

傾斜地に開発された住宅団地における路線バスサービスの分析*¹

An Analysis of Bus Services in Sloping Residential Estates *¹

森山昌幸*² 藤原章正*³ 藤崎耕一*⁴ 砂子 満*⁴

By Masayuki MORIYAMA*² Akimasa FUJIWARA *² Koichi FUJISAKI*³ and Mitsuru SUNAGO*³

1. はじめに

平成14年のバス事業の規制緩和や市町村合併に伴って、バスサービスの見直しの動きが顕著となっている。とりわけ高齢者等の自動車を利用できない層に対して、生活交通確保の観点からのバスサービスの提供が重要となっている。生活交通確保の対象としては、需要密度が低く赤字採算路線が必須となる過疎地域に加えて、都市部近郊の住宅団地に焦点を当てるのが重要になりつつある。

中国地方の都市部近郊の住宅団地には、市街地周辺の丘陵地傾斜部に開発されたものが多く、団地区画内やアクセス道路の縦断勾配が急であるとともに、鉄道駅や医療・商業施設等の拠点施設が集中する地区との標高差が大きいのが現状である。このことは、徒歩や自転車での移動を困難にしており、バリアフリーの観点からも大きな課題を有している。

本研究では、斜面上に開発された都市近郊の住宅団地を対象にして、路線バスの適切なサービス水準について分析を行う。具体的には、アンケート調査結果を基にしたバス利用頻度予測モデルを構築して、勾配を考慮したサービス提供の重要性について分析を行うものとする。

2. 分析対象地域の概要

対象地域は広島市の北西部に位置し、広島都心部

*キーワード：公共交通計画，公共交通需要

*²正員，工博，バイタルリード

(島根県出雲市渡橋町327-1，TEL:0853-22-9690，
E-mail:mmoriyam@ta2.so-net.ne.jp)

*³正員，工博，広島大学大学院国際協力研究科

(東広島市鏡山1-5-1，TEL:0824-24-6921，
E-mail:afujiw@hiroshima-u.ac.jp)

*⁴非会員，国土交通省中国運輸局交通環境部

(広島市中区上八丁堀6-30，TEL:082-228-3495，
E-mail:fujisaki-k256@cgt.mlit.go.jp)

を結ぶ新交通システム「アストラムライン」沿線である。当該地域は安川の谷筋に沿って市街化が進んでおり、1980年代に谷の両側の斜面に住宅団地が開発された地域である。地域内の団地では開発年次によって住民の年齢層が偏っており、地区全体の高齢化率が約15%であるのに対して、その変動幅は20%から7%程度と、明らかに高齢化が進んでいる団地と若年層の居住が多い団地が混在している。当該地域の標高をみると(図1)、アストラムライン沿線が最も低く標高0~50mであり、概ね標高0~200m付近に団地が開発されていることがわかる。また、当該団地は、傾斜地に造成されているため、南北方向の道路の縦断勾配が急で(平均約11%)、高齢者等の徒歩による移動が困難な状況である。

対象地区内の団地を運行する路線バスは、アストラムライン開通に伴って、ほとんどがそのフィーダー路線として運行されている。公共施設や商業・医療施設等の各種拠点施設は、アストラムライン沿線に分布しており、住民がこれら施設を訪問した後の帰宅時の交通確保が重要となっている。

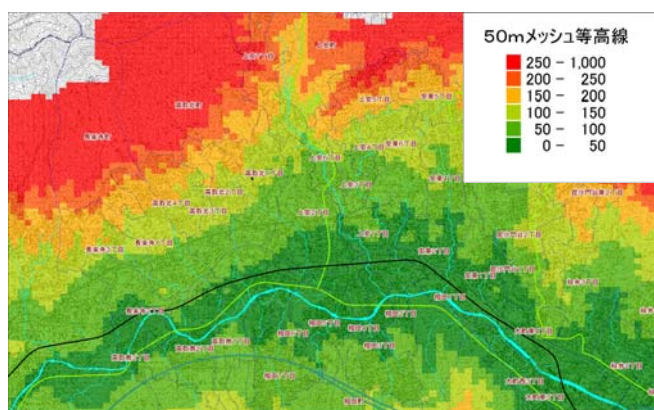


図1 対象地域の標高

3. アンケート調査

(1) 調査の概要

本研究では、安佐南区地域のあしづくり研究会

(事務局広島市安佐南区社会福祉協議会)が実施したアンケート調査結果を利用して分析を行った。調査は対象地域に存する各種移動環境(バス運行本数、駅までの距離、街路の整備水準)の異なる7つの団地を抽出して、調査員が世帯を訪問し調査票を留め置き、後日回収する方式とした。調査票は、世帯票と個人票から構成し、個人票は世帯構成員全員に配布した。主な調査内容及び調査結果の概要を表1に示す。

表1 アンケート調査の内容

世帯属性：住所，自家用車有無，免許証，居住年数
個人属性：年齢，性別，職業
移動特性：目的別の外出先・外出頻度，利用交通手段
公共交通の実態と評価：バスが不便で困ったこと，バス利用頻度，バスの評価
住環境の評価：団地の住環境評価

表2 調査結果概要

調査対象	対象地域内で抽出した7つの団地に居住する住民
調査日時	2003年12月
調査方法	調査員による訪問留置，後日回収方式
配布数	600世帯
回収数	365世帯 707人(回収率60.8%)

(2) 主な集計結果

アンケート調査結果のうち、公共交通サービスの不便さに起因する外出活動の潜在化の有無とその理由を図2、3に示す。

回答者の4割以上で公共交通が不便であるために、外出をあきらめていることがあると回答している。また、その理由としては、「行きたい場所に行くバスがない・または本数が少ない」が最も多く、次いで「運賃が高い」、「バス停や駅まで遠い」が挙げられ、バス運行サービスが低いことに加えて、住民のニーズを充足していないことが、外出の潜在化の原因となっていることが確認できる。また、「バス

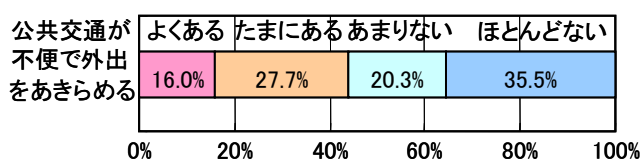


図2 公共交通の不便により外出を断念する頻度

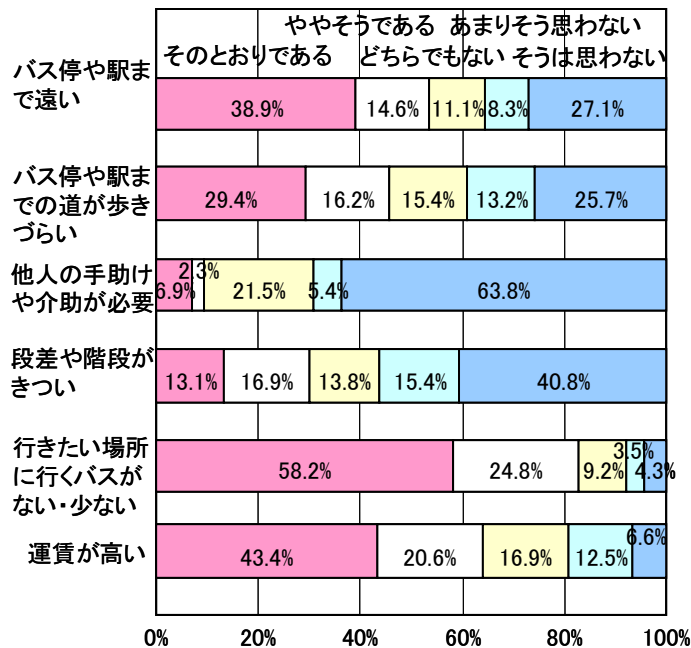


図3 外出を断念する理由

「バス停や駅までの道が歩きづらい」といったアクセス道路の歩行環境が低いことも外出の阻害要因となっていることが確認できる。

これら単純集計結果からは、今後のバス運行計画に当たって、住民の移動ニーズに的確に答えた運行経路の設定を行うとともに、料金やバス停距離など基本的なバスサービスの水準を適切に設定することの重要性が確認できる。

4. バス利用頻度予測モデル

(1) 安佐北区アンケート調査の概要

利用頻度予測モデルの推定に当たっては、縦断勾配の異なる地域でのサンプルを確保するために、前章のアンケートデータと対象地域に隣接する安佐北区で実施された「やくちおもいやりタクシー」運行実験におけるアンケート調査結果をプールして適用する。安佐北区の運行実験地域は、本研究の対象地域と異なり比較的縦断勾配が少ない住宅団地となっている。運行実験は従来の乗合タクシーサービスの内容を向上させ、きめ細やかなルート設定、フリー乗降、JR駅や医院から携帯電話で予約をすることによる玄関先までのデマンド運行、料金の値下げ等から構成されている。アンケート調査は対象地域内の3つの団地に居住する高校生以下を除く全員を対

象にしており，配布回収は，町内会を通じて配布し各班長によって回収する方式とした。

主な調査内容及び調査結果の概要を表1に示す。

配布枚数910に対し回収枚数が637枚であり，70%と高い回収率であった。

表3 アンケート調査の内容

個人属性：年齢，性別，職業，住所，自家用車有無，免許証，居住年数
実験前後のおもいやりタクシー利用：利用頻度，外出目的
実験運行の評価：満足度，実験内容の評価
利用しなかった層への設問：利用しなかった理由，今後の利用意向

表5 調査結果概要

調査対象	対象地域内で抽出した3つの団地に居住する高校生以下を除く全住民
調査日時	2004年12月
調査方法	町内会による配布，後日各町内会の班長による回収方式
配布数	910
回収数	637人(回収率70.0%)

(2) バス利用頻度予測モデルの概要

本研究で適用する需要予測モデルは，筆者らが従来中山間地域で適用したモデルである^{1), 2)}。具体的には，対象とするバスサービスを利用するかどうかと利用するならば1ヶ月に何回利用するかといった選択行動について離散連続モデルを適用して表現するものである。

離散連続モデルの選択肢 i に対する条件付き需要関数 x_i と離散選択確率 P_i は，下式となる。

$$x_i = \left(\alpha_i - \frac{\beta_i}{\theta} \right) + \beta_i p_i + \theta y + \psi w_i + \eta \quad (1)$$

$$P_i = \Phi(V_i) = \Phi\left(\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \theta y + \psi w_i + \eta \right) \cdot \exp(-\theta p_i) \right) \quad (2)$$

ここで， p_i は公共交通サービスの運行間隔で，選ばれる選択肢に依存する。 y は可処分時間， w_i は，選択肢 i と意思決定者の観測された特性のベクトル値関数， η は意思決定者の観測されない特性を表すもの， α_i ， β_i ， θ はスカラーパラメータ， ψ はパラメータのベクトルである。

離散連続モデルの推定は，一般的な選択性修正法を適用して推定を行う。

また，高齢者の交通行動では，利用する公共交

通機関のサービス水準の組み合わせによっては，例えば料金がいくら安くてもバス停距離が遠いと利用しないといったように，サービス要因間に補償関係が成立しない状況も見受けられる。筆者らはこれに対して，部分効用の閾値の前後で限界効用が変化する折れ線型効用関数を適用して中山間地域の高齢者の交通行動をモデル化している。本研究でも，このような折れ線型効用関数の適用を試みるものとする。

また，傾斜地に開発された住宅団地の場合，団地内の縦断勾配や買い物や通院先までの標高差等がバス利用に大きく影響を及ぼすことが予想される。そこで，本研究では50m標高メッシュデータから，各被験者の居住するブロックの縦断勾配と拠点となる目的地との標高差を説明変数として加えている。

モデルの推定結果を表6に示す。比較のために，標高データを考慮しないモデルを併記している。

公共交通のサービス水準の要因における折れ線型効用関数の限界効用の変化点を示す閾値は，データの数値を変えた計算トライアルの結果求められる。結果として，都市近郊団地ではこの変化点の閾値を有しておらず，一般的な線形効用関数となった。これは都市部のバスサービス水準は比較的高い水準にあるため，サービス要因間に補償関係が成立することを示している。次に，離散選択を表す2項プロビットモデルの尤度比をみると，標高データを考慮しない場合が0.209に対して，標高データを考慮した場合には0.210と若干高い値を示した。連続需要関数では，重相関係数も同様に0.415から0.419と適合度は低いものの標高データを考慮することで向上する結果となった。ただし，P値は0.01よりも小さくなり，両モデルが説明力を有していることは確認できる。各パラメータでは，運行間隔以外の全てのバスサービス変数が有意となった。また，パラメータの符号は全て論理的に妥当なものとなった。

傾斜地に開発された住宅団地の特徴を表す2つの説明変数「隣接区域との標高差」と「中心部との標高差」をみると，両変数ともに需要関数のパラメータが有意となりその値も大きくなった。さらに，その符号は隣接区域で負，中心部で正となった。このことから，居住する住区の縦断勾配が急であるとバス利用がしにくく，中心部との標高差があるほど，

表6 離散連続モデルの推定結果

説明変数	標高考慮なし						標高考慮あり					
	2項プロビット		連続需要関数		2項プロビット		連続需要関数					
世帯自動車保有ダミー	-0.569	(-4.51)	**	-2.887	(-6.03)	**	-0.572	(-4.53)	**	-2.879	(-5.99)	**
年 齢	0.015	(5.98)	**	0.077	(6.95)	**	0.015	(5.92)	**	0.077	(7.03)	**
免許証保有ダミー	-0.321	(-3.69)	**	-2.579	(-8.51)	**	-0.324	(-3.71)	**	-2.579	(-8.54)	**
女性ダミー	0.335	(4.17)	**	1.304	(4.49)	**	0.330	(4.10)	**	1.321	(4.54)	**
可処分時間	0.028	(2.31)	*	0.128	(3.66)	**	0.028	(2.33)	*	0.135	(3.80)	**
中心部から集落の距離	0.039	(0.27)		1.166	(3.30)	**	-0.114	(-0.67)		0.625	(1.48)	
デマンドダミー	-0.805	(-6.46)	**	-3.749	(-6.18)	**	-0.828	(-6.21)	**	-3.682	(-5.69)	**
バス停までの距離	-1.805	(-6.69)	**	-7.723	(-5.12)	**						
バス停までの距離 (縦断勾配5%以下)							-1.207	(-2.87)	**	-6.272	(-4.90)	**
バス停までの距離 (縦断勾配5%以上)							-2.065	(-6.54)	**	-8.009	(-4.76)	**
バス料金(単位100円)	-0.887	(-7.50)	**	-4.009	(-6.05)	**	-0.906	(-7.01)	**	-3.951	(-5.58)	**
バスの運行間隔	-0.411	(-1.50)		-0.465	(-0.65)		-0.584	(-2.01)	*	-1.369	(-1.72)	
隣接区域との標高差							-0.006	(-1.20)		-0.046	(3.30)	**
中心部との標高差							0.001	(0.65)		0.007	(1.99)	*
定数項	1.673	(5.82)	**	5.525	(6.57)	**	2.042	(5.22)	**	6.609	(5.54)	**
選択性修正項				-2.036	(-4.19)	**				-2.070	(-4.24)	**
初期尤度	-1083.39						-1083.39					
最終尤度	-851.62						-849.07					
自由度調整済み尤度比	0.209						0.210					
重相関係数				0.415						0.419		
P 値				1.4E-530						1.4E-530		
サンプル数	1563			1563			1563			1563		

()内はt値 ** 1%有意 * 5%有意

バスを利用する必要があることを示している。また、これら縦断勾配はバスを利用するか否かよりも、バスの利用回数に大きく影響することが確認できる。さらに、バス停までの距離を縦断勾配の程度（交通バリアフリー法の基準勾配である5%）で分けた場合、縦断勾配が急である方がパラメータの値が大きくなり、距離に対する抵抗が大きくなることが確認できる。

以上のことから、傾斜地に開発された住宅団地におけるバス需要予測に対して、離散連続モデル適用の妥当性が確認できるとともに、標高データを適用した説明変数を導入することの有効性が確認できる。

5. おわりに

本研究では、開発年次によっては高齢化率が高い都市部近郊住宅団地において、路線バスサービスに関する分析を行った。アンケート調査結果からは、バスサービスの不便さによる外出行動の潜在化が確認でき、各種バスサービスを適切な水準に設定する必要性が確認できた。また、調査結果を適用した需

要予測モデルによる分析では、中山間地域と同様のバス利用の意思決定構造を仮定したモデルの妥当性が確認されるとともに、標高データを適用した説明変数導入の有効性が確認できた。

推定したモデルを適用した政策シミュレーション等については、発表時に提示する予定である。

謝 辞

本研究で適用したデータは「安佐南区地域のあしづくり研究会（委員長横浜国大岡村敏之助教授）」で調査したものである。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 森山昌幸，藤原章正，杉恵頼寧：GISを活用した中山間地域の公共交通計画支援ツールの開発，土木計画学研究・論文集，Vol.21，no.3，pp.759-768，2004。
- 2) 森山昌幸，藤原章正，張峻屹，杉恵頼寧：中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデルの提案，土木学会論文集，No.786 / -67，pp.39-51，2005。