原著論文

ペットボトルの形状に対する印象評価

矢澤 宗厚*, 成田 吉弘**

* 北海道大学大学院, ** 北海道大学工学研究院

Evaluation of Impression to Pet - Bottle Shapes

Muneatsu YAZAWA* and Yoshihiro NARITA**

* Graduate School of Engineering, Hokkaido University, 13-8 kitaku, Sapporo, 060-8628, Japan

** Faculty of Engineering, Hokkaido University

Abstract : Recent commercial products tend to have various appearances with curved surfaces. This is because attractive outer designs stimulate consumers' motivation for purchasing. This paper attempts to study how the bottle shapes affect our impression. The approach consists of three parts. First, three-dimensional models are fabricated to imitate shapes of widely circulated PET bottles, and thirty five examinees rate their impression by answering questionnaires. Measured objects have nine different bottle shapes with specific features. Twelve adjective pairs are chosen for the use in questionnaires to describe model features. Then, the results from the questionnaires are studied by the analysis of variance to clarify the significant differences among impressions caused by variously curved shapes. Finally, the results are analyzed by using the factor analysis to get the factor scores.

Keywords : PET bottles, Shape design, Impression

1. は じ め に

現在, 身のまわりに流通する商品群には, 様々な形状デザインが用いられている. 最近の商品は, 機能や品質が高水準であるのは当然とされ, それに新たなプラスアルファが求められている. とくに良いセンスを持ち, 感性にアピールする外観デザインは強い印象を与え, 購買意欲を刺激する主要因子と言える [1].

このように形状は, 視覚と触覚に大きく影響を与えるため, 現在までに製品の形状に関する研究が行われている. 例えば, 製品の色と形状の最適な組合せを視覚的に求める研究 [2] や, 製品の厚さを感じ取る触覚に関する研究 [3] などがある. 特に曲線については, 原田ら [4, 5] により自動車外形形状デザイン支援システムや曲線の性質についての一連の研究がある. 著者らも, 柱状体の曲面における印象と, その男女のジェンダー差に関して報告している [6].

現在広く流通する商品の中で, 高さや幅が規格化され, 様々な形状デザインが存在するものとしてPET (Polyethylene Terephthalate) 材料から作られるペットボトル飲料容器が挙げられる. ペットボトルは1970年代後半にしょうゆ容器として初めて使用され, 1980年代に大型の飲料容器, 1990年代に入り500 ml以下のペットボトル飲料が普及した. このペットボトルは, 似た形状であっても部分的にデザインの変化を持たせることが可能で, そのデザインの違いにより販売力に違いを生じる可能性がある. したがってデザインの差異に関して, 消費者が受ける印象評価の研究が重要となる.

本研究では, 基本的な特徴を持たせたペットボトルのモデルを作成して, 部分的なデザインの違いによる印象の差を調

べる. そのため9種類のモデルに対して, 被験者に12対の形容詞対からなるアンケートの回答を依頼して評価を行う. そのデータをもとに, モデルの分類ごとに分散分析, 因子分析を用いて解析を行い, 印象の差異を考察する. 被験者は22歳~26歳の男性33名, 女性2名である.

2. 評 価 方 法

2.1 評 価 対 象

図1は, 本研究で用いたペットボトルを模擬した9種類の実物大三次元(3D)モデルである. モデルの高さは共通として, 219 mmとした. モデルは大別して三つのグループ (a) No.1~No.3: 丸型の断面を持つグループ (丸型断面モデル)
(b) No.4~No.6: 角型の断面を持つグループ (角型断面モデル)
(c) No.7~No.9: 六角型断面を持つグループ (六角型断面モデル)

となっている. 各グループ内での違いは,

No.1~No.3: 軸方向の曲面形 (凹曲面, 円筒面, 凸曲面)

No.4~No.6: 溝の上下位置

No.7~No.9: 肩の位置と形

となっている. また三つのグループ間で比較する場合には,

(d) No.2, No.5, No.8

を (a) (b) (c) からのグループの代表 (代表型断面モデル) とした.

これらのペットボトルのモデル形状は, 3次元CADソフトSolid Worksにより数値モデル化して, Roland社のMODELA MDX - 40を用いて実物大3Dモデルの加工をし

図1 測定対象となった実物大3Dモデル

た。モデル材料は発泡材料である。印象評価には色の影響が大きい。本研究では色の影響を排除するためモデルを淡い紫色に着色した。これは、小林の研究[7]の考え方を採用して、すべての色が「ウォーム (W: warm) - クール (C: cool)」, 「ソフト (S: soft) - ハード (H: hard)」の二つの心理軸に整理されることを前提に、その二軸座標の原点付近に位置する紫を用いている。

2.2 被験者・評価項目・評価手順

本研究の被験者は22歳～26歳までの男性33名、女性2名の合計35名である。評価項目は、12組の形容詞対を選択して

- ①「大きい－小さい」(Big - Small),
- ②「美しい－醜い」(Beautiful - Ugly),
- ③「重々しい－軽々しい」(Heavy - Light),
- ④「変形しにくい－変形しやすい」(Undeformable - Deformable),
- ⑤「丸みのある－角ばった」(Roundish - Square),
- ⑥「単純な－複雑な」(Simple - Complex),
- ⑦「鮮明な－ぼんやりした」(Sharp - Obscure),
- ⑧「硬い－軟らかい」(Hard - Soft),
- ⑨「強い－弱い」(Strong - Weak),
- ⑩「明るい－暗い」(Bright - Dark),
- ⑪「温かい－冷たい」(Warm - Cold),
- ⑫「たくましい－弱々しい」(Tough - Tender)

とした。これらの評価用語は、文献[8]を参考に、形の印象を形容する形容詞対を選んだ。また上記のうち、④変形しにくい－変形しやすい、⑧硬い－軟らかい、⑨強い－弱い、は強度や力学に関する形容詞対であり、ボトルに必要な工学的な観点を取り込んでいる。

評価の方法は、12項目に対して5段階尺度で評価させた。評価手順は、9種類の評価対象を、くじによりランダム順に提示し、1サンプルについて1分間で12項目の評価を行った。

3. データ解析の結果と考察

3.1 アンケート分散分析結果と考察

9種類のモデルに対して、グループ (a) (b) (c) 内の形状の変化による印象の評価と、各グループの代表による代表型 (d) の特性を調べた。アンケートの中央値は0とし、左の形容詞の印象が強ければプラス (最大値2)、右側の形容詞の印象が強ければマイナス (最小値-2) の値とした。

その結果に対し、先に述べた (a) (b) (c) (d) の分類ごとに、形状要因による分散分析 (被験者内計画) を行った。球面性検定には、Mendozaの球面性検定[9]を用い、球面性の仮定が成り立たない場合、Greenhouse - Geisserの ϵ (自由度調整値)[10]により自由度を調整した。表1～4のpは有意確率を表す。多重比較にはShafferの方法 ($\alpha = 0.05$) (α : 有意水準) を用いた[11-13]。

(a) 丸型断面モデル (No.1～3)

図2は、丸型断面モデルに対するアンケート結果の平均値をグラフ化したものである。その分散分析の結果を表1に載せる。No.1, No.2, No.3の間の比較は以下にまとめられる。

形容詞対①「大きい－小さい」に関しては、No.1, No.2, No.3の順に小さく感じる。

②「美しい－醜い」に関しては、No.1とNo.2の間に有意差は見出せないが、どちらもNo.3より美しく感じる。

③「重々しい－軽々しい」は、No.1とNo.2の間に有意差は見出せないが、どちらもNo.3よりも軽いと感じる。

④「変形しにくい－変形しやすい」に関して形状による主効果は有意であったが ($F(1.57, 53.31) = 3.474, p < 0.05$)、No.1～No.3に有意な差は見られなかった。

⑤「丸みのある－角ばった」に関して形状による主効果は認められなかった。

⑥「単純な－複雑な」は、No.1が最も複雑に感じ、

図2 丸型断面モデルに対する形容詞対評価の平均値

図3 角型断面モデルに対する形容詞対評価の平均値

図4 六角型断面モデルに対する形容詞対評価の平均値

No.2, No.3の間に有意差は見出せずNo.1より単純である。

⑦「鮮明な－ぼんやりした」に関しては、No.1とNo.3の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.2よりもぼやけて感じる。

⑧「硬い－軟らかい」は、No.1が最も軟らかく感じ、No.2, No.3の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.1よりも硬く感じる。

⑨「強い－弱い」は、No.1が最も弱く、No.2, No.3の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.1より強く感じる。

⑩「明るい－暗い」に関しては、No.2よりもNo.1が明るく感じ、No.3はNo.1, No.2との間に有意な差は見出せない。

⑪「温かい－冷たい」に関しては、No.1とNo.3の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.2よりも温かいと感じる。

⑫「たくましい－弱々しい」に関しては、No.1よりもNo.3がたくましいと感じるが、No.1, No.3ともにNo.2とは有意な差は見出せなかった。

以上のように、⑤「丸みのある－角ばった」以外は主効果が認められたが、断面が丸型は形状がすべて丸みのあるものなので、⑤はこのような結果となったと考えられる。また、④「変形しにくい－変形しやすい」に関して主効果は認められたが、モデル間での有意差は認められず、丸型内では変形しやすさという点で、差異を感じられない結果を示した。

(b) 角型断面モデル (No.4～6)

図3は角型断面モデルのアンケート結果の平均値をグラフ化したものである。また分散分析の結果を表2に載せる。No.4, No.5, No.6の間で比較を行うと、以下の結果が観察された。

形容詞対①「大きい－小さい」に関しては、No.4とNo.6の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.5より大きく感じる。

③「重々しい－軽々しい」に関しては、No.4とNo.6の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.5より重く感じる。

④「変形しにくい－変形しやすい」に関しては、No.4とNo.5の間に有意な差は見出せないが、この二つよりNo.6の方が変形しにくいと感じる。

⑦「鮮明な－ぼんやりした」に関して形状による主効果はやや有意であったが ($F(2, 68) = 2.4591, p < 0.1$)、No.4～No.6の間に有意な差は見られなかった。

⑨「強い－弱い」に関しては、No.4とNo.6の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.5より強く感じる。

⑪「温かい－冷たい」に関しては、No.5よりもNo.4が温かいと感じるが、No.4, No.5ともにNo.6とは有意な差は見出せなかった。

⑫「たくましい－弱々しい」に関しては、No.4とNo.6の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.5よりたくましく感じる。

以上をまとめると、②, ⑤, ⑥, ⑧, ⑩に関して形状による主効果は認められなかった。分散分析の結果から、④の形容詞対以外にはNo.4とNo.6の間に差がなく、溝の位置が上

と下の場合は印象が同じという結果となった。

(c) 六角型断面モデル (No.7～9)

図4は、六角型断面モデルのアンケート結果の平均値をグラフ化したものである。分散分析の結果を表3に載せる。

形容詞対①「大きい－小さい」に関しては、No.8とNo.9の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.7より大きいと感じる。

②「美しい－醜い」に関しては、No.8とNo.9の間に有意な差は見出せず、No.7はNo.8、No.9より美しいと感じる。

③「重々しい－軽々しい」に関しては、No.8とNo.9の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.7より重く感じる。

⑤「丸みのある－角ばった」に関して形状による主効果は有意であったが ($F(2, 68) = 3.585, p < 0.05$)、No.7～No.9の間に有意な差は見られなかった。

⑥「単純な－複雑な」に関して形状による主効果はやや有意であったが ($F(1.56, 53.2) = 2.982, p < 0.1$)、No.7～No.9の間に有意な差は見られなかった。

⑧「硬い－軟らかい」に関しては、No.7とNo.9の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.8より硬いと感じるという結果となった。

⑪「温かい－冷たい」に関しては、No.7よりもNo.8が温かいと感じるが、No.7、No.8ともにNo.9とは有意な差は見出せなかった。このように、④、⑦、⑨、⑩、⑫に関して形状による主効果は認められなかった。

図4からは、形容詞対②、③以外はモデル間で傾向が一致していることがわかる。形容詞対④、⑨、⑫といった強さに関連する形容詞対については、形状による主効果が現れなかった。この点に関して、肩の位置の違いでは差が生じない結果となった。No.8とNo.9の間に有意な差があったのは⑧のみであり、他の形容詞対に関しては差が見られなかった。これはNo.8、No.9の肩の位置の差が、No.7とNo.8、No.7とNo.9程の差ではないため、このような結果となったと考えられる。

(d) 代表型断面モデル (No.2, 5, 8)

図5は、(a) (b) (c) の各グループからの代表型断面モデルのアンケート結果の平均値をグラフ化したものである。その分散分析の結果を表4に載せる。No.2, No.5, No.8で比較を行うと、以下の結果となった。

形容詞対①「大きい－小さい」に関しては、No.2, No.8, No.5の順に小さく感じる。

②「美しい－醜い」に関しては、No.2, No.8, No.5の順に美しいと感じる。

③「重々しい－軽々しい」に関しては、No.2, No.8, No.5の順に軽く感じるという結果となった。

④「変形しにくい－変形しやすい」に関しては、No.5とNo.8の間に有意な差は見出せないが、どちらもNo.2より変形しにくいと感じる。

⑤「丸みのある－角ばった」に関しては、No.2, No.8, No.5の順に丸く感じる。

表1 丸型断面モデルの分散分析結果

形容詞対	主効果	多重比較
①大きい－小さい	***	No.1 < No.2 < No.3
②美しい－醜い	***	No.3 < No.1 = No.2
③重々しい－軽々しい	***	No.1 = No.2 < No.3
④変形しにくい－変形しやすい	*	No.1 = No.2 = No.3
⑤丸みのある－角ばった	n.s.	—
⑥単純な－複雑な	***	No.1 < No.2 = No.3
⑦鮮明な－ぼんやりした	**	No.1 = No.3 < No.2
⑧硬い－軟らかい	***	No.1 < No.2 = No.3
⑨強い－弱い	**	No.1 < No.2 = No.3
⑩明るい－暗い	*	No.1 > No.2 No.2 = No.3, No.1 = No.3
⑪温かい－冷たい	***	No.1 = No.3 > No.2
⑫たくましい－弱々しい	*	No.1 < No.3 No.1 = No.2, No.2 = No.3

(n.s.: not significant, +: $p < 0.1$,
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)

表2 角型断面モデルの分散分析結果

形容詞対	主効果	多重比較
①大きい－小さい	***	No.4 = No.6 > No.5
②美しい－醜い	n.s.	—
③重々しい－軽々しい	***	No.4 = No.6 > No.5
④変形しにくい－変形しやすい	*	No.4 = No.5 < No.6
⑤丸みのある－角ばった	n.s.	—
⑥単純な－複雑な	n.s.	—
⑦鮮明な－ぼんやりした	+	No.4 = No.5 = No.6
⑧硬い－軟らかい	n.s.	—
⑨強い－弱い	**	No.4 = No.6 > No.5
⑩明るい－暗い	n.s.	—
⑪温かい－冷たい	+	No.4 > No.5 No.4 = No.6, No.5 = No.6
⑫たくましい－弱々しい	**	No.4 = No.6 > No.5

(n.s.: not significant, +: $p < 0.1$,
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)

表3 六角型断面モデルの分散分析結果

形容詞対	主効果	多重比較
①大きい－小さい	***	No.7 < No.8 = No.9
②美しい－醜い	**	No.7 > No.8 = No.9
③重々しい－軽々しい	**	No.7 < No.8 = No.9
④変形しにくい－変形しやすい	n.s.	—
⑤丸みのある－角ばった	*	No.7 = No.8 = No.9
⑥単純な－複雑な	+	No.7 = No.8 = No.9
⑦鮮明な－ぼんやりした	n.s.	—
⑧硬い－軟らかい	**	No.7 = No.9 > No.8
⑨強い－弱い	n.s.	—
⑩明るい－暗い	n.s.	—
⑪温かい－冷たい	*	No.7 < No.8 No.8 = No.9, No.7 = No.9
⑫たくましい－弱々しい	n.s.	—

(n.s.: not significant, +: $p < 0.1$,
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)

⑥「単純な－複雑な」に関しては、No.8が最も複雑に感じ、No.2、No.5の間に有意な差は見出せなかった。

⑦「鮮明な－ぼんやりした」に関して形状による主効果は認められなかった。

⑧「硬い－軟らかい」に関しては、No.5、No.8、No.2の順に硬く感じる。

⑨「強い－弱い」に関しては、No.2が最も弱く感じ、No.5、No.8の間に有意な差は見出せないが、No.2よりは強く感じる。

⑩「明るい－暗い」に関しては、No.2が最も明るく感じ、No.5、No.8の間に有意な差は見出せず、暗いと感じる。

⑪「温かい－冷たい」に関しては、No.2とNo.8の間に有意な差は見られず、No.5が最も冷たく感じる。

⑫「たくましい－弱々しい」に関しては、No.5、No.8、No.2の順にたくましく感じる。

以上をまとめると、形容詞対⑦以外は形状による主効果が有意であった。どの形状も「鮮明さ」という点では変わらない。

図5 代表型断面モデルに対する形容詞対評価の平均値

表4 代表型断面モデルの分散分析結果

形容詞対	主効果	多重比較
①大きい－小さい	***	No.2 < No.8 < No.5
②美しい－醜い	***	No.5 < No.8 < No.2
③重々しい－軽々しい	***	No.2 < No.8 < No.5
④変形しにくい－変形しやすい	***	No.2 < No.5 = No.8
⑤丸みのある－角ばった	***	No.5 < No.8 < No.2
⑥単純な－複雑な	***	No.8 < No.2 = No.5
⑦鮮明な－ぼんやりした	n.s.	—
⑧硬い－軟らかい	***	No.2 < No.8 < No.5
⑨強い－弱い	***	No.2 < No.5 = No.8
⑩明るい－暗い	***	No.2 > No.5 = No.8
⑪温かい－冷たい	*	No.2 = No.8 > No.5
⑫たくましい－弱々しい	***	No.2 < No.8 < No.5

(n.s.: not significant, +: $p < 0.1$,
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)

い。No.2とNo.8、No.5とNo.8の間に有意な差がない形容詞対がいくつかあり、丸型と角型を合わせた形の六角型ではあるが、すべての形容詞対に関して中間の値となるわけではなく、丸型に近い場合と角型に近い場合が見受けられた。

3.2 アンケート因子分析結果・考察

アンケート結果に対し、先に述べた四つのグループ (a) (b) (c) (d) ごとに因子分析を行った。因子分析手法には最尤法、因子軸回転方法には直接オブリミン法を用いた。最尤法の採用には、最小二乗法との結果を比較して差異がないことを確認し、その妥当性を検証した [10]。回転法については、直交回転では相関があった場合にも現れないが、斜交回転であれば因子間の相関が顕在化して、なければ直交となるため長所を生かして、斜交回転の直接オブリミン法を採用した。因子数決定方法には対角 SMC (Squared Multiple Correlation) の 95% 点平行分析と MAP (Minimum Average Partial) の挟みうちを行い、解釈の容易性により決定した。また、モデル適合度は RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) と AIC (Akaike's Information Criterion) を参照にした。

その後、因子分析により得られた因子得点に対し、形状要因による分散分析 (被験者内計画) を行った。アンケート結果に対する分散分析と同様に、球面性検定には Mendoza の球面性 [8] 検定を用い、球面性の仮定が成り立たない場合、Greenhouse - Geisser の ϵ により自由度を修正している [10]。多重比較には Shaffer の方法 ($\alpha = 0.05$) を用いた [11, 12]。以降で各断面モデルにおいて平均値のグラフを提示しており、サンプル数はそれぞれ 105 となっている。また検定は全サンプルで実施した。

(a) 丸型断面モデル (No.1～3)

表5は丸型の因子分析結果である。上述の方法により、因子数は3と決定した。適合度は RMSEA = 0.042, AIC = -11.92 であり、妥当とした。得られた第1因子は強い、硬い、たくましいから構成されており、「強さの因子」と命名した。第2因子は明るい、温かいから構成されており、温かいものは明るいというイメージよりも明るいものは温かいというイメージの方が一般的であると考え、「明るさの因子」と命名した。第3因子は軽々しい、美しい、小さい、鮮明なから構成されており、古典的な男女差のイメージより「ジェンダーの因子」と命名した。

図6に因子得点の平均値をグラフ化したものを載せる。分散分析を行った結果、因子1、2、3すべて形状による主効果が有意であった (因子1: $F(2, 68) = 7.865$, $p < 0.001$; 因子2: $F(1.66, 56.38) = 6.754$, $p < 0.005$; 因子3: $F(1.36, 46.41) = 27.498$, $p < 0.001$)。

第1因子に関しては、No.2、No.3の間に有意な差は見られなかったが、どちらもNo.1より強いという印象を与える結果となった。第2因子に関しては、No.1、No.3の間に有意な差は見られなかったが、どちらもNo.2より明るいとい

う印象を与える結果となった。第3因子に関しては、No.1, No.2の間に有意な差は見られなかったが、どちらもNo.3より女性的という印象を与える結果となった。

No.1であれば弱い、No.2であれば暗い、No.3であれば男性的といったように、どの因子の因子得点においても、どれか一つのモデルが他の二つとは別の印象を与える結果を得た。

(b) 角型断面モデル (No.4～6)

表6は角型の因子分析結果である。同様の方法により、因子数は2と決定した。適合度はRMSEA = 0.000, AIC = -15.95であり、妥当とした。第1因子はたくましい、強い、重々しい、変形しにくい、鮮明なから構成されており、「強さの因子」と命名した。第2因子は明るい、美しい、温かいから構成されており、「明るさの因子」と命名した。

図7に、因子得点の平均値をグラフ化したものを載せる。因子に関わらず、形状による傾向は一致していることがわかる。No.4とNo.6はy軸上プラスの値であり、No.5のみマイナスの値となっている。分散分析を行った結果、因子1に関して形状による主効果が有意であった ($F(2, 68) = 7.8652$, $p < 0.001$)。第1因子に関して、No.4, No.6の間に有意な差は見られなかったが、どちらもNo.5より強い印象を与える結果となった。明るさの因子に関しては、溝の位置の違いでは差が生じない結果となった。

(c) 六角型断面モデル (No.7～9)

表7は六角型の因子分析結果である。同様の方法により因子数を3と決定した。適合度はRMSEA = 0.000, AIC = -15.04であり、妥当とした。第1因子は重々しい、大きい、たくましいから構成されており、「重厚さの因子」と命名した。第2因子は強い、鮮明な、美しいから構成されており、「機能美の因子」と命名した。第3因子は温かい、明るいから構成されているので、丸型と同様に「明るさの因子」と命名した。

図8に、因子得点の平均値をグラフ化する。グラフの変化傾向より、No.7のみ別の印象を与えられられる。分散分析を行った結果、因子1, 2において形状による主効果が有意であった (因子1: $F(2, 68) = 12.312$, $p < 0.001$; 因子2: $F(2, 68) = 2.956$, $p < 0.1$)。第1因子に関しては、No.8, No.9の間に有意な差は見られなかったが、どちらもNo.7より重厚であるという印象を与える結果となった。第2因子に関しては、主効果は有意であったが、No.7, No.8, No.9の間に有意な差は見られなかった。

(d) 代表型断面モデル (No.2, 5, 8)

表8は、代表型の因子分析結果である。上と同様の方法により、因子数は3と決定した。適合度はRMSEA = 0.129, AIC = -7.75であり、他の場合の因子分析結果に比べ、良い結果とはいえないが、複数のモデルと比較した結果、これが最も良いモデルであったので採用した。第1因子は大きい、重々しい、たくましい、角ばった、強いから構成されており、「重厚さの因子」と命名した。第2因子は鮮明な、硬いから

構成されており、丸みを帯び、ふわふわしたようなものはやわらかく、直線的で角ばっており、はっきりと眼に映るものは硬いという一般的イメージから「感触の因子」と命名した。第3因子は明るい、美しい、温かいから構成されており、「明るさの因子」と命名した。

図9に因子得点の平均値を載せる。図より、第2因子の因子得点は第1, 第3因子得点の間にあることがわかる。また、形状による傾向がはっきりと出ており、No.2の丸型とNo.5の角型の中間の形状と言えるNo.8の六角型の因子得点は、No.2とNo.5の間の値をとることがわかる。

分散分析を行った結果、因子1, 3において形状による主

表5 丸型断面モデルの因子分析結果

	因子1	因子2	因子3	共通性
強いー弱い	0.813	-0.017	-0.015	0.662
硬いー軟らかい	0.727	-0.369	-0.033	0.666
たくましいー弱々しい	0.683	0.162	-0.134	0.511
明るいー暗い	0.019	0.726	0.225	0.578
温かいー冷たい	-0.104	0.711	-0.234	0.570
重々しいー軽々しい	0.433	0.072	-0.688	0.666
美しいー醜い	0.098	0.315	0.682	0.574
大きいー小さい	0.267	0.211	-0.659	0.549
鮮明なーぼんやりした	0.335	-0.070	0.347	0.237
寄与度	2.048	1.348	1.617	5.014
因子寄与率 (%)	22.757	14.978	17.971	55.707

表6 角型断面モデルの因子分析結果

	因子1	因子2	共通性
たくましいー弱々しい	0.848	0.047	0.722
強いー弱い	0.789	-0.001	0.622
重々しいー軽々しい	0.747	-0.128	0.574
変形しにくいー変形しやすい	0.743	-0.093	0.560
鮮明なーぼんやりした	0.480	0.227	0.282
明るいー暗い	-0.115	0.756	0.584
美しいー醜い	-0.014	0.542	0.294
温かいー冷たい	0.091	0.531	0.290
寄与度	2.703	1.224	3.927
因子寄与率 (%)	33.784	15.306	49.089

表7 六角型断面モデルの因子分析結果

	因子1	因子2	因子3	共通性
重々しいー軽々しい	0.768	-0.098	-0.049	0.603
大きいー小さい	0.691	0.048	0.125	0.496
たくましいー弱々しい	0.512	0.486	0.030	0.500
強いー弱い	0.398	0.773	-0.246	0.816
鮮明なーぼんやりした	-0.088	0.710	0.050	0.514
美しいー醜い	-0.150	0.365	0.320	0.258
温かいー冷たい	0.161	-0.171	0.684	0.523
明るいー暗い	-0.084	0.208	0.597	0.406
寄与度	1.552	1.554	1.008	4.114
因子寄与率 (%)	19.403	19.427	12.600	51.430

効果が有意であった（因子1:F (2, 68) = 63.652, $p < 0.001$ ；因子3:F (2, 68) = 31.489, $p < 0.001$ ）。第1因子に関しては、No.5, No.8, No.2の順に重厚であるという印象を与えるという結果となった。第3因子に関しては、No.2, No.8, No.5の順に明るさの因子が高い印象を与える結果となった。

図6 丸型断面モデルの因子得点

図7 角型断面モデルの因子得点

図8 六角型断面モデルの因子得点

表8 代表型断面モデルの因子分析結果

	因子1	因子2	因子3	共通性
大きいー小さい	0.812	-0.034	0.097	0.669
重々しいー軽々しい	0.782	-0.113	-0.041	0.626
たくましいー弱々しい	0.780	0.247	0.132	0.687
丸みのあるー角ばった	-0.547	-0.020	0.366	0.433
強いー弱い	0.519	0.506	-0.177	0.557
鮮明なーぼんやりした	0.022	0.589	0.057	0.350
硬いー軟らかい	0.423	0.493	-0.424	0.603
明るいー暗い	-0.153	0.217	0.714	0.580
美しいー醜い	-0.261	0.405	0.571	0.559
温かいー冷たい	0.121	-0.087	0.506	0.279
寄与度	2.733	1.139	1.469	5.341
因子寄与率 (%)	27.328	11.394	14.688	53.411

図9 代表型断面モデルの因子得点

4. 結 論

本研究では、ペットボトルモデルを対象として、デザインの差異による印象の差を検討した。本研究より以下の点が明らかとなった。

- (1) アンケート結果に関して、丸型断面モデル内では変形しやすいという点で、差異を感じさせない結果を示した。角型断面モデル内では、平均値の傾向はモデルに依らず一致し、分散分析の結果より、溝の位置が上と下の場合に印象に差がなく、同様の結果となった。六角型断面モデル内では、肩の位置の微妙な違いで有意な差が見られたのは一つの形容詞対のみで、他に関しては差が見られなかった。代表型に関しては、その形状が丸型と角型の中間に位置する六角型ではあるが、すべての形容詞対に関して中間の値とならずに、丸型に近い場合と角型に近い場合が見受けられた。
- (2) 本研究で用いた形容詞対によれば、丸型断面モデルに対する印象は「強さ」、「明るさ」、「ジェンダー」の3因子、角型断面モデルの印象は「強さ」、「明るさ」の2因子、六角型断面モデルの印象は「重厚さ」、「機能美」、「明る

さ」の3因子, 代表型に対する印象は「重厚さ」, 「感触」, 「明るさ」の3因子から構成されていると考えられる。

- (3) 因子得点については, 丸型断面モデルにおいて, どの因子の因子得点においても, 一つのモデルが他の二つと異なる印象を与える結果を得た。角型断面モデルに関しては, 因子に拘らず, グラフにおける形状による傾向は一致した。「明るさの因子」に関しては, 溝の位置に拘らず有意な差は見出せなかった。六角型断面モデルに関しては, アンケート結果と同様の傾向が見られた。代表型断面モデルに関しては, 「感触の因子」の因子得点は「重厚さ」, 「明るさ」因子の間に位置した。また六角型断面モデルの因子得点は, 丸型と角型の間の値をとった。

今回の評価手続きは断面モデルの単独提示であり, 複数の断面モデルを同時に提示した際は異なる傾向になることも考えられる。例えば六角型断面モデルのように, 二つを並べ比較しなければ認識が困難な微妙な違いでは, 単独提示では現れなかった差が出現する可能性はある。同時に, 溝の位置のように僅かな外観デザインの相違によって印象に差が出る場合があった。このように, 人が目で認識できるデザインに関しては, 微妙な部分の差異でも検討の必要性があるといえる。

参 考 文 献

- [1] 上崎浩子: 新たな造形テストへの挑戦, 日本機械学会誌, 112, pp.940-941, 2009.
- [2] Lai, H.H., Lin, Y.C., Yeh, C.H., Wei, C.H.: User-oriented Design for the Optimal Combination on Product Design, Int. J. Production Economics, 100, pp.253-267, 2006.
- [3] 李美龍, 李昇姫: 触感に基づいた厚さの印象評価, 日本感性工学会論文誌, 9, pp.1-9, 2009.
- [4] 原田利宣: 事例に基づく自動車外形形状デザイン支援システム, 第18回人工知能学会全国大会, 1E3-02, 2004.
- [5] 原田利宣, 森典彦, 杉山和雄: 曲線の性質に関する定量化研究, デザイン学研究, 40, 6, pp.9-16, 1994.
- [6] 矢澤宗厚, 市橋孝太, 大島康彰, 成田吉弘: 様々な曲面を

持つ柱状体に関する感性工学的研究, 第11回日本感性工学会大会講演論文集, 3G3-4, 2009.

- [7] 小林重順: カラーシステム (改訂版), 講談社, pp.68-69, 1999.
- [8] 岩下豊彦: SD法によるイメージの測定: その理解と実施の手引, 川島書店, 1983.
- [9] Mendoza, J.L.: A Significance Test for Multisample Sphericity, Psychometrika, 45, pp.495-498, 1980.
- [10] 堀啓造: 因子数決定法, 斜交回転法, 階層因子分析
<<http://www.cc.kagawa-u.ac.jp/~hori/yomimono/fnumber.ppt>>
(最終アクセス日 2010/07/06)
- [11] Greenhouse, S.W. and Geisser, S.: On Methods in the Analysis of Profile Data, Psychometrika, 24, pp.95-112, 1959.
- [12] 渡辺利夫: フレッシュマンから大学院生までのデータ解析・R言語, ナカニシヤ出版, pp.33-47, 2005.
- [13] 永田靖, 吉田道弘: 統計的多重比較法の基礎, サイエンス出版社, pp.95-102, 1997.

矢澤 宗厚 (学生会員)

2008年北海道大学工学部機械工学科卒業。
2010年3月, 北海道大学大学院工学研究科人間機械システムデザイン専攻修士課程修了。
現在, パナソニック電工株式会社勤務。

成田 吉弘 (正会員)

1980年北海道大学大学院博士後期課程修了, 工学博士。1980~2004年北海道工業大学勤務。現在, 北海道大学工学研究院教授, 副研究院長。この間, 機械力学, システム工学, 複合材料工学, 設計工学, 工学教育, 感性工学に関する研究に従事。日本機械学会の部門長, 支部長, 論文集編修委員長, 評議員などを経て現在, 庶務理事。その他, 日本複合材料学会理事, ASME AMR副編集長など。