

博士論文

統合モビリティサービスの計画・設計手法に関する研究

—主体間の相互関係を考慮した分析手法の提案と適用—

---

藤垣 洋平

2018/08

## 論文の内容の要旨

論文題目 統合モビリティサービスの計画・設計手法に関する研究  
—主体間の相互関係を考慮した分析手法の提案と適用—

氏 名 藤垣 洋平

本研究では、統合モビリティサービスの計画・設計を、特に主体間の相互関係を考慮しつつ実施するための枠組みや考え方を提案した。

日本では20世紀の後半に自家用車が普及する一方で、路線バスなどの地域公共交通は多くの地域で衰退を経験してきた。近年、高齢者の運転の危険性が問題視され、免許の返納を促す取り組みが行われているが、自主的な返納の意向や返納後の生活満足度には、自家用車がなくても自由な移動ができる交通サービスの存在が大きく影響することが指摘されており、利便性の高い交通サービスの整備が望まれている。

一方で21世紀に入り、情報通信技術を活用した柔軟性の高い新しい交通サービスや、公共交通の利便性向上策が次々に登場している。新しい交通サービスとしては、ドア・トゥ・ドアの移動を提供しつつ乗合により効率を高めることができる、乗合タクシーやオンデマンドバスなどとも呼ばれるDemand Responsive Transport (DRT) の配車システムの高度化が進み、様々な地域で導入が進みつつある。短時間から自動車や自転車を借りることができるカーシェアリングや自転車シェアリングも、近年急速に普及しつつある。公共交通の利便性向上策としては、経路検索サービスや、バスや列車のリアルタイム位置情報を案内するサービスが登場している。

これらの新しいサービスと既存の公共交通を適材適所で使い分けることにより、自家用車の保有と運転に頼らずとも自由な移動を実現できる、統合的な交通サービスを目指す考え方が、2010年代後半に入り急速に注目を集めている。本研究ではそれらのサービスを「統合モビリティサービス」として定義した上で、その計画・設計手法を提案した。なお本研究では、「統合モビリティサービス (Integrated Mobility Service、略称IMS)」を

「鉄道、バス、タクシー、DRTやカーシェアリング等の個別に提供されていた交通サービスを、一つのアカウントや窓口で一体的に決済できる料金体系のもとで、単一の時刻・経路検索及び予約手配システムを通して利用者に提供するサービス」と定義している。

IMSは、交通サービスの供給者側の構造を変化させる考え方であり、さらにそれが利用者側の意思決定を変容させる可能性がある。そのため、計画・設計にあたっては、サービスに関わる主体間の相互関係に起因する様々な問題に対応する必要がある。まず一般的に、IMSでは供給者側で料金や車両数などのサービス変数を設定する必要があり、それらの設定が利用者数や採算性に大きく影響すると考えられるが、IMSにおける利用者数やサービス状況と供給者が設定するサービス水準の関係を的確に分析するための枠組みは十分に確立されていない。また、東京都市圏などの大都市圏では、事業者数や路線数が多く、全域での統合には膨大な労力が必要である。そのため、特に初期の計画・設計においては、統合の対象になる事業者数を絞ることが現実的であるが、同時に利用者の日常生活を十分にカバーできるように、対象地域とサービスを設定することが望ましい。さらに、IMSにより利便性の高いサービスを特定の地域で実現することは、居住地分布などの地域の空間構造にも影響を与えうることから、地域の空間構造に与える影響を考慮した上で料金などのサービスの内容や水準を検討することが望ましい。

以上の背景と課題認識のもとで、本研究は統合モビリティサービスを対象として、サービスに関わる主体間の定量的・空間的な相互関係に着目した計画・設計手法を提案するとともに、利用意向調査データを用いて提案手法の活用可能性を示すことを目的とした。具体的には、以下の4点を目的とした。

- (1) IMSを対象にした利用者 と 供給者の相互作用を体系的に分析するための枠組み **Multi-Cycle Model**を提案すること
- (2) 大都市圏向けの導入手法として、対象事業者数を限定できるサービス構成方法である **Metro-MaaS**を提案し、需要の特性を評価すること
- (3) **Multi-Cycle Model**を活用し、**Metro-MaaS**の考え方に沿ったサービスの漸進的導入手法の評価を行うこと
- (4) 居住地分布や施設配置などの地域の空間構造が**Metro-MaaS**の効率性に与える影響を評価するとともに、地区単位でのサービス提供コスト差を定量化して施策検討に用いることを目的とした**Metro-MaaS**の地区別費用算出手法を提案すること

本論文の第3章が目的の(1)に、第4章が(2)に、第5章が(3)に、そして第6章が(4)に、それぞれ対応した内容となっている。以下に、各章の要旨を述べる。

まず第1章では、背景として情報通信技術を活用した柔軟性の高い新しいモビリティサービスや公共交通の利便性向上策等について概説した上で、研究の目的と全体構成を示した。

第2章では、IMSに内包される、または関係する既存概念やサービスと、交通サービ

スにおける利用者側と供給者側の相互作用、特にポジティブフィードバックを対象にした分析手法に関する既存研究を整理し、本研究で対象とする IMS におけるフィードバックの特徴を示した。

第3章では、統合モビリティサービスを対象にした体系的な分析の枠組みとして、**Multi-Cycle Model**を提案し、その構造を示すとともに、実装方法について論じた。**Multi-Cycle Model** は、相互作用の循環を表す複数のCycleから構成された体系である。それぞれのCycleには発端となる利用者または供給者の意思決定があり、その意思決定が交通サービスの運行状況や市場、他の経験などに影響を与える。そして、発端となった意思決定に用いる変数が変化することで、次の時点における意思決定にフィードバックされる、という相互作用が発生する。均衡状態になるまでこの相互作用が続くために、Cycleという表現を用いている。

第4章では、大都市圏向けの導入手法として、対象事業者数を限定できるサービス構成方法を提案するとともに、その需要特性を明らかにした。東京などの大都市圏の、特に郊外部において、対象範囲を限定するための考え方として、**Metro-MaaS**を提案した。**Metro-MaaS**の基本形は、「自宅周辺の生活圏（概ね2～3km程度）をカバーできる交通サービス」と「自宅最寄り駅からの鉄道」を組み合わせたものである。また、東京都市圏居住者を対象にしたWebアンケート調査をもとに、**Metro-MaaS**の需要特性を明らかにした。調査結果の分析から、消極的な運転者層だと推察される、「運転に対して少し不安がある人」、「駅から自宅までの徒歩の所要時間が20分以上の人」、「自家用車を2台保有している人」などが、サービスを利用したいと考える傾向があることを示した。

第5章では、提案した分析の枠組みである**Multi-Cycle Model**を活用し、**Metro-MaaS**の考え方に沿ったサービスの漸進的導入手法の評価を実施した。対象地域は、岐阜県多治見市の住宅地である脇之島町とした。利用者側の意思決定モデルに関しては、居住者を対象にした調査の結果を用いた。また、投入車両数と利用状況の相互作用については、エージェントベースシミュレーションを用いて計測した結果を用いた。評価対象とした「漸進的導入策」とは、利用者の反応が不確実である状況下において、初期の料金とサービス内容から利用状況を踏まえて段階的にサービスを変化させていく方策を指す。分析を通して、現状のタクシー料金をもとにした料金設定で採算が取れなくても、より安い金額から始めることで好循環に入れる状況が存在する可能性を示すとともに、車両数、料金の2変数を改定する漸進的導入策の有効性を、**Multi-Cycle Model**で確認する方法を示した。

第6章では、地域の空間構造が**Metro-MaaS**の運営コストに与える影響を明らかにするとともに、地区単位でのサービス提供コスト差を定量化して施策検討に用いることを目的とした**Metro-MaaS**の地区別費用算出手法を提案した。まず、居住地や目的地の分布が**Metro-MaaS**の運営の効率性に与える影響を、都市圏郊外を想定しつつ単純化した空間構成とトリップ分布を仮定したシミュレーションによって評価し、居住地や目的地となる



施設が集約されている方がMetro-MaaSの運営効率が高まることを示した。続いて、定額制のMetro-MaaSの地区別費用を同一の運行系統下にある地域内でも算出可能な手法を提案し、先述のシミュレーション結果を用いて、地区別費用を算出する手順を示した。

最後に、第7章で研究全体を総括するとともに、本研究の限界と今後の課題について論じた。

本研究では、IMSの利用者と供給者の相互作用を体系的に分析するための枠組みと、大都市圏へのIMS導入を可能にする手法を提案した。また、多治見市を対象にした分析からは漸進的な導入策を評価する方法を提示することができ、さらに地域の空間構造を考慮した分析では居住地や目的地施設の分布がMetro-MaaS提供費用に影響を及ぼす可能性を示すとともに、同一の運行系統下にある地域内で地区別費用を算出する方法を示した。以上の提案手法および分析結果は、IMSの計画・設計やサービス内容の調整にあたって、多様な主体間の相互作用や地域の空間構造への影響に配慮した検討を行う際の一助となると結論付けられる。

## 既発表論文との関係に関する告知

この博士論文は、藤垣洋平が筆頭著者となり博士課程在学中に発表した以下の論文 I・II・III と、同内容をもとに構成したことが明確である藤垣洋平および以下 I・II・III の論文の共著者による報告書・解説記事・発表資料等（以下、派生著作物とする）の内容をもとに構成している。そのため、以下の論文および派生著作物に記載のある、知見、概念、計算結果、図表、文書表現等を、本文中で特段明示することなく使用している場合がある。また、本論文の提出・審査・公開を経たのちにも、藤垣洋平および以下 I・II・III の論文の共著者は、以下 I・II・III の論文等の発行主体の規定の範囲内で、この博士論文に用いられている文書及び図表の一部を用いた論文や派生著作物を発表する権利を有する。

- I. 藤垣 洋平, 高見 淳史, トロンコソ パラディ ジアンカルロス, 原田 昇:大都市圏向け統合モビリティサービス Metro-MaaS の提案と需要評価, 都市計画論文集, Vol.52, No.3, pp.833-840, 2017, DOI: <https://doi.org/10.11361/journalcpj.52.833>
- II. 藤垣 洋平, TRONCOSO PARADY Giancarlos, 高見 淳史, 原田 昇, 統合モビリティサービスの概念と体系的分析手法の提案, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 73, No. 5, pp. I\_735-I\_746, 2017, DOI: [https://doi.org/10.2208/jscejipm.73.I\\_735](https://doi.org/10.2208/jscejipm.73.I_735)
- III. 藤垣 洋平, 中井 諒介,高見 淳史, Giancarlos TRONCOSO PARADY, 原田 昇:バスと乗合タクシーを組み合わせた複合的公共交通サービスの効率性分析, 第 57 回土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), 2018

## 目次

第1章	研究の背景と目的.....	12
1.1	本研究の背景.....	13
1.1.1	地域公共交通の現状と活性化への期待.....	14
1.1.2	ICTを活用した公共交通情報提供の高度化.....	15
1.1.3	高利便性 DRT の登場.....	16
1.1.4	シェアリングサービスの台頭.....	16
1.1.5	自動運転技術.....	17
1.1.6	統合モビリティサービス.....	18
1.2	本研究の目的と構成.....	19
1.2.1	本研究の目的.....	19
1.2.2	各章の構成.....	21
	第1章の参考文献.....	22
第2章	既存概念・既存研究と本研究の関係.....	24
2.1	統合モビリティサービスと関連概念・サービスの関係.....	25
2.1.1	統合モビリティサービスの分類.....	25
2.1.2	旅客自動車運送型の IMS の例.....	28
2.1.3	総合型のサービスの例.....	30
2.1.4	Mobility as a Service (MaaS) 概念に関する研究.....	31
2.1.5	本研究で特に焦点を当てるサービス.....	33
2.2	利用者と供給者間の相互作用に関する研究.....	33
2.2.1	ポジティブフィードバックと閾値モデル.....	33
2.2.2	交通分野における市場媒介型相互作用や社会的相互作用.....	35
2.2.3	社会的相互作用を対象とした既存の分析手法.....	37
2.2.4	相互作用分析における分析対象者となる主体と分析実施者となる主体の関係.....	38
2.2.5	本研究で対象とする IMS における相互作用の特徴.....	39
	第2章の参考文献.....	40
第3章	統合モビリティサービスの分析の枠組み Multi-Cycle Model の提案.....	43
3.1	本章の目的.....	44
3.2	Multi-Cycle Model の構造.....	45
3.2.1	Multi-Cycle Model の構造の背景.....	45
3.2.2	Multi-Cycle Model の全体像.....	46
3.2.3	利用者側の構造.....	47
3.2.4	供給者側の構造.....	48
3.3	Multi-Cycle Model の実装方法.....	49

3.3.1	交通市場のモデル化方法.....	49
3.3.2	計算上の時間の解像度 .....	50
3.3.3	全体のモデル化方法の例と特徴.....	50
3.4	既往研究の Multi-Cycle Model 内での位置づけ .....	51
3.5	Multi-Cycle Model により探索可能になる領域.....	52
3.5.1	中長期の移動への支払が異なる場合の探索.....	52
3.5.2	段階的なサービス向上施策 .....	53
3.6	小括 .....	54
	第 3 章の参考文献 .....	55
第 4 章	大都市圏向け IMS 導入形態 Metro-MaaS の提案と基礎的需要評価 .....	56
4.1	本章の目的 .....	57
4.2	Metro-MaaS の提案.....	57
4.2.1	Metro-MaaS の基本形 .....	57
4.2.2	Metro-MaaS 基本形の構成の背景 .....	58
4.2.3	Metro-MaaS の想定利用者層と想定利用パターン.....	60
4.3	調査の方法とサービスの仮定 .....	61
4.3.1	調査の概要.....	61
4.3.2	調査時に想定したサービスの内容 .....	61
4.4	利用意向と個人属性・移動特性の関係.....	65
4.4.1	利用意向に関する基礎集計結果.....	65
4.4.2	利用意向モデルのパラメータ推定 .....	67
4.5	交通行動の変容可能性の評価 .....	69
4.6	小括 .....	70
	第 4 章の参考文献 .....	72
第 5 章	Multi-Cycle Model を用いた Metro-MaaS 漸進的導入策評価.....	73
5.1	本章の目的と構成 .....	74
5.2	分析の流れと使用する概念.....	75
5.2.1	分析の流れ.....	75
5.2.2	均衡待ち時間と均衡利用者数.....	76
5.2.3	Multi-Cycle Model との対応関係 .....	77
5.3	多治見市脇之島町における調査.....	78
5.3.1	調査の全体像 .....	78
5.3.2	紙媒体アンケート調査結果の基礎集計.....	79
5.3.3	加入選択・交通手段選択モデルパラメータ推定結果 .....	84
5.3.4	移動サービス体験実験とワークショップ .....	85
5.4	運行シミュレーション .....	88

5.4.1	道路ネットワークの反映.....	88
5.4.2	乗合タクシー・路線バスの運行方法.....	89
5.4.3	利用者の行動の設定.....	91
5.5	均衡時利用者数と均衡時利益の推計.....	91
5.5.1	シミュレーションによる網羅的な計算.....	92
5.5.2	パフォーマンス関数の推定.....	92
5.5.3	均衡時利益および均衡利用者数の推定結果.....	94
5.6	漸進的導入策の評価.....	96
5.6.1	車両数固定時の結果.....	96
5.6.2	平均待ち時間上限付き値下げ優先探索の評価.....	97
5.7	小括.....	102
	第5章の参考文献.....	103
第6章	地域の空間構造が Metro-MaaS に与える影響の評価と地区別費用算出手法の提案	104
6.1	本章の背景と目的.....	105
6.2	地域の空間構造が Metro-MaaS に与える影響の評価.....	106
6.2.1	評価の対象とする空間と交通サービスの仮定.....	106
6.2.2	シミュレーションにおける各エージェントの行動の仮定.....	107
6.2.3	評価対象シナリオ.....	109
6.2.4	結果と考察.....	111
6.3	地区別費用算出手法の提案.....	112
6.3.1	費用を地区に帰着させる方法の類型化.....	112
6.3.2	同一管理系統内区分による地区別費用算出問題の状況整理.....	114
6.3.3	協力ゲームにおけるシャープレイ値の活用.....	114
6.3.4	シミュレーション結果を用いたシャープレイ値の算出.....	117
6.4	小括.....	120
	第6章の参考文献.....	121
第7章	本研究の総括と今後の課題.....	122
7.1	本研究の成果.....	123
7.2	限界と課題.....	125
7.2.1	加入選択モデルや交通行動モデルに関する限界と課題.....	125
7.2.2	シミュレーションや分析コードの検証体制の限界.....	125
7.2.3	自家用車保有や居住地選択との相互作用.....	126
7.3	本研究をもとにした今後の研究の可能性.....	127
7.3.1	実証実験時や実運用時のデータを用いた詳細な行動モデルを用いた相互作用分析.....	127

7.3.2 中長期の意思決定や不動産市場との相互関係の整理 .....	127
7.3.3 関連データ・意思決定モデル・シミュレータの流通と評価検証.....	128
謝辞.....	129
全体の参考資料（登場順） .....	130
付録.....	135

## 図表目次

図 1.1 研究背景の構造.....	13
図 1.2 乗合バスの輸送人員の推移（自動車輸送統計年報 <sup>102)</sup> をもとに筆者作成） ....	14
図 1.3 論文の全体構成.....	21
図 2.1 統合対象による類型化（2018年5月時点で存在するサービスに基づく） ...	26
図 2.2 旅客自動車運送型における主体間関係 .....	27
図 2.3 総合型における主体間関係 .....	28
図 2.4 Uber Pool・Uber X・ハイヤーを比較できる Uber アプリの画面例（2018年1 月に筆者撮影） .....	30
図 2.5 2017年4月時点での料金体系（MaaS Global 社公開資料をもとに筆者作成） .....	31
図 2.6 2018年5月時点での料金体系（MaaS Global 社公開資料をもとに筆者作成） .....	31
表 2.1 MaaS パッケージの内容例（Hietanen <sup>207)</sup> より引用，日本語訳：著者） ....	32
図 2.7 MaaS のレベル分け（Sochor らが作成した図表をもとに筆者作成） .....	32
図 2.8 Granovetter が提案した好循環・悪循環の表現方法.....	34
図 2.9 利用者へのフィードバック構造による類型化 .....	35
表 2.2 本節で言及している交通分野の諸研究の手法上および相互作用種別上の位置付 け.....	38
図 3.1 利用権と料金体系の統合に着目した主体間の関係 .....	45
図 3.2 実サービスの提供に着目した主体間の関係.....	45
図 3.3 利用権の統合と実サービスの提供の双方の関係性を満たす主体間の構造.....	45
図 3.4 Multi-Cycle Model の全体像 .....	47
表 3.1 実装方式による利点と欠点.....	51
表 3.2 Multi-Cycle Model の一部を扱ったものとして位置づけられる研究.....	52
図 3.5 Cycle 2 と Cycle 4 にあたる中長期の意思決定が考慮されない場合の構図.....	53
図 3.6 Cycle 3 と Cycle 4 にあたる供給者側の意思決定が考慮されない場合の構図 .	53
図 4.1 Metro-MaaS の基本形の構成図 .....	58

図 4.2	東京都市圏における駅周辺人口（東京都市圏交通計画協議会作成 <sup>401)</sup> ）	59
図 4.3	自動車利用トリップの時間別構成比（東京都市圏交通計画協議会作成 <sup>401)</sup> ）	60
表 4.1	調査の諸元	61
図 4.4	サービス T の料金および内容	62
図 4.5	サービス T の活用例に関する説明	62
図 4.6	サービス A の料金及び内容	63
図 4.7	サービス A に含まれる交通手段を比較して説明する図	63
図 4.8	サービスの利用の流れを説明する図表	64
図 4.9	利用意向の基礎集計結果	66
表 4.2	頻度の選択肢と年間日数換算値の対応関係	67
表 4.3	加入選択モデルのパラメータ推定結果	68
図 4.10	サービス T の有無による利用頻度の変化	69
図 5.1	分析の流れ	75
図 5.2	需要関数・パフォーマンス関数の概念図（藤垣ら <sup>501)</sup> より引用）	76
表 5.1	紙媒体アンケート調査の概要	78
図 5.3	回答者の年齢・性別分布	79
図 5.4	脇之島町居住者の年齢・性別分布（2015 年の国勢調査結果 <sup>502)</sup> をもとに作成）	79
図 5.5	普段の交通手段利用頻度に関する設問の集計結果	80
図 5.6	自家用車の保有と運転に関する設問の集計結果	81
表 5.2	提示したサービス水準の一覧	81
表 5.3	プロフィールの組合せ方	82
図 5.7	想定する車種に応じた「運行車両」の欄	82
図 5.8	月額制サービスの説明に用いた図	83
表 5.6	月額制交通サービス加入選択モデルパラメータの推定結果	84
表 5.7	調査票で提示した待ち時間の組合せ	85
表 5.8	モデルのパラメータ推定結果	85
表 5.9	実験時に参加者が無料で提供した交通サービス	86
図 5.9	タクシー・バス・自家用車の利用回数の変化	87
表 5.10	バス・タクシーの選択に影響を与えた要因	87
表 5.11	ワークショップの開催概要と得られた主な意見等	88
図 5.10	シミュレーション対象の道路ネットワークとトリップ発着地域	89
図 5.11	乗合タクシーの運行系統	90
図 5.12	乗合タクシーの運行方法	90
表 5.12	パフォーマンス関数およびバス利用者関数のパラメータ推定結果	93
図 5.13	シミュレーション結果と指数関数を用いたパフォーマンス関数の関係（関数	

には表 5.12 に示す推定結果パラメータを使用) .....	94
図 5.14 料金と車両数に対する均衡時の利益 .....	95
図 5.15 料金と車両数に対する均衡利用者数 .....	95
図 5.16 車両数が 5 台の場合の料金と利益の関係 .....	96
図 5.17 選択層割合が 3 割の時に採算が取れる車両数と料金の範囲 .....	97
図 5.18 選択層割合が 3 割の時に採算が取れ待ち時間 20 分以下になる車両数と料金の 範囲 .....	98
図 5.19 平均待ち時間上限付き値下げ優先探索の推移の一例 .....	99
図 5.20 採算が取れ待ち時間 20 分以下になる範囲の料金と加入者数 .....	99
図 5.21 選択層割合が 2 割の時に採算が取れ待ち時間 20 分以下になる車両数と料金の 範囲 .....	100
図 5.22 採算が取れ待ち時間 20 分以下になる範囲の料金と加入者数(選択層割合 2 割) .....	100
図 5.23 選択層割合 4 割の時に採算が取れ待ち時間 20 分以下になる車両数と料金の範 囲 .....	101
図 5.24 採算が取れ待ち時間 20 分以下になる範囲の料金と加入者数(選択層割合 4 割) .....	101
図 6.1 対象地域の空間構成と道路ネットワーク .....	107
図 6.2 シミュレーション対象トリップ数の算出方法 .....	108
図 6.3 乗合タクシーの運行方法 (再掲) .....	109
表 6.1 シナリオで操作する変数の一覧 .....	110
表 6.2 シミュレーション評価結果 .....	111
表 6.3 区分方式の種類 .....	112
表 6.4 プレイヤー数が 3 の場合に列挙する形でシャープレイ値を求める方法 .....	115
表 6.5 組合せごとの総費用 .....	117
表 6.6 各地区に帰着する費用の計算結果 .....	118
表 6.7 各シナリオにおける平均待ち時間を 10 分以下にするための必要車両数 .....	118



## **第 1 章 研究の背景と目的**

## 1.1 本研究の背景

公共交通をはじめとした交通サービスと自家用車の関係性が、大きく変わろうとしている。日本や他の多くの先進国では、20世紀の後半に急速に自家用車が普及する一方、路線バスなどの地域公共交通が多くの地域で衰退を経験してきた。一方で、21世紀に入り公共交通の利便性向上策や、柔軟性の高い新しいモビリティサービスが次々に登場している。さらに、既存の公共交通とそれらの新しい交通サービスを適材適所で使い分けることにより、自家用車の保有と運転に頼らずとも自由な移動を実現できる、統合的な交通サービスを目指すサービスが注目を集めている。本研究ではそれらのサービスを「統合モビリティサービス」として後述の通り定義した上で、その導入検討手法を提案している。本節ではまず、本論文が書かれた背景として、2018年時点の日本をはじめとした各国における交通サービスを取り巻く状況を概説する。

研究の背景の構造を図1.1に示す。まず、本研究で対象とする「統合モビリティサービス」は、地域公共交通の一種と捉えることができる。また、統合モビリティサービスの実用性や利便性を飛躍的に高めた要素として、情報通信技術（以下では同義の言葉として、Information Communication Technologyの略称「ICT」を用いる）の普及によって可能になった公共交通の情報提供やDRTやシェアリングなどの新しい交通サービスが挙げられる。さらに、将来的には完全自動運転サービスの普及が、統合モビリティサービスの発展を後押しする可能性もある。これらの観点から統合モビリティサービスは、先端ICTを活用できる新しい交通サービスの概念としても捉えることができる。

本節では以上の構図を5つの項に分けて概説する。まず1.1.1項では地域公共交通の概況や政策に関する時代背景を述べる。続いて、統合モビリティサービスが注目を集めた背景にある、交通分野でのICTを活用した利便性向上策や新しいモビリティサービスについて1.1.2項～1.1.4項で述べ、また将来的な統合モビリティサービスの更なる発展に繋がる完全自動運転について1.1.5項で述べる。その上で、これらのICTを活用したモビリティサービスや既存公共交通の情報化を背景に登場したMobility as a Service (MaaS)などの「統合モビリティサービス」概念について、1.1.6項で説明する。

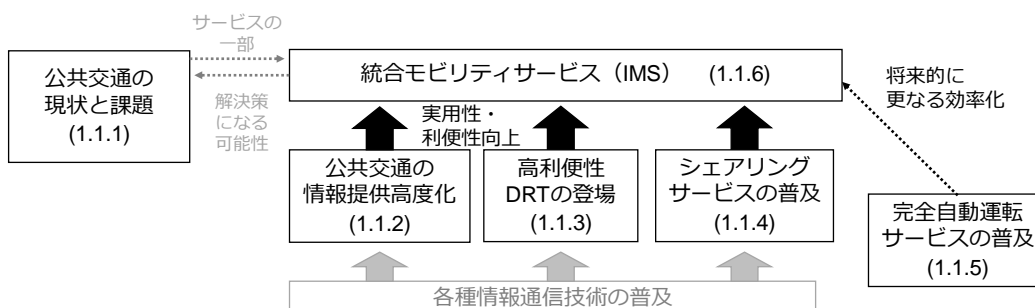


図 1.1 研究背景の構造

### 1.1.1 地域公共交通の現状と活性化への期待

日本国内では、20世紀の後半を通してバスなどの地域公共交通は輸送人員等の量的な側面で、大幅な衰退を経験した。例えば日本国内の乗合バスの輸送人員（図 1.2）は、1970年頃をピークに減少を続けており、2010年代に入って下げ止まってはいるものの、依然としてピーク時に比べれば低い水準である。自家用車の利用拡大とバス利用者の減少が、経営状況の悪化や道路混雑を招き、それがサービス水準の低下へとつながることで更なる自家用車の利用拡大とバス利用者の減少を招くという悪循環が生じていたことが指摘されている<sup>101)</sup>。

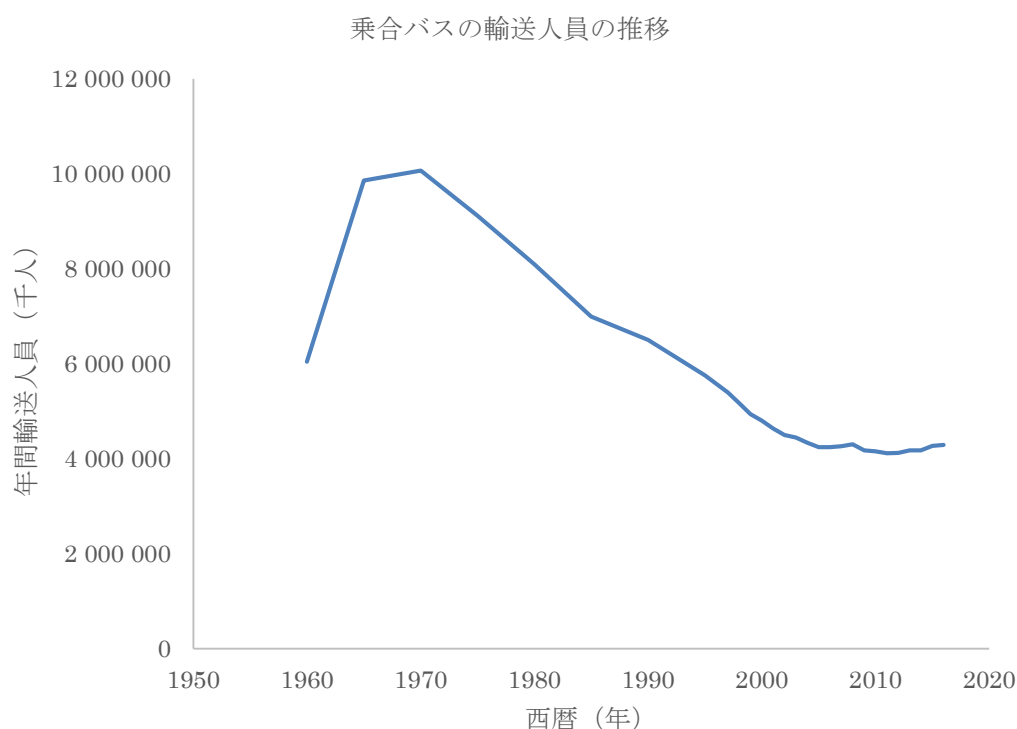


図 1.2 乗合バスの輸送人員の推移（自動車輸送統計年報<sup>102)</sup>をもとに筆者作成）

一方で、高齢化に伴い地域公共交通の重要性が認知され、政策面で地域公共交通の維持・向上策が取られ始めている。日本では高齢化の進展に伴い、自家用車の運転が困難になった高齢者の交通手段確保が各地で大きな課題となり、自治体が主導してコミュニティバスや乗合タクシー等の公共交通サービスを提供するケースが増加している。高齢化が進んでいる地域では、高齢者の運転の危険性が問題視され、免許の返納を促す取り組みが行われているが、自主的な返納の意向や返納後の生活満足度には、自家用車がなくても自由な移

動ができる交通サービスの存在が大きく影響することが指摘されており<sup>103)</sup>、利便性の高い公共交通網の整備が望まれている。法制度の面でも、「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」が制定され、同法で定められた「地域公共交通網形成計画」を策定することにより、各自治体が体系的に地域公共交通網を活性化する施策を展開することが期待されている。地域公共交通における長年の衰退傾向は、全体としては緩和されつつあるものの、依然として都市圏郊外部や地方部を中心に利便性・利用者数共に低調な状況にある路線も少なくない中で、高齢者など自家用車の運転できない人の移動手段としての、公共交通の維持・活性化が望まれている状況である。

### 1.1.2 ICT を活用した公共交通情報提供の高度化

続いて、「統合モビリティサービス」の意義や実現性・利便性が大幅に高まった背景にある、交通分野における ICT を活用した情報提供の高度化や新モビリティサービスについて概説する。本節ではまず、ICT を活用した公共交通の情報提供の高度化について述べる。ここでの「高度化」とは、経路検索サービスの普及、複数の交通手段の乗継に対応した経路検索等の検索機能の拡充、およびリアルタイム運行情報提供サービスの普及を指す。

インターネット上で提供される経路検索サービスとしては、日本国内では 2000 年代から複数の交通手段を対象にした高度なサービスが提供されていた。代表的なサービスの例としては、世界で初めて複数の交通手段の乗継を考慮した経路検索「トータルナビ」を開発し、2000 年台初めにサービスを提供開始しナビタイムジャパンが挙げられる。他にも専門事業者やインターネット関連企業などが相次いで経路検索サービスに参入し、多くのサービスが共存する状態となった。また 2010 年台に入ってスマートフォンが普及すると、多くのサービスがスマートフォンアプリケーション（以下、「アプリ」と称する）経由でも利用できるようになり、端末の GPS 機能とも相まって、外出先で随時行きたい場所への経路を検索できる状態が実現された。さらに、経路の検索に留まらず、列車やバス等の予約システムと連携し、検索結果から直接予約ができる機能が一部のサービスで提供されている。

検索サービスとは別に、鉄道・バス事業者が車両のリアルタイムで運行情報を提供するサービスも近年急速に普及している。定時性の確保が鉄道に比べて難しいバスでは、「バスロケーションシステム」と呼ばれる GPS を活用したバスの現在位置情報を提供するシステムが、全国の多くのバス事業者で導入されている。また、高い定時性を維持できる鉄道においても、ラッシュ時の混雑や悪天候等に伴い遅れが生じた際の参考情報として、列車の在線位置をスマートフォンアプリで確認できるサービスが開始されている。いずれも、バス・鉄道事業者自らが、自社のウェブサイトやアプリ等を通して提供するケースが多くなっている。

以上の通り、経路検索サービスやリアルタイム位置情報提供サービスは、公共交通を利用しやすい環境を作ることに貢献している。

### 1.1.3 高利便性 DRT の登場

先述の経路検索や情報提供サービスは、車両の運行を変化させずとも利便性を向上させることができる施策だが、ICT は車両の運行自体を効率化することにも寄与している。陸上交通におけるその代表例が、DRT である。Demand Responsive Transportation (または“Transit”とされることもある)、略称 DRT は、「利用者からのリクエストに応じてサービス内容を自在に変更するシステムの総称」<sup>104)</sup>である。初期の国内の導入事例としては、阪急バスと東急電鉄が、共に自社グループの鉄道沿線で 1970 年台から展開したものが挙げられる。ともに、電話回線やバス停のボタンなどを利用した設備により、一部区間の迂回有無や運行経路を需要に応じて判断する形態を取っていた。2000 年代に入り、ルートを自動計算しインターネットと移動体通信を活用して車両に伝達する配車システムが普及し、国内では主に過疎地域を中心に導入が進んでいる。代表的な配車システムとしては、順風路の「コンビニクル」<sup>105)</sup>や NTT 東日本の「デマンド交通システム」<sup>106)</sup>などが挙げられる。これらのシステムの 2018 年時点での広報用ウェブサイトでは、高齢者などの自家用車が運転できない「交通弱者」のための移動手段を、既存路線バスが存在しない地域に低コストで導入することが主な導入目的として謳われている。

一方で、自家用車が運転できる人も含めて積極的に利用したいと思える高利便性サービスを目指した、都市型の高需要対応の DRT 配車システムが近年登場し、実証実験や本格導入が世界各地で進んでいる。国内では SAVS<sup>107)</sup>や FMOD<sup>108)</sup>といった配車システムが調査検討や実験の段階にあり、日本国外では Kytty<sup>109)</sup>、Uber Pool<sup>110)</sup>等のサービスが実際に複数の都市で提供されている。これらの移動サービスでは多くの場合、移動したいと思いついたタイミングでリクエストを出すことで、早ければ数分程度、長くても通常は数十分程度の待ち時間で一般的には到着する形態となっている。これらのサービスであれば、予約により事前に行動を束縛されることが無く、移動したいと思いついた時刻からの待ち時間が短いため、利便性の面で自家用車に対抗することが可能な水準に大きく近づいたと言える。実際に、SAVS の実証実験時に体験乗車した人を対象にした調査では、利用者の自家用車保有者のうち約 3 割の人が、「今回の実験で提供しているサービスが居住地周辺にあった場合に自家用車を手放したい」と答えている<sup>111)</sup>。これらの高利便性 DRT は、自家用車の運転が不安であるものの、公共交通の利便性が低いために無理に運転を続けている層にとって有効な代替手段となり得る可能性が指摘されている<sup>112)</sup>。

### 1.1.4 シェアリングサービスの台頭

移動手段のシェアリングサービスも、ICT による車両の管理や運用の高度化が進んでいる。近年急速に進歩したシェアリングサービスとして、利用者自身が運転する交通具のシェアリングサービスである「カーシェアリング」「自転車シェアリング」と、運転者も含め

た車両利用の共有である「ライドシェアリング」が挙げられる。カーシェアリング・自転車シェアリングは、それぞれ自動車、自転車を短時間でも借りることができるサービスであり、数百円程度の低料金から利用できるサービスが多くなっている。店舗で自動車や自転車を半日や1日単位で貸し出す「レンタカー」「レンタサイクル」といったサービスは古くから存在していたが、有人店舗での貸し出しを前提にしていたため貸出返却拠点の数は限られ、貸出時間の単位も1日単位などの長時間が主体であった。スマートフォンや移動体通信、GPSの普及により、無人での貸し出しが可能になったことで、貸出返却を有人店舗以外の駐車場・駐輪場で実施できるようになり、急速に普及が進み、車両数が伸びている<sup>113)</sup>。

また、「シェアリング」という名称を冠したモビリティサービスとして近年注目を集めているものとして「ライドシェアリング」があるが、2018年時点での日常会話や文書等での用法としては、2つの大きく異なる用法がみられる。一つ目の用法は、タクシー会社等の運送事業者には所属しない一般の人が運転する自家用車に、運転せず移動したい人が同乗する形態を指す使い方である。日本を含め、運送役務に対して対価を取る場合にタクシー運転手としての所定の免許や許認可等が必要な国では、無許可でこの行為を実施することは禁止されている。二つ目の用法は、タクシーやハイヤー等のプロドライバーが運転する車両の輸送力を共有する「相乗り」を指す使い方であり、先述のDRTと同義で用いられる。いずれのサービスも、希望する2地点間のドア・トゥ・ドアに近いサービスを提供するものであるが、前者では一般的に利用者の目的地に直行するのに対して、後者の方では相乗りになる他の利用者の出発地や目的地を経由する可能性がある。また費用の面では、前者はタクシー事業者に支払う費用が無いことや料金の規制が無いことを理由に、後者の場合は相乗りにより運行の効率が上がることを理由に、いずれも多くの場合に一般のタクシー利用よりも費用を抑えることができる。

### 1.1.5 自動運転技術

自動運転技術の開発が進展しており、近い将来多くの地域で完全自動運転車を用いたサービスが導入される可能性がある。「官民ITS構想・ロードマップ2017」<sup>114)</sup>においても、限定地域での「無人自動運転移動サービス」を2020年までに実施することが、目標として掲げられている。このサービスは、自家用車が自動運転になる形態よりも公共交通に近く、路線バスやオンデマンドバスに相当する運行を、完全自動運転で実施できるものと捉えることができる。実際に自動運転小型バスの開発が進展しており、日本国内でも完全自動運転車を使用した実験が進んでいる。

自動運転技術の進歩は、自家用車利用を増やし、都市の拡散を助長することが懸念される。現状で運転する機会がない運転者が、自動運転車の登場により自動車を利用して移動する機会が増える可能性を示す研究結果も示されている<sup>115)</sup>。一方で、自動運転技術を前提

とする交通サービスの設計に関する議論は始まったばかりで、十分に深められているとは言えない状態であり、過度な自家用車利用の抑制、既存公共交通の活性化、都市のコンパクト化などにも貢献できる、新しい交通サービス体系の構想と評価検討が望まれる。

### 1.1.6 統合モビリティサービス

これまで述べてきた、ICTを活用した新しい交通サービスや情報提供手段の登場を受け、既存の公共交通と新しい交通サービスを適材適所で使い分けることによって、自家用車の保有と運転に頼らずに自由な移動を実現できる、統合的な交通サービスを目指すサービス概念が登場している。「統合 (Integration)」に焦点を当てたサービス概念として代表的なものとしては **Mobility as a Service (MaaS)**<sup>116)</sup>が挙げられ、近年急速に注目を集めている。実際に **MaaS** の理念に即したサービスの実証実験や商用サービス提供が欧州を中心に開始されており、**MaaS Global** 社が提供する **Whim**<sup>117)</sup>では月額料金制による乗り放題パッケージを含むサービスが提供されている。

使い分けの一般的な例としては、発着地と希望発着時刻に近い鉄道やバスの便があればそれを利用し、時空間的に鉄道・バスが利用しにくい移動にはタクシーや **DRT** などを利用し、多くの荷物を運ぶ場合にはカーシェアを利用する、といった方法が想定できる。適材適所で使い分けることがスマートフォン上の経路検索や情報提供により容易になり、さらに公共交通がサービスを提供できなかった地点間や時間帯の移動を **DRT** やカーシェアによって補完できるようになったことが、「統合」に焦点を当てたサービス概念が注目を集める背景にあると考えられる。

もともと、自家用車と同等かそれ以上に自由な移動は、様々な制約を考えなければ、複数の交通サービスを組み合わせずに、一種類の車両・運行形態を用いることでも実現できる。例えば予算の制約が無ければ毎日タクシーを一人で貸し切って利用することで、好きなタイミングで道路ネットワーク上を自由に移動することが可能である。将来、完全自動運転車が実現すれば、現在のタクシーよりも安価に、全ての移動でタクシーを使うのと同様の移動ができる可能性もある。しかし、個人の観点では必要な費用と移動速度の面で、また社会的な観点からは道路空間制約や環境負荷の面で、一種類の車両・運行形態で全ての移動に対応するよりも、多様な移動手段を組み合わせる方が望ましい場合が多いと考えられる。例えば需要の時空間的な密度が高い場合は、一つの車両を一人または一グループが利用するタクシーよりも、バスの方が安価な運賃で輸送することができ、環境負荷も下げられる可能性が高い。また、一人当たりの道路空間専有面積が少なくなることで、都市空間を効率的に利用することも可能になる。これらの観点から、交通手段や運行形態の多様性を残しつつ、料金面や検索、予約の面で一体的なサービスとして統合して提供し、適材適所での利用を可能にする形が、効率的で利便性の高い交通サービスになりうる。

本論文ではこれらの「統合」を目指すサービスに着目し、**IRIMS** プロジェクト等で用い

られているサービスの名称<sup>118)</sup>も参考に「統合モビリティサービス (Integrated Mobility Service、以下 IMS とする)」と総称して、研究の対象として扱うものとする。本論文において統合モビリティサービスとは、「鉄道、バス、タクシー、DRT やカーシェアリング等の個別に提供されていた交通サービスを、一つのアカウントや窓口で一体的に決済できる料金体系のもとで、単一の時刻・経路検索及び予約手配システムを通して利用者に提供するサービス」を指すものとする。

この IMS の考え方は、公共交通の活性化にも資すると考えられる。自家用車の保有から公共交通を含む適材適所でのサービス利用への移転を促すことで、過度な自動車利用を抑制し公共交通の利用を促進する可能性がある。また、DRT やタクシーなどの定員が少ない輸送機関に頼るだけでなく、幹線公共交通を可能な限り活用するサービス体系を目指すこともでき、既存の公共交通機関も相応の役割を持ち、利用者を増やせる可能性があると言える。

なお、IMS は MaaS の概念と非常に近く、IMS とほぼ同様に MaaS が定義されることもあるが、2018 年現在、MaaS には様々な定義が存在し、多様な使われ方をしているため、研究対象とするサービスの概念に関して誤解を招かぬよう、本論文では IMS を使用している。また、Integrated Mobility Service (IMS) という用語は、筆者らの最初の IMS に関する発表<sup>119)</sup>とほぼ同時期にスウェーデンの IRIMS プロジェクトで使用され始めており、Sochor<sup>120)</sup>が 2015 年に発表した論文にも含まれている。当初筆者らが IMS を国内で発表した際には、IRIMS プロジェクトを参照せず独自に設定した概念ではあるものの、指し示す内容に大きな相違はなく、MaaS の定義の不安定さを回避するために IMS 概念を置くという目的も共通しているため、その独自性や IRIMS プロジェクト等で用いられている IMS 概念との異質性について殊更主張するものではない。

## 1.2 本研究の目的と構成

### 1.2.1 本研究の目的

本研究では、1.1 節で定義した「統合モビリティサービス」を対象に、サービスに関わる主体間の定量的・空間的な相互関係に着目した計画・設計手法を提案するとともに、利用意向調査データを用いて提案手法の活用可能性を示すことを目的とする。以下に、より具体的な目的を、4つの項目に分けて述べる。

#### (1) 統合モビリティサービスを対象にした体系的な分析の枠組みの提案

IMS のサービス設計や規制・誘導等の政策検討にあたっては、そのサービスが市民の交



通行動や日常の活動に与える影響や、個別サービスの混雑や事業者収支等に与える影響に関する分析結果が有益な参考情報となり得る。IMS の分析においては、サービス設計が個別の活動・移動時の選択に影響を与えるだけでなく、中長期的な自家用車の保有選択や月額制のサービスパッケージ選択にも影響を与えることや、役割や特性の異なる多様な事業者が参画することを考慮する必要がある。今後は実際の導入に向けた実務において、分析対象とするサービスや調整対象のサービス変数に応じた多様な分析がなされると考えられ、それらが IMS の特性に関する理解を深めることや、サービスの可能性を評価することに繋がると思われる。しかし、多様な分析が独立して存在するだけでは、IMS の分析の体系を構築することはできず、個々の分析の間の相互関係を記述するために煩雑な作業が必要になる恐れがある。そこで、IMS の新規分析者の分析方針構築を手助けするとともに、各分析の位置づけを議論する際の参考情報として活用できる枠組みとなることを目的として、IMS を対象にした体系的な分析の枠組みを提案することが第一の目的である。

## (2) 大都市圏向けの導入手法の提案

IMS を導入する場合には、対象地域内で対象サービスを運行する事業者の間で、料金設定や収益配分に関する調整が必要になる。自治体や運輸連合のような組織が都市圏内の公共交通全体を管理している場合や、都市圏の規模が小さく事業者数が少ない場合には、その調整は難しくないと考えられる。しかし、東京都市圏のような巨大都市圏で、かつ多くの交通事業者が存在する場合には、都市圏全体を対象としたサービスを実施しようとすると、関係する事業者数が膨大になり、調整が極めて困難になると考えられる。そのため、調整対象となる事業者数を抑制することが望ましいが、同時に利用者の日常生活を十分にカバーできるよう、対象地域およびサービスを設定することが望ましい。以上の問題意識のもとで、「調整対象の事業者数の抑制」と、「利用者の移動カバー率を高い水準で保つこと」を両立しうる、大都市圏郊外部向けの IMS 設計手法を提案することが第二の目的である。また、あわせてその手法に沿って設計されたサービスの基礎的な需要評価を行い、利用意向を示しやすい層に関する知見を得ることも目的とする。

## (3) Multi-Cycle Model を用いた漸進的導入手法の評価

Multi-Cycle Model を用いた具体的な分析として、岐阜県多治見市の住宅団地を対象に、Metro-MaaS の考え方に沿って設計された仮想的なサービスを対象にした、漸進的導入手法の評価を行うことを第三の目的とする。実際の統合モビリティサービスの導入時には、その利用意向の大まかな傾向は事前に調査などで把握可能だと考えられるが、実際のサービス提供時の利用は調査結果と異なる可能性もあり、また社会情勢や広報の成否によって、需要が大きく変動することも考えられる。また、統合モビリティサービスの提供に合わせ

て大規模な車両数を新規に投入することには、財務面でリスクが伴う。そこで、車両数、料金を改定していき、少しずつサービスを改善していく斬新的導入策を取り上げ、特定の策の有効性を、Multi-Cycle Modelで確認できることを示すこと目的とする。具体的には、料金の初期設定や、料金と車両数の2変数を調整する戦略による、到達点の差異を確認することを旨とする。

#### (4) 地域の空間構造が Metro-MaaS 運営コストに与える影響の評価と地区別費用算出手法の

##### の提案

地域の空間構造は、Metro-MaaS の運営コストに影響を与える可能性が考えられる。例えば、居住地や目的地が集約されていた方が Metro-MaaS の運営コストが低下する可能性や、幹線公共交通軸沿いの居住者の移動に対応するコストは他の地域に比べて低くなる可能性が考えられる。それらの Metro-MaaS 提供費用と地域の空間構造の関係は、居住地や目的地となる施設の集約を促す政策やインセンティブ付与の妥当性を検討する際の参考材料となりうる。本論文では、居住地分布が Metro-MaaS 供給コストに与える基礎的な傾向についてシミュレーションで評価を行うとともに、地区単位での Metro-MaaS 提供コスト差を同一の運行系統化にある地域内でも算出できる、地区別費用算出手法を提案する。

#### 1.2.2 各章の構成

論文の構成の構造図を図 1.3 に示す。

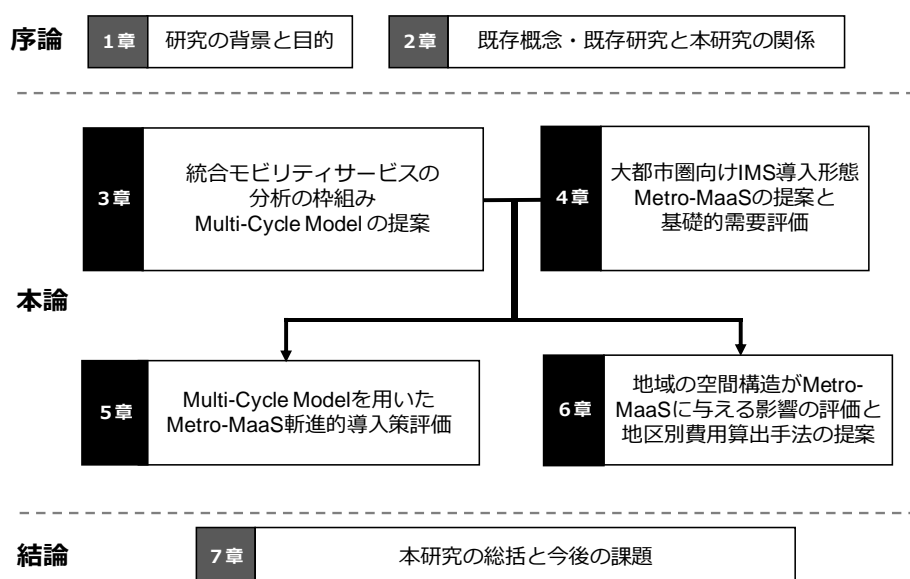


図 1.3 論文の全体構成

本論文ではこのあと、第 2 章で既存概念・既存研究と本研究の関係について整理した上で、第 3 章から第 6 章で本論を展開していく。まず第 3 章では、分析の枠組みである Multi-Cycle Model を提案し、第 4 章では大都市圏向けの導入手法である Metro-MaaS を提案する。その上で、第 5 章では Multi-Cycle Model を用いた Metro-MaaS の漸進的導入手法の評価について述べた上で、第 6 章で居住地分布との相互作用に関する基礎的考察と地区別費用算出手法の提案を行う。最後に第 7 章で本研究の成果をまとめるとともに、研究の限界と留意点、および本研究をもとにした研究の展望について述べていく。

## 第 1 章の参考文献

- 101) 新谷洋二 編著：都市交通計画 第 2 版，技報堂出版，2003.
- 102) 国土交通省：自動車輸送統計年報  
<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/06/annual/06a0excel.html>（2018 年 5 月 1 日閲覧）。
- 103) 橋本成仁，山本和生：居住地特性から見る運転免許返納者の特性把握，都市計画論文集，Vol. 46, No. 3, pp.769-774，日本都市計画学会，2011.
- 104) 新谷洋二，原田昇 編著：都市交通計画 第 3 版，技報堂出版，2017.
- 105) 順風路：オンデマンド交通システム「コンビニクル」のご紹介，  
<http://www.jpz.co.jp/odb/index.html>（2018 年 5 月 1 日閲覧）。
- 106) 東日本電信電話株式会社：デマンド交通システム，  
[https://www.ntt-east.co.jp/business/solution/transport/?link\\_id=tg\\_img01](https://www.ntt-east.co.jp/business/solution/transport/?link_id=tg_img01)（2018 年 5 月 1 日閲覧）。
- 107) 中島秀之，野田五十樹，松原仁，平田圭二，田柳恵美子，白石陽，佐野渉二，小柴等，金森亮：バスとタクシーを融合した新しい公共交通サービスの概念とシステムの実装，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol. 71, No. 5, pp. I\_875-I\_888, 2015.
- 108) Atasoy, B., T. Ikeda, X. Song, and M. E. Ben-Akiva: The Concept and Impact Analysis of a Flexible Mobility on Demand System, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 56, 2015, pp. 373–392.
- 109) Kyyti Group Ltd., Kyyti  
<https://www.kyyti.com/english.html>（2018 年 5 月 1 日閲覧）。
- 110) Uber Technologies Inc.: Uber Pool,  
<https://www.uber.com/ja-JP/ride/uberpool/>（2018 年 5 月 1 日閲覧）。
- 111) 藤垣洋平，金森亮，野田五十樹，中島秀之：SAVS 運行実験時の調査データを用いた都市部での DRT サービス利用意向の分析，第 52 回土木計画学研究・講演集(CD-ROM)，2015.

- 112) 藤垣 洋平, 高見 淳史, 大森 宣暁, 原田 昇: 大都市圏郊外の住宅団地を対象とした高利便性の定額制乗合タクシーの成立可能性に関する分析-岐阜県多治見市の住宅団地におけるケーススタディ-, 都市計画論文集, Vol.49, No.3, pp.369-374, 2014.
- 113) 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団, 「わが国のカーシェアリング車両台数と会員数の推移」,  
[http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare\\_graph2013.2.html](http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_graph2013.2.html)  
(2018年5月2日閲覧) .
- 114) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議: 官民ITS 構想・ロードマップ 2017 ~多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて~, 2017.
- 115) 香月秀仁, 川本雅之, 谷口守: 自動運転車の利用意向と都市属性との関係分析 一人の意識, 交通行動に着目して-, 都市計画論文集, Vol. 51, No. 3, pp.728-734, 2016.
- 116) Hietanen, S.: 'Mobility as a Service' – the new transport model?, Eurotransport, Vol. 12, Issue 2, pp. 2-4, 2014.
- 117) MaaS Global Ltd: Whim travel by MaaS Global, <https://whimapp.com/> (2018年5月1日閲覧) .
- 118) Mukthar-Landgren, D., Karlsson, M., Koglin, T., Kronsell, A., Lund, E., Sarasini, S., Sochor, J. & Wendle, B.: Institutional conditions for integrated mobility services (IMS). Towards a framework for analysis., K2 Working paper, 2016.
- 119) 藤垣洋平, Giancarlo TRONCOSO PARADY, 高見淳史, 原田昇: 統合モビリティサービスの概念と体系的分析手法の提案, 土木計画学研究・講演集, vol.54, 2016.
- 120) Sochor, J., Strömberg, H. and Karlsson, I.C.M.: Implementing Mobility as a Service. Challenges in Integrating User, Commercial and Societal Perspectives, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board No. 2536, pp. 1-9, 2015.

## **第2章 既存概念・既存研究と本研究の関係**

本章では、本研究に関連する既存の概念および分析手法について整理することで、本研究で扱うサービスと分析手法の特徴を明確にする。前半の 2.1 節では、IMS に内包される、または関係する既存概念やサービスの相互関係を整理し、本研究で対象とするサービスの特徴を明確にする。後半の 2.2 節では、交通サービスにおける利用者側と供給者側の相互作用、特に好循環や悪循環を生じさせるポジティブフィードバックを対象にした分析手法に関する既存研究を整理し、本研究で対象とする IMS を対象とした分析の枠組みの位置づけを述べる。

## 2.1 統合モビリティサービスと関連概念・サービスの関係

本節では、先述の IMS の定義をもとに、IMS に該当する概念・サービスを整理した上で、本研究で特に対象とする形態を明確にする。

### 2.1.1 統合モビリティサービスの分類

本研究では「統合モビリティサービス」を第 1 章で述べたの通り、「鉄道、バス、タクシー、DRT やカーシェアリング等の個別に提供されていた交通サービスを、一つのアカウントや窓口で一体的に決済できる料金体系のもとで、単一の時刻・経路検索及び予約手配システムを通して利用者に提供するサービス」と定義している。この定義を緩やかに解釈し、IMS を広くとらえると、IMS に該当するサービスは以前より存在していたと捉えることもできる。例えば、鉄道とバスがグループ企業や行政によって運営されており、料金体系の面では共通乗車券や共通定期券を発行していて、電話窓口または有人窓口で両方の案内を提供する形態は、鉄道・バスを統合した IMS と捉えることができる。一方で、近年登場した ICT を活用する IMS が、自家用車の代替になりうる自由度を持つ存在として認知されるに至った背景には、ICT の活用による二つの革新があると考えられる。一つ目は、検索・予約対応速度の飛躍的向上と対応コストの低下であり、二つ目は鉄道・バスで時空間的に対応できない移動への対応である。スマートフォンアプリやインターネットブラウザを介した経路検索・予約受付が登場したことにより、多数の利用者に自動で一斉に対応することが可能になり、速度が向上するとともに、一人当たりの対応コストを下げるようになった。以前であれば、不慣れた地域で目的地までの可能な移動手段を列挙して可視化し、予約が必要とあればすぐに手配するということは、例えば「移動手段確保を担当する秘書」などを雇わなければ実現が難しかったが、その「秘書」の機能を、スマートフォンアプリやインターネットブラウザを介したサービスが担うことができるようになったと言える。二つ目の鉄道・バスで時空間的に対応できない移動への対応としては、背景で述べた通り DRT が発達し、低コストでドア・トゥ・ドアの移動が可能になったことが大きな革新である。本研究では、これらの革新を経て実用性や利便性が高まった ICT を活用する IMS

を、主たる研究の対象とする。

近年登場した ICT を活用する形の IMS の概念およびシステムの具体的な形態は、統合対象の交通サービスの範囲によって旅客自動車運送型と総合型に分類することができる（図 2.1）。旅客自動車運送型は、統合対象がバスやタクシー、乗合タクシー、デマンドバス等、道路上を運行する車両を用いた旅客自動車運送事業に限る形態である。供給方法も含めた最適化が図りやすい点が特徴である。総合型は、道路上の公共交通に限らず、鉄道や船舶などの道路以外の走行空間を持つ交通手段や、カーシェアリングなどの利用者が自ら運転するものも含めて統合する形態である。個別サービス供給者の独立性が旅客自動車運送型よりも一般的に高い点が特徴である。具体的な概念・サービスの例としては、前者では SAVS・FMOD などが、後者では MaaS Global 社が提供する Whim などが挙げられる。まずここで全体像を述べた上で、2.1.2 項以降で個別の概念・サービスの例について紹介する。



図 2.1 統合対象による類型化 (2018年5月時点で存在するサービスに基づく)

旅客自動車運送型は、「乗合タクシー」「オンデマンドバス」などと呼ばれる形態を中心に、旅客輸送に用いられる自動車の一体的な運用による効率化を目指すという方向に主眼が置かれて発展してきた形態である。道路上を走行する自動車は、全く同じ車両であっても、その運行形態や制度上の位置付けにより、「バス」「タクシー」「乗合タクシー」などの異なる交通手段としての名称が与えられることがある。それらを統合して、一つの検索・予約システムと料金体系によって提供するのが、旅客自動車運送型の IMS である。

旅客自動車運送型の IMS における、IMS 提供主体と利用者、車両運行者の関係の概略図を図 2.2 に示す。IMS 提供主体は、多様な運行形態 (バス・タクシー・DRT 等) で利用者 に実際の移動サービスを提供しつつ、それらの検索・予約・料金決済を一括して実施できる専用のアプリ等の窓口を利用者に提供する。IMS 提供主体は、車両運行者に対して、経路や利用者の状況地点に関する指示をする。この運行方法の指示は自動で行われることが多いが、その方針やアルゴリズムの作り方には多様な可能性があり、それらが個々の旅客自動車運送型の IMS の概念・サービスを特徴付けていると言える。なお、車両運行者となる運転手と車両の制度上および契約上の位置付けは様々である。例えば、IMS 提供主体が

直接雇用・保有する方法、タクシー会社など（既存制度上で旅客自動車運送事業を担う事業者と位置付けられている法人）からリソースの提供を受ける方法、個人の自家用車と一般の運転者を利用する方法などが挙げられる。また、IMS 事業者と車両群の関係として、運行方法の指示が完全に受け入れられる場合と、車両のドライバーに指示を承諾または拒否をする権利がある場合の双方が考えられる。

車両の運用においても統合がなされ、同じ車両と運転者が異なるタイプのサービスに入る可能性を考慮した管理を実施し得る点が、総合型と比べた場合の大きな特徴である。これは、道路上を走行する自動車に対象を限定することにより可能になることであり、鉄道や船舶などの車両形態や走行空間が異なる交通手段への拡張は困難である。また、「カーシェアリング」と「バス」「タクシー」「乗合タクシー」を一体的に運用し、運転手付きで運用する時間帯と運転する権利も含めて貸し出す時間を IMS 事業者が制御するという形態も技術的には想定でき、旅客自動車運送型の発展形として位置づけることができる。ただし、図 2.1 に示した統合範囲の分類は既存サービスの状況をもとにした区分であり、2018 年 5 月時点で登場しているサービスは筆者の知る限り存在しないため、図 2.1 では旅客自動車運送型の統合範囲にシェアリングサービスは含めていない。

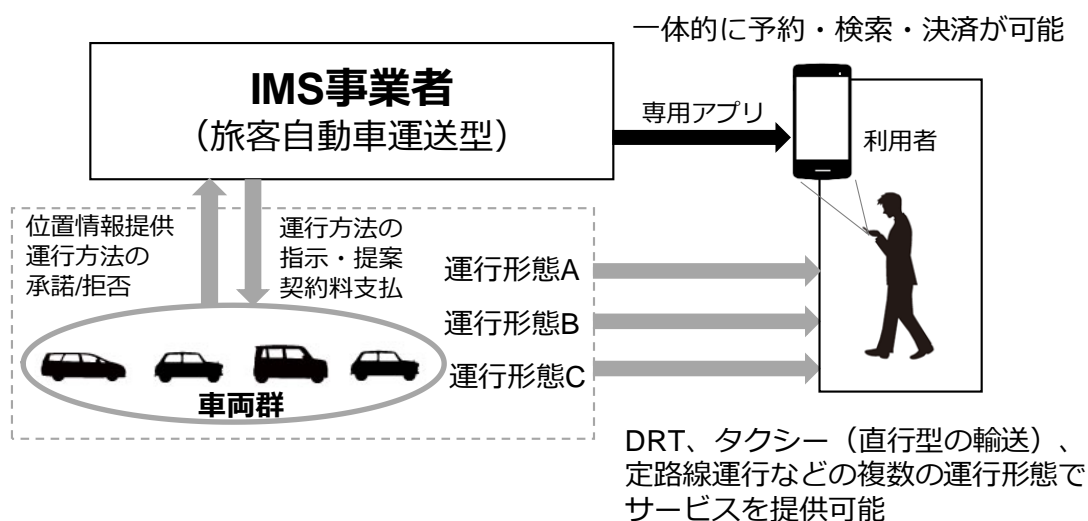


図 2.2 旅客自動車運送型における主体間関係

もう一方の総合型は、鉄道やシェアリングサービスを含む料金体系の統一と簡素化に主眼を置いて発展してきた形態である。個別に課金されていた鉄道、バス、タクシー、カーシェアなどの料金を、月ごとの定額制を基本とした料金体系により提供するものである。これにより、一か月あたりのコストを想定しやすくなることで、自家用車保有費用と比較しやすくなるというメリットが考えられる。

図 2.3 に、総合型における主体間関係の概略図を示す。IMS 提供主体は、多様な交通手



段による移動を、一括して検索・予約・料金決済できる専用のアプリ等の窓口を利用者に提供する。また、IMS 提供主体は個別事業者を利用者輸送に関する利用料を支払う一方で、月額定額制などの個々の交通手段の詳細な料金体系に拘束されない料金プランで利用者にサービスを提供することもできる。実際の輸送サービスは、個別事業者から提供される。

原則として、個別サービスの運営は独立して行われる。IMS 事業者と個別事業者の間で、利用者の輸送と対価、および場合によってはサービス水準保証に関する契約がなされ、また情報交換や運営に関する助言がなされる可能性も考えられるが、個別サービスの運営が大きく影響を受けないよう、単に乗車券の受け渡し契約とすることも可能である。旅客自動車運送型とは異なり、IMS 事業者が個々の供給主体に指示することによる効率化は必ずしも期待されないが、個々の供給主体が参画する障壁は低いと考えられる。なお、この形態は乗車券や宿泊券を取りまとめ、旅行商品として販売する旅行業と類似した体系と捉えることもできる。ただし、旅行商品が通常、数日から数週間程度の限られた期間の非日常的な移動を対象とするのに対して、IMS は習慣的な継続が期待される日常の移動が対象で、一ヶ月から数か月単位で契約されうるといふ点に大きな違いがある。

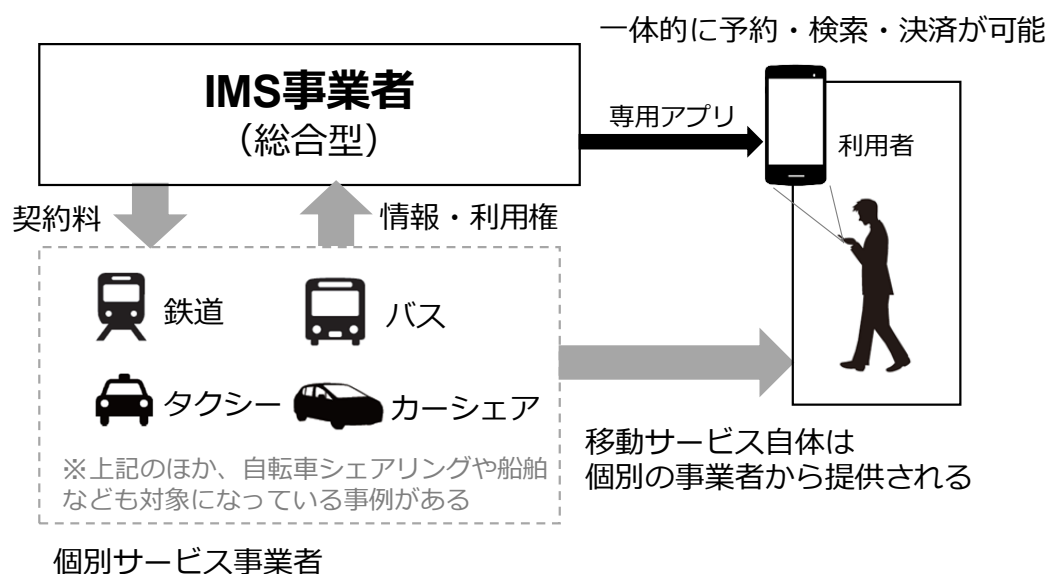


図 2.3 総合型における主体間関係

### 2.1.2 旅客自動車運送型の IMS の例

続いて、具体的に IMS に含まれる個別の概念・サービスの例を提示する。まずは、旅客自動車運送型に当てはまる例として、SAVS、FMOD、Uber の 3 事例を挙げる。

## (1) Smart Access Vehicle System (SAVS)

SAVS は、はこだて未来大学、産業技術総合研究所、名古屋大学の研究チームが開発した、バスとタクシーの統合を目指したサービスシステム概念である。完全自動配車システムを核としたサービスやシステムである。2018 年までに日本国内の複数の地域で運行実験が実施され、一部地域の特定のサービスでは SAVS が本格導入されている。その他の地域においても、導入に向けた検討が進んでいる。SAVS の詳細については、中島ら<sup>201)</sup>が報告しており、実験時に把握された利用意向については藤垣ら<sup>202)</sup>が報告している。SAVS は道路上を走行するバスやタクシー等の車両を一元管理し、それらの走行経路を利用者の移動リクエストに合わせて柔軟に調整することで、利用者にドア・トゥ・ドアの移動サービスを提供する。需要が多い都市部を想定し、オペレーターを介さない完全自動配車が可能である。利用者による所要時間等の検索および予約（配車依頼）は、単一のアプリで実施可能である。専用アプリによる配車依頼は、完全に自動で処理され、運転者の車載器に表示される経路に反映される。なお、SAVS は専用アプリからの配車依頼が想定されているが、コールセンターを設けて電話による予約を受け付けることも可能である。SAVS は料金体系を規定しない概念であり、従量制、定額制のいずれの形態もとることができる。SAVS はバスとタクシーの統合を目指したものであり、鉄道や船舶などの道路上以外の公共交通や、カーシェア、自転車シェアリングなどは統合対象ではない。また、都市内の公共交通の統合が目的であり、都市間を結ぶ鉄道や航空機等は対象範囲外である。

## (2) Flexible Mobility on Demand (FMOD)

FMOD は、マサチューセッツ工科大学と富士通の研究チームが開発したものであり、詳細については Atasoy らや池田らが報告している<sup>203),204)</sup>。サービスの特徴としては、同種の車両群をタクシー、乗合タクシー、ミニバスの 3 種類に割り当てること、利用者が利便性と価格設定の異なる複数の選択肢から配車時に希望する手段を選択すること、そして事業者利益が最大になるよう提示内容が最適化できることが挙げられる。利用者が目的地と希望到着時刻を入力して、利用可能便を検索すると、タクシー、乗合タクシー、ミニバスの 3 種類の交通手段を利用した移動の選択肢が提示される。価格と利便性（所要時間など）が異なる選択肢の中から、利用者が希望するものを選択することで、予約が確定する。FMOD は、基本的には一乗車ごとの料金徴収を想定した形態だと考えられる。これは、収益を最大化するよう選択肢を生成できることが FMOD の特徴で、一乗車ごとの料金を用いて最適化計算と選択肢の提示を行うためである。ただし、毎月の利用量上限付きの定額制として、毎月の上限利用量を管理するためのポイントを付与し、そのポイントを用いて最適化計算を行うといった方法への応用可能性も考えられる。

### (3) Uber

Uber は、Uber Technologies 社<sup>205)</sup>が提供しているサービスの総称であり、同社が提供する利用者向けのアプリ名でもある。国や都市によって異なる複数の種類のサービスが提供されている。複数種類のサービス形態が提供されている地域では、単一のアプリで利用可能な各サービスの待ち時間や料金を比較し、予約・決済まで実施することができるため、旅客自動車運送型の IMS の一種と捉えることができる。例えばアメリカ合衆国の主要都市では、方向が近い人と相乗りになるサービスである Uber Pool、一般運転者と利用者を 1 対 1 でマッチングする Uber X、そしてハイヤーが、全て同一のアプリ内で検索・予約可能であり、簡単な操作で双方の料金や時間などを見比べられるようになっている（図 2.4）。



図 2.4 Uber Pool・Uber X・ハイヤーを比較できる Uber アプリの画面例（2018 年 1 月に筆者撮影）

#### 2.1.3 総合型のサービスの例

続いて、総合型に該当する例として、Mobility as a Service (MaaS) の概念に則って提供された MaaS Global 社の Whim<sup>206)</sup>を挙げる。なお、概念としての MaaS は総合型の IMS と極めて近い意味合いで定義され使用される場合もあるが、本論文執筆時点では、MaaS について様々な定義や認識が存在している状態である。MaaS Global 社のサービスではなく、概念としての MaaS に関する既存の研究については、次の 2.1.4 項で詳述する。

MaaS Global 社が提供するサービス Whim では、公共交通・タクシー・レンタカー・自転車シェアリングを用いた移動について、一つのアプリ上で一括して検索・予約・支払管理ができ、公共交通やタクシーの乗り放題を含む月額制のパッケージも提供されている。

フィンランドのヘルシンキでは 2016 年よりサービスが開始されており、月額制の料金プランも初期のサービスから存在しているが、その内容は 2018 年に至るまで複数回にわたり

改訂されている。2017年5月時点での月額料金プランを図2.5に、2018年5月時点での月額料金プランを図2.6に示す。2017年4月のプランでは、タクシーとレンタカーの利用にはWhimポイントが必要であり、毎月のWhimポイント付与量によって月額料金が異なっている。一方で2018年5月の段階では、タクシーおよびレンタカーが無制限になるプランが登場している。初期のプランから、ヘルシンキ市内の郊外鉄道、路面電車、バスといった公共交通と、タクシー、レンタカーが含まれており、またヘルシンキ市の交通局が運行している、市内の港を発着する近距離の旅客船も含まれている。2018年春からは、ヘルシンキ市内の自転車シェアリングサービスもWhimを通して利用可能になっており、回数無制限で利用することができるプランもある。

ライト	ミディアム	プレミアム
<b>89€/月</b>	<b>249€/月</b>	<b>389€/月</b>
HSLヘルシンキの公共交通乗り放題 + 1,000 Whimポイント 例えば以下のような利用が可能	HSLヘルシンキの公共交通乗り放題 + 5,500 Whimポイント 例えば以下のような利用が可能	HSLヘルシンキの公共交通乗り放題 + 10,000 Whimポイント 例えば以下のような利用が可能
タクシー -10km×2回 公共交通 無制限	タクシー -10km×8回 公共交通 無制限 レンタカー 2日	タクシー -10km×10回 公共交通 無制限 レンタカー 5日
 + 	 +  + 	 +  + 

図 2.5 2017年4月時点での料金体系 (MaaS Global 社公開資料をもとに筆者作成)

	Whim To Go	Whim Urban	Whim Unlimited
月額料金	無料	49ユーロ	499ユーロ
市内の公共交通	利用した分だけ支払	無制限	無制限
タクシー (~5km)	利用した分だけ支払	1乗車上限10ユーロ	無制限
レンタカー	利用した分だけ支払	1日49ユーロ	無制限
自転車シェアリング	含まれず	無制限(30分まで)	無制限

図 2.6 2018年5月時点での料金体系 (MaaS Global 社公開資料をもとに筆者作成)

#### 2.1.4 Mobility as a Service (MaaS) 概念に関する研究

続いて、概念としての Mobility as a Service (MaaS)全体の広がり、MaaSを対象にした研究の状況について述べる。まず初期の提案としては、Hietanen<sup>207)</sup>や Heikkilä<sup>208)</sup>が2014年に発表したものが挙げられる。Hietanenは、表2.1に示す月額制料金体系の例を示し、月額制で乗り放題を含むサービスを中心としたMaaSを提案していた。

表 2.1 MaaS パッケージの内容例 (Hietanen<sup>207</sup>) より引用, 日本語訳: 著者)

都市部通勤者向けパッケージ (95€/月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地元の市内公共交通が無料</li> <li>• 100kmまでのタクシー使用</li> <li>• 500kmまでのレンタカー</li> <li>• 1500kmまでの国内公共交通</li> </ul>
15分パッケージ (135€/月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 待ち時間15分以内の乗合タクシー</li> <li>• EU内は0.5€/kmで乗合タクシー利用可能</li> <li>• 地元の市内公共交通が無料</li> <li>• 1500kmまでの国内公共交通</li> </ul>

その後、MaaS については様々な主体が定義を試みているが、依然として多様な意味で用いられている。Jittrapirom ら<sup>209</sup>)は、MaaS の定義のレビューを通して、MaaS の中核的な特徴として9つの項目を挙げている。このうち、一つ目の要素として挙げられている「交通手段の統合」および三つ目の要素として挙げられている「一つのプラットフォーム」という側面は、IMS の定義とも合致するものである。また Sochor<sup>210</sup>)らは、多様な MaaS 概念を、図 2.7 の通り統合の度合いによって4段階のレベルに分けて考える方法を提案している(図 2.7)。Sochor らによれば、レベル3までの MaaS が実際に存在し、MaaS Global 社が提供する Whim などそのレベル3に該当する状態である。また、レベル1やレベル2に該当するサービスは既に世界各国に数多く存在している。

## レベル

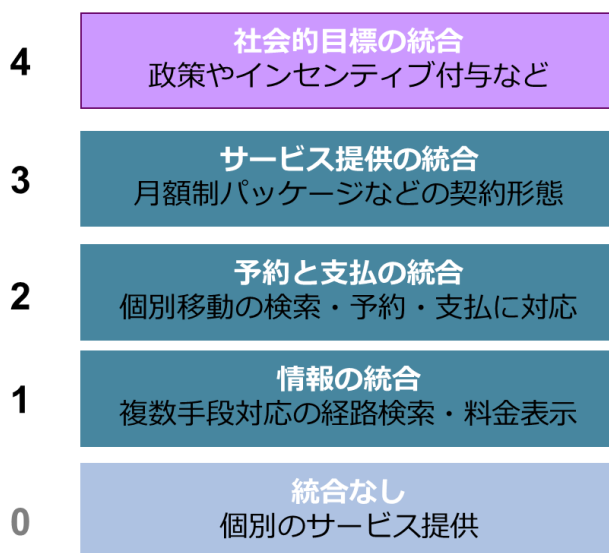


図 2.7 MaaS のレベル分け (Sochor らが作成した図表をもとに筆者作成)

MaaS 提供時の利用者の意思決定や MaaS が交通システムに与える影響に関する研究としては、以上のほかに、社会的影響を評価する研究<sup>211</sup>)や、主体間の情報の受け渡しや関係

性に関する研究や提言<sup>212),213)</sup>、仮想的なサービスに対する需要評価<sup>214)</sup>が行われている。一方で、シミュレーションや利用者の意思決定モデルなどを組み合わせた定量的な導入検討は、十分に為されているとは言えない状況である。また、分析手法についても、今後の新規分析者に向けて体系的にまとめられているとは言えない状態である。

### 2.1.5 本研究で特に焦点を当てるサービス

本研究では、Sochor らのレベル分けで「レベル 3」に相当する料金体系を含むサービス提供の統合に着目して、利用者と供給者の相互関係を分析する枠組みの提案や、大都市圏向けの導入手法を提案する。料金体系の中でも特に、月単位で定額料金を支払えば、交通サービスが乗り放題になる形態を主な分析の対象とする。この月額制の料金体系は、「月額パッケージ」「サービスパッケージ」などとも呼ばれることがある。この形態は、MaaS Global が既に提供を開始している形であり、自家用車保有の代替策として提示することにより、自家用車からの転換を促せる可能性が期待されている。また、総合型と旅客自動車運送型の双方に対応できる、多様な契約形態に対応できる分析の枠組みを提案する。

## 2.2 利用者と供給者の間の相互作用に関する研究

前節では研究の対象である統合モビリティサービスと関連があるサービスの概念を整理したが、本研究ではサービス概念を整理・提案するだけでなく、定量的な分析手法を提案し、実際の導入検討への適用方法を示すことを目的とする。公共交通は利用減少とサービス水準低下の悪循環を経験してきた路線も少なくないが、統合モビリティサービスの登場により、利用者数の増加と利便性向上が繰り返される好循環に繋がることも期待できる。好循環や悪循環の発生の背後には、利用者や供給者の意思決定の結果が、何らかの形で将来の意思決定に影響を与える現象があり、様々な研究が為されてきている。本節では分析手法の観点から、利用者と供給者の間の相互作用と、それによる状況の変化、特に好循環や悪循環などと呼ばれるポジティブフィードバックに関する研究について整理する。

### 2.2.1 ポジティブフィードバックと閾値モデル

交通サービスでは、利用者が多くなるほど運行の効率が高まるために、値下げや増車・増便などによって便利になり、それがさらに利用者が増加する方向に働く、いわゆる「好循環」が生じることがある。また逆に、利用者が少なくなると利便性を維持できず、利用者が減少するという、いわゆる「悪循環」も生じ得る。ポジティブフィードバックが生じることで、利用者の意向の分布や初期値の僅かな違いにより、大きく異なる平衡点に到達

する可能性がある。バスなどの公共交通におけるポジティブフィードバックの存在は、Mohring<sup>215</sup>を始め、多くの研究で指摘されている。

社会的相互作用によるフィードバックと到達する平衡点について、定量的に表現する枠組みとしては、Granovetter<sup>216</sup>が提案した「閾値モデル」が挙げられる。「閾値モデル」では、2 択の選択で、且つ集団全体の選択割合が各自の選択に影響を及ぼす状態を対象として、到達する平衡点の変化を分析することができる。

以下では、Granovetter が提案した定式化や図解方法をもとに閾値モデルによる分析体系を示す。各個人がある対象とする選択をするか否かが、集団全体の選択割合によって決まるものとし、閾値となる選択割合 $x$ の累積分布関数、すなわち選択割合 $x$ の時にある選択をする人数を $F(x)$ とする。 $x$ を横軸に、 $F(x)$ を縦軸に取った図 2.8 に示すグラフを用いて全体の挙動を考える。 $F(x) = x$ で表せる 45 度線よりも上にある区間では、対象となる選択をする人が徐々に増える状態であり、対象となる選択をする人が多い方が好ましいという立場が取られる場合には「好循環」と呼ばれる状態になる。逆に下にある区間では対象となる選択をする人が減っていく状態であり、同様に交通サービスなどでは「悪循環」とされる状態である。ここで、45 度線との交点は選択割合がそれ以上変化しない「平衡点」であり、その安定性により 2 種類の平衡点が存在する。好循環と悪循環の末に到達する点は「安定平衡点」であり、少しでもずれると別の平衡点に向かう点は「不安定平衡点」である。安定平衡点は 2 つ以上存在する場合があり、その際には初期値が不安定平衡点を跨いでわずかに異なるだけで、到達する安定平衡点が異なるという現象が生じる相互作用からポジティブフィードバックが生じる現象は、社会や自然環境の中の様々な局面で生じ得るものであり、これまでに都市・交通分野だけでなく、社会学や経済学、心理学などの多くの分野で社会的相互作用を対象にした実証研究がおこなわれている<sup>217</sup>。

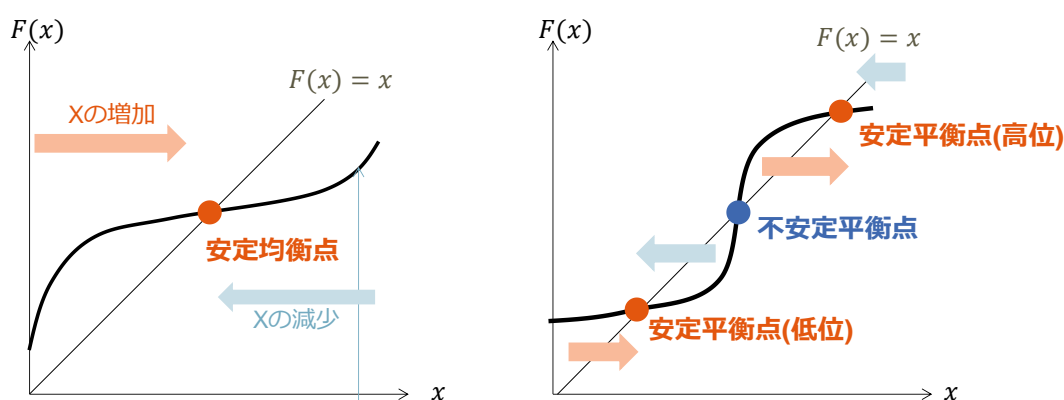


図 2.8 Granovetter が提案した好循環・悪循環の表現方法



## 2.2.2 交通分野における市場媒介型相互作用や社会的相互作用

IMS は交通に関する供給者側の管理・調整の構造を変化させるものである。そこで、交通分野における相互作用を分析した研究を、管理者や調整者の存在に着目して分類すると、図 2.9 に示す 3 通りの類型に分けて考えることができる。ここでは、利潤や収入といった貨幣換算できる指標値を考慮して意思決定する供給者が明示的に取り扱われているものを(1)の「市場媒介型相互作用」とし、貨幣換算できる指標値を考慮する供給者は明示されていないものの、単純な方法でサービスを調整する「管理者（または単一の供給者）」が仮定され、その管理者が調整した後のサービス水準が集団にフィードバックされるものを(2)「単純管理者媒介型相互作用」、集団の選択状況そのものが集団内の個人に影響を与えるものを(3)「非市場的相互作用」として分類している。以下では、それぞれの類型に該当する既存研究を整理するとともに、各類型と用いられる分析手法の対応関係を示した上で、本研究で対象とする IMS を対象にした分析の枠組みの位置づけを述べる。

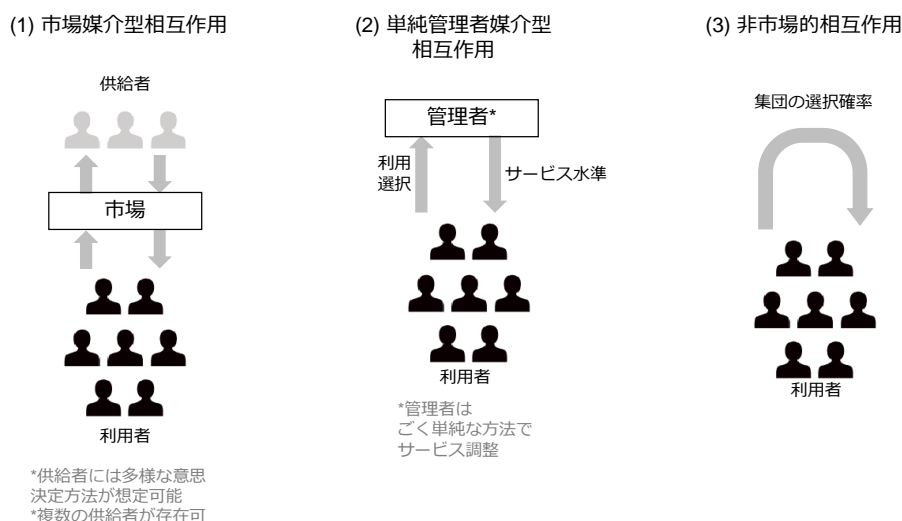


図 2.9 利用者へのフィードバック構造による類型化

### (1) 市場媒介型相互作用

交通サービスは、供給者が提供した「サービス」を利用者が購入・消費するという市場での取引と捉えることができ、主に経済学を中心に、市場での交通サービスの料金や供給量を対象にした分析が行われてきた。利益や収入といった貨幣換算できる指標値を考慮して意思決定する供給者を明示的に取り扱うことで、供給者に多様な意思決定方法が想定可能であることや、複数の供給者の相互作用が考慮され得ることがこの類型の特徴である。

バスやタクシーといった個別の交通サービスを対象にした市場媒介型相互作用を取り扱



った研究としては、バスの運行本数や車両数の調整を対象にした松島ら<sup>218)</sup>の研究や、先述の Mohring<sup>215)</sup>が提唱した Mohring Effect に関する研究<sup>219),220)</sup>、タクシースポットを対象にした松島ら<sup>221)</sup>の研究が挙げられる。また、公共交通と道路混雑の関係の中に生じる市場媒介型相互作用を扱ったものとして、Downs-Thomson Paradox を扱った Zhang ら<sup>221)</sup>の研究が挙げられる。

## (2) 単純管理者媒介型相互作用

単純管理者媒介型は、利用者数などをもとにサービスやインフラの供給を単純なルールに基づいて調整する、ごく単純な管理者、または単一の供給者のみを媒介して生じる相互作用である。利用者の選択割合に比例する形でサービス変数（料金や対応キャパシティなど）が調整される場合には、利用者の集団全体の選択割合そのものが次の選択に影響することを仮定した「非市場的相互作用」と、極めて類似したモデルで取り扱うことが可能である。利用状況を踏まえて何らかのサービス調整をする過程が入る点が(3)に挙げる「非市場的相互作用」との違いであり、市場が独占されている場合や公共機関がサービスを提供している場合などの「特殊な市場」を介した相互作用であると捉えることもできる。

この類型に該当する交通分野での研究としては、バスを対象にした Bar-Yosef ら<sup>223)</sup>の研究、ETC を対象にした福田ら<sup>224)</sup>の研究が挙げられる。Bar-Yosef らは、利用者数に比例する形でバス車両数および運行頻度を定める極めて単純なバス事業者を想定し、利用意向調査の結果を用いた数値計算より、複数の平衡点が存在する可能性を示している。福田らは、ETC の普及率に対応する形で道路管理者が料金所の ETC 登載車専用レーンを設けるなどの基盤整備を実施するという仮定を置き、ETC 普及率と節約できる待ち時間の対応関係をもとに、相互作用の発生を考慮した普及モデルを推定している。Bar-Yosef らが仮定したバス運行事業者や福田らが仮定した道路管理者の行動は、一般的には決して不自然ではないと考えられるものの、管理者が仮定と異なる動きをした場合には当然結論も大きく異なり得ることは留意が必要である。

## (3) 非市場的相互作用

非市場的相互作用は、集団の選択状況そのものが集団内の個人に影響を与えるものであり、供給者や管理者からの供給状態と利用者の購入・利用状態が相互作用を引き起こす「市場」が想定しえないものである。Granovetter はこの非市場的相互作用に当たるものの例として、新しい考え方や行動様式の普及、うわさや感染症の流行、投票行動などを挙げている。交通分野においては、福田ら<sup>225)</sup>の違法駐輪を対象とした研究や、力石ら<sup>226)</sup>の買い物目的地選択を対象とした研究が挙げられる。なお、図 2.9 では集団全体の選択確率が影響する構造を示しているが、他にも空間上または社会的ネットワーク上の近傍の人から強い影

響を受けるモデルなど様々な関係性が仮定されうる。福田らや力石らの分析では、管理者の関与がなく、生じる状態そのものが意思決定にフィードバックされるため、(2)で想定した管理者が存在しない、完全な非市場的相互作用の一種と言える。

### 2.2.3 社会的相互作用を対象とした既存の分析手法

続いて、社会的相互作用を対象とした定量的分析に用いられる手法の観点から、先述の交通分野における既存研究の位置づけを述べる。まず、社会的相互作用を内生的に考慮した2項選択モデルが、Brockら<sup>226)</sup>によって提案されており、実証研究において用いられている。交通分野において、この社会的相互作用を含む選択モデルを適用したものとしては、福田らのETCや駐輪に関する研究<sup>224),225)</sup>、力石ら<sup>226)</sup>の買い物目的地選択行動を対象にしたものがある。この方法の大きなメリットは、選択実績のデータまたはSP調査データから、相互作用の度合いを示すパラメータも含め、一括でモデルパラメータの推定が可能であること、それをもとに相互作用の度合いを客観的に定量化できることが挙げられる。上記の各研究においても、相互作用の存在が実証的に示されるとともに、その強さに関する考察がなされている。ただし、2項ロジットモデルにおける効用の中に相互作用項を含めて推定するため、基本的には選択確率に比例する項などの、選択確率の関数でとなる項を用いる必要がある。そのため、単純な管理者が存在する(2)の類型や、全体の選択確率が直接影響する(3)の類型には適しているが、ロジットモデル単独で多様で複雑な市場媒介型相互作用を表現することは難しい。

2つ目の方法は、独立した意思決定モデルを連携させ、その均衡点を見つける、または漸化式や時系列を考慮したシミュレーションとして分析を行う方法である。この方法の場合には、供給者の調整行動や、市場での取引の方法に関して自由度が高く、供給者の多様な意思決定方法や、複数の供給主体の存在を仮定することができる。一方で、独立した意思決定モデルを連携させた計算の具体的方法は、均衡状態の解析的導出(松島ら<sup>221)</sup>など)、状態遷移を表す漸化式の導出(Bar-Yosefら<sup>223)</sup>など)、時間軸を考慮した数値シミュレーション(各研究で数値計算例として後半に示されることが多い)などの多様な選択肢がある。自由度が高いがゆえに、類似した形態の相互作用項を含む2項ロジットモデルを用いた場合に比べて手法は多岐にわたっている。先述の研究の中では、バスを対象にしたBar-Yosefら<sup>223)</sup>の研究や、バスやタクシーを対象にした松島ら<sup>220)</sup>の研究がこれに該当する。Bar-Yosefらの研究<sup>223)</sup>は、類型としては(2)単純管理者媒介型相互作用に当てはまるものであるが、相互作用項を含むロジットモデルは用いず、利用者側の意思決定モデルとしては、単純な待ち時間ごとの利用意向に関する調査に基づいた意思決定ルールを仮定し、供給者側は利用者数に応じて車両数を調整するという単純な意思決定ルールを仮定した上で、サービスの利用状況を時系列で表現する漸化式を推定している。また、数値シミュレーションによって、初期値による到達点の差異などを図示している。本節で言及した各研究を、手法の

面と相互作用種別の面の2軸で分類した際の位置付けを、表 2.2 に示す。

表 2.2 本節で言及している交通分野の諸研究の手法上および相互作用種別上の位置付け

	相互作用項を含む ロジットモデル	独立意思決定モデル連携
(1) 市場媒介型相互作用	—	Mohring <sup>215)</sup> 、Zhang ら <sup>222)</sup> 、 松島ら (バス) <sup>221)</sup>
(2) 単純管理者媒介型相互作用	福田ら (ETC) <sup>224)</sup>	Bar-Yosef ら <sup>223)</sup>
(3) 非市場的相互作用	福田ら (駐輪) <sup>225)</sup> 力石ら <sup>226)</sup>	—

#### 2.2.4 相互作用分析における分析対象者となる主体と分析実施者となる主体の関係

ここまで、主に利用者と供給者または管理者の相互作用を対象とした研究について述べてきたが、ここで交通システムを対象とした調査分析活動における「分析対象者」と「分析実施者」の関係について整理し、IMS を対象にする際に取り組むべき課題を示す。ここでの「分析対象者」とは、分析の中でその意思決定がモデル化され、分析の対象として計算に取り込まれる主体であり、「分析実施者」とは、人的資源や計算資源を割いて自身の利益や公益のために分析を行う主体である。基本的には交通サービスや交通インフラの供給者（事業者や行政など）が「分析実施者」となり、ある供給状態における利用者の動きが分析される。供給者側がどの程度「分析対象者」として含まれるかは、その分析の目的により大きく異なる。以下では両者の関係性を二つの立場に分けて、それぞれの立場に対応した手法を紹介する。なお利用者は基本的に常に「分析対象者」であるが「分析実施者」になることは稀である。住民組織が自ら交通サービスを提供するために分析の実施者になることは考えられるが、その場合は供給者としての側面を利用者が併せ持っていることとなる。

一つ目の立場は、供給者が為すこと（例えば道路や鉄道の新設）は全て所与のシナリオとして与えられ、供給者の「分析対象者」としての意思決定は事細かには扱わない、という立場である。この立場では、一つの分析対象シナリオの中では、供給者が利用状況に合わせて経営判断を行うことが想定されない。例えば四段階推定法<sup>228)</sup>では通常、交通サービス供給者の調整行動は明示的には取り込まれていない。消極的な調整行動としては、公共交通の配分において「車両を利用者数に応じて調整するため混雑を考慮しない」という仮定を含めることも可能であるが、公共交通の供給者が収支を勘案して経営上可能になる料金や車両数を調整し、好循環や悪循環が生じるといった点までは考慮されない。また、Ben-Akiva ら<sup>229)</sup>が提示した情報化時代の交通行動に関する意思決定モデルの枠組みや、Azevedo<sup>230)</sup>らが提示した SimMobility の枠組みでは、短期、中期、長期の利用者の意思決

定が相互に影響し合うことを考慮したシミュレーションの枠組みを提案しているが、各時間軸で供給者との相互作用や、供給者の意思決定の多様性については十分に考慮されていない。それらの利用者側のモデルを、供給者側の意思決定モデルと組み合わせることで「分析実施者」が「分析対象者」になることも可能ではあるが、組合せが無い状態で所与の交通サービス・交通インフラを仮定した場合には、四段階推定法と同様に「分析実施者」は「分析対象者」として分析の中に含まれない状態になる。

二つ目の立場にあたるのが、供給者の意思決定や対応方針も分析の中に明示的に取り込み「分析対象者」として扱うという立場である。一つのシナリオの中でも、分析をする供給者自身が何らかの方針のもとで経営判断をし続け、それが系全体に及ぼす影響を考慮しようという立場である。この方法であれば、自身のサービス調整戦略の妥当性の確認や、他の供給者が存在する中での競争の展開を予測することができる。2.2.3 項で述べた研究のうち、供給者または管理者が存在する(1)(2)に該当する研究は、この立場を取っていると捉えることができる。ただし、実務適用を志向した体系化がなされていないために、サービスの導入を検討するにあたり容易に実施を検討できるものにはなっていないと考えられる。

## 2.2.5 本研究で対象とする IMS における相互作用の特徴

本節の最後に、これまで述べてきた既往研究の整理をもとに、本研究で扱う IMS を対象とした相互作用分析に必要なと考えられる観点を述べる。IMS は供給側の構造の変化を伴うサービス提供方法であるため、供給側の複雑化、多様化、構造化に対応した市場媒介型相互作用の分析を行う必要がある。また、供給者の主体間関係や意思決定の方法には様々な形が想定でき、民間事業者だけでなく公的機関が介入することによる利益や売上以外の目標値をもとにした意思決定が為される可能性もある。そのため、分析の枠組みにおいては、供給者の主体間関係や意思決定の柔軟性を高い状態に保つことが望ましいため、独立した意思決定モデルを組み合わせる方法が望ましいと考えられる。また利用者・供給者と市場の関係において、IMS の提供は Evans<sup>231)</sup>がその具体例と特性をまとめている Multi-sided Platform の一種と捉えることもできる。Multi-sided Platform は、複数の種類の異質な顧客を対象にしたプラットフォームビジネスであり、読者と広告主を顧客とする新聞・雑誌や、貸し手と借手手を顧客とする不動産仲介業者などを Evans<sup>231)</sup>は例示している。IMS は、利用者と個別事業者を対象とする Multi-sided Platform と捉えることもできる。分析手法としても、この両面性を適切に捉えられる方法であることが望ましい。

分析対象者となる主体と分析実施者となる主体の関係としては、サービス調整戦略の妥当性の確認や、他の供給者が存在する中での競争の展開の予想なども、多様な供給者が参画する IMS の検討においては重要であると考えられるため、分析対象者が分析実施者にもなりうることを考慮する必要がある。

以上の特性を踏まえた上で、IMS を対象として扱うことができる相互作用分析の体系に

ついて議論することが望まれる。

## 第 2 章の参考文献

- 201) 中島秀之, 野田五十樹, 松原仁, 平田圭二, 田柳恵美子, 白石陽, 佐野渉二, 小柴等, 金森亮: バスとタクシーを融合した新しい公共交通サービスの概念とシステムの実装, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 71, No. 5, pp. I\_875-I\_888, 2015.
- 202) 藤垣洋平, 金森亮, 野田五十樹, 中島秀之: SAVS 運行実験時の調査データを用いた都市部での DRT サービス利用意向の分析, 第 52 回土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2015.
- 203) Atasoy, B., T. Ikeda, X. Song, and M. E. Ben-Akiva: The Concept and Impact Analysis of a Flexible Mobility on Demand System, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 56, pp. 373–392, 2015.
- 204) 池田拓郎, 藤田卓志, Moshe E. Ben-Akiva: Flexibility On Demand—複数の交通サービスへの動的な車両割り当てを特徴とするオンデマンド交通システムの設計と評価, 第 49 回土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2014.
- 205) Uber Technologies Inc.: Uber Pool, <https://www.uber.com/ja-JP/ride/uberpool/> (2018 年 5 月 1 日閲覧) .
- 206) MaaS Global Ltd: Whim travel by MaaS Global, <https://whimapp.com/> (2018 年 5 月 1 日閲覧)
- 207) Hietanen, S.: ‘Mobility as a Service’ – the new transport model?, Eurotransport, Vol. 12, Issue 2, pp. 2-4, 2014.
- 208) Heikkilä, S. : Mobility as a Service - A proposal for action for the public administration, Case Helsinki, Master Thesis in Aalto University, 2014.
- 209) Jittrapirom, P., Caiati, V., Feneri, A. M., Ebrahimigharehbaghi, S., Alonso-González, M. J., & Narayan, J.: Mobility as a Service : a critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges. Urban Planning, Vol.2, Issue 2, pp.13–25, 2017.
- 210) Sochor, J., Arby H., Karlsson, M., Sarasini, S.: A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects and aiding policy integration, ICoMaaS 2017 Proceedings, 2017
- 211) Karlsson, M., Sochor, J., Aapaoja, A., Eckhardt, J., König, D.: Deliverable 4: Impact Assessment. MAASiFiE project funded by CEDR, 2017
- 212) Eckhardt, J., Aapaoja, A., Nykänen, L., Sochor, J., Karlsson, M., König, D.: Deliverable 2: European MaaS Roadmap 2025. MAASiFiE project funded by

CEDR, 2017

- 213) MaaS Alliance: White Paper, Guidelines & Recommendations to Create the Foundations for a Thriving MaaS Ecosystem, 2017
- 214) Matyas, M., and M. Kamargianni.: A Stated Preference Experiments for Mobility-as-a-Service Plans. 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems, MT-ITS 2017 - Proceedings, 2017.
- 215) Mohring, H.: Optimization and Scale Economies in Urban Transportation, *The American Economic Review*, Vol. 62, No. 4, pp. 591–604, 1972.
- 216) Granovetter, M. : Threshold models of collective behavior, *The American Journal of Sociology*, Vol. 83, No. 6, pp. 1420-1443, 1978.
- 217) 力石真, 瀬谷創, 福田大輔: 社会的相互作用に着目したミクロ計量経済分析の展開と土木計画への応用可能性, *土木計画学研究・講演集*, Vol. 53, 2016.
- 218) 松島格也, 小林潔司: 手段補完性を考慮したバス市場構造の分析, *土木学会論文集*, No. 765/IV-64, pp. 115-129, 2004.
- 219) Reeven, P. Van. Subsidisation of Urban Public Transport and the Mohring Effect. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 42, No. May, 2008, pp. 349–359.
- 220) Basso, L. J., S. R. Jara-díaz, and S. R. Jara-diaz. The Case for Subsidisation of Urban Public Transport and the Mohring Effect. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 44, No. 3, pp. 365–372, 2014.
- 221) 松島格也, 小林潔司, 坂口潤一: タクシースポット市場の差別化と社会的公正, *土木学会論文集*, No. 723/IV-58, pp. 41-53, 2003.
- 222) Zhang, F., H. Yang, and W. Liu.: The Downs – Thomson Paradox with Responsive Transit Service, *Transportation Research Part A*, Vol. 70, pp. 244–263, 2014.
- 223) Bar-Yosef, A., K. Martens, and I. Benenson: A Model of the Vicious Cycle of a Bus Line, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 54, pp. 37–50, 2013.
- 224) 福田大輔, 渡邊健, 屋井鉄雄: 利用者間の相互依存性を考慮した ETC 車載器普及モデル, *土木計画学研究・論文集*, Vol.21, No.2, pp.463-472, 2004.
- 225) 福田大輔: 社会的相互作用存在下での交通行動とミクロ計量分析, *土木学会論文集*, No. 765/IV-64, pp. 49-64, 2004.
- 226) 力石真, 西川文人, 瀬谷創, 藤原章正, 張峻屹: 非市場的相互作用を考慮した住宅地区住民の買物目的地選択行動のモデル分析, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol. 72, No. 5, pp. I\_595-I\_605, 2016.
- 227) Brock, W. A. and Durlauf, S. N.: Discrete Choice with Social Interactions., *Review of Economic Studies*, Vol. 68, No. 2, pp. 235–260, 2001.
- 228) 新谷洋二, 原田昇 編著: 都市交通計画 第3版, 技報堂出版, 2017.

- 229) Ben-Akiva, M., Bowman, J. L. and Gopinath, D. : Travel demand model system for the information era, *Transportation*, Vol. 23, pp. 241-266, 1996.
- 230) Azevedo, C. L., K. A. Marczuk, S. Raveau, S. Harold, M. Adnan, K. Basak, H. Loganathan, N. Deshmunkh, D. H. Lee, E. Frazzoli, and others.: Microsimulation of Demand and Supply of Autonomous Mobility On Demand. *Transportation Research Record*, 2016.
- 231) Evans, D. S.: The Antitrust Economics of Two-Sided Markets, *Yale Journal on Regulation*, Vol. 20, Issue 2, Article 4, 2002.

## **第3章 統合モビリティサービスの分析の枠組み Multi-Cycle Model の提案**



## 3.1 本章の目的

統合モビリティサービスの設計や、規制・誘導のための政策立案にあたっては、サービスの存在が利用者の行動に与える影響や事業の採算性についての定量的な評価をすることが、議論の有効な材料となる。今後、導入に向けた研究や実務において、それぞれの分析対象に応じた多様な分析がなされ、それが統合モビリティサービスの特性の理解に繋がると思われる。一方で、多様な分析が独立して存在するだけでは、個々の分析の相違点・共通点や、整合性の有無などの相互関係を整理することが難しくなることが懸念される。また、新規分析者の分析方針構築を手助けするためにも、体系的な分析手法を構築することが望まれる。

そこで本章では、分析手法間の関係の整理と、新規分析者による論点整理の支援を目的として、統合モビリティサービスの分析の枠組み「Multi-Cycle Model」を提案する。本章では、Multi-Cycle Model の構造を紹介し、その実装方法について論じるとともに、既往研究との関係性を整理する。この枠組みは、分析に用いる具体的な式の形を示すものではなく、利用者側と供給者側の意思決定モデルと、交通サービスのパフォーマンス評価モデル等を組み合わせる方法を示す概念的なモデルである。個別の意思決定モデルやパフォーマンス評価モデルとして採用するモデルは、個別の分析の事情を考慮して分析者が判断することを想定している。また、この枠組みを活用する主体と用途としては、行政による規制や誘導などの政策の評価、民間や公共部門の交通サービス運営者によるサービスの計画や設計、そしてそれらの主体と協力関係にある事業者や研究者による分析を想定している。

Multi-Cycle Model の特徴としては、中長期の意思決定と短期の意思決定を組み合わせている点、利用者側と供給者側のモデルを組み合わせている点、そして均衡状態の導出を唯一の目的とはせず、政策による均衡状態の間の遷移などの動的な変化を分析の対象としている点が挙げられる。利用者の増加が、利便性向上などを通して更なる利用者向上につながるような、ポジティブフィードバックが存在する状態では、第2章で論じた通り複数の均衡が存在し得る。例えば、公共交通の利用者数と利便性の関係においては、相互に低めあう悪循環や、相互に高めあう好循環が存在すると想定できる。これらの複数の均衡が生じる状況下においては、都市の目標に近い均衡へと規制や補助等を通して政策的に誘導することが、計画の一つの役割だと考えられる。そのため、Multi-Cycle Model では、そのような政策的な誘導までを分析の対象に含むことを目指し、均衡の導出ではなく、ある均衡や定常に達するまでの過程の評価にも重点を置いている。

本章の構成は以下のようになっている。まず3.2節において、Multi-Cycle Model の構造を述べた上で、3.3節では Multi-Cycle Model の実装方法として考えられる方法と、各手法の利点・欠点を整理する。続いて3.4節では、既往研究の中で Multi-Cycle Model の中に位置づけられるものを挙げ、既に実施されている分析と Multi-Cycle Model との関係性を整理

し、3.5 節で Multi-Cycle Model の枠組みを考慮することにより発見できる可能性について述べる。最後に 3.6 節で、本章のまとめを述べる。

## 3.2 Multi-Cycle Model の構造

### 3.2.1 Multi-Cycle Model の構造の背景

本研究で対象とする月単位の定額制サービスを含む IMS の特徴としては、第 2 章で述べた通り、「総額の目安が分かり、自家用車保有と比較しやすいこと」が挙げられる。これは、利用権の提供と料金收受や情報提供を、IMS 事業者が一体的に実施することによって達成されるものである。そのため、利用権と料金体系の統合に着目すると、図 3.1 に示す通り、IMS 供給者が個別事業者と利用者の間に入り、個別のサービスを取り纏めて一体的に提供するという図式で考えることができる。一方で、個別のサービスを提供するのは個別事業者であるという観点では、図 3.2 に示す構図も成立する。以上の二つの見方を統合し、さらに利用者側の選択の時間軸の違いを考慮すると、図 3.3 に示す構造が導かれる。本節で提案する Multi-Cycle Model は、図 3.3 の構造をもとにしつつ、第 2 章で述べた通り複数の供給主体が参画し得る市場などの存在を考慮して構成されたものである。



図 3.1 利用権と料金体系の統合に着目した主体間の関係



図 3.2 実サービスの提供に着目した主体間の関係

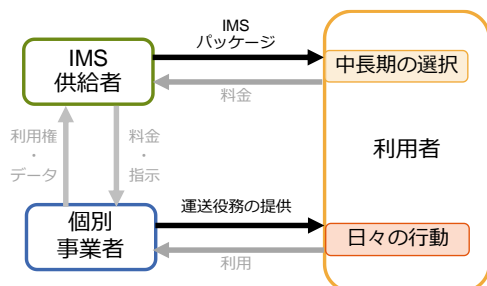


図 3.3 利用権の統合と実サービスの提供の双方の関係性を満たす主体間の構造

### 3.2.2 Multi-Cycle Model の全体像

提案する分析の枠組み Multi-Cycle Model の全体像を、図 3.4 に示す。この枠組みは、以下の複数の循環を組み合わせたものである。各循環には、発端となる利用者または供給者の意思決定が存在する。その意思決定が市場や他の経験などに影響を与え、発端となった意思決定に用いる変数が変化し、次の時点における意思決定にフィードバックされる、という相互作用が発生する。この相互作用が繰り返し続くため、「循環」という表現を用いている。

- Cycle 1：利用者の短期的な活動・交通に関する意思決定が、各個別サービスの利用・運行状況に影響を与え、利用者が経験するサービス水準として利用者の次の短期的な選択に影響を与える循環
- Cycle 2-a：利用者のサービスパッケージ購入の意思決定が、短期的な活動・交通選択に影響を与え、利用者の経験の蓄積として、利用者の次のサービスパッケージ選択に影響を与える循環
- Cycle 2-b：利用者の居住地・主要活動施設の選択や自家用車保有選択、サービスパッケージ選択等、Cycle 2-a を含みかつより長期的な決定を含む意思決定が、短期的な活動・交通選択に影響を与え、利用者の経験の蓄積として、利用者の長期的な選択に影響を与える循環
- Cycle 3：供給者の個別サービス運用に関する意思決定が、各個別サービスの利用・運行状況に影響を与え、経費の変化等として次の供給者の意思決定に影響を与える循環
- Cycle 4：供給者のサービスパッケージ内容および料金調整に関する意思決定が、サービスパッケージ市場に影響を与え、収入の変化等として次の供給者の意思決定に影響を与える循環

なお、この枠組みでは各循環や複数の循環の複合体が、均衡点を持つ可能性があるが、均衡点の存在やその個数については仮定を置いていない。複数の均衡点を持つ場合や、ある循環の均衡点が他の循環の影響や外的変数により大きく変動する可能性も含めて考慮するために、「均衡」という表現を用いず、循環（Cycle）という表現を使用している。

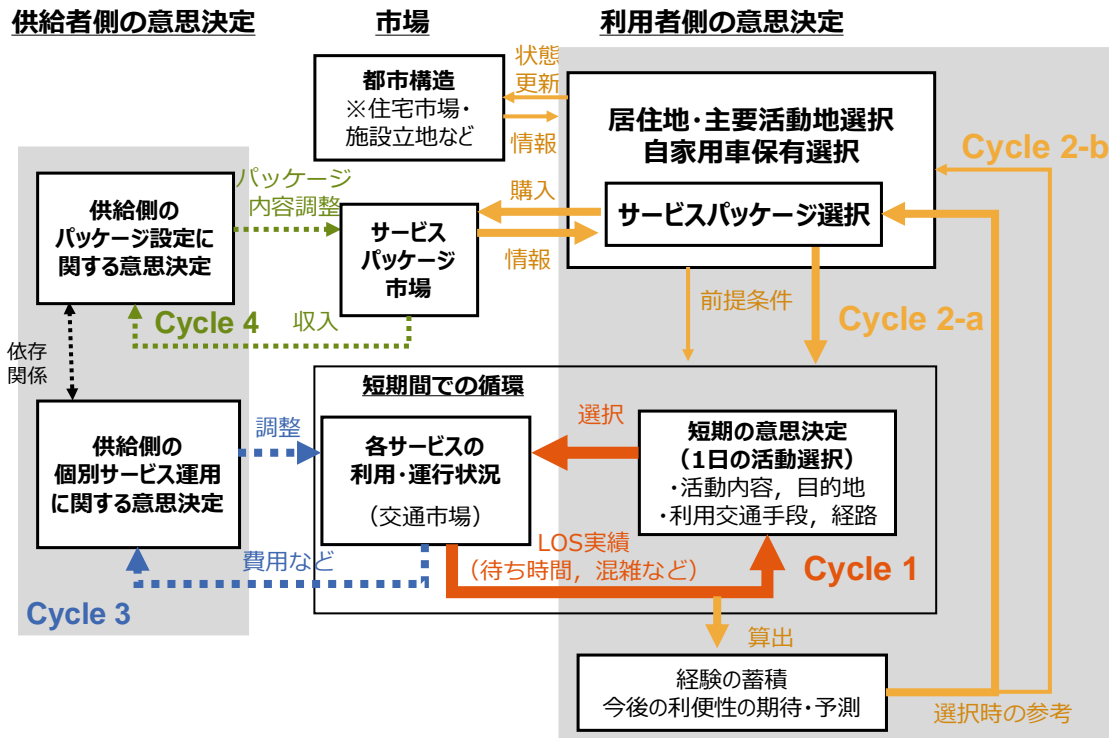


図 3.4 Multi-Cycle Model の全体像

### 3.2.3 利用者側の構造

利用者側の循環について、その発端となる意思決定の内容と、意思決定に用いる変数が受ける影響について、詳しく述べていく。

まず Cycle 1 は、利用者の短期的な活動・交通に関する意思決定が発端となる。この意思決定には、1日の活動選択や、個別の移動の目的地選択、交通手段選択、経路選択などが含まれる。一般的に、1日に複数回の選択が生じうると考えられる。これらの意思決定は、各交通手段を用いた場合の所要時間、待ち時間、快適性、追加費用等についての経験や期待などを勘案して実施されると考えられるが、これらの変数は一般的に、他の利用者を含む、各サービスの利用・運行状況により変動するものである。例としては、道路交通の利用者が多い場合に渋滞が発生して所要時間が増加することや、タクシー、乗合タクシーの利用者が多くなると乗車できるまでの待ち時間が長くなるということが挙げられる。発端となる意思決定が、各サービスの利用・運行状況に影響することで、次の移動をする際などの意思決定に影響を与えることとなるため、この部分が循環となっている。また Cycle 1 では、自家用車などの私有モビリティの保有状況や、統合モビリティサービスが存在する場合にはそのサービスへの加入状況が、利用者の選択の前提となっている。統合モビリティサービスの有無や定額制等の契約形態によって、選択肢集合や選択時に考慮する変数が大きく異なり、その結果として選択の状況に大きな差異が生じる可能性がある。なお、図 3.4

において「各サービスの利用・運行状況」と表記している部分は、供給者が供給する交通サービスと、利用者が持つ貨幣やポイント等の利用権が交換される場でもあるため、「交通市場」と呼ぶこともできる。

Cycle 2 は、利用者の居住地・主要活動施設の選択や自家用車保有選択、サービスパッケージ選択等の長期的な意思決定が発端となる。意思決定周期の差異から Cycle 2 は、サービスパッケージ選択を実行する 2-a と、自家用車保有や居住地選択を含む 2-b に分けて考えることができる。Cycle 2-a は、数週間から数か月に一度程度、Cycle 2-b は数年に一度程度の周期が想定される。Cycle 2 の発端となる意思決定は、次の選択までの間、活動・移動に関する短期的な意思決定の前提条件となる。例えば、自家用車の保有をするという意思決定をした場合には、次の自家用車保有に関する意思決定まで、自家用車を交通手段として利用することが可能になる。同様に、例えば月額制のサービスパッケージを 3 か月間購入するという選択をした場合には、その 3 か月後まで、そのパッケージに含まれる交通サービスを無料または割引料金にて利用することができる。Cycle 2-b の部分の意思決定は、居住地の選択を通して住宅市場にも影響を及ぼす可能性が考えられる。

#### 3.2.4 供給者側の構造

Cycle 3 は、供給者側の個別サービス運用に関する意思決定が発端となる。この選択は各個別サービスの利用・運行状況に影響を与え、経費などの形で次の意思決定に影響を与える。個別サービス運用に関する意思決定としては、車両数やダイヤ、運行時間帯、運行方法の調整などが挙げられる。この意思決定の間隔は、運転手や車両を確保する方法により大きく異なると考えられる。専用の車両を保有している場合や、専用の運転手を雇用している場合には、運行能力の総量の制約を変更するような意思決定は短期的には難しく、短期的に実行できる意思決定は予備車両の投入などの限定的なものに限られる。一方で、車両の保有や運転手の雇用を伴わず、一般の自家用車とその運転手が任意の時間に参入できるライドシェアプラットフォーム等の場合には、短期的にも大幅な調整ができる可能性がある。

Cycle 4 は、供給者のサービスパッケージ内容および料金調整に関する意思決定が発端となる。料金体系と利用状況によって定まる収入の状況が、料金に関する意思決定に影響を与えると考えられるが、料金調整後の利用者側の意思決定が変わることによって、収入も徐々に変化する。そして、次の料金に関する意思決定が変動後の収入をもとに検討されるため、この部分が循環となっている。

なお、Cycle 3 と Cycle 4 の発端となる意思決定は、一体的に実施される可能性も考えられる。Cycle 3 と Cycle 4 の発端となる意思決定を行う主体は、同一である場合と、契約関係にある別主体である場合の双方が想定できる。このうち、意思決定主体が同一である場

合や、片方が主導的な立場にあるような契約関係の場合には、判断が一体的になる可能性が高いと考えられる。

## 3.3 Multi-Cycle Model の実装方法

Multi-Cycle Model の具体的な実装方法には、計算手法や時空間的な詳細さが異なる、多様な方法が存在する。また、その実装方法により、評価可能な施策や指標も異なると考えられる。本節では、実装方針を整理した上で、それぞれの方法の利点や欠点をまとめる。まず、各サービスの利用・運行状況モデル（以下、交通市場モデルと表記）の実装方法と、全体の時間軸の解像度の2つの観点で、実装の方向性を整理した上で、一体型シミュレーション方式と独立モデル連結方式という両極端に位置する2つの形態の具体例を挙げ、それらの利点と欠点を整理する。

### 3.3.1 交通市場のモデル化方法

Multi-Cycle Model に含まれる交通市場モデルは、Cycle 1 と Cycle 3 に含まれるものであり、分析上は利用者側の活動・移動の選択と供給者側の車両数や運行方法などの選択を入力として、生じる交通状況を出力するものである。交通市場モデルの実装方法としては、エージェントベースシミュレーションにより、個々の人や車両の移動を詳細にシミュレーションする手法と、交通サービス別のパフォーマンス関数を用意し、時間帯別に平均的なサービス水準をパフォーマンス関数から算出するという手法がある。

エージェントベースシミュレーションの場合は、時空間的な解像度を高く保つことが可能で、1秒ごとの動きを1m単位の空間モデル上でシミュレーションすることも理論的には可能である。この手法であれば、車両の追従挙動や、車内混雑度に応じた乗降時間の変化なども評価することができる。さらに、IMS利用者以外も含む対象地域全体のシミュレーションを実施することで、サービスの導入が道路混雑や走行距離、環境負荷などに与える影響を評価することも可能である。ただし、実装負担と計算負荷には留意が必要である。

一方でパフォーマンス関数を用いる場合には、時間的にも空間的にも何らかの形で集計を行ったうえで計算をする必要がある。空間の集計例としては、リンクやゾーン等によって集計された車両数や利用者数を用いた関数とする方法がある。計算負荷については、エージェントベースシミュレーションを実施する場合に比べて格段に小さくできる可能性がある。なお、パフォーマンス関数の推定には、シミュレーション結果や実際のサービス提供時の実測値を用いる必要がある。

### 3.3.2 計算上の時間の解像度

計算上の時間の解像度としては、エージェントベースシミュレーションを用いて各個人や世帯毎の意思決定タイミングの差異を考慮する方法と、一斉変化を仮定して集計的に計算する方法が考えられる。また、全体の計算上の時間の解像度は、先述の交通市場のモデルとは独立して選択することができ、例えば交通市場ではパフォーマンス関数を利用しつつ、交通市場以外の部分でエージェントベースシミュレーションを用いるといった方法も可能である。

エージェントベースシミュレーションでは、利用者側の各個人や各世帯の意思決定タイミングの差異を考慮することで、新しいサービスの段階的な普及を再現することが可能になる。また、供給者側の意思決定タイミングについても、運営方針に関する詳細な仮定を置いた計算を実行できる。これは、Multi-Cycle Model の各サイクルのうち、Cycle 2、Cycle 3、Cycle 4 の発端となる意思決定が生じるタイミングがエージェントごとに異なるという仮定で計算できることに相当する。さらに、交通市場がエージェントベースシミュレーションで実装されている場合には、そのシミュレーションと一体的に構築することも可能である。一方で交通市場モデルの側でパフォーマンス関数を用いている場合は、1日から1週間程度を1ステップとして計算し、1日の中で経験する交通の状態は関数で計算するという形が想定される。

一斉変化を仮定して集計的に実施する方法の場合は、個人や世帯ごとの差異が無く同質な変化を想定できるので、シミュレーションではなく漸化式の形で循環を表現できる。詳細な普及過程や個人差を考慮した分析には向かないが、系の挙動の全体像を理解するためには有用だと考えられる。

### 3.3.3 全体のモデル化方法の例と特徴

全体のモデル化方法の例として、両極端に位置する「一体型シミュレーション方式」と「独立モデル連結方式」の2つを挙げ、それぞれの利点と欠点を整理する。一体型シミュレーション方式とは、交通市場モデルをエージェントベースシミュレーションとして実装し、全体の時間軸についてもエージェント別の行動を仮定したシミュレーションとしたものであり、最も詳細な手法という位置づけである。独立モデル連結方式とは、交通市場モデルをパフォーマンス関数でモデル化し、時間軸としても一斉変化を仮定したものである。なお、これらの方式はあくまで具体例であり、両者の中間となるような形態も考えられる。表 3.1 に両手法の利点と欠点を示す。

一体型シミュレーション方式の利点としては、時間的、空間的な解像度を保った状態で計算ができるという点がある。一方で、計算負荷や実装負荷が一般的に大きくなりやすいことが欠点となる。また、シミュレーション構築において生じる社会的な組織間連携につ

いても留意する必要がある。特に DRT を含む交通サービスを対象に計算を行う場合には、配車システムをシミュレータに組み込む必要があるが、その実現には技術的な問題だけでなく、知的財産権などの社会的な問題が生じ得ることが課題となり得る。

独立モデル連結方式の利点としては、計算負荷が小さくなる点や、他主体での連携が容易になるという点が挙げられる。先述の例では、DRT の配車アルゴリズム本体を共有することが難しい場合でも、パフォーマンスの測定結果を共有し、パフォーマンス関数として利用することは比較的实现しやすいと考えられる。一方で欠点としては、時空間的な集計が発生してしまう点が挙げられる。性質の異なる時間帯や地区を適切に分離することにより、その影響は緩和できるが、時空間的な集計による精度の変化には留意する必要がある。

表 3.1 実装方式による利点と欠点

	一体型シミュレーション方式	独立モデル連結方式
利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時空間的に詳細に分析可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計算負荷が小さい</li> <li>・多主体での連携が容易</li> </ul>
欠点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計算負荷、実装負荷が大きい</li> <li>・多主体での連携に労力を要する（権利調整等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時空間的な集計が必要で精度に注意する必要がある</li> </ul>

### 3.4 既往研究の Multi-Cycle Model 内での位置づけ

1 種類または複数の交通サービスを対象とした既往研究の一部は、Multi-Cycle Model の一部として位置づけることができる。Cycle 1 のみを扱うものが多いが、Cycle 3・4 などの供給者側の意思決定との相互作用を扱ったものや、Cycle 2 にあたる長期的な選択を取り扱ったものも存在する。表 3.2 に、Multi-Cycle Model の一部として位置づけられる研究と、それぞれが対象としている範囲を示す。

Cycle 1 単体では、移動に関する利用者の意思決定と各サービスの利用・運行状況の相互関係のみを扱うため、この部分に焦点を当てて特定の交通手段や交通サービスのサービス水準の評価を実施した研究は多くある。利用者均衡配分により道路リンクの交通量を算出することも、Cycle 1 のみを取り出した分析として捉えることができる。また、カーシェアリングや DRT などの交通サービスを対象にした評価で、Cycle 1 の一部として捉えられる研究も存在する。具体例としては、Flexible Mobility On Demand (FMOD) を対象とした Atasoy ら<sup>301)</sup>の研究におけるシミュレーションや、オンデマンドバスと LRT などの定時定路線の交通サービスが混在する状況に関する坪内ら<sup>302)</sup>の研究におけるシミュレーションなどが挙げられる。Atasoy ら、坪内らの研究をはじめ、DRT などの柔軟な交通サービスを扱う研究は、パフォーマンス関数ではなくマルチエージェントシミュレーションを用いたも



の多い傾向にある。パフォーマンス関数を推定して分析に利用している例としては、乗合タクシーを対象とした藤垣ら<sup>303), 304)</sup>の研究がある。

Cycle 3・4などの供給者側の意思決定との相互作用を扱ったものとしては、Bar-Yosef<sup>305)</sup>やZhangら<sup>306)</sup>の研究がある。また、Cycle 2にあたる長期的な選択を取り扱ったものとしては、先述の藤垣ら<sup>303), 304)</sup>の研究が挙げられる。ただし、これらの研究は、バスや乗合タクシー等の単独の交通サービスを対象としたものであり、複数の交通サービスを対象としたものではない。

表 3.2 Multi-Cycle Model の一部を扱ったものとして位置づけられる研究

文献	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Cycle 4	特徴
交通量配分	○	—	—	—	
Atasoyら <sup>301)</sup>	○	—	—	—	FMOD対象
坪内ら <sup>302)</sup>	○	—	—	—	オンデマンドバス対象
藤垣ら <sup>303)</sup>	○	○	○	—	パフォーマンス関数を使用
藤垣ら <sup>304)</sup>	○	○	—	○	利用者側の料金調整行動を考慮
Bar-Yosef <sup>305)</sup>	○	—	○	—	供給者側の台数調整行動を考慮
Zhang <sup>306)</sup>	○	—	○	○	Downs-Thomson Paradoxを扱う

○：明示的に取り扱っている    —：明示的に取り扱っていない

## 3.5 Multi-Cycle Model により探索可能になる領域

ある分析行為を Multi-Cycle Model に照らすことによって、その分析が特殊例に過ぎないことを認識でき、その分析で扱いきれていない事柄を認識できることも、Multi-Cycle Model の意義の一つである。本節では、その中でも特に重要な側面として、「中長期の移動への支払いが異なる場合」と、「段階的なサービス向上施策」の2点を取り上げる。

### 3.5.1 中長期の移動への支払いが異なる場合の探索

1点目は、「中長期の移動への支払いが異なる場合」の探索である。Cycle 2 と Cycle 4 にあたる中長期の意思決定が考慮されない場合、中長期的な移動への支払いを固定した分析となる（図 3.5）。自家用車の所有状況が所与である場合には、自家用車保有者にとっては自家用車がトリップ単位の追加費用の面で有利になり、道路混雑があり専用軌道が有利になる区間や自家用車を持たない人でない限り、IMS に需要はないという結論が導かれる。

しかし、IMS で月額制のパッケージを一旦購入すれば、IMS のパッケージに含まれる交通サービスのトリップ単位での追加費用が大幅に安くなり、自家用車よりも交通サービス



現在の利用状況をもとに設定される料金が低い場合、その料金に近い値で月額利用数をもとに積算した料金を仮定した計算では、IMS に需要はないという結論が導かれうる。一方で、思い切った低料金や高利便性を仮定した分析も実施できるが、仮にそれらの結果が好ましいものであった場合でも、一気に大量の車両を投資しつつ料金を低価格で保つことはリスクが伴い、また普及や利用者の定着までに時間がかかるため、その状態に至るまでの漸進的な調整過程を検討することが望まれる場合もある。Multi-Cycle Model では、サービスパッケージが、Cycle 4 によって事業者によって調整されつつ提供されることが明示されており、供給側のサービスの調整や段階的なサービス改善策を分析の対象とすることができる。

## 3.6 小括

本章では、統合モビリティサービスの分析手法である Multi-Cycle Model の構造や実装方法を紹介するとともに、Multi-Cycle Model の一部として位置付けられる既往研究を例示した。Multi-Cycle Model の意義は、ある分析を Multi-Cycle Model に照らすことによって、その分析が特殊例に過ぎないことを認識でき、その分析で扱いきれていない事柄を認識できることにもある。その例として、「中長期の移動への支払いが異なる場合」と、「段階的なサービス向上施策」の 2 点を挙げた。

今後の課題としては、実際の統合モビリティサービスの利用実態を利用した分析を行うことが挙げられる。特定の交通サービスを対象に Multi-Cycle Model の一部に相当する分析を実施した研究は少なくないが、統合モビリティサービスを対象にした分析は限られている状態である。本論文の第 5 章においても、岐阜県多治見市の住宅団地を対象に、Multi-Cycle Model を用いて IMS の段階的なサービス向上施策の探索を評価する。ただし、第 5 章でも述べる通り、あくまで仮想的なサービスの利用意向をもとにしたものであるため、実証実験や実運用時のデータを活用し、信頼性のある意思決定モデルを用いて分析を行うことが今後の課題である。また、Multi-Cycle Model の構造についても、唯一無二の形態であることを主張するものではなく、あくまで既存の統合モビリティサービスから合理的に推認できる構造を提示したものに過ぎない。そのため、実測データや実際の契約実態などに基づき、再検討する余地があると考えられる。特に供給者の相互関係については、今後のサービスの発展に伴い新しい形態が登場する可能性も考えられる。また、居住地の選択を通して住宅市場や広く不動産市場全般に影響が生じる可能性も考えられ、それが地主や開発事業者の意思決定と相互に影響を及ぼし合うことも考えられるが、それらの地主や開発事業者の意思決定までを含んだ枠組みとはなっていない。不動産市場に関する分析の枠組みと組合せ、地主や開発事業者を含む長期的な地域の空間構造への影響評価を行う枠組みとすることは、今後の課題である。

### 第3章の参考文献

- 301) Atasoy, B., T. Ikeda, X. Song, and M. E. Ben-Akiva: The Concept and Impact Analysis of a Flexible Mobility on Demand System, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 56, pp. 373–392, 2015.
- 302) 坪内孝太, 大和裕幸, 稗方和夫: オンデマンドバスのログデータを用いた交通分担シミュレータの開発, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol.67, No.1, pp.84-94, 2011.
- 303) 藤垣洋平, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇: 高利便性乗合タクシーサービスの均衡分析と収益最大化手法, *交通工学論文集 (特集号)*, vol.1, No.2, pp.A\_133-A\_141, 2015.
- 304) 藤垣洋平, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇: 柔軟な公共交通を対象とした利用者数とサービス水準の循環構造モデル, 第50回土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2014.
- 305) Bar-Yosef, A., K. Martens, and I. Benenson: A model of the vicious cycle of a bus line, *Transportation Research Part B*, vol.54, pp37-50, 2013.
- 306) Zhang, F., H. Yang, and W. Liu: The Downs–Thomson Paradox with responsive transit service, *Transportation Research Part A*, vol.70, pp244-263, 2014.

◆本章の内容は、以下の土木学会論文集に掲載された論文の内容と、同内容をもとに構成したことが明確である藤垣洋平および共著者による報告書・解説記事・発表資料等の内容をもとに作成している

藤垣 洋平, TRONCOSO PARADY Giancarlos, 高見 淳史, 原田 昇, 統合モビリティサービスの概念と体系的分析手法の提案, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol. 73, No. 5, pp. I\_735-I\_746, 2017, DOI: [https://doi.org/10.2208/jscejpm.73.I\\_735](https://doi.org/10.2208/jscejpm.73.I_735)

## **第4章 大都市圏向け IMS 導入形態**

### **Metro-MaaS の提案と基礎的需要評価**

## 4.1 本章の目的

IMS を導入する場合には、対象地域内で対象サービスを運行する事業者の間で、料金設定や収益配分に関する調整が必要になる。自治体や運輸連合のような組織が都市圏内の公共交通全体を管理している場合や、都市圏の規模が小さく事業者数が少ない場合には、その調整は難しくないと考えられる。しかし、東京都市圏などの巨大都市圏で、かつ多くの交通事業者が存在する場合には、都市圏全体を対象としたサービスを実施しようとする、関係する事業者数が膨大になり、調整が極めて困難になると考えられる。そのため、調整対象となる事業者数を抑制することが望ましいが、同時に利用者の日常生活を十分にカバーできるよう、対象地域およびサービスを設定することが望ましい。以上の問題意識のもとで、本章では「大都市圏向け統合モビリティサービス Metro-MaaS を提案すること」および「利用意向調査により Metro-MaaS の需要の特性を評価すること」を目的とする。本章では、4.2 節で Metro-MaaS の提案を行い、続いて、4.3 節で需要評価のために実施した調査の方法について述べた上で、4.4 節で利用意向と個人属性・移動特性の関係について、4.5 節で各交通手段の利用頻度の変容可能性について、それぞれ調査結果を用いて分析した結果を示す。最後に 4.6 節で本章のまとめと今後の課題について述べる。

## 4.2 Metro-MaaS の提案

本章ではまず、Metro-MaaS の基本形と、その提案の背景にある東京都市圏などの日本の都市圏が持つ特徴、そして特に利用意向を示すと思われる層に関する仮説について述べる。

### 4.2.1 Metro-MaaS の基本形

Metro-MaaS の基本形は、以下の[1][2]を含む交通サービスを一体的な料金体系により提供するサービスである（図 4.1）。

[1] 自宅周辺の生活圏（概ね 2～3km 程度）をカバーできる交通サービス（例：タクシーや乗合タクシー、オンデマンドバス等の面的なサービス、路線バス、自宅周辺に貸出拠点のあるカーシェア等の交通具共有サービス）

[2] 自宅最寄り駅からの鉄道

上記[1]の生活圏をカバーするサービスは、地域特性や対象者特性を考慮して、十分な移動の自由度が確保できるよう、複数のサービスを適宜組み合わせ一体的に提供するものとする。都心への移動など、[1]で対象とする都市圏内の移動は、最寄り駅から[2]の鉄道を利用するものとする。

なお、[2]の鉄道については、頻繁に利用する区間の鉄道の定期券を、鉄道を高頻度で利用する通勤通学者の多くが既に保有しているため、上記[1]が加わることが特徴といえる。そのため、上記[1]を一体的に提供し、[2]については従来通り鉄道会社の定期券を提供する形態も、上記の Metro-MaaS の基本形に準ずる形態として、Metro-MaaS に含めるものとする。また、都市圏全域で同時に開始する必要はなく、関係事業者の合意が得られた沿線や地区でのみ実施可能である。

また、上記[1]のサービスは自動運転車を使ったサービスに将来的に代替でき、自動運転車を使ったサービスが Metro-MaaS の中核を担うこととなる可能性もあるが、自動運転車を使ったサービスが含まれるか否かは、Metro-MaaS の定義には含めない。

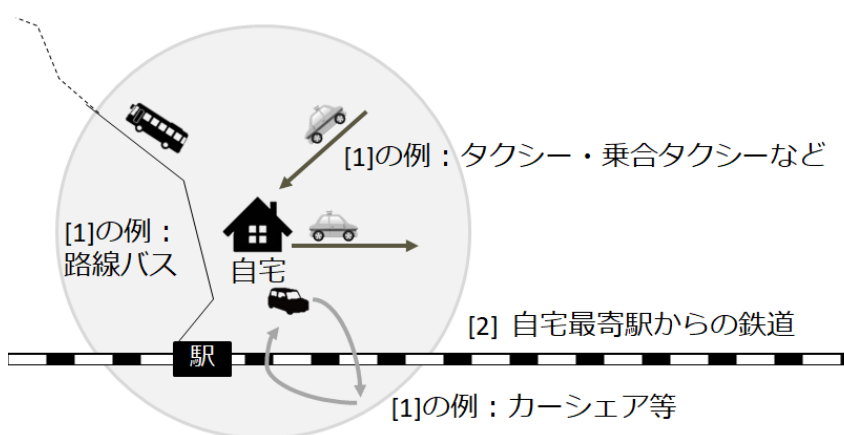


図 4.1 Metro-MaaS の基本形の構成図

#### 4.2.2 Metro-MaaS 基本形の構成の背景

Metro-MaaS の基本形は、東京都市圏などの日本の大都市圏に見られる特性を考慮して立案されたものである。Metro-MaaS の提案の背景にあるそれらの都市圏の特徴として、「鉄道駅周辺地域（2、3km 程度の圏内）に人口が集中していること」「自宅周辺の移動、または鉄道移動と駅から自宅までのラストワンマイルの移動によって活動需要の多くを満たせる空間構造となっている」ことがあげられる。この後の 4.3 節で Metro-MaaS の需要特性を把握するための調査対象地域とした東京都市圏が、これらの性質を満たしていることを、具体的な指標を通して確認する。具体的な指標としては、「鉄道駅周辺地域（2、3km 程度の圏内）への人口集中状況」「通勤等による都心発着トリップにおける鉄道分担率」「自家用車による移動に占める短時間利用の割合」の 3 つの指標を取りあげ、それらと Metro-MaaS の基本形との関係を整理して述べつつ、東京都市圏における状況を東京都市圏パーソントリップ調査の結果報告資料<sup>401)</sup>をもとに確認する。

まず、Metro-MaaS では自宅周辺の概ね 2,3km 程度の圏内でのみ、路線バスや乗合タクシー等の柔軟な交通サービスが提供され、中長距離移動時には鉄道駅で鉄道に乗り換える

ことを想定している。そのため必然的に、対象者は「鉄道駅周辺地域（2,3km 程度の圏内）の居住者」となる。対象地域に、「鉄道駅周辺地域（2,3km 程度の圏内）の居住者」が十分に存在することが、その地域で Metro-MaaS の需要が生じるために必要な条件だと言える。東京都市圏の場合は、駅周辺 1.5km 圏内に 8 割以上の人口が居住しているため、この条件は十分に満たされていると言える（図 4.2）。一方で、都市圏全体で鉄道網が十分に発達しておらず、駅周辺地域に住んでいる人口が限られている都市圏の場合には、その駅周辺地域居住者を対象に Metro-MaaS を提供することは可能であるが、都市圏全体に広く適用することは困難になる。

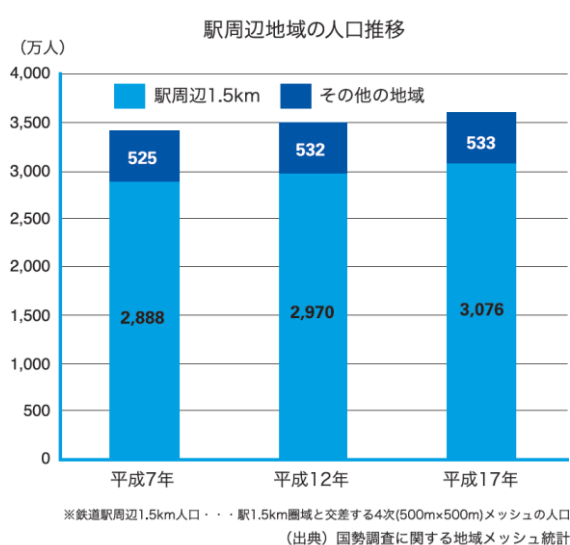


図 4.2 東京都市圏における駅周辺人口（東京都市圏交通計画協議会作成<sup>401)</sup>

2 点目の特徴である「通勤等による都心発着トリップにおいて鉄道分担率が高いこと」は、都心への移動などの都市圏内の中長距離移動を鉄道で実施する、という Metro-MaaS における使い分け方が受け入れられる素地として機能することが期待される。東京都市圏では、東京都の区部を目的地とする通勤トリップでの鉄道分担率が約 8 割であり、鉄道が通勤のための主たる交通手段となっている。

3 点目の特徴である「自家用車による移動が短時間利用中心であること」は、Metro-MaaS の「自宅周辺に限定したの柔軟な交通サービス」による自家用車移動の代替可能性に影響すると考えられる。現状の自家用車利用が短距離移動中心であれば、自宅周辺の限られた地域の交通サービス利便性が十分に高ければ、代替できる可能性が高い。一方で郊外部から都心までの移動や都市圏内を横断する移動などの中長距離移動が多数を占める場合には、自宅周辺 2,3km 圏の交通サービスだけでは対応することができず、鉄道に乗り継ぐことで Metro-MaaS の構成要素の中で対応可能にはなるものの、転換が受け入れられるかは不透



明である。東京都市圏においては、自家用車利用トリップの約半数が15分以内となっており（図4.3）、短時間の利用が占める割合が大きくなっている。

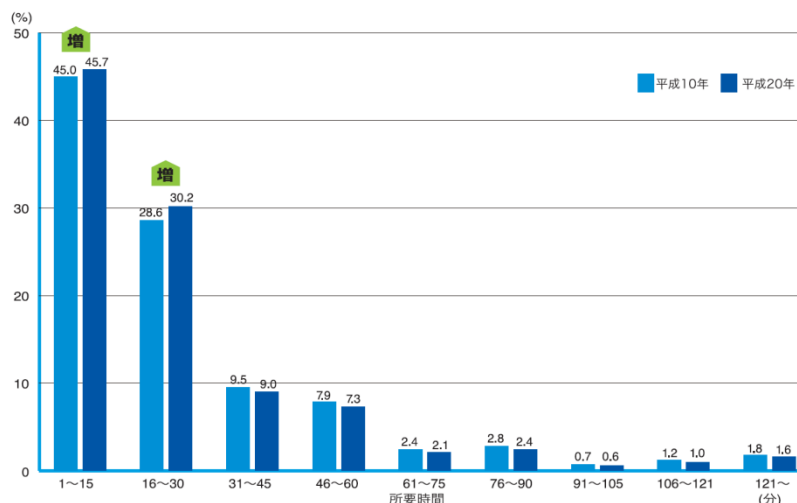


図 4.3 自動車利用トリップの時間別構成比（東京都市圏交通計画協議会作成<sup>401)</sup>

#### 4.2.3 Metro-MaaSの想定利用者層と想定利用パターン

Metro-MaaSが想定する主要な利用者層は、現在の公共交通や各種交通サービスは不便だと考え、消極的な理由により自家用車を保有・運転している人である。具体的な消極的な保有・運転者像としては、運転に不安を感じているにもかかわらず運転を続けている人や、日常の移動に自家用車が必要であるために世帯で2台以上の自家用車を保有して相応の維持・保有費を負担しており、自家用車保有より安価に便利な交通サービスが利用できれば転換したいと考えている人などが想定される。また、現在の公共交通に不便さを感じている層は、鉄道の利便性が高い大都市圏の場合は、鉄道駅から離れた地域の居住者に多いと想定される。

また、サービス加入者の手段別利用パターンとしては、路線バスや鉄道などの公共交通の利用を中心としつつ、タクシーやカーシェア、自動運転デマンドバスなどの柔軟な公共交通を補助的に使用する形態が想定される。タクシーやカーシェアなどの柔軟な公共交通単体の定額制サービスを提供した場合には、それらの柔軟なサービスのみが利用され、路線バスや鉄道の利用者数は大きく減少することが予想される。しかし、Metro-MaaSの場合には、路線バスや鉄道も含む料金パッケージであるため、各交通サービスの利便性に応じて使い分けるインセンティブが高まる。そのため、路線バスや鉄道の利用者数も減少せず、場合によっては増加する可能性もある。また、自宅周辺で交通サービスを利用できるため、近距離の自家用車利用は減少しうると考えられる。さらに将来的に自動運転技術が

実用化された際にも、自動運転オンデマンドバス等を組み込むことで、自動運転車に過度に頼らず、路線バスや鉄道を含む各手段を使い分ける利用形態が促進できると考えられる。

なお、以上の想定利用者層と利用パターンは、あくまでサービス設計上の仮説であり、実証が必要である。以降の 4.3 節及び 4.4 節では、想定利用者層を中心としたサービス利用意向や、利用手段の変化の可能性について、Web アンケート調査をもとに検証する。

## 4.3 調査の方法とサービスの仮定

### 4.3.1 調査の概要

Metro-MaaS の需要特性を評価するために、東京都市圏一都三県の居住者を対象にしたアンケート調査（表 4.1）を実施した。都市圏全体の居住者から広く回答を集めるため、Web アンケート調査とした。対象者は 600 名であり、性別・年齢層（3 区分）別のサンプル数は、平成 22 年国勢調査の分布と一致するよう調整した。回答画面において無回答の状態で提出できない制御をしており、全 600 サンプルの中に欠損値は存在しない。また、詳細な対象地域としては、3.2 節で述べた想定利用者層を考慮し、都心部ではなく主に郊外部の居住者を対象とするために、地理的重心が東京都心から 10～50km の範囲に含まれる 152 市区町村を対象とした。

表 4.1 調査の諸元

調査方法	Web アンケート（調査会社：楽天リサーチ（株））
実施期間	2017 年 3 月 29 日～3 月 31 日
対象者属性	20 歳以上の男女（楽天リサーチモニター）
サンプル数	600 名
対象者居住地	東京都心から 10km 以上 50km 以内に含まれる東京都・神奈川県・千葉県・埼玉県の市区町村（計 152 市区町村） ※駅から徒歩 10 分未満、10 分以上 20 分未満、20 分以上の 3 つの距離帯でサンプル数が等しくなるようサンプリング（集計時は拡大係数利用）
主な質問項目	<ul style="list-style-type: none"><li>・現在の移動状況</li><li>・現在の運転免許保有有無、自家用車保有状況</li><li>・仮想サービスの利用意向（月額制の加入意向）</li><li>・仮想サービスが存在した場合の各交通手段の利用頻度</li></ul>

### 4.3.2 調査時に想定したサービスの内容

Metro-MaaS の考え方に則った 2 種類のサービスを仮定し、利用意向を把握した。調査では、これらのサービスに対して、それぞれに加入したいか否かを質問している。以後、本文中の「利用意向」とは、「月額制サービスへの加入意向」を指すものとする。

1 種類目の「サービス T」は、既存の交通サービスを組み合わせたサービスとの位置づけで、「路線バス（対象範囲内乗り放題）」、「タクシー（対象範囲内のみ；回数制限あり）」、「カーシェア（基本料のみ無料）」の 3 種類を組み合わせたサービスであり、図 4.4 に示す通り、料金とタクシー利用可能回数の異なる 3 種類のサービスを設定した。対象範囲は、自宅から 2km（徒歩 30 分以上の回答者は、鉄道と接続させるという Metro-MaaS 概念との整合性の観点から 3km）の圏内とした。また、今回は自家用車保有の代替としてサービスに加入する利用者層を想定し、「カーシェア」の基本料金が無料になるという設定を追加した。料金は、500 円×タクシー利用回数+4,000 円（バス相当分）として設定している。タクシーの 1 乗車あたり 500 円という設定は、東京 23 区、武蔵野市、三鷹市のタクシー料金（2017 年現在で 1,052m まで 410 円）を参考に設定している。バス相当分 4,000 円と現状運賃の比較については、利用頻度に関する分析結果をもとに 4.5 節で述べる。また、利用意向の質問の前に、図 4.5 に示す活用例に関する説明を表示している。










サービス 1	サービス 2	サービス 3
 路線バス：乗り放題  タクシー：8回/月まで無料 日中の待ち時間：平均 <b>10分</b>  カーシェア：月額基本料無料 （別途200円/15分かかります）	 路線バス：乗り放題  タクシー：16回/月まで無料 日中の待ち時間：平均 <b>10分</b>  カーシェア：月額基本料無料 （別途200円/15分かかります）	 路線バス：乗り放題  タクシー：24回/月まで無料 日中の待ち時間：平均 <b>10分</b>  カーシェア：月額基本料無料 （別途200円/15分かかります）
<b>月額8,000円</b>	<b>月額12,000円</b>	<b>月額16,000円</b>

図 4.4 サービス T の料金および内容

**毎日の通勤・買物に  
気軽にバスを利用**



毎日の通勤・通学や、バスで行ける買い物は**乗り放題**なので運賃を気にせず利用可能

**荷物が多い、  
バスが不便、夜遅い…  
そんな時はタクシーを**



例えば、荷物も多くなると大型ショッピングセンターへは、**週一回タクシー**を利用して移動

**週末の遠出は  
カーシェアリングで**



週末には、**カーシェアリング**で家の近くで車を借りて遠くにドライブに。

図 4.5 サービス T の活用例に関する説明

2種類目の「サービス A」は、サービス T のタクシーの代わりに、対象範囲内において自動運転デマンドバスが乗り放題になるサービスである。完全自動運転デマンドバスが実現した場合の、将来の Metro-MaaS との位置づけである。サービス内容は図 4.6 に示す画像で提示し、料金と平均待ち時間の水準ごとに利用意向を質問した。料金は「7,000 円」、「12,000 円」、「17,000 円」の 3 水準、待ち時間は「5 分」、「10 分」、「20 分」の 3 水準を設定し、合計 9 種類のプロファイルを作成して、全回答者に 9 種類の設定についての利用意向を質問している。また、サービス利用方法の流れは図 4.8 に示す通りであり、調査時にも同様の図を提示して、仮定した利用方法を説明した。また、サービスに含まれる各交通手段の特徴を比較して理解できるように図 4.7 を示した。なお、サービス T の設問においても、図 4.8 の左半分に対応する予約方法の部分と同様の図を示し、アプリまたは電話窓口で検索・予約ができるという仮定を説明した上で、利用意向を質問している。

なお、以上のサービスはあくまで Metro-MaaS の考え方に則ったサービス構成の一例に過ぎず、本節で示した構成の他にも、対象とする交通サービスの種類や追加料金なしで利用できる範囲などの変数を調整することにより、様々なサービス構成が考えられる。




-  **路線バス：2km圏内乗り放題**
-  **自動運転デマンドバス：2km圏内乗り放題**  
待ち時間：平均**5分/ 10分/ 20分**  
※プランにより異なる
-  **カーシェア：月額基本料無料**  
(別途200円/15分かかります)

図 4.6 サービス A の料金及び内容

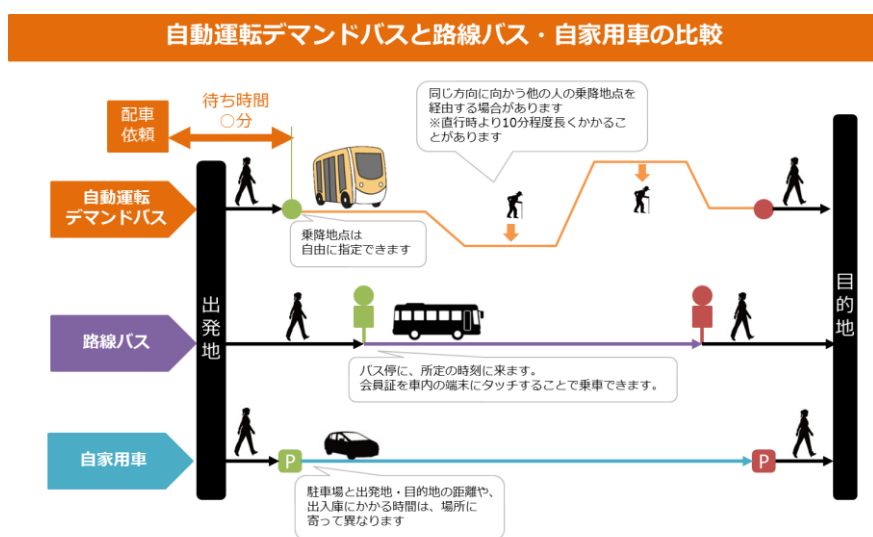


図 4.7 サービス A に含まれる交通手段を比較して説明する図

## 自動運転デマンドバスを含む会員制サービスの利用イメージ

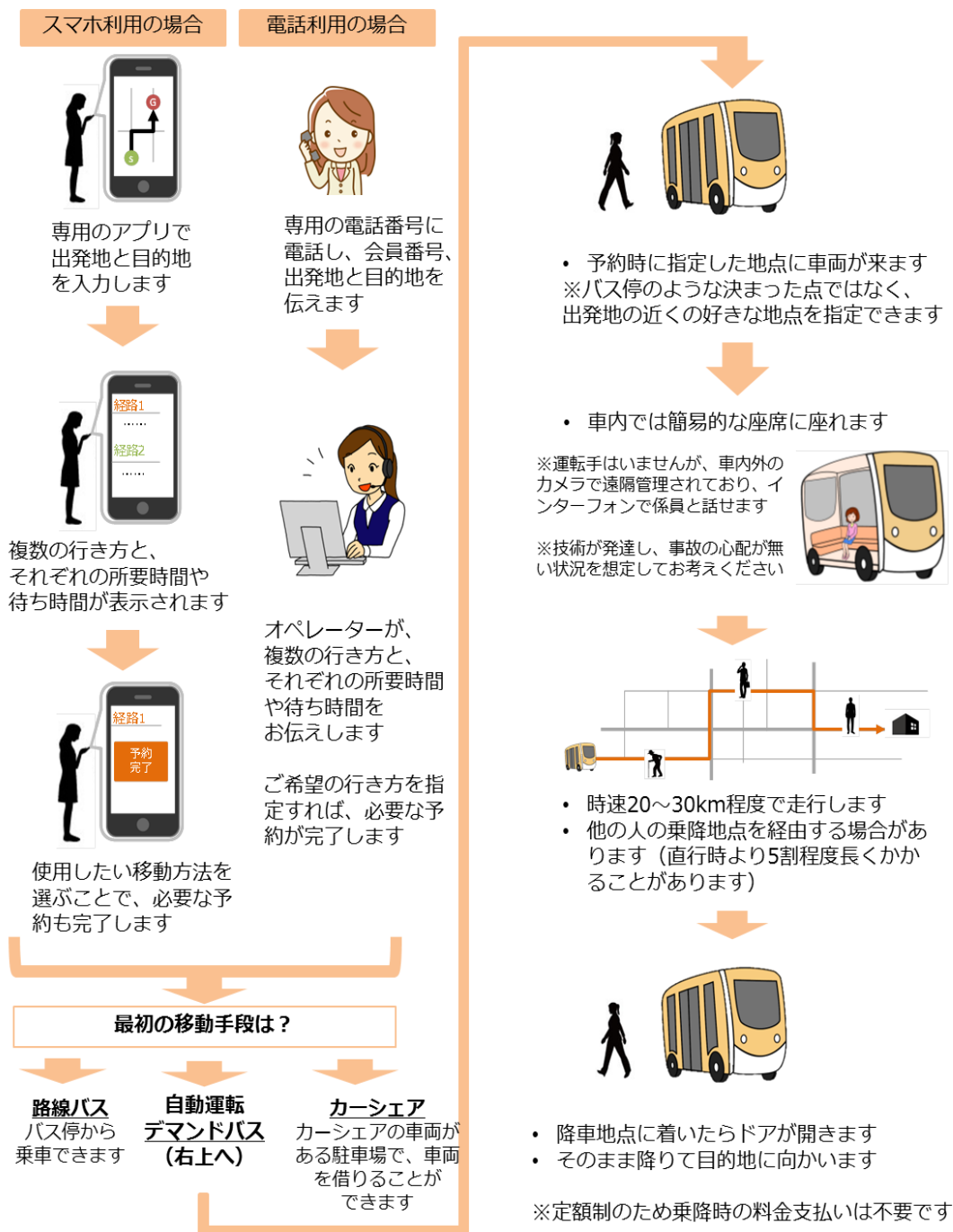


図 4.8 サービスの利用の流れを説明する図表

## 4.4 利用意向と個人属性・移動特性の関係

本節では、調査の集計結果・分析結果を示し、各サービスの利用意向と、個人属性や移動パターン、モビリティ保有などとの関係について考察する。まず4.4.1項では、基礎集計結果から、4.2節で述べた想定利用者層設定の妥当性と、特に影響があると思われる個人・世帯属性について述べる。続いて4.4.2項では、2項ロジットモデルのパラメータ推定を通して、統計的に有意な影響を与えていることを確認する。

なお、本調査では駅からの距離が「～10分」「10～20分」「20分～」の3分類でサンプル数が等しくなるようサンプリングしているが、以降の集計では、駅からの一定直線距離内の人口を考慮した拡大係数により補正した値を用いている。拡大係数の算出方法は次の通りである。まず、駅から徒歩10分、20分の距離を、直線距離に近似的に変換するために、道路距離と直線距離の比率を全国の都市で計測した森田ら<sup>402)</sup>の研究を参考に、道路距離の直線距離に対する比率を全国平均値である1.3と仮定した。また、徒歩移動の平均的な速度を分速80mと仮定し、徒歩10分、20分の道路距離をそれぞれ800m、1,600mとした。以上より、駅徒歩10分圏内、および徒歩20分圏内に相当する直線距離は、道路距離を1.3で除した615m、1,231mとそれぞれ仮定し、その圏域に含まれる人口を推計した。人口の推計に当たっては、国土交通省国土政策局「国土数値情報（鉄道データ）」と、政府統計の総合窓口（e-Stat）<sup>403)</sup>において公表されている、平成22年国勢調査結果のデータ（メッシュ単位）を使用した。メッシュの一部のみが圏域に含まれる場合には、面積按分を行い推計している。また、推計は対象地区町村のみを対象にして実施している。以上の方法による推計の結果、10分未満、10分以上20分未満、20分以上の割合は、40%、38%、22%となり、それらを各群のサンプル率（600サンプルを3等分したため全て1/3）で除した値を、拡大係数として使用した。

### 4.4.1 利用意向に関する基礎集計結果

調査では図4.4～4.8に示した説明画像を提示した上で、各サービスの利用意向を尋ねた。具体的には、サービスTについては「それぞれの会員制サービスに加入したいですか」、サービスAについては「月額料金とデマンドバスの平均的な待ち時間が、次の各条件の場合に、会員制サービスに加入したいですか」と尋ね、それぞれ「加入したい」との回答を「利用意向あり」とみなした。利用意向の割合を算出する際の分母・分子は、対象とする属性に当てはまるサンプル数と「利用意向あり」回答者数をそれぞれ上述の拡大係数で調整した拡大後人数を用いた。サービスTのサービス1や、サービスAの最も好条件の設定（待ち時間5分、料金7,000円）では、大半の層で1～2割程度の利用意向を得ることができるなど、分析に耐えうる程度の利用意向回答が得られた。どの利用者層から特に高い利用意向を得ているかを確認するために、本節で論じる回答者属性別に利用意向を集計した結果

を、図 4.9 に示す。まずは、4.2 節で述べた想定利用者層に対応する「運転への不安度」、「駅からの徒歩距離」、「自家用車保有台数」について述べる。

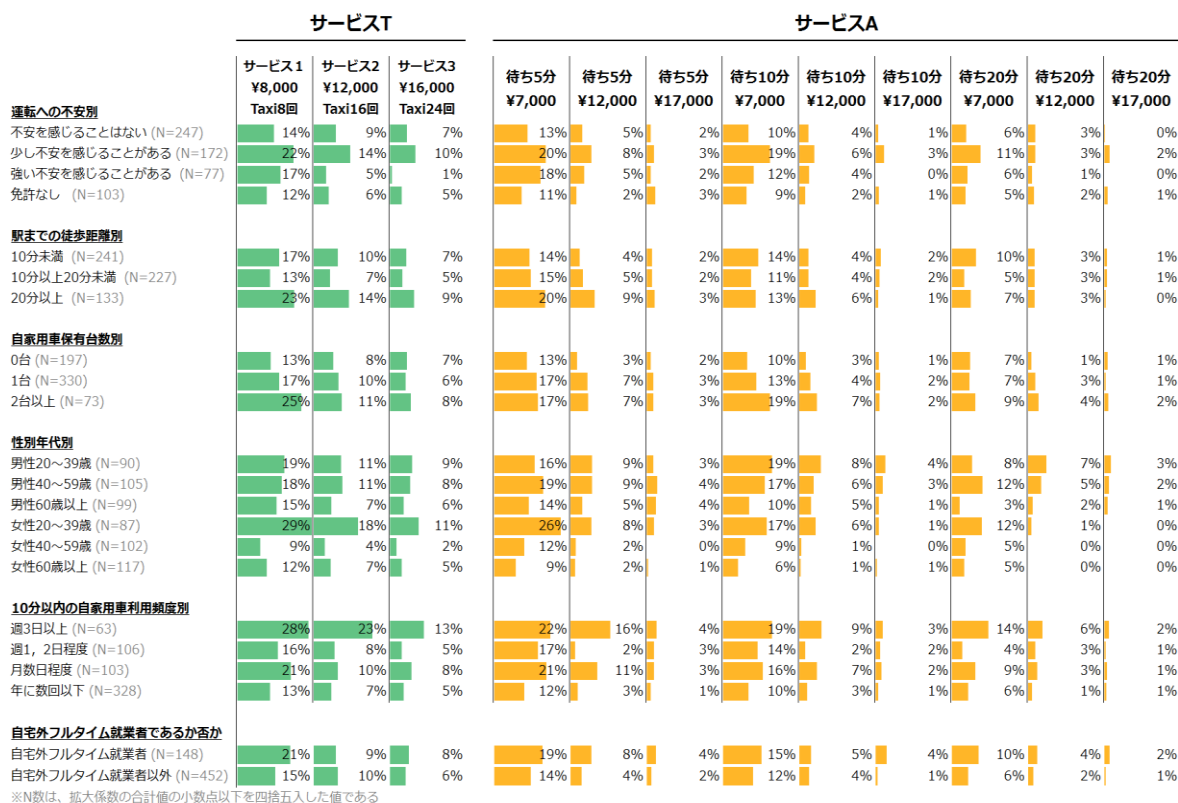


図 4.9 利用意向の基礎集計結果

運転への不安度では、サービス T、A ともに「少し不安を感じることもある」と回答した層で利用意向を示す割合が最も大きくなっている。運転に対して不安を感じない人よりも、運転に少しでも不安を感じる人の方が、このサービスに魅力を感じることは極めて自然だと考えられる。一方で、「強い不安を感じることもある」層の利用意向が相対的に少なくなる要因としては、「強い不安を感じることもある」人が自家用車を使った移動をほとんどしておらず、既存の公共交通を使い自家用車を運転せずに済む移動・活動パターンを作り上げていることが、要因として挙げられる。実際に、自家用車での自宅発トリップ数推定値の平均（頻度による回答を年間日数に換算した値）は、「強い不安を感じることもある」人の場合、「少し不安を感じることもある」人の 4 分の 1 程度であった。

なお、利用頻度から年間日数への換算においては、以下の表 4.2 に示す換算値を仮定して算出している。

表 4.2 頻度の選択肢と年間日数換算値の対応関係

利用頻度の選択肢	年間日数換算値	備考
週 5 日以上	261	週 5 日と仮定
週 3、4 日程度	183	週 3.5 日と仮定
週 1、2 日程度	78	週 1.5 日と仮定
月に数日程度	24	月 2 日と仮定
年に数日程度	3	

駅からの徒歩距離帯別の利用意向では、20 分以上の場合にやや多くなる傾向がみられた。これは、徒歩 20 分以上の場合、徒歩で駅まで向かうことへの抵抗が大きく、バスやタクシー利用の価値が高まるためだと考えられる。

自家用車の保有台数別の利用意向では、自家用車を 2 台以上保有している場合に、他の保有台数の場合と比べ、全体的に利用意向を示す割合が大きくなっている。自家用車を 2 台以上所有している世帯が、1 台を手放して本サービスで代替する形での、自家用車からの転換意向が存在すると推察される。

続いて、特に影響があると考えられる個人属性および移動特性として、「性別年代別」、「自宅発着で 10 分未満の自家用車利用頻度別」、「自宅外フルタイム就業者とそれ以外」での利用意向の集計結果について取り上げる。性別年代別の利用意向では、20～39 歳女性で利用意向を示す割合が顕著に大きくなるとの結果が得られた。男性は年代別の利用意向が大きく変化しないのに対し、女性は 20～39 歳と 40 歳以上で大きな差がみられた。自宅発着で 10 分未満の自家用車利用頻度と利用意向の関係からは、短距離の自家用車利用が週 3 日以上の場合に、どのサービスでも特に利用意向を示す割合が高くなっている。この結果は、自宅周辺における短距離利用のために自家用車を保有している人が、このサービスに移行する可能性を示唆するものだと考えられる。自宅外フルタイム就業者については、それ以外の人に比べて全体的に利用意向を示す割合が高くなっている。これは、通勤時の移動や帰宅途中の商業施設等への立ち寄りの際に、サービスが活用できることが要因として考えられる。なおここでの「自宅外フルタイム就業者」とは、職業について尋ねた設問で「会社・団体等の職員・役員」「公務員」「個人事業主」「パート・アルバイト」「学生」を選択しており、かつ過去 1 週間に自宅外の業務・学業で費やした時間が 40 時間以上の回答者とした。

#### 4.4.2 利用意向モデルのパラメータ推定

次に、両サービスを対象に、加入したいか否かの選択を説明する 2 項ロジットモデルを推定する。変数としては、料金、待ち時間と 4.4.1 項で影響がある可能性を示した各属性に加えて、自宅発着で概ねサービス対象範囲内に入るとされる「徒歩 10 分未満の移動」、「徒歩 10 分以上 20 分未満の移動」、「自転車で 10 分未満の移動」、「自家用車で 10 分未満の移



動」の頻度を、表 4.2 に示す換算値を用いて年間日数に置き換え、100 で除したものを含めて推定を試みた。これらの自宅周辺の対象範囲内における移動は、サービス利用により利便性が向上する可能性があるために、頻度が高いほどサービス利用に繋がると考えられる。

サービス T、A についてそれぞれ推定した結果を表 4.3 に示す。モデルの選択肢は「加入したい」と「加入したくない」の 2 つであり、全ての変数を「加入したい」という選択肢の効用関数に含めている。表 4.3 に示すモデルは、先述の変数候補の中で有意にならなかった変数を除いたものである。ここに示す結果に含まれる全変数でパラメータが 5% 有意となっており、選択確率に影響を及ぼしていることが確認できた。また、自宅周辺の移動については、基礎集計で示した自家用車の利用頻度に加え、徒歩や自転車での移動頻度についても一部のモデルで有意となった。この結果から、自宅周辺で活発に移動する人ほど、Metro-MaaS を利用しやすい可能性が示唆される。また、徒歩 10 分未満の移動頻度は、サービス A では有意にならなかった一方で、徒歩 10～20 分は双方のモデルで有意になった。10 分以上の長めの徒歩移動をする人が、このサービスに転換しやすい可能性が示唆される。なお、自宅周辺の対象範囲内における移動は、サービス利用により利便性が向上できる可能性があるために、そのような移動の多い人ほどサービス利用に繋がりがやすいと考えられるが、実際の推定結果でも移動頻度に関するパラメータは全て正になっており、妥当な結果だと考えられる。

表 4.3 加入選択モデルのパラメータ推定結果

変数	サービス T		サービス A	
	推定値	t 値	推定値	t 値
料金 (千円)	-0.15**	-5.77	-0.23**	-12.62
待ち時間 (分)	—	—	-0.07**	-6.07
女性 20～39 歳ダミー	0.70**	3.72	0.37*	2.40
駅徒歩 20 分以上ダミー	0.80**	4.75	0.53**	4.00
運転が少し不安ダミー	0.41*	2.49	0.49**	3.84
自家用車 2 台以上保有ダミー	※	※	0.40*	2.32
徒歩 10 分未満頻度	0.19*	2.31	※	※
徒歩 10～20 分頻度	0.53**	6.07	0.64**	10.35
自転車 10 分未満頻度	0.21*	2.48	0.46**	7.39
自家用車 10 分未満頻度	0.39**	4.00	0.31**	3.85
自宅外フルタイム就業者ダミー	※	※	0.29*	2.05
定数項	-2.10**	-6.43	-1.34**	-5.46
サンプル数	1,800		5,400	
初期対数尤度	-1247.67		-3743.00	
定数項対数尤度	-640.27		-1222.87	
最終対数尤度	-556.06		-990.69	
尤度比	0.55		0.74	
自由度調整済み尤度比	0.55		0.73	

なお、モデルに含まれる変数間の相関係数は 0.5 未満であり、強い相関関係にある変数は存在しないことを確認している。

以上より、Metro-MaaS の想定利用者層である「運転に不安がある人」、「駅から遠い人」、「自家用車を 2 台以上持っている世帯」が特に利用意向を示しやすい傾向が確認できた。さらに、「自宅外フルタイム就業者」や「自宅周辺の移動が多い人」、「20～39 歳の女性」も利用意向を示しやすいことが確認できた。

## 4.5 交通行動の変容可能性の評価

続いて、既存交通手段で構成され利用場面の想像が比較的容易であると思われるサービス T を対象として、サービスが存在することによる交通手段利用頻度の変化の可能性について述べる。調査では、サービス T の中で最も利用したいと思うサービスが存在した場合の希望利用頻度を、利用意向がある人に質問している。サービスに含まれる路線バス、タクシーの利用頻度と、転換が期待される自家用車の運転頻度の変化を、図 4.10 に示す。なお、路線バスとタクシーについては、サービス存在時の利用意向は対象範囲内外で分けて質問し、現状はそれらを区分せずに質問している。

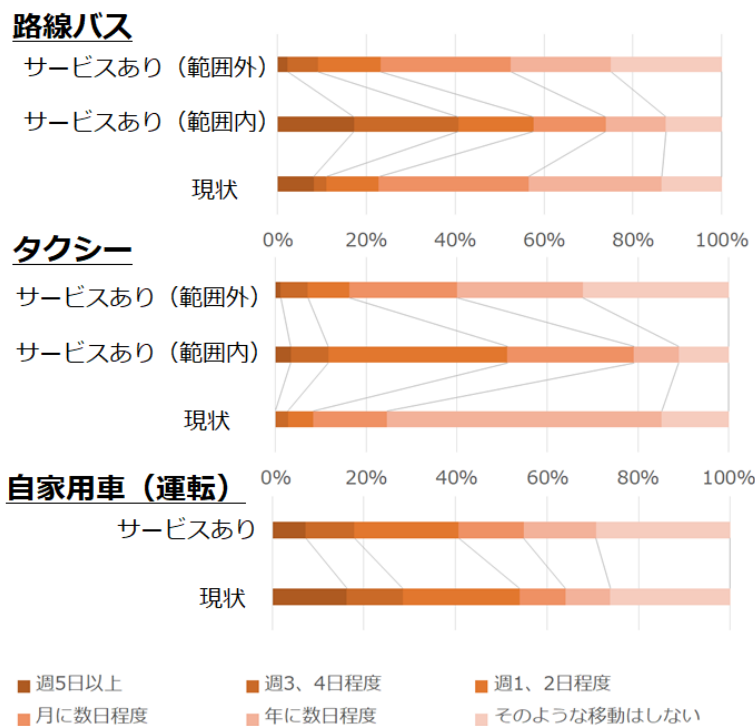


図 4.10 サービス T の有無による利用頻度の変化

路線バスを「週 3、4 日程度」以上利用する人の割合は、現状の 1 割程度から、対象範囲内だけで 4 割程度まで増加しており、タクシーを「週 1、2 日程度」以上利用する割合も 1 割未満から 5 割近くまで増加していることから、路線バスやタクシーの利用が大幅に増加する可能性が示唆される。一方、自家用車の運転頻度は「週 5 日以上」の割合が半分程度になっており、自家用車依存が低減される可能性が示唆される。ただし、本調査ではトリップ単位の転換意向は把握しておらず、希望利用頻度を選択肢の中から回答する形式を取っているため、利用頻度に関する回答の正確性・信頼性の面で課題が残っている点には留意されたい。

ここでサービス T の料金設定と、現在のバスの運賃との関係を、サービス T が存在した場合のバスの希望利用頻度を用いて確認する。利用頻度の回答を表 4.2 に示した換算値を用いて年間日数に換算したところ、サービス存在時のバスの希望利用日数の平均は、1 か月あたり 12 日程度であった。1 日当たりの乗車回数が 2 回の場合、東京都心や川崎市・横浜市の乗車料金（均一区間で 210～220 円程度）を仮定して計算すると、月額 5,000 円程度となる。現在既に一部の事業者は、IC カード PASMO を使用した「バス利用特典」<sup>40)</sup>として、1 か月で 5,000 円の利用がある人に累積で 850 円の割引クーポンを発行しており、バス相当分として 4,000 円を割り当てた今回の想定は、この割引と近いものと言える。

## 4.6 小括

本章では、大都市圏向け統合モビリティサービス Metro-MaaS の概念を提案し、想定される利用者層を整理したうえで、具体的な Metro-MaaS のサービスを仮定した利用意向調査の結果を示し、需要特性を分析した。

利用意向調査では、利用意向に影響がある個人属性や居住地、移動実態の特徴を抽出し、モデルのパラメータ推定によりその影響を分析した。その結果、「運転に対して少し不安がある人」、「駅から自宅までの徒歩の所要時間が 20 分以上の人」、「自家用車を 2 台保有している人」、「20～39 歳女性」、「自宅周辺の移動が多い人」、「自宅外フルタイム就業者」が、サービスを利用したいと考える傾向があることが示された。さらに、サービスが存在することで、路線バスの利用が増加し、自家用車の運転が減少する可能性が示された。

最後に、本章の分析の限界を整理し、それらに照らして今後の課題を述べる。

第一に、本調査は Web アンケートによったため IT リテラシーの観点で偏ったサンプルになっていたり、Metro-MaaS の概念や自動運転車に対する積極性の高いサンプルが多く回答していたりというバイアスの可能性は否めず、利用意向や行動変容意向が高めに出ている可能性がある。これらを補正できるように調査群を設計し、傾向スコアを用いた補正手法などを活用することで、バイアスを緩和した分析を行うことが今後の課題として挙げられる。

第二に、今回は仮想的なサービスを画面に提示して実施したものであり、また交通手段の変化についても具体的なトリップごとの転換意向を把握したものではなく、希望する利用頻度を選択肢の中から回答する形式であった。そのため、現状の詳細な移動実態と利用意向の関係や、実際にサービスが存在した場合の詳しい行動変化については分析の対象外となっている。これらの点に関し、トリップ単位やツアー単位の行動選択と Metro-MaaS 利用（行動・意向）の相互関係の分析や、実際の Metro-MaaS 利用体験を伴う調査を行うことが課題である。また、Metro-MaaS の特徴であるサービスの統合に加え、定額制乗り放題部分が存在することによる相乗効果を推計することも、サービス設計に有用であると考えられる。

第三に、MaaS は、供給側の投入資源の量（車両数など）によって、車両内の混雑や待ち時間が変化したり、道路混雑に影響したりし、これらがまた需要に影響を及ぼすことが考えられる。さらに、自家用車の保有選択や居住地選択といった中長期の選択への影響も考えられる。これらの影響に関する分析は、Multi-Cycle Model の枠組みを活用することが可能だと考えられる。続いての第 5 章では、一つの住宅団地を対象にして、その地域の居住者を対象にした調査結果を利用し、Multi-Cycle Model を適用した利用者と供給者の相互作用に関する分析を行う。

第四に、調査の対象としたサービスは、あくまで Metro-MaaS の考え方に則ったサービス構成の一例に過ぎず、調査で示した構成の他にも様々なサービス構成が考えられる点には留意が必要である。多種多様なサービス構成に対する利用意向の把握や、利用を検討している各個人に対して、移動に関する希望を把握しつつ多種多様な選択肢の中から適したものを提案する手法の開発は、今後の Metro-MaaS の普及と拡充に向けての重要な課題である。

#### 第4章の参考文献

- 401) 東京都市圏交通計画協議会：第5回東京都市圏パーソントリップ調査 人の動きから見る東京都市圏（東京都市圏交通だより，Vol.22），2010
- 402) 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
- 403) 総務省統計局：政府統計の総合窓口（e-Stat），<https://www.e-stat.go.jp/>（2018年5月5日閲覧）
- 404) 東急バス株式会社：バス利用特典サービス（バ斯特）について  
<http://www.tokyubus.co.jp/top/pasmo/service.html>（2018年5月5日閲覧）

◆本章の内容は、以下の都市計画論文集に登載された論文と、同内容をもとに構成したことが明確である藤垣洋平および共著者による報告書・解説記事・発表資料等の内容をもとに作成している

藤垣 洋平，高見 淳史，トロンコソ パラディ ジアンカルロス，原田 昇：大都市圏向け統合モビリティサービス Metro-MaaS の提案と需要評価，都市計画論文集，Vol.52，No.3，pp.833-840，2017，DOI: <https://doi.org/10.11361/journalcpj.52.833>

## **第5章 Multi-Cycle Model を用いた Metro-MaaS 漸進的導入策評価**

## 5.1 本章の目的と構成

本章では、第3章で提示した Multi-Cycle Model を用いた分析例として、第4章で提案した Metro-MaaS の考え方に則った大都市圏郊外住宅地向けサービスの漸進的導入策の評価を行う。ここでの「漸進的導入策」とは、サービス開始前の利用意向データなどが利用できるものの、依然として利用者の反応が不確実である状況下において、初期の料金とサービス内容から利用状況を踏まえて段階的にサービスを変化させていく方策を指す。利用意向の大まかな傾向は事前に調査などで把握可能ではあると考えられるが、実際のサービス提供時の利用は事前調査と大きく異なる可能性もあり、社会情勢や広報の成否によって需要が大きく変動することも考えられる。また、大規模な車両数でスタートすることには財務面でリスクが伴う。そのため、分析結果をもとにした「最適解」を当初から実施するのではなく、車両数、料金を改定していき、少しずつサービスを改善していく斬新的導入策には一定の合理性があり、今後の Metro-MaaS の導入においても導入方策として十分考えられるものである。

一方で、漸進的導入策における初期サービスや調整方針により、同じ状況下においても異なる帰結に至る可能性も考えられるため、事前に把握できる範囲での利用意向の把握をもとにした、慎重な検討を行うことが望ましい。特に、郊外部など公共交通の利便性が必ずしも高くない地域では、現状の低密な利用を想定して設定された料金をもとにパッケージ化しても、十分な利用が見込めず、値上げや利便性削減をせざるを得ない悪循環に入る可能性がある。一方で、思い切った料金設定で始めることにより、多くの利用が得られることで、値下げや利便性を向上できる好循環をもたらすことが可能になると想定される。

以上の背景をもとに、次の2点の目的に対応した分析を実施する。1点目の目的は、単純な漸進的導入策を仮定した場合に、料金の初期値により到達点が大きく異なる状況が Metro-MaaS でも存在する可能性を示すことである。特に、現状のタクシー料金をもとにした料金設定で採算が取れなくても、より安い金額から始めることで好循環に入れる状況が存在し得るという仮説を、サービスが存在しない時点での単純なアンケート調査結果で把握できる範囲で検証していく。2点目の目的は、漸進的導入策の有効性を Multi-Cycle Model で確認できることを示すことである。なお、一般的に漸進的導入策としては、料金・車両数・対象サービス・対象範囲など様々な変数を漸進的に変化させるものが想定できるが、今回の分析では月額料金と車両数のみを調整の対象として分析を行うものとする。

また、本章における分析の対象地域は、中京都市圏の郊外住宅団地である岐阜県多治見市の住宅団地ホワイトタウンとし、その地域の居住者を対象にした調査結果のデータと、対象地域周辺の道路ネットワークデータを考慮したシミュレーションを用いた分析を実施する。

このあと5.2節において、分析の流れと使用する概念を整理する。その上で、5.3節では分析で用いた利用意向や移動実態を把握するための調査について、5.4節で運行シミュレー

シジョンについて説明する。5.5 節以降では、以上の目的に沿った分析の結果と考察を示す。

## 5.2 分析の流れと使用する概念

本節では、分析の流れと、Multi-Cycle Model との対応関係、および分析で用いる「均衡待ち時間」「均衡利用者数」の概念について説明する。

### 5.2.1 分析の流れ

本章における分析の流れを、図 5.1 に示す。まず、対象地域である多治見市の住宅団地を対象とした調査 (5.3 節) をもとに、加入選択モデルや交通手段選択モデルのパラメータを推定した。その上で、バス・乗合タクシーの運行シミュレーション (5.4 節) に、対象地域の道路ネットワークと調査結果から推定したパラメータを入力してシミュレーションを実施し、分析に用いるパフォーマンス特性を「パフォーマンス関数」という形で推定した。それを用いて、均衡時利益を車両数・料金ごとに推計し (5.5 節)、それもとにして漸進的導入策の評価を実施した (5.6 節)。なお、パフォーマンス関数概念および Multi-Cycle Model との関係性については、この後 5.2.2 項および 5.2.3 項で説明する。

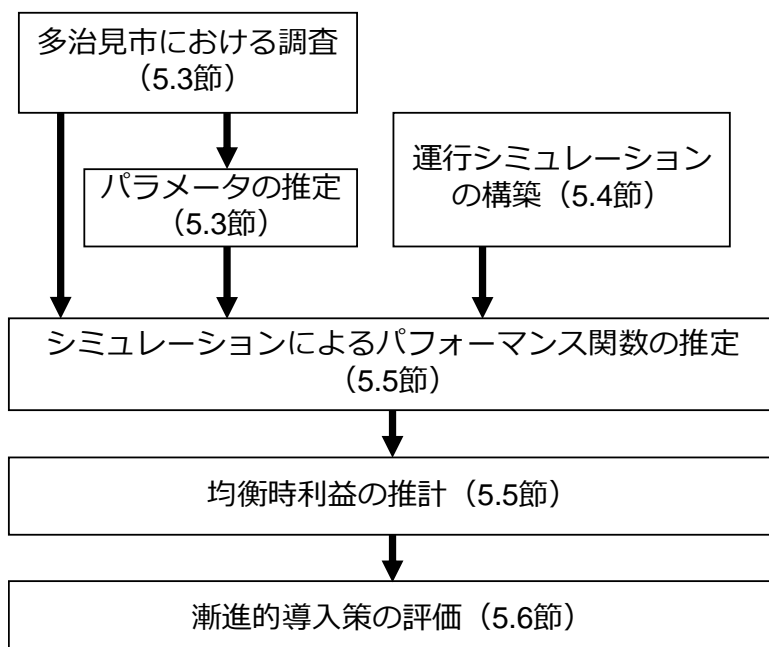


図 5.1 分析の流れ



## 5.2.2 均衡待ち時間と均衡利用者数

今回の分析では、乗合タクシーの「均衡待ち時間」と「均衡利用者数」という、藤垣ら<sup>501)</sup>が提案している考え方をを用いる。ここでは藤垣ら<sup>501)</sup>の論文における説明をもとに、その考え方を概説する。

乗合タクシーにおいて、運行する車両数が一定である場合、利用者数によって待ち時間が大きく変動する。そして、利用者はその時点での待ち時間を参考にして、利用するかどうかを随時判断すると考えられる。このような形態では一般的に、利用者が多いほど待ち時間は長くなるため、利用者数の増加は利用者数が減る方向に作用する可能性があり、同様に利用者数の減少は待ち時間の減少を通して、利用者数が増える方向に作用する可能性がある。このような利用者増減と待ち時間増減のフィードバック関係によって到達すると考えられる利用者数が、「均衡利用者数」と定義されてる。

計算上は、図 5.2 に示す平均待ち時間—利用者数平面上での乗合タクシーサービスの需要関数とパフォーマンス関数を利用することで、均衡待ち時間と均衡利用者数を導出することができる。需要関数は、平均待ち時間と料金等その他の変数で利用者数を説明する関数である。例えばロジットモデルなどを用いた利用有無の選択モデルを需要関数として用いることができる。パフォーマンス関数は、利用者数で平均待ち時間を説明する関数である。車両数や車両定員、運行方法ごとに異なる関数となる。実際に運行が始まっている地域であれば、実績値に基づいて算出することもできるが、運行開始前の段階では運行シミュレーションなどを用いて推計する必要がある。需要関数とパフォーマンス関数は、料金など他の需要関数の変数と、パフォーマンス関数に影響する車両数などを固定すれば、図 5.2 に示す通り、利用者数—平均待ち時間平面の関数として表現できる。この 2 つの関数の交点が、均衡利用者数と均衡待ち時間である。

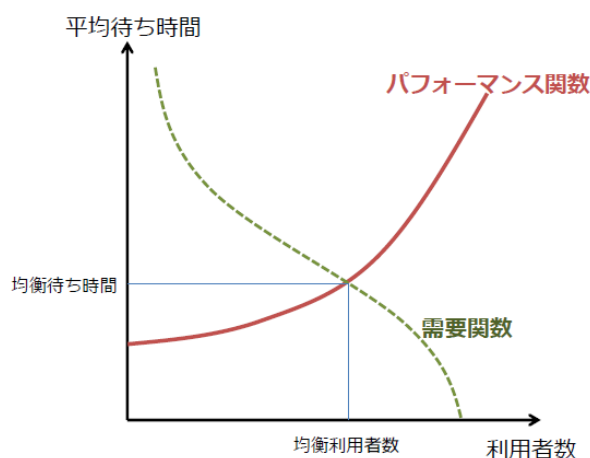


図 5.2 需要関数・パフォーマンス関数の概念図 (藤垣ら<sup>501)</sup>より引用)

### 5.2.3 Multi-Cycle Model との対応関係

続いて、本章における分析と Multi-Cycle Model の対応関係を示す。今回の分析では、運行シミュレーション、均衡利用者数の推定、そして漸進的導入策の評価の 3 段階に分けて Multi-Cycle Model の各要素を考慮している。

#### (1) 運行シミュレーションによる Cycle 1 の考慮

今回の分析では「パフォーマンス関数」を、車両数が固定された場合の「平均待ち時間」を「対象とする月額制サービス加入者数」で説明する関数とする。この関数のパラメータは、車両数と加入者数を固定した運行シミュレーションの結果を用いて推定する。この運行シミュレーションにおいて、Cycle 1 にあたる短期的な手段選択が考慮されている。

ここでの、「車両数が固定された場合」という条件は、Multi-Cycle Model の Cycle 3 が固定された場合にあたる。また運行シミュレーションの各試行においては、「対象とする月額制サービス加入者数」を固定して計算を行うため、Cycle 2 により変動する「対象とする月額制サービス加入者数」も固定された状態で計算がなされる。したがって、今回用いる運行シミュレーションをもとにした「パフォーマンス関数」は、Cycle 2 から求まる加入者数、および Cycle 3 で調整される車両数を入力として、Cycle 1 の利用者行動の均衡点が出力される関数であると位置づけることができる。

#### (2) 均衡利用者数による Cycle 2 の考慮

運行シミュレーションの結果から推定したパフォーマンス関数と、対象サービスへの加入選択モデルを用いて、均衡利用者数を導出する。ここでの「均衡利用者数」は、トリップ数ではなく、月額制サービスへの加入者数である。均衡利用者数は、車両数と料金が固定されれば一意に定まる。したがって均衡利用者数とは、Cycle 3 と Cycle 4 が固定された場合に、Cycle 1 と Cycle 2 が均衡する加入者数と位置づけることができる。

#### (3) 漸進的導入策による Cycle 3 と Cycle 4 の考慮

今回の分析においては、車両数の調整が Cycle 3 に、料金の調整が Cycle 4 に相当する。Cycle 3 および Cycle 4 は、評価対象とする漸進的導入策に従って操作されるものとする。全体像を正確に把握できないことを前提として少しずつサービスを改善していく漸進的導入策は、車両数と料金の 2 変数を調整するアルゴリズムとして捉えることができる。先述の通り Cycle 1 と 2 が既に考慮された均衡利用者数を予め計算して保持しておくことにより、Cycle 3 と 4 も含めて全体をエージェントベースシミュレーションで実施する場合に比べて、漸進的導入策の評価を短い計算時間で実施できる点が、今回用いる手法の利点である。

## 5.3 多治見市脇之島町における調査

本節では、分析に用いたデータを取得した調査について説明する。

### 5.3.1 調査の全体像

岐阜県多治見市脇之島町（住宅団地ホワイトタウン）居住者を対象にして、利用意向や移動実態に関する紙媒体によるアンケート調査を実施した。この調査をもとに、月額制の交通サービス加入選択モデルや、手段選択モデルのパラメータを推定し、Multi-Cycle Model の計算に使用した。また、紙媒体アンケートだけでは捉え切れない実施にあたっての課題や、考慮できていない重要な事柄を抽出するとともに、乗り放題時の交通手段の使い分け方を把握することを目的として、バス・タクシーが乗り放題に近い状況を体験してもらう移動サービス体験実験を実施した。両調査の概要を表 5.1 に示す。

表 5.1 紙媒体アンケート調査の概要

	紙媒体のアンケート調査	移動サービス体験実験
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>紙面（A3 両面）によるアンケート</li> <li>※自治会による広報誌の配布と合わせて全戸に配布、郵送回収</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バス、タクシーが乗り放題に近い状態を被験者に体験してもらい、その期間の移動を記録</li> <li>事前、事後のインタビューとワークショップ</li> </ul>
実施期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>2017 年 12 月 23 日～24 日に配布</li> <li>2018 年 1 月 8 日を投函締切として回収（2018 年 2 月到着分まで集計）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2017 年 12 月に紙媒体のアンケートと同封して募集</li> <li>2017 年 2 月～3 月に実験、インタビュー等を実施</li> </ul>
対象者	岐阜県多治見市脇之島町在住の 20 歳以上の方（2327 世帯に 1 世帯 2 部ずつ配布）	参加希望者のうち、自家用車を現在保有して運転しており、便利な交通サービスがあれば自家用車を手放したいと考えている人
回答者数 （参加者数）	627 名（回収率 13%）	8 名（応募者の中から上記の条件に該当する方を選定）
調査の構成	個人属性、交通に関する満足度、移動実態、仮想的な交通サービスの利用意向、仮想的な交通サービス存在時の手段選択意向	事前インタビュー、体験期間前 1 週間の移動記録、体験期間の移動記録、事後インタビュー、ワークショップ

### 5.3.2 紙媒体アンケート調査結果の基礎集計

#### (1) 回答者の性別・年代分布

まず回答者の性別・年代別分布は図 5.3 の通りとなっており、60代と70代以上の回答者が多くなっている。対象地域のホワイトタウンは、不動産事業者によって一斉に開発・分譲された住宅団地であるため、図 5.4 に示す通り、60代の人口が特に多くなっている。そのため、60代の回答者が多くなることは自然だと考えられる。一方で50代以下は、60代以上に比べて回答率が低くなっている。

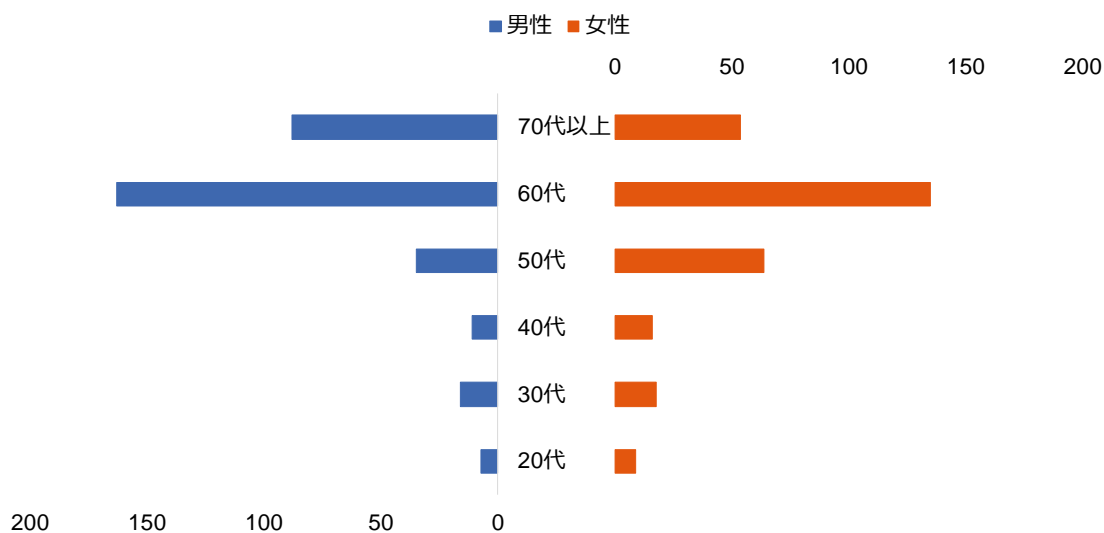


図 5.3 回答者の年齢・性別分布

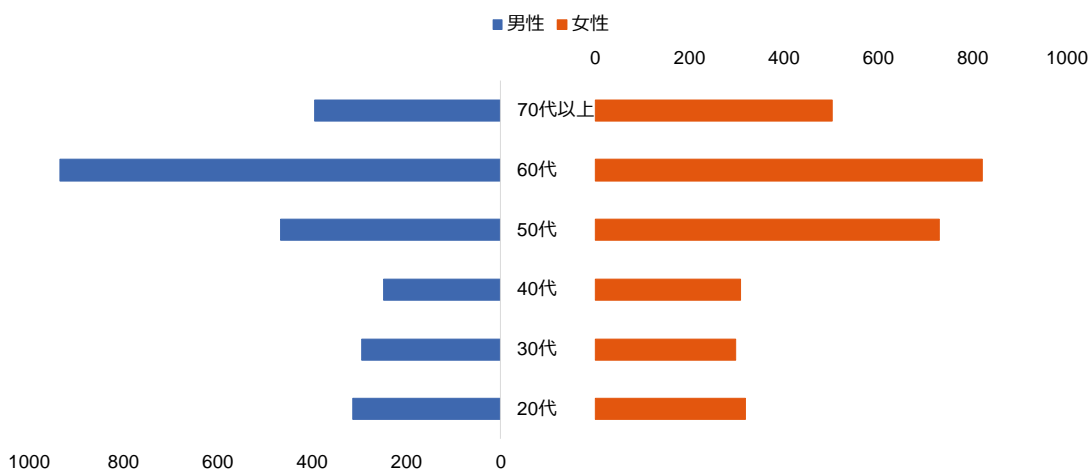


図 5.4 脇之島町居住者の年齢・性別分布 (2015年の国勢調査結果<sup>502)</sup>をもとに作成)

## (2) 普段の交通手段の利用状況

回答者の普段の交通手段の利用状況については、路線バス・タクシー・自動車の運転・自動車の同乗の4種類に分けて頻度を把握している。交通手段別の利用頻度の分布の回答結果を、図5.5に示す。路線バスについては、「週3日以上」利用している人も1割程度存在するものの、約7割程度の方は「年に数日程度」か「利用しない」と回答している。タクシーについては9割以上の方が「年に数日程度」か「利用しない」と回答しており、日常的には利用されていないことが分かる。一方で自家用車の運転は6割以上が「週3日以上」と回答しており、自家用車を主な利用手段としている回答者が多いことがうかがえる。

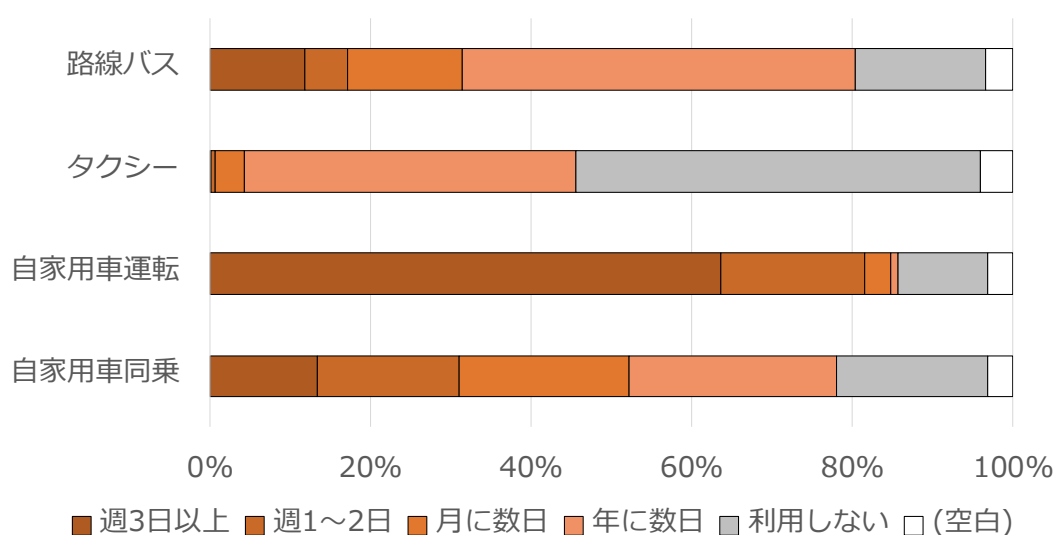


図 5.5 普段の交通手段利用頻度に関する設問の集計結果

## (3) 自家用車の保有と運転の状況

自家用車の保有と運転に関する設問の回答結果を、図5.6に示す。普通自動車が運転できる運転免許は9割の人が保有しており、また8割の人が自由に使える自家用車があると回答している。このことから、自家用車を保有し運転できる人が多数を占めていることが分かる。さらに、自家用車の必要性に関しては、8割の人が「必要不可欠」と回答しており、自家用車を前提にした交通行動がとられていると推察される。

一方で、運転免許を持っている人のうち3割の人が、運転への不安度について、「とても不安」または「やや不安」と回答している。この結果は、自家用車を現在運転しているものの運転に不安がある、消極的な運転者がある程度存在していることを示しており、Metro-MaaSの潜在的な需要がある可能性がうかがえる。

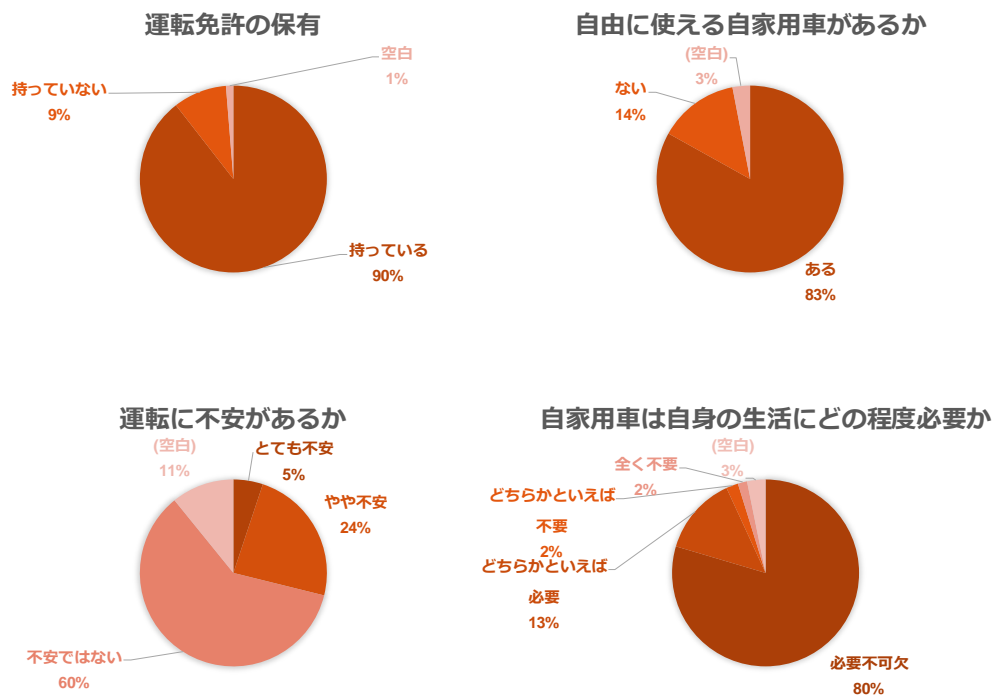


図 5.6 自家用車の保有と運転に関する設問の集計結果

#### (4) 月額制 Metro-MaaS への加入意向

バスと乗合タクシーが乗り放題になる「月額制の交通サービス」を仮定し、その利用意向を質問している。サービスの内容については図 5.8 を用いて説明した。また料金と待ち時間については表 5.2 に示す通り、料金・平均待ち時間・最大待ち時間をそれぞれ 3 水準設定して組み合わせた 18 通りのプロフィールのうち 6 つを、各調査用紙に記載する形をとった。

表 5.2 提示したサービス水準の一覧

Profile ID	料金	待ち時間時間
1	¥10,000	平均 10 分最大 20 分
2	¥15,000	平均 10 分最大 20 分
3	¥20,000	平均 10 分最大 20 分
4	¥10,000	平均 10 分最大 30 分
5	¥15,000	平均 10 分最大 30 分
6	¥20,000	平均 10 分最大 30 分
7	¥10,000	平均 10 分最大 60 分
8	¥15,000	平均 10 分最大 60 分
9	¥20,000	平均 10 分最大 60 分
10	¥10,000	平均 20 分最大 30 分
11	¥15,000	平均 20 分最大 30 分
12	¥20,000	平均 20 分最大 30 分
13	¥10,000	平均 20 分最大 60 分
14	¥15,000	平均 20 分最大 60 分
15	¥20,000	平均 20 分最大 60 分
16	¥10,000	平均 30 分最大 60 分
17	¥15,000	平均 30 分最大 60 分
18	¥20,000	平均 30 分最大 60 分

また、乗合タクシーに用いられる車両が利用意向に与える影響を確認するために、図 5.8 に示す説明図の右下にある「運行車両」の欄で「セダン型車（定員 4 名）」を示す調査票と「ワゴン車（定員 9 名）」を示す調査票の 2 通りを作成した。車種ごとの「運行車両」の欄の説明は、図 5.7 に示す通りである。

以上の通り、料金・平均待ち時間・最大待ち時間の組合せ（6 通り）と、車種（2 通り）の表示が異なる、合計 12 通りの組み合わせを作成した。組合せ方の一覧を表 5.3 に示す。印刷・配布時には、印字されているサービス水準が異なる 12 通りの調査票を印刷し、地区ごとにほぼ同じ割合で含まれるよう配布した。

表 5.3 プロファイルの組合せ方

調査票種別	Profile ID	説明図の中の車種
1	1,2,3,4,5,6	セダン型車
2	10,11,12,13,14,15	セダン型車
3	7,8,9,16,17,18	セダン型車
4	1,2,3,16,17,18	セダン型車
5	4,5,6,10,11,12	セダン型車
6	7,8,9,13,14,15	セダン型車
7	1,2,3,4,5,6	ワゴン車
8	10,11,12,13,14,15	ワゴン車
9	7,8,9,16,17,18	ワゴン車
10	1,2,3,16,17,18	ワゴン車
11	4,5,6,10,11,12	ワゴン車
12	7,8,9,13,14,15	ワゴン車

#### ワゴン車の場合の説明

下の絵のようなワゴン車を想定してください

- ・乗客の定員は 9 名です
- ・最大 8 人の他の利用者の乗車（降車）地点を回ります（利用状況によっては直行できる場合もあります）



#### セダン型車の場合の説明

下の絵のようなセダン型車を想定してください

- ・乗客の定員は 4 名です
- ・最大 3 人の他の利用者の乗車（降車）地点を回ります（利用状況によっては直行できる場合もあります）



図 5.7 想定する車種に応じた「運行車両」の欄

また、条件によっては加入を検討する選択層と、条件に寄らず加入を検討しない固定層を判別するために、「3 ページ目で説明したサービスが仮に来月から開始されるとします。

料金や待ち時間によっては、これから1年以内に参加することを検討したいと思いませんか？」という設問を設けた。以降、この設問に「検討する」と答えた層を、このサービスに対する「選択層」と称する。

回答者数に占める選択層の割合は3割であった。個別プロフィールへの利用意向については、一つの調査票で提示された組合せの中では最も条件が良くなる(1)のサービスには、選択層の中の58%が利用したいと回答しており、定量的な分析が実施できる程度の利用意向を得られた。18通りのサービス変数が異なるプロフィールを提示しているため、利用意向とサービス水準の関係については5.3.3項にて説明する加入選択モデルを通して分析する。

### サービスパッケージの内容

**路線バス・乗合タクシーが乗り放題**

- ・東鉄バスホワイトタウン線
- ・乗合タクシー（条件は以下の通り）

**一体的な案内・呼出窓口**

電話窓口またはスマートフォンのアプリケーションで、バスの出発時刻や乗合タクシーの待ち時間の案内を受けることができ、また乗合タクシーの呼出ができます  
※スマートフォンが無くても利用できます

### 例えばこんな使い方ができます

駅から電車に乗るときや通勤通学には**バス**を利用

普段の買い物には、荷物が多くても楽な**乗合タクシー**を利用

自家用車を保有して運転せずともこのような移動が可能になります

乗合タクシーの利用条件

### 基本的な運行方法

右下に示す乗降可能区間内であれば、タクシーのように、**乗りたい場所から、降りたい場所まで移動できますが**、同じ時間帯に同じ方向に行く人と**相乗りになります**  
※**利用者が一人でも運行されます**（同乗される方を集めて頂く必要はありません）

例1) 同じ時間帯にA,B,Cさんの3人がスーパーへ行く場合

例2) 同じ時間帯にD,Eさんの2人がスーパーから帰る場合

### 運行車両

下の絵のようなセダン型車を想定してください

- ・乗客の定員は4名です
- ・最大3人の他の利用者の乗車（降車）地点を回ります（利用状況によっては直行できる場合もあります）

### 所要時間・到着時刻に関する留意点

- ・電話またはアプリでの呼出時におおよその「お迎え予定時刻」が提示されます  
(例：いまから〇分前後でお迎え予定 → 〇分±5分程度で車両到着)
- ・呼出からの待ち時間は、次のページの設問に記載の通りだとお考え下さい
- ・事前に時刻を指定しての予約はできず、目的地への到着時刻や、所要時間をお約束することはできないものとお考え下さい  
※通勤通学や時間の制約がある移動には適さないものとお考え下さい

### 乗降可能区間

ホワイトタウン内と以下の地域や施設の間の移動で利用可能とお考え下さい

図 5.8 月額制サービスの説明に用いた図



### 5.3.3 加入選択・交通手段選択モデルパラメータ推定結果

サービス変数が加入意向に与える影響を確認するとともに、Multi-Cycle Model の計算に用いることを目的として、選択層を対象にしてロジットモデルを推定した。月額制交通サービスへの加入選択確率を推定する二項ロジットモデルのパラメータを推定した結果を表 5.6 に示す。選択肢は「加入する」「加入しない」の 2 つであり、変数は全て「加入する」側に含めている。SP 調査で調査票および設問ごとに水準を代えた「料金」「平均待ち時間」「最大待ち時間」「車種（ワゴン車のダミー変数として考慮）」を変数に含むモデルを推定した結果、車種以外は 1% 有意となり、車種は有意でないという結果が得られた。このことから乗合タクシーの車両がワゴン車であるかセダン型タクシーであるかは、今回の提示の仕方では選択に影響を与えないということが推察される。また、車種の変数を除いたモデルも推定し、その場合でも「料金」「平均待ち時間」「最大待ち時間」が有意になることが確認できている。また、以降の Multi-Cycle Model の分析に用いるために、平均待ち時間のみを変数に含むモデルも推定している。

表 5.6 月額制交通サービス加入選択モデルパラメータの推定結果

変数	最大待ち時間・ 車種ダミー含む		最大待ち時間含む		平均待ち時間のみ	
	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値
料金（千円）	-0.35*	-9.70	-0.35*	-9.70	-0.35*	-9.69
平均待ち時間（分）	-0.049*	-2.80	-0.049*	-2.80	-0.065*	-4.17
最大待ち時間（分）	-0.016*	-2.29	-0.016*	-2.28	—	—
ワゴン車ダミー	-0.0032	-0.01	—	—	—	—
定数項	4.7*	8.18	4.7*	8.29	4.3*	8.12
サンプル数	717		717		717	
初期対数尤度 $L(0)$	-496.99		-496.99		-496.99	
最終対数尤度 $L(\hat{\beta})$	-269.55		-269.55		-272.21	
尤度比	0.46		0.46		0.45	
自由度調整済み尤度比	0.45		0.45		0.45	

※ \* : 1% 有意

続いて、月額制交通サービス加入時の手段選択、特に路線バスと乗合タクシーの間の選択を、調査に含まれる SP 調査をもとにして推定した結果を示す。調査では、表 5.7 に示す通り 6 種類の状況を提示し、選択する手段を質問した。その上で、乗合タクシーまたはバスを選択した回答をもとに、それらの 2 手段を選択肢とする二項ロジットモデルのパラメ

ータを推定した。推定結果を表 5.8 に示す。なお、バス停までの距離については、調査票に識別番号を振った配布単位（町内会）ごとの代表点からの距離を用いて推定している。

表 5.7 調査票で提示した待ち時間の組合せ

(1) 路線バス	：バス停への徒歩時間+2分後に発車
乗合タクシー	：自宅前への配車まで 10分前後
(2) 路線バス	：バス停への徒歩時間+2分後に発車
乗合タクシー	：自宅前への配車まで 20分前後
(3) 路線バス	：バス停への徒歩時間+2分後に発車
乗合タクシー	：自宅前への配車まで 30分前後
(4) 路線バス	：バス停への徒歩時間+15分後に発車
乗合タクシー	：自宅前への配車まで 10分前後
(5) 路線バス	：バス停への徒歩時間+15分後に発車
乗合タクシー	：自宅前への配車まで 20分前後
(6) 路線バス	：バス停への徒歩時間+15分後に発車
乗合タクシー	：自宅前への配車まで 30分前後

表 5.8 モデルのパラメータ推定結果

変数	推定値	t 値
待ち時間 (分)	-0.12*	-12.65
バス停までの経路距離 (km) [路線バス固有]	-4.4*	-4.26
定数項 [路線バス固有]	0.18*	0.76
サンプル数	851	
初期対数尤度 $L(0)$	-589.87	
最終対数尤度 $L(\hat{\beta})$	-447.43	
尤度比	0.24	
自由度調整済み尤度比	0.24	

※ \* : 1%有意

待ち時間、バス停までの経路の距離、定数項は全て有意であるという結果が得られている。このモデルを、次節で詳述するシミュレータ内に組み込み、Multi-Cycle Model の分析に使用している。

#### 5.3.4 移動サービス体験実験とワークショップ

ここまで述べた紙媒体のアンケート調査は、紙面による仮想的なサービスの説明を行った上で、紙面により回答を得る形の調査である。この手法は限られた予算の中で数百人単位などの大人数のデータを集めることが可能であるというメリットがあるが、実際にサービスを体験した際のデータではないため、サービス提供時の詳細な行動については把握できていない。また、事前に設定した設問に回答する形式であり、特に料金・待ち時間など

のサービス変数による影響に対象を絞って SP 調査を設計したため、想定していない課題や影響要因の抽出はできていない。そこで、移動サービスを提供する実験を通して、サービス提供時の移動実態の把握と、想定していない課題や影響要因の抽出を行うことを目的として、移動サービス体験実験とインタビュー、ワークショップを実施した。なお実験とインタビュー、ワークショップの結果は、次節以降で述べる **Multi-Cycle Model** の分析に定量的な変数を介して直接入力されるものではないが、分析時に設ける仮定の妥当性を確認するための参考材料として用いている。

サービス提供時の移動実態に関しては、交通手段の使い分け方、特に路線バスと、乗合タクシーやタクシー等のドア・トゥ・ドアでの移動が可能なサービスの双方が乗り放題である場合に、本当に路線バスが利用されるのか否かを明らかにすることを目指した。

**Metro-MaaS** の導入に当たっては、利用が乗合タクシーやタクシー等のドア・トゥ・ドアでの移動が可能な手段に偏ることで、路線バスの利用が減少し、交通サービス全体としても輸送効率が高まらない可能性が懸念される。この懸念は、鉄道やバスなどの定時定路線の交通サービスを提供する事業者が **Metro-MaaS** に参画する際の大きな課題となり得る。そのため、タクシーが乗り放題であってもバスが利用される場面が存在すること、および自家用車からの転換によりタクシーだけでなくバスの利用も増加する可能性を検証することは、**Metro-MaaS** への参画検討において重要な参考材料となり得る。

実験では、路線バスとタクシーの両方がほぼ乗り放題に近い状態を、参加者が 1 週間体験できるよう乗車券等を配布した。実際には予算管理の都合から、利用上限回数を 1 週間で 28 回としたが、ほぼ乗り放題に近い感覚で利用できていたことを事後インタビューにて確認できている。実験において参加者に提供した交通サービスの内容と提供方法を表 5.9 に示す。参加者には、乗り放題に近い状態を体験する 1 週間と、その直前の 1 週間の移動について、その発着地や時刻、利用手段等を記録するよう依頼した。

**表 5.9 実験時に参加者が無料で提供した交通サービス**

	利用可能範囲	利用上限回数	提供方法
路線バス	東鉄バスホワイトタウン線	28 回 (1 日平均 7 回)	回数券
タクシー	多治見市内のタクシー 4 社 (※) 一乗車 3000 円まで	28 回 (1 日平均 7 回)	専用タクシー チケット

※東鉄タクシー、多治見タクシー、近鉄東美タクシー、コミュニティタクシー

続いて、実験と関連調査の結果を示す。まず、事前記録期間の移動記録と、バス・タクシーがほぼ乗り放題になる体験期間の移動記録から集計した、交通手段別の実験参加者全体の一人当たり平均トリップ数(移動の回数)を、図 5.9 に示す。なお、自家用車の利用回数には、社有車での業務移動は含まれていない。実験期間中にはタクシーの利用回数が増加する一方で、自家用車の移動が大幅に減少している。また、バスの利用回数も増加して

いる。この変化の主な要因としては、日常的に通勤している参加者 6 人のうち、バスを通勤に使っている人はタクシーが乗り放題の期間もそのままバスを利用し、自家用車を使って通勤していた人はタクシー、またはタクシーとバスを組み合わせる形に転換したことが挙げられる。

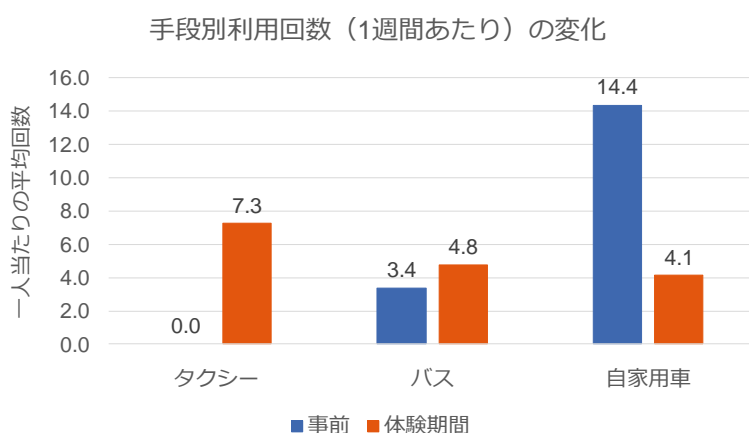


図 5.9 タクシー・バス・自家用車の利用回数の変化

またインタビューを通して、路線バスとタクシーを利用して良かった点や悪かった点、使おうと思った理由や使わなかった理由を把握した。インタビューで挙げられた主な要因を表 5.10 に示す。タクシーについては、実験実施時点では先着順で予約を受け付けているものの朝の時間帯は車両数が十分でなく予約できない場合があった。また、電話を掛けて配車依頼をする手間、運転手に対する遠慮などが利用検討時に影響していることが明らかになった。これらの実験時点で提供されていたタクシーが抱えている問題が改善することにより、路線バスとの選択状況が変わる可能性もある点には留意が必要である。

表 5.10 バス・タクシーの選択に影響を与えた要因

	路線バスについて	タクシーについて
良かった点や使った理由など	<ul style="list-style-type: none"> <li>発着時間が分かるので安心</li> <li>呼ぶ手間が無い</li> <li>実験前から習慣的に利用していて体験期間中もそのまま利用した</li> <li>遅れず定刻通りに運行していた</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分で運転しなくて良いので楽だった</li> <li>乗った時点で車内が暖かい</li> <li>予約時は時間通りに来てくれた</li> </ul>
悪かった点や使わなかった理由など	<ul style="list-style-type: none"> <li>行きたい所の近くにバス停が無いため利用を考えられなかった（商業施設など）</li> <li>日中は 30 分に 1 本なので、時刻表に合わせるのが面倒</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>朝は予約で埋まっていることがあった</li> <li>買い物で複数の場所を回るときに、荷物を自分で持って歩くのが大変</li> <li>短距離だと運転手の方に申し訳なく使えなかった</li> </ul>

また、実験参加者と自治会幹部の方を招いての結果報告会・ワークショップを実施した。開催概要と得られた意見等を表 5.11 に示す。なおこの会は、東京大学ソーシャル ICT グローバル・クリエイティブリーダー育成プログラム(GCL)の GDWS C として実施されている。

表 5.11 ワークショップの開催概要と得られた主な意見等

開催日時	2018年3月25日13時30分～16時
開催場所	多治見市ホワイトタウン 自治会センター
参加者	自治会幹部6名、実験参加者6名
意見等	<p><u>月額制パッケージの内容について</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・移動ニーズに合わせた多様なプランがあった方が良い</li> <li>・自家用車保有と比較するための世帯単位での料金設定が必要</li> <li>・カーシェアが含まれるとより転換しやすい</li> <li>・市外へ行く移動に対応してほしい</li> </ul> <p><u>その他に考慮すべき点について</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・商業施設など目的地施設との連携</li> <li>・行政からの補助の可能性</li> </ul>

以上より、タクシーが乗り放題であっても路線バスが選択される場面が、通勤などの移動において存在すること、そしてバスの利用が増える可能性があることが示唆される結果が得られた。また、インタビューおよびワークショップで得られた意見からは、カーシェアリングの存在や世帯単位での料金設定があった場合には、利用意向が変化する可能性があることが分かった。以降の Multi-Cycle Model を用いた分析では、十分なデータが存在しないために扱うことはできないが、それらの要素を取り入れることによって状況が変わる可能性には留意する必要がある。

## 5.4 運行シミュレーション

Cycle1 を含む短期の交通サービスの状況を評価するために、エージェントベースシミュレーションのプラットフォーム Gama<sup>505</sup>を用いて、乗合タクシーとバスの運行シミュレーションを実施できる環境を構築した。

### 5.4.1 道路ネットワークの反映

シミュレーションでは、OpenStreetMap<sup>506</sup>の道路ネットワークデータを用いている。ホワイトタウンと乗降可能エリアを含む周辺地域の道路ネットワークのうち、歩行者専用道路や乗合タクシーの走行に適さない狭い道路を除いたもの（図 5.10）を使用している。

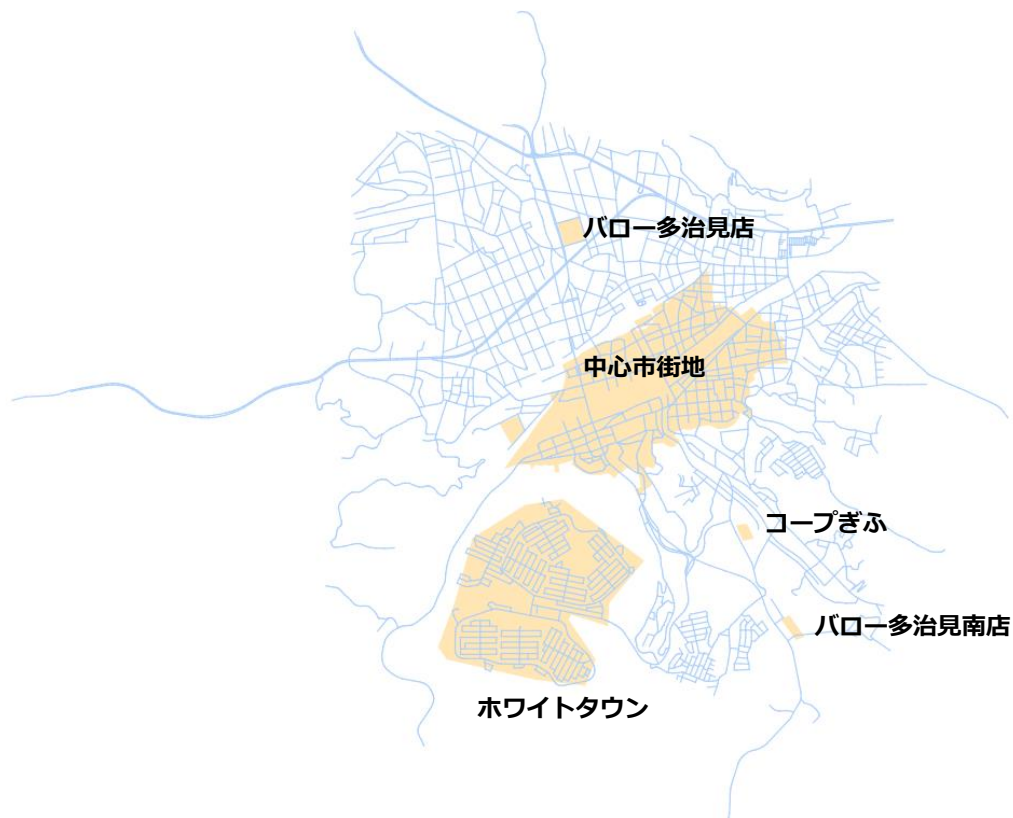


図 5.10 シミュレーション対象の道路ネットワークとトリップ発着地域

#### 5.4.2 乗合タクシー・路線バスの運行方法

乗合タクシーは、ホワイトタウンと中心市街地（バロー多治見店含む）の間を往復する北系統（図 5.11 の赤矢印）と、ホワイトタウンとバロー多治見南店・コープぎふの間を結ぶ南系統（図 5.11 の青矢印）の 2 系統に分けて運行するものとした。各車両は、今いる地区（ホワイトタウン・中心市街地・バロー多治見南店およびコープぎふ）の乗降地点を巡回し終えた段階で、図 5.12 に示すフロー図に従って次の目的地を探索する。まず、次の地区内で乗降する利用者を検索し、定員（8 名）の範囲内でリクエストを出したタイミングが早い方から順に乗車客を特定したうえで、2-opt 法を用いて走行距離が短くなるよう巡回経路を探索し、その経路で移動・巡回し乗降を行う。次の地区での乗降客が存在しない場合にはその地区をスキップし、さらに次の地区の乗降客を検索する。その地区内での乗降が全て終了したら、同様の方法でまた次の経路の計算を行う。

路線バスは、多治見駅と多治見ホワイトタウン停留所を結ぶ東鉄バスのホワイトタウン線のみを考慮し、シミュレーション内においても 2018 年 3 月時点の時刻表に従って運行されるものとした。ただし、「多治見駅」「多治見ホワイトタウン」の 2 停留所のみを考慮しており、それ以外の停留所は考慮していない。

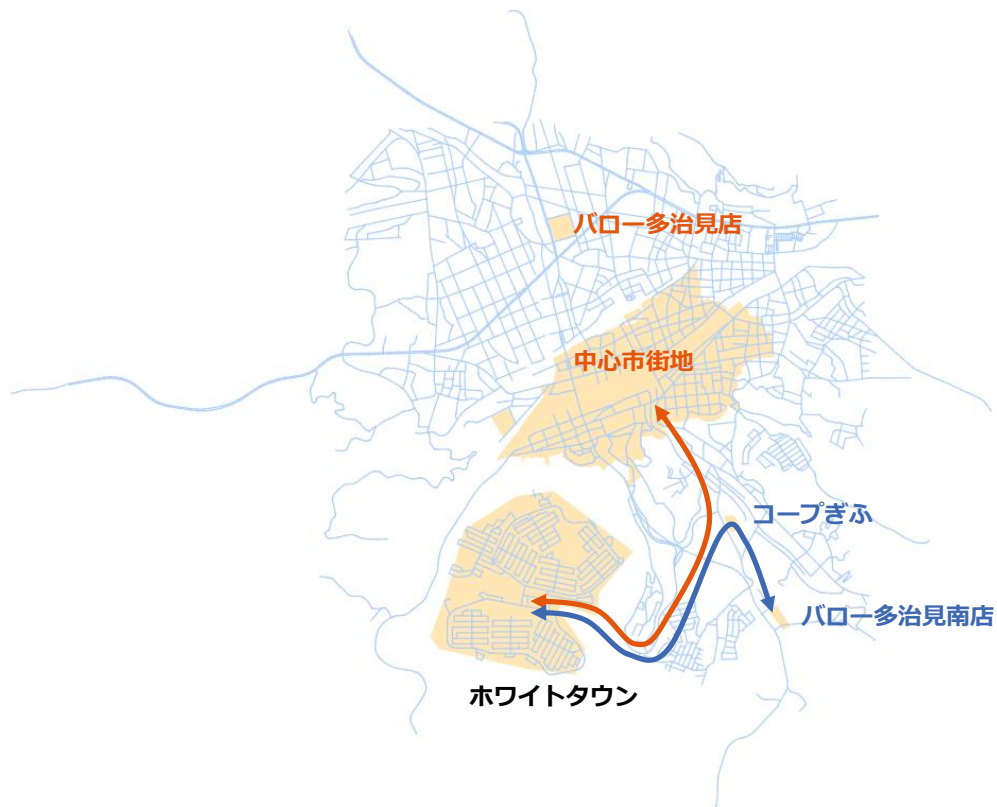


図 5.11 乗合タクシーの運行系統

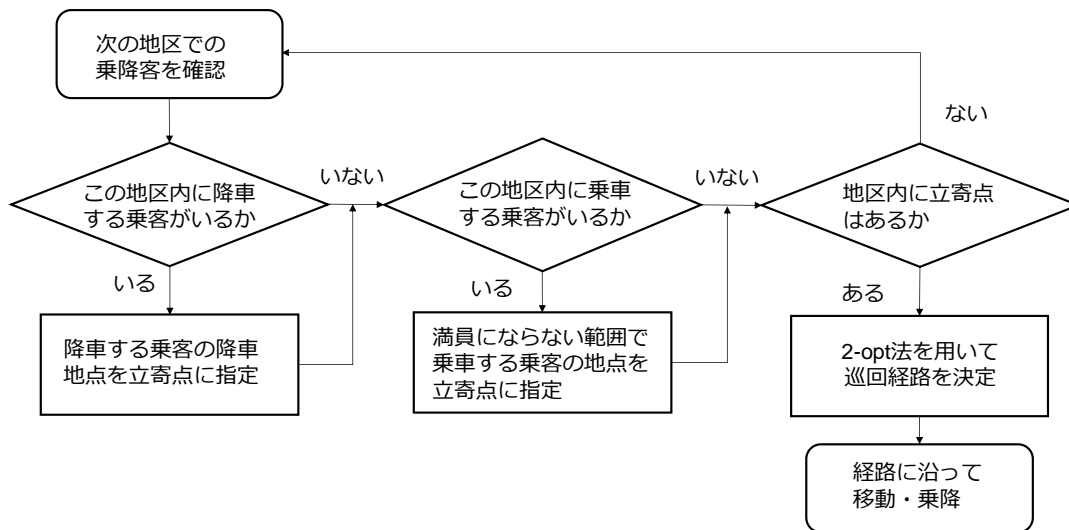


図 5.12 乗合タクシーの運行方法

### 5.4.3 利用者の行動の設定

利用者の移動は、トリップ単位で発着地のゾーンと出発時刻を指定する形としている。移動手段としては、バスと乗合タクシーの2種類の中から、発着地域のバス停の有無やサービス水準を考慮して選択するものとしている。

今回のシミュレーションにおいては、ホワイトタウンと中心市街地周辺の間のトリップにおいては、ホワイトタウンと多治見駅を結ぶバスが利用可能であるものとして、次のように移動目的によって異なる方法にて手段選択を行うものとした。まず通勤・通学目的では全てのトリップがバスを利用すると仮定し、私事目的・帰宅目的では、前節で述べた調査結果をもとに推定した交通手段選択モデルを用いて選択するものと仮定した。なお、待ち時間としては既に乗車した利用者の直近10件の待ち時間を平均したもの（ただしシミュレーション開始時は10分）が供給者から提示され、それをもとに判断するものと仮定した。通勤目的に関しては全てバスを使用するという極端な仮定を置いており、十分なデータに基づく仮定の緩和は、定量的な妥当性を主張する上では重要な課題ではあるが、前節で述べた実験において、バスの利用になれた人であれば乗合タクシーよりも利便性が高い一般のタクシーが乗り放題であってもバスを利用していたことを考慮すれば、極端に非現実的な仮定とまでは言えないと考えている。また手段選択においては、表5.8に示したモデルパラメータを用いた二項ロジットモデルから求まる選択確率に応じて、各利用者エージェントがランダムに選択するものとした。

加入者数とトリップ数の対応関係は、調査結果から得られた目的地ゾーン別の加入者一人当たりの原単位に、加入者数を掛けた数値を入力し、目的地ゾーン別に算出している。また、中京都市圏パーソントリップ調査の基礎集計結果を用いて、時間帯別のトリップ数分布を考慮している。具体的には移動を、「通勤・登校」「自由」「帰宅」の3種類に区分した上で、パーソントリップ調査結果のうち対象地域を含むゾーンの、それぞれ対応する目的の時間帯別発生量（「帰宅」は集中量）に比例するものとしている。調査で把握している、ホワイトタウンを出発する移動頻度のうち、通勤・登校は、「通勤をされていて、かつ週5回以上駅へ向かう」という条件を満たす人の駅へ向かう移動とし、それ以外の人々の移動は「自由」の目的とした。また、帰宅する方向の移動は調査では直接把握していないため、ホワイトタウン発のトリップと同じ数だけ帰宅トリップが存在すると仮定してシミュレーションを実施している。

## 5.5 均衡時利用者数と均衡時利益の推計

前節までで説明した運行シミュレーションと加入選択モデルを用いて、Cycle1を考慮したパフォーマンス関数を推定するとともに、Cycle2の均衡点である均衡利用者数、および



その際の利益を推計する方法を示す。

### 5.5.1 シミュレーションによる網羅的な計算

加入者数を 50 人、100 人、200 人、400 人、800 人、1200 人の場合の 6 通りで計算を行い、パフォーマンス関数のパラメータ推定に使用した。これらの加入者数の水準の設定にあたっては、上限については調査票に記載した料金・待ち時間水準の中で最も条件が良い設定に対する利用意向が 15%程度であり、ホワイトタウンの人口に掛けると 1000 人程度であることを考慮して設定し、さらに加入者数が少なく需要が疎な場合も計算対象とすることを考慮して利用者数が少ない状況を小刻みで測定するよう設定した。また、乗合タクシーの北系統と南系統は運行上独立しているため、北系統とバスを含むシミュレーションと、南系統のシミュレーションを分離して実施し、それぞれの系統に投入する車両数と各方面の利用者の平均待ち時間を算出した。その上で、車両数を、平均待ち時間が最小になるよう、南北に配分した際の全体の平均待ち時間を、全体の車両数が 5 台～30 台までの場合でそれぞれ算出し、パフォーマンス関数推定に用いた。

### 5.5.2 パフォーマンス関数の推定

シミュレーションから得られた加入者数と平均待ち時間の関係は、図 5.13 に例示する通り、指数関数で近似できることが確認できている。そのため、待ち時間 $W$ と加入者数 $M$ の関係を示すパフォーマンス関数は、以下の式(1)の通り指数関数で表せるものとし、パラメータ $a, b$ を推定した。パフォーマンス関数のパラメータ推定には、非線形最小二乗法を行う統計ソフト R のパッケージ `nlm` を用いている。車両数ごとにパラメータを推定した結果を表 5.10 に示す。なおこの表は、推定値として信頼できる桁数までを表示しているのではなく、推定結果のパラメータの値を計算上そのまま後述の利益等の計算に用いているために計算途中で保持されている数値を示している。なお、シミュレーション終了時 (25 時間後) までに利用者の移動が終了していない、すなわち需要が輸送力より大幅に多く現実的な時間内に輸送を終えられない「車両数」「加入者数」の組合せについては推定には用いていない。また、バスの利用者数についても、利益の計算において使用するため、加入者数の関数として計算することを試みた。ここでは、線形近似をした式(2)を使用する。ただし、推計時には利用者数 $N_{bus}$ が負の数になる場合は 0 とした。バス利用者数 $N_{bus}$ を、加入者数 $M$ から求める線形関数のパラメータ推定結果についても、パフォーマンス関数のパラメータとあわせて表 5.12 に示す。最小二乗法を行う統計ソフト R のパッケージ `lsfit` を用いている。いずれの車両数でも決定係数が 0.9 以上となり、良好に近似できていることが確認できている。

$$W = a * \exp(bM) \quad (1)$$

$$N_{bus} = aM + b \quad (2)$$

表 5.12 パフォーマンス関数およびバス利用者関数のパラメータ推定結果

車両数	パフォーマンス関数のパラメータ		バス利用者関数のパラメータ	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
5	396.9866702	0.003278839	0.714650538	-33.54166667
6	371.7750512	0.002644005	0.708510295	-35.56721841
7	395.1380881	0.002269239	0.709640694	-38.41865159
8	447.1392107	0.001756078	0.676923698	-33.09002826
9	444.3673368	0.001512143	0.671966088	-34.484457
10	442.4932274	0.001307611	0.642809851	-27.2878482
11	446.6898973	0.00118425	0.637513121	-27.52684699
12	439.2813386	0.001101903	0.598199435	-22.00807428
13	430.2925459	0.001046123	0.568655632	-14.63383125
14	436.4671773	0.000963643	0.569107792	-16.17440452
15	439.2746107	0.000878066	0.547210335	-11.13807025
16	442.6077042	0.000793562	0.541622931	-9.243843359
17	440.9463143	0.000741734	0.540234154	-7.940654017
18	445.3371076	0.000685879	0.528881712	-7.404117885
19	451.624597	0.000629197	0.529729512	-9.292692774
20	452.063509	0.000601443	0.52654017	-9.997577715
21	442.9893922	0.000583467	0.523294308	-9.509890997
22	457.4164205	0.000507232	0.507654421	-5.50827614
23	454.4289474	0.000485913	0.506968107	-5.027048849
24	449.6191283	0.00046134	0.506814695	-4.790068631
25	458.7154823	0.000426087	0.513524425	-5.365361324
26	449.0375125	0.000423958	0.510222043	-5.685102947
27	454.8685369	0.000398343	0.513217602	-6.891400888
28	465.5242231	0.000343648	0.508155026	-5.071053694
29	460.5853481	0.000345094	0.511538151	-4.45498587
30	459.5526743	0.000338536	0.506612838	-2.530884134

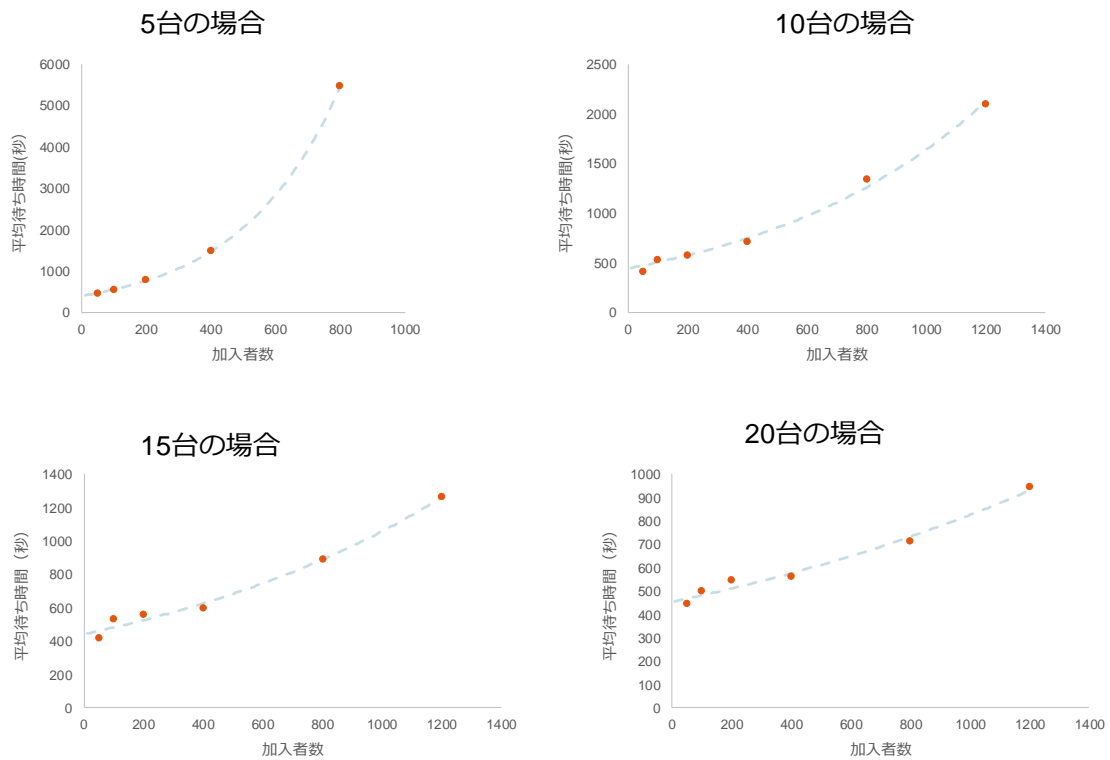


図 5.13 シミュレーション結果と指数関数を用いたパフォーマンス関数の関係（関数には表 5.12 に示す推定結果パラメータを使用）

### 5.5.3 均衡時利益および均衡利用者数の推定結果

パフォーマンス関数と、需要関数を用いて、均衡利用者数及び均衡時の利益を推定した。需要関数としては、5.3 節で述べた加入選択モデルを用いた。選択層を 3 割とし、ホワイトタウン全体の人口に 3 割を掛けた値に、さらに加入選択モデルから求まる選択確率を掛けて加入者数が求まるものとしている。利益は、料金と加入者数を掛け合わせた収入額から、乗合タクシーの月額費用と、バス事業者へ支払う利用料を引いて算出している。利益 $\pi$ は、料金 $f$ 、加入者数 $M$ 、乗合タクシーの必要車両数 $N_{st}$ 、利用者が路線バスを利用した回数 $n_{bus}$ を用いて次の式(3)により算出する。

$$\pi = f * M - N_{st} * 500000 - n_{bus} * 260 * 22 \quad (3)$$

なお、乗合タクシーの月額費用は、タクシー事業者からの聞き取りなどをもとに 1 台当たり 50 万円と仮定している。また、バスの利用料については、現在のホワイトタウン～多治見駅間の運賃と同じ 1 乗車あたり 260 円を単価としつつ、通勤定期が 20～23 往復程度(20

～23 日分) の料金設定であることを参考に、何らかの割引を受けることを仮定し、1 日の費用の 22 日分として一か月分を算出している。

均衡時の利益を図 5.14 に、利用者数を図 5.15 に示す。なお、図では黒字になる部分を緑色に、赤字になる部分を赤色に着色している。線状に繋がって見える一本の線が、一つの車両数に対応している。また、計算対象範囲は、料金は調査で質問した金額の上限が 2 万円であるために 2 万円までとし、車両数は 5 台から 30 台までとしている。黒字になる部分が存在し、その範囲は車両数が大きくなるにつれて小さくなる傾向にある。

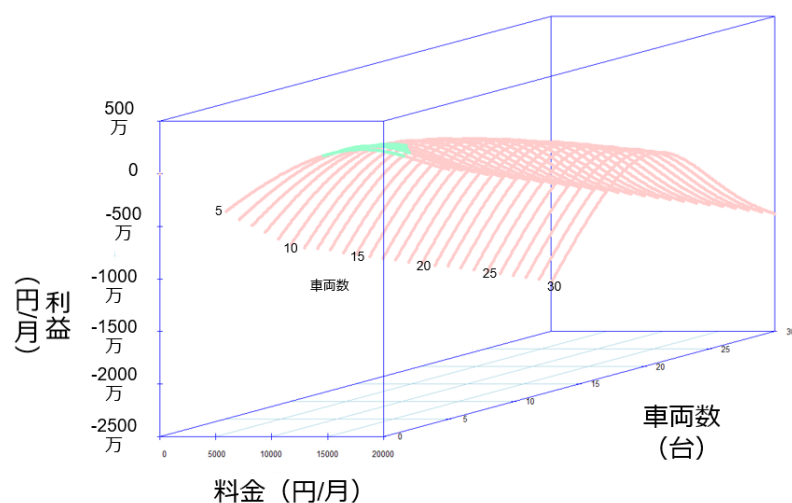


図 5.14 料金と車両数に対する均衡時の利益

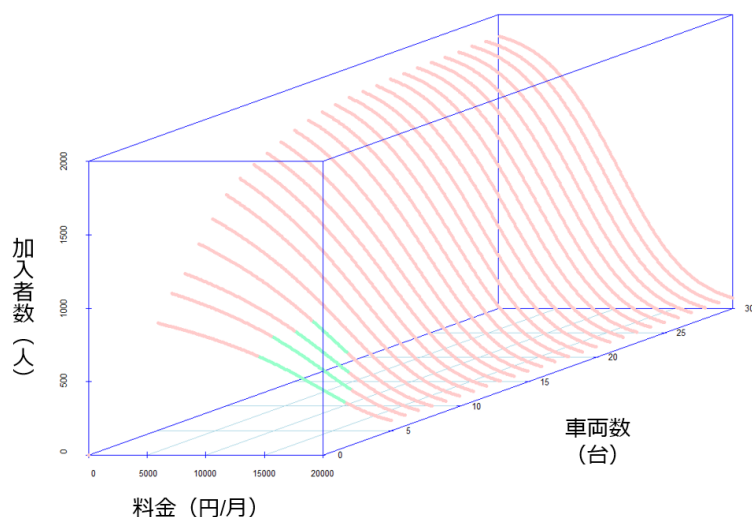


図 5.15 料金と車両数に対する均衡利用者数

## 5.6 漸進的導入策の評価

本節では、前節までの結果を用いて、本章の目的である漸進的導入策の評価を実施した結果を示す。赤字にならない範囲で利用者数をできるだけ増やすことを目指す事業主体を想定し、戦略の有効性を利用者数の観点で評価する。

### 5.6.1 車両数固定時の結果

まずは5章の1点目の目的である、「単純な漸進的導入策を仮定した場合に、料金の初期値により到達点が大きく異なる状況が Metro-MaaS でも存在する可能性」の検証を行う。単純な漸進的導入策として、「黒字であれば値下げをし、赤字であれば値上げをする」という方策を想定する。車両数は調整対象とせず、料金のみを対象として調整を行う。この方策は Zhang ら<sup>507)</sup>でも仮定されているものであり、積極的な予測行為を行わず、利益を一定に保とうと試みる公共交通事業者の戦略としては十分現実的なものだと考えられる。

料金のみを調整対象とする事業者を想定するため、この戦略による到達点は、車両数を固定した際の料金と利益の関係によって説明することができる。5台の場合の料金と利益の関係を図5.16に示す。

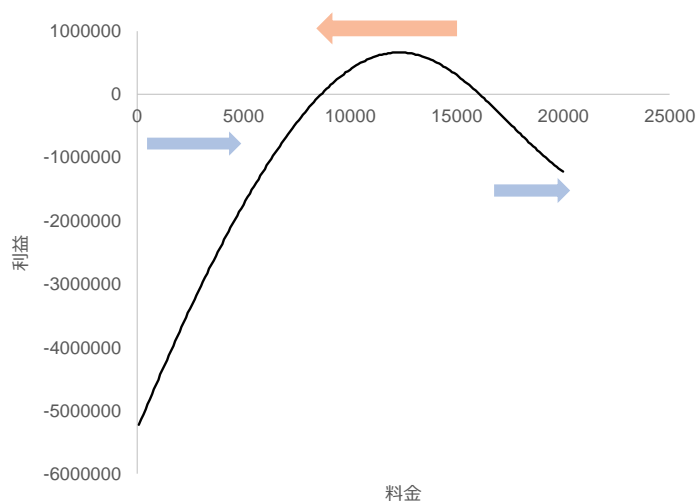


図 5.16 車両数が 5 台の場合の料金と利益の関係

計算対象としている範囲内では、中央に黒字になる部分があり、両端に赤字の部分がある。「黒字であれば値下げをし、赤字であれば値上げをする」という方策では、図の中の矢印で示す通り黒字であれば料金が値下げされる好循環に入り、赤字であれば値上げされるという悪循環に入る。そのため、2万円程度の料金でサービスを開始した場合には、悪循環に入り採算が取れることは無いが、1万円程度の価格で始めることによって採算が取れる状

態で料金を下げられる好循環に入ることになる。現在のタクシー料金を参考に設定すると2万円を超える高い料金設定になることも考えられるが<sup>508)</sup>、高めの料金設定で悪循環に入る場合でも、思い切った低料金からの開始で好循環に入る可能性があることが、今回の計算結果から示されたと言える。料金が安いほど利用者数も多くなるため、好循環は利用者数の増加を意味する。以上より、単純な漸進的導入策を仮定した場合に、料金の初期値により到達点が大きく異なる状況が Metro-MaaS でも存在する可能性が、ここで示した方法で確認できるといえる。

### 5.6.2 平均待ち時間上限付き値下げ優先探索の評価

続いて、2点目の目的である、特定の漸進的導入策の有効性の確認を行う。一般的な漸進的導入策では、車両数と料金の2つの変数を任意の順序で調整することができる。また、全体像が必ずしも正確に把握できない中で漸進的にサービスを改善する方法としては、利益が出る範囲内で、値下げや増車を行い続けるという方法がある。この方法は、「採算が取れる料金・車両数」の範囲を図示したグラフ(図5.17)で考えると、このグラフで示される範囲内を一定のルールで左か上に移動し続けた上で、左か上に移動すると利益が出なくなった時点で停止するものと解釈できる。

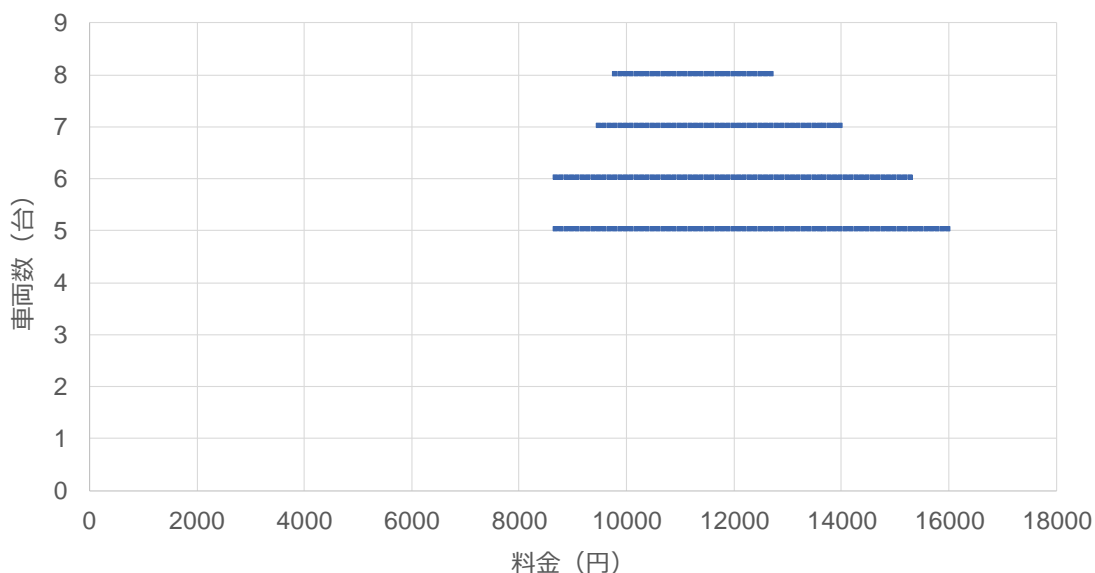


図 5.17 選択層割合が 3 割の時に採算が取れる車両数と料金の範囲

ここでは漸進的導入策の例として、利便性の指標である平均待ち時間を一定以下に保ちつつサービスを向上させる手法として、以下の枠内に示す方法で調整を繰り返す「平均待ち時間上限付き値下げ優先探索」を対象に、初期値に対する安定性と需要変動に対する堅

牢さを評価する。また、到達する点の料金および利用者数の観点からの特徴についても確認する。

#### 平均待ち時間上限付き値下げ優先探索

1. 車両数を固定し、以下の条件が満たされる限り値下げを行う  
条件：「採算が取れる」かつ「平均待ち時間が規定以下になる」
2. 条件が満たされない場合、車両数を増加させる

採算が取れるという条件に加えて、平均待ち時間を 20 分以下に収めるという条件を満たす範囲は、図 5.18 に示す通りとなり、「可能料金の下限が、車両数が大きいほど安い状態」になる。5 台、15000 円程度を初期値として「平均待ち時間上限付き値下げ優先探索」を始めた場合には、図 5.19 に示す通りの推移となり、値下げと車両数の増加を繰り返すことができる。また、「採算が取れる」かつ「平均待ち時間が規定以下になる」という条件を満たす範囲の加入者数は、図 5.20 に示す通りとなり、サービスの向上を改訂のたびに加入者数も徐々に増加していくことが分かる。「可能料金の下限が、車両数が大きいほど安い状態」であるため、ほぼ全ての初期値において図 5.20 に示す通りの推移に合流することが可能になる。また、図 5.21～図 5.24 に示す通り、選択層割合が異なる場合（2 割、4 割の場合）でも同様の構造となることが確認できた。以上より、「平均待ち時間上限付き値下げ優先探索」は、今回の需給双方に関する仮定の下では、初期値によらず到達する点が安定的であるということが確認できた。また到達する点は、条件を満たす範囲の中で料金が最も安く、利用者数が最大になる点になること、および需要が変動した際にも同様に、初期値によらず安定的に待ち時間条件を満たす範囲内で利用者最大の点に到達できることが確認できた。

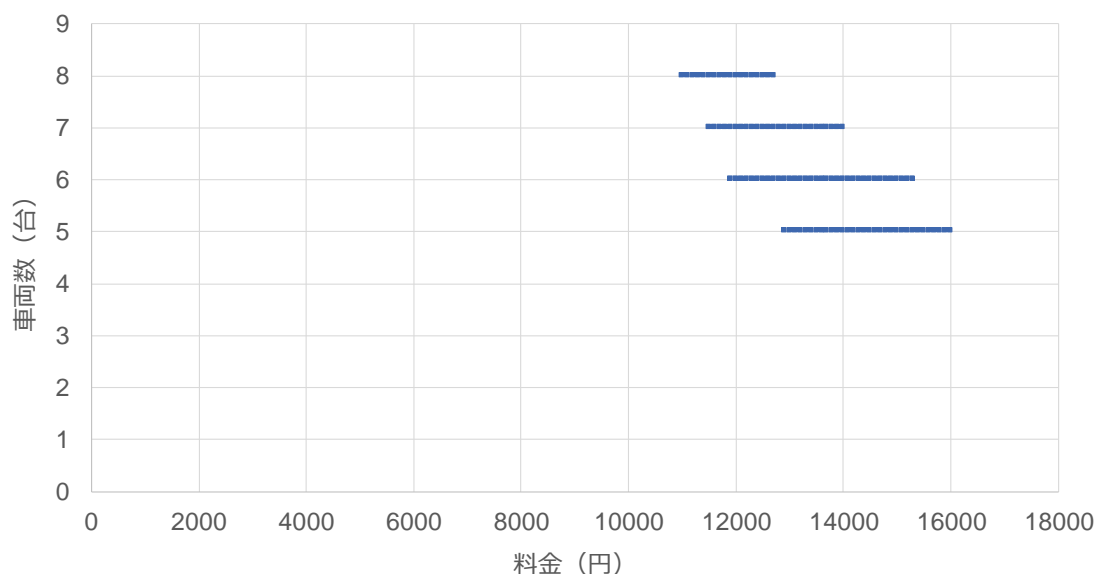


図 5.18 選択層割合が 3 割の時に採算が取れ待ち時間 20 分以下になる車両数と料金の範囲

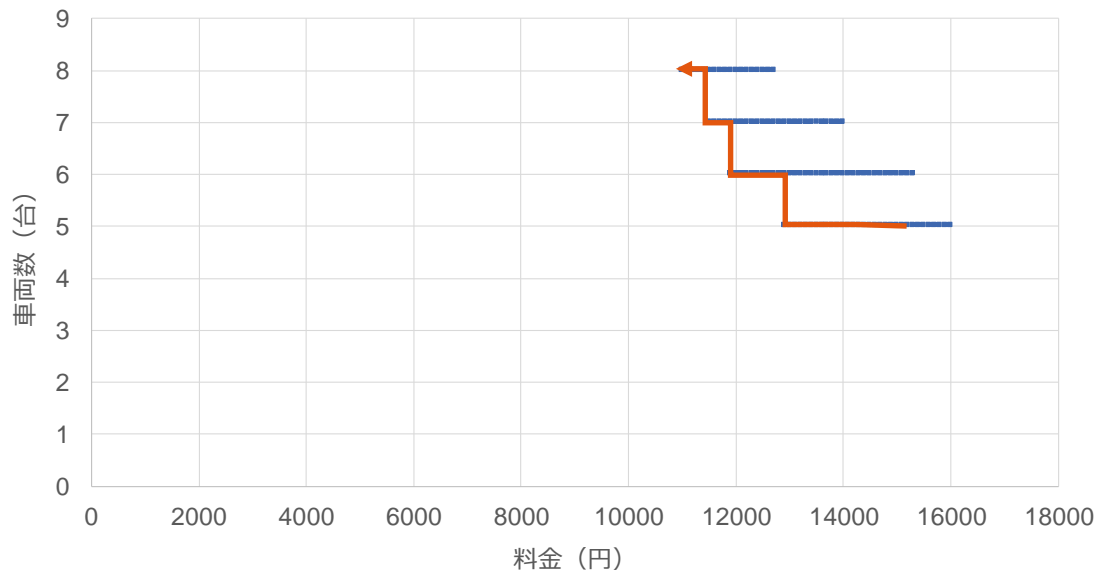


図 5.19 平均待ち時間上限付き値下げ優先探索の推移の一例

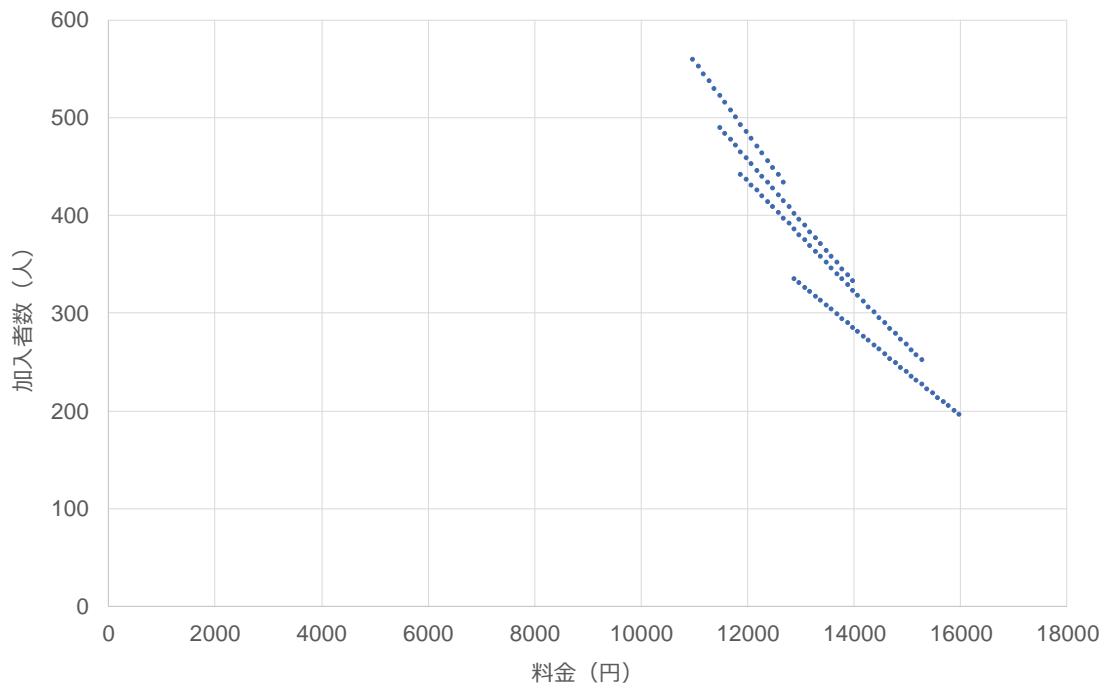


図 5.20 採算が取れ待ち時間 20 分以下になる範囲の料金と加入者数



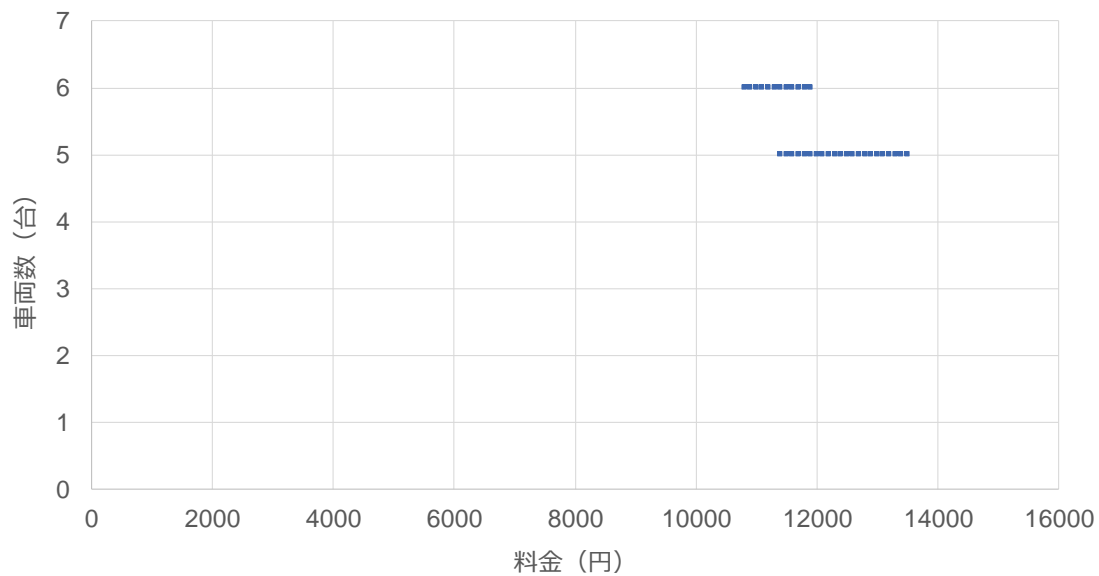


図 5.21 選択層割合が 2 割の時に採算が取れ待ち時間 20 分以下になる車両数と料金の範囲

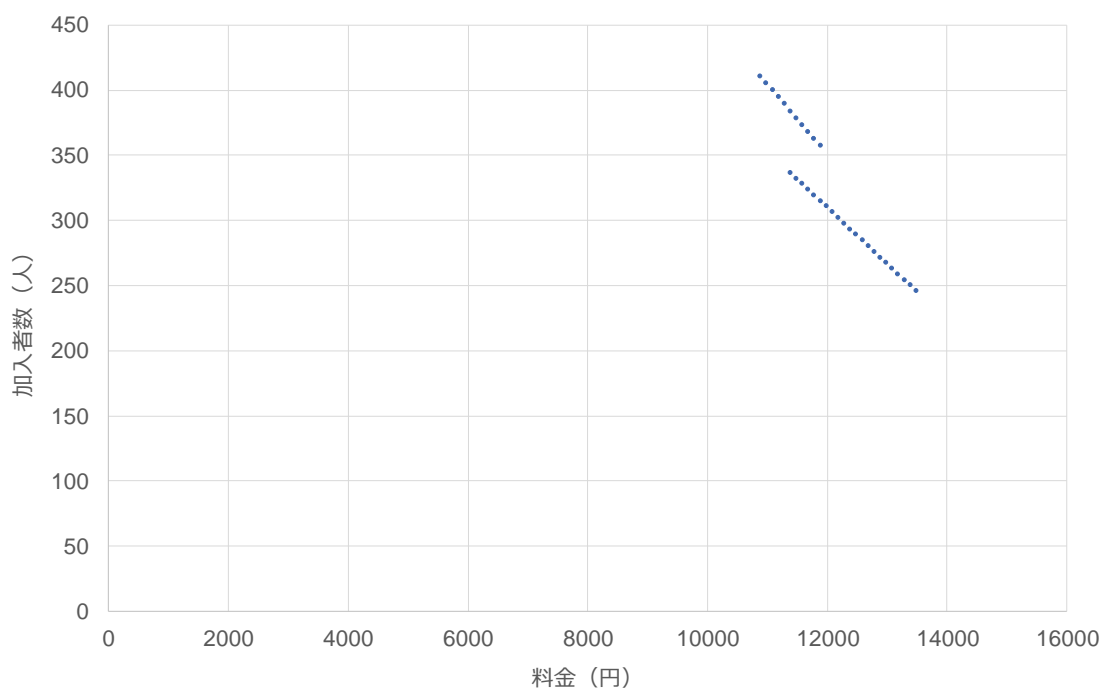


図 5.22 採算が取れ待ち時間 20 分以下になる範囲の料金と加入者数 (選択層割合 2 割)

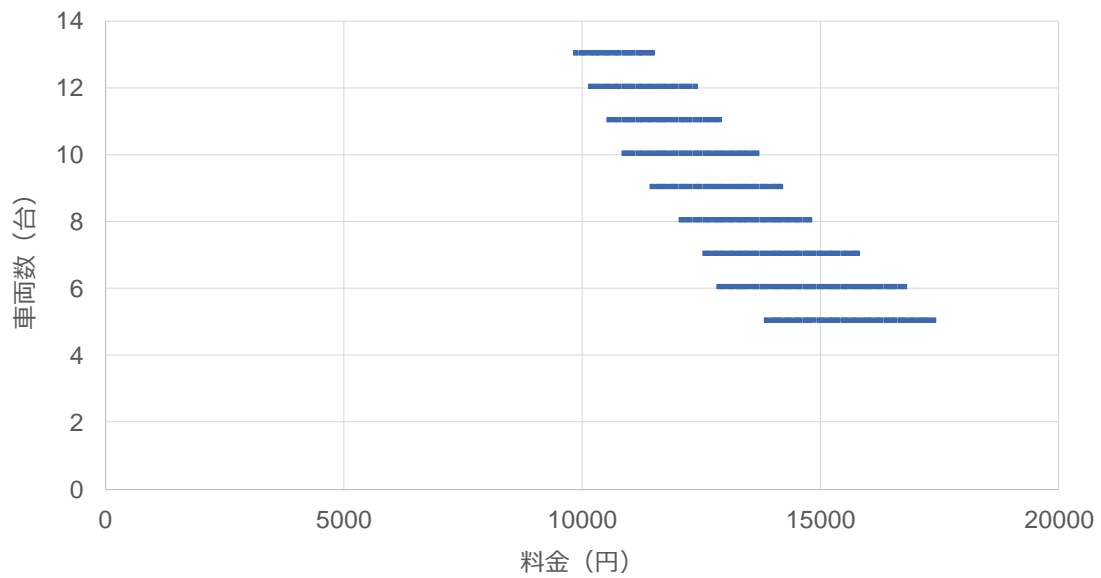


図 5.23 選択層割合 4 割の時に採算が取れ待ち時間 20 分以下になる車両数と料金の範囲

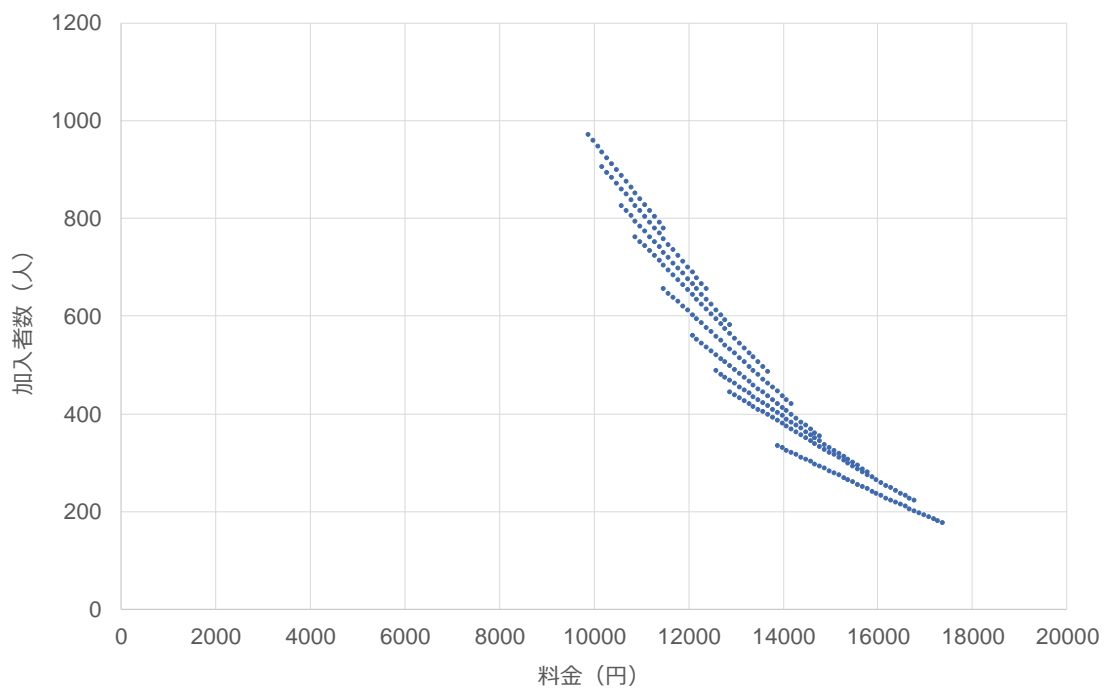


図 5.24 採算が取れ待ち時間 20 分以下になる範囲の料金と加入者数 (選択層割合 4 割)

## 5.7 小括

本章では、多治見市を対象にして実施した調査結果のデータを用いて、Multi-Cycle Model に準拠した分析を行い、料金・車両数と利益の関係の全体像を示した。その上で、漸進的導入策に関して、次の2点の目的に対応した分析を実施した。1点目の目的は、単純な漸進的導入策を仮定した場合の、料金の初期値により到達点が大きく異なる状況が Metro-MaaS でも存在する可能性を示すことであり、特に現状のタクシー料金をもとにした料金設定で採算が取れなくても、より安い金額から始めることで好循環に入れる状況が存在し得る可能性を確認することであった。2点目の目的は、車両数、料金を改定していき、少しずつサービスを改善していく漸進的導入策の有効性を、Multi-Cycle Model で確認できることを示すことであった。

1点目の目的に関しては、今回の分析で用いた利用意向データと仮定の下では、車両数と収益率を一定に保ちながらサービスを調整する場合に、現行のタクシー料金をもとにした2万円程度以上の金額から開始するとサービスを向上させることができないが、1万円前後の場合から始めれば好循環に入り利益が上げられる、または収支均衡状態で安定できる場合があるという結果が得られた。

2点目の目的に関しては、車両数と料金を同時調整する漸進的導入策として「平均待ち時間上限付き値下げ優先探索」を例に挙げてその挙動を確認した。その結果、今回の例で挙げた数値・関数を仮定した場合には、初期値によらず到達する点が安定的であること、また到達する点が条件を満たす範囲の中で料金が最も安く、利用者数が最大になる点になること、および需要が変動した際にも同様に、初期値によらず安定的に待ち時間条件を満たす範囲内で利用者最大の点に到達できることが確認できた。

本章で示した分析結果は、利用意向調査のデータを用いたものであり、また本章の中で随時説明した通り、様々な仮定を置くとともに、計算上もパフォーマンス関数による近似を行った上で算出したものである。そのため当然のことながら、実際にサービスが開始された場合の利用実態や運行実態とは異なる可能性がある。また、実際にサービスが提供されていない以上、いかに正確を期して調査分析を実施したとしても、その後の宣伝・広報や社会情勢の変化により大きく利用意向が変化する可能性も否定できない。以上のことから本研究では、結果として得られた「数値」について、その予測値としての定量的な信憑性を主張するものではない。あくまで本章の意義は、Multi-Cycle Model を用いた漸進的なサービス導入策の評価を実施するための、一連の検討や計算手順を示すとともに、生じうる可能性を示した点に限定されると考えられる。

詳細かつ正確なデータを用いた分析は、今後の課題の一つとして位置づけられる。ただし、同時に宣伝・広報や社会情勢の変化により大きく利用意向が変化する可能性を考慮し、様々な需要変動に対して頑強な戦略を取ることが望ましいという立場に立てば、ある時点の「真の需要」を正確に測るだけではなく、本章で示した手法を活用しつつ、対応戦略自

体の評価を行うことが、永続的なサービスの発展には必要だと考えられる。漸進的なサービス改善策として、本章では「平均待ち時間上限付き値下げ優先探索」という例のみを取り上げたが、様々な数理最適化手法なども参考にしつつ、より適切で頑強な方策を練り上げることも今後の課題である。

## 第5章の参考文献

- 501) 藤垣洋平, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇: 高利便性乗合タクシーサービスの均衡分析と収益最大化手法, 交通工学論文集 (特集号), Vol. 1, No. 2, pp.A\_133-A\_141, 2015.
- 502) 総務省統計局: 政府統計の総合窓口 (e-Stat), <https://www.e-stat.go.jp/> (2018年5月5日閲覧)
- 503) 新谷洋二, 原田昇 編著: 都市交通計画 第3版, 技報堂出版, 2017.
- 504) 一般社団法人交通工学研究会 編: やさしい非集計分析, 丸善出版, 1993.
- 505) Patrick, T. Duc-An, V. Amouroux, E. and Drogoul, A.: GAMA: a simulation platform that integrates geographical information data, agent-based modeling and multi-scale control, PRIMA'10 Proceedings of the 13th international conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems, 2010.
- 506) OpenStreetMapContributors: OpenStreetMap, <https://www.openstreetmap.org/> (2018年5月29日閲覧)
- 507) Zhang, F., H. Yang, and W. Liu.: The Downs – Thomson Paradox with Responsive Transit Service, Transportation Research Part A, Vol. 70, pp. 244–263, 2014.
- 508) 株式会社JTБ: ジェロンタクシー, <http://www.jtb.co.jp/region/kyushu/taxi/> (2018年5月29日閲覧)

## **第6章 地域の空間構造が Metro-MaaS に与 える影響の評価と地区別費用算出手法の提案**

## 6.1 本章の背景と目的

近年の日本の都市政策では、鉄道やバスなどの幹線公共交通軸と連携して都市機能の集約を実現し、徒歩と公共交通で生活利便施設にアクセスできるといった「コンパクトシティ・プラス・ネットワーク」の都市構造が指向されている。都市機能や居住地が拡散することによる、維持管理コストの増大や公共交通の弱体化や交通弱者の増加を避けるために、都市機能や居住地の集約が目指されている地域もあり、都市構造と公共交通をはじめとした各種交通サービスの計画や設計が、一体的に検討される場合も少なくない。

Metro-MaaSを提供するために要する費用も、地域の空間構造から影響を受けると推察される。例えば、幹線公共交通の沿線に人口が集中しており、乗り放題でもタクシーや乗合タクシーの利用距離が長くない地域は、人口が分散しており大半の移動がタクシーや乗合タクシーによって実施される地域よりも低い費用で提供できる可能性がある。また、幹線公共交通軸沿いの居住者の移動に対応するコストは、他の地域に比べて低くなる可能性も考えられる。もっとも、サービスを提供する費用が地区ごとに異なるとしても、政策上は移動権の確保やクロスセクターベネフィット等の観点を、また民間主導のビジネスの場合は料金体系の分かりやすさ等の観点を含めた多様な要素をもとに、料金と居住地の対応関係は検討されるものであり、地区を細分化して厳密に費用を転嫁することのみが選択肢ではない。しかしながら、それらの Metro-MaaS 提供費用と地域の空間構造の関係は、居住地や各種施設の集約を促す政策やインセンティブ付与の妥当性を支持しうるものであり、施策検討の際の参考材料として活用できる可能性がある。

以上の背景を踏まえ本章では、居住地分布や施設配置などの地域の空間構造が Metro-MaaS の効率性に与える影響を評価するとともに、定額制の Metro-MaaS の地区別費用算出方法を整理する。さらに、その中でも特に算出が容易ではないと考えられる同一の運行系統下にある地域内の地区別費用算出手法を提案し、その計算手順を示す。本章の構成は次の通りである。まず 6.2 節では、地域の空間構造が Metro-MaaS 運営コストに与える影響を、シミュレーションと大都市圏郊外を想定した仮想的なトリップパターンを用いて評価する。続いて 6.3 節では、地区単位でのサービス提供コスト差を定量化した Metro-MaaS の地区別費用の算出手法として、協力ゲーム理論のシャープレイ値を用いた方法を提案するとともに、6.2 節でも使用したシミュレーションの結果を用いて、地区別費用の計算手順を示す。なお本章では、地域の空間構造の中でも特に町丁目程度の地区単位の人口と目的地施設の分布に着目する。そのため、以降「地域の空間構造」とは人口と目的地施設の分布状況を指すものとする。

また、本章における分析も、Multi-Cycle Model の一部分として捉えることができるが、Cycle 2 については地区ごとの詳細な加入意向に関する信頼できるデータがないことを理由に、また Cycle 4 については地区別費用等も考慮しつつ将来の地域の空間構造に向けた施策に関する議論の中で検討されるべきという立場をとると、サービス調整アルゴリズムとし

て表現することが難しいため、それぞれ直接的には考慮せず、Cycle 1 および Cycle 3 のみを対象として計算を行っている。

## 6.2 地域の空間構造が Metro-MaaS に与える影響の評価

本節では、地域の空間構造が Metro-MaaS に与える影響を、シミュレーションと大都市圏郊外を想定した仮想的なトリップパターンを用いて評価する。最初に、評価の対象とする空間と交通サービス、および評価に用いたシミュレータについて説明した上で、シナリオと評価結果を述べていく。

### 6.2.1 評価の対象とする空間と交通サービスの仮定

ここでは、大都市圏郊外部の住宅地とその最寄駅を含む仮想的な地域を対象として、一定範囲の中で、「路線バス」と「乗合タクシー」が月額料金で乗り放題とするサービス（以下、「本サービス」と称する）が提供される状況を仮定する。Metro-MaaS の構成要素のうち、鉄道については頻繁に利用する区間の鉄道の定期券を、鉄道を高頻度で利用する人の多くが既に保有しているため、上記の一定範囲内の「路線バス」と「乗合タクシー」と、従来通り鉄道会社の定期券を併用する形態として、この形態も Metro-MaaS の基本形に準ずる形態と捉えることができる。

分析の対象とする、駅や住宅地等の大まかな位置関係と道路ネットワークとしては、神奈川県横浜市青葉区内の例（後者は OpenStreetMap<sup>601)</sup> のデータによる）を用いる。ただし、その地域での導入を想定した分析を行うことが目的ではなく、大都市圏外部に一般的にみられる道路ネットワークの下で、人口分布や目的地となる施設の分布が異なる場合を比較することが本研究の目的である。そのため、実際の人口分布や目的地の分布は用いず、後述の通り人口分布や目的地となる施設の分布をシナリオで大まかに仮定した上での比較を行う。具体的な対象地域の特性を詳細に考慮した分析ではない点には留意されたい。以下、これらの設定について説明する。

対象地域は、東京郊外の一つの典型的な形態を想定し、鉄道駅から約 3km 離れた①住宅団地地区、その周囲にある未区画整理の②周辺住宅地区、③駅周辺地区、広幅員道路沿いの④ロードサイド型目的地 a と⑤同 b を含む、単一駅勢圏内の地域と仮定する（図 6.1）。地区③は小売などの諸機能が集積し十分な中心性を持っており、後述する評価シナリオによっては地区④⑤も一定のトリップを集めている。この地域において、地区①②の住民の 10% が本サービスに加入し、加入者は地区①～⑤間の移動を必ず本サービスに含まれる乗合タクシーか路線バスを利用して行うものとした。なお 10% という加入率は、第 4 章で述べた Metro-MaaS に関する東京都市圏居住者を対象にした利用意向調査の結果を参考に、料

金と利便性次第では実現可能性がある水準として設定している。この地域内で、乗合タクシーと路線バスが運行されるものとしてシミュレーションを実施した。

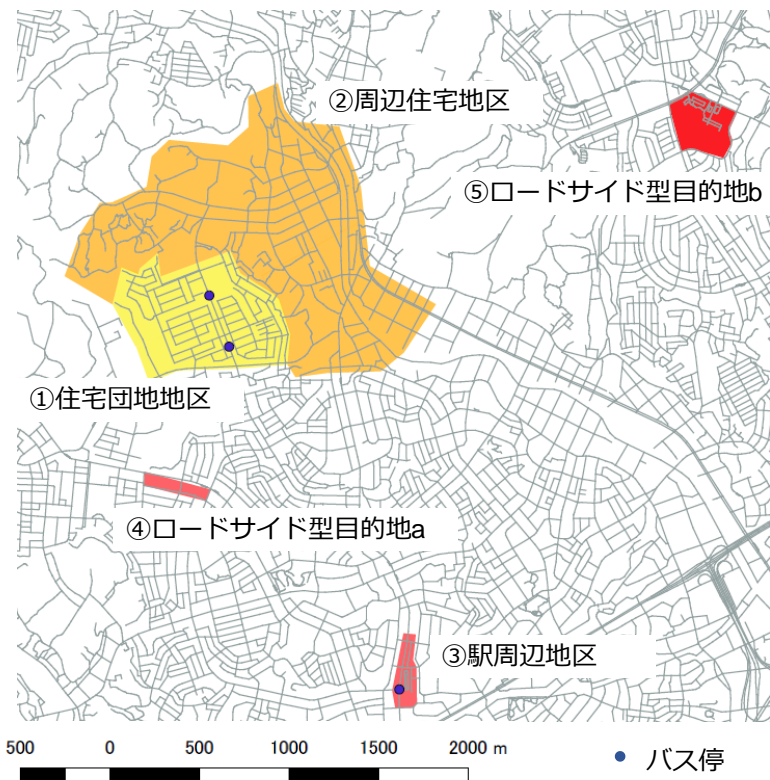


図 6.1 対象地域の空間構成と道路ネットワーク

### 6.2.2 シミュレーションにおける各エージェントの行動の仮定

シミュレータは、第5章で用いたものと同じエージェントベースシミュレータを使用しており、道路ネットワークやトリップ、車両運行方法について今回の分析のためのデータを入力している。1回のシミュレーションは、後述のシナリオと乗合タクシーの車両数を入力とし、午前3時から25時間にわたり、10秒1ステップとして実行する（ただし需要が発生するのは24時間）。これを10回行い、乗合タクシーの平均待ち時間を計測した。この分析では十分な利便性を提供する観点から、呼出からの待ち時間が既存の一般タクシーと大きく乖離しないよう、1日を通じた平均待ち時間を概ね10分以下に抑えることを目安に車両数を設定した。具体的には、平均待ち時間の10回の平均値が10分を超えず、かつその95%信頼区間の上限値が10分を大きく超えない（超過割合最大10%程度）最少の乗合タクシーの車両数を求め、その車両数の場合の評価指標値を評価に用いることとした。なお、時間帯別にみると朝ラッシュ時では待ち時間が最大20分程度と、10分を大きく超過するトリップもあることに留意する必要がある。



各エージェントに関する設定は次のとおりである。

## (1) 利用者の行動

あらかじめ図 6.2 の要領で、地区①②の住民の目的別時間帯別の発生（通勤・通学および私事目的の場合）または集中（帰宅目的の場合）トリップ数の一人当たり原単位を、2008年の東京都市圏パートトリップ調査データから求めた。次に、後述の通り各シナリオで設定する両地区の人口密度と本サービスへの加入率を 10%と仮定して算出した加入者数に、この原単位を乗じた値を、地区①、②それぞれの目的別時間帯別利用トリップ数とした。シミュレーションに際しては、目的別時間帯別利用トリップ数に応じて、各トリップについての利用者の詳細な自宅位置、目的地側位置（地区③～⑤のいずれかであり、シナリオで与えられる比率に従う）、詳細な出発時刻（時間帯内では均一）をランダムに割り当てて与えた。乗合タクシーはどのような状況でも利用可能であり、路線バスはバス停から道路距離で 600m の範囲内に出発地と到着地の両方があれば利用可能とした。

両交通手段が利用可能な状況やシナリオにおける手段選択は、次のように移動目的によって異なる扱いとした。通勤・通学目的では待ち時間の短い方を必ず選択するものとした。私事目的・帰宅目的では、第 5 章で述べた岐阜県多治見市で著者らが実施した調査の結果をもとに推定した交通手段選択モデル（パラメータは表 5.10 の通り）を用いた。

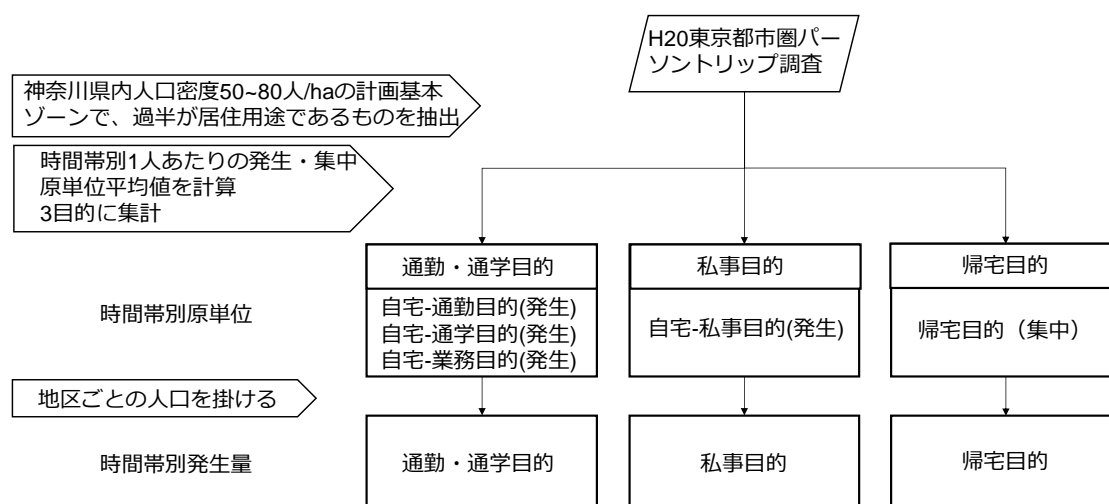


図 6.2 シミュレーション対象トリップ数の算出方法

## (2) 乗合タクシーの運行方法

乗合タクシーは原則的に地区⑤→②→①→④→③の順で地区間を移動したのち、地区③→④→①→②→⑤の順で戻るといった往復を繰り返すものとした。各車両は、今いる地区内

の乗降地点を巡回し終えた段階で、図 6.3 に示すフロー図に従い、次の地区内で乗降する利用者を検索し、定員（8名）の範囲内でリクエストを出したタイミングが早い方から順に乗車客を特定したうえで、2-opt 法を用いて走行距離が短くなるよう巡回経路を探索し、その経路で移動・巡回し乗降を行う。次の地区での乗降客が存在しない場合にはその地区をスキップし、さらに次の地区の乗降客を検索する。その地区内での乗降が全て終了したら、同様の方法でまた次の経路の計算を行う。なお、第 5 章で用いたシミュレータと同じシミュレータを用いているため、読みやすさを考慮して再掲しているが、図 6.3 は図 5.12 と同じである。

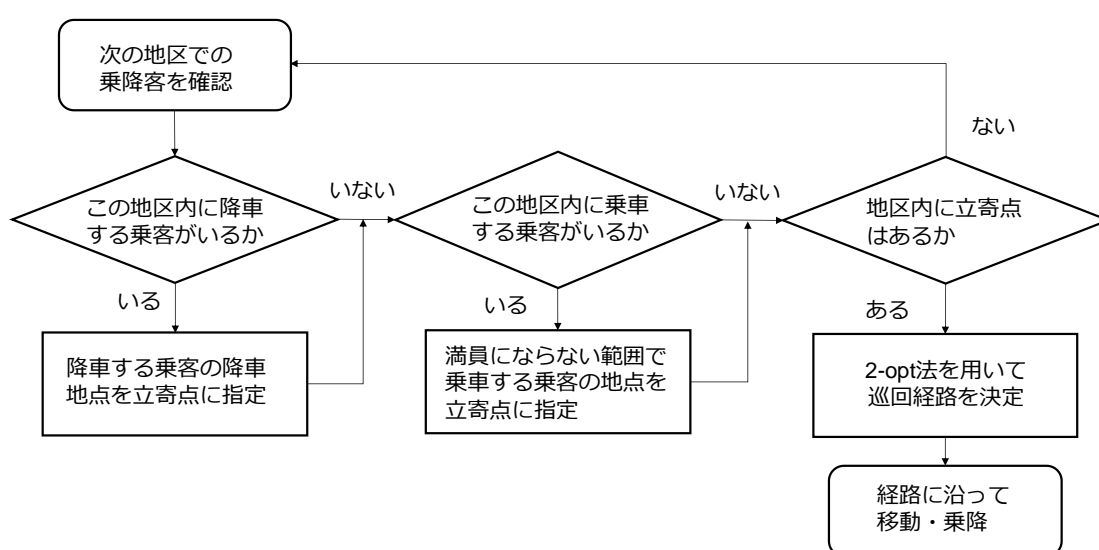


図 6.3 乗合タクシーの運行方法（再掲）

### (3) 路線バスの運行方法

路線バスは、地区①と③の間（それぞれバス停数は 2 ヶ所、1 ヶ所。なお、途中で地区④を經由しない）で、朝ラッシュ時 12 分間隔、夕ラッシュ時 20 分間隔、それ以外の時間帯は 30 分間隔にて運行され、本サービスに路線バス利用権が含まれているシナリオでは、本サービス非加入の一般利用客と共用して利用するものと想定した。また、路線バスは需要に対して十分大きな車両で運行されるため満員で乗車できなくなることはなく、希望する便に必ず乗車できるものとした。

#### 6.2.3 評価対象シナリオ

サービスの比較評価の対象にするシナリオとしては、居住分布（地区①②の人口密度）、目的地となる施設の分布、および乗合タクシーに加えて路線バスも提供サービスに含むか

どうかの3点を表6.1の通り定め、これらを組み合わせた8シナリオ(表4のシナリオ1~8)を設定した。この表6.1に示す目的地施設の分布割合に比例して、地区③~⑤の発着トリップ数(通勤・通学・私事のトリップの集中、および帰宅トリップの発生数)の割合を設定している。また、居住分布によらず地区①と地区②をあわせた全域の人口の総数は同一になるよう地区①②の人口密度を設定しており、地区①と地区②を合わせた地域の平均人口密度はいずれのシナリオでも41.25人/haである。なお、40人/haという水準は、都市計画法施行規則<sup>602)</sup>の中で「既成市街地」を定める際の下限として挙げられている人口密度であり、市街地と認められるが住宅地として人口密度が高いとは言えない水準である。いずれのシナリオでも地区①の人口密度はそれより大きく、地区②は小さくなっている。

**表 6.1 シナリオで操作する変数の一覧**

比較項目	シナリオ内容
居住分布	人口集約型(地区①105人/ha, 地区②20人/ha)
	人口分散型(地区①60人/ha, 地区②35人/ha)
目的地施設立地	完全集中立地(地区③のみに100%)
	分散立地(地区③に90%, 地区④⑤に各5%)
サービス内容	乗合タクシーに路線バスを併用
	乗合タクシー単独(路線バスなし)

交通サービスの効率性を評価する指標としては、本研究では「運営コスト」「乗合タクシー総走行距離」「乗合タクシー2人以上乗合率」を用いる。「運営コスト」については、本サービスを1ヶ月運営するために必要なコスト $C$ を乗合タクシーの必要車両数 $N_{st}$ および全利用者が1日に路線バスを利用した回数 $n_{bus}$ を用いて次の式(4)により算出する。

$$C = N_{st} * 990000 + n_{bus} * 220 * 22 * 0.8 \quad (4)$$

なお、乗合タクシーの費用単価は、乗合タクシーに関する先行研究<sup>603)</sup>で示されている、ジャンボタクシーの1日当たり貸切料金(1台あたり33,000円)の30日分を用いている。路線バスについては東急バス横浜地区の均一運賃である220円に1ヶ月の平日日数22日、通勤定期価格およびICカード利用者向け割引運賃制度(バス利用特典サービス)<sup>604)</sup>を参考に設定した割引率20%を掛け合わせたものを利用している。「乗合タクシー総走行距離」は、乗合タクシー全車両が走行した距離の合計値であり、値が小さいほど環境面などで効率が良いと捉えることができる。「乗合タクシー2人以上乗合率」は、実車距離のうち2人以上が乗車した状態で運行された距離の割合であり、値が大きいほど効率が良いと捉えることができる。以上の指標を、それぞれのシナリオについて算出して比較を行う。

## 6.2.4 結果と考察

各シナリオの評価結果を、評価指標とその他の参考指標を併せて表 6.2 に示す。

まずは、運行効率の面での比較を行う。路線バス併用により乗合タクシーの必要車両数が同条件の非併用シナリオに比べ 1~3 台程度削減できているが、人口分散型では路線バス非併用の場合との必要車両数の差が人口集約型よりもやや小さくなっている。走行距離の観点からは、居住分布が集約されている場合には、路線バス併用の場合に同条件の非併用シナリオと比べ乗合タクシーの総走行距離を 800km 程度削減することができており、路線バスの 1 日の営業距離が 300km であることを踏まえても十分短くなっている。一方で、人口分散型の場合の走行距離の短縮は 300~500km 程度であり、路線バスの営業距離と同程度に止まっている。乗合タクシーの 2 人以上乗合率では、シナリオ 5 と 7 (人口分散、路線バス併用) で特に低く、路線バスとの併用により利用客が分散されたことが理由としてあげられる。

運営コストは、人口集約型の場合、路線バス併用のシナリオ (シナリオ 1、3) の方が、対応する非併用シナリオ (シナリオ 2、4) と比較して低くなっている。このことから、ある程度居住地が集約されていれば、乗合タクシーと路線バスの併用が効率的になる場合があることが示唆される。一方、人口分散型では、同様に路線バス併用シナリオの方がコストは低くなっているものの、その差は人口集約型の場合に比べると小さくなっている。また、人口分散型は、同条件の人口集約型に比べて運営コストが高くなっている。これはバス停から遠いところに居住する住民が多く、サービス運営のためには一定程度の車両数の乗合タクシーが必要なためと考えられる。

以上の結果から、居住地が集約されていた方が運営コストは低くなり、需要を生じる施設がコンパクトな圏域にまとまると走行距離などの観点で効率が上がる傾向が確認できた。

表 6.2 シミュレーション評価結果

シ ナ リ オ	居住 分布	施設 立地	バス 併用	トリップ数		乗合タクシー				一人あたり 運営コスト (円/月)
				乗合 タクシー	バス	平均 待ち時間 (分)	車両数 (台)	総走行 距離 (km)	2人以上 乗合率 (%)	
1	集約	集中	有	1,079	367	9.75	12	3,769	31.64	16,120
2	集約	集中	無	1,445	-	9.78	15	4,656	34.52	18,000
3	集約	分散	有	1,114	331	9.74	14	4,110	30.12	18,355
4	集約	分散	無	1,445	-	9.88	17	4,924	32.39	20,400
5	分散	集中	有	1,206	239	9.82	16	4,725	26.08	20,321
6	分散	集中	無	1,445	-	9.96	17	5,138	31.01	20,400
7	分散	分散	有	1,227	218	9.95	17	4,781	27.17	21,423
8	分散	分散	無	1,445	-	9.87	19	5,327	29.31	22,800

凡例 【居住分布】集約:人口集約型, 分散:人口分散型 【施設立地】集中:完全集中立地, 分散:分散立地  
【サービス内容】有:路線バス併用, 無:乗合タクシーのみ

## 6.3 地区別費用算出手法の提案

前節では居住地や目的地施設の分布が異なる場合を比較したが、ある一つの居住地・目的地の分布の中でも、幹線公共交通軸沿いに住む居住者の移動需要を満たすために必要な費用はそれ以外の地区の居住者に対応する費用よりも安くなる可能性が考えられる。この費用差が算出できれば、前節で示した地域の空間構造が変化した場合の費用と合わせて、幹線公共交通軸の沿線を居住誘導対象の区域として指定してインセンティブを与える政策や、地区を限定して何らかの優遇を行うキャンペーンを検討する際に、その妥当性を確認する材料として活用できると考えられる。

そこで本節では、地区別に帰着させる問題に着目し、その算出方法を整理するとともに、特に算出が容易ではない同一管理系統内区分でも地区別費用を算出できる手法を提案し、具体的な計算の過程を例示することを目的とする。

### 6.3.1 費用を地区に帰着させる方法の類型化

本研究では地区別費用算出の対象として、月単位または数か月単位で定額料金を支払うことで、対象の Metro-MaaS に含まれるサービスが乗り放題、またはそれに近い状態になる形態を扱う。ここでは、そのサービスの提供に際し、地区単位でその居住者にサービスを提供するために要している費用を何らかの方法で算出する方法を検討の対象とする。費用算出の方式やその難易度は、一乗車単位で費用が区分可能であるという立場を取れるか否か、また区分が不可能である場合には、算出対象となる地域の区分が管理系統と一致しているか否かによって異なる。方式の類型を表 6.3 に示す。

表 6.3 区分方式の類型

方式の類型		具体的な方法
一乗車単位の区分が可能		一乗車ごとの費用を個人別に合計し、それを居住地別に集計する
一乗車単位の区分が不可能	管理系統別区分	運行系統や営業所等の管理単位毎に費用を算出
	同一管理系統内区分	運行系統や営業所等の管理単位毎に算出される費用を何らかの方法でさらに区分する

Metro-MaaS に含まれるすべての交通手段について、その供給側の組織体制の性質上、各個人の一乗車ごとに費用が算定可能であるという立場をとる場合は、利用状況の実績や推計をもとに、一乗車ごとの費用を個人別に合計し、それを居住地別に集計することによって、地区単位の算出が可能になる。また、一乗車単位の定額制だけではなく、距離や所要時間に応じた費用算出であっても、一人の一乗車の費用が明確に定められる場合には、

この立場をとることができる。ここで、「立場をとる」という表現を用いているが、これは実際に一乗車単位で費用が発生しているか否かを問わず、その費用を用いる関係主体にとって、一乗車単位で費用を算出することに意義があれば十分であるということの意味している。実際には多くの交通手段において、利用者が多いほど効率的な運営が可能になると想定されるが、Metro-MaaSを運営する主体となる民間事業者や行政機関が、その効率に関わらず事業者に一乗車単位で定められた費用を払い続け、効率性の変動が個別の交通事業者の利益の変動として吸収されるのであれば、この立場で算出することも妥当であると考えられる。

一方で、Metro-MaaSを運営する主体が、その会員向けに乗合タクシーやバス等を貸切で運営している場合など、一乗車単位で費用を区分することが容易ではない場合も考えられる。5章で示した分析において仮定した形態と、前節の分析において仮定した形態は双方とも、乗合タクシーをMetro-MaaSの利用者限定として貸し切り、車両単位で算定される費用をMetro-MaaS運営主体が負担する場合は想定されており、一乗車単位で費用を区分できる形態ではないため、ともにこの類型に該当する。この場合の費用算出方法は、その容易さにより、管理系統別区分と、同一管理系統内区分に分けて考えることができる。

管理系統別区分は、運行系統や営業所の管轄範囲などの単位で費用を算出する問題である。この場合、一部の管理部門を除いて費用が容易に分割することができる。5章や前節の場合においても、対象地域全体の費用はこれまで示した通りの方法にて算出することが可能である。他方の同一管理系統内区分は、同じ営業所管内や同じ運行系統の沿線地域の内部を、町丁目単位などで区分して個別に費用を帰着させる方式である。管理系統別区分の場合に比べて、その地区の利用者に対して掛かっている費用を算出することが難しいと考えられる。しかしながら、幹線バスの沿線などの公共交通軸沿いへの誘導を目指す計画制度や施策においては、営業所管内や乗合タクシーの運行系統として想定されうるよりも細かく地域が区分される場合がある。例えば、熊本市の立地適正化計画<sup>605)</sup>においては、鉄軌道から半径500m以内、一定以上の運行本数があるバス路線から半径300m以内の地域を原則として居住誘導地域とすることが定められている。それらの施策に関する議論では、それに対応したより詳細な地区別の費用を参考値として用いることが期待されうる。

そこで、以降では特に定量的な裏付けを持った地区別費用算出が容易ではないと考えられる、同一管理系統内区分の方法について論じる。車両単位で費用が算定される場合にも、乗車回数や乗車人キロに基づいて同一管理系統内の地区別費用を算出することも考えられるが、その場合は待ち時間などのサービス水準を一定以上に保つために必要な車両数が、同じ乗車回数または乗車人キロの場合でも時間帯分布等によって異なることを考慮することができない。そこで、同一管理系統内区分において、サービス水準を一定以上に保つために必要な車両数などの影響についても考慮できる算出方法として、協力ゲーム理論におけるシャープレイ値を活用する方法を提案する。

### 6.3.2 同一管理系統内区分による地区別費用算出問題の状況整理

同一管理系統内区分による地区別費用算出の方法の提案に先立ち、まずは問題の特徴を述べる。以下では、説明の便宜上、町丁目や住宅団地程度の大きさの「地区 A」「地区 B」「地区 C」の 3 地区に対して地区別費用算出を行う場合を考えるが、4 地区以上であっても本質的な差異は存在しないと考えられる。まず同一管理系統内区分を適用することは、地区 A、B、C に対して全て一体的に運用した方が高効率になるサービスが存在することが前提となる。もし、完全に分離して運営しても費用が変わらない場合、すなわちバス路線の系統を地区 A、B、C 向けで分割し、車両運用も独立させ、乗合タクシーやタクシーも地区 A、B、C 専用車両として 3 区分に分けて車両を運用しても同様の費用になる場合には、分離して運営する場合の状態から費用の区分が明確であるので、管理系統別区分の考え方によって地区ごとに掛かっている費用を計算することができる。同一管理系統内区分として費用の帰属が問題になるのは、一体的に運営した方が同じサービスを提供することによってコストが節約できる場合であり、その節約できた分の金額の配分が問題になる。

ここで例として、地区 A と地区 B ですでに Metro-MaaS に含まれる形で路線バス・乗合タクシーが運行されていた状態から、地区 C に路線バス・乗合タクシーが新しく導入される場合を考える。費用に適正な利益を乗せた金額が、地区 A と地区 B の 2 地区で実施していた場合には月 500 万円（両地区が 250 万円ずつ負担）、地区 C も含む 3 地区で実施した場合には 600 万円だとする。この場合に、地区 C の利用者から 100 万円だけ帰着させれば、地区 A と地区 B に帰着させる金額に変化は生じない。しかし、地区 A と地区 C が先に 2 地区で実施していた場合も、費用に適正な利益を乗せた金額が 2 地区で月 500 万円、3 地区 600 万円であるならば、地区 B に帰着する金額は 100 万円だけとなる。参入した順に追加のみを帰着させる形では、金額が順番に依存する形となる。

そこで本研究では、順番に依存せずに帰着する費用を求めることができる、協力ゲームにおける解の一つである「シャープレイ値」を取り上げ、それを地区別費用算出に用いる方法を示す。

### 6.3.3 協力ゲームにおけるシャープレイ値の活用

地区別費用算出への応用を提案する「シャープレイ値」は、ゲーム理論の中の提携形ゲームの解の概念の一つである。ここではまず、提携形ゲームにおけるシャープレイ値について、岡田<sup>606)</sup>および船木<sup>607)</sup>の記述をもとにして概説する。

まず、対象となるゲームに参加するプレイヤーの集合を  $N$  とする。

$$N = \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (5)$$

協力行動をとるために形成されたプレイヤーの集団を「提携」と呼び、提携 $S$ はプレイヤー集合 $N$ の部分集合 ( $S \subseteq N$ ) である。

各提携に対して、その提携の構成員が協力行動によって獲得可能な利得の総和を対応させる関数を「特性関数」という。特性関数は $v$ とし、提携 $S$ により得られる利得を $v(S)$ と表記する。また  $v(\emptyset) = 0$ とする。例えば、 $v(1)$ はプレイヤー1単体で得られる利得を、 $v(12)$ はプレイヤー1と2の提携により得られる利得を示す。ゲームプレイヤーの集合 $N$ と特性関数 $v$ によって定義される提携ゲームを「ゲーム( $N, v$ )」と表現する。

各プレイヤーがランダムな順序で到着して提携に参加すると考えたときのプレイヤーの貢献度の期待値を、そのプレイヤーのシャープレイ値と呼ぶ。ゲーム( $N, v$ )における、プレイヤー $i \in N$ のシャープレイ値 $\phi_i(v)$ は、以下の式(5)であらわされる。

$$\phi_i(v) = \sum_{S: i \in S \subseteq N} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} (v(S) - v(S \setminus \{i\})) \quad (6)$$

ただし、 $s = |S|, n = |N|$ である。

また、順序到着がランダムである場合のプレイヤーの貢献度の期待値であることから、プレイヤー数が少ない場合は、到着順序を列挙し、それぞれの場合の各プレイヤーの貢献度を表 6.4 の通り整理した上で、プレイヤーごとに合計して到着順序の数で割ることで算出できる。表 6.4 に示す例は、プレイヤー数が3の場合の例である。

表 6.4 プレイヤー数が3の場合に列挙する形でシャープレイ値を求める方法

参加順序	プレイヤー1の貢献	プレイヤー2の貢献	プレイヤー3の貢献
1,2,3	$v(1)$	$v(12) - v(1)$	$v(123) - v(12)$
1,3,2	$v(1)$	$v(123) - v(13)$	$v(13) - v(1)$
2,1,3	$v(12) - v(2)$	$v(2)$	$v(123) - v(12)$
2,3,1	$v(123) - v(23)$	$v(2)$	$v(23) - v(2)$
3,1,2	$v(13) - v(3)$	$v(123) - v(13)$	$v(3)$
3,2,1	$v(123) - v(12)$	$v(23) - v(3)$	$v(3)$
シャープレイ値	この列の合計÷6	この列の合計÷6	この列の合計÷6

なお、費用の節約額を利得として分割する費用節約ゲームも、一般的に提携形ゲームの一種として定式化することができる。費用節約ゲームでは、次の式(6)に示す、個別に費用を支払った場合の費用 $c(\{i\})$ からの節約額を特性関数とする方法が一般的である。

$$v(S) = \sum_{i \in S} c(\{i\}) - c(S) \quad (7)$$

本研究では、シャープレイ値の考え方をを用いて地区別に料金を設定する方法として、地区をプレイヤーとし、含まれるすべてのサービスの費用（または費用に事業者が受け取る適正な利益を費用に上乗せした額）の共同実施による節約額を $v(S)$ としたときの「シャープレイ値」を、区域別費用算出に用いることを提案する。6.3.2項の例で表現すると、地区A、



地区 B、地区 C がプレイヤーに相当し（それぞれ A・B・C と略記する）、A・B それぞれで単独で運行した場合に対する AB 地区で一体的に運行した場合の節約額を  $v(AB)$  とする。

また、シャープレイ値  $\phi_i(v)$  は以下の 4 つの公理からなる公理系から導くことができるものであり、以下の公理系を満たす唯一の解である。

■公理 1 【パレート最適性】

$$\sum_{i \in N} \phi_i(v) = v(N) \quad (8)$$

■公理 2 【ナルプレイヤー】 任意のナルプレイヤー  $i$  に対して、

$$\phi_i(v) = 0 \quad (9)$$

■公理 3 【対称性】 対称なプレイヤー  $i$  と  $j$  に対して、

$$\phi_i(v) = \phi_j(v) \quad (10)$$

■公理 4 【加法性】  $v, w \in V$  に対して、

$$\phi_i(v + w) = \phi_i(v) + \phi_i(w) \quad (11)$$

ただし、上記の公理は以下の定義をもとに表記されている。

(1) プレイヤー  $i$  がナルプレイヤーであるとは、任意の提携  $S$  に対して、

$$v(S \cup \{i\}) = v(S) \quad (12)$$

が成り立つときをいう。

(2) プレイヤー  $i$  と  $j$  が対称であるとは、 $i, j$  を含まない任意の提携  $S$  に対して、

$$v(S \cup \{i\}) = v(S \cup \{j\}) \quad (13)$$

が成り立つときをいう。

(3)  $V$  は優加法的な特性関数  $v$  の全体とする

この公理系は、Metro-MaaS の地区別費用を帰着させる方法としても望ましい条件となっている。まず公理 1 より、節約額が全額いずれかの地区に帰着できるため、費用の全額を分割することができる。公理 2 のナルプレイヤーは、6.3.2 項の冒頭で述べた「完全に分離して運営しても費用が変わらない地区」に対応しており、公理 2 が満たされることで、それらの地区には節約額の配分が無いこと、すなわち単独で実施した場合と同じ額が帰着することとなる。公理 3 は、サービスへの負荷のかけ方が同様である地区同士は、帰着する費用が同じになることを保証するものであり、費用の帰着のさせ方として妥当な方法であると言える。また、公理 4 が満たされることにより、路線バスや乗合タクシーといった手段別の費用から特性関数を作り、シャープレイ値を求めてから合計した場合と、全手段の合計値から特性関数を作った場合で結果が同様になることが保証される。手段別の議論と合計値の議論が整合的になるという観点から、この公理が満たされていることは望まし

いと言える。以上より、Metro-MaaSの同一管理系統内区分の地区別費用算出において、シャープレイ値を用いることには、一定の妥当性があると考えられる。

なお、シャープレイ値は先述の通り、提携に参加する順番がランダムである場合の貢献の期待値であるため、全ての地区間で連携が検討される確率が等しいという前提を受け入れられる環境でのみ用いることが望ましい。ここでの提案は、同一管理系統内の地区において費用を区分する手法としての提案であるため、同一のバス・タクシー営業所管内や乗合タクシーの一つの運行系統に含まれる範囲にある、近接した地区群の中での分割を想定している。そのため、一斉に導入検討を行う場合に、対象となる全ての地区間で等しい確率で連携が検討されるという前提は、不自然ではないと考えられる。また、実際には一部地区で先行して実験導入が行われることも想定される。しかし、その場合における対象範囲拡大後の費用算出においては、先行導入地区に対して特別な扱いをせず、提携に参加する順番がランダムであった場合の期待値であるシャープレイ値を用いることで、範囲拡大前にはスケールメリットが得られにくく費用を多く負担していた先行導入地区に、過大な費用が帰着されることを避けることができる。この点も、シャープレイ値を用いた費用算出の利点の一つであると言える。

#### 6.3.4 シミュレーション結果を用いたシャープレイ値の算出

地区別費用の実際の計算手順を示すため、6.2節で述べたものと同じ設定のシミュレーション結果を用いて、シャープレイ値の算出を行った。居住地がやや分散している状態からの集約施策の検討を想定し、6.2節で評価対象としたシナリオのうち、バスと乗合タクシー双方が利用できるシナリオであるシナリオ1・3・5・7を対象に算出した。また、地区の区分としては、図6.1の①地区を南北で半分に分けA・B地区とし、②地区を地区Cとし、3地区によるゲームとして考えている。

シナリオごとの、地区の組合せごとの総費用を表6.5に、それらをもとに各地区に帰着する費用としてシャープレイ値を算出した結果を表6.6に示す。また、費用に大きく影響する、各シナリオにおける平均待ち時間を10分以下にするための必要車両数を、表6.7に示す。

表 6.5 組合せごとの総費用

シナリオ	A (①南)	B (①北)	C (②地区)	AB	AC	BC	ABC
1	¥3,685,546	¥5,570,682	¥9,987,507	¥7,298,685	¥10,703,440	¥11,613,290	¥13,299,088
3	¥4,617,853	¥6,472,787	¥9,979,376	¥9,128,838	¥11,630,326	¥12,520,429	¥15,143,181
5	¥3,415,667	¥3,307,251	¥15,999,914	¥4,730,141	¥15,457,517	¥16,354,202	¥16,764,634
7	¥3,354,490	¥4,275,568	¥15,989,072	¥5,653,155	¥16,366,979	¥17,292,704	¥17,674,096

表 6.6 各地区に帰着する費用の計算結果

シナリオ	居住	施設	全体の費用	A(地区①南)に 帰着する費用	B(地区①北)に 帰着する費用	C(地区②)に 帰着する費用
1	集約	集中	¥16,120	¥8,372	¥13,696	¥25,020
3	集約	分散	¥18,355	¥11,929	¥17,158	¥25,026
5	分散	集中	¥20,321	¥9,481	¥12,108	¥25,764
7	分散	分散	¥21,423	¥10,253	¥16,409	¥26,048

表 6.7 各シナリオにおける平均待ち時間を 10 分以下にするための必要車両数

シナリオ	A (①南)	B (①北)	C (②地区)	AB	AC	BC	ABC
1	3	5	10	6	10	11	12
3	4	6	10	8	11	12	14
5	3	3	16	4	15	16	16
7	3	4	16	5	16	17	17

いずれのシナリオでも、地区①の方が地区②よりも帰着する費用が小さく、月額で一人当たり 1 万円前後の差を付けられることが確認できた。また、どのシナリオでも帰着する費用は、小さい方から地区①南、地区①北、地区②の順になっているが、これは図 6.1 の③駅周辺地区へ近い順となっている。住宅地から最も多くのトリップが向かっている駅周辺地区へ近いほど、乗合タクシーを利用する区間が短く、一定の待ち時間以内で対応するために必要になる車両数が抑えられることで、費用が小さくなるものと考えられる。

居住地の集約が進んだ場合の変化は、シナリオ 5 とシナリオ 1、およびシナリオ 7 とシナリオ 3 を比較することで確認することができる。今回の結果からは、シナリオ 5 と 1、7 と 3 の間では、地区①と地区②の間のコスト差には大きな変化は見られなかった。これは、人口の変動に合わせて、平均待ち時間を 10 分以下にするための車両数が表 6.7 に示している通り変動するために、会員数あたりの車両数が大きくは変わらないことが要因だと考えられる。一方で、6.2 節で既に述べた通り、全体の費用はシナリオ 5 よりシナリオ 1 の方が低く、シナリオ 7 よりシナリオ 3 の方が小さくなっている。この費用の低減は、人口の移動によって達成されているものとみなすことができる。そのため、今回仮定した条件下および人口密度の変動幅では、一人当たり費用の地区間での差額はあまり変化しないという想定の下で、その金額差の受け止め方や、施策の妥当性検討に活かすことができると考えられる。

また、人口分布が同様に施設が分散した場合（シナリオ 3・7）では、施設が集約されていた場合（シナリオ 1・5）よりも地区①②の費用差が小さくなっている。これは、施設分

散のシナリオ 3・7においては、駅から遠く地区②に近い「⑤ロードサイド型目的地 b」への移動が生じるため、地区①からの移動に対応する費用が増える半面、地区②からの移動への影響は地区①より小さいことが要因だと考えられる。

以上に示した結果は、あくまで 6.2 節で示した様々な仮定の下でも数値であるため、それらの仮定が変化することで結果の傾向も変わる可能性があることには留意する必要がある。特に強い仮定としては、加入率を全地域一律で 10%としている点と、待ち時間を 10 分以下に抑えるよう事業者が車両数を調整するという点が挙げられる。加入率には本来、料金や待ち時間などのサービス水準や、地域の居住者の特性など様々な要素が影響すると考えられる。また、地区別の費用を料金に反映させると、地区①の料金は安くなるため加入率が上昇し、地区②では逆に加入率が低下することが考えられる。ただしその場合でも、加入者数の範囲が先述の各シナリオにおける加入者数と同程度であれば、先述の結果から地区別に帰着する一人当たり費用は大きく変化しないと推察できる。また、維持すべき平均待ち時間を 10 分から 20 分・30 分などに伸ばした場合には、コストが低下すると推測できる。地区別の費用の増減については、その空間構成や移動の時間分布によって異なると考えられる。

また、実際の環境に近い人口分布や移動パターンを入力することにより、実際の地域における地域の空間構造に関連する施策の検討に活用できると考えられる。この結果を題材として、地区別に帰着させた費用を、地域の空間構造に関する施策の議論に活用する道筋を、2つの観点から述べる。

第一に、地区別費用を料金にどの程度反映させるべきかが論点となる。費用に応じて料金を負担すべきという立場に立てば、地区①と地区②で料金差を付けるという結論が導かれる。一方で、居住地に関わらず、拠点地域へのアクセシビリティを平等に確保すべきであるという観点で言えば、拠点地区から遠い地区②の居住者の移動により多くの金額を拠出することを許容し、均一の料金設定とするという考え方もできる。Metro-MaaS が計画制度や補助制度などを通して行政の関与の下で公的な側面を持って運営されている場合には、後者の考え方が採用される場面も多いのではないかと想定できる。なお、料金を改定した場合には、需要にも変動が生じる可能性があるため、再編後の料金による地区別費用を計算し、再度それを反映させるといった反復計算により均衡する点を求めることが望ましい。

第二に、料金に反映させること以外の方法で、居住地や目的地となる施設の立地を誘導する施策の妥当性を確認する際に、この結果を活用することができる。居住地の集約を促す方策としては、立地適正化計画等の計画制度に位置づけることや、まちなか転居支援施策、民間事業者主導の場合は不動産販売と連携したキャンペーンの実施などが考えられる。それらの施策においては、集約対象地域の居住者や、集約対象地域に新たに転居する人に対して、金銭的な面も含めた補助や優遇が為される場合があるが、その補助規模の妥当性の確認に、この Metro-MaaS 提供費用が活用できると考えられる。例えば、今回の計算結

果では月 1 万円程度の費用差が地区①と②の間に生じるという結果となったため、家賃や引っ越し費用の補助として月当たりで数千円の補助を行うことは、この費用差を還元するという観点で正当化できるとも考えられる。

## 6.4 小括

本章では、Multi-Cycle Modelの中でも明示されている地域の空間構造がMetro-MaaSの運営コストに与える影響明らかにするとともに、地区単位でのサービス提供コスト差を定量化するMetro-MaaSの地区別費用算出手法を提案した。まず、居住地や目的地の分布がMetro-MaaSの運営の効率性に与える影響を、都市圏郊外を想定しつつ単純化した空間構成とトリップ分布を仮定したシミュレーションによって評価し、居住地や目的地となる施設が集約されている方がMetro-MaaSの運営効率が高まることを示した。続いて、Metro-MaaSの地区別費用算出方法を整理した上で、その中でも特に算出が困難であると考えられる同一管理系統内区分を対象にして、シャープレイ値を用いた地区別費用算出手法を提案し、先述のシミュレーション結果を用いて、地区別料金を算出する手順を示した。

本章の計算は、あくまで仮想の地域を対象に、郊外住宅団地の移動需要と典型的な道路ネットワークを用いた計算であり、詳細な地域特性は考慮できていない点には留意する必要がある。移動実態や道路環境などに関する詳細なデータが入手できれば、その地域の利用者特性や地域特性を詳しく考慮した計算が可能になる。十分なデータを用意し、また需要モデルも対象地域における移動データから構築して分析することで、地域の個別事情を考慮した地区別費用算出にも活用しうると期待できる。

◆本章の内容は、以下の土木学会論文集に登載された論文の内容と、同内容をもとに構成したことが明確である藤垣洋平および共著者による報告書・解説記事・発表資料等の内容をもとに作成している

藤垣 洋平, 中井 諒介, 高見 淳史, Giancarlo TRONCOSO PARADY, 原田 昇: バスと乗合タクシーを組み合わせた複合的公共交通サービスの効率性分析, 第 57 回土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), 2018

## 第6章の参考文献

- 601) OpenStreetMapContributors: OpenStreetMap, <https://www.openstreetmap.org/>  
(2018年5月29日閲覧)
- 602) 国土交通省: 都市計画法施行規則, 2017年改正.
- 603) 神力 潔司, 福田 展淳, 王 宇鵬: 少子高齢化が進む北九州市八幡東区における乗り合いタクシーの事業性に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.78, No.689, pp.1569-1577, 2013.
- 604) 東急バス株式会社: バス利用特典サービス (バステ) について, <http://www.tokyubus.co.jp/top/pasmo/service.html> (2017年4月23日閲覧)
- 605) 熊本市立地適正化計画, 熊本市, 2016.
- 606) 岡田章: ゲーム理論 [新版], 有斐閣, 2011.
- 607) 船木由喜彦: 演習新経済学ライブラリ=4 演習ゲーム理論, 新世社, 2004.

## **第7章 本研究の総括と今後の課題**

## 7.1 本研究の成果

本研究では、統合モビリティサービスを対象として、サービスに関わる主体間の定量的・空間的な相互関係に着目した計画・設計手法を提案するとともに、利用意向調査データを用いて提案手法の活用可能性を示した。主体間の定量的な関係を分析する枠組みとしては、第3章で Multi-Cycle Model を提案し、大都市圏における空間的な主体間関係の整理の方法としては、第4章で大都市圏向けの導入形態である Metro-MaaS を提案するとともに、その基礎的な需要特性を調査から明らかにした。その上で第5章では、岐阜県多治見市の住宅団地を対象に、Metro-MaaS に準ずる形態のサービスを想定した Multi-Cycle Model を用いた分析の手順を示した。さらに第6章では、居住地分布や施設配置などの地域の空間構造が Metro-MaaS の効率性に与える影響を評価するとともに、地区単位でサービス提供コスト差を可視化し議論の参考とするための Metro-MaaS の地区別費用算出手法を提案した。

以下に、第1章で示した具体的な目的に対応する形で、本研究で得られた成果を改めて概説する。

### (1) 統合モビリティサービスを対象にした体系的な分析の枠組みの提案

第3章において、IMS の新規分析者の分析方針構築を手助けするとともに、各分析の位置づけを議論する際の参考情報として活用できる枠組みとなることを目的として、Multi-Cycle Model という枠組みを提案した。この Multi-Cycle Model の意義は、ある分析を Multi-Cycle Model に照らすことによって、その分析が特殊例に過ぎないことを認識でき、その分析で扱いきれていない事柄を認識できることにある。その例として、「中長期の移動への支払いが異なる場合」と、「段階的なサービス向上施策」の2点を取り上げ、Multi-Cycle Model の図を用いて図解した。

### (2) 大都市圏向けの導入手法の提案

第4章では、「調整対象の事業者数の抑制」と、「利用者の移動カバー率を高い水準で保つこと」を両立しうる、大都市圏郊外部向けの MaaS 設計手法として、Metro-MaaS を提案した。また、東京都市圏の居住者を対象に、Metro-MaaS に準ずる形の仮想的なサービスを示して実施した利用意向調査を通して、利用意向に影響がある個人属性や居住地、移動実態の特徴を抽出し、モデルのパラメータ推定によりその影響を分析した。その結果、「運転に対して少し不安がある人」、「駅から自宅までの徒歩の所要時間が20分以上の人」、「自家用車を2台保有している人」、「20～39歳女性」、「自宅周辺の移動が多い人」、「自宅外フルタイム就業者」が、サービスを利用したいと考える傾向があることが示された。さらに、



サービスが存在することで、路線バスの利用が増加し、自家用車の運転が減少する可能性が示された。

### (3) Multi-Cycle Model を用いた漸進的導入手法の評価

Multi-Cycle Model を用いた具体的な分析例として、岐阜県多治見市の住宅団地を対象にした仮想的なサービスを対象にした、漸進的導入手法の評価を第 5 章で実施した。Multi-Cycle Model に準拠した分析を通して、料金・車両数と利益の関係の全体像を示した上で、漸進的導入策に関して、次の 2 点の知見が得られた。

まず 1 点目として、車両数と収益率を一定に保ちながらサービスを調整する場合に、現行のタクシー料金をもとに高めの金額から開始するとサービスを向上させることができないが、1 万円前後の場合から始めれば好循環に入り利益が上げられる、または収支均衡状態で安定できる場合があるという結果が得られた。2 点目としては、車両数と料金を同時調整する漸進的導入策が評価できることを示した。漸進的導入策の例として「平均待ち時間上限付き値下げ優先探索」を挙げてその挙動を確認し、今回の例で挙げた数値・関数を仮定した場合には、その方策が有効であることを確認できた。

### (4) 地域の空間構造が Metro-MaaS 運営コストに与える影響の評価と地区別費用算出手法

#### の提案

第6章では、居住地分布や目的地分布がMetro-MaaS供給コストに与える基礎的な傾向についてシミュレーションで評価を行うとともに、地区単位でのサービス提供コスト差に配慮したMetro-MaaSの地区別費用算出手法を提案した。まず6章の前半では、居住地や目的地の分布がMetro-MaaSの運営の効率性に与える影響を、都市圏郊外を想定しつつ単純化した空間構成とトリップ分布を仮定したシミュレーションによって評価し、居住地や目的地となる施設が集約されている方がMetro-MaaSの運営効率が高まることを示した。続いて、Metro-MaaSの地区別提供コストを可視化して議論に用いるための地区別費用算出方法を整理し、その中でも特に算出が困難であると考えられる同一管理系統内区分を対象にして、シャープレイ値を用いた地区別費用算出手法を提案した。また、シミュレーション結果を用いて、地区別費用を算出する手順を示した。

## 7.2 限界と課題

続いて本研究の限界と課題を、「利用意向や交通行動モデルに関する限界と課題」「シミュレータや分析コードの検証体制の限界」「居住地選択や企業立地との相互作用」の3項目に分けて述べる。

### 7.2.1 加入選択モデルや交通行動モデルに関する限界と課題

本研究で扱った加入選択モデルや交通行動モデルは、現在は実施されていない仮想的なサービスを対象にした利用意向調査のデータを使ったものであった。またモデルの形も、二項ロジットモデルを中心とした極めて単純なものであり、考慮できている変数も調査項目の制約のために限定されていた。そのため、実際にサービスが提供された場合の実際の加入選択行動や交通行動とは異なる可能性がある。また、IMSは新しいサービス概念や技術を含むものであるため、広報・宣伝や社会情勢の変化によっても需要が大きく変化する可能性もある。さらに利用候補者や地域の組織とのコミュニケーションによっても、サービスの理解が深まり、利用意向が変わる可能性もある。本研究の意義は、評価の手法を提示したことと、多くの仮定の下での大まかな傾向の把握に留まるものであり、予測としての定量的な正確性を主張できるものではない。

### 7.2.2 シミュレーションや分析コードの検証体制の限界

運行シミュレーションや分析コードの完全性の観点からも、本研究において定量的な正確性を主張することには問題があると考えられる。本研究で使用した運行シミュレーションや分析コードは、正確性を保つよう注意を払って作成されており、原則として作業者が設定したテストを合格したものを使用している。しかしながら、そのコードの品質やテストの結果について、第三者や検証機関の認証を受けたものではなく、一切の誤りがないことを保証するものではない。また、冒頭で明記してある通り本研究の内容の一部は既に査読付き論文集に投稿された内容に含まれているが、少なくとも本研究の内容を投稿した論文集における「査読」とは、あくまで「文章」のみの確認であり、調査結果データそのものや、分析時のデータ加工手順、および使用したコードのレビューは実施されていない。

この問題は、エージェントベースシミュレーションを用いる場合には特に深刻な問題となり得る。単純な離散選択モデルの推定の場合には、100行程度のコードで済むことも多く、不注意により意図しない計算が行われるリスクは低いといえる。例えば、本研究で使用した二項ロジットモデル推定用のコード（プログラミング言語 R を使用）の規模は100～200行程度である。一方で、エージェントベースシミュレーションの場合には、数千から数万行程度となることもあり、入力データの数も多くなる。本研究で使用した運行シミュレー

シヨンのコードは、およそ 1500 行である。さらに、シミュレーションプラットフォーム **Gama** もオープンソースのプラットフォームであり、本研究での使用中は信頼できる挙動を示していたものの、品質について保証がなされているものではなく、**Gama** 側の不具合により不適切な計算が為されている可能性が全くないとは言い切れない。また、基礎的な挙動、例えば運行シミュレーションでは走行や乗降などについて、十分に検証し問題がないことを確認しても、例外的な状況で不具合や不適切な計算が為されるケースがあり、それを網羅的に列挙し、検証することには多大な困難が伴う。そのためエージェントベースシミュレーションにおいては、分析者個人や数人単位の分析チームが良心に従って合理的な注意を払っていたとしても、不具合や不適切な計算を完全に除去することは難しいと考えられる。むしろ、筆者や研究者・技術者として良心に基づき、合理的な注意を払って作業を行っており、**Gama** の開発関係者など使用したソフトの開発者も同様であると推察される。しかしながら、一切の誤りがないことを保証するものではなく、極めて多岐にわたる工程の中で、筆者や **Gama** の開発関係者が何らかの誤りを生じさせていた可能性は完全には否定できない。

実務においては、分析目的に応じて、要求仕様や目指すべき品質とテスト内容、および不具合や誤りに対しての対応方法や保証内容を、実施費用とのバランスにも配慮しながら、分析主体と結果利用主体の間で十分に吟味することが必要である。また、**IMS** を対象にした運行シミュレーションが今後多数登場する事態になるのであれば、一般的に検証することが望ましいテスト内容をまとめた品質検証ガイドラインを、関係者で議論して作成することも、今後取り組む価値のある課題だと言える。

### 7.2.3 自家用車保有や居住地選択との相互作用

本研究で提案した **Multi-Cycle Model** においては、自家用車保有や居住地選択を含む中長期の意思決定や、都市構造との相互作用を要素として含めている。しかし、自家用車の保有や売却、居住地選択といった中長期の意思決定については、信頼できるデータが得られていないため、本研究では対象としていない。また、企業や個人の立地選択行動と、地主や開発者の開発・売買などの行動が影響し合う土地・不動産市場までを考慮した枠組みとはなっていない。なお、第 6 章においては居住地や目的地の分布が **Metro-MaaS** に与える影響の評価までは行っているが、居住地や目的地施設が変化することを考慮した分析は行えていない。土地・不動産市場までを考慮した既存のモデルとの組合せ方を考えることが今後の課題である。

## 7.3 本研究をもとにした今後の研究の可能性

最後に、本研究の成果をもとにした今後の研究の可能性について述べる。

### 7.3.1 実証実験時や実運用時のデータを用いた詳細な行動モデルを用いた相互作用分析

Multi-Cycle Model の枠組みは、対象とする地域やサービスに適した行動や意思決定に関するモデルを用いることによって、様々な地域やサービスに対応でき、またその信頼性を高めることができる。実際の意思決定に近い、信頼性の高いモデルを推定して用いるためには、実証実験時や実運用時のデータを取得して活用することが望ましい。IMS はスマートフォンアプリを通してサービスが提供されることも多いため、行動データの収集をサービス提供と同時にこなすこともできる。利用者には、プライバシーに配慮するとともに用途について十分に説明をしたうえで同意を得る必要があるが、同意取得や調査協力への謝礼などにコストを掛ける価値があるほどの、詳細かつサービス利用実態と直結したデータが取得できる可能性もある。また、データを通しての検証は、利用者の意思決定モデルだけでなく、シミュレータに関する必要になる。運行シミュレーション上の車両の挙動と、実際の交通流の中で走行し、かつ実際の利用者の乗降や問い合わせに対応する現実の車両の挙動に、どの程度の差があるかを確認するとともに、差を縮めるための改良をするための材料として、実運行時の車両挙動データが使用できると考えられる。

### 7.3.2 中長期の意思決定や不動産市場との相互関係の整理

自家用車の保有や売却、居住地選択といった中長期の意思決定については、実際の選択結果やインタビュー調査などをもとにした、信頼できるまとまった規模のデータが得られれば、それらの選択に IMS が与える影響を分析することができ、Multi-Cycle Model に組み込むことで影響を評価することができると期待できる。土地・不動産市場については、既存の土地・不動産市場と交通を一体的に検討する体系に適切に接続することによって、IMS が土地・不動産市場に与える影響についても検討できる可能性がある。交通サービスを通して居住地や施設立地に影響を与えることができれば、立地適正化計画などの都市政策とも連携できる可能性が出てくる。また、土地・不動産市場を通じた人口や産業の立地は、交通サービス単体の収支とは別の形で経済にも大きな影響を与えられられる。土地・不動産市場を含むモデルとの接続を通して、それらの評価に取り組むことが今後の研究の方向性の一つとして挙げられる。

### 7.3.3 関連データ・意思決定モデル・シミュレータの流通と評価検証

Multi-Cycle Model は、分析の体系であると同時に、データ・意思決定モデル・シミュレータなどの貢献の相対的な関係を位置付けるための枠組みとして活用できる。そして、その性質を活用することにより、意思決定モデルやそのパラメータ推定に用いるデータを「Cycle 1 の意思決定モデル」「Cycle 2 の意思決定モデル」「Cycle 3・4 の同時調整戦略」「Cycle 1・3 の相互作用を扱えるシミュレータ」などの呼び名のタグをつけて分類し、付け替え可能な分析のパーツとして各成果を流通させ交換し合うことが可能になる。また前節で述べた通り、信頼性の高い分析を実施するためには、エージェントベースシミュレーションを中心に、コードやデータ自体の組織的な検証・改良の取り組みが実現することが望ましい。研究者や実務者の間で Multi-Cycle Model に当てはめられる素材を流通させる場合には、流通のためのプラットフォーム上で同時に評価検証を行い、欠点や懸念も含めて明示できる仕組みを整えることで、データやコードの信頼性を高め相互利用をより容易にすることができると考えられる。また、データやコードについても、守秘義務契約を結んだ第三者機関等で検証作業を実施しつつ、データの概要や仕様書・説明書を公開することで、全ての情報を公開せずともその特性を広く一般に公開することも可能である。これらの Multi-Cycle Model を活用した流通や評価のための仕組みづくりは、先進的な ICT を活用した分析ツールや、ICT 関連サービスから収集されるビッグデータを活用した交通サービスの計画・設計を促進できると期待できる。交通サービスに関連するデータやツールは、様々な主体が保有または開発することが想定される。一方で、現象理解やサービス設計、政策評価のための分析には、複数の主体が持つデータやツールを相互に結び付けた多面的な分析が求められる場面もあると想定される。それらの多面的な分析のためには、個々のデータやツールの有用性や位置づけ、信頼性の程度、他の成果との関係性を適切に把握する必要がある。それらの関係性を表現するための参照系として、Multi-Cycle Model が流通や評価のための仕組みづくりに貢献できると考えられる。

Multi-Cycle Model を連携するための枠組みとして利用し、それぞれの研究者・実務者が成し遂げたことを繋ぎ合わせやすくすることで、調査研究成果のリレーによる様々な分析が実現し、関係主体にとって望ましい統合モビリティサービスのあり方を多くの関係者が検討できる状態にすることが、本研究をもとに今後取り組むべき重要な課題の一つである。

## 謝辞

博士研究を進めるにあたり、様々な方にご支援、ご協力をいただきました。研究を支えて頂いた全ての方に、心よりお礼申し上げます。

都市交通研究室の原田昇先生、高見淳史先生、トロンコソ パラディ ジアンカルロス先生には、長きにわたり丁寧なご指導を頂きました。原田先生には、卒業論文の頃から長年にわたり、様々な観点で重要なご指摘を頂きました。特に、MaaS が国内ではあまり注目されていなかった頃に、MaaS の概念や MaaS Global 社について原田先生から教えて頂いたことが、私が MaaS や IMS について研究をする重要なきっかけになりました。高見先生には、調査分析から論文発表まで、その大枠から詳細な表現に至るまで、様々なご指導を頂きました。特に、研究成果であれ調査であれ、分かりやすく丁寧に表現することの大切さや、その具体的な方法を、様々な場面で教えて頂きました。ジアン先生には、TRB Annual Meeting やフィンランド渡航をはじめ、国際的な活動を進める後押しをして頂き、そのための助言を多くいただきました。これまでのご指導に、心よりお礼申し上げます。

本論文の審査においては、東京大学の浅見泰司先生、田中秀幸先生、横浜国立大学の中村文彦先生、広島大学の力石真先生に副査をお引き受け頂きました。審査会においては、今後の研究活動にも繋がる様々なご質問やご指摘を頂きました。

都市交通研究室の 2017 年度卒論生であった中井諒介氏には、運行シミュレーションを共同開発する中で、様々な有益な指摘やシミュレーションモデルの改善をして頂きました。また、都市交通研究室の卒論生や修士・博士課程の皆様には、調査票の配布準備等の作業にご協力頂きました。日本交通政策研究会の研究プロジェクト「交通サービスの革新と都市交通計画」のメンバーの皆様にも、研究会の場で様々な助言を頂きました。

調査においては、楽天リサーチモニターの皆様、多治見市ホワイトタウンの方々に御回答いただきました。また、多治見市第 34 区自治会の皆様には、調査票の配布やワークショップの開催にご協力いただきました。実験にあたっては、東濃鉄道株式会社、東鉄タクシー株式会社、多治見タクシー株式会社、近鉄東美タクシー株式会社、株式会社コミュニティタクシーの皆様にもご協力を頂きました。

また、本研究の遂行にあたっては、日本学術振興会の東京大学ソーシャル ICT グローバル・クリエイティブリーダー育成プログラム(GCL)の支援、および日本学術振興会特別研究員制度の支援を受けました。GCL の先生方、コース生の皆様からは、発表会などの場で多くの有益なご助言を頂きました。また、本研究の一部は、JSPS 科研費 16K06531 および 17J05096 の助成を受けて実施しました。

様々な形で支えてくださった皆様に、心よりお礼申し上げます。

2018 年 8 月  
藤垣洋平

## 全体の参考資料（登場順）

- ・ 新谷洋二 編著：都市交通計画 第2版，技報堂出版，2003.
- ・ 国土交通省：自動車輸送統計年報  
<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/06/annual/06a0excel.html>（2018年5月1日閲覧）.
- ・ 橋本成仁，山本和生：居住地特性から見る運転免許返納者の特性把握，都市計画論文集，Vol. 46, No. 3, pp.769-774，日本都市計画学会，2011.
- ・ 新谷洋二，原田昇 編著：都市交通計画 第3版，技報堂出版，2017.
- ・ 順風路：オンデマンド交通システム「コンビニクル」のご紹介，  
<http://www.jpz.co.jp/odb/index.html>（2018年5月1日閲覧）
- ・ 東日本電信電話株式会社：デマンド交通システム，  
[https://www.ntt-east.co.jp/business/solution/transport/?link\\_id=tg\\_img01](https://www.ntt-east.co.jp/business/solution/transport/?link_id=tg_img01)（2018年5月1日閲覧）.
- ・ 中島秀之，野田五十樹，松原仁，平田圭二，田柳恵美子，白石陽，佐野渉二，小柴等，金森亮：バスとタクシーを融合した新しい公共交通サービスの概念とシステムの実装，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol. 71, No. 5, 2015.
- ・ Atasoy, B., T. Ikeda, X. Song, and M. E. Ben-Akiva: The Concept and Impact Analysis of a Flexible Mobility on Demand System, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 56, 2015, pp. 373–392.
- ・ Kyyti Group Ltd., Kyyti  
<https://www.kyyti.com/english.html>（2018年5月1日閲覧）.
- ・ Uber Technologies Inc.: Uber Pool,  
<https://www.uber.com/ja-JP/ride/uberpool/>（2018年5月1日閲覧）.
- ・ 藤垣洋平，金森亮，野田五十樹，中島秀之：SAVS 運行実験時の調査データを用いた都市部での DRT サービス利用意向の分析，第52回土木計画学研究・講演集(CD-ROM)，2015.
- ・ 藤垣 洋平，高見 淳史，大森 宣暁，原田 昇：大都市圏郊外の住宅団地を対象とした高利便性の定額制乗合タクシーの成立可能性に関する分析-岐阜県多治見市の住宅団地におけるケーススタディ-，都市計画論文集，Vol.49, No.3, pp.369-374, 2014.
- ・ 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団，「わが国のカーシェアリング車両台数と会員数の推移」，  
[http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare\\_graph2013.2.html](http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_graph2013.2.html)  
（2018年5月2日閲覧）.
- ・ 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議：官民 ITS

構想・ロードマップ 2017 ～多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて～,  
2017.

- 香月秀仁, 川本雅之, 谷口守: 自動運転車の利用意向と都市属性との関係分析 一人の意識, 交通行動に着目してー, 都市計画論文集, Vol. 51, No. 3, pp.728-734, 2016.
- Hietanen, S.: 'Mobility as a Service' – the new transport model?, Eurotransport, Vol. 12, Issue 2, 2014.
- MaaS Global Ltd: Whim travel by MaaS Global, <https://whimapp.com/> (2018年5月1日閲覧) .
- Mukthar-Landgren, D., Karlsson, M., Koglin, T., Kronsell, A., Lund, E., Sarasini, S., Sochor, J. & Wendle, B.: Institutional conditions for integrated mobility services (IMS). Towards a framework for analysis., K2 Working paper, 2016.
- 藤垣洋平, Giancarlo TRONCOSO PARADY, 高見淳史, 原田昇: 統合モビリティサービスの概念と体系的分析手法の提案, 土木計画学研究・講演集, vol.54, 2016.
- Sochor, J., Strömberg, H. and Karlsson, I.C.M.: Implementing Mobility as a Service. Challenges in Integrating User, Commercial and Societal Perspectives, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board No. 2536, pp. 1-9, 2015.
- 藤垣洋平, 金森亮, 野田五十樹, 中島秀之: SAVS 運行実験時の調査データを用いた都市部での DRT サービス利用意向の分析, 第 52 回土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2015.
- 池田拓郎, 藤田卓志, Moshe E. Ben-Akiva : Flexibility On Demandー複数の交通サービスへの動的な車両割り当てを特徴とするオンデマンド交通システムの設計と評価, 第 49 回土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2014.
- Uber Technologies Inc.: Uber Pool,<https://www.uber.com/ja-JP/ride/uberpool/> (2018年5月1日閲覧) .
- MaaS Global Ltd: Whim travel by MaaS Global, <https://whimapp.com/> (2018年5月1日閲覧)
- Heikkilä, S. : Mobility as a Service - A proposal for action for the public administration, Case Helsinki, Master Thesis in Aalto University, 2014.
- Jittrapirom, P., Caiati, V., Feneri, A. M., Ebrahimigharehbaghi, S., Alonso-González, M. J., & Narayan, J.: Mobility as a Service : a critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges. Urban Planning, Vol.2, Issue.2, pp.13–25, 2017.
- Sochor, J., Arby H., Karlsson, M., Sarasini, S.: A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects and aiding policy integration, ICoMaaS 2017 Proceedings, 2017



- Karlsson, M., Sochor, J., Aapaoja, A., Eckhardt, J., König, D.: Deliverable 4: Impact Assessment. MAASiFiE project funded by CEDR, 2017
- Eckhardt, J., Aapaoja, A., Nykänen, L., Sochor, J., Karlsson, M. & König, D.: Deliverable 2: European MaaS Roadmap 2025. MAASiFiE project funded by CEDR, 2017
- MaaS Alliance: White Paper, Guidelines & Recommendations to Create the Foundations for a Thriving MaaS Ecosystem, 2017
- Matyas, M., and Kamargianni, M.: A Stated Preference Experiments for Mobility-as-a-Service Plans. 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems, MT-ITS 2017 - Proceedings, 2017.
- Granovetter, M. : Threshold models of collective behavior, *The American Journal of Sociology*, Vol. 83, No. 6, pp. 1420-1443, 1978.
- 力石真, 瀬谷創, 福田大輔 : 社会的相互作用に着目したミクロ計量経済分析の展開と土木計画への応用可能性, *土木計画学研究・講演集*, Vol. 53, 2016.
- 松島格也, 小林潔司 : 手段補完性を考慮したバス市場構造の分析, *土木学会論文集*, No. 765/IV-64, pp. 115-129, 2004.
- Reeven, P. Van. Subsidisation of Urban Public Transport and the Mohring Effect. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 42, No. May, 2008, pp. 349–359.
- Basso, L. J., S. R. Jara-díaz, and S. R. Jara-díaz. The Case for Subsidisation of Urban Public Transport and the Mohring Effect. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 44, No. 3, pp. 365–372, 2014.
- 松島格也, 小林潔司, 坂口潤一 : タクシースポット市場の差別化と社会的公正, *土木学会論文集*, No. 723/IV-58, pp. 41-53, 2003.
- Zhang, F., H. Yang, and W. Liu.: The Downs – Thomson Paradox with Responsive Transit Service, *Transportation Research Part A*, Vol. 70, pp. 244–263, 2014.
- Bar-Yosef, A., K. Martens, and I. Benenson: A Model of the Vicious Cycle of a Bus Line, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 54, pp. 37–50, 2013.
- 福田大輔, 渡邊健, 屋井鉄雄 : 利用者間の相互依存性を考慮した ETC 車載器普及モデル, *土木計画学研究・論文集*, Vol.21, No.2, pp.463-472, 2004.
- 福田大輔 : 社会的相互作用存在下での交通行動とミクロ計量分析, *土木学会論文集*, No. 765/IV-64, pp. 49-64, 2004.
- 力石真, 西川文人, 瀬谷創, 藤原章正, 張峻屹 : 非市場的相互作用を考慮した住宅地区住民の買物目的地選択行動のモデル分析, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol. 72, No. 5, pp. I\_595-I\_605, 2016.
- Brock, W. A. and Durlauf, S. N.: Discrete Choice with Social Interactions., *Review*

- of Economic Studies, Vol. 68, No. 2, pp. 235–260, 2001.
- 新谷洋二, 原田昇 編著: 都市交通計画 第3版, 技報堂出版, 2017.
  - Ben-Akiva, M., Bowman, J. L. and Gopinath, D.: Travel demand model system for the information era, Transportation, Vol. 23, pp. 241-266, 1996.
  - Azevedo, C. L., K. A. Marczuk, S. Raveau, S. Harold, M. Adnan, K. Basak, H. Loganathan, N. Deshmunkh, D. H. Lee, E. Frazzoli, and others.: Microsimulation of Demand and Supply of Autonomous Mobility On Demand. Transportation Research Record, 2016.
  - Evans, D. S.: The Antitrust Economics of Two-Sided Markets, Yale Journal on Regulation, Vol. 20, Issue 2, Article 4, 2002.
  - 坪内孝太, 大和裕幸, 稗方和夫: オンデマンドバスのログデータを用いた交通分担シミュレータの開発, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.1, pp.84-94, 2011.
  - 藤垣洋平, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇: 高利便性乗合タクシーサービスの均衡分析と収益最大化手法, 交通工学論文集 (特集号), vol.1, No.2, pp.A\_133-A\_141, 2015.
  - 藤垣洋平, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇: 柔軟な公共交通を対象とした利用者数とサービス水準の循環構造モデル, 第50回土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2014.
  - 東京都市圏交通計画協議会: 第5回東京都市圏パーソントリップ調査 人の動きから見る東京都市圏 (東京都市圏交通だより, Vol.22), 2010
  - 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
  - 総務省統計局: 政府統計の総合窓口 (e-Stat), <https://www.e-stat.go.jp/> (2018年5月5日閲覧)
  - 東急バス株式会社: バス利用特典サービス (バ斯特) について <http://www.tokyubus.co.jp/top/pasmo/service.html> (2018年5月5日閲覧)
  - 総務省統計局: 政府統計の総合窓口 (e-Stat), <https://www.e-stat.go.jp/> (2018年5月5日閲覧)
  - 一般社団法人交通工学研究会 編: やさしい非集計分析, 丸善出版, 1993.
  - Patrick, T. Duc-An, V. Amouroux, E. and Drogoul, A.: GAMA: a simulation platform that integrates geographical information data, agent-based modeling and multi-scale control, PRIMA'10 Proceedings of the 13th international conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems, 2010.
  - OpenStreetMapContributors: OpenStreetMap, <https://www.openstreetmap.org/> (2018年5月29日閲覧)
  - 株式会社 JTB: ジェロントタクシー, <http://www.jtb.co.jp/region/kyushu/taxi/> (2018年5月29日閲覧)
  - 国土交通省: 都市計画法施行規則, 2017年改正.

- 神力 潔司, 福田 展淳, 王 宇鵬: 少子高齢化が進む北九州市八幡東区における乗り合いタクシーの事業性に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.78, No.689, pp.1569-1577, 2013.
- 東急バス株式会社: バス利用特典サービス (バステ) について, <http://www.tokyubus.co.jp/top/pasmo/service.html> (2017年4月23日閲覧)
- 熊本市立地適正化計画, 熊本市, 2016.
- 岡田章: ゲーム理論 [新版], 有斐閣, 2011.
- 船木由喜彦: 演習新経済学ライブラリ=4 演習ゲーム理論, 新世社, 2004.

## 付録

第 4 章で述べた東京都市圏居住者を対象にした Metro-MaaS 利用意向調査の画面、および第 5 章で述べた岐阜県多治見市脇之島町の居住者を対象にした調査の調査票を、付録としてこの後に掲載する。

■付録 1：東京都市圏居住者を対象にした Metro-MaaS 利用意向に関する Web 調査の画面

■付録 2：岐阜県多治見市脇之島町の居住者を対象にした調査の調査票

※付録 2 の調査票は、このあとの付録では A4 用紙 4 枚の形で掲載するが、実際に配布した際には、A3 用紙に両面印刷し、A4 サイズになるよう折加工をして配布している。

※第 5 章で述べた通り、サービス水準や車両に関する説明が異なる複数の調査票を作成して配布しているが、ここではその中の一例を示す

## **付録 1**

東京都市圏居住者を対象にした

Metro-MaaS 利用意向に関する Web 調査の画面



## あなたご自身に関するアンケート

### モニターの皆様へのお願い

本アンケートには、一般に公開していない情報が含まれる場合があります。

**アンケート内で知り得た情報について、決して第三者に口外しないよう**、お願いします。

#### 「第三者への口外」に含まれる例

- 口頭、電話、メール等で友人・知人に話す
- 掲示板やブログに書き込む
- その他、手段を問わず、情報を第三者に伝達する行為

### 注意事項

- 複数のアンケート画面を同時に開くと、正常に回答できません。  
アンケートはひとつずつ、回答ください。
- アンケートへの回答は、「動作環境」に記載の環境からお願いします。
- 回答結果は、当社の「個人情報保護方針」に基づいて取り扱います。

上記の内容をご確認いただき、同意してご協力いただける場合のみ、「同意し、アンケート開始」を押してアンケートを開始してください。

同意し、アンケート開始

改ページ

このアンケートには、[郵便番号]を聴取する質問が含まれる場合があります。  
ご回答いただいた内容は、楽天リサーチのクライアントおよびプロジェクト関係者が、本プロジェクトの分析にのみ利用します。  
この内容を基に、ご回答された方を特定しようとしたり、広告・販促を実施したりすることはありませんのでご安心ください。

次へ

改ページ

SC1  
必須

ご自宅から、次に示す目的地まで、徒歩で移動する場合のおおよその所要時間をお答えください。  
(矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	5分未満	5分以上10分未満	10分以上20分未満	20分以上30分未満	30分以上	わからない
最寄駅まで →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
最寄バス停まで →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
最もよく行く買い物先 (スーパー・コンビニ・ドラッグストア等) まで →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2番目によく行く買い物先 (スーパー・コンビニ・ドラッグストア等) まで →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

SC終了

### SC終了質問

No	項番	質問	改ページ	質問タイプ
1	SC1	ご自宅から、次に示す目的地まで、徒歩で移動する場合のおおよその所要時間をお答えください。（矢印方向にそれぞれひとつだけ）	改ページ	マトリクス

### 本調査対象条件

優先順位	条件名	条件式
1	【10分未満】男性20～39歳	((SC1_1 or 1~2) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 20 ) AND ((年齢 val ) <= 39 ))
2	【10分未満】男性40～59歳	((SC1_1 or 1~2) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 40 ) AND ((年齢 val ) <= 59 ))
3	【10分未満】男性60歳以上	((SC1_1 or 1~2) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 60 ) AND ((年齢 val ) <= 99 ))
4	【10分未満】女性20～39歳	((SC1_1 or 1~2) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 20 ) AND ((年齢 val ) <= 39 ))
5	【10分未満】女性40～59歳	((SC1_1 or 1~2) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 40 ) AND ((年齢 val ) <= 59 ))
6	【10分未満】女性60歳以上	((SC1_1 or 1~2) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 60 ) AND ((年齢 val ) <= 99 ))
7	【10分以上20分未満】男性20～39歳	((SC1_1 or 3) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 20 ) AND ((年齢 val ) <= 39 ))
8	【10分以上20分未満】男性40～59歳	((SC1_1 or 3) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 40 ) AND ((年齢 val ) <= 59 ))
9	【10分以上20分未満】男性60歳以上	((SC1_1 or 3) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 60 ) AND ((年齢 val ) <= 99 ))
10	【10分以上20分未満】女性20～39歳	((SC1_1 or 3) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 20 ) AND ((年齢 val ) <= 39 ))
11	【10分以上20分未満】女性40～59歳	((SC1_1 or 3) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 40 ) AND ((年齢 val ) <= 59 ))
12	【10分以上20分未満】女性60歳以上	((SC1_1 or 3) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 60 ) AND ((年齢 val ) <= 99 ))
13	【20分以上】男性20～39歳	((SC1_1 or 4~5) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 20 ) AND ((年齢 val ) <= 39 ))
14	【20分以上】男性40～59歳	((SC1_1 or 4~5) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 40 ) AND ((年齢 val ) <= 59 ))
15	【20分以上】男性60歳以上	((SC1_1 or 4~5) AND (性別 or 男性) AND ((年齢 val ) >= 60 ) AND ((年齢 val ) <= 99 ))
16	【20分以上】女性20～39歳	((SC1_1 or 4~5) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 20 ) AND ((年齢 val ) <= 39 ))
17	【20分以上】女性40～59歳	((SC1_1 or 4~5) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 40 ) AND ((年齢 val ) <= 59 ))
18	【20分以上】女性60歳以上	((SC1_1 or 4~5) AND (性別 or 女性) AND ((年齢 val ) >= 60 ) AND ((年齢 val ) <= 99 ))



現在、交通サービスについての調査研究を目的として、アンケート調査を実施しております。  
お忙しい中恐縮ですが、何卒ご協力いただきますようお願い申し上げます。  
皆様のご回答は、より便利な交通サービスの実現に向けた研究に活用させていただきます。

【以下の点について了承頂いた方のみお答えください】

- 本調査の調査主体は、東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻 都市交通研究室です。
- 本調査でご回答いただいた内容は、東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻 都市交通研究室にて管理し、統計的処理を行なった上で交通に関する研究にて使用します。
- 調査主体が、回答者個人を特定できる情報を受け取ることはありません。
- 本調査の回答を以て、回答内容の利用に同意いただいたものとみなします。  
提出後の回答内容の照会や削除（同意の撤回）はできません。
- 調査票の中で登場するサービスは研究のために設定した架空のもので、運行を前提としたものではありません。
- なお、回答時間の目安は10分～20分程度です。

次へ

改ページ

**Q1** お住いの地域の郵便番号を【半角数字で】お答えください。  
**必須** (例：113-8656)

郵便番号  
**必須**

(例) 000

- (例) 0000

<半角数字>

次へ

改ページ

**Q2** 最寄駅の、路線名と駅名をお答えください。  
**必須**

路線名  
(例：東京メトロ南北線)

テキストボックス1

【必須】(入力制限なし)(文字数制限なし)

駅名  
(例：本駒込駅)

テキストボックス2

【必須】(入力制限なし)(文字数制限なし)

次へ

改ページ

Q3  
必須

最寄バス停を通るバス路線で、あなたが最もよく利用する路線・時間帯の、おおよその運行頻度をお答えください。

- 1時間に6便以上
- 1時間に5便程度
- 1時間に4便程度
- 1時間に3便程度
- 1時間に2便程度
- 1時間に1便程度
- 1時間に1便未満
- わからない

次へ

改ページ

Q4  
必須

次にあげる職業や役割などのうち、あなた自身が当てはまるものをすべてお選びください。  
(いくつでも)

- 1.会社・団体等の職員
- 2.会社役員・団体等の役員
- 3.公務員
- 4.個人事業主
- 5.パート・アルバイト
- 6.学生
- 7.専業主婦・専業主夫
- 8.当てはまるものはない(排他)

次へ

改ページ

条件式

(Q4 or 1~6)

**Q5** 週1日以上、自宅外に通勤・通学していますか。  
**必須** 通勤・通学している場合は、先週1週間に自宅外で行う業務・学習に費やした合計時間は、どの程度かをお答えください。

- 通勤・通学はしていない
- 10時間未満
- 10時間以上20時間未満
- 20時間以上30時間未満
- 30時間以上40時間未満
- 40時間以上50時間未満
- 50時間以上60時間未満
- 60時間以上

次へ

改ページ

**Q6** 現在、同居している方の人数（ご自身除く）を、20歳以上と20歳未満に分けてお答えください。  
**必須** (矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	0人	1人	2人	3人	4人	5人以上
20歳以上の同居者 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20歳未満の同居者 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

改ページ

Q7  
必須

普通自動車を運転できる運転免許を持っていますか。

- 1.持っている
- 2.以前から持っていない
- 3.以前は持っていたことがあるが今は持っていない（返納など）

次へ

改ページ

質問表示条件

条件式

(Q7 or 1)

Q8  
必須

いま現在で、自動車の運転に対して安全面で不安を感じることがありますか。

- 1.不安を感じることはない
- 2.少し不安を感じることがある
- 3.強い不安を感じることがある

次へ

改ページ

Q9  
必須

世帯で保有している自家用車の台数について、車庫（駐車場）の使用料がかかっている台数と、そうでない台数に分けてお答えください。  
（矢印方向にそれぞれひとつだけ）

	保有していない	1台	2台	3台	4台	5台以上
1. 駐車場使用料がかかっている自家用車 （月極駐車場利用の場合など） →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 駐車場使用料がかかっていない自家用車 （ご自宅の敷地内の駐車場など） →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

**条件設定**

**選択肢表示条件**

前提条件 全て非表示

No	条件式	表示項目
1	((Q9_1 or 1) AND (Q9_2 or 1))	3.自転車・バイク等の二輪車の駐輪場使用料
2	((Q9_1 or 1) AND (Q9_2 or 2~6))	2.目的地での駐車場使用料 (店舗や時間貸し駐車場等) 3.自転車・バイク等の二輪車の駐輪場使用料
3	((Q9_1 or 2~6) AND (Q9_2 or 1))	1.車庫としての駐車場使用料 2.目的地での駐車場使用料 (店舗や時間貸し駐車場等) 3.自転車・バイク等の二輪車の駐輪場使用料
4	((Q9_1 or 2~6) AND (Q9_2 or 2~6))	1.車庫としての駐車場使用料 2.目的地での駐車場使用料 (店舗や時間貸し駐車場等) 3.自転車・バイク等の二輪車の駐輪場使用料

**Q10 必須** 以下の駐車場・駐輪場使用料について、世帯で保有している車両にかかっている一ヶ月あたりのおおよその使用料をお答えください。  
(複数台お持ちの場合は総額をお答えください)  
(矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	費用は掛かっていない	1,000円未満	1,000円以上3,000円未満	3,000円以上5,000円未満	5,000円以上10,000円未満	10,000円以上15,000円未満	15,000円以上20,000円未満	20,000円以上
1. 車庫としての駐車場使用料	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 目的地での駐車場使用料 (店舗や時間貸し駐車場等)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 自転車・バイク等の二輪車の駐輪場使用料	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

**回答矛盾制御**

エラー条件

優先順位	条件名	条件式	発動条件
1	Q9-Q10	((Q9_1 or 2~6) AND (Q10_1 or 1))	成立
2	Q9-10	((Q9_1 or 1) AND (Q10_1 or 2~8))	成立

質問表示条件

条件式

((Q9\_1 or 2~6) OR (Q9\_2 or 2~6))

**Q11** **必須** 現在、世帯で保有している自家用車にかかる「燃料費」「駐車場代」「保険料」は、合計すると一月当たりで、いくらぐらい費用がかかっていると思うか、深く考えずに直観でお答えください。  
複数台持っていいらっしゃる方は、総額でお答えください。

- 5,000円未満
- 5,000円以上10,000円未満
- 10,000円以上20,000円未満
- 20,000円以上30,000円未満
- 30,000円以上40,000円未満
- 40,000円以上50,000円未満
- 50,000円以上

次へ

改ページ

質問表示条件

条件式

((Q9\_1 or 2~6) OR (Q9\_2 or 2~6))

**Q12** **必須** 現在、世帯で保有している自家用車の、「車両の購入費」「車検費用」「税金」は、合計して一年当たりの金額に直すと、いくらぐらい費用がかかっていると思うか、深く考えずに直観でお答えください。  
複数台持っていいらっしゃる方は、総額でお答えください。

- 50,000円未満
- 50,000円以上100,000円未満
- 100,000円以上200,000円未満
- 200,000円以上300,000円未満
- 300,000円以上400,000円未満
- 400,000円以上500,000円未満
- 500,000円以上

次へ

## 条件設定

## 選択肢表示条件

前提条件 全て非表示

No	条件式	表示項目
1	((Q6_1 or 1) AND (Q6_2 or 1))	1.自家用車を保有することは、 あなたご自身の今の生活に必要なだと思いますか？
2	((Q6_1 or 2~6) OR (Q6_2 or 2~6))	1.自家用車を保有することは、 あなたご自身の今の生活に必要なだと思いますか？ 2.自家用車を保有することは、 あなたを含む同居のご家族全体の今の生活に必要なだと思いますか？

**Q13** 自家用車を保有することの必要性についてお答えください。  
**必須** (矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	1. 必要不可欠	2. どちらかといえは必要	3. どちらかといえは不要	4. 全く不要
自家用車を保有することは、 1. あなたご自身の今の生活に必要なだと思いますか？ *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
自家用車を保有することは、 2. あなたを含む同居のご家族全体の今の生活に必要なだと思いますか？ *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

**Q14** 交通手段の、定期券や会員制サービスの利用状況についてお答えください。  
**必須** (矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	1. はい	2. いいえ
1. カーシェアリングサービスの会員になっていますか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 鉄道の定期券を持っていますか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 路線バスの定期券を持っていますか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

条件設定

選択肢表示条件

前提条件 全て非表示

No	条件式	表示項目
1	(Q7 or 1)	1.路線バス 2.鉄道 3.タクシー 4.カーシェア（自分で運転） 5.カーシェア（家族や知人が運転） 6.自家用車（自分で運転） 7.自家用車（家族や知人が運転）
2	(Q7 or 2~3)	1.路線バス 2.鉄道 3.タクシー 5.カーシェア（家族や知人が運転） 7.自家用車（家族や知人が運転）

**Q15** 次のそれぞれの移動手段を使う頻度を、お答えください。  
**必須** (矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	週5日以上	週3、4日程度	週1、2日程度	月に数日程度	年に数日程度	そのような移動はしない
1. 路線バス ⚙️	➡️ <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 鉄道 ⚙️	➡️ <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. タクシー ⚙️	➡️ <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. カーシェア（自分で運転） ⚙️	➡️ <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. カーシェア（家族や知人が運転） ⚙️	➡️ <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. 自家用車（自分で運転） ⚙️	➡️ <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. 自家用車（家族や知人が運転） ⚙️	➡️ <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ



**Q16**  
**必須**

**ご自宅を発着地とする移動で、次のような移動をする頻度をお答えください。**  
(駅まで徒歩、路線バス等で行って、鉄道に乗り換えるような移動も含めてお答えください)  
(矢印方向にそれぞれひとつだけ)

		週5日以上	週3、4日程度	週1、2日程度	月に数日程度	年に数日程度	そのような移動はしない
1. 徒歩で、所要時間10分未満の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 徒歩で、所要時間10分以上20分未満の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 徒歩で、所要時間20分以上の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. 自転車で、所要時間10分未満の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. 自転車で、所要時間10分以上20分未満の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. 自転車で、所要時間20分以上の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. 運行頻度が1時間に1本未満の路線バスを利用した移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		週5日以上	週3、4日程度	週1、2日程度	月に数日程度	年に数日程度	そのような移動はしない
8. 運行頻度が1時間に1～3本程度の路線バスを利用した移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. 運行頻度が1時間に4本以上の路線バスを利用した移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. 自家用車を運転して、または同乗して、所要時間10分未満の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. 自家用車を運転して、または同乗して、所要時間10分以上20分未満の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. 自家用車を運転して、または同乗して、所要時間20分以上の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. タクシーで、2km未満の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. タクシーで、2km以上の移動	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

Q17  
必須

お住いの住宅の種類は、どの形態ですか。

- 1.戸建住宅
- 2.集合住宅（分譲）
- 3.集合住宅（賃貸）

次へ

改ページ

質問表示条件

条件式

(SC1\_1 or 1~4,6)

このページの質問では次のような、月額料金を支払えば路線バス、タクシー、カーシェアリングが以下の条件で利用できる会員制サービスが存在した場合を想定してお答えください。

#### 共通の利用条件

##### ■バス乗り放題

会員になれば、ご自宅から半径2km以内の路線バスが乗り放題になります。  
※乗り放題の対象は加入者の方のみで、同伴者の方は別途運賃が必要です。

##### ■タクシーを一定回数まで利用可能

会員になれば、ご自宅から2km以内の任意の地点の間で一定回数まで追加料金なしでタクシーが利用できます。  
※加入者の方が呼んだ車両には、加入者の他に最大3名まで同伴の方がご乗車いただけます。

##### ■カーシェアリングが利用可能

月額料金無料で、カーシェアリングが利用できますが、利用時には時間に応じた利用料が別途かかります。  
ご自宅から徒歩5分程度の範囲内にカーシェア駐車場が設置されるとお考えください。

##### ■加入者は専用の検索・予約アプリが使用可能

行きたい場所を指定すると、各交通手段を使った場合の経路や所要時間が表示されます。  
検索結果画面から、すぐにタクシーやカーシェアの予約ができます。  
予約は、電話窓口でも受け付けます。

利用可能な範囲と、利用方法の例は以下の通りです。

条件式

(SC1\_1 or 5)

このページの質問では次のような、月額料金を支払えば路線バス、タクシー、カーシェアリングが以下の条件で利用できる会員制サービスが存在した場合を想定してお答えください。

-----  
**共通の利用条件**  
-----

■バス乗り放題

会員になれば、ご自宅から半径3km以内の路線バスが乗り放題になります。  
※乗り放題の対象は加入者の方のみで、同伴者の方は別途運賃が必要です。

■タクシーを一定回数まで利用可能

会員になれば、ご自宅から3km以内の任意の地点の間で一定回数まで追加料金なしでタクシーが利用できます。  
※加入者の方が呼んだ車両には、加入者の他に最大3名まで同伴の方がご乗車いただけます。

■カーシェアリングが利用可能

月額料金無料で、カーシェアリングが利用できますが、利用時には時間に応じた利用料が別途かかります。  
ご自宅から徒歩5分程度の範囲内にカーシェア駐車場が設置されるとお考えください。

■加入者は専用の検索・予約アプリが使用可能

行きたい場所を指定すると、各交通手段を使った場合の経路や所要時間が表示されます。  
検索結果画面から、すぐにタクシーやカーシェアの予約ができます。  
予約は、電話窓口でも受け付けます。

利用可能な範囲と、利用方法の例は以下の通りです。

質問表示条件

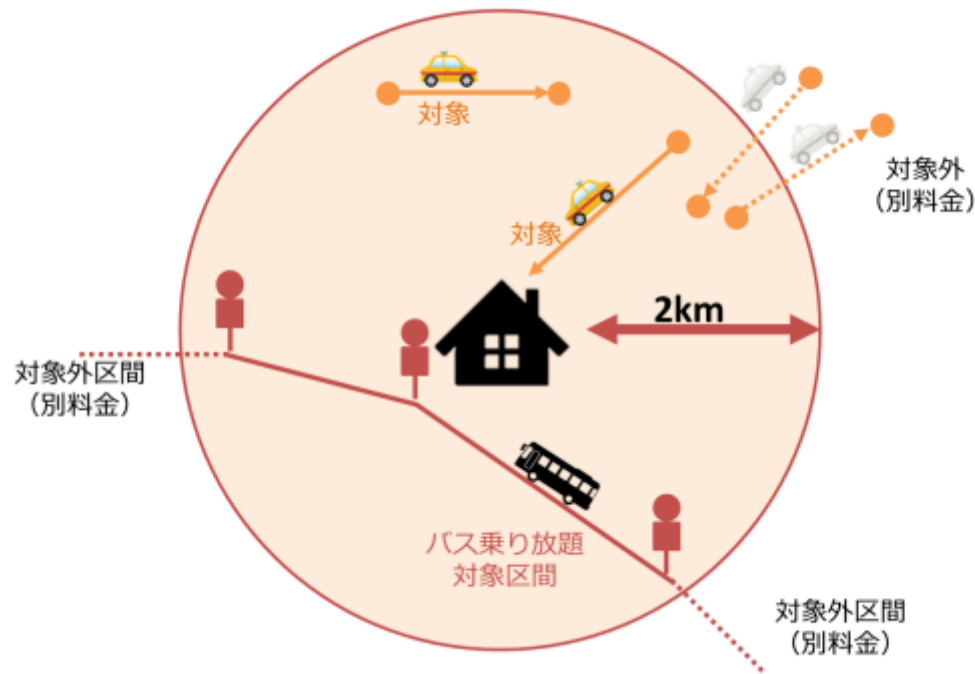
条件式

(SC1\_1 or 1~4,6)

■ 以下の画像をご覧になってから、お答えください。

※ [画像を拡大] をクリックしていただくと拡大してご覧いただけます。

### 会員制サービス利用可能範囲



[画像を拡大]

質問表示条件

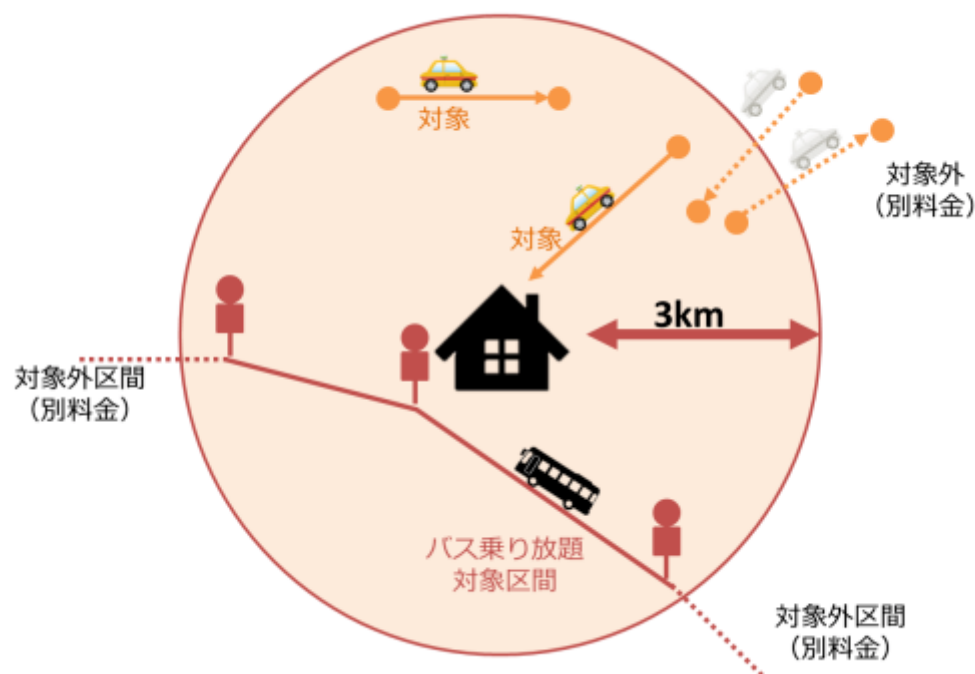
条件式

(SC1\_1 or 5)

■ 以下の画像をご覧になってから、お答えください。

※ [画像を拡大] をクリックしていただくと拡大してご覧いただけます。

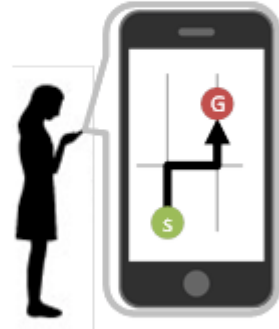
### 会員制サービス利用可能範囲



[画像を拡大]

## 会員制サービスの利用手順

### スマホ利用の場合



専用のアプリで  
出発地と目的地  
を入力します



複数の行き方と、  
それぞれの所要時間や  
待ち時間が表示されます



使用したい移動方法  
を選ぶことで、必要な予  
約も完了します

### 電話利用の場合



専用の電話番号に  
電話し、会員番号、  
出発地と目的地を  
伝えます



オペレーターが、  
複数の行き方と、  
それぞれの所要時間  
や待ち時間を  
お伝えします

ご希望の行き方を指  
定すれば、必要な予  
約が完了します

### 最初の移動手段は？

**路線バス**  
バス停から  
乗車できます

**タクシー**  
指定した場所に  
車両がお迎えに  
あがります










**カーシェア**  
カーシェアの車両が  
ある駐車場で、車両  
を借りることができます

## 例えば、こんな使い方ができます

<p>毎日の通勤・買物に 気軽にバスを利用</p>	<p>荷物が多い、 バスが不便、夜遅い… そんな時はタクシーを</p>	<p>週末の遠出は カーシェアリングで</p>
		
<p>毎日の通勤・通学や、 バスで行ける買い物は 乗り放題なので運賃を 気にせず利用可能</p>	<p>例えば、荷物も多くな る大型ショッピングセ ンターへは、週一回タ クシーを利用して移動</p>	<p>週末には、 カーシェアリングで 家の近くで車を借りて 遠くにドライブに。</p>

[画像を拡大]

サービスの料金や待ち時間などが異なる以下の3種類のサービスについて、以下の問いにお答えください。

サービス1	サービス2	サービス3
 路線バス：乗り放題	 路線バス：乗り放題	 路線バス：乗り放題
 タクシー：8回/月まで無料 日中の待ち時間：平均 <b>10分</b>	 タクシー：16回/月まで無料 日中の待ち時間：平均 <b>10分</b>	 タクシー：24回/月まで無料 日中の待ち時間：平均 <b>10分</b>
 カーシェア：月額基本料無料 (別途200円/15分かかります)	 カーシェア：月額基本料無料 (別途200円/15分かかります)	 カーシェア：月額基本料無料 (別途200円/15分かかります)
<p style="text-align: center;"><b>月額8,000円</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>月額12,000円</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>月額16,000円</b></p>

[画像を拡大]

**Q18** それぞれの会員制サービスに加入したいですか。  
**必須** (矢印方向にそれぞれひとつだけ)

		1. 加入したい	2. 加入したくない
1. サービス1	➔	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. サービス2	➔	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. サービス3	➔	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

条件設定

引継ぎ設定

### 選択肢

No	引継ぎ元質問	回答 非回答	引継ぎ項目	表示項目	引継ぎ条件
1	Q18.それぞれの会員制サービスに加入したいですか。(矢印方向にそれぞれひとつだけ)	回答	1.サービス1	サービス1	1.加入したい
			2.サービス2	サービス2	
			3.サービス3	サービス3	

質問表示条件

条件式

((Q18\_1 or 1) OR (Q18\_2 or 1) OR (Q18\_3 or 1))

#### サービス1

- 路線バス：乗り放題
- タクシー：8回/月まで無料  
日中の待ち時間：平均**10分**
- カーシェア：月額基本料無料  
(別途200円/15分かかります)

月額8,000円

#### サービス2

- 路線バス：乗り放題
- タクシー：16回/月まで無料  
日中の待ち時間：平均**10分**
- カーシェア：月額基本料無料  
(別途200円/15分かかります)

月額12,000円

#### サービス3

- 路線バス：乗り放題
- タクシー：24回/月まで無料  
日中の待ち時間：平均**10分**
- カーシェア：月額基本料無料  
(別途200円/15分かかります)

月額16,000円

[\[画像を拡大\]](#)

**Q19** 最も加入したいと思うサービスをお答えください。

**必須**

※ [\[画像を拡大\]](#) をクリックしていただくと拡大してご覧いただけます。

- 1.サービス1
- 2.サービス2
- 3.サービス3

次へ

改ページ







6. カーシェア（自分で運転） *	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. カーシェア（家族や知人が運転） *	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. 自家用車（自分で運転） *	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. 自家用車（家族や知人が運転） *	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

改ページ

質問表示条件

条件式

(((Q18\_1 or 1) OR (Q18\_2 or 1) OR (Q18\_3 or 1)) AND (((Q6\_2 or 1) AND (Q6\_2 or 1) AND (Q13\_1 ornot 4)) OR (((Q6\_1 or 2~6) OR (Q6\_2 or 2~6)) AND (Q13\_2 ornot 4))))

**サービス1**

路線バス：乗り放題

タクシー：8回/月まで無料  
日中の待ち時間：平均**10分**

カーシェア：月額基本料無料  
(別途200円/15分かかります)

**月額8,000円**

**サービス2**

路線バス：乗り放題

タクシー：16回/月まで無料  
日中の待ち時間：平均**10分**

カーシェア：月額基本料無料  
(別途200円/15分かかります)

**月額12,000円**

**サービス3**

路線バス：乗り放題

タクシー：24回/月まで無料  
日中の待ち時間：平均**10分**

カーシェア：月額基本料無料  
(別途200円/15分かかります)

**月額16,000円**

[画像を拡大]

**Q21 必須** 各サービスに加入している場合に、あなたを含む同居のご家族全体にとって、自家用車を保有することが必要だと思いますか。  
(矢印方向にそれぞれひとつだけ)

※ [画像を拡大] をクリックしていただくと拡大してご覧いただけます。

	1. 必要不可欠	2. どちらかと言えれば必要	3. どちらかと言えれば不要	4. 全く不要
1. サービス1の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. サービス2の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. サービス3の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

改ページ

質問表示条件

条件式

(SC1\_1 or 1~4,6)

このページの質問では、先ほどと同様の**路線バス**、**カーシェアリング**に加え、**自動運転の小型デマンドバス**が乗り放題になるような会員制サービスが存在した場合を想定してお答えください。

「自動運転デマンドバス」は、タクシーのように乗りたい地点から降りたい地点まで移動でき、同じ方向に向かう複数人で乗合になる乗り物とします。

**ご自宅から半径2km圏内で乗降可能です。**

乗り放題の対象は加入者の方のみです。

なお、自動運転デマンドバスは、24時間いつでも使用することができます。

**サービスの内容、および自動運転バスのイメージは以下の通りです。**

質問表示条件

条件式

(SC1\_1 or 5)

このページの質問では、先ほどと同様の**路線バス**、**カーシェアリング**に加え、**自動運転の小型デマンドバス**が乗り放題になるような会員制サービスが存在した場合を想定してお答えください。

「自動運転デマンドバス」は、タクシーのように乗りたい地点から降りたい地点まで移動でき、同じ方向に向かう複数人で乗合になる乗り物とします。

**ご自宅から半径3km圏内で乗降可能です。**

乗り放題の対象は加入者の方のみです。

なお、自動運転デマンドバスは、24時間いつでも使用することができます。

**サービスの内容、および自動運転バスのイメージは以下の通りです。**

質問表示条件

条件式

(SC1\_1 or 1~4,6)

■ 以下の画像をご覧になってから、お答えください。



**路線バス：2km圏内乗り放題**



**自動運転デマンドバス：2km圏内乗り放題**

待ち時間：平均**5分 / 10分 / 20分**

※プランにより異なる



**カーシェア：月額基本料無料**

(別途200円/15分かかります)


質問表示条件

条件式


(SC1\_1 or 5)

■以下の画像をご覧になってから、お答えください。

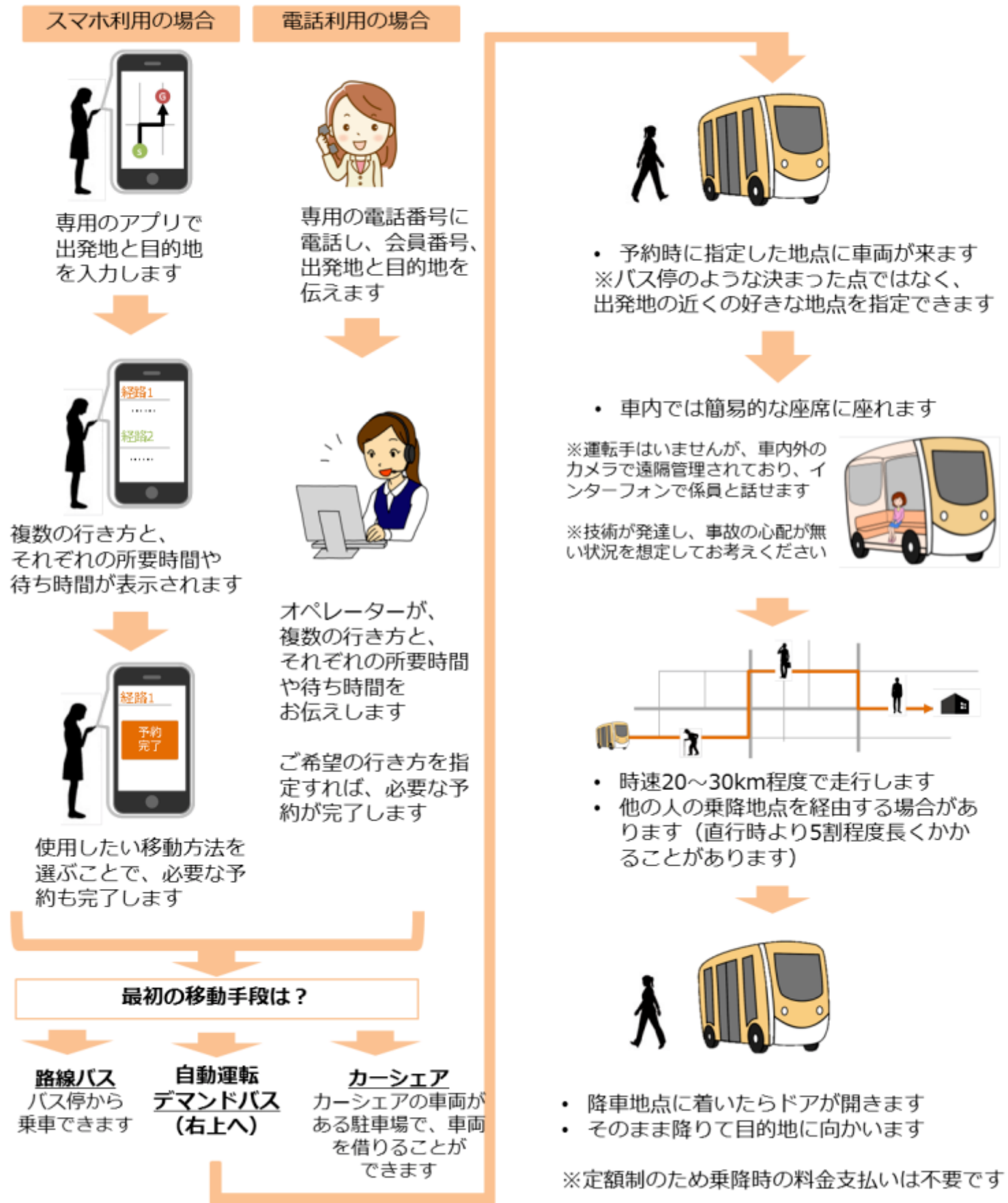
 **路線バス**：3km圏内乗り放題

 **自動運転デマンドバス**：3km圏内乗り放題  
待ち時間：平均**5分/ 10分/ 20分**

※プランにより異なる

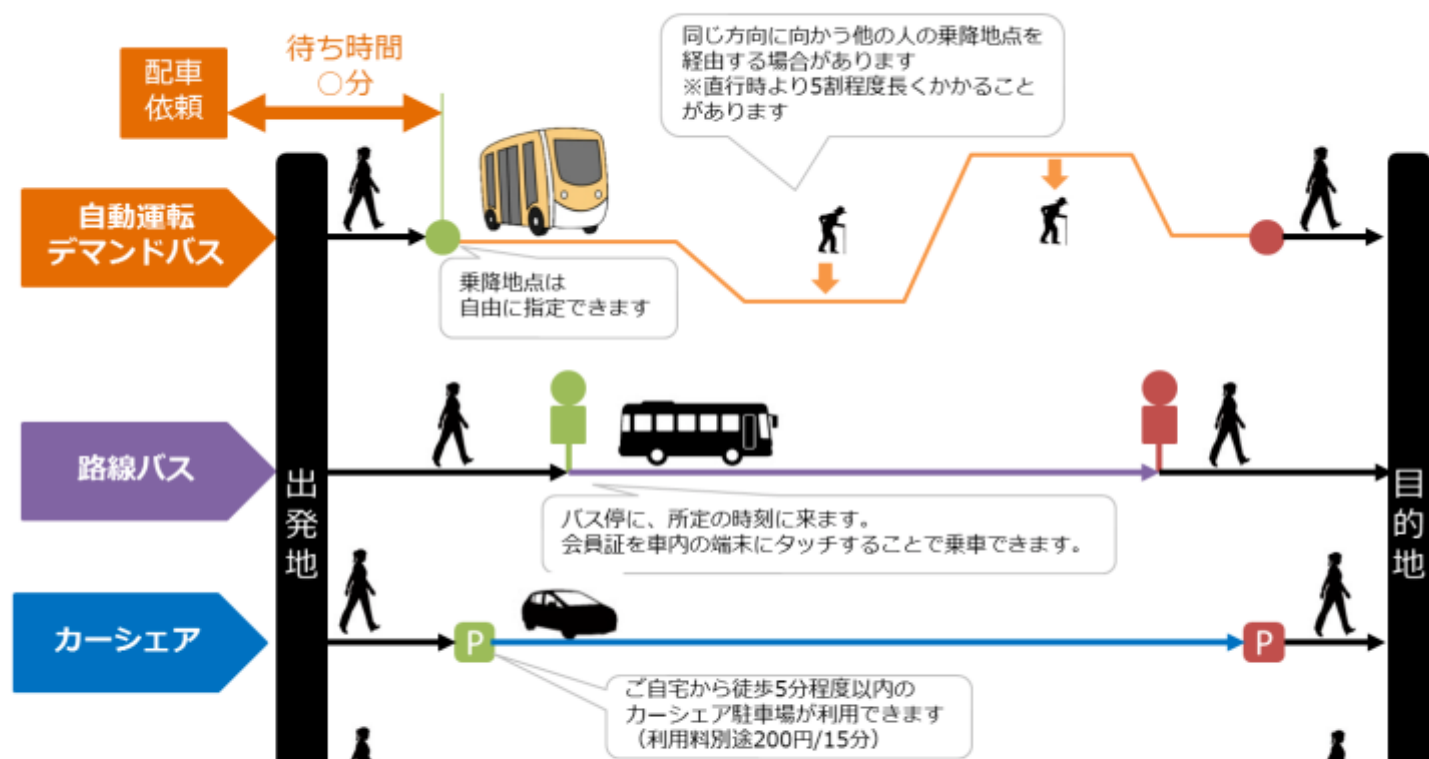
 **カーシェア**：月額基本料無料  
(別途200円/15分かかります)

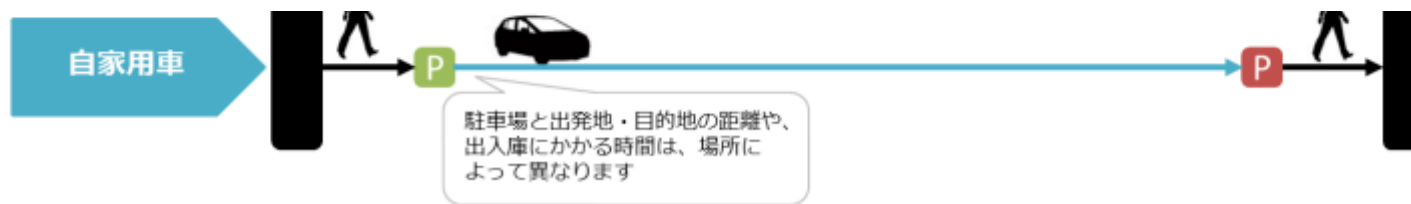
## 自動運転デマンドバスを含む会員制サービスの利用イメージ



[画像を拡大]

## 自動運転デマンドバスと路線バス・カーシェア・自家用車の比較





[画像を拡大]

- 条件設定		
- 選択肢ランダム設定		
No	質問アイテム	表示
1	月額7,000円・デマンドバス平均待ち時間5分の場合	ランダム
2	月額12,000円・デマンドバス平均待ち時間5分の場合	ランダム
3	月額17,000円・デマンドバス平均待ち時間5分の場合	ランダム
4	月額7,000円・デマンドバス平均待ち時間10分の場合	ランダム
5	月額12,000円・デマンドバス平均待ち時間10分の場合	ランダム
6	月額17,000円・デマンドバス平均待ち時間10分の場合	ランダム
7	月額7,000円・デマンドバス平均待ち時間20分の場合	ランダム
8	月額12,000円・デマンドバス平均待ち時間20分の場合	ランダム
9	月額17,000円・デマンドバス平均待ち時間20分の場合	ランダム

**Q22 必須** 月額料金とデマンドバスの平均的な待ち時間が、次の各条件の場合に、会員制サービスに加入したいですか。  
 ただし待ち時間とは、電話やスマートフォンで配車リクエストを出してから、乗車できるまでの時間とします。  
 (矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	1. 加入したい	2. 加入したくない
月額 <b>7,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>5分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>12,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>5分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>17,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>5分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>7,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>10分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>12,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>10分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>17,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>10分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>7,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>20分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>12,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>20分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
月額 <b>17,000円</b> ・デマンドバス平均待ち時間 <b>20分</b> の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

前提条件 全て非表示

No	条件式	表示項目
1	(Q7 or 1)	1.自動運転デマンドバス 2.路線バス（会員制サービス対象範囲内） 3.路線バス（会員制サービス対象範囲外） 4.鉄道 5.タクシー 6.カーシェア（自分で運転） 7.カーシェア（家族や知人が運転） 8.自家用車（自分で運転） 9.自家用車（家族や知人が運転）
2	(Q7 or 2~3)	1.自動運転デマンドバス 2.路線バス（会員制サービス対象範囲内） 3.路線バス（会員制サービス対象範囲外） 4.鉄道 5.タクシー 7.カーシェア（家族や知人が運転） 9.自家用車（家族や知人が運転）

**Q23**  
必須

仮に、先ほど示したような自動運転デマンドバスを含むサービスに、あなたが加入しているとします。  
 その場合に、次のそれぞれの移動手段を使う頻度はどのようになると思うか、お答えください。  
 （デマンドバスの平均的な待ち時間は5分と想定してください）  
 （矢印方向にそれぞれひとつだけ）

		週5日以上	週3、4日程度	週1、2日程度	月に数日程度	年に数日程度	そのような移動はしない
1. 自動運転デマンドバス	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 路線バス（会員制サービス対象範囲内）	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 路線バス（会員制サービス対象範囲外）	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. 鉄道	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. タクシー	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. カーシェア（自分で運転）	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. カーシェア（家族や知人が運転）	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. 自家用車（自分で運転）	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. 自家用車（家族や知人が運転）	➡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

質問表示条件

条件式

((Q22\_1 or 1) OR (Q22\_2 or 1) OR (Q22\_3 or 1) OR (Q22\_4 or 1) OR (Q22\_5 or 1) OR (Q22\_6 or 1) OR (Q22\_7 or 1) OR (Q22\_8 or 1) OR (Q22\_9 or 1)) AND (((Q6\_2 or 1) AND (Q6\_2 or 1) AND (Q13\_1 ornot 4)) OR (((Q6\_1 or 2~6) OR (Q6\_2 or 2~6)) AND (Q13\_2 ornot 4))))

**Q24 必須** 仮に、先ほど示したような自動運転デマンドバスを含むサービスに、あなたが加入しているとします。  
その場合に、あなたを含む同居のご家族全体にとって、自家用車を保有することが必要だと思いますか。  
(矢印方向にそれぞれひとつだけ)

	1. 必要不可欠	2. どちらかといえば必要	3. どちらかといえば不要	4. 全く不要
1. デマンドバスの平均的な待ち時間が5分の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. デマンドバスの平均的な待ち時間が10分の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. デマンドバスの平均的な待ち時間が20分の場合 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

アンケートにご回答いただき、ありがとうございました。

【あなたご自身に関するアンケート】の獲得ポイント

〇〇ポイント

閉じる

## 付録 2

岐阜県多治見市脇之島町の居住者を対象にした調査の調査票



## アンケート用紙 （この紙に回答を記入して郵送してください）

別添「調査のお願い」のご了解事項に同意いただいた方のみお答えください。

**太枠内の回答欄**の中で、**当てはまるものに○を付け、** **には数字か記号**をご記入ください。

### 問1 ご自身についてお尋ねします

	回答欄（当てはまるものに○）		
(1) 年代をお答えください	20代	30代	40代
	50代	60代	70代以上
(2) 性別をお答えください	男性	女性	
(3) 職業をお答えください (当てはまるものすべてに○を付けてください)	会社や団体等の職員・役員		自営業
	パート・アルバイト		学生
	専業主婦・主夫	その他の職	無職
(4) 日常的に自宅外へ通勤・通学をしていますか？	している	していない	
(通勤者のみ) 勤務先から、バス利用分の通勤手当（相当額の支給や券の現物支給）を受け取っていますか？	受け取っている	受け取っていない	
(通勤者のみ) 勤務先から、通勤に自家用車を使うことを前提とした通勤手当を受け取っていますか？	受け取っている	受け取っていない	
(5) ホワイトタウン内～多治見駅のバスの定期券はお持ちですか？	持っている	持っていない	
(6) 普通自動車を運転できる免許を持っていますか？	持っている	持っていない	
(免許をお持ちの方のみ) 運転に不安はありますか？	とても不安	やや不安	不安はない
(免許をお持ちの方のみ) 運転は好きですか？	とても好き	やや好き	好きではない
(7) ご自身で自由に使える自家用車はありますか？	ある	ない	
(8) 世帯で(7)で答えた以外の車を持っていますか？	持っている	持っていない	
(9) 自家用車はご自身の生活にどの程度必要ですか？	必要不可欠	どちらかといえば必要	
	どちらかといえば不要		全く不要
(10) 普段、スマートフォンを使っていますか？	使っている	使っていない	
(11) 鉄道やバスの車内で、二人掛けの座席で知らない人の隣に座ることに抵抗を感じますか？	感じる	やや感じる	
	あまり感じない		感じない
(12) 交通手段がないことを理由に外出をあきらめることが、どの程度ありますか？	毎週のようにある	月に1~数回程度	
	年に1~数回程度		ほぼない

### 問2 次の各交通手段を利用または運転することがどれくらいありますか？

	回答欄（当てはまるものに○）				
(1) 路線バスの利用	週3日以上	週1~2日程度	月に数日程度	年に数日程度	利用しない
(2) タクシーの利用	週3日以上	週1~2日程度	月に数日程度	年に数日程度	利用しない
(3) 自家用車の運転	週3日以上	週1~2日程度	月に数日程度	年に数日程度	運転しない
(4) 家族や知人の自家用車に同乗	週3日以上	週1~2日程度	月に数日程度	年に数日程度	利用しない

### 問3 多治見市内の路線バスとタクシーの次の側面にどの程度満足していますか？

	回答欄（当てはまるものに○）				
(1) 路線バスの運行本数	満足	やや満足	やや不満	不満	わからない
(2) 路線バスの料金	満足	やや満足	やや不満	不満	わからない
(3) 路線バスのバス停の位置	満足	やや満足	やや不満	不満	わからない
(4) タクシー呼出の簡単さ	満足	やや満足	やや不満	不満	わからない
(5) タクシーの料金	満足	やや満足	やや不満	不満	わからない
(6) タクシーの待ち時間	満足	やや満足	やや不満	不満	わからない

### 問4 ご自宅からの移動についてお尋ねします

- ① ご自宅から次に示す場所へ、直接向かう移動についてお答えください。その場所へ行く、週あたりの平均的な回数、主に行く時間帯（自宅出発時刻、午前か午後どちらかに○）、最もよく使う交通手段（右枠内の記号で記入）をお書きください。

- (1) 多治見駅やその周辺（徒歩5分程度の範囲）  
※多治見駅で鉄道に乗り換えた場合も含みます

行く回数： 週 ____ 回	自宅出発時刻： 午前・午後 ____ 時頃	交通手段（記号）： _____
-------------------	--------------------------	--------------------

- (2) バロー多治見南店、コープぎふ多治見店

行く回数： 週 ____ 回	自宅出発時刻： 午前・午後 ____ 時頃	交通手段（記号）： _____
-------------------	--------------------------	--------------------

- (3) 多治見市役所、広小路、錦町周辺

行く回数： 週 ____ 回	自宅出発時刻： 午前・午後 ____ 時頃	交通手段（記号）： _____
-------------------	--------------------------	--------------------

- (4) バロー多治見店やその周辺（徒歩5分程度の範囲）

行く回数： 週 ____ 回	自宅出発時刻： 午前・午後 ____ 時頃	交通手段（記号）： _____
-------------------	--------------------------	--------------------

- (5) ホワイトタウン内の自宅以外の場所（自宅から100m以上離れた場所）

行く回数： 週 ____ 回	自宅出発時刻： 午前・午後 ____ 時頃	交通手段（記号）： _____
-------------------	--------------------------	--------------------

#### 交通手段の 記号一覧

- A：路線バス
- B：タクシー
- C：おでかけ  
シャトル便
- D：アッシー  
ホワイト君
- E：自家用車を運転
- F：家族や知人の  
自家用車に同乗
- G：自転車・バイク
- H：徒歩
- I：その他

- ② ①で答えた移動の回数を全て合わせると、平均的な1週間にご自宅から出かける移動回数全体の何割くらいになりますか？ 以下のうち最も近いものに○をつけてください。

1割以下    3割    5割    7割    9割以上

## 問5 仮想的な交通サービスの利用意向についてお尋ねします

問5では、一定の月額料金を支払うと、以下のような条件で路線バスと乗合タクシーが乗り放題になる、月払いの定額制サービスパッケージを想定して、お答えください。

### サービスパッケージの内容

#### 路線バス・乗合タクシーが乗り放題

- ・東鉄バスホワイトタウン線
- ・乗合タクシー（条件は以下の通り）

#### 一体的な案内・呼出窓口

電話窓口またはスマートフォンのアプリケーションで、バスの出発時刻や乗合タクシーの待ち時間の案内を受けことができ、また乗合タクシーの呼出ができます  
※スマートフォンがなくても利用できます

### 例えばこんな使い方ができます



駅から電車に乗るときや通勤通学にはバスを利用



普段の買い物には、荷物が多くても楽な乗合タクシーを利用

自家用車を保有して運転せずともこのような移動が可能になります

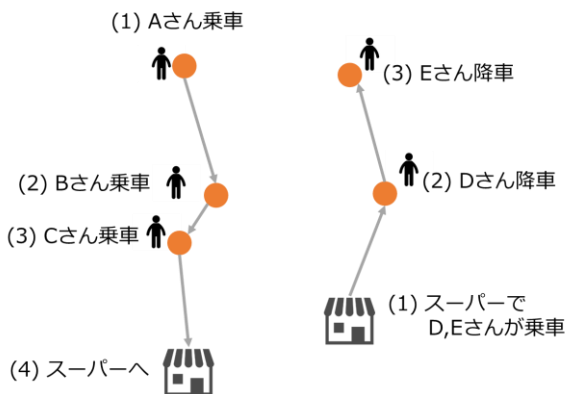
### 乗合タクシーの利用条件

#### 基本的な運行方法

右下に示す乗降可能区間内であれば、タクシーのように、**乗りたい場所から、降りたい場所まで移動できますが、同じ時間帯に同じ方向に行く人と相乗りになります**  
※利用者が一人でも運行されます（同乗される方を集めて頂く必要はありません）

例1) 同じ時間帯にA,B,Cさんの3人がスーパーへ行く場合

例2) 同じ時間帯にD,Eさんの2人がスーパーから帰る場合



#### 運行車両

下の絵のようなセダン型車を想定してください

- ・乗客の定員は4名です
- ・最大3人の他の利用者の乗車（降車）地点を回ります（利用状況によっては直行できる場合もあります）



#### 所要時間・到着時刻に関する留意点

- ・電話またはアプリでの呼出時におおよその「お迎え予定時刻」が提示されます（例：いまから〇分前後でお迎え予定 → 〇分±5分程度で車両到着）
- ・呼出からの待ち時間は、次のページの設定に記載の通りだとお考え下さい
- ・事前に時刻を指定しての予約はできず、目的地への到着時刻や、所要時間をお約束することはできないものとお考え下さい  
※通勤通学や時間の制約がある移動には適さないものとお考え下さい

#### 乗降可能区間

ホワイトタウン内と以下の地域や施設の間の移動で利用可能とお考え下さい



©OpenStreetMap 協力者

- ① 3ページ目で説明したサービスが仮に来月から開始されるとします。  
料金や待ち時間によっては、これから1年以内に**加入することを検討したい**と  
思いますか？

条件によっては加入を検討したい

条件によらず加入を検討しない

以降の設問は ① で「条件によっては加入を検討したい」と答えた方のみお答えください

- ② このサービスの**月額料金**と乗合タクシーを呼び出してから乗車までの**待ち時間**が次の(1)～(6)の通りであった場合、**加入したいか否か**、また免許をお持ちの方は**自家用車の運転をやめたいか否か**をお答えください。(それぞれ当てはまるものに○)  
※仮に来月からサービスが開始されるとして、1年以内に加入したいか否かをお考えください

▼料金	▼待ち時間	加入したいですか？	【免許保有者のみ】 車の運転は？
(1) 月 10,000 円、平均 10 分・最大 20 分		加入したい 加入したくない	続けたい やめたい
(2) 月 15,000 円、平均 10 分・最大 20 分		加入したい 加入したくない	続けたい やめたい
(3) 月 20,000 円、平均 10 分・最大 20 分		加入したい 加入したくない	続けたい やめたい
(4) 月 10,000 円、平均 10 分・最大 30 分		加入したい 加入したくない	続けたい やめたい
(5) 月 15,000 円、平均 10 分・最大 30 分		加入したい 加入したくない	続けたい やめたい
(6) 月 20,000 円、平均 10 分・最大 30 分		加入したい 加入したくない	続けたい やめたい

- ③ このサービスが存在し、ご自身がすでに加入している状況を想定してください。

**ご自宅から多治見駅周辺へ買い物**に向かう場面で、出発する支度ができた時点で、電話で問い合わせた（またはアプリで検索した）ところ、多治見駅行きの路線バスと乗合タクシーの待ち時間が次の状況だと伝えられたとします。その場合、**それぞれの交通手段を使いたいと思えますか？** 右の交通手段の記号一覧から選んでお答えください。

	交通手段
(1) 路線バス : バス停への徒歩時間 + 2 分後に発車 乗合タクシー : 自宅前への配車まで <b>10 分前後</b>	_____
(2) 路線バス : バス停への徒歩時間 + 2 分後に発車 乗合タクシー : 自宅前への配車まで <b>20 分前後</b>	_____
(3) 路線バス : バス停への徒歩時間 + 2 分後に発車 乗合タクシー : 自宅前への配車まで <b>30 分前後</b>	_____
(4) 路線バス : バス停への徒歩時間 + 15 分後に発車 乗合タクシー : 自宅前への配車まで <b>10 分前後</b>	_____
(5) 路線バス : バス停への徒歩時間 + 15 分後に発車 乗合タクシー : 自宅前への配車まで <b>20 分前後</b>	_____
(6) 路線バス : バス停への徒歩時間 + 15 分後に発車 乗合タクシー : 自宅前への配車まで <b>30 分前後</b>	_____

#### 交通手段の 記号一覧

- A : 路線バス  
B : 乗合タクシー  
C : タクシー  
D : おでかけ  
シャトル便  
E : アッシー  
ホワイト君  
F : 自家用車を運転  
G : 家族や知人の  
自家用車に同乗  
H : 自転車・バイク  
I : 徒歩  
J : その他

アンケートは以上です。ご回答ありがとうございました。