

MaaS による交通利便性の向上が 住宅立地選択に及ぼす影響分析

佐治 宏尚¹・正直 和也²・北詰 恵一³

¹ 学生会員 関西大学大学院 理工学研究科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 35 号)
E-mail:k526022@kansai-u.ac.jp

² 非会員 ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 土木設計本部 (〒532-0011 大阪市淀川区西中島
5 丁目 4 番 20 号中央ビル 8F)

³ 正会員 関西大学教授 環境都市工学部 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 35 号)
E-mail:kitazume@kansai-u.ac.jp

地方中枢都市圏は、公共交通のサービス水準が多様であり、住宅立地選択の際に考慮する交通利便性評価も、鉄道・バスでのアクセスを主に想定する地域から自動車中心の生活スタイルを前提とする地域まで存在する。今後、導入が期待される Mobility as a Service (以下 MaaS) の効果のうち、公共交通サービスが一貫して提供されることによる利便性の向上に着目し、このような多様な地域での住宅立地選択への影響を明らかにする必要がある。そこで本研究では、仙台都市圏を対象とし、第 5 回仙台 PT 調査及びその付随調査データを用いて、地域条件や公共交通条件を踏まえた 6 つのゾーン間での非集計立地選択モデルを構築した。MaaS の効果を、公共交通による到着施設までの所要時間の削減として推計した結果、その他の地域への立地選択動向が示された。

Key Words: MaaS, location choice model, logit model, metropolitan area

1. はじめに

我が国の移動実態は地域ごとに多様であり、大都市や中規模都市の中心部では公共交通が発達している。しかし地方部では、地方中枢都市圏であっても、郊外地域では自家用車中心の生活スタイルとなっており、立地選択ではそれが前提となっている。一方で、Mobility as a Service と呼ばれる MaaS という考え方が注目されている。国土交通省¹⁾によれば、「各人の移動ニーズに対応して、複数の公共交通等を最適に組み合わせて検索・予約・決済を一括で行うサービス」とされ、多様な住民の自由な移動や利便性の高い公共交通による移動を実現するとされている。このような新しい移動サービスは、立地選択にも影響を与える可能性がある。このことは、国土交通省の平成 30 年度住生活総合調査²⁾に示されるように、住宅及び居住環境に対して重要と思う項目の上位 2 位に日常の買い物の利便 (36.6%)、5 位に通勤・通学の利便 (28.2%) が選ばれていることから伺い知ることができる。MaaS に関する国の取り組みとして国土交通省・経済産業省が移動課題の解決及び地域活性化を目指

すことを目的とした「スマートモビリティチャレンジ」プロジェクト³⁾を 2019 年度から開始している。このプロジェクトでは各自治体で MaaS 実証実験が進められており、令和 4 年度の支援対象には 17 地域が選定されている。また、民間企業でも MaaS アプリ開発や実証実験が行われている。小田急電鉄「EMot」⁴⁾では複合経路検索により、検索、予約、決済を一括で行えるアプリが開発されている。交通機関だけでなく、飲食店等とも連携してショッピングの利用に応じて無料で移動手段が利用できる「特典チケット」のサービスも組み込まれている。ソフトバンク「MONET」⁵⁾では、利用者が設定した位置に乗降ポイントを設定し、リアルタイムで予約と乗車が可能となっている。時刻表を気にすることなく、オンデマンドバスによって移動することができる取り組みが進められている。日産自動車の「Easy Ride」⁶⁾では利用者の指定した場所に無人運転の車両を配車できるように実験が進められている。その他にも、近距離移動モビリティやカーシェア、ライドシェア等の MaaS に関する取り組みが国だけでなく民間企業でも進められている。

本研究では、MaaS の普及により立地選択状況も変化

すると考え、これらの関連性に注目する。特に公共交通による待ち時間の削減を MaaS 効果と考え、仙台都市圏を対象に MaaS による交通利便性の向上が立地選択に与える影響を分析し考察する。

2. 既存研究の整理と本研究の位置づけ

MaaS に関する研究は近年多く発表されており、杉本ら (2019) ⁷⁾の研究では、自動運転車が都市構造へ与える影響を定量的に分析するために岐阜都市圏を対象に 2040 年までのシミュレーションを行い、空間的に交通利便性が均一となった場合の将来世帯分布の予測をした。用いた効用関数の説明変数は所得・地代・目的地までの所要時間であり、モデルを推定した結果、世帯の立地は郊外へ分散しそれに伴い行政コストは増加することが分かった。また DID 地区相当のゾーンも郊外へ分散することが確認できた。これらの結果から居住の効用と行政コストの低減の両立は郊外部において集約核を形成することが方策として考えられることが分かった。

香月ら (2018) ⁸⁾の研究では、茨城県南地域を対象地とし、自動運転車両によるシェア交通 (Shared-ados) を導入した時の駐車時空間消費量と地域特性との関係を明らかにした。Shared-ados は車両を無人回送させて効率的にトリップ需要に対応するため、駐車車両によって消費されていた空間が削減され、駐車スペースの節約に繋がると考えられている。結果として、Shared-ados 導入により約 75%の駐車時空間が削減され、また人口密度が高い地域で削減量が大きくなることが分かった。

既存研究では自動運転が普及することにより人々の立地は郊外に分散し、駐車時空間が減少することが分かった。これらの研究では自動運転に関して研究が進められているが、本研究では公共交通に焦点を当てている。また、待ち時間の減少を MaaS 効果として捉え、立地選択動向を示している研究はあまり見られない。この 2 点が本研究の特徴である。

3. モデル構築の考え方

対象地域は仙台都市圏とする。第 5 回仙台都市圏パーソントリップ調査及びその付随調査データ (平成 29 年度調査) を使用した。PT 調査データでは仙台都市圏を 56 ゾーンに区分していたが、本研究では、立地選択モデルにおける選択肢数を推計可能なものとするため、鉄道の運行本数と各ゾーンの転居行動を基に図 1 に示すように、6 ゾーンに区分し直した。特に、ゾーン 1 は地下鉄南北線や東西線沿線、ゾーン 2 は都心部からその近郊地域となっており、ゾーン 3 はその他の仙台市域+富谷

市・大和町・大衡村・大郷町、ゾーン 4 は名取市・岩沼市、ゾーン 5 は塩釜市・多賀城市・七ヶ浜市・松島町、ゾーン 6 は亘理町・山元町・柴田町・大河原町・村田町・川崎町である。

立地選択モデルは、式(1)に示すロジットモデルとし、効用関数は式 (2) に示す線形式とした。効用関数の説明変数を所要時間、自動車保有コスト、犯罪件数、病院数、従業者数、幼保数とした。そして MaaS の効果を示す変数は所要時間としている。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_i)}{\sum \exp(V_i)} \quad (1)$$

ここで P_n : 個人 n が選択肢 i を選択する確率

$$V = \theta_1 * x_1 + \theta_2 * x_2 + \dots + \theta_k * x_k + \varepsilon \quad (2)$$

ここで θ_k : k 番目の変数のパラメータ、

x_k : k 番目の説明変数



図 1 対象地域とゾーン区分

自動車保有コストは乗用車、軽乗用車の 2 つに分けて算出している。ゾーン 1, 2 では乗用車: 354,740 円, 軽乗用車: 314,191 円, ゾーン 3~6 では乗用車: 204,740 円, 軽乗用車: 164,191 円と設定した。仙台都心部では駐車場代が発生し、近郊地域では自宅に駐車場があると考え駐車場代を含めなかった。

所要時間については東ら (2018 年) ⁹⁾を参考に算出した。計算式は以下に示す。

$$T_{ab} = \sum_{i=1}^{n_{ab}} C_{abi} * f_{abi} / \sum_{i=1}^{n_{ab}} f_{abi} \quad (3)$$

ここで T_{ab} : ゾーン a からゾーン b への移動時間

C_{abi} : ゾーン a からゾーン b へ移動する自動車トリップ i の移動時間

f_{abi} : ゾーン a からゾーン b へ移動する自動車トリップ i の拡大係数

n_{ab} : ゾーン a からゾーン b へ移動する自動車トリップ数

算出した所要時間を基に作成した、ゾーンごとの移動時間を表に示す。単位は (分) で表している。

表 1 所要時間

		到着ゾーン						
		(分)	1	2	3	4	5	6
出発ゾーン	1	37	51	65	61	61	73	
	2	50	44	60	66	56	83	
	3	63	59	53	71	77	53	
	4	61	74	83	36	90	52	
	5	57	59	88	79	33	96	
	6	71	86	57	49	97	30	

この表を用いて PT 調査データの個人ごとに比率計算を行い、ある個人が他のゾーンに住んでいるときの所要時間を算出した。

犯罪件数は宮城県警察¹⁰⁾を、病院数、従業者数、幼保数は e-Stat 政府統計の総合窓口¹¹⁾を参考に算出した。犯罪件数、病院数は 1 万人当たりの件数を各ゾーン求め、その後実際住んでいるゾーンを基準とした比率を説明変数に用いた。従業者数、幼保数では、各ゾーンでそれぞれの個数を求め、それを可住面積で除し実際に住んでいるゾーンを基準とした比率を使用している。

4. 立地選択モデル分析

(1) パラメータ推計

PT 調査データより以下の手順で推計対象を選定した。①代表交通手段が鉄道、バスのみを抽出。②出発時間、到着時間が不明のものを除外。③出発地が自宅のものを抽出した。その後、以下の 4 つのライフステージに区分して推計を行った。①若年世帯 (29 歳以下)、②結婚・子育て世帯 (25~54 歳)、③シニア世帯 (55~79 歳)、④高齢世帯 (80 歳以上) と区分し推計を行った。シニア世帯と高齢世帯を分けた理由は、宮城県の要介護認定者数¹²⁾が 75~80 歳未満では 13,121 人である一方、80 歳以上になると 24,586 人に増加するため、転居同行に変化があると考え区分した。パラメータ推計の結果を以下の表に示す。

表 2 パラメータ推計結果 (若年世帯)

変数	パラメータ	t 値
所要時間 (時間)	-2.299	-10.95
自動車保有コスト (10 万円)	-3.558×10^1	-0.650
犯罪件数	-4.495×10^2	-9.143
病院数	4.068×10^1	5.635
定数項 1	2.444×10^2	3.450
定数項 2	2.430×10^2	3.433
定数項 3	1.565×10^2	2.297
定数項 4	1.467×10^2	2.160
定数項 5	1.361×10^2	2.011
尤度比	0.604	
自由度調整尤度比	0.602	
サンプル数	1915	

表 3 パラメータ推計結果 (結婚・子育て世帯)

変数	パラメータ	t 値
所要時間 (時間)	-1.622	-6.086
自動車保有コスト (10 万円)	-3.922×10^1	-1.091
犯罪件数	-3.120×10^2	-8.432
病院数	1.185×10^1	1.789
従業者数	-1.940	-7.823
定数項 1	1.874×10^2	8.245
定数項 2	1.861×10^2	8.224
定数項 3	1.195×10^2	7.173
定数項 4	1.103×10^2	6.868
定数項 5	1.029×10^2	6.676
尤度比	0.618	
自由度調整尤度比	0.617	
サンプル数	3095	

表 4 パラメータ推計結果 (シニア世帯)

変数	パラメータ	t 値
所要時間 (時間)	-1.510	-4.963
自動車保有コスト (10 万円)	-2.027×10^1	-0.523
犯罪件数	-4.013×10^2	-12.71
幼保数	-4.604	-11.31
定数項 1	2.374×10^2	4.792
定数項 2	2.365×10^2	4.777
定数項 3	1.496×10^2	3.139
定数項 4	1.367×10^2	2.878
定数項 5	1.290×10^2	2.728
尤度比	0.641	
自由度調整尤度比	0.639	
サンプル数	2171	

表 5 パラメータ推計結果 (高齢世帯)

変数	パラメータ	t 値
所要時間 (時間)	-3.511	-6.084
犯罪件数	-6.477×10 ²	-2.873
病院数	7.450×10 ¹	2.350
定数項 1	3.304×10 ²	2.940
定数項 2	3.293×10 ²	2.941
定数項 3	2.147×10 ²	2.923
定数項 4	2.005×10 ²	2.913
定数項 5	1.878×10 ²	2.899
尤度比	0.644	
自由度調整尤度比	0.632	
サンプル数	355	

表 2~5 のパラメータ推計結果より概ね良好な t 値が得られた。自由度調整尤度比は順に 0.602, 0.617, 0.639, 0.632 となった。推定された係数を以下のように考察する。どの世帯も犯罪件数と所要時間が有意でパラメータが負の値となっている。このことから犯罪件数が少なく、所要時間の短い地域に立地する傾向があることが示された。また病院数は正の値に有意であり、立地選択には治安の良さや交通利便性、健康面を重要視すると考えられる。住生活総合調査でも住宅及び居住環境に関して重要と思う項目の 1 位に「治安」が選ばれているため立地選択の重要な要素であることがわかる。結婚・子育て世帯は従業者数の少ない地域に立地することが示された。シニア世帯では幼保数が負に有意である。シニア世帯では子育てを終えている層が大半を占めるため、幼保数を重要視しておらず、幼保数の少ない地域に立地選択をすると考えられる。

上記で使用した説明変数以外に有意とならず採用されなかった説明変数についても整理しておく。事業所数/可住面積、商業施設/可住面積、6 歳未満/幼保数、幼保数/可住面積、児童数/幼保数、介護老人福祉施設数/可住面積、土地面積、緑地面積は有意とならず、採用しなかった。

(2) モデル的的中率

パラメータ推計の結果を基に実際に住んでいるゾーンと推計したゾーンの的中率を以下の表に示す。

どの世帯もゾーン 1, 5, 6 は的中率の高い結果となったが、ゾーン 2 の的中率が低い結果となっている。都心近郊に有意である説明変数を十分に反映できなかったことが原因であると考えられる。しかし、MaaS の効果を知るための所要時間に関する説明変数は有意に推計できたことから、この結果を用いて MaaS による立地選択への影響を算出することとする。本結果は、この的中率の範囲での結果であることに注意を要する。

表 6 的中率 (若年世帯)

		推計ゾーン						的中率
		1	2	3	4	5	6	
現在ゾーン	1	579	178	0	0	0	0	76.5%
	2	344	212	0	0	0	0	38.1%
	3	0	0	82	47	26	0	52.9%
	4	0	0	4	35	111	0	23.3%
	5	0	0	3	10	183	0	93.4%
	6	0	0	0	0	0	101	100.0%

表 7 的中率 (結婚・子育て世帯)

		推計ゾーン						的中率
		1	2	3	4	5	6	
現在ゾーン	1	1628	10	0	0	0	0	99.4%
	2	847	14	0	0	0	0	1.6%
	3	0	0	53	86	0	0	38.1%
	4	0	0	1	162	5	0	96.4%
	5	0	0	2	1	215	0	98.6%
	6	0	0	0	0	0	71	100.0%

表 8 的中率 (シニア世帯)

		推計ゾーン						的中率
		1	2	3	4	5	6	
現在ゾーン	1	857	83	0	0	0	0	91.2%
	2	663	96	0	0	0	0	12.6%
	3	0	0	54	59	0	0	47.8%
	4	0	0	3	124	0	0	97.6%
	5	0	0	0	0	169	0	100.0%
	6	0	0	0	0	0	63	100.0%

表 9 的中率 (高齢世帯)

		推計ゾーン						的中率
		1	2	3	4	5	6	
現在ゾーン	1	132	32	0	0	0	0	80.5%
	2	82	42	0	0	0	0	33.9%
	3	0	0	18	2	0	0	90.0%
	4	0	0	5	6	0	0	54.5%
	5	0	0	0	0	23	0	100.0%
	6	0	0	0	0	0	13	100.0%

5. MaaS による立地選択への効果

本研究では MaaS 効果を待ち時間の減少と考えているため、まずは所要時間内の待ち時間の割合を調べた。所要時間は徒歩時間+移動時間+待ち時間で構成されていると考えた。各ゾーンの代表点は公共施設とし、代表点から 1km 圏内駅がある場合はそこを代表駅に、ない場合には代表点からの最寄りバス停を代表バス停とした。ゾーン 3 については面積が広大なため、ゾーン 25,27,28,29,30 とゾーン 51,52,53,54,55 に分けて待ち時間割合を算出し、その平均を用いてゾーン 3 の待ち時間割合

とした。以下にゾーン移動間所要時間の割合を表に示す。この待ち時間を半分したときが MaaS の効果と考え、立地選択動向に変化が生じるのか確認した。その結果を以下の図に示す。

表 10 待ち時間割合

		到着ゾーン					
		1	2	3	4	5	6
出発ゾーン	1	0.00	0.10	0.18	0.00	0.10	0.00
	2	0.15	0.00	0.15	0.11	0.00	0.08
	3	0.08	0.09	0.12	0.09	0.09	0.08
	4	0.00	0.07	0.15	0.00	0.08	0.00
	5	0.16	0.00	0.18	0.11	0.00	0.08
	6	0.00	0.10	0.19	0.00	0.10	0.00

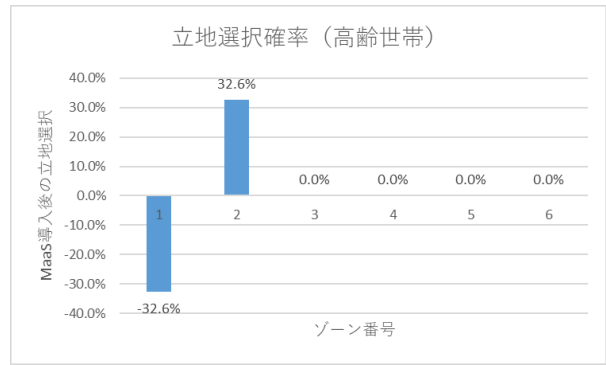


図 5 MaaS 導入後の立地変化率 (高齢世帯)

待ち時間を半分に減少した時の立地選択はライフステージごとに異なる特徴が出た。まず、若年世帯ではゾーン 1 (都心部) に住んでいた人がゾーン 2 (都心近郊) に立地するという結果が示された。また、ゾーン 4 (都市圏南部近郊) からゾーン 3 (仙台市内郊外部, 都市圏北部近郊) への立地変化が確認された。結婚・子育て世帯ではゾーン 4 からゾーン 5 へ立地選択の変化が見られた。シニア, 高齢世帯ではゾーン 1 からゾーン 2 に立地が変化する結果が得られた。このことから MaaS 導入後、どの世帯もゾーン 1 からゾーン 2 へ、若年, 結婚・子育て世帯はゾーン 4 からゾーン 3 や 5 に立地選択が変化することが確認された。

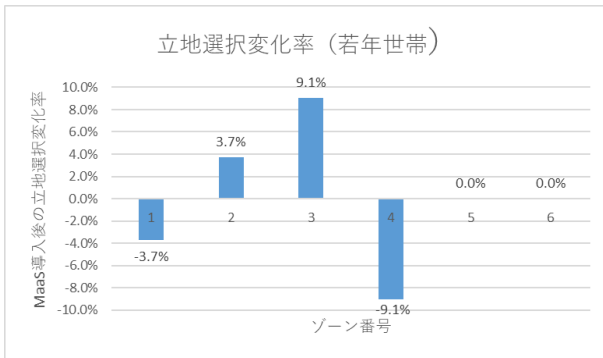


図 2 MaaS 導入後の立地変化率 (若年世帯)

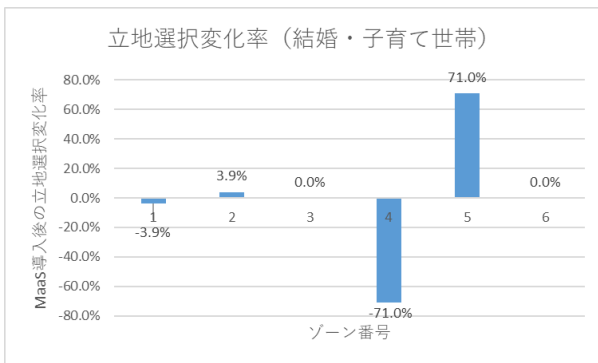


図 3 MaaS 導入後の立地変化率 (結婚・子育て世帯)

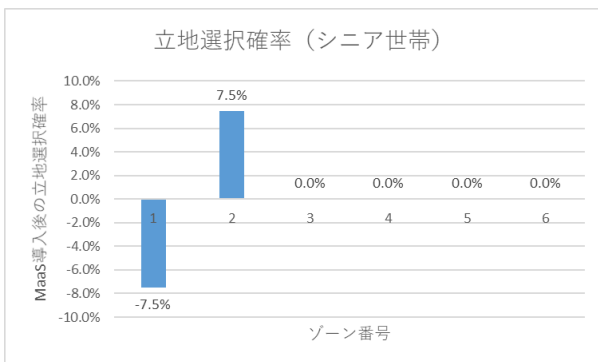


図 4 MaaS 導入後の立地変化率 (シニア世帯)

6. おわりに

本研究では公共交通の待ち時間減少が立地選択に与える影響を分析するために、仙台都市圏を対象地域とし立地選択動向を確認した。その結果 MaaS を導入することで立地選択に影響を与えることが確認できた。MaaS 導入後、都心部への一極集中が緩和されることが示された。公共交通の利便性向上により都心部から他地域へ立地選択が変化したと考えられる。

今後の課題としてパラメータの精度向上が挙げられる。ゾーン 1, 5, 6 は 8 割以上の的中率となっていたが、それ以外のゾーンではライフステージによって低い的中率のものも見られた。特にゾーン 2 での精度の改善が求められる。また、本研究では MaaS 効果を待ち時間の減少と扱ったが、それ以外にも多義に渡り MaaS は考えられるため、別の観点から見た MaaS 導入の効果を推計することが課題である。

謝辞：本研究を進めるにあたり「仙台都市圏パーソントリップ調査関連データ」を用いた。また、本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C), 課題番号: 17K06597)の支援を受けて実施した研究の一部である。ここに謝意を表したい。

参考文献

- 1) 国土交通省日本版 MaaS の推進
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/japanmaas/promotion/index.html> (2022 年 9 月 23 日閲覧)
- 2) 国土交通省：平成 30 年住生活総合調査(確報)，2020
- 3) Mobility Challenge：スマートモビリティチャレンジとは <https://www.mobilitychallenge.go.jp/> (2022 年 9 月 23 日閲覧)
- 4) EMot [エモット] もっといい「いきかた」：EMot とは <https://www.emot.jp/> (2022 年 9 月 23 日閲覧)
- 5) MONET Technologies：サービス・ソリューション，オンデマンドサービス <https://www.monet-technologies.com/> (2022 年 9 月 23 日閲覧)
- 6) Easy Ride：イノベーション，日産自動車企業情報サイト
https://www.nissanglobal.com/JP/INNOVATION/TECHNOLOGY/ARCHIVE/EASY_RIDE/ (2022 年 9 月 23 日閲覧)
- 7) 杉本達哉・杉浦聡志・高木朗義：自動運転車の普及が将来の都市構造へ与える影響の定量的分析：立地均衡モデルの適用,第 60 回土木計画学研究発表会・講演集 Vol.60,2019 年,26-11(8p)
- 8) 香月秀仁・東達志・高原勇・谷口守：シェア型自動運転交通“Shared-adus”導入による駐車時空間削減効果，公益社団法人日本都市計画学会，都市計画論文集 Vol.53 No.3,2018 年 10 月,p.544-550
- 9) 東達志・香月秀仁・谷口守：都市構造の違いがシェア型自動運転の運行効率に及ぼす影響，公益社団法人日本都市計画学会，都市計画論文集 Vol.53 No.3,2018 年 10 月,p.551-557
- 10) 宮城県警察：統計，刑法犯認知・検挙状況 <https://www.police.pref.miyagi.jp/> (2022 年 9 月 23 日閲覧)
- 11) e-Stat 政府補統計窓口 <https://www.e-stat.go.jp/> (2022 年 9 月 23 日閲覧)
- 12) 厚生労働省：介護保険事業状況報告(令和 3 年 11 月分)，要介護(要支援)認定者数 男女計 <https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyoo/m21/2111.html> (2022 年 9 月 23 日閲覧)

(2022.09.30. 受付)

Analys of the Impact of Accessibility Improved by MaaS on Location Choice

Hirotaka SAJI, Kazuya SYOJIKI and Keiichi KITAZUME

The level of public transportation service in a metropolitan areas varies widely, and the evaluation of transportation convenience taken into account when selecting a residential location ranges from areas that are mainly accessible by public transportation, such as rail and bus, to ones where car-centered lifestyles are assumed. Among the effects of Mobility as a Service (MaaS), which is expected to be introduced in the future, it is necessary to clarify the effects on the choice of residential locations in such diverse areas, focusing on the improvement of convenience due to the consistent provision of public transportation services. The results of this study show that the effect of MaaS is estimated as a reduction in the time required to reach the destination facility by public transportation, and that the effect of MaaS on location choice in other areas is significant. The results show a location choice trend toward other areas.