

自律的な転居を考慮した大都市郊外の人口動態シミュレーション

山田訓平 市川学 出口弘 (東京工業大学)

Simulation Analysis of Population Dynamics Based on Autonomous Residential Choice in Suburb Areas

*K. Yamada M. Ichikawa H. Deguchi (Tokyo Institute of Technology)

概要—今日の低成長社会における郊外都市の課題として、新規住民の確保と集合住宅の老朽化の2つが挙げられる。ここで都市の住宅ストックの状態は新規住民の確保に影響を与えることから、住宅と住民に関する2つの問題は包括的に捉える必要がある。しかし現在ミクロな範囲でこれらの問題を捉える分析手法はなく、具体的な解決策は示されていないのが現状である。そこで本研究では住民の「転居」に着目したエージェントベースシミュレーション (ABS) を用いて複数都市間の住民の流入を表現する。住宅と住民の問題を包括的に捉える分析手法を提案することで建替えや取り壊しの推進、あるいは高齢者や子供連れに向けた住宅開発の人口動態への評価を可能にすることを目的とする。

キーワード: 都市, シミュレーション, 人口動態

1 背景

我が国の人口は2005年を境に人口増加から人口減少の局面に転換した。人口減少の課題は大都市圏でも例外ではなく、東京圏の人口は現時点ではまだ増加傾向にあるもののいずれ減少傾向に転じると予測されている¹⁾。特に大都市圏の人口減少下では地価の下落やサービスの水準の高い地域への需要から住民が都心部に集まり、郊外都市での人口減少が顕著になることが予想される。人口減少下の都市の課題として顕著なものに、かつて建設された不動産が供給過多になってしまふ課題がある。不動産は「空き家」として放置されると持ち主に維持コストがかかり不経済であるだけでなく、近隣の治安に悪影響を与えることが指摘されている。しかし我が国の不動産市場は新築指向が強く、依然として新築マンションは建設され、それに伴い空き家は増加している²⁾。

横浜市と東急電鉄株式会社の発表した「次世代郊外まちづくり基本構想³⁾」では、人口の確保と集合住宅の老朽化対策の2点が、低成長社会における大都市周辺の郊外都市に起こる課題として挙げられている。現在、不動産デベロッパーは建替えによる改築によって古い集合住宅を新築として売り出すことが可能だが、集合住宅は区分所有者の共有財であるために扱いの上で合意が必要であり、また事業として採算がとりにくい面もあり、積極的に行われているとは言いがたい現状にある⁴⁾。また、都市計画の一環として新規住民の確保の方法を考えると、住民の呼び寄せと住宅ストックの量と質を切り離して考えることはできない。そこで、人口確保と住宅の老朽化の2点は包括的に捉えられる必要がある。

上記の背景に加えて、都市開発が典型的な規制産業であることを考慮すると、今後の自治体には地域人口を確保しつつ建物の老朽化対策を行うための制度設計が求められるといえる。しかし、現在ほどの自治体も解決のための方法を探っている段階にあり、具体的な打開策は示されていない。次世代郊外まちづくり基本構想では多世代の共存が必要だと述べられているが、若年層を呼び寄せる具体的な施策は明記されていない。

現在、地域の世帯数に対して最適な不動産供給を計

算することは可能である。しかし、不動産自体が世帯数に与える影響や、不動産が老朽化していく様子を包括的に捉えた手法はない。各自治体にとって具体的な打開策がとられない原因は、人口の問題の複雑さ故に分析が十分に行えないことである。

2 本研究の目的

本研究の目的は、不動産の供給の変化が都市人口に与える影響を評価することである。この評価が可能になれば、不動産の老朽化問題と人口の確保といった郊外都市の2つの切り離せない問題に対しての包括的な考察を深めることができ、各自治体にとって施策を打つ際の手助けとなる。

3 先行研究

不動産市場のマクロな数理モデルにストックフローモデル⁵⁾がある。これは不動産を極めて耐久性のある財とみなして、市場原理に基づく需給構造の分析を行うものである。ここで、 t 期の不動産の価格 P_t は、以下のように与えられる。

$$P_t = \frac{\alpha_0 - S_t/H_t}{\alpha_1(M_t - I_t)}$$

α_0 : 年間の費用が0の場合に

住宅を所有する世帯の割合

α_1 : 所有費用の変化に対応するパラメータ

S_t : t 期の住宅ストック数

H_t : t 期の世帯数

M_t : t 期のモーゲージ利子率

I_t : t 期における将来の住宅価格の期待上昇率

しかしストックフローモデルは、世帯と住宅を画一的なもののみを扱っているため、属性の違いや変化を考慮できるものではない。また、ここでは世帯数を所与のものとして扱っており、世帯数が外的な要因に影響されて変化するようなミクロな規模の分析には向いていない。そのため複数の都市を想定する分析にはストックフローモデルを用いることができない。

ヘドニック法⁵⁾は質の異なる商品の価格推定に用いられている手法であり、不動産の価格推計に用いられる手法である。回帰分析を用いて不動産の持つ属性が価格に与える影響を分析することが出来る。属性の集合には専有面積、築年数、駅からの距離などが含まれており、一般的に調査による実測値からパラメータの決定を行う。不動産の持つ属性が価格に与える影響を明らかにする目的で行われているヘドニック法に関する研究は多く行われている。

最後に、ABSを用いた都市人口に関するシミュレーション研究を先行研究として挙げる。福田ら⁶⁾は、住民個人をエージェントとして記述し、特定都市の将来人口推計手法を提案している。ここでは死亡、出生、婚姻、離婚、地域間の転入・転出イベントを考慮して人口動態を仮想的に表現している。しかし福田らの研究は婚姻イベントや離婚イベントで住民同士のマッチング精度の向上に主眼を置いており、不動産の変化や住民の都市間の移動には焦点を当てていない。そのため住民の地域間の転入・転出イベントをあくまで確率的な移動として扱っており、世帯の属性によって異なる転居プロセスは考慮されていないといえる。一方で、相澤ら⁷⁾はABSを用いて基礎需要の推計、並びに人口動態を考慮した政策評価のためのフレームワークの提案を行なっている。ここでは地方中核都市を対象として、各種サービスの縮小計画を需要量と比べて評価することでコンパクトシティのための政策を評価することを目的としている。相澤らの提案するモデル内で、世帯の転居はロジットモデルを用いることで表現されている。ロジットモデルでは転居先の決定を確率的に扱っており、集計結果としては学校や病院の充実度、地域人口などの項目を総合的に判断して人口の分布が決定するモデルであるといえる。

4 転居について

上記の数値モデルで扱えないものは、都市間の住民の流入、つまり転居行為である。というのも、世帯や個人にとって転居のタイミングや転居先の決定は画一的なものでないからだ。転居について考えるとき、住民それぞれの収入や世帯構成、また住居の価格等を考慮する必要があるが、それは数値モデルの扱える範囲を超える。

本研究では、転居のタイミングは確率的に起こるものとし、転居が決定した世帯は転居先を決定するという形で転居行為を捉えることとする。

5 方法論

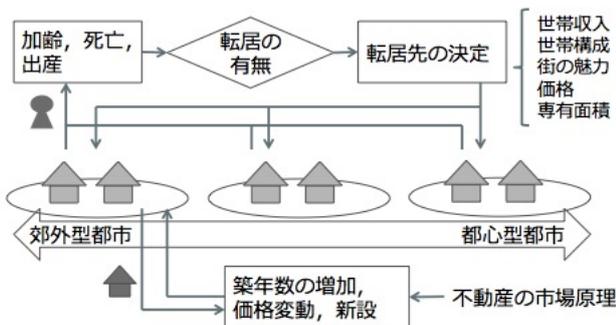


Fig. 1: 複数都市間の転居モデルの概念図

Table 1: 変数の一覧

住民 $\Omega[\text{human}1, \text{human}2, \dots]$	年齢 <i>age</i> , 世帯収入 <i>income</i> , 世帯構成 <i>household</i> 居住形態 <i>status</i>
住宅 $\Omega[\text{mansion}1, \text{mansion}2, \dots]$	築年数 <i>mansionage</i> , 価格 <i>price</i> , 専有面積 <i>large</i>
都市 $\Omega[\text{city}1, \text{city}2, \dots]$	地域人口 <i>population</i> , 住宅ストック <i>mansion</i> , 街の魅力 <i>attraction</i> 立地 <i>location</i>

Table 2: 変数と定義域

variable	domain
<i>age</i>	{1,2,3,...,99}
<i>income</i>	\mathbb{R}^+
<i>household</i>	$\rho(\Omega[\text{human}])$
<i>status</i>	{1, 0}
<i>mansionage</i>	\mathbb{N}
<i>price</i>	\mathbb{R}^+
<i>large</i>	{1,2,3,4}
<i>population</i>	\mathbb{N}
<i>mansion</i>	\mathbb{N}
<i>attraction</i>	\mathbb{R}
<i>location</i>	$1 \leq n \leq \Omega[\text{city}] $

5.1 概観

本研究では、従来の手法では難しかった住民の社会流入を表現することで、不動産の政策の評価を可能にする。そのために世帯の「転居」に着目し、世帯が自身の属性によって自律的に転居先を意思決定する時系列のモデルを提案する。その際に、前述の不動産価格に関する先行研究を評価の基準に置くことでマクロな妥当性を確保することとする。

本研究で提案するモデルを Fig.1 に示す。Fig.1 の矢印は住民、住宅のフローを表しており、これを現実の1年に対応する1ステップごとに繰り返すものとする。都心から郊外にかけて連続して分布する複数の街を想定することで、複数都市間の人口移動を表現することを目的とする。このとき世帯、住宅、都市はそれぞれ Table.1 に示されるような変数を持ち、各変数は Table.2 の定義域を持つ。ただし、 $\Omega[X]$ とは X からなる集合を表し $\rho(\Omega[X])$ は X からなる集合 $\Omega[X]$ のべき集合を表すものとする。

世帯および住民のフローについて記述する。それぞ

れの住民は年齢別の統計データに沿って年齢推移・死亡・出産を行い、自身の変数を変化させていく。そこで確率的におこる転居の有無決定イベントによって転居先決定に進み、次に居住する都市と住宅を選択する。転居先の決定は自身の収入、世帯構成、街の魅力、住宅の情報などを総合的に判断して決定する。

次に住宅の持つ変数について記述する。住宅の変数も住民と同様に時系列で変化する。住宅は1ステップごとに築年数を増加させ、市場原理に従った価格変動と新設を起こす。しかしここで住宅の撤去は基本的に起こらないものとする。これは建替えや取り壊しが起こりにくい背景を反映させたもので、建替えや取り壊し推進のシナリオ分析を行う際にはその限りではない。

最後に都市について記述する。都市は変数として魅力度を持つ。都市の魅力は「t期における人口の増加率」によって影響され、住民の転居の意思決定に影響を与えるものとする。これは流行や居住環境の良さ、同世代の住民がいることによる施設の充実度などの効用を反映させたものだ。

5.2 住民のフロー

5.2.1 年齢推移・死亡・出産

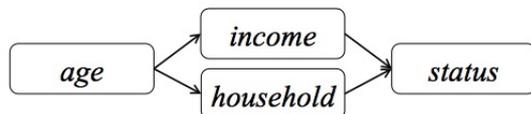


Fig. 2: 住民の変数間の依存関係

住民の自然な人口動態を捉える研究は、国立社会保障・人口問題研究所¹⁾を中心に多く行われている。コホート要因法では同時期に生まれた人口をひとつのコホートとみなして年齢推移、死亡、出産を行うことで将来の人口を予測する。ここで死亡率と出生率は統計的なパラメータとして与えられており、マクロな範囲での推計にはほとんど誤差がない。しかし小さい地域の推計の精度には改良の余地が多く残されており、特に社会流出と流入を考えるとときに誤差は大きくなる。

今回は多くのABS研究で行われているように住民の年齢推移とそれに伴う変数の変化を実装する手法をとることで、仮想的な住民の時系列変化を表現する。年齢階級別の死亡率や出生率は国立社会保障・人口問題研究所¹⁾の統計を用いる。

5.2.2 転居の有無決定

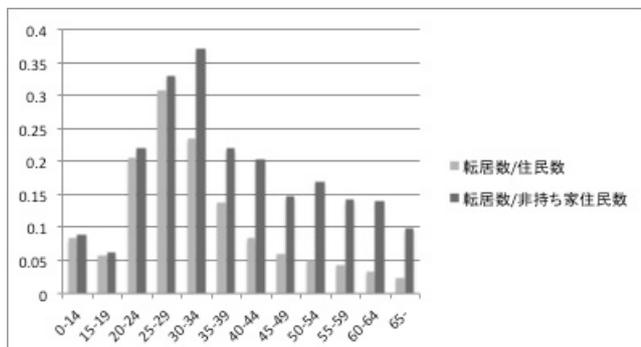


Fig. 3: 年齢階級別の転居率

住民は自身の属性からステップごとに転居の有無を

決定する。転居の有無は年齢別の確率過程によって決定するが、その際に年齢と居住形態(持家、賃貸)を参照する。Fig.2は横浜市の住民ひとりあたりの転居件数と、持家でない世帯に限った住民ひとりあたりの転居件数である。これは横浜市の年齢別人口と転居の件数⁸⁾、東京圏の持家世帯の割合⁹⁾から算出した。転居率は25~29歳でピークを迎えて歳を重ねるごとに低下するが、持家でない世帯に限った転居率は全世帯の転居率に比べて低下の幅が小さいと言える。持家世帯では転居が起こらないものと仮定すると、賃貸世帯の年齢階級別の転居率は後者のグラフに与えられる。本研究では、この年齢別の転居率を按分し、転居の確率を決定する。

5.2.3 転居先の決定

住民は転居を行うことが決定すると、次に転居先を選択する。転居先の決定に関する調査研究に関して長沼ら¹⁰⁾は、福岡市における住民の都市郊外間の居住地選択において、住宅の価格と世帯構成が最も大きい要因だとしている。

本研究では、住民の居住地選択のメカニズムとして、住民にとって効用の組み合わせ最適化を用いる。転居先の決定の際に参照するものは自身の収入、世帯構成、住宅の間取り、価格、都市の魅力とする。これにより、住民は自身の属性を参照して自律的な転居を行う。ここで収入と世帯構成、住宅の価格は制約条件として扱い、立地の効用を求めるような選択を行う。

5.3 住宅と都市のフロー

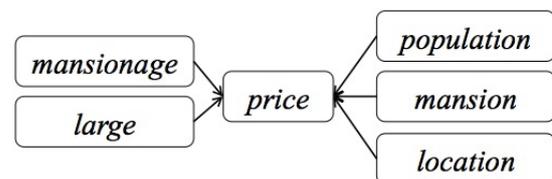


Fig. 4: 住宅と都市の変数間の依存関係

住民の動態とは別に、住宅も変数の更新を行う。住宅の価格の推定に関する先行研究は多く、ここでは2節で触れたストックフローモデルとヘドニック法を論拠にして住宅価格の更新を行う。つまり、需給による価格の変化と立地、間取りなどの属性による価格の差を同時に表現する。横浜市宮前区エリア内で売り出している新築物件20件¹¹⁾の価格と築年数、専有面積の調査を行ったところ、Fig.5,6のような関係が確認できた。この結果から、同一エリア内で築年数と価格は反比例の関係にあること、専有面積と価格は比例関係にあることが確認できる。本研究では、これらをもとに属性と価格の関係をモデル化していく。

一方、都市も変数の更新を行う。今回は都市の流行とその影響をモデルに反映するために、「都市の魅力」変数を設定する。都市の魅力は住民の数の増加率に依存して決定され、住民の転居に影響を与えるものとする。住民数の増加率で決定するべきか、同世代に限った増加率を採用するかなどは今後の課題とする。いずれにせよ、「流行への反応」や「住みやすさへの期待」のようなものを表現することを目指す。

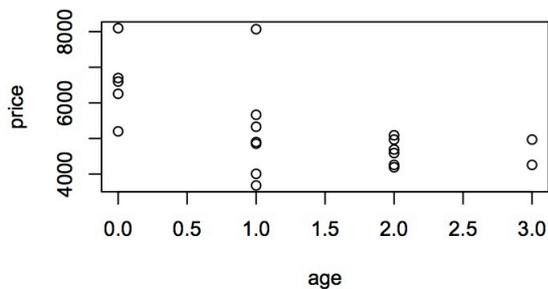


Fig. 5: 価格と築年数の相関

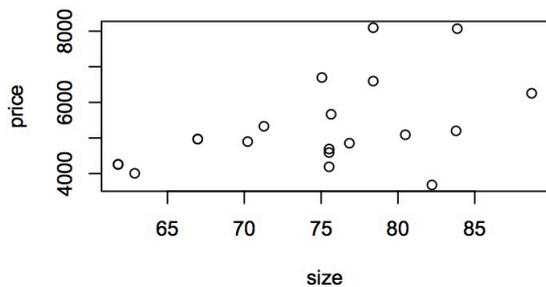


Fig. 6: 価格と専有面積の相関

6 分析手法

本研究ではシナリオ分析を通して、1つの都市での住宅供給の変化が都市人口に与える影響を分析する。シナリオ分析を行う理由として、実験が不可能な都市計画という分野への分析であることと、時系列の影響の測定に重きを置いているためだ。重点的に分析する事項として以下のシナリオを想定している。また、それぞれのシナリオ分析で用いる評価の基準は将来人口を確保できることと、住宅が供給過多にならないことの2点である。

- 住宅供給量を増加・減少させる政策が将来人口に与える影響と最適なタイミング
- 住宅供給の属性の変化が将来人口に与える影響と最適なタイミング
- 隣接都市の政策が与える将来人口への影響
- 人口動態そのものの変化が都市人口に与える影響

1つめの住宅供給量の増加と減少はそれぞれ規制緩和と取り壊しにより引き起こされる。今回は人口動態の変化を見据えた最適な施策時期を探すことで施策の評価を行う。2つめの住宅属性の変化とは、建替えによる専有面積の変化と築年数のリセットを差し、特定の世帯構成に向けた住宅供給の効果を評価する。3つめの隣接都市との兼ね合いについては、隣接都市の施策状況によっても施策の効果が変わる様子確かめる。最後の人口動態そのものの変化については、人口動態はマクロな視点では出生率と死亡率によって定まるが、その2つが変化した場合の都市人口への影響を分析する。

7 今後の展望

今後はシミュレーションモデルの作成に着手していく。その際に抽象的なモデルから具体的なモデルに手を加えていくことを心がける。まずは抽象的なモデル

として、複数都市間をランダムに転居する世帯を設定し、順を追って転居のアルゴリズムを実装していく。その際に、特に転居は本来は明確な基準に基づいて行われる行為ではないので、現実の集計データを説明できるような結果を得るためのアルゴリズムの設定を行う。分析においても、モデル内で行なったパラメータが現実世界で何に対応するのか、実現不可能な解決策を提示してはいないか、を常に考えつつモデルの設計と分析を行なっていくこととする。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所
- 2) 総務省：住宅・土地統計調査(2008)
- 3) 東急電鉄，横浜市：次世代郊外まちづくり基本構想．(2013)
- 4) 大木祐悟：事業者の立場からみたマンション建替えの課題と展望, 日本マンション学会誌 43, 77/82 (2012)
- 5) デニス ディパスケル, ウィリアムス・C・ウィートン：都市と不動産の経済学, 創文社 (2001)
- 6) 福田純也：人口動態の特徴を考慮したエージェントベースの人口推計モデル．第3回社会システム部会研究会 (2013)
- 7) 相澤景：地方中核都市における政策に関する合意形成支援のための基礎需要推計モデルと政策評価フレームワークの構築, 社会システム部会研究会, (2014)
- 8) 横浜市：人口動態と年齢別人口 (2013)
- 9) 国土交通省：平成19年度国土交通白書 (2008)
- 10) 長沼佐枝, 荒井良雄：都心居住者の属性と居住地選択のメカニズムー地方中核都市福岡を事例にー．(2010)
- 11) リクルートホールディングス：SUUMO(<http://suumo.jp>)