

栃木県宇都宮市におけるLRT整備による 都市内人口分布への長期的影響分析

佐々木 拓哉¹・佐藤 徹治²・竹間 美夏³

¹学生会員 千葉工業大学大学院工学研究科建築都市環境学専攻(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)
E-mail:s1124154QD@s.chibakoudai.jp

²正会員 千葉工業大学教授 創造工学部建都市環境工学科(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)
E-mail:tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp

³学生会員 千葉工業大学大学院工学研究科建築都市環境学専攻(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)
E-mail:s1224216XE@s.chibakoudai.jp

栃木県宇都宮市では宇都宮市中心部と宇都宮市の東に隣接する芳賀町の工業団地を結ぶLRTが計画され、2019年度の開業が予定されている。LRT整備は、地下鉄等の鉄道整備と同様、将来の都市内の人口分布や都市構造を大きく変化させると考えられる。このため、計画・整備にあたっては、これらの変化を考慮した費用、便益の計測が必要である。本稿では、交通整備による人口分布・都市構造の変化を踏まえた費用便益分析の確立を念頭に、LRTの整備が将来時系列の都市内人口分布に及ぼす影響の推計手法を開発し、栃木県宇都宮市を対象にLRT整備あり、なしの状況における2040年までの人口分布の推計を行っている。推計の結果、LRT整備は、宇都宮市東部や芳賀町の沿線での人口減少に歯止めをかけるなど、世帯の転居行動、人口分布に一定の影響を及ぼすことが確認された。

Key Words : Light rail transit, Population disutribution, Time-series impact

1. はじめに

わが国の地方都市では、一般に自家用車の交通手段分担率が高く、公共交通の衰退による子どもや高齢者といった交通弱者の問題が顕在化している都市が多い。欧米では多くの都市で1990年代以降、自動車交通削減による環境負荷の軽減、交通弱者の移動手段の確保等を目的としてLRT (Light Rail Transit) が導入された。日本では、1997年に熊本市、1999年に広島市で既存の路面電車の軌道に新型車両の導入が開始され、その後多くの路面電車運行都市で同様の取り組みがなされた。一方、富山県富山市では、LRTを歩いて暮らせる公共交通を中心とするまちづくりの中核に位置付け、新設区間も含むLRT整備を進めている。2006年に富山駅北口と市北部の富山港(岩瀬浜)を結ぶポートラム、2009年に富山駅南口から市中心部を環状運行するセントラムが開業し、さらに2020年頃のJR富山駅の全線高架化に合わせ、ポートラムとセントラムの直通運転を予定している。また、栃木県宇都宮市では、2019年度にJR宇都宮駅から宇都宮市の東に隣接する芳賀町の芳賀・高根沢工業団地までの約15kmのLRT新規路線の開業が予定されており、その後東

武宇都宮駅までの延伸計画もある。なお、近年では、LRTに比べて整備費用が安価で、路線変更も比較的容易なバス高速輸送システム (BRT : Bus Rapid Transit) の整備が進められている都市も世界的に多い。わが国の導入都市としては、不採算路線として廃止になった鉄道路線跡を活用した茨城県日立市、2011年の東北地方太平洋沖地震によって鉄道に被害が発生したため、その仮復旧手段として導入された気仙沼市や陸前高田市などがある。また、東京では、2020年東京オリンピックの会場や臨海副都心と都心地区を結ぶBRTが計画されている。

LRTの整備効果に関する既往研究としては望月ら²⁾、溝上ら³⁾、土井ら⁴⁾などが挙げられる。望月ら²⁾は、富山ライトレールの整備前後に利用者OD調査と沿線住民アンケート調査を行い、富山ライトレールの整備による私事等の交通の増加、高齢者等の交通弱者の活動活発化等の効果を明らかにしている。溝上ら³⁾は、熊本電鉄のLRT化による費用便益分析を行い、事業採算性が高いプロジェクトであることを示している。土井ら⁴⁾は、新規にLRTが整備された富山市を対象に、新規路線および自動車による中心地への来街者に対してアンケート調査を行い、長期間でみると新規路線の利用者は自

自動車による来街者に比べ消費金額が多いことを明らかにしている。しかし、これらの研究では、LRT 整備が長期的に人口分布に及ぼす影響は分析されていない。

交通整備による都市内人口分布の時系列変化を分析する手法としては、従来からの土地利用・交通モデルを改良した土地利用マイクロシミュレーションモデルがある。代表的なマイクロシミュレーションモデルである UrbanSim⁵⁾ は、実際に多くの都市で土地利用・交通施策の評価に利用されている。しかし、土地利用マイクロシミュレーションモデルに対しては、土地供給者の行動や土地市場の均衡を考慮していないとの指摘がある。一方、土地市場の均衡を考慮した手法には応用都市経済 (CUE) モデル^{6) 7)} があるが、基本的には 1 時点の静学モデルであり時系列の評価ができない。また、都市交通整備の評価を目的とし、住宅市場の細分化 (戸建と集合住宅等) を考慮したものは構築されていない。

以上から、本稿では、LRTやBRTなどの都市交通整備による人口分布・都市構造の変化を踏まえた費用便益分析の確立を念頭に、LRTの整備が将来時系列の都市内人口分布に及ぼす影響の推計手法を開発する。さらに、開発した手法を用いて栃木県宇都宮市を対象に、LRT整備あり、なしの状況における2040年までの都市内人口分布の推計を行う。

2. 人口分布推計モデルの構築

(1) モデルの概要

モデルは、コーホート要因法を基本とし、自然増減、対象都市以外からの転入、対象都市以外への転出、都市内での社会移動を考慮したゾーン別人口を 5 年単位で推計する体系とする。ただし、都市内での社会移動については、世帯の転居先地域選択行動を踏まえた住宅タイプ別の住宅地 (住宅床) の需要、不在地主の住宅地 (住宅床) 供給、住宅地 (住宅床) 需給均衡 (価格調整) により決定されることを仮定する。即ち、本稿のモデルは、一般的なCUEモデル⁹⁾ における住宅地市場 (世帯の立地行動) を時系列および住宅タイプ別に拡張したものとなっている。なお、一般的なCUEモデルでは、住宅地市場だけでなく業務地市場 (企業の立地行動) も対象としているが、LRT整備による業務地市場に及ぼす影響は相対的に小さいと考えられることから、本稿のモデルでは住宅市場のみを扱う。人口分布推計モデルのフローを図-1 に示す。

(2) 世帯の転居行動および住宅地 (住宅床) 需要

世帯は、転居意思のある世帯とない世帯に大別され、転居意思ありの世帯は、交通便利性等に影響される効用水準に基づき転居先の希望住宅タイプ別に転居先地域を

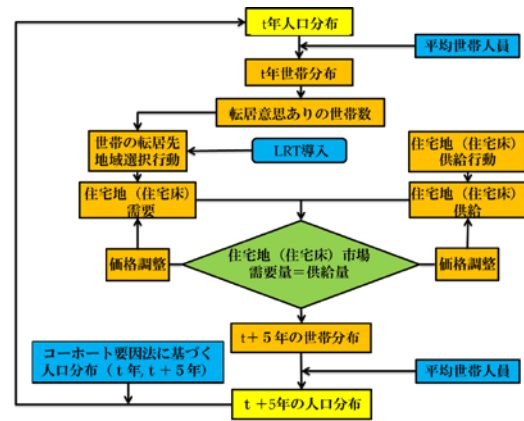


図-1 人口分布推計モデルのフロー

選択すると仮定する。

各世帯の転居先地域の選択は、(1), (2)式の最大化問題を解くことで(3)式のロジットモデルとして表すことができる。

$$S = \max_{P_{ik}^t} \sum_i \left(P_{ik}^t U_{ik}^t - \frac{1}{\theta} P_{ik}^t \ln P_{ik}^t \right) \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i P_{ik}^t = 1 \quad (2)$$

$$P_{ik}^t = \frac{\exp(\theta \cdot U_{ik}^t)}{\sum_i \exp(\theta \cdot U_{ik}^t)} \quad (3)$$

ここで、 P_{ik}^t は年にタイプkの住宅に転居を希望する世帯のゾーンiの選択確率を表す。効用水準は(4), (5)式で表されると仮定する。

$$U_{ik}^t = V_{ik}^t + \tau_k \quad (4)$$

$$V_{ik}^t = a_k \cdot \ln(ZA_{ik}^t) + b_k \cdot \ln(ZB_{ik}^t) + c_k \cdot \ln(ZC_{ik}^t) + d_k \cdot \ln(ZD_{ik}^t) + e_k \cdot \ln(r_{ik}^t) \quad (5)$$

U は効用水準を表し、部分効用 V とその他の要因 τ の和で定義される。 ZA は最寄りの鉄道・LRT駅・バス停までの所要時間、 ZB は最寄り鉄道・LRT駅・バス停から鉄道・LRT・バスによる中心駅までの所要時間、 ZC 、 ZD はその他の住環境評価項目である。また、 r は地代 (賃貸住宅の場合は家賃) である。

1世帯あたりの住宅地 (集合住宅の場合は住宅床) 需要面積は、一般的なCUEモデルを参考に(6)式で表されると仮定する。各ゾーンに転入する世帯数に1世帯あたりの住宅地 (住宅床) 需要面積を乗じることで各ゾーンの住宅地 (住宅床) の需要量が求められる。住宅地 (住宅床) 需要量算定式を(6)~(8)式に示す。

$$L'_{ik} = \frac{b_k}{r'_{ik}} \cdot y \quad (6)$$

$$N'_{ik} = P'_{ik} \cdot N'_{Tk} \quad (7)$$

$$D'_{ik} = L'_{ik} \cdot N'_{ik} \quad (8)$$

ここで、 L は1世帯あたりの住宅地（住宅床）需要面積、 y は所得、 N は転入世帯数、 N_T は転居意思ありの総世帯数、 D は住宅地（住宅床）需要量を表す。

(3) 不在地主の住宅地（住宅床）供給行動

不在地主による住宅地（住宅床）の供給行動は、(9)、(10)式の利潤最大化問題を解くことで、(11)式のとおり導出される、(11)式は、地代（家賃）が上がることで供給面積が増えることを表している。

$$\pi'_{ik} = \max_{S'_{ik}} \left[r'_{ik} S'_{ik} - C(S'_{ik}) \right] \quad (9)$$

$$\text{s.t. } C(S'_{ik}) = -\sigma \bar{S}'_{ik} \ln \left(1 - \frac{S'_{ik}}{\bar{S}'_{ik}} \right) \quad (10)$$

$$S'_{ik} = \left(1 - \frac{\sigma}{r'_{ik}} \right) \bar{S}'_{ik} \quad (11)$$

π は利潤、 C は管理コスト、 S は住宅地（住宅床）供給面積、 r は地代（家賃）、 σ はパラメータ、 \bar{S} は供給可能面積を表す。

(4) 住宅地（住宅床）の需給均衡

ゾーン別住宅タイプ別の住宅地（住宅床）の需給均衡は、(12)式で表される。

$$D'_{ik}(r) = S'_{ik}(r) \quad (12)$$

3. 宇都宮市におけるLRT整備の影響分析

(1) 対象圏域とゾーン区分

対象都市は、2019年度にLRTの新規開業が予定されている栃木県宇都宮市および芳賀町とする。分析対象とするLRTの整備区間は、当初の優先整備区間であるJR宇都宮駅から芳賀・高根沢工業団地（芳賀町）までの約15kmとする。

対象圏域は、宇都宮市と芳賀町のうち2010年時点で市街化区域かつ供給可能面積や世帯数が0ではない地域とする。ゾーン区分は世界測地系500mメッシュとし、計456メッシュが対象圏域となる。対象圏域とゾーン区分を図-2に示す。

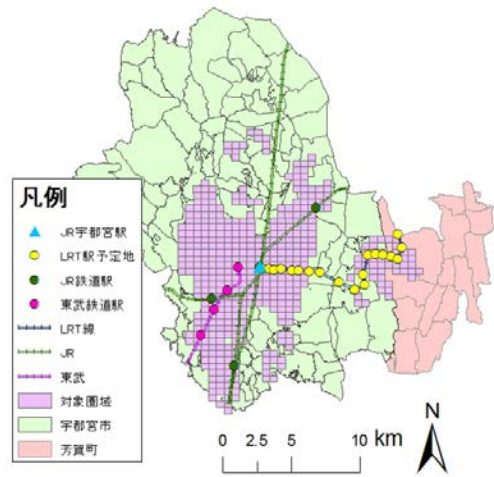


図-2 対象圏域およびゾーン区分

(2) 住民アンケート調査

対象地域の住民の転居意向（転居意思のある住民の割合）を把握するとともに、(5)式の説明変数（ ZC 、 ZD ）を決定し、パラメータを住宅タイプ別に推定するため2段階での住民アンケート調査を実施する。なお、戸建住宅の場合、(5)式における r は地代であるが、回答者が地代水準を想定しづらいと考えられること、裁定条件より「地価＝地代／利子率」が成り立つことから、住民アンケート調査、(5)式のパラメータ推定においては、地代の代理変数として地価を用いる。

第1段階のアンケート調査では、個人属性や転居先の希望住宅タイプ、転居先地域選択の際の職場、最寄りの鉄道駅までの近さ等の各項目の重視度（非常に重視している、重視している、どちらでもない、あまり重視していない、重視していない、の5段階）、各項目の許容できる概ねの目安等を尋ねる。調査項目の詳細を表-1に示す。調査は2015年9月29日にポスティングとJR宇都宮駅前での配布、郵送回収により行った。計1000部を配布し、回収数188部（回収率18.8%）であった。

表-1 プレアンケート調査項目

1. 個人属性	
・年齢・性別・職業	・1ヶ月あたりの生活費
・世帯人数	・鉄道の利用頻度
・自家用車の利用頻度	・最寄り鉄道駅までの時間及び手段
・バスの利用頻度	・最寄りバス停までの時間及び手段
・住居タイプ	・職場の場所及び自宅からの所用時間
・居住年数	
2. 転居先での希望住宅タイプ	
・転居先の住宅タイプ	・転居先の床面積
・転居先の土地面積	
3. 転居選択の際の重視度、許容できる概ねの目安	
・職場・通学先までの近さ	・子供の小学校・中学校までの近さ
・最寄り鉄道駅までの近さ	・金融機関までの近さ
・最寄りのバス停までの近さ	・総合病院までの近さ
・JR宇都宮駅までの近さ	・町医者・クリニックまでの近さ
・東武宇都宮駅までの近さ	・公園までの近さ
・インターチェンジまでの近さ	・実家や親類宅までの近さ
・国道までの近さ	・地域コミュニティ活動の充実度
・食品スーパーまでの近さ	・土砂崩れによる被害リスクの小ささ
・コンビニまでの近さ	・河川氾濫による被害リスクの小ささ
・大型商業施設までの近さ	・地価・家賃の低廉さ
・役所までの近さ	

現状の住宅タイプおよび転居先で希望する住宅タイプの集計結果を図-3に示す。現状の住宅タイプでは戸建が約6割であるが、転居先の希望住宅タイプでは戸建が約5割となり集合住宅賃貸の割合が増加している。

各項目の重視度の集計結果を図-4に示す。非常に重視している、または重視していると回答した割合は、「食品スーパーまでの近さ」が最も高く、80%を超える。次に、「河川氾濫による被害リスクの小ささ」、「土砂崩れによる被害リスクの小ささ」が高い割合となっており、災害への関心が強いことがわかる。また、職場・通学先までの近さ、最寄り鉄道駅までの近さ、子どもの小学校・中学校までの近さなど公共施設や日常生活に関わる施設へのアクセス性を重視していることが読み取れる。

なお、「河川氾濫による被害リスクの小ささ」と「土砂崩れによる被害リスクの小ささ」は、重視度の回答結果の相関が0.96と非常に高くなっている。

以上を踏まえ、ここでは、「食品スーパーまでの近さ」を表す「食品スーパーまでの所要時間」を(5)式におけるZC、「河川氾濫による被害リスクの小ささ」に関連する「想定最大浸水深」をZDとする。

第2段階のアンケート調査では、まず1～5年以内の宇都宮市内・市外への転居の意思について尋ねる。次に、(5)式のパラメータ推定を行うため、各説明変数の水準を組み合わせたプロファイルを作成し、3つの条件の中で最も望ましい条件1つを選択してもらう問題を4度繰り返す。なお、転居先の希望住宅タイプとして、約8割が戸建持家と集合住宅賃貸を挙げている(図-3)ことから、住宅タイプを戸建持家、集合住宅賃貸(30㎡、50㎡、70㎡、90㎡)に限定し、プロファイルを作成する。各評価項目の水準は、第1段階のアンケート調査における許容目安の回答結果に基づき3水準設定し、L12(35)型の直交表に割り付けて決定する。プロファイルの調査票の例を図-5に示す。

調査票は、2015年11月19日に表-2に示すJR宇都宮駅から東西南北各方向に自動車で10分、20分、30分圏の地域を対象にポスティングで配布し、郵送で回収した。配布数は各地域200部、合計2400部とし、回収数は289部(回収率12.0%)、このうち有効回答数は199部であった。

転居意思の集計結果を図-6に示す。5年以内に転居を考えている世帯は約9%であり、このうち宇都宮市内への転居意向のある世帯は4.2%となっている。

(3) 効用関数のパラメータ推定

(5)式のパラメータ推定は、第2段階のアンケート調査の個票データを用い、最尤法により行う。効用関数のパラメータ推定結果を表-3に示す。なお、賃貸については、サンプル数の制約から、30～90㎡の全てのデータを用いて推定を行った。

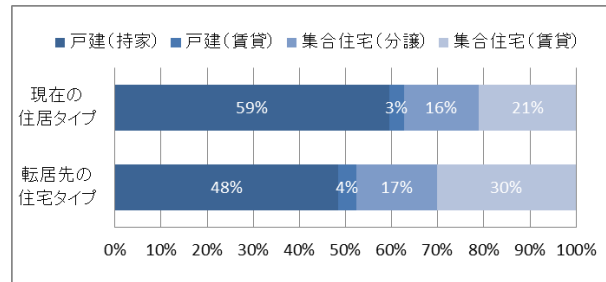


図-3 現在の住居タイプと転居先の希望住居タイプ

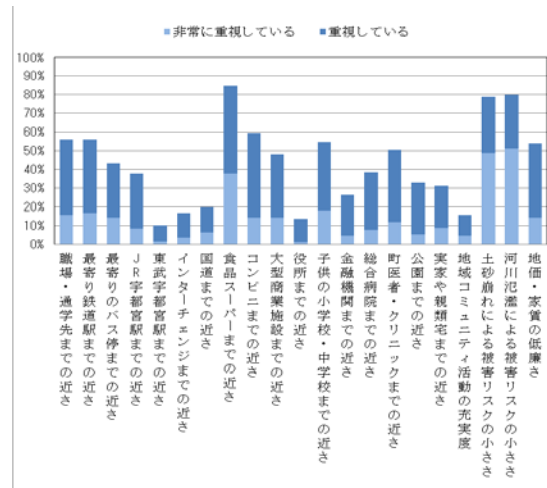


図-4 転居先地域選択の際に重視する項目

	□①	□②	□③
最寄りの鉄道・LRT駅・バス停までの所要時間(徒歩)	5分	10分	15分
最寄りの鉄道・LRT駅・バス停からJR宇都宮駅までの公共交通機関による所要時間	10分	20分	10分
食品スーパーまでの時間	5分	10分	15分
河川氾濫による被害リスク	0.5m	0m	2m
1㎡あたりの地価	4.5万円	6万円	3万円

図-5 プロファイルの調査票の例(戸建持家)

表-2 プロファイルアンケート調査票配布地域

	JR宇都宮駅からの所要時間(自動車)		
	10分圏	20分圏	30分圏
東部	東峰	鑑山町	氷室町
西部	桜2、3、4、5丁目	駒生町	田野町
南部	茂原町	宮の内3丁目	陽南4丁目
北部	岩曾町	中岡本町	白沢

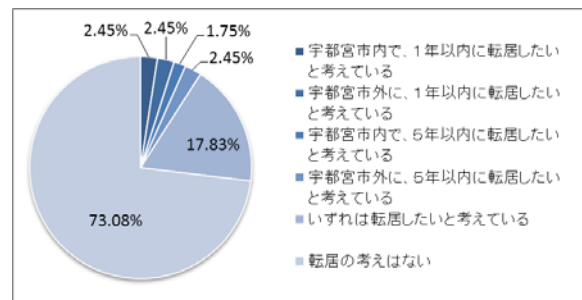


図-6 転居の意思

表-3 効用関数のパラメータ推定結果

	戸建		賃貸	
	係数	t 値	係数	t 値
最寄りの鉄道・LRT駅・バス停までの所要時間	-0.25	-1.72	-0.10	-0.47
最寄りの鉄道・LRT駅・バス停からJR宇都宮駅までの公共交通機関による所要時間	-0.32	-1.47	-0.46	-1.40
スーパーまでの時間	-0.36	-2.19	-0.35	-1.45
想定最大浸水深	-1.31	-15.04	-0.89	-6.96
地価	-0.32	-1.28		
家賃			-3.24	-4.06
対数尤度	-412.10		-149.89	
N	156		43	

注) ()内は t 値、***は1%有意、**5%有意、*は10%有意

(4) ゾーン毎の基礎データの設定

構築したモデルを用いて将来の人口分布推計を行うためには、初年時(2010年)における地価・家賃、各種施設までの所要時間、想定最大浸水深等のデータをゾーン毎に設定する必要がある。

地価については、宇都宮市の地価公示データを用いて地価関数(13)式を推定し、ゾーン毎に推計する。

$$r = \alpha + \beta \cdot Z_1 + \gamma \cdot Z_2 + \delta \cdot Z_3 \quad (13)$$

ここで、 Z_1 は最寄り駅ダミー(JR・東武宇都宮駅: 0, その他: 1), Z_2 は最寄り駅までの道路距離, Z_3 は容積率である。パラメータの推定結果を表-4に示す。

家賃(床面積別)は、宇都宮市の平均家賃(床面積別)を平均地価で割り、各メッシュの地価を乗じて算出する。平均家賃はSUUMOより算出し、平均地価は国土交通省の平成27年地価公示価格より求める。

(5)式におけるZA, ZCの所要時間は、徒歩による所要時間を想定し、各500mメッシュの重心からの直線距離を道路距離に変換するために1.1666⁸⁾を掛け、分速80mで除すことにより求める。最寄りの鉄道駅からJR宇都宮駅までの鉄道所要時間は、NAVITIMEより算出する。最寄りのバス停からJR宇都宮駅までのバスによる所要時間は、関東自動車株式会社とアットとちぎの時刻表検索を用いて算出する。想定最大浸水深は、宇都宮市洪水ハザードマップを基に4区分(0m, 0.5m, 1.0m, 2.0m)に設定する。

表-4 地価関数のパラメータ推定結果

	係数	t 値
定数項	29,253.04	4.11
最寄り駅ダミー	-29,041.20	-6.18
最寄り駅までの道路距離	-7.37	-7.90
容積率	355.57	16.78
N	107	
決定係数	0.85	

表-5 効用関数以外のパラメータ

	戸建	賃貸(30-50)	賃貸(70-90)
b	0.29087	0.03211	0.06421
θ	1		

(6)式の所得は、市町村税課税状況(総務省)における第2表市町村別データを用いる。(6)式の住宅地(住宅床)需要関数のパラメータbは、2010年時点の平均住宅地(住宅床)需要量と平均住宅地(住宅床)面積が等しくなるように設定する。また、(3)式の立地ロジットパラメータ θ は1とする。(5)式以外のパラメータを表-5に示す。

(11)式の住宅地(住宅床)供給面積は、1世帯あたりの住宅地(住宅床)需要量に世帯数を乗じて算出する。供給可能面積は、戸建ての場合は住宅地転用可能と思われる、田、その他の農用地、建物用地(空き家率16.3%を乗じたもの)の合計とし、集合住宅の場合はこれに用途地域別の容積率を乗じて算出する。

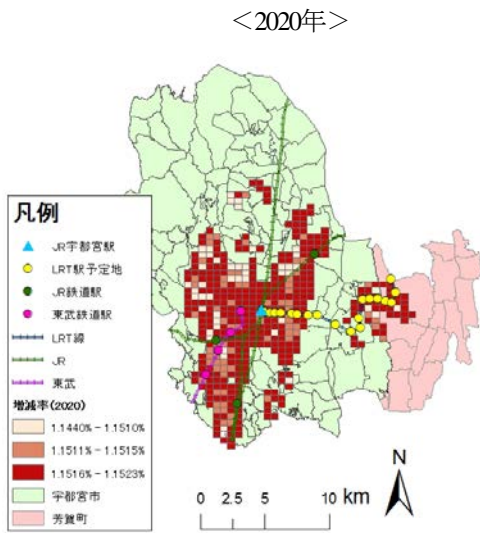
(5) 将来の人口分布推計

(3)~(8), (11)および(12)式、各関数のパラメータ、ゾーン別の基礎データを用い、将来時系列の人口分布を推計することができる。転居意思ありの世帯比率は、第2段階のアンケート調査結果より5年あたり4.2%とする。2020年、2040年における人口分布(2010年からの増減率)の推計結果を図-7に示す。全体的に、人口は2010年に比べ、2020年には僅かに増加しているが、2040年になると減少している。また、2040年の人口減少率は、宇都宮市中心部では比較的小さく、宇都宮市郊外、芳賀町では、大きい傾向にある。

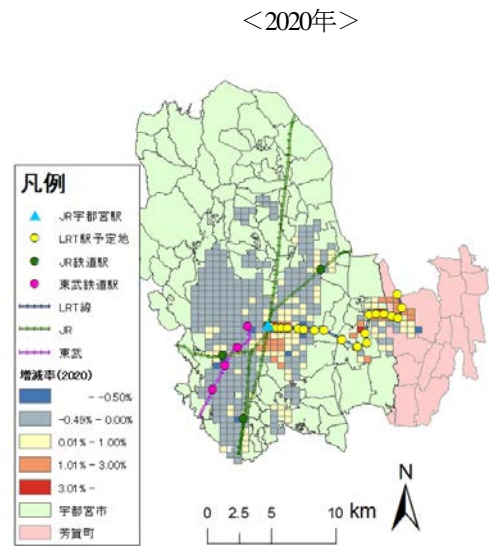
(6) LRT整備が将来の人口分布に与える影響

ここでは、LRT整備が2020年に完了したと仮定し、将来の人口分布推計を行う。整備されるLRT駅は宇都宮市公式Webサイト⁹⁾より設定する。各LRT駅からJR宇都宮までの所要時間は、始点から終点までの所要時間、始点から終点までの距離とJR宇都宮駅から各LRT駅までの距離の比率を用いて算出する。なお、LRTの新設駅が整備されることによりJR宇都宮駅までの所要時間が短縮されるメッシュは14メッシュのみであり、現状の路線バスによる所要時間と比較して短縮がほとんど見られない。そのため、本分析では、新設されるLRT駅と隣接メッシュを結ぶ路線バスが新たに整備されることを仮定する。

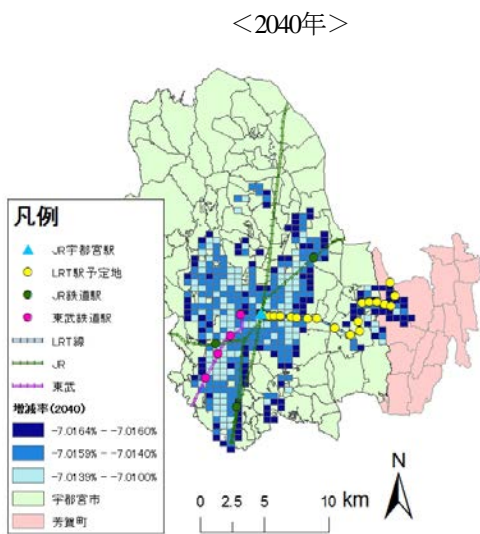
2020年、2040年におけるLRT整備ありの場合、なしの場合の人口の変化率(あり-なし) / なし)を図-8に示す。LRT沿線やJR宇都宮駅とJR線で繋がっている鶴田駅、雀宮駅、岡本駅周辺では人口の増加が見られ、鉄道駅が近くにない宇都宮市北部の地域や東武宇都宮駅と東



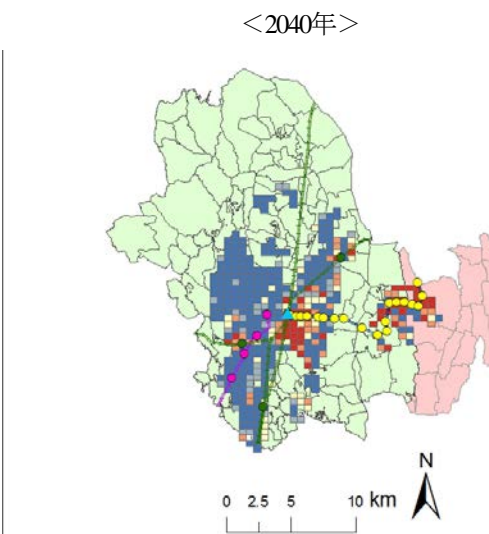
<2020年>



<2020年>



<2040年>



<2040年>

図-7 2010年からの人口増減率

図-8 LRT整備による人口分布への影響

武宇都宮線で繋がっている南宇都宮駅、江曾島駅、西川田駅では人口の減少が見られる。

宇都宮市東部、芳賀町（計47メッシュ）の人口の時系列変化を図-9に示す。整備ありの場合、2020年には整備なしの場合に比べて人口が増加している。2025年以降、人口はどちらも減少に転じているが、LRT整備は2040年時点の減少数を約200人少なくする効果があることが示唆される。

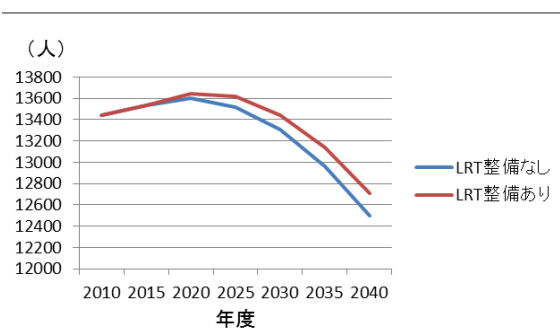


図-9 宇都宮市東部、芳賀町の人口の変化

4. おわりに

本稿では、都市内におけるLRT整備による将来時系列の人口分布に及ぼす影響を推計可能なモデルを構築し、栃木県宇都宮市と芳賀町を対象にLRT整備あり、なしの場合の2010～2040年（5年毎）の人口分布推計を行った。推計の結果、LRT整備ありの場合には整備なしの場合と比較して、LRT沿線のゾーンを中心に人口の増加が確認され、LRT整備は世帯の転居行動、将来の人口分布に一

定の影響を及ぼすことが示唆された。

なお、本稿の実証分析では、鉄道、路線バスによる所要時間を用いているが、平均待ち時間や一日あたりの利用人数、運賃は考慮されていない。これらを考慮した分析は今後の課題である。また、長期時系列の人口分布推計結果を用いた費用便益分析、市街化調整区域への転居を規制する等の土地利用施策を組み合わせた場合の人口

分布推計とその結果を用いた宇都宮市のマスタープランに記載されている「ネットワーク型コンパクトシティ」に沿った施策の効果分析も今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局・(財)運輸政策研究機構：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012 年改訂版, 2012.
- 2) 望月明彦, 中川大, 笠原勤：富山ライトレールが地域交通にもたらした効果に関する実証分析, 日本都市計画学会, 都市計画論文集, No.42-3, pp.949-954, 2007.
- 3) 溝上章志, 橋内次郎, 斎藤雄二朗：熊本電鉄の都心乗り入れと LRT 化計画案実施に伴う利用需要予測、および費用対効果の実証分析, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.1, pp.1-13, 2007.
- 4) 土井勉, 高森長仁, 杉木光晴, 廣瀬隆正, 米田亮：路面電車の整備効果に関する研究, 土木計画学研究, 講演集, Vol.43, pp1-8, 2011.
- 5) UrbanSim : Modeling Urban Development for Land Use, Transportation and Environmental Planning, APA Journal, Vol.68, No.3, pp297-314, 2002.
- 6) 上田考行, 堤盛人, 武藤慎一, 山崎清：我が国における応用都市経済モデル—特徴と発展経緯—, 計画・交通研究会 ワーキングペーパーシリーズ, No.9-3, 2009.
- 7) 宮城俊彦, 奥田豊, 加藤人士：数理最適化手法を基礎とした土地利用・交通統合モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.518, pp.95-105, 1995.
- 8) 森田匡俊, 鈴木克哉, 奥貫圭一：日本の主要都市における直線距離と道路距離との比に関する実証的研究, Theory and Applications of GIS, Vol. 22, No.1, pp.1-7, 2014.
- 9) 宇都宮市役所公式 Web サイト www.city.utsunomiya.tochigi.jp (最終閲覧 2016.3.30).
- 10) 今井一貴, 佐藤徹治：水害リスクを考慮した土地利用施策評価のための将来時系列の人口分布推計モデルの開発 —富山県富山市を対象として—, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.656-662, 2015.
- 11) 今井一貴, 佐藤徹治, 神永希, 杉本達哉, 高森秀司：水害リスク提示内容の違いが将来の人口分布に与える影響の評価手法, 土木計画学研究・講演集 (CD-Rom), Vol.52, 31, 2015.

(2016.?? 受付)

The long-run impact of development of LRT on Population distribution in Utsunomiya city, Japan

Takuya SASAKI, Tetsuji SATO and Mika CHIKUMA

Utsunomiya city in Japan is planning a new LRT system between the downtown area and Haga town which is located just outside Utsunomiya and it will be open to the public in 2019. Development of LRT may have a large impact on the population distribution in the city in the future. Cost benefit analysis for development of railway including LRT, however, does not take in account of the change of household distribution in general. In this paper, a model which can evaluate the impact of development of LRT on population distribution in the city is developed and estimations of population distribution in Utsunomiya from 2015 to 2040 are conducted in the cases with and without LRT. As a result, it is indicated that development of LRT increases population in Haga town and east side of Utsunomiya city along the LRT line.