

空き家を考慮した LRTの人口保持効果に関する研究

富岡 秀虎¹・森本 章倫²

¹学生会員 早稲田大学大学院 創造理工学研究科建設工学専攻 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)

E-mail :mannyan@asagi.waseda.jp

²正会員 早稲田大学 理工学術院 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)

E-mail : akinori@waseda.jp

我が国の地方都市では、少子化による人口減少や都市のスプロール化に伴うインフラ維持費用の負担増加が課題になっている。このような課題の解決の為に、コンパクトシティを目標に掲げる自治体が増加している。コンパクトシティを実現させるためには、公共交通のサービス向上によって、住民が自発的に集約エリアに居住することが望ましいが、LRTが人口集約に与える影響については不明瞭な点が多い。そこで本研究では、土地利用交通モデルの一つであるCUEモデルを用いてLRT導入後の人口分布を予測することで、LRT導入による人口保持効果を定量的に把握する。さらに将来の空き家率から将来の居住可能人口を求め、予測人口と比較することで、コンパクトシティ政策の実現可能性を検討することを目的とする。

Key Words : LRT, CUE model, Population Increase Effect, Vacant home, Water supply

1. はじめに

高度経済成長期以降、我が国の地方都市ではモータリゼーション等を背景にスプロール化が進行してきた。少子高齢化により生産年齢人口が減少する中、一人当たりのインフラ維持費用が増大することが懸念されている。このような課題の解決のため、都市機能や人口が集約したコンパクトシティの実現を目標に掲げる地方都市が増加している。平成26年に改正された都市再生特別措置法では、都市機能や居住の集約を目指した立地適正化計画制度が創設され、平成30年4月6日時点で、183都市が立地適正化計画を作成・公表している¹⁾。

一方で、コンパクトシティ政策に関しては、理解が進んでいない部分があることが現状である。国交省はこの原因として、①多極分散型の人口分布が目標であること、②全ての人口の集約を図るものではないこと、③誘導による集約であること、に関して、市民が誤った認識を持ってしまう傾向にあることを指摘している²⁾。

その中で誘導による集約について着目すると、既にLRTが整備されている富山市では、LRT整備と沿線への居住誘導施策というインセンティブにより、沿線人口を増加させる効果があることが確認されている³⁾。コンパクトシティをスムーズに実現するためには、富山市のようにLRTの効果の一つである人口誘導効果を利用することで、LRT沿線への自発的な移住を促すことが望ましい。

しかし、居住誘導政策実施時の障壁となるのが空き家の存在である。近年我が国の空き家率は急上昇し平成25年度時点で13.5%⁴⁾となったが、それらが活用されているとは言い難い。空き家率は今後も増加を続けると予測されており、開発余地の少ない既成市街地の人口保持の妨げになる可能性が大きい。

そこで、本研究では、LRTを東西の軸としたコンパクトシティ形成を目指している宇都宮市⁵⁾を対象として、応用都市経済モデル(以下、「CUEモデル」という)を用いて、LRT開業による公共交通の利便性向上による人口保持効果を予測する。さらに、将来のLRT沿線の空き家率から将来の居住可能人口を求め比較することで、空き家活用政策の必要性を検証する。

2. 既存研究の整理と本研究の位置づけ

(1) 既存研究の整理

a) LRTの人口誘導効果に関する研究

佐々木ら⁶⁾は、宇都宮都市圏においてCUEモデルを利用し、2020年と2040年の推定人口分布をLRT導入の有無で比較した。その結果LRT沿線では、LRTが開業した場合に開業していない場合と比べ世帯数が約2%増加することが確認された。CUEモデル作成にあたっては空き家率を利用しているが、将来の空き家率は考慮されてい

い。また、坂本ら⁷⁾は、欧州諸国のLRT導入都市を対象に、LRT開業後の人口分布の変化を分析した。LRTが導入されると、LRT沿線の郊外部では人口が増加するが、中心市街地では人口が減少する傾向があることが明らかになった。この2つの研究は、LRT導入による人口誘導効果を予測、実測しているが、それが都市のストックにどのように影響を及ぼすかが明らかにされていない。

b) 空き家の将来予測に関する研究

山下ら⁸⁾は、宇都宮市を対象に、水道利用状況データを利用して、宇都宮市の将来の空き家率を予測した。その結果、近年急速に市街地が拡大したニュータウンにおいて、空き家率が增大する可能性が明らかになった。また、金子ら⁹⁾は、都道府県単位で収集可能なデータを利用して、各都道府県の空き家率をシナリオ別に分析した。人口減少が今後進む中では、着工量以上に減失量を増やすような対策を行わない限り、空き家率が増大し続けることが明らかになった。このように、将来の空き家率の予測を行う研究は存在するものの、空き家増大がもたらす負の影響についての分析は行われていない。

(2) 研究の位置づけ

このような既存研究の課題を踏まえると、本研究の意義は以下の2点に整理できる。

1点目は、空き家の増大が既成市街地のストック不足を引き起こす可能性を定量的に分析する点、2点目は、LRTによる人口誘導政策を計画している都市を対象とすることで、コンパクトシティ政策と空き家活用政策を組み合わせる必要性を評価する点である。

3. 研究の概要

(1) 研究の流れ

a) 交通流の現況再現

パーソントリップ調査等を使用し、LRT導入前の配分交通量の再現を行い、道路交通センサスで観測された実測値と比較し、妥当性を確認する。

b) 土地利用の現状把握

水道開栓データからエリア毎の空き家率を推定し、現況の居住系土地利用を再現する。

c) CUEモデルによる人口分布の予測

市民全員が立地効用に基づく立地選択を行うと仮定し、土地の需給の一致から均衡点を求め、人口分布を予測する。立地選択率に関わるトリップ費用は、LRT導入による車線減少と自動車交通量の減少から、公共交通と自動車交通の変化両面を考慮する。

d) 趨勢ケース(LRT導入なし)との比較

趨勢ケースにおいても同様に人口分布の予測を行い、

LRT導入ケースと比較する。

e) 将来の空き家率との比較

過去の空き家率の推移から人口予測年度の空き家率を予測し、メッシュ毎の居住可能人口を算出する。

(2) CUEモデルの概要

a) CUEモデルの選定理由

CUEモデルとは、土地利用交通モデルの一つである。このモデルの選定理由は、トリップ費用を交通需要予測に基づいて算出するため、LRT導入の効果を正しく反映させやすい点、立地選択モデルがマイクロ経済学に基づいており論理整合性が高い点の2点である¹⁰⁾。

b) CUEモデルの構造

本研究で使用するモデルは、山崎ら¹¹⁾のモデルのうち、家計行動と地主行動のみを対象としたものである。本研究の目的が居住人口の予測であることから、優先順位の高い家計行動を分析し、企業行動は変化しないと仮定した。図-1がモデルの全体構造である。家計は効用の最大化を、地主は利潤の最大化を目指す。解析の順序は次のようになる。

まず、現況のゾーン毎の所得やトリップ費用など、立地効用に関わる変数よりゾーン別の立地効用を求める。その上で、現況のトリップ費用と立地選択が均衡していると仮定し、立地効用と現況の立地選択率の関係を求める。次にトリップ費用の変化など、地価以外の将来の立地効用の更新を行う。最後にゾーン毎の地価を変化させ、すべての土地の需給を均衡させる。均衡したときの人口が、将来人口移動が収束した時点の人口分布となる。

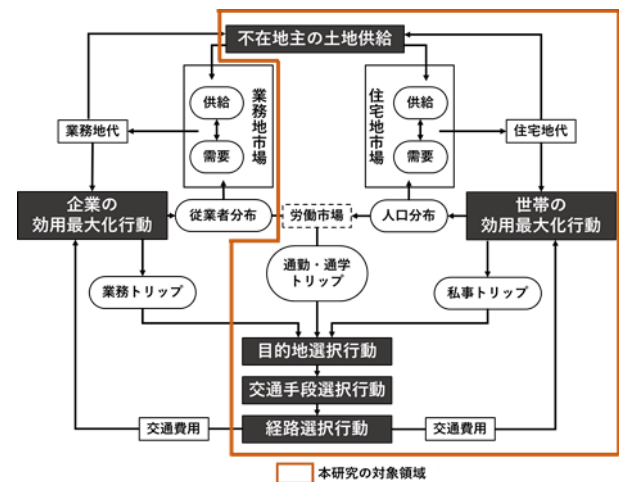


図-1 応用都市経済モデルの構造¹⁰⁾

c) 交通モデルの概要

トリップ費用の計算には発生集中交通量、分布交通量、分担交通量、配分交通量を順に推計していく四段階推定法を用いる。まずは現況の交通量を再現する。発生集中交通量、分布交通量、分担交通量は PT データを使用す

る。配分交通量は、再現した道路ネットワークを基にロードロップの利用者均衡配分を用いて推計する。これにより求められる配分交通量と、道路交通センサスで観測された断面交通量を比較し、現況再現性を確認する。通勤トリップにおいては、ピーク 1 時間の集中率を OD 別に求め、それを分布交通量に乗じることで、ピーク時の道路交通を再現する。

続いて将来交通量を、人口分布を基に計算する。発生集中交通量はメッシュ別人口増減比から求める。分布交通量は現在の分布パターンを適用する現在パターン法で計算する。分担交通量は非集計ロジットモデルを用いて予測する。配分交通量は現況と同様に利用者均衡配分を行う。LRT が開業すると、併用軌道区間では車線が減少する。その区間においては、車線減少に応じて交通容量を変化させることで、LRT 開業後による自動車トリップへの影響を予測する。

このようにして求めた OD 間の交通分担率と、リンク間の旅行時間を基に、交通機関別のトリップ費用を計算する。各トリップ費用の算出時に使用する変数を表-1 に示す。

表-1 トリップ費用の変数

説明変数	自動車	鉄道	路線バス	送迎バス	二輪	徒歩
乗車時間	○	○	○	○	○	○
費用	○	○ ^{※1}	○			
乗車待ち時間		○	○			
アクセスイグレス		○				
出入庫時間	○					○
余裕時間	○ ^{※2}					
定数項			○	○		

※1 通勤トリップでは定期代支給を考慮しゼロとした
 ※2 通勤トリップのみ遅刻回避のため適用

d) 土地利用モデルの概要

このモデルでは、地価を変化させることで家計と地主の需給の一致点を求める。

家計は所得の中から合成財、土地、私事トリップを消費する。家計の効用は次のように表される。

$$V_i^H = \max[\alpha_z \ln z_i + \alpha_a \ln a_i + \alpha_x \ln x_i^P] \quad (1)$$

$$z_i + r_i a_i + q_i^P x_i^P = I_i = wT - q_i^W \quad (2)$$

$$\alpha_z I_i = z_i, \frac{\alpha_a}{r_i} I_i = a_i, \frac{\alpha_x}{q_i^P} I_i = x_i^P \quad (3)$$

ここで、 i : メッシュを表す添え字、 V^H : 世帯の効用、 z : 合成財の消費量、 a : 土地の消費量、 x^P : 私事トリップの消費量、 $\alpha^H, \alpha^H, \alpha^H$: 分配パラメータ、 I_i : 平均所得、 r^H : 住宅地代、 q^P : 私事トリップ費用、 T : 総利用可能時間(固定)、 w : 賃金率、 q^W : 通勤トリップ費用である。

効用を最大化する消費を行うと、効用は以下のようになる。

$$V_i^H = \ln I_i - \alpha_a^H \ln r_i^H - \alpha_x^H \ln q_i^H + C \quad (4)$$

$$C = \alpha_z^H \ln \alpha_z^H + \alpha_a^H \ln \alpha_a^H + \alpha_x^H \ln \alpha_x^H \quad (5)$$

そして、立地選択率はロジットモデルで求め、立地選択率からメッシュ別人口を求めることができる。効用関数に含まれていない要素を、ゾーン毎に設定する定数項で定量化する。

$$P_i^H = \frac{\exp \theta^H (V_i^H + \tau_i^H)}{\sum_i \exp \theta^H (V_i^H + \tau_i^H)} \quad (6)$$

$$N_i = N \cdot P_i^H \quad (7)$$

ここで、 P^H : 立地選択率、 θ^H : 立地選択モデルのロジットパラメータ、 τ^H : 間接効用関数に含まれていない要因(景観、災害リスク等)、 N_i : メッシュの人口、 N : 都市全体の人口である。

メッシュ別人口から土地需要は次のようになる。

$$D_i^H = I_i^H \cdot N_i \quad (8)$$

ここで、 D^H : 家計の土地の需要、 I^H : 一人当たり土地消費量である。

一方で、地主の供給は次のように表される。

$$y_i^H = \left(1 - \frac{\sigma_i^H}{r_i^H}\right) Y_i^{H0} \quad (9)$$

ここで、 y^H : 居住用土地供給、 σ^H : パラメータ、 Y^{H0} : 供給可能面積である。

(8)式と(9)式が成り立つような地代がその時点での均衡点であり、そこからゾーン別人口が決定される。

土地利用モデルで使用する各種項目は表-2 のデータを使用する。

表-2 使用するデータ

変数	使用するデータ
r_i 地価	現況：公示地価・都道府県地価調査 将来：QJE の均衡点
y_i^H 供給面積	現況：土地利用細分メッシュと水道データより算出 将来：QJE の均衡点
Y_i^{H0} 供給可能面積	土地利用細分メッシュより算出
I_i 1人当たり土地消費量	現況：供給面積/人口 将来：現況の値を使用
σ_i^H 土地費用パラメータ	現況：土地需給関係より算出 将来：現況の値を使用
$\alpha_z, \alpha_a, \alpha_x$ 分配パラメータ	固定値
w 賃金率	所得/労働時間
T 総利用可能時間	毎月勤労統計調査年報
I_i 所得	現況：毎月勤労統計調査年報 将来：通勤トリップ費用で補正
τ_i 効用関数の定数項	現況：QJE の均衡点 将来：現況の値を使用
N 総人口	現況：国勢調査 将来：自治体の予測
N_i ゾーン別人口	現況：地域メッシュ統計 将来：QJE の均衡点

(3) 空き家推定モデルの概要

a) 空き家率の現況再現

空き家率の現況再現と将来推計は、山下ら⁸⁾の予測手法を参考とする。空き家率の推定には、水道利用状況データを使用する。水道利用状況データは、水道を利用しているあらゆる物件の住所と直近の開栓日・閉栓日が記されたデータである。既存研究と同様、閉栓から3年以上経過した物件を空き家と仮定した。そして、メッシュ内の全物件中の空き家物件の割合をそのメッシュの空き家率とし、メッシュ内の建物系土地利用面積に乗じることで、メッシュ内の空き家面積を求めた。

b) 空き家率の将来推計

将来の空き家率は、ロジスティック回帰を用いて予測する。対象地域全体の物件の閉栓年から過去の空き家率の推移を再現し、ロジスティック曲線で近似する。このようにして予測した将来の空き家率に合致するように、各メッシュの空き家率に一律に係数を乗じることで、メッシュごとの空き家率を予測する。

4. 土地利用・交通モデルの現況再現

(1) 対象地の概要

本研究では、栃木県宇都宮市を対象地とする。宇都宮市は、栃木県の中央部に位置する人口約 51 万人の市であり、これは北関東の市町村では最大である。しかし、平成 22 年の自動車分担率は 66.2%と全国平均の 58.2%より高く、同時に郊外化も進んでいる⁹⁾¹²⁾。

LRTはそのような非効率な自動車依存社会の是正や将来の公共交通を軸としたまちづくりを見据え、導入が予定されている。宇都宮駅東口から宇都宮市東部と芳賀町を結ぶ総延長 14.6km が先行整備区間に指定されており、2018 年 6 月に着工した。LRTにより工業団地等へのアクセス性が向上することが期待されている。また、LRT沿線のテクノポリスセンター地区などで公共交通志向型開発を行う。併せてバス路線の再編等を行い、持続可能な公共交通ネットワークを構築する予定である。LRTのルートを図-2に示す。

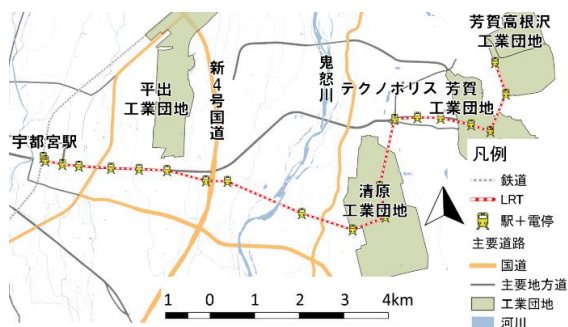


図-2 LRTのルート

(2) 現況再現とモデル構築

a) 自動車の現況再現性の確認

配分交通量解析から導いた推計値と、平成 22 年道路交通センサスの観測値を比較した結果、決定係数は 0.85 となり宇都宮市の道路ネットワークを再現することができた。

b) 現況の通勤トリップ費用

平成 26 年県央広域都市圏生活行動実態調査から求めた現況の通勤トリップ費用を図-3に示す。商業地が近い宇都宮駅付近や、工業団地が近い宇都宮市東部のトリップ費用が、宇都宮市北西部に比べて低い。

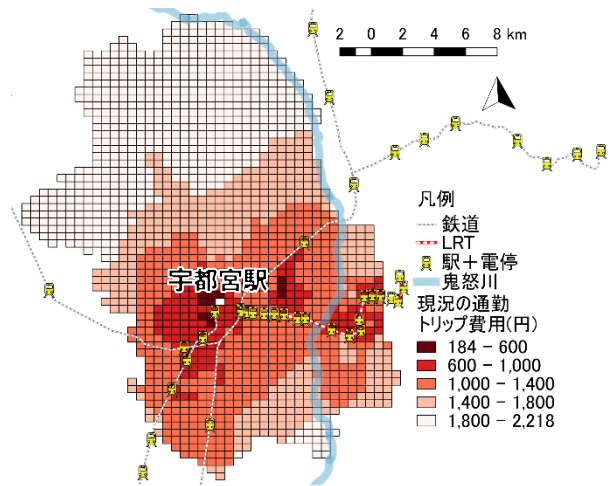


図-3 現況の通勤トリップ費用¹²⁾

c) 空き家率

現況の空き家率を図-4に示す。宇都宮駅付近は市街化から時間が経過しているため空き家率が高いが、郊外部においてもランダムに空き家が発生している。

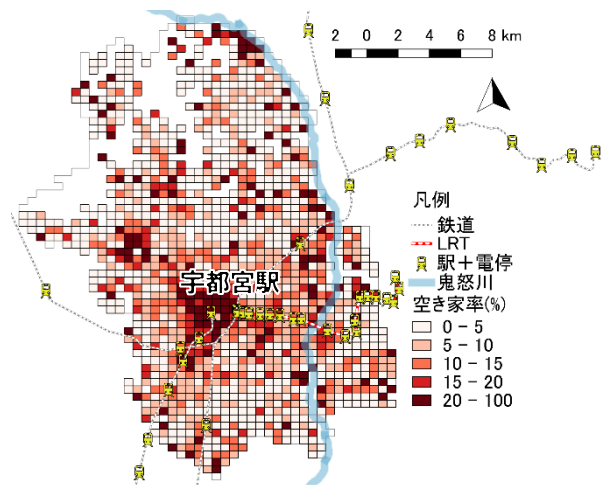


図-4 現況の空き家率

5. 土地利用・交通モデルの将来推計

(1) 想定ケースの整理

将来推計においては、2つのケースを推定する。1つ目は趨勢ケースで、自動車分担率が現況と変わらないまま発生トリップ数だけが変化する。2つ目はLRT導入ケースで、LRT導入により公共交通の利便性が向上し自動車分担率が変化する。いずれのケースもトリップ費用の予測年は2019年とし、それが人口予測の目標年度まで変化しないと仮定する。

人口分布の予測年は、宇都宮市が公表している12)将来人口の予測年度である2050年とする。CUEモデルは居住選択が均衡したときの人口分布が出力されるが、収束の時期は不明なため、2050年に人口分布が収束すると仮定した。2050年の宇都宮市の総人口は宇都宮市が設定した¹³⁾目標人口を使用する。

a) LRTの有無による通勤トリップ費用の変化

このように変化した自動車交通と公共交通の変化を踏まえ、LRT導入ケースと趨勢ケースの通勤トリップ費用を比較した。図-5に両ケースの変化率を示す。LRT電停付近のトリップ費用が減少しているのは、速達性の高いLRTが選択肢に加わったからである。鬼怒川東岸で広範囲にトリップ費用が減少しているのは、自動車からLRTへの転換が起きたことで、趨勢ケースと比べ自動車交通量が減少するからである。

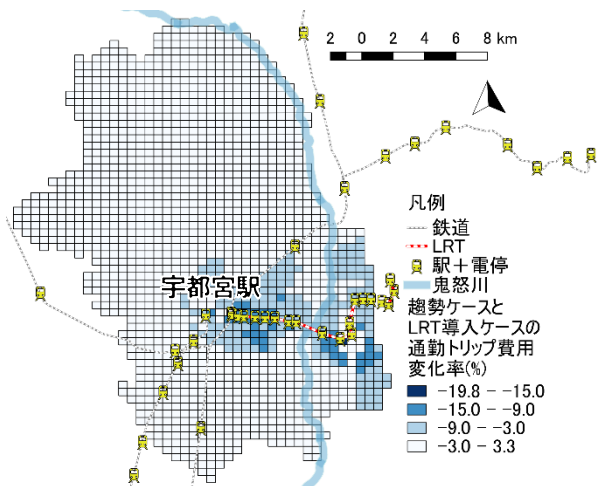


図-5 LRT開業後の通勤トリップ費用の変化

(2) 各ケースの人口分布の予測

a) 趨勢ケースとLRT導入ケースの比較

LRTが導入されずトリップ費用が変化しなかった趨勢ケースと、LRT導入ケースの収束人口の変化率⁹⁾を、図-6に示す。LRT沿線で人口増加が見られる。LRTの電停から1000m以内に着目すると、約340人の人口保持効果が見られた。鬼怒川東岸では電停から遠いメッシュでも人口増加率が高い。中心部ではトリップ費用が大きく減

少しているにもかかわらず人口増加率が低い。その理由は、既成市街地では既に土地の高度利用が進んでいることから、需要が増えても供給が増加しにくいからである。

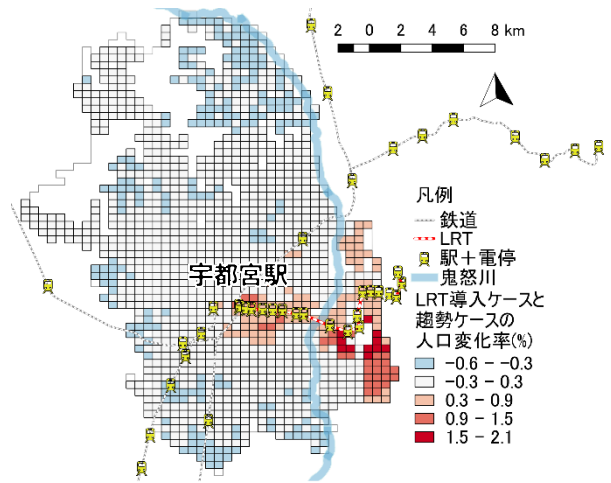


図-6 LRTの有無による収束人口の変化率

b) 将来空き家率の推計

将来空き家率の推計は、LRTの電停から1000mを対象とする。1981年からの空き家率の推移とロジスティック近似曲線を図-7に示す。2020年以降増加の勢いは緩やかになり、最大値は約17.5%となった。LRT沿線は市街化が比較的遅く、現在空き家あまり発生していないので将来の空き家率が低めに推計されたと考えられる。この近似曲線より、2050年のLRT沿線の空き家率を17.4%と設定した。

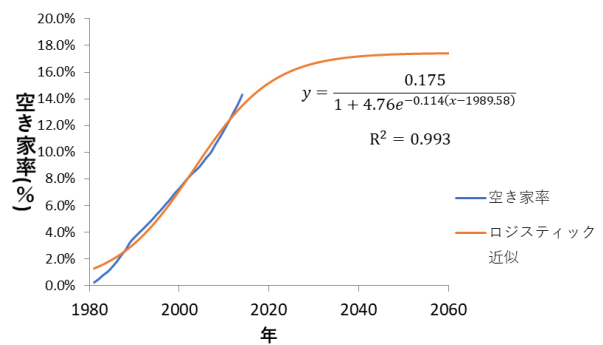


図-7 空き家率の将来予測

続いて空き家率から居住可能人口とストック不足人口を算出する。我が国における既存住宅の流通シェアは平成25年で14.7%¹⁴⁾と低く、空き家を適切に市場流通できているとは言い難い。このことから、空き家には入居できないと仮定し、2050年のメッシュ毎の最大居住可能人口を計算する。メッシュ内の利用可能面積に空き家率を乗じ、そこを利用可能面積から除外する。そうして算出した利用可能面積を現況の一人当たりの土地利用面積で割ることで最大居住可能人口を算出する。それとCUE

モデルから求めた各ケースの収束人口と比較することで、居住可能人口とストック不足人口を算出する。図-8に概念図を示す。

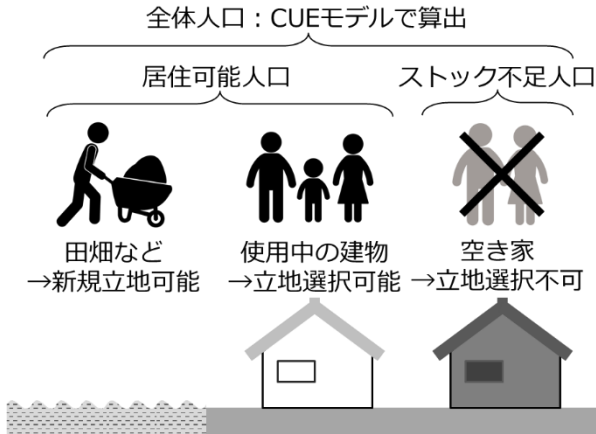


図-8 ストック不足人口の概念図

CUE モデルから算出した LRT 沿線 1000m の居住人口と、ストック不足が起きる人口を表-3に示す。LRT 導入ケースではストック不足人口が約 36%増加することが明らかになった。本研究の設定では田畑を宅地転用可能としたが、生産緑地など転換困難な田畑があることも予想される。その場合、ストック不足人口はさらに増大すると考えられる。

表 3 各ケースのストック不足人口

	趨勢ケース	LRT 導入ケース
居住可能人口(人)	53358	53588
ストック不足人口(人)	304	415

6. おわりに

LRT 導入による公共交通の利便性向上と自動車渋滞の緩和で、LRT 沿線の人口は約 0.6%増加することがわかった。しかし、空き家率が現状の傾向のまま推移すると、利用可能面積が減り、趨勢ケースでも LRT 導入ケース

でも需要を賄いきれないことも明らかになった。そのため、空き家バンクや滅失への補助金など、空き家を市場流通させる必要があると考えられる。

本研究では、空き家率の変化と居住人口の変化を独立としたが、実際には両者には相関があると考えられる。それを考慮することで、より空き家活用の必要性を正確に予想できると考えられる。今後の課題としたい。

付録

- (1) 山崎清・武藤慎一「開発・誘発交通を考慮した道路整備効果の分析」¹⁰⁾を基に筆者作成
- (2) 通勤トリップ費用は、OD毎に公共交通や自動車、自転車や徒歩などのトリップ費用を計算し、それが最小になる交通手段のトリップ費用をそのODでの通勤トリップ費用としている。
- (3) LRT導入ケースと趨勢ケースの人口の差分を趨勢ケースの人口で割った値を変化率としている。

参考文献

- 1) 国土交通省、各都市における立地適正化計画作成の主な取組、http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi_city_plan_fr_000051.html, 2018年4月
- 2) 国土交通省、コンパクトシティの形成に向けて、<http://www.mlit.go.jp/common/001083358.pdf>, 2015年3月
- 3) 鈴木一将・森本章倫・神田昌幸(2011年)、「LRT導入による沿線の土地利用変化に関する研究」、土木計画学研究・講演集, Vol.43 (CD-ROM), p.131
- 4) 総務省、平成25年住宅・土地統計調査, 2015年2月
- 5) 宇都宮市、宇都宮市立地適正化計画、http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/_res/projects/default_project_page_001/013/125/17033/utsunomiya-city-ritteki-seikakeikaku.pdf, 2017年3月
- 6) 佐々木拓哉・佐藤徹治(2016年)、「LRT整備による都市内世帯分布への長期的影響分析—栃木県宇都宮市を対象として—」、都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.715-721
- 7) 坂本壮・森本章倫・大門創(2015年)、欧州諸国における LRT 導入が人口変動に与える影響に関する一考察, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.774-779
- 8) 山下伸・森本章倫(2015年)、地方中核都市における空き家の発生パターンに関する研究, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.932-937
- 9) 金森有子・有賀敏典・松橋啓介(2015年)、空き家率の要因分析と将来推計, 都市計画論文集, Vol.50, No.3pp.1017-1024
- 10) 堤盛人・山崎清・小池淳司・瀬谷創(2012年)、「応用都市経済モデルの課題と展望」、土木計画学論文集 D3(土木計画学), Vol.68, No.4, pp.344-357
- 11) 山崎清・武藤慎一(2008年)、「開発・誘発交通を考慮した道路整備効果の分析」、運輸政策研究, Vol.11, No.2, pp.14-25
- 12) 国土交通省都市局：都市における人の動き—平成22年全国都市交通特性調査集計結果一、<http://www.mlit.go.jp/common/001032141.pdf>, 2012年8月
- 13) 宇都宮市、宇都宮市人口ビジョン、http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/_res/projects/default_project_page_001/007/652/vision.pdf, 2015年10月
- 14) 国土交通省、住宅着工統計(平成26年計), 2015年1月

(?受付)

A Study on the Population Increase Effect by Introducing LRT considering vacant home

Hidetora TOMIOKA and Akinori MORIMOTO

In the local cities of our country, increasing the burden of infrastructure maintenance expenses accompanying declining population and declining population and urban sprawl is a problem. In order to solve such problems, the number of municipalities targeting compact city is increasing. In order to realize the compact city, it is desirable for residents to voluntarily live in the aggregate area by improving public transport services, but the influence of LRT on population concentration is often unclear. Therefore, in this research, we predict the population distribution after LRT introduction using the CUE model which is one of the land use traffic models, and quantitatively grasp the population retention effect by introducing LRT. Furthermore, it aims to examine the feasibility of compact city policy by seeking future population capable of residing from the vacancy rate of the future and comparing it with predicted population.