心理学的解析

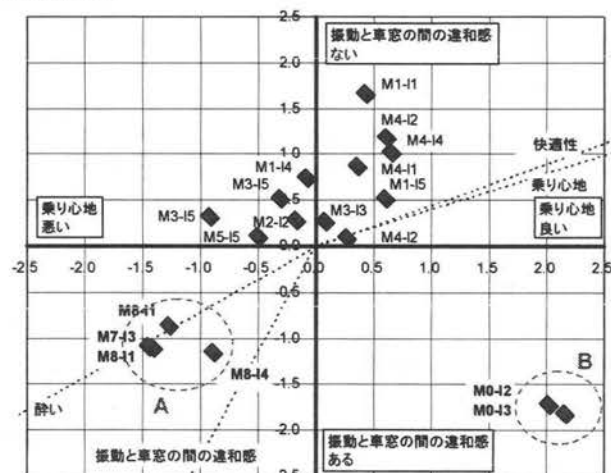


図3 因子分析の結果

について述べた。結論を以下にまとめる。

- (1) 「振動と車窓の間の違和感」「酔い」「快適性」「乗り心地」の被験者平均値及びばらつきから考察し、4項目の評価の変化に関係性があることを明らかにした
- (2) 特に「違和感」や「酔い」で、振動なしや振動を増幅した組み合わせにおいて被験者で評価の傾向が分かれた。これは振動と車窓の景色の動きの一致度合いを考慮している被験者と考慮していない被験者がいるためと考えられる

最後に、本研究は東京大学と東日本旅客鉄道(株)による共同研究の一環として進められたことを付記する

参考文献

- (1) 山口大助・竹原昭一郎・佐々木浩一・須田義大・古賀善章, シミュレータを用いた鉄道車両の乗り心地官能評価, 日本機械学会第16回交通・物流部門大会講演論文集, pp.107-110, 2007.
- (2) 山口大助・竹原昭一郎・佐々木浩一・須田義大・古賀善章, シミュレータを用いた鉄道車両の乗り心地官能評価実験, 第14回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, pp.391-394, 2007.