

流入する住民の属性と地区の立地環境を踏まえた人口動態シミュレーション

Simulation of population dynamics based on the attributes of the inhabitants and the location of the district

青木 務¹ 倉橋 節也¹

Tsutomu Aoki¹, Setsuya Kurahashi¹

¹筑波大学

¹University of Tsukuba

Abstract: The Japanese cities face problems such as a declining population in rural areas or a lack of nursery schools in urban areas. To solve these problems, it is important to make policies based on estimation of population. This paper proposes a short-term estimation method of the population by Agent Based Simulation(ABS). To estimate expansion of residential areas in a city, this model is based on inhabitants' autonomous decision making to move with simple rules. The proposed method uses Mesh-based Population Census Data and other locational data to understand a population distribution in a city and we try to construct a model for citizens and public servants working in the city planning department.

1 はじめに

1.1 目的

本研究の目的は、都市郊外の人口が流入する地区の人口動態をエージェントベースシミュレーション(ABS)により表現し、空間を踏まえた短期的な人口動態を予測する手法を提案することである。モデルでは、流入人口に焦点を絞り、GISによる立地環境(都心へのアクセス、地価、人口分布)をメッシュ単位でモデルに反映させ、居住地選択における行動モデルを各エージェント(転入者)に組み込み、ミクロな人口動態を表現する。

1.2 背景

地方では人口減少社会を迎える中、都心では待機児童の問題が発生する等、人口の変化を的確に捉えた政策の重要性が高まっている。多くの自治体では、3年~10年程度にわたる行政計画に基づき、事業や施設管理等に取り組むが、それらの計画は一般にコーホート要因法や多地域モデルによる将来人口推計に基づく需要の予測が行われる。これらの推計は、統計的手法であり、汎用性は高いが外的要因によって将来人口がどのように変化するかといった分析には不向きである¹⁾。地域の人たちが大規模マンションの建設予定地と完成時期を認識していたとしても、

具体的にどのくらいのペースで人口が増加し、周辺の街並みが変わるかは、事後的にしか把握できていないという課題がある。また、自治体では長期計画に基づき小中学校の統廃合を進める中で、短期的に保育園が必要な状況が生じた場合、計画と現実との整合性が問われてしまう状況も考えられる。

2 先行研究

2.1 人口動態に関する研究のアプローチ

人口動態に関する研究には、調査・分析研究、数理モデル、シミュレーションを用いた研究がある。

調査・分析研究において、長沼²⁾は、事例研究として都心居住者の属性と居住地選択のメカニズムを調査し、福岡市内の薬院地区において全数にあたる10,605件(回収数893件)の郵送調査から、同地区の居住者は分譲・賃貸を問わず多くが市外出身者で、分譲居住者は一度市内に転入した後に現住地へ移っていたことや定住していたことを明らかにし、都心居住を選択する際に市内のさまざまな住宅地が候補となり得ることと都心居住を選択する際には、利便性の高さがその要因になることを分析している。

数理モデルでは、人口の増減を中西³⁾がGISの技術を用いてメッシュ単位(1km×1km)でコーホート変化率法による将来人口推計を行い、都市構造を可

視化することで、さいたま市の将来の高齢化率が市内でも大きく異なること等を示した。

シミュレーションによる分析では、ABSを用いて都市のスプロール化をシンプルな行動モデルにより表現した Felsen⁴⁾ の Sprawl Effect モデルがある。モデルではエージェントに「居住地探索者」と「家」の2つの状態を付与し、エージェントはまず「居住地探索者」として魅力的な土地を探して移動し、居住後は「家」の状態となる。「家」があるとその地域は整備され徐々に土地の魅力が上がり、他の「居住地探索者」となったエージェントも集まるが、過密になると土地の魅力度は消滅し、エージェントは再び移動を繰り返すというモデルで、都市のスプロール化を動的に示した。福田⁵⁾ は公的統計データからABSのエージェントに都市住民の属性を復元する手法として SA 法を用いた各仮想社会を構築し、シミュレーションにより人口推計を行って従来の手法との比較で妥当な推計結果を得ている。山田⁷⁾ は、都市住民をエージェントとし、ミクロな世帯の変化と都市間の自律的な転居行為の結果から、複数の市区町村が隣接する郊外地域のマクロな人口動態を表現し、市区町村単位での政策が将来人口に与える影響を分析できる手法を提案している。

2.2 研究の位置づけ

本研究の課題とする短期的かつ居所的な人口動態の予測は、先行研究を踏まえつつ新たなアプローチを構築する必要があると考えられる。本研究の目標は、例えば図1のような人口増加が起きている地区における人口分布の変化を、長期の将来人口推計に縛られずに、逐次的に予測するモデルである。

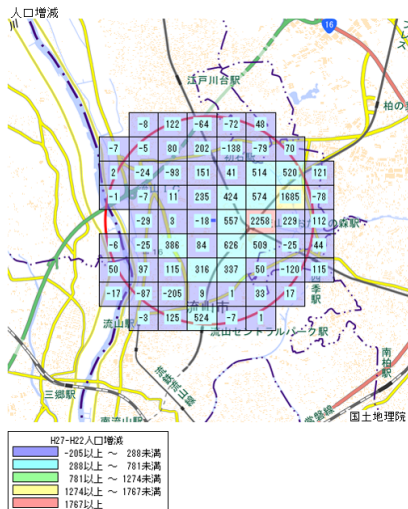


図1：A市の平成27年～平成22年人口増減

3 研究の進め方

3.1 アウトライン

提案する人口動態を予測する枠組みは、これまでの先行研究の成果を活用する。調査・分析研究の知見では、分譲マンションの購入層は都市の利便性などを考慮して居住地を選択し、基本的に定住していることから、行動のモデル化が可能だと推測される。また、流入人口の予測を、持ち家を購入する属性(30～40歳台)に絞れば、シンプルなモデルでも表現できると考えられる。数理モデルで示されたメッシュ単位による人口動態の分析は、変化の可視化と空間の特徴を表現するのに有効な手段であり、シミュレーションと観測データの橋渡しとしても活用できる。シミュレーションの手法からは、エージェントに自律的な居住地選択をさせることで、居住エリアのスプロール化と環境の変化を動的に表現できる。また、モデルの構築により現実の人口動態に近似させることが可能であることもすでに示されている。以上のことから、本研究ではABSを用いて、メッシュ単位による人口動態を予測する手法を提案する。これにより、従来の人口推計が扱わない刻々と変化する人口動態を行動モデルと空間情報で近似させ、様々なシナリオ分析を行うことが可能になると考えられる。その結果、例えば10年後に老人施設として用いる建物を、短期的には保育園として使えるよう整備するというような政策立案に寄与することが期待できる。本研究のアウトラインを、図2に示す。

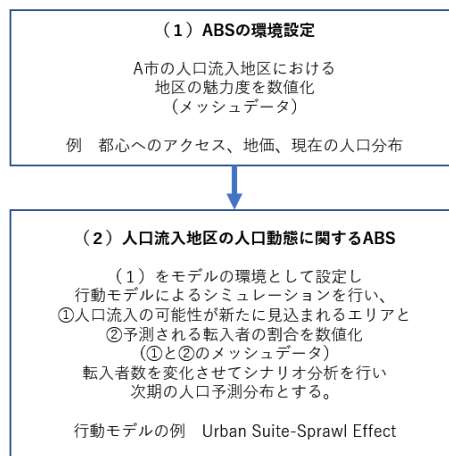


図2：研究のアウトライン

本研究は、Felsen の行動モデルを基本的な仮説とし、実際の空間へ適用して人口動態の予測を試みる。具体的には、(1)でABSの環境を設定し、(2)で人口流入地区の人口動態のシミュレーションを行う。

3.2 シミュレーションのステップ

シミュレーションのステップ案を図3に示す。

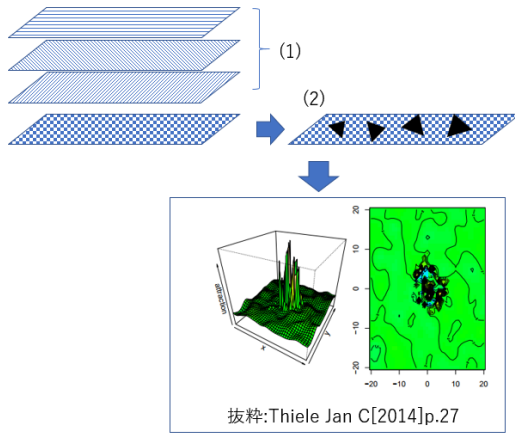


図3：シミュレーションのステップ（イメージ）

行動モデルでは、魅力度が高いところを求めエージェントが移動と居住を繰り返す。(1)では、その魅力度 (A_{ij}) をメッシュ単位で設定するため、次の得点化を行う。

$$A_{ij} = D_{ij} + L_{ij} + P_{ij}$$

- A_{ij} : メッシュ(i, j)の魅力度 Attraction
- D_{ij} : メッシュ(i, j)の最寄り駅までの距離得点 Distance
- L_{ij} : メッシュ(i, j)の地価得点 Land
- P_{ij} : メッシュ(i, j)の人口得点 Population

D_{ij} は、最寄り駅までの距離である。エリア全体における標準化得点を求め、距離が短いほど魅力度が高くなるようにする。 L_{ij} 及び P_{ij} も同様に、それぞれ地価と人口の標準化得点を求め、合計点が高いほど魅力的な土地になるようメッシュを設定する。また、人口の増える余地のないメッシュについては、エージェントが入らないように設定する。

(2)では、(1)の環境のもとで、Felsenの行動モデルを適用する。分岐は図4の流れに従う。シミュレーションの回数は実際のデータと比較した上で、現実の時間軸に近似させる。ABSにより得られるのは2つの推定分布で、1つ目は、エージェントが移り住むことで変化した対象地区の魅力度の分布で、次期の居住エリアの拡大が示される。2つ目は、エージェントの人口密度の分布で、流入人口を割り当てることで次期の人口予測分布となる。2つの推定分布はプログラム⁹⁾によりメッシュ単位で数値化する。

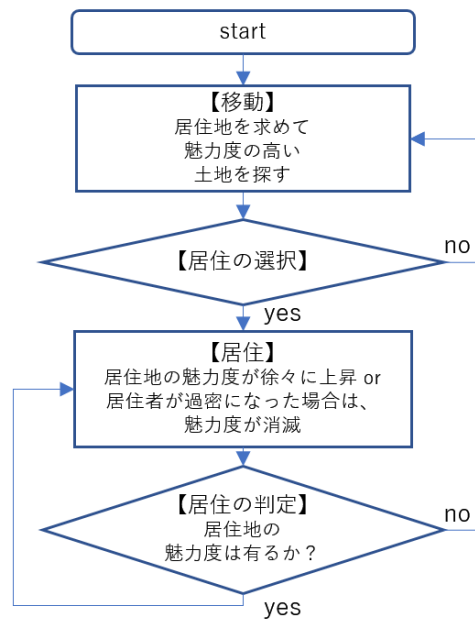


図4：行動モデルの分岐

3.3 データ

国の公表統計データを活用する。GISのメッシュデータは独立行政法人統計センターのJSTAT MAPシステム等を活用する。

3.4 評価方法

分析手法をさまざまな地域に適用し、人口動態を的確に表現できているのかを検証する。

4 今後の取組み

今後は、アウトラインに沿ってモデルを実装し、人口動態を予測する。実験結果をもとに予測の精度を高めるため、シミュレーションやアプローチを改善していく考えである。特にシミュレーションの時間軸と現実との近似については、モデルの課題と認識しており、データ同化の手法を検討する。データ同化により、モデルの更新と予測の改善が期待できるため、本研究の重要な研究課題として取り組む考えである。

参考文献

- [1] 山田訓平, 出口弘: 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, 計測自動制御学会論文集, vol. 52, no. 10, p. 555-565, (2016)

- [2] 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, 地学雑誌, vol. 119, no. 5, p. 794-809, (2010)
- [3] 中西賢也, 小坂知義, 赤星健太郎, 石井儀光, 岸井隆幸: メッシュ単位の将来人口推計手法を用いた都市構造の可視化に関する研究, 都市計画論文集, vol. 46, no. 3, p. 445-450, (2011)
- [4] Felsen M., Wilensky U.: NetLogo Urban Suite-Sprawl Effect model, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL, (2007)
- [5] 福田 純也, 喜多 一: エージェントベースの人口推計モデルにおける属性決定手法の評価, システム制御情報学会論文誌, vol. 27, no. 7, p. 279-289, (2014)
- [6] Thiele Jan C.: R Marries NetLogo Introduction to the RNetLogo Package, Journal of Statistical Software, vol. 58, no. i02, (2014)