

## 3種類の統計手法の組み合わせによる群馬県の人口推移予測

(応用数学) 松井淳

## 1 はじめに

政府や自治体の制度設計や施策計画, 民間におけるマーケティング計画の基礎資料として, 将来の人口状況を把握することは必要である. 日本や都道府県別の人口推計のみならず将来の人口を推計する手法として世界各国でコーホート要因法が広く利用されている. コーホート要因法では出生率, 生残率, 純移動率の変化率から年齢ごとの将来の男女別人口が算出される. 推計する地域における出生数, 死亡数, 転入数, 転出数のデータのみで推計する地域の人口を推計できる. 1つの地域で発生する出生と死亡に対して転入と転出はそれぞれ2つの地域が関連する現象であるが, この違いについてはコーホート要因法では考慮されていない. 近年では転入数と転出数をより正確に推計するために複数の地域移動を考慮したロジャースモデルやプールモデル, 2地域モデルが提案されている [1].

将来の人口を推計するには出生数, 死亡数, 転入数, 転出数について将来推計を行わなければならない. 本研究では人口推計の方法としてコーホート要因法と2地域モデルに加えて重回帰分析を併用する手法を提案する. 重回帰分析とは予測する値を複数の要因にそれぞれ重みをつけて足し合わせて求める方法である. 本研究では出生数, 死亡数, 転入数, 転出数を要因として重回帰分析を行う. 出生数, 死亡数の推計はコーホート要因法を利用し, 転入数, 転出数の推計は2地域モデルを利用する.

## 2 コーホート要因法による出生数と死亡数の推計

将来の出生数と死亡数を推計するためにコーホート要因法を利用する.

$t$ 年の $n$ 歳の女性人口を $W_n(t)$ ,  $t$ 年に $n$ 歳の女性が出産した子どもの数を $b(t)$ とすると, コーホート要因法によって $t+1$ 年の出生数 $b(t+1)$ は

$$b(t+1) = (W_{15}(t) + W_{16}(t) + \dots + W_{49}(t)) \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{b_{15}(t-j) + b_{16}(t-j) + \dots + b_{49}(t-j)}{W_{15}(t-j) + W_{16}(t-j) + \dots + W_{49}(t-j)}$$

と見積もられる. つまり, 15~49歳の女性人口に対して直近5カ年における出生率の平均値をかければ翌年の出生数が推計できる.

また,  $t$ 年の $n$ 歳の男性人口を $M_n(t)$ ,  $t$ 年の $n$ 歳の男女の死亡率をそれぞれ $R(M_n^d)$ ,  $R(W_n^d)$ とすると,  $t+1$ 年の死亡数 $d(t+1)$ は

$$d(t+1) = M_0(t)R_d(M_0(t)) + W_0(t)R_d(W_0(t)) + M_1(t)R_d(M_1(t)) + W_1(t)R_d(W_1(t)) + \dots$$

と予想される.  $n$ 歳の男性の死亡率 $R_d(M_n(t))$ ,  $n$ 歳の女性の死亡率 $R_d(W_n(t))$ については国立社会保障・人口問題研究所の公開データである都道府県別の生命表の死亡率を用いればよい.  $t+1$ 年の $n$ 歳の男性人口 $M_n(t)$ と $n$ 歳の女性人口 $W_n(t)$ は

$$M_n(t) = M_{n-1}(t-1) \times \frac{M_n(t-1)}{M_{n-1}(t-2)}, \quad W_n(t) = W_{n-1}(t-1) \times \frac{W_n(t-1)}{W_{n-1}(t-2)}$$

のように推計できるので, 3つの式を再帰的に計算すれば翌年に限らず2年後, 3年後と近未来の出生数と死亡数の推計値が求められる.

### 3 2地域モデルによる転入数と転出数の推計

将来の転入数と死亡数を推計するために従来のコーホート要因法ではなく2地域モデルを採用する。2地域モデルとは1つの地域とそれ以外の地域の2種類に分けて前者の転入数と転出数を求めるモデルである。本研究では前者を群馬県後者を群馬県以外の都道府県として2地域モデルを適用する。

群馬県の  $t+1$  年の転入数  $P(t+1)$  は

$$P(t+1) = \sum_{n=0} J_n(t) \frac{P_n^c(t)}{O_n^s}$$

で見積もられる。ただし、 $J_n(t)$  は日本の  $t$  年の  $n$  歳人口であり、内閣府が発表する日本の人口推計(出生・死亡中位)の結果を、 $O_n^s$  は群馬県を除いた日本の  $n$  歳人口であり、直近の国勢調査のデータを用いる。また、 $P_n^c(t)$  は群馬県の補正転入数であり、

$$P_n^c(t) = P_n^s \frac{P_0(t-1) + P_1(t-1) + \dots}{P_0^s + P_1^s + \dots}$$

で得られる。ただし、 $P_n^s$  は直近の国勢調査による  $n$  歳の群馬県の転入数であり、 $P_n(t-1)$  は  $t-1$  年の  $n$  歳の群馬県の転入数である。

群馬県の  $t+1$  年の転出数  $Q(t+1)$  は転入数  $P(t+1)$  の推計式において、 $O_n^s$  と  $J_n(t)$  を群馬県の人口に置き換えることで予測できる。

### 4 重回帰分析による群馬県の人口推計

コーホート要因法と2地域モデルで見積もられた出生数、死亡数、転入数、転出数を利用して、群馬県の将来の人口を重回帰分析によって推計する。

重回帰分析は複数の要因の値から結果の値を予測する分析手法である。要因の値を推計で得られた出生数  $b(t)$ 、死亡数  $d(t)$ 、転入数  $P(t)$ 、転出数  $Q(t)$  として重回帰分析すると、結果の値として  $t$  年の群馬県の将来推計人口が

$$5.466875 b(t) - 1.11526 d(t) - 2.84977(P(t) - Q(t)) + 1933142$$

で求められる。この提案式で実際に群馬県の推計人口を算出した結果が表1である。平成24、25年の群馬県の人口は既知であるが、提案式で推計人口を算出したところ、実際の人口に対する相対誤差は0.2%以下と高精度であることが分かる。データがない平成26、27、28年について算出したところ、群馬県の人口は単調に減少することが観測された。

### 5 まとめと今後の課題

本研究では、コーホート要因法から出生数と死亡数、2地域モデルから転入数と転出数を見積もり、重回帰分析で群馬県の将来人口を推計した。転入数と転出数の見積もりにおいて2地域モデルを利用したが、今後はより精密なロジャースモデルやプールモデルによる入数と転出数の推計も検討したい。

### 参考文献

- [1] 小池司朗, 地域別将来人口推計における人口移動モデルの比較研究, 人口問題研究, 第64巻, 第3号 (2008) pp.87-111

表 1: 群馬県の人口推移

	人口 [人]	推計人口 [人]	相対誤差 [%]
平成 24 年	1992143	1989712	0.12
平成 25 年	1983191	1979842	0.17
平成 26 年	-	1971920	-
平成 27 年	-	1965881	-
平成 28 年	-	1959077	-