

都市再生施策評価のためのシナジスティックモデルの開発

室蘭工業大学	学生員	塚田	建人
室蘭工業大学	学生員	手塚	雄治
函館工業高等専門学校	正員	佐々木	恵一
室蘭工業大学	正員	田村	亨

1. はじめに

近年、広域的な都市間における問題に地方中核都市から大都市圏への人口流出があげられ、各都市の再生により広域分散型社会を再構築することが検討されている。一方、都市内における問題として、市街地の拡大、郊外化、都市機能の分散などがあげられ、コンパクトシティなどの都市再生が検討されている。これまでの研究では上記に示した2つの問題が独立に議論されてきたが、本研究では影響が互いにフィードバックして発展して行く過程を分析するためのモデル開発を目的とする。具体的には、二つのモデルを構築し、それを統合する。1つめは、都市圏間の人口動態を、空間相互作用を取り込んで表現できるP.Allenの自己組織化モデルである。他の1つは、都市施設の再配置が、都市の魅力度を向上させ、人口増につながることを表すニューラルネットワーク・セルラーオートマトンモデル（以下NN-CAモデル）である。しかしながら、現段階でモデル統合には至っておらず、以下にモデルの内容とその課題点を含めまとめる。

2. P. Allenの自己組織化モデル

土地利用変化による人口変化を表現できる都市マクロモデルとしてP. Allenの都市モデルがある。P. Allenのモデルの特徴は動的に都市の形成過程を再現出来ることである。P. Allenの自己組織化モデルは以下の5つの式から成り立っている。

$$\frac{dx_i}{dt} = b_i x_i \left(J_i^0 + \sum_k J_i^k - x_i \right) - m_i x_i + \tau \left\{ \sum_{j \neq i} x_j^2 \exp(-\beta d_{ij}) - x_i^2 \sum_{j \neq i} \exp(-\beta d_{ij}) \right\} \quad (1)$$

$$\frac{dJ_i^k}{dt} = \alpha J_i^k (M_i^k - J_i^k) \quad (2)$$

$$M_i^k = \lambda_i^k D_i^k \quad (3)$$

$$D_i^k = \sum_{j=1}^n \frac{x_j \varepsilon^k}{(P_i^k + \phi^k d_{ij})^\gamma} \frac{A_{ij}^k}{\sum_{r=1}^n A_{ij}^k} \quad (4)$$

$$A_{ij}^k = \frac{\left[\gamma - \frac{1}{\delta + \rho^k (x_i - x_i^h)} \right]^\gamma}{(P_i^k + \phi^k d_{ij})^\gamma} \quad (5)$$

ここで、

t : 時間変数、 x_i : i 都市人口、

b_i : 出生・転入による人口増加を表すパラメータ

m_i : 死亡・転出による人口減少を表すパラメータ

J_i^0 : i 都市基礎雇用可能量

d_{ij} : i, j 都市間時間距離

X_k^h : 都市機能 k を持つための人口閾値

J_i^k : i 都市の機能 k による雇用可能量

M_i^k : i 都市の都市機能 k に対する潜在需要に対応する雇用需要

D_i^k : i 都市の都市機能 k に対する潜在需要

A_{ij}^k : i 都市から見た j 都市の都市機能 k の魅力度

ε^k : 人口1人当たりの都市機能サービス k の需要量

ϕ^k : i, j 都市間の距離に関する交通コスト

λ^k : i 都市への都市機能サービス k の単位需要に対応するパラメータ

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \rho^k$: パラメータ

式(5)は j 都市の住民の i 都市に立地する都市機能 k に対する魅力度の評価である。すなわち遠距離にある都市機能サービスの魅力度は薄れ、その地域の人口が多ければ魅力度は向上することを表している。式(4)は i 都市に立地する都市機能 k に対する潜在需要を表しており、都市の相対魅力度に対応している。式(3)は i 都市に立地する都市機能 k に対する潜在需要を供給するために必要とされている雇用者数を表している。式(2)は式(3)から導かれる潜在需要量 M_i^k と実際の雇用可能量 J_i^k とのギャップから、新たな雇用可能量の増分が決定されることを表している。式(1)は i 都市の人口増分は雇用可能量に応じ、他地域との人口の転出入は人口圧力及び距離によって決まることを表している。つまり、人口の変化が都市の魅力度を変え、潜在需要に変化が生じる。潜在需要による雇用可能量と実際の雇用可能量とのギャップが新たな雇用を生み出し、都市に人口変化が生じるということである。

本研究が論点とする都市再生施策に関しては、都市内の活動においても施設配置のパターンから人口分布が決まり、その人口分布が次の時点の施設配置を決めるというサイクルを繰り返す。そして、両者の組み合わせ

キーワード：都市再生、自己組織化、都市施設

連絡先：〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27 番 1 号 室蘭工業大学大学院工学研究科建設システム工学専攻
TEL&FAX (0143)46-5289 E-mail s1351024@mmm.muroran-it.ac.jp

せから都市の魅力度が算出されると考える。しかし、このモデルでは施設配置との関係を含んでいないため、都市内における魅力度向上の構造をNN-CAモデルで算出する。

3. NN-CAモデルの適用

3.1 NN-CAモデル

ニューラルネットワークモデル(以下NNモデル)は複雑な入出力関係においても高い現象記述能力を持つが、土地-人口モデルにおいては、土地利用の変動による人口変化が他地区に伝播しない問題点が挙げられる。これは、自地区の土地利用を入力とし自地区の人口を出力とするモデル構造に問題があるとされる。そこで、NNモデルへ空間相互作用を取り込みかつ、土地利用変化に対応した人口予測を可能とするNN-CAモデルの適用を考えた。

セルラーオートマトンの概念は「独立した細胞(セル)」の相互連関によって全体が構成されるというものである。本研究では、室蘭市を全体とし、それを構成する地区をセルと考える。CAにおける空間相互作用では、あるセルに加えられた刺激がセルとセルの連関により全体に伝播する過程をシミュレーションできるものである。

このようにNN-CAモデルでは、従来のNNモデルでは取り込むことができなかった空間情報を、CAにおけるセルを用いて表現できる。

3.2 NN-CAモデルの構成

本研究では、セルの独立した振舞いをNNモデルで学習させ、セル相互の関係はセルを構成する空間的要素(メッシュ)を一部重複させておくことで対応させる。

NNモデルの学習方法はセルを構成する9メッシュの土地データとして、人口、地価、土地利用割合(住宅地・商業地・準商業地・工業地・準工業地の5つ)の計7つを入力とし、セルの中心メッシュの人口を出

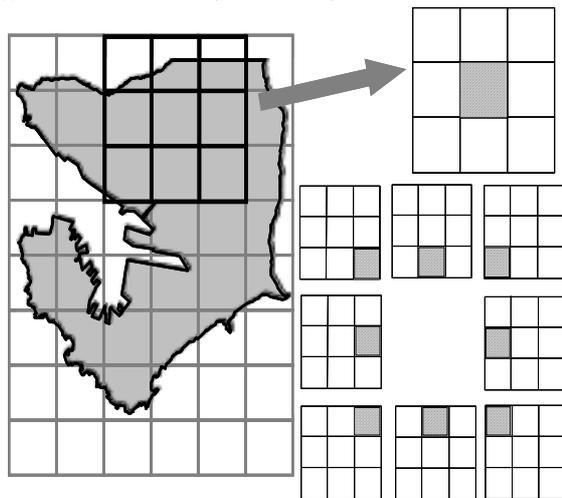


図-1 NN-CAモデルにおけるセル

力とした。セルを構成しているメッシュはセル同士で重複しているため、同一メッシュのデータは8回学習データとして使われていることになる。また、NNモデルの学習のさせ方は、対象地域全体で48個あるセルを

対象として1つのNNモデルにより学習を行った。

先にも述べたが、セル相互の関係はセルを構成する空間的要素(メッシュ)を一部重複させておくことで、対応している。NN-CAモデルは、NNモデルで推計されたメッシュ人口を、再度NNモデルの入力層に用いることの繰り返し作業である。この繰り返しによって、土地利用の変動による人口変化が対象地域全体に伝播した状況を再現できる。

3.3 分析結果

現在、室蘭市は中心市街地の機能を持つ中島町と行政の機能を持つ中央町の2つの地区に都市機能が分散している。本研究ではこれら2地区に分散した都市機能を1つに統合した場合の人口変化の推計を行った。具体的には中央町およびその隣接地区の工業地区化を想定した。結果を図-2で示す。これより各地区の人口推移、特に中央町地区から中島町地区へ人口が移動している様子が確認できる。

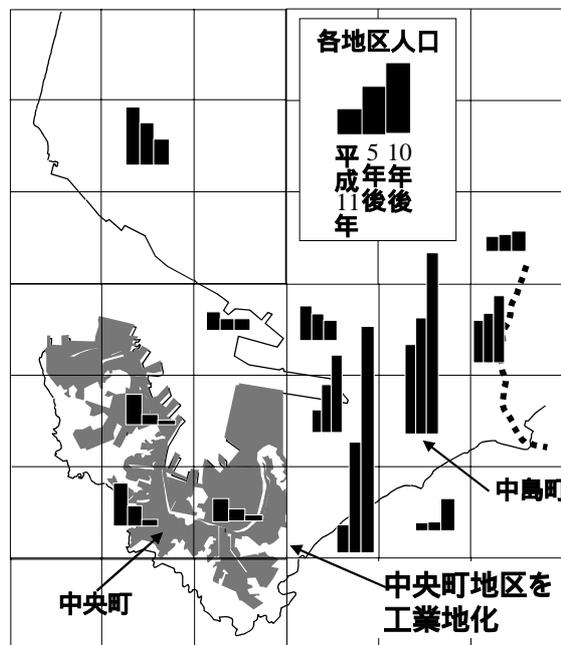


図-2 各地区の人口推移例

4. 結論と今後の課題

P.Allenモデルにおいて都市間時間距離は、人口の変化に影響することが分かっている。しかし、魅力度は人口の変化に影響が見られなかった。今後は、P.Allenモデルの魅力度に関する有効なパラメータの推定が必要である。一方、NN-CAモデルにおいては値の信頼性に欠ける面はあるが、各地区人口変化の比較、評価は可能であり、今後さらに検討を重ねる価値があるものと考えられる。

参考文献

1) Allen. P. M and Sangler. M (1981): Urban Evaluation, Self organization, and Decision-Marking, Environment and Planning A, Vol. 13 pp. 167-183