

本論

第一部 外在的情報による概念設計の支援

第1章 外在的情報を利用した概念形成 - ソフトバイクシート の設計方法

1-1 緒言

設計の方針を決定するためには、設計概念を形成する必要がある。創造活動のプロセスでは、想像力による内省的な方法や、スケッチモデリングなどを組み合わせた自己確認的な方法によってこれを行う場合もあるが、特に工業デザインの場合は、対象を調査することによってこれを行う方法も無視できない。一般に、デザイナーは、調査結果を論理的に取り扱うよりもむしろ感性的に取り扱い、創造力と渾然とした状態で概念形成に結びつけることが多いと思われる。しかしながら、本論文ではこうしたデザインのプロセスにおいても、設計方法に論理性または分析的な思考に基づいた方法を導入することによって、論理的な概念形成の支援方法が意味を成すということを前提としている。さらには、手法としての論理性によって、感性情報をも同じ枠組みの中で扱おうとするため、概念形成のための論理的な分析方法の適用可能性について充分吟味する必要があるのである。

まず本章では、第1段階として調査結果を客観的に評価することによる概念形成の可能性について検討する必要があると考えた。特に複合的な感覚判断によって形成される使いやすさ、乗り心地といった評価基準は評価者のもつ評価基準が多様かつ複雑であるため、論理性または分析的な思考に基づいた、概念形成の基準を見いだすことが難しい。そこで、本章では排気量50cc以下の原動機付き自転車を対象として、乗り心地のよいシートを設計する場合に、ユーザーの有する感覚的内容を定量化し、それを最大限に設計に反映させるための手法に関して検討を試みた。さらに、ユーザーによる乗り心地評価から乗り心地の良いシートの形状を得るための方法について検討を行った。

ここで対象とした、いわゆるソフトバイクは、簡易交通手段としてその利便性、経済性等により多く利用されている。しかしながら、乗り物として最も基本的で重要な、乗り心地感覚の主役を演ずるシートの設計は、従来からの経験や勘にたよってなされているのが大部分で、それを使用するユーザーの潜在的な感覚的要求内容を十分に把握して設計にフィードバックしている例はあまり見あたらなかった。これは、その感覚的要求内容が複雑に錯綜しているために、定量化がきわめて困難で、この問題に対してどのように対処していけばよいのかという具体的な方法論が存在しないことに最大の原因がある。そこで、感覚的要求内容と物理的な特性の対応関係を多変量関係とみなし解析を行うことによって論理的な分析方法による解釈を試みた。

1-2 調査方法

乗り心地とは、エンジンの出力特性、サスペンションの減衰特性、フレームの剛性、シートのカッション性（弾力特性、減衰特性等の総合特性）、ハンドル/シート/ステップの位置関係、車輪等の車体に関する要因、さらにはバイクが使用される体系における評価、すなわち道路状況、

走行距離や時間、使用目的等々の種々の要因の総合評価として構成されている。従ってその評価構造を解明するためにはこれらの要因を多次的に考慮する必要がある。

第一段階として、ソフトバイク使用者に対してアンケート調査を実施した。調査項目は、

- 1) バイクの使用状況（目的、一回の走行距離、時間、速度、道路状況、交通状況等）、性能、デザイン、経験度
- 2) シートの形状や性質、車体の大きさ等

に関する 10 項目の質問で構成され、前者は選択肢、後者は 5 段階評価による方式を採用した。

表 1-1. 乗り心地とシートにかかわる車体寸法およびシート形状に関する計測項目

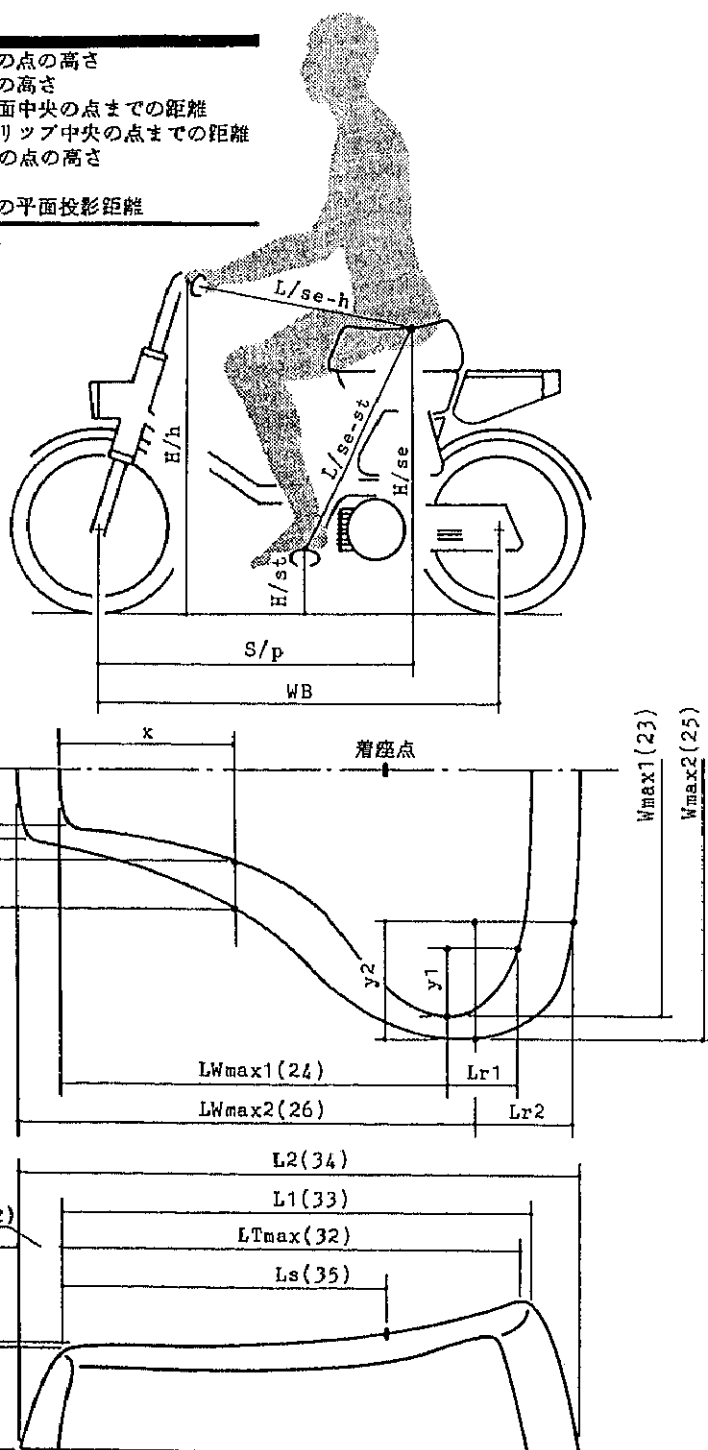
車体寸法に対する計測項目 | 記号

シート	高	H/se	シート前端から 20cm の点の高さ
ステップ	高	H/st	ステップ上面中央の点の高さ
シート/ステップ間距離		L/se-st	着座点からステップ上面中央の点までの距離
シート/ハンドル間距離		L/se-h	着座点からハンドルグリップ中央の点までの距離
ハンドル	高	H/h	ハンドルグリップ中央の点の高さ
ホイール	ベース	WB	前、後車軸間距離
着座	位置	S/p	着座点から前車軸までの平面投影距離

着座点/座骨結節のあたる点

シート形状に対する計測項目 | 記号

(01) 上面	幅	Wx1	$x=1/10, L1$ の時の値
(02) 下面	幅	Wx2	
(03) 厚	さ	Tx	
(04) 左右	R	Rx	
(05) 上面	幅	Wx1	$x=4/10, L1$ の時の値
(06) 下面	幅	Wx2	
(07) 厚	さ	Tx	
(08) 左右	R	Rx	
(09) 上面	幅	Wx1	$x=7/10, L1$ の時の値
(10) 下面	幅	Wx2	
(11) 厚	さ	Tx	
(12) 左右	R	Rx	
(13) 上面	幅	Wx1	$x=9/10, L1$ の時の値
(14) 下面	幅	Wx2	
(15) 厚	さ	Tx	
(16) 左右	R	Rx	
(17) 上面	幅	Wx1	$x=1/20, L1$ の時の値
(18) 下面	幅	Wx2	
(19) 前端	厚	Tf	
(20) 前端	上面幅	Wf1	
(21) 前端	下面幅	Wf2	
(22) 前端	傾斜	Lf	
(23) 上面	最大幅	Wmax1	
(24) 上面	最大幅点	LWmax1	
(25) 下面	最大幅	Wmax2	
(26) 下面	最大幅点	LWmax2	
(27) 後端	上面長	Lr1	$y1=1/10, Wmax1$ $y1=3/10, Wmax1$
(28) 後端	上面長	Lr1	
(29) 後端	下面長	Lr2	$y2=1/10, Wmax2$ $y2=3/10, Wmax2$
(30) 後端	下面長	Lr2	
(31) 最大	厚	Tmax	の時の値
(32) 最大	厚点	LTmax	
(33) 上面	全長	L1	
(34) 下面	全長	L2	
(35) 着座	点	Ls	

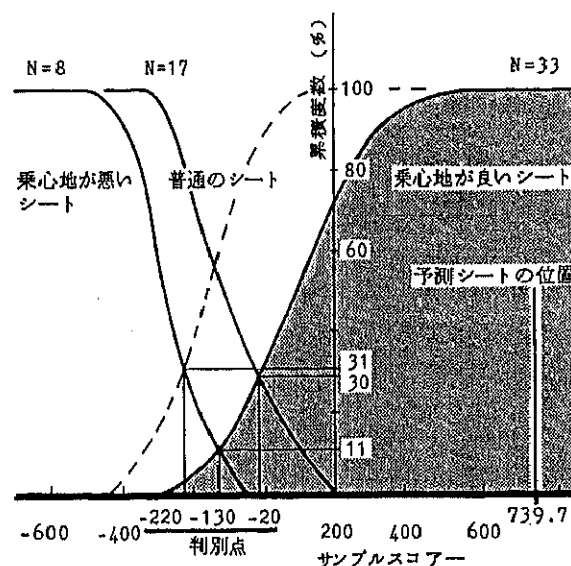


アイテム	カテゴリ	カテゴリスコア	偏相関係数
a) シートの厚さ	厚い 普通 薄い	25.9 -13.9 34.5	0.124 (第12位)
b) シートの幅	広い 普通 狭い	48.6 -8.1 -81.0	0.255 (第9位)
c) シートの長さ	長い 普通 短い	-107.3 24.1 49.5	0.341 (第6位)
d) シートに座った点 (着座点) での厚さ	厚い 普通 薄い	71.9 -39.5 51.1	0.298 (第7位)
e) 手で軽く押した感じ (表面硬さ)	硬い 普通 柔らか	-20.9 -11.9 32.5	0.152 (第11位)
f) 着座時の安定感 (点荷重分布)	安定 普通 不安定	149.7 -137.4 -188.2	0.722 (第1位)
g) 着座時のパネ感 (荷重特性)	強い 普通 弱い	-66.2 26.6 22.6	0.268 (第8位)
h) 体の沈み具合 (加圧曲線)	硬い 普通 柔らか	107.7 -44.1 -22.7	0.413 (第3位)
i) 側座り感 (揺動感)	大きい 普通 小さい	-52.3 -26.8 29.8	0.232 (第10位)
j) シートの減衰性 (減衰性)	強い 普通 弱い	28.4 36.7 -107.0	0.387 (第5位)
k) 座つきの感じ (最終荷重特性)	強い 普通 弱い	-94.4 22.0 63.9	0.397 (第4位)
l) 脚ではさんだときの 安定感	安定 普通 不安定	89.0 -24.7 -163.2	0.539 (第2位)

相関比/0.746

1-3 乗り心地の判別構造

そこで乗り心地の良否に対する評価がどのような評価要因によってなされているのか、数量化理論Ⅱ類を用いて判別分析を行った。分析に使用した評価項目（アイテム）はシートの形状に関連した4項目と、性質に関連した9項目の合計13項目である。なお、分類基準は乗り心地に関するアイテムを使用した、すなわち、「乗り心地が良い」「普通」「乗り心地が悪い」と評定した各々のグループ内に属する回答者のシートの得点（サンプルスコア）はなるべく近い値になり、異なるグループ間に属す



- 41 -

るシートの得点は離れるように各回答（カテゴリー）に数値（カテゴリースコア）を与えるように解析する、このことは、数学的に言えば相関比が最大となるような操作を行うことを意味している、これにより、各アイテムを数量化することができ、乗り心地の良否に対する寄与度を客観的に相対比較することが可能となる、なお、解析には、各評価に対する評定を明確にする目的で、5段階評価における「非常に」と「やや」に対する評定を同一水準とみなし、3段階に変換して計算を行った、

表 1-2 は、その解析結果を示したもので、乗り心地の良否に対する分類が良好に行われていることを示している（相関比：0.746）、なお、本分析の場合分類基準が3個あるため分析の解が2組求まるが、第2解の相関比は0.426と低く、判別の精度が高くないことを示している（図 1-1）、そこで、以下の解釈では第1解による判別結果を基にする、また図 1-1 に各評定グループの累積度数とサンプルスコアとの関係を示す、サンプルスコアの値は、-600～-550の間に分布しており、[「乗り心地がよい」と評価したグループ] 対 [「乗り心地が悪い」と評価したグループ] の判別点は -130 で判別率は 89% となる、また、[「乗り心地がよい」と評価したグループ] 対 [「乗り心地は普通」と評価したグループ] の判別点と判別率は -20, 70%, [「乗り心地が悪い」と評価したグループ] 対 [「乗り心地は普通」と評価したグループ] では -220 / 69% であり、本分析結果の信頼性が評価できることが判明した、

表 1-2 において、偏相関係数とは、乗り心地の良否の評価に対するアイテムごとの影響の度合いを示すものであり、着座時やシートを脚ではさんだ時の安定感が最も大きな要因となっていることが理解できる、また、身体の沈み具合、底つき感、振動に対する減衰性などもこれらに次いで影響を及ぼしている、これに対して、シートの厚さやその表面の固さなどはそれほど大きな要因とはなり得ていないことも理解できる、

またカテゴリースコアとは前述した各アイテムの中でどのカテゴリーが乗り心地の良否に影響を及ぼしているか、その寄与度を数量化したものである、プラスの値を有するカテゴリーは乗り心地の良い方の評価に、マイナスの値を有するカテゴリーは悪い表の評価に寄与する、カテゴリースコアの絶対値の大きいものに着目してみると、乗り心地の良いシートとは、着座時に身体が安定しており、身体の沈み具合が硬くて、脚ではさんだ時に安定していることが条件だと解釈できる、これに対して乗り心地の悪いシートとは、着座しても身体が不安定で、脚でシートをはさんでも安定感がなく、振動を受けた時の減衰の度合いが遅い、などの特性を有していることが理解できる、

以上の結果をまとめ、各アイテムの中で最大値をとるカテゴリーから乗り心地が良いと評価されるシートに要求される形状、性質を導き出すと、以下のように表現されることが判明した、

シート全体の厚さは薄い

シートの幅は広い

シートの長さは短い

着座点におけるシートの厚さは厚い

シートの表面を軽く手で押した感じは柔らかい

着座時に安定している

振動に対するバネ感は普通

身体の沈み具合は硬い

振動に対して身体が横揺れする感覚が小さい

衝撃に対する減衰性は強くもなく弱くもなく

底つき感が弱い

脚でシートをはさんだ時に身体が安定する

1-4 乗り心地の良いシート寸法の予測

1-4-1 シート寸法に寄与する評価項目

乗り心地に対する評価がシートの形状によって何らかの影響を受けることは前述したとおりである。そこで、表 1-1 に示した各計測部位がどのアイテムと関連しているのかを数量化理論Ⅰ類（註）を用いて検討した。

表 1-3 は一例として計測部位（01）〔シートの前端から全長の 1/10 の点における上面幅〕に対する計算結果を示したものである。ここでノーマライズドスコアとは、各アイテム内のカテゴリスコアをその平均が 0 になるように正規化したものである。偏相関係数を検討してみると、この計測部位の寸法には幅や長さ、着座点における厚さの度合い灯の形状が関連しており、着座時のバネ感や全体的に見た乗り心地などのアイテムに影響を及ぼしていることが理解でき

表 1-3. 各計測部位とアイテムと関連に関する検討例：計測部位（01）〔シートの前端から全長の 1/10 の点における上面幅〕について（数量化理論Ⅰ類による）

アイテム	カテゴリ	カテゴリスコア	偏相関係数
a) シートの厚さ	厚い 普通 薄い	1.12 -0.02 -1.10	0.091（第11位）
b) シートの幅	広い 普通 狭い	6.01 -1.29 -4.72	0.608（第1位）
c) シートの長さ	長い 普通 短い	-3.21 -0.74 -2.47	0.341（第5位）
d) シートに座った点 （着座点）での厚さ	厚い 普通 薄い	-3.55 -0.72 4.27	0.482（第2位）
e) 手で軽く押した感じ （表面硬度）	硬い 普通 柔らか	0.06 0.73 -0.81	0.145（第10位）
f) 着座時の安定感 （点荷重分布）	安定 普通 不安定	1.14 0.54 -1.68	0.219（第7位）
g) 着座時のバネ感 （荷重特性）	強い 普通 弱い	-2.72 1.35 1.37	0.410（第3位）
h) 体の沈み具合 （加圧曲線）	硬い 普通 柔らか	-1.96 0.62 1.34	0.269（第6位）
i) 横揺れ感 （揺動感）	大きい 普通 小さい	-1.50 1.13 0.37	0.150（第8位）
j) シートの減衰性 （減衰性）	強い 普通 弱い	0.12 0.00 -0.12	0.020（第13位）
k) 底つきの感じ （最終荷重特性）	強い 普通 弱い	0.00 -1.16 1.16	0.148（第9位）
l) 脚ではさんだときの 安定感	安定 普通 不安定	-0.41 -0.07 -0.48	0.088（第12位）
m) 総合的にみた乗り心地 （総合評価）	良い 普通 悪い	1.83 1.67 -0.35	0.378（第4位）

実測値と予測値の相関係数=0.815、平均値=67.58

る、

表1-4は35項目の計測部位に対して同様の検討を行い、偏相関係数の値をもとにして各計測部位に対するアイテムの寄与度を表示したものである。形状に関するアイテムのうち、シートの幅の度合いはほとんど全ての計測部位と関連しているが、その中でも特に、

- シート前端部における幅（計測部位番号：01, 20, 21）
- 上面全長（同：33）
- 前端から最大幅及び最大厚みまでの長さ（同：24, 26, 32）
- 後端部における厚さ（同：15）
- 最大厚さ（同：31）

と関連が深いことが理解できる。またシートの長さや着座点での厚さの度合いも比較的多くの計測部位と関連している、

一方、性質に関するアイテムの寄与度では、

着座時の安定感が降誕部における上面幅（09, 23）や中央部での厚さ（07）、前端部における下面幅（02, 18）

横揺れ感が最大幅（23, 25）や後端部での幅（09, 10）

脚で挟んだ時の安定感が、前端部の下面幅（18）

着座時のバネ感が着座点の位置（35）や前端部での上面幅（01）

と特に関連が深いことがわかった、

また全体的にみた乗り心地には

シート上面の曲率（04, 08, 12, 16）や全長（33, 34）前端及び後端部での厚さ（15, 19）前端部における上面幅（17, 20）、最大厚さ（31）および前端から最大厚さまでの長さ（32）などが影響を及ぼしていることが理解できる、

以上、シート各部位はその形状や性質などの多くのアイテムと密接に関連しており、その関

表1-4. 乗り心地とシート形状のの関係について（シート形状の計測点35項目と乗り心地評価構造の関係）

偏相関係数：x		乗り心地評価項目										総相関係数
x ≥ 0.6		着座時の安定感	着座時のバネ感	着座時の横揺れ感	着座時の縦揺れ感	着座時の足当り感	着座時の腰当り感	着座時の背中当り感	着座時の頭当り感	着座時の足元当り感	着座時の全体的な乗り心地	
0.5 ≤ x < 0.6												
0.4 ≤ x < 0.5												
0.3 ≤ x < 0.4												
(01) 上面	幅											0.815
(02) 下面	幅											0.735
(03) 厚												0.644
(04) 左右	R											0.759
(05) 上面	幅											0.725
(06) 下面	幅											0.695
(07) 厚	さ											0.656
(08) 左右	R											0.755
(09) 上面	幅											0.702
(10) 下面	幅											0.679
(11) 厚	さ											0.773
(12) 左右	R											0.782
(13) 上面	幅											0.657
(14) 下面	幅											0.680
(15) 厚	さ											0.804
(16) 左右	R											0.810
(17) 上面	幅											0.698
(18) 下面	幅											0.779
(19) 前端	厚											0.734
(20) 前端	上面幅											0.803
(21) 前端	下面幅											0.810
(22) 前端	傾斜											0.745
(23) 上面	最大幅											0.708
(24) 上面	最大幅点											0.768
(25) 下面	最大幅											0.683
(26) 下面	最大幅点											0.779
(27) 後端	上面長											0.769
(28) 後端	上面長											0.709
(29) 後端	下面長											0.710
(30) 後端	下面長											0.643
(31) 最大	厚											0.803
(32) 最大	厚点											0.805
(33) 上面	全長											0.794
(34) 下面	全長											0.785
(35) 着座	点											0.776

連の度合いも部位によって微妙に異なる。したがって、本結果から、単なるスタイリング的観点のみでシート形状を設計したとしても、乗り心地の良好なシートを制作することはできないことが読みとることができる。なお、シートの厚さの度合いや、シート表面の柔らかさ、減衰性等の各アイテムは計測部位とあまり関連性を有しておらず、特に減衰性に関しては他の要因（例えば、サスペンションなどの減衰特性）がより強く関連しているものと考えられる。

1-4-2 乗り心地の良いシート寸法の予測

乗り心地がよいと予測されるシート寸法はつぎのようにして求めることができる、すなわち、表 1-4 に示した結果をもとにして、前項で述べた乗り心地の良いシートに要求される条件に対応する各カテゴリーのノーマライズドスコアの値を合計し、これに、実測値の平均値を加えることによって得られる。

例えば、計測部位（01）の予測寸法 L01 は、

$$L01 = (-1.10) + 6.01 + (-2.47) + (-3.55) + (-0.81) + 1.14 + 1.35 + (-1.96) + 0.37 + 0.00 + 1.16 + (-0.41) + 1.83 + 67.58 = 69.14 \text{ (mm)}$$

となる。

なお、この計測部位における予測の相関係数は 0.815 と大きく、良好な予測が行われていることを示している。

このようにして、35 項目に対する各予測寸法を計算し、乗り心地が良いと評価されるシートの寸法を検討したものが図 1-2 になる。右に示したシートは同様な考え方を用いて、乗り心地が悪いと評価されるシートがどのような形になるかを予測したものである。これによると、乗り心地がよいと予

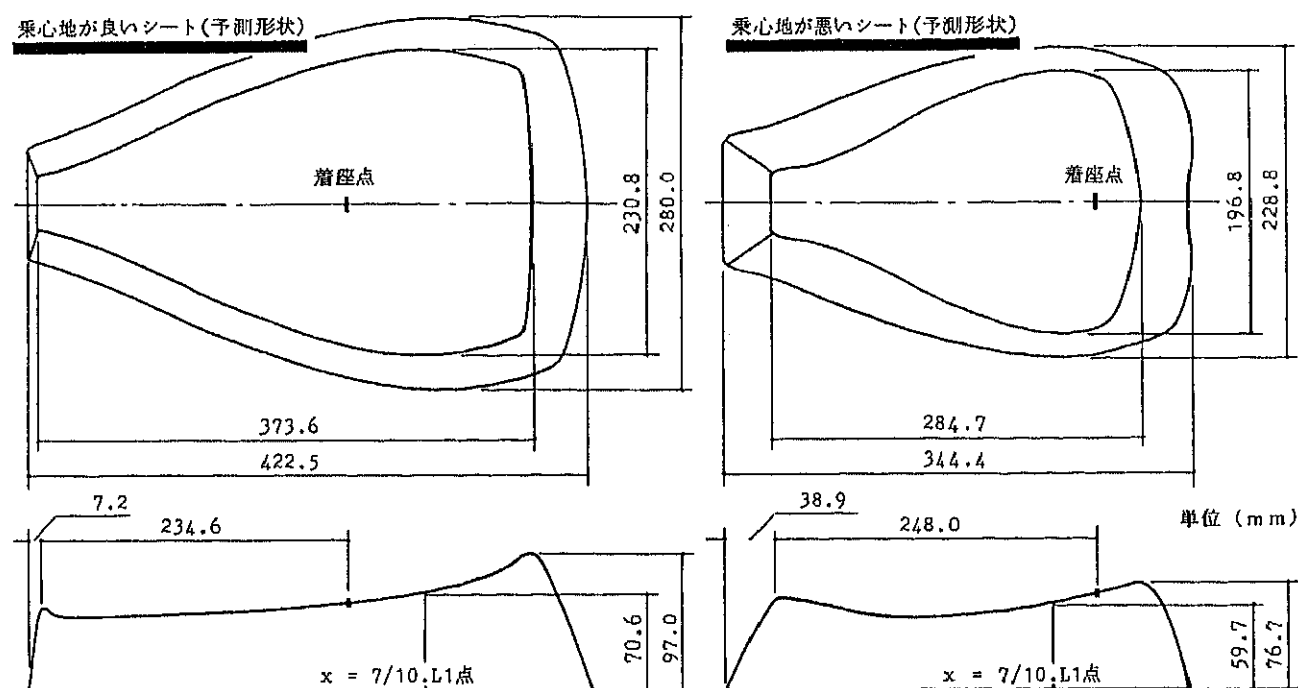


図 1-2. 乗り心地の良いシートと悪いシートの予測形状

測されるシートは、着座点の位置がシートのほぼ中央に位置し、最小厚部が前端部にあるのに対し、悪いと予測されるシートはその前端傾斜が大きく、着座点の位置は後端部に近いところにあり、またシートの厚さは比較的薄く、中央部で大きく凹んでいることが理解できる。

乗り心地がよいと予測されるシートは、実際に市販されているバイクシートとしては中間的な大きさであるが、着座位置近辺を中心としてシート各部のバランスに大きな特徴がある。

1-4-3 設計シートに対する乗り心地評価

まず、この予測シートの乗り心地に対してどのような評価がなされるか予測するためには、クッション性の判別構造の項で述べた乗り心地の良いシートに要求される条件に対応するカテゴリースコアを表 1-1 より抽出して、その合計を算出すれば求めることができる。すなわち、設計シートの乗り心地評価を S とすると、

$$S = 34.5 + 48.5 + 49.5 + 71.9 + 32.5 + 149.7 + 26.0 + 107.7 + 29.8 + 36.7 + 63.9 + 89.0 = 739.7$$

となり、この値を図 1-1 の横軸にプロットしてみれば明らかに「乗り心地がよい」と評価されるシートであることが確認される。しかしながら、これはあくまでも予測であって、本報は、シート形状の設計ということに論点をしぼって記述した関係上、設計したシートがどのような弾力特性を有しているかの検討も行われていない。成形したシートが同様の評価が得られるかどうかを確認するためには、実際にこのシートをバイクに装着し走行試験を行う必要がある。そこで、この予測形状により生成されるシートを、アルミニウム金型を作成してポリウレタン樹脂を使用してコールドキュア法による発泡成形によって、試験シートを作成した（図 1-3）。

1-5 結言

近年、デザインの分野において CAD や CG というように、コンピュータにより、ものを設計してゆく手法が普及した。しかし、CAD システムが、ようやくドラフターに変わる道具として、また、図面で定義出来ない形を工作するシステムとして、実用化されてきた現在において

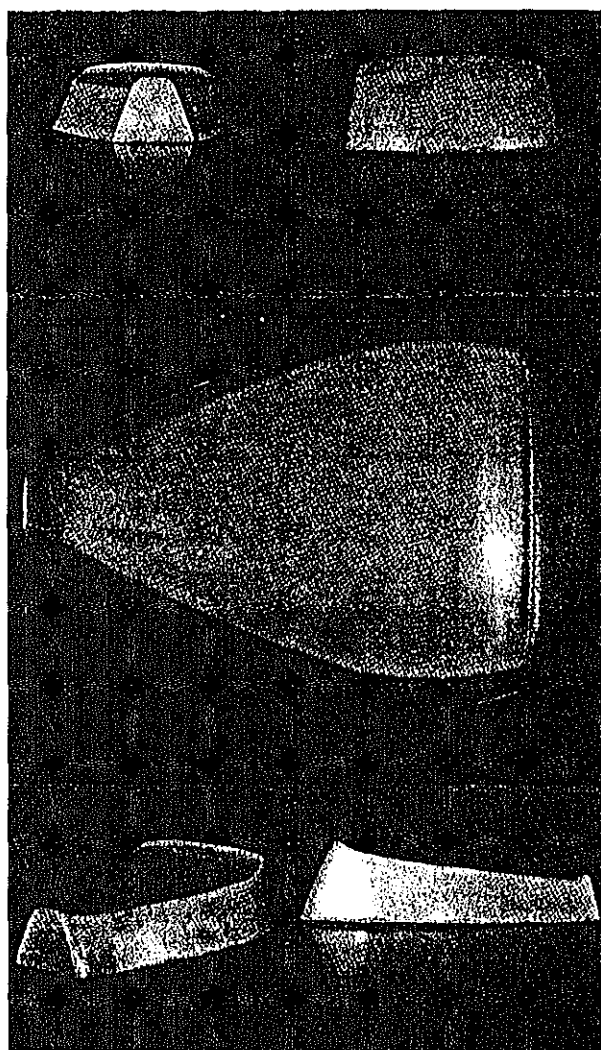


図 1-3. 試作した乗り心地の良いシート

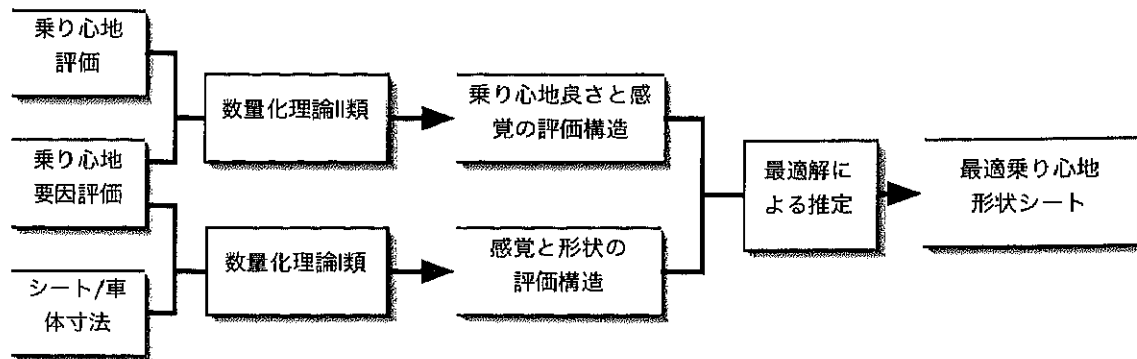


図 1-4. 乗り心地の評価をもとにした乗り心地の良いシートの設計方法

もまだ、形と意識の関係を分析的に捉える方法がデザインのプロセスの中に取り入れられていない。

人間の感覚量をはじめとする質的な内容を数量化するという過程は、対象自体が極めて複雑で多次元的な構造を有している関係上、その普遍的な部分の構造を効率的に浮き彫りにする方法論が必要となる。緒言でも述べたように、デザイナーの主観的な判断のみで形状を決定するのではなく、ユーザーの要求している質的な内容を普遍化する操作を通して入手可能な情報を総合し、客観的な判断を下す必要があると考える。

ここで検討した形状の設計方法を図 1-4 に示す。本章では、このようにして多次元データ分析という統計的手法を用いて、人の感じ方と形状の関係を要素還元再構築を行うことによって特定の形を創造する可能性を示した。その中で、多変量の対応関係を解釈する統計解析が有効に利用出来ることを示した。

註及び参考文献

- 1) 青木，山中，鈴木；乗り心地の良いソフトバイクシート形状に対する設計方法の検討 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (3); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会；1986
- 2) 青木，山中，鈴木；ソフトバイクシートの乗り心地と物性値との関係 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (4); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会；1986
- 3) 官能検査ハンドブック 日科技連 1978
- 4) 林喜男；寝台車用寝台の設計；第 1 回官能検査シンポジウム発表報文集；pp.63-85; 1971
- 5) 大内一夫，林喜男；シートのクッション性能に関する研究；人間工学 Vol.5; pp.251-256; 1969
- 6) 山中，青木，上原，鈴木；原動機付き自転車シートの変数解析；デザイン学研究 No.32; pp.166-167; 1980
- 7) 山中，青木，上原，鈴木；原動機付き自転車シートの乗り心地と物性値との関係；第 11 回官能検査シンポジウム発表報文集；pp131-136; 1981
- 8) 青木，山中，上原，鈴木；50cc バイクシートの変数解析に対する多変量解析の応用；第 5 回多変量解析シンポジウム発表要旨集；pp.13-18; 1981

9) 小原二郎編；建築，室内，人間工学；鹿島出版会；p156；1972

10) シートの寸法を予測する場合、アンケート回答者の所有しているシート k （総数； m 個）の寸法（ f_k ）を実測し、この値をもとにして、最適な寸法（ y_k ）を予測する必要がある。そのためには、予測値（ y_k ）を実測値（ f_k ）に可能な限り近似すればよく、最小二乗法を用いて、

$$\sum_{k=1}^m (f_k - y_k)^2 \dots (1)$$

が最小になるように計算を行えばよい。ところがここで、予測値（ y_i ）を何等かの手段を用いて数量化しておかないと計算ができない。

そこで、シート k に対する評価がアイテム i のカテゴリー j に反応していれば、「0」となるような関数（ k ）を考えて、予測値を

$$y_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} \cdot x_{ij} + C \dots (2)$$

と表わすことにする。ここで、 x_{ij} はアイテム i のカテゴリー j に与える数量（カテゴリースコア）、 n はアイテムの個数、 n_i はアイテム i におけるカテゴリー数、 C は実測値の平均値である。

このようにすると、(2) 式の解は (1) 式における f_k と y_k の相関を最大にするようなカテゴリースコア x_{ij} を求めることに帰着される。

なおこの予測に対する信頼性の評価は、重相関係数の値を用いて検討することができる。

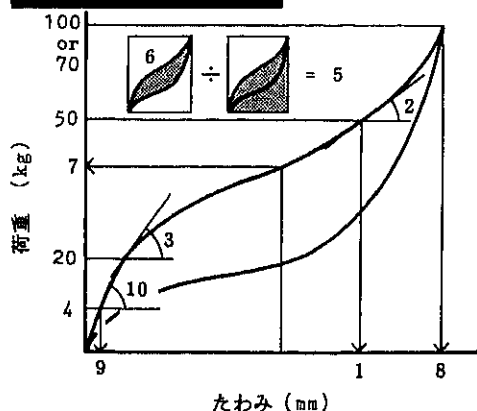
第2章 概念形成に基づいた設計の検証と評価方法 ソフトバイクシートの物理特性値と感覚特性値の 関係評価

2-1 緒言

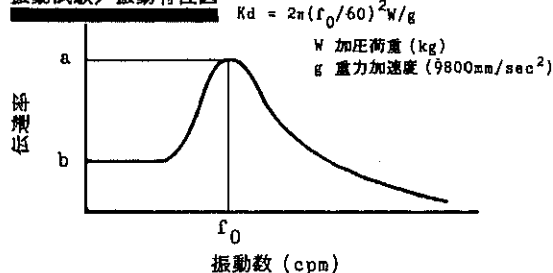
前章において、市販のソフトバイク利用者に対してアンケート調査および該当バイクのシート形状等の測定を行い、両者のデータを用いて良好な乗心地が期待できるシート形状の検討を行った。このことは、観測可能な調査から得られた多次元データをもとに「乗り心地の良いシート」の概念設計が可能であることを示すものである。しかしながら、ここで設計されたシートが本当に乗り心地の点で優れているかどうかは、実際にユーザー評価を行ってみなくては確認できない。

そこで、本章においてはこの客観的情報によって概念的に設計されたシートが有する物理特性および感覚特性の検討を行い、両者の対応関係を解析することで「乗り心地の概念設計」の実証を行った。

荷重試験／荷重－たわみ曲線



振動試験／振動特性図



減衰試験／減衰波形

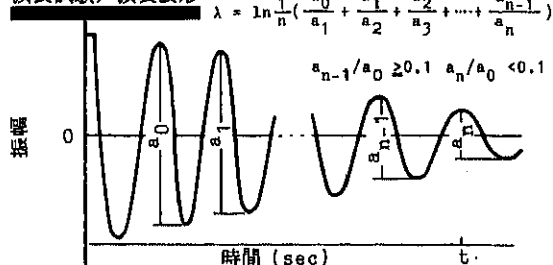


図 2-1. 物性値, 感覚特性値に対応する測定項目

物性値測定項目

計測番号	測定項目	単位	内容
1	たわみ量	mm	50kg 荷重時 (加圧) のたわみ
2	静バネ定数 (50kg)	kg/mm	変形度合: $\tan\theta_1$
3	静バネ定数 (20kg)	kg/mm	変形度合: $\tan\theta_2$
4	静バネ定数比	—	変形度合の比: $\tan\theta_2/\tan\theta_1$
5	ヒステリシスロス率	%	エネルギー吸収率
6	ヒステリシスロス量	kg, mm	吸収エネルギー
7	硬さ	kg	全高の 25 % 変形時 (加圧) の荷重
8	圧縮率	%	最大荷重時のたわみ/全高
9	沈み量	mm	4kg 荷重時 (加圧) のたわみ
10	静バネ定数 (4kg)	kg/mm	表面の変形度合: $\tan\theta_3$

測定条件 最大荷重 70kg 圧縮速度 250mm/min. 計測番号: 1-10
 最大荷重 70kg 圧縮速度 125mm/min. 計測番号: 11-20
 最大荷重 100kg 圧縮速度 250mm/min. 計測番号: 21-30
 最大荷重 100kg 圧縮速度 125mm/min. 計測番号: 31-40

共振特性

41	共振振動数	cpm	共振振動数 (共振点): f_0
42	共振倍率	—	共振振動数における共振の大きさ: a/b
43	動バネ定数	kg/mm	K_d

測定条件 加圧荷重 19.56kg
 加振振幅 5mm

減衰特性

44	対数減衰率	—	減衰のしやすさ: λ
45	減衰時間	sec	減衰の早さ: t

測定条件 加圧板落下高 20mm

感覚特性測定項目

計測番号/測定項目		具体的な感覚	評定	
46	表面 硬度	手で軽く押した感じ	柔らかい	硬い
47	点荷重 分布	安定感	不安定	安定
48	荷重 特性	バネ感	弱い	強い
49	加圧 曲線	沈み具合	硬い	柔らかい
50	揺動 感	横ゆれ感	小さい	大きい
51	減衰 特性	減衰感	遅い	速い
52	最終荷重特性	底つき感	弱い	強い
53	脚 圧 感	脚ではさんだ時の安定感	不安定	安定
54	総合 評価	総合的にみた乗心地	悪い	良い

前章では、乗り心地の評価が「良い - わからない - 悪い」程度の離散的なとらえ方しかできないという条件の中で、非線形の変数解析手法を用いて設計が可能であることを示したが、本章では、実際に制作したシートの物理的な特性値（物理量）と乗り心地に対して十分注意を払うことができる被験者による 5 段階評価という、計量的であると見なすことのできるデータをもとにその関係を捉えようとする試みである。そこで、この関係を、主成分分析、重回帰分析、正準相関分析の各計量的変数解析の方法を用いて解析することによって、乗り心地と、シートクッションの物理的要因の関係、乗り心地の要因の評価と総合的评价の関係を構造的に把握することが可能であることを示す事を目的とする。

2-2 実験

サンプル	1	2	3	4	5
かさ比重	0.057	0.062	0.069	0.080	0.094

2-2-1 予測形状シートの製作

表 2-1. 制作したシートのかさ比重

検討に使用したシートは、予測形状を有するアルミニウム型を準備し、ポリウレタン樹脂（ポリウレタン化成；NEI300C）を原料としたコールドキュアー法による発泡成形を行って製作した。この際、樹脂の発泡倍率を変化させ硬さの異なる 5 種類のシートを用意した。5 種類のシートのかさ比重は、表 2-1 のようになった。

2-2.2 物性値の測定

成型したシートの有する物性値は、日本自動車部品工業会で規格化された自動車用シートのクッション性試験方法、自動車用シート材のクッション性試験方法に準拠し、荷重、振動、減衰試験によりそれぞれ荷重-たわみ曲線、振動特性、減衰波形を計測し、図 2-1 に示す 3 特性 45 項目に対して測定を行った。なお測定条件は、官能検査との対応を計る目的で、荷重試験に対しては以下の 4 条件（最大荷重・圧縮速度）

70kg ・ 125mm/min, 70kg ・ 250mm/min.

100kg ・ 125mm/min, 100kg ・ 250mm/min.

とした。これらの測定条件は予備実験の結果を検討してそれぞれ、

低負荷低速変位、低負荷高速変位

高負荷低速変位、高負荷高速変位

を再現するために設定したものである。また、各試験に使用する加圧板は、JIS で規定された三次元座位人体模型；3DM-JM50 のシートパンを FRP を用いて成形し、座面形状に対して適切に加圧を行うために、ユニバーサルジョイントにより試験機に設置して使用した。

2-2-3 感覚特性値の測定

感覚特性は図 2-1 に示す 9 項目（計測番号；46 ～ 50）を設定し、官能検査を実施してその

評定値を算出した。

これらの項目は、第1章においてシート
の特性を調査するために用いたものと同一で
あり、バスや電車等のシートのクッション性
を定量化するためによく用いられる8項目か
ら、ソフトバイクには存在しない側圧感を除
外し、シートを脚ではさんだ時の安定感（脚
圧感）および総合的な乗心地特性（総合評価）
の2項目を追加したものである。

官能検査は、成形シートを実験車に設置し、
以下の2通りの状態に対して実施した。

○走行状態；一般公道を想定し、アスファ

ルト路面に高さ4.5cm・長さ30cm、

および高さ5cm・長さ250cmの段差

を2箇所設置した1周約500mのコー

スを走行する状態（所要時間；1.5～

2分間）

○静止状態；実験車のメインスタンドを

たて、シートに座った状態

検査方法はシェッフェの一対比較法（浦の
変法）を用い、5段階評価による評定を実施
した。なお被験者は、検査結果の信頼性を得
るためにソフトバイク常用者を対象とし、予
備官能検査より選出された年齢19-22歳の7
名（内女子3名）とした。

検査結果を分散分析により検討した結果、
その主効果は全項目にわたって5%水準で有
意であり、成形した5種類のシートに対する
評定値間に明確な差異が存在し、以後の分析
に使用できることを確認した。

2-3 結果および考察

2-3-1 物理特性、感覚特性の評価構造の把握

物理特性および感覚特性（総合評価の項目

表 2-1. 物理特性・感覚特性の主成分と因子負荷量

物理特性

測定項目	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分	第6主成分
1	0.923	0.148	-0.348	-0.028	0.026	0.017
2	-0.013	0.924	0.298	-0.175	0.047	0.014
3	-0.960	-0.169	0.181	0.030	-0.032	-0.009
4	0.583	0.783	-0.010	-0.088	0.103	-0.013
5	0.890	0.120	-0.229	-0.022	0.282	0.045
6	0.877	-0.189	-0.351	0.057	0.158	0.028
7	-0.932	-0.153	0.308	0.086	-0.022	-0.033
8	0.947	0.055	-0.307	-0.028	0.041	0.024
9	0.433	-0.205	-0.851	-0.140	0.006	0.014
10	-0.810	-0.069	0.504	0.157	-0.072	-0.055
11	0.961	0.168	-0.204	0.024	-0.032	0.008
12	-0.008	0.969	0.155	-0.134	0.059	0.045
13	-0.960	-0.192	0.169	0.055	-0.032	-0.033
14	0.563	0.812	-0.030	-0.083	0.071	0.024
15	0.823	0.134	0.171	-0.091	0.399	-0.004
16	0.901	-0.214	-0.072	0.003	0.238	-0.036
17	-0.958	-0.181	0.206	0.039	0.019	-0.035
18	0.983	0.089	-0.145	0.016	-0.008	0.014
19	0.797	-0.133	-0.173	0.317	-0.402	-0.015
20	-0.874	-0.234	0.363	0.073	-0.011	-0.039
21	0.929	0.336	-0.117	0.065	0.014	0.017
22	0.093	0.954	0.205	-0.159	-0.031	-0.012
23	-0.951	-0.236	0.114	0.073	-0.023	-0.043
24	0.572	0.808	0.013	-0.062	0.058	0.016
25	0.813	0.229	0.141	-0.002	0.445	0.049
26	0.575	-0.479	-0.080	0.161	0.490	0.065
27	-0.935	-0.331	0.103	0.007	-0.015	-0.030
28	0.945	0.261	-0.003	0.099	0.083	0.037
29	0.437	0.622	-0.116	0.484	0.056	-0.032
30	-0.777	-0.552	0.061	-0.022	0.057	0.007
31	0.939	0.294	-0.163	0.005	-0.024	0.016
32	0.201	0.939	0.131	-0.104	-0.086	0.035
33	-0.968	-0.202	0.085	0.051	-0.016	-0.045
34	0.616	0.776	0.009	-0.071	0.000	0.038
35	0.803	0.167	0.143	-0.166	0.464	0.020
36	0.174	-0.650	0.005	-0.037	0.614	-0.018
37	-0.934	-0.315	0.134	0.023	0.054	-0.029
38	0.113	-0.003	0.054	-0.107	0.014	0.983
39	0.145	0.788	-0.247	0.294	-0.306	-0.124
40	-0.820	-0.311	0.324	-0.129	0.281	-0.022
41	-0.304	0.246	0.909	-0.082	0.050	0.049
42	0.788	-0.404	0.428	-0.006	-0.138	0.069
43	-0.376	0.202	0.890	-0.102	0.053	0.054
44	-0.020	-0.238	0.034	0.898	-0.096	-0.064
45	0.541	0.346	0.068	-0.593	-0.220	0.150
固有値	24.513	9.681	4.129	1.886	1.832	1.054
寄与率	54.5%	21.5%	9.2%	4.2%	4.1%	2.3%
累積寄与率		76.0%	85.2%	89.4%	93.4%	95.8%

感覚特性(走行状態)

測定項目	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分	第6主成分
46	0.926	0.095	0.115	0.035	0.197	-0.242
47	0.128	0.942	0.063	-0.253	0.126	-0.109
48	0.921	0.069	0.131	0.050	0.232	-0.208
49	-0.950	-0.088	-0.169	0.007	-0.135	0.177
50	0.222	0.062	0.954	-0.181	-0.009	0.064
51	0.078	-0.275	-0.205	0.916	-0.191	-0.025
52	-0.478	-0.138	0.093	-0.026	-0.148	0.849
53	0.415	0.169	-0.017	-0.251	0.844	-0.153

固有値	3.080	1.036	1.024	1.003	0.898	0.895
寄与率	38.5%	13.0%	12.8%	12.5%	11.2%	11.2%
累積寄与率		51.5%	63.3%	76.9%	88.1%	99.3%

感覚特性(静止状態)

測定項目	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分	第6主成分
46	0.947	0.081	-0.098	0.155	0.136	-0.132
47	0.109	0.269	-0.296	0.888	0.182	-0.084
48	0.919	0.163	-0.106	0.045	0.211	-0.196
49	-0.907	-0.137	0.206	-0.051	-0.163	0.261
50	0.330	0.241	-0.253	0.219	0.835	-0.153
51	-0.205	-0.129	0.893	-0.293	-0.209	0.118
52	-0.557	-0.091	0.154	-0.112	-0.172	0.784
53	0.174	0.929	-0.118	0.236	0.179	-0.066

固有値	3.069	1.071	1.050	1.019	0.926	0.788
寄与率	38.4%	13.4%	13.1%	12.7%	11.6%	9.9%
累積寄与率		51.8%	64.9%	77.6%	89.2%	99.1%

は除外した)の各々に対して主成分分析を行い、各特性がどのような要因によって構成されているのかその評価構造の検討を行った。バリマックス回転後の因子負荷量、固有値、寄与率、累積寄与率を表 2-1 に示す。

(1) 物理特性

固有値 1.0 以上の基準により、第 6 主成分まで抽出され、その評価構造はこれら 6 つの要因によって 95.8% 説明できることが判明した。各物性値の有する意味合いをもとに各々の主成分を検討すると、以下のように要約することができる。

第 1 主成分は荷重特性として測定される物性値が主体となって構成され、中でも荷重に対する変形量を表す物性値が多くまとめられている。(荷重変形因子)なお、この主成分には共振試験から得られた共振倍率(計測番号 42;共振特性)が含まれている。この物性値は共振時の振幅の多寡を示し、意味的には変位の大きさを表すため、荷重特性を表す物性値として評価する方が妥当であるといえる。

第 2 主成分は静バネ定数(2,12,22,32)をはじめとした、一定荷重時の変形に対する抵抗を表す物性値が主体となって構成されている。(変形抵抗因子)

第 3,4 主成分は、それぞれ振動特性、減衰特性に含まれる物性値がまとめられ、両特性の量の相違が明確に表現されていることが理解できる。(共振因子、減衰因子)

第 5 主成分には、この因子に対する寄与が最大となる物性値は存在しないが、高負荷時のヒステリシスロス率(25,36)およびヒステリシスロス量(26,36)の寄与が比較的大きく、エネルギー吸収因子としてまとめることができる。これらのヒステリシス特性は、低負荷時には、第 1,2 主成分に含まれており、負荷荷重によってその特性が異なることが判明した。

第 6 主成分は、高負荷低速変位時における圧縮率(38)によって規定され、変形率因子として捉えることができる。物理特性の評価構造は、第 1,2 主成分により 76%の寄与率が得られ、基本的には荷重特性を中心とした物性値によって構成されているといえる。スポーツバイクのクッション性に関する検討に対しても同様の結果が得られており、考察の妥当性が評価できる。なお、測定条件によってその特性が変化する物性値の代表例としてヒステリシスロス量(6,16,26,36)があげられ、因子負荷量散布図によってこのことを裏付けることができる。(図 2-2)この物性値は、吸収エネルギー量、すなわち荷重に対する変形度合を表す物性値として第 1

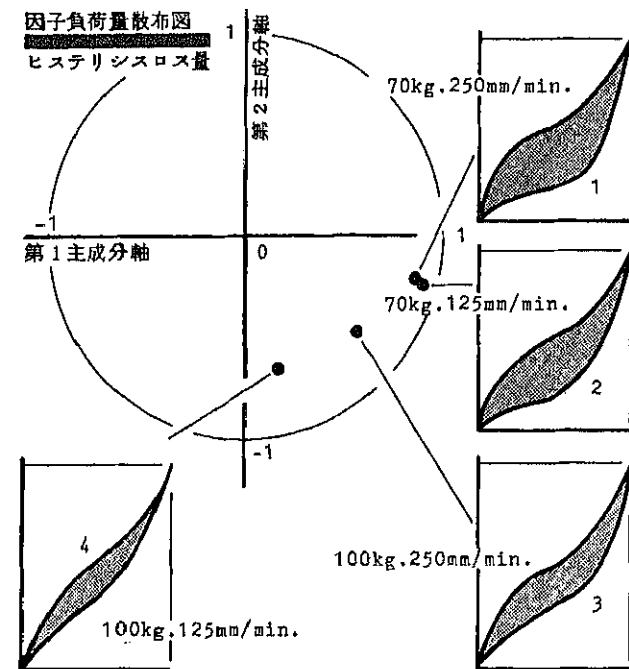


図 2-2. ヒステリシスロス量の因子負荷量散布図

第1正準変量の負荷量

測定項目	負荷量の係数が 正の測定項目				負荷量の係数が 負の測定項目			
	mm/min.		kg		mm/min.		kg	
	125	250	125	250	125	250	125	250
測定条件	70	100	70	100	70	100	70	100
たわみ量								
静バネ定数 (50kg)								
静バネ定数 (20kg)								
静バネ定数比								
ヒステリシスロス率								
ヒステリシスロス量								
硬度								
圧縮率								
沈み量								
静バネ定数 (4kg)								
表面硬度								
点荷重分布								
荷重特性								
加圧曲線								
揺動感								
減衰特性								
最終荷重特性								
脚圧感								

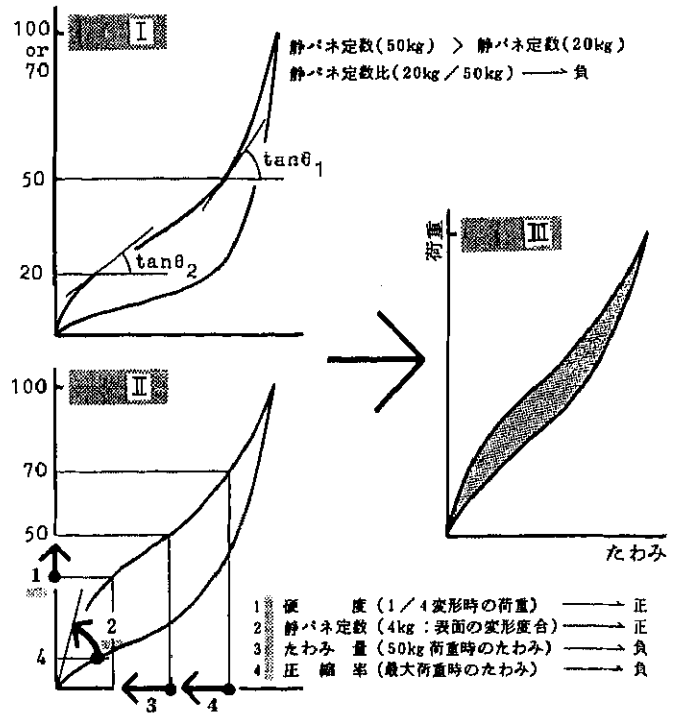


図2-3. ヒステリシスロス量の因子負荷量散布図

主成分を構成しているが、試験条件4ではバネのような特性、換言すれば変形抵抗を表し、第2主成分の構成要素となる。このような物性値は、実際の応用において慎重に検討する必要があると考える。また、第1,2主成分に多くの物性値がまとめられる結果となったが、各主成分に含まれる物性値は互いに相関を有している関係上、ある特定の物性値によってその評価を代表させることができ、前述した規格の整理が可能であることを示唆している。

(2) 感覚特性

走行、静止両状態ともに第1主成分の寄与が最も大きく、5～6主成分の寄与はほぼ1.0でほとんど同じレベルであった。6主成分による寄与率はそれぞれ、99.3%,99.1%である。また第1主成分は表面の硬さ(46)、バネ感(48)、沈み具合(49)の3項目で構成されていることが判明した。これら3項目は互いに相関関係にあり、イスの3層構造において説明されている表面硬度(46;A層)と荷重特性(48;C層)の2項目を、沈み具合(49)で代表させることができる。従ってバイクシートの場合には点荷重分布(47;B層)のみの1層構造でも十分にその乗心地を評価することが可能であることが判明した。この第1主成分は寄与率が約38%で感覚特性の主体をなし、反発力の大小、弾性の強弱を表す反発弾性因子として捉えることができる。

第2から第6主成分は、両状態とも独立した評価項目で構成され、その寄与率はほぼ10%前後と同程度である。

従って各項目は乗心地を評価するのに必要不可欠であることが判明した。しかしながら、寄与の仕方は両状態で異なり、走行状態においては安定感(47)、揺動感(50)、減衰感(51)、

表 2-2. クッション性の良否に寄与する特性値（重回帰分析の結果による）

	採択された測定項目とその標準偏回帰係数	定数項	重相関係数	説明率	F 値	採択基準
物性値	2, 4, 9, 25, 36, 42		R = 0.836	Fin = 1.0		
			R ² = 0.700	Fout = 2.0		
			F = 10.864			
			F ₂₈ ⁶ (0.05) = 2.445			
物性値	2, 16, 23, 36, 45		R = 0.845	Fin = 0.6		
			R ² = 0.714	Fout = 2.0		
			F = 14.503			
			F ₂₉ ⁵ (0.05) = 2.545			
感覚特性	46, 47, 49, 50		R = 0.875	Fin = 2.0		
			R ² = 0.766	Fout = 4.0		
			F = 25.396			
			F ₃₁ ⁴ (0.05) = 2.679			
感覚特性	46, 47, 53		R = 0.889	Fin = 2.0		
			R ² = 0.791	Fout = 4.0		
			F = 40.343			
			F ₃₂ ³ (0.05) = 2.901			

静止状態においては脚圧感（53）、減衰感、安定感の各因子の寄与が比較的大きい。また脚圧感が独立した主成分として抽出されたことは、バイクシートの乗心地に対する評価項目としての有効性が証明されたといえる。走行状態においては、外力（連続的加振状態）に対するシートの挙動によって知覚される因子でその評価構造が構成され、安定感の有無がその乗心地に大きく寄与していることが理解できる。

2-3-2 物理特性と感覚特性との対応

シートの有するクッション性は、バイクの乗心地に大きな影響を及ぼしていることは明白である。しかし、両者は各々多くの物性値、感覚特性値が複雑にからみ合った性質として表れてくるものであり、その対応も単純な関係で表現できるとは限らない。そこで、前述した各感覚特性がどのような物性値の組合せで表現できるかということを検討する目的でステップワイズ正準相関分析を行った。パートレット検定を行った結果、走行、静止両状態とも同じ物性値、感覚特性値で構成され、対応する組合せはただ 1 通り存在すること（第 1 正準変量）、およびその相関関係はそれぞれ 0.981, 0.987（正準相関係数）であることが判明した。

第 1 正準変量に対する負荷量が± 0.9 以上の値を有する項目を抽出して整理すると図 2-3 のように表すことができる。

感覚特性値は、

「表面が硬くてバネ感が強く、沈み具合が硬い」

という評定に整理でき、これは次のような物性値と対応していることが理解できる。すなわち、静バネ定数化（4,14,24,34）が小さいことが基本的要因として作用し、高負荷状況下では硬度（27,37）が大きいたわみ量（21,31）が小さいこと、さらに過酷な条件下（100kg 250mm/min.）では静バネ定数（30）が大きく圧縮率（28）が小さいことが付加的要因として影響を及ぼしている。以上の物性値を、荷重-たわみ曲線を用いて表現してみる。（図 3, I～III 参照）まず、静バネ定数比が小さいということは、20kg 荷重時に変形しやすく（tan θ₂ が小）50kg 荷重時には変形しにくい（tan θ が大）、すなわち着座の過程で最初柔らかく、後で硬くなる性質を

表している。(I) これに、硬度、静バネ定数 (4kg)、たわみ量、圧縮率の付加的要因の影響 (II) を加味すると、(III) に示すようなヒステリシスを有する荷重-たわみ曲線として表現することが可能である。

上述した感覚評定は、具体的には硬い感じをあたえるシートを意味している。従ってこのような特性を有するシートを設計する場合には、本分析により得られた各物性値を考慮すればよく、物性検討の有効な指針となり得るものとする。

2-3-3 乗心地の評価構造

シートに関する乗心地の良否がどのような特性値によって評価されているのかを検討する目的で、物性値および感覚特性値の各々に対して変数増減法によるステップワイズ重回帰分析を行った。目的変数には感覚特性値の総合評価 (54) の評定値を使用した。各分析において、採択された特性値の標準変回帰係数、定数項、重相関係数、説明率 (重相関係数の 2 乗値)、得られた重回帰式の有意性を検定するための F 値を表 2-2 に示す。

(1) 乗心地に寄与する物理特性

走行状態における乗心地の良否に影響を及ぼす物性値として、

静バネ定数 (2)、静バネ定数比 (4)

沈み量 (9)、ヒステリシスロス率 (25)

ヒステリシスロス量 (36)、共振倍率 (42)

が抽出され、これらの物性値により乗心地の良否が 70% 説明できることが判明した。また標準偏回帰係数の大きさからこれら各物性値の寄与度を検討してみると、静バネ定数 (2) の寄与が特に大きく、この値が小さい程評価が良くなることが理解できる。これらの物性値を前述した物理特性の評価構造と対応させてみると、変形抵抗因子に属するものが 3 項目 (2,4,36) 荷重変形因子に属するものが 2 項目 (25,42)、共振因子に属するものが 1 項目 (9) という構成になっており、変形抵抗因子というダイナミックな特性を表す物性値の影響が比較的大きいといえる。

以上の結果より、走行状態において乗心地が良いと評価されるシートの物理的条件は、

「シート表面が硬くて走行時の変位に対する追従性が良く、高負荷振動時のエネルギー吸収が大きく共振しにくい」という特性であることが判明した。

一方、静止状態においては、

静バネ定数 (2,23)、ヒステリシスロス量 (16,36)

減衰時間 (45)

の 5 項目によって 71.4% 説明でき、この中でも静バネ定数 (2,23) とヒステリシスロス量 (16) の寄与が大きい。

これらの物性値は変形抵抗因子 (2,36), 荷重変形因子 (16,23), 減衰因子 (45) に関与し,

「着座時における変位追従性が良く
てエネルギー吸収量が大きく, 低負荷時に
変形しにくくて減衰が速い」というクッ
ション性を有するシートが乗心地に対する評価が良いといえる。

走行状態と静止状態の相違は, 前者が変形抵抗因子 (第 2 主成分) が主体となっているのに対して, 後者は荷重変形因子 (第 1 主成分) の寄与が比較的大きくなるところにある。走行状態においては振動に対するシートの変形のしやすさが重要視されているのに対し, 静止状態では変形量が着目されて乗心地の良否が評定されていることが判明した。

(2) 乗心地に寄与する感覚特性

乗心地の良いシートに要求される感覚的条件を検討してみると, 走行状態においては「シート表面が柔らかくて身体の沈み具合が硬く安定している」こと, また静止状態においては「シート表面が硬くて, 脚ではさんだ時や着座時に安定感がある」等の条件が要求されることが判明した。

両状態とも反発弾性および安定感の有無が寄与しているが, 走行状態では反発弾性の大小がより主体的となっているのに対し, 静止状態では安定感が主体となっている。また, シート表面の硬さに対する評価は物理特性の場合と逆の評価が下されている。これは走行状態では身体の沈み具合 (49), 静止状態では着座時の安定感 (47) の判断がそれぞれ大きく影響しており, シート表面の硬さに対する評価がこれらの項目と複合された結果によるものと考えられる。

2-3-4 予測形状シートの乗心地に対する評価

今回製作したシートが, はたして良好な乗心地を示すことができるかどうかの検討を行う目的で, 実験車本来のシートを加え計 6 種類のシートに対して順位評価を行った, (表 2-3) 得られた結果をケンドールの一致性の係数 (W) により検討すると, 危険率 5% で有意であり, 順位づけに対する評価の妥当性が確認できた。実験車本来のシートより高い評価を得たシートは, サンプル 4 のシートであり, 第一章において検討した設計方法の有効性を評価することができた。しかしながら, 他の 4 つのシートは実験車のシートよりも低い評価が得られており, 当然のことながらシート形状のみでは乗心地の良いシートを設計することができないことを確認する結果となった。

このことは, シートの有する物性値によりそのクッション性を十分にコントロールすることが可能であることを意味している。しかしながら, これら物性値は互いに複雑に関連しており,

表 2-3. 予測形状シートのクッション性に対する順位評価

順位	1	2	3	3	5	6
シート	No. 4	実験車本来のシート	No. 3	No. 5	No. 2	No. 1
順位平均値	1.43	2.57	3.43	3.43	4.71	5.43

ケンドールの一致性の係数: $W = 0.592$

F 値: $F = 8.706$

$F_{28}^4(0.05) = 2.714$

ある特定の物性値のみを取りあげてそれを変化させることは不可能であると同時に現実的ではない。本報において抽出した物性値をシート設計における目安として、感覚値特性と対応させながら検討することによって、より良好な乗心地を期待できるシートを設計することが可能になると考える。

参考までに乗心地の評価が最も高かった予測形状シート（４）の物性値を、重回帰分析で抽出された物性値（走行状態）に対応させて示すと

静バネ定数（50KG 負荷時）；1.84kg/mm

静バネ定数比（20kg/50kg）；1.41

ヒステリシスロス率；23.16%

ヒステリシスロス量；48.64kg・mm

共振倍率；2.66

沈み量；4.04mm

となる。

2-4 結言

本章で行った実験と調査の結果より、ソフトバイクシートの乗心地に影響を及ぼす物性値と、感覚特性値に関する評価項目の妥当性を確認することができた。また、これら両者の対応関係について多変量解析によって定量的に明確にしたことにより、シートの設計・評価手法に対して客観的なアプローチを適用することが可能であることを示した。

しかしながら、ソフトバイクの乗心地を検討する場合にはこれらシート単独に関する特性値のみでは不十分であることは明白で、第一章の冒頭において述べたように、ソフトバイクをトータルな観点-サスペンション、フレーム、エンジン特性等-から把握する必要があると考える。今回適用したプロセスをそのまま解析手法として拡張することが出来るわけではないが、研究によって乗り心地の要素と感覚の間に一定の関連性が見られたということによって、本研究で用いた。

前章と本章において検討した方法は、多次元的かつ客観的な情報として得られるシートの乗り心地に関する調査データを元にして、「乗り心地の良さ」の概念設計を行う可能性があることを示している。

しかしながら、ここで示した方法によって得られた回答について、「一人一人にとっては、本当に乗り心地がよいのだろうか」という疑問及び「シートとして格好良いのだろうか」という疑問が生じないわけではなかった。すなわち「客観的なプロセスによって行われた概念形成は個人の評価を反映していると言えるのだろうか」という疑念である。このことは、デザインプロセスにおける客観的情報の働きとして常に存在することであり、客観的情報処理と感性的評価の間の隙間ともいえるものである。この隙間のために、せつかく形成された「乗り心地の良

いシート」の概念が、「ピンと来ない」という印象となってしまうのである。第1,2章で扱った手法は、多くの人の評価を総合的に判断するという手法であり、評価相互の因果関係、被験者の意識に対して明確な関連づけが行われているわけではない。感性情報の特徴である、因果的な性質や個性について、次章において、「因果」を取り扱う客観的手法をもとに、さらに感性による評価との関連性について検討を行う。

註及び参考文献

- 1) 青木, 山中, 鈴木; 乗り心地の良いソフトバイクシート形状に対する設計方法の検討 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (3); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会; 1986
- 2) 青木, 山中, 鈴木; ソフトバイクシートの乗り心地と物性値との関係 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (4); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会; 1986
- 3) JAIS - 313 - 1971
- 4) JAIS - 312 - 1970
- 5) JIS D-4607-1977; 日本人成人男子の 50 パーセンタイル値により規格化された人体模型による, 実験では, 臀部と大腿部を型取った曲面板を使用した。
- 6) 林喜男; 寝台車用寝台の設計; 第 1 回官能検査シンポジウム発表報文集; pp.63-85; 1971
- 7) 大内一夫, 林喜男; シートのクッション性能に関する研究; 人間工学 Vol.5; pp.251-256; 1969
- 8) 実験車は, 市販ソフトバイクの車体寸法を目的変数, そのシート形状を説明変数として重回帰分析を行い設計した予測形状シートが最も良く適合する市販車種として, ロードパル (ホンダ) を使用した。
- 9) 山中, 青木, 上原, 鈴木; 原動機付き自転車シートの変数解析; デザイン学研究 No.32; pp.166-167; 1980
- 10) 山中, 青木, 上原, 鈴木; 原動機付き自転車シートの乗り心地と物性値との関係; 第 11 回官能検査シンポジウム発表報文集; pp.131-136; 1981
- 11) 青木, 山中, 上原, 鈴木; 50cc バイクシートのクッション性に対する多変数解析の応用; 第 5 回多変数解析シンポジウム発表要旨集; pp.13-18; 1981
- 12) 小原二郎編; 建築, 室内, 人間工学; 鹿島出版会; p156; 1972

第3章 因果関係のモデル化による設計支援

- カメラデザインにおける構造モデルの利用

3-1. 緒言

前章では、客観的な情報による形状設計の方法と、感性評価の理性的解釈方法をテーマとし、小型オートバイのシートにおける乗り心地感について、調査とその評価の総合値を用いる方法によって評価基準を推定する事が可能であることを示した。このことは、内観的な情報処理あるいは情報評価をもとにした概念形成の支援が可能である事を示している。一方、評価項目間の因果関係は相関係数を基準としており、原因と結果という考え方は形式的に付与されている。人の評価は経験/記憶と同時に因果律を踏まえながら知識化されていると考えられるため、本章では、カメラデザインのプロセスを例に取り、内観的な情報である因果関係の評価を利用した概念形成の方法について応用事例をもとに検討する。

3-2. 目的：設計要件把握のための構造モデル

プロダクトデザインのプロセスは設計と同様に多くのプロセスをつなぎ合わせたものであり、その特徴は以下のようにまとめることができる。

- 1) デザインは、製品のライフサイクルすべての情報に関与する。
- 2) 製品開発全体からの検討が必要である。
- 3) デザインは、製品の「利用」に関する最後のインターフェイスである。（製品のすべての構造は、デザインを通じて「利用者」に伝わる。）
- 4) 製品開発の全ての面で情報交換できる言葉を駆使する必要がある。

多くのデザインの手法では、イメージやコンセプトといった意識としてデザイナーの心の中に現れたものを現実の世界に投影する際にはアイデアスケッチやレンダリングのように一気に具象的な形として表現することが必要であるとされている。しかし、それらは特徴を具体的に表示するが、評価の基準となる条件、すなわち評価者の経験や環境の違いによって評価が異なりがちであるという問題点も生じてくる。そこでイメージを形にする方法と同時に意味の伝達のための方法が必要になってくる。意味の伝達はデザインの結論的表現それ自体が備えなければならない特徴であると同時に、デザインプロセスの中でも数多くの人の間で概念を共有するために重要である。

もちろん、デザインや設計のプロセスのために様々な情報の整理構造化の手法が提案されている¹⁾。しかし、それらはデザインのためには情報収集が重要であることを説き、情報収集の心構えについて定義してはいるものの、情報の理解を助ける方法論としてはそれぞれ難しさを含んでいる。その中では、Nigel CrossやC.Jonesの構造モデルの応用が特徴的ではあるが、モデル化することによるメリットは理解し得ても、そこで扱われるモデルが、ツリー構造のモデルであったり、ネットワーク型のモデルであった。たとえば、J.C.Jonesによるデザインの手法の中でも、数理的な解析手法を応用した情報の整理/構造化を用いる多くの手法は、断片

的情報の個別関係を元に構造化を行うよう設計されており、特に、断片情報間の関係への当て嵌めはあらかじめ与えられた一律の基準で全情報の関係を評価することから始められる。

デザイナーの意識構造と対応させた構造モデルを提案したのは、Owen の Structured Planning が知られているが、やや手続きが複雑で、特に情報の明示的定義を回避しがちな日本のデザイン環境には溶け込みにくい。とはいえ、Owen の構造モデルのとらえ方は、ツリー構造、ラティス構造、セミラティス構造の性質を良く考慮してあり、デザインプロセスの中でデザイナーが把握すべき情報を無理なく的確に表現し、それを通じてデザイン対象をよりよく理解する手法としてまとまっている。

日本においてはデザインプロセスの中に KJ 法を導入することの有効性が指摘されて以来 [2]、概念形成につながる情報やデザインのためのアイデアを整理しグラフに表示することが一つの典型的な手法となっている。

特に、デザインの初期段階で手がかりとするような情報は、個々の関係について理解されていても大局的なまとまりが把握されていない場合が多く、しかも、個々の関係は網羅的には理解されていないため、デザイナーの意識によって手がかりを発見しつつ構造化してゆく KJ 法が手軽に利用されるわけである。もちろん、このようなデザイナーの意識に上っていない関係について明らかにすることが重要であるとも言えるが、手法を利用するうちに本来の目的である「大局的構造の把握＝コンセプトの発見」に対して遠回りなアプローチとなる危険も秘めている。

本章で報告する研究は、こうした「局所的」因果関係（遷移律）を統合的に表現する方法として構造モデルの有効性を示すとともに、簡易で、データ化しやすく、柔軟でおおまかな関係評価と大局的な見方の導入した構造モデルによる再評価などを通じて、デザイナーがモデルを「実感的に評価する」ための方法を検討したものである。

3-3. 構造モデルの応用 - 因果を形にする

デザインの初期段階で手がかりとするような情報は、個別関係では因果が理解されていても大局的な関係によるまとまりが把握されていない場合が多い。また、大局的な構造によって全ての個別関係が整理されるわけでもない。すなわち、要素間の関係の全体像を大まかに把握するために、個別関係を有効活用することが必要となるのである。また、デザインの発想のための情報のような曖昧なものは、必ずしもツリー構造に整理されるとは限らない。むしろ、交叉関係を前提としたラティス状の構造が自然である。そこで、こうした「局所的」因果関係（遷移律）を統合的に表現する方法として構造モデルが利用できると考えられる [1]-[5]。

グラフ理論を応用して作成される構造モデルをデザイン開発および解析手法として応用する研究報告は、「構造モデルとその可能性について（森）」、グラフ理論による自動車のシステム分析（藤山、森）など、多くがなされており、多要因の因果関係からなる構造を定性的に捉えるための手法として認識されている。これらの事例では、多数の要因間に広がる、論理的に曖昧さが異なる関係から、直接的な因果関係だけを抽出し、その連鎖的な関係を構造的に捉えるた

めの手法として用いられている。

この手法は、データ収集、解析、モデル化、のいずれのプロセスも実行が比較的容易であり、現実に応用しやすいという特徴を備えているが、要因の数が増えてくるとグラフ理論によって得られる項目間の階層を表現した可到達行列及び接点行列が複雑化し、モデル化が難しくなる。そもそもデザインの現場においては、「多要因の影響関係が複雑に絡み合っているが、その構造について経験的にある程度の知見が得られているような関係」をさらに整理し、捉え直したい、といった欲求からこのような手法が施行されることが多いと思われるため、モデル化に手間がかかるようではデザインのプロセスとして受け入れられない。原、沢田らの研究では、あらかじめ別な手法で要因を大まかに構造化しておく方法の有効性も示されている。

本章では、このような特徴を有する構造モデルの作成について、グラフ理論から得られる情報を更に有効活用し、方法論的に有用性を高めようと考えた。

3-4. カメラの設計要件の構造化 1)

3-4-1 検討方法

藤山らの報告によれば、グラフ理論による要因構造化のプロセスを以下の手順に寄っている。

- (1) 検討テーマを表現するための要因となる項目を KJ 法、アンケート調査等を用いて抽出する。
- (2) 要因項目間の因果関係を検討し、因果関係の有無を [1,0] で表現した接点行列を作る。
- (3) 可到達行列をブール代数を用いた行列演算によって算出する。
- (4) 可到達行列から各要因項目の階層を導き出し、これを基準にして要因項目を階層化する。
- (5) 階層化された要因項目に対し、接点行列で表現されたパスを再び当てはめ、要因間の構造を分かりやすく表現する。
- (6) 構造モデルのパスについて、重み付けを行い、定量的な構造モデルに展開する。

以上の手順によって得られたモデルは、それまで経験的に捉えられていた関係を、組織的、体系的に理解するために有効である。

本章では、カメラの設計項目の分析を取り上げた。このテーマに関する研究報告としては、「グラフ理論によるカメラの設計項目の分析とデザインへの応用」(川畑、森)があるが、ここでは同報告において用いられた、カメラに関する 38 の要求項目を若干修正したものを元に、上記プロセスに準じつつ、(4)、(5)のステップについて以下の改善を加えた手法を用いることとする。

(4-1) 変形骨格行列を用いた構造モデルの段階的表示による全体構造の理解の支援

(5-1) 変形骨格行列の「列」を「因果関係の列を基準とした階層」により階層化した構造行列を自動的に生成し、因果関係を分かりやすく表示する。

被験者は、カメラデザインに長年関わっているデザイナー 3 名とし、調査は一人ずつ別々に、記述時間の制限は設けずに行った。

以下、考えられる九項目の組み合わせを「節」、行列上での節に当たる交差点を「節点」、得

られた因果関係を「パス」と表記する。

3-4-2 調査方法

[要求項目]

先行研究に用いられた「カメラのチェックリスト 1051」(田村)から集約した38項目について、以下の修正を加えた。

(1) できるだけカメラ一般を意識できるようにカメラの形式(一眼レフなど)と深い関わりのある項目を削除する。

(2) カメラの形式に関わりなく重要と思われる機能に関する項目を追加する。

この結果、表3-1に示す37項目の要求項目を設定した。

[因果関係の評価]

表3-1の要求項目について、項目間の関係を評価させた。

被験者は、3年以上のカメラデザインの経験を有するデザイナー3名で、評価方法は、37項目のマトリックスを表形式で提示し、組み合わせについて逐一評価回答させた。

評価基準は「 a_i が達成されることによって、 a_j の達成が期待出来る」とし、この関係が真だと思われる場合に、1、偽だと思われる場合の評価を0とした。

今回設定した要求項目については、因果関係の理解に多少のバラツキがあり、1名しか評価していない節が多く見受けられた。このような評価は共通性が低いため複数名が評価した項目と同列に扱うわけにはいかない。そこで3名中2名が評価した節を、合意形成が得られていると考え、節点行列とした(表3-2)。

3-4-3 階層化

接点行列を階層化するにあたり、まず各要求項目の階層を算出するため、可到達行列を作成した。さらに、ここで得られた階層に従って節点行列の行と列を並べ替える事によってブロック三角行列を作成した。

[変形骨格行列]

要求項目が少ない場合、及び、パスが少ない場合にはこのブロック三角行列を用いて構造モデルを作成することも容易であるが、今回対象とした例では37項目もの要素があり、モデルを整理することが困難である。このような場合、ブロック三角行列から隣接する階層間のパスだけを残した骨格行列を用いて階層化を行う方法が有効であるとされているが、ここでは、両者の中間的な構造を表現する行列として、変形骨格行列を考案した。これは、 $n \times n$ 行列の最上位の階層

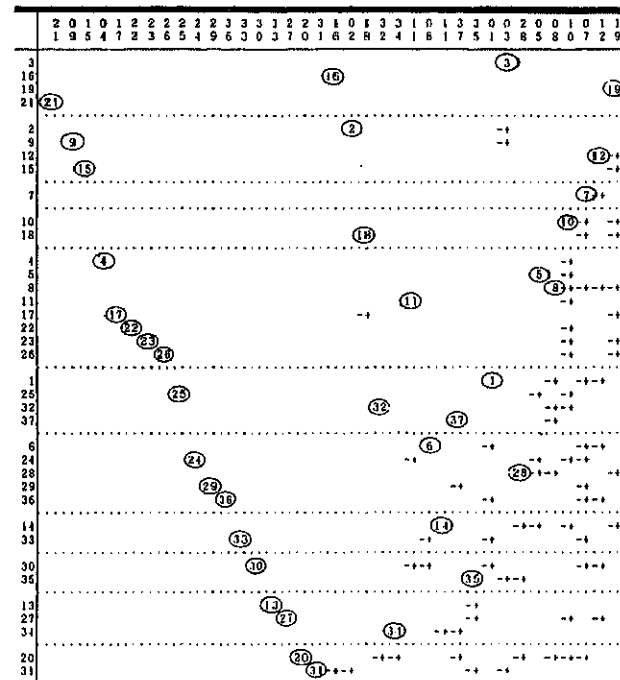
表 3-1. カメラの設計において重要視される要件

1. ホールディングが安全である
2. 堅牢である
3. 保守機構が容易
4. 電池交換が容易
5. フィルム交換が容易
6. 手にぴったりフィットする
7. カメラを構えていて疲労が 少ない
8. 構えた姿勢で必要な操作が無理なく行える
9. 置いたときの安定性が良い
10. 操作が簡単である
11. 片手操作ができる
12. カメラブレが少ない
13. 不必要に当たったり擦れたりする箇所がない
14. 表示が適切
15. バラツクスがない
16. 視窓のガラスは汚れたり曇ったりしにく拭きやすい
17. 視野がクリアたりしない
18. ファインダーは覗きやすい
19. 意図が確実に表現できる
20. 操作部材の配置が煩雑でない
21. 付属品を付けたとき、ボディー各部と干渉しない
22. 露出設定をしなくても良い
23. ビント合わせが不要
24. 巻き上げは自動である
25. 巻き戻しは自動である
26. 感度の設定は自動である
27. ストロボを内蔵している
28. 映写機に対する警告・防止が十分
29. ストロボの位置は適当である
30. グリップの位置・大きさは適当である
31. ケース無しでも主要部は保護される
32. 関連のある操作部材の連動がよい
33. 汗や脂で滑ったりしない
34. 操作時に表示を隠したりしない
35. 携帯性・収納性が良い
36. 左手の保持が容易である
37. 操作時に必要な部材の機能を妨げない

直接関係のある節点：+，－

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
3	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	2	2	2	0	2	3	3	4	2	2	2	1	1	3	3	3	1	2	3	2	3						
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
19	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
12	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
16	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
7	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
9	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0</										

表 3-4. 骨格行列から項目番号と直接影響のみを記号化した表示



以上の手順によって得られた構造行列を利用して、構造モデルを作成する。

このモデルから、要求項目の構造について以下のことが理解できる。

- また、構造行列そのものについて、

- 64 -

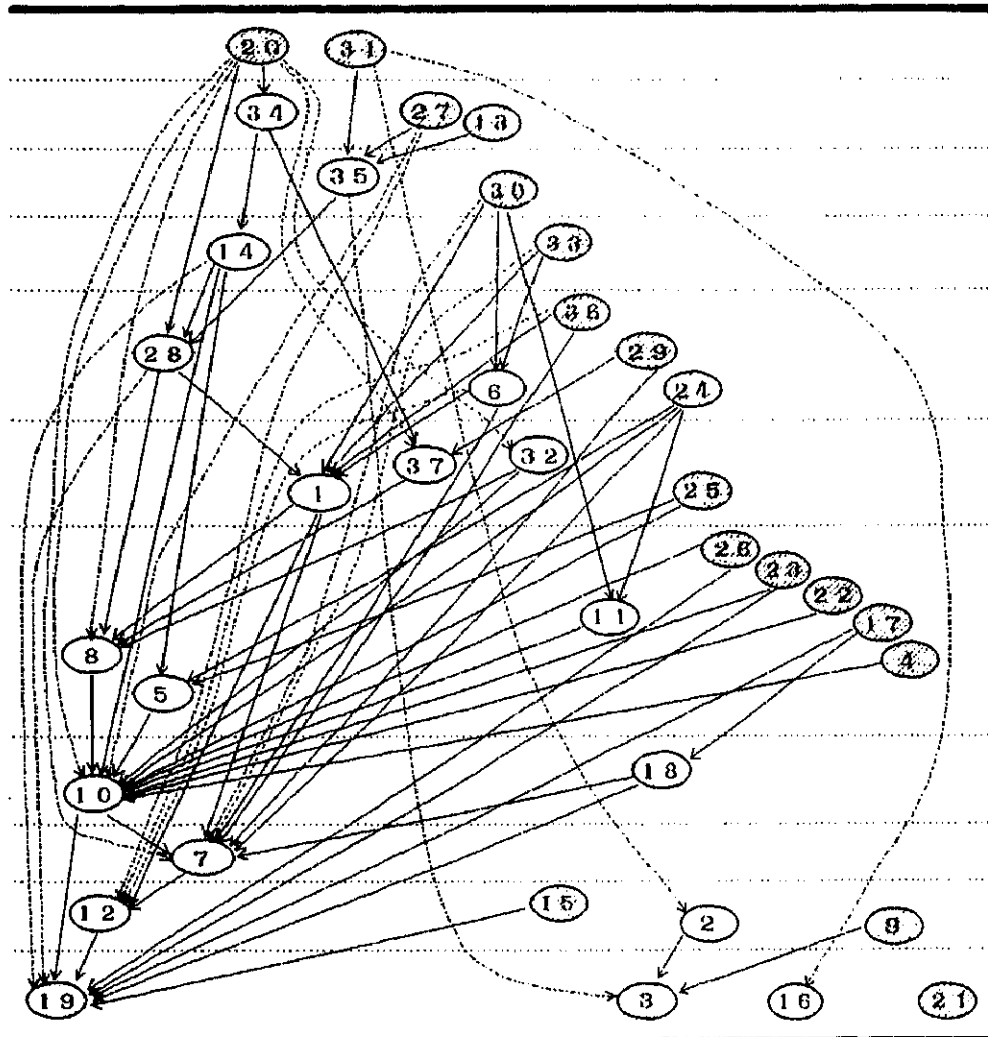


図 3-1. 因果関係を上から下に入れ替え全ての直接影響を表示

かかわらず、 $c=0.5$ 以上でないと関係が表れない。このことは、最終的な構造モデルは、 $c=1$ のデータをもとに作成しなくてはならないことを意味している。

- (7) 構造モデルからだけでも、項目間の構造の特徴が理解出来る
- (8) 構造モデルでは主系列と思われる項目の連鎖に対し、多くの項目が片側（行列上の左側）に偏って配置されている。これらの項目を適当に再配置することによってさらに理解しやすいモデルが得られる見通しがある

これらの特徴を意識し、更にグラフに「操作部材の配置が煩雑でない（項目 20）」から「意図が確実に表現できる（項目 19）に至るパスを最上位層から最下位層までの各段階を最短パスでつなぐ系列として選び、項目の配置を分かりやすく変更することにより、図 3-2 に示す構造モデルが得られた。このモデルでは、特に、前記 (2),(3),(4) の項目群をサブセットとしてとらえ、グラフ上での配置を変更している。

3-5 考察 - カメラデザインにおける要求項目の構造

カメラデザイナーから見たカメラの設計に対する要求項目の構造は、ここまで述べてきたようにまとめられたわけだが、このプロセスを行ったデザイナーによってこの構造モデルを解釈

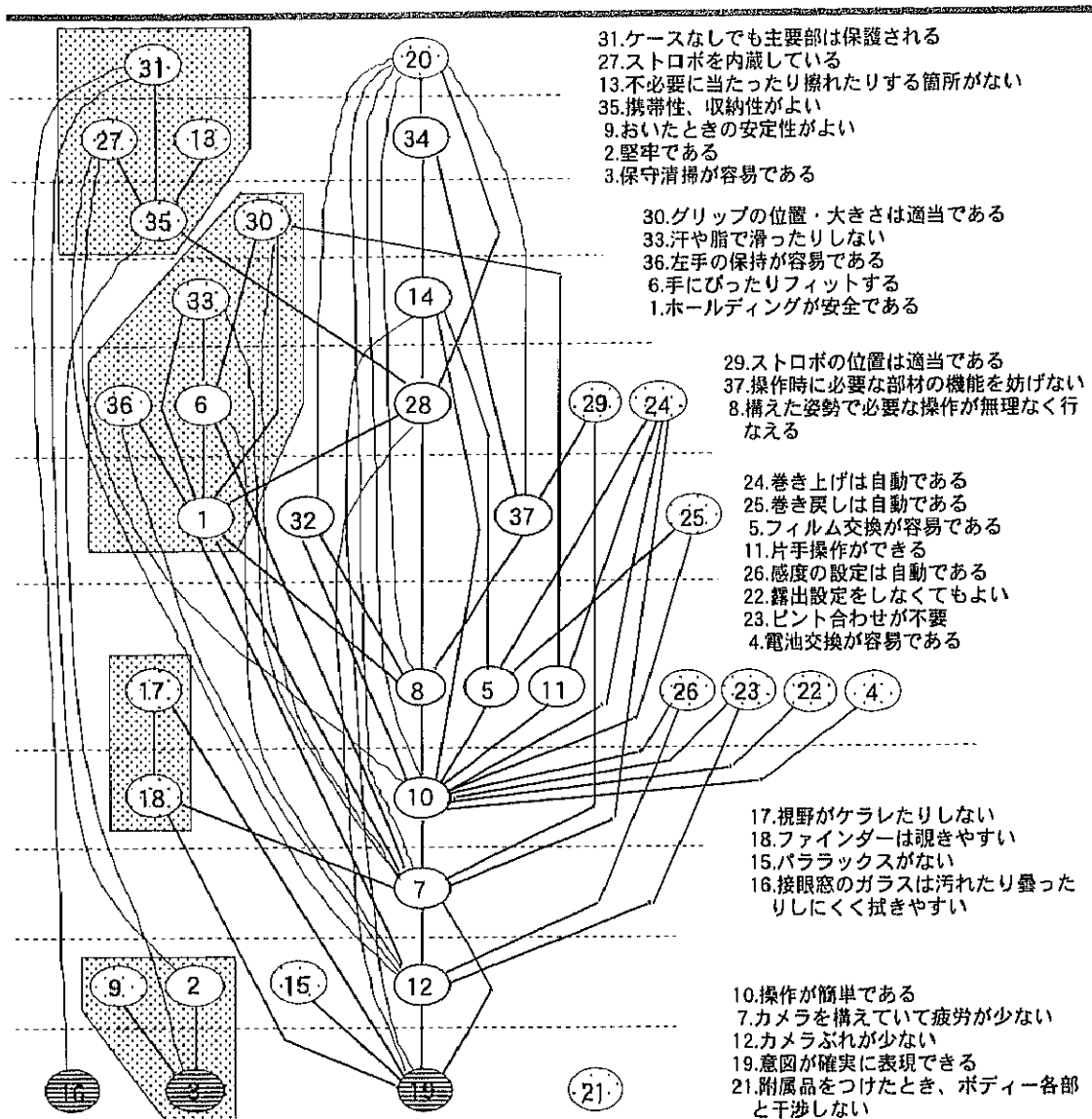


図3-2. 直接関係を保存しつつ、最も長い直接影響関係を主軸にレイアウトし直した構造モデル

した結果、以下の項目について記述できた。

- (1) 「操作が簡単である（項目10）」→「カメラを構えていて疲労が少ない（項目7）」→「カメラぶれが少ない（項目12）」→「意図が確実に表現出来る（項目19）」の系列がカメラデザインを行う際に最終的に尊重すべき要件であることについて、合意した。
- (2) ホールディング性に関する項目は「ホールディングが安全である（項目1）」を上位概念とした、一つの設計要因群として捉えることが可能である。しかし、「左手の保持が容易である（項目36）」など下位概念にあたるそれぞれの項目は、「カメラを構えて疲労が少ない（項目7）」などの主系列の項目に直接パスを持っている。このことは、カメラのホールディングに関わる要素は、単に「ホールディングが安全である」という項目だけではなく、撮影の主要な操作にとも関連しているということを表している。
- (3) 「携帯性、収納性がよい（項目35）」には、機材の保護に関する項目31, 13が関連しているが、特に、項目31, 35は、「誤動作に対する警告・防止が充分（項目28）」と、保守清掃と堅牢

性に関する項目（3,16）に関連しており、前者は操作の簡単さの下位概念となる。但し、「置いたときの安定性（項目 9）」、「堅牢である（項目 2）」、「保守清掃が容易（項目 3）」の項目は、グラフが最上位概念を基準に構成されているため、全体としては上位概念のようにも見えるが、因果関係の連鎖としては、最大 4 階層しかないため、主系列との直接比較は出来ない。そこで被験者は、これらの一連の項目は写真撮影に置いては準備行動にあたる時に要求される項目であり、主系列との分離が行われていることは現実の感覚に良く合っていることを確認した。

- (4) 自動巻き上げ、自動巻き戻し、自動露出、オートフォーカスなどの自動機能は、より上位の因果関係項目を持たず、直接操作の簡単さの上位概念となる。このことから、デザインの立場から見るとこれらの機能は要素的なものであり、その機能自体はデザインの対象と見なされていないということが理解できた。
- (5) 視野のケラレ、ファインダーの覗きやすさに関する項目は、かなり上位の概念に近く、カメラデザイナーにとっては、抽象的な要求項目であったと言える。実際、カメラデザイナーはこの点にほとんど配慮していない。
- (6) 付属品に関する項目は、付属品が特定されていなかったため因果関係を想定出来なかったことが今回の解析結果に表れている。今回の結果から、付属品に関する解析はカメラ自体に関する解析とは別に行う必要があると推察されるが、付属品を特定することによってカメラ自体の要求項目との関連性が発生することも考えられるため、付属品のみの関係で解析すべきではない。
- (7) 「操作部材の配置が煩雑でない（項目 20）」→「操作時に表示を隠したりしない（項目 34）」→「表示が適切（項目 14）」「誤操作に対する警告防止が充分（項目 28）」の項目群はそのまま(1)の主系列につながり、最も長い連鎖を形成している。このことによって、これらの項目の関係についてカメラデザイナーが最も構造的に理解しており、理性的な面での興味の対象になっていると確認できた。

3-6 結言 - 構造モデルの効果

本章では構造モデルから得られた解析結果は、実際のスタイリングにそのまま応用出来る物ではないが、デザインのプロセスの中では以下の点で効果があつた。

- (1) デザイナー自身が調査解析を行うことによって、デザインの方向をデザイナー間で相互理解できた。(3-5-(1). 3-5-(3), 3-5-(7))
- (2) デザイナー自身が参加して解析することが出来るため、解析結果に対して共有感が生まれた。(3-5-(1). 3-5-(7))
- (3) 多変量解析などの手法と比べて簡便で、数量化のプロセスを含まないため現場での作業がスムーズであり、デザイナーの思考の流れを阻害しにくい。
- (4) デザイナーがおぼろげに理解している要件について、構造モデル化をしておくことにより、デザイン作業時のチェックリストとして有効に働いた。

上記に加え、参考資料として取り上げた事例で扱われている手法と構造モデルを応用した手法とについて表 3-5 で簡単な比較を示した。

構造モデルはデザイン業務の「概念を形成し」「概念からイメージを展開する段階」など、計量的なモデルを作成することよりも、定性的な構造を「大まかに」捉える事が必要とされる場合に高い効果が得られる。一例として、市販されているカメラを評価する際に、ここで得られたモデルを用いることによって、多メーカーの機種との比較が分かりやすくなった。また、特に、そのプロセスの取り扱いが容易になることが、デザイナーによる作業をスムーズに進めるための要点となる。そこでカメラの設計要件を対象にしたこの事例では、グラフの列を階層化した「構造行列」を導入することによって構造モデル作成を容易にする試みを行ったが、要因数が多い数である場合のグラフ化の手法として有効であることが確認された。

しかし、構造行列から最終的な構造モデルを作成する際には、3-4 で述べたように、さらにいくつかの操作が必要であり、それらはグラフの階層よりもさらに大局的なとらえ方を必要とするものである。また、構造モデルは因果関係の評価という、主観評価に近いものをそのまま利用しているため、評価者によって異なったモデルを生成する可能性がある。本章で扱った事例でも、評価者の総合的判断を求めるために「2/3 の合意が得られた因果関係」を基準にしたが、「3 名の意見が一致した関係」や、「1 名でも関係があると評価した関係」を基準にすると全く異なったモデルが生成される事がわかっている。実際 3 名の意見一致となると、ほとんどの項目が独立した関係しかモデルにされないし、「1 名でも関係があると評価された関係」に基づくモデルは、因果関係が複雑に絡まる「強連結」状態になって意味を見いだすことができなかった。

すなわち、構造モデルは、因果関係の評価を行う主体の感性やその評価基準との関係が重要であることも明らかになった。

註及び参考文献

表 3-5. 構造モデルに関連する分析 / 表現手法の比較

手法	特徴	問題点
構造行列	グラフ理論から得られる項目間の階層と項目間の直接関係を理解しやすく表現できる	現段階では、パス、項目のウェイト付けが考慮されていない
可到達行列	項目（要素）間の階層が表現されている	得られた階層からモデルを整理しなくてはならない
骨格行列	因果関係の階層をもとにした構造化が可能である	階層の取り扱いが一次元的である
DEMATEL 法	項目間の影響の大きさが把握できる	因果関係を評価する際に関係の強度についても評価しなくてはならない
分類 (KJ 法)	多要因からなるデータを解析可能な大きさにまとめる	分類されたグループ内とグループ間の分析（定義）が必要
数量化理論 IV 類	パッケージソフトを利用することにより簡単に構造化出来る	階層関係（因果関係）が表されない

- 1) 森典彦；構造モデルとその可能性について；デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986
- 2) 藤山亨，森典彦，杉山和雄；グラフ理論の応用による自動車のシステム分析；デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986
- 3) 原正樹，谷内健，大矢富保，米沢みどり；In-HOUSE Design の基礎的研究；デザイン学研究 Vol.55; pp.70; 1986
- 4) 沢田均；デザイン業務の構造分析；デザイン方法論研究誌 Vol.4; 1987
- 5) 寺野寿郎；システム工学入門；共立出版；1985
- 6) 川畑伸也；グラフ理論を応用したカメラ設計のシミュレーション；昭和 61 年度千葉大学卒業論文，1987
- 7) 田村稔；カメラ設計のためのチェックリストガイドブック；千葉大学写真工学科；1986
- 8) C. フラマン；グラフ理論と社会構造；紀伊国屋書店；1974
- 9) 山中；カメラデザインにおける設計要件の構造的分析；デザイン学研究 73 号；日本デザイン学会；1989
- 10) C.L.Owen; Appendix:Structured Planning; design for integrity; Institute of Design Communication Center; 1993

第4章 内的情報の解釈基盤の違いと生成モデルへの影響 構造モデルと被験者属性 - 双眼鏡の設計要件の構造化

4-1 緒言

前章で扱った、カメラの設計要件の例では3名による評価で理解しやすい構造モデルが得られた。これは被験者が問題に対する経験と判断力を持っていたためと思われるが、デザインの初期段階では、ユーザーの意向調査やテストマーケット調査のように、被験者の知識が未熟な場合や特徴の混在する被験者を利用する場合がある。このような被験者に対するとき「関係」を判断する際の定義とその表現などを良く伝える必要があるばかりでなく、被験者のプロフィールや属性によって解釈が異なると思われることがある。しかしこうした違いを客観的に理解する方法は乏しく、ユーザーによる意見をデザイナーが「解釈」することによって得ている場合がほとんどである。そこで本調査では、例えば、設計者と販売部門の所属といった観点の違いについて、属性の異なる被験者による構造モデルの差について検討を加えることによって、構造モデルの持つ特質について明らかにし、その効果を元に解釈の共有化の可能性について検討する。

4-2. 検討方法

ここでは、双眼鏡の製品計画に関わる要因をデータとして、立場の異なる4グループの被験者に対して、カメラの場合と同様な関係の評価を行った。双眼鏡を対象としたのは、カメラの設計の場合は、設計者の内部カテゴリーが複雑で被験者属性で被験者としての特徴を絞り込むことが難しかったためである。4グループは[設計者]、[デザイナー]、[男性セールス担当者]、[女性セールス担当者]とした。なお、デザイナー、設計者は全て男性であり、20-40代である。

まず要因の抽出を行うために、双眼鏡の設計に5年以上携わっている設計者およびデザイナー7名によってブレインストーミングを行い、表4-6に示す製品計画要件を得た。この段階では、セールス担当者がかかわっていないが、双眼鏡は機構が比較的分かりやすく、商品企画も設計段階で行っているため製品計画要件の抽出に販売の視点が加わらなくとも適切な設計要件が導き出せるためである。

この製品計画要件について、先に挙げた4つのカテゴリーに属する被験者によって構造モデルを作成した。

各被験者グループの構成は以下の通りである。

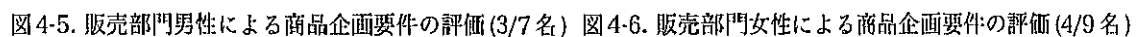
[設計者]：4名（20~40代、男性）

表 4-6. 双眼鏡の製品計画要件

- | |
|--------------------|
| 1 信頼感がある |
| 2 手入れが簡単である |
| 3 利益幅が大きい |
| 4 形状がよい |
| 5 光学性能が良い |
| 6 HD である |
| 7 個性的である |
| 8 設計が合理的である |
| 9 材質感が良い |
| 10 倍率が高い |
| 11 主張が強い |
| 12 色が良い |
| 13 効率の良い店頭設置が出来る |
| 14 話題性がある |
| 15 生産が合理的である |
| 16 システム性が高い |
| 17 ブランドイメージが高い |
| 18 携帯性が良い |
| 19 視野が広い |
| 20 流行的である |
| 21 使用目的が分かり易い |
| 22 価格感が高い -- 高く見える |
| 23 操作性が良い |
| 24 変わった視野が得られる |
| 25 好みが分かれやすい |
| 26 新規性がある |
| 27 価格が安い |



図 4-4. デザイナーによる商品企画要件の評価 (2/3 名)



- 71 -

よる因果関係評価を行ったと見なすことができる。採用したデータは、設計者で4名中2名以上(2/4)、デザイナーで3名中2名以上(2/3)、販売部も男性で7名中3名以上(3/7)、販売部門女性で、9名中4名以上と、バラツキがあるが、いずれも強連結が少なく比較的まとまりのよい構造モデルが得らる比率を採用した。

4-3. 評価実験の結果と解釈

この結果をもとに、各グループ毎の考え方を構造モデルで表すと、図4-3～4-6が得られた。設計者によるモデルは、評価に個人差が多く、2/4名で無駄の少ないグラフが得られたが、単独項目が多くなった。設計者によって評価の異なる項目が多かったという理由によるものだが、設計者共通の認識も明らかになった。

「形状がよい」「新規性がある」「設計が合理的である」「材質感がよい」「システム性が高い」「使用目的が分かりやすい」の6項目が入口項目であり、設計における上位概念と言える。これらを「ブランドイメージ」「信頼感」「HDである(ヘビーデューティ=頑健設計)」「手入れが簡単」「操作性が高い」「生産が合理的」といった設計要件を満たすことによって、「光学性能が高い」「価格が安い」「携帯性がよい」といった、スペックに結びつくと考えている。単独項目となったのは、視野倍率に関する項目と、色に関する項目、そして店舗設置や利益幅である。色と店舗に関する項目が他の項目との関係を見いだせなかったのは設計者という背景を考えると納得がいくが、視野倍率に関する項目が全体から阻害されているのは、光学設計の評価の多様性がもたらしたものであろう。すなわち、倍率が高いことは通常の設計では視野が狭いことにつながり、倍率が高くて視野の広い設計をすれば、収差が増える。このような条件のもとで、「見やすさ」のような視覚スペックの評価基準について共通概念がないということであろう。

モデルとしては非常にスムーズだが、「新規性がある」「使用目的が分かりやすい」の下位概念である「話題性がある」「個性的である」「主張が強い」「好み分かやすい」の各項目は強連結構造となっており、設計者にとって「新規性」の構造は解釈が困難だと読み取れる。また同様に、「HDである」「信頼感がある」「ブランドイメージが高い」「価格感が高い」も相互因果関係がわかりにくい。この4項目の中にもブランドイメージ、信頼感などの、定性的な評価項目が入っており、設計者にとって、こうした定性的な項目の効果や原因は理解しにくい事だと伺える。

そもそも双眼鏡の担当者が少なかったことにより、デザイナーによるモデルは少人数で構成することになった。しかしながら、商品企画からデザイン設計までの流れを最も概念的に認識していることから、2/3名の意見の集約によって、全ての項目を含んで、かつ無駄の少ないグラフが得られた。

最上位概念は「形状がよい」であり、その他に入口項目となったのは「HDである」「手入れが簡単である」「色がよい」「光学性能がよい」「材質感がよい」「視野が広い」「システム性が高い」「倍率が高い」「設計が合理的である」の各項目であった。そして、これらによって達成されることは、「話題性がある」「変わった視野が得られる」「効率の良い店頭設置が出来る」などの販売に寄与する特徴と、「操作性が良い」「携帯性がよい」などのユーザビリティに関わる項目であっ

た。これらのことから、デザイナーにとって商品は、基本性能をユーザビリティと販促特徴に結びつけるものだと考えられていることがわかる。

細部では、「ブランドイメージが強い」と「高級感」の因果関係が不明である。確かに、この2項目はどちらが原因か判然としない項目である。また、「主張が強い」「個性的である」「新規性がある」「使用目的が分かりやすい」の4項目も強連結関係にある。これらの項目はデザインの達成目標としてしばしば使われる語句だが、デザイナー自身にとっても合理的な理解が難しい項目だと言える。

販売部門の男性による評価は、3/7名の一致データでやっとまとまりの良いモデルが得られた。このことから、この部門の担当者それぞれが持つ商品に対する考え方にはずいぶん開きがあると想像出来る。得られたモデルでは、「光学性能が良い」「設計が合理的である」の2項目が最上位概念となった。このほかには、「操作性がよい」「使用目的が分かりやすい」が入口項目となった。そして結論として「手入れが簡単である」「利益幅が大きい」「話題性がある」「効率の良い店頭設置が出来る」の各項目が設計の結果として求められていることが分かる。顕著な特徴は、「色がよい」「信頼感がある」「形状がよい」など、多くの設計/デザインの結果である項目が、中間に配置され、しかも強連結構造になっている。すなわち、これらの項目は互いに関係が深いということは理解されても、その違いや影響関係に関する設計的な評価は不可能だという結果だと考えられる。

	最上位項目・入口項目	結論項目	強連結項目
設計者	形状がよい 新規性がある 設計が合理的である 材質感がよい システム性が高い 使用目的が分かりやすい	光学性能が良い 価格が安い 携帯性がよい	[話題性、個性的、主張が強い] [HD,信頼感、ブランドイメージ、高級感]
デザイナー	形状がよい HDである 手入れが簡単である 色がよい 光学性能がよい 材質感がよい 視野が広い システム性が高い 倍率が高い 設計が合理的	話題性がある 変わった視野が得られる 効率の良い店頭設置 操作性が良い 携帯性がよい	[ブランドイメージが強い、高級感] [主張が強い、個性的、新規性、使用目的が分る]
販売(男性)	光学性能が良い 設計が合理的である 操作性がよい 使用目的が分かりやすい	手入れが簡単である 利益幅が大きい 話題性がある 効率の良い店頭設置	[色がよい、信頼感がある、形状がよい、システム性が高い、HDである、材質感がよい、携帯性がよい、個性的である、色がよい、好み分か れやすい、流行的である、新規性がある]
販売(女性)	操作性がよい 変わった視野が得られる 材質感がよい 話題性がある 流行的である	価格感が高い 個性的・主張が強い	[倍率、光学性能、広視野] [個性的、主張が強い、好み分か れる] [利益幅、生産合理的、低価格] [信頼感、ブランドイメージ]

表 4-7. 被験者グループごとの、構造モデルにおける特徴項目群の比較

販売部門の女性による評価は 5/9 名では、評価可能な節点行列が得られず、4/9 名でやっと構造らしきものが得られた。毎日扱っている製品であるとはいえ、販売部門の女性にとって、企画、設計やデザインの要素は馴染みの薄いものであった事が伺える。

得られたモデルは、「操作性がよい」が最上位階層で、その他の入口項目としては「変わった視野が得られる」「材質感がよい」「話題性がある」「流行的である」等である。モデルの特徴は、操作性、合理的設計、材質、高価格感などのグループ、変わった視野、倍率、光学性能などの光学スペックグループ、話題性、流行的、個性的主張が強い、好みが分かれやすいなどの非機能的商品性グループ、ブランドイメージと信頼感の、イメージグループに明瞭に分かれ、その他の項目は因果関係の評価が得られないという結果になったことである。双眼鏡という製品を、部分的に評価する方法としては、極めて正当であるが、製品設計的な見方の対局にある評価構造が現れたと言える。

以上、被験者グループ毎の最上位 / 入口項目、結論項目、強連結項目を表 4-7 にまとめた。

4-4. 考察

このままでは、被験者グループ間について検討することが困難であるため、ここに表れた項目を用いて、グループ間の相互関係について若干の検討を試みた。最上位 / 入口項目、結論項目、強連結項目の 3 カテゴリーに分け、それぞれの被験者グループによる構造モデルに表れた結果の関連性について、対応するカテゴリーに同一の項目が含まれている数 [A] と、対応するカテゴリーに含まれる項目数の合計値 [B] をカウントして、 A/B で表した。

この基準は、A が大きいほど評価の一致度が高く、B が大きいほど、一致度の曖昧さが高いと考えられ、比率として何らかの意味を持つとは考えられない。そこで、以下では、A, B 両数値に基づき関係を考察する。

考え方の類似性は、それぞれの、最上位入口項目同士、結論同士、強連結項目同士の一致性

考え方の類似性に関わる項目関係		デザイナー			販売（男性）			販売（女性）		
		最上位入口項目	結論項目	強連結項目	最上位入口項目	結論項目	強連結項目	最上位入口項目	結論項目	強連結項目
設計者	最上位入口項目	3/13	0/11	2/10	2/8	0/9	4/13	1/10	0/9	0/16
	結論項目	1/12	1/7	0/9	1/6	0/7	1/13	0/8	0/6	0/14
	強連結項目	1/16	0/12	4/9	0/11	1/10	3/15	1/11	2/7	4/15
デザイナー	最上位入口項目				0/14	1/13	5/16	1/14	0/13	0/21
	結論項目				1/9	2/7	1/17	3/7	0/8	0/16
	強連結項目				1/9	1/15	1/17	2/7	2/7	3/14
販売（男性）	最上位入口項目							0/9	0/7	1/14
	結論項目							1/8	0/7	1/14
	強連結項目							2/14	1/14	5/15

図 4-7. 考え方の類似性に関わる項目の一致度と曖昧性

によって判断出来る。図 4-7 に、その対応関係の中から、類似性に関わる項目を白抜きにして表す。設計者とデザイナーは、それぞれの項目で一致する項目が選ばれており、考え方が似通っていると言える。特に入口項目は他の相互関係との比較においても一致度が高く、設計とデザインで考え方が共有出来ているものと思われる。また、強連結項目も一致性が高く、理解しにくい部分の共通性もある。

設計者と販売部門（男性）の間には、入口項目の認識にやや共通性があるが、結論は共有されていない。つまり、設計目標が、販売の観点から見た商品の特徴だと考えられていないということであろう。

設計者と販売部門（女性）の間にも同様の傾向が見られるが、入口項目の一致度は更に低く、考え方にはあまり一致性が見られないと言える。但し、理解出来ない部分の共通性は高い。

デザイナーと販売部門（男性）の間では、入口項目はまったく一致しない。デザイナーが、その思考の元とする条件は、販売担当から見ると基本的な事項ではないということである。他方、結論項目には多少の類似性が見られ、デザインの目標と販売の目標には通じるところがあると言えよう。

デザイナーと販売部門（女性）の間はさらに一致性が低い。特にデザインの目標が商品の目標として捉えられていないようである。

販売部門の男性と女性の間の一貫性は更に低く、論理構造がまったく相容れていないことがわかる。

考え方が反対になっている項目は、図 4-8 に示すように、それぞれの、最上位入口項目と結論の一致性によって判断出来る。

今回の 4 被験者グループでは、原因と結果が大きく逆転しているような関係は見られなかった。中では、デザイナーと販売部門の男女の間には、多少因果関係の評価が逆転している部分認められた。例えば、「手入れが簡単である」はデザイナーにとっては「手入れが簡単である

考え方が逆転している項目関係		デザイナー			販売（男性）			販売（女性）		
		最上位入口項目	結論項目	強連結項目	最上位入口項目	結論項目	強連結項目	最上位入口項目	結論項目	強連結項目
設計者	最上位入口項目	3/13	0/11	2/10	2/8	0/9	4/13	1/10	0/9	0/16
	結論項目	1/12	1/7	0/9	1/6	0/7	1/13	0/8	0/6	0/14
	強連結項目	1/16	0/12	4/9	0/11	1/10	3/15	1/11	2/7	4/15
デザイナー	最上位入口項目				0/14	1/13	5/16	1/14	0/13	0/21
	結論項目				1/9	2/7	1/17	3/7	0/8	0/16
	強連結項目				1/9	1/15	1/17	2/7	2/7	3/14
販売（男性）	最上位入口項目							0/9	0/7	1/14
	結論項目							1/8	0/7	1/14
	強連結項目							2/14	1/14	5/15

図 4-8. 考え方が逆転している項目の一致度と曖昧性

ことによって、〇〇の機能をデザインすることが出来る」という解釈をされているのに対し販売部門の考え方は、「〇〇の機能があることによって、手入れが簡単になる」と解釈されている。

逆に、操作性はデザイナーにとってデザインの結果得られることであるが、販売担当者にとっては、操作性が良いことが商品評価の素として評価されているのである。

さらに、最上位項目および結論項目と強連結項目の関係を見ると、グループ間での理解・不
理解の関係を知ることが出来る。この関係を、図 4-9 に示す。

設計者とデザイナーの関係では、それぞれが設計の条件と考えている項目のなかにもそれぞれにとって解釈の余地があると考えられているものが存在するが、結論項目については、お互いにはっきりと把握していると言える。

ところが、設計/デザイン部門と販売部門の男性の間には、設計/デザインの条件（最上位入口項目）が強連結項目の中に入っている場合場多く、すなわち、販売担当には設計とデザインのプロセスについてあまり深い理解が得られていないのではないかと考えられる。

一方、販売部門の女性は、デザイナー、設計者、販売部門男性において、因果関係が混沌としているとされた項目が、最上位入口項目に入っているケースがある。これは、「話題性がある」「流行的である」「個性的」「主張が強い」であり、これらの項目について、女性の理解と男性の理解になんらかの差があることが示唆される結果と言えよう。

4-5 結言

そもそも構造モデルは因果関係という非計量的な関係を基盤にするため、解析結果を計量的に解釈することは困難である。しかし、ここにまとめたような手法を用いることにより、以下の項目について、主観的認識を相対化し客観的事実に近づけるための支援ができると言える。

- 1) 局所的認識をもとに対象とする因果系全体に対する認識を得ることができる。
- 2) 階層構造および強連結構造の発現により、対象の概念的把握の程度と、問題点の抽出（再認識）

考え方がうまく伝わらない項目関係		デザイナー			販売（男性）			販売（女性）		
		最上位入口項目	結論項目	強連結項目	最上位入口項目	結論項目	強連結項目	最上位入口項目	結論項目	強連結項目
設計者	最上位入口項目	3/13	0/11	2/10	2/8	0/9	4/13	1/10	0/9	0/16
	結論項目	1/12	1/7	0/9	1/6	0/7	1/13	0/8	0/6	0/14
	強連結項目	1/16	0/12	4/9	0/11	1/10	3/15	1/11	2/7	4/15
デザイナー	最上位入口項目				0/14	1/13	5/16	1/14	0/13	0/21
	結論項目				1/9	2/7	1/17	3/7	0/8	0/16
	強連結項目				1/9	1/15	1/17	2/7	2/7	3/14
販売（男性）	最上位入口項目							0/9	0/7	1/14
	結論項目							1/8	0/7	1/14
	強連結項目							2/14	1/14	5/15

図 4-9. 考え方がうまく伝わらない項目の一致度と曖昧性

が可能になる。

3) 被験者グループ間の相互理解 / 不理解の原因を概念的に把握することが出来る。

具体的には、本調査の結果から、デザイナーと設計者、デザイナーと販売担当者の設計項目に対する意識が一部逆転していることがわかり、単に意見が異なっていると思われていた状態が、因果関係の認識が異なっているためであることが理解された。このことによって、これらの担当者が相互に意見交換する場である商品企画における意見の相互理解が容易になった（分かるようになった）。また、ユーザーにとって、どのあたりの設計要件が理解されにくいのか明らかになったことにより、商品企画および設計における重点化を進めることができた。

このように、構造モデルの特質として、評価基準に対する評価者の関係がそのままモデルとして表現されるため、モデルを通じて意識構造を探る方法としてきわめて有効であることが明らかになった。因果モデルである回帰分析系の手法のような計量的な解釈ができない一方で、基盤となるデータとの関係がわかりやすいためデータとの依存関係を意識した頑健性のある解釈の可能性を見いだすことができた。

註および参考文献

- 1) 山中；カメラデザインにおける設計要件の構造的分析；デザイン学研究 73 号；1989
- 2) C.L.Owen; Appendix: Structured Planning; design for integrity; Institute of Design Communication Center; 1993
- 3) 寺野寿郎；システム工学入門；共立出版；1985
- 1) 森典彦；構造モデルとその可能性について；デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986
- 2) 藤山亨，森典彦，杉山和雄；グラフ理論の応用による自動車のシステム分析；デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986
- 3) 原正樹，谷内健，大矢富保，米沢みどり；In-HOUSE Design の基礎的研究；デザイン学研究 Vol.55; pp.70; 1986
- 4) 沢田均；デザイン業務の構造分析；デザイン方法論研究誌 Vol.4; 1987
- 5) 寺野寿郎；システム工学入門；共立出版；1985
- 6) 川畑伸也；グラフ理論を応用したカメラ設計のシミュレーション；昭和 61 年度千葉大学卒業論文，1987
- 7) 田村稔；カメラ設計のためのチェックリストガイドブック；千葉大学写真工学科；1986
- 8) C. フラマン；グラフ理論と社会構造；紀伊国屋書店；1974

第5章 使い易さの構造化における，構造モデルの応用

www ブラウザ 操作時の情報構造の理解の容易さについて

5-1. 緒言

前章まで，計量的なデータ解析手法によって特定の概念を計量モデルとして表す方法を導入し，また因果関係の評価から概念構造を構築する方法を検討した．構造モデルの検討により，概念の構造化には，データに含まれる評価構造が重要であることが判明した一方で，評価構造に注目することにより概念構造のより深い理解を得る可能性が得られた．

本章では，インタフェースという，体験をデータとする調査やデザインの対象を取り上げ，その評価を得るために発話プロトコルを用いて操作の特徴を分析した．一方，実験対象の評価に構造モデルと導入することにより，「理解」の過程を明らかにする手法としての可能性を探った．

5-2. 背景

コンピュータ技術の進歩によって，ハイパーテキストといわれる，情報を作成し提供することが可能になった．インターネットでは，World Wide Web Browser（以後，www ブラウザ）の開発により Home Page を通じた情報の提供が行われ，インターネットに接続したユーザーはこれを閲覧することで容易に情報を取得するようになった．www 以前のインターネットでは，もっぱらターミナルソフトウェアを用いた文字情報通信が主体で，ツリー状に構造化されるファイルシステムを表現するグラフィックシステムが存在する程度であった．これに対してハイパーテキストシステムを取り入れた www では，複雑な情報をリンクで連結することが可能であり，多くの関連付いた情報を統合的に閲覧することを可能にした．

しかしながら，www ブラウザ自体は特定のページ構造を読みやすくするためのものではないため，ページ構造の複雑さによる理解の難しさの他に，ページデザインによるインタフェースの難しさが潜在している．そのため，使いやすさを感じる一方で，統合的な情報体験が得られにくいという感覚がある．そこで，本章では www ブラウザにおける情報構造の違いについて検討し，理解しやすさにかかわる要点を導き出し，発話プロトコルの分析と，構造モデルを用いて「理解」の状態を客観的に解釈することを目指した．

実験サンプルとしてフリスビードッグという犬と人間によって行われる競技の

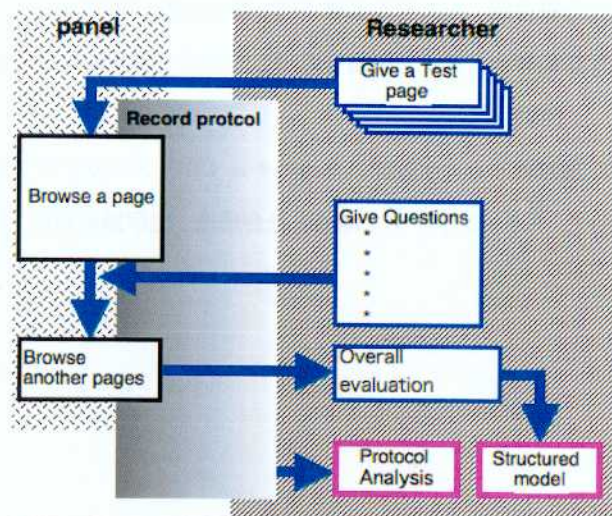


図 5-1. 実験手順

ルールとして得点の計算方法及び注意事項を取り上げた。この競技では、犬が飼い主の投げたフリスビーをキャッチする際の位置（距離）とジャンプの組み合わせで得点が決まるが、その他に補助的なルールがある。そこでこれらを解説する www のサンプルページ(以下"サンプル")を情報の提示構造を変えて5種類作成し、情報の提示構造と受信者の理解度について考察を加えた。

5-3. 実験

5-3-1. 実験手順

実験の手順を図 5-1 に示す。

- 1) 各被験者が1種類のサンプルを一通り閲覧する
- 2) 理解度チェックのためにフリスビードッグの得点を計算する5つの質問に答える
- 3) この間の発話プロトコルおよび行動プロトコルをビデオテープレコーダーおよび音声テープレコーダーによって記録する。
- 4) 体験しなかったサンプルを操作し、最初に体験したサンプルとの比較評価を行う。
- 5) 比較評価を構造化モデルにより解釈する。

5-3-2. 被験者

初歩的な www 操作経験のある 20-24 歳の学生 10 名

回答に際して、サンプルの再閲覧は可能とした。

この結果、全てのサンプルを各2名の被験者が閲覧した。

5-3-3. サンプル

今回の実験では、「フリスビードッグ競技」を題材として用い、その得点計算方法を説明する情報を情報の提示方法の異なる5種類の web ページとして設計した。

- 1) テキストと基本的なシチュエーションを示すグラフィックで表示 (図 5-2)
- 2) テキストと基本的なシチュエーションを示すグラフィックに表組みを併用 (図 5-3)
- 3) リンクで連結された3ページ構造 (図 5-4)
- 4) メインページ、及びメインページからリンクされたルールページと得点ページの9ページ構造 (図 5-5)
- 5) Shock-Wave を用いた対話型アニメーションとポップアップ情報によるルールと注意事項ページ (図 5-6)

1), 2) は単ページによる表現であり、リンクを持っていない。3) では、2つのハイパーリンクがあり、4) には多くのリンクがある。また、5) は、インタラクティブな情報とリンクで構成されている。

表 5-1 にこれらのページの要素をまとめる。

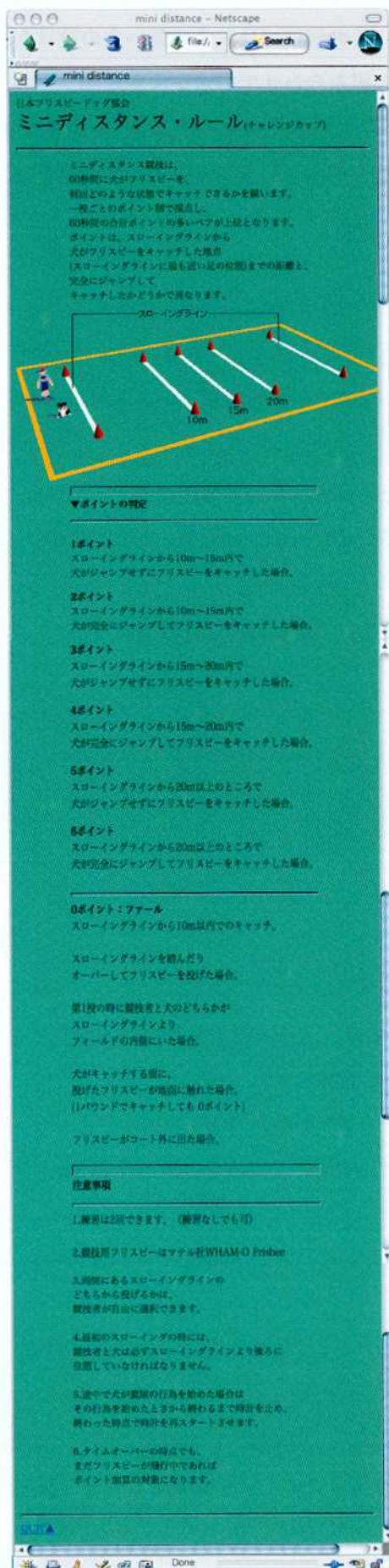


図 5-2. サンプル 1: テキストと基本的なシチュエーションを示すグラフィック



図 5-3. サンプル 2: テキストと基本的なシチュエーションを示すグラフィックに表組みを併用

5-3-4. 質問項目

全ての質問は競技のなかで犬がフリスビーを捕まえた時の状態を説明したものである。5種類の条件に対して、その得点を回答する質問を設定した。

- Q1. 基準点から 25m の位置でフリスビーをジャンプしながらキャッチした
- Q2. フリスビーをコート外でキャッチした
- Q3. フリスビーを、基準点の次の線のところでキャッチした
- Q4. 図 5-3 に示された状況
- Q5. 競技中に、犬が水たまりの上を 10 回通過した。その後、開始 60 ～ 70 秒後に犬がフリスビーを 21m のところで、キャッチした。

5-3-5. 観察方法

実験は被験者の斜め後方からビデオテープレコーダーによって被験者の行動を記録した。同

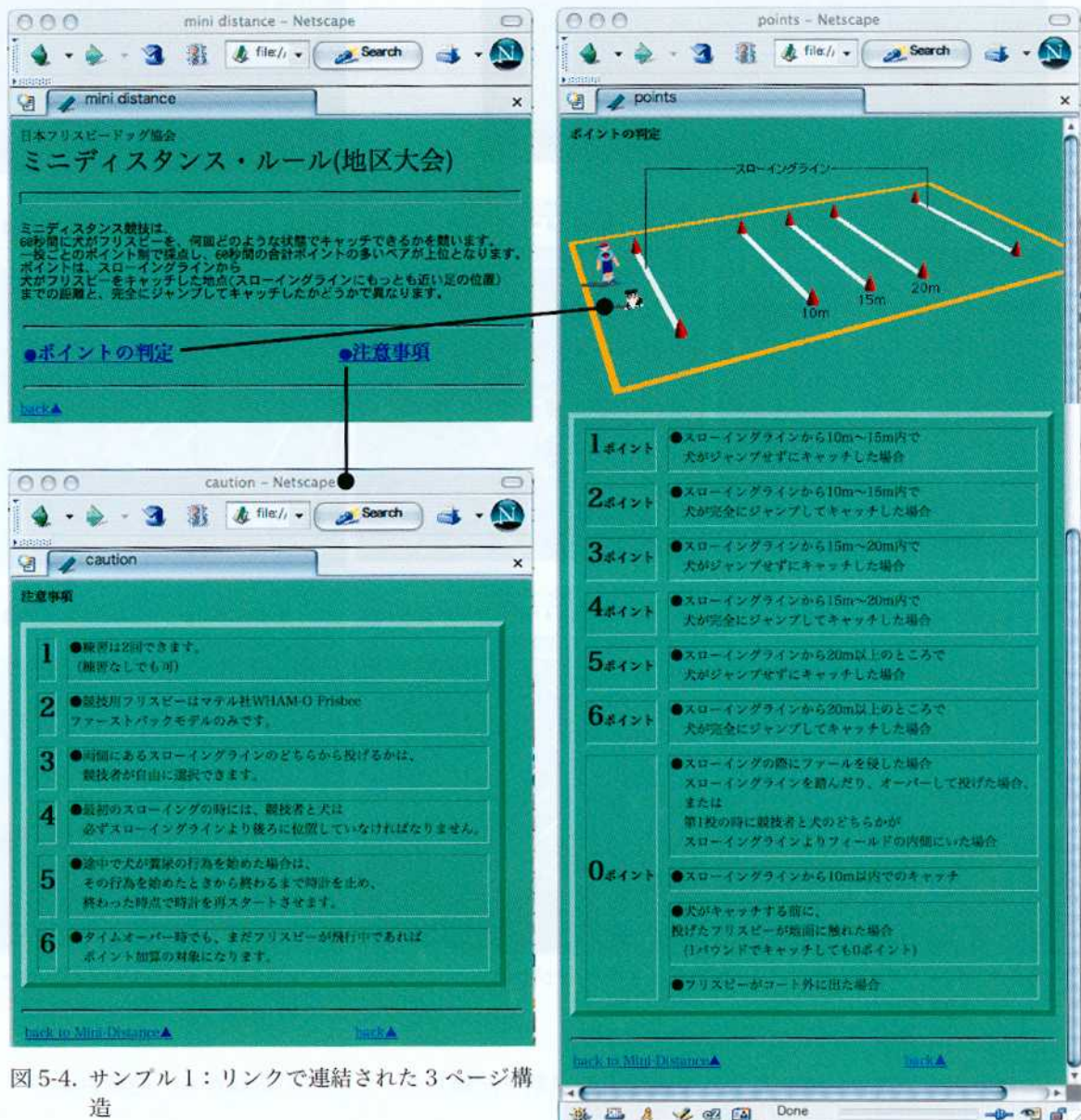


図 5-4. サンプル 1：リンクで連結された 3 ページ構造



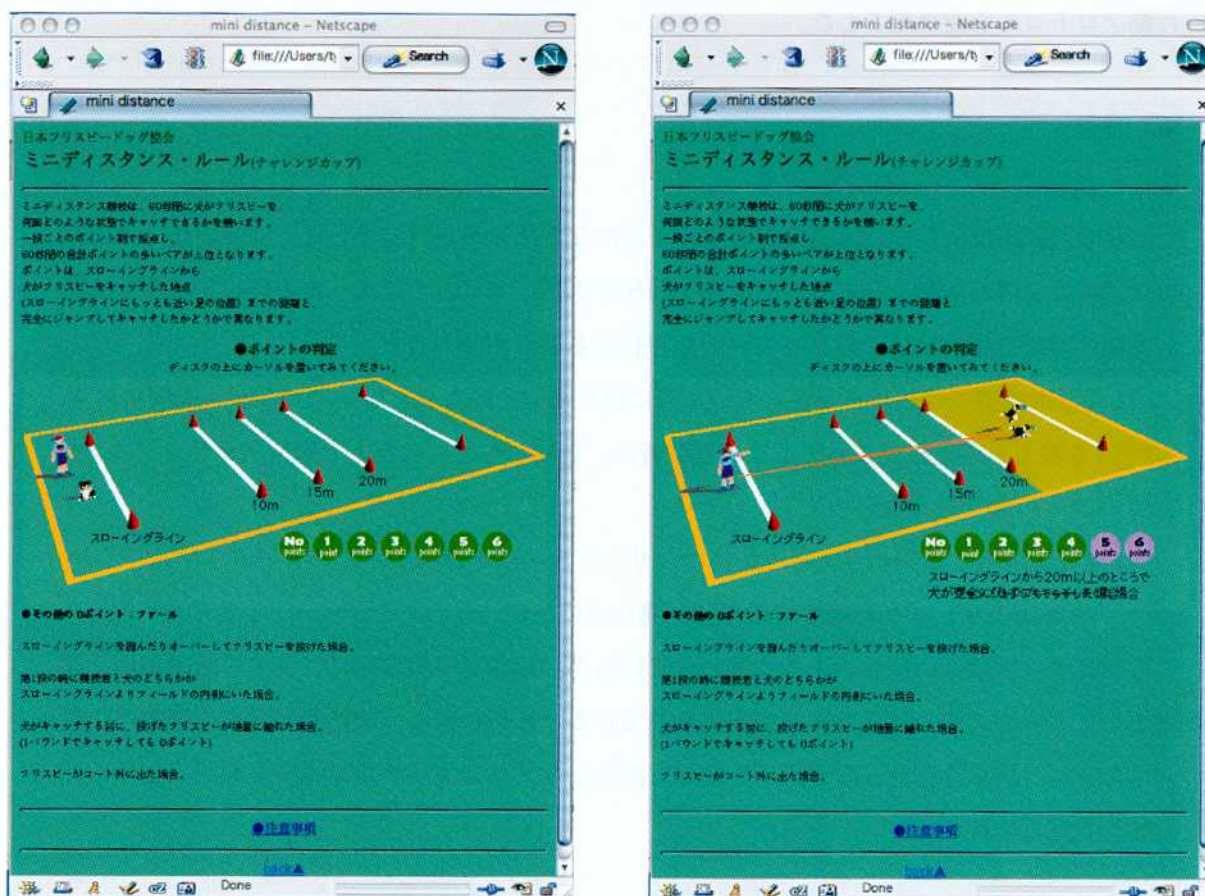


図 5-6. サンプル 5 : Shock-Wave を用いた対話型アニメーションとポップアップ情報によるルールと注意事項
ページサンプル

表 5-1. サンプルの属性

	サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	サンプル5
ナビゲーション方法	scroll	scroll	hyper-link	hyper-link	interactive graphics, hyper-link
ページ数	1	1	3	9	2
ページ要素	illustration , text(list)	illustration , text(table)	text, table	Illustration, table, text	Interactive, graphics,
ルールの説明(format)	text	text	text	text	text
ポイント計算方法の説明 (method)	linting	listing	text hyper-link	hyper-link from point table	interactive graphics, text hyper-
ポイント概要の説明 (format)	text	text (table)	text (table)	text	Shockwave
補助ルール(method)	linting	listing	text hyper-link	text hyper-link in table	text hyper-link
補助ルール(format)	text	text (table)	text (table)	text	text

行動プロトコルを書き起こした。

5-4 結果

5-4-1. 実験の観察から得られた印象

被験者の問題解決行動は方略決定がどのようになされるかが重要である。回答のための方略は、回答に必要な知識を得る方法が大きく関与するが、本実験ではルールを理解と回答する際の知識の参照行動には以下の2パターンが存在することが分かった。

- 1) 知識形成型：ページを閲覧している間に得た知識そのものを思い出しながら質問に対する答えを考える。このタイプの被験者は、質問が与えられたあと積極的にサンプルを見直す行動を取らない。
- 2) 質問解釈型：質問が与えられた後に、サンプルを読み返すタイプ。このタイプは何らかの理由でサンプルの閲覧時に理解が進んでいない。

この結果は被験者の特性が大きく関わっているが、知識形成型は回答に要する時間が短く質問までにルールと得点計算方法が知識化されていることがわかる。知識形成型の被験者は、最初にルール、得点計算方法などを声を出して読んだりマウスカーソルで画面をなぞるといった確認作業が見られた。

5-4-2. 行動プロトコルによる解釈

サンプルと行動プロトコルの解釈の関連を表5-2にまとめる。内容が最も複雑な質問5にお

表5-2. サンプルの閲覧と、回答時の行動のまとめ

上記の相互関係 / test形式	サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	サンプル5
表現形式	羅列	羅列	リンク3ページ	リンク9ページ	注意事項のみリンク
相互関係	大きな括りがわかりにくい	表の分わりやすい	大きな括りどうしの相互関係がきちんと並列に表現されている	注意事項の大きさ（重要さ）が得点の1つ1つとほぼ同じ（並列）に表現されている。	注意事項の大きさ（重要さ）が得点に比べて非常に小さく表現されている。
自分の居場所のわかりやすさ	スクロールのみでの表現なので自分の居場所がわかりやすい。しかし大きな括りがわかりにくい分一目ではわかりにくい	スクロールのみでの表現なので自分の居場所がわかりやすい。	自分の居場所がわかりにくい	リンク先ではわかりにくい。Shockwaveでの表現のため位置は思ったほどわかりにくい。	自分の居場所はわかりやすい。Shockwaveでの表現のため、ブラウザの機能であるスクロールをわすれやすい。
リンク先の透明度	スクロール表現により、無意識にでも次の情報の切れ端が視野に入ることによって先が読める。	スクロール表現により、無意識にでも次の情報の切れ端が視野に入ることによって先が読める。	リンク先が非常に不透明。	リンク先がやや不透明だが、全て見なくてもおおよその見当がつけられる。	Shockwaveは良いが、ブラウザの機能であるスクロールと、注意事項をわすれやすい。注意事項は非常に不透明。
全て把握したという安心感	スクロールのみでの表現は「すべてを一見した」という安心感につながる。	スクロールのみでの表現は「すべてを一見した」という安心感につながる。	全3ページと少ないのと大きな括りどうしの相互関係がきちんと並列に表現されていることであまり不安にさせない。ボタンが内容を表していないため、1度見てみないと安心できない。	リンク先のページ数が多い。ため、全体が見えづらいため、1.2ページみてみればおおよその見当がつく。その分目を通さないページができてしまう危険性もある。	Shockwaveでの表現が魅力的なため、それだけ見たら全部見たと思いこんで安心してしまおう。ブラウザの機能であるスクロールと、注意事項をわすれやすい。
移動方法のわかりやすさ	スクロールは難なく見つげられる。	スクロールは難なく見つげられる。	リンクボタンが「ボタンである」ということがわかりにくい	文字がリンクボタンだということとは難なく見つげられる。	Shockwaveの機能は他にも可能性はあるが難なく（しかも楽しんで）見つげられる。ブラウザの機能であるスクロールと、注意事項をわすれやすい。
楽しさ	楽しくない。	楽しくない。	楽しくない。	やや楽しめる。	かなり楽しめる。しかしもっと楽しくできる。
美しさ	普通	普通	美しくない。	わりと美しい。	わりと美しい。

表 5-3. サンプルごとの、得点計算時における行動パターン

	サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	サンプル5
回答行動における得点の 確認と犬の状態の参照の 関係	得点 <=> 状態	得点 <=> 状態	得点 <=> 状態	得点 -> 状態	得点 -> 状態

いて「注意事項」の存在に気づかず手がかりを求めて混乱するという行動が目立った。サンプルにおいて、注意事項が得点の計算方法と同じ形式で表示されている場合は比較的スムーズに回答できるが、サンプル5のように両者の表示方法が異なっている場合に混乱が目立つ。

5-4-3. サンプルの情報の記述形式との関係

サンプル1,2,3は、得点と状態が、多くとも3ページの比較的覚えやすいページ構造のなかで表示され、リンクを辿るなどの操作を多用せず得点と対応する状態との対応関係を見ることができる。またこれらは質問に記された状態以外の状態の記述が単一のページの中で記述されており、それらと比較しながら対応関係を参照することができる。対して、サンプル4は得点の表示からリンク操作を介してその得点に至る状態を示しており、状態を参照した時に、そこに至った得点との関連を見失いやすい。各得点に対する状態も、別ページで表示されるためサンプル5は4と同様得点から状態を表示するが、リンクによる画面の切り替わりがない。一方、質問は全て、「状態を与えてその得点を答える」形式であり、与えられた情報を逆に辿らなくてはならない。被験者の回答行動は前記のように2種類のパターンがあるが、典型的な回答パターンとサンプルの対応関係は表5-3のように表すことができる。

5-4-4. 印象評価構造

所定のテストを終了後、被験者に全サンプルを見てもらい当該被験者が体験したサンプルとの差で印象評価を行った。評価は以下に示す5段階で行った。

[体験ページより非常によい→2点]

[体験ページよりよい→1点]

[あまり差はない→0点]

[体験ページより悪い→-1点]

[体験ページより非常に悪い→-2点]

本来ここで用いる比較評価のためには一対比較を用いるべきである。ところが、本実験で用いたサンプルは、それ自体を体験するために時間を要し、また体験することで次のサンプルの評価を同一基準で行うことができなくなる。そのため、被験者が体験したサンプルを基準にした印象評価をもってサンプルの評価とする方法を採用したが、この場合体験したサンプルによって評価が変わるため組み合わせ効果が発生する可能性が高い。実際、その際、体験ページに対する負評価を正評価によって打ち消すことによって、実際の評価の傾向を弱めてしまう可能性が高い。そこで、評価の正負を分離し、正評価だけを積算した結果で表5-4、負評価を符号を

表 5-4. プラス評価接点行列

サンプル	1	2	3	4	5
1	0	0	1	2	3
2	0	0	2	2	4
3	0	1	0	1	4
4	0	1	0	0	3
5	0	1	1	3	0

表 5-5. マイナス評価接点行列

サンプル	1	2	3	4	5
1	0	0	1	0	0
2	2	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0
4	1	0	2	0	0
5	1	0	0	0	0

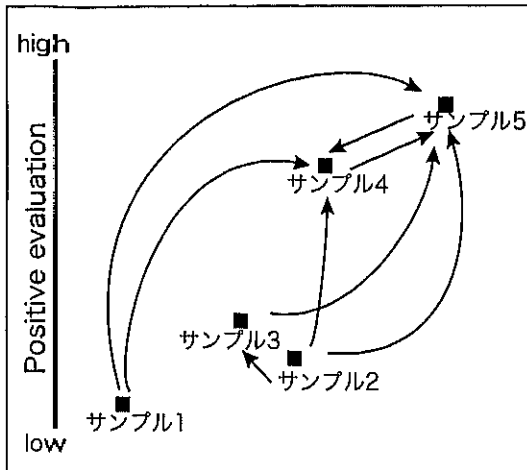


図 5-7. プラス評価接点行列

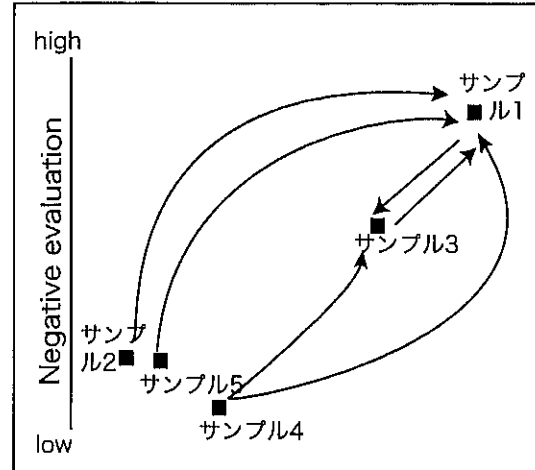


図 5-8. マイナス評価接点行列

逆転し積算した結果で表 5-5 に示す相互関係マトリックスを得た。但し、[体験ページより非常に悪い] の評価がなかったため、マイナス評価のマトリックスはやや密度の低いものとなった。このデータは、比較評価ではあるが「〇〇より△△が良い」といった順位データになるため、因果構造を前提とする構造モデルによってまとめ、および比較評価が可能になる。そこで、ここでは計量的構造モデル手法である DEMATEL 法によって分析し構造モデルを作成した。結果は、図 5-7, 5-8 に示す構造モデルとしてまとめられた。サンプル 4,5 の関係を含めて、以下のような結果となった

- ・ サンプル 4, 5 は 4 を体験した人は 5 が良いと答え、5 を体験した人は 4 が良いと答える傾向があった。
- ・ サンプル 1, 2, 3 の優劣は付けがたいが、いずれに比べても 4, 5 の方が評価が高かった。
- ・ サンプル 1, 3 は、いかなる体験ページより悪く、より欠点が見立つ傾向があった。

ここで興味深いことは、サンプル 1 と 4,5 の関係以外は、プラス評価モデルとマイナス評価モデルの両方に現れる関係がないにもかかわらず、全体として 4,5 の評価と 1,2,3 の評価の関係が見えてくることである。また、プラス評価モデルではサンプル 4,5 が強連結構造になっているのに対してマイナス評価モデルではこの関係が評価されず、サンプル 1 と 3 についてはこの逆であった。すなわち、「良い」という評価と「悪い」という評価は必ずしも対称形ではなく、一元化して捉えるときにかえって解釈が難しくなることを示している。

5-5 考察

本章ではハイパーテキストにおける知識取得と操作実感について情報構造の特徴との関係を検討した。まず、知識取得に寄与する情報構造はリンクをあまり含まないものであった。逆にリンクを多用したものは、知識形成よりも情報構造を知識化するために努力する傾向が見られた。サンプル1および2は文章形式であり、全ての情報の位置が明確に分かるため、知識形成のために情報構造を意識する必要がないことが理解に有効に働いたものと考えられる。特にこれをカテゴライズしたサンプル2は知識形成しやすかったと言える。一方、サンプル3に見られる文字のみでリンク先のタイトルを示す方法は、被験者は情報の構造と内容の両方を同時に探査することになり、理解を妨げやすい。特にリンク先のページの内容が比較的簡単に示されてはいるが、その内容に関する知識が乏しい場合、特に不安感が大きく内容の理解を妨げる結果になる。

更に、サンプル4、5ではリンクを辿ることによって元ページの情報が隠されてしまい、両者の情報の比較が困難になり、内容の理解を妨げる原因になっている。特にサンプル4では、回答に必要な情報の提示方法が異なった保持の仕方をされているためこれを見落としやすい。この点、サンプル5ではインタラクティブグラフィックによってページめくりを介さずに情報の提示が行われるため、行為と結果が常に視覚的に確認できる。

また、5-4-4で行った主観的評価による順位付けによるサンプルの優劣ではサンプル4、5が優位でサンプル1の評価が低かった。ところが実際の回答行動は、サンプル1は回答も速やかで間違いが少なかった。サンプル3はサンプル1と並んで、良い評価が得られなかったが、理解しにくさの質が異なっている。一方、サンプル2は正評価負評価ともに他のどのサンプルよりも評価が低く、「良くはないが悪くもない」という評価を得た。サンプル4、5ではわかりやすいと思われるものの回答に要する時間が長めでアドバイザーに確認を求めるケースが目立ち、4,5に関して「体験しなかった方を上位に評価する」という結果になった。この違いは、今回用いた事例程度の問題の場合は一覧形式で提示することでスムーズな知識の獲得が期待できるものの、サンプル4、5のようにルールの説明がインタラクティブになされる方が理解に関する充実感では勝るのであろう。しかしながら、特に、サンプル4,5について、被験者は体験しなかった方を良く評価していた。すなわち、サンプル4,5のようなハイパーテキスト機能を使ったものは「良さそうに見える」ということが明らかになった。特に、サンプル4,5の場合、ゲーム性が仕掛けられている。達成感が楽しさと結び付きやすい事は明白であるが、特にサンプル5に対する設問5のように本当は理解が進んでいなくとも理解が進んでいるかの感覚を与えやすい点に注意すべきであろう。

本章で明らかになったwwwにおける情報構造設計のポイントは以下のようにまとめられる。

- ・不透明なハイパーリンクは理解を妨げる
- ・必要な情報が切れ目なく提示されている（ページの切り替わりがない）と理解を促進する
- ・行動と結果の対応関係が理解しやすく提示されていると良い（比較が出来る）
- ・同類の情報を提示する手段が異なって提供されていると見落としやすい。

・リンクを多用したものは、理解に貢献しないにもかかわらず、分かりやすそうな印象を与えることが出来る。

5-6 結言

行動プロトコルの結果から、これまでハイパーテキストに関して分かっていたように www での情報の構造は「リンクを増やすと分かりにくくなる」ことが裏付けられた。

しかし、印象評価を構造化することによって、印象には非対称性があることがわかり、かつ、リンクの多さは情報構造としてのわかりにくさとは逆に好印象を与えやすいことがわかった。しかしその印象も体験ページに対して「類似しているが未体験の」サンプルをより高く評価する傾向がわかり、印象評価と理解の構造的違いが明らかになった。

インタラクション評価において、印象評価は行動プロトコルとは異なった基準を与えることがわかり、これらを明確に示すために構造モデルが有効であると考えられる。

註及び参考文献

- 1) 海保, 原田; プロトコル分析入門; 新曜社
- 2) 両角; Research on "being intelligible" for User-Interface Design; 千葉大学; 1995
- 3) 正谷; Protocol coding; 第 13 回日本認知科学会; 1996
- 4) 永井, 須永, 吉橋; 認知インタフェースの解析モデル; 第 13 回日本認知科学会; 1996
- 5) 山中; カメラデザインのための設計要件の構造モデルによる解析; 日本デザイン学会誌 73; pp111-116; 1989
- 6) 杉山, 井上, 他; エクセルによる調査分析入門; 海文堂; 1996
- 7) D.A.Norman; 誰のためのデザイン; 新曜社; 1992
- 8) 原田, 山中, 赤井, 棚橋, Porthep; Study on a Characteristics of Easiness on Information Structure through World Wide Web Browser; Proceedings of INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL SYSTEMS AND MULTIMEDIA, VSMM '96 in Gifu; pp329-334; 1996
- 9) DEMATEL 法; DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory: 計量的構造モデルの生成方法として, スイスのパテル研究所が世界的問題複合体を分析するために開発した手法, 1971
- 10) 山中, 木村; The Potential of Electronic Information Newtork as an Industrial Design Environment; Proceedings of the First China-Japan Joint International Symposium; 1996
- 11) 山中; デザインにおける情報ネットワークの活用と問題; 筑波大学芸術学系, 芸術研究報 16 第 25 輯; pp167 ~ 189; 1996
- 12) 山中; インタフェースデザインのための概念設計過程の支援; デザイン学研究研究特集号第 3 巻 2 号; 日本デザイン学会; pp23 ~ 28; 1995
- 13) 山中, 木村, 鳥宮, 松田; インターネット美術館の制作と操作設計; 第 2 回アジアデザイン会議日韓デザインシンポジウム論文集; pp457-460; 1997

第6章 まとめ

- 「分かる」ためのプロセスの解釈について -

第1部では、デザインプロセスにおける情報理解の一般的定義から応用手法について事例を元に検討してきた。この段階における大きな考え方の特徴は以下の点にある。

- 1) 主観的な思考プロセスや判断を客観化することが必要である
- 2) 直観的な評価を、意識可能なかたちに表現することが理解に貢献する

主観的な思考プロセスも直観的な評価もともに感性評価の大きな特徴であり、これらはそのまま感性評価を客観的かつ科学的な検討の場で扱うための基本的な条件を示していると言えるだろう。

第1章では、実物に対する直観的な評価を段階評価法で取得する方法を検討した。ここで、個人の判断はあくまでも主観的な評価でしかないが、58名の、一定のカテゴリーに属する被験者のデータを得ることにより、ある程度の客観化を試みることができる。さらに、そのデータをもとに、数量化理論I, III類を適用することによって、統計的な基盤の元に情報を客観的に評価することができることを示した。この客観化は、第2章において、物理的事実であるシート物性値と主観的な評価である「乗り心地」の段階評価による値の対応関係によって検証した。ここで、「乗り心地」の評価構造と、それに関連する物理特性の間に一定の関係を見いだすことができたことは、直観的な評価から客観的な設計が可能であることを示したものである。

第3章では、意識構造のモデル化による客観的な理解の可能性を探るため、デザイナーにとって比較的直観的な判断を行いやすい設計に必要な要件という事例を対象に構造化を検討した。構造化に際して、KJ法に代表される主観的なアプローチを用いることを避けたのは、この部分に計量的基準を求めたからであり、その評価は、構築されたモデルの理解可能性によって判断することができた。ここでは、一般化のための手続きとして、計量的基準を可能な限り導入することの効果についても検証している。

因果関係をもとに意識を構造化することで客観的な理解につながることを示された一方で、因果関係の評価はあくまでも個人的なものであるため個性が反映されていると考えられる。そこで第4章では、因果関係の認識における主観的な基準の影響を検討した。その結果、同一の項目の評価が、判断する立場が異なることによって解釈が異なり、その結果意識構造も異なって表現されることが示された。ここでは、直観的な評価を計量的に処理することの重要性がさらに大きく「異なった構造」を一般化された事実として受入れるための基盤となっている。

第5章では、印象の評価として因果関係の評価を用いて、インタフェースの認知的な評価とは別の視点での評価につながることを示した。また主観評価は、被験者の中でも正判断と負判断の双対性が必ずしも整合性が取れていないことも明らかになり、評価基準ごとの構造モデルを比較することでこれらの関係を見いだす方法も検証した。

以上、第一部では、感性評価のための手法的側面として、特に主観・直観という形式で取り

出される情報の計量的印象評価，非計量的統計モデルによる解釈が，客観化または一般化のための方法として有効であり，それはデザインプロセスの中で特に重要な「分かる」状態に客観的な基盤を付加することに寄与することを示した，

第 1 部の引用文献

- 1) 青木, 山中, 鈴木; 乗り心地の良いソフトバイクシート形状に対する設計方法の検討 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (3); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会; 1986
- 2) 青木, 山中, 鈴木; ソフトバイクシートの乗り心地と物性値との関係 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (4); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会; 1986
- 3) 官能検査ハンドブック 日科技連 1978
- 4) 林喜男; 寝台車用寝台の設計; 第 1 回官能検査シンポジウム発表報文集; pp.63-85; 1971
- 5) 大内一夫, 林喜男; シートのクッション性能に関する研究; 人間工学 Vol.5; pp.251-256; 1969
- 6) 山中, 青木, 上原, 鈴木; 原動機付き自転車シートの多変量解析; デザイン学研究 No.32; pp.166-167; 1980
- 7) 山中, 青木, 上原, 鈴木; 原動機付き自転車シートの乗り心地と物性値との関係; 第 11 回官能検査シンポジウム発表報文集; pp.131-136; 1981
- 8) 青木, 山中, 上原, 鈴木; 50cc バイクシートのクッション性に対する多変量解析の応用; 第 5 回多変量解析シンポジウム発表要旨集; pp.13-18; 1981
- 9) 小原二郎編; 建築, 室内, 人間工学; 鹿島出版会; p156; 1972
- 1) 青木, 山中, 鈴木; 乗り心地の良いソフトバイクシート形状に対する設計方法の検討 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (3); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会; 1986
- 2) 青木, 山中, 鈴木; ソフトバイクシートの乗り心地と物性値との関係 - 材料の感覚特性と物性値との対応 (4); デザイン学研究 56; 日本デザイン学会; 1986
- 3) JAIS - 313 - 1971
- 4) JAIS - 312 - 1970
- 5) JIS D-4607-1977; 日本人成人男子の 50 パーセンタイル値により規格化された人体模型による, 実験では, FRP 性の臀部と大腿部を型取った曲面板を使用した.
- 6) 林喜男; 寝台車用寝台の設計; 第 1 回官能検査シンポジウム発表報文集; pp.63-85; 1971
- 7) 大内一夫, 林喜男; シートのクッション性能に関する研究; 人間工学 Vol.5; pp.251-256; 1969
- 9) 山中, 青木, 上原, 鈴木; 原動機付き自転車シートの多変量解析; デザイン学研究 No.32; pp.166-167; 1980
- 10) 山中, 青木, 上原, 鈴木; 原動機付き自転車シートの乗り心地と物性値との関係; 第 11 回官能検査シンポジウム発表報文集; pp.131-136; 1981
- 11) 青木, 山中, 上原, 鈴木; 50cc バイクシートのクッション性に対する多変量解析の応用; 第 5 回多変量解析シンポジウム発表要旨集; pp.13-18; 1981
- 12) 小原二郎編; 建築, 室内, 人間工学; 鹿島出版会; p156; 1972
- 1) 森典彦; 構造モデルとその可能性について; デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986
- 2) 藤山亨, 森典彦, 杉山和雄; グラフ理論の応用による自動車のシステム分析; デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986

- 3) 原正樹, 谷内健, 大矢富保, 米沢みどり; In-HOUSE Design の基礎的研究; デザイン学研究 Vol.55; pp.70; 1986
- 4) 沢田均; デザイン業務の構造分析; デザイン方法論研究誌 Vol.4; 1987
- 5) 寺野寿郎; システム工学入門; 共立出版; 1985
- 6) 川畑伸也; グラフ理論を応用したカメラ設計のシミュレーション; 昭和 61 年度千葉大学卒業論文, 1987
- 7) 田村稔; カメラ設計のためのチェックリストガイドブック; 千葉大学写真工学科; 1986
- 8) C. フラマン; グラフ理論と社会構造; 紀伊国屋書店; 1974
- 9) 山中; カメラデザインにおける設計要件の構造的解析; デザイン学研究 73 号; 日本デザイン学会; 1989
- 10) C.L.Owen; Appendix:Structured Planning; design for integrity; Institute of Design Communication Center; 1993
- 1) 山中; カメラデザインにおける設計要件の構造的解析; デザイン学研究 73 号; 1989
- 2) C.L.Owen; Appendix:Structured Planning; design for integrity; Institute of Design Communication Center; 1993
- 3) 寺野寿郎; システム工学入門; 共立出版; 1985
- 1) 森典彦; 構造モデルとその可能性について; デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986
- 2) 藤山亨, 森典彦, 杉山和雄; グラフ理論の応用による自動車のシステム分析; デザイン方法論研究誌 Vol.1 1986
- 3) 原正樹, 谷内健, 大矢富保, 米沢みどり; In-HOUSE Design の基礎的研究; デザイン学研究 Vol.55; pp.70; 1986
- 4) 沢田均; デザイン業務の構造分析; デザイン方法論研究誌 Vol.4; 1987
- 5) 寺野寿郎; システム工学入門; 共立出版; 1985
- 6) 川畑伸也; グラフ理論を応用したカメラ設計のシミュレーション; 昭和 61 年度千葉大学卒業論文, 1987
- 7) 田村稔; カメラ設計のためのチェックリストガイドブック; 千葉大学写真工学科; 1986
- 8) C. フラマン; グラフ理論と社会構造; 紀伊国屋書店; 1974
- 1) 海保, 原田; プロトコル分析入門; 新曜社
- 2) 両角; Research on "being intelligible" for User-Interface Design; 千葉大学; 1995
- 3) 正谷; Protocol coding; 第 13 回日本認知科学会; 1996
- 4) 永井, 須永, 吉橋; 認知インタフェースの解析モデル; 第 13 回日本認知科学会; 1996
- 5) 山中; カメラデザインのための設計要件の構造モデルによる解析; 日本デザイン学会誌 73; pp111-116; 1989
- 6) 杉山, 井上, 他; エクセルによる調査分析入門; 海文堂; 1996
- 7) D.A.Norman; 誰のためのデザイン; 新曜社; 1992
- 8) 原田, 山中, 赤井, 棚橋, Porthep; Study on a Characteristics of Easiness on Information

Structure through World Wide Web Browser; Proceedings of INTERNATIONAL CONFERENCE
ON VIRTUAL SYSTEMS AND MULTIMEDIA, VSMM '96 in Gifu; pp329-334; 1996

- 9) 山中, 木村; The Potential of Electronic Information Newtork as an Industrial Design
Environment; Proceedings of the First China-Japan Joint International Symposium; 1996
- 10) 山中; デザインにおける情報ネットワークの活用と問題; 筑波大学芸術学系, 芸術研究報 16 第 25 輯;
pp167 ~ 189; 1996
- 11) 山中; インタフェースデザインのための概念設計過程の支援; デザイン学研究研究特集号第 3 巻 2 号;
日本デザイン学会; pp23 ~ 28; 1995
- 12) 山中, 木村, 鳥宮, 松田; インターネット美術館の制作と操作設計; 第 2 回アジアデザイン会議日韓
デザイン シンポジウム論文集; pp457-460; 1997