コミュニケーションのための教育データの グラフィック表示

永 岡 慶 三*

GRAPHIC REPRESENTATION OF EDUCATIONAL DATA FOR THE PURPOSE OF COMMUNICATION

Keizo NAGAOKA

There are many various data in educational field that should be processed metrically.
The subjects using these data are classified into following three:

- 1) researcher for study,
- 2) teacher for instruction,
- 3) learner as the receiver of feedback data from teacher.

The method of graphic representation of educational data is discussed in this paper on a viewpoint of improving the instruction of teacher above mentioned (2).

Some actual examples are introduced: faces method, *S-P* table, constellation graph and the other similar methods that are used in the field at present. The characteristics and utilities of these methods and graphs are commented and a few opinions are showed at the conclusion.

1. は じ め に

統計データを視覚的に図表化あるいはグラフ化して表示することの重要性は、従来からもしばしば指摘され、認識もされていたが、特に最近グラフィック解析に関する方法が脚光を浴びている (Gnanadesikan 1977, Everitt 1978, Wang ed. 1978, 脇本・後藤・松原 1979, Hartwig, Dearing 1979)。このテーマによる本学会の月例シンポジウムも昨年開催された。

さて本稿では、教育データを対象に述べるわけであるが、そのうち特に教育工学的な利用を取り上げる¹⁾。それはデータの統計解析を主目的としてはいない。すなわち、ここでは統計解析という研究場面よりも、授

業改善など教育実践の目的の下に行われる教育データの処理に関して述べることにする。教育データのグラフィック表示は、特にそうした場面に特徴的で、有用性が高いと考えられるためである。

以下、2. で授業改善を目的とした教育データ処理の考え方について概説し、3. ではそうしたデータ処理にグラフィック表示の方法を用いている実例のいくつかをあげて、特徴や効用について述べる。4. では、教育データのグラフィック表示法についての二、三の考えを述べる。

2. 教育データのグラフィック表示

2.1. 教育データ処理結果の利用者

教育の場には、試験の得点や成績をはじめ、身長・体重などの身体計測値、アンケートの回答やソシオメトリックデータなど、処理の対象となるデータは多様なものがある。

教育データの処理を行う場合、その処理結果を誰がみて利用するのかによって、次の3通りに分けて考えることができる。それぞれに対して処理結果の表示に適した形式が異なるのである。すなわち

* 神戸大学教育学部教育工学センター (Educational Technology Center, Faculty of Education, Kobe University)

1) 教育工学は、単に機器や数理的手法を、教育へ導入することではない。よい教育を行うことを目的として、その達成のために、あらゆる有効な方法、手段を講ずる。教室においては、授業をいかに改善していくか、その具体的方法を与えることにその目的がある。

1) 研究者が、教育研究のために処理結果を解釈する場合

2) 教師が、自分自身の授業改善を目的として、学級の日常的データ処理結果を活用する場合

3) 児童・生徒など学習者にその結果をフィードバックする場合

である(永岡 1980 b)。

上記以外にも、教育に関する統計データは、管理、行政などの資料として扱われることなどもあろうが、ここではそれらを除く。また3)を別にすれば、1)と2)は、相互に区別されない場合もある。教師が研究活動を行い、また研究者が教職にある場合も多い。それはともかくとして、通常の研究的統計解析の手法が用いられるのは、このうち主に1)の場合である。そこでの事情は、一般の統計的方法の応用の場合とほぼ同様であると考えられるため、ここでは省略する。

一方、2)の場合が教育データ処理あるいは教育工学的らしいやり方である。

2.2. 授業改善のための教育データの処理

このような学校における日常データの処理の要求は、教育の現場でも最近増加してきている。それには以下のような理由があげられよう。

第一に、形成的評価、到達度評価など、教育評価の新しい方法が普及して、学級内で日常的にテストや演習を行い、それを処理しながら授業の方策を立て、効果的に進めていくという考え方が高まってきたこと、第2に、言うまでもなくマイクロコンピュータが数年前とは比較にならない程普及し、機能が向上したこと、特にグラフィック機能、日本語処理機能は、処理結果の表示に飛躍的進歩をもたらしている。第3に、教育データについて特有のデータ分析・処理手法やコンピュータプログラムが開発されてきたこと、などがあ

る。こうした状況では、大規模な調査を行い大量データを収集して分析を行う従来の教育統計とは、対象データが次のような点で異なる(藤田・永岡 1978)。

- i) データのサイズが小さいこと(1学級単位で、40人前後)
- ii) 人間(子ども)についてのデータだから、複雑で条件統制が困難
- iii) データ全体より、個々が対象となることが多い
- iv) カテゴリカルデータの処理など、尺度水準の低いデータも扱う

これらの特徴を考慮する必要がある。

2.3. コミュニケーションのための処理結果の表示

そして、処理結果の利用目的も、設定した仮説に関する結論を得ることや、新しい知見、法則の発見のためではなく、統計については非専門家だが処理しようとしている当該データについては誰よりもよく知っている人間教師に対して、経験や勘を充分発揮しうる余地を残した、授業改善のための有効な資料として利用されるのである。そこに必然的に、処理結果の表示について、わかりやすく把握しやすい形態であることの必要性が存在しており、このことから教育データの表示は、データと教師とのコミュニケーションのためと見なすことが有効である。

また、前述3)学習者へのフィードバックも、やはり教育では重要で、この場合も処理結果の表示は、教師から学習者へのコミュニケーションの手段として考え

図1. 学習者の学習状況推察のためのフェース法
(藤田・永岡 1978 より)

図4. 描かれるフェースのいろいろ: A, Bは4つとも良い評価, C, Dは4つとも悪い評価, Eは全部中間のとき, いま4つの対応項目を, 眉=「体育の成績」, ひとみ=「積極性」, 鼻=「協調性」, 口=「国語の成績」のようにとったとすると, Fは体育, 積極性が(1)で, 「元気な子」の表情, Gは協調性, 国語が(1)で「まじめな子」の表情, Hは眉とひとみを左右別にした場合で, こうすると対応項目が6個となり, フェースの描かれ方は729通りとなる。(永岡1980より)

図5. 体形グラフ(ある県の小学校5年生, 6年生の男女別の体形グラフ)(脇本ほか1979より)

図6. 木形グラフ(体力診断テストと運動能力テストのデータより作ったもの. 睡眠時間との比較がされている)(脇本ほか1979より)

*** <2> S-P TABLE ***																							
PROBLEM NO.	1 2 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1																						
STUDENT	5 8 1 3 2 4 9 4 6 3 3 0 6 5 9 8 7 7 1 2 6 2 1 5 7 4																						
																					CA	% AT	C.S
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.41
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.37
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.02
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.17
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.41
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.51
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.05
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.06
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.09
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.09
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.17
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.25
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.83
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.07
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.09
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.10
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.33
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.04
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.41
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.41
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.59
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.07
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.15
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.19
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.20
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.30
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.42
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.47
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.55
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.12
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.14
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.19
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.26
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.15
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.27
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.34
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.15
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.40
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.78
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.29
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.52
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.39
10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.21
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.24
7	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.46
32	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.23
-NUMBER																					CA	% AT	C.S
CA	4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2																						
%	6 4 4 3 2 9 8 8 6 4 4 3 2 1 0 9 8 8 6 6 6 5 4																						
ATT	0 9 9 9 9 8 8 8 7 7 7 7 7 6 6 6 6 6 5 5 5 5 4																						
C.P	0 6 6 3 1 5 3 3 8 4 4 2 0 7 5 3 1 1 7 7 7 4 2 8 1																						
	0 2 7 6 3 6 3 3 4 5 5 3 4 5 7 2 2 8 2 4 7 9 1 6 4																						
B	0 1 3 8 2 5 6 9 5 0 9 4 9 9 2 7 3 2 7 3 9 8 0 4																						
	0 0																						

図7. S-P 表の例 (佐藤 1975 より)

われだしている。それら利用例のすべてを網羅するわけにはとてもいれないが、既に一般にその利用が広まっていることは、NHK テレビの番組「経済ジャーナル」での「ウィークリーフェース分析」(その週の毎日の経済状態をパソコンのCRTディスプレイにフェース表示する)、あるいは若者向け雑誌PLAYBOYの経済解説記事(吉村 1982)にも登場していることなどにうかがい見ることができる。

現状ではほとんどの利用が、本来のフェース法の多次元データの分類や識別という主旨よりも、やや通俗的な使われ方をしている傾向がある。すなわち、フェース自体を人間の表情として解釈してしまうことである。もっとも、ブランドの監視のように、フェースの表情自体を通信手段として利用することも試みられており(市川・小林 1978)、見る人へのコミュニケーションの手段という意味においては、積極的利用は望まし

いことといえよう。但し、あくまで“表情”に関して人が持っている経験的付随情報により、受け手が客観的なデータ特性以上の情報を想起してしまう可能性の高いことには、充分注意すべきである。

図1, 図2は教育データに用いられた例である。

図1は、学習者の学習状態を、教師が推察あるいは学習者自身が自分を見ることを目的として、作成されたものである(藤田ほか1976)。学習者に対し、テストの前に予測点を、テストの後で自己採点を記述させ、実際の得点とともに、それら3種の数値より次の5変数を作る。それらは、得点—自己採点、自己採点—予測点、得点、自己採点、予測点で、おのおの眉、鼻、口、瞳の横方向、瞳の縦方向へ変数対応させている。図1の上側は、予測点、自己採点が低く、得点が割合良かった学習者のもの、下側は強気の割には、あまり得点が良くなかった学習者の例である。

また図2は、大学の入学試験の合否判定へのフェース法の応用である。各科目の得点を8変数(9段階評定)に対応させている。フェースを用いることで、総点のみによる合否判定よりも、多面的な評定が可能かどうかを試みている(鈴木・北岡1981)。

コンピュータの利用はフェース法をはじめ、グラフィック表示においてきわめて強力な手段ではあるが、その使用自体が目的ではない²⁾。たとえば教師から学習者へのコミュニケーションを目的とした場合は、むしろ手書きをする部分を手順の一部に加えておく方がよい場合もある。

図3は、簡易フェース法用紙で、手書きによる例である(永岡1980a)。これは顔の図柄が印刷された紙を用いるもので、筆記具のみでフェースが作成できる。利用が非常に簡便で、年少の学習者にも扱える。教師の利用の他、特に児童・生徒へのフィードバック用として、単に数値を提示するよりも、提示された数値から自分のフェースを自分で描かせることで、興味・関心を高めるのに効果的である。図4にそのいくつかのフェースの例を示す。なお手書きのフェース作成法と

しては、誘画法がある(江副1975)。

図5は体形グラフである(脇本1977)。児童の体位、体力診断テスト、運動能力テストの結果を体の形に描いている。このように人間の顔に限らず、そのデータにふさわしいパターンを用いることは今後とも有望である。

図6は木形グラフである(脇本ほか1979)。木形グラフでは“実物”への忠実度はフェース法ほど本質的ではない。すなわち、“木”であることにそれほどの必然性はないが、多変量を総括的に見るのに都合がよいパターンである。前述したように、図形をある実物のパターンで模することは、そこに付随的信息が付加されてしまう可能性を含んでいるが、木形グラフの場合は、“良い”評価の表現が枝葉の上向き方に対応しており、情報が程良く伝わっているといえそうである。

3.2. S-P表など

学習者集団の、出題された課題群に対する得点を、縦に学習者を高得点順に、横に課題を高正答率順に並べ

図8. S-P表のS曲線, P曲線の形状によるデータの分類(藤田・永岡1978より)

2) 教育データのコンピュータ出力の表示形式については、別途考える必要がある。その場合は、(1) 利用者個人が簡単に処理できること(必要なパラメータの省略時解釈値を持つなど)、(2) CRT画面の制限内で、一応の表示が行えること(カラーの利用も含む)、(3) 対話形式でくり返し処理を行えること、(4) 動的表示法を工夫すること(表示の時間的順序、アニメーションなど)、を考慮する必要がある(永岡1982)。

図7は S - P 表のコンピュータ出力の例であるが、

S-P 表には、各学習者の得点に応じて左側から 1, 0

(a) $U-P$ 表

(b) $M-P$ 表

図9. $U-P$ 表と $M-P$ 表の例 (吉本 1977 より)

の数を数えて区切り線を入れ、それを連結した折れ線が描き込まれており、これをS曲線という。同様に課題側についてもP曲線が描き込まれている。両曲線はまた、それぞれ得点と正答率の累積分布曲線となっている。S曲線、P曲線は、データが完全ガットマン尺度にあるとき一致するが、普通は差異がある。データが非等質的である程差異は大きくなる。また学習者や課題の個々の反応パターンをS曲線、P曲線を規準に見ることで、他とは異質な課題や問題、あるいは理解状態が特異な学習者を見出すことができる。

S-P表のデータを、S曲線、P曲線の位置および形状から、図8(a)~(d)を示された各型に分類することができる(藤田1975)。

S-P表に類似した正誤反応の分析表に、U-P表、M-P表がある。図9は正答に対しC、誤答に対し-を対応させて、学習者がどの概念を理解し、どの概念は理解されていないか、また対応する小問群の特徴などが読みとりやすくなっている(吉本ほか1977)。

3.3. 星座グラフなど

図10は星座グラフである(行動科学研究会編

図10. 星座グラフ (協本ほか1979より)

図11. パーソナルコンピュータによる星座グラフの出力例 (星陵高校藤栄氏提供)

図 12. 連結ベクトルグラフ（脇本ほか 1979 より）

1975). この例では、中学校における 1 クラスの男子 21 名、女子 20 名の国語、社会、数学、理科、英語の成績を 10 段階に評定したデータを用いている。

グラフは、各個人の各科目に対する成績を単位ベクトルの偏角に対応させて、次々に科目の数だけベクトルを連結して描き、その到達点を星印で示している。各個人の星印は半円平面上に分布し、その位置およびそこに到るまでの軌跡が全体の中の個人の特徴を表わしている。すなわち、偏角の大きいほど成績がよく、周辺に近いほど各科目に一定の成績であったことを示している。また、たとえば図 10 で、学習者 A の成績は、数学を除いてクラス平均より優れていること、そして数学の成績についてはクラス平均よりかなり悪いことが、軌跡が示されていることで、一目でわかる。

このように星座グラフは、集団全体の傾向とその中の各個人の特徴とが同時に把握できる点が優れており、さらに判別分析への応用の可能性も持っている。

図 11 は教育現場の指導に用いられている例で、パーソナルコンピュータにより出力されたものである。

図 13 は連結ベクトルグラフである（脇本・田栗

1974）。考え方は星座グラフに似ているが、データとして成績などを素データのまま用いる場合と順位をデータとして用いる場合とがある。

成績を単位ベクトルの偏角に対応させ、ある基準となる科目についての成績の高い学習者の順に原点からベクトルを順次連結して描くと、図 12 の“物理成績”のように半円形になる。比較すべき他の科目あるいは他のデータについては、基準科目により決められた順番でベクトルを連結して描くと、図 12 のような連結ベクトルグラフが得られる。ここでは物理の成績が基準となっているが、各連結ベクトルの曲率が似ている部分はデータが線形関係にあることを示す。たとえば図 12 では、物理の成績と数学の成績の相関が高いことがわかる。このグラフの利点は連続ベクトルの凸凹により部分的にも相関の高低を読み取れることにある。また連結ベクトルの到達点および偏角より、そのデータの標準偏差、平均のだいたいの値が直読できるのも便利である。

4. おわりに

教育データのグラフィック表示について、特に授業改善等を目的とした方法に限って取り上げてきた。最後に二、三の考えを述べて、結言にかえさせていただきたい。

もっぱら日々の学習指導に多忙な現職の教師にとって、統計解析の理論的方法を完全に習得する時間的余裕は多くはない。その意味で教師が利用するグラフィック表示の効用は、データとのコミュニケーション手段として毎回の利用が有効であることの上に、「習うより、慣れる」の感覚で統計解析手法に習熟していくことができることにあると考える。

従来、ともすれば専門書首っ引きで、データに対して機械的に統計的方法をあてはめ、

「何だかわからないが、計算機のはじき出した結果がこうなんだから……」

という受け取り方がされる向きもあった。このことはパーソナルコンピュータの発達により、場合によってその傾向がさらに強まることも予想される。それは計算過程がプログラムパッケージ化され、あまりに簡便に計算が行われるため、途中の考察の入る余地がなくなるからである。

しかしパーソナルコンピュータの普及は、一方で前述したようにグラフィック表示法を可能にし、直観的理解の手段を与える。それは一、二の数値を算出して

結論を下し、こと足れりとするのではなく、直観的あるいは総合的判断と照らし合せて考察する余地を残している。

教育データ処理結果の活用において、利用者が持つ望ましい感想は、

「やはりそうか、確かにそうかもしれないな……」

という感じではないだろうかと考える。

今後とも優れたグラフィック表示の方法が開発されることを期待する。

参 考 文 献

- Chernoff, H. (1973) The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically, *J. Amer. Statist. Assoc.*, **68**, 361-368.
- Everitt, B. (1978) *Graphical Techniques for Multivariate Data*, Heinemann Educational Books Ltd., London (医学統計研究会訳 多変量グラフィカル表現法 マール社)
- 江副 力 (1975) 表情の定量的モデル作成と多次元データ分類への応用(誘画法), 経営科学, 第19巻, 209-226.
- 藤田広一, 永岡慶三 (1974) 任意の H_0 点満点の $S-P$ 表, 電子通信学会教育技術研究会資料, ET 74-4.
- 藤田広一 (1975) 教育情報工学概論, 昭晃堂
- 藤田広一ほか (1976) 教育データ処理用コンピュータプログラム, 昭和50年度文部省科学研究費研究成果報告書
- Fujita, H., Sato, T., Nagaoka, K. (1977) Graphical analysis of test scores using an $S-P$ table, *Educational Technology Research*, **1**, 21-31.
- 藤田広一, 永岡慶三 (1978) 教育データの視覚化表示法, 日本教育工学雑誌, Vol. 3, No. 3, 125-136.
- Gnanadesikan, R. (1977) *Methods for Statistical Data Analysis of Multivariate Observations*, John Wiley & Sons, Inc., New York (丘本正, 磯貝恭史訳 統計的多変量データ解析 日科技連)
- Hartwig, F., Dearing, B.H. (1979) *Exploratory Data Analysis*, SAGE, London (柳井晴夫, 高木広文訳 探索的データ解析の方法 朝倉書店)
- 市川惇信, 小林重信 (1978) 人間-機械系における“顔”の使用, シミュレーション技術研究会編 シミュレーション技術 (II), コロナ社
- 行動科学研究会編 (1975) 星座グラフ, 明治図書
- 永岡慶三 (1980 a) 簡易フェース法, 電子通信学会技術研究報告, ET79-11.
- 永岡慶三 (1980 b) コンピュータ出力の視覚化表示について, 第17回国立大学教育工学センター協議会, No. 1-14, 37-38.
- 永岡慶三 (1982) 教育データの分析・処理をグラフィカルに表示する方法について—マイクロコンピュータによる散布図への等マハラノビス汎距離楕円の表示, 1982日本科学教育学会年会, F-26, 349-350.
- 佐藤隆博 (1975) $S-P$ 表の作成と解釈, 明治図書
- 佐藤隆博 (1982) $S-P$ 表の活用, 明治図書
- 鈴木真雄, 北岡 武 (1981) 多変量顔グラフによる入学試験合否判定の試み, 愛知教育大学研究報告, 30 (教育科学編), 67-83.
- 脇本和昌, 田栗正章 (1974) 連結ベクトルパターンによる重相関度の表現, 日本統計学会誌, **5**, **1**, 9-24.
- 脇本和昌 (1977) チャーノフの顔形グラフの変形のこころみ—一体形グラフ—, 行動計量学, **4**, **2**, 67-73.
- 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
- Wang, P. ed. (1978) *Graphical Representation of Multivariate Data*, Academic Press, New York
- 吉本 市 (1977) 形成的評価のための $U-P$ 表, $M-P$ 表による習得状況診断例, 文部省特定研究科学教育研究報告
- 吉村光威 (1982) ニッポン10大企業をComputer人相診断する, 日本版PLAYBOY, '82年9月号

—1983年6月 受付—