原著論文

製品属性と消費者属性の交互作用を考慮した 製品デザインの提案

市川 雄一朗*, 齊藤 史哲**, 石津 昌平**

* 東京工業大学, ** 青山学院大学

Proposal of the Product Design by Considering the Interactions among Product-attributes and Customer-attributes

Yuichiro ICHIKAWA*, Fumiaki SAITOH** and Syohei ISHIZU**

* Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552, Japan

** Aoyama Gakuin University, 5-10-1 Fuchinobe, Chuo-ku, Sagami-hara, Kanagawa 252-5258, Japan

Abstract : To design products with high customer satisfaction, it is necessary that the suppliers must design attractive products for some specific customers. However, designing them is not easy because customers have different preference and *Kansei* affects for the products. The evolution of products is not common for each customer. We propose the method for designing the products by considering the different customer's *Kansei*. In this paper we analyse the interaction among product-attributes (color, shape etc.) and customer-attributes (gender, age etc.) which affects customer's *Kansei*. Analyzing the interaction leads to designing the production which some customer categories like in common and a customer category like. In this way, this paper considers the different customer's *Kansei* and proposes the products which fit for the customer's *Kansei*.

Keywords : *Kansei evaluation, Parameter design, Customer-attributes*

1. はじめに

感性工学においては、消費者の持つ製品デザインに対するイメージを数値化して設計し、反映させる技術が必要とされている。そこで、企業を始めとするサプライヤーにとって製品を開発する際に消費者がどのような欲求を満たそうとして製品を購入しているのか、どのような製品を魅力的に感じるかを把握することは重要である。小阪 [1] にあるように人が製品に対して魅力に思う要素の一つが製品デザインであるので、消費者の視覚に訴えかける製品デザインを良くすることは、消費者の満足度を向上させるきっかけとなる。

しかし、消費者が好むようなデザインを提案するにあたって問題となってくるのは感性の個人差である。特に、個人差の要因として挙げられるのが消費者属性の違いによるものである。製品に対する評価は消費者属性に応じて変化してしまう。顧客満足度を高める製品を生み出すためには消費者の嗜好に合わせた製品を考えることが重要であり、そのためには消費者属性の違いを定量化化する必要がある。

消費者属性の違いを考慮する方法としては齊藤ら [2] のように因子分析やクラスター分析を用いて消費者を層別し、消費者ごとの特徴をつかむ方法が提案されてきている。特に消費者属性を誤差因子や標示因子と捉えることで直積実験を行い計画的に消費者の個人差を考慮する方法が提案されてきている。Widiyati ら [3] ではタグチメソッドによる SN 比解析を用いて全ての消費者から共通の評価を得られる製品デザ

インを提案している。鈴木ら [4] はコンジョイント分析を行うことで消費者の嗜好に合わせた製品デザインを分析している。しかし、これらの方法は消費者属性と製品属性の評価値との関連を表すモデルでないため、消費者属性の違いがどの程度感性評価へ影響を与えているかを定量的に把握できていないという問題がある。

一方、高橋ら [5]、河村ら [6] は多水準系の誤差因子間の交互作用をもつ統計モデルを提案しており、直積実験に基づき誤差因子間および制御因子間の交互作用の影響をモデル化している。

本研究の目的は製品属性と消費者属性の交互作用を分析することで、感性の個人差を生み出す要因となる消費者属性の違いを考慮した製品デザインの方法を提案することである。本研究では高橋や河村らの交互作用モデルにおける特性値を感性評価値、制御因子を製品属性、誤差因子を消費者属性とすることで、感性評価における製品属性と消費者属性の交互作用を分析することを提案する。

直積実験として感性評価実験を計画することで、消費者属性ごとや、複数の消費者属性に含まれる個人と製品属性の交互作用を効率的にもとめることができる。本論文で提案する製品デザインの特徴は、製品属性と消費者属性の交互作用の分析を通して消費者属性における個人の製品評価値のばらつきを評価し、ばらつきの大きさにもとづき消費者カテゴリーを層別・選定し、選定した消費者カテゴリーに適した製品デザインを決定することである。本研究では製品属性と消費者属性の交互作用のモデルの定式化を行い、モデルを用いて

感性の共通性と相違性に注目することで感性にあった製品のデザイン方法を提案する。その上でメガネを対象とした製品デザインの事例を示す。

2. 感性の個人差を考慮した製品設計

2.1 製品属性と消費者属性の交互作用モデル

本研究では、高橋ら [5] と河村ら [6] の“多水準系の誤差因子間の交互作用をもつ統計モデル”を用いて製品属性と消費者属性の交互作用モデルを提案する。まず、河村らのモデル式の定義を示す。特性 y の母平均が制御因子 $x=(x_1, x_2, \dots, x_g)$ と誤差因子 $z=(z_1, z_2, \dots, z_h)$ の関数 $\mu(x, z)$ で与えられているとし、データの構造には誤差項 ε のある応答モデルを想定すると式 (2.1) のようになる。

$$y = \mu(x, z) + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad (2.1)$$

制御因子および誤差因子の関係を表現する $\mu(x, z)$ については誤差因子 $z=(z_1, z_2, \dots, z_h)$ とそれらの交互作用 $z_1 \times z_2, \dots$ を考慮し、各水準を x と z をダミー変数と扱うことにして式を表現すると式 (2.2) のようになる。

$$\mu(x, z) = L(x) + D(x, z) \quad (2.2)$$

また、誤差因子 z による影響を受けない $L(x)$ を平均パートと呼び、パラメータ α を用いて式 (2.3) で定義される。 $D(x, z)$ は誤差因子 z が特性に影響を与える部分であり乖離パートと呼ぶ。この乖離パートのことを総乖離と呼び、パラメータ β を用いて式 (2.4) で定義する。

$$L(x) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^g \alpha_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq g} \alpha_{ij} x_i x_j \quad (2.3)$$

$$D(x, z) = \sum_{k=1}^h (\beta_0 + \sum_{i=1}^g \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq g} \beta_{kij} x_i x_j) z_k + \sum_{1 \leq k < l \leq h} (\beta_{kl} + \sum_{i=1}^g \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq g} \beta_{kij} x_i x_j) z_k z_l \quad (2.4)$$

高橋ら [5]、河村ら [6] では、(2.1) のモデルの y は機能性設計に関する特性を適用した研究であったが、本研究では感性評価を適用して、消費者属性の違いによる感性の違いを活かした製品デザインを提案する。そこで、特性を感性評価値、制御因子を製品属性、誤差因子を消費者属性とした交互作用モデルを製品属性と消費者属性の交互作用モデルと呼ぶこととする。

2.2 モデルの優位性

Widiyati ら [3] は製品属性と消費者属性の交互作用による影響を低減させることを目的としているタグチメソッドを用いていることもあり製品属性間の交互作用や消費者属性間の交互作用を考慮していない。つまり式 (2.2) の $D(x, z)$ が考慮されておらず式 (2.1) にある ε の一部として扱われている。鈴木ら [4] ではコンジョイント分析を用いて製品属性ごとの最適水準を求めるために製品属性と消費者属性の交互作用を考慮しているが、製品属性間の交互作用と消費者属性

間の交互作用は誤差項として扱われている。つまり、式 (2.4) の $\sum_{1 \leq k < l \leq h} (\beta_{kl} + \sum_{i=1}^g \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq g} \beta_{kij} x_i x_j) z_k z_l$ を式 (2.1) の ε の一部として処理している。本研究で提案する製品属性と消費者属性の交互作用モデルはこれまで誤差項 ε として扱っていた交互作用による影響についても分析すべき要因とすることができると、より詳細な分析が可能になると言える。

2.3 製品属性と消費者属性の交互作用モデルの分析方法

式 (2.3)、(2.4) におけるパラメータ α, β は回帰分析により求める。そして、導出後変数増減法を用いることで意味のある交互作用の分析ができる。交互作用モデルは平均パートと乖離パートで構成されており、それぞれが果たす役割は次の通りである。

平均パート ($L(x)$)：消費者属性の影響を受けないパートであり、評価値を目標値へ近づける際に用いる

乖離パート ($D(x, z)$)：消費者属性が評価値へ影響を与えるパートであり、消費者ごとの評価のばらつきが製品属性と消費者属性の交互作用という形で表現されている

特に乖離パートに着目することで、消費者属性が評価値へ与えている影響を把握することができる。そこで、本研究では消費者属性に着目し、同じ消費者属性を持つ個人の平均と平均からの分散を総乖離や乖離度という新たな指標を用いて、消費者属性により生じる感性の個人差の定量化を試みる。この乖離度を用いて、乖離度の小さい個人差の影響を受けにくい製品デザインや、消費者属性に応じた製品デザインの提案に役立てる。

このモデルは従来、機能性設計において誤差因子によるばらつきが小さくなるような制御因子の組合せを設定し、どのような環境でも一定の機能を発揮するロバストな製品を生み出すために用いられてきた。感性評価で機能性設計と同様の見方をするので、消費者属性を誤差因子と考え、評価のばらつきの小さい消費者属性による感性の違いに影響を受けない、どのような消費者からも同じ評価の得られる製品デザインを考えることができる。感性の共通性を活かした製品設計ができると言える。

一方、交互作用モデルに対して感性データを適用した例は今までに見られていない。そこで、本研究では感性評価特有の見方を提案する。鈴木ら [4] で明らかなように消費者属性を標示因子と考えることで製品属性と消費者属性の交互作用を分析し消費者の嗜好に合わせた製品提案をすることができる。本研究の交互作用モデルでは乖離パートで製品属性と消費者属性の交互作用が表現されているので、注目する消費者属性に応じた製品属性の最適水準を決定することができる。感性の相違性を活かした製品設計ができると言える。また、消費者属性による製品デザインに対する嗜好の差別化を行うことができるため、結果として消費者カテゴリーの層別を行うことができる。本研究では、消費者属性を誤差因子と考え、感性の共通性に注目した手法を手順1、標示因子と考え感性の相違性に注目した手法を手順2とする。以下ではその詳細を述べる。

製品属性と消費者属性の交互作用を考慮した製品デザインの提案

(a) 手順1 (感性の共通性に着目した製品デザイン)

消費者属性を誤差因子と考え、感性の共通性に着目した製品デザインの提案方法について述べる。

① 乖離度を小さくする製品属性の水準の決定

製品属性 $x_i (i=1, 2, \dots, g)$ の水準数を m_i とする。このとき、 X_i を製品属性 x_i の持つ m_i 水準の集合と考え $X_i = \{X_i^1, X_i^2, \dots, X_i^{m_i}\}$ と定義する。 ($i=1, 2, \dots, g$) のとき g 個の製品属性があるといえ、これらによる組合せ、つまり製品の数全部で $\prod_{i=1}^g |X_i| = \prod_{i=1}^g m_i$ 通り考えられる。

消費者属性についても同様に考える。消費者属性 $z_j (j=1, 2, \dots, h)$ の水準数を n_j とする。このとき、 Z_j を消費者属性 z_j の持つ n_j 水準の集合と考え $Z_j = \{Z_j^1, Z_j^2, \dots, Z_j^{n_j}\}$ と定義する。また、本論文では Z_j に含まれる消費者属性 $Z_j^1, Z_j^2, \dots, Z_j^{n_j}$ を持つ消費者属性の集合をそれぞれ $Z_j^1, Z_j^2, \dots, Z_j^{n_j}$ と定義する。

$j=1, 2, \dots, h$ のとき h 個の消費者属性があるといえ、これらによる組合せ、つまり消費者カテゴリーの数は全部で $\prod_{j=1}^h |Z_j| = \prod_{j=1}^h n_j$ 種類考えられる。

ここで、消費者属性による評価のばらつきが小さい製品属性を求めるため式 (2.4) に注目する。この部分は消費者カテゴリーの違いにより値が変化する部分である。 $\prod_{j=1}^h |X_i|$ 通りの製品の集合を X とする。ある製品 $k \in X$ について考えたとき、 $\prod_{j=1}^h |Z_j|$ 種類の消費者カテゴリーによりそれぞれ評価が下されていることがわかる。また、 $\prod_{j=1}^h |Z_j|$ 種類の消費者カテゴリーの集合を Z とする。ある製品 $k \in X$ が持つ製品属性の水準と、ある消費者カテゴリー $l \in Z$ における消費者属性の水準をそれぞれ $x = (x_1, x_2, \dots, x_g)$, $z = (z_1, z_2, \dots, z_h)$ に対してダミー変数を対応させ総乖離を式 (2.4) に基づき算出する。そして製品 k に対する総乖離に関して最大値を $\max D(k, z)$, 最小値を $\min D(k, z)$ とする。

製品 k について対象としている消費者カテゴリーの集合 Z における総乖離の最大値と最小値の差を乖離度 $\sigma_{k,Z}$ と定義する。

$$\sigma_{k,Z} = \max_{z \in Z} D(x, z) - \min_{z \in Z} D(x, z) \quad (2.5)$$

評価値と乖離度、総乖離の関係は図1の通りである。総乖離は評価値と平均値の差といえる。図1からもわかるように乖離度が小さい製品が消費者による評価のばらつきが小さい製品といえる。複数の消費者が混在する消費者

図1 総乖離と乖離度のイメージ

カテゴリーについて考えたとき、乖離度が最小の製品がそのカテゴリー内で評価のばらつきが小さい製品となる。消費者カテゴリーの集合 Z に対する乖離度の中から $\sigma_{k,Z} = \min_{x \in X} \sigma_{x,Z}$ となるときの製品 k の持つ水準が Z に対して評価のばらつきが最も小さい製品属性の水準となる。 $\min_{x \in X} \sigma_{x,Z}$ が複数ある場合は全て②・③の操作を行い評価値の算出する。そして、最も評価値の高い製品の水準を選択することとする。

② 平均パートにおける水準の決定

乖離パートだけで全ての製品属性が定まるとは限らない。水準が①で定まらなかった製品属性で平均パートに存在する属性については②で水準を決定する。決定の仕方であるが、評価値が目標値へ近づくような水準を選べば良い。製品 $k \in X$ に対する $l \in Z$ の評価値を $y_{k,l}$ としたとき $y_{k,l}$ を式 (2.6) で表現する。ここまでで決定した水準を変数部分に代入し評価値を算出する。

$$y_{k,l} = L(k) + D(k, l) \quad (2.6)$$

③ 評価値の算出

①, ②からわかるように製品 k に対する評価値は $\prod_{j=1}^h |Z_j|$ 個ある。しかし、評価値が複数あると消費者カテゴリー Z における製品の評価指標が一つに定まらないため、本研究では消費者カテゴリー Z に対する評価値の平均を $\mu_{k,Z}$ とし式 (2.7) で定義し、乖離度とともに製品デザインの重要な指標として用いる。

$$\mu_{k,Z} = (\sum_{j=1}^{\prod_{j=1}^h |Z_j|} y_{k,j}) / \prod_{j=1}^h |Z_j| \quad (2.7)$$

乖離度 σ と評価値 μ を用いることでカテゴリーにおけるばらつきが小さくなりかつ、評価値が目標値に近くなるような製品を考えることが感性の共通性に着目した製品デザインを提案する目的である。

(b) 手順2 (感性の相違性に着目した製品デザイン)

式 (2.4) では製品属性 $x = (x_1, x_2, \dots, x_g)$ と消費者属性 $z = (z_1, z_2, \dots, z_h)$ の交互作用が $z_1 \times z_2, \dots$ という形で表現されている。分析を進める際には式 (2.2) を変数増減法により変数選択するが、そこで残った変数は評価値へ大きく関わっている変数であるため消費者属性が評価に影響を与えている箇所とわかる。消費者属性を標示因子と考えることで消費者属性に応じた製品属性を選ぶことができる箇所ともいえる。この性質を利用し、消費者属性で消費者を層別し、その層が好む製品デザインを生み出すにはどのような製品属性を持つ製品とすべきかを把握することができる。

① 乖離パートにある交互作用に注目

式 (2.4) で変数増減法により求めた製品属性と消費者属性の交互作用を表す項より、交互作用を持つ製品属性をあげていく。式には製品属性 $\times$ 消費者属性をはじめ、製品属性 $\times$ 消費者属性 $\times$ 消費者属性 $\times \dots$ といった様々なパターンの交互作用が表れている。そこで、製品属性と交互作用を持つ消費者属性を n パターンあるとしたとき、パターン1 (製品属性 $\times z_1$)、パターン2 (製品属性 $\times z_2$)、 $\dots$ 、パターン n (製品属性 $\times z_1 \times z_2 \times \dots$) と考えることでそれぞれ②以降の分析を進めて行く。

② 各パターンによる分析

例えば、パターン1 (製品属性 $\times z_1$) のとき z_1 を性別と考える。このとき水準 (男性, 女性) で消費者を層別する。評価値の平均値と製品属性の水準から、男性が好む製品属性の水準、女性が好む製品属性の水準をそれぞれ考え、性別の違いによりデザインを差別化するような製品を考えていく。

以上の操作をパターン n まで全て行う。何パターンも行うことで様々な層別方法が検討できる。

2.3 感性にあった製品デザインの提案手順

本研究の目的は消費者属性の違いを考慮して、高い評価を得ることができる製品デザインを提案することである。そのために、直積実験を計画し、式 (2.2) の $\mu_{(x,z)}$ に当てはまる評価値をアンケートなどを用いることで収集する。アンケートの回答結果や回答者 (消費者) のカテゴリをインプットとし、目的を達成するために消費者カテゴリの層別とそれぞれの層内において評価のばらつきが小さく評価の高い製品デザインをアウトプットとして提案する。そのための手順を図2の手順を提案し、その詳細を以下に記述する。

Step 0: 初期設定

初期設定として、製品の良し悪しを決める評価値の基準となる目標値を設定する。また、全ての消費者を一つのカテゴリ Z と設定しておく。

Step 1: 全ての消費者に好まれる製品の提案

全ての消費者を一つのカテゴリ Z とし、カテゴリ内での評価のばらつきが小さい製品を手順1により提案する。手順1を実行すると評価値が算出されるが、この評価値が高いとも限らない。そこで、あらかじめ定めた目標値と比較す

る。超えてればその製品は消費者の感性を満たすには十分なものである。

一方、超えていない場合は消費者カテゴリを細分化することで高い評価を得る製品を提案することを考える。

Step 2: 消費者カテゴリの差別化

全ての消費者を一つの製品で満足させることができないため、Step 2へ手順を進めている。消費者を層別し製品提案を行うことで、感性に適した製品を提案することを考える。層別方法として手順2を用いることで、消費者属性に応じて消費者の差別化を行うことができる。どの消費者属性をもとにカテゴリの差別化を行うかであるが、図2で示したようにパターン1, パターン2, ..., パターン n と製品属性と交互作用を持つ消費者属性の数だけ考える。層別方法は様々なやり方が存在しており、アプローチが異なれば最終的な消費者カテゴリや提案される製品も変わってくる。多くのアプローチ方法を考えることができる本研究のモデルの特性を活かして、より評価の高い製品を考えていく。

図2のようにStep 2では消費者属性 Z_1 により差別化を行うパターン1で $Z_1^1 \sim Z_1^{n_j}$ へと Z をカテゴリ分けし、それぞれのカテゴリに対して最適な製品属性を選択する。分けられたカテゴリではどのような製品の評価が高くなるかを知らなくては製品提案を行うことができない。そこで、手順2で選択された製品属性はそのまま利用し、手順1を用いてカテゴリ間で乖離度を最小にする製品とその評価値を算出する。目標値を上回らなければ、まだ消費者の感性にあった製品が生み出せないことがわかるので、さらにカテゴリを絞りこむ必要があるためStep 3へ進む。また、図2のようにStep 2では同様の操作をパターン2, ..., パターン n についても行う。

図2 目標値を満たす製品デザインを生み出す手順

製品属性と消費者属性の交互作用を考慮した製品デザインの提案

なお、パターンによっては消費者カテゴリーの中に一種類の消費者属性しか含まれないものもある。例えば、図2で示したパターン n のように $Z_1^1 Z_2^1 \dots$ や $Z_1^n Z_2^n \dots$ はこれ以上細分化できない消費者カテゴリーにこの時点で差別化される場合もある。この場合はこの消費者属性に対して最適な製品を提案する。

Step 3: 消費者カテゴリーの細分化

Step 2の時点では評価値が目標値を上回っていないため、消費者カテゴリーをさらに細分化していく。そして、それぞれのカテゴリーで手順1を用いて製品とその評価値を算出する。カテゴリー分けは、図2のように細分化されたカテゴリーで提案された製品の評価値が目標値を上回るか、これ以上細分化できなくなるまで繰り返す。細分化の基準であるが、カテゴリーに含まれる要素の数は均一である必要はない。カテゴリー間のばらつきが小さくなるように評価値の大小で分割したり、評価値の分布を考え、かたまっている値とはずれ値で分割したりと状況に合わせて基準を定め考える。

また、細分化していく際にもパターン1～パターン n による差別化を反映させなくては、消費者を差別化した意味が薄れてしまうため、各パターンで選択されたそれぞれのカテゴリーで提案される製品が持つべき製品属性は常に変えないことに注意する。

Step 4: 製品の比較

図2のように消費者カテゴリーの層別方法は n 個のパターンに分岐できる。つまり、初期設定として考えた Z に含まれる消費者属性 $l \in Z$ における製品はパターン n の数だけ存在している。そこで、最終的に図3のように各パターンで出た製品の評価値を比較することで、より感性評価の高い製品を1の感性に適した製品として提案する。

この提案手順は以下の2つの点で有効である。

① カテゴリー分けの基準を決めることができる

図2のプロセスを経ずにカテゴリー分けを行い、製品のデザインを提案することもできるが、どの程度カテゴリーを考え、何種類の製品の設計をすれば良いかの基準は明確にできない。全体を一つのカテゴリーとして段階的にカテゴリー分けを行うことで、探索的にカテゴリー分けの基準を定めることができる。

② 消費者属性の感性の違いを活かした製品提案ができる

手順2からわかるように本研究のモデルでは感性の相違性に着目できるという特徴がある。図2のプロセスを踏むこと

図3 ある消費者属性において最も感性評価の高い製品提案

で、Step 2で層別した消費者属性による差別化により生まれた差が最後まで考慮される。消費者属性による違いを考えた製品提案を行うためには提案手順を踏むことが有効である。

3. 眼鏡を対象とした製品デザイン

3.1 データ収集

本研究では眼鏡を対象とした感性評価を考えていく。眼鏡は視覚的に違いがわかるような製品属性を持つ製品で、価格や機能性で製品の良し悪しが判断できないような製品である。

上田[7]でも性別、年代によってフレームやレンズへのこだわりには違いがあると述べており、フレームやレンズは製品のデザインに関わる製品属性である。

以上より、眼鏡は製品デザインの適用例として適した製品だと考えられる。製品属性を伊藤ら[8]の眼鏡の認知部位をもとに表1のように定め、消費者属性は表2ように定める。消費者属性に関して、本研究ではより一般的なものを選定したが、より具体的な消費者属性を考慮することができれば、消費者個々人の感性の個人差へと帰着することも可能である。また、表3のように L_{18} 直交表へ因子を割り付け、以下のアンケートを実施した。なお、図4はアンケートの一例で直交表の製品No.1についてである。

- ・評価対象:眼鏡 18種類(直交表にもとづきサンプルを選択)
- ・評価項目:おしゃれな $\leftrightarrow$ おしゃれでない
- ・評点方法:SD法
(1～7点で1点刻みに評価)
- ・被験者:20代(学生)の男性・女性,
20～30代(社会人)男性・女性
40～50代(社会人)男性・女性
それぞれ2人ずつ(計12名)

表1 製品属性一覧

製品属性	水準		
	1	2	3
A:ふちの太さ	太い	細い	
B:フレームのスタイル	フルリム	ハーフリム	ツーポイント
C:フレームの形	長方形	逆台形	丸
D:サイド部分のデザイン	フロントと異なる	フロントと一体	
E:フロント部分の色	茶色	黒	白系

表2 消費者属性一覧

消費者属性	水準		
	1	2	3
P:性別	男	女	
Q:年代	20代学生	20～30代社会人	40～50代社会人

表3 直交表の割り付け

製品 i (i=1~18)	A	B	C	D	E	被験者 j (j=1~12)											
No. 1	1	1	1	1	1	y _{1,1}	y _{1,2}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 2	1	1	2	2	2	y _{2,1}	y _{2,2}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 3	1	1	3	2	3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 4	1	2	1	1	2	各消費者属性に適する2人ずつの 被験者それぞれの18個の製品に対する評価値 (y _{i,j})											
No. 5	1	2	2	2	3												
No. 6	1	2	3	2	1												
No. 7	1	3	1	2	1												
No. 8	1	3	2	2	2												
No. 9	1	3	3	1	3												
No. 10	2	1	1	2	3												
No. 11	2	1	2	1	1												
No. 12	2	1	3	2	2												
No. 13	2	2	1	2	3												
No. 14	2	2	2	2	1												
No. 15	2	2	3	1	2												
No. 16	2	3	1	2	2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 17	2	3	2	1	3	y _{17,1}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 18	2	3	3	2	1	y _{18,1}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	y _{18,12}

非常に かなり やや 微妙 やや かなり 非常に
おしゃれな _____ おしゃれでない

図4 アンケートの一例

3.2 製品属性と消費者属性の交互作用モデルの導出

集めたデータを標準化し、表4と表5で示したダミー変数を用いてモデルを導出すると式(3.1)のようになる。

$$\begin{aligned}
 y = & 0.01 - 0.06 x_A + 0.14 x_B + 2.00 \times 10^{-3} x_C - 0.03 x_D + 0.11 x_E \\
 & - (0.06 + 4.00 \times 10^{-3} x_A + 0.24 x_B + 0.07 x_C - 0.18 x_D - 0.04 x_E) z_P \\
 & + (0.03 - 0.08 x_A - 0.27 x_B + 0.10 x_C - 0.10 x_D + 0.15 x_E) z_{Q1} \\
 & - (0.06 + 0.28 x_A + 0.04 x_B + 0.28 x_C - 0.17 x_D + 0.05 x_E) z_{Q2} \\
 & - (4.00 \times 10^{-3} + 0.03 x_A - 0.06 x_B + 0.06 x_C - 0.01 x_D - 0.16 x_E) z_P z_{Q1} \\
 & - (0.02 + 0.07 x_A + 0.16 x_B - 0.20 x_C - 0.05 x_D + 0.10 x_E) z_P z_{Q2}
 \end{aligned} \quad (3.1)$$

有用な交互作用を求めるためにはAICが最小となるような変数増減法を用いる。変数増減後の式が式(3.2)である。

$$\begin{aligned}
 y = & 4.63 \times 10^{-12} + 0.14 x_B + 0.11 x_E \\
 & - (0.24 x_B - 0.16 x_D) z_P \\
 & - (0.29 x_B - 0.12 x_E) z_{Q1} \\
 & - (0.32 x_A + 0.23 x_C - 0.11 x_D) z_{Q2} \\
 & - (0.14 x_B - 0.17 x_C) z_P z_{Q2}
 \end{aligned} \quad (3.2)$$

表4 製品属性のダミー変数

製品属性	水準		
	1	2	3
A: ぶちの太さ	太い (x _A =-1)	細い (x _A =1)	
B: フレームのスタイル	フルリム (x _B =-1)	ハープリム (x _B =0)	ツープイント (x _B =1)
C: フレームの形	長方形 (x _C =-1)	逆台形 (x _C =0)	丸 (x _C =1)
D: サイド部分のデザイン	フロントと異なる (x _D =-1)	フロントと一体 (x _D =1)	
E: フロント部分の色	茶色(x _E =-1)	黒(x _E =0)	白系(x _E =1)

表5 消費者属性のダミー変数

消費者属性	(P, Q)	Z _P	(Z _{Q1} , Z _{Q2})
男(20代学生)	(1,1)	1	(1,0)
男(20~30代社会人)	(1,2)	1	(0,1)
男(30~40代社会人)	(1,3)	1	(-1,-1)
女(20代学生)	(2,1)	-1	(1,0)
女(20~30代社会人)	(2,2)	-1	(0,1)
女(30~40代社会人)	(2,3)	-1	(-1,-1)

ここで、消費者属性Qに関しては2つの変数で表現されているため、消費者属性Qと製品属性の交互作用を考える際には変数選択されなくても、z_{Q1}, z_{Q2} どちらの積項に対しても共通した製品属性の変数がある必要である。式(3.2)でいうとx_Bz_{Q1}は選択されているが、x_Bz_{Q2}は選択されていない。この場合B×Qの交互作用を考慮するためにx_Bz_{Q2}を追加する。他の変数にも同様の操作を行いモデル式を再導出すると式(3.3)となる。

$$\begin{aligned}
 y = & 4.63 \times 10^{-12} + 0.14 x_B + 0.11 x_E \\
 & - (0.24 x_B - 0.16 x_D) z_P \\
 & - (0.08 x_A + 0.27 x_B - 0.10 x_C + 0.09 x_D - 0.15 x_E) z_{Q1} \\
 & - (0.28 x_A + 0.04 x_B + 0.28 x_C - 0.16 x_D + 0.05 x_E) z_{Q2} \\
 & - (0.06 x_B - 0.06 x_C) z_P z_{Q2} \\
 & - (0.16 x_B - 0.20 x_C) z_P z_{Q2}
 \end{aligned} \quad (3.3)$$

3.3 手順1, 手順2の適用

(a) 手順1 (感性の共通性に着目した製品デザイン)

式(3.2)の乖離パートは式(3.4)である。

$$\begin{aligned}
 D(x, z) = & \\
 & - (0.24 x_B - 0.16 x_D) z_P \\
 & - (0.08 x_A + 0.27 x_B - 0.10 x_C + 0.09 x_D - 0.15 x_E) z_{Q1} \\
 & - (0.28 x_A + 0.04 x_B + 0.28 x_C - 0.16 x_D + 0.05 x_E) z_{Q2} \\
 & - (0.06 x_B - 0.06 x_C) z_P z_{Q2} \\
 & - (0.16 x_B - 0.20 x_C) z_P z_{Q2}
 \end{aligned} \quad (3.4)$$

この適用例では評価値が高ければ高いほどおしゃれな製品ということがわかる。よって消費者カテゴリーの集合Z={P₁Q₁, P₁Q₂, P₁Q₃, P₂Q₁, P₂Q₂, P₂Q₃}において乖離度が最小になるかつ、評価値が大きくなる製品属性の組合せとなるよ

製品属性と消費者属性の交互作用を考慮した製品デザインの提案

表6 乖離度最小のときの変数の値

消費者属性	消費者属性(変数)			製品属性(変数)					総乖離	評価値
	z_P	z_{Q1}	z_{Q2}	x_A	x_B	x_C	x_D	x_E		
P_1Q_1	1	1	0	-1	1	1	1	1	-0.097	0.157
P_1Q_2	1	0	1	-1	1	1	1	1	0.014	0.269
P_1Q_3	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-0.142	0.112
P_2Q_1	-1	1	0	-1	1	1	1	1	0.064	0.319
P_2Q_2	-1	0	1	-1	1	1	1	1	0.097	0.348
P_2Q_3	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	0.067	0.322

うな変数を代入する。この例で以上を満たす $\sigma_{k,Z} = \min_{x \in X} \sigma_{x,Z}$ となる製品 k を求めると、 $k = A_1B_3C_3D_2E_3$ となる。このときの各消費者属性に対する総乖離と評価値をまとめると表6のようになる。表6より、このときの $A_1B_3C_3D_2E_3$ の乖離度は以下の通りである。

$$\begin{aligned}\sigma_{A_1B_3C_3D_2E_3,Z} &= \max D(x,z) - \min D(x,z) \\ &= 0.097 - (-0.142) \\ &= 0.24\end{aligned}$$

また、消費者カテゴリ-Zにおける $A_1B_3C_3D_2E_3$ の評価値は次のようになる。

$$\begin{aligned}\mu_{(A_1B_3C_3D_2E_3),Z} &= \\ &= (y_{(A_1B_3C_3D_2E_3),(P_1Q_1)} + y_{(A_1B_3C_3D_2E_3),(P_1Q_2)} \\ &+ y_{(A_1B_3C_3D_2E_3),(P_1Q_3)} + y_{(A_1B_3C_3D_2E_3),(P_2Q_1)} \\ &+ y_{(A_1B_3C_3D_2E_3),(P_2Q_2)} + y_{(A_1B_3C_3D_2E_3),(P_2Q_3)})/6 \\ &= 0.25\end{aligned}$$

(b) 手順2 (感性の相違性に着目した製品と消費者の層別)

式 (3.4) より乖離パートで表現されている交互作用は表7のようになる。パターンは全部で3つあり、詳細は以下のようになる。

パターン1：製品属性 $\times P$ (性別)

表7より消費者属性 P と交互作用を持つ製品属性は B と D である。製品属性 B, D は製品評価へ影響を与える要因と考えられる。これらの製品属性について図5、図6のように評価値の平均値を縦軸にして消費者属性ごとの重要度を把握する。

パターン1では消費者属性 P_1 は B_1D_2 を持つ製品を、 P_2 は B_3D_1 を持つ製品をそれぞれ好むことがわかる。性別で消費者を層別し、男性・女性で好みを差別化した製品といえる。

パターン2：製品属性 $\times Q$ (年代)

表7より消費者属性 Q と交互作用を持つ製品属性は A, B, C, D, E である。パターン1と同様にして消費者属性 Q_1, Q_2, Q_3 が好む製品属性をまとめると表8のようになる。年代で消費者を層別し、学生・20～30代・40～50代で好みを差別化した製品といえる。

パターン3：製品属性 $\times P \times Q$ (性別 $\times$ 年代)

表7より消費者属性 $P \times Q$ と交互作用を持つ製品属性は B, C である。パターン1, 2と同様にして消費者属性 $P_1Q_1, P_1Q_2, P_1Q_3, P_2Q_1, P_2Q_2, P_2Q_3$ が好む製品属性をまとめると表9のようになる。性別 $\times$ 年代つまり適用例で考えられる全ての消費者カテゴリ-6つで層別し、それぞれの好みが差別化されている製品といえる。

表7 製品属性と消費者属性の交互作用

要因	製品属性				
	A	B	C	D	E
製品属性 $\times P$		●		●	
製品属性 $\times Q$	●	●	●	●	●
製品属性 $\times P \times Q$		●	●

図5 製品属性Bと消費者属性Pの交互作用のグラフ

図6 製品属性Dと消費者属性Pの交互作用のグラフ

表8 パターン2の結果

消費者属性	製品属性
Q_1 (20代学生)	$A_1B_2C_3D_1E_3$
Q_2 (20～30代社会人)	$A_1B_2C_1D_2E_3$
Q_3 (40～50代社会人)	$A_2B_3C_3D_1E_3$

表9 パターン3の結果

消費者属性	製品属性
P_1Q_1 (20代学生・男)	B_1C_1
P_1Q_2 (20～30代社会人・男)	B_2C_1
P_1Q_3 (40～50代社会人・男)	B_3C_1
P_2Q_1 (20代学生・女)	B_2C_3
P_2Q_2 (20～30代社会人・女)	B_3C_1
P_2Q_3 (40～50代社会人・女)	B_3C_3

3.4 感性にあった製品デザインの提案手順の適用例

全ての消費者カテゴリーから同じような評価を得ることのできる製品については3.3で考えた。ここで初期状態 (Step 0) として消費者が満足する評価値を7段階評価の5点と設定する。各消費者における5点を示す標準化した値の平均値を目標値とすると0.54点となる。目標値は高くすれば高くするほど、より評価の高い製品を生むきっかけになる一方、Step 1での製品提案の数が少なくなり、複数の層の消費者にまたがって好まれる製品を提案しづらくなる。低ければ低いほど、Step 1で提案ができる製品が多くなるため、層別回数が少なくなる。つまり、多くの消費者カテゴリーに同時に好まれる製品を提案できる可能性がある。また、初期状態では消費者カテゴリーを全ての消費者を一つのカテゴリーと考え $Z = \{P_1Q_1, P_1Q_2, P_1Q_3, P_2Q_1, P_2Q_2, P_2Q_3\}$ と定義する。

次に、Step 1の操作である $A_1B_3C_3D_2E_3$ の評価値を算出する。 $\mu_{(A_1B_3C_3D_2E_3)Z} = 0.25$ であり、目標値へ届いていない。そこで、感性評価の高い製品を生み出すために消費者をStep 2にもとづき層別してみる。

層別方法は3.3でも示したようにパターン1～3までであるため、これ以降の操作は全てのパターンで繰り返す必要がある。本章ではパターン1を例に挙げて解析する。パターン1は消費者を性別で層別している。そこで、消費者属性 P_1 (男性) を持つ集合 $Z^1 = \{P_1Q_1, P_1Q_2, P_1Q_3\}$ と消費者属性 P_2 (女性) を持つ集合 $Z^2 = \{P_2Q_1, P_2Q_2, P_2Q_3\}$ と集合を定義する。そして、それぞれの集合に対して共通した評価を得られる製品を考えていけば男性、女性にそれぞれ好まれる製品を生み出すきっかけとなる。それぞれのカテゴリーに対して乖離度が最小となる製品とその評価値を算出すると表10のようになる。

表10より Z^2 に関しては目標値に到達している。 $A_1B_3C_2D_1E_3$ は年代問わず女性全体に好まれる製品であると言え、 Z^2 の分岐は終了する。一方、 Z^1 の製品の評価値は目標値に到達していない。つまり、男性全体に好まれるような製品は発見できない。なお図7は Z^1 で分析された製品のサンプルである。そこで Z^1 はStep 3に進み分岐を行う。Step 3の分岐の基準であるが、 Z^1 の要素は3種類のため、今回は Z^1 において提案された製品に対して最も低い評価を示す消費者とそれ以外で分岐する。それぞれの評価値と平均値の関係は図8の通りである。

表10 性別で層別したときの乖離度と評価値

消費者カテゴリー	製品	乖離度 $\sigma_{i,N}$	評価値 $\mu_{i,j}$
$Z^1 = \{P_1Q_1, P_1Q_2, P_1Q_3\}$	$A_2B_1C_3D_2E_1$	0.13	0.15
$Z^2 = \{P_2Q_1, P_2Q_2, P_2Q_3\}$	$A_1B_3C_2D_1E_2$	0.38	0.66

図7 $A_2B_1C_3D_2E_1$ のサンプル

図8 製品に対する男性の評価値の図示

図8からもわかるように P_1Q_1 が最も評価値が低く、カテゴリーの乖離度を大きくし、評価値 (平均値) を低くしている要素とわかる。そこで、 Z^1 を $Z^{1(1)} = \{P_1Q_1\}$ 、 $Z^{1(1')} = \{P_1Q_2, P_1Q_3\}$ と分割し $Z^{1(1)}$ 、 $Z^{1(1')}$ に対する製品とその乖離度、評価値を表11に示す。 $Z^{1(1)}$ に関しては要素が一つなので乖離度0とする。

$Z^{1(1)}$ は目標値へ届いていないため、Step 2で今までのようなカテゴリーを $Z^{1(2)} = \{P_1Q_2\}$ 、 $Z^{1(2')} = \{P_1Q_3\}$ とさらに細分化し、乖離度・評価値を算出する。 $Z^{1(1)}$ に関しては、これ以上集合を細分化できないため、Step 2にもとづき、ここで製品が提案される。以上をまとめると結果は表12の通りである。

表10～表12の結果を見比べてもわかるように Z に含まれていた要素に関してカテゴリー内の乖離度は減少し、評価値は向上しているとわかる。また、消費者属性 P_2 (女性) に関しては表10の時点でこれ以上層別する必要がなかったので推移は P_1 のように細かくはないが、 P_2 も含めた操作の評価値と乖離度の推移をまとめグラフで表したのが図9である。図9における Z が全ての消費者から共通した評価の得られる製品の評価値と乖離度を示す点である。評価値が目標値に到達していないためここから層別を行った。その部分は図上にある Z^1 、 Z^2 と枝分かれしているところで表現されている。 $Z^{1(1)}$ 、 $Z^{1(1')}$ 、 $Z^{1(2)}$ 、 $Z^{1(2')}$ も同様に目標値へ届いていない段階から層別したことで枝分かれしてできた部分である。本研究の指標として用いた評価値と乖離度をグラフ化することで、層別した部分や層別後の好ましい製品の評価値を視覚的に表現できた。図9のように P_1Q_1, P_1Q_2, P_1Q_3 と層別することで

表11 性別をさらに層別したときの乖離度と評価値

消費者カテゴリー	製品	乖離度 $\sigma_{i,N}$	評価値 $\mu_{i,j}$
$Z^{1(1)} = \{P_1Q_1\}$	$A_1B_1C_2D_2E_3$	0	0.73
$Z^{1(1')} = \{P_1Q_2, P_1Q_3\}$	$A_2B_1C_3D_2E_1$	0.05	0.18

表12 カテゴリーをさらに層別したときの乖離度と評価値

消費者カテゴリー	製品	乖離度 $\sigma_{i,N}$	評価値 $\mu_{i,j}$
$Z^{1(2)} = \{P_1Q_2\}$	$A_1B_1C_2D_2E_3$	0	1.03
$Z^{1(2')} = \{P_1Q_3\}$	$A_2B_1C_3D_2E_1$	0	0.19

製品属性と消費者属性の交互作用を考慮した製品デザインの提案

図9 パターン1における評価値-乖離度の推移

乖離度を小さくし、評価値が大きくなる推移が個人差の小さい高評価の得ることができる製品を生み出すことができた。中には P_2Q_1, P_2Q_2, P_2Q_3 のように層別することで乖離度が大きくなるものもある。しかし、 P_2 を持つ女性の消費者属性を取り上げたとき評価の高い製品を生み出すためにはばらつきは大きくなる。一方、このとき評価値は大きく上昇したことから乖離度は増加しても結果として感性評価を高める製品を生み出すことができる。乖離度と評価値どちらを重視するかは設計者の意思決定にゆだねられる点でもある。

以上の結果より、パターン1のようにまず性別で層別したとき、性別で好みが別れるような製品を考えていたことになるが、そのとき男性は複数のカテゴリに共通して好まれる製品は提案できなかった。しかし、女性は年代に関係ない製品デザインを提案できた。消費者カテゴリそれぞれに対して感性評価が高くなるような製品は提案できた。

パターン2、パターン3でも同様のことを行くと、年代で好みが別れるような製品や性別×性別（全カテゴリ）で好み別れるような製品を提案できる。どの部分で差別化するのか、ある消費者属性で最も感性評価を高める結果が得られるか、Step 4に基づきパターン1～3で算出したそれぞれの値を比較して考える必要がある。

例えば P_1Q_1 のカテゴリにおいてパターン1～3で提案されたそれぞれの製品に対する評価値に関しては図10のよう

ある消費者属性 $P_1Q_1 \in Z$ に関して		
パターン1 (性別による差別化) 製品 $A_1B_1C_2D_2E_3$ 評価値 0.73	パターン2 (年代による差別化) 製品 $A_1B_2C_3D_1E_3$ 評価値 0.54	パターン3 (性別×年代による差別化) 製品 $A_1B_1C_1D_2E_3$ 評価値 0.68
感性評価の高い製品 $A_1B_1C_2D_2E_3$		

図10 P_1Q_1 における評価値の比較

になる。性別において差別化するパターン1で生み出されたデザインを持つ製品が最も評価が高いとわかる。 P_1Q_1 （男子学生）はおしゃれな眼鏡に対して性別により差別化したデザインを持つ製品、つまり女性が好むようなデザイン要素を考慮しない製品を選ぶ傾向があるということが考察できる。

性別×年代で差別化したパターン3は始めからこれ以上細分化することのできない消費者カテゴリそれぞれに対して、パターン1やパターン2のような段階的なプロセスを経ずに製品提案がなされた例である。カテゴリを絞り効率的に製品をできるともいえるが、パターン1のように性別による属性の差を考慮し、段階的な手順を踏んだ製品の方が良いより評価を得ることのできる製品が提案できることがわかる。いくつかのパターンに分け、それぞれ手順通りプロセスを踏んで製品提案することの良さとも言える。

図11と図12はそれぞれパターン1とパターン3で提案されたサンプル図である。比較すればわかるように形の違いが同じ消費者属性にとってもたらず評価が異なることを視覚的に知ることができる。

以上のように分析を通して、製品属性と消費者属性の交互作用に着目することで、ある消費者属性に対して好ましい製品属性が決定できる。適用例ではまず、全ての消費者属性に

図11 $A_1B_1C_2D_2E_3$ のサンプル 図12 $A_1B_1C_1D_2E_3$ のサンプル

対して好ましい製品を考えた。しかし、評価値が高くなかったこともあり、消費者カテゴリーを層別し、それぞれの層に対して最適な製品を考えた。その後、パターン1であれば、性別で層別し、それでも男性は目標値を超える製品が提案できなかったこともあり、さらに年代で層別していった。女性は年代で層別しなくても、評価の高い製品を得られていた。

以上のように、男子学生、20～30代社会人男性、40～50代社会人男性、女性と4つの層にカテゴリー分けすることでその層の好む製品属性を考慮しつつ最適な製品デザインを提案できた。その点で、消費者属性の感性の違いにマッチするような製品属性を対応させ、最適な製品を生み出している。段階を踏むことで、カテゴリー内のばらつきを小さく、感性評価を高めるデザインを提案することができた。今回の実験では被験者数は多いとはいえないが、被験者を多くしても実験の繰り返しとして同様の分析ができる。

この研究で算出された評価値は、製品属性間の交互作用を考慮しているため、製品を構成するいくつかの属性同士の関係性が評価値へと反映されている。その点で単純な製品属性個々の総和による評価値ではないこともあり、新たなデザインを生み出したときの市場での評価予測を行うことが可能である。しかし、予測値であるため、提案された製品を市場に提供するには、被験者数を増やした市場検証が必要である。

4. 結 論

本研究では消費者属性と製品属性の感性に及ぼす交互作用を統計的に分析し、消費者カテゴリーの感性のばらつきを評価している。その結果、消費者カテゴリーのばらつきを小さくするデザインや消費者カテゴリー間で差別化するデザインなどを求めることができるようになった。これらの情報を活用することで、消費者カテゴリーを設定し、設定された消費者カテゴリーの感性を引き出すデザインを予測することができる。

SN比解析やコンジョイント分析などの従来手法では誤差因子と制御因子の交互作用や誤差因子間の交互作用は全て誤差として扱っていた。本研究では従来無視されていたこれらの交互作用に注目することで、消費者属性が製品属性の好みにどのように影響を与えているか把握することができるようになった。また従来のタグチメソッドによるSN比解析やコンジョイント分析ではもとめられなかった消費者カテゴリーごとの評価値の推定ができるようになり、製品属性、消費者属性、またそれらの交互作用が評価に与える影響が明確になった。1章で挙げた齋藤ら[2]の因子分析やクラスター分析による個人差考慮の例でも消費者の要求と製品の特徴を結びつけるアプローチを行っているものの製品の具体的な評価との関連性の分析までは行われていない。その点で本研究の製品属性と消費者属性の交互作用モデルを用いた製品提案では消費者の要求と製品の特徴について交互作用を分析することで具体的な消費者の感性評価を高める製品提案のアプローチまで言及することができている。

本研究で用いたモデル式を従来の機能性設計ではなく感性項目に当てはめることで新たな知見が得られた。機能性設計ではロバスト性を高めるためにばらつきを小さくすることに焦点を当てている。一方、感性項目ではばらつきを小さくしたいときは消費者属性を誤差因子とし、消費者の嗜好に合わせた製品デザインを考えたいときは消費者属性を標識因子とし、それぞれ適した形で消費者属性を扱うことで消費者の感性の個人差を分析できる。

本研究では製品属性の水準に対する3水準のときはダミー変数 -1, 0, 1 を2水準のときは -1, 1 を用いてモデルを導出している。適用例では製品属性を水準という計数値で表現した。SN比解析やコンジョイント分析では属性は水準で考えなくてはならないがモデルは重回帰式で算出されるため、例えば -1～1 の範囲で計量値としてフレームの太さを表現することも可能である。そうすることによりフレームが太いか細いかという2択のあいまいな尺度ではなく、太さを厳密に消費者の好みに合わせてデザインすることができる。フレームの形や色といったものも同様である。また、計数値や計量値によるデータを一つの式として同時に扱うことができる。本研究では計量値を扱った実験は行っていないが、Widiyatiら[3] 鈴木ら[4] で提案された方法では計量値を扱うことができないものであり、交互作用モデルを用いた解析の利点ということができる。

本研究ではおしゃれ⇔おしゃれでないという一つの感性項目を扱うことで個人差を考慮した製品デザインを分析した。しかし、消費者がどんなにおしゃれと考えてもその消費者がおしゃれさを重視していなければ購入までつながらない。おしゃれさという部分的な最適化を目指すのではなく、知的さや誠実さといった様々な感性や、Yadavら[9]でも述べられたように製造コストなども総合的に考え消費者が購入したい製品を考えて行くべきである。つまり多特性にも対応できるようモデルを拡張していくことが必要である。また、以上を行うことで消費者はどのような感性を重視した眼鏡に対して購買意欲がわくのかを明確にすることへとつながりより感性評価の高い製品を提案するきっかけとなると考えられる。

謝 辞

眼鏡の画像を提供して下さった Oh My Glasses (株) に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- [1] 小阪裕司：「感性」のマーケティング 心と行動を読み解き、顧客をつかむ、PHP研究所、2006。
- [2] 齋藤牧子、和田裕一：携帯電話の外観色の印象評価における個人差分析、感性工学会論文集、11(1)、pp.47-53、2012。
- [3] K. Widiyati, H. Aoyama: Taguchi Method for a Robust Design in Aesthetic (A PET Bottle Shape Case Study),

製品属性と消費者属性の交互作用を考慮した製品デザインの提案

設計工学, 47(12), pp.587-595, 2012.

- [4] 鈴木秀男, クンティダ・テーチャウォラスインサゲン, 圓川隆夫:
外側配置を導入したコンジョイント分析とその商品企画への
応用, 日本経営工学会論文誌, 47(4), pp.257-264,
1994.
- [5] 高橋武則, 河村敏彦: 多水準をもつ誤差因子間の交互作用
を考慮した望目特性のロバストパラメータ設計, 統計数理
研究所, Research Memorandum, 1160, pp.1-11, 2012.
- [6] 河村敏彦, 高橋武則: 統計モデルによるロバストパラメー
タ設計, 日科技連出版社, 2013.
- [7] 上田太郎: 眼鏡のこだわりを科学する, 情報処理学会第
51回全国大会講演論文集, pp.359-360, 1995.
- [8] 伊藤弘樹, 中村千枝, 井上勝雄, 関口彰: ラフ集合を用い
た女性向けメガネデザインの分析, 感性工学研究論文集,
6(2), pp.11-18, 2006.
- [9] H.C. Yadav, R. Jain, A.R. Singh, P.K. Mishra: Aesthetical
design of a car profile: a Kano model-based hybrid approach,
The International Journal of Advanced Manufacturing
Technology, 67(9), pp.2137-2155, 2013.

市川 雄一朗 (学生会員)

2015年 青山学院大学理工学部経営システム工
学科卒. 現在, 東京工業大学大学院社会理工学
研究科経営工学専攻修士課程在学中. 生産管
理及び顧客満足度向上に関する研究に従事.

日本感性工学会, 日本経営工学会, 日本品質
管理学会各学生会員. 2015年 日本経営工学会優秀学生賞受賞.

齊藤 史哲 (非会員)

2009年 東京工業大学大学院総合理工学研究
科知能システム科学専攻修了, 博士(工学).
同大学精密工学研究所研究員などを経て,
2011年より青山学院大学理工学部経営シス
テム工学科助手, 2013年より同助教. 知的

情報処理(学習・エージェントモデルなど)に関する研究に従事.
データマイニングの周辺技術に興味を持つ.

石津 昌平 (正会員)

1980年 広島大学大学院工学研究科博士後期
課程修了. 青山学院大学理工学部経営シス
テム工学科教授. 工学博士. システム評価理論,
品質経営システム, 品質管理のための分析技
術, ラフ集合理論, 感性工学に関する研究に

従事. 日本感性工学会, 日本品質管理学会, 日本経営工学会,
計測自動制御学会, 日本経営情報学会各会員.