

感性指向製品におけるメンタルモデル計測を用いたデザイン支援システム

A Design Support System for Kansei-Oriented Products based on Mental Model Measurement

金ドンハン

筑波大学大学院

Kim Don-Han

Graduate School of

University of Tsukuba

Key words : Mental Model, Interactive Evaluation, Design Support System

北島宗雄

生命工学工業技術研究所

Kitajima Muneo

National Institute of

Bioscience and Human-Technology

原田昭

筑波大学芸術学系

Harada Akira

University of Tsukuba

Institute of Art and Design

要旨

使い勝手よりも印象が重視される、いわゆる「感性指向製品」のデザインにおいては、デザイナーが製品で表現しようとしたイメージと、その製品に対するユーザの感性的評価とのズレが問題の1つに挙げられている。本論文では、スタイリング段階においてそのズレを解消するのに利用できるツールとして、デザイナーが、デザイナー自身及びユーザの感性的評価をインタラクティブに計測したり、また、その結果のフィードバックを直ちに受けられるような、デザイン支援システムを提案する。

計測された感性的評価データは、筆者らが提案している感性的評価に関する認知モデル「二重マッピングモデル」に基づいて解析され、デザイナーとユーザとの評価のズレが定量化される。以上の機能を統合したプロトタイプシステムをビジュアル・オーサリング・ツールを用いて開発した。システムは、感性的評価の計測ユニットとズレの演算・可視化ユニットから構成され、操作の一貫性を実現するために統一的なインタフェースの下で構築されている。

Summary

One of the major problems in designing Kansei-Oriented product is the existence of gaps that the users do not perceive a designed product as the designers intended. This paper proposed a design support system that is used to reduce these design gaps during the styling stage of the whole product design process.

The system supports interactive measurement of both users' and designers' evaluation of the designed systems, and provides immediate feedback to the designers about the results of the measurement including design gaps that are calculated based on the dual mapping model we have developed. A prototype system was constructed by using of visual authoring tool. The system consists of a measurement unit for collecting rating data from users and designers, and a visualization unit for providing feedback to designers in various formats that should facilitate redesigning activities for reducing the identified gaps.

1. はじめに

衣服や宝飾品などのいわゆる流行商品は、その使い勝手よりも印象や好みが製品の評価や購買を決定づける製品群であり「感性指向製品 (kansei-oriented products)」とも呼ばれている[注1]。一方、情報機器や輸送機器などの製品群では機能面の評価がより重視される。特に、カーナビゲーションのような発展段階にある機器群においてはその傾向が強い。これらの製品群を感性指向製品と対比して「機能指向製品 (function-oriented products)」と呼ぶことができるであろう。

しかしながら、導入当初は機能指向製品に分類されていた製品群であっても、機能面において成熟してしまい、製品の評価が主として印象や好みに基づいて行われるようになった製品群もある。電話、オーディオプレイヤー、カメラなどはその例であろう。

一方、開発側からみると、このような感性指向製品をデザインする場合には、デザイン対象の製品についてのデザイナーの視点からの感性的評価と、その製品に対するユーザの視点からの感性的評価とを一致させることが重要である。しかし、一般に、感性指向製品は、モデルチェンジが激しく、開発期間も短いので、効率的なデザインを行うためにはデザイナーとユーザの感性的評価をデザインプロセスのより上流のスタイリング段階から行い、その結果をアイディアスケッチ改良の有効な情報としてフィードバックさせることが必要である。

ところで、感性的評価の計測においては、従来、生理心理計測を中心とする官能検査や心理検査などが利用されてきてはいるものの、感性計測 データ収集 解析 結果のフィードバックなどといった一連のプロセスを連続的に行うことによってデザインを支援するシステムに関する研究はほとんど報告されていない。

以上のような背景を踏まえて我々は、デザイナーとユーザの感性的評価に関する認知モデル[注2]について研究を進めてきたが、本論文ではその認知モデルに基づいた感性指向製品デザイン支援システムを提案する。

提案する支援システムは、まず、デザイナー自身およびユーザの感性的評価の計測をインタラクティブに行うのに利用される。計測された感性的評価データは、デザイナーとユーザの評

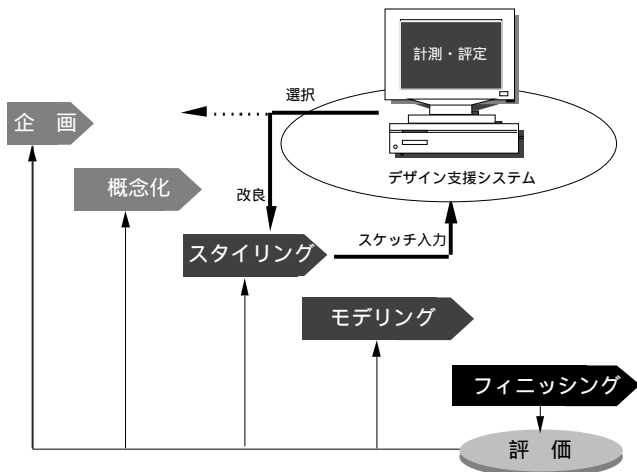


図1 デザインプロセスの中での本研究で開発する支援システムの位置付け

価のズレを明らかにするために認知モデル「二重マッピングモデル」に基づいて解析され、デザイン要素ごとの両者間のズレが算出される。その結果は、被験者群もしくは、個人ごとの評価傾向の把握のための基礎統計量の表示、二次元空間上でのアイデアの繰り返し探索を支援するためのイメージマップの表示、デザイン要素ごとのズレの可視化などデザインの改善に役立つ種々な表現に変換されてデザイナーに直ちにフィードバックされる。

最後に、以上のような機能を持ったデザイン支援システムのプロトタイプの開発についても述べる。

2. デザインプロセスにおける支援システムの位置付け

デザインプロセスは、業種や企業、あるいは製品の性質によって様々であるが、「概念を実体化していくプロセス」という観点からみると、図1のように表現することができる。

まず、最初の企画のステージではターゲットとなるユーザ層の「製品コンセプト」が立案される。続く概念化のステージではその製品コンセプトに基づいて「デザインコンセプト」が決定される。ここではデザインコンセプトをより具体的なイメージに置き換えるために、製品の造形的なイメージを表現する幾つかの言葉（用語）としての「造形コンセプト」が作成される。

次のスタイリングのステージでは造形コンセプトを具体的なデザイン解に表現するためのアイデアスケッチが行われ、外観デザインがほぼ完成される。さらに下流のステージでは、モデリングの制作（モデリング）、プロトタイプ制作（フィニッシング）などが行われる。

そして、最終的なデザインの完成に向けて、プロトタイプに対するユーザや専門家パネルの感性的評価を参考にした再デザインが行われる[注3]。

このようにデザインプロセスの各ステージではそれぞれのデザイン行為が行われ、その結果、デザイン支援システムの支援内容もそれに対応してステージ毎に異なったものとなる。本論文で対象としている感性指向製品においては、外観デザインに対する印象や嗜好が製品の評価を決定づける傾向が強いので、

デザインプロセスの中でも特にスタイリングのステージの果たす役割が大きくなる。したがって、本論文で提案する支援システムではそこでのデザインアクティビティの支援を中心としたものになる。

さて、それではスタイリングのステージにおいてはどのようなデザインアクティビティが行われているのであろうか。ここでは、まずそれを明らかにし、支援システムが支援すべきアクティビティについて述べる。

デザインプロセス全体に関わるデザインアクティビティは、デザインコンセプトを充たすためのデザイン対象の形状、色彩、材料などの物理的パラメータを決定していく行為である。

一般に、デザインコンセプトに対して与えられる表現は多義的であったり、不正確であったりする。そのために、一つのデザインコンセプトから生まれるアイデアスケッチを最初から一つの最適解に絞り込むことは難しく、その結果、デザインではそれを得るための試行錯誤が行われるのが普通である。つまり、デザイン解を複数想定し、それらの評価結果を基に、再度、次のデザイン解を考えるという過程をデザイナーが設定した「造形コンセプト」に対する最適解が得られるまで繰り返すことになる。

感性指向製品のデザインの場合には、上記の繰り返し操作をスタイリングのステージで行うことが主要なデザインアクティビティとなる。したがって、図1に示したように、アイデアスケッチに関する評価、並びに、その結果を利用した再デザイン（アイデアスケッチの改良）が支援すべきデザインアクティビティということになる。具体的には、制作したスケッチのユーザによる評価、それと企画された造形コンセプトとの差の明確化、その差を縮めるための再デザインなどが含まれる。

3. 二重マッピングモデル(Dual Mapping Model)

スタイリングのステージでは造形コンセプトを具体的に表現するものとしてアイデアスケッチが構成される。しかしながら、このアイデアスケッチが必ずしも最適なものであるというわけではない。

本デザイン支援システムではこのような問題を持ったアイデアスケッチを最適なものに近づけるようなデザインアクティビティを連続的に支援する。

ここで「最適なアイデアスケッチ」を定義しておく必要がある。本論文では、あるアイデアスケッチが構成されたとき、その基になっている造形コンセプトと、ユーザがそのアイデアスケッチから引き出す造形コンセプトとが一致するようなとき、そのアイデアスケッチを最適と呼ぶことにする。

本章では、デザイナーのメンタルモデルおよびユーザのメンタルモデルを支援システム上で利用可能な形に表現するために

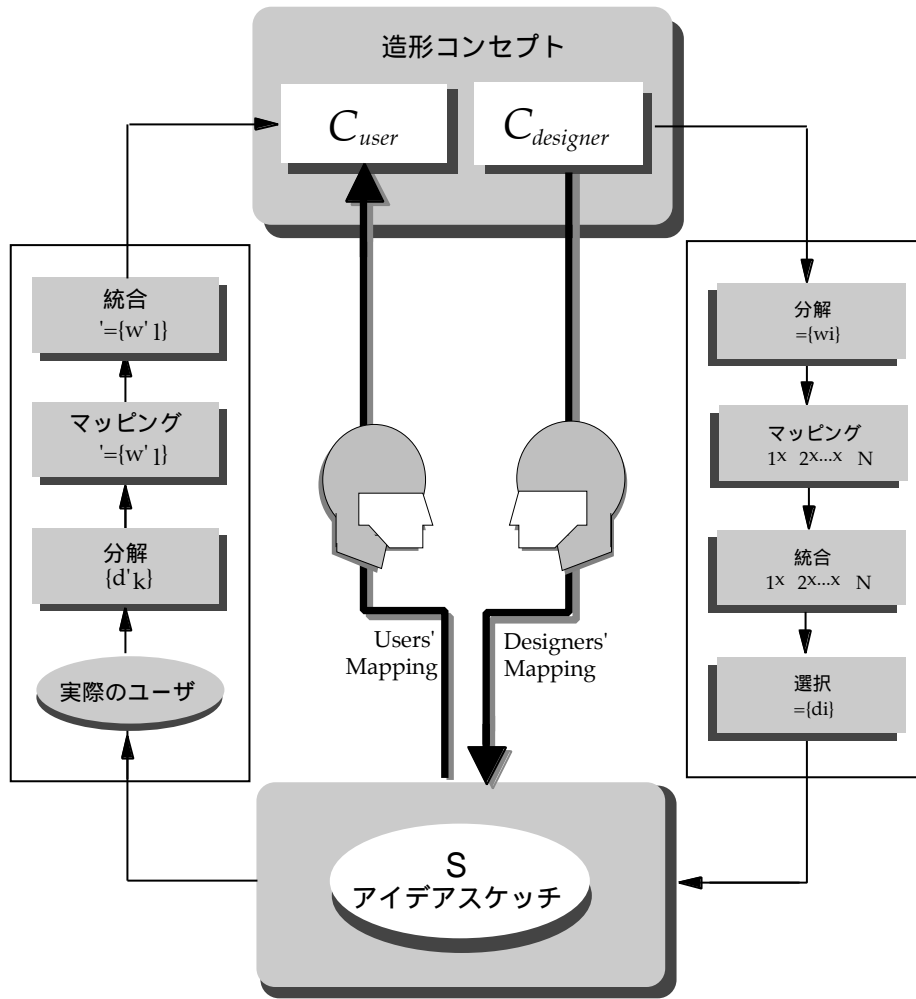


図2 二重マッピングモデルの概念図

構成した「二重マッピングモデル[注4]」について説明する(図2)。

モデルの基本的な考え方は、デザイナーのメンタルモデルである感性的評価のプロセスを「企画された造形コンセプトをアイデアスケッチに移し換えるプロセス(概念から形へのマッピング)」として、また、ユーザのメンタルモデルである感性的評価のプロセスを「アイデアスケッチから受ける印象から造形コンセプトを引き出すプロセス(形から概念へのマッピング)」としてとらえる点にある。

二重マッピングモデルにおいてはこれらのマッピングプロセスをファジィ論的に定式化しそれぞれのメンタルモデルに計算可能な表現形式を与えている。

3.1 デザイナーのメンタルモデル(マッピングプロセス)

図2の右側はデザイナーのマッピングプロセスを示している。まず、造形コンセプトとして $C_{designer}$ が与えられると、それは造形コンセプトを構成する幾つかのイメージ用語により詳細な表現に「分解」され、さらに、それぞれのイメージ用語はそれに適合するデザイン要素へと「マッピング」される。そしてそのデザイン要素を「統合」するものとしてアイデアスケッチの候補が幾つか構成され、その中のひとつが「選択」される。

このように、デザイナーが造形コンセプトからアイデア

スケッチを構成するプロセスは、分解、マッピング、統合、選択の系列的なプロセスとしてモデル化できる。

これらのプロセスはファジィ集合を用いて以下のように定式化できる。

3.1.1 分解

を M 個のイメージ用語を要素として持つ集合とすると、造形コンセプト $C_{designer}$ は上のファジィ集合として、メンバーシップ関数、

$$\mu_C(w_i); i = 1, 2, \dots, M \quad (1)$$

により定義される。デザイナーはそれを具体化するために造形コンセプトを5つのイメージ語 $\{W_1, W_2, W_3, W_4, W_5\}$ によって表現する。このとき、ファジィ集合である造形コンセプト $C_{designer}$ は、 $\{0.8/W_1, 0.7/W_2, 0.8/W_3, 0.9/W_4, 1.0/W_5\}$ のように表現される。ここで、個々のイメージ用語のメンバーシップ値はそれぞれが造形コンセプトに適合している度合を表わす。

3.1.2 マッピング

いま、 j 番目のデザイン要素を e_j 、デザイン要素の総数を N 、また、その l 番目の要素(デザイン要素の具体例)を $d_l^{(j)}$ 、その総数を $L^{(j)}$ とすると、分解に用いられた個々のイメージ用語 w_i は任意のデザイン要素 $e_j (j = 1, 2, \dots, N)$ 上のファジィ集合として、メンバーシップ関数、

表1 デザイン要素とイメージ語との適合の度合

デザイン要素	具体例	イメージ語				
		W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
E_1	$d_1^{(1)*}$	0.8	0.5	0.7	0.4	0.2
	$d_2^{(1)}$	0.9	0.4	0.5	0.7	0.2
	$d_3^{(1)}$	0.2	0.8	0.6	0.7	0.6
E_2	$d_1^{(2)}$	0.9	0.4	0.2	0.7	0.3
	$d_2^{(2)}$	0.2	0.7	0.3	0.8	0.5
	$d_3^{(2)*}$	0.1	0.7	0.2	0.7	1.0
E_3	$d_1^{(3)}$	0.2	0.7	0.3	0.2	0.8
	$d_2^{(3)}$	0.9	0.6	0.7	0.7	0.6
	$d_3^{(3)*}$	0.2	0.2	0.7	0.3	0.2
E_4	$d_1^{(4)}$	0.6	0.7	0.6	0.8	0.9
	$d_2^{(4)*}$	0.2	0.7	0.6	0.9	0.6
E_5	$d_1^{(5)*}$	0.7	0.5	0.8	0.3	0.8
	$d_2^{(5)}$	0.8	0.6	0.7	0.8	0.5
E_6	$d_1^{(6)}$	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3
	$d_2^{(6)*}$	0.8	0.6	0.5	0.4	0.6

$$\mu_{w_i}(d_l^{(j)}); l=1,2,\dots,L^{(j)} \quad (2)$$

により定義される。表1は、デザインに向けて6種類のデザイン要素 $\{E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6\}$ が考慮され、また、それぞれのデザイン要素の具体例として、例えば E_1 として3種類の具体例 $\{d_1^{(1)}, d_2^{(1)}, d_3^{(1)}\}$ が考慮されていることが示されている。

ファジィ集合であるイメージ語 W_1 は任意のデザイン要素の具体例を用いて、例えばデザイン要素 E_1 を用いて $\{0.8/d_1^{(1)}, 0.9/d_2^{(1)}, 0.2/d_3^{(1)}\}$ のように表現される。同様に、 $W_2 \sim W_5$ も E_1 を用いて表現される。また、 W_1 に対しては他のデザイン要素 $E_2 \sim E_6$ を用いた表現も与えられる。

3.1.3 統合

マッピングした結果を統合することにより、ファジィ集合である形容詞 w_i は $e_1 \times e_2 \times \dots \times e_N$ 上のファジィ集合として、メンバーシップ関数、

$$\mu_{w_i}(d_1^{(1)}, d_2^{(2)}, \dots, d_N^{(N)}) = (\mu_{w_i}(d_1^{(1)}), \mu_{w_i}(d_2^{(2)}), \dots, \mu_{w_i}(d_N^{(N)})) \quad (3)$$

により定義される。ここで、 μ_{w_i} は、メンバーシップ関数を統合する数値演算子であり、例えば、minimum, maximum, 幾何平均, 対数平均, 積などの方法が提案されている[注5]。

いま、アイデアスケッチの候補として表1で*を付したデザイン要素の組み合わせが示されたと仮定しよう。この場合には上記の式を用いて各イメージ語に関するアイデアスケッチの適合度は、

$$\mu_{W_1}(d_1^{(1)}, d_3^{(2)}, d_3^{(3)}, d_2^{(4)}, d_1^{(5)}, d_2^{(6)}) = (0.8, 0.1, 0.2, 0.2, 0.7, 0.8)$$

$$\mu_{W_2}(d_1^{(1)}, d_3^{(2)}, d_3^{(3)}, d_2^{(4)}, d_1^{(5)}, d_2^{(6)}) = (0.5, 0.7, 0.2, 0.7, 0.5, 0.6)$$

:

ようになる。仮に μ_{W_1} を maximum とすればこのアイデアスケッチがイメージ語 W_1 に適合する程度は0.8ということになる。な

お、以上のようなデザイナーのマッピング、および統合のプロセスの定式化は北島[注6]に準じている。

3.1.4 選択

$e_1 \times e_2 \times \dots \times e_N$ 上で定義される全アイデアスケッチの集合をとすると $d_l^{(j)}$ e_j の組み合わせとして表現される具体的なアイデアスケッチ S は、デザイナーが造形コンセプトに適合するものとして選択する具体例を表している。その選択のプロセスは、既に定義した、分解、マッピング、統合の表現を用いて、次のように記述される。

デザイナーは、

$$\mu_{w_i}(\cdot) = \mu_C(w_i); i=1,2,\dots,M \quad (4)$$

$$\mu_{w_i}(\cdot) = \mu_{w_i}(d_1^{(1)}, d_2^{(2)}, \dots, d_N^{(N)}) \quad (5)$$

を満たすようなアイデアスケッチ $\{d_1^{(1)}, d_2^{(2)}, \dots, d_N^{(N)}\}$ を選択する。

即ち、アイデアスケッチ S とイメージ用語 w_i との適合度を示す $\mu_{w_i}(\cdot)$ が、造形コンセプト $C_{designer}$ とイメージ用語との適合度を示す $\mu_C(w_i)$ と一致するように S の選択が行われる。表1で*を付したデザイン要素で構成されるアイデアスケッチはこの条件を満足している。

3.2 ユーザのメンタルモデル(マッピングプロセス)

図2の左側はユーザのマッピングプロセスを示している。まず、具体的なアイデアスケッチ S が与えられると、それはデザイン要素に「分解」される。それぞれのデザイン要素はイメージ用語に「マッピング」され、最終的に造形コンセプト C_{user} へと「統合」される。デザイナーのマッピングプロセスと比較すると、以下に述べるように詳細レベルにおいて違いがある。

これは、マッピングの背景にあるデザイナーとユーザの知識の違いを反映している。

3.2.1 分解

具体的なアイデアスケッチを S とすると、ユーザはそれを K 個のデザイン要素の具体例、

$$d_k; k=1,2,\dots,K \quad (6)$$

に分解する。ただし、ユーザがデザイナーと同じデザイン要素を想定できるわけでは必ずしもないので、この分解がデザイナーのものとは一致するというわけではない。

3.2.2 マッピング

を P 個のイメージ用語 w_p を要素として持つ集合とすると、各々のデザイン要素の具体例は S 上のファジィ集合として、メンバーシップ関数、

$$\mu_{d_k}(w_p); p=1,2,\dots,P \quad (7)$$

により定義される。ここでも、ユーザの持っているイメージ用語の集合 W_{user} は必ずしもデザイナーの持っているイメージ用語の集合 $W_{designer}$ と一致している必要はない。

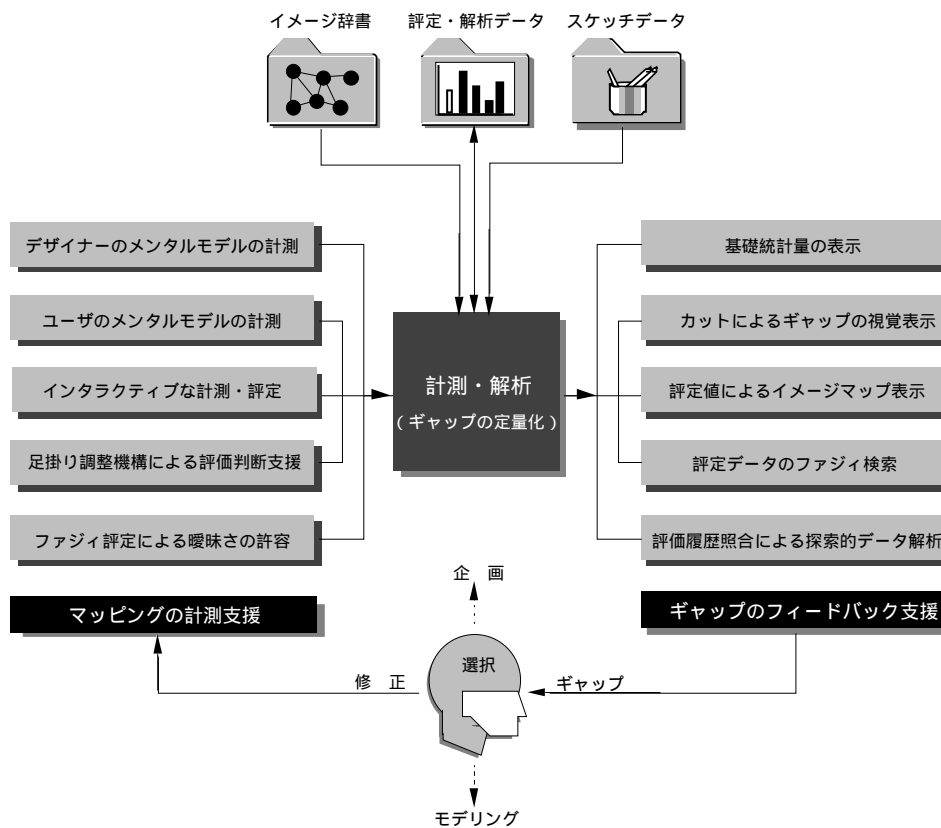


図3 感性指向製品デザイン支援システムの概要とデザインアクティビティの支援

3.2.3 統合

$\mu_{d_k}(w_p)$ を上で統合すると、アイデアスケッチ S は上のファジィ集合として、メンバーシップ関数、

$$\mu_S(w_p) = (\mu_{d_1}(w_p), \mu_{d_2}(w_p), \dots, \mu_{d_k}(w_p)) \quad (8)$$

により定義される。このようにしてユーザの抱く造形コンセプト C_{user} はファジィ集合、

$$\{\mu_S(w_1)/w_1, \mu_S(w_2)/w_2, \dots, \mu_S(w_p)/w_p\}$$

により表現されることになる。

4. デザイン支援システム

4.1 支援システムの要件

本論文で提案している感性指向製品デザイン支援システムは、デザイナーの持っている造形コンセプトとユーザの抱いた造形コンセプトの間に生じたイメージのギャップを計測し、アイデアスケッチを改良するのに有用な情報として連続的にデザイナーに提供することを目的としている。図3にこのような支援システムの概要を示す。

まず、スタイリングのステージで試行錯誤的に繰り返し行われるデザインアクティビティを二重マッピングモデルに基づいて支援するために必要とされるシステムの機能として、

- (1) デザイナー及びユーザのマッピングプロセスの計測機能、
 - (2) ギャップ計測結果のデザイナーへの多様な側面からのフィードバック機能、
- の2点が挙げられる。

特に、後者においてはデザイン要素の変更内容が関連要素とのリンクに及ぼす影響を直感的に把握できることや、計測評価の結果から見て、元のデザインをどのように、どの方向に修正すれば最適なアイデアスケッチに近づけることができるかの情報を提供する機能が必要である。

次に、これらの機能を実装する場合に考慮すべき点について述べる。まず、支援システムではこれらの機能を繰り返し実行することによって、3章のところで定義した意味での最適デザイン解(アイデアスケッチ)の発見のための探索行為が支援される。したがって、これらの機能がばらばらに実行されるのではなく互いに密接に関連し合いながら実行されることが必要である。そのためには、全ての機能が統一的なインターフェースの環境の上に実装されるのが望ましい。

また、個々の機能はインタラクティブに実行されることになるので、メニュー選択や直接操作を基本とするグラフィカルユーザインタフェースを利用して実装されるのが望ましい。

さらに、以上のシステムを実際に稼働させる場合には、オブジェクト化されたデザイン要素のデータ、単語間の距離データが反映されたイメージ辞書が必要であり、また、稼働中には、後のデザインに利用できるように評価・解析データなどを知識ベースとして蓄積することが必要である。

4.2 デザイナー及びユーザのメンタルモデルの計測法

本節では、感性的評価の計測のアルゴリズムについて述べる。以下では、まず、ギャップの定義を行い、次に、あいまいな概念を扱う方法として提案されているプロトタイプ理論について

説明し、その計測への適用方法について述べる。

4.2.1 ギャップの定義

二重マッピングモデルによれば、デザイナーがアイデアスケッチによって表現した造形コンセプトと、ユーザの抱いた造形コンセプトの間のイメージのギャップ $Gap(C, ;S,)$ は、(1)式と(8)式の違いとして、適当な関数 g を用いて、

$$Gap(C, ;S,) = g(\mu_C(w_i), \mu_S(w_p)) \quad (9)$$

のように表される。特にデザイナーの持つ形容詞の集合 C とユーザの持つ形容詞の集合 S が一致している場合には、村上[注7]の提案している2つのファジィ集合の類似度を表現する式を変形して、

$$\begin{aligned} Gap(C, ;S,) &= 1 - \frac{\|C \setminus S\|}{\|C \cup S\|} \\ &= 1 - \frac{\sum_{i=1}^M \min(\mu_C(w_i), \mu_S(w_i))}{\sum_{i=1}^M \max(\mu_C(w_i), \mu_S(w_i))} \end{aligned} \quad (10)$$

により、ギャップを計算することができる。ここでは、ある評価対象におけるデザイナーとユーザの間のイメージのギャップをその対象の印象を表わすファジィ集合間の類似度の逆数としてとらえている。本論文で提案する支援システムではこのような場合を対象として、スタイリングのステージで繰り返して行われるデザインアクティビティの支援が行われる。

4.2.2 感性的評価の計測方法

二重マッピングモデルでは、アイデアスケッチとイメージ語との適合度などの評定を基に(10)式にしたがってギャップが定量化される。また、デザイン要素とイメージ語との適合度の評定結果などはアイデアスケッチの改良の方向を判断するときの材料となる。二重マッピングモデルではデザイナー側、ユーザ側、合わせて4種類の感性的評定が定義されているが(式1, 2, 7, 8), そのようなあいまいな評定を人間はどのように行っているのだろうか。ここでは、その理論としてRoschのプロトタイプ理論[注8-10]を採用しそれに基づいた適合度評定の方法を用いてデザイン支援システムの構成を行う。

さて、プロトタイプ理論は、ことばやイメージによって表される概念のあいまいさを扱う理論であるが、それによれば、概念を構成する事例には典型度の高い事例であるプロトタイプ(prototype)から、その概念に含まれるかどうかがあいまいな事例まで含まれるとされる。これは、古典的な概念の研究において、ある事例がある概念に属するか属さないかのみが扱われていたのと対照的である。二重マッピングモデルでモデル化されているデザイナーの評価プロセス(造形コンセプトのイメージ語による評価等)やユーザの評価プロセス(アイデアスケッチのイ

メージ語による評価)は基本的にあいまいであり、プロトタイプ理論で扱われる概念と同様に造形コンセプトやアイデアスケッチを考えることができる。

筆者らは人間があいまいな概念を評価・判断する過程を支援するためのパイロットシステムの構成をプロトタイプ理論に基づいて行ってきた[注11]。そこでは、あいまいな概念がプロトタイプ理論が説明するように表現されていると仮定し、さらに、その表現を利用した感性的評価・判断の持つ特性を考慮に入れてシステムが構成されている[注12]。そこで考慮されている人間の評価・判断の特性は以下の3点である。

- (1)ある対象に関する感性的評価・判断はそれを代表するプロトタイプイメージとその周辺イメージにより構成される。
- (2)ある対象の周辺イメージに対する評価・判断はプロトタイプイメージと周辺イメージとの類似性の影響を受ける。
- (3)ある対象の周辺イメージに対する評価・判断は、プロトタイプイメージの評価値を基準としてそれを調整することにより得られる。

本支援システムでは以上のような人間の評価・判断の特性を考慮した評価方法に基づいて、造形コンセプト、デザイン要素、アイデアスケッチに対する評価の計測が行われる。その手順は概略以下のようにになっている。

まず、感性的評価の計測は、分類・選出、および直接評定の二つの部分によって行われる。ここでは、特性(1)を考慮して、評価対象(造形コンセプト、デザイン要素、アイデアスケッチ)に対する周辺イメージの選出とプロトタイプイメージの選出が行われる。ここで選出されるのは、(1) (7) (8)式で表される感性的評価の場合にはイメージ語であり、(2)式の場合にはデザイン要素ということになる。そして、周辺イメージとして選定された項目の評価が一方向評定尺度を用いて行われる。ここでは、特性(2) (3)を考慮し、プロトタイプイメージの評価値を初期値(Internal-Anchoring)として、また、それを評価スケールの中立的な位置(0.5)に予め設定したスライダー(neutral external anchor)を用いて計測が行われる。

筆者らの研究[注11]では、プロトタイプ理論、並びにあいまいな概念に対する人間の評価・判断特性を考慮して概念を計測する方法の有効性の確認することが目的とされ、評価データの収集には比較的簡便な一点評定法が採用されていた。本論文では、データ取得の方法をさらに発展させ、評価・判断におけるあいまいさを許容する方法として区間推定法(interval estimation)[注13,14]を、また、尺度としてグラフ尺度を用いることにする。なお、区間推定法は、直感的評定の容易さ、評価の一貫性、評定から得られる情報の質、評価データ処理の単純さにおいて最も優れていると言われているデータ取得法である。

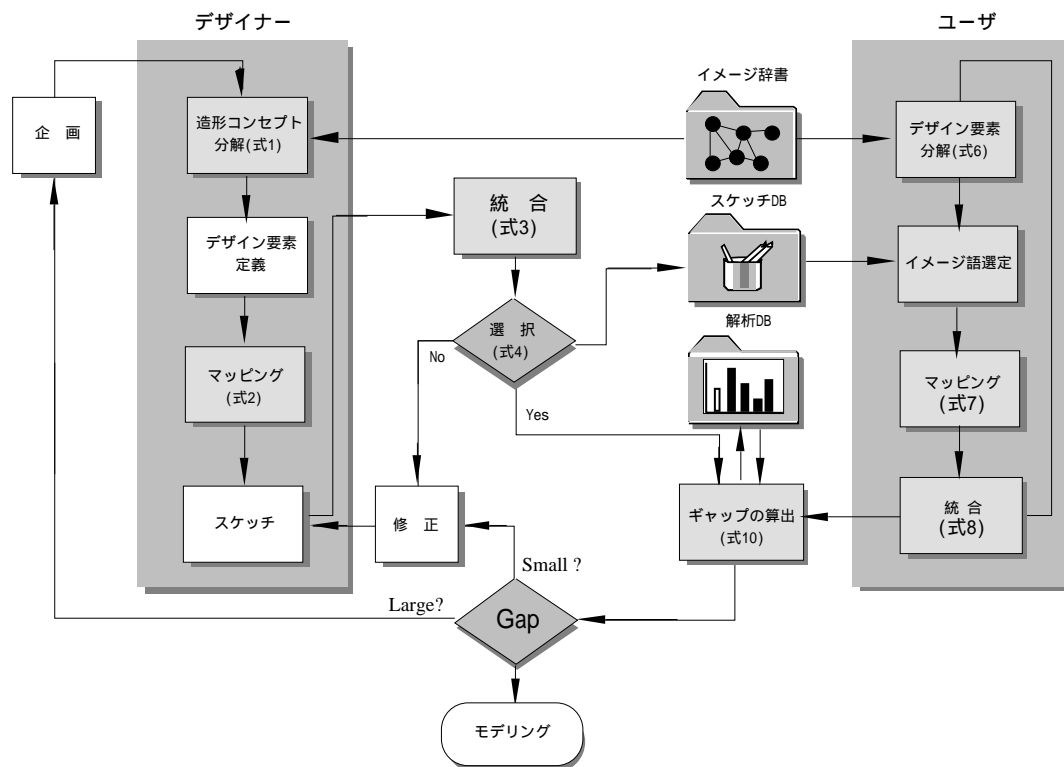


図4 システム使用のフローチャート

4.3 計測結果のフィードバック

アイデアスケッチに関する評価結果は、まず (10)式によって計算されるギャップの値として定量化される。支援システムでは、そのギャップを減少させるのに必要な情報をフィードバック情報としてデザイナーに直ちに提供し、アイデアスケッチの改良を繰り返し支援する。本節では、本デザイン支援システムで考慮している主要なフィードバック情報について、その役割と具体的な提供方法を説明する。

4.3.1 基礎統計量の表示

評定データに関する各項目別の基礎統計量（評点平均、標準偏差、最小値、最大値、合計値、データの頻度など）は、デザイナー及びユーザの評価傾向、評定データのちらばりの程度、評定の幅を知る上で重要な情報であり、デザイナーはこれらの情報を参考にしてギャップ解消のためのストラテジを決定することができる。

支援システムでは、これらの情報はグラフ機能をベースとするグラフィカルユーザインタフェースによって視覚表示される。特に、ギャップの原因となっている箇所の探索を支援するために、各被験者群（デザイナーおよびユーザ）の実験で使った刺激の縮小画像のデザイン要素を基にした表示、確認したい画像の原寸大表示、及び、そのデザイン要素に対するデザイナーおよびユーザ群の基礎統計量の表示が行われる。評定データは、昇順、あるいは降順に表示される。

ここで、評定データの集計にあたって考慮する被験者を選択することもできるので関心のある被験者群に関して上記のフィードバック情報を得ることができ、被験者群間の比較を個別に行うこともできる。

4.3.2 イメージマップの表示

デザイナーは、形や言葉などを二次元平面上に布置してイメージマップを作成し、それを利用して造形発想を行っていることが多い[注15]。したがって、アイデアスケッチの改良もデザイン要素やイメージ語から作成されるイメージマップを利用しているのが普通である。

本支援システムでは、デザイナーのマッピングプロセス(2)式とユーザのマッピングプロセス(7)式をそれぞれイメージマップとして可視化することによってアイデアスケッチの改良の支援を行う。評定尺度リスト(2)式ではデザイン要素の具体例(7)式ではイメージ語)の中から関心のある2項目を選択すれば、それによって定義される二次元平面上に各評定対象項目(2)式ではイメージ語(7)式ではアイデアスケッチを構成するデザイン要素)が配置される。これにより、各評定尺度に影響する物理特性をパターンとして直感的に把握したり、二次元空間上でのスケッチ改良のためのイメージやアイデアの繰り返し探索操作が可能になる。

4.3.3 デザイン要素に関連づけた評価結果の表示

(10)式ではギャップの総合評価が与えられるが、アイデアスケッチを改良するためにはより詳しくギャップの内容を吟味することが必要である。そのためのフィードバック情報として(2)式によるデザイナーの評価結果と(7)式によるユーザの評価結果は有効である。特に、アイデアスケッチに実際に用いられているデザイン要素については両者の評価の違いを直接比較することができ、重要度が高い。

本支援システムではデザイナーとユーザの評定結果は有機的にデザイン要素に関連づけられてグラフィカルインタフェース



図5 評価インタフェースの初期画面

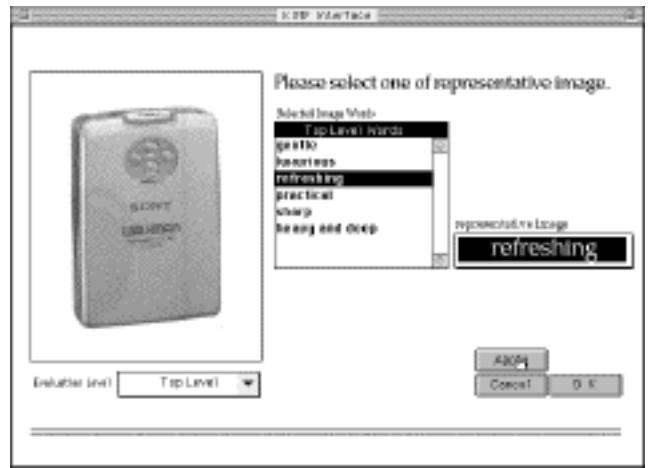


図7 代表イメージ語選択のための画面

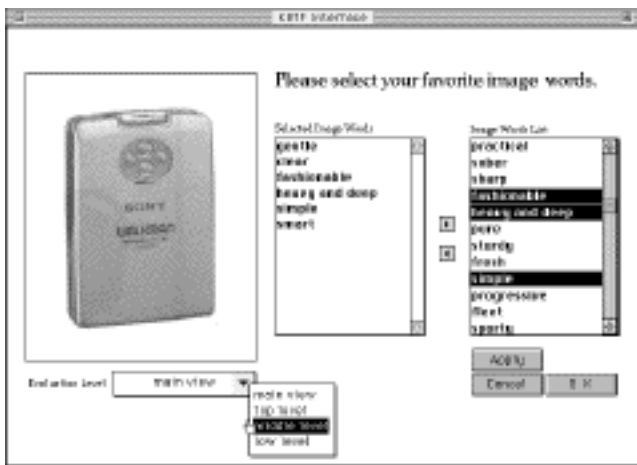


図6 イメージ語選択のための画面

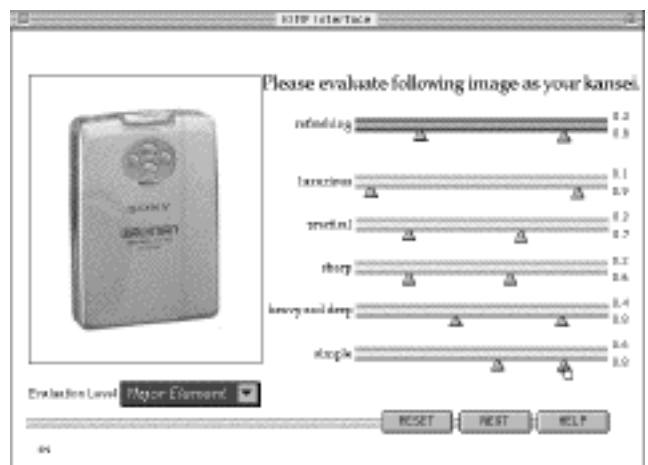


図8 ギャップの計測のためのインタフェース（各種メンバーシップ関数の計測）

を介して提供される。各デザイン要素はそれらの包含関係や位置関係を考慮してディスプレイ上に配置され、レベルカットによって評価間にある値以上の差のあるデザイン要素のみを表示させることができる。また、アイデアスケッチには使われていないデザイン要素の具体例についてもデザイナーが与えた評価値を表示させることができる。このインタフェースを利用することにより次のスケッチの修正においてどの要素をどのように改良すべきかに対するアイデア展開の方針を円滑に検討することができる。

5. 支援システムのプロトタイプ

本章では、前章で説明した支援システムの機能仕様に基づいて構成したプロトタイプシステムについて述べる。プロトタイプシステムは、計測評価ユニットとギャップの演算・可視化ユニットから構成されている。すべてのユニットはビジュアル・オーサリング・ツールのOracle Media Object 1.1[注16]によって開発されている。また、マッピングプロセスの計測の手続きはビジュアルスクリプト言語のOracle Media Talkによって制御されている。

なお、デザイン要素とその具体例は予め編集操作等が可能な

オブジェクトとしてデータベースに格納されているものとする。また、企画から与えられたデザインコンセプト $C_{designer}$ からの最初のアイデアスケッチの制作は本システムとは別のアイデアスケッチ編集支援システムなどのシステムを用いて行われたものとする。本プロトタイプは、デザイン要素データベースと初期のアイデアスケッチをまず受け取り、その後に行われるアイデアスケッチの改良というデザインアクティビティを支援する。

5.1 計測評価ユニット

図4にしたがってプロトタイプシステムの概要を計測の流れに沿って述べる。図5は計測実験の開始の際、被験者ごとの反応データファイルを自動的に生成するための被験者登録画面である。

(1)式で定義される造形コンセプト $C_{designer}$ をイメージ語に分解するプロセスの計測は図6、7のインタフェースを用いて行われる。ここで、イメージ語としては予め収集されたものを用いる。図6において、デザイナーは、右のウィンドウに呈示されるイメージ語のリストから造形コンセプト(左のウィンドウに表示)に関連するものを選択する。選択されたイメージ語は中央のウィンドウに移される(図6)。

次に、図7において、デザイナーは選択したイメージ語のうち

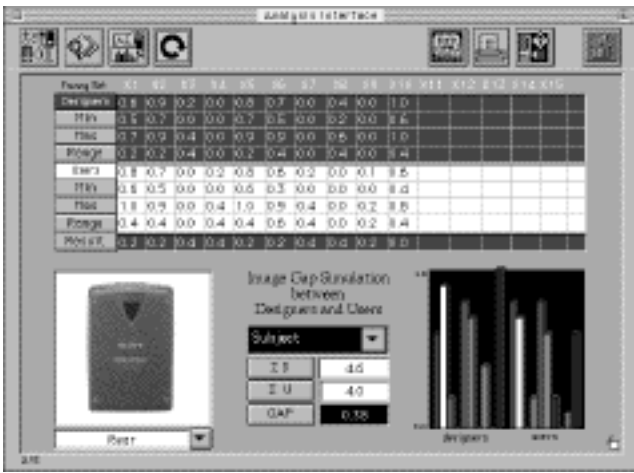


図9 評価データの基礎統計量の表示画面 (フィードバック1)

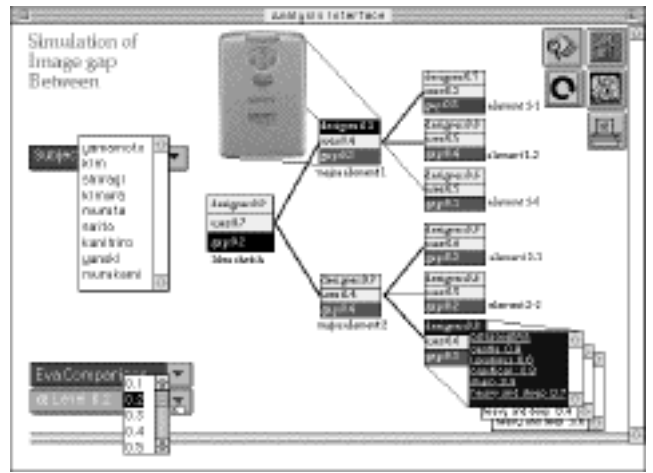


図11 デザイン要素に関連づけた評価結果の表示画面 (フィードバック3)

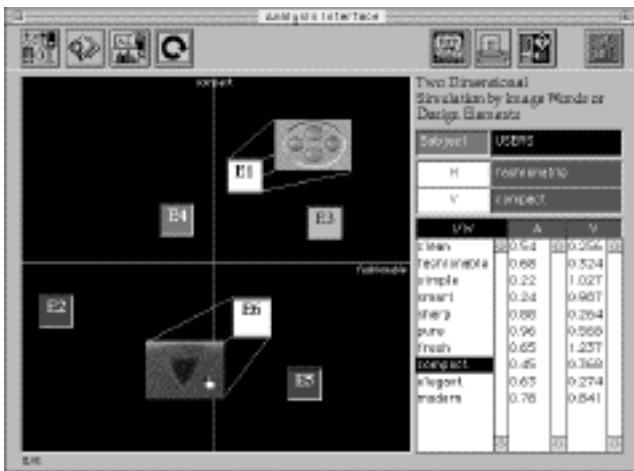


図10 評価データのイメージマップ表示画面(フィードバック2)

さまざまな形式でフィードバックする画面の一部を図9,10,11に示す。図9では(10)式を適用して計算されるギャップが基礎統計量とともに示されている。表の最上行にはデザイナーから得られたファジィ集合 $C_{designer}$ (1)式)が、五行目にはユーザから得られたファジィ集合 S (8)式)が表示され、また、差の大きいところは強調表示することもできる。図10はイメージマップによるフィードバック画面を示している。図11では評価結果はデザイン要素に関連づけて示されている。ギャップレベルによるシミュレーション画面や(2)式(3)式による詳細な評価結果もこの画面上に表示される。各デザイン要素の具体例を一回クリックするとその原寸大表示が得られ、ダブルクリックするとそれに対するデザイナーおよびユーザの評価結果がリストとして表示される。

造形コンセプトをもっとも特徴づけていると思われるイメージ語(代表語)を1つだけ選ぶ。この代表語が造形コンセプトのプロトタイプである。次に、図8に示したインターフェースを用いてプロトタイプの評価が行われる。さらに、プロトタイプ評価値を初期値として周辺イメージの評価が行われる。

(2)式で定義されるマッピングプロセスの計測も上と同様のインターフェースを用いて行われる。この場合には、図6の右のウィンドウにはデザイン要素の具体例が表示され、左のウィンドウには選択されたイメージ語が表示される。プロトタイプの選択、評価も同様に行われる。

ユーザからは(7)式(8)式で定義される量が計測される。計測においてはアイデアスケッチとそれを構成するに用いたデザイン要素の具体例が刺激として用いられる。ユーザの計測においても図6,7,8のインターフェースが用いられる。デザイナーの計測との相違点は、評価対象がことばではなくイメージとなっている点である。そのために、インターフェースの左のウィンドウには、アイデアスケッチやデザイン要素の具体例が呈示される。それ以外についてはデザイナーの場合と同じである。

5.2 ギャップの演算・可視化ユニット

こうして計測されたデザイナーおよびユーザの評価値をさま

6. おわりに

本論文では、感性指向製品のデザインにおけるデザイナー及びユーザの感性的評価のズレを計測し、迅速に次のスケッチの改良に反映することを目的とするデザイン支援システムを、デザイナーとユーザの認知モデル「二重マッピングモデル」に基づいて構成する方法を提案し、そのプロトタイプシステムの開発を行った。

支援システムは、デザイナーがアイデアスケッチを発展させるデザインアクティビティの支援を、デザイナーおよびユーザの感性的評価の計測、評価の差であるギャップの定量化、その評価結果のフィードバックなどに至るまですべての手続きを統一したインターフェースの中で行い、しかも、直ちに解析の結果をフィードバックするところに大きな特徴を持っている。感性的評価についても評価・判断過程の特性を考慮した計測方法を採用し、また、フィードバック情報としては、基礎統計量の表示、イメージマップの表示、デザイン要素に関連づけた評価結果の表示が、グラフィカルインターフェースを介して行われ、ギャップの分析を行えるようにしてある。これらのフィードバック情報は、アイデアスケッチの改良に向けてデザイナーが必要とする情報を吟味して選定されたものである。

支援システムではデザイナーやユーザから評定データを取得のための計測が繰り返し行われることになる。それを円滑に行えるように、プロトタイプシステムはすべての計測を共通のインタフェースで行えるように実装され、支援システムのユーザインタフェースを一貫性の高いものになっている。また、フィードバック情報も、計測段階で得られるさまざまな情報を統合して表示し、また、関連する情報へのアクセスを可能としている。

本支援システムを発展させるために今後考慮していかなければならない事柄について以下に述べる。

まず、本支援システムでは、アイデアスケッチ改良に必要と考えられる情報のフィードバックは行われるものの、ストラテジの支援はまだ考慮されていない。通常、アイデアスケッチの改良は繰り返して行われることになる。したがって、最適なデザイン解の発見に向けて、どのような改良策を施しギャップがどのように解消されてきたのかという情報は、次のデザイン改良を行う際に有効であると考えられる。現在、このようなデザイン履歴をどのように評価結果やギャップと関連づけるのがアイデアスケッチの改良のために最も有効であるかについて検討を進めている。

もう一つの課題は、デザイン要素のデータベース化である。本プロトタイプシステムは、それをシステムの外において構成されているが、本来は、デザイン要素データベースも支援システムの内部に定義し、そこで定義されるデザイン要素も、単に形態を表現するにとどまらず、支援システムで取得される評定データとも関連づけて定義されるのが望ましい。こうすることにより、アイデアスケッチを発展させるときに利用できるデザイン要素の選択肢を大幅に拡大することができる。これについても今後の課題としたい。

注および参考文献

- 1) 庄司裕子:感性指向製品の選択に関する意思決定支援システムの試み,第2回知能情報メディアシンポジウム予告論文集(日本電子情報通信学会),267-272,1997
- 2) Kitajima, M. and Kim, D.: A Design support system based on uncertain evaluation process in kansei., In M. Nagamachi (Ed.), Kansei Engineering I. Kaibundo.,104-112, 1997
- 3) 森典彦編:左脳デザインング,海文堂,7-19,1993
- 4) 北島宗雄,金ドンハン:二重マッピングモデルとその製品デザイン支援ツールへの応用,日本ファジィ学会,707-710,1997
- 5) Zimmermann,H.-J. and Zysno,P.:Decision and evaluations by hierarchical aggregation of information, Fuzzy Sets and Systems,10,243-260,1983
- 6) 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, 570-582, 1991
- 7) 村上 謙司:嗜好評価モデルの構築,日本ファジィ学会誌. Vol.5, No.6, 1383-1392, 1993
- 8) Rosch, E. & Mervis, C.B. :Family resemblances: Studies in the internal structure of Categories, Cognitive Psychology, 7, 573-605,1975
- 9) Mervis,C.B., & Rosch,E:Categorization of natural object. Annual Review of Psychology, 32,89-115,1981
- 10) 改田明子:日常的カテゴリーの概念構造,認知科学のフロンティア 2,サイエンス社, 65-91,1992
- 11) 金 ドンハン,原田 昭,松田 紀之: プロトタイプ理論に基づく双方向的イメージ評価,筑波大学芸術学研究 No.1,65-72,1997
- 12) Kahneman,D.,Slovic, P., and Tversky,A.:Judgement under uncertainty:Heuristics and biases, Cambridge,N.Y.:Cambridge University Press,1982
- 13) 山下利之:ファジー心理学への展開,垣内出版,61-75,1992
- 14) 三重野博司:やさしいファジィシステムの話,有斐閣,150-176,1994
- 15) 森典彦:デザイナーの直観を延長した発想支援,東京工芸大学芸術学部紀要,1-6,1996
- 16) Oracle Media Object :Oracle Media Talk 1.1 Reference Guide(for Macintosh),日本オラクル株式会社,1997