

LRT 導入が都市空間に与える影響の 可視化に関する一考察

吉田 陽向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: h-yoshida@toki.waseda.jp

²正会員 早稲田大学教授 理工学術院 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)
E-mail: akinori@waseda.jp

我が国では人口減少社会に対応した集約型都市構造への転換が求められており、公共交通を活用したコンパクト+ネットワークが提唱されている。しかしながらその実現のための都市政策は、政策の効果をイメージしづらく、特に LRT などの新交通の導入は都市に与える影響が大きいため、市民の理解を得にくいのが現状である。そこで本稿では国土交通省が主導する「Project PLATEAU」などと連携して、都市交通政策の推計効果を視覚的に発信する仕組みを提案する。具体的には、栃木県宇都宮市に導入が予定されている LRT を対象とし、応用都市経済モデルを用いて、LRT の導入を中心とした都市政策シナリオについて都市に与える影響を定量的に評価する。その影響評価を 3D 都市空間上に投影し、その活用方策について提案する。

Key Words: *digital twin cities, smart cities, LRT, CUE model, visualization*

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期以降の都市人口の急増やモータリゼーションの進展などにより、地方都市において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なか、一人当たりインフラ維持費用の増大、住宅地の密度低下、公共交通の縮小などが懸念されている。このような課題をうけ、2012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た。2021年5月10日時点で328の団体が立地適正化計画を策定、公表しており^{注1)}、都市機能や人口を集約するコンパクト+ネットワークの実現を目標に掲げる地方都市が増加している。コンパクト+ネットワークは「国土のグランドデザイン2050」の中で提唱された地域づくりのキーワードであり、都市機能を集約したコンパクトな圏域を公共交通ネットワークで結ぶことで、人口減少化においても効率的な都市圏を形成することを目的としている。このネットワークの部分を担う公共交通として、LRT が期待されている^{注2)}。LRT とは、乗降の容易性、定時性、速達性、快適性などの面で優れた特徴を有する次世代の軌道系交通システムであり、海外都市においては389都市(2019年時

点)^{注3)}に導入されているが、我が国では富山県富山市の1事例のみにとどまっている。この理由として、青山¹⁾は1) パラダイム転換への理解不足、2) 社会的便益への認識不足と計測困難さ、3) 合意形成の難しさ、4) 整備と運営のための財源不足を挙げている。3) は、自動車やバスの利用者割合が多い地方都市において特に難しくなる。その一因として、LRT が既存の道路アセットの一部を占有することによる渋滞の懸念がある。一方で LRT の導入による自動車交通流への影響が軽微なことは大賀ら²⁾の研究などで明らかにされており、こうした都市政策の影響分析について、一般市民の理解を促す機会やツールの必要性が浮き彫りになっている。

ところで近年、都市計画分野での DX 推進の動きが活発化している。2021年には、デジタル田園都市国家構想実現会議にて、デジタル田園都市国家構想の中で今後中長期的に取り組んでいくべき施策の全体像として、1) デジタル基盤の整備、2) デジタル人材の育成・確保、3) デジタル実装による地方の課題解決、4) 誰一人取り残されないための取組の4つの柱が据えられた。国土交通省の主導する「Project PLATEAU」(以下、PLATEAU)では2020年から3D都市モデルをオープンデータとして公開しており、Web上で誰もが自由に都市空

間のデータを得ることが可能である^{注4)}。こうした潮流において、今まで理解が得られにくかった都市政策について、その影響予測や効果を簡便に理解する機会やツールの議論を行う必要がある。

そこで本稿では、栃木県宇都宮市を対象として、LRTの導入を軸とした複数の都市政策シナリオについて、応用都市経済モデル（以下、CUEM）を用いた政策評価を行う。その結果を Project PLATEAU にて視覚的に表現することで、都市政策の影響評価の可視化について、活用方策や課題の整理を行う。

2. 都市計画における可視化の現状

ここでは、日本国内における都市計画の可視化プロジェクトについて代表的なものをまとめる。

(1) Project PLATEAU

PLATEAU は、国土交通省が進める 3D 都市モデル整備・活用・オープンデータ化事業であり、2022年9月現在で全国 56 都市の 3D 都市モデルの整備が完了している。3D 都市モデルとは、現実の都市に存在する建築物や道路などの 3次元形状と意味情報を含有する地理空間データであり、国土交通省都市局によって標準データモデルが定められている。整備されたデータは一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会が運用する G空間情報センターにてオープンデータとして公開されている。

また民間事業者と連携してユースケースの開発が進められており、2022年9月現在、PLATEAUのHP上にて46件のユースケースが紹介されている^{注4)}。中でも都市政策への活用事例として、都市 OS と連携した都市政策シミュレーション（香川県高松市）や、都市構造シミュレーション（栃木県宇都宮市）がある。

(2) 都市構造可視化計画

日本都市計画学会都市構造評価特別委員会と、福岡県、国立研究開発法人建築研究所は HP 上にて都市構造可視化計画ウェブサイト^{注5)}を共同で公開している。ここでは国勢調査や事業所・企業統計など、一般に公開されているメッシュデータを Google Earth Pro を用いて地図上に表示している。

2021年には、同基盤を活用した高校地理教育用教材として「地域見える化 GIS ジオグラフ」^{注6)}を公開しており、高校の地理総合の授業などでの活用が見込まれている。

(3) その他の既往研究

柴田ら³⁾は GIS をベースとした将来シミュレーションについて、都市の長期ビジョンを住民参加型で検討する

場合において、現世代の意思決定が将来世代に及ぼす影響について、比較的容易に理解する手法の一つとして有益であるとしている。

3. 都市政策評価モデルの概要

(1) 応用都市経済モデルの概要

CUEM とは、土地利用交通モデルの一つである。トリップ費用が交通需要予測に基づいて算出されるため、都市内交通の導入効果を正しく反映させやすい点、立地選択モデルがミクロ経済学に基づいており論理整合性が高い点が特徴である。CUEMを用いてLRTの導入効果の推計を行ったものとして吉田・森本⁴⁾の研究がある。本稿では吉田・森本の研究を基にモデルを構築し、都市政策の評価を行う。図-1 にモデルの全体構造を示す。モデルの主な前提条件は以下の通りである。

- 各ゾーンにおける同一用途内は均質である。
- 対象地域の総人口は外生的に与えられ、地域外との交流はない（閉鎖都市）と仮定する。
- 家計は効用最大化に従って立地選択を行い、建物開発者と地主は利潤最大化に従って行動する。

(2) 応用都市経済モデルの構造

(a) 交通市場モデル

村上ら⁵⁾の用いた手法と同様に、四段階推定法を用いてゾーンごとのトリップ費用を求める。

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、分担交通量は宇都宮都市圏 PT データを使用し、配分交通量は再現した道路ネットワークを基にワードロップの利用者均衡配分を用いて推計する。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、

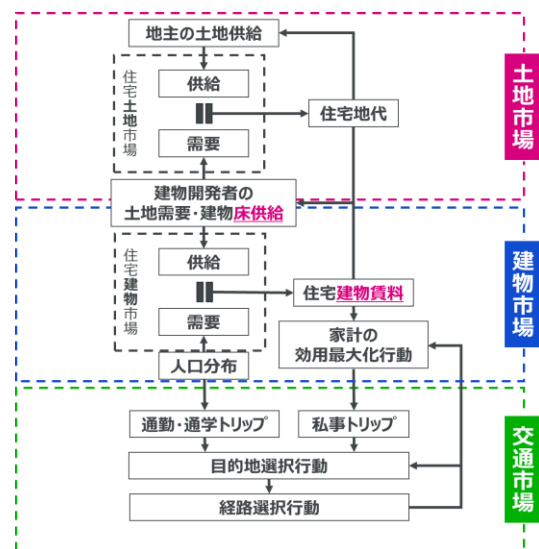


図-1 応用都市経済モデルの構造

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。

次に人口分布を基にして将来交通量を推計する。発生集中交通量はメッシュ別の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利用者均衡配分を行う。LRT 開業に伴う車線減少区間では、交通容量を変化させる。

以上の 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算出する。

(b) 土地・建物市場モデル

ここでは、地価と賃料を変化させることで家計と開発者、開発者と地主の需給の一致点を求める。

家計はゾーンの代表的一人を仮定し、所得制約の下で自身の効用を最大化するように合成財、建物床面積、私事トリップを消費し、その効用値に基づいて居住地選択を行う。効用を最大化したときの効用関数 V_i は式(1)のように表される。

$$V_i = \ln I_i - \alpha_a \ln R_i - \alpha_x \ln q_i^p + C \quad (1)$$

$$C = \alpha_z \ln \alpha_z + \alpha_a \ln \alpha_a + \alpha_x \ln \alpha_x \quad (2)$$

i : メッシュを表す添え字, $\alpha_z, \alpha_a, \alpha_x$: 消費の分配パラメータ, I_i : 平均所得, R_i : 住宅建物賃料, q_i^p : 私事トリップ費用

効用関数に含まれていない、住環境や地域的要因などのゾーン固有の指標 τ_i を加えた立地魅力度から、ロジットモデルによってゾーン i の立地選択確率 P_i は式(3)のように求まる。

$$P_i = \frac{\exp(\theta(V_i + \tau_i))}{\sum_i \exp(\theta(V_i + \tau_i))} \quad (3)$$

θ : 立地選択モデルのロジットパラメータ

これに将来都市総人口 N に乗じることで、ゾーン i の将来人口 N_i が求められる(式(4))。またゾーン i の住宅建物床需要量 D_i はこれに一人当たり建物床面積消費量 A_i を乗じた量である(式(5))。

$$N_i = N \cdot P_i \quad (4)$$

$$D_i = A_i \cdot N_i \quad (5)$$

開発者行動については、堤ら⁹⁾と同様に開発者の静学的行動モデルを用いる。開発者は各ゾーンに一人ずつ存在すると仮定し、建物市場において家計、地主とそれぞれ取引を行う。資本と土地を生産要素財とし、容積率規制内で建物生産による利潤を最大にすると仮定する。建物の除去、耐久性、最適開発時点などの動学的な要素は考慮しない。このとき、利潤を最大化する建物床供給関数 Q_i と土地需要関数 L_i は式(6)、(7)で表される。

$$Q_i = \phi_1 \cdot R_i^{\frac{a+b}{1-a-b}} \cdot r_i^{-\frac{a}{1-a-b}} \quad (6)$$

$$L_i = \phi_2 \cdot R_i^{\frac{1}{1-a-b}} \cdot r_i^{-\frac{1-b}{1-a-b}} \quad (7)$$

r_i : 土地地代, a, b, ϕ_1, ϕ_2 : パラメータ (ただし, $0 < a + b < 1$)

ただし、 Q_i が指定容積率による制限を超える場合、開発者の建物床供給関数、土地需要関数は式(8)、式(9)のようになる。

$$Q_i = \bar{Q}_i \quad (8)$$

$$L_i = \frac{\bar{Q}_i}{\mu_i} \quad (9)$$

ここで、 \bar{Q}_i : 指定容積率から算出される限界可能建物床面積, μ_i : 指定容積率である。

不在地主は各ゾーンに一人ずつ存在し、開発者に対して利用可能な土地を提供することで、地代収入を得る。利潤を最大化する地主の土地供給行動は式(10)のように表される。

$$y_i = \left(1 - \frac{\sigma_i}{r_i}\right) Y_i^0 \quad (10)$$

ここで、 y_i : 土地供給面積, Y_i^0 : 供給可能な土地面積, σ_i : パラメータである。

本モデルでは、立地、土地市場、建物市場のそれぞれの均衡を考える。立地均衡が成立している状態とは、パレート最適の状態であり、家計が居住地選択を変更しても効用を向上させることができない状態である。土地市場と建物市場の均衡条件は、全てのゾーンで開発者の土地需要(式(7))と地主の土地供給量(式(10))、及び家計の建物床需要(式(5))と開発者の建物床供給(式(6))が合致することである。

(3) シナリオ評価指標の概要

Newman・Kenworthy^{注7)}は持続可能な都市について、環境、経済、社会の3つの構成要素(Triple Bottom Line: TBL)が重要であるとしている。LRTを都市に導入する主目的は、持続可能な都市の実現であるため、TBLを用いて評価を行うことが望ましい。本稿ではCUEMの将来推計結果を用いて、TBLの観点からシナリオを評価する。以下に本稿で考慮する評価指標について示す。

(a) LRT 沿線居住人口

社会面からはLRTの人口誘導効果を考慮し、LRT沿線1km圏内に居住する人口を評価する。1kmとは国土交通省などで用いられている駅勢圏の半径であり、この地域に居住している人々はLRTの電停までに徒歩でも無理なく向かうことが可能である。

(b) 固定資産税

経済面からは固定資産税を評価する。固定資産税が人口の集積に伴う都市構造の変化に直接影響を受けやすいことは森本⁷⁾の分析で明らかにされている。

CUEモデルによって得られた地価分布を基に、垂水ら⁸⁾

の式(11)を用いて土地の固定資産税を推計する。

$$\Delta Pt = \Delta(r_i^H / ir \times y_i) \times 0.7 \times 1/6 \times 0.014 \quad (11)$$

ir : 社会的利子率 (4%)

(c) 自動車通勤による CO₂ 排出量

環境面からは LRT の導入によって自動車の利用率が下がることが期待されていることから、自動車通勤による CO₂ 排出量に着目する。あるゾーン i における CO₂ 排出量はゾーン i 発のトリップ長と二酸化炭素排出係数の積で推計する。二酸化炭素排出係数は大城ら⁹⁾を参考にして 167.6 [g-CO₂/km]を用いる。

4. 都市政策シナリオの概要

(1) 対象地の概要

本稿では栃木県宇都宮市の市街化区域を対象に、用途地域が工業専用地域である地域を除いた 458 個の 500m メッシュ (図-2) を用いて分析した。宇都宮市では、2023 年に開業予定である LRT を東西の基幹交通として公共交通沿線に拠点を整備し、その周辺に人口を集約させるネットワーク型コンパクトシティを目標とした立地適正化計画が策定されている^{注8)}。この計画では、公共交通空白地域の解消を目的として、LRT 開業とともにバスネットワークの再編が予定されている。また、市街化区域内に居住誘導区域を設定し、財政施策などの居住誘導施策を行なっている。しかし市街化区域内は既成市街地が広がっており、新たに居住目的で開発することが可能な土地は少ない。ただ、実際の住居用建物の容積率は指定容積率に満たないゾーンが多く、再開発などによる土地の高度利用の余地は未だ残されている。

(2) 都市政策シナリオの設定

本稿ではいくつかの都市政策シナリオを設定し、宇都

宮市が策定する立地適正化計画の目標年次である 2050 年^{注8)}を収束年として将来推計を行う。

まず LRT が開通しなかった場合を「LRT 導入なしシナリオ」として将来推計を行い、他のシナリオとの比較に用いる。「LRT 導入シナリオ」では、2023 年に芳賀・宇都宮で開業予定の LRT が運行されることによるトリップ費用の減少を考慮する。「交通体系再編シナリオ」では、LRT の開通に加えて宇都宮市の立地適正化計画にて予定されている市内のバスネットワークの再編によるトリップ費用の減少を考慮する。また居住誘導施策として、宇都宮市で実施されている「ようこそ宇都宮へフレッシュマン・若年夫婦・子育て世帯等家賃補助制度」と、既に LRT が導入されている富山県富山市にて実施されている「まちなか住宅家賃助成事業」を参考にシナリオを設定する。前者は居住誘導地域への移住に最大 6 万円の家賃補助を行っており、後者は特定の地区への転入に対して最大で 1 万円/年 (補助期間 3 年) の家賃補助を行なっている。それぞれのシナリオで給付金を助成する範囲を図-3 に示す。CUE モデルでは家計の所得 I_i に助成金を加えることで反映する。

(3) 使用するデータ

対象地域において居住用途で使用されている土地面積と建物床面積は都市計画基礎調査のデータを 500m メッシュごとに集計することで求めた。

また CUE モデルにおける土地開発者及び地主の行動に関する各種パラメータは現況を再現するようにキャリブレーションによって求めた。

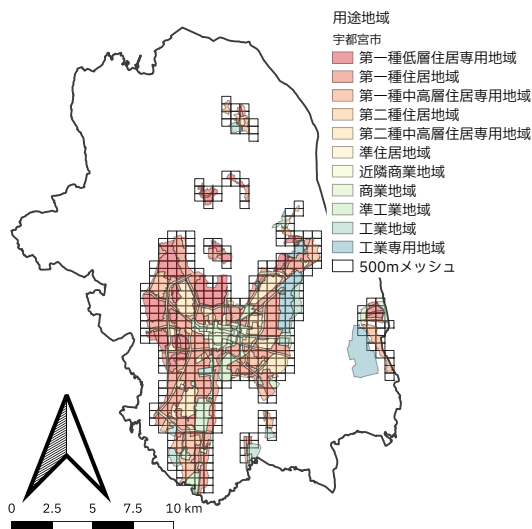


図-2 対象圏域及びゾーン区分

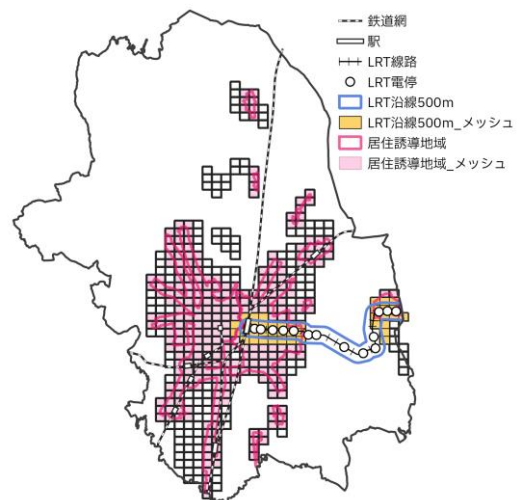


図-3 シナリオの対象範囲

表-1 シナリオ別の将来推計の結果（差：LRT 導入なしシナリオ）

| | 都市政策シナリオ | | | |
|---------------------|----------|--------|---------|-----------|
| | LRT 導入 | 交通体系再編 | 居住誘導補助金 | LRT 周辺補助金 |
| LRT 沿線居住人口 [人] | 422 | 427 | 426 | 522 |
| 固定資産税増収額 [千円] | 1,140 | 1,171 | 1,301 | 1,226 |
| CO2 排出削減量 [t-CO2/日] | 10.768 | 10.768 | 10.771 | 10.774 |

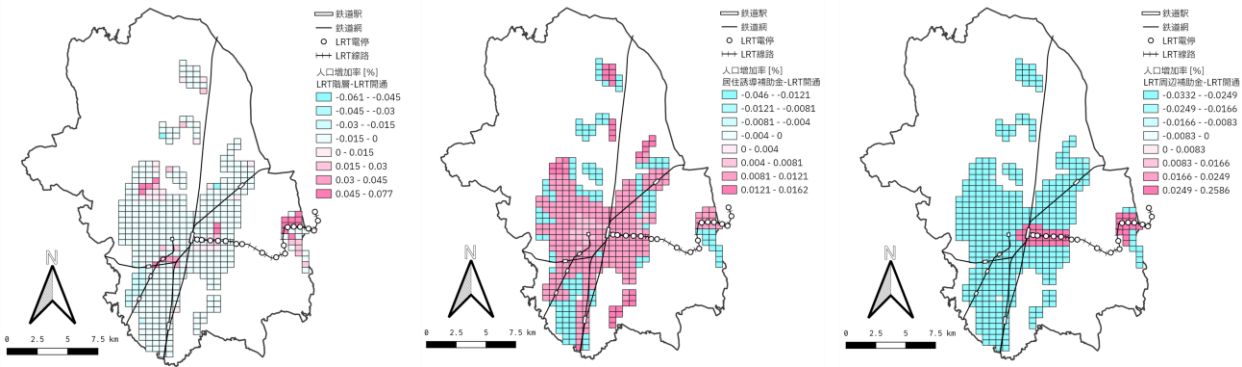


図-4 2D-GIS データによる各シナリオの比較の例（LRT 導入シナリオと比較した人口増加率）

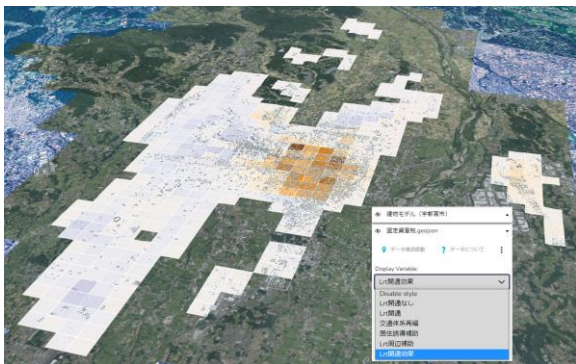


図-5 PLATEAU を用いた都市政策の影響の可視化

5. 都市政策の影響の可視化

(1) 都市政策シナリオの評価

表-1 に 4 章にて設定した都市政策シナリオについて、各評価指標ごとに「LRT 導入なしシナリオ」との差を算出した結果を示す。この表から、「LRT 導入シナリオ」では「LRT 導入なしシナリオ」に対して各評価指標において正の効果があることや、LRT の開通に加えて居住誘導地域への補助金を給付することによって、固定資産税の更なる増収が見込めることが示された。このように、都市政策シナリオごとの影響について、複数の評価項目を提示することで、都市政策の導入検討などの将来像の検討において、定量的に理解することを可能にしている。TBL の観点から持続可能な都市の実現を目指す上でも、こうした包括的な評価モデルは有用である。

(2) シナリオ評価の可視化における課題

一方で、表-1 のように、数字の列挙に留まった影響

評価の提示には、実際の都市との関連がイメージしづらいという課題がある。例として、特定の地域では人口は増加するが、他の地域では減少するといったような、地域ごとの影響の違いを把握することが困難である点が挙げられる。従来の手法として、図-4 のような GIS をベースとした 2D の画像データ (2D-GIS データ) による可視化がある。図-4 は LRT の開通に加えて都市政策を実施した場合の居住人口の増減について、各シナリオごとに LRT 導入シナリオに対する比率をとった図である。この手法の課題として、都市政策シナリオや評価指標が増加した場合には比較が難しくなる。例えば、住民説明会やワークショップにおいては、参加者が求める政策内容や評価指標は多岐にわたる。これらの要求に対して、事前に都市政策シナリオと評価指標の全ての組み合わせについて 2D-GIS データを用意することは現実的でない。また 2D-GIS データでは、俯瞰的な特徴を捉えることには向いているが、こういった場所で人口や固定資産税が増加しているのかなどといった、地理的データや構造物と紐づいた狭域的な理解を得るには不向きである。

(3) PLATEAU を活用した可視化の検討

先述の課題に対して、PLATEAU の活用は一つの解決策となり得る。PLATEAU では CityGML や GeoJSON といった GIS データを HP 上で反映させることが可能である。なお PLATEAU のソースコードも公開されているため、自治体など利用機関ごとに独自のプラットフォームを構築することも可能である。宇都宮市の 3D 都市モデルと LRT 開通シナリオにおける固定資産税増加額を PLATEAU 上で重ねた様子を図-5 に示す。PLATEAU で

は設定によって GIS データに紐づいたパラメータを対話的に変更することが可能であり、プルダウンを用いることでシナリオを変えて比較を行うことが可能である。こうした対話的なパラメータの変更は、従来の受働的な政策説明に比べて、参加者の理解が得やすくなることが期待される。

(4) 政策評価への応用

本稿で提案した PLATEAU を活用した政策評価の検討は、都市政策の事前評価だけでなく、事後評価にも活かすことが可能である。図-6 に示すように、政策の施行前は、研究機関と行政が用意した都市アセットに政策の影響評価分析の結果を重ね合わせ、一般に提供する。PLATEAU は一般に公開されているため、市民と行政の間で活発な意見交換が行われることが期待される。政策の施行後も、自治体が継続的な観測データを提供することで、政策の事前評価と事後評価を見比べることができ、政策の修正や、今後の政策提案の改善に繋げることが見込める。

また、こうした政策評価の仕組みを汎用的に普及させるためには、包括的な政策評価モデルの存在が不可欠である。本稿で用いた CUEM では、LRT の開通のような鉄道計画や居住誘導施策といった都市計画に加え、道路計画など様々な施策を入力することが可能である。また、経済・社会・環境といった横断的な指標の出力にも対応

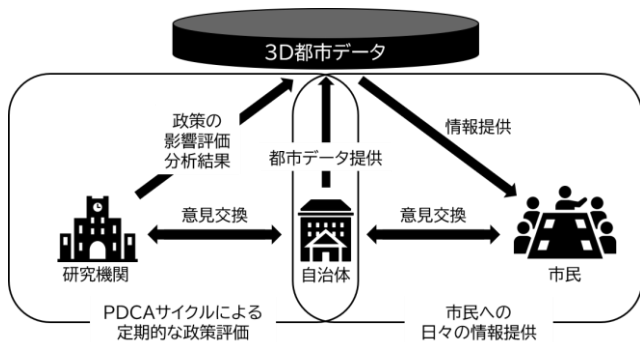


図-7 3D都市データを中心とした政策評価の概念

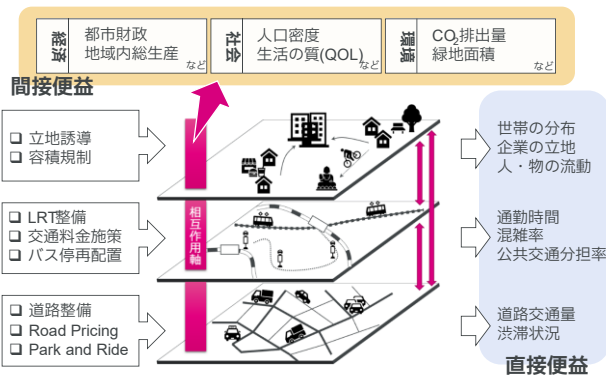


図-8 包括型政策評価システムの概要

しており、こうした都市・国土の空間構造について土地利用や交通の観点から複数の横断的な評価が可能なモデル(図-7)の必要性については以前より指摘されている³⁾。

一方で本稿で検討した都市政策の可視化について課題も山積している。その一つはオープンデータの普及率である。本稿で用いた PLATEAU の 3D 都市モデルは 56 都市(2022年9月時点)に留まっている。本稿の分析においても、本来は LRT の開通が予定されている栃木県宇都宮市・芳賀町の両市町のデータを用いた分析を行うべきだが、データの制約から行われていない。また、3D 都市モデルの利点を活かしてきれていない点も課題である。3D 都市モデルは既存の 3 次元データとは異なり、建築物の用途や建築年といった意味情報を保持することができる点で特徴がある^{注9)}。しかし本稿の分析においては、メッシュごとの影響評価を行ったため、既存の 3 次元データとの差異化が行われていない。今後は 3D 都市モデルに紐づけられた意味情報を活用した政策評価モデルの開発を行う必要がある。

6. おわりに

本稿では、LRT の導入を基軸とした都市政策について、その影響評価を PLATEAU 上で可視化することで、既存の政策評価と比べて、より直感的な理解を得る可能性について検討した。特に対話的な可視化を行うことで、まちづくりへの主体的な参加に繋がることを期待される。宇都宮市を対象として、国土数値情報など多くの自治体で整備されている既存情報や、PLATEAU で配布されているオープンデータを用いることで、汎用的な都市の将来像の検討手法として提案できる。その際には、本稿においては TBL に基づいて政策の評価を行ったように、単一面ではなく包括的な評価を行う必要がある。

今後は本稿で行った政策評価について、3D 都市空間への可視化が従来の可視化と比べて直感的な理解に繋がるのか、また、まちづくりへの参加意欲が増すのかについてアンケートを通して把握していく予定である。

NOTES

注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、https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi_city_plan_fr_000051.html、(閲覧日 2021年7月20日)。

注2) 国土交通省：LRT等の都市交通整備のまちづくりへの効果、<https://www.mlit.go.jp/common/000139693.pdf>、(閲覧日 2021年7月20日)。

注3) UITP: THE GLOBAL TRAM AND LIGHT RAIL LANDSCAPE, <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020>

/09/Statistics-Brief-World-LRT_web.pdf, (2021/11/8).

- 注4) 国土交通省：PLATEAU, <https://www.mlit.go.jp/plateau/>, (閲覧日 2022 年 9 月 20 日) .
- 注5) 福岡県, 国立研究開発法人建築研究所, 日本都市計画学会都市構造評価特別委員会：都市構造可視化計画 Web サイト, <https://mieruka.city/>, (閲覧日 2022 年 9 月 10 日) .
- 注6) 帝国書院, 都市構造可視化推進機構：地域見える化 GIS ジオグラフ, <https://www.geograph.teikokushoin.co.jp/>, (閲覧日 2022 年 9 月 10 日) .
- 注7) Newman, P. and Kenworthy, J., *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*, Island Press, p. 4, 1999.
- 注8) 宇都宮市：宇都宮市立地適正化計画|宇都宮市公式 Web サイト, <https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machizukuri/1014948/1009282.html>, (閲覧日 2021 年 7 月 20 日) .
- 注9) 国土交通省：大都市圏整備：都市空間情報デジタル基盤構築支援事業 (PLATEAU 補助制度) ポータル, https://www.mlit.go.jp/toshi/daisei/plateau_hojo.html, (閲覧日 2022 年 9 月 10 日) .

REFERENCES

- 1) 青山吉隆：LRT 導入の課題と展望, 国際交通安全学会誌, Vol. 34, No. 2, pp. 130–134, 2009. [Aoyama, Y.: Introduction of LRT into Japan: problems and prospect, *IATSS Review*, Vol. 34, Issue 2, pp. 130-134, 2009.]
- 2) 大賀惇平, 森本章倫, 大門創：道路容量の減少からみた構想段階における LRT 導入検討の簡便な枠組みに関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 73, No. 5, p. I_783-I_790, 2017. [Oga, J., Morimoto, A. and Daimon, H.: A simple framework for decision making at conceptual phase of introducing light rail transit from a view point of road capacity decreases, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Vol. 73, Issue 5, p.I_783-I_790, 2017.]
- 3) 柴田裕希, 伊藤夏生, 林希一郎, 杉田暁：持続可能性アセスメントにおける情報技術の応用がもたらすコミュニケーション—都市の長期政策への適用と地熱開発の合意形成への応用の検討—, 環境科学会誌, Vol. 32, No. 2, pp. 75–82, 2019. [Shibata, Y., Ito, N., Hayashi, K. and Sugita, S.: Communication enhancement by application of information technology to sustainability assessment—a case of long-term land use planning and consensus building for geothermal development—, *Environmental Science*, Vol. 32, Issue 2, pp. 75-82, 2019.]
- 4) 吉田陽向, 森本章倫：LRT 導入における CUE モデルを用いたシナリオ分析に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 57, No. 3, 2022. (印刷中) [Yoshida, H. and Morimoto, A.: Study on scenarios analysis by introducing LRT using CUE model, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, Vol. 57, Issue 3, 2022.(in press)]
- 5) 村上僚祐, 大窪智博, 森本章倫：次世代公共交通を含む交通体系の再編が都市財政に及ぼす影響に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol. 63, 2021. [Murakami, R., Okubo, T. and Morimoto, A.: A study on the financial effects of the reorganization of transportation system including next-generation transportation, *Infrastructure Planning Review*, Vol. 63, 2021.]
- 6) 堤盛人, 宮城卓也, 山崎清：建物市場を考慮した応用都市経済モデルの可能性, 土木学会論文集 D3, Vol. 68, No. 4, pp. 333–343, 2012. [Tsutsumi, M., Miyagi, T. and Yamasaki, K.: Potential of computable urban economic model formalizing building market, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Vol. 68, Issue 4, pp 333-343, 2012.]
- 7) 森本章倫：都市のコンパクト化が財政及び環境に与える影響に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 46, No. 3, pp. 739–744, 2011. [Morimoto, A.: The effect of shrinking city on local government finance and global environment, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, Vol. 46, Issue 3, pp 739-744, 2011.]
- 8) 垂水佑二, 森岡拓郎：新幹線と高速道路の整備が地域の固定資産税等に与える影響, 都市住宅学, Vol. 2018, No. 102, pp. 107-112, 2018. [Tarumi, Y. and Morioka, T.: Influence of extending Shinkansen and Expressway network on local economy, particularly on fixed asset tax revenues, *Urban Housing Sciences*, Vol. 2018, Issue 102, pp. 107-112, 2018.]
- 9) 大城温, 松下雅行, 並河良治：自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, Vol. 43, No. 11, pp. 50-55, 2001. [Oshiro, N., Matsushita, M., Namikawa, Y. and Ohnishi, H.: Fuel Consumption Rate And Carbon Dioxide Emission Coefficient When Driving Vehicles, *Civil Engineering Journal*, Vol. 43, Issue 11, pp. 50-55, 2001.]

(Received July 22, 2022)
(Accepted August 29, 2022)

A STUDY ON VISUALIZATION OF THE IMPACT OF LRT INTRODUCTION ON URBAN SPACE

Hinata YOSHIDA, Akinori MORIMOTO

In Japan, there is a need to shift to a more intensive urban structure to cope with a society with a declining population, and “compact + network” utilizing public transportation has been proposed. However, it is difficult to visualize the effects of urban policies to realize such a shift, and in particular, the introduction of new transportation systems, such as LRT, has a large impact on cities, making it difficult to gain the understanding of citizens. Therefore, this paper proposes a mechanism to visually communicate the estimated effects of urban transportation policies in cooperation with "Project PLATEAU" led by the MLIT. Specifically, we target the LRT, which is scheduled to be introduced in Utsunomiya City, and quantitatively evaluate the impact on the city of urban policy scenarios centered on the introduction of the LRT using an applied urban economic model. The impact assessment is projected onto a 3D urban space, and measures for its utilization are proposed.