

(研究ノート)

Excelによる経済統計分析 (その1)

大 藪 和 雄

Economic Statistics Using Microsoft Excel

Kazuo Ohyabu

The purpose of this note is to present the methods of drawing assorted charts, graphs and curves using Excel. This note consists of five parts.

In the first part, we present the method of drawing the Exponential Curve. The Exponential Curve is used to calculate the average growth rates. In the second, we present the method of drawing the Lorenz Curve. The Lorenz Curve is one of the most widely used techniques to represent and analyze the size distribution of income and wealth. In the third, we present the method of drawing the Population Pyramid. This Pyramid is a well-known graphic way to show the age and sex composition of a population. Next, we present the method of drawing the Bivariate Density Chart. This is useful, for example, in presenting population density among economic sectors. In the last part, we present the method of drawing the Triangular Graph. This is a method of diagrammatically representing the three proportions of variable.

Key Words : 指数曲線 (Exponential Curve) , ローレンツ曲線 (Lorenz Curve) , 人口ピラミッド (Population Pyramid) , 二重の矩形内訳図 (Bivariate Density Chart) , 三角グラフ (Triangular Graph)

(2002年6月28日提出)

1. 経済成長率の計算 (複数年次のデータから平均成長率を求める)

(1) 指数曲線の当てはめによる経済成長率の計算

最初に、グラフによる方法を試みよう。gdeファイルを使って、たとえば、1977年から1982年までの平均成長率を計算してみる。データとしては、実質GDEを利用する。

- ① はじめに1977-1982年のデータをSheet2にコピーする。A列には西暦年次を、B列には実質GDEをコピーする。

	A	B
1	1977	254481.2
2	1978	267897.5
3	1979	282588.9
4	1980	290551.1
5	1981	299762.6
6	1982	308927.2

- ② これをグラフウィザードを用いて折れ線グラフにする。

B列のデータをドラッグして範囲指定し、グラフウィザードボタンをクリックする。

「グラフの種類」で「折れ線」を選ぶ。「次へ>」をクリック。「次へ>」をクリック。

「次へ>」をクリック。「グラフの場所」で「新しいシート」を選んで「完了」をクリック。数値軸の数字の上をクリックし、右クリック。軸の書式設定をクリックし、目盛タブで、最小値を250000とし、OKをクリックする。

- ③ グラフに指数曲線を当てはめる。描かれたグラフの線の上をクリックし、そのまま動かさずに右クリック。プルダウンメニューの「近似曲線の追加」で、「指数近似」のボックスをクリックした後、OK。

- ④ グラフの折れ線と曲線の色がよく似ているので、曲線の色を変更する。曲線の上をクリックし、右クリック。プルダウンメニューで「近似曲線の書式設定」、パターンで色を選び（たとえば、赤）、OK。

- ⑤ グラフに当てはめられた曲線の数式と当てはまりの良さを示す指標である決定係数の値を表示する。曲線の上をクリックし、右クリック、近似曲線の書式設定で、オプションタブをクリックする。

「グラフに数式を表示する」と「グラフにR-2乗値を表示する」のチェックボックスにチェックを入れ、OK。

- ⑥ 次に、少し見にくいのでフォントを大きめにすることと、あとの計算を正確にするため数値の有効数字の桁を増やす。上記により、表示された数式部分をクリック、右クリックする。データラベルの書式設定で、フォントを大きくし、表示形式、数値で、小数点以下の桁数をたとえば5桁にする。

- ⑦ この式をノートに写し取る。それが、 $Y=A * e^{BX}$ となったとする。

- ⑧ Sheet2に戻って、先の系列の右横に、 $e^{Bx} = (e^B)^x$ であるから、 (e^B) の部分をexp関数で計算する。関数貼り付けボタンを使って、「数学／三角」関数の中からexp関数を探し出し、OK。数値 の枠の中にBの値を記入して、OKとする。
- ⑨ これで、 $1+R$ が得られるので、この結果から1を引くとRがえられる。これを%表示にし、「小数点表示桁上げ」ボタンをクリックすると、この場合3.9%となる(図1)。

(2) Excelの関数による経済成長率の計算

つぎに、Excelの関数を利用して経済成長率を計算する方法を述べよう。

利用する関数は、EXP、SLOPE、OFFSETの3関数である。

上述したように長期的な経済成長率は $Y_t = A(1+R)^t$ という関数を当てはめることになる。両辺の対数をとると、 $\ln Y_t = \ln A + t \ln(1+R)$ となるが、これを置き換えて、 $\ln Y_t = a + bt$ となり、線形関数と考えて最小二乗法を適用できることになる。データとしては、 t の系列と $\ln Y_t$ の系列を用意し、それに最小二乗法を当てはめ、その勾配 b を獲得し、EXP(b)から、 $1+R$ を得ることができる。

- ⑩ いま、上記と同様に1977年から1982年までのデータを利用することにする。

	A	B	C	D
1	1	1977	Y_1	$\ln Y_1$
2	2	1978	Y_2	$\ln Y_2$
3	3	1979	Y_3	$\ln Y_3$
4	4	1980	Y_4	$\ln Y_4$
5	5	1981	Y_5	$\ln Y_5$
6	6	1982	Y_6	$\ln Y_6$

まず、上のような表を作る。A列は t の系列、B列は西暦、C列は実質GDE、D列はその自然対数をとった値である。

- ⑪ これとともに、つぎのような表も作る。

ここで、表頭の1と表側の3が交わるセルS (E10) について考えてみよう。つぎのような式を書けばよい。

$$=EXP(SLOPE(OFFSET(\$A\$1, E\$8-1, 3, \$D10-E\$8+1, 1), OFFSET(\$A\$1, E\$8-1, 0, \$D10-E\$8+1, 1))) - 1$$

	D	E	F	G	H	I
8		1	2	3	4	5
9	2	s				
10	3	S	t			
11	4	SS	T	u		
12	5	SSS	TT	U	v	
13	6	SSSS	TTT	UU	V	w

- ⑫ OFFSET関数は、OFFSET（基準、行数、列数、高さ、幅）となっていて、基準で指定したセルから行数と列数で指定した分シフトした位置にある指定した高さを持つセル範囲の配列を返すことになっている。上記の例では、最初のOFFSET関数は、A1を固定し、そこからE8の数値1から1を引いて0即ち同じ行で、3列右に寄った場所で、D10=3からE8=1を引いて、1を加えた数3行と1列の配列、 $(\ln Y_1, \ln Y_2, \ln Y_3)$ を返すことになっている。また、次のOFFSET関数は、同様にA1を固定し、それと同じ行で、同じ列の場所で3行と1列の配列、 $(1, 2, 3)$ を返すことになる。
- ⑬ SLOPE関数は、SLOPE（既知のy、既知のx）となっていて、既知のyと既知のxのデータの組から最小二乗法で回帰直線の式を計算し、直線の傾きを返す関数である。上記の例では、 $(\ln Y_1, \ln Y_2, \ln Y_3)$ と $(1, 2, 3)$ のデータに最小二乗法を当てはめ、直線の勾配**b**が得られる。
- ⑭ これを自然対数の底であるeのべき乗を求める関数EXPを使って、 $1 + R$ を求め、それから1を引くと**R**が得られるということである。
- ⑮ 以上の式を、列方向に複写し、SSとかSSSとかSSSSなどの具体的数値を得る。Sのすぐ上sにも複写する。次に、Sの右tにも複写し、それを列方向に複写する。…以下同様に繰り返す。

ところで、Sのすぐ上sに複写すると、

$$=EXP(SLOPE(OFFSET(\$A\$1,E\$8-1,3, \$D9-E\$8+1,1),OFFSET(\$A\$1,E\$8-1,0, \$D9-E\$8+1,1))) - 1$$

という式が得られるが、これは、OFFSET関数の括弧の中は、 $\$A\$1, 0, 3, 2, 1$ と、 $\$A\$1, 0, 0, 2, 1$ となるから、 $(\ln Y_1, \ln Y_2)$ と、 $(1, 2)$ に最小二乗法を適用することになる。 $\ln Y_2 = a + 2b$ と $\ln Y_1 = a + b$ の両式から、 $\ln(Y_2/Y_1) = b$ が得られ、

$$\frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} = EXP(b) - 1 \quad \text{となる。}$$

2. Lorenz曲線

家計調査のデータhouseファイルからLorenz曲線を描いて見よう。

- ① 平成13年家計調査全世帯の結果をみると、階級が18個に分かれている。各階級ごとの階級値が与えられているので、各階級ごとの所得を計算する。このためには、階級値に度数（世帯数）を掛け合わせる（E列）。

- ② つぎに、F列に「累積世帯数」、G列に「累積所得」を求める。F3に「0」を入れた後、F4に=F3+D4とすると、最初の階級の世帯数が記入される。これを下にコピーすると、累積世帯数が次々と計算される。最後の行の数値は、世帯数の合計9999となる。同様に、G3に「0」を入れた後、G4に=G3+E4とすると、最初の階級の所得が記入され

	A	B	C	D	E
1	家計調査		平成13年		
2					
3		階級	階級値	度数	
4	1	~200	152	261	
5	2	200~250	225	318	
6	3	250~300	274	451	
7	4	300~350	323	632	
8	5	350~400	374	657	
9	6	400~450	422	713	
10	7	450~500	472	608	
11	8	500~550	522	681	
12	9	550~600	573	583	
13	10	600~650	621	625	
14	11	650~700	673	546	
15	12	700~750	721	477	
16	13	750~800	771	406	
17	14	800~900	844	790	
18	15	900~1,000	943	571	
19	16	1,000~1,250	1100	886	
20	17	1,250~1,500	1349	387	
21	18	1,500以上	2023	407	
22		平均または合計	690	9999	

る。これを、下にコピーすると、累積所得が次々と計算される。最後の行の数値は、総所得の数値と一致する。

- ③ つぎに、H列に「累積世帯数割合」、I列に「累積所得割合」を計算する。はじめに、H3にカーソルを置いて、=F3/F\$21とする。分子は最初の階級の世帯数であり、分母は総世帯数である。21行目を固定するのは、これを、下に複写した後、右に複写するためである。計算結果は「0」となるが、%表示に直し、「小数点表示桁上げ」ボタンを2回クリックして、少数点以下2位まで求める。これを下に複写すると、最後の行が、「100.00%」となる。このまま、右に複写する。
- ④ ここで、H3:I21を範囲指定したのち、グラフウィザードを使って「散布図」を描く。グラフの種類「散布図」、形式「データポイントを折れ線でつないだ散布図」とする。

「次へ>」, 「次へ>」, 「次へ>」として, 「グラフの場所」で「新しいシート」を選んで「完了」とする。

- ⑤ 凡例を右クリックしてから「クリア」する。X軸もY軸も最大値が「120%」になっているので, 「100%」になおす。このためには, 数字の上をクリックした後, 右クリックし, 「軸の書式設定」で目盛タブで最大値を「1」とする。また, 軸の数字が小数点以下2桁になっているのを小数点のない数字に直す。このためには, 数字の上で右クリックし, 「軸の書式設定」から表示形式タブを選び, 小数点以下の桁数を「0」とし, 「OK」する。
- ⑥ つぎにY軸目盛線を「0.2」間隔に引くことと, 目盛線を「破線」にする。このためには, Y軸の数値の上をクリックした後, 右クリックし, 「軸の書式設定」で目盛タブを選び, 「目盛間隔」を「0.2」とする。さらに, Y軸目盛線の上をクリックした後, 右クリックから, 「目盛線の書式設定」でパターンタブを選び, スタイルで「破線」を選ぶ。
- ⑦ さらに, X軸目盛線を描くため, プロットエリアをクリックし, 右クリックした後, グラフのオプションで, 目盛線タブを選び, X軸の目盛線を選んで「OK」とする。⑥と同様に「0.2」間隔にし, 「破線」にしておく。
- ⑧ ここでタイトルも書いておく。「Lorenz曲線 (平成13年家計調査全世帯)」とする。
- ⑨ 大体正方形になるように調整するため, プロットエリアをクリックし, 大体正方形になるように両側を狭めておく。ただし, やや横長の近似的正方形にしておく。
- ⑩ グラフを良く見ると, 45度線が描かれていない。グラフは, (0, 0) から, (1, 1) まで弓形に描かれているが, この(1, 1)の点から(0, 0)の点に向かって直線を引く必要がある。このために, Sheet1のH22, I22に「0」を打ち込む。その後, Graph1タブをクリックした後, グラフの弓形の線の部分をクリック, 右クリックし, 「元のデータ」をクリック, 「データ範囲」タブで, データの範囲を1行追加する。
- ⑪ 最後の仕上げとして, グラフを正確に正方形にする。このため, 「図形描画」ボタンをクリックし, 「図形描画ツールバー」を表示する。「四角形」ボタンをクリックし, マウスポインターの形が矢印から「+」に変わったら, その印をグラフの左上角に持っていく, 「Shift」キーを押しながら, 左上角でクリックし, 四角の枠をだんだん広げていき, この枠の下の線がX軸に一致したらマウスポインターを放す。この正方形にあわせるように, 下側のグラフを調整する。プロットエリアをクリックした後, グラフの横

幅を上側の正方形に合わせる。最後に上側の正方形を消去するため、上側の正方形の上で右クリックし、「切り取り」をクリックする（図2）。

3. 人口ピラミッド

人口の男女年齢別の構造を示すために良く用いられているグラフである「相対ピラミッド」というものを描いてみよう。日本の人口（2000/10/1）が男女別年齢5歳階級別にファイルpopulに与えられている。

① はじめに、年齢不詳の人口を比例配分する。比例配分の場合、この配分を行っても行わなくても、相対ピラミッドには影響がないが、「絶対ピラミッド」を描く場合には何らかの配分をした方がよい。

② つぎに、比例配分された男女別年齢5歳階級別人口を、人口総数を100として、構成比を計算する。

③ 男子の方は、この数字の符号を全部マイナスにかえることにする。年齢階級を示すものを項目軸にして、男女の別の部分と、構成比を示す部分の全体をグラフの元のデータ

日本の人口 2000/10/1

	総 数	男	女
総数	126,925,843	62,110,764	64,815,079
0～4	5,904,098	3,022,521	2,881,577
5～9	6,021,789	3,083,431	2,938,358
10～14	6,546,612	3,353,150	3,193,462
15～19	7,488,165	3,833,984	3,654,181
20～24	8,421,460	4,307,242	4,114,218
25～29	9,790,309	4,965,277	4,825,032
30～34	8,776,610	4,436,818	4,339,792
35～39	8,114,865	4,096,286	4,018,579
40～44	7,800,219	3,924,171	3,876,048
45～49	8,916,008	4,467,772	4,448,236
50～54	10,441,990	5,210,038	5,231,952
55～59	8,734,172	4,290,239	4,443,933
60～64	7,735,833	3,749,528	3,986,305
65～69	7,105,939	3,357,281	3,748,658
70～74	5,900,576	2,670,270	3,230,306
75～79	4,150,600	1,625,822	2,524,778
80～84	2,614,689	915,268	1,699,421
85～89	1,532,323	477,083	1,055,240
90～94	570,281	149,295	420,986
95～99	118,488	25,070	93,418
100～	12,256	2,027	10,229
不詳	228,561	148,191	80,370

として範囲指定する。

- ④ グラフウィザードを選び、積み上げ横棒グラフを選び、「次へ>」, 「次へ>」, 「次へ>」, グラフの作成場所を「新しいシート」として「完了」とする。
- ⑤ 年齢階級を示すラベルをグラフの左端にもってくる。このため、数値軸の「0.0」の数字の上をクリックした後、右クリックし、「軸の書式設定」で、「目盛」タブで、「X/項目軸との交点」で「-5」として「OK」とする。
- ⑥ 横棒同士をくっつけるようにする。そのため、棒の上をクリックした後、右クリックする。「データ系列の書式設定」で、オプションタブを選び、「棒の間隔」を「0」として「OK」する。
- ⑦ グラフタイトルを「日本の人口ピラミッド（平成12年）」とする。
- ⑧ 男子の目盛りがマイナスになっているのをプラスらしく変える。数字の上をクリックし、右クリック。「軸の書式設定」から「表示形式」で、「負の数の表示形式」を「赤色」の「1234.0」に変更する。
- ⑨ 数値軸目盛線をクリックし、右クリックから、「目盛り線の書式設定」で、「パターン」タブで、「スタイル」を破線にして「OK」する（図3）。

4. 二重の矩形内訳図

縦軸、横軸ともに100パーセントの目盛りをとると、全体の比率（たとえば就業者の産業別構成比）と、各部分の更なる内訳（たとえば従業上の地位別割合）とを同時に観察することができる。

- ① 例として、産業、従業上の地位別就業者数のファイルemployを使って図を描こう。
- ② はじめに、総就業者 平成7年国勢調査

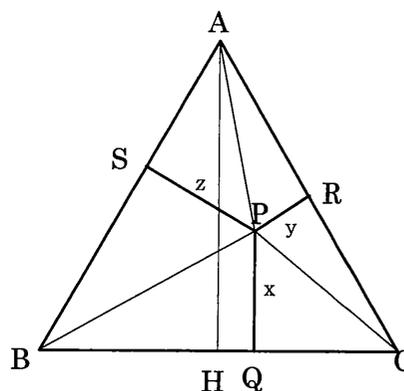
数に占める各産業別就業者数の割合を計算し、100%中の何パーセントになるかを計算する（この場合、整数にする）。これは縦軸方向に表現することにする。

	業主	家族従業者	雇用者	計
第1次産業	1858566	1579623	380649	3818838
第2次産業	1898142	798380	17550082	20246604
卸小売業	1957088	1223345	11437257	14617690
金融保健不動産・電気ガス	397787	76662	6461140	6935589
サービス業	1671004	554383	13706178	15931565
公務	0	0	2155214	2155214

- ③ つぎに、各産業別の、「業主」、「家族従業者」、「雇用者」の割合を計算する。これは横軸方向に表現することにする。
- ④ 各産業別のこれら3つの割合を、②の整数個分だけコピーする（たとえば、第1次産業が6%であれば、6行）。このようにすると、データとしては、3つの割合の組が100組できる。項目軸ラベルのデータとして、各産業別の3つの割合のデータの前の列に、産業別に上から3行だけ産業名を入れる（たとえば、「第1次産業」という文字は、上の3行のみ入力するが、その次の3行はブランクのまま）。
- ⑤ この4列×101行のデータ（最初の行は、ブランク、「業主」、「家族従業者」、「雇用者」）をもとに、100%積み上げ横棒グラフを描く。
- ⑥ つぎに、全体が正方形になるよう調整する（2の⑩参照）。そして、テキストボックスを使ってこのグラフの表題を左上の余白に書く。この方がグラフを少し大きくできる。
- ⑦ そして、グラフを調整しやすいように（グラフツールバーを利用するのもよい）、ズーム倍率を200%にする。そして、各横棒の上をクリックし、右クリックし、「データ系列の書式設定」から、パターンで、輪郭「なし」とする。
- ⑧ つぎに、棒の上をクリックし、右クリックし、「データ系列の書式設定」から、オプションタブをクリックし、「棒の間隔」を「0」にして、「OK」とする。
- ⑨ 「図形描画」ツールバーを表示し、各産業の境目に直線をShiftキーを押しながら引き、線のスタイルで「0.25pt」とする。
- ⑩ なお、産業の名前のフォントを8ptと小さくする方が、表示可能になる。
これで、ほぼグラフが完成するが、最後に正方形の右端に、縦軸目盛りを入れる（図4）。

5. 三角グラフ

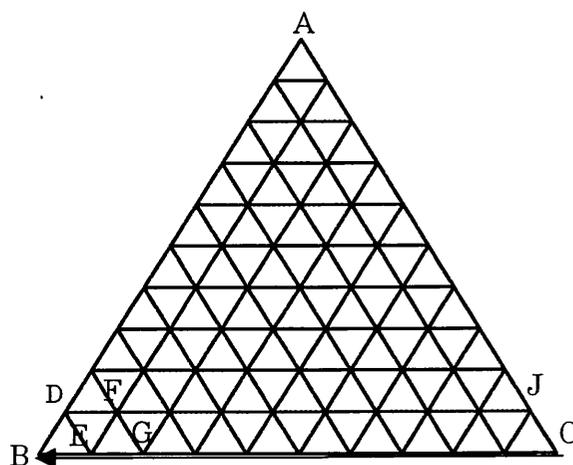
- ① 図のような正三角形において、任意のP点のような位置は、三角形ABCの各辺からの距離 x 、 y 、 z の合計が一定になることを利用して、3つのものの構成比を表現するのに用いられる。
証明としては、 $\triangle ABC$ の面積は、BCとAHを掛け2で割ればよいので、一辺の長さを a とすると $\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$ となるが、他方、この面積は、 $\triangle PBC$ の面積と $\triangle PCA$ の面積と $\triangle PAB$ の面積の合計で



あるから、 $\frac{ax}{2} + \frac{ay}{2} + \frac{az}{2}$ となるので、両者を等しいとおけば、 $\frac{\sqrt{3}}{2}a = x+y+z$ となる。

- ② たとえば、第1次産業、第2次産業、第3次産業の就業者の割合を、このようなグラフに表せば、似かよった産業構造を示す点が近くに存在することになる。
- ③ 以上のことをExcelであらわすには、下記のような目盛り線を描く必要がある。散布図を利用して、いわゆる「一筆書き」の要領で線を入れていく。はじめにC点からB点に線を引き、つぎに、B点からD点に線を引き、さらにD点からE点に線を引く。以下同様にE点からF点、F点からG点へと線を引いて小型の三角形を作っていく。このように続けていき、J点に到達し、J点からC点にもどる（10個の小型の三角形が作れた）。これで、第1段の三角形群が描けたので、C点からJ点に上がり（最初C点からB点まで線を引き出したことを思い出し）、J点からD点に線を引き、D点から順次小型の三角形を9個作る。このようにして、A点まで到達し最後の1個の小型の三角形が描けるようにする。
- ④ このようにして作成した三角形が正三角形となるようにするには、横軸の目盛りと縦軸の目盛りが同じ長さでなければならないから、縦横10単位の目盛りを正方形となるよう調整する（2の⑩参照）。
- ⑤ つぎに、実際のデータをこの目盛り線を基準にして書き込むわけであるが、上記の例で考えてみると、辺BCから点Aの方向に第1次産業の就業者割合をとり、辺CAから点Bの方向に第2次産業の就業者割合をとり、辺ABから点Cの方向に第3次産業の就業者割合をとることにすると、Excelのデータとしては、第1次産業割合と第3次産業の割合のみがあればよいので、数値の組をパーセントであらわして（ $\times 100$ ）2列になるように縦に打ち込む（uとU）。これを基にして、横軸、縦軸2のデータを作り、散布図に追加することになる。
- ⑥ 横軸・縦軸のデータの作り方は、次の表のようにすればよい。
- ⑦ このグラフの応用例として、産業3区分別就業者割合を利用してみよう。1955年から1999年までのわが国の就業者数のファイルemploy2を使って、就業構造の変化を追跡してみよう（図5）。

第1次産業割合	第3次産業割合	横軸	縦軸1	縦軸2
		上につづく	上につづく	
		4.5	7.794229	
		5	8.660254	
		5.5	7.794229	
u	U	$=U/10+u/20$		$=\text{SQRT}(3)*u/20$
下につづく	下につづく	下につづく		下につづく



参考文献

- [1] (財) 日本統計協会編集・総務庁統計研修所監修『統計小事典』日本統計協会，1992年11月。
- [2] 猪間驥一『統計図表の見方画き方使い方』東洋経済新報社，1954年6月(改訂版)。
- [3] 大藪和雄『統計学および経済統計参考資料集』1999年10月，簡易印刷。

【追記】小研究ノートは，高松大学大学院（2001/2002年度）の「経済（経営）統計解析特論」および高松大学経営学部（2001年度）の「応用統計」の授業等で学生に配布したプリントに手を加えたものです。ここで利用した，もとのデータは，Excelファイルで作っており，メールでご連絡いただければ (ooyabu@takamatsu-u.ac.jp)，送らせて頂きます。

図1. 当てはめられた指数曲線

$$y = 248021.69055 e^{0.03812 x}$$

$$R^2 = 0.97949$$

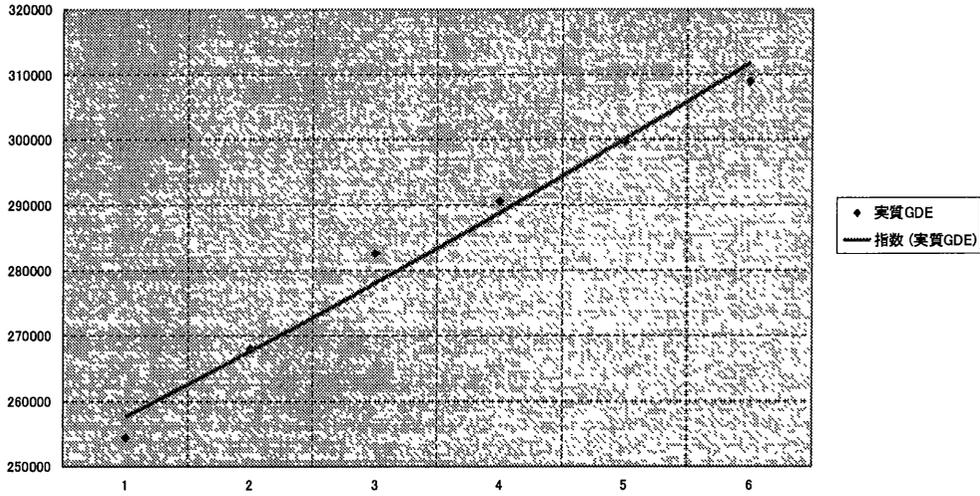


図2. Lorenz曲線 (平成13年家計調査全世帯)

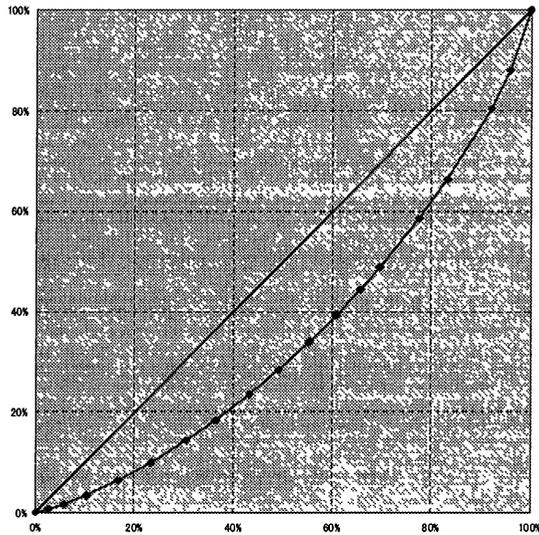


図3. 日本の人口ピラミッド

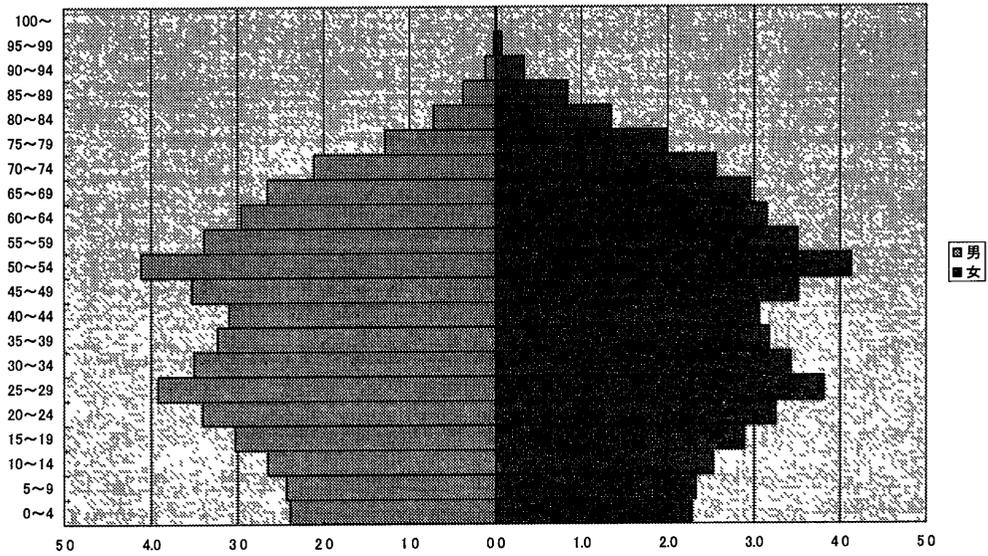


図4. 産業、従業上の地位別就業者割合

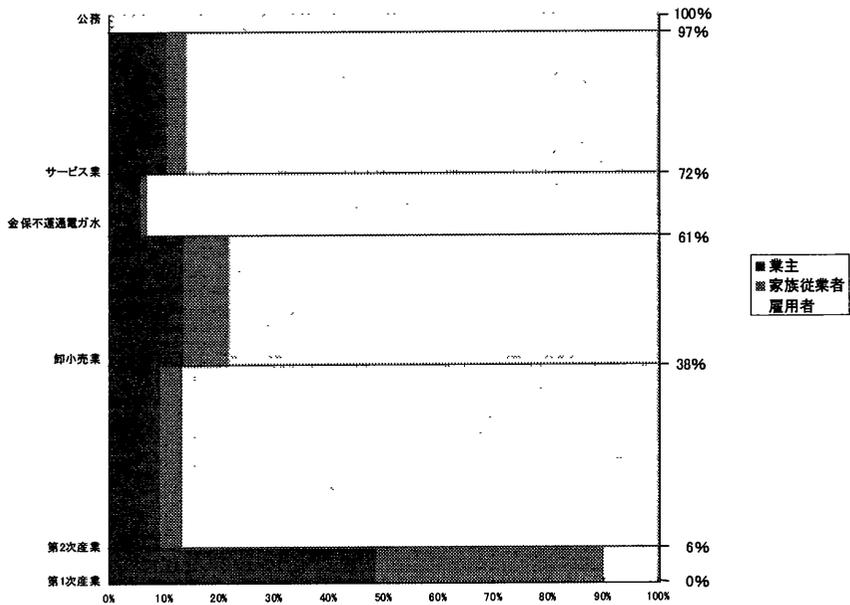


図5. 三角グラフ

