災害時脆弱性評価に向けた社会ダイナミクスシミュレーションの岐阜県下呂市への適用

岐阜大学　学生会員　○水野　杏菜
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. はじめに

急速な高齢化や過疎化などの社会構造変化が生じるなか，持続可能な社会の構築は重要な課題である．地方都市では，持続可能性確保のため，市町村合併などによる効率化や集約性を向上させる施策が行われているが，その結果集約の中心になる地域とそれ以外の地域では享受できるサービスや利便性に差が生じることが考えられる．また，災害が頻繁に発生する中，過度に効率化を図られた社会では，移動距離などの観点から災害時の脆弱性が高まることが考えられる．平常時の持続可能性を担保する施策が災害時の脆弱性を高めうるという仮説を検証するにあたり，平常時での土地利用や立地，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理解することが必要である．本研究は災害時における脆弱性を評価するために，平常時における主体の属性や施設利用の経時的な変化を表現するシミュレーションモデルを対象地である岐阜県下呂市に適用することについて報告する．

2. 使用するモデルの概要

本研究では，長尾ら[1),2)]による初期世帯マイクロデータ推定モデルおよびマイクロシミュレーション型都市モデルを下呂市に適用し分析を行う．モデルの基本構造をそれぞれ**図-1**，**図-2** に示す．初期世帯マイクロデータは，世帯人数と家族類型，年齢関係を考慮した世帯と世帯構成員の生成をしたのち，小地域ごとの性別年齢階層別人口，世帯人数，世帯数の周辺分布と調整することで生成する．また，生成された初期世帯マイクロデータには就学・就業状態，居住形態等のオプション属性を与える．将来の社会変容を表現するマイクロシミュレーション型都市モデルは，個人および世帯の属性変化を表現するライフイベントモデル，転居者の立地選択を表現する居住ゾーン選択モデル，立地変化に伴う地価の変化を表す地価モデル，個人の施設選択行動を表現するアクセシビリティモデルからなる．本研究では基本的に平成 22 年の下呂市および岐阜県の国勢調査等を用いて推定を行っているが，アクセシビリティモデルなどの一部では下呂市にて令和 3 年 2 月に実施した 10 年前から現在にかけての買物，医療行動および転居について設問を設けたアンケート調査[3)]の結果等を用いた．

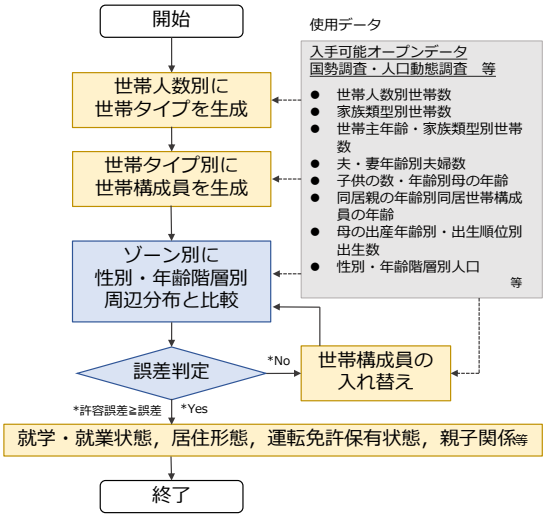

図-1　初期マイクロデータ推定フロー（長尾ら[1)] を参考に筆者が作成）

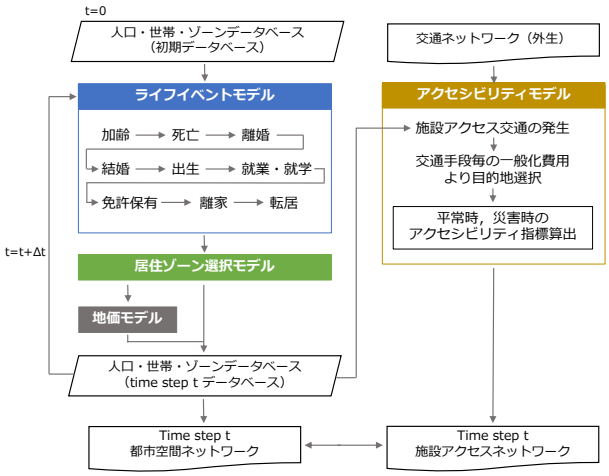

図-2　本研究におけるマイクロシミュレーション型都市モデルの基本構造（長尾ら[2)] を参考に筆者が作成）

3.　各モデルの適用結果

3.1 初期世帯マイクロデータ推定モデル

初期世帯マイクロデータ推定に際し，対象とした世帯タイプを**表-1** に示す．国勢調査との誤差が 10%

以上となるものも存在するが，これらは考慮できていない世帯タイプによって誤差が生じていると考えられる．また，オプション属性については概ね国勢調査と同様の結果を得られている．

3.2 マイクロシミュレーション型都市モデル

マイクロシミュレーション型都市モデルのうち，ここでは人口・世帯・ゾーンデータベースに関わる 3 つのモデルのみを実行した結果を報告し，アクセシビリティモデルについては講演時に結果を報告する．まず，初回ステップである平成 22 年から平成 23 年にかけてのライフイベントモデル実行結果を**表-2** に示す．実測値は平成 23 年岐阜県人口動態統計調査など[4]から得た．死亡，離婚，結婚については実測値と概ね一致しているが，出生数は実測値の 3 割程度となり，課題が残る結果となった．また，**図-3** に平成27年の推定値と国勢調査の人口を比較した結果を示す．人口が過少に推定されている地域は，初期世帯マイクロデータにて若年層が他地域に比べ多い地域であった．転居確率は岐阜県のデータをもとに算出していることから，就学や就職などによる転出が下呂市の実測値より多く発生した可能性がある．人口が過剰に推計された地域は，推定において転入による人口増加がみられている．今後，より現実に近い推定を行うために，若年層の転出のパラメータや居住ゾーン選択モデルについても改良を行う予定である．

4. おわりに

本研究では，下呂市を対象に初期世帯マイクロデータの推定や社会変容を表現するマイクロシミュレーション型都市モデルの適用を行った．今後は構築したモデルの精度を向上させるとともに，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災害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．また，調査実施にあたり，下呂市生活部には調査の周知および参加の働きかけについて多大なる協力をいただいた．ここに感謝の意を表する．

表-1　対象世帯タイプとH22国勢調査との誤差

世帯人数	（世帯タイプ）世帯構成員	世帯人数	（世帯タイプ）世帯構成員
1	(11,12) 単身世帯	5	(51) 夫婦と子3人
2	(21) 夫婦のみ		(52) 両親と夫婦と子1人
	(22) 男親と子1人		(53) 親1人と夫婦と子2人
	(23) 女親と子1人		(50) その他
	(20) その他	6	(61) 夫婦と子4人
3	(31) 夫婦と子1人		(62) 両親と夫婦と子2人
	(32) 女親と子2人		(63) 親1人と夫婦と子3人
	(33) 夫婦と親1人		(60) その他
	(30) その他	7	(71) 夫婦と子5人
4	(41) 夫婦と子2人		(72) 両親と夫婦と子3人
	(42) 女親と子3人		(73) 親1人と夫婦と子4人
	(43) 夫婦と両親		(70) その他
	(44) 親1人と夫婦と子1人	8	(81) 夫婦と子6人
	(40) その他		(82) 両親と夫婦と子4人
	該当世帯人数内でH22国勢調査構成割合と10%以上誤差		(83) 親1人と夫婦と子5人
	該当世帯人数内でH22国勢調査構成割合と5%以上誤差		(80) その他

表-2　H23（Step1）における推定結果

ライフイベント	推定値	実測値
死亡	494人	451人
離婚	47件	49件
結婚	124件	127件
出生	73人	264人
転出	1169人	1117人
転入	1132人	880人

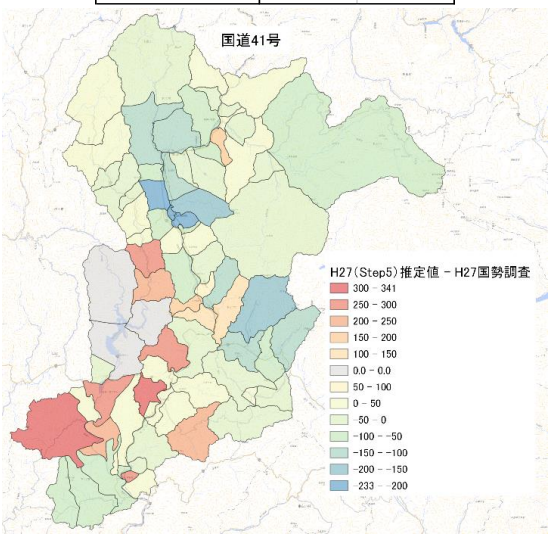

図-3　H27推定値（Step5）と国勢調査の人口の誤差

参考文献

1) 長尾将吾，杉木直，鈴木温，松尾幸二郎：オープンデータを用いたメッシュベースのマイクロシミュレーション型都市モデルの構築，第 60 回土木計画学研究発表会・講演集，CD-ROM，2019.

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) 水野杏菜，倉内文孝：中山間地域における施設立地と日常的行動に関するアンケート分析：岐阜県下呂市を対象にして，第 64 回土木計画学研究発表会・講演集，CD-ROM，2021.

4) 統計情報，岐阜県 HP，URL: https://www.pref.gifu.lg.jp/page/56748.html，2021 年 12 月 15 日検索