

G-108

パーソナルファブリケーションを促進する感性指標化技術
 ～ 3次元形状の感性評価における基本因子の抽出～
 Technology of Kansei Metricization for Enhancing the Personal Fabrication
 ～Extracting Basic Factors in the Kansei Evaluation of 3D Objects～

武藤 和仁† 李 奈栄† 片平 建史† 飛谷 謙介† 白岩 史† 中島 加恵†
 長田 典子† 岸野 文郎† 山本 倫也† 河崎 圭吾‡ 荷方 邦夫‡ 浅野 隆‡

Kazuhito Muto †, Nayoung Lee †, Kenji Katahira †, Kensuke Tobitani †, Aya Shiraiwa †, Kae Nakajima †
 Noriko Nagata †, Fumio Kishino †, Michiya Yamamoto †, Keigo Kawasaki‡, Kunio Nikata‡, Takashi Asano‡

1. はじめに

近年、3D プリンタに代表されるような技術革新により、マスコダクトによらない個人的なものづくり（パーソナルファブリケーション）の基盤が整備されつつある。このような個人的なものづくりに多くのユーザが参加することで、マスコダクト中心の産業構造ではこれまで見出されなかった、あるいは無視されてきたニーズへの対応を呼び起こし、社会の新たな活力が生み出されることが期待される。しかし、制作の経験や技能を持たない大多数の一般ユーザにとっては、仮に上述のような手段が提供されたとしても、「どうやって作ればいいのかかわからない」、あるいはそもそも「何を作ればいいのかかわからない」ことが考えられる。

大多数の一般ユーザがこれらの技術を活用して活発なものづくりを行うには、ものづくりの技術的な支援に留まらず、「こんなものを作りたい」という気持ちや「作って良かった」という満足感など感性的側面の促進や支援を行うことが重要である。そうすれば一般ユーザでも直感的、創造的なものづくりが可能になる。そのためには、まず人の感性的な評価の基準を明らかにして定量化し、これと様々な対象や事物を結びつけることが必要である。我々はこのための一連の技術を感性指標化技術とし、本報告ではその一環として、一般的な3次元形状に対する人の感性評価の構造を明らかにすることを目的とした。

人の感性的な評価判断に関しては、OsgoodのSD法研究のアプローチを用いて、言語や絵画など様々な事物を対象とした研究が行われている。これらの研究の多くでは、人の感性的な評価の基本構造として3つの因子、「評価性」、「活動性」、「力量性」が見出されることが明らかとなっている。特に抽象的な形態の特徴に関する研究としては、Takahashi [1]が2次元の抽象的な線画を対象に検討を行い、上記の3因子を見出している。一方、3次元形状を対象とした研究については、稲葉ら[2]が自動車の車体形状を対象として、SD法により印象を定量化した研究を報告している。しかしながら、様々な物体の制作に活用できる一般的、抽象的な形状に対する感性的評価の定量化はこれまで行われていない。そこで、本研究では新たに抽象的な3次元形状を新規に作成し、これに対する感性評価を行うことで、3次元の形状に対する基本的な評価因子を明らかにすることを試みた。

本研究は、新規の3次元形状を作成するための実験Ⅰと、作成された形状に対して感性評価を実施し、評価の基本因子を明らかにするための実験Ⅱによって構成される。実験

Ⅰでは、形状の表現に長けた美術系大学生に協力を依頼し、幅広い感性評価に対応するような抽象的な形状の制作を実施した。また、個々の形状が制作の基準として与えられた形容詞を適切に表現しているかを確認するため、制作課題とは別の実験参加者集団を対象に適合度評価を行った。実験Ⅱでは、実験Ⅰで得られた形状を刺激としてSD法を用いた感性評価実験を行い、因子分析を適用することで、人間が3次元形状を評価する際の基準となる基本的な因子の抽出を試みた。

2. 実験Ⅰ:感性評価のための3次元形状の制作

2.1 方法

2.1.1 実験参加者

3次元形状制作課題には、金沢美術工芸大学の学生30名が参加した。適合度評価実験には、関西学院大学の学生12名（男性9名、女性3名）が参加した。

2.1.2 手続き

(1) 3次元形状制作課題

実験参加者に対して、形状表現の基準として形容詞を提示し、これにふさわしい形状の制作を求めた。形状の素材には、縦、横、高さがそれぞれ10cmのスタイロフォームを使用した。

実験参加者に提示した形容詞の選定方法は以下の通りであった。ここで制作する形状は、人間が行う感性評価の多様性に対応する必要性から、様々な形状表現を網羅していることが望ましい。SD法を用いた感性評価の先行研究より、人間の感性評価には3つの基本的な因子、すなわち評価性、活動性、力量性が、様々な評価対象について共通して見出されることが明らかにされている。そこで、本研究ではこの3因子によって3次元形状に対する人の感性評価の大部分を説明できると仮定し、これらの3因子を制作時の基準として参加者に与えることで、形状表現の多様性の確保を図った。具体的には、これらの3因子に分類される形容詞を先行研究から収集し、特に形状表現との関わりが強いと考えられる形容詞対として、「安定—不安定（評価性）」、「派手—地味（活動性）」、「硬い—柔らかい（力量性）」の3つの形容詞対を採用した。

制作に要する労力を考慮し、実験参加者を3群に分けて各形容詞に10名ずつを割り当て、実験参加者は対となる2つの形容詞についてそれぞれ3個、計6個の形状を制作することとした。

† 関西学院大学理工学部

School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

‡ 金沢美術工芸大学大学院美術工芸研究科

Graduate School of Art, Kanazawa College of Art

(2) 適合度評価課題

3次元形状制作課題で得られた180個の形状を刺激とし、各形状が制作の基準となった形容詞をどの程度よく表現しているかについて、制作時とは異なる実験参加者群に評価を求めた。評価の回答にはエクセルのマクロ機能を用いて作成した実験ファイルを使用した。実験参加者は、1枚ずつ表示される制作時に撮影された形状の写真を観察し、それらが制作時の基準となった形容詞を表現するものとしてふさわしいかどうかを判断した。回答は、「非常にあてはまる」、「かなりあてはまる」、「ややあてはまる」、「どちらともいえない」、「ややあてはまらない」、「かなりあてはまらない」、「非常にあてはまらない」の7段階で行われた。実験時間への配慮から、実験参加者は6名ずつの2群に分けられ、3つの形容詞対についてそれぞれ片方の形容詞のみを担当することとし、計90個の形状を評価した。

2.2 結果と考察

各形容詞について得られた形状の例を図1に示す。各形容詞対について対となる形容詞の間で形状を比較すると、「安定」では形状の垂直軸に対する対称性が高く、底面に対して平行な面の面積が大きかった。対して「不安定」は安定でみられる特徴を満たしておらず、重心に偏りに差が見られた。「派手」と「地味」の形状では、「派手」では面の数が多く、総表面積が大きかった一方で、「地味」の形状では面の数が少なく総表面積が小さく、形状自体が保有する情報量に差が見られた。「硬い」では面を構成する線分が直線的であり、また形状自体に平面の比率が高いのに対して、「柔らかい」では線分が曲線的であり局面の比率が高かった。つまり、面を構成する線分の曲率と平面と曲面の比率に差が見られた。

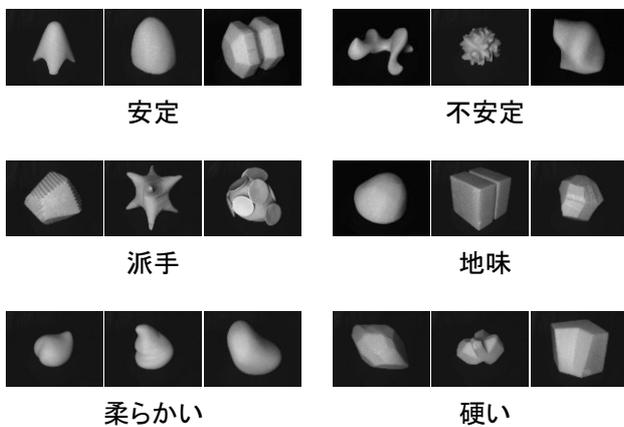


図1 各形容詞について得られた形状の例

3. 実験Ⅱ:3次元形状の感性評価に関わる基本因子の抽出

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

実験参加者は関西学院大学の20代の学生10名(男性5名、女性5名)とした。

3.1.2 実験刺激

制作課題で得られた180個の形状のうち、各形容詞について適合度の得点が高いものから20個、計120個の形状を感性評価実験の評価対象として採用した。また、初期の180個の形状のうちには非常に似通った形状が存在した。これらについては、相互に類似した形状のうち最も適合度得点の高い1個のみを採用し、残りは優先的に不採用とした。本研究の評価対象は3次元形状であることから、様々な角度から観察できるように、形状をターンテーブル上で回転させた様子を動画として撮影して実験刺激とした。撮影にあたっては、全ての形状について撮影時の画角や照明の入射角度を統一するとともに、背景を黒色で統一した。また、形状に用いられた素材の色の影響を考慮し、撮影された動画に対してモノクロ化の処理を行った。

3.1.3 評価尺度の作成

形状の評価には、18項目の形容詞対によるSD法を用いた。18項目の形容詞対は、SD法を用いた先行研究[3-10]で用いられたものから、形状の評価への適切さを基準として選定した。選定した形容詞対を表1に示す。

表1 感性評価に使用した形容詞対

形容詞対	
規則的な-不規則的な	陽気な-陰気な
健康的な-不健康な	繊細な-武骨な
安定した-不安定な	柔らかい-硬い
まとまった-ばらばらな	緩んだ-緊張した
はげしい-おだやかな	弱い-強い
派手な-地味な	はっきりした-ぼんやりした
活発な-不活発な	なめらかな-粗い
賑やかな-静かな	鈍い-鋭い
動的な-静的な	重い-軽い

3.1.4 手続き

実験には、実験刺激提示用のディスプレイ(EIZO CG246)と、評価の回答と実験プログラムの実行を兼ねたノートPCを使用した。実験参加者は画面までの視距離76cmの位置から、ディスプレイにループ再生で表示された実験刺激を観察し、ランダムな順序で提示される実験刺激について、表1に示す18個の形容詞対を用いて印象の評価を行った。各形容詞対に対する評価の回答は、中央に「どちらでもない」をとり、両端に向かって「やや」、「かなり」、「非常に」の3段階をとる7段階で行われた。なお、実験時は実験室の照明環境を暗室の状態とした。

3.1.5 分析方法

それぞれの刺激について、得られた10名分の評定データの平均を18項目の形容詞対ごとに算出した。このデータをもとに、主因子法とバリマックス回転による因子分析を行った。因子数の決定については固有値が1以上であることを採用の基準とした。

3.2 結果と考察

因子分析によって得られた、各形容詞対の因子負荷量を表2に示す。因子分析の結果、固有値が1より大きい因子が3つ抽出され、累積寄与率は74.7%となった。第1因子

は「規則的な」、「健康的な」、「安定な」、「まとまった」、「穏やかな」の因子負荷量が .700 以上と高いことから評価性因子、第 2 因子は「派手な」、「活発な」、「賑やかな」、「動的な」、「陽気な」、「繊細な」の因子負荷量が高いことから活動性因子、第 3 因子は「やわらかい」、「緩んだ」、「弱い」、「ぼんやりした」、「なめらかな」、「軽い」の因子負荷量が高いことから力量性因子と解釈した。この結果から、人が 3 次元形状を知覚し評価する際の基準が、SD 法を用いた感性評価の先行研究と共通する 3 因子の構造を持つことが明らかになった。一部の形状の因子得点のマッピング結果を図 2 に示す。

表 2 18 形容詞対の因子負荷量

形容詞対	評価性	活動性	力量性
規則的な-不規則的な	.868	.045	-.175
健康的な-不健康な	.863	-.156	.052
安定した-不安定な	.842	-.234	-.170
まとまった-ばらばらな	.732	-.453	.114
はげしい-おだやかな	-.609	.593	-.428
派手な-地味な	-.266	.837	-.335
活発な-不活発な	-.437	.785	-.086
賑やかな-静かな	-.464	.771	-.123
動的な-静的な	-.540	.763	.104
陽気な-陰気な	.114	.665	-.181
繊細な-武骨な	.440	.587	.196
柔らかい-硬い	.064	.017	.911
緩んだ-緊張した	.208	-.309	.822
弱い-強い	-.273	-.026	.818
はっきりした-ぼんやりした	.236	.385	-.721
なめらかな-粗い	.568	-.117	.677
鈍い-鋭い	.231	-.468	.547
重い-軽い	.241	-.375	-.534
寄与率	26.1	25.2	23.4

4. まとめ

本研究では、人間が 3 次元形状を評価する際の基準となる因子を明らかにすることを目的とし、新規に作成した 3 次元形状に対して感性評価を行った。感性評価データに対する因子分析の結果、人が 3 次元形状を評価する際の主要な基準として、評価性、活動性、力量性の 3 因子が抽出された。これらの因子は、Osgood 以降の SD 法研究で様々な対象について繰り返し見出されてきた因子と一致しており、本研究の結果は、3 次元形状に対する感性評価においてもこれらの因子が支配的であることを明らかにした。

今後は、本研究で作成した形状に対して 3 次元計測を行って物理的特徴量を求め、感性評価との関係について検討を進める。一般的な 3 次元形状についての感性指標化を目指し、本研究で得られた基本 3 因子の得点と物理特徴量を結びつけるためのモデル構築を行う予定である。

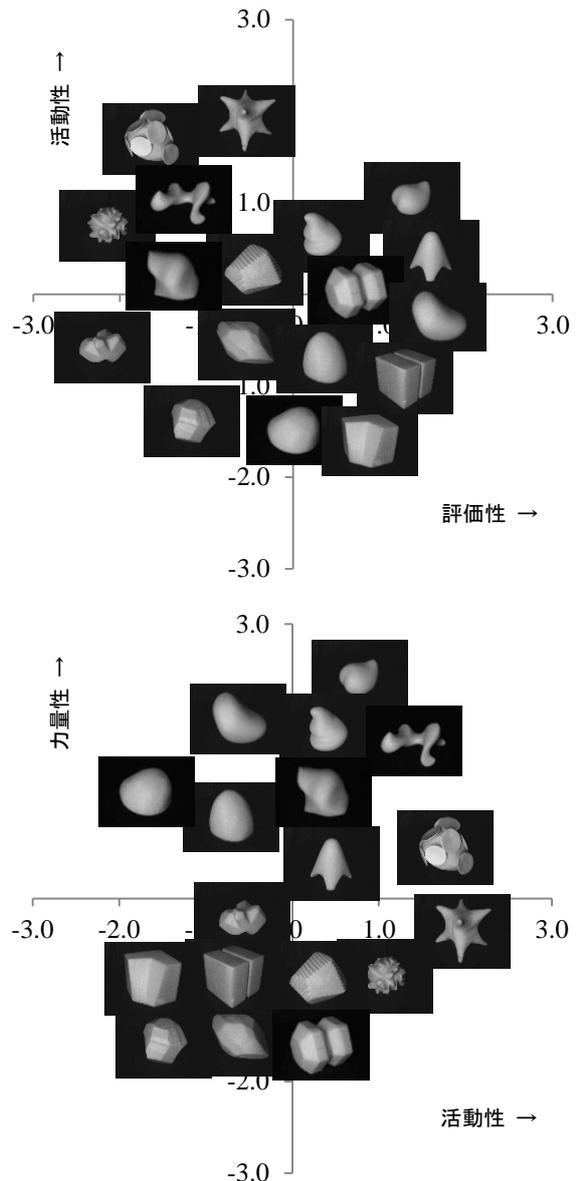


図 2 形状に対する因子得点のマッピング結果

参考文献

- 1) Shigeko Takahashi: Aesthetic Properties of Pictorial Perception, Psychological Review, Vol.102, No. 4 (1995).
- 2) 稲葉善典, 伊師華江, 河内純平, 行場次朗, 赤松茂: 3 次元モーフィングモデルを用いた物体の高次視覚印象の操作～SD 法による高次印象の定量化と印象変換の妥当性の評価～, 電子情報通信学会技術研究報告: HIP, ヒューマン情報処理 109 (28), pp.13-18 (2009).
- 3) 中野光子: 色彩感情と形態感情の合成効果に関する分析的研究, 心理学研究, Vol43 (1), pp.22-30 (1972).
- 4) Yasumasa Tanaka, Tadasu Oyama, Charles E. Osgood: A cross-culture and cross-concept study of the generality of semantic spaces, Journal of verbal learning and verbal behavior, Vol.2, pp.392-405 (1963).

- 5) 行場次朗, 瀬戸伊佐夫, 市川伸一: パターンの良さ評定における問題点: SD法による分析結果と変換構造説の対応, 心理学研究, Vol.56, pp.111-115 (1985).
- 6) 岡田守弘, 井上純: 絵画鑑賞における芸術性評価要素に関する心理学的分析, 横浜国立大学教育紀要 (1962-1997), Vol.31, pp.45-66 (1991).
- 7) 鈴木美穂, 行場次朗: 感性印象に関与する因子の感覚関連度の対比分析電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, Vol.101 (698), pp.31-38 (2002)
- 8) Yousuke Kawachi, Hideaki Kawabata, Miho S. Kitamura, Michiaki Shibata, Osamu Imaizumi: Topographic distribution of brain activities corresponding to psychological structures underlying affective meanings: An fMRI study, Japanese psychological research, Vol.53, pp.361-371 (2011).
- 9) 栗川直子: 額縁の形状と大きさが絵画の印象に及ぼす影響, 岡山大学大学院社会文化科学研究科紀要, Vol.36, pp.251-263 (2013).
- 10) 坂本竜次, 木原健, 鹿嶋雅之, 佐藤公則, 渡邊睦: 主観的評価を実現する自動印象評価器に関する研究, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J97-D, No.1, pp145-154 (2014).