

回遊法

—不確実時代におけるグラフ化の一試案—

1. はじめに

かつてはグラフ化の花形ともいべきトレンドが、不確実時代に入ってからあまり役に立たなくなった。しかし、歴史は繰返すといわれるように、一個人・一企業の問題から世界情勢や自然現象に至るまで、あらゆる現象の中には何らかの繰返しが見られる。このような繰返しに注目して、ある程度長期にわたる蓄積されたデータのなかにある、いわば微妙な周期性を簡単に見付けられれば今後いろいろな面で役立つと思う。

本稿ではこのような周期性を画に表わすために、データ（文章・世相史・メロディー・天候・売上げ・乱数など）をいわば回遊させて画をかく方法を考え、これを仮りに回遊法とよぶこととした。ただし簡単のためにデータを計数化した場合だけについて述べた。実際には計量データを用いたほうが実用的であるが、紙数の制限等もあり計量データに対しては省かせていただいた。

2. 回遊グラフの画き方と原理

図1はある分野における項目をなんらかの順に並べ、好ましい項目には＋、好ましくないものに－、どちらでもないものに0を与えたもので、これら項目ごとの符号に応じた矢印（辺とよぶ）を順次つないでゆけば、いろいろな形が画ける。

すなわち＋の項目は実線矢印→（正辺とよぶ）で、－の項目は波形の矢印↪（負辺とよぶ）で

表わす。そして最初の辺は起点（×印）から出発し、その項目が正なら図1のように正辺を起点から真上に向かって引き、項目が負なら負辺を起点から真下に向かって引く。

そして2番目以降の項目が＋（または－）なら正辺（または負辺）を直前の辺に対して直角に右折（または左折）させる。ただし新しい項目が0ならその辺は画かないで、その位置に短い線を1本交差させゼロの項目はとばして後続の辺を上ルのルールに従って順次画いていく。こうして最後の辺が到達した位置を終点（◎印）とよぶ。

以上のルールで辺のつながりを書けば（辺はすべて等長とする）、正辺と負辺は図1の中に交互に記入した＋、－の回りに別々に現われることがわかる。すなわち正辺は図1の＋の位置（正極とよぶ）を中心にその回りを右回りに、また負辺は－の位置（負極とよぶ）の回りを左回りに進むのである。なお起点（または終点）の属する極を起極（または終極）という。

また極の位置を示すには、起点のすぐ右上にある正極の位置を行： $R=0$ 、列： $C=0$ と決め、これを「 $(0, 0)$ 極」と表わす。つぎに正極を囲む正辺の数（ $+V$ で表わす）または負極を囲む負辺の数（ $-V$ で表わす）を極圧とよぶ。たとえば図1の $(0, 0)$ 極は正極でこれを取り巻く正辺の数（辺1, 3, 4, 5, 10, 11）が6本あり、したがって極圧は $V=+6$ であり、同様に $(-1, 0)$ 極は負極で極圧は $V=-4$ である。

さらに隣り合う極の中に同種の項目が入っている場合、これらの極は極山脈をつくるという。たとえば(2, 1)極 a_1 と(1, 0)極 a_2 の各辺に同種項目が入っていれば、これらの極 a_1, a_2 は極山脈をつくるという。

また、(2, 0)極の B は正極であるが、この極を取り巻く回りの極、 a_1, a_2, b_1, b_2 はすべてそれぞれの辺をもっているのに、極 B は自分の辺(正辺)をもっていない。このような場合、極 B を「湖」とよび、これは後述の乱数データによく現われるパターンである。

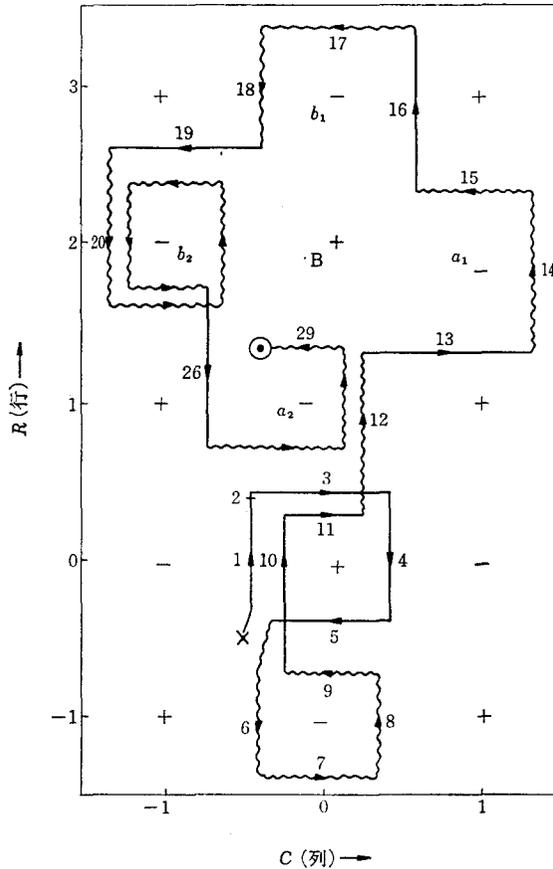
つぎに辺にはその順に No をつけ、これを辺 No

(E で表わす)といい、また同一符号の辺のつながりを世代とよび起点に近いほうから順に世代 No (G で表わす)をつける。たとえば辺 1, 2, 3, 4, 5 は世代 $No1$ であり、辺 6, 7, 8, 9 は世代 $No2$ となる。なお終極における辺 No および世代 No は各、 E_s および G_s で表わし、また起点から最短コースで終点に達した場合の辺 No を最小の辺 No (E_0 で表わす)といい、そのときの世代 No を最小の世代 No (G_0 で表わす)という。ここで行 R および列 C がわかれば E_0 および G_0 は図 2 および 3 の公式から簡単に求まる。

最後に起点から終点に至る全工程での平均的な極圧： \bar{V} はそのグラフの平均的な周期に関連し、これは次式から求める。

$$\bar{V} = E_s / G_s \quad (1)$$

また最短コースにおける全工程の極圧の平均値



項目	符号
1	+
2	0
3	+
29	-

図 1 回遊グラフの書き方

\bar{V}_0 は次式で求める。

$$\bar{V}_0 = E_0 / G_0 \quad (2)$$

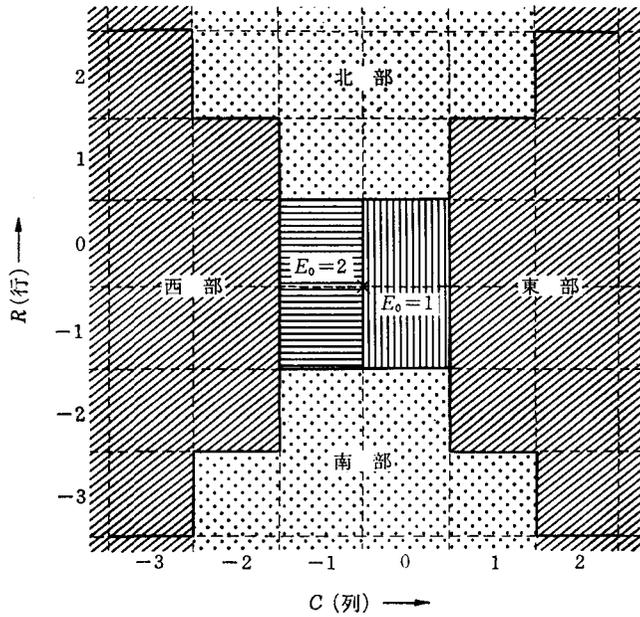
また \bar{V} を \bar{V}_0 で除した値は、平均的に 1 つの極の中だけでぐるぐる回った回数に比例し、これを回遊率とよび θ で表わし次式で求める。

$$\theta = \bar{V} / \bar{V}_0 \quad (3)$$

3. 複合的な周期性をつかむ

自然、経済、社会などでの諸現象には複合的な周期の現われることが多いが、回遊グラフはその表現に適している。たとえば週休 3 日制は 7 日の周期の中で行なわれるが、休日を何曜日にするかによって図 4 のようにいろいろグラフがかける。

すなわち出勤日を +、休日を - で表わすと金土日と続けて休む場合は(1)のような風車型となり、水木日と休めば(2)の多角形となり、水木日と休め



(注) ×: 起点

場所	E_0
北部	$2R+1$
東部	$2C+2$
南部	$-2R-1$
西部	$-2C$

図 2 極ごとの最小の辺 $No: E_0$ の求め方

ば(3), 火木土と1日おきに休むと(4)となる。ここでたとえば(2)は+++-の4日と, +-の3日の周期との複合と考えれば図5(4)式のような回遊グラフ独得の公式が成り立つ。

4. 周期性に着目した事例

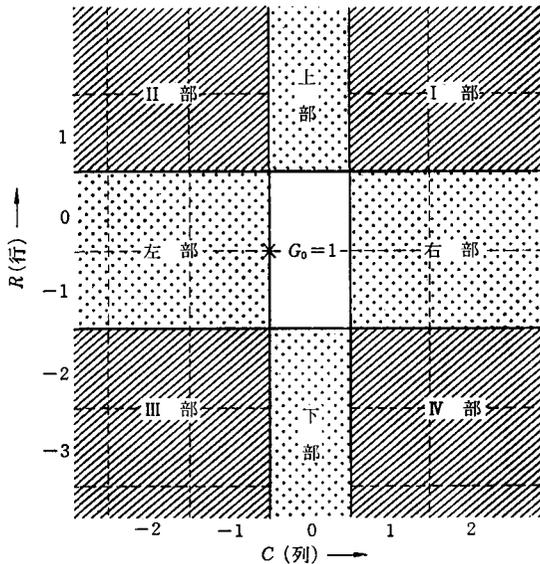
4.1 昭和年代の世相史

表1は昭和各年を代表的な項目で表わした世相

史を項目の好ましきで符号化(多少の主観は入っているが)したもので, このグラフは図6のようになりつぎに示す6本の極山脈が現われている。
 a_1a_2 : 戦争, b_1b_2 : スポーツ, b_2b_3 : カラーTVと電話, c_1c_2 : 冷害, c_2c_3 : 人災(公害, 紛争など), d_1d_2 : 人力の喜び。

4.2 文章とメロディーとの比較

図7(1)は, 小説「油断」の最初の部分に対して,



(注) ×: 起点

場所	G_0
上部	$R+1$
下部	$-R$
右部	$C+1$
左部	$-C+1$
I部	$C+R+1$
II部	$-C+R+1$
III部	$-C-R$
IV部	$C-R$

図 3 極ごとの最小の世代 $No: G_0$ の求め方

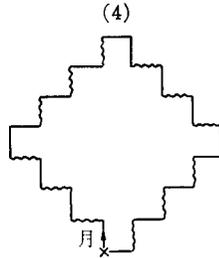
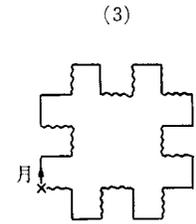
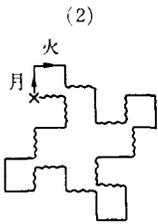
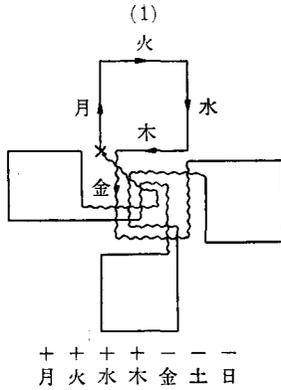


図4 週休3日制

主人公が遭遇したあらゆるできごとの好ましさをグラフ化したもので、これは図7(2)の「赤とんぼ」のメロディーとどこか似ている。

ただし、メロディーはその曲目で最も短い音符の長さを1単位(1辺)として、音程の上昇または下降期(その後に続く一定期も含む)を+または-で表わし、休止期を0としてグラフ化した。

4.3 東京の天候

東京の毎日の天候の移り変りは年によって変化

しているかどうかをみるために、1963、1972両年に対して、雨(雨量1ミリ以上、または積雪1センチ以上)を負、曇(平均雲量8.5以上)を0、晴(平均雲量8.4以下)を正としてグラフ化のうえ比較したところ(図8に1972年のグラフを示す)1963年と比べて1972年は平均的に周期が短く、したがってグラフの広がり大きかった。

なおこれらの年の回遊率 θ を比較すると表2のように、1963年には約3.5であったのが、1972年には約1.5に半減しており、1972年のほうが同一の天候が続きにくかったことを示している。参考のために一様乱数365個では $\theta=1.217$ であり、

また面白いことには天候グラフでは「湖」は1つも現われなかったが、一様乱数では8個も現われていた(その一部を図9に示す)。

5. 分類への応用

多変量データを分類するのに回遊グラフを用いると便利である。たとえば表3は4変量からなる20個のサンプルを規準化した値(ただし値は100倍してある)であるが、ここで各サンプルの4個

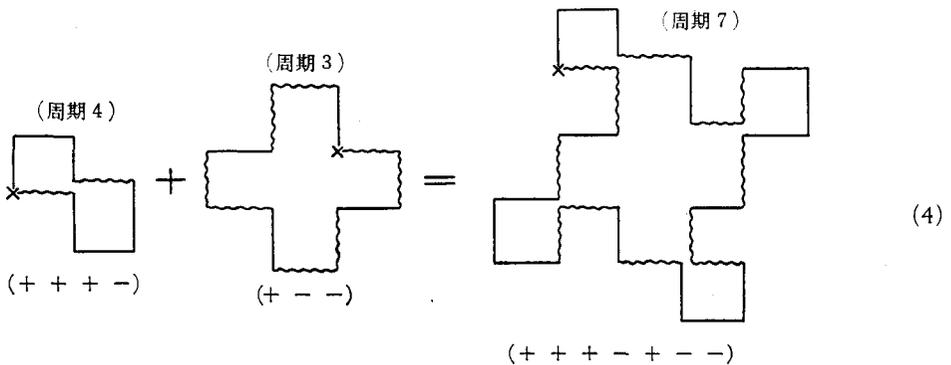
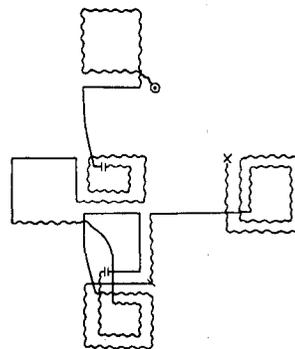


図5 複合周期

表 1 昭和年代の世相史

昭和	世相	符号	昭和	世相	符号	昭和	世相	符号
1	東京を中心に流感猛威	-	19	農村に学徒動員	-	36	裏日本豪雪, 乗客15万人車	-
2	不況で知識人の失業者多し	-	20	終戦	-	37	内での越年	-
3	美人女給カフェーの評判高まる	+	21	発疹チフス大流行 DDT 散布	-	38	大都市の住宅問題深刻化	-
4	不景気, 東大出の就職率30%	-	22	国鉄運賃, たばこ等倍々式値上げ	-	39	プロパンが都市ガス利用世帯上回る	0
5	不況と冷害, 娘の身売り増	-	23	インフレ急上昇	-	40	記念切手ブーム起こる	0
6	学生の左翼思想事件増	-	24	全米水上で古橋世界新	+	41	映画界不況ピンク映画氾濫	-
7	農漁村の欠食児童20万人	-	25	朝鮮戦争で世間緊張	-	42	ダイヤル市外通話, 大型赤電話登場	+
8	ヨーヨー流行, 月産500万个	+	26	日本人の平均寿命60才をこえる	+	43	時限爆弾の爆発事件続発	-
9	東北地方冷害で大凶作	-	27	白井, フライ級ボクシング世界選手権	+	44	大学の間にマンガブーム起き始める	0
10	喫茶店急増, 東京市1万5千店	+	28	NHK, テレビ本放送開始	+	45	歩行者天国始まる	+
11	オリンピック2百メートル泳, 前畑優勝	+	29	第5福竜丸が放射能被災	-	46	都市で光化学スモッグ多発	-
12	出征兵士を送り出す光景, 散見	-	30	家庭電化時代始まる	+	47	バイコロジ-運動, 各地に広まる	+
13	物資は軍用に回され, 代用品時代	-	31	新聞, 雑誌クイズブーム起こる	+	48	石油ショック	-
14	第二次世界大戦始まる(欧州)	-	32	そごう開店「有楽町で逢いましょう」が流行してデートの名所となる	+	49	ストリーキングなど不安定な社会を反映するようなことがはやる	-
15	出版統制強化	-	33	スーパーマーケット急増のきっかけ	+	50	暴走族あばれる	-
16	日米開戦, ラジオ等の気象報道中止	-	34	個人タクシー-東京で初営業許可	+	51	東北, 北海道戦後最大の冷害	-
17	衣料が点数切符制になる	-	35	カラー-TV時代始まる	+	52	円高不況で企業倒産続く	-
18	敵性語使用禁止	-				53	サラ金, 社会問題化	-

(1) 小説「油断」の書き出し



(2) 赤とんぼのメロディー

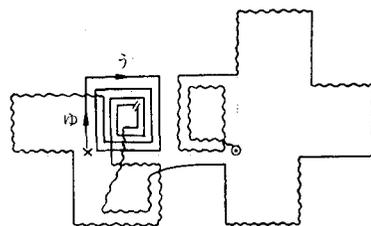


図 6 昭和年代の世相史

図 7 文章とメロディーとの比較

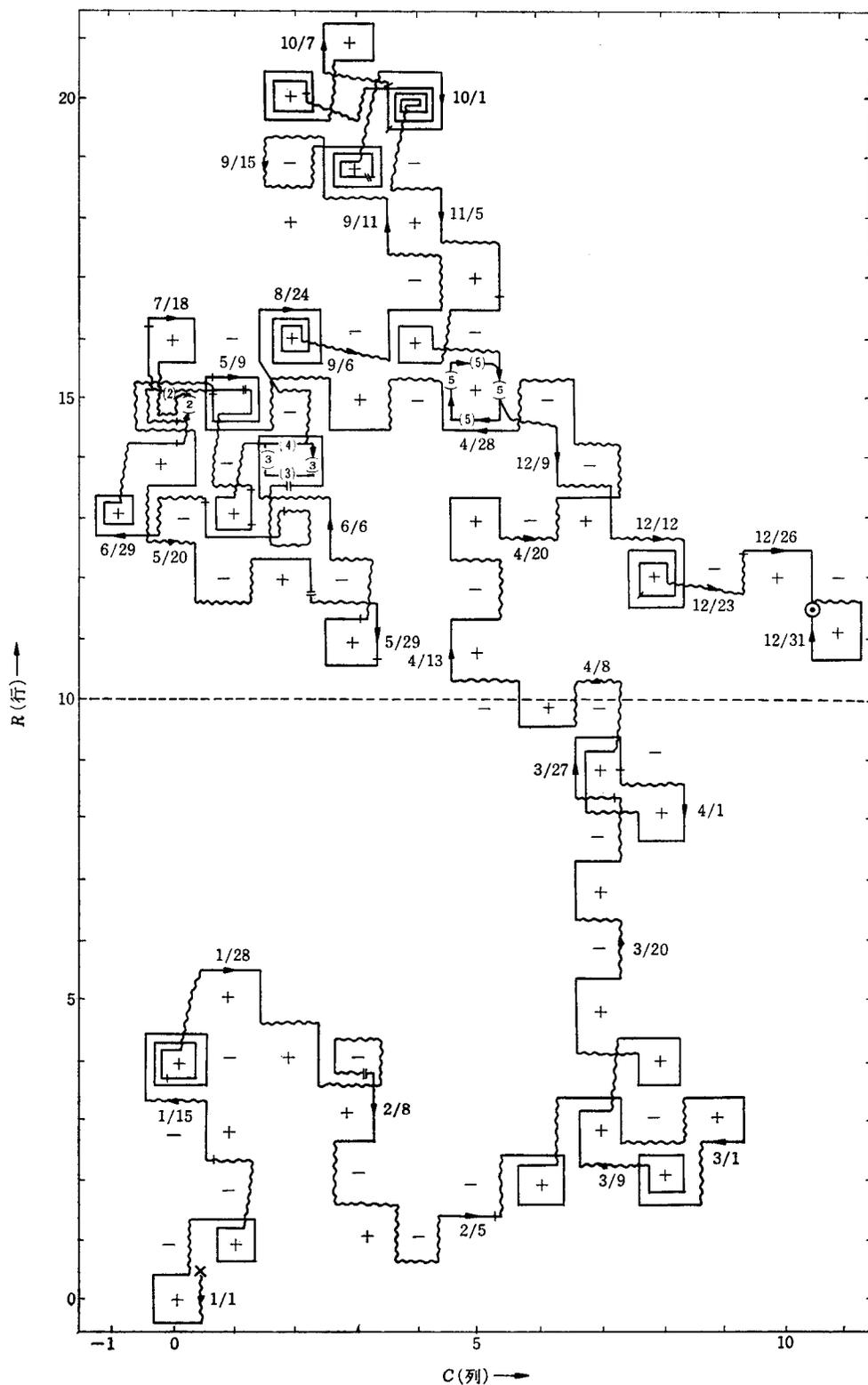


図 8 東京の天候(1972年)

表 2 東京の天候の回遊率

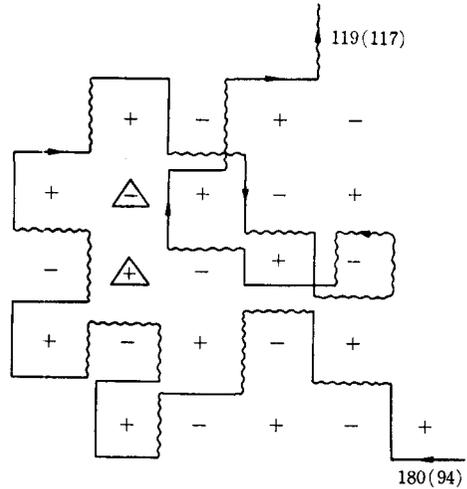
西 暦	月 / 日	終 極 値		回 遊 率 $\frac{E/G}{E_0/G_0}$
		任意のコース	最短コース	
1963	3/31	$E=60$	$E_0=1$	3.53
		$G=17$	$G_0=1$	
	11/17	$E=321$	$E_0=4$	3.49
		$G=69$	$G_0=3$	
1972	3/1	$E=61$	$E_0=18$	1.49
		$G=25$	$G_0=11$	
	10/7	$E=281$	$E_0=41$	1.56
		$G=101$	$G_0=23$	

の変量を左から順に回遊グラフの4つの辺に対応させてグラフ化する。ただしその際各辺の長さはデータの大きさに比例させる(極は考えない)。また簡単のため正辺、負辺とも同じ種類の矢印→で表わすこととした。

たとえばサンプル4では、変量1のデータは9であり(表3の値は辺の長さmmに対応させるために、規準化した値をさらに100倍してある)、したがって回遊グラフは起点から上方向に9mmの辺を画く。そしてつぎの変量2は-2なので第1の辺から左折して2mmの長さにNo2の辺を画く。以下このようにして4個の変量に対して4つの辺を画けば図10のようになる(後述)。

ところで4個の変量の値が+, 0, -の3通りに変化すれば図11のように $3^4=81$ 通りの形ができるわけで、これらに対してあらかじめ名前をつけておけば分類に便利である。たとえば表3を主成分分析した結果、図10の×印のような第Iおよび第II主成分の値を得、これを×印を起点とした回遊グラフで表わしたのが図10で、原点に近いほど形は小さく、また原点を中心として点対称の位置に相似的な形が現われている。

すなわち左方にNo5の「車」が南下しているのに対して、右方ではNo16の「車」が北上している。また上方にはNo14の「花」が×印の下にぶら下がっているのに対して、下方のNo7の「花」



注 { △: 湖
数字: 辺NO (世代NO)

図 9 一様乱数の一部

は上を向いている。その他グラフの右上方には右の翼を上にした「鳥」(No2, 15)が2羽、また反対にグラフの左下方には左方の翼を上にした「鳥」(No6)1羽が飛んでいる。

8. おわりに

昭和元禄といわれた43年の頃、誇張することによって実物よりも本物らしくかけるというマンガ

表 3 規準化したデータ(100倍した値)

変 量 サ ン プ ル	1	2	3	4
1	9	9	12	12
2	11	9	-9	11
3	12	-2	3	9
4	9	-2	-8	9
5	14	-14	12	12
6	13	-12	12	-11
7	14	-14	-12	-11
8	-3	11	-1	1
9	-2	9	-13	-10
10	-1	0	2	1
11	0	0	-12	-10
12	0	-12	14	12
13	0	-11	0	1
14	-12	13	12	13
15	-14	13	-9	9
16	-12	12	-12	-12
17	-11	3	9	-7
18	-10	4	0	-12
19	-10	-9	10	-8
20	-9	-10	-11	-11

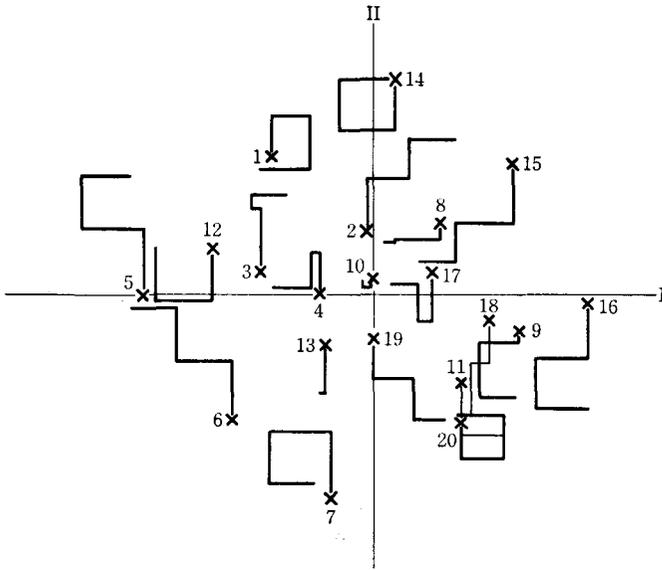


図 10 主成分分析 (注) 数字は図11のサンプル番号を示す

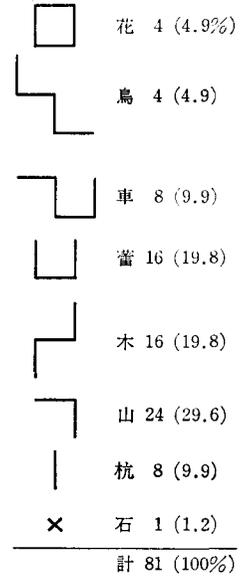


図 11 4変量・回遊グラフ
の名称と出現確率

による表情の表現法を、多変量データの表現に利用しようと思い、3年間かかってどうにか完成し「電気通信誌」電気通信協会編、昭和46年1～3月号に「誘画法」として発表させていただいた。ところが同年12月にチャーノフ博士がより高度な考え方によるフェイスメソッドを発表されたことを後で知って驚いた。お陰でこの考え方がちょっとしたブームになった。その後あらゆるマンガの顔を約1000個ほど集め、その中で良いと思われるものを2、3選んでデータ表現に適するように修正したものを「はんこ」に刻んでもらう一方、別に簡単なツールを作った。そしてこれをはんこで共用することによって多変量データを簡単に表情で表わせるようになったので、当OR誌(1975年6～9月)にも発表させていただいた。

そしてこれを使ってわかった欠点は、あらたまった場所では使いづらいことや、人間の視覚は1個の表情の微妙な変化は読みとれても、多くの表情を同時に読みとることは不得手だということであった。

もしこの方法をさらに発展させるためには、たとえば動く表情に変更するなどハード面の改良と、それ相応の厳粛な場を準備するなど、その対

策には時間がかかりそうである。

このような図画表現法の反省を含めて本稿をまとめたが、今回は簡単のため内容は計数化したデータに対する考え方だけにとどめた。この方法を計量データに適用するためには、本稿でいう「極」のかわりに、いわば「軸」という概念をもち込むとよい。そうすれば、歴史や施策内容など質的なデータも、幾何学的なパターンに直して直観的な分析ができ、さらにこれらを誰もが知っている流行歌等のメロディーを介して比較分類することもできると思われる。

もともと、メロディーはトレンドはもたず、**微妙な周期性**だけからできており、しかもメロディーも世界情勢等も人が作り出したものであり、パターンが似ていてもおかしくない。またメロディーではある小さなモチーフAがあると、その後に必ずそれに調和するようなモチーフBが現われるが、これもおもわく過剰気味のフィードバックが氾濫する世界情勢等とよく似ているなど量的データに対しては初歩的な音楽理論も多少必要となるので、またの機会に発表させていただく。

(えぞえ・つとむ 日本電信電話公社)