

確率効用理論に基づく 最寄り鉄道駅へのアクセシビリティの評価 —神戸市内における郊外住宅団地を対象として—

岩崎 昂平¹・寺山 一輝²・小谷 通泰³

¹非会員 神戸大学大学院 海事科学研究科 (〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町5丁目1-1)
E-mail:135w303w@stu.kobe-u.ac.jp

²学生会員 神戸大学大学院 海事科学研究科 (〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町5丁目1-1)
E-mail:117w308w@stu.kobe-u.ac.jp

³正会員 神戸大学大学院 海事科学研究科 (〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町5丁目1-1)
E-mail:odani@maritime.kobe-u.ac.jp

本研究では、神戸市西区・北区内の鉄道沿線に開発された郊外住宅団地を対象として、パーソントリップ調査データをもとに、居住者による最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを確率効用理論に基づき算出し、その評価を試みた。この結果、アクセシビリティは基本的に鉄道駅までの距離に反比例しているが、距離が長くなると自転車とバスの利用可能性の有無に影響を受けており、自動車による影響は比較的少ないことがわかった。また、市街地構造の違いによって、バスサービスの有無や地域の地形の勾配などが異なり、アクセシビリティの大きさやそれに対する利用可能な交通手段の影響度が異なっていた。さらに、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティは、域外へのアクセス交通手段の選択に、駅の鉄道運行本数とともに有意な影響を及ぼしていた。

Key Words : *accessibility to the nearest railway station, mode choice behavior model, random utility theory, suburban residential areas*

1. はじめに

1960年代から2000年代にかけて、神戸市の郊外部では多くの住宅団地が開発されてきた。こうした郊外住宅団地では、都心部へのアクセスに鉄道の利用を想定していたため、その多くが鉄道駅周辺地域に開発された。しかしながら、多くの団地が丘陵地に開発されたため団地内の勾配が移動の大きな妨げとなっていることに加え、モータリゼーションの進行に伴い、域内のバスサービスの削減、撤退等が行われ、鉄道駅へのアクセシビリティが低下している。その一方で、近年、居住者の高齢化が急激に進行しており、自動車を利用することができない高齢者にとっては、都心部へのアクセスが困難な状況となっている。

こうしたことから、このような郊外住宅団地では、鉄道駅へのアクセシビリティの確保が重要な課題であり、このためには、まずその現状を適切に評価することが求められている。

鉄道駅へのアクセシビリティ、あるいはその利便性を

評価している研究としては、進藤ら¹⁾は、駅(バス停)の勢力圏内の人口をアクセシビリティ指標として、これらを用いて、鉄道の廃線に伴う代替バスの運行ルート、停留所位置を検討している。勢力圏内の人口を算出する方法は最も簡便であり、実務において多く用いられている²⁾。小林³⁾は、東京都市圏のパーソントリップ調査を用いて、鉄道駅利用者の移動距離からその利用圏を定義し、運行頻度と組み合わせることで移動不便地域を抽出し、移動不便者の推計を行っている。また、木澤・高見⁴⁾は「歩いて行きやすい確率」を算出し、それをアクセシビリティ指標として、鉄道駅を含む8つの活動施設へのアクセシビリティを評価している。しかしながら、これらの既往研究では、鉄道駅利用にとって制約となる、地域内の勾配の大きさ、バスサービス水準などの要因の他、個人の利用可能な交通手段が必ずしも十分に考慮されているといえない。

そこで本研究では、神戸市西区・北区の鉄道沿線で開発されてきた郊外住宅団地を対象に、パーソントリップ調査(以後、PT調査と呼ぶ)データを用いて、確率効用理

論に基づき、居住者による最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを算出し、その評価を行うことを目的としている。

具体的には、まず、多項ロジットモデルを適用し、域内の勾配やバスサービス水準なども考慮して、最寄り鉄道駅へのアクセス交通手段の選択モデルを構築し、得られたモデルの分母の対数、すなわちログサム⁹⁾として、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを町丁別に算出する。そして、その結果を用いて以下の分析を行う。

- 1) アクセス交通手段の利用可能性が、アクセシビリティに及ぼす影響を、距離帯別に明らかにする。
- 2) 単一もしくは複数の住宅団地から構成される住宅地域(2地域)を対象に、市街地構造の違いがアクセシビリティに及ぼす影響を示す。
- 3) 域外への交通手段の選択行動に、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティが及ぼす影響を把握する。

2. 分析対象地域・使用データの概要と

鉄道駅へのアクセス交通行動の特徴

(1) 分析対象地域の概要

分析対象地域は、図1に示す、神戸市の西区・北区において鉄道沿線で開発された住宅団地(計37団地)である。これらの団地の開発面積は0.1km²から5.8km²、総人口は500人から5万人となっており(2010年時点)、団地間で規模が大きく異なる。

図中に示すように、対象地域内において、鉄道路線は2事業者(神戸電鉄、神戸市交通局)により4路線が運行されており、鉄道駅は29駅配置されている。鉄道の運行本数は、市営地下鉄が1日170本程度であるのに対して、神戸電鉄は80本から110本程度となっている。

バス路線に関しては、計5事業者によって住宅団地周辺で、あるいは都心部に向けてバスが運行されている。また、団地内から周辺の鉄道駅へ向かうバスの1日の運行本数には、10本から120本程度と大きな差がみられる。

(2) 使用データの概要

本研究では、交通行動データとして、2010年に実施された第5回近畿圏PT調査の結果から、上述の分析対象とした団地内の居住者による自宅発のトリップを用いる。この結果、分析に用いたトリップは9,238トリップであった。なお、発着地の集計単位は、PT調査データの最小ゾーン区分である、郵便番号ゾーン(複数の町丁目からなる)とする。

また、交通サービスに関するデータとしては、各鉄道・バス会社のホームページと、「グーグルマップ」「ナビタイム」「ルートラボ」の経路検索サービスから、鉄道・バスの運行本数、鉄道駅への経路距離、鉄道駅までの経路上の勾配などのデータを得た。

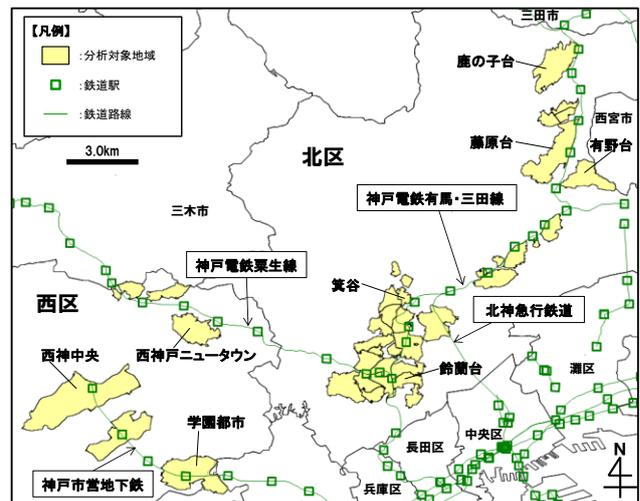


図1 分析対象地域

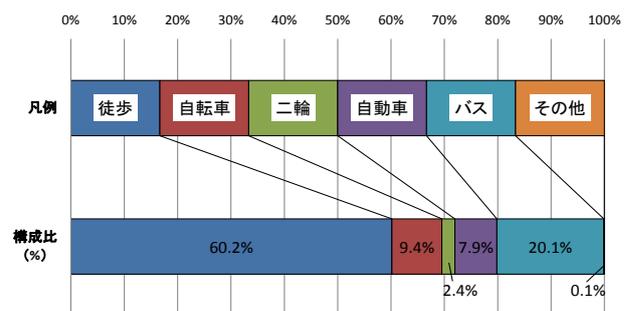


図2 鉄道駅へのアクセス交通手段の構成

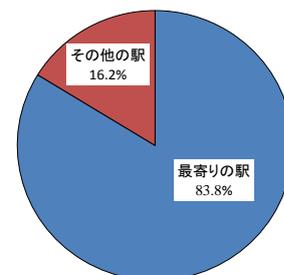


図3 最寄り鉄道駅の利用率

(3) 鉄道駅へのアクセス交通行動の特徴

図2は、代表交通手段として鉄道を利用しているトリップ(2,420トリップ)について、鉄道駅へのアクセス交通手段の構成を示したものである。これをみると、徒歩の比率が60.2%と非常に高くなっており、次いで、バス、自転車、自動車の順になっている。

図3は、鉄道利用者が最寄り鉄道駅を利用する割合を示している。なお、本研究における最寄り鉄道駅は、住宅団地内の各居住地ゾーン(町丁目)から経路距離が最も短い鉄道駅とする。これをみると、鉄道を利用しているトリップの83.8%が最寄りの鉄道駅を利用している。こうしたことから本研究では、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを算出し、その評価を行うこととした。

3. アクセス交通手段の選択モデルの構築

(1) 選択モデルの概要

最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを算出するために、多項ロジットモデルを適用し、最寄り鉄道駅へのアクセス交通手段の選択モデルを構築する。

本研究では、最寄り鉄道駅へのアクセス交通手段として、徒歩、自転車、自動車、バスのいずれかを選択しているトリップ(1,506トリップ)をモデルの推定に用いる。回答者にとっての選択肢(利用可能な交通手段)は、徒歩はすべての回答者に、自転車と自動車は、それらを世帯で1台以上保有している回答者に、バスは、最寄り鉄道駅までのバス路線が存在するゾーンに居住する回答者に、それぞれ与えている。

説明変数については、徒歩の固有変数として「鉄道駅までの距離(km)」を、自転車の固有変数として「鉄道駅までの距離(km)」 「鉄道駅までの経路の勾配(%)」を、自動車の固有変数として「鉄道駅までの距離(km)」を、バスの固有変数として「バス停までの距離(km)」 「バスの運行本数(100本)」を用いた。また、「定数項」は、自転車、自動車、バスに、それぞれの固有変数として投入した。

(2) 推定結果

表1は、推定結果を示したものである。これをみると、修正済み ρ^2 値は0.259となっており、比較的良好な推定結果が得られた。また、パラメータの有意性をみると、ほとんどの変数が1%で有意となっていた。この推定結果から、以下のことがわかる。

まず、徒歩、自転車、自動車のそれぞれの固有変数である「鉄道駅までの距離」のパラメータは、いずれも負の値を示しており、距離が長くなるにつれて各交通手段の効用が低下することがわかる。また、これらのパラメータの絶対値を比較すると、自動車、自転車、徒歩の順で大きくなっている。すなわち、徒歩は、他の交通手段よりも距離に対する抵抗感が大きいといえる。

続いて、自転車の固有変数の「鉄道駅までの経路の勾配」は負の値であることから、勾配が急になるほど効用が低下することがわかる。また、「鉄道駅までの経路の勾配」は「鉄道駅までの距離」に比べてt値が大きい。つまり、自転車の選択には、勾配が強い影響を与えているといえる。

次に、バスの固有変数をみると、「バス停までの距離」が負の値、「バスの運行本数」が正の値を示しており、自宅からバス停までの距離が短いほど、駅までのバスの運行本数が多いほど、バスの効用が高まることがわかる。

さらに、徒歩を基準とした各交通手段の定数項に着目すると、いずれも負の値であり、その絶対値は自転車、バス、自動車の順で大きくなっている。このことから、

表1 選択モデルの推定結果

変数	パラメータ	t値
鉄道駅までの距離[徒歩]	-2.635	-9.88 **
鉄道駅までの距離[自転車]	-0.485	-2.13 *
鉄道駅までの距離[自動車]	-0.412	-1.48
鉄道駅までの経路の勾配[自転車]	-0.547	-4.67 **
バス停までの距離[バス]	-4.627	-3.13 **
バスの運行本数[バス]	1.966	3.80 **
定数項[自転車]	-2.937	-9.57 **
定数項[自動車]	-4.961	-14.46 **
定数項[バス]	-4.909	-7.16 **
サンプル数		1491
修正済み ρ^2 値		0.259

*: 5%有意 ** : 1%有意

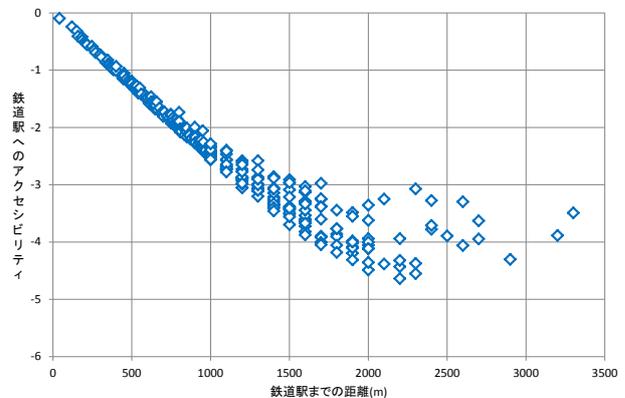


図4 町丁別のアクセシビリティと鉄道駅までの距離

徒歩以外の交通手段を選択することに対して、ここで取り上げた要因以外にも、何らかの抵抗感を示していることが推測される。

4. 利用可能な交通手段が最寄り鉄道駅へのアクセシビリティに及ぼす影響

3で構築した選択モデルの分母の対数、すなわちログサムとして、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを算出することができる。なお、推定したモデルのパラメータは、郵便番号ゾーン単位のデータに基づくものであるが、ここでは、これらのパラメータを用いて、より小さなゾーンである町丁単位にアクセシビリティを算出する。その後、鉄道駅までの距離とアクセシビリティの関係を明らかにし、交通手段の利用可能性を変化させた場合のアクセシビリティへの影響を分析する。

(1) 鉄道駅までの距離とアクセシビリティの関係

まず、町丁別に利用可能なすべての交通手段を考慮した場合のアクセシビリティを算出した。図4はその算出結果をもとに、縦軸にアクセシビリティ、横軸に鉄道駅までの距離をとって分析対象地域に含まれる町丁のアクセシビリティをプロットしたものである。これをみると、鉄道駅までの距離が長くなるにつれて、アクセシビリティが低下していることがわかる。鉄道駅から1,000m未満では、いずれの距離帯においても町丁間のアクセシビリ

ティのばらつきは小さいが、1,000m以上離れると、距離が同程度であっても町丁間でアクセシビリティにばらつきがみられる。

(2) 距離帯別にみた交通手段の利用可能性の影響

次に、アクセス交通手段の中から、自転車、自動車、バスの利用可能性をそれぞれ0にした場合のアクセシビリティを算出し、これらのアクセシビリティと、先の図4に示したアクセシビリティとの差(減少量)をそれぞれ求めた。この減少量は、各交通手段の利用可能性の有無がアクセシビリティに及ぼす影響の大きさを示していると考えられる。

図5-a)~c)は、この結果をもとに、縦軸にアクセシビリティの減少量、横軸に鉄道駅までの距離をとり、各町丁のアクセシビリティの減少量をプロットしたものである。なお、図a)は自転車、図b)は自動車、図c)はバスの利用可能性を0にした場合についてそれぞれ示している。これらの図から以下のことがわかる。いずれの交通手段についても、鉄道駅までの距離が長くなるにつれて減少量が大きくなる。

また、距離が1,000m未満の町丁においては、自転車の減少量はやや大きいものの、いずれの手段においても減少量は比較的小さくなっている。これに対して、距離が1,000m以上の町丁では、自転車とバスの減少量が大きくなっている。その一方で、自動車は、自転車やバスに比べて、減少量がいずれの距離帯においても小さく、アクセス交通手段としてのアクセシビリティへの影響度は小さいといえる。

5. 住宅地域の市街地構造が最寄り鉄道駅へのアクセシビリティに及ぼす影響

4におけるアクセシビリティの算出結果を用いて、開発の経緯の異なる2通りの住宅地域を取り上げ、その市街地の構造がアクセシビリティに及ぼす影響を明らかにする。対象とした住宅地域は、神戸市西区の西神中央地域と北区の鈴蘭台地域である。

(1) 対象とする住宅地域の特徴

1) 西神中央地域

西神中央地域は、公共が主体となって全域を1団地として一体的に開発され、1982年にまち開きが行われている。現在、総人口は4.9万人、総面積は5.84km²で、域内には41の町丁が存在する。この地域は、域内の傾斜は比較的緩やかである(0.3~1.7%)。鉄道駅は、地域の中心に1箇所立地しており、各町丁の中心から鉄道駅までの距離は120m~3,300mと、町丁間で大きく差がある。また、域内のバス路線はすべてこの駅につながっており、域内の各バス停から鉄道駅に向かうバスが1日70本から120

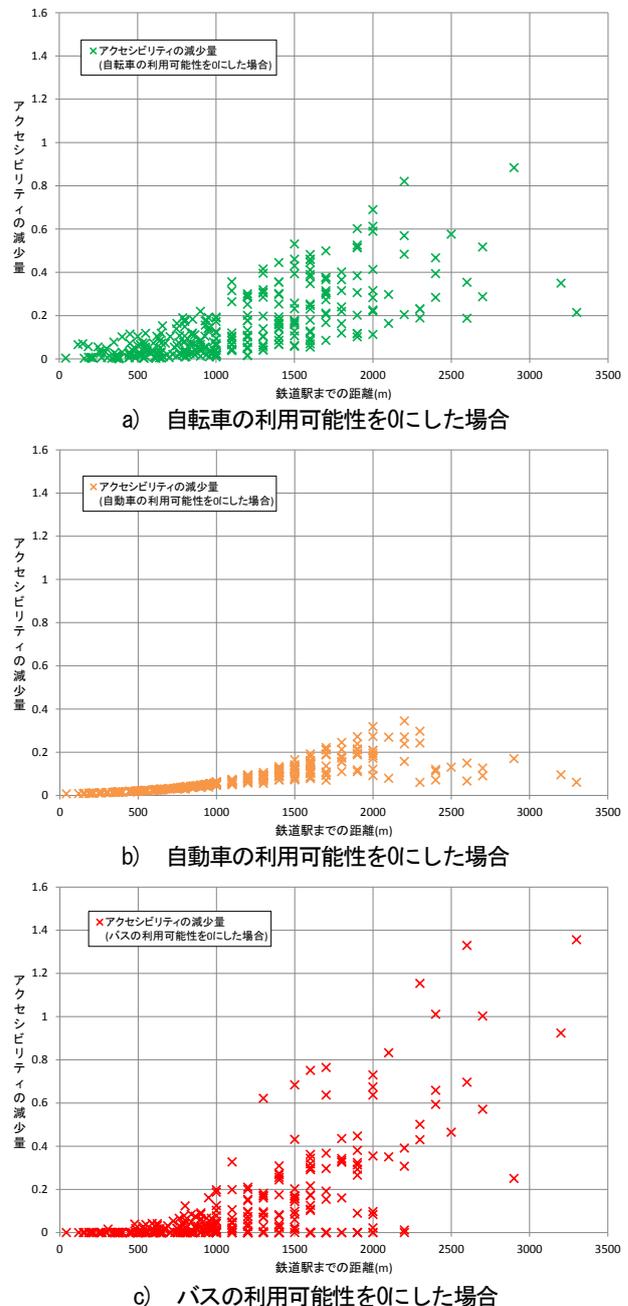


図5 アクセシビリティの減少量と鉄道駅までの距離

本程度運行されている。

2) 鈴蘭台地域

鈴蘭台地域は、民間・公共の様々な開発主体が、比較的小規模な開発を行い、徐々に市街地が拡大され現在の姿となった。現在、20団地からなり、総人口は10.9万人、総面積は12.8km²で、域内には135の町丁が存在する。この地域は、1964年から2002年にかけて、また、域内には丘陵地を切り開いて開発されたところが多く、傾斜が急な団地も多数存在する(0.5~8.1%)。そして、この地域は神戸電鉄の沿線に開発されており、域内とその周辺には合わせて8つの鉄道駅がある。なお、各町丁の中心から鉄道駅までの距離は50m~2,300m程度となっている。最寄り鉄道駅までのバスは、運行されている町丁とされていない町丁があり、運行されている町丁での運行本数は

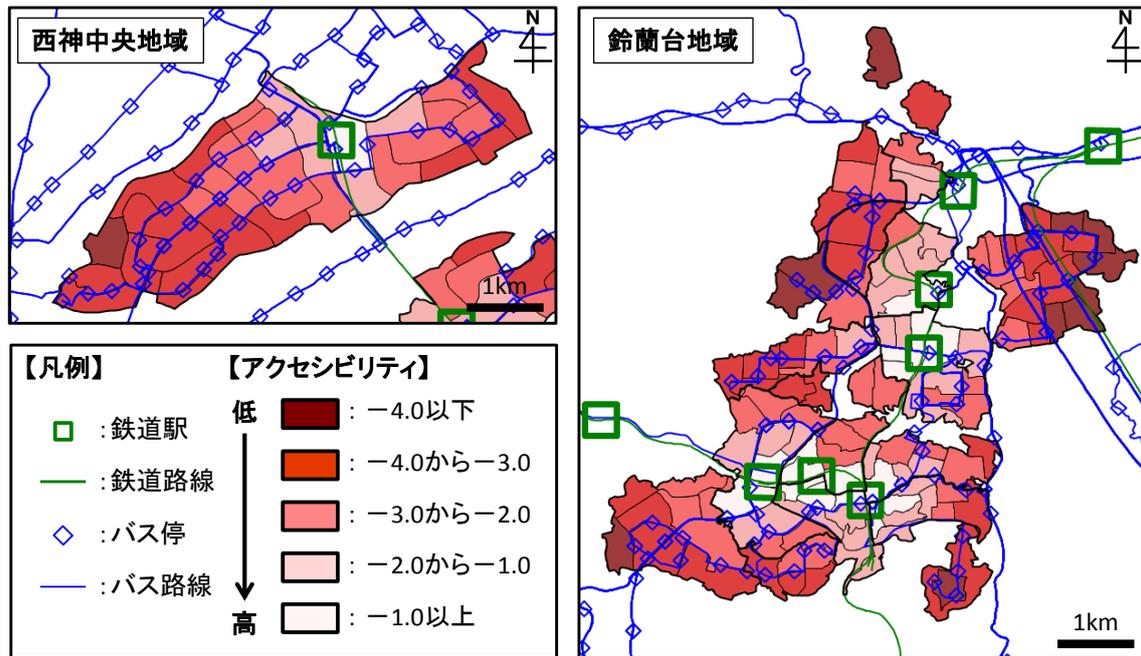


図6 町丁別のアクセシビリティの分布(西神中央地域・鈴蘭台地域)

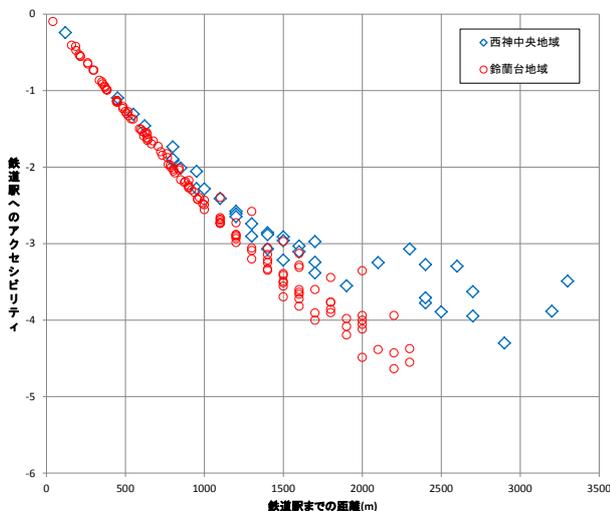


図7 地域別にみたアクセシビリティと鉄道駅までの距離

1日10本から117本程度で、大きく差がある。

(2) 住宅地域間におけるアクセシビリティの比較

図6は、町丁ごとに算出した、利用可能なすべての交通手段を考慮した場合のアクセシビリティを地図上に示したものである。この図をみると、いずれの地域においても、駅を中心として同心円状にアクセシビリティが低下していることがわかる。

また、図7は、縦軸に算出したアクセシビリティ、横軸に鉄道駅までの距離をとり、両地域に含まれる町丁をプロットしたものである。これをみると、鉄道駅までの距離が1,000m未満では、両地域のアクセシビリティにほとんど差はみられないが、距離が1,000m以上になると、駅までの距離が同程度であっても、鈴蘭台地域よりも西神中央地域の方が概ね高い値を示していることがわかる。

(3) 市街地構造の違いによるアクセシビリティへの影響

次に、交通手段の利用可能性を変化させることによ

て、市街地構造の違いが最寄り鉄道駅へのアクセシビリティに与える影響を明らかにする。

1) 西神中央地域

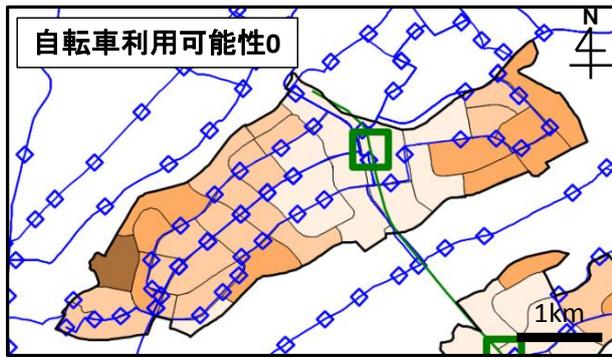
図8-a)~c)は、自転車・自動車・バスの利用可能性をそれぞれ0にした場合について、西神中央地域におけるアクセシビリティの減少量を地図上に示したものである。まず、自転車、バスの利用可能性をそれぞれ0にした場合(図8a, c)についてみてみると、鉄道駅周辺の町丁を除いて、減少量が比較的大きくなっている。その一方で、自動車の利用可能性を0にした場合(図8b)をみると、域内のいずれの町丁においても減少量は小さい。

これらのことから、勾配が緩やかでバスサービスが比較的整っている西神中央地域では、鉄道駅から離れた居住地のアクセシビリティは、自転車とバスによって支えられているといえる。

2) 鈴蘭台地域

図9-a)~c)は、図8と同様に、自転車・自動車・バスの利用可能性をそれぞれ0にした場合について、鈴蘭台地域におけるアクセシビリティの減少量を地図上に示したものである。駅から離れた一部の町丁を除き、域内の多くの町丁で、いずれの手段の利用可能性を0にしても、アクセシビリティの減少量に顕著な差異は認められず、その減少量は小さい。これは、鈴蘭台地域には駅が多く配置されているため、鉄道駅までの距離が比較的短く、徒歩でアクセスしやすい居住地が多いことが影響していると推測される。

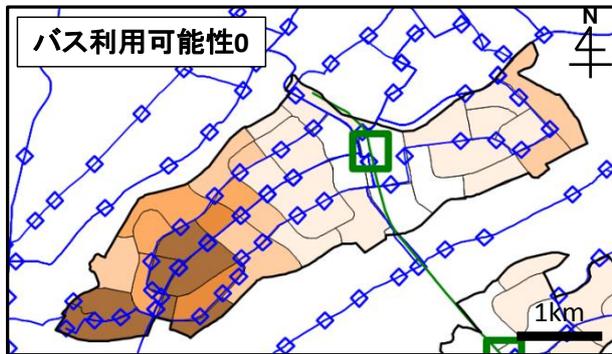
駅から離れた町丁では、交通手段ごとに減少量大きい町丁の分布に違いがみられる。こうしたことから、現在のアクセシビリティ水準を維持している交通手段が、町丁によって異なることが窺える。また、減少量が小さ



a) 自転車の利用可能性を0にした場合

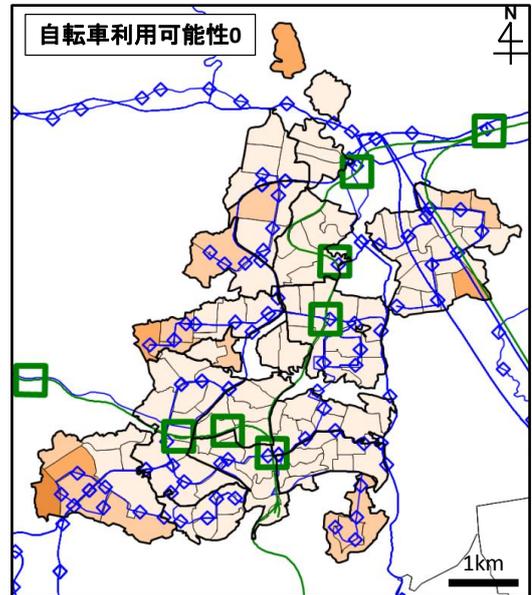
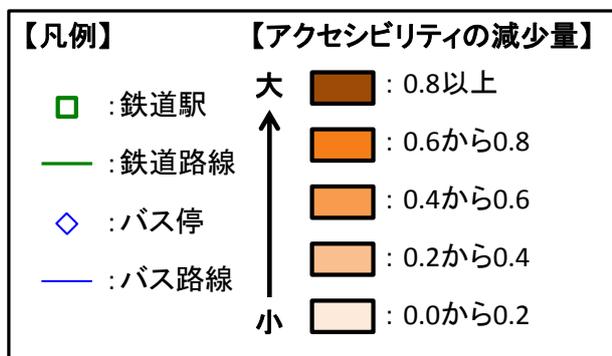


b) 自動車の利用可能性を0にした場合

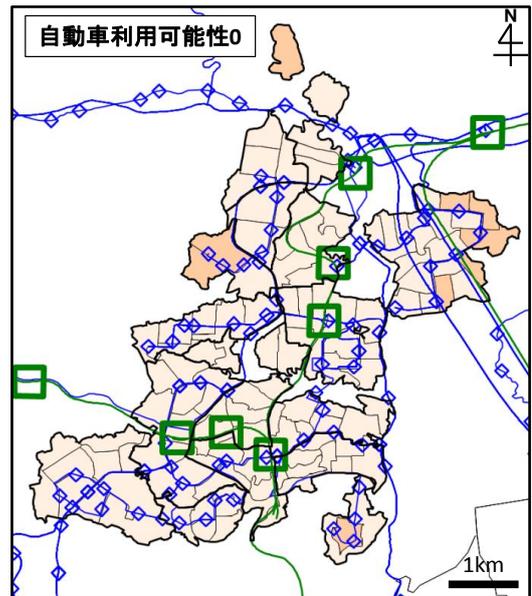


c) バスの利用可能性を0にした場合

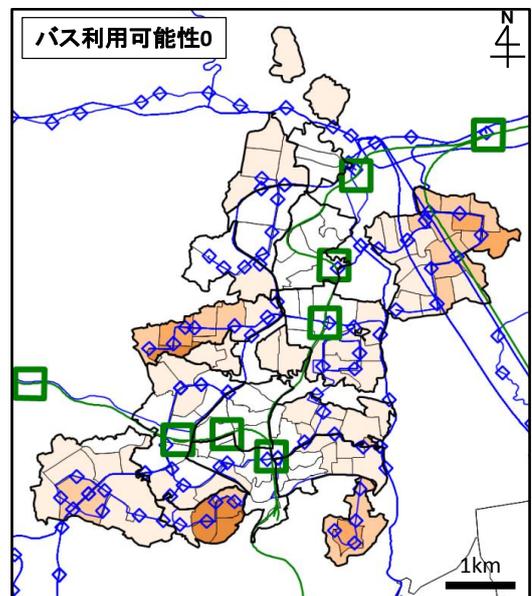
図8 町丁別にみたアクセシビリティの減少量の分布 (西神中央地域)



a) 自転車の利用可能性を0にした場合



b) 自動車の利用可能性を0にした場合



c) バスの利用可能性を0にした場合

図9 町丁別にみたアクセシビリティの減少量の分布 (鈴蘭台地域)

い町丁もみられるが、こうした町丁では、アクセシビリティ水準が低く、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを十分に支える手段が存在していない。

6. 最寄り鉄道駅へのアクセシビリティが域外への交通手段の選択へ与える影響

最寄り鉄道駅へのアクセシビリティが域外への交通手段の選択に与える影響について分析する。ここでは、居住地と到着地のゾーン間の直線距離が2,500m(徒歩トリップの累積90%の距離)以上である4,610トリップを対象として、まず、二項ロジスティック回帰分析を適用し、算出したアクセシビリティが最寄り鉄道駅の利用の有無に及ぼす影響を分析する。次に、域外への交通手段の構成をアクセシビリティのランク別に示す。

(1) 最寄り鉄道駅の利用要因

目的変数は、域外への交通手段が最寄り鉄道駅による鉄道利用ならば1、それ以外の交通手段ならば0とした二値データを用いる。説明変数は「最寄り鉄道駅へのアクセシビリティ」と「最寄り鉄道駅の運行本数」の2変数を用いる。

表2は、推定結果を示している。この表が示すように、2つの説明変数はいずれも1%で有意である。また、両変数の符号は正となっていることから、「鉄道駅へのアクセシビリティ」が高いほど、「最寄り鉄道駅の運行本数」が増加するほど、最寄り鉄道駅の利用確率が高くなることがわかる。

また、図10は、横軸にアクセシビリティ、縦軸に最寄り鉄道駅の利用確率をとって、推定した回帰曲線を運行頻度別に示したものである。なお、算出したサンプルのアクセシビリティ値は、-5.797から-0.096の範囲に分布していた。こうしたことを踏まえると、この図より以下のことがわかる。

アクセシビリティが低い場合には、運行本数を増加させても、高い選択確率を確保することができない。したがって、高い選択確率を実現するためには、運行本数と同時にアクセシビリティを高める必要がある。

(2) アクセシビリティと域外への交通手段の構成

図11は、域外への交通手段の構成比をアクセシビリティのランク別に示している。これを見ると、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティが小さくなるにつれて、域外への交通手段として、自動車利用が増加し公共交通が減少する傾向がみられる。そして、公共交通については、最寄り鉄道駅による鉄道利用の割合は減少し、最寄り鉄道駅以外からの鉄道の利用やバスの利用の割合が増加している。

表2 二項ロジスティック回帰分析の結果

変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	Wald統計量
鉄道駅へのアクセシビリティ	0.420	0.343	88.87 **
最寄り鉄道駅の運行本数	0.018	0.796	562.36 **
定数項	-1.847		160.17 **
サンプル数			4610
χ^2 値			710.29

*: 5%有意 **: 1%有意

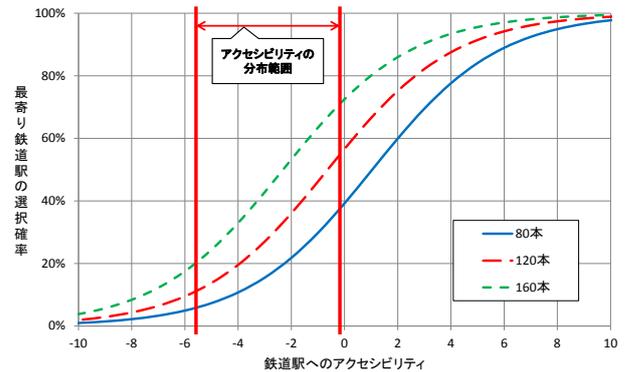


図10 二項ロジスティック回帰分析による推定曲線

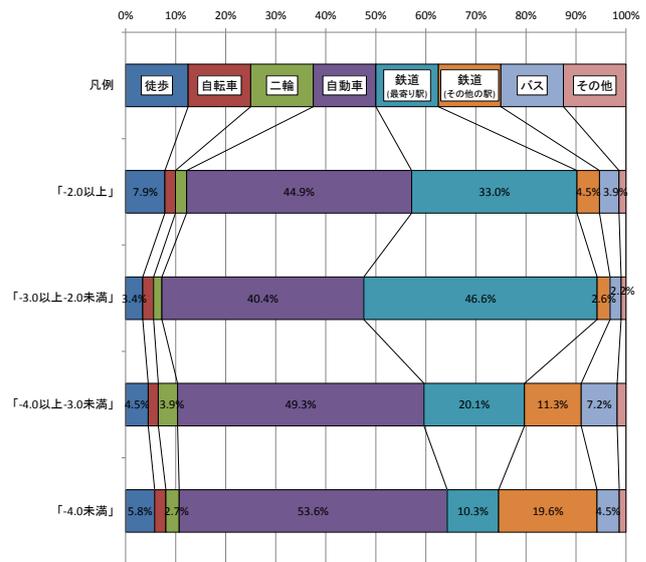


図11 アクセシビリティのランク別にみた代表交通手段の構成比

7. おわりに

本研究では、神戸市西区・北区の鉄道沿線の住宅団地において、PT調査データをもとに多項ロジットモデルを適用することで、最寄り鉄道駅へのアクセス交通手段の選択モデルを良好な精度で推定することができた。そして、得られた選択モデルからログサムを算出することにより、地域内のバスサービスや勾配などの要因や、個人の利用可能な交通手段を考慮した、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを定量的に評価することを可能にした。

その結果、アクセシビリティは距離に比例して低下していたが、鉄道駅から1km以内の比較的近い居住地では、徒歩の利用によりいずれの居住地も同様なアクセシビリティが確保されていた。それに対し、鉄道駅から1km以上離れた居住地になると、自転車やバスによってアクセシビリティが支えられていることが明らかとなった。自

動車については、いずれの距離帯においてもアクセシビリティへ及ぼす影響は他の交通手段に比べると比較的小さかった。

また、異なった市街地構造をもつ地域を対象にアクセシビリティの分布をみることによって、駅から離れているにもかかわらず、勾配が急であったり、バスサービスが整っていないために、十分なアクセシビリティが確保されていない居住地が存在することが明らかとなった。

さらに最寄り鉄道駅の選択確率は、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティと鉄道駅の運行本数が有意に寄与していた。また、アクセシビリティが低くなると、域外への交通手段として自動車の利用が増加し、最寄り鉄道駅からの鉄道利用以外の公共交通の利用が増加する傾向がみられた。

こうしたことから、最寄り鉄道駅の利用を高めるためには、鉄道駅から1km以上離れた居住地などでのバスサービスを向上させ、アクセシビリティを高めるとともに、鉄道の運行本数などのサービス改善を行うことが求められる。

最後に、本研究に残された課題としては以下の点があげられる。本研究では、域外の目的地を定めず、代表交通手段として鉄道を利用しているトリップを対象に、最寄り鉄道駅へのアクセシビリティを算出し、その定量的な評価・分析を行うことによって、最寄り鉄道駅が果た

す役割を確認し、さらにその問題点を抽出することができた。しかし一方で、上述のように、域外へは多様な交通手段が利用されている。したがって、域外の目的地を設定して、利用可能なすべての交通手段によるアクセシビリティを算出し、郊外住宅団地の総合的なアクセシビリティの評価を行う必要がある。

参考文献

- 1) 進藤魁仁, 柳沢吉保, 加藤博和, 高山純一, 大毛利亮: 屋代線廃止代替バス導入に伴うアクセシビリティの変化, 土木計画学・講演集, Vol. 45, CD-ROM, 2012.
- 2) 国土交通省都市・地域整備局 都市計画課都市計画調査室: 都市・地域総合交通戦略及び特定の交通課題に対応した都市交通計画のための実態調査・分析の手引き, 2010.
- 3) 小林寛: 東京都市圏 PT 調査を活用した移動不便者の抽出, 都市計画論文集, Vol.47, No.3, pp.787-792, 2012.
- 4) 木澤友輔, 高見淳史: 徒歩アクセシビリティ概念に基づく「歩いて暮らせる街づくり」に関する研究 - 多摩ニュータウン初期開発地区を例に -, 土木計画学研究・論文集, Vol.25, No.2, pp.395-402, 2008.
- 5) Ben-Akiva, M., Lerman, S.R.: Discrete Choice Analysis, MIT Press, Cambridge, MA, 1985.

Evaluation of Accessibility to the Nearest Railway Station Based on the Random Utility Theory — A Case Study in Suburban Residential Areas in Kobe City —

Kohei IWASAKI, Kazuki TERAYAMA and Michiyasu ODANI