

大都市圏内の都市における常住人口密度の推移形態についての分析

早稲田大学 土木工学科 (正) 大塚 全一
 早稲田大学 土木工学科 (学) 外尾 一則
 早稲田大学 土木工学科 (学) ○ 渡辺 仁
 早稲田大学 土木工学科 (学) 片川 智文

はじめに

一般に、大都市圏内の都市と地方都市とは、性格が異なるものと考えられている。地方都市は、単独の都市圏を持っているが、大都市圏内の都市は、互いに隣接し、周囲の都市の影響を大きく受けているからである。従って、大都市圏内の都市と地方都市の人口変動を推定する場合も、両者を分けて考える方が妥当である。地方都市においては、本研究室における一連の研究の中で、将来人口の推定方法が確立されているが、大都市圏内都市の将来人口推定においては、未だ方法が確立されていない。本論文では、首都圏(東京駅を中心とした半径70km圏)内で、昭和45年時のDID人口5万人以上の全都市(91都市)を対象とし、将来人口推定の手法を作成するための足がかりとして、人口の変化パターンの類型化と、各類型に属する都市の判別方法の確立を目的とする。

分析は、図1のフローに従って行った。用いる人口のデータは、昭和45年と50年の国勢調査のメッシュ(一辺が約500mの長方形のメッシュ)別の集計データである。

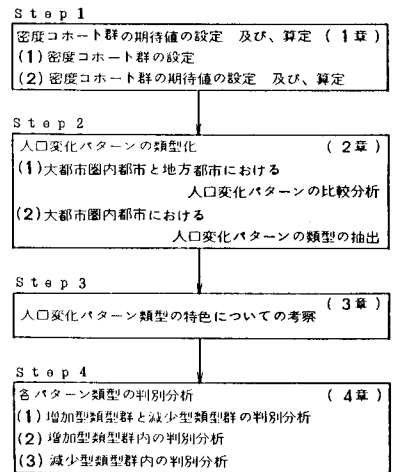


図1 分析フロー

1. 密度コホート群の期待値の算定

1.1 密度コホート群の推移確率について

本論文では、常住人口密度を、10人/haさざみで区分したものをコホートと呼び、人口密度を区分する上での最小単位とした。また、コホートをいくつか統合したものをコホート群と呼び、コホート群をいくつか統合したものを密度区分と称する(表1)。

地方都市の場合は、一定期間(昭和45年～50年)における各メッシュの常住人口密度の推移を、密度コホート群別の推移確率によって表わし、密度コホート間の推移マトリックスを作成した。この方法を用いるにあたっては、次の仮定を用いた。

- (1) 各密度コホート群の推移確率分布は、正規分布である(図2)。期待値(E)と分散(σ^2)が決定されれば、その密度コホート群の推移確率を知ることができる。
- (2) 密度コホート群別の分散は、人口規模、密度コホート群別に一定の値である。
- (3) 期待値は、密度コホート群別に求められる。

コホート (人/ha)	地方都市 コホート群	大都市圏 コホート群	密度区分
0 - 10	C1	K1	低 区 分 L
10 - 20	C2		
20 - 30	C3		
30 - 40			
40 - 50			
50 - 60	C4	K3	中 区 分 M
60 - 70	C5	K4	
70 - 80			
80 - 90			
90 - 100	C6	K5	
100 - 110			
110 - 120			
120 - 130	C7	K6	
130 - 140			
140 - 150			
150 - 160			
160 - 170	C8		
170 - 180			
180 - 190			
190 - 200			
200 -	C9	K7	超高区分SH

表1

コホート、コホート群、密度区分の対応関係

その値は、都市の持つ諸条件や社会経済条件等の要因で

推定される。この方法による人口推定の精度は非常に良い。

大都市圏内の都市を分析するに当たっては、以下の仮定を用いた。

(i). 上記の仮定(1)、仮定(3)が、地方都市と同様に成立する。

(ii). 各都市の確率分布の特徴は、期待値のみで表わされる。

各密度コホート群別の分散は、それぞれの都市において、ばらつきが大きいと思われるので、本論文では分散を推定することは一応保留した。

1.2 密度コホート群の期待値の算定

大都市圏の都市を扱う場合、地方都市で設定したコホート群をそのまま用いる。新たに、大都市圏用のコホート群を設定した(表1)。各密度コホート群の期待値は、以下のプロセスで算定した(図3)。

(1). 各密度コホート群に属するメッシュが、5個以上あるかチェックする。

(2). 5個以上ある密度区分コホート群では、その区分コホート群に属するメッシュの人口密度の変化量の平均値を求め、それを平均期待値とする。5個未満の区分コホート群では、メッシュ数が5個以上になるまで、順次、隣接のコホート群を吸収する。隣接コホート群の吸収の仕方は、低区分、中区分コホート群では、順次、密度の高いコホート群を、高区分、超高区分コホート群では、順次、密度の低いコホート群を吸収する。

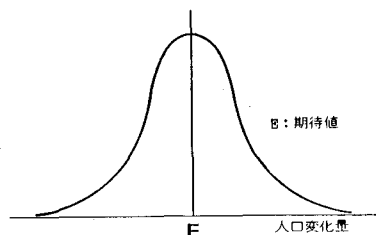


図2 正規分布

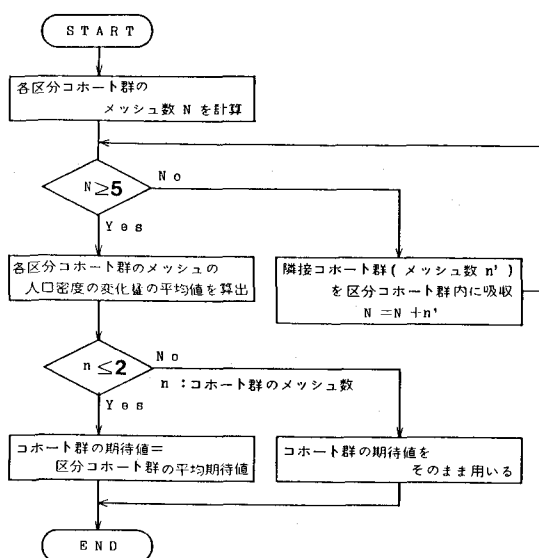


図3 期待値算定フロー

2. 人口の変化パターンの類型化

2.1 類型化の方法

大都市圏内の都市の、人口変化の特徴を把握するために、各都市個有の人口変化をパターン化して表わす方法をとる。人口の変化パターンを類型化する手法には、クラスター分析を用いる。クラスター分析を用いる理由は、主観を交えずに、一定の算定に従って分類することだけを目的とするという手法の特徴が、変化パターン分類による類型化を行う手法として最適であると判断したからである。クラスター分析を行う要因には、1章で示した密度コホート群の期待値を用いる(本論文では、凝集型のクラスター分析を用い、距離としては、ユークリッド距離を用いる。)

2.2 首都圏内の都市と地方都市の比較分析

大都市圏内の都市と地方都市における人口変動が大きく異なることを確かめることと、大都市圏内の都市の人口変動を地方都市と対比して主な特徴を把握するために、首都圏内都市と地方都市の計174都市についてクラスター分析を行なった。分析の結果、174都市は、4つのグループ(1)急成長型、(2)安定成長型、(3)停滞型、(4)衰退型)に分かれる。各グループの人口の変化パターンは、図4のとおりである。また、各グループの構成

都市とその特徴を以下に示す。

(1) 急成長型

首都圏：川越以下、61都市

地方：札幌、福岡、広島、仙台、鹿児島、長崎、那覇、高知、呉、別府、福山

大都市圏の都市の典型的パターンである。地方都市が11都市含まれているが、市街地人口規模が30万人以上の都市がほとんどであり、地方都市の中では規模の大きな都市が該当する。

(2) 安定成長型

首都圏：中（横浜市）、小田原

地方：函館以下、64都市

地方都市の典型的パターンである。

(3) 停滞型

首都圏：熊谷、蕨、港、新宿、文京、目黒、渋谷、北

地方：富山、足利

地方都市の一部が含まれるが少数であり大都市圏の都市のパターンである。

(4) 衰退型

首都圏：千代田、台東、墨田、豊島、荒川、西（横浜市）、川崎、幸（川崎市）

地方：なし

急成長型と共に、大都市圏の都市の典型的パターンである。

総合的に見て、大都市圏型と地方都市型にはっきり分れている。

2.3 大都市圏における類型の抽出

首都圏の91都市で行ったクラスター分析の結果得られた樹系図の概略を図5に示す。都市数が3以上のクラスターは計8個である。これら8つのクラスターの人口変化パターンを、大都市圏の都市における人口変化パターンの類型とする。類型の名称は、その類型に属する代表的な都市の都市名をとって、(1) 松戸型、(2) 国立型、(3) 浦和型、

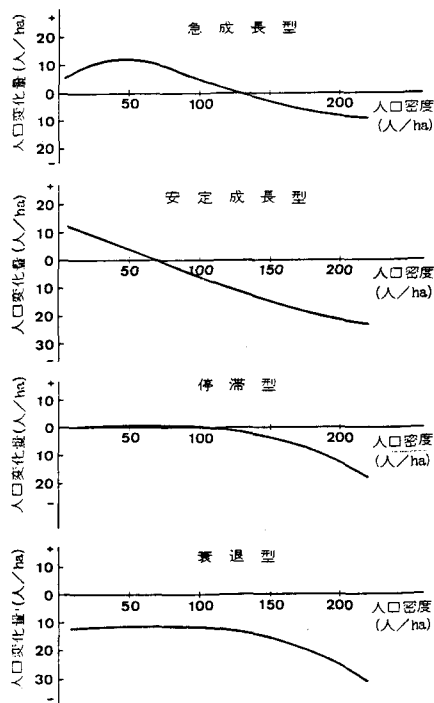
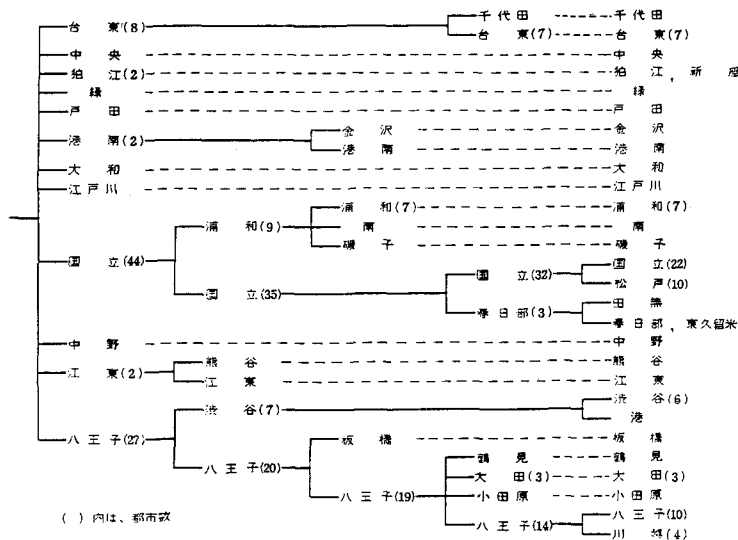


図4 各パターン類型（大都市圏+地方）



() 内は、都市数

図5 大都市圏内都市のクラスター分析結果（樹系図）

(4) 川越型、(5) 八王子型、(6) 大田型、(7) 渋谷型、(8) 台東型と呼ぶ。各類型に属する都市は、表2に示すとおりである。また、その分布を図7に示す。

3. 人口変化パターン類型の特色

各パターン類型の特色は以下のとおりである。

(1) 松戸型、(2) 国立型

全てのコホート群で、期待値はプラス(+)側にあり、増加傾向が非常に強い。

(3) 浦和型、(4) 川越型

高区分コホート群で、期待値はマイナス(-)側にあるが、高区分コホート群に属するメッシュの数は、全体の10%弱であり、都市全体としては増加傾向が強い。

(5) 八王子型

高区分コホート群で、期待値はマイナス(-)側にあるが、高区分コホート群に属するメッシュの数は、全体の40%程度であり、浦和型、川越型に比べて、増加傾向は弱い。都市全体としては、まだ増加傾向にある。

(6) 大田型

中区分コホート群の一部と、高区分コホート群で、期待値はマイナス(-)側にある。これらのコホート群に属

人口の変化パターンの類型名							
松戸型	国立型	浦和型	川越型	八王子型	大田型	渋谷型	台東型
与野 草加 鳩ヶ谷 朝霞 船橋 松戸 柏 調布 保谷 相模原 ○新座 ○中野 ○田無 ○狛江 ○東久留米 ○港南 ○緑 ○大和	上野 千代田 習志野 市原 船橋 松戸 柏 調布 保谷 相模原 ○新座 ○中野 ○田無 ○狛江 ○東久留米 ○港南 ○緑 ○大和	尾花 豊洲 市原 船橋 松戸 柏 調布 保谷 相模原 ○新座 ○中野 ○田無 ○狛江 ○東久留米 ○港南 ○緑 ○大和	川口 浦和 和光 大宮 川越 立川 国分寺 有馬 越谷 川口 浦和 和光 大宮 川越 立川 国分寺 有馬 越谷 川口 浦和 和光 大宮 川越 立川 国分寺 有馬 越谷	練馬 八王子 立川 武蔵野 神奈川 保土ヶ谷 △中野 横須賀 藤沢 ○江東 ○板橋 ○鶴見 ○南	品川 大田 ○小田原 品川 大田 ○小田原 品川 大田 ○小田原 品川 大田 ○小田原 品川 大田 ○小田原	最上 新宿 文京 目黒 渋谷 ○熊谷 ○港 ○千代田 ○中央	台東 墨田 荒川 西 △幸 ○千代田 ○中央

○印は、増加型類型内、及び、減少型類型内の判別の際、統合した都市
△印は、その際、資料不足のため分析対象からはずした都市。

表2 各パターン類型の所属都市一覧

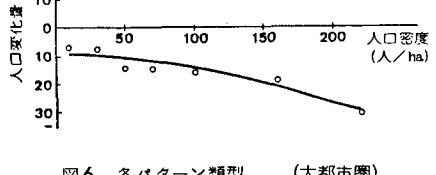
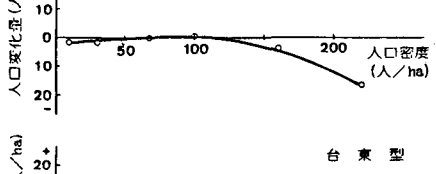
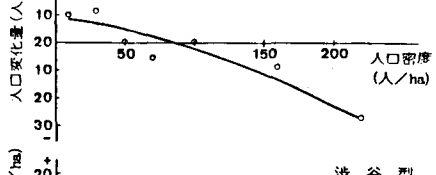
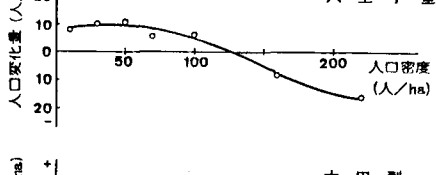
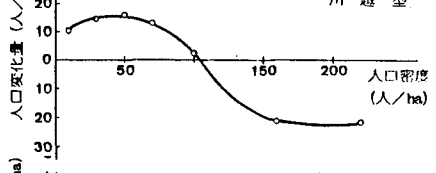
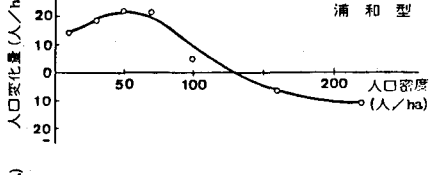
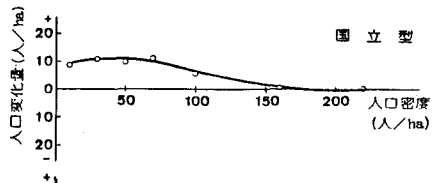
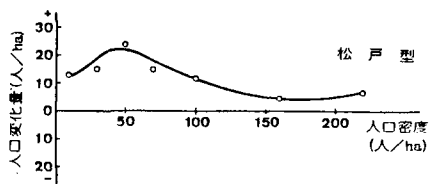


図6 各パターン類型 (大都市圏)

するメッシュの数は、全体の80%であり、都市全体としては、減少傾向にある。

(7) 渋谷型、(8) 台東型

全コホート群で、期待値はマイナス(-)側にあり、減少傾向が非常に強い。

以上の考察に基づき、各類型は、増加傾向の強い類型と、減少傾向の強い類型に分けられる。

(i) 増加傾向の強い類型

松戸型、国立型、浦和型、川越型、八王子型

(ii) 減少傾向の強い類型

大田型、渋谷型、台東型

4. パターン類型の判別分析

4.1 判別分析の概要

あらかじめ、ある基準で分類された複数の群がある場合、新たに与えられた、所属不明のサンプルが、いずれの群に属するかも判断する手法の一つとして、判別分析がある。第1から、第*n*までのグループがあった場合、ある都市が、どのグループに属するかは、以下のプロセスによって判別する。

- (1). その都市の要因を用いて、第1から第*n*までの各グループの判別関数値を求める。
- (2). その都市が、第1から第*n*までの各グループに判別される確率*P*を求める(確率*P*は*n*個求めることになる)。たとえば、第*i*グループに判別される確率*P_i*は、次式である。

$$P_i = \frac{\exp(f_i - \max f)}{\sum_{j=1}^n \exp(f_j - \max f)}$$

ここに、*f_i*: 第*i*グループの判別関数値
max f: 各グループの判別関数値の中の最大値

- (3). 判別確率*P*が最も大きいグループに、その都市が属すると判別する。

本論文では、ある都市が、8つのパターン類型のいずれに所属するかで、都市の特性を示す要因を用いて判別するための判別式の作成を試みた。用いた要因は、表3に示すとおりである。

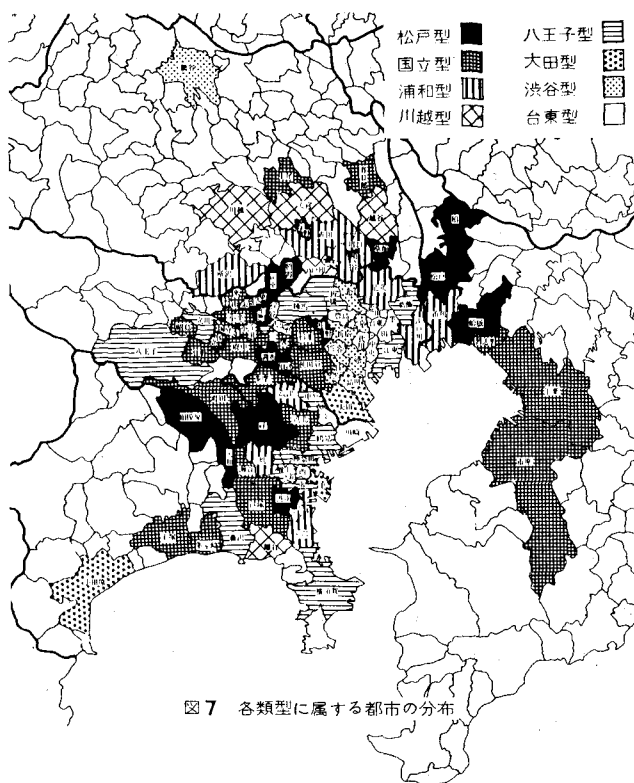


図7 各類型に属する都市の分布

特 性	要 因
密度構成	(1) 低密度構成 (2) 中密度構成 (1) (3) 高密度構成
事業所特性	(1) 2次産業人口比 (2) 3次産業人口比 (3) 3次・2次産業人口比 (4) 昼夜人口比 (5) 金融・不動産指数 (6) サービス業指数 (2)
人口構成	(1) 少年人口比 (0歳~15歳) (2) 壮年人口比 (35歳~55歳) (3) 老人人口比 (65歳~)
世帯特性	(1) 核世帯化 (2) 複合世帯化 (3) 単身世帯化
地価	(1) 基準地価 (3)
位置特性	(1) 時間距離 (東京から)

1) 中密度構成 = $\frac{40人/ha \sim 120人/haの人口密度を持つメッシュの数}{ある都市で対象とした全メッシュ数}$ (%)

2) サービス業指数 = $\frac{従業地ベースのサービス業就業人数}{常住人口}$ (%)

3) 基準地価 = 地価 / 全国の平均収入

表3 判別分析で検討した要因

4.2 増加型類型群と減少型類型群の判別

3章において、8つのパターン類型は、増加傾向の強いものと、減少傾向の強いものに大きく特色づけられた。このことを、以下、定量的に分析する。

密度コホート群の期待値を用いたクラスター分析の結果得られた樹状図(図5)を見ると、8つの類型は、大きく3つのグループに分けられる。各グループを構成する類型は、以下のとおりである。

- (1) 第1グループ：松戸型、国立型、浦和型
- (2) 第2グループ：川越型、八王子型、渋谷型、大田型
- (3) 第3グループ：台東型

第1グループは、増加傾向が強い類型、第3グループは減少傾向が強い類型、第2グループは両者の中間的な類型から構成されている。従って、第2グループを構成する4つの類型を、第1グループと、第3グループに統合することにした。方法としてはクラスター分析の原理に従って、以下の手法を用いた。

- (1)、第1グループを構成する類型に属する都市群を1つの都市群とみなし、その重心を定める。第3グループにおいても、同様の操作を行なう。第2グループを構成する川越型、八王子型、大田型、渋谷型の各類型別の都市群の重心もそれぞれ求める。

都市群名	第1グループ	第3グループ
川越型	29.1	54.1
八王子型	20.2	48.6
大田型	36.9	35.4
渋谷型	34.9	33.2

単位：人/ha

- (2) 都市群間の距離を、重心間のユークリッド距離とし、川越型、八王子型、大田型、渋谷型の都市群と、第1、第3グループの都市群との距離を求める(表4)。

表4 各都市群と第1、第2グループの距離

- (3)、距離が小さい方のグループに、川越型、八王子型、大田型、渋谷型の都市群も統合する。

この手法を用いた結果、川越型、八王子型類型は第1グループに、大田型、渋谷型類型は、第3グループに統合された。第2グループの各類型を統合した後の第1グループを、増加型類型群、第3グループを減少型類型群とした。

以上のことから、8つの類型は、増加型類型群と減少型類型群に分けられることが、定量的にも判明したのでこれら2つの類型群についての判別分析を行う。種々の検討の結果、有効な要因は以下の3つである。

$$\text{低密度構成} \equiv X_1 = \frac{0.4\text{ha} \sim 40\text{ha} \text{の人口密度を持つメッシュの数}}{\text{ある都市で対象とした全メッシュ数}} (\%)$$

$$\text{高密度構成} \equiv X_2 = \frac{120\text{人/ha以上の人口密度を持つメッシュ数}}{\text{ある都市で対象とした全メッシュ数}} (\%)$$

$$\text{昼夜人口比} \equiv X_3 = \frac{\text{昼間人口}}{\text{夜間人口}} (\%)$$

判別前の 類型群	判別された 類型群		計
	増加型	減少型	
増加型	49	3	52
減少型	0	16	16

(表中の数字は都市数)

表5 増加型類型群と減少型類型群の判別結果

分析の結果、以下の判別式が得られた。

$$\text{増加型類型群の判別関数} \equiv g_1 = 0.351X_1 + 0.407X_2 + 0.100X_3 - 14.764$$

$$\text{減少型類型群の判別関数} \equiv g_2 = 0.447X_1 + 0.719X_2 + 0.197X_3 - 41.675$$

各都市の各類型群への判別のされ方は、4.1に示したプロセスのとおりである。判別結果は表5に示すとおりである。的中率は96%であり、判別が良好であることを示している。

4.3 増加型類型群内の判別

増加型類型群、減少型類型群に判別した後さらに細かく各類型に判別を行う。今回対象とした91都市の中には8種類のどの類型にも属さない特異都市が22都市あった。判別分析を行うに当たって、各類型に属する都市の数を

増やすために、これらの特異都市と8種類の各類型に属している都市群の重心との距離を求め、最も距離の小さい都市群に、その都市を所属させた。それらの都市については、表2において○印が付してある。また資料不足のため要因が求まらない川崎市の各区を分析対象から除いてある。

増加型類型群を構成する5つのタイプの判別に用いるための有効な要因は、検討の結果、低密度構成、高密度構成、昼夜人口比、3次・2次産業人口比、人口増加率の5つである。

$$3次・2次産業人口比 \equiv X_4 = \frac{\text{従業地ベースの3次産業就業者数}}{\text{従業地ベースの2次産業就業者数}} \quad (\%)$$

$$\text{人口増加率} \equiv X_5 = \frac{\text{t年の常住人口} - (\text{t}-5)\text{年の常住人口}}{(\text{t}-5)\text{年の常住人口}} \quad (\%)$$

ここで t:基準年(昭和45年)

分析の結果、以下の判別式が得られた。

$$\text{松戸型類型の判別関数} \equiv h_1 = 0.064 X_1 + 0.347 X_2 + 0.497 X_3 + 0.057 X_4 + 0.326 X_5 - 31.479$$

$$\text{国立型類型の判別関数} \equiv h_2 = 0.074 X_1 + 0.328 X_2 + 0.532 X_3 + 0.067 X_4 + 0.309 X_5 - 34.578$$

$$\text{浦和型類型の判別関数} \equiv h_3 = 0.104 X_1 + 0.367 X_2 + 0.492 X_3 + 0.056 X_4 + 0.278 X_5 - 31.135$$

$$\text{川越型類型の判別関数} \equiv h_4 = 0.190 X_1 + 0.354 X_2 + 0.493 X_3 + 0.064 X_4 + 0.247 X_5 - 35.377$$

$$\text{八王子型類型の判別関数} \equiv h_5 = 0.093 X_1 + 0.415 X_2 + 0.606 X_3 + 0.066 X_4 + 0.297 X_5 - 43.116$$

各都市の各類型への判別のされ方は、4.1に示したプロセスのとおりである。判別結果は表6に示しておりである。的中率は58%であり、高くないが、その原因は、国立型類型の的中率が悪いことがあげられる。国立型類型に属する都市は、人口が増加過程にある都市と、すでに増加過程を経験し、安定化に向かう過程にある都市からなっている。これらは人口の変化パターンが類似していたために、本来、性格が異なるにもかかわらず、同一の類型をとっている。このことが、判別の的中率を悪くしている原因と考えられる。しかし、図6に示すように、国立型は、松戸型と浦和型に変化パターンが類似しており、これらの類型に判別された都市数が多いことから見て、誤った判別による影響は小さいと考えられる。また、他の類型においても誤って判別された都市は、変化パターンの類似した隣りの類型に判別される都市が多く、作成した判別関数は、有効であると判断した。

判別前の 類型	判 別 さ れ た 類 型					計
	松戸型	国立型	浦和型	川越型	八王子型	
松戸型	11	3	1	2	1	18
国立型	4	9	4	3	2	22
浦和型	1	0	6	2	0	9
川越型	1	0	0	4	0	5
八王子型	1	1	1	1	9	13

(表中の数字は都市数)

表6 増加型類型群内の判別結果

4.4 減少型類型群内の判別

減少型類型群を構成する3つのタイプの判別に用いるための有効な要因は、低密度構成、昼夜人口比、人口増加率、金融・不動産指数の4つである。

$$\text{金融・不動産指数} \equiv X_6 = \frac{\text{従業地ベースの金融・保険業・不動産就業者数}}{\text{常住人口}} \quad (\%)$$

判別前の 類型	判 別 さ れ た 類 型			計
	大田型	渋谷型	台東型	
大田型	3	1	0	4
渋谷型	2	6	0	8
台東型	1	0	6	7

(表中の数字は都市数)

表7 減少型類型群内の判別結果

分析の結果、以下の判別式が得られた。

大田型類型の判別関数 $\text{I}_1 = 0.121 X_1 + 0.001 X_3 - 0.233 X_5 - 0.068 X_6 - 1.713$

渋谷型類型の判別関数 $\text{I}_2 = 0.053 X_1 + 0.005 X_3 - 0.097 X_5 - 0.097 X_6 - 0.602$

台東型類型の判別関数 $\text{I}_3 = 0.109 X_1 + 0.005 X_3 - 0.476 X_5 - 0.043 X_6 - 2.991$

各都市の各類型への判別のされ方は、4.1に示したプロセスのとおりである。判別結果は表7に示すとおりである。的中率は79%であり、判別が良好であることを示している。

以上の各判別に用いた要因をまとめて 表8に示す。

5. まとめ

(1). 密度コホート群の期待値を用いたクラスター分析の結果、大都市圏内の都市は、地方都市とは、人口の変化パターンがはっきり異なることが判明した。その結果、大都市圏内の都市と地方都市を別個に分析する根拠が得られた。

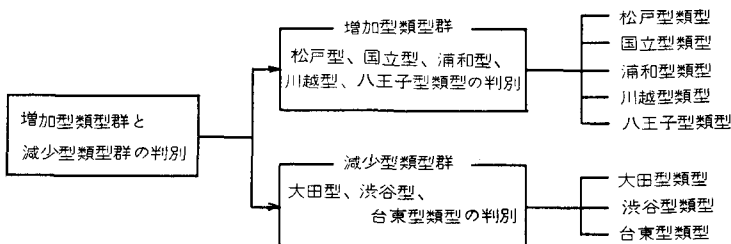
(2). 大都市圏内の都市における人口の変化パターンは、松戸型、国立型、浦和型、川越型、八王子型、大田型、渋谷型、台東型、計8種類のパターン類型に分類された。

要 因 名	判別の種類		
	増加型、減少型の判別	増加型内の判別	減少型内の判別
低密度構成	○	○	○
高密度構成	○	○	
昼夜人口比	○	○	○
3次・2次産業人口比		○	
人口増加率		○	○
金融・不動産指数			○

○：採用した判別名

表8 各判別に用いた要因

(3). ある都市がどのパターン類型を持つか判断する判別式が得られた。判別方法は、以下のとおりである。



(4). 今後は、各パターン類型ごとに、将来人口推計の手法を確立することが必要である。その際、地方都市の将来人口推計において有効であった「密度コホート推移マトリックス法」が、ある程度適用でき、良好な結果が得られるものと期待している。

注

1) 大塚・外尾・小川：“常住人口密度の推移形態について”：土木計画学研究発表会議演集 1982年 1月

2) 奥野他：“多変量解析法”：日科技連