

心を動かす感性工学



関西学院大学工学部
情報工学課程
教授

ながた のりこ

長田 典子

1983年京都大学理学部数学系卒業。同年三菱電機(株)入社。産業システム研究所研究員。1996年大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了。2003年より関西学院大学理工学部情報科学科助教授、2007年より教授。2009年米国パデュー大学客員研究員。2013年感性価値創造研究センター長を経て2020年感性価値創造インスティテュート所長。専門は感性工学、メディア工学等。博士(工学)。2013年文部科学大臣表彰科学技術賞、2023年兵庫県科学賞受賞。

ポイント

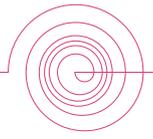
- 感性工学とは、製品に関するユーザーの主観的感覚を分析し、得られた知見を次の製品のデザインに組み入れる工学、およびデザインの実践のことである。
- 感性のものさしづくりでは、人的、時間的な負荷を軽減するためAI技術を活用したり、感性の異なる個人をうまくタイプ分けしたりすることが重要である。
- 感性工学の応用範囲はあらゆる業界、業種に及んでおり、今後もさまざまな課題を解決し、新たなビジネスモデルを生み出すことが期待されている。

日本発の学問分野「感性工学」

日本のものづくりが転換期を迎えているといわれて久しい。高性能なだけではものが売れない時代になり、新たな付加価値をどのようにつけていくかが重要となっている。そのためキーワードの一つが感性である。

筆者は感性工学という学問分野で研究を進めている。感性工学は「ある製品の一部分や一群の製品に関するユーザー

の主観的感覚を取り上げて分析し、得られた知見を次の製品のデザインに組み入れる工学およびデザインの実践」、あるいは「感性という価値の発見と活用によって、社会に資することを目的とする学問」である。もともとは布の風合い評価など人の感覚を使ったものづくりに端を発していたが、1980年代に当時のマツダの社長であった山本健一氏がミシガン大学で「Kansei engineering」というテーマの講演をして以降、この名称が使われるようになったとされる。また感性



という日本語に相当する英語が存在せず、国際的にもしばしばkanseiが用いられることから、日本発祥の学問とされている。

2007年には日本製品の高付加価値化を推進するため、経済産業省により「感性価値創造イニシアティブ」が策定された。感性価値とは機能、信頼性、価格といった従来の製品価値に加えられる「第4の価値」である。生活者の感性に働きかけ、感動や共感を与えることによって顕在化する価値こそが付加価値になる。例えば、匠の技、Japanテイスト、伝統、おもてなし、遊び心といった感性価値に着目した商品開発とその海外展開が推進された。近年は豊か(Well-being)で持続可能な社会の実現が求められ、政府が提唱するSociety 5.0でも人間中心社会が目標に掲げられている。感性価値による付加価値向上と個人最適化、およびそれによる社会ロス低減(無駄なものを大量に生産しないこと)への貢献も重要になっている。

感性は、主観的、非言語的、無意識的、直感的で曖昧であり、状況依存性や多義性があり、因果律が希薄で個人差が大きいとされる。しかし、一方で「パステルカラーはやわらかいイメージ」「上昇音は始まりのイメージ」というように、人の感じ方には一定の共通性があることも確認されている。そこで、ものに対する心の動き(感性)と、心を刺激するものの特徴(物性)との対応関係を、心理学実験で調べ統計解析で導出した「感性のものさし」で表す。感性のものさしをつくり、感性価値を高めたものづくりを実現するのが感性工学である。消費者のニーズが多様化、細分化するなか、嗜好や価値観など一人ひとりをもつ感性を的確に把握し、それに合わせてデザインする方法について事例を通して紹介する。

感性のものさし

感性研究において中心的なトピックの一つがイメージ(印象)の定量化である。プロダクトデザイン分野におい

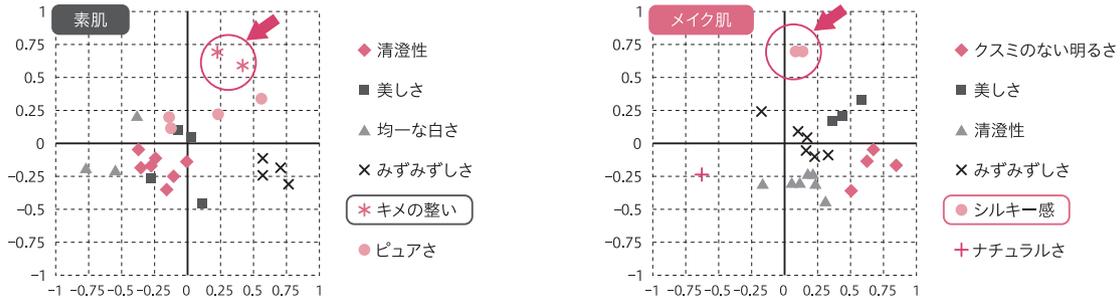
ては、人がプロダクトに対して「好き」や「欲しい」などの感情や価値観(感性価値)を抱くのは「かわいい」や「美しい」といった印象を抱くからである。また、こうした印象は色や音や表面性状などの物性によって形成されると考えられている。この関係を表現するため、ものさしをつくる際には「感性価値層—印象層—物性層」という感性の階層構造を仮定する。感性価値層と物性層の間に印象層を介することで、価値と物性の対応関係における感性的な価値形成の根拠(因果関係)が明らかになり、プロダクトデザインへのフィードバックが容易になる。また印象層で個人の違いが現れることがあるので、個人差に対応しやすくなるというメリットもある。

ものさしの構築には心理統計学を基盤とした方法を用いる。具体例に、化粧品素材の開発事例を二つ紹介する。

一つ目は、肌の透明感のものさしである。透明感という価値がどのような印象から構成されるかを調べるために、「素肌の透明感」と「メイク肌の透明感」のそれぞれについて、関係する評価語を約70名の参加者に挙げてもらい、約2,000語を収集した。評価語の適合度や類似度を問う心理実験によって網羅性、代表性、不偏性を保ちながら評価語を絞り込み、評価語間の心理的距離を求めて最終的にマップに表すと、図-1のように素肌とメイク肌の二つのもものさしは、それぞれ六つの概念クラスタから構成されることがわかった。二つを比較すると高い類似性がある一方で、素肌での「キメの整い」に対してメイク肌では「シルキー感」という触感を表す固有な概念が対応していた。この比較結果をもとに「触感の透明感」という新たなコンセプトを発想し、なめらかな触感をもつファンデーションを目指した結果、透明感の優れた製品が開発され好評を得た。感性のものさしによって、これまで気づかれなかった視覚と触覚の相互作用が見いだされたといえる。

二つ目は、ふきとり化粧水に関する感性価値のものさしである。ふきとり化粧水の使用場面を四つに分け、シーン

図-1 素肌とメイク肌の透明感のものさし



出所：谿ほか（2017）

（注）多次元尺度構成法（MDS）という方法を用いて、評価語同士の類似度などから求めた評価語間の意味的距離をもとに、各評価語の相対的な位置関係を平面上にマッピング。

ごとに評価語を収集して透明感のときと同様の心理実験を行い、印象と感性価値からなる4層のモデルを構成した（浅井ほか、2021）。すると「肌の心地よさ」「ふきとり意欲」「効果の実感」という三つの感性価値が、「肌摩擦感」「ふきとれた実感」の二つの印象要素から構成されることがわかった。そこで筆者らが開発した人の触感を計測する装置を用いて使用感触に影響する振動周波数帯を求めたところ、「肌摩擦感」には184～220Hz、「ふきとれた実感」には220～252Hzの振動成分が寄与していた。結果に基づき化粧素材を選定し、感性価値を最大にする処方設計を実現させたことで、リニューアルされた製品が好評を得ている。

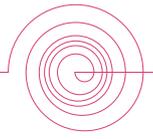
こうした心理統計学に基づいた感性の指標化技術が、化粧品分野をはじめ自動車、電気機器、化学、素材、食品、日用品など各種製造業や、建築、運輸、教育などさまざまな業界、業種に適用されている。

AIとビスポークサービス

感性のものさしづくりは応用範囲の広い技術であるが、一方で人を対象にした主観評価実験や分析が必要となるため、人的、時間的な負荷が大きいという課題がある。そ

こで最近のAI技術を導入して負荷低減を図ることが期待される。

「感性AIソムリエ」は、AIと心理統計学を組み合わせで開発された技術である（Sunda, et al., 2020）。これにより、ユーザーが自分の服をデザインしてオーダーしたり、それを他者に販売したりするファッション・オンデマンド・プラットフォーム上で、数千もの布地の柄から好みのものを、さまざまなイメージ（華やかな、古風な、シックな等約50の評価語）で検索することができる。AI技術の一つである畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いた画風変換アルゴリズムと呼ばれる技術では、例えばゴッホの「糸杉」という作品から、杉や家など対象物を表現する画像成分（コンテンツ特徴）と画家特有のタッチや色合いなど質感を表現する画像成分（スタイル特徴）とを分離できる。まず、本アルゴリズムを利用して、約4,000枚の布地の柄画像から約100枚を選ぶ。次に、評価語を用いて柄に対する感性のものさしを作成するとともに、スタイル特徴を抽出し、両者をAIに学習させ検索モデルを構築した。その後、学習させていない残りの柄画像についての検索を行うと、直感に合った良好な検索結果が得られた。すなわち少数の柄画像と感性のものさしを学習に用いるだけで、イメージする柄の汎用的な検索が可能に



なることが示された。本技術はほかにも、オーダースーツの生地やスタイルのレコメンドシステムとして活用され、百貨店の店頭で設置されている。本システムは注文から製造、配送までを一気通貫するスマートファクトリーの実現にも寄与している。さらに自動車内装用のシボ（シワのような凹凸）加工した樹脂板のテクスチャ生成や3Dプリンターによる成形品の質感評価の研究にも応用されている。

このようなレコメンドシステムは「ビスポークサービス」と呼ばれる。ビスポーク (bespoke) とは「テーラーなどが対話しながら服を仕立てること」という元の意味から転じ、「顧客の好みや要求に合わせて製造すること」を指すようになった、個人最適化と同義の用語である。すなわちユーザーがプロダクトデザインのプロセスにかかわることをも意味する。関与 (engagement) そのものが最終製品に対する満足度を上げ、感性価値向上に寄与することが知られている。近年、こうした技と感性の融合によるビスポークビジネスが盛んになっており、語源となったビスポークスーツをはじめ、ワイン、コーヒー、シューズ、香りなど多彩な商品・サービスが提供されている。

AIを用いて感性のものさしをつくる試みとして、Web上のテキストや画像を収集して感性の階層モデルを自動構築する研究もある。ECサイトにおける特定の製品分野（ここでは腕時計）を対象に、商品レビュー約20万件とプロダクトの画像約2,000枚を学習させると、「上品だ、かわいらしい」が「好き」につながり、「迅速だ、手頃だ」が「気持ちが高揚する」につながるなど、レビューから抽出された感性の階層モデルが得られる。モデルを用いて各画像の印象得点や感情得点を求め、人による主観評価との相関を求めたところ、強い相関（相関係数 $r=0.8$ 程度）が確認された。すなわち、ユーザーがどのような観点で製品を評価しているかが製品ごとに可視化され、本手法がアンケート調査に代わる可能性が示された。

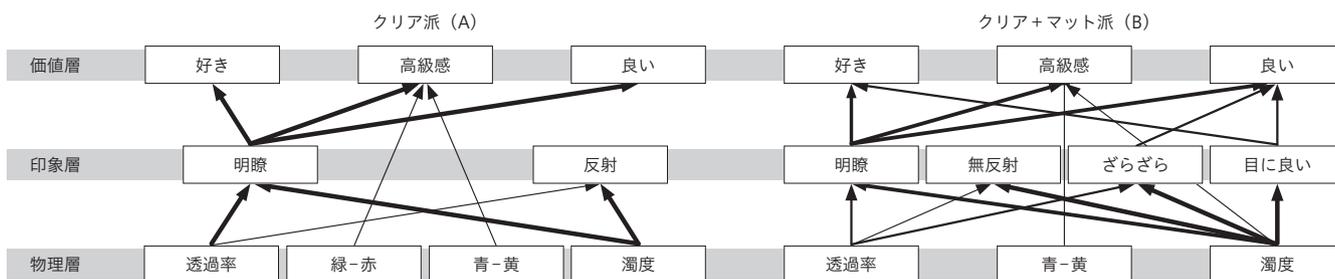
本手法を特定の地域や年代のデータに適用すれば、地域、年代固有のものさしをつくることができる。実際に北米の自動車のレビューから感性モデルをつくと、「格納できて多用途」という地域ならではの指標が得られたり、「小回りが利いてコンパクト」という指標からは日本では見られない大きな車が挙げられたりする。別の例として、芝刈り機という製品は日本ではなじみが薄いですが、EU圏における商品レビューを用いることで、指標づくりと各製品の評価値算出が可能となった。さらにデータをSNSに広げ、EU、米国といった地域や国ごとの文化や価値観による指標を用い、人々の潜在的なニーズやウォンツを発掘し、未来のプロダクトデザインにつなげる試みも行っている。

感性の個人差とタイプ分類

感性のものさしづくりにおける課題の一つに、個人差の扱いがある。感性は美や善などの評価判断にもかわる知覚であり、個性が反映されやすい。個人差を考慮しないままだと、個人差を打ち消し合った「平均ゼロ」の不適切なものさしをつくることになりかねない。逆に、感性の異なる個人をうまくタイプ分けし、それぞれの特徴を反映したものさしをつくれれば、一人ひとりの感性に合わせた製品やサービスを提供でき、カスタマイズやパーソナライズを実現できる。

個人差分析に基づきタイプ分類した事例として、スマートフォン用保護フィルム（以下、スマホフィルム）の感性価値構造をモデル化した研究を示す（図-2）。価値層と印象層のモデル化をするために、評価グリッド法というインタビュー手法を用いた。評価グリッド法は本来、認知的な階層構造を引き出すための手法であり、マーケティングなどで広く用いられているが、ここでは評価語を網羅的に収集する目的で使用した。スマホフィルムを評価す

図-2 スマホフィルムの感性価値構造



資料：濱田ほか（2023）をもとに筆者作成
 (注) 矢印の太さは上位の層の各要素に対する影響度の大きさを表す。

実際の着眼点と評価結果の因果関係を聴取し、評価構造図として可視化した後、出現頻度の高い「視認性の高さ」「つやがある」「ざらざら」など18の代表的な評価語を選出した。次に参加者48名に対して14種類のスマホフィルムを提示して主観評価実験を行い、評価値の傾向をもとに参加者を分類したところ、A、Bの二つのタイプに分かれた。タイプごとのスマホフィルムに対する「高級感」の平均評価値をみると、タイプAがマット系フィルムに低い評価値をつけているのに対し、タイプBはマット系フィルムとクリア系フィルムの両方に高い評価値をつけている。このことからタイプAはクリア系フィルムに高級感を感じる「クリア派」、タイプBはクリア系にもマット系にも高級感を感じる「クリア+マット派」と解釈できる。さらに因子分析という手法を用いて複数の評価語を潜在的な因子にまとめた後にタイプ別の価値構造モデルを構成した。すると、タイプAは「明瞭」が「好き」「高級感」「良い」につながっているのに対し、タイプBはそれに加えて「ざらざら」「目に良い」も「高級感」などの価値層につながっていた。

この結果から、従来考えられていたクリア派vsマット派という構図ではなく、クリア派vsクリア+マット派という予想外の新しいユーザー像の存在が明らかになった。言い換えれば従来のマット系フィルムに満足しているユーザー

は少ないともいえ、こうした情報を次の商品設計へ生かすことが期待される。

このように感性のものさしづくりでは、開発者の予断や先入観を極力排除し、人がものから喚起される反応を正しく取り出し、これを真値 (ground truth) としてモデルを構築することが重要である。

熟練者の暗黙知の形式知化

製造現場において熟練検査員のノウハウ（暗黙知）を科学的手法によって普遍化し、共有、継承する要望が高まっている。最高度の専門性をもつ熟練者の暗黙知は感性的評価に基づく判断が多く、基準化や数値化が困難である。ノウハウを次世代へ伝承するための形式知化が喫緊の課題となっている。

例として塗装板表面の品質評価についてのノウハウを指標化した事例を示す。さまざまな状態の塗装面を熟練者1名に提示しながら、塗装板評価における着眼点と評価の因果関係を繰り返し聴取し、評価構造図から検査基準の網羅的な抽出を行った。その結果より、塗装板上に現れるムラを構成する6種類の要素（針先ほどの凸、陰影、すじ、ツヤ、ロール目、^{いんべい}隠蔽）について、目立つ、たくさんあるの二つの観点から印象評価を行った。さらに総合評

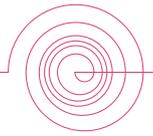
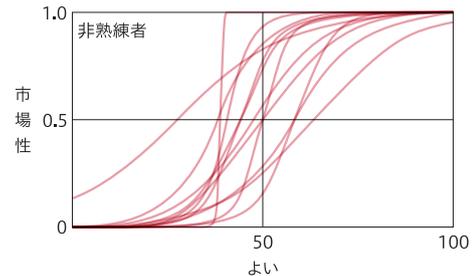
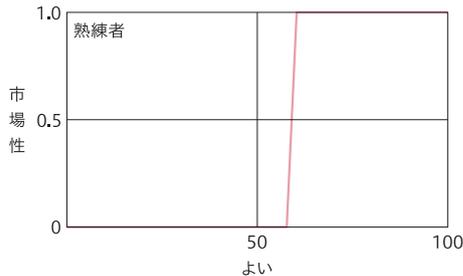


図-3 塗装板評価における熟練者と非熟練者の比較



出所：竹澤ほか (2023)

価として、ムラが目立つームラが目立たない、わるいーよい、きたないーきれい、市場性がある、の4項目で評価していることが明らかになった。次に熟練者1名と12名の非熟練者が参加し、計16項目について20枚の塗装板サンプルに対して評価を行った。図-3に市場性の有無に関する比較結果を示す。参加者ごとにロジスティック回帰分析を行い、横軸に参加者13名による各塗装板に対する「よい」の平均得点をとると、熟練者の回帰曲線は非熟練者のものに比べて傾きが極めて大きく、また縦軸との交点が右に位置していた。これは熟練者が定性的な概念である塗装の質の良さあしを踏まえ、基準がぶれることなくはっきりと、また厳しい基準で市場性の有無を判断していることを示している。

非熟練者に各人の評価傾向をフィードバックすることで、非熟練者のトレーニングへの活用も期待される。これらの積み重ねが暗黙知の形式知化につながるであろう。

ビジネスにおける感性工学の可能性

感性工学の適用対象には、五感やその複合感覚、さらに好悪、快不快、動機など広い意味での価値が含まれる。感性工学の応用範囲はあらゆる業界、業種に及んでいることを述べたが、さらにバリューチェーンの視点から考え

ても、ニーズ推定 (企画、開発)、意匠設計 (製品設計)、熟練者の暗黙知分析 (生産、組立)、商品推薦 (流通、販売)、顧客満足度分析 (保守) というように、すべての工程において付加価値を生み出す可能性をもつ。本技術は人が介在するすべての場面で適用可能な共通基盤技術といえる。

Well-beingやSDGs達成のためにも、とりわけ少子化を克服する分散型社会の実現に向けても、個人や地域、人と人のつながりを尊重する感性工学の考え方が新たなニーズ、新たなビジネスモデルを生み出すものと期待される。

<参考文献>

浅井健史・山崎陽一・谿雄祐・飛谷謙介・山元裕美・長田典子 (2021) 「ふきとり時の触感が優れたふきとり化粧水の感性評価」日本化粧品技術者会『日本化粧品技術者会誌』第55巻第1号、pp.36-44
 竹澤智美・濱田大佐・亀井光仁・長田典子・川上晋也・石田聡・井賀充香 (2023) 「塗装板検査における暗黙知の形式知化と継承ー塗装板検査尺度と信号検出理論に基づく熟練検査員と非熟練者の塗装面評価の分析ー」日本心理学会第87回大会、1A-074-PH
 谿雄祐・村松慎介・小林伸次・増淵祐二・長田典子 (2017) 「素肌とメイク肌の透明感構成要素の比較」日本顔学会『日本顔学会誌』第17巻第1号、p.38
 濱田大佐・杉本匡史・山崎陽一・長田典子・高原秀起・竹厚流・加藤早紀 (2023) 「スマートフォン用保護フィルムの感性評価モデルの構築ー価値構造の個人差に基づく類型化ー」日本感性工学会『日本感性工学会論文誌』第22巻第2号、pp.207-216
 Sunda, Natsuki, Kensuke Tobitani, Iori Tani, Yusuke Tani, Noriko Nagata, and Nobufumi Morita (2020) "Impression Estimation Model for Clothing Patterns Using Neural Style Features." *HCI International 2020*, Vol.1226, pp.689-697