

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



有村 幹治 (ありむら みきはる)

室蘭工業大学大学院工学研究科准教授

1972年札幌市生まれ。2000年運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員、03年日本学術振興会特別研究員等を経て、10年10月から室蘭工業大学大学院工学研究科助教、12年4月リヨン第二大学交通経済研究所客員研究員、13年4月から現職。博士(工学)。

1 はじめに

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いる。2013年の合計特殊出生率^{※1}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となっている。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。近年では、従来から指摘されていた中心市街地の衰退に加えて、郊外居住地においても高齢化が進行し、空き家の増加も報告されるようになった。少子高齢化が、私たちが暮らす街に及ぼす負の影響としては、賑わいの減少、高齢者のみの世帯の増加、自動車に乗れなくなることによる移動機会の減少とそれに伴う社会参加機会の減少、社会関係性資本(ソーシャル・キャピタル)の減少、等が挙げられるだろう。

このような問題に対する今後の都市のあり方の一つの解として、賑わいの再生や交通弱者の保護、そして都市の無秩序な拡散の防止を目的に、高密度な街区の形成を目指す「コンパクトシティ」施策がある。コンパクトシティとは、住まいや職場、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し、賑わいを創出するとともに、都市的な土地利用の郊外への拡大を抑制しつつ、公共交通サービスを充実させることにより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。

広域分散型社会といわれる北海道における諸都市は、戦後の人口増加とモータリゼーションの拡大に呼応するように市街地を拡張してきた。私たちは自動車利用が便利な都市空間の北海道の都市に十分慣れ親しんでおり、一意に人口を集約させ、公共交通を導入するイメージを強く与えるコンパクトシティに対する反対意見もよく聞く。筆者個人としては、道内の諸都市におけるコンパクトシティに係る施策は、単純に賛成・反対で論じられるべきものではなく、人口減少の速度

※1 合計特殊出生率

一人の女性が平均して一生の間に何人の子供を産むかを示す。

に注意を払いながら、住宅の新設やリノベーションによる人口誘導、濃淡をもたせた都市施設の集約、また多様な交通手段の柔軟な組み合わせによる都市施設へのアクセシビリティの確保を検討しつつ、対象となる都市の現況と、将来予測に併せて漸近的に、しかし危機感をもって、対処すべきものと考えている。

一口にコンパクトシティを目指すとしても、都市の現況を正確に踏まえなければ、将来のビジョンを地域が主体となって描くことは容易ではない。筆者は現在までにいくつかのまちづくり活動に関わってきたが、住民や行政が思い描く将来の都市像は、往々にして異なることを痛感している。そもそも、人口減少が緩やかに続く中で、将来に渡って何も対策を行わない場合、自分たちのまちがどのような姿に変貌していくのか、そのリスクに対するイメージをまちづくりに関わる人々の間で共有することさえ難しい。

しかし、近年、増大化しつつある都市空間に係る大量のデータが、上記の問題にささやかながらヒントを与えてくれるかもしれない。本研究の目的は、近年蓄積が進む、都市空間内部の人の滞在場所や建物の位置情報に係る大量データ（ビッグデータ）を用いて、北海道の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に関する各種の定量的な分析を試みることにある。

本研究では、地方中核都市であること、平地で地形要因が都市構造に与える影響が少ないこと、また市街地形成が基盤目状になっており建物の分布を把握しやすいことから、帯広市をケーススタディとして選定した。なお帯広市は、コンパクトシティ形成への支援措置が拡充された中心市街地活性化法に基づき、2007年に中心市街地活性化基本計画（計画期間平成19～24年）の認定を受け、その後、第2期帯広市中心市街地活性化基本計画^{※2}が策定されている（平成25年3月認定）。また、2008年2月には帯広版コンパクトシティ構想「おびひろまち育てプラン」（計画期間平成20～34年）も併せて策定されており、平成26年3月には計画された事業の進捗状況^{※3}が取りまとめられ、着実に施策が実

行に移されつつある。

本研究では、滞在人口データや建物データを統合的に使用して各種の分析を試みた。本稿では、高齢化率の空間分布の変化の可視化事例、また、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、時間帯別メッシュ別入込人口と用途別建物数の関係性を分析した事例を紹介する。

2 使用データの概要

本研究では、都市空間に係る大量データとして、「都市計画基礎調査」データ及び「モバイル空間統計」データを主に使用した。それぞれの概要を以下に述べる。

都市計画基礎調査は、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、データベース化したものである²⁾。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、都市計画基礎調査のゾーンを、条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調データのゾーンと合致するように整理した。

モバイル空間統計は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。携帯電話基地局のエリア毎に所在する携帯電話は、周期的にその位置が観測されている。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。

対象地域内の滞在人口を24時間365日把握できるのが特徴であり、基地局から得られる情報に基づいて、最小で500m圏内に性別・年代別にどれだけの人口が滞在しているのか1時間毎に集計することができる³⁾。携帯端末の分布に基づく実際の人口分布の直接的な推

※2 帯広市第2期帯広市中心市街地活性化基本計画（平成25年3月）
<http://www.city.obihiro.hokkaido.jp/shoukoukankoubu/sangyoumachidukurika/d070301kihonkeikaku.data/250329cp01.pdf>

※3 帯広市都市計画課：おびひろまち育てプランの進捗状況について～ステップ1（H20-H24）を終えて～
<http://www.city.obihiro.hokkaido.jp/toshikensetsubu/toshikeikakuka/d070511.data/machisodateplan-STEP1H20-H24.pdf>

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及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。

本研究では帯広都市圏を1kmメッシュで分割して分析に使用した。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。

3 将来の人口・建物の空間分布に関する分析

3-1 分析の概要

本研究では、「都市計画基礎調査」データ、「条・丁目・町別・男女別・年齢別人口調」データ及び「モバイル空間統計」データを用いて以下の分析を行った。

(1) 将来のゾーン別人口・建物構成の空間分布に関するシミュレーション

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。人口・建物統合ゾーンを用いた将来の年齢別人口分布の推定を行った。これにより、仮に、将来に渡り人口減少が進む中で、現在の居住地からの住み替えや、住宅街の集約化が行われない場合、当該ゾーンの建物年齢及び人口の年齢構成がどのように変化するか検討できる。本稿では、スペースの都合上、ゾーン別高齢化の進行についての結果を記載する。

(2) モバイル空間統計データを用いた時間帯別メッシュ別入込人口に関する重回帰分析^{※4}

建物の立地状況と、人の滞在の関係性を把握するために、1kmメッシュ内に存在する各種の建物数を説明変数、時間帯別メッシュ別入込人口を目的変数にした重回帰分析を実施する。この結果から、コンパクトシティ施策を実施した場合に誘導すべき用途別建物と当該地区への入込人口の関係性について考察する。

3-2 将来のゾーン別人口・建物構成の空間分布に関するシミュレーション

本研究では、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。推計した結果から、統合ゾーン毎の全人口中、65歳以上の人口が占める割合を高齢化率として、2010年、2020年、2030年の推移をそれぞれ可視化した(図1～図3)。帯広駅周辺の中心市街地周辺は急速に高齢化が進み、西帯広地区及び新西帯広地区、南の森地区、大空団地地区では緩やかに高齢化が進む結果となった。

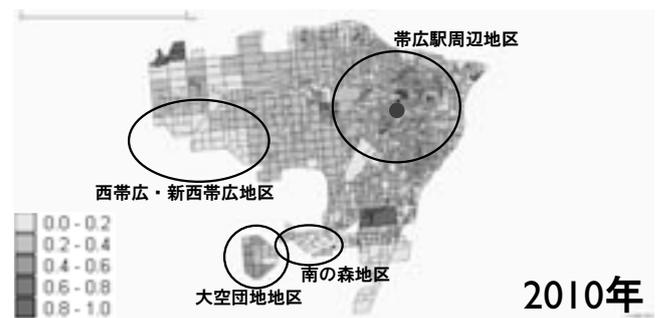


図1 2010年の高齢化率 ● JR帯広駅

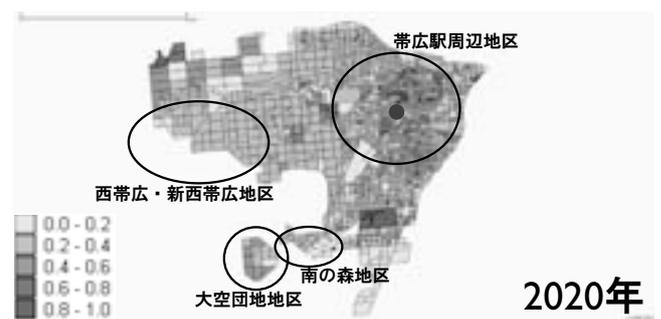


図2 2020年の高齢化率 ● JR帯広駅

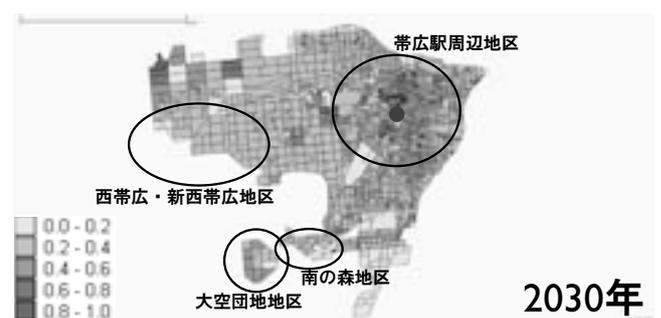


図3 2030年の高齢化率 ● JR帯広駅

※4 重回帰分析

ある変数の動きが、別のいくつかの変数の動きによって左右されているとき、その関係を表す具体的な数式を導き出し、将来の予測などを行う。

ここで、新規建築及び建物の消失、意図的な減築行為がなく、将来的に現在の居住地に住み続けた場合を仮定して、求められた各ゾーンの将来人口を用いて、専用住宅一戸当たりの居住人数の将来推移を試算した。この仮定では建物の総量が将来の各年度を通じて変化しないため、人口減少に伴い、当然、建物一戸当たりの居住者数も減少する。これはもちろん極端な仮定ではあるが、近年の建築物の長寿命化、また北海道内の他都市で見られる、空き家となった家屋が発生したまま、その撤去費用を賄えず、結果的に放置される状況が多々発生している状況を省みると、帯広市都市圏においても部分的に同様の事態が起こりえる地区が発生する可能性は十分ありえるため、本研究では、一シナリオとして試算した。

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、一戸当たり居住人数を推計した。専用住宅一戸当たりの居住人数は帯広駅北部で減少傾向となる結果となった。図4に帯広市全体の専用住宅一戸当たりの居住人口と戸数の分布の推移を示す。2025年を境に、一戸当たりの人口が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

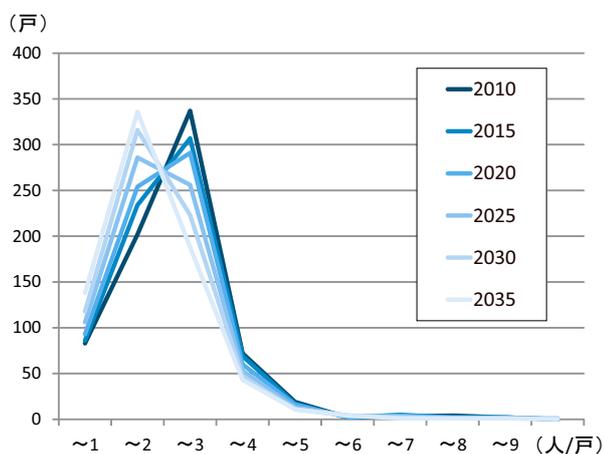


図4 専用住宅一戸当たりの居住人口の変化

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。

3-3 モバイル空間統計を用いた時間帯別入込メッシュ人口の推定

次に1kmメッシュ毎の滞在人口と、メッシュ毎に存在する用途別の建物数の関係性を把握するために重回帰分析を行った。これにより、将来、中心市街地等や、地域の拠点と設定される地域に、どのような用途の建物の誘導を行うことで、どの程度の滞在人数を望めるのか検討できる。

まず、モバイル空間統計の午前2時の各メッシュの滞在人口を夜間人口と仮定して、そこから10時、14時、19時の各時間帯・各メッシュの滞在人口との差分をとることで、時間帯別・メッシュ別の入込人口を算出した。図5～図7に平日、図8～図10に休日の時間帯別メッシュ別入込人口の分布を示す。

平日、休日の入込人口分布を比較すると、平日は帯広駅前の商業・オフィス地区や、西帯広の工業団地地区に多く入込人口の集中が見られる。一方で西帯広地区等の住宅が多い地区の入込人口は減少していることが観察できる。10:00、14:00の入込人口分布状況はほぼ等しく、帰宅する時間帯の19:00には、帯広駅前や柏林台駅周辺、また音更町の国道241号周辺の商業地区への入込人口が多いことが分かる。休日に関しては、人の移動が少なく、比較的広範囲にわたって入込人口の分布が確認できる。商業地区への出足の時間帯は10:00では鈍く、夜間人口との増減がほぼ無い白色メッシュが多く観測される。14:00に各商業地域に入込人口が集中している。また、19:00には再び白色メッシュが増加している。休日の活動を終了し、自宅に帰宅していることが分かる。

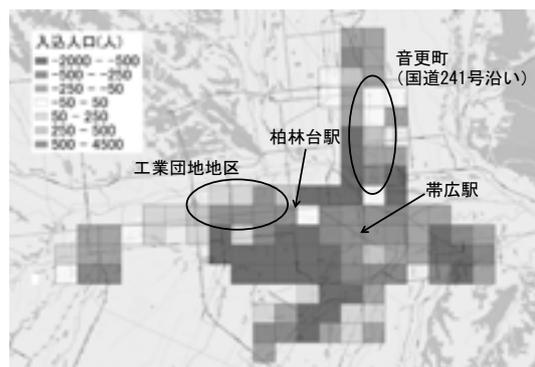


図5 平日10:00入込人口

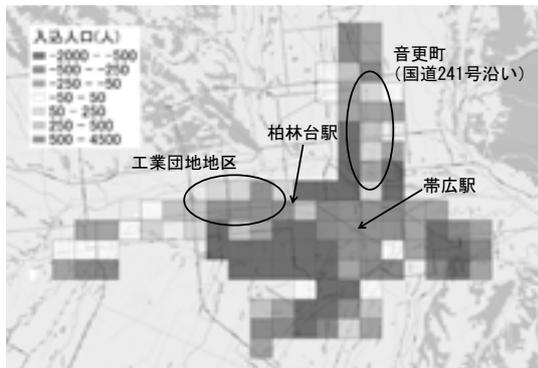


図6 平日14:00入込人口

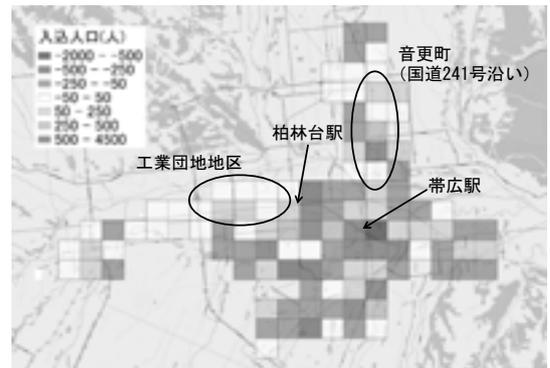


図10 休日19:00入込人口

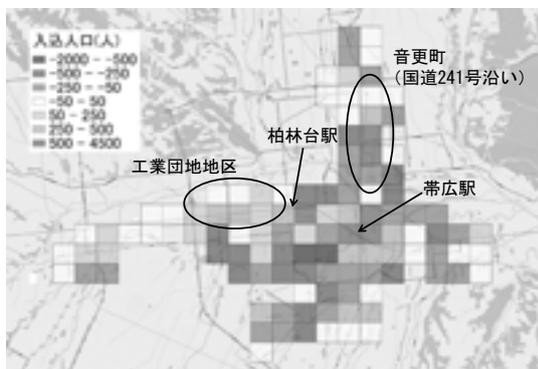


図7 平日19:00入込人口

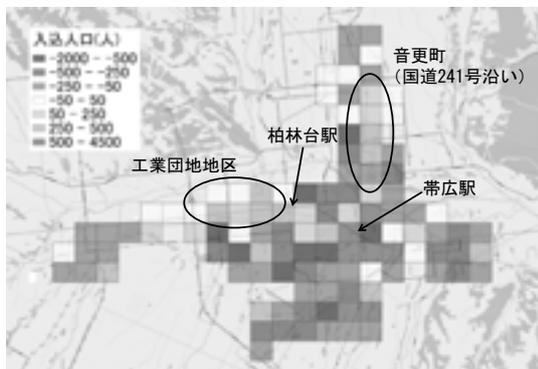


図8 休日10:00入込人口

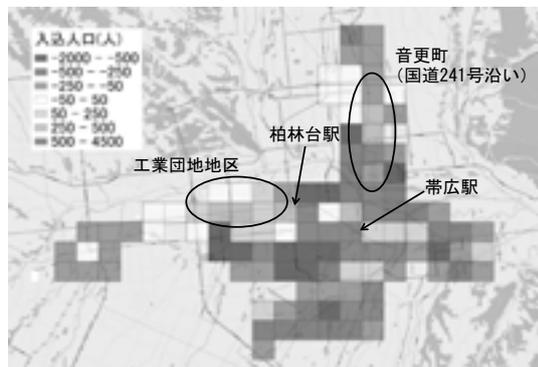


図9 休日14:00入込人口

次に時間帯別メッシュ別入込人口を目的変数、都市計画基礎調査に収納される用途別建物数をメッシュ毎に集計した値を説明変数として重回帰分析を行った。平日の結果を表1に示す^{※5}。偏回帰係数の符号を見ると、専用住宅は負となっており、専用住宅が多ければ多いほど、平日、当該メッシュに滞在する人数が少なくなる傾向がある。また、軽工業施設、宿泊施設、遊戯施設等の用途の建物が、入込人口を保つ説明変数として選択された。

表1 重回帰分析結果 (平日)

平日10:00					
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判定
宿泊施設	135.237	0.545	9.444	1.00E-15	***
専用住宅	-0.743	-0.451	-8.53	1.12E-13	***
遊戯施設	131.563	0.305	5.279	6.96E-07	***
定数項	48.314				
決定係数	0.696				
平日14:00					
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判定
軽工業施設	18.729	0.249	4.762	6.18E-06	***
宿泊施設	123.438	0.519	9.458	1.01E-15	***
専用住宅	-0.597	-0.378	-7.35	4.50E-11	***
遊戯施設	127.256	0.307	5.521	2.45E-07	***
定数項	-92.774				
決定係数	0.727				
平日19:00					
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	P 値	判定
業務施設	4.654	0.249	3.662	3.92E-04	***
風俗営業施設	76.723	0.165	2.345	2.09E-02	*
遊戯施設	116.121	0.540	7.353	4.27E-11	***
定数項	-162.424				
決定係数	0.593				

※5 休日の分析結果に関しては決定係数が低い値を示したため本研究では採用しなかった。平日は、通勤・通学といった一定のパターンを持った都市内の移動・滞在が発生するため入込人口を推計しやすいが、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、決定係数が低下した理由として挙げられる。

3-4 分析結果の考察

上記で得られた分析結果を考察する。あくまでも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状況を仮定した場合ではあるが、将来のゾーン別人口・建物構成の空間分布に関するシミュレーションからは、帯広駅周辺において人口の高齢化が進行する結果が得られた。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年代から始ま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、居住者の住み替え等が進まない場合、将来ある程度まとまった地区単位の人口が、そのままの年齢構成で高齢化していくと考えられる。市内の移動環境に関しては、自動車利用を前提としても、今後増加する自動車を利用できない層の社会活動への参加機会を確保する視点から、今後とも、公共交通機関の適切な維持が望まれる。また例えば、建築物の老朽化が進む郊外から、まちなか居住を誘導する施策を行いながら、併せて若年層向け共同住宅を供給する等、世代間の交流を確保しつつ、徐々に住環境、また「歩いて暮らせる」移動環境が確保された地区に人口を集める施策も検討に値すると考えられる。

モバイル空間統計データを用いた重回帰分析の推定結果からは、入込人口に影響を持つ建物用途が定量的に推定された。結果を考察すると、可処分時間を持つ高齢者層が増加していること、また帯広都市圏は農業が主要な生産活動であることから、平日においても通勤・通学といった固定的な活動・移動パターンだけではなく、より多様な活動が行われていることが推測できる。また、平日19:00の推定結果は、業務施設、また商業地域に関わる建物種が選択された。各建物種の偏回帰係数は、将来、人口減による総需要の減少に伴う宿泊施設や業務施設の消失が当該エリアに与える負のインパクトとして評価できる。全国的な人口減少という総需要減の中で、これらの建物数を維持できる商

業規模を確保するためには、帯広市及び十勝圏だけではなく、インバウンドを含めて帯広市外からの交流人口を増加できる、より魅力のある都心を創出していくことが必要だろう。

4 おわりに

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、整備が進められている。各種の都市空間に係る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、複数の企業がサービス展開を行いつつある。行政が持つ空間データ、民間事業者の空間・移動系ビッグデータの拡充により、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まちづくりの方策を詳細に検討できる可能性は高い。今後の研究蓄積が望まれる。

付記

本研究は、秋田工業高等専門学校環境都市工学科長谷川裕修准教授、室蘭工業大学大学院工学研究科浅田拓海助教、(株)ドーコン交通事業本部交通部松田真宜主任技師との共同研究である。

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:参考「合計特殊出生率について」
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai13/dl/tfr.pdf> (2014.2 閲覧)
- 2) 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)
- 3) 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)