

仙台都市圏を対象とした マイクロシミュレーション型都市モデルによる 将来人口分布予測及び交通政策の評価

山崎 大嗣¹・杉木 直²・宮本 和明³・松尾 幸二郎⁴

¹学生会員 豊橋技術科学大学大学院 建築・都市システム学専攻

(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町字雲雀ヶ丘1-1)

E-mail:yamasaki.taishi.bf@tut.jp

²正会員 豊橋技術科学大学准教授 建築・都市システム学系

(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)

E-mail:sugiki@ace.tut.ac.jp

³フェロー パシフィックコンサルタンツ株式会社技術顧問 社会イノベーション事業本部

(〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目22番地)

E-mail:kazuaki.miyamoto@tk.pacific.co.jp

⁴正会員 豊橋技術科学大学助教 建築・都市システム学系

(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)

E-mail:k-matsuo@ace.tut.ac.jp

現在我が国では、低密度市街地の拡大や、自動車依存の増大、公共交通の衰退などの社会問題が発生している。これらの問題に対して、各市町村では交通政策を通じた市街地集約型都市構造により持続可能な都市の形成を図っている。それに伴い、政策の是非や効果を判断するための都市の将来人口分布の予測や、交通政策の影響評価の必要性が高まっている。本研究では、マイクロシミュレーション型都市モデルを交通政策評価へ適用し、その利用可能性の検討を行うことを目的とする。具体的には、宮城県仙台都市圏を対象とし、既存研究で構築されたライフイベントモデルに次ぐ、住宅タイプ選択モデル等について、第5回仙台都市圏PT調査により得られたデータを用いて集計分析やパラメータ推定を行い、都市の将来人口分布の予測及び交通政策の評価を行う。

Key Words : *Micro Simulation, Future Population Projections, Traffic Policy Evaluation*

1. はじめに

現在我が国では、低密度市街地の拡大や、自動車依存の増大、公共交通の衰退などの社会問題が発生している。これらの問題に対して、各市町村では交通政策を通じた市街地集約型都市構造により持続可能な都市の形成を図っている。それに伴い、政策の是非や効果を判断するために用いる都市の将来人口分布の予測や、交通政策の影響評価の必要性が高まっている。そのような中で、個人・世帯を最小単位として扱い、詳細な属性を考慮した上で、ライフイベント（加齢、就学・就職、結婚・離婚、出産等）の発生や、転居に伴う対象地域への転出・転入、居住地の選択等を確率的に計算することにより、人口・世帯の分布や世帯構造の変化、交通政策の効果を経年的

に分析可能なマイクロシミュレーションという手法が提案されている。マイクロシミュレーションに関する既往研究として、杉木ら²⁾は、サンプルマイクロデータによって得られる各属性間の相関性に関する情報等を利用してシミュレーション初期の時点のマイクロデータを推計するシステムの構築や、仮定の線形都市を対象としたマイクロシミュレーション型都市モデルの構築及び集計化の影響等の分析を行っている。さらに、鈴木ら³⁾は人口40万人規模の富山市全域を対象としたマイクロシミュレーション型都市モデルを構築し、アンケートデータをもとに生成した個人・世帯マイクロデータを用いて、各個人のライフイベントの発生確率を考慮した人口遷移のモデル化を行っている。その結果、40万人規模の都市を対

象としたマイクロシミュレーションによる推計の有効性を示している。これらの既往研究では、モデルの構築や精度・有効性の検証等は行われているが、実際の交通政策への適用は行われていない。そこで本研究では、マイクロシミュレーション型都市モデルを交通政策評価へ適用し、その利用可能性の検討を行うことを目的とする。具体的には、人口約157万人の宮城県仙台都市圏を対象とし、既存研究で実施された初期世帯マイクロデータ推定及びライフイベント発生モデルに次いで、第5回仙台都市圏PT調査により得られたデータを用いて、住宅タイプ選択モデル及び、地価モデルのモデル構築及びパラメータ推定等を行う。また、仙台都市圏における住み替えを考慮した将来人口分布の予測及び具体的な交通政策の評価を実施する。

2. マイクロシミュレーション型都市モデル

(1) マイクロシミュレーションモデルの基本構造

本研究では、鈴木ら³⁾によって開発されたマイクロシミュレーション型都市モデルをベースモデルとしてモデルの構築を行う。モデルは図-1のように、「データベース」、「ライフイベント発生モデル」、「転入世帯生成モデル」、「立地選択モデル」、「地価モデル」により構成されている。「データベース」は初期世帯マイクロデータに相当し、個人・世帯に関する年齢、性別などの属性情報を有し、「ライフイベント発生モデル」では、ライフイベントを連続で発生させ、個人・世帯の変遷を表現する。さらに、新規の転入世帯について「転入世帯生成モデル」で世帯の生成を行う。「立地選択モデル」は「住宅タイプ選択モデル」と「居住地ゾーン選択モデル」により構成されており、転入世帯については世帯の属性、ゾーン・土地・住宅属性を説明変数とする多項ロジットモデルによって住居タイプ、転居先ゾーン選択を

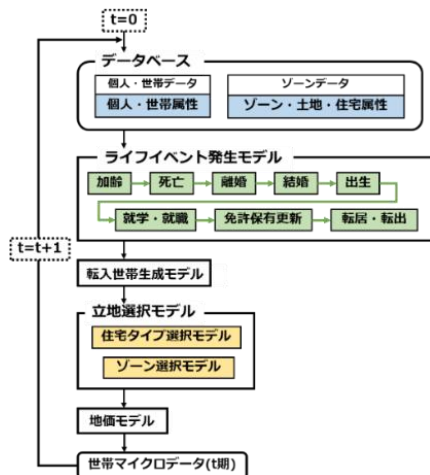


図-1 マイクロシミュレーション型都市モデルの基本構造

行う。「ゾーン選択モデル」では、パーソントリップ調査等のアンケート調査より得られる過去に転居を行ったデータを基にパラメータ推計を行う。

(2) 初期世帯マイクロデータ

初期世帯マイクロデータ推定手法の簡略化したフローを図-2に示す。初期世帯マイクロデータの推定では、周辺分布として国勢調査より得られる性別5歳階級別人口及び、世帯人数別世帯数を用い、サンプルデータとしてパーソントリップ調査より得られる世帯サンプルデータを用いる。初期世帯マイクロデータ生成の前段階として、世帯人数別世帯数に対して世帯タイプを付加する。世帯タイプとは一つの世帯を構成する世帯構成員の続柄より判定されるものである。世帯人数から構成される世帯構成について世帯サンプルの自由度が10以上の場合は世帯タイプとして設定し、自由度が10未満の世帯構成については、世帯人数別の「その他」として設定する。

世帯タイプ及び世帯サンプルの世帯構成をもとに各世帯構成員の世帯内の世代及び、性別を付与する。また、世帯構成員の年齢決定の際に、対象となる世帯構成の世帯サンプルが自由度10以上得られる場合は、主成分分析により属性間の相関性を考慮した年齢の決定を行う。属性間の相関性を考慮した年齢の決定とは、世帯サンプルデータから得られる年齢構成の組み合わせの特性を反映しつつ、周辺分布と一致するような初期世帯マイクロデータの生成を行うため講じるものである。具体的には、パーソントリップ調査により得られる世帯サンプルにおける m 人世帯データの属性変数($X_{is} = (x_{1s}, \dots, x_{ms})$)を、式(1)のように主成分分析を用いて無相関変数($P_{is} = (p_{1s}, \dots, p_{ms})$)に変換する。

$$P = aX \tag{1}$$

ここで、 s は世帯番号、 i は世帯人数、 a は主成分負荷量を表している。世帯サンプルの無相関変数 P_{is} の値に基づいて、図-3に示すように、 $i = 1 \sim m$ について累積曲線を作成する。式(1)より式(2)が導出される。

$$X = A^{-1}P = BP \tag{2}$$

世帯を生成する際には属性 i に対して乱数 ran_i を発生させ、図の累積曲線より $i = 1 \sim m$ について生成世帯の各構成員に対する P_{is} を求め、生成世帯の x_i は式(2)より $i = 1 \sim m$ について求められる。また、世帯サンプルの自由度が10未満の場合は、世帯サンプルから世帯をランダムに抽出し世帯サンプルと同様の年齢を与える。このような処理を対象地域内の全ての世帯人数別世帯数に対して行い、初期世帯マイクロデータが生成される。生成した初期世帯マイクロデータは周辺分布を満たしていないため、世帯をランダムに抽出し、周辺分布を満たすまで世帯の入れ替えを行う。以上の処理における世帯データの生成、調整はモンテカルロ法により確率的に行う。

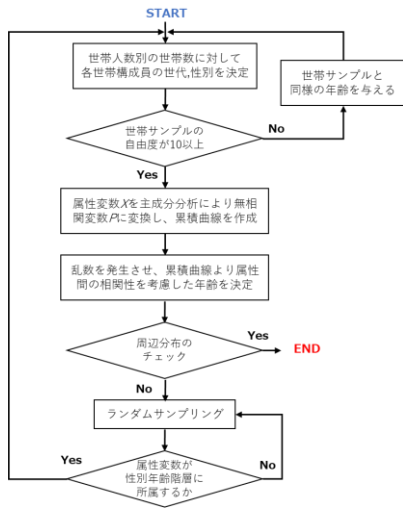


図-2 初期世帯マイクロデータ推定のフロー

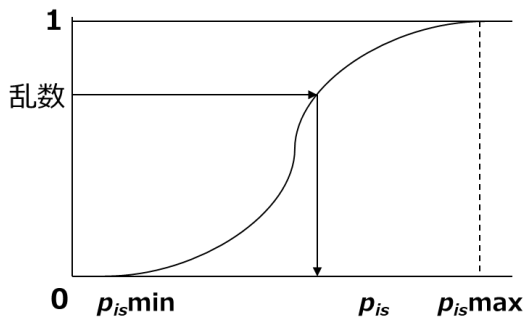


図-3 無相関変数を用いた相関の統合

(3) オプション属性の付与

生成した初期世帯マイクロデータに対するオプション属性として、住宅形態、就業・就学状態、運転免許保有状態の付与をモンテカルロ法を用いて確率的に行う。

a) 住宅形態

住宅形態は、「持家戸建」、「持家集合」、「賃貸戸建」、「賃貸集合」の4つに分類する。パーソントリップ調査世帯票の住居形態について、市区町単位で、表-1のように持家戸建・持家集合・賃貸戸建・賃貸集合に分けて集計を行い、割合を算出する。得られた割合より周辺分布を作成し、世帯に対してモンテカルロ法により確率的に属性を付与する。世帯票の住居形態が無記入の場合、集計対象外とする。

表-1 住宅タイプの分類

住宅タイプ	PT調査における区分
持家戸建	一戸建て(持家)
持家集合	マンション(持家)
賃貸戸建	一戸建て(貸家)
賃貸集合	アパート・マンション(賃貸)
	社宅・官舎・寮
	高齢者集合住宅

b) 就業・就学状況

就業形態は、「フルタイム職」、「フルタイム職以外」、「学生」、「無職」の4つに分類する。パーソントリップ調査世帯票の「就学・就業状態」より、5歳階級ごとの未婚男性、未婚女性、有配偶男性、有配偶女性の項目に対して、表-2のように集計を行い、就業形態の割合を算出する。得られた割合を周辺分布としてモンテカルロ法により確率的に属性を付与する。未婚、有配偶の判別に必要な婚姻情報は、パーソントリップ調査世帯票の「世帯主との関係」をもとに判別を行う。

表-2 就業・就学状態の分類

就業・就学状況	PT調査における区分
フルタイム職	有職者(区分不明)
	有職者(正社員・正職員)
フルタイム職以外	有職者(派遣・契約・パート・アルバイト)
	有職者(自営業・役員・その他)
学生	学生・生徒・児童
無職	園児・未就学児
	専業主婦・主夫
	休職中・長期休暇
	無職

c) 運転免許保有状態

運転免許保有状態は「保有あり」と「保有なし」に分類する。パーソントリップ調査世帯票の「自動車運転免許」より、性別、年齢別の免許保有割合を算出し、得られた割合を周辺分布とし、モンテカルロ法により確率的に免許保有状態を付与する。

(4) ライフイベントモデル

a) 加齢

加齢イベントとは、各シミュレーションタイムステップにおいて最初に行われる処理であり、生存している全個人に対して、年齢をインクリメント(+1)する。加齢した年齢を基に、これ以降のライフイベントの発生確率を与える。

b) 死亡

死亡イベントでは、「性別年齢別死亡確率」をもとに、各個人の死亡を判定する。性別年齢別死亡確率はワイブル分布を仮定した生存時間解析を用いて算出する。ワイブル分布の累積生存確率 $S(t)$ は式(3)のように表される。

$$S(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha\right] \quad (t \geq 0) \quad (3)$$

ここで、 t は生存時間(年齢)、 α 、 β はそれぞれパラメータを表している。算出した死亡確率を基に、モンテカルロ法により個人の死亡を判定する。死亡と判定された個人データに関しては、どのイベントに関しても対象外になる処理が施される。死亡イベントは、加齢イベントの後に行われるため0歳の新生児の死亡確率が0になるが、

新生児の死亡確率は非常に低いため、無視しても影響は少ない。そのため、0 歳児に対しても同様に処理を行う。

c) 離婚

離婚イベントでは、「性別年齢別離婚率」に従い、婚姻夫婦の離婚を判定する。「性別年齢別離婚率」は、男性の年齢別離婚者数をその年齢の男性の有配偶者で割ることにより算出し、夫の年齢別離婚確立をその夫婦の離婚率とみなす。また、離婚時の離家者の性別構成比率として「地域別親との同居割合」より全国平均値を用いて離家判定を行う。さらに、離婚後の離家者の行先として、①実母のいる世帯に合流、②域内で独立世帯となり、転居する、③域外へ転出する、の 3 パターンに分類し、まず①が可能な場合は、「①かそれ以外か」をモンテカルロ法により決定し、「それ以外」となった場合はさらにモンテカルロ法により②か③を決定する。

d) 結婚

結婚イベントでは、「性別年齢別結婚率」に従い、未婚の個人を対象として結婚を判定する。「性別年齢別結婚率」は、性別年齢別の婚姻件数を各年齢の未婚者数で割ることにより算出する。得られた「性別年齢別結婚率」よりモンテカルロ法により確率的に結婚を判定し、結婚と判定された男女をリストアップする。リストアップした男女に対して、「夫の年齢に対する妻の年齢の割合」と「妻の年齢に対する夫の年齢の割合」を基に、配偶者の年齢を割り当てる。割り当てた配偶者の年齢が男女ともに一致している場合、ペアが決定する。ペアが成立しなかった男女に関しては、配偶者を域外から転入させ結婚させる。結婚後の世帯形成に関しては、「結婚時の世帯合流比率」に従い①夫の世帯に合流、②妻の世帯に合流、③夫と妻による独立世帯となる、のいずれかにモンテカルロ法により分類する。

e) 出生

出生イベントでは、既婚女性を対象として「年齢別出生順位別出生率」に従い、年齢と出産人数に応じた確率で出生イベントを発生させる。「年齢別出生順位別出生率」は一般化ガンマ分布モデルを用いて算出する。一般化対数ガンマ分布モデルによる年齢別出生順位別出生率 $g_n(x)$ を式(4)に示す。

$$g_n(x) = \frac{C_n |\lambda|}{b_n \Gamma(\lambda_n^{-2})} (\lambda_n^{-2})^{\lambda_n^{-2}} \exp \left[\lambda_n^{-2} \left(\frac{x - u_n}{b_n} \right) - \lambda_n^{-2} \exp \left\{ \lambda_n \left(\frac{x - u_n}{b_n} \right) \right\} \right] \quad (4)$$

ここで、 x は母親の年齢、 $\Gamma()$ はガンマ分布、 C_n 、 u_n 、 b_n 、 λ_n はそれぞれパラメータを表している。

f) 就業・就学状況更新

就業・就学状況更新イベントでは、前年の就業・就学状況が学生だった 16 歳、19 歳、21 歳、23 歳の個人に対して、性別年齢別の進学率を用いて、イベント発生年の

進路を決定する。就業・就学状況更新イベントでは、主に学生に対する処理と学生以外に対する処理の 2 パターンを行う。

学生に対する処理に関しては、先述した就学・就業状態に関するオプション属性が学生の個人に対して「性別年齢別進学率」に基づきモンテカルロ法により進学または就職判定を行う。その際の離家に関しては、進学する学生に対しては「性別年齢別進学時離家確率」、就職する学生に対しては「性別年齢別就職時離家確率」に従い離家判定を行う。また、U ターン就職についても考慮するため、「性別年齢別 U ターン就職率」に従い、学生を実家に合流させる。学生以外に対する処理に関しては、オプション属性付与で用いた職業割合を用いて、モンテカルロ法により学生以外の新たな職業を割り当てる。

g) 免許保有更新

免許保有更新イベントでは、18 歳以上の個人を対象として運転免許の取得・返納の判定を行う。判定では、パーソントリップ調査世帯票の「自動車運転免許」データを用いる。取得率に関しては、オプション属性付与の際に算出した「性別年齢別普通免許保有率」に対して、1 歳下の保有率との差分により算出する。また、返納率も「性別年齢別普通免許保有率」と同様にパーソントリップ調査世帯票の「自動車運転免許」より算出し、一歳下の返納率との差分により算出する。この際、あらかじめ保有率・返納率を移動平均にすることにより、取得率・返納率の変化をなだらかにする。得られた取得率・返納率に基づき、モンテカルロ法により確率的に免許保有更新を行う。

h) その他の離家

離婚、就職、進学による離家とは別に、「性別年齢別離家確率」を用いて、世帯から個人を離家させる。ここで、離家者数の周辺分布から、離婚、就職、進学によるものを除き、離家者数が周辺分布を下回る場合は、周辺分布を満たすまで性別年齢別に個人を離家させる。

i) 転居発生(地域内・地域外)

「世帯主年齢別世帯人数別転居率」及び、「世帯主年齢別世帯人数別転出率」に基づき、モンテカルロ法により世帯を転入・転出させる。「世帯主年齢別世帯人数別転居率」及び、「世帯主年齢別世帯人数別転出率」は、パーソントリップ調査世帯票の「居住開始時期」、「転居前住所(ゾーンコード)」、「以前の居住形態」を基に算出する。

(5) 転入世帯生成モデル

「世帯人数別転入世帯数」と「年齢別転入人口」を用いて、転入世帯の生成を行う。シミュレーションタイムステップ $t+1$ 期の性別年齢階層別人口及び世帯人数別世帯数を外生フレームとして与え、当年の性別年齢階層別

人口及び世帯人数別世帯数との差より、転入人口・世帯数が算出される。算出した転入人口・世帯数を周辺分布として初期世帯マイクロデータ生成方法と同様に転入マイクロ世帯データを算出する。

(6) 住宅タイプ・転居先ゾーン選択モデル

a) 住宅タイプ選択モデル

世帯の属性を変数とする多項ロジットモデルによって住居タイプ選択を行う。世帯 n の住宅タイプ選択肢集合 A_n は、 $A_n = \{j=1(\text{持家戸建}), j=2(\text{持家集合}), j=3(\text{賃貸戸建}), j=4(\text{賃貸集合})\}$ の4タイプとする。住宅タイプ選択モデルにおける多項ロジットモデルの選択確率および効用関数の確定項を式(5)、式(6)に示す。

$$P_{jn} = \frac{e^{V_{jn}}}{\sum_{j \in A_n} e^{V_{jn}}}, \quad (j \in A_n) \quad (5)$$

$$V_{jn} = \sum_k \theta_k X_{jnk}, \quad (j \in A_n) \quad (6)$$

効用関数は線形を仮定し、説明変数として、世帯人数、世帯主年齢、子供の数、転居前住居の住宅タイプ、転居理由ダミー(就業就学、結婚)を設定する。また、選択肢特性変数として、それぞれの住宅タイプに対して固有ダミーを設定する。

b) 転居先ゾーン選択モデル

転居先ゾーン選択モデルでは、対象地域内の全てのゾーンから1つのゾーンを選択する多項ロジットモデルにより、持家戸建、持家集合、賃貸戸建、賃貸集合の4つの住宅タイプごとに転居先ゾーンの選択を表現する。転居先ゾーン選択モデルにおける多項ロジットモデルの選択確率および効用関数の確定項を式(7)、式(8)に示す。

$$P_{jn} = \frac{e^{V_{jn}}}{\sum_{j \in A_n} e^{V_{jn}}}, \quad (j \in A_n) \quad (7)$$

$$V_{jn} = \sum_k \theta_k X_{jnk}, \quad (j \in A_n) \quad (8)$$

ゾーン選択モデルの効用関数の説明変数としては、交通条件や立地利用、地価、世帯人数、世帯主年齢等を用いる。

(7) 地価モデル

地価モデルでは、各シミュレーションタイムステップ期末に各ゾーンの地価をヘドニック回帰モデルにより算出し、次期の転居先ゾーン選択で用いる地価を更新する。地価算出に用いる式を式(9)に示す。

$$LP_i = \sum_k \gamma_k X_{ki} + \delta D_i + \theta \quad (9)$$

ここで、 i はゾーン、 LP は地価、 X_{ki} はゾーン条件(都市距離、駅距離、用途地域等)、 D_i は立地密度、 γ_k 、 δ 、 θ はパラメータを表している。

3. 仙台都市圏への適応

(1) 対象地域

本研究では、平成29年度に第5回仙台都市圏パーソントリップ調査が実施された宮城県仙台都市圏を対象地域とする。宮城県仙台都市圏は図4のような18市町村により構成されており、その総人口は約157万人、総世帯数は約68万世帯である。また、本研究における推計単位は、パーソントリップ調査の小ゾーン区分とする。

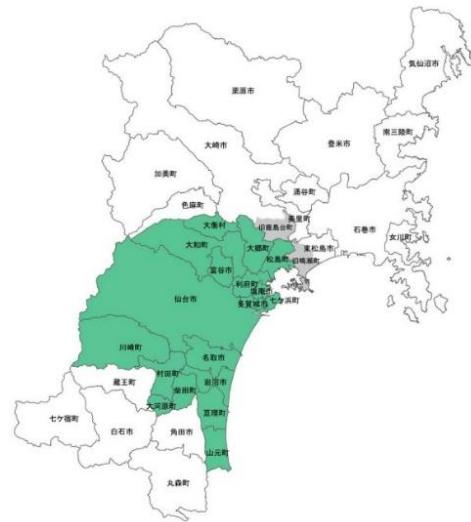


図-4 宮城県仙台都市圏（緑色の市区町村）

(2) 使用データ

住宅タイプ選択モデルでは、パラメータ推定のサンプルデータとして第5回仙台都市圏パーソントリップ調査、世帯票アンケート項目の世帯人数、世帯主年齢、子供の数、転居前住居の住宅タイプ、転居理由を用いている。宮城県仙台都市圏は、平成23年に起こった東日本大震災の影響を受けているため、調査が実施された平成29年より5年以内(平成24年~平成29年)に転居を行った世帯のデータを用いている。

地価モデルでは、宮城県仙台都市圏の地価公示データを用いている。また、地価のパラメータ推定において、特性変数として用いる都心距離、駅距離を求める際に宮城県仙台都市圏のネットワークデータを用いる。

(3) 初期世帯マイクロデータ

初期世帯マイクロデータは既往研究⁹⁾で推定精度の検証を行っている。推定結果においてある程度の精度が確保できていることから、マイクロシミュレーション型都市モデルに用いる初期世帯マイクロデータとしての有効性が示されている。

(4) 将来予測モデルのパラメータ推定

a) ライフサイクルイベント

ライフサイクルイベントの推定結果は、既往研究¹⁰⁾に

において設定されたものを用いている。

b) 住宅タイプ選択モデルパラメータ

式(5)の多項ロジットモデルの式を用いて選択確率を推定する。表-3に住宅タイプ(持家戸建, 持家集合, 賃貸戸建, 賃貸集合)の効用関数における変数選択を示し, 得られたパラメータ推定の結果を表-4に示す。説明変数のうち, 就業就学を理由とする転居ダミーに関しては, t値が低くなっているが, その他の大部分の変数については有意な水準のパラメータが得られた。

表-3 住宅タイプ選択モデルにおける効用関数の変数選択

	持家戸建	持家集合	賃貸戸建	賃貸集合	パラメータ
世帯人数	X11	-	-	-	011
	-	X12	-	-	012
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
世帯主年齢	X21	-	-	-	021
	-	-	X23	-	023
	-	-	-	-	-
子供の数	-	X32	-	-	033
	-	-	-	-	-
	-	-	-	X34	034
	-	-	-	-	-
転居理由ダミー (就業就学)	X41	-	-	-	041
	-	X42	-	-	042
	-	-	-	-	-
	-	-	-	X44	044
転居理由ダミー (結婚)	X51	-	-	-	051
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	X54	054
選択肢固有ダミー	1	-	-	-	061
	-	1	-	-	062
	-	-	1	-	063

表-4 住宅タイプ選択モデルのパラメータ推定結果

変数	パラメータ	t値
世帯人数 X ₁₁	0.8903	14.1328**
世帯人数 X ₁₂	-0.2579	-2.5328*
世帯主年齢 X ₂₁	0.0054	1.9037*
世帯主年齢 X ₂₃	-0.0283	-5.7804**
子供の数 X ₃₂	0.3777	2.5711*
子供の数 X ₃₄	-0.1749	-2.1997*
転居理由就業就学X ₄₁	-0.9266	-5.0945**
転居理由就業就学X ₄₂	-0.1893	-1.0368
転居理由就業就学X ₄₄	1.7847	11.201**
転居理由結婚X ₅₁	-0.8062	-5.0625**
転居理由結婚X ₅₄	1.1145	9.2175**
選択肢固有ダミー X ₆₁	-2.1239	-10.0573**
選択肢固有ダミー X ₆₂	-0.3096	-2.0167*
選択肢固有ダミー X ₆₃	-0.2637	-1.0836
尤度比	0.3744	
サンプル数	4599	

** : 1%有意 * : 5%有意

c) 地価モデルパラメータ

宮城県の地価公示データより地価モデルのパラメータ推定を行った。まず, 説明変数として用いる駅距離及び, 都心距離を最短経路探索により計測を行う。駅距離は, 各小ゾーンの中心点から駅までの距離をネットワーク図を用いて計測した。また, 都心距離に関しては, 各小ゾ

ーンの中心点から宮城県仙台駅までの距離をネットワーク図を用いて計測している。図-5に最短経路探索により計測した駅距離を, 図-6に都心距離をGIS上で表示した結果を示す。

ゾーン条件として, 駅距離, 都心距離, 用途地域, 立地密度を説明変数として, パラメータ推定を行う。得られたパラメータ推定の結果を表-5に示す。説明変数のうち, 住居専用地域に関しては, t値は低くなっているが, 他の特選変数は有意な水準のパラメータが得られた。

また, 推定されたパラメータを用いて各小ゾーンの地価の推定を行った結果を図-7に示す。推定した地価は, 都心部の地価が高く, 都心から離れるにつれて低くなる結果となった。

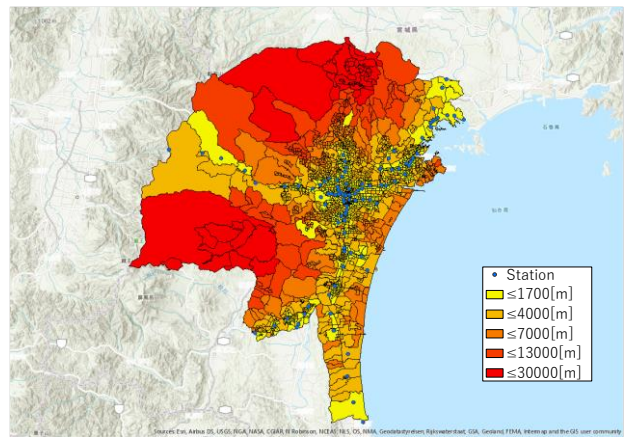


図-5 ゾーン中心点から駅までの距離

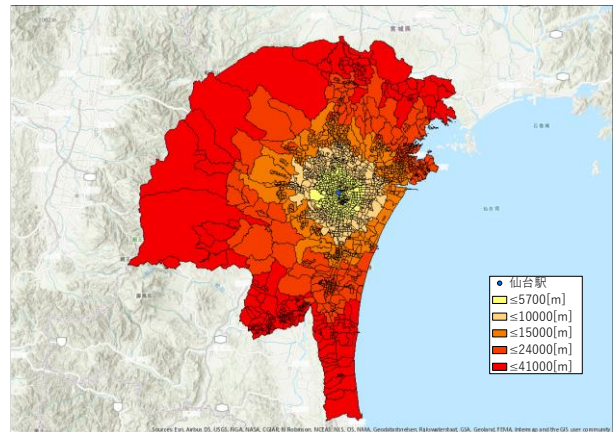


図-6 ゾーン中心点から仙台駅までの都心距離

表-5 地価パラメータ推定結果

変数	parameter	t値
Intercept	30.2724	9.3500***
LogCenterCity_Distance	-6.7230	-10.9020***
LogStation_Distance	-1.4289	-4.1430***
LOGLocation_Density	2.0971	6.3460***
住居専用地域	-1.0674	-3.7620***
近隣商業地域	2.7700	1.2260

** : 1%有意 * : 5%有意

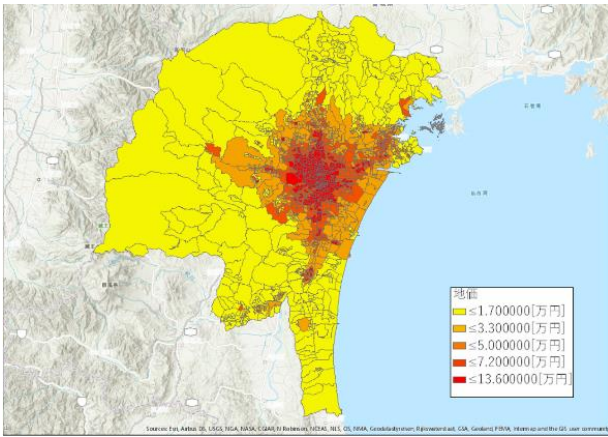


図-7 地価推定結果

d) 居住地ゾーン選択モデル

居住地ゾーン選択モデルのパラメータ推定では、地価モデルで推定した地価、都心距離、世帯人数、世帯主年齢、用途地域を説明変数とする。パラメータ推定結果については、発表時に報告する。

(5) 交通政策評価への適用

今回使用している第5回仙台都市圏パーソントリップ調査のデータであるが、第4回仙台都市圏パーソントリップ調査以降に東日本大震災の発生し、都市圏における人口配置や、市街地の状況が震災前と比べて、大きく変化していると考えられる。また、平成27年12月に開業した仙台市地下鉄東西線(図-8)は市街地集約型構造形成に向けた大きな軸となり、都市構造の変化に大きな影響を与えているものと考えられる。そこで、本研究の最終的な目標である交通政策の評価では、新設された仙台市地下鉄東西線の影響評価を行う。



図-8 仙台市地下鉄東西線⁹⁾

4. おわりに

本研究では、157万人規模の仙台都市圏を対象地域とし、第5回仙台都市圏パーソントリップ調査データ等を用いて、住宅タイプ選択モデルや、地価モデルの構築を行った。モデル構築の際に行ったパラメータ推定ではある程度の精度を持ったパラメータが得られ、妥当性を有するモデルの構築がなされたと考える。講演時には、初期世帯マイクロデータの推計から地価モデルまでの一連のモデルを実行し、仙台都市圏の将来人口分布の予測結果や、仙台市地下鉄東西線の影響評価について報告する。

また、今後の展望としては、仙台市地下鉄東西線以外の交通政策への適用や、立地適正化計画等の都市計画関連政策との複合施策に対する評価を行ってゆく予定である。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 17K06597 の助成を受け、実施しました。また、仙台都市圏パーソントリップ調査データについては宮城県土木部都市計画課より利用許可をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山崎大嗣, 杉木直: マイクロシミュレーション型都市モデルを用いた将来人口分布予測及び交通政策の評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.60, CD-ROM, 2019
- 2) 杉木直, 宮本和明: 土地利用マイクロシミュレーションにおける初期マイクロ世帯データの推定手法, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, CD-ROM, 2009.
- 3) 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-人口 40 万人規模の富山市を対象として-, 日本都市計画学会・都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.839-846, 2016.
- 4) Nao Sugiki, Varameth Vichiensan, Naoki Otani, Kazuaki Miyamoto: Agent-Based Household Micro- Datasets, An Estimation Method Composed of Generalized Attributes with Probabilistic Distributions from Sample Data and Available Control Totals by Attribute, Asian Transport Studies, Vol.2, No.1, 2012.
- 5) 仙台市交通局, <https://www.kotsu.city.sendai.jp/index.html>.

FUTURE POPULATION DISTRIBUTION FORECAST AND TRANSPORTATION POLICY EVALUATION USING URBAN MICROSIMULATION MODEL

Taishi YAMASAKI, Nao SUGIKI, Kazuaki MIYAMOTO and Kojiro MATSUO