

新たなモビリティサービス導入下での ライフスタイル変化を踏まえた都市モデル開発

川島直樹¹・杉木直²・鈴木温³・松尾幸二郎⁴

¹学生会員 豊橋技術科学大学 建築・都市システム学専攻(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ケ丘 1-1)
E-mail:kawashima.naoki.cj@tut.jp

²正会員 豊橋技術科学大学准教授 建築・都市システム学系(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ケ丘 1-1)
E-mail:sugiki@ace.tut.ac.jp

³正会員 名城大学教授 理工学部社会基盤デザイン工学科(〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501)
E-mail:atsuzuki@meijo-u.ac.jp

⁴正会員 豊橋技術科学大学准教授 建築・都市システム学系(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ケ丘 1-1)
E-mail:k-matsuo@ace.tut.ac.jp

Mobility as a Service や自動運転といった「新たなモビリティサービス」の実現による自家用車を持たないライフスタイルへの変化は、居住地選択を通じて都市構造に大きな影響を与えられている。しかし、新たなモビリティサービスの評価のためには、世帯構成に依存する交通行動や、ライフスタイル変化が居住地選択に与える影響を考慮した分析手法が必要となるが、現在その手法は確立していない。そこで、本研究では仙台都市圏を対象とした 2 時点の既存パーソントリップ調査により、現状のライフスタイルを把握する。また、Web アンケートによって新たなモビリティサービス導入下でのライフスタイル変化を分析する。これらにより、新たなモビリティサービスの将来需要とそれらが都市構造に与える影響を評価可能な都市モデルの開発を行う。

KeyWords:Automated driving, MaaS, Lifestyle changes, Residential location choice, Urban model

1. はじめに

交通の利便性は都市の住みやすさを規定する重要な要因であるが、人口減少・少子高齢化やモータリゼーションの進展といった社会問題を背景として、郊外部では公共交通の衰退や高齢ドライバーによる事故増加、都心部では慢性的な渋滞といった交通問題に発展し、その状況は深刻化している¹⁾。一方で、現在の日本では自動運転や Mobility as a Service (以下「MaaS」と称する) といった「新たなモビリティサービス」に関する技術開発や社会実験などが盛んに行われている。現状の目的は移動の最適化であるが、自動運転の技術レベル向上や MaaS の普及による自家用車を持たないライフスタイルへの変化は、居住地選択を通じて都市構造に大きな影響を与え、「コンパクトシティ」や「持続可能な都市構造」の実現等に寄与する大きな可能性を有している。

しかし、新たなモビリティサービスの評価のためには、世帯タイプに依存する交通行動や、ライフスタイル変化が居住地選択に与える影響を考慮した分析手法が必要である。香月ら²⁾は、自動運転車の利用意向と都市属性の

関係性を交通行動に着目して分析を行ったが、自動運転車を個人で保有・利用する場合を想定しており、世帯単位での分析はされていない。藤原ら³⁾は、自動運転車やライドシェアといった次世代モビリティサービス導入時の居住地選択について研究を行ったが、ライフスタイルやライフステージの変化は考慮していない。藤垣ら⁴⁾は、大都市圏向け統合モビリティサービス Metro-MaaS を提案しその需要特性を評価する研究を行ったが、ライフスタイル変化を通じて立地選択に与える影響については分析されていない。

以上を踏まえ、本研究では新たなモビリティサービスの将来需要とそれらが都市構造に与える影響の評価手法として、ライフスタイル変化を踏まえた都市モデルの開発を目的とする。そのために、仙台都市圏を対象にライフスタイルと居住地選択の動向変化を分析し、現状のライフスタイルを把握する。また、Web アンケートを用いて新たなモビリティサービス導入下でのライフスタイル変化を分析する。これらの分析結果を踏まえ、新たなモビリティサービスの将来需要とそれらが都市構造に与える影響を評価可能な都市モデル開発の方向性を検討する。

2. ライフスタイルと居住地選択の動向変化に関する分析

(1) 分析手法

a) 対象地域

PT 調査において交通行動と共に住居属性や転居履歴が 2 時点で調査された唯一の都市圏である宮城県仙台都市圏を対象地域とする。仙台都市圏は仙台市、塩竈市、名取市、多賀城市、岩沼市、富谷市、大河原町、村田町、柴田町、川崎町、亘理町、山元町、松島町、七ヶ浜町、利府町、大和町、大郷町の 18 市町村で構成されている。また、本研究では地域別の傾向を把握するために、仙台都市圏広域行政推進協議会により定められている 4 つのエリア(中央エリア、東部エリア、北部エリア、南部エリア)に分類して分析を行う。中央エリアは仙台市、東部エリアは利府町、多賀城市、塩竈市、七ヶ浜町、松島町、北部エリアは大郷町、大衡村、大和町、富屋町、南部エリアは岩沼市、山元町、柴田町、川崎町、村田町、大河原町、名取市、亘理町でそれぞれ構成されている。

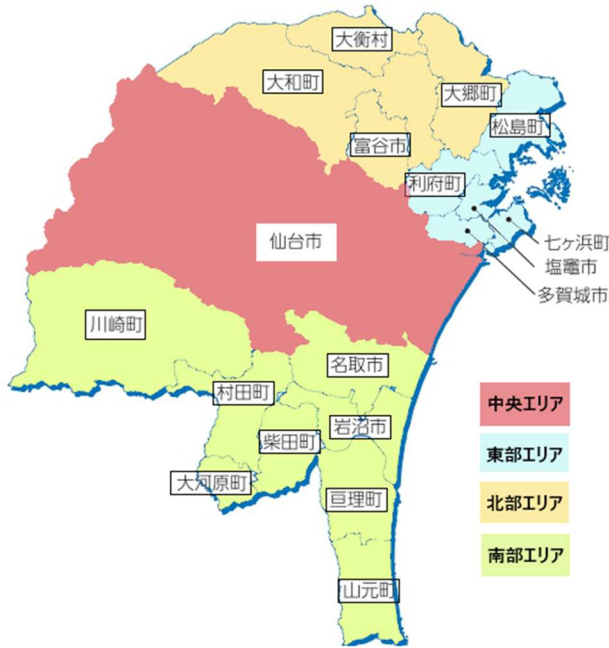


図-1 対象地域

b) 使用データ

本研究では世帯タイプや住居タイプ、自動車保有状況などを用いて居住地および交通手段選択の関係性を分析するため、第 4 回の PT 調査では世帯票および通勤交通と居住に関する調査データを、第 5 回の PT 調査では世帯票のみを用いる。仙台都市圏におけるこれらの調査項目は実施年度によって異なるため、表-1 に示すように 2 時点で共通している項目を分析対象とする。

表-1 分析対象とする設問項目

分類	質問内容	実施年度		分析対象
		第4回 (H14年度)	第5回 (H29年度)	
基本情報	現住所	○	○	●
	性別・年齢	○	○	●
	世帯主との関係	○	○	●
免許の所持状況	自動車	○	○	●
	原付・オートバイ	○		
外出について	外出時の付き添いの有無		○	
	交通ICの使用状況		○	
使用している車について	車種	○	○	●
	燃料の種類	○		
	1年間の走行距離	○		
	使用目的	○		
	所有者	○		
	よく運転する人	○		
	駐車スペース	○		
	所持台数	○	○	●
	住居形態	○	○	●
	間取り	○		
現在の住まいについて	建物の階数		○	
	住み始めた年	○	○	●
	5年前の同居人		○	
	住居形態	○	○	●
転居前の住まいについて	住居形態	○	○	●
	間取り	○		
	転居理由	○	○	●
	実際に転居するまでの年数	○		
	現在の住まいを決めた時期	○		
現在の住居に引越す際の通勤交通について	通勤地の変化	○		
	引越し後の交通手段	○		
	現在の交通手段との差異	○		
現在の住まいに対する満足度	満足度	○		

c) 調査対象世帯の傾向の確認

まず、PT 調査データの調査対象の世帯の偏りの有無を確認するために国勢調査との比較を行う。図-2 に国勢調査と PT 調査の居住エリアごとの世帯タイプを示す。第 4 回、第 5 回ともにひとり親と未婚の子のみ世帯および 3 世代世帯の割合が小さいが、全体を通してデータに偏りはなく、整合性がとれているといえる。

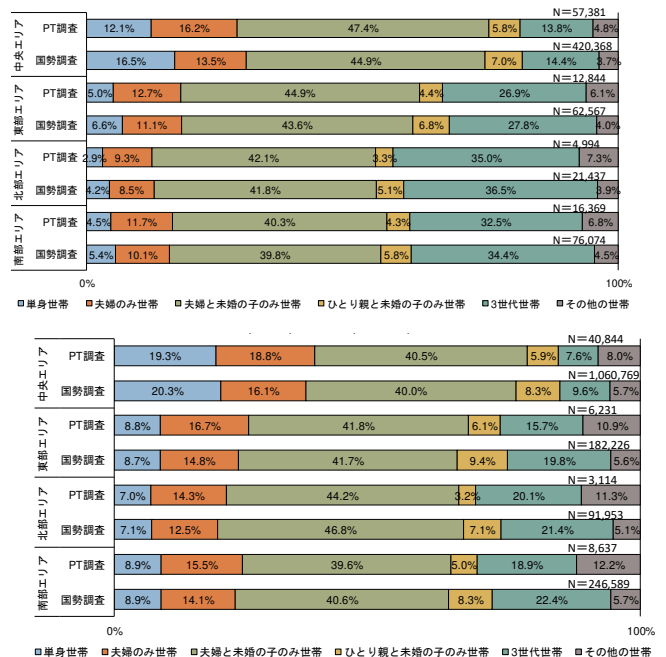


図-2 国勢調査と PT 調査の世帯タイプ比較

(上: 第 4 回, 下: 第 5 回)

(2) 居住の変化に関する分析

自家用車保有世帯の住居タイプと世帯タイプとの関係を分析した結果を図-3に示す。ここで、高齢者は65歳以上としている。単身世帯では、高齢者のみ世帯の一戸建て(持ち家)の比率が高く、非高齢者のみ世帯ではマンション・アパート(賃貸)の比率が高い傾向が見られた。ただし、第4回の非高齢者のみ世帯は一戸建て(持ち家)の割合がマンション・アパート(賃貸)より大きかったが、第5回で大きく減少した2人世帯では、高齢者を含む世帯の一戸建て(持ち家)の比率が高く、増加傾向にみられる。一方で、非高齢者のみ世帯は一戸建て(持ち家)の比率が減少し、マンション・アパート(賃貸)が増加している3人以上の世帯では、高齢者を含む世帯は一戸建て(持ち家)の比率が高かったが、第5回で約90%が一戸建て(持ち家)を選択する変化が見られた。非高齢者のみ世帯は、実施年度間で大きな変化は見られないが、一戸建て(持ち家)の割合は他の世帯人数より大きい。

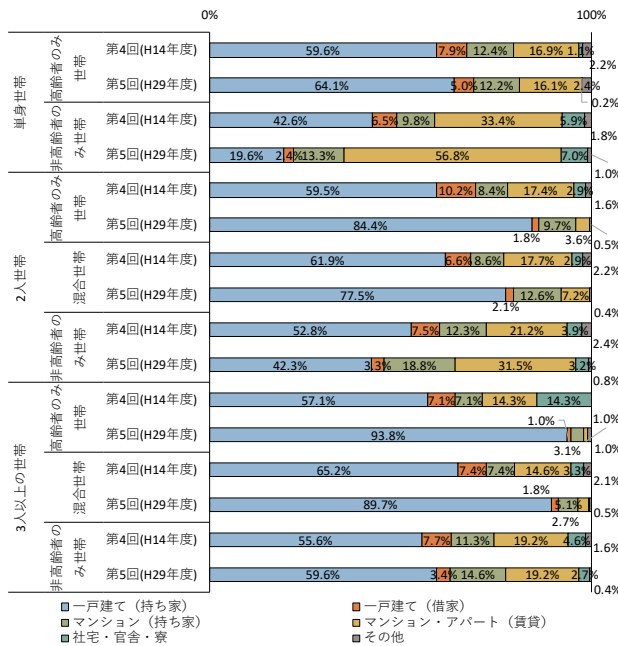


図-3 自家用車保有世帯の住宅タイプと世帯タイプの関係

自家用車保有世帯の居住地と世帯タイプとの関係を分析した結果を図-4に示す。単身世帯では、高齢者のみ世帯が中央エリアに住む割合が若干増加していることがわかる。全体を通して、東部エリアの自家用車保有世帯が減少傾向にあり、中央エリアおよび北部エリアは増加傾向にみられる。これらの傾向から、非高齢者のみ世帯は中央エリアで自家用車を保有する意向が強く、その傾向は世帯人数が少ないほど大きい。中央エリア以外のエリアでは、高齢者を含む世帯の自家用車保有率が高く、世帯人数が多いほどその傾向が強く表れる。

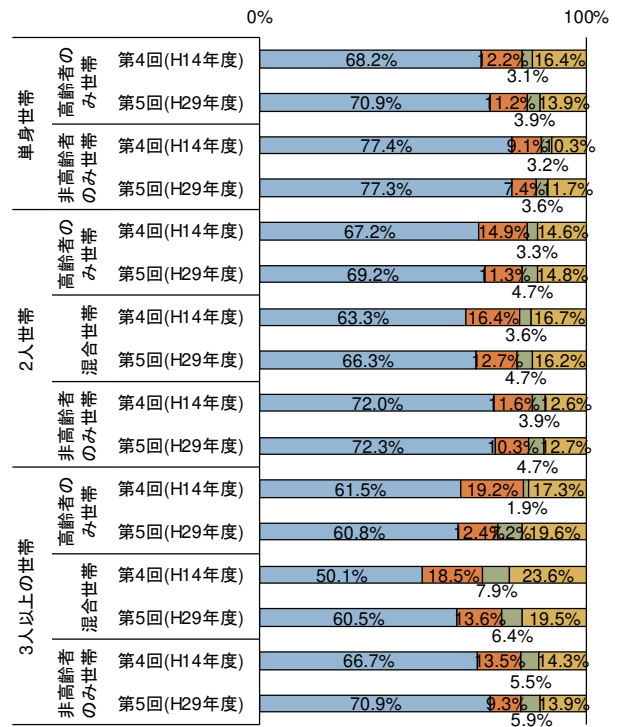


図-4 自家用車保有世帯と居住地の関係(世帯タイプ別)

3. 新たなモビリティサービス導入下でのライフスタイル変化に関する分析

(1) Web アンケート調査の概要

a) 調査概要

新たなモビリティサービス導入による居住地選択や自動車保有に関する意向を把握することを目的に、仙台都市圏を対象としたWebアンケート調査を実施した。Webアンケート調査の概要を表-2に示す。本調査は2020年12月22日から23日の2日間で実施され、1段階目のスクリーニングにて回収したサンプル数は1,834票、本調査にて回収したサンプル数は1,500票となった。1段階目のスクリーニング調査では、新たなモビリティサービス導入下での回答の信頼性を高めるため、回答者のネットサービスの利用状況やカーシェアやライドシェアおよびMaaSに関する認知度を質問し、MaaSなどに対し知識や関心がある人のみを2段階目の本調査の対象とした。

表-2 Webアンケート概要

項目	内容	
対象地域	仙台都市圏(18市町村)	
実施日	2020年12月22日~23日	
サンプル数	1,500票	
調査項目	1段階目 (スクリーニング)	1.1 基本情報(世帯構成、世帯人数等)
		1.2 ネットサービスの利用度 MaaS等に関する認知度
	2段階目 (本調査)	2.1 個人属性(職業、免許保有率等)
		2.2 世帯属性(世帯年収、保有自家用車台数等)
		2.3 現在の居住について
2.4 今後の転居予定や転居希望について		
2.5 新たなモビリティサービス導入下での居住地選択や自動車保有意向について		

b) 調査項目

一段階目のスクリーニングでは大別して2つの内容を調査した。まず1つ目に世帯タイプや世帯人数など回答者の基本情報、2つ目にネットサービスの利用度やカーシェア・ライドシェアおよび MaaS に関する認知度・関心度についての質問を行った。

二段階目の本調査では大別して5つの内容を調査した。まず1つ目に職業や就業就学先、免許保有状況、日常で最も利用する交通手段など個人属性に関する質問を行った。次に、世帯構成員数、世帯年収、自家用車保有台数など世帯属性に関する質問を行った。3つ目に、現在の居住に関して住居タイプや現居住地の選択理由、居住費、居住年数、駐車場の使用状況、契約駐車場の利用料金などを質問した。4つ目に、今後の転居について転居可能性や転居する場合の希望する住居タイプ、居住エリア、また転居予定や転居希望の理由を質問した。5つ目に、新たなモビリティサービス導入下での居住地選択や自動車保有意向について質問を行った。ここでは、直交表によって作られた4パターンの条件の内、ランダムに提示された1つの条件下で質問を回答してもらった。具体的な質問内容としては、新たなモビリティサービス導入下での外出頻度や訪問が増えると思えるエリア、自家用車保有意向、自家用車保有台数、運転免許保有意向、日常で用いる交通手段、転居可能性、転居先の住居タイプ、転居先の居住エリア、駐車場利用意向などである。

要因 条件	MaaS	自動運転	リモートワーク
1	普及している	普及している	普及している
2	普及している	普及していない (現状)	普及していない (コロナ前の状況)
3	普及していない (現状)	普及していない (現状)	普及している
4	普及していない (現状)	普及している	普及していない (コロナ前の状況)

図-5 L4 (2³) 直交表

プラン案 (月額5000円)	
・公共交通機関 (地下鉄、バス)	: 乗り放題
・タクシー	: 月5回まで乗り放題 (※1回10km以内)
・レンタカー	: 2日間/月利用可 (※ガソリン代は別料金)
・シェアサイクル	: 1日30分無料 (一例)

図-6 MaaSのプラン案

(2) 新たなモビリティサービス導入下でのライフスタイル変化に関する分析

a) 新たなモビリティサービス導入下での外出頻度

図-7 に新たなモビリティサービス導入下での外出頻度についての集計結果を示す。回答者に提示されている条件の内容については直交表については図-5 に示している。外出頻度が現在より増えると回答したグループは

条件4が9.3%と一番高く、その次に条件1の8.8%となった。外出頻度が増えた理由として、条件1および条件4は自動運転が普及しているという条件であることから、回答者は自動運転車を保持した場合、外出頻度が増える可能性があると考えられる。一方で、現在より外出頻度が減ると回答したグループは条件1および条件3が高くそれぞれ約18%程度であった。外出頻度が減った理由としては、条件1および条件3の共通点であるリモートワークが普及しているということが要因となっていると考えられる。MaaSが普及しているという想定条件2は、外出頻度が増加すると回答した人の割合が4つの条件の中で最も低かった。これは、回答者のMaaSに関する知識が少なく、理解されていないことが関係していると考えられる。

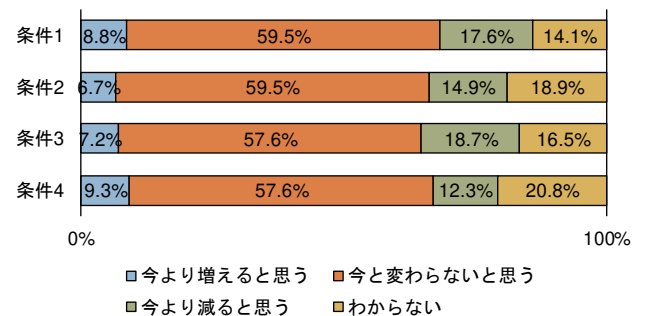


図-7 新たなモビリティサービス導入下での外出頻度

b) 新たなモビリティサービス導入下での自家用車保有意向

図-8 に新たなモビリティサービス導入下での自家用車保有意向についての集計結果を示す。条件1及び条件4は自動運転が普及している想定であるため、質問項目として、普通車を保有したいか、自動運転車を保有したいかの2つに分けて行った。最も保有意向が高かったグループは条件1で66.7%、続いて多かったのは条件4で65.9%であった。他の条件とあまり差は見られなかったが、保有意向が高かった理由としては自動運転が普及していることが要因となっていると考えられる。

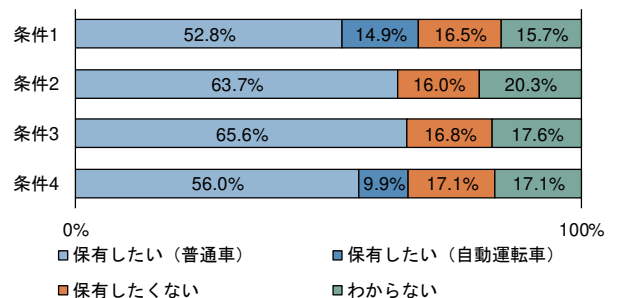


図-8 新たなモビリティサービス導入下での自家用車保有意向

c) 新たなモビリティサービス導入下での自家用車保有台数

図-9 に新たなモビリティサービス導入下での自家用車保有台数についての集計結果を示す。この質問は自家用車保有意向についての質問で「保有したい」と回答した人のみが回答している。自家用車保有台数の変化が最も大きかったグループは条件1であった。保有台数を増やすと回答した人の割合は12.2%、現在より減らすと回答した人の割合は7.5%という結果が得られた。条件1および条件2の結果より、MaaSが普及していることは自動車保有意向にあまり影響を与えないと考えられるため、条件1の保有率が高い理由としては自動運転が影響を与えていると推測される。

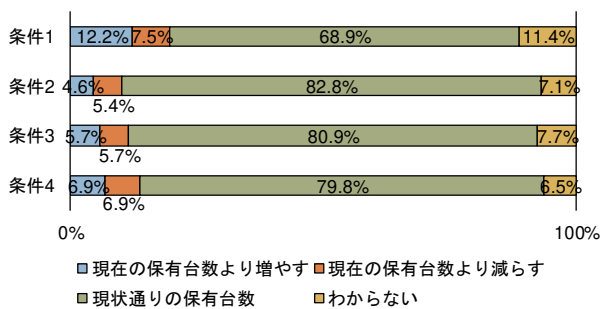


図-9 新たなモビリティサービス導入下での自家用車保有台数

d) 新たなモビリティサービス導入下での自動車運転免許保有意向

図-10 に新たなモビリティサービス導入下での自動車運転免許の保有意向についての集計結果を示す。どの条件下でも免許保有意向は高く約85%以上の人が保有していたいと回答している。「返納したい」と回答した人の割合が最も高かったのは条件1および条件2であった。このことから、2つの条件の共通点であるMaaSが普及していることが、日常であまり車を利用しない人への影響があると推測される。

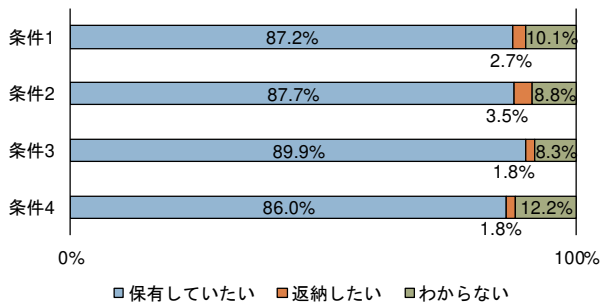


図-10 新たなモビリティサービス導入下での運転免許保有意向

e) 新たなモビリティサービス導入下での交通手段選択

図-11 に新たなモビリティサービス導入下での交通手段選択についての集計結果を示す。この質問では、条件によって質問項目で提示されるものが変わる。条件1では「公共交通」、条件2では「公共交通」「自家用車（自動運転）」、条件3では「MaaS」「MaaSを利用しない公共交通」「自家用車（自動運転）」、条件4では「MaaS」「MaaSを利用しない公共交通」の項目が提示されない。どの条件下でも主な交通手段としては自家用車（普通車：本人が運転）の割合が高かった。

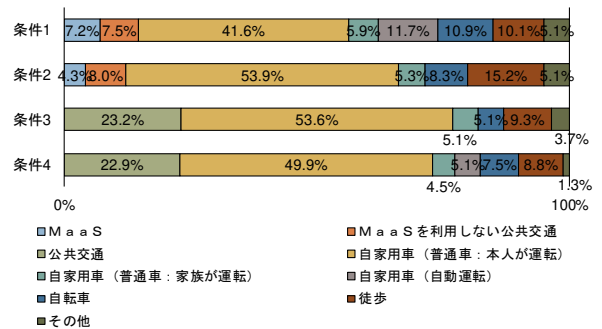


図-11 新たなモビリティサービス導入下での交通手段選択

f) 新たなモビリティサービス導入下での希望する居住エリア

図-12 に新たなモビリティサービス導入下での居住エリアについての集計結果を示す。この質問も、転居可能性についての質問で「転居を検討する」「転居を希望する」「将来的に転居をする可能性がある」と回答した人のみ提示される。仙台市中心部および仙台市のJRまたは地下鉄徒歩圏内を希望する人の比率が高く、条件3および条件4は約60%程度の割合であった。それらの条件の共通点はMaaSが普及していないことであるため、公共交通が充実している仙台市中心部や仙台市の駅徒歩圏内に住む意向が高いと予想される。

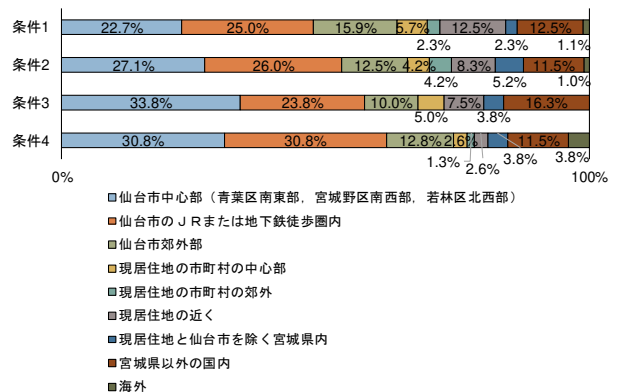


図-12 新たなモビリティサービス導入下での希望する居住エリア

g) 新たなモビリティサービス導入下での駐車場利用意向

図-13 に新たなモビリティサービス導入下での駐車場利用意向についての集計結果を示す。駐車場を必要とする人の割合が高かったのは条件 2 および条件 4 であった。これら 2 つの条件の共通点としては、リモートワークが普及していないという点である。そのため、会社等に出勤するために自家用車を必要とし、そのために駐車場を保有する傾向にあると考えられる。また、リモートワークが普及しているという想定である条件 3 は、駐車場を必要とする回答した人の比率が低く、このことから通勤等に自家用車を利用していることが多いことが予想される。MaaS による自家用車の非保有意向への影響はあまり見られなかったこともあり、条件 1 および条件 2 で駐車場を必要としない人の割合は他の条件とあまり変わりなかった。

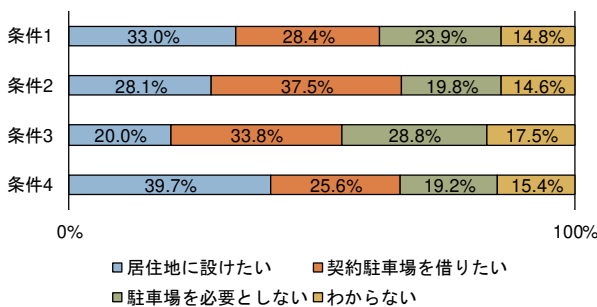


図-13 新たなモビリティサービス導入下での駐車場利用意向

(3) 統計モデル分析

新たなモビリティサービスにおける種々の条件が将来ライフスタイルの変化に与える影響を明らかにするために、Web アンケートの回答について統計モデル分析を行った。新たなモビリティサービス導入下でのライフスタイル変化に関する質問の回答としては「可」か「非」かの二値データであるため、以下に示すロジスティック型の一般化線形モデル（二項ロジスティックモデル）を仮定した。

$$y_{in} \sim \text{Binomial}(P_{in}) \quad (1)$$

$$P_{in} = \frac{1}{1 + \exp(-V_{in})} \quad (2)$$

$$V_{in} = \sum_k a_k * x_{ink} + \sum_l a_l * z_{nl} \quad (3)$$

ここで、 y_{in} は直交表条件 i における回答（可：1，非：0）， x_{ink} は回答者 n の直交表条件 i における k 番目の因子の水準を表す説明変数、 z_{nl} は回答者 n における l 番目の個人属性を表す説明変数、 a_k 、 a_l はパラメータである。誤差分布には二項分布を仮定し、最尤推定法によって推定する。分析結果は講演時に発表予定である。

4. モデル構築の方向性

(1) モデルの全体像

本研究で構築するマイクロシミュレーション型都市モデルの全体構造を図-14 に示す。モデルの全体像としては、まず新たなモビリティサービスが都市構造に与える影響を評価するため、既開発に改良を加えた都市マイクロシミュレーションモデルによって居住地分布を予測する。次に、新たなモビリティサービスによって変化した交通需要を予測するため、世帯構成員間の制約を考慮したアクティビティベース交通モデルを構築する。構築されたアクティビティベース交通モデルを都市マイクロシミュレーションモデルに組み込むことで新たなモビリティサービスに対する需要予測を可能とする。

(2) 都市マイクロシミュレーションモデルの基本構造

都市マイクロシミュレーションモデルでは、まず国勢調査やPT調査データなどを用いてシミュレーション初期年次における世帯マイクロデータを生成する。推計手法については、長尾らの研究ですでに構築されている。次に、世帯マイクロデータにおける個人属性の変化をライフイベント発生モデルにより表現する。シミュレーションのタイムステップごとにライフイベント（加齢・死亡・離婚・結婚・出生・就業・就学・免許保有・自家用車保有・その他の離家・転居・転出）を確率的に発生させる。これらの個人・世帯属性の変化を考慮して、世帯の転居を判定する。一方で、対象地域外からの転入世帯は地域内の世帯マイクロデータとは別に、人口・世帯フレームとの差分により生成される。その後、域内転居、転入世帯に対して、転居先の住宅タイプや居住ゾーンの選択など、転居における立地選択を表現する。最後に、地価モデルにより地域内の立地変化を伴う地価の変化を表現する。既開発の居住地選択モデルとの違いとして、本モデルでは新たなモビリティサービスがライフスタイルに与える影響として自家用車保有と代表交通手段の選択を明示的に考慮した改良を行う。具体的には、自動車保有サブモデルを組み込むとともに、居住地選択モデルの説明変数として自動車保有および代表交通手段ごとのアクセシビリティを考慮し、Web アンケートによって取得されたサンプルデータを用いてモデルパラメータを推定する。

(3) アクティビティベース交通モデルの基本構造

アクティビティベース交通モデルでは、世帯ごとに評価を行うため世帯構成員それぞれに加え、送迎のように世帯構成員間相互の時間制約が生じる行動についても考慮されている。本モデルでは新たなモビリティサービス導入によって変化する交通手段選択について考慮した改

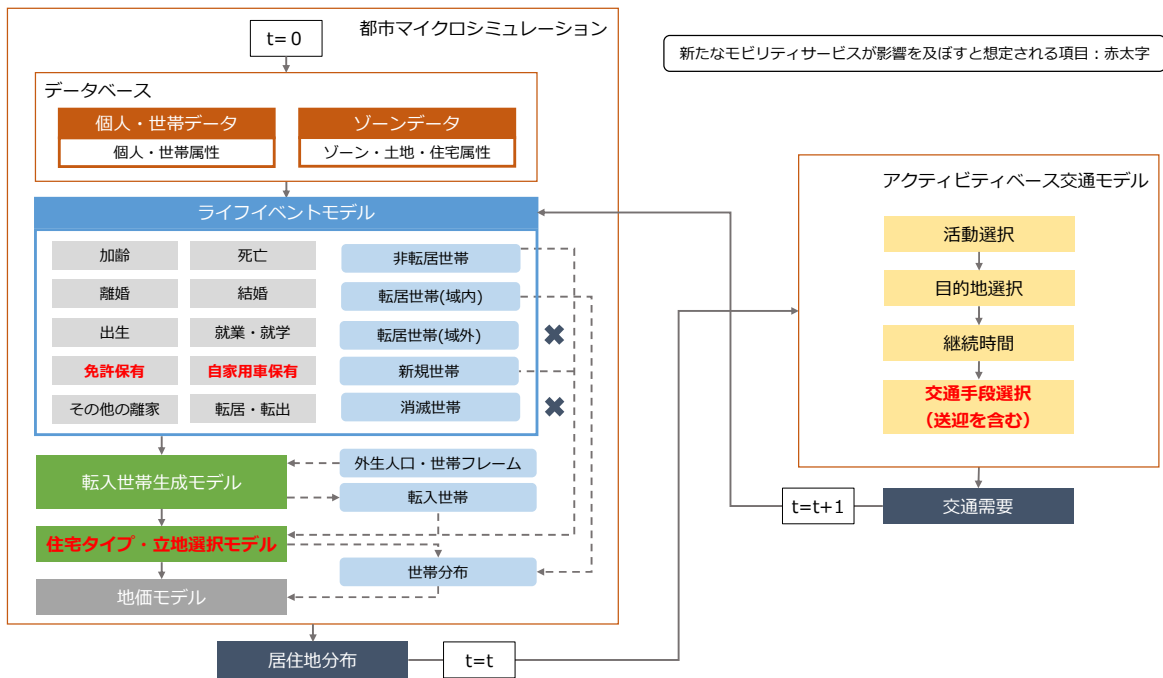


図-14 モデルの基本構造

良を行う。分析フローとしては、まず固定活動の有無を判定し、有の場合は固定活動、固定活動前の自由活動、固定活動後の自由活動の順に、自由活動のみの方は車所有の場合、未所有の場合の自由活動を決定する。これらの個々の判定や分析対象を対象者に対して繰り返し行う。各活動は、活動選択、目的地選択、継続時間、交通手段選択、送迎の有無の順に決定する。

5. まとめ

本研究では、2時点の仙台都市圏PT調査によってライフスタイルと居住地選択の動向変化を把握し、Webアンケート調査によって新たなモビリティサービス導入下でのライフスタイル変化を分析した。また、そこから得られた結果を新たなモビリティサービスの将来需要とそれが都市構造に与える影響の評価手法として、ライフスタイル変化を踏まえた都市モデルの開発を行った。講演時には Web アンケート調査により得られた回答を数量化分析し、新たなモビリティサービスがライフスタイルに与える影響についてより詳細に解析する予定である。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 20K04721 の助成を受け、実施しました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省, 「平成 30 年度交通の動向」及び「令和元年度交通施策」, 令和元年 6 月.
- 2) 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, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp728-734, 2016.
- 3) 藤原章正・力石真・角城竜正: 次世代モビリティサービス導入時のマルチタスク行動とその都市構造への影響評価, 日交研シリーズ, A-752, 2019.
- 4) 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 の提案と需要予測, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp833-840, 2017.
- 5) 長尾将吾・杉木直・鈴木温・松尾幸二郎: オープンデータを用いたメッシュベースのマイクロシミュレーションモデル型都市モデルの構築, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.60, 2019.
- 6) 信夫 征人・杉木直・松尾幸二郎: 交通行動の相互依存性を考慮したアクティビティベースモデルによる自動運転型地域公共交通システム導入の評価, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.60, 2019.

(2021.10.1 受付)

DEVELOPMENT OF URBAN MODEL BASED ON LIFE STYLE CHANGES UNDER THE INTRODUCTION OF NEW MOBILITY SERVICES

Naoki KAWASHIMA, Nao SUGIKI, Atsushi SUZUKI and Kojiro MATSUO