

優等列車の内装デザインが旅客需要に及ぼす影響の分析手法 —小田急ロマンスカーを対象に—

株式会社プランニングネットワーク 正会員 ○秋山 岳
芝浦工業大学 正会員 岩倉成志

1. はじめに

近年、わが国において鉄道車両がデザインされる事例がある。小田急ロマンスカーや九州新幹線つばめは設計にデザイナーを起用し、美しく快適な車両を利用者に提供している。多くの人が利用する鉄道車両の空間がデザインされることで「乗ってみたい」「移動時間を快適に過ごしたい」など利用者のニーズをつかみ、鉄道事業者の収益の増加につながると考える。しかし、デザインすることが旅客数の増加にどの程度の影響を与えるかは明らかではない。そのため多くの事業者は経営リスクを回避するため、事業にデザインを取り入れることができていないと考える。

そこで本研究は、鉄道車両の内装デザインと旅客数との関係を明らかにすることを目的に、内装デザインを数値化して交通需要予測モデルに組み込む。このため、①車内の色彩デザインの数値化技術、②内装の利用者評価値の取得手法、③快適度関数の構築技術の3点も検討する。図1は本研究におけるデザインを考慮した交通需要予測モデルの構築フローである。

2. 内装デザインの数値化手法と利用者評価値の取得

(1) 車両デザインの数値化技術の検討

デジタル一眼レフカメラによる車内の撮影画像を用い、車両デザインのうち色彩の数値化を行う。撮影条件は人間の視環境を考慮し、白色校正を行い、高さ150cm・画角10mm・車両前方から後方を見る視点とした。画像から反対色理論による色彩値として赤成分R・緑成分G・黄成分Y・青成分Bと色彩数Nの5つの数値を抽出する。このほかに車両の空間的な特徴として、座席幅・シートピッチ・天井高を取得している。

(2) スライド評価実験による主観的評価値のデータ取得

実際の車両の画像や加工画像の26種類の多様な車両デザインの内装画像を用意し、2011年1月下旬に江東区在住者や在職者・在学者44名を対象に暗室でのスライド評価実験を行い、「良い-悪い」の7段階評価値を得た。

3. 色彩快適度関数の構築

交通機関選択モデル構築のために、まず色彩快適度関

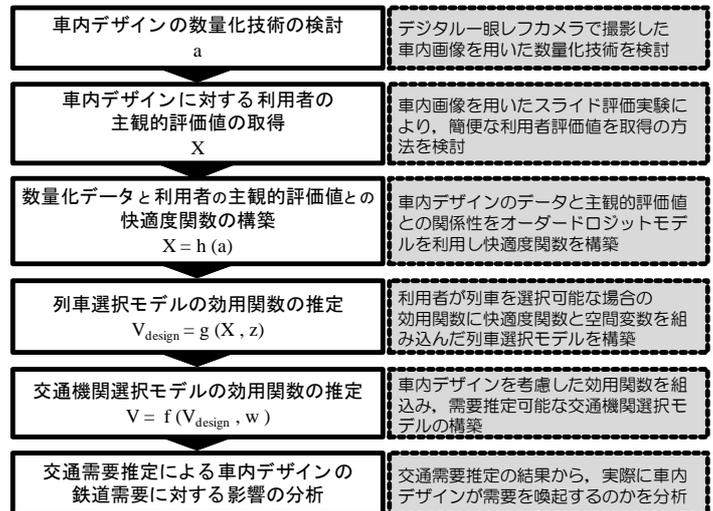


図1: 本研究のフロー

表1: オーダーロジットによる快適度関数のパラメータ推定結果

| 説明変数 | パラメータ (t 値) | |
|-------|-------------|---------|
| R:赤成分 | 44.56 | (3.08) |
| Y:黄成分 | -89.87 | (-1.22) |
| G:緑成分 | -35.25 | (-3.33) |
| B:青成分 | 33.43 | (0.92) |
| N:色彩数 | 0.05 | (0.86) |

※スケールパラメータ及び閾値パラメータを除く

数の構築を行う。快適度関数とはヒトが視覚的な刺激に対して、どの程度良いと感じるかという指標であり、本研究においては利用者の鉄道車両の内装に対する評価指標のことを指す。佐川ら¹⁾の色彩快適度を応用し、車内の撮影画像から得られる色彩値を変数に導入した式(1)をオーダーロジットモデルで推定する。これにより7段階評価値の等間隔尺度問題に対応できる。

$$X = \alpha_r R + \alpha_y Y + \alpha_g G + \alpha_b B + \alpha_n N + const. \dots (1)$$

X: 主観的評価値 R, Y, G, B: 反対色理論による色彩値 N: 色彩数

なお、鉄道車両のデザインが複数であり、かつ複数被験者による評価データとなるため、快適度関数内のパラメータと内装による違いを補正するスケールファクタを同時に推定する手法をとった。²⁾

スライド評価実験から得られた実測値と推定値との相関係数は0.86であった。

【キーワード】 車内デザイン, 小田急ロマンスカー, 需要予測モデル, 色彩快適度関数, 非集計ロジットモデル

【連絡先】 〒114-0021 東京都北区田端新町3-14-16 (TEL) 03-3810-9381

4. 交通選択モデルの構築

本研究では需要予測可能な交通選択モデルを構築するために、小田急ロマンスカーを選択可能な交通行動を対象とした。理由は新宿一箱根湯本間をデザインの異なるロマンスカーが複数運行されており、競合する交通機関が存在し、それぞれを利用者が選択することができるためである。

(1) 車両デザイン変数構築のための列車選択モデル

ロマンスカー利用者を対象に列車選択モデルを非集計ロジットモデルによって構築する。ロマンスカーにはデザインの異なる6車種が存在し、同一料金・所要時間で新宿駅—箱根湯本駅間を約30分間隔で運行している。利用者は予約時に乗車時間と車種、座席を選ぶことができる。快適度関数は視覚的要素の色彩に特化したものであるため、列車選択モデルの効用関数に快適度関数と空間的変数を組み込むことで、車内空間を数値的に表現し、列車選択行動との関係を分析する。

列車選択モデル構築に必要な利用者の行動データは、2008年11月に小田急ロマンスカー利用者を対象にアンケート調査を行い取得した。土日の3日間に2,676枚配布し、回収数は930枚(回収率35%)であった。直接配布・郵送回収とし、アンケートでは列車の選択理由・旅行目的・旅行行動・個人属性・仮想状況下における列車選択(SP調査)を聞いている。列車選択モデル構築のためのデータ欠損のない574サンプルを抽出した。列車選択モデルの効用関数の推定結果を表2に示す。このパラメータ群から早着/遅刻による不効用を除外し、交通機関選択モデルに組込む車両デザイン変数を作成する。

(2) 交通機関選択モデルの推定

車両デザイン変数を組み込んだ交通機関選択モデルを非集計ロジットモデルにより構築する。東京近郊を出発地とし、箱根湯本地区・大涌谷地区・芦ノ湖周辺地区を目的地とするモデルの構築を試みる。必要な行動データを取得するため、2010年11月20日・21日に箱根への観光客を対象にアンケート調査を行った。質問項目は箱根までの利用交通手段・旅行行動・個人属性である。直接配布郵送回収とし、2,142枚配布し、回収は978枚(回収率45.7%)であった。そこからデータ欠損のない412サンプルを抽出した。ロマンスカー利用者が152人(37%)、在来線利用者は56人(13.6%)、自動車利用者が138人(33.5%)、高速バス利用者が3人(0.7%)存在した。

効用関数には交通機関選択行動に大きく影響を及ぼす所要時間・費用とロマンスカーには列車選択モデルで

表2：需要予測モデルのパラメータ推定結果

| 列車選択モデル | | 交通機関選択モデル | |
|----------------------------|----------------|---------------------------|-----------------|
| 説明変数 | パラメータ (t 値) | 説明変数 | パラメータ (t 値) |
| X ₁ :早着不効用(分) | -0.013 (-2.31) | X ₁ :所要時間(分) | -0.03 (-5.67) |
| X ₂ :遅刻不効用(分) | -0.001 (-0.26) | X ₂ :費用(円) | -0.0009 (-4.80) |
| X ₃ :MSE外観ダミー | 0.15 (0.65) | X ₃ :車両デザイン変数 | 0.33 (2.69) |
| X ₄ :VSE外観ダミー | 0.74 (3.58) | X ₄ :ロマンスカーダミー | -5.99 (-2.23) |
| X ₅ :RSE外観ダミー | -0.20 (-0.86) | X ₅ :自動車ダミー | -0.45 (-1.72) |
| X ₆ :EXE外観ダミー | 0.15 (0.80) | X ₆ :JRダミー | -0.10 (-0.36) |
| X ₇ :色彩快適度 | 0.85 (2.65) | X ₇ :高速バスダミー | -2.01 (-2.84) |
| X ₈ :座席幅(cm) | 0.23 (7.02) | 初期尤度 | -633.1 |
| X ₉ :シートピッチ(cm) | 0.05 (5.20) | 最終尤度 | -442.4 |
| X ₁₀ :天井高さ(cm) | 0.009 (2.89) | 尤度比 | 0.3 |
| 初期尤度 | -397.9 | | |
| 最終尤度 | -308.2 | | |
| 尤度比 | 0.17 | | |

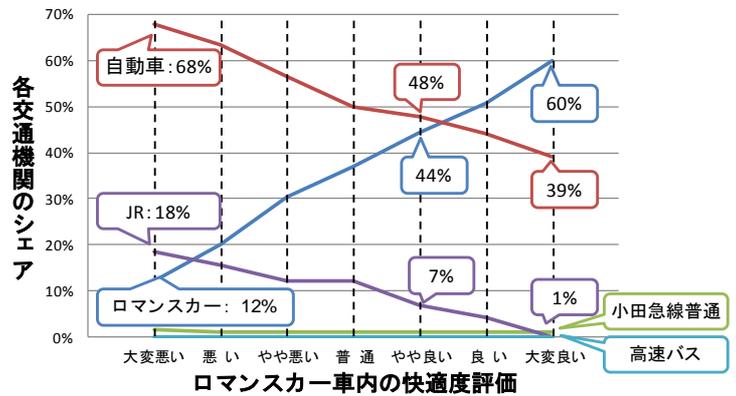


図2：車内デザインの評価の変化による需要感度

推定したパラメータに基づく車両デザイン変数を組み込み、内装デザインが需要に及ぼす影響を分析可能なモデルの構築を試みた。パラメータの推定結果を表2に示す。概ねt値は良好な値を示し、尤度比は0.3であった。

5. 車両デザインが旅客需要に及ぼす影響

構築したモデルをもとに、車両のデザインが旅客需要へ与える影響を分析した。図2に示すように車内に対する利用者評価が上昇するにつれ、ロマンスカーのシェアが増加する。通勤特急として設計されたEXEと建築家岡部憲明がデザインしたVSEとを比較すると、EXEにかえてVSEを導入した場合、旅客需要が5.6%増加する。

6. おわりに

車両デザインに対する利用者の評価が旅客需要へ与える影響を分析するための一連の手法を開発した。

謝辞：画像取得調査およびデータ提供にご協力いただいた小田急電鉄、九州旅客鉄道株式会社とアンケート調査にご協力いただいた皆様に謝意を表します。

参考文献：

1) 佐川賢ら：色彩コンフォートメータの開発，日本色彩学会誌，Vol.31, No.Supplement, pp.158-159 (2007)
 2) William H.Greene・David A.Hensher：Modeling Ordered Choices -A Promer-, Cambridge, pp.167-170 (2010)