

土地区画整理施行地区における人口変化の諸特性

— 特に人口推定の方法について —

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) ○ 大津 光孝
 早稲田大学 土木工学科 (学) 和田 修一

はじめに

我国において、土地区画整理事業は、特に面的市街地整備手法としてその中心的役割を果たしてきた。そして人々が、そう都市に集中すると予測される今後も、その担う役割はより増大すると考えられるから、同事業が各都市において効果的かつ効率的に実施される必要がある。

本論文では、区画整理事業の市街地形成における役割に着目し、区画整理施行地区における人口動態を分析して、将来人口の推定方法を作成することを目的とする。その分析フローは、図-1に示す通りである。

対象都市は、市街地人口^(注1) 20万～40万人の地方中心都市6都市（高知、高松、松山、和歌山、浜松、宇都宮）である。これらの都市で昭和29年から昭和50年までに事業が開始された区画整理地区（計75地区）を分析対象とする。

1. 区画整理地区の人口推定方法の考え方

区画整理地区の将来人口を推定する方法として、単位期間内における地区の人口密度変化量を、区画整理以外の特性による密度変化量（以下、これを標準変化量という）と、区画整理施行による密度変化量（以下、これを純変化量という）とに分け、各々別々に推定して、その和によって算定する方法をとる。

算定式は次の通りである。

$$\hat{P}_{i,t_2} = P_{i,t_1} + A_i \times (\hat{L}_{i,t_1 \sim t_2} + \hat{\delta}_{i,t_1 \sim t_2}) \quad (1)$$

ここに、 $t_2 = t_1 + 5$

$\hat{P}_{i,t_2}$: i 地区の t_2 年の推定人口

P_{i,t_1} : i 地区の t_1 年の人口

A_i : i 地区の施行面積

$\hat{L}_{i,t_1 \sim t_2}$: i 地区の t_1 年から t_2 年の標準変化量（区画整理が行われなか、 t_1 場合を仮定して、地区の条件から推定した人口密度変化量）

$\hat{\delta}_{i,t_1 \sim t_2}$: i 地区の t_1 年から t_2 年の純変化量（区画整理の効果分として推定した人口密度変化量）

標準変化量と純変化量は、本論文において設定したものであり、その考え方を以下に示す。

1) 標準変化量 $\hat{L}_{i,t_1 \sim t_2}$ は、都市の構造的変化と地区の条件によって定まる人口密度変化量であり、推定式を次のように作成している。

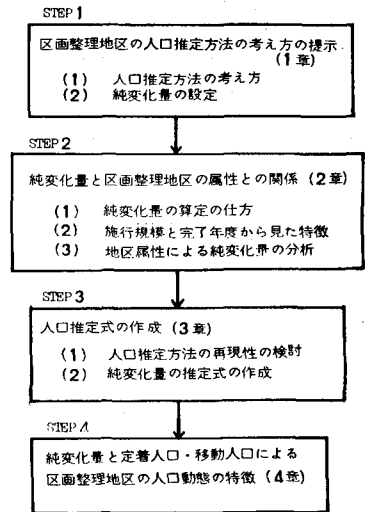


図-1 分析フロー

$$\hat{L}_{i,t_1,t_2} = E_{i,t_1,t_2} + \Delta R_{i,t_1,t_2} \quad (2)$$

ここに、 E_{i,t_1,t_2} ：^{※2)}都市別の各密度コホート群の期待値

$\Delta R_{i,t_1,t_2}$ ：相対変化量で、地区の条件による変化分

標準変化量の推定式は、市街地とその周辺部を対象に、一辺が約500メートルの長方形メッシュ（約25ha）を分析単位として作成したものである。

相対変化量の算定の一般式には、地区の条件による数量化I類を用いる。^{※3)}

$$\Delta R_{i,t_1,t_2} = f(x_1, \dots, x_8) \quad (3)$$

x_1 ：地区の中心から主要道路までの距離	x_5 ：従業人口密度
x_2 ：地区の中心から鉄道駅までの距離	x_6 ：工場、文教施設、団地等の大規模施設の有無
x_3 ：地区の中心から都心までの距離	x_7 ：隣接8メッシュの従業人口の集積
x_4 ：農地率	x_8 ：隣接8メッシュの常住人口の集積

なお、区画整理地区の地区条件としては、地区の中心が含まれるメッシュの地区条件を準用する。

2) 純変化量 $\hat{\delta}_{i,t_1,t_2}$ は、区画整理地区及び区画整理事業の特色を示す指標（以下、これを地区属性という）により推定式を作成して求めるものである。その一般式は次の通りである。

$$\hat{\delta}_{i,t_1,t_2} = f(X_1, \dots, X_n) \quad (4)$$

ここに、 $X_1, \dots, X_n$ ：地区属性

この推定式を作成することが、本論文の主要な目的である。

2. 純変化量と区画整理地区の属性との関係

2.1 純変化量の算定

純変化量の推定式である(4)式を作成するために、昭和50年から55年の地区人口と、(2)、(3)式により推定した標準変化量を用いて、以下に示す式で純変化量を算定する。

$$\delta_{i,50-55} = \frac{P_{i,55} - P_{i,50}}{A_i} - \hat{L}_{i,50-55} \quad (5)$$

ここに、

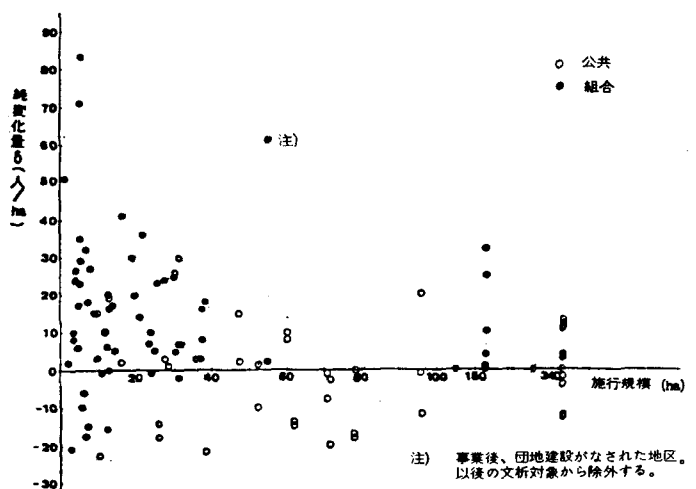
$\delta_{i,50-55}$ ：i地区の50年から55年の純変化量（実績値）

$P_{i,55}, P_{i,50}$ ：55年及び50年の地区人口（国勢調査の調査区人口から算定）

2.2 施行規模と完了年度からみた

純変化量の特徴

純変化量は、事業の施行規模と完了年度に大きく規定される。そこで区画整理地区を以下のように施行面積で分類して、純変化量と完了年度との関係調べ



図一2 施行規模と純変化量の関係

小規模地区；15ha未満
 中規模地区；15ha以上
 40ha未満
 大規模地区；40ha以上

このように分類した理由は、次の通りである。

- ① 純変化量は前述したように、25haメッシュの将来人口密度推定の方法を準用しているため、施行面積の小さな地区程、誤差が生じやすい。そこで、25haの1/2及び2倍の安全側をとり、15ha、40haを分類の境界とした。

なお、施行面積40ha以上の地区は、面積がほぼ20～30haになるよう、道路等を境界として分割した。

- ② 施行面積により、施行開始から完了までの期間が異なり、規模が大きいほど長い傾向がある。
- ③ 施行規模と純変化量の関係は図-2に示す通りであり、純変化量は明らかに施行規模による差がある。各規模別の完了年度と純変化量の関係を図-3に示す。これにより、以下のことがわかる。

- ① 小規模地区は、純変化量の分散が大きく、人口増に対し短期間に非常に大きなインパクトを与える地区がある一方、プラスの効果の現われていない地区も多い。
- ② 中規模地区は、完了見込の地区を除けばほぼ全ての地区でプラスの効果が発現している。
- ③ 大規模地区は、分布の傾向は類似しているが、施行期間が長期間であるため、施行未完了地区がはもとより同一地区でも、各分割地区の属性などにより、純変化量に差がある。

2.3 地区属性による純変化量の分析

先に述べた規模別に、純変化量と地区属性の関係を定量的に分析する。その方法には数量化I類分析を用い、以下の8つ（大規模のみ9つ）の地区属性を指標とする。

1) 区画整理事業の特色を示す4指標

施行主体

対象とした施行主体は、公共と組合である。

施行面積規模

40ha以上の分割地区は分割前の面積を用いる。

施行開始年度

（事業認可年度－50年）で表わす。

施行完了年度

（換地処分完了または完了予定年度－50年）で表わす。

2) 地区の位置を示す2指標

DIDへの相対位置

35年及び45年DID（人口集中地区）図を用いて、市街地形態からみた位置指標を、表-1に示す方法で定める。

都心からの相対距離比

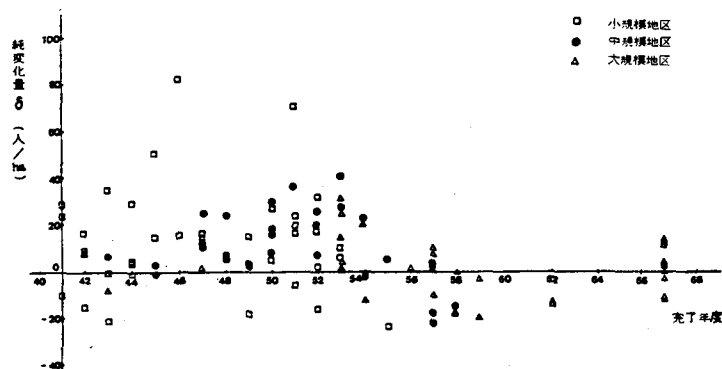
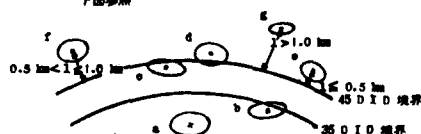


図-3 完了年度と純変化量の関係

表-1 位置指標

位置指標	DIDの地区包含比 (注)		45 DID境界から地区中心までの道路距離 l
	35 DID	45 DID	
a	1	—	—
b	1/2 以上	—	—
c	1/2 以下	1/2 以上	—
d	0	1/2 以下	—
e	0	0	0.5 km 以下
f	0	0	0.6 km ～1.0 km
g	0	0	1.1 km 以上

(注) 地区面積のDID内に含まれる比率をいう。
 下記参照



都心がDIDの中心にあると仮定し、都心からi地区までの相対距離比 K_i を次の式により求める。

$$K_i = \frac{k_{i,i}}{r_i}, \quad r_i = \sqrt{\frac{S_i}{\pi}}$$

ここに、 $k_{i,i}$: i 都市の都心からi地区の中心までの直線距離
 S_i : i 都市の 50 丘中心 DID 面積

3) 施行地区の道路状況を示す指標

都市計画道路率

$$\text{都市計画道路率} = \frac{\text{地区内の都市計画道路の面積}}{\text{地区面積}}$$

4) 各都市の市街地内の区画整理状況を示す指標

整備水準

$$\text{整備水準} = \frac{\text{45年DID内の既施行地区の合計面積}}{\text{45年DID面積}} \times 100$$

市街地人口 20 万～40 万人の都市の整備水準を表-2 に示す。これをみると、

整備水準は都市によって差が大きい。

都市名		整備水準(%)
対京都市	高知	18.9
	高松	16.9
	松山	16.8
	和歌山	13.7
	浜松	7.1
他の中規模都市	宇都宮	6.8
	鹿児島	37.5
	岐阜	20.2
	長崎	19.2
	熊本	13.4
	岡山	13.4
	鳥取	8.9
	静岡	8.6
	山梨	7.0
	金沢	6.9
	旭川	6.7
	旭路	4.7
	新潟	3.8

表-2 都市別の整備水準

5) 大規模地区における開発進捗状況を示す指標

50年地区人口密度

前述したように、大規模地区では同一施行区域内でも開発のされ方に時間的差が認められるので、これを開発進捗状況を示す指標として用いる。

以上の指標についてカテゴリを作成し、数量化I類を種々に行った。その最終結果を表-3 に示す。

この分析により明らかになったことは、次の4点である。

① 各規模共通して、純変化量は完了年度及び位置に関する2指標に大きく規定されているが、整備水準には

小規模地区 (10ha未満)			中規模地区 (10ha以上40ha未満)			大規模地区 (40ha以上)		
指標	カテゴリ	カテゴリスコア	指標	カテゴリ	カテゴリスコア	指標	カテゴリ	カテゴリスコア
開始年度	～11	7.5	完了年度	-7～-4	-0.1	施行主体	公共	-22.4
	-10～-6	27.6		-3～0	20.1		組合	-5.6
	-5～	33.0		1～4	25.5		～0	0
完了年度	-9～-4	0	DIDとの 相対位置	5～8	2.4	完了年度	1～4	6.1
	-3～0	-0.6		a	0		5～8	1.4
	1～4	6.9		b, c	-0.1		9～	3.3
	5～	-20.4		d	-8.6	面積 (ha)	40～75	0
面積 (ha)	5未満	0	都心からの 相対距離比	e	-18.4		75以上	-6.7
	5～10	8.4		f, g	-6.4		a, b	0
	10以上	-1.6		1.0未満	0	DIDとの 相対位置	c, d	8.6
DIDとの 相対位置	a, b	0	都市計画 道路率 (%)	1.0～2.0	10.2		e, f	22.9
	c, d	-31.5		2.0以上	25.0		g	18.7
	e, f	-34.5	サンプル数=29 R=0.865	10未満	0	50年密度	20未満	0
都心からの 相対距離比	g	-47.8		10以上	-15.5		20～40	0.4
	0.5未満	0					40～80	30.9
	0.5～1.0	11.6					80以上	12.8
都市計画 道路率 (%)	1.0～1.5	14.4	サンプル数=35 R=0.700			サンプル数=37 R=0.825		
	1.5以上	19.6						
	20以上	-8.5						

表-3 純変化量と地区属性の関係

説明力は見い出されなかった。

- ② 小規模地区では、純変化量の大きな地区が説明できず、あまりよい結果は得られなかった。
- ③ 中規模地区の純変化量は、4指標で十分に説明される。
- ④ 大規模地区では、施行主体及び開発進捗状況を示す50年密度が純変化量を規定するという特徴がある。

3. 人口推定式の作成

3.1 純変化量の推定式の作成

純変化量の定式化は各規模毎に行うのが望ましいが、安定した推定式を作るにはサンプル数が不足である。そこで次のような方法をとる。

- ① 4章の分析で良好な結果を得た中規模地区を核にする。
- ② 小規模地区のうち、純変化量の分布に特異性のみられる地区が存在する10ha未満を除き、10~15haの地区を対象に加える。
- ③ 大規模地区のうち、100ha以上の施行地区では分割地区数が多く、同一地区属性をとる地区がふえるたの対象外とするが、40~100haの施行地区は分割地区数3以内であり、問題はないとして対象に加える。

すなわち、施行面積10~100haの60地区（全地区数の約60%）を対象に純変化量の推定式を作成する。推定式は、数量化I類を用いた次式である。

$$\hat{\delta}_{i,50-55} = \sum_j \sum_n \gamma_{X_j n} \theta_i(X_j n) \quad (6)$$

ここに、 $\hat{\delta}_{i,50-55}$ ；i地区の50年~55年の5年間の純変化量の推定値

$\gamma_{X_j n}$ ；指標 X_j のカテゴリ-nに対するパラメータ（カテゴリースコアで各数値は表-4に示す）

$\theta(X_j n)$ ；i地区での指標 X_j のカテゴリ-nのとき1、それ以外のとき0をとるダミー変数

X_j ；数量化I類に用いた指標で、次の地区属性をさす。

X_1 ；施行完了年度

X_2 ；施行面積

X_3 ；DIDとの相対位置

X_4 ；都心からの相対距離比

X_5 ；都市計画道路率

推定式の結果を重相関係数からみると、 $R = 0.822$ と良好であり、また中規模地区の数量化I類と共通する指標の各カテゴリースコアを比較すると、ほぼ同様の傾向にあるので、10~100haの区画整理地区に関しては、純変化量を地区属性により定式化することは妥当であると判断する。

3.2 人口推定の再現性

(6)式で $\hat{\delta}_{i,50-55}$ の推定方法が得られたことから、(1)式を用いて、i地区の55年人口 $\hat{P}_{i,55}$ を推定することができる。

表-4 純変化量の推定式の指標とカテゴリースコア

指標	カテゴリー	カテゴリースコア	サンプル数
完了年度	-9~-4	-2.6	9
	-3~0	8.7	16
	1~4	9.6	16
	5~8	-9.6	15
	9~12	-13.0	4
面積(ha)	10~15	0.0	12
	15~30	8.0	17
	30~40	1.1	12
	40~75	3.4	13
	75~100	-5.1	6
DIDとの相対位置	a	0.0	15
	b, c	-0.3	17
	d	-3.3	11
	e	-6.7	10
	f, g	-4.4	7
都心からの相対距離比	0.5未満	0.0	10
	0.5~1.0	2.4	32
	1.0~1.5	12.1	12
	1.5以上	18.7	6
都市計画道路率(%)	10未満	0.0	39
	10以上	-6.1	21

サンプル数=60 R=0.822

$$\hat{P}_{i,55} = P_{i,50} + A_i \times (\hat{L}_{i,50-55} + \hat{\delta}_{i,50-55}) \quad (1)$$

ただし、 $\hat{P}_{i,55}$ 、 $P_{i,50}$ 、 A_i 、 $\hat{L}_{i,50-55}$ 、 $\hat{\delta}_{i,50-55}$ は、

(1) 式で示した表示に基づく。

ここで、 $\hat{\delta}_{i,50-55}$ の推定式を作成した各地区について、(1) 式で 55 年の人口を推定し、その再現性を検討する。この結果を図-4 に示す。

これを相関性で見ると、 $R = 0.988$ と非常に高い再現性を示している。 $\hat{L}_{i,50-55}$ は、(1) 式において本来は推定値であり誤差を含むが、この場合は再現性への適用であるために、(5) 式で $\delta_{i,50-55}$ の算定に用いたものと共通の推定値を用いているので、誤差が生じない。すなわち、 $P_{i,55}$ と $\hat{P}_{i,55}$ との誤差は、 $\hat{\delta}_{i,50-55}$ の推定における誤差しか含んでおらず、そのため相関性が非常によくなっている。

以後の課題として、他地区及び他期間への適用により、(1) 式の有効性を検討する必要がある。

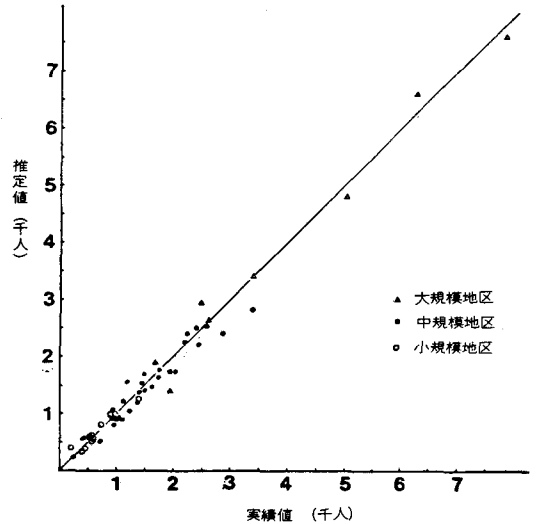


図-4 人口の推定値と実績値の比較

4. 純変化量と定着人口、移動人口からみた施行規模別の人口変化の特徴

区画整理地区の人口動態を表わす指標として、居住者のその地区での定着性に着目し、定着人口比率 α_i 、住み替え人口比率 β_i 及び転入人口比率 γ_i の指標を、次のように設定する。

定着人口比率

$$\alpha_{i,55} = \frac{(\text{50年以前から}i\text{地区に居住していた人口}) + (\text{55年までに}i\text{地区で出生した人口})}{\text{55年地区人口}} \times 100$$

住み替え人口比率

$$\beta_{i,55} = \frac{\text{50年から55年に市内から}i\text{地区に転居した人口}}{\text{55年地区人口}} \times 100$$

転入人口比率

$$\gamma_{i,55} = \frac{\text{50年から55年に市外から}i\text{地区に転居した人口}}{\text{55年地区人口}} \times 100$$

なお、 $\alpha_{i,55} + \beta_{i,55} + \gamma_{i,55} = 1.00$ である。

完了年度からみたこれらの指標及び純変化量について規模別の分布状態を包絡線で表わしたのが図-5 である。これらの指標と純変化量の特徴は以下の通りである。

- ① 定着人口比率は、3つの規模で平均、分散ともほぼ等しく、分布状態も似かよっている。
- ② 住み替え人口比率は、大規模地区が平均も大きく分散も小さい。すなわち、長期的安定的に市内からの転居者を引きつけている。また、中規模地区では、分布状態が純変化量の分布状態と似かよっており、市内からの転居者が純変化量に強く影響している。
- ③ 転入人口比率は、小規模地区では住み替え人口比率と平均、分散がほぼ等しく、分布の山にずれがあることから、まず市内からの転居が顕著に現われて、それに引き続くという形で市外から転居者が集まるという傾向がみられる。中規模地区では平均分散とも小さく、純変化量に及ぼす影響は他の規模に比べて低い。

まとめ

① 区画整理地区の将来人口の推定を、地区の区画整理以外の特性による人口密度変化量（標準変化量）と、区画整理施行による人口密度変化量（純変化量）とに分け、各々別の方法で推定し、人口を算定するという方法を提示した。

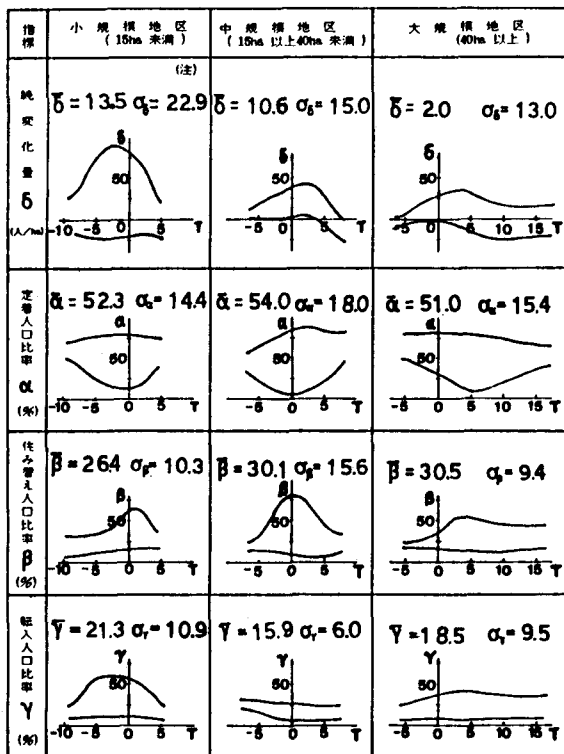
② 純変化量を推定するに当たり、純変化量と区画整理地区の属性の関係を分析した。施行面積が小（15ha未満）、中（15ha以上40ha未満）、大（40ha以上）の3規模に分類して分析した結果、純変化量を規定する主な地区属性は、施行面積、完了年度、地区の位置であることが判明し、これらの指標により、中規模地区の純変化量はほぼ説明できた。

③ この結果をふまえて、施行面積10~100haの地区を対象とし、数値化1類により主要な地区属性を用いて純変化量の推定式を作成したところ、よい結果が得られたので、この方法による純変化量の推定は妥当であると判断する。

④ この推定式により求めた純変化量を用いて地区の将来人口を推定したところ、非常に

い再現性を得た。対象地区対象期間内での再現性であることから、他地区及び他期間へ適用して、その妥当性を検討することが今後の課題として残っているが、人口推定方法として有効であると期待できる。

⑤ 純変化量を地区における人口の定着、移動からみると、小規模と大規模地区では市内及び市外からの転居者の相方の影響を受けているが、中規模地区では市内からの転居者の影響が強い傾向がある。



(注) $\bar{\delta}$: δ の平均, σ_{δ} : δ の標準偏差, T = 完了年度 - 50
 図中の太線は各指標の包絡線。

図-5 規模別に見た人口動態指標の特色

注

- 1) 人口集中地区を含む、人口密度が10人/ha以上のメッシュがほぼ連担した範囲を、市街地フレームとし、その範囲の全人口を市街地人口とする。
- 2) 密度コホート群の設定についての詳細は、大塚全一・外尾一則「都市内小区域の人口密度推移についての分析」(都市計画学会一般研究論文投稿中) を参照。
- 3) 詳細は、大塚全一・外尾一則・加藤直宣「市街地内の地区常住人口密度の推移に及ぼす地区条件の影響」(土木学会第37回年次学術講演会講演概要集 昭和57年10月) を参照。
- 4) 50年従業人口密度の最も高いメッシュの圆心を都心とする。
- 5) 都市内にDIDが複数個存在する場合には、最も人口の多いDIDを中心DIDとする。