

# 顧客満足度を向上するためのデザイン設計

## Design Development to Improve Customer Satisfaction



高橋 彰① Akira Takahashi  
 田中 薫子② Masako Tanaka  
 中村 直弘③ Naohiro Nakamura  
 武田 正樹④ Masaki Takeda  
 濱田 秀之⑤ Hideyuki Hamada  
 多田 章彦⑥\* Akihiko Tada

デザイン設計において顧客の高い満足度を得るためには、万人に魅力あるデザインであり、かつ安全性や操作性とも共存していることが重要である。

設計初期から顧客に詳細イメージをつかんでもらうために、感性工学やデジタルモックアップを活用して、手戻りを抑制した設計プロセス手法を取り入れた。

For a design to obtain high customer satisfaction, it must be attractive to all people, while also satisfying high standards of safety and operability.

To enable the customer to have a clear idea of the detailed design at an early stage, we introduced a design process in which the methodology of Kansei (affective) engineering and digital mockups are used to minimize design change.

### まえがき

昨今、国内の鉄道発注規模は横ばい状態であり、既存車両の置き換えや特急車の導入などで新型車両の発注は続いている。

最近の傾向では、魅力的な車両デザインに対する乗客ニーズが高まる中、鉄道会社（顧客）からは車両デザインに対して独自性のある要求が強まっている。一方でそれらのデザインは、高品質の車両製作性や安全性、操作性も兼ね備えなければならないなどの課題も多く、デザインと設計との共有化が重要となる。価格だけでなく、デザインや技

術、品質を含めた総合評価で受注した案件として、関東大手私鉄である東武鉄道株式会社（以下、東武鉄道）の新型特急500系（図1）および西武鉄道株式会社（以下、西武鉄道）の新型通勤車両40000系（図2）がある。これらの受注活動や設計において、新しいデザイン設計プロセスを取り入れた。

### 1 背景

従来の設計プロセスでは、2次元図面による机上での詳細検討の上、設計工程の後半段階のモックアップや実車が完成した後で初めて立体的に確認するため、顧客のデザイ



図1 東武新型特急500系外装イメージ  
 Fig. 1 Exterior of Tobu 500 series



図2 西武新型通勤車両40000系外装イメージ  
 Fig. 2 Exterior of Seibu 40000 series



図3 顧客要望のデザインに向けた作業フロー  
Fig. 3 Design workflow to incorporate the customer's requests

イメージと合わないことも多く、設計手戻りが発生することが課題であった。

そこで、顧客の要求に効率的に応えるため、次のように感性工学の適用やデジタルモックアップの導入を行った。

顧客のデザインコンセプトに対して当社のデザイナーが起こした複数のデザイン案を、感性工学によって科学的に検証しながら、より具体的なデザインパスを創り込んでいく。そして、顧客に、3次元データを使用したVR(Virtual Reality)によるデジタルモックアップで立体的に確認してもらおうという、より現実的な車両のイメージを初期の段階でつかんでもらうための設計プロセスを開発した(図3)。

## 2 感性工学の車両デザインへの適用

感性工学とは、人の感じ方(感覚・知覚)、イメージ、感情、価値観といった目には見えない情報を客観的に把握(可視化)する技術分野である。

一般的にデザインの評価では、多くの人が意思決定に関わるが、個人の主観が入りがちである。その結果、開発初期に掲げたコンセプトと選定されたデザインに乖離が生じたり、デザインの決定に非常に時間がかかったりすることが多々ある。

人の感じ方を客観的に把握する感性工学は、得られたデザインがコンセプトに見合ったデザインであることを根拠づけ、説得力を与えることができるものである。当社では、最初にモーターサイクルの設計に感性工学を導入し、鉄道車両においても2008年より国内車両の開発プロジェクトへの適用を始めた。

図2に示した西武鉄道の新型車両である西武4000系通勤車両(以下4000系)は、車いすやベビーカーの利用客が安心して利用できる「パートナーゾーン」を設置するなど、新たなスタンダード通勤車両を目指したものである。

当社は入札時の技術提案の際にも、感性工学に関する過去の一連の研究成果<sup>1)</sup>を活用したインテリアデザインを提案したことで、高い評価を得ることができた。

また、車両先頭部のエクステリアデザインは、顧客の企業ブランド価値を高める重要な要素であり、乗客からも都度乗車の際に興味を持たれる部分でもある。次に、4000系先頭部のエクステリアデザインを考案するにあたり、感

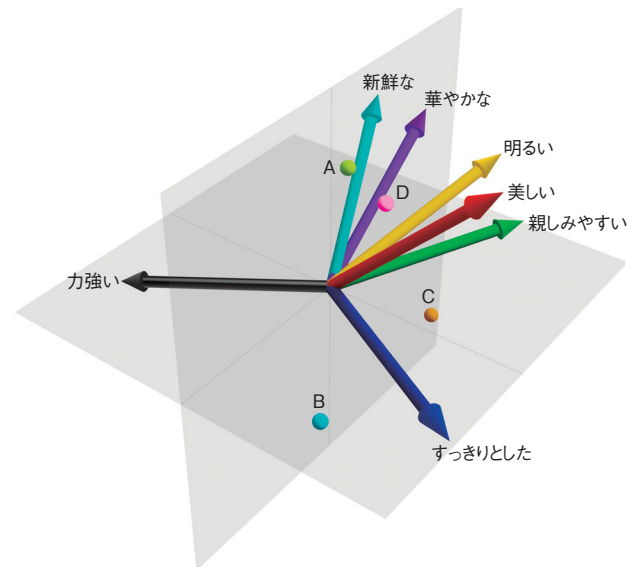


図4 多次元尺度構成法(MDS)による3Dマップ  
Fig. 4 3D map created using multidimensional scaling (MDS)

性工学を適用した実際の適用方法について紹介する。

まず、当社のデザイナーが顧客のコンセプトに基づき、既存車両の配色を残しつつ優しさを感じる複数のデザイン案を提示した。続いて顧客を含む多くの関係者らが被験者となり、外観の形状や色についてそれぞれのデザインから受ける印象を評価シート上で回答した。この評価シートで得られた「あたたかい」「冷たい」「華やかな」といった印象は、さらに心理測定法の一つである多次元尺度構成法(MDS: multidimensional scaling)を用いることで、今回のコンセプトである「やさしさ」や「先進性」といったキーワードとエクステリアデザインの整合性を3次元マップ上で確認した(図4)。例えば、モデルDは華やかで明るい印象を持つエクステリアデザインになっていることが可視化されている。このような作業を複数回繰り返すことで、コンセプトに見合った納得の得られるデザインを、確信をもってスピーディーに選定していただくことができた。

## 3 設計へのデジタルモックアップの導入

当社は、図3に示した新しい設計プロセスを実現するために、VRと人間工学(3Dヒューマンシミュレータ)を併用したデジタルモックアップを導入することにより、人間が関わる箇所を主観的と客観的の両面から評価する手法を考案した。VR技術は計算機上で仮想的な空間を作成し、体験者の五感に適切な情報を与えることで、現実には存在しないにも関わらず、そこにあるかのような感覚を与える技術である。

一方、人間工学では、計算機上の仮想的な空間にさまざまな体型の3D人間モデルを配置して自在に動かし、機械の操作性などを数値的に確認することができる。この2つの技術を組み合わせることで、人間が関わる箇所を主観／客観の両側面から評価することが可能となる。

デジタルモックアップにより、設計者が設計の確認に利用できるとともに、顧客も実物完成前に体験して具体的な設計内容を確認できるようになる。また、デジタルモックアップによる検討の段階では柔軟な設計変更が対応可能であり、顧客からの要望を車両の設計に反映しやすくなる。デジタルモックアップを活用した検討の様子を図5に示す。

図1に示した東武鉄道新型特急500系（以下500系）は、1編成3両固定の車両を併結・分割することで、さまざまな運行形態にて速達性と快適性を可能とするコンセプトを持つ特急列車である。

エクステリアデザインは、これまでの特急車両にない斬新な先頭形状を有しており、運転士の視界確保に対する課題が拳がっていた。従来であれば2次元図面による検証

の上、モックアップを製作して検証を行っていたが、500系においては、VRを活用して視認性を3Dのデジタルモックアップで確認しながら形状最適化を行い、既存の車両で500系を模擬して最終的に妥当性を確認した（図6）。

また、VRは西武鉄道40000系の基本設計にも活用されている。例えば、図7(a)のパートナーゾーンのデザインベースを基に3Dデータを作成し、図7(b)のように実際にペビーカーを押しながら車内の居住性を確認することにも活用されている。



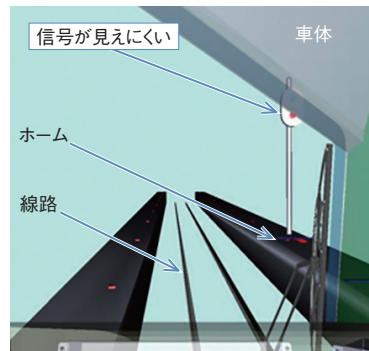
体験者の様子

(a) バーチャルリアリティ



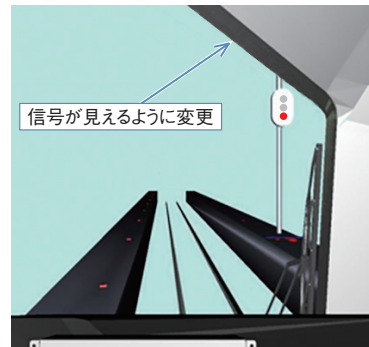
(b) 3Dヒューマンシミュレータ

図5 デジタルモックアップによる検討  
Fig. 5 Design review using a digital mockup



運転室からの視界  
(初期設計)

VRによる検証  
(体験による最適位置検証)



VRによる検証結果によるデザイン見直し後の視界



実車により視界確認

図6 VRによる検証内容（東武500系）  
Fig. 6 Design verification using VR (Tobu 500 series)



(a) パートナーゾーンイメージ



(b) VRによる検証風景

図7 パートナーゾーンイメージとVRによる検証風景  
(西武新型通勤車両40000系)

Fig.7 Design verification using VR for "partner zone"  
(Seibu 40000 series)

## あとがき

感性工学およびデジタルモックアップを鉄道車両の初期デザインに活用することで、東武鉄道より新型特急500系、

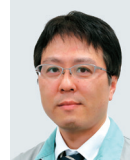
西武鉄道より新型通勤車両40000系の受注に貢献できた。

両社からの入札条件は価格だけでなく、デザインや技術の評価も含まれており、フロントローディングにて顧客に満足いただけるデザインを実現することに注力した提案を行えた。

今後もますますデザインに独自性を求められることが予想されるが、今回適用した新しい設計プロセスにより、乗客や顧客に高い満足をいただける車両をデザイン設計していく所存である。

## 参考文献

- 1) 田中, 山田: "鉄道車両室内デザインの印象", 第14回日本感性工学会大会講演論文集 (2012)



高橋 彰



田中 薫子



中村 直弘



武田 正樹



濱田 秀之



多田 章彦