

IV-42

帯広都市圏の市街化過程に関する研究

室蘭工業大学	学生員	和田 圭太郎
室蘭工業大学	学生員	佐々木 恵一
室蘭工業大学	正 員	田村 亨
専修大道短大	正 員	榎谷 有三
室蘭工業大学	正 員	斎藤 和夫

1. はじめに

市街化過程のモデル化は計量経済学や都市経済学の分析で、これまでも開発されている。特に、交通網との関係で分析した研究は1970年代に多くなされている¹⁾。しかし、これらの方法は市街化過程の構造が明確な場合には有効な方法ではあるが、現在のところ理論モデルの枠をでていない。本研究で扱うニューラルネットワーク（以下NNと表示）モデルは、外部環境にあうように自己組織化能力を活用して、過去の入出力の結果のみから自立的に学習を行うという、いわば構造をブラックボックス化して解析する方法である²⁾。

本研究は、NNモデルを帯広都市圏の市街化過程分析に用いることにより、複数の都市にわたるNNモデルの適用可能性について検討する。本対象地域でNNモデルを構築する具体的な理由は、以下のとおりである。帯広市は昭和50年前後に市街化の西進を止めるべく、宅地開発を見合わせていたが³⁾、このことにより、十勝大橋で結ばれた音更町木野地区に住宅地が造成され、人口増がもたらされた（図-1）。その後、帯広市は西帯広地区の区画整理事業を決めたため、人口のほり付きは帯広市に戻ったと言われている。この様な現

象をNNモデルで再現できれば宅地造成のタイミングと市街化区域の線引き見直しに役立てられる都市モデルが構築できるものと考えている⁴⁾。

2. 帯広都市圏の現況とNNモデル

(1) 帯広都市圏の現況

帯広圏の都市計画区域面積は、32,900haで行政区域面積の17%を占め、そのうち市街化区域面積5676haである。また、DID区域面積は、昭和45年の1,690haから60年には4,430haと2.6倍に大幅に拡大し、市街化区域に対する割合も昭和45年の38%から昭和60年の78%となり郊外化が進展していることを示している。都市計画区域内の人口増加率は、行政区域人口の増加率を少し上回っており、全人口の90%以上が都市計画区域内に住み、この傾向は年々高くなっていくと思われる。

また、土地利用に関して、敷地面積の構成で見ると、昭和55年では帯広市の都市部及び都心周辺部は住商混合型、西帯広地区から東芽室にかけては工業特化型・商工混合型、帯広市南西部は住居特化型のゾーンが多く、他のゾーンの大部分は住居を主とする混合型となっている。昭和60年ではこのうち帯広市都心部が商業特化型に変容したことや、圏域全体として住居系の比率が低下して混在化が進行したこと、さらに音更町では住居系の比率が高まったことなどが挙げられる。

本研究で対象としている音更町は大きくは行政の中心である音更市街（本町地区）と帯広市に隣接する木野市街（木野地区）により構成されている。近年、国道沿い及び西高台地区への住宅及び大型施設の立地が進み市街地として連担しつつある趨勢をふまえ、都市基盤のより一層の充実、将来の人口増に対応した新市

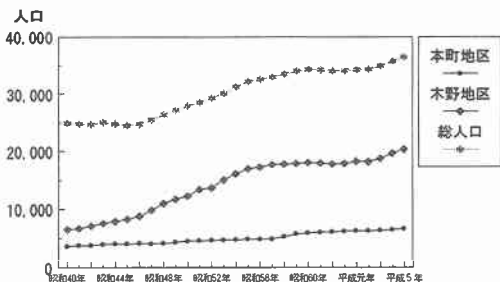


図-1 音更町人口推移

The Study on Urbanization Process in the OBIHIRO Urban Region

by Keitarou WADA, Keiiti SASAKI, Tohru TAMURA, Yuzou MASUYA and Kazuo SAITOU

街地の整備、交通体系の整備に伴う流通・工業系市街地の整備、人口増を背景にしたアーバニティの高い商業ゾーンを目指している。

音更町の人口は昭和45年から昭和60年まで増加傾向を示し続けているが、一時横ばいの状態となり、平成2年以降市街地の拡大もあって、再び増加に転じている。また、図-2は延べ床面積と人口変動の関係を示したもので、本町地区をみると、図中曲線の傾きが大きくなっているのは、新興住宅地が造成されて人口が急激に増加したためである。それに対し木野地区は、商業施設の増加が目立ち、比較的緩やかな曲線になっている。

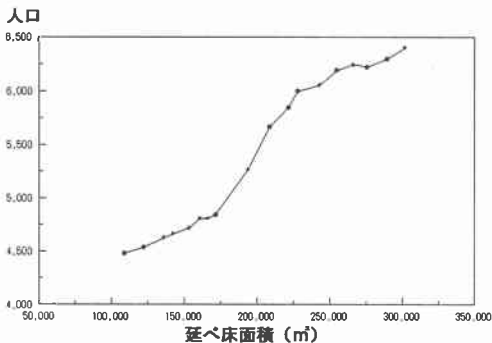


図-2-1 延べ床面積－人口関係図
本町地区

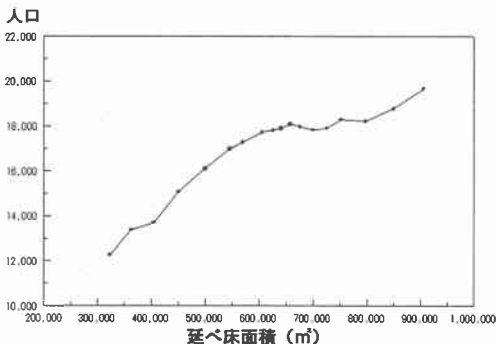


図-2-2 延べ床面積－人口関係図
木野地区

(2) NNモデル⁵⁾

本研究で適用する階層型NNモデルは、人間の神経細胞の人工的なモデルであるユニットが、神経繊維に対応する線で結ばれ、網目状のネットワークを形成する。ユニットは多入力1出力で、出力は重みを付けられ他の入力になる。ユニット内部では入力の総和がと

られ、これを応答関数によって出力する。NNモデルの学習法はバックプロパゲーション法を用いた。NNモデルの学習とは、出力値と理想出力値（教師信号）との2乗誤差を最小とするようなネットワークを最適とし、その結合係数を初期値から補正しながら求める過程である。この能力を自己組織化能力と呼び、外部環境に合うように過去の入出力のみから自立的に学習する。このようにNNモデルは、構造をブラックボックス的に扱うため、本研究においても内部分析は避け、NNモデルの人口推計能力のみを追求する。

本研究では、単位面積当たりの建物用途別延べ床面積から人口密度を推定する分析モデルへの階層型NNモデルの適用を行った。具体的な構造は、5層構造であり各層のニューロン数は14-14-14-14-1とした。

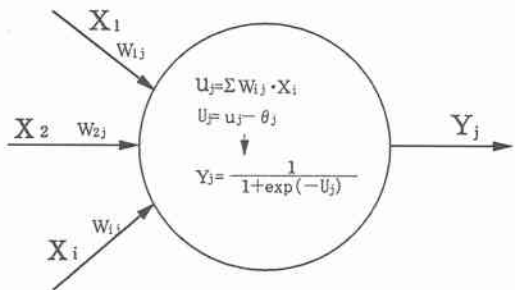


図-3 ユニットの構造

3. 対象地域と分析データ

本研究でNNモデルの精度を検証する地域は音更町であり、図-4のように2つの地区に分けて用途別延べ床面積、人口データの収集を行った。

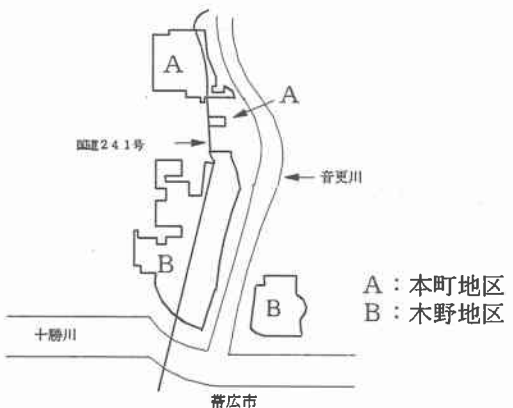


図-4 対象地域図

本研究では、以下の2つの分析を行った。

①昭和55年の帯広市の22住区別の用途別延べ床面積、音更町2地区の用途別延べ床面積を入力し同年の人口を出力するというNNモデルの現状再現性についての分析。

②上記のシステムに音更町の昭和50年から平成2年までのデータを入力してモデルの時間移転性についての感度分析。建物用途面積については、対象地域内の個々の建物の建築申請に基づいて収集を行った。用途分類は、表-1のように大きく5要素に分かれており、その5要素は10に分類されている。これをさらに34に分類し、各年度について建物の建築年度、延べ床面積を地区別に集計した。しかし、このデータは新築、増改築には敏感であるが、たて壊しには反応していないため誤差を含んでいる。従って、本研究では、建て替えのポテンシャルと新規立地に関する情報をもとにして、人口推計を把握することになる。また、人口に関しては各年度の住民登録をもとに集計を行った。

本研究では、表-2に示している14要素から人口の推

表-1 建物用途区分表

大分類	中分類
商 業	官公庁施設
	専用商業施設
	娯楽施設 店舗施設
住 宅	住宅施設
文教厚生	文教施設
	厚生施設
工 業	工業施設
	都市運営施設
その 他	農業施設

表-2-1 分析データ

本町地区		対象年度		
建物用途別 延べ床面積		昭和50年	昭和60年	平成4年
専用店舗施設	0	6,696		9,785
専用住宅	45,097	111,394		153,848
共同住宅	16,598	23,949		38,738
店舗併用住宅	8,023	11,306		13,200
事務所併用住宅	3,119	4,627		5,202
飲食店併用住宅	1,392	1,858		2,200
作業所併用住宅	460	616		719
教育施設	7,744	8,984		15,782
文化施設	1,933	2,421		2,845
宗教施設	346	346		1,285
医療施設	2,095	2,305		2,789
運動施設	1,582	2,181		7,180
社会保護施設	5,785	13,282		13,440
厚生施設	600	1,129		1,159
人 口	4,479	5,845		6,400

(単位;面積:m²、人口:人)

表-2-2 分析データ

木野地区		対象年度		
建物用途別 延べ床面積		昭和50年	昭和60年	平成4年
専用店舗施設	0	9,200		19,859
専用住宅	180,660	387,894		536,306
共同住宅	30,972	63,435		93,253
店舗併用住宅	13,431	19,330		22,152
事務所併用住宅	10,685	18,515		22,242
飲食店併用住宅	1,870	2,730		3,688
作業所併用住宅	3,223	4,242		4,679
教育施設	12,789	19,659		24,795
文化施設	343	851		6,776
宗教施設	452	743		743
医療施設	8,234	14,755		19,722
運動施設	117	117		525
社会保護施設	4,523	6,513		7,326
厚生施設	0	0		0
人 口	12,262	18,096		19,666

(単位;面積:m²、人口:人)

計を行ったわけであるが、農業や工業に関しては人口変動への影響が小さいと考えられるため省いている。

4. 分析結果

(1) 現状再現性分析

昭和55年学習モデルに再び昭和55年のデータを入力した時のNNモデルの出力値と実測値の関係を図-5に示す。ここで誤差の絶対値の平均値が289人/k²、最大値が1,808人/k²(緑ヶ丘住区)、相関係数が0.95であった。NNモデルの出力値と実測値は良く合致しており、現状再現ができていことが分かる。特に、音更本町地区、木野地区についてみると、誤差はそれぞれ52人/k²、8人/k²であった。

予測値

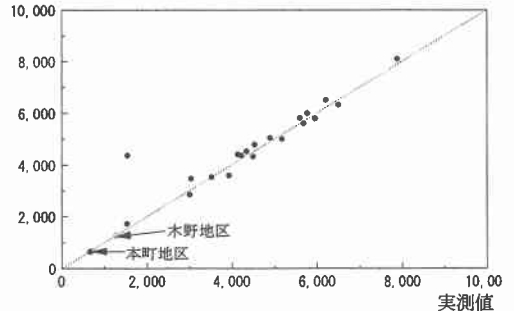


図-5 人口推計相関図

(2) 時間移転性分析

昭和55年学習モデルにおいて、音更町の2地区について昭和50年から平成2年までの時系列のデータを入

力した結果を図に示す。

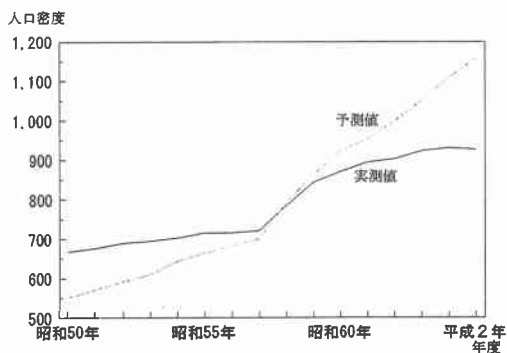


図-6-1 時間移転性分析（本町地区）

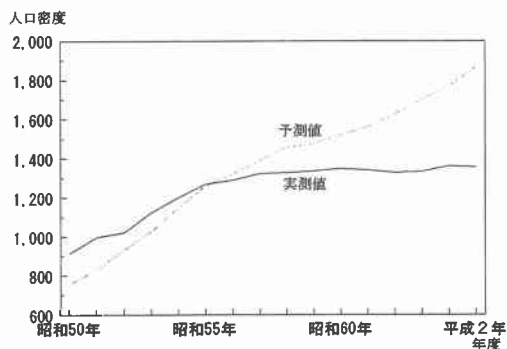


図-6-2 時間移転性分析（木野地区）

本町地区については、昭和57年から昭和60年までの急激な人口増への変化をよく再現している。木野地区では昭和55年の前後2～3年についてはよく再現している。相関係数はそれぞれ0.986、0.930であった。しかし、時間が離れるにつれ、過去の評価は過小評価、将来の評価は過大評価となっている。これは、立地ポテンシャルと人口の関係はSカーブの関係であるが、NNモデルは昭和55年で接線方向に予測を行っているためこのような結果になったと考えられる。

また、図-5に示すように、音更町の2地区のデータは、帯広市の22地区のデータ群の中に点在するのではなく、人口規模が少ないところに集中している。よって、NNモデルの中での全体学習においては、平均値に近いところは比較的よく合うものの、音更の2地区はこの範囲を超えたところに存在している可能性が高く、比較的誤差の多い予測となっている。

今後の分析上の工夫としては以下の点があげられる。
①昭和60年、平成2年のデータを用いて、時間変数を取り込んだNNモデルを作成しより精度を高めること。

②空間移転性の問題となるが、帯広市の22住区のうち、音更町の2地区により近似した住区を取り上げて、NNモデルを構築すること。

③NNモデルの作り方として、全体一本のモデルではなく、用途地域別のモデルに分解し、全体の人口変動をコントロールトータルとして制約し、複合型NNモデルを構築すること。

5. おわりに

本研究は、帯広市と音更町の人口変動に注目し、NNモデルを構築してその適用可能性を検討した。本研究で明らかになった点は以下の点である。

①都市圏を構築する市町のデータを合成してNNモデルを構築したが、現状再現性については当てはまりの良いモデルが構築できた。

②昭和55年のNNモデルを用いて、音更町の人口変動を予測（外挿を含む）してみたが、その当てはまりは、比較的良好であった。特に、音更町の急激な人口変動傾向を表現できていることは、本研究全体のモデルシステムの妥当性を示しているものと考えられる。

今後は、NNモデルの改良を行って、より精度の高い都市モデルを構築する所存である。

謝辞

本研究を進める上でデータの借用と問題設定上のヒアリング調査に協力頂いた帯広市都市計画部と音更町都市計画課、総務部統計係に心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 肥田野登 「開発プロセスを考慮した地域整備過程に関する研究」 地域学研究 1979年
- 2) 清水英範 「ニューラルネットワークの空間相互モデルへの適用可能性」 土木計画学研究・講演集 1993年3月 pp343～348
- 3) 西山浩史 「帯広都市圏における市街化過程に関する研究」 土木計画学・講演集 1995年1月 pp143～146
- 4) 宮尾尊弘 「現代都市経済学」 日本評論社 1985年
- 5) 中野馨、飯沼一元、ニューロンネットグループ、桐谷滋 「ニューロコンピュータ 入門と実習」 技術評論社