

地方都市を対象とした MaaS 導入による都市内人口分布への影響分析

鈴木 麟太郎¹・佐藤 徹治²・森本 章倫³

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: rintaro.s@ruri.waseda.jp

² 正会員 千葉工業大学教授 創造工学部 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 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 (Corresponding Author)

日本の地方都市では人口減少・高齢化が進む中、地域公共交通と連携したコンパクトなまちづくりが進められている一方で、現在全国で MaaS の導入が進んでいる。このようなモビリティサービスが都市内人口分布に及ぼす影響を把握することは、コンパクトシティ政策を進める上で不可欠である。本稿では、MaaS 導入による公共交通利用者の増加に着目し、交通手段の利用状況毎に転居行動を分けることにより、地方都市における MaaS の導入が将来の長期的な都市内人口分布に与える影響を分析できる手法を開発した。また、地方中核都市を対象とするケーススタディを実施し、MaaS 導入の影響を分析した。その結果、MaaS 導入により僅かながら人口分布は収縮し、MaaS 導入はコンパクトシティ施策として有用であることがわかった。

Key Words: MaaS, population distribution, CUE model

1. 研究の背景・目的

MaaS (Mobility as a Service) とは、地域住民や旅行者一人一人のトリップ単位での移動ニーズに対応して、複数の公共交通やそれ以外の移動サービスを最適に組み合わせ、検索・予約・決済等を一括で行うサービスである。地域や観光地の移動手段の確保・充実や公共交通機関の維持・活性化等に資するサービスとして注目されている。

また、世界では Whim (フィンランド)、moovel (ドイツ) などが既にサービスを開始しており、交通渋滞の緩和や環境汚染の軽減などに寄与している。日本では全国各地で試験的に取り組みが始まっており、例として群馬県前橋市では、自家用車移動の高い分担率を受けた公共交通の衰退に対する復興や低密度の郊外で増加する高齢者の移動手段の確保などが地域の課題としてあり、MaaS 導入に先進的に取り組んでいる。宇都宮市では、観光地域におけるアクセス性の向上と自動車流入の抑制を目的として観光型 MaaS の実証実験が行われ、それを市内全域に拡張し、公共交通を円滑に利用可能とする「宇都宮版 MaaS」の導入に向けた検討を進めている。

一方で、日本の地方都市では急速な人口減少と高齢化に直面し、低密度な市街地を形成している。このような状況下で、今後も都市を持続可能なものにしていくことが必要となる。その対策として、地域の活力を維持するとともに、医療・福祉・商業等の生活機能を確保し、高齢者が安心して暮らせるよう、地域公共交通と連携したコンパクトなまちづくりが全国的に進められている。

このように、持続可能なまちをつくるには都市のコンパクト化が重要であるが、都市は交通の変化に伴ってかたちを変えてきた。鉄道ネットワークが整備されると都市圏を形成するようになり、自動車が普及するとスプロール化が進行した。このことから、MaaS のような新たなモビリティサービスがコンパクトシティ政策に与える影響を把握することが必要である。

そこで、MaaS 導入による都市構造への影響を把握可能なモデルを構築し、構築したモデルを使用し、地方都市を対象に MaaS 導入の影響を分析することが本研究の目的である。

2. 既存研究の整理と本研究の位置付け

(1) 既存研究の整理

a) 交通施策が都市構造に与える影響に関する研究

高杉ら¹⁾は、群馬県前橋市において、LRT・BRTを導入した場合の人口分布を推計した。アンケート調査により市民の転居意向を把握し、その結果、LRT・BRTの整備は人口を誘導する効果があることが示された。杉本ら²⁾は、自動運転車の普及が将来の都市構造へ与える影響を、岐阜都市圏を対象として定量的に分析した。シミュレーションでは、世帯の立地は郊外へ分散することを示した。富岡ら³⁾は、栃木県宇都宮市を対象においてCUEモデルを利用し、LRT導入による人口誘導効果について分析した。トリップ費用を交通需要予測に基づいて算出した結果、LRT沿線のトリップ費用が大きく減少し、LRT沿線の人口が最大で2%増加した。

上記のようにLRTの整備や自動運転の普及等が都市構造に与える影響を分析した研究はあるが、MaaSの導入を対象とした分析は行われていない。

b) MaaSに関する研究

宮脇ら⁴⁾は、MaaS導入時の交通行動の変容を分析した。実際の栃木県宇都宮市における交通社会実験を対象に、スマートフォン位置情報データや事前・事後のアンケート調査結果を活用し、分析の結果、MaaSパスの導入が公共交通の分担率の増加を促し、行動圏の拡大や外出促進といった交通行動変容を促すことを把握した。一方で、都市構造に与える影響の分析は行われていない。

(2) 本研究の位置付け

新たなモビリティサービスがコンパクトシティ政策に与える影響を把握することは不可欠である一方で、上記の既存研究を踏まえると、MaaSの導入は対象とされていない。本研究の意義は以下の2点に整理できる。

1点目は、MaaSの導入を考慮した時系列の都市内人口分布の推計が可能な立地均衡モデルを構築する点である。2点目は、構築したモデルを用い、地方都市を対象として人口分布に与える影響を把握する点である。

3. 時系列都市内人口分布推計モデルの構築

(1) モデルの全体概要

高杉ら¹⁾が使用した人口分布推計モデルは、一般的な応用都市経済モデル(CUEモデル)における住宅地市場を時系列に拡張したモデルフローである。この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。た

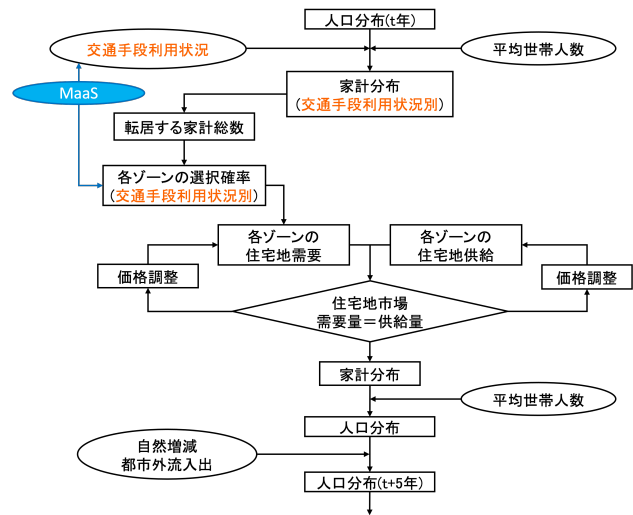


図-1 時系列都市内人口分布推計モデルの全体フロー

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、住宅地の需要、不在地主の住宅地供給、住宅地均衡により決定されることを仮定する。

本研究のモデルでは上記のモデルを拡張し、MaaS導入が都市内人口分布に与える影響を把握するため、宮脇ら⁴⁾の研究で得られたMaaS導入による公共交通の分担率の増加を考慮し、交通手段の利用状況別に家計を分け、転居行動を別々に把握する。

(2) 家計の行動

家計は、転居する世帯と転居しない世帯に二分され、転居する世帯の転居先地域選択行動は、転居先における交通便利性等に影響される(2)式の効用水準に基づき、(1)式のロジットモデルで表現できると仮定する。また、効用は部分効用と部分効用で表現できない地域固有の魅力の和で表されるものとする。

$$P_{imt} = \frac{\exp(V_{imt} + \tau_{im})}{\sum_i \exp(V_{imt} + \tau_{im})} \quad (1)$$

$$V_{imt} = f(r_{it}, A1_{it}, \dots, An_{it}) \quad (2)$$

ここで、 t : 年度、 i : 地域、 m : 交通手段利用状況を表す添字である。また、 P : 転居先地域選択確率、 V : 部分効用、 τ : その他の効用、 r : 地価、 An : n 番目の居住地域評価指標を表す。

(3) 住宅地需要量

(3)式のとおり、地価によって1世帯あたりの住宅地需要面積が変化すると仮定する。各地域への転入世帯数は(4)式のとおり、転居意思のある総世帯数に転居先地域選択確率を掛け合わせ、住宅地需要量は(5)式のとおり、1世帯あたりの需要面積に各ゾーンへの転入世帯数を掛け合わせることで求められる。住宅地需要量は利用交通手段別に決定される。

$$L_{it} = \frac{b_i}{r_{it}} \cdot I_{it} \quad (3)$$

$$N_{imt} = P_{imt} \cdot NT_{imt} \quad (4)$$

$$D_{imt} = L_{it} \cdot N_{imt} \quad (5)$$

ここで、 L : 1 世帯あたりの需要面積、 N : 転入世帯数、 NT : 転居意思ありの総世帯数、 b : 需要パラメータ、 D : 住宅地需要量を表す。

(4) 住宅地供給量

(6)式のとおり、地価によって住宅地供給面積が変化すると仮定する。不在地主は地価が上昇すれば供給可能面積のうち実際の供給面積を増加させ、逆に地価が下落すれば減少させることを表現している。

$$S_{it} = \left(1 - \frac{\sigma_i}{r_{it}}\right) \bar{S}_{it} \quad (6)$$

ここで、 S : 住宅地供給面積、 σ : 供給パラメータ、 \bar{S} : 供給可能面積を表す。

(5) 住宅地の需給均衡

住宅地市場では需要と供給が均衡するため、各メッシュの市場価格が(7)式のように決定する。各利用交通手段別の住宅地需要面積の合計が、住宅地供給面積と一致するように立地量が決定される。

$$\sum_m D_{imt}(r_{it}) = S_{it}(r_{it}) \quad (7)$$

(6) 供給可能面積の更新

供給可能面積は每期変化する。t+1 期の供給可能面積は、t~t+1 期間の家計の増減数に影響を受けるものとし、(8)式により算出する。

$$\bar{S}_{i(t+1)} = \bar{S}_{it} + (N_{i(t+1)} - N_{it})L_{it} \quad (8)$$

4. 地方都市を対象とする実証分析

(1) 対象地域の概要

a) 対象都市におけるまちづくりの動向

本研究では、コンパクトシティ政策を続けており、MaaS の導入を含めたスマートシティの実現に取り組んでいる地方都市である、栃木県宇都宮市を対象都市とする。

宇都宮市は2022年8月現在、住民基本台帳によると、世帯数は241,856世帯、総人口は517,696人となっている。同市では、2017年頃から人口減少が始まっているが、「ネットワーク型コンパクトシティ」を将来の都市構造として第5次総合計画^{注1)}に掲げ、まちづくりを進めてきた。現在は、2050年を目標年次とした第6次総合計画^{注2)}を基に、人口減少・人口構造の変化に対応する「まちづくり好循環プロジェクト」を掲げ、引き続き都市のコン

パクト化に取り組んでいる。また、将来の宇都宮像の実現に向け、魅力ある都市空間の創造と骨格の強いネットワークが構築された「交通の未来都市」等、「6つの未来都市」を掲げている。2023年8月には宇都宮駅東側にLRTが開通予定であり、地域サービスの維持や都市のコンパクト化への貢献が見込まれる。2030年代前半には、宇都宮駅西側へも開通予定である。

また、2019年にはUスマート推進議会^{注3)}が設立され、ICT等の先進技術を活用し、社会課題の解決や新たな事業の創出などに官民協働で取り組み、本市を持続的に発展することができるスマートシティを実現することを目指している。

b) 対象都市における MaaS 導入の動向

スマートシティの1要素としてMaaSに着目すると、2019年の8月から10月にかけて、宮脇ら⁴⁾により「宇都宮 MaaS 社会実験」が実施された。実験結果として、無料パスの導入によるバス・鉄道の増加や、外出機会の増加、行動範囲の拡大などが確認できた。アンケート調査によると、スマートフォンを利用した予約・決済方法の充実が求められた。

2020年10月から翌年1月には、大谷地域を対象に観光型のMaaSの実証実験が実施された。ここでは、観光施設入館券と路線バスフリーパスがセットになったデジタルチケットが販売され、AIオンデマンド相乗りタクシーが導入されるなどした。その結果、この観光型のMaaSは観光客に回遊を促すのに効果的であることが証明された。

2021年3月には交通系ICカード「tota(トトラ)」が発売を開始した。全国で利用可能な交通系ICカード「Suica」の機能に加え、関東バスやジェイアールバス、LRTの運賃の支払いが可能である。関東バスやJR東日本など、複数事業者を横断した定期券として使用が可能だ。また、地域独自のサービスとして、関東バスやジェイアールバス、地域内交通の運賃を支払った際にポイントが貯まり、そのポイントが次回の支払い運賃以上となった場合、自動的に利用される。

c) 人口分布推計の分析対象メッシュ

人口分布推計の分析対象となる区域は宇都宮市の市街化区域とする。分析の単位地域は世界測地系500mメッシュとし、一般世帯数が0、供給可能面積が0のメッシュを除く計507メッシュとする。2020年の宇都宮市の人口分布を図-2に示す。市街化区域内では人口はやや分散しており、鉄道路線が南北に整備されている。今後、東西の移動手段としてLRTが開通予定である。

(2) 分析の概要

本研究では2つのケースを推定する。1つ目は「趨勢ケース」で、MaaSの導入がされず、人々の交通手段利

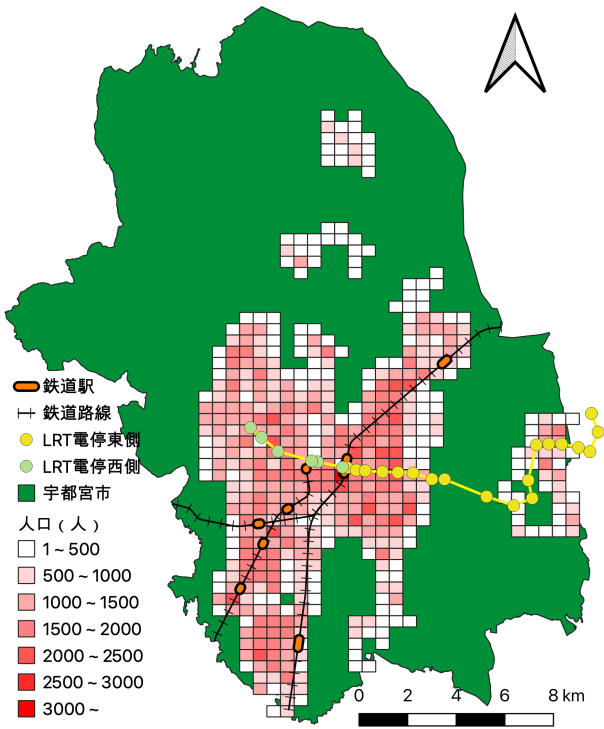


図-2 分析対象メッシュの 2020 年の人口

用状況が現況と変わらないままである。

2つ目は「MaaS 導入ケース」である。その内容は、宇都宮市内を対象とした「情報の統合」、「予約・支払いの統合」「提供するサービスの統合」が包含されたレベル3のMaaSを対象とする。宮脇ら⁴⁾の「宇都宮 MaaS 社会実験」では市内の鉄道とバスを対象に無料パスが導入されたが、本研究では市内の鉄道・バスに加え、市の中心部を回遊できるシェアサイクル、今後開通されるLRTを、月額一定料金を支払うことで追加料金なく利用可能なパッケージ型 MaaS を導入するものとする。また、「宇都宮 MaaS 社会実験」で求められた、スマートフォンを利用した上記の交通手段横断でのルート検索や時刻表検索、一括の予約や決済が可能となるサービスとする。将来の人口分布推計において、できるだけ長期間のMaaS導入の影響を把握できるよう、MaaSが2020年に導入されているケースとする。

(3) 居住地域評価指標

推計モデルの(2)式の目的変数となる居住地域評価指標は、転居先地域を選ぶ際の地域特性の重視度を調査したアンケート調査の結果を用いる。これは 2021 年に 10 月に実施され、宇都宮市と同じ北関東の中核市である前橋市民を対象としたアンケート調査である。この結果と宇都宮市の交通状況や都市的機能等を考慮し、表-1 の 6 つに決定した。A6 については、水害時の最大想定浸水深が 0m か否かを基準とした。

表-1 決定した居住地域評価指標

A1	鉄道駅までの道路距離(m)
A2	LRTまでの道路距離(m)
A3	通勤先までの道路距離(m)
A4	総合病院までの道路距離(m)
A5	大型商業施設までの道路距離(m)
A6	水害時の浸水リスクダミー

表-2 地価のパラメータ推定結果

定数項	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	R ²
6,938 (0.691)	-6.92 (3.457**)	328.50 (10.440**)	35,304 (4.420**)	26,767 (3.137**)	0.72

注) () 内はt値を表す。**, *はそれぞれ1%水準、5%水準で有意であることを示す。

(4) メッシュ毎のデータ設定

推計モデルで使用する更新前の地価は、(9)式から推計する。地価公示データを用いたパラメータ推定結果を表-2に示す。

$$r = a + bZ_1 + cZ_2 + dZ_3 + eZ_4$$

ここで、 r : 地価 (円/㎡), Z_1 : 最寄り駅までの道路距離 (m), Z_2 : 容積率 (%), Z_3 : 宇都宮駅ダミー、 Z_4 : 東武宇都宮駅ダミーである。駅ダミーは、最寄り駅がその駅の場合に1とする。パラメータの推定結果は表-2に示す。

鉄道駅・総合病院の座標、水害時の最大想定浸水深は国土数値情報のデータを使用し、LRT 停留所・大型商業施設の座標は Google Map から取得した。(2)式における通勤先までの距離は、各メッシュの従業者数と他のメッシュまでの直線距離の加重和を、全従業者数で除すことで算出した。最寄りの各施設までの道路距離は、各メッシュの中心からの直線距離を道路距離に変換するため、森田ら⁵⁾に記載された宇都宮市の道直比係数 1.166 を掛けた。なお、LRT 停留所については、宇都宮駅東側は 2020 年から、西側は 2030 年から最寄りとして設定可能とした。

(6)式の住宅地供給面積は、1世帯当たりの需要面積に各メッシュの世帯数を乗じて算出した。供給可能面積は国土数値情報の土地利用細分メッシュより、住宅地転用可能と思われる田・その他の農用地・建物用地の合計面積とした。

需要パラメータを推定する際、「年収ガイド」より宇都宮市の平均所得：3,502,245 円、「社会生活統計指標—都道府県の指標—2021」より栃木県の1住宅当たりの敷地面積：357 ㎡をデータとして使用した。

将来の宇都宮市の人口および世帯数は、国立社会保障・人口問題研究所のデータを使用した。

表-3 アンケート調査の実施内容

項目	内容
調査期間	2022年8月24日～8月26日
調査対象者	宇都宮市民、宇都宮市に通勤・通学する20代から60代
回答者数	292名（有効回答者数のみ）
調査方法	民間のリサーチ会社を通じ、Webで回答してもらう
主な調査項目	個人属性（性別、年齢、居住地、年収）
	今後の転居の予定
	8つの仮想物件の評価
	現況の利用交通手段
	MaaS導入後の利用交通手段の意向
	パッケージ型MaaSの許容金額

(5) アンケート調査

本研究では、推計モデルで使用するデータとなる、市民の MaaS の利用意向や転居意向を把握するため、アンケート調査を実施した。実施内容は表-3 のとおりである。

今後の転居予定の調査結果を図-3 に示す。宇都宮市内に 5 年以内に転居予定のある人は約 4.45% となり、この値を推計モデルの転居する家計総数とする。

また、各交通手段（鉄道・バス・自動車・自転車）の 1 週間の利用頻度と、MaaS を導入した場合の利用意向を尋ねた。現況の利用頻度と仮想物件の評価結果をクロス集計することで、利用交通手段別の部分効用関数(2)式のパラメータを推定し、MaaS 導入ケースの利用頻度も把握することで、各ケースの人口分布を推計する。現況の利用頻度を趨勢ケース、MaaS を導入した場合の利用意向を MaaS 導入ケースの利用頻度と仮定する。調査結果の一例として、現況と MaaS 導入後の自動車の 1 週間の利用頻度を図-4 に、現況で週 5 日以上自動車を利用する人の MaaS 導入後の自動車の利用頻度を図-5 に示す。自動車を現況で週 5 日以上利用する人は 54% いたが、これを母集団とし MaaS 導入後の利用頻度を見ると、64% の人は変化しない一方で、次いで 26% の人が 1 週間に 1 日以下の使用を意向する結果となった。この結果と図-6 の各ケースの鉄道・LRT の利用頻度、図-7 の各ケースのバスの利用頻度より、MaaS の導入は自動車から他の交通手段への利用転換を促し、人々が自動車を手放す契機となることが考えられる。

(6) パラメータ設定

a) 部分効用関数

推計モデルの部分効用関数(2)式のパラメータは、高杉ら¹⁾、遠藤²⁾を参考に、L18 (2¹×3⁷) 型直交表に基づく調査とコンジョイント法により推定した。この調査では、8 項目の説明変数となる転居先地域特性の水準を設定した 18 の仮想物件について、回答者に 5 段階評価をいただいている。8 項目のうち 1 項目は 2 水準、残り 7 項目は 3 水準を設定し、その組み合わせを直交表に

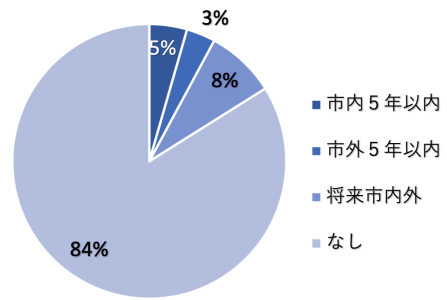


図-3 今後の転居予定

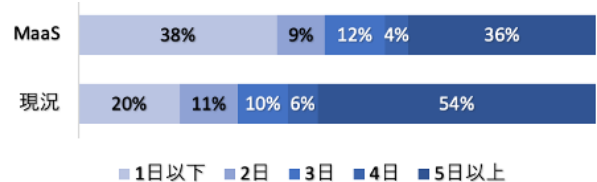


図-4 自動車の利用頻度

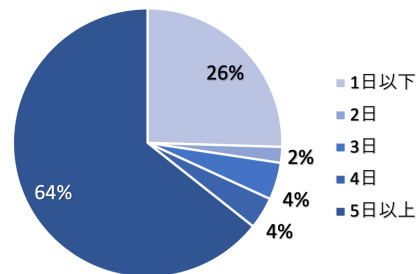


図-5 週 5 日以上自動車を利用する人の MaaS 導入後頻度

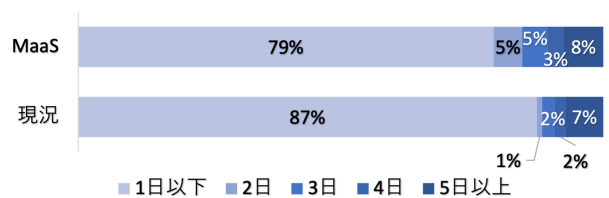


図-6 鉄道・LRT の利用頻度

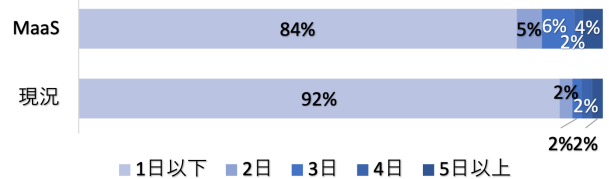


図-7 バスの利用頻度

基づいて割り付け、調査票を作成した。しかし、項目・水準・仮想物件の多さから回答が困難となり、有効回答数が全体の半分程度となってしまい、部分効用関数の推定精度の向上が課題となっている。

そこで、本研究では L8 (2⁷) 型直交表に基づき、表-4 に示す 2 水準 7 項目の 8 の仮想物件について、5 段階評価をいただいた。6 つの決定した居住地域評価指標と地価を項目に用い、各項目における市民の平均値や標

表-4 L8 (27) 型直交表に基づいた 8つの仮想物件

No.	鉄道駅までの距離	LRT停留所までの距離	通勤先までの距離	総合病院までの距離	大型商業施設までの距離	水害時の浸水リスク	地価
1	1.5km	1.5km	4km	1km	1km	なし	4万/㎡
2	1.5km	1.5km	4km	3km	4km	あり	7万/㎡
3	1.5km	4km	9km	1km	1km	あり	7万/㎡
4	1.5km	4km	9km	3km	4km	なし	4万/㎡
5	4km	1.5km	9km	1km	4km	なし	7万/㎡
6	4km	1.5km	9km	3km	1km	あり	4万/㎡
7	4km	4km	4km	1km	4km	あり	4万/㎡
8	4km	4km	4km	3km	1km	なし	7万/㎡

表-5 部分効用関数のパラメータ推定結果

	自動車利用		自動車非利用	
鉄道駅までの道路距離(m)	-0.125	(-4.386***)	-0.268	(-4.448***)
LRT停留所までの道路距離(m)	-0.093	(-3.254***)	-0.141	(-2.337**)
通勤先までの道路距離(m)	-0.040	(-2.829***)		
総合病院までの道路距離(m)	-0.081	(-2.263**)	-0.142	(-1.885*)
大型商業施設までの道路距離(m)	-0.057	(-2.405**)		
水害時の浸水リスクダミー	-1.636	(-22.918***)	-1.398	(-9.272***)
地価(円/㎡)	-9.E-06	(-3.820***)	-2.E-05	(-3.392***)
定数項	5.233	(23.574***)	5.756	(14.150***)
決定係数	0.424		0.409	

注) () 内はt値を表す。***, **, *はそれぞれ1%水準, 5%水準, 10%水準で有意であることを示す。

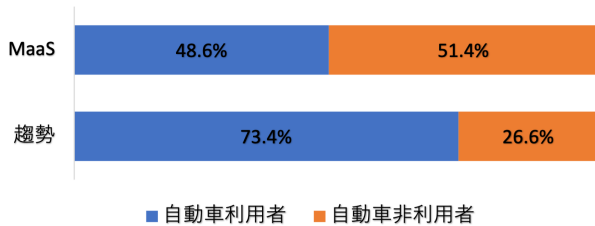


図-8 各ケースの自動車利用者と自動車非利用者の割合

準偏差を考慮して2つの水準を設定した。その結果、有効回答数は全体の約8割にまで改善することができた。

調査結果から、回答者の利用交通手段とクロス集計を行った上で、目的変数を5段階の評価値、説明変数を設定された7項目の水準とし、最小二乗法によりパラメータを推定した。なお、変数選択において、P値=0.1を除去基準とした減少法を用いた。この推計結果と各ケースの交通手段利用状況から、本実証実験においてはMaaS導入の影響が顕著に生じた自動車の利用頻度に着目し、市民は自動車を週5日以上利用する人(自動車利用者)と週1日以下のみ利用する人(自動車非利用者)に二分されると仮定し、表-5のパラメータを部分効用関数(2)式に用いることにした。図-4の各ケースの自動車利用週1日以下と週5日以上の人割合から、自動車利用者と自動車非利用者の割合を算出した。各ケースの割合を図-8に示す。自動車非利用者は自動車利用者と比較し、通勤先や大型商業施設までの距離の長さを重視しない結果となった。

b) その他

(2)式のその他の効用 τ は、各メッシュの2020年の実際の人口と計算した人口が合うように設定した。(3)式の需要パラメータ b は、2020年の平均土地需要量と平均土地面積が同じ値になるように設定した。(6)式の供給パラメータ σ は、各メッシュの2020年の実際の住宅地供給面積・供給可能面積から設定した。

(7) 分析結果

宇都宮市の市街化区域を対象に、趨勢ケースとMaaS導入ケースで時系列の都市内人口分布を推計した。図-9に、MaaS導入ケースの2045年の人口分布を示す。図-10に、2045年を基準とした趨勢ケースからMaaS導入ケースへの人口変化率を示す。図-10より、僅かではあるが郊外の人口が減少し、中心市街地、特に西側で人口が増加する結果となった。これは、西側に総合病院等が集中していることに起因する。僅かではあるが、MaaS導入は都市のコンパクト化に貢献することがわかった。

しかし、どのメッシュも人口変化率は1%程度内に収まっている。そのため、MaaS導入に加えて、立地適正化計画等によるコンパクト化政策と、公共交通再編などのネットワーク化政策との調和を図るべきである。また、鬼怒川左岸の人口減少が相対的に大きくなっているのは、隣接する芳賀町(大規模の工業団地が立地)の影響が考慮できていないためでもある。今後、周辺市町村との関連も検討すべきである。

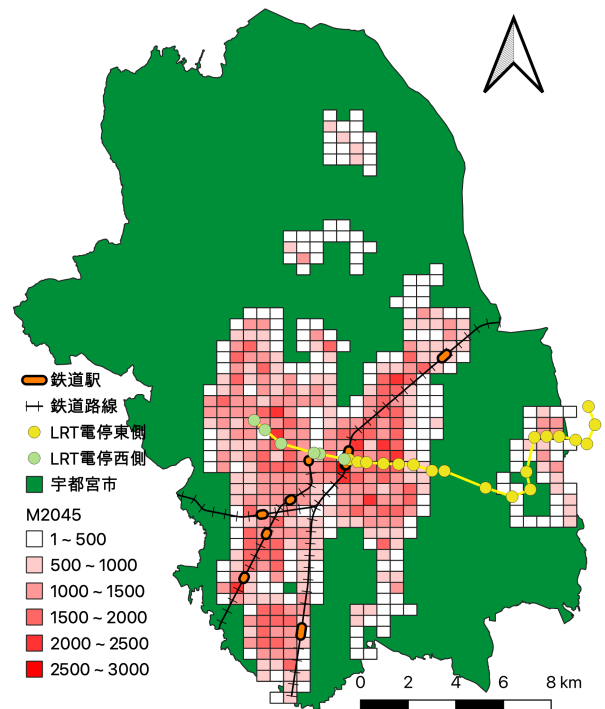


図-9 MaaS導入ケースの人口分布(2045年)

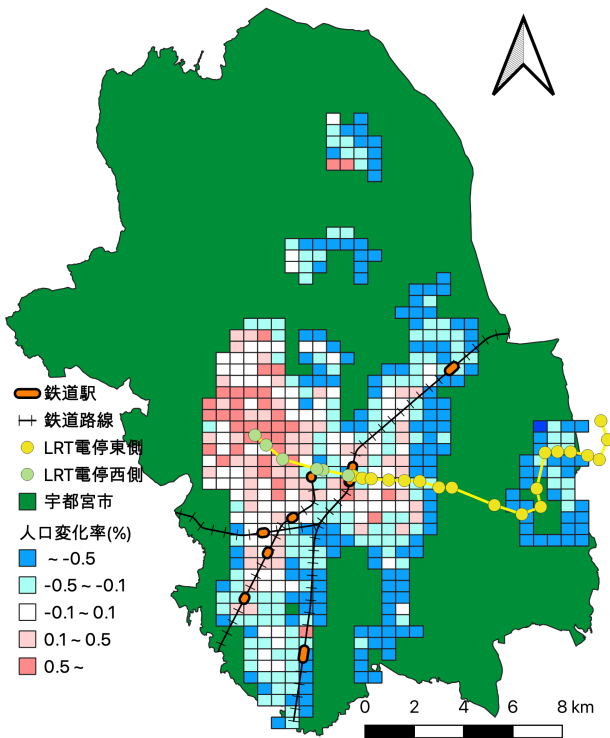


図-10 MaaS導入による人口変化率(2045年)

5. 結論

本研究では、MaaSの導入による利用交通手段の分担率の変化を利用し、MaaS導入による都市内人口分布の変化を推計可能な立地均衡モデルを構築した。また、宇都宮市において、市内の鉄道・LRT・バス・シェアサイクルを対象としたパッケージ型MaaSを導入した場合の分析を行った結果、趨勢ケースと比較して郊外の人口が中心地に集約され、僅かながらMaaSの導入はコンパクトシティ化に貢献する結果となった。都市のコンパクト化を促進するには、MaaS導入のメリットを提示し、更にMaaS、公共交通の利用を促進することが有用である。

本研究の実証分析では、交通手段利用状況から家計の行動を2パターンに分けたが、更に多くの交通手段のパターンに分類すると推計の精度が上がる事が考えられるため、アンケート調査における各交通手段利用者のサンプル数の確保等が今後の課題である。また、本実証実験では自動車の利用頻度(週1日以下と週5日以上)で家計の行動を分けたが、全く自動車を利用しない利用頻度週0日の家計と利用頻度週1日以下の家計では転居行動が異なる可能性が考えられるため、この両者を分けて分析する必要がある。これに加え、本モデルをMaaS導入による転居意思(転居の予定があるか)への影響も反映可能なものとするべきである。また、現在の日本では、MaaSの導入は概ね実験段階であるため、MaaS導入の影響の把握はSP調査を基にして行ったが、今後導入され

た場合は、RP調査を基にして分析を行うことが求められる。

NOTES

- 注1) 宇都宮市：「第5次宇都宮市総合計画」
<https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machi/sou-goukeikaku/5ji/index.html>
- 注2) 宇都宮市：「第6次宇都宮市総合計画」
<https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machi/sou-goukeikaku/1012906.html>
- 注3) 宇都宮市：「Uスマート推進協議会」
<https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machi/1025730/index.html>
- 注4) 遠藤加奈子：コンジョイント分析を用いた大卒女性の就業決定における要因分析，一橋大学公共政策大学院・公共経済プログラム，2008。

REFERENCES

- 高杉叡生，佐藤徹治，竹間美夏：LRT・BRTの違いおよび都市内人口分布への影響を考慮した整備便益の計測—計測手法の開発と群馬県前橋市を対象とするケーススタディー，都市計画論文集，Vol. 53, No.3, pp.1341-1347, 2018. [Takasugi, E., Sato T. and Chikuma M.: Development of the method of measuring the benefits of developing light rail transit and bus rapid transit considering differences of these systems and influence on urban population distribution and a case study for Maebashi city, Japan, *Journal of the City planning Institute of Japan*, Vol. 53, No 3, pp. 1341-1347, 2018.]
- 杉本達哉，杉浦聡志，高木朗義：自動運転車の普及が将来の都市構造へ与える影響の定量的分析，土木計画学研究・講演集，Vol.60, 2019. [Sugimoto, T., Sugiura S. and Takagi, A.: Quantitative analysis of the impact of autonomous driving on the future urban structure: application of location equilibrium model, *Proceedings of infrastructure planning*, Vol. 60, 2019.]
- 富岡秀虎，森本章倫：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，Vol. 53, No 3, pp.1348-1354, 2018. [Tomioka, H. and Morimoto, A.: A Study on the Population Increase Effect by Introducing LRT using CUE model, *Journal of the City planning Institute of Japan*, Vol. 53, No. 3, pp. 1348-1354, 2018.]
- 宮脇桐子，富岡秀虎，高山宇宙，森本章倫：スマートフォン位置情報データを用いたMaaS導入時の交通行動変容に関する研究，都市計画論文集，Vol. 55, No 3, pp.637-644, 2020. [Miyawaki, T., Tomioka, H. Takayama K., and Morimoto, A.: Study on the Change in Traffic Behavior Upon the Introduction of MaaS by Utilizing Smartphone Location Information Data, *Journal of the City planning Institute of Japan*, Vol. 55, No 3, pp. 637-644, 2020.]
- 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，GIS—理論と応用，Vol. 22, No. 1, pp.1-7, 2014.

[Morita M., Suzuki K., and Okunuki, K.: An Empirical Study of the Ratio of the Road Distance to the Straight Line Distance in Major Cities in Japan, *Theory and Applications of GIS*, Vol. 22, No. 1, pp. 1-7, 2014.]

(Received July 21, 2022)
(Accepted August 29, 2022)

ANALYSIS OF THE IMPACT OF INTRODUCING MAAS ON URBAN POPULATION DISTRIBUTION IN LOCAL HUB CITY

Rintaro SUZUKI, Tetsuji SATO and Akinori MORIMOTO

While population decline and aging are progressing and compact city development in cooperation with local public transportation is being promoted in local cities in Japan, MaaS is currently being introduced nationwide. Understanding the impact of such mobility services on urban population distribution is essential for promoting compact city policies. This paper focuses on the increase in the number of public transportation users due to the introduction of MaaS, and by classifying relocation behavior according to the usage status of the means of transportation, the analytical procedure of the impact of introducing MaaS in local cities on the future long-term population distribution within the city is invented. We also conducted a case study targeting local hub cities and analyzed the impact of MaaS introduction. As a result, the introduction of MaaS caused the population distribution to shrink albeit slightly, and it was found that the introduction of MaaS is useful as a compact city policy.