

# 色彩値の序数的効用への変換技術に関する研究 —九州新幹線つばめの内装を対象に—

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○秋山 岳  
東海旅客鉄道株式会社 非会員 一木 理乃  
芝浦工業大学 正会員 岩倉 成志

## 1. はじめに

近年、わが国ではプロのデザイナーによって鉄道車両が造られる事例がある。これらは旅客に旅を楽しんでもらうことなどをコンセプトに造られ、様々な特徴のある車両が登場している。しかし、このような動きは一部に留まっており、全国的に展開されるに至っていない。理由の一つとして、車両をデザインすることで利用需要がどの程度増加するのか鉄道事業者が予測できず、デザインによるコスト増に対して経営リスクを回避する判断をしていることが考えられる。需要予測が困難な理由は、車両デザインを数量化し需要への効果を予測する方法が確立していないためと考える。

そこで、車両デザインのうち客室内装の色彩に着目し、それらを定量的に計測する方法を比較検討し、得られた色彩値を利用者の色彩評価指標に変換、交通機関の選択モデルの効用関数に組み込む方法を研究する。本研究の流れを図1に示す。研究対象は九州新幹線つばめとし、その内装の特徴を表1に示す。

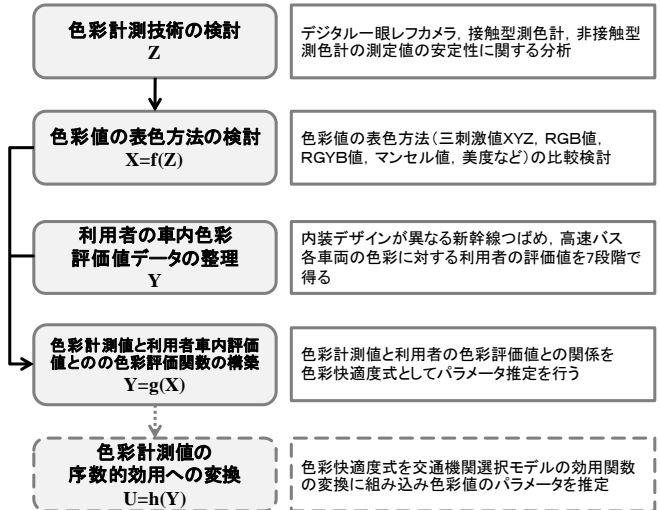


図1 本研究の流れ

表1 「新幹線つばめ」各号車の内装特徴

車種 (供用開始年)	号車	照明	座席	座席シートの色/柄	妻壁前方/後方
800系 (2005)	1.4	暖色 照明	木材	緑青/アイビー	クス/クス
	2.6			瑠璃/アイビー	クス/クス
	3.5			古代漆/アイビー	クス/クス
新800系 (2009)	1	白色 照明	木材	赤/市松模様	クス/クス
	2			ワインレッド/無地	ベアウッド/金箔
	3			カーマイン/無地	金箔/金箔
	4			赤・橙・緑など/アイビー	金箔/金箔
	5			赤・オレンジ系/ほぼ無地	金箔/ハードメープル
	6			赤/アイビー	クス/クス

表2 色彩計測機器の特徴

特徴	デジタル 一眼レフカメラ	接触型 分光測色計	非接触型 分光測色計
	計測範囲	面計測	点計測
外光の影響	受けやすい	ほとんどない	受けやすい
振動の影響	ある程度受ける	受けにくい	受けやすい
測色値の特徴	ヒトの視環境 に近い	物体本来の 色に近い	ヒトの色知覚 に近い

## 2-2. 色彩計測値の考察

接触型及び非接触型分光測色計で得られた三刺激値 X, Y, Z 値は, sRGB 色空間における R, G, B 値に変換した。R, G, B 値は各値を合わせてある色を表す表色系の一つである。表3に800系5号車の各所を測色し, R, G, B の各平均値と標準偏差を示す。なお, 座席シートはアイビー柄, 床は白を基調に格子状の線が入っており, ヘッドカバーと内装側壁は無地単色である。接触型では柄があるものは標準偏差が大きく, 単色のものは小さくなった。非接触型では単色であるヘッドカバーと内装側壁の標準偏差が大きくなった。こ

## 2. 客室内の色彩計測方法の検討

### 2-1. 色彩計測方法

車両内の色彩計測にはデジタル一眼レフカメラ・接触型分光測色計・非接触型分光測色計の3機器を使用した。表2にプレ計測で得られた各機器の特徴を示す。

2009年12月16日(水)・17日(木), 外光と振動の影響を軽減するため, JR九州の川内車両基地内において夜間につばめの客室内の色彩計測を行った。

デジタル一眼レフカメラでは, 後に示す乗客のアンケート評価値と撮影方法との関係を分析するため, ヒトの視環境を考慮し, 撮影場所や高さ, 白色校正の有無などの条件を変えて撮影を行った。接触型及び非接触型分光測色計は, デジタル一眼レフカメラでの撮影範囲に含まれる内装各部を計測した。また, 柄を含む色彩の定量化を行うため, 10cm 間隔の格子状9か所を2回計測し, 内装各部ごとに18か所のデータを得た。

【連絡先】 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 (TEL) 03-5859-8354

【キーワード】 車内デザイン, 九州新幹線つばめ, 色彩計測, 色彩快適度, 効用関数

これは、車内照明の影響強く受けたためと考えられる。また、床は車内照明との距離がほぼ一定のため、標準偏差は小さくなったと推測される。

デジタル一眼レフカメラで撮影した画像は佐川ら<sup>1)</sup>の色彩快適度を参考に、画素ごとに11色のカテゴリカルカラーに分類し、画像全体に対して3%以上を有する色の数を色彩数としている。また、画像全体の平均彩度は反対色理論を用い、赤成分R・緑成分G・黄成分Y・青成分Bに分解した。上記の色彩数及びR, G, Y, B値を撮影方法別に800系5号車を測色した結果、『客車前方から正面へ高さ140cm, 伏角8°, 白色校正有』を基準条件とすると、高さの影響はほとんどなく、角度を水平にするとR, G, Y, B各値の値は減少、色彩数は増加した。これは、伏角8°に比べ水平では、画像内にほぼ単色の天井が多く入り込み、座席の割合が減少するためと考えられる。また、白色校正をしないとY値と色彩数が増加したが、これは暖色照明が影響しているためと考えられる。

3. アンケート調査による客室内色彩の主観的評価値

2009年10月10-12日, 17-18日の土日祝日に, JR鹿児島中央駅にてつばめの利用者を対象にアンケート調査を行った。直接配布・郵送回収とし, 配布枚数は3000枚, 回収数は1338枚(回収率45%)であった。アンケート項目は客室内装の色彩評価や個人属性である。視覚要素について①客車全体の色合い, ②客車全体の美しさ, ③客車全体の見た目の快適さの質問項目を作成し, 利用者に各項目を7段階評価してもらっている。図2に車両デザインごとの③客車全体の見た目の快適さの項目の評価の分布を示す。表4はそれらの評価の分布の適合度をχ<sup>2</sup>検定した結果である。新800系の4・5・6号車は他の分布と有意に差があることがわかるが, ほとんどの車両で「良い」と評価する利用者の割合が多く, 分布に有意な差はないといえる。

4. 主観的評価値と車内色彩との関係性の分析

式(1)は佐川ら<sup>1)</sup>が示す色彩快適度式である。

$$C = w_r R + w_y Y + w_g G + w_b B + w_n N + const \quad \dots (1)$$

C: 色彩快適度 R, Y, G, B: 赤, 青, 緑, 青それぞれの反対色成分 N: 色彩数

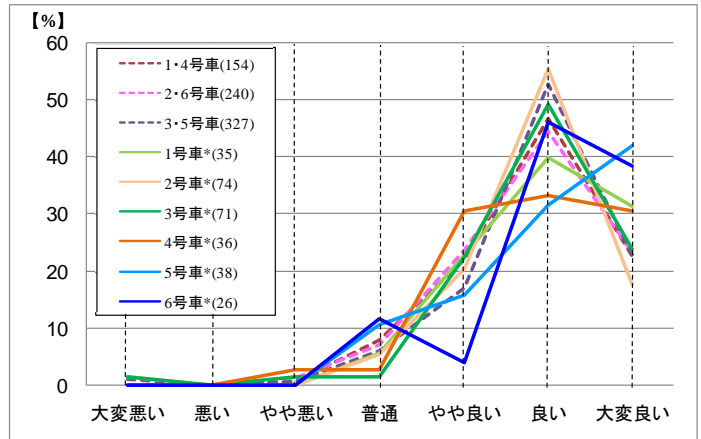
アンケート調査で得られた③の項目の主観的評価値と写真画像を用いて, 色彩快適度式の変数に準拠した各パラメータを推定した。その結果を式(2)に示す。

$$C = -4.97R + 7.32Y + 8.49B - 0.03N + 5.83 \quad \dots (2)$$

表3 接触型及び非接触型分光測色計での色彩計測値

測定箇所	R		G		B	
	接触型	非接触型	接触型	非接触型	接触型	非接触型
座席シート	94* (10.3)	112* (9.9)	100 (13.2)	97 (13.8)	56* (8.6)	24* (9.4)
ヘッドカバー	119* (0.9)	143* (25.9)	137 (1.0)	139 (25.0)	75* (0.7)	27* (13.1)
内装側壁	218 (5.1)	226 (27.2)	255* (0.0)	255* (0.0)	206* (5.1)	59* (7.6)
床	180* (7.5)	244* (9.4)	225* (10.0)	243* (9.8)	140* (6.3)	48* (3.6)

サンプル数18。( )は標準偏差。  
\*は有意水準5%で接触型と非接触型の平均値の差がないことを示す。



無印は800系車両, \*は新800系車両, ( )はサンプル数をそれぞれ示す。

図2【客室全体の見た目の快適さ】車両デザインごとの回答割合の分布

表4【客室全体の見た目の快適さ】車両ごとの評価の分布のχ<sup>2</sup>検定結果

	800系			新800系					
	1-4号車	2-6号車	3-5号車	1号車*	2号車*	3号車*	4号車*	5号車*	6号車*
800系	1-4号車	2-6号車	3-5号車	*は5%で, **は1%でそれぞれの分布に有意に差があることを示す					
	0.60	4.68							
	2.60	4.68							
新800系	1号車	5.54	4.83	8.82					
	2号車	4.34	6.28	2.66	12.51**				
	3号車	6.40	5.20	6.72	18.38**	15.42**			
	4号車	20.01**	11.51*	29.71**	9.18	29.24**	12.32*		
	5号車	24.85**	24.49**	28.43**	11.64**	36.52**	81.41**	35.99**	
	6号車	28.41**	30.60**	27.00**	24.27**	87.77**	97.36**	60.73**	16.17**

w<sub>g</sub>は写真画像データのG値に分散がないため推定できなかった。また重相関係数は0.08となった。精度が低い理由に, 画像サンプルをR, G, Y, Bの各値に分解した際の分散が小さいこと, 主観的評価値が高評価に偏っていることがあげられる。また図2の分布曲線の特徴を(2)式で表わすことに限界があると考えられる。

5. おわりに

本研究では, 客室内装の色彩を計測する方法を検討し, 各機器の特徴を把握, 取得データの分散値から各部材の特徴をある程度分析できることを確認した。

現状で色彩快適度式を用いて車内の色彩値と主観的評価値の関係を表すことは困難であるが, 車両の画像データとそれらの主観的評価値をさらに収集することで精度向上が図れると考える。

参考文献

1) 佐川賢, 瀧澤惣一, 斎藤雄雄: 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, pp158~159, 2007

謝辞: 本研究において計測調査ご協力をいただいた九州旅客鉄道株式会社ならびにアンケートにご協力いただいた皆様に謝意を表します。