街　路　樹

カサコソと，乾いた舗道に敷きつめられた広葉樹の葉が，時おりの風に舞っている。傾め陽の明るい晩秋の午後。幻のハイヒールの軽い靴音が遠ざかってゆく。

季節が終ろうとしている。その人気ない情景は，私の胸中からしばらくの間消えようとしない。そして透んだ明るい印象がいつまでも残っているのは，人の別れも又そうであって欲しいと願う心の所作なのだろうか。

とまれ。静かな時の経過の中に，北国の山々ではすでに厳しい冬が始まっている。

11月のおもな行事

○１～20日　国勢調査関係書類審査（茨城県国保会館，県庁第二付属庁舎）
○５～６日　工業統計調査実務担当者関東甲信静ブロック会議（山梨県）
○13～14日　消費動向調査関東甲信静ブロック会議（大洗町）
○17～21日　茨城県消費実態調査調査票取集審査（統計課分室）
○20～21日　昭和55年度全国教育統計担当者会議（東京都）
　個人企業経済調査関東甲信静ブロック会議（東京都）
○21日　国勢調査関係書類の総理府統計局進達
○21～27日　工業統計調査及び商鉱工業エネルギー消費統計調査市町村事務打合せ会（県内４会場の予定）
○26～27日　小売物価統計調査関東甲信静ブロック会議（神奈川県）
○28日　第31回全国統計大会リハーサル（県民文化センター）
○28～29日　国勢調査事後調査関東甲信静ブロック会議（長野県）

人口推計の一般的方法（その2）

〔10月号からつづく〕

3．数学曲線の当てはめによる推計法

(2) 指数曲線（複利曲線）の当てはめ

人口の増加数が(1)の方法（直線の当てはめ）で示されたように，年々同じであると考えるのは多少不合理な点がある。なぜならば，もし人口の増加力に変化がなかったとすれば，人口全体が増加するにつれて，増加する絶対数も年々増大していくはずである。多くの場合，人口が同じ割合で増加していくと考えた方がより合理的である。

この考え方は，いいかえれば親が一定数の子を生み，またその子が同じ一定数の子を生むという，一種のねずみ算の理屈にたっているのであるから，この場合は，指数曲線，つまり複利曲線の当てはめが適当である。（表２）

この場合は，まず年平均増加率 r を知る必要がある。この計算例における昭和45年および50年のわが国総人口を①の式に代入すれば，

$111,940 = 104,665(1+r)^5$ （人口単位：千人）

したがって，$r = \sqrt[5]{1.06951} - 1$ を解けば，$r = 0.0135$ を得る。

これから毎年の推計しようとする人口 P を求めるには，$P = 104,665(1+0.0135)^n$ の n の値を変化させて計算すればよい。実際には n 乗の計算を簡単にするために，この式の対数をとり，$\log P = \log P_0 + n\log(1+r)$ によって計算をする。

図１ 指数曲線の当てはめによる全国総人口の推計

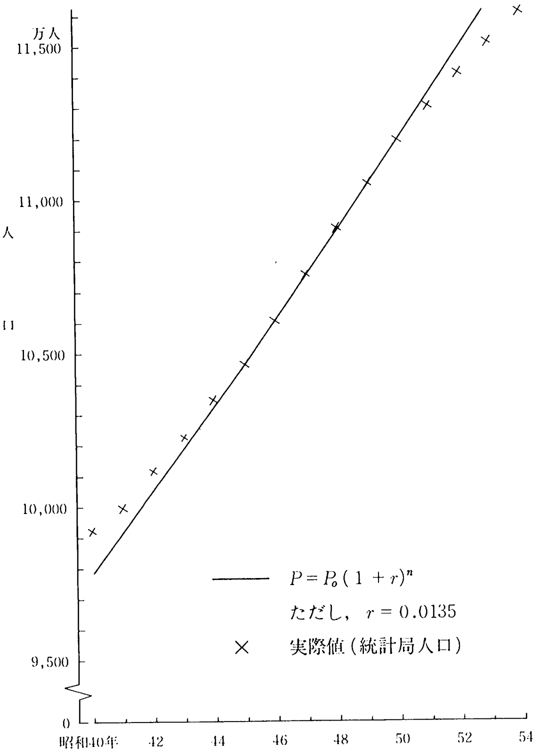


表２ 指数曲線（複利曲線）の当てはめによる全国総人口の推計

年次	基準人口との間隔年数 n (1)	$n\log(1+r)$ (2)	$\log P = \log P_0 + n\log(1+r)$ (3)	推計人口 P (4)	統計局人口（実際値）(5)	差 (5)－(4) (6)
				千人	千人	千人
昭和40	－5	－0.02912	4.99068	97,877	＊ 99,209	1,332
41	－4	－0.02330	4.99650	99,198	99,972	774
42	－3	－0.01747	5.00233	100,538	101,134	596
43	－2	－0.01165	5.00815	101,895	102,272	377
44	－1	－0.00582	5.01398	103,272	103,479	207
45	0	0.00000	5.01980	104,665	＊104,665	—
46	1	0.00582	5.02563	106,078	106,100	22
47	2	0.01165	5.03145	107,510	107,595	85
48	3	0.01747	5.03727	108,962	109,104	142
49	4	0.02330	5.04310	110,433	110,573	140
50	5	0.02912	5.04892	111,923	＊111,940	17

① $P = P_0(1+r)^n$
r …… 基準年次間の人口増加率の幾何平均
n …… 所与の年数
欄(5)の＊印は国勢調査人口，その他は推計人口。ただし，すべての年次沖縄県を含む。
推計の基準は昭和45，50年。　$r = 0.0135$

この計算では，昭和45年から50年までの人口増加が幾何級数的，つまり等比的であるという仮定に基づいて，その間の各年の人口を推計したものである。この増加傾向を過去に遡及させて昭和40年までの人口も推計してある。また表2には示していないが，これを51年以後に機械的に延長してみることもできる。図１は昭和54年までの推計値を示している。

以上の計算の結果を，総理府統計局が正式に公表している人口（国勢調査の結果と『人口推計月報』による推計値）と対比してみると，かなりの差があることがわかる。国勢調査以外の年次について行っている統計局の推計には，より精密な関係がおりこまれているので，当然この計算より正確であること

厚生省人口問題研究所
人口情報部長 山口喜一

は十分根拠をもっていえよう。総理府統計局の推計結果を，便宜上，ここでは実際値と呼ぶとすれば，図1でも明らかなように，昭和45年から50年の間においては，この計算結果は実際値と比較的良くあっているが，昭和44年以前は実際値より小さく，51年以降では逆に大きくなっている。

要するに，昭和40年代以後のわが国の人口が，この複利曲線にそった増加をしていなかったのは明らかである。いいかえれば，わが国人口の増加率はこの間終始一定でなかったわけである。実際値からみれば，40年代前半はかなり高い増加率で横ばい傾向から，40年代後半に入ってピークとなり，それ以後はむしろ年々かなり規則的に低下してきたことがわかる。このような場合には，複利曲線の当てはめは不適当である。

表3　2次式の当てはめによる推計のための基礎計算

年次	x (1)	基礎人口 P_0 (2)	x^2 (3)	xP_0 (4)	x^3 (5)	x^4 (6)	x^2P_0 (7)
		千人					
昭和45	−2	104,665	4	−209,330	−8	16	418,660
47	−1	107,595	1	−107,595	−1	1	107,595
49	0	110,573	0	0	0	0	0
51	1	113,089	1	113,089	1	1	113,089
53	2	115,174	4	230,348	8	16	460,696
計	0	551,096	10	26,512	0	34	1,100,040

(3)　2次放物線の当てはめ

複利曲線は，図に描けばすべて下向きに凸となり，先にいくほど垂直線に近くなっていく。このような性質からいって，この曲線の当てはめは元来，長期にわたる人口推計には不適当であるばかりではなく，戦後から近年にかけてのわが国人口のように，増加率の変動が激しい場合には，短期間の推計にも不適当である。

図1にみられるように，昭和45年以降におけるわが国人口の増加は明らかに上向きに凸である。このような場合に当てはめうる曲線の一つは，2次の放物線である。これは，次のような2次方程式で示される。

$$P=ax^2+bx+c$$

その計算手続きを示したのが表3と表4である。

一般に a，b，c は正規方程式を解くと次の式で表される。

$$a=\frac{\Sigma P\cdot\Sigma x^2-n\Sigma x^2P}{(\Sigma x^2)^2-n\Sigma x^4}$$

$$b=\frac{\Sigma xP}{\Sigma x^2}$$

$$c=\frac{\Sigma x^2P\cdot\Sigma x^2-\Sigma P\cdot\Sigma x^4}{(\Sigma x^2)^2-n\Sigma x^4}$$

よって，

$$a=\frac{551,096\times10-5\times1,100,040}{10\times10-5\times34}=-153.7$$

$$b=\frac{26,512}{10}=2,651.2$$

$$c=\frac{10\times1,100,040-551,096\times34}{10\times10-5\times34}=110,526.6$$

$$P=-153.7x^2+2,651.2x+110,526.6$$

表4　2次式の当てはめによる全国総人口の推計

年次	x (1)	x^2 (2)	$-153.7x^2$ (3)	$2,651.2x$ (4)	推計人口 P (5)	統計局人口（実際値） (6)	差 (6)−(5) (7)
					千人	千人	千人
昭和42	−3.5	12.25	−1,882.825	−9,279.2	99,365	101,134	1,769
43	−3.0	9.00	−1,383.300	−7,953.6	101,190	102,272	1,082
44	−2.5	6.25	−960.625	−6,628.0	102,938	103,479	541
45	−2.0	4.00	−614.800	−5,302.4	104,609	*104,665	56
46	−1.5	2.25	−345.825	−3,976.8	106,204	106,100	−104
47	−1.0	1.00	−153.700	−2,651.2	107,722	107,595	−127
48	−0.5	0.25	−38.425	−1,325.6	109,163	109,104	−59
49	0.0	0.00	0.000	0.0	110,527	110,573	46
50	0.5	0.25	−38.425	1,325.6	111,814	*111,940	126
51	1.0	1.00	−153.700	2,651.2	113,024	113,089	65
52	1.5	2.25	−345.825	3,976.8	114,158	114,154	−4
53	2.0	4.00	−614.800	5,302.4	115,214	115,174	−40
54	2.5	6.25	−960.625	6,628.0	116.194	116,133	−61

欄(6)の＊印は国勢調査人口，その他は推計人口。すべての年次沖縄県を含めている。
推計の基準は昭和45，47，49，51および53年。

昭和50年以後の計算結果を実際値(統計局人口)と対比してみると，複利曲線よりはよほどよく両者が合致しているのがわかる。しかし計算値がこのように実際値に近接している一つの理由は，起点を1年おきにとったことと，計算の期間が比較的短いことにもよっている。もしこれを表4にあらわした期間外に延長していけば，2次放物線の性質からいって，かなり実際値から離れていくものと思われる。2次放物線は，曲線がただ一つの彎曲をもつ場合であり，ここでは彎曲面と年次間の人口の増加趨勢がたまたま一致しているにすぎないからである。いずれにせよ，ここでもまた，あまり長期にこの曲線を延長していく利点は考えられない。

なお，ここでちょっと付言しておくが，複利曲線でも上向きに凸となる場合がある。それはrがマイナスである場合，つまり一定の割合で絶対数における減少が続く場合である。また，2次放物線では上向きに凸となるか，下向きに凸となるかは，基礎数の傾向によって決まる。すなわち，2次放物線の計算では3点以上の基点が必要であるが，もしこの基点が下向きに凸であれば，この基点を通る曲線もまた下向きに凸となる。

(4) 3次曲線等の当てはめ

人口増加が，先の戦争前後のように時としてジグザグな運動をしても，長い間を通じてどんな傾向で増加してきたかを知るためには，統計方法として，その他にもいろいろの傾向曲線を当てはめてみることがある。図2もその一例で，総理府統計局が明治8年から昭和15年までの毎5年の日本人口に3次曲線，すなわち，

$$P=A+Bt+Ct^2+Dt^3$$

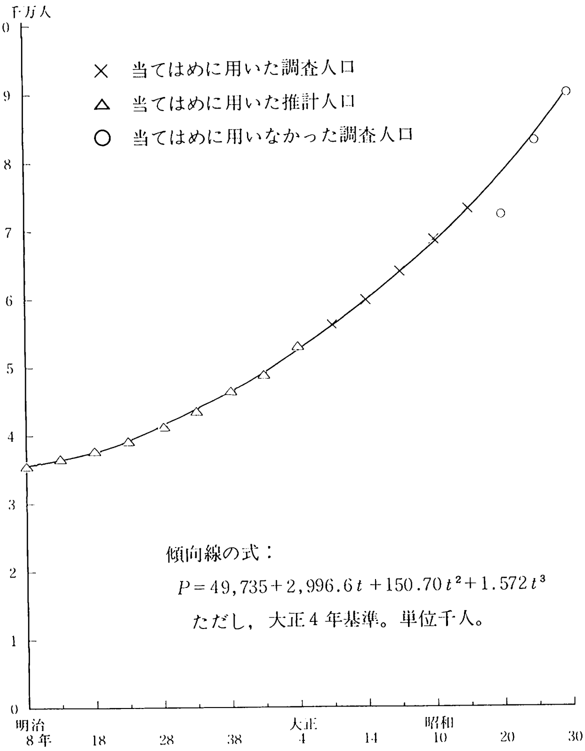
を当てはめたものである。ただし，式中Pは時間の関数としての人口，tは時間を表わしたものである。計算手続きは省略するが，この3次曲線は比較的良く当てはまっている。

結果は昭和25年国勢調査の最終報告書に示されているが，そこに説明されたところをみると，この傾向線と実際の人口との差は最大のもので57万にすぎないから，傾向線は実際の人口増加に良く適合しているといえる。この曲線を延長して昭和25年に予想される人口を計算すると，8,416万となり，これに対して同年の国勢調査による人口は8,320万であるが，この人口には旧内地のうち沖縄県などの一部地域の人口が除外されているので，これに除外人口の大部分を占めている沖縄県と奄美群島の人口92万を加えると8,412万となり，昭和15年までの人口増加をひきのばした値とほぼ一致する。つまり，明治以来戦前までにみられるわが国人口の傾向は，その内容における変化は別として，形としては一応戦後の昭和25年以降まで続いているわけである。

このように，人口増加の傾向としては3次曲線を使ってよい場合が非常に多い。ちなみに，1891年にプリチェット(Henry S. Pritchett)は，1790～1880年のアメリカ合衆国の人口増加を検討して，経験的に3次曲線が最も良く適合することを見出し，3次曲線を描いて人口が増加することを，あたかも人口増加の一般法則であるかのごとく考えた。それで，人口増加に当てはめた3次曲線のことをプリチェットの人口増加曲線ということもある。

人口増加の傾向を知るためには，以上のほかに，さらに4次や5次などの高次の曲線が使われることもある。また，生物の成長をあらわす曲線があるが，それらは増殖曲線としての性質をもつことから，これを人口増加の傾向曲線に用いることができる。これらの曲線は経験的に適用できるとともに，理論的に説明できる性質のものでもある。

図2　全国総人口に当てはめた3次傾向曲線



総理府統計局『昭和25年国勢調査報告 第八巻 最終報告書』1955年，61～62ページによる。

(5) 特殊な曲線の当てはめ

経験的に，ある限られた地域の封鎖的な人口の増加傾向を，きわめて長期にわたって観察すると，一定の成長の型が認められる場合が少なくない。すなわち最初は徐々に増加しているが，しだいに増加速度を速め，中ごろにはかなりの速度で激増し，やがて一定の限界に達すると増加速度を緩め，ついに一種の飽和状態に達し，人口は増減しなくなる。一国の人口も，産業が農業中心から工業中心へ発展し，人口扶養力が急激に増大している時期を中心に観察す

ると，しばしばこのような成長の型が当てはまる。このような成長過程が見受けられる際に当てはめるに適当な曲線は，いままで多く考案されている。ゴンパーツ曲線(Gompertz curve)，ロジスティック曲線(Logistic curve)などがそれである。

元来，この種の曲線は，かなり長期にわたる人口の成長の型を見出すために考案されたものであるが，場合によっては，短い期間の人口変動にも良く当てはまることがある。たとえば図3として示したように，戦後13年間（昭和22〜34年）のわが国の人口推移にゴンパーツ曲線を適用してみた結果をみると非常によく適合している。

1) ゴンパーツ曲線

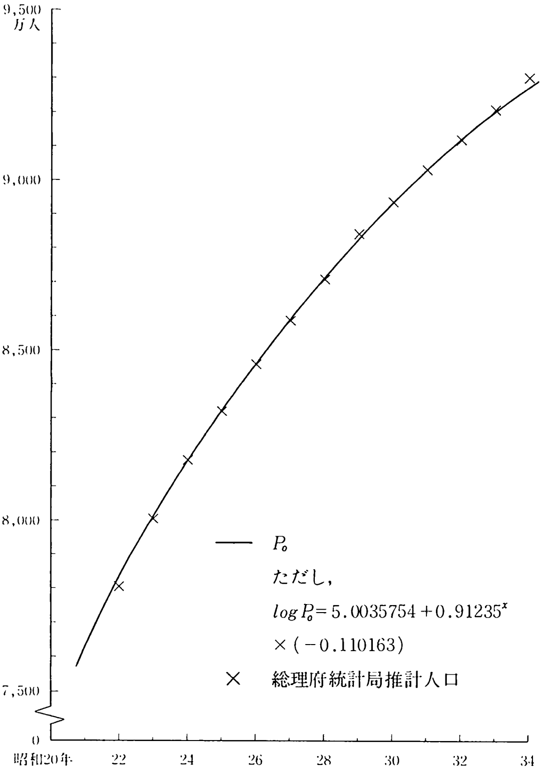
これは，ゴンパーツ(またはゴムペルツ, Benjamin Gompertz)が死亡の秩序を表現しようとして着想した曲線であるが，生物統計学などにおいても成長曲線として用いられるようになった。人口統計学では，従来，主として「生命表」を作る場合に生存数 $l(x)$ や死亡率 $q(x)$ の高年齢部分の補整に用いられてきたが，これを人口増加の傾向曲線として用いることも多い。このゴンパーツ曲線は，次の方程式で示される。

$$P = ab^{c^x}$$

表5　ゴンパーツ曲線の当てはめによる推計のための基礎計算

年　次	x (1)	基準人口 P_0 (2)	$log\ P_0$ (3)
昭和 25	0	千人 83,200	4.9201233
26	1	84,541	4.9270674
27	2	85,808	4.9335278
28	3	86,981	4.9394244
29	4	88,239	4.9456606
Σ_1			24.6658035
30	5	89,276	4.9507347
31	6	90,172	4.9550717
32	7	90,928	4.9586976
33	8	91,767	4.9626865
34	9	92,641	4.9668032
Σ_2			24.7939937
35	10	93,419	4.9704352
36	11	94,287	4.9744518
37	12	95,181	4.9785503
38	13	96,156	4.9829764
39	14	97,182	4.9875858
Σ_3			24.8939995

図3　ゴムパーツ曲線の当てはめによる全国総人口の推計



(財)厚生統計協会『厚生の指標』第7巻第2号(1960), 40ページによる。

$d_1 = \Sigma_2 - \Sigma_1 = 0.1281902$

$d_2 = \Sigma_3 - \Sigma_2 = 0.1000058$

$c^5 = \dfrac{0.1000058}{0.1281902} = 0.7801361$

$log\ c = \dfrac{1}{5}\ log\ 0.7801361$

$\therefore c = 0.951555$

$c^5 - 1 = -0.2198655$

$(c^5 - 1)^2 = 0.0483408$

$c - 1 = -0.048445$

$log\ b = 0.1281902 \times \dfrac{-0.048445}{0.0483408} = -0.1284665$

$log\ a = \dfrac{1}{5}(24.6658035 - \dfrac{0.2198655}{0.048445}\ log\ b)$

$= 5.0497686$

$\therefore log\ P = 5.0497686 + 0.951555^x \times (-0.1284665)$

これを対数に直して,

$$\log P = \log a + c^x \log b$$

として計算することができる。その計算例を示すと，表5および表6のとおりである。

表5は常数a, bおよびcを確定するための基礎計算で，昭和25年から39年に至る15年間の人口系列から計算すると，$\log P = 5.0497686 + 0.951555^x \times (-0.1284665)$という方程式を得ることができる。これに該当する$x$の値を代入して，昭和45年までの人口を推計したのが表6である。

ゴンパーツ曲線の方程式 $P = ab^{c^x}$ において，aはこの曲線の到達する最高限界，b^{c^x}はこの限界に達するまで差引かれる量であるから，xの値が小となるほど，つまり，限界から遠くなるほど大となる。xの値が大となるにつれて曲線は無限にこの限界に近づくという性質をもつものである。戦後におけるわが国の総人口は，年々かなり規則的に増加率が低下してきたために，昭和30年代の中ごろまでは，うまくこの曲線上に並んでいるのであるが，その後における増加率傾向の動揺によって，実際値はだんだんこの曲線から遊離していく。

表6　ゴンパーツ曲線の当てはめによる全国総人口の推計

年　次	x (1)	c^x (2)	$c^x \log b$ (3)	$\log P$ (4)	推計人口 P (5)	統計局人口 (実際値) (6)	差 (6) − (5) (7)
					千人	千人	千人
昭和 25	0	1.000000	−0.128467	4.921302	83,426	* 83,200	− 226
26	1	0.951555	−0.122243	4.927526	84,630	84,541	− 89
27	2	0.905457	−0.116321	4.933448	85,792	85,808	16
28	3	0.861592	−0.110686	4.939083	86,913	86,981	68
29	4	0.819852	−0.105324	4.944445	87,992	88,239	247
30	5	0.780134	−0.100221	4.949548	89,032	* 89,276	244
31	6	0.742341	−0.095366	4.954403	90,033	90,172	139
32	7	0.706378	−0.090746	4.959023	90,996	90,928	− 68
33	8	0.672158	−0.086350	4.963419	91,922	91,767	− 155
34	9	0.639595	−0.082167	4.967602	92,811	92,641	− 170
35	10	0.608610	−0.078186	4.971583	93,666	* 93,419	− 247
36	11	0.579126	−0.074398	4.975371	94,487	94,287	− 200
37	12	0.551070	−0.070794	4.978975	95,274	95,181	− 93
38	13	0.524373	−0.067364	4.982405	96,029	96,156	127
39	14	0.498970	−0.064101	4.985668	96,754	97,182	428
40	15	0.474798	−0.060996	4.988773	97,448	* 98,275	827
41	16	0.451796	−0.058041	4.991728	98,113	99,036	923
42	17	0.429909	−0.055229	4.994540	98,751	100,196	1,445
43	18	0.409082	−0.052553	4.997216	99,361	101,331	1,970
44	19	0.389264	−0.050007	4.999762	99,945	102,536	2,591
45	20	0.370406	−0.047585	5.002184	100,504	* 103,720	3,216

欄(6)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25〜39年基準。

〔次号へつづく〕

◇あんない◇◇◇あんない◇

第31回全国統計大会案内

第31回全国統計大会茨城分局

第31回全国統計大会が，来る12月２日(火)，水戸市・県民文化センターで開催されます。毎年10月18日の「統計の日」の前後に開催されるのが通例ですが，本年は10月１日に国勢調査が実施されたため，それが一段落する12月に開催されることになりました。

この大会は，全国の統計関係者が年に一度合い集い，統計活動に従事する苦しみや誇りを共に語りあい，その総意を結晶させて，統計の進歩のための真剣な努力を誓いあうために，財団法人全国統計協会連合会が各省庁・関係団体などの後援・支援を受けて開催するものです。昭和25年以来毎年開催され，今年で31回を数えます。

わが国の社会経済情勢は，石油を中心とするエネルギー対策，社会福祉対策，財政再建対策などの諸問題をかかえ，各種行政施策についても，新たな情勢に即応した転換が求められています。

このような転換期にあたり，統計は，新しい時代が要請する諸施策や行動の指針として，迅速・的確にこたえていかなければならず，統計の果たすべき役割はますます増大しています。

近年，統計需要が多様化し拡大するなかで，統計をとりまく環境はさらに厳しさを増し，種々多様な問題が顕在化しつつあります。本年の国勢調査においても，プライバシー意識の高まりをはじめ，さまざまな要因が国民意識に作用し，調査拒否・非協力となって現われてきています。このことは，統計調査に携わる地方統計関係者にとって大きな悩みとなっております。

こうした情勢にあって，統計の真実性・正確性を確保し，信頼される統計を作成するためには，統計に対する国民の理解と関心を高めるとともに，統計調査環境の改善・整備をはかることが緊急の課題となっています。

このようなときに，第31回全国統計大会が本県において開催され，全国の統計関係者が一堂に会し，わが国の統計の現状と将来について意見を交換していくことは，まことに意義深く，大会の成果に対し，各方面から寄せられる期待は大きなものがあります。

大会の開催も間近にせまり，この大会を実りあるものとするため，茨城分局でも，主催者及び各省庁，都道府県その他の関係団体と緊密に協議を重ね，目下，着々と開催準備を進めています。

大会式次第

1．受　　付　　8：30
2．開　　会　　9：30
3．あいさつ
　(1)　大会長
　(2)　茨城県知事
　(3)　水戸市長
4．表彰式　　9：50
　(1)　大内賞授与
　(2)　各省庁大臣表彰
　(3)　全国統計協会連合会長表彰
　(4)　統計グラフ全国コンクール入選者表彰
　(5)　茨城県知事表彰
　(6)　茨城県統計協会総裁表彰
　(7)　茨城県統計グラフコンクール入選者表彰
5．祝　　辞　　10：30
6．受賞者代表謝辞　　10：40
7．議　　事　　10：50
　(1)　議題提案説明
　(2)　意見発表
　(3)　議題審議委員付託
　(4)　第30回全国統計大会における決議要望事項について経過報告
　(5)　議題審議経過報告および採択
　(6)　宣　　言
8．次期開催県あいさつ　　11：30
9．記念講演
10．アトラクション　　12：30
11．閉　　会　　13：00

〔水戸市・県民文化センター〕