

# 人口減少期における都市の変化： 持続可能な都市形成に向けた基礎的分析

堀越 光<sup>1</sup>・杉本 達哉<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 非会員 八千代エンジニアリング株式会社 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CS タワー)  
E-mail: hk-horikoshi@yachiyo-eng.co.jp (Corresponding Author)

<sup>2</sup> 正会員 八千代エンジニアリング株式会社 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CS タワー)  
E-mail: tt-sugimoto@yachiyo-eng.co.jp

持続的な地域経済を構築していくには、将来の都市の変化を予測することが有用である。日本は人口減少下にあり、今後長期的な人口減少が予想されているため、人口減少期の都市の変化を把握することは将来の都市変化を考えるうえでの一助となりうる。そこで本研究では、人口減少期における都市の変化の特徴を把握することを目的とする。そのために、人口増加期と減少期に区別して、日本の都市の変化について調べる。加えて、都市人口規模別および地域別の都市の変化を調べ、それらの都市の変化の特徴を明らかにする。

**Key Words:** *population decline, sustainability, urban area, regional daily living sphere*

## 1. はじめに

持続的な地域経済を構築していくには、将来の都市の変化を予測することが有用である。なぜなら、都市は経済活動の中心であり、地域経済の持続性に大きく影響しているためである。実際、国土交通省は地域生活圏といった、地方の中心都市を核とした圏域を提唱している<sup>注1</sup>。ここで、地方の中心的な都市が持続的でなければ、地域生活圏の形成も危ぶまれる。したがって、今後、特に地方の都市において、将来の都市の変化を予測しておくことは国土計画上、有用と考える。

このとき、将来の日本の都市を捉えるうえで、人口減少を念頭に置いた分析が必須である。都市の変化を把握するための基礎的な情報として都市の人口規模がある<sup>例</sup> (例えば、1),2),3),4)。その変化には人口移動の変化 (i.e., 居住選択の変化) が大きく影響している<sup>注2</sup>。ここで、居住地を決定する際、土地の空き状況は重要な判断材料の一つであり、総人口の多寡は土地の空き状況に直接的に影響する。今後、長期的な人口減少が予想されることを踏まえると、総人口の増加期と減少期を明確に区別した分析が求められる。

加えて、都市は独立して成立しているのではなく、都市と都市の相互作用の下に成り立っていることを踏ま

ると、分析上、日本の都市全体を対象に都市毎の相対的な関係に着目することが有用と考える。実際、新経済地理学分野においては、都市間の相互作用を踏まえた理論的研究が蓄積されている<sup>5</sup>。このため、対象の都市のみでなく、日本全体の都市の相対的な関係に着目した分析が有用である。

しかし、都市の経年的変化に関する既往研究 (詳細は、第2章参照) では、上記のような視点に基づいた分析は十分になされていない。本研究に最も近いものに Mori and Osawa<sup>6</sup>があるが、輸送費用の低下に着目しており、人口減少期に限定した分析は実施していない。

そこで本研究では、進展する人口減少下での持続的な地域経済を検討する基礎情報として、将来の都市に起こりうる変化の特徴を把握する。そのために、人口増加期と減少期に区分して、今後起こりうる日本全体の都市の変化について調べる。加えて、都市人口規模別および地域別の都市の変化を調べ、それらの都市の変化の特徴を明らかにする。

本稿の構成は次のとおりである。第2章では、関連研究を整理して本研究の位置づけを明確にする。第3章では分析方法を示し、その方法に基づいた分析結果を第4章に示す。最後に、第5章において本論文の結論と今後の課題を述べる。

## 2. 関連研究と本研究の位置づけ

本研究に関連する、持続可能な都市や都市の経年変化に関する研究を整理したのちに、本研究の位置づけを明らかにする。

### (1) 関連研究

#### a) 持続可能な都市に関する研究

持続可能な社会を実現するために政府が掲げてきた、コンパクトシティやコンパクト+ネットワーク関連の評価・検証に関する多くの研究が存在する<sup>(例えば、1,2,3,4)</sup>。大門・浅野<sup>5)</sup>は、都市のコンパクト化の評価指標として市街地形状に関する指標を提案している。そのために、全国に存在する DID のうち 97 地域を対象として人口密度や市街地形状などの指標が公共交通サービス水準に与える影響を分析している。分析では、市街地形状の指標が人口密度と異なる新たな特徴を見出すこと、また、DID 人口や DID 面積が市街地形状の指標と相関している(相関係数 0.7 以上)ことが示されている。このことから、公共交通サービス水準といった生活利便性を把握するうえで人口や面積も有用な指標の一つと解釈できる。

久米山ら<sup>6)</sup>は、持続可能なまちづくりとして近年注目されている x-minute city の政策的展開へ向けた基礎的情報を得るために、居住地から生活サービス施設へのアクセシビリティを分析している。分析では東京都市圏を対象に生活サービス施設への到達可能人口割合を整理しており、居住地からのアクセシビリティの重要性を示している。この結果に加えて、生活サービス施設の立地には周辺の人口が影響していることを踏まえると<sup>3)注3)</sup>、持続可能な都市を形成するにあたっては、人口密度が重要な指標の一つと言える。

鄒ら<sup>7)</sup>は、これまでのコンパクトシティに関する既往文献を収集して、環境面・経済面・社会面の 3 分野についてコンパクトシティの効果を体系的に整理している。その結果、コンパクトシティの効果の一つとしてインフラの維持管理コストが 10~30%削減されることや公共交通の生活利便性向上などが示されており、都市の持続性を考えるうえで都市の集約化が有用であることが改めて確認できる。

ここまで見てきたように、持続可能な都市を把握・評価するうえで、都市の人口・面積・密度は基礎的であるものの依然として有用な指標として位置づけられる。

#### b) 都市の人口や人口密度の変化を扱った研究

鈴木ら<sup>8)</sup>は、都市内人口の均等性・集積性に着目して人口変化パターンを類型化し、その特徴を明らかにしている。具体的には、1980年・2015年の 1km メッシュ人口を用いて、全国の市区町村別にジニ係数とモラン係数を算出し、それらを用いたクラスター分析を実施している。

その結果、大都市および大都市近郊都市の均等化や地方部の都市の集積化が生じていると考察し、都市人口規模に応じて人口変化パターンが異なることを明らかにしている。しかしながら、クラスター分析は探索的な手法であるため、得られたグループ毎の違いは統計的に保証されたものではない。

曾我部・牧<sup>9)</sup>は、地域特性 (i.e., 1km メッシュ単位のデータから把握できる特徴) と圏域規模 (i.e., 都市圏人口) の 2 軸に基づいて人口トレンドを評価している。そのために、1995 年・2010 年の 1km メッシュのデータを用いて、主成分分析で得られた主成分によって k-means により地域を類型化している。その結果、1 時点での分類は地域特性のみで説明できる一方で、2 時点間(経年変化)の分類では、地域特性だけでなく圏域規模も考慮する必要があることを明らかにしており、都市の経年的変化には都市人口規模を考慮する必要があることを示している。しかし、鈴木ら<sup>8)</sup>と同様、クラスター分析を採用していることから、統計的に保証された結果ではない。

Mori and Osawa<sup>10)</sup>は、都市の長期的な変遷を明らかにするため、1970 年から 2015 年の日本の 1km メッシュデータを分析している。その結果、全国的には都市数が減少して、大規模な都市がより繁栄し、同時に都市内が平坦化していることを確認している。ここでは、これまで挙げた関連研究が基礎自治体をベースとして都市を定義しているのに対して、人口密度やメッシュの連坦性から都市を設定することで基礎自治体に依らない分析を可能としている。しかし、データ期間に総人口の増加期と減少期の両方を含んでおり、人口減少期に限定して都市の変化を把握しているわけではない。

#### c) 人口減少に着目して都市人口・人口密度変化を扱った研究

都市人口や人口密度変化を扱う研究で、特に人口減少下に着目した研究もいくつか存在する<sup>(例えば、9,10,11)</sup>。川邊ら<sup>9)</sup>は、1995 年から 2015 年の 500m メッシュデータを用いて DID に代わる指標によって都市構造の類型変化を分析している。その結果、人口減少下において多くの市町村で中心部の人口比重が高まっていることを明らかにしている。加えて、今後は都市縮小現象および都市構造の相対的集中化の傾向がさらに広がる、といった予見をしている。

神田ら<sup>10)</sup>は、1km メッシュデータを用いて 1980 年から 2015 年にかけての大都市雇用圏の都市構造の変遷を把握している。そして、人口減少下では、都市の中心部の人口割合が相対的に上昇する傾向を示すことを明らかにしている。

金ら<sup>11)</sup>は、1km メッシュデータを用いて 1970 年から 2000 年にかけての都市雇用圏の都市発展段階を分析している。その結果、人口減少下では逆都市化や相対的集中

の再都市化へと順に至る傾向にあると考察している。

以上の3つの研究はいずれもクラッセンの都市サイクルモデルに基づいた分類により分析を実施しており、都市構造の変化に主に着目した研究である。このため、都市構造の変化への言及があるものの、都市毎の相対的な関係に着目した分析は行っていない。

## (2) 本研究の位置づけ

本研究は、人口減少下での都市の変化の特徴を捉えるために、日本の人口減少期に着目して、都市毎の相対的な関係性から都市の特徴的な変化を明らかにしている点に特長がある。そのために、都市の人口・面積・密度の変化といった基礎的な指標に基づいて、それらの指標の人口規模別・地域別の特徴を整理している。加えて、結果から得られる特徴の確からしさを確保するために、統計検定を実施している点も特長と言える。

本研究で得られた知見は、地域生活圏の検討を進めるうえでの基礎的な情報として利用できると考える。加えて、把握した人口減少下の都市の変化は、将来のトレンドとなりうるため、都市の変化の将来予測に関する研究にも活用できると考える。具体的には、予測モデルを構築する際の与条件として活用することや、モデルによる分析結果の妥当性を確認する指標として活用することができると考える。

## 3. 分析方法

本研究では、日本の都市毎の相対的な関係に着目して、人口減少下の都市の変化の特徴を把握する。そのために、人口増加期と人口減少期を区別して、時点間の都市の変化を次の手順で調べる。

- [1] 都市の抽出
- [2] 時点間の都市の対応づけ
- [3] 各指標を算出
- [4] 統計検定の実施

以降に具体的な内容を示す。

### (1) 都市の抽出

#### a) 使用データ

都市の抽出にあたり、本研究では1995年・2005年・2010年・2020年の国土数値情報の3次メッシュ(1kmメッシュ)の人口データを使用する。ここで、日本が2008年頃から人口減少に転じたことを踏まえて、1995年・2005年を人口増加期のデータ、2010年・2020年を人口減少期のデータとして利用する。

#### b) 都市の定義

本研究では、行政区域によらず柔軟な圏域設定を可能

とするために、1kmメッシュの人口データに基づき、人口密度と連坦性から次のように都市を定義する<sup>注4)</sup>。

- A) 人口密度が1,000人/km<sup>2</sup>以上となるメッシュを選定する。
- B) 選定したメッシュを対象に、8近傍で連続するメッシュ群を一つの集合とする。
- C) 集合の総人口が10,000人であるものを都市とする。

この方法で各時点(1995年、2005年、2010年、2015年)で都市を定義する。

抽出した都市のうち、2010年の設定を図-1に示す。また、市区町村境界や都市雇用圏との関係を図-2に示す。図に示すとおり、本研究で扱う都市は都市によっては市区町村を跨る範囲を扱うこととなる。このため、本研究の都市は、地域生活圏と照らすと、その中心部を含み人口の大部分を占める領域として定義されたと解釈できる。

## (2) 時点間の都市の対応づけ

都市の変化を把握するには、各時点で定義された都市を対応づける必要がある。そこで、Mori and Osawa<sup>6)</sup>を参考に、以下の手順に従って1995年と2005年および2010年と2020年の都市の対応づけを行う。

- A) 2時点比べて空間的に重なっている都市が1つの場合は、その都市同士を対応づける。
- B) 複数の都市が空間的に重なっている場合は、重なっているエリアの人口が最大となる都市と対応づける。
- C) 複数の都市が重なっており、重なっているエリアの人口が等しい場合は、人口密度が最大となる都市と対応づける。

この結果(表-1)、人口増加期では438都市、人口減少期では409都市が対応づいた。

## (3) 各指標の算出

都市の変化を把握する指標として、人口規模、面積、ピーク人口密度、平均人口密度の各々の変化を用いる。ここで、日本全体の都市に対する当該都市の位置づけ(i.e., 都市毎の相対的な関係)を把握するために、人口規模・人口密度は総人口に占める割合を用いる。これにより、単に当該都市の変化を把握するのではなく、他都市の変化も踏まえた把握が可能となる。

以上の4指標を用いて、次の3つを比較することで人口減少下の都市の変化の特徴を把握する。

- A) 人口増加期と人口減少期の比較
- B) 人口減少期の都市人口規模別の比較
- C) 人口減少期の都市人口規模別・地域別の比較

上記A)により、人口増加期と人口減少期を対比づけることで、人口減少期の日本の都市の変化の全体的な特徴を明らかにする。

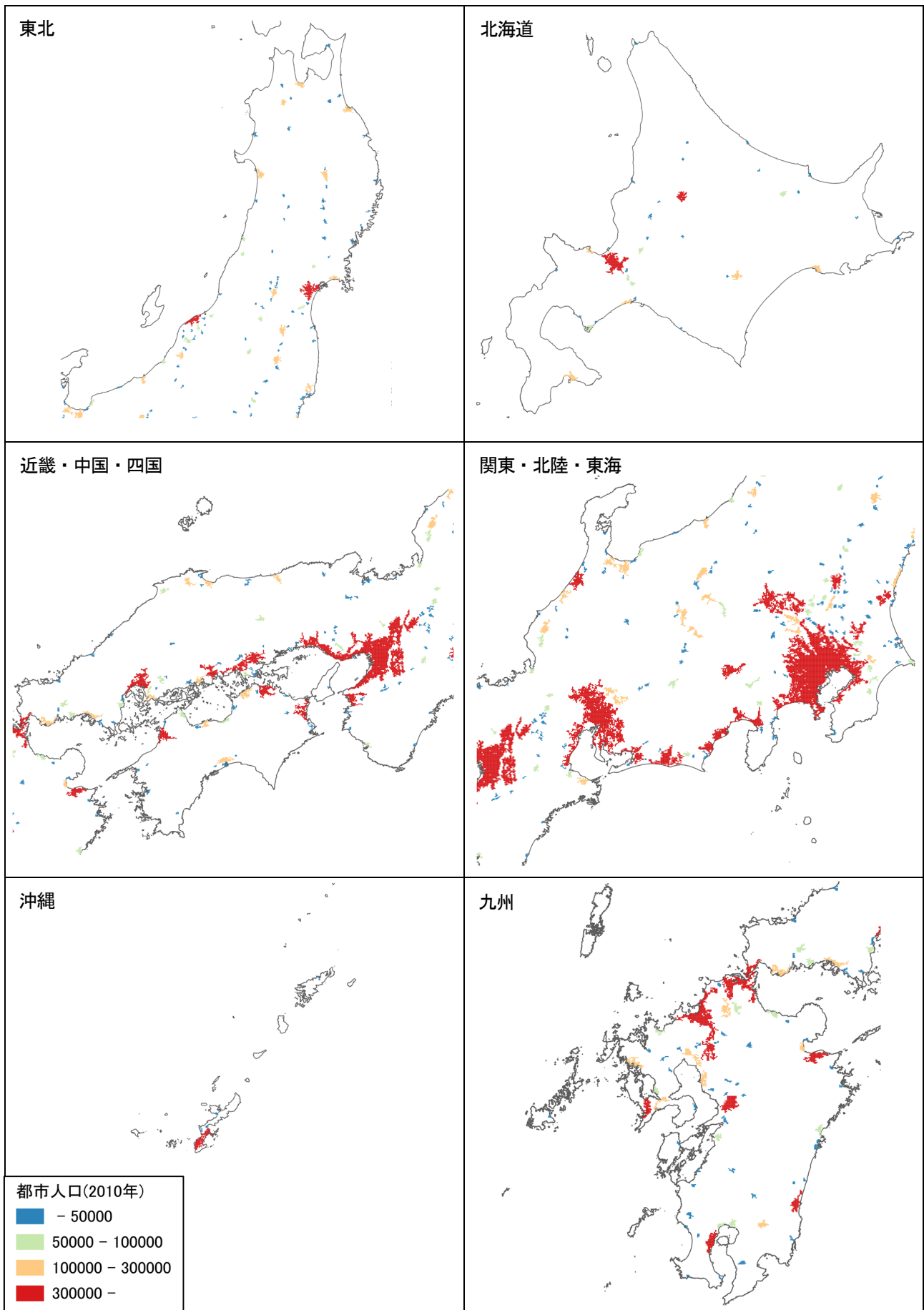


図-1 2010年時点の抽出した都市（人口減少期に対応づいた409都市のみを表示）

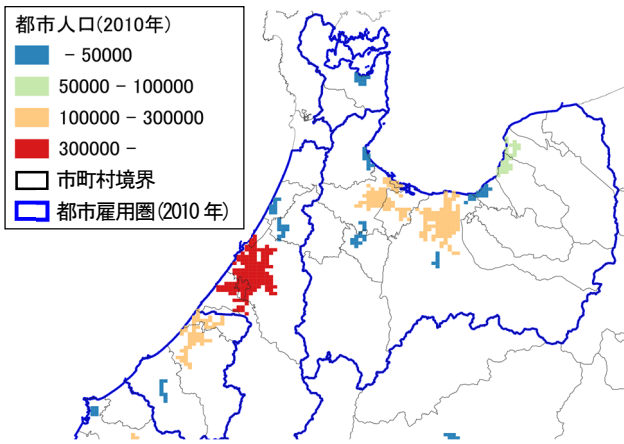


図-2 本研究の都市と市区町村境界・都市雇用圏（一部）

表-1 各時点の都市数と対応づけた都市数

| 期間    | 都市数       | 対応づけた都市数 |
|-------|-----------|----------|
| 人口増加期 | 1995年：489 | 438      |
|       | 2005年：466 |          |
| 人口減少期 | 2010年：446 | 409      |
|       | 2020年：439 |          |

上記 B)では、都市人口規模別（10 万人未満、10 万人以上 30 万人未満、30 万人以上）<sup>注5)</sup>に見ることで、地域生活圏等で例示される都市人口規模と都市の変化の関係を考察する。

上記 C)では、都市の持続性について考察するために、都市人口規模別かつ地域別の都市の変化を比較する。ここで、都市人口規模は、10 万人未満をより詳細に把握するために、5 万人未満、5 万人以上 10 万人未満と区分して、それ以外を 10 万人以上とする。また、地域は標準的な分類<sup>例えば、注6)</sup>を参考に表-2 のとおり設定する。

本稿では、都市の総人口や都市中心部の人口が維持される都市は地域経済も安定してかつ生活利便性も一定水準を確保できると考えて、人口規模の変化が 1 以上であり、かつ、ピーク人口密度が 1 以上である都市を持続性のある都市と判断する。

#### (4) 統計検定の実施

前節の方法で算出する都市の変化の確からしさを確認するために統計検定を実施する。具体的には、次のとおり、各グループ間の平均値に差があることを確認する<sup>12)、13)注7)</sup>。

A) 人口増加期と人口減少期の比較： 等分散性を前提としない Welch の t 検定により人口増加期と人口減少期の各指標の平均値の差を検定する。

B) 人口減少期の都市人口規模別の比較： A)と同様に、各指標の平均値の差を検定する。ただし、都市人口規模の区分が 3 つ以上であり 3 群以上の比較となるため、分散分析と多重比較法を実施する。具体的には、分散

表-2 地域区分

| 地域分類                                     | 区分  |
|--|-----|
| 北海道（北海道）                                 | 東北群 |
| 東北（青森県、岩手県、秋田県、宮城県、山形県、福島県、新潟県）          |     |
| 関東（茨城県、栃木県、群馬県、山梨県、長野県、埼玉県、千葉県、神奈川県、東京都） | 関東群 |
| 東海（静岡県、岐阜県、愛知県、三重県）                      | 東海群 |
| 北陸（富山県、石川県、福井県）                          | 近畿群 |
| 近畿（滋賀県、京都府、奈良県、和歌山県、大阪府、兵庫県）             |     |
| 中国（鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県）                  |     |
| 四国（徳島県、香川県、愛媛県、高知県）                      | 九州群 |
| 九州（福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県、宮崎県、鹿児島県）         |     |
| 沖縄（沖縄県）                                  |     |

分析として等分散性を前提としない Welch の一元配置分散分析を行い、日本全体の傾向と比べて、都市人口規模別の傾向に違いがあるかを検定する。そのうえで、多重比較法として等分散性を前提としない Games-Howell 検定を実施し、組み合わせ毎に平均値の差を検定する。

C) 人口減少期の都市人口規模別・地域別の比較： これまでと同様に、各指標の平均値の比較を行う。都市人口規模別・地域別の比較では、まず、分散分析として等分散性を前提としない Welch の二元配置分散分析<sup>14)</sup>を行い、日本全体の傾向と比べて、都市人口規模別・地域別の都市の傾向に違いがあるかを検定する。そのうえで、都市人口規模別の際と同様に、多重比較法として Games-Howell 検定を実施する。

## 4. 分析結果

本章は、前章で示した方法を用いて、人口減少下の都市の変化の特徴を把握する。そのために、人口増加期と人口減少期の比較、人口減少期の都市人口規模別の比較、人口減少期の都市人口規模別・地域別の比較を実施し、各指標の傾向を明らかにする。

### (1) 人口増加期と人口減少期の比較

人口増加期と人口減少期における各指標のヒストグラムを図-3 に示す。ここで、横軸は各指標の数値、縦軸は頻度、n はサンプル数、Mean は平均値、Std は標準偏

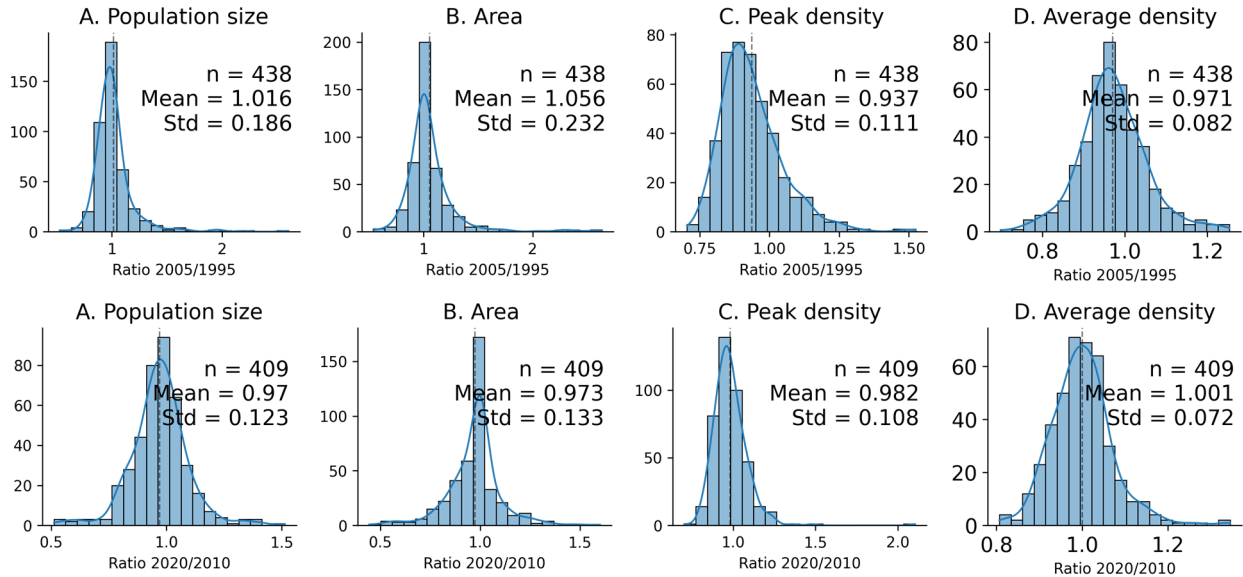


図-3 各指標のヒストグラム（上段：人口増加期，下段：人口減少期）

表-3 人口増加期と人口減少期の平均値の差の検定結果

|                        | 平均値   | t 値      |
|------------------------|-------|----------|
| <b>Population size</b> |       |          |
| 人口増加期                  | 1.016 | 4.269**  |
| 人口減少期                  | 0.970 |          |
| <b>Area</b>            |       |          |
| 人口増加期                  | 1.056 | 6.400**  |
| 人口減少期                  | 0.973 |          |
| <b>Peak density</b>    |       |          |
| 人口増加期                  | 0.937 | -6.048** |
| 人口減少期                  | 0.982 |          |
| <b>Average density</b> |       |          |
| 人口増加期                  | 0.971 | -5.653** |
| 人口減少期                  | 1.001 |          |

\*\* : p<0.05

差、曲線はガウスカーネル密度推定によって推定したものである。（以降の各指標のヒストグラムの図も同様）。また、各指標の検定結果を表-3に示す。検定にはPython言語の scipy.stats ライブラリの ttest\_ind 関数を使用した。検定の結果、t値はいずれも5%有意となっており、人口増加期と人口減少期において4指標の平均値はともに有意に差があることを確認できた。

図-3のうち人口増加期では、人口規模と面積がともに増加し、かつ、ピーク人口密度や平均人口密度は減少する結果となった。人口規模と面積の増加は、都市への人口集積が進み、都市がその範囲を拡大させたことを意味する。また、ピーク人口密度は1未満であることから、都市内では、都市の中心部から人々が流出したことが示唆される。これに加えて、平均人口密度が1未満かつ面積が増加していることから、都市内での立地が郊外に分散したと推察される。つまり、人口増加期では、国土レベルでは都市への集積が進むと同時に、都市内では郊外化が進行したと考えられる。

一方、図-3のうち人口減少期では、人口規模、面積、ピーク人口密度が減少し、平均人口密度のみが増加する結果となった。人口規模と面積の減少は、都市から非都市部への人口分散が生じたことを意味する。また、ピーク人口密度は1未満であり都市内の中心部から人口が流出しているものの、その減少程度は人口増加期よりも小さいことが分かった。以上の変化は、地方の人口増加や都市のコンパクト化を示唆するため、これまで掲げられてきた分散型国土への転換やコンパクトシティの成果が顕在化した、または、それらを実行しやすい都市に転換しつつあると解釈できる。

ポジティブな考察ができる一方で、都市の持続性の観点でみると、人口規模が減少していることは、地方の都市の人口規模が減少しているとも捉えられるため、必ずしも望ましい変化とも言い難い。また、ピーク人口密度が1未満で平均人口密度が1以上ということは、都市内の人口分布が平坦になっていることを示唆している。都市の平坦化は、高水準での都市交通インフラ・生活インフラの整備・維持管理が求められる範囲が広がっていることを意味し、それに伴う財政逼迫が懸念される。

以上より、人口増加期と人口減少期の比較から、人口減少期における日本の都市の変化の特徴を明らかにした。ここでの人口増加期の変化や人口減少期の変化は、個別の既往研究で示された結果と概ね整合するものとなった。本稿では、同一の分析枠組でそれらを対比することで、両者の定量的な差も把握して特徴を明確に示すことができた。

## (2) 人口減少期の都市人口規模別の比較

人口減少期における都市人口規模別の各指標を図-4に示す。また、各指標の分散分析の結果を表-4、多重比較法の結果を表-5に示す。分散分析にはR言語の WRS2

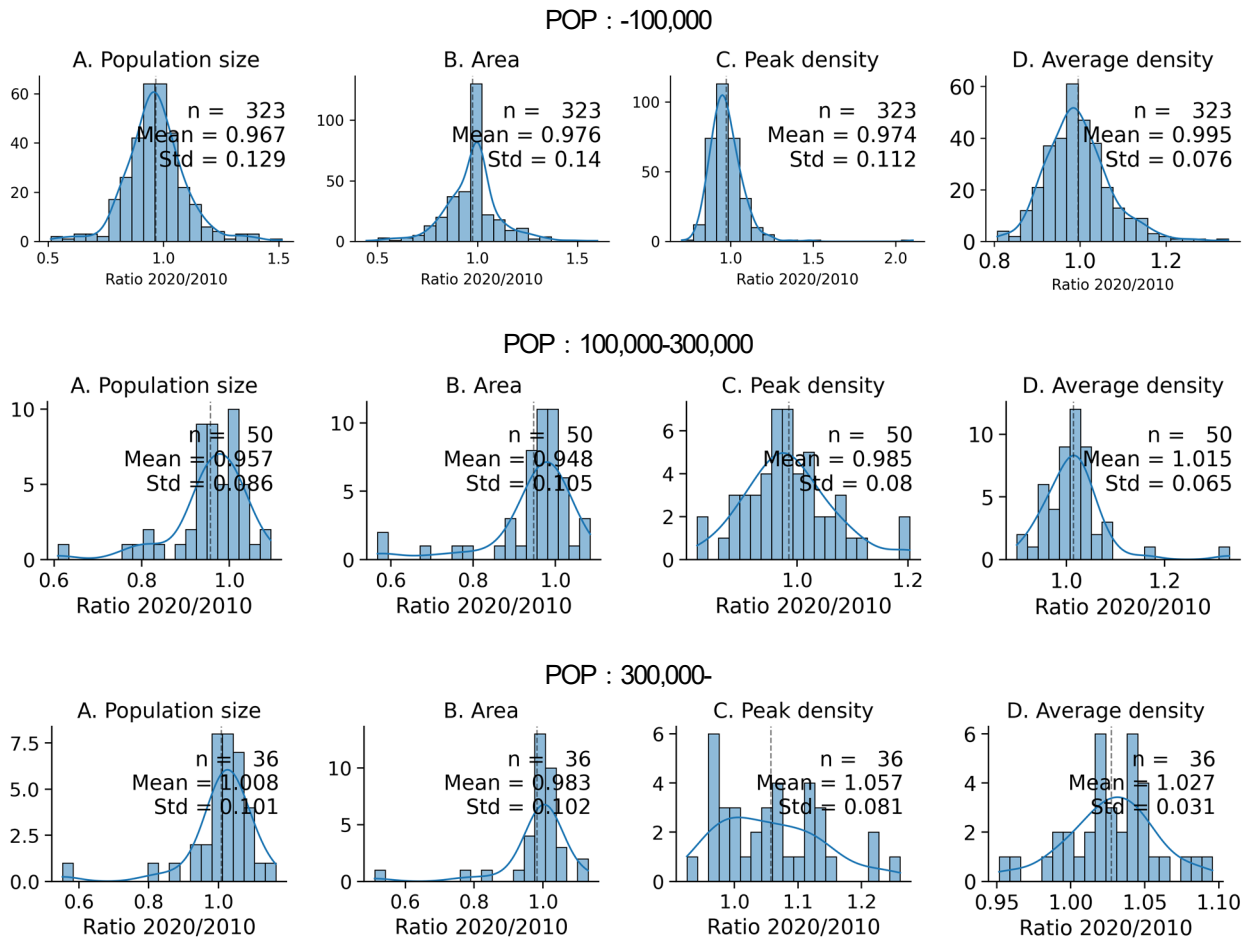


図4 都市人口規模別の各指標のヒストグラム（上段：10万人未満，中段：10万人以上30万人未満，下段：30万人以上）

表4 都市人口規模別の分散分析の結果

| 指標              | F 値    | p 値     |
|-----------------|--------|---------|
| Population size | 3.245  | 0.044** |
| Area            | 1.693  | 0.191   |
| Peak density    | 15.721 | 0.000** |
| Average density | 11.571 | 0.000** |

\*\* :  $p < 0.05$

表5 都市人口規模別の多重比較法の結果

|                 | p 値     |
|-----------------|---------|
| Population size |         |
| - 10 vs 10-30   | 0.733   |
| - 10 vs 30-     | 0.074*  |
| 10-30 vs 30-    | 0.040** |
| Area            |         |
| - 10 vs 10-30   | 0.208   |
| - 10 vs 30-     | 0.932   |
| 10-30 vs 30-    | 0.268   |
| Peak density    |         |
| - 10 vs 10-30   | 0.647   |
| - 10 vs 30-     | 0.000** |
| 10-30 vs 30-    | 0.000** |
| Average density |         |
| - 10 vs 10-30   | 0.155   |
| - 10 vs 30-     | 0.000** |
| 10-30 vs 30-    | 0.451   |

-10 : 10万人未満，10-30 : 10万人以上30万人未満，30- : 30万人以上，\*\* :  $p < 0.05$ ，\* :  $p < 0.1$

パッケージの `oneway.test` 関数を使用し，多重比較法には Python 言語の `pingouin` ライブラリの `pairwise_gameshowell` 関数を使用した。分散分析の結果，人口規模，ピーク人口密度，平均人口密度の3指標の平均値について，日本全体の平均値と有意に差があることを確認できた。多重比較法の結果では，人口規模およびピーク人口密度で有意な差が確認できたのは，10万人未満の都市と30万人以上の都市，10万人以上30万人未満の都市と30万人以上の都市の組み合わせであった。平均人口密度で有意な差が確認できたのは，10万人未満の都市と30万人以上の都市の組み合わせであった。

図4のうち10万人未満の都市について，多重比較法で有意となった人口規模とピーク人口密度を30万人以上の都市や日本全体の都市（図3の人口減少期）と比較すると，人口規模・ピーク人口密度・平均人口密度ともに10万人未満の都市が最も減少している。特に，ピーク人口密度の減少は顕著であり，都市の持続性の観点から問題と言える。ピーク人口密度は，地域生活圏の核となるような都市の中心部の集積を表す。つまり，10万人未満の都市が持続的な都市となるには，中心部の拠点性を高めることが課題と言える。

同様に，図4のうち10万人以上30万人未満の都市に

ついて、多重比較法で有意となった人口規模・ピーク人口密度を 30 万人以上の都市や日本全体の都市（図-3 の人口減少期）と比較する。10 万人以上 30 万人未満の都市の人口規模・ピーク人口密度は、10 万人未満の都市と同様、減少する結果となった。より詳しく見ると、ピーク人口密度に関して、10 万人以上 30 万人未満の都市は日本全体の都市と 30 万人以上の都市の間に位置づけられる一方で、人口規模に関しては、最も減少する結果となった。ここから、10 万人以上 30 万人未満の都市が都市の持続性を上げていくには人口規模の維持が課題と言える。

以上より、都市人口規模別に見たときに、10 万人未満の都市と 10 万人以上 30 万人未満の都市では、人口規模やピーク人口密度が減少しているという共通点と、10 万人未満の都市はピーク人口密度の減少が顕著であり、10 万人以上 30 万人未満の都市では人口規模の減少が顕著であるといった相違点を確認できた。

### (3) 人口減少期の都市人口規模別・地域別の比較

人口減少期における都市人口規模別・地域別の分散分析の結果を表-6、多重比較法の結果を表-7に示す。分散分析には R 言語の WRS2 パッケージの `t2way` 関数を使用し（トリム率 20%、ブートストラップ反復数 600 回）、多重比較法には Python 言語の `pingouin` ライブラリの `pairwise_gameshowell` 関数を使用した。表-7 では 5%有意・10%有意となったもののみを示している。検定によって多くのグループ間で有意な差を確認できることを期待したが、限られたグループ間でしか有意な差とならなかった。

表-7 のうち、同じ都市人口規模で差が認められたペアの指標を図-5 に示す。図で示すとおり、10 万人以上の都市の平均人口密度について、東北群と近畿群、東北群と東海群に有意な差を確認できた。結果として、東北群は他の地域よりも平均人口密度が減少しており、現状の人口規模が一定の規模を有する都市であっても、人口密度を維持するためには他地域よりも手立てが必要となることを定量的に把握できた。

次に、同じ地域で差が認められたペアの指標を図-6 に示す。図のとおり、近畿群の 5 万人未満と 10 万人以上のピーク人口密度で有意な差を確認できた。結果として、5 万人未満の都市のピーク人口密度は減少、10 万人以上の都市のピーク人口密度は増加となった。直観のとおり、同じ地域であっても 5 万人未満と 10 万人以上の都市に対しては、持続的な都市とするために異なる方策が必要であるということ定量的に把握できた。具体的には、5 万人未満の都市が持続的であるためには、核となる中心部の拠点性を高めることが、10 万人以上の都市よりも喫緊の課題となることが推察される。

表-6 都市人口規模別・地域別の分散分析の結果

|                        | F 値    | p 値     |
|------------------------|--------|---------|
| <b>Population size</b> |        |         |
| 都市人口規模                 | 8.479  | 0.021** |
| 地域                     | 7.940  | 0.132   |
| 都市人口規模×地域              | 4.304  | 0.858   |
| <b>Area</b>            |        |         |
| 都市人口規模                 | 0.703  | 0.710   |
| 地域                     | 2.547  | 0.665   |
| 都市人口規模×地域              | 5.072  | 0.796   |
| <b>Peak density</b>    |        |         |
| 都市人口規模                 | 20.206 | 0.001** |
| 地域                     | 13.690 | 0.023** |
| 都市人口規模×地域              | 6.175  | 0.698   |
| <b>Average density</b> |        |         |
| 都市人口規模                 | 26.461 | 0.001** |
| 地域                     | 18.101 | 0.006** |
| 都市人口規模×地域              | 5.500  | 0.753   |

\*\* : p<0.05

表-7 都市人口規模別・地域別の多重比較法の結果

|                        | p 値     |
|------------------------|---------|
| <b>Peak density</b>    |         |
| -5_東北群 vs 10_近畿群       | 0.007** |
| -5_東海群 vs 10_近畿群       | 0.023** |
| 10_近畿群 vs 5-10_東北群     | 0.056*  |
| -5_近畿群 vs 10_近畿群       | 0.060*  |
| <b>Average density</b> |         |
| -5_東北群 vs 10_近畿群       | 0.000** |
| -5_東北群 vs 10_東海群       | 0.001** |
| 10_東北群 vs 10_近畿群       | 0.011** |
| -5_東北群 vs 10_関東群       | 0.039** |
| 10_東北群 vs 10_東海群       | 0.046** |
| -5_東海群 vs 10_近畿群       | 0.099*  |

-5 : 5 万人未満, 5-10 : 5 万人以上 10 万人未満, 10 : 10 万人以上, \*\* : p<0.05, \* : p<0.1

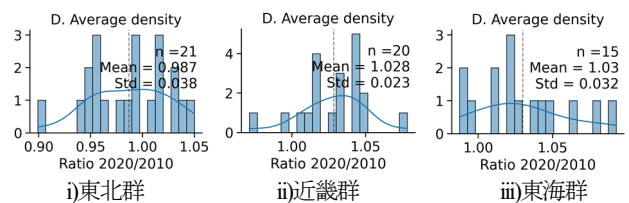


図-5 10 万人以上で平均値の差が有意となった地域の指標

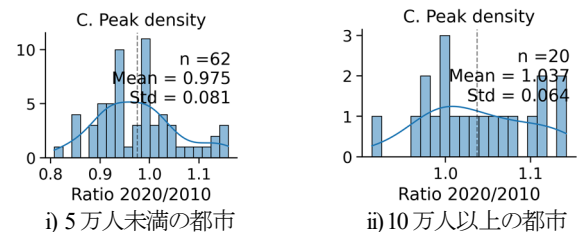


図-6 近畿群で平均値の差が有意となった都市人口規模の指標

以上より、都市人口規模別・地域別の結果においても、平均値の差が確かめられるペアが少なからず存在するこ

とを把握できた。具体的には、東北群の10万人以上の都市は他の地域よりも平均人口密度が減少していることを把握できた。また、近畿群では5万人未満の都市のピーク人口密度は減少し、10万人以上の都市のピーク人口密度は増加するといった、直観と合った結果を定量的に把握できた。

## 5. おわりに

本研究では、人口減少下の都市の変化の特徴を把握するために、以下の比較を実施した。

- 人口増加期と人口減少期の都市の変化の比較
- 人口減少期での都市人口規模別の都市の変化の比較
- 人口減少期での都市人口規模別・地域別の都市の変化の比較

その比較から、人口減少期の都市の変化として次のような特徴を把握した。

- 日本全体の都市の傾向として、都市の人口規模は減少し、都市から非都市部への人口分散が生じている。
- また、ピーク人口密度は1未満であり都市内の中心部からの人口流出が示唆されるものの、その減少程度は人口増加期よりも小さい。
- 都市人口規模別の都市の傾向として、10万人未満の都市と10万人以上30万人未満の都市では、人口規模やピーク人口密度が減少しているという共通点がある。
- 一方で、10万人未満の都市はピーク人口密度の減少が顕著であり、10万人以上30万人未満の都市では人口規模の減少が顕著であるといった相違点がある。
- 都市人口規模別・地域別の都市の傾向として、次に示す直観と合った結果を定量的に把握した。
  - 10万人以上の都市において、東北群（北海道、東北）は他の地域よりも平均人口密度が減少している。
  - 近畿群（近畿、中国、四国）では、5万人未満の都市のピーク人口密度は減少し、10万人以上の都市のピーク人口密度は増加している。

本稿では、都市の変化の特徴の確からしさを判断するために統計検定を実施した。このうち、都市人口規模別・地域別の比較では、多くのグループ間では平均値の差を有意に確認できなかった。これは、各グループのサンプル数が少ないために、本来特徴的な変化が存在するにもかかわらず、効果量が小さいために検出できなかった

可能性がある。このため、安定して検出できる手法の適用が課題と言える。加えて、都市の変化には産業構造や都市間の距離も影響していることが指摘されている<sup>9)</sup>。<sup>15)</sup> これらも踏まえた分析枠組の確立も課題である。

## NOTES

- 注1) 国土交通省：地域生活圏専門委員会 第1回配布資料 資料1 国土形成計画等における地域生活圏の考え方について、2024。地域生活圏は、地方の中心的な都市でも人口減少するなかで主体の連携・事業の連携・地域の連携を行うことでサービスが持続的に提供される圏域を形成しようとするものである。
- 注2) 実際、将来の人口変化を推計する一般的な手法としてコーホート要因法がある。そこでは、自然増減と社会増減（i.e.,人口移動）の2つの要因で把握して人口変化を推計している。
- 注3) 五十石・小野塚<sup>3)</sup>は、人口減少下の買い物施設の廃業撤退への対応のための事前把握として、買い物施設の存続・撤退の予測モデルを構築している。そこでは、施設の存続には人口密度が強く影響していることを明らかにしている。
- 注4) この都市の定義は閾値を変化させても、都市に成立する頑健な法則として知られる、都市のべき乗則が成立することが検証されている<sup>16)</sup>。
- 注5) 「国土交通省：社会資本整備審議会・交通政策審議会計画部会 資料 4-2 都市規模別の目標・指標の検討、2006」等を参考に設定した。
- 注6) 内閣府：地域の経済 2010, 2010。
- 注7) 検定手法には等分散性を前提とする手法と前提としない手法があるが、本研究ではより一般性のある等分散性を前提としない手法を採用する。

## REFERENCES

- 1) 大門創, 浅野周平：地方都市における市街地形が公共交通サービス水準に及ぼす影響に関する研究, 都市計画論文集, Vol.59, No.1, pp.86-92, 2024.
- 2) 久米山幹太, 松浦海斗, 谷口守：居住地から見た x-minute city の成立実態-コンパクトシティ政策に着目して-, 土木学会論文集, Vol.81, No.1, 24-00144, 2025.
- 3) 五十石俊祐, 小野塚仁海：ポロノイ領域の状況変化に着目した地方都市における買い物施設の将来存続確率予測モデル, 都市計画論文集, Vol.59, No.1, pp.62-72, 2024.
- 4) 鄒孟龍, 大畑友紀, 氏原岳人：コンパクトシティの効果に関する国内研究レビュー, 都市計画論文集, Vol.59, No.1, pp.52-61, 2024.
- 5) Fujita, M., Krugman, P. R. and Venables, A. J.: *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*, MIT Press, 1999.
- 6) Mori, T. and Osawa, M.: Cities in a world of diminishing transport costs, *arXiv*: 2012.12503, 2021.
- 7) 鈴木勉, 石井儀光, 長谷川大輔, 劉俐伶：均等性と集積性の指標を用いた都市内人口分布の長期的変化の分析-ジニ係数とモラン係数による過去・現在・未来の都市空間構造-, 都市計画論文集, Vol.54, No.2, pp.191-196, 2019.

- 8) 曾我部哲人, 牧紀男: 人口変動要因の影響評価に向けた標準的人口トレンドの抽出—都市規模と地域居住者特性に着目して—, 日本建築学会計画系論文集, Vol.86, No.784, pp.1851-1862, 2021.
- 9) 川邊晃大, 渡辺俊: 相対的な人口集中地区の抽出を通じた全国市町村の都市縮小傾向の分析—人口減少時代を迎えるわが国の都市圏の形態変化に関する研究(その2)—, 日本建築学会計画系論文集, Vol.85, No.770, pp.997-1005, 2020.
- 10) 神田兵庫, 磯田弦, 中谷友樹: 人口減少局面における日本の都市構造の変遷, 季刊地理学, Vol.72, No.2, pp.91-106, 2020.
- 11) 金昶基, 大西隆, 菅正史: 人口減少と都市構造の変容に関する研究—1970年~2000年までの日本の全都市圏を対象に—, 都市計画論文集, Vol.42, No.3, pp.835-840, 2007.
- 12) 石村貞夫, 石村光資郎: 入門はじめての分散分析と多重比較, 東京図書, 2008.
- 13) 永田靖, 吉田道弘: 統計的多重比較法の基礎, サイエンティスト社, 1997.
- 14) Wilcox, R.: *Introduction to Robust Estimation and Hypothesis Testing*, Elsevier, 2013.
- 15) Mori, T., Akamatsu, T., Takayama, Y. and Osawa, M.: Origin of power laws and their spatial fractal structure for city-size distributions, *arXiv*: 2207.05346, 2023.
- 16) Mori, T., Smith, T.E. and Hsu, W.-T.: Common power laws for cities and spatial fractal structures, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol.117, No.12, pp.6469-6475, 2020.

URBAN CHANGES DURING A PERIOD OF POPULATION DECLINE:  
A FUNDAMENTAL ANALYSIS TOWARD SUSTAINABLE URBAN  
DEVELOPMENT

Hikari HORIKOSHI and Tatsuya SUGIMOTO