

パッケージサービスとしての公共交通の利用に関する分析

谷本 圭志¹・立石 萌香²・天野 圭子³

¹正会員 鳥取大学教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)
E-mail: tanimoto@sse.tottori-u.ac.jp

²非会員 鳥取大学 工学部社会開発システム工学科 (〒680-8552鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)
E-mail: B12T7025A@edu.tottori-u.ac.jp

³正会員 鳥取大学講師 地(知)の拠点整備推進室 (〒680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)
E-mail: k.amano@adm.tottori-u.ac.jp

人口減少、高齢化に伴い、日常生活に移動がより不可欠となっており、今後は公共交通の役割がより重要になると考えられている。一般に人々が外出する際、往路と復路で何らかの移動手段を用いるが、これらは必ずしも同一ではなく、複数の手段を一つのパッケージとして組み合わせて利用することが考えられる。そこで本研究では、公共交通に焦点を当て、どのような層にパッケージ利用が見られるのかについて離散選択モデルを用いて分析する。

Keywords: *public transportation, mode choice, population decrease, aging society*

1. はじめに

現在、わが国では社会情勢が急速に変化しており、それらの中でも人口減少や高齢化の進行はこれからの社会運営に大きな変革を求める可能性がある。これらは地方都市や過疎地域が先行して経験しており、既に様々な影響が顕在化している。その一つとして、地域の人口が減少するに伴って居住地の身近にある商店や診療所が撤退し、生活を営むためには遠方までの移動を余儀なくされる人々が生じている。今後、高齢化が進むと身体的な能力が低い人の割合が高くなると考えられることから、生活に困難を感じる人々の増加が懸念される。

以上の背景のもと、外出先までの生活の足としての公共交通サービスが今後においても不可欠であると考えられる。しかし、公共交通サービスの利用者数は低迷していることから、従来におけるサービスのあり方にとどまるのではなく、交通事業者と地方自治体が連携して、持続可能な公共交通サービスを模索することが重要な課題である。

一般に人々が外出する場合、自宅から外出先までの往路とそこから自宅までの復路において、必ずしも同一の移動手段を利用するわけではない。例えば、

往路は路線バス、復路はタクシーというように、異なる手段を一つのパッケージとして組み合わせて利用する場合がある。この形態の利用が少なからず見られる場合、公共交通サービスの企画・立案に際しては、ある特定の単一の移動手段に注目するのではなく、いくつかの手段の効果的な組み合わせを志向した総合的なサービスとしての充実を目指すことが有効である。

そこで本研究では、地方において実施されたパーソントリップ調査(以下「PT調査」と表す)による比較的大規模なデータを用い、どのような人々が公共交通サービスに関してパッケージとしての利用をしているのかを実証的に明らかにする。具体的には、クロス集計ならびにアソシエーション分析を用いてパッケージ利用の実態を明らかにするとともに、ネステッドロジットモデルを用いてどの層にどのような場合にパッケージ利用が見られるのかを統計的に分析する。

2. 既往の研究

公共交通サービスの利用については、利用者数を推計する研究としての蓄積が多い。例えば、簡易に

潜在利用者数を算出するための手法を検討した研究として杉尾ら^{1), 2)}, 人口分布や生活関連施設の立地を考慮した空間的なアクセシビリティを計測し, その水準が交通発生強度に与える影響を定量的に導出した吉田・今井^{3), 4)}, 何らかの交通施策を行った場合の交通需要を予測するための手法として行動意図法を提案した藤井⁵⁾がある。森山ら⁶⁾は, 離散的選択と連続的選択を組み合わせた離散連続モデルを用いて公共交通サービスの需要予測モデルを, また, 谷本ら⁷⁾は, 原単位法を用いた利用者数の推計手法を提案している。

これらの既存の研究では, 往路復路の違いに着目していない研究がほとんどであり, 往路と復路の移動手段を別々に選択することを考慮した研究は見られない。

3. 基礎的な集計分析

(1) 調査の概要

本研究では, 1 日におけるトリップチェーンを把握することができる PT 調査のデータを使用する。PT 調査とは, 交通の主体である人 (パーソン) の動き (トリップ) を調査することにより, どのような人がどのような目的, 交通手段で動いたかについて, 調査日 1 日のすべての動きを捉えるものである。PT 調査は多くの地域で実施されているが, 本研究では人口減少, 高齢化が進んでいる地方の調査に着目する。具体的には, 宍道湖・中海 PT 調査のデータを用いる。この調査の実施日は平成 11 年の 10 月, 11 月の平日・休日の各 1 日で, 調査方法は住民基本台帳から抽出した世帯に対し, 調査員が家庭を訪問して調査を依頼し, 後日に回収する方法である。

本研究では往路と復路の移動手段に着目するため, トリップを 2 以上行った人を対象としており, 分析に有効なサンプル数は平日 40275 人, 休日 31131 人である。移動手段の選択肢を大別すると車, タクシー, 鉄道・バス, 徒歩の 4 つがある。なお, ここでの徒歩には徒歩のほか, 自転車, 原動付自転車, 自動二輪車といった近距離の移動に用いられる移動手段が含まれる。また, 一日の最初と最後のトリップの代表交通手段をそれぞれ往路と復路の移動手段とする。以下の分析では, 大別したこれら 4 つを移動手段の選択肢とする。また, 本研究では「公共交通」として, これらの選択肢のうち鉄道・バスとタクシーに着目する。

4 章の分析に利用する説明変数は性別や年齢, 自宅で保有している自動車の台数 (以下, 「使用可能車」と示す) などの個人属性, 移動目的, 往路また

は復路のトリップにかかった移動時間である。表-1 は移動手段, 移動時間以外の上記の項目の集計結果を表したものである。表-2 は移動時間の往路復路別の集計結果を表したものである。

(2) 調査対象地域の概要

本研究の対象地域は, 鳥取県の大山町, 南部町, 日吉津村, 伯耆町, 境港市, 米子市, 島根県の出雲市, 松江市, 安来市である。表-3 は対象地域の人口と高齢化率を表した表である。表-4 に調査時点での市町村名, 図-1, 2 に対象地域を示す。

表-1 回答者の概要 (単位: %)

項目	分類	平日	休日
性別	男	50.2	48.0
	女	49.8	52.0
年齢	19 歳以下	20.6	17.7
	20 歳代	12.7	12.4
	30 歳代	14.1	14.8
	40 歳代	16.5	17.2
	50 歳代	16.0	16.5
	60 歳代	12.0	12.9
70 歳以上	8.2	8.4	
居住地	都市	61.5	61.8
	都市以外	38.5	38.2
使用可能車	0 台	40.1	38.6
	1 台	51.4	52.0
	2 台以上	8.5	9.3
トリップ数	2	68.8	59.9
	3	9.9	14.6
	4	12.6	14.5
	5	3.7	5.5
	6	3.9	4.7
	7 以上	1.1	0.9
移動目的地	スーパー	11.3	30.0
	病院	7.9	3.9
	その他	80.8	66.1
移動目的	出勤	42.8	8.7
	出勤以外	57.2	91.3

表-2 回答者の往路復路別の移動時間 (単位: %)

項目	分類	平日	休日
往路の移動時間	9 分以下	20.0	22.3
	10 分台	39.2	38.5
	20 分台	20.1	16.0
	30 分以上	20.7	23.2
復路の移動時間	9 分以下	20.9	22.4
	10 分台	38.9	38.3
	20 分台	18.6	16.1
	30 分以上	21.6	23.2

表-3 人口と高齢化率（平成 12 年国勢調査）

	人口（人）	高齢化率（%）
西伯郡	51,094	25.8
境港市	36,843	21.0
米子市	138,756	19.0
出雲市	87,330	19.8
簸川郡	57,440	24.7
平田市	29,006	24.4
松江市	152,616	18.0
安来市	30,520	23.3
八束郡	58,948	23.9



図-1 対象地域の位置（鳥取県）

表-4 調査対象の市町村

現在の市町村	調査時点での市町村
大山町, 南部町, 日吉津村, 伯耆町	西伯郡（大山町, 南部町, 日吉津村, 伯耆町）
境港市	同左
米子市	米子市 淀江町
出雲市	出雲市, 平田市, 簸川郡（湖陵町, 佐田町, 多伎町, 簸川町）
松江市	松江市, 八束郡（鹿島町, 島根町, 宍道町, 玉湯町, 東出雲町, 美保関町, 八束町, 八雲村）
安来市	同左

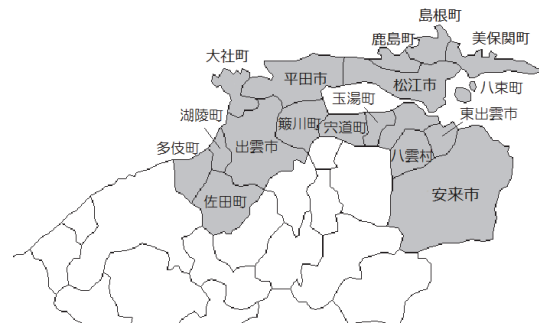


図-2 対象地域の位置（島根県）

(3) 往復の移動手段

表-5, 6 は宍道湖・中海 PT 調査のデータから、往路と復路に利用した移動手段を平日、休日別にクロス集計したものである。

図-3, 4 は、表-5, 6 から、往路と復路で異なる移動手段を利用している人の割合を明らかにするために、移動手段ごとに、平日休日別に示したものである。図中の「同じ手段」とは、往路と復路で当該の移動手段を用いている人の割合、「別の手段」は少なくとも一方の片道で当該の移動手段を用いているが、他方においてはその移動手段を用いていないことを意味している。これらの図より、平日休日ともに鉄道・バス、タクシーを利用する人は、往路と復路で異なる移動手段を組み合わせる割合が高いことが分かる。このことから、公共交通を利用する際にパッケージ利用をする人が多いことが分かる。

表-5 往路復路別の移動手段の選択（平日 単位：人）

復路 \ 往路	車	タクシー	鉄道・バス	徒歩	計
車	21837	69	106	358	22370
タクシー	9	176	8	18	211
鉄道・バス	133	39	1556	114	1842
徒歩	906	35	79	14832	15852
計	22885	319	1749	15322	40275

表-6 往路復路別の移動手段の選択（休日 単位：人）

復路 \ 往路	車	タクシー	鉄道・バス	徒歩	計
車	21573	58	119	456	22206
タクシー	12	117	13	8	150
鉄道・バス	101	21	556	51	729
徒歩	715	21	48	7262	8046
計	22401	217	736	7777	31131

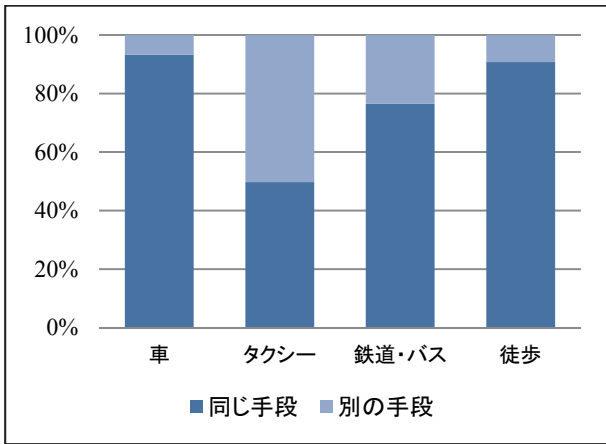


図-3 移動手段の1日の利用者割合 (平日)

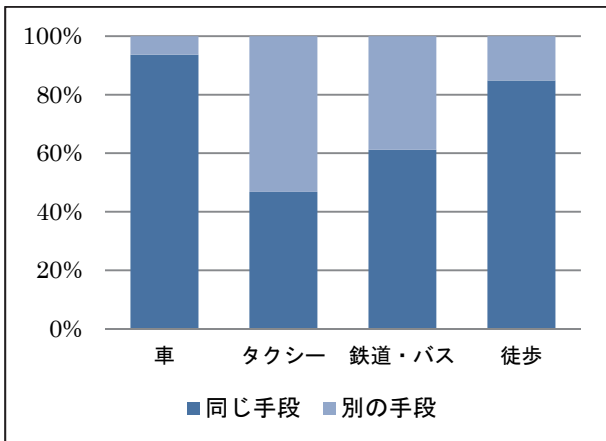


図-4 移動手段の1日の利用者割合 (休日)

(4) アソシエーション分析

前節により、鉄道・バス、タクシーは他の移動手段と比べてパッケージ利用されている実態が明らかになった。そこで以下では、鉄道・バスやタクシーがどのように組み合わせられて利用されているかアソシエーション分析 (バスケット分析とも呼ばれる) を用いて明らかにする。アソシエーション分析とは、 A と B を任意の事象として、「もし A ならば B である」というルールをデータから見出す分析である。例えば、「 A という商品を購入すれば B という商品も購入する」というルールである。このルールを見出すためには、期待信頼度、信頼度およびリフト値という指標を用いる。以下では、「もし A ならば B である」というルールを見出す文脈を想定して、それぞれの指標の意味を簡単に説明する。

- ・期待信頼度 $P(B)$: B が観測される確率である。
- ・信頼度 $P(B|A)$: A が観測されたもとで B が観測される確率であり、 A という条件のもとでの B の条件付き確率である。この値がより大きければ、「 A ならば B である」可能性がより高いといえる。
- ・リフト値 $P(B|A)/P(B)$: A と B の組み合わせが有効

表-7 信頼度とリフト値 (平日)

移動手段	信頼度	リフト値
車⇒タクシー	0.00	0.39
車⇒鉄道・バス	0.01	0.21
車⇒徒歩	0.05	0.14
タクシー⇒車	0.31	0.40
タクシー⇒鉄道・バス	0.19	2.75
タクシー⇒徒歩	0.21	0.39
鉄道・バス⇒車	0.26	0.21
鉄道・バス⇒タクシー	0.05	2.75
鉄道・バス⇒徒歩	0.21	0.24
徒歩⇒車	0.14	0.14
徒歩⇒タクシー	0.01	0.39
徒歩⇒鉄道・バス	0.02	0.24

表-8 信頼度とリフト値 (休日)

移動手段	信頼度	リフト値
車⇒タクシー	0.03	0.37
車⇒鉄道・バス	0.01	0.32
車⇒徒歩	0.05	0.19
タクシー⇒車	0.28	0.38
タクシー⇒鉄道・バス	0.14	4.66
タクシー⇒徒歩	0.12	0.43
鉄道・バス⇒車	0.24	0.33
鉄道・バス⇒タクシー	0.04	4.66
鉄道・バス⇒徒歩	0.11	0.40
徒歩⇒車	0.14	0.18
徒歩⇒タクシー	0.00	0.42
徒歩⇒鉄道・バス	0.01	0.40

であるかどうかをチェックする指標であり、信頼度 / 期待信頼度で求められる。 B が観測される確率に比べて A という条件を付けたしたもとで B が観測される確率が相対的にどれほど大きいかを示している。

信頼度並びにリフト値が大きいほど (リフト値は少なくとも 1 以上であれば) 「 A であれば B である」 (以下、「 $A \Rightarrow B$ 」と表記する) という連関がより強くあるといえる。

表-7, 8 に「片道で移動手段 A を利用すれば、もう一方の片道で移動手段 B を利用する」という連関について分析した結果を示す。まず信頼度に着目すると、平日休日ともに「タクシー⇒車」、「タクシー⇒鉄道・バス」、「タクシー⇒徒歩」、「鉄道・バス⇒車」平日は「鉄道・バス⇒徒歩」に関して、休日は「徒歩⇒車」に関して高い値となっている。このことから主に鉄道・バス、タクシーと他の移動手段において信頼度が高く、公共交通に関してはパッケージ利用が少なからずみられる傾向があることが分かった。次いでリフト値に着目すると、平日休日

ともに「タクシー⇒鉄道・バス」, 「鉄道・バス⇒タクシー」のリフト値が 1 以上であり, 連関があるという結果になった.

以上の結果から, 鉄道・バス, タクシーを利用する際, パッケージ利用をする傾向にあるといえる. ただし, この結論はあくまで確率に着目した議論であることに留意を要する. すなわち, 図-3, 4 が示すように, 往路もしくは復路に車か徒歩を選択する人々が相対的に多い. これらの手段についてはアシメーション分析ではパッケージ利用の連関を見出すことができなかったが, パッケージ利用している人の絶対数はタクシーや鉄道・バスと比べて多い. このように連関性は見出せなくても, 車, 徒歩とのパッケージ利用は無視できないことに留意する必要がある.

4. 離散選択モデルによる統計分析

(1) ネスティッドロジットモデルの概要

前章より, 公共交通を利用する際, パッケージ利用する人々が少なくないことが分かった. ただし, 具体的にどの層がどのような場面でそのように利用しているのかについては明らかではない. そこで以下では, どのような層がパッケージ利用をしているのかを表すモデルを構築して上記について分析する.

本研究では, 個人は往路と復路の移動手段を階層的に選択すると考え, これを図-5 に示す. 一段階目を往路の移動手段, 二段階目を復路の移動手段とし, 選択肢は車, タクシー, 鉄道・バス, 徒歩の 4 つとする.

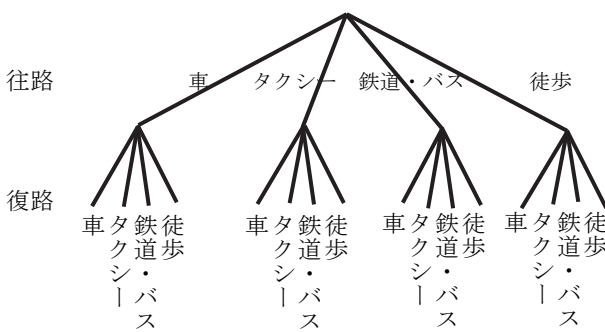


図-5 階層的な往路と復路に関する移動手段の選択

個人が階層的な選択を行う場面をモデル化した手法としてネスティッドロジットモデル (Nested logit model) がある. ネスティッドロジットモデルによると, 個人 i が往路に移動手段 s , 復路に移動手段 m を選択する確率 $P_i(s,m)$ は次式のように式化される.

$$P_i(s,m) = \frac{\exp(V_{is} + \lambda A_{is}) \exp(V_{ism})}{\sum_{s'} \exp(V_{is'}) + \lambda A_{is'} \sum_{m'} \exp(V_{ism'})} \quad (1)$$

$$A_{is} = \ln \sum_m \exp(V_{ism}) \quad (2)$$

V_{is} : 個人 i の往路の移動手段 s による効用

V_{ism} : 個人 i の往路の移動手段が s であるもとの復路の移動手段 m による効用

A_{is} : 復路の選択に関連した効用の合成変数

λ : 効用の分散を表現する係数

移動手段の効用に影響を及ぼす要因としては, 性別や年齢, 居住地, 使用可能車の台数, トリップ数, 移動時間, 移動目的地などが考えられる. また, 松江市, 出雲市, 米子市は人口規模が大きいことからタクシーの台数や営業所の数が多く, タクシーを利用しやすい環境にあることから, これらの都市に居住しているかどうかを表す「都市ダミー」変数を導入する. V_{is}, V_{ism} は式(3), (4)のように設定する.

$$V_{is} = a_0 + \sum_{i=1}^9 a_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

$$V_{ism} = a_{s0} + \sum_{i=1}^9 a_{sj} x_{ij} \quad (4)$$

x_{i1} : 個人 i の性別 (1.男 0.女)

x_{i2} : 個人 i の年齢

x_{i3} : 個人 i の都市ダミー (1.市町村合併前における松江市, 出雲市, 米子市に住んでいる場合 0.それ以外)

x_{i4} : 個人 i の使用可能車の台数

x_{i5} : 個人 i の 1 日のトリップ数

x_{i6} : 個人 i の 1 日の移動目的地 (1.目的地にスーパーが含まれる場合 0.それ以外)

x_{i7} : 個人 i の 1 日の移動目的地 (1.目的地に病院が含まれる場合 0.それ以外)

x_{i8} : 個人 i の 1 日の移動目的 (1.1 日のトリップチェーンに出勤が含まれる場合 0.それ以外)

x_{i9} : 個人 i の往路または復路のトリップにかかった移動時間

表-7 往路の移動手段の推計結果（平日）

	タクシー	鉄道・バス	徒歩
a_0 定数	-8.82 (-17.31)**	-7.17 (-39.21)**	-2.57 (-30.56)**
a_1 性別	-0.06 (-0.34)	0.00 (0.00)	0.41 (12.25)*
a_2 年齢	0.03 (7.38)**	-0.00 (-1.26)	-0.01 (-13.89)**
a_3 都市	0.92 (5.38)**	-0.13 (-2.30)*	0.31 (9.86)**
a_4 使用車	1.67 (13.73)**	2.19 (48.57)**	1.97 (97.70)**
a_5 トリップ数	-0.33 (-3.87)**	-0.26 (-7.69)**	-0.18 (-13.19)**
a_6 スーパー	-0.29 (-1.19)	-0.19 (-1.81)	-0.06 (-1.12)
a_7 病院	1.18 (6.67)**	0.04 (0.43)	-0.69 (-11.32)**
a_8 出勤	-0.88 (-3.49)**	0.71 (10.07)**	-0.38 (-10.35)**
a_9 移動時間	-0.03 (-3.96)**	0.03 (25.09)**	-0.05 (-35.49)**
λ 尤度比	0.02	(3.04)**	(154.30)**
		0.64	

**1%で有意, *5%で有意

※ λ には2つの t 値を示しているが、左側の数は 0 との有意差を、右側の数は 1 との有意差の検定に関する t 値である。

(2) 推計結果

以下にパラメータ $a_0 \sim a_9$ の推計結果を示す。表中の「使用車」とは、使用可能車の台数を示している。表-7, 8 は往路の移動手段の推計結果をそれぞれ平日、休日に関して示したものである。分析に有効なサンプル数は平日 40275 人、休日 31131 人である。なお、車を選択している場合の効用を 0 に基準化している。表中の () 内の数値は t 値を表している。

平日、休日ともに λ が 0~1 の値を取った。なお、復路を一段階目、往路を二段階目に推計したところ、 λ の値が -0.18 となった。このことから、本研究のモデル化が適切である。尤度比についても高い値となり、良好な結果が得られた。

表-8 往路の移動手段の推計結果（休日）

	タクシー	鉄道・バス	徒歩
a_0 定数	-8.43 (-16.68)**	-7.00 (-29.92)**	-3.00 (-35.45)**
a_1 性別	-0.15 (-0.77)	0.02 (0.18)	0.39 (11.72)**
a_2 年齢	0.05 (10.89)**	0.02 (11.40)**	0.01 (20.72)**
a_3 都市	1.15 (5.57)**	-0.12 (-1.52)	0.28 (8.71)**
a_4 使用車	0.99 (9.01)**	1.34 (24.29)**	1.30 (69.24)**
a_5 トリップ数	-0.38 (-4.10)**	-0.14 (-3.56)**	-0.25 (-17.92)**
a_6 スーパー	-1.27 (-5.53)**	-0.54 (-5.34)**	-0.44 (-12.36)**
a_7 病院	0.28 (0.96)	-0.32 (-1.56)	-0.64 (-6.96)**
a_8 出勤	-0.19 (-0.62)	-0.51 (-3.13)**	0.08 (1.42)
a_9 移動時間	-0.02 (-3.87)**	0.02 (16.45)**	-0.05 (-35.78)**
λ 尤度比	0.00	(1.32)	(763.427)**
		0.53	

**1%で有意, *5%で有意

表-9, 10 は復路の移動手段の推計結果を平日、休日に関して示したものである。なお、往路の移動手段と同じ移動手段の効用を 0 に基準化している。例えば、往路で車を選択している場合、復路における車の効用を 0 とする。

(3) 考察

以下では、表-7~10 の結果を踏まえ、今後の高齢化や人口減少などの社会的な背景のもとでどのような公共交通（鉄道・バスとタクシー）の利用が見られるのかについて考察する。その際、これらの背景と密接に関係する、年齢、都市ダミー、移動時間ならびに基礎的な生活活動と関係するスーパー、病院のダミー変数に着目する。ただし、今後は自家用車の免許保有率がさらに高まり、特に免許を保有している高齢者が増えることが予測されているが、以下の考察はこの点が考慮されていないことに留意を要する。

表-9 復路の移動手段の推計結果 (平日)

往路 復路	車			タクシー		
	タクシー	鉄道・バス	徒歩	車	鉄道・バス	徒歩
a_{s0} 定数	-10.00 (-9.11)**	-7.43 (-8.25)**	-6.53 (-14.67)**	-1.03 (-0.51)	-1.88 (-0.55)	-6.18 (-2.52)*
a_{s1} 性別	0.64 (2.29)*	0.29 (1.36)	0.22 (1.90)	-1.92 (-1.54)	-0.99 (-0.63)	-0.88 (-1.00)
a_{s2} 年齢	0.02 (2.97)**	-0.00 (-0.56)	0.00 (0.46)	-0.01 (-0.52)	-0.04 (-1.16)	-0.00 (-0.15)
a_{s3} 都市	1.11 (3.58)**	-0.11 (-0.55)	0.24 (2.10)*	-0.85 (-1.09)	-2.41 (-1.82)	-0.77 (-1.19)
a_{s4} 使用車	-0.60 (3.58)**	-0.83 (-0.55)	-0.25 (2.10)*	-0.82 (-1.09)	-0.41 (-1.82)	0.23 (-1.19)
a_{s5} トリップ数	0.96 (3.16)**	1.42 (5.27)**	0.95 (7.39)**	0.89 (2.54)**	0.60 (0.77)	1.40 (5.02)**
a_{s6} スーパー	0.31 (5.75)**	0.04 (0.50)	0.36 (13.97)**			-0.69 (-0.48)
a_{s7} 病院	-0.61 (-1.13)	-0.41 (-1.09)	-0.29 (1.52)	-0.62 (-0.80)	0.05 (0.03)	0.95 (1.37)
a_{s8} 出勤	0.67 (2.09)*	0.65 (2.42)*	0.34 (2.11)*		1.25 (0.86)	
a_{s9} 移動時間	0.17 (0.59)	-0.22 (-0.80)	-1.06 (-7.27)**	-0.00 (-0.14)	0.07 (2.35)*	-0.01 (-0.39)
尤度比	0.92			0.69		
サンプル数	22370			211		

**1%で有意, *5%で有意

往路 復路	鉄道・バス			徒歩		
	車	タクシー	徒歩	車	タクシー	鉄道・バス
a_{s0} 定数	-1.23 (-1.92)	-4.01 (-3.43)**	-5.00 (-5.64)**	-3.52 (-14.68)**	-11.18 (-10.55)**	-9.26 (-11.62)**
a_{s1} 性別	-0.01 (-0.03)	0.24 (0.59)	0.17 (0.64)	-0.20 (-2.40)**	0.13 (0.36)	0.21 (0.83)
a_{s2} 年齢	-0.01 (-2.10)*	0.03 (2.80)**	-0.00 (-0.25)	-0.04 (-14.97)**	0.02 (1.91)	-0.01 (-1.48)
a_{s3} 都市	-0.01 (-0.06)	0.63 (1.60)	0.52 (2.04)**	-0.30 (-3.65)**	1.04 (2.12)*	0.18 (0.68)
a_{s4} 使用車	-0.41 (-2.59)**	-0.46 (-1.83)	0.37 (1.63)	-0.65 (-10.67)**	-0.01 (-0.05)	0.13 (0.64)
a_{s5} トリップ数	0.98 (9.43)**	0.83 (4.91)**	1.29 (11.50)**	1.20 (36.65)**	1.00 (9.06)**	1.05 (12.09)**
a_{s6} スーパー	-0.40 (-0.95)	-0.04 (-0.07)	-0.48 (-1.00)	-0.19 (-1.04)	0.70 (1.45)	0.56 (1.43)
a_{s7} 病院	-0.51 (-1.21)	-0.59 (-1.01)	0.36 (0.96)	0.09 (0.40)	0.71 (1.34)	0.92 (2.13)*
a_{s8} 出勤	-0.28 (-1.12)	0.39 (0.98)	0.23 (0.82)	-0.69 (-5.49)**	0.42 (1.05)	-1.20 (-2.58)**
a_{s9} 移動時間	-0.07 (-8.97)**	-0.10 (-5.93)**	-0.10 (-9.10)**	0.02 (6.28)**	0.02 (1.79)	0.04 (8.57)**
尤度比	0.70			0.88		
サンプル数	1842			15852		

**1%で有意, *5%で有意

表-10 復路の移動手段の推計結果 (休日)

往路	車			タクシー		
	タクシー	鉄道・バス	徒歩	車	鉄道・バス	徒歩
a_{s0} 定数	-5.72 (-4.01)**	-7.38 (-9.23)**	-7.08 (-17.19)**	-1.79 (-0.64)	39.50 (0.01)	-10.52 (-2.22)*
a_{s1} 性別	-0.34 (-1.19)	0.29 (1.37)	-0.42 (-4.02)**	0.20 (0.25)	-0.85 (-1.28)	1.42 (1.09)
a_{s2} 年齢	0.01 (1.92)	0.01 (3.26)**	0.01 (5.07)**	-0.05 (-2.14)**	-0.00 (-0.03)	0.01 (0.28)
a_{s3} 都市	0.49 (1.71)	-0.34 (-1.84)	0.17 (1.71)	-0.23 (-0.27)	-0.56 (-0.83)	0.01 (0.01)
a_{s4} 使用車	-1.16 (-1.35)	-0.42 (-0.99)	-0.29 (-1.31)	0.79 (0.51)	-26.04 (-0.01)	1.49 (0.88)
a_{s5} トリップ数	-0.15 (-0.35)	0.81 (3.39)**	0.68 (5.66)**	-0.58 (-0.75)	-12.69 (-0.01)	0.35 (0.38)
a_{s6} スーパー	0.23 (2.58)**	0.13 (1.87)	0.63 (22.09)**	1.05 (2.98)**	-0.59 (-0.92)	1.14 (3.09)**
a_{s7} 病院	-1.17 (-2.64)**	-1.50 (-4.98)**	-0.19 (-1.48)	-0.13 (-0.13)	-0.52 (-0.62)	0.94 (0.87)
a_{s8} 出勤	0.25 (0.47)	-0.69 (-1.34)	0.24 (1.13)	-22.29 (-0.00)	-18.44 (-0.00)	-18.76 (-0.00)
a_{s9} 移動時間	0.09 (0.23)	-0.62 (-1.67)	-0.12 (-0.71)	-1.56 (-0.94)	-0.13 (-0.11)	0.19 (0.14)
尤度比	0.90			0.57		
サンプル数	22206			150		

**1%で有意, *5%で有意

往路	鉄道・バス			徒歩		
	車	タクシー	徒歩	車	タクシー	鉄道・バス
a_{s0} 定数	-3.33 (-3.54)**	43.35 (0.00)	-5.99 (-4.03)**	-3.16 (-7.98)**	-11.17 (-5.54)**	-8.58 (-8.03)**
a_{s1} 性別	0.73 (2.64)**	0.16 (0.29)	0.42 (1.10)	0.34 (3.23)**	0.50 (0.98)	0.50 (1.57)
a_{s2} 年齢	-0.02 (-2.94)**	0.01 (0.73)	-0.01 (-0.74)	-0.02 (-8.76)**	0.03 (2.61)**	-0.00 (-0.21)
a_{s3} 都市	-0.01 (-0.06)	2.07 (2.70)**	0.73 (2.01)*	-0.13 (-1.25)	1.91 (2.54)*	0.20 (0.61)
a_{s4} 使用車	0.11 (0.23)	-33.28 (-0.00)	-0.69 (-0.94)	-0.73 (-3.37)**	-0.35 (-0.41)	0.56 (1.36)
a_{s5} トリップ数	-0.55 (-2.10)*	-17.10 (-0.01)	-0.28 (-0.65)	-1.09 (-9.21)**	-0.28 (-0.58)	0.37 (1.28)
a_{s6} スーパー	0.83 (7.81)**	0.76 (3.62)**	1.19 (9.18)**	1.28 (32.72)**	0.84 (5.49)**	0.65 (5.87)**
a_{s7} 病院	0.20 (0.61)	0.82 (1.47)	0.24 (0.56)	-0.23 (-1.69)	-0.67 (-1.13)	-0.83 (-2.03)*
a_{s8} 出勤	0.58 (0.98)	-60.54 (-0.00)	-0.15 (-0.17)	0.22 (0.74)	0.28 (0.27)	-15.10 (-0.01)
a_{s9} 移動時間	0.22 (3.10)**	1.03 (1.44)	0.14 (0.21)	0.19 (1.20)	-0.18 (-0.23)	-0.37 (-0.70)
尤度比	0.55			0.83		
サンプル数	729			8046		

**1%で有意, *5%で有意

なお、どのような移動手段の利用が見られるのかについてはパラメータの大小関係に基づいて考察する。例えば、平日の往路の移動手段を取り上げれば、年齢に関するパラメータは、タクシー、車、バス、徒歩の順に大きく、タクシーのそれが最大である。ただし、車のパラメータは 0 に基準化されていることから、表には記載がないことに留意を要する。また、タクシーのパラメータは有意である。この場合、年齢が高いほど他の手段に比べてタクシーの効用が相対的に大きくなることから、年齢が高いほどタクシーの利用が多い。このように、パラメータの値が有意で最大であるかに着目することで、利用に関する傾向をとらえることができる。同様に、パラメータの値が有意で最小であるかに着目することでも利用に関する傾向をとらえることができ、この場合は上記とは逆の傾向となる。

平日休日別にどのような傾向が見られるのかを表-11、12 に整理する。例えば表-11 の年齢に着目すると、年齢が高いほど往路ではタクシーの利用が多く、復路では往路に車を利用したもて復路にタクシーを利用すること（以後これを、「車→タクシー」と記す）、ならびに「バス→タクシー」が多いことを表している。なお、「移動時間」の行に「×バス→タクシー」との表記があるが、これは、移動時間が長いほど「バス→タクシー」の利用が少ないことを表している。

まずは、平日に着目する。表-11 からは、年齢が高いほど往路、復路ともにタクシーの利用が増えることがわかる。特に、復路についてはタクシーをパッケージ利用する割合が高くなる。その傾向は都市で顕著である。年齢が高いほど、往路に鉄道・バスを利用している人は復路においてタクシーを利用する割合が高くなる。

通院に際しても、往路はタクシーの利用が増える。以上より、高齢化が進むと、タクシーの利用ならびにそのパッケージ利用が多くなると考えられる。

一方、移動時間が長くなると、往路復路ともに鉄道・バスの利用が増える。往路にタクシーを利用している人も復路において鉄道・バスを利用する割合が高くなる。このことは、人口減少が進み、自宅近くの商店が撤退するなどの事態が生じた場合には、鉄道・バスの利用が増える可能性があることを示している。ただし、往路復路ともに鉄道・バスを利用する割合が高くなることから、パッケージ利用が多くなるかは定かではない。

次いで、休日に着目する。表-12 より、往路は平日と同様の傾向が見られる。復路においても、タクシーをパッケージ利用する割合が高くなり、その傾

向は都市で顕著である。また、都市では、往路に鉄道・バスを利用している人は復路においてタクシーを利用する割合が高くなる。年齢が高いと復路において鉄道・バスをパッケージ利用する割合が高くなるが、買い物を目的とする場合はパッケージ利用する割合が低くなる。このように、高齢化が進むと、復路においてタクシーの利用ならびにそのパッケージ利用が増えると考えられる。鉄道・バスについては、利用そのものとパッケージ利用の増減については定かではない。

一方、移動時間が長くなると、往路についてのみ鉄道・バスの利用が増える。復路については、平日のような傾向は見られなかった。

以上をまとめると、今後高齢化が進んでいく中で、タクシーを利用したパッケージ利用が高齢者に求められると予測できる。特に、都市においてその傾向が高いと考えられる。一方、中山間地域のように移動時間が長い地域においては、鉄道・バスの利用が増える可能性がある。ただし、都市のコンパクト化のように、適切な立地計画のもとで移動時間がさほど増えない政策を講じることができれば、鉄道・バスの利用が必ずしも増えるわけではない。

表-11 推計結果から見られる傾向（平日）

項目	往路	復路
年齢	タクシー	車→タクシー 鉄道・バス→タクシー
都市	タクシー	車→タクシー 徒歩→タクシー
移動時間	鉄道・バス	タクシー→鉄道・バス 鉄道・バス→鉄道・バス ×鉄道・バス→タクシー 徒歩→鉄道・バス
スーパー	—	—
病院	タクシー	徒歩→鉄道・バス

表-12 推計結果から見られる傾向（休日）

項目	往路	復路
年齢	タクシー	車→鉄道・バス ×タクシー→車 ×鉄道・バス→車 徒歩→タクシー
都市	タクシー	鉄道・バス→タクシー 徒歩→タクシー
移動時間	鉄道・バス	—
スーパー	×タクシー	×車→鉄道・バス ×徒歩→鉄道・バス
病院	—	—

5. おわりに

本研究では、往路と復路で別々の移動手段を組み合わせて利用する場合を想定し、どのような層が異なる移動手段を一つのパッケージとして利用しているのかを明らかにするモデルの構築を試みた。

具体的には、移動手段を車、タクシー、鉄道・バス、徒歩の4つに分類し、人々が往路と復路の移動手段を階層的に選択すると考え、ネステッドロジットモデルを用いて分析を行った。移動手段の効用に影響を及ぼす要因として、性別や年齢、居住地などの個人属性、1日の移動目的、トリップ数などを考慮し、分析を行った。その結果、今後高齢化が進んでいく中で、タクシーを利用したパッケージ利用が高齢者に求められると予測できた。

参考文献

- 1) 杉尾恵太, 磯部友彦, 竹内伝史: 企業性と公共性を考慮したバス路線別経営改善方針の提案, 土木計画学研究・論文集, Vol.16, pp.785-792, 1999.
- 2) 杉尾恵太, 磯部友彦, 竹内伝史: GIS を用いたバス路線網計画支援システムの構築—潜在需要の把握による路線評価について—, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.617-626, 2001.
- 3) 吉田樹: 公共交通需要の発生強度の計測と需要の顕在化率に関する定量的評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, CD-ROM, 2010.
- 4) 吉田樹, 今井司: 重力型アクセシビリティ指標を用いた交通発生強度の推計と地域公共交通計画への適用可能性, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, CD-ROM, 2010.
- 5) 藤井聡: 行動意図法(BI法)による交通需要予測: 新規バス路線の“潜在需要”の予測事例, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, pp.571-579, 2003.
- 6) 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, pp.39-51, 2005.
- 7) 谷本圭志, 梅本貴弘, 谷雅幸: 地方における公共交通の潜在利用者数の推計—原単位法に基づいて, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.29 (土木計画学研究・論文集 29 卷), pp.I_961-I_972, 2012.

謝辞: 本研究は鳥取大学持続的過疎社会形成研究プロジェクトの助成を受けた研究成果の一部である。また、研究の遂行にあたり、国土交通省中国整備局松江国道事務所による協力を得た。付して謝辞と致します。