

町丁目別に集計した人口空間分布特性による 中核市のクラスター化の試み

今 田 寛 典*

Clustering of Core Cities Based on Characteristics of Spatial Distribution of Population Aggregated by Districts

IMADA HIROFUMI

In many core cities, the changeover from expansion to contraction has become a real challenge. Sustainable urban development is expected by consolidating living-related facilities, public facilities, housing, etc. into specific areas and improving public transportation. The city planning ability of core cities own is demanded. In order to solve urban problem, it is important to understand the population distribution within the urban area.

Therefore, this study discusses on the applicability of the spatial autocorrelation coefficient method for quantitatively understanding the distribution characteristics of the population in core cities. And understanding the situation in other similar cities can also provide hints for finding and solving problems in one's own city. We also try to cluster the core cities.

Keywords: core city, district, spatial autocorrelation, spatial distribution of population, clustering

はじめに

中核市は、地方自治法第252条22第1項に定める政令による指定を受けた人口20万人以上¹⁾の都市が指定される。

この中核市には都道府県の事務権限の内、民生、保健衛生、環境保全、都市計画、教育等、市民の身近な課題に関する事務権限が委譲されている。事務権限の委譲に伴い、中核市には高い専門性を備えた組織体制とともに、政策立案能力や自立性が求められる。

しかしながら、同じ中核市であっても人口減少、少子超高齢、施設運営管理、行政サービス、財政縮減など抱える問題の様相は大きく異なる。中核市のみならず多くの市町村が持続可能な行政運営

を目指すにあたってコンパクトなまちづくり、さらに日常生活活動を支える施設の立地の適正化を図ろうとする都市計画が進められている。こういった課題に対する中核市の政策立案能力が一層求められる。

これまで自動車利用を前提として拡大してきた都市では、拡大した市域に空き家、廃業した事務所や店舗等が多数存在する。このように郊外部のスポンジ化が急速に進んできている。このスポンジ化は郊外部ばかりではなく、都市部においても大きな問題となってきた。従来一定の人口集積によって維持されてきた都市は拡大から縮小への転換が現実的な課題となっている。生活関連施設、公共施設、住宅等を特定の地域に集約し、公共交通を整備することによって持続可能な都市の

* 広島文化学園大学名誉教授 (Professor Emeritus, Hiroshima Bunka Gakuen University)

発展を目指そうとするものである。

都市計画運用指針²⁾は「住宅用地の人口密度については、土地の高度利用を図るべき区域にあっては、100人/ha以上、その他の区域にあっては80人/ha以上を目標とし、土地利用密度の低い地域であっても60人/ha以上とすることを基本とすることが望ましい。」としている。

限られた人的、物的資源の有効活用が求められる。コンパクトなまちづくりを推進するにあたって都市域における人口の空間分布の現状とその問題点を明らかにすることが重要である。そこで、本研究は客観的なデータに基づいた人口の空間分布特性の分析法について考察する。また、中核市のクラスター化を通して個々の中核市の立ち位置を把握することについても検討する。

1 人口空間分布の分析法

人口集積を数量的に考察する分析法の一つとして空間的自己相関分析法がある。空間的自己相関とは、空間データの属性が互いに近い地域・地点同士で似たような値を示す傾向があるか、それともランダムに分布しているかを示す指標である(古谷, 2009)。

この空間的自己相関分析法により社会現象(大下ほか, 2008)や人口の集積性(内山ほか, 2008, 張, 2010)を論じた研究がある。

著者(今田, 2018)も呉市を研究対象として都市域における人口の空間分布の状況を数量的に把握する手段として町丁目別人口の空間的自己相関係数を算出し、都市域における人口の集積性を論じている。

本研究はこれらの先行研究を踏まえて中核市を対象に人口の空間分布状況を数量的に把握するた

め空間的自己相関係数の適用性について考察する。同時に人口の空間分布に基づいて中核市のクラスター化についても考察する。

2 研究の方法

(1) 使用した人口の空間分布データ

コンパクトなまちづくりを進めるにあたって都市域のどの地区に人口が集積しているのか、逆に広い範囲に人口が分散しているのかを理解することが必要である。たとえば、超高齢社会の交通問題を考える場合、どの地区に高齢者が多いのか、どの地区に商店、病院・福祉等日常生活に係わる施設が立地しているのか、地区間を結ぶ公共交通の路線や運行状況等を空間上で把握し、問題点を明らかにすることが最初に求められる。その次に解決策の立案と実施である。そのため、まず地区単位での人口の空間分布を知ることが必要と考える。

そこで、本研究では町丁目別データを用いる。町丁目の人口は住民基本台帳や国勢調査結果を参照すれば、容易に把握できる。住民基本台帳は基本的には住民自身の届け出が集計されたものである。国勢調査は、総務省統計局が5年に1度全国同時に行う全数調査であり、集計結果は住民基本台帳と同様にWeb上に広く公開されている。

本研究は、全数調査である国勢調査結果³⁾を用いる。町丁目別のデータは、図-1に示す手順で入手することができる。

本研究では、町丁目名・面積(m²)・人口・経度・緯度を抽出してデータベースを作成する。本データベースの作成に当たっては小地域(町丁・字等別)に添付されている注意事項および定義書GISデータを参照して町丁目の統合や除去を行う

総務省統計局／平成27年国勢調査／調査の結果／統計表一覧 e-Stat／
境界データダウンロード／小地域／国勢調査／2015年／小地域(町丁・字等別)／
世界測地緯度経度・Shapefile

注：小地域(町丁・字等別)には注意事項、定義書GISデータの解説資料³⁾もアップされている。

図-1 町丁目別データの入手手順

ことにより 1 回目のスクリーニングを行っている。

スクリーニングで考慮した項目は、同一の町丁目名が複数示されている場合は解説資料に従って一つの町丁目として統合した。

また、町丁目内の水面面積は考慮しない。人口がゼロの町丁目は分析から除去する。

(2) 人口密度

人口分布を数量的に把握するため人口密度を用いる。これは、面積が広い町丁目の人口は多く、狭い町丁目の人口は少ない場合が多くある。このことは、人口の集積度を適切に把握できない場合が生じる。人口を面積で基準化した人口密度を用いるのが適切であると考え。前出の内山（内山ほか、2008）はメッシュ人口密度、張（張、2010）は町丁目人口密度の指標を用いている。著者（今田、2018）も人口ではなく人口密度を用いることが適切であることを示している。

(3) 人口分布の把握

一般に、統計データの代表値として平均値、分散、標準偏差が用いられる。しかし、町丁目別人口密度を分析する際、高層マンションが立ち並ぶ都心部と住宅が散在する郊外部とでは大きな差がある。かつ都心部では極端に大きな密度を有する町丁目と郊外部の 1 人/ha 以下の町丁目とには大きな差がある。このような場合、平均値は特異な密度に影響される。そこで、本研究では特異な数値の影響を小さくすることができる中央値を用い

る。

また、人口密度の変動を示す分散や標準偏差は平均値によって変動の解釈が異なってくる。このため標準偏差を平均値で基準化した変動係数でデータ変動を捉えることとする。

さらに、データの分布は、(1) 平均値を中心に分布している、(2) 平均値より小さい方に偏在している、(3) 大きい方に偏在している。これを評価するため歪度を求めることとした。歪度がゼロであれば (1)、プラスであれば (2)、逆にマイナスになれば (3) の分布を意味する。歪度 θ は式 (1) で算出される。

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^3}{n \sigma^3} \quad (1)$$

x_m : 平均値, σ : 標準偏差

(4) 人口密度データのスクリーニング

本研究で構築したデータベースより中核市別に町丁目別人口密度を算出した。その結果、宮崎市と奈良市の一部の町丁目に非常に大きな人口密度が算出された。

宮崎市と奈良市を除いた中核市において町丁目別の人口密度を算出したところ尼崎市の 655.6 人/ha が最大値であった。

表-1 は一番大きい人口密度と二番目のそれとの差が際立って大きい中核市を示す。表に示されるように宮崎市においては南花ヶ島町の 3292.8 人/ha が大きな数値であり、次に大きな人口密度は

表-1 人口密度（人/ha）が突出している中核市の町丁目

町丁目	人口密度	町丁目	人口密度	町丁目	人口密度
宮崎市	(人/ha)	奈良市	(人/ha)	高知市	(人/ha)
南花ヶ島町	3292.8	芝辻町	1126.5	通町	503.2
中津瀬町	191.1	南京終町	384	百石町 3 丁目	140.3
高松市	(人/ha)	尼崎市	(人/ha)	明石市	(人/ha)
旅籠町	398.3	昭通通 6 丁目	655.6	小久保	527.9
楠上町 2 丁目	185.6	玄番北之町	377.3	ゆりのき通 1 丁目	315.3
福井市	(人/ha)				
上野本町新	463.2				
漆原町	124.3				

中津瀬町の191.1人/haである。南花ヶ島町のそれは特異点と解釈される。また、奈良市の芝辻町1126.5人/haは、次に大きい南京終町384.0人/haに比較して非常に大きい。両町丁目とも面積が非常に小さいことが一因である。このためこの2町丁目はそれぞれ隣接する町丁目とは統合することはせず、分析から除去することとした。なお、いずれの中核市においても二番目と三番との差は非常に小さい。

また、高知市、高松市、尼崎市、明石市、福井市においても特異な人口密度を示す町丁目が見られるが、尼崎市を除き、500人/ha程度以下であるため、分析に含める。尼崎市については近畿都市圏内の中核市であり、都心部においてはあり得る人口密度であると判断した。

(5) 緯度・経度から距離への変換

町丁目*i*と*j*間の位置関係 DI_{ij} はそれぞれの町丁目の緯度経度に基づいて式(2)より算出する。

$$DI_{ij} = \sqrt{(El_i - El_j)^2 + (Nl_i - Nl_j)^2} \quad (2)$$

El_i は*i*地点の経度(東経), Nl_i は*i*地点の緯度(北緯)を示す。

式(2)で算出した位置関係は緯度経度で示されたものである。この緯度経度から実際の距離 D_{ij} (km)に換算する手法は多く提案されているが、本研究では国土地理院の地形図⁴⁾より中核市別に2点間の緯度、経度それぞれの差とその2点間の距離を計測して緯度、経度から距離に変換する。

中核市*k*の町丁目*i*と*j*間の距離 D_{ijk} は式(3)で示される。

$$D_{ijk} = \sqrt{(a_k(El_{ik} - El_{jk}))^2 + (b_k(Nl_{ik} - Nl_{jk}))^2} \quad (3)$$

ここで a_k は*k*市の経度から距離への換算係数、 b_k は*k*市の緯度から距離への換算係数である。

表-2は本研究で求めた緯度経度から距離への換算係数を示す。

(6) Moran's I統計量

空間的自己相関には、グローバルな空間的自己相関を示すMoran's Iとローカルな空間的自己相関を示す指標Local Moran's Iがある。Moran's Iは*n*地

表-2 緯度経度より距離への換算係数一覧

中核市	距離/緯度	距離/経度	中核市	距離/緯度	距離/経度	中核市	距離/緯度	距離/経度
函館市	111.07	83.05	富山市	110.97	89.36	奈良市	110.93	91.62
旭川市	111.11	80.54	金沢市	110.97	89.52	和歌山市	110.93	92.11
青森市	111.05	84.39	福井市	110.96	89.99	鳥取市	110.95	90.73
八戸市	111.04	84.77	甲府市	110.95	90.56	松江市	110.95	90.78
盛岡市	111.03	85.77	長野市	110.97	89.42	倉敷市	110.93	91.73
秋田市	111.03	85.77	岐阜市	110.95	90.84	呉市	110.93	92.12
山形市	111.00	87.54	豊橋市	110.94	91.51	福山市	110.93	91.84
福島市	110.99	88.13	岡崎市	110.94	91.34	下関市	110.93	92.46
郡山市	110.99	88.54	豊田市	110.94	91.18	高松市	110.93	92.06
いわき市	110.98	88.97	大津市	110.94	91.23	松山市	110.92	92.65
宇都宮市	110.97	89.59	豊中市	110.93	91.51	高知市	110.92	92.87
前橋市	110.96	89.71	高槻市	110.94	91.46	久留米市	110.91	93.13
高崎市	110.97	89.76	枚方市	110.93	91.51	長崎市	110.90	93.65
川越市	110.96	90.28	八尾市	110.93	91.73	佐世保	110.91	93.26
川口市	110.96	90.33	寝屋川市	110.93	91.51	大分市	110.91	93.21
越谷市	110.96	90.28	東大阪市	110.94	91.62	宮崎市	110.89	94.60
船橋市	110.95	90.51	姫路市	110.94	91.51	鹿児島市	110.88	94.90
柏市	110.95	90.33	尼崎市	110.94	91.56	那覇市	110.80	99.95
八王子市	110.95	90.50	明石市	110.93	91.66			
横須賀市	110.94	90.99	西宮市	110.94	91.62			

区から成る対象地域全体での自己相関を示し、Local Moran's Iは局所的な自己相関を示す指標とされている。

本研究では都市域全体での人口分布を把握するため、Moran's I統計量を採用する。

式(4)はMoran's Iを示している。ただし、 x_i 、 x_j は町丁目*i*、*j*の人口密度、 x_m は平均値、 w_{ij} は空間重み係数、 n は町丁目の数を示す。空間重み係数 w_{ij} は町丁目*ij*間の距離 d_{ij} の逆数を用いる。すなわち、 d_{ij} が大きくなれば、町丁間の近接性は低くなることを意味する。

Iは、 $-1.0 \leq I \leq 1.0$ の値となり、プラス側に大きくなるほど、隣接する町丁目同士の密度が似通うことになるため、人口が集積していることを意味する。逆に、マイナス側に小さくなるほど、隣接する町丁目同士の密度は相異なることになり、人口は広い範囲に均等に分布していることを意味する。ゼロのときは、それぞれの町丁目の密度は隣接する他の町丁目とは関係がなく、ランダムに分布している。

$$I = \frac{\frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - x_m) (x_j - x_m)}{\sum_i \sum_j w_{ij}}}{\sum_i (x_i - x_m)^2} \quad (4)$$

(7) クラスター化と説明変数

老子曰く「知人者智 自知者明 すなわち人を知る者は智 自ら知る者は明」。中核市のクラスター化は他市の状況を理解し、自市の政策立案への有益な情報を入手できる点にあると考える。

クラスター化に用いる変数は人口の空間分布を示す指標群と都市の規模を示す指標群を基本とする。

人口の空間分布を示す指標として人口密度の変動係数、歪度、Moran's Iの3指標を用いる。

次に都市規模を示す指標として人口密度の中央値、市役所を中心とした半径5km以内に居住する人口比、人口集中地区内に居住する人口比、市域面積当たりの町丁目数の4指標である。半径5

kmとしたのは、市域面積最小の寝屋川市24.7km²と最大の富山市1241.77km²とには大きな差があるためである。予備的に10kmとした場合、10km以内の比率が90%以上になる中核市が多くなり、都市規模が適切に表現できないため、5kmが妥当であると判断した。また、町丁目数/km²を採用した理由は、旭川市の2,280の町丁目数が最大、最少は寝屋川市の176であるため、面積による基準化が妥当である判断した。

3. 結果と考察

(1) Moran's Iが意味する人口集積性

表-3は、Moran's Iの大きい順に中核市を示したものである。58⁵⁾ 中核市全てで正の数値が算出された。このうち、数値の大きい中核市と小さい中核市についてMoran's Iの意味について考察する。

まず、数値の大きい4市に関して検討する。

鳥取市0.4748、高崎市0.3957、函館市0.3516、青森市0.3029と比較的大きな数値であり、人口の集積が認められる結果である。

この4市の人口密度分布を示した地図⁶⁾を図-2に示す。図には町丁目別人口密度が、5ランクに分類された記号(●:100人/ha以上、▲:50~100人/ha、○:20~50人/ha、△:5~20人/ha、×:5人/ha以下)で示されている。なお、地図の中心は中核市の市役所本庁(以降市役所と称す)所在地である。したがって函館市の場合人口密度分布は地図上では右側に偏ってプロットされている。これは、函館市役所が市域の西側に位置するためである。

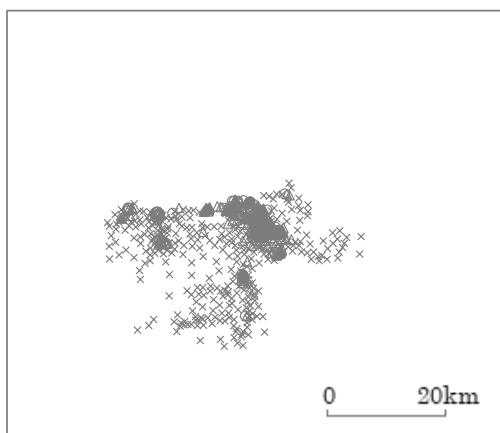
さらに、図-3には市役所を起点とした町丁目の位置とその人口密度との関係を示している。

いずれの4市とも市役所周辺に人口密度の高い町丁目が位置し、郊外部には広域合併で拡大した旧町村の人口密度が高い町丁目や人口密度の希薄な町丁目が広い範囲に位置している。Moran's Iが示すように同程度の空間データの属性を有する町丁目がお互いに近い位置に存在することを意味している。

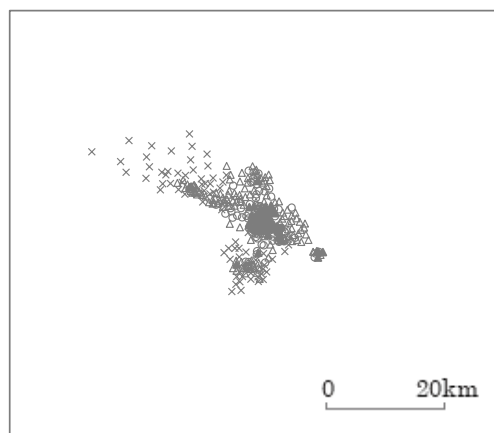
表-3 算出された各中核市のMoran's I

中核市	Moran's I	中核市	Moran's I	中核市	Moran's I
鳥取市	0.4748	盛岡市	0.1796	姫路市	0.0980
高崎市	0.3957	八王子市	0.1777	高知市	0.0916
函館市	0.3516	福井市	0.1692	高槻市	0.0906
青森市	0.3029	八戸市	0.1603	奈良市	0.0899
福島市	0.2990	福山市	0.1573	宇都宮市	0.0856
佐世保市	0.2954	富山市	0.1571	柏市	0.0826
久留米市	0.2679	山形市	0.1556	寝屋川市	0.0807
呉市	0.2639	大分市	0.1529	八尾市	0.0783
高松市	0.2417	いわき市	0.1512	横須賀市	0.0694
郡山市	0.2322	大津市	0.1388	東大阪市	0.0694
秋田市	0.2320	倉敷市	0.1378	旭川市	0.0664
長崎市	0.2303	岐阜市	0.1316	豊橋市	0.0615
長野市	0.2251	金沢市	0.1246	那覇市	0.0581
下関市	0.2168	鹿児島市	0.1185	和歌山市	0.0519
川口市	0.2087	越谷市	0.1158	明石市	0.0446
松江市	0.2074	岡崎市	0.1122	枚方市	0.0439
松山市	0.2052	川越市	0.1085	豊中市	0.0331
宮崎市	0.2045	西宮市	0.1045	尼崎市	0.0293
前橋市	0.1839	船橋市	0.1023		
豊田市	0.1801	甲府市	0.1006		

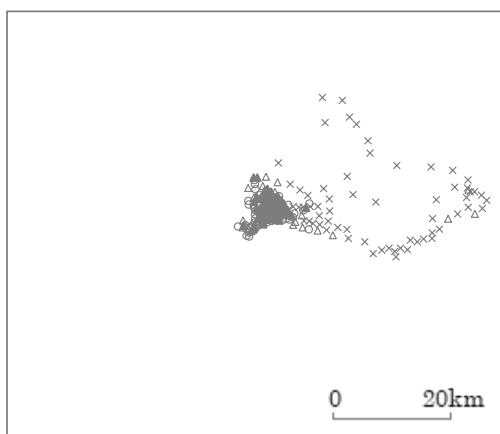
鳥取市 Moran's I=0.4748



高崎市 Moran's I=0.3957



函館市 Moran's I=0.3516



青森市 Moran's I=0.3029

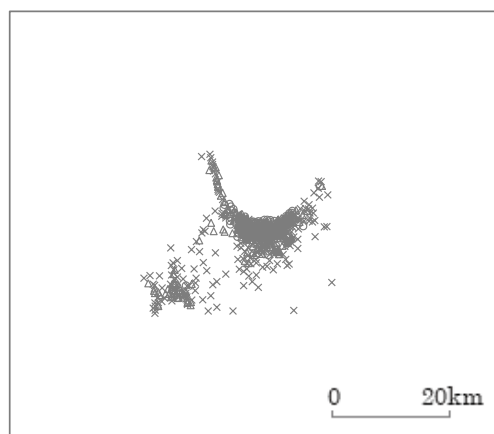
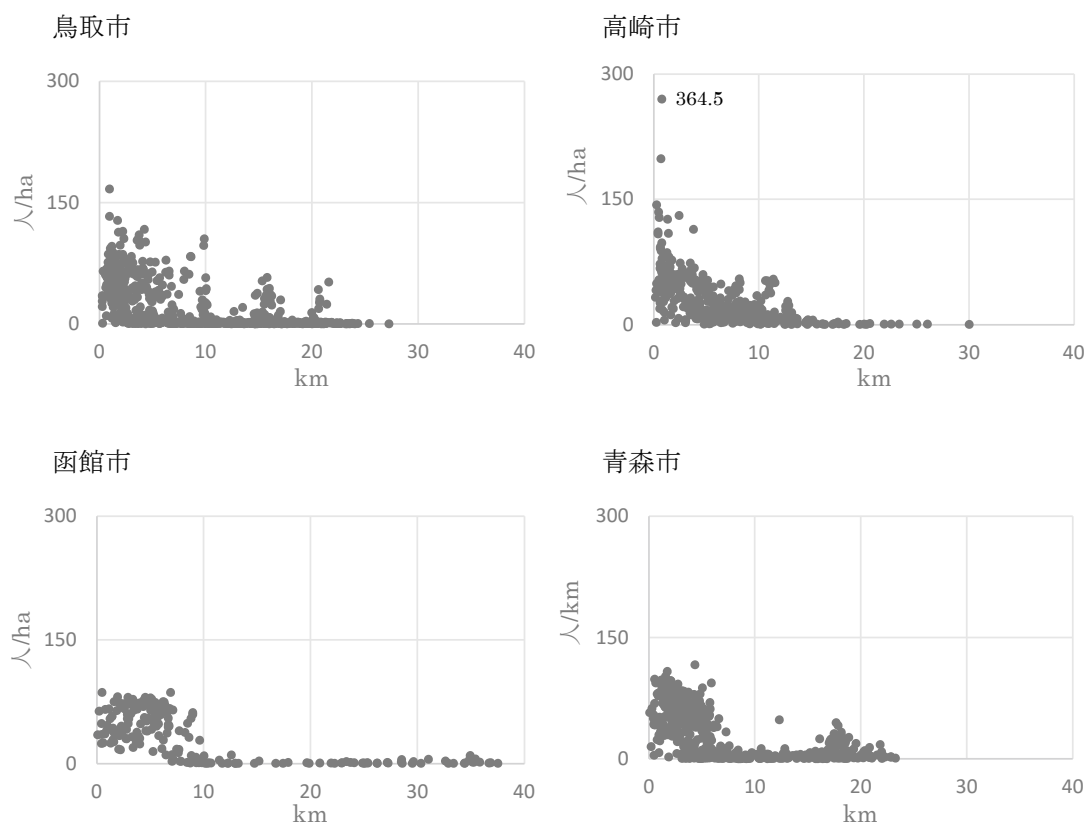


図-2 町丁目別人口密度を地図上にプロット



図－3 市役所を起点とした町丁目の位置とその人口密度

これらの4市以外にも、福島市、佐世保市、久留米市、呉市などが0.25より大きな数値を示している。人口密度分布地図、市役所からの距離と人口密度についても上記4市と同様な考察ができる(付図－1, 2参照)。

次に、Moran's Iの小さい中核市について考察する。

明石市0.0446、枚方市0.0439、豊中市0.0331、尼崎市0.0293と低い数値である。この4市の人口密度分布地図を図－4に、市役所を起点とした町丁目の位置とその人口密度の関係を図－5に示す。

4市とも市域が非常に狭く、市役所を中心に半径5km程度の市域である。明石市は15kmと若干3市に比べて広い。図－5からはいずれの市とも市域内の人口密度の変動幅が、市役所周辺の町丁目と市域の周辺部のそれとの間に大きな差はない。これは、Moran's Iの大きい上記の4市と比較して大きく異なる。さらに図－4によると人口密度の多寡を示す記号●, ▲, ○, △, ×が狭い市

域に混在しており、同程度の空間データを有する町丁目が立地しておらず、むしろ近い範囲内に人口密度の異なる町丁目がランダムに混在していることがMoran's Iを小さくしていると解釈される。また、この4市とも突出した人口密度を有する町丁目が存在することもMoran's Iの小ささの一因でもある。この4市以外に大都市圏の中核市のMoran's Iが小さい。那覇市も市域が狭く、4市に類似している(付図－1, 2参照)。

(2) クラスター化その1

たとえば、大都市、中都市、小都市は人口によって分類され、分類指標が1変数で単純明快である。しかし、都市の特性は様々であり、単純に1変数のみでは理解できない部分が多い。本研究では前記2章(7)で述べた人口の空間分布と都市規模に関する7変数によるクラスター化を目指しており、 7^2 通りの組み合わせを考察しなければならない。さらに各変数をそれぞれいくつかに分類して考察すれば、 $7^2 \times$ 分類数になり、考察は非常

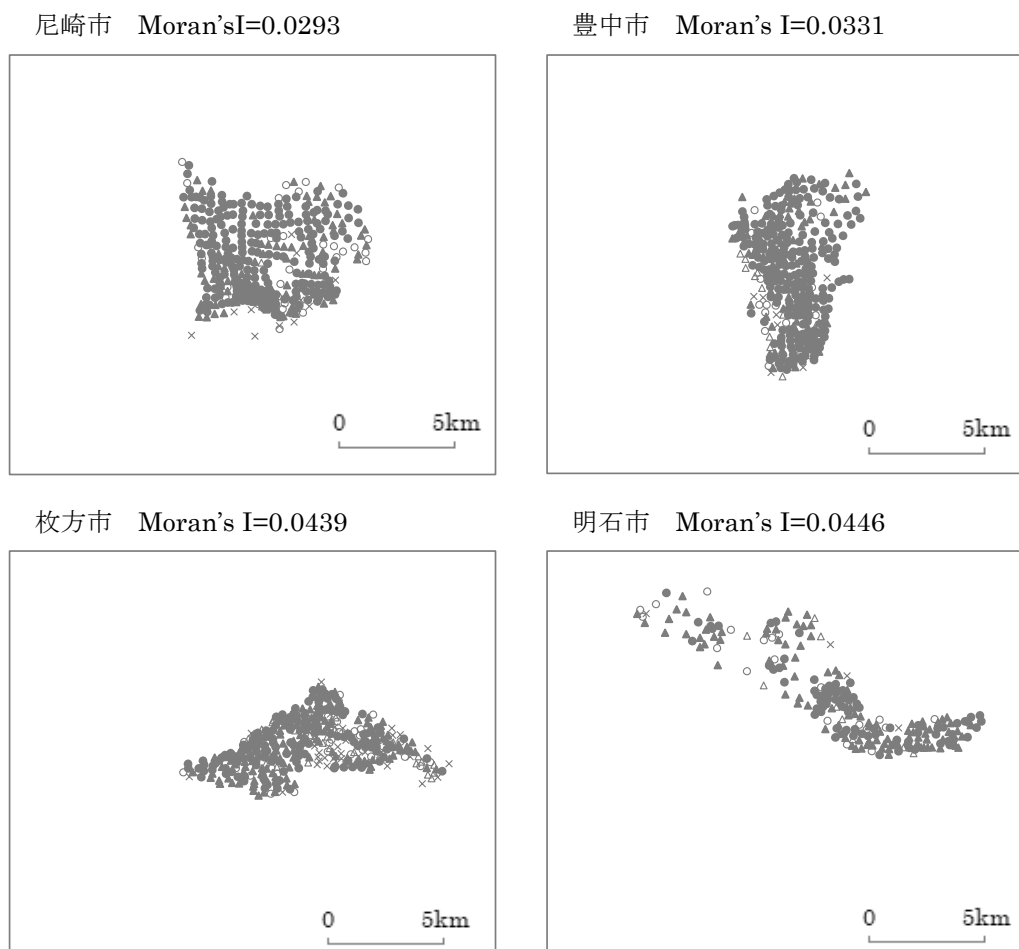


図-4 町丁目別人口密度を地図上にプロット

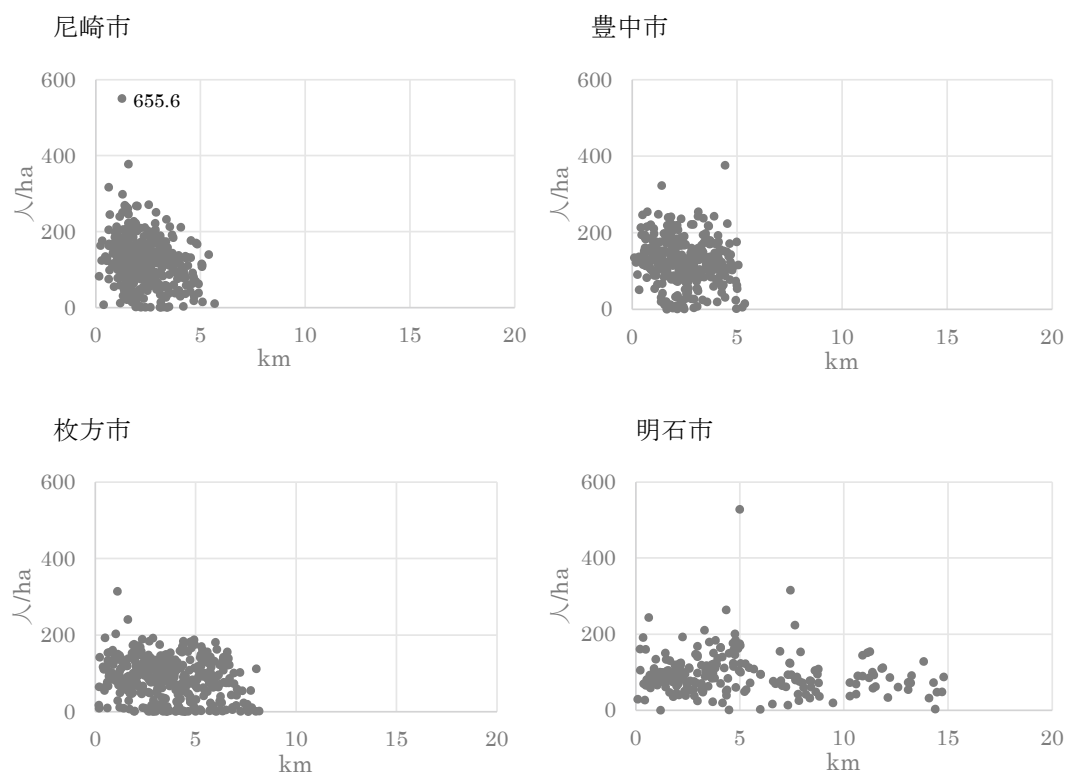


図-5 市役所を起点とした町丁目の位置とその人口密度

に困難である。そこで、7変数が有する情報を少数の合成変数として集約できれば、中核市のクラスター化が簡潔に説明可能となる。このため主成分分析を適用する。主成分分析とは多次元の説明変数群を少数の合成変数である主成分に集約する手法として用いられる。

表－4には合成変数である主成分の固有値とその寄与率を示す。

主成分1の寄与率が0.565、主成分2のそれは0.132、主成分3は0.121である。主成分2までの累積寄与率は0.697、主成分3までは0.818である。主成分2と3の寄与率に大きな差はないが、主成分分析の目的が多数の変数を少数の主成分に集約することである。また、7変数の変動を主成分1、2が70%を説明することができている。そのため、以降主成分1と2を中心に考察する。

図－6は固有ベクトルの平方根である負荷量を主成分1×2平面上にプロットしたものである。一般に主成分分析では、多変数の総合的な評価変数を求めるが、本分析では、主成分1の7変数は正と負の負荷量が混在している。このため主成分1および2の解釈をそれぞれの正負について議論する。

主成分1の正方向には、人口密度の中央値、5km内人口比、人口集中地区内人口比、面積当たりの町丁目数/km²が位置している。それらの変数群は「都市部地区への居住形態」を示す人口とその密度の多寡を示す指標であると判断した。

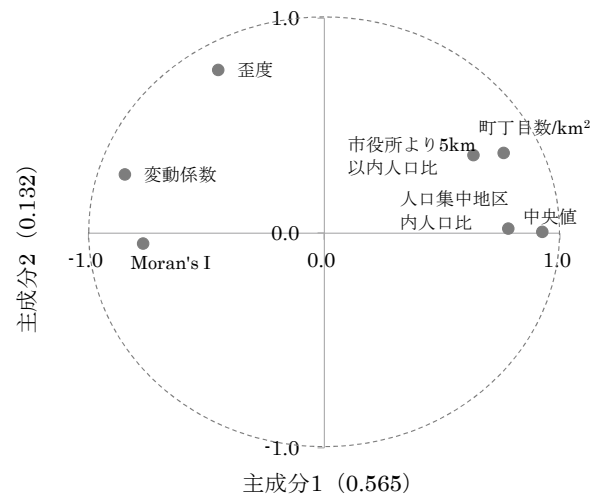
負の方向には、Moran's I、変動係数、歪度が位置している。特に、Moran's Iと変動係数が負の方向に大きな値を示している。人口密度の分布特性

を示す指標群である。すなわち、Moran's Iが大きい数値となれば居住地区が都市部や郊外部と広範に広がり「広範な地区での居住形態」と解釈される。本研究が主要な課題としている空間分布特性が抽出されたことになる。

主成分2の正の方向には歪度、町丁目数/km²、5km内人口比、変動係数が位置している。特に歪度が大きな数値である。歪度が大きければ、人口密度の低い町丁目が多く存在していることを意味する。また、町丁目数/km²と5km内人口比が大きければ、狭い市域の中に町丁目数/km²が多く、人口が集中している。逆に歪度、町丁目数/km²、5km内人口比が小さくなれば、人口密度の低い町丁目よりも高い町丁目が多くなるが、市域は広くなり、人口が分散している。

すなわち、主成分2は「人口密度の空間分布形態」と解釈できる。なお、負の方向にはMoran's Iが位置しているが、有意な数値ではない。

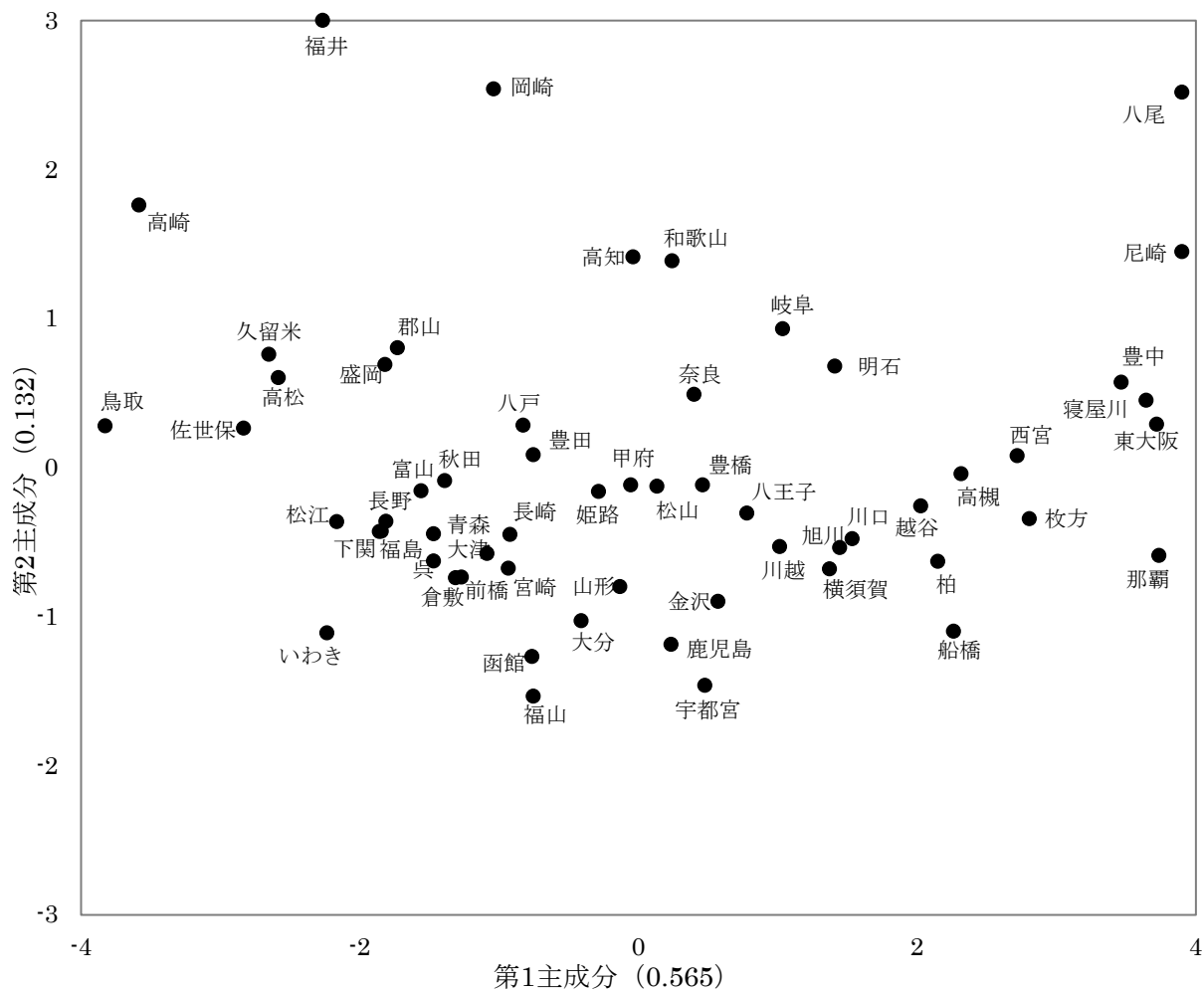
求めた2つの合成変数は中核市のクラスター化を考察するためには好都合であると考ええる。図－7は中核市別の主成分スコアを主成分1×2平面上にプロットしている。この図より近い距離にプロットされている中核市同士がクラスターを形成する。クラスター形成パターンは無数に存在する。分析者が知りたい情報をどの中核市を参照するかの一つのヒントを得ることができる。反面、分析者が恣意的にクラスター化を図ることにもなる。



図－6 主成分分析結果の図示

表－4 固有値と寄与率

主成分No	固有値	寄与率	累積寄与率
主成分1	3.95290	0.56469	0.56469
主成分2	0.92510	0.13216	0.69686
主成分3	0.84860	0.12123	0.81809
主成分4	0.50680	0.07240	0.89049
主成分5	0.40180	0.05740	0.94789
主成分6	0.28060	0.04008	0.98797
主成分7	0.08420	0.01203	1.00000



図－7 主成分スコアの散布図

(3) クラスター化その2

分析者の恣意性を排除したクラスター化を考察することも重要である。

前節で妥当性が示された7変数によるクラスター分析を行った。クラスター分析には多くの手法が提案されているが、Ward法は分類感度が高く、実用的であるとされ、多く利用されている。本研究でもこのWard法を用いることとする。

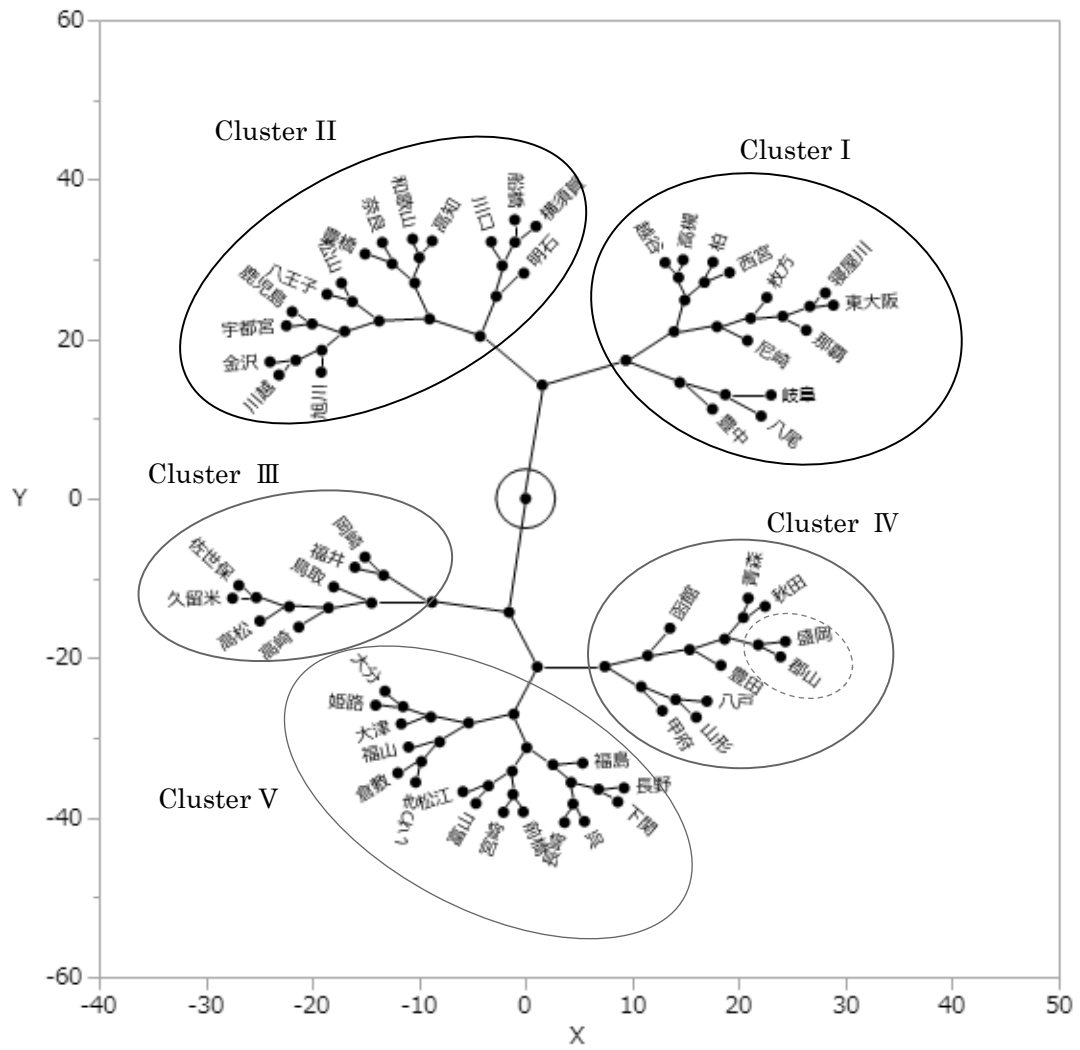
図－8は、58中核市のクラスター分析結果を星座図で示している。図中央の○印中の・が星座図の原点を示す。星座図からは、クラスター化の履歴を読み取ることができる。最初にクラスター化される2市間が線で結ばれる。たとえば、Cluster IVの場合、図中の()で囲まれた盛岡市と郡山市が一つのクラスターを形成する。同様に秋田市と青森市も一つのクラスターを形成する。次にこ

の2つのクラスターが統合され、新しいクラスターを形成していく。このようにみると中核市は()で囲まれた5つにクラスター化される。

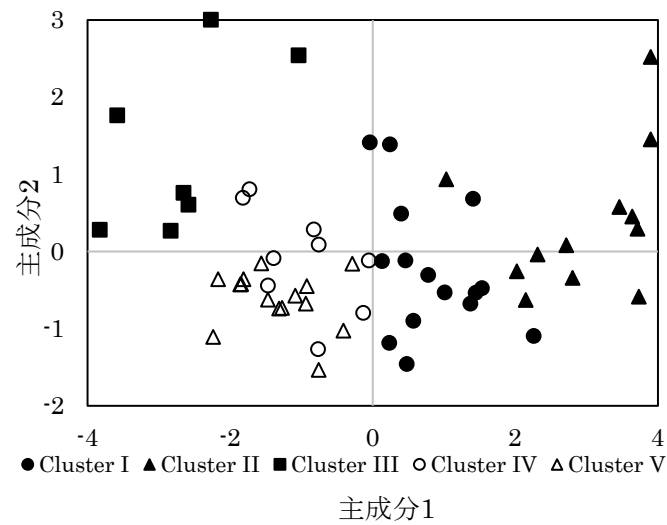
図－9は、図－7に示した中核市群の第1, 2主成分スコアによるクラスター分析結果を記号化して示す。

図－9によると、各Clusterに属する中核市群は、主成分1×2平面上でもグループを形成していることがわかる。

Cluster Iには主成分1より人口密度の高い中核市が属している。Cluster IIは主成分1が0から2の範囲にあり、比較的人口密度の高い中核市群である。Cluster IIIは郊外部に人口密度の希薄な町丁目が多い中核市群である。Cluster IVはCluster IIとIIIの中間の中核市群、Cluster Vは、人口密度は低いだが、その中でも人口密度の低い町丁目よ



図－8 クラスター分析結果を図示する星座図



図－9 5クラスター化した中核市主成分スコア散布図（中核市名は図－7 参照）

表－５ 中核市の分類（７変数によるクラスター化）

Cluster	中核市の分類とその特徴
I	<p>都市部地区への居住形態</p> <p>市域面積が狭く、人口集中地区内居住者が多く、人口密度も高い中核市群。しかし、町丁目別の人口空間分布をみると、人口密度の希薄な町丁目から高い町丁目と広範な中核市群である</p> <p>寝屋川・東大阪、那覇、枚方、尼崎が１つ目のクラスター</p> <p>西宮・柏、越谷・高槻が２つ目のクラスター</p> <p>八尾・岐阜、豊中が３つ目のクラスター</p> <p>近畿都市圏の人口規模の大きい中核市群が多い</p> <p>注：・印は類似度が高い同士の中核市を示している。以下のClusterの説明にも同様に・印を用いる。</p>
II	<p>Custer Iに次ぐ都市部地区への居住形態</p> <p>町丁目別の人口空間分布をみると、人口密度の希薄な町丁目から高い町丁目と広範な中核市群である</p> <p>川越・金沢、旭川、宇都宮・鹿児島、八王子・松山の人口が比較的多い都市群が１つ目のクラスター</p> <p>豊橋・奈良、高知・和歌山の県庁所在地の中核市が２つ目のクラスター 豊橋がこのクラスターに内包</p> <p>大都市圏域内に在る横須賀・船橋、川口、明石が３つ目のクラスター</p> <p>３つのクラスターから構成されている中核市群</p>
III	<p>都市の広範な地区での居住形態</p> <p>都市部には人口集積がみられるが、郊外部の広い範囲に人口密度の希薄な町丁目が多数みられる</p> <p>Moran's Iがクラスター化に影響</p> <p>佐世保・久留米、高松、高崎、鳥取等Moran's I値が0.24以上と大きい中核市が一つのクラスターを構成</p> <p>福井・岡崎がこのクラスターに内包</p>
IV	<p>都市の広範な地区での居住形態</p> <p>人口密度の希薄な町丁目と同様に高い町丁目もみられる</p> <p>盛岡・郡山、秋田・青森、豊田、函館が１つ目のクラスター</p> <p>八戸・山形、甲府が２つ目のクラスター</p> <p>東北地方の中核都市が多く属する</p>
V	<p>都市の広範な地区での居住形態</p> <p>人口密度の高い町丁目が多くみられる。</p> <p>大分・姫路、大津、倉敷・いわき、福山が１つ目のクラスター</p> <p>松江・高山、宮崎・前橋が２つ目のクラスター</p> <p>長崎・呉、下関・長野、福島が３つ目のクラスター</p> <p>以上の３つのクラスターで構成されている中核市群</p> <p>長崎市と呉市は斜面に市街地が広がる この特徴が都市規模、人口の空間分布特性に類似</p>

り高い町丁目が多い中核市群と判断される。

表－５は各Clusterの特性を整理している。

（４）クラスター化について

クラスター化については２通りについて考察した。

一つは、主成分スコアの散布状況からクラスター化を行う。

主成分分析は７変数の個々が合成変数である主成分を見出し、７変数が主成分に及ぼす負荷量から主成分の意味づけを行う。意味づけされた主成

分スコアに基づいて中核市进行分类する。しかし、この分類は分析者の主観によるところが大きい。

二つ目はクラスター分析によるクラスター化である。

７変数を基に似た者同士をグループ化していく客観的に中核市进行分类する。分析者の主観の余地は小さい。クラスター内の中核市の特徴からそのClusterの意味を考察することになる。

意味を重視することが主であれば、主成分分析を適用する。一方、分類することが主であれば、クラスター分析を適用する。意味、客観性のい

れかを犠牲にしなければならない。

いずれをも満足させようとするれば、主成分分析とクラスター分析を併用することが望ましい（たとえば、図－9参照）。

4. まとめ

本研究は、中核市の市域における人口の空間的分布を数値的に把握する空間的自己相関分析の適用性について検討した。また、人口の空間分布特性に基づいた中核市のクラスター化を検討した。得られた主要な知見を以下に示す。

（1）町丁目を基本単位とした人口密度による空間的自己相関係数Moran's I値は、多くの中核市において比較的有意な正の値を示し、人口の集積性が議論できることを示した。特に、鳥取市、高崎市、函館市、青森市のMoran's Iは0.3以上の有意な数値を示した。

（2）一方、尼崎市、豊中市、枚方市、明石市のMoran's Iは0.05より小さい値であった。数値上は人口の集積性が小さいと判断できる。この原因は、狭い市域内に非常に多くの町丁目が存在し、かつその面積が小さく、人口密度が小さい町丁目から大きな町丁目までが市域にランダムに分布しているため集積性が低いと判断される。人口密度の低い町丁目は公園や工業地区、行政地区等といった夜間人口の少ない地区であるのか、さらにスポンジ化が進展している町丁目であるのか等については今後検討しなければならない。

なお、Moran's Iの大きい鳥取市について市中心部（市役所所在地）から10km以内および5km以内の町丁目を対象にMoran's Iを算出したところ、それぞれ0.234、0.125と低くなった。Moran's Iの大きい都市においても都市部という狭い範囲で見れば、スポンジ化がうかがえる。

（3）中核市群のクラスター化は、主成分分析およびクラスター分析による結果を比較検討することにより各Clusterの特性を理解することができる。

本研究では町丁目を基本単位としたが、同一の中核市においても町丁目そのものの面積が非常に

大きいものから小さいものがあり、町丁目間の距離に大きな差が生じている。このため、非常に小さい面積の町丁目は隣接する町丁目と統合することによって面積を基準内に揃えることが必要であろう。基準そのものも含めてこの点については今後の課題である。さらに、メッシュデータによるMoran's Iの算出との比較研究が求められる。

また、施工時特例市も人口20万人以上であり、環境や都市計画に関する事務権限が委譲されている。中核市と同様に施工時特例市も研究対象とすることにも関心がある。

参考資料

- 1) 総務省（2020），地方公共団体の区分 | 中核市・施行時特例市，<<https://www.soumu.go.jp/cyukaku/>> 2020.6.25参照
- 2) 国土交通省（2018），第10版都市計画運用指針，pp.23～24，<<http://www.mlit.go.jp/common/001261808.pdf>>，2020.6.25参照
- 3) 総務省（2015），平成27年国勢調査小地域集計結果，<<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/kekka.html>>，2020.8.10参照
- 4) 国土地理院（2018），国土地理院地図 <<https://maps.gsi.go.jp/>>，2020.8.28参照
- 5) 2015年国勢調査時には58市，2020年には60市が指定
- 6) 町丁目の人口密度を5ランクに分類表示した記号を町丁目の緯度経度上にプロット

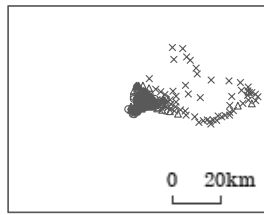
参考文献

- 今田寛典（2018），呉市の人口空間分布特性に関する数量的把握－空間的自己相関分析による試み－，広島文化学園大学ネットワーク社会研究センター研究年報，Vol.15，No.1，pp.55-62。
- 内山愉太，岡部明子（2011），人口分布特性によるメガシティの類型化に関する研究－35都市の類型化を通して－，都市計画論文集，Vol.46，No.3，pp.883～888。
- 大下祐樹，垂水共之（2008），川口市犯罪データ

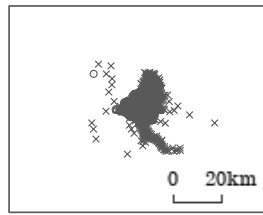
- の空間分析, 岡山大学環境理工学部研究報告, Vol.13, No.1, pp.17-22.
- 張 長平 (2010), 統計的推計による空間パターン分析－千葉県市川市を事例として－, 国際地域学研究, No.13, 77-90.
- 古谷知之 (2009), [連載] フリーソフトによるデータ解析・マイニング第74回空間の統計学 (2) 空間的自己相関, ESTRELA 2009年9月 (No.186), pp48～53.

付図－1 58中核市の人口密度分布地図

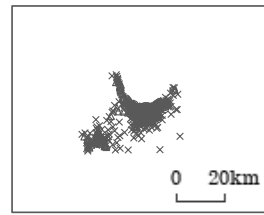
函館市



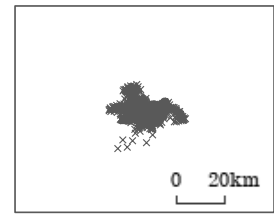
旭川市



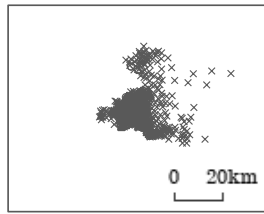
青森市



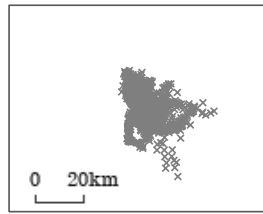
八戸市



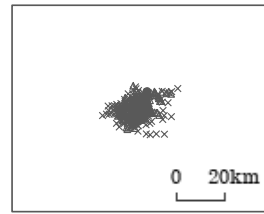
盛岡市



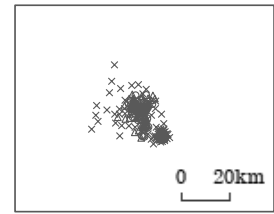
秋田市



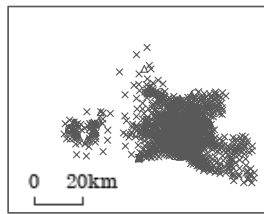
山形市



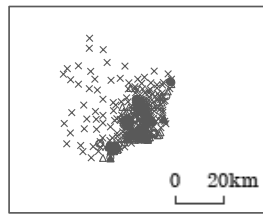
福島市



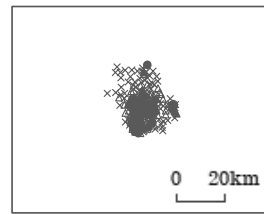
郡山市



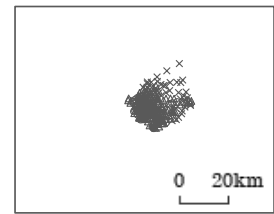
いわき市



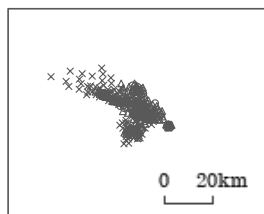
宇都宮市



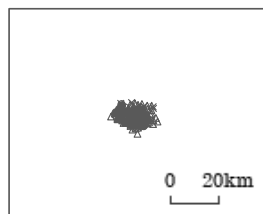
前橋市



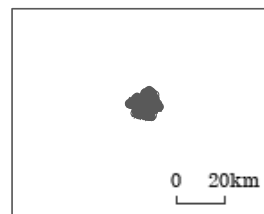
高崎市



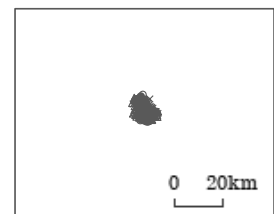
川越市



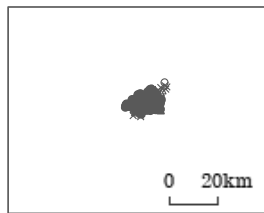
川口市



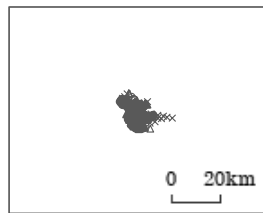
越谷市



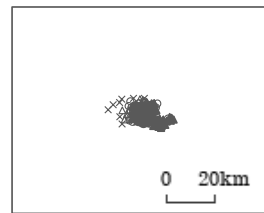
船橋市



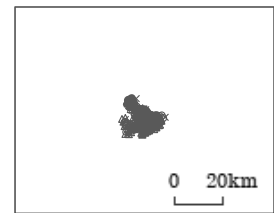
柏市



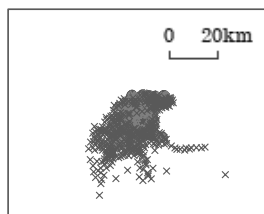
八王子市



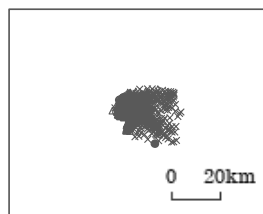
横須賀市



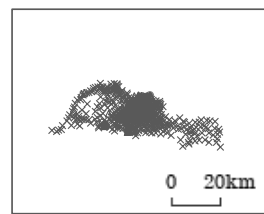
富山市



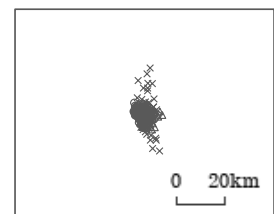
金沢市



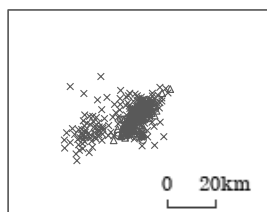
福井市



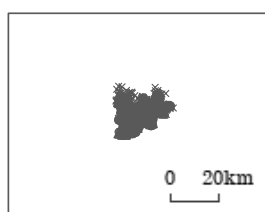
甲府市



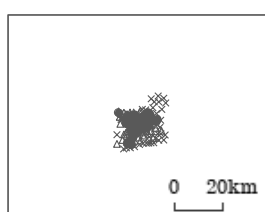
長野市



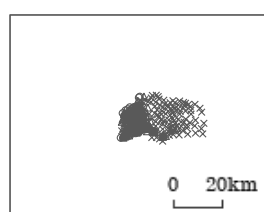
岐阜市



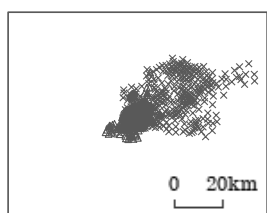
豊橋市



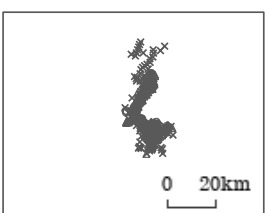
岡崎市



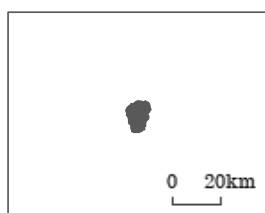
豊田市



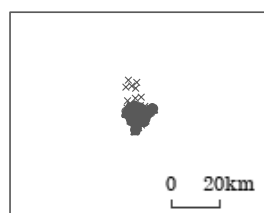
大津市



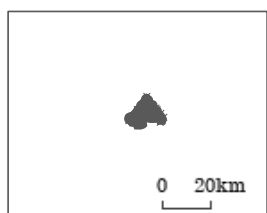
豊中市



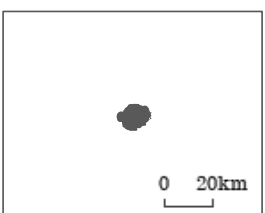
高槻市



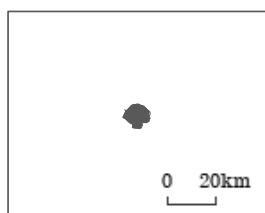
枚方市



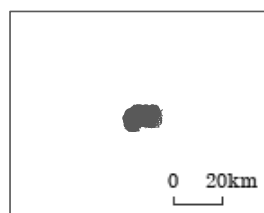
八尾市



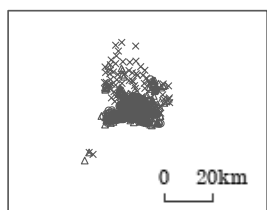
寝屋川市



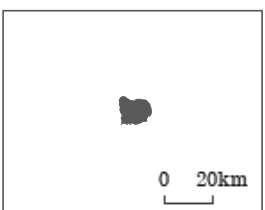
東大阪市



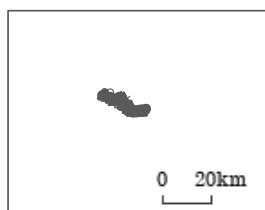
姫路市



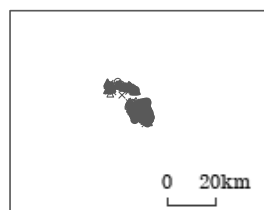
尼崎市



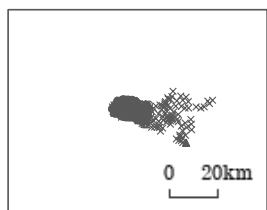
明石市



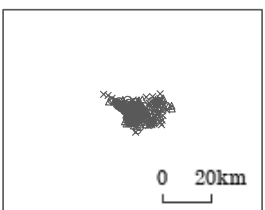
西宮市



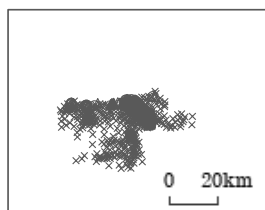
奈良市



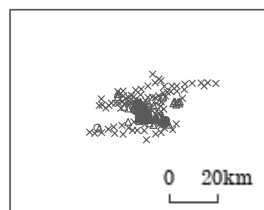
和歌山市



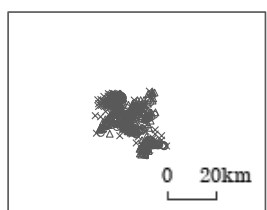
鳥取市



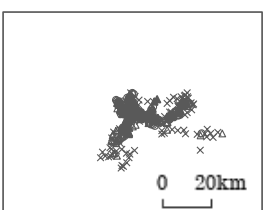
松江市



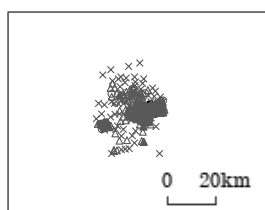
倉敷市



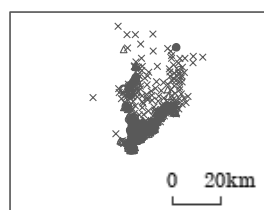
呉市



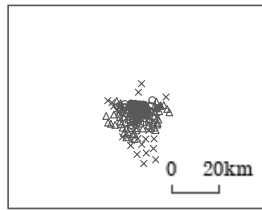
福山市



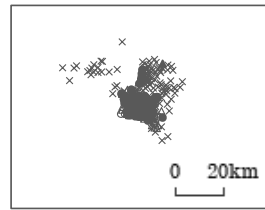
下関市



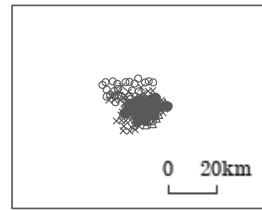
高松市



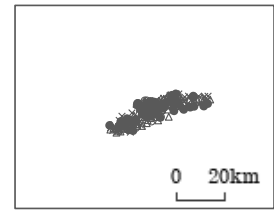
松山市



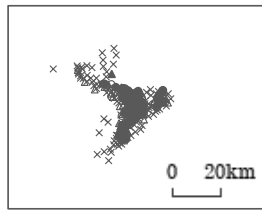
高知市



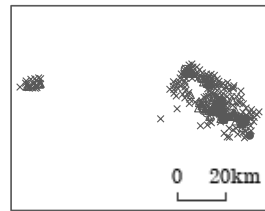
久留米市



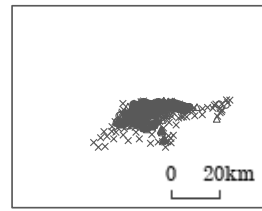
長崎市



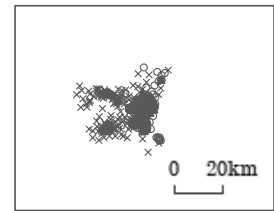
佐世保市



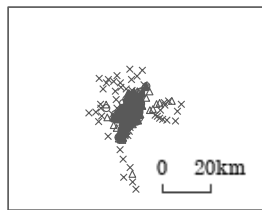
大分市



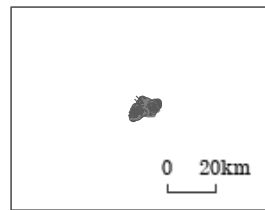
宮崎市



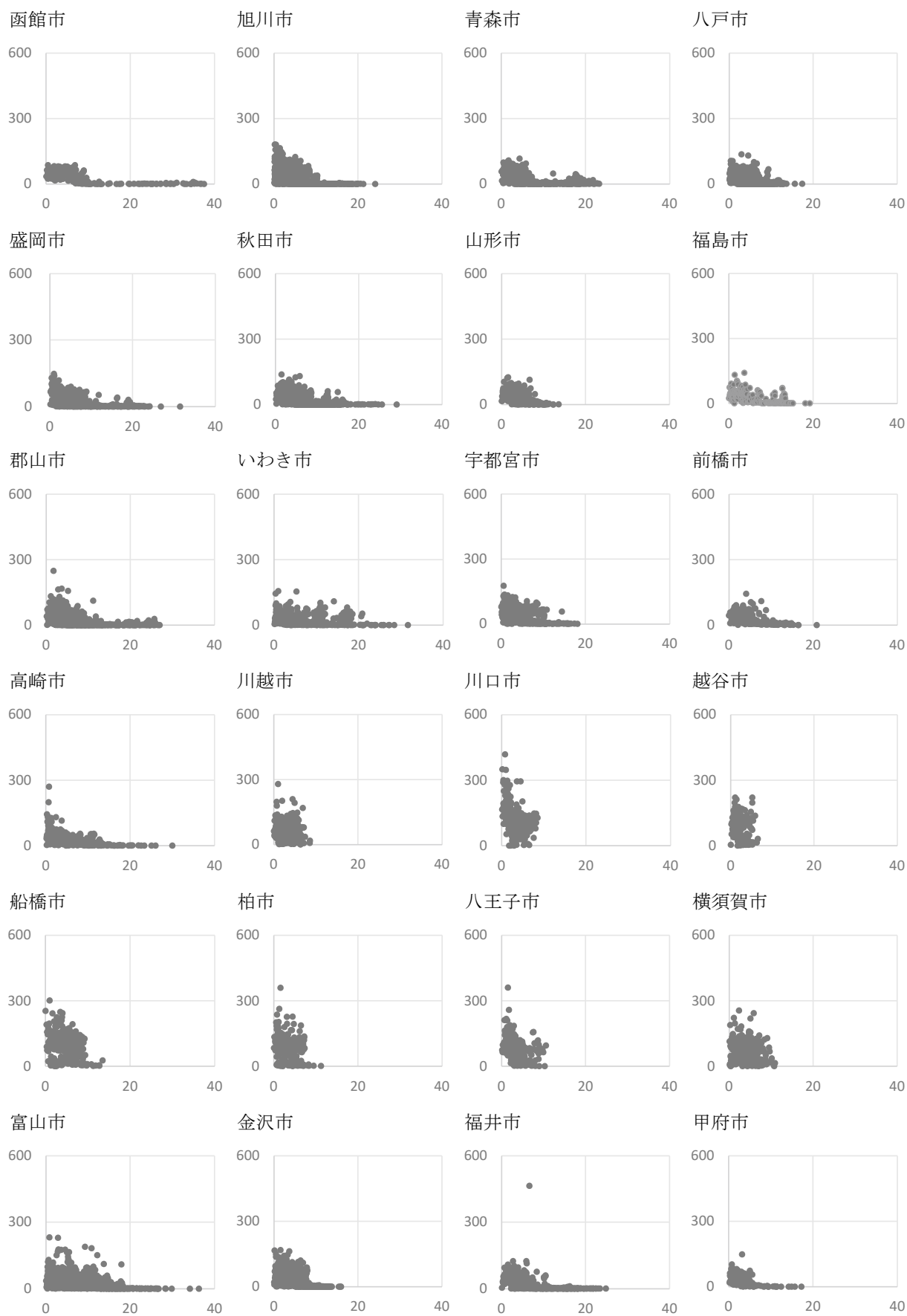
鹿児島市



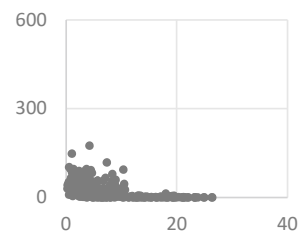
那覇市



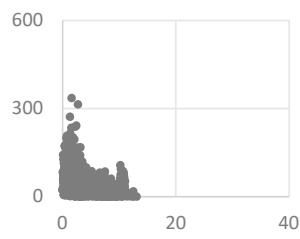
付図－２ 58中核市の市役所を起点とした町丁目の位置とその人口密度



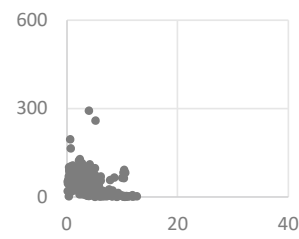
長野市



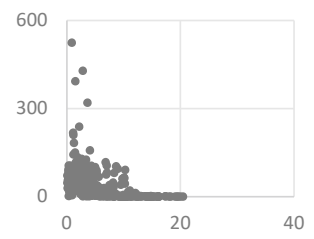
岐阜市



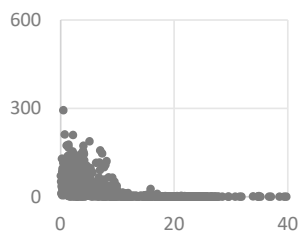
豊橋市



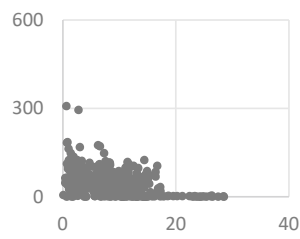
岡崎市



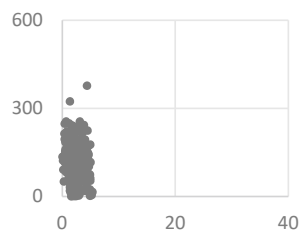
豊田市



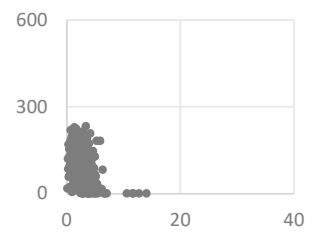
大津市



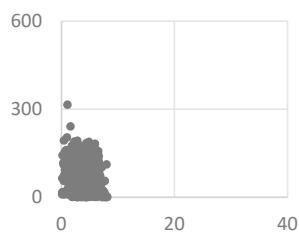
豊中市



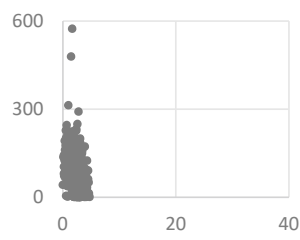
高槻市



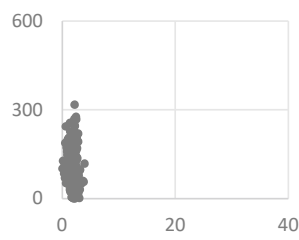
枚方市



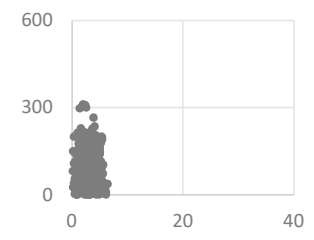
八尾市



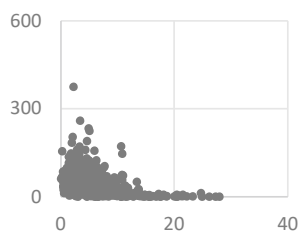
寝屋川市



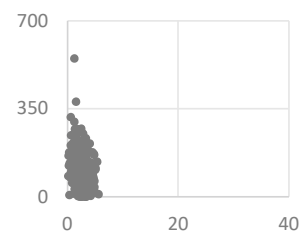
東大阪市



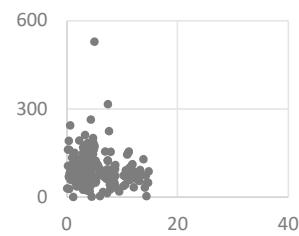
姫路市



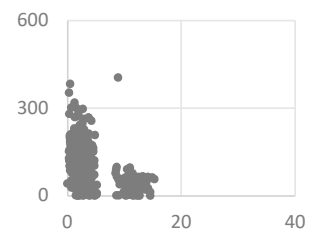
尼崎市*



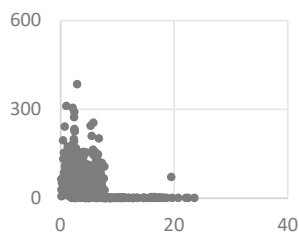
明石市



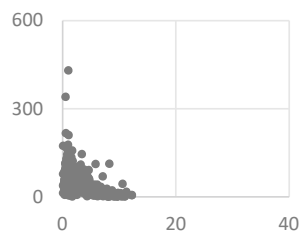
西宮市



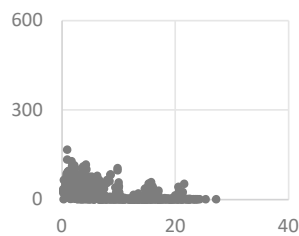
奈良市



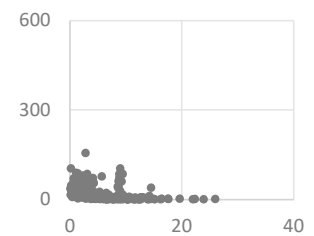
和歌山市



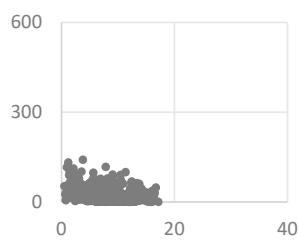
鳥取市



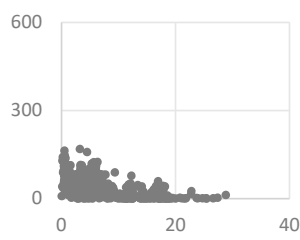
松江市



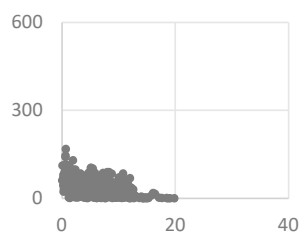
倉敷市



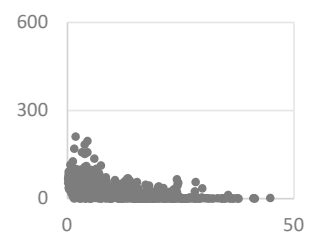
呉市



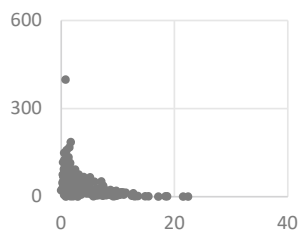
福山市



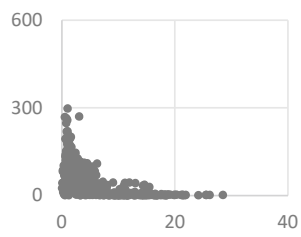
下関市*



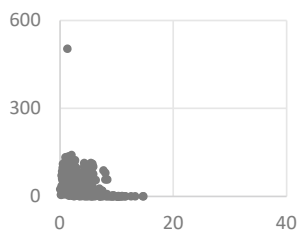
高松市



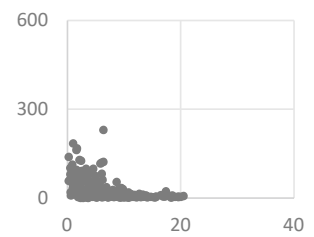
松山市



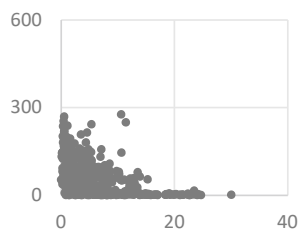
高知市



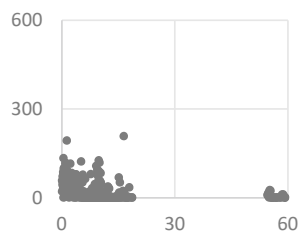
久留米市



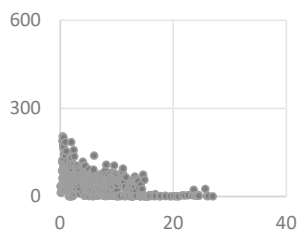
長崎市



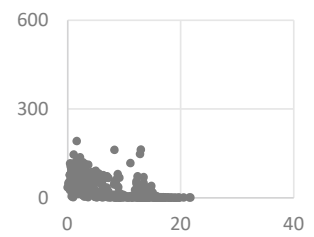
佐世保市*



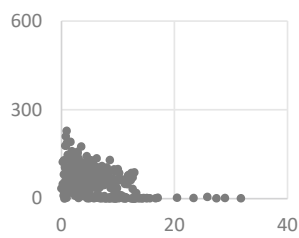
大分市



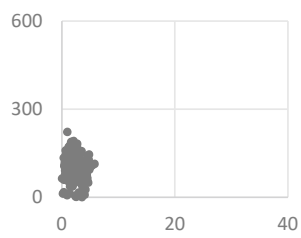
宮崎市



鹿児島市



那覇市



注

縦軸：人口密度（人/ha）

横軸：市役所からの距離（km）

*尼崎市と佐世保市の軸目盛は他と異なる