

世帯マイクロシミュレーションを用いた covid-19 が 人口動態に与える中長期的な影響に関する研究

名城大学 学生会員 ○白木 文彬

名城大学 正会員 鈴木 温

1. はじめに

2019年の終わりごろ発生し、2022年現在も世界的な流行を見せている covid-19 の感染拡大に伴い、出生率、死亡率など日本の人口動態に大きな影響が予想される。そこで本研究では covid-19 が日本の人口動態に与える中長期的な影響を明らかにするために、世帯マイクロシミュレーション(HUMS)を用いて人々のライフイベントと居住地選択をモデル化し、人口移動や自然増減に関する中長期的予測を行うことを目的とする。

鈴木ら¹⁾は約40万人の富山市を対象に、全市民を対象としたマイクロデータを用い、ライフイベントの発生に伴う世帯構造変化や居住地の変化を確率的に計算できるマイクロシミュレーションモデルを構築し、将来の人口分布予測を行った。本研究ではモデルを改良し、世帯マイクロシミュレーションを用いて covid-19 の人口動態に与える中長期的な影響分析を行う。

2. 研究方法

本研究のモデルは、java 言語を用いてプログラムを構築した。マイクロシミュレーションは最小単位である個人・世帯など個々の行動主体を分析単位としたシミュレーションであり個人・世帯データをデータベースに登録し、個人のライフサイクルに合わせて、動的に変化させる手法である。三重県の津市を対象地域としてマイクロシミュレーションを構築する。

3. モデルの基本構造

3.1 初期マイクロデータの設計

図-1に示す青ボックスは、モデルで計算を行う際に元データに用いられる入力データベースである。これらのデータは、モデルによる計算結果をもとに1年単位で推定値に更新される。更新後のデータベースを出力することで、計算結果の集計、考察を行う。

はじめに、年齢不詳の個人に年齢を付与する。次にゾーン別世帯人数別世帯数のデータより各ゾーンの世帯人数別世帯数である世帯データを作成する。

世帯タイプは30タイプに分類する。

性別は世帯タイプから付与する。例として夫婦のみ世帯は男と女を1人ずつ付与する。

最後に年齢を付与する。最終的には誤差修正を行い周辺分布データの割合に近づけていくため、初期解作成の年齢を付与するときに周辺分布データの割合から年齢を付与することで予め周辺分布の割合に近づける。

4.2 ライフイベント発生モデル

白ボックスは、モデル内で行うライフイベントの処理を表す。ボックス内に割り振られている番号は、モデルの計算順を表している。

1) 加齢イベント

各個人の年齢を1歳更新する処理を行う。

2) 死亡イベント

死亡確率は累積生存関数がワイブル分布に従うことを仮定した生存時間解析によって推定した式(1)に示す。パラメータは平成27年、令和2年の厚生労働省「人口動態調査」の年齢別出生順位別出生率の三重県のデータを用いて最小二乗法によって推定した。

$$S(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha\right] \quad (t \geq 0) \quad t: \text{年齢} \quad \alpha, \beta: \text{パラメータ} \quad (1)$$

3) 進学就職イベント

18歳と22歳の個人に対して進学か就職の処理を確率的に行う。

4) 結婚イベント

対象者について結婚するかどうかを確率的に判定し、発生者同士でマッチングを行い新規の夫婦世帯を生成する。

5) 出生イベント

出生確率は一般化対数ガンマ分布を用いて算出した。式を(2)に示す。

$$g_n(x) = \frac{C_n |\lambda|}{b_n \Gamma(\lambda_n^{-2})} (\lambda_n^{-2})^{\lambda_n^{-2}} \exp\left[\lambda_n^{-1} \left(\frac{x - u_n}{b_n}\right) - \lambda_n^{-2} \exp\left(\lambda_n \left(\frac{x - u_n}{b_n}\right)\right)\right] \quad (2)$$

$g_n(x)$: x 歳の女性の第 n 子の出生確率

$\Gamma(\cdot)$: ガンマ分布 C_n, u_n, b_n, λ_n : パラメータ

6) 転出イベント

確率的に転出判定を行う。

7) 転入モデル

市外から転入してくる人数を、転出数とゾーンデータを考慮した重回帰モデルを用いて推定する。説明変数と推定結果を以下の表1に示す

表1

説明変数	偏回帰係数	標準誤差	T 値	有意
転出数	0.8259	0.0403	20.5135	**
人口密度	0.1095	0.0415	2.6410	*
駅数	39.0269	9.4103	4.1472	**
集客施設数	-16.213	3.7550	-4.3178	**
医療機関数	3.8424	1.1010	3.4899	**
老年人口割合	-3036	1163	-2.6096	*
定数項	726.79	324.7570	2.2380	*

** : 1%有意 * : 5%有意

8) 転入世帯生成モデル

転入モデルで推定されたゾーン別転入者数をもとに、新規に居住する転入世帯を生成する

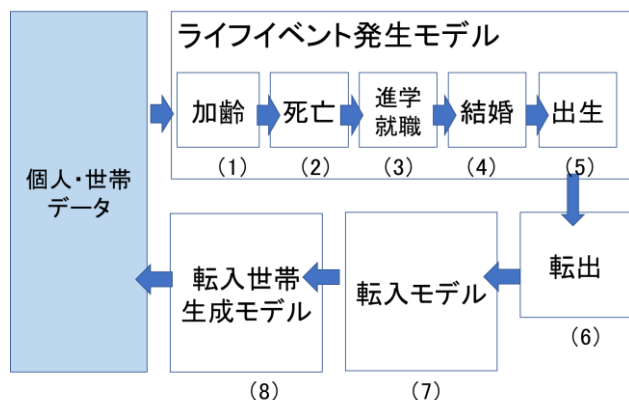


図-1 本研究で構築したモデルの基本構造

5. シミュレーションのシナリオ

本研究では、2020年から2035年までの将来予測を行うため、15年間について3つのシナリオに分けてシミュレーションを行う。

- (1) covid-19 が流行らなかった
- (2) 2020年から2023年まで covid-19 の影響を受ける
- (3) 2020年から2025年まで covid-19 の影響を受ける

Covid-19 の影響とは、ライフイベントの発生確率を2020年または2021年の水準とすることにした。

6. 出生の変化

2015年と2020年の出生確率の推定値を図-2に示す。図-2より、covid-19流行以前の2015年と流行以後の2020年を比較すると第1子、第2子、第3子の全てにおいて確率が低くなっていることが分かる。特に第1子、第2子は確率が大幅に低下している。

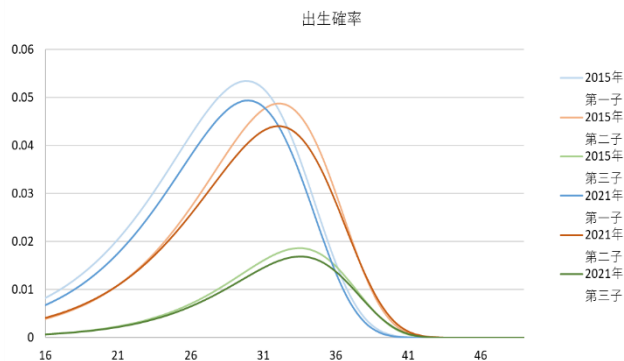
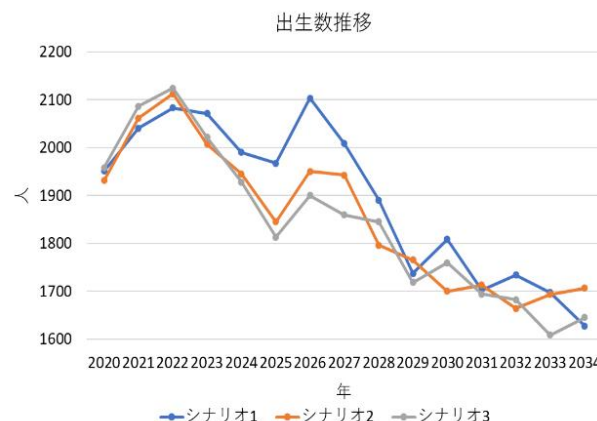


図-2 出生確率の推移

2020年から2035年までのシナリオ別出生数の推移のグラフを図-3に示す。

図-3より、2023年から2027年の間について covid-19 の影響を受けるシナリオ2、シナリオ3ともに covid-19 の影響を受けないシナリオ1と比較して、下回っていることが分かる。2026年以降津市の出生数は徐々に下降傾向にあり、シナリオごとの差はほとんど見られない。このことから、2023年から2027年の間大きく covid-19 の影響を受けていることが分かる



7. まとめ

その結果本研究では、世帯マイクロシミュレーションを用いて、covid-19の長期的影響を評価した。出生率は大きく低下しており、マイクロシミュレーションを用いた出生数の予測では2023年以降大きく減少することが分かった。特に2026年までは covid-19 の影響を大きく受けており、出生率の低下が長期的に人口減少に影響を与える可能性がある。

【参考文献】

- 1) 鈴木温, 杉木直, 宮本和明: 空間的マイクロシミュレーションを用いた都市内人口分布の将来予測 - 40万人規模の富山市を対象として-, 都市計画論文集 Vol.51 No.3 pp839-846, 2016