

ように、推計期間である 2005～2055 年の男女別平均寿命と TFR を乱数を用いて発生させる。このとき、発生する平均寿命及び TFR は後述する専門家調査の予測分布に従うものとし、かつ、プロセス内では一定の時系列相関を持つようにする。

次に、発生させた平均寿命・TFR を、年次別、年齢別生残率・出生率へと変換する。国際人口移動仮定・出生性比は平成 18 年 12 月推計の前提を固定して用いることとすると、これによりコーホート要因法による将来人口推計を行うための前提が 1 組整うこととなる。そこで、これらの前提に基づき、コーホート要因法により将来人口推計を実行して 2005～2055 年の性別・年齢別総人口を得る。したがって、これらを k 回繰り返すことにより、 k 組の将来人口推計結果が得られることとなるわけである。

シミュレーションの全体像は以上に述べた通りであるが、以下では、シミュレーションに用いられた平均寿命や TFR の予測分布や仮定値の設定方法などについてより詳細に述べることとする。

1.2 有識者調査の予測値の分布

石井 (2006) においては、仮定値の分布設定にあたり、2001 年に実施された「少子化の見通しに関する専門家調査」(守泉 2004) を用いたが、本研究では、厚生労働科学研究費「少子化関連施策の効果と出生率の見通しに関する研究」(主任研究者：高橋重郷) において新たに実施された「少子化の見通しに関する有識者調査」に基づく専門家全体の予測値の分布を用いることとした^{*1}。同調査では、2050 年における男女別平均寿命の予測値、合計特殊出生率の予測値が調査されていることから、これを仮定値の分布設定に用いることとした。

平均寿命の予測値の分布を示したものが、図 2、図 3 の青色のグラフである。

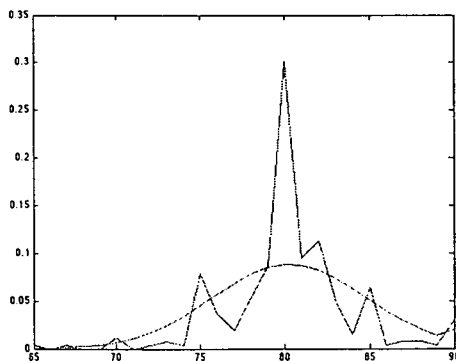


図 2 平均寿命の予測値の分布 (男)

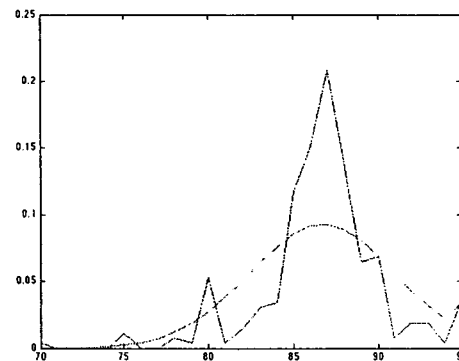


図 3 平均寿命の予測値の分布 (女)

^{*1} 本調査の使用にあたり、「少子化関連施策の効果と出生率の見通しに関する研究」分担研究者の安藏伸治教授及び守泉理恵氏から多大なご協力を頂いたことに感謝する。

比較のため、同じ図に専門家の予測と同一の平均、標準偏差を持つ正規分布を緑色で示した。これによると、有識者調査の予測値は平均値を概ね中心として左右に分布しているものの、同一標準偏差の正規分布と比較した場合、平均値の周辺により集中した分布となっており、前回の「少子化の見通しに関する専門家調査」と同様の傾向が見られる。従って、石井(2006)において行ったのと同様、確率推計に用いる平均寿命の分布についても有識者調査の予測値の分布を用いることとし、正規分布をカーネル関数としたカーネル密度推定(ジェフリー 1999)を行って得た分布を推計に用いることとした*2。平滑化後の密度関数推定結果を示したものが、図4、図5である。

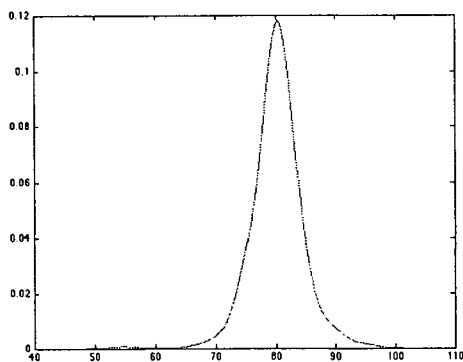


図4 平均寿命の予測値の分布(平滑化後・男)

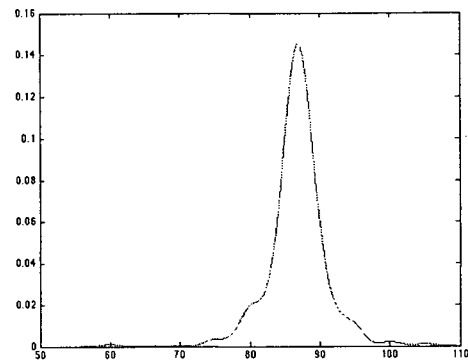


図5 平均寿命の予測値の分布(平滑化後・男)

次に、2050年のTFRの予測値の分布を示したものが、図6の青色のグラフである。平均寿命のものと同様に、同一の平均、標準偏差を持つ正規分布を緑色で示している。前回の「少子化の見通しに関する専門家調査」では概ね正規分布に近い分布であったものが、今回の結果ではTFRが1.5付近にも小さい山が見られ、やや正規分布からは遠い分布となっている。TFRについても平均寿命の分布と同様、正規分布をカーネル関数としたカーネル密度推定を行った。平滑化後の密度関数推定結果を示したものが、図7である。

これらについて、平滑前後における分布の特性値の変動を見たものが図9である。これによれば、どの分布についても平滑化によりやや変動係数が増大しているが、本研究では平滑後の分布を専門家の予測値の分布の仮定値として利用する。

なお、以下では、これら専門家調査の予測値の分布について、その分布関数・密度関数・平均値・変動係数を、

$$F_{2050}^{e_0m}(x), f_{2050}^{e_0m}(x), \bar{\mu}_{2050}^{e_0m}, CV_{2050}^{e_0m} \quad (2050 \text{ 年平均寿命} \cdot \text{男})$$

$$F_{2050}^{e_0f}(x), f_{2050}^{e_0f}(x), \bar{\mu}_{2050}^{e_0f}, CV_{2050}^{e_0f} \quad (2050 \text{ 年平均寿命} \cdot \text{女})$$

*2 バンド幅については石井(2006)と同様に設定を行った。

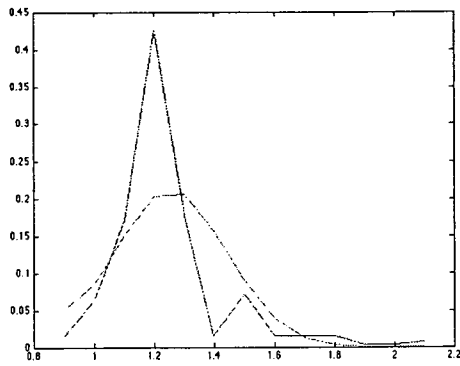


図6 TFRの予測値の分布

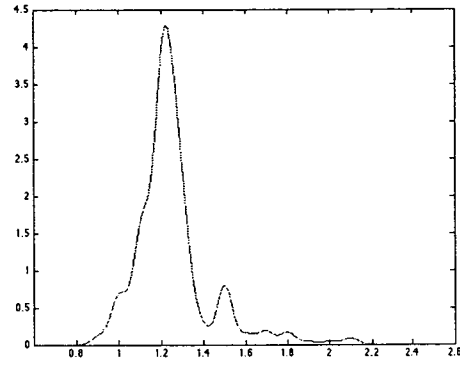


図7 TFRの予測値の分布(平滑化後)

平均寿命(男)	平滑化前	平均値	80.24
		標準偏差	4.00
		変動係数	4.99%
	平滑化後	平均値	79.97
		標準偏差	4.49
		変動係数	5.62%
平均寿命(女)	平滑化前	平均値	86.72
		標準偏差	4.05
		変動係数	4.67%
	平滑化後	平均値	86.45
		標準偏差	4.29
		変動係数	4.97%
TFR	平滑化前	平均値	1.25
		標準偏差	0.18
		変動係数	14.56%
	平滑化後	平均値	1.25
		標準偏差	0.19
		変動係数	14.89%

図8 予測値の分布の特性値

$$\bar{F}_{2050}^{TFR}(x), \bar{f}_{2050}^{TFR}(x), \bar{\mu}_{2050}^{TFR}, \bar{C}V_{2050}^{TFR} \quad (2050 \text{ 年 } TFR)$$

で表すこととする。

1.3 確率推計における各種前提の設定

確率推計における各種前提の設定方法についても石井(2006)による方法を用いた。基本的考え方は以下の通りである。

1. 各年における平均寿命・TFRの分布は、専門家調査による予測分布に平均・変動係数の線形変換のみを施したものとする
2. 各年における分布の平均値は、平均寿命、TFRは平成18年12月推計の中位推計に一致
3. 各年における分布の変動係数は、年次間で線形補間を行うことにより設定

4. 各年における年齢別死亡率・出生率は、平均寿命・TFRにあわせて設定
5. 年次間における分布の相関は、平均寿命・TFRの過去の実績値の自己相関係数を用いて設定

なお、国際人口移動に関しては有識者調査の結果がないため、本研究では確率的な前提設定を行わず、平成18年12月推計の仮定値を固定して用いることとした。

さて、平均寿命については、先述の専門家調査の予測分布が2050年における分布となるため、2005年の変動係数を0として2050年の変動係数との間で線形補間（補外）を行い、各年の平均寿命の変動係数を設定する。具体的には、 $CV_n^{\circ e_0*}$ ($* = m, f$) を n 年の平均寿命の変動係数とすると、

$$CV_n^{\circ e_0*} = (n - 2005) / 45 \cdot \bar{CV}_{2050}^{\circ e_0*}$$

となる。これにより、 $\mu_n^{\circ e_0*}$ を平成18年12月推計の n 年の平均寿命として、 n 年の平均寿命の分布関数は、

$$F_n^{\circ e_0*}(x) = \bar{F}_n^{\circ e_0*} \left(\frac{x - \bar{\mu}_{2050}^{\circ e_0*}}{\bar{\mu}_{2050}^{\circ e_0*} \cdot \bar{CV}_{2050}^{\circ e_0*}} \cdot \mu_n^{\circ e_0*} \cdot CV_n^{\circ e_0*} + \mu_n^{\circ e_0*} \right)$$

となる。

これらの平均寿命の変動に対応し、年齢別死亡率などの生命関数を得ることが必要となるが、本研究では石井(2006)で開発した手法を改良を行ってシミュレーションを実行した。すなわち、これまで2050年将来生命表における平均寿命と中央死亡率の修正との関係を固定的なものとして他の年次にも適用していたのに対し、本研究では、平成18年12月推計における各年の将来生命表の中央死亡率 m_x を基礎とし、発生させた平均寿命 e_0' に対して、

$$\log m'_x = k \log m_x$$

を満たすような k を毎回求めるという改良を行い、各年次の生命関数により適合した年齢別中央死亡率を算定することとした。

年次間における分布の相関についても、正規コピュラを用いて時系列間の分布に相関を持たせる方法をそのまま用いた。なお、相関行列 Σ

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \dots & \rho^{50} \\ \rho & 1 & \rho & \dots & \rho^{49} \\ \rho^2 & \rho & 1 & \dots & \rho^{48} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \rho^{50} & \rho^{49} & \rho^{48} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

における ρ は、1948～2005年の男女別平均寿命の前年との自己相関係数とした ($\rho = 0.9969$ (男), 0.9967 (女))。

出生率についても概ね同様の手順による。ただし、平成 18 年 12 月推計は平成 14 年 1 月推計と異なり、人口動態統計ベースの TFR に対応した年齢別出生率を直接の仮定設定として用いておらず、日本人女性出生率と外国人女性出生率に分けて仮定設定を行っている。したがって、平成 18 年 12 月推計では有識者調査から得られる人口動態統計ベースの TFR 分布を直接確率的な仮定設定に利用することができないが、平成 18 年 12 月推計では出生中位・死亡中位推計結果による人口動態統計ベースの期間 TFR が推計結果として示されていることから、この推計結果と発生させた TFR との比を変動率とし、年齢別出生率は、各年次において出生率の年齢パターンを固定し、TFR の変動率をそのまま年齢別出生率の変動率とした。また、相関係数行列に用いる ρ は、1947～2005 年の TFR の前年との自己相関係数とした ($\rho = 0.9776$)。

2. 推計結果

2.1 前提

前章で述べたシミュレーションの全体像及び各種仮定設定法に従って、将来人口推計を繰り返し (10,000 回) 実施するシミュレーションを行った。本章ではそれらの推計結果について述べることとする。

図 9 は、各仮定値の平成 18 年 12 月推計における値と行ったシミュレーションの分布の特性値、設定に使用した有識者調査による分布 (平滑化後) を比較したものである。この表から、シミュレーション結果の分布の平均値は概ね平成 18 年 12 月推計のものに一致しているとともに、変動係数も設定に用いた有識者調査結果と概ね一致しており、確率的な仮定設定が適切に行われていることが確認できる。さらに詳細に比較する観点から、図 10、図 11 に、設定に用いた 2050 年の平均寿命のシミュレーション結果の分布 (黒線) と有識者調査による分布 (平滑化後) の平均値を移動させたもの (赤線) を比較して示した。TFR についても同様に示したものが図 12 である。これによれば、シミュレーション結果は概ね設定に用いた有識者調査の分布に従っていることがわかる。

次に、各仮定値ごとに、シミュレーション結果の分布を示す。

図 13、図 14 は、各年における平均寿命 e_0 の 50%、90%、95% 信頼区間及び分布の平均値・中央値を表したものである。また、平成 18 年 12 月推計との比較のため、死亡高位・死亡低位推計による平均寿命の仮定値も同時に示した。これらの図によれば、2055 年における平均寿命の信頼区間は、男では 50% 信頼区間は [80.9, 86.5] と 5.7 年、95% 信頼区間は [73.4, 94.7] と 21.3 年の幅となっている。一方、女では、50% 信頼区間は [88.2, 92.7] と 4.5 年、95% 信頼区間は [80.7, 100.2] と 19.6 年の幅となっている。

一方、平成 18 年 12 月推計の 2050 年の平均寿命は、男性では死亡高位が 82.41 年、死亡低位が 84.93 年と幅は 2.52 年、女性では死亡高位が 89.17 年、死亡低位が 91.51 年と幅

			2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
平均寿命(男)	平成18年推計	死亡中位	78.53	79.51	80.22	80.85	81.39	81.88	82.31	82.71	83.05	83.37	83.67
		死亡高位	78.53	79.07	79.68	80.19	80.64	81.02	81.36	81.67	81.93	82.18	82.41
		死亡低位	78.53	79.93	80.77	81.50	82.15	82.74	83.28	83.74	84.17	84.57	84.93
	Simulation	平均値	78.53	79.51	80.21	80.83	81.37	81.84	82.26	82.66	83.00	83.32	83.63
		標準偏差	0.00	0.49	0.99	1.51	2.02	2.54	3.07	3.61	4.17	4.71	5.27
		変動係数	0.00%	0.62%	1.24%	1.87%	2.48%	3.10%	3.73%	4.37%	5.02%	5.66%	6.30%
	専門家調査 (平滑化後)	平均値											79.97
		標準偏差											4.49
		変動係数											5.62%
	平均寿命(女)	平成18年推計	死亡中位	85.49	86.41	87.08	87.58	88.19	88.66	89.06	89.43	89.77	90.07
死亡高位			85.49	86.00	86.59	87.06	87.49	87.86	88.18	88.47	88.73	88.96	89.17
死亡低位			85.49	86.80	87.59	88.27	88.89	89.44	89.94	90.39	90.81	91.17	91.51
Simulation		平均値	85.49	86.41	87.09	87.70	88.21	88.69	89.11	89.49	89.82	90.14	90.43
		標準偏差	0.00	0.46	0.94	1.41	1.89	2.39	2.85	3.32	3.86	4.38	4.91
		変動係数	0.00%	0.54%	1.07%	1.60%	2.15%	2.70%	3.20%	3.71%	4.30%	4.85%	5.42%
専門家調査 (平滑化後)		平均値											86.45
		標準偏差											4.29
		変動係数											4.97%
TFR		平成18年推計	出生中位	1.26	1.22	1.22	1.23	1.23	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26
	出生高位		1.26	1.33	1.40	1.48	1.51	1.53	1.53	1.54	1.54	1.54	1.55
	出生低位		1.26	1.08	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05	1.06
	Simulation	平均値	1.26	1.22	1.22	1.23	1.23	1.24	1.24	1.25	1.26	1.26	1.26
		標準偏差	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
		変動係数	0.00%	1.64%	3.24%	4.89%	6.58%	8.19%	9.86%	11.42%	12.88%	14.38%	16.09%
	専門家調査 (平滑化後)	平均値											1.25
		標準偏差											0.19
		変動係数											14.89%

図9 各種前提とシミュレーション結果の比較

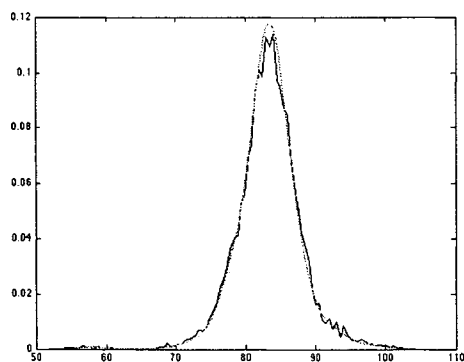


図10 シミュレーション
結果(2050年)との比較
(平均寿命・男)

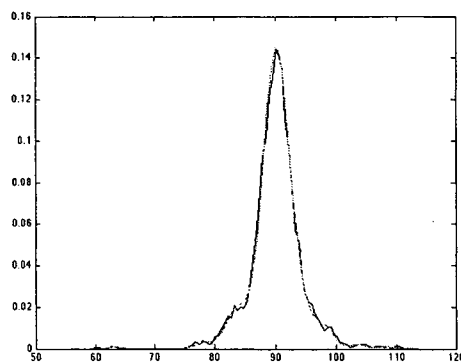


図11 シミュレーション
結果(2050年)との比較
(平均寿命・女)

は2.34年となっており、有識者調査による平均寿命の50%信頼区間よりも狭い幅となっている。これは、平成18年12月推計の死亡高位・死亡低位仮定が、標準となる死亡率推移の死亡指数パラメータの分散をブートストラップ法により求めて99%信頼区間を推定し、その上限・下限を用いて設定がされていることによっているものと考えられる。すなわち、平成18年12月推計における死亡の複数仮定は、推計モデルの死亡水準という

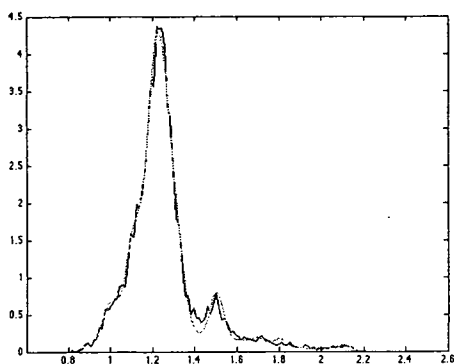


図 12 シミュレーション結果 (2050 年) との比較 (TFR)

パラメータに着目し、そのパラメータのあてはめに関する不確実性のみから設定されており、モデル選択や構造的変化などに関する不確実性は対象とされていないものである。一方で、有識者調査による平均寿命の分布は、特定の不確実性の発生源に着目しているわけではないため、その幅が平成 18 年 12 月推計の高位・低位の幅よりも広いものとなったと考えられる。

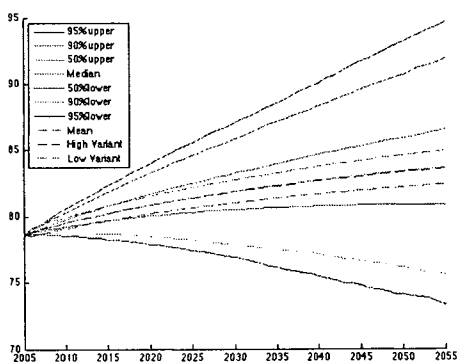


図 13 各年における平均寿命 e_0 の信頼区間等 (男)

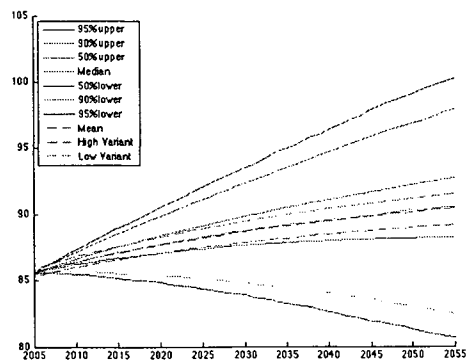


図 14 各年における平均寿命 e_0 の信頼区間等 (女)

時系列間の相関状況を確認するため、いくつかのシミュレーション結果の軌跡を例示したものが、図 15、図 16 である。これによれば、平均寿命に関しては自己相関係数が高いことから、一旦高い値をとると、その後も概ね高い軌跡を描くなどの傾向を持つものとなっているが、一方で、完全な相関を持ったものに比べ、より自由度が高く多様な軌跡を含みうるシミュレーション結果となっていることが分かる。

次に、TFR についても同様のものを見てみることにする。図 17 は、各年における TFR の 50%、90%、95% 信頼区間及び分布の平均値・中央値を表したものである。また、平成

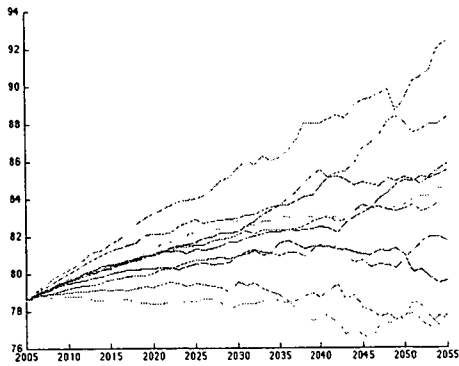


図 15 平均寿命 e_0 の軌跡 (男)

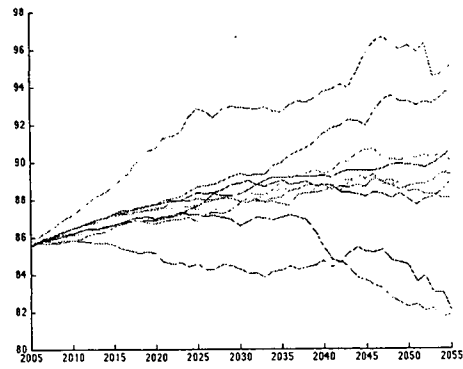


図 16 平均寿命 e_0 の軌跡 (女)

18 年 12 月推計との比較のため、出生高位・出生低位推計による TFR の仮定値も同時に示した。

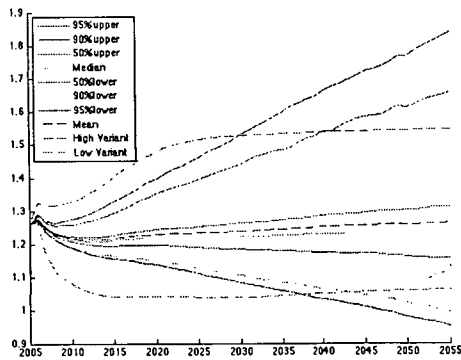


図 17 各年における TFR の信頼区間等

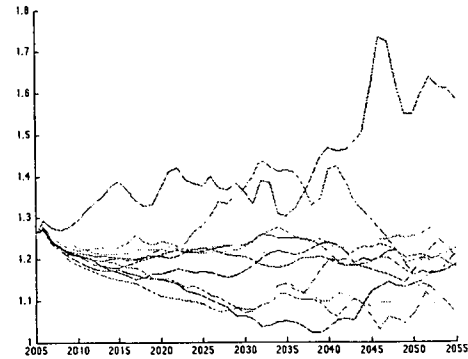


図 18 合計特殊出生率の軌跡

2055 年における合計特殊出生率の信頼区間は、50% 信頼区間が [1.15, 1.31] と 0.16 の幅、95% 信頼区間が [0.95, 1.84] と 0.89 の幅となっている。平成 18 年 12 月推計における 2055 年における低位推計、高位推計の TFR がそれぞれ 1.06、1.55 と 0.49 の幅であることから、この幅は 50% 信頼区間の幅よりは大きく、95% 信頼区間の幅よりは小さいものとなっていることが分かる。

また、時系列間の相関状況を確認するため、いくつかのシミュレーション結果の軌跡を例示したものが、図 18 である。TFR に関しては平均寿命に比べ自己相関係数が低いいため、より自由度が高い軌跡を含むシミュレーション結果となっている。

2.2 総人口・年齢別人口割合の推計結果

次にこれらの前提に基づいて人口推計を行った結果について示す。まず、総人口と年齢別人口割合について、5年毎の50%、90%、95%信頼区間、中央値及び分布の標準偏差・変動係数を出生中位・死亡中位推計結果と比較したものが図19である。総人口については、グラフを図20に示している。

		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	
総人口(万人)	出生中位・死亡中位結果	12,777	12,716	12,543	12,273	11,927	11,522	11,068	10,569	10,044	9,515	8,993	
	95%上限	12,777	12,737	12,611	12,417	12,167	11,876	11,548	11,180	10,794	10,387	10,002	
	90%上限	12,777	12,733	12,598	12,390	12,122	11,808	11,455	11,061	10,636	10,215	9,799	
	50%上限	12,777	12,723	12,562	12,315	11,996	11,624	11,205	10,746	10,258	9,787	9,280	
	中央値	12,777	12,717	12,542	12,272	11,925	11,521	11,065	10,566	10,041	9,511	8,987	
	50%下限	12,777	12,712	12,523	12,232	11,858	11,420	10,932	10,399	9,841	9,278	8,724	
	90%下限	12,777	12,704	12,491	12,162	11,741	11,254	10,710	10,127	9,518	8,915	8,311	
	95%下限	12,777	12,700	12,477	12,135	11,699	11,188	10,627	10,023	9,401	8,775	8,160	
	標準偏差	0	9	33	70	118	172	231	291	349	407	466	
	変動係数	0.000	0.001	0.003	0.006	0.010	0.015	0.021	0.027	0.035	0.043	0.052	
	年少人口割合 (14歳以下割合)	出生中位・死亡中位結果	0.138	0.130	0.118	0.108	0.100	0.097	0.095	0.093	0.090	0.086	0.084
		95%上限	0.138	0.130	0.121	0.114	0.110	0.109	0.111	0.112	0.113	0.112	0.112
90%上限		0.138	0.130	0.120	0.112	0.107	0.106	0.107	0.107	0.108	0.105	0.105	
50%上限		0.138	0.130	0.119	0.108	0.101	0.098	0.097	0.096	0.093	0.090	0.088	
中央値		0.138	0.130	0.118	0.107	0.100	0.096	0.094	0.092	0.089	0.085	0.082	
50%下限		0.138	0.129	0.118	0.106	0.098	0.094	0.091	0.089	0.085	0.080	0.077	
90%下限		0.138	0.129	0.117	0.105	0.096	0.090	0.087	0.083	0.078	0.073	0.068	
95%下限		0.138	0.129	0.117	0.104	0.095	0.089	0.085	0.081	0.076	0.071	0.066	
標準偏差		0.000	0.000	0.001	0.002	0.004	0.005	0.006	0.007	0.009	0.010	0.011	
変動係数		0.000	0.002	0.009	0.021	0.035	0.049	0.063	0.078	0.095	0.113	0.133	
生産年齢人口割合 (15～64歳割合)		出生中位・死亡中位結果	0.661	0.639	0.612	0.600	0.595	0.585	0.568	0.542	0.528	0.518	0.511
		95%上限	0.661	0.640	0.615	0.605	0.603	0.597	0.584	0.562	0.551	0.545	0.543
	90%上限	0.661	0.640	0.614	0.604	0.602	0.594	0.581	0.558	0.546	0.540	0.536	
	50%上限	0.661	0.639	0.613	0.601	0.597	0.589	0.573	0.548	0.534	0.526	0.520	
	中央値	0.661	0.639	0.612	0.600	0.595	0.585	0.568	0.542	0.527	0.517	0.510	
	50%下限	0.661	0.639	0.612	0.598	0.592	0.581	0.563	0.536	0.520	0.508	0.499	
	90%下限	0.661	0.639	0.610	0.595	0.588	0.574	0.554	0.525	0.506	0.492	0.479	
	95%下限	0.661	0.638	0.610	0.594	0.586	0.572	0.551	0.520	0.500	0.484	0.471	
	平均値	0.661	0.639	0.612	0.600	0.595	0.585	0.568	0.542	0.527	0.517	0.509	
	標準偏差	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.015	0.018	
	変動係数	0.000	0.001	0.002	0.004	0.007	0.011	0.015	0.019	0.024	0.029	0.035	
	老年人口割合 (65歳以上割合)	出生中位・死亡中位結果	0.202	0.231	0.269	0.292	0.305	0.318	0.337	0.365	0.382	0.396	0.405
95%上限		0.202	0.232	0.272	0.298	0.315	0.333	0.358	0.392	0.416	0.437	0.455	
90%上限		0.202	0.232	0.271	0.297	0.313	0.330	0.353	0.386	0.410	0.430	0.446	
50%上限		0.202	0.231	0.270	0.294	0.308	0.323	0.343	0.373	0.393	0.408	0.421	
中央値		0.202	0.231	0.269	0.293	0.305	0.318	0.337	0.365	0.383	0.397	0.407	
50%下限		0.202	0.231	0.269	0.291	0.302	0.314	0.331	0.358	0.374	0.385	0.393	
90%下限		0.202	0.231	0.267	0.288	0.297	0.307	0.321	0.345	0.358	0.366	0.371	
95%下限		0.202	0.231	0.267	0.287	0.295	0.305	0.318	0.340	0.353	0.359	0.362	
平均値		0.202	0.231	0.269	0.293	0.305	0.319	0.337	0.365	0.384	0.397	0.407	
標準偏差		0.000	0.000	0.001	0.003	0.005	0.007	0.010	0.013	0.016	0.019	0.023	
変動係数		0.000	0.001	0.005	0.009	0.016	0.022	0.029	0.035	0.041	0.049	0.057	

図19 総人口・年齢別人口割合の推計結果

これによれば、2055年における総人口の50%信頼区間は[8724万人,9280万人]、95%信頼区間は[8160万人,10002万人]となっている。このシミュレーションにおける前提の設定と、平成18年12月推計における前提の設定は考え方が異なることから単純な比較はできないものの、平成18年12月推計において、最も総人口が大きくなる出生高

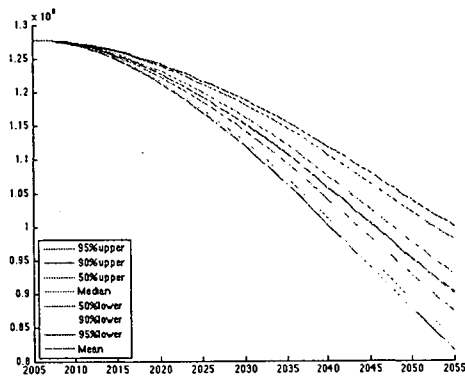


図 20 総人口の推計結果の信頼区間

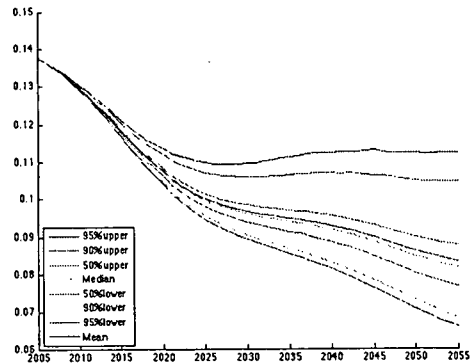


図 21 年少人口割合の推計結果の信頼区間

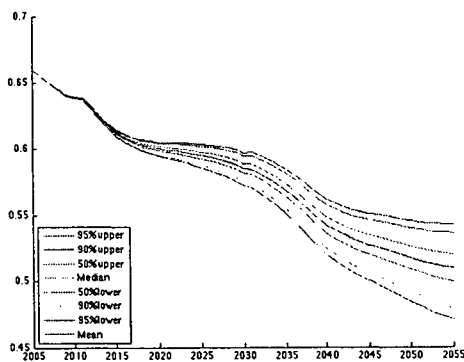


図 22 生産年齢人口割合の推計結果の信頼区間

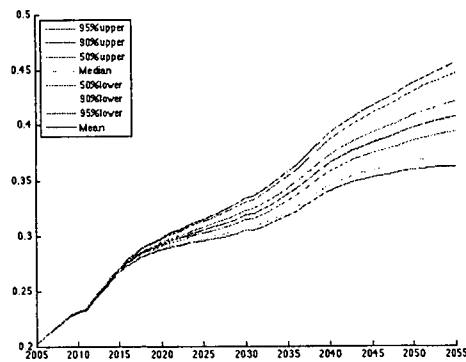


図 23 老年人口割合（高齢化率）の推計結果の信頼区間

位・死亡低位による 2055 年における総人口は 9952 万人、最も総人口が小さくなる出生低位・死亡高位による総人口は 8238 万人となっており、この幅は 50% 信頼区間よりは大きいものの、95% 信頼区間よりは小さいものとなっている。また、変動係数を見ると、2030 年では 1.5% であるのに対して、2055 年は 5.2% となっており、推計期間後半で不確実性が増大していることが分かる。

一方、年齢別人口割合はそれぞれ様相が異なっている。まず、年少人口割合についてみると、2055 年における年少人口割合の 50% 信頼区間は [7.7%,8.8%]、95% 信頼区間は [6.6%,11.2%] となっている。平成 18 年 12 月推計において、最も年少人口割合が高くなる出生高位・死亡高位による 2055 年における年少人口割合は 11.0% と 95% 信頼区間の中にあるが、最も低くなる出生低位・死亡低位による年少人口割合は 6.4% となっており、95% 信頼区間の下限を下回った。変動係数を見ると、2030 年では 4.9% であるのに対し

て、2055年は13.3%となっており、不確実性が高いことが分かる。

生産年齢人口割合については、これらの3区分の中では最も安定した結果といえる。2055年での50%信頼区間は[49.9%,52.0%]、95%信頼区間は[47.1%,54.3%]、変動係数では3.5%である。一方、平成18年12月推計において、最も生産年齢人口割合が高くなる出生高位・死亡高位による2055年の生産年齢人口割合は52.7%、最も低くなる出生低位・死亡低位による生産年齢人口割合は49.2%となっている。

高齢化率を示す老年人口割合については、年少人口割合ほどではないものの生産年齢人口割合に比べると不確実性は大きいといえる。2055年における老年人口割合の50%信頼区間は[39.3%,42.1%]、95%信頼区間は[36.2%,45.5%]となっている。平成18年12月推計において、最も老年人口割合が高くなる出生低位・死亡低位による2055年における老年人口割合は44.4%、最も低くなる出生高位・死亡高位による老年人口割合は36.3%となっており、この幅は50%信頼区間よりは広いが、95%信頼区間よりは狭いものとなっている。変動係数を見ると、2030年では2.2%であるのに対して、2055年は5.7%となっている。

これらの結果から分かるように、将来人口推計結果の不確実性は、対象とする人口変数や、年齢階級、年次によって異なった様相を見せており、確率推計による不確実性の評価を参考にすることにより、推計結果の活用に対する見方が広がるといえよう。

3. 高齢化率の不確実性への応用

人口統計では、通常、65歳以上を高齢者と取り扱って高齢化率などを算出している。しかしながら、わが国の平均寿命の伸長を考えた場合、65歳という年齢が持つライフサイクルの中における位置づけは必ずしも同じものとはいえない面がある。このような問題に対し、生命表上の平均余命が等しくなる年齢を等価と考える方法や、労働期間・退職期間の生存年数の関係を考慮して等価となる年齢を考える方法など、ライフサイクルにおいて等価となる年齢を位置づける「等価退職年齢」などの概念が研究されてきている(花田・府川1990)。このような指標の一つとして、各年次ごとに生命表上の生存年数の一定割合が経過する年齢を絶対的な指標と考えて、年次間で比較する方法が考えられる。平均寿命 e_0 は、生命表上において出生する l_0 人の者の総生存年数(定常人口) T_0 の一人当たり平均値として、すなわち、 $e_0 = T_0/l_0$ として計算される。そこで、この総生存年数を十等分する年齢 x 、すなわち、

$$\frac{T_x}{T_0} = 1 - \frac{n}{10} \quad (n = 1, \dots, 9)$$

を満たす x を「生存年数十分位年齢」と呼んで、異時点間の年齢比較のための指標として分析に用いることが可能である。

生存年数十分位年齢を、実績の生命表及び平成18年12月推計における将来生命表(死

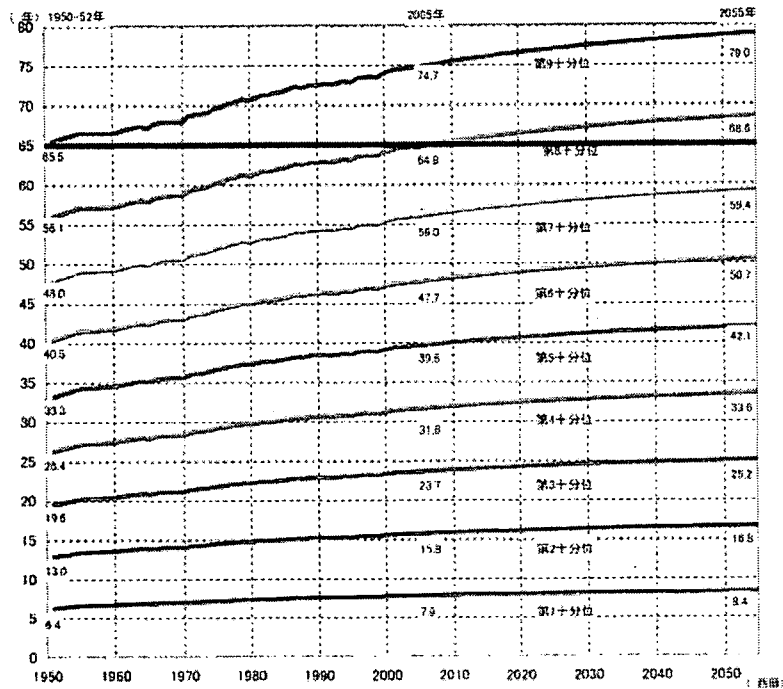


図 24 生存年数十分位年齢の推移と見通し（死亡中位・男性）

亡中位) を用いて計算したものが図 24、図 25 である。これをみると、男性では、およそ 50 年前である 1950-52 年には、生存年数第 9 十分位年齢が 65.5 歳とほぼ 65 歳程度であった。ところが、2005 年ではこれが 74.7 歳まで上昇している一方、第 8 十分位が代わって 64.8 歳とおおよそ 65 歳の水準に到達している。そして、2055 年においては、第 8 十分位は 68.6 歳に達する。

女性では近年、高齢死亡率の改善が著しいことから、このような位置づけの変化もより大きいものとなっている。1950-52 年には、第 9 十分位は 68.5 歳でやや 65 歳を上回る程度であったが、2005 年では 80.0 歳まで到達している。さらに第 8 十分位についても、1980 年前後に 65 歳を超え、現在では 69.9 歳に到達している。そして、2055 年には第 7 十分位が 63.9 歳にまで到達すると見込まれる。このように、同じ 65 歳といっても、過去・現在・将来における各時点において、ライフサイクルの中での位置づけが大きく変化していることがこの指標を通じて理解される。

これらのうち、特に高齢部分に関連する第 7~9 十分位年齢について、さらに、将来生命表を中位・高位・低位と変えてみた場合の見通しを示したものが、図 26、図 27 である。これによれば、2055 年の男性についてみると、第 7 十分位年齢は中位で 59.4 歳、高位で 58.6 歳、低位で 60.3 歳、第 8 十分位年齢は中位で 68.6 歳、高位で 67.7 歳、低位で 69.6 歳、第 9 十分位年齢は中位で 79.0 歳、高位で 78.0 歳、低位で 80.1 歳となる。一方、女性では、第 7 十分位年齢は中位で 63.9 歳、高位で 63.1 歳、低位で 64.7 歳、第 8 十分位年齢

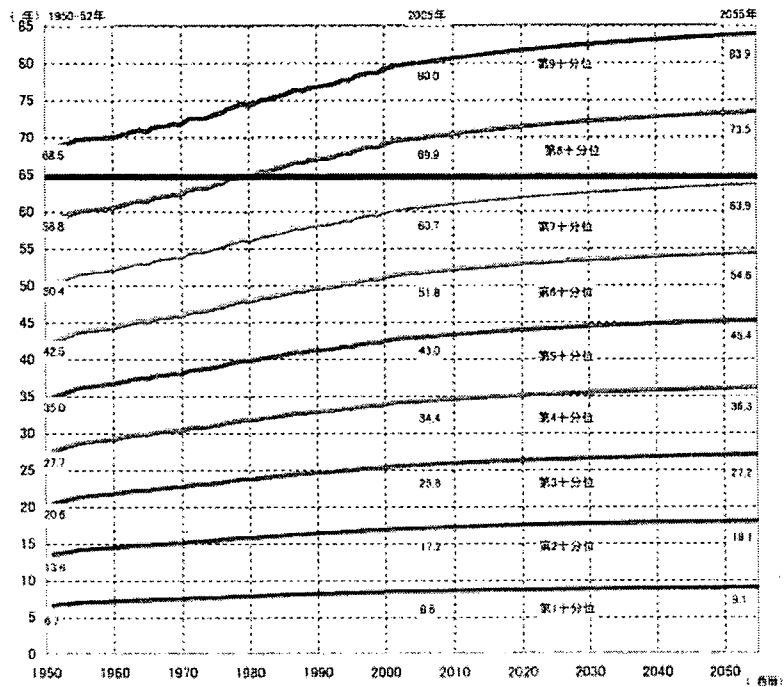


図 25 生存年数十分位年齢の推移と見通し（死亡中位・女性）

は中位で 73.5 歳、高位で 72.6 歳、低位で 74.4 歳、第 9 十分位年齢は中位で 83.9 歳、高位で 83.0 歳、低位で 84.9 歳となる。2005 年の男性の第 8 十分位年齢が 64.8 歳と概ね 65 歳であったことを考えると、第 8 十分位年齢は今後 50 年間に上昇していくものの、将来生命表の仮定により 67.7~69.6 歳という幅を持つこととなる。このように、死亡率の不確実性は、ライフサイクルにおける年齢の位置づけについても大きな影響を与えていることがわかる。

さて、この指標を用い、ある「生存年数十分位年齢」以上の者を「高齢者」と考えて高齢者割合を捉え直すと異なった見方が可能となる。これを平成 18 年 12 月推計の出生中位・死亡中位仮定に基づいて計算してみたものが図 28 である。これを見ると、通常用いられる 65 歳以上人口割合は、1950-52 年には第 9 十分位年齢以上人口割合の水準に近かった。しかしながら、その割合は急速に上昇し、2005 年現在では第 8 十分位年齢以上人口割合を上回っている。そして、さらに 2055 年時点では、第 7 十分位年齢以上人口割合の水準に近づいていくことが見込まれる。

将来人口推計の結果として、今後急速に高齢化が進行し、2055 年には出生中位・死亡中位仮定の下で高齢化率が 2005 年の 20.2% のおおよそ 2 倍である 40.5% まで上昇し、4 割を超えるという点が注目されることが多い。しかしながら、これはあくまで 65 歳という年齢を固定して高齢化率を捉えたものであり、65 歳という年齢のライフサイクルにおける位置づけの変化は反映されていない。例えば、生存年数第 8 十分位年齢以上人口割合

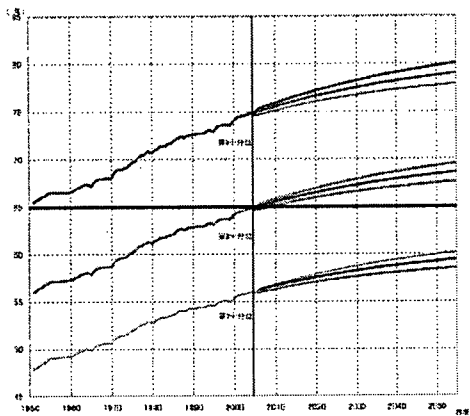


図 26 第 7～9 十分位の
推移と見通し（死亡中位・
高位・低位、男性）

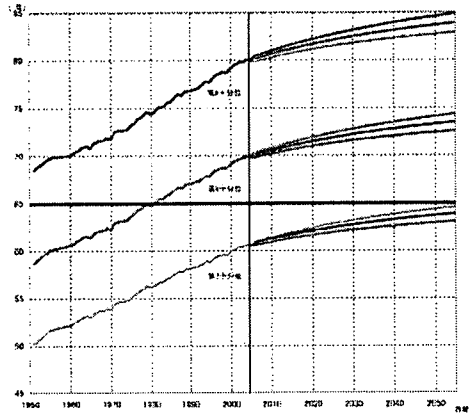


図 27 第 7～9 十分位の
推移と見通し（死亡中位・
高位・低位、女性）

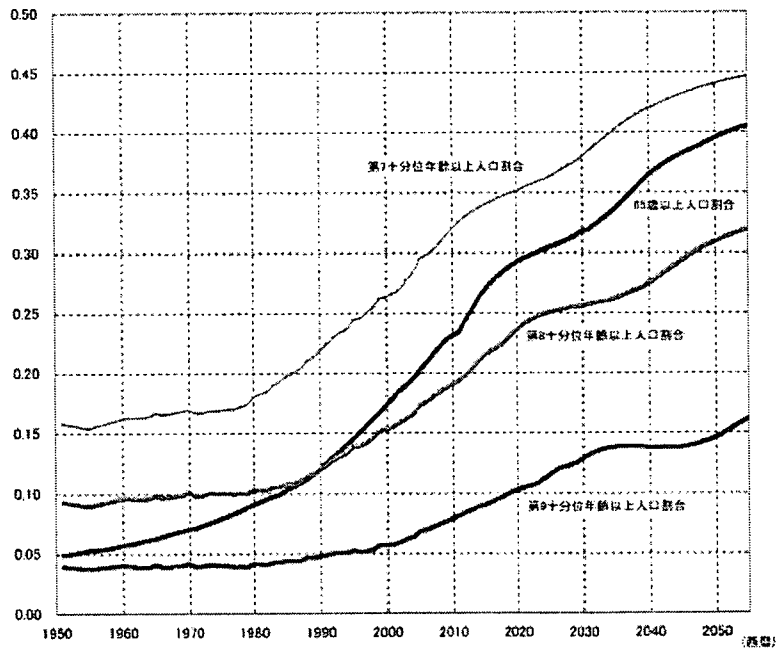


図 28 高齢者割合の推移と見通し（死亡中位）

を見てみると、2005 年の 17.4% から 2055 年に 32.0% までの上昇であり、そのスピードはやや遅いものとなる。このように、労働可能期間の増加などライフサイクルの変化を反映して高齢となる年齢を捉え直せば、高齢化のスピードも異なる見方ができるのである。

ところで、この生存年数十分位年齢で見るライフサイクルの変化は、基礎とする生命表に影響を受けるものである。そこで、同様の見通しについて死亡仮定の変動による影響を

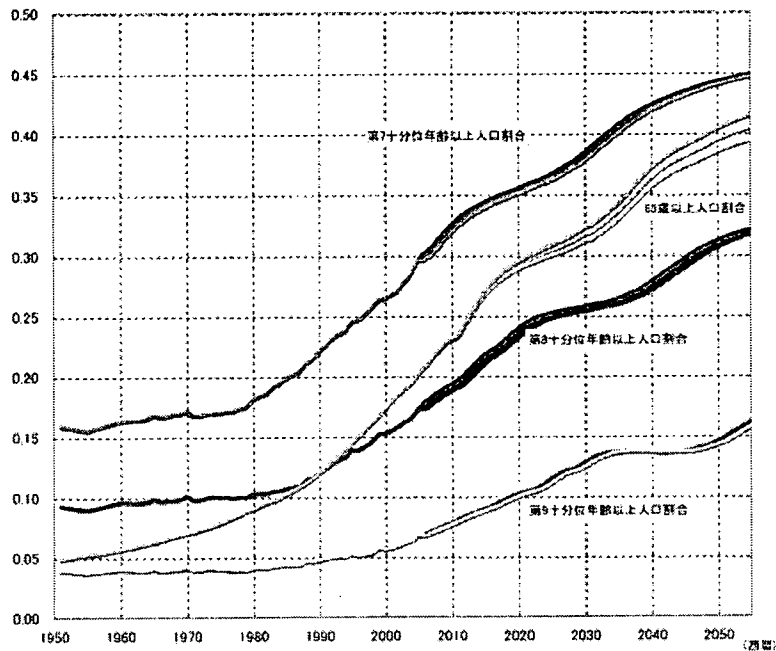


図 29 高齢者割合の推移と見通し（死亡中位・高位・低位）

見るため、出生中位仮定の下で、死亡中位・高位・低位に基づく3通りの推計結果を見てみたものが図 29 である。これによれば、2055 年における 65 歳以上人口割合は、死亡水準の変化に応じて 39.5%~41.6% という幅を持つものとなっているが、第 7~9 十分位年齢以上人口割合についてはその差がほとんど見られない。

このように、死亡仮定の不確実性に対し、年齢を固定して定義している 65 歳以上人口割合ではその結果も変動するものとなり、幅を持って見る必要があるが、平均寿命の延伸に対応して高齢者の対象を変化させる第 7~9 十分位年齢以上人口割合は、結果の不確実性の幅を小さくすることが可能となっている。そこで、さらに前章において実行した確率推計において両者を比較してみることとしよう。

第 8 十分位年齢以上割合と 65 歳以上人口割合の確率推計による結果を示したものが図 30 である。これによると、65 歳以上人口割合は推計期間の後半に近づくにつれて幅が大きくなっていくのに対し、第 8 十分位年齢以上割合では当初は幅が大きいものの、後半においてはそれほど拡大していないように見える。そこで、95%、50% 信頼区間の幅を示したものが、図 31、図 32 であるが、これによれば、第 8 十分位年齢以上割合については 2040 年以降においては信頼区間の幅はほとんど広がっていないことがわかる。これは、今回の推計では、毎年次確率的に発生させた生命表を用いて生存年数十分位年齢を設定しているため、推計前半においては第 8 十分位年齢以上割合の変動幅が大きいものとなっているが、推計後半においてはライフサイクルの変化に対応して高齢者割合が定義される

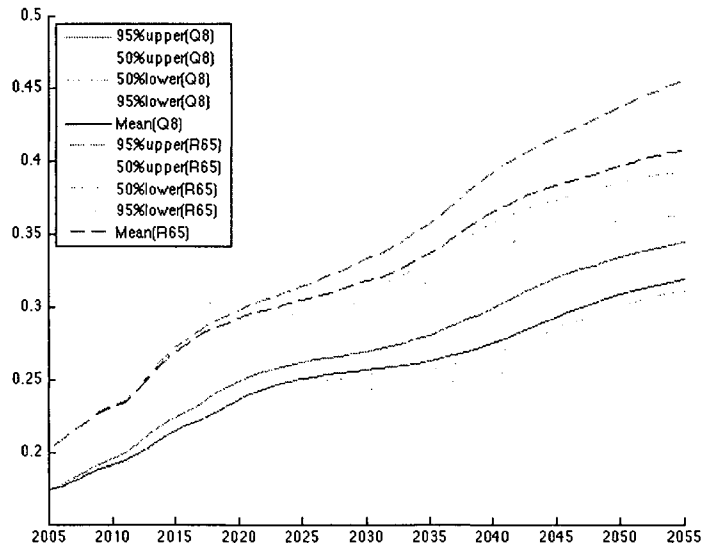


図 30 高齢者割合の推移と見通し（確率推計）

こととなるため、前提の変動による結果の不確実性の増大が少ないものと考えられる。

		2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
生存年数第8十分位年齢以上割合	95%上限(A)	0.174	0.195	0.224	0.249	0.262	0.270	0.281	0.299	0.320	0.334	0.345
	50%上限(B)	0.174	0.192	0.218	0.240	0.254	0.260	0.268	0.282	0.301	0.317	0.328
	50%下限(C)	0.174	0.190	0.212	0.233	0.247	0.253	0.258	0.268	0.285	0.301	0.311
	95%下限(D)	0.174	0.187	0.204	0.222	0.233	0.243	0.246	0.253	0.264	0.278	0.288
65歳以上割合	95%上限(E)	0.202	0.232	0.272	0.298	0.315	0.333	0.358	0.392	0.416	0.437	0.455
	50%上限(F)	0.202	0.231	0.270	0.294	0.308	0.323	0.343	0.373	0.393	0.408	0.421
	50%下限(G)	0.202	0.231	0.269	0.291	0.302	0.314	0.331	0.358	0.374	0.385	0.393
	95%下限(H)	0.202	0.231	0.267	0.287	0.295	0.305	0.318	0.340	0.353	0.359	0.362
生存年数第8十分位年齢以上割合	95%区間の幅(A)-(D)	0.000	0.008	0.020	0.027	0.024	0.027	0.035	0.048	0.056	0.057	0.057
	50%区間の幅(B)-(C)	0.000	0.002	0.006	0.007	0.007	0.008	0.010	0.014	0.016	0.016	0.016
65歳以上割合	95%区間の幅(E)-(H)	0.000	0.001	0.005	0.011	0.013	0.029	0.040	0.052	0.064	0.078	0.094
	50%区間の幅(F)-(G)	0.000	0.000	0.001	0.003	0.006	0.008	0.011	0.015	0.019	0.023	0.027

図 31 高齢者割合の信頼区間（確率推計）

平均寿命の伸長は、特定年齢のライフサイクルにおける位置づけを変化させる。そして、高齢化というマクロ的な事象は、このようなライフサイクルの変化というミクロ的なダイナミクスを併せてみるにより、また違った角度から捉えることが可能となるのである。

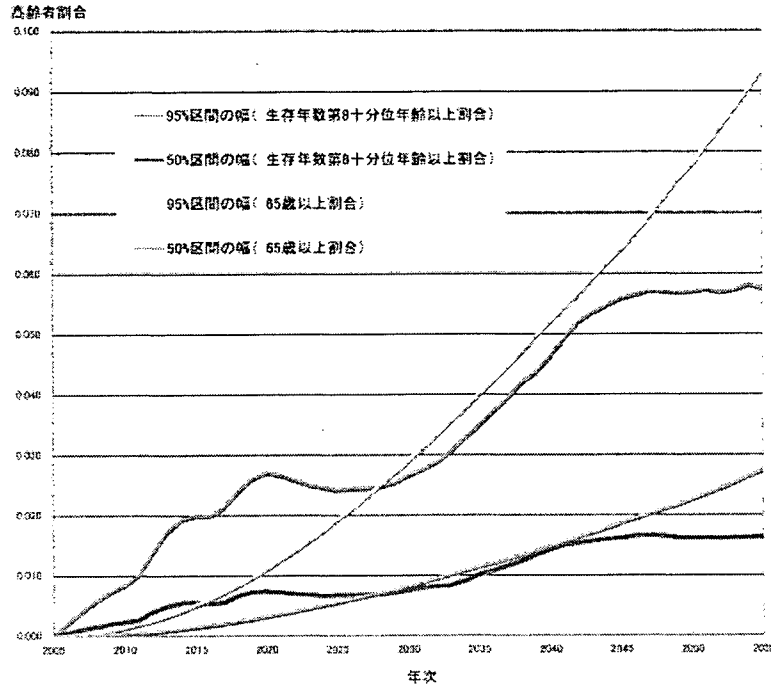


図 32 高齢者割合の信頼区間の幅（確率推計）

おわりに

本研究では、有識者調査による予測値の分布を用い、平成 18 年 12 月推計に確率推計を適用する検討を行い、実行したシミュレーション結果を用いて、総人口、年齢別構成割合等の信頼区間の推定を行った。これらの結果によれば、将来人口推計結果の不確実性は年齢・年次によって異なった様相を見せており、確率推計による不確実性の評価を参考にすることによって、推計結果の活用に対する見方が広がることが示された。

また、生存年数十分位年齢を用いた高齢者の定義を用いて、平均寿命の伸長に対応した高齢化率を考察し、平成 18 年 12 月推計での見通しを評価した。さらに、これに確率推計によるシミュレーション結果を組み合わせることにより、死亡仮定の不確実性が通常の高齢化率と生存年数十分位年齢を用いた高齢化率の変動に与える影響の違いが明らかとなった。

参考文献

花田恭，府川哲夫(1990)「死亡率の低下によるライフ・サイクルの変化-生命表から得られる各種の指標-」,『ライフ・スパン』,第 10 巻.

- 石井太 (2006) 「確率推計による将来人口推計の不確実性の評価について」, 『人口問題研究』, 第 62 巻, 第 3 号, pp.1-20.
- 守泉理恵 (2004) 『「少子化に関する専門家調査の分析：専門家による人口をめぐる将来予測と政策評価」 少子化の人口学』, 原書房.
- ジェフリー S・シモノフ (1999) 『平滑化とノンパラメトリック回帰への招待』, 農林統計協会.

(3) 将来人口推計における不確実性と確率

石井 太

はじめに

「日本の将来推計人口（平成 18 年 12 月推計）」では、従来から行われていた、出生仮定に「出生中位・出生高位・出生低位」の 3 通りを設定することに加え、死亡仮定にも「死亡中位・死亡高位・死亡低位」の 3 通りの設定を行い、この組み合わせによる 9 通りの将来人口推計結果を提示することにより、出生・死亡両仮定の変動に起因する将来人口推計結果の不確実性に対し、前回推計と比較してより豊富な情報提供が行われている。

このように複数の仮定を設定する方法は、人口推計結果の不確実性を表現する有力な方法の一つであるが、一方で、この方法では単に複数の推計結果が提示されるだけであり、複数の推計結果がそれぞれ起こりうる確率や、推計結果の信頼区間などが示されていないという指摘もある。このような課題に対して、近年、「確率推計」と呼ばれる手法を用いて、将来人口推計の不確実性を表現する研究が行われるようになってきている。以下では、この将来人口推計に対して、一定の前提に基づいて確率推計を適用した結果を解説する。

1. 確率推計の方法

最初に、実行した確率推計手法の概要について述べる。ここでは出生率仮定・生残率仮定について確率的に仮定設定を行い、これに基づくシミュレーション（10,000 回）を実行して将来人口推計結果の信頼区間などを作成する確率推計を行った。このシミュレーションの各プロセスについては、まず、推計期間である 2005～2055 年の男女別平均寿命と TFR を乱数を用いて発生させる。このとき、発生する平均寿命及び TFR は後述する有識者調査の分布に従うものとし、かつ、一定の時系列相関を持つようにする。この平均寿命・TFR を、年次別、年齢別生残率・出生率へと変換し、これらの仮定値に基づきコーホート要因法により将来人口推計を実行して 2005～2055 年の性別・年齢別総人口を得る。

以下これらをやや具体的に述べよう。まず、仮定値の分布の設定にあたっては、厚生労働科学研究費「少子化関連施策の効果と出生率の見通しに関する研究」（主任研究者：高橋重郷）で実施された「少子化の見通しに関する有識者調査」に基づく専門家全体の予測値の分布を利用した^{*1}。同調査では、2050 年における男女別平均寿命の予測値、TFR の予測値が調査されていることから、これを平滑化して仮定値の分布設定に用いている。

^{*1} 本調査の使用にあたり、「少子化関連施策の効果と出生率の見通しに関する研究」分担研究者の安藏伸治教授及び守泉理恵氏から多大なご協力を頂いたことに感謝する。

2050年の平均寿命の予測値の分布（平滑化後）を示したものが、図1、図2、TFRの予測値の分布（平滑化後）を示したものが図3である。

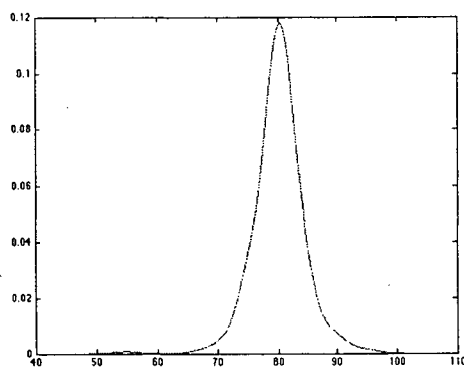


図1 平均寿命の予測値の分布（平滑化後・男）

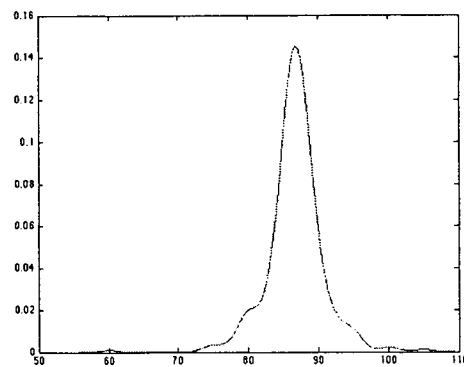


図2 平均寿命の予測値の分布（平滑化後・男）

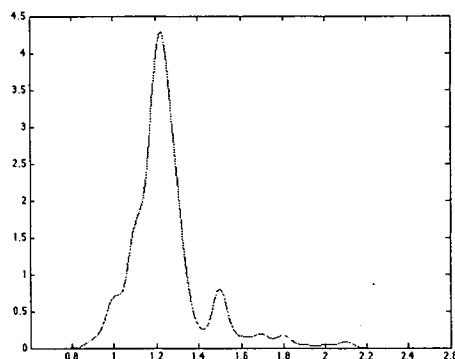


図3 TFRの予測値の分布（平滑化後）

以上に述べた有識者による平均寿命、TFRの予測値の分布は2050年時点のものであるから、ここから2005～2055年における各年次における仮定設定が必要となる。ここでは、平成18年12月推計（出生中位・死亡中位）を基本とした将来推計人口を見るため、確率的に設定する仮定値の分布の平均値は平均寿命、TFRとも平成18年12月推計に一致するようにし、分布の変動係数について、2005年は0、2050年は有識者調査と一致させ、他の年次は線形補間により設定した。さらにこれらの平均寿命・TFRにあわせて各年における年齢別死亡率・出生率を設定している。また、年次間における相関は、平均寿命・TFRの過去の実績値の自己相関係数を用いて設定した。なお、国際人口移動に関して確率的な前提設定を行わず、平成18年12月推計の仮定値を固定して用いている。

図4、図5は、各年における平均寿命 e_0 の50%、90%、95%信頼区間及び分布の平均