

写真は少年写真新聞社発行「銀河系と宇宙」より。

星 座

車を降りて歩いてみよう。まず始めはいつものマーケットまで。心配したほど違わないはずだ。次はそう遠くなかったら勤務先まで。朝の日差し、通学する子供たち、忘れていた様々な情景を道々目にするだろう。その次はもう休日の徒歩旅行。風や光とともに丘陵を、見知らぬ家並みを辿ってゆく。多くの自然や人々の営みはますます心を豊かに満してゆくだろう。いつの日かあなたの歩みは地球を一廻りしているかもしれない……。

見上げる夜空に冬の星座が輝いている。1秒に地球を7廻り半する光の速度で、例えば隣りの火星まで4分20秒、噂の土星まで1時間20分。最も近い恒星まではなんと4.3年。ちなみに我々の島宇宙の直径は10万光年、アンドロメダ星雲までは200万光年。なにげなくまたたく星々までの距離は、我々の歩みと比べ想像を絶する遠さである。

その時あなたは人のあまりの小ささに打ちひしがれるだろうか。否、星は一つ一つ離れていても、そんなにも広い空間の中の万象に想いをめぐらす時、感動に涙するのではあるまいか。

12月のおもな行事

- 1日 全国都道府県統計主管課長会議(水戸市)
- 1～19日 第4回定例県議会(11月29日から)
- 2日 第31回全国統計大会、第22回茨城県統計大会(水戸市・県民文化センター)
- 4～5日 貯蓄動向調査調査員事務打合せ会(水戸市、古河市)
- 4～6日 昭和55年国勢調査事後調査、工業統計調査及び商鉱工業エネルギー消費統計調査、茨城県農業基本調査合同市町村事務打合せ会(筑波町、大子町)
- 10日 1980年世界農林業センサス功績者農林水産大臣表彰(東京都)
- 15日 国勢調査事後調査基準日
小売物価統計調査、茨城県消費者物価調査合同市町担当職員及び調査員事務打合せ会(水戸市)
- 15～18日 茨城県統計グラフコンクール作品展示会(水戸市・県民文化センター)
- 16～17日 労働力調査関東甲信静ブロック会議(群馬県)
- 27日 御用納め

人口推計の一般的方法(その3)

[11月号からつづく]

表7 三群法によるロジスティック曲線の当てはめによる推計のための基礎計算

3. 数学曲線の当てはめによる推計法

(5) 特殊な曲線の当てはめ
.....

2) ロジスティック曲線

次に、パール (Raymond Pearl) およびリード (Lowell J. Reed) によって考案されたロジスティック曲線は、前月号で述べた人口の成長の型に即ち忠実に従うよう考えられたもので、次の方程式をもって表わされる。

$$P = \frac{L}{1 + me^{-at}}$$

この曲線は、前半は複利曲線のようにしだいに増加速度をましていく増加を、後半はゴンパーツ曲線のようにしだいに増加速度をゆるめ、ある最高限界点に漸近する増加を表わしている。厳密には、ロジスティック曲線には種々の型があるが、ここに示したのは単純ロジスティックである。その適用法はいろいろあるが、実際に計算する方法の一つとして、ここには「三群法」を例示してみよう。

上式を、

$$P_t = \frac{L}{1 + e^{a+bt}}$$

と表わし、

$$Q = \frac{1}{P} \times 1,000,000$$

$$Q_t = a + bc^t$$

とする。

与えられた材料 (この例では昭和25~42年の日本全国人口) を同数の項からなる三つのグループに分け、表7のようにしてQのΣ₁とΣ₂とΣ₃を求める。そして、

$$d_1 = \Sigma_2 - \Sigma_1$$

$$d_2 = \Sigma_3 - \Sigma_2$$

を計算する。すなわち、

$$d_1 = 65.08953 - 69.53258 = -4.44305$$

$$d_2 = 61.44935 - 65.08953 = -3.64018$$

次に、

$$\left\{ \begin{aligned} c^m &= \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots (1) \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} a &= \frac{\Sigma_1 - \frac{d_1}{c^m - 1}}{m} \dots\dots\dots (2) \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} b &= \frac{d_1(c-1)}{(c^m-1)^2} \dots\dots\dots (3) \end{aligned} \right.$$

によってcとaとbとを求める。ただし、mは各グループの項数、ここでは m = 6

年次	t (1)	基準人口 P (2)	$Q = \frac{1,000,000}{P}$ (3)
昭和 25	0	83,200	12.01923
26	1	84,541	11.82858
27	2	85,808	11.65393
28	3	86,981	11.49676
29	4	88,239	11.33286
30	5	89,276	11.20122
Σ ₁			69.53258
31	6	90,172	11.08992
32	7	90,928	10.99771
33	8	91,767	10.89716
34	9	92,641	10.79436
35	10	93,419	10.70446
36	11	94,287	10.60592
Σ ₂			65.08953
37	12	95,181	10.50630
38	13	96,156	10.39977
39	14	97,182	10.28997
40	15	98,275	10.17553
41	16	99,036	10.09734
42	17	100,196	9.98044
Σ ₃			61.44935

計算の便宜上、欄(3)の1/Pは100万倍して用いる。

$$c^6 = \frac{-3.64018}{-4.44305} = 0.81930$$

$$\log c = -\frac{1}{6} \log 0.81930$$

$$\therefore c = 0.9673277$$

$$a = \frac{69.53258 - \frac{-4.44305}{0.81930 - 1}}{6} = 7.4907648$$

$$b = \frac{-4.44305(0.967328 - 1)}{(0.81930 - 1)^2} = 4.4457047$$

$Q_t = 7.4908 + 4.4457(0.9673)^t$
この式を、求めようとするP_tの式の変形する。

$$P_t = \frac{1,000,000}{7.4908 + 4.4457(0.9673)^t} = \frac{1,000,000}{7.4908} \cdot \frac{1}{1 + \frac{4.4457}{7.4908}(0.9673)^t} = \frac{133,497}{1 + 0.5935(0.9673)^t}$$

$\frac{b}{a} c^t$ を $e^{\alpha+\beta t}$ の形に変形する。

$$0.5935(0.9673)^t = e^{\alpha+\beta t}$$

$$\alpha = \log_{10} 0.5935 (\log_e 10)$$

$$= -0.2265793 \times 2.3025851 = -0.52172$$

$$\beta = \log_{10} 0.9673 (\log_e 10)$$

$$= -0.0144388 \times 2.3025851 = -0.03325$$

$$P_t = \frac{133,497}{1 + e^{-0.52172 - 0.03325t}}$$

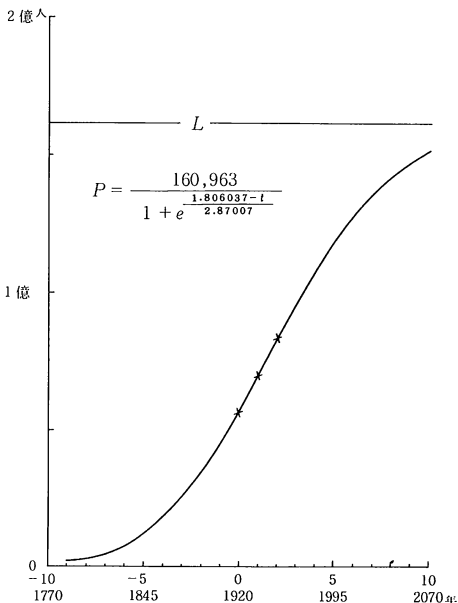
求められた式によって理論値（推計人口）を計算する。この場合、 P_t の結果式によってもよいが、 Q_t の式によってもよい。ここでは、 Q_t の式によるワーク・シートを掲げておく（表8）。

なお図4は、ユール（G. Udny Yule）が考案した「三点法」（選点法ともいう）によって、わが国人口に当てはめたロジスティック曲線を例示したものである。その方程式、

$$P = \frac{L}{1 + e^{\frac{\beta-t}{\alpha}}}$$

において、 t は時間であるから、 α 、 β および L を求める。計算の具体例を示す余裕がないので省略するが、わかっている三つの時刻の人口を P_0 、 P_1 および P_2 とし、 P_0 から P_2 に至る時間

図4 全国総人口に当てはめたロジスティック曲線



曲線の当てはめは「三点法」によるもので、3点は1920年、1935年、1950年である。 t は15年である。

（財）厚生統計協会『厚生指標』第7巻2号（1960）、P40による。

が、 P_1 から P_2 に至る時間と等しいように P_0 、 P_1 および P_2 を決める。この例では、 P_0 は1920年人口、 P_1 は1935年人口、 P_2 は1950年人口であるから、したがって、 t の単位は15年である。

(6) 補論

以上に、数種類の数学曲線の当てはめによる人口変動傾向のつかみ方を述べてきたが、これらの曲線は、いずれも実際に存在した人口、将来存在するであろう実際の人口を正確に計算して描きだすことよりは、人口変動の一種の理論的な縮図を描きだすことに意味がある。これらの数学曲線は、いずれも本質的に極めてなめらかに推移してゆくが、実際の人口は、もっと凹凸のある変動を不規則に反復しながら推移してゆくのがむしろ普通である。実際の人口に極めて近い人口を推定しようとする場合には、そうした点だけを考へても適用することはできなくなる。しかし、実用上このような曲線を当てはめて人口を推計することもしばしばある。たとえば、国勢調査などの人口調査の資料以外に基礎データがない場合に、各国勢調査間の人口や国勢調査以後最近までの人口を推計しようとする場合などである。

一般に、短期間であれば計算値と実際値の差はきわめて僅小と考えられる場合が多いので、前述のような場合は数学曲線の当てはめも十分意味を持つ。また反対に、推計の基礎となる資料がほとんど無かった遠い過去の人口をおおよそ描きだしてみようとする、極めて長期にわたる推計のために人口成長の一定型、主にロジスティック曲線であるが、これを当てはめて推計することもしばしば行われている。

いずれにせよ、これらの方法による推計では、基礎になる人口と当てはめられる曲線とが十分一致していなければならないばかりでなく、推計された人口がだいたい曲線上か、その近傍にあるはずだという何らかの保障がなくてはならない。一般に極めて長期にわたる推計であっても、過去の人口推計はある程度歴史的な資料の裏付けがあって、その計算が決して無謀なものでないという一種の保障があるが、将来人口の推計には、他の方法による推計、ここでは主に要因別に行われている人口予測ないしは人口投影を指すが、それ以外にこのような保障がなく、数学曲線の当てはめのみによる推計はかなり無理な場合が多い。

一面には、数学曲線の当てはめを、このように総人口の推計に応用されるばかりでなく、部分人口としての人口統計集団の推計に応用されることもある。また、要因別に行う推計の際に必要な出生率や死亡率の補間や補外推計に応用されることも少なくない。今日でもこれらの方法は人口推計の一連の道具として、極めて重要である。

表8 三群法によるロジスティック曲線の当てはめによる全国総人口の推計
 $Q_t = 7.4908 + 4.4457(0.9673)^t$

年次	t	$\log(0.9673) \times t$	$anti \log(2)$	$4.4457 \times (3)$	$(4) + 7.4908$	推計人口 1,000,000/(5)	統計局人口 (実際値)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
昭和 22	- 3	0.0432791	1.1047884	4.9115630	12.4023278	80,630	* 78,101
23	- 2	0.0288528	1.0686926	4.7510917	12.2418565	81,687	80,002
24	- 1	0.0144264	1.0337759	4.5958624	12.0866272	82,736	81,773
25	0	0	1.0000000	4.4457047	11.9364695	83,777	* 83,200
26	1	- 0.0144264	0.9673277	4.3004533	11.7912181	84,809	84,541
27	2	- 0.0288528	0.9357229	4.1599476	11.6507124	85,832	85,808
28	3	- 0.0432791	0.9051507	4.0240325	11.5147973	86,845	86,981
29	4	- 0.0577055	0.8755773	3.8925581	11.3833229	87,848	88,239
30	5	- 0.0721319	0.8469702	3.7653793	11.2561441	88,840	* 89,276
31	6	- 0.0865583	0.8192977	3.6423557	11.1331205	89,822	90,172
32	7	- 0.1009846	0.7925294	3.5233515	11.0141163	90,793	90,928
33	8	- 0.1154110	0.7666356	3.4082356	10.8990004	91,752	91,767
34	9	- 0.1298374	0.7415879	3.2968806	10.7876454	92,699	92,641
35	10	- 0.1442638	0.7173585	3.1891640	10.6799288	93,634	* 93,419
36	11	- 0.1586901	0.6939207	3.0849667	10.5757315	94,556	94,287
37	12	- 0.1731166	0.6712488	2.9841737	10.4749385	95,466	95,181
38	13	- 0.1875429	0.6493175	2.8866739	10.3774387	96,363	96,156
39	14	- 0.2019693	0.6281028	2.7923596	10.2831244	97,247	97,182
40	15	- 0.2163956	0.6075813	2.7011268	10.1918916	98,117	* 98,275
41	16	- 0.2308220	0.5877302	2.6128748	10.1036396	98,974	99,036
42	17	- 0.2452484	0.5685277	2.5275061	10.0182709	99,818	100,196
43	18	- 0.2596748	0.5499526	2.4449267	9.9356915	100,647	101,331
44	19	- 0.2741011	0.5319844	2.3650453	9.8558101	101,463	102,536
45	20	- 0.2885275	0.5146032	2.2877739	9.7785387	102,265	* 103,720

欄(7)の*印は国勢調査人口、その他は推計人口。この表には沖縄県の人口は含まない。
 昭和25~42年基準。

(2月号につづく)



[写真]

国勢調査審査風景
 (茨城県国保会館)