

人口問題

鈴木邦広

概要: 日本は少子高齢化が問題視されている。ここで、人口の予測がどのように扱われているのかを議論する。

キーワード: 人口問題; 少子高齢化; コーホート比率; 出生率

1. 序

日本では少子高齢化が問題視されている。年金をささえる若い世代が少なくなり、この少子化が問題となっている。この人口が減っていくと、さまざまな問題が生じることが指摘されている。ここでは、その人口予測がどのようになされるのかを議論していく。

2. 人口データ

我々が得ることができるデータは5年毎の国勢調査で得られる年齢別人口である。下表は2005年、および2010年のデータである。これと同じようなデータが1920年から、5年おきで得られる。このようなデータから人口予測をいかにしていくかを示す。

表 1 日本の 2005 年の人口データ

平成 17 年 2005	男女	男	女
総 数	127,767,994	62,348,977	65,419,017
0 ～ 4 歳	5,578,087	2,854,502	2,723,585
5 ～ 9	5,928,495	3,036,503	2,891,992
10 ～ 14	6,014,652	3,080,678	2,933,974
15 ～ 19	6,568,380	3,373,430	3,194,950
20 ～ 24	7,350,598	3,754,822	3,595,776
25 ～ 29	8,280,049	4,198,551	4,081,498
30 ～ 34	9,754,857	4,933,265	4,821,592
35 ～ 39	8,735,781	4,402,787	4,332,994
40 ～ 44	8,080,596	4,065,470	4,015,126
45 ～ 49	7,725,861	3,867,500	3,858,361
50 ～ 54	8,796,499	4,383,240	4,413,259
55 ～ 59	10,255,164	5,077,369	5,177,795
60 ～ 64	8,544,629	4,154,529	4,390,100
65 ～ 69	7,432,610	3,545,006	3,887,604
70 ～ 74	6,637,497	3,039,743	3,597,754
75 ～ 79	5,262,801	2,256,317	3,006,484
80 ～ 84	3,412,393	1,222,635	2,189,758
85 ～ 89	1,849,260	555,126	1,294,134
90 ～ 94	840,870	210,586	630,284
95 ～ 99	211,221	41,426	169,795
100 ～ 104	23,873	3,580	20,293
105 ～ 109	1,458	178	1,280
110 歳 以 上	22	2	20

表 2 日本の 2010 年の人口データ

平成 22 年 2010	男女	男	女
総 数	128,057,352	62,327,737	65,729,615
0 ～ 4 歳	5,296,748	2,710,581	2,586,167
5 ～ 9	5,585,661	2,859,805	2,725,856
10 ～ 14	5,921,035	3,031,943	2,889,092
15 ～ 19	6,063,357	3,109,229	2,954,128
20 ～ 24	6,426,433	3,266,240	3,160,193
25 ～ 29	7,293,701	3,691,723	3,601,978
30 ～ 34	8,341,497	4,221,011	4,120,486
35 ～ 39	9,786,349	4,950,122	4,836,227
40 ～ 44	8,741,865	4,400,375	4,341,490
45 ～ 49	8,033,116	4,027,969	4,005,147
50 ～ 54	7,644,499	3,809,576	3,834,923
55 ～ 59	8,663,734	4,287,489	4,376,245
60 ～ 64	10,037,249	4,920,468	5,116,781
65 ～ 69	8,210,173	3,921,774	4,288,399
70 ～ 74	6,963,302	3,225,503	3,737,799
75 ～ 79	5,941,013	2,582,940	3,358,073
80 ～ 84	4,336,264	1,692,584	2,643,680
85 ～ 89	2,432,588	744,222	1,688,366
90 ～ 94	1,021,707	241,799	779,908
95 ～ 99	296,756	55,739	241,017
100 ～ 104	41,318	5,598	35,720
105 ～ 109	2,486	250	2,236
110 歳 以 上	78	3	75

3. データの解析

表 1、表 2 から、今後の人口予想をしていく。

2005 年に 0～4 歳であった人は 2010 年には 5～9 歳になっている。対応する比率のことをコーホート比率という。つまり、

$$\text{コーホート比率}(5\sim 9\text{歳}) = \frac{\text{当年}5\sim 9\text{歳人口}}{\text{前回}0\sim 4\text{歳人口}} \quad (1)$$

となる。コーホート比率は各年代で定義される。それを含めたものを表 3 に示す。

コーホート比率が 1 にならないのはその 5 年間の間に死亡しているためである。または、民族の移動、すなわち日本国籍を取得したか、または日本から他の国の国籍をうつしたかを表す。死亡が原因の場合はコーホート比率は常に 1 以下であり、その比率は年齢がすすむにつれ低下していくであろう。民族の移動の場合は 1 以上になってもおかしくない。

上の二つの表から編集したものが表 3 である。コーホート比率は若い世代では 1 に近くになっている。上の世代に行くにしがって、つまり 75 歳以上ではコーホート比率は 1 より低い値になっている。これは、上の世代ほど死亡リスクが高いためである。

表 3 データ解析結果

2010年	総数	男性人口	女性人口	出生人数	出生率	コーホート比率	
						男性	女性
合計	128,057,352	62,327,737	65,729,615				
0 ～ 4	5,296,748	2,710,581	2,586,167				
5 ～ 9	5,585,661	2,859,805	2,725,856			1.0018578	1.0008338
10 ～ 14	5,921,035	3,031,943	2,889,092			0.9984983	0.9989972
15 ～ 19	6,063,357	3,109,229	2,954,128	13,494	0.00457	1.0092678	1.0068692
20 ～ 24	6,426,433	3,266,240	3,160,193	110,956	0.03511	0.9682252	0.9891213
25 ～ 29	7,293,701	3,691,723	3,601,978	306,913	0.08521	0.9831952	1.0017248
30 ～ 34	8,341,497	4,221,011	4,120,486	384,382	0.09329	1.0053495	1.0095524
35 ～ 39	9,786,349	4,950,122	4,836,227	220,103	0.04551	1.003417	1.0030353
40 ～ 44	8,741,865	4,400,375	4,341,490	34,610	0.00797	0.9994522	1.0019608
45 ～ 49	8,033,116	4,027,969	4,005,147	773	0.00019	0.9907757	0.9975146
50 ～ 54	7,644,499	3,809,576	3,834,923			0.9850229	0.9939254
55 ～ 59	8,663,734	4,287,489	4,376,245			0.9781552	0.991613
60 ～ 64	10,037,249	4,920,468	5,116,781			0.969098	0.9882162
65 ～ 69	8,210,173	3,921,774	4,288,399			0.9439756	0.976834
70 ～ 74	6,963,302	3,225,503	3,737,799			0.9098724	0.961466
75 ～ 79	5,941,013	2,582,940	3,358,073			0.8497232	0.9333804
80 ～ 84	4,336,264	1,692,584	2,643,680			0.7501535	0.8793261
85 ～ 89	2,432,588	744,222	1,688,366			0.6087033	0.7710286
90 ～ 94	1,021,707	241,799	779,908			0.435575	0.6026486
95 ～ 99	296,756	55,739	241,017			0.2646852	0.3823943
100 ～ 104	41,318	5,598	35,720			0.1351325	0.2103713
105 ～ 109	2,486	250	2,236			0.0698324	0.1101858
110以上	78	3	75			0.0166667	0.0576923

このコーホート比率は以下のように最後の年齢階級の前まで計算できる。

$$\begin{aligned}
 \text{コーホート比率}(5\sim 9\text{歳}) &= \frac{\text{当年}5\sim 9\text{歳人口}}{\text{前回}0\sim 4\text{歳人口}} \\
 \text{コーホート比率}(10\sim 14\text{歳}) &= \frac{\text{当年}10\sim 14\text{歳人口}}{\text{前回}5\sim 9\text{歳人口}} \\
 &\dots \\
 \text{コーホート比率}(105\sim 109\text{歳}) &= \frac{\text{当年}105\sim 109\text{歳人口}}{\text{前回}100\sim 104\text{歳人口}}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

最後の階級を考える。2010年に110歳以上になっている人は、205年に105～109歳であった人と110歳以上であった人の和である。したがって、110歳以上のコーホート比率は

$$\text{コーホート比率}(110\text{歳以上}) = \frac{\text{当年}110\text{歳以上人口}}{\text{前回}(105\sim 109\text{歳}+110\text{歳以上})人口}
 \tag{3}$$

となる。110歳以上の階級の上にはコーホート比率は定義されていない。

これをもとに次回の人口は

$$\begin{aligned}
\text{次回人口}(5\sim 9\text{歳}) &= [\text{前回}0\sim 4\text{歳人口}] \times [\text{コーホート比率}(5\sim 9\text{歳})] \\
\text{次回人口}(10\sim 14\text{歳}) &= [\text{前回}5\sim 9\text{歳人口}] \times [\text{コーホート比率}(10\sim 14\text{歳})] \\
&\dots \\
\text{次回人口}(105\sim 109\text{歳}) &= [\text{前回}100\sim 104\text{歳人口}] \times [\text{コーホート比率}(105\sim 109\text{歳})]
\end{aligned}
\tag{4}$$

と予想できる。110 歳以上の人口は

$$\begin{aligned}
&\text{次回人口}(1010\text{歳以上人口}) \\
&= [\text{前回}(105\sim 109\text{歳}+110\text{歳以上})\text{人口}] \times [\text{コーホート比率}(110\text{歳以上})]
\end{aligned}
\tag{5}$$

として計算している。これは、110 歳以上の上の階級がコーホート比率の 110 歳以上と同じという仮定をしている。

もともと 110 歳以上の人はどうなったのであろう？これは、次の 5 年間になくなる可能性が高い、が完全になくならないとはしていない。したがって、その扱いは微妙にしている。105 ～109 歳の人数にコーホート比率をかけているのは納得できる。しかし、110 歳以上の人口にコーホート比率をかけているのは、110 歳以上の上の階級ではコーホート比率がないことに起因している。扱いとしては、110 歳以上の人数を無視するのもありであろう。つまり、110 歳以上の人は次の 5 年間ですべてなくなる、とする。これだと、つまり、

$$\begin{aligned}
&\text{次回人口}(1010\text{歳以上人口}) \\
&= [\text{前回}(105\sim 109\text{歳})\text{人口}] \times [\text{コーホート比率}(110\text{歳以上})]
\end{aligned}
\tag{6}$$

となる。この両者の扱いが、全体には影響がないように、最高齢 110 歳以上を高い年齢に選択する。

あと残るのは最初の年代、つまり次回の 0 から 4 歳の人口である。

0 から 4 歳の人口は次回までの調査期間に生まれた子供の数である。子供を産むのは 15 歳以上、50 歳未満としてほぼ問題ない。したがって当年に生んだ子供の数を 2010 年度のデータに加えてみる。2010 年度のデータは、ここ 1 年で子供を産んだかどうかを質問することで得られる。すると出生率は

$$\text{出生率} = \frac{\text{生まれた子供の人数} \times 5}{\text{女性の人口}}
\tag{7}$$

として定義できる。子供の人数は 5 年とも同じであることを仮定している。ここで、分母は女性の人口としている。つまり、出生率は、既婚が未婚かの区別をしてない。このことに留意しよう。

生涯出生人数は、その年の生まれた人数を 5 倍して、ある世代（例えば 20～24 歳）の女性の人数で割った

$$\text{生涯出生人数} = \frac{\text{生まれた子供の人数} \times 5}{\text{女性の人口 (20～24)}} \approx 1.70 \quad (8)$$

とすることもできる。

したがって 5 年後の調査では 0 から 4 歳の人口は

$$\begin{aligned} \text{次回人口(0～4歳)} = & [\text{出生率(15～19歳)}] \times [\text{女性人口(15～19歳)}] \\ & + [\text{出生率(20～24歳)}] \times [\text{女性人口(20～24歳)}] \\ & \dots \\ & + [\text{出生率(45～49歳)}] \times [\text{女性人口(45～49歳)}] \end{aligned} \quad (9)$$

との予想になる。実際は、男女別に人数を出している。コーホート比率は男女別にあるが、出生数には男女別がない。出生の男女比率は女 100 に対して男 105 で計算する。

以上の手順を繰り返していけば将来の人口を予想できる。ここで、厳密にはコーホート比率、出生率は年とともに変化していくパラメータであるが、ここでは最新のデータで一定としている。

このようにして計算したものを示す。2005 年度、2010 年度の国勢調査のデータ、2010 年度の出生数をもとに 2050 年までの人口推移を 5 年毎に計算している。上の例では、男女の区別をしていないが、実際は男女別で行うことができ、それを行っている。コーホート比率は 5 年間の平均を表しているが、出生率はその年、つまり 2010 年の 1 年での値である。これをデータがあれば 5 年の平均に変えることも考えられる。ここでは、その年 1 年での値を採用する。

総人口は、若い世代がどうなのかに依存する。若い世代が増えている場合は、やがて増加し、若い世代が減少している場合は、やがて減少する。

総人口は 2015 年ぐらいから減少し始める。これは、若い世代が減少しているためである。

65 歳以上の人口に占める割合は 1980 年ごろから急激に増加していき、1930 年には 30% 程度になる。

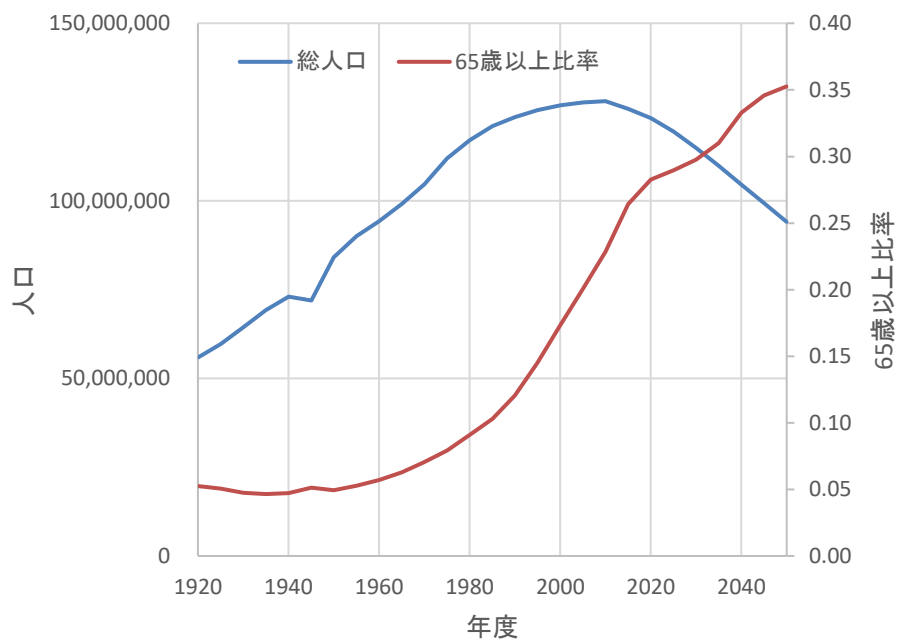


図 1 経時変化

人口構成比をみる。図 2 は 1960 年度と 2000 年度を人口構成を比較している。1960 年度では若い世代が多かったが、2000 年度では、それが減っていることがわかる。

また、2000 年の方が高い世代の比率が高い、つまり医療が発達してコーホート比率が高くなっていることが見て取れる。

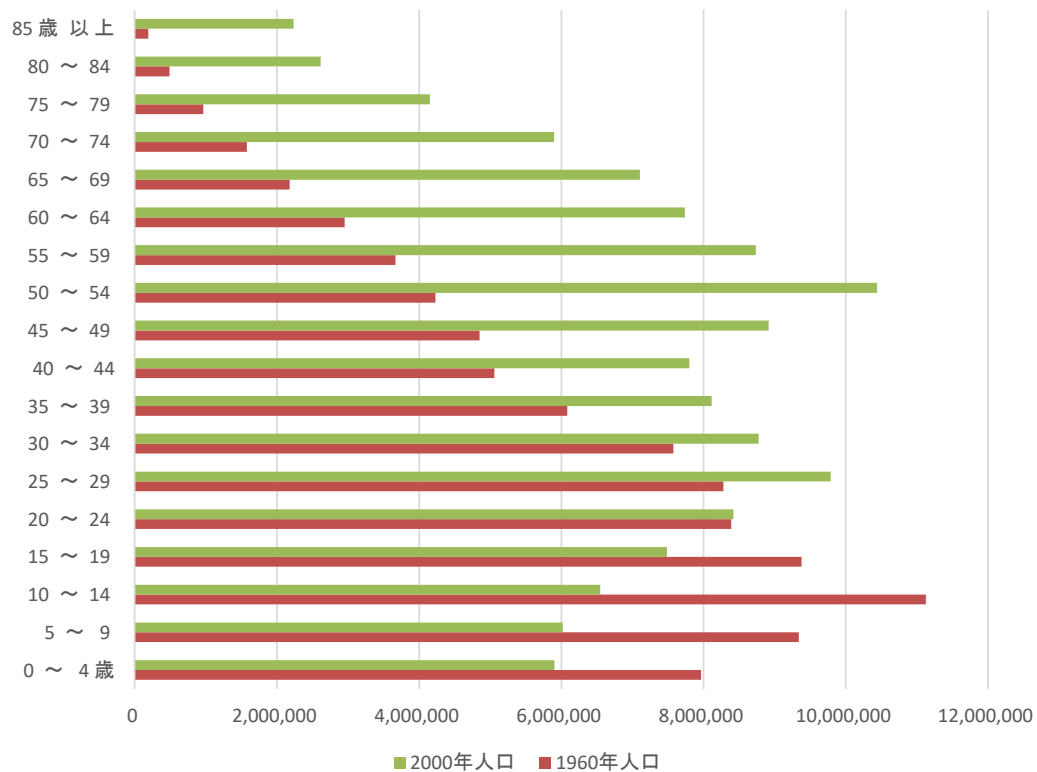


図 2 人口構成

4. 年間どれだけの子供が生まれればいいのか

データから計算の仕方がわかったと思うが、要は年間どれだけの子供が生まれれば人口は保たれるのかを知りたい。

まず、コーホート比率が変動しないで1に近い世代を考える。人口の変動は長い年月の人口の変動に依存してしまうが、ここでは問題を単純化する。

若い世代で、移民がないとすると、コーホート比率を1と考えてよい。各世代の人数は一定で a 人としよう。 a は2010年のデータでは、600万人程度である。データは5年毎に区切っているから、各年では

$$\begin{aligned} \frac{a}{5} &= \frac{600\text{万人}}{5} \\ &= 120\text{万人} \end{aligned} \tag{10}$$

である。これが、変わらないためには年間120万人が生まれる必要がある。つまり、人口を保つためには、年間120万人生む必要がある。つまり、若い世代の人数を a とすると、今は5年ごとにデータをとっているから、 $a/5$ となり、それが毎年生まれる人数になればいいということになる。

これは、全体の人口に依存する。人口が半分になったとすると、年間生む人数もそれに

応じて減る。つまり、半分の年間 60 万人でいいことになる。

つまり、コーホート比率が 1 に近い世代で考え、その年間の人数と生まれる人数が等しければ人口が保たれると考えていい。それより高い出生率であれば、人口は増え、低い出生率であれば人口は減ると考えていい。

5. 生涯どれだけの子供が生めばいいのか

データから計算の仕方がわかったと思うが、要は生涯どれだけの子供を産めば人口は保たれるのかを知りたい。

生涯出生人数 d は、その年の生まれた人数を 5 倍して、ある世代（例えば 20～24 歳）の女性の人数で割った

$$d = \text{生涯出生人数} = \frac{\text{生まれた子供の人数} \times 5}{\text{女性の人口 (20～24)}} \quad (11)$$

であった。このなかで

$$\text{女性の人口(20～24)} = \frac{100a}{105+100} \quad (12)$$

$$\text{生まれた子供の人数} \times 5 = a \quad (13)$$

であるから

$$\begin{aligned} d &= \frac{\text{生まれた子供の人数} \times 5}{\text{女性の人口 (20～24)}} \\ &= \frac{a}{\frac{100a}{105+100}} \\ &= 2.05 \end{aligned} \quad (14)$$

となる。人口を保つためには女性は平均で生涯 2.05 人子供を産む必要がある。つまり、女性は生涯で

$$d = \frac{1}{\text{女性の比率}} \quad (15)$$

の子供をとして産めばいいことになる。これは、大体 2 である。これは、当たり前の結果である。ふたりがペアであるから、2 人産めばいいことになる。これで人口は保たれる。人口を保つために、女性が生まなければならない子どもの数は今の人口に依存しない。

6. まとめ

ここでまとめをする。

人口はコーホート比率と出生率で評価される。

総人口を保つ条件を示した。