

空間系ビッグデータ適用による 北海道地方都市のコンパクトシティ施策立案支援に関する研究

室蘭工業大学大学院 工学研究科准教授	有村 幹治
秋田工業高等専門学校 准教授	長谷川裕修
(株)ドーコン 交通事業本部交通部主任技師	松田 真宜
室蘭工業大学大学院 工学研究科助教	浅田 拓海

I. 序 論

1-1 研究の背景と目的

我が国では少子高齢化が他の先進国と比べて急激な速度で進行しており、人口については2005年に、1899年に統計を取り始めて以来初めての自然減となり、2006年はわずかに増加したが2007年には再び減少に転じ、それ以降の年間自然増加数は減少し続けている。2013年の合計特殊出生率は1.43¹⁾となり、2005年の1.26から回復傾向ではあるものの、依然として低い水準のままである。そして、2013年の総人口に占める65歳以上人口の割合（高齢化率）は25.1%であり、今後も増加を続ける見通しとなっている。この高齢化問題は医療・福祉はもちろん、雇用や居住、ビジネス環境など、地域経済や社会情勢に大きな影響を与えることが指摘されている。特に、医療・福祉施設数に不安を抱える地方都市ではその影響は深刻である。都市内の居住地においても、従来から指摘されていた中心市街地の衰退に加えて、郊外居住地における高齢化や空き家の増加も報告されるようになった。街全体の配置から個々の施設の設計に至るまで、少子高齢化に対応した効率的な都市構造に向けた街づくりが求められる。

これに対し近年では、地球環境の保全、都市の省エネルギー化、交通弱者の保護、そして都市の無秩序な拡散の防止を目的としたコンパクトシティ政策が掲げられている。コンパクトシティとは、住まいや職場、学校、病院などの様々な都市機能を、都心部などを中心にコンパクトに集約するとともに、公共交通サービスを充実させることによって、自動車に過度に依存することなく歩いて暮らせる生活空間を実現した都市を表す概念である。

本研究の目的は、近年、蓄積が進みつつある都市空間に係るビッグデータを用いて、地方中核都市におけるコンパクトシティ施策の立案支援手法を構築することにある。そのために、北海道の地方都市である帯広市を対象として、ゾーン別居住者の世代構成と建物の建築年齢分布状況を把握し、そのうえで2010年から2035年までのゾーン別将来人口分布およびゾーン別将来建物分布の推定を行う。また、帯広都市圏を対象として、携帯電話の位置情報から構成されるメッシュ別入込人口分布を把握したモバイル空間統計データと、都市計画基礎調査データを用いて、時間帯別・メッシュ別の入込人口と建物用途の関係性について現況を把握し考察する。

建物将来推計については、新規立地が帯広全域で行われる場合と、コンパクトシティを見据え、新規立地が駅周辺を優先して行われる場合の2つのシナリオを仮定し比較を行う。

また、ゾーン毎の人口の平均年齢と建物の平均築年数及びそれぞれの標準偏差についてクラスター分析を行い、将来的なゾーン単位での人口構成と建物年齢の分布を把握し比較し、将来の帯広市の都市構造について考察を行う。

1-2 既往研究レビューと本研究の位置付け

人口減少と都市の居住構造に関わる研究を概要する。将来の人口動態に関しては、金子ら²⁾が平成 17 年国勢調査に基づいて、コーホート要因法より推計した平成 18 年から平成 67 年までの将来推計人口を報告している。人口動態と都市居住に関する研究としては、小池³⁾が、首都圏を対象に地域メッシュ統計を活用して人口変化を自然増減と社会増減に分解し、それぞれの動きを都心からの距離帯別や鉄道沿線別に分析している。都市のスプロール化及びリバース・スプロールについての問題提起とその対策が論じられた研究としては、谷口⁴⁾は、岡山市における開発手法を 3 分類し、スプロール市街地とそうでない市街地の活動と撤退の実態の差異を長期的かつミクロなレベルで分析し、スプロール化した都市の問題点を浮き彫りにした。植村ら⁵⁾は、日本より早くに人口減少期を迎えたドイツの都市のリバース・スプロール化に対する減築などの対策事例をまとめるとともに日本での適用方法を論じている。林ら⁶⁾は、人口減少社会における都市再整備の方向性として、無秩序な土地利用に起因した財政や環境への負荷が高い社会的費用の大きな地区をソーシャル・ハザード、自然災害危険地をナチュラル・ハザードとして定義し、それぞれ土地利用形態を評価したうえで、リスクが高い地区からの撤退と市街地の再集結による市民の生活の質の向上を提起している。またその実現に関して、我が国においては短期的・強制的に土地利用の変更を行うことは困難であることから、住民の居住地移転や、住宅建替時期に応じた漸次移転が図られるような土地利用誘導による都市域集約が現実的と指摘している。なお、近年の我が国の建物の平均寿命に関する研究として、小松⁷⁾が全国県庁所在地の固定資産家屋台帳から、2005 年における全国の住宅寿命を構造種別に、RC 造 56.76 年、鉄骨造 51.85 年、木造 54.00 年と推定している。

本研究の対象地域となる帯広市を対象とした研究に関しては、松村・福井⁸⁾が、高度成長期の 1967 年に造成が始まり、入居が進行した帯広市南東部に位置するニュータウン「大空団地」を対象に団地内の住み替え実態の調査を行っている。団地内の公営住宅は低家賃で入居できることから高齢世代と一緒に若年世帯の居住が進行しており、公営住宅における世代の混在が地域内の共助の促進に影響を与えていることを指摘している。また、そのうえで持家戸建の高齢者向け住み替え施策として、シルバーハウジング等、高齢者向け公営住宅や高齢者サービス付き公営住宅の供給と、住み替え後に空き家となる戸建住宅の若年層への斡旋による、団地内のコミュニティを維持した地区再生手法の可能性を論じている。

人口減少期における都市の諸問題に対する解決策は、都市の諸相に応じて異なり、一意に求められるものではないだろう。しかし、例えば、市街地のコンパクト化を目指すのであれば、林らが指摘したように、計画サイドが建物の更新時期を把握し、漸次移転を誘導する施策は現実的であると考えられる。また松村・福井が論じたように、対象地域住民の世代別人口構成と、公営住宅や戸建住宅の建築年齢の関係性の把握が、建て替えや住み替えに係る施策の展開上、重要になると考えられる。仮に都市内の各ゾーンの建物の建築年齢構成と年齢別人口構成の分布を同時に把握できると、世代別のライフステージに合わせ

た住み替え施策、また建物寿命に合わせた減築・改築、郊外部における高齢世帯と若年層へのマッチングによる持家戸建住宅の提供等の施策立案を支援できるだろう。

将来人口の空間分布の推定のためには、世代別人口構成情報を含む総務省統計局が整備する「国勢調査地域メッシュ統計」の利用が考えられる。メッシュ統計を利用した将来人口推計に関する既存研究としては、奥村⁹⁾、土屋・室町¹⁰⁾、また有賀ら¹¹⁾の研究が挙げられる。なお、国勢調査地域メッシュ統計には、土地利用に関する統計として宅地利利用動向調査が収録されているが、首都圏、近畿圏、中部圏のみが対象とされており、他都市には適用できない。またメッシュ毎の建物の建築年齢の世代構成に関する情報が収録されておらず、地区毎の建物の老朽化と世代別人口構成の将来変化を合わせて分析することができない。一方、おおむね 5 年毎に実施される都市計画に関する基礎調査である「都市計画基礎調査」は、近年デジタル化が進展しており、建物種別の建築年情報が、建物のポリゴン情報とあわせて記録されている。しかし、この二つの統計データは統合化されておらず、同一の空間単位で分析することは不可能であった。また、将来人口と建物の空間分布の推定と併せて、将来の地区別の発生交通量の推定も、街の賑わいや、利用交通手段を検討するうえで重要な計画情報となるだろう。将来交通発生量の推定のためには、パーソントリップ調査データを用いることが考えられるが、集計単位となるゾーンが大きく、詳細な空間レベルでの都市・交通計画の立案には不向きであった。

上記を省みて、本研究では、北海道の地方都市である帯広都市圏を、地方中核都市であること、平地であることから地形的凹凸が都市構造に与える影響が少ないこと、市街地形成が基盤目状になっており結果を把握しやすいことから分析対象として選定し、「都市計画基礎調査」データと、帯広市が公開している「条・丁目・町別・男女別・年齢別人口」データを統合することで、世代別人口分布及び建物の建築年齢分布を把握した。また、人口データに対してコーホート要因法を用いることで、人口減少下が予想される 2010 年から 2030 年までの将来人口の推移を推定した¹⁴⁾。またその上で、将来のコンパクトシティ施策実施した場合の建物立地を試算するために、将来の消失建物数と新規立地数を外生変数として、土地誘導施策を実施しなかった場合 (without case) と、中心市街地に優先的に立地させた場合 (with case) の 2 ケースの将来住宅分布に関するシミュレーションを行った¹⁵⁾。また併せて、携帯電話の位置情報から構成される時間帯別メッシュ別入込人口データである、「モバイル空間統計データ」を用いて、将来住宅分布に応じた時間帯別メッシュ別入込人口の推定を行った。

Ⅱ．分析対象都市と使用データの概要

2-1 分析対象都市の概要

本研究では、北海道の地方都市である帯広都市圏を、地方中核都市であること、平地であることから地形的凹凸が都市構造に与える影響が少ないこと、市街地形成が基盤目状になっており結果を把握しやすいことから、分析対象として選定した。対象都市の位置を図 2-1 に示す。帯広市の宅地造成経緯を表 2-1 に示す。

帯広市は北海道南東部の十勝平野のほぼ中央に位置しており、全市域面積は 61,894ha である。その内、都市計画区域面積は 10,210ha、市街化区域面積は 3,937ha である。大規模畑作経営の多い農業や、観光・商業やサービス業などの第 3 次産業も盛んであり、都市と農村が調和した田園都市の創造に向けたまちづくりが進められている。2014 年現在、人口約 17 万人と北海道で 6 番目に多い十勝圏の中核都市であり、東は幕別町、西は芽室町・日高郡新冠町、南は中札内村・更別村、北は十勝川を境に音更町に接している¹²⁾。



図 2-1 帯広市の位置

(出典：一般社団法人帯広観光コンベンション協会、<http://www.obikan.jp/ssi-bin/access.shtml>)

表 2-1 帯広市の宅地造成経緯

1955 年	市営拍林台団地の造成、十勝試験場跡地の開放による宅地造成
1962 年	帯広工業団地造成
1967 年	大空団地造成開始（計画人口 1 万人）
1969 年	市街化/市街化調整区域制定
1971 年	グリーンベルト「帯広の森」
1975 年～	柏地区居住環境整備事業、市街地再開発事業、西帯広ニュータウンの土地区画整理事業・開発行為
1981 年	帯広新空港の開港、JR 石勝線の開業
1991 年～	新西帯広地区の宅地開発
1993 年～	南 地区の宅地開発
1994 年～	工業団地として西 20 条北地区の造成
1996 年	鉄道高架の共用
2003 年～	稲田川西地区の区画整理事業

2-2 使用データ

2-2-1 都市計画基礎調査及び町丁目人口データ

本研究で用いた都市計画基礎調査は都道府県が都市計画区域に関して 5 年ごとに実施する調査で、都市計画区域における人口、産業別就業人口、市街地面積、土地利用、交通量、地価など多種多様な項目が調査対象となっている（都市計画法第 6 条、都市計画法施行規則第 5 条）。

本調査は、都市計画法第 6 条に「おおむね 5 年ごとに実施」するものと規定されており、都市政策の企画・立案及び都市計画の運用に資するため、土地利用現況・建物現況・都市施設・市街地整備の状況等について調査し、都市の現況及び動向を把握するものである。都市計画基礎調査は次に示す方針に基づき実施される。

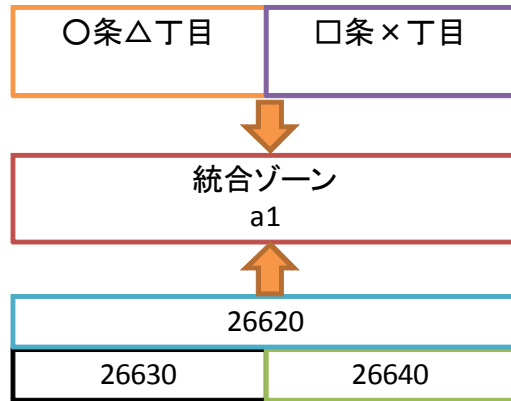
- 1) 現在、国土交通省では都市計画基礎調査の調査項目を、都市計画法、国土交通省令（施行規則）、都市計画基礎調査実施要領（昭和 62 年 1 月通達）の再整理（見直し）を行っており、本要領はこの都市計画基礎調査体系の見直し（案）を踏まえ、前回調査要領の構成、内容を組み替えるとともに、以下の方針に基づき必要に応じて新たに調査項目を追加している。
- 2) 人口動向や市街地の現況など、都市の将来像を踏まえた都市計画を策定する上で必要な項目を調査内容とする。
- 3) 都市計画区域マスタープラン及び線引きの見直しなど県が定める都市計画に活用する。
- 4) 市町村が都市計画マスタープランや具体の都市計画の策定・見直しを進める際、積極的に活用する。
- 5) 調査にあたっては、作業の合理化に努めるとともに、可能な限り既存資料を活用する。
- 6) 詳細な都市の現況を経年的に把握するため、市街化区域等は平成 8 年調査区を原則固定し、その後、用途地域等の変更が行われた地区を対象に調査区の見直しを行う。
- 7) 調査項目の見直しにあたっては、すべての調査主体で調査を実施する「標準」項目と、地域の状況に応じて収集する「選択」項目の 2 種類を設定している。

概要は以上のように定められているが実際には多くの都市では線引きなどしか活用されておらず、現在、都市計画基礎調査を用いた計画事例の蓄積が求められる。平成 25 年 7 月には都市計画基礎調査データ分析例（案）¹³⁾が国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室より配布されている。

都市計画基礎調査に記載されるゾーン数は 1,636 と多く、建築物の現況を把握する上で有用であるが、人口に関しては、各ゾーンの総人口のみが記載され、その年齢分布が記載されていないため、そのまま本研究で将来人口分布推定に用いるコーホート要因分析に適用できない。

そこで本研究では、都市計画基礎調査で把握できる建築年齢分布と、帯広市が提供している年齢別男女人口が記載されている「条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調」データの統合化を試みた。これらのデータは異なるゾーン単位で設定されているため、より細かいゾーン単位である都市計画基礎調査の 1,636 ゾーンを、条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調の 933 ゾーンと合致するように手作業でマッチングした。ゾーンの統合方法についての概念図を図 2-2 に示す。

条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調査データ
ゾーンコード



都市計画基礎調査のゾーンコード

図 2-2 ゾーンコードの統合化の概念図

次に統合化した各ゾーン単位でそれぞれ上記二つの調査で記載されている人口を集計し、相関を求めた（図 2-3）。相関係数が 0.97 と十分高いことを確認し、そのうえで、「条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調」の年齢別人口データを、統合化したゾーン単位で集計した値を以後の分析で用いることにした。この統合化により、新たに 720 ゾーンにより構成されるデータセットが作成された（図 2-4）。

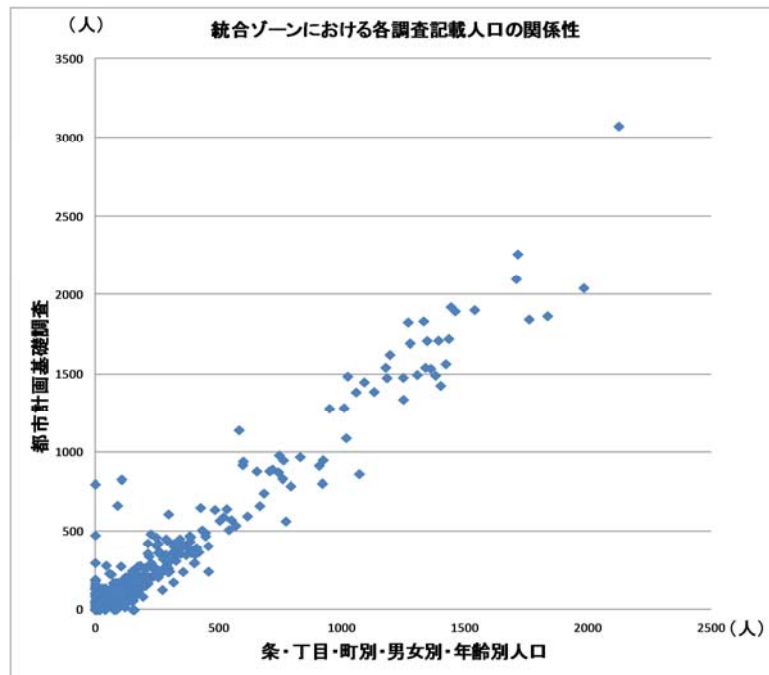


図 2-3 統合ゾーンにおける各調査記載人口の関係性



図 2-4 統合ゾーン図

2-2-2 モバイル空間統計データ

モバイル空間統計データとは、都市内の人口分布をとらえる新たな手法として近年注目されている統計であり、NTT ドコモの携帯電話ネットワークの運用データを統計処理して年齢・性別ごとにメッシュ人口を推計したものである。人口動向を 24 時間 365 日把握できるのが特徴で、基地局から得られる情報をもとにしており、最小で 500m 圏内に性別、年代別にどれだけの人口がいるかを 1 時間ごとに集計することができる。

携帯電話基地局のエリア毎に所在する携帯電話は周期的にその位置を把握されている。この基地局エリア毎の携帯電話台数を、個人情報の秘匿処理を行ったうえで利用者属性別に集計し、人口の地理的分布として推計したデータがモバイル空間統計データとなる（図 2-5）。このデータにより、任意の地域や時間帯の人口分布、性別・年齢層別・居住エリア別の人口構成等が推定できる。

携帯電話がアクセスしている基地局エリア情報
を基に時間帯別エリア別人口を推定

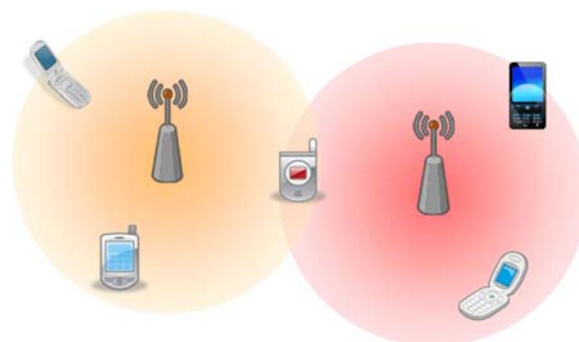


図 2-5 携帯電話位置の捕捉¹⁶⁾

携帯端末の分布に基づく実際の人口分布の直接的な推計値である点、広く普及している携帯電話ネットワークの運用データを用いることで対象者および対象地域が広く扱えるという点において、従来の人口推計手法とは異なるものといえる。

本研究において活用方法を検討するモバイル空間統計は、既存のパーソントリップ調査の補完可能性が指摘されているが、現在のところ、まちづくりや都市計画に応用された事例は少ない。図 2-6 に帯広都市圏を 1km メッシュで切り出した図を示す。市街地をカバーする総メッシュ数は 120 メッシュとなった。

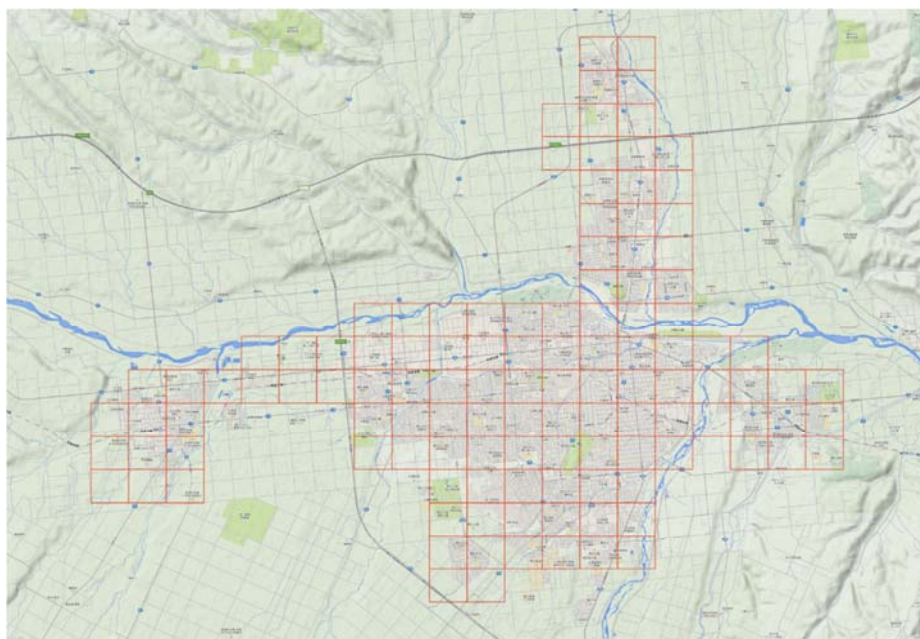


図 2-6 帯広都市圏メッシュ図

Ⅲ. 建物分布及び時間帯別メッシュ別入込人口の現況

3-1 都市計画基礎調査を用いた人口及び建物の現況把握

図 3-1 に分析対象都市の用途地域を示す。図 3-2 は 2009 年度現存建築物の建築時期分布を表しており、図 3-3 は 1981 年以前に建てられた建物割合の空間分布を示したものである。1981 年は建築基準法が改正された年である。

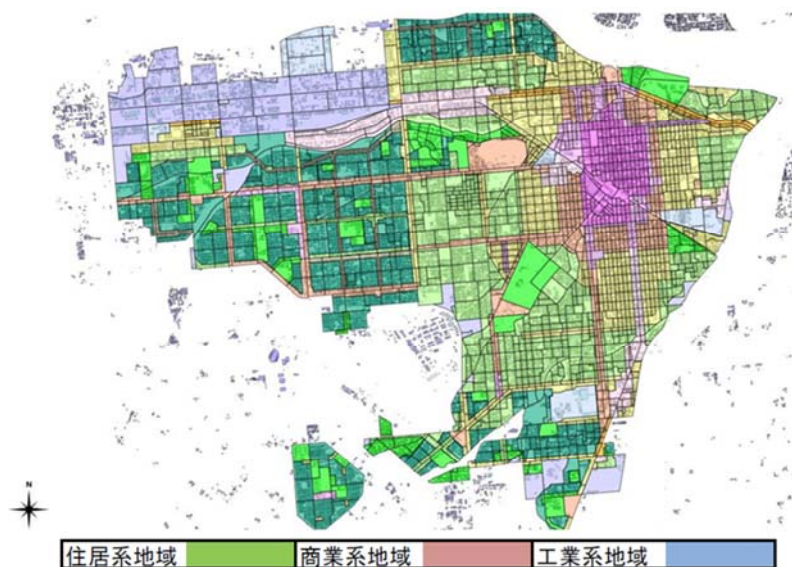


図 3-1 帯広市の用途地域

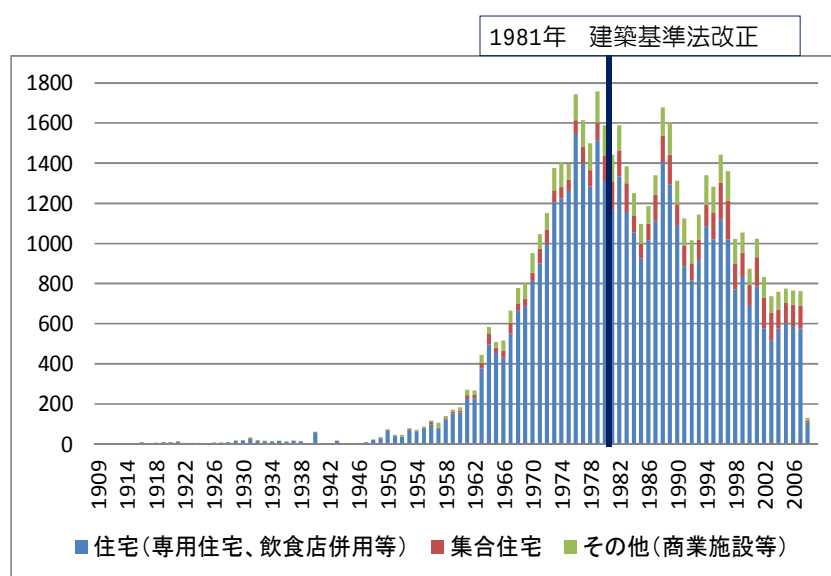


図 3-2 2009 年度現存建築物の建築時期分布

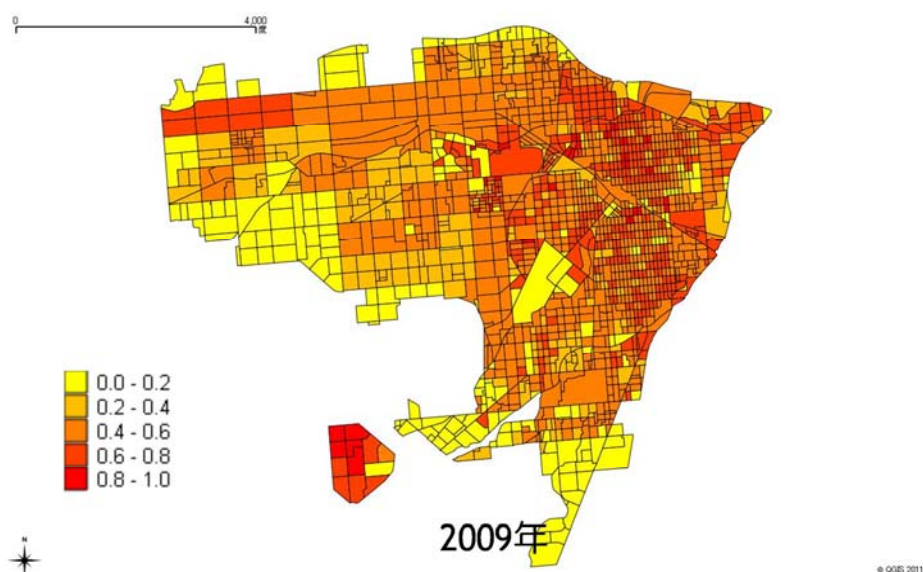


図 3-3 1981 年以前に建てられた建物割合

図 3-4 に各統合ゾーンの平均年齢と平均建築年齢の分布を示す。相関係数は 0.39 となった。また帯広市全体の平均建築年齢は 25.0 年、平均年齢は 44.2 歳となった。(図 3-4、46 中赤点)。比較的、ゾーン内の平均年齢が高く、また建築年齢も高い地区は帯広駅周辺となった(図 3-4 中、点線○)。ゾーン内の平均年齢が低く、また建築年齢も低い地区は駅周辺の中心市街地の外延エリアに多く見られた(図 3-4 中、実線○)。

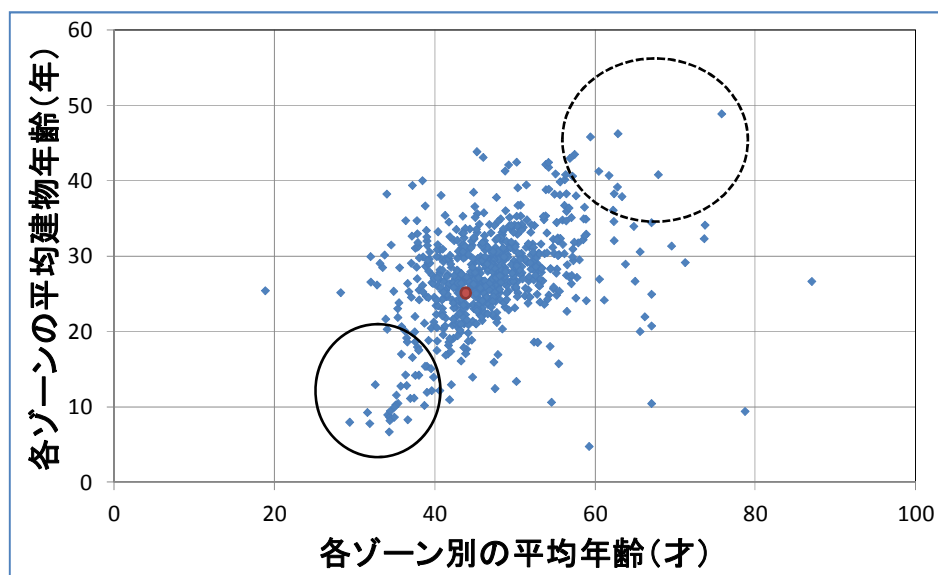


図 3-4 ゾーン別人口平均年齢および建物平均年齢

3-2 モバイル空間統計から見る時間帯別メッシュ別入込人口の現況把握

本研究では NTT ドコモのモバイル空間統計から、平日の 10 月 23 日、及び休日の 2013 年 10 月 20 日の 2:00、10:00、14:00、19:00 の 4 つの時間帯の 1km メッシュ毎の人口データを使用した。平日に関しては、夜間人口分布を示す 2:00 では、帯広市全般に人口が分布しており、通勤通学等の各種都市活動が行われる 10:00、14:00、19:00 には、帯広都心部の滞在人口が増加することが分かる（図 3-5～図 3-8）。休日は 14:00 に駅周辺の繁華街周辺エリアに滞在している人が多いことが分かる（図 3-9～図 3-12）。

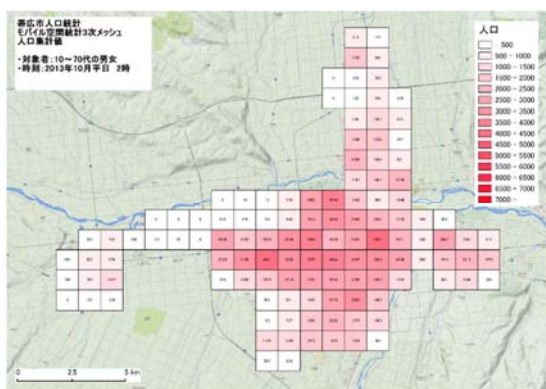


図 3-5 平日 2:00 の人口データ

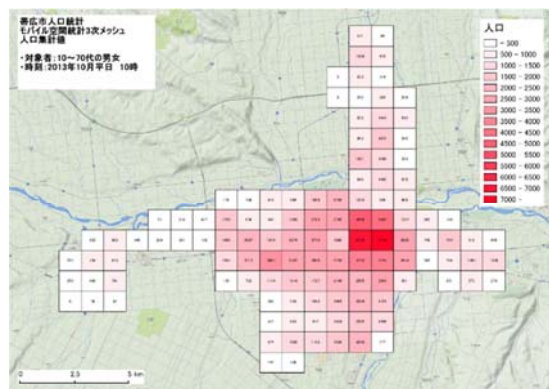


図 3-6 平日 10:00 の人口データ

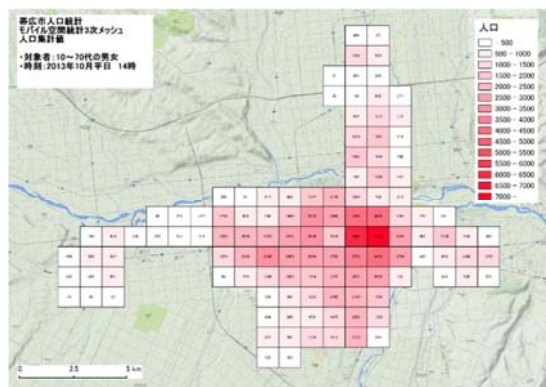


図 3-7 平日 14:00 の人口データ

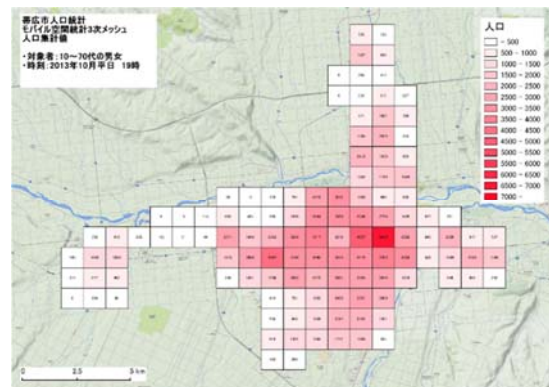


図 3-8 平日 19:00 の人口データ

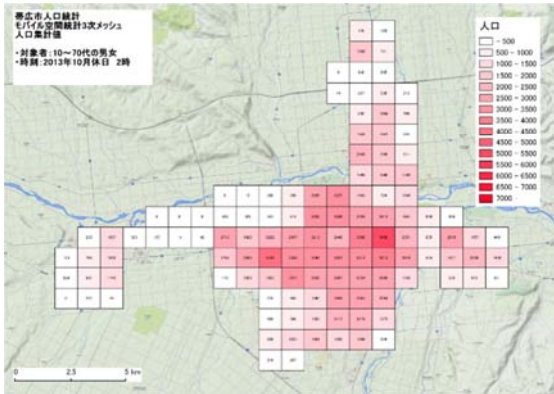


図 3-9 休日 2:00 の人口データ

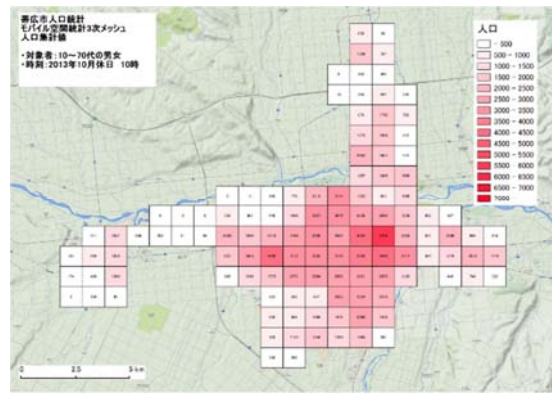


図 3-10 休日 10:00 の人口データ

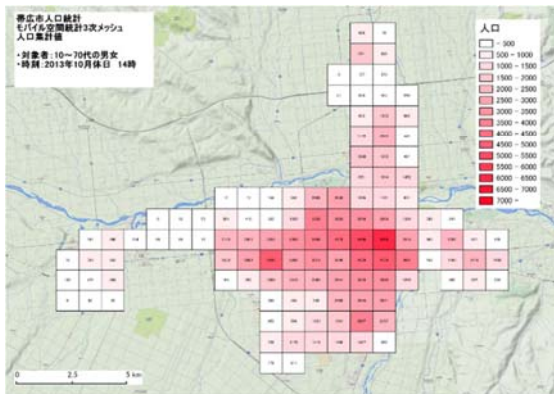


図 3-11 休日 14:00 の人口データ

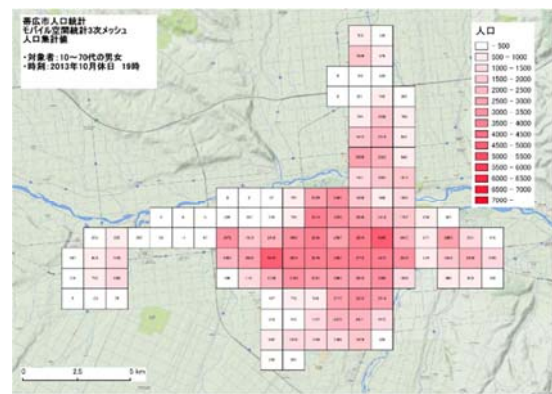


図 3-12 休日 19:00 の人口データ

IV. 対象都市の将来構造に関するシナリオ分析

4-1 分析の概要

本章では、対象都市の将来像について検討するために、以下の分析を行う。

(1) 将来の人口ー建物年齢の推定 (4章2節)

都市内部での人口減が続き、住民の住み替えや、建物の立て替えが進まない場合、局地的に低い人口密度が低い地区の発生、また空き家の増加が懸念される。そのため、まず、作成された人口ー建物統合メッシュを用いた将来の人口ー建物年齢の推定を行う。

(2) コンパクトシティ施策による建物立地に関するシミュレーション (4章3節)

将来的な建物の消失数と新規立地数を推定し、新規に立地する建物の位置を誘導することで高密度な街区を形成する、所謂コンパクトシティ施策を実施した場合 (with case) と、無作為に建物の立地が進展した場合 (without case) の建物立地分布を比較する。

(3) コンパクトシティ施策による時間帯別メッシュ別入込人口の推定 (4章4節)

建物の立地状況と、人の滞在の関係性を把握するために、1平方キロメートルメッシュ内に存在する各種の建物数を説明変数、時間別メッシュ別入込人口を目的変数に重回帰分析を実施する。その結果を、(2)で得られた建物立地分布に適用し、コンパクトシティ施策を実施した場合 (with case) と、無作為に建物の立地が進展した場合 (without case) の建物立地分布における、入込人口を推計する。

4-2 将来の人口－建物年齢の推定

4-2-1 分析手法

本研究では、まず3章で作成した人口－建物統合ゾーンを用いて、将来人口の空間分布をコーホート要因法により用いて求めた。コーホート要因法は、基準年次の男女別年齢別人口を出発点とし、これに仮定された男女年齢別生残率、男女年齢別社会人口移動率、女子の年齢別出生率及び出生性比を適用して将来人口を求める方法である。コーホート要因法の変数である、男女別、5歳階級人口については平成21年の条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調を用いて、統合ゾーン毎に集計し、推計した。各年次の生残率のパラメータは、国立社会保障・人口問題研究所が公開している市町村別参考推計データを用いた。コーホート要因法による推計法として、0～4歳人口の推計式を式(1)、5～9歳以上の5歳階級人口の推計式を式(2)に示す。

$$FP_{0\sim4} = FP_{w15\sim49} \times \alpha \times \beta \quad (1)$$

ここに

$FP_{0\sim4}$: 0～4歳人口 (人)

$FP_{w15\sim49}$: 15～49歳女性人口 (人)

α : 子ども女性比

β : 0～4歳性比

$$FP_{t+5} = FP_t \times \chi \times y \quad (2)$$

ここに

FP_{t+5} : $t+5$ 年の年齢別人口 (人)

FP_t : t 年の年齢別人口 (人)

χ : 生残率

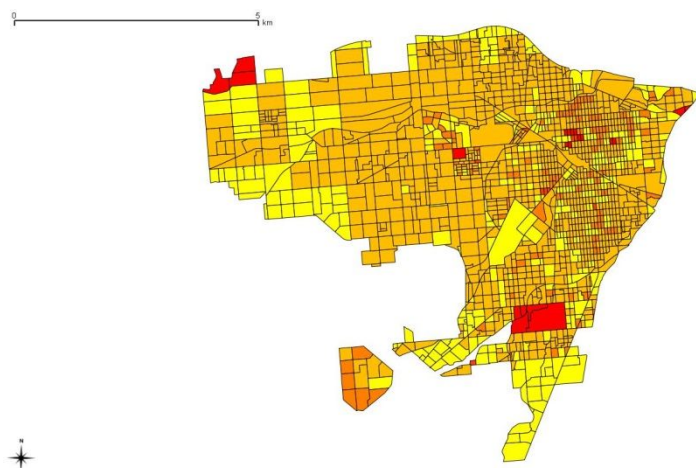
y : 純移動率

t : 基準年

4-2-2 ゾーン別の高齢化率

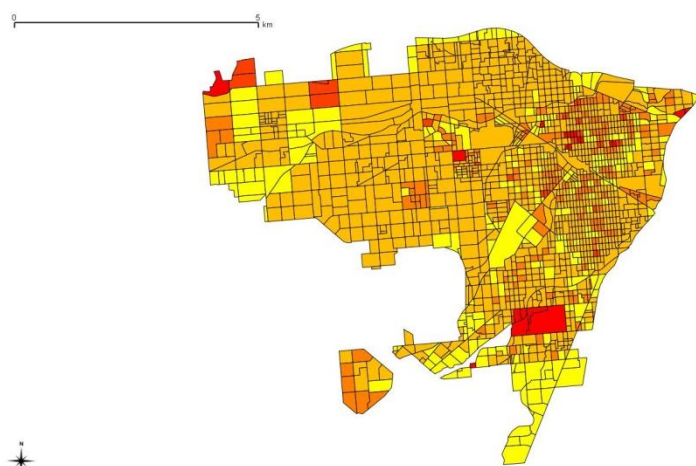
ここでは3-1で推計した結果から、人口－建物ゾーン毎の全人口のうち65歳以上の人口が占める割合をGISにより可視化した。

高齢化率の空間分布(図4-1～図4-6)で見ると、帯広駅周辺の中心市街地周辺及び大空団地で大きく増加しており、西帯広地区、新西帯広地区では緩やかに増加する結果となった。



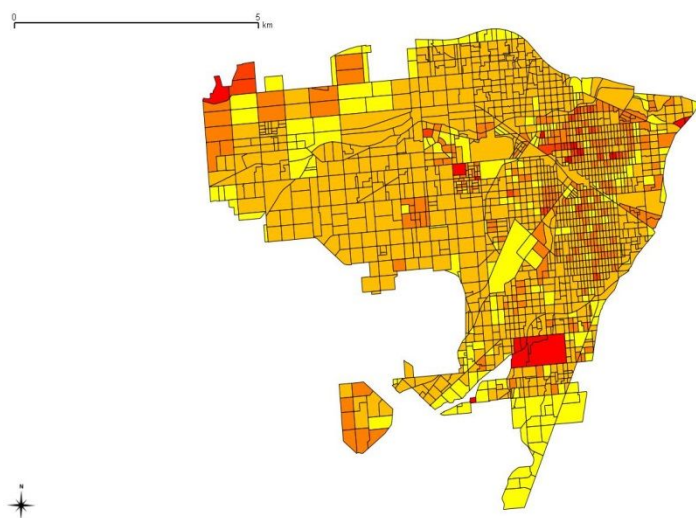
© GIS 2012

図 4-1 2010 年の高齢化率



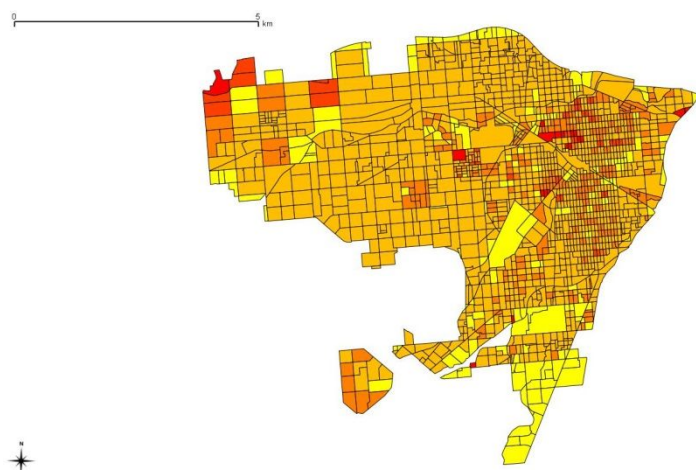
© GIS 2012

図 4-2 2015 年の高齢化率



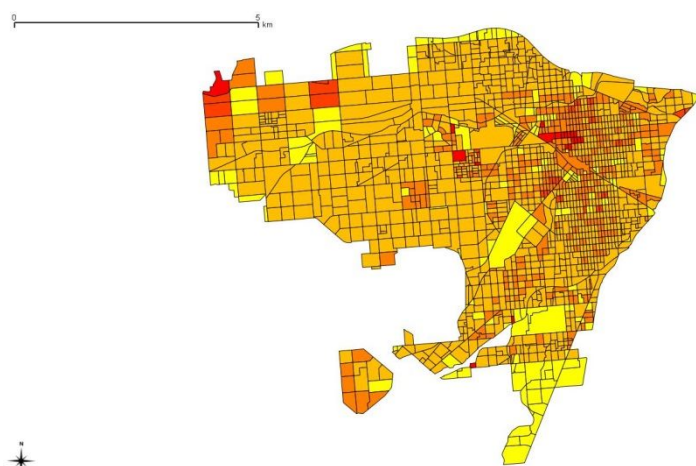
© GIS 2012

図 4-3 2020 年の高齢化率



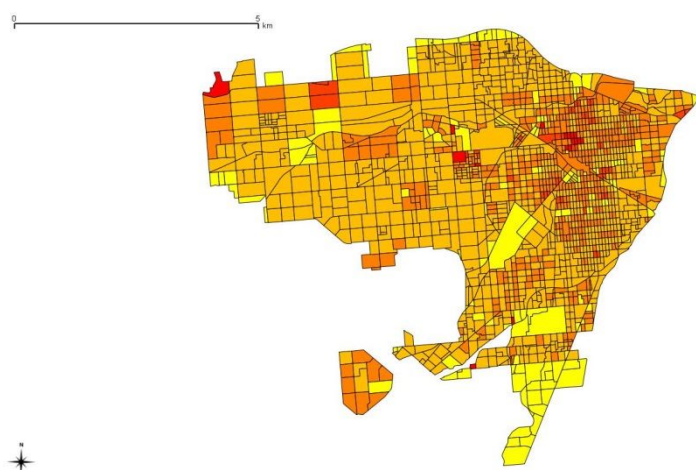
© OGB 2012

図 4-4 2025 年の高齢化率



© OGB 2012

図 4-5 2030 年の高齢化率



© OGB 2012

図 4-6 2035 年の高齢化率

高齢化率の空間分布をみると、帯広駅周辺の中心市街地周辺及び帯広西部で増加しており、特に西帯広地区、新西帯広地区、南の森西1条、西17条北、西16条南、大空団地で増加する結果となった。

4-2-3 ゾーン別の建物一件当たり居住者数

次に各統合ゾーン別の建物一件当たり居住者数の推計を行った。専用住宅種別の居住人数は、都市計画基礎調査及び条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調査には記載されていない。しかし、都市計画基礎調査には、専用住宅種別・各戸別居住面積が記載されているため、それを統合ゾーン単位で集計して、専用住宅種別の総延床面積を求め、全専用住宅種の総居住面積との割合でゾーン人口を案分し、最後に専用住宅種別戸数で割ることで一戸あたり居住人数を推計した。推計式を式(3)に示す。

$$den_{i,k} = pop_k \times \frac{\sum_{j \in H_{i,k}} m_{i,j}}{\sum_{i \in I} \sum_{j \in H_{i,k}} m_{i,j}} \bigg/ HN_{i,k} \quad (3)$$

ここに

$den_{i,k}$: ゾーン k ,専用住宅種 i の一戸あたり居住人数

pop_k : ゾーン k の居住人口 (人)

$m_{i,j,k}$: ゾーン k ,専用住宅種 i ,戸 j の面積 (m^2)

$HN_{i,k}$: ゾーン k ,専用住宅種 i の戸数

$H_{i,k}$: ゾーン k ,専用住宅種 i の戸集合

I : 専用住宅種の全体 集合

この結果を各年次で GIS で可視化した図、また、それぞれのヒストグラムを、図 4-7～図 4-18 に示す。

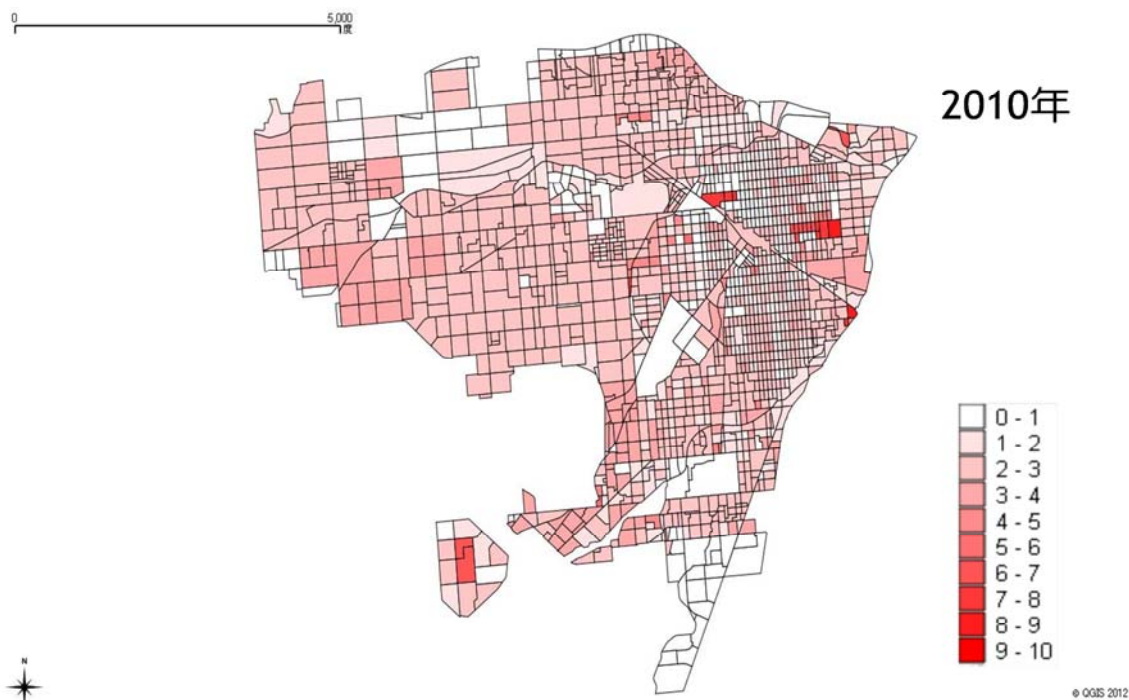


図 4-7 2010 年の一戸あたり居住人数の分布

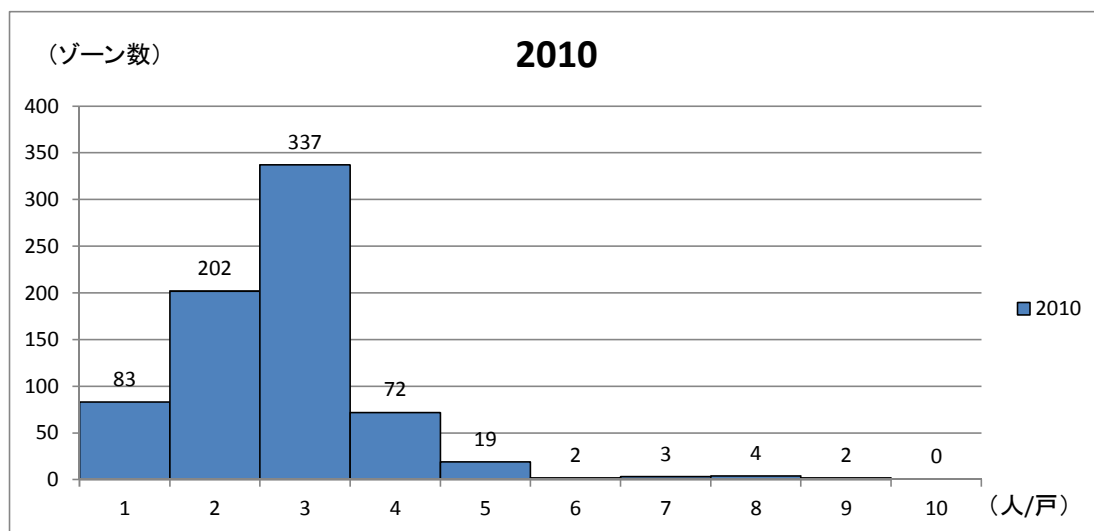


図 4-8 2010 年の一戸あたり居住人数のヒストグラム

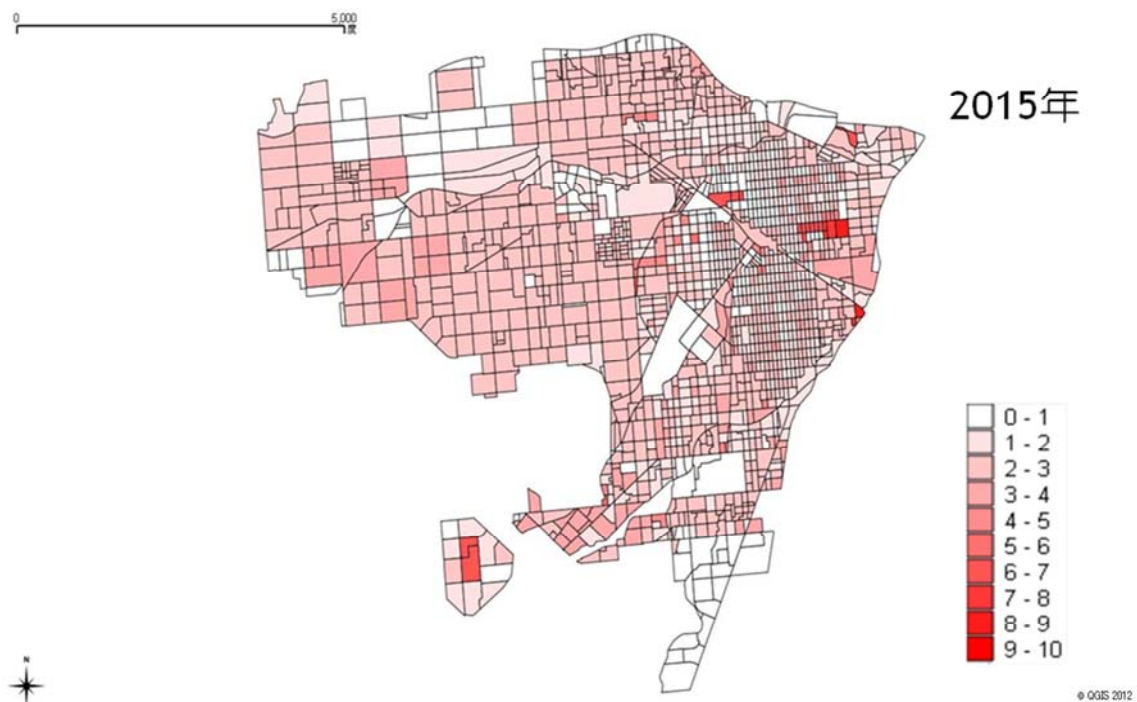


図 4-9 2015 年の一戸あたり居住人数の分布

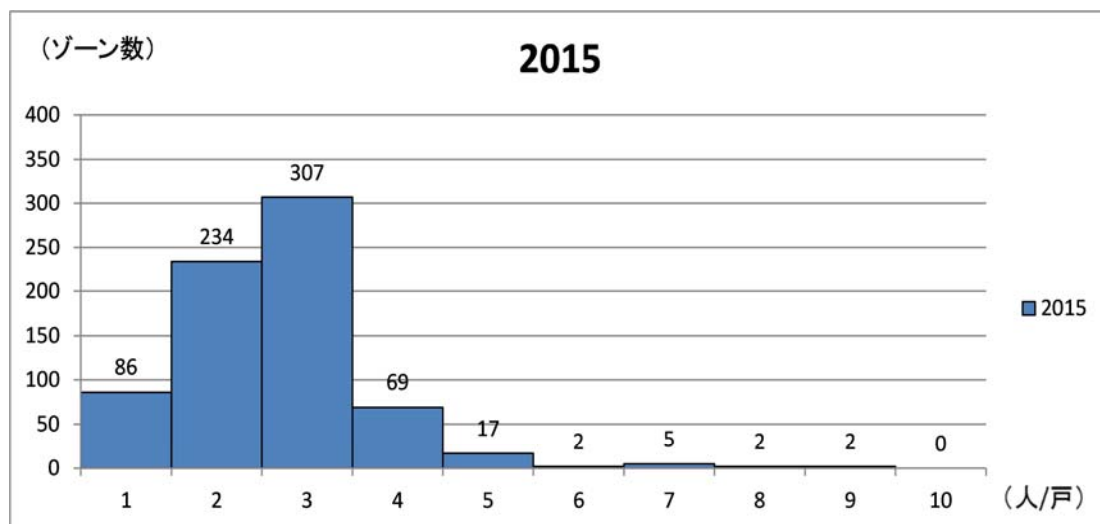


図 4-10 2015 年の一戸あたり居住人数のヒストグラム

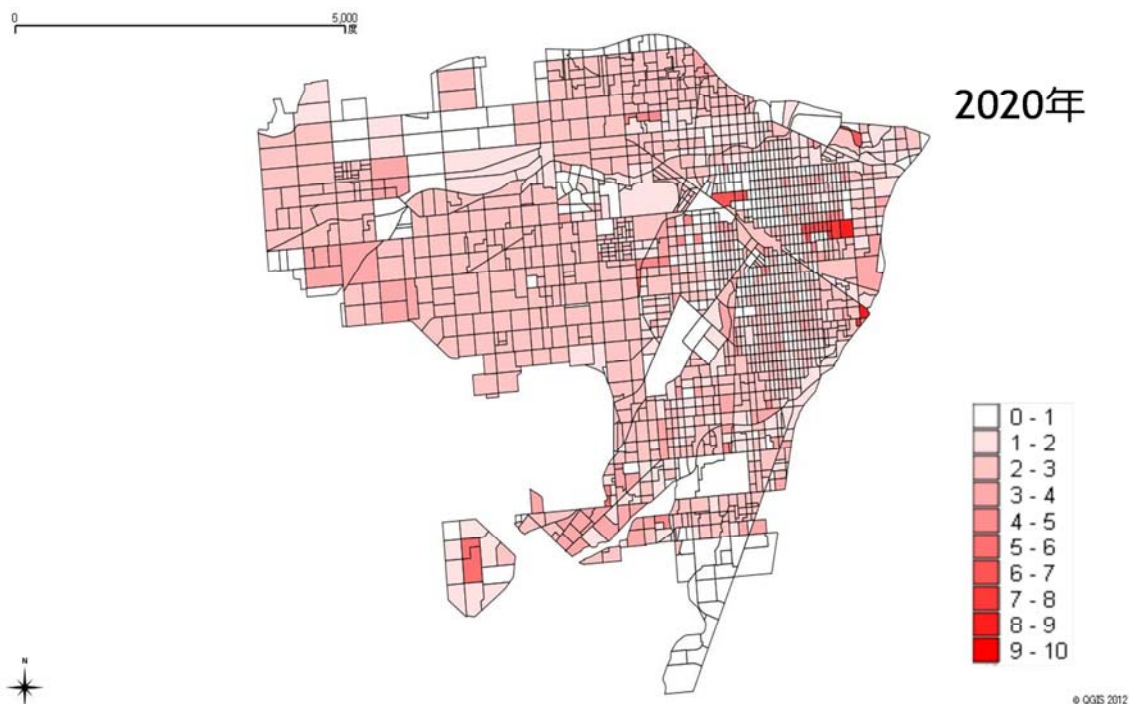


図 4-11 2020 年の一戸あたり居住人数の分布

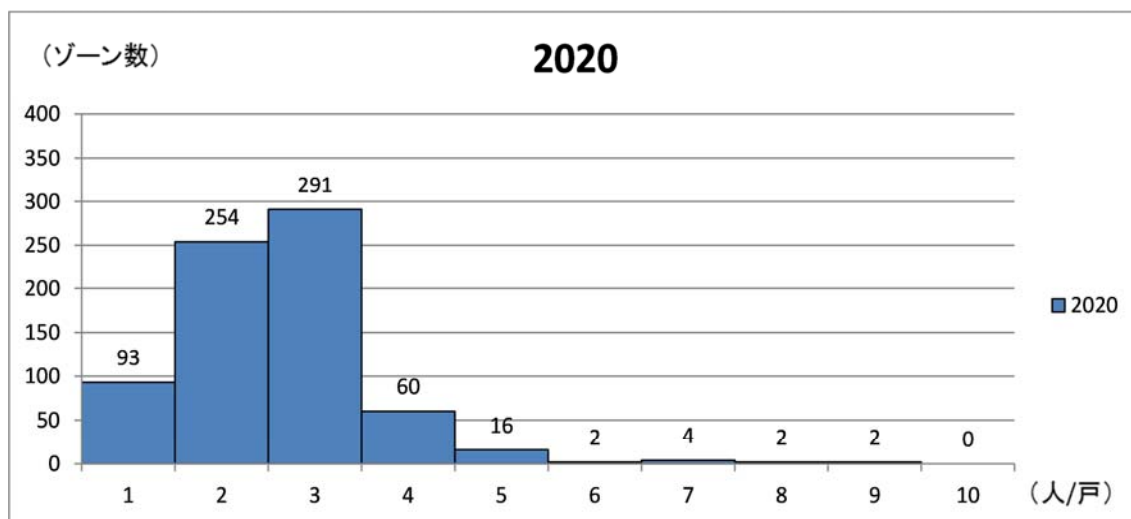


図 4-12 2020 年の一戸あたり居住人数のヒストグラム

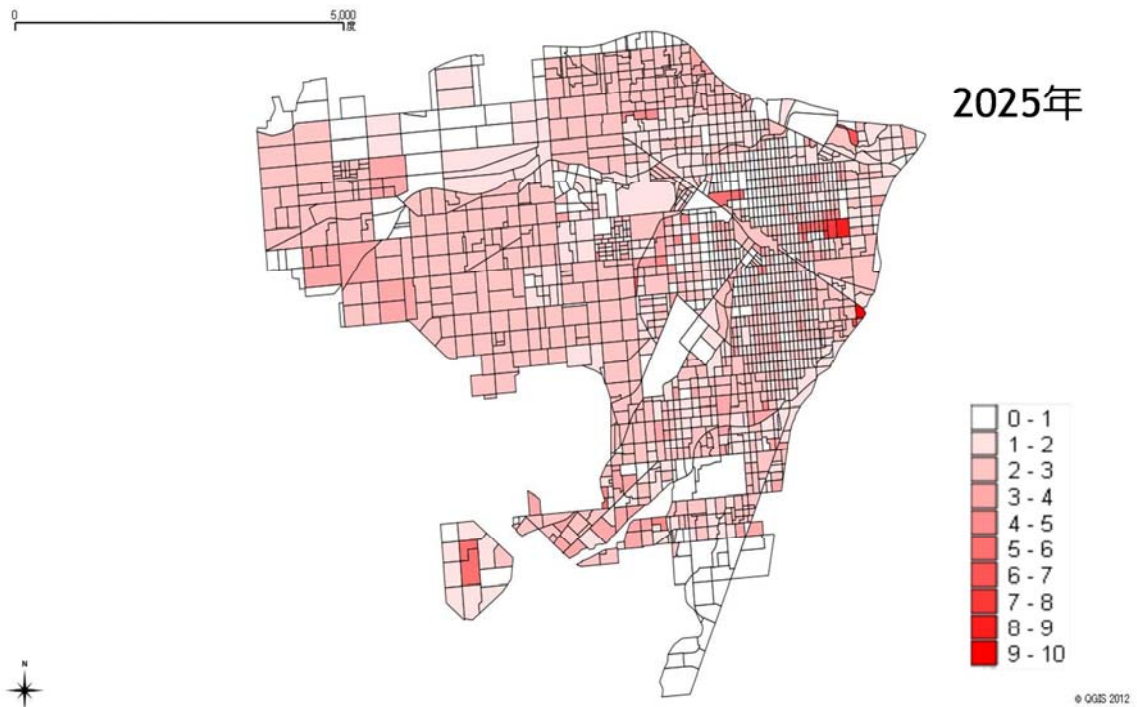


図 4-13 2025 年の一戸あたり居住人数の分布

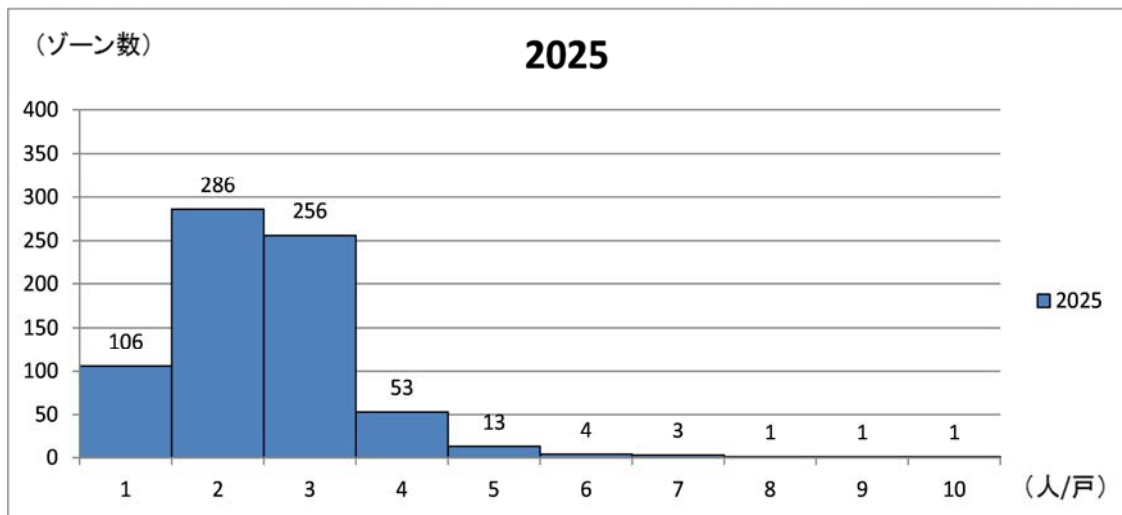


図 4-14 2025 年の一戸あたり居住人数のヒストグラム

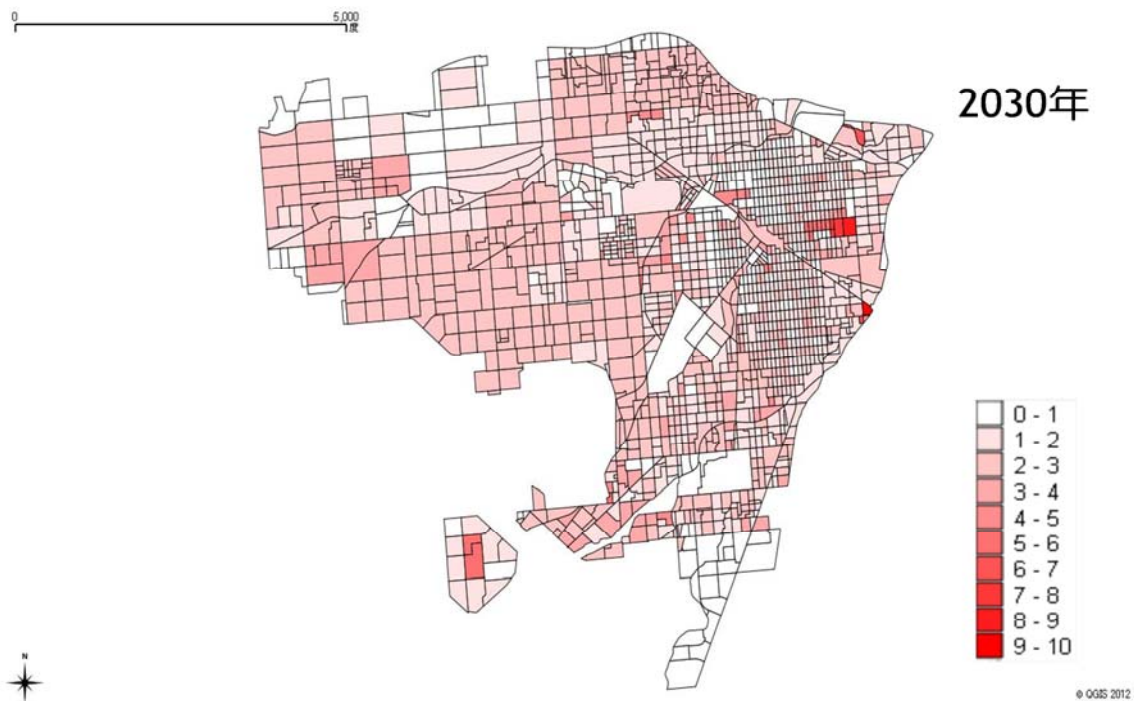


図 4-15 2030 年の一戸あたり居住人数の分布

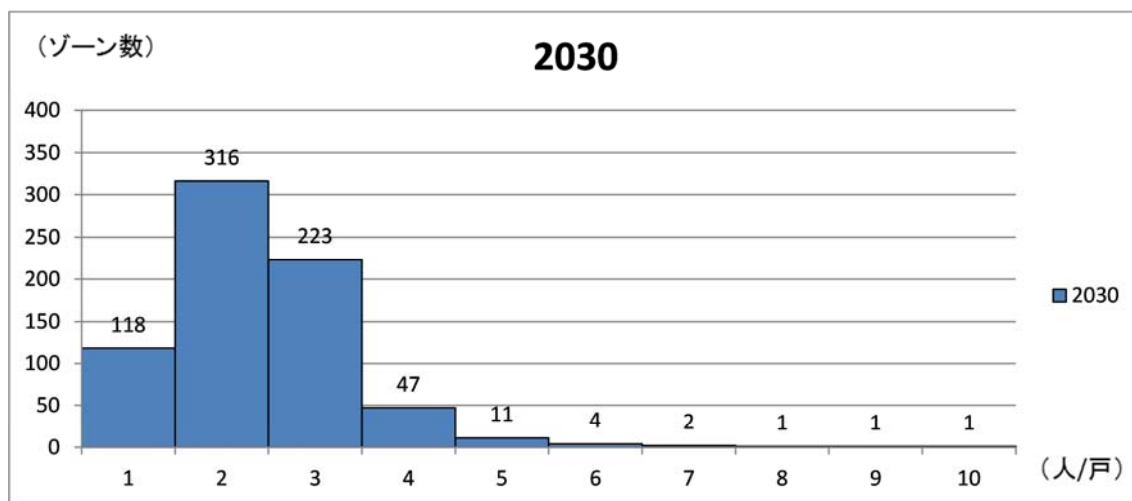


図 4-16 2030 年の一戸あたり居住人数のヒストグラム

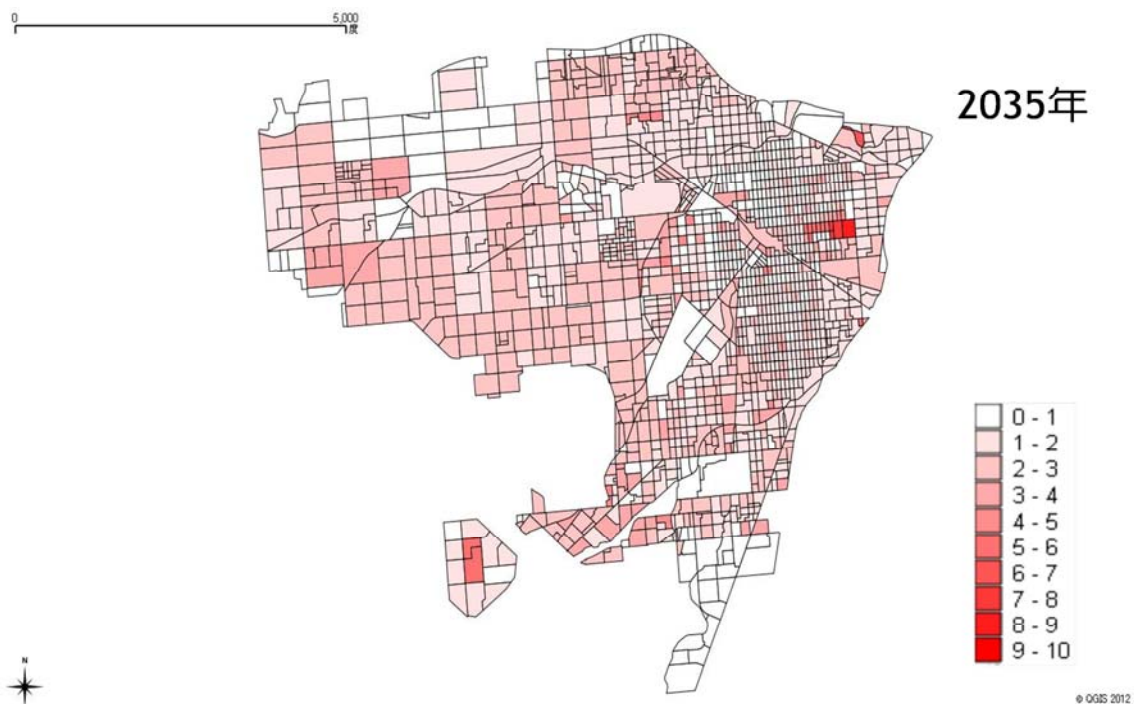


図 4-17 2035 年の一戸あたり居住人数の分布

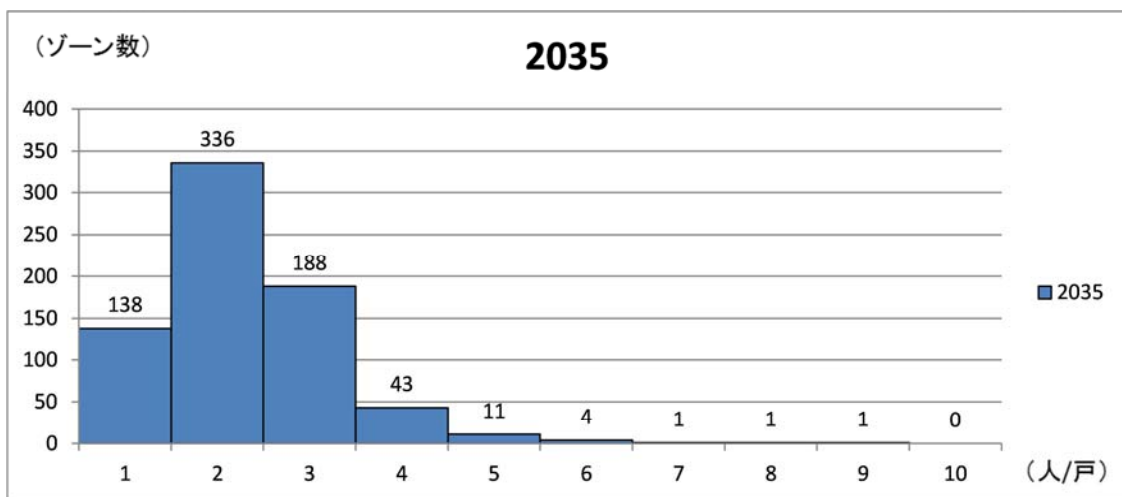


図 4-18 2035 年の一戸あたり居住人数のヒストグラム

専用住宅一戸あたりの居住人数は、2010年時点では帯広駅北部で減少傾向にある結果となった。この地区の建物は、都市計画基礎調査より他地区と比較して古いことが都市計画基礎調査より判明している。

図4-19に専用住宅1戸あたりの居住人口と戸数の分布の推移を示す。2025年を境に、1戸あたりの人口が2～3人から1～2人となる戸数が最も多くなる分布にシフトする結果となった。帯広市全体の高齢化率は増加しており、1～2人のゾーンにおいては独居老人の世帯が発生する可能性が高まると推測される。また0～1人のゾーンは空き家が発生していることになり、そのゾーン数は年々増加する結果となった。また帯広駅周辺のエリアでその傾向が多くみられる結果となった。

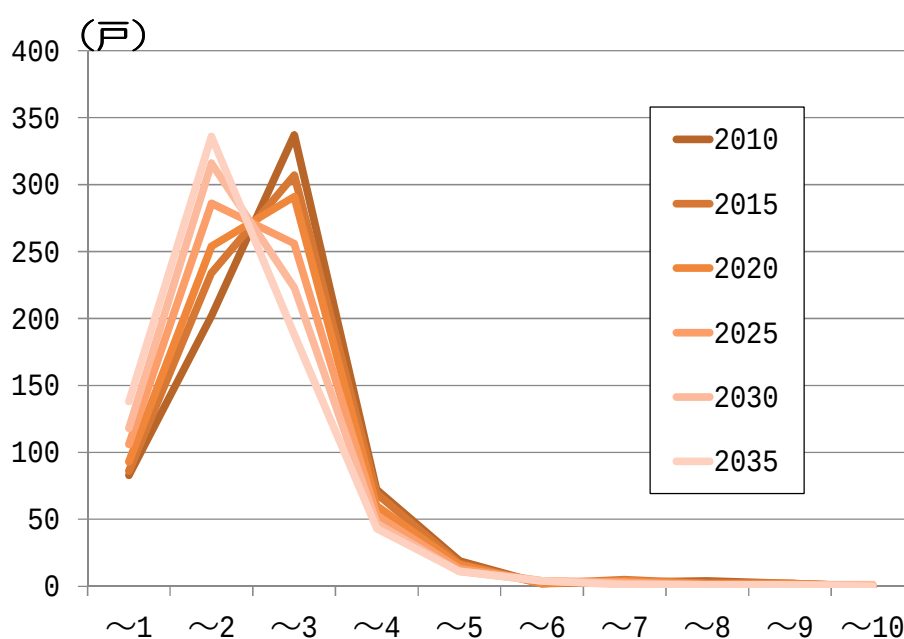


図4-19 専用住宅一戸あたりの居住人口の変化

4-3 コンパクトシティ施策による建物立地に関するシミュレーション

4-3-1 使用データ

本研究では、将来的な建物の消失数と新規立地数を推定し、新規建物の立地場所を誘導することで高密度な街区を形成する、所謂コンパクトシティ施策を実施した場合 (with case) と、無作為に建物の立地が進展した場合 (without case) の建物分布をシミュレーションし、それぞれの比較を試みた。

将来の建物分布を推計するためのシミュレーション対象となる地物としては、2009年度帯広圏都市計画基礎調査に含まれる建物データの中から、専用・共同・一般店舗併用・飲食店舗併用・作業所併用・事務所併用住宅を選定とした。これは、商業施設や娯楽施設等の消失・残存は、その建物の耐用年数だけでなく経済状況によっても左右され、後に人口の将来推計と合わせて考察を行う際に、それらの施設の有無と人口動態の関連性を捉えることが難しいと考えたためである。図4-20に2009年における帯広市の建物分布を示す。

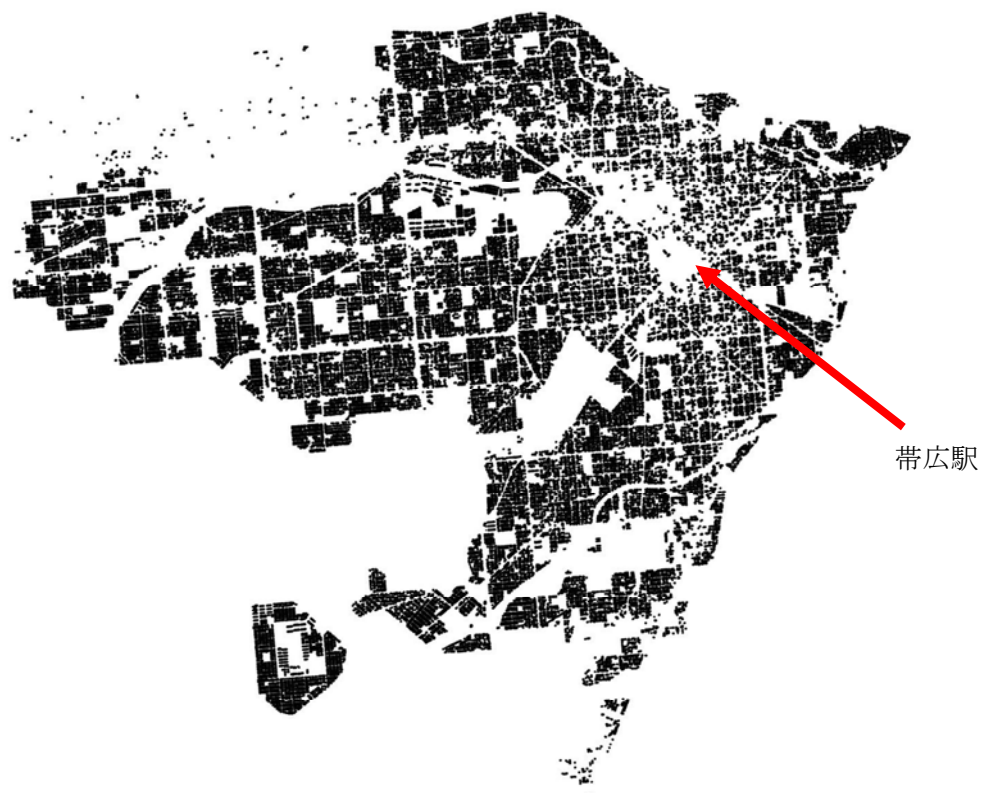


図 4-20 帯広市の建物分布（2009 年）

4-3-2 建物消失数と新規立地数の設定

本研究では帯広市の住宅の消失推計のために、小松 7)により推定された住宅の残存率曲線を用いた。概要を以下に述べる。まず家屋の新築年を調査の基準時点に基づき年齢（経年）に直す。各年齢の家屋の現存棟数と除却棟数から 1 年間の滅失率を求め、滅失率に関する 1 の補数を各年齢における残存確率（区間残存確率）とする。この区間残存確率を年齢の若い順から掛け合わせ

ることで、年齢の増加による残存率の推移、すなわち残存率曲線が求められる。さらにこの観測値から得られた曲線に対して必要なパラメータを推計し、ロジスティック式への当てはめを行う（図 4-21）。

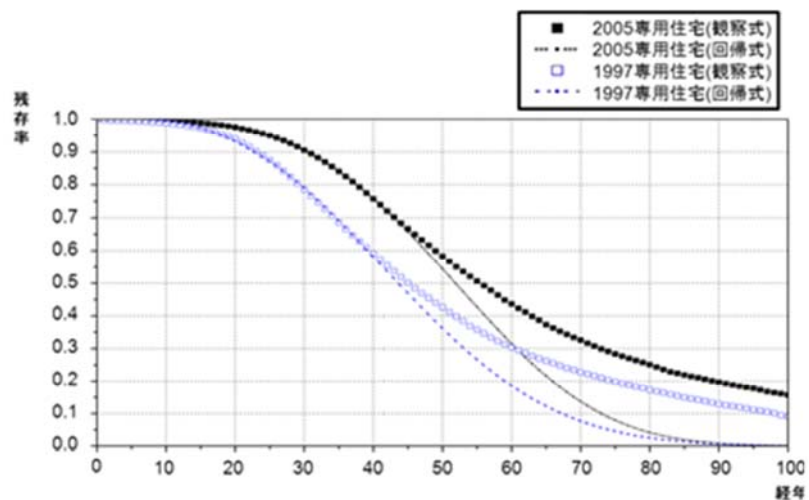


図 4-21 専用住宅の残存率曲線

4-3-3 新規立地建物数の設定

将来の新規に立地する建物数の設定のために、現存する住宅の棟数を経年に対応する残存率で除した値をその年の新規立地数と仮定し、これを以下のロジスティック式へ当てはめ、2035年までの新規立地数としてシミュレーションを行った。以下に近似式(4)およびその係数を示す。

$$f(x) = \frac{a}{1 + \exp(-(b_0 + b_1 * x))} \quad (4)$$

表 4-1 推定結果

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	1882.391	382.6132	4.92	3.17e-05 ***
b_0	1.83007	1.13758	1.609	0.1185
b_1	-0.07349	0.02972	-2.472	0.0195 *

図 4-22 は建築年が 1907 年から 2007 年までの現存する住宅数の実測値と、式(4)から求められた 2008 年から 2035 年までの住宅数の予測値を合わせた図である。シミュレーションでは、この予測値を新規に立地する住宅数と仮定して使用した。

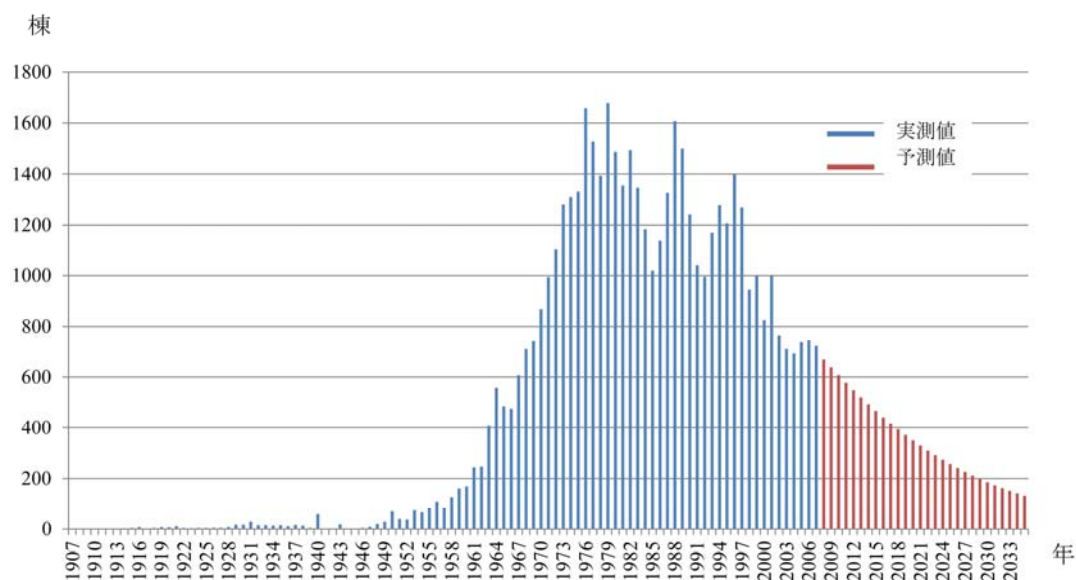


図 4-22 新規立地数の設定値

4-3-4 コンパクトシティ施策の有無による将来住宅分布

本研究では、将来都市構造を考察するため、意図的に新規住宅立地を誘導しない帯広全域新規立地シナリオと、コンパクトシティを考慮し、新規住宅立地を駅周辺のゾーンに優先させる駅周辺新規立地シナリオの2つを仮定し、将来の住宅分布に関するシミュレーションを行った。図4-23及び図4-24は各シナリオにおいて、各地物について実行される建物残存・立地フローチャートである。

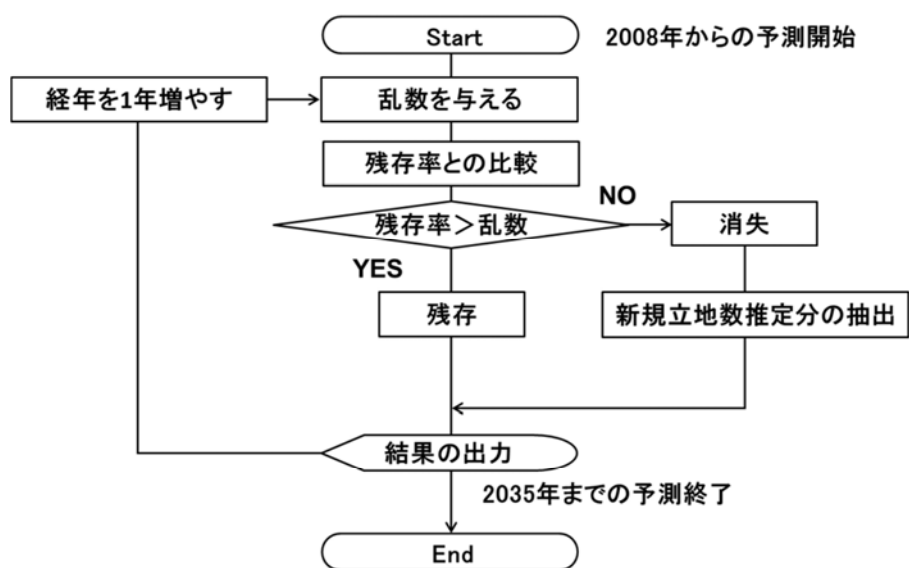


図4-23 帯広全域新規立地シナリオにおける建物残存・立地フローチャート

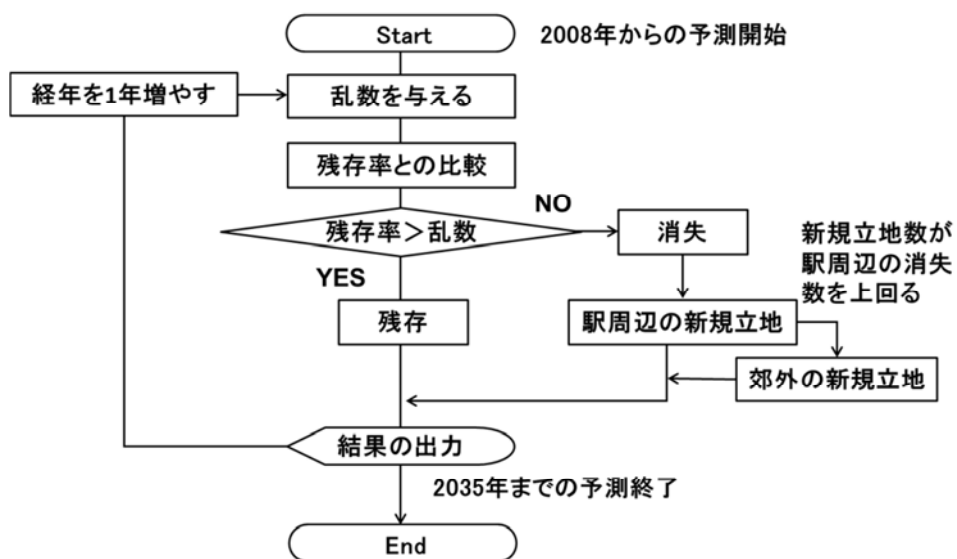


図4-24 駅周辺新規立地シナリオにおける建物残存・立地フローチャート

はじめに、どちらのシナリオの場合も各住宅に乱数を与え、それらを経年に応じた残存率と比較する。残存率が乱数を上回れば、その住宅は残存するとし、次年に経年を1年加え再び同じ手順を繰り返す。残存率が乱数を下回り消失となった建物の中からその年の新規立地分を抽出し経年を0として復活させるが、帯広全域新規立地シナリオの場合は市内全域から無作為に抽出し、駅周辺新規立地シナリオの場合は、はじめに駅周辺のゾーンから新規立地分を抽出し、新規立地数が駅周辺の消失数を上回った場合はそれ以外のゾーンから無作為に抽出し再度立地させる。各シナリオ共にこれを2035年まで繰り返す。両シナリオ共に、以上の手順を100回繰り返し計算し、その平均値を結果として用いる。図4-25は両シナリオによって求められた将来住宅数を平均した値をグラフ化したものである。

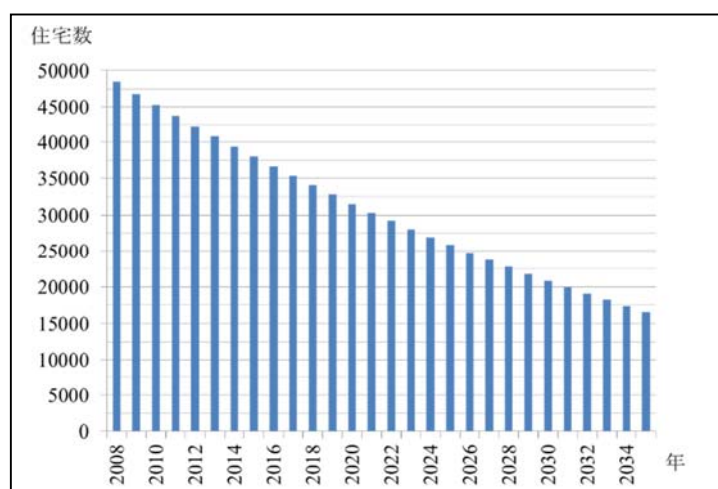


図4-25 帯広市将来住宅数のシミュレーション結果

図4-26及び図4-27は各シナリオにおける2035年の住宅分布である。2008年の駅周辺の住宅数は5,382棟であるが、駅周辺新規立地シナリオでは2035年においても5,382棟であり、現存する住宅数が維持される結果となった。2035年の帯広市全体の住宅数は16,539棟であるから、全住宅の32.5%が駅周辺に存在することになる。帯広全域新規立地シナリオでは、2035年の駅周辺の住宅数は1,927棟であり、これは全住宅の11.7%にあたる。両図を比較すると、駅周辺新規立地シナリオでは駅周辺と郊外部との差が顕著に表れているが、帯広全域新規立地シナリオでは全市で同様に住宅数が減少している。どちらの場合も2008年の住宅数と比較すると郊外部での住宅数の減少が著しい結果となった。



図 4-26 2035 年における帯広市の住宅分布（駅周辺新規立地シナリオ）



図 4-27 2035 年における帯広市の住宅分布（帯広全域新規立地シナリオ）

4-3-5 統合ゾーンを用いた将来人口・建物年齢変化のシナリオ間比較

前節で得られた将来の建物の分布結果を基に、各統合ゾーンの各変数間の分布傾向を把握するため、教師無しクラスタリング手法である k-means 法を用いて、3 章で作成した人口・建物統合ゾーンを空間単位として、4 つのクラスタに分類した。クラスタリングに用いた値は、2010 年から 5 年間隔で 2035 年までの、各ゾーンの人口平均年齢・建物平均年齢・人口標準偏差・建物標準偏差である。これにより、将来都市構造を考察する際に人口の高齢化および建物の老朽化の進行しているゾーンが帯広市内でどのように分布しているかについて空間的に把握する。

図 4-28～図 4-33 に駅周辺新規立地シナリオ、及び図 4-34～図 4-39 に帯広全域新規立地シナリオについて、2010 年から 5 年間隔で 2035 年までの建物平均年齢・建物標準偏差・人口平均年齢・人口標準偏差の 4 つの値を対散布図に示し、各変数間の関係と両シナリオにおける差異を明らかにする。なお、図中の赤色をクラスタ 1 (C1)、緑色をクラスタ 2 (C2)、紫色をクラスタ 3 (C3)、青色をクラスタ 4 (C4) とする。

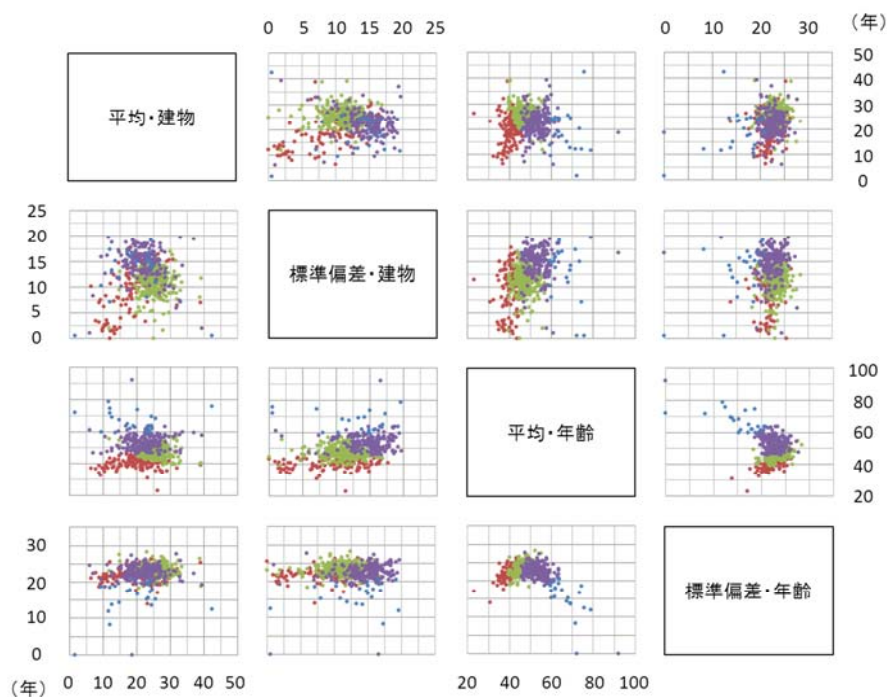


図 4-28 2010 年-駅周辺新規立地シナリオ

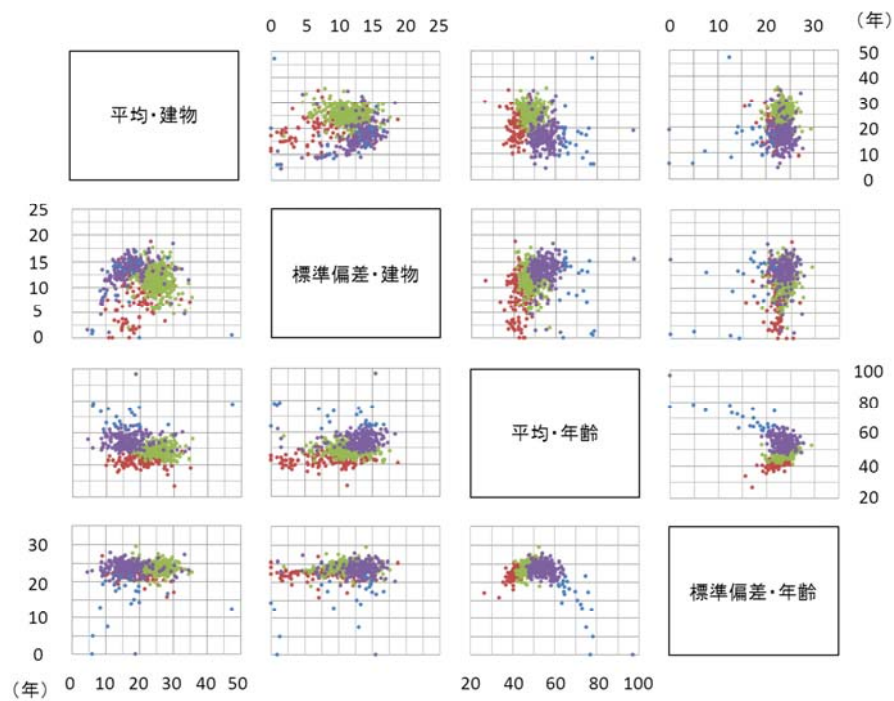


図 4-29 2015 年-駅周辺新規立地シナリオ

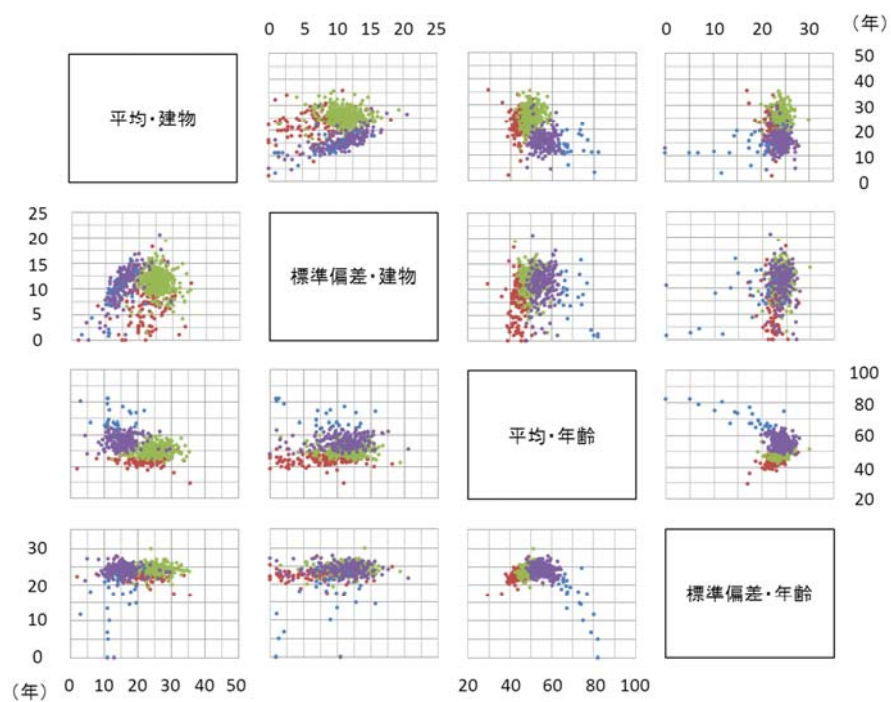


図 4-30 2020 年-駅周辺新規立地シナリオ

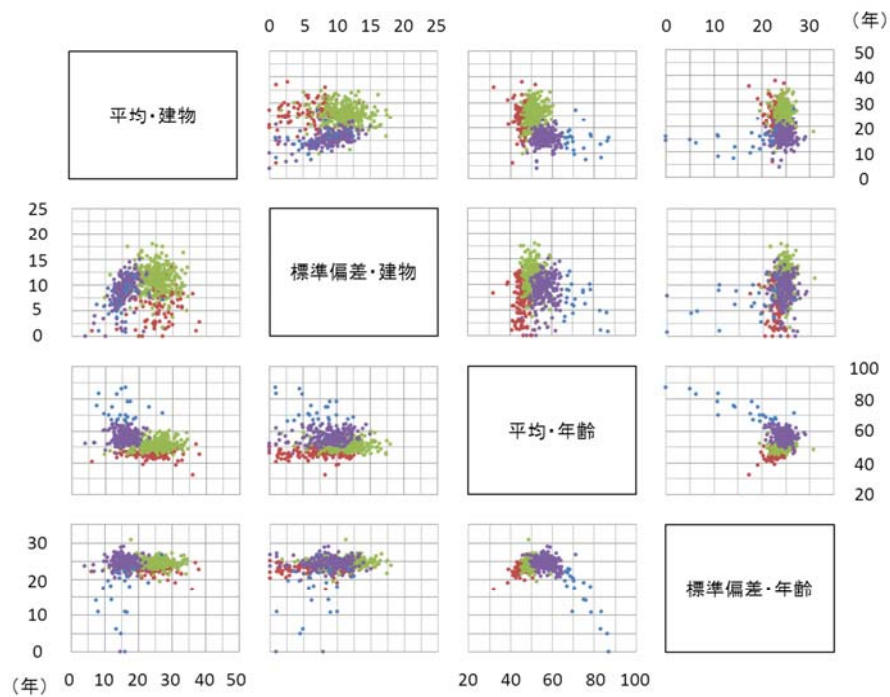


図 4-31 2025 年-駅周辺新規立地シナリオ

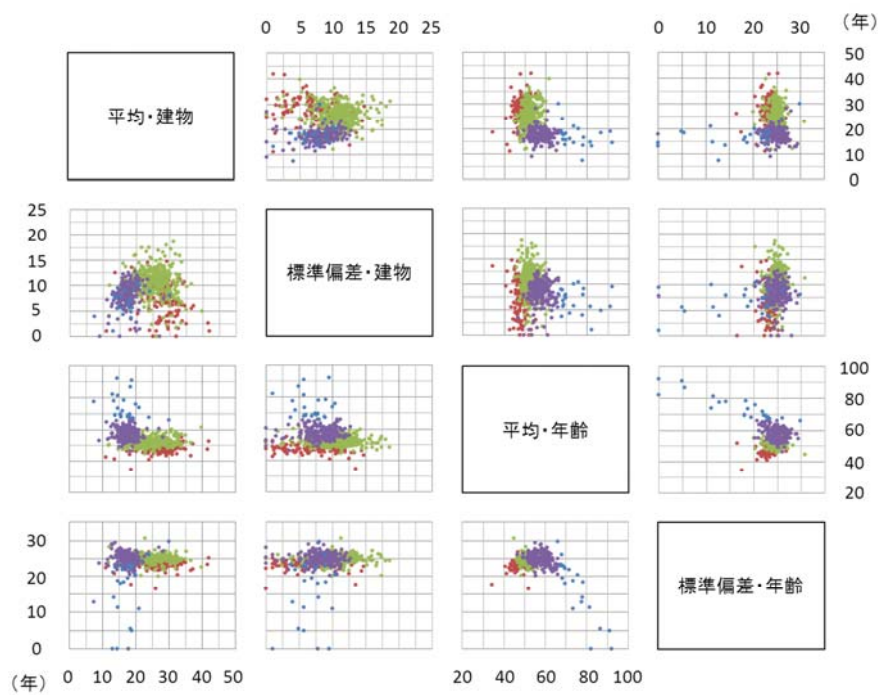


図 4-32 2030 年-駅周辺新規立地シナリオ

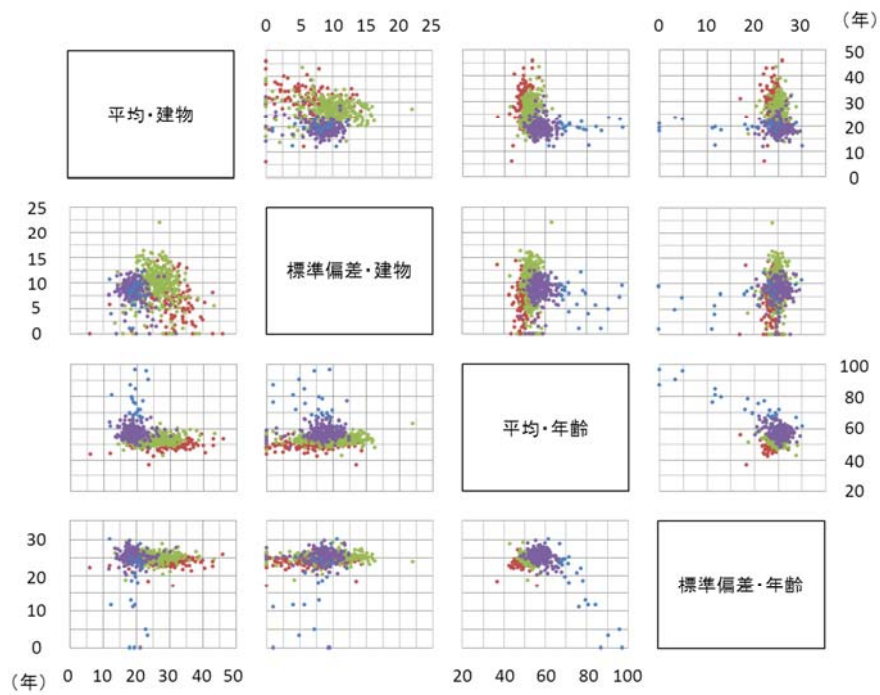


図 4-33 2035 年-駅周辺新規立地シナリオ

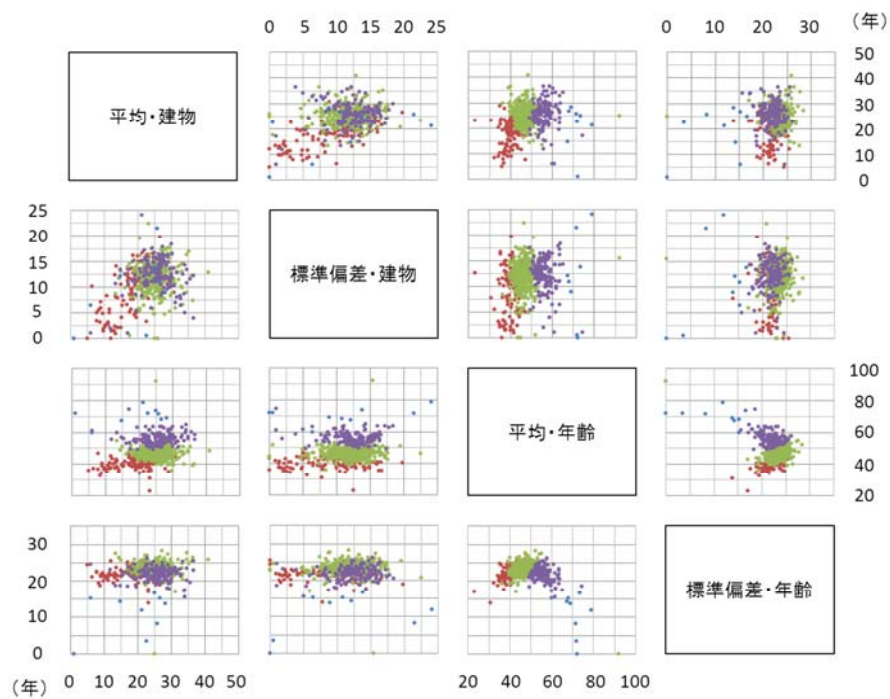


図 4-34 2010 年-帯広全域新規立地シナリオ

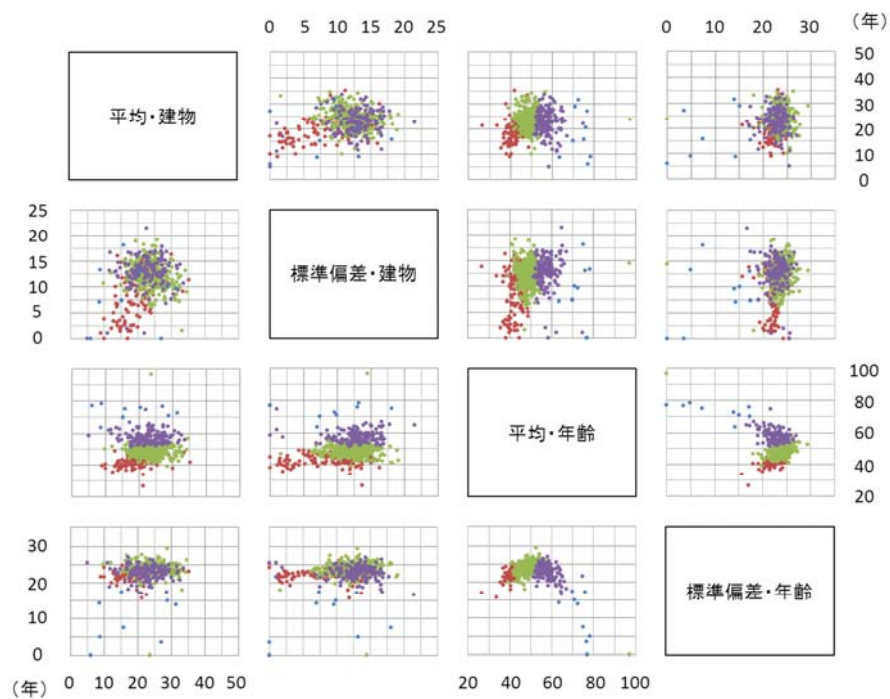


図 4-35 2015 年-帯広全域新規立地シナリオ

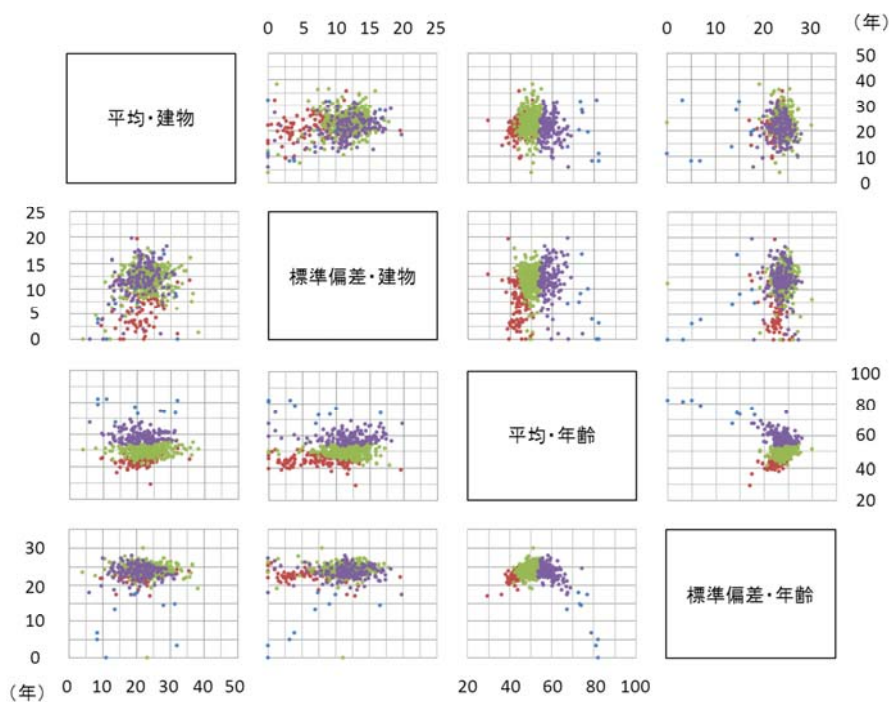


図 4-36 2020 年-帯広全域新規立地シナリオ

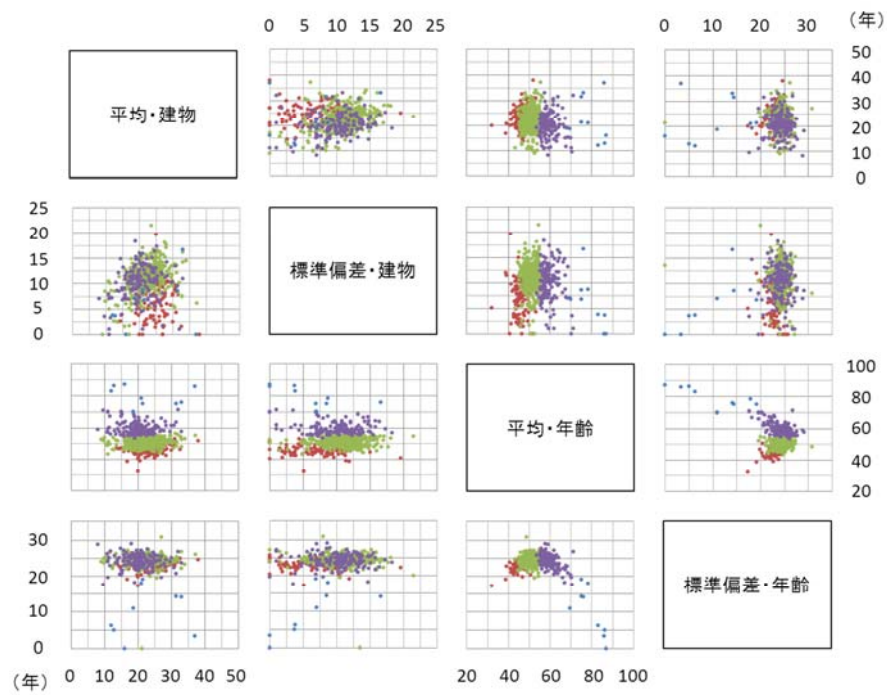


図 4-37 2025 年-帯広全域新規立地シナリオ

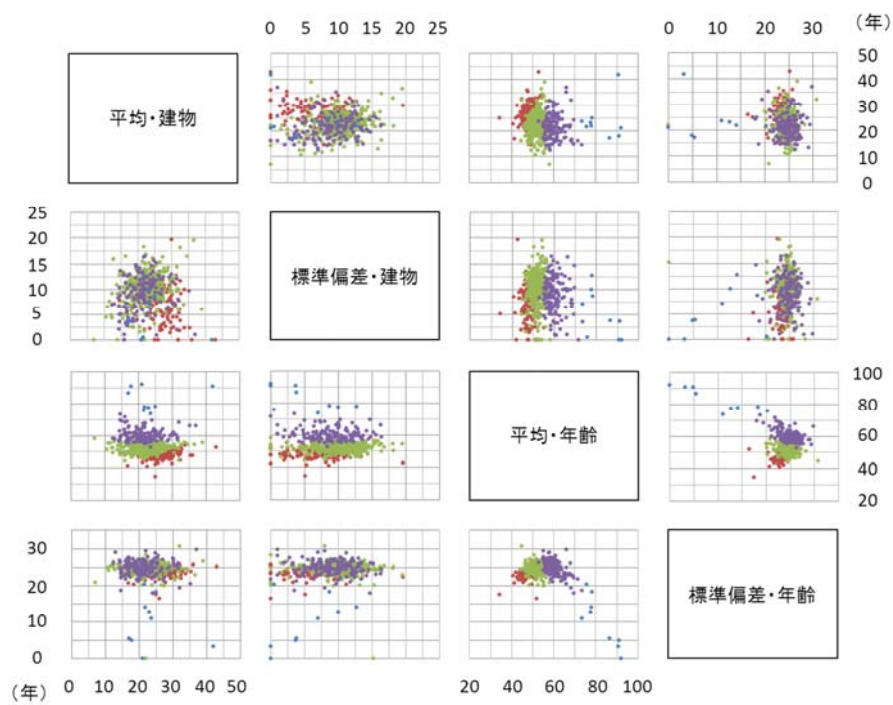


図 4-38 2030 年-帯広全域新規立地シナリオ

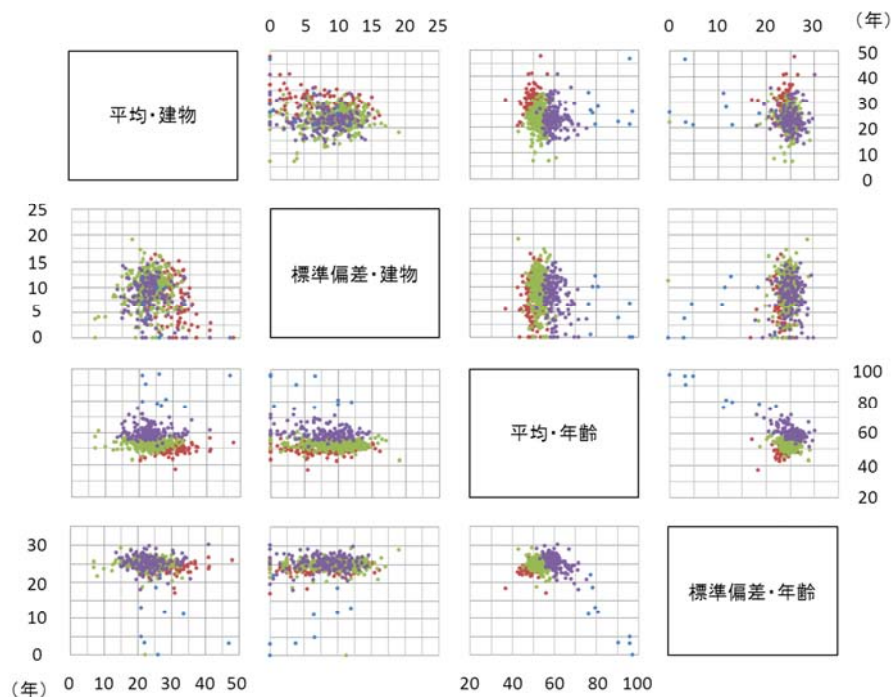


図 4-39 2035 年-帯広全域新規立地シナリオ

駅周辺新規立地シナリオにおける各クラスタの特徴を述べる。2010 年の C1（赤）は平均建物年齢が 5 年～30 年で構成されており、建物年齢の標準偏差は 0 年～17 年と他ゾーンに比べて低く、比較的同時期に建てられた若い建物が多いと言える。人口の平均年齢は 30 歳～45 歳と他ゾーンよりも若い、標準偏差は他ゾーンとあまり変わらず 20 歳～25 歳であり、他ゾーンよりも若年層が多いが様々な世代が住んでいるゾーンであると言える。平均建物年齢は 2020 年までは他ゾーンと比べて低い値を示すが、2025 年からは他ゾーンと同等もしくは上回り、建物平均年齢が一番高いゾーンとなる。建物年齢の標準偏差は 2035 年まではほぼ変化しないため、2010 年で現存する建物が 2035 年まではほぼ単純に加齢すると言える。人口の平均年齢は年々他のゾーンとの差が縮まり、2035 年には 45 歳～55 歳となるが、標準偏差はあまり変化しない。

2010 年の C2（緑）は平均建物年齢が 20 年～35 年で構成されており、これは 2035 年まではほぼ変化しない。しかし、建物年齢の標準偏差は年々減少傾向にあるため、消失と新規立地がある程度のバランスを保ったまま進行するゾーンだと言える。2010 年の人口の平均年齢は 40 歳～55 歳であり、C1（赤）よりも高めになっている。その後緩やかに高齢化し、2035 年には 50 歳～60 歳となるが、標準偏差は 25 歳前後となっており 2010 年から 2035 年まであまり変化しない。

2010 年の C3（紫）は平均建物年齢が 15 年～30 年と C2 に比べて低い、標準偏差が 12 年～20 年と他ゾーンに比べて大きい。その後 2025 年まで平均建物年齢が減少し 10 年～20 年となり、その後 2035 年まで増加し 15 年～25 年となる。これは、2010 年から 2025 年までは経年の高い建物が多く消失し、その度に再度新規立地されることで平均建物年齢が下がっており、その後 2035 年までは新規立地された建物が単純に加齢していくためであ

る。そのため標準偏差も 2010 年から大きく減少し、2035 年には 5 年～12 年となる。2010 年の人口の平均年齢は 45 歳から 65 歳と高めであり、その後 C2（緑）同様緩やかに増加し 2035 年には 50 歳～70 歳となるが、標準偏差は C2 よりもごく僅かに大きくなっている。

C4（青）は、建物に関する変数は C3（紫）とほぼ同じ値であるが、人口の平均年齢は 2010 年で 60 歳～80 歳と非常に高く、標準偏差は 0 歳～25 歳と他ゾーンに比べて低いため、住民の多くが高齢者であると言える。C4（青）は非常に高齢者の割合が多いゾーンが抽出されたクラスタであると言える。

次に帯広全域新規立地シナリオにおける各クラスタの特徴を述べる。

2010 年の C1（赤）は平均建物年齢が 5 年～25 年で構成されており、建物年齢の標準偏差は 0 年～18 年と他ゾーンに比べて低く、比較的同時期に建てられた若い建物が多いと言える。人口の平均年齢は 30 歳～45 歳と他ゾーンよりも若い、標準偏差は他ゾーンとほぼ変わらず 20 歳～25 歳であり、他ゾーンよりも若年層が多いが様々な世代が住んでいるゾーンであると言える。平均建物年齢は 2020 年までは他ゾーンと比べて低い値を示すが、2025 年からは他ゾーンと同等もしくは上回り、建物平均年齢が一番高いゾーンとなる。建物年齢の標準偏差は 2035 年までほぼ変化しないため、2010 年で現存する建物が 2035 年までほぼ単純に加齢すると言える。人口の平均年齢は年々他のゾーンとの差が縮まり、2035 年には 45 歳～55 歳となるが、標準偏差はあまり変化しない。

2010 年の C2（緑）は平均建物年齢が 15 年～35 年で構成されているが、2030 年まで年々微減した後、2035 年に再び 2010 年同様の値になる。建物年齢の標準偏差は 2010 年に 5 年～18 年であるが、年々小さくなり 2035 年には 0 年～15 年となる。そのため、このゾーンでは建物の消失、新規立地がある程度バランスを保って進行すると言える。2010 年の人口の平均年齢は 40 歳～55 歳であり、C1（赤）よりも高めとなっている。その後緩やかに高齢化が進行し、2035 年には 45 歳～60 歳となるが、標準偏差はほぼ変化しない。

2010 年の C3（紫）は平均建物年齢が 15 年～35 年と、C2 とほぼ同様かごく僅かに高く、標準偏差は 8 年～17 年となり、C2（緑）よりもゾーン間の差は小さい。2025 年まで平均建物年齢は減少し 10 年～30 年となるが、その後増加し 2035 年には再び 15 年～35 年となる。建物年齢の標準偏差は年々減少し、2035 年には 0 年～15 年となることから、経年の大きい建物が多く消失するゾーンであると言える。2010 年の人口の平均年齢は 50 歳～65 歳であり他のゾーンと比べ高齢化が進行していると言えるが、標準偏差は他のゾーンとほぼ同等の値である。

C4（青）は他のクラスタに比べ極端にゾーン数が少ないが、駅周辺新規立地シナリオと同様に、C3（紫）の中でも特に人口の平均年齢が高いゾーンで構成されるクラスタであると言える。

以上より、どちらのシナリオにおいてもそれぞれのクラスタの時系列の動きはほとんど同様なものになっているが、C3（紫）の値には大きな差が見られた。

次に、同クラスタに含まれるゾーンが帯広市内にどのように分布しているかを把握するため、GIS により可視化した。図 4-3-21 に駅周辺新規立地シナリオにおける各クラスタの分布を示す。また図 4-3-22 に帯広全域新規立地シナリオにおけるクラスタの分布を示す。

C1（赤）は、駅周辺新規立地シナリオでは、主に郊外部及び駅東部等にも分布している。帯広全域新規立地シナリオでは、市内全域に広く点在している。C2（緑）は、駅周辺新規

立地シナリオでは駅周辺と郊外部を除く全ゾーンに分布している。帯広全域新規立地シナリオでは、郊外部や駅周辺にも C2 が広く分布する結果となった。C3（紫）は、駅周辺新規立地シナリオでは駅周辺のゾーンに集中して分布している。帯広全域新規立地シナリオにおいても駅周辺のゾーンに多く見られるが、駅周辺新規立地シナリオほど数は多くない。C4（青）は、駅周辺新規立地シナリオでは主に駅周辺に分布しているが、帯広全域新規立地シナリオでは局所的に散見される結果となった。

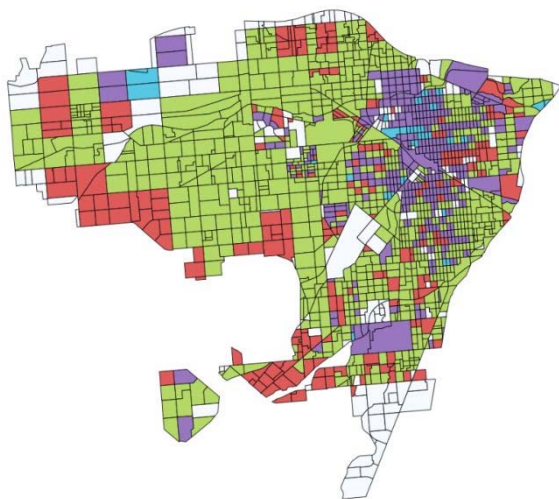


図 4-40 クラスタリング結果
(駅周辺新規立地シナリオ)

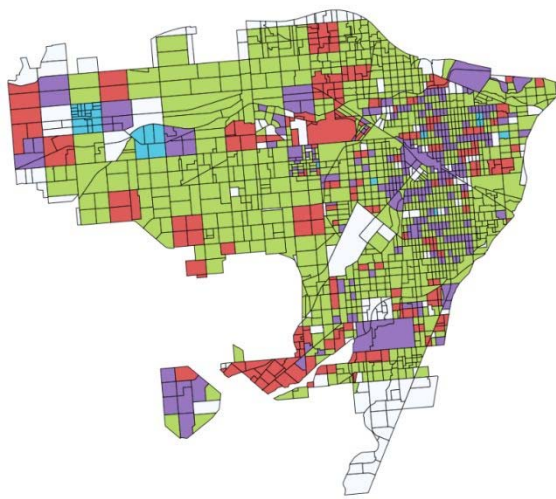


図 4-41 クラスタリング結果
(帯広全域新規立地シナリオ)

4-4 モバイル空間統計を用いた分析

4-4-1 時間帯別入込メッシュ人口の算出

本研究では、使用するモバイル空間統計の特性上、午前 2 時の人口を夜間人口とし、そこから 10:00、14:00、19:00 と各時間帯の人口との差分をとることで、時間帯別にメッシュ毎の入込人口を算出した。これを本研究における時間帯別入込メッシュ人口と定義し、計算式を式(5)に示す。対象地域に適用し、各メッシュの時間帯別入込メッシュ人口を算出した。

$$T = P2:00 - P_t \quad (5)$$

ここに

T :メッシュ別時間帯別入込人口

P2:00 :2:00 の人口（夜間人口）

P_t :10:00、14:00、19:00 の人口

算出された平日の時間帯別入込人口を図 4-42～図 4-44、休日の時間帯別入込人口を図 4-45～図 4-47 に示す。

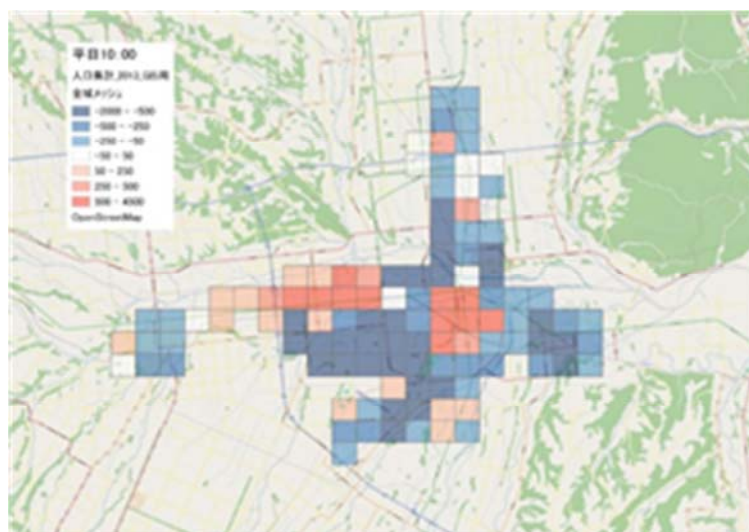


図 4-42 平日 10:00 入込人口

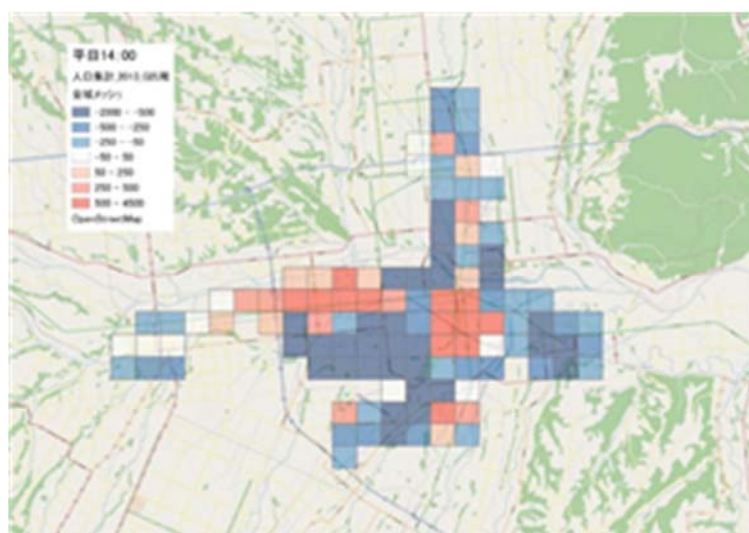


図 4-43 平日 14:00 入込人口

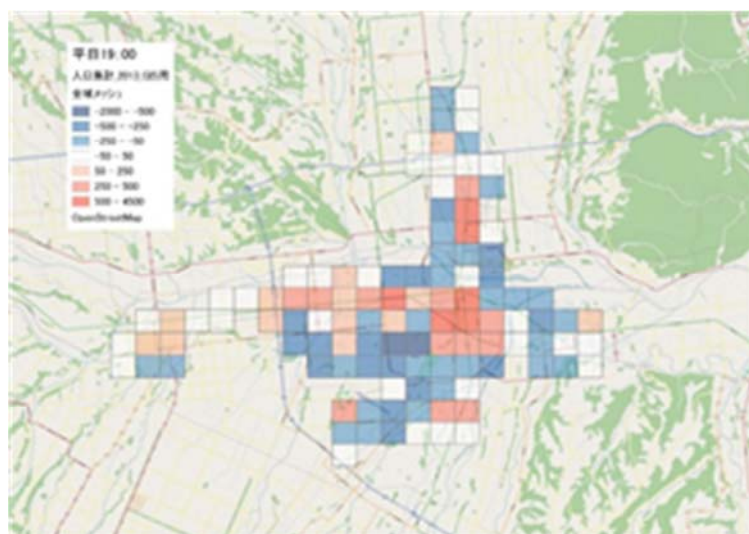


図 4-44 平日 19:00 入込人口

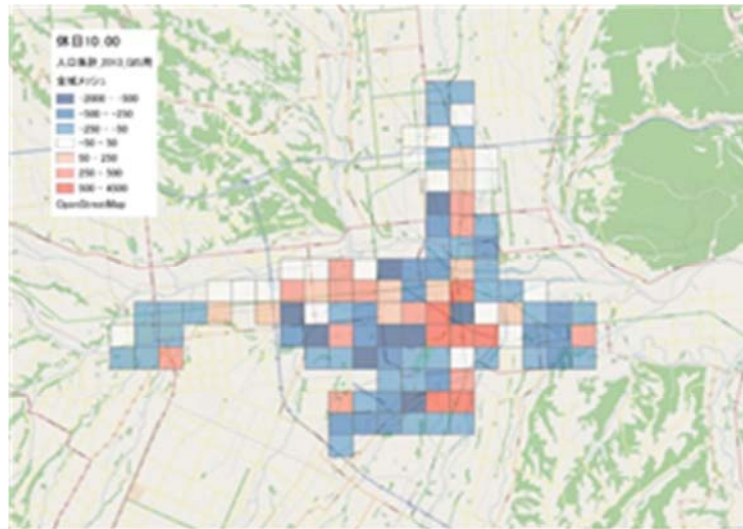


図 4-45 休日 10:00 入込人口

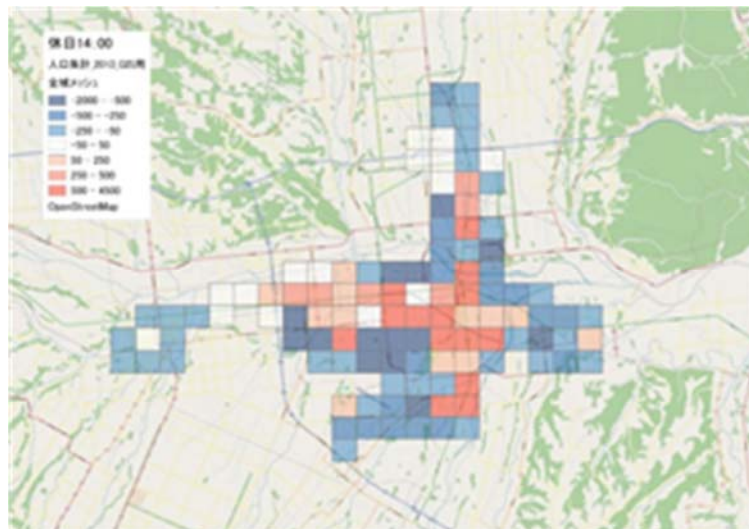


図 4-46 休日 14:00 入込人口

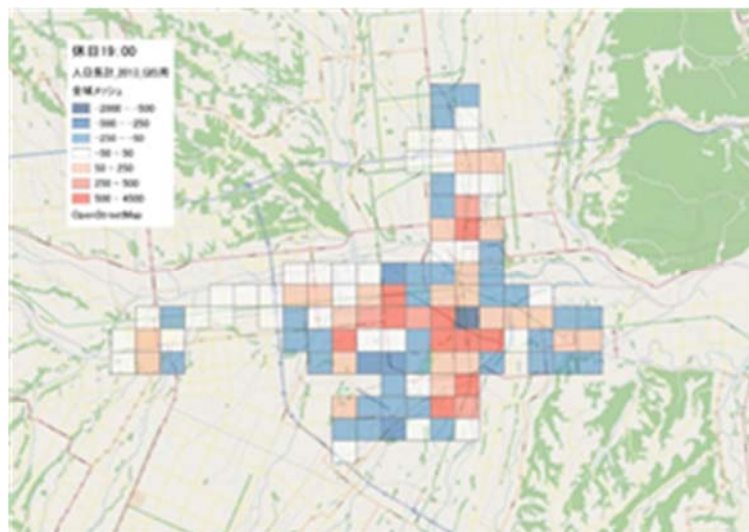


図 4-47 休日 19:00 入込人口

入込人口は平日・休日共に時間帯毎に変化が見られる。休日は入込人口の分布を見ると、14:00以降において、駅周辺の中心部に滞在していることが分かる。一方、平日は入込人口の集中に規則性が見られる。特に10:00、14:00はほぼ同じような分布となっている。これは日中の動きは主に、中心部での業務での滞在人口と推測される。実際、用途地域を見ると、入込が集中している地域は工業もしくは商業地域となっている。

4-4-2 重回帰分析による建物種－入込人口の関係性の検討

時間帯別入込メッシュ人口を目的変数、都市計画基礎調査の建物用途をメッシュ毎に集計したものを説明変数として重回帰分析を行った。結果を表4-2、表4-3に示す。

表4-2、表4-3を比較すると、平日の決定係数は休日と比較して高い値となった。平日は会社に勤務している人が多く、人口移動が単純であるため入込人口も推計しやすいが、休日は移動目的が多様であるとともに、帯広都市圏外への人口移動も増えるため、建物用途だけでは入込人口を説明できないことが理由として挙げられる。なお、休日19:00の入込メッシュ人口は、分析の結果十分な相関が得られなかったため、考察の必要がないと判断した。本研究における入込メッシュ人口の推計は、表4-2において最も高い決定係数の平日14:00で行った。

表 4-2 重回帰分析結果（平日）

平日 10:00_発生交通量						
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判 定	単相関
宿泊施設	135.237	0.545	9.444	1.00E-15	***	0.658
専用住宅	-0.743	-0.451	-8.53	1.12E-13	***	-0.427
遊戯施設	131.563	0.305	5.279	6.96E-07	***	0.503
定数項	48.314		0.748	0.456		
決定係数	0.696					
平日 14:00_発生交通量						
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判 定	単相関
軽工業施設	18.729	0.249	4.762	6.18E-06	***	0.369
宿泊施設	123.438	0.519	9.458	1.01E-15	***	0.630
専用住宅	-0.597	-0.378	-7.35	4.50E-11	***	-0.408
遊技施設	127.256	0.307	5.521	2.45E-07	***	0.538
定数項	-92.774		-1.424	0.158		
決定係数	0.727					
平日 19:00_発生交通量						
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判 定	単相関
業務施設	4.654	0.249	3.662	3.92E-04	***	0.527
風俗営業施設	76.723	0.165	2.345	2.09E-02	*	0.499
遊技施設	116.121	0.540	7.353	4.27E-11	***	0.723
定数項	-162.424		-5.232	0.158		
決定係数	0.593					

表 4-3 重回帰分析結果（休日）

休日 10:00_発生交通量						
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判 定	単相関
軽工業施設	11.241	0.332	3.982	1.25E-04	***	0.325
宿泊住宅	41.568	0.389	4.662	9.08E-06	***	0.383
定数項	-157.893		-4.923	3.11E-06		
決定係数	0.243					
休日 14:00_発生交通量						
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判 定	単相関
興業施設	135.120	0.249	3.587	5.09E-04	***	0.397
宿泊施設	63.040	0.519	3.868	1.90E-04	***	0.487
遊技施設	50.090	-0.378	1.827	7.05E-02		0.317
定数項	-132.380		-2.748	0.007051		
決定係数	0.317					
休日 19:00_発生交通量						
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判 定	単相関
興業施設	17.320	0.313	3.427	8.66E-04	***	0.313
定数項	-162.424		0.67	0.503984		
決定係数	0.090					

4-4-3 将来入込メッシュ人口の試算

4 章 3 節で示された 2035 年の帯広市の住宅分布推定結果（図 4-26、図 4-27）から、建物用途分類が専用住宅である戸数を抽出して、将来の入込メッシュ人口の推計に用いた。

専用住宅以外の変数の将来残存数は、1 専用住宅あたりの当該建物種数を、原単位計算を用いて求めて使用した。また都市計画基礎調査のデータから、説明変数として選択された用途の建物数をメッシュ毎に専用住宅数で割り、専用住宅 1 戸あたりの各建物用途の戸数を算出し、その数値に将来推定された専用住宅数を掛けることで全ての変数の将来残存数を決定した。図 4-48 に駅周辺新規立地シナリオ、図 4-49 に帯広全域新規立地シナリオ、2035 年の帯広市の住宅分布推定結果に基づいて試算された平日 14:00 のメッシュ別入込人口の分布を示す。

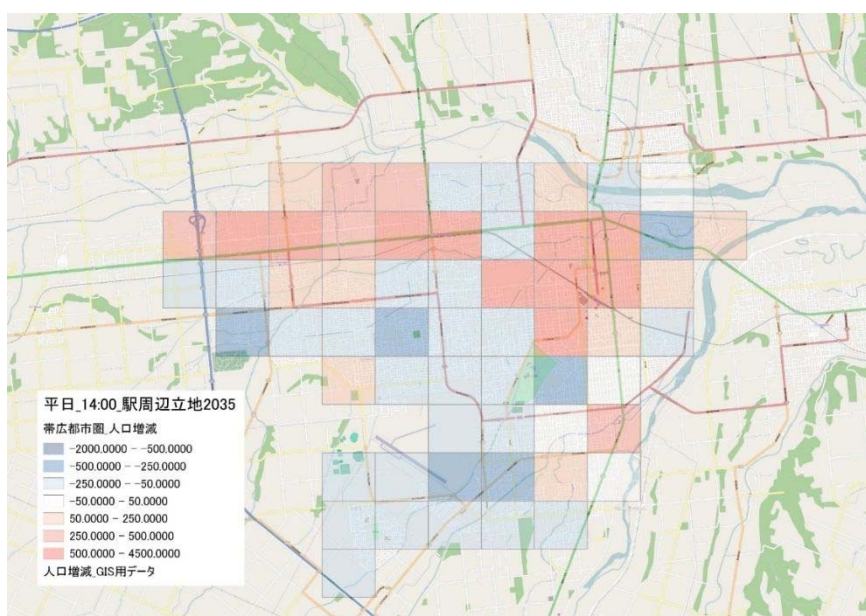


図 4-48 平日 14:00 入込人口 (2035 : 駅周辺新規立地シナリオ)

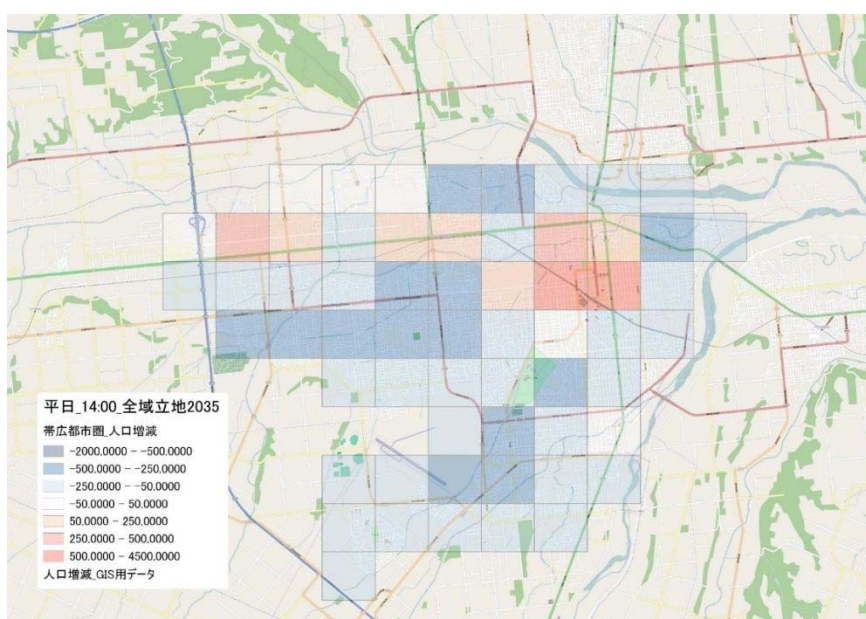


図 4-49 平日 14:00 入込人口 (2035 年 : 帯広全域新規立地シナリオ)

時間帯別入込メッシュ人口の分布を比較すると、コンパクトシティ施策の有無により大きく違いが出ることがわかる。全域新規立地シナリオは、入込人口が集中するメッシュが少なく、広域に人口が分散してしまっているのに対し、帯広駅周辺新規立地シナリオは、駅周辺部における入込人口の集中が見られる。これらのことから、帯広駅周辺新規立地シナリオは 2035 年時点でも入込人口の集中を維持することが可能であり、それに伴う賑わいや、各種の経済活動に有効な施策といえる。

V. まとめ

5-1 本研究の成果

本研究では、北海道の地方都市である帯広都市圏を対象に、「都市計画基礎調査」データと、帯広市が公開している「条・丁目・町別・男女別・年齢別人口」データを統合することで、世代別人口分布及び建物の建築年齢分布を把握し、人口データに対してコーホート要因法を用いることで、人口減少下が予想される2010年から2030年までの将来人口の推移を推定した。また、将来の消失建物数と新規立地数を外生変数として、コンパクトシティ施策の有無の比較のため、土地誘導施策を実施しなかった場合（without case）と、中心市街地に優先的に立地させた場合（with case）の2ケースの将来住宅分布を推定した。併せて、携帯電話の位置情報から構成される時間帯別メッシュ別入込人口データである、「モバイル空間統計データ」を用いて、将来住宅分布に応じた時間帯別メッシュ別入込人口の推定を行った。

第3章の現況診断に関する分析では、平均年齢が高く、また建築年齢も高い地区は帯広駅周辺であること、また平均年齢が低く、また建築年齢も低い地区は駅周辺の中心市街地の外延エリアに多いことが示された。またモバイル空間統計データから、音更・芽室・幕別を含む帯広都市圏全域の平日及び休日の1平方キロメッシュの時間帯別メッシュ別入込人口の分布状況が示された。

第4章の将来の都市構造に関する分析では、①将来の人口－建物年齢の推定、②コンパクトシティ施策による建物立地に関するシナリオ分析、③コンパクトシティ施策による時間帯別メッシュ別入込人口の推定、以上の3つの分析を実施した。分析①将来の人口－建物年齢の推定では、現況診断のために構築した人口－建物統合ゾーンを用いて、コーホート要因法により、将来人口の空間分布を求めた。また各統合ゾーン別の建物一件当たり居住者数を推計した。分析②コンパクトシティ施策による建物立地に関するシナリオ分析では、将来的な建物の消失数と新規立地数を推定し、新規の建物の立地を誘導することで高密度な街区を形成する、所謂コンパクトシティ施策を実施した場合（with case）と、無作為に建物の立地が進展した場合（without case）の建物分布に関するシミュレーションを行い、それぞれを比較した。分析③コンパクトシティ施策による時間帯別メッシュ別入込人口の推定では、都市内部の各エリアの滞在人口の推計を目的として、モバイル空間統計と都市計画基礎調査の組み合わせにより、時間帯別入込メッシュ人口を明らかにした。また、重回帰分析を行い、時間帯別入込メッシュ人口の決定要因を明らかにするとともに、時間帯別入込メッシュ人口の推計式を求めた。最後に、推計式を用いて、将来想定される住宅立地シナリオから、2035年における時間帯別入込メッシュ人口を推計し、シナリオの効果について考察し、コンパクトシティ化による影響を把握した。

上記で得られた分析結果から今後の帯広市の将来都市構造に関する考察を行う。現況診断及び将来の人口－建物年齢の推定からは、帯広駅周辺のゾーンにおいて人口の高齢化が急速に進行する結果が得られた。またコンパクトシティ施策の有無の差異を明らかにするために、駅周辺新規立地シナリオおよび帯広全域新規立地シナリオの場合における建物分布を比較したが、どちらのシナリオも将来の新規住宅数が減少する仮定に基づいているため、今後の人口減少も併せて考慮した場合は、市内全域でも住宅も低密に分布する結果となった。本研

究では、駅周辺に優先的に住宅の新規立地を誘導することを仮定して将来の建物分布を推定したが、この仮定に限らず、拠点となる地区を選定し、適切に建物を誘導することが望ましいと考えられる。

本研究の対象都市である帯広市の宅地造成の歴史を順に追っていくと、昭和 30 年代から始める帯広工業団地の造成や新住宅市街地開発事業としての大空団地の造成から平成 15 年に始まる稲田川西地区の区画整理事業まで、宅地造成時期に集中して居住が進んだ。そのため、居住者の住替を考慮しなければ、将来ある程度まとまった地区単位で高齢者が増加すると考えられる。宅地開発された地区の多くは商業施設や医療施設も充実しているが、後期高齢者人口が今後増加し続ければ、医療施設・福祉施設がさらに必要とされる可能性が高い。またこれらの施設へのアクセシビリティの確保は近い将来の課題となるだろう。また例えば、1962 年に造成が開始され、現在建築物の老朽化が進む大空団地等の郊外から、帯広駅周辺へ高齢者の住み替えを誘導する施策を行いながら、若年層向け共同住宅を供給する等、世代間の還流を保ちつつ徐々に市街地中心に人口を集める施策は検討に値すると考えられる。

本研究の成果としては、以下が挙げられる。

- (1) 情報通信技術の応用により、既存統計では把握できない都市圏レベルの任意の時間帯・年齢・エリア別移動実態の把握を行った。
- (2) 詳細な街区スケールにおけるコンパクトシティ施策の効果をシミュレーションにより推定した。
- (3) 研究蓄積が進んでいない空間系ビッグデータの都市計画・まちづくり分野における応用方法を示した。

本研究は帯広都市圏を対象としているが、都市計画基礎調査データは、平成 25 年 6 月に実施要綱が見直され、他都市においても整備が進められている。空間系ビッグデータに関しては、平成 26 年 2 月現在、モバイル空間統計データだけではなく、複数の携帯キャリアや地図会社がサービス展開を検討しつつある。今後、行政系の空間データ及び民間事業者の空間・移動系ビッグデータが拡充されることにより、既存統計調査が実施されない中小都市においても、人口減少下における都市計画や、まちづくりの方策を詳細に診断できる可能性は高く、今後の研究蓄積が望まれる。

5-2 今後の課題

今後の課題としては、将来の建物立地シナリオが不足していることが挙げられる。本研究で描いた将来の建物立地シナリオは、新規住宅の立地数が将来的に減少する仮定に基づいており、過少推計を招く可能性が含まれる。したがって、将来の新規建物立地数に関する感度分析を行うことで、より詳細な検討が可能となる。また、音更、芽室、幕別に関しては、第 3 章における現況診断で取り扱ったが、帯広市の将来都市構造に係るシミュレーションでは対象範囲外となっている。特に音更町に関しては、近年人口が増加しており¹⁷⁾、将来的な人口ー建物分布を含めて、帯広市との比較を行う必要があるだろう。

モバイル空間統計データのモデル適用方法の精査も今後の課題となる。特に、モバイル空間統計の特徴である年代別男女構成の比較が本研究では行うことが出来なかった。したがって、今後は本研究を基礎としながら、より細かい条件設定を考慮した分析を行う必要がある。

参考文献

1) 厚生労働省：平成 25 年人口動態統計月報年計（概数）の概況：

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai13/dl/tfr.pdf>（2014.2 閲覧）

2) 金子隆一、石川晃、石井太、佐々木司、三田房美、岩澤美帆、守泉理恵：日本の将来推計人口（平成 18 年 12 月）、人口問題研究、63-1、pp. 29-71、2007. 3.

3) 小池司朗：首都圏における時空間的人口変化ー地域メッシュ統計を活用した人口動態分析ー、人口問題研究、66-2、pp. 26-47、2010. 6.

4) 谷口守：リバー・スプロールを考える：人口減少期を迎えたスプロール市街地が抱える課題、都市住宅学、61 号、pp. 28-33、2008.

5) 植村哲士、宇都正哲、水石仁、榊原渉、安田純子：人口減少時代の住宅・土地利用・社会資本管理の問題とその解決に向けて（上）（中）（下）、知的資産創造、8 月号・9 月号・10 月号、pp. 6-23、pp. 62-75、pp. 60-77、2009.

6) 林良嗣、土井健司、加藤博和、国際交通安全学会土地利用・交通研究会：都市のクオリティストックー土地利用・緑地・交通の統合戦略、鹿島出版会、2009.

7) 小松幸夫：1997 年と 2005 年における家屋の寿命推計、日本建築学会計画系論文集、Vol. 73、No. 632、pp. 2197-2205、2008. 10.

8) 松村博文、福井淳一：大空団地における住み替え実態と公営住宅の役割に関する考察、日本建築学会北海道支部研究報告集、No. 83、pp. 325-388、2010.

9) 奥村誠：国勢調査メッシュデータに基づく地区の将来人口構成予測手法、都市計画論文集、Vol. 40、No. 3、pp. 193-198、2005. 10.

10) 土屋貴佳、室町泰徳：メッシュ単位の将来人口推計モデルの構築に関する研究、第 32 回土木計画学研究発表会・講演集、CD-ROM、2005.

11) 有賀敏典、松橋啓介、米澤健一：自然増減と社会増減を明示的に考慮した地域内人口分布の変化ー1980 年から 2005 年までの全国国勢調査・基準地域メッシュデータを用いてー、都市計画論文集、Vol. 46、No. 3、pp. 847-852、2011.

12) 帯広市市勢要：<http://www.city.obihiro.hokkaido.jp/seisakusuisinbu/kouhoukouhouka/b020201obihirosisisei.html>（2014.2 閲覧）

13) 国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室、都市計画基礎調査データ分析例（案）
<https://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/kisotyousa99.html>、2014.2 閲覧

14) 有村幹治、猪股亮平、田村亨：帯広都市圏を対象とした将来居住分布の推定、土木学会論文集 D3（土木計画学）、Vol. 68、No. 5、pp. 375-382、2012.

15) 天羽道也、遠藤卓也、有村幹治：帯広都市圏を対象とした住宅の立地動態に関する将来推計 土木学会北海道支部 論文報告集 第 70 号 CD-ROM、2014.

16) NTT ドコモ：モバイル空間統計に関する情報：

https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/（2014.2 閲覧）

17) 音更町、「音更町の人口に関する資料」

<http://www.town.otofuke.hokkaido.jp/town/iinnkai-singikai/sinngikai-yotei-kekka/soukei-singikai.data/soukei-singikai-kyoutsuusiryou2.pdf> 2015.2 閲覧