

---

# 人間の感覚・感性を計測する

## On the measurement of kansei - two approaches to model sense, feeling, emotion, or sensitivity

---

北島宗雄・宇津木明男

通商産業省工業技術院製品科学研究所  
基礎人間工学部心理情報工学課

---

### あぶすとらくと

人間の感覚・感性を定量的、客観的に計測することにより、製品検査、生産管理の自動化、また、快適な環境の自動制御、製品設計の支援、感性によるデータベースの検索などが可能となる。本稿ではその基本技術である心理的構造のモデル化の方法の研究動向について、評価実験のデータの解析に基づいて感性モデルを構成するボトムアップ的なアプローチと、心理的構造に関する知見を積極的に取り入れてモデル化するトップダウン的なアプローチの双方から述べる。

---

#### 1. まえがき

感性とは人間の認識能力のうち、感覚器官を通して直接感じ取る仕方を指しており、個人の特性、経験を反映した主観的な認識と見なされている。このような感覚的反応である感性は、論理的な推論や決定を行なう理性的のように言葉で客観的に表現するわけにはいかない。また、単純な感覚レベルの問題としてとらえるわけにもいかない。実際、増山ら[1]は、感性の基礎は感覚にあり、その上に気分や感情が加わったものであると考えている。このように、感性の客観的計測には独自の視点からのアプローチが必要になる。

さて、感覚・感性の工学的利用の基本になるのは、対象の物理的特性から対象に対する人間の感覚的反応を予測するためのモデル（感性モデル）を構成することである。この技術を利用して人間の感覚機能を模倣するセンサーを構成することにより、製品検査や生産管理など、従来人間の感覚に頼って行なわ

れていた官能検査の自動化が可能になる。また、逆に、望ましい感覚的反応を生み出す物理特性を探索することによって、快適な環境の自動制御、製品の設計の支援、感性によるデータベースの検索などが可能になる。長町[2]の感性工学の方法は、このような目的に対する標準的な方法を提供している。

感性モデルは、通常、人間の感覚的反応を生み出している心理的構造の抽出、物理特性と基本的心理要因の間の対応関係の発見、の2段階で構成される。心理的構造の抽出とは、基本的な心理要因相互の関係、および、心理要因と感覚的反応の間の関係を明らかにすることである。

本稿では、感性モデルを構成するための2つの相補的なアプローチの技術動向について述べる。2では、評価実験のデータを解析して心理的構造を抽出し、対象を特徴付ける物理量との対応関係を探ることにより感性モデルを構成するボトムアップ的なアプローチについて述べる。この方法は心理的構造に関す

る事前知識があまり無い場合にとられる。3では、心理的構造に関する知見を積極的に取り入れてモデルの自由度を必要最小限に抑えることによって、予測の安定化を目指すトップダウン的なアプローチについて述べる。

## 2. データに基づく感性モデルの構成法

### 2.1 心理的構造の抽出

図1は、データ解析に基づく感性モデル構成法の標準的な手続きを示している。大まかには、評価実験の準備、実験の実施、データ解析に基づく基本因子の抽出、の3つのステージから成り立っている。

まず、評価実験を行なうための準備として、心理的評価を表す言葉（主に形容詞）が内観報告に基づく自由発話等の手段により収集される。これらを数量化理論3類等を利用して整理・分類することにより、各分類クラスを代表する言葉を知ることができる[3]。評価尺度の選定はそれらを使ってなされる。心理的評価尺度としてSD尺度(semantic differential)を使う場合は、反対の意味を表す言葉を対にする[4]。

呈示刺激の選定においては、対象領域の調査に基づいて刺激パタンの分布を把握し、一様なサンプルを得ることが必要である。一度の実験で被験者に呈示できる刺激には限度があるので余計なものは呈示しないことが重要である。

評定実験では、ランダムに呈示される刺激に対して、尺度上の評価値を被験者に答えさせる。

実験により収集された評価反応データは、主成分分析や因子分析[5]によってデータ解析され、心理的評価構造の基本因子の抽出・解釈が行なわれる。Osgoodの情緒的意味論においては、基本因子の代表的なものとして、評価、活動性、力量の3因子が挙げられているが、必ずしもそれに対応した因子が得られるわけではない[4]。

心理的評価尺度と呈示刺激の選定、および抽出された因子の解釈には対象領域の専門家

の知識が必要となる。また、評価尺度と呈示刺激は、実験・解析を繰り返しながら、漸次改善していくのが普通である。

上で述べた標準的な方法の他にいくつかのデータ解析法がある。従来の方法では、被験者間の変動は平均されて解析されることが多かったが、個人間の変動をモデルに組み入れた3相主成分分析も近年よく使われるようになってきている[3][5][6]。評価尺度と刺激項目、それぞれの共通空間布置に加えて、被験者の特性を表す量が得られるので、被験者のパーソナリティの分類や、個人ごとの予測の調整ができる。また、主成分分析に代わる解析法として、非線形構造を見つけ出すことができる射影追跡法[7]が注目されてきている。

以上はプロフィールデータ（刺激項目ごとの評価量を並べたデータ）の解析方法であるが、その他にも、類似性データ、分類データ等、いろいろな反応データの形式があり、それぞれに解析手法が存在する[8]。

### 2.2 心理要因と物理量の対応付け

心理要因と物理量の対応付けは、単純な基本感覚については、古くから心理物理学的研

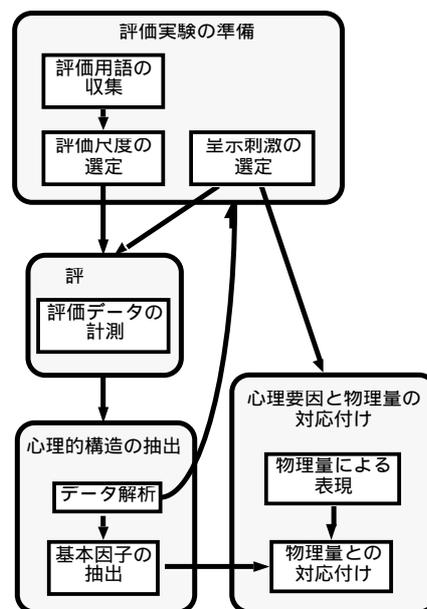


図1 標準的な感性計測の手順 データ解析を利用した感性計測は、評価実験の準備、実験、データ解析と心理的構造（基本因子）の抽出、そして、対象の特性を表わす物理量との対応関係の発見から成り立つ。

究が行われている。しかし、感性の場合、物理特性がパターンの場合が多く、心理要因との対応関係は複雑である。

標準的なデータ解析の方法では、物理量を説明変数、心理要因を基準変数とする重回帰分析（古典的線形モデル）が良く使われる[9]。数量化理論1類や分散分析など説明変数が質的な場合もこれに含まれる[10]。

重回帰分析を使う場合には、用意した説明変数をそのまま使うだけでは不十分な場合が多く、適当な変換が必要とされる。この変換の仕方は経験的に決められることが多く、人間の感覚・知覚特性に関する知見が利用される場合もある。例えば、時空間パターンの場合には、フーリエ変換が良く使われる。

変換の仕方によってひとつのモデルが規定されることになるが、それらモデル間の比較は、適合度検定やAIC基準を使ってなされる。重回帰モデルの他に、共分散構造分析[5]が新しい方法として注目されている。

非線形な対応関係を持つ予測モデルとして誤差逆伝播法に代表されるニューラルネットが近年利用されるようになった[11]。対応関係の表現能力は非常に高いことが示されているが、予測の安定性の解析についてはまだ研究が始まったばかりである[12]。

### 3. トップダウン的アプローチ

#### 3.1 感情の計算モデル

前節のボトムアップ的手法に相補的なアプローチとして、感性評価機構に関するモデルをトップダウン的に仮定して、少ないパラメタで系統的に好み、快適性、感性評価を予測するものがある。

増山ら[1]が指摘しているように、感性は感覚に感情が加味されたものとして捉えることができる。その意味から、感情研究の分野がクローズアップされてくるが、そこでは人工知能言語を用いた計算論的モデル構成の試みがなされてきている。人工知能言語が用いられるのは、感情が認知、生理など感情以外のシステムと非常に強い相互作用をもっていて、

各システムを表現する共通言語としてそれが有望視されているためである。人工知能言語の特徴のうち、感情研究に取り入れられるものは、ゴール・プランの考え方、外界の状況を知識構造と照合する「パタン照合」、ある条件が満たされたら必ずアクションが行われる「do-whenEVERプログラミング手法」、do-whenEVERプログラミングや活動伝播機構などを備えた「プロダクション・システム」などである。詳細には触れることができないが、いままでに提案されているモデルの紹介については[13]を参照されたい。

#### 3.2 嗜好のファジィモデル

対象に対する好みは感性のひとつの側面であるが、その発生源である好き・嫌い感情（嗜好感情）は典型的な感情のひとつでもある。感情の体系的な計算モデルの構成を目指している認知構造理論[14]においては、好き・嫌い感情の強度に影響する要因として、対象の魅力度、非魅力度、熟知度が挙げられている。

これらの変数に対する評価値が与えられた

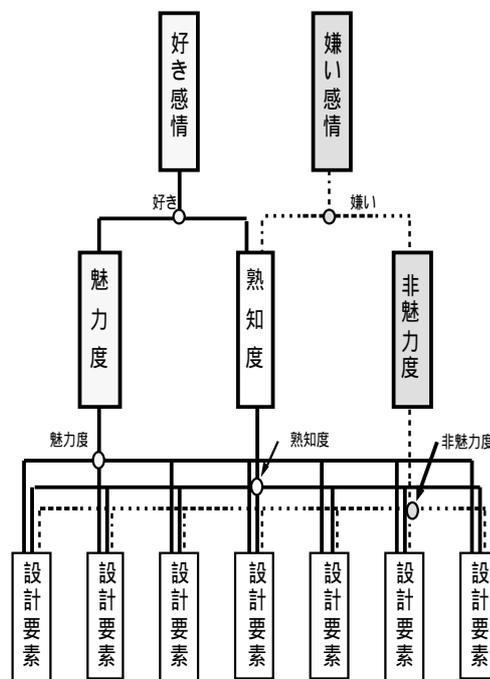


図2 嗜好のファジィモデル 好き・嫌い感情の強度は個々の設計要素に対して与えられる魅力度、非魅力度、熟知度の評価値を5個のパラメタを用いて2段階で統合することによって計算される。統合にはファジィ集合の統合演算が用いられる。

## 文献

ときに、好き・嫌い感情を計算する具体的方法にファジィ集合の統合の手法を導入した試みがある[15]。図2は好き・嫌い感情の強度が2段階で決定されるようすを示している。対象は設計要素に分割され、魅力度、非魅力度、熟知度は、それら設計要素について評定される。設計全体の魅力度、非魅力度、熟知度は設計要素に対するそれぞれの評価を統合したものと計算される。そして、好き感情の強度は、全体的な魅力度と熟知度を統合することにより、また、嫌い感情は、全体的な非魅力度と熟知度を統合することにより与えられる。統合処理を行なう際に人間の判断特性、即ち、全体評価は、部分評価の最小値と最大値の間になる、という特性を考慮するために、ファジィ集合の統合の考え方が用いられている点がユニークな点である。このモデルでは、統合の仕方を規定する5つのパラメタによって、好みモデル化されることになる。統合過程は個人によって違うが、その違いを反映して、たとえ設計要素に対して同じ評定をしていたとしても、異なった感情反応を示すことがモデル化される。

### 4. むすび

感覚・感性の計測技術の研究動向について、感性モデルの構成をデータ解析に基づいて行なうボトムアップ的アプローチと、心理的構造の知見に基づいて行なうトップダウン的アプローチの双方から述べた。現状では、十分に心理的構造の理解がされているわけではなく、感覚的評価を物理特性との明瞭な対応関係によって表現することは難しい。今後は、探索的に構造を見いだす自由度はあるものの推定精度や安定性に問題のあるボトムアップ的アプローチと、パラメタ数は少なく心理的構造の解釈は容易なものはまだ十分な表現力を有しているとは言えないトップダウン的アプローチ、双方からのアプローチにより、総合的に、この難問に挑戦していくことになるであろう。

- [1] 増山英太郎, 小林茂雄: “ センソリー・エバリュエーション ”, 垣内出版 (1989) .
- [2] 長町三生: “ 感性工学 ”, 海文堂 (1989) .
- [3] 犬飼幸男: “ 低周波騒音の心理的影響における多変量解析的検討 ”, 人間行動の計量分析, 柳井, 他 ( 編 ), pp.271-295, 東大出版会 (1990) .
- [4] 岩下豊彦: “ S D法によるイメージの測定 ”, 川島書店 (1983) .
- [5] 柳井, 他: “ 因子分析 ”, 朝倉書店 (1990) .
- [6] 二宮, 樋口: “ ファッションイメージ空間構造の個人差解析 ”, 人間工学, 24, 1, pp.43-49 (1988) .
- [7] 岩崎学: “ 射影追跡と多変量データ解析 ”, 人間行動の計量分析, 柳井, 岩坪, 石塚 ( 編 ), pp.271-295, 東大出版会 (1990) .
- [8] 宇津木明男: “ 対象イメージの計測法とヒューマンインタフェースへの利用 ”, センサ技術, 11, 7, pp.66-70 (1991) .
- [9] 早川毅: “ 回帰分析の基礎 ”, 朝倉書店 (1986) .
- [10] 田中, 垂水, 脇本: “ パソコン統計解析ハンドブックV ”, 共立出版 (1990) .
- [11] ラメルハート他 ( 甘利俊一監訳 ): “ PDPモデル ”, 産業図書 (1989) .
- [12] 和田, 川人: “ 新しい情報量基準とCross Validationによる汎化能力の推定 ”, 信学論 ( D II ), J 74-D II, 7, pp.955-965 (1991) .
- [13] Pfeifer, R. : “ Artificial Intelligence Models of Emotion ”, Cognitive Perspectives on Emotion and Motivation, pp.287-320, V. Hamilton, G. H. Bower, and N. H. Frijda (Eds.), Kluwer Academic Publishers, London (1988) .
- [14] Ortony, A., Clore, G. L., and Collins, A. : “ The Cognitive Structure of Emotions ”, Cambridge University Press (1988) .
- [15] 北島宗雄: “ 嗜好のファジィモデル ”, 日本ファジィ学会誌, 3, 3, pp.570-582 (1991) .