研究論文: 論文

油圧ショベルのボディーデザイン支援システム

萩原祐志

九州芸術工科大学

THE BODY DESIGN SUPPORT SYSTEM OF HYDRAULIC EXCAVATORS

Yuji HAGIWARA

Kyushu Institute of Design, 9-1 Shiobaru 4-chome, Minami-ku, Fukuoka, 815-8540, Japan

Abstract: It was noticed that the fundamental molding of many industrial products was boxy, and the system which supports the molding of the boxy product was made. In the previous report, portable telephone was taken up as an example of the boxy product, and the simulation which obtained the molding plan using the system was carried out. The result was examined, and validity of the system, etc. was reported. This time, the new system was constructed based on the research result of previous report. Considering ambiguity and nonlinearity on the design, the fuzzy reasoning was applied in order to calculate the value given in the parameter, this time too. By present development, the molding support of not boxy product became possible by doing the processing operation of the hexahedron of the unequal edge. As a product case, the body shape of hydraulic excavators was taken up, and the simulation which created the molding plan was carried out. The result was examined from the viewpoint of the designer, and it was shown that the system might be useful for the designer.

Keyword: Industrial Design, Hydraulic excavators, Design support system

1. 緒言

今日の工業デザインの概念は、19 世紀中頃のイギリスにおいて芽生え、その後、ヨーロッパ全土へ着々と広がった。この動向を捉えたアメリカは、豊かな産業と経済のもと、製品設計と美学を融合させ、デザインを企画や経営の対象としても捉えながら、電気製品を中心に、斬新な製品を次々と生み出した。日本における工業デザインは、アメリカをモデルとして急速に発展し、特に家電製品と乗用車の普及が日本の工業デザインの発展に拍車をかけた。

家電製品や乗用車のデザインは日本のみならず、いずれの国においても、ほぼ熟成期に達し、近年、大きな変革は観られなくなっているが、最近、急速にデザインが向上した製品として、種々の産業機械 (industrial machinery) が挙げられる。例えば、建設機械などはその典型である。油圧ショベル (hydraulic excavators) に限ってみても、性能とコストが最優先されるあまり、デザイン上の魅力を欠いていた過去の製品と比較すると、最近の建設現場で見かける製品は、形も色も大きく変化している。

昭和 46 年 (1971) から始まった機械工業デザイン賞 (主催: 日刊工業新聞社、後援: 通商産業省) を受賞した油圧ショベルを年代順に並べたものを図 1 に示す [注 1]。これを観ると油圧ショベルデザインが短期間のうちに、ドラスティックに変化している様子が分かる。最近、需要が拡大している小型製品も含めて、現在の市場における油圧ショベルデザインの事例を図 2 に示す。これらが示すように、最近の油圧ショベルデザインは、従来の曲げ加工と溶接加工によって成された造形とは異なり、絞り加工や、素材としての FRP なども採用されるなど、自由曲

図 1: 油圧ショベルデザインの変遷

図 2: 最近の油圧ショベルデザイン

面の造形も実現している。ボディーに関する造形の高度性の点では、年々、乗用車のレベルに近づいている。この事実は、建設機械デザインの発展プロセスを記した実践の場からの報告など[注 2~3]からも確認できる。

既報[注 4]においては、客船のアコモデーションデザインを事例として取り上げ、箱形製品の造形支援システムを構築し、多くの造形案が得られることを示し、それがデザイナーにとって役立つものであることを示した。本研究では、箱形製品に限らず、造形支援対象製品を広げ、システム利用の汎用性を高めることを目的として、ここではデザイン上の目覚ましい発展を遂げている油圧ショベルを事例としながら、新たに造形支援システムを構築した。本稿では、構築したシステムの概要を説明し、そのシステムを用いたシミュレーション結果について、デザイナーの観点から考察した結果を報告する。

2. 研究の背景と目的

2.1 デザインとコンピュータ

現在、コンピュータの利用なくしてはデザインという仕事が成り立たない程、デザイナーとコンピュータは密着した関係にある。過去において、職人的気質や素養が比較的強く求められる傾向にあったデザイナーの世界に、これほどコンピュータが普及することを、一般の人々も、デザイナーも予想していなかった。こうしたデザインにおけるコンピュータ利用に関する背景も後押しするかのようになり、最近では調査、提案、そして意志決定までの各デザインプロセスにおいて、その妥当性や客観性が求められるようになってきている。こうした社会的ニーズに応えるべく、デザイナーもコンピュータを利用した工学的手法を積極的に利用する傾向にある。例えば、1999 年に発行されたデザイン学研究 (Vol.46, No.1~6) を概観してみると、採択論文 (論説、報告を含む) 44 報のうち、8 報はコンピュータを利用した工学的アプローチに関するものである。このことから、デザインとコンピュータの密接な関係が伺える。

2.2 類似研究

既報[注 4]でも述べたが、本研究の類似研究として、DA (Design Automation) に関する研究があるが、美学的動機からの研究は見当たらない。また、インテリジェント CAD に関する報告[注 5~6]や、TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving に相当するロシア語の頭文字を並べたもの)に関する研究[注 7~8]および USIT(Unified Structured Inventive Thinking)[注 9]も設計支援の方法として興味深い。美的要素を考慮した造形支援の方法としては適用しにくい。こうした状況を踏まえ、工業製品の造形を支援するために、これまでいくつかの研究を実施したが、研究の基礎を固めるために、支援対象を箱形製品に限定しており、工業製品全般に応用するためには、まだ汎用性に欠けている。本研究はこうした問題を解決するために、既報研究[注 4]の継続として実施し、本稿は続報として報告するものである。

2.3 研究目的

ここでは、造形の是非に関する議論は行わないが、図 1 と図 2 で示したように、現在の市場における油圧ショベルを観る

限り、造形の自由度については特に最近の約 10 年間でドラステックに高まっていることは事実である。その理由は、筆者の知見の範囲ではあるが、生産技術の進歩に支えられていることが容易に推測できる。また、もうひとつの大きな理由として、油圧ショベルのような産業機械デザインに対する人々の関心の変化が上げられる。産業機械としては比較的、成熟製品といえる油圧ショベルは、メーカーの違いによる性能面の特徴が薄れつつある。家電製品や乗用車と同様、ユーザーは油圧ショベルにも、性能面だけでなく、デザインに対する関心を高めており、美的価値や遊び心を求めるようになってきている。メーカーがそのニーズに応えようとしていることはいうまでもない。

そこで本研究では、製品事例としては油圧ショベルを取り上げ、単純な箱形の構成としては捉えにくい工業製品の造形を支援するシステムを構築した。

そのために、既報[注 4]の研究成果を踏まえ、可変モデリング (variational modeling) された図形 (以後、元図形) を変形し、造形案を得るという考え方については、そのまま適用する。そして、今回のシステム構築の目標を考慮し、元図形は辺の長さを任意とする不等辺六面体とし、形が単純ではなく、箱形の構成とは捉えにくい造形を有する工業製品の造形支援が出来るシステムの構築を試みた。そのシステムを用いた造形案獲得のシミュレーションを行い、その結果についてデザイナーの視点から観察し、システムの妥当性について考察することが本研究の目的である。

なお、既報[注 4]の研究と同様、本研究で提案するシステムは、広義な解釈をすれば DA の範疇に入るかもしれないが、あくまでも DSS (Design Support System) として構築するものである。DA ではなく DSS が重要であることの理由は既報[注 4]で述べたので、ここでは省略する。

3. 研究の方法

3.1 要求イメージと元図形

ここで構築するシステムはデザイナー自身が利用するものである。得られる造形案の妥当性に多少の問題があっても、デザイナーの造形活動に関する発想を刺激するためには、造形案のバリエーションを数多く得られることが望ましい。そのため一つの元図形の変形によって数多くの造形案を得ようとすると、変形処理やルールが複雑化し、かつ、膨大になる。そこで本研究では、造形案のバリエーションを効率的に数多く得るために、一つの元図形の変形処理を増やすのではなく、複数の元図形を用いる方法をとった。

こうした造形案の展開方法は、機構、素材、生産技術に応じて、いくつかのデザインの原型を概念設計し、これを元に造形の可能性を探り出すというものであり、デザイナーがよく用いる方法の一つである。こうした方法でデザインが実施された製品事例 (ターボ冷凍機) を図 3 に示す。ターボ冷凍機の構成は、凝縮器、蒸発器、電動機の三つの大きな要素と、それらを結ぶ冷媒回路と電気回路によるが、凝縮器、蒸発器の体積と圧力の課題、及び電動機のパワーを条件として満たせば、レイアウトや形状に関する自由度は比較的高い。

よって、この製品は、設置スペース、配管・配電の容易さ、美観などの各要求要素が考慮された数種類のレイアウトをデザインの原型として概念設計し、それぞれの原型ごとに造形の可能性を探りながら、最終案にたどり着くという方法が用いられた。この例では、積み上げ型の原型を元に展開された造形案の中から最終的造形（図3右下）が決定した。ここでいうデザインの三つの原型が、今回、構築するシステムの複数の元図形に相当する。

図3：デザイン方法の例

3.2 システム構築方法

造形案を得るために、可変モデリングされた不等辺六面体のパラメータに与える値は、既報と同様の理由で、ファジィ推論 (fuzzy inference) [注11~13] によって算出するものとした。推論値は非ファジィ化 (defuzzication) され、元図形の変形処理のために適用し、造形結果はディスプレイ上で得るものとした。

次に、油圧ショベルのボディーデザインに必要と思われるイメージを得るために、ここでは、大学院生および大学生に筆者を加えた合計5名によるブレインストーミングを行い、その結果を数個の要求イメージとして集約し、造形を得るための入力変数とすることにした。その要求イメージを変数として、大学院生および大学生10名に要求イメージの必要度合いを5段階で評価してもらい、これをデータとする主成分分析を行い、ここでは仮に、油圧ショベルデザインに対する要求イメージとして凝縮することにした。

こうして凝縮された要求イメージに対する造形案を得るために、まず、筆者が素案としてのルールを作成し、そのルールを用いた造形案獲得のシミュレーションを大学院生および大学生3名に見せながら、ルール等の調整を行うこととした。

なお、プログラムのための言語は、既報[注4]と同様の理由で、マツボー製のDesign CAD Ver10.1Jの搭載言語を用いることとした。

3.3 シミュレーションの実施と考察

今後、こうしたシステムを利用する可能性があると考えられる若い世代にシステムの妥当性を評価してもらうこととした。工業デザイナーを目指す大学院生および大学生10名を被験者として、手描きスケッチ、CAD、発泡樹脂などによる簡易モデ

ルなどを用いながら造形の可能性を探る従来の方法と、ここで構築したシステムを利用して案を決定していく方法について、以下の3項目の観点から比較してもらうことにした。これらの観点は、システムに必要なものとして、被験者10名へのインタビューから得た。

- ・造形の道具としての妥当性
- ・造形という仕事の楽しさに関する妥当性
- ・仕事の効率性に関する妥当性

4. 結果

4.1 要求イメージの凝縮結果

ブレインストーミングの結果を整理・集約し、油圧ショベルのデザインに必要なイメージとして、[安心感、信頼感、力強さ、斬新さ、周囲への調和性]、の5個を得た。また、5個のイメージに対する要求度合いについて、被験者としての大学生10人に答えてもらった結果を表1に示す。さらに、これをデータとする主成分分析の結果（累積寄与率が90%を越えた第3主成分まで）を表2に示す。

表1：イメージの要求度合い

	安心感	信頼感	力強さ	斬新さ	調和性
被験者a	5	4	3	2	4
被験者b	3	4	4	5	3
被験者c	3	3	5	2	4
被験者d	4	4	3	3	5
被験者e	4	2	3	3	4
被験者f	5	4	3	4	4
被験者g	3	3	4	5	2
被験者h	4	3	3	2	4
被験者i	2	3	4	5	3
被験者j	3	4	4	2	4

表2：主成分分析結果

固有値・寄与率

	第1主成分	第2主成分	第3主成分
固有値	2.574	1.060	0.943
寄与率(%)	51.5	21.2	18.9
累積寄与率(%)	51.5	72.7	91.5

固有ベクトル

	第1主成分	第2主成分	第3主成分
安心感	-0.541	0.286	-0.175
信頼感	-0.201	0.437	0.855
力強さ	0.453	-0.451	0.451
斬新さ	0.427	0.648	-0.109
調和性	-0.528	-0.323	0.154

主成分分析結果の固有値と累積寄与率より、第3主成分までで、このデータのほぼ全体を説明できるが、既報[注4]と同様の理由でシステムの入力変数を2つに絞る検討を行うことを目的として、第1,2主成分、第1,3主成分、第2,3主成分の成す2次元空間上に、5つの要求イメージを布置してみた。その結果を図4に示す。第1,2,3主成分の各寄与率がそれぞれ51.5%、21.2%、18.9%であり、第1主成分は特に有効であるので、まず第2,3主成分を入力変数の二つとすることを破棄し

た。そして、第1,2主成分、第1,3主成分の成す2次元空間上における5つの要求イメージの位置関係が類似していることから、ここでは、少しでも有効性の高いことを理由として、第1,2主成分をシステムに用いる二つの入力変数とすることにした。

図4：要求イメージの布置結果

図5：元図形

4.2 元図形の結果

第1主成分と第2主成分を入力変数とし、それに応じた造形案を得るために、図4上における第1,2主成分の成す2次元空間の中において線で囲んだように、信頼感、安心感、調和性といった要求イメージに応えるための元図形及び、斬新さという要求イメージに応えるための元図形、そして、力強さという要求イメージに応えるために三つの元図形を用いることにした。複数の元図形を用いる理由は3.1節で述べた通りである。それぞれ、入力に対してほぼ妥当な造形案が得られるように、シミュレーションを繰り返しながら、ルールの調整と併行し、元図形の形を検討し、結果的に図5に示すA,B,Cの三つの元図形を用いることにした(それぞれ上面図については大差がないので、元図形B,Cの上面図は省略した)。

元図形Aは主に信頼感、安心感、調和性のある造形案を、元図形Bは主に斬新さのある造形案を、元図形Cは主に力強さのある造形案を得るためのものとした。なお、元図形Aについては不等辺六面体を例えば楕円体のような別の基本的立体に置き換えるといった大きな変形処理により個性のある造形案を得るためにも用いることにした。また、前文中、「主に」と記述したように、各元図形の利用範囲は厳密なものではない。

4.3 ファジィ推論とルールの結果

ファジィ推論の方法は、既報[注4]と同じ理由によって、簡易推論法を用いた。よって後件部(action part)は Singleton (singleton) で、Min-Max, 代数積, 重心法で推論値を求めることにした。

前件部変数(condition part variable)は、前節で求めた3つの要求イメージに応えるために、シミュレーションを繰り返しながらルールとともにファジィ変数を調整した。その結果、図6に示すものとなった。

図6 前件部のメンバシップ関数

後件部については、現市場における製品の造形イメージをほぼ表現できることに加え、アドバンスデザイン(advanced design)としての造形案も得られることを考慮し、既報[注4]のシステムで用いた処理方法をもとにしながら、角取り削り出し処理、柱体への削り出し処理、錐体への削り出し処理については、面が交わる辺が鋭角の場合と鈍角の場合で変形処理を変えるなどの対処を加えたプログラミングを行った。

前件部のファジィ変数の数は、Big, Medium, Smallの3つが妥当と判断した。その理由は既報[注4]と同様、デザインに関する知識のファジィ性(曖昧性)を考慮したことと、三つの元図形を用いることによるルール数の増大化を回避するためである。ルールは、第1,2主成分の座標値と造形の関係が妥当になるように調整しながら作成し、形と色に関するルールを、一つの元図形につき、106個、合計318個作成した。元図形を三つとしたので、例えば元図形Aの場合、図4に示すように、入力変数のうち、第1主成分については、SmallとMediumの場合のみ作成し、Bigの場合のルールは不要とする考え方もあ

る。ここでは、スケッチを描いたり、CAD 上におけるモデリングのための操作をする必要なく、瞬時に造形案が得られるシステムにおいては、造形の可能性に関する探索範囲は広いに越したことはない判断した。よって、三つの元図形それぞれについて、入力変数である第1,2主成分の全領域に関するルールを作成した。なお、色については、大学院生および大学生と調整した結果、三つの元図形に関するルールはほぼ同じになった。

作成したルールのうち、元図形 A に関する前方の角を丸めするためのルールと、色 (R,G,B 値) のためのルールを、事例としてそれぞれ表 3 と表 4 に示す。なお、表中、後件部の値 y はシステムに用いるために、0 から 1 に正規化された値である。

表 3：前方の角丸めに関するルール

第1主成分	第2主成分	角丸め度合い
S	S	0.0
S	M	0.0
S	B	0.0
M	S	1.0
M	M	1.0
M	B	0.5
B	S	0.4
B	M	0.3
B	B	0.8

第1主成分	第2主成分	角丸め度合い
S	S	1.0
S	M	0.5
S	B	0.0
M	S	0.8
M	M	0.8
M	B	0.5
B	S	1.0
B	M	0.7
B	B	1.0

第1主成分	第2主成分	角丸め度合い
S	S	0.0
S	M	0.0
S	B	0.0
M	S	1.0
M	M	1.0
M	B	0.5
B	S	0.6
B	M	0.3
B	B	1.0

表 4：色に関するルール

第1主成分	第2主成分	R 値の度合い
S	S	0.45
S	M	1.00
S	B	1.00
M	S	0.90
M	M	0.50
M	B	0.80
B	S	1.00
B	M	0.85
B	B	0.75

第1主成分	第2主成分	G 値の度合い
S	S	1.00
S	M	0.50
S	B	1.00
M	S	0.50
M	M	0.50
M	B	0.60
B	S	0.00
B	M	0.30
B	B	0.60

第1主成分	第2主成分	B 値の度合い
S	S	0.50
S	M	0.00
S	B	0.00
M	S	0.15
M	M	0.50
M	B	0.35
B	S	0.00
B	M	0.55
B	B	1.00

6. シミュレーション結果

6.1 元図形 A を用いた造形案の獲得

構築したシステムは、入力値の最小を 0、最大を 1 とし、その間、任意の入力値において、造形結果が得ることが出来る。元図形 A は主に信頼感、安心感、調和性といった要求イメージに応える造形案を得るために用いたが、ここでは、図 4 における第 2,3 象限に相当する入力値として、(第 1 主成分, 第 2 主成分)の値が、(0.0, 0.0), (0.0, 0.33), (0.0, 0.66), (0.0, 1.0), (0.2, 0.0), (0.2, 0.33), (0.2, 0.66), (0.2, 1.0), (0.4, 0.0), (0.4, 0.33), (0.4, 0.66), (0.4, 1.0), における造形案を得るシミュレーションを実施した。

また、第 1,4 象限における入力値として、(0.8, 0.2), (0.8, 0.5), (0.8, 0.8), の場合の造形案を得た。

なお、要求イメージに対する造形案の多様性を考慮し、システムは入力値に対する造形案を複数得られるようにしたが、その事例として、(0.0, 0.0), (0.2, 0.0), の場合については

2 案を得た。これらの結果を図 7 に示す。

6.2 元図形 B を用いた造形案の獲得

元図形 B は主に力強さという要求イメージに応える造形を得るために用いたが、ここでは、図 4 における第 4 象限に相当する入力値として、第 1 主成分と第 2 主成分の値が、(0.6, 0.0), (0.8, 0.0), (1.0, 0.0), (0.6, 0.2), (0.8, 0.2), (1.0, 0.2), (0.6, 0.4), (0.8, 0.4), (1.0, 0.4), における造形案を得た。

また、第 1,2,3 象限における入力値として、(0.5, 0.7), (0.85, 0.7), (0.25, 0.3), (0.25, 0.5), の場合の造形案を得た。これらの結果を図 8 に示す。

6.3 元図形 C を用いた造形案の獲得

元図形 C は主に斬新という要求イメージに応える造形を得るために用いた。ここでは、図 4 における第 1 象限に相当する入力値として、第 1 主成分と第 2 主成分の値が、(0.6, 0.6), (0.8, 0.6), (1.0, 0.6), (0.6, 0.8), (0.8, 0.8), (1.0, 0.8), (0.6, 1.0), (0.8, 1.0), (0.8, 1.0), における造形案を得た。また、第 2,3,4 象限における入力値として、(0.25, 0.5), (0.25, 0.7), (0.5, 0.25), (0.7, 0.25), の場合の造形案を得た。これらの結果を図 9 に示す。

7. シミュレーション結果の考察

7.1 デザイナーの道具としての妥当性

デザインプロセスの中で、造形の可能性を探る方法として、スケッチ (CAD を含む) やモデル制作によって造形を探る従来の方法と、このシステムを利用した方法を比較した。まず、より良い結果を生むための道具としての妥当性を考察するために、ここでは、被験者としての大学生 13 人に、図 7~9 における造形案が得られる様子を見せ、従来の方法との違いの度合いを自由な数値で回答してもらった。その結果を正規化した値と、t 検定結果及び、被験者らの代表的コメントを表 5(a) に示す。

両者の間に道具としての妥当性に関する評価の違いは認められなかった ($\alpha=0.05$)。ただし、インタビューをしながら得たコメント内容を踏まえると、造形案を得て、それを刺激とし、さらに造形に対する発想を膨らませるための、案の叩き台を得る道具としての期待が伺えた。このことはこのシステムが DA ではなく、DSS として機能することを示し、言い換えれば造形に関する DA 構築の困難さを示唆している。

7.2 仕事の楽しさに関するシステムの妥当性

造形行為のために、従来の方法とシステムを利用した方法を比較して、仕事としての楽しさに関する考察するために、前節と同様に回答してもらった結果を表 5(b) に示す。

コンピュータ関連のゲームを好む若い世代にとって、こうしたシステムはゲーム感覚で仕事に取り込める手段として評価されると予想したが、従来の方法に比べて、むしろ楽しくないとの結果になった ($\alpha=0.05$)。インタビューをしながら得たコメント内容を踏まえると、描画能力はないが、何かの理由でデザイン事例が必要な人や組織が、多くの顧客の潜在的な要求を引き出したり、市場の意向を探るためにこうしたシステムが利用できる可能性が感じられた。

図7：元図形Aを用いた造形案

図8：元図形Bを用いた造形案

図9：元図形Cを用いた造形案

表5：評価結果

	(a) 道具		(b) 楽しさ		(c) 効率	
	従来	システム	従来	システム	従来	システム
被験者1	0.70	0.30	0.40	0.60	0.50	0.50
被験者2	0.40	0.60	0.70	0.30	0.30	0.70
被験者3	0.50	0.50	0.70	0.30	0.40	0.60
被験者4	0.40	0.60	0.50	0.50	0.30	0.70
被験者5	0.60	0.40	0.70	0.30	0.33	0.67
被験者6	0.55	0.45	0.64	0.36	0.55	0.45
被験者7	0.50	0.50	0.70	0.30	0.20	0.80
被験者8	0.67	0.33	0.77	0.23	0.33	0.67
被験者9	0.27	0.73	0.58	0.42	0.45	0.55
被験者10	0.53	0.47	0.53	0.47	0.47	0.53
被験者11	0.30	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50
被験者12	0.38	0.62	0.70	0.30	0.38	0.62
被験者13	0.36	0.64	0.58	0.42	0.42	0.58
平均	0.51	0.49	0.61	0.39	0.41	0.59
有意水準: 5.00%						
t-分布の自由度: 24.00						
t-分布の上側50%点: 2.064						
検定統計量(t0): -1.041						
有意確率(p値): 30.85%						
(有意でない)						
コメント						
・アイデアが詰まった時、雑誌や風景を眺めるような役立つ方をする。						
・案が妥当かどうかより、変な案が刺激になるかも。						
・入力方法がデザイナーにはピンと来ない。						
・造形以外のファクターの考慮不足。						
コメント						
・スケッチが描けなくても、何かできそう。						
・人が描いたものでないの案にケチをつけることもあったらしい。						
・誰でもデザインの初歩が味わえる。						
コメント						
・デザインの本来を忘れなければ、効率よく案が得られる。						
・案について応力などのシミュレーションもしたい。						
・どこまで案の数がいいかわからない。						
・役に立つ。						

7.3 効率性に関するシステムの妥当性

造形案を得るための時間や作成する造形案の分量などの点で、従来の方法とシステムを利用した方法の妥当性に関する考察をするために、前節と同様に回答してもらった結果を表5(c)に示す。

ポンチ絵レベルとはいえ、システムを利用することにより、とにかく数多くの造形案が得られるので、システムの利用は効率化の面で従来の方法より妥当であろうとの結果になった($\alpha=0.05$)。ただしコメントにもあるように、あくまでも新たな造形を模索するための素案としての造形案を短時間で量産できる点が評価されていることは、適切なシステム利用のしかたを示すものであり興味深い。

7.4 考察のまとめ

ここでのシステムに関する妥当性評価は、被験者の主観申告データの検定結果によるものであり、これをもってシステムの妥当性に関する結論を導くことは出来ないが、学生とはいえ、コンピュータ利用に全く違和感を持たず、近い将来デザイナーとして活躍するであろう若い世代の意見は参考になる。コメントも踏まえ、評価結果を総合的に判断すると、システムに関して、概ね次のことが言える。

- ・現時点ではデザイナーの道具となるかは判断できない。
- ・造形という仕事の楽しさは味わいにくい。

・造形案を効率的に得るためには便利である。

これらのことは、システムは造形を支援するものとして役立つであろうが、コンピュータをさらに積極的に利用するであろう将来のデザイナー達が持つ造形に対する夢や希望といった感覚を取り入れ、あくまでも決定の方法ではなく、支援方法としての価値を高めることが必要であることを示唆している。

また、デザイナーとしての職能はないが造形に関心が高い一般人の心を満たすシステムとしての発展の可能性も見いだされた。

最近、IT (Information Technology) を活用した産業が芽生え、家電製品を中心に、企業や設計事務所がホームページの運営を通してユーザーの嗜好を把握し、その結果をデザイン開発に反映させる試みが行われている[注 14~15]。システムは、このようなデザイン方法のための一手段としても利用できる可能性がある。

8. おわりに

油圧ショベルボディーを事例として、ここで構築したシステムが、箱形のように単純ではない不等辺六面体の変形をファジィ推論によってコントロールすることにより、ポンチ絵レベルとはいえ、入力値が意味するところの造形案を数多く出力できることを示した。このことは、今後、複雑な形状の工業製品に対しても、システムを適用できる可能性を示唆している。

また、従来の方法と比較する考察により、今後の研究への指針として、支援システムとしての存在意義や仕事の楽しさと効率化との間にある問題点と、市場の意向を探る手段として利用できる可能性を示す知見を得た。

注

- 1)日刊工業新聞社,第30回機械工業デザイン賞募集要項,2000
- 2)栗原一雄,コマツデザイン物語,星雲社,1998
- 3)コベルコ建機(株)広報室,建設機械は消費財だ,コベルコ建機(株),1991
- 4)Yuji HAGIWARA,SUPPORT SYSTEM FOR ACCOMMODATION DESIGN OF PASSENGER SHIP KANSEI Engineering International,1,2,15-23,2000
- 5)吉川弘之,富山哲夫(編):インテリジェントCAD(上),朝倉書店,1989
- 6)吉川弘之,富山哲夫(編):インテリジェントCAD(下),朝倉書店,1991
- 7)畑村洋太郎,設計の方法論,pp.83-87,岩波書店,2000
- 8)<http://www.Osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/>
- 9)畑山洋太郎,井形弘,TRIZの基本構成とその内容,設計工学,35,3,73-80,2000
- 10)Yuji HAGIWARA, Construction of Design Support System for Three Dimension Modeling on Outdoor Equipment Structure ALLERTON PRESS, Japanese Journal of Fuzzy Theory and Systems,9,6,677-689,1997
- 11)L.A.Zadeh: Fuzzy Algorithms, Information and Control,12,94,1968

12)E.H.Mamdani: Applications of Fuzzy Algorithm for Control of Simple Dynamic Plant, Proc. IEE,121,12,1585,1974

13)L.A.Zadeh: Outline of New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes, IEEE Trans, Man and Cybernetics,3,1,28,1973

14)http://www.panasonic-tv.com/virtual_tv/index.htm

15)<http://www.cuusoo.com/>