

## 将来人口分布の予測精度向上のための手法開発

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○杉本 達哉, 天方 匡純, 神永 希

### 1. 目的

道路や橋梁等といった社会資本は利用されることでその効果が発現する。加えて、社会資本は長期運用を前提とするため、将来国民もその利用対象となり、将来国民の所在、つまり将来人口分布を踏まえた社会資本整備が望まれる。しかし、国の公表内容<sup>1)</sup>や先行研究内容では、その予測精度に一定程度の課題を残している。本稿では、予測精度の高い将来人口分布予測手法として、社会増減の設定に確率分布を導入するモデルを構築する。さらに、実地域を対象として構築したモデルの予測精度の検証を行う。

### 2. 先行研究での予測精度

将来人口分布の予測手法に関する先行研究について、その予測精度に言及した研究の一例を表1に示す。このうち、IとIIIについては、予測精度として相関係数で最大0.98程度と高い精度を示している。しかしながら、パラメータ推定に用いた人口データ時点と検証のための予測期間が重複しており、予測条件に課題があると言える(表中I・IIIの波線部)。また、IIについては、相関係数が0.8程度となっており、予測精度自体に課題があると言える(表中IIの波線部)。

### 3. モデルの構築

モデルの枠組みは、将来人口推計の一般的な手法であるコーホート要因法とし、社会増減のパラメータである純移動率の設定を確率的に行う。

ここでコーホート要因法とは、人口増減を自然増減(出生・死亡)と社会増減(転出・転入)に区分して

男女年齢別に計算を行う手法である。この手法は、一般的に社会増減を過去1期間のデータを基に設定し経年的に固定して扱うため、予測対象空間が町丁目等といった小空間の場合、予測が1期間の社会増減の傾向に大きく影響を受けてしまう問題点がある。

以上の問題点を踏まえて、本モデルでは社会増減のパラメータである純移動率の設定を図1に示す手順で行う。まず、従来のように1期間で町丁目別純移動率を設定してデータセットとする。次に、そこからランダムに値を抽出して確率分布を設定し、確率分布に基づき町丁目別に再配分を行う。ここで、確率分布を一つに固定すると偏りが生じてモデルの説明力が弱くなるため、機械学習のアンサンブル手法の一つであるバギング法を適用する。具体的には、ランダム抽出を複数回実施し、各々のサンプリングから確率分布の設定・純移動率の再配分を行い、それらの町丁目毎の平均値を最終的な設定値とする。

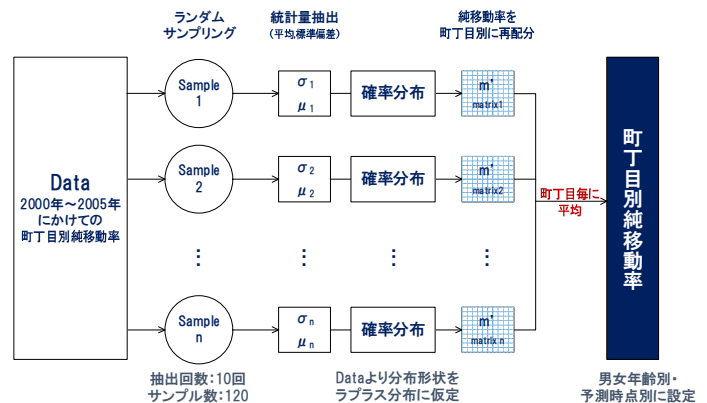


図1 純移動率の設定手順

表1 予測精度を検証している既往研究の一例

	I	II	III
著者(発行年)	奥村(2005) <sup>2)</sup>	古藤(2008) <sup>3)</sup>	金森・森川(2011) <sup>4)</sup>
予測精度	・相関係数(年齢階層別) 0.710~0.984	・相関係数 0.819	・相関係数(年齢階層別) 0.810~0.985
パラメータ推定に用いた人口データ時点	・1980年, 1985年, 1990年, 1995年, 2000年	・1995年, 2000年	・1980年, 1985年, 1990年, 1995年, 2000年, 2005年
予測条件	検証のための予測期間	・5年間 (1995年基準・2000年)	・10年間 (1995年基準・2000年・2005年)
	対象地域	・広島都市圏	・愛知県内19市町村
	ゾーン区分	・500mメッシュ	・町丁目
			・1kmメッシュ

キーワード 将来人口分布, 予測, アンサンブル学習, バギング法, 土地利用

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8CSタワー 八千代エンジニアリング(株) TEL03-5822-6216

4. 実地域への適用

沖縄県の町丁目（約 1,200）を対象に、2005 年を基準年として 2015 年までの将来人口を予測する。ここで、純移動率の設定に使用する人口データは、予測期間と重複が無いよう、2000年と2005年を使用した。この際、確率分布の形状は実データのヒストグラムとの当てはまりを踏まえて、ラプラス分布を採用した（図2）。

5. 予測精度の検証

図3のうち、左図が本モデルによる2015年時点の予測結果、右図は純移動率を従来設定のまま予測した結果である。各決定係数は従来設定で0.012、本手法で0.940と予測精度が大幅に向上し、先行研究と比較しても予測精度が高いことを確認した。図4は、2015年時点の予測精度を空間分布で示したものである。本手法では地理的特性を考慮していないため、空間的な予測精度の偏りは見られない結果となった。

6. おわりに

今後は2050年までの長期予測を予定している。長期予測の分析では、複数条件下で分析を行うシナリオ分析手法と事象を確率的に捉えて分析する手法が考えられるが、本手法は後者に該当する。本手法で長期予測を行うには予測精度の更なる向上が課題であり、その方策の一つに確率分布の再検討がある。本稿で採用したラプラス分布は、純移動率が正の場合、ヒストグラムとの乖離が大きい傾向が見られたため他の分布形状を検討する余地がある。二つ目に宅地開発等の影響の考慮がある。本稿では宅地開発等の影響も含めて確率分布を設定したが、方策として、例えば、全国の純移動率データにより宅地開発等の影響を別の確率分布として設定し、モデルに反映させること等が考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省：メッシュ別将来人口推計を活用した分析の展開，2016。
- 2) 奥村誠：国勢調査メッシュデータに基づく地区の将来人口構成予測手法，都市計画論文集，2005。
- 3) 古藤浩：小地区短期間他地域データからの地区成分解析-山形市町丁目人口データを対象とした分析と人口予測-，都市計画論文集，2008。
- 4) 金森亮・森川高行：地域メッシュデータに基づく住宅地の遷移過程を考慮した将来人口予測手法の提案，都市計画論文集，2011。

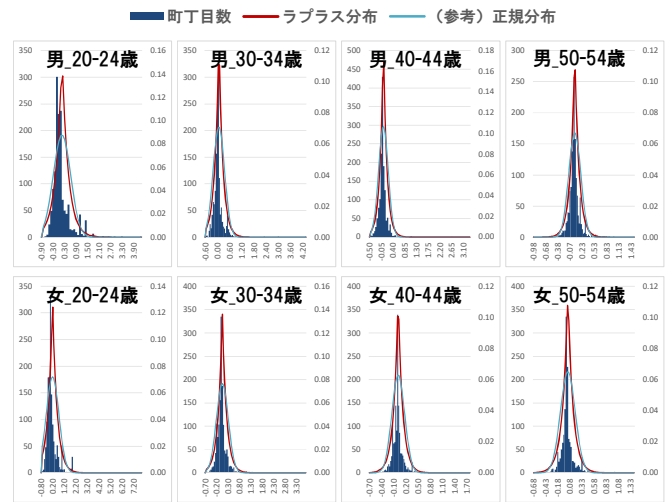
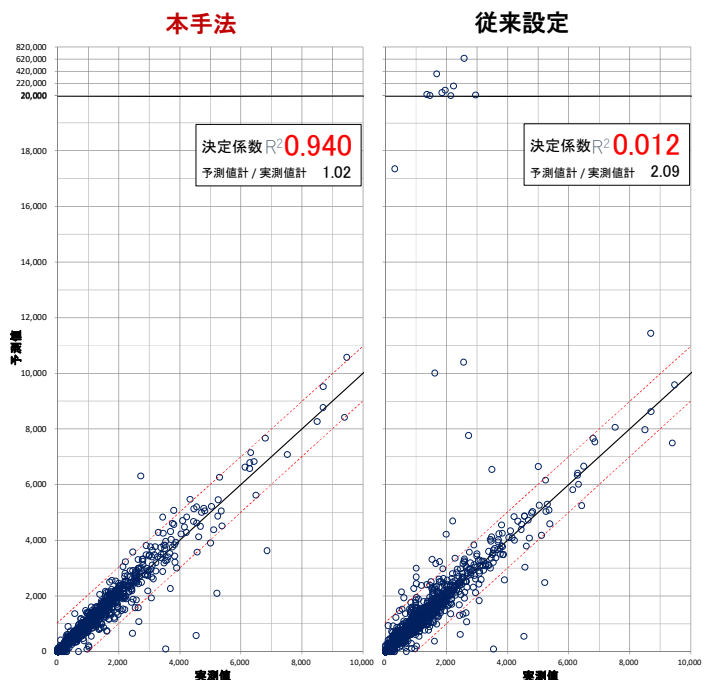


図2 確率分布とヒストグラムの当てはまり（抜粋）



※各点：町丁目の総人口

図3 本手法と従来設定の予測結果（2015年時点）

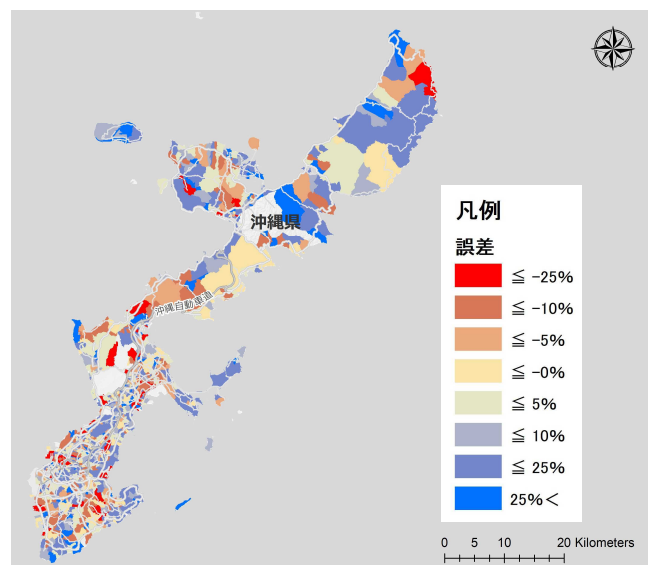


図4 予測結果と実測値との乖離（2015年時点）