視点共有型意匠形状生成システムの開発*

(異質な視点による顧客の潜在感性の喚起)

柳 澤 秀 吉^{*1}, 村 上 存^{*2}Development of Shape Generation System with Sharing Viewpoint
(Arousal of Customers' Latent Kansei by Heterogeneous Viewpoints)Hideyoshi YANAGISAWA^{*3} and Tamotsu MURAKAMI^{*3} Department of Engineering Synthesis, The University of Tokyo,
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku Tokyo, 113-8656 Japan

The aesthetics of a product's shape has become an important factor to increase the value of mature products. However, such emotional quality regarding the customer's need is difficult to capture due to its subjectivity. To address this issue, we have previously proposed shape generation methods that help the customers to externalize their image of product aesthetics into a shape. The previous methods enable one to generate design samples that fit the customer's conscious image of a product shape based on his/her fixed sensitivity. However, customers also have latent sensitivities of which they are not aware. In this paper, we propose a shape generation system that enables the user to exchange design solutions and viewpoints with others. The aim of sharing solutions is to evoke the latent sensitivities by showing the unexpected viewpoints of others. To generate design samples, we improve the previous system in which the users generate design samples based on favored features to which they pay attention. We conduct a shape generation experiment using the proposed system to verify the effectiveness of exchanging solutions and viewpoints with others. We compared the effectiveness of self-solutions, which are generated without the exchange, with co-solutions, which are generated with the exchange. The result suggests that the co-solutions are more likely to be effective as to their preference and unpredictable quality. We observed certain effective patterns in the design process: All co-solutions generated by referring to unpredicted topological shapes produced effective results. Using such shapes, the subjects are able to discover new viewpoints for the target design concept. The stated metaphorical viewpoints of others also help to introduce such new viewpoints.

Key Words: Design, Design Engineering, Computer Aided Design, Latent Kansei, Styling Design, Exchanging Viewpoint, Attention Parameter

1. はじめに

製品の成熟化にともない顧客の要求が多様化し、一元的な性能や品質に加えて、意匠性などの感性にもとづく製品の品質(以下、感性品質)の重要性が高まっている。ところが、感性は二つの意味で潜在的であり⁽¹⁾、感性品質に対する要求の抽出が困難である。

一つは、自覚している感性にもとづく要求を客観的に表現することが困難な、感性の暗黙性である。このため、通常は形容詞などの主観的な言葉によって表現される。もう一方は、本人が自覚していないが、新規の外部情報によって喚起され自覚される潜在的感性である。斬新な製品意匠を前にして抱く新しい印象は、それが提示されて始めて喚起される感性にもとづく心象である。言い換えれば、その意匠が提示されるまでは、無自覚に潜在している感性であるといえる。

これまでに、前者の感性の暗黙性を定量化する種々の手法が開発され応用されている。たとえば、Semantic Differential 法⁽²⁾などの官能評価法にもとづき、複数の評価サンプルに対する感性を数値化し、数値化された感性と、物理的な設計パラメータとの統計的な関係を多変量解析等の手法により定式化する方法がよくもちいられる⁽³⁾⁽⁴⁾。

一方、後者の感性の潜在性を外在化させる支援手法はほとんど見当たらない。前者の暗黙性に対応する手法によって定量化される感性は、用意された評価サンプルの範囲に限定される。そのため、定量化された感性は、既存製品の定量評価には有用であるが、新しい設計やデザインへの応用は難しい場合が多い。また、感性の潜在性は、その喚起により感性が時間的に変化することを意味する。したがって、従来の感性の静的な定式化は、時間変化が無視できる感性に限定される。

これまでに筆者らは、動的に変化する感性に対応する方法として、意匠形状を対象に、顧客の評価サンプルへの評価に応じてサンプルを変形させ、その繰返しにより、被験者が要求する感性を満たす形状へとサ

* 原稿受付 2007年4月9日。

^{*1} 正員、東京大学大学院工学系研究科(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)。^{*2} 正員、東京大学大学院工学系研究科。

E-mail: hide@mech.t.u-tokyo.ac.jp

ンプルを近づける計算機支援手法を提案してきた⁴⁾⁵⁾⁷⁾。一連の研究で、被験者の要求する感性を満たす形状への収束が確認された。これらの手法では、被験者個人の評価のみによってサンプルが生成される。そのため、漠然と自覚している感性の精緻化としての効果はある。しかし、想定外の無自覚な潜在感性の喚起は、乱数発生されるパラメータの偶発性に依存する。解探索のアナロジーを用いれば、局所解の最適化には有効であるが、大域探索における有効性は低い。

そこで、本研究では、同一の感性に対する個人の観点の多様性に着目する。複数の顧客間で同一の感性を目的として作成した形状の代替案とその視点とを交換することにより、想定外の視点に相互に気づかせ潜在感性の喚起を促す、計算機支援システムを開発する。本システムを用いて、被験者による実験を行い、モデルおよび視点の共有における有効性を確認する。さらに、他の被験者のモデルおよび視点に対して、参照する情報、およびその利用の効果的なパターンについて考察する。

2. 視点共有型意匠形状生成システム

2・1 提案システムの概要 提案するシステムは、意匠形状を対象とし、デザインスキルを有さない一般の顧客をユーザとして、潜在する感性の喚起を促し、顕在化された感性による要求を形状へと外在化する支援を目的としている。言葉を介さず、感性要求を形状として直接的に外在化することで、設計者やデザイナーに対し顧客の感性による要求の理解を支援する。本システムは、時間的に非同期のタイミングで複数のユーザが使用することを想定し、それぞれのユーザが外在化した形状と視点を保存する。そして、別のユーザが本システムを使用する際、保存されている他のユーザの異なる形状と視点を形状生成の過程で参照することが可能である。これにより、ユーザ個人の潜在感性の喚起を促進させる。

本システムの操作は、計算機による複数の形状サンプルの生成、ユーザによるサンプルの選択、注目パラメータの選択、および選択したサンプルと注目パラメータに基づく形状生成の繰り返しによりなる。他のユーザが作成した代替案の形状と視点を共有可能とすることにより、異なる視点の感性を交換し潜在感性の喚起を促す。また、ユーザが選択した形状サンプルに対して、計算機システムが注目パラメータを推定し提示することで、ユーザ自身の感性を精緻化させる。

図1に、システムのインタフェースを示す。インタフェースは、A. デザインウィンドウ、B. セーブ

ウィンドウ、C. 参照ウィンドウ、D. コマンドパネル、および E. 注目点リストによりなる。システムを起動すると、デザインウィンドウに15個の形状サンプルが提示される。形状サンプルは、任意のパラメトリックモデルにもとづいて生成される。図1は、3・2で説明する実験で用いるモデルにもとづいた例を示しており、複数の曲線の凹凸パターンと曲線のパラメータから構成される曲線回転体である。

初期のサンプルの曲線の凹凸パターンは、等価な割合で選択される。また、形状パラメータは、直交表により選択される。ユーザは、任意の感性に近いサンプルを、形状生成の基準サンプルとして選択する。選択するサンプルがない場合、システムは初期のサンプルと同様の方法で、他のサンプルを作成し表示する。

次に、ユーザは、選択したサンプルの何処に注目しているかを、注目パラメータとして単数または複数選択する。または、システムがユーザの注目するパラメータの候補を複数推定し、E. 注目点リストに表示することも可能である。

基準サンプルと注目パラメータにもとづき、新たな形状サンプルを生成する。形状生成は、種々のオプションからなる。たとえば、注目パラメータのみを連続的に変化させたサンプルの生成などである。(詳細は、3・2で述べる。)

作成した代替案に対し、ユーザはどのような観点から感性を捉えたか、どの形状特徴が感性を満たすのかを言葉により入力する。これらを視点として他ユーザ間で共有可能とする。他のユーザの代替案はA. デザインウィンドウに表示される。この中から、任意の代替案をC. 参照ウィンドウに保存し、自身が作成する代替案と、パラメータを交叉させたモデルを生成することが可能である。

Fig. 1 System interface

以上の操作の繰返しにより、最終的な形状を作成し、B. セーブウィンドウに保存する。以下、各項目の詳細について説明する。

2・2 注目パラメータの推定および選択 注目パラメータは、ユーザが基準サンプルの選択の際に注目した形状パラメータである。本システムでは、注目パラメータを、新規の形状生成において制約、あるいは変化させるパラメータとして利用する。

注目パラメータがユーザによって明らかな場合は、図1(a)によりユーザが明示的に選択する。直感的な選択などによって、ユーザが注目パラメータを明示的に示すことが困難な場合は、システムがその候補を推定し提示する。注目パラメータの推定は、ラフ集合理論の縮約計算⁸⁹を応用する。ラフ集合理論の縮約（以下、縮約）は、分類に寄与する最小限の属性（パラメータ）の組合せである。この場合、選択した基準モデルと、それ以外のサンプルを分けるパラメータの最小の組合せが、縮約計算により求まる。推定された注目パラメータの候補を、図1(b)にリスト表示する。ユーザは、このリストの中から、注目パラメータを選択する。縮約の計算の詳細は、付録を参照されたい。

縮約は、複数の分類ルールにより感性の非線形性に対応することが可能である。また、統計的手法と比較して、少数のサンプルにも適用することが可能である。

これまでの筆者らの研究において、縮約によって求めた注目パラメータは、ユーザの無意識下の注目点を意識化させる効果があることが確認されている⁹。すなわち、直感的な選択の理由を縮約によって意識化することで、自己の内省を促し、あいまいな感性の具体化を支援する。これは、デザイナーのスケッチの役割とも一致する。デザイナーは、単に心象をスケッチとして外在化するだけでなく、無意識的に描いた線からアイデアを得るためにスケッチを描く⁹⁰。本システムでは、選択行為のフィードバック情報として、注目パラメータの候補を挙げることで、ユーザの感性を具体化させる。

2・3 注目パラメータにもとづく形状生成手法 選択した基準サンプルと注目パラメータをもとに、新規の形状のサンプルを生成する。形状生成の方法は、図2に示す複数のオプションから選択する。注目パラメータは、生成オプションによって制約あるいは変化させるパラメータとして指定する。形状生成のオプションは、曲線の凹凸パターンに関するものと、パラメータにもとづくものの二種類がある。以下、それぞれについて説明する。

Fig.2 Generation options

(1) 凹凸パターンのオプション 新規に生成する形状の凹凸パターンを決定するオプションである。図2に示すように、「Search」、「Random」、「Selective fix」、および「Fix」の四つのオプションからなる。ここでは、例として、3・2で説明するモデルで、上部が凹曲線で下部が凸曲線の二種類の曲線から断面の線が構成される回転体形状を基準サンプルとして想定する。「Search」オプションでは、新規に生成する形状サンプルの曲線の数と凹凸をランダムに決定する。したがって、凹曲線のみをもつ形状が生成されるかもしれない。また、パラメータは、注目パラメータに関わらず3水準の直交表にもとづいて生成する。すなわち、パラメータの最大値、中央値、および最小値を直交表に割り当てて、パラメータを選択する。初期のモデルの生成は、このオプションによる形状の生成である。また、広範囲にサンプルを生成したい場合に用いる。

「Random」オプションは、基準サンプルと曲線の数（この例の場合、曲線の数に2）を固定し、凹凸のパターンをランダムに選択する。「Selective fix」は、選択した注目パラメータの曲線の凹凸を固定し、選択していない部分の凹凸をランダムに設定する。「Fix」オプションは、基準モデルと同じ凹凸パターンを持つ形状を生成する。これは、パラメータのみを変更する場合に用いる。

(2) 注目パラメータオプション ユーザが指定した注目パラメータにもとづき、「Random」、「Sequential change」、および「Fix」の三つのオプションにより、新規に生成するサンプルのパラメータを決定する。「Random」オプションは、注目パラメータのみを乱数発生させ、それ以外のパラメータを固定する。「Sequential change」は、基準モデルの注目パラメータのみを、段階的に変更したサンプルを生成する。図3は、凹曲線からなる凹凸度、および角度を注目パラメータとして、このオプションにより生成した例である。このオプションは、注目するパラメータの調整をしたい場合に用いる。「Fix」オプションは、注目パラメータを固定し、それ以外のパラメータをランダムに生成する。

Fig. 3 Example of sequential change option

2・4 交叉によるモデル生成 2・2の生成オプションに加えて、二つのサンプルのパラメータを交叉させて新規の形状を生成する方法を実装している。交叉は、進化計算法などで用いられる方法で、親個体のパラメータを受け継ぐ子個体を生成する。

本システムでの交叉による生成の操作は、基準サンプルと、別のサンプル（パートナーサンプル）を選択する。次に、基準サンプルに対する注目パラメータを選択する。交叉のコマンドを実行することにより、基準サンプルの注目パラメータは保持され、それ以外のパラメータは、基準モデルもしくはパートナーモデルから乱数選択したモデルを生成する。ただし、注目パラメータを指定しない場合は一様交叉となる。

2・5 モデルおよび視点の共有 ユーザは最終的な代替案に対する視点として、その観点と注目した形状の特徴をシステムに入力する。ここで、観点は目的の感性をどのような観点から形状へと具体化したかを記述する。システムは、ユーザが作成した代替案の形状と視点を保存し、他ユーザ間で共有を可能とする。図1(c)の"Reference model"コマンドを実行することにより、他のユーザのモデルをデザインモデル上に表示することが可能である。また、モデルを選択することにより、図1(d)に、視点を表示し、図1(b)にモデルの生成履歴とその際に指定した注目パラメータのリストを表示する。これにより、ユーザによる、他のユーザの代替案の解釈を助ける。

基準サンプルが選択されている状態で、"Reference model"コマンドを実行すると、基準サンプルが中心に移動し、その周りに基準サンプルと同じ凹凸パターンのある他のユーザのモデルを表示する。基準モデルが選択されていない状態で本コマンドを実行すると、これまでにユーザが作成したモデル以外の凹凸パターンを有しパラメータの距離が出来るだけ遠い他のユーザのモデルから順に提示する。前者は、ユーザが作成しているモデルをより自身の感性と近づくようにさせるための、解の収束のための参照である。後者は、これまで自身が作成しなかつ

た想定外の形状を参照する、広域探索のための参照である。

ユーザは、図1のCの参照ウィンドウに、他のユーザの代替案を保存することが可能である。また、保存した代替案は、交叉コマンドにおけるパートナーモデルとして利用することが可能である。

3. 形状作成実験

3・1 実験の概要 以上で提案した、ユーザ間で代替案の形状とその視点の交換が可能な形状生成システムの有効性を、被験者による操作実験により検証する。実験では、提案システムを用いて、各被験者が他の被験者の代替案の形状と視点を参照せずに作成する代替案（以下、単独解）と、参照可能として作成する代替案（以下、共有解）、および参照した他の被験者の代替案（以下、参照モデル）とを比較評価する。さらに、評価の高い共有解を得るための参照する情報と形状生成のパターンについて分析する。

図4に、実験の流れを示す。本実験は、三つのフェーズにより構成される。第一フェーズでは、提示する感性による意匠形状のコンセプトに対し、6名の被験者に参照モデルとその視点を、本システムを用いて作成させる。ここでは、他の被験者の代替案は参照不可能とする。

Fig. 4 Flow of experiment

第二フェーズでは、同一の被験者およびコンセプトにより、単独解と共有解を作成させる。共有解の作成においては、第一フェーズで作成した代替案を相互に参照可能とする。各代替案の作成終了後に、他の被験者の代替案の参照情報、および形状作成への利用について、内観調査を実施する。

第三フェーズでは、単独解、共有解、および共有解の作成で参照した参照モデルについて、一対比較法により満足度、および意外性について比較評価させる。以下、実験で使用する形状モデル、および各フェーズの詳細について説明する。

3・2 形状モデル 本実験で用いる形状のパラメトリックモデルは、図5に示すような曲線回転体から構成される。形状意匠以外の要因（たとえば、製品のブランドイメージ等）を排除するため、抽象的かつ単純な形状を実験に用いることとした。

Fig. 5 Nine patterns of curve of parametric cylinder model

Fig.6 Local parameters of convex curve

形状モデルの断面形状は、凹曲線、凸曲線、および直線の、単独あるいは2曲線（直線）の組合せを有し、図5に示す九つのパターンをとることとした。各曲線は、図6に示す五つのパラメータよりなる。すなわち、曲線の角度（ θ ）、長さ（ L ）、凹凸度（ l/w ）、尖度（ l_t/l ）、および対称度（ b/l ）である。ただし、直線の場合

は、角度、および長さのみである。これらの部分的なパラメータに加えて、断面曲線の回転中心からの平均距離を平均半径として大域パラメータとした。

3・3 第一フェーズ： 参照モデルおよび視点の作成

本フェーズでは、第二フェーズで用いる参照モデル、およびその視点を被験者に作成させる。他の被験者のモデルを参照できない条件下での提案システムにより、提示するコンセプトを目的として、被験者に形状モデルを作成させる。提示するコンセプトは、「やわらかい形状」、および「落ち着いた形状」の二つである。コンセプトの選定の基準は、個人的な嗜好の影響が少ない感性とした。その理由は、他の被験者の個人的な嗜好による視点を受け入れるか否かは、単に好みの適合性の問題となるからである。

各コンセプトにつき、五つの代替案を作成させる。そして、図7の質問形式により、各代替案に対する視点を抽出する。抽出する視点は、各コンセプトに対する観点、およびコンセプトを形状として具体化する過程で注目した形状特徴の二点である。以下、それぞれを、コンセプト視点、およびコンセプト特徴と呼ぶことにする。

Fig.7 A questionnaire interface to obtain viewpoints for each design solution

3・4 第二フェーズ： 単独モデルおよび共有モデルの作成実験

第一フェーズで用いたコンセプトを目的とした、単独解および共有解を、同一の被験者に作成させる。まず、第一フェーズと同じ条件下で、各コンセプトを目的とした単独解を、それぞれ三つずつ作成させる。

次に、第一フェーズで作成した他の被験者のモデルと視点を参照可能として、提案システムにより各コンセプトを目的とした共有解をそれぞれ三つずつ被験者に作成させる。共有解において参照した他の被験者の代替案を、参照モデルとして記録する。作成した単独

解および共有解について、第一フェーズと同様の方法によって、コンセプト視点、およびコンセプト特徴を抽出する。実験の最後に、共有解の作成において、参照した情報、およびその活用について内観調査を行う。

なお、被験者の疲労および飽きによる影響を低減させるため、第一フェーズから一週間後に実施した。

3・5 第三フェーズ：単独解、参照モデルおよび共有解の一对比較評価実験 第二フェーズで作成した共有解の有効性を検証するため、一对比較法による評価実験を実施する。実験は、コンセプトごとに実施し、単独解、参照モデルおよび共有解、それぞれ三つの計九つのモデルから無作為に一つずつ選び、全ての組合せについて図8に示すインタフェースを用いて比較評価させる。比較評価の基準は、モデルに対する満足度(Satisfaction)、および意外度(Unexpected quality)の二点である。

なお、記憶の影響を排除するため、第二フェーズから一週間後に実施した。

Fig. 8 An interface of pairwise comparison experiment

4. 実験結果と考察

4・1 一对比較評価実験の結果 実験の第三フェーズにおいて、自身の作成した単独解と共有解、および共有解の作成過程で参考にした参照モデルを評価対象として、その満足度、および意外性について一对比較評価を行った。一对比較評価の結果の値から、AHP法で用いられる重み計算法⁴⁾により、九つの評価対象の相対的な得点を算出する。得られる得点は、合計が 1.0 となる正規化した値であり、[0 1]の範囲をとる。得点の平均点は $0.11(=1.0/9)$ である。

得られる得点は、各被験者において相対的な値であるため、平均値による集計は妥当でない。そこで、本研究では、得点が平均以上 (0.11 以上)、かつ上位3位以内の得点を有する単独解、共有解、および参照モデルを、重複を許しそれぞれ集計した。以下、これらを上位モデルと呼ぶ。

図9に、単独解 (self-solution)、共有解 (co-solution)、および参照モデル (reference model) の、満足度、および意外性に関する上位モデルの集計結果を示す。全体的に、両評価とも、共有解 > 参照モデル > 単独解の傾向がある。ただし、上位モデルに入る各種解の割合の差の検定では、共有解と参照モデル間 (有意水準 5%)、および共有解と単独解 (有意水準 1%) が確認された。

このことから、本提案システムによって、相互に他の被験者の代替案を参照して作成した解は、単独で作成した解よりも、高い満足度を得ている。また、参照モデルは単独解と満足度に関して差が見られず、共有解と差が確認されたことから、被験者は、単に参照モデルをコピーして共有解を作成したのではなく、参照モデルから得られる情報を元に、新しい共有解を作成していることが分かる。どのような情報を参照して、満足度の高い共有解を作成しているかについては、次節で詳しく分析する。

一方、意外性の評価においては、傾向として共有解の意外性が高いものの、統計的な有意差は確認されなかった。このことは、満足度を向上させる要因が、単に意外性のみによらないことを意味する。次節で、共有解の満足度を向上させるパターンを分析し、その要因の多様性を探る。

Fig. 9 Number of top three solutions among co- and self-solutions and reference models (in case of "soft design" as the design concept)

4・2 参照モデルの参照パターン 実験の第二フェーズの最後に、各被験者に対して、参照モデルのどの情報を参照したか、および参照した情報をどのように利用して共有解を作成したかについて、内観調査を実施した。得られた回答の結果から、参照情報に関しては、大別して二つのパターンが確認された。一方は、言葉で記述された参照モデルに対する視点（コンセプト視点、およびコンセプト特徴）よりも、参照モデルの形状自体を参照した場合である。もう一方は、その逆であり、参照モデルの形状よりも、想定外の視点を参照した場合である。

それらの参照情報を、どのように利用して共有解を作成したかについて、下記の三つのタイプが観察された。

タイプ1：参照モデルの形状から想起された、想定外のコンセプト視点に基づき共有解を作成した

タイプ2：参照モデルの視点（コンセプト視点、あるいはコンセプト特徴）に影響を受けて想起された、想定外のコンセプト視点に基づき共有解を作成した

タイプ3：自身が想定する感性により適合する参照モデルの形状特徴を参照し、共有解をより想定内の感性に近づけるよう作成した。

タイプ1および2は、被験者が単独解の作成の時点では気付かなかった想定外のコンセプト視点を、参照モデルから得ている場合である。言い換えれば、参照モデルによって、実験でのコンセプトの感性に対する捉え方の多様性が増し、その結果、個人の感性が変化している場合である。一方、タイプ3は、自身の想定内の感性により適合する代替案を作成するために、参照モデルを利用している。つまり、タイプ3では、コンセプトの感性に対する捉え方に変化はなく、代替案を自身の感性により近づけるように洗練させた収束的な形状生成過程である。本研究の目的は、顧客の潜在感性の喚起を促し、異なる視点からの感性にもとづく意匠形状の要求を形状として外在化することであった。そこで、以下ではタイプ1および2に注目する。

各被験者が作成した単独解と共有解を比較したところ、大別して二種類のパターンが観察された。一つは、共有解の形状の凹凸パターンが単独解のどれとも一致しない場合である。他方は、共有解の凹凸パターンと一致する単独解が存在する場合である。前者の、異なる凹凸パターンを有する全ての共有解において、実験の第三フェーズで評価した満足度、および意外性の両方で、上位解（上位3位以内かつ得点が平均値以上）であることが確認された。また、前者のパターンの全ては、タイプ1もしくはタイプ2に属することが観察された。

図10に、タイプ1で、異なる凹凸パターンの共有解の例を示す。この例の意匠形状のコンセプトは、「やわらかい」である。被験者が回答した参照モデルに対する参照箇所は、「凹形状」である。内観調査において、被験者は、参照モデルを参照するまでは、コンセプト「やわらかい」を凹形状で表現できずに気付かなかったと回答している。実際、この被験者は、単独解に見られるような丸みを帯びた凸形状がやわらかい形状であるとの視点を有していた。これは、形のやわらかさとして捉えた感性である。一方、被験者は作成した共有解のコンセプト視点として、「ゴムチューブのような」としている。これは、やわらかさを、参照モデルの形状から連想される物体の素材のやわらかさとして捉えた感性である。言い換えれば、メタファとしての感性である。このように、「やわらかい」という比較的共同性の高いと思われる感性においても、その捉え方には多様性が存在する。感性の多様性を考慮し、異なる捉え方を共有することにより、顧客個人の固定観念を脱却する新しい意匠形状の要求を創出する。

Fig. 10 Type 1 generation process example: the subject generates the co-solution(c) from new concept viewpoint "cut rubber tube" associated with the shape of the reference model(b). None of the self-solutions(a) has the same pattern curves as the co-solution (c). The design concept is "soft".

図11は、被験者は、参照モデルのコンセプト視点を参照しているタイプ2の例である。この例でのコンセプトは「落ち着いた」である。参照モデルのコンセプト視点は「茶碗のような」であり、形状から連想されるモノの典型的な印象からコンセプトの感性を満たす形状とし

ている。内観調査で、被験者は、参照モデルがなぜ「落ち着いた」を満たす形状であるか、コンセプト視点を見るまでは理解できなかったと回答している。このことは、単独解にみられるように、この被験者が円錐の単純さなどの、形状特徴として落ち着き感を捉えており、メタファによる新しい視点を参照モデルのコンセプト視点から得ているといえる。そして、そのコンセプト視点にもとづいて、参照モデルとは異なる形状を作成している。

Fig. 11 Type 2 generation process example: the subject generates the co-solution(c) from new concept viewpoint(like a china bowl) of “calm shape”.

参照モデル、および共通解のコンセプト視点およびコンセプト特徴には、表1に示す種々の表現が確認された。このうち、タイプ1およびタイプ2では、共通して、上記で例示したようなメタファによるコンセプト視点を参照、または形状から連想していることが確認された。これは、メタファが、主観的な心象を共通的な概念に当てはめて説明する方法であり、異質な視点の理解にとつて有効であるためであると考えられる。

5. おわりに

本研究では、意匠形状の感性にもとづく潜在的な要求の外在化を目的とした、形状生成支援システムを提案した。提案システムは、計算機との対話による容易な操作（注目特徴の選択と代替案の生成）により各ユーザが外在化した形状の解、およびその視点を、他ユーザ間共有

することで、異質な視点を交換し、各ユーザが想定外の潜在感性の喚起を促すものであった。

異なる凹凸パターンを有する曲線回転体の形状を対象として、被験者による評価実験を行った。その結果、視点の交換を伴う共有解と単独解と比較して、解の満足度に有意差が確認された。また、満足度の高い共有解における、他のユーザのモデルおよび視点の参照情報およびその利用について個別に分析を実施した。その結果、注意の喚起、および理解の促進として、それぞれ、単独解と異なる凹凸パターン、およびメタファによる視点の表現が、異質な視点を受け入れ満足度の高い共有解を得るために有効であることがわかった。

なお、本研究の一部は、文部科学省科学研究補助金（No. 1760115）および(財)みずほ学術振興財団の助成により実施した。

Table 1 Observed concept viewpoints and concept features

Expression	Content	Example
Adjective	Subjective impression evoked by shape feature	Simple, stable, flat, smooth, etc.
Metaphor	Image of things associated with a shape	female body shape (associated with soft)
Metaphor	Image of situation associated with a shape	The object is likely to be placed in a calm setting (associated with calm)
Metaphor	Movement expectation	The shape is likely to turn over
Metaphor	Tactile perception	The curve is likely to have smooth texture
Noun	Pattern of curves	Concave curve, having two different curves, sphere, etc.
Adjective	Global shape feature	Thick, round, sharp
Adjective	Partial shape feature	Upper and lower part

付 録

注目パラメータの推定 注目パラメータの推定として、ラフ集合理論⁽¹¹⁾における縮約を応用する。縮約は、ある分類に帰属するサンプルを確実に他のサンプルから識別するのに十分な極小の属性の組み合わせである⁽¹²⁾。ユーザによるサンプルの選択を分類（選択されたサンプルとそれ以外）とすると、縮約は評価に寄与する最少の設計パラメータの組である。

今、ユーザに基準モデルとして選択された i 番目のサンプル s_i の、部分 k の曲線の $[0, 1]$ で正規化されたパラメータを要素とするベクトルを $p_k(s_i)$ とし、その凹凸パターンを $u_k(s_i)$ とする。選択されなかった j 番目のサンプル u_j の部分 k の正規化された曲線パラメータを要素とするベクトルを $p_k(u_j)$ とし、その凹凸パターンを

$t_k(u_i)$ とする。このとき、基準モデル s_i の、選択されなかったサンプルに対する部分 k のパラメータ間の差分を識別ベクトル $d_k(s_i, u_i)$ として以下のように求める。

$$d_k(s_i, u_i) = \begin{cases} p_k(s_i) - p_k(u_i) & (t_k(s_i) = t_k(u_i)) \\ 1 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (1)$$

識別ベクトルの要素内のベクトルの各要素を、識別度と呼ぶ。識別度が、あるしきい値 γ_d 以下の場合は差が無いとみなし 0 に置き換える。 $d_k(s_i, u_i)$ の l 番目の識別度を d_{kli} とする。また、部分 k の l 番目のパラメータを A_{kl} とあらわす。このとき、 d_{kli}/A_{kl} を、 s_i を s_j から識別するための A_{kl} に関する識別子とする。これは、パラメータ A_{kl} によって、 s_i が s_j から識別度 d_{kli} で識別されることを意味する。

基準モデル s_i の、選択されなかったサンプルに対する縮約 $R(s_i)$ は、以下の式により求める。

$$R(s_i) = \bigwedge_{j=1}^{N_{\text{other}}} \left(\bigvee_{k=1}^{N_{\text{parts}}} \left(\bigvee_{l=1}^{N_{\text{parm}}} d_{kli} / A_{kl} \right) \right) \quad \dots\dots (2)$$

ただし、 N_{other} 、 N_{parts} 、および N_{parm} は、それぞれ、選択されなかったモデルの数、曲線の部分の数、および曲線パラメータの数である。また、 $\vee$ は論理和、 $\wedge$ は論理積を表し、以下の規則により展開する。

$$\begin{aligned} s / A \vee t / A &= (s \vee t) / A \\ s / A \wedge t / A &= (s \wedge t) / A \\ s / A \wedge s / A &= s / A \\ s / A \vee t / (A \wedge B) &= s / A \quad \text{if } s \geq t \\ s / A \wedge s / A^{\sim} &\neq s / A \quad \dots\dots (3) \end{aligned}$$

どの部分のパラメータが識別に寄与しているか（ユーザが注目しているか）を知りたいため、部分、およびパラメータについては $\vee$ (α) で識別子を結合する。ただし、 s_j は、他の選択されなかった全てのサンプルから識

別されなければならないので、比較したサンプルについては $\wedge$ (and) で結合させる。

式を展開すると、

$$R(s_i) = v(\wedge r / A) \quad \dots\dots\dots (4)$$

のように、論理和で結合された識別子の論理積となる。本研究では、論理和で結合された識別子のまとまり $\wedge r / A$ を注目パラメータの候補とする。

文 献

- (1) Yanagisawa, H. and Murakami, T., Favored Feature based Design Support System for Styling(Arousal of Implicit Kansei by Unconscious Self Attention), *Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Series C*, Vol. 72 No. 722(2006), pp.322-330.
- (2) Osgood, C.G. Suci G.J. and Tannenbaum, P., (1957), *The Measurement of Meaning*, University of Illinois Press.
- (3) Yagawa, M., et al., Kansei and Design, (1999), Baifukan (in Japanese).
- (4) Mori, N., Kansei Engineering for Designing, *Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems*, Vol.11, No.1 (1999), pp.52-63.
- (5) Yanagisawa, H., Fukuda, S., Development of Interactive Industrial Design support System Considering Customer's Evaluation, *JMSE International Journal, Series C*, Vol. 47, No. 2 (2004), pp. 762-769.
- (6) Yanagisawa, H., Fukuda, S., Interactive Reduct Evolutionary Computation for Aesthetic Design, *Transactions of the AMSE, Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Vol.5, No.1 (2005), pp. 1-7.
- (7) Yanagisawa, H. and Fukuda, S., Global Feature Based IREC, *Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Series C*, Vol. 70, No. 699(2004), pp. 322-330.
- (8) Pawlak, Z., Rough sets, *Journal of Computer and Information Science*, Vol.11 (1982), pp.341-356.
- (9) Mori, N. and Takanashi, R., Knowledge acquisition from the data consisting of categories added with degrees of conformity, *Kansei Engineering International*, Vol.1, No. 4 (2000), pp.19-24.
- (10) Sunaga, T., Why does a designer draw sketch?, *Bulletin of Japanese Society for Science of Design*, 12(3), (2005), pp.12-13.
- (11) Saaty, T.L., A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, *Journal of Mathematical Psychology*, Vol.15 (1977), pp.234-281.