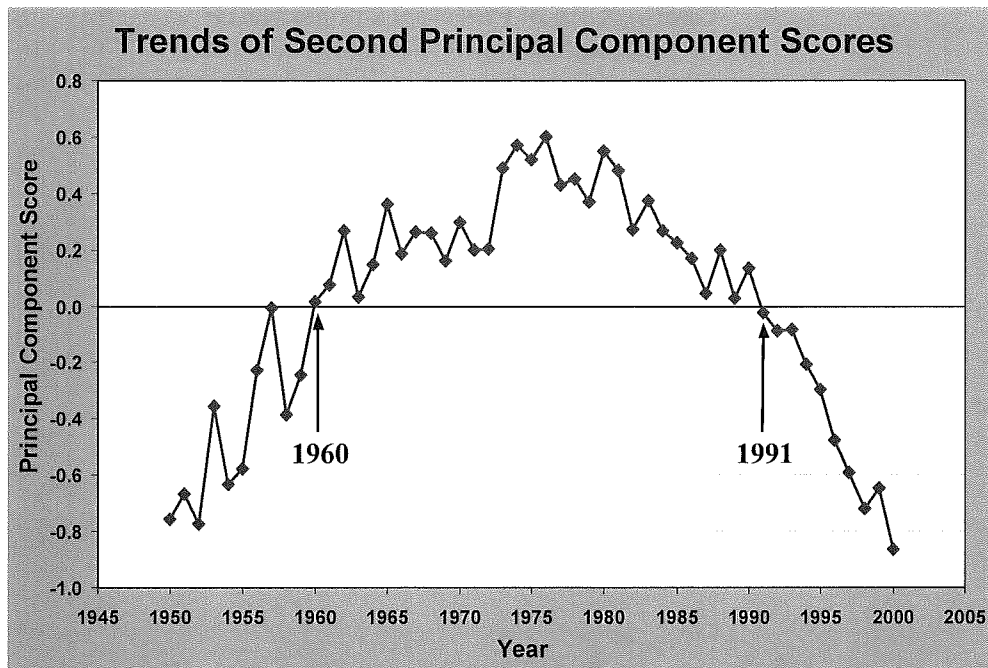


図 8b わが国女性高齢死亡率の主成分スコアの年次推移：1950～2000 年  
第 2 主成分スコア ( $h_t$ )

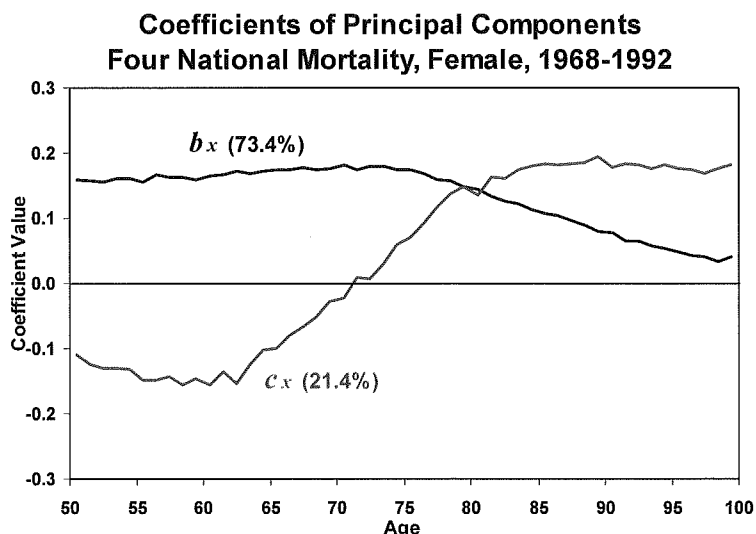


## (2) 低死亡国の高齢死亡率の年齢パターン年次変化に関する比較分析

次に、高齢死亡率の年齢パターンの年次推移の国際比較に移ろう。ここではカリフォルニア大学バークレー校の死亡データベース The Human Mortality Database によって提供された 3 つの低死亡国（スウェーデン、フランス、アメリカ白人）にわが国のデータを加えて、上記と同様に主成分分析によって比較分析を行った。ただし、共通にデータの得られた期間 1968 から 1992 年の女性、年齢 50～99 歳について分析を行った。なお、モデルの効率を考慮し、本節以降では第 3 主成分以降の成分の分析は省いた。

図 9 には、上記の低死亡国 4 カ国のデータを用いた主成分分析の結果を示した。死亡変化の上旬年齢パターンである  $b_x$  は、前節の日本 1 国の場合のパターンと酷似している。ただし 4 国の場合は、90 歳以上の高齢部分において変化量がやや小さい傾向が見られる。また、 $b_x$  成分による分散の全分散に占める割合は、73.4%と日本 1 国の場合の 97.4%に比べてかなり減少した。これは、死亡レベルの低下にともなう年齢別の低下パターンが、国によってかなり異なっていることを示している。一方、死亡低下の第 2 の年齢パターンである  $c_x$  は、日本 1 国の場合と比較すると、60 歳半ば以降においては非常に似たパターンであるものの、それ以前の年齢層では、日本では年齢が若いほど低いのに対して、4 国ではほぼ一定の値

図9 低死亡4国女性高齢死亡率変化の第1～2主成分パターン：1968～1992年



で推移している。したがって、60歳半ばまでの死亡低下の仕方は、日本とそれ以外の国では異なっており、日本では若いほど低下の振幅が大きいことになる（すなわち、日本ではこの年齢層で1970年代後半までは他の年齢より標準低下パターンに比べて低下が大きく、それ以降は小さくなったことを示している）。また、 $c_x$ 成分が担う分散の割合は、21.4%であり、日本1国の2.0%に比べて拡大しており、この成分の国の変異が、わが国の年次的変異に比べて格段に大きいことを示している。いずれにせよ、少なくとも60歳半ば以降の高齢層において、この $c_x$ 成分のパターンがわが国の年次的変異ならびに4カ国の国際的変異を同時に説明するという点は、これらが実体的な原因によって形成されていることを示唆しており、注目すべき点である。

図10には、主成分スコアの年次推移を国別に示した。これは前述のとおりモデル式(3)における $k_t$ であり、死亡レベルを表しているが、対象期間にわたって日本は最も急な勾配で死亡レベルが低下していて、1992年時点では最も低い。次いでフランスが急であり、スウェーデンと米国白人は低下のペースは緩慢である。また、米国白人では、1970年代までと80年代以降では勾配が異なり、後者ではより緩慢な低下となっている。

図 10 低死亡 4 国女性高齢死亡率の第 1 主成分スコアの年次推移 ( $k_t$ ) :  
1968~1992 年

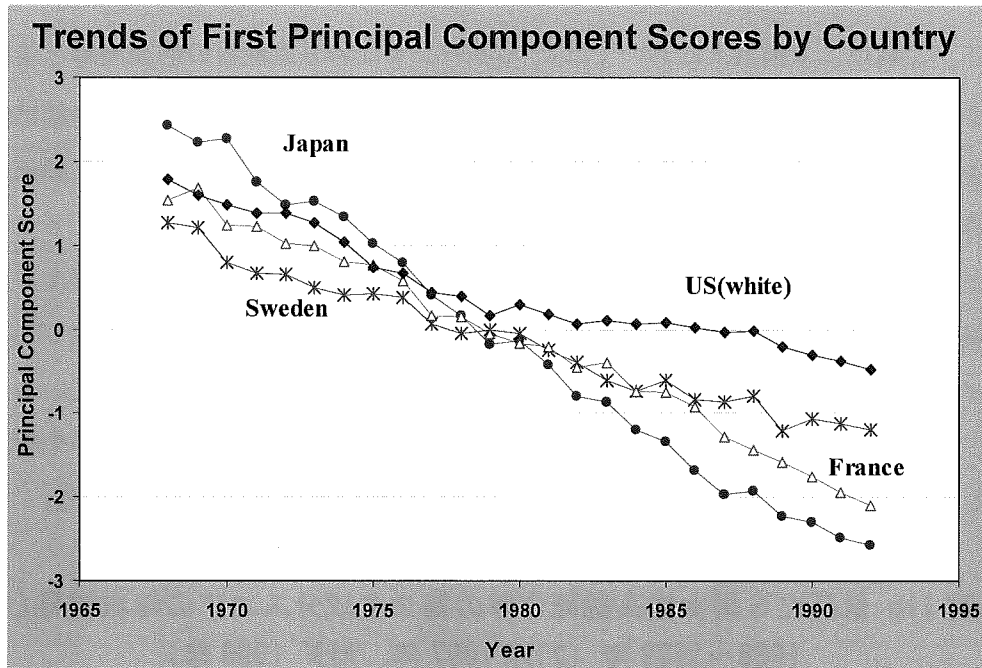
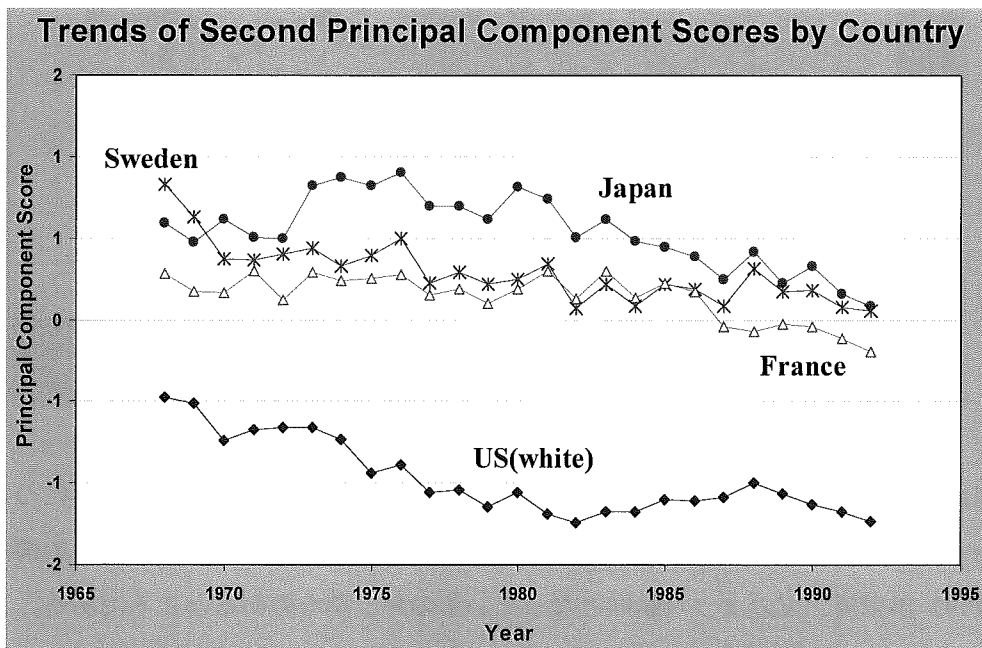


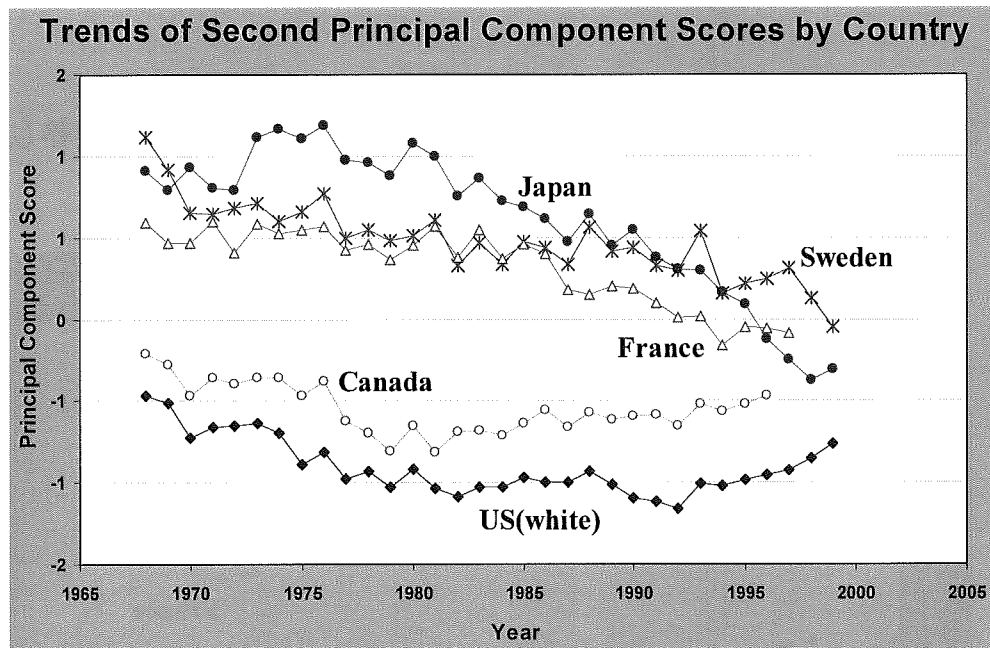
図 11a 低死亡 4 国女性高齢死亡率の第 2 主成分スコアの年次推移 ( $h_t$ ) :  
1968~1992 年



次に、第2主成分スコアである $h_t$ の国別年次推移を図11aに示した。ここでは国による違いがはっきりと出た。すなわち、日本、スウェーデン、およびフランスの3カ国がほぼ正の値で推移しているのに対し、米国白人は期間を通して負の値であり、他の3国とはかけ離れている。これは、米国白人においては $c_x$ パターンすなわち高齢層の前期高齢と後期高齢の死亡率パターンが他と大きく異なっており、後期高齢層における死亡率が相対的に低いパターンを持つことを示している。これは、比較的良好に知られた米国白人特有の高齢死亡パターンの存在を裏付けている (Himes, Preston, and Condran 1994)。

また、全体の年次的推移は穏やかな右下がり傾向を示しており、各国とも年次とともに相対的に後期高齢層の死亡率低下が大きくなっていることを示している。しかしながら、各国ともにグラフの交錯は少なく、それぞれ独自の高齢死亡率相対パターンを持っていることがわかる。ただし、米国白人において、1980年代前半から後半にかけて横ばいかやや上昇気味推移していることが観察される。その後、1989~92年は再び低下を示している。

図 11b 低死亡5国女性高齢死亡率の第2主成分スコアの年次推移( $h_t$ ) :  
1968~1999年 (フランス1997年、カナダ1996年)



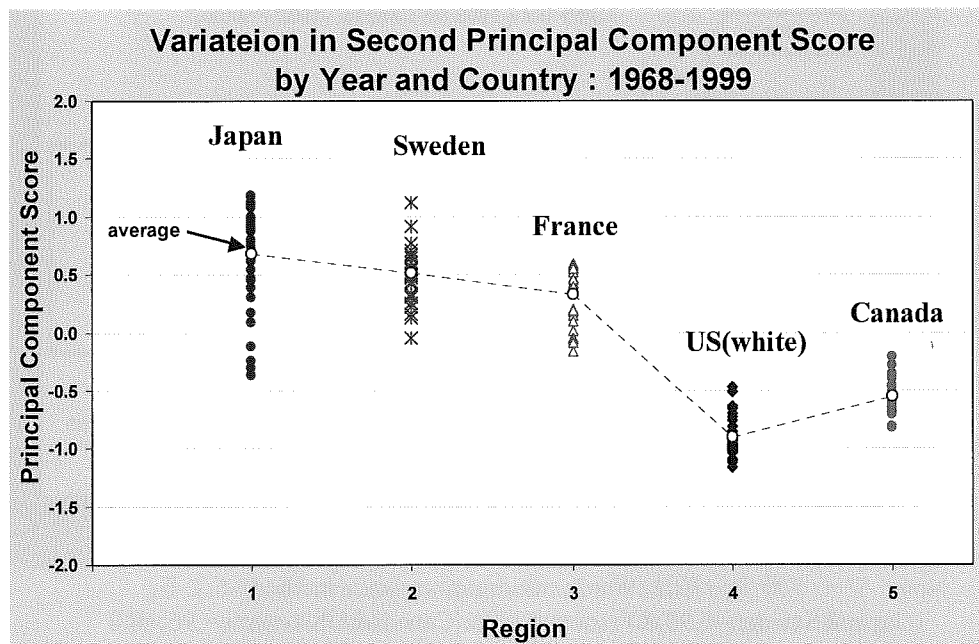
本分析では、国際比較のためにデータが共通に得られる期間 1968~1992 年について比較を行っているが、一部の国についてはさらに長期にデータが得られる。これらの国については、1992 年以降、どのような動向となっているのか、関心のあるところである。ここではデータの共通期間にこだわらず、データの得られる期間についても $c_x$ について調べ、図11b

として示した。また、これには米国と同様の高齢死亡パターンが見られるというカナダのデータを追加した。その結果を見ると、まず、新たに加えたカナダの高齢死亡パターンについては、明らかに米国白人に近い特性が観察される。ただし、その傾向は米国白人よりはいくらか弱い。また、1980年代前半から後半にかけて横ばいないしやや上昇の傾向が見られることも米国白人と同じである。その後はこの穏やかな上昇傾向が続いているようである。

次に時系列的な展開については、1992年以降については、それまでとは異なる傾向が現れていることが捉えられた。まず、米国白人においてそれまでの低下傾向が、横ばいから90年代後半には一転してはっきりとした増加に変わっていることである。これは後期高齢での相対的に有利な年齢パターンが失われつつあることが示されている。一方、日本を含む他の3国は、1992年後も順調な低下を示しているようである。とりわけ、日本はむしろ1990年以降、急速に低下が見られる。その結果、1990年ごろにスウェーデンと入れ替わり、1995年にはフランスとも入れ替わった。こうした傾向の変化により、これらの国々の高齢死亡による相対パターンは、次第に収束に向かっているように見える。

次に、5カ国の女性高齢死亡率の分散の分析を行なった。図12には各国の第2主成分スコアである  $h_t$  の年次変異を国別に示した。年次別の変動幅は日本が最も大きく、時系列的に高齢死亡の相対年齢パターンが、大きく変化したことを示している。フランス、米国白人、カナダは変動幅が小さく独自の値を堅持する傾向を示している。図13によって、国ならびに年次による分散を比較すると（ただし、年次を揃えるために対象はカナダを除いた4

図12 低死亡5国女性高齢死亡率の第2主成分スコア ( $h_t$ ) の年次分布比較：  
1968～1992年



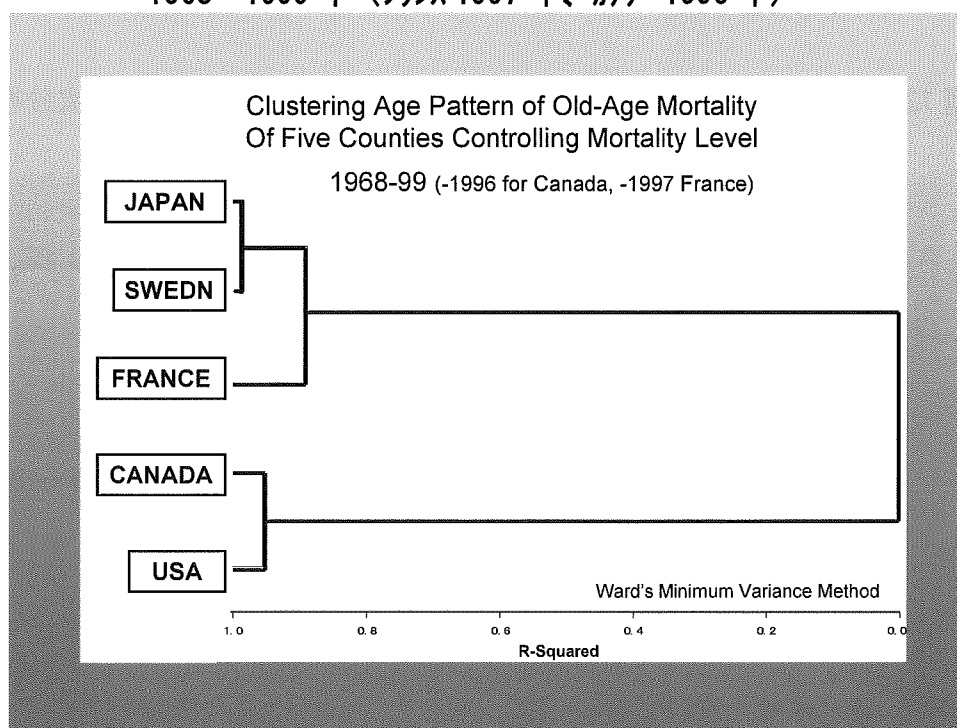
カ国)、第 2 主成分による高齢死亡率の分散のうち、89.7%が国の違いによる分散であり、一方で国ごとの年次による分散は 6.8%に過ぎない。この期間における死亡レベルの変化、国による変異を含めた（対数）死亡率のすべての分散の中でも、国の変異が 19.2%を占めている。このことは 25 年間という比較的長期の期間にわたって、それぞれの国独自の年齢パターンが堅持されていたことを示している。

図 13 低死亡 4 国女性高齢死亡率の第 2 主成分によるの分散の分析：  
1968～1992 年

	Among Variation of Log-Mortality of Four Countries over period 1968-92	Among Variation of Pc2 Score
<b>Total</b>	<b>21.4 %</b>	<b>100.0 %</b>
<b>Additive Model</b>	<b>20.6 %</b>	<b>96.5 %</b>
Country	19.2 %	89.7 %
Year	1.4 %	6.8 %
<b>Residual</b>	<b>0.7 %</b>	<b>3.5 %</b>

Note: Additive Model :  $Y_{x,t,i} = a_x + b_x k_{t,i} + c_x (h_t + g_i) + \varepsilon_{x,t,i}$

図 14 低死亡 5 国女性高齢死亡率のクラスター分析（第 1 主成分を除く）：  
1968～1999 年（フランス 1997 年、カナダ 1996 年）



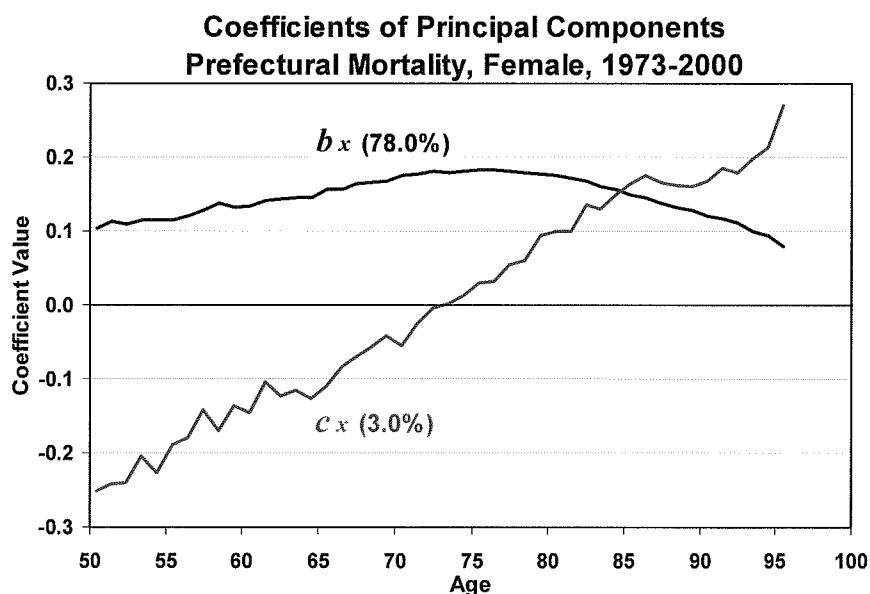
Note: ワード最少分散法(Ward's minimum-variance method)による。  
((Japan&Sweden=0.98)&France=0.89)&(Canada&USA-white=.96)=0.0

こうした国による高齢死亡の年齢パターンの違いあるいは類似性を定量的に把握するために、クラスター分析を行った。ただし、ここでは死亡レベルによる類似を排除し、それ以外の主要な年齢パターンを比較するために、第2～5主成分によって構成されるパターンに対してクラスター分析を行った。その結果（デンドログラム）を図14に示す。これによっても、米国白人とカナダの年齢パターンが、他の3国、日本、スウェーデンおよびフランスと大きく異なることが示されている。また、日本は高齢死亡のパターンがスウェーデンときわめて類似していることがわかる。

### (3) わが国都道府県別、高齢死亡率の年齢パターンの比較分析

ここまで国別に高齢死亡年齢パターンの比較を行い、国により堅持される相違があることがわかった。それら変異の原因について考える前に、ここではもう少し違ったレベルの地域変異についても調べて見よう。以下では日本の国内の都道府県別にみた場合に、こうした地域変異や地域独自に堅持されるパターンが存在するかを調べる。すなわち、わが国47都道府県について、期間1973～2000年の各年、年齢50～95歳の各歳の死亡率について、上記国別と同様の主成分分析法による分解を行った。

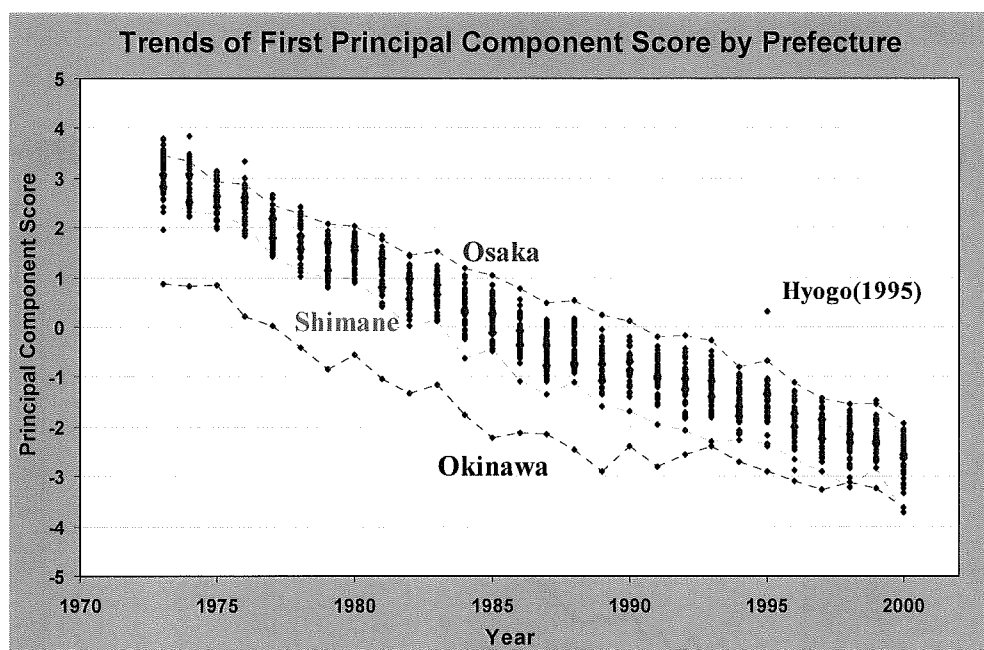
図15 都道府県別女性高齢死亡率変化の第1～2主成分パターン：1973～2000年



都道府県別女性高齢死亡率変化データの第1主成分パターン( $bx$ )は、全国の年次推移におけるパターン（図7）、ならびに低死亡4国女性高齢死亡率変化（図9）の場合とほぼ同様の形状を示している。ただし、50～75歳に向けてははっきりと上昇を示している点がやや異なる。しかし、その後の年齢で低下を示すところは同様である。第2主成分パターン( $cx$ )は、50歳以上の対象とした全年齢でほぼ直線的に上昇するパターンを示しており、80歳前後から一定値になる全国や低死亡4国のパターンとは異なっている。

図16には都道府県別に第1主成分スコアの年次推移を示した。これらは、各年、各府県の高齢死亡率の水準を表していると考えられる。比較のため、例年において最も死亡率が低い沖縄、次に低い島根、最も高い大阪については、破線によってわかるように示した。これらによれば、都道府県による死亡レベルの格差は比較的良好に保たれており、それらの順位はほぼ維持されているといえる。

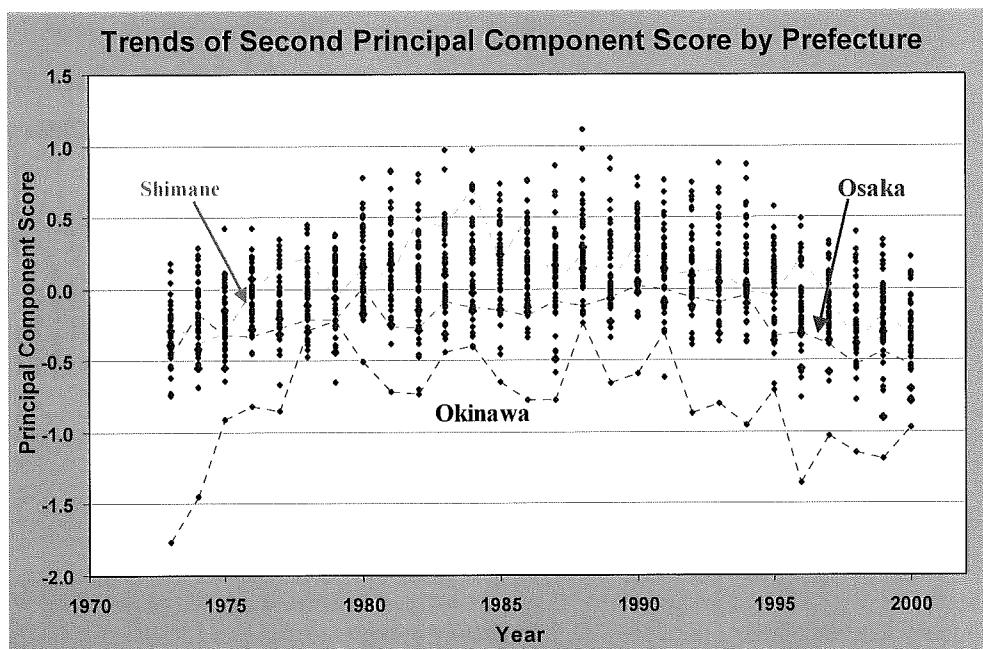
図16 都道府県別女性高齢死亡率変化の第1主成分スコア年次推移：  
1973～2000年



Note: 1995年兵庫県（Hyogo(1995)と記載）は、阪神淡路地震による死亡の増加を反映している。



図 17 都道府県女性高齢死亡率変化の第 2 主成分スコア年次推移：  
1973～2000 年



つぎに図 17 には、第 2 主成分スコアの年次推移を同様のグラフで示した。これらは、各年、各府県の高齢死亡率の相対パターンを示している。すなわち、値が低いほど中年や早期老年期に比した後期老年期の相対的死亡率が低い。都道府県の中では、沖縄県が最もその傾向が強い。先の図と同様に、大阪府、島根県の推移を破線により示しているが、これは死亡レベル（第 1 主成分スコア）と順序が逆転しており、島根県より大阪府の方が値が低く、沖縄県に近い位置にある。こちらも死亡レベルほどではないが、各都道府県の相対的位置は比較的保存されており、地域に特有の相対年齢パターンが維持されていることになる。

そのことは年次ごとの第 2 主成分スコアの変動を都道府県ごとに示した図 18 によって、確認することができる。スコアの全体的変動のうち、同一都道府県の年次変動と都道府県間のレベル変異とを視覚的に比較することができるが、後者のばらつきが比較的大きいことがわかる。実際、第 2 主成分スコアの分散を分解すると（図 18）、その約半分（49.0%）は都道府県の違いに由来するものであり、年次変動による分散（26.9%）より大きなものとなっている。

図 18 都道府県女性高齢死亡率変化の第 2 主成分スコア ( $h_t$ ) の年次分布比較 : 1973~2000 年

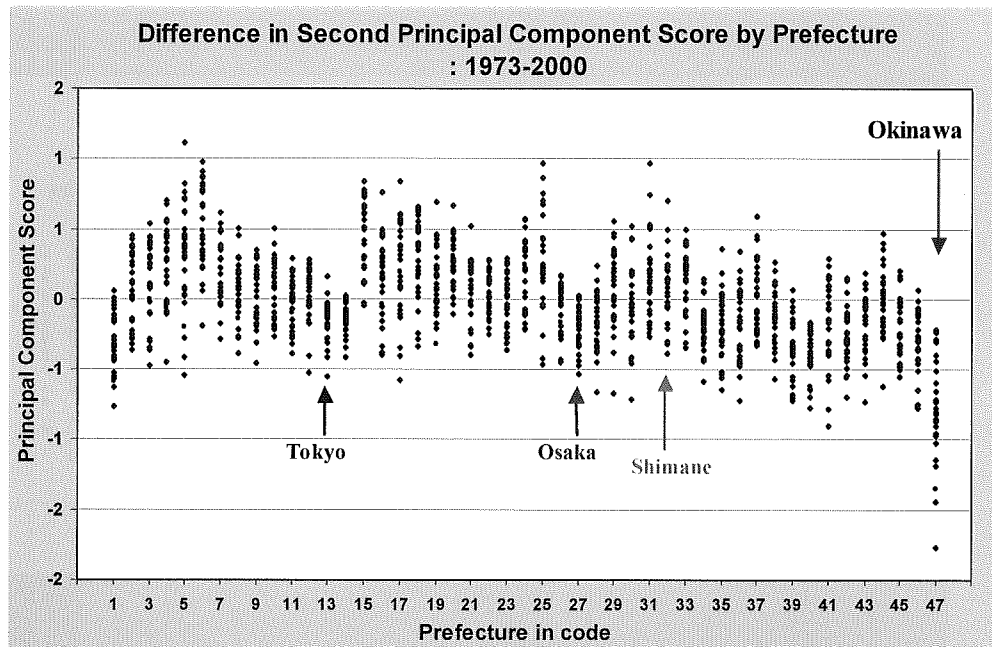


図 18 都道府県女性高齢死亡率の第 2 主成分の分散の分析 : 1973~2000 年

	Variation of Pc2 Score	df	Variation of Log-Mortality over Prefectures and Year 1973-2000	
Total	149.7 (100.0%)	1315	( 3.0%)	
Model	113.6 ( 75.9%)	73	( 2.2%)	
	PREF	73.3 ( 49.0%)	46	( 1.4%)
	YEAR	40.3 ( 26.9%)	27	( 0.8%)
Residual	36.1 ( 24.1%)	1242	( 0.7%)	

さて、これらの女性高齢死亡の年齢パターンにおける地域変異は、地理的に特定の分布を示すだろうか。観察年次にわたる第 1、第 2 主成分スコアを都道府県別に平均した値を図 19 にまとめた。それぞれの値を見ると、第 1 主成分スコアでは中部および南部、第 2 主成分スコアでは南部に負の値が集中しており、一定の分布を示していることがわかる。

図 19 都道府県別、女性高齢死亡率主成分スコアの平均値：第 1、2 主成分

	Pc1	Pc2		Pc1	Pc2
1 Hokkaido	0.22	-0.29	25 Shiga	0.12	0.31
2 Aomori	0.41	0.07	26 Kyoto	0.09	-0.04
3 Iwate	0.12	0.12	27 Osaka	0.74	-0.22
4 Miyagi	0.05	0.26	28 Hyogo	0.39	-0.13
5 Akita	0.33	0.31	29 Nara	0.27	0.08
6 Yamagata	0.07	0.51	30 Wakayama	0.27	-0.05
7 Fukushima	0.22	0.21	31 Tottori	-0.43	0.16
8 Ibaraki	0.45	0.07	32 Shimane	-0.71	0.08
9 Tochigi	0.55	0.05	33 Okayama	-0.50	0.14
10 Gunma	0.29	0.09	34 Hiroshima	-0.25	-0.20
11 Saitama	0.48	-0.04	35 Yamaguchi	-0.17	-0.18
12 Chiba	0.17	0.05	36 Tokushima	0.18	-0.17
13 Tokyo	0.05	-0.14	37 Kagawa	-0.29	0.02
14 Kanagawa	-0.01	-0.12	38 Ehime	-0.17	-0.13
15 Niigata	-0.16	0.45	39 Kochi	-0.17	-0.35
16 Toyama	-0.15	0.16	40 Fukuoka	0.01	-0.38
17 Ishikawa	-0.01	0.24	41 Saga	-0.11	-0.16
18 Fukui	-0.24	0.30	42 Nagasaki	0.09	-0.24
19 Yamanashi	-0.33	0.14	43 Kumamoto	-0.48	-0.18
20 Nagano	-0.31	0.25	44 Oita	0.02	-0.01
21 Gifu	0.34	0.08	45 Miyazaki	-0.12	-0.19
22 Shizuoka	-0.25	0.05	46 Kagoshima	0.04	-0.33
23 Aichi	0.49	-0.04	47 Okinawa	-1.72	-0.79
24 Mie	0.12	0.17			

Note: Pc1:第 1 主成分スコアの対象年次の平均値、Pc2：第 2 主成分スコアの対象年次の平均値

これを日本地図上に配置したものが、図 19（第 1 主成分スコア）および 20（第 2 主成分スコア）である。まず、図 19 によって第 1 主成分スコア（死亡レベル）の地理的分布をみると、中部地区ならびに南部地区（とくに中国・四国地域、沖縄県）において低い値を示しており、これらの地域で女性高齢死亡レベルが低いことを示している。次に図 20 によって第 2 主成分スコア（相対年齢パターン）の地理的分布をみると、北海道、ならびに九州、沖縄を中心とした南部日本で軒並み低い値を示しており、これらの地域で後期高齢者の死亡が相対的に低い死亡率年齢パターンとなっていることを示している。

図 20 都道府県別、女性高齢死亡率平均第 1 主成分スコア (死亡レベル) の分布

Regional Pattern of First Principle  
Componet Score - Average over 1973-2000

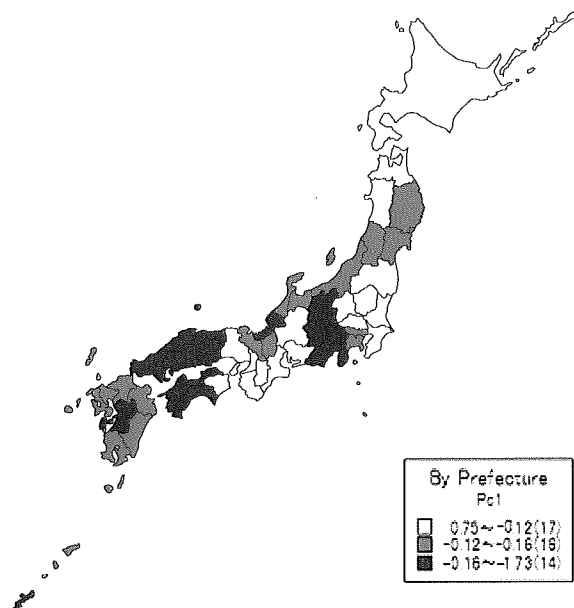


図 21 都道府県別、女性高齢死亡率平均第 2 主成分スコア (相対パターン) の分布

Regional Pattern of Second Principle  
Componet Score - Average over 1973-2000

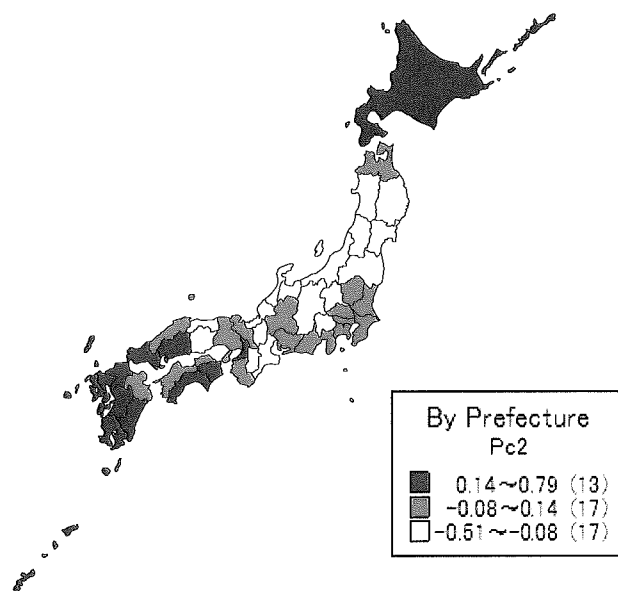
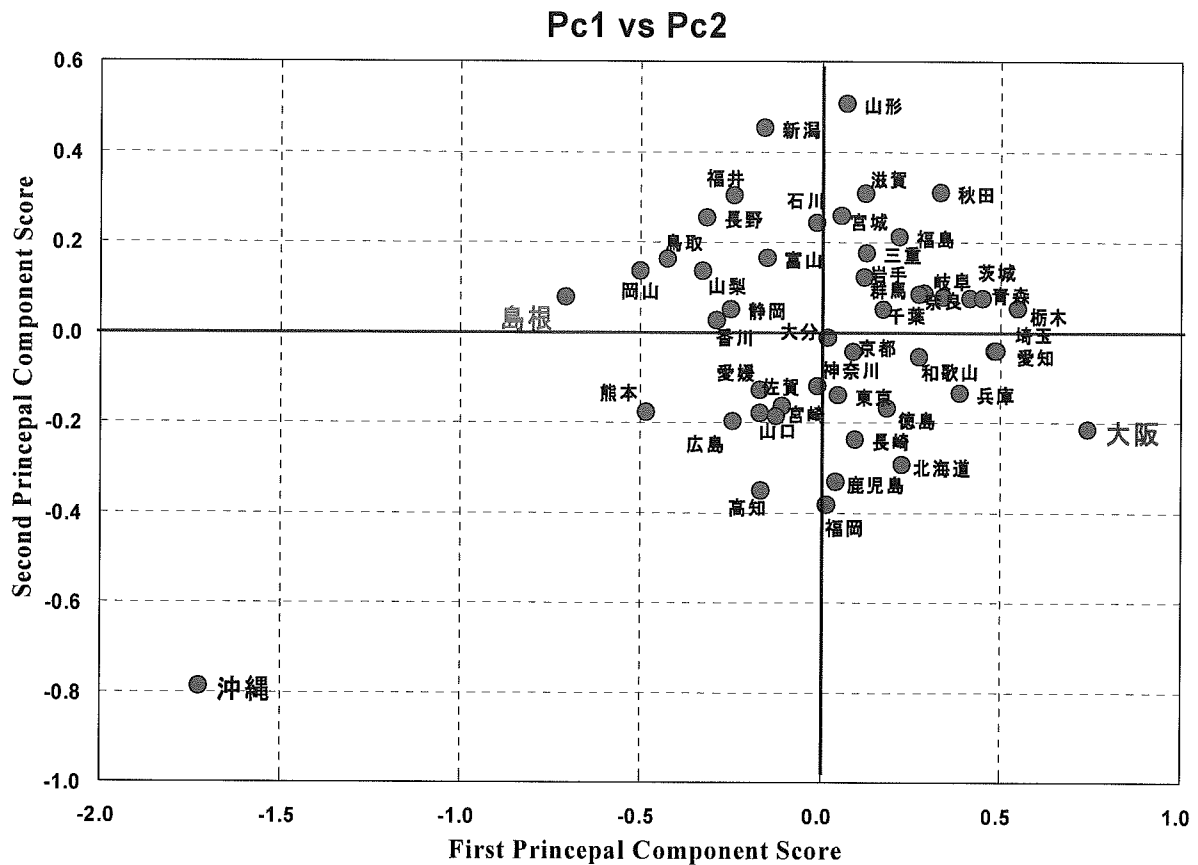


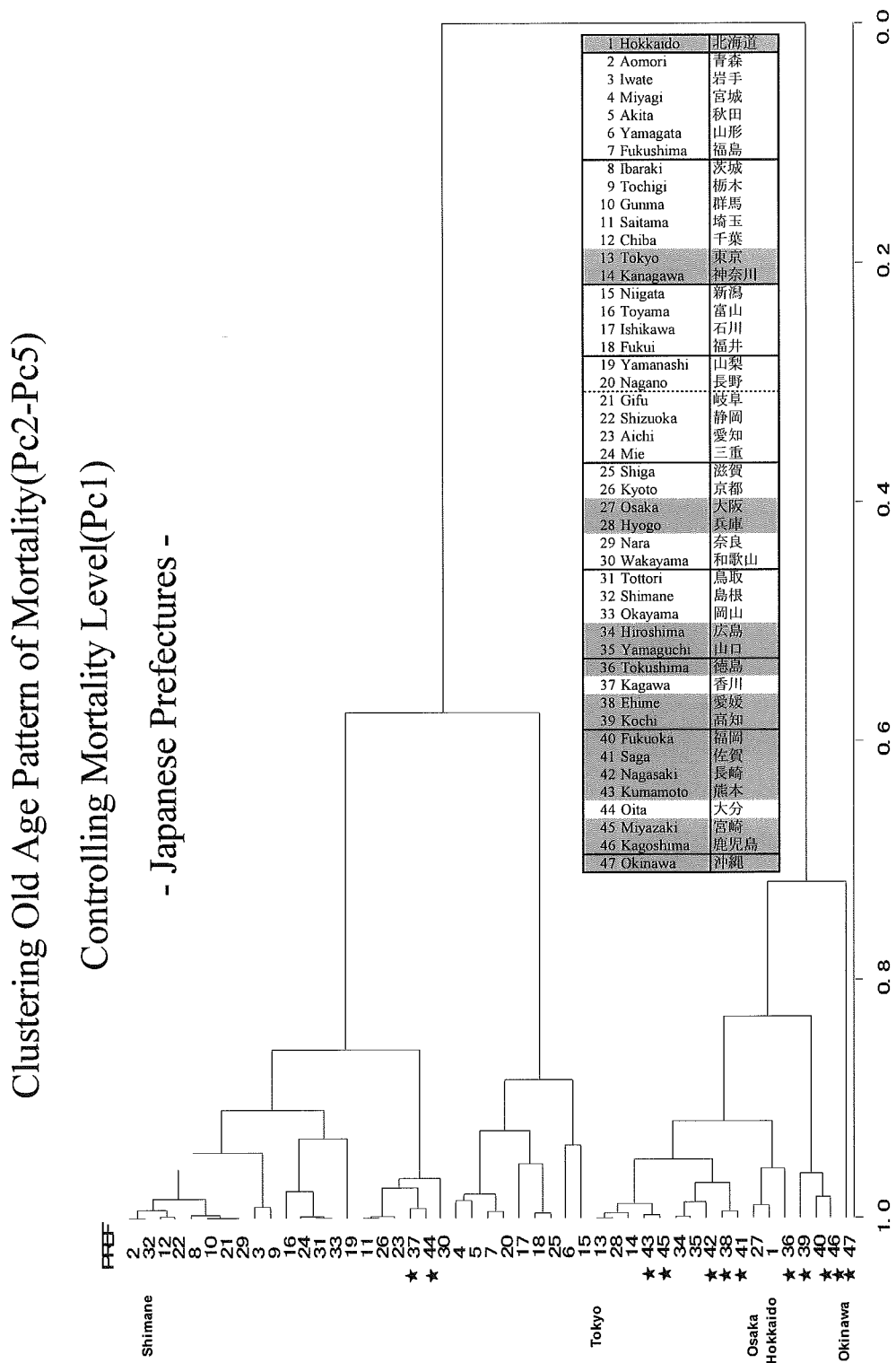
図 22 都道府県別、女性高齢死亡率第 1、2 主成分スコアの散布図



こうした地理的変異のパターンが存在することは、これらの背景に共通の要因が存在することを示唆している。とくに第 1、第 2 主成分スコアの高低は同調する地域が多いが、必ずしも重なっておらず、それぞれ独自の要因の存在が示唆される。たとえば、大阪、愛知、兵庫、北海道、埼玉などは、高齢者の死亡レベルが相対的に高いが、相対パターンの値は低い（図 22、散布図の第 4 象限を見よ）。逆に、島根、新潟などは死亡レベルが低いが、相対パターンの値は高い（同図第 1 象限）。沖縄は、どちらのスコアも極端に低い。

次に、死亡レベルを除外して、都道府県間の類似性、相違性を観察するために、各地域、各年次の対数死亡率の第 2～5 主成分を用いてクラスター分析を行った。図 23 は、その結果のデンドログラムを示す。これによれば日本の都道府県は高齢死亡率パターンによる、多く 2 分される。後期高齢が相対的に低いパターンを占めすのは、香川、大分を除く広島以南（香川、大分を除く）の県に、北海道、東京、神奈川、大阪、兵庫を加えた地域である（図 23 中にある府県表、紫の地域）。

図 23 都道府県別、女性高齢死亡率第 2~5 主成分によるクラスター図



Note: ワード最少分散法(Ward's minimum-variance method)による。

### (3) 高齢死亡率の年齢パターンの都道府県と国別変異の関係

さて、前節で見た都道府県別、女性高齢者死亡の年齢パターンは、(2)節で行った国際的変の中では、どの程度のものとして位置付けられるであろうか？ここでは47都道府県に3つの低死亡国（スウェーデン、フランス、米国白人）を加えて前節同様のクラスター分析を行った。

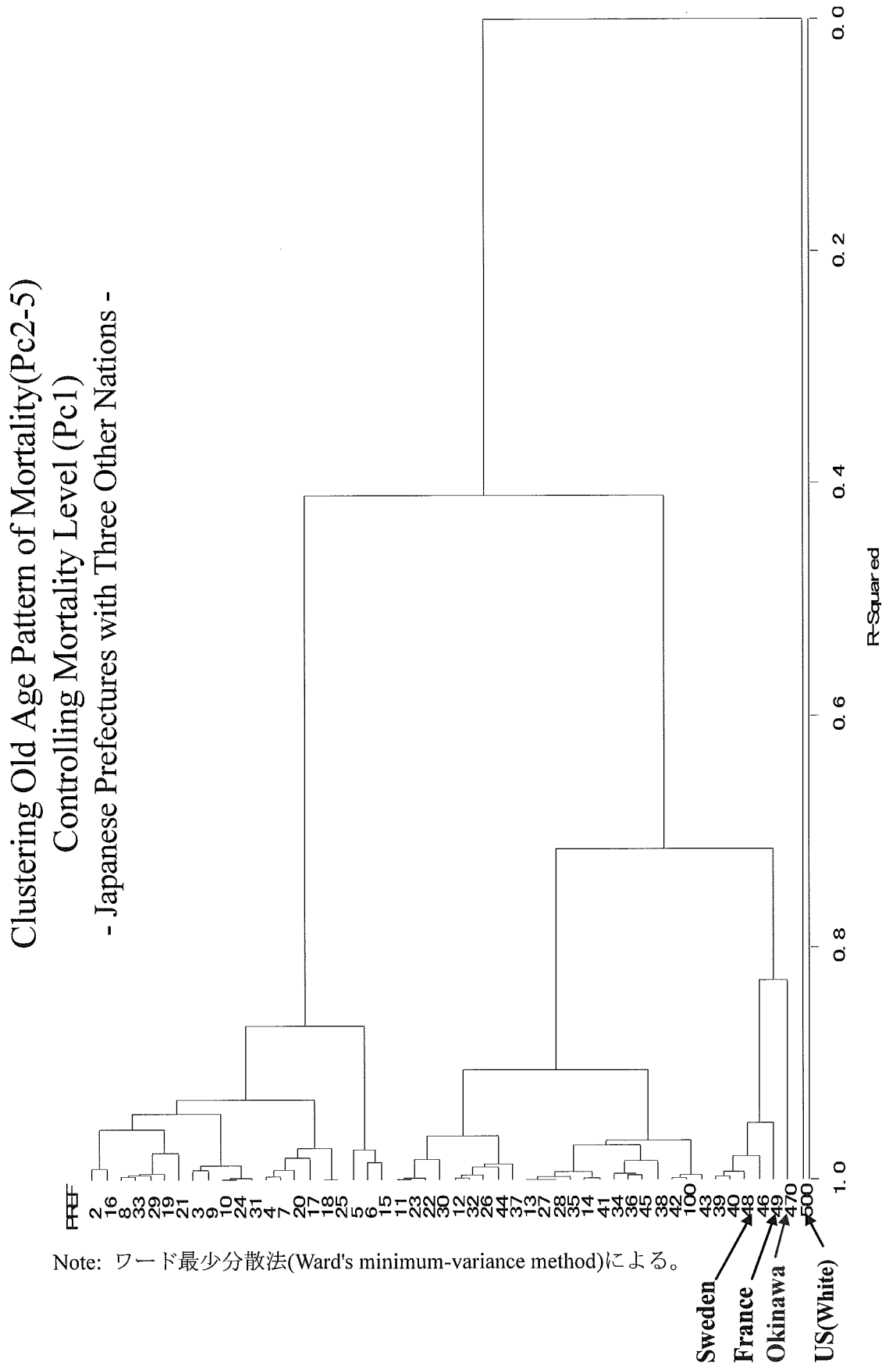
図 24 低死亡3国を加えた都道府県高齢死亡率の第1、2主成分スコア  
(1968-92)

	Pc1	Pc2		Pc1	Pc2		Pc1	Pc2
1 Hokkaido	0.26	-0.17	25 Shiga	0.15	0.30	Sweden	0.41	-0.32
2 Aomori	0.30	0.15	26 Kyoto	0.04	0.02	France	0.28	-0.47
3 Iwate	0.14	0.19	27 Osaka	0.72	-0.10	US(white)	0.90	-1.58
4 Miyagi	0.02	0.34	28 Hyogo	0.26	-0.07			
5 Akita	0.33	0.44	29 Nara	0.25	0.11			
6 Yamagata	0.06	0.54	30 Wakayama	0.19	0.00			
7 Fukushima	0.17	0.29	31 Tottori	-0.53	0.20			
8 Ibaraki	0.43	0.16	32 Shimane	-0.69	0.07			
9 Tochigi	0.51	0.20	33 Okayama	-0.57	0.14			
10 Gunma	0.27	0.17	34 Hiroshima	-0.30	-0.16			
11 Saitama	0.45	0.05	35 Yamaguchi	-0.25	-0.11			
12 Chiba	0.10	0.09	36 Tokushima	0.21	-0.12			
13 Tokyo	-0.09	-0.09	37 Kagawa	-0.40	0.05			
14 Kanagawa	-0.11	-0.10	38 Ehime	-0.26	-0.11			
15 Niigata	-0.12	0.54	39 Kochi	-0.16	-0.35			
16 Toyama	-0.09	0.22	40 Fukuoka	-0.05	-0.34			
17 Ishikawa	-0.03	0.35	41 Saga	-0.17	-0.07			
18 Fukui	-0.23	0.32	42 Nagasaki	0.10	-0.20			
19 Yamanashi	-0.34	0.18	43 Kumamoto	-0.44	-0.17			
20 Nagano	-0.28	0.24	44 Oita	0.03	0.02			
21 Gifu	0.32	0.16	45 Miyazaki	-0.08	-0.16			
22 Shizuoka	-0.31	0.08	46 Kagoshima	0.04	-0.29			
23 Aichi	0.45	0.03	47 Okinawa	-1.92	-0.88			
24 Mie	0.05	0.19						

結果の第1、2主成分スコアを図24に、また、第2～5主成分によるクラスター分析の結果（デンドログラム）を図25に示した。クラスター図によれば、スウェーデン、フランスは、わが国の都道府県変異の中では、周辺に位置するが、概ねこれら変異の範囲内に納まっており、高知、福岡、鹿児島、および沖縄に近い。図24によつて第2主成分スコアのみを見ても、これらの国は沖縄を除いた都道府県の中で最も低い値を示しているものの、沖縄よりは高い値となっている。

しかしながら、米国白人のパターンは明らかに異なっている。わが国の都道府県の中では、飛びぬけて低い値を示す沖縄よりもはるかに低い値を示している。したがって、米国白人の高齢死亡パターンについては何らかの明らかに異なる要因が作用していると考えざるを得ない。

図 25 低死亡3国を加えた都道府県別女性高齢死亡率  
第2~5主成分によるクラスター図



Note: ワード最少分散法(Ward's minimum-variance method)による。



## 考 察

本研究では、国、地域による高齢死亡率年齢パターンの変異を特定するため、主成分分析法によって年次別、年齢別死亡率（対数変換値）を年次変化（死亡レベル変化）の共通年齢パターンと前期老年期～後期老年期の死亡率の相対的高低パターン（高齢死亡率年齢パターンの相対性）に分解し、後者の変異が地域に強く依存していることを見いだした。

手法的には、死亡率の将来推計に現在広く用いられているリー＝カーター法の背景モデルとほぼ同一のモデルである主成分分析モデルによって、このように地域によって堅持される変異の存在が確認されたことの意義は大きいと思われる。すなわち、これらの変異、あるいは固有のパターンは、やはり地域に固有の何らかの環境的要因によって堅持されている可能性が高く、その変異がひとつのパラメーター（ここでは第2主成分スコア）によって表現できることから、現在先進諸国に広く見られる高齢死亡率年齢パターンの変化を、将来に投影するための有望な手法が得られたことになる。あとは、この変異を保っている要因が何かということと、これが今後どのように変化するかを知る必要がある。

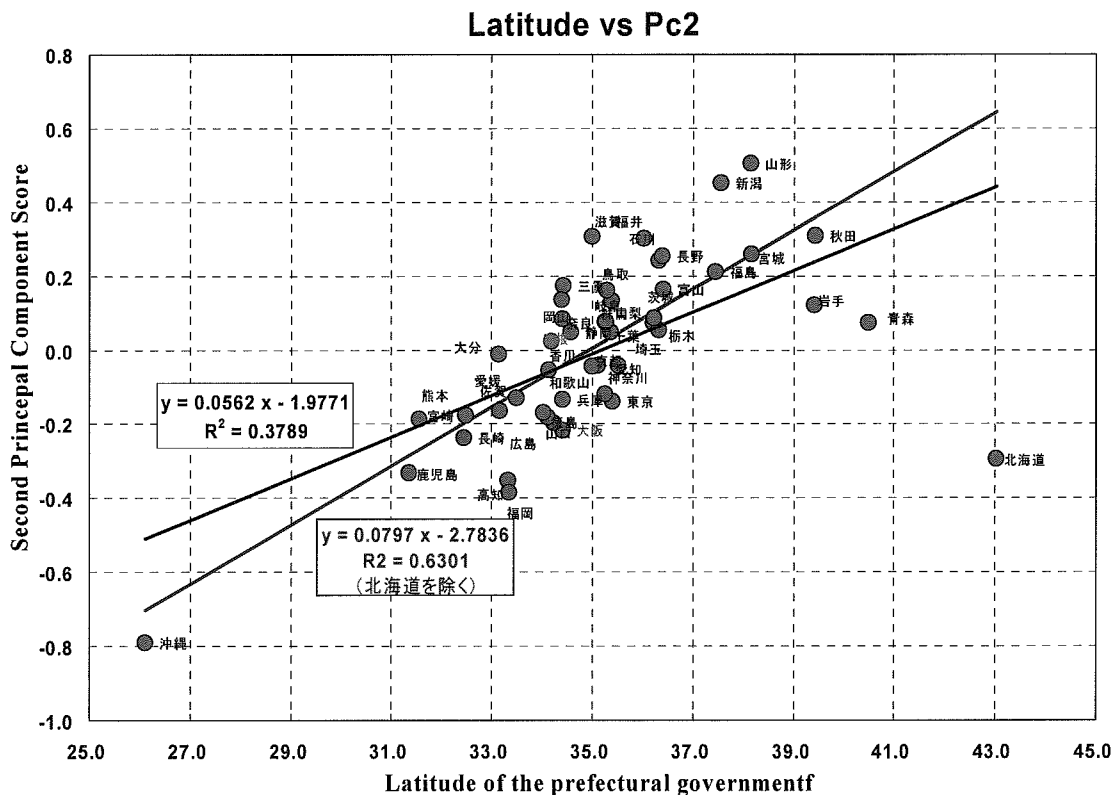
本稿で測定された高齢死亡の相対性は、上記のように地域によって安定して保有されているパターンであるが、図 11b に見られるように、それらも徐々に変化を示しており、1980年代半ば以降、国の間で収束する傾向が進んでいる。すなわち、相対性の値の極端に低い（すなわち後期老年期の死亡率が相対的に低い）米国白人、およびカナダの死亡パターンが次第に他の国の一般的なパターンに近づいている。一方、日本の相対性はやはり1980年代半ばまでは、これら先進国中で際立って高かったが、その後急勾配で低下をみせ、1990年代至るとスウェーデンやフランスよりも低い値となっている。この趨勢が続けば、2000年を越えて10年を経過しないうちには、カナダや米国白人よりも低下し、後期高齢者に有利な死亡パターンとなりそうである。日本女性の死亡レベルが最も低いことを考え合わせれば、わが国の後期高齢者は世界でも群を抜いた低いレベルを享受することになる。このことの社会的影響の大きさは言うまでもなく、後期～超高齢層の人口の予想外の増大とこれにともなう年金受給期間の延長、コストの高い医療介護需要の増大など、多くの面での社会的負担の想定以上の増大を意味する。したがって、高齢死亡率の年齢パターンの変化には最大限の注意を払って、観察してゆく必要がある。

それでは、この年齢パターンを決めている要因は何であろうか？本研究では、まずそうした年齢パターンを特定する手法を確定し、パターンの存在、ならびにそれらの変化を定量的に把握することが主眼であり、その決定因を探ることは範囲外である。これを行うには、死因をはじめとする関連要因に関するデータの分析が必要であり、その詳細な研究は他に譲らざるを得ない。しかし、ここでは本分析の中から見出された手がかりについて示しておこう。

第一に、わが国死亡率の年次推移分析から得られた第2主成分の年齢パターンを見ると、50歳以上のパターンについて80歳前後を境として2分することができる（図7参照）。80歳以降のフェーズでは、年齢の進行に対してフラットなパターンを示しており、これらの

年齢層では要因は同じ働きをしているように見える。国別の分析においてはやや異なり、3つの部分に分けることができる。(1)~65歳、(2)~85歳、および(3)85歳以上である(図9参照)。(3)の最も高齢のフェーズでは、年齢変化に対してフラットなパターンを示すことは、上記のわが国のみの場合と同じであるが、国別ではこれに加えて(1)の中年期もフラットになっている。わが国の除く国々ではこれら中年の年齢グループ内でも要因は年齢に依存しない働きを示している。ところが、わが国を都道府県に分けて行った分析においては、50歳以上のほぼ全年齢層で年齢依存のパターンとなっている。すなわち、わが国の場合には、もとめる要因は地域別変異では年齢依存の働き方をしており、後期高齢期においても年齢が高くなるほど要因の働きがよくなる地域があることを示している。これは、スコアの絶対値の大きい地位であると考えられ、すなわち図21で示されるように、主として南部日本の県、および北海道である。

図26 都道府県別高齢死亡率の第2主成分スコアの緯度との関係



Note: 各都道府県、県庁所在地の緯度と高齢死亡率第2主成分スコアとの関係を示す。  
赤で示した回帰直線は北海道を除いたもの。

図 21 などには、このように高齢死亡の年齢パターンに関する地理的勾配(クライン cline)が認められる。これは都道府県(県庁所在地)の緯度と第 2 主成分スコアとの散布図を描くことによってより明瞭に示される(図 26)。緯度による回帰の決定係数は、38%でありクラインの存在を認めることができる。ただし、図では北海道が明らかなはずれ値となっており、これを除いた場合の決定係数は 63%にまで上昇する。したがって、北海道を何らかの理由によって別とすれば、高齢死亡のパターンは気候など緯度に関連する要因との関連がきわめて強いといえる。とりわけ、クラスター分析によって他の都道府県とかけ離れたパターンを示していた沖縄も、このクラインの延長線上に乗っていることがわかる。

高齢死亡の年齢パターンに関して最も特異な集団は米国白人、およびカナダ人であり、これを形成している要因が、日本国内の都道府県による相違を形成している要因と同一かどうかはわからない。カナダは気候的には寒冷であり、また米国白人は気候の点ではさまざまな地域に居住しており、単純に上記の緯度との関係を認めることはできない。しかし、わが国においても、北海道が例外となっていることは、これらの集団における特異性と関係があるかもしれない。

将来における年齢パターンの変化を特定するためには、こうした地域別パターンの分析から、その要因と形成メカニズムを知る必要があり、引き続き要因の特定への努力が必要である。

本研究における方法論の制約については以下の通りである。本研究では、分析の基礎として主成分分析を用いている。特異値分解も同様であるが、これらの手法は年齢別死亡率(の対数変換値)の特定の年齢における上下動と、その年齢間の相関から、支配的な変化パターンを抽出する手法と見られる。これは現実において死亡率が各年齢における低下していると見る場合には妥当な手法であろうと考えられる。これまでの死亡モデルにおいてはこうした見方が支配的であり、リー=カーター法もこの立場である。これに対して、近年の高齢死亡については、老化過程の遅れによる死亡の遅れをもととした死亡率の高齢へのシフトと見るのが妥当とする提案がなされており(Kannisto 1996, Bongaarts 2005)、次第に有力となりつつある。こうした死亡率の変化については、主成分分析ないし特異値分解法をそのままの形での適用では対応できない。これはリー=カーター法を含めたこれまでの標準的な手法に共通する課題である。この対処としては、死亡率データに対して年齢軸変換を行い、シフトの効果を除去してから主成分分析法ないし特異値分解法を適用する方法と、Bongaarts(2005)が行ったように、年齢別死亡率に対してまったく異なるパラメトリックモデル(ロジスティックモデル)を適用する方法があるであろう。寿命の将来推計を考えると、老化過程の変化などの高齢死亡変化の実際のメカニズムを死亡率モデルに反映することは必須であると考えられるので、いずれかの方法により死亡率の年齢上のシフトに対応することは必要な拡張であると考えられる。

## 結論

本研究では、わが国を含む低死亡国における今後の死亡率あるいは平均寿命の推移に関する理論的根拠を得るための方法として、1960～70年代以降専門家の予測に反して進行している中高年齢層における死亡率低下に注目し、その年齢パターンの時系列変化、地域変異の分析法を検討し、主成分分析法による死亡レベルとパターンの分離、定量化を行った。また、その結果により主に地域変異との関係から、パターン形成の背景を探った。これらの結果を要約すると、以下の通りである。

(1) まず手法的な面においては、中高年齢層（50歳以上）の死亡率の年齢パターンは、主成分分析または特異値分解の第1成分が死亡レベルを表すことから、これを除外した残差、またはそのほとんどを表す第2成分によって、定量的に把握することでき、中高年齢層の年齢パターンの相対性の比較の指標として用いることができることがわかった。

実際、この方法により低死亡国4国、わが国の時系列、ならびに都道府県別の中高年齢層の死亡率年齢パターンを分析した結果、以下のような地域による特異性が認められた。

(2) すなわち、米国白人およびカナダの女性中高年齢層の1968年以降の死亡率は、全般的死亡レベルをコントロールして比較した場合、後期高齢高齢（70～80歳以上）の死亡率が相対的に低い特異な年齢パターンを示している。しかしながら、1990年代以降この特異性は失われつつあり、他の低出生国がこのパターンに近づいている。

(3) 日本の死亡率は、他の低出生国に比べて後期高齢高齢（70～80歳以上）の死亡率が相対的に低い年齢パターンに急速に移行しつつあり、米国白人やカナダのパターンに近づきつつある。

(4) この高齢に有利な死亡パターンは、わが国において都道府県別にみた場合、北海道を例外として南日本に集中しており、とりわけ沖縄はわが国の中ではこのパターンが際立って強い（しかしながら、米国白人、カナダほどではない）。このパターンは、緯度と強い相関を示しており、気候など緯度と関係の深い要因がこのパターンの形成に関与していると見られる。

これら中高年齢層における死亡の年齢パターンの変化ならびに地域による変異は、現在進行している死亡ならびに寿命変化の要因とメカニズムに関する重要な手がかりを提供しており、これらの意味するところを正しく解釈することが、今後の死亡推移に関する化学的な見通しを得る上で必須のことと考えられる。今後は、死因および関連要因に関するデータを含めた分析を行い、本稿で明らかとなった年齢パターンの年次変化、地域変異の要因特定に努力すべきであろう。