

人口変動・施設立地内生化による社会ダイナミクスシミュレーションモデルの改良

岐阜大学 学生会員 ○柴田 芽依

岐阜大学 正会員 倉内 文孝

豊橋技術科学大学 正会員 杉木 直

1. 研究背景・目的

高齢化や過疎化による社会構造の変化に対応するため、効率化・集約性をめざす取り組みとして、市町村合併や主要施設の統廃合が行われている。これにより地方部などでは中心地域とそれ以外の地域で享受できるサービスや利便性の差が拡大する。また近年では災害も頻発し、道路の崩落、通行止めも多くなっている。通行止めが起こると避難ができないことや、商業施設・医療施設への所要時間が長くなることなどが発生する。つまり、効率化・集約性を目指す平常時の施策が道路途絶時の脆弱性を高めることが考えられる。この仮説を検証するにあたり、平常時におこる土地利用や立地、交通環境の変化などに伴い、人の行動がどのように変化するかなど社会の変容を表現・理解することが必要となる。本研究ではこの理解を深めるための社会ダイナミクスシミュレーションモデルの構築にあたり、先行研究¹⁾で残された課題に基づいたモデルの改良を進める。

2. 社会ダイナミクスシミュレーションモデル

2.1 モデルの概要

本研究で用いる社会ダイナミクスシミュレーションモデルは、長尾ら²⁾が構築したマイクロシミュレーション型都市モデルであり、個人や世帯などの最小単位の行動主体個々を対象に、属性や周囲の状況に基づいたイベントを確率的に発生させ、経時的な主体の行動を表現できるものである。1年ごとに結婚や就業などの性別・年齢に応じたライフイベントを発生させ、そこで起こる転居・転入による立地変化に伴う地価の変動を表現する。また、個人の施設選択や居住ゾーンごとのアクセス性の変化など都市構造の経年変化を表現する。

2.2 モデルの課題

課題の一つ目は出生数が実測値の約3割程度しか推定されていないことである。実測値は平成23年岐阜県人口動態統計調査²⁾から得た。先行研究では出

生確率を、2010年の y 歳有配偶女性の数から、2010年の y 歳有配偶女性が第 x 子以外を産んだ数を引いた値で除すことによって算出しており、2010年およびそのシミュレーションタイムステップにおいて既に第 x 子がいる有配偶女性の人数を考慮できていなかった。そのため出生数が実測値よりも低く算出されていたと考えられる。二つ目は、施設立地を外生的に付与していることである。水野¹⁾のモデルでは、施設立地が商圈人口に影響するという片方向の影響を考えている。実際は、この影響に加え、商圈人口が施設立地に影響するという相互作用があると考えられる。三つ目は人口フレームを外生的に付与している点である。現在のモデルでは、ライフイベントによる転居の推定値と人口問題研究所の将来推計値を比較し、過剰な年齢階級を含む世帯は強制的に転出させている。また、その後の転入世帯生成モデルにより差分が解消されるような世帯を生成し整合させている。この転居・転入は個人の状態変化によって起こるものではないため、人口フレームの制約条件を緩和したうえで地域社会の状態変化を表現することが望ましい。四つ目は、条件設定に関する課題である。本研究では一番世帯が上の夫婦の夫を世帯主としているが、国勢調査では世帯主の設定を各世帯が判断する。モデルにも柔軟な対応が求められるのではないかと考えられる。また、転居イベントでは一家全員での転居のみ発生させているが、夫婦とその親が同居している場合、夫婦だけ転居する世帯分離も考えられる。

3. 出生確率の改良

本研究では、出生確率を、 $x-1$ 人子供がいる y 歳の女性が第 x 子を産む確率として、ベイズの定理を用い以下のように設定し改良を試みた。

$$P(z|x, y) = \frac{P(x, y|z)P(z)}{P(x, y)}$$

$P(x, y|z)$: 出産した女性が、第 $x-1$ 子を持つ y 歳女性である確率

$P(z)$: 出産確率

$P(x, y)$: 第 $x - 1$ 子を持つ y 歳女性の確率

$P(x, y|z)$ は、 y 歳女性の第 $x - 1$ 子出生数を総出生数で除したものであり、岐阜県人口動態調査の母親の年齢別・出生順位別の出生数から算出した。 $P(z)$ は、出産するのは有配偶女性であると仮定し、出生数を有配偶女性の人数で除して算出した。 $P(x, y)$ は次のように展開することが出来る。

$$P(x, y) = P(x|y)P(y)$$

$P(x|y)$: y 歳女性が $x - 1$ 人の子供を産んでいる確率

$P(y)$: 女性が y 歳である確率

$P(x|y)$ は、先行研究で構築された、2010年の岐阜県下呂市の様相を表現する初期世帯マイクロデータ推定モデルの推定結果から算出した。 $P(y)$ は、有配偶女性を対象として、2010年の国勢調査の結果から算出した。新しく設定した出生確率を用い、2010年から2020年までの10シミュレーションタイムステップの実行した結果と実測値との比較を表-1に示す。改良前は約3割程度であった出生数が、約6~7割程度推定できるようになった。推定できていない部分は、若年層における未婚女性による出生が考慮出来ていないことが原因ではないかと考えられる。

4. 施設立地内生化の検討

鈴木ら³⁾の商業施設立地分布モデルを参考にし、目的変数を下呂市の郵便番号ごと79ゾーンの代表点における商業施設数とし、説明変数を商圈人口、最寄り駅までの距離、他施設の商業施設数とする重回帰モデルの構築を目指す。先行研究で行った下呂市でのアンケート調査の結果から、自動車での行動が8割以上をしめること、下呂市は郊外部であることを加味して商圈を表-2のように設定した。表-2中のスーパーマーケット大は面積が1000㎡以上のスーパーマーケット、スーパーマーケット小は面積が1000㎡以下のスーパーマーケットのことを指す。設定した商圈の範囲を迂回率で除した範囲を対象とし、その範囲とゾーンの重なり程度から商圈人口を求める。重回帰モデルの推定結果、社会ダイナミクスシミュレーションモデルへの適用結果は当日報告する。

5. おわりに

本研究では、下呂市を対象としたマイクロシミュ

表-1 出生数の推定結果と実測値との比較

TimeStep	推定値	実測値	推定値/実測値
1	218人	264人	82.6%
2	165人	220人	75.0%
3	163人	222人	73.4%
4	135人	210人	64.3%
5	118人	192人	61.5%
6	140人	190人	73.7%
7	107人	174人	61.5%
8	114人	175人	65.1%
9	109人	186人	58.6%
10	97人	159人	61.0%

表-2 設定した商圈

施設の種類の	所要時間	範囲
ショッピングセンター	40分	20km
スーパーマーケット大	20分	10km
スーパーマーケット小	10分	5km
ドラッグストア	10分	5km
ホームセンター	30分	15km
JA	20分	10km
個人商店	8分	4km
コンビニ	8分	4km

レーション型都市モデルの改良を行った。今後は施設立地内生化に向けたモデルの構築を行うとともに、人口変動の内生化を進め、社会変容に伴う災害前後の買物、医療施設へのアクセシビリティの変化から道路途絶時脆弱性の評価を試みる。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 JP18H01557 の助成を受け、さらに東大 CSIS 共同研究 No.795 の一部として遂行された。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 水野杏菜：「社会ダイナミクスシミュレーションを活用した災害時脆弱性評価:岐阜県下呂市を対象にして」、岐阜大学大学院自然科学技術研究科修士論文、2022.3
- 2) 長尾将吾, 杉木直, 倉内文孝, 松尾幸二郎：「マルチレイヤネットワークを用いた社会ダイナミクスモデルのシミュレーション」、第62回土木計画学研究発表会・講演集, CD-ROM, 2020.
- 3) 統計情報, 岐阜県 HP, URL: <https://www.pref.gifu.lg.jp/page/56748.html>, 2022年12月15日検索
- 4) 鈴木温, 平沼克, 古田稜：「商業立地を内生化した世帯マイクロシミュレーションを用いた団地再生施策評価」、土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.77, No.5 (土木計画学研究・論文集第39巻), I_407-I_416, 2022