

5. 2. デザイン要素に対する直観的な構造モデル[注 5-3]

5. 2. 1. 背景と目的

デザイン対象の物理的要素を論理的に分析するデザイン方法論にはさまざまなものがあるが、その中に構造モデルがある。一般的に、「構造モデル」とは、相互関係にあるものを点と線で構成したネットワーク状で表現するものである。つまり、デザインするための問題要素を取り上げ、その相互関係を空間的に構成することによって、デザイン対象の全体的な構造の設計に活用するものである。

このような構造モデルを作成する時、各々の問題要素を比較しながら 1/0 データで評価し、問題要素全体の関係を把握する方法が使われている。しかし、その問題要素を全部同時に比較しながら「直観的判断による構造モデル」を作成する時は異なる結果が出ると考える。その場合は、人間が持っている様々な情報を利用しながら順次的に比較するのではなく、総合的に比較評価するのである。

そこで、本実験では、デザイン問題要素の構造空間を作る方法として、順次的な比較法と総合的な直観評価法を用いて、各々の構造的な特徴を把握することを目的とする。そして、本実験では順次的な比較法を用いた構造モデルを「順次的個別比較の構造」、総合的な直観評価法を用いた構造モデルを「総合的一括比較の構造」と呼ぶことにする。

5. 2. 2. 実験方法

実験に使われる「デザイン問題要素」として、デジタルカメラの機能構成要素を対象とした。機能構成要素を取り上げるために、現時点で販売されている Canon の「Power Shot A50」、Casio の「QV-8000SX」、RICOH の「RDC-5000」、OLYMPUS の「C-900 ZOOM」、FUJIFILM の「FinePix 700」、Sony の「MVC-FD7」の 6 個の製品を参考にした。

その機能構成要素は、各メーカーが共通的に使っていることと、機能構成要素の名前だけでその機能が分かることを基準とし、「機能-ディスプレイ」、「シャッターボタン」、「ファインダー」、「モードダイヤル」、

「ストロボ」、「レンズ」、「メニューボタン」、「液晶モニター」、「ズームボタン」、「電源スイッチ」、「カードスロット」、「バッテリーボックス」の12個を取り上げた。

実験用ホームページを製作して、「順次的個別比較による構造モデルの作成」と「総合的一括比較による構造モデルの作成」に区分して実験を行った。

「順次的個別比較による構造モデルの作成」という実験では、デジタルカメラの機能構成要素に対するマトリックス表を提示し、被験者がマトリックス表を順次的に比較しながら「近くにあった方が良い」と判断した機能構成要素にチェックしてもらった(図5-10)。その時、「近くにある」というのは、ある基準によって機能構成要素間に「関係がある」ということである。

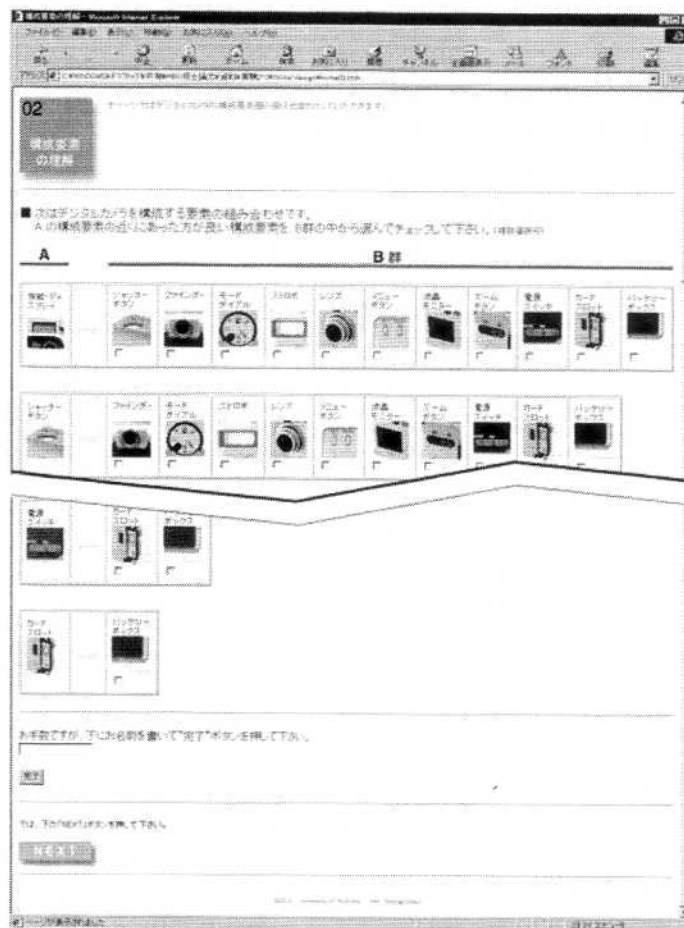


図 5-10 順次的個別比較による構造モデル用のホームページ

「総合的一括比較による構造モデルの作成」実験は、被験者が 12 個の機能構成要素を同時に比較しながら、各機能構成要素の位置を自分なりに考えて、「構造空間」という平面に自由に配置する方法を取った（図 5-11）。つまり、被験者は各機能構成要素の関係を直観的に判断して、その関係を距離尺度で表現することが可能なのである。

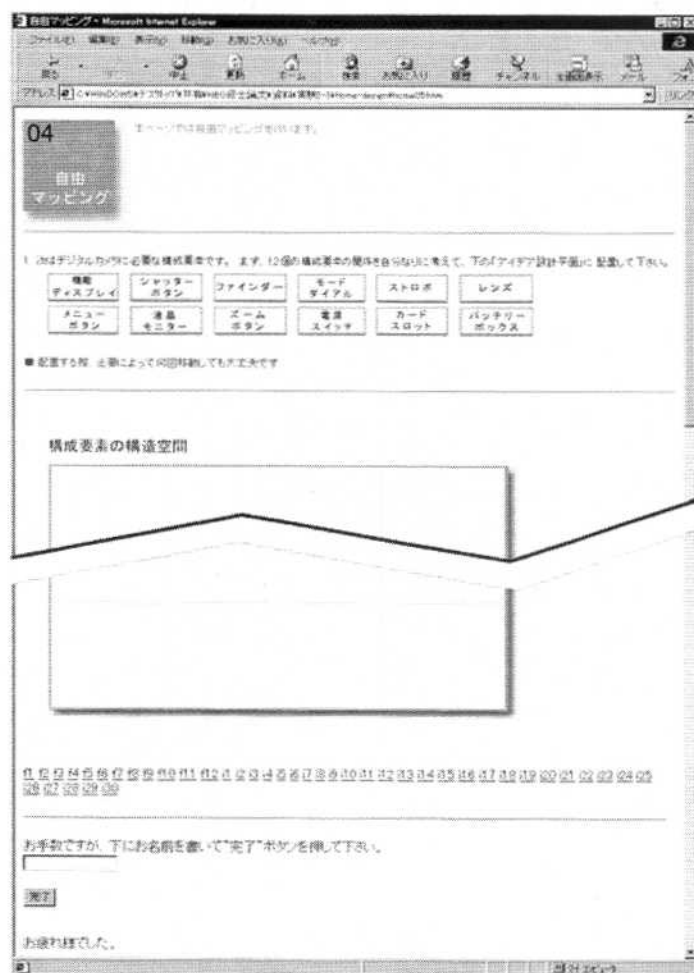


図 5-11 総合的一括比較による構造モデル用のホームページ

機能構成要素を配置する平面は、500pixels(H)×555pixels(W)の範囲を提供した。そのため、被験者が考える機能構成要素の関連性は、配置する平面の対角線を最大値とする 0pixels から 747pixels までの距離データで表現することが出来る。

被験者は生産デザインを専攻している学生 11 名を対象とし、2 つの

実験をすべて行ってもらった。被験者は男子学生 6 名、女子学生 5 名であり、デジタルカメラの使用経験者は 7 名であった。

この「構造モデル作成」に関する実験は、「3. 3. 概念空間の作りとアイデア展開」の実験の一部として行ったため、実験用ホームページの全体的なレイアウトが似ている。

5. 2. 3. 実験結果

(1) 順次的個別比較による構造モデル

「順次的個別比較による構造モデルの作成」の実験データから、Minimum Dimension Analysis of Ordered Class Belonging(以下、MDA-OR と呼ぶ)の分析方法とクラスター分析法を用いて、2 次元空間散布図を実現した(図 5-12)。

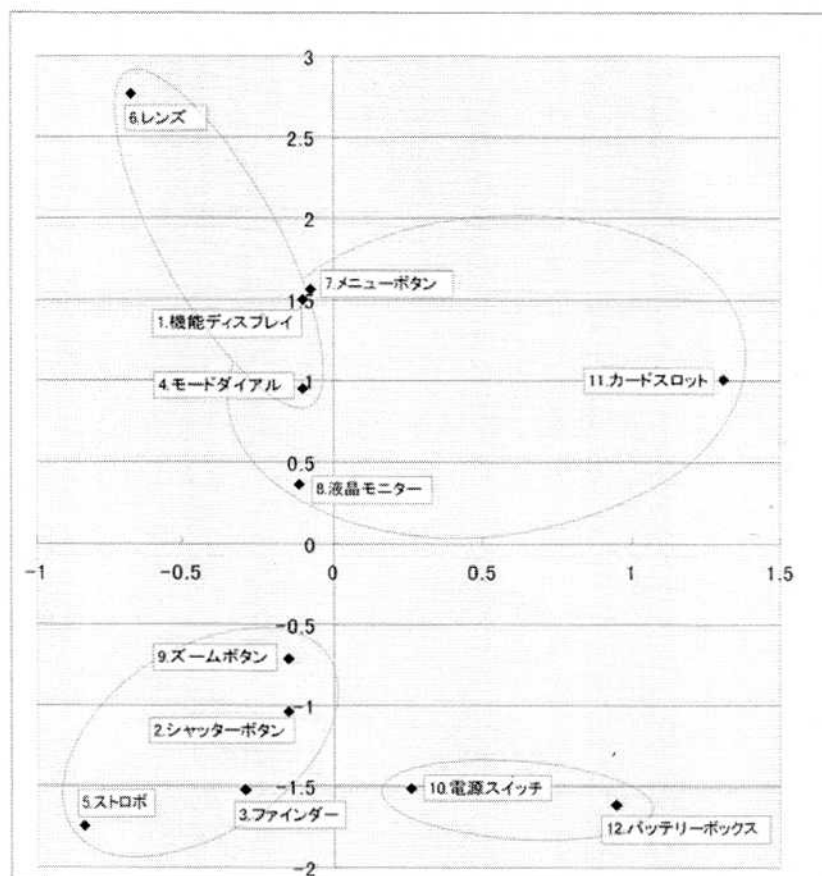


図 5-12 順次的個別比較による構造モデル実験の MDA-OR 結果

手順として、まず、被験者に答えてもらったデータを、関係があるということでチェックしてもらった機能構成要素のペアには「1」、その他には「0」の数字に置き換えた。そして、クラス 10 の MDA-OR 分析用データを算出し、その空間散布図を実現した。

次に、クラスタ分析法で 12 個の機能構成要素を 4 つにグルーピングすることが出来た。各グループ別機能構成要素は次のとおりである。

- 第 1 グループ：「メニューボタン」「液晶モニター」「カードスロット」
- 第 2 グループ：「機能ディスプレイ」「モードダイヤル」「レンズ」
- 第 3 グループ：「電源スイッチ」「バッテリーボックス」
- 第 4 グループ：「シャッターボタン」「ファインダー」「ストロボ」、
「レンズ」「ズームボタン」

図 5-12 から、空間散布図に分布されている機能構成要素によって、縦軸や横軸を定義することは難しい。さらに、各グループの機能構成要素もグループの特性を説明するには限界がある。

たとえば、第 3 グループの「電源スイッチ」と「バッテリーボックス」は「カメラを動かせるパワーに関係があるモノ」という意味としては、ある程度説明力があると考ええる。第 4 グループの「シャッターボタン」「ファインダー」「ストロボ」「レンズ」「ズームボタン」は撮影する時点で使われる機能構成要素であるが、第 3 グループとの同一なレベルでグループの性格を説明することは難しい。その他、第 1、第 2 グループに含まれた機能構成要素は使用目的の関連性が見られない。しかし、縦軸を中心とした各機能構成要素の分布から、「メニューボタン → 機能ディスプレイ → モードダイヤル → 液晶モニター → ズームボタン → シャッターボタン」のような操作の順序を部分的に読み取ることが出来る。

(2) 総合的一括比較による構造モデル

「総合的一括比較による構造モデルの作成」の実験データから、MDA-OR の分析方法とクラスタ分析法を用いて、2次元空間散布図を製作した（図 5-13）。

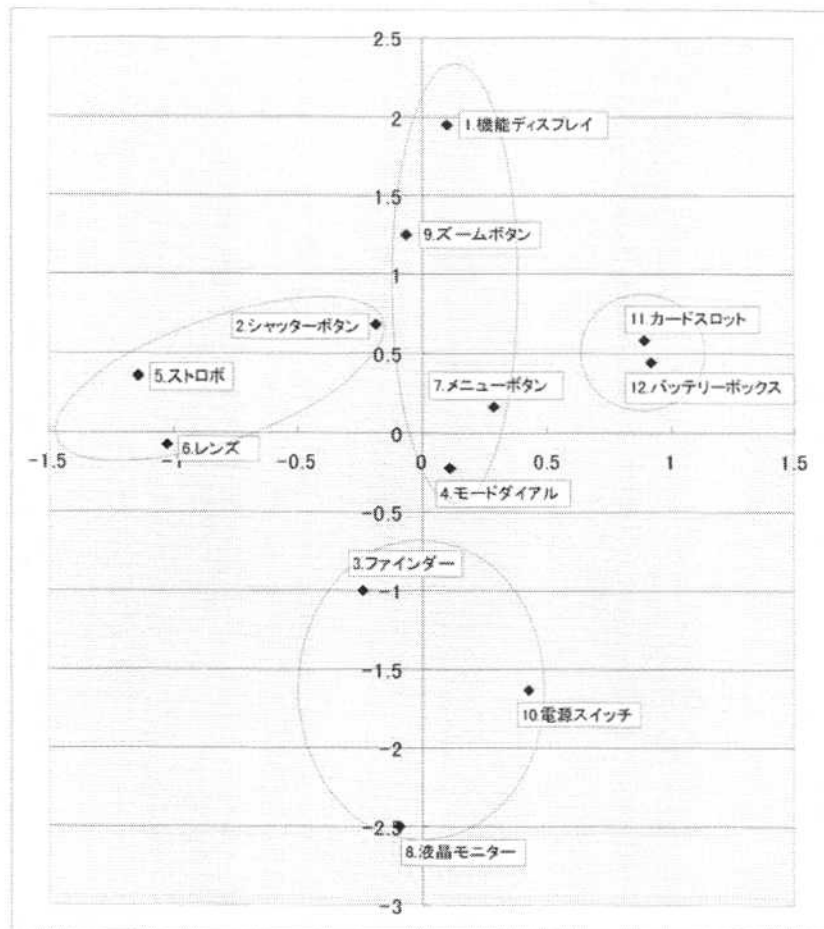


図 5-13 総合的一括比較による構造モデル実験の MDA-OR 結果

手順として、まず、被験者に答えてもらった X、Y の座標データから、各機能構成要素間の距離を算出した（表 5-5）。そして、その距離をクラス 5 の MDA-OR 分析用データに変換し、その空間散布図を作成した。

次に、クラスタ分析法で 12 個の機能構成要素を 4 つのグループで分類することが出来た。各グループに含まれている機能構成要素及び各グループの特性は次のとおりである。

表 5-5 各機能構成要素間の距離

構成要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.機能-ディスプレイ		278.14	189.65	209.9	305.17	303.81	168.69	124.47	234.15	225.29	303.64	259.08
2.シャッターボタン			196.49	142.29	254.43	235.98	228.79	231.99	131.38	248.02	298.35	318.3
3.ファインダー				196.28	199.49	213.42	238.54	145.92	251.43	267.59	290.58	275.63
4.モードダイヤル					286.98	282.66	137.14	213.48	195.08	175.05	245.55	282.92
5.ストロボ						139.14	333.72	236.44	313.4	360.04	348.01	349.88
6.レンズ							313.44	241.45	282.3	329.4	328.24	329.75
7.メニューボタン								195.88	210.68	149.04	254.48	239.28
8.液晶モニター									221.61	229.76	306.93	298.32
9.ズームボタン										289.99	356.68	347.35
10.電源スイッチ											225.32	252.45
11.カードスロット												133.5
12.バッテリーボックス												

①第1グループには「バッテリーボックス」、「カードスロット」が含まれており、撮影前にカメラを点検する段階のグループである。

②第2グループには「機能-ディスプレイ」、「モードダイヤル」、「メニューボタン」、「ズームボタン」が含まれており、撮影するために必要ないろいろな条件を設定する段階のグループである。

③第3グループには「ファインダー」、「電源スイッチ」、「液晶モニター」が含まれているが、「電源スイッチ」を除外すると、撮影対象の状態を観察する段階のグループである。

④第4グループには「シャッターボタン」、「ストロボ」、「レンズ」などが含まれており、撮影対象の記録に使われる機能構成要素のグループである。

この4つのグループと各機能構成要素の分布から、縦軸は「操作」と「観察」で、横軸は「準備」や「記録」で説明することが出来る。つまり、縦軸の(+)方向にはカメラユーザーの操作行動と関係のある機能構成要素が分布されている。そして、(-)方向には観察行動と関係のある機能構成要素が分布されている。また、横軸は(+)方向から(-)方向にかけて、各グループの性格と順序と同一な「準備 → 設定 → 観察 → 記録」という撮影作業の時間的手順で説明することが出来る。

(3) 構造モデルの特徴比較

「順次的個別比較による構造モデルの空間散布図(図5-12)」と「総

合的一括比較による構造モデルの空間散布図(図 5-13)」を比べると、まず、「順次的個別比較による構造モデル」から一律的に説明可能な特徴が見られなかったのは、被験者が順次的に機能構成要素を比較する時、一定な基準が適用できなかったと考える。つまり、比較する機能構成要素別に関係性の判断基準が構成できなかったと言える。

一方、「総合的一括比較による構造モデル」の方は、先に述べたように、4つのグループの性格及び各軸の特性を明確に説明することが出来る。特に、各グループと横軸の特性は、ユーザーがカメラを使って撮影をする時の「人間行動の時間的手順」とその関わりが深いと考えられる。

実際に、ユーザーがデジタルカメラを使って撮影作業をする時の行動を分析することにより、「総合的一括比較による構造モデル」で表した特徴と行動特徴を比較検証することにした。

(4) 人間の行動プロセスと構造モデル

デジタルカメラを使用する時の行動分析をするために、デジタルカメラの使用経験がある3名の被験者に撮影を行ってもらった(図 5-14)。撮影には機能構成要素の抽出に参考とした Sony のデジタルカメラを使用することにした。



図 5-14 撮影実験

被験者別に電源をつけない状態のカメラとデータ記録用のカードを提供した。そして、被験者が撮影対象を記録する段階まで行う行動をビデオカメラで撮った。

そのビデオカメラの映像を、Windows 用ソフトの Perception Player を使ってコンピューターデータで変換した。そして、変換された映像データを Windows Media Player を用い、被験者の行動の変化を中心とした、「行動の特徴」と「行動別に使用した機能構成要素」を取り上げた。表 5-6 はその行動分析過程の一部である。

表 5-6 行動分析の一部

	Frame	行動特徴	関連構成要素
	B-03	● カードスロットの位置を確認した後、カード (FD) を持って、カードスロットのカーバを開く。	● カードスロット
	B-04	● カードスロットにデータ記録用のカード (FD) を入れる。	● カードスロット
	B-05	● 電源スイッチを探して電源をONにする。	● 電源スイッチ
	B-06	● 撮影対象を選定する	● 液晶モニター

次に、行動の変化を表す各 Frame に対して、その行動分析の一覧を被験者別に作成した (表 5-7)。

表 5-7 から、カメラを使うための最初の行動は、被験者 A や C は「電源スイッチ」を操作し、被験者 B は「カードスロット」にデータ記録用のカードを入れる行動をとった。そして、被験者 A の場合、撮影対象を選定した後 (Frame:A-07) に液晶モニターの周辺にあるメニューボタンを操作したが、実際の撮影過程とは関係がない行動であった。

表 5-7 被験者別の行動分析一覧

被験者-A			被験者-B			被験者-C		
FRAME	行動	関連構成要素	FRAME	行動	関連構成要素	FRAME	行動	関連構成要素
A-01	レンズカーバを外す		B-01	レンズカーバを外す		C-01	レンズカーバを外す	
A-02	電源をONにする	電源スイッチ	B-02	カードスロットを探す		C-02	電源をONにする	電源スイッチ
A-03	カードスロットを探す		B-03	カーバを開く	カードスロット	C-03	カーバを開く	カードスロット
A-04	カーバを開く	カードスロット	B-04	カードを入れる	カードスロット	C-04	カードを入れる	カードスロット
A-05	カードを入れる	カードスロット	B-05	電源をONにする	電源スイッチ	C-05	対象選定	液晶モニター
A-06	対象選定	液晶モニター	B-06	対象選定	液晶モニター	C-06	ズームの調節	ズームボタン、液晶モニター
A-07	(メニューボタン押す)	液晶モニター、メニューボタン	B-07	シャッターの位置確認		C-07	シャッターの位置確認	
A-08	シャッターの位置確認		B-08	ズームの調節	ズームボタン、液晶モニター	C-08	画像の記録	シャッターボタン、液晶モニター
A-09	ズームの調節	ズームボタン、液晶モニター	B-09	画像の記録	シャッターボタン、液晶モニター	C-09	電源をOFFにする	電源スイッチ
A-10	画像の記録	シャッターボタン、液晶モニター	B-10	電源をOFFにする	電源スイッチ	C-10	カーバを開く	カードスロット
A-11	電源をOFFにする	電源スイッチ				C-11	カードを取り出す	カードスロット

表 5-8 撮影段階別に使用された機能構成要素

撮影段階	関連構成要素
撮影の準備	電源スイッチ、カードスロット
撮影対象の観察	液晶モニター、ズームボタン、(メニューボタン)
撮影(記録)	液晶モニター、シャッターボタン
撮影の終了	電源スイッチ、カードスロット

被験者の Frame 別の行動から、撮影過程を「撮影の準備」、「撮影対象の観察」、「撮影(記録)」、そして「撮影の終了」の4つの段階で区分することが出来た。「撮影の準備」の段階は、電源を入れる行動や、データ記録用のカードをカードスロットに入れる行動である。「撮影対象の観察」の段階は、液晶モニターとズームボタンなどを使って撮影対象の選定から状態調節までの行動である。「撮影(記録)」の段階はシャッターボタンを使って撮影対象を記録する行動である。最後に、「撮

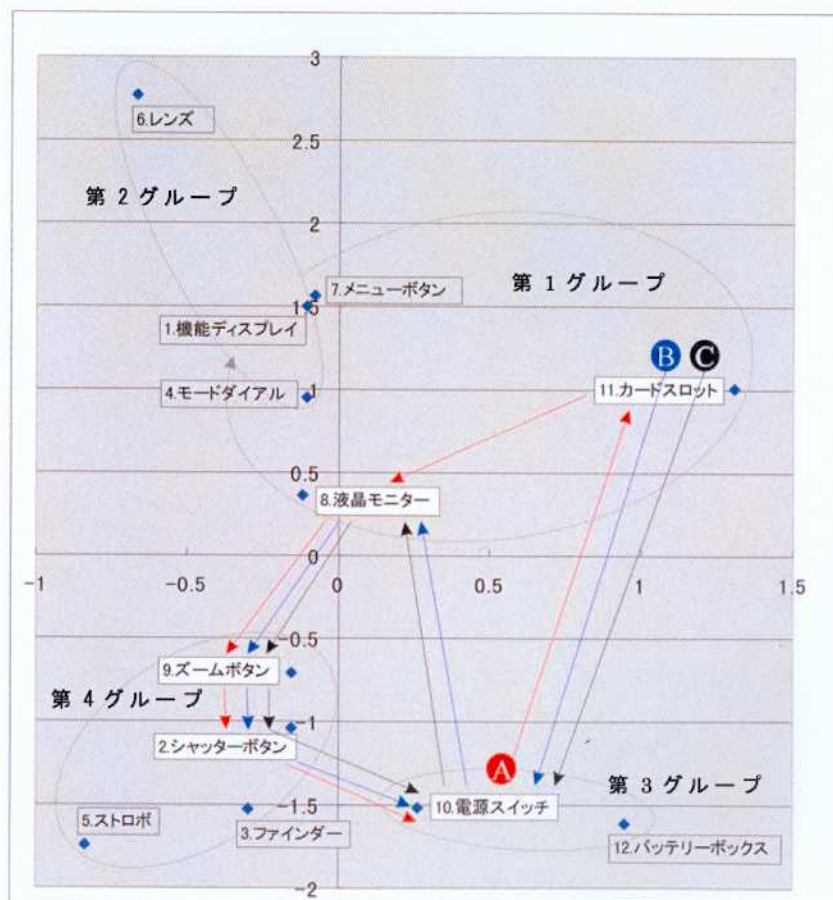


図 5-15 順次的個別比較の構造モデル結果と行動比較

影の終了」の段階は、被験者別に少し違いがあるが、電源スイッチを切る行動や、カードスロットからカードを取り出す行動である。

したがって、一般的に撮影する際には「電源スイッチ」、「カードスロット」、「液晶モニター」、「ズームボタン」、「シャッターボタン」の 5 つの機能構成要素が使われることが分かった（表 5-8）。

その 5 つの機能構成要素に対する被験者の行動を、図 5-12、図 5-13 の MDA-OR の結果と比較検証することにした。

方法として、各空間散布図に分布している機能構成要素の中から、5 つの機能構成要素に対する被験者の行動の流れを読み取るために、被験者の行動の順番に合わせて矢印で表示した（図 5-15、図 5-16）。

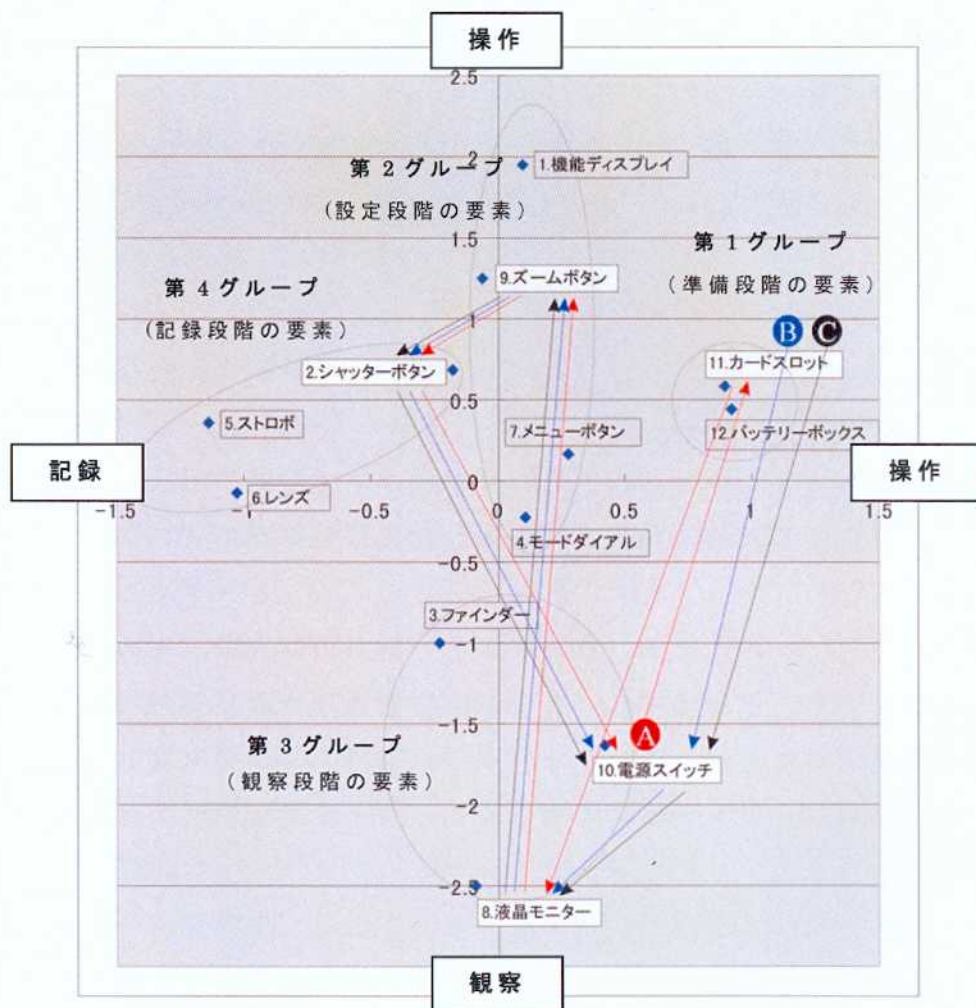


図 5-16 総合的一括比較の構造モデル結果と行動比較

被験者は3つの色とローマ字のA、B、Cで被験者を区別した。A、B、またはCが表示されている部分の機能構成要素は、各被験者別に最初の行動で使った機能構成要素である。

図5-15をみると、被験者Aは第3グループから動作が始まって、第1と第4グループを経由し、第3グループで撮影が終了した。一方、被験者BとCは第1、第3、また第1、第4グループを経由して第3グループで撮影が終了した。このことから、全体的な被験者の行動の流れは、3つのグループだけで循環していることが分かる。

図5-16をみると、被験者Aの行動の流れは第3グループから始まって、第1、または第3から第2グループと第4グループを経由し、第3グループの電源スイッチの操作で終了している。一方、被験者BやCは第1グループから始まって、第3、第2、そして第4グループを経由して第3グループで終了するという流れを見せていることが分かる。

これらから、「総合的一括比較による構造モデル」は人間の行動の特性を知る方法になるということが言える。

5.2.4. 実験結果の考察

図5-15において、被験者の行動の流れが、第2グループを除いた3つのグループだけで循環している原因は何であるのか。また、実験から構造モデルの空間散布図と人間行動の順序との関係はどのように説明できるのかを述べる。

今回の実験で、被験者に作成してもらった「構造モデル」は、提供された機能構成要素間の関連性を判断することであった。そのため、被験者は機能構成要素間の関連性を把握するとき、機能構成要素間の関係を判断基準を検索するという思考過程を行ったと考えられる（図5-17）。

この関係の判断基準は、いくつかの基準に分けられると考えられ、たとえば「意味の関係」、「操作順序の関係」、「機能の関係」、「段階の関係」などである。

「意味の関係」とは、各機能構成要素の名前などによって連想される概念的な意味が似ているということである。「操作順序の関係」とは、比較する機能構成要素に操作順序の前後関係があるということである。「機能の関係」とは、各機能構成要素が同一の目的を達成できるような類似性である。そして、「段階の関係」とは、あるプロセスをいくつかの段階で分けることにより、各段階への所属可能性の関係である。このような、それぞれの基準は、機能構成要素の関係を把握する時に作用されると考えられる。

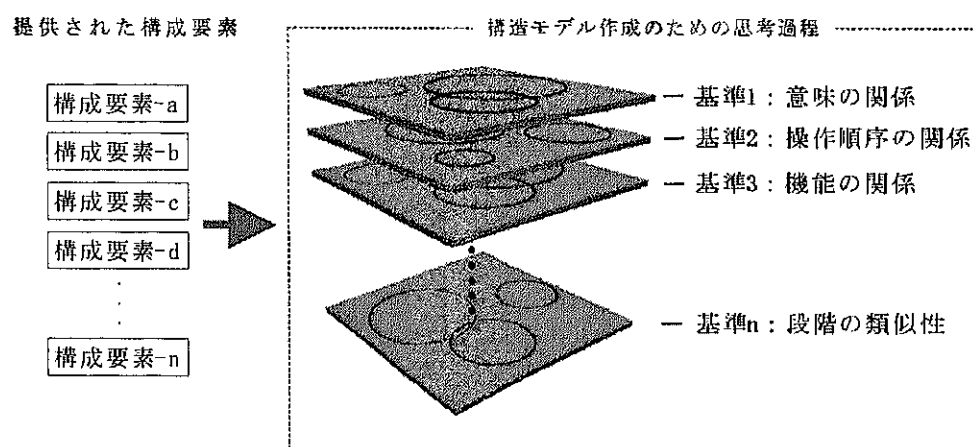


図 5-17 構造モデル作成時の判断基準の多様性

そのような観点から見ると、被験者が順次的個別比較によって構造モデルを作成する（図 5-15）時は、意味の関係（第 3 グループ）と段階の関係（第 4 グループ）などが混用されると考えられる。そして、図 5-15 で縦軸を中心とした各機能構成要素の分布から操作の順序を部分的に読み取れるのは、実験の手順に、操作の順序を明確にする因果関係に対する評価過程がなかったからであると考えられる。

その反面、総合的一括比較によって構造モデルを作成する（図 5-16）場合は、各機能構成要素は段階の関係によって分類されることが考えられる。それは、人がデジタルカメラの機能構成要素の関係を直観的に判断するとき、カメラ使用経験という自分が持っている経験的記憶情報の影響によって機能構成要素が概念的に分けられたと考えられる。

そのため、直観的な判断による構造モデルの特性は、人の撮影過程の段階別行動で説明出来るのである。

言い換えれば、直観的に判断して構造モデルを表現することから、複合的な人間の行動プロセスを説明することが可能であると言える。

[注 5-3]

許 聖哲，原田 昭： model Characteristics of Design Related Elements Using Intuitive Distance Measurement , 5th Asian Design Conference, Seoul, 2001