

## 交通体系が異なる都市間における 都市マイクロシミュレーションのモデルパラメータ移転可能性の検討

豊橋技術科学大学 学生会員 ○小泉 翼  
豊橋技術科学大学 正会員 杉木 直  
豊橋技術科学大学 正会員 松尾 幸二郎

### 1. はじめに

わが国では、人口減少や、少子高齢化、モータリゼーションの発展により、生活サービスレベルの低下、公共インフラの維持管理問題、地域経済の衰退が課題となっている。これらの課題に対し政府は、「コンパクト+ネットワーク」を根幹に、居住誘導や都市機能の誘導、ネットワークの連携強化などの政策を各地で検討している。これらを検討する上で、個人や世帯単位で考慮可能な都市マイクロシミュレーション（以下、MS）が有効であり、モデル構築や適用が行われている<sup>1)2)</sup>。また、Sugikiら<sup>3)</sup>はオープンデータのみを利用した都市MSモデルであるHUMSを開発し、さらにBatzayaら<sup>4)</sup>は、人口規模の異なる都市について、モデルパラメータ移転性を検討した。都市MSはデータの収集や整理に時間を要するため、汎用性を高める上で有用な試みである。

本研究では、人口規模が近く交通条件が異なる都市を対象として、都市MSのモデルパラメータ移転可能性を検討することを目的とする。

### 2. 都市MSモデル

#### (1) 都市MSモデルの基本構造

本研究で用いる既開発の都市MSモデル<sup>3)</sup>の基本構造を、図1に示す。

#### (2) 初期世帯マイクロデータ生成

現況の都市構造を表現する初期世帯マイクロデータは、人口と世帯の周辺分布に基づき生成する。また、性別や年齢、免許保有状況などの個人の属性は、統計データから確率的に付与する。

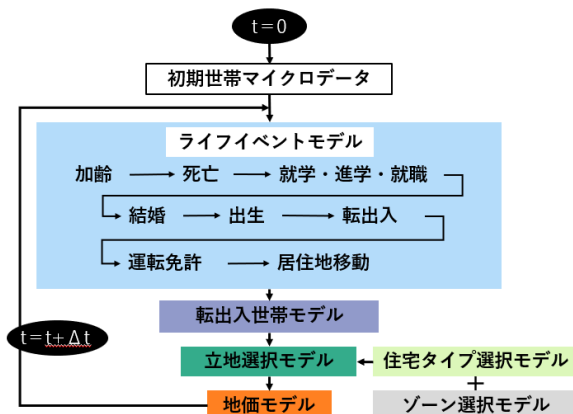


図1 都市MSモデルの基本構造

#### (3) ライフイベントモデル

出生は、16歳から49歳の既婚女性に確率的に発生すると仮定し、母親の年齢・出生順位別出生数を説明変数として推定する。死亡はすべての個人に確率的に発生すると仮定し、性別と年齢を説明変数として推定する。それぞれ算出された出生率、死亡率に基づき、モンテカルロ法で出生・死亡を決定する。就学・進学・就職、結婚、離婚、運転免許の保有、退居については、それぞれの個人の性別・年齢別に、統計データを基にした確率を算出し、モンテカルロ法により決定する。対象地域外からの転入世帯は、国立社会保障・人口問題研究所の「将来推計人口・世帯数」の推計データと対象地域内の集計との差を転入世帯および人口とする。転入世帯の年齢や世帯構成は、初期世帯マイクロデータを基に生成する。

#### (4) 立地選択モデル

立地選択モデルは住宅タイプ選択モデルとゾーン選択モデルで構成される。住宅タイプ選択モデルは、世帯属性を変数とした多項ロジットモデルで式(1)、(2)で表現される。 $H_n$ は住宅種類と所有の関係、 $X_{khn}$ は世帯属性変数である。

$$P_{hn} = \frac{e^{V_{hn}}}{\sum_{h' \in H_n} e^{V_{h'n}}} \quad (h \in H_n) \quad (1)$$

$$V_{hn} = \sum_k \theta_k X_{khn} + c \quad (2)$$

ゾーン選択モデルでは、対象地域内を移転する場合に、対象地域内からの移転先の選択を住宅タイプごとに式(3)、(4)の多項ロジットモデルから決定する。 $Z_n$ は世帯 $n$ の住宅ゾーンの選択集合、 $X_{kin}$ は交通条件、土地利用などのゾーン属性、 $LP_i$ は地価である。

$$P_{ihn} = \frac{e^{V_{ihn}}}{\sum_{i' \in Z_n} e^{V_{i'hn}}} \quad (i \in Z_n) \quad (3)$$

$$V_{ihn} = \sum_k \alpha_k X_{kin} + \gamma LP_i + c \quad (4)$$

#### (5) 地価モデル

各ゾーンの地価は、年次の終了時に式(5)のヘドニック回帰モデルを用いて算出し、次年度の地価を更新する。 $L_i$ は各ゾーンの土地価格、 $X_{ki}$ は駅までの距離や土地利用などの条件、 $D_i$ は立地密度である。

$$LP_i = \sum_k \gamma_k X_{ki} + \delta D_i + c \quad (5)$$

### 3. 対象都市の選定

人口が豊橋市と近く、交通条件の異なる都市を対象とするため、人口を豊橋市から±7.5万人とし、自動車分担率、市外通勤率に着目して分析対象都市を選定した。図2に各都市の自動車分担率とDID人口と総人口の比の関係を示す。DID人口/総人口比が小さい人口の拡散した地域では、自動車での移動が主体となっている。図3に市外通勤率と自動車分担率の関係を示す。市外通勤率が高いほどベッドタウンとして、低いほど就労場所が多い都市として位置づけられる。以上より、自動車分担率と市外通勤率を主として決定した対象都市を表1に示す。

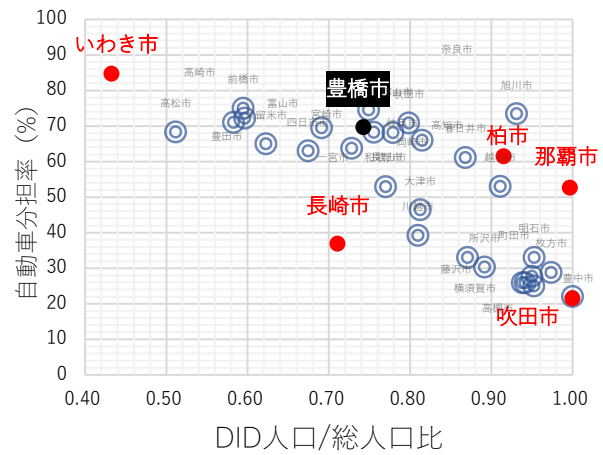


図2 DID人口/総人口比と自動車分担率

### 4. MSモデルの適用とパラメータ移転可能性の検討

MSモデルでは、空間分析単位を4次メッシュとした。これは、駅までの距離など、地価や立地選択モデルの変数をより現実によく表現するためである。実際の統計値と比較するために、初期年次を2015年として10年後の2025年までの期間を対象としてシミュレーションを実施した。また、各都市の地価、立地選択モデルのパラメータを豊橋市に移転した。図4に、豊橋市及び柏市のパラメータを豊橋市に移転した際の10年間の人口変動を示す。柏市のパラメータを用いた結果では、中心駅である豊橋駅に人口が集中する傾向にある。柏市では、ゾーン選択モデルにおける最寄り駅までの距離のパラメータ値が大きく、変化に起因したと考える。

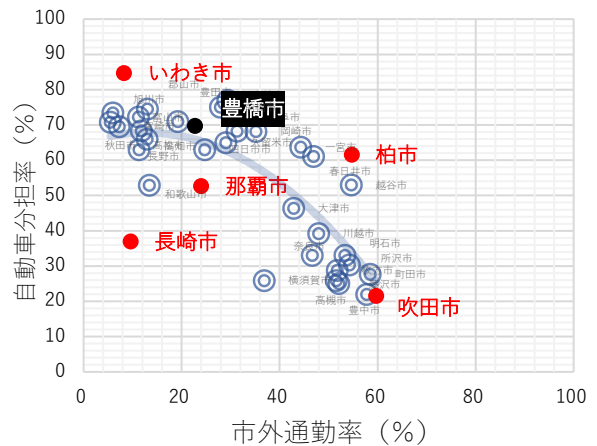


図3 市外通勤率と自動車分担率

### 5. おわりに

本研究では、豊橋市と人口規模が近く、交通条件の異なる都市について、MSモデルを適用し、将来推計を行った。また、対象都市間でのパラメータの移転可能性を検討した。

### 謝辞

本研究はJSPS 科研費 20K04721 の助成を受け実施しました。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 林良嗣, 富田安夫: マイクロシミュレーションとランダム効用関数モデルを応用した世帯のライフサイクル-住宅立地-人口属性構成予測モデル, 土木学会論文集, 第395号, IV-9, pp85-94, 1998.
- 2) 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, 日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.51, No.3, 2016.
- 3) Nao Sugiki, Shogo Nagao, Batzaya Munkhbat, Atsushi Suzuki, Kojiro Matsuo: Development of a Household Urban Micro-Simulation Model (HUMS) Using Available Open-Data and Urban Policy Evaluation, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography: Urban Informatics for Future Cities, pp.343-370, 2021.
- 4) Munkhbat Batzaya, 杉木直, 鈴木温, 阪田知彦, 松尾幸二郎: Application of Household Urban Micro-Simulation (HUMS) in cities of different population sizes and comparison between model parameter characteristics, 第64回土木計画学研究発表会・講演集, 2021.

表-1 対象都市

都市	人口	DID人口	DID人口/ 総人口比	DID人口密度 (DID人口/ DID面積)	可住地 人口密度	自動車 分担率	市外通勤率 (市外通勤数/ 従業者数)
	万人	万人		人/km <sup>2</sup>	人/km <sup>2</sup>	%	%
柏市	42.6	39	0.915	8496.6478	4085	61.5	0.5
長崎市	40.9	29	0.709	6756.16725	2306	36.9	0.1
吹田市	38.5	38.5	1.000	10683.4857	10436	21.5	0.6
豊橋市	37.1	27.6	0.744	5891.65778	1709	69.7	0.2
いわき市	33.2	14.3	0.431	3376.92308	999	84.7	0.1
那覇市	31.7	31.6	0.997	8227.13098	8140	52.6	0.2

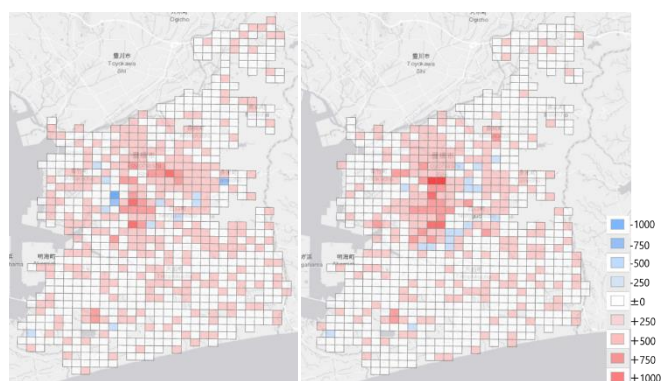


図4 2015~2025年までの豊橋市の人口変動  
 (左: 豊橋市のパラメータを豊橋市に適用)  
 (右: 柏市のパラメータを豊橋市に適用)