

後半以降では一転して減少傾向となっている。女では1960年以降、概ね緩やかな減少基調にあり現在に至っている。

次に、これらの死因構造の変化が平均寿命の伸長に与えた影響について分析する。

図16、図17は、1975年以降の平均寿命の伸長の要因について死因分析を行ったものである¹。心疾患と腎不全については統計の連続性から結果の評価に注意が必要であることに留意しつつ、この期間を通じての平均寿命の伸長に関する死因分析結果を見ると、男では、6.9年のうち2.5年(36.2%)と脳血管疾患による寿命の伸びが最も高い。女でも8.7年のうち2.9年(33.9%)と脳血管疾患が最も高い値を示しており、男女ともこの期間における平均寿命の伸長の3分の1以上は脳血管疾患の死亡率改善によっていたことが分かる。

しかしながら、この傾向はこの期間を通じて必ずしも同様であったわけではない。男について5年毎の期間別に観察すると、1975年～1990年までの期間については、1975～1980年では39.7%、1980～1985年では51.5%、1985～1990年では39.9%となっており、脳血管疾患の寄与率が4～5割程度を占めているが、1995～2000年では25.7%、2000年～2004年では21.4%まで低下している。一方で、近年、平均寿命の伸長に大きく寄与し始めているのが悪性新生物である。1995～2000年では16.6%、2000年～2004年では25.9%と直近では脳血管疾患よりも平均寿命を伸ばす方向に働いていることが分かる。

女ではその傾向はやや異なる。脳血管疾患については1975～1980年では33.2%であるが、1980～1985年では43.3%、1985～1990年では38.5%となっているが、1995～2000年では28.5%、2000年～2004年では30.1%であり、女では直近でも3割程度の寄与率となっている。一方、1995年以降について、女では、心疾患、肺炎も大きく寄与している。悪性新生物については、男と異なり、1980～1985年では7.6%、1985～1990年では10.5%と一定の寄与をしているが、1995～2000年では7.0%となったものの、2000～2004年では12.4%と寄与率は高まっている。

なお、堀内(2001)は、死亡パターンの歴史的変遷として、

1. 感染症による死亡率の上昇
2. 感染症による死亡率の下降
3. 循環器系疾患による死亡率の下降
4. 癌による死亡率の下降
5. 老化の遅延・減速

という5つの転換があると述べている。近年のわが国の平均寿命の伸長に悪性新生物の寄与が大きくなっていることは、堀内が第4の転換と呼ぶ「癌による死亡率の下降」という局面にわが国が入りつつあることに対応するともいえる。

¹ 本研究では、死因統計について人口動態統計の報告書にある5歳階級の死因統計を利用して要因分解を行ったが、今後、個票が利用できる年次については見直しを行う予定としている。

さらに、これを年齢・死因の両方によって要因分解したものをグラフに示したものが、図 18～図 23 である。これによれば、男女とも、脳血管疾患による平均寿命改善の寄与のピークは年次を追う毎に高齢の方へシフトして行くとともに、男子では悪性新生物の寄与が直近のところで増大していることが分かる。また、女子の悪性新生物の寄与は、1980 年代までは、比較的若年期のところで大きいものに対して、直近では高齢期での寄与が大きくなっている。このように、わが国の平均寿命の伸長の要因は、男における悪性新生物の寄与の増大など死因構造の変化もあるものの、脳血管疾患や女子の悪性新生物の死亡率改善のピークなどが高齢にシフトしながら、より高齢のところで死亡率改善が大きく寄与するようになるという変化を遂げてきたわけであり、死因構造の観点から見ても、一定の年齢シフト効果を認めることができると考えられる。

2. 年齢シフト量の検討

これまでの分析を通じて、わが国の平均寿命は伸長を続けてきたものの、近年では高齢期の死亡率改善の寄与が高まり、この死亡率改善を年齢シフトという死亡状況の変化と捉えることができる可能性が示唆された。

このことは、死亡率推計モデルの検討にあたり、年齢シフト要因を取り入れることでモデルを改善できる可能性を示唆している。ところが、死亡率推計モデルに年齢シフト要因を取り入れるためには、シフト量を定量的に把握する必要がある。先の人口学的分析で見た通り、平均寿命の改善における死亡率の寄与は、年次推移上や年齢構成上、一様に起きていなかったため、シフト量は各年次の各年齢において異なっていると考えることもでき、これらを定量的に把握する方法の確立が別途必要となる。

そこで、本研究では、シフト量の定量的な把握のための一つの方法として、Bongaarts (2005) による Shifting Logistic Model を用い、検討を行うこととした。これは、

$$\mu(x, t) = \frac{\alpha(t)e^{\beta x}}{1 + \alpha(t)e^{\beta x}} + \gamma(t)$$

で表されるモデルであるが、

$$S(t) = -\frac{\ln(\alpha(t)/\alpha(t_0))}{\beta}$$

と置くことにより、

$$\mu(x, t) = \frac{\alpha(t_0)e^{\beta(x-S(t))}}{1 + \alpha(t_0)e^{\beta(x-S(t))}} + \gamma(t)$$

と表され、 $S(t)$ をシフト量と捉えることができる。

今回、 $\mu(x)$ の近似として $m(x)$ を用いて、Shifting Logistic Model へのあてはめを行い、パラメータ推定を行った。図 7、8 は男の $\alpha(t)$ 、 $\gamma(t)$ の推定結果を示したもので、図 9、10 は女の推定結果を示したものである。

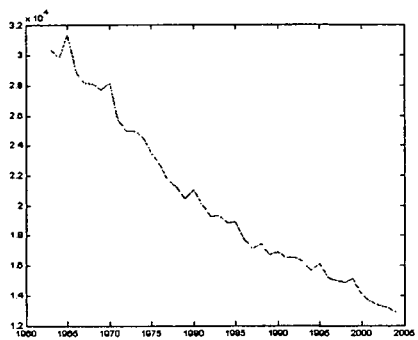


図7 Shifting Logistic Model $\alpha(t)$ 男

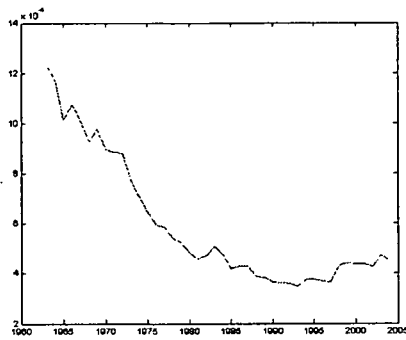


図8 Shifting Logistic Model $\gamma(t)$ 男

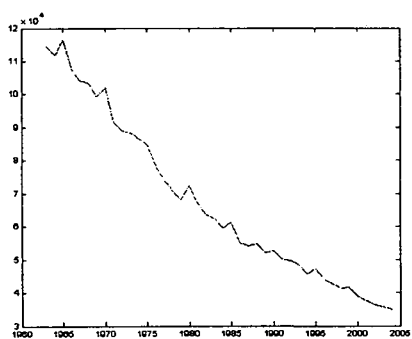


図9 Shifting Logistic Model $\alpha(t)$ 女

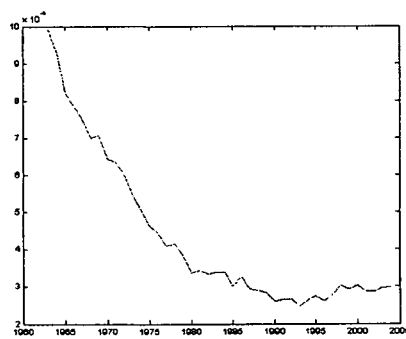


図10 Shifting Logistic Model $\gamma(t)$ 女

また、図11は $S(t)$ の推定結果を示したものである。これによれば、1963年～2004年の間に $S(t)$ は男で約8年、女で約10年の増加を示している。

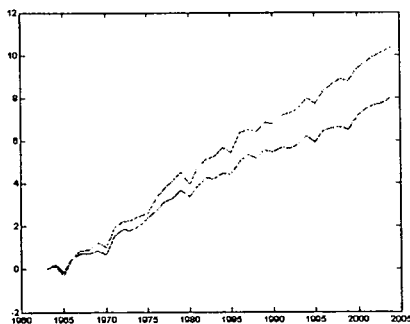


図11 Shifting Logistic Model $S(t)$ の推移

3. 今後の課題

本研究では、わが国の平均寿命の伸長に関する年齢要因の分析を行うとともに、死亡率曲線の観察を通じて、近年の死亡率改善を年齢シフトという死亡状況の変化と捉える可能性に着目し、さらに、これを確認するため、平均寿命伸長要因に関する死因分析を行って、一定の年齢シフト効果を認めることができるとの結論を得た。

また、死亡率モデルに年齢シフト要因を取り入れるにあたっては、そのシフト量を定量的に把握する必要が生じるため、Shifting Logistic Model によるシフト量測定に関する検討を行い、このモデルに従えば、1963年～2004年の間に男で約8年、女で約10年のシフトが起きているとの結果を得た。

本研究では年齢シフトを死亡率モデルに取り入れることの人口学的な意味付けやそのシフト量の測定法に関して一定の結果を得ることができた。年齢シフトを現在使われている Lee-Carter モデルに取り入れることについては、「Lee-Carter モデルの改善に関する研究」において述べることにする。今後の課題として、死亡率変化の人口学的な意味付けを深めて行く観点から、平均寿命の伸長要因に関してさらに精緻な分析を行うことが必要であるとともに、シフト量の測定方法の確立を行うことが必要である。

参考文献

- Bongaarts, J. (2005) "Long-range Trends in Adult Mortality: Models and Projection Methods", *Demography*, Vol. 42, No. 1, pp. 23-49.
- Lee, R. and L. Carter (1992) "Modeling and Forecasting U.S. Mortality", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 87, No. 419, pp. 659-675, September.
- Preston, S. H., P. Heuveline, and M. Guillot (2001) *Demography*: Blackwell Publishers Inc.
- 小松隆一 (2002) 「リレーショナル・モデルによる日本の将来生命表作成の試み」, 『人口問題研究』, 第 58 巻, 第 3 号, pp.3-14, 9 月.
- 重松峻夫, 南條善治 (1981) 「主要死因の平均寿命に及ぼす影響」, 『民族衛生』, 第 47 巻, 第 4 号, pp.160-174.
- 高橋重郷 (1982) 「戦後のわが国の死亡水準の低下とその人口学的要因」, 『人口問題研究』, 第 164 巻, pp.19-36.
- 堀内四郎 (2001) 「死亡パターンの歴史的変遷」, 『人口問題研究』, 第 57 巻, 第 4 号, pp.3-30.

期始年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	1975
期末年	1980	1985	1990	1995	2000	2004	2004
0-4	0.268	0.231	0.080	0.048	0.122	0.054	0.837
5-9	0.033	0.027	0.014	0.000	0.027	0.007	0.110
10-14	0.021	0.011	0.010	-0.006	0.016	0.007	0.060
15-19	0.040	-0.001	0.029	0.025	0.027	0.025	0.149
20-24	0.049	0.010	0.011	0.014	0.020	0.024	0.133
25-29	0.040	0.020	0.019	-0.002	0.015	0.006	0.103
30-34	0.050	0.031	0.018	0.002	-0.009	0.009	0.108
35-39	0.064	0.036	0.041	0.009	-0.004	0.002	0.160
40-44	0.102	0.049	0.056	0.019	0.004	0.004	0.255
45-49	0.032	0.096	0.082	0.011	0.026	0.022	0.287
50-54	0.038	0.015	0.148	0.014	0.016	0.053	0.299
55-59	0.108	0.028	0.046	0.094	0.045	0.049	0.396
60-64	0.136	0.117	0.018	0.013	0.161	0.076	0.558
65-69	0.215	0.188	0.091	-0.016	0.125	0.153	0.822
70-74	0.177	0.245	0.134	0.041	0.149	0.105	0.906
75-79	0.126	0.167	0.186	0.072	0.207	0.088	0.831
80-84	0.087	0.111	0.088	0.086	0.189	0.121	0.580
85-89	0.033	0.042	0.047	0.026	0.143	0.060	0.242
90-94	0.005	0.009	0.017	0.006	0.053	0.032	0.060
95-99	0.001	-0.001	0.004	0.002	0.011	0.011	0.009
100-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001
年齢計	1.621	1.432	1.139	0.458	1.344	0.911	6.906
平均寿命(期始年)	71.726	73.349	74.782	75.921	76.380	77.724	71.726
平均寿命(期末年)	73.349	74.782	75.921	76.380	77.724	78.636	78.636
平均寿命の延び	1.622	1.433	1.139	0.459	1.345	0.912	6.910
(構成割合)							
0-4	16.5%	16.1%	7.0%	10.6%	9.1%	6.0%	12.1%
5-9	2.0%	1.9%	1.2%	-0.1%	2.0%	0.7%	1.6%
10-14	1.3%	0.8%	0.8%	-1.4%	1.2%	0.8%	0.9%
15-19	2.4%	-0.1%	2.5%	5.4%	2.0%	2.8%	2.2%
20-24	3.0%	0.7%	1.0%	2.9%	1.5%	2.6%	1.9%
25-29	2.5%	1.4%	1.7%	-0.5%	1.1%	0.7%	1.5%
30-34	3.1%	2.1%	1.5%	0.5%	-0.7%	1.0%	1.6%
35-39	3.9%	2.5%	3.6%	1.9%	-0.3%	0.2%	2.3%
40-44	6.3%	3.4%	4.9%	4.2%	0.3%	0.4%	3.7%
45-49	2.0%	6.7%	7.2%	2.5%	1.9%	2.4%	4.2%
50-54	2.3%	1.1%	13.0%	3.1%	1.2%	5.9%	4.3%
55-59	6.6%	2.0%	4.0%	20.5%	3.3%	5.3%	5.7%
60-64	8.4%	8.2%	1.6%	2.9%	11.9%	8.4%	8.1%
65-69	13.2%	13.1%	8.0%	-3.4%	9.3%	16.8%	11.9%
70-74	10.9%	17.1%	11.7%	8.9%	11.1%	11.5%	13.1%
75-79	7.8%	11.7%	16.3%	15.7%	15.4%	9.6%	12.0%
80-84	5.3%	7.8%	7.7%	18.7%	14.0%	13.3%	8.4%
85-89	2.1%	2.9%	4.2%	5.7%	10.6%	6.6%	3.5%
90-94	0.3%	0.6%	1.5%	1.2%	3.9%	3.5%	0.9%
95-99	0.0%	-0.1%	0.4%	0.5%	0.8%	1.2%	0.1%
100-	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%
年齢計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

図 12 平均寿命の延びの要因分解 男

期始年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	1975
期末年	1980	1985	1990	1995	2000	2004	2004
0-4	0.215	0.163	0.089	0.030	0.107	0.049	0.686
5-9	0.020	0.022	0.002	-0.003	0.019	0.008	0.071
10-14	0.018	0.003	0.006	-0.006	0.017	0.002	0.043
15-19	0.019	0.009	0.003	0.003	0.014	-0.003	0.049
20-24	0.048	0.014	0.001	0.005	0.005	0.004	0.085
25-29	0.038	0.019	0.016	0.003	0.002	0.006	0.093
30-34	0.041	0.019	0.019	0.001	0.006	0.008	0.102
35-39	0.045	0.022	0.025	0.011	0.003	0.003	0.120
40-44	0.060	0.022	0.031	0.013	0.013	0.016	0.170
45-49	0.065	0.044	0.038	-0.004	0.038	0.019	0.221
50-54	0.093	0.054	0.059	0.006	0.022	0.029	0.294
55-59	0.119	0.087	0.057	0.026	0.051	0.007	0.396
60-64	0.135	0.118	0.099	0.023	0.100	0.043	0.587
65-69	0.211	0.158	0.144	0.063	0.105	0.087	0.880
70-74	0.220	0.278	0.160	0.119	0.189	0.090	1.200
75-79	0.239	0.265	0.260	0.150	0.268	0.148	1.438
80-84	0.188	0.249	0.195	0.226	0.297	0.181	1.283
85-89	0.079	0.126	0.140	0.157	0.299	0.132	0.702
90-94	0.020	0.040	0.055	0.080	0.153	0.103	0.232
95-99	0.000	0.004	0.017	0.032	0.041	0.040	0.040
100-	-0.001	0.000	0.003	0.008	0.006	0.012	0.004
年齢計	1.874	1.716	1.420	0.943	1.755	0.983	8.694
平均寿命(期始年)	76.889	78.765	80.482	81.904	82.848	84.604	76.889
平均寿命(期末年)	78.765	80.482	81.904	82.848	84.604	85.589	85.589
平均寿命の延び	1.875	1.717	1.422	0.944	1.756	0.985	8.699
(構成割合)							
0-4	11.5%	9.5%	6.3%	3.2%	6.1%	5.0%	7.9%
5-9	1.1%	1.3%	0.2%	-0.3%	1.1%	0.8%	0.8%
10-14	1.0%	0.2%	0.4%	-0.6%	1.0%	0.2%	0.5%
15-19	1.0%	0.5%	0.2%	0.3%	0.8%	-0.3%	0.6%
20-24	2.6%	0.8%	0.1%	0.6%	0.3%	0.5%	1.0%
25-29	2.0%	1.1%	1.1%	0.4%	0.1%	0.6%	1.1%
30-34	2.2%	1.1%	1.3%	0.1%	0.3%	0.8%	1.2%
35-39	2.4%	1.3%	1.8%	1.1%	0.2%	0.3%	1.4%
40-44	3.2%	1.3%	2.1%	1.4%	0.8%	1.6%	2.0%
45-49	3.5%	2.6%	2.7%	-0.5%	2.2%	1.9%	2.5%
50-54	4.9%	3.1%	4.1%	0.7%	1.2%	3.0%	3.4%
55-59	6.3%	5.1%	4.0%	2.7%	2.9%	0.7%	4.6%
60-64	7.2%	6.9%	7.0%	2.5%	5.7%	4.4%	6.8%
65-69	11.3%	9.2%	10.1%	6.7%	6.0%	8.8%	10.1%
70-74	11.7%	16.2%	11.2%	12.6%	10.8%	9.1%	13.8%
75-79	12.8%	15.5%	18.3%	15.9%	15.3%	15.0%	16.5%
80-84	10.1%	14.5%	13.7%	24.0%	16.9%	18.4%	14.8%
85-89	4.2%	7.3%	9.8%	16.7%	17.0%	13.4%	8.1%
90-94	1.1%	2.3%	3.9%	8.5%	8.7%	10.5%	2.7%
95-99	0.0%	0.2%	1.2%	3.4%	2.3%	4.1%	0.5%
100-	0.0%	0.0%	0.2%	0.9%	0.3%	1.2%	0.0%
年齢計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

図13 平均寿命の延びの要因分解 女

男

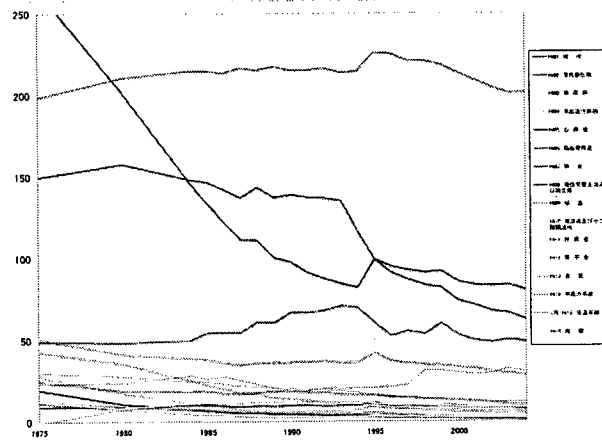
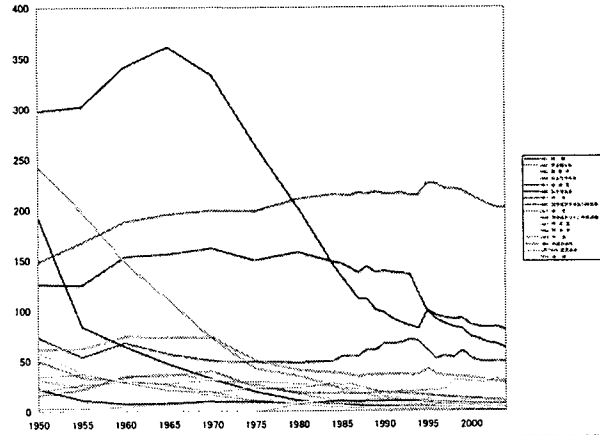


図 14 年齢調整死亡率の推移 男

女

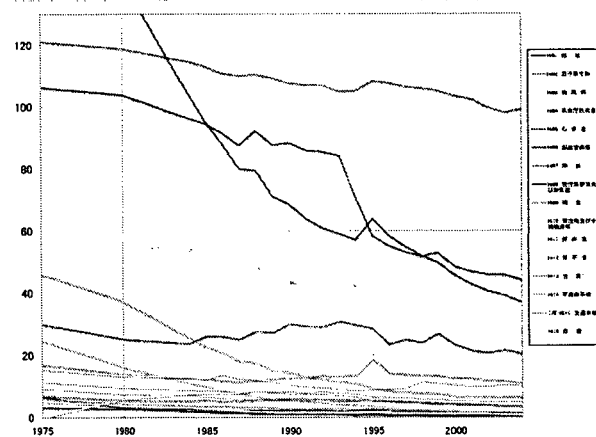
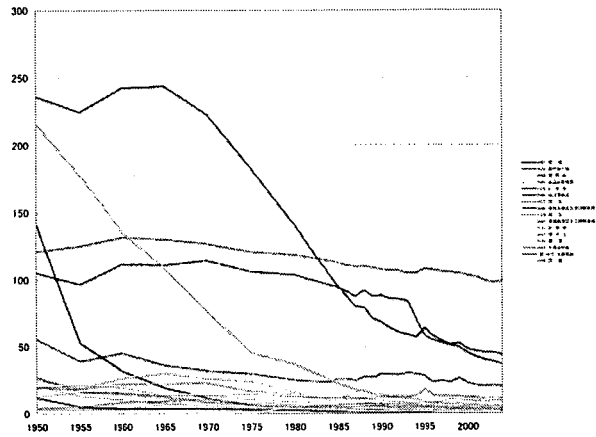


図 15 年齢調整死亡率の推移 女

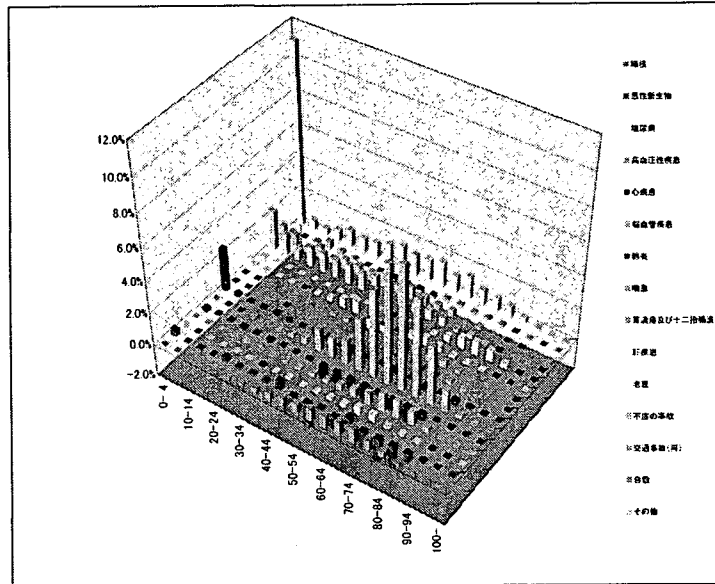
期始年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	1975
期末年	1980	1985	1990	1995	2000	2004	2004
結核	0.109	0.055	0.031	0.020	0.016	0.012	0.269
悪性新生物	-0.086	-0.008	0.045	-0.101	0.223	0.236	0.279
糖尿病	0.028	0.011	0.015	-0.038	0.033	0.013	0.066
高血圧性疾患	0.093	0.066	0.052	0.017	0.025	0.007	0.276
心疾患	-0.096	0.136	0.127	0.031	0.187	0.093	0.811
脳血管疾患	0.643	0.737	0.454	0.005	0.345	0.195	2.497
肺炎	0.074	-0.028	-0.113	0.090	0.106	0.083	0.169
喘息	0.026	0.016	0.021	-0.001	0.050	0.020	0.127
胃潰瘍及び十二指腸潰瘍	0.053	0.039	0.022	-0.001	0.009	0.010	0.143
肝疾患	0.031	0.053	0.067	0.078	0.040	0.030	0.304
腎不全	0.000	0.000	0.000	-0.140	0.028	0.013	-0.090
老衰	0.047	0.089	0.083	0.054	0.036	0.021	0.290
不慮の事故	0.246	0.071	0.067	-0.053	0.222	0.131	0.712
交通事故(再)	0.134	-0.007	0.012	0.074	0.088	0.086	0.401
自殺	-0.004	-0.038	0.155	-0.039	-0.216	-0.018	-0.161
その他	0.458	0.232	0.113	0.057	0.240	0.063	1.213
死因計	1.621	1.432	1.139	0.458	1.344	0.911	6.906
平均寿命(期始年)	71.726	73.349	74.782	75.921	76.380	77.724	71.726
平均寿命(期末年)	73.349	74.782	75.921	76.380	77.724	78.636	78.636
平均寿命の伸び	1.622	1.433	1.139	0.459	1.345	0.912	6.910
(構成割合)							
結核	6.7%	3.8%	2.7%	4.3%	1.2%	1.3%	3.9%
悪性新生物	-5.3%	-0.5%	3.9%	-22.1%	16.6%	25.9%	4.0%
糖尿病	1.8%	0.8%	1.3%	-8.3%	2.5%	1.5%	1.0%
高血圧性疾患	5.7%	4.6%	4.6%	3.8%	1.9%	0.8%	4.0%
心疾患	-6.0%	9.5%	11.1%	6.7%	13.9%	10.3%	11.7%
脳血管疾患	39.7%	51.5%	39.9%	1.1%	25.7%	21.4%	36.2%
肺炎	4.6%	-1.9%	-9.9%	19.6%	7.9%	9.1%	2.4%
喘息	1.6%	1.1%	1.8%	-0.3%	3.7%	2.2%	1.8%
胃潰瘍及び十二指腸潰瘍	3.3%	2.7%	1.9%	-0.2%	0.7%	1.1%	2.1%
肝疾患	1.9%	3.7%	5.9%	17.0%	3.0%	3.3%	4.4%
腎不全	0.0%	0.0%	0.0%	-30.6%	2.1%	1.5%	-1.3%
老衰	2.9%	6.2%	7.3%	11.9%	2.7%	2.4%	4.2%
不慮の事故	15.2%	5.0%	5.9%	-11.5%	16.5%	14.4%	10.3%
交通事故(再)	8.3%	-0.5%	1.1%	16.1%	6.6%	9.5%	5.8%
自殺	-0.2%	-2.7%	13.6%	-8.6%	-16.1%	-2.0%	-2.3%
その他	28.3%	16.2%	9.9%	12.4%	17.8%	6.9%	17.6%
死因計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

図 16 平均寿命の伸びの死因別要因 男

期始年	1975	1980	1985	1990	1995	2000	1975
期末年	1980	1985	1990	1995	2000	2004	2004
結核	0.063	0.024	0.016	0.005	0.008	0.003	0.142
悪性新生物	0.082	0.130	0.148	-0.006	0.123	0.122	0.644
糖尿病	0.036	0.015	0.029	-0.022	0.057	0.018	0.138
高血圧性疾患	0.117	0.092	0.087	0.045	0.050	0.021	0.435
心疾患	0.042	0.145	0.157		0.266	0.159	1.279
脳血管疾患	0.622	0.743	0.547	0.106	0.500	0.296	2.947
肺炎	0.119	-0.002	-0.055	0.039	0.157	0.119	0.310
喘息	0.024	0.010	0.014	0.000	0.039	0.018	0.105
胃潰瘍及び十二指腸潰瘍	0.022	0.017	0.021	0.003	0.016	0.010	0.089
肝疾患	0.033	0.015	0.027	0.051	0.030	0.010	0.172
腎不全	0.000	0.000	0.000	-0.157	0.029	0.021	-0.092
老衰	0.100	0.194	0.180	0.134	0.093	0.049	0.674
不慮の事故	0.077	0.041	-0.006	-0.145	0.199	0.047	0.216
交通事故(再)	0.038	-0.001	-0.018	0.025	0.040	0.026	0.113
自殺	0.054	0.026	0.044	0.035	-0.044	0.002	0.128
その他	0.482	0.265	0.210	0.144	0.231	0.089	1.508
死因計	1.874	1.716	1.420	0.943	1.755	0.983	8.694
平均寿命(期始年)	76.889	78.765	80.482	81.904	82.848	84.604	76.889
平均寿命(期末年)	78.765	80.482	81.904	82.848	84.604	85.589	85.589
平均寿命の伸び	1.875	1.717	1.422	0.944	1.756	0.985	8.699
(構成割合)							
結核	3.4%	1.4%	1.1%	0.5%	0.4%	0.3%	1.6%
悪性新生物	4.4%	7.6%	10.5%	-0.7%	7.0%	12.4%	7.4%
糖尿病	1.9%	0.9%	2.0%	-2.3%	3.3%	1.8%	1.6%
高血圧性疾患	6.2%	5.4%	6.2%	4.8%	2.8%	2.1%	5.0%
心疾患	2.3%	8.5%	11.1%		15.1%	16.2%	14.7%
脳血管疾患	33.2%	43.3%	38.5%	11.2%	28.5%	30.1%	33.9%
肺炎	6.3%	-0.1%	-3.9%	4.2%	9.0%	12.1%	3.6%
喘息	1.3%	0.6%	1.0%	0.0%	2.2%	1.8%	1.2%
胃潰瘍及び十二指腸潰瘍	1.2%	1.0%	1.5%	0.3%	0.9%	1.0%	1.0%
肝疾患	1.7%	0.9%	1.9%	5.4%	1.7%	1.0%	2.0%
腎不全	0.0%	0.0%	0.0%	-16.8%	1.7%	2.1%	1.1%
老衰	5.4%	11.3%	12.7%	14.2%	5.3%	5.0%	7.7%
不慮の事故	4.1%	2.4%	-0.4%	-15.4%	11.3%	4.8%	2.5%
交通事故(再)	2.0%	0.0%	-1.3%	2.7%	2.3%	2.6%	1.3%
自殺	2.9%	1.5%	3.1%	3.7%	-2.5%	0.2%	1.5%
その他	25.7%	15.4%	14.8%	15.3%	13.2%	9.0%	17.3%
死因計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

図 17 平均寿命の伸びの死因別要因 女

(男・1975～1980年)



(男・1980～1985年)

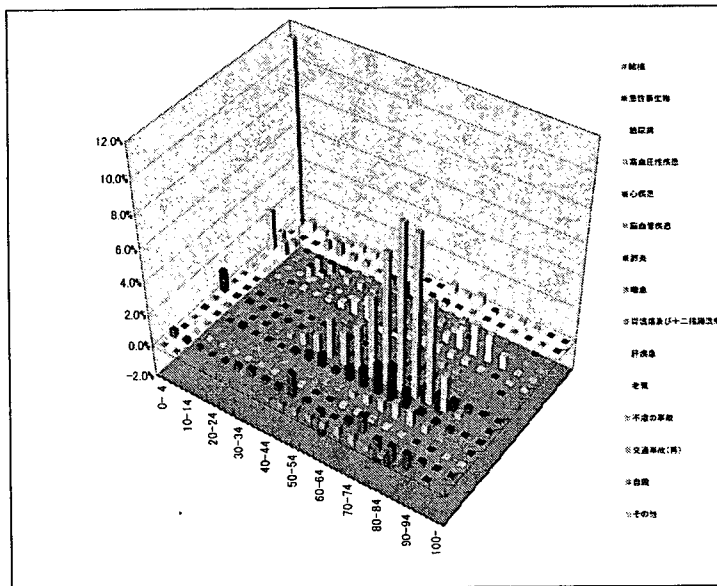
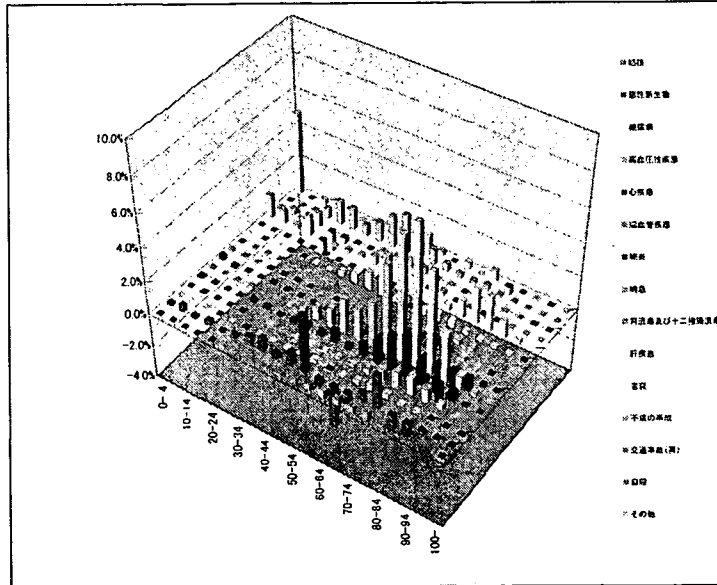


図 18 平均寿命の延びの死因・年齢別要因 (1975～1985年) 男

(男・1985～1990年)



(男・1990～1995年)

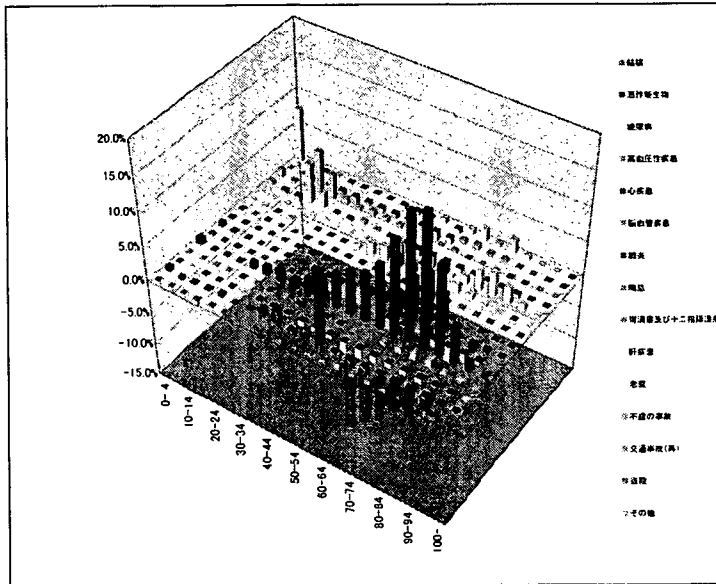
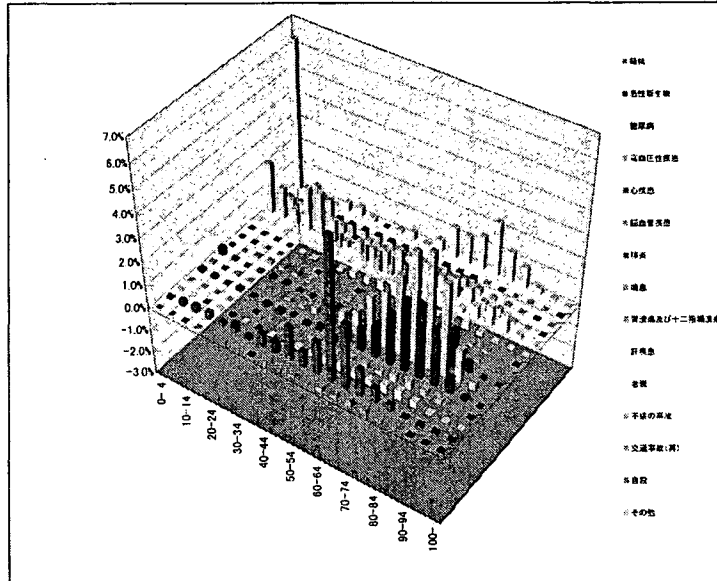


図19 平均寿命の延びの死因・年齢別要因(1985～1995年) 男

(男・1995～2000年)



(男・2000～2004年)

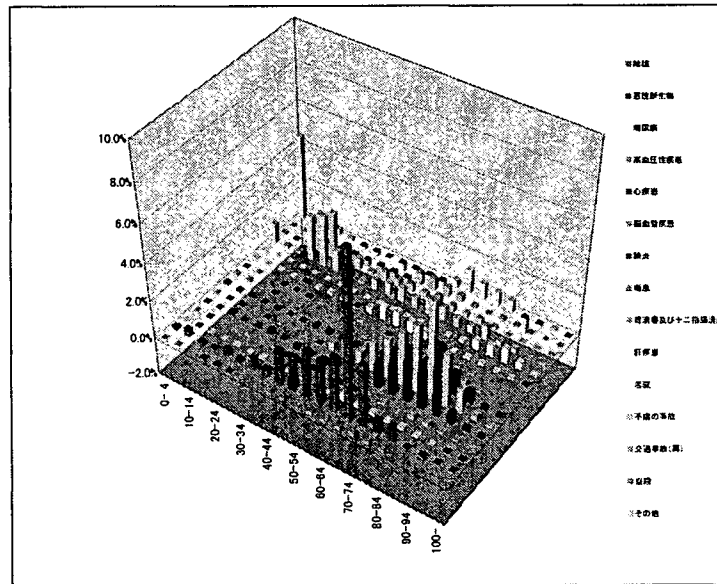
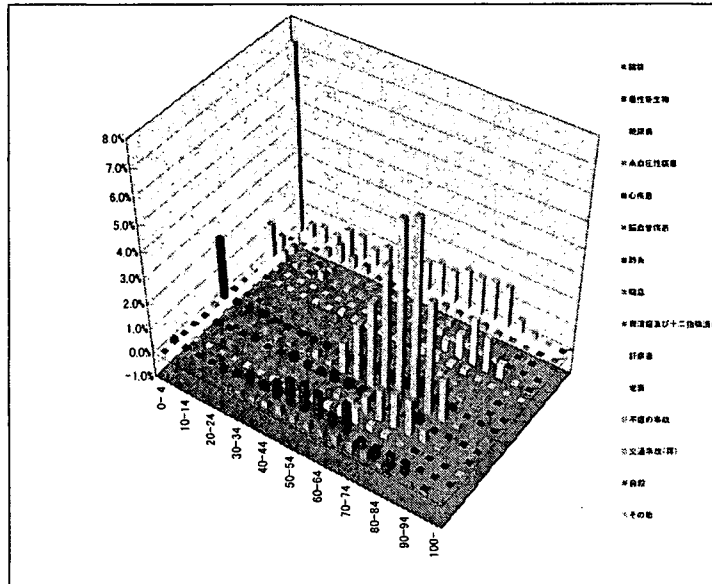


図 20 平均寿命の延びの死因・年齢別要因 (1995～2004年) 男

(女・1975～1980年)



(女・1980～1985年)

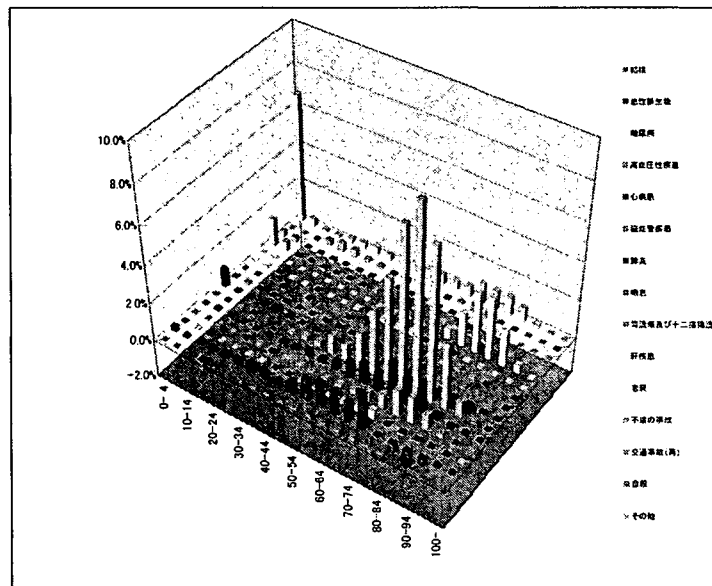
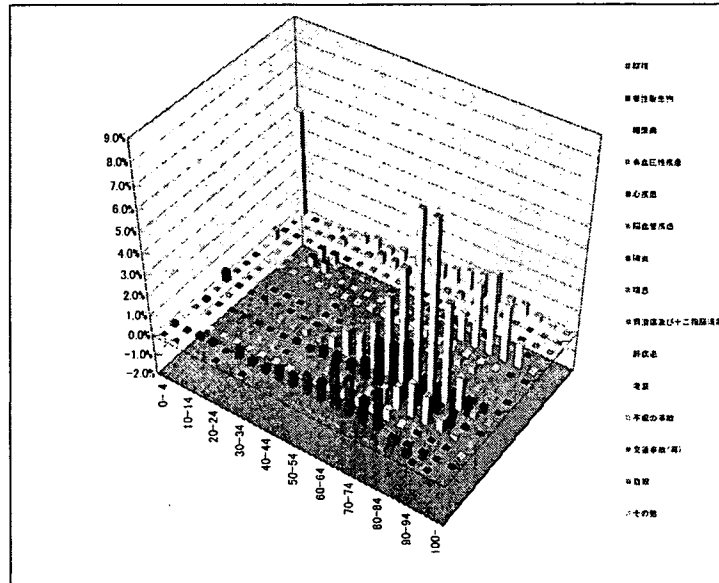


図 21 平均寿命の延びの死因・年齢別要因 (1975～1985年) 女

(女・1985～1990年)



(女・1990～1995年)

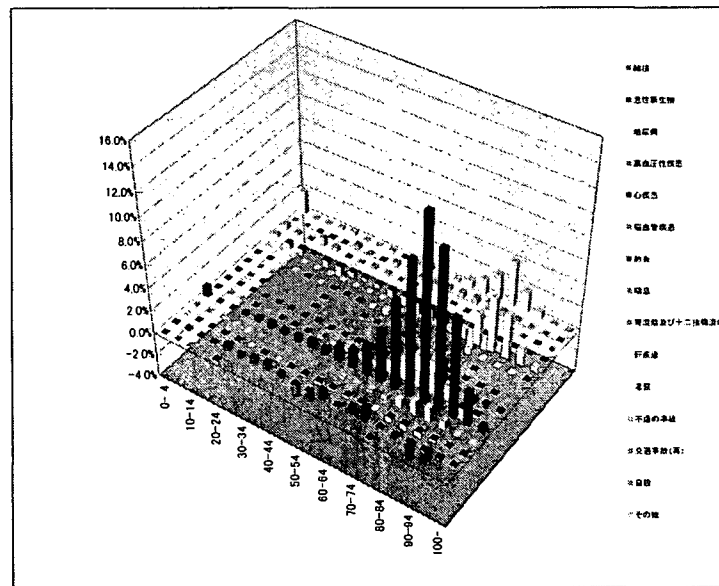
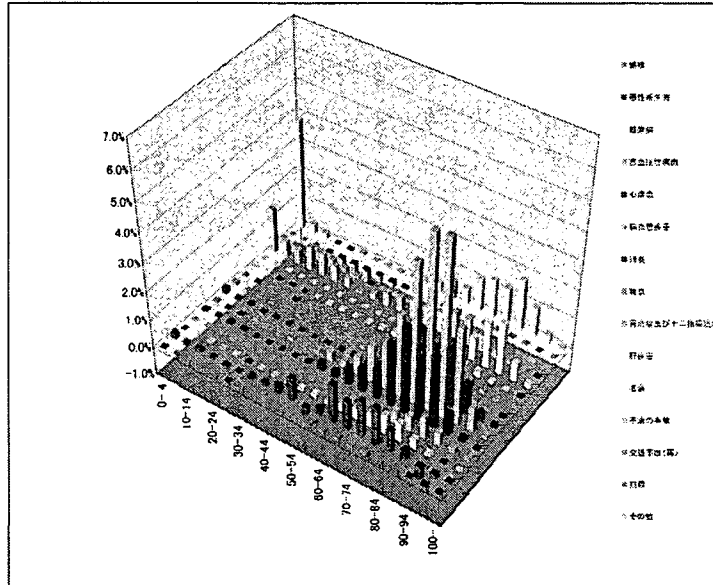


図 22 平均寿命の延びの死因・年齢別要因 (1985～1995年) 女

(女・1995～2000年)



(女・1995～2004年)

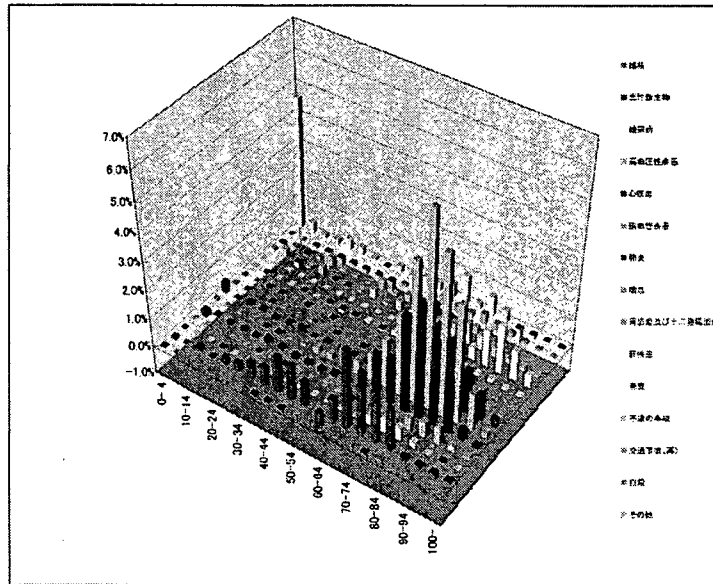


図 23 平均寿命の延びの死因・年齢別要因 (1995～2004年) 女

(2) 高齢死亡の年齢パターン変化の分析と将来推計への応用の可能性

金子 隆一

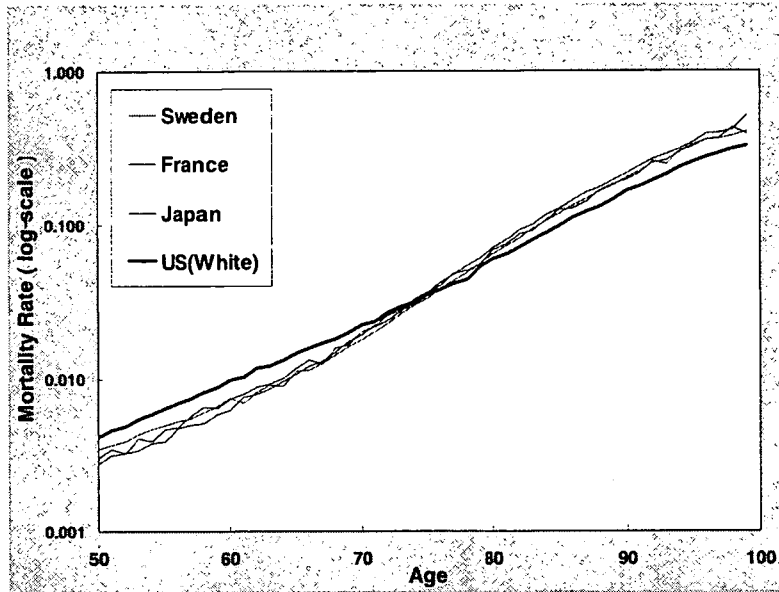
1. はじめに

長い間、死亡率（あるいは平均寿命）は、将来の見通しの得やすい指標であると考えられてきた。実際、年次的に安定的な推移が観察されてきたし、寿命は本質的には生物学的に規定されると考えられることから、将来的にはその限界に接近するにつれて平均寿命の伸びは頭打ちになり、やがては一定値に収束するとの考えが支配的であった¹。したがって、将来人口推計においても、死亡の推移は所与として、変動の大きい出生あるいは人口移動についてのシナリオ策定に主要な努力がなされてきたとあってよい。しかしながら、わが国をはじめ先進国における 1960～70 年代以降の死亡率低下、言い換えれば平均寿命の伸長は、その大部分がこれまで大きな改善が望めないとされてきた高齢死亡の低下によるものであり、これは従来の予測を覆すものであった。それはまた、平均寿命にも生物学的に決められた固定的な上限が存在するわけではなく、社会経済の発展にともなって上限自身も変化している可能性を示したことになる。実際、ウィルモスらはスウェーデンの 1861 年以降の最高死亡年齢を調べ、それは人口規模等の影響を取り除いても確実に上昇してきており、しかも 1970 年代以降は上昇が加速していたことを見出した (Wilmoth et al. 2000)。こうしたことから、人の最大寿命や平均寿命について、環境と独立した上限を想定することは適切ではないと考えられるようになった。したがって、今後の長期的な寿命推移を見通すためには、上述の 20 世紀後半以降に見られる高齢死亡低下の原因を究明し、そのメカニズムについて理解することが必須であると考えられるのである。

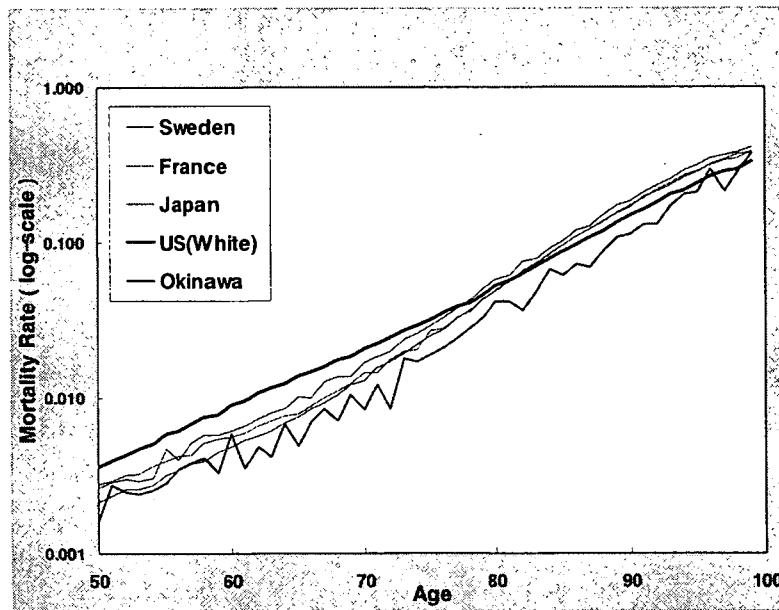
それでは、これまでに観察された高齢死亡の変化パターンからは、死亡低下のメカニズムについて何か手がかりが得られるであろうか。図 1 は、国際的に最も低い水準の死亡率を示すいくつかの国の高齢死亡率（女性 50～99 歳、対数尺度）について、1980 年ならびに 1990 年時点における比較を行ったものである。ただし、米国については白人についてのみ示されており、1990 年の図にはほぼ世界で最善と考えられる沖縄県の死亡率を加えている。

¹ 先進諸国において 1960 年頃までの死亡低下は、主に乳幼児～若年層の感染症死亡率の低下によるもので、老年死亡率には顕著な変化が見られなかった。当時はこの若年死亡率が下げ止まった状態が疫学転換 (epidemiologic transition) の最終段階と考えられた (Omran 1971)。また主だった寿命研究者の間でも、平均寿命がその後大きく伸びるのは困難であると考えられていた (Bourgeois-Pichat 1978, Fries 1980)。

図1 低死亡国における女性の高齢死亡率の比較
a. 1980年



b. 1990年（沖縄を含む）



ここで明らかなのは、米国白人女性の高齢死亡率パターンが他の国々と異なっており、中高年では高いが、後期高齢期になるほど相対的に見て低くなっている点である。また、詳しく見ると沖縄女性も似たパターンを示している。こうした国、地域による死亡パターンの相違には、高齢死亡の構造ならびにその変化メカニズムに関する重要な情報が含まれていると考えられるので、それらを解釈することは寿命推移の将来見通しを得る上で重要なことと思われるのである。

ただし、図に示したそれぞれの社会は、いずれも低死亡国のものであるものの、死亡レベルは異なっており、年齢パターンの精密な比較分析を行う際にはそのままでは不十分である。すなわち、死亡レベル等の要素をコントロールするなどの分析上の処置が必要となる。本研究では、わが国といくつかの低死亡国、さらにはわが国の都道府県別の50歳以上の年齢別死亡率について、その年齢パターンの共通性と相違を捉えることを目的に、主成分分析法を用いて共通成分、年次変異成分、ならびに地域変異成分を分離し、成分構造の解析を行なう。また、成分分解により死亡レベル等をコントロールした上で、死亡パターンを比較し、クラスター化など通して、国際的、あるいは国内の地域的な共通性、特異性を特定した。これらを行うことによって、現在進行する高齢死亡低下のメカニズム解明に資することを目的とする。以上の結果から高齢死亡低下の要因ならびにメカニズムについての考察を行い、得られた知見ならびに手法の将来見通しの策定への応用の可能性について検討を行った。

2. 方法と分析対象データについて

(1) 方法

年次別、年齢別死亡率の変異性を分析する方法として、ウィルモスは特異値分解法 singular value decomposition (SVD) を用いた成分への分解によって、共通年齢パターン、年齢変化の年齢パターン、ならびに残差としてのコーホート変異を特定する試みを行った (Wilmoth, 1990)。その後リーとカーターはこの SVD を用いた成分分解に時系列分析法を組み合わせることによって年齢別死亡率の将来推計手法を開発し (Lee and Carter 1992)、この方法は現在リー=カーター法 Lee-Carter method として広く用いられるようになっている。SVD はデータ行列を正規直行行列に分解して直行する成分を抽出する方法であるが、これは主成分分析 principal component analysis (PCA) によって同等の分解を行うことができる²。本研究では、統計的分析法としてより広く用いられている主成分分析を用いて、高年齢層の年次別、年齢別死亡率の成分分析を行うこととする³。

年齢 x 、年次 t における死亡率を $M_{x,t}$ 、その自然対数変換を $Y_{x,t}$ (すなわち $Y_{x,t} = \ln M_{x,t}$) とする。PCA を用いて年齢ならびに年次方向の成分によって死亡率を分解すると、一般には以下のように示される。

$$Y_{x,t} = a_x + b_x^{(1)} P_t^{(1)} + b_x^{(2)} P_t^{(2)} \dots + b_x^{(n)} P_t^{(n)} \quad (1)$$

² 主成分分析は、数学的にはデータの共分散行列ないし相関行列の固有値問題を解くことであるが、特異値分解、固有値問題より一般的に、 $n \times p$ ($n \geq p$) の多変量データ行列の特異値分解をすることができる。

³ ハイムらは、死亡率のロジット変換を用いた多重回帰式によりリレーショナルモデルを構成して高年齢の死亡年齢パターンについて調べている (Himes, Preston, and Condran 1994)。

ここで n は主成分の数 ($n \leq$ 年齢階級の数)、 a_x は $Y_{x,t}$ の t に関する平均値、 $b_x^{(i)}$ ならびに $P_t^{(i)}$ ($i=1,2,\dots,n$) は第 i 主成分とその結合係数である。ここで第 1 主成分のみを用いたものが、リー＝カーター法における基本モデル式である。すなわち、

$$Y_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t} \quad (2)$$

ここで b_x は第 1 主成分に相当し、死亡変化の平均年齢パターンを表している。 k_t はその結合係数 (式(1)では $P_t^{(1)}$) を置き換えたもので、年次変化のレベルを表すパラメータと解釈される。また、 $\varepsilon_{x,t}$ はモデルにおける誤差を示す。本研究では、高齢における死亡年齢パターンをより詳細に分析するため、分析モデルを第 2 主成分の項を取り入れた。すなわち、

$$Y_{x,t} = a_x + b_x k_t + c_x h_t + \varepsilon_{x,t} \quad (3)$$

とした。ここで c_x は、後に示すように死亡率の年齢による相対的な高低パターン (死亡年齢パターンの**相対性**と呼ぶことにする) を示し、 h_t はその年次変化のレベルを表すパラメータ (**相対性のレベル**と呼ぶ) である。また、本研究においては、観察対象を高齢死亡に限定し、年齢 50~99 歳 ($x=50,51,\dots,99$) の各歳の死亡率とした。さらに、モデルの適合性を検証するために第 3 主成分の項 $d_x g_t$ を加えたモデル、

$$Y_{x,t} = a_x + b_x k_t + c_x h_t + d_x g_t + \varepsilon_{x,t} \quad (4)$$

を用いた分析も行った。ただし、後に示すようにモデル(4)によって得られる精度の向上はわずかであり、本研究では、一般化されたパターンを求める目的から、モデル(3)を用いた分析を中心に行った。

(2) データ

わが国 (全国) の高齢死亡分析には、人口動態統計による 1950~2000 年、年齢 50~99 歳 ($x=50,51,\dots,99$) の各歳の死亡数ならびに、推計人口 (総務省統計局) から年次別、年齢別死亡率を算出して用いた。死亡率算出の分母としては、推計人口より年間平均人口を推計して用いた。都道府県別分析については、47 都道府県に対し 1973~2000 年について全国と同様の方法により死亡率を算出した。

国際比較のための分析においては、上記日本のデータに加え、スウェーデン、フランス、米国白人を分析対象とした。これらのデータは、カリフォルニア大学バークレー校においてウェブに開設されている死亡データベース The Human Mortality Database から入手して用いた。