

人口分布を考慮した将来の  
集約型都市構造のあり方に関する研究  
-将来人口分布シナリオの多面的評価に基づく検討-

(A Study on the Future Urban Shrinking  
Considering the Population Distribution  
-Making and Evaluating the Scenarios of Future Population Distribution  
Based on Multiple Evaluation-)

学位取得年月 2021年3月

田村 将太

# 目次

---

## 第1章 はじめに

---

1-1 研究背景	1
1-2 研究目的	4
1-3 既往研究・議論の整理と本研究の位置づけ	4
1-3-1 コンパクトシティに関する議論の整理	
1-3-2 先行研究の整理と本研究の特徴	
1-4 本研究の構成	13

## 第2章 市街地集約パターンによる影響の違いの把握 -自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を例に-

---

2-1 本章の概要	17
2-2 都市特性指標の選定・算出	18
2-2-1 対象都市の概要	
2-2-2 都市特性指標の選定	
2-3 自動車 CO <sub>2</sub> 排出量に影響する要因の把握	20
2-3-1 自動車 CO <sub>2</sub> 排出量の算出	
2-3-2 自動車 CO <sub>2</sub> 排出量と都市特性指標との関連 (全 250 都市)	
2-3-3 自動車 CO <sub>2</sub> 排出量と都市特性指標との関連 (人口規模別)	
2-3-4 自動車 CO <sub>2</sub> 排出量と都市特性指標との関連 (三大都市圏別)	
2-4 人口集約による自動車 CO <sub>2</sub> 排出量削減効果の検証	26
2-4-1 二酸化炭素減効果シミュレーション・ツール概要	
2-4-2 対象都市の人口集約化の方針	
2-4-3 自動車 CO <sub>2</sub> 排出量削減効果の検証	
2-5 本章のまとめ	32

## 第3章 都市施設の立地とその周辺人口密度との関連分析

---

3-1 本章の概要	34
3-2 施設立地と人口密度に関する既往研究の整理	35
3-3 分析概要	36
3-3-1 対象地概要	
3-3-2 使用データ	
3-3-3 施設の立地状況	
3-3-4 分析方法	

3-4	施設立地と人口密度との関連	39
3-4-1	各施設と人口密度との相関関係	
3-4-2	施設別の立地傾向	
3-5	施設数と人口密度との関連分析	44
3-5-1	施設数と人口密度の相関関係	
3-5-2	施設別の施設数と人口密度の関連	
3-6	本章のまとめ	46

#### 第4章 人口分布形態指標による同規模人口都市の類型化とその評価

---

4-1	本章の概要	49
4-2	人口分布形態指標の選定と算出	50
4-2-1	人口分布形態指標の選定	
4-2-2	面的な人口分布状況を示す指標の算出	
4-2-3	特定地域への偏在傾向を示す指標の算出	
4-2-4	人口分布形態指標間の相関関係の把握	
4-3	人口分布形態指標を用いた都市の分類	53
4-3-1	5-10万人規模の都市類型化とその特徴	
4-3-2	10-40万人規模の都市類型化とその特徴	
4-3-3	40-70万人規模の都市類型化とその特徴	
4-3-4	70万人以上規模の都市類型化とその特徴	
4-4	各都市類型の都市構造評価	62
4-4-1	都市構造評価指標の選定と評価方法	
4-4-2	5-10万人規模の都市類型別評価と考察	
4-4-3	10-40万人規模の都市類型別評価と考察	
4-4-4	40-70万人規模の都市類型別評価と考察	
4-4-5	70万人以上規模の都市類型別評価と考察	
4-5	本章のまとめ	74

#### 第5章 人口分布の多面的評価モデルの作成

---

5-1	本章の概要	75
5-2	対象都市概要	76
5-2-1	人口70万人以上の都市の現状	
5-2-2	広島市の概要	
5-3	将来推計可能な都市構造評価指標の選定と評価モデル概要	81
5-4	生活利便性および健康・福祉指標による評価	82
5-4-1	評価指標と対象施設の設定	

5-4-2	対象施設の立地推定	
5-4-3	生活利便性と健康・福祉指標による BAU の評価	
5-5	地域経済指標による評価	85
5-5-1	評価モデルの作成	
5-5-2	店舗面積と事務所数の推計方法	
5-5-3	地域経済指標による BAU の評価	
5-6	行政運営指標による評価	87
5-6-1	評価モデル概要	
5-6-2	都市施設コスト推計モデルの作成	
5-6-3	行政運営指標による BAU の評価	
5-7	エネルギー・低炭素指標による評価	92
5-7-1	評価モデル概要	
5-7-2	自動車交通量の推計	
5-7-3	自動車 CO <sub>2</sub> 排出量の算出	
5-7-4	エネルギー・低炭素分野指標による BAU の評価	
5-8	安全安心分野指標による評価	97
5-8-1	災害リスク評価モデル概要	
5-8-2	土砂災害によるリスク評価	
5-8-3	洪水水害によるリスク評価	
5-7-4	安全安心分野指標による BAU の評価	
5-9	本章のまとめ	102

## 第 6 章 市街地集約化の検討とその多面的効果の把握

6-1	本章の概要	105
6-2	集約型都市構造の方針の作成	106
6-2-1	都市構造上の課題の抽出	
6-2-2	都市類型 CL1e の集約型都市構造方針の作成	
6-2-3	都市類型 CL2e の集約型都市構造方針の作成	
6-2-4	都市類型 CL3e の集約型都市構造方針の作成	
6-2-5	都市類型 CL4e の集約型都市構造方針の作成	
6-2-6	都市類型 CL5e の集約型都市構造方針の作成	
6-3	各都市類型の集約型都市構造の方針に基づくシナリオの作成と評価	117
6-3-1	シナリオの作成方法	
6-3-2	作成したシナリオの多面的効果の把握	
6-3-3	シナリオの多面的評価	
6-4	本章のまとめ	122

第7章 結論と展望

---

7-1 結論	123
7-2 展望	124

謝辞

---

## 第 1 章 序論

---

- 1-1. 研究背景
- 1-2. 研究目的
- 1-3. 既往研究・議論の整理と本研究の位置づけ
- 1-4. 本研究の構成

## 第1章 序論

### 1-1. 研究背景

#### (1) 戦後からこれまでの日本の都市計画

戦後、我が国の多くの都市では、1950年代に始まる高度経済成長の過程で人口や都市機能の急速な集中に伴い、市街地の無秩序な外延化が進み、その結果、自動車利用増加による環境汚染問題、都市施設などの整備維持管理効率の悪化など様々な問題が生じてきた。このような社会経済情勢を背景に都市計画としては、1968年に区域区分制度が導入された。以来、都心部から郊外への無秩序なスプロールの防止が図られる一方で、増加する人口と都市施設をいかなるエリアに適切に配置するか、増加する開発をいかに適正に誘導するかという意図が反映された都市計画が進められてきた。

しかしながら、これは人口増加、経済成長時代に創設された制度であり、現在では都市をめぐる社会経済状況は大きく変化している。2005年の我が国の「人口動態統計（厚生労働省）」によると、1898年に統計を取り始めて以来、初めてこの年に人口の自然減（出生数が死亡数を下回る現象）が確認され、「人口減少時代」に突入したとされている<sup>1-1)</sup>。国立社会保障・人口問題研究所によると、日本の人口は2010年以降、人口減少局面に移行し、2050年には1億人を下回ると予測されている<sup>1-2)</sup>。加えて、14歳以下の人口の減少、65歳以上の高齢者人口の増加が続くとされており、今後、少子高齢化社会が到来すると考えられる（図1-1）。このように、高度経済成長期の人口増加による都市化を経て、安定・成熟した都市型社会へ移行しているといえる。このような中、従来の拡大した都市構造が維持されれば、市街地はより低密度なものとなり、公共交通サービスの低下や自動車依存による環境負荷増大、都市施設維持管理の非効率化、中心市街地の衰退、生活利便性の低下等、様々な問題を招くと予想される。

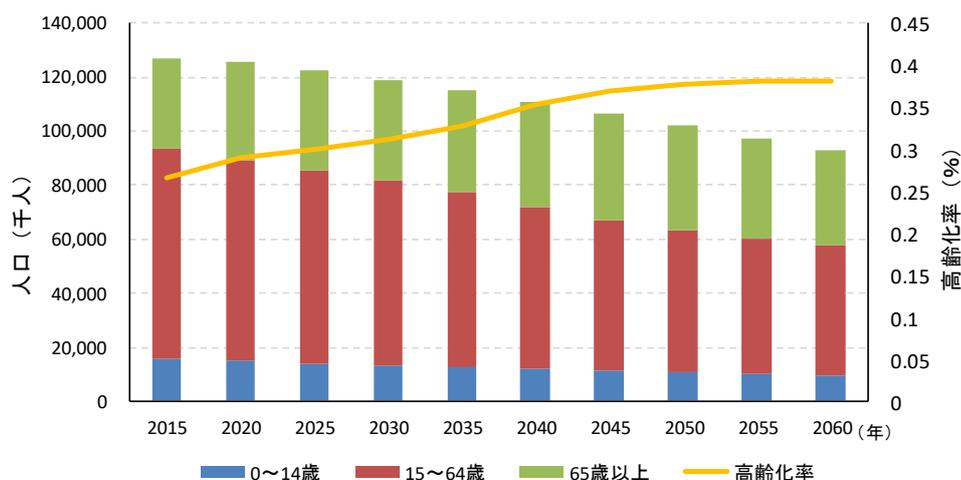


図1-1 日本の年齢別将来人口推計と高齢化率（65歳人口割合）の推移

## (2) 日本の都市の現状

以上の背景から、現在の日本では、人口減少に対応した将来の都市構造のあり方として、市街地の集約化、所謂「コンパクトシティ」の必要性が指摘されている。このような状況を受け、2014年に都市再生特別措置法が改正され、医療・福祉・商業などの都市機能を都市の中心や生活拠点などに集約、誘導するまちづくりの支援を目的に立地適正化計画制度が導入された。本制度では、各自治体が主導で「居住誘導区域」と「都市機能誘導区域」を設定することにより、医療・福祉施設や商業施設、住居がまとまって立地したコンパクトなまちづくりを促進することが意図されている。立地適正化計画制度は法に基づく計画であるが、区域区分制度とは異なり、法的拘束力は持たず、あくまでもインセンティブによる「誘導施策」である。届出・勧告による緩やかな立地誘導を図ろうという仕組みであることから、例えば、居住誘導区域外で3戸以上の宅地開発等を行う場合、届出を要するだけ（運用上、勧告はほとんどされないのが現状）であり、立地適正化計画の策定だけでは居住誘導の実効性が乏しいことが指摘されており、加えて、市街化調整区域の規制緩和施策を立地適正化計画と同時に進めるといふ、都市政策的に方向性の異なる取り組みを行う自治体もみられる<sup>1-3)</sup>。このような状況では、人口減少に対応した集約型都市構造の実現は困難と考えられる。そのため、計画の実現に向けて、将来的には、法的拘束力を有する規制などにより、市街地縮小を図る仕組みが必要と考えられる。その際には、市街地を「集約」するエリアと「縮退」するエリアに区分する必要がある、その決定に際しては、「縮退」エリア内の権利者に新たな制限を加えることになるため、その区域設定には科学的根拠や合理的説明が求められる。そのためには、「どのような都市」において、「どのような観点（課題）」のもと「どこ」に市街地を集約すべき（縮退すべき）かについて明らかにする必要がある。

定量的な観点より都市構造（人口や施設、土地利用等の空間的な分布）の評価を支援する参考図書として、国土交通省は「都市構造の評価に関するハンドブック（以降、ハンドブック）<sup>1-4)</sup>」を発行している。その中では、都市構造の課題抽出のための各種評価指標（生活利便性、健康・福祉、安全・安心、地域経済、行政運営、エネルギー・低炭素）が設定されており、これらの指標を同規模人口都市（三大都市圏、政令市、40-70万人、10-40万人、5～10万人、5万人未満）の平均値と比較することで当該都市の課題を把握できるとされている。ただし、ハンドブックに示されている各種指標を援用し、都市構造評価の観点から地方都市の類型化を行った筆者らの先行研究<sup>1-5)</sup>では、同規模人口都市間の比較に一定程度妥当性があることが示された一方で、同規模都市であっても都市構造の評価に大きな差が生じる項目もみられたことから、各都市の課題抽出の際には、人口規模だけでなく、人口分布の拡がり方（人口分布形態）など、より特徴が類似した都市間での比較が必要であることが示唆された。また、立地適正化計画では「コンパクト+ネットワーク」の基本方針のもと計画が作成されているが、市街地形成のプロセスや人口趨勢、市街地の連坦性などは都市によって多様であり、すべての都市で「コンパクト+ネットワーク」の将来像が最適とは言い難いことが指摘されており、都市の特性に応じて将来都市像を描く必要性が指摘されている<sup>1-6)</sup>。

(3) 日本における都市の形成要因

前述のとおり、市街地の形成プロセスや市街地の連坦性は都市によって多様と考えられ、これは地形的条件やインフラ（鉄道や道路等）の発達状況、宅地開発エリアの分布等が異なるためと考えられる。日本の国土は約7割が山地・丘陵地という急峻な地形条件であることから、可住地面積が小さく、居住地が限定されてきた。しかしながら、高度経済成長期には、丘陵地の大規模な開発や低平地における宅地開発などにより、様々な地形が開発され、居住地が形成されてきた。また、道路や鉄道などのインフラが発達したことで、従来の旧市街地とは異なるエリアにも居住地が形成され、加えて、モータリゼーションの進展により、都市の郊外化や市街地の低密度化もみられるようになった。このように、日本における市街地の形成要因は多様であり、そのため、人口分布の空間的な広がりも都市によって異なると考えられる（図1-2）。また、人口減少時代に都市を適切に縮小していくためには、居住者が現在のエリアに分布しているのかといった人口分布の空間的情報は重要であり、それによって都市の課題や将来、目指すべき都市像も異なると考えられる。実際に先行研究<sup>1-5)</sup>で都市構造評価に大きな差がみられた同規模人口都市である宇都宮市（518,594人：平成27年度国勢調査）と松山市（514,865人）を見ても（図1-3）、人口分布の空間的な広がり方（松山市は山の地形的制約により、DIDに居住地が集中、宇都宮市は平坦地が多く、市街地が郊外に拡大）が異なり、また、それにより各都市が考慮すべき課題（松山市は既存ストック（都市機能施設）の活用：宇都宮市は自動車依存脱却）や目指すべき都市構造（松山市は市街地の拡大の抑制＋人口密度の維持、宇都宮市は複数の拠点を設定したネットワーク型コンパクトシティ）も異なる<sup>1-7)1-8)</sup>。このことから、都市の特性（人口規模や人口分布など）によって課題となる指標が異なり、そのため、都市の目指すべき将来像も異なると考えられる。

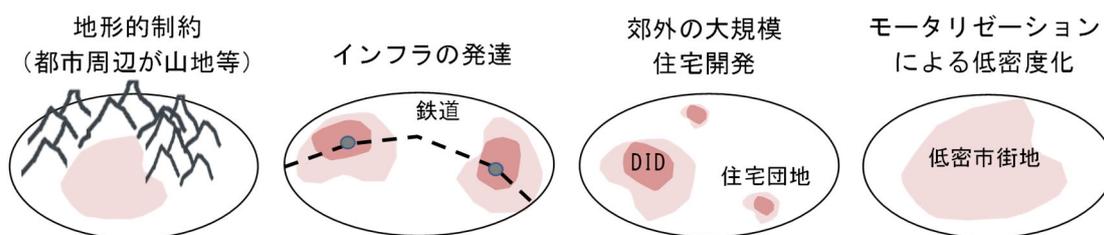


図1-2 日本における市街地の形成要因の例

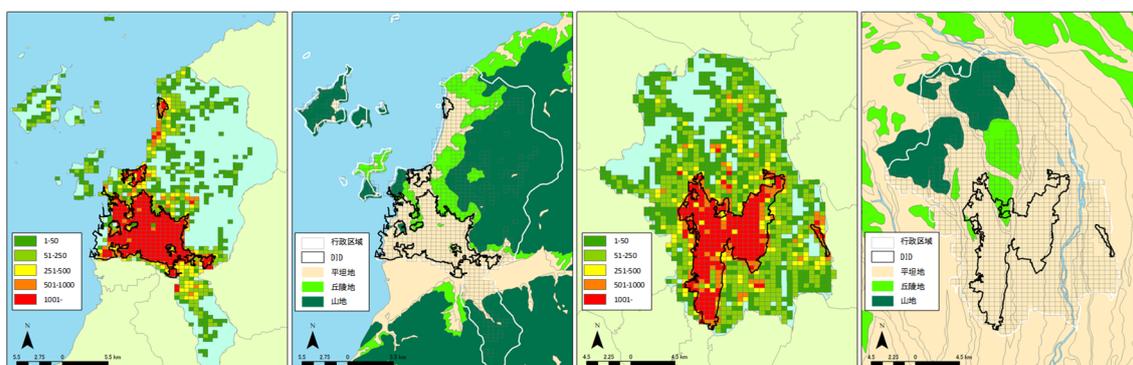


図1-3 松山市（左）と宇都宮市（右）の人口分布と地形分布

## 1-2. 研究目的

以上のことから、都市特性（人口規模や人口分布等）の違いによって都市の課題も異なり、都市の目指すべき将来都市構造も異なると考え、本研究では以下の3つを研究目的とすることとした。

- 1) 人口分布の拡がり方や集積度といった人口分布形態指標により同規模人口都市の類型化を行い、各類型の都市を都市構造評価指標より多面的に評価した後、それら評価の各類型間比較を通して「人口分布形態の違いによって都市構造上の課題が異なること」を示すこと
- 2) 各類型における都市の課題と人口分布形態の特徴より、類型別に集約型都市構造の方針を示すこと
- 3) 作成した都市類型別集約方針を対象都市に適用することでシナリオを作成し、その効果を比較することで、「人口分布が異なる都市では集約方針が異なること」を示すこと  
なお、現在では、コンパクトシティを推進する政策として、立地適正化計画や市町村マスタープランといった地方自治体の行政区単位における計画が進められており、本研究で示す将来都市像はそのような計画に反映することを意図しているため、都市を行政区単位で考え、分析を進めることとした。また、本研究では、「都市構造」を「人口と都市機能（医療・福祉・商業等）の分布形態」とし、「集約型都市構造（コンパクトシティ）」を「人口と都市機能のあるエリアに集約させた都市構造」と定義した。

## 1-3. 既往研究・議論の整理と本研究の位置づけ

はじめに、コンパクトシティ論が発展した背景について整理する。その後、本研究における3つの研究目的に対して、(1) 都市の人口分布形態を分析した先行研究、(2) 集約化の効果を定量的に分析した先行研究、(3) 集約型都市構造の方針作成に関連する研究のレビューを行い、本研究の位置づけを行う。

### 1-3-1. コンパクトシティに関する議論の整理

「コンパクトシティ」の明確な定義は国内外で定められていないが、OECDの研究報告書によると、コンパクトシティの特徴として「高密度で近接した開発形態」、「公共交通でつながった市街地」、「地域サービスや職場までのアクセシビリティ」の三点が挙げられている<sup>1-9)</sup>。「コンパクトシティ (compact city)」は1973年にDantzig, Saatyによる「Compact City: A plan for a Liveable Urban Environment」<sup>1-10)</sup>が刊行されてから広まったと言われている。Dantzigらによるコンパクトシティの空間的な概念は、自動車依存によって平面に広がる都市を立体的に集約させようとするものであり、都市機能の集約および職住近接を意図したものであった。コンパクトシティの具体像として、直径8,840ft（約2,694m）、高さ240ft（約73m）、8層の円筒形の立体都市が描かれており、そこに人口約25万人が居住する計画とされている。このコンパクトシティ像は、人口増加時代における空間の効率的有効利用を目的とした

自己完結型のメガインフラストラクチャーであり、現在議論されているコンパクトシティ像とは全く異なるものであった。

またこの時代は急速な人口増加を背景に、地球資源の有限性や環境保全に対して意識が向けられ始めた時代でもある。1972年のローマクラブの「成長の限界」では、初めてサステナビリティという言葉が使われ、開発と環境の調和の重要性が指摘された。その後、国連ブルントラント委員会の報告書「われら共通の未来（1987年）」において、サステナブル・ディベロプメントが重要な政策理念と提起されたことで、持続可能な都市空間の形成や都市政策のあり方に関する議論が展開されるようになった。そのような状況の中、1989年にNewmanらによって都市密度と環境負荷との関係を定量的に示す研究が報告された<sup>1-11)</sup>。この研究では、世界主要都市の人口密度と1人あたりのガソリン消費量との関係を明らかにし、人口密度が高いほど、1人あたりのガソリン消費量が少ないことを示した(図1-4)。都市人口密度を高めることがガソリン消費量を減らし、環境負荷低減につながることを意味しており、コンパクトシティを環境政策の面から進める有力なデータとなった。我が国においても、谷口らの研究によってこれらの関連分析が行われている<sup>1-12)</sup>。その後、欧州委員会(EC)による「都市環境緑書(1990年)」において、コンパクトシティが望ましい都市像として提起された。ここでは、高密度に多様な機能が複合した伝統的な欧州都市の重要性が再認識され、市街地のスプロール化によって生じた様々な問題に対して、中世ヨーロッパで形成された城郭都市のように公共広場を中心に都市をコンパクトな空間に転換し、魅力的で活気のある市街地の形成が目標とされた。1992年にはリオデジャネイロで開催された「環境と開発に関する国際連合会議(1992年)」で環境と経済の両立を前提に、持続可能な開発の原則が「アジェンダ21」として採択され、各国政府の環境政策の基本的な方向を決定づけた。これら一連の取り組みを経て、1990年頃から欧州、アメリカ、日本でそれぞれコンパクトシティについて議論され始め、アメリカでは「ニューアバニズム」、英国では「アーバンビレッジ」へと発展していった。ここでは、アメリカ、英国、日本におけるコンパクトシティの動向について都市の郊外化が本格的に進展した第二次世界大戦後から整理する。

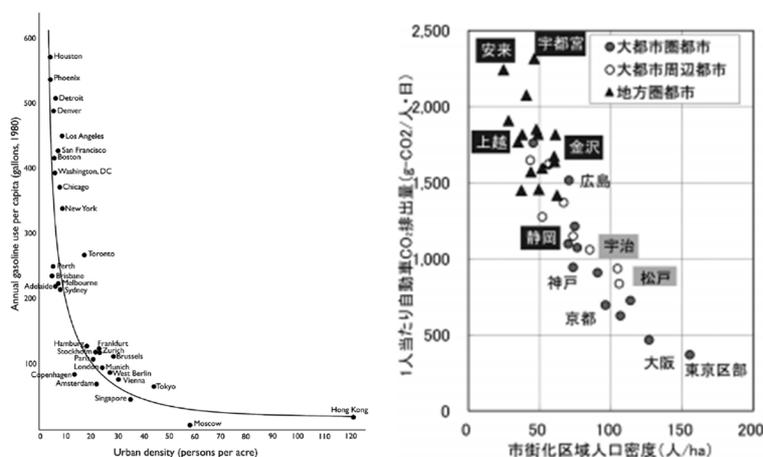


図1-4 左図：1人あたりのガソリン消費量と人口密度との関連  
右図：1人あたりの自動車CO2排出量と人口密度との関連

### (1) アメリカにおけるコンパクトシティ政策の動向

アメリカでは1945年の終戦後、1930年代の大不況と戦争によって停滞していた住宅需要が政府の住宅政策によって住宅建設ブームを迎えた。所得水準の向上とモータリゼーションの進展によって一般市民が戸建住宅を持てる時代となり、画一的な住宅開発が郊外で急速に進展した。文献1-13では、戦後からの郊外化現象を、1950年代におけるモータリゼーションの進展による住宅地の郊外化（第1期）、1960-70年代における大型ショッピングセンターの郊外進出による商業機能の郊外化（第2期）、1980年代におけるオフィスなどの就業地の郊外化（第3期）の3期に分けて説明している。このような郊外化現象によって、これまで都市活動の中心であったダウンタウンに匹敵する新たな拠点が都市近郊で形成されるようになり、ワシントン・ポスト紙の記者であったジョエル・ガローはこれを「エッジシティ（周辺都市）」と命名した。エッジシティを代表とする都市機能の郊外化は、①社会階層、人種、家族構成、ライフスタイル等の均質性、②自家用車への過度な依存と歩行者の軽視、③排他性の高いコミュニティ、④土地利用における機能の分化・純化の弊害、⑤既成都市の空洞化、⑥エッジシティ間の交通渋滞など多くの問題を引き起こしていることが指摘されている<sup>1-13)1-14)</sup>。

このような郊外化によって生じた問題解決に向けて、アメリカでは、成長管理やスマートグロース等の都市政策やニューアバニズムと呼ばれる新たなまちづくり運動が広まった。

成長管理政策は、戦後の急速な郊外化に対して、無秩序な開発を抑制し、都市の成長を管理する政策で、1970年代以降、アメリカの都市や都市圏、州などで採用されてきた。多くの成長管理政策の目標は、自然環境を保護し、都市の無秩序な拡大、拡散を防ぐ一方で、既存または新規の交通システムによって支えられる既存の都市拠点でその成長を受容することであったとされている<sup>1-15)</sup>。当初の成長管理政策は、急速な人口増加とモータリゼーションによる郊外化に対して、その開発の抑制（成長抑制）の意味合いが強かったが、1990年になると成長抑制から環境面と経済面の両面を考慮に入れつつ、効率的に賢く都市の成長を促す政策（スマートグロース）へと変化した。スマートグロース政策を実施している州として、メリーランド州やオレゴン州などが有名である。オレゴン州では成長境界線（UGB）を設定し、既成市街地と都市抑制地域を区分することで、郊外へのスプロールを防止し、農地、森林を保全している（図1-5）<sup>1-16)</sup>。また、オレゴン州ポートランドでは、徒歩20分圏で公園や日常生活に必要とされるサービスを確保できる「20分ネイバーフッド」を設定しており、これらのコミュニティを公共交通サービスでつなぐことで自動車の過度な利用に依存しない、歩いて暮らせるまちの実現を目指している<sup>1-17)1-18)</sup>。

ニューアバニズムとは、急激な住宅供給および過度な自動車依存による郊外化や近代都市計画による機能優先的で画一的な都市開発等により失われた都市と人間の親和性を、従来の伝統的なスモールタウンが持つ多様性やヒューマンスケールといった価値観に基づき再構築し、利用者や歩行者にとって魅力的な都市環境を作り出す計画概念である<sup>1-13)1-15)</sup>。ニューアバニズムの考え方は、ピーターカルソープらをはじめとする6人の建築家によ

って提唱された「アワニー原則」や「ニューアーバニズム憲章」に表現されており、一般的な特徴として、①歩行者を優先した自動車への依存を少なくする都市構造、②環境に優しい公共交通システムの導入、③歩行圏内での適度な多様な用途の複合、④地区内のバランスのとれた就住の融合、⑤多様なニーズに応えた住宅タイプの供給、⑥まちのアクティビティ空間としての街路、⑦自然環境の保護と生態系の保全、⑧計画プロセスの住民の参加等とされている<sup>1-13</sup>。ニューアーバニズムの代表的な計画手法に伝統的隣近開発モデル (TND: Traditional Neighborhood Development) や公共交通指向型開発モデル (TOD: Transit Oriented Development) が挙げられる (図 1-6)。TND とは伝統的コミュニティがもつ価値を再構築する方法論で、ニューアーバニズムの初期モデルとされるシーサイドで実践された。その原則を集約すると、①用途と建築様式の多様性を示した「ダイバーシティ」、②歩ける規模と歩行者に優しい「ウォークアビリティ」、③公共空間の居場所間を重視したまちの小型化「コンパクトネス」が挙げられる<sup>1-15</sup>。TOD とは、ピーターカールソープにより提唱されたもので、公共交通拠点を中心とした歩行圏域内における複合開発のことで、住宅地や商業地、業務地などが混在し、これらが複合的に配置されるような地区を目指すものとされている<sup>1-13</sup>。TOD の事例としてはラグーナ・ウェストなどが有名である。

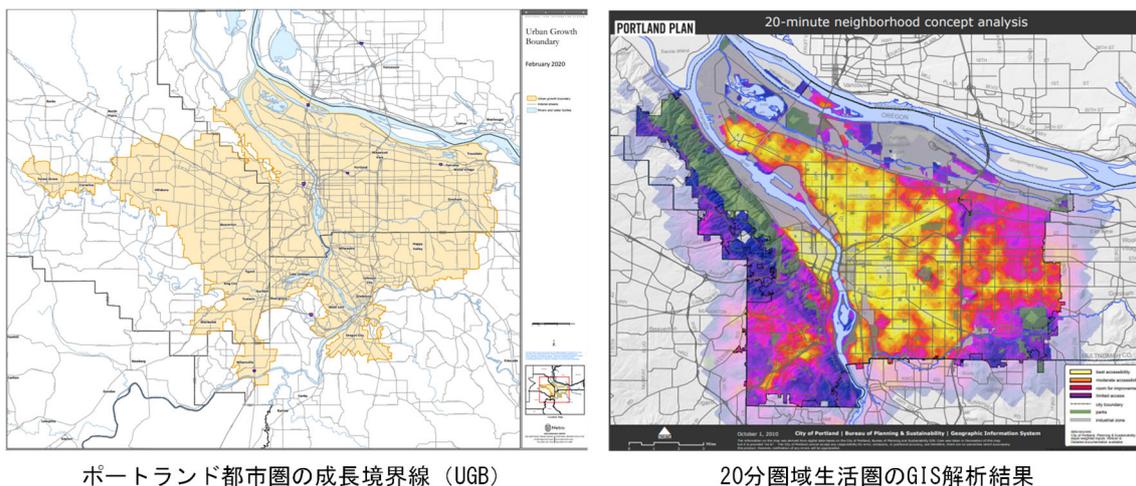


図 1-5 ポートランド都市圏のUGBと20分圏域のアクセス性解析

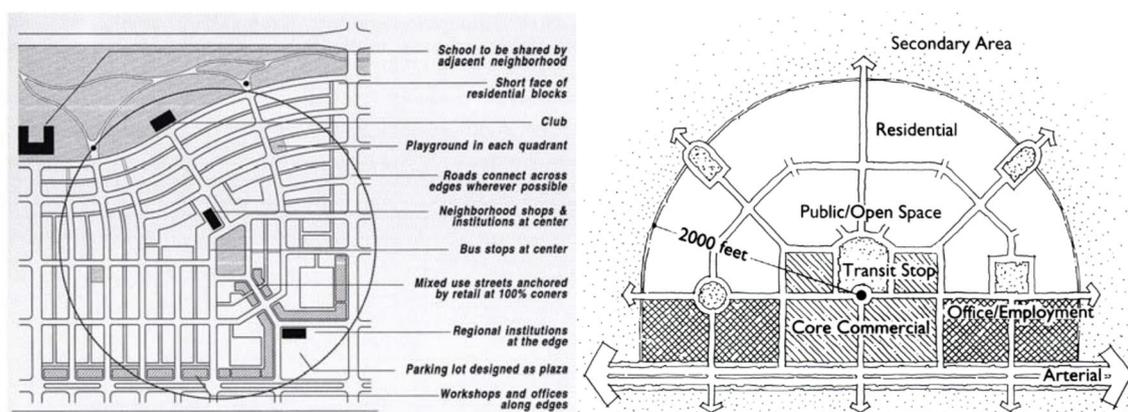


図 1-6 伝統的隣近開発モデル (左) と公共交通指向型開発モデル (右) の概念図<sup>1-14</sup>

## (2) イギリスにおけるコンパクトシティ政策の動向

イギリスでは戦後すぐ、ニュータウン法を制定し、戦後復興と過密地域からの分散政策の一環として、ニュータウン建設を推進することを決定した。これにより、郊外部に大量な住宅開発が行われるようになったが、その住宅の多くは画一的で安く質の悪い住宅であった。1980年代にはエネルギー危機により、イギリスの製造業が急速に衰退し、工業都市として発展してきた主要都市のインナーエリアにおいて、人口減少や貧困化、空洞化といった問題が生じた（インナーシティ問題）。これにより、戦後復興期に建設された住宅団地が荒廃し、生活環境の悪化やコミュニティの衰退といった問題が深刻化した。戦後から進めてきた産業と人口の分散政策もインナーシティ問題を深刻化させた要因の1つとされ、政府は分散促進というこれまでの都市政策の方向転換を行うこととなった。その後、1990年代には、80年代にサッチャー政権下で実施された規制緩和と民営化政策を追い風に、景気は徐々に回復し、新しい都市計画論やデザインに基づいた開発が行われていった。その転換点とされるのが、チャールズ皇太子によって提唱されたアーバンビレッジ運動であった。

アーバンビレッジのコンセプトはイギリスの伝統的なコミュニティを再評価し、その利点を現代の都市再生と持続可能な都市形成に活かすこととされている<sup>1-14)</sup>。また野嶋によるとアーバンビレッジは、「近代都市計画・モダニズム建築による開発デザインに対するアンチテーゼである一方で、戦後50年間で形成された町や住宅地で生じている近隣の喪失などの社会問題を再生するための空間的社会的な住宅開発の1つの方法」と位置付けられている<sup>1-19)</sup>。アーバンビレッジに対応すると考えられるコンセプト図を図1-7に示す<sup>1-20)</sup>。アーバンビレッジは人口3000-5000人、最大歩行距離800m程度のコンパクトな用途混合コミュニティとしてイメージされており、その原則として、空間のコンパクトさ、用途混合・職住バランス、多様な住宅、公共交通と徒歩優先、計画から管理まで住民の一貫した参画等が挙げられている<sup>1-14)</sup>。このように、アーバンビレッジは戦後の住宅不足から大量に開発された画一的で機能優先的な住宅の衰退に対して、従来の伝統的でヒューマンスケールなコミュニティを形成しようとする動きであり、イギリス政府は1997年に新たに改訂した政策指針において、アーバンビレッジを今後目指すべき都市形態として掲げている。アーバンビレッジの事例としては、パウンドベリーが有名である（図1-7）<sup>1-21)</sup>。



図1-7 アーバンビレッジの概念図<sup>1-20)</sup>とパウンドベリーのマスタープラン<sup>1-21)</sup>

### (3) 日本におけるコンパクトシティ政策の動向

戦後から今日までの市街地整備の取り組みについて、「戦災復興期（1945～1955年頃）」、「高度経済成長期（1955～1973年頃）」、「安定成長期（1973～1986年頃）」、「バブル景気（1986～1991年頃）」、「バブル崩壊から今日（1991年頃～）」に分けて説明する<sup>1-22</sup>。

「戦後復興期」は、多くの都市において市街地が戦災により荒廃しており、戦後の混乱によって無秩序な土地占有、所有が発生した。これに対して、政府は戦災都市において復興区画整理事業を実施し、住宅不足解決のために住宅政策を実施した。その後、「高度経済成長期」には、三大都市圏や地方都市部に大規模な人口が流入し、これにより、市街地周縁部において急速にスプロール市街地が拡大した。この時期は都市部の人口流入に対する受け皿として、郊外住宅整備に重点が置かれたため、郊外住宅に比べ、既成市街地の整備が遅れた。「安定成長期」に入ると、本格的なモータリゼーションの進展やロードサイドショップの新規立地、公共施設の郊外移転などによって、郊外居住スタイルが確立し、高度経済成長期における中心市街地整備の遅れも相まって、中心市街地の人口や来訪者が減少した。また、計画的に開発された郊外住宅地も、団塊の世代をターゲットにしていたため、その後、郊外住宅地の高齢化が急速に進む要因となった。「バブル景気」には、地価の急激な高騰や投資目的の住宅供給増加に伴い、市街地内に大量の空き地が発生し、従来から居住する住民の地区外流出が進んだ。また、東京圏への人口や業務機能などの集積が加速し、東京都心部を中心とするオフィス需要が拡大した。その後、バブルが崩壊すると長期的な不況によりオフィス等の床需要が減少し、地価が下落した。その結果、大型商業施設や公益施設の郊外立地がますますみられるようになり、中心市街地の衰退や空洞化が深刻な問題となった。

このように、戦後は郊外住宅整備が急速に進行し、その後、商業施設や公共施設なども郊外に立地するようになり、バブル崩壊も相まって、1990年代頃に中心市街地が急速に衰退した。また、この時代は人口減少時代の到来が深刻に受け止められ始めた時期でもあり、中心市街地の衰退に加え、公共インフラの老朽化と人口減少高齢化に伴う1人あたりの更新費増大が地方自治体で深刻な問題として認識されるようになった。そのため、1992年の都市計画法の改正を機に新設された都市マスタープランでは、将来都市像として、コンパクトシティを掲げる地方自治体がいくつかみられた<sup>1-23</sup>が、当時の政府の方針は東京一極集中の是正を課題として「多極分散型国土の形成」を国土レベルの政策としており、地方都市における人口減少を前提とした将来像が描かれることは少なかった。しかし、1997年の都市計画中央審議会基本政策部会による「今後の都市政策のあり方について」では、都市化社会から都市型社会への移行に伴い、都市拡張から都市の再構築を推進すべきといった都市政策の転換について示され、2006年の社会資本整備審議会答申で「集約型都市構造」という方向性が初めて国の政策指針として示された。その後は2009年に「エコ・コンパクトシティ」という概念が提示され<sup>1-24</sup>、2014年には都市再生特別措置等の改正によって、立地適正化計画制度が導入された。2020年12月31日時点で、559都市が立地適正化計画について具体的な取り組みを行っており、そのうち347都市が計画を作成、公表している。

以上、各国のコンパクトシティの動向について整理したが、コンパクトシティを政策として掲げる背景が各国で異なることから、目指すべき将来都市像も異なると考えられる。例えば、欧州では持続可能な都市像として中世都市のような都市像がコンパクトシティとして掲げられており、イギリスでは、アーバンビレッジなど住宅の団地再生などに重きが置かれている。アメリカにおいては、人口増加とモータリゼーションによる大規模な郊外化に対して、それらを抑制し、賢く都市の成長につなげるスマートグロース政策や公共交指向型開発（TOD）などがコンパクトシティ政策として打ち出されている。一方、我が国においては、人口減少、高齢化に伴う地方都市の中心市街地衰退に対する解決策の1つとして「コンパクトシティ」が提唱されている側面が大きい。我が国でこのようなコンパクトシティ政策が必要とされる背景として、①人口減少と高齢化の進行、②市街地の拡散、③社会資本の老朽化、④空き家の増加の4点が挙げられており<sup>1-25)</sup>、コンパクトシティ政策の目的の多くが空洞化や郊外化によって衰退する中心市街地を活性化すること、少子高齢化やそれに伴う財政規模縮小に対応し、行政サービス、商店街、居住地を近隣区域に集約させることの2つであることが指摘されている<sup>1-26)</sup>。また、日本、ドイツ、アメリカを対象に各国の都市の縮小の特徴を調査、比較した研究<sup>1-27)</sup>によると、都市の縮小は世界各国で顕在化しており、その原因は様々であるが、日本の都市の縮小の最大の要因は人口減少であり、低出生率、急速な人口減少が多く都市の縮小をもたらしているとされている。実際に各国の将来人口と高齢化率の推移をみると（図1-8）、アメリカは今後も人口が大きく増加することが予測されており、イギリスも人口増加傾向にある。ドイツやフランスでは2050年頃をピークに人口減少が始まると予測されているものの、その減少率は小さい。これらの国と比較して、日本はすでに人口減少が始まっており、他国と人口動態が大きく異なる。欧州諸国やアメリカでは移民による人口増加を期待できるが、日本は島国であるため、その影響が小さいことが1つの要因と考えられる。また、高齢化率に着目すると、日本以外の国では多少の差はあるものの、高齢化率の推移が同様の傾向を示すのに対し、日本は将来、極端に高齢化率が高くなる。

以上のことから、日本は欧米諸国やアメリカに比べて、人口動態が異なり、人口減少高齢化が深刻な問題である国と言える。そのため、現在の日本の都市では、人口減少高齢化の到来によって顕在化してきた様々な問題に対応するために、コンパクトシティ政策を推進し、都市を適切に縮小していくことが求められている。

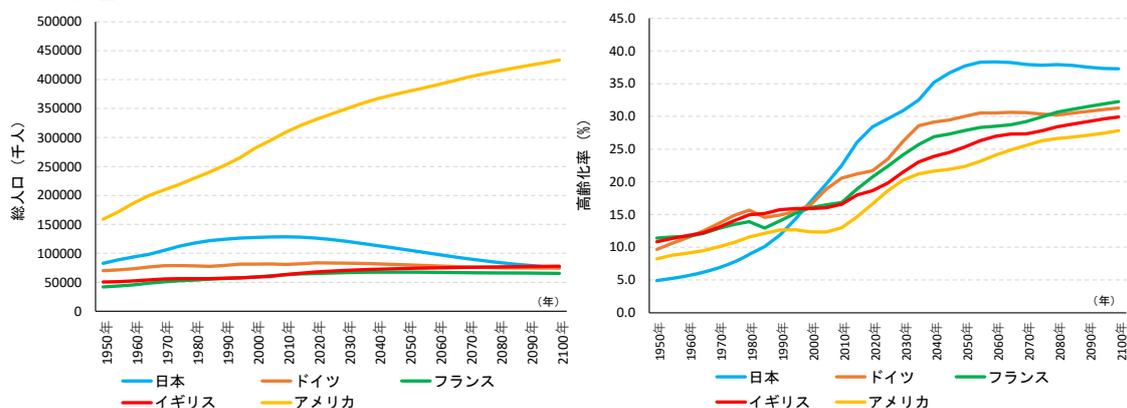


図1-8 各国の将来人口と高齢化率の推移<sup>1-28)</sup>

### 1-3-2. 先行研究の整理と本研究の特徴

ここでは、1-2 で示した3つの研究目的に対して、(1) 都市の人口分布形態を分析した先行研究、(2) 集約効果を定量的に分析した先行研究、(3) 集約型都市構造の方針作成に関連する研究の整理を行い、本研究の位置づけを行う。

#### (1) 都市の人口分布形態に着目した研究

都市の人口分布形態に着目した研究として、Tsai<sup>1-29)</sup>は均等度を表すジニ係数と集積性を表すグローバルモラン統計量を用いて、都市内人口分布の空間構造を定量的に把握する手法を提案しており、また、これを応用し、鈴木ら<sup>1-30)</sup>は市町村の人口分布を類型化し、地域毎に均等性と集積性が異なることを示している。人口分布形態指標を用いて都市の類型化を行った研究として、内山ら<sup>1-31)</sup>は人口1千万以上のメガシティを対象に、劉ら<sup>1-32)</sup>は世界主要都市を対象に、都市の分類を行っており、佐保ら<sup>1-33)</sup>は中小都市を対象に、都市機能や人口の集積度の視点より、野本ら<sup>1-34)</sup>は地方線引き都市を対象に、人口密度空間構造の観点より都市の類型化を行っている。しかし、これらの研究では、人口分布形態と各種都市構造評価指標との関連や都市構造の評価による都市類型毎の課題抽出は行われておらず、そのため、人口分布形態の違いが都市構造評価に与える影響などは明らかにされていない。人口分布形態による都市類型化を行い、その類型別に都市構造評価傾向を把握した研究として、天野ら<sup>1-35)</sup>は DID に関する指標により都市を類型化し、DID 関連指標と通勤通学手段の利用率との関連を明らかにしている。しかしながら、この研究では、評価対象が通勤通学手段の利用率との関連のみであり、他の評価指標による評価は行われていない。人口減少によって生じる問題は様々であることから、複数の指標による多面的評価が必要と考えられる。

#### (2) 集約化の効果を定量的に分析した既往研究

コンパクトシティの概念が一般的に広まり始めた現在では、特定都市を対象に、様々な観点よりコンパクト化の効果を定量的に分析した研究が多数存在する。

環境負荷の観点から評価した研究として、岩本ら<sup>1-36)</sup>は広島県府中市を対象に、55 パターンの人口分布シナリオを作成し、CO<sub>2</sub>排出量の観点からコンパクト化の効果を定量的評価しており、中井ら<sup>1-37)</sup>は栃木県宇都宮市を対象に、コンパクト化によるエネルギー消費低減効果を家庭部門、運輸部門から検討しており、堀らは<sup>1-38)</sup>、宇都宮都市圏を対象に、3種類の人口分布シナリオを作成し、自動車 CO<sub>2</sub>排出量の観点よりシナリオ比較を行っている。

また、都市施設コストの観点よりコンパクト化の効果を定量的に分析した研究として、和田ら<sup>1-39)</sup>は、新潟県長岡市を対象に、都市コンパクト化による再編時とその後要する費用を試算し、コンパクト化の度合いの違いによって長期的な工事費用がどの程度変化するかを明らかにするとともに、コンパクト化への投資が回収可能かどうかを試算しており、佐藤ら<sup>1-40)</sup>は栃木県宇都宮市を対象に、コンパクト化の度合いが都市施設の維持管理コストに与える影響を分析しており、高橋ら<sup>1-41)</sup>は、福岡県福岡市を対象に、コンパクトシティ政策の効果を費用便益両面から定量化できる手法を構築し、人口分布や土地利用が異なるモデルの費用便益を定量化している。

生活利便性の観点よりコンパクト化の効果を扱った研究として、内原ら<sup>142)</sup>は、それぞれ浜松市と金沢市を対象に、コンパクトシティを掲げた都市計画施策が生活利便性から見て有効であるかを示しており、鈴木ら<sup>143)</sup>は愛知県瀬戸市を対象に、財・サービスに着目したアクセシビリティ指標を提案し、対象都市のアクセシビリティ評価を行った後、改善策として新たな施設立地誘導とアクセシビリティの高い地域への人口誘導の2施策の効果を比較することで、新たな施設誘導の効果の方が高いことを示している。

このように都市コンパクト化による効果について様々な観点より、評価が行われてきたが、これらの研究はあらかじめ特定の効果に着目し、その観点より将来都市構造のあり方を示しており、そもそも各都市が都市構造上どのような課題を有し、どのような視点より集約型都市構造が検討されるべきかについての検討は行われていない。人口減少高齢化によって生じる問題は様々であるため、都市によって考慮すべき課題やその優先順位は異なると考えられ、これを明らかにしたうえで集約型都市構造の方針が定められるべきと考えられる。

### (3) 集約型都市構造の方針作成に関連する研究

集約型都市構造の方針作成に関連する研究として、坪井ら<sup>144)</sup>はコーホート要因法を用いて、山口県防府都市圏域の将来人口分布を予測した上で、行政計画をもとにしたエキスパートシステムを用いて集約型都市構造を構築しており、横澤ら<sup>145)</sup>は富山県の全15市町村を対象に、都市計画の方針と立地規制の厳格さに着目し、開発、集約、撤退を図るエリアを対象都市のマスタープランの記述より抽出し、それらに基づいた将来の土地利用予測シミュレーションを行っている。これらの研究では、集約方針を適用した際の都市構造や土地利用などは提案されているものの、それが実現した際の効果（都市施設コスト削減や生活利便性向上等）については言及されていない。コンパクト化を進める上では、それが実現した際の効果についても把握する必要があると考えられる。また、集約方針を適用したシナリオの効果を把握した研究として、高取ら<sup>146)</sup>は愛知県全域を対象に、インフラ整備状況、緑地保全度、災害危険度の3点より都市集約方針を作成し、それに従って作成されたシナリオを熱環境の視点より評価を行っており、杉原ら<sup>147)</sup>はポートランド市の計画方針を宇部市に適用し、ポートランド型コンパクトシティモデルを構築し、生活利便施設のアクセス性の観点より評価しているが、将来持続可能な都市の実現のためには、複数指標より多面的に評価されるべきと考えられる。

これらの研究に対して、本研究では以下の点に特徴があると考えられる。

- (1) 人口分布形態による都市類型化後に6分野30指標より各都市を評価し、これらを比較することで、人口分布の違いによる都市構造評価の違いを明らかにする点
- (2) 人口分布形態による都市類型化ごとに課題となる評価指標を明らかにし、人口分布の特徴と都市構造上の課題より、各類型の集約型都市構造の方針を作成する点
- (3) 作成した各類型の集約方針を対象都市に適用することでシナリオを作成し、その効果を多面的に評価する点、また、それら効果の比較により人口分布の異なる都市では課題解決のための集約の方向性が異なることを示す点

1-4. 本研究の構成

本論文は全7章で構成される(図1-9)。第1章「序論」では、本研究の背景および関連する既往研究を整理し、研究の目的を示す。第2章「市街地集約パターンによる影響の違いの把握—自動車CO<sub>2</sub>排出量を例に—」では、都市コンパクト化に期待される効果の1つである自動車CO<sub>2</sub>排出量を例に、同規模人口の都市であっても都市の特性(人口規模や人口分布等)に応じて、有効な市街地集約化の方向性が異なることを示す。また、これらの結果より、集約の際には、集約拠点における現状の人口分布や施設立地分布を考慮する必要があることを示す。第3章「都市施設の立地とその周辺人口密度との関連分析」では、2章を受けて、人口分布データと各種施設の立地分布データを用いて、人口分布と施設立地の関係を明らかにし、施設の立地傾向を人口密度の観点より示す。第4章「人口分布形態指標による同規模人口都市の類型化とその評価」では、第3章を受けて、人口分布の違いにより施設立地も異なり、それにより都市構造の評価も異なると考えられることから、人口分布形態による都市類型化を行い、その類型間で各種都市構造評価指標に差がみられることを示す。第5章「人口分布の多面的評価モデルの作成」では、第4章で行った都市類型の中から、ケーススタディ対象都市として、広島市を取り上げ、人口分布から将来の都市構造を多面的に評価できるモデルを作成する。第6章「市街地集約化の検討とその多面的効果の把握」では、人口分布形態の特徴と都市構造上の課題から、都市類型別に集約型都市構造の方針を作成する。また、都市類型別の集約型都市構造の方針を広島市に適用することでシナリオを作成し、これらを第5章の評価モデルを用いて評価、比較することで、人口分布形態が異なる都市では、課題解決のための集約の方向性も異なることを明らかにする。最後に7章「結論と今後の展望」では、本研究で得られた成果をまとめ、今後の展望を示す。

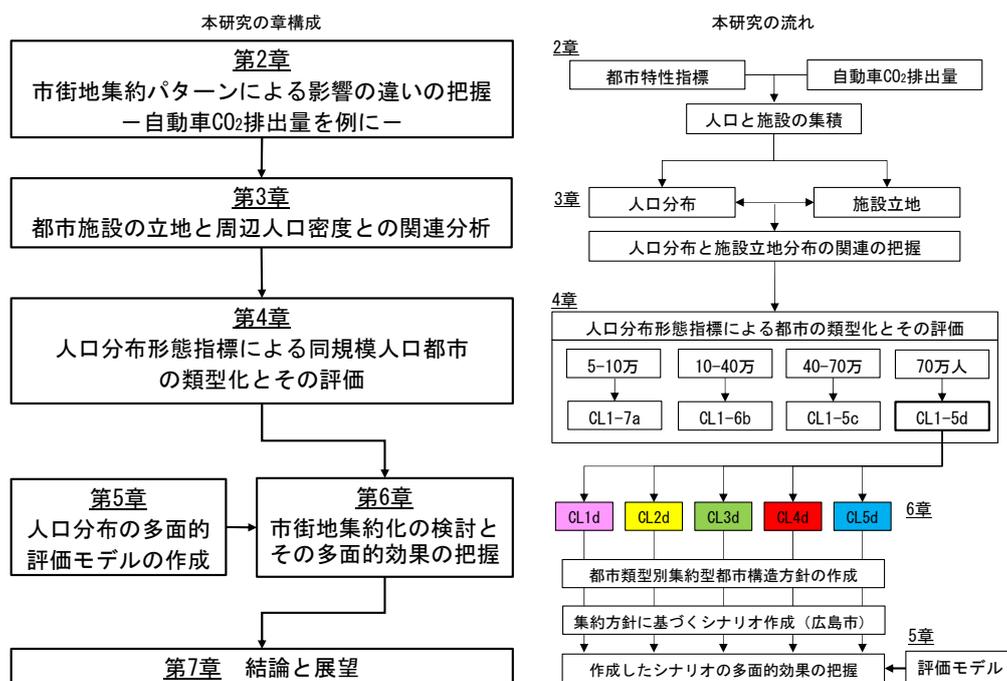


図1-9 本研究の章構成と流れ

## 参考文献

- 1-1) 増田寛也：地方消滅－東京一極集中が招く人口急減－，pp.47-235，中央公論新社，2014
- 1-2) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口市町村偏，2018年3月推計
- 1-3) 野澤千絵：立地適正化計画の策定を機にした市街化調整区域における規制緩和条例の方向性－「コンパクト・プラス・ネットワーク」型の開発許可制度の構築に向けて－，土地総合研究 2019年春号，pp.36-41，2019
- 1-4) 国土交通省都市局都市計画課：都市構造の評価に関するハンドブック，国土交通省，2018
- 1-5) 八木恒憲・田村将太・田中貴宏：都市構造評価指標を用いた地方都市の類型化－人口減少時代の都市類型別取組方針作成に向けた基礎的検討－，都市計画論文集，Vol.53，No.3，pp.951-956，2018
- 1-6) 村山顕人・寺田徹：立地適正化計画の策定を巡る論点，都市計画，Vol.65，No.2，pp.90-91，2016
- 1-7) 石井朋紀：松山市立地適正化計画について，都市計画，Vol.66，No.6，pp.74-77，2018
- 1-8) 松本朝行：宇都宮市における立地適正化計画の策定について，都市計画，Vol.67，No.1，pp.90-93，2018
- 1-9) OECD, Compact City Policies: A Comparative Assessment, pp.27-28, 2012
- 1-10) G.B. Dantzig, T.L. Saaty: Compact city: A Plan for a Liveable Urban Environment, W.H. Freeman and company, San Francisco, 1973
- 1-11) Peter Newman and Jeffrey Kenworthy: Cities and automobile dependence, An international sourcebook, Gower technical, 1989
- 1-12) 越川知紘・谷口守：都市別自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の長期的動向の精査－全国都市交通特性調査の 28 年に及ぶ追跡から－，土木学会論文集 G (環境)，Vol.75，No.6，pp.169-178，2017
- 1-13) ピーターカルソープ著／倉田直道・倉田洋子訳：次世代のアメリカの都市づくり－ニューアーバニズムの手法－，学芸出版，2004
- 1-14) 佐藤健正：近代ニュータウンの系譜－理想都市像の変遷－，市浦ハウジング&プランニング，2015
- 1-15) 伊藤雅春・小林郁雄・澤田雅浩・野澤千絵・真野洋介・山本俊哉編著：まちづくりがわかる本，彰国社，2011
- 1-16) Metro: Urban growth boundary map, 2020
- 1-17) 杉原礼子・鷗心治・坪井志朗・小林剛士・宋俊煥・趙世晨：ポートランド市の計画方針を組み込んだコンパクトシティ計画策定支援システムの提案，日本建築学会計画系論文集，Vol.83，No.749，pp.1251-1261，2018
- 1-18) City of Portland: THE PORTLAND PLAN, 2012
- 1-19) 野嶋慎二：英国におけるアーバンビレッジの概念とその実態に関する研究，IBS Annual Report 研究活動報告，pp.51-56，2013
- 1-20) Peter Neal: Urban Villages and the Making of Communities, Spon Press, 2003
- 1-21) 一般財団法人住宅生産復興財団：2016年英国住宅地まちなみ視察調査－英国における“サステイナブルでウォークアブル、そして人々に愛される街”の街並みのデザインと最新住宅事情を探る－，pp1-

- 24, 2016
- 1-22) 国土交通省：都市問題の変遷と市街地整備施策のこれまでの取り組み，2007
- 1-23) 越川知紘・森本瑛士・谷口守：コンパクトシティ政策に対する記述と評価の乖離—都市計画マスタープランに着目して—，都市計画論文集，Vol.52，No.3，pp.1130-1136，2017
- 1-24) 国土交通省社会資本整備審議会：都市政策の基本的な課題と方向検討小委員会
- 1-25) 千田和明：日本のコンパクトシティ政策の現状と課題—欧州との比較を通して—，レファレンス，Vol.837，pp.131-160，2020
- 1-26) 田村正文：コンパクトシティにおける交通機能の考察，八戸学院大学紀要，Vol.49，pp.1-13
- 1-27) Mallach, A., Haase, A., & Hattori, K.: The shrinking city in comparative perspective: Contrasting dynamics and responses to urban shrinkage, *Cities*, Vol. 69, pp.102–108, 2017
- 1-28) United Nations: World Population Prospects 2019, United Nations, 2019
- 1-29) Tsai, Y.H.: Quantifying Urban Form: Compactness versus ‘Sprawl’, *Urban Studies*, Vol.42, No.1, pp.141-161, 2005
- 1-30) 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
- 1-31) 内山愉太・岡部明子：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, 2011
- 1-32) 劉俐伶・長谷川大輔・石井儀光・鈴木勉：世界主要都市の都市空間構造の比較分析—均等性と集積性の指標を用いた都市内人口分布比較—，都市計画論文集，Vol.54，No.3，pp.1512-1517，2019
- 1-33) 佐保肇：中小都市における都市構造のコンパクト性に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，Vol.33，pp.73-78，1998
- 1-34) 野本明里・丸岡陽・松川寿也・中出文平・樋口秀：地方線引き都市の市街化区域内の人口密度構造に関する研究，都市計画論文集，Vol.53，No.3，pp.1007-1013，2018
- 1-35) 天野正昭・天野克也：都市の規模・形態特性と通勤・通学実態—1つの人口集中地区をもつ母都市型都市の規模・形態特性に関する研究 その1—，日本建築学会計画系論文集，Vol.73, No.628, pp.1289-1295, 2008
- 1-36) 岩本慎平・田中貴宏・西名大作：地方小都市におけるCO<sub>2</sub>排出量の観点からみた将来都市構造の検討—広島県府中市を対象としたシナリオ作成と評価—，日本建築学会環境系論文集，Vol.79, No.700, pp.545-554, 2014
- 1-37) 中井秀信・森本章倫：コンパクトシティ政策が民生・交通部門のエネルギー消費量に与える影響に関する研究，土木学会論文集D，Vol.64，No.1，pp.1-10，2008
- 1-38) 堀裕人・細見昭・黒川洸：自動車エネルギー消費量からみたコンパクトシティに関する研究—宇都宮都市圏の2時点におけるPTデータを用いて—日本都市計画学会都市計画論文集，Vol.34，No.3，pp.241-246，1999
- 1-39) 和田夏子・大野秀敏：都市のコンパクト化の費用評価—長岡市を事例とした都市のコンパクト化

- の評価に関する研究 その2ー, 日本建築学会環境系論文集, Vol.78, No.687, pp.419-425, 2013
- 1-40) 佐藤 晃・森本章倫: 都市コンパクト化の度合に着目した維持管理費の削減効果に関する研究, 日本都市計画学会都市計画論文集, No.44-3, pp.535-540, 2009
- 1-41) 高橋美保子・出口 敦: コンパクトシティ形成効果の費用便益評価システムに関する研究, 日本都市計画学会都市計画論文集, No.42-3, pp.487-492, 2007
- 1-42) 内原英貴・吉川 徹: コンパクトシティからみた地方都市の人口社会増減の分布と生活利便性の関連分析, 日本建築学会計画系論文集, Vol.74, No.642, pp.1805-1811, 2009
- 1-43) 鈴木宏幸・鈴木温: 立地誘導施策評価のための生活必需品に関するアクセシビリティ評価ー愛知県瀬戸市を対象としてー, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.709-714, 2016
- 1-44) 坪井志朗・鳩心治・小林剛士・西村祥: エキスパートシステムによる集約型都市構造の可視化と評価手法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.82, No.731, pp.105-114, 2017
- 1-45) 横澤直人・関本義秀: コンパクトな地域づくりに向けた都市間広域調整支援手法の開発ー都市計画の方針と立地規制の厳格さに着目してー, 都市計画論文集, Vol.54, No.3, 2019
- 1-46) 高取千佳・五十嵐千寛,・中浦寛介・玄英麗: 集約型都市構造シナリオの概要と温熱環境評価の導入ー将来の人口縮退下における集約型都市構造シナリオの設定とその評価 その1ー, 日本建築学会計画系論文集, Vol.82, No.737, pp.1735-1745, 2017

## 第2章 市街地集約パターンによる影響の違いの把握 —自動車CO<sub>2</sub>排出量を例に—

---

- 2-1. 本章の概要
- 2-2. 都市特性指標の選定・算出
- 2-3. 自動車CO<sub>2</sub>排出量に影響する要因の把握
- 2-4. 人口集約による自動車CO<sub>2</sub>排出量削減効果の検証
- 2-5. 本章のまとめ

## 第2章 市街地集約パターンによる影響の違いの把握 －自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を例に－

### 2-1. 本章の概要

前章で述べた通り、都市の規模や人口分布といった都市特性によって、集約化の方向性や集約の効果は異なると考えられる。集約化の効果は多岐にわたるが、コンパクトシティは元来、自動車の普及に伴う市街地のスプロール化などを背景に、環境問題の視点から持続可能な都市を実現するための政策の1つとして考えられてきたことから、都市の規模や人口分布の広がり方、人口の集積度合い等の違いが自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に与える影響は大きいと考えられる。実際にハンドブック内の人口規模別1人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の平均値を比較すると、人口規模により大きな差がみられ<sup>2-1)</sup>、さらに、同人口規模都市の中でも人口分布等の違いにより1人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が異なることが指摘されている<sup>2-2)</sup>。

そこで、本章では、コンパクト化に期待される効果の1つである自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を例に、都市特性（人口規模や人口分布等）によって、将来目指すべき集約化の方向性（ここでは、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効な集約化）が異なることを明らかにすることを目的とする。具体的には、立地適正化計画策定済み250都市（2019年5月時点）を対象に、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と都市特性の関連分析を行い、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与える要因が都市によって違うことを示す。また、抽出された要因をもとに、人口集約化の方向性を検討し、その集約化の効果について二酸化炭素削減効果シミュレーションツールを用いて評価することで、都市特性によって効果的な市街地集約化の方向性が異なることを示す。

以下に本章の流れ（図2-1）を示す。

- 1) 対象都市の都市特性指標の選定と算出（2-2節）
- 2) 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と都市特性指標の関連分析（2-3節）
- 3) 人口集約化による CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の検証、比較（2-4節）

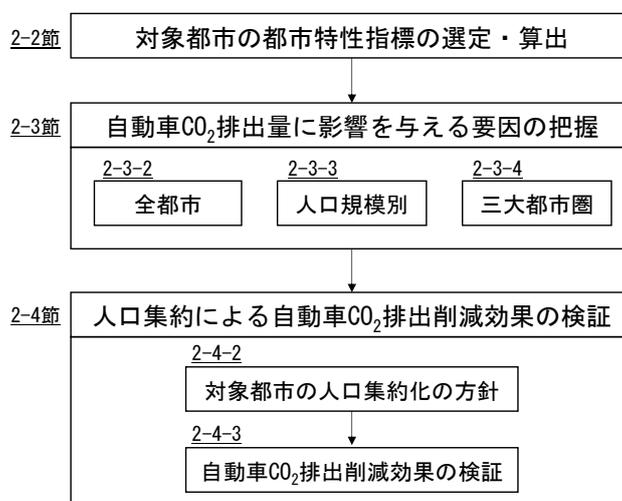


図 2-1 第2章の流れ

2-2. 都市特性指標の選定・算出

2-2-1. 対象都市の概要

本章では、立地適正化計画を策定・公表している250都市を対象とした。対象都市一覧を図2-2に示す。地域的な偏りはなく、全国の都市が対象となり人口規模にも幅がある。なお、人口規模の区分はハンドブックの人口分類に従った。

都市規模		該当都市一覧										
政令指定都市(9都市)		札幌市	千葉市	静岡市	浜松市	新潟市	名古屋市	広島市	北九州市	熊本市		
概ね50万人規模都市(17都市)	地方圏都市(8都市)	宇都宮市	新潟市	富山市	金沢市	高松市	松山市	大分市	鹿児島市			
	三大都市圏(9都市)	松戸市	横須賀市	藤沢市	岐阜市	豊田市	枚方市	東大阪市	姫路市	尼崎市		
概ね30万人規模都市(87都市)	地方都市圏(48都市)	函館市	旭川市	釧路市	青森市	弘前市	八戸市	大崎市	秋田市	鶴岡市	福島市	郡山市
		水戸市	土浦市	つくば市	那須塩原市	前橋市	伊勢崎市	太田市	長岡市	上越市	高岡市	小松市
	三大都市圏(39都市)	福井市	長野市	松本市	上田市	沼津市	富士市	磐田市	掛川市	藤枝市	彦根市	草津市
5-10万人規模都市(65都市)	地方都市圏(50都市)	東近江市	和歌山市	松江市	東広島市	廿日市市	山口市	周南市	丸亀市	新居浜市	西条市	高知市
		大牟田市	飯塚市	久留米市	都城市							
5-10万人規模都市(65都市)	三大都市圏(15都市)	川崎市	春日部市	戸田市	坂戸市	野田市	成田市	佐倉市	市原市	流山市	小田原市	大和市
		海老名市	豊橋市	岡崎市	一宮市	春日井市	豊川市	刈谷市	安城市	多治見市	小牧市	東海市
5万人未満都市(72都市)	地方都市圏(61都市)	津市	伊勢市	松阪市	桑名市	豊中市	池田市	吹田市	高槻市	守口市	茨木市	八尾市
		寝屋川市	河内長野市	大東市	箕面市	門真市	大垣市					
	三大都市圏(11都市)	大仙市	横手市	花巻市	二本松市	十和田市	五所川原市	五泉市	大館市	新発田市	むつ市	小美玉市
5万人未満都市(72都市)	地方都市圏(61都市)	北上市	阿南市	宇和島市	甲賀市	三原市	佐久市	三条市	安曇野市	加賀市	燕市	茅野市
		北広島市	坂出市	下野市	海南市	越前市	始良市	四国中央市	袋井市	荒尾市	光市	裾野市
	三大都市圏(11都市)	千曲市	行橋市	敦賀市	館林市	鯖江市	天理市	大村市	宗像市	直方市	桜井市	湖南市
5万人未満都市(72都市)	地方都市圏(61都市)	諏訪市	牛久市	守山市	室蘭市	大和郡山市	野々市市					
		伊賀市	亀山市	たつの市	関市	舞鶴市	本庄市	亀岡市	東松山市	京田辺市	阪南市	知立市
	三大都市圏(11都市)	高石市	福生市	長岡京市	志木市							
5万人未満都市(72都市)	地方都市圏(61都市)	芽室町	鷹栖町	八雲町	古平町	美唄市	黒部市	東神楽町	魚沼市	大野市	福島町	輪島市
		喜多方市	高梁市	胎内市	湯沢市	西予市	糸魚川市	長井市	矢吹町	大田市	菊池市	美浜町
	三大都市圏(11都市)	小千谷市	小矢部市	あわら市	入善町	五條市	勝山市	伊予市	黒石市	水見市	嬉野市	中山町
5万人未満都市(72都市)	地方都市圏(61都市)	越前町	高浜町	八幡浜市	南国市	見附市	邑楽町	府中市	湯浅町	有田市	遠賀町	野洲市
		伊豆の国市	新宮市	多度津町	吉岡町	川西町	葛城市	長泉町	王寺町			
5万人未満都市(72都市)	地方都市圏(61都市)	朝来市	寄居町	鳩山町	越生町	福崎町	西脇市	酒々井町	毛呂山町	朝日町	太子町	東郷町

※都市規模の分類は「都市構造の評価に関するハンドブック」と同様の分類基準

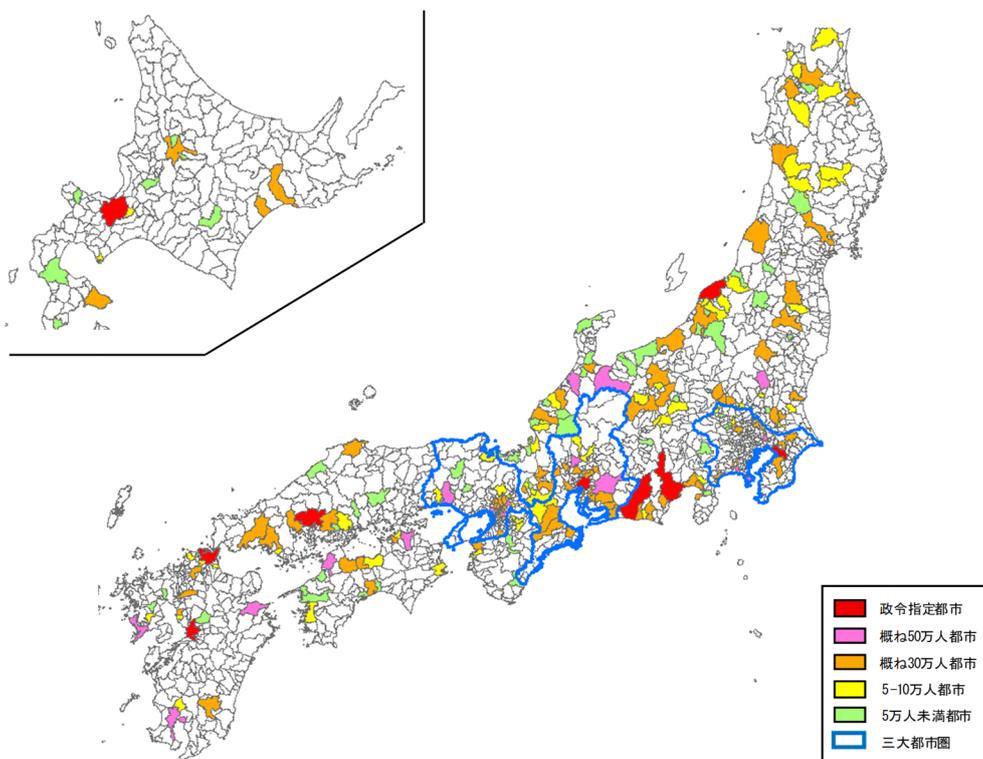


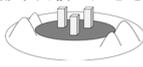
図2-2 対象都市一覧とその分布

2-2-2. 都市特性指標の選定

前述のとおり、都市の人口規模や人口分布といった人口特性により1人あたりのCO<sub>2</sub>排出量が異なると考えられることから、本章ではこれらに関連した指標かつ対象都市で入手可能な指標を用いることとした。具体的には、人口密度の偏りや集積度が自動車CO<sub>2</sub>排出量に影響すると考えられることから、既往研究<sup>2-3)2-4)</sup>を参考に人口分布形態に関連した6指標（ジニ係数、グローバルモラン統計量、可住地人口密度、学校周辺人口割合、駅周辺人口割合、役場周辺人口割合）を選定した。また、既往研究<sup>2-5)</sup>によると都市の規模や立地が一定程度自動車CO<sub>2</sub>排出量に影響することから、都市の規模・立地に関連した4指標（政令指定都市との距離、中核都市、三大都市圏、DIDの有無）を選定した。加えて、都市面積の大きさにより自動車移動距離が異なると考えられることから、都市面積に関連する指標を選定した。本章で用いた全13指標を表2-1に示す。各指標は国勢調査、国土数値情報、都市モニタリングシート<sup>2-6)</sup>のデータを使用してそれぞれ算出した。

次節では、1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量を目的変数とした重回帰分析を行うため、その説明変数を選択するために、指標間の相関関係を把握した。なお、ここでは、対象全都市（250都市）をサンプルとした場合と、人口規模別にサンプルを抽出した場合、それぞれについて指標間の相関関係を把握することとした。これは、都市の人口規模によって各都市特性が大きく異なり、その違いが自動車CO<sub>2</sub>排出量に影響を与える可能性もあることから、次節では人口規模別に重回帰分析を行うためである。なお、人口区分はハンドブックに従い、5万人未満、5-10万人、10-40万人、40-70万人、70万人以上の5つとした。

表 2-1 都市特性指標の算出方法

分類	指標	算出方法	評価
都市面積	居住面積 (km <sup>2</sup> )	国土数値情報の国勢調査500mメッシュの面積の合計	都市面積の大きさ 
	可住地面積割合 (%)	$\frac{\text{可住地面積 (km}^2\text{)}}{\text{都市面積 (km}^2\text{)}}$ 可住地面積: 2017年社会人口統計データを使用	
人口	昼夜間人口比 (%)	$\frac{\text{昼間人口 (人)}}{\text{夜間人口 (人)}}$ 2015年の各自治体の国勢調査データを使用	都市の経済活動 
人口分布形態	ジニ係数 (GINI)	$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n  a_i - p_i $ $a_i$ : メッシュiの面積比 $n$ : メッシュの数 $p_i$ : メッシュiの人口比	人口密度の偏り 人口密度の集積度 
	グローバルモラン統計量 (GM)	$\frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$ $w_{ij}$ : メッシュiとメッシュjの距離の逆数 $z_i$ : メッシュiの人口から自治体内の平均人口を引いた数	
	可住地人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	$\frac{\text{総人口}}{\text{可住地面積 (km}^2\text{)}}$ 可住地面積: 2017年社会人口統計データを使用	集約の拠点 
	学校周辺人口割合 (%)	$\frac{\text{小学校から800m内の人口 (人)}}{\text{総人口 (人)}}$ 国土数値情報の学校データを使用	
	役場周辺人口割合 (%)	$\frac{\text{市役所・支所から800m内の人口 (人)}}{\text{総人口 (人)}}$ 国土数値情報の市町村役場データを使用	
	駅周辺人口割合 (%)	$\frac{\text{駅から800m内の人口 (人)}}{\text{総人口 (人)}}$ 国土数値情報の鉄道データを使用	
	都市規模・立地	政令指定都市との距離 (km)	対象都市の市役所から政令指定都市の市役所までの距離
中核市 (ダミー)		人口20万以上の市の申出に基づき政令で指定した都市 (平成30年4月時点)	
三大都市圏 (ダミー)		ハンドブック指定の東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県、愛知県、岐阜県、三重県、大阪府、京都府、兵庫県 of 都市	
DIDの有無 (ダミー)		国土数値情報のDIDデータを使用	

全都市をサンプルとした場合は「可住地人口密度」が「駅周辺人口 (R=0.58)」、「ジニ係数 (R=-0.7)」、「可住地面積割合 (R=0.62)」、「三大都市圏 (R=0.59)」との間に、「グローバルモラン統計量」が「居住面積 (R=0.57)」との間に、それぞれ一定程度高い相関がみられた (括弧内は相関係数、以降も同様)。5-10 万人規模の都市では「可住地人口密度」が「居住面積 (R=0.57)」、「駅周辺人口割合 (R=0.67)」、「学校周辺人口割合 (R=0.67)」、「ジニ係数 (R=0.72)」との間に、「学校周辺人口割合」が「駅人口 (R=0.65)」、「居住面積 (R=0.69)」との間に、「ジニ係数」が「可住地面積割合 (R=-0.58)」、「グローバルモラン統計量 (R=0.56)」との間に、それぞれ一定程度高い相関がみられた。また、10-40 万人規模の都市では「可住地人口密度」が「駅周辺人口割合 (R=0.70)」、「学校周辺人口割合 (R=0.62)」、「三大都市圏 (R=0.59)」、「グローバルモラン統計量 (R=0.63)」との間に、「ジニ係数」が「居住地面積 (R=0.71)」、「可住地面積割合 (R=0.68)」、「グローバルモラン統計量 (R=0.72)」との間に、それぞれ一定程度高い相関がみられた。なお 5 万人未満の都市では、指標間に高い相関はみられなかった。次節の重回帰分析では、これらの相関関係を考慮して説明変数の選択を行うこととした。

## 2-3. 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響する要因の把握

### 2-3-1. 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の算出

国土交通省作成の都市モニタリングシート内で算出されている住民 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を分析に用いた。これは全国道路・街路交通情勢調査より算出した自動車交通量 (走行台キロ/日) にガソリン車の燃費と CO<sub>2</sub> 排出量係数を乗じたものを年間値に換算した後、各都市の人口で除して算出されている。以下に算出方法 (式 2-1) を示す。

$$A = \frac{B \times C \times D}{1000} \times 365 \quad (2-1)$$

A: 市民一人当たり自動車 CO<sub>2</sub> 排出量 (t-CO<sub>2</sub>/年)  
 B: 一人当たり小型車走行台キロ(km)  
 C: ガソリン車燃費 (L/km)  
 D: CO<sub>2</sub> 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/L)

### 2-3-2. 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と都市特性指標との関連 (全 250 都市)

1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響する都市特性を把握するために、全 250 都市を対象に、1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を目的変数、前節で算出した都市特性指標を説明変数とした重回帰分析 (ステップワイズ法、以降も同様) を行った。なお、「可住地人口密度」と「グローバルモラン統計量」は他の変数と相関が大きいため、変数から除いた。分析結果を表 2-2 に示す。

説明変数として「学校周辺人口割合」、「可住地面積割合」、「DID の有無」、「中核市」、「昼夜間人口比」、「三大都市圏」の 6 つが選択された。中でも「学校周辺人口割合」の標準化偏回帰係数が負の方向に大きく、この割合が大きいくほど、1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量は

小さい傾向があるといえる。多くの都市で、小学校区が、旧来の人口集積地を核とした地域社会的圏域を基本単位として設定されてきたこと、またそのため、小学校区内には一定程度の人口と日常生活施設が集積する徒歩圏域であること<sup>2-7)</sup>から、学校周辺人口割合が高い都市では、自動車利用頻度や自動車移動距離が比較的小さくなり、このことが、「学校周辺人口割合」の寄与が大きい要因として考えられる。次いで、「可住地面積割合」の標準化偏回帰係数が負の方向に大きく、可住地面積割合が大きい都市ほど CO<sub>2</sub> 排出量が小さい傾向がある。これは CO<sub>2</sub> 排出量が小さい都市の多くは三大都市圏の都市（相対的に自動車利用は少ない）で、これらの都市の都市面積が比較的小さく、可住地面積が大きいためと考えられる。また、「DIDの有無」や「中核都市」といった人口規模を表す変数や「三大都市圏」といった都市の立地を表す指標も変数として抽出されたことから、人口規模等による影響も一定程度あると考えられる。

表 2-2 重回帰分析の結果（全 250 都市）

人口規模	都市数	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化偏回帰係数	t値	有意確率
全都市	250	0.476	学校周辺人口割合	-0.294	-5.328	***
			可住地面積割合	-0.278	-5.364	***
			DIDの有無	-0.244	-4.740	***
			中核市	-0.165	-3.390	**
			昼夜間人口比	0.138	2.786	**
			三大都市圏	-0.113	-2.158	*

有意確率 p<0.001 \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \*

### 2-3-3. 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と都市特性指標との関連（人口規模別）

人口規模ごとに対象都市を抽出し、人口規模別に重回帰分析を行うことで自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響する都市特性をそれぞれ把握した。また、前項と同様に指標間に強い相関がみられた変数は分析の際に除いた。なお、人口規模の分類については、ハンドブックで示されている人口規模分類を用いた。

#### (1) 5万人未満の都市

5万人未満都市では、全指標を説明変数として投入した。表 2-3 に結果を示す。決定係数は 0.292 程度と小さく、この人口規模の都市では、本研究で採用した都市特性指標以外に、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与える要因があると考えられる。説明変数としては、「DIDの有無」と「居住面積」が選択された。「DIDの有無」の標準化偏回帰係数が負の値となっている。

表 2-3 重回帰分析の結果（5万人未満の都市）

人口規模	都市数	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化偏回帰係数	t値	有意確率
5万未満	72	0.292	DIDの有無	-0.374	-3.658	***
			居住面積	0.443	4.333	***

有意確率 p<0.001 \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \*

ることから、比較的人口密度の高いエリアが存在する都市で自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が小さくなる傾向があるといえる。また「居住面積」の標準化偏回帰係数が正の値となっている。これは居住面積が大きくなることにより、居住地が広域に拡散し、自動車移動頻度やその距離が大きくなるためと考えられる。

#### (2) 5-10 万人規模の都市

「学校周辺人口割合」、「可住地人口密度」、「ジニ係数」が他の変数と相関がみられたため、これらを除いた 10 指標を説明変数として投入した。表 2-4 に結果を示す。説明変数として「居住面積」と「昼夜間人口比」が選択された。「居住面積」については 5 万人未満の都市と同様の理由と考えられる。「昼夜間人口比」の標準化偏回帰係数が正の値となっている。これは、5-10 万人都市では、大規模な都市に比べ、公共交通機関が充実しておらず、通勤等の交通手段として、自動車を多く利用していることが要因として考えられる。

表 2-4 重回帰分析の結果 (5-10 万人規模)

人口規模	都市数	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化偏回帰係数	t値	有意確率
5-10万	65	0.428	居住面積	0.428	4.309	***
			昼夜間人口比	0.397	3.992	***

有意確率 p<0.001 \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \*

#### (3) 10-40 万人規模の都市

「可住地人口密度」、「ジニ係数」、「三大都市圏」が他の変数と相関がみられたため、これらを除いた 10 指標を説明変数として投入した。表 2-5 に結果を示す。変数として「学校周辺人口割合」、「駅周辺人口割合」、「昼夜間人口比」が抽出された。10 万人以下の都市と比べ、「駅周辺人口割合」が説明変数として選択されている点に特徴がある。この人口規模の都市では、公共交通サービスが比較的充実しているため、「駅周辺人口割合」が影響要因の 1 つとして抽出されたと考えられる。

表 2-5 重回帰分析の結果 (10-40 万人規模)

人口規模	都市数	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化偏回帰係数	t値	有意確率
10-40万人	87	0.623	学校周辺人口割合	-0.543	-6.694	***
			駅周辺人口割合	-0.260	-3.073	**
			昼夜間人口比	0.152	2.050	*

有意確率 p<0.001 \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \*

#### (4) 40-70 万人規模の都市

対象都市数が少ないため、1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と各指標との相関を把握した。その結果、「可住地人口密度 (R=-0.87)」との相関が最も高かった。

## (5) 70 万人以上の都市

40-70 万人規模の都市と同様に、対象都市数が 9 都市と少ないため、1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と各指標の相関を把握した。その結果、「学校周辺人口割合 (R=0.76)」との相関が最も高かった。

表 2-6 に各人口規模の都市をサンプルとした重回帰分析結果をまとめたものを示す。人口規模別の決定係数に着目すると、人口規模が大きくなるに従い決定係数が高くなる。このことから、人口規模の大きな都市において、本研究で用いた都市特性指標が、1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に対して説明力を有すると考えられる。また、人口規模により 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与える要因が異なる。5 万人未満都市や 5-10 万人都市では、「DIDの有無」や「居住面積」、「昼夜間人口比」といった指標が影響要因として抽出されており、人口分布形態の指標の影響は比較的小さいと考えられる。それに対して、10-40 万人都市では、「学校周辺人口割合」や「駅周辺人口割合」といった人口分布形態の指標が影響要因として抽出されており、またその影響力も大きい（標準化偏回帰係数の絶対値が大きい）。そのため、都市の人口規模に応じて自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減のために検討すべき方策も異なると考えられる。

表 2-6 重回帰分析結果一覧

人口規模	都市数	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化偏回帰係数	t値	有意確率
全都市	250	0.476	学校周辺人口割合	-0.294	-5.328	***
			可住地面積割合	-0.278	-5.364	***
			DIDの有無	-0.244	-4.740	***
			中核市	-0.165	-3.390	**
			昼夜間人口比	0.138	2.786	**
			三大都市圏	-0.113	-2.158	*
5万未満	72	0.292	DIDの有無	-0.374	-3.658	***
			居住面積	0.443	4.333	***
5-10万	65	0.428	居住面積	0.428	4.309	***
			昼夜間人口比	0.397	3.992	***
10-40万人	87	0.623	学校周辺人口割合	-0.543	-6.694	***
			駅周辺人口割合	-0.260	-3.073	**
			昼夜間人口比	0.152	2.050	*

有意確率 p<0.001 \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \*

2-3-4. 自動車CO<sub>2</sub>排出量と都市特性指標との関連（三大都市圏別）

三大都市圏内の都市と三大都市圏外の都市では、公共交通利用率が大きく異なり<sup>2-8)</sup>、1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量の平均値に大きな差があること（図2-3）から、三大都市圏内都市とそれ以外に分類し、前項と同様の分析を行った。なお、ここでは都市特性指標と1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量との関連が比較的大きく見られた、10-40万人規模の都市を対象とした。

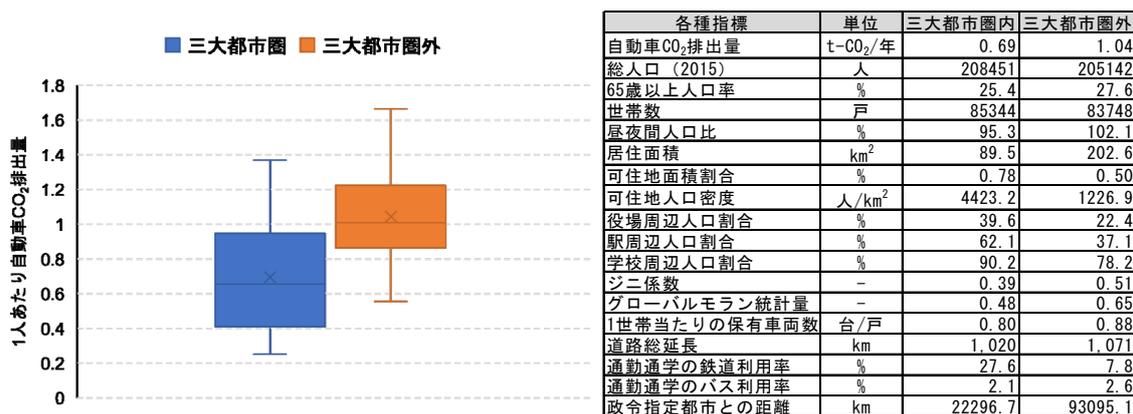


図2-3 10-40万人都市の1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量と各種基本指標の平均値

(1) 三大都市圏内の10-40万人都市

「居住面積」、「可住地面積割合」、「可住地人口密度」、「学校周辺人口割合」、「ジニ係数」、「グローバルモラン統計量」が他変数と相関がみられたため、これらの指標を除いた7指標を説明変数として投入した。表2-7に分析結果を示す。分析の結果、決定係数が0.710と高く、また説明変数として「駅周辺人口割合」、「政令指定都市との距離」、「昼夜間人口比」が選択された。「駅周辺人口割合」の標準化偏回帰係数が負の値であり、駅周辺人口割合が大きいほど、1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量が小さいといえる。これは、三大都市圏では鉄道等の公共交通の利便性が高く、移動にこれらを利用する機会が多いためと考えられる。このことから、三大都市圏内の都市では、駅周辺に人口集約し、駅周辺人口の割合を大きくすることが自動車CO<sub>2</sub>排出量削減につながると考えられる。また、「政令指定都市との距離」は標準化偏回帰係数が正の値となっており、政令指定都市から遠い都市ほど自動車CO<sub>2</sub>排出量が多い。これは、政令指定都市との距離が大きい都市は、三大都市圏のフリンジに位置する都市が多く、これらのエリアでは一定程度自動車利用があるためと考えられる。

表2-7 重回帰分析結果（三大都市圏の10-40万人都市）

人口規模	都市数	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化偏回帰係数	t値	有意確率
三大都市圏内 10-40万人	39	0.710	駅周辺人口割合	-0.396	-3.889	***
			政令指定都市との距離	0.442	4.475	***
			昼夜間人口比	0.318	3.327	**

有意確率 p<0.001 \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \*

## (2) 三大都市圏外の10-40万人都市

「可住地人口密度」、「ジニ係数」、「中核都市」が他の変数と相関がみられたため、これらを除いた10指標を説明変数として投入した。表2-8に結果を示す。決定係数が0.642と高く、また説明変数としては、「学校周辺人口割合」、「政令指定都市との距離」、「居住面積」が選択された。「学校周辺人口割合」の標準化偏回帰係数が負の値、「居住面積」が正の値であることから、学校周辺の人口割合が高く、居住面積が小さい都市で1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量が小さくなるといえる。このことから、三大都市圏外の10-40万人規模の都市では、駅を拠点に人口を集約することより、学校を拠点に人口集約を進め、居住面積を縮小することが自動車CO<sub>2</sub>排出量の削減につながると考えられる。

表2-8 重回帰分析結果（三大都市圏外の10-40万人都市）

人口規模	都市数	R <sup>2</sup>	説明変数	標準化偏回帰係数	t値	有意確率
三大都市圏外 10-40万人	48	0.642	学校周辺人口割合	-0.588	-5.888	***
			政令指定都市との距離	-0.277	-2.929	**
			居住面積	0.238	2.451	*

有意確率 p<0.001 \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \*

## 2-4. 人口集約による自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の検証

前項の結果、10-40万人規模の都市では、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与えると考えられる変数として「学校周辺人口割合」、「駅周辺人口割合」といった、都市内の人口分布に関連する変数が選択された。ただし、三大都市圏の内外別に行った分析結果より、三大都市圏内では「駅周辺人口割合」が、三大都市圏外では「学校周辺人口割合」が、それぞれ自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与えていると考えられる。そこで本項では、その傾向を検証するために、三大都市圏内外それぞれについて、10-40万人規模都市を対象に、駅と学校を拠点とした人口集約シナリオを作成し、その後、各シナリオの自動車 CO<sub>2</sub> 排出削減量の比較を行った。なお、自動車 CO<sub>2</sub> 排出削減量の推定には、CO<sub>2</sub> 削減シミュレーションツールを用いた。

### 2-4-1. 二酸化炭素削減効果シミュレーション・ツール概要

#### (1) シミュレーションツールの機能

本章では、CO<sub>2</sub> 排出削減量の推定に国土交通省が作成した「二酸化炭素削減効果シミュレーション・ツール (CREST)」を用いた。このツールは「低炭素まちづくり計画作成マニュアル」にある「道路交通センサス OD 調査データを用いた算定手法」を活用し、都市構造・交通分野における低炭素化施策（①人口の集約化施策、②地域別の交通施策（例：LRT 敷設）、③全域の交通施策（例：環境配慮者の普及）の3施策）による CO<sub>2</sub> 排出量削減効果を全国の市区町村単位で推計するもの<sup>2-9)</sup>で、実際に地方自治体が策定した低炭素まちづくり計画の中でも利用されている<sup>2-10)2-11)</sup>。ツール内では道路交通センサスのゾーンを 500m メッシュに細分化し、ゾーン間交通量を人口割合で按分して各メッシュ間の交通量を計算した後、距離あたりの CO<sub>2</sub> 排出係数を乗じることで各メッシュ間の CO<sub>2</sub> 排出量が算出される。前述の①人口の集約化施策の設定機能では、500m メッシュ単位で集約エリアの人口（夜間・昼間）を増加させることができ（非集約エリアは集約エリアで増加させた分の人口が減少）、その後、これによる CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の定量評価が可能となる（図 2-4）。ここでは、この機能を用い、人口集約による CO<sub>2</sub> 排出量削減効果を推定することとした。

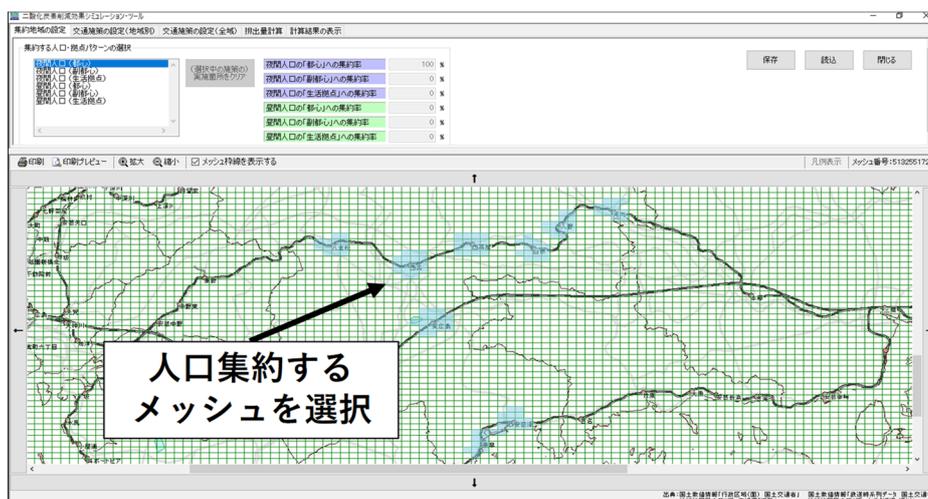


図 2-4 二酸化炭素削減効果シミュレーション・ツールのインターフェース



上記の式を用いて算出した対象都市（70万人以下の全52都市）<sup>(注2-1)</sup>のCO<sub>2</sub>排出量とCRESTより算出したCO<sub>2</sub>排出量の相関関係を図2-5に示す。次節では10-40万人都市を対象に人口集約化の効果をCRESTより把握することから、10-40万人都市（28都市）の自動車CO<sub>2</sub>排出量の相関関係についても把握した（図2-5）。その結果、全国PT調査より算出したCO<sub>2</sub>排出量とCRESTより算出したCO<sub>2</sub>排出量は多くの都市で概ね同程度で、両者に高い関連がみられることから、CRESTにより算出されたCO<sub>2</sub>排出量は一定程度信頼性を有すると考えられる。

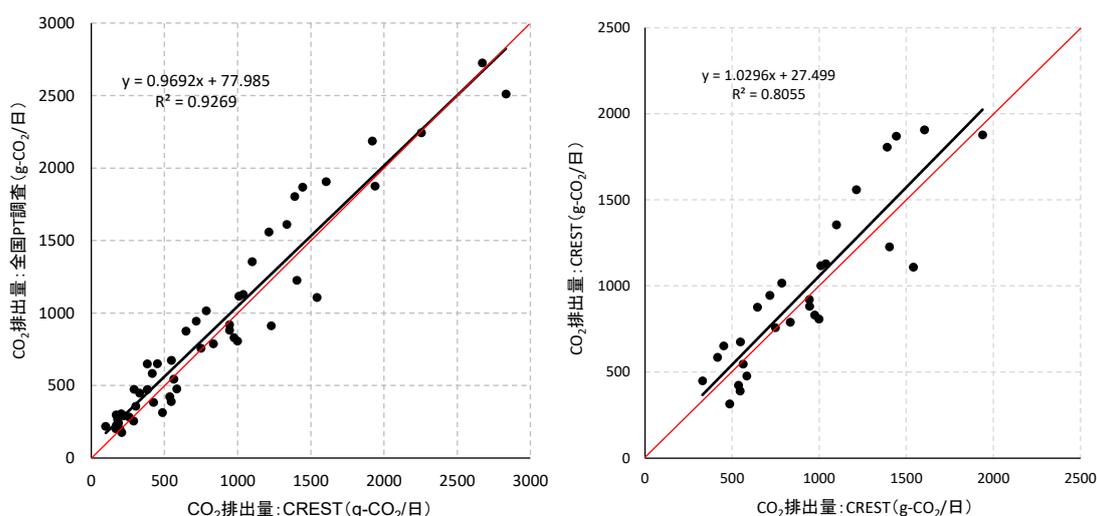


図2-5 CO<sub>2</sub>排出量の相関関係（左図：70万人以下都市、右図：10-40万人都市）

#### 2-4-2. 対象都市の人口集約化の方針

10-40万人規模都市の平均人口が約20万人程度（206,625人）であることから、本節では、人口が約20万程度の都市を対象とすることとした。その中から、1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量が一定程度大きく、自動車CO<sub>2</sub>排出量削減が課題と考えられる都市を三大都市圏内から3都市（佐倉市、安城市、小田原市）、三大都市圏外から3都市（弘前市、山口市、松江市）それぞれ選定した。

前節の結果より、10-40万人規模の都市では、「駅周辺人口割合」と「学校周辺人口割合」が自動車CO<sub>2</sub>排出量の影響要因として考えられるため、対象都市の駅と学校を、それぞれ人口集約拠点とし、その周囲800m圏内に重心が含まれるメッシュを人口集約対象メッシュとするシナリオを作成した（駅拠点集約型、学校拠点集約型）。また、人口集約化の程度については集約規模による削減効果の違いを把握するために、非集約メッシュから1万人、2万人、3万人をそれぞれ対象メッシュに集約する3パターンを作成し、その効果を把握することとした。三大都市圏内の対象都市における集約前の人口分布と拠点型別集約対象メッシュ分布を図2-6に、三大都市圏外の対象都市における集約前の人口分布と拠点型別集約対象メッシュ分布を図2-7にそれぞれ示す。

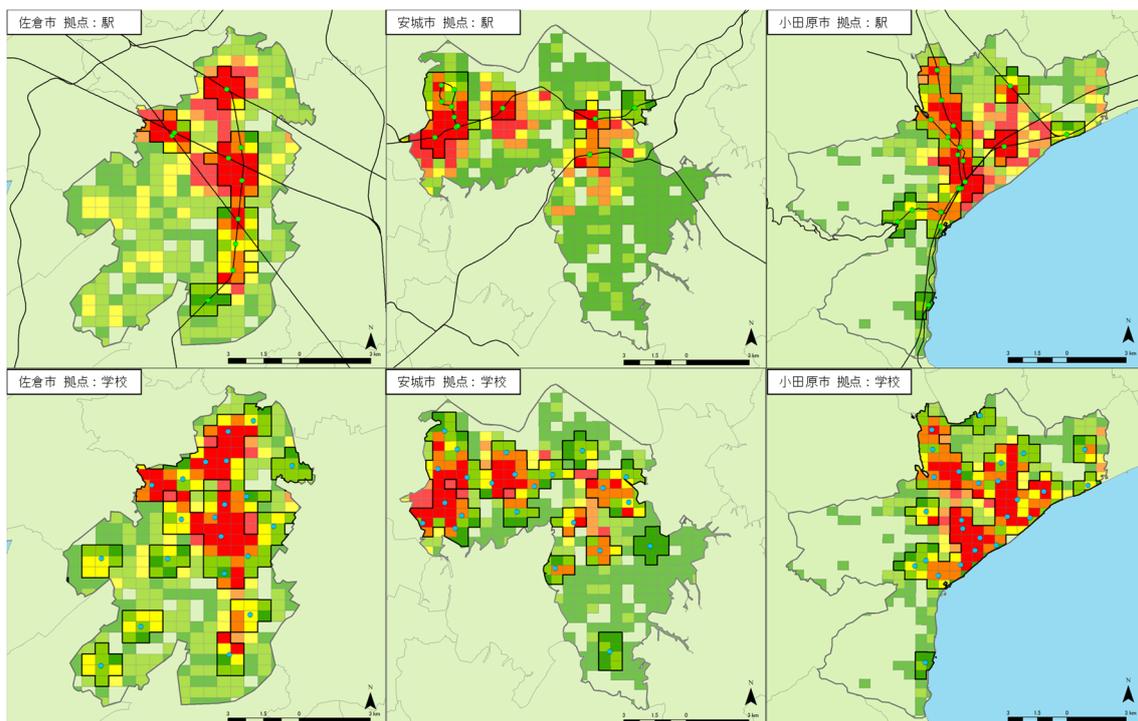


図 2-6 対象都市の人口分布と拠点別集約対象メッシュ分布（三大都市圏）

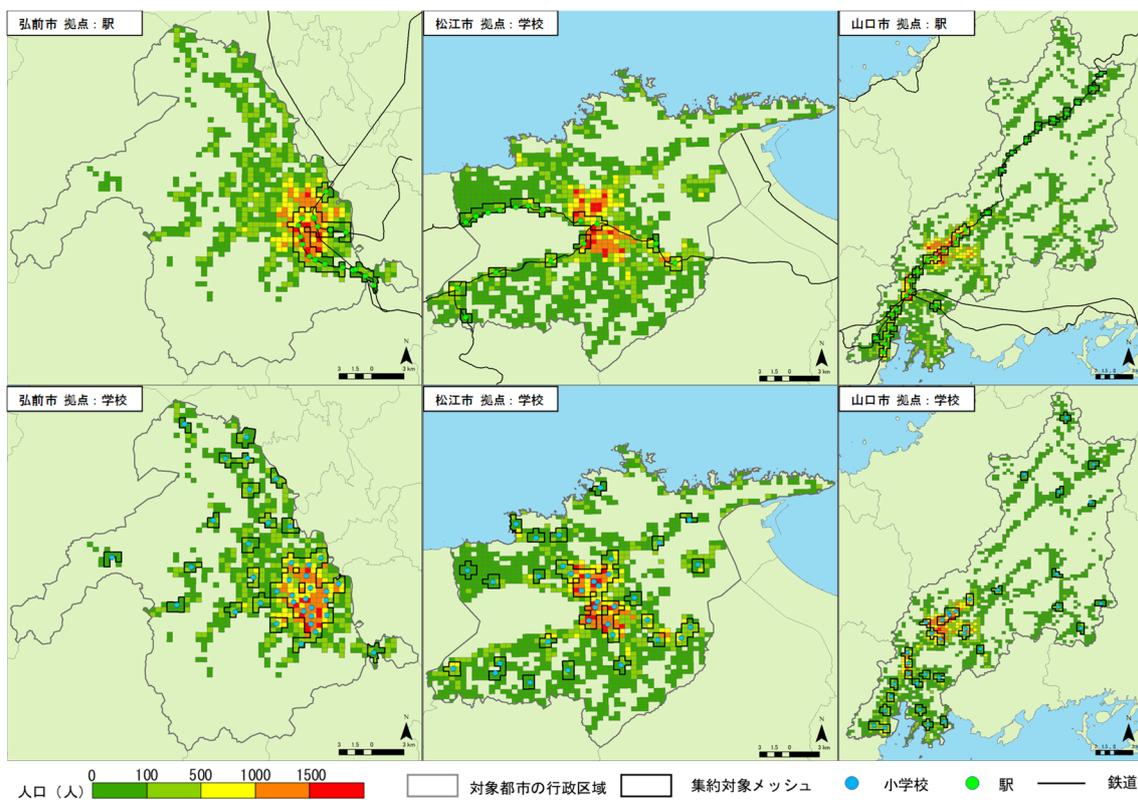


図 2-7 対象都市の人口分布と拠点別集約対象メッシュ分布（三大都市圏外）

2-4-3. 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の検証

駅拠点集約型、学校拠点集約型の人口集約シナリオ、それぞれについて、対象都市別に CO<sub>2</sub> 排出量推定を行った結果を表 2-11 に示す。また、人口集約対象メッシュにおける平均人口密度（集約前）と人口集約対象メッシュ内の 1 メッシュあたりの平均施設数（医療、福祉、商業）を表 2-12 に示す。

三大都市圏内の 3 都市全てにおいて、駅拠点集約型で自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が削減され、これは 2-3-4. の重回帰分析の結果と同様の傾向（駅周辺人口割合が高いと自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が小さい）といえる。また、学校拠点集約型の CO<sub>2</sub> 排出削減量と比べると、3 都市とも駅拠点集約型の方が効果は大きく、学校周辺への人口集約により CO<sub>2</sub> 排出量が増加する都市（安城市、小田原市）もみられた。これらの都市は、現時点でも駅周辺の人口や施設の集積度が大きく（表 2-12）、また鉄道利用割合が大きいと考えられ、駅周辺への人口集積により自動車利用人口が減少することが要因として考えられる。一方、このような都市は、小学校周辺への人口集約により人口分布が広域に広がり、自動車の移動距離が大きくなるため、学校拠点集約型では自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が増加したと考えられる。このことから、三大都市圏の都市では、駅を拠点に人口集約を図ることが自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効と考えられる。

三大都市圏外の 3 都市全てにおいて、学校拠点集約型で自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が削減され、これも 2-3-4. の結果と同様の傾向（学校周辺人口割合が高いと自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が小さい）といえる。また、駅拠点集約型の CO<sub>2</sub> 排出削減量と比較すると、山口市と松江市では学校拠点集約型の方が効果は大きく、駅拠点集約型では CO<sub>2</sub> 排出量が増加した。山口市や松江市は駅周辺の人口集積度が小さく（山口市：平均人口密度 13.78 人/ha、松江市：平均人口密度 13.97 人/ha）、医療施設や大型商業施設といった生活サービス施設の充実度も低い（山口

表 2-11 人口集約拠点別自動車 CO<sub>2</sub> 排出削減量

	市町村名	総人口	集約前 排出量 (CO <sub>2</sub> -t/日)	集約 拠点	集約後(1万人)			集約後(2万人)			集約後(3万人)		
					排出量 (CO <sub>2</sub> -t/日)	削減量 (CO <sub>2</sub> -t/日)	削減率 (%)	排出量 (CO <sub>2</sub> -t/日)	削減量 (CO <sub>2</sub> -t/日)	削減率 (%)	排出量 (CO <sub>2</sub> -t/日)	削減量 (CO <sub>2</sub> -t/日)	削減率 (%)
三大都市圏内	佐倉市	172739	655.3	駅	651.10	4.17	0.64	647.75	7.53	1.15	645.15	10.12	1.54
				学校	652.42	2.85	0.44	650.64	4.63	0.71	649.90	5.37	0.82
	安城市	184140	862.2	駅	857.15	5.10	0.59	853.03	9.21	1.07	849.96	12.29	1.43
				学校	863.42	-1.18	-0.14	865.47	-3.23	-0.37	868.40	-6.15	-0.71
	小田原市	194086	804.9	駅	799.60	5.33	0.66	794.93	10.00	1.24	790.86	14.06	1.75
				学校	806.41	-1.48	-0.18	808.76	-3.84	-0.48	812.07	-7.15	-0.89
三大都市圏外	弘前市	177411	1004.4	駅	987.91	16.51	1.64	973.48	30.94	3.08	961.09	43.33	4.31
				学校	998.74	5.68	0.57	994.59	9.83	0.98	991.82	12.60	1.25
	山口市	197422	1475.9	駅	1473.87	2.05	0.14	1473.96	1.96	0.13	1476.19	-0.27	-0.02
				学校	1464.67	11.25	0.76	1454.87	21.05	1.43	1446.64	29.28	1.98
	松江市	206230	1160.5	駅	1167.06	-6.51	-0.56	1175.75	-15.21	-1.31	1186.66	-26.11	-2.25
				学校	1146.45	14.09	1.21	1133.47	27.08	2.33	1121.56	38.99	3.36

表 2-12 人口集約対象メッシュにおける平均人口密度と平均施設数

	対象都市	駅周辺				学校周辺			
		平均人口 密度	平均医療 施設数	平均福祉 施設数	平均商業 施設数	平均人口 密度	平均医療 施設数	平均福祉 施設数	平均商業 施設数
三大都市圏内	佐倉市	49.32	1.17	0.97	0.25	30.88	0.59	0.92	0.13
	安城市	50.25	0.86	0.44	0.27	34.65	0.54	0.33	0.16
	小田原市	39.72	1.84	2.11	0.44	37.92	0.91	1.11	0.22
三大都市圏外	弘前市	17.24	0.71	1.02	0.20	12.62	0.39	0.82	0.12
	山口市	13.78	0.43	0.28	0.12	14.25	0.43	0.34	0.15
	松江市	13.97	0.58	0.77	0.12	18.33	0.68	1.06	0.13

市：平均医療施設数 0.43、平均福祉施設数 0.28、平均商業施設数 0.12、松江市：平均医療施設数 0.58、平均福祉施設数 0.77、平均商業施設数 0.12) のに対して、学校周辺の人口集積は一定程度高く（山口市：平均人口密度 14.25 人/ha、松江市：平均人口密度 18.33 人/ha）、生活サービス施設の充実度も高い（山口市：平均医療施設数 0.43、平均福祉施設数 0.34、平均商業施設数 0.15、松江市：平均医療施設数 0.68、平均福祉施設数 1.06、平均商業施設数 0.13）。そのため、このような都市では、一定程度、人口や施設の集積があると考えられる学校周辺を拠点とした人口集約を図ることが自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効と考えられる。また、弘前市では、学校拠点集約型の自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が削減されているものの、駅拠点集約型の方が削減量は大きい。これは、三大都市圏内の都市と同様、駅周辺に人口や都市機能が比較的集積している（駅周辺：平均人口密度 17.24 人/ha、平均医療施設数 0.71、平均福祉施設数 1.02、平均商業施設数 0.20、学校周辺：平均人口密度 12.62 人/ha、平均医療施設数 0.39、平均福祉施設数 0.82、平均商業施設数 0.12）ことが要因として考えられる。

以上のことから、全体的な傾向として、三大都市圏内では、鉄道交通が発達し、駅周辺の都市機能集積も一定程度進んでいることから、駅拠点集約型の自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減効果が大きく、一方、三大都市圏外では、鉄道交通が比較的充実しておらず、駅周辺の都市機能集積も十分でないことから、学校拠点集約型の自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の方が大きいといえる。このように、三大都市圏内の都市と三大都市圏の都市では鉄道交通の充実度や施設の集積度が駅周辺と学校周辺で異なるため、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効な集約化の方向性も異なる。ただし、弘前市のように、三大都市圏外の都市でも駅周辺の都市機能集積が高く、駅拠点集約型が有効なケースもあるので、三大都市圏外においても、鉄道駅の拠点性を見極めが必要と考えられる。

## 2-5. 本章のまとめ

本章では、国内の 250 都市（立地適正化計画策定済み）を対象に、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と都市特性指標との関連分析を、人口規模別や三大都市圏内外別に行い、都市特性による自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の要因の違いを示した。その後、都市特性指標と自動車 CO<sub>2</sub> 排出量との間に大きな関連みられた 10-40 万人規模の都市を対象に、二酸化炭素削減効果シミュレーション・ツールを用いて、都市特性指標と自動車 CO<sub>2</sub> 排出量との関連分析で明らかとなった傾向の検証を行った。得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 都市の人口規模が大きいほど、本研究で用いた都市特性指標と 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量との間に強い関連がみられた。また、人口規模によって 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与えると考えられる要因も異なる。
- 2) 人口規模が小さい都市では、本研究で用いた都市特性指標と 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量との関連は小さく、これらの都市特性指標以外に自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与える要因があると考えられる。
- 3) 10-40 万人都市を対象に、三大都市圏内外別に行った重回帰分析の結果より、三大都市圏内の都市では「駅周辺人口割合」が、三大都市圏外の都市では「学校周辺人口割合」が 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に大きな影響を与えていると考えられる。
- 4) 三大都市圏の都市では駅拠点集約型、三大都市圏外の都市では学校拠点集約型がそれぞれ自動車 CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効と考えられる。これは、三大都市圏では鉄道利便性が高く、そのため駅周辺の人口や施設集積度が高いのに対して、三大都市圏外では、駅利便性が比較的低く、駅周辺よりも学校周辺に人口や施設が集積する傾向にあるためと考えられる。ただし、三大都市圏外でも、駅の拠点性（人口や都市機能の集積度）によっては、弘前市のように駅拠点集約型が有効なケースもあり得るため、三大都市圏外においても、鉄道駅の拠点性を見極めが必要と考えられる。

以上のように、都市の特性に応じて自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与える要因は異なり、その特性によって CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効な集約パターンは異なると考えられる。また、人口集約化による CO<sub>2</sub> 排出削減効果の検証を行った全 6 市で、人口や各種施設の集積度が高い拠点に人口集約することが CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効だったことから、人口集約すべきエリアの現状の人口や施設集積度が一定程度、集約化の効果に影響をもたらすものと考えられる。そのため、人口集約を進める際には、人口分布や施設立地分布から集約すべき拠点の人口や施設の集積度を考慮する必要があると考えられる。本章では自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の観点からのみの検討であったが、都市内の人口分布や施設立地分布は、生活利便性などその他の指標にも影響を与える要素と考えられる。そのため、これら施設立地と人口分布の対応関係を明らかにすることができれば、例えば、どのようなエリアに施設が立地しやすいのかといった立地傾向を人口分布から把握することが可能となる。そこで次章では、これら施設の立地とその周辺人口密度との関連分析を行う。

## 注

- 注2-1) 全国 PT 調査の1トリップあたりの距離は自動車トリップによるものだけでなく、全交通手段における1トリップあたりの距離を平均したものであるため、代表交通手段の中で自動車以外の交通（鉄道や徒歩等）が多い人口70万人以上の都市は除くこととした。

## 参考文献

- 2-1) 国土交通省：都市構造の評価に関するハンドブック，2014
- 2-2) 国土交通省：低炭素まちづくり実践ハンドブック，2013
- 2-3) 武田裕之・柴田基宏・有馬隆文：コンパクトシティ指標の開発と都市間ランキング評価－39人口集中地区の相互比較分析－，日本建築学会計画系論文集，Vol.76，No.661，pp.601-607，2011
- 2-4) 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
- 2-5) 谷口守・松中亮治・平野全宏：都市構造からみた自動車CO<sub>2</sub>排出量の時系列分析，都市計画論文集，Vol.43，No.4，pp.121-126，2008
- 2-6) 国土交通省都市局都市計画課：都市モニタリングシート，2018
- 2-7) 中林浩：小学校統廃合の地域生活にもたらす問題（特集 学校統廃合／学校リストラで変わる地域未来），住民と自治，Vol.655，pp.11-14，2017
- 2-8) 国土交通省：地方公共交通の確保・維持・改善に向けた取り組みマニュアル，2012
- 2-9) 国土交通省都市局都市計画課：二酸化炭素削減効果シミュレーション・ツール利用マニュアル，2019
- 2-10) 守谷市：守谷市低炭素まちづくり計画－都市の集約化と、環境にやさしい移動手段による持続可能なまちづくり－，2014
- 2-11) 小田原市：小田原市低炭素まちづくり計画，2014
- 2-12) 国土交通省都市局都市計画課：平成22年度全国都市交通特性調査，国土交通省，2010

## 第3章 都市施設の立地とその周辺人口密度との関連分析

---

- 3-1. 本章の概要
- 3-2. 施設立地と人口密度に関する既往研究の整理
- 3-3. 分析概要
- 3-4. 施設立地と人口密度との関連
- 3-5. 施設数と人口密度との関連
- 3-6. 本章のまとめ

## 第3章 都市施設の立地とその周辺人口密度との関連分析

### 3-1. 本章の概要

前章では、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の観点からのみではあるが、都市の特性によって CO<sub>2</sub> 排出量削減に有効な市街地集約パターンは異なり、これは人口集約すべき拠点エリアの人口や施設の集積度が都市によって異なるためと考えられることを述べた。このように、市街地集約化を行う際には、人口や施設の集積度を考慮する必要があると考えられ、立地適正化計画の中でも、「都市機能誘導区域」と「居住誘導区域」の設定の際には、中心的施設や日常生活施設の集積などが考慮されているが、その際、どのようなエリアで施設が立地、集積、撤退しやすいのかといった施設の立地傾向を把握することが重要と考えられる。そこで、本章では、人口分布データと施設立地分布データを用いて、施設立地とその周辺人口密度との関連を分析し、「どの程度の人口密度であれば、どのような施設が立地しやすいのか？」を明らかにする。加えて、将来、人口減少により施設が撤退すると考えられること、また、人口集約すべき拠点エリアの検討のためには施設の集積度も重要と考えられることから、「どの程度の人口密度であれば、どのような施設が何施設立地しやすいのか？」といった点も重要と考え、施設数と人口密度との関連分析も合わせて行う。

以下に本章の流れを示す。

- 1) 施設立地と人口密度に関する既往研究の整理
- 2) 対象施設とする施設の立地状況の把握
- 3) 施設立地とその周辺人口密度との関連分析
- 4) 施設数とその周辺人口密度との関連分析

### 3-2. 施設立地と人口密度に関する既往研究の整理

施設立地と人口分布の関連については多くの研究蓄積がある。生活利便施設と人口密度との関連を扱った研究として、海道<sup>3-1)</sup>は49の主要都市を対象にDID人口密度と地域生活施設の立地状況の関連分析を行い、DID人口密度が施設立地に影響を与えることを示しており、貞広<sup>3-2)</sup>は店舗分布と人口分布の関係を分析し、人口分布が店舗の主たる立地要因であることを指摘している。また、森永ら<sup>3-3)</sup>はGISを用いて、生活利便施設を対象に、その立地分布と周辺人口や用途地域との関連を分析することで、生活利便施設の周辺で人口密度が高くなることを示しており、増山<sup>3-4)</sup>は人口分布と生活利便施設へのアクセシビリティとの関連について分析を行っている。

都市施設と人口の関連を調べた研究として、鈴木・大城<sup>3-5)</sup>は保育所や小学校、中学校、病院を対象にその立地と人口分布の関連について分析しており、橋本ら<sup>3-6)</sup>は様々な人口規模の都市を対象に、公共交通サービスの整備状況と人口密度の関連分析を行い、公共交通サービスの存在が人口密度を高める要因であることを示している。また、「都市構造の評価に関するハンドブック（国土交通省）」<sup>3-7)</sup>では、商業、医療、福祉施設および基幹の公共交通の存在確率と人口密度について関連分析を行っている。

このように施設の立地と人口密度との関連について分析した研究は多く、それらの間に一定程度の相関があることが明らかにされてきたものの、詳細な施設種別ごとにその立地と周辺人口密度の関連を分析し、それらの立地傾向を定量的指標により説明したものはみられない。各種施設の立地を定量的に評価したものとしては、「国土のグランドデザイン2050 参考資料（国土交通省）」<sup>3-8)</sup>にサービス施設の立地状況を自治体の人口規模を用いて分析したものがあ

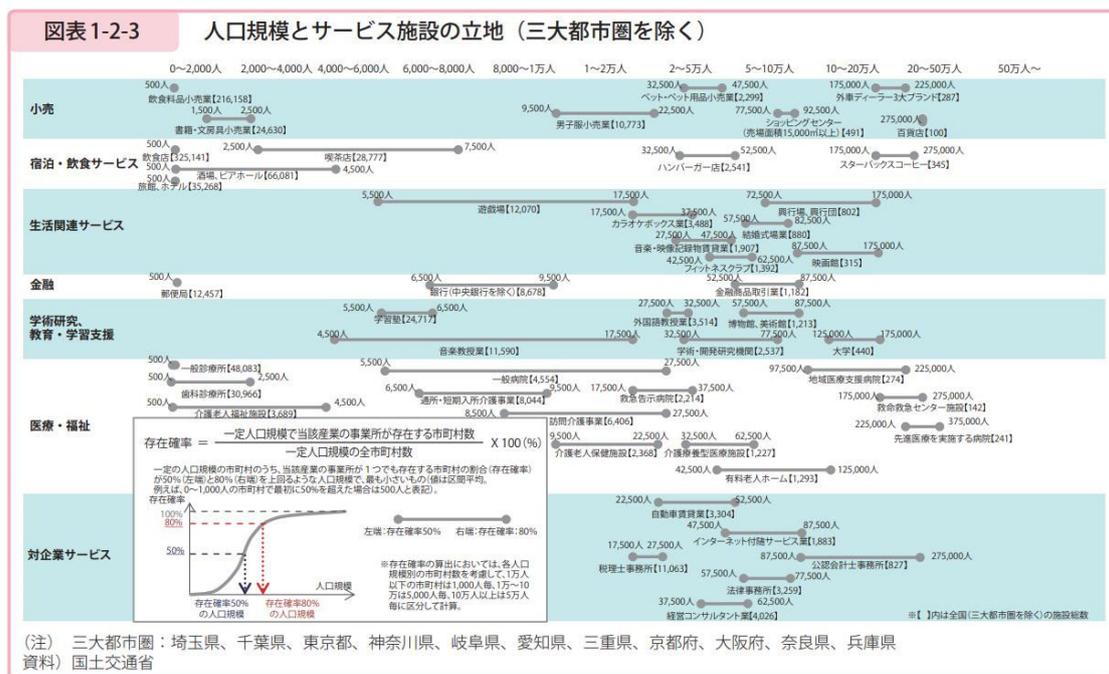


図 3-1 人口規模とサービス施設の立地（文献 3-8 より引用）

把握するに留まっている。しかしながら、立地適正化計画をはじめとしたコンパクトシティ実現に向けた計画の検討の際には、同自治体内においても、地域によって将来のあるべき姿（人口密度の目標設定値など）が異なり得ると考えられる（例えば、大阪府箕面市など）ことから、自治体の人口規模別ではなく、より詳細な空間単位で施設の立地傾向を把握することが望ましい。

そこで本章では、メッシュ人口分布データと施設立地分布データを用いて、多様な施設の立地を横並びで分析し、その立地傾向を人口密度の観点から示す。これにより、都市内の人口分布より施設の立地分布を把握することが可能となると考えた。

### 3-3. 分析概要

#### 3-3-1. 対象地概要

本研究では、広島県全域を対象とした。図 3-2 に広島県の人口分布と将来人口推計の推移を示す。広島県は中国地方の中核を担う県であり、瀬戸内海沿岸には政令指定都市の広島市や人口約 46 万人の地方中核都市である福山市などを有する一方で、県北部の中山間地域では、多くの農村地域も存在する。人口は 2,843,990 人（国勢調査 2015）で、1998 年をピークに緩やかな減少傾向が続いている。また、国立社会保障・人口問題研究所の将来人口推計によれば、2025 年には県内の全自治体が人口減少傾向となり、県全体の人口は 2040 年時点で 2,520,520 人まで減少すると予測されている<sup>3-9)</sup>。

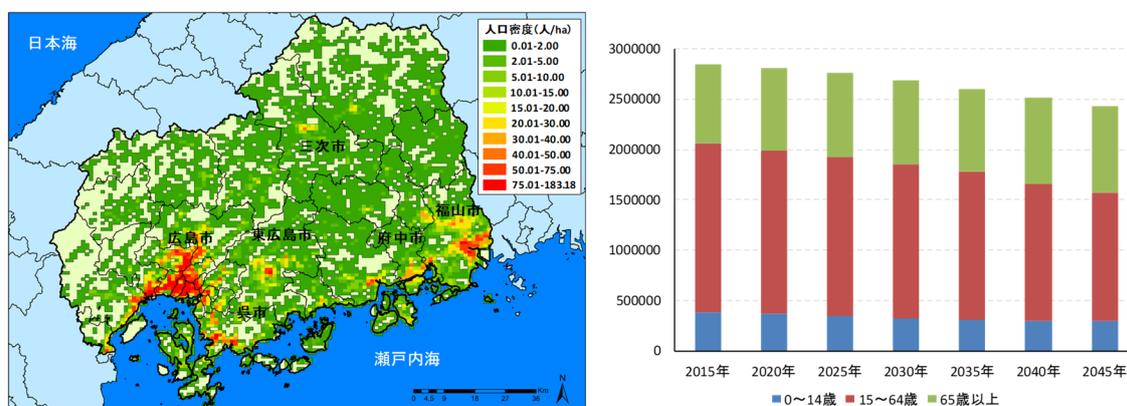


図 3-2 広島県の人口分布（2010 年）と将来人口推計の推移

#### 3-3-2. 使用データ

既往研究<sup>3-3)</sup>より、生活利便施設の立地は周辺人口密度に影響を受けると考えられること、また一般的な徒歩圏距離が 800m であることから、概ねその範囲をカバーできる 1km メッシュデータと各種施設の立地分布データを用いて分析を行うこととした。具体的には、人口密度分布データとして、2010 年の国勢調査の地域統計メッシュ（1km）、各種施設の立地分布データとして、国土数値情報の施設データと法人電話帳をもとに作成された業種店舗統計データ<sup>3-10)</sup>をそれぞれ使用した。対象とした施設は「実践編『小さな拠点』づくりガイド

ブック<sup>3-11)</sup>」で示されている医療、教育・子育て、買い物など11分野に属すると考えられる全29施設とした。対象全29施設を表3-1にそれぞれ示す。なお、対象とした各種施設の分類方法について、商業系施設は業種店舗統計データ分類に従った。医療施設に関しては、「医療法（厚生労働省）」の分類に基づき、20床以上の病床を有する医療施設を「病院」、19床以下の病床を有するものを「診療所」とし、保育施設に関しては、「保育園」、「幼稚園」、「認定こども園」の3種類を保育施設とした。公園施設は「街区公園」、「近隣公園」、「地区公園」を住区基幹公園とした。

### 3-3-3. 施設の立地状況

対象全29施設の施設数、当該施設が立地するメッシュ数、当該施設の立地メッシュ数における平均当該施設数をそれぞれ表3-1に示す。

飲食店の施設数が最も多く、次いでバス停、理容・美容室、食料品・嗜好品店が多い。それに比べ、高校や大学などの教育施設や警察署・交番、消防署、図書館・美術館・資料館など公共的施設の施設数は少ない。全体として、商業系施設の施設数が多く、公共的施設の施設数が少ない傾向にある。各施設が立地するメッシュ数をみると、バス停が立地するメッシュ数が最も多く、飲食店、食料品・嗜好品店、福祉施設、公民館・集会所が多い。該当施設

表3-1 対象とする全29施設とメッシュ別平均施設数

対象とする各施設(29施設)	施設数	施設立地メッシュ数	施設立地メッシュ数における平均施設数
理容・美容室	7370	1019	7.23
飲食店	15022	1163	12.92
スポーツ・レジャー施設	2456	754	3.26
クリーニング店	1494	507	2.95
食料品・嗜好品(酒・茶・コーヒー・タバコ)店	5284	1089	4.85
コンビニエンスストア	1097	514	2.13
デパート・スーパー・ディスカウントストア	4429	431	10.28
薬局	2174	320	6.79
電気機器販売店	1323	513	2.58
繊維・衣服店	2518	491	5.13
家具・雑貨店	1407	513	2.74
郵便局	704	619	1.14
銀行	568	215	2.64
福祉施設	1611	1159	1.39
歯科診療所	1555	695	2.24
診療所(病床19床以下の病院)	2386	773	3.09
病院	255	244	1.05
保育施設(保育所・幼稚園・認定こども園)	919	635	1.45
小学校	550	519	1.06
中学校(中学校・中等教育学校)	282	269	1.05
高校(高等学校・高等専門学校)	141	125	1.13
大学(大学・短期大学)	35	31	1.13
警察署・交番	327	309	1.06
消防署	129	116	1.11
図書館・美術館・資料館	148	119	1.24
公民館・集会所	1967	1239	1.59
バス停	7554	2781	2.72
ガソリンスタンド	948	624	1.52
住区基幹公園(街区・近隣・地区公園)	2174	661	3.29

の立地メッシュにおける平均施設数を見ると、飲食店とデパート・スーパー・ディスカウントストアなどの商業系施設の値が高く、1つのメッシュ内に多く立地しているのに対し、小学校や中学校、警察署・交番、病院の値は小さい。値の大きな商業系施設は商圈が比較的小さく、1kmメッシュ内の施設数が多くなる傾向にあるのに対し、値の小さい施設の多くは小学校区や二次医療圏域、管轄区域などカバー圏域が広く設定されており、広域に分散しているためと考えられる。

#### 3-3-4. 分析方法

本分析では、各施設の施設立地とその周辺人口密度との関連分析および施設数と人口密度との関連分析の2通り行う。前者の分析では、「1kmメッシュ人口密度がどの程度であれば、対象施設が少なくとも1つ立地するかどうか？」を把握するために、施設別の「立地確率」を「居住地メッシュ（居住があるメッシュ）の数に対する当該施設が立地するメッシュ数の割合」と定義し、人口密度分布データと各種施設の立地分布データを用いて、立地確率を人口密度区分ごとに算出し、立地確率と人口密度の関連を調べることにした。なお、本研究は「1kmメッシュ人口密度がどの程度であれば、対象施設が少なくとも1つ立地するかどうか？」を把握したものであり、人口増減による施設数の増減については議論できない。後者の分析は、「どの程度の人口密度であれば、各施設が何施設立地するのか？」を把握するために、1kmメッシュ内の各施設の施設数別に平均人口密度を算出し、施設数と人口密度との関連を調べることにした。分析方法・手順について、以下に「コンビニエンスストア」を例に説明する。

##### ①施設立地と人口密度との関連分析手順

- 1) 人口分布データを用いて、居住地メッシュ（1km）を抽出。
- 2) 「コンビニエンスストア」の立地分布データを用いて、「コンビニエンスストア」の有無を1kmメッシュ毎に判定、抽出。
- 3) 人口密度区分（10人/haごとに区分）別に、全ての「居住地メッシュ」数に対する「コンビニエンスストア」が立地するメッシュ数の割合（立地確率）を算出。
- 4) 人口密度による「コンビニエンスストア」の立地確率回帰曲線（施設によっては回帰直線）を作成。

なお、対象地の1kmメッシュ人口密度の頻度分布をみる（図3-2）と、人口密度120人/ha以上のメッシュ数が極端に少ないことから、120人/ha以上のメッシュはまとめることにした。また、人口密度区分と立地確率の回帰式作成に際しては、立地確率がある人口密度で100%となり、それより高い人口密度帯でも100%が続く場合、回帰線がその数値の影響を受け、低密度の範囲で過小評価される可能性があるため、100%となる最小の数値までのサンプルを用いることにした。なお、回帰式に関しては、複数の曲線回帰式と直線回帰式を作成し、その中から決定係数が高い回帰式を用いることにした<sup>注3-1)</sup>。

## ②施設数と人口密度との関連分析手順

- 1) 人口分布データと対象施設の立地分布データを用いて、各 1km メッシュ内に存在する施設と人口密度を算出。
- 2) メッシュ内施設数ごとにメッシュ平均人口密度を算出。
- 3) 平均人口密度と施設数の回帰曲線（施設によっては回帰直線）を作成。

なお、回帰式に関しては、①と同様、回帰曲線と回帰直線を作成し、その中から決定係数が高い回帰式を用いることとした。

### 3-4. 人口密度と施設立地の関連

全 29 施設の立地確率と人口密度の関連分析を行った結果を図 3-3 に、立地確率が 50～80%となる人口密度を施設ごとにまとめたものを図 3-4 にそれぞれ示す。図 3-4 については、人口密度と立地確率の関連分析の結果、決定係数が 0.7 以上の施設、および立地確率 80%となる人口密度が現在の最大人口密度（183.18 人/ha）以下となる施設のみをまとめた。なお、本研究では、内閣府の「需要密度と立地可能なサービス」を参考に、当該サービスの提供に最低限必要と考えられる需要規模として立地確率 50%となる人口密度をひとつの指標と考えた。また既往研究<sup>3-12)</sup>の拠点類型別の生活利便施設存在確率をみると、対象施設の中で、人口密度との関連が大きい施設は「地方中心拠点」や「生活駅中心型拠点」で存在確率が 80%以上、また「旧町村中心拠点」や「市街化調整区域拠点」では、値が高いもので 80%程度となっており、立地確率 80%となる人口密度もひとつの指標と考えた。

#### 3-4-1. 各施設と人口密度との相関関係

全施設の立地確率を算出し、人口密度との回帰式を作成した結果、全 29 施設のうち 25 施設で高い関連（決定係数 0.7 以上）がみられた。特に商業系施設にその傾向が強くみられる一方で、中学校や大学、公民館・集会所、美術館・図書館・資料館では高い関連性はみられなかった。商業系施設については、その多くが民間企業であり、採算性を考慮してその立地が検討されることから、他の施設に比べ周辺人口密度の影響が大きく、おおむね 1km 圏内の人口密度でその立地が説明できると考えられる。高い関連性がみられなかった施設の中で、中学校については、中学校区が設定されており、通学距離がおおむね 6km 以内という基準があること<sup>3-13)</sup>、公民館については、その立地が概ね小学校や中学校区をもとに設定されていたこと<sup>3-14)</sup>、大学と図書館・美術館・資料館に関しては、施設数が少なく、施設の誘致圏が他の施設に比べ範囲が広いことが、施設立地と周辺人口密度の間に高い関連性が見られない要因と考えられる。また、各施設の立地確率と人口密度の回帰式に着目すると、直線回帰の傾向が見られる施設（病院、銀行、警察署・交番など）と曲線回帰の傾向がみられる施設（コンビニエンスストア、飲食店など）に区別できる。つまり病院や銀行などの施設は立地確率が人口密度に比例して高くなる傾向にあるが、コンビニエンスストアや飲食店などは一定程度の人口密度に達するとその施設の立地確率はほぼ 100%となる。

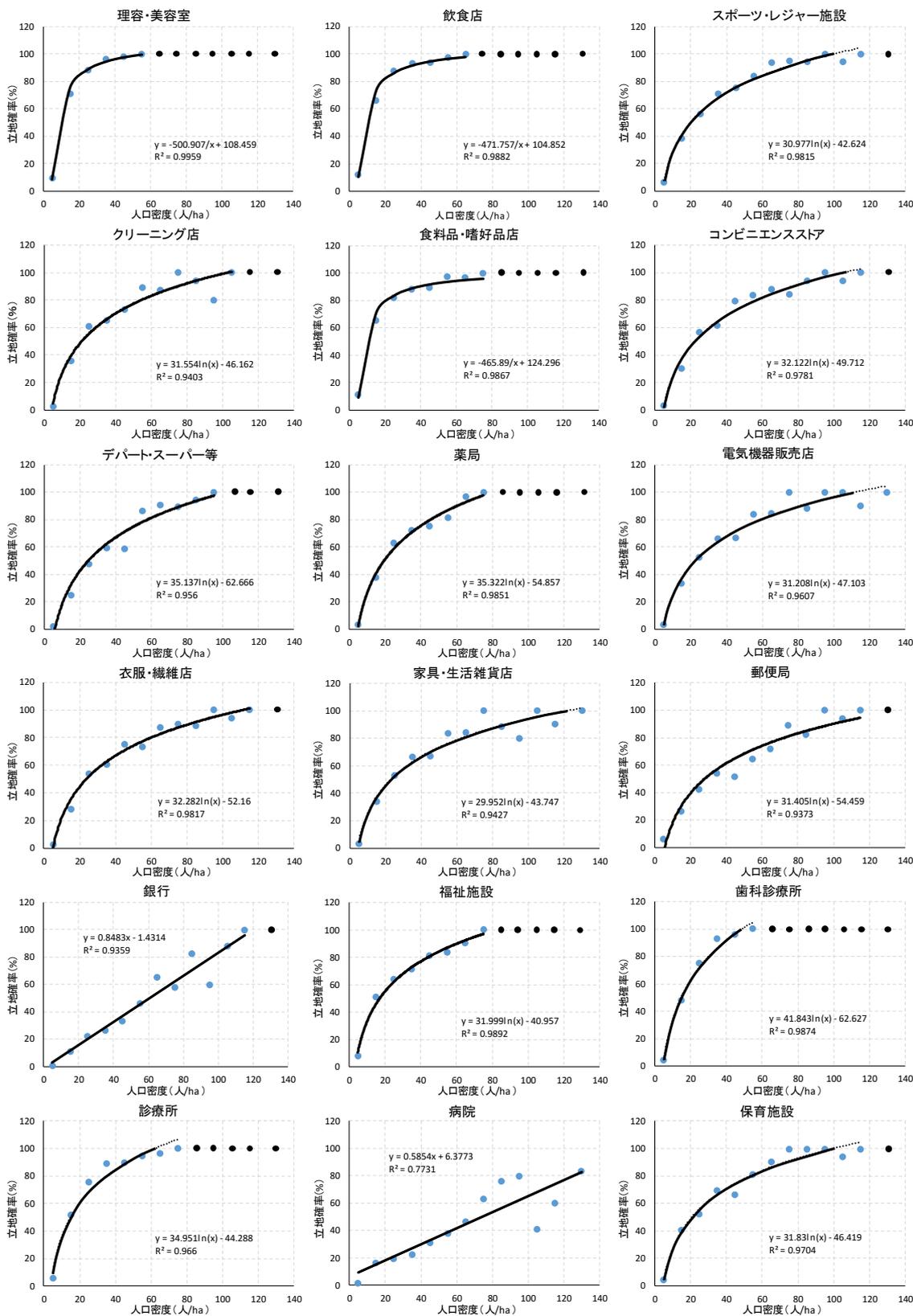


図 3-3 立地確率と人口密度との関連

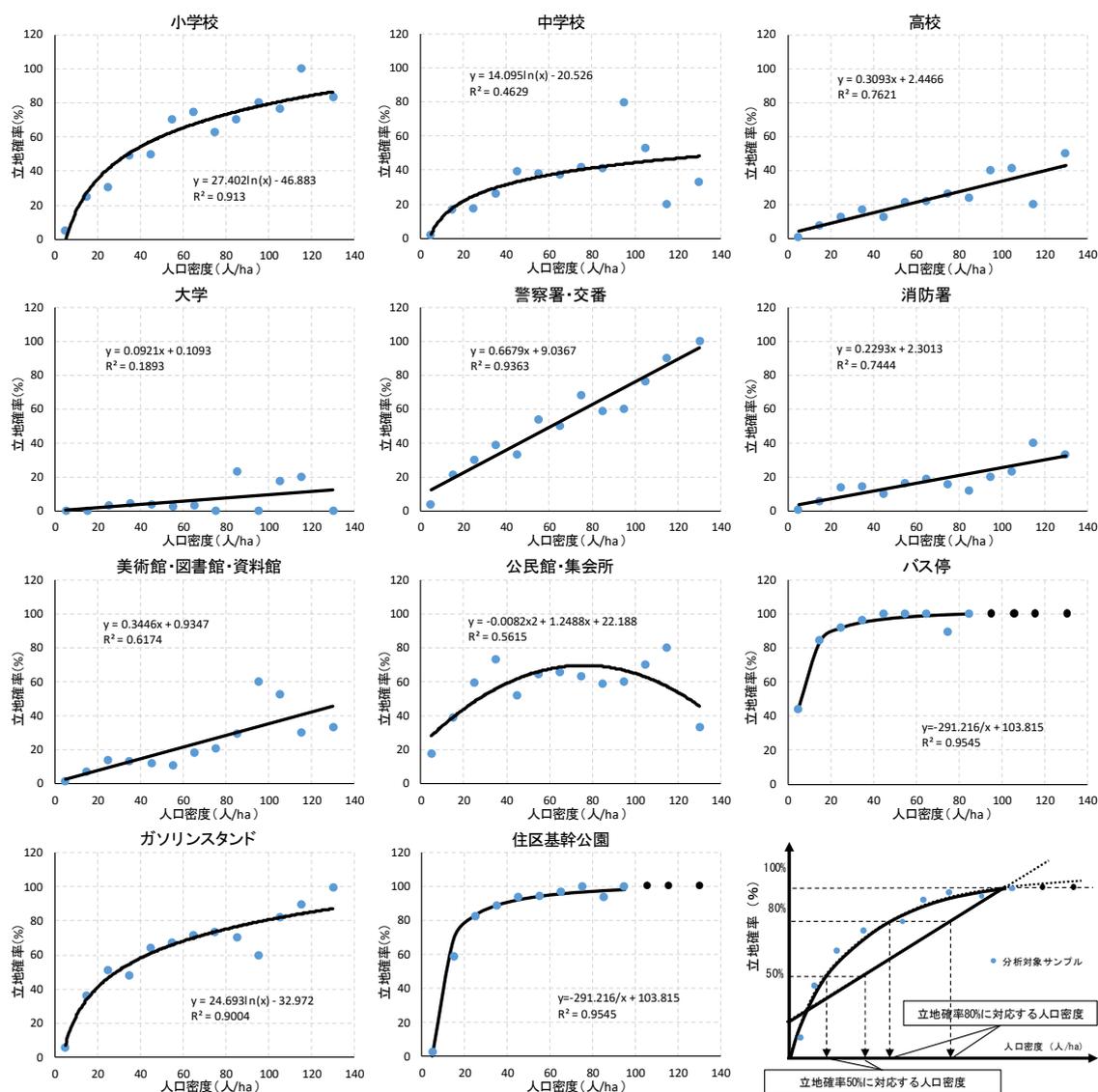


図 3-3 立地確率と人口密度との関連

### 3-4-2. 施設別の立地傾向

全 29 施設をサービス施設、物販施設（総合）、物販施設（専門品）金融・通信関連施設、医療・福祉施設、教育関連施設、その他の施設の 7 つに分類し、人口密度の観点からその立地傾向を整理した。

#### 1) サービス施設

理容・美容室と飲食店の立地確率が 50~80%となる人口密度は 10~20 人/ha であり、他の施設と比べて、人口密度が低いエリアでも立地しやすい傾向がみられる。スポーツ・レジャー施設とクリーニング店は人口密度が約 55 人/ha 程度のエリアであれば立地しやすい傾向にある。

## 2) 物販（総合）

食料品・嗜好品店は理容・美容室と同様、人口密度が20人/ha程度のエリアでも立地しやすい傾向にある。コンビニエンスストアとデパート・スーパー等は60人/ha程度のエリアであれば立地しやすい傾向にある。

## 3) 物販（専門品）

薬局、電気機器販売店、繊維・衣服店、家具・生活雑貨店は45~60人/ha程度であれば、立地しやすい傾向にある。その中でも電気機器販売店、繊維・衣服店、家具・生活雑貨店は立地確率が50%と80%となる人口密度の値がどちらも類似しており、これらの施設は人口密度の観点からは同様の立地傾向にあると考えられる

## 4) 金融・通信関連施設

銀行は立地確率50~80%となる人口密度が約60~95人/haとなり、人口密度が低いエリアでは立地しにくい傾向がみられる。郵便局は人口密度が70人/ha程度のエリアで立地しやすい傾向にある。

## 5) 医療・福祉施設

歯科診療所、診療所は35人/ha、福祉施設は45人/ha程度のエリアであれば立地しやすい傾向にあるのに対し、病院は、立地確率が50~80%となる人口密度が約75~125人/haと、人口密度が低いエリアでは立地しにくい傾向がある。また、病院は立地確率80%となる人口密度の値が全施設の中で最も大きい。

## 6) 教育関連施設

保育施設は55人/ha程度の人口密度のエリアであれば立地しやすい傾向にある。小学校は立地確率が50%となる人口密度が約34人/haであるのに対し、80%となる人口密度が約100人/haとその幅は大きい。

## 7) その他の施設

バス停と住区基幹公園は人口密度が10~20人/ha程度のエリアで立地しやすい傾向にあるのに対し、警察署・交番は人口密度が60~100人/haで立地する傾向にある。また、ガソリンスタンドは、立地確率50%と80%となる人口密度が約30~100人/haとなり、その幅が全施設の中で最も大きい。

これらの傾向を総合して考えると、人口密度の観点からは、10~20人/ha程度のエリアで立地しやすい施設（飲食店や食料品店、住区基幹公園など5施設）、20~60人/ha程度のエリアで立地しやすい施設（福祉施設やコンビニエンスストア、薬局など12施設）、60人/ha以上のエリアであれば立地しやすい施設（小学校や病院、銀行など6施設）の3種類に分類することができる。これらの指標を参考に、例えば拠点地域の人口密度を検討する際には、拠点地域に必要な施設に応じて目標とすべき人口密度を設定することも可能と考えられる。

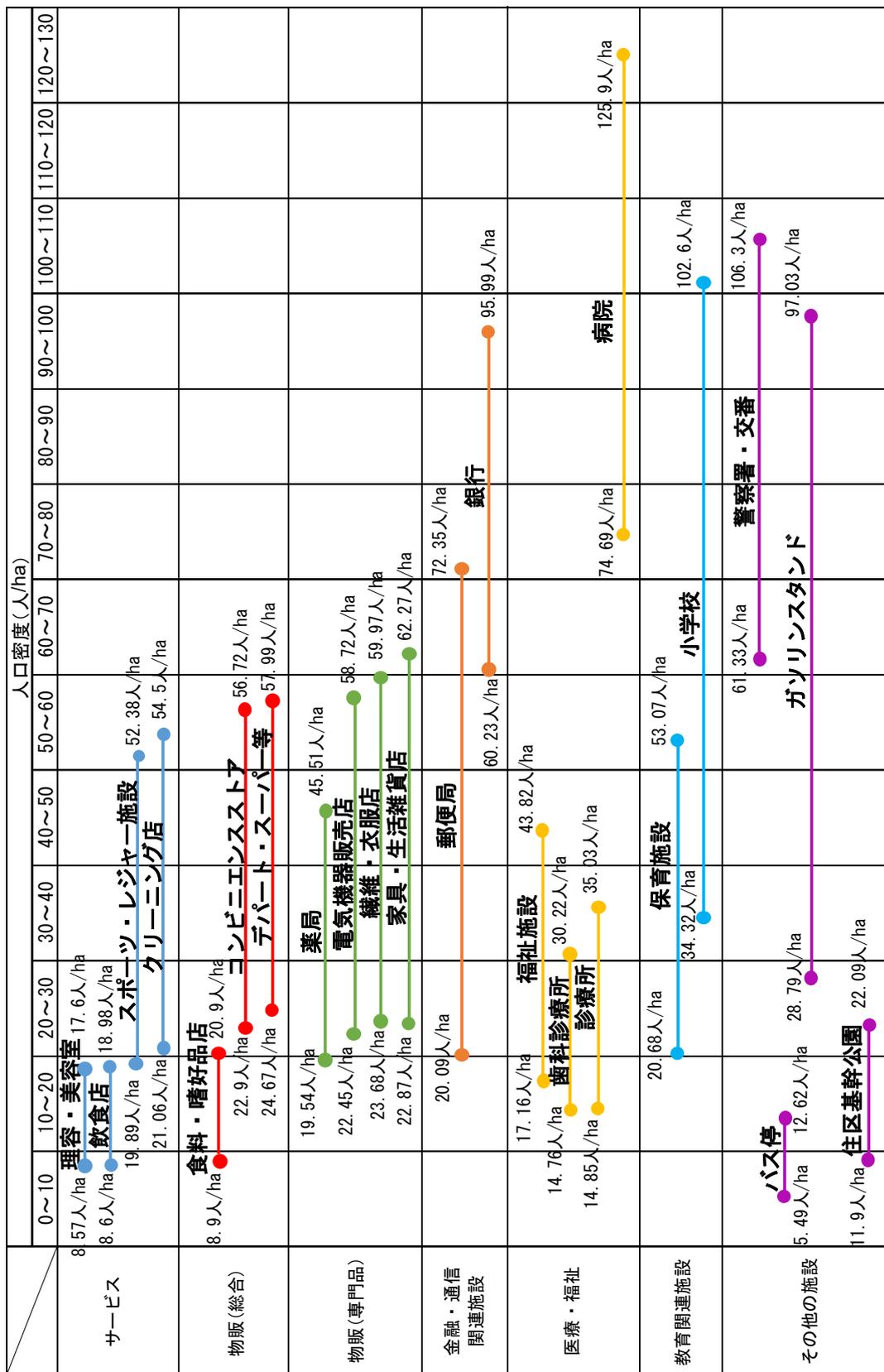


図3-4 立地確率50-80%となる人口密度(23施設)

### 3-5. 施設数と人口密度の関連分析

#### 3-5-1. 施設数と人口密度の相関関係

3-3-4 で示した方法に従い、各施設の施設数と人口密度との関連分析を行った。なお、全 29 施設のうち、サンプル数の都合上、1 つのメッシュ内に施設が 5 つ以上立地する施設のみを対象とすることとした。図 3-5 に施設数と人口密度との関係を示す。

全 20 施設のうち、19 施設で施設数と人口密度との間に高い関連（決定係数 0.7 以上）がみられた。このことから、概ね 1km メッシュの人口密度によって、各施設の施設数を推測することもできると考えられる。施設数と人口密度の回帰式に着目すると、直線回帰の傾向がみられる施設（美容・理容室や飲食店など 10 施設）と曲線回帰の傾向がみられる施設（食料品・嗜好品店や薬局など 10 施設）に区別できる。

#### 3-5-2. 施設別の施設数と人口密度の関連

3-4-2 で分類した施設別に立地傾向を整理する。

##### (1) サービス施設

サービス施設は他の施設と比べて、1 つのメッシュに多数の施設が立地している施設が多く、比較的人口密度が低いエリアでも多数の施設が立地する傾向がある。特に、美容・理容室や飲食店はその傾向が強い。

##### (2) 物販（総合）

食料品・嗜好品店は理容・美容室や飲食店と同様、比較的人口密度が低いエリアでも施設が多く立地しやすい傾向にある。コンビニエンスストアやデパート・スーパーなどは約 30 人/ha 程度のエリアであれば複数の施設が立地しやすい傾向にある。

##### (3) 物販（専門）

薬局、電気機器販売店、衣服・繊維店、家具・生活雑貨店は約 20 人/ha 以上で施設が複数立地しやすい傾向にある。

##### (4) 金融通信関連施設

銀行はその他の施設に比べて、人口密度の低いエリアで複数の施設が立地しにくい傾向にある。

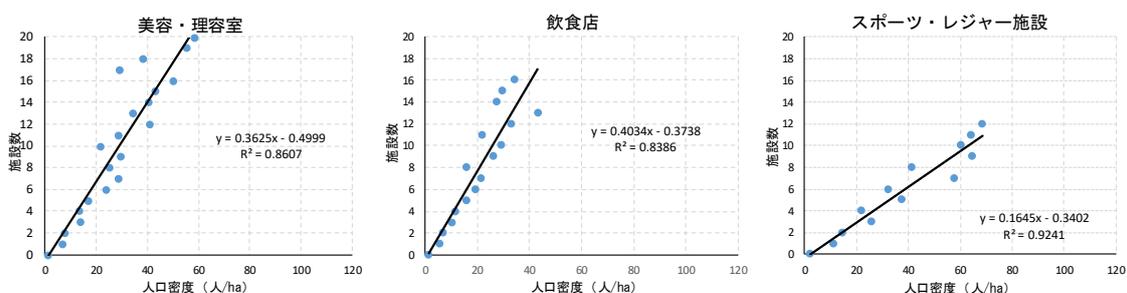


図 3-5 施設数と人口密度との関連

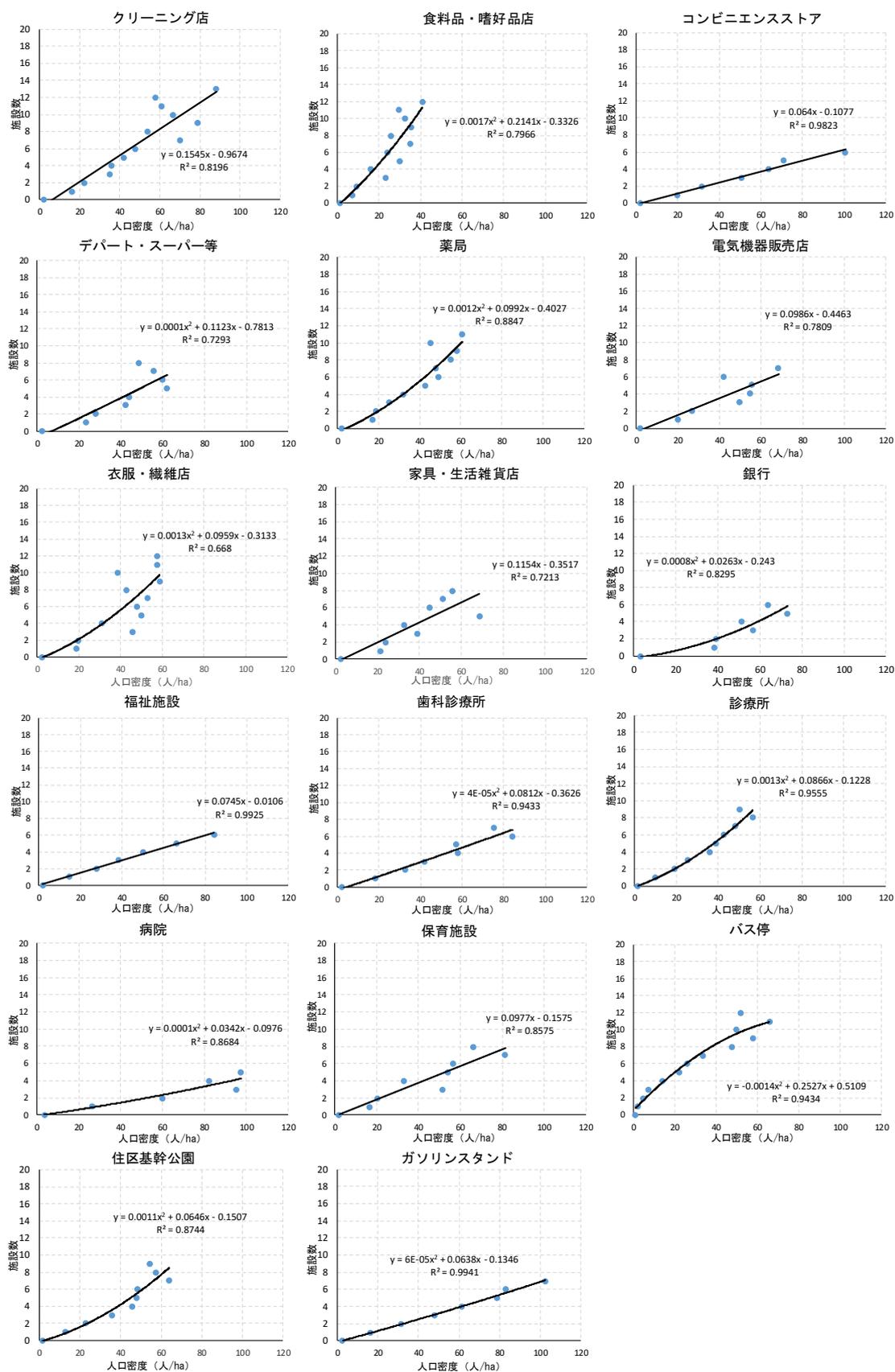


図3-5 施設数と人口密度との関連

## (5) 医療・福祉施設

福祉施設や歯科診療所は約 35 人/ha、診療所は約 20 人/ha 程度のエリアで複数の施設が立地しやすい傾向にある。また、病院は人口密度の低いエリアで複数立地しにくい傾向にある。

## (6) 教育関連施設

保育施設は約 20 人/ha 程度のエリアで複数の施設が立地しやすい傾向にある。

## (7) その他の施設

バス停は比較的人口密度の低いエリアでも多くの施設が立地しやすい傾向にある。住区基幹公園は約 20 人/ha、ガソリンスタンドは約 30 人/ha 程度のエリアで複数の施設が立地する傾向にある。

## 3-6. 本章のまとめ

本章で得られた主な知見を以下に示す。

- 1) 各施設の立地と人口密度の関連分析を行った結果、全 29 施設のうち、25 施設で高い関連がみられた。このことから、1km メッシュ内の人口密度で各施設の立地を概ね説明可能と考えられる<sup>注3-2)</sup>。
- 2) 施設立地とその周辺人口密度との間に高い関連がみられた施設の多くが商業系施設で、これらの多くは民間企業であり、採算性を考慮してその立地が検討されることから、他の施設に比べ周辺人口密度の影響が大きいと考えられる。それに対して、中学校や公民館、警察署などは高い関連性がみられず、これは、これらの施設のカバー圏域などが 1km 以上に設定されているものが多く、その施設数も少ないためと考えられる。
- 3) 人口密度と立地確率の回帰式に着目してみると、人口密度と立地確率が比例関係にある施設と一定程度の人口密度に達するとほぼ 100%となる施設の 2 種類がみられた。
- 4) 立地確率 50~80%となる人口密度をそれぞれの施設で算出すると「10~20 人/ha」、「20~60 人/ha」、「60 人/ha 以上」の 3 つの人口密度区分に施設の立地傾向を分類できた。
- 5) 施設数と人口密度の関連分析を行った結果、対象とした全 20 施設のうち 19 施設で高い関連がみられた。このことから、1km メッシュ内の人口密度で各施設の施設数も概ね説明可能と考えられる。
- 6) 美容・理容室や飲食店など 1 つのメッシュに多く立地する施設は、比較的人口密度が低いエリアで多数の施設が立地するのに対して、病院や銀行などは人口密度が低いエリアでは施設が複数立地しにくい傾向にある。

以上のように、多くの施設で施設の立地とその周辺人口密度には高い関連がみられた。このことから、人口分布形態が違う都市では、各施設の立地分布も異なると考えられ、これにより各都市構造評価指標の評価も異なると考えられる。そこで、次章では、人口分布形態により都市を類型化し、類型ごとに都市構造評価を行う。その後、それらを比較することで、人口分布形態による都市類型化が都市構造上の課題把握に有用であることを示す。

## 注

注3-1) 曲線回帰に関しては、対数曲線、逆数、多項式近似曲線（2~6次関数）、指数曲線、修正指数曲線、ロジスティック曲線をそれぞれ作成した（図3-6）。ただし、施設によっては、多項式近似による曲線の決定係数が最も高くなる場合もあるが、これらの曲線は施設の立地確率と人口密度の関係を示す回帰式として適切でないと考えられること（例えば、実際は人口密度が一定程度に達すると立地確率が100%となり、それより高い人口密度帯でも立地確率が100%となるにも関わらず、2次関数や3次関数の場合、100%に収束しないことなど）、また2番目に決定係数が高い回帰式と比べ、決定係数の差が小さい（0.01程度）ことから除外した。

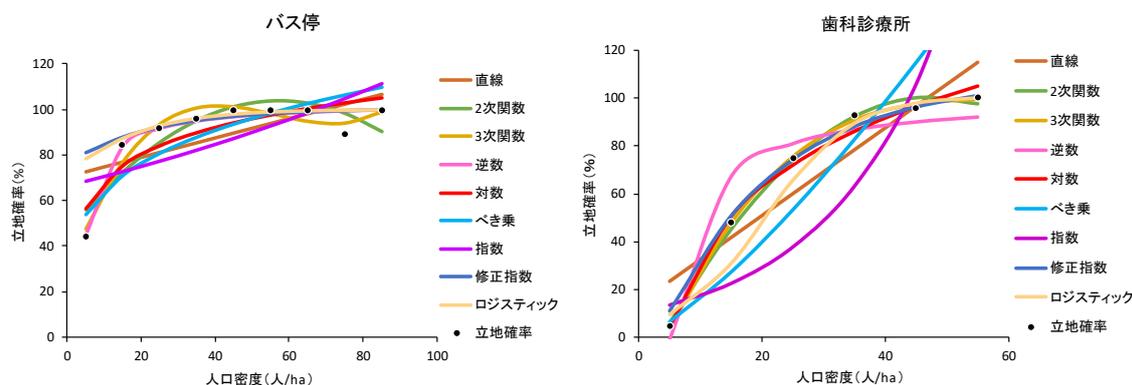


図3-6 立地確率と人口密度の回帰曲線

注3-2) 本分析では、対象施設の後背圏の大きさの違いや対象施設の周辺施設立地状況などが施設立地に与える影響等は考慮できておらず、これらの詳細な関係性の把握は今後の課題と考えられる。

## 参考文献

- 3-1) 海道清信：人口密度指標を用いた都市の生活環境評価に関する研究—交通生活及び徒歩圏の地域生活施設を中心に—，日本都市計画学会学術研究論文集，No. 36，pp.421-426，2001
- 3-2) 貞広幸雄：都市人口分布と店舗分布の比例関係についての考察，日本建築学会計画系論文集，No.432，pp.99-104，1992
- 3-3) 森永武夫・有馬隆文・萩島哲・坂井猛：生活利便施設の分布からみた生活環境に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，No.35，pp.991-996，2000
- 3-4) 増山篤：生活利便施設へのアクセシビリティが人口分布の規定要因と考える統計的分析方法，日本都市計画学会都市計画報告集，No.8，pp.149-156，2009
- 3-5) 鈴木勉・大城将範：東京区部における都市施設分布と年齢別人口構成の推移の関連分析，GIS-理論と応用，Vol.20，No.1，pp.1-9，2012
- 3-6) 橋本晋輔・谷口守・松中亮治：公共交通整備状況と地区の人口密度から見た都市拡散の関連分析，都市計画学会論文集，No.41，pp.117-123，2009
- 3-7) 国土交通省：都市構造の評価に関するハンドブック，2014
- 3-8) 国土交通省：国土のランドデザイン 2050 参考資料，2014

- 3-9) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口市町村偏，2018年3月推計
- 3-10) 株積会社JPS：TMD500 全業種 店舗統計データ・メッシュ500，2014
- 3-11) 国土交通省：【実践編】「小さな拠点」づくりガイドブック（本編），2015
- 3-12) 谷口守・山根優生・越川知紘：多様性を内在する「小さな拠点」の俯瞰的整理の試みー生活の礎としての役割に着目した調査報告ー，都市計画論文集，Vol.50，No.3，pp.1297-1302，2015
- 3-13) 文部科学省：義務教育諸学校の施設費の国庫負担などに関する法律施行令第4条第1項第2号，2016
- 3-14) 文部科学省：公民館の設置及び運営に関する基準，1998.12

## 第4章 人口分布形態指標による同規模人口都市の類型化と評価

---

- 4-1. 本章の概要
- 4-2. 人口分布形態指標の選定と算出
- 4-3. 人口分布形態指標を用いた都市の分類
- 4-4. 各都市類型の都市構造評価
- 4-5. 本章のまとめ

## 第4章 人口分布形態指標による同規模人口都市の類型化と評価

### 4-1. 本章の概要

前章では、人口分布データと各種施設の立地分布データを用いて、施設の立地と人口密度分布の関連を示し、人口密度分布によって一定程度、各施設の立地を説明できることを明らかにした。そのため、人口分布パターンが異なる都市では、施設分布も異なる可能性が考えられ、それによって都市の課題や特徴、目指すべき集約化の方向性も異なると考えられる。日本の国土は約7割が山地・丘陵地という急峻な地形条件であることから、可住地面積が小さく、高度経済成長期には丘陵地の大規模な開発や低平地における宅地開発などが行われてきた。また、道路や鉄道などのインフラが発達したことで、従来の旧市街地とは異なるエリアに居住地が形成され、特に、モータリゼーションにより、都市の郊外化もみられるようになった。そのため、人口分布の空間的パターンは都市によって多様と考えられ、これによって都市構造の評価は異なると考えられる。実際、都市構造評価の観点から都市の類型化を行った先行研究<sup>4)</sup>では、都市構造の評価は、人口規模によって異なるものの、同規模人口都市であっても、都市構造評価に大きな差がみられる項目もあり、これは人口分布の拡がり方や集積度（人口分布形態）などの影響によるものと示唆された。

そこで、本章では、同規模人口都市を対象に、人口分布形態を定量的に示した後に、それらを用いて都市の類型化を行い、その都市類型毎に各種都市構造評価値を算出し、それらを比較することで、人口分布形態の違いが都市構造評価に与える影響を明らかにする。

以下に本章の流れを示す。

- 1) 人口分布形態指標の選定と算出
- 2) 同規模人口都市を対象とした人口分布形態指標を用いたクラスター分析（都市類型化）
- 3) 都市類型毎の都市構造評価の算出と比較

4-2. 人口分布形態指標の選定と算出

4-2-1. 人口分布形態指標の選定

人口分布形態を定量的に把握した研究として、Tsai<sup>4-2)</sup>は均等度を表すジニ係数と集積性を表すグローバルモラン統計量を用いて都市の空間構造を定量的に把握する手法を提案しており、これらを応用し、鈴木ら<sup>4-3)</sup>は市町村の人口分布を類型化し、地域毎に均等性と集積性が異なることを示している。また、天野ら<sup>4-4)</sup>は DID に関連する指標により都市を類型化し、DID 関連指標と通勤通学手段の利用率との関係を明らかにしている。加えて、日本では地形的制約によって居住地が形成されることが考えられることから、居住地の連坦性も重要な人口分布形態指標と考えられる。

そこで、本研究では、対象都市の人口分布特性を把握するために、これら既往研究を参考に、人口分布の形態を表す指標として、「面的な人口分布状況」と「特定地域への偏在傾向」の2側面から各3指標を用いることとした。人口分布形態を表す指標の算出には、国土数値情報の500mメッシュデータ(2015)およびDIDデータ(2015)を使用し、GIS上で算出した。なお、本章では、人口分布形態指標の算出にDIDを用いること、また、対象都市の都市構造評価を行うことから、第2章で対象とした250都市のうち、(1)DIDを有していない都市、(2)都市構造評価に必要なデータが入手困難な都市を除くこととした。特に人口5万人未満の都市がこの条件に多く該当したため、5万人未満の都市は対象から除外した。また、人口規模40-70万人都市と70万人以上の都市は対象サンプルが少ないことから、日本全国の都市を対象とした<sup>注4-1)</sup>。対象都市一覧を表4-1に示す。

表 4-1 対象都市一覧

70万人以上規模都市 (17都市)	三大都市圏外 (10都市)	札幌市 福岡市	仙台市 熊本市	新潟市	静岡市	浜松市	岡山市	広島市	北九州市
	三大都市圏 (7都市)	さいたま市	千葉市	川崎市	相模原市	京都市	堺市	神戸市	
40-70万人規模都市 (27都市)	三大都市圏外 (11都市)	宇都宮市 大分市	富山市 宮崎市	金沢市 鹿児島市	倉敷市	福山市	高松市	松山市	長崎市
	三大都市圏 (16都市)	川口市 藤沢市	市川市 岐阜市	船橋市 豊田市	松戸市 枚方市	柏市 東大阪市	八王子市 姫路市	町田市 尼崎市	横須賀市 西宮市
10-40万人規模都市 (87都市)	三大都市圏外 (48都市)	函館市 鶴岡市 伊勢崎市 松本市 草津市 丸亀市	旭川市 福島市 太田市 上田市 東近江市 新居浜市	釧路市 郡山市 長岡市 沼津市 和歌山市 西条市	青森市 水戸市 上越市 富士市 松江市 高知市	弘前市 土浦市 高岡市 磐田市 東広島市 大牟田市	八戸市 つくば市 小松市 掛川市 廿日市市 飯塚市	大崎市 那須塩原市 福井市 藤枝市 山口市 久留米市	秋田市 前橋市 長野市 彦根市 周南市 都城市
	三大都市圏 (39都市)	川崎市 流山市 豊川市 松阪市 八尾市	春日部市 小田原市 刈谷市 桑名市 寝屋川市	戸田市 大和市 安城市 豊中市 河内長野市	坂戸市 海老名市 多治見市 池田市 大東市	野田市 豊橋市 小牧市 吹田市 箕面市	成田市 岡崎市 東海市 高槻市 門真市	佐倉市 一宮市 津市 守口市 大垣市	市原市 春日井市 伊勢市 茨木市
5-10万人規模都市 (62都市)	三大都市圏外 (48都市)	大仙市 新発田市 三条市 海南市 千曲市 直方市	横手市 むつ市 安曇野市 越前市 行橋市 桜井市	花巻市 北上市 加賀市 敦賀市 始良市 館林市 湖西市	二本松市 阿南市 燕市 四国中央市 館林市 諏訪市	十和田市 宇和島市 茅野市 袋井市 鯖江市 牛久市	五所川原市 甲賀市 北広島市 天理市 守山市	五泉市 三原市 坂出市 光市 大村市 室蘭市	大館市 佐久市 下野市 裾野市 宗像市 大和郡山市
	三大都市圏 (14都市)	伊賀市 阪南市	亀山市 知立市	たつの市 高石市	関市 福生市	舞鶴市 長岡京市	亀岡市 志木市	東松山市	京田辺市

## 4-2-2. 面的な人口分布状況を示す指標

## ①グローバルモラン統計量 (MI) : 人口密度のばらつき

各メッシュに空間的な位置と人口密度値により算出される空間的自己相関分析の統計量。 $-1 \sim 1$  の値をとり、この値が大きい場合、隣接するメッシュの人口密度値が類似しており、小さい場合、異なる値のメッシュが混在していること表す。以下に算出方法を示す。Morans I インデックス値  $I$ 、Z スコア  $ZI$  を算出し、P 値からインデックス値の有意性を評価する。

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{i,j} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} \dots\dots\dots(2)$$

$$Z_I = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}} \dots\dots\dots(3)$$

$$E[I] = -\frac{1}{n-1} \dots\dots\dots(4)$$

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2 \dots\dots\dots(5)$$

## ②人口分布拡散度 (DP)

都市全体の人口分布面積に対する DID 以外の面積が占める割合。この値が大きい場合、DID 外に居住地が広く拡散している。

## ③平均隣接メッシュ数 : 居住地の連続性

各居住メッシュ (人口が存在する) に隣接する居住メッシュ数の平均値。連続したまとまりのある居住地が形成されているかを表す。

## 4-2-3. 特定地域への偏在傾向を示す指標

## ①DID 人口率 (PR) : 市街地の集積性

当該都市の全人口に対する DID 内の人口割合。この値が大きければ、市街地への人口集積度合いが大きい。

## ②DID 人口密度比 (DPR) : 市街地のメリハリ

都市域全体の人口密度に対する DID 内の人口密度の比。DID 内外で市街地としてのメリハリがあるかの程度を示す指標。

## ③人口分布ジニ係数 (GINI)

各メッシュの人口密度について昇順に累積構成比を把握した値で 0 から 1 の値をとる。値が 1 に近いほど都市全体の人口密度に偏りがあり、0 に近いほど偏りがないことを表す。

4-2-4. 人口分布形態指標間の相関関係の把握

次節で人口分布形態指標を用いて対象都市の類型化を行うため、その説明変数を選択するために、指標間の相関関係を人口規模別に把握した（表4-2）。

5-10万人規模の都市では、「人口分布拡散度」が「DID人口率(-0.85)」、「ジニ係数(0.77)」との間に、「平均隣接メッシュ数」が「DID人口密度比(R=-0.73)」、「ジニ係数(-0.67)」との間にそれぞれ高い相関がみられた（括弧内は相関係数、以降も同様）。人口10-40万人規模の都市では、「ジニ係数」が「DID人口密度比(R=0.65)」、「グローバルモラン統計量(R=0.67)」、「人口分布拡散度(R=0.87)」、「平均隣接メッシュ数(R=-0.76)」との間に、「人口分布拡散度」が「DID人口率(R=-0.86)」、「DID人口密度比(R=0.63)」、「ジニ係数(R=0.87)」、「平均隣接メッシュ数(R=-0.65)」との間に、「平均隣接メッシュ数」が「DID人口密度比(R=-0.79)」、「ジニ係数(R=-0.76)」、「人口分布拡散度(R=-0.65)」との間にそれぞれ高い相関がみられた。人口40-70万人規模の都市では、「DID人口密度比」が「DID人口率(R=-0.72)」、「ジニ係数(R=0.80)」、「人口分布拡散度(R=0.75)」、「平均隣接メッシュ数(R=-0.73)」との間に、「ジニ係数」が「DID人口率(R=-0.78)」、「DID人口密度比(R=0.80)」、「人口分布拡散度(R=0.93)」、「平均隣接メッシュ数(R=-0.80)」との間に、「人口分布拡散度」が「DID人口率(R=-0.88)」、「DID人口密度比(R=0.75)」、「ジニ係数(R=-0.93)」、「平均隣接メッシュ数(R=-0.72)」との間にそれぞれ高い相関がみられた。人口70万人以上の都市では、「DID人口密度比」、「ジニ係数」、「グローバルモラン統計量」、「人口分布拡散度」がその他の指標と高い相関がそれぞれみられた。

人口規模によって人口分布形態指標間の相関関係は異なることから、次章のクラスター分析ではこれらを考慮し、説明変数の選択を行う。

表4-2 人口規模別人口分布指標間の相関関係

	5-10万人規模の都市							10-40万人規模の都市					
	特定地域への偏在傾向			面的な分布状況				特定地域への偏在傾向			面的な分布状況		
	PR	DPR	GINI	MI	DP	AM		PR	DPR	GINI	MI	DP	AM
PR	1						PR	1					
DPR	-0.50	1					DPR	-0.51	1				
GINI	-0.39	0.54	1				GINI	-0.54	0.65	1			
MI	-0.07	0.19	0.50	1			MI	-0.22	0.42	0.67	1		
DP	-0.85	0.59	0.77	0.36	1		DP	-0.86	0.63	0.87	0.54	1	
AM	0.40	-0.73	-0.67	-0.15	-0.57	1	AM	0.41	-0.79	-0.76	-0.49	-0.65	1
	40-70万人規模の都市							70万人以上規模の都市					
	特定地域への偏在傾向			面的な分布状況				特定地域への偏在傾向			面的な分布状況		
	PR	DPR	GINI	MI	DP	AM		PR	DPR	GINI	MI	DP	AM
PR	1						PR	1					
DPR	-0.72	1					DPR	-0.79	1				
GINI	-0.78	0.80	1				GINI	-0.63	0.81	1			
MI	-0.28	0.12	0.54	1			MI	-0.62	0.64	0.60	1		
DP	-0.88	0.75	0.93	0.46	1		DP	-0.77	0.88	0.90	0.76	1	
AM	0.58	-0.73	-0.80	-0.42	-0.72	1	AM	0.43	-0.58	-0.72	-0.21	-0.62	1

PR: DID人口率 DPR: DID人口密度比 GINI: 人口分布ジニ係数

MI: グローバルモラン統計量 DP: 人口分布拡散度 AM: 平均隣接メッシュ数

### 4-3. 人口分布形態指標を用いた都市の分類

前節で算出した人口分布形態指標を説明変数とし、各人口規模の都市をサンプルに、それぞれクラスター分析（Ward 法）を行うことで、同規模人口都市群毎に人口分布形態による都市類型化を行った。その際、変数間の相関を考慮し、各指標間の相関係数が 0.6 以上のものを除くこととした。なお、クラスター分析を行う際には、各人口分布形態指標値を偏差値化しており、距離測定には平方ユークリッド距離を用いた。

#### 4-3-1. 5-10 万人規模の都市類型化とその特徴

5-10 万人規模の都市では、変数間の相関を考慮し、「人口分布拡散度」、「平均隣接メッシュ数」を説明変数から除くこととした。クラスター分析の結果、7つのクラスターに分類することができた（表 4-3、表 4-4、図 4-1）。以下に各クラスターの特徴を示す。

CL1a は PR が高く、MI、DPR が低い。このことから、DID に人口が集積しているが、DID 外の人口密度も一定程度高く、MI が低いことから、人口密度にまとまりはないと考えられる。CL2a は GINI と DPR がやや大きいことから、一定程度、DID 内外で人口密度に差があり、人口分布に偏りがみられる。PR が小さいことから、都市全体に対する DID への人口集積は小さく、MI が大きいことから、同密度の人口がまとまって分布していると考えられる。CL3a は DPR が特に大きく、GINI も大きい、PR が小さいことから、人口分布に偏りがあり、市街地の差別化はされているものの、人口が広域に分布しているなどの要因により、都市全体に対する DID の人口集積率は小さいと考えられる。CL4a は MI、PR が小さいことから、人口の集積性が低く、DID 外にも人口が拡散しており人口密度にまとまりがない。また、DPR が小さいことから、DID 内外の人口密度差は小さく、GINI が小さいことから人口密度分布の偏りは小さいと考えられる。CL5a は PR、MI、GINI が大きいことから DID への人口集積性、偏在性が高く、同密度にまとまって分布していると考えられる。CL6a は PR がやや低く、DID への人口集積度は大きくない。DPR、GINI が低いため、人口密度の偏りは

表 4-3 クラスター別都市一覧（5-10 万人規模）

人口5-10万人規模の都市類型		クラスターNo./クラスター名称	
CL1a 「市街地人口集積大・人口密度分散分布型」		CL2a 「市街地人口集積小・人口密度偏在集積分布型」	
室蘭市 北広島市 敦賀市 京田辺市 阪南市 大和郡山市		五所川原市 二本松市 越前市 茅野市 関市 袋井市 たつの市 阿南市	
CL3a 「市街地人口集積小・人口密度偏在広域分布型」		CL4a 「市街地人口集積小・人口密度均一分散分布型」	
十和田市 むつ市 花巻市 横手市 大館市 大仙市 五泉市 伊賀市 甲賀市 宇和島市		四国中央市	
CL5a 「市街地人口集積大・人口密度偏在集積分布型」		CL6a 「市街地人口集積小・人口密度均一集積分布型」	
牛久市 下野市 東松山市 三栄市 新発田市 守山市 舞鶴市 亀岡市 桜井市 三原市 光市 宗像市 大村市 始良市		北上市 加賀市 諏訪市 佐久市 千曲市 安曇野市 裾野市 亀山市 湖南市 直方市	
CL7a 「市街地人口集積大・人口密度均一分散分布型」			
志木市 福生市 知立市 長岡京市 高石市		館林市 燕市 鯖江市 天理市 海南市 坂出市 行橋市 荒尾市	

表 4-4 クラスター別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値 5-10 万人規模)

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値					人口分布形態指標の平均偏差値				
			人口(人)	都市面積 (ha)	人口密度	高齢化率 (%)	昼夜間人口比率 (%)	人口増減率 (%)	グローバルモラン統計量 (MI)	DID人口率 (PR)	DID人口密度比 (DPR)	人口分布ジニ係数 (GINI)
5-10万規模都市	CL1a	6	70992	9551.7	11.74	28.51	98.33	-2.15	42.35	62.03	44.11	49.88
	CL2a	9	73730	30421.2	2.98	28.54	99.26	-2.92	55.64	40.50	51.86	52.62
	CL3a	10	77913	68309.1	1.24	32.36	99.26	-5.31	50.82	42.41	67.67	55.78
	CL4a	10	68021	21889.9	4.26	27.96	100.20	-1.98	35.13	43.27	48.05	46.21
	CL5a	14	82541	20906.9	6.66	27.52	93.14	-0.95	60.23	54.76	48.26	57.79
	CL6a	8	65144	8298.9	8.24	29.38	97.42	-2.43	54.72	48.42	42.31	46.40
	CL7a	5	67638	1319.8	54.56	24.59	87.42	0.07	40.94	70.52	39.43	25.39

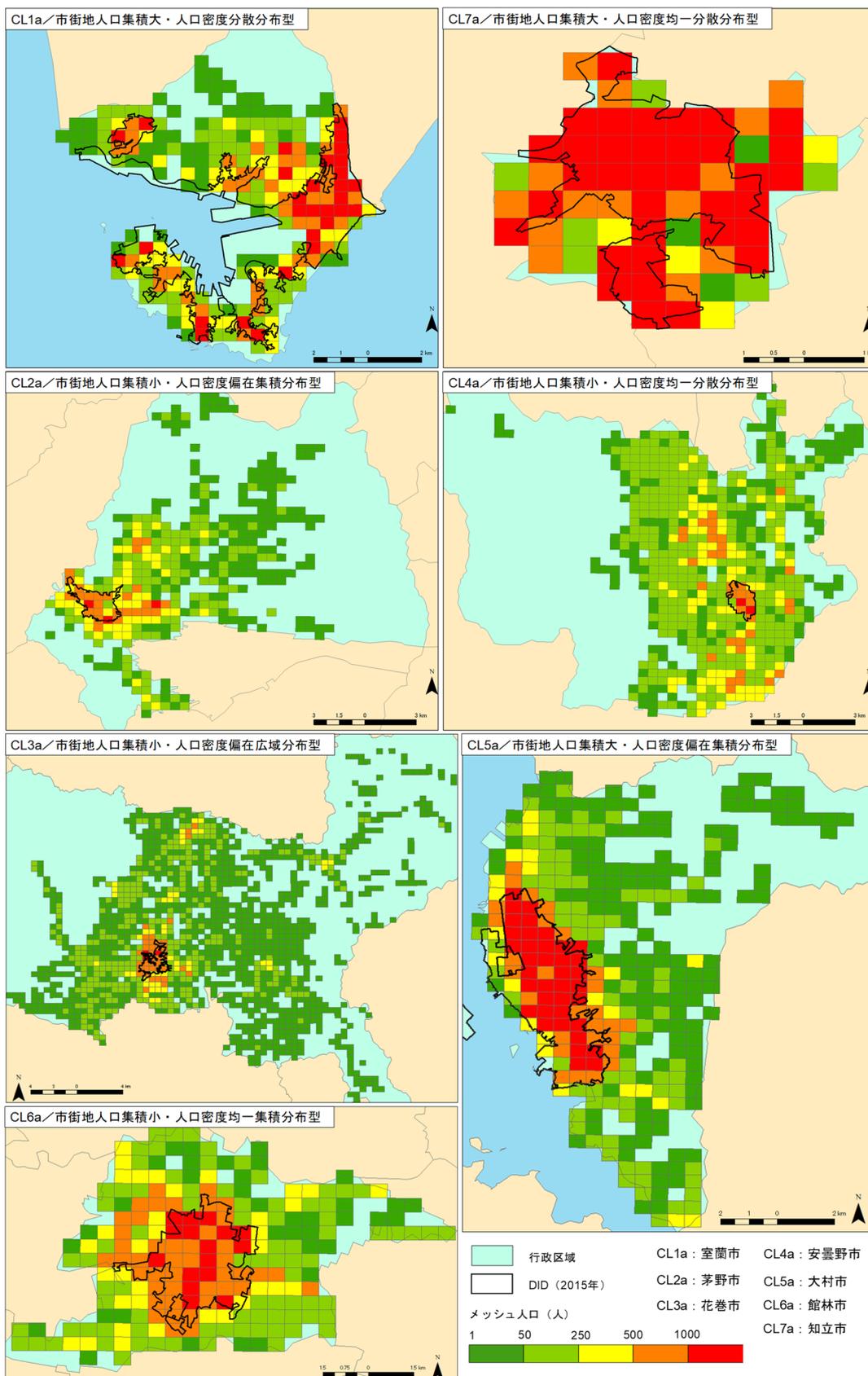


図 4-1 各クラスターに属する都市の人口分布の例 (5-10 万人規模)

小さく、MIが高いため、人口密度にまとまりがあると考えられる。CL7aはPRが特に大きく、DIDへの人口集積度が大きく、GINI、MIが小さいことから、その分布は均一に分散している。

各クラスターで上記の特徴がみられたことから、それぞれ「CL1a：市街地人口集積大・人口密度分散分布型」、「CL2a：市街地人口集積小・人口密度偏在集積分布型」、「CL3a：市街地人口集積小・人口密度偏在広域分布型」、「CL4a：市街地人口集積小・人口密度均一分散分布型」、「CL5a：市街地人口集積大・人口密度偏在集積分布型」、「CL6a：市街地人口集積小・人口密度均一集積分布型」、「CL7a：市街地人口集積大・人口密度均一分散分布型」と名付けた。

各クラスターの基本属性偏差値をみると、CL5aの人口がやや大きいですが、そのほかのクラスター間では人口に大きな差はみられない。クラスター別にみると、CL1aは都市面積が小さく、人口密度も高い。CL2aは都市面積が大きく、人口密度が低い。CL3aは都市面積が最も大きく、人口密度が最も低い。また、高齢化率が最も高く、人口増減率が最も低いことから、人口減少高齢化が最も進行している都市類型と考えられる。CL4aは最も昼夜間人口比が高い。CL5aは最も人口が大きく、CL6aは最も人口が小さい。CL7aは人口密度が最も高く、昼夜間人口比が最も低い。これは、CL7aに属する都市は全て三大都市圏の都市であることから、比較的居住密度が高く、都心に通勤通学する居住者が多いためと考えられる。

4-3-2. 10-40万人規模の都市類型化とその特徴

10-40万人規模の都市では、変数間の相関を考慮し、「人口分布拡散度」、「平均隣接メッシュ数」、「ジニ係数」を説明変数から除くこととした。クラスター分析の結果、6つのクラスターに分類することができた(表4-5、表4-6、図4-2)。以下に各クラスターの特徴を示す。

CL1bはPRが高く、DPRが小さいことから、DIDへの人口集積率は高いものの、DID内外の人口密度差は小さく、DID外も一定程度、人口密度が高いエリアがあると考えられる。CL2bはPR、MI、DPRが高いことから、人口集積度が高く、人口密度にまとまりがあるものの、DID内外での密度の差が大きいと考えられる。CL3bはDPR、MIが高いが、PRが低いことから、DID内外で市街地の差別化はされているものの、DID外に一定程度、人口が集積しており、都市全体の人口に対するDIDへの人口集積率自体は低いと考えられる。CL4bはPRが低く、DPRがやや低いことから、DIDへの人口集積率は小さく、DID外に一定程度人口が分布していると考えられる。CL5bはPR、MIが低いことから、DIDへの人口集積率は低く、人口密度分布にはまとまりがないと考えられる。CL6bはPRが高いことから、DIDの人口集積率は高く、DPRが小さく、都市人口密度も高いことから、人口密度は比較的均一に分布していると考えられる。

各クラスターで上記の特徴がみられたことから、「CL1b：市街地集積大・人口密度均一集積分布型」、「CL2b：市街地集積大・人口密度偏在集積分布型」、「CL3b：市街地集積大・人口密度偏在広域分布型」、「CL4b：市街地集積小・人口密度集積分布型」、「CL5b市街地集積小・人口密度分散分布型」、「CL6b：市街地集積大・人口密度均一分散分布型」と名付けた。

各クラスターの基本属性平均値をみると、CL1b、CL4b、CL6bの人口は同程度であるが、そのほかのクラスターとは人口に差がみられた。CL1bは人口密度と高齢化率が高い。CL2bは人口、人口増減率が最も大きい。また、昼夜間人口比が最も大きい。これは、地方圏の県庁所在地の都市が多く、その周辺都市から通勤通学する人口が一定程度多いためと考えら

表 4-5 クラスター別都市一覧 (10-40万人規模)

人口10-40万人規模の都市類型		クラスターNo./クラスター名称	
CL1b 「市街地集積大・人口密度均一集積分布型」		CL4b 「市街地集積小・人口密度集積分布型」	
函館市 旭川市 釧路市 川越市 春日部市 小牧市 茨木市 佐倉市	福島市 水戸市 土浦市 前橋市 坂戸市 野田市 市原市 高岡市		
海老名市 沼津市 富士市 一宮市 草津市 池田市 八尾市 河内長野市	長野市 松本市 大垣市 藤枝市 豊川市 安城市 彦根市 廿日市市		
新居浜市 高知市 大牟田市	久留米市		
CL2b 「市街地集積大・人口密度偏在集積分布型」		CL5b 「市街地集積小・人口密度分散分布型」	
青森市 弘前市 八戸市 秋田市 福井市 豊橋市 岡崎市	つくば市 伊勢崎市 太田市 小松市 上田市 磐田市 津市 伊勢市		
		桑名市 丸亀市 飯塚市 多治見市 東近江市 西条市	
CL3b 「市街地集積小・人口密度偏在広域分布型」		CL6b 「市街地集積大・人口密度均一分散分布型」	
大崎市 鶴岡市 那須塩原市 掛川市 東広島市 都城市 郡山市 成田市	戸田市 流山市 小田原市 大和市 春日井市 刈谷市 東海市 豊中市		
長岡市 上越市 松阪市 松江市 山口市 周南市	吹田市 高槻市 守口市 寝屋川市 大東市 箕面市 門真市 和歌山市		

表 4-6 クラスター別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値 (10-40万人規模)

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値					人口分布形態指標の平均偏差値				
			人口(人)	都市面積(ha)	人口密度(ha/人)	高齢化率(%)	昼夜間人口比率(%)	人口増減率(%)	グローバルモラン統計量(MI)	DID人口率(PR)	DID人口密度比(DPR)	
10-40万人規模都市	CL1b	19	216403	24447.8	22.56	27.68	97.42	-1.03	51.81	57.64	46.80	
	CL2b	7	290550	53513.0	6.72	26.88	102.63	-1.55	63.73	52.43	52.03	
	CL3b	14	178846	71195.1	2.90	27.09	102.26	-1.52	60.72	39.67	63.37	
	CL4b	17	209889	32466.1	10.00	26.49	100.22	-0.12	51.75	47.99	49.25	
	CL5b	14	157607	28977.4	7.49	26.62	99.29	-0.61	42.17	37.28	50.24	
	CL6b	16	222028	5521.9	61.47	24.97	94.97	1.18	37.44	62.17	41.80	

れる。CL3b は都市面積が最も大きく、人口密度が最も小さい。CL5b は人口が最も小さい。CL6b は人口密度が最も高く、昼夜間人口比が最も低い。CL6b の都市は和歌山市以外、全て三大都市圏の都市であることから、都心に通勤通学する人口が一定数存在するためと考えられる。

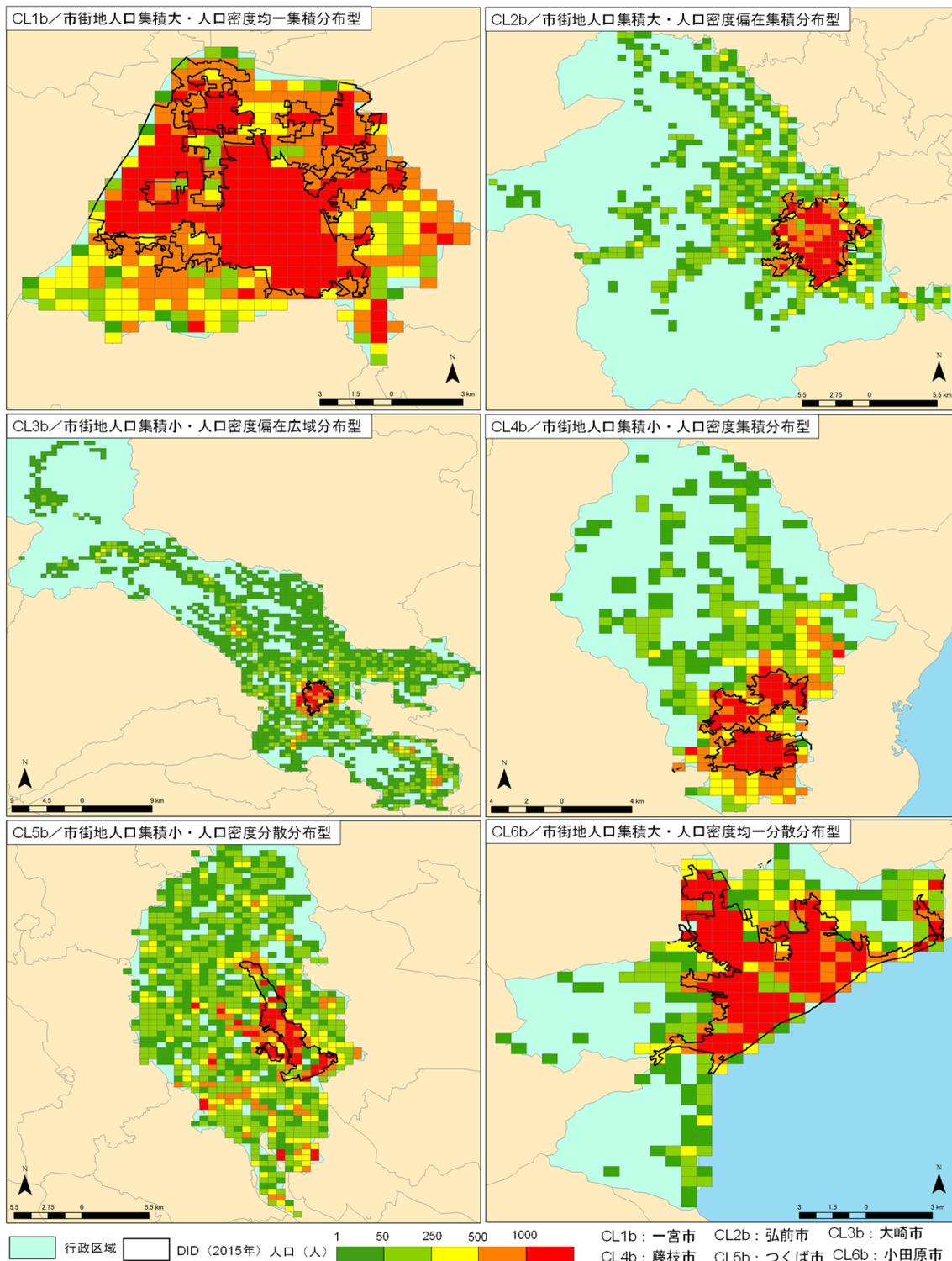


図 4-2 各クラスターに属する都市の人口分布の例 (10-40 万人規模)

4-3-3. 40-70万人規模の都市類型化とその特徴

人口40-70万人規模の都市では、変数間の相関を考慮し、「DID人口密度比」、「ジニ係数」、「人口分布拡散度」を説明変数から除くこととした。クラスター分析の結果、5つのクラスターに分類することができた(表4-7、図4-3)。以下に各クラスターの特徴を示す。

CL1cはPR、MI、AMが高いことから、DIDへの人口集積率が高く、人口密度と居住地がともにまとまって分布している。CL2cはPR、AMが高いことから、DIDへの人口集積率が高く、居住地は連坦して形成されているものの、その人口密度分布にはばらつきがある。CL3cはPR、AMが低いことから、DIDへの人口集積率は低く、居住地は分散しているものの、MIが高いことから、その人口密度分布にはまとまりがあると考えられる。CL4cはPRが低いことから、DIDへの人口集積率は小さく、DID外に一定程度の人口が居住しており、AM、MIが高いことから、同密度の居住地が連坦して形成されていると考えられる。CL5cはPR、MI、AMが低いことから、DIDへの人口集積度が低く、居住地が分散しており、人口密度分布にもまとまりがないと考えられる。

各クラスターで上記の特徴がみられたことから、それぞれ「CL1c：市街地集積大・人口密度集積・居住地連坦型」、「CL2c：市街地集積大・人口密度分散・居住地連坦型」、「CL3c：市街地集積小・人口密度集積・居住地拡散型」、「CL4c：市街地集積小・人口密度集積・居住地連坦型」、「CL5c：市街地集積小・人口密度分散・居住地拡散型」と名付けた。

各クラスターの基本属性平均値をみると、CL5cを除き、その他のクラスターの人口は同程度であった。クラスター別にみると、CL1cは昼夜間人口比が最も小さい。これはCL1cの全ての都市は関東首都圏の都市で、通勤通学で都内に通う人が多く、昼間人口が小さくなるためと考えられる。また、人口増減率も高く、これは関東首都圏の都市では依然人口増加している都市が多いためと考えられる。CL2cは全ての都市が三大都市圏の都市で、最も人口密度が高い。また、昼夜間人口比も小さく、これはCL1cと同様の理由と考えられる。CL3cは都市面積が小さく、人口密度もCL5cの次に小さい。CL4cは人口増減率が高い。CL5dは人口、人口密度、人口増減率が最も小さく、都市面積、昼夜間人口比率が最も大きい。

表4-7 クラスター別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値(40-70万人規模)

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値					人口分布形態指標の平均偏差値			
			人口(人)	都市面積(ha)	人口密度(ha/人)	高齢化率(%)	昼夜間人口比率(%)	人口増減率(%)	グローバルモラン統計量(MI)	平均隣接メッシュ数(AM)	DID人口率(PR)
40-70万人規模都市	CL1d	7	473448	9467	57.96	24.93	90.06	1.22	52.14	56.37	58.05
	CL2d	5	493174	6492	76.84	26.20	91.04	-0.09	35.55	60.79	60.63
	CL3d	10	480004	50684	13.16	25.11	101.81	-0.10	55.89	38.60	45.25
	CL4c	4	455799	33787	14.26	26.07	102.37	0.11	55.69	54.26	38.60
	CL5d	1	418686	124177	3.37	28.35	105.78	-0.77	25.66	48.38	33.61

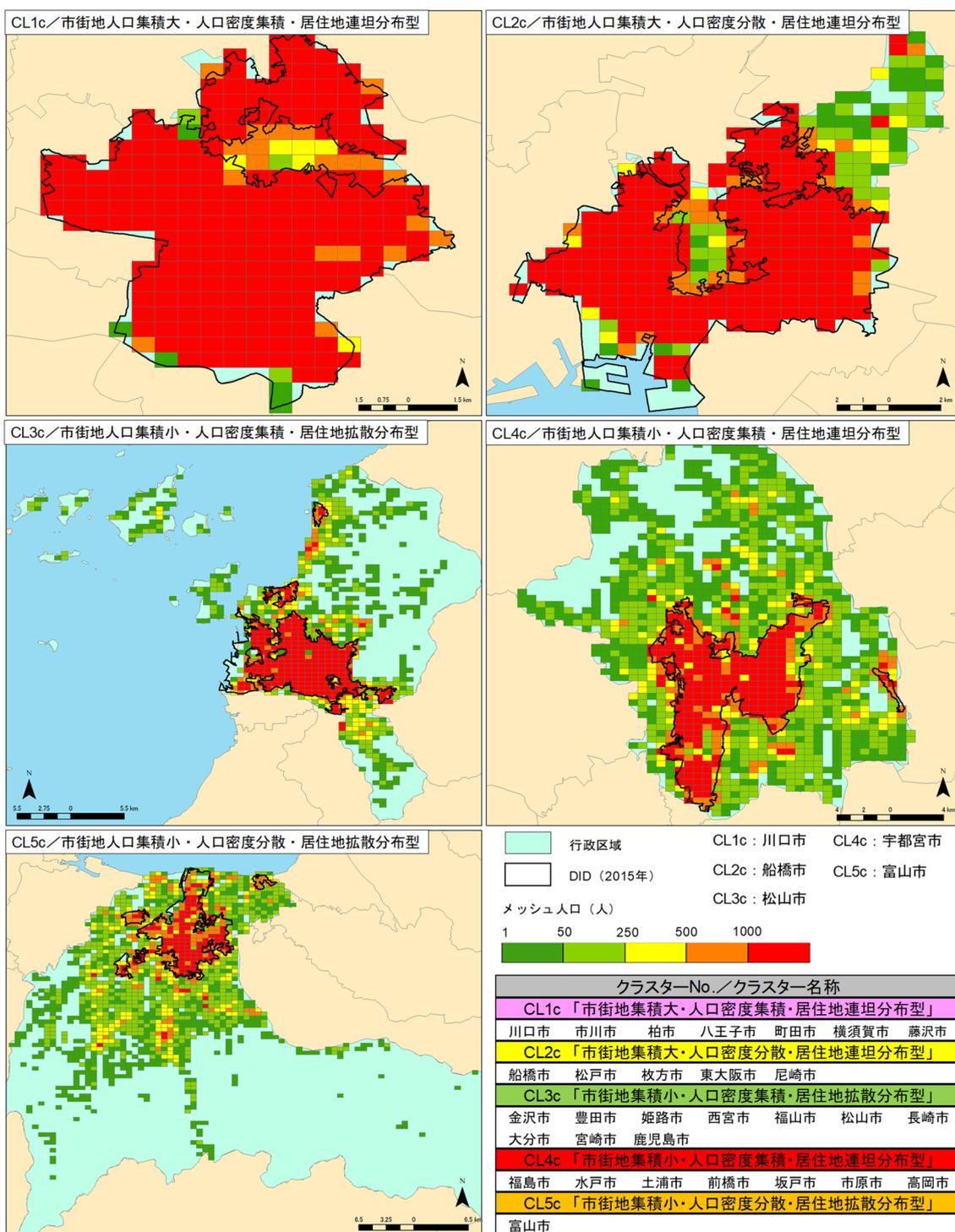


図 4-3 各クラスターに属する都市の人口分布の例とその一覧 (40-70 万人規模)

4-3-4. 70万人規模の都市類型化とその特徴

人口70万人以上規模の都市では、変数間の相関を考慮し、「DID 人口密度比」、「ジニ係数」、「グローバルモラン統計量」、「人口分布拡散度」を説明変数から除くこととした。クラスター分析の結果、5つのクラスターに分類することができた(表4-8、図4-4)。以下に各クラスターの特徴を示す。

CL1dはPRが高く、AMがやや高いことから、DIDへの人口集積率は大きく、居住地も一定程度連坦して形成されていると考えられる。CL2dはPRが低く、AMが高い。人口集積度は低いものの、居住地は連坦して形成されている。CL3dはPRが高く、人口集積度が高い。またAMが特に高いことから、居住地がまとまって形成されている。CL4dはPR、AMが低いことから、DID人口集積率が低く、DID外に一定程度人口が分布しており、居住地は拡散していると考えられる。CL5dはPRがやや高く、AMが特に低い。DIDへの人口集積は一定程度あるものの、DID外の居住地は拡散していると考えられる。

各クラスターで上記の特徴がみられたことから、それぞれ「CL1d：市街地人口集積大・居住地連坦度中型」、「CL2d：市街地集積小・居住地連坦大型」、「CL3d：市街地人口集積大・居住地連坦度大型」、「CL4d：市街地人口集積小・居住地連坦度小型」、「CL5d：市街地人口集積大・居住地連坦度小型」と名付けた。

各クラスターの基本属性平均値をみると、CL1dとCL3dとCL5d、CL2dとCL4dの人口は同程度であるが、CL1d、CL3d、CL5dとCL2d、CL4dの間には人口の差がみられる。CL1dは最も昼夜間人口比率が高い。これは、CL1dの都市の多くが地方の中核を担う都市であることから、その周辺都市から通勤通学する人口が多いと考えられ、昼間人口が多くなるためと考えられる。CL2dはCL3dの次に都市面積が小さい。CL3dは昼夜間人口比が最も低く、これは、CL3dの都市の多くが三大都市圏の都市であることから、その都市から都心に通勤通学する人口が多いためと考えられる。CL4dの都市は都市面積と高齢化率が最も高く、CL5dは人口増減率が最も低い。

表4-8 クラスター別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値(70万人規模)

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値					人口分布形態指標の平均偏差値		
			人口(人)	都市面積(ha)	人口密度(ha/人)	高齢化率(%)	昼夜間人口比率(%)	人口増減率(%)	平均隣接メッシュ数(AM)	DID人口率(PR)
70万以上規模都市	CL1a	4	1279850	544.7	26.43	24.91	105.36	1.63	51.13	55.29
	CL2a	1	740822	390.3	18.98	24.17	102.16	0.86	57.05	42.36
	CL3a	5	1300548	380.7	54.10	23.78	94.63	1.93	62.04	56.85
	CL4a	3	775870	1024.8	8.46	26.04	101.48	0.27	42.08	30.88
	CL5a	4	1023747	868.7	14.48	25.73	100.43	0.17	38.0	52.4

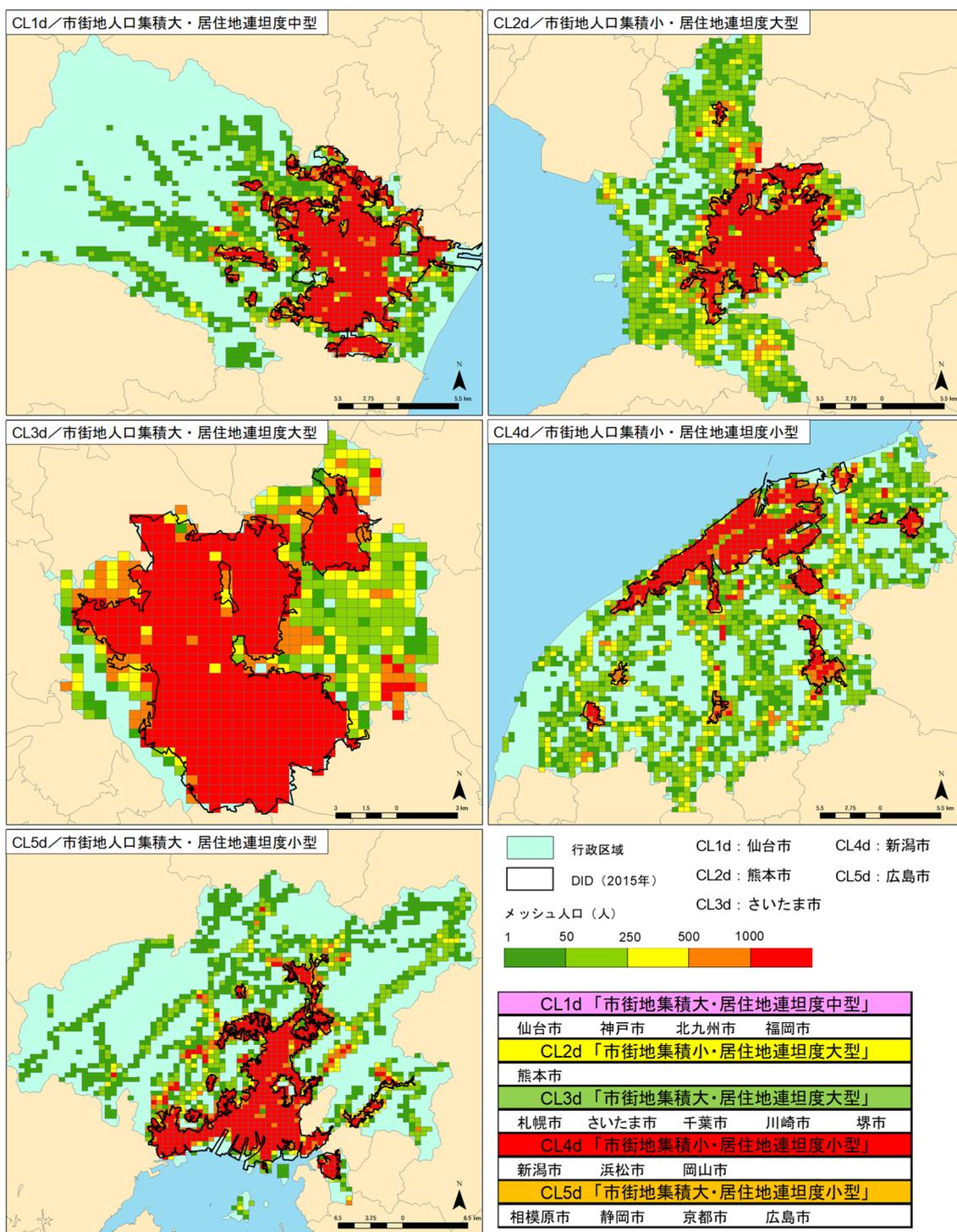


図 4-4 各クラスターに属する都市の人口分布とその一覧 (70 万人以上規模)

4-4. 各都市類型の都市構造評価

4-4-1. 都市構造評価指標の選定と評価方法

本章ではハンドブックを援用し、都市構造評価を行う際に用いる評価指標として、指標の算出に必要なデータが入手可能かつ都市構造を多視点的に評価が可能となるような指標（6分野、全30指標）を選定した（表4-9）。各指標は国勢調査、国土数値情報、都市モニタリングシートのデータを使用してそれぞれ算出した。なお、算出した都市構造評価値は指標により評価単位が異なることから、各指標値を偏差値化し、その後、都市類型ごとに都市構造評価指標の平均偏差値を算出し、それらを比較することで、各類型の特徴について把握することとした。以下に各指標の算出方法を示す。

表 4-9 都市構造評価指標一覧

評価分野	都市構造評価指標	単位	評価分野	都市構造評価指標	単位
生活利便性	①a 日常生活サービス徒歩圏	%	安全・安心	③a 土砂災害警戒区域人口割合	%
	①b 居住を誘導する区域における人口密度	人/ha		③b 浸水想定区域人口割合	%
	①c 医療	%		③c 市民一人あたりの交通事故死亡者数	人
	①d 生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	%		③d 最寄り緊急避難場所までの平均距離	m
	①e 商業	%		③e 空き家率	%
	①f 基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率	%	地域経済	④a 従業者一人当たり第三次産業売上高	百万円/人
	①g 医療	%		④b 従業人口密度	人/ha
	①h 生活サービス施設の利用権平均人口密度	%		④c 小売商業床面積あたりの売上高	万円/m <sup>2</sup>
	①i 商業	%		⑤a 財政力指数	—
	①j 通勤通学鉄道	%	行政運営	⑤b 1人あたりの歳出額	千円
	①k 通勤通学バス	%		⑤c 人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費	千円
	①l 1人あたりの自動車走行キロ数	台キロ/人		⑤d 市民一人当たりの税収額	千円
	①m 公共交通沿線地域の人口密度	人/ha		⑥a 市民一人当たりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /年
健康・福祉	②a 高齢者の徒歩圏に医療施設がない住宅の割合	%	エネルギー・低炭素		
	②b 高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	赤文字の指標: 値が高いほど評価が高い 青文字の指標: 値が小さいほど評価が高い		
	②c 歩道設置率	%	※1 各分野の合計は値が高いほど評価が高い		
	②d 高齢者徒歩圏に公園がない住宅の割合	%			

【生活利便性分野】

①a：日常生活サービスの徒歩圏充足率

医療、福祉、商業施設および、基幹的公共交通路線を徒歩圏で享受できる人口の割合。

各施設の徒歩圏が全て重複するエリアの人口を総人口で除して算出。なお、徒歩圏はバス停の場合、300m、その他の施設は800m。

①b：居住を誘導する区域における人口密度

対象都市が設定、想定する居住誘導区域の人口密度。本研究では、居住を誘導する区域として、市街化区域を想定し、市街化区域の人口密度を用いることとした。なお、市街化区域が設定されていない非線引き都市では、用途地域の人口密度を用いることとした。

①c-e：生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率（医療、福祉、商業）

生活サービス施設の徒歩圏域（800m）に居住する人口の総人口。

医療施設：内科または外科を有する病院・診療所

福祉施設：通所系、訪問系施設および小規模多機能施設を有する公共、民間介護施設

商業施設：専門・総合スーパー・百貨店に該当する施設

①f：基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率

基幹的公共交通路線の鉄道駅、バス停の徒歩圏（鉄道：800m、バス停 300m）に居住する人口の割合。基幹的公共交通路線は日 30 本以上のサービス水準を有する鉄道駅とバス停。

①g-i：生活サービス施設の利用圏平均人口密度（医療、福祉、商業施設）

生活サービス施設の徒歩圏域の平均人口密度。②a-c で算出した人口を各施設の徒歩圏域の面積で除した値。

①j-k：通勤通学手段（鉄道、バス）

国土交通省都市交通調査、・都市計画調査／全国都市交通特性調査の「鉄道分担率」と「バス分担率」。

①l：市民一人当たりの自動車走行台キロ

「平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査」の都道府県別箇所別基本表より、乗用車の市区町村別自動車走行台キロ（台キロ／日）を都市の総人口で除して算出。

①m：公共交通沿線地域の人口密度

都市内の全鉄道駅とバス停の徒歩圏域（鉄道：800m、バス停：300m）の平均人口密度。

【健康・福祉分野】

②a：高齢者徒歩圏に医療機関がない住宅の割合。「平成 25 年住宅・土地統計調査」の市町村別の最寄医療機関までの距離別住宅数の総数に対する最寄医療機関までの距離が 500m 以上の住宅の割合。

②b：高齢者福祉施設の 1km 圏域高齢人口カバー率

高齢者福祉施設の半径 1km 圏域の 65 歳以上人口を都市の 65 歳以上の人口で除した値。

半径 1km：市街化区域等の面積を区域内公立中学校数で除した平均中学校区面積を円で表した場合の半径。厚生労働省の「地域包括ケアシステム」の日常生活圏域を想定して設定。

②c：歩道整備率

「全国道路・街路交通情勢調査（H22 道路交通センサス）」の都道府県別箇所別基本表より、歩道が設置された道路延長を一般道路実延長で除して算出。

②d：高齢者徒歩圏に公園がない住宅の割合

「平成 25 年住宅・土地統計調査」の市町村別の最寄公園までの距離別住宅数の総数に対する最寄公園までの距離が 500m 以上の住宅の割合。

## 【安全・安心分野】

## ③a-b：防災上危険が懸念される地域の人口割合（土砂災害警戒区域、浸水想定区域）

国土数値情報の「土砂災害警戒区域（H27）」と「浸水想定区域（H24）」を用いて、土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域、浸水想定区域内の人口を算出し、それを総人口で除して算出。

## ③c：市民一人当たりの交通事故志望者数

「全国市町村別交通事故死者数」の交通事故による死者数を総人口で除して算出。

## ③d：空き家率

「平成25年住宅・土地統計調査」の市町村別の空き家数を住宅数で除して算出。

## 【地域経済分野】

## ④a：従業者一人当たり第三次産業売上高

「平成26年度経済センサス」の第三次産業の売上高を合計し、第三次産業従業者人口で除して算出。

第三次産業：産業大分類のうち、電気・ガス、情報通信業、運輸業、金融業などの業務分類（F~R）に該当するもの。

## ④b：従業人口密度

都市機能を誘導する区域（本研究では市街化区域）に該当するメッシュにおける従業者人口密度の平均値。

## ④c：小売商業床面積あたりの売上高

「平成26年度経済センサス」の卸売業。小売業に関する集計より、都市全域における小売店の年間商品販売額を小売業の売場面積で除して算出。

## ⑤a：財政力指数

「統計で見る市町村のすがた（H26）」の各都市の財政力指数。

## ⑤b：市民一人当たりの歳出額

「統計で見る市町村のすがた（H26）」の歳出決算総額を総人口で除した値。

## ⑤c：市民一人当たりの公共施設等の維持・管理・更新費

「統計で見る市町村のすがた（H26）」の公共施設に要するコストの合計を総人口で除した値。

⑤d：市民一人当たりの税収額

「統計で見る市町村のすがた（H26）」の市町村民税および固定資産税の総額を総人口で除した値。

【エネルギー・低炭素分野】

⑥a：市民一人当たりの自動車CO<sub>2</sub>排出量

指標①Iの小型車の自動車走行台キロに実走行燃費を除いて燃料消費量を求め、燃料別CO<sub>2</sub>排出量係数（ガソリン）を乗じて、年換算してCO<sub>2</sub>排出量を算出。

燃料別CO<sub>2</sub>排出量係数（ガソリン）：2.32

ガソリンのCO<sub>2</sub>排出量係数：単位発熱量\*発熱排出係数\*44/12

## 4-4-2. 5-10万人規模の都市類型別評価と考察

表 4-10 に算出した都市構造評価偏差値を示す。各評価分野の合計値をみると、すべての評価分野で CL7a と CL1a の評価が高く、安全・安心、地域経済分野以外では CL2a と CL3a の評価が低い。都市類型によって都市構造評価が異なることから、同規模人口都市であっても人口分布形態が異なれば評価に差が生じると考えられる。また、CL7a と CL1a は PR が高く、CL2a と CL3a は PR が低いことから、DID の人口集積度が都市構造評価に影響を与える要因の 1 つと考えられる。

評価分野別にみていくと、都市類型間で生活利便性分野と健康・福祉分野で評価の差が大きい指標（平均偏差値±10 以上）が多く、これらの指標の多くが徒歩圏人口カバー率やその圏域人口密度となっている。CL7a は人口密度の高いエリア（DID）の人口集積率が高く、都市全体としても人口密度が一定程度高く均一に分布しているため、各施設の徒歩圏カバー率やその圏域人口密度の評価が高くなったと考えられる。それに対して、CL3a は DID の人口集積率が低く、DID 人口密度比と都市面積も大きいため、DID 外で居住地が低密度で広域に分布していることから、各施設の徒歩圏カバー率やその圏域人口密度の評価が低くなったと考えられる。CL3a は人口減少・高齢化率が最も高いクラスターであるにもかかわらず、「医療施設の徒歩圏人口カバー率」や「福祉施設の徒歩圏人口カバー率」、また、健康福祉分野の「高齢者福祉施設の 1km 圏域高齢人口カバー率」の評価が低いことから、これらの対策は喫緊の課題と考えられる。安全・安心分野では CL7a の「浸水想定区域人口割合」の評価が低い。CL7a は全て三大都市圏に都市で、それらの都市は低平地に市街地が分布していることが多いと考えられる。地域経済分野では、CL7a の「従業者人口密度」や「市街化区域の小売商業床面積あたりの売上高」の評価は高いものの、「従業者 1 人あたり第三次売上高」の評価は低い。CL7a に属する都市は全て 3 大都市圏の都市で東京 23 区や名古屋市、大阪市などのベッドタウンであることから、都市面積が小さく、また市街化区域面積も小さいため、面積あたりの指標では高いものの、周辺に大都市が立地しているため、昼夜間人口比が低く、第三次産業関連の売上高が低くなったと考えられる。一方で、昼夜間人口比が高い都市類型では「従業者 1 人あたりの第三次産業売上高」に評価は高い傾向にある。行政運営分野では、すべての評価指標で CL3a の評価が最も低く、CL7a の評価が最も高い。特に「1 人あたりの歳出額」と「人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費」の指標で差が大きい。CL3a の都市は居住地が低密度で広域に分布しているため、居住密度の高い都市に比べ、整備、維持管理すべき都市施設やインフラが多いためと考えられる。また、CL2a の上記 2 指標も評価がやや低く、これは、CL3a と同様、CL2a も PR が小さく、DPR がやや大きいことから、DID 外で広域に低密度で人口が分布しているためと考えられる。CL4a と CL6a の上記 2 指標を比較すると、どちらもやや CL4a の評価が低い。CL4a と CL6a は PR、DPR、GINI は同様の傾向を示すが、MI が大きく異なり、CL4a は人口密度にばらつきがあり、CL6a は人口密度にまとまりがある。人口密度にばらつきのある都市比べ、人口密度にまとまりがあり、連坦した市街地が形成されている都市では都市施設やインフラもそのエ

リアで効率的に整備されていると考えられ、そのため、人口あたりの都市施設やインフラに要するコストが小さくなると考えられる。エネルギー・低炭素の分野では、CL7aの評価が最も高く、CL4aの評価が最も低い。CL4aの都市はPR、MI、DPR、GINIが低いことから、DIDへの人口集積が小さく、DID外で一定程度人口が集積しているエリアが分散していると考えられる。これらのエリア間における自動車移動頻度やその距離が大きくなり、それにより自動車CO<sub>2</sub>排出量も大きくなるためと考えられる。

表 4-10 クラスター別都市構造評価偏差値 (5-10万人規模)

評価分野	都市構造評価指標	単位	都市構造評価指標偏差値							
			人口5-10万人以上の都市							
			CL1a	CL2a	CL3a	CL4a	CL5a	CL6a	CL7a	
生活利便性	日常生活サービス徒歩圏	%	57.89	45.39	40.80	47.96	51.59	51.71	64.15	
	居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	52.59	45.23	44.92	45.26	52.14	45.41	76.47	
	生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	59.99	43.33	35.97	50.22	52.37	52.59	66.85
		福祉	%	55.67	49.94	40.07	53.54	50.34	51.87	52.15
		商業	%	55.25	42.88	40.43	46.42	54.84	49.66	69.83
	基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率	%	61.29	43.34	42.06	46.29	51.53	47.69	71.15	
	生活サービス施設の利用権平均人口密度	医療	%	53.06	45.07	43.71	46.02	49.65	47.65	80.47
		福祉	%	52.16	45.60	45.30	46.49	48.94	47.67	78.45
		商業	%	53.36	44.73	43.28	46.13	50.28	47.57	79.74
	通勤通学鉄道	%	57.78	43.82	43.35	45.78	52.04	47.80	71.31	
通勤通学バス	%	66.63	47.80	50.92	47.80	49.41	44.84	46.46		
1人あたりの自動車走行キロ数	台キロ/日	44.87	53.56	55.05	56.10	47.50	49.69	34.94		
公共交通沿線地域の人口密度	人/ha	52.89	44.82	43.61	46.83	49.29	47.96	80.24		
生活利便性分野合計(※1)			56.44	45.26	43.03	47.13	51.15	48.67	69.41	
健康・福祉	高齢者の徒歩圏に医療施設がない住宅の割合	%	47.11	58.22	58.59	54.60	45.35	47.79	28.85	
	高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	56.35	49.42	39.31	53.82	50.12	52.23	53.26	
	歩道設置率	%	54.27	46.29	41.60	48.21	52.19	50.10	65.64	
	高齢者徒歩圏に公園がない住宅の割合	%	43.96	56.71	55.38	52.41	48.76	47.59	36.88	
健康・福祉分野合計(※1)			54.88	45.20	41.74	48.75	52.05	51.74	63.29	
安全・安心	市民一人あたりの交通事故死者数	人	47.41	52.10	52.95	50.80	51.11	49.82	39.02	
	最寄り緊急避難場所までの平均距離	m	44.09	60.39	53.72	47.01	48.66	51.96	37.56	
	空き家率	%	45.92	55.44	54.94	51.06	46.50	52.78	38.44	
	土砂災害警戒区域人口割合	%	47.09	53.12	47.85	52.53	51.91	49.48	42.60	
	浸水想定区域人口割合	%	51.89	50.07	48.42	49.59	47.14	50.71	58.46	
安全・安心分野合計(※1)			52.72	45.78	48.42	49.80	50.94	49.05	56.78	
地域経済	従業者一人当たり第三次産業売上高	(百万円)	52.84	53.49	50.57	52.96	47.31	49.59	41.42	
	従業人口密度	人/ha	50.22	48.46	45.85	46.86	50.46	46.80	70.93	
	市街化区域の小売商業床面積あたりの売上高	万円/m <sup>2</sup>	53.67	52.49	46.47	45.75	51.39	45.43	60.09	
	地域経済分野合計(※1)			52.24	51.48	47.63	48.53	49.72	47.27	57.48
行政運営	財政力指数	千円	52.82	50.04	38.57	52.90	50.72	50.20	61.27	
	1人あたりの歳出額	—	45.37	56.69	60.09	48.85	46.74	46.46	40.42	
	人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費	千円	45.80	56.28	60.12	49.13	46.41	46.34	41.13	
	市民一人当たりの税収額	千円	53.38	51.99	41.55	53.83	48.62	48.62	57.68	
行政運営分野合計(※1)			53.76	47.26	39.98	52.19	51.55	51.50	59.35	
エネルギー・低炭素	市民一人当たりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /年	44.87	53.56	55.05	56.10	47.50	49.69	34.94	
	エネルギー・低炭素分野合計(※1)			55.13	46.44	44.95	43.90	52.50	50.31	65.06

赤字の指標: 値が高いほど評価が高い 青文字の指標: 値が小さいほど評価が高い 評価が顕著に高い指標 (平均偏差値±10以上)  
 ※1 各分野の合計は値が高いほど評価が高い 評価が顕著に低い指標 (平均偏差値±10以下)

表 4-4 クラスター別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値 (再掲 5-10万人)

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値						人口分布形態指標の平均偏差値			
			人口(人)	都市面積(ha)	人口密度(ha/人)	高齢化率(%)	昼夜間人口比率(%)	人口増減率(%)	グローバルモラン統計量(MI)	DID人口率(PR)	DID人口密度比(DPR)	人口分布ジニ係数(GINI)
5-10万規模都市	CL1a	6	70992	9551.7	11.74	28.51	98.33	-2.15	42.35	62.03	44.11	49.88
	CL2a	9	73730	30421.2	2.98	28.54	99.26	-2.92	55.64	40.50	51.86	52.62
	CL3a	10	77913	68309.1	1.24	32.36	99.26	-5.31	50.82	42.41	67.67	55.78
	CL4a	10	68021	21889.9	4.26	27.96	100.20	-1.98	35.13	43.27	48.05	46.21
	CL5a	14	82541	20906.9	6.66	27.52	93.14	-0.95	60.23	54.76	48.26	57.79
	CL6a	8	65144	8298.9	8.24	29.38	97.42	-2.43	54.72	48.42	42.31	46.40
	CL7a	5	67638	1319.8	54.56	24.59	87.42	0.07	40.94	70.52	39.43	25.39

#### 4-4-3. 10-40万人規模の都市類型別評価と考察

表 4-11 に算出した都市構造評価偏差値を示す。各評価分野の合計値をみると、すべての評価分野で CL6b の評価が最も高く、地域経済分野以外で CL3b の評価が最も低い。CL6b は最も PR が高く、CL3b は PR が低いことから、5-10 万人規模の都市と同様、10-40 万人規模の都市においても、DID への人口集積が都市構造評価に与える影響は大きいと考えられる。ただし、各都市類型の平均人口に大きな差があり、CL3b や CL5b といった平均人口が小さい類型の評価が低い傾向にあるため、人口分布形態による差だけでなく、人口規模の大きさにより都市構造評価に差が生じた可能性も考えられる。そのため、今回はハンドブックで示されている人口規模に従い、対象都市の人口規模の区別を行ったが、都市構造評価による課題を把握するためには、より適正な人口区分基準値の把握も必要と考えられる。

評価分野別にみると、生活利便性分野では、CL6b の評価が高く、CL3b と CL5b の評価が低い。これは、CL3b、CL5b のどちらも PR が低く、生活利便施設の立地が多いと考えられる DID への人口集積が小さいためと考えられる。安全・安心分野では、CL6b の「最寄り緊急避難所までの平均距離」の評価が高く、CL3b の評価が低い。これは生活利便性や健康福祉分野の指標と同様の理由と考えられる。地域経済分野では CL6b の「従業者 1 人あたりの第三次産業売上高」の評価が低く、地方圏の県庁所在地が多く属する CL2b や CL3b、CL4b の評価が高い。これは 5-10 万人規模の都市と同様、三大都市圏の都市の多くは都心のベッドタウンであることから、昼間人口が小さいのに対して、地方圏の県庁所在地のように周辺の都市に対して求心力のある都市では昼間人口が大きくなる傾向があるためと考えられる。行政運営分野では、すべての指標で CL6b が最も高い。CL6b は都市面積が小さく、人口密度が均一に一定程度高く分布しているため、都市全体の密度が高く、1 人あたりの維持すべき都市施設量が少ないためと考えられる。また、CL3b は行政運営分野の多くの指標で評価が低い。これは 5-10 万人規模の CL3a と同様、DID の人口集積率が低く、DID 外に広域に低密で人口が分布しており、1 人あたりの維持管理すべき都市施設やインフラが多いためと考えられる。エネルギー・低炭素分野では CL1b と CL6b の評価が高く、CL3b と CL5b の評価が低い。CL3b の都市は DPR や都市面積が大きく、公共交通沿線人口密度が小さいため、広域かつ低密度に分散した居住地から中心地への自動車利用が多く、その移動距離も大きいと考えられることから、評価が低くなったと考えられる。CL5b は、MI、PR が小さいことから、5-10 万人規模のクラスター CL3a と同様に DID だけでなく、人口が一定程度集積しているエリアが分散しており、これらのエリア間での自動車移動頻度やその距離が大きくなるためと考えられる。

表 4-11 クラスタ別都市構造評価偏差値 (10-40 万人規模)

評価分野	都市構造評価指標	単位	都市構造評価指標偏差値						
			人口10-40万人以上の都市						
			CL1b	CL2b	CL3b	CL4b	CL5b	CL6b	
生活利便性	日常生活サービス徒歩圏	%	52.43	52.43	41.99	50.06	41.54	60.38	
	居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	53.19	47.47	42.21	47.01	42.49	63.88	
	生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	56.75	48.49	34.85	49.89	43.76	61.47
		福祉	%	50.43	52.02	42.44	52.45	48.78	51.97
		商業	%	55.34	49.90	39.51	50.09	39.53	61.96
	基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率	%	55.47	51.17	41.18	47.56	41.38	60.83	
	生活サービス施設の利用率平均人口密度	医療	%	52.19	46.47	42.79	45.77	43.50	65.43
		福祉	%	53.12	46.17	42.92	45.98	43.36	64.23
		商業	%	53.59	47.60	42.34	46.00	42.39	64.40
	通勤通学鉄道	%	53.58	42.40	43.16	47.91	44.52	62.08	
	通勤通学バス	%	52.53	59.62	50.59	47.92	46.58	47.47	
	1人あたりの自動車走行キロ数	台キロ/日	43.48	48.58	62.75	51.07	58.18	38.91	
公共交通沿線地域の人口密度	人/ha	52.47	45.62	42.05	46.22	43.82	65.36		
生活利便性分野合計(※1)			53.66	49.29	41.79	48.14	43.35	60.81	
健康・福祉	高齢者の徒歩圏に医療施設がない住宅の割合	%	45.27	49.65	59.49	50.29	56.31	41.64	
	高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	51.35	52.59	43.66	53.43	50.57	48.68	
	歩道設置率	%	53.50	47.59	43.90	47.66	46.30	57.97	
	高齢者徒歩圏に公園がない住宅の割合	%	48.63	50.56	57.31	53.93	51.45	39.54	
	健康・福祉分野合計(※1)			52.74	49.99	42.69	49.21	47.28	56.36
安全・安心	市民一人あたりの交通事故死亡者数	人	48.74	44.61	53.39	52.25	52.99	45.88	
	最寄り緊急避難場所までの平均距離	m	46.65	49.00	59.07	50.45	53.30	43.11	
	空き家率	%	46.31	47.54	55.02	50.84	56.55	44.43	
	土砂災害警戒区域人口割合	%	49.66	47.25	56.25	48.45	51.21	46.72	
	浸水想定区域人口割合	%	47.00	48.92	47.57	48.66	48.78	58.66	
	安全・安心分野合計(※1)			52.33	52.53	45.74	49.87	47.43	52.24
地域経済	従業者一人当たり第三次産業売上高	(百万円)	48.51	59.26	50.06	53.50	44.82	48.48	
	従業人口密度	人/ha	51.83	48.39	43.90	47.90	42.89	62.33	
	市街化区域の小売商業床面積あたりの売上高	万円/m <sup>2</sup>	52.87	48.72	44.71	47.61	43.06	60.39	
	地域経済分野合計(※1)			51.07	52.12	46.22	49.67	43.59	57.06
行政運営	財政力指数	-	49.29	46.50	45.47	51.62	47.61	56.71	
	1人あたりの歳出額	千円	47.48	51.06	58.87	49.53	50.39	44.93	
	人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費	千円	47.47	49.67	59.30	49.60	49.97	45.46	
	市民一人当たりの税収額	千円	48.08	47.52	49.28	50.21	47.87	55.63	
	行政運営分野合計(※1)			50.61	48.33	44.15	50.67	48.78	55.49
エネルギー・低炭素	市民一人当たりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /年	43.48	48.58	62.75	51.07	58.18	38.91	
	エネルギー・低炭素分野合計(※1)			56.52	51.42	37.25	48.93	41.82	61.09

赤文字: 値が高いほど評価が高い 青文字: 値が小さいほど評価が高い

※1 各分野の合計は値が高いほど評価が高い

評価が顕著に高い指標 (平均偏差値±10以上)

評価が顕著に低い指標 (平均偏差値±10以上)

表 4-6 クラスタ別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値 (再掲 10-40 万人)

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値					人口分布形態指標の平均偏差値				
			人口(人)	都市面積(ha)	人口密度(ha/人)	高齢化率(%)	昼夜間人口比率(%)	人口増減率(%)	グローバルモラ統計量(MI)	DID人口率(PR)	DID人口密度比(DPR)	
10-40万規模都市	CL1b	19	216403	24447.8	22.56	27.68	97.42	-1.03	51.81	57.64	46.80	
	CL2b	7	290550	53513.0	6.72	26.88	102.63	-1.55	63.73	52.43	52.03	
	CL3b	14	178846	71195.1	2.90	27.09	102.26	-1.52	60.72	39.67	63.37	
	CL4b	17	209889	32466.1	10.00	26.49	100.22	-0.12	51.75	47.99	49.25	
	CL5b	14	157607	28977.4	7.49	26.62	99.29	-0.61	42.17	37.28	50.24	
	CL6b	16	222028	5521.9	61.47	24.97	94.97	1.18	37.44	62.17	41.80	

#### 4-4-4. 40-70万人規模の都市類型別評価と考察

表 4-12 に算出した都市構造評価偏差値を示す。各評価分野の合計値をみると、すべての評価指標で CL1c と CL2c の評価が最も高く、CL5c で最も評価が低いことから、この人口規模の都市でも DID 人口集積度が都市構造評価に与える影響は大きいと考えられる。

評価分野別にみていくと、生活利便性、健康福祉分野では、CL1c と CL2c の評価が高く、CL4c や CL5c の評価が低い。CL1c や CL2c に分類された都市は全て三大都市圏の都市であり、PR、AM が高く、人口密度が高いエリアに人口がまとまって集積しており、そのため、施設の徒歩圏人口カバー率やその圏域人口密度が高くなったと考えられる。安全・安心分野では、CL4c と CL5c の「市民 1 人当たりの交通事故死亡者数」の評価が低い。これは、CL4c と CL5c は PR が低く、DID 外に一定程度人口が分布しており、「公共交通沿線地域の人口密度」の評価が低く、主な移動手段が自動車によるものと考えられることから、交通事故の数もそのほかのクラスターの都市と比べると多くなる可能性が高いためと考えられる。行政運営分野では、CL1c が全ての指標で最も評価が高く、CL5c が評価の低い指標が多い。これは、CL1c は PR、MI、AM が高いのに対して、CL5c は PR、MI、AM すべてが低いことから、DID への人口集積度が低く、居住地が分散し、その人口密度にもまとまりがないため、1 人あたりの都市施設やインフラの整備量が大きくなるためと考えられる。また、CL3c と CL4c の「1 人当たりの歳出額」と「人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費」の指標をそれぞれ比較すると、CL3c の評価がどちらも低い。CL3c と CL4c は PR、MI は同様の傾向を示すが、AM が大きく異なり、CL3c は居住地が分散しており、CL4c は居住地が連坦している。居住地が分散した都市に比べ、居住地が連坦した都市の方が 1 人あたりのインフラ整備量が小さいと考えられ、AM が高い CL4c の評価が高くなったと考えられる。また、CL1c と CL2c の上記 2 指標を比較すると、CL1c の評価どちらの指標でも高い。CL1c と CL2c は PR、AM で同様の傾向を示すが、MI が大きく異なり、CL2c は人口密度にばらつきがみられ、CL1c は人口密度にまとまりがある。これは、5-10 万人規模の都市の CL4a と CL6a と同様、人口密度にまとまりがある都市の方が、インフラが効率的に整備されていることが要因として考えられる。エネルギー・低炭素分野では、CL2c の評価が最も高く、CL5c の評価が最も低い。また、PR の値が大きいほど、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量も小さくなり、これは、第 2 章で行った分析と同様の傾向を示している。

表 4-12 クラスター別都市構造評価偏差値（40-70万人規模）

評価分野	都市構造評価指標	単位	都市構造評価指標偏差値					
			人口40-70万人規模の都市					
			CL1c	CL2c	CL3c	CL4c	CL5c	
生活利便性	日常生活サービス徒歩圏	%	46.01	61.94	51.94	38.96	42.97	
	居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	56.61	62.63	44.11	40.42	37.75	
	生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	57.27	60.53	43.81	44.35	31.05
		福祉	%	42.69	57.83	55.40	38.46	54.16
		商業	%	55.37	60.25	45.31	43.81	32.83
	基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率		%	57.23	58.86	46.33	39.28	34.61
		医療	%	56.44	62.96	43.74	40.99	38.83
	生活サービス施設の利用権平均人口密度	福祉	%	56.79	62.63	43.11	42.53	38.09
		商業	%	56.39	62.07	44.46	40.42	38.64
	通勤通学鉄道	%	60.39	59.22	42.57	41.24	40.43	
	通勤通学バス	%	48.61	45.33	54.95	46.81	46.36	
1人あたりの自動車走行キロ数	台キロ/日	40.93	39.40	55.86	59.69	69.08		
公共交通沿線地域の人口密度	人/ha	56.65	63.12	42.95	42.06	40.11		
生活利便性分野合計(※1)			54.58	59.84	46.37	41.51	38.98	
健康・福祉	高齢者の徒歩圏に医療施設がない住宅の割合	%	45.55	41.56	55.47	52.54	58.46	
	高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	45.67	50.82	55.51	41.52	55.00	
	歩道設置率	%	59.59	58.24	41.82	46.79	36.30	
	高齢者徒歩圏に公園がない住宅の割合	%	46.71	40.94	52.63	56.02	67.93	
健康・福祉分野合計(※1)			53.25	56.64	47.31	44.94	41.23	
安全・安心	市民一人あたりの交通事故死亡者数	人	40.44	48.79	50.74	62.21	66.67	
	最寄り緊急避難場所までの平均距離	m	50.88	41.99	50.41	53.58	65.48	
	空き家率	%	39.52	46.21	54.73	59.62	56.58	
	土砂災害警戒区域人口割合	%	51.44	45.46	52.83	47.30	45.10	
	浸水想定区域人口割合	%	51.51	53.19	45.73	53.37	52.67	
安全・安心分野合計(※1)			53.24	52.87	49.11	44.78	42.70	
地域経済	従業者一人当たり第三次産業売上高	(百万円)	40.03	44.20	53.79	62.71	60.02	
	従業人口密度	人/ha	50.55	62.30	47.10	43.12	41.23	
	市街化区域の小売商業床面積あたりの売上高	万円/m <sup>2</sup>	58.68	50.85	47.63	42.69	37.98	
地域経済分野合計(※1)			49.75	52.45	49.51	49.51	46.41	
行政運営	財政力指数	千円	58.43	49.17	44.67	50.96	44.58	
	1人あたりの歳出額	-	40.35	49.15	55.28	52.58	58.71	
	人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費	千円	40.88	47.21	56.32	51.80	57.45	
	市民一人当たりの税収額	千円	54.96	45.74	48.42	50.19	51.67	
行政運営分野合計(※1)			58.04	49.64	45.37	49.19	45.02	
エネルギー・低炭素	市民一人当たりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /年	40.93	39.40	55.86	59.69	69.08	
	エネルギー・低炭素分野合計(※1)			59.07	60.60	44.14	40.31	30.92

赤文字: 値が高いほど評価が高い 青文字: 値が小さいほど評価が高い  
 ※1 各分野の合計は値が高いほど評価が高い

評価が顕著に高い指標 (平均偏差値±10以上)  
 評価が顕著に低い指標 (平均偏差値±10以上)

表 4-7 クラスター別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値（再掲 40-70万人）

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値					人口分布形態指標の平均偏差値			
			人口(人)	都市面積(ha)	人口密度(ha/人)	高齢化率(%)	昼夜間人口比率(%)	人口増減率(%)	グローバルモラン統計量(MI)	平均隣接メッシュ数(AM)	DID人口率(PR)
40-70万人規模都市	CL1c	7	473448	9467	57.96	24.93	90.06	1.22	52.14	56.37	58.05
	CL2c	5	493174	6492	76.84	26.20	91.04	-0.09	35.55	60.79	60.63
	CL3c	10	480004	50684	13.16	25.11	101.81	-0.10	55.89	38.60	45.25
	CL4c	4	455799	33787	14.26	26.07	102.37	0.11	55.69	54.26	38.60
	CL5c	1	418686	124177	3.37	28.35	105.78	-0.77	25.66	48.38	33.61

#### 4-4-5. 70万人以上の都市類型別評価と考察

表 4-13 に算出した都市構造評価偏差値を示す。各評価分野の合計値をみると、生活利便性、安全安心、行政運営、エネルギー低炭素の分野で CL3d が、健康・福祉分野では CL1d が、地域経済分野では CL5d の評価がそれぞれ最も高い。

評価分野別にみていくと、生活利便性分野では、CL3d の評価が高く、CL4d の評価が低い。これは、他の人口規模の都市と同様、CL3d では DID 人口集積率が高いのに対し、CL4d では DID への人口集積が低く、居住地も拡散しているためと考えられる。また、CL3d が通勤通学の鉄道利用率が高いのに対し、CL1d ではバスの利用率が大きい。CL3d の多くの都市は三大都市圏の都市で、公共交通サービスとして鉄道網が比較的充実しており、都心への通勤通学にそれらを利用することが多いのに対し、CL1d の都市の多くは地方の中核となる都市であり、通勤通学の際には都市間の移動より都市内の移動の方が多く、その際は交通網が比較的広いバスを利用することが多いためと考えられる。安全・安心分野では、CL2d と CL4d の「浸水想定区域人口割合」の評価が低く、CL5d の「土砂災害警戒区域人口割合」の評価が低い。CL2d は AM が高く、低平地に市街地が連坦して形成されており、そこに河川が流れており、比較的、浸水リスクの高いエリアが大きいと考えられる。CL4d については、居住地が分散しているにも関わらず、浸水想定区域内人口割合が高いことから、DID のような人口集積エリア内の浸水想定区域が大きいと考えられる。CL5d は AM が特に低く、居住地が拡散している。CL5d は地形的制約により市街地が山に囲まれており、市街地が山際まで形成されているため、土砂災害の危険性が高いと考えられる。行政運営分野では、CL1d の「1人あたりの歳出額」と「人口当たりの公共施設などの維持・管理・更新費」の評価が低い。CL1d は PR が高く、AM もやや高いにもかかわらず、上記 2 指標の評価が低いことから、人口分布形態指標以外の別の要因が考えられる。考えられる要因としては、CL1d の都市は低平地が少ないにも関わらず、居住地が一定程度連坦しており、これは丘陵地の大規模な開発によるもので、丘陵地に開発された市街地は人口減少高齢化などにより都市インフラコストの非効率化が指摘されており、これら施設の 1 人あたりの維持管理費等が大きくなったものと考えられる。エネルギー・低炭素分野では、CL3d の評価が高く、CL4d の評価が低い。CL3d は PR、AM とともに高く、加えて比較的、鉄道網が充実しているのに対し、CL4d では PR、AM が低く、DID 外に人口が一定程度分布しており、居住地も拡散していることから、移動手段に自動車が多く利用されるためと考えられる。

表 4-13 クラスター別都市構造評価偏差値（70万人規模）

評価分野	都市構造評価指標	単位	都市構造評価指標偏差値					
			人口70万人以上の都市					
			CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d	
生活利便性	日常生活サービス徒歩圏	%	52.55	53.12	51.58	38.95	50.51	
	居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	48.12	43.85	58.07	39.08	51.52	
	生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	54.52	41.49	58.07	33.46	49.17
		福祉	%	52.09	54.82	50.21	44.05	50.90
	基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率	商業	%	53.40	45.63	56.86	32.73	52.08
		医療	%	54.74	47.56	57.53	31.90	50.03
	生活サービス施設の利用権平均人口密度	福祉	%	50.22	42.00	59.54	37.89	48.94
		商業	%	50.18	42.43	59.51	37.98	48.84
	通勤通学鉄道	%	49.67	37.35	60.67	39.06	48.36	
	通勤通学バス	%	61.38	53.02	42.53	46.03	50.17	
	1人あたりの自動車走行キロ数	台キロ/日	49.56	55.56	41.54	64.73	48.58	
	公共交通沿線地域の人口密度	人/ha	50.30	43.00	60.00	38.33	47.69	
生活利便性分野合計(※1)			52.13	45.46	56.33	37.86	50.01	
健康・福祉	高齢者の徒歩圏に医療施設がない住宅の割合	%	45.77	56.29	51.38	61.81	42.08	
	高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	52.01	54.18	51.68	42.43	50.53	
	歩道設置率	%	52.60	52.47	60.67	38.31	42.23	
	高齢者徒歩圏に公園がない住宅の割合	%	40.31	66.01	50.48	53.83	52.22	
	健康・福祉分野合計(※1)			54.63	46.09	52.62	41.28	49.61
安全・安心	市民一人あたりの交通事故死亡者数	人	51.47	47.91	41.89	59.31	52.21	
	最寄り緊急避難場所までの平均距離	m	47.95	38.50	48.44	57.68	51.11	
	空き家率	%	49.14	55.96	41.67	58.01	53.77	
	土砂災害警戒区域人口割合	%	51.47	45.24	44.06	45.46	60.55	
	浸水想定区域人口割合	%	40.10	57.98	48.39	61.91	50.98	
	安全・安心分野合計(※1)			51.97	50.88	55.11	43.53	46.28
地域経済	従業者一人当たり第三次産業売上高	(百万円)	54.14	40.04	48.59	46.51	52.73	
	従業人口密度	人/ha	52.25	43.63	52.72	39.73	53.65	
	市街化区域の小売商業床面積あたりの売上高	万円/m <sup>2</sup>	52.25	41.53	51.64	42.41	53.51	
	地域経済分野合計(※1)			52.88	41.73	50.98	42.88	53.29
行政運営	財政力指数	千円	47.19	34.97	55.85	46.08	52.19	
	1人あたりの歳出額	—	62.68	46.73	45.37	43.44	48.85	
	人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費	千円	62.31	45.00	45.51	44.39	48.76	
	市民一人当たりの税収額	千円	50.55	32.65	55.31	43.87	51.76	
	行政運営分野合計(※1)			43.19	43.97	55.07	50.53	51.59
エネルギー・低炭素	市民一人当たりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /年	49.56	55.56	41.54	64.73	48.58	
	エネルギー・低炭素分野合計(※1)			50.44	44.44	58.46	35.27	51.42

赤文字：値が高いほど評価が高い 青文字：値が小さいほど評価が高い  
 ※1 各分野の合計は値が高いほど評価が高い

評価が顕著に高い指標（平均偏差値±10以上）  
 評価が顕著に低い指標（平均偏差値±10以下）

表 4-8 クラスター別基本属性平均値と人口分布形態指標の平均偏差値（再掲 70万人）

人口規模	NO	都市数	基本属性平均値					人口分布形態指標の平均偏差値		
			人口(人)	都市面積(ha)	人口密度(ha/人)	高齢化率(%)	昼夜間人口比率(%)	人口増減率(%)	平均隣接メッシュ数(AM)	DID人口率(PR)
70万以上規模都市	CL1d	4	1279850	544.7	26.43	24.91	105.36	1.63	51.13	55.29
	CL2d	1	740822	390.3	18.98	24.17	102.16	0.86	57.05	42.36
	CL3d	5	1300548	380.7	54.10	23.78	94.63	1.93	62.04	56.85
	CL4d	3	775870	1024.8	8.46	26.04	101.48	0.27	42.08	30.88
	CL5d	4	1023747	868.7	14.48	25.73	100.43	0.17	38.0	52.4

#### 4-5. 本章のまとめ

本章では、同規模人口都市を対象に、人口分布形態指標を用いた都市類型化を行い、都市構造評価指標の観点より、類型ごとの比較を行った。得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 同規模人口都市であっても、人口分布形態指標の違いにより都市構造評価に大きな差がみられた。
- 2) 全ての人口規模で DID の人口集積率が高い都市類型で都市構造評価が高くなる傾向がみられた。このことから、DID への人口集積率が都市構造評価に与える影響は大きいと考えられる。また、CL3a や CL3b、CL5c、CL4d のように DID の人口集積が小さく、広域に居住地が分布する都市では、都市構造評価指標値が低い傾向にある。
- 3) CL4a と CL6a、CL1c と CL2c の比較より、グローバルモラン統計量 (MI) 以外の人口分布形態指標が同様の傾向を示す場合、人口密度にまとまりがある (MI が高い) 都市の方が都市施設コストの関連する指標の評価が高い。
- 4) DID への人口集積率が低い場合 (PR が小さい)、人口密度分布が均質 (GINI、DPR が小さい) に分散 (MI が小さい) する都市類型では自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が大きくなる傾向がある (CL4a と CL5b)。

以上のように、同規模人口都市であっても人口分布形態が異なる都市類型では、都市構造評価に差があり、課題となるような指標も異なることが明らかとなった。そのため、人口分布形態と都市構造上の課題より、各都市類型で集約型都市構造の方針は異なると考えられる。そこで、次章では、広島市をケーススタディ対象都市として、6章で作成する各都市類型の集約型都市構造方針に従ったシナリオを評価するための評価モデルを構築する。

#### 注

注4-1) 東京都特別区部、横浜市、大阪市、名古屋市は三大都市圏の中心都市であること、また、その他の70万人以上の都市に比較して人口が極端に大きいことから、本研究では対象都市として除外した。

#### 参考文献

- 4-1) 八木恒憲・田村将太・田中貴宏：都市構造評価指標を用いた地方都市の類型化－人口減少時代の都市類型別取組方針作成に向けた基礎的検討－，都市計画論文集，Vol.53，No.3，pp.951-956，2018
- 4-2) Tsai, Y.H.: Quantifying Urban Form: Compactness versus ‘Sprawl’, *Urban Studies*, Vol.42, No.1, pp.141-161, 2005
- 4-3) 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
- 4-4) 天野 正昭・天野克也：都市の規模・形態特性と通勤・通学実態－1つの人口集中地区をもつ母都市型都市の規模・形態特性に関する研究 その1－，日本建築学会計画系論文集，Vol.73，No.628，pp.1289-1295，2008

## 第5章 人口分布の多面的評価モデルの作成と BAU シナリオの評価

---

- 5-1. 本章の概要
- 5-2. 対象都市概要
- 5-3. 将来推計可能な都市構造評価指標の選定
- 5-4. 生活利便性および健康福祉指標による評価
- 5-5. 地域経済指標による評価
- 5-6. 行政運営指標による評価
- 5-7. エネルギー・低炭素指標による評価
- 5-8. 安全安心分野指標による評価
- 5-9. 本章のまとめ

## 第5章 人口分布の多面的評価モデルの作成

### 5-1. 本章の概要

前章では、同規模人口都市を人口分布形態指標より分類し、都市構造評価を行うことで、人口分布形態の異なる都市では、課題となる指標が異なることを示した。このことから、人口分布形態による都市類型別に解決すべき課題が異なり、将来目指すべき集約方針も異なると考えられる。そのため、次章の第6章では、第4章で人口分布指標より分類した人口70万人以上規模の都市類型別に集約方針を作成し、その方針を広島市に適用することでシナリオ（将来人口分布）を作成した後、その効果を多面的に評価、比較する。そこで本章では、第6章で作成するシナリオの効果を多面的に評価するための評価モデルの作成を行う（図5-1）。具体的には、第4章で選定した都市構造評価指標6分野30指標（生活利便性、健康・福祉、安全・安心、地域経済、行政運営、エネルギー・低炭素）の中から、ハンドブックで将来推計が可能とされている指標を選定し、それらの評価モデル作成を行う。

以下に本章の流れを示す。

- 1) 対象都市の概要
- 2) 将来推計可能な指標の選定と評価モデル概要
- 3) 生活利便性、健康・福祉分野指標の評価モデル作成
- 4) 地域経済分野指標の評価モデル作成
- 5) 行政運営分野指標の評価モデル作成
- 6) エネルギー・低炭素分野指標の評価モデル作成
- 7) 安全・安心分野指標の評価モデル作成

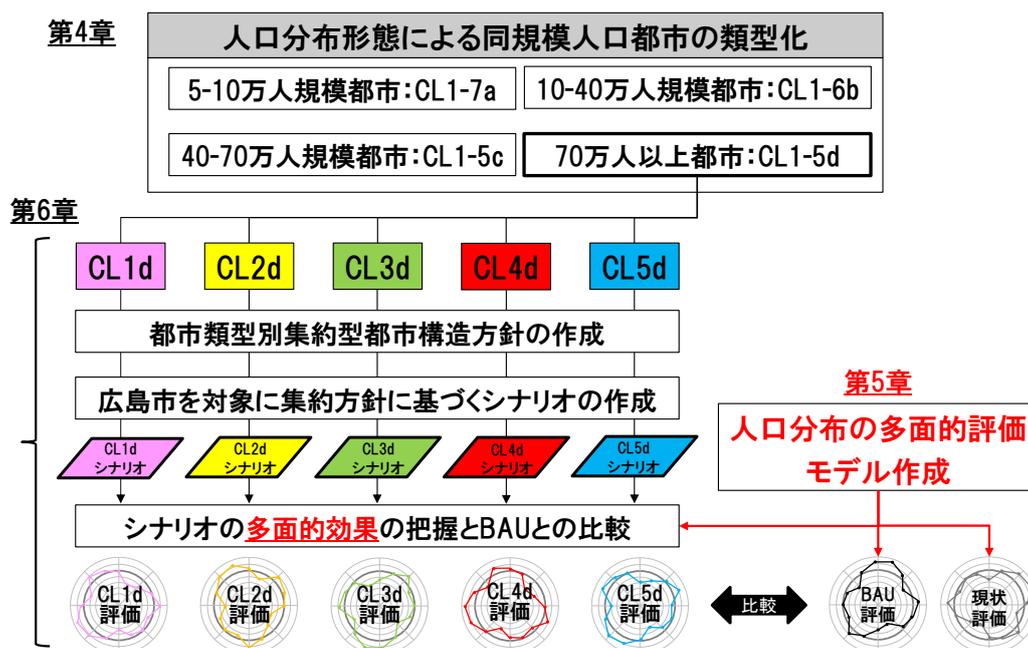


図 5-1 第5章の位置づけ

## 5-2. 対象都市概要

本項では、はじめに第5章と第6章で対象とする人口70万人以上の都市（17都市）について述べた後、広島市の概要について述べる。

### 5-2-1. 人口70万人以上の都市の現状

我が国における人口70万人以上の都市は全て政令指定都市に指定されており、日本全体の人口の約20%程度を占める。平成27年度の国勢調査によると、政令指定都市の多くが平成22年度の人口に比べて増加しており、人口増加傾向にあるものの、静岡市や北九州市等ではすでに人口減少傾向がみられる。国立社会保障・人口問題研究所（以降、社人研）の将来予測によれば、2035年には川崎市、さいたま市、福岡市以外の都市（14都市）は現在の人口を下回ることが予測されている<sup>5-1)</sup>。また、少子高齢化も進行し、2040年には14歳以下の人口割合が10%を下回る都市（札幌市や仙台市等5都市）もあり、高齢化率（全人口に対する65歳以上人口の割合）は多くの都市（福岡市と川崎市以外の都市）で30%を超えることも予測されている。地方都市と比較すると人口減少、高齢化の進行は遅いと考えられるものの、政令指定都市でも今後は人口減少、高齢化が進行する都市は多いと考えられる。

次に、DID人口、面積、人口密度の変遷をみると、1960年に比べ、2015年のDID人口、面積は大きく増加した一方で、人口密度が低くなった都市が多くみられる（表5-1）。これは、多くの都市でDID人口増加率よりもDID面積増加率の方が大きく、DID人口増加以上にDID面積が拡大してきたため、2015年のDID人口密度が1960年と比べて低密度になったと考えられる。また、対象都市のDID変遷図をみると、高度経済成長期（1960-1980年）の面積拡大が特に大きい（図5-2）。これは、高度経済成長期に人口が大都市に集中し、その受け皿として中心市街地の周辺で多数の住宅開発が進み、市街地がスプロールしたためと考えられる。また、これらの都市では急激な人口増加により同時期に多くの住宅団地が整備されたため、入居世帯の年齢階層に極端な偏りが生じている。そのため、これらの住宅団地において今後、人口減少、高齢化が急速に進行することで、空き家の発生、生活利便性の低下、環境の悪化等さまざまな課題が深刻化するおそれがあることが指摘されている<sup>5-2)</sup>。また、近年のDID拡大面積をみても、その他の人口規模の都市に比べて、拡大面積が大きい（図5-3）。そのため、このような市街地の拡大傾向が今後も続き、人口減少局面を迎えた場合、市街地の低密度化はますます進行すると考えられる。その場合、政令指定都市であっても非効率な都市施設整備・維持管理による行政運営コストの増加や自動車CO<sub>2</sub>排出量の増大などの問題が生じると考えられ、人口規模が大きい都市ほど、その他の都市に比べ、その影響は大きい（例えば、自動車CO<sub>2</sub>排出量は規模の大きい都市の方が地球温暖化に与える影響は大きく、行政運営コストは規模の大きい都市の方が非効率な都市施設整備維持管理によって生じるコストの絶対量が大きく、日本全体の財源に与える影響も大きい）。そのため、人口規模が大きい都市においても、人口減少や市街地の低密度化によって生じる様々な問題が深刻化する前に都市構造の再編（コンパクト化）を行うことが重要と考えられる。

表 5-1 人口 70 万人以上都市の DID 人口、面積、人口密度 (1960 年と 2015 年)

市町村名	1960年			2015年			1960年に対する2015年比		
	DID人口	DID面積 (km <sup>2</sup> )	DID人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	DID人口	DID面積 (km <sup>2</sup> )	DID人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	DID人口 (%)	DID面積 (%)	DID人口密度 (%)
札幌市	496,302	47.5	10448.5	1,899,081	235.5	8063.7	382.6	495.8	77.2
仙台市	335,979	33	10181.2	1,001,882	149.1	6719.5	298.2	451.8	66.0
さいたま市	289,035	29.4	9831.1	1,165,497	117.2	9942.8	403.2	398.7	101.1
千葉市	167,367	20.8	8046.5	884,360	121.8	7259.6	528.4	585.7	90.2
川崎市	565,657	53.8	10514.1	1,462,423	133.2	10977.5	258.5	247.6	104.4
相模原市	42,563	9.5	4480.3	665,686	71.7	9280.4	1564.0	755.1	207.1
新潟市	272,726	25.9	10530.0	590,688	104.1	5671.5	216.6	402.1	53.9
静岡市	372,687	37.2	10018.5	621,501	103.9	5982.3	166.8	279.3	59.7
浜松市	208,161	24	8673.4	475,253	85.4	5567.6	228.3	355.7	64.2
京都市	1,167,957	82.3	14191.5	1,407,087	143.6	9797.3	120.5	174.5	69.0
堺市	260,227	27.3	9532.1	798,538	108.1	7387.7	306.9	395.9	77.5
神戸市	1,005,961	57.1	17617.5	1,443,793	157.9	9141.4	143.5	276.6	51.9
岡山市	169,906	15.1	11252.1	492,936	81.8	6027.6	290.1	541.6	53.6
広島市	433,068	47.5	9117.2	1,027,439	133.9	7670.9	237.2	282.0	84.1
北九州市	798,942	78.8	10138.9	864,534	156.8	5513.3	108.2	199.0	54.4
福岡市	528,678	50.2	10531.4	1,486,479	154.4	9629.3	281.2	307.5	91.4
熊本市	275,304	25.9	10629.5	587,816	88.8	6622.5	213.5	342.7	62.3

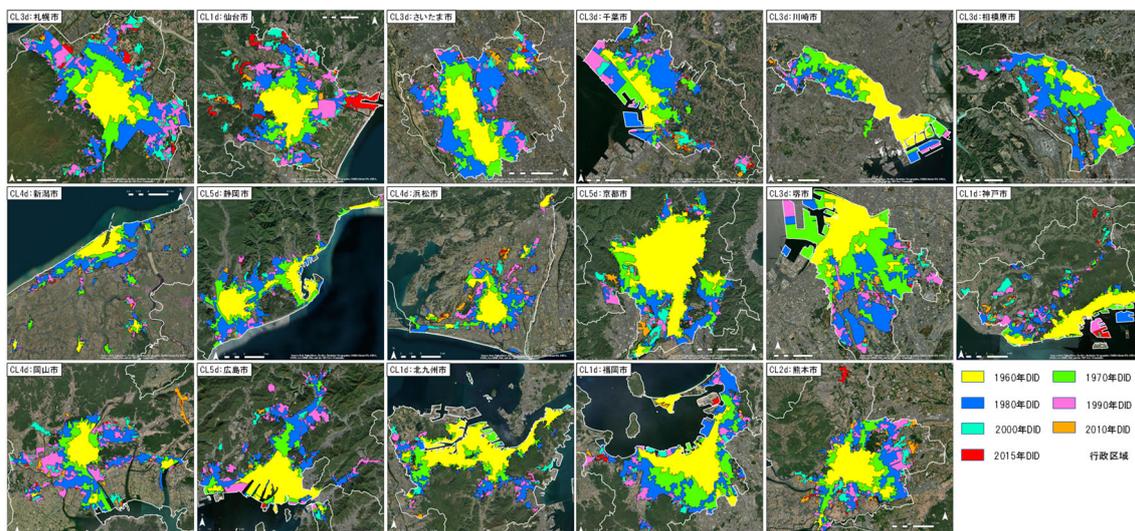


図 5-2 人口 70 万人以上都市の DID の変遷 (1960-2015 年)

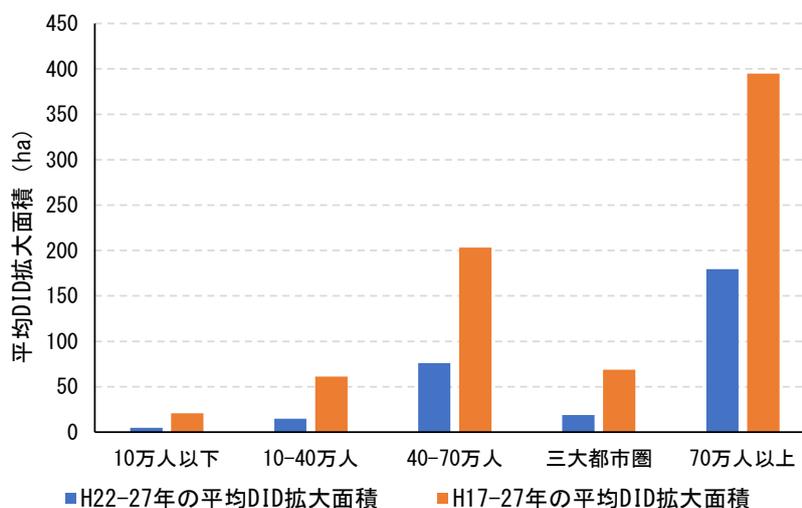


図 5-3 人口規模別の平均 DID 拡大面積 (2005-2015 年)

## 5-2-2. 広島市の概要

### (1) 広島市の現状

広島市は広島県の県庁所在地で政令指定都市にも指定されており、中国・四国地方で最大の人口を有する都市である。地形的な特徴として、広島市の南面が瀬戸内海に接しており、北面には中国山地が広がる（図 5-4）。標高 600m から 1000m の山を中心とする山地部が市域面積の約 2/3 を占め、太田川により形成されたデルタ平野を三方から取り囲んでいる。広島市は従来、三角州（デルタ）のまちと呼ばれ、その中で様々な機能が完結していた<sup>5-3)</sup>。しかし、高度経済成長期に人口が都市へ集中し、その受け皿としてデルタ周辺の山地や丘陵地で住宅開発が進み、市街地が拡大した。図 5-2 の DID の変遷をみても、1960 年の DID はデルタ地帯に位置しているが、1970、1980 年の DID はデルタ周辺まで拡大しており、広島市の住宅団地の分布（図 5-5）をみても、その拡大したエリアに住宅団地が多く分布している。これら住宅団地の築年数と高齢化率との関係（図 5-6）をみると、築年数が大きいほど高齢化率も高い傾向にあり、今後これら住宅団地の高齢化、老朽化がますます進行すると考えられる<sup>5-3)</sup>。また、広島市の人口は 1,194,034 人（平成 27 年度国勢調査）で 2010 年に比べ、人口は増加傾向（約 1.7%）にあるが、2005 年から 2015 年の人口分布（500m メッシュ）の変動をみる（図 5-7）と、市街地縁辺部や住宅団地が分布するエリアではすでに大きな人口減少がみられる。これは、住宅団地の完成後、子育て世代を中心に入居が進み、その後、子供世代が進学、就職等によって団地から転出すること等が要因の 1 つと考えられる。このように、市全体の人口は微増しているものの、市街化区域の縁辺部や住宅団地が分布するエリアでは人口減少、高齢化が進行しており、それによってさまざまな問題が深刻化するおそれが指摘されている<sup>5-3)</sup>。

### (2) 広島市の将来人口とその分布

社人研の将来人口推計と国土数値情報の「500m メッシュ別将来推計人口（H30 国政局推計）」<sup>5-5)</sup>を用いて、広島市の将来人口とその分布について把握した。広島市の将来人口分布（2040 年）と人口カテゴリー別メッシュ数を図 5-8 に、広島市の将来人口の推移と人口増加率を図 5-9 にそれぞれ示す。なお、500m メッシュ別将来推計人口については、2015 年の 500m メッシュデータをベースにコーホート要因法を用いて推計されている。具体的には、2015 年の 500m メッシュ人口に出生率、死亡率、生存率および純移動率を乗じることで 5 年ごとの将来人口を試算し、その計算を 2040 年まで繰り返し行うことで算出されている<sup>5-6)</sup>。本研究ではコーホート要因法で推計された 2040 年の将来人口分布を現状推移シナリオ（BAU）とすることとした。

社人研の人口推計によれば、広島市の人口は 2020 年をピークに徐々に人口減少が始まり、2040 年には人口が 1,150,616 人まで減少すると予測されている<sup>5-1)</sup>。また、少子高齢化も進行すると予測されており、2015 年の高齢化率 23.9%に対して、2040 年の高齢化率は 32.3%となり、約 10%程度上昇するとされている。また、2015 年と 2040 年の人口カテゴリー別メッシュ数を比較すると、2015 年ではメッシュ内人口が 250 人以下のメッシュ数が 916 に対

して 2040 年では 948 に増加する。また、その内の 106 メッシュは 2015 年から 2040 年に無居住メッシュ（2040 年時点で人口が 0）となる。そのほかのカテゴリーではメッシュ内人口が 751-1251 人と 4000 人以上のメッシュ数は微増しているものの、それ以外ではメッシュ数が減少している。このことから、広島市の市街地は 2015 年に比べると低密度な市街地になると考えられる。そのため、広島市全体の人口減少が深刻化する前にコンパクト化を進める必要がある。

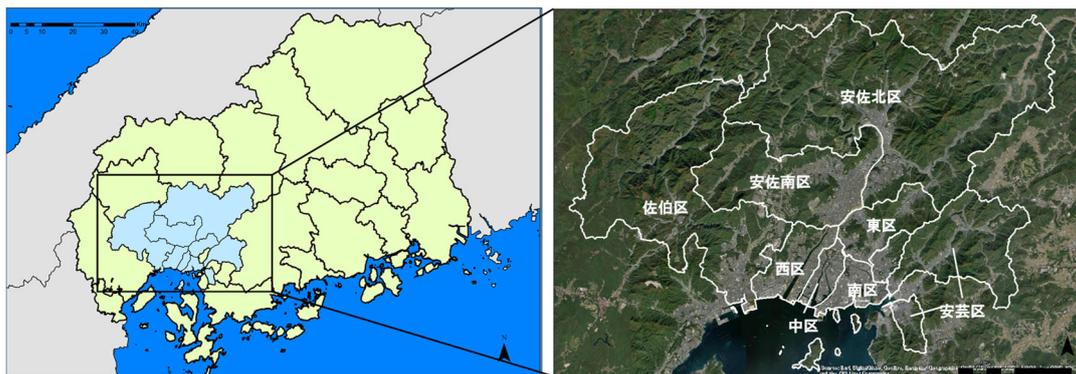


図 5-4 研究対象地（広島市）

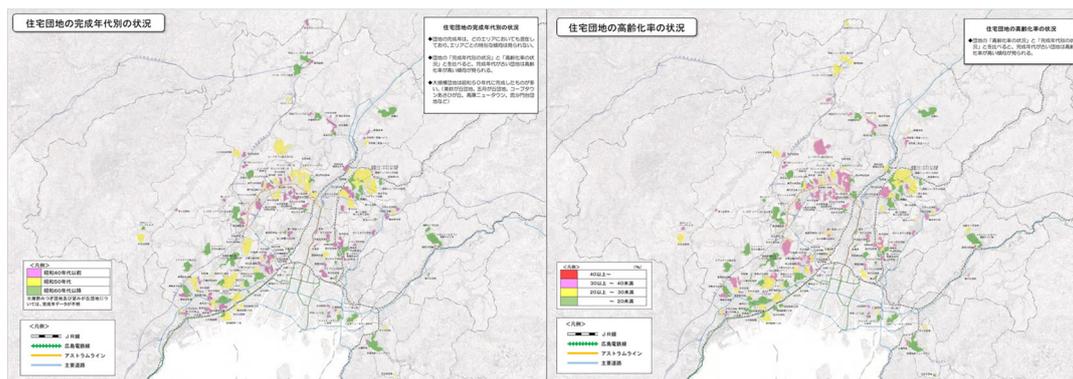


図 5-5 広島市における住宅団地の完成年代と高齢化率（文献 5-3、5-4 から引用）

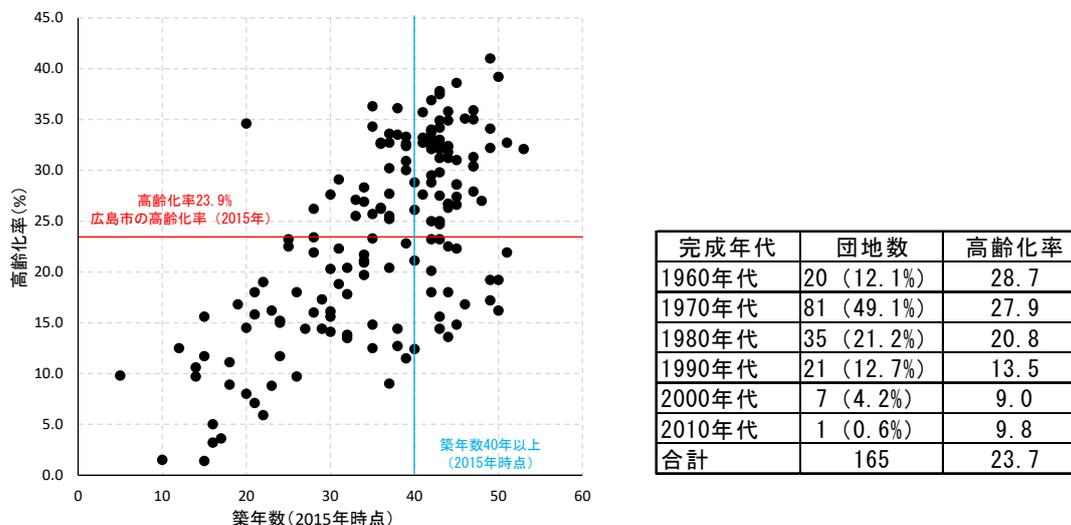


図 5-6 広島市における住宅団地の築年数と高齢化率の関係

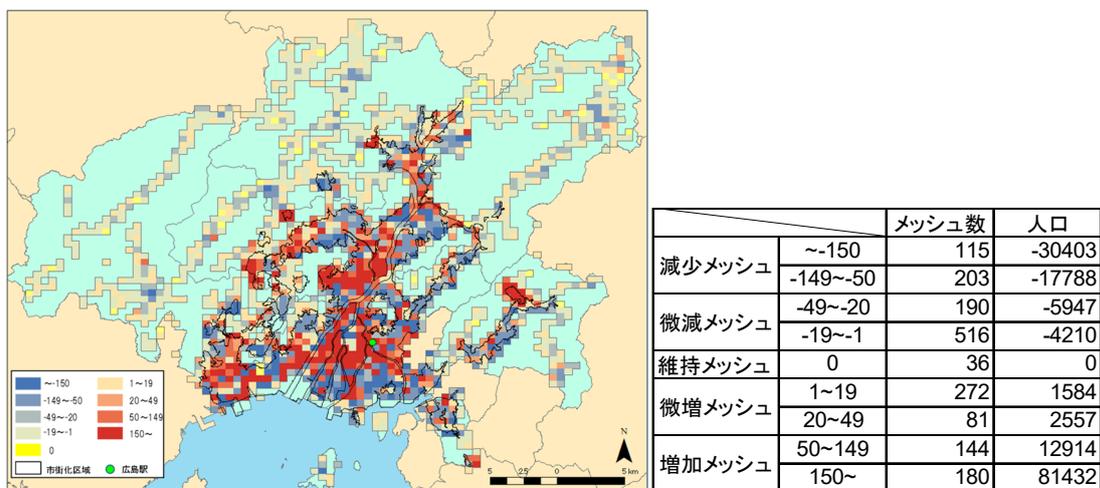


図 5-7 2005 年から 2015 年における広島市の人口変動数とその分布図 (500m)

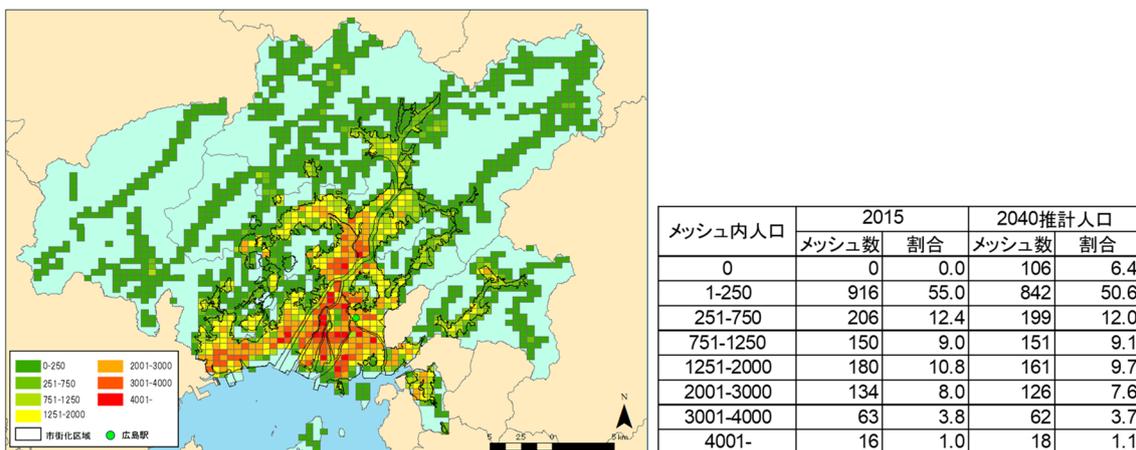


図 5-8 広島市の 2040 年人口分布 (BAU) と人口カテゴリー別メッシュ数

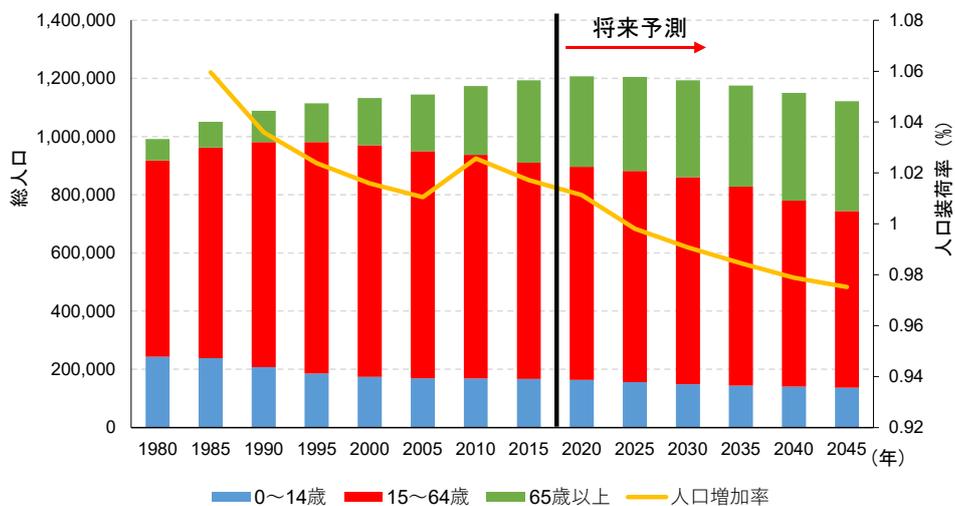


図 5-9 広島市の将来人口と人口増加率の推移

5-3. 将来推計可能な都市構造評価指標の選定と評価モデル概要

次章で作成する将来人口分布シナリオの評価を多面的に行うために、4章で選定した都市構造評価指標 30 指標のうち、「都市構造評価に関するハンドブック<sup>5-7)</sup>」において将来推計可能とされている 19 指標（生活利便性分野 10 指標、健康・福祉分野 2 指標、安全・安心分野 4 指標、地域経済分野 1 指標、行政運営分野 1 指標、エネルギー・低炭素分野 1 指標）を用いることとし、これら 19 指標の評価モデルをそれぞれ作成することとした。表 5-2 に選定した指標一覧を、図 5-10 に各指標の評価モデルのイメージ図を示す。なお、本研究における多面的評価モデルとは、これら 19 指標の評価モデルより人口分布を多面的に評価する枠組みのことである（図 5-10）。各評価指標のモデルに人口分布を入力することで、その評価指標の値（例えば、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量モデルに入力すると、1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量）が分布で表示され、これら算出された各メッシュの評価値を合計することで、その指標における対象都市全体の値を算出することができる。

表 5-2 将来推計可能な都市構造評価指標一覧

評価分野	都市構造評価指標	単位	評価分野	都市構造評価指標	単位
生活利便性	①a 日常生活サービス徒歩圏	%	健康・福祉	②b 高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%
	①b 居住を誘導する区域における人口密度	人/ha		②d 高齢者徒歩圏に公園がない住宅の割合	%
	①c 生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療 %	安全・安心	③a 土砂災害警戒区域人口割合	%
	①d 生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	福祉 %		③b 浸水想定区域人口割合	%
	①e 基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率	商業 %		③e 土砂災害による1年あたりの想定死者数	人
	①f 基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率	%		③f 洪水災害による1年あたりの想定死者数	m
	①g 生活サービス施設の利用率平均人口密度	医療 %	地域経済	④c 小売商業床面積あたりの売上高	万円/m <sup>2</sup>
	①h 生活サービス施設の利用率平均人口密度	福祉 %	行政運営	⑤c 市民一人当たりの都市構造に関連する行政経費	千円
	①i 生活サービス施設の利用率平均人口密度	商業 %	エネルギー・低炭素	⑥a 市民一人当たりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /年
	①m 公共交通沿線地域の人口密度	人/ha			

赤字の指標：値が高いほど評価が高い 青文字の指標：値が小さいほど評価が高い

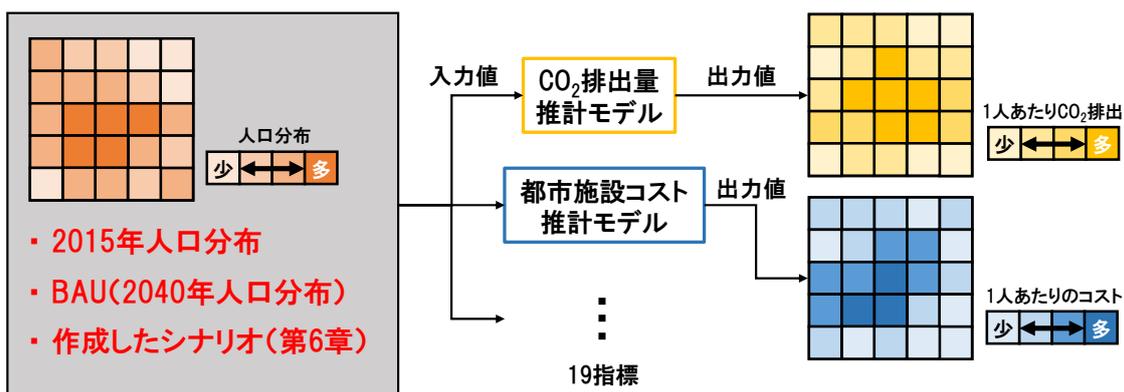


図 5-10 各指標の評価モデルのイメージ図

### 5-4. 生活利便性および健康福祉指標による評価

#### 5-4-1. 評価指標と対象施設の設定

ハンドブックを参考に、将来推計が可能な生活利便性指標として、「日常生活サービスの徒歩圏充足率」「居住を誘導する区域における人口密度」「サービス施設（医療、福祉、商業）の徒歩圏人口カバー率とその利用圏域平均人口密度」「基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率」「公共交通沿線地域の人口密度」を、健康・福祉施設指標として「福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率」「公園緑地の徒歩圏人口カバー率」を、それぞれ選定した。医療施設については、病院（内科または外科）および診療所を、福祉施設については通所系施設、訪問系施設、小規模多機能施設を、商業施設については専門スーパー、総合スーパー、百貨店を、基幹的公共交通路線については、1日30本以上の運行頻度の鉄道およびバス路線を、それぞれ対象とした。また公園緑地については、住区基幹公園である「街区公園」「近隣公園」「地区公園」を対象とした。医療施設、福祉施設、公園は国土数値情報の施設データを、商業施設については、大型小売店舗ポイントデータ（2014）を用いた。なお、基幹的公共交通路線は広島市の電車とバス路線の運行本数を NAVITIME の時刻表より把握し、バス停と駅の運行本数をそれぞれ集計した。

#### 5-4-2. 対象施設の立地推定

現在、立地している各種施設は人口減少により将来、存続が困難となる可能性が考えられる。そこで、第3章で作成した施設数と人口密度との関係式を、広島市を対象に作成し、各施設の施設数が0となる人口密度を基準に2040年の人口分布を用いて各施設が存続可能であるかについて判定を行った。広島市を対象に作成した各種施設の施設数と平均人口密度との関係および2040年の各施設数を図5-11に、2015年と2040年の各種施設の立地分布を図5-12、図5-13にそれぞれに示す。

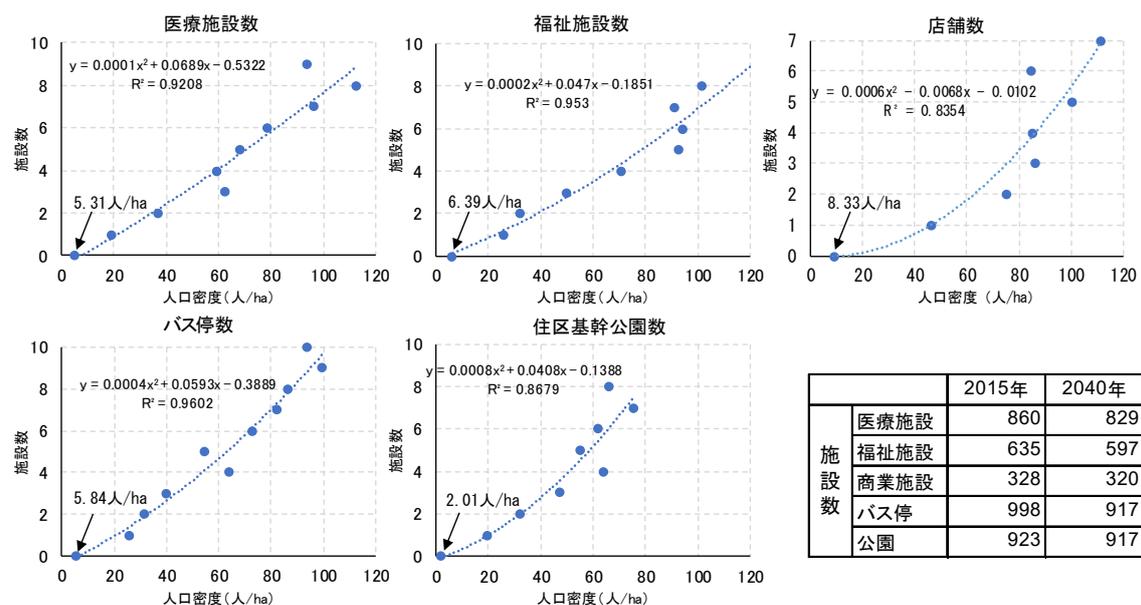


図5-11 各施設の施設数と人口密度の関連と施設数の推計結果（広島市）

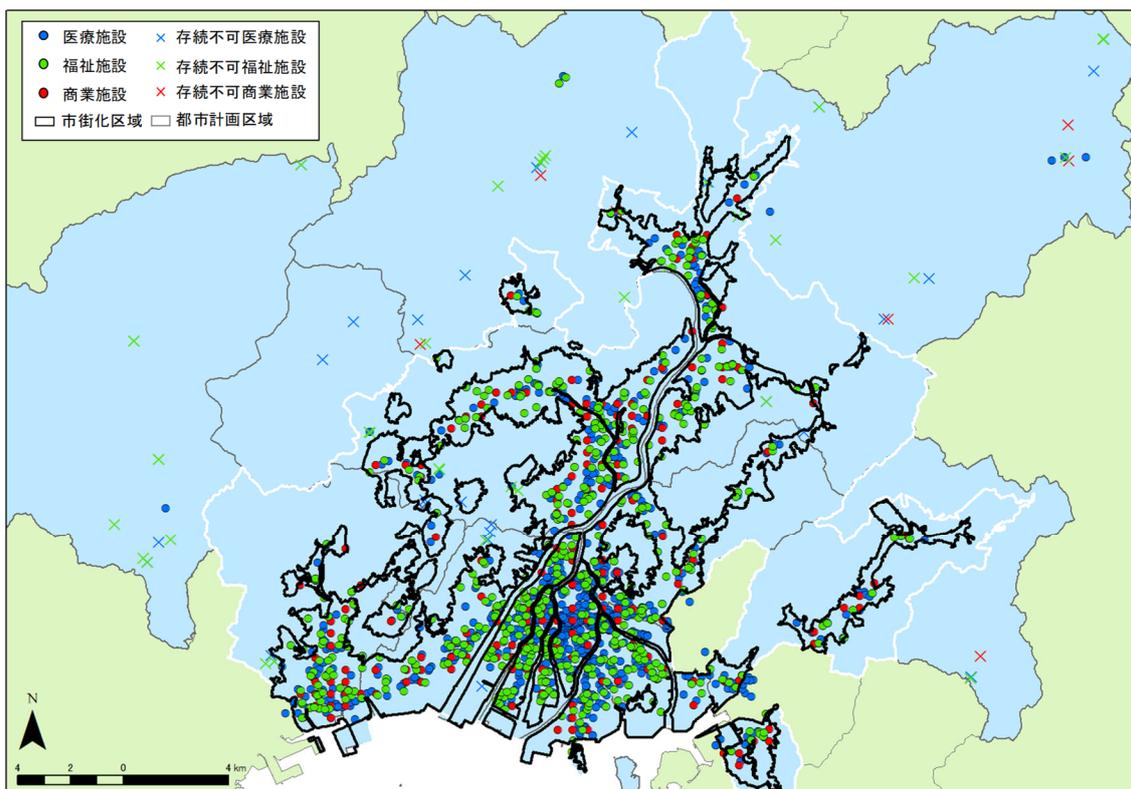


図 5-12 2015 年と 2040 年の医療、福祉、商業施設の立地

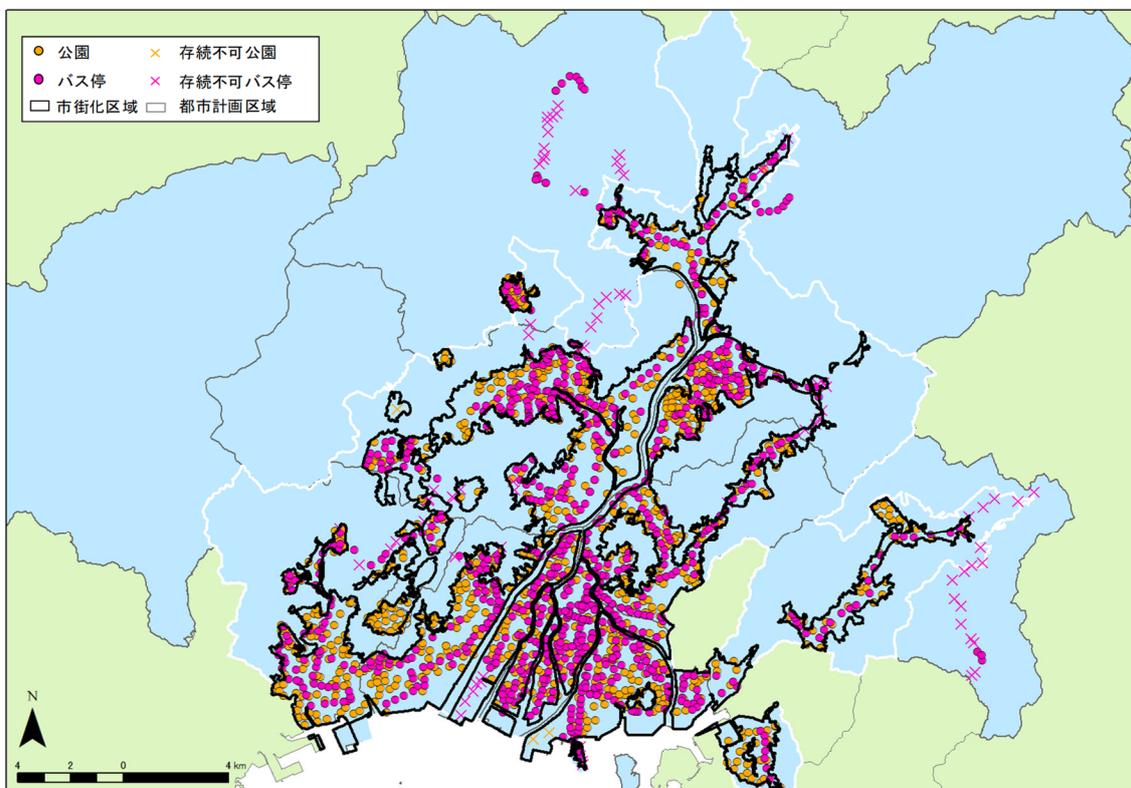


図 5-13 2015 年と 2040 年のバス停、公園の立地

5-4-3. 生活利便性と健康福祉指標による BAU の評価

生活利便性指標と健康・福祉指標の中で、各種施設からの圏域における人口カバー率については、住居系建物データを用いて推定することとした。具体的には、既往研究<sup>5-8)</sup>を参考に、ゼンリン社の「Zmap-Town II (2016)」の住居系建物戸数データ（マンション・アパートなど集合住宅の場合は部屋数）を用いて、500m メッシュ内の住居系建物戸数に対する各施設の対象圏域内の住居系建物戸数の割合を算出し、この割合に応じて 500m メッシュ内の人口を配分することで推定した。

ハンドブックでは「日常生活サービス徒歩圏充足率」は、医療、福祉、商業、基幹的公共交通の全てが徒歩圏（800m）にある人口の比率とされていることから、本章では、これら施設の徒歩圏が重複するエリアの人口カバー率を用いることとした。なお「基幹的公共交通路線の人口カバー率」と「公共交通沿線の人口密度」を算出する際には、駅から 800m、バス停から 300m の圏域をそれぞれ対象とした。各指標の評価結果を表 5-3 に示す。

2040 年の生活利便性、健康福祉指標の評価結果をみると、「日常生活サービスの徒歩圏充足率」は 2015 年に比べ、増加している。2015 年に比べ、2040 年の広島市の人口は減少しているものの、日常生活サービスの徒歩圏の多くが市街化区域内の中心エリアに分布しており、このエリアでは 2040 年時点でも一定程度、人口増加するエリアがあるため、都市全体に対する徒歩圏人口の割合は 2015 年に比べ、大きくなると考えられる。一方で、医療施設や福祉施設の徒歩圏カバー率はやや減少している。これは、これらの施設は 2015 年時点で市街化区域外にも一定程度、立地しているものの、2040 年では存続不可と判定された施設が多く、このエリアの徒歩圏カバー人口が減少するためと考えられる。基幹的公共交通の徒歩圏カバー人口率も微増しており、これは日常生活サービス徒歩圏充足率と同様の理由と考えられる。各施設の利用圏平均人口密度については、すべての施設で上昇している。これは、施設の減少により、利用圏域は小さくなるものの、徒歩圏カバー人口は 2015 年と同じ水準を維持しているため、圏域内の人口密度は大きくなると考えられる。以上より、広島市は政令指定都市の平均値と比較しても 2015 年時点で生活利便性・健康福祉指標の評価の水準が高く、2040 年においてもこれが一定程度保たれると考えられる。

表 5-3 2015 年と 2040 年の生活利便性・健康福祉指標の評価結果

評価分野	評価指標	単位	現在 (2015年)	BAU (2040年)	政令指定都市 平均値	
生活利便性	①a 日常生活サービスの徒歩圏充足率	%	72.9	74.4	56	
	①b 居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	73.7	72.2	62	
	①c 生活サービス施設の徒歩圏人口 カバー率	医療	%	93.4	93.1	83
		福祉	%	92.2	91.6	76
		商業	%	85.2	86.3	77
	①f 基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率	%	83.3	83.8	74	
	①g 生活サービス施設の利用圏平均 人口密度	医療	人/ha	49.0	52.9	39
		福祉	人/ha	49.6	54.6	42
		商業	人/ha	60.2	62.3	52
	①m 公共交通沿線の人口密度	人/ha	43.8	52.8	65	
	福祉健康	②b 高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	93.7	92.8	80
②d 公園緑地の徒歩圏人口カバー率		%	96.2	97.0	92	

### 5-5. 地域経済指標による評価

都市の経済性を評価するために、ハンドブックを参考に、コンパクト化による効果が大きく、将来推計が可能と考えられる「小売商業床面積あたりの売上高」を地域経済指標とし、将来推計のための評価モデルを作成した。

#### 5-5-1. 評価モデルの作成

平成 26 年度 500m 商業統計メッシュデータ（経済産業省）を用いて、メッシュの「年間小売販売額」を目的変数、「人口総数」「生産年齢人口」「事業所数」「店舗面積」を説明変数とし、重回帰分析を行った。なお、「人口総数」と「生産年齢人口」については、国勢調査の地域統計メッシュ（2015）を、「事業所数」については経済センサス活動調査（2016）をそれぞれ用いた。「店舗面積」については、大型商業小売店ポイントデータ（2014）より、現在立地する商業施設の店舗面積を把握し、500m メッシュ単位でそれらを集計した。結果を表 5-4 に示す。なお、「人口総数」「生産年齢人口」については他の説明変数と相関がみられたため、分析から除外した。

表 5-4 重回帰分析の結果

目的変数 説明変数	年間小売販売額			
	人口総数	店舗面積	事業所数	生産年齢人口
重相関係数(調整済み)	0.919			
決定係数(調整済み)	0.843			
説明変数	偏回帰係数		標準化偏回帰係数	
a: 事業所数	24.513		0.851**	
b: 店舗面積	0.008		0.1**	
重回帰式	年間販売額(百万円)=24.513a+0.008b-115.32			

#### 5-5-2. 店舗面積と事業所数の推計方法

作成した重回帰式を用いて、2040 年の年間小売販売額を推計するために、2040 年の「店舗面積」と「事業所数」をメッシュ単位で推計した。「店舗面積」の推計については、人口減少により商業施設が撤退する可能性があるため、2040 年の将来人口分布と前節で作成した人口密度と施設数の回帰曲線（図 5-1 再掲）を用いて、2040 年時点の各メッシュの商業施設立地数を把握し、その後、それらの店舗面積を 500m メッシュ単位で集計した。なお、将来、人口増加による人口密度の上昇に伴い、商業施設が新設される可能性も考えられ、実際に前節で作成した人口密度と施設数の回帰曲線をみても人口密度の増加に伴い、施設数も増加する傾向にある。しかし、この回帰曲線では、人口増加による施設数は予測可能であるものの、新設される施設の店舗面積までは予測できず、本研究で作成した評価モデルでは店舗面積を用いて年間小売販売額を推計するモデルであるため、商業施設の新設による影響を考慮できていない。しかし、店舗面積の標準化偏回帰係数をみると、事業所数に対して比較的小さいため、この影響は大きくないと考えた。「事業所数」については、2010 年と 2015 年のメッシュ内の 1 人あたりの事業所数に大きな変化はなく、それらに高い正の相関がみ

られた(図5-14)ため、1人あたりの事業所数は2040年時点でも大きく変化しないと考え、2015年の500mメッシュ内の人口1人あたりの事業所数に2040年のメッシュ内人口を乗じることで算出した。

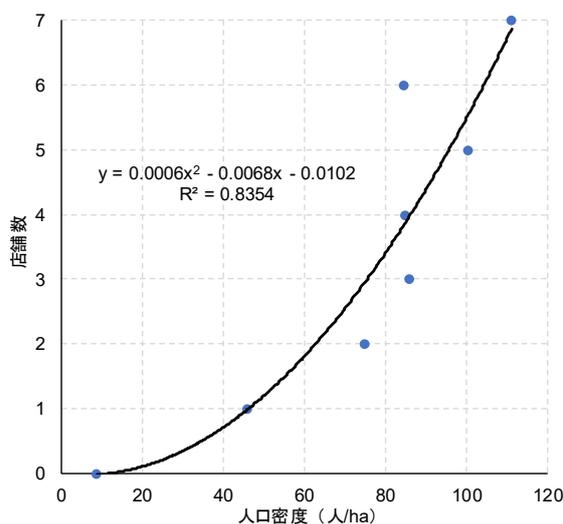


図5-1 商業施設数と人口密度の関係(再掲)

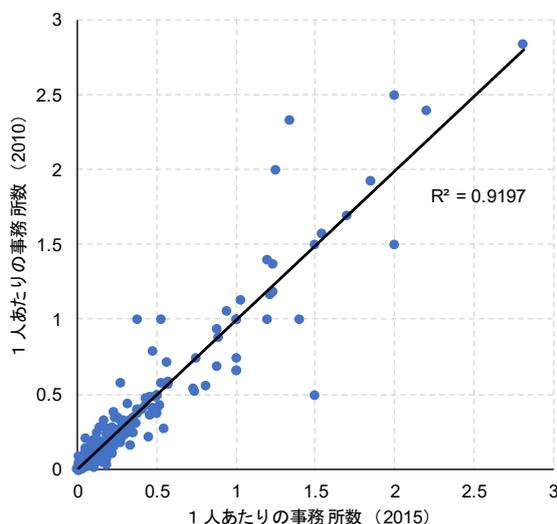


図5-14 1人あたりの事業所数の相関

### 5-5-3. 地域経済指標によるBAUの評価

作成した評価モデルを用いて、2040年の年間小売販売額を推計し、2040年の店舗面積で除すことで2040年の小売商業面積あたりの売上高を算出した。表5-5に2015年と2040年の小売商業面積あたりの売上高を示す。

2040年の小売商業面積あたりの売上高は2015年に比べ、小さい。これは、前節の商業施設数の推定で2040年において8施設が存続不可となったため、店舗面積が減少したこと、また、人口減少によって事業所数も減少したことが要因と考えられる。また、年間小売販売額も2015年に比べ、約0.94倍となっており、減少している。

表5-5 2040年の小売商業面積あたりの売上高

評価分野	評価指標	単位	現在 (2015年)	BAU (2040年)	政令指定都市 平均値
経地 済域	④c 小売商業面積あたりの売上高	百万円/m <sup>2</sup>	87.1	83.2	86.2

## 5-6. 行政運営指標による評価

### 5-6-1. 評価モデル概要

第4章で対象とした行政運営分野の指標のうち、将来推計が可能と考えられる「市民一人当たりの都市構造に関連する行政経費」を行政運営指標とし、広島市が管理する都市施設である道路、下水道、上水道、小学校、中学校、保育所・幼稚園、公民館の整備、維持管理に要するコストを算出した。なお、整備費は2040年までの都市施設整備にかかる費用であり、維持管理費はそれらを維持するために必要な年間費用とした。

### 5-6-2. 都市施設コスト推計モデルの作成

文献5-9を参考に500mメッシュ別に都市施設コストを算出した。都市施設コスト推計までの流れを図5-15に示す。まず、道路や上下水道などのインフラデータと都市施設のデータを収集、整理し、GISを用いてそれらを500mメッシュ単位で集計する。その際、道路や配水管などのインフラについては、都市全体へサービスを提供する幹線インフラは全て維持管理更新することとし、生活道路や支管などは将来、居住がなくなるエリアでは維持管理・更新を行わないこととした<sup>5-9)</sup>。また、小学校のような都市施設については、小学校区等の利用圏域に応じてコストを分配することとした。なお、各施設のコスト推計モデルについては、広島市が保有する整備費、維持管理費の実績データを用いて、各施設の整備費、維持管理費を算出する推計式を作成し、これを用いることとした。作成した都市施設コスト推計モデルを表5-6に示す。

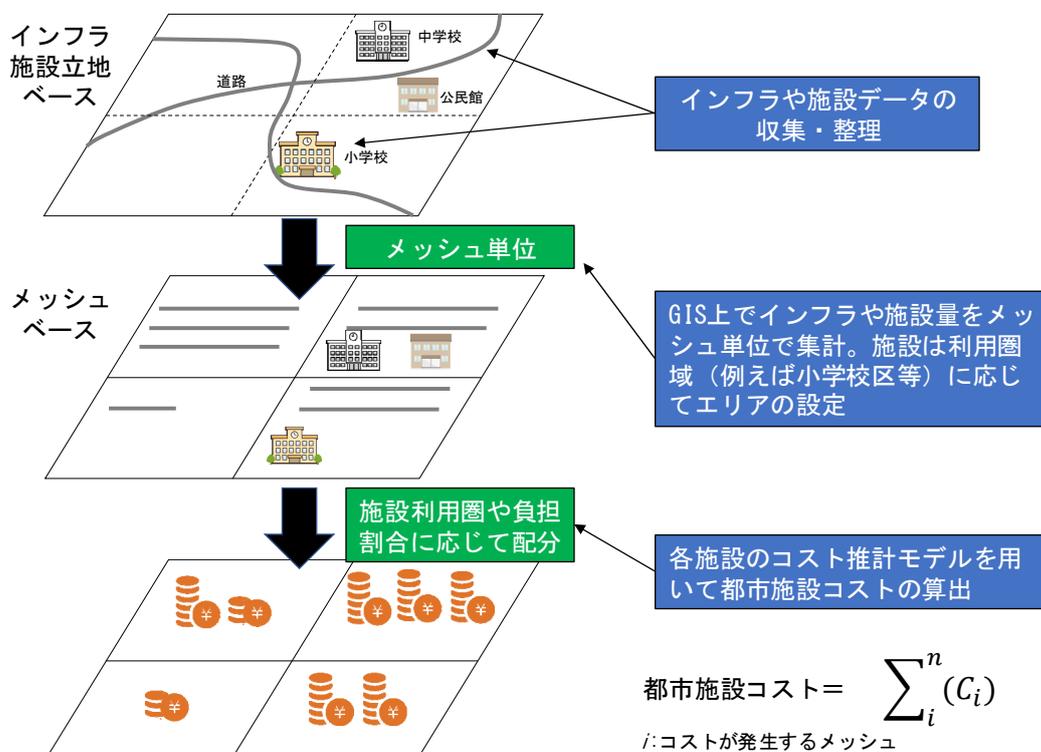


図 5-15 都市施設コスト算出の流れ

表 5-6 都市施設の整備・維持管理費の算出方法

道 路	<p><b>【整備費】</b> 広島市が管理する市町村道を対象に各シナリオの居住エリアに現存する全道路に更新整備を行うこととした。道路の耐用年数を15年とし、対象とした道路を15で除した道路延長を一年間に更新整備される道路延長とし、これに1mあたりの更新費を乗じることで算出した。なお、1mあたりの更新費は平成25-29年度の「道路年報」の広島市の値を用いて算出した。</p> $X_{道}(\text{円}) = \text{道路延長(m)} * 17,698(\text{円/m})$ <p><b>【維持管理費】</b> 居住エリア内の現存する全市道を維持管理することとした。維持管理費(清掃、点検、補修等)は対象とする道路延長に道路1mあたりにかかる維持管理費を乗じることで算出した。なお、道路1mあたりの維持管理費は平成24年-28年の道路維持管理費と道路延長から算出した。</p> $Y_{道}(\text{円}) = \text{道路延長(m)} * 981(\text{円/m})$
上 水 道	<p><b>【整備費】</b> 基幹管渠(口径300mm以上の配水本管、送水管、導水管)は全て更新整備を行い、配水支管は各シナリオの居住エリアに現存するものに更新整備を行うこととした。また、人口密度の増加により、既存の配水管では給水に必要な管径を満たさない場合、新規整備することとした。整備費は口径別の管渠1mあたりに要する整備費を広島市の平成24-28年の実績データより算出し、管渠延長に乘じることで算出した。</p> $X_{上}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (A_i * B_i) \quad A_i = 38008e^{0.008x}(\text{円/m}) \quad B_i: \text{口径別管渠延長(m)} \quad x: \text{管径}$ <p><b>【維持管理費】</b> 上水道を構成する4つの施設(浄水場、配水池、ポンプ所、管渠)を維持するために必要な費用(電力使用料金、薬品費、受水費、補修費)をそれぞれ算出し、それらの合計を維持管理費とした。電力使用料金、薬品費、受水費に関しては給水量1m<sup>3</sup>あたりにかかる費用を平成26-28年のデータより算出し、これに2040年の必要給水量を乗じることで算出した。また、補修費に関しては平成26-28年間の平均値を用いることとした。なお、必要給水量に関しては広島市の過去の給水量の実績データより、1人あたりの生活用水量を算出し、それらに2040年人口を乗じることで必要給水量を推計した。</p> $Y_{上}(\text{円}) = Y_{電気} + Y_{薬品} + Y_{受水} + Y_{補修}$ $Y_{電気}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (W_i * C_i * D_i) \quad W_i: 2040年に必要供給量(m^3) \quad C_i: \text{供給量1m}^3\text{あたりの電気使用量(kWh/m}^3) \quad D_i: \text{1kwhあたりの電気使用料金(円/kWh)}$ $Y_{受水}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (W_i * E_i) \quad E_i: \text{供給量1m}^3\text{あたりの水道事業料金(円/m}^3)$ $Y_{薬品}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (W_i * F_i * 95.76(\text{円/L})) \quad F_i: \text{供給量1m}^3\text{あたりの薬品費(円/L)}$ $Y_{補修}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n G_i \quad G_i: \text{各施設の補修費(円)} \quad i: \text{配水区域}$
下 水 道	<p><b>【整備費】</b> 現在、広島市が策定している下水道処理区域エリア内で整備が未完了のエリア(7下水処理区域のうち太田川、旭町、瀬野川、農業排水区域、特別環境保全処理区域の5つ)<sup>5-10)</sup>に対して新規整備を行うこととした。また、すでに整備が完了しているエリアの管渠に更新整備を行うこととし、人口増加により既存管渠や下水処理施設の処理能力が不十分となった場合、新たにこれらの施設を整備することとした。新規整備費は単位面積あたりの整備費を年間整備面積から求める回帰式を平成24-28年の公共下水道事業費から作成し、これらの回帰式より算出した。なお、年間新規整備面積は平成24-28年に新規整備された面積の年間平均値を整備が未完了な処理区域ごとに算出し、1年にその面積分が整備されることとした。更新整備費は平成24-28年の実績データより管渠延長から1mあたりの管渠整備費を求める回帰式を作成し、これを用いて各下水処理区域の1mあたりの管渠整備費を算出し、管渠延長を乗じることで算出した。また、施設整備費は「下水道事業における費用効果分析マニュアル(国土交通省)」を参考に、施設単価を設定した。なお、下水処理量は現在の1人あたりの下水処理量に2040年の将来人口を乗じることで算出した。</p> $X_{下}(\text{円}) = X_{新規整備} + X_{更新整備} + X_{施設整備}$ $X_{新規整備}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n ((642,552 * H_i^{(-0.757)}) * H_i) \quad H_i: \text{下水処理区域}i\text{の新規整備面積} \quad J_i: \text{下水処理区域}i\text{の2040年の管渠延長}$ $X_{更新整備}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n ((71,275,394 * J_i^{(-0.674)}) * J_i) \quad K_i: \text{下水処理区域}i\text{の2040年の下水処理量}$ $X_{施設整備}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (655,000 * K_i)$ <p><b>【維持管理費】</b> 維持管理費は、水資源再生センター、ポンプ所、管渠の維持管理費の合計とした。水資源再生センターとポンプ所は下水処理量と維持管理費の回帰式を求め、これに2040年の下水処理量を代入することで算出した。管渠に関しては単位面積当たりの維持管理費に下水処理区域面積を乗じることで算出した。</p> $Y_{下}(\text{円}) = Y_{水資} + Y_{ボ} + Y_{管渠} \quad Y_{水資}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (15971 * K_i^{0.636}) \quad Y_{ボ}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (1684 * K_i^{0.723})$ $Y_{管渠}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (L_i * M_i) \quad L_i: \text{1haあたりの維持管理費} \quad M_i: \text{下水処理区域}i\text{の面積}$

表 5-6 都市施設の整備・維持管理費の算出方法

小学校	<p><b>【整備費】</b>                  現存する小学校が2040年時点で必要かどうかの判断を行った。具体的には各小学校区の児童数が2040年時点で18人以下となった場合、近隣小学校に統合されることとした。2040年の各小学校の児童数に関しては既往研究<sup>5-11)</sup>を参考に、2015年における各小学校区の500mメッシュ5-9歳、10-14歳人口の合計を1歳階級別に按分し、対象年齢(7-12歳)人口を算出する。その後、2015年の対象年齢人口に対する現在の小学校児童数の割合を算出し、これに2040年の500mメッシュより算出した対象年齢人口を乗じることで求めた。整備方針に関しては、文部科学省は公共施設の長寿命化を推進しており、大規模改修を2回、長寿命化改修を1回行うことで建築から80年間利用できるとしている。そのため、必要とされた小学校の中で2040年までに建築から80年を超える建物は建て替えることとし、80年を超えないものは大規模改修と長寿命化改修工事を行うこととした。                  整備費は、整備床面積あたりの工事費を乗じることで求めた。単位面積あたりの工事費については建築統計年報(平成20-28年)より学校教育用建築物の工事費を床面積で除した値を用いた。                  整備床面積は耐用年数を超える年(建て替え年)のその小学校の児童数、または2040年の児童数に必要な床面積とした。なお、必要床面積については「義務教育諸学校等の施設費の国庫負担等に関する法令」で定められている床面積の算出方法を用いた。</p> $X_{小}(\text{円}) = X_{改築} + X_{長寿命化} + X_{大規模改修} + X_{解体撤去} \quad X_{改築}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (N_i * O_i)$ $X_{長寿命化}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n ((N_i * O_i) * 0.6) \quad X_{大規模改修}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n ((N_i * 170,000(\text{円}/\text{m}^2)) * 2)$ $X_{解体撤去}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n ((N_i * 22,924(\text{円}/\text{m}^2)) \quad N_i: \text{必要床面積}(\text{m}^2) \quad O_i: 1\text{m}^2\text{あたりの整備費(構造別)}$ <p><b>【維持管理費】</b>                  必要とした小学校を維持管理することとした。維持管理費は小学校の運営維持費(平成27年度)<sup>5-12)</sup>から床面積1m<sup>2</sup>あたりの運営維持管理費を算出し、それらに必要な床面積を乗じることで求めた。  <math display="block">Y_{小}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (N_i * 12,338(\text{円}/\text{m}^2))</math></p>
中学校	<p><b>【整備費】</b>                  小学校と同様の方法を用いた。ただし、生徒数が24人(現在の中学校における最小生徒数)以下となる場合はその中学校は廃校とし、近隣の中学校へ統合することとした。</p> $X_{中}(\text{円}) = X_{改築} + X_{長寿命化} + X_{大規模改修} + X_{解体撤去}$ <p><b>【維持管理費】</b>                  必要とした中学校を維持管理することとした。維持管理費は中学校の運営維持費(平成27年度)<sup>5-12)</sup>から床面積1m<sup>2</sup>あたりの運営維持管理費を算出し、それらに必要な床面積を乗じることで求めた。  <math display="block">Y_{中}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (P_i * 10,885(\text{円}/\text{m}^2)) \quad P_i: \text{必要床面積}</math></p>
保育所・幼稚園	<p><b>【整備費】</b>                  保育所・幼稚園の立地と人口密度の関係式より、保育所・幼稚園が立地する1kmメッシュ内の人口密度が8.35人/ha以下となった場合、廃止することとした。                  整備方針に関しては、小学校と同様とした。必要床面積に関しては、現在の保育所の床面積と児童数から求めた回帰式より、建て替え年の児童数に必要な床面積を算出した。  <math display="block">X_{保・幼}(\text{円}) = X_{改築} + X_{長寿命化} + X_{大規模改修} + X_{解体撤去} \quad Q_i: \text{保育園・幼稚園}i\text{の必要床面積}</math> <math display="block">Q_i = 3.64 * R_i + 313.84 \quad R_i: \text{保育園・幼稚園}i\text{の児童数}</math> <p><b>【維持管理費】</b>                  必要とした保育所と幼稚園を維持管理することとした。維持管理費は保育所と幼稚園の運営維持費(平成27年度)<sup>5-12)</sup>から床面積1m<sup>2</sup>あたりの運営維持管理費を算出し、それらに必要な床面積を乗じることで求めた。  <math display="block">Y_{保}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (S_i * 147,496(\text{円}/\text{m}^2)) \quad Y_{幼}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (T_i * 53,501(\text{円}/\text{m}^2))</math></p> </p>
公民館	<p><b>【整備費】</b>                  広島市では公民館の配置基準としておおむね中学校区に1施設を配置するとしていることから、中学校区に最低1施設を配置することとした。なお、公民館の必要床面積に関しては、「公民館基準の解説」<sup>5-13)</sup>で示されている公民館の利用圏域人口に対する適正規模床面積より、1人あたりの床面積を算出し、2040年の各中学校区の人口を乗じることで算出した。  <math display="block">X_{公}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n ((U_i * V_i)) \quad U_i: \text{必要床面積} \quad V_i: 1\text{m}^2\text{あたりの整備費(構造別)}</math> <p><b>【維持管理費】</b>                  必要とした公民館を維持管理することとした。維持管理費は公民館の運営維持費(平成27年度)<sup>5-12)</sup>と公民館の床面積から1m<sup>2</sup>あたりの運営維持費を算出し、それらに必要な床面積を乗じることで算出した。  <math display="block">Y_{小}(\text{円}) = \sum_{i=1}^n (U_i * 28,629(\text{円}/\text{m}^2))</math></p> </p>

5-6-3. 行政運営指標による BAU の評価

作成した都市施設コスト推計モデルを用いて、2040 年の都市施設コストを算出した。図 5-16 に 2015 年と 2040 年の都市施設コストを、図 5-17 に 2040 年の都市施設コスト分布を、図 5-18 に 2040 年の 1 人あたりの都市施設コスト分布をそれぞれ示す。

これらの結果から読み取れる事項を以下に記す。

- 1) 2015 年と 2040 年の 1 人あたりの都市施設コストを比較すると、2015 年より 2040 年の都市施設コストの値が大きいことから、現状の都市構造のまま人口減少した場合、将来の 1 人あたりのコスト負担額は大きくなると考えられる。
- 2) 都市施設別にみると、上水道の 1 人あたりのコストは 2040 年の方が小さい。これは、広島市の上水道普及率が 98%で、今後、大規模な新規整備がないこと、また、2015 年の給水区域から府中浄水場が将来的に廃止・統合されるため、その維持管理コストが削減され、2040 年のコストの方が小さくなったと考えられる。
- 3) 都市施設別にみると、2015 年と 2040 年で下水道コストの差が最も大きい。これは、下水道未整備エリアが一定程度存在し、これらの整備に費用を要するためと考えられる。
- 4) 2015 年と 2040 年の 1 人あたりの下水道、小学校、保育所・幼稚園コストの差が大きく、また、これらのコストは全体に占める割合も大きいことから、これらのコスト削減が重要と考えられる。
- 5) 2040 年の都市施設コストの総量をみると、市街化区域内の都市中心部で特に大きい(図 5-7)。これは、都市の中心部ほどその他のエリアと比べて、都市施設が充実しており、都市施設の整備量が多いためと考えられる。
- 6) 市街化区域内外で 1 人あたりのコストに大きな差がある(図 5-8)。このことから、市街化すべきエリアと抑制すべきエリアを区分し、一定程度効率的に都市施設が整備されてきたと考えられる。ただし、市街化区域内でも都市施設コストに差があり、これはこのエリアで人口減少高齢化が急速に進展していることや、地形的制約によりインフラなどが非効率に整備されていることなどが要因として考えられる。

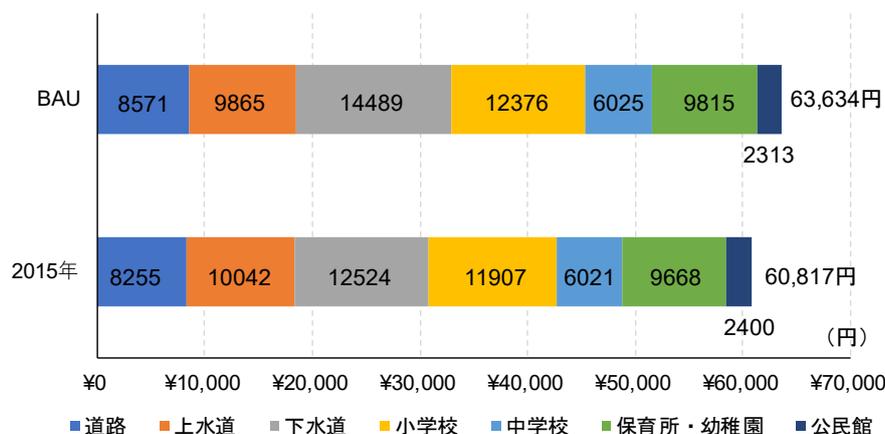


図 5-16 2015 年と 2040 年の 1 人あたりの都市施設コスト

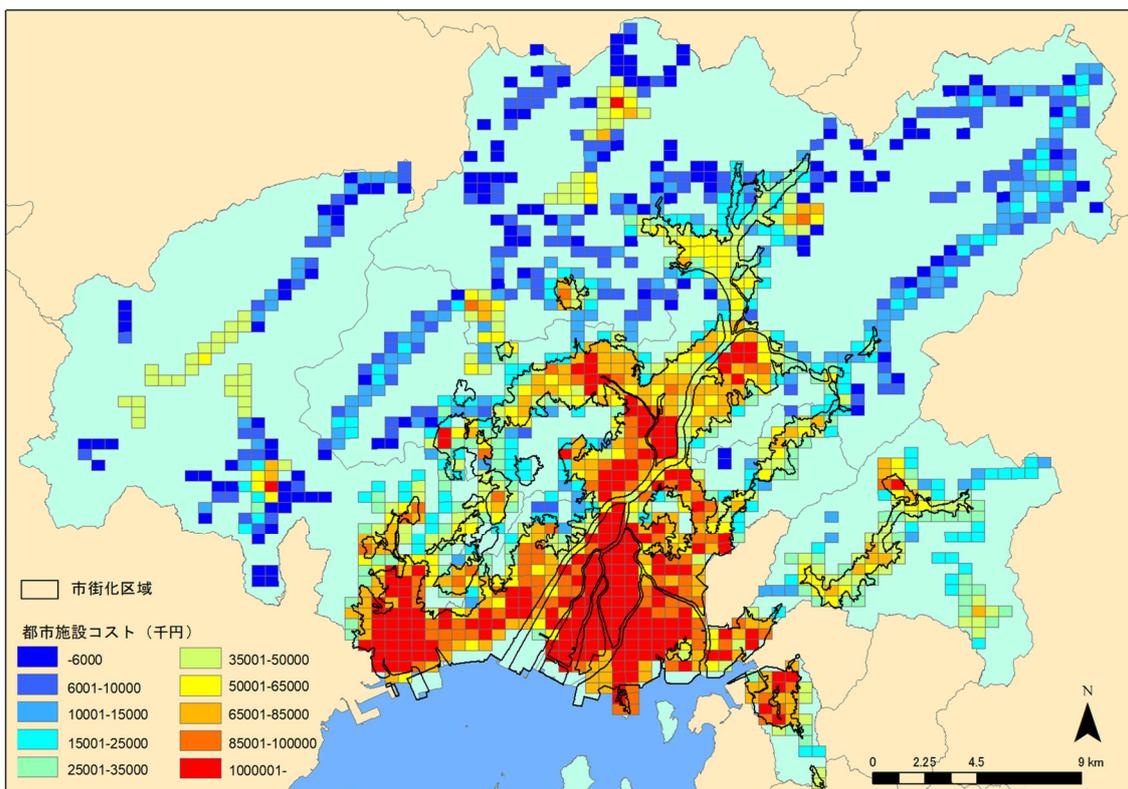


図 5-17 2040 年の都市施設コスト分布

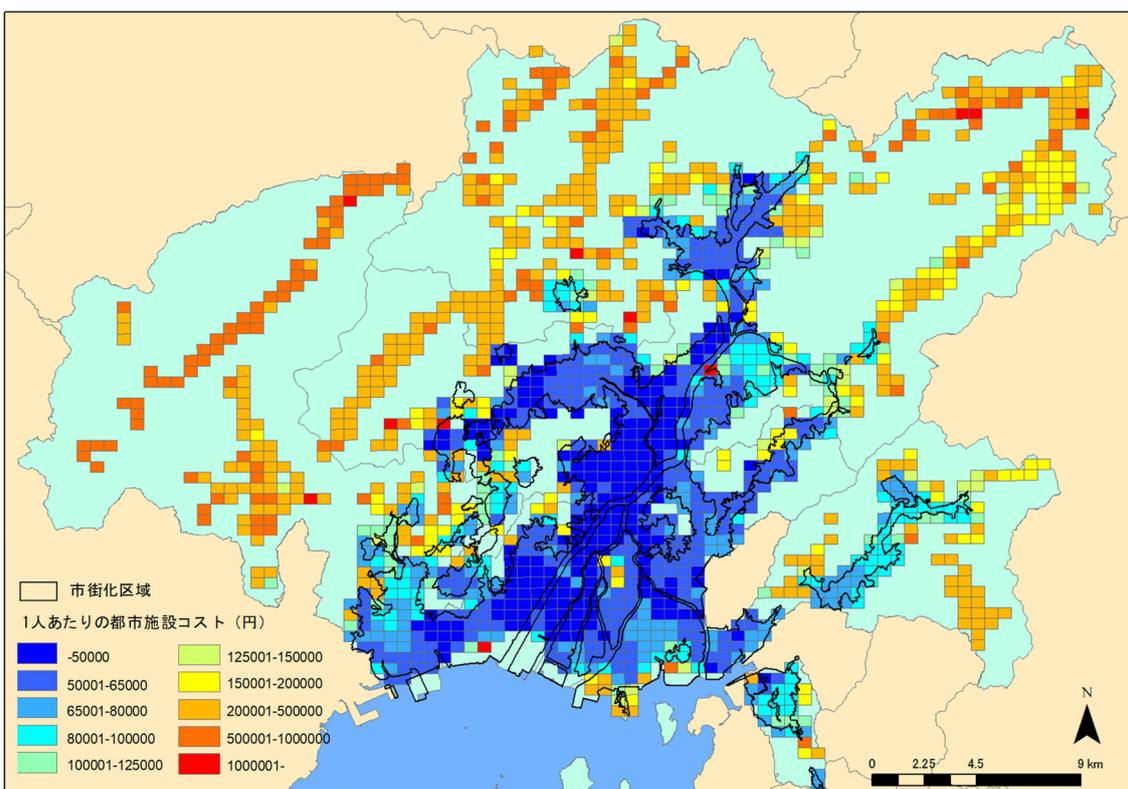


図 5-18 2040 年の 1 人あたりの都市施設コスト分布

5-7. エネルギー・低炭素指標による評価

5-7-1. 評価モデル概要

本研究では、将来推計可能なエネルギー・低炭素指標として、市街地の集約化により大きく変化すると考えられる「自動車 CO<sub>2</sub> 排出量」を対象とし、広島市の住民が市内（18ゾーン）および近隣 11 市町村との間を自動車で移動する際に発生する CO<sub>2</sub> 排出量を算出することとした。

自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の算出のために、まず、パーソントリップ（PT）調査データから現在の OD 交通量を推計し、それをもとに将来の OD 交通量を推計した。その後、これに OD 間距離、CO<sub>2</sub> 排出量原単位を乗じることで将来の自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。なお、PT 調査データについては、広島市が 2009 年に実施した交通実態調査のデータを使用した。交通実態調査の概要を表 5-7 に示す。OD 交通量は、広島市内 18 ゾーン、近隣市町村 11 ゾーン間の交通量を推定した（図 5-19）。広島市内ゾーンの設定については、まず、PT 調査から得られたサンプルを用いて、文献 5-14 で示されている標本率とゾーン数の関係式より、相対誤差を算出し、推奨されている相対誤差 20%以下となるゾーン数に区分することとした。また、ゾーンの区域については、現在の人口分布を考慮し、各ゾーンの人口に大きな偏りがないように設定した。

表 5-7 交通実態調査概要

調査日	2008年11月下旬から12月中旬
配布・回収方法	郵送配送、郵送回収
調査対象者	広島市に居住する世帯のうち、住民基本台帳から無作為に抽出した約63,600世帯の5歳以上の人
配布世帯数	約63,000世帯
回収世帯数	21,674世帯（抽出率1.5%）
有効回答票	37,253（抽出率3.4%）

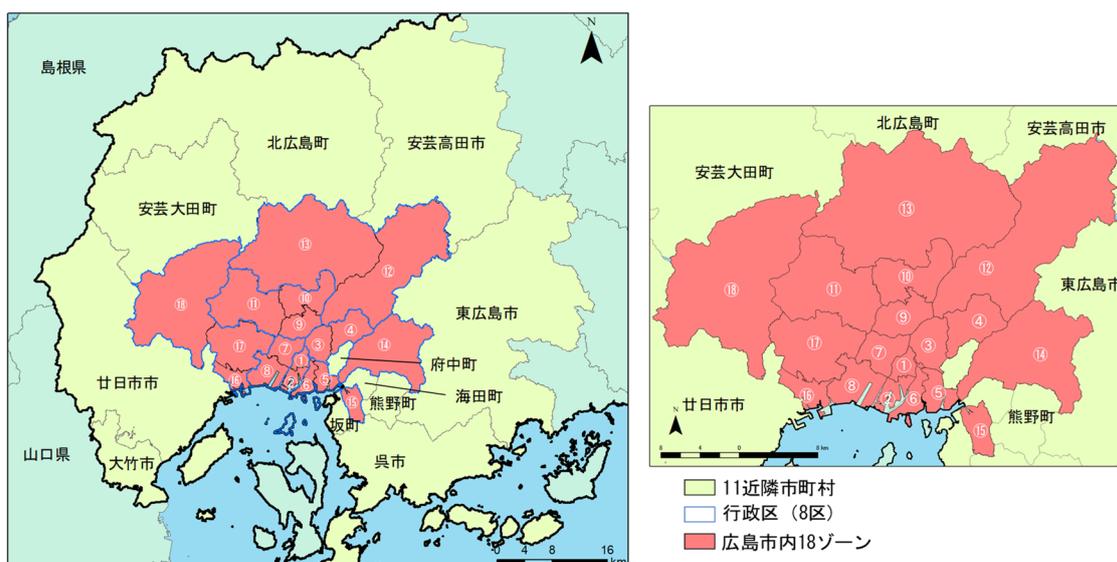


図 5-19 自動車トリップの対象エリア

### 5-7-2. 自動車交通量の推計

PT調査データから、住民が運転する自動車によるトリップ（自動車トリップ）を抽出し、これらを用いて自動車交通量推計のためのモデルを作成し、四段階推定法を用いて将来の自動車交通量を推定した。

#### (1) 生成交通量の予測

ここで、生成交通量とは、広島市内の人々の自動車総トリップ数を指す。まず、PT調査より得られた市内18ゾーン別の自動車トリップ数を各ゾーンの人口で除し、ゾーン別1人あたりの自動車トリップ数を算出する。算出したゾーン別1人あたりの自動車トリップとゾーン別人口密度から回帰式を作成し、人口密度から各ゾーンの1人あたりの自動車トリップ数を推計するモデルを作成した（表5-8）。これに、2040年におけるゾーン別将来人口密度を代入することで、2040年のゾーン別1人あたりの自動車トリップ数を算出した。その後、2040年のゾーン別人口を乗じることで、ゾーン別生成交通量を算出し、これらの合計値を2040年の自動車交通量とした。

#### (2) 発生・集中交通量の予測

発生交通量とは、各ゾーンから発生するトリップ数、集中交通量とは、各ゾーンへ集中するトリップのことを指す。発生・集中交通量については、既往研究<sup>5-15)</sup>を参考に、市内18ゾーン間（市内⇄市内）、市内18ゾーンと近隣11市町村間（市内⇄市外）、近隣11市町村間（市外⇄市外）についてそれぞれ異なるモデル式（図5-20、図5-21）を作成した。市内⇄市内の発生・集中交通量は18ゾーンの人口によりゾーン間交通量に変化するモデル、市内⇄市外は市内18ゾーンの人口重心と各市町村役場との距離によりゾーン間交通量に変化するモデル、市外⇄市外の発生・集中交通量は広島市の2015年人口に対する2040年人口の割合に現在の発生・集中交通量を乗じて算出するモデルとした。

#### (3) 分布交通量の予測

分布交通量とは、各ゾーン間のトリップ数を指す。分布交通量の推定にはゾーン間の交通量が各ゾーンの発生・集中交通量とゾーン間との距離の関数によって決まる重力モデルを用いた。以下にモデル式を示す。

$$T_{od} = a \frac{G_o \times A_d}{K_{od}^b} \quad (5-1)$$

$T_{od}$  : 分布交通量     $G_o$  : 発生交通量     $A_d$  : 集中交通量     $K_{od}$  : ゾーン間距離  
a、b : パラメータ

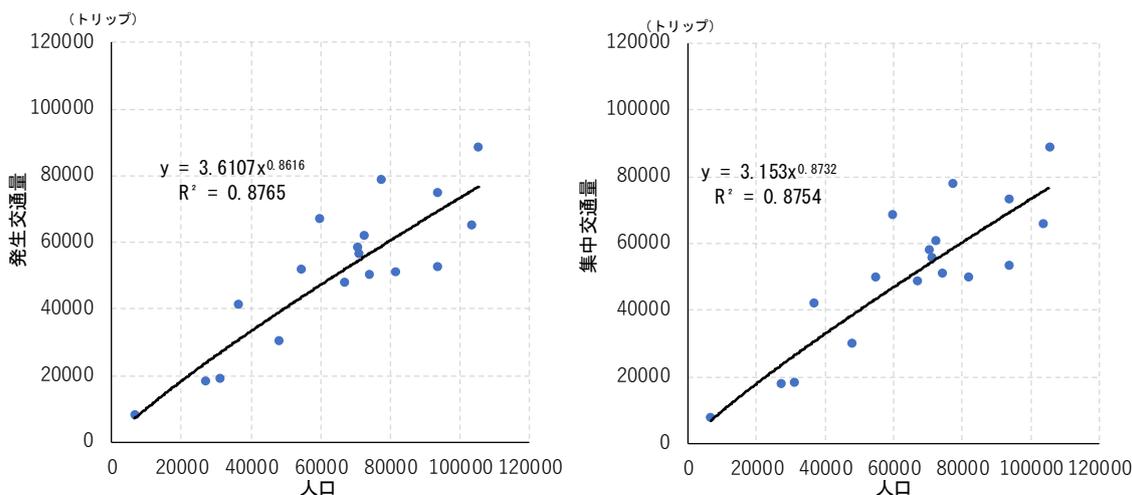


図 5-20 広島市内 18 ゾーンの発生・集中交通量と人口の関係

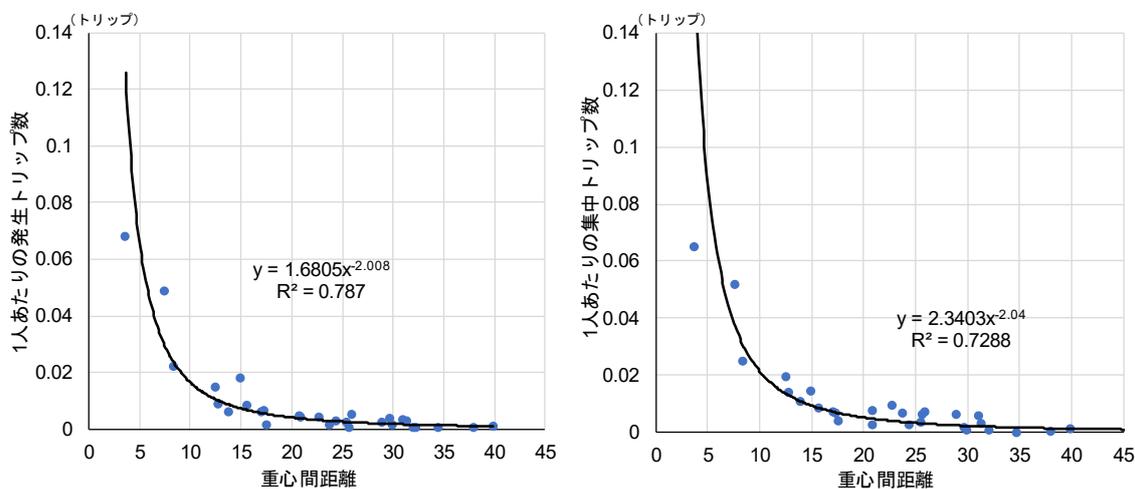


図 5-21 近隣市町村（廿日市市・大竹市）の発生・集中交通量と重心間距離との関係

表 5-8 自動車生成交通量と発生・集中交通量モデル式

生成交通量		$T_p = \sum_{i=1}^n 1.239e^{-0.0009D_i} * P_i$	
		発生交通量	集中交通量
市内⇄市内(18ゾーン)		$G_o = \sum_{i=1}^n (3.611P_i)^{0.8616}$	$A_d = \sum_{i=1}^n (3.153P_i)^{0.8732}$
市内 (18ゾーン) ↓ 近隣市町村 (11ゾーン)	呉市	$G_o = \sum_{i=1}^n (481.93K_i)^{-3.499} * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n (119.49K_i)^{3.036} * P_i$
	府中町	$G_o = \sum_{i=1}^n (0.215K_i)^{-1.575} * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n (0.219K_i)^{-1.545} * P_i$
	海田・熊野・坂町	$G_o = \sum_{i=1}^n (0.473K_i)^{-1.987} * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n (0.496K_i)^{-2.008} * P_i$
	東広島市	$G_o = \sum_{i=1}^n (4.8 * 10^{-5} K_i^2 - 0.004K_i + 0.097) * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n ((1.1 * 10^{-5} K_i^2 - 0.0085K_i + 0.167) * P_i)$
	廿日市・大竹市	$G_o = \sum_{i=1}^n 1.681K_i^{-2.008} * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n (2.34K_i)^{-2.04} * P_i$
	安芸高田市	$G_o = \sum_{i=1}^n (6.2 * 10^{-5} K_i^2 - 0.005K_i + 0.117) * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n (6.6 * 10^{-5} K_i^2 - 0.0057K_i + 0.125) * P_i$
	安芸大田町	$G_o = \sum_{i=1}^n (6.84 * 10^7 K_i)^{-6.675} * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n (6.56 * 10^7 K_i)^{-5.959} * P_i$
	北広島町	$G_o = \sum_{i=1}^n (6.6 * 10^{-5} K_i^2 - 0.0051K_i + 0.1) * P_i$	$A_d = \sum_{i=1}^n ((0.000087K_i^2 - 0.0068K_i + 0.13) * P_i)$
近隣市町村(11ゾーン)		$G_o = G_{2015} * P_{2040}/P_{2015}$	$A_d = A_{2015} * P_{2040}/P_{2015}$

Tp: 生成交通量 Go: 発生交通量 Ad: 集中交通量 Di: 市内18ゾーンiの人口密度

Pi: 市内18ゾーンiの人口 Ki: 市内18ゾーンと近隣市町村役場との距離

5-7-3. 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の算出

自動車 CO<sub>2</sub> 排出量は以下の式を用いて算出した。

$$L = \sum_n^i (T_{OD} * K_{OD} * M_v) \quad (5-2)$$

L : 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量 (t-CO<sub>2</sub>)    T<sub>odv</sub> : 車種別分布交通量    K<sub>od</sub> : ゾーン間距離  
 M<sub>v</sub> : 車種別 CO<sub>2</sub> 排出量原単位 (t-CO<sub>2</sub>/km・台)

車種別分布交通量 (T<sub>od</sub>) に関しては、まず、市町村別車種別自動車保有台数データを用いて、広島市の区別 (8 区) の乗用車と軽自動車の保有割合を算出し、人口密度との関係式を作成した (図 5-22)。その後、2040 年の各区の人口密度より 2040 年の区別乗用車、軽自動車保有割合を算出した。18 ゾーンの保有割合は各ゾーンが属する区 (例えばゾーン 1 は中区) の割合とし、それらを分布交通量に乗じることで、車種別分布交通量を推定した。車種別 CO<sub>2</sub> 排出原単位 (M<sub>v</sub>) については、自動車輸送統計年報 (2010 年度) の車種別燃料消費量に燃料発熱量、44/12 (CO<sub>2</sub> 分子量/C の原子量) を乗じた後、その値を車種別走行距離で除して求めた。また、年々、自動車の燃費は向上していることから、現在の自動車に比べて将来の燃費は向上していると考えられ、また、そのような次世代型の自動車保有割合も増加すると考えられる。そこで、「広島市地球温暖化対策実行計画」<sup>5-16)</sup>を参考に、2040 年時点における次世代型自動車の 1km あたりの燃料消費量 (表 5-9) とその保有割合を設定し、これを用いて、2040 年の自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。広島市は計画の中で地球温暖化防止への取り組みとして、今後、計画的に次世代自動車等の導入することを対策として挙げており、2015 年度の次世代自動車保有率 14.2%を 2020 年までに 19%、2030 年までに 38%にすることを目標しており、本研究ではこれを参考に 2040 年の導入率を 70%と設定した<sup>注1)</sup>。

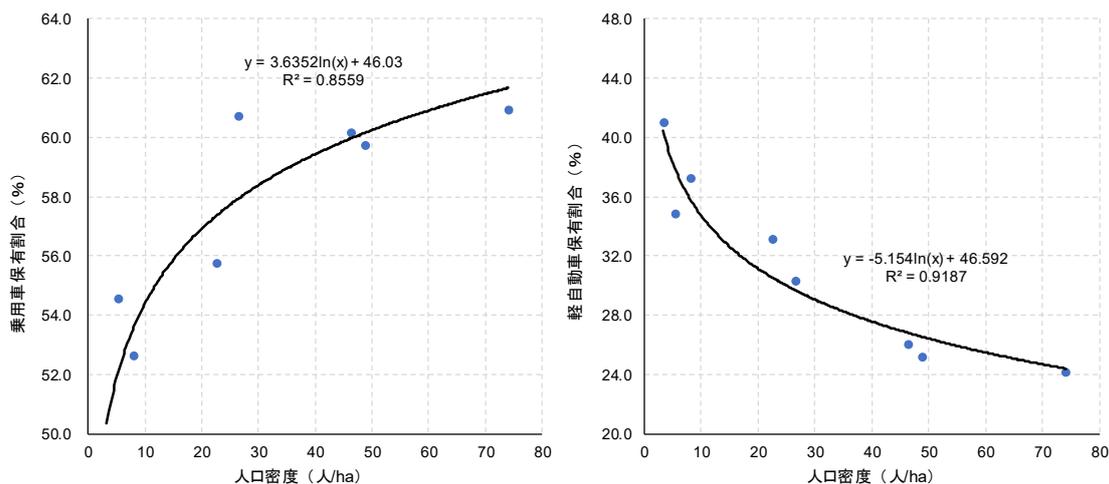


図 5-22 車種別自動車保有割合と人口密度との関係

表 5-9 自動車 CO<sub>2</sub> 排出量原単位

		乗用車	軽乗用車
自動車CO <sub>2</sub> 排出量 原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /km)	現在	0.245862	0.183959
	2040年	0.089065	0.066641

5-7-4. エネルギー・低炭素分野指標による BAU の評価

表 5-10 に 2015 年と 2040 年の 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量を、図 5-23 に 2040 年の 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量分布を示す。これらの結果から読み取れる事項を以下に記す。

- 1) 次世代型自動車を導入しない場合、2015 年と 2040 年の自動車の 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量に大きな差はない。
- 2) 次世代型自動車を導入した場合、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量は大きく削減されるが、広島市が目標としている値（1 人あたりの排出量 0.365t-CO<sub>2</sub>）には届かないことから、削減目標達成には一定程度、都市コンパクト化等による施策が必要と考えられる。
- 3) 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の分布をみると、中心部から離れるほど自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が大きくなる傾向がみられる。これは、中心部では鉄道やバスなどの公共交通サービスが充実しているのに対して、郊外部ではそれらサービスの充実度が低く、自動車が主な移動手段となっているためと考えられる。
- 4) 市街化区域内でも鉄道利用が難しいエリアでは、1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量は高い傾向にある。

表 5-10 2015 年と 2040 年の 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量

評価分野		評価指標	単位	現在 (2015年)	BAU (2040年)	政令指定都市 平均値
低炭素	⑥a	市民 1 人あたりの自動車 CO <sub>2</sub> 排出量(※1)	t-CO <sub>2</sub> /年	0.624	0.381 (0.612)	0.76

(※1)ハンドブックと使用したデータや算出方法が異なるため、政令指定都市との比較を行う際にはその点に留意する必要がある  
括弧内は次世代型自動車を導入しない場合の自動車 CO<sub>2</sub> 排出量

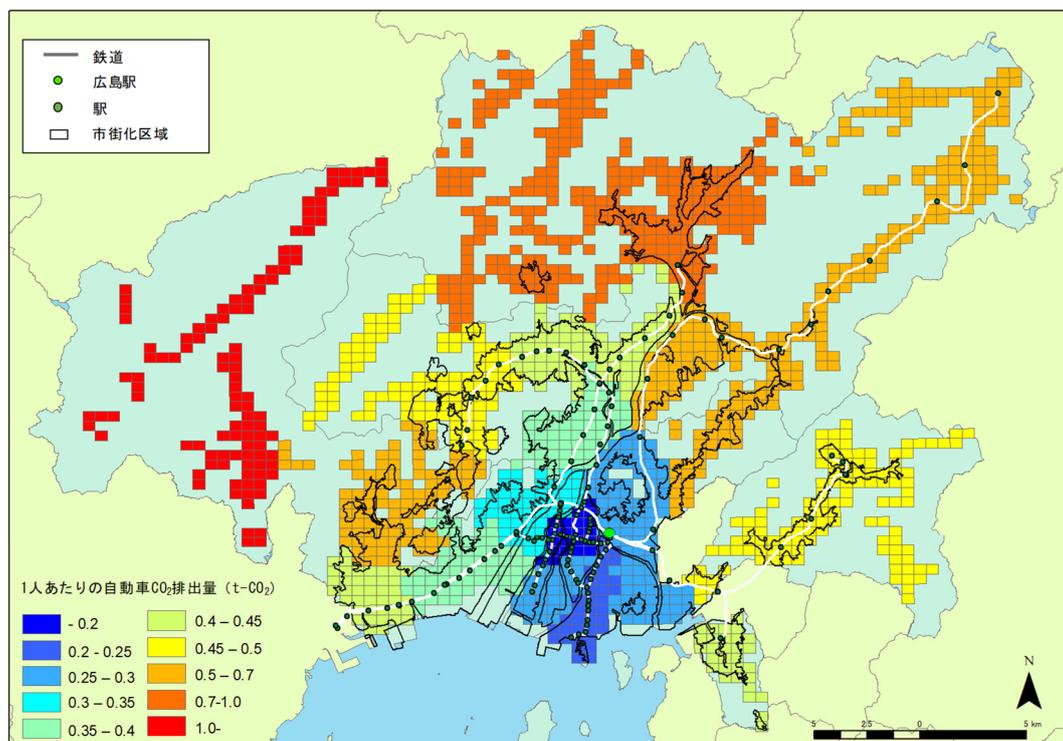


図 5-23 2040 年の 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量分布

5-8. 災害リスク指標による評価

5-8-1. 災害リスク評価モデル概要

「土砂災害警戒区域人口」と「浸水想定区域内人口」に加え、「土砂災害による1年あたりの想定死者数」と「洪水災害による1年あたりの想定死者数」も災害リスク指標とし、文献5-17を参考に、以下の式を用いて算出した（図5-24）。具体的には、人口分布データと土砂災害警戒区域や浸水想定区域の重ね合わせにより、災害別曝露人口を算出し、それに各災害の危険度に応じた死亡率と避難率を乗じ、その後、各災害の発生確率を乗じることで1年あたりの想定死者数を算出する。

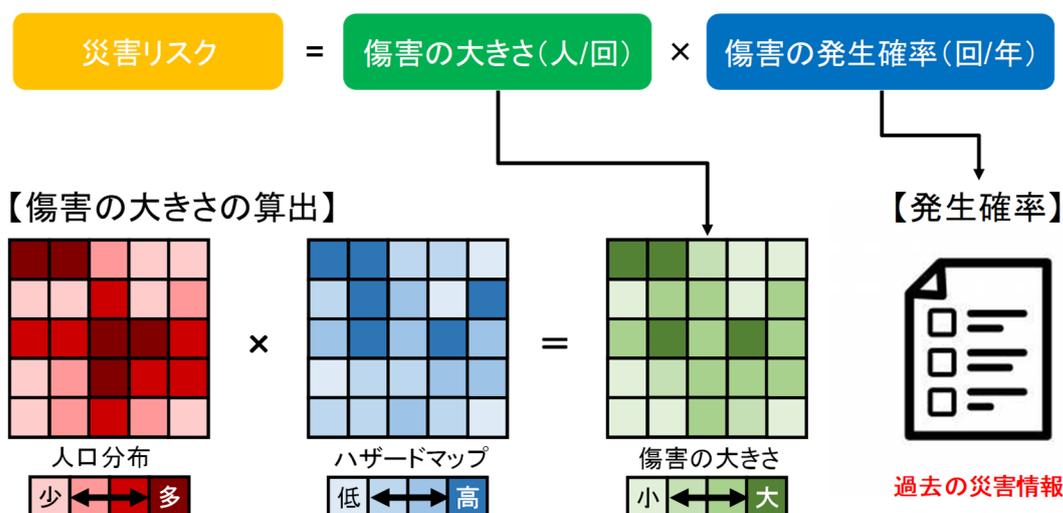


図 5-24 リスク評価のイメージ図

5-8-2. 土砂災害によるリスク評価

土砂災害による死者数の推定は、以下の流れ（図5-25）で行うこととした。

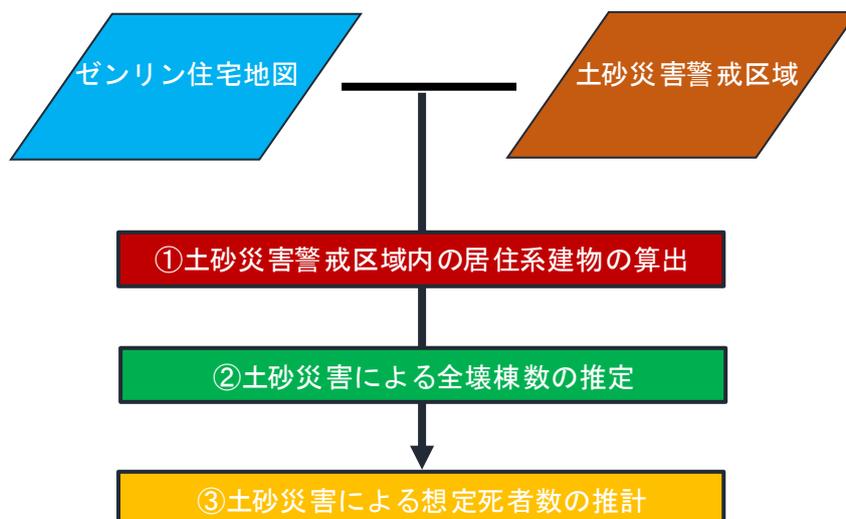


図 5-25 土砂災害による想定死者数算出の流れ

(1) 土砂災害警戒区域内の居住系建物数の算出

土砂災害による想定死者数を算出するために、まず、土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域内の居住系建物数をそれぞれ集計した。具体的には、広島県の「土砂災害ポータル広島」の土砂災害警戒区域データ（土石流、急傾斜地、地すべり）とゼンリン住宅地図「Zmap-Town II (2016)」の住居系建物戸数データ（マンション・アパートなど集合住宅の場合は部屋数）を用いて、GIS 上で土砂災害特別警戒区域、土砂災害警戒区域内の居住系建物数を 500m メッシュ別に算出した（図 5-26）。

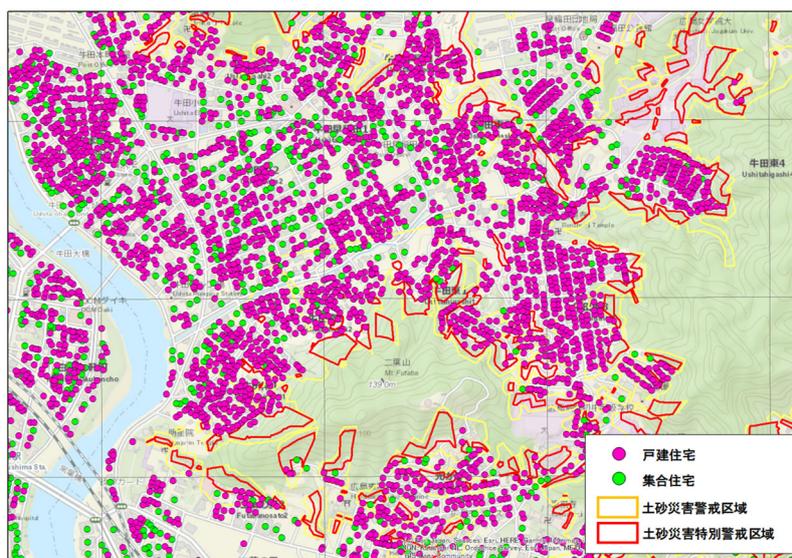


図 5-26 土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域の居住系建物分布の例

(2) 土砂災害警戒区域内の全壊建物棟数の推定

平成 30 年 7 月豪雨では土砂災害危険区域等の指定または基礎調査が完了し、土石流により死者が出た箇所（25 箇所）において、特別警戒区域内では区域内の家屋の約 28%が全壊、警戒区域の中では区域内家屋の約 6%が全壊したこと<sup>5-18)</sup>から、本研究ではこれを用いて、土砂災害警戒区域、土砂災害特別区域内の全壊棟数を算出する。具体的には、(1) で算出した土砂災害警戒区域内の居住系建物数に各区域の全壊棟数割合（表 5-11）を乗じることで、全壊棟数を算出した。ただし、平成 30 年 7 月豪雨の罹災証明書データによると、土砂災害によって全壊した建物のほとんどが戸建の 2 階以下の建物であったことから、これ以外の属性（集合住宅等）の建物は対象から除外した。

表 5-11 平成 30 年 7 月豪雨時の家屋被害と土砂災害警戒区域等の関係

	区域内の住宅戸数	住宅被害	
		全壊戸数	半壊戸数
土砂災害特別警戒区域	61戸	17戸 (27.8%)	0戸 (0%)
土砂災害警戒区域	1401戸	91戸 (6.5%)	40戸 (2.9%)
合計	1462戸	108戸 (7.4%)	40戸 (2.7%)

(3) 土砂災害による死者数の推計

東京都防災会議の手法<sup>5-19)</sup>に従い、昭和42年から56年までのがけ崩れの被害実態から作成された被害棟数と死者数との関係式より、人的被害を算出し、これに避難率を乗じることによって土砂災害による死者数を算出した(式5-3)。避難率については、平成30年7月豪雨時の避難行動についてのアンケート調査の結果、土砂災害警戒区域内に居住する人の中で平成30年7月豪雨時に避難した人口の割合が約18%であった(図5-27)ことから、避難率 $\epsilon$ はこの値を用いることとした<sup>5-20)</sup>。土砂災害の発生確率については、2019年までの災害情報から、近年、広島市で死者が発生した土砂災害発生回数(1999年：6.29豪雨災害、2014年：平成26年8月豪雨、2018年：平成30年7月豪雨の3回)を求め、それをもとに1年あたりに発生する確率を算出した。以下に算出式(式5-3)を示す。

$$D_{LS} = N_b * 0.7 * 0.098 * (1 - \epsilon) * P_{LS} \quad (5-3)$$

$D_{LS}$  : 土砂災害による死者数  $N_b$  : 全壊棟数  
 $\epsilon$  : 土砂災害警戒区域内に居住する人の避難率  
 $P_{LS}$  : 死者が発生する土砂災害が起きる確率

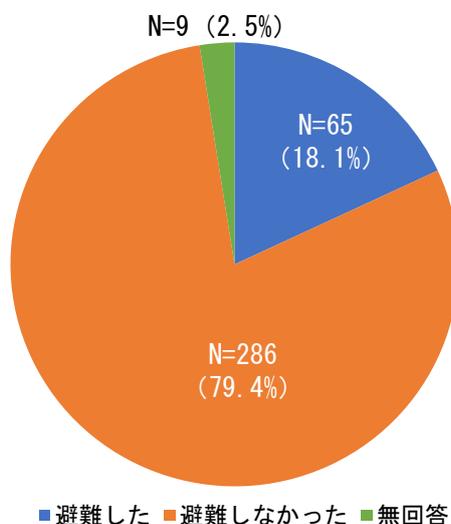


図5-27 土砂災害警戒区域内居住者の避難行動割合 (文献5-20より筆者作成)

5-8-3. 洪水災害によるリスク評価

水害による死者数の推計には「水害の被害指標分析の手引き（国土交通省）」で適用されている推計モデルを用いた<sup>5-21)</sup>。この推計モデルは米国陸軍工兵隊とオーストリア大ダム会議がスポンサーとなって開発した LIFESim モデル<sup>5-22)</sup>をベースとして米国陸軍工兵隊がハリケーンカトリーナによるニューオリンズ周辺での人命損失の検証のために採用したものである。死者数の再現性計算の推計値は 1086 人であり、死者の実数 867 人と死者・行方不明者の実数 1259 人の範囲内であることが確認されている<sup>5-23)</sup>。

このモデルでは床面からの最大浸水深により、危険水位帯、順危険水位帯、安全水位帯の3つに分類し、年齢、建物の階数から危険度別の人口を算出し、これに分類ごとに設定した死亡率を乗じて死者数を推計する。ここでは 65 歳以上の人は住宅・建物の最上階まで避難し、65 歳未満の人は屋根の上等まで避難するものとしている（図 5-28）。また、浸水深が地面から 50 cm 未満の場合、安全な地域に避難できるものとしている。以下に算出式（式 5-4）を示す。

$$D_F = P_0 * (1 - \varepsilon) * S_0 + P_1 * (1 - \varepsilon) * S_1 \quad (5-4)$$

$D_F$ ：洪水災害による死者数

$P_0$ ：65 歳以上人口  $P_1$ ：65 歳未満人口  $\varepsilon$ ：避難率

$S_0$ ：住宅階数・浸水深に応じた死亡率（65 歳以上）

$S_1$ ：住宅階数・浸水深に応じた死亡率（65 歳未満）

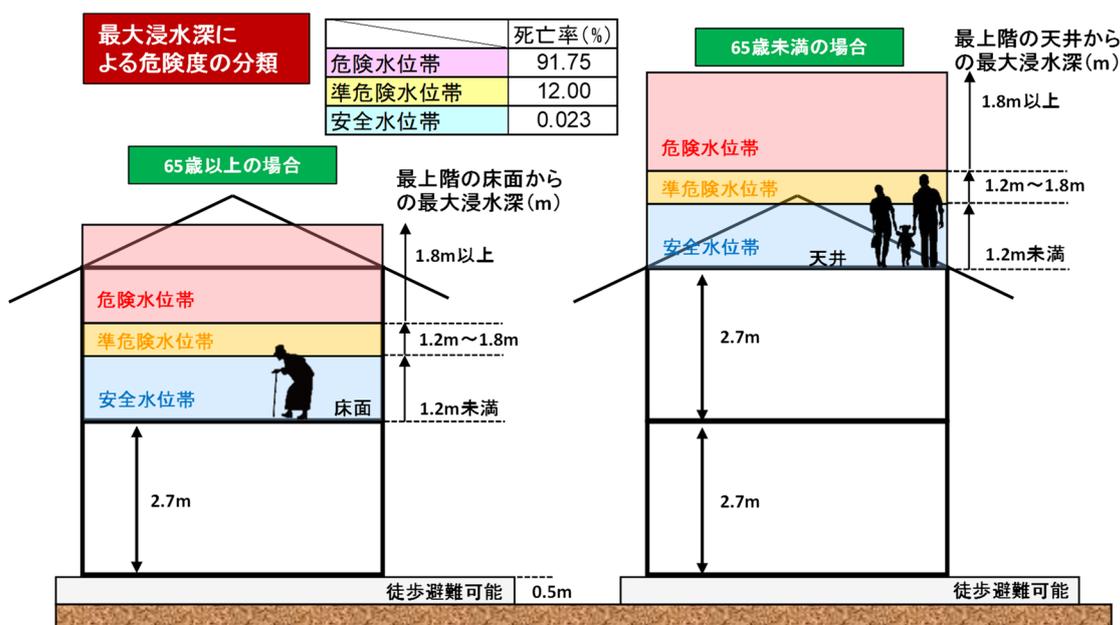


図 5-28 浸水深さ、年齢別死亡率

上記の推計モデルを用いて洪水による死者数を推計するために、浸水想定区域データと500mメッシュ将来人口分布データ、ゼンリン住宅地図「Zmap-Town II (2016)」を用いて、浸水深、建物階数、年齢別人口を算出した。具体的には、まず、500mメッシュ内の居住系建物数を集計し、500mメッシュ内人口をこれで除し、1戸あたりの人口を算出する。算出した1戸あたりの人口を居住系建物の戸数に乗じることで各居住系建物の人口を推計し、浸水想定区域データと重ね合わせることで、浸水深さ、階数別、年齢別人口を推定した。その後、算出した浸水深・階数・年齢別人口に図5-28に示した浸水深・年齢別死亡率、避難率、災害発生頻度を乗じることで洪水による1年あたりの死者数を推計した。避難率については、「平成26年8月20日の豪雨災害避難対策等にかかる検証結果<sup>5-24)</sup>」をもとに、避難指示対象者(4627人)に対して、実際に避難した人(2354人)の割合(0.508)とした。なお、浸水想定は対象河川によって災害規模が異なる(100年に1回や30年に1回等)ため、死者数は河川ごとに算出した。

#### 5-8-4. 安全・安心分野指標によるBAUの評価

土砂災害と洪水災害の評価モデルを用いて、2040年の1年あたりの想定死者数を算出した。2015年と2040年の土砂災害、洪水災害による想定死者数を表5-12に示す。これから読み取れる事項を以下に記す。

- 1) 土砂災害警戒区域内の人口は2015年から2040年にかけて減少しているものの、浸水想定区域の人口は増加している。これは、将来人口が増加すると予測されている都市中心部は低平地に位置しており、このエリアに浸水想定区域が分布しているのに対して、戦後の都市開発によってスプロールした市街地縁辺部のエリアは人口減少しており、このエリアに土砂災害警戒区域が多いためと考えられる。
- 2) 土砂災害警戒区域内人口と浸水想定区域内人口を比較すると、浸水想定区域内人口の方が大きいにも関わらず、想定死者数は2015年、2040年どちらも土砂災害の方が大きい。これは、浸水想定区域に指定されているものの、死者が出るほどの浸水深さとなるエリアは多くないためと考えられる。一方で、土砂災害警戒区域では多くの死者が想定され、1)と合わせて考えると、人口減少が著しく、土砂災害リスクが高いエリアは将来的には縮退も考慮すべきエリアと考えられる。
- 3) BAUの土砂災害想定死者数は減少しているものの、広島県や国が目標としている人的災害の半減<sup>5-24)5-25)</sup>までは減少しない。

表5-12 2015年と2040年の土砂災害、洪水災害による想定死者数

評価分野	評価指標	単位	現在 (2015年)	BAU (2040年)	政令指定都市 平均値
安全・ 安心	③a 土砂災害計画区域内の人口	人	224339	199928	-
	③b 浸水想定区域内の人口	人	437299	455164	-
	③e 土砂災害による想定死者数	人/年	37.82	33.71	-
	③f 水害による想定死者数	人/年	4.34	6.35	-

5-9. 本章のまとめ

本章で得られた主な知見を以下に記す。また、2015年とBAUの全評価をまとめたものを表5-12に示す。

- 1) 人口減少によって各施設は減少するものの、生活利便性と健康福祉指標の評価は2015年時点で高く、2040年もこれが一定程度保たれる。
- 2) 地域経済指標である小売商業面積当たりの売上高は、人口減少や商業施設の撤退等により2015年に比べ、約0.97倍となる。
- 3) 2015年に比べ、2040年の1人あたりの都市施設コストは大きくなることから、将来、1人あたりの負担額は大きくなる。
- 4) 次世代型の自動車が導入された場合、自動車CO<sub>2</sub>排出量は大幅に削減されるが、広島市が目標としている値には届かない。また、次世代型の自動車を導入しない場合、2015年に比べて、1人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量に大きな差はない。
- 5) 土砂災害警戒区域内の人口と土砂災害による想定死者数は減少するものの、浸水想定区域内の人口と水害による死者数は将来増加する。ただし、広島市では、将来も水害の想定死者数より土砂災害の想定死者数の方が多い。

以上のように、本章では人口分布を評価するためのモデルを作成し、それを用いてBAUの評価を行った。次章では、これらのモデルを用いて、各都市類型の集約方針によって作成されたシナリオを評価し、BAUとの比較も行う。

表5-12 2015年と2040年の全指標の評価

評価分野	評価指標	単位	現在 (2015年)	BAU (2040年)	政令指定都市 平均値	
生活利便性	①a 日常生活サービスの徒歩圏充足率	%	72.9	74.4	56	
	①b 居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	73.7	72.2	62	
	①c 生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	93.4	93.1	83
		福祉	%	92.2	91.6	76
		商業	%	85.2	86.3	77
	①f 基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率	%	83.3	83.8	74	
	①g 生活サービス施設の利用圏平均人口密度	医療	人/ha	49.0	52.9	39
		福祉	人/ha	49.6	54.6	42
		商業	人/ha	60.2	62.3	52
	①m 公共交通沿線の人口密度	人/ha	43.8	52.8	65	
福祉健康	②b 高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	93.7	92.8	80	
	②d 公園緑地の徒歩圏人口カバー率	%	96.2	97.0	92	
安全・安心	③a 土砂災害計画区域内の人口	人	224339	199928	-	
	③b 浸水想定区域内の人口	人	437299	455164	-	
	③e 土砂災害による想定死者数	人/年	37.8	33.7	-	
	③f 水害による想定死者数	人/年	4.3	6.4	-	
経済地域	④c 小売商業面積当たりの売上高	百万円	87.1	83.2	86.2	
運営行政	⑤c 市民1人あたりの都市構造に関連する行政経費	円/人	60817	63634	-	
低炭素	⑥a 市民1人あたりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量(※1)	t-CO <sub>2</sub> /年	0.624	0.381 (0.612)	0.76	

(※1)ハンドブックと使用したデータや算出方法が異なるため、政令指定都市との比較を行う際にはその点に留意する必要がある

注

注5-1) 広島市の2015年、2020年、2030年の次世代自動車導入率と西暦との回帰式を作成し、その回帰式より2040年時の次世代自動車導入率を推計した。

参考文献

- 5-1) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口市町村偏（平成30年3月推計），国立社会保障・人口問題研究所，2018
- 5-2) 地域魅力創造有識者会議：中枢中核都市の現状について，まち・ひと・しごと創生本部，2018
- 5-3) 広島市：住宅団地の活性化に向けて，広島市，2015
- 5-4) 広島市：住宅団地の完成年代別の状況，広島市，2015
- 5-5) 国土交通省：500mメッシュ別将来推計人口（H30年国勢局推計），国土交通省国土政策局国土情報課，2017
- 5-6) 国土交通省国土政策局総合計画課：平成27年度国勢調査を基準とした500m及び1kmメッシュ別将来人口の試算方法について，国土交通省，2019
- 5-7) 国土交通省都市局都市計画課：都市構造の評価に関するハンドブック，国土交通省，2018
- 5-8) 坪井志朗・鶴心治・小林剛士・西村祥：エキスパートシステムによる集約型都市構造の可視化と評価手法に関する研究，日本建築学会計画系論文集，Vol.82，No.731，pp.105-114，2017
- 5-9) 加藤博和・加知範康：人口と社会資本のエイジングを考慮した市街地維持コスト推計と市街地拡大抑制策の評価，平成18年度土地利用研究推進事業 研究報告書
- 5-10) 広島市下水道局：わかりやすい広島市の下水道，2020
- 5-11) 中村太祐・佐伯孝・大西暁生：将来における児童・生徒数の把握と学校統合における一考察－富山県西部地域を対象として－，社会技術研究論文集，Vol.15，No.36-45，pp.36-45，2018
- 5-12) 広島市企画総務局：広島市ハコモノ白書，2019
- 5-13) 薬袋秀樹：「公民館基準の解説」（1962）の意義，日本生涯教育学会第38回大会 自由研究部会IV，pp.1-6，2017
- 5-14) 国土交通省：総合都市交通体系調査の手引き，2007
- 5-15) 岩本慎平・田中貴宏・西名大作：地方小都市におけるCO<sub>2</sub>排出量の観点からみた将来都市構造の検討－広島県府中市を対象としたシナリオ作成と評価－，日本建築学会環境系論文集，Vol.79，No.700，pp.545-554，2014
- 5-16) 広島市：広島市地球温暖化計画，2017
- 5-17) 矢野昌彦：リスクマネジメントシステム「環境リスク管理のための人材養成」プログラム編，大阪大学出版会，2009
- 5-18) 国土交通省：平成30年7月豪雨における土砂災害の被害実態－追加説明資料－，2018
- 5-19) 東京都防災会議：東京における地震被害の想定に関する調査，1991
- 5-20) 平成30年7月豪雨災害における避難対策検証会議：平成30年7月豪雨における避難対策等の検証とその充実に向けた提言，2018

- 5-21) 国土交通省：水害の被害指標分析の手引き（H25 施行版），国土交通省 水管理・国土保全局，2013
- 5-22) Aboelata, M, Bowels, D,S and McClelland, D, M : A Model for Estimating Dam Failure Life Loss, Proceedings of the Australian Committee on Large Dams Risk Workshop, Lauunceston, Tasmania, Australia, pp.1-13, 2003
- 5-23) Interagency Performance Evaluation Task Force : Performance Evaluation of the New Orleans and Southeast Louisiana Hurricane Protection System -Final Report, Volume VII, 106-120, US Army Corps of Engineers, 2007
- 5-24) 8.20 豪雨災害における避難対策等検証部会：平成 26 年度 8 月 20 日の豪雨災害避難対策等にかかる検証結果，8.20 豪雨災害における避難対策等検証部会，2015
- 5-25) 山本明夫・山本正典・加藤孝明：減災効果に着目した都府県における地震防災戦略の現状と課題，地域安全学会論文集，No.15，2011
- 5-26) 中央防災会議：地震防災戦略，2005

## 第6章 市街地集約化の検討とその多面的効果の把握

---

- 6-1. 本章の概要
- 6-2. 集約型都市構造の方針の作成
- 6-3. 各都市類型の集約型都市構造方針に基づくシナリオの作成と評価
- 6-4. 本章のまとめ

## 第 6 章 市街地集約化の検討とその多面的効果の把握

### 6-1. 本章の概要

本章では、第 4 章の人口分布形態による同規模人口都市の類型化を受けて、人口 70 万人以上の都市を対象に、人口分布特性と都市構造評価結果より各都市類型における課題の抽出を行い、各類型の人口分布の特徴とその課題より都市類型別集約型都市構造の方針を作成する。その後、広島市を対象に作成したそれぞれの集約方針に基づき、将来人口分布シナリオを作成し、それらを第 5 章で作成した評価モデルを用いて評価、比較する（図 6-1）。その結果から、人口分布形態によって解決すべき課題が違ふこと、また、それによって集約方針も異なることを示す。

以下に本章の流れを示す。

- 1) 都市構造上の課題の抽出
- 2) 人口分布特性と都市構造上の課題による集約型都市構造の方針の作成
- 3) 将来人口分布シナリオの作成
- 4) 多面的評価モデルによる将来人口分布シナリオの評価、比較

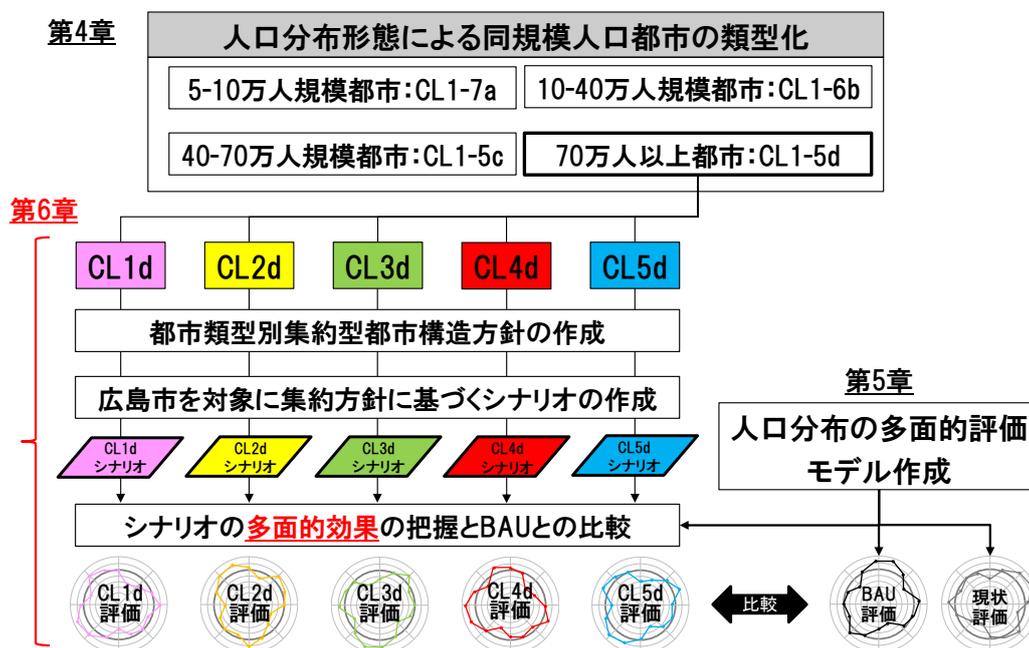


図 6-1 第 6 章の位置づけ

6-2. 集約型都市構造の方針の作成

第4章では、人口70万人以上都市が人口分布形態指標によって5つの都市類型に分類されたことから、本節ではその類型ごとに集約型都市構造の方針を作成する。なお、本研究における集約型都市構造の方針とは、将来、居住を誘導すべき「人口集約エリア」、現状がこのまま推移する「現状推移エリア」、将来、縮退を考慮すべき「人口縮退エリア」の3つのエリアを定めることとした。これらのエリアを人口分布形態の特徴と都市構造上の課題に加えて、市街化区域との関係や人口分布に影響を与える地形との関係も重要と考えられることから、これらも考慮して作成することとした。なお、都市構造上の課題については、各指標の基準を設定し、各類型の評価値がその基準値を下回る場合、その指標を課題の指標とした。また、集約型都市構造方針の作成の共通事項として、災害リスクが高いと考えられるエリア（浸水想定区域の浸水深5m以上、土砂災害警戒区域）には集約しないこととした。

6-2-1. 都市構造上の課題の抽出

集約型都市構造の方針を設定するために、各類型の都市構造評価値と設定した基準値との比較により、課題抽出を行った。各類型の都市構造評価の平均値と基準値を表6-1に示す。

(1) 生活利便性指標の基準値

- ①日常生活サービス徒歩圏充足率：基準値 53.2%
- ③医療施設の徒歩圏人口カバー率：基準値 90%
- ④福祉施設の徒歩圏人口カバー率：基準値 80%
- ⑤商業施設の徒歩圏人口カバー率：基準値 80%

文献6-1によると、医療施設、福祉施設、商業施設の徒歩圏人口カバー率と1人あたりの老人福祉費にはそれぞれ負の相関（ $R=-0.62$ 、 $R=-0.61$ 、 $R=-0.7$ 、）

がみられ、医療施設の場合は、90%、福祉施設と商業施設の場合は徒歩圏カバー率が80%未

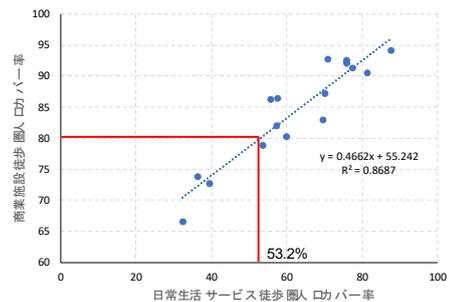


図6-2 商業施設人口カバー率と日常生活サービス充足率の関連

表6-1 都市構造評価平均値と基準値

評価分野	都市構造評価指標	単位	都市構造評価指標					基準値	
			人口70万人以上の都市						
			CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d		
生活利便性	日常生活サービス徒歩圏	%	66.91	57.23	76.37	36.13	65.66	53.2	
	居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	63.37	55.05	82.73	45.77	69.98	40.0	
	生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	96.44	91.82	97.61	89.50	94.68	90.0
		福祉	%	90.40	89.57	97.17	79.59	92.37	80.0
		商業	%	87.81	82.02	90.01	71.03	85.82	80.0
	基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率	%	83.89	76.25	86.87	59.57	82.88	81.7	
	生活サービス施設の利用権平均人口密度	医療	%	50.31	32.63	70.36	23.77	47.56	14.9
		福祉	%	55.55	35.60	79.57	24.14	52.09	17.6
商業		%	64.45	45.79	84.73	34.17	65.16	24.7	
	公共交通沿線地域の人口密度	人/ha	52.44	34.72	75.98	23.39	46.11	26.0	
健康・福祉	高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	85.22	89.95	84.51	64.46	82.02	80.0	
安全安心	土砂災害警戒区域内人口割合	%	4.34	1.65	1.15	1.75	8.26	4.7	
	浸水想定区域内人口割合	%	0.16	7.42	3.52	9.01	4.58	7.4	
地域経済	小売商業床面積あたりの売上高	万円/m <sup>2</sup>	100.22	85.38	99.37	86.58	101.95	80.4	
行政運営	人口当たりの公共施設等の維持・管理・更新費	千円	507.24	404.65	407.67	401.08	426.93	434.3	
エネルギー・低炭素	市民一人当たりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /年	0.64	0.78	0.45	0.99	0.61	1.0	

赤字の指標：値が高いほど評価が高い 青文字の指標：値が小さいほど評価が高い 都市構造上課題と思われる評価指標

満となると、この費用が大きくなることが指摘されていることから、これらの値をそれぞれ基準値として設定した。また、日常生活サービスの徒歩圏充足率は商業施設の人口カバー率と高い相関関係にあるため（図 6-2）、商業施設の基準値 80%となる日常生活サービス施設の値を回帰直線より算出し、その値を日常生活サービス徒歩圏充足率の基準値とした。

②居住を誘導する区域における人口密度：基準値 40 人/ha

DID の設定要件の 1 つである 40 人/ha とした。

⑥基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率：81.7%

国土交通省は、公共交通の利便性が高いエリアの居住人口割合 81.7%を目標値として設定している<sup>6-2)</sup>ことから、これを用いることとした。

⑦医療施設の利用圏人口密度：基準値 14.9 人/ha

⑧福祉施設の利用圏平均密度：基準値 17.6 人/ha

⑨商業施設の利用圏平均密度：基準値 24.7 人/ha

3 章で推計した各施設の最低限立地に必要と考えられる人口密度。

⑩公共交通沿線地域の人口密度：基準値 26 人/ha

文献 6-3 によると、20 本/日という最小限の運行水準を保つためには、沿線の人口密度 26 人/ha が必要とされていることから、これを用いることとした。

(2) 健康・福祉指標の基準値

⑪高齢者福祉施設の 1km 圏域高齢人口カバー率：基準値 80%

生活利便性指標の福祉施設の人口カバー率と同様、80%と設定した。

(3) 安全・安心分野の指標の基準値

⑫土砂災害警戒区域人口割合：4.7%

⑬浸水想定区域（浸水深 2m 以上）人口割合：7.4%

土砂災害警戒区域や浸水想定区域など災害リスクが高いと予測されているエリアでは実際に災害の被害率が高いことから、これらのエリアに一定以上の人口が居住する都市は災害リスクが高い都市と判断した。なお、基準値は全国の都市の土砂災害危険区域と浸水想定区域の人口割合を算出し、その平均値とした。

(4) 地域経済指標の基準値

⑭小売商業床面積あたりの売上高：80.4 百万円/m<sup>2</sup>

全国平均値より大きければ、一定程度サービス産業が行われていると判断した。

(5) 行政運営指標の基準値

⑮人口あたりの公共施設等の維持・管理・更新費：434.3 千円

政令市のコスト平均値より大きければ、公共施設の維持管理が非効率であると判断した。

(6) エネルギー・低炭素指標の基準値

⑯1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量：基準値 1.0 t-CO<sub>2</sub>/年

1990 年の全国の 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の 75%値（京都議定書で定められた削減目標値 25%を差し引いた値）とした。

6-2-2. 都市類型 CL1d の集約型都市構造方針の作成

CL1d の特徴を図 6-3 に示す。人口分布形態の特徴として、PR が高いことから、DID に人口が集積しており、AM がやや高いことから、一定程度まとまって分布している。また、都市構造評価をみると、行政運営分野の「人口あたりの公共施設等の維持・管理・更新費」の評価が低く、コスト関連指標に課題があると考えられる。市街化区域の分布状況をみると、DID 外に低密な市街化区域が分布しており、DID 人口密度と市街化区域人口密度の差が 5 つのクラスターの中で最も大きい。また、地形的特徴をみると、CL1d は丘陵地が占める割合が大きく、そのエリアに居住する人口割合も高い。丘陵地は、一般的に都市施設の維持管理が非効率となりやすいエリア<sup>6-4)</sup>であり、第 5 章で分析した都市施設コストの分布と地形との関係を見る(図 6-4)と、丘陵地で最も都市施設コストが大きくなる傾向があり、これがコスト増大の要因と考えられる。

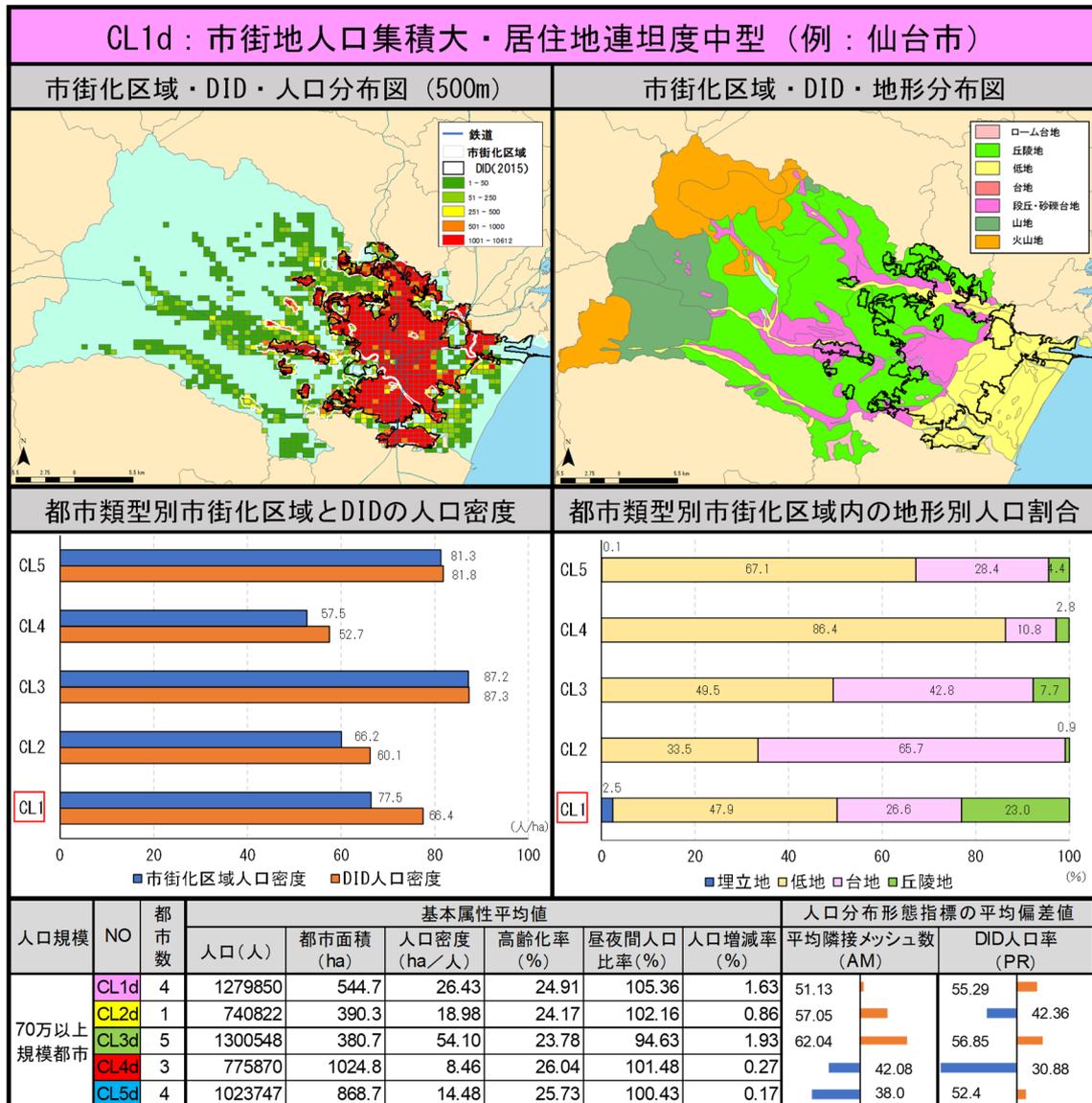


図 6-3 CL1d の人口分布形態、市街化区域、地形的特徴 (例 : 仙台市)

これらを複合的に考えると、CL1d の都市は丘陵地に開発されたエリアが連坦しており、低密度な市街化区域も存在するため、DID への人口集積が大きいにも関わらず、都市施設コスト関連指標に課題がみられたと考えられる。また、現在も DID が大きく拡大しており、これが今後も続けば都市施設の維持管理、整備がより非効率になると考えられる。そこで、集約型都市構造の方針として、DID 人口集積率を保ちつつ、低密度な市街化区域および丘陵地に開発された居住エリアを「縮退エリア」にすることとした。

図 6-5 に都市類型 CL1d の集約方針フロー図を示す。

#### ①市街化区域、用途地域

一般的に市街化区域や用途地域外では開発行為が制限されていることから、市街化区域外は「集約エリア」から外すこととした。

#### ②宅地開発前の地形が丘陵地・山地、③人口密度 20 人/ha 以下

丘陵地や山地に開発された居住地は今後、人口減少高齢化によって、都市施設の維持管理効率の悪化がますます進行すると考えられること、低密度エリア（20 人/ha 未満）では、都市施設維持費が 40 人/ha のエリアに比べて、2 倍近く大きくなる<sup>6-5)</sup>ことから「縮退エリア」とすることとした。

#### ④DID

現在も DID が拡大しており、今後、人口減少が始まると DID の人口密度が低下するため、DID 以外のエリアには集約しないこととした。

#### ⑤、⑥災害危険エリア

浸水想定区域の中でも死亡率が急激に高くなる浸水深 5m 以上のエリアと土砂災害警戒区域は「集約」エリアから外すこととした。

#### ⑦市街化区域外人口密度 40 人/ha

市街化区域、用途地域外でも 40 人/ha（DID や市街化区域相当）以上のエリアであれば、今後も、一定程度密度を保ちつつ居住できると考え、「現状推移エリア」とし、40 人/ha 未満であれば、「縮退」エリアとした。

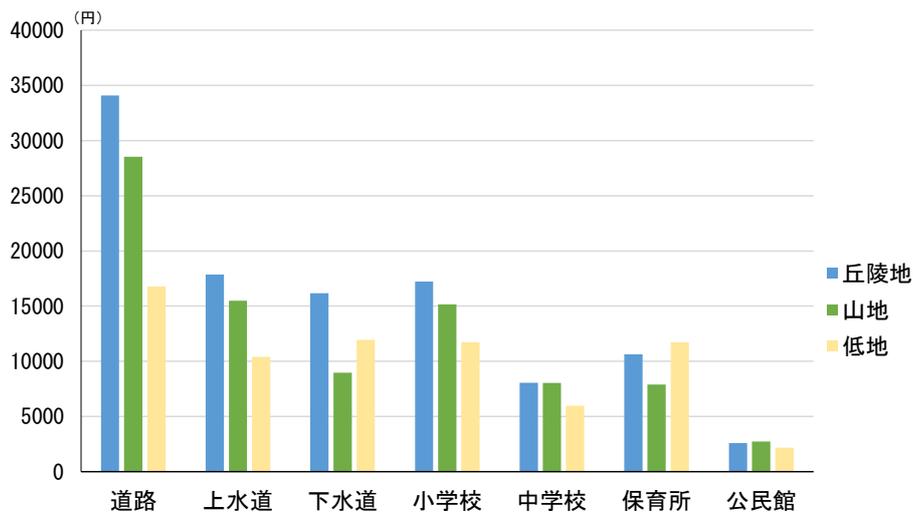


図 6-4 広島市における地形分類別 1人あたりの都市施設コストの平均値

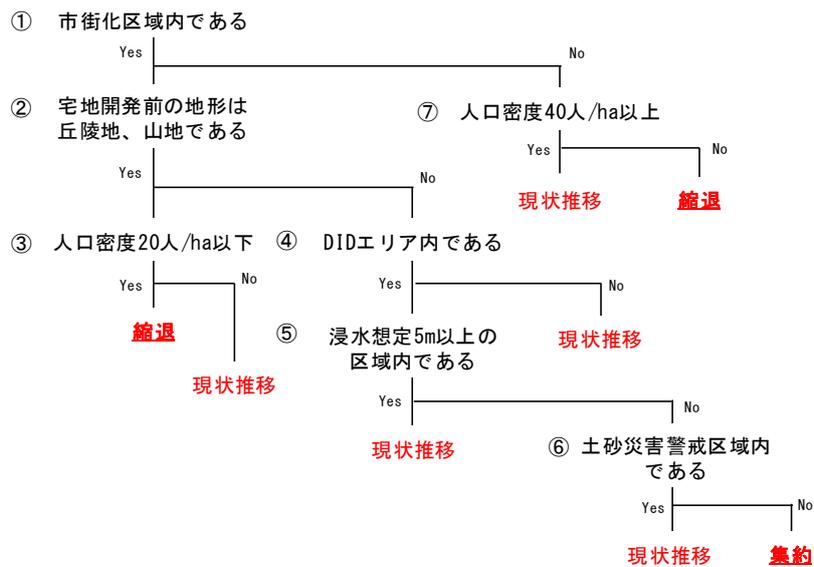


図 6-5 都市類型 CL1d の都市集約フロー図

6-2-3. 都市類型 CL2d の集約型都市構造方針の作成

CL2d の特徴を図 6-6 に示す。人口分布形態の特徴としては、PR が低いことから、DID への人口集積度が低く、AM が高いことから居住地は連坦している。また、都市構造評価をみると、生活利便性指標の「基幹的公共交通路線の徒歩圏カバー率」や安全・安心分野の「浸水想定区域人口割合」の評価が低く、これらが課題と考えられる。また、市街化区域との関係を見ると一部のエリアを除いて、DID 外の市街化区域は DID に連坦して形成されている。また、地形的特徴として、低地や台地の占める割合が多い。

これらを複合的に考えると、比較的開発が容易な低平地に面的にスプロールしたことで、DID の人口集積率が低く、連坦した市街地が形成されたと考えられ、そのため、市街地中心部に形成される公共交通エリア付近の人口が減少したと考えられる。そこで、集約型都市構造の方針として、DID 人口集積率が低いことから、DID エリア外では集約しないこととし、

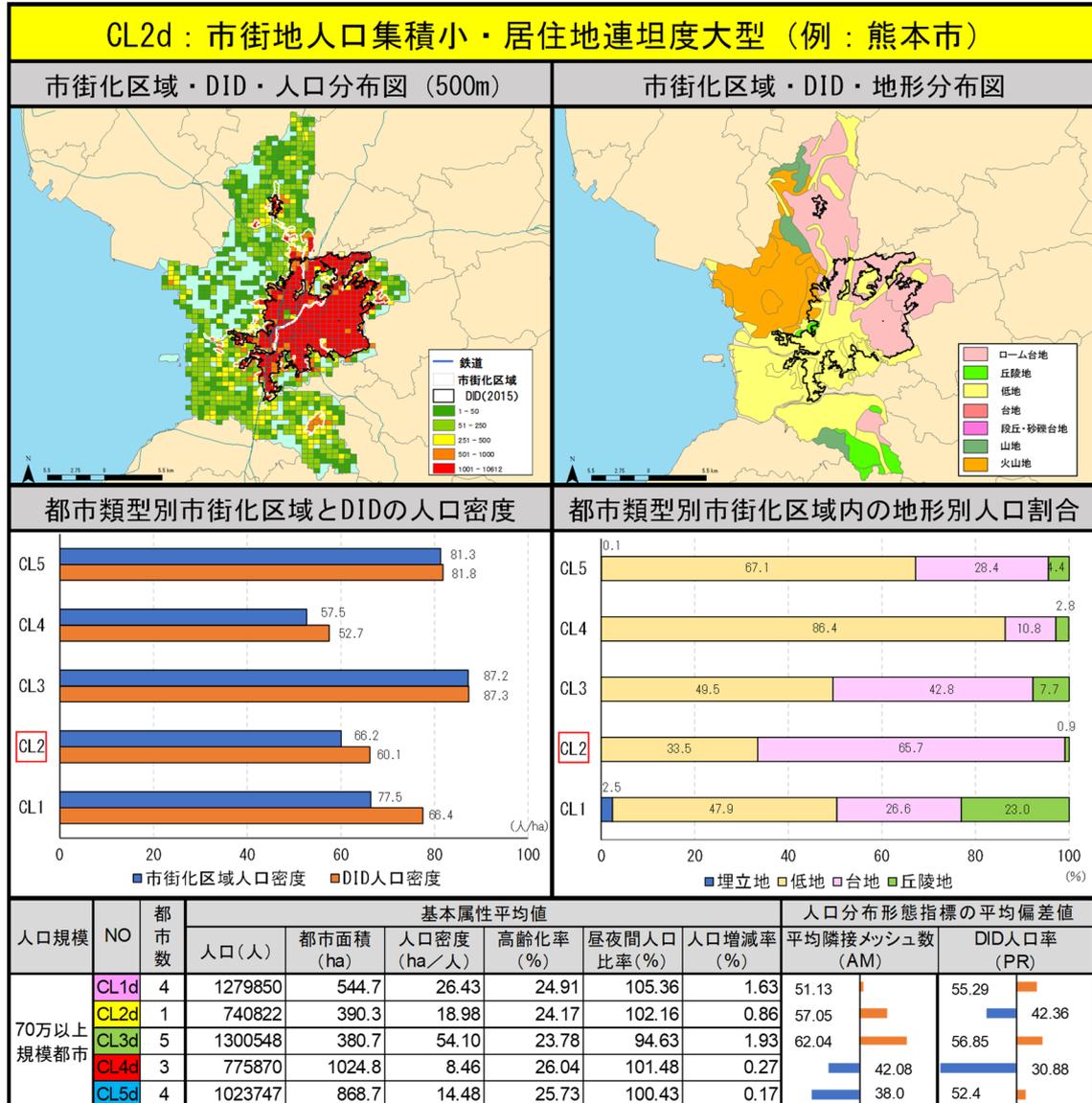


図 6-6 CL2d の人口分布形態、市街化区域、地形的特徴（例：熊本市）

連坦した市街地が形成されていることから、公共交通沿線軸上に集約エリアを設定し、そのエリアに人口集約することで基幹的公共交通の徒歩圏人口カバー率を高めることとした。なお、低地や台地が多く、浸水想定区域人口割合が大きいため、浸水被害軽減の観点から、浸水リスクの高いエリアは縮退することとした。

図6-7に都市類型CL2dの集約フロー図を示す。

① 浸水深5m以上

CL2dの都市は浸水想定区域人口割合が高く、浸水被害が大きいと予想されることから、浸水リスクが高い浸水深5m以上のエリアは「縮退エリア」にすることとした。

② DIDエリア

CL2dの都市はDID人口集積率が低いことから、DID外では集約エリアを設定しないこととした。

③、⑥ 基幹的公共交通エリア

基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率が低いことから、基幹的公共交通沿線の徒歩圏がDID内であれば、「集約エリア」に、DID外かつ市街化区域内であれば、「現状推移エリア」に設定することとした。

④ 土砂災害警戒区域

DID内かつ基幹的公共交通路線の徒歩圏であっても、土砂災害リスクの高い土砂災害警戒区域は「集約エリア」から外すこととした。

⑤ 市街化区域

一般的に市街化区域や用途地域外では開発行為が制限されており、CL2dはDID人口集積率が低いことから、市街化区域外は「縮退エリア」とすることとした。

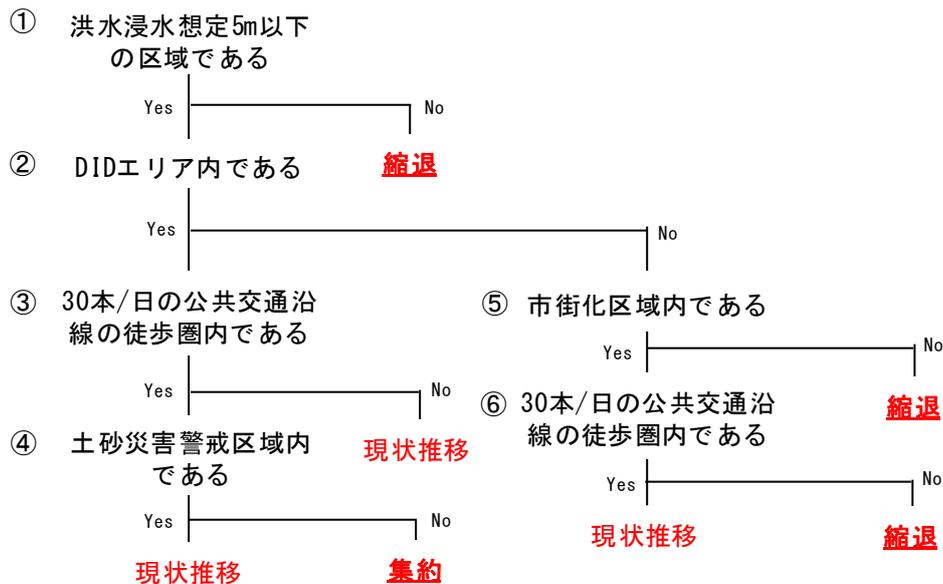


図6-7 都市類型CL2dの集約フロー図

6-2-4. 都市類型 CL3d の集約型都市構造方針の作成

CL3d の特徴を図 6-8 に示す。人口分布形態の特徴としては、PR が高く、AM が高いことから、DID への人口集積が大きく、居住地もまとまっている。都市構造評価をみると、すべての評価指標で評価が高く、大きな都市構造上の課題はないと考えられる。市街化区域との関係をもて、DID と市街化区域人口密度との差は小さい。

これらを複合的に考えると、DID 人口集積率が高く、居住地にまとまりがあり、現時点で比較的コンパクトな都市であるため、大きな都市構造上の課題はないと考えられる。ただし、CL3d の都市類型は人口増加率が最も大きい類型であり、市街化区域と DID 面積の差が小さいことから、今後、DID や市街化区域外に市街地が拡散する可能性が考えられる。そこで、集約型都市構造の方針として、これから到来すると考えられる人口減少に備えて、現状の市街地を維持したままの状態ですべての市街地の拡大を抑え、DID 外の流入人口のみを DID 内に誘導することで、DID の人口密度を維持することとした。

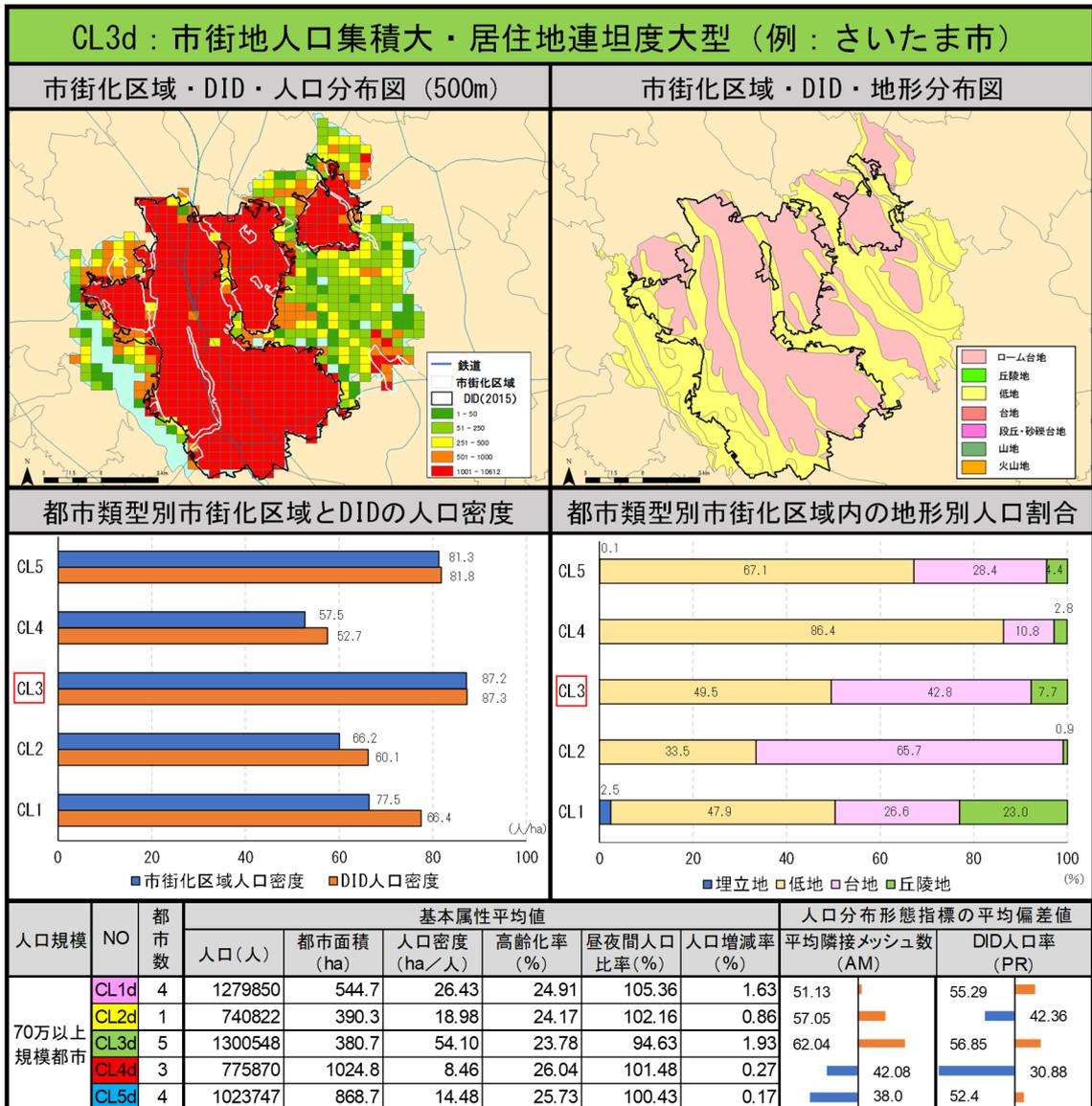


図 6-8 CL3d の人口分布形態、市街化区域、地形的特徴 (例: さいたま市)

6-2-5. 都市類型 CL4d の集約型都市構造方針の作成

CL4d の特徴を図 6-9 に示す。CL4d の都市の人口分布形態の特徴は、PR が最も低く、AM が低いことから、DID 外に人口が拡散して分布している。都市構造評価をみると、施設の徒歩圏人口カバー率の全ての指標が課題となっており、また、「公共交通沿線地域の人口密度」、「浸水想定区域人口割合」、「1人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量」の評価も低い。都市面積が大きく、市街化区域の分布状況をみても市街化区域が DID 外に広域かつ複数分散しており、また、都市域の多くが低地である。

これらを複合的に考えると、DID のような拠点エリアが複数存在するものの、DID 外に一定程度人口集積のある市街化区域が広域に複数分散しているため、DID 人口集積率が低いと考えられる。これは、モータリゼーションの影響で郊外に市街地が形成された可能性や市町村の合併により、同一の市町村内に複数拠点ができた可能性が考えられる。このような

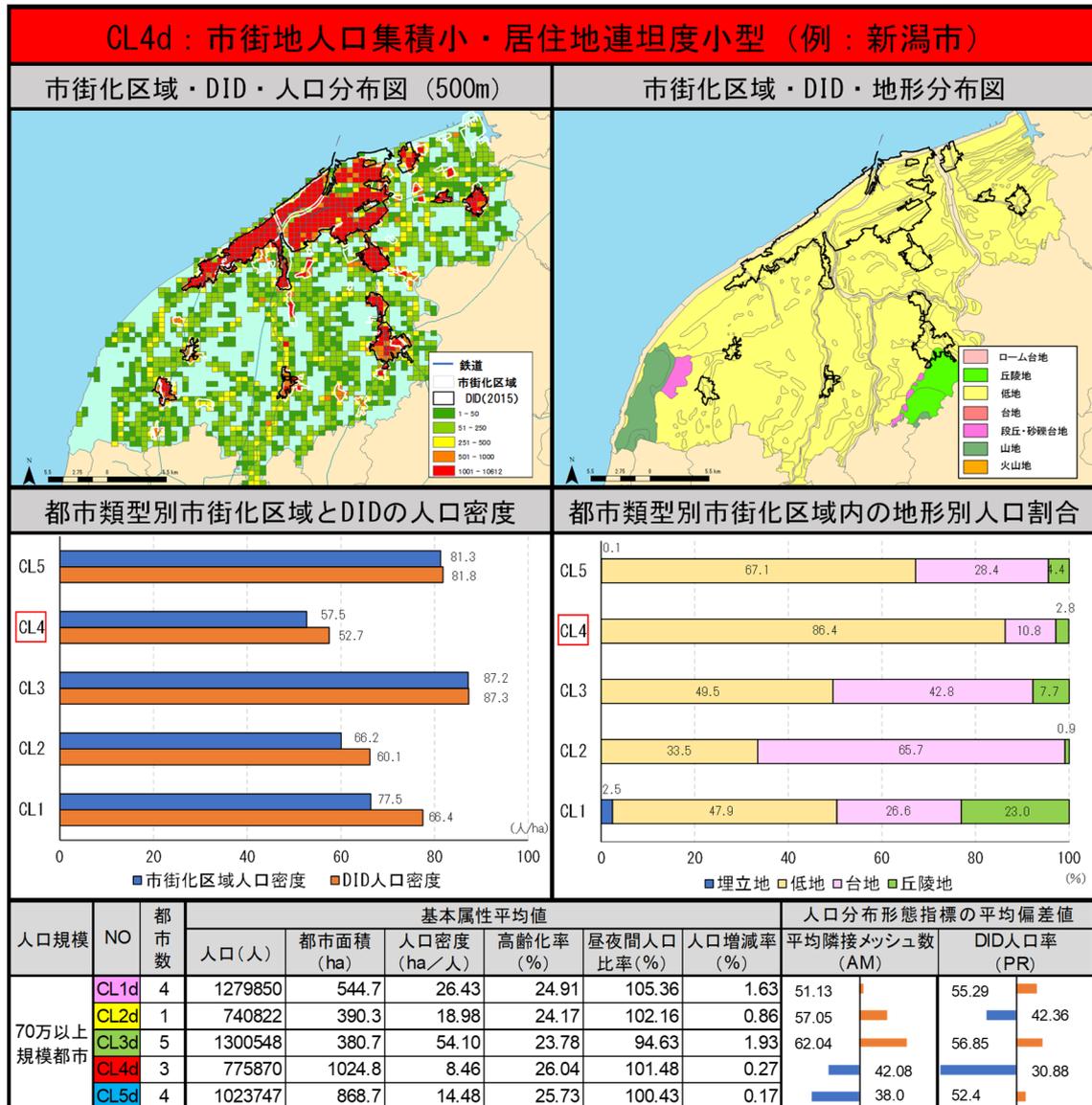


図 6-9 CL4d の人口分布形態、市街化区域、地形的特徴 (例: 新潟市)

都市では、各拠点エリアの人口集積率と人口密度を高め、そのエリア内で最低限生活できるようにする必要がある。そこで、集約型都市構造の方針としては、分散した複数の DID で、現在の DID エリアより「集約エリア」を狭い範囲で設定し、そのエリアに人口集約することで、人口集積率と人口密度を高めることとした。具体的なエリアについては、徒歩圏人口カバー率が低いこと、基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率が低いことから、DID 内のこれらのエリアどちらかに該当する場合は「集約エリア」に設定することとした。

図 6-10 に都市類型 CL4d の集約フローを示す。

①浸水深 5m 以上

CL4d の都市は浸水想定区域人口割合が高く、浸水被害が大きいと予想されることから、浸水リスクが高い浸水深 5m 以上のエリアは「縮退エリア」にすることとした。

②DID エリア

CL4d の都市は DID 人口率が低いことから、DID 外には人口集約しないこととした。

③土砂災害警戒区域

DID 内であっても、土砂災害警戒区域は集約エリアにしないこととした。

④、⑦医療・福祉・商業施設の徒歩圏

CL4d は施設の徒歩圏人口カバー率が低いことから、DID 内で商業、医療、福祉施設の徒歩圏は「集約エリア」に、DID 外では「現状推移エリア」に設定することとした。

⑤、⑧基幹的公共交通路線の徒歩圏

CL4d は基幹的公共交通路線の人口カバー率も低いことから、DID 内の基幹的公共交通の徒歩圏は「集約エリア」に、DID 外では「現状推移エリア」に設定することとした。

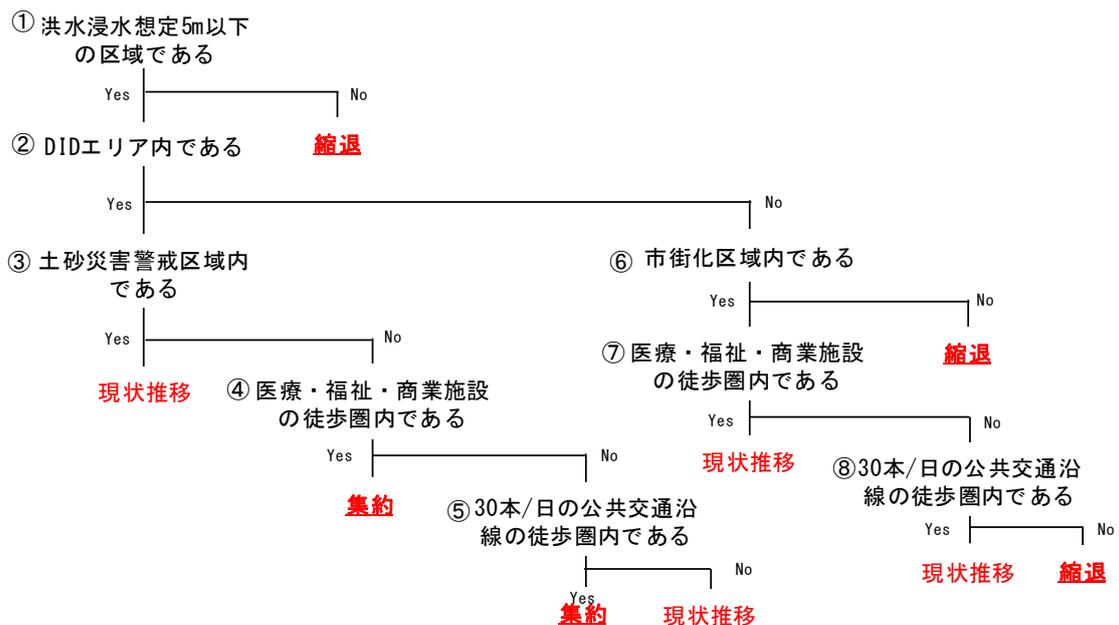


図 6-10 都市類型 CL4d の集約フロー図

6-2-6. 都市類型 CL5d の集約型都市構造方針の作成

CL5d の特徴を図 6-11 に示す。人口分布形態の特徴は、PR は一定程度高いが、AM が最も低いことから、DID への人口集積度は高いが、居住地が分散しているエリアもあると考えられる。都市構造評価をみると、「土砂災害警戒区域人口割合」の評価が低い。また、市街化区域と DID 人口密度の差は小さく、地形的特徴をみると山による地形的な制約によって市街地がコンパクトに形成されている。

これらを複合的に考えると、地形的制約によって可住地面積が小さく、市街地は比較的コンパクトであるものの、市街地縁辺部が山麓や山際に分布しており、土砂災害危険箇所が多いことから、土砂災害のリスクが高いと考えられる。そこで、集約型都市構造の方針としては、可住地面積が小さく、居住できるエリアが限られていること、また、DID 人口集積も一定程度高く、市街化区域との人口密度差も小さいことから、市街化区域内に人口を集約する

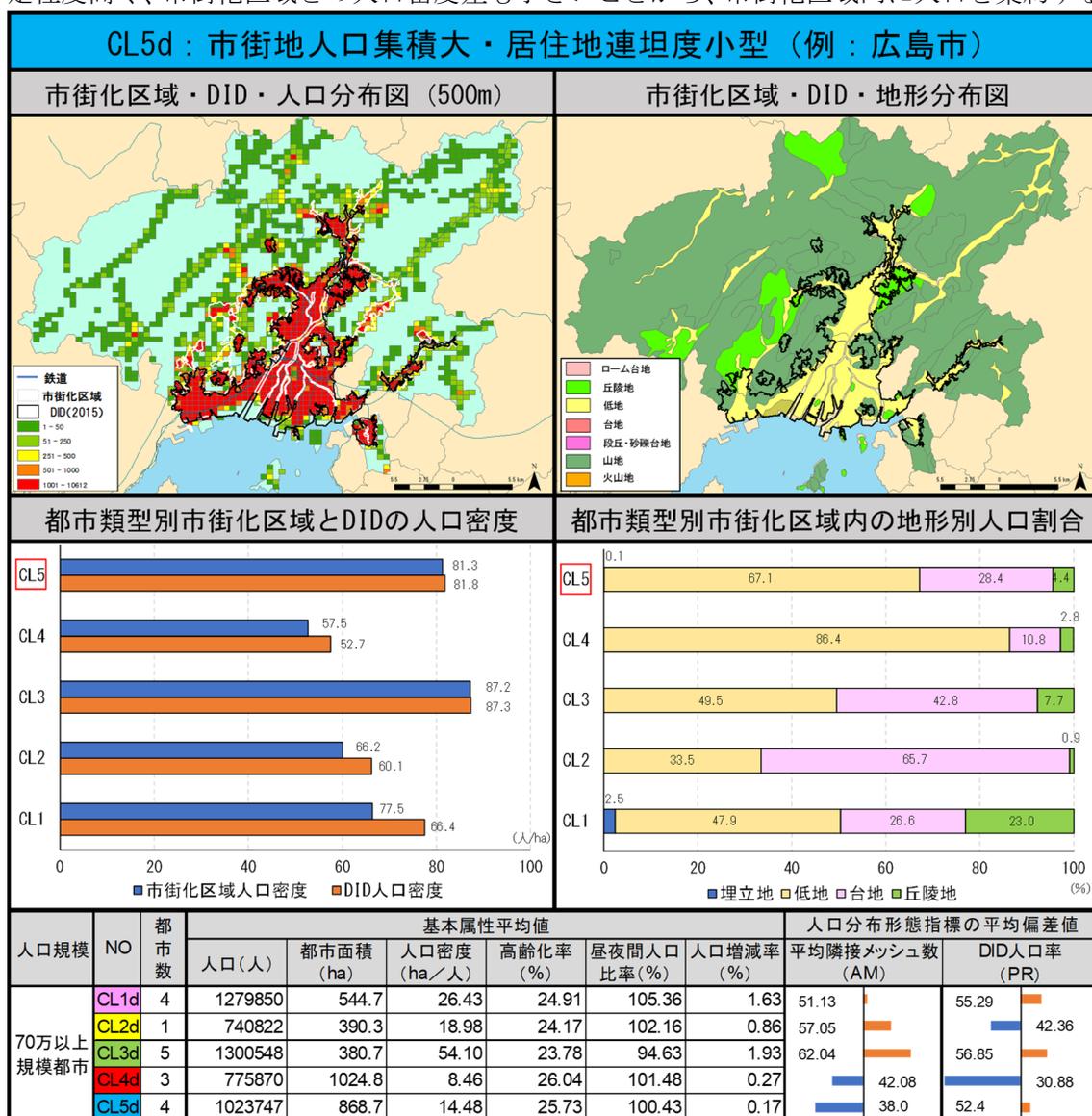


図 6-11 CL5d の人口分布形態、市街化区域、地形的特徴 (例 : 広島市)

こととした。ただし、市街化区域内の土砂災害リスクの高い土砂災害警戒区域は「縮退エリア」に設定することとした。図 6-12 に都市類型 CL5d の集約フローを示す。

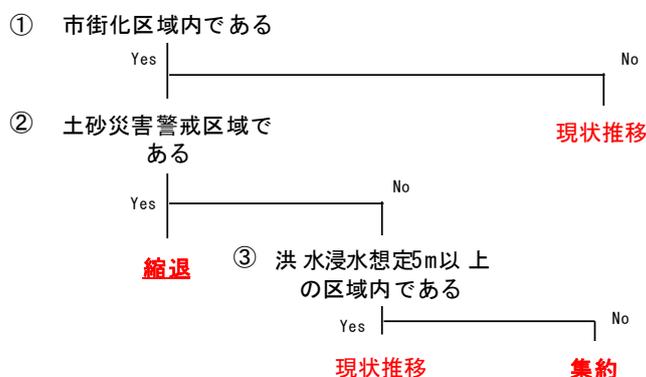


図 6-12 都市類型 CL5d の集約フロー図

### 6-3. 各都市類型の集約型都市構造の方針に基づくシナリオの作成と評価

6-2 で作成した各都市類型の集約型都市構造方針をそれぞれ島市に適用し、各類型の集約方針に従ったシナリオを作成した後、第 5 章で作成した評価モデルを用いて各シナリオに対する多面的評価を行った。

#### 6-3-1. シナリオの作成方法

本研究では、シナリオを「2040 年における 500m メッシュ単位の人口分布形態」と定義し、前節で作成した都市類型別集約フローによるシナリオ (CL1d-CL5d の 5 つ) を作成することとした。また、その比較対象として、コンパクト化等の対策を実施せず、都市構造が現状のまま推移するシナリオ (BAU) も作成した。シナリオ作成にあたっては、「集約エリア」、「現状推移エリア」、「縮退エリア」をそれぞれ設定し、「縮退エリア」から「集約エリア」に 2040 年時点の人口を移動することでシナリオを作成することとした。また、人口移動については、「縮退エリア」内の全人口の転居を図るのではなく、「縮退エリア」内の住宅の中で、2040 年までに耐用年数 40 年を迎える住宅のみを「集約エリア」に誘導することとし、「縮退エリア」内の居住系建物数に対する 2040 年までに耐用年数を迎える住居系建物数の割合を算出し、それを 2040 年の「縮退エリア」人口に乗じることで、集約対象人口を算出した (式 6-1)。その後、集約対象人口を「集約エリア」の人口分布に応じて配分することでシナリオを作成した。なお、2040 年までに耐用年数を迎える住宅数はゼンリン住宅地図「Zmap-Town II (1997)」を用いて把握した。

$$P = \sum_n^i (W_i * R_i) \quad (6-1)$$

P : 集約対象人口 W<sub>i</sub> : 縮退エリアの人口

R<sub>i</sub> : 縮退エリア内の住宅数に対する 2040 年までに耐用年数を迎える住宅数の割合

BAUシナリオについては、「集約エリア」と「縮退エリア」を設定せず、コーホート要因法によって推計された「500mメッシュ別将来推計人口（H30国勢局推計）」の2040年の人口分布を使用することとした。都市類型別集約フローによるシナリオについては、前節で作成した各都市類型の集約フローに従い、「集約エリア」、「現状推移エリア」、「縮退エリア」をそれぞれ設定し、「集約エリア」から「縮退エリア」に人口移動することでシナリオを作成した。作成した各シナリオの人口分布を図6-13に示す。

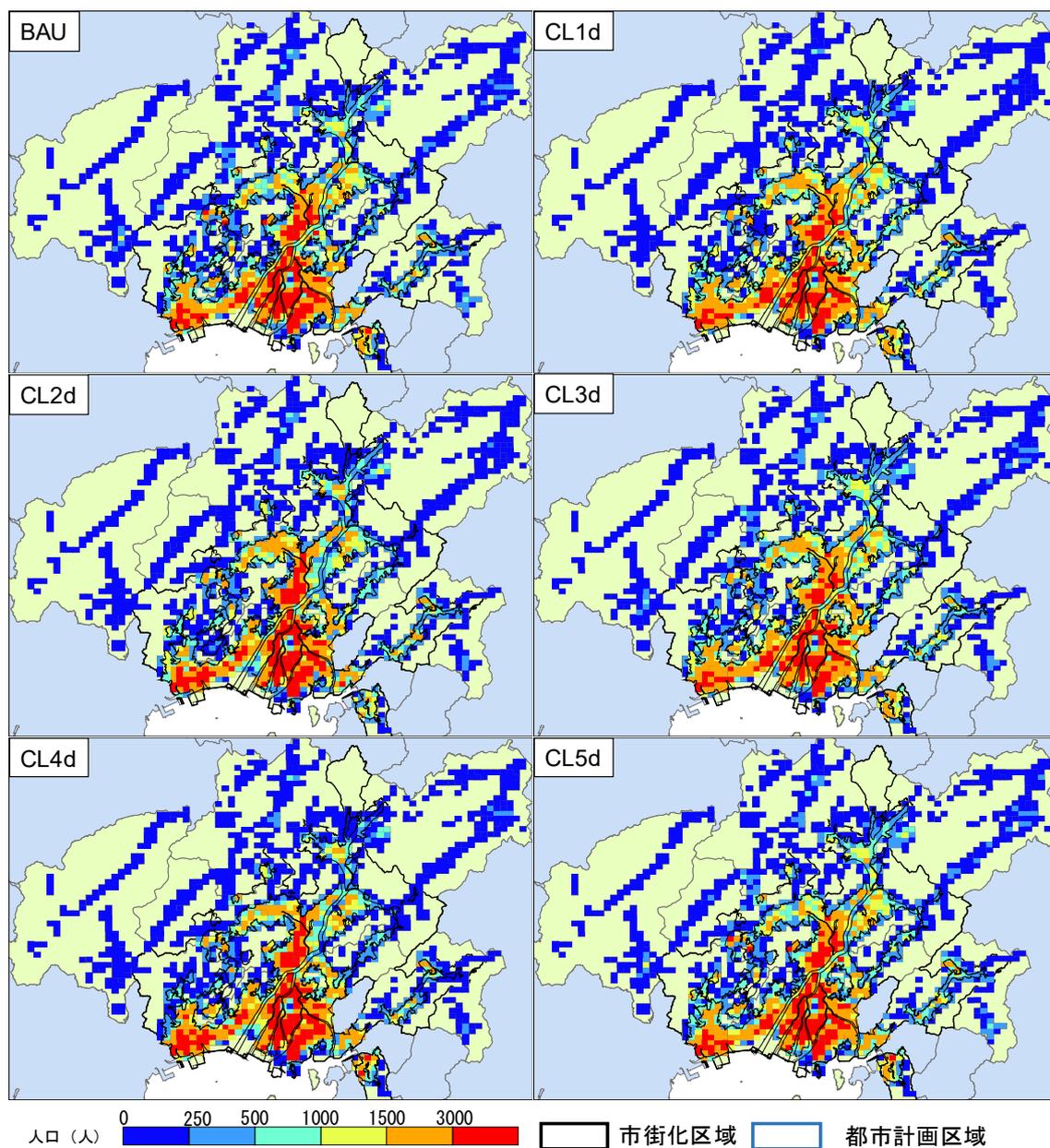


図6-13 作成したシナリオの人口分布

6-3-2. 作成したシナリオの多面的効果の把握

前節で作成した 5 つのシナリオに対して、第 5 章で作成した評価モデルを用いて各シナリオを評価し、その効果を比較した。

(1) 生活利便性・健康福祉指標

表 6-2 に各シナリオの生活利便性・健康福祉指標の評価結果を示す。CL1d から CL5d の全ての指標で BAU の評価より高いが、その差は小さい。広島市は、2015 年時点で生活利便性・健康福祉指標の水準が高く、それが 2040 年まで維持されることから、集約化の効果があまりみられない結果になったと考えられる。CL2d は基幹的公共交通徒歩圏人口カバー率が最も高く、CL4d は各施設の徒歩圏人口カバー率とその施設の利用圏域平均人口密度が最も高い。これは、CL2d の集約方針として、基幹的公共交道路線の徒歩圏に、CL4d の集約方針として、医療・福祉・商業施設の徒歩圏を集約エリアに設定したためである。

表 6-2 作成したシナリオの生活利便性と健康福祉分野の評価結果

評価分野	評価指標	単位	2015年	BAU	CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d	政令指定都市平均値	
生活利便性	①a 日常生活サービスの徒歩圏充足率	%	72.9	74.4	78.2	84.9	75.6	83.1	77.4	56	
	①b 居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	73.7	72.2	117.3	138.3	74.5	132.6	100.8	62	
	①c 生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	93.4	93.1	94.3	94.4	93.8	95.9	93.3	83
		福祉	%	92.2	91.6	93.2	93.5	92.2	96.0	92.0	76
	①e	商業	%	85.2	86.3	88.4	89.0	87.5	93.9	88.6	77
	①f 基幹的公共交道路線の徒歩圏人口カバー率	%	83.3	83.8	87.6	94.3	84.4	86.7	85.2	74	
	①g 生活サービス施設の利用圏平均人口密度	医療	人/ha	49.0	52.9	55.6	56.6	53.6	57.7	53.2	39
		福祉	人/ha	49.6	54.6	78.1	56.9	54.7	59.5	55.3	42
		商業	人/ha	60.2	62.3	64.4	65.7	62.3	68.9	63.8	52
	①m 公共交通沿線の人口密度	人/ha	43.8	52.8	56.1	58.7	53.1	57.2	53.3	65	
	健康福祉	②b 高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	93.7	92.8	95.1	95.2	93.1	97.0	92.8	80
②d 公園緑地の徒歩圏人口カバー率		%	96.2	97.0	98.6	98.4	97.5	98.8	97.0	92	

(2) 安全・安心分野の評価指標

表 6-3 に各シナリオの安全安心分野指標の評価結果を示す。想定死者数については、土砂災害、水害のどちらもすべてのシナリオで BAU の想定死者数より小さい。ただし、水害については、CL2d や CL4d 以外のシナリオでは 2015 年より想定死者数が大きい。CL2d と CL4d は水害リスクの高い都市類型であることから、集約方針では、水害危険性の高いエリアを「縮退エリア」に設定したため、想定死者数が減少したと考えられる。土砂災害については、すべてのシナリオで BAU と 2015 年の想定死者数より小さい。土砂災害の危険なエリアはコストや施設の利便性などの評価も低く、コストや利便性の観点から集約しても、一定程度、土砂災害リスク軽減につながると考えられる。ただし、目標とされている人的災害の半減は CL5d しか達成できておらず、土砂災害リスクが高い都市では CL5d のように土砂災害の観点から集約方針を決定する必要があると考えられる。

表 6-3 作成したシナリオの安全安心分野の評価結果

評価分野	評価指標	単位	2015年	BAU	CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d
安全・安心	③a 土砂災害計画区域内の人口	人	224339	199928	183926	155633	190989	140409	82943
	③b 浸水想定区域内の人口	人	437299	455164	467659	448040	465391	465799	497483
	③e 土砂災害による想定死者数	人/年	37.82	33.71	27.79	22.98	30.52	20.56	17.66
	③f 水害による想定死者数	人/年	4.34	6.35	6.26	1.73	6.19	1.73	6.03

## (3) 地域経済性指標

表 6-4 に各シナリオの地域経済指標の評価結果を示す。CL3d 以外のシナリオは 2015 年、BAU の評価より高い。CL3d は DID 外の流入人口のみを集約対象としていることから、集約化の効果が小さくなったと考えられる。また、CL2d と CL4d は BAU の約 1.2 倍程度となっており、集約化の効果が大きい。これは、CL2 と CL4d の人口集約によって経済活動がみられる都市中心部で特に人口が増加し、事業所数が増加したためと考えられる。

表 6-4 作成したシナリオの地域経済分野の評価結果

評価分野	評価指標	単位	2015年	BAU (2040)	CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d	政令指定都市 平均値
経済地域	④c 小売商業面積あたりの売上高	百万円	87.08	83.24	98.78	98.78	83.51	102.28	92.11	86.2

## (4) 行政運営分野の指標

表 6-5 に各シナリオの行政運営分野の評価結果を示す。すべてのシナリオが BAU の評価より高いが、2015 年と比較すると、CL3d の評価は低い。これは地域経済指標と同様の理由と考えられる。また、CL1d はコストが課題とされた都市類型の集約方針に従って作成されたシナリオであるが、1 人あたりのコストは CL2d や CL4d の方が評価が高い。広島市は DID 外の市街化区域の人口密度が高く、DID 人口密度と市街化区域人口密度の差が小さいことから、広島市では、CL1d の集約フローの中で「縮退エリア」に分類されるエリアが少なかったため、集約化の効果も小さくなったと考えられる。

表 6-5 作成したシナリオの行政運営分野の評価結果

評価分野	評価指標	単位	2015年	BAU (2040)	CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d
運営行政	⑤c 市民1人あたりの都市構造に関連する行政経費	円/人・年	60817	63634	57388	55499	63331	52453	58526

## (5) エネルギー・低炭素分野の指標

表 6-6 に各シナリオのエネルギー・低炭素分野の評価結果を示す。すべてのシナリオで 2015 年と BAU より 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が小さい。CL1d と CL3d 以外は、広島市の削減目標値 (1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量 0.366t-CO<sub>2</sub>) より 1 人あたりの自動車 CO<sub>2</sub>

表 6-6 作成したシナリオのエネルギー・低炭素分野の評価結果

評価分野	評価指標	単位	2015年	BAU (2040)	CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d	政令指定都市 平均値
低炭素	⑥a 市民1人あたりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量(※1)	t-CO <sub>2</sub> /年	0.624	0.381 (0.612)	0.367 (0.59)	0.355 (0.558)	0.381 (0.611)	0.351 (0.552)	0.365 (0.574)	0.76

(※1)ハンドブックと使用したデータや算出方法が異なるため、政令指定都市との比較を行う際にはその点に留意する必要がある  
括弧内は次世代型自動車を導入しない場合の自動車CO<sub>2</sub>排出量

排出量が小さい。CL2d は公共交通の利便性が高いエリアに人口が多く集約されたこと、CL4d は商業、医療、福祉施設が立地する都心部に人口が多く集約されたことが要因と考えられる。CL5d は縮退エリアとして設定された市街地縁辺部は公共交通利便性が低く、1人あたりの自動車 CO<sub>2</sub> 排出量が高いエリアであるため、このエリアの人口が減少したことで自動車 CO<sub>2</sub> 排出量も減少したと考えられる。

表 6-7 に各シナリオの全指標の評価結果を示す。各都市類型の集約方針を広島市に適用した結果、作成した 5 つすべてのシナリオが BAU よりも評価が高いことから、集約方針が異なる人口集約化であっても一定程度の効果は得られると考えられる。ただし、広島市が属する都市類型の課題である土砂災害リスクの指標では、目標とした人的被害の半減を達成できたのは広島市が属する都市類型 CL5d の集約方針に従って作成したシナリオのみであった。このことから、人口分布が異なり、課題も異なる都市では、「どのような観点から集約すべきか？」といった点が異なり、その課題を解決するような集約方針を定める必要があると考えられる。

表 6-7 作成したシナリオの全指標の評価結果

評価分野	評価指標	単位	2015年	BAU	CL1d	CL2d	CL3d	CL4d	CL5d	政令指定都市平均値	
生活利便性	①a 日常生活サービスの徒歩圏充足率	%	72.9	74.4	78.2	84.9	75.6	83.1	77.4	56	
	①b 居住を誘導する区域における人口密度	人/ha	73.7	72.2	117.3	138.3	74.5	132.6	100.8	62	
	①c 生活サービス施設の徒歩圏人口カバー率	医療	%	93.4	93.1	94.3	94.4	93.8	95.9	93.3	83
		福祉	%	92.2	91.6	93.2	93.5	92.2	96.0	92.0	76
	①e	商業	%	85.2	86.3	88.4	89.0	87.5	93.9	88.6	77
	①f 基幹的公共交通路線の徒歩圏人口カバー率	%	83.3	83.8	87.6	94.3	84.4	86.7	85.2	74	
	①g 生活サービス施設の利用圏平均人口密度	医療	人/ha	49.0	52.9	55.6	56.6	53.6	57.7	53.2	39
		福祉	人/ha	49.6	54.6	78.1	56.9	54.7	59.5	55.3	42
	①h	商業	人/ha	60.2	62.3	64.4	65.7	62.3	68.9	63.8	52
	①m 公共交通沿線の人口密度	人/ha	43.8	52.8	56.1	58.7	53.1	57.2	53.3	65	
福祉健康	②b 高齢者福祉施設の1km圏域高齢人口カバー率	%	93.7	92.8	95.1	95.2	93.1	97.0	92.8	80	
	②d 公園緑地の徒歩圏人口カバー率	%	96.2	97.0	98.6	98.4	97.5	98.8	97.0	92	
安全・安心	③a 土砂災害計画区域内の人口	人	224339	199928	183926	155633	190989	140409	82943	-	
	③b 浸水想定区域内の人口	人	437299	455164	467659	448040	465391	465799	497483	-	
	③e 土砂災害による想定死者数	人/年	37.8	33.7	27.8	23.0	30.5	20.6	17.7	-	
	③f 水害による想定死者数	人/年	4.3	6.4	6.3	1.7	6.2	1.7	6.0	-	
経地域	④c 小売商業面積あたりの売上高	百万円	87.1	83.2	85.3	98.8	83.5	102.3	92.1	86.2	
運営行政	⑤c 市民1人あたりの都市構造に関連する行政経費	円/人	60817	63634	57388	55499	63331	52453	58526	-	
低炭素	⑥a 市民1人あたりの自動車CO <sub>2</sub> 排出量(※1)	t-CO <sub>2</sub> /年	0.624	0.381 (0.612)	0.367	0.355	0.381	0.351	0.362	0.76	

(※1)ハンドブックと使用したデータや算出方法が異なるため、政令指定都市との比較を行う際にはその点に留意する必要がある

#### 6-4. 本章のまとめ

本章で得られた主な結果を以下に記す。

- 1) 都市類型ごとに、その人口分布や都市構造上の課題、市街化区域との関係や地形的特徴から集約型都市構造方針を決定し、その方針に従った人口集約フローを作成した。
- 2) 広島市を対象に、各都市類型の集約型都市構造方針に従った将来シナリオを作成し、それらを5章で作成した評価モデルで評価した結果、すべてのシナリオがBAUより評価が高いことから、広島市が属する都市類型と集約方針が異なる人口集約であっても一定程度の効果は得られる。
- 3) 広島市が属する都市類型の課題である土砂災害リスクの低減はそのほかの都市類型の集約方針でも一定程度の効果は得られたが、目標とされている人的被害半減は都市類型CL5dの集約方針に従ったシナリオのみ達成することができた。
- 4) 都市類型CL5dの集約方針に従ったシナリオはそのほかの指標でも評価が高く、土砂災害リスク低減を優先したことで、そのほかの指標の評価が著しく低くなることはなかった。

以上のことから、都市の人口分布形態の違いにより、その都市の課題やその課題解決のための集約型都市構造の方針も異なることを示した。次章では、本研究で得られた成果をまとめ、本研究の今後の展望について述べる。

#### 参考文献

- 6-1) 国土交通省近畿地方整備局建政部都市整備課：近畿コンパクトシティガイドンスー交通編一，2016
- 6-2) 国土交通省：国都交通省説明資料1-4，2016
- 6-3) 武澤潤・中出文平・松川寿也・樋口秀：地方都市における公共交通の持続可能な市街地構造に関する研究，都市計画論文集，No.45，Vol.2，pp.661-666，2010
- 6-4) 国土交通省：都市のスポンジ化について，2017
- 6-5) 富山市：富山市都市マスタープラン，富山市，2019

## 第7章 結論と展望

---

- 7-1. 結論
- 7-2. 展望

## 第7章 結論と今後の展望

### 7-1. 結論

本節では、各章の内容を以下にまとめ、これを本研究の結論とする。

#### 第1章

研究背景として、戦後から現在までの都市計画の変遷、日本におけるコンパクトシティ、そして日本の都市の現状について述べた後、人口分布形態が異なる都市では都市構造上の課題も異なり、目指すべき都市構造も異なることを述べた。また、既往研究を整理し、本研究の位置づけを行った。

#### 第2章

国内 250 都市（立地適正化計画策定済み：2019 年 5 月時点）を対象に、自動車 CO<sub>2</sub> 排出量と都市特性指標との関連分析を、人口規模別や三大都市圏内外別に行い、都市特性による自動車 CO<sub>2</sub> 排出量の要因の違いを示した。また、その都市特性より市街地集約の方向性を検討し、その効果をシミュレーションツールによって把握した結果、都市特性に応じた市街地集約が CO<sub>2</sub> 削減に有効であること示した。加えて、人口集約する際には、人口や施設の集積度を考慮する必要があることも示した。

#### 第3章

1km メッシュ人口分布データと施設立地分布データを用いて、29 施設の立地と人口密度、および施設数と人口密度との関連分析を行った。結果として、全 29 施設のうち、25 施設で施設立地と人口密度に高い関連（決定係数 0.7 以上）がみられ、その立地傾向は人口密度の観点から、「10-20 人/ha」、「20-60 人/ha」、「60 人/ha 以上」の 3 つの人口密度区分に分類することができた。また、施設数と人口密度との関連分析でも、対象とした 20 施設のうち 19 施設で高い関連がみられた。このことから、各施設の立地や施設数は 1km メッシュ内の人口密度で概ね説明可能であることを示した。

#### 第4章

3 章にて人口分布から一定程度、施設の立地傾向が把握できることが明らかになったため、人口分布形態が異なる都市では施設立地も異なり、またこれにより都市構造上の課題も異なると考え、同規模人口都市を対象に人口分布形態指標による類型化を行い、その後、6 分野 31 指標から都市構造評価を行い、都市類型毎に比較を行った。その結果、同規模人口都市でも人口分布形態が異なれば都市構造評価の大きな差が生じることから、都市類型によって課題も異なることを明らかにした。

## 第5章

都市構造の評価に関するハンドブックより、将来推計可能な都市構造評価指標を選定し、6章にて作成する将来人口分布シナリオを多面的な評価が可能な評価モデルを作成した。また、その評価モデルを用いて、広島市のBAUシナリオ（現状の都市構造が2040年まで推移する）の評価を行った。その結果、生活利便性・健康福祉指標の評価は、2040年時点でも高い水準でと保たれること、地域経済分野の指標では小売商業面積当たりの売上高が約0.94倍になること、将来の1人あたりの都市施設コストは大きくなること、自動車CO<sub>2</sub>排出量は大きく変わらないこと（次世代型自動車を導入しない場合）、土砂災害による死者数は減少、水害による死者数は増加するものの、2040年時点でも土砂災害による死者数の方が多いことが明らかになった。

## 第6章

人口分布形態の特徴と都市構造上の課題から、人口分布形態による各都市類型の集約型都市構造の方針をそれぞれ作成した。また、それら各都市類型の集約型都市構造の方針を広島市に適用することでシナリオを作成し、これを第5章の評価モデルを用いて評価、比較を行うことで、人口分布形態が異なる都市では、課題解決のための集約の方向性も異なることを明らかにした。

### 7-2. 展望

本研究の結論を踏まえて、今後の展望を以下に示す。

#### ① その他の都市類型でのシナリオ作成と評価

本研究では、第6章で人口70万人の都市を対象に、各都市類型の集約型都市構造の方針を作成し、その集約方針を広島市に適用することでシナリオを作成したが、各都市類型に属する都市を対象としたシナリオ作成、評価もそれぞれ行う必要があると考えられる。また、人口規模70万人以外の都市でも都市類型別に集約型都市構造の集約方針を作成した後、その集約方針に従ったシナリオを作成し、評価を行う必要がある。

#### ② 都市構造評価指標の拡充

本研究では、都市構造評価を行う際に、「都市構造の評価に関するハンドブック」を援用し、指標を選定したため、ハンドブック内で示されていない都市構造評価は考慮できていない。ハンドブック内で示されている指標は都市構造を評価するための指標として、ある程度、網羅的と考えられるが、例えば、ヒートアイランド現象などが課題となっている都市では、熱環境を評価する指標も重要と考えられる。また、近年では情報化が著しく進展しており、IoT、AI、ビッグデータなど社会に及ぼす影響が大きく、またそれにより都市の形態や住まい方なども変化する（例えば、自動運転車の導入等）ことが考えられることから、このよう

な視点からの評価も今後は必要と考えられる。

### ③ 都市構造評価を簡便に行うことのできるツールの構築

今後、実際の都市計画やまちづくりの現場で集約型都市構造の具体像を検討する際には、住民を含むステークホルダーの意向等、様々な事項を考慮しつつ、試行錯誤を重ねながらより定量的かつ科学的根拠に基づいたエリア設定が重要になると考えられる。そのためには、ユーザー自身が作成したデザイン案（シナリオ）をその場で評価、比較、視覚化し、それらの結果を再度、デザイン案にフィードバックできるような計画システムが有効である。そのため、コンパクトシティの具体像の効果を本研究で構築した都市構造評価モデルから簡便に評価できるようなツールも開発も今後必要と考えられる。

### ④ DID 以外の人口分布形態指標の提案

本研究では、DID を人口分布形態指標の算出に使用したが、DID は人口密度 40 人/ha、5000 人以上という基準の絶対値が設けられているため、人口規模の小さな 5 万人未満の都市では、DID を有していない市町村も存在し、本研究では、これらの都市を分析対象にできていない。今後、人口減少がますます進行していく中で、DID を有さない都市が増加すると考えられるため、DID のような全国一律の値を用いた分析だけでなく、例えば、「都市の中で相対的に人口集積があるエリアの人口集積率」といった指標による検討も重要と考えられる。

## 謝辞

本論文をまとめるにあたり、多くの方々のご指導、ご助力をいただきました。

まず研究の機会を与えてくださり、終始親身にご指導いただいた、広島大学大学院先進理工系科学研究科 教授 田中貴宏先生に感謝の意を表すと同時に、心から厚くお礼を申し上げます。田中先生の研究室で大学生、大学院生として研究させていただいた 7 年間は自身にとって大変貴重で充実した時間で、本当に多くのことを学ばせていただきました。研究のことだけでなく、それ以外のことでも時間を割いて下さり、いつも親身に相談に乗っていただいたおかげで、研究留学や博士課程後期進学などに挑戦することができました。本当にありがとうございました。

本研究を進める中で、ご多忙にも関わらず、広島市の職員の方々から広島市交通調査データの提供などにご協力いただきましたこと、心より感謝申し上げます。また、東京大学 CSIS より様々なデータをご提供いただいたこと、心より感謝申し上げます。また、国土交通省より「二酸化炭素削減効果シミュレーション・ツール (CREST)」をご提供いただきましたこと、心より感謝申し上げます。博士課程後期の 3 年間は、日本学術振興会より科学研究費補助金 (特別研究員奨励費) をご支援いただき、経済面でサポートしていただきました。心より感謝申し上げます。

また広島大学の皆様にも大変お世話になりました。学位論文の副査をしていただいた西名大作先生、金田一清香先生、角倉英明先生、水田丞先生には、本論文をまとめるにあたり様々な観点より必要なお助言をいただきました。また、三浦弘之先生、石垣文先生には、本論文公聴会にて、大変貴重なご意見、ご助言いただきました。心より感謝申し上げます。建築事務室の楠紀子さん、前川明日香さんには、事務手続きに関して大変お世話になりました。建築事務室に行く際に、いつも親身に対応していただき、ありがとうございました。

また、建築環境学研究室および都市・建築計画学研究室では、多くの先輩、同期、後輩に大変お世話になりました。面白く、優しい研究室のメンバーに恵まれたおかげで、研究だけでなく、様々な行事等プライベートでも楽しく過ごさせていただきました。ありがとうございました。

最後に大学、大学院で勉学や研究、留学など自分のやりたいこと、興味を持ったことに対して何不自由なくさせてくれた家族に、心より感謝申し上げます。広島大学、大学院、また University of Maryland で勉強した 10 年間はとても充実した 10 年間で自分の本当にやりたいことを見つけることができました。

これからは、これまで自分が経験し、学んできたことを次世代に伝えていけるように、日々、研究と教育活動に取り組んでいきたいと思います。

2021 年 3 月 田村 将太