

立地シミュレーションとまちづくりDX ～3D都市モデルを用いたユースケースより～

Urban Simulation and Urban Digital Transformation - from a Use Case Using a 3D City Model

磯野昂士¹ 石井良治² 高橋 慧³ 富岡秀虎⁴ 高 宇涵⁵ 松井 浩⁶ 原田知可子⁷
雨森恵理子⁸ 石神孝裕⁹

By Koshi ISONO, Ryoji ISHII, Kei TAKAHASHI, Hidetora TOMIOKA, Yuhan GAO, Hiroshi MATSUI, Chikako HARADA,
Eriko AMAMORI, and Takahiro ISHIGAMI

1 はじめに

人口減少・少子高齢化、コロナ禍を契機としたライフスタイルの変化、well-being向上への要請の高まり等の課題に対して、都市中心部における居住や都市機能の集約・確保だけでなく、ポストコロナの多様な暮らし方・働き方を支える人間中心のコンパクトなまちづくりの実現が求められている¹⁾。また、そのようなまちづくりを実現するためのプロセスも変化しており、行政が主導して施設や市街地を整備するだけでなく、公民等の多様な主体が連携し、エリアのビジョン(将来像)を構築・共有し進めていく新たなプロセスが求められる場面が増えている(例えば²⁾)。さらに、まちづくりの各フェーズにおいてデータを取り入れて科学的な政策立案を行う「データ駆動型」の取り組みも重要になっており³⁾、データを活用し定量的な根拠に基づいて、関係者でビジョンを共有しながらまちづくりを推進していくことが今後より求められていくと言える。

しかし、立地適正化計画における居住誘導や都市機能誘導等のまちづくり施策の効果は短期的には見えづらく、また長期的な影響を把握することも難しい。このため、立地適正化計画を含めた各種施策のwith/withoutにより、人口分布や建物配置等の都市構造がどのように変化するかを推計できる立地シミュレーションには期待が高いと考えられる。ただし、このような立地シミュレーションは研究ベースでは手法の蓄積があるものの、技術的なハードルとインプットとなるデータ整備の大変さから、実務における活用が進んでいるとは言えない状況である。

他方、近年は新たなデータが続々と登場しており、オープン化も進められている。都市に関するデータで代表的なものの1つが、国土交通省が主導する3D都市モデル整備・活用・オープンデータ化プロジェクト「PLATEAU」⁴⁾であり、2023年4月現在、約130都

市において整備されている。3D都市モデルには標準製品仕様書が定められており、各都市のデータは共通のフォーマットで整備され、オープン化されているため、この3D都市モデルを活用した立地シミュレーションを開発することで、各都市におけるシミュレーション開発やインプットデータ整備を簡略化できる。

以上の認識のもと、本稿では、3D都市モデルを活用し、コンパクトシティ等の短期的に成果が見えにくいまちづくり施策が都市構造に与える影響をわかりやすく可視化する立地シミュレーションを開発し、宇都宮市に適用してケーススタディを行い、都市構造のビジョンや施策の効果を共有する上での有用性を検証した結果について報告する。

なお、本稿の内容は、国土交通省都市局都市政策課から当研究所及び国際航業株式会社が受託した業務成果をもとに作成したものである。

2 立地シミュレーションの活用イメージ

立地シミュレーションのまちづくりでの活用場面を想定した上で、シミュレーションの対象となる施策、アウトプット、その他シミュレーションに求められる要件等について整理する。

(1) まちづくりでの活用場面

活用場面として次に述べる三点を想定する。

a) 施策の効果の把握

施策を実施した場合に将来の都市構造や各種指標にどのような影響があるのかを把握するため、施策を実施した場合と実施しなかった場合の2つの計算ケースを設定し、それぞれについて立地シミュレーションを実行して結果を比較する。例えば、LRTが開業した場合と開業しなかった場合、あるいは居住誘導施策を実

¹都市地域・環境部門 研究員 ²データサイエンス室 ITマネジャー ³データサイエンス室 研究員 博士(理学) ⁴早稲田大学 ⁵データサイエンス室 研究員 博士(工学)
⁶データサイエンス室 研究員 ⁷都市地域・環境部門 主任研究員 ⁸都市地域・環境部門 主任情報員 ⁹都市地域・環境部門 部門長兼グループマネジャー 博士(工学)

施した場合と実施しなかった場合、等の計算ケースを設定し、各計算ケースで別々に立地シミュレーションを実行して結果を比較する。これにより、LRTや居住誘導施策などによる地価の上昇、人口の増加、土地利用の高度化等の効果を把握する。

b) 代替案の比較

異なる施策の効果を比較するため、2つの計算ケースを設定し、それぞれについて立地シミュレーションを実行して結果を比較する。例えば、LRTが開業した場合と居住誘導区域を実施した場合の計算ケース同士を比較することで、どちらがより都市機能誘導区域の地価を上昇させるか、等を比較する。

c) 関係者や住民との共有

先述のa) b) で実行したシミュレーション結果について、都市構造の違いや指標の違いを分かりやすく可視化して、関係者や住民と共有する。例えば、施策を何も実施しない場合、LRTが開業した場合、居住誘導施策を実施した場合の3つの計算ケースを設定する。各計算ケースについて将来の都市構造を3Dで可視化し、互いの計算ケース間の都市構造の違いが分かるよう差分を色づけして示す。各計算ケースの指標についてはグラフにして示す。このような可視化により、行政の同一課内での議論や、他部署との議論、住民とのワークショップにおいて、施策の効果や目指すべき都市構造のビジョンの具体的なイメージの議論や共有をしやすいとする。

立地シミュレーションにより実現される業務フローとしては、まず行政職員や、行政から委託を受けたコンサルタントが、立地シミュレーションを活用して様々な施策についてそのwith/withoutのケースを設定してシミュレーションを実行・可視化する。次に、その出力結果について、行政の担当部署内や、関連する庁内他分野の部署、時には住民を交えて、将来時点の都市構造や多様な指標についてその差異を比較することを想定する(図-1)。

(2) 対象となる施策

施策としては、都市機能の誘導、施設の誘致・整備、容積率の緩和、用途制限の緩和、等の立地適正化計画に係る施策、LRT整備やバス路線再編、料金施策等の

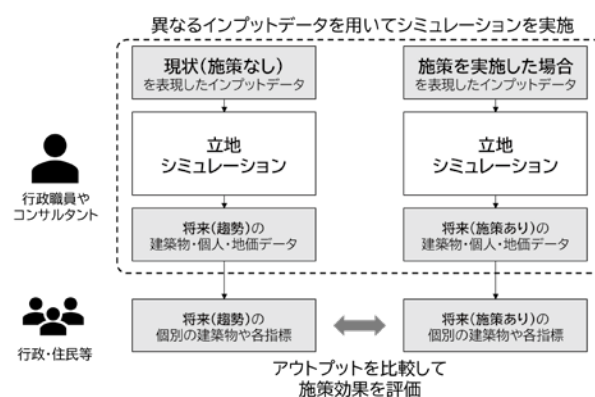


図-1 シミュレーションの活用方法イメージ

交通施策を想定する。このとき、これまでの立地適正化計画の策定事例では、子育て世帯に絞った居住誘導や、病院等の特定の施設の誘致・整備等の詳細かつ多様な施策が見られることから、シミュレーションにおいても居住者の個人属性・世帯属性や、個々の建築物の置かれている状況について考慮できるようにする。

(3) アウトプット

アウトプットとしては、都市における将来の居住誘導区域や公共交通沿線の土地利用、人口密度、地価、さらには空き家の分布、都市運営コスト、税収、CO₂排出量、浸水想定区域内の人口、浸水範囲内の想定家屋損害額、個人のWell-being等、多様な指標を出力できるシミュレーションを考える。

また、分かりやすさの観点から、将来時点の都市構造や居住地分布については、ゾーン単位での延べ床面積や人口といった集計量だけでなく、個々の建築物の有無・用途・高さや個人の居住地といった詳細のデータを出力し、可視化することが重要である。個々の建築物の将来の有無や用途について正確に予測することは現実的に不可能であるが、個々の建築物に関する推計結果を俯瞰的にみることで、たとえば公共交通軸沿線や都市機能誘導区域ではどのような変化が生じうるのか、といった施策効果の傾向を視覚的につかむことができると考える。

(4) その他シミュレーションに求められる要件

前述したような施策を表現するためのインプットデータとしては、都市における初期時点の詳細な土地利用、個人の属性と居住地分布、施設の立地状況、交通条件等が想定される。これらのインプットデータの

準備、シミュレーションの実施、結果の可視化分析まで含めて、容易に実行可能なシミュレーションであることが望ましいと考える。施策の評価と可視化が可能であり、かつインプットデータの準備が容易な立地シミュレーションが開発され、OSS(オープンソースソフトウェア)化されていることが理想的と考える。特に、3D都市モデルをインプットデータとして活用する立地シミュレーションを開発すれば、多くの都市で容易に活用できる汎用的な立地シミュレーションの基礎になると考えられる。

3 立地シミュレーションの構築

(1) 既存研究と本研究のアプローチ

将来の人口分布や土地利用を推計する手法に関しては多くの研究が存在する。代表的な手法の一つに、応用都市経済モデル(CUEモデル)がある。国内においても多くの研究の蓄積があり⁵⁾、本稿で対象としている宇都宮市においてLRTの効果を示した研究として富岡・森本(2018)⁶⁾もある。CUEモデルは、その出力が費用便益分析で用いられる便益指標と整合している点が特徴的である。しかし、定式化する上での制約が多く、細かな施策を表現することは容易ではない。また、土地や建物床の市場はゾーン単位で考えることが基本であり、個々の建築物の有無や用途、高さ、延べ床面積を直接推計することは基本的に困難である。

もう一つの手法として、個人や世帯、建築物といった単位で行動や遷移を表現するモデルを組み合わせるマイクロシミュレーション型の土地利用モデルに関する研究も多く存在する⁷⁾⁸⁾⁹⁾。マイクロシミュレーション型の土地利用モデルは、便益評価には向かないものの、個人や建築物といった詳細な単位で推計することができるため多様な指標を集計することができるほか、モデルの組み合わせ次第で多様な施策を表現することも容易である。

先述の通り、特定のエリアの土地利用や地価、CO₂排出量、税金、個人のWell-beingといった多様な指標を扱うことや、子育て世帯を対象とした居住誘導、特定の施設の誘致・整備といった詳細な施策を表現することが今後求められてくると考えられることから、本稿ではマイクロシミュレーション型の土地利用モデルを基本として、既存研究を参考にしながら開発を行った。

(2) シミュレーションの全体像

本稿における立地シミュレーションは、1つ1つの建物の建て替え行動及び1人1人の個人の住み替え行動を考慮したマイクロシミュレーションである。具体的には、大きく4つのサブモデル群、将来のゾーン単位の地価を推計する「地価モデル」機能、将来の個人の居住地をゾーン単位で推計する「居住地選択モデル」機能、将来のゾーン単位の空き家率を推計する「空き家率モデル」機能、将来の建築物一つ一つの除却・建設・用途を推計する「建て替え選択モデル」機能の4つの組み合わせで構成している(図-2)。インプット(外生変数)としては、初期状態の個々の建築物のデータ、個人の居住地のデータ、ゾーン間の交通条件のデータ等を用いる。これらのインプットを与えて、サブモデルを順に実行していくことで、将来時点の建築物の有無・用途・高さ・延床面積や個人の居住地、地価等を1年分ずつ出力する。なお、本稿で構築する立地シミュレーションは、土地利用や地価については扱うもののCO₂排出量、税金、個人のWell-beingといった指標は扱っていない。これらの指標も扱えるよう拡張していくことが今後の課題である。

(3) 各サブモデルの概要

サブモデルの詳細は表-1に示すとおりである。このうち、主要なサブモデルについて詳細を述べる。なお、個別のモデルの構造やパラメータの推定方法及び

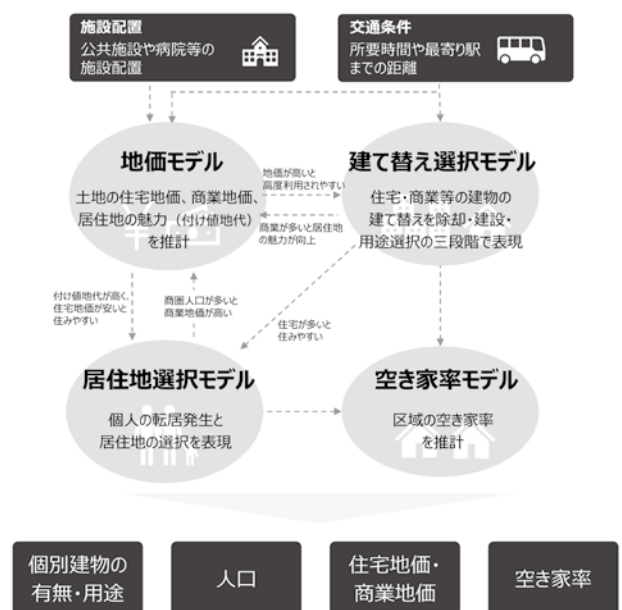


図-2 シミュレーションの全体像イメージ

推定結果については、都市構造シミュレーションの技術検証レポート¹⁰⁾を参照されたい。

付け値地代モデルは、ゾーン別の施設数や到達可能商業延べ床面積（当該ゾーンから一定時間内に到達できる範囲内の商業施設の延べ床面積）等をもとに主成分分析を行い、得られた主成分を説明変数にして、世帯類型別の付け値地代を推計するモデルである。鉄道駅が近い、施設が存在する、到達可能商業延べ床面積が多いゾーンであるほど付け値地代が高く、さらに世帯類型ごとにこれらの重みが互いに異なる、という関係を表現している（表-2、表-3）。

住宅地価モデルは、付け値地代モデルで推計された付け値地代や、人口、住宅延べ床面積等を説明変数として、ゾーン別の住宅地価を推計するモデルである。付け値地代が高いほど地価が高い、という関係を表現している。

居住地選択モデルは、転居する個人に対して、付け値地代と住宅地価等から居住地を選択させるモデルである。住宅地価に対して当該個人の付け値地代が高いほど、そのゾーンを選択しやすい、という関係を表現している。すなわち、他人よりもより高い魅力を感じている人こそ、そのゾーンを選択しやすい、という関係を表現している。

建て替え選択モデルは、除却モデル、建設モデル、用途選択モデルから構成される。このうち建設モデルは、個々の建築物の建設しうる空地に対して建設するかどうかを選択するモデルである。用途選択モデル

は、建設することが決まった建築物について、その用途を選択するモデルである。これらのモデルは地価や最寄り駅距離等を説明変数としており、地価が高く最寄り駅が近いほど建設がされやすく、住宅よりも共同住宅や商業施設が選択されやすい、という関係を表現している。（表-4、表-5）

(4) シミュレーションによる施策の表現例

前述したサブモデルを組み合わせることで、施策が地価、人口分布、土地利用に影響することが表現される。施策としてLRTの整備を例にとると、地価モデルに関しては、LRT沿線で電停整備による最寄り駅距離の短縮と到達可能商業延べ床面積の増加を要因として付け値地代・住宅地価が上昇する。また、商圏人口増加により商業地価が上昇する。居住地選択モデルに関しては、住宅地価の増加に対して付け値地代が特に増加していれば、そのゾーンが居住地として選ばれやすくなる。建設モデルや用途選択モデルに関しては、地価上昇により建設が生じやすく、戸建て住宅よりも共同住宅や商業施設が選ばれやすくなる。住宅や商業施設の床面積増加は、付け値地代や居住地選択モデルの効用の上昇に繋がる。このようにして、施策の影響が土地利用、人口分布、地価に波及してゆく。

(5) シミュレーションの実行方法

シミュレーションはpythonを使用言語として記述されており、ソースコードはGithub (<https://github>).

表-1 サブモデルで表現している内容

モデル	アウトプット	主な説明変数	説明変数とアウトプットの主な関係
①地価モデル機能： 付け値地代モデル	ゾーン別 世帯類型別 付け値地代	公共施設数、公共交通 40分圏商業延床面積	一定時間内でアクセスできる施設の数が増えれば、居住地としての魅力が向上する。 LRTの整備、施設の追加、商業施設の増加等により、付け値地代が増加する。
		最寄り駅までの距離	駅に近いほど、居住地としての魅力が高い。 LRTの整備により、LRT電停周辺のゾーンでは、付け値地代が増加する。
②地価モデル機能： 住宅地価モデル	ゾーン別 住宅地価	付け値地代	住宅地価は、個人属性別の付け値地代を反映して定まる。 付け値地代が増加したゾーンでは、住宅地価が増加する。
③地価モデル機能： 商業地価モデル	ゾーン別 商業地価	商圏人口（公共交通 20分・40分圏域人口）	商圏人口が多いゾーンほど、商業用地としての魅力が高い。 LRTの整備や、居住誘導区域への人口集中等により、左記の人口が増加したゾーンでは、商業用地としての魅力が高まり、商業地価が増加する。
④居住地選択モデル 機能： 転居発生モデル	個人別 転居発生有無	配偶関係・家族類型・世 帯内地位の遷移	独立や結婚等のライフイベントが転居発生の要因になっている。 国立社会保障・人口問題研究所作成の遷移確率に応じて左記の遷移有無を計算し、異なる配偶関係・家族類型・世帯内地位への遷移があった場合には転居が生じやすい。
⑤居住地選択モデル 機能： 居住地選択モデル	個人別 居住地ゾーン	付け値地代、住宅地価、 住宅延床面積	個人にとって居住地として魅力が高く、かつ地価が安いほど、居住地として選ばれやすくなる。 LRTの整備、施設の追加、商業施設の増加等により、単身世帯や夫婦と子の世帯等、世帯類型ごとに居住地としての魅力度がそれぞれ上昇し、特に大きな魅力度を持った属性の個人が居住しやすくなる。
⑥空き家率モデル	ゾーン別 空き家率	人口、建築物数	人口に対して建築物が多い場合、空き家が多い。
⑦除却・建設・用途 選択モデル	建築物別用途・ 高さ・除却及び 新規建設の有無	住宅地価、商業地価	地価が高い場所ほど、高度利用がされやすい。 LRTの整備、都市機能の配置、人口の増加等により地価が増加したゾーン内では、建替えや新規建設がされやすく、また戸建て住宅よりも共同住宅や商業施設が新たに建設されやすい。
		最寄り駅までの距離	駅に近いほど、高度利用がされやすい。 LRTの整備により、LRT電停に近接する土地では、建替えや新規建設がされやすく、また戸建て住宅よりも共同住宅や商業施設が新たに建設されやすい。

表-2 主成分分析の結果

	第一主成分	第二主成分	第三主成分
図書館数	-0.092	-0.095	-0.310
診療所数	-0.202	-0.407	-0.190
病院数	-0.162	-0.379	0.532
診療所（内科）数	-0.231	-0.405	-0.158
病院（内科）数	-0.169	-0.374	0.533
小学校数	-0.256	-0.210	-0.268
中学校数	-0.174	-0.173	-0.363
幼稚園・こども園数	-0.190	-0.200	-0.238
最寄り駅距離（m）	-0.372	0.231	0.037
宇都宮駅距離（m）	-0.431	0.290	0.074
公共交通40分圏到達可能商業延床面積（㎡）	0.442	-0.265	-0.064
自動車5分圏到達可能商業延床面積（㎡）	0.436	-0.237	-0.070
寄与率	0.29	0.26	0.12

表-3 推定結果（付け値地代モデル）

	単身世帯	夫婦のみ世帯	夫婦と子の世帯	その他の世帯
定数項	0.69 (16.85)	0.12 (2.66)	0.42 (9.87)	0.00
第一主成分	0.37 (17.38)	0.2 (8.69)	0.17 (7.94)	0.10
第二主成分	-0.25 (-13.78)	-0.18 (-9.6)	-0.17 (-9.94)	-0.10
第三主成分	-0.05 (-2.95)	-0.05 (-2.97)	-0.04 (-2.57)	-0.01
調整済尤度比	0.0338			
サンプル数	6.557			

※（）内はt値

com/Project-PLATEAU/UC22-020-Urban-structure-simulation) で公開されている。実行に必要なデータは、シミュレーション初期時点における個々の建築物の有無・用途・高さ等の「建築物データ」、個人の属性と居住地等の「個人データ」、ゾーン間の自動車・公共交通の所要時間データ、ゾーン単位の施設数のデータ等である（いずれもcsv形式）。施策については、これらのインプットデータの値を一部変更することによって表現する。例えば、あるゾーンに病院を1か所追加する場合は、ゾーン別施設数のcsvファイルのうち病院数を表す列の値を1増やすことで表現する。

4 シミュレーションの実施

(1) シミュレーションケースの設定

宇都宮市では、立地適正化計画を2021年に策定したほか、LRTの導入を進めており、2023年8月に宇都宮駅から東側（以下「LRT東側」とする。）が開業、2030年代前半には西側（以下、LRT東側と西側を合わせて「LRT東西」とする。）を整備する予定となっている。そこで、シミュレーションケースとして以下の4ケースを設定し、各ケースのシミュレーションを実施した。なお、シミュレーションの計算期間は2021年から2040年の計20年間である。

表-4 推定結果（建設モデル）

	住居専用地域	住居地域	商業地域	近隣商業地域	その他の地域
定数項	0.2 (10.96)	-0.3 (-14.84)	-1.13 (14.32)	-0.54 (2.83)	-0.75 (-12.67)
用途選択モデル ログサム変数	0.037 (1.63)	—	—	—	—
地価×面積 (百万円・㎡)	—	0.0048 (2.37)	—	—	0.026 (4.08)
最寄り駅 200mダミー	—	—	0.34 (0.88)	—	—
調整済み尤度比	0.14	0.01	0.00	0.05	0.07
サンプル数	11,959	15,670	906	977	2,262

※（）内はt値、住居専用地域は一低・二低・一中高・二中高、住居地域は一住・二住・準住を指す

表-5 推定結果（用途選択モデル）

一低・二低・一中高・二中高 サンプル数 6,604

	住宅	共同住宅	商業施設	店舗等併用住宅	店舗等併用共同住宅
定数項	0	-4.31 (-41.59)	-6.62 (-32.06)	-3.99 (-21.69)	-10.45 (-11.07)
地価（百万円） ×面積（㎡）	0	0.29 (21.31)	0.23 (18.92)	0.03 (0.74)	0.32 (17.21)
調整済尤度比	0.79				

一住・二住・準住 サンプル数 6,788

	住宅	共同住宅	商業施設	店舗等併用住宅	店舗等併用共同住宅
定数項	0	-3.52 (-48.87)	-4.59 (-46.08)	-3.78 (-30.8)	-6.59 (-31.51)
地価（百万円） ×面積（㎡）	0	0.19 (25.17)	0.17 (25.71)	0.1 (6.28)	0.2 (20.58)
調整済尤度比	0.63				

商業・近商 サンプル数 583

	住宅	共同住宅	商業施設	店舗等併用住宅	店舗等併用共同住宅
定数項	0	-0.38 (-0.28)	2.87 (2.53)	-0.64 (-0.42)	-2.72 (-1.02)
log ₁₀ （駅距離 （m））	0	-0.88 (-1.78)	-1.96 (-4.64)	-0.64 (-1.17)	-0.55 (-0.58)
地価（百万円） ×面積（㎡）	0	0.1 (7.88)	0.06 (7.51)	0.04 (2.00)	0.1 (7.92)
調整済尤度比	0.35				

その他 サンプル数 812

	住宅	共同住宅	商業施設	店舗等併用住宅	店舗等併用共同住宅
定数項	0	-2.58 (-16.24)	-2.88 (-15.78)	-3.82 (-13.68)	-5.66 (-11.54)
地価（百万円） ×面積（㎡）	0	0.14 (7.99)	0.16 (9.35)	0.12 (4.73)	0.14 (7.79)
調整済尤度比	0.48				

※（）内はt値

a) 趨勢（LRTあり）ケース

初期時点（2021年）からLRT東側のみが開業し、LRT西側は2040年まで開業しなかったケース。LRT東側の電停位置、運行頻度、所要時間を考慮して各種インプットデータを作成した。以下のb)～d)の3ケースを比較する基準となるケースである。

b) 基幹路線強化ケース

初期時点からLRT東西が開業し、かつバス路線の利便性が向上したケース。LRT沿線1km圏に概ね含まれ

るゾーン(図-3)の公共交通乗車時間を半分に、さらに居住誘導区域同士の移動に関してバスの待ち時間が5分以上ある場合は5分に短縮させた。



図-3 LRT(東西)の位置と沿線ゾーンの指定
 下図: 国土数値情報、DRMを用いて作成

c) 居住誘導ケース

趨勢(LRTあり)ケースに加えて、居住誘導施策を実施したケース。居住誘導区域に該当するゾーンを指定し、居住地選択モデルの確率を計算する時のみ住宅地価を2割減にするよう設定した。家賃補助がある場合を想定している。

d) 都市機能誘導ケース

趨勢(LRTあり)ケースに加えて、都市機能誘導施策を実施したケース。都市機能誘導区域に該当するゾーンは用途選択モデルの確率を計算する時のみ商業地価を2割増にするよう設定し、さらに一部のゾーンに病院(内科)を1施設追加した。施設の整備に加えて、商業施設に対する税制措置・財政支援により商業施設が成立しやすくなり、商業地としてのポテンシャルが向上する場合を想定している。

(2) シミュレーション結果の比較

a) 基幹路線強化ケース

建築物数の変化を図-4に示す。LRT(東西)沿線の建築物数は、趨勢(LRTあり)ケースから微増した。LRT(東西)沿線、特に宇都宮駅から東武宇都宮駅までの沿線では、住宅が減少する一方で共同住宅・商業施設が増加し、土地の高度利用がさらに進む結果となった(図-5)。

付け値地代を見ると(図-6)、LRT沿線やバスの待ち時間を短縮するゾーンでは、付け値地代が増加、特に単身世帯の付け値地代が大幅に増加した。LRT東側沿線でも、LRT東側のみ存在する場合よりも付け値地代が増加している。これは、LRT西側延伸によりLRT東側沿線から宇都宮駅西側の中心市街地へアクセスしやすくなり、到達可能な商業延べ床面積が増加したた

めである。しかし、LRT東側の北側、LRTからやや離れたゾーンでは、付け値地代が減少するゾーンも存在する。西側延伸により人口分布が西側に寄ることや、LRT東側沿線において住宅が建ちやすくなったこと等に伴い、LRT東側沿線の商業施設が減少したため、LRT東側の駅からやや離れた場所では到達可能な商業延べ床面積が減少することが原因である。以上の結果

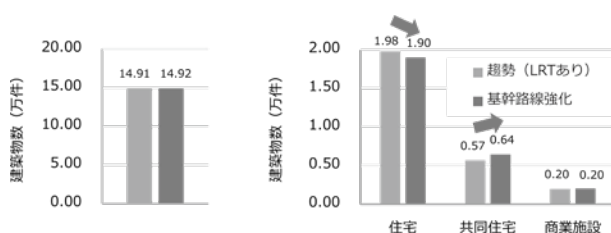


図-4 建築物数
 (左: 全域、右: 東西LRT沿線) (2040年)



図-5 建築物の用途の比較
 (2040年時点・趨勢(LRTあり)ケースとの比較)

基幹路線強化ケース - 趨勢(LRTあり)ケース

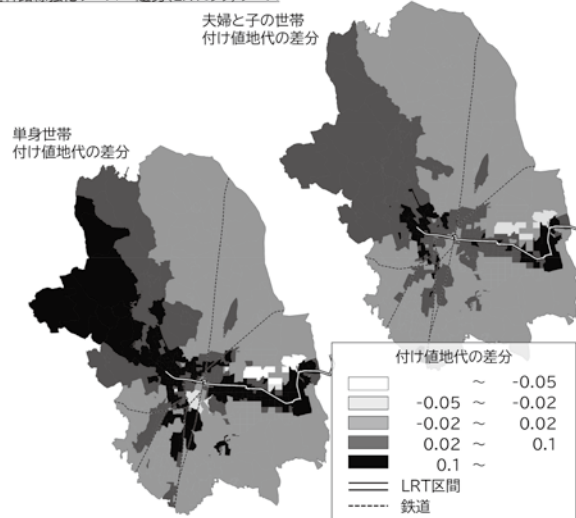


図-6 付け値地代の差
 趨勢(LRTあり)ケースとの比較
 (2040年時点・左: 単身世帯、右: 夫婦と子の世帯)

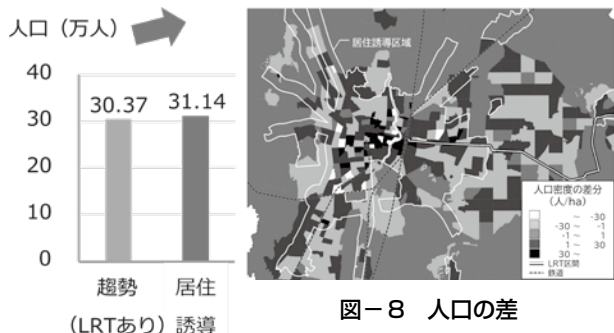


図-7 居住誘導区域の人口(2040年)

図-8 人口の差(2040年時点・趨勢(LRTあり)ケースとの比較)

は、LRT東側の駅に近接する場所では西側延伸により生活利便性が向上する一方、LRT東側の駅からやや離れた場所では西側延伸によるデメリットも生じうることを示唆している。

b) 居住誘導ケース

人口については、趨勢(LRTあり)ケースと比較して、居住誘導区域で人口が増加したことが分かった(図-7)。ゾーン別に見ると、居住誘導区域の中でも、主にLRT東側沿線から東武宇都宮駅周辺までの間のゾーンにおいて人口が増加する結果となった(図-8)。

c) 都市機能誘導ケース

建築物数については、趨勢(LRTあり)ケースと比較して、商業施設を誘導した都市機能誘導区域では、住宅や共同住宅が減少し、商業施設が増加したことが分かった(図-9)。

付け値地代を比較すると、単身世帯の付け値地代と異なり、夫婦と子の世帯の付け値地代が特に増加するゾーンが存在し、これは都市機能誘導ケースにおいて新規に病院(内科)を新設したゾーンと一致している(図-10)。病院(内科)が増えると、単身世帯よりも夫婦と子の世帯にとって居住地としての魅力が高まることを意味している。

(3) 有用性に関する行政職員の評価

ケーススタディの結果について、宇都宮市都市計画課、交通政策課、LRT企画課、NCC(ネットワーク型コンパクトシティ)推進課の方々との意見交換を行った。

市内部における検討での活用可能性としては、政策審議室等における施策同士の評価・優先順位付けに活用できる、施策の想定外の影響の理解ができる(例:LRT

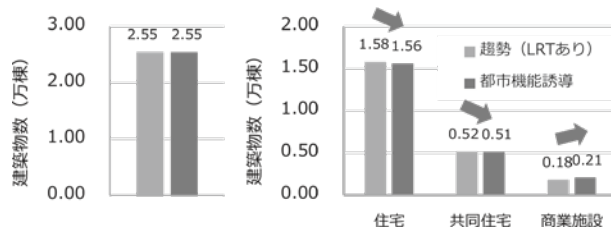


図-9 都市機能誘導区域内の建築物数(2040年)

都市機能誘導ケース - 趨勢(LRTあり)ケース

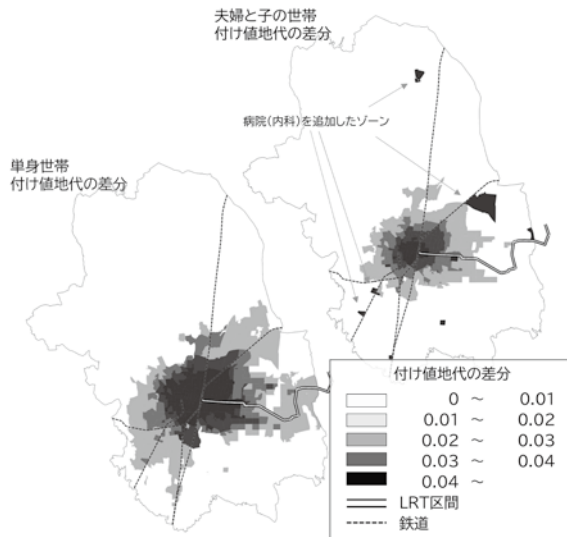


図-10 付け値地代の差 趨勢(LRTあり)ケースとの比較 (左:単身世帯、右:夫婦と子の世帯)

沿線以外の地価の下落、人口の減少等)といったご意見を頂戴した。住民説明における活用可能性としては、3Dで視覚的に分かりやすく示せるのがよい、施策の長期的な影響を比較できるので政策を早期に実施することの説明に活用できる可能性があるのではないか、といったご意見を頂戴した。

また、公共交通の運賃施策を表現、地価上昇に伴う固定資産税収の増加を計算、転入転出口への影響を表現といった今後の拡張方向に関するご意見を頂戴した。今後の検討課題としたい。

5 おわりに

本稿では、3D都市モデル等をインプットとして活用し、個々の建築物の状況や個人の属性を考慮しながら、個々の建築物の建替え、個人の転居・居住地選択、ゾーン単位の地価を推計するサブモデル等を組み合わせた立地シミュレーションを構築した。そして宇都宮市を対象に、立地適正化計画やLRT等の施策のwith/

withoutのシミュレーションを実施した。その結果を比較したところ、各種施策によって建築物の用途の高度化、人口の増加、地価の増加、世帯類型別の付け値地代の増減といった効果が生じる可能性を確認でき、その様子を3Dで可視化することができた。また、このようなシミュレーションと可視化についての活用可能性についても確認できた。このように、多様な施策と指標を扱うことができ、さらに施策の効果を3Dで可視化して俯瞰的にみることができ立地シミュレーションには、複数の関係者間で都市構造のビジョンや施策の効果を共有する、さらにこれを3D都市モデル等のデータを活用しながら定量的根拠をもって行う上で、有用性があることを確認できた。

本稿で構築した立地シミュレーションは、宇都宮市を対象にシミュレーションを実行して施策効果の分析や比較はできたものの、インプットデータの準備や可視化には依然として手作業を要しており、多くの都市において容易にシミュレーションを活用しやすい状態にはまだ至っていない。また、表現できる施策や算出できる指標についても未だ限定的である。特にCO₂排出量や個人のWell-being等の指標算出のためには人々の移動・活動に関するデータやモデルと組み合わせることも必要である。パーソントリップ調査データの活用、アクティビティ・ベースド・シミュレーション等の交通行動モデルとの組み合わせによる土地利用・交通モデルへの拡張等、引き続き検討を進めていきたい。

謝辞

本稿の内容は、国土交通省都市局都市政策課から当研究所および国際航業株式会社が受託した業務成果を基にとりまとめたものである。検討においては、宇都宮市からはデータ提供や意見交換等、多大なるご協力を賜った。シミュレーションについては早稲田大学森本章倫教授から多大なる助言を賜った。ここに記し、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会都市計画基本問題小委員会：多様な価値観や社会の変化を包摂するまちづくりを目指して、2023
- 2) 今後の市街地整備のあり方に関する検討会：『「空間」・「機能」確保のための開発』から『「価値」・「持続性」を高める複合的更新』へ～市街地整備 2.0～、2021
- 3) まちづくりのデジタル・トランスフォーメーション実現会議：まちづくりのデジタル・トランスフォーメーション実現ビジョン (ver 1.0) , 2022
- 4) 国土交通省：PLATEAU：国土交通省が主導する、日本全国の3D都市モデルの整備・オープンデータ化プロジェクト、
<https://www.mlit.go.jp/plateau/>
(最終閲覧 2023年4月)
- 5) 堤盛人, 山崎清, 小池淳司, 瀬谷創, 2012. 応用都市経済モデルの課題と展望. 土木学会論文集D3 (土木計画学) 68, 344-357.
<https://doi.org/10.2208/jscejipm.68.344>
- 6) 富岡秀虎, 森本章倫, 2018. CUEモデルを用いたLRT導入による人口誘導効果に関する研究. 都市計画論文集 53, 1348-1354.
- 7) 林良嗣, 富田安夫, 1988. マイクロシミュレーションとランダム効用モデルを応用した世帯のライフサイクル住宅立地一人口属性構成予測モデル. 土木学会論文集 1988, 85-94.
- 8) 国土交通省国土技術政策総合研究所：国土技術政策総合研究所版都市の将来像アセスメントツール技術資料, 2013.
- 9) 鈴木温, 杉木直, 宮本和明, 2016. 空間的マイクロシミュレーションを用いた都市内人口分布の将来予測：人口40万人規模の富山市を対象として. 都市計画論文集 51, 839-846.
- 10) 国土交通省, 2023. 都市構造シミュレーション技術検証レポート,
https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_tech_doc_0027_ver01.pdf