

GIS を用いた名古屋市の住宅立地マイクロシミュレーション Housing Location Microsimulation of Nagoya City Using GIS

小島 建太^{*}・ハンマード アミン^{**}・林 良嗣^{***}
by Kenta KOJIMA, Amin HAMMAD, Yoshitsugu HAYASHI

1. 本研究の背景と目的

住宅立地に関する計量モデル分析においては、1つの都市圏を数個から数十個のゾーンに区分して、その単位で分析を行うことが従来は一般的であった。しかし、都市計画においては、空間的に詳細な住宅・産業の立地、交通の分布が問題となる局面が非常に多い。例えば、幹線道路沿線にどのくらいの人口が分布しているか、どの程度の環境状況にあるのか、あるいは鉄道整備効果の波及が地点の最寄り駅へのアクセシビリティの違いによってどのように異なってくるのか、などである。このような場合、ゾーン単位の分析では粗すぎて役に立たない。それに対して、個々の立地主体の動きをその属性変化に応じて動的にかつミクロ的に追跡する「マイクロシミュレーション」という予測手法が提案されている¹⁾。

GIS は、土地に立地する建物の位置、形状、さらには土地や建物の持つ固有の属性を情報として与えるものである。また、情報の追加や更新が容易であるため、建物の立地などを分析する際に有効なツールとなり得る。つまり、地理データ及び属性データを個人、企業、土地の筆などのレベルでGIS データベースとして構築し、それを用いたマイクロシミュレーションを組み上げることが容易である。例えば、Wegener ら²⁾は、人口や従業者分布の集計データを各土地利用区分ごとに重みを付けて配分し、通勤交通をマイクロシミュレーション及びGISにより表現している。

本研究では、これら両手法を組み合わせた GIS データベース・マイクロシミュレーション一体システムを開発するとともに、これを名古屋市を対象に住宅立地分析に応用してその適用性を検討することを目的とするものである。

keywords: 住宅立地、マイクロシミュレーション、GIS

^{*} 学生会員 名古屋大学大学院 地圏環境工学専攻
〒464-8603 名古屋市千種区不老町
TEL: 052-789-2772, FAX: 052-789-3837
^{**} 正会員 博(工) 名古屋産業科学研究所 主任研究員
^{***} 正会員 工博 名古屋大学大学院教授 地圏環境工学専攻

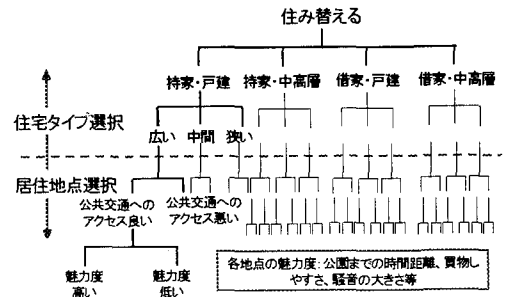


図1 住替モデルの構造

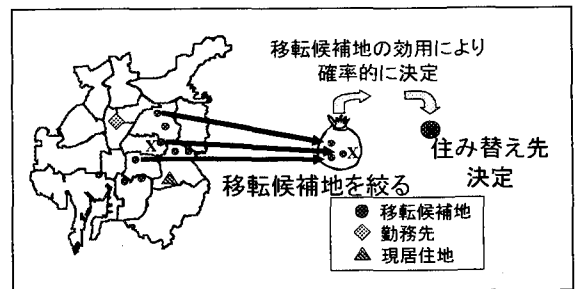


図2 マイクロシミュレーションの概念

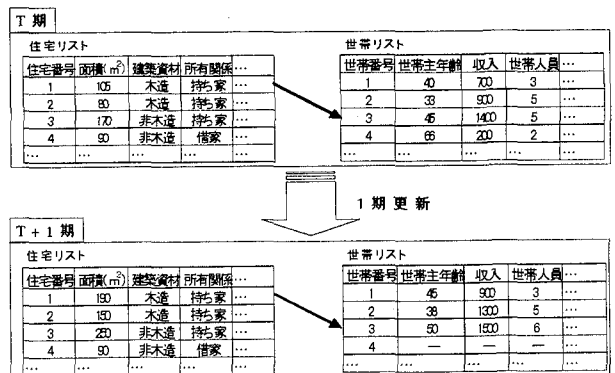


図3 リストプロセシングの例

2. 住宅立地マイクロシミュレーション

住宅立地マイクロシミュレーションによって、個々の世帯の住み替え現象を動的に表現するためには、以下の2点を考慮することが必要である。

(1) 非集計行動モデルを用いて、各世帯がその属性やそれぞれの立地点の属性に応じて立地するか否かの確率モデルとして定式化し、行動実績データに基づいてパラメータ推定を行う。本研究では、シミュレーションに使用する非集計行動モデルとして林・富田による住み替えモデル¹⁾を採用する。モデルの構造を図1に示す。このモデルは、立地余力(立地効用-地価)の概念を用いて住宅需要者側から見た世帯の住宅立地行動を表現しており、住み替えの発生から立地決定に至るまで、個々の世帯の意思決定をモデル化しているという特徴があり、住宅立地マイクロシミュレーションに適したモデルである。まず、各世帯の変化を予測し、その世帯が現住宅に満足であるか否かを予測する。さらに、現住宅に不満な世帯はどのようなタイプの住宅、どの地点に住み替えるかを予測する。

図2は、住宅立地マイクロシミュレーションの概念を示したものである。潜在的に住み替える世帯が、現居住地と現通勤先との位置関係及び世帯主の年齢や収入などの世帯属性によって移転候補地を幾つか選出し、各地点の効用からロジットモデルで求められる確率に基づいて地点Xの住宅に決定する。

(2) 時間経過によってと共に変化する世帯や住宅ストックの属性を非集計行動モデルに代入することにより、将来の立地変化の様子が得られる。図3に示すリストプロセッシングの手法を用いる。あるT期における全世帯リスト、全住宅リストを用いて、T+1期に更新する。この方法は、同じリストを持ち続けるだけで良いので、行列方式と比べてデータ量が格段に減る。つまり、事象発生に応じて個々の住宅や世帯の属性変化を効率的に更新しながら、任意の時点で必要な単位の集計値の計算が可能となる。

3. GISデータベース構築

本研究では、名古屋市を対象地域とする。データベース構築に用いたデータは以下の通りである(図4)。

(1) 住宅需要実態調査²⁾

平成5年の住宅需要実態調査から本研究で用いる世帯及び住宅属性のデータを参照する。シミュレーション

に用いる世帯のサンプルは、建設省が行った全国の調査の内、名古屋市の世帯数は1,578世帯、それに加えて、名古屋市が独自に実施した拡大調査は3,340世帯、合計4,918世帯である。世帯サンプルの抽出は約8%である。

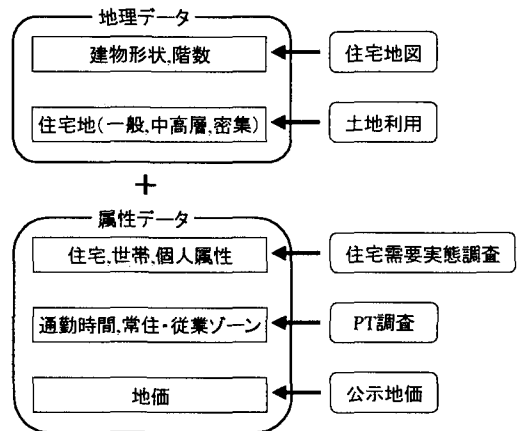


図4 GISデータベース構築に用いたデータ

(2) 住宅地図³⁾

(株)ゼンリンの住宅地図は、縮尺1:2500の数値地図である。個々の建物について、ID番号、階数などの属性が与えられている。

(3) 土地利用⁴⁾

細密数値情報の土地利用は、建設省国土地理院が5年ごとに行っている調査で、土地が10mグリッドに分割されていて、各メッシュに全17区分の土地利用区分の内、該当する区分が与えられている。図6は土地利用のデータを用いた夜間人口分布を示す。

(4) 公示地価⁵⁾

地価公示は、全国の都市計画区域内の標準地約1万7千について毎年実施される。本研究では、平成9年のデータを用いて、名古屋市内664ポイントをデジタイズし、GISに入力した。図7は平成9年の公示地価を示す。

(5) パーソントリップ調査⁶⁾

パーソントリップ調査は、中京都市圏では10年に1度行われ、個人ごとに全トリップの発着地目的や利用交通手段が調査されている。本研究では、平成3年の第3回調査を用いて、各世帯の通勤OD及び所要時

間を求める。図8には、名古屋都心部で勤務する人の常住地分布を示し、図9には、都心部までのネットワーク解析によって得られた、自動車による所要時間を示す。住宅立地選択モデルでは、住宅需要実態調査に含まれていない世帯主の勤務先の立地情報が必要であるが、PT 調査によって得られる。ゾーン i からゾーン j に通勤する確率からこの属性を追加することが可能となる。

シミュレーションには、住宅の位置を表す地理データと土地利用、最寄り交通機関までの距離、地価などの属性データが必要である。そのため、GIS データベース作成に当たって以下の2点を考慮した。

(a) 既存データを直接使用する場合と既存データを加工した後を使用する場合とがあり、様々なデータの関連は GIS を用いて行う。例えば、作成した建物の地理データには、既に住宅地図の属性データである住宅番号や階数が入っており、さらに住宅需要実態調査から面積、建築年度、建築資材といった属性データを付加させる (図4)。

(b) 地理データを格子状のデータ形式 (グリッドデータ) で統一して整理し、最小のグリッド単位である土地利用 (10m グリッド) を基にデータ処理を行い、使用目的ごとに適したグリッドの大きさで表現する。例えば、住宅地図の建物の中から住宅の建物を選出するため、住宅地図のレイヤを 10m グリッドに変換し、土地利用のレイヤと重ねあわせ、住宅地である3つの土地利用区分 (一般低層、密集低層、中高層) を住宅と認識させる。

4. シミュレーションフロー及び結果の精度

(1) シミュレーションフロー

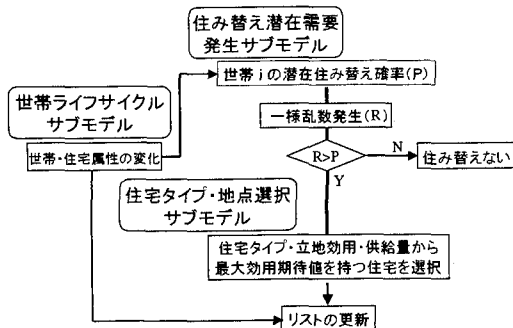


図5 シミュレーションフロー

シミュレーションを行う際、図5が示すような世帯ライフサイクルサブモデル、住み替え潜在需要発生サブモデル及び住宅タイプ・地点選択サブモデルを用いる。まず、世帯属性や住宅属性の変化による潜在住み替え確率 P と一様乱数 R と比較し、住み替えの顕在化が生じるか否かを決定する。住み替える場合、複数の候補住宅の中から、タイプや立地効用の最大期待値を持つ住宅を選択し、リストの更新を行う。

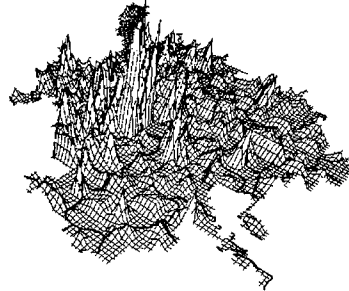


図6 夜間人口分布

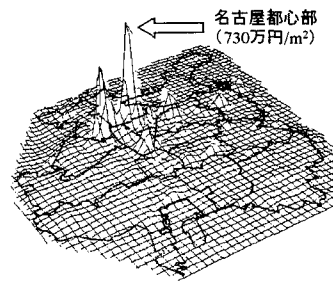


図7 平成9年公示地価の分布

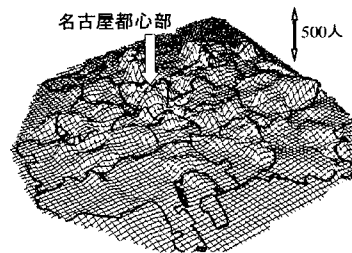


図8 都心部で勤務する人の常住地の分布

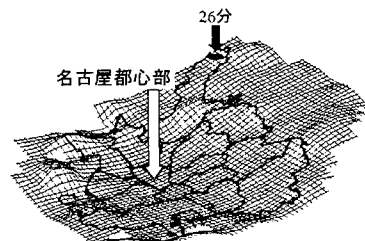


図9 都心部までの自動車所要時間

(2) シミュレーション結果の精度

住宅立地マイクロシミュレーションを行う際に、モンテカルロ法による乱数を発生させ、確率的に住宅タイプなどの選択を行う。そのため、同じシミュレーションを繰り返したとき、全く同じ結果を得ることはなく、複数のシミュレーション結果を平均化することが多い⁸⁾。そこで、繰り返しの数が誤差に及ぶ影響について感度解析を行う。まず、各シミュレーション s により、任意のゾーン k に住み替える世帯数 I_k^s 、及びそのゾーンから引越す世帯数 O_k^s を求め、その差を $X_k^s = I_k^s - O_k^s$ とする。次に、 n 回のシミュレーションにより、 X_k^s の平均値 $\overline{X_k}$ を求める。シミュレーションの誤差 ε を式 (1) のように定義する。

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{s=1}^n (X_k^s - \overline{X_k})^2} \quad (1)$$

この式では、個々の世帯の移動を任意のゾーンで表現することが可能である。この式を用いて、繰り返し回数 n を 10 回～100 回とした場合の誤差を図 10 に示す。 n が 50 以上になると、誤差がほぼ一定となっていることが分かる。また、 $n=100$ の場合について区単位での世帯の流入、流出の差を集計したもの ($\overline{X_k}$) を図 11 に示す。この図をみると、都心部は負の値をとり、都心周辺地域は正の値をとっており、都心部の区から都心周辺の区に世帯が移動する傾向をこのシミュレーションによって再現できた。

5. 結論

本研究では都市内での住宅立地行動を取り上げ、住宅立地非集計モデルに非集計データである個々の世帯及び住宅属性を代入する住宅立地マイクロシミュレーションを GIS 上で実施している。そのため、従来は行うことが不可能であった各世帯や住宅の属性差による居住地選択を明確に表現することができた。また、繰り返し回数が結果に及ぼす影響を把握できた。詳細なグリッド単位での立地確率を得ることが可能になったため、立地に伴う局地的環境影響予測を今後の課題

とする。

<謝辞>

本研究を進めるにあたり、貴重なデータの提供をはじめとしてご協力頂いた、建設省住宅局住宅政策課、名古屋市建築局住宅部住宅企画課、並びに数々のアドバイスを頂いた神戸大学の富田安夫助教授、名古屋大学の奥田隆明助教授、データ作成に当たってご協力頂いた名古屋大学の北野恭央氏に謝意を表する。

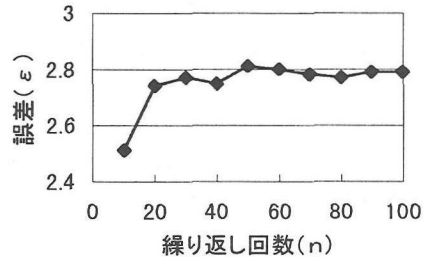


図 10 繰り返し回数と誤差の関係

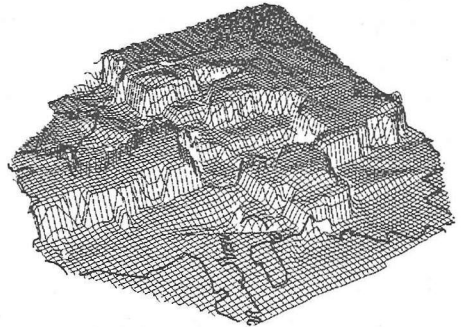


図 11 区単位での世帯流入流出の差

<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モデルを応用した世帯のライフサイクル-住宅立地-属性構成予測モデル、土木学会論文集、第 395 号 / IV-9、1988、pp.85-93.
- 2) Wegener, M. and Spiekermann, K.: The potential of microsimulation for urban models, in Microsimulation for Urban and Regional Policy Analysis, Pion, 1996, pp. 149-163.
- 3) 名古屋市建築局住宅部住宅企画課：名古屋市における住まいの意識と住宅需要-平成 5 年住宅需要実態調査から-.
- 4) ゼンリン株式会社：ゼンリンタウン、1996.
- 5) 建設省国土地理院：数値地図ユーザーズガイド、(財)日本地図センター地図研究所研究第一部、1992.
- 6) 中京都市圏総合都市交通計画協議会：第 3 回中京都市圏パーソントリップ調査報告書、1993.
- 7) 総務庁統計局：住民基本台帳、人口移動報告年報、1993.
- 8) Chen, G. and Boyd, I.D.: Statistical Error for the Direct Simulation Monte Carlo Technique. Journal of Computational Physics, Vol. 126, 1996, pp.434-448.