

送迎の有無が送迎提供可能者の外出行動に及ぼす影響の分析

広島大学 学生会員 ○前山圭司
広島大学 正会員 桑野将司
広島大学 正会員 塚井誠人
広島大学 正会員 藤原章正
広島大学 正会員 張 峻屹

1. はじめに

都市郊外部や中山間地域では、商業施設や病院などの生活関連施設が広域生活圏内に低密度に分散して立地している。そのため、住民は自動車依存型の生活を強いられている。一方、免許を持たない住民や、免許を持っていても身体的な問題から自動車を運転できない高齢者のような移動制約者にとってはモビリティ確保が難しい状況にある。このような地域の移動制約者の外出は、世帯内の非高齢者や、いわゆる“元気な高齢者”などによる自動車を利用した自主的な送迎に依存している。さらに、新たな利便性の高い公共交通システムや生活関連施設の整備は困難なことを考慮すると、今後も移動制約者の自宅外活動は世帯内での送迎に頼らざるを得ない。しかし、今後さらに少子高齢化が進行した場合、送迎提供者にかかる負担は一層大きくなると考えられる。

このような状況に対し、中山間地域での住民自宅外活動の機会確保のための施策検討に関する研究がこれまで数多く行われてきた。しかし、その多くは移動制約者のモビリティ確保に主眼が置かれ¹⁾、送迎提供者の外出行動に着目した研究は比較的少ない。

そこで本研究では、高齢社会を迎えた中山間地域を対象に、送迎行動が送迎提供可能者の外出行動にどのように影響をしているかを明らかにすることを目的とする。ここで、送迎提供可能者とは送迎を行った者だけを指しているわけではなく、非常勤で比較的自由的な時間が多く、自動車の運転が可能な構成員のことを指す。

2. データの概要

2.1 調査対象地域の概要

本研究では、少子高齢化の進行が早く、自動車交通への依存が強い島根県雲南市掛合町内の掛合地区、入間地区、松笠地区の住民を対象に行った1週間のアクティビティダイアリー調査結果を使用する。調査対象地域の高齢化率は34%と全国平均の21%を大きく上回っており、人口減、少子高齢化が進んで

いる。また、調査対象地域の路線バスについては、平地部と山地部が混在しているため自宅からバス停まで高低差がある地点や、居住地が分散しているため自宅からバス停までの距離が離れている地点が多い上、運行頻度は極めて少なく、その利便性は非常に低い。また、だんだんタクシーという予約制デマンドバスが運行しているが、移動制約者の移動ニーズを十分に満たすほどのサービスの供給を行うことは難しいため、世帯内送迎への依存が高まっている。

2.2 調査の概要

本調査は個人票、世帯票で構成される活動日誌調査である。個人票では1週間全ての活動開始時刻、活動場所、目的、移動手段、活動内容等について回答を求めている。世帯票では年齢、性別などの個人属性や住所、自動車保有状況などについて質問している。調査では、69世帯、188名からの回答を得た。

3. 対象地域の実態把握

調査結果より、回答者の外出手段の90%以上が自動車を利用していることから、当該地域が自動車交通に強く依存していることが確認された。高齢者・非高齢者別、免許の保有状況別の主に利用する外出手段について図1に示す。図1より、高齢者の約40%、免許非保有者の約60%の外出手段が、世帯構成員による自主的な送迎に依存していることがわかった。

図2に高齢者・非高齢者別、職業の有無別の外出時のトリップ回数を示す。高齢者の平均トリップ回数は、職業の有無に関わらず約2.14回であり、トリップ回数の都市圏平均1.82回と比較しても大きな差は無く、他の地域と同程度の水準である。一方、20歳以上65歳未満の非常勤者の平均トリップ回数は約2.16回であり、非高齢者のトリップ回数都市圏平均2.81回と比較すると、著しく少ない。

図3に、都市圏に比べてトリップ回数が少ない非高齢非常勤者のトリップ回数に占める送迎の割合を示す。集計の結果、約21%が送迎を目的とした外出

であることが分かった。したがって、送迎提供可能者が大部分を占めると考えられる非高齢非常勤者の非送迎トリップ回数は、1日あたり約1.7回に過ぎない。よって、高齢者のための送迎が送迎提供可能者の自由な活動に制約を与えている可能性がある。

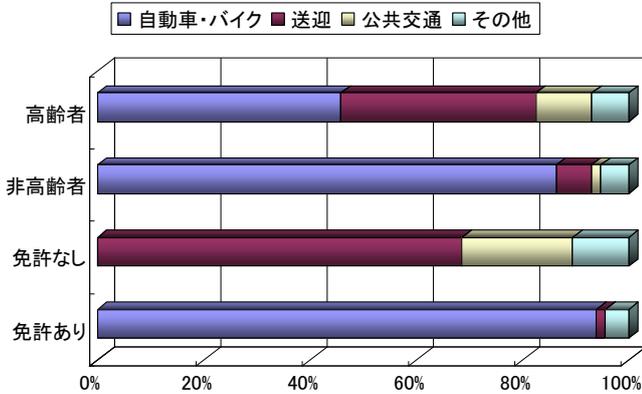


図1 年齢・免許の有無別代表交通機関の割合

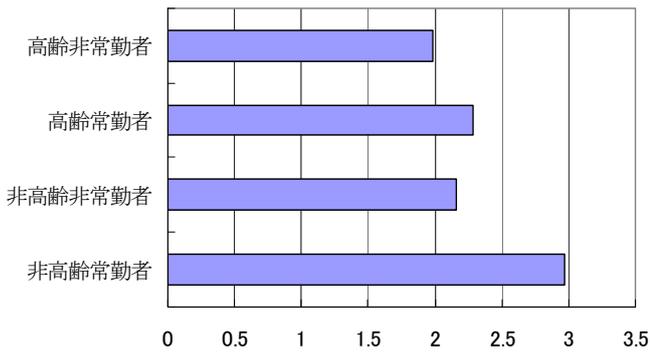


図2 年齢・職業の有無別外出トリップ回数(回/日)

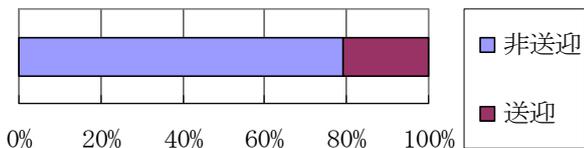


図3 非高齢非常勤者のトリップ回数に占める送迎の割合

4. 送迎提供可能者の外出行動分析

4.1 送迎提供可能者の外出行動モデルの定式化

上述のように、中山間地域では移動制約者の外出は世帯構成員による送迎に強く依存している。しかし、高齢者のための送迎は他の構成員の活動に制約を与えている可能性がある。そこで、送迎行動が送迎提供可能者の外出発生や目的地選択行動にどのよ

うな影響を及ぼしているかを定量的に把握するため、送迎提供可能者の1日の外出行動のモデル化を行う。具体的には、上位段階に外出する／しないの外出選択、下位段階は外出する場合にどの地区の組み合わせを選ぶか、という目的地選択の2段階ネステッドロジットモデル(図4)を構築する。ここで、目的地は掛合地区、入間地区、松笠地区、木次地区、松江地区、出雲地区の6地区とする。

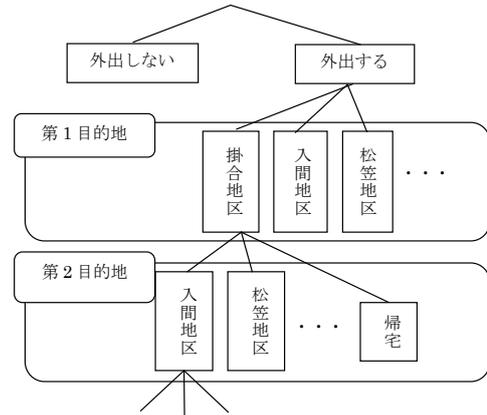


図4 外出発生・目的地選択モデルのツリー図

図4に示すように、「第1目的地選択」では自宅地区を含む6地区の中から1つを選択する。一方、「第2目的地選択」以降は、現在いる地区を除いた5地区に、帰宅を意味する自宅地区の選択肢を加えた6地区の中から1つを選択すると仮定する。なお、本研究では地区間のみの移動についてモデルの定式化を行っており、地区内の移動は目的地選択段階として取り扱わない。

以上の条件に従い集計を行ったところ、92%のサンプルが第2目的地までで移動を終えていることから、以下の分析では「第2目的地選択」までを対象とする。

外出発生の有無(上位段階)の選択肢 g と目的地選択(下位段階)の選択肢 d を同時選択したときの効用関数は(1)式のように定式化される。

$$U_{igd} = U_{ig} + U_{id|g} = V_{ig} + V_{id|g} + \varepsilon_{ig} + \varepsilon_{id|g} \quad (1)$$

U_{ig} , V_{ig} , ε_{ig} は各々個人 i の選択肢 g の効用、確定項、確率項を示し、 $U_{id|g}$, $V_{id|g}$, $\varepsilon_{id|g}$ は各々選択肢 g を選択した条件下での d を選択するときの効用、確定項、確率項である。

このとき、選択肢ペア g, d が選択されるときに同時選択確率 $P_i(g, d)$ は、次の式のように選択肢 g の選

択確率 $P_i(g)$ と、 g を選択した際に d を選択する条件付確率 $P_i(d/g)$ の積で表される。

$$P_i(g, d) = \frac{\exp[\lambda(V_{ig} + V_{ig}^*)]}{\sum_g \exp[\lambda(V_{ig} + V_{ig}^*)]} \cdot \frac{\exp[V_{id|g}]}{\sum_d \exp[V_{id|g}]} \quad (2)$$

ここで、 V_{ig}^* は目的地選択（下位段階）のログサム変数、 λ はスケールパラメータである。なお、ログサム変数は下位段階である目的地選択 $V_{id|g}$ の合成変数で、次式のように定義される。

$$V_{ig}^* = \ln \sum_d \exp(V_{id|g}) \quad (3)$$

外出発生の有無に関する効用関数 (V_{ig}) は、個人 i の外出効用 (V_{io}) と在宅効用 (V_{ih}) として以下のように定義する。

$$V_{io} = \sum_n \alpha_n x_{in} \quad (4)$$

$$V_{ih} = 0$$

ここで、 x_{in} は個人 i に関する n 番目の個人・世帯属性で、 α_n はその未知パラメータである。

下位段階である目的地選択の効用関数については以下のように定式化を行う。

$$V_{id} = \sum_m \beta_{im} y_{idm} \quad (5)$$

y_{idm} は個人 i の地区 d に関する m 番目の地区特性で、 β_{im} はその未知パラメータである。

地区の属性を表す説明変数は、試行錯誤の結果、①地区内の医療施設数 (y_{id1})、②地区内の商業施設数 (y_{id2})、③移動時間 (y_{id3}) の3つを採用することとした。なお、各個人は自分自身の属性や世帯属性を反映して、各地区への評価を行っていると考えられる。つまり、各地区特性の捉え方に対して個人の異質性が存在していると考えられる。

本研究では、個人の異質性を表現するために、地区特性に関するパラメータを以下のように定式化する。

$$\beta_{im} = \sum_l \gamma_{ml} z_{iml} \quad (6)$$

ここで、 z_{iml} は m 番目の地区属性に関する個人 i の l 番目の個人・世帯属性で、 γ_{ml} は未知パラメータであ

る。(6)式は、地区特性に関するパラメータが個人や世帯の属性により決定されることを意味する。

4. 2 モデル推定結果

4.1 節で定式化した送迎提供可能者の外出行動モデル推定結果を表1に示す。

表1 外出発生・目的地選択モデル推定結果

	推定値		t 値
外出発生に関する説明変数			
世帯人数(人)	0.353	+	1.77
年齢(歳)	-2.85E-03		-0.54
免許保有者数(人)	-0.506	*	-2.25
18歳以下の構成員数(人)	-0.059		-0.17
65歳以上の構成員数(人)	0.624	*	2.07
目的地選択に関する説明変数			
医療施設に関する説明変数			
年齢(歳)	8.85E-03	**	5.34
移動制約者の有無(有=1, 無=0)	-0.182		-0.53
通院の有無(有=1, 無=0)	2.294	**	2.95
定数項	3.52E-03		0.07
商業施設に関する説明変数			
年齢(歳)	-3.39E-03	**	-3.53
移動制約者の有無(有=1, 無=0)	0.313	**	3.65
通院の有無(有=1, 無=0)	-0.248		-1.59
定数項	3.52E-03		0.07
所要時間に関する説明変数			
年齢(歳)	-3.91E-04	**	-2.71
移動制約者の有無(有=1, 無=0)	-0.037	+	-1.92
通院の有無(有=1, 無=0)	-0.061	*	-2.53
定数項	-0.024	**	-2.63
スケールパラメータ	0.931	**	3.33
サンプル数	377		
初期尤度	-1361.31		
最終尤度	-752.51		
自由度調整済み尤度比	0.434		

** : 1%有意, * : 5%有意, + : 10%有意

モデルの説明力を表す自由度調整済み尤度比は0.434と高く、現況再現性の高いモデルが得られた。スケールパラメータ λ が $0 < \lambda < 1$ なので、図4の階層構造の仮定は妥当であった。また、推定されたパラメータの符号は全て論理的に妥当である。以下にパラメータ推定結果の考察を示す。

外出発生に関するパラメータ推定値に着目すると、符号は正で絶対値が大きいほど外出発生に関する効用の値が大きくなり、外出確率が高くなることを意味する。すなわち、世帯人数、高齢者数が多いと外出確率が高くなり、世帯内に免許保有者が複数いる場合は外出確率が低くなる傾向にある。

目的地選択に関するパラメータ推定値に着目すると、医療施設数に関しては年齢、通院の有無は正で有意となった。よって、高齢者や病院に通う必要のある人ほど、医療施設の多い地区の効用が高い傾向

を示している。商業施設数に関しては、年齢は負で有意に、世帯内移動制約者の有無は正で有意となった。これは、若い人ほど、また自分1人では外出ができない構成員が世帯にいるほど、より多くの商業施設が立地している地区を選好する傾向にあることを示している。所要時間に関するパラメータ推定値は、全ての変数が負で有意な値をとっている。つまり、高齢者であるか、世帯内に移動制約者がいる人か、または通院の必要性がある人は、移動時間の増加による効用の減少がこれらの条件以外の人と比較して、有意に小さいことを示している。

以上の推定結果を用いて、送迎の有無が送迎提供可能者の外出行動に及ぼす影響を、期待走行距離によって算出した。その結果、世帯内に移動制約者がいる場合の1日当たりの外出確率は0.83、また外出1回当たりの期待走行距離は27.5kmとなった。一方、移動制約者がいない場合には、1日当たりの外出確率は0.68、外出1回当たりの期待走行距離は32.4kmとなった。これは、送迎が必要な移動制約者の存在により、複数の目的地を周遊することなく、短距離かつ多頻度で外出する傾向を示している。

5. シミュレーション分析

中山間地域では今後も少子高齢化が急速に進むと予想される。その場合、高齢者などの移動制約者が増加する一方で、送迎提供可能者が減少することによって、送迎提供可能者1人当たりの負担はさらに増大すると考えられる。そこで、少子高齢化が進行した時に送迎提供可能者の外出確率、および走行距離がどのように変化するかについて2つのシナリオを設定して分析する。シナリオ1では、世帯内の送迎提供可能者が1人減少した場合を想定している。ただし、高齢者数や18歳以下の構成員数、世帯内の平均年齢は変化しないものとする。シナリオ2では、5年が経過し、一層少子高齢化が進行し、移動制約者が増加した場合を想定している。このとき、世帯人数に変化は無く、現在運転可能な世帯構成員は5年後も運転可能と仮定する。

表2のシミュレーション分析の結果から、どちらのシナリオでも外出確率は増加していることがわかる。この理由として、シナリオ1では送迎提供可能者の減少によって送迎提供可能者1人当たりの送迎頻度が増加し、外出確率が増加しているからと考えられる。また、期待走行距離が減少しているため、送迎頻度の増加により長距離の移動が困難になり、

より近い地区で活動を行うようになる。一方、シナリオ2で走行距離の期待値が減少した理由は、表1の所要時間パラメータの推定結果より、高齢者の送迎では所要時間増加による不効用の増加が大きいため、より近くの地区で用事を済ませようとしたからと考えられる。

以上の結果より、少子高齢化がさらに進行した時には、送迎提供可能者の外出行動は現在よりも多頻度・短距離になる傾向が強くなることが示された。

表2 シミュレーション分析結果

	現状	シナリオ①	シナリオ②
世帯人数(人)	2.99	1.99	2.99
年齢(歳)	64.5	64.5	70
世帯内免許保有者数(人)	2.95	1.95	2.95
18歳以下の構成員数(人)	0.11	0.11	0.05
65歳以上の構成員数(人)	0.98	0.98	1.2
通院の有無(有=1, 無=0)	0.06	0.06	0.06
外出確率	0.72	0.76	0.73
外出1回当たりの平均走行距離(km)	28.56	27.63	27
1日当たりの平均走行距離(km)	22.85	20.79	19.63

6. 結論

本研究では、高齢社会を迎えた中山間地域を対象に、送迎行動が送迎提供可能者の外出行動に及ぼす影響について分析した。分析の結果、移動制約者の外出は世帯内構成員による送迎に強く依存していること、送迎提供可能者の外出行動は移動制約者を送迎することにより自由な活動に制約を受けていることを定量的に把握した。また、今後少子高齢化がさらに進行した場合、送迎提供可能者はより短距離・多頻度で外出するようになることが明らかとなった。外出が多頻度になることは、送迎提供可能者の負担が増加することを意味している。また、移動距離は高齢の送迎提供可能者に配慮して、短距離になることが明らかになったが、この結果は、現在の目的地配置が今後も維持されることを想定したものであり、一部の目的施設が都市部に集約化されると、送迎提供可能者の負担はさらに大きくなる。よって今後は、従来世帯内送迎に頼っていたモビリティ確保を見直し、地域として新たな移動サービスを提供するなどの対策が重要である。

〈参考文献〉

- 1) 元田良孝, 高嶋裕一, 堀籠義裕, 及川立一: 山間地の交通に関する基礎研究, 土木計画学研究講演集, vol24, 2001