

## § 4 図式表示の効用と実例

### 1. 図式表示の効用

データの図式表示法が研究の対象となったのは、その有用性が認識されるようになったことと、コンピュータの発達によることの2つの理由があろう。そして、多くの数値データを情報加工して解釈を加えるなどの場合は、コンピュータグラフィックスの技法をとり入れると便利なが多い。

さて、藤田ら(1978)は、数値データの視覚化技法に関して、その有用性と開発の要点をまとめているが、これらはそのまま、職業訓練において関連の数値データを処理する際の一つの参考となろう。そこで、部分的に、以下に抜き出しておきたい。

#### 図式表示の有用性

- 1) データの把握・理解が容易になる。つまり、グラフ化した方が、数値の絶対量、相対量ともつかみやすく、データ構造を全体的に観察することができる。
- 2) 行動決定の視覚的基準を与える。わかりやすく言えば、視覚化されたデータは、記憶がしやすく、忘れにくいという特徴がある。
- 3) 新事実・法則や傾向を発見できる。身近な例では、雇用状況の傾向や、年代ごとのその変化のその様子をつかむのに役立つ。

#### 図式表示法の開発の要点

- 1) 利用者に適したものであること。図式表示されたものには、その開発者だけでなく、場合によっては年少者が見ることもある。つまり、当該の利用者にとって、難解でないこと。
- 2) パターンの特徴を理解しやすいこと。そのデータ構造で重要とされる特徴が、表示パターンの上で容易に読みとれること。
- 3) 作成が簡単なこと。コンピュータを利用する場合は問題ないが、手書きの場合は、作成が面倒であると、長つづきしない。
- 4) パターンの物理量とデータの統計量の対応がはっきりしていること。人

間の評価・判断のいわば心理的な量とパターンの物理量（線分の長さなど）の対応関係の明確性。

- 5) 記憶しやすいこと。図式表示であっても、複雑なものは、図としての特質を損う。後述の顔形グラフなどは、人間が“顔”に敏感な特質を重視したものである。
- 6) 変量間の対比が明確で、全体的把握ができること。

## 2. 図式表示例

ここでは、脇本ら（1979）がまとめた図式表示例を列举することとしたい。職業訓練において、そこで発生した多数の数値データをどのように図式化すべきか、あるいは既に開発された図式表示の中でどれが適切かは、ひとえとに、とり上げる変数と各図式表示法の特徴・目的上の整合性に依存する。そして、ここでとり上げる事例は、職業訓練にかかわる意識調査データの適切な図式表示法の探索に資するものと思われる。尚、強いていえば、事例1～4は、図形の座標上の特色を活かしたものであり、一方事例5以降は、人間や植物の形状的特質を活かしたものである。

### 事例1. 散布図（図4.1）

最も単純な表示法で、2変数の各軸に対してデータをプロットしたものである。適切な数値処理法を定めるにあたっての、事前処理の一つとして用いられることが多い。

### 事例2. レーダーチャート（図4.2）

その使用例は、既に本報でものべたが、そのほかに、表4.2、図4.2のような使い方もある。

### 事例3. 星座グラフ（図4.3）

ある一学習者の教科別の得点で作ったベクトルを連結したときの最終点を“星”としてプロットしたものである。ベクトルの加算であるから、最終点の位置は、加算順序に依存しない。“星”が星座グラフの内側であればあるほど、教科による得点のバラツキが大きいと解釈される。逆に言えば、外側

の“星”は、全教科にわたって得点が、“安定”している。

#### 事例4. 連結ベクトルグラフ（図4.4）

一学級全体の得点の分布から、教科相互の類似性を読みとるのに用いる。成績の順位をベクトル（大きさ一定）の角度に対応させて、全学習者のベクトルを連結したもの。図4.4.bでは、自然科学の順位を基本にして描かれている。

#### 事例5. 木形グラフ（図4.5）

諸変数を木の枝や根の角度に対応させたもの。

#### 事例6. 顔形グラフ（図4.6）

チャーノフ（1971）によるもので、この例では、セリーグの投手の成績にかかわる変数（完封率など）をあらわしている。やや古いデータなので、堀内（巨人）、星野（中日）などとある。

#### 事例7. 体形グラフ（図4.7）

（略）

#### 事例8. フェーズ法（図4.8）

顔形グラフになぞらえて教育評価用に関発したものであり、各子供の得点によって顔の表情を変えるよう、プログラミングしている。

## 文 献

藤田廣一、永岡慶三（1978）教育データの視覚化表現法、日本教育工学雑誌、3、3、pp.125-136

Chernoff, H. (1971) the Use of Faces to Represent Points in N-Dimensional Space Graphically, Stanford Univ.

脇本和昌、後藤昌司、松原義弘（1979）多変量グラフ解析法、朝倉書店

藤田広一ほか（1976）教育データ処理用プログラム、昭和50年度科研資料

# 散布図

表 4. 1 健常群と胆のう疾患群の胆のう動脈起動部と右肝動脈の大きさ（径）

症例No.	健常群		良性胆のう疾患群		悪性胆のう疾患群	
	胆のう動脈 起動部径	右肝動脈径	胆のう動脈 起動部径	右肝動脈径	胆のう動脈 起動部径	右肝動脈径
1	4.0	12.0	5.5	13.5	8.0	12.5
2	1.5	8.0	5.5	16.0	9.0	16.0
3	3.0	10.0	3.0	8.0	6.0	11.5
4	1.0	9.5	5.0	14.5	8.0	16.0
5	1.0	9.0	4.0	8.5	4.0	11.0
6	1.2	4.5	4.0	10.5	5.0	15.0
7	6.0	17.0	5.4	10.5	16.0	18.0
8	3.0	11.0	4.0	18.0	10.0	14.5
9	3.5	8.0	2.5	10.5	7.0	11.5
10	2.0	6.0	6.5	12.5	3.0	16.0
11	3.0	12.5			5.0	12.0
12	2.0	9.0			7.5	12.0
13	3.0	7.0				
14	1.5	7.5				
15	2.5	9.5				

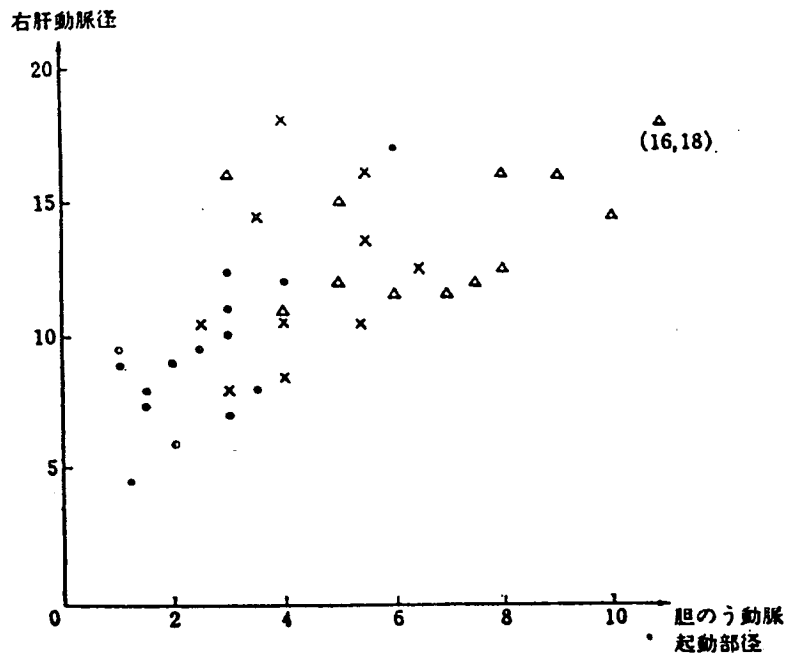


図 4. 1 散布図：胆のう動脈起動部径と右肝動脈径の関係

(脇本ら (1979) より)

レーダチャート

表 4.2 東京都の主要河川における底質の分析値（1969～1972年の最高値）

		総水銀	カドミウム	鉛	クロム	ヒ素
荒川	上流（新荒川大橋）	1.13	2.0	269	130	30
	中流（堀切橋）	0.34	1.1	36	57	15
	下流（葛西橋）	2.17	8.0	208	377	43

資料：都民を公害から防衛する計画，東京都（1974）

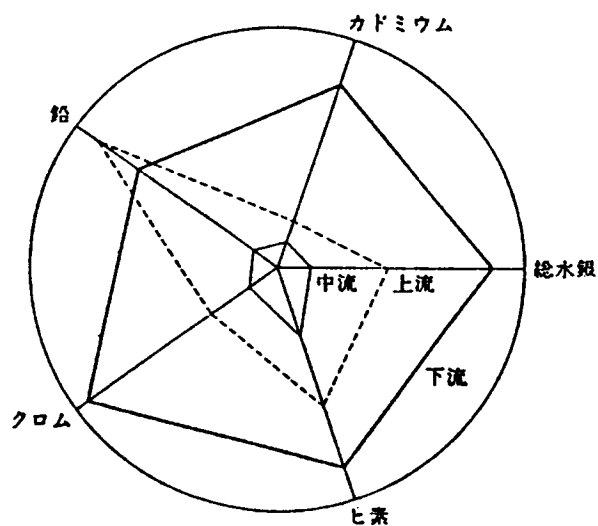


図 4.2 レーダチャート：荒川の各流域における汚染状況  
（脇本ら（1979）より）

# 星座グラフ

表 4.3 5教科の成績のデータ

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

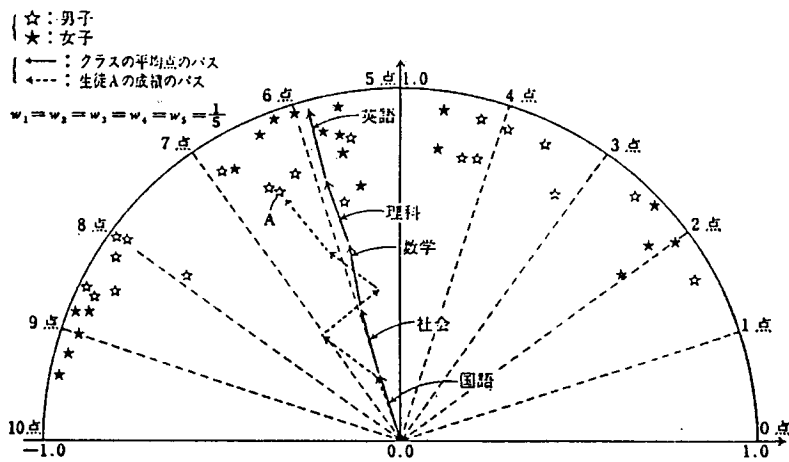
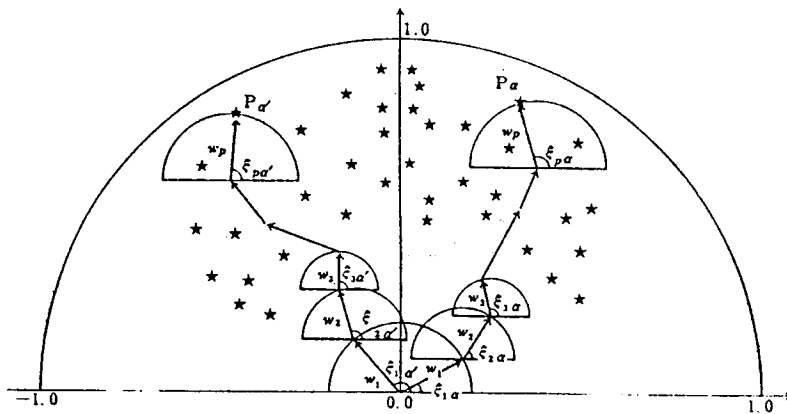


図 4.3 星座グラフ：表 4.3 のデータに対応するグラフ

(脇本ら (1979) より)

連結ベクトルグラフ

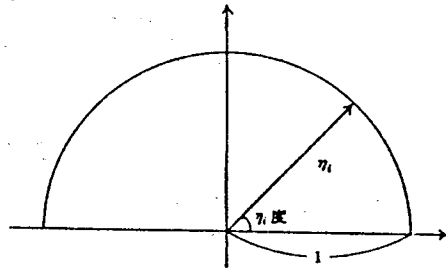


図 4. 4 a 連結ベクトルグラフ :  $\eta_i$  に対応するベクトル  $\eta_i$

表 4. 4 順位データ

自然科学の成績	外国語の成績	入試の成績	高校の成績
1	1	35	6
2	2	13	8
3	3	21	1
4	4	10	7
5	6	3	12
6	10	28	16
7	7	29	9
8	37	30	31
9	23	1	10
10	11	5	3
11	9	6	27
12	22	7	4
13	24	11	19
14	16	8	17
15	19	18	13
16	14	14	20
17	36	12	38
18	33	39	21
19	25	22	32
20	5	15	34
21	8	37	14
22	13	16	25
23	17	20	24
24	26	33	22
25	29	23	36
26	18	4	5
27	30	31	26
28	27	36	11
29	34	9	2
30	39	27	23
31	32	19	28
32	31	26	35
33	12	2	15
34	35	34	39
35	15	17	29
36	28	38	40
37	21	32	18
38	38	24	30
39	40	40	33
40	20	25	37

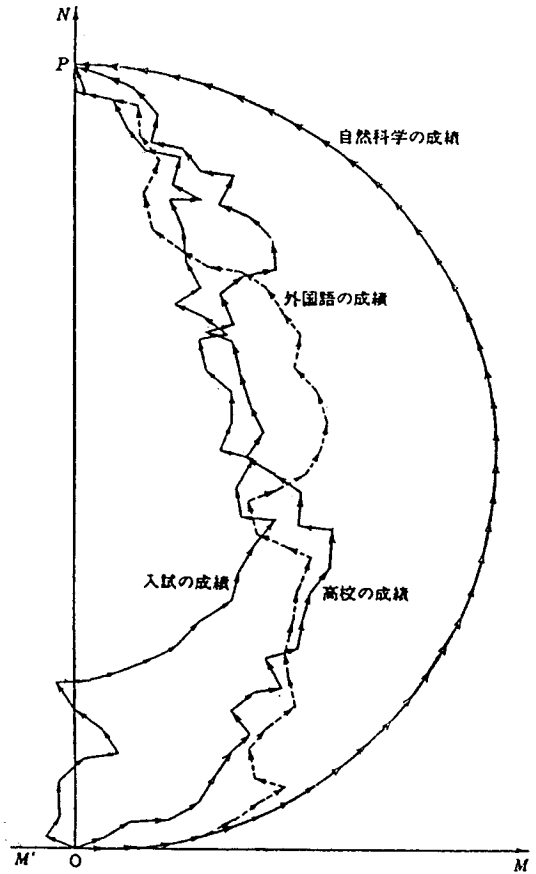


図 4. 4 b 連結ベクトルグラフ  
(協本ら (1979) より)

# 木形グラフ

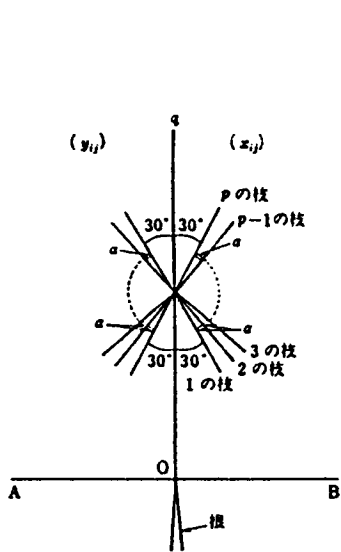


図 4.5 a カテゴリカルデータの場合の枝の描き方

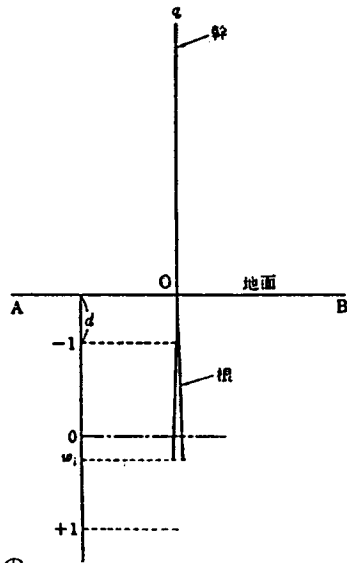


図 4.5 b 根の描き方

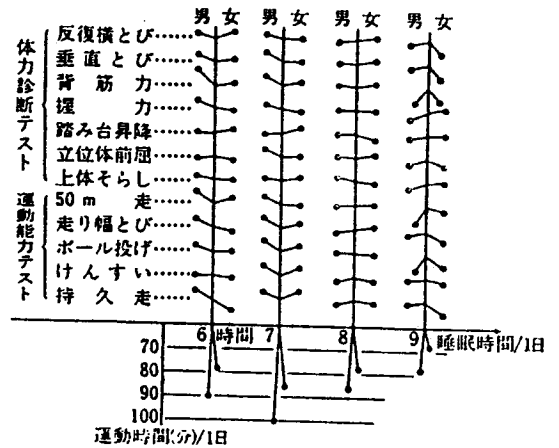


図 4.5 c 木形グラフ：体力診断・運動能力

表 4.5 積極性の度合いと“わからない”のパーセント (%)

	地域A				地域B			
	積極性の度合		わからない (%)		積極性の度合		わからない (%)	
	あなたの地域	日本	あなたの地域	日本	あなたの地域	日本	あなたの地域	日本
(1) 農林業を伸ばす	4.6	3.8	12.3	16.2	2.8	2.7	21.3	28.5
(2) 漁業を伸ばす	2.8	4.7	18.2	17.5	2.0	2.3	23.9	27.6
(3) 商業を伸ばす	3.2	4.5	12.6	14.2	3.1	3.2	24.7	30.1
(4) 観光事業を伸ばす	2.7	4.5	17.3	19.8	3.2	3.8	18.2	23.8
(5) 工場を誘致する	1.6	2.6	6.2	18.2	2.5	2.4	19.7	28.2

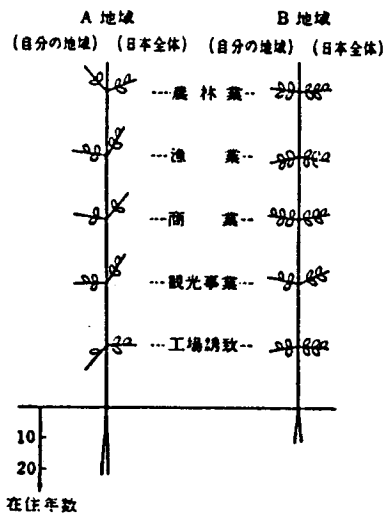


図 4.5 d 木形グラフ：意識調査の結果

(脇本ら (1979) より)



# 顔形グラフ

表 4.6 観測特性と顔を描く変数との対応

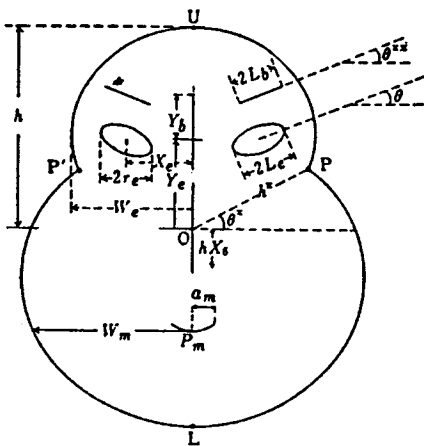


表 4.6 a 顔形グラフ：基本構成図

基準化変数	顔を描く変数	変換式	備考	成績	
				数値	範囲
$X_1$	$h^*$	$h^* = \frac{1}{2}(1+X_1)H$	OPの長さ、 $H$ は顔の大きさの倍率	0.8	
$X_2$	$\theta^*$	$\theta^* = (2X_2-1)\pi/4$	X軸とOPの角度	0.5	
$X_3$	$h$	$h = \frac{1}{2}(1+X_3)H$	顔のOU(=OL)の長さ	1.0	
$X_4$	$X_4$		顔の上半分の楕円の離心率	三振率	(0.2, 0.8)
$X_5$	$X_5$		顔の下半分の楕円の離心率	与四死球率	(0.2, 0.8)
$X_6$	$X_6$		鼻の長さ( $hX_6$ )	セーブ率	(0.1, 0.7)
$X_7$	$p_m$	$p_m = h(X_7 + (1-X_7)X_6)$	口の位置	防御率	(0.2, 0.8)
$X_8$	$X_8$		口の曲率(半径 $h/ X_8 $ )	勝率	(-5, 5)
$X_9$	$a_m$	$a_m = X_9(h/ X_8 )$ or $X_9W_m$	口の幅	0.5	
$X_{10}$	$Y_e$	$Y_e = h(X_{10} + (1-X_{10})X_6)$	目の位置	被安打率	(0.1, 0.9)
$X_{11}$	$X_e$	$X_e = W_e(1+2X_{11})/4$	目の中心の離れ具合	0.5	
$X_{12}$	$\theta$	$\theta = (2X_{12}-1)\pi/5$	目の傾き	被本塁打率	(0.3, 0.7)
$X_{13}$	$X_{13}$		目の楕円の離心率	0.6	
$X_{14}$	$L_e$	$L_e = X_{14}\min(X_e, W_e - X_e)$	目の幅の半分	完封率	(0.3, 0.9)
$X_{15}$	$X_{15}$		ひとみの位置	0.5	
$X_{16}$	$Y_b$	$Y_b = 2(X_{16} + 0.3)L_eX_{13}$	目から眉の位置	完投率	(0.1, 0.9)
$X_{17}$	$\theta^{**}$	$\theta^{**} = \theta + 2(1-X_{17})\pi/5$	眉の傾き	1.0	
$X_{18}$	$L_b$	$L_b = r_e(2X_{18} + 1)/2$	眉の長さ( $2L_b$ )	0.8	

注： $W_e$ は $Y_e$ の高さでの顔の輪郭までの距離。

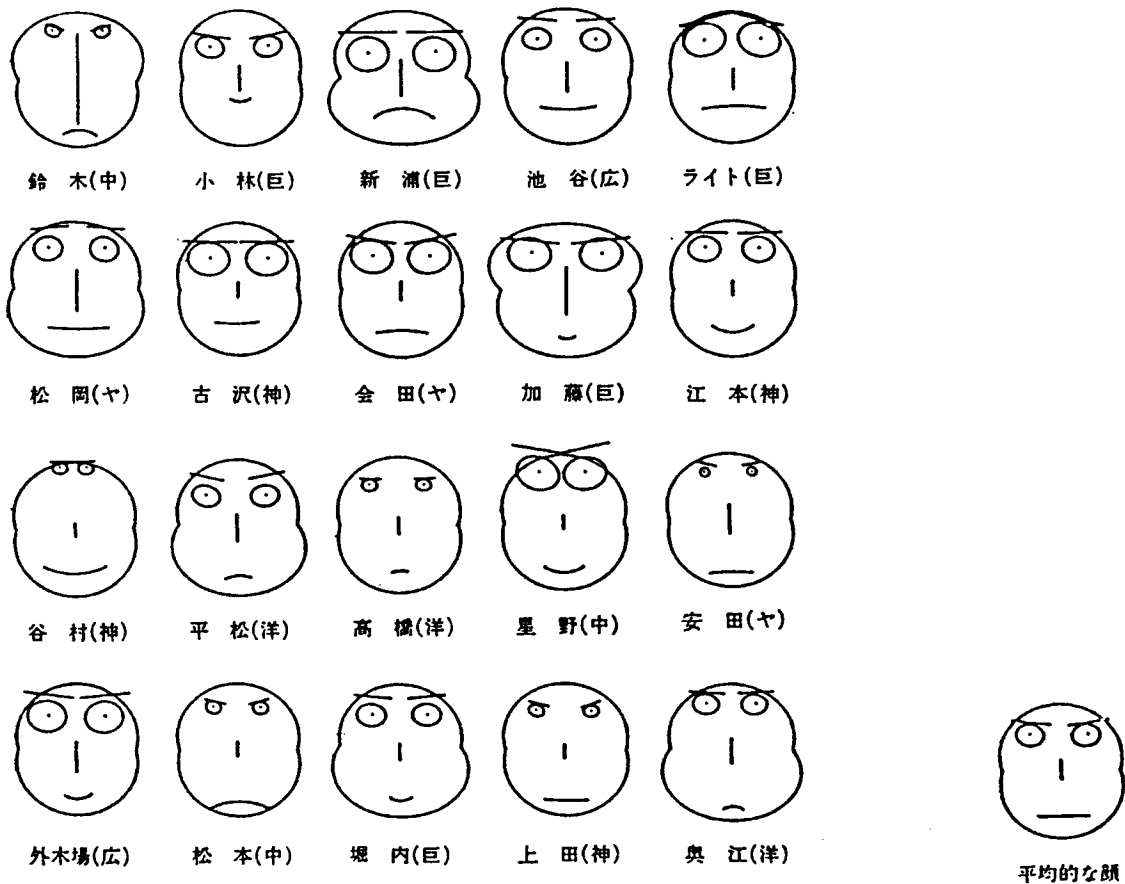


表 4.6 b 顔形グラフ：セリーグ投手20人と平均的な顔

(脇本ら(1979)より)

# 体形グラフ

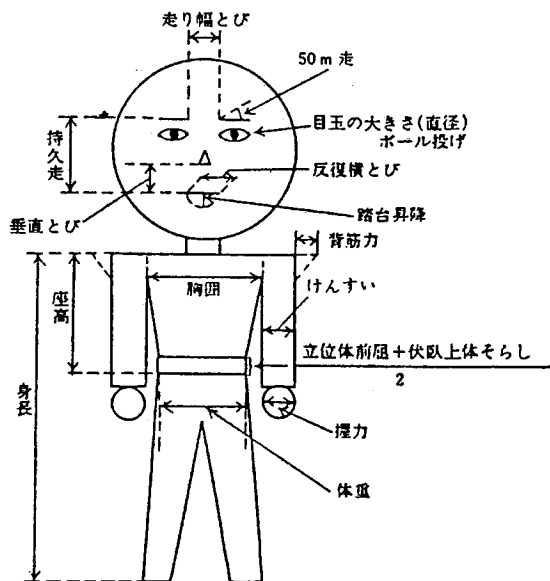


図 4.7 a 標準体形グラフ

$$\text{ローレル指数}(R) = \frac{\text{体重}}{(\text{身長})^3} \times 10^7$$

[ただし、単位は体重(kg)、身長(cm)]

全国平均(標準体形)

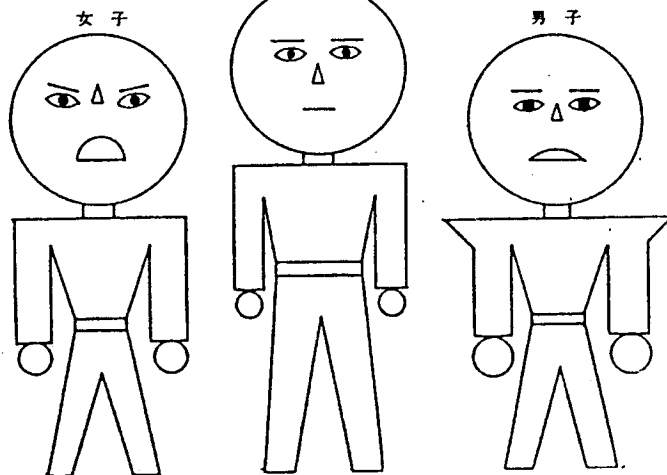


図 4.7 b 小学校 5 年生、6 年生の男女別の体形グラフ

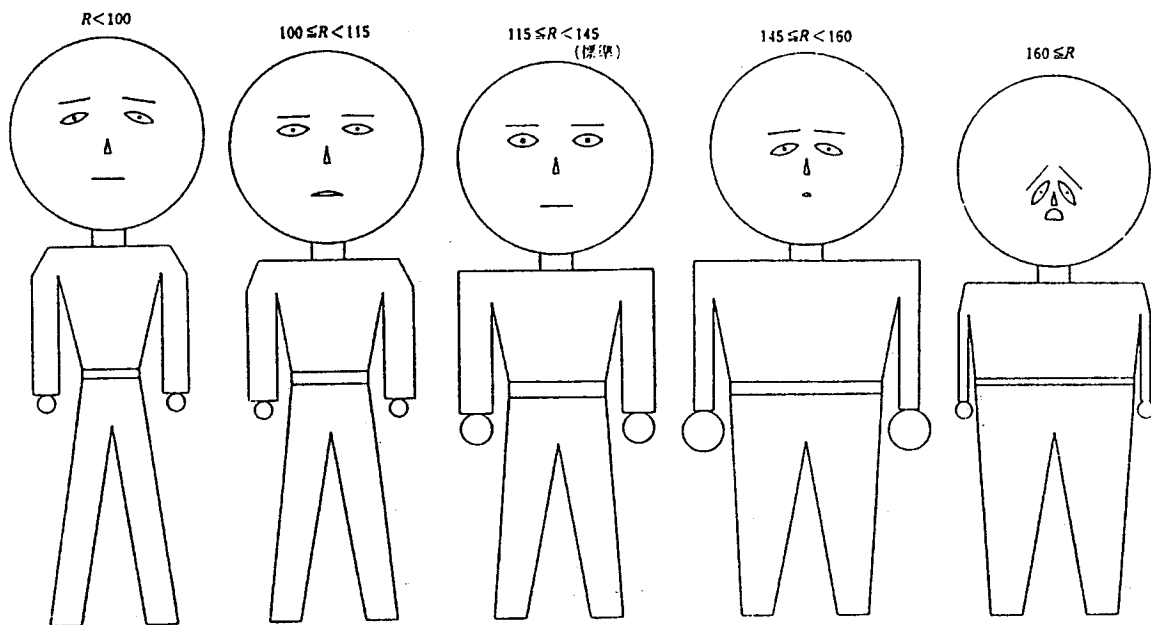


図 4.7 c 5 つのクラスの体形グラフ

(脇本ら (1979) より)

# フェーズ法

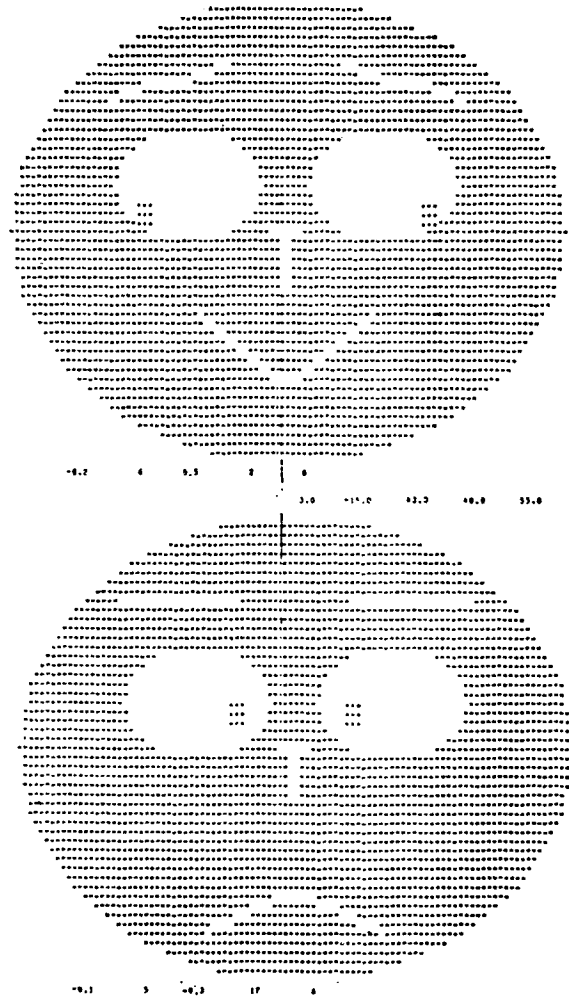


図 4. 8 学習者の学習状況推察のためのフェーズ法  
— 藤田ほか (1976) による