

鳥取大学 学生会員 ○丸山 泰弘  
 鳥取大学 正会員 桑野 将司  
 株式会社バイタルリード 西村 智明

## 1. はじめに

わが国は、世界有数の島国であり、多くの島が存在する。これらの島々では、フェリーや高速船等の交通船によって島と本土が繋がれ、島外への通勤・通学、生活物資の輸出入を確保している。そのため、交通船は島での生活を送る上で必要不可欠な公共交通機関である。

一方、わが国は人口減少社会が進展し、人口減少や少子高齢化が進行している。特に、地方部では、多くの若い世代が大学進学や就職などの際に都市部へ移動し、過疎化が進行している。そのため、採算の取れない商店や公共交通機関は閉鎖され、都市部に比べ、日常生活のサービス水準が低下している。中山間地域でも過疎化が進行しており、路線バスの廃止が相次ぐ中、DRT(Demand Responsive Transit)と呼ばれる電話等による予約に応じて運行する交通システムやコミュニティバス、自家用車によって、住民の移動手段が維持されている。しかし、中山間地域と同様に過疎化が進行している島しょ部は、周囲を海に囲まれ、本土から隔絶した地理的特性を有している。そのため、島外への移動手段には、多くの場合、バスや自動車等の代替交通手段が無く、交通船が廃止となれば島民の交通利便性は著しく低下する。さらに、人口密度の小さい島しょ部では、学校や買物施設、医療施設などの生活関連施設、および雇用が都市部と比べて少なく、島民の買物や通院、学習、労働は島外に頼るところが大きい。生活関連サービスが島外に依存しているため、交通船のサービス水準の低下は、生活の質の低下に直結し、島民の定住意向の低下を招く。定住意向の低下は、さらなる人口減少を引き起こし、それが交通船の需要低下に繋がるという負のスパイラルが生じる。住民の生活の質を担保し、かつ持続可能な交通船運用を実現するためには、住民ニーズを的確に把握したうえで、交通船サービス水準の見直しが求められている。

既往研究において、中山間地域を対象にした公共交通機関の需要予測を目的とした研究が、これまで盛ん

に行われている<sup>1),2)</sup>。しかし、同じ過疎地域でも島しょ部に着目した研究は比較的少ない<sup>3)</sup>。島しょ部では、島外への移動が交通船に強く依存しているため、サービス水準が変化しても交通船を利用し続ける層、いわゆる、固定層の割合が多いと考えられる。しかし、この固定層は交通船サービス水準が低下し、ある交通利便性を下回ると、島外へ転居する可能性がある。そのため、交通船需要予測では、交通船利用意向だけでなく、定住意向の評価もする必要がある。本研究では、瀬戸内海に浮かぶ広島県江田島市を対象として、交通船の利用実態を明らかにするとともに、交通船サービス水準の変化に対する交通船の利用意向、および定住意向を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究の内容

### (1)調査対象地域

2004年11月に江田島町、能美町、沖美町、大柿町が合併してできた広島県江田島市を研究の対象地域とする。図1に江田島市と運行されている交通船の航路を示す。江田島市は、江田島、能美島、およびその周辺に点在する島々で構成され、面積が101km<sup>2</sup>の広島湾に浮かぶ半島である。平成25年3月31日現在、25,490人、12,435世帯が暮らしており、65歳以上の人口割合は、39.4%である。本研究では、2013年7月10日に、図1に示した①と②の交通船の乗客を対象にアンケート調査を実施した。調査の結果、1,161人からの回答を得た。本分析では、このうち分析に必要な質問項目にすべて回答をした908人の結果を使用する。

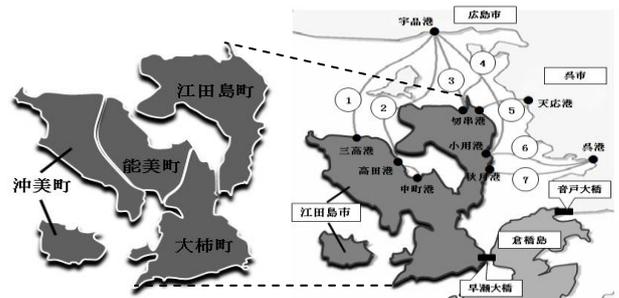


図1 江田島市と交通船(交通船は①~⑦)

(2)基礎集計分析

図2に固定層と考えられるサンプルの利用意向回答結果の分布を示す。「利用しない」と回答した人が45%と最も多く、次いで、「週5~6日」利用すると回答した人が22%、「月1~3日」利用すると回答した人が17%と多かった。

以上の結果から、江田島市には複数の交通船が存在するため、普段利用していない交通船のサービス水準が変化しても影響を受けない、すなわち今後も利用しない回答者群と、サービス水準が変化しても今後もこれまで通り利用し続ける回答者群の2種類の固定層が存在する可能性が示唆された。

3. 固定層を考慮した順序型意向モデルの構築

利用意向、および定住意向を表現するモデルとして、一般にオーダードプロビットモデルが用いられる<sup>4)</sup>。本研究では、従来のオーダードプロビットモデルに、潜在クラス手法を適用することで、固定層の存在を考慮できる交通船利用意向モデルと定住意向モデルを構築する。

潜在クラス手法は、サンプルがどのクラスに属するかを特定するメンバーシップ関数を定義し(式(1))、対象サンプルを複数のクラスに内生的に分類する<sup>5)</sup>。

$$M_{js} = \frac{\exp(\alpha_s + \mathbf{p}_s \mathbf{D}_j)}{\sum_{s'=1} \exp(\alpha_{s'} + \mathbf{p}_{s'} \mathbf{D}_j)} \quad (1)$$

ここで、 $M_{js}$ はサンプル  $j$  が潜在クラス  $s$  に属する確率、 $\alpha$  は未知パラメータ、 $\mathbf{p}$  は未知パラメータベクトル、 $\mathbf{D}$  は世帯・サンプル属性等に関する説明変数ベクトルである。

潜在クラス  $s$  へ属するサンプル  $j$  が、選択肢  $k$  を選択する確率は式(2)で表される。

$$P_{jks} = \phi[\theta_{ks} - V_{js}] - \phi[\theta_{(k-1)s} - V_{js}] \quad (2)$$

ここで、 $\phi$  は標準正規分布の確率密度関数、 $\theta_{ks}$  は閾値、 $V_{js}$  は評価関数である。式(1)、式(2)を用いて、サンプル全体の対数尤度関数  $\ln L$  は式(3)で表される。

$$\ln L = \sum_j \ln \left[ \sum_s M_{js} \sum_k \delta_{jk} P_{jks} \right] \quad (3)$$

ここで、 $\delta_{jk}$  はサンプル  $j$  が選択肢  $k$  を選んだ場合に1、

そうでない場合に0となるダミー変数である。

4. 交通船利用意向および定住意向の分析

本研究では、フェリー、および高速船利用意向、定住意向それぞれについてのモデル分析を行った。次節からは、フェリー利用意向モデル、定住意向モデルの推定結果を示す。

(1)フェリー利用意向モデルの推定結果

交通船サービス水準が変化したときのフェリー利用意向を「1. 利用しない」「2. 月1~3日」「3. 週1~2日」「4. 週3~4日」「5. 週5~6日」「6. 毎日」の6段階カテゴリで聞き出した結果を用いて、交通船サービス水準とフェリー利用意向の関係を分析する。

表1にフェリー利用意向モデルの推定結果を、表2にフェリー利用意向モデルの平均選択確率を示す。なお、説明変数に関するパラメータの符号については、正であればパラメータの絶対値が大きいほどフェリー利用意向は高くなり、負であればパラメータの絶対値が大きいほどフェリー利用意向は低くなることを示している。

モデル推定結果、および潜在クラス別の平均選択確率の結果を整理すると、無職者が属する傾向が高い潜在クラス1では、フェリーを利用しない傾向にあるが、フェリー運賃、フェリー運航間隔、フェリー運航時間帯等のサービス水準の改善によってフェリー利用意向が変化する可能性が高い。一方、高齢者が属する傾向が高い潜在クラス2では、フェリー利用意向が「月1~3日」の層と「毎日」の層が存在し、潜在的にフェリー需要が高く、フェリーのサービス水準が変化しても利用意向が変化しにくい固定層の傾向にあることが明らかとなった。

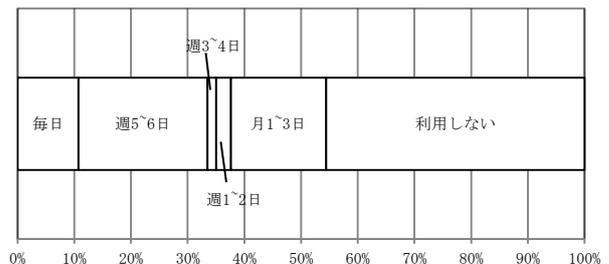


図2 固定層と考えられるサンプルの利用意向回答結果の分布

(2)定住意向モデルの推定結果

交通船サービス水準が変化したときの定住意向を「1. 転出する」「2. たぶん転出する」「3. たぶん住み続ける」「4. 住み続ける」の4段階で聞き出した結果を用いて、交通船サービス水準と定住意向の関係を分析する。

表3に定住意向モデルの推定結果を、表4に定住意向モデルの平均選択確率を示す。なお、説明変数に関するパラメータの符号については、正であればパラメータの絶対値が大きいほど定住意向は高くなり、負であればパラメータの絶対値が大きいほど定住意向は低くなることを示している。

モデル推定結果から、および潜在クラス別の平均選択確率の結果を整理すると、学生・生徒が属する傾向にある潜在クラス2では、「転出する」層、「たぶん転出する」層および「たぶん住み続ける」層が存在し、高速船運賃、高速船運航間隔等のサービス水準によって、定住意向が変化する。また、一戸建ての持家に住む人の定住意向が低い。さらに、高田港、中町港までの所要時間の増減によって定住意向が変化する。潜在クラス1, 3では、どのような人が属する傾向にあるかを特定することはできなかったが、学生以外の人、特に高齢者が属する傾向にある。潜在クラス1では、「住み続ける」層と「たぶん住み続ける」層が存在し、高速船運賃、高速船運航間隔等のサービス水準によって、定住意向が変化する。また、一戸建ての持家に住む人の定住意向が高い。さらに、高田港、中町港までの所要時間の増減によって定住意向が変化する。潜在クラス3では、住み続ける傾向にあり、高速船運賃、高速船運航間隔等のサービス水準によって、定住意向が変化する。また、中町港までの所要時間の増減によって定住意向が変化する。

5. おわりに

交通船利用意向モデルの推定結果から、フェリー、あるいは高速船のサービス水準を変化させても利用意向の変わらない固定層の傾向にあるサンプルの存在が明らかとなった。具体的には、高齢者はフェリーの、学生・生徒、常勤者、パート・アルバイトは高速船の固定層である可能性が高い。一方、無職者は、フェリーのサービス水準の変化によって、フェリーの利用意向が変化する選択層であることが明らかとなった。ま

た、沖美住民のフェリー利用意向は高いが、高速船利用意向は低い。さらに、三高港までの所要時間が短い

表1 フェリー利用意向モデルの推定結果

説明変数	潜在クラス1		潜在クラス2	
	パラメータ		パラメータ	
<メンバーシップ関数>				
無職ダミー	1.511E+00	*		
高齢者ダミー	-7.513E-01	*		
定数項	1.199E+00	**		
<交通船のサービス水準>				
フェリー運賃	-9.211E-04	**	-1.479E-03	**
フェリー運航間隔	-9.167E-03	**		
フェリー運航時間帯	1.243E-01	*		
高速船運賃				
高速船運航間隔				
高速船運航時間帯				
<世帯属性>				
沖美町ダミー	1.178E+00	**		
<個人属性>				
三高港までの所要時間	-9.114E-02	**	-1.551E-01	**
中町港までの所要時間	1.119E-01	**	1.967E-01	**
<定数項>	-4.143E-01		3.078E+00	**
<閾値>				
$\theta_1$	0.000E+00		0.000E+00	
$\theta_2$	6.744E-01	**	1.403E+00	**
$\theta_3$	9.292E-01	**	1.645E+00	**
$\theta_4$	1.165E+00	**	1.752E+00	**
$\theta_5$	2.620E+00	**	2.534E+00	**
<潜在クラスへの平均帰属確率>				
	0.773		0.227	
サンプル数	1673			

\*\*:1%有意 \*:5%有意

表2 フェリー利用意向モデルの平均選択確率

利用意向	全サンプル	潜在クラス1	潜在クラス2
利用しない	58.6%	72.9%	11.5%
月1~3日	14.2%	8.50%	33.3%
週1~2日	3.70%	3.10%	5.90%
週3~4日	2.70%	2.80%	2.40%
週5~6日	11.5%	11.0%	13.3%
毎日	9.20%	1.80%	33.6%

とフェリー利用意向は高く、中町港までの所要時間が長いと高速船利用意向は低いことが示された。

定住意向モデルの推定結果からは、3つの潜在クラスが検出され、1つは転出意向が強い学生・生徒(潜在クラス2)、残りの2つは学生・生徒以外の人(潜在クラス1, 3)である。しかし、後者の帰属要因については有意な説明変数が少なく、職業という個人属性では定住意向に関する意思決定メカニズムの違いを一部しか説明できない。よって、職業以外の帰属要因を考慮する必要がある

今後の課題として、交通利便性の観点から分析を行ったが、定住意向モデルにおいて、有意な説明変数が少なく、説明力が低い結果となった。定住の意思決定には、居住地の雇用状態、家族とのつながり等といった交通利便性以外の要因が影響を及ぼしていると考えられ、それら要因を考慮する必要がある。また、住民の島内での生活スタイル、すなわち、住民がどこで、どのように日常生活の活動しているのかを調査・分析し、島内での生活の質の向上をはかり、定住意向を高めるための施策検討が必要である。

## 参考文献

- 1) 森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧, 高齢社会における過疎集落の交通サービス水準と生活の質の関連性分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.19, pp725-731, 2002
- 2) 岸邦宏, 佐藤馨一, 住民ニーズに基づいた過疎地域における生活交通手段の策定プロセス, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, pp591-597, 2006
- 3) 小谷通泰, 杉本健一郎, 利用者からみた高速艇の選択要因に関する分析, 日本航海学会論文集, Vol.89, pp217-225, 1993
- 4) 佐々木邦明, 藤井聡, 山本俊行, 交通行動の分析とモデリング, 技報出版, pp113-119, 2002
- 5) 桑野将司, 張峻屹, 藤原章正, 複数の意思決定ルールを取り入れた世帯離散選択モデルの開発と車種選択分析への応用, 土木計画学会研究・論文集, Vol.24, pp499-507, 2007

表3 定住意向モデルの推定結果

説明変数	潜在	潜在	潜在
	クラス1	クラス2	クラス3
	パラメータ	パラメータ	パラメータ
<メンバーシップ関数>			
学生・生徒ダミー	-1.62E-01	1.524E+00**	
高齢者ダミー	4.71E-01	-2.028E+00**	
定数項	-5.256E-01**	-1.241E+00**	
<交通船サービス水準>			
高速船運賃	-2.618E-03**	-1.319E-03 **	-2.172E-03 **
高速船運航間隔	6.219E-02 **	-8.709E-03 **	-1.303E-02 **
<世帯属性>			
持家・一戸建てダミー	9.445E-01**	-4.946E-01 **	
<個人属性>			
高田港までの所要時間	2.401E-01 **	-8.360E-01 **	
中町港までの所要時間	-7.941E-02*	1.142E-01**	5.080E-02 *
定数項	-2.428E+00**	2.508E+00 **	4.409E+00 **
<閾値>			
$\theta_1$	-3.384E+00**	0.00E+00	0.00E+00
$\theta_2$	-2.003E+00**	1.461E+00 **	4.605E-01 **
$\theta_3$	0.00E+00	6.104E+00 **	3.578E+00 **
<潜在クラスへの平均帰属確率>			
	0.306	0.181	0.513
サンプル数	1711		

\*\*:1%有意 \*:5%有意

表4 定住意向モデルの平均選択確率

定住意向	全サンプル	潜在	潜在	潜在
		クラス1	クラス2	クラス3
転出する	9.80%	3.11E-03%	33.0%	4.20%
たぶん	14.4%	2.9%	47.8%	5.20%
転出する	49.4%	18.7%	19.2%	83.2%
たぶん	26.4%	78.0%	3.01E-07%	7.40%
住み続ける				
住み続ける				