

大都市圏郊外部に主眼を置いた新しい
モビリティサービスの展開のあり方

大都市圏郊外部に主眼を置いた新しいモビリティサービスの
展開のあり方に関する研究プロジェクト

2024年2月

公益社団法人日本交通政策研究会

1. “日交研シリーズ”は、公益社団法人 日本交通政策研究会の実施するプロジェクトの研究
成果、本研究会の行う講演、座談会の記録、交通問題に関する内外文献の紹介、等々を印刷
に付して順次刊行するものである。
2. シリーズは A より E に至る 5 つの系列に分かれる。
シリーズ A は、本研究会のプロジェクトの成果である書き下ろし論文を収める。
シリーズ B は、シリーズ A に対比して、より時論的、啓蒙的な視点に立つものであり、折
にふれ、重要な問題を積極的にとりあげ、講演、座談会、討論会、その他の方法によってと
りまとめたものを収める。
シリーズ C は、交通問題に関する内外の資料、文献の翻訳、紹介を内容とする。
シリーズ D は、本研究会会員が他の雑誌等に公けにした論文にして、本研究会の研究調査
活動との関連において復刻の価値ありと認められるもののリプリントシリーズである。
シリーズ E は、本研究会が発表する政策上の諸提言を内容とする。
3. 論文等の内容についての責任はそれぞれの著者に存し、本研究会は責任を負わない。
4. 令和 2 年度以前のシリーズは印刷及び送料実費をもって希望の向きに頒布するものとする。

公益社団法人日本交通政策研究会

代表理事 山 内 弘 隆
同 原 田 昇

令和 2 年度以前のシリーズの入手をご希望の向きは系列番
号を明記の上、下記へお申し込み下さい。

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-6

守住ビル 4 階

公益社団法人日本交通政策研究会

電話 (03) 3263-1945 (代表)

Fax (03) 3234-4593

E-Mail:office@nikkoken.or.jp

日交研シリーズ A-887

令和4年度自主研究プロジェクト

「大都市圏郊外部に主眼を置いた新しいモビリティサービスの展開のあり方」

刊行：2024年2月

大都市圏郊外部に主眼を置いた新しいモビリティサービスの展開のあり方
Extension of New Mobility Services with Main Focus on Suburbs of Large Metropolitan Area

主査：高見 淳史（東京大学准教授）

Takami Kiyoshi

要 旨

本研究プロジェクトでは過年度のプロジェクトを引き継ぎ、人がより柔軟に移動することを可能にする各種の交通手段や自動運転車（AV）といった新しいモビリティサービスを取り上げ、その展開のあり方の検討を深め広げることを目的として進めた。一連のプロジェクトの成果の中から本報告書に収録した内容は以下の通りである。

1章では、交通に関する実証実験が数々行われてきた千葉県・柏の葉地域を取り上げ、新しいモビリティサービスを盛り込む形で改訂検討が進められている「柏の葉交通戦略」を紹介している。モビリティ技術をはじめとする研究開発フィールドと持続可能なモデル都市の両面の性格を持つ柏の葉にあって各種の実証実験が事業化・事業継続に至っていないことを踏まえ、他分野を含めたデータ連携やマネジメント体制の構築を見据える展望も示された。

2章では、従来型の乗合公共交通に対するファースト/ラストマイルの移動を支援しうる交通サービスとしてシェアサイクル、ワンウェイ型カーシェア、乗合タクシーを取り上げ、SP調査を通じて基礎的な利用意向特性を把握・分析している。その結果、3つのサービスとも利用意向は全般的に高くなく、特に自動車多利用層の利用意向が限定的なこと、各交通サービスに対する一部の意識が利用意向に有意に影響していること、などが示された。

3章では、前年度プロジェクトで提案したモデルシステムを実際に構築し、群馬県を対象地域として4つの背景シナリオの下で自家用AVの普及が居住分布に与える影響を評価するとともに、2つの居住拡散抑制施策の効果を検討している。その結果、居住誘導区域での住宅開発にかかる税が軽減される（地価を10%低減することで表現）ことにより施策未実施のケースに比べて居住拡散が抑制されることなどを示した。

キーワード：モビリティサービス、柏の葉交通戦略、利用意向特性、居住分布

Keywords: Mobility Services, Transportation Strategy of Kashiwa-no-ha Area, Characteristics of Intention-to-Use, Residential Location Distribution

目 次

1 章	モビリティ実証フィールド「柏の葉」の交通戦略	1
1.1	柏の葉のまちづくりの背景	1
1.2	2006年～2016年頃の実証実験群	2
1.3	柏の葉交通戦略（第一期）の策定	6
1.4	“スマートシティ”としての展開	8
1.5	柏の葉交通戦略の改定と今後	11
2 章	新しい交通サービスの利用意向特性の基礎的分析 ーシェアサイクル、ワンウェイ型カーシェア、乗合タクシーに着目してー	16
2.1	はじめに	16
2.2	取得・使用したデータ	16
2.3	熊本市における単純集計結果	20
2.4	熊本市における新しい交通サービスの利用意向の分析	25
2.5	まとめ	30
3 章	Evaluating the Implications on Residential Location Distribution by Privately-owned Automated Vehicles: A Case Study of Gunma Prefecture, Japan	32
3.1	Introduction	32
3.2	Methods and Data	32
3.3	Model Specification and Estimation	34
3.4	Model Application Settings	37
3.5	Simulation Results Under No Policy Mandates	38
3.6	Policy Mandates to Mitigate Expansion	39
3.7	Simulation Results Under Policy Mandates	41
3.8	Conclusion, Limitation and Future Work	43

研究メンバーおよび執筆者 (敬称略・順不同)

主査	高見淳史	東京大学大学院工学系研究科 准教授 (2・3章)
メンバー	有吉 亮	横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 特任准教授
	大沢昌玄	日本大学理工学部 教授
	太田勝敏	東京大学 名誉教授
	大森宣暁	宇都宮大学地域デザイン科学部 教授
	上条 陽	東京大学大学院工学系研究科 博士後期課程
	坂田亮輔	東京大学大学院工学系研究科 修士課程
	須永大介	中央大学理工学部 助教
	谷口 守	筑波大学システム情報系 教授
	中村文彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科 特任教授
	原田 昇	中央大学理工学部 教授
	パラディ ジアンカルロス	東京大学大学院工学系研究科 講師 (3章)
	藤垣洋平	小田急電鉄(株) 経営戦略部
	室町泰徳	東京工業大学環境・社会理工学院 教授
	森本章倫	早稲田大学理工学術院 教授
	羅 力晨	東京大学大学院工学系研究科 博士後期課程 (3章)
執筆者	三牧浩也	東京大学大学院新領域創成科学研究科 特任研究員／ 柏の葉アーバンデザインセンター 副センター長 (1章)

(所属・職位は2023年3月現在)

1 章 モビリティ実証フィールド「柏の葉」の交通戦略

1.1 柏の葉のまちづくりの背景

柏の葉は、2005年8月に開通したつくばエクスプレス（TX）の柏の葉キャンパス駅から概ね半径2キロ圏に広がる大規模開発エリアである。秋葉原から約30分に位置する柏の葉キャンパス駅周辺では、千葉県施行による「柏北部中央地区一体型特定土地区画整理事業（事業区域面積：約273ヘクタール、計画人口：26,000人、事業期間：2000年8月～2029年3月）が進行中である。駅を中心とするエリアは、開発前は三井不動産が所有するゴルフ場（三井柏ゴルフ倶楽部）であったことから、一体的・計画的な開発をしやすい状況にあった。また、この区画整理事業区域の西側にはもともと米軍の通信基地があったが、1979年の返還後、TX整備に先んじて跡地開発が進められ、TX開通時には既に東京大学や千葉大学、国立がん研究センター東病院等の我が国有数の研究機関が立地していた。

このような背景を持つ柏の葉は、1990年代の計画当初から多くの期待が寄せられてきた。2000年代に入りTX開通が目前に迫るなか、千葉県が先導しTX沿線の自治体や大学が参加する形で、「柏・流山地域国際学術研究都市」構想が描かれ、「環境・健康・創造・交流の街をつくる」というコンセプトが示された（2003～2004年）。このコンセプトを柏の葉エリアで具体化すべく、千葉県、柏市、三井不動産、東京大学、千葉大学を中心とするメンバーによって策定されたのが、「柏の葉国際キャンパスタウン構想」であり（2008年4月に第一期構想策定）、その連携推進機関として設立されたのが「柏の葉アーバンデザインセンター（UDCK、センター長：出口敦 東京大学教授）」である（2006年11月）。柏の葉国際キャンパスタウン構想に示す理念は、「公・民・学連携による国際学術研究都市・次世代環境都市」である。すなわち、公共、民間、大学のステークホルダーが連携することで、多くの研究者・研究機関・企業が集い、まちをフィールドに最先端の研究開発が行われるまちとなる一方で、地球環境に負荷をかけず人々が暮らし続けられるモデル的な都市となる、この両面性を一体的・相乗的に実現しようというものである。その後、この枠組みを堅持しながら、まちのステークホルダーがフラットに、また日常的に連携しながら、15年以上にわたって柏の葉のまちをつくりあげてきた。

今日、駅から周辺に向けて開発は進捗し、区画整理事業区域内だけでも、計画人口の半分の13,000人の暮らしが始まっている（図1.1）。当初苦労していた企業誘致もようやく芽が出始めた。駅周辺の機能集積とともに開発は駅徒歩圏外へと向かい、一方で西側の大学等が集積する学術教育研究エリアにおいても研究開発機能の強化が見込まれている。この二つのエ

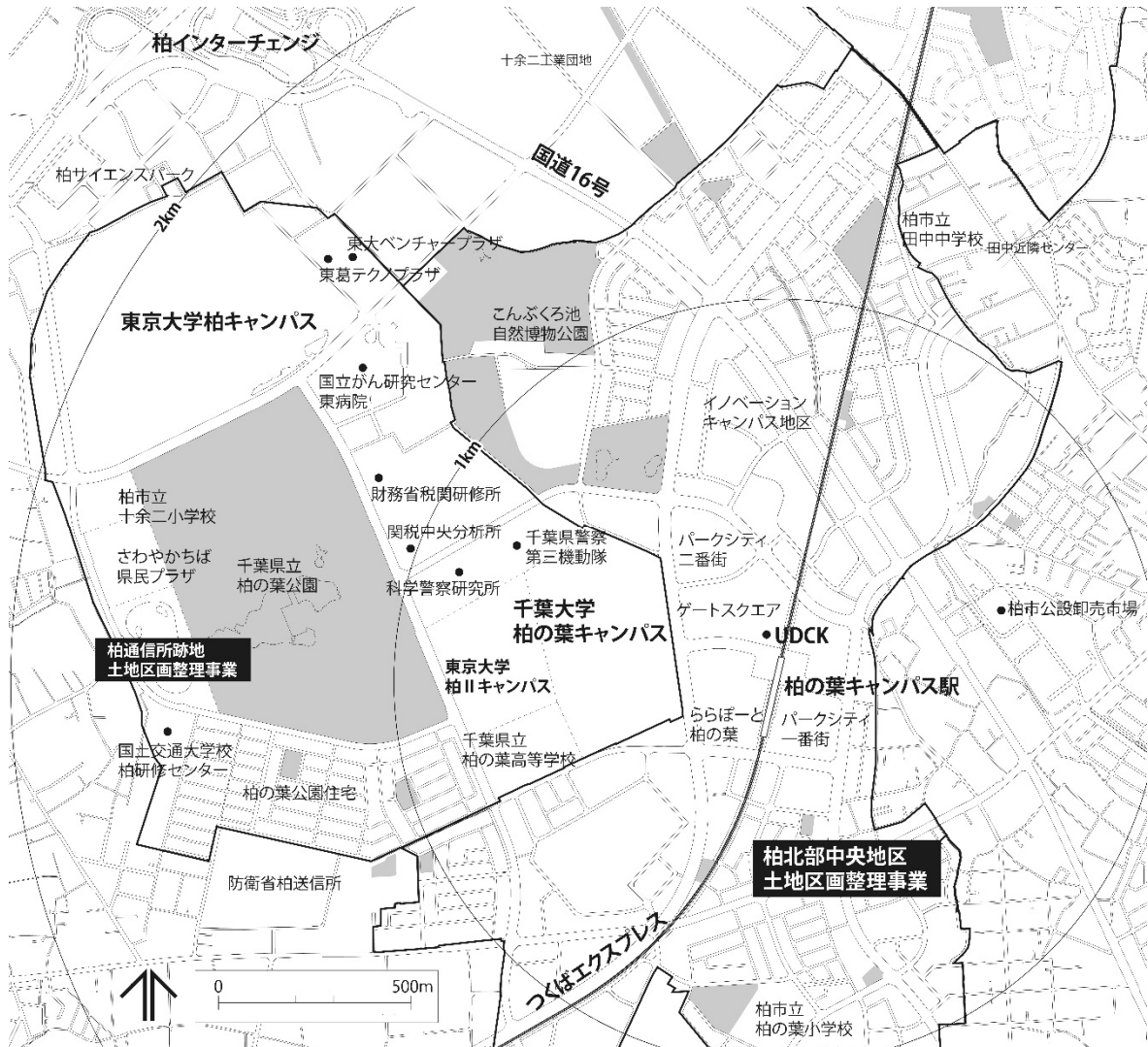


図 1.1 柏の葉エリア

リアのポテンシャルを相互に生かすためにも、半径 2km 圏の移動の円滑化が大きなテーマとなっている。

本稿では、柏の葉地域においてこれまで取り組まれてきた交通関連の取り組みを振り返るとともに、現在進めている新しい交通戦略の方向性について紹介する。

1.2 2006 年～2016 年頃の実証実験群

上述の「柏・流山地域国際学術研究都市」構想の一環として、2005 年以降、まちをフィールドに大学と地域が連携するプロジェクト群が順次選定され、アクションプログラムとして推進されてきた。その一つに、「人を優先する持続可能な交通サービスの構築」があり、具体

的にはオンデマンドバスの本格導入やサイクルシェアリングの実現がうたわれた¹⁾。こうしたプログラムも背景に、2008年3月に策定された「柏の葉国際キャンパスタウン構想」では、8つの目標の一つに「サステイナブルな移動交通システム」が掲げられた。自転車や公共交通を中心に地球と人に優しい移動環境の整備をうたうこの目標の実現に向け、UDCKの設立初期段階では交通関係の実証実験が重点的に進められた。

2009年6月には柏市が「ITS実証実験モデル都市」に選定され、これを受けて柏の葉をフィールドにITSを活用した実証実験事業の推進・支援を行うための組織として、「柏ITS推進協議会」が設立された(2010年2月設立、現会長：須田義大 東京大学教授)。柏ITS推進協議会は柏市を事務局として、大学・研究機関や民間企業、関連機関が参加するコンソーシアムであり、現在にいたるまで柏の葉における交通関連の実証実験の推進を担ってきた。

以下、この当時から2016年頃までの交通系の実証実験群を振り返る。

1.2.1 オンデマンドバス

柏の葉におけるモビリティの実証実験の端緒となったのが、東京大学大学院新領域創成科学研究科の大和裕幸研究室(当時)が中心になって開発した独自のオンデマンドバスシステムの実証実験である(2006年11~12月)。WEB予約と電話予約の組み合わせでデマンド情報を把握し、その情報をもとに独自のアルゴリズムで最適な運行ルート进行分析、情報を更新しながら運行するシステムである。実験として無料運行であったが、支払い意思額をアンケートで聞いた結果、路線バス同等以下でないと乗車しない意見が多く²⁾、路線バス自体が存在する柏の葉エリアにおいて事業としての成立性はないと判断された。一方で、システムとしての有用性は検証され、その後同システムは「コンビニクル」として地方部等に展開し、柏市内でも人口減と交通不便を抱える南部エリアで「カシワニクル」として導入・継続している。柏の葉では実験にとどまったが、柏の葉発のシステム開発の事例となった。

1.2.2 自転車に係るビジョンと関連施策

柏の葉のまちづくりの初期段階において、特に力を入れられたのが自転車によるまちづくりである。柏の葉国際キャンパスタウン構想の策定と並行して、通勤・通学・買い物などの日常利用から周辺の豊かな自然や緑地環境をつないだレクリエーション利用まで、自転車利用をうながしていくためのビジョン検討が進められた。ルートの設定やマップの作製、ツアーの実施、マンションにおけるオリジナルシェアサイクルのデザインなど、開発事業者である三井不動産も一体となって、「自転車の似合うまち」を発信する各種プロモーションが行われた。まだ産声を上げたばかりのまちづくり初期段階において、マンション販売戦略の一環として三井不動産の協力を得ながら、まち全体としての自転車施策に取り組まれたというの

は、柏の葉らしい。

その一環として、2007年10～12月には屋根付き三輪自転車を使った“ベロタクシー”の試験運行を柏の葉キャンパス駅前から県立柏の葉公園を經由して東京大学柏キャンパスまでをつなぐ一帯で実施。これも同時期に大規模マンションの分譲を行っていた三井不動産が下支えたものであった。有料運行（中学生以上300円）を行い、まちのモビリティとしての事業化可能性が探られたが、期間中、特に休日などは一定の利用があったものの、その後の事業化には至っていない。

2008～2009年度にかけ、自転車をメインテーマにしたフォーラムやキャンペーンを複数回開催しながら、公共と民間が連携し、ハード・ソフトの両面で取り組むための「自転車利用促進計画」がまとめられた。これらが次項の「かしわスマートサイクル」の実証につながっていく。

1.2.3 かしわスマートサイクル

2009年11月に市内4か所のレンタサイクル相互利用を実施。同年、総務省の地域ICT利活用事業の採択を受け、無人ポートによる自転車共同利用システムを構築し、冬季に社会実験を実施した。このシステムをベースに、満を持して2010年度より本格的な実証実験として始められたのが、「かしわスマートサイクル」である（写真1.1）。

事業主体が柏市、運営主体が柏市まちづくり公社という体制とした。実証実験としてまちづくり公社が利用者動向の把握やシステムの安定性、管理上の問題点の抽出等を行い、柏市が事業性の可否を判断した上で、民間事業化を目指していくこととした。2010年4月以降、利用を重ねる中で生まれてくるニーズや問題点を吸い上げながら、定額制の導入、ポートの増設による新たなニーズ喚起、利用の少ないポートの撤去、自転車の偏在を解消するためのポイントによる利用誘導（「偏在対策システム お助け隊」）、千葉大学や地元企業と連携したオリジナルラックの開発など、試行錯誤を繰り返しながら、将来の事業化に向けた検討を進



写真1.1 かしわスマートサイクル

めてきた。しかし、結果的に事業単体としての黒字化は難しいと判断され、実証実験としては 2017 年 3 月で終了した。全国にまだ事例が少ない頃に取り組んだシェアサイクルの実証であったが、結果的には、オリジナルのシステムでの実施はやはり難しかったとも言える。

1.2.4 マルチ交通シェアリング

低炭素型モビリティへの転換促進のため、当時実証実験中であった「かしわスマートサイクル」を基盤に、シェアリング対象車両を電動バイク・電気自動車等に拡充し、交通手段の選択性を高めるとともに、ICT の活用により無人運営で乗り捨て可能な貸し借りを実現する新しいシェアリングシステムの構築を目指し、「マルチ交通シェアリング」の実証実験が 2011 年 6 月より行われた（写真 1.2）。

この実証実験は、東京大学の教員を中心に設立された「特定非営利活動法人柏の葉キャンパスシティ IT コンソーシアム（KACITEC）」を事業主体とし、行政や関連企業が参加して行われた。2013 年には電気自動車リーフを導入し、まちのエネルギーマネジメントシステムにも接続することで、災害時にまちの非常用電源としてリーフを活用するためのシステムを構築。モビリティとエネルギーが複合化した意欲的なシステムの確立を目指した。

当初、柏の葉キャンパス駅前のららぽーとと柏の葉と東京大学柏キャンパスの 2 ヶ所であったポートを中心市街地エリアも含めた 6 ヶ所まで拡充し、利用者の利便性向上を図ったが、利便性の高い場所にポートの敷地を確保することの難しさからポートや車両を拡充することができず、総利用数を伸ばすことができなかった。乗り捨て型の実証実験としては 2016 年 1 月を持って終了することとなった。



写真 1.2 マルチ交通シェアリング（左：東京大学内ポート、右：UDCK の V2H 対応ポート）

1.2.5 セグウェイの公道走行

2008 年頃、次世代モビリティとして当時注目を集めていたセグウェイに着目し、2008 年 11 月に開催した「第 1 回柏の葉モビリティフォーラム」においてデモ走行を実施。大学キャ

ンパスや公園内でのツアーをイベント的に継続しながら、まちづくりにおけるセグウェイの利用価値の検証を進めた。恒常的にまちの中で利用するためには、柏の葉で独自のインストラクターを育てていく必要があったため、2010年5月、地域住民主体の「柏の葉セグウェイクラブ」を立ち上げ、市民主体で街中でのセグウェイを運用する全国発の活動をスタートした。2011年からつくば市において認められていた公道走行の規制緩和が、その後一定の条件下で認められるようになったことを受け、柏市においても条件を整え、2016年7月～2017年9月、柏の葉においてセグウェイクラブが運営する公道走行ツアーを実施した。こうしたツアーのほかにも、マンション管理（見回り）に実証導入するなど、セグウェイをまちの中に取り入れるべく、多面的な取り組みが進められた。

しかし、セグウェイ搭乗のためには一定の講習を受ける必要があり、誰でも手軽にというわけにいなかったこと、セグウェイそのものが高価なため継続的な保守や更新費負担が問題となったことなどから、結果的に定着には至っていない。しかし、セグウェイクラブとしての活動は現在も継続し、休日のセグウェイ体験は柏の葉になじんだ景色になっている。

1.3 柏の葉交通戦略（第一期）の策定

上述の通り、2011年頃までには既に柏の葉では先端的なモビリティの実証実験が複数進められていた。一方で、まちづくりの進捗とともに、地域の住民やワーカー・学生の具体的なニーズも聞こえるようになっており、必ずしも先端的なものに限らず地域のニーズに対応した交通システムをしっかりと整えていく必要性も認識され始めていた。柏の葉エリアで展開する多様な技術開発・研究や社会実験を、地域のニーズにあった交通システムとしていくための将来ビジョン並びに具体的な戦略をつくるべく、2012年度、東京大学空間計画研究室（出口敦教授・UDCKセンター長）、横浜国立大学交通研究室（中村文彦教授・当時）およびUDCKの共同研究として、『柏の葉交通戦略』の検討が行われた。アンケート調査や公開報告&意見交換会を実施し、市民や柏の葉の都市開発・まちづくりに係る方々の意見を収集しながら、戦略検討が進められた。

2013年9月に定められた交通戦略では「スマート&マルチモーダル」という理念のもと、以下が提示された³⁾。

（1）3つの交通課題の整理とそれぞれに対する短期戦略の提示

上位計画やアンケートを踏まえ、柏の葉が抱える交通面での課題として、①広域からのアクセス性向上、②柏駅との拠点間交通、③駅を中心とする柏の葉地区内交通、の3つを

明示するとともに、これらに対する短期的な戦略として、道路空間の再配分（自転車走行空間確保）、バスシステムの再編（空港アクセス、拠点連携、地域内循環）、施設運用の効率化（駐輪場・駐車場・駅前広場）を具体的に示した。

（2）実証実験と従来型交通モードの位置づけとサービスの一体化の提示

柏の葉を ITS 等の先端的な取り組みのショーケースと位置づけたうえで、先端的で変化し続ける New Mode と、路線バスや自転車など従来型の Conventional Mode について、優先順位を明確化するとともに、あくまで利用者目線で利用しやすい一体のものとして連携させていく必要性を示した。また MaaS という言葉がない時代に、M3S（Multi Modal Mobility Station）という概念で、多様な交通サービスを一体で扱う拠点やシステムの必要性を提示した（図 1.2）。

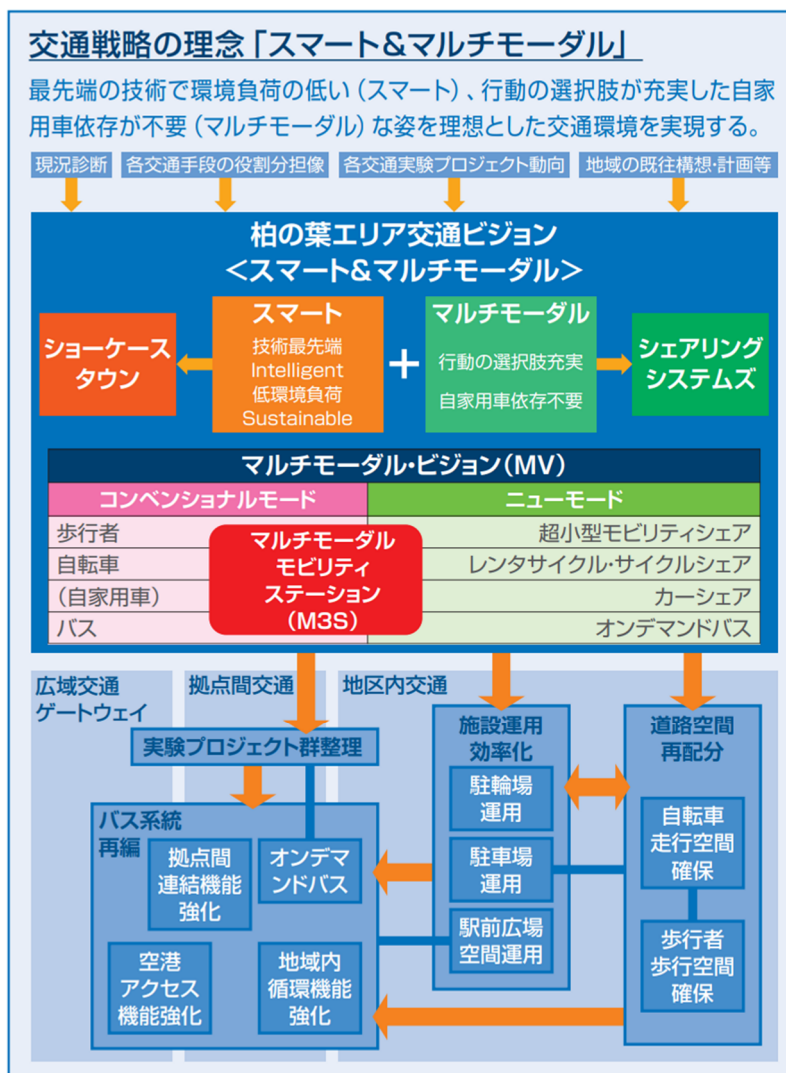


図 1.2 第一期 柏の葉交通戦略の概要（スマート&マルチモーダルの考え方）

この戦略が策定されたのち、地域内の一部路線における自転車走行帯の先行整備、柏中心部と接続するバス路線の一部再編、空港バスや都心アクセスバスの事業化などが実現した。一方で、2016～2017年度までにシェアリングサービスが終了するなど、当初しかけてきた実証実験的な取り組みは、需要がおいつかないなかでいったん沈静化していた。戦略において示された M3S についても事業主体の連携のめどがたたないまま、実現にいたっていない。

1.4 “スマートシティ”としての展開

2014年春、柏の葉キャンパス駅前にスマートシティのモデル街区“ゲートスクエア”が完成し、エネルギーマネジメントシステムや、健康づくり拠点施設、新産業創造拠点施設が稼働した。ここまでを柏の葉のまちづくりの第一フェーズだとすると、現在まちづくりは一皮外側のエリアに向かっていく第二フェーズに入っている。サイバーとフィジカルが融合したスマートシティを駅前のモデル街区だけにとどめず、いかに周辺にまで拡張するか。いかに多くの企業を巻き込み、また市民参加を促しイノベーションを起こしていくか、その先に魅力的な土地利用を誘導していくかが第二フェーズの大きなテーマである。2019年、柏の葉は国土交通省スマートシティモデル事業の先行モデルプロジェクトに選定され、その実行計画⁴⁾の策定を通じて、改めてスマートシティの考え方を整理した。「駅を中心とするスマートコンパクトシティ」を目標に、解決すべき課題として、モビリティ、エネルギー、パブリックスペース、ウェルネスの4つを掲げている（図1.3）。



図1.3 柏の葉スマートシティ実行計画の概要（4つのテーマ設定）

モビリティが柱の一つに据えられたのは、開発が外側に広がりつつあることを考えれば当然であり、半径 2km 圏の移動をいかにスムーズにするかがメインテーマとなった。その中心プロジェクトは、東京大学生産技術研究所が中心となった自動運転バスの公道走行実証であるが、それ以外にもモビリティ関連の実証・実装プロジェクトが、その後多発的に展開してきた。ここではその主要なものについて簡単に紹介する。

1.4.1 自動運転バスの長期営業運行実証

自動運転の実用化に向けた研究が行われている東京大学生産技術研究所が 2017 年 4 月に柏キャンパス内に機能移転したことを受け、柏の葉においても地域内交通手段としての自動運転バスの実証・導入を目指すこととし、2017 年度から、東京大学、運行主体である東武バスイースト（当時。現・東武バスセントラル）、車両の開発主体である先進モビリティ、UDCK 等の関係主体からなる検討ワーキングを立ち上げた。

自動運転技術の研究開発・実証フィールドとして柏の葉のまちの先進性を打ち出しつつ、単なる実証に終わらせず、中長期的には柏の葉キャンパス駅の半径 2km 圏の移動の利便性を高める循環（基幹）バスを自動運転技術によって実現することを目標に据えた。柏 ITS 推進協議会が実証実験運行を行う形をとり、2019 年 11 月 1 日から、柏の葉キャンパス駅から東京大学までの約 2.9km の区間をつなぐ、営業運行の実証実験がスタートした。もともと平日日中運行されていた東大シャトルバスの一部に自動運転バス車両を組み込む形で、1 日 4 便運行し、レベル 2 相当での自動運行ながら、最高速度 40 km で長期の営業運行を行っている。

その後自動走行可能区間の延長に向け、2020 年には走行区間のうち GPS 感度が低い区間を中心に磁気マーカを路面に埋設。2021～22 年度には、信号情報連携、飛出しや路上駐車を検知する路側センサーの設置など、関連企業の参画・協力によってインフラ側の設備が強化されてきた。2021 年度には経済産業省の補助事業採択も受け、混在空間におけるレベル 4 での運行を 2025 年度までに実装することを現実的な目標に研究・実証が加速している（図 1.4）。

1.4.2 KOIL MOBILITY FIELD

モビリティ開発を行う企業・大学向けに、開発途上のモビリティの検証を行うための実証フィールド「KOIL MOBILITY FIELD」が 2021 年 6 月に整備された（写真 1.3）。三井不動産が企業立地用地として保有する敷地に暫定整備したものであり、「モビリティサーキット」（自動運転、走行中ワイヤレス給電、マイクロモビリティ開発）、「ドローンフィールド（水素燃料電池ドローン、有人ドローンなどの開発）」、「草刈りフィールド」（ロボット草刈機の開発）、「作業室（トレーラーハウス）」の 4 つの施設で構成。都内などでは用地確保が困難なフィールド型の研究施設、都心 30 分圏という立地、民間運営による自由度の高さなどの優位性、



図 1.4 自動運転バスの走行ルートとインフラ協調レベル4 実装に係る取り組み
(図版及び写真提供：柏市)

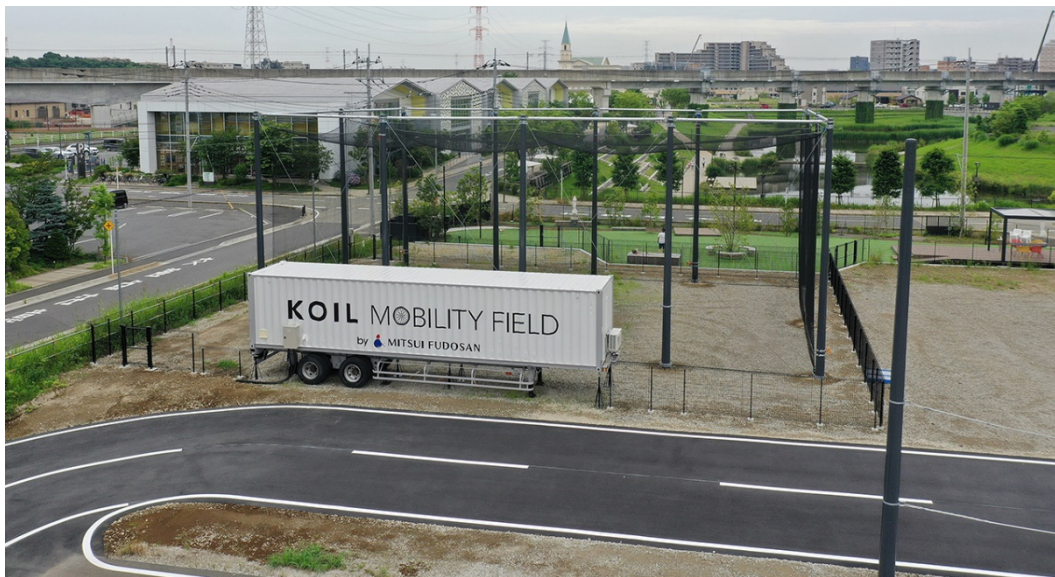


写真 1.3 KOIL MOBILITY FIELD

高度な通信環境が整備されておりロボット開発系のスタートアップなどの関心が集まりつつある。隣接するオフィスには、自動運転を研究するスタートアップ企業も入居している。また、2023年春に走行中ワイヤレス給電の送電コイルを埋設しており、本フィールドでの検証をへて秋からは公道実証が予定されている。

1.4.3 電動キックボードの実証

2020年頃からラストワンマイルの交通手段としての電動キックボードのシェアリングサービス公道走行実証実験が全国各地ではじめられ、柏の葉でもこの取り組みに参加することになった。20台のキックボードを駅前ホテルの車寄せに設置することで、2020年11月から駅前オフィスの入居者などを対象にサービスをスタートし、2021年1月からは住民にも対象を広げた。2021年度にはららぽーとや T-SITE などの商業施設や、柏市の公園などにもポートを追加し合計9か所で運用。8月からは有料化して事業性の検証を行った。地域内を周遊する観光利用のケースも見られ、ラストマイルでの利用手段としての価値は見てきた一方、有料化に伴い利用が大幅に減るなど、柏の葉のような郊外地域で単独事業として成立させることの難しさも明らかになった。2021年12月で事業としてはいったん終了している。

1.4.4 賃貸マンション居住者向け MaaS 実証

MaaS に社会的な注目が集まる中、2020年度、柏の葉においても三井不動産が中心となって生活者の利便性向上の観点から MaaS の有用性を探る実証が実施された。MaaS Global 社と連携し、駅前の賃貸マンション居住者を対象にカーシェア、シェアサイクル、バス、タクシーを利用可能とするものである。サービスをサポートし利用を促進することを目的としてコミュニティマネジャーを配置し、当サービスを通じた住民コミュニティの拡張を促す取り組みなども行われた。無料からスタートし、利用者とのコミュニケーションを図りながら、料金体系を試行錯誤。実証実験参加者からは、MaaS の利用で「習い事選択肢が広がる」、「徒歩圏内からシェアサイクル、カーシェアで遠出するようになった」との声が寄せられた。三井不動産による MaaS 事業の端緒として、様々な知見が得られた実証となり、その後の MaaS の方向性検討の礎となった⁵⁾。

1.5 柏の葉交通戦略の改定と今後

前節で触れたとおり、2019年頃から「スマートシティ」関連の取り組みの展開にあわせてモビリティ分野の実証が再び活発化している。むろん個々の研究・実証は個別に柏の葉の課題をとらえて行われているものの、実装化に向けた段階もサービスの対象者も異なる。主体はそれぞれに異なり、サービスのインターフェイスも異なる。個別単体のモビリティサービスでは事業として成立しがたく持続性がないということもこれまでの経験でわかっており、利用者目線にたった一体的なサービス構築のため、それぞれをつなぐ総合的なモビリティサービスマネジメントの仕組み構築も求められている。

こうした問題意識から、2020年度より柏の葉交通戦略の改定に向けた検討を進めている。前述した2013年版と大きく異なるのは、その対象エリアを柏の葉キャンパス駅から東京大学柏キャンパスまでを含む「半径2km圏」に絞ったこと、そして、まち全体として「スマートシティ」としての打ち出しが大きくなっていることを背景に、新技術の導入やデータマネジメントの視点をより重視していることである。2020年度に地域住民を対象にしたアンケートを行い、2ヶ年をかけて議論を進め、大枠は完成している。まだ公開にはいたっていないが、2023年6月時点での概要を以下に紹介する。

■基本目標と構成

基本目標を、「モビリティの向上により柏の葉全体をよりアクティブにする」とした。半径2kmのモビリティ向上によって、不便を解消するとともに、大学ゾーンと駅前の接続を強化し公・民・学の交流を活発化。新たな暮らし方・働き方を提案するより価値創造的なビジョンを志向した。これを実現するためにモードごとの考え方を示す3つの方針と、柏の葉ならではの進め方を示す3つの戦略を掲げている（図1.5）。

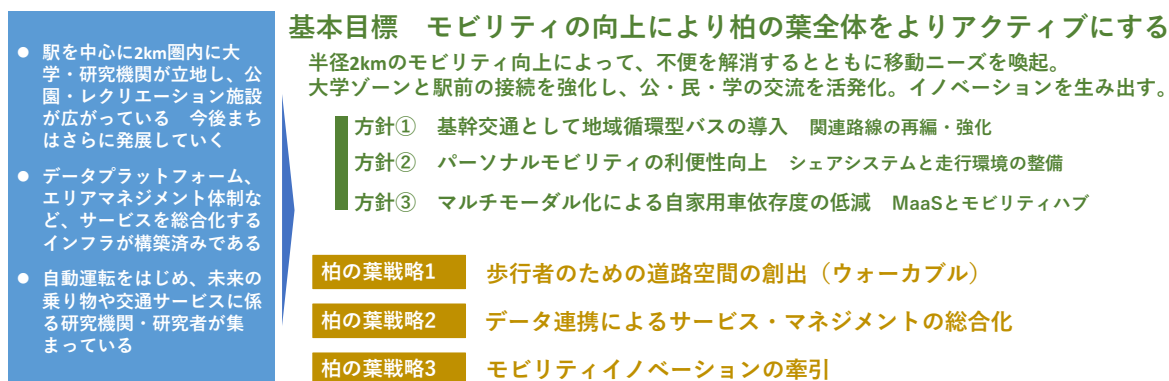


図1.5 見直し中の柏の葉交通戦略の基本構成案

■3つの方針

- ・ 方針① 駅と大学ゾーンを接続する基幹的なバス路線の強化 —新技術を生かした関連路線の再編・強化

自動運転バスの実装を視野に入れつつ、駅と大学ゾーンを接続する基幹的なバス路線を強化し、東京大学や国立がん研究センター東病院付近におけるさらなる機能集積、柏の葉公園へのアクセス性向上、公園周辺住民の駅アクセス向上を図る。2023年6月現在、基幹ルートのある方や自動運転バスの導入方針について議論を進めている。

- ・ 方針② パーソナルモビリティの利便性向上 —シェアシステムと走行環境の整備

ラストマイルモビリティとして、自転車や電動キックボード等の利用環境の向上を進める。

・方針③ マルチモーダル化による自家用車依存度の低減 —MaaS とモビリティハブ

バスやパーソナルモビリティに加え、カーシェアなども含めた総合的なサービスによって、サービス側の事業性並びに利用者にとっての利便性の向上、ひいては自家用車依存度の低減を図る。高齢化が進む近隣住宅地などでは免許返納後のモビリティ確保も課題となっており、こうした課題への対応も視野に入れる。

■3つの戦略

①歩行者のための道路空間の創出（ウォークابل）

バスや自転車はもとより、グリーンスローモビリティや新たなパーソナルモビリティの導入も想定しつつ、あくまで歩行者が中心となった新たな道路空間の実現を目指す。自家用車の流入を抑制するゾーンの設定や駐車場の集約化、フレキシブルな交通規制の検討、センサー類の設置等に際しての景観配慮なども提示。「ウォークブルシティ」としてのモビリティのあり方を示している。

②データ連携によるサービス・マネジメントの総合化

移動に係るデータのモニタリングとデータを活かしたモビリティサービス提供、MaaS による一連の行動全体に対するサービスの一元化、データの見える化による移動を通じた環境負荷の低減や健康の増進などを提示。「スマートシティ」ならではモビリティのあり方を示している。

③モビリティイノベーションの牽引

大学や企業による新たな研究開発や産業創造を支援し、市民を含めた学びや交流を通じて、新たなモビリティが生まれ進化し続けるまちづくりを進めることを提示。大学や民間の実験場の活用だけでなく公道での実証実験も支援しながら、まち全体で新たな乗り物やサービスの開発や創造を進める「イノベーションフィールド都市」としてのモビリティのあり方を示している。

■モビリティサービスマネジメントの体制

これらの実現のため、柏の葉地域の主要なステークホルダーが連携して、各交通事業者をつなぎ、移動や交通サービスに係るデータの集約やサービス提供の一元化（MaaS の運用）を行う「交通マネジメント組織」の設立を目指すことを示している（図 1.6）。新たなモビリティの研究開発や実証を担う「柏 ITS 推進協議会」ならびに、環境エネルギー分野や健康分野なども含む総合的な「柏の葉スマートシティ」の実現を担う「柏の葉スマートシティコンソーシアム」とも緊密に連携し、柏市・三井不動産・UDCK（一般社団法人 UDCK タウンマネジメント）が中心となって推進するという体制である。

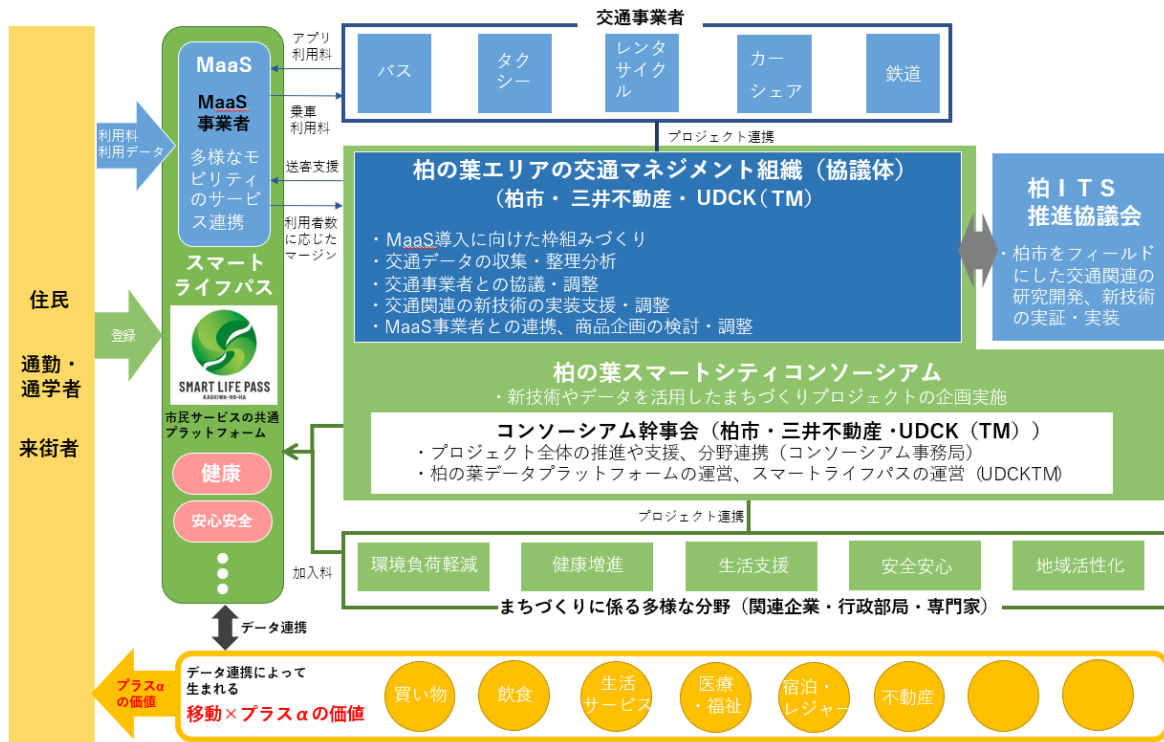


図 1.6 柏の葉におけるモビリティサービスマネジメント体制の構想
(検討中の交通戦略より)

住民や来街者に対するモビリティサービスは、住民向けスマートシティサービスのポータルである既存の「スマートライフパス柏の葉」とリンクする MaaS によって一元化を図り、分野を超えたデータ連携やサービスの連携を目指すこととした。柏の葉のまちの規模でモビリティサービス単体で事業化することは難しい。モビリティ間をつなぎ、さらに生活に係る様々なサービスと連携させ一体化させながら、柏の葉における暮らしを支えるインフラにまで落とし込み、そしてこれをまち全体で支えることで、サービスのエコシステムをつくるという考えである。決して簡単ではないが、戦略の実現のためには必要であろう。

以上、策定に向けて大詰め段階にある新たな「柏の葉交通戦略」の概要を紹介した。2023年6月現在、今回の交通戦略において大きな位置を占める自動運転バスの導入方向性検討を横にらみしながら、公開のタイミングを見計らっている状況にある。

柏の葉のまちづくりが本格化して 20 年近くを迎える。本稿の中で繰り返し述べてきたように、柏の葉は最先端の研究開発が行われる実証フィールドという側面と、人々が暮らし続けられる持続可能なモデル都市という側面の両面性を持つ。しかし、特に交通分野において過去行われてきた様々な実証は、事実として継続できていない。まちが成熟しつつあるなか

で、研究開発的側面からの単発的な実証だけでは、いずれ地域はついてこなくなる。必要なのは、この両面性を重ね合わせることで、すなわち、①地域における生活者の足となるモビリティの充実・強化を、行政や大学等ともタッグを組んで実現していく課題解決型連携アプローチ、②大学や企業による新たな研究開発に市民も参加し楽しみながら価値創造していく創造発展型連携アプローチの両面への意識であろう。

新たな交通戦略のもと、サービスとしての継続・定着という最大の難関に正面に向き合いながら、引き続き柏の葉ならではのまちづくりを進めていきたい。

<謝辞>

本稿の内容は、主に「柏の葉国際キャンパスタウン構想」（2008年4月策定）のフォローアップ事業として年度ごとに作成されている報告書の内容をもとに記載している。長年の柏の葉のまちづくりに関わる主な情報が、継続的・一元的にまとめられているからこそ執筆できたものであり、毎年報告書のとりまとめに情報提供をしていただいている柏市交通政策課の皆様、三井不動産株式会社柏の葉街づくり推進部の皆様、東京大学大学院新領域創成科学研究科ならびに東京大学生産技術研究所の関係者の皆様、その他柏の葉の交通に係る取り組みを進められてきた関係の方々に改めてお礼を申し上げたい。また、柏の葉交通戦略の検討にあたっては、第一期計画では中村文彦先生（東京大学大学院新領域創成科学研究科特任教授）、第二期計画では高見淳史先生（東京大学大学院工学系研究科准教授）に貴重なご助言をいただき、柏の葉ならではの交通の考え方を整理することができた。改めてお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 千葉県（2009）『『知』の拠点 ちばから世界へ 国際学術都市づくりー千葉県柏・流山地域ー』
- 2) 坪内孝太、大和裕幸、稗方和夫（2008）「オンデマンドバスシステムの実証実験による評価」、『運輸政策研究』、Vol.10、No.4、pp.11～20
- 3) 柏の葉国際キャンパスタウン構想委員会（2013）『柏の葉交通戦略』
- 4) 柏の葉スマートシティコンソーシアム（2020）『柏の葉スマートシティ実行計画』
- 5) 柏の葉国際キャンパスタウン構想委員会（2021）『柏の葉国際キャンパスタウン構想フォローアップ報告書 2020』

2 章 新しい交通サービスの利用意向特性の基礎的分析

ーシェアサイクル、ワンウェイ型カーシェア、乗合タクシーに着目してー

2.1 はじめに

Mobility as a Service (以下 MaaS) の定義は様々であるが、既存の乗合公共交通やシェアリングモビリティなど個別に提供されている多様な交通サービスを、一体的な料金体系や検索・予約・決済手段のもとでパッケージとして利用者に提供するものである点は、おおよそ共通していよう。これによって人の移動のマルチモーダル性・インターモーダル性の双方を高め、提唱者の Sampo Hietanen 氏曰く「自家用車を保有せずとも自由に移動できる状態を提供」¹⁾し、ひいては自家用車保有からの転換を生じさせることが期待されている。このことを踏まえば、MaaS は一定以上の利便性を持つ公共交通が存在し、しかし自家用車が相当程度使われているという、ともすれば相反する特性を有する地域においてこそ特に有効と捉えることができる。こうした MaaS のいわば「スイートスポット」の存在と、それぞれのスポットに適切なサービスの形態や内容を探索することは重要と考えられる。

本章では MaaS のパッケージに含まれうる (と考えられる) 交通サービスのうち従来型の乗合公共交通に該当しない3種類、すなわちシェアサイクル (以下 SC)、ワンウェイ型カーシェア (OCS)、乗合タクシー (RST) を取り上げる。これらは地域の持つ条件などによって従来型乗合公共交通のファースト1マイル・ラスト1マイルの移動を担う可能性があると同時に、従来の交通手段と競合する可能性も大いに考えられ、有効なスイートスポットの存在を可能たらしめる MaaS パッケージを検討するにあたって、その需要特性の理解を深める必要性が高いと考えた。本章では Web アンケートベースの SP 調査から得たデータに基づき、熊本市を対象としてこれら交通サービスの利用意向の特性に関する基礎的な把握を行う。

2.2 取得・使用したデータ

2.2.1 Web アンケート調査

上記の交通サービスに対する選好を把握することをねらいとして、2023年3月27日～29日に Web アンケート調査 (調査会社: ㈱インテージ) を実施した。調査対象者は広島県広島市および熊本県熊本市に在住するインテージ社のアンケートモニター、各都市約 500 名ずつ

で、それぞれ 20～60 代の各年齢階層別かつ男女別のサンプル比率が実際とおおよそ整合するようにした。これらの 2 都市は 2.1 節で述べた「一定以上の利便性を持つ公共交通が存在し、しかし自家用車が相当程度使われている」という条件から見て適切と考える都市であり、さらに今後全国都市交通特性調査など他のデータと組み合わせて分析できる可能性も加味して選んだ。

Web アンケート調査の設問項目を表 2.1 に示す。調査ではまず個人・世帯属性と日常的な移動の状況を質問したのち、移動や交通手段に対する意識を尋ねた。その後 SC、OCS、RST の利用手順を図 2.1 に示す画像を提示して説明した。ただし、RST は自宅から一定距離内のステーションで（のみ）乗降が可能とし、MaaS ライクにアプリを介した一体的な検索・予約が可能である旨も説明した。これを受けて、それぞれのサービスが持つ弱み・強みをどう捉えるかや、仮想的な料金・サービス水準の下での利用意向などを質問した。利用意向は、回答者の負担軽減のため、年齢階層別×男女別の各セルに該当するサンプルを無作為に 4 グループに分け、異なる料金・サービス水準の条件（表 2.2）を各サービスにつき 2 つずつ提示して回答を求めた。

表 2.1 Web アンケート調査の設問項目

個人・世帯属性	<ul style="list-style-type: none"> 性別、年齢、職業、同居者数、自宅位置（郵便番号） 普通自動車・二輪車・自転車に関する免許と車両の保有有無 徒歩や車いす等で無理なく休まずに移動できる距離
日常的な移動の状況	<ul style="list-style-type: none"> 交通手段別の利用頻度 目的別（通勤・通学、日常食品の買い物、日常食品以外の買い物、食事・社交・娯楽、通院）の外出頻度 各目的について最もよく出かける場所への利用交通手段、所要時間
移動や交通手段に対する意識	<ul style="list-style-type: none"> 普段の交通手段選択における重視度（項目別） 自動車を運転する理由 地域や日常生活での公共交通サービスに関連した満足度（項目別）
3 種類の交通サービスに対する意識	<ul style="list-style-type: none"> 各交通サービスに関する事前の知識、利用経験 利用を検討するにあたって 弱みやマイナス面がどの程度気になるか 利用を検討するにあたって 強みやプラス面がどの程度大事か
3 種類の交通サービスに対する利用意向など	<ul style="list-style-type: none"> 仮想的な料金・サービス水準の下での利用意向（利用頻度） 最も好ましい条件でサービスが提供された場合の自動車利用削減意向 各サービスを公共交通と組み合わせて使うことを考えたか

¹ 参考までに、国土交通省による平成 27 年全国都市交通特性調査の集計によると、公共交通分担率（鉄道＋バス）と自動車分担率（運転＋同乗）は、広島市が平日でそれぞれ 15.9%・44.8%、休日で 7.6%・67.9%であり、熊本市が平日 6.4%・58.8%、休日 4.4%・67.8%であった。ただし、同調査のサンプル数・サンプリング方法のため精度には留意を要すると思われる。

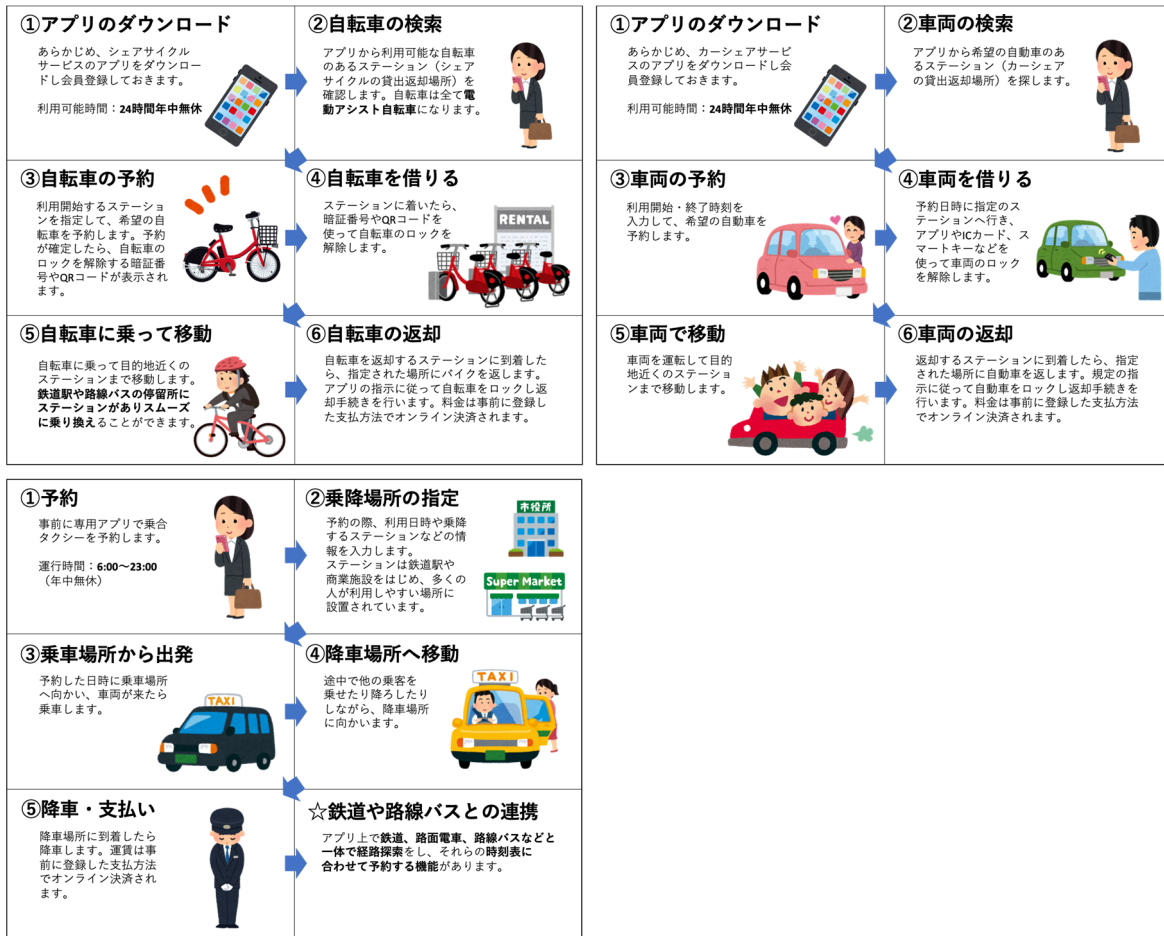


図 2.1 利用方法の説明

（左上：シェアサイクル、右上：ワンウェイ型カーシェア、左下：乗合タクシー）

表 2.2 提示した料金・サービス水準の一覧

シェアサイクル		ワンウェイ型カーシェア		乗合タクシー		
15分あたり 利用料金	ステーション 徒歩時間*1	15分あたり 利用料金	ステーション 徒歩時間*1	1乗車あたり 利用料金	ステーション 徒歩時間*1	利用可能 エリア*2
50円	約4分	150円	約6分	300円	約4分	6km圏内
50円	約8分	150円	約12分	300円	約4分	3km圏内
100円	約4分	300円	約6分	300円	約8分	6km圏内
100円	約8分	300円	約12分	300円	約8分	3km圏内
				600円	約4分	6km圏内
				600円	約4分	3km圏内
				600円	約8分	6km圏内
				600円	約8分	3km圏内

*1 出発地→ステーション（アクセス）とステーション→目的地（イグレス）の合計

*2 乗降可能なエリア（自宅からの距離圏域）

2.2.2 既存公共交通のサービス水準の扱い

調査では回答者の自宅位置を郵便番号区レベルで聴取し、これを既存公共交通のサービス水準と紐づけて、行動・意識や3種類の交通サービスの利用意向との関係を分析できるようにすることを意図した。既存公共交通のサービスに関しては、対象2都市とも市内を運行する多くの路線バス事業者について「標準的なバス情報フォーマット (GTFS-JP)」に基づくデータが公開されている。一方、鉄軌道系に関する同等のデータは一部 (熊本市電) を除いて本研究時点で存在しないようであった。そのため今回は、GTFS-JP から得られる情報も活用し、以下の要領で郵便番号区ごとの公共交通利便性を簡易に指標化した。

- [1] GTFS データを入手できる場合は当該データから、入手できない場合は事業者の Web サイトに掲載されている時刻表の情報から、それぞれある平日 6~22 時に各停留所/駅を通る運行本数の合計を算出する。
- [2] 100m メッシュ (標準地域メッシュを緯度・経度方向にそれぞれ 10 分割したもの) の重心 j ごとに、式(1)に基づいて利便性指標 c_j を算出する。

$$c_j = \sum_i f_i \cdot \exp(-\gamma d_{ij}) \quad (1)$$

ここに、 f_i は停留所/駅 i の運行本数、 d_{ij} は ij 間の直線距離 (単位: m)、 γ は距離減衰パラメータである。すなわち、ある地点における利便性は近隣での運行本数が多いほど高く、その利便性は停留所/駅までの距離に応じて低減するものとして定式化した。停留所/駅の位置は、GTFS データが入手できる場合は当該データから、入手できない場合は国土数値情報 (鉄道データ) からそれぞれ得た。距離減衰パラメータは値を変えて算出された c_j の空間分布を図示しながら検討し、今回は $\gamma=0.005$ とした。これは距離が 300m の場合に運行本数にかかる係数が 0.22 倍、500m で 0.08 倍、1,000m で 0.007 倍になる計算である。以上の方法で求めた熊本市における c_j の空間分布を図 2.2 に示す。

- [3] 式(2)のとおり、100m メッシュ重心の利便性指標をメッシュ人口で重み付けした平均値を算出し、郵便番号区 k の利便性指標 C_k とする。

$$C_k = \frac{\sum_{j \in J_k} p_j c_j}{\sum_{j \in J_k} p_j} \quad (2)$$

ここに、 p_j はメッシュ j の人口、 J_k は k の領域内に含まれるメッシュ重心の集合である。なお、 p_j には東京大学空間情報科学研究センターの西澤明客員研究員が公開している「令和 2 年簡易 100m メッシュ人口データ」²⁾を用いた。

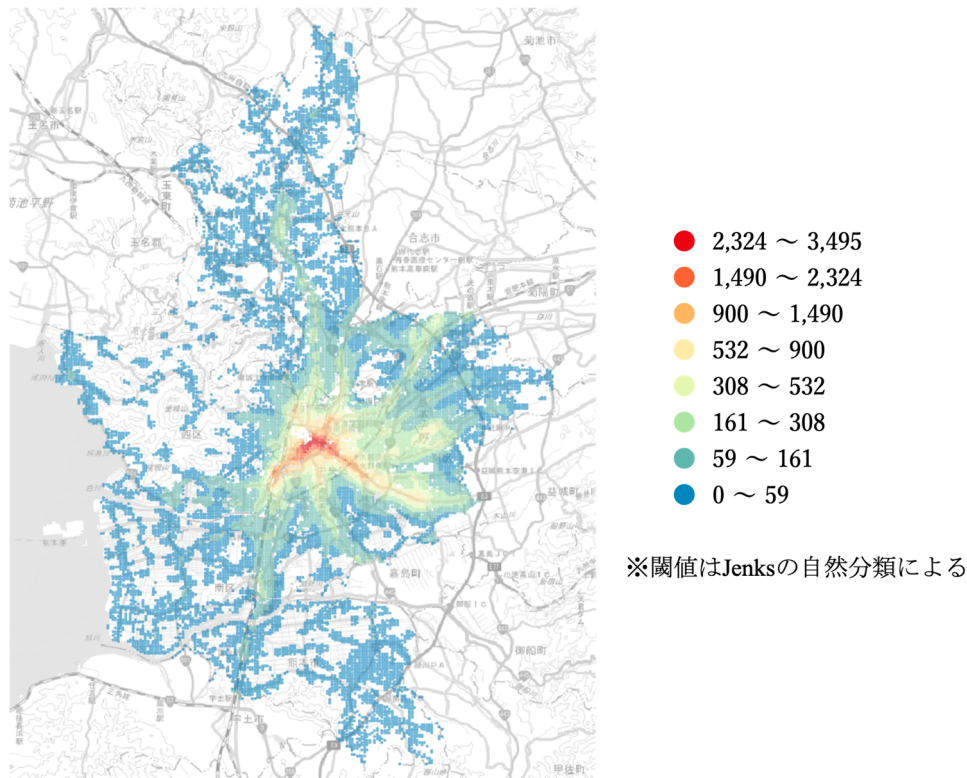


図 2.2 熊本市におけるメッシュ重心の公共交通利便性指標 c_j の空間分布

2.3 熊本市における単純集計結果

2.3.1 回答者の基本的な属性

本稿では Web アンケート調査対象 2 都市のうち熊本市における分析結果を報告する。自宅位置として熊本市外の郵便番号が回答されたサンプルを除外し、有効サンプル数は 531 であった。まず、これらを対象に回答者の基本的な属性を確認する。

年代・性別（表 2.3）は先述のとおり人口比率に応じてサンプリングするようにしたが、20 代男性が実際より少なく、20 代女性と 30 代男性がやや多くなっている。職業（表 2.4）は有職者が約 78% を占め、専業主婦・主夫と無職・その他がそれぞれ 1 割弱であった。

個人のモビリティの状況（表 2.4）に関しては、自動車の運転免許保有者が 9 割超、ほぼ自分専用の自動車を保有する人が 65% と高い割合を示した。これに対し、二輪車は利用可能性のない人が多数を占めた。自転車はほぼ自分専用のものを持つ人が 36%、自身も家族も持たない人が 5 割弱であった。「徒歩や車椅子等で無理なく休まずに移動できる距離」は、最も低い 40 代で約 60%、最も高い 60 代で約 72% が「1.5km 以上」と答えており、今回の回答者に身体的な理由で移動に困難を抱える人は少なかったと見受けられる。

表 2.3 個人属性に関する単純集計（年代と性別）

	サンプル			参考：2022年推計人口*	
	男性	女性	計	男性	女性
20代	29 (5.5%)	59 (11.1%)	88 (16.6%)	8.9%	8.8%
30代	56 (10.5%)	48 (9.0%)	104 (19.6%)	8.9%	9.3%
40代	59 (11.1%)	62 (11.7%)	121 (22.8%)	11.0%	11.6%
50代	58 (10.9%)	57 (10.7%)	115 (21.7%)	10.1%	11.2%
60代	48 (9.0%)	55 (10.4%)	103 (19.4%)	9.6%	10.6%
計	250 (47.0%)	281 (52.9%)	531 (100.0%)	48.5%	51.5%

* 熊本県による市区町村別・年齢別・男女別の推計人口³⁾に基づく

表 2.4 個人属性に関する単純集計（職業、モビリティ）

	20代	30代	40代	50代	60代	全体
職業						
有職者（パート・アルバイト含む）	59	87	102	102	63	413 (77.8%)
学生	14	1	1	1	0	17 (3.2%)
専業主婦・主夫	6	11	11	7	15	50 (9.4%)
無職・その他	9	5	7	5	25	51 (9.6%)
自動車の免許・車両保有状況						
免許あり、ほぼ専用の自動車あり	41	73	87	78	66	345 (65.0%)
免許あり、家族共用の自動車あり	13	20	17	20	22	92 (17.3%)
免許あり、自動車なし	18	6	8	12	6	50 (9.4%)
免許なし	16	5	9	5	9	44 (8.3%)
二輪車の免許・車両保有状況						
免許あり、ほぼ専用の二輪車あり	7	12	13	13	11	56 (10.5%)
免許あり、家族共用の二輪車あり	1	5	3	5	2	16 (3.0%)
免許あり、二輪車なし	64	84	97	93	81	419 (78.9%)
免許なし	16	3	8	4	9	40 (7.5%)
自転車の車両保有状況						
ほぼ専用の自転車あり	38	38	42	33	40	191 (36.0%)
家族共用の自転車あり	12	13	23	24	10	82 (15.4%)
自転車なし	38	53	56	58	53	258 (48.6%)
徒歩や車いす等で無理なく休まずに移動できる距離						
100m まで	3	1	4	1	5	14 (2.6%)
300m まで	4	1	6	3	1	15 (2.8%)
500m まで	5	10	7	7	1	30 (5.6%)
1km まで	12	24	23	20	18	97 (18.3%)
1.5km まで	5	5	9	8	4	31 (5.8%)
1.5km 以上	59	63	72	76	74	344 (64.8%)

次に、2.2.2 項で算出した各郵便番号区の公共交通利便性指標をサンプルの自宅位置に紐づけて分布状況を確認した。ヒストグラムと累積割合を図 2.3 に示す。 C_k 値が 50~100 のサンプルが最も多く、それを超えるとサンプルは徐々に減るものの、おおよそ $C_k=1,000$ 近くまで一定数のサンプルが存在していることがわかる。年代別に見ると 20 代と 60 代で分布が少し右にずれている様子がうかがわれるが、大きな差は見られない。

2.3.2 交通行動と移動に対する意識

本項では、公共交通利便性指標の大小によってサンプルを A (C_k 値が 679~)、B (424~679)、C (210~424)、D (126~210)、E (63~126)、F (~63) の 6 ランクの群に分類し、日常の交通行動や意識との関係を見る。A 群は C_k 値の上位 10%、B 群が 10~20% であり、C 群以降は 20 パーセントイルずつに分けた。

表 2.5 は日常的な移動における各交通手段の利用頻度を集計した結果である。鉄道は A 群以外で「年 1 日未満/全くない」が半数を超え、概して利用頻度が低い。これに比べて路面電車・路線バスは全体に利用頻度が高く、また利便性が高いほど週 1 日以上利用が多く (A : 23%~F : 6%)、年 1 日未満の者が少なく (A : 17%~F : 53%) になっており、利便性による差がきれいに出ている。徒歩のみの外出頻度も同様の傾向で、利便性が高いほど週 1 日以上との回答が多い (A : 83%~F : 33%)。自動車 (運転) はこの裏返しで、A 群から F 群にかけて週 1 日以上の利用者が増えていることがわかる (A : 49%~F : 84%)。

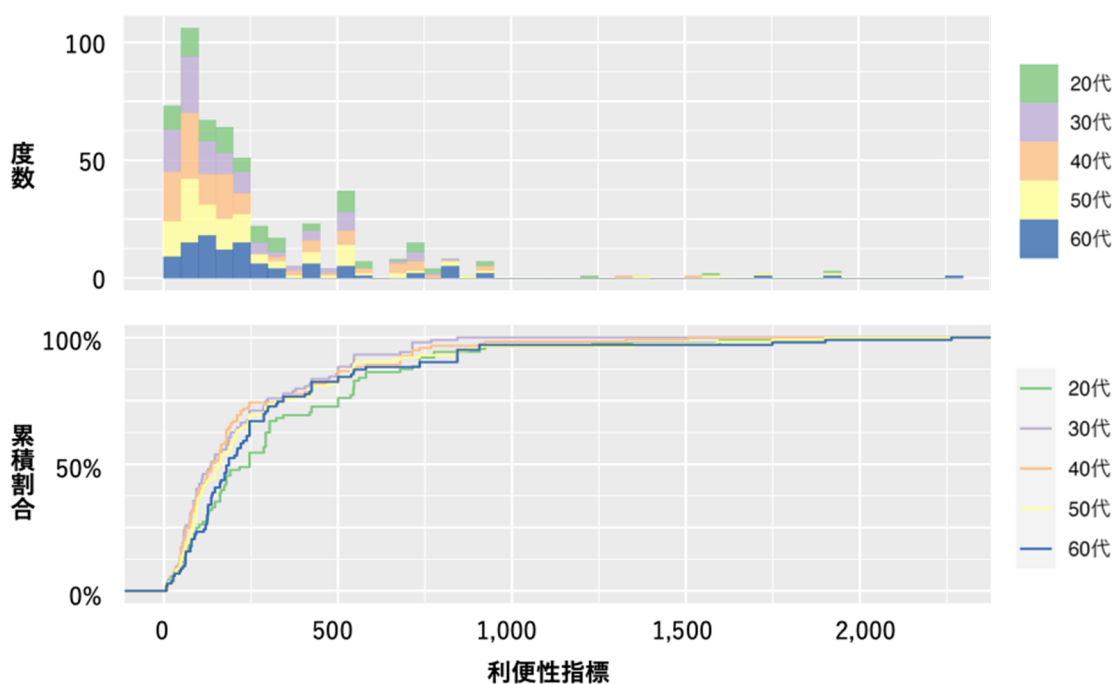


図 2.3 回答者の公共交通利便性指標 C_k の分布

表 2.5 交通行動に関する単純集計（各交通手段の利用頻度）

	公共交通利便性ランク						全体
	A	B	C	D	E	F	
鉄道							
週5日以上	4.3	0.0	0.9	1.9	2.9	0.9	1.7
週1～4日程度	4.3	0.0	8.3	0.9	2.9	0.9	4.7
月1～数日程度	10.6	12.3	6.4	6.6	9.7	5.5	7.9
年1～数日程度	46.8	31.6	29.4	25.5	19.4	22.0	26.9
年1日未満／全くない	34.0	56.1	55.0	65.1	65.0	70.6	60.5
路面電車・路線バス							
週5日以上	17.0	10.5	9.2	4.7	3.9	1.8	6.6
週1～4日程度	6.4	12.3	8.3	7.5	7.8	4.6	7.5
月1～数日程度	25.5	24.6	18.3	16.0	15.5	8.3	16.6
年1～数日程度	34.0	33.3	33.0	34.0	32.0	32.1	33.0
年1日未満／全くない	17.0	19.3	31.2	37.7	40.8	53.2	36.3
自動車（運転）							
週5日以上	23.4	36.8	42.2	56.6	57.3	62.4	54.4
週1～4日程度	25.5	24.6	22.9	17.0	22.3	21.1	23.6
月1～数日程度	10.6	5.3	7.3	2.8	3.9	2.8	5.3
年1～数日程度	4.3	3.5	6.4	1.9	1.9	0.9	3.3
年1日未満／全くない	21.3	14.0	12.8	14.2	7.8	9.2	13.3
自動車（同乗）							
週5日以上	4.3	1.8	5.5	7.5	3.9	7.3	5.5
週1～4日程度	19.1	31.6	25.7	32.1	33.0	38.5	31.1
月1～数日程度	23.4	19.3	26.6	24.5	34.0	23.9	26.0
年1～数日程度	25.5	31.6	22.0	16.0	10.7	11.0	17.7
年1日未満／全くない	27.7	15.8	20.2	19.8	18.4	19.3	19.8
二輪車・原付							
週5日以上	2.1	10.5	3.7	6.6	2.9	6.4	5.7
週1～4日程度	4.3	3.5	4.6	4.7	1.9	4.6	4.3
月1～数日程度	2.1	3.5	1.8	1.9	1.9	1.8	2.2
年1～数日程度	0.0	3.5	2.8	4.7	3.9	2.8	3.5
年1日未満／全くない	78.7	64.9	79.8	74.5	82.5	81.7	84.3
自転車							
週5日以上	10.6	3.5	10.1	9.4	5.8	2.8	7.0
週1～4日程度	17.0	10.5	14.7	7.5	9.7	5.5	10.1
月1～数日程度	10.6	10.5	12.8	6.6	2.9	9.2	8.5
年1～数日程度	17.0	17.5	7.3	19.8	9.7	16.5	14.1
年1日未満／全くない	44.7	57.9	55.0	56.6	71.8	66.1	60.3
徒歩のみの外出							
週5日以上	27.7	28.1	17.4	12.3	6.8	7.3	14.3
週1～4日程度	55.3	38.6	40.4	30.2	30.1	25.7	34.5
月1～数日程度	10.6	15.8	15.6	24.5	21.4	17.4	18.5
年1～数日程度	4.3	10.5	15.6	16.0	22.3	17.4	15.8
年1日未満／全くない	2.1	7.0	11.0	17.0	19.4	32.1	16.9

※ 表中の値はA～Fの群ごとおよび全体での割合（単位：％）。なお、調査では「週1～4日程度」を「週3～4日程度」と「週1～2日程度」に分けて提示したが、この表ではそれらを合算している

調査ではまた、公共交通利用に関連した 10 の側面への満足度とそれらを総合した満足度を 5 段階（5：満足、4：やや満足、3：どちらとも言えない、2：やや不満、1：不満）で質問した。質問項目とそれらに関する利便性ランクごとの平均評価値を表 2.6 に示す。上段は全サンプルについての値で、項目によって水準が上下したり一部逆転したりしているところもあるが、概ね利便性が高いほど満足度が高い。D 群以上は全項目で 3 を超えており、ネガティブな評価が全体として少ないことも読み取れる。下段は路面電車・路線バスを年 1 回程度以上利用すると回答したサンプルに限定した平均評価値である。C～F 群ではどの項目も上段より値が高く、実際の利用者の不満度は非利用者を含めたそれより低いことが理解できる。

次に、上述の 10 項目のうち「あなたが公共交通（鉄道、路面電車、路線バスなど）を現在より多く利用するようになるため」に改善する必要性が高い項目上位 3 つを尋ねた。1 位を 3 点、2 位を 2 点、3 位を 1 点として合算した平均値を表 2.7 に示す。結果から利便性ランク

表 2.6 意識に関する単純集計（公共交通への満足度）

	公共交通利便性ランク						全体
	A	B	C	D	E	F	
自宅から最寄りの駅・停留所までの移動時間や移動のしやすさ	4.21 4.23	4.02 4.07	3.89 4.05	3.48 3.62	3.47 3.67	3.02 3.35	3.59 3.82
最寄りの駅・停留所での運行本数	3.94 3.92	3.56 3.54	3.42 3.56	3.16 3.18	2.86 3.05	2.57 2.69	3.15 3.30
行きたい目的地まで行ける路線があること	3.70 3.59	3.40 3.41	3.48 3.68	3.09 3.23	3.03 3.11	2.66 2.82	3.16 3.31
降車してから目的地までの移動時間や移動のしやすさ	3.79 3.69	3.68 3.72	3.52 3.73	3.33 3.47	3.10 3.18	2.82 3.02	3.30 3.47
他の交通手段と比べた移動時間の短さ（速達性）	3.66 3.59	3.35 3.35	3.29 3.49	3.08 3.20	2.94 3.10	2.61 2.75	3.08 3.24
他の交通手段との乗換え・乗継ぎのしやすさ	3.72 3.74	3.51 3.52	3.39 3.55	3.13 3.33	3.04 3.16	2.69 2.90	3.17 3.36
鉄道やバスなどが時刻表どおりに来ること	3.53 3.51	3.42 3.35	3.39 3.48	3.34 3.39	3.18 3.31	3.01 3.29	3.28 3.39
移動したい時間帯に運行していること	3.51 3.46	3.47 3.37	3.38 3.56	3.09 3.15	2.89 2.98	2.71 2.80	3.11 3.22
公共交通に関する情報の量や質	3.51 3.49	3.49 3.46	3.37 3.59	3.16 3.17	3.01 3.08	2.63 2.78	3.13 3.36
公共交通に関する情報の入手しやすさ	3.60 3.54	3.58 3.54	3.44 3.67	3.25 3.32	3.13 3.18	2.74 2.84	3.23 3.36
以上を含めた公共交通サービス全般	3.60 3.54	3.49 3.43	3.42 3.63	3.16 3.24	3.07 3.16	2.74 2.90	3.18 3.32

※ 表中の値は A～F の群ごとおよび全体での満足度（5：満足～1：不満）の平均値。上段は全サンプルの値、下段（イタリック）は路面電車・路線バスを年 1 日程度以上利用すると回答したサンプルのみの値

表 2.7 意識に関する単純集計（さらなる公共交通利用のための要改善点）

	公共交通利便性ランク						全体
	A	B	C	D	E	F	
自宅から最寄りの駅・停留所までの移動時間や移動のしやすさ	1.53 <i>1.44</i>	1.46 <i>1.41</i>	1.40 <i>1.47</i>	1.47 <i>1.35</i>	1.46 <i>1.44</i>	1.68 <i>1.57</i>	1.50 <i>1.44</i>
最寄りの駅・停留所での運行本数	0.57 <i>0.67</i>	1.02 <i>1.07</i>	0.94 <i>1.07</i>	1.03 <i>1.20</i>	1.02 <i>1.13</i>	0.91 <i>1.20</i>	0.94 <i>1.08</i>
行きたい目的地まで行ける路線があること	1.34 <i>1.38</i>	1.44 <i>1.50</i>	1.23 <i>1.28</i>	1.39 <i>1.27</i>	1.13 <i>1.13</i>	1.32 <i>1.49</i>	1.29 <i>1.33</i>
降車してから目的地までの移動時間や移動のしやすさ	0.30 <i>0.31</i>	0.33 <i>0.30</i>	0.55 <i>0.53</i>	0.43 <i>0.41</i>	0.55 <i>0.54</i>	0.30 <i>0.35</i>	0.43 <i>0.43</i>
他の交通手段と比べた移動時間の短さ（速達性）	0.51 <i>0.56</i>	0.32 <i>0.30</i>	0.43 <i>0.40</i>	0.39 <i>0.38</i>	0.24 <i>0.23</i>	0.46 <i>0.29</i>	0.39 <i>0.36</i>
他の交通手段との乗換え・乗継ぎのしやすさ	0.32 <i>0.36</i>	0.30 <i>0.24</i>	0.30 <i>0.29</i>	0.23 <i>0.24</i>	0.32 <i>0.23</i>	0.27 <i>0.18</i>	0.28 <i>0.25</i>
鉄道やバスなどが時刻表どおりに来ること	0.49 <i>0.44</i>	0.42 <i>0.43</i>	0.40 <i>0.43</i>	0.38 <i>0.42</i>	0.54 <i>0.59</i>	0.17 <i>0.10</i>	0.39 <i>0.41</i>
移動したい時間帯に運行していること	0.79 <i>0.67</i>	0.54 <i>0.54</i>	0.51 <i>0.47</i>	0.53 <i>0.61</i>	0.61 <i>0.61</i>	0.61 <i>0.69</i>	0.58 <i>0.59</i>
公共交通に関する情報の量や質	0.11 <i>0.13</i>	0.14 <i>0.17</i>	0.11 <i>0.00</i>	0.12 <i>0.09</i>	0.05 <i>0.02</i>	0.15 <i>0.06</i>	0.11 <i>0.07</i>
公共交通に関する情報の入手しやすさ	0.04 <i>0.05</i>	0.04 <i>0.02</i>	0.11 <i>0.07</i>	0.04 <i>0.03</i>	0.08 <i>0.08</i>	0.15 <i>0.08</i>	0.08 <i>0.06</i>

※ 表中の値は A～F の群ごとおよび全体での要改善度（3点：1位～1点：3位）を合算した点数の平均値。上段は全サンプルの値、下段（イタリック）は路面電車・路線バスを年1日程度以上利用すると回答したサンプルのみの値

に即した傾向は読み取り難いものの、全体では「自宅から最寄りの駅・停留所までの移動時間や移動のしやすさ」、「行きたい目的地まで行ける路線があること」、「最寄りの駅・停留所での運行本数」の順で高い点数となっている。これらはいずれも表 2.6 で中立以上の満足度が示された項目であったが、さらなる利用を促す観点からは改善の余地があることが示唆される。

2.4 熊本市における新しい交通サービスの利用意向の分析

2.4.1 分析の方針

2.3.2 項から、熊本市において公共交通の利用に際しての「自宅から最寄りの駅・停留所までの移動時間や移動のしやすさ」、すなわちファースト x マイルの移動については概ね満足されている反面、改善の余地もあることがうかがわれた。本節ではこうした移動需要を賄い

うる新たなモビリティとしての SC、OCS、RST の 3 種類の交通サービスへの意識や利用意向を分析する。具体的には、2.4.2 節で 3 つのサービスに関する利用経験や意識を分析し、2.4.3 節では利用意向モデルの構築を試み、諸要因が利用意向へ与える影響について検討する。

2.4.2 新しい交通サービスに対する利用経験や意識

調査では利用意向の前に、3 種類の交通サービスに関する回答者の利用経験や知識の水準と、各交通手段の利用を検討するとした場合にそれぞれの持つ弱み・マイナス面がどの程度気になるか、強み・プラス面がどの程度大事であるかを尋ねた。利用意向の分析に先立ち、これらを集計した結果を表 2.8 に示す。なお、自動車運転免許非保有者は OCS に関する項目に回答しておらず、表中の割合の分母には含まれていない。

利用経験・知識について、利用経験があるとの回答は最も多い SC でも 4% と低い。「概要を知っていた」人は SC で 3 分の 1 程度と相対的に高く、他の交通サービスでは 2 割を切っている。OCS は「全く知らなかった」との回答が 4 割を超え、3 つの手段の中で認知度が最も低かった。SC は 2022 年春から熊本市中心市街地で実証実験⁴⁾が実施されていることが、また RST は市の条例で定められる公共交通空白地域・不便地域の一部で乗合タクシー⁵⁾が運行されていることが、それぞれ一定の認知度を得ている要因として考えられる。

弱み・マイナス面に関して、3 つのサービスに共通の、スマートフォンの操作が必要である点やステーションへのアクセス・イグレスの徒歩が生じる点は、相対的に見るとさほど気にされていない。むしろ、SC や OCS について最も近いステーションで借りたり返したりできない可能性があるというアベイラビリティに関わる問題を気にする回答が多いことが見受けられる。RST については、一定のエリア内でしか乗降できないとする今回の設定や、交通サービスとしての性質上必然的に生じうる乗り合いと、それに起因する乗車時間の延びを気にする回答がやや多かった。

強み・プラス面に関しては、いずれの項目でも「やや大事」が 4 割台、「どちらとも言えない」が 3 割台であり、各サービスの利用シーンを十分にイメージすることが容易でなかった可能性がある。強いて言えば SC を既存の公共交通と組み合わせて使いやすいようなステーションの配置がやや重要視され、OCS で様々な車種やグレードの車を選べることがあまり重要視されない傾向を見て取ることができる。

2.4.3 新しい交通サービスの利用意向

2.2.1 項で述べたように、調査において回答者には各交通サービス（ただし、自動車運転免許非保有者には OCS を除く 2 つのサービス）について 2 つずつの異なる料金・サービス水準を提示し、サービスがそれぞれの条件下で提供される場合に利用すると思う頻度を「週 5 日

表 2.8 新しい交通サービスに対する利用経験や意識の単純集計

	①	②	③	④	⑤
利用経験・知識					
シェアサイクル (SC)	15.8	46.3	33.7	3.0	1.1
ワンウェイ型カーシェア (OCS)	42.9	37.8	17.7	1.4	0.2
乗合タクシー (RST)	28.8	49.9	19.6	1.1	0.6
弱み・マイナス面 (利用を検討する場合に気になるか)					
共通) 利用にあたって事前にスマートフォンの操作が必要	7.3	32.8	27.5	23.7	8.7
共通) 出発地からステーションまで、ステーションから目的地まで歩く必要がある	7.9	42.6	30.1	17.3	2.1
SC) 最寄りのステーションの自転車が全て貸し出されており、そこで借りられない場合がある	20.7	46.9	25.4	5.3	1.7
SC) 返却したいステーションに空きがなく、最も都合の良い場所で返却できない場合がある	25.8	45.8	21.8	5.1	1.5
SC) 借りる自転車の状態や乗り心地	14.1	47.6	26.6	9.8	1.9
SC) 事故やけがの心配がある	14.3	33.5	33.3	15.4	3.4
OCS) 利用したい日時に希望するステーションで希望の車種を借りられない場合がある	18.5	49.5	25.7	5.1	1.2
OCS) 返却したいステーションに空きがなく、最も都合の良い場所で返却できない場合がある	24.0	48.3	22.4	4.3	1.0
OCS) 借りる自動車の状態や乗り心地	16.0	44.8	29.4	9.0	0.8
RST) 運行時間帯 (6~23 時) 以外の時間帯に利用できない	16.2	34.1	29.4	16.9	3.4
RST) 一定エリア内のステーションでしか乗降できない	20.0	46.1	24.3	8.9	0.8
RST) 場合により予約から乗車まで多少の待ち時間が生じる	16.2	45.0	29.6	8.3	0.9
RST) 他の乗客と同じ車内に乗り合う場合がある	20.5	40.3	27.1	10.5	1.5
RST) 他の乗客の乗降によって乗車時間が延びる場合がある	20.3	44.3	24.9	8.9	1.7
強み・プラス面 (利用を検討する場合に大事か)					
共通) 行きと帰りで異なる交通手段を選択できるなど、場面に応じて利用できる	11.9	47.1	35.6	3.6	1.9
SC) 自転車を所有せずとも、ステーション間で自転車を利用できる	10.4	47.1	33.3	6.8	2.4
SC) 鉄道駅や路面電車、路線バスなどの停留所にステーションがあり、これらを組み合わせて使いやすい	14.7	46.7	31.5	5.3	1.9
OCS) 自動車を所有せずとも、ステーション間で自動車を利用できる	10.7	43.9	36.6	6.4	2.5
OCS) 様々な車種やグレードの車を選ぶことができる	9.9	42.5	34.1	11.7	1.8
RST) 自ら運転することなく、ステーション間を運送してくれる	13.9	44.4	33.7	6.4	1.5
RST) アプリ上で鉄道、路面電車、路線バスなどと一体で経路探索をし、それらの時刻表に合わせて予約する機能があり、これらを組み合わせて使いやすい	11.9	45.4	36.2	5.1	1.5

※ 表中の値は回答の割合 (単位: %)。表頭の①~⑤は設問群により次のとおり:

- ・ **利用経験・知識**: ①全く知らなかった、②聞いたことはあった、③概要を知っていた、④使ったことがある、⑤日常的に使っている
- ・ **弱み・マイナス面**: ①とても気になる、②やや気になる、③どちらとも言えない、④あまり気にならない、⑤全く気にならない
- ・ **強み・プラス面**: ①とても大事、②やや大事、③どちらとも言えない、④あまり大事でない、⑤全く大事でない

以上」～「年1日未満／全くない」の6段階から選択するよう求めた。この時、提示された2つの条件のうち一方が料金・サービス水準の面で明らかに優れているにも関わらず低い利用頻度を答えているものは、矛盾回答とみなして以降の分析から除外した。

表2.9は回答を単純集計した分布状況である。「年1日未満／全くない」との回答がSC、OCS、RSTでそれぞれ52.9%、62.5%、63.5%といずれも半数を超え、週1日以上利用すると回答されたのはそれぞれ16.2%、10.9%、8.2%であった。

このデータをもとに諸要因と利用意向回答の関係を記述するオーダードロジットモデルを構築する。ただし、上述の回答割合を踏まえ、利用意向は週1日以上の利用を1つにまとめた4段階からの選択とした。導入を検討した説明要因は、SP設問で提示した条件(表2.2)のほかに、年代、性別、自宅位置の公共交通利便性、自動車と自転車の利用可能性、日常的な移動における各交通手段の利用頻度、その他意識に関わる主な項目などである。加えて、回答者ごとに複数の回答があることに鑑み、個人に固有の定数項が平均0の正規分布に従ってランダムに分布すると仮定してその標準偏差もパラメータとして推定した。推定にはRのパッケージであるApollo^{6),7)}を使用した。

変数選択にあたっては、SP設問の条件の変数は必ず導入することを前提に、説明要因のグループごとに試行錯誤を繰り返しつつ確度が高いと思われる変数を抽出したのち、それらを合わせたモデルを推定した。この過程で年代、性別、ほぼ専用の自動車・自転車の保有の有無は有意とならず除外されている。最終的な推定結果を表2.10に示す。

まず、SP条件の変数はOCSにおけるステーション徒歩時間を除き意図どおりの方向に有意となった。係数の比から単純計算すると、4分の徒歩時間短縮はSCで約20円(15分あたり)、RSTで約270円(1乗車あたり)の利用料金増加に、RSTの利用可能エリア3km拡大は約130円(同)の利用料金増加に、それぞれ相当する。ただし、提示した条件が各要因2水準ずつであり、提示内容によるアンカリング効果の影響なども考えられることから、信頼性には留意を要する。特に、RSTの徒歩時間短縮に相当する利用料金増加額の大きさや、利

表2.9 新しい交通サービスに対する利用意向(利用頻度)の回答の分布

	シェアサイクル (n=1,032)	ワンウェイ型カーシェア (n=944)	乗合タクシー (n=1,038)
6: 週5日以上	2.1	1.8	1.0
5: 週3~4日程度	6.1	2.3	2.5
4: 週1~2日程度	8.0	6.8	4.7
3: 月1~数日程度	15.1	11.0	11.4
2: 年1~数日程度	15.8	15.6	17.0
1: 年1日未満／全くない	52.9	62.5	63.5

※ nは矛盾回答を除外した後のオブザベーション数、表中の値はnに対する割合(単位:%)

表 2.10 利用意向モデルのパラメータ推定結果

	シェアサイクル		ワンウェイ型カーシェア		乗合タクシー	
	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
利用料金 [円] †1	-0.035 ***	-10.75	-0.012 ***	-10.92	-0.003 ***	-4.17
ステーション徒歩時間 [分]	-0.181 ***	-2.92	-0.045	-0.97	-0.234 ***	-3.46
利用可能エリア [km]	—	—	—	—	0.153 **	2.27
log(公共交通利便性指標)	-0.762 ***	-2.63	-0.379	-1.15	-0.397	-1.24
log(公共交通利便性指標)× ▶公共交通利用≧月 1 日 †2	0.869 ***	5.18	0.767 ***	4.33	0.603 ***	3.48
▶自動車運転≧週 5 日	1.491 *	1.86	n.s.		n.s.	
▶自転車利用≧月 1 日	2.340 ***	2.77	n.s.		n.s.	
弱み・マイナス面†3						
▶ステーションのアクセス・ イグレスで歩く必要	-4.117 ***	-2.70	-6.006 ***	-3.33	-5.032 ***	-3.02
強み・プラス面†4						
▶場面に応じて利用できる	1.509 *	1.68	n.s.		n.s.	
▶自転車所有なく移動可能	3.554 ***	3.88	—	—	—	—
▶自動車所有なく移動可能	—	—	3.575 ***	3.87	—	—
▶運転せず移動可能	—	—	—	—	4.071 ***	4.30
閾値†5 1 2	-1.188	-0.68	0.475	0.26	1.848	1.02
2 3	2.402	1.34	4.305 **	2.19	6.14 ***	3.14
3 4・5・6	6.060 ***	3.26	7.891 ***	3.69	10.387 ***	4.78
定数項の標準偏差	7.192 ***	9.83	7.619 ***	9.20	7.752 ***	8.81
サンプル数	516		472		519	
自由度調整済み決定係数 \bar{R}_0^2	0.3467		0.4351		0.4554	
自由度調整済み決定係数 \bar{R}_c^2	0.2737		0.2698		0.2779	

※ ▶印の変数はダミー変数。t 値はロバスト t 値。有意水準は ***が 1%、**が 5%、*が 10%

†1 SC と OCS は 15 分あたり、RST は 1 乗車あたりの値

†2 鉄道と路面電車・路線バスの両方か一方を「月 1 日程度以上」利用する場合に 1、その他に 0

†3 「とても気になる」と答えた人に 1、その他に 0。設問上の文言は表 2.8 のとおり

†4 「とても大事」・「やや大事」と答えた人に 1、その他に 0。設問上の文言は表 2.8 のとおり

†5 1~6 の意味は表 2.9 のとおり

用可能エリア拡大に相当するそれとの大小関係の妥当性には疑問が残る。

公共交通利便性指標 C_k に関しては、その対数値 $\log C_k$ 、ならびに $\log C_k$ と「公共交通利用 ≧月 1 日」ダミーの交互作用項を導入した。これは公共交通を一定以上利用する層としない層で利便性の影響の仕方が異なると考えたためである。結果、 $\log C_k$ 単独のパラメータは SC で負に有意、OCS・RST では負ではあったが非有意となり、交互作用項はいずれも正に有意となった。すなわち、公共交通利用層では利便性が高いほど各交通サービスの利用意向も高く、非利用層では利便性が利用意向に有意に影響しない (OCS・RST) か、利用意向に対しマイナスに働いている (SC)。

他の交通手段の利用状況は「自動車運転 ≧週 5 日」と「自転車利用 ≧月 1 日」の両ダミー

が SC にのみ正に有意で（OCS と RST では非有意）、現状ではほぼ自身の自転車を保有し利用している自動車・自転車利用層ではあるが、SC の利用意向が高くなっている。

弱み・マイナス面に関しては、「出発地からステーションまで、ステーションから目的地まで歩く必要がある」という共通の点を「とても気にする」人の利用意向が有意に低くなっている。一方、2.4.2 項で触れた SC や OCS のアベイラビリティや RST の乗り合いに起因する懸念は利用意向には有意に影響していない。強み・プラス面に関しては、車両を所有せず利用できる、運転せず移動できるという各交通サービスの特性を「とても大事」・「やや大事」と考える人の利用意向が有意に高いことが示された。

2.5 まとめ

本章では、新しい交通サービスとしての SC、OCS、RST に対する利用意向を把握することを主目的とした Web アンケート調査を設計・実施し、熊本市を対象に利用意向特性の基礎的な分析を行った。その際、GTFS-JP などに基づく既存公共交通の運行本数と駅・停留所からの距離を用いて公共交通利便性指標を郵便番号区単位で定義し、これと利用意向との関係にも着目し分析した。

その結果、まず 3 つの交通サービスとも利用意向を「年 1 日未満／全くない」とした回答（単純集計）が半数超、週 1 日程度以上利用するとの回答は約 8～16%にとどまっており、一般的に利用意向は高いとは言えなかった。公共交通利便性指標と利用意向の関係については、現況で公共交通を週 1 日程度以上利用している人は自宅位置の利便性が高いほど利用意向が高く、利用が週 1 日程度未満の人は利便性の高さが影響しない（OCS・RST）かマイナスに影響する（SC）との結果が示された。RST 導入実績のある公共交通利便性の低い地域で利用意向が高くなることも予想していたが、そのような結果にはならなかった。2.3.3 項で見たように公共交通利便性指標と公共交通に対する満足度や公共交通利用頻度の間には全般的に関連があり、現況でその利便性に満足して一定程度公共交通を利用している人の利用意向が高く、その裏返しとして自動車を多く使っている人の利用意向は限定的という傾向が示されたものと考えられる。

また、アクセス・イグレスの徒歩をネガティブに捉える人や、車両の保有や運転をしなくても移動できるという各交通サービスの特性をポジティブに捉える人について、そうした意識が利用意向に有意に影響していることも明らかとなった。人々に対する働きかけや情報提供によってこれらの点での意識変容を進めることができれば、需要を高める方向につながることを示唆しているとも言えよう。

今後の課題としては、第一に、上述のように現況の交通行動や交通手段に対する意識は公共交通利便性とよく関連していることから、この関連を深く読み解き、それに基づいてサンプルをクラスタリングした上でセグメント別に利用意向を分析することが挙げられる。

第二に、本章では既存公共交通の利便性は運行本数と距離に基づいた簡易な方法で評価したにとどまっており、手法を改良することが課題である。特にファースト1マイル・ラスト1マイルの移動を支援するタイプの交通サービスの評価にあたっては、距離要因を独立させた形の利便性を定義して分析する方が適切であり望ましい。GTFS データを有効に活用して公共交通によるアクセシビリティを精緻に評価することも考えられる。

第三に、今回は調査対象都市のうち熊本市の分析結果を報告した。より公共交通分担率が高く自動車分担率が低い広島市のデータを分析することで、結果や知見に異同があるかを明らかにすることも重要な課題である。

<謝辞>

Web アンケート調査の計画・設計・実施に際して、上条陽氏（当時・東京大学大学院工学系研究科博士後期課程）に多大なるご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Roper, J. (2021) “Can MAAS Succeed?”, *tti March 2021*, p28–34, <https://tti.mydigitalpublication.co.uk/publication/?m=63358&i=697295&p=28> [最終閲覧：2023年11月20日]
- 2) 『地域分析に有用なデータの提供』、<https://gtfs-gis.jp/teikyo/> [最終閲覧：2023年11月20日]
- 3) 『令和4年（2022年）熊本県の人口と世帯数（年報）』、<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/20/158282.html> [最終閲覧：2023年11月20日]
- 4) 『熊本市シェアサイクル実証実験事業』、https://www.city.kumamoto.jp/hpkiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=41778 [最終閲覧：2023年11月20日]
- 5) 『熊本市公共交通空白地域及び不便地域における乗合タクシーについて』、https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=6696&class_set_id=2&class_id=61 [最終閲覧：2023年11月20日]
- 6) Hess, S. and Palma, D. (2019) “Apollo: a flexible, powerful and customizable freeware package for choice model estimation and application”, *Journal of Choice Modelling*, Vol.32, doi:10.1016/j.jocm.2019.100170
- 7) Hess, S. and Palma, D. (2019) “Apollo version 0.2.9 User manual”, <https://www.ApolloChoiceModelling.com/files/manual/Apollo.pdf> [最終閲覧：2023年11月20日]

3 章 Evaluating the Implications on Residential Location Distribution by Privately-owned Automated Vehicles: A Case Study of Gunma Prefecture, Japan

3.1 Introduction

Automated vehicles (AVs) are expected to be a promising mode of travel in the future, given many original features differentiating them from human-driven vehicles (HVs), such as the lack of human drivers' involvement and hence the less general cost of travel. Despite that extensive research efforts are ongoing to study AV features and better understand their potential effects, implications on residential location choice are still understudied¹⁾, especially in the sense of travel behavior modeling. Some exemplars include Gelauff et al.²⁾, and Llorca et al.³⁾. The few studies provided results in conflict that “stems from the limited integration between simulation and behavioral studies”¹⁾. Despite land use transport integrated (LUTI) models having been widely applied, appropriately reflecting the changes from AVs in the residential location model is far from reaching a common ground. The results also varied widely depending on the contexts of study regions. Evaluating the AV impacts in the context where the related study has been missing should offer insights regarding this unsettled research question.

Against these backgrounds, this article intends to offer insights into quantifying the privately-owned AV (PAV) implications on residential location distribution focusing on a Japanese regional area.

Such an investigation necessitates building models with the properties to reflect transport changes in long-term land use models. For that purpose, this study uses activity-based accessibility (ABA)⁴⁾ that generated from a short-term transport simulation model system⁵⁾. A multinomial logit (MNL)-based residential location model is estimated, validated, and simulated with the PAV effects reflected in the scenario settings. Two policy mandates are then tested to attempt to mitigate the possible negative effects.

3.2 Methods and Data

3.2.1 Methodology Framework

A multi-hierarchical LUTI model system is adopted as the methodology framework of this study, as

proposed in Luo et al.⁶⁾. This model system mainly consists of three models: an activity-based travel demand model, DAS⁷⁾; an agent-based dynamic traffic simulation model, MATSim⁸⁾; and an MNL-based residential location model. The DAS models the travel demand, and MATSim models the travel supply component. These two models are integrated to capture the short-term travel demand-supply interactions: the outputs from both models, respectively time-specific OD pairs data and network conditions data, are exchanged across the two models. Exercising travel demand-supply equilibrium is necessary in, for example, measuring indirect effects such as traffic congestion due to induced travel from AVs. After the two models converge to a demand-supply equilibrium, ABA is calculated as a composite change from the transportation system to be passed to the residential location model as one of its inputs. The approach to incorporating the ABA follows Ben-Akiva and Bowman⁹⁾. Job location and facility development are considered exogenous, i.e., either unchanged or set by scenarios. The details of building and implementing the short-term simulators, MATSim and DAS, are not the focus of this article, readers are referred to Luo et al.⁵⁾.

3.2.2 Study Region

This article uses Gunma Prefecture of Japan as the study region to study potential AV implications. Gunma covers 6,363 km² and has a total population of 1,940,333 as of 2020, with a population density of 304.9 people per km². It is not too much to describe Gunma as a car-dependent society, as Gunma is the prefecture with the highest average private four-wheeled vehicle ownership in Japan with 70.5 vehicles per 100 persons¹⁰⁾.

3.2.3 Data Sources

The Gunma 2015 Person Trip Survey data (PT data) is used as the initial travel demand and residential location data. The Gunma PT Data was pre-processed to filter missing or inexplicable attributes. Finally, a dataset of 16,425 households with 33,300 persons is adopted as the effective initial travel demand and residential location data. The sample constitutes 1.57% of the whole target population in 2015. The dataset was randomly split into two 80% and 20% parts at the household level for the subsequent estimations and validations.

The analysis spatial resolution of this study is the 1km² mesh cell, which is called Tertiary Mesh cell in Japan. Such a level is considered appropriate as a balance between the requirement of spatial resolution and computational cost. Mesh-cell-level land use data were collected mainly from Regional Mesh Statistics (Statistics Bureau of Japan, 2019). After processing, a dataset with 3,001 mesh cells is obtained and will be used in this study.

Two important concepts of land use: Urban Function Attraction Area (UFAA) and Dwelling Attraction Area (DAA) that will be used in evaluations are introduced here. These concepts from Location Optimization Plan refer to the target areas to attract respectively urban functional facilities (e.g., commercial, educational, and medical facilities) and residents in achieving compact urban structures. They are used to define the urban center areas in this study. The spatial distributions of UFAA and DAA are shown in Figure 3.1.

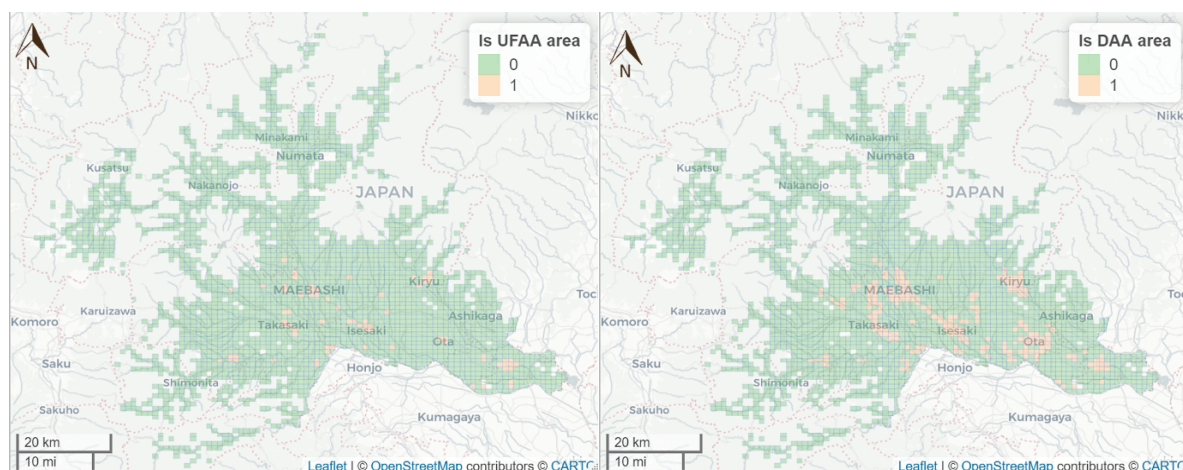


Figure 3.1 Distribution of UFAA (left) and DAA (right) in Gunma PT Data Area
(Source: adapted from the Municipal governments' websites)

Some other necessary attributes in modeling residential locations, however, are currently not available in Japan for the same resolution used in this study. Among others, the number of housing stocks and housing price per mesh cell are important as they measure from the supply side of the residence market. For the housing price data, we used Land Market Value Publication Data (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2016) and a hedonic model to approximate the mesh-cell-level land price. The land price will be then used as a proxy for housing price. The details are introduced next.

3.3 Model Specification and Estimation

3.3.1 Land Price Hedonic Model

We firstly estimated a hedonic model structured in linear regression, which took the mesh-cell-level land price values as the observed data. For simplicity, the hedonic estimation results are omitted here. The results indicate that mesh cells being transport accessible for all three types of tour, and with less

area covered for either agricultural or industrial use are likely to have high land prices. Being in big cities such as Takasaki or Maebashi also has extra value on the land price. The estimated land price as the result of the hedonic model is shown in Figure 3.2, where the distribution of land price is similar to the distribution of the number of households and employee of the area, demonstrating adequate predicting ability of the hedonic model.

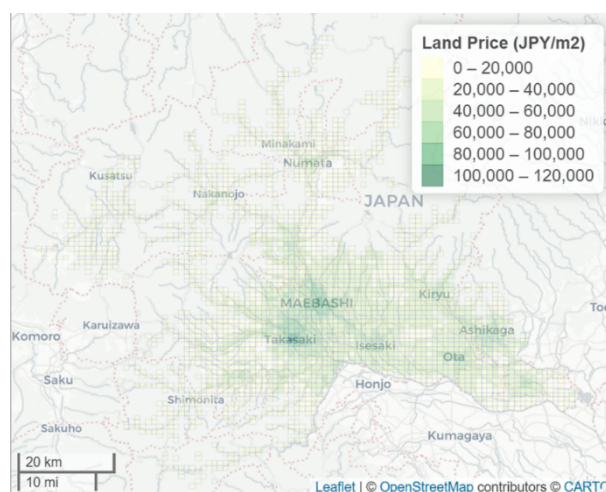


Figure 3.2 Estimated Land Price by Mesh Cell

3.3.2 Residential Location Model

This study follows Ben-Akiva and Bowman⁹⁾ to integrate the residential location model with the activity-based model system. The residential location model is specified as an MNL model at the household level.

We used the randomly sampled 80% estimation dataset of Gunma PT data for the model estimation. 13,140 households are exogenously divided into five market segments of similar size by the age of the household head and the number of household members to accommodate the demographical heterogeneity. Although the estimation results of the model are omitted for simplicity, they show expected coefficient signs of household average ABA and land price, which indicate that the trade-off between the transportation and housing cost is captured. Besides that, all households are found to prefer mesh cells with fewer buildings, fewer farmlands, more forests, fewer employees no matter the job category, and governed by the two big cities, Takasaki and Maebashi, all else being equal.

Validation of the residential location model is also performed to prove its reliability. The validation sample data with a 20% random sample of the effective 2015 PT data are used for the purpose.

The first type of indicator used for the validation is network distance to the closest center area, to

represent the feature of the residence pattern in a polycentric area like Gunma. The concepts of UFAA and DAA are considered appropriate to define these center areas by their definitions. Validation results are obtained as the average values of 10-time Monte Carlo simulations of the residential location choice model. Shown in Tables 3.1 and 3.2 are summaries of the statistics.

According to the comparisons of the summary statistics in these tables, the estimated residential location choice model has good reproducibility in predicting the median value of the distance to both the nearest UFAA and DAA. However, it is not the case for mean values where the simulated value is around 20% smaller than the observed one. The extreme values affect to a great extent the mean values, hence causing discrepancies in the validation. Also shown in the tables, the difference between the mean values after removing those that are farther than 10,000m is much narrower, which should support the speculation above.

Another indicator: the count and ratio of households residing in DAA are also assessed, which is more straightforward to comprehend and will serve as one of the policy evaluators. Its validation results are shown in Table 3.3, where the simulated values are also averaged from 10-time repeated simulations.

In summary, the estimated model shows sufficient reproducibility and is adequate for forecasting. However, as bias caused by the extreme values is confirmed, the subsequent analyses will focus on the median statistic for the distance indicators.

Table 3.1 Validation Results of Network Distance to the Closest DAA

Network distance to the closest DAA (m)	Mean	Median	S.D.
Observed	3,172	1,237	7,308
Simulated	2,265	1,222	5,425
Observed (data farther than 10,000m removed)	1,658	1,158	2,149
Simulated (data farther than 10,000m removed)	1,561	1,195	1,928

Table 3.2 Validation Results of Network Distance to the Closest UFAA

Network distance to the closest UFAA (m)	Mean	Median	S.D.
Observed	4,297	2,298	7,245
Simulated	3,458	2,170	5,567
Observed (data farther than 10,000m removed)	2,712	2,067	2,299
Simulated (data farther than 10,000m removed)	2,626	2,059	2,220

Table 3.3 Validation Results of Count and Ratio of Households Residing in DAA

Households residing in DAA	Count	Ratio*
Observed	1,328	40.4%
Simulated	1,344	40.9%

* Total number of households is 3,285 in the validation dataset.

3.4 Model Application Settings

As a common approach to reflect potential variations in AV characteristics, scenario analysis was used in this study. The forecast year is 2040, a time point assumed for the prevalence of AVs¹¹⁾.

In total, one base scenario and four AV scenarios are adopted as shown in Table 3.4. Base Scenario is subjected to population decrease only compared to the 2015 PT data, while the AV scenarios reflect three features of AVs in the settings: lower value of travel time (i.e., fewer travel impedance); increasing road capacity; and improved vehicle usage patterns that handled expediently intra-household sharing demands. The former two features are consistent with our previous work⁵⁾, which readers are referred to for the details. While the third feature is new to this one and is elaborated below.

For all the AV scenarios, HVs currently owned by households are assumed to switch to PAVs with the same ownership level, and all the members in these households are assumed to have access to an available/idle PAV irrespective of their driving license status. Certain rules are proposed below to define the availability/idleness of AVs.

The way to define vehicle availability of PAVs is different from those of HVs. The main PAV feature that they can drive themselves is assumed to impact the vehicle usage patterns in two aspects: 1) PAVs require no driving license anymore; 2) PAVs can move back home itself (i.e., without any occupant) to serve another household member. Therefore, those people under the PAV case should have an opportunity to access to a PAV when the PAV has returned home by itself during idle time when its (primary) user is not using (e.g., staying in the office from AM Peak – PM Peak).

Table 3.4 Summary of Scenario Settings

Scenario	Population change	PAV ownership	PAV or HV availability	Value of travel time for AV compared to HV (drivers)		Road capacity for AVs of HVs
				Commuting-purpose tours and subtours	Other-purpose tours and subtours	
Base Scenario		–	Requiring driving license & depending on vehicle ownership	–	–	–
Scenario 1	82.45% to the current (IPSS, 2018)	The same as of HV ownership patterns	Depending on vehicle ownership	75%	85%	1.0
Scenario 2				50%	70%	1.0
Scenario 3				75%	85%	1.2
Scenario 4				50%	70%	1.2

Regarding the residence moving-or-not choice, we assumed that the households would make residence moving choices following the observed moving choice results currently in the study region. To elaborate, the moving choice is applied based on the data from the National Census (Statistics Bureau of Japan, 2015) to identify the probability of whether households still reside where they were 5 years ago. The probability of whether a household would move by 2040 is calculated as one minus the fifth power of the did-not-move ratio between 2010 and 2015. Fifth power means that there are five periods of five years between 2015 and 2040. The ratios were differentiated by the age of the head of the household. The calculated moving probabilities vary with the age of the head of the household, ranging from 16.1% for the age of the head of household over 85 to 100.0% for the age of the head of household between 15 and 29. Complete results are not included here for the sake of conciseness. Monte-Carlo simulations were run to decide whether the household would move before simulating the residential location choice.

For the residential location choice simulation, the treatments are similar to what was applied in the model validation section. 50 alternatives of mesh cells sampled with Importance Sampling with Replacement were provided to each household as the choice set. ABA values were pre-calculated for each sampled alternative given the AV settings.

3.5 Simulation Results Under No Policy Mandates

The residential location model was simulated 10 times in a Monte-Carlo fashion, and the results were averaged the same as in the model validation section. Table 3.5 summarized the results.

Table 3.5 Simulation Results Summary

	2015 PT Data	Base Scenario	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Evaluation indicators	Value	Value (% change against PT)	Value (% change against Base)	Value (% change against Base)	Value (% change against Base)	Value (% change against Base)
Median value of network distance to the closest DAA (m)	1,243	1,326 (+6.7%)	1,363 (+2.8%)	1,401 (+5.7%)	1,399 (+5.5%)	1,435 (+8.2%)
Median value of network distance to the closest UFAA (m)	2,328	2,507 (+7.7%)	2,571 (+2.6%)	2,685 (+7.1%)	2,700 (+7.7%)	2,762 (+10.2%)
Ratio of households residing in DAA	40.2%	36.8%	34.5%	33.1%	34.3%	32.8%

From the results, we can again identify clear moving trends to reside where are more distant to both DAA and UFAA. Even for Base Scenario that differs from the PT data only in population size, the median value to the residents' nearest DAA and UFAA are found to increase by around 7% presumably due to the improved level of service in the road network. With the introduction of PAVs, these two values against Base Scenario escalate to up to at most 8.2% and 10.2%, respectively, under Scenario 4. The residents presumably are attracted by the increased accessibility and lower land price, so they decide to live farther from the city centers. As for the ratio of residents in DAA, all AV scenarios witness decreases against Base Scenario, dropping at most to 32.8% from 36.8%.

As expected, both AV characteristics (value of travel time and road capacity benefit) contribute to the moving trend as Scenario 4 shows results with the highest increase rate. It is interesting to find that Scenarios 2 and 3 show similar performance in the two median distance evaluators. This suggests that the effect of road capacity benefit is at a similar level to the more optimistically set value of travel time. However, when comparing the ratio of residents in DAA, the result of Scenario 3 is still at a similar level to Scenario 1, but not Scenario 2, which indicates that the two AV characteristics could contribute to the moving trend in a different way.

Figures 3.3 and 3.4 show the shares of residence by distance to the nearest DAA and UFAA for detailed changing patterns of residential locations. The distribution results generally confirm the findings from Table 3.5. In particular, it is found that the residents tend to shift to the areas that are 2km to 6km apart from the nearest DAA and 3km to 7km apart for the nearest UFAA, but not further in all the AV scenarios. This suggests where the new housing and transport cost balance occurs.

3.6 Policy Mandates to Mitigate Expansion

Countermeasures to mitigate the urban expansion have long been discussed by the Japanese government and municipalities. For example, the Location Optimization Plan of Maebashi City¹²⁾, the prefectural capital of Gunma, attempts to attract residents to DAA by reconstructing the decrepit buildings, embarking on redevelopment businesses, and subsidizing the residence developers and rents for students in DAA. Following these measures, we set two policies to be tested to mitigate the residential location expansions. The first is to grant tax reductions for housing development or residential relocation in DAA (hereafter Policy 1), which is expressed as a decrease of land price in the model; the second is to attract urban functions from non-UFAA to UFAA (hereafter Policy 2), which is expressed as a move of the number of tertiary-sector employees between areas.

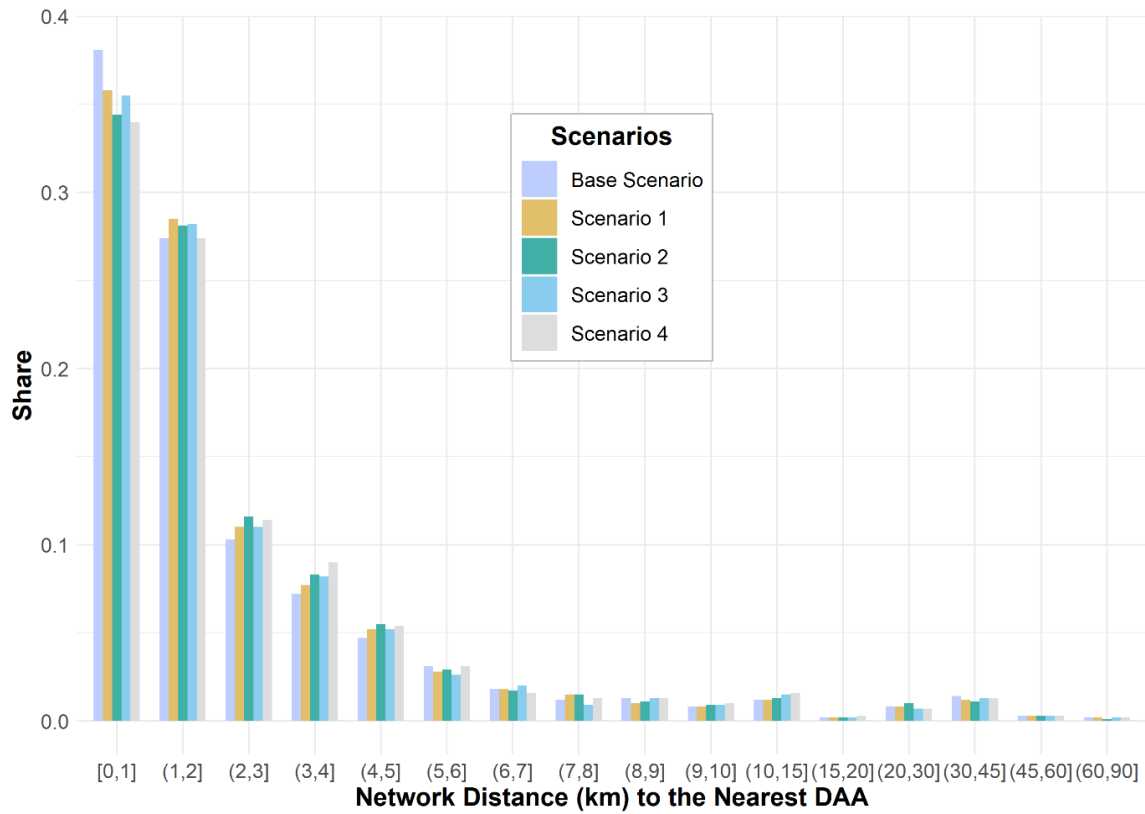


Figure 3.3 Distribution of Residences' Distance to the Nearest DAA

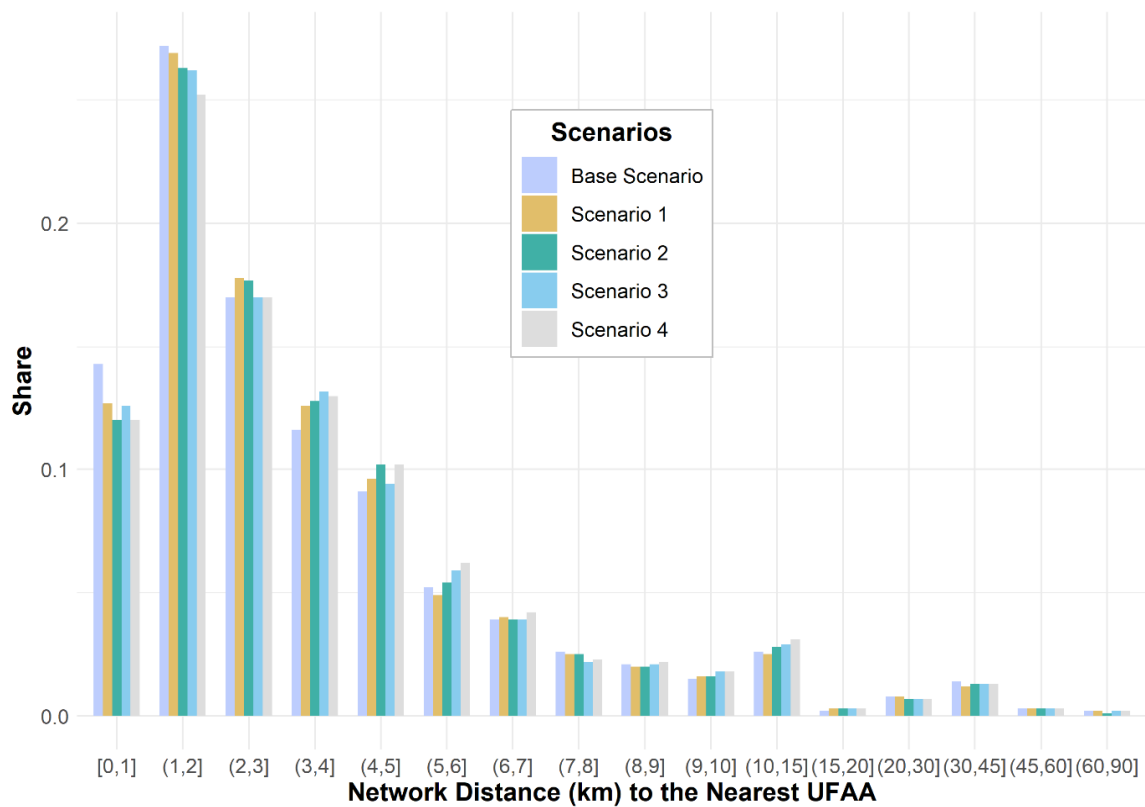


Figure 3.4 Distribution of Residences' Distance to the Nearest UFAA

The rationale behind Policy 1 is to attempt to re-balance the transport and housing cost trade-off in the residential location choice to mitigate the negative effects of increasing accessibility in suburban areas. The tax reductions are reflected directly in the change of the land price, and will have no impact on the short-term choices, given that no long-term effect on short-term choices was assumed in this study. We set a 10% decrease in land price in DAA, because it turned out to be the level that could obtain similar performance to the Base Scenario for Scenario 1. So, at least for Scenario 1, this specific value could be interpreted as the effective level to offset the expansion effect. We also consider that values higher than 10% would be less realistic to achieve, which means to attempt to offset the expansion effect in Scenario 2 was not pursued.

The rationale behind Policy 2 is that by making UFAA more attractive, the accessibilities of DAA which are generally spatially close to UFAA would increase. Also, reducing the employees in the non-UFAA would make these areas enjoy fewer accessibility, thus decreasing people's willingness to move there. Under Policy 2, the number of tertiary sector employees in UFAA is expanded by 30% from its original value. Then the number of tertiary-sector employees in non-UFAA is reduced proportionally by the weight of their respective number of tertiary-sector employees to compensate for the increases in UFAA. The value of 30% is proposed simply because it is the extreme value that could be imagined by imposing such a policy mandate.

Policy 2 is expected to impact the whole system in a relatively more complex way than Policy 1. First, the number of employees is one of the independent variables in the tour destination models of the short-term DAS model⁵), hence re-running the short-term simulation is required; Second, the number of employees also impacts the independent variables of tour-based logsums in the land price model, hence the updates in land price is required. Short-term simulations were therefore re-run for Policy 2, but the details are omitted for conciseness.

3.7 Simulation Results Under Policy Mandates

The simulation results of the AV scenarios under the two policies along with the results under no policy are shown in Table 3.6.

As just argued, the simulation results suggest that granting tax reduction can significantly alleviate the residence expansion. For Scenario 1 where the characteristics of PAVs are assumed relatively conservative, the three indicators are found to be able to achieve even better levels than what was observed in Base Scenario.

For the other three AV scenarios with more optimistic AV assumptions, all the metrics under Policy 1 are found to improve compared to the no-policy case. For example, the median value of network distance to the nearest DAA dropped from a 5.7% increase to a 1.7% increase in Scenario 2. The ratio of households residing in DAA in all the scenarios except Scenario 4 is equal to or better than Base Scenario (36.8% as shown in Table 3.5). This suggests that people tend to relocate to the edge (compared to Base Scenario) of DAA to enjoy the benefits from both PAV and Policy 1. Therefore, the designation of the policy target area, from the results, should merit more attention in the sense of policy making. Overall, it can be summarized that providing a subsidy on the land price or its equivalents could be effective to mitigate urban expansions, although leaving aside the discussion of the financial resources required for subsidization.

Table 3.6 Simulation Results Summary Under Policy Mandates

Evaluation indicators	Scenario 1			Scenario 2		
	Value (% change against Base)			Value (% change against Base)		
	No policy	Policy 1	Policy 2	No policy	Policy 1	Policy 2
Median value of network distance to the closest DAA (m)	1,363 (+2.8%)	1,296 (-2.3%)	1,398 (+5.4%)	1,401 (+5.7%)	1,348 (+1.7%)	1,430 (+7.8%)
Median value of network distance to the closest UFAA (m)	2,571 (+2.6%)	2,477 (-1.2%)	2,662 (+6.2%)	2,685 (+7.1%)	2,562 (+2.2%)	2,739 (+9.3%)
Ratio of households residing in DAA	34.5%	38.3%	34.6%	33.1%	36.8%	32.9%
Evaluation indicators	Scenario 3			Scenario 4		
	Value (% change against Base)			Value (% change against Base)		
	No policy	Policy 1	Policy 2	No policy	Policy 1	Policy 2
Median value of network distance to the closest DAA (m)	1,399 (+5.5%)	1,351 (+1.9%)	1,392 (+5.0%)	1,435 (+8.2%)	1,387 (+4.6%)	1,428 (+7.7%)
Median value of network distance to the closest UFAA (m)	2,700 (+7.7%)	2,578 (+2.8%)	2,650 (+5.7%)	2,762 (+10.2%)	2,679 (+6.9%)	2,734 (+9.1%)
Ratio of households residing in DAA	34.3%	37.7%	34.6%	32.8%	36.4%	33.0%

For the results under Policy 2, the evaluation indicators are unexpectedly found to deteriorate in Scenarios 1 and 2 compared to the results without any policy imposed. The results in Scenarios 3 and 4 improved compared to the results under no policy but to a fewer extent than Policy 1.

To investigate, the distribution of shares of the distance to the nearest DAA and UFAA under Policy 2 are shown in Figures 3.5 and 3.6, respectively. By comparing these figures with Figures 3.3 and 3.4, two speculations are presented in the following to explain the results.

First, despite that the distributions regarding distance to the nearest UFAA do not show substantial changes (Figures 3.3 and 3.5), we can identify some differences in, for example, the shares of distance longer than 1km but no more than 2km, the results of Scenarios 1 and 2 under Policy 2 decreased slightly compared to the no-policy case, while the shares of distance longer than 3km but no more than 6km, the results yet increased. These suggest that the road network level of service around UFAA decreased (because of the aggregation of employees) hence has reduced the accessibility and the willingness to relocate there. This is, however, not the case for Scenarios 3 and 4, where road capacity benefits of AVs should offset the negative effects.

Second, in general for all AV scenarios, the decrease in the number of employee level in the non-UFAA to some extent increase the chance to move there as the number of employees is a parameter with a negative coefficient in the residential location choice model; this reasoning also applies to decreased land price through the re-calculation of the land price model where the tour-based logsum variables are reduced with fewer employees for non-UFAA.

In summary, Policy 2 of attracting tertiary-sector employees seems to be not as effective as Policy 1, as its effects on both transport and land use could lead to a complex changing pattern from the models adopted. Nevertheless, the results of Scenarios 3 and 4 do have slight improvements compared to no policy imposed. This is instructive in that road capacity benefit, one of the main characteristics of AVs, can be significant in future policy making.

3.8 Conclusion, Limitation and Future Work

This study made use of integrated model system to simulate and discuss AV impacts on residential location distribution assuming the PAV prevalence in Gunma Prefecture, a Japanese car-dependent regional area. Evaluation indicators such as the median network distance to the closest urban centers and the ratio of households residing in urban centers are included. The connection between the short- and long-term models is ABA, which has not been applied much in the existing literature.

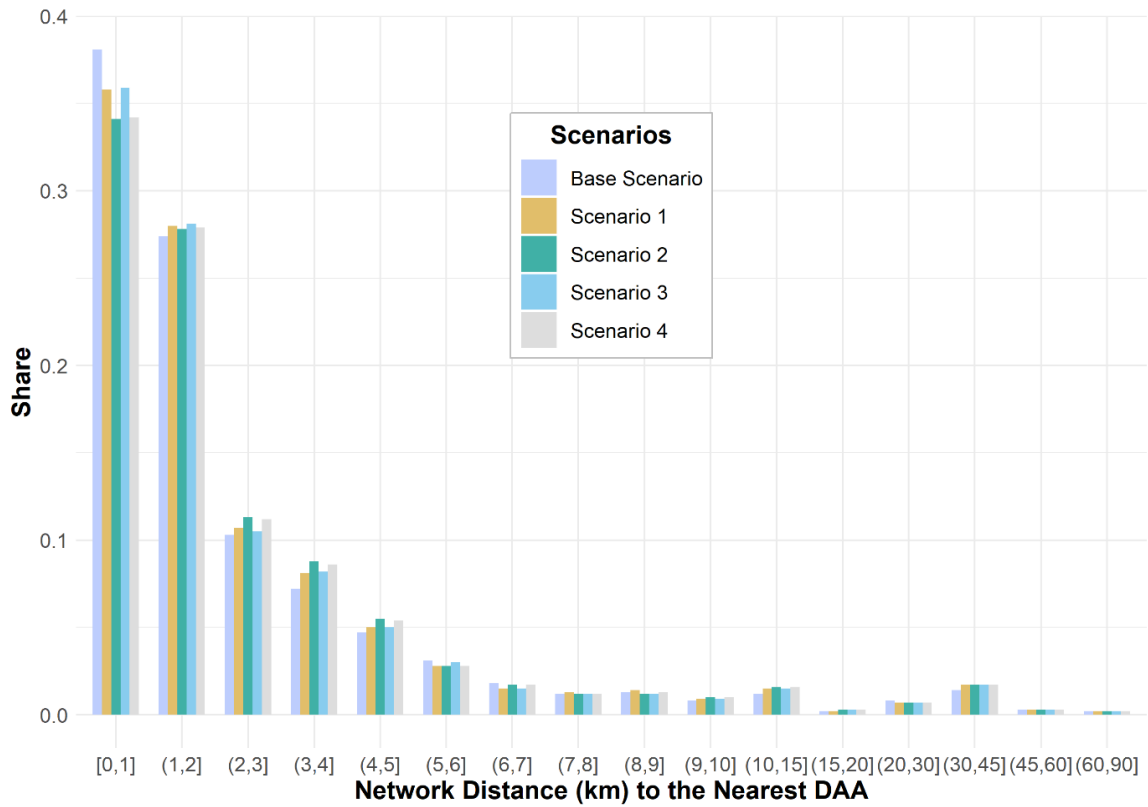


Figure 3.5 Distribution of Distance to the Nearest DAA Under Policy 2

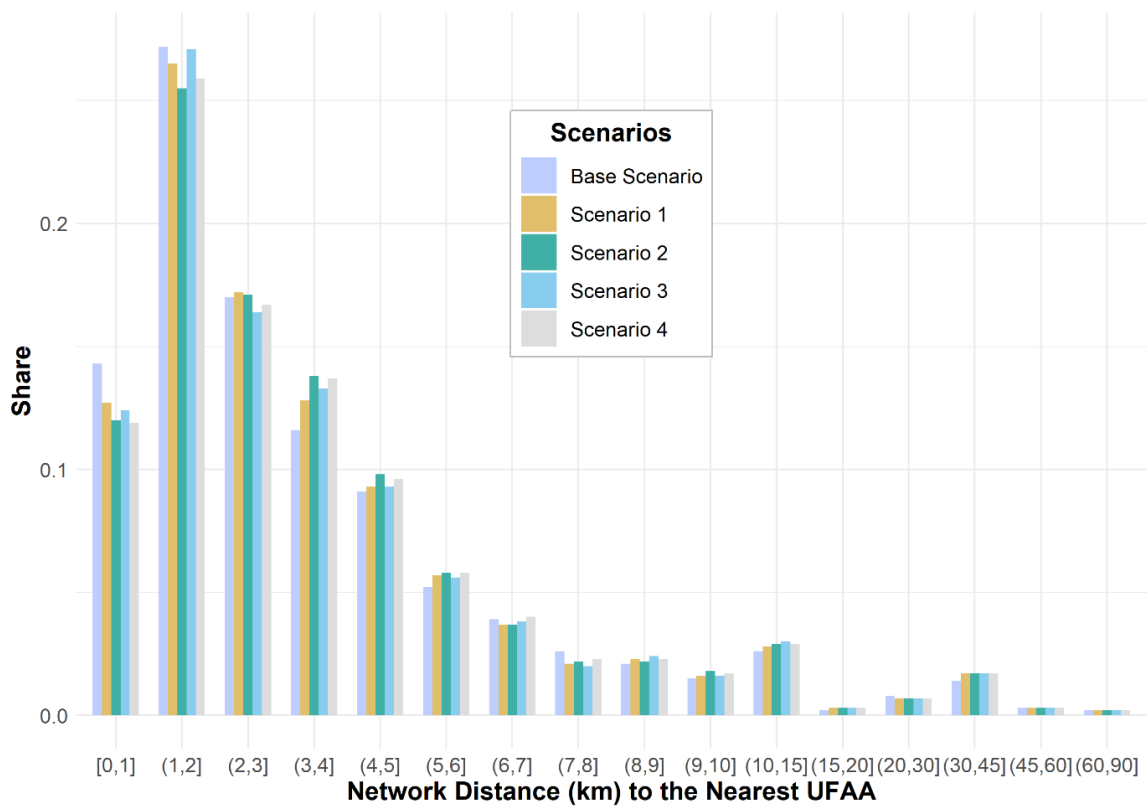


Figure 3.6 Distribution of Distance to the Nearest UFAA Under Policy 2

Simulation results of AV scenarios reported moving trends away from the central areas. While two policy mandates were tested as attempts to mitigate the moving trends. The results suggest that Policy 1 of granting tax reduction for housing development (reducing the land prices) in the central areas can be effective for all the AV scenarios, compared to the no policy case. A 10% decrease in land price would make the indicators of Scenario 1 as good as the Base Scenario. This is not the case for Policy 2 of attracting urban functions (moving tertiary-sector employees) to the central areas, the results show even enlarged moving trends in Scenario 1 and 2 but slight improvements in Scenarios 3 and 4.

This work is subjected to some limitations. First, we have not discussed in this article about the feasibility of the policies presented and evaluated in Sections 3.6 and 3.7. In particular, the financial resources for Policy 1 and specific measures to implement Policy 2 would be major factors that constrain feasibility and need to be considered.

Secondly, it is highly possible that households which currently own more than one HV would reduce the ownership and share the smaller number of PAV(s) within the household. However, this study does not adequately address the choices regarding PAV ownership and PAV use within a household. Modeling and incorporating such decision-making into the whole model system would make the analyses more consistent and persuasive.

Thirdly, there is a large room for improvement in the land use model part. For example, aspects such as job location choice, land development choice of housing or other facilities and bidding in the household transaction would be better to incorporate to acquire more realistic forecasting in the long-term. It is also desirable to incorporate a model to describe the transition of life stage of a household in the long-term and a model to reflect the heterogeneity in the probability of displacement occurrence.

Reference

- 1) Harb, M., Stathopoulos, A., Shiftan, Y. and Walker, J. L. (2021) "What do we (not) know about our future with automated vehicles?", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 123, 102948.
- 2) Gelau, G., Ossokina, I. and Teulings, C. (2019) "Spatial and welfare effects of automated driving: will cities grow, decline or both?", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 121, pp.277-294.
- 3) Llorca, C., Moreno, A., Ammar, G. and Moeckel, R. (2022) "Impact of autonomous vehicles on household relocation: An agent-based simulation", *Cities*, 126, 103692.
- 4) Dong, X., Ben-Akiva, M. E., Bowman, J. L. and Walker, J. L. (2006) "Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(2), pp.163-180.
- 5) Luo, L., Parady, G. and Takami, K. (2022) "Evaluating the impact of private automated vehicles on activity-based accessibility in Japanese regional areas: A case study of Gunma Prefecture", *Transportation Research*

Interdisciplinary Perspectives, 16, 100717.

- 6) Luo, L., Parady, G. and Takami, K. (2022) “An Integrated Residential Location and Travel Model System for Evaluating the Effect of Autonomous Vehicles”, *Extension of New Technologies and Services on Urban Transportation into Spatial Planning*, The Japan Research Center for Transport Policy, pp.12-30.
- 7) Bowman, J. L. and Ben-Akiva, M. E. (2001) “Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules”, *Transportation Research A: Policy and Practice*, 35, pp.1-28.
- 8) Horni, A., Nagel, K. and Axhausen, K. W. (2016) *The Multi-Agent Transport Simulation MATSim*, Ubiquity Press, London.
- 9) Ben-Akiva, M. E. and Bowman, J. L. (1998) “Integration of an activity-based model system and a residential location model”, *Urban Studies*, 35(7), pp.1131-1153.
- 10) Automobile Inspection Registration Information Association (2021) “Car Ownership Summary by Prefecture”, <https://www.airia.or.jp/publish/file/r5c6pv000000wkrb-att/r5c6pv000000wkrq.pdf> (In Japanese). (Accessed Jun. 2022)
- 11) Litman, T. (2021) *Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria.
- 12) Maebashi Municipal Government (2019) “Location Optimization Plan of Maebashi City”, <https://www.city.maebashi.gunma.jp/soshiki/toshikeikakubu/toshikeikaku/oshirase/23361.html> (In Japanese). (Accessed Nov. 2021)

日交研シリーズ目録は、日交研ホームページ

http://www.nikkoken.or.jp/publication_A.html を参照してください

A-887 大都市圏郊外部に主眼を置いた新しい
モビリティサービスの展開のあり方

大都市圏郊外部に主眼を置いた新しいモビリティサービスの
展開のあり方に関する研究プロジェクト

2024年2月 発行

公益社団法人日本交通政策研究会