

住民基本台帳人口とその分布形状を利用した人口推計

齊藤 志歩[†] 高井 健人[†] 平井 淳平[†] 山岸 祐己^{†‡} 浦 将太[§] 森山 敬介[§]
上藤 一郎[¶]

[†] 静岡理工科大学 情報学部 [‡] 理化学研究所 革新知能統合研究センター [§] 静岡市 企画局
[¶] 静岡大学 人文社会科学部

1 はじめに

人口推計の代表的手法はコーホート要因法 [1] であり, 日本でも将来人口推計に用いられているが, 基本的には男女年齢別人口以外に「女性年齢別出生率および出生性比」「男女年齢別生残率」「男女年齢別国際人口移動率」が必要であり, 一般的に各都市が公開している住民基本台帳データへの適応が難しい. さらに, 地域別将来人口推計においては「純移動率」が必要となるが, 現在は外国人住民も住民基本台帳制度の適用対象となっているため, 国際人口移動率と転出入による移動率との厳密な切り分けはほぼ不可能である.

しかし, 住民基本台帳は国勢調査等よりも頻繁に集計され, 1 歳階級別のデータとして提供されることも多いため, その都市の経済成長, すなわち人口増減要因を推測するための重要な情報となり得る [2]. よって, 本研究では 1 歳階級別の 4 半期の人口分布とその分布形状を用いて, 線形回帰の枠組みで人口推計を試みる.

2 分析手法

住民基本台帳の M 半期ごとの集計日 (以降, タイムステップ) $n \in \mathcal{N} = \{-(M-1), -(M-2), \dots, 0, 1, \dots, N\}$ のときの年齢 $j \in \{0, \dots, J\} = \mathcal{J}$ の人口を $s_{n,j}$ としたとき, 前年度の 1 つ下の年齢からの人口増減比率を

$$y_{n,j} = \begin{cases} \frac{s_{n,0}}{s_{n-M,0}} & \text{if } j = 0 \text{ and } n > 0, \\ \frac{s_{n,j}}{s_{n-M,j-1}} & \text{if } j > 0 \text{ and } n > 0, \end{cases} \quad (1)$$

とする. ここで, 0 歳の増減比率については, 出生率等のデータが無いことを前提としているため, 前年度の 0 歳人口からの増減比率としていることに注意されたい. また, タイムステップ n における人口の総数を $V_n = \sum_{j \in \mathcal{J}} s_{n,j}$ としたときの, 年齢 j の平均 μ_n , 分散 σ_n^2 , 歪度 γ_n , 尖度 κ_n を

$$\mu_n = \frac{\sum_{j \in \mathcal{J}} j \cdot s_{n,j}}{V_n} \quad (2)$$

$$\sigma_n^2 = \frac{\sum_{j \in \mathcal{J}} (j - \mu_n)^2 \cdot s_{n,j}}{V_n} \quad (3)$$

$$\gamma_n = \frac{\sum_{j \in \mathcal{J}} (j - \mu_n)^3 \cdot s_{n,j}}{V_n \cdot \sigma_n^3} \quad (4)$$

$$\kappa_n = \frac{\sum_{j \in \mathcal{J}} (j - \mu_n)^4 \cdot s_{n,j}}{V_n \cdot \sigma_n^4} \quad (5)$$

とする.

コーホート要因法では, 基本的に「女性年齢別出生率および出生性比」「男女年齢別生残率」「男女年齢別国際人口移動率」「純移動率」などの比率を固定しているが, 今回の提案手法では, 人口分布の変化とともに増減比率 $y_{n,j}$ も変化するモデルを考えるため, 上記の人口分布に関する指標を用いて, 下記の線形回帰モデルを考える.

$$\log(y_{n,j}) = \beta_{0,j} + \beta_{1,j}\mu_n + \beta_{2,j}\sigma_n^2 + \beta_{3,j}\gamma_n + \beta_{4,j}\kappa_n + \epsilon_{n,j}. \quad (6)$$

ここで, 目的変数 $\log(y_{n,j})$ は対数変換された人口増減比率, $\beta_j = [\beta_{0,j}, \beta_{1,j}, \beta_{2,j}, \beta_{3,j}, \beta_{4,j}]^T$ は年齢 j に対する回帰係数, $\epsilon_{n,j}$ は誤差項である. ある程度のタイムステップ N から

$$X_j = \begin{bmatrix} 1 & \mu_1 & \sigma_1^2 & \gamma_1 & \kappa_1 \\ 1 & \mu_2 & \sigma_2^2 & \gamma_2 & \kappa_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \mu_N & \sigma_N^2 & \gamma_N & \kappa_N \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$Y_j = \begin{bmatrix} \log(y_{1,j}) \\ \log(y_{2,j}) \\ \vdots \\ \log(y_{N,j}) \end{bmatrix}, \quad (8)$$

が得られたとすると, 式 (6) の回帰係数は,

$$\hat{\beta}_j = (X_j^T X_j)^{-1} X_j^T Y_j, \quad (9)$$

のように求まる.

3 評価実験とまとめ

静岡市*の「静岡市の人口・世帯 (住民基本台帳の過去データ)」の静岡市葵区過去 10 年分 (4 半期ごと集計のため $N = 36$) に基づいた提案手法の推計結果と,

*<https://www.city.shizuoka.lg.jp/>

Population Estimation Using the Basic Resident Register Population and Its Distribution Shape

[†]Shiho SAITO [†]Kento TAKAI [†]Jumpei HIRAI ^{†‡}Yuki YAMAGISHI [§]Shota URA [§]Keisuke MORIYAMA [¶]Ichiro UWAFUJI

[†]Shizuoka Institute of Science and Technology

[‡]RIKEN

[§]Shizuoka City

[¶]Shizuoka University

国立社会保障・人口問題研究所（IPSS）の推計結果*から発表された「日本の地域別将来推計人口（令和5（2023）年推計）」との比較を行う．ここで、対象となる年齢の上限は99歳（ $J = 99$ ）とし、採用した $\hat{\beta}_j$ の切片項を除く次元数を $k \in \{1, 2, 3, 4\}$ とする．

図1, 2より、提案モデルは、増減比率に特徴がある年齢のAICが高くなりやすく、増減比率にほとんど動きがない年齢のAICが低くなりやすいことがわかる．さらに、採用した回帰係数の次元数 k によってAICが変動している年齢も見受けられるため、変数の組み合わせ方については、一括ではなく、年齢ごとで最適なものを選択するなどの工夫が必要であるように思える．

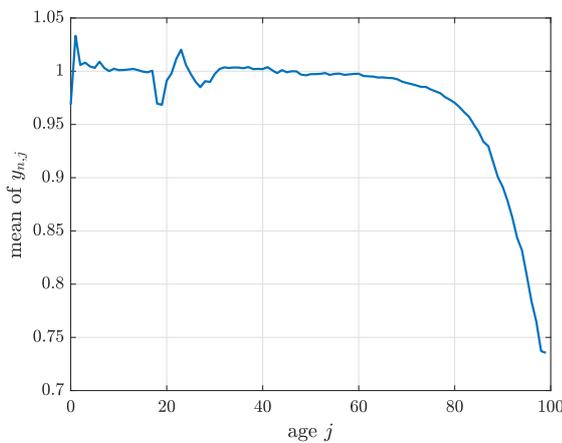


図1: 年齢ごと平均増減比率

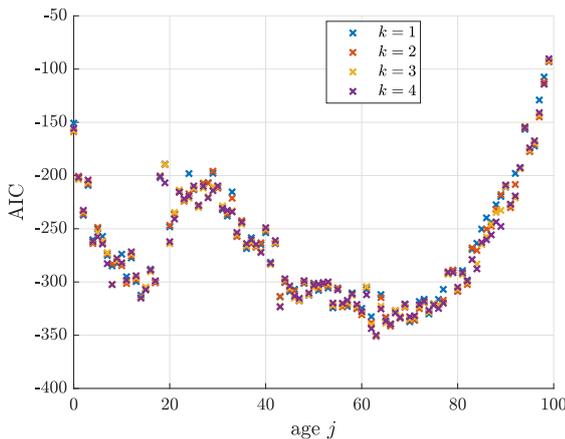


図2: 提案モデルにおける年齢ごとのAIC

図3, 4に、住民基本台帳データ（Aoi 2023/09/30）、IPSSの推計結果（Aoi IPSS）、平均増減比率のみを使用したコーホート要因法（Aoi 2053/09/30 Cohort）、提案モデルの推計結果（Aoi 2053/09/30 $k \in \{1, 2, 3, 4\}$ ）を示す．両図より、提案モデルは、IPSSの推計結果や平均

増減比率のみのコーホート要因法よりも、図1で見られるような、各年齢の増減比率の特徴を反映できていることが示唆される．ただし、次元数 k と年齢 j の組み合わせによっては、他の推定結果から大きく外れているものも散見されるため、先ほどと同様に、年齢ごとの変数のチューニングが今後の課題と言える．

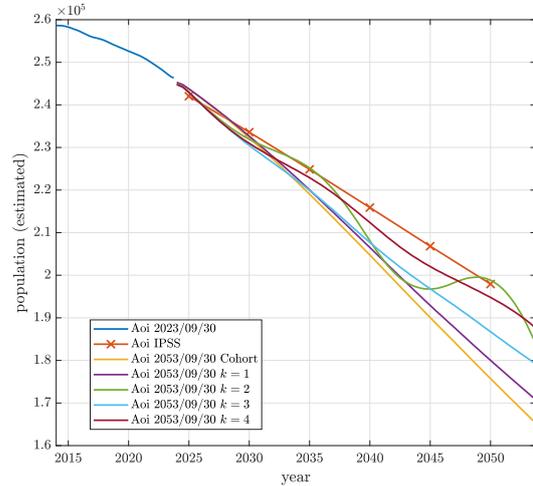


図3: 人口推計結果と比較（時系列）

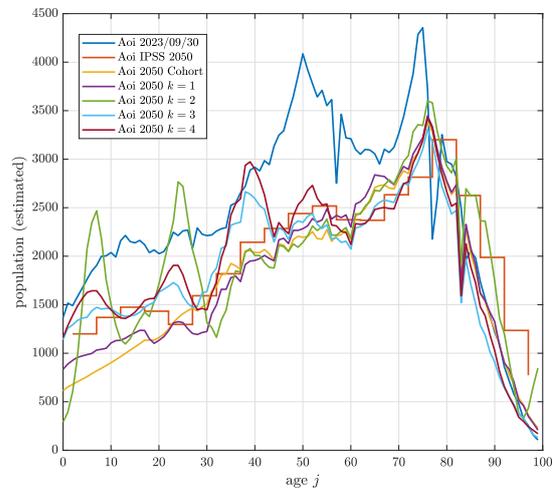


図4: 人口推計結果と比較（年齢分布）

参考文献

- [1] Stanley K. Smith, Jeff Tayman, and David A. Swanson. *Overview of the Cohort-Component Method*, pp. 45–50. Springer Netherlands, Dordrecht, 2013.
- [2] Hyun-Hoon Lee and Kwanho Shin. Decomposing Effects of Population Aging on Economic Growth in OECD Countries*. *Asian Economic Papers*, Vol. 20, No. 3, pp. 138–159, 11 2021.

*<https://www.ipss.go.jp/>