

デザイナーの直観を延長した発想支援

森 典彦
デザイン学科

Image Generation as an Extention of Designer's Intuition

Norihiko MORI

Department of Design

(Received October 31, 1995 ; Accepted January 10, 1996)

1. はじめに

本論は製品デザイナーが形態発想のために直観で作ったイメージマップ上で発想を支援するシステムを提案したものである。

人間の直観的判断に基づいて、デザインが目的に適するように発想を支援するシステムは多方面で試みられて来た。たとえばアンケート調査によって得た製品に対する「ユーザーの直観的判断」を処理して目的に適するデザインの造形仕様を推論するというシステム¹⁾や、形とイメージに関する「デザイナーの断片的な直観的知識」を処理して造形仕様を推論するデザインエキスパートシステム²⁾などがある。また、同類の製品群について、直観ではなく、多変量解析を使って「客観的属性によって構造化」し、属性の新しい組み合わせ仕様を示唆するというシステム³⁾もある。

本論のシステムは、「熟達したデザイナーの総合的な直観力」を基にして、客観的にはなく「主観的に構造化」された、イメージマップをベースにして造形仕様を推論するものである。すなわち、イメージマップを作るところまではデザイナー個人の直観に委ねることにより、デザイナーの個性・価値観を最大限に引き出した中でシステムが構築されているところに本論のシステムの特徴がある。

はじめにイメージマップとはなにかを述べ、ついでイメージマップ空間を定式化した上で、マップ内の任意の点に該当する形態仕様を数学的に求める手法を導入する。最後にイメージマップと同様な目的で使われる主成分分析による構造化手法との比較について考察する。

2. イメージマップとデザイン発想

製品デザインの開発は製品企画に基づいてデザインコンセプトを造形化することからはじまる。造形化はデザインコンセプトを一つの具体的な形へ忠実に翻訳する

ことであるということと、一方でデザインコンセプトは抽象的な概念であって具体的な形との間には大きな隔たりのあるために、形への翻訳はむずかしい作業であるとともに一意的に一つの形を指定するものではないという、互いに矛盾する二つの命題をもっている。したがってデザインコンセプトの造形化はあいまいかつ難渋な模索の中で行われるのが常である。デザインにおける造形化が成功した場合、創作という言葉が当てられるのもこのためである。

この難問題へのアプローチを少しでも容易ならしめるため、デザイナーは造形化の発想の前にイメージマップを作り、イメージマップの上で発想することがよく行われる。

イメージマップは、デザイナーが自分の造形発想に役立つと思われる既存の形をサンプルとしていくつかもってきて、自分なりの視点で、2次元上にそれらを直観的に布置したものである。ここで既存の形のサンプルとしては、たとえば自動車のデザインの場合ならすでに製品化されて世に出ている多くの自動車の写真というように同類の製品の写真とか、過去に描いた多くのイメージスケッチとか、同類の製品ではないが形態上何らかの共通性をもつものの写真などがつかわれる。図1はイメージ

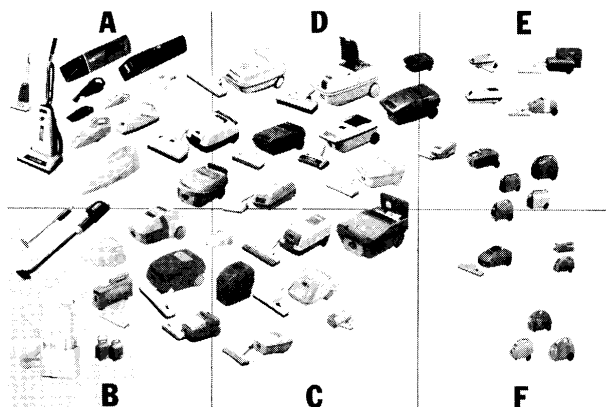


図1 掃除器のイメージマップ

マップの例である。

3. イメージマップ空間の定式化

デザイナーはイメージマップにどのような視点でサンプルを布置するかを考える。全体の形を不可分の一つのもので均等に眺めるのではなく、形を分節していくつかの見どころを作っていると考えられる。見どころを形態要素と呼ぶ。

個々のデザイナーには、自分の個性、価値観の反映として、自分なりに重視する少数の形態要素があるのが普通である。デザイナーはそれらをピックアップし、それに関するサンプル間の違いの程度を判断し、イメージマップの縦横の方向を座標軸のように意識しながら、サンプル間の距離に置き換えて布置する。たとえば自動車で、ヘッドランプとグリルの形を重視するデザイナーは、2つの車のヘッドランプが僅かな違いしかなくても、たとえば横方向にこの2車がある程度離して布置し、グリルにかなりの違いがあれば縦方向に大きく離す。そして車体色のような重視しないものの違いは、無視するかあるいは縦横いずれかに2車を少しずらして置く、といった具合である。

イメージマップは、そのデザイナーの形に関する価値観という主観的判断と、形態要素に関する違いの程度という客観的判断の両方を表現した、一種の距離空間である。2次元という制約のもとでは十分には表現しきれないが重視の順に正しい距離を保つようにしようと努める。

距離空間としてのイメージマップにおいて、人は心の中で距離をどのように定義しているかを知ることができないが、ことさらに判断しにくい距離を用いているとは思われず、基本的に線形空間が人の頭の中にあると考え

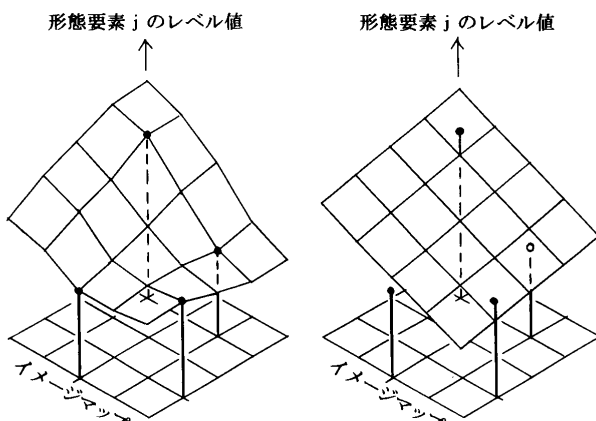


図2 2次元のイメージマップにおける形態要素の扱いに関する模式図—4個のサンプルの場合
左図は形態要素 j に関して非線形空間とした場合、右図は同じく線形空間で近似した場合でこのとき誤差の全体を何らかの意味で少なくしようとしている。

てよからう。このことと、後の議論の明快さのために、イメージマップを2次元線形空間とみなすことにし、2次元という制約ゆえに生ずる矛盾については人は誤差を許すことで処理していることとみなす。(図2)

4. 発想支援のための問題の定式化

一般化した問題は、属性が知られている p 個の対象(サンプル) A_1, A_2, \dots, A_p を、人が直観でイメージマップに布置したとき、マップ上の任意の位置を指定して、そこに存在すべき未知の対象 U の属性を、 p 個の対象(サンプル)の座標値および属性値と、 U の座標値より求めること、である。

すなわち図3および表1において

$$x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_p, y_p, x, y$$

$$a_{11} \dots a_{1j}, a_{21} \dots a_{2j}, a_{p1} \dots a_{pj}$$

は既知であり

$$a_1 \dots a_j$$

が未知である。

ここでは人はデザイナー、属性は形態要素、マップ上の任意の位置はデザインコンセプトが指定する位置である。

属性1について

$$a_{p1} = m_1 + s_1 x_p + t_1 y_p + \varepsilon p_1 \quad (4-1)$$

ここで

$$a_1 = [a_{11} \dots a_{p1}]^T$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_p & y_p \end{bmatrix}$$

$$b_1 = [m_1 \quad s_1 \quad t_1]^T$$

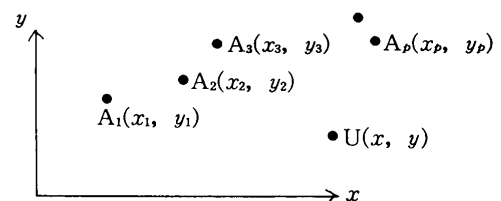


図3 サンプルと未知の対象の布置

表1 サンプルと未知の対象の属性値

サンプル	属性		
A_1	a_{11}	\dots	a_{1j}
A_2	a_{21}	\dots	a_{2j}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_p	a_{p1}	\dots	a_{pj}
U	a_1	\dots	a_j

$$\varepsilon_1 = [\varepsilon_{11} \cdots \varepsilon_{p1}]^T$$

とすると

$$\mathbf{a}_1 = \mathbf{X}\mathbf{b}_1 + \varepsilon_1 \quad (4-2)$$

と書けるので誤差 ε_{p1} の 2 乗和最小で解くと 2 独立変数の重回帰分析と同形となり

$$\mathbf{b}_1 = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{a}_1 \quad (4-3)$$

で \mathbf{a}_1 すなわち p 個サンプルの属性 1 の値と、 \mathbf{X} すなわち p 個サンプルの座標値より、属性 1 に関して \mathbf{b}_1 が得られ、回帰式

$$a_1 = m_1 + s_1 x + t_1 y \quad (4-4)$$

に代入して未知の対象 U の属性 1 の値 a_1 を得る。

同様に j 回行うことで未知の対象 U の全属性 $a_1 \cdots a_j$ を得る。これは

座標値 → 独立変数

属性値 → 目的変数

として属性の数だけ重回帰分析を行うことに等しい⁴⁾⁵⁾。ここで独立変数は 2 個だから、サンプルが 3 個ならば誤差ゼロで解ける。

5. 自動車事例としたシミュレーション

図 4 は A_1, A_2, A_3, A_4 の 4 車の写真をサンプルとする

著者の作ったイメージマップである。 A_4 を除いた 3 車のイメージマップも兼ねるものとする。 x, y 座標系とその目盛りは任意に設定したが、軸の意味はサンプルの布置に当たって念頭に置いたイメージである。

新車開発のためのデザインコンセプトとして、高級感とスポーティ・個性を兼ねそなえた U_1 と、スポーティ・個性と実用性を兼ねた U_2 とを狙うものとし、マップ上に位置を与えた。 $A_1, A_2, A_3, A_4, U_1, U_2$ の座標値は図中に示す。

自動車の属性としての形態要素 31 個と、各サンプル車についてのそれぞれのレベル値を表 2 の左欄に示す。形態要素は著者が過去の研究例を参考にして選んだ。ただし写真が斜め前からのものであったため、形態要素は斜め前から見えるものに限っている。レベル値は著者が写真を見て $[0, 1]$ で判定した。

分析はサンプル 3 車の場合とサンプル 4 車の場合について別々に行った。分析の結果得られた U_1 と U_2 の各形態要素のレベル値を表 2 の右欄に示す。これを見るとサンプル 3 車の場合も 4 車の場合も最大でも 0.1 しか変わらないことが分かる。

最後に表 2 (3 車の場合) の U_1, U_2 の数値を忠実に守

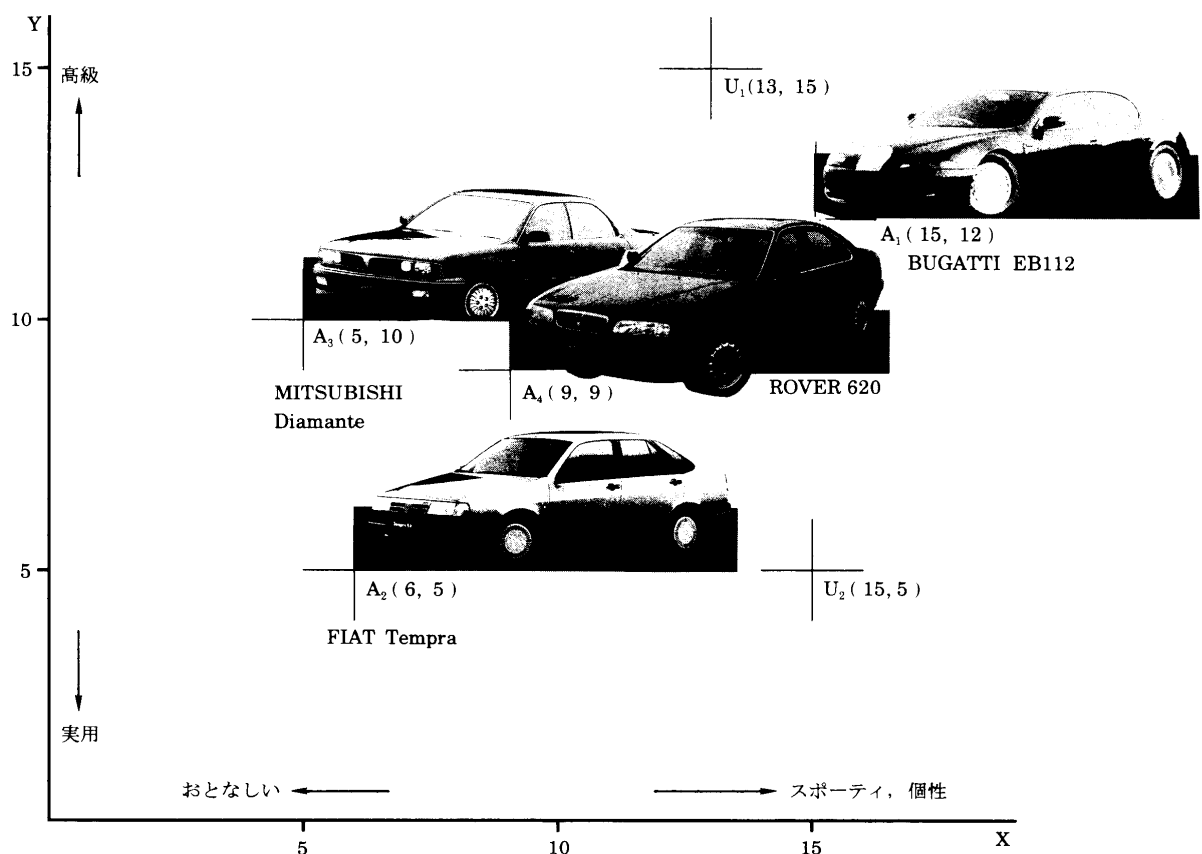
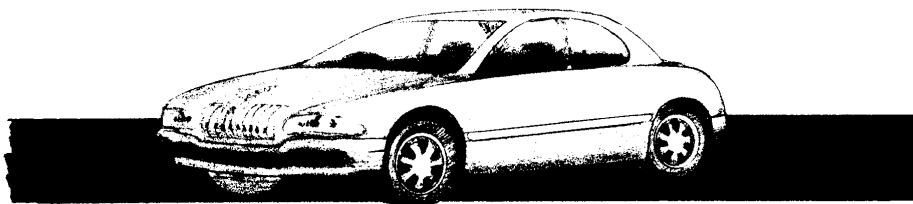


図 4 自動車のイメージアップとねらいの位置づけ

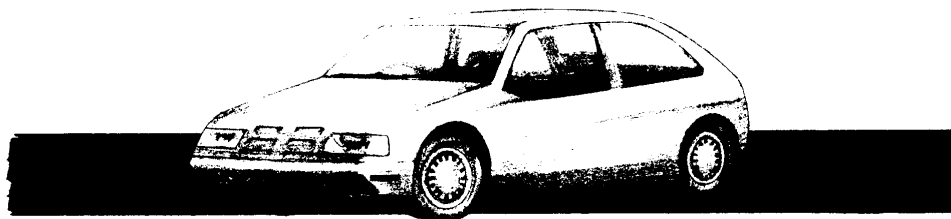
表2 自動車の形態要素とそのレベル値

左欄はサンプル車のレベル値、右欄はねらったデザインについて計算したレベル値で、サンプル3車の場合と4車の場合について計算した。

形態要素	レベル値の判定基準	左 欄				右 欄			
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	U ₁ 3車するとき	U ₂	U ₁ 4車するとき	U ₂
1. ボディ面性状	0 平面 1 曲面	0.8	0.3	0.5	0.6	0.9	0.5	0.9	0.5
2. ボディエッジ性状	0 角 1 丸	0.8	0.3	0.4	0.7	0.8	0.6	0.9	0.7
3. 全高／全長比	0 小 1 大	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5
4. キャビン長／全長比	0 小 1 大	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.8	0.3	0.7
5. 台形度	0 小 1 大	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
6. 台形中心位置	0 平均より前方 0.5 平均的 1 平均より後方	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.8	0.6	0.8
7. バランス	0 前傾 0.5 水平 1 後傾	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2
8. ボディライン性状	0 直線 1 曲線	0.7	0.3	0.4	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5
9. ウェストライン	0 折れなし 0.5 一カ所の折れ 1 二カ所の折れまたは2本	0.6	0.7	0.2	0.4	0.2	1.2	0.2	1.2
10. フッドの傾斜	0 小 1 大	0.6	0.7	0.3	0.5	0.3	1.1	0.3	1.1
11. マスクの傾斜	0 垂直 1 上向き	0.6	0.5	0.1	0.2	0.3	1.1	0.2	1.0
12. マスクの上下幅	0 薄い 1 厚い	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3
13. ボディ色	0 明るい 1 暗い	0.5	0.3	0.8	0.6	0.9	-0.1	0.9	-0.1
14. モール類	0 なし 1 目立つ	0.1	0.3	0.5	0.4	0.3	-0.1	0.3	-0.1
15. グリルの目立ち度	0 なし 1 目立つ	0.4	0.6	0.7	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3

図5 U₁のデザイン

形態要素	レベル値の判定基準	左 欄				右 欄			
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	U ₁ 3車するとき	U ₂	U ₁ 4車するとき	U ₂
16. グリルとランプの高さ関係	0 グリルがない 0.5 両者同じ 1 グリルの方が高い	0.8	0.5	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
17. ランプの角形度	0 丸 1 四角	0.4	0.8	0.3	0.5	0.1	1.1	0.1	1.1
18. ランプの縦／横比	0 縦横同じ 1 横長	0.7	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7
19. ランプの対称性	0 対称軸なし 1 上下左右対称	0.2	0.7	0.5	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5
20. ランプの角度	0 つりあがり 1 たれさがり	0.7	0.6	0.7	0.5	0.8	0.6	0.7	0.5
21. ランプの側面への回り込み	0 回り込みなし 1 回り込み大	0.8	0.4	0.5	0.3	0.8	0.6	0.8	0.5
22. バンパーの突出量	0 なし 1 大	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3
23. バンパー上下幅	0 薄い 1 厚い	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.2	0.7	0.3
24. バンパー色の目立ち度	0 ボディ色と同じ 1 目立つ	0.1	0.7	0.3	0.1	-0.1	0.7	-0.2	0.6
25. バンパーの穴の複雑さ	0 単純 1 複雑	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.8	0.3	0.7
26. サイドウインドの外形線	0 折れ線 1 連続曲線	0.7	0.3	0.5	0.5	0.8	0.4	0.8	0.4
27. フロントスポイラ	0 突出 1 後退	0.4	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.3	0.7
28. Aピラー目立ち度	0 見えない 1 目立つ	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	0.5	0.7
29. Bピラー目立ち度	0 見えない 1 目立つ	0.1	0.4	0.2	0.3	0.0	0.4	0.0	0.4
30. Cピラー目立ち度	0 見えない 1 目立つ	0.8	0.4	0.5	0.5	0.8	0.6	0.8	0.6
31. 車輪のデザイン	0 パタンが粗い 1 パタンが細かい	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5

図6 U₂のデザイン

るように努めながら著者が形に再現したのが図5、図6である。

システムが与えるものは、造形仕様としての一群の形態要素レベル値までであり、これによって形が完全に決まるわけではない。細部の表現はデザイナーの個性によって決められる⁶⁾。

6. 関連する他の方法との比較と考察

イメージマップと同様にデザイン発想の支援を目的とする似たような方法として、イメージマップを作る代わりに、属性値を使って多変量解析の一種であるところの主成分分析を行い、その第2主成分までをとって2次元にサンプルを布置することがある。属性値が離散的（カテゴリカル）な場合は主成分分析の代わりに数量化3類が使われる⁷⁾。たとえば今回の事例4車を主成分分析すると図7が得られる。

座標系そのものは比較しても意味はないから4車の相互位置関係だけを比較すると、大ざっぱに見れば似ているといえなくもないが、やはりかなりの違いがある。直観的なイメージマップに比べ、主成分分析の方が客観的ともいえるが属性が均等の重みで扱われる点においてデザイナーの価値観と無縁であることに問題がある。イメージマップには価値観の反映すなわち形態要素によってどれほどの重視の違いが表れているかを見てみよう。式(4-4)を一般化して属性 j について書くと

$$a_j = m_j + s_j x + t_j y$$

2車 A_1, A_2 の j のレベル差 $a_{1j} - a_{2j}$ に対してデザイナーは d なる距離を与えたとする

$$a_{1j} - a_{2j} = s_j(x_1 - x_2) + t_j(y_1 - y_2)$$

$$d^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$$

ここで

$$y_1 - y_2 = k(x_1 - x_2)$$

とおくと

$$d = (a_{1j} - a_{2j})(1 + k^2)^{1/2} / (s_j + kt_j)$$

すなわち j のレベル差 $a_{1j} - a_{2j}$ に対して

$$(1 + k^2)^{1/2} / (s_j + kt_j)$$

の重みを与えて布置している。 d を k で微分して0とおくと

$$k(s_j + kt_j) = (1 + k^2)t_j$$

$$k = t_j/s_j$$

が得られ、このとき d は極小値をとり、重みは

$$1/(s_j^2 + t_j^2)^{1/2}$$

である。

一方、両極端すなわち2車が座標軸に平行に布置されているとき、つまり $x_1 - x_2 = 0$ および $y_1 - y_2 = 0$ のとき、重みはそれぞれ $1/t_j$ および $1/s_j$ である。

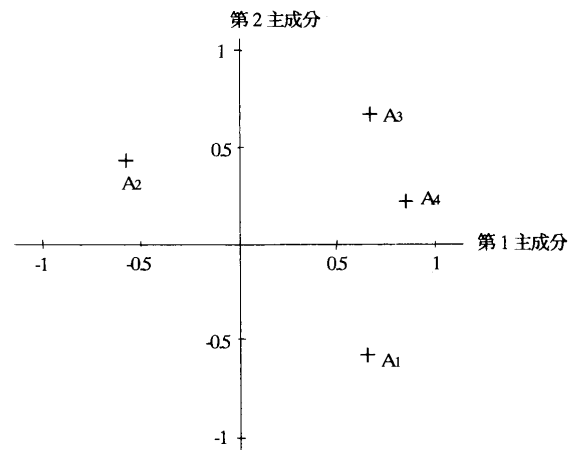


図7 サンプル車の主成分分析

両極端を除き、極小値の重みを各 j について計算し比べてみると、サンプル3車の場合、最大は $j=5$ の「台形度」の102で、最小は $j=9$ の「ウエストライン」の9で11倍もの開きがある。形態要素によって重視の程度の違いが大変大きいことが分かる。

7. おわりに

本論は熟達したデザイナーの総合的直観力を生かしたデザイン発想支援システムを提案した。デザインの合理化のためのシステムという点、人間の直観からは最も簡単に断片的なデータをとるにとどめ、できるだけ客観的な定義のもとに理論を展開し、あいまいさを避けようとする傾向が一般に見られる⁸⁾。それはそれで理論としての発展性は高いのだが、高度で微妙な人間の思考・判断の実態から離れてしまうおそれが常にある。人間の、とくにそれぞれの道で達人といわれる人の、高度にしてユニークな思考・判断を大事にしてシステムに組み入れていく研究が多方面で進められていくことが望まれる。

註

- 1) 田慕玲, 森典彦, 目標イメージに適する自動車の形態を探索するデザイン支援システム, デザイン学研究108, p. 1-10, 1995
- 2) 渡辺誠, ファジィ推論による腕時計文字板デザイン支援システム, デザイン学研究104, p. 9-18, 1994
- 3) 野口尚孝, 谷村陽一, 塩野大輔, ニーズ開拓型デザイン発想支援の方法, デザイン学研究96, p. 31-38, 1993
- 4) 奥野忠一, 久米均, 芳賀敏郎, 吉沢正, 多変量解析法, 第2章, 日科技連出版社, 1981
- 5) 森典彦, デザインの工学—ソフトシステムの設計計画, 朝倉書店, 1991, 第6章
- 6) *ibid.*, 第7章
- 7) *ibid.*, 第3章
- 8) 森典彦編, 左脳デザイン—デザインの科学的方法を探る, 海文堂出版, 1993