

# 離島住民の島外買物行動における、 時刻決定モデルの構築

薬師寺 光平<sup>1</sup>・入江 周作<sup>2</sup>・外井 哲史<sup>3</sup>・大枝 良直<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 九州大学大学院工学府 都市環境システム工学専攻  
(〒819-0395 福岡県福岡市西区大字元岡 744 九州大学伊都キャンパス west2 号館 10 階 1004 号室)  
E-mail: yakushiji.kohei.144@s.kyushu-u.ac.jp

<sup>2</sup>学生会員 九州大学大学院工学府 都市環境システム工学専攻  
(〒819-0395 福岡県福岡市西区大字元岡 744 九州大学伊都キャンパス west2 号館 10 階 1004 号室)  
E-mail: irie.shusaku.778@s.kyushu-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員  
E-mail: toisatoshi@gmail.com

<sup>4</sup>正会員 九州大学工学研究院 環境社会部門  
(〒819-0395 福岡県福岡市西区大字元岡 744 九州大学伊都キャンパス west2 号館 10 階 1037 号室)  
E-mail: oeda@civil.doc.kyushu-u.ac.jp

離島は産業基盤、社会基盤の整備の遅れから、人口減少や高齢化が顕著である。そこで、本論文では離島住民の島外での生活行動を分析して、それに費やす時間と交通の関係性を把握し、離島の生活環境を改善することを目的とする。生活行動のうち頻度と重要性が高い買物行動に着目し、五島地域、平戸地域の離島住民に対して実施したアンケートから、島外への買物行動が島と外部の商業施設の規模と交通条件の影響を受けることを明らかにした。また、島外買物行動における時間と商業施設、交通条件の関係性を定量的に把握するために時刻決定モデルの構築し、アンケートで得られた実際の住民の島外買物行動を用いて、その再現性を確認した。

**Key Words:** *remote island, island transport, traffic environment, model to decide time, shopping action*

## 1. はじめに

### (1) 背景と目的

離島は、本土と比較した際の産業基盤および生活基盤の遅れから生活環境において不便性が生じており、人口減少や少子高齢化が深刻な問題となっている。さらに、多くの離島では、人口減少の影響でフェリーの利用者が減少しており、フェリー会社の経営が悪化した結果、多くの航路でフェリーの運賃の値上げや減便が実施されている。フェリーの値上げや減便は、更なる離島の生活環境の悪化に繋がり、今後、離島交通のサービスレベルの維持、改善は離島振興において非常に重要な課題となっている。

そこで、本研究では、上記の問題に対して、離島の交通環境の改善という観点から解決を試みる。そのためには、離島住民の生活行動を十分に把握し、それを考慮した交通改善策が必要である。そこで、複数の離島を対象にアンケートを実施し、離島住民の生活行動のうち最も頻度が高く重要である買物行動に着目し、離島交通を利用する島外への買物行動の分析を行う。その後、島外買物行動にかかる時間

と交通条件や商業施設の関係性を定量的に把握するための時刻決定モデルを構築することを目的とする。

### (2) 既存研究について

離島に関連する既存研究は以下のようなものがある。増田ら<sup>1)</sup>は、離島住民の生活行動アンケート調査を行い生活圏を把握することで、ネットワーク型集約手法による離島生活環境の整備の有効性と課題を明らかにした。また、宮内ら<sup>2)</sup>は離島の本土からの隔絶性を、滞在可能時間を指標として定量的に分析。離島住民の生活行動は滞在可能時間に規定されることを確認した。また滞在可能時間とフェリーの所要時間や便数などの交通条件に関係性が見られることを重回帰分析で示した。次に、池田ら<sup>3)</sup>は高速カーフェリーの導入を行った際の需要予測を行い、交通条件の改善の実現可能性調査を行った。この中で、所要時間や運賃といった交通条件の改善が離島住民の生活行動に変化を与える可能性を述べている。これらの既存研究で、離島の生活における商業施設や交通条件の重要性が示されている。また、多くの研究が住民の生活行動に関して、日常生活の

中で必須であり最も頻度の高い買物行動に着目して研究を行っているため、本研究でも同様に生活行動のうち買物行動を取り上げる。これらの研究は、資金面や資金面や運営面から改善策を議論したものとどまっている。

ここで、入江ら<sup>4)</sup>の研究では離島の商業施設・交通環境に応じた島外の買物頻度を推計するモデルを構築することで、離島住民の買物行動全体を定量的に把握することができている。この研究では商業施設・交通環境と買物頻度の関係性をモデル式を用いることで定量的に把握している。そこで、本研究では商業施設・交通環境と、買物行動に費やす時間の関係性をモデルを用いて定量的に把握することで、より広い視点から生活行動を把握することを試みる。

## 2. 五島地域及び平戸地域での調査

### (1) 調査概要

本研究の対象地域は、長崎県の五島地域及び平戸地域の離島計 12 島である。いずれの島も、離島振興法の対象地域である。図-2-1 に五島地域の離島を、図-2-2 に平戸地域の離島を示す。

五島地域の対象である離島は、中通島、小値賀島、宇久島、平島、江島、福江島、奈留島、久賀島、杵島、黄島の 10 の離島である。五島地域は九州の最西端である長崎港から西に約 100 km に位置し、西南から北東に 80 km (男女群島まで含めると 150 km) にわたって、大小あわせて 129 の島々から構成されている。五島地域は行政上、上五島地域と下五島地域の二つに分けられ、上五島地域は中通島、下五島地域は福江島を中心に構成されている。

表 2-1 に上五島地域の人口と世帯数を、表 2-2 に上五島地域の商業施設と交通条件を示す。この地域の中心となっている中通島は人口が 20622 人と、他の離島と比較して非常に多く、事業所の数も 307 と多くなっている。島外へ移動する際にはフェリーを利用して長崎市、佐世保市、福江島の方面に行くことができる。続いて人口が多いのは小値賀島、宇久島の 2 島であり、人口と世帯数が 2000 人強、1000 世帯強とほぼ同じとなっている。佐世保市へのフェリーは 2 島とも往復 4 便、所要時間が 100 分強となっている。平島と江島は人口がこの地域において最小となっており、数百人程度である。商店が 2 つほどしかなく、佐世保市へのフェリーの便数は 1 日 1 往復と厳しい生活環境となっている。

次に、表 2-3 に下五島地域の人口と世帯数を、表 2-4 に下五島地域の商業施設と交通条件を示す。下五島地域で最も人口が多いのは福江島であり、36979 人と五島地域全体でも最も多い。島外へ移動する際は、飛行機又はフェリーが用意されている。次に人口が多いのは奈留島であり、2807 人である。事業所数は 34 とあまり多くはないが、福江島まで



図- 2-1 五島地域の離島



図- 2-2 平戸地域の離島

表 2-1 上五島地域の人口と世帯数 (2010 年)

	中通島	小値賀島	宇久島	平島	江島
人口(人)	20622	2290	2100	209	135
世帯数(世帯)	10169	1126	1218	126	89

表 2-2 上五島地域の商業施設と交通条件

	中通島	小値賀島	宇久島	平島	江島
小売事業所数	307	40	15	2	
便数(本)	7	4	4	1	1
所要時間(分)	90, 150	100, 160	80, 210	180	95

表 2-3 下五島地域の人口と世帯数 (2010 年)

	福江島	奈留島	久賀島	杵島	黄島
人口(人)	36979	2807	395	176	42
世帯数(世帯)	16461	1443	220	114	33

のフェリーの便数、所要時間は 6 本、30 分ほどであり、島外へ行きやすい。久賀島、柁島、黄島はどれも人口が数百人と非常に少なく、事業所数も少ないが、福江島までのフェリーの便数、所要時間は 3 本、30 分弱と交通環境は優れている。

平戸地域の対象である離島は、的山大島と度島の 2 島である。表 2-5 に平戸地域の人口と世帯数を、表 2-6 に平戸地域の商業施設と交通条件を示す。的山大島は平戸北端から約 7km に位置し、また度島は平戸北端より約 4km に位置しており、人口や面積が的山大島よりやや小さい島である。表 2-5 に平戸地域の人口と世帯数を、表 2-6 に平戸地域の商業交通条件を示す。的山大島と度島の人口は 1035 人、685 人と比較的少なく、小売事業所数も 10、5 と少なくなっている。交通環境については、平戸市までのフェリーの便数が 5 本と 4 本、所要時間が 40 分程であることから、離島の中では比較的本土に移動しやすい島だと言える。

## (2) アンケート調査

### a) アンケートについて

本研究で実施したアンケートでは、個人属性（居住地、年齢、性別、職業など）島内及び島外の買物行動（目的地、交通手段、所要時間、出発時間、帰宅時間、頻度など）、訪問販売の利用状況、インターネットの利用状況、通院行動などの質問をした。

五島地域におけるアンケート調査は津森ら<sup>5)</sup>の研究によって 2015 年 10 月、2014 年 11 月に行われている。集計結果を表 2-7、2-8 に示す。各島の配布枚数はそれぞれの島の人口などの規模に応じて振り分け、アンケート用紙を住宅のポストに投函する配布方法を取った。なお、福江島においては調査対象地域を人口の集中している福江地区に限定している。五島地域全体の配布枚数は 7864 枚、回答枚数は 1997 枚、回収率は 25.4%となった。

平戸地域では 2019 年 10 月に新たにアンケート調査を実施した。集計結果を表 2-9 に示す。平戸市役所のご協力を頂き、自治体を通して全戸配布する配布方法を取った。平戸地域の配布枚数は 723 枚、回答枚数は 245 枚、回収率は 33.9%となった。

### b) 個人属性の分析

アンケート回答者の個人属性を分析する。

次ページの図-2-3 に回答者の年齢を示す。どの島も同様に高齢者の割合が高く、半数以上が 60 代以上の方から回答を頂いている。特に 60 代以上の割合が高い島は、平島、江島、久賀島、柁島であり、これらの島は人口が少ないという共通点がある。一方で、人口が多い中通島と福江島は、多少は若い世代の回答者も多いが基本的には高齢者の割合が高くなっている。

図-2-4 に回答者の家族構成を示す。宇久島、平島、江島、久賀島、黄島は 80%以上が 1 人または 2 人世帯となっており、他の島も過半数以上に同様の傾向が見られた。特に、人口が少ない島ほど 1 人ま

表 2-4 下五島地域の商業施設と交通条件

	福江島	奈留島	久賀島	柁島	黄島
小売事業所数	478	34	8		
便数(本)	7	6	3	3	3
所要時間(分)	110,180	30,40	20	20	35

表 2-5 平戸地域の人口と世帯数 (2019 年)

	的山大島	度島
人口(人)	1035	685
世帯数(世帯)	488	235

表 2-6 平戸地域の商業施設と交通条件

	的山大島	度島
小売事業所数	10	5
便数(本)	5	4
所要時間(分)	40	35

表 2-7 上五島地域の集計結果 (2015 年)

	中通島	小値賀島	宇久島	平島	江島
配布枚数(枚)	2378	390	310	22	50
回答枚数(枚)	724	4126	115	5	13
回収率(%)	30.4	32.3	37.1	22.7	26

表 2-8 下五島地域の集計結果 (2014 年)

	福江島	奈留島	久賀島	柁島	黄島
配布枚数(枚)	3877	509	143	150	35
回答枚数(枚)	853	113	21	18	9
回収率(%)	22	22.2	14.7	12	25.7

表 2-9 平戸地域の集計結果 (2019 年)

	的山大島	度島
配布枚数(枚)	488	235
回答枚数(枚)	140	105
回収率(%)	28.7	44.7

たは 2 人世帯の割合が高い傾向があることが分かった。また、どの島にも 4 人以上の世帯も 10%ほどは見られた。

c) 買物行動の分析

ここでは買物行動の分析を行う。

離島住民が行う買物行動は大きく分けて二つあり、島内買物行動と、島外買物行動が挙げられる。なお、通販や訪問販売に関しては、アンケート結果より日常的な買物として利用している住民は多くなかった。つまり、離島の住民の多くは、自分たちで買物を行っていることが分かった。図-2-5 に島外買物行動の有無を示す。買物行動に関して考察すると、本来、離島住民は自分の島だけで満足する買物ができるのであれば、時間もお金もかかる島外での買物行動を行うとは考えにくい。しかし、どの島の住民も多くが島外買物行動を行っていることから、商業施設が小さい・少ないという理由で島外に出ていく傾向がある。

表 2-10 に島外買物行動における出発地となる島と目的地を表す。また、島外買物行動の分析を行うにあたり、島を人口を参考に規模で分類する。具体的には、中通島、福江島は大規模な島、小値賀島、宇久島、奈留島は中規模な島、平島、江島、久賀島、杣島、的山大島、度島を小規模な島として分類する。さらに、離島の住民が島外へ買物行動をするときはフェリーを利用する必要があるため、目的地までの距離ごとに分類する。中通島、小値賀島、福江島、宇久島、平島、江島を目的地までの距離が遠い島、奈留島、久賀島、杣島、黄島、的山大島、度島を目的地までの距離が近い島と分類した。

図-2-6 に 1 か月あたりの各島の島外買物行動の頻度を示す。回答者が少ない平島、江島はまとめて上五島小として、久賀島、杣島、黄島はまとめて下五島小として表した。なお、各島の 1 ヶ月当たりの平均の島外買物回数は、中通島⇄佐世保が 0.53 回、中通島⇄長崎が 0.65 回、小値賀島⇄佐世保が 1.14

表 2-10 島外買物行動の目的地

島	目的地
中通島	長崎市
	佐世保市
福江島	長崎市
奈留島	福江島
小値賀島	佐世保市
宇久島	佐世保市
的山大島	平戸市
度島	平戸市

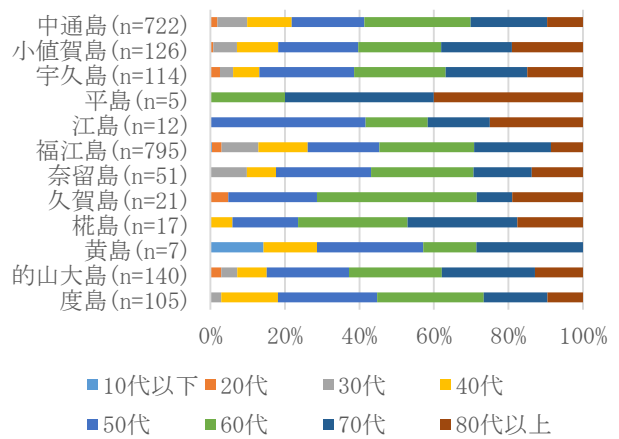


図-2-3 各島のアンケート回答者の年齢

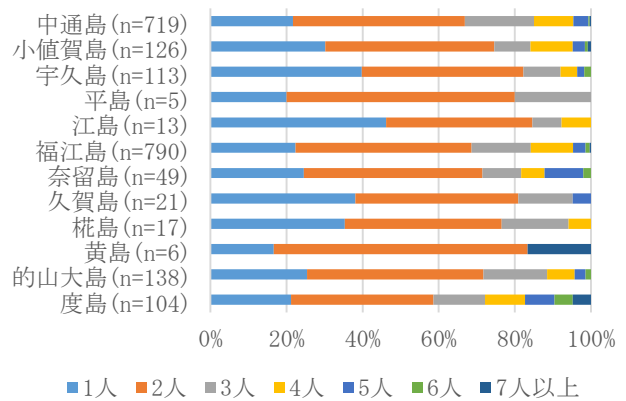


図-2-4 各島のアンケート回答者の家族構成

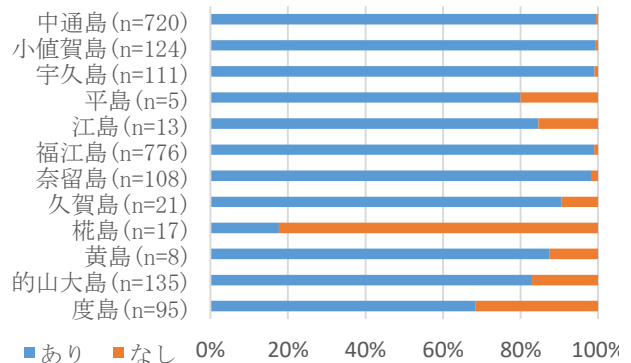


図-2-5 島外買物行動の有無

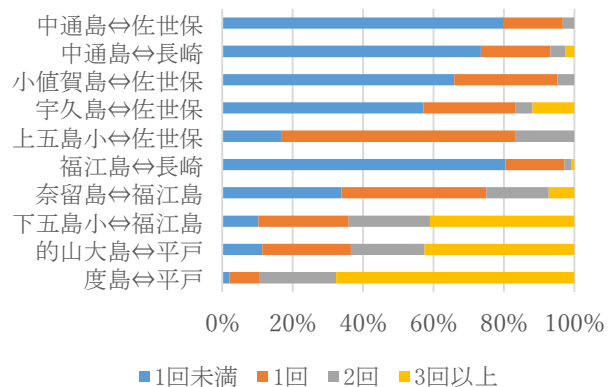


図-2-6 島外買物行動の頻度(回/月)



回、福江島⇄長崎が 0.21 回、奈留島⇄福江島が 1.21 回、下五島小⇄福江島が 2.96 回、的山大島⇄平戸が 3.05 回、度島⇄平戸が 4.39 回となった。最も島外買物行動の頻度が高い島は的山大島と度島となっており、1 か月あたり平均 3 回から 4 回と、非常に高い数値となっている。この 2 つの島は、島内に十分な商業施設がないため島外の商業施設で買物をしたという考えがあることと、目的地である平戸市までの距離が近いことから他の島に比べて島外買物行動が行いやすい環境にあることが原因だと考えられた。

図-2-7 に島外買物行動時の滞在日数を示す。小規模な島は頻度と同様にまとめた。なお、各島の 1 か月当たりの平均の島外買物日数は、中通島⇄佐世保が 2.3 日、中通島⇄長崎が 2.1 日、小値賀島⇄佐世保が 1.4 日、宇久島⇄佐世保が 1.6 日、上五島小⇄佐世保が 2.2 日、福江島⇄長崎が 2.0 日、奈留島⇄福江島が 1.1 日、下五島小⇄福江島が 1.2 日、的山大島⇄平戸が 1.2 日、度島⇄平戸が 1.0 日となった。奈留島、下五島小(久賀島、枕島、黄島)、的山大島、度島の滞在日数が 1 日の住民が多く、平均滞在時間も他の島と比べて短いことが分かる。これらの島は目的地までの距離が近いいため、買い物が済めばすぐに帰って来れる、また簡単に島外に行くことができるという考えから、このような傾向が表れていると考えられる。逆に、中通島と福江島は滞在時間が 2 日以上の人が多くなっている。これは、目的地までの距離が遠いため移動に対する負担が大きいこと、日常的な買物は島内で賄うことができるため、島外に行く際は多くの種類の買物や他の行動もしたいという考えが行動に表れていると考えられる。以上の分析より、島外買物行動の頻度と滞在時間は同様に島の規模と買物行動における目的地までの距離の影響を受けることが分かった。

### 3. 島外買物行動における時刻決定モデル

離島の生活環境の改善のためには住民の生活行動の把握は必須である。本研究では島外買物行動における時刻決定モデルを構築する。そして、住民の島外での買物に費やす時間と交通に関わる時間との関係を定量的に表現することで、生活行動域と交通サービスの関係の把握を図る。定量的に把握するためのモデルを次のように仮定、構築した。

#### (1) 時刻決定モデルの基本概念

時刻決定モデルでは、ある住民の島外買物行動における出発時刻及び退出時刻を決定する形のモデルとする。

一般的に交通とは、やむを得ず発生する目的地への移動のことを指す。このような交通においては、交通目的(本論文では、島外に買物に行くこと満足な買物をする)を達成するという利益を得るた

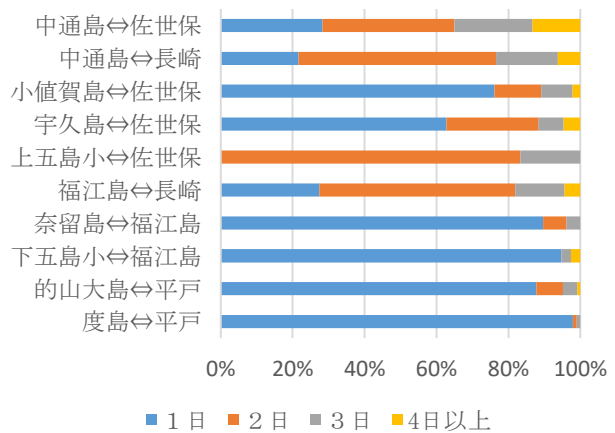


図-2-7 島外買物行動の滞在日数

めに、目的地への移動と滞在に費やす時間、コスト、労力等の不利益が最小になるように人間は考えて行動を決定していると仮定することができる。このモデルにおいて、行動によって得ることのできる利益を効用、移動によって発生する不利益を非効用と定義する。

人がある目的地を訪問する場合、その行動は 24 時間の時間的制約を受ける。そこで人が得る効用は、目的地に滞在する時間の長さ依存すると言える。目的地に十分な時間滞在した場合に人が得る満足度を目的地の基本量(本論文では便宜的に魅力度と呼ぶことにする)として、滞在時間が十分に取れないための満足の損失分を非効用として取り扱うこととし、考慮すべき非効用を以下のものとして仮定する。

- $D_1$  : 自宅を出発するのが早いことによる非効用
- $D_2$  : 目的地滞在時間が短いことによる非効用
- $D_3$  : 帰宅時刻が遅いことによる非効用
- $D_4$  : 目的地滞在時間が長いことによる非効用 (身体的、精神的疲労など)
- $D_5$  : 宿泊に伴って発生する非効用 (ホテル代など)

買物を目的とした交通において、非効用を最小にするために人が選択、決定できる変数は自宅の出発時刻と目的地滞在時間の 2 つである。そして滞在時間は目的地の退出時刻や帰宅時刻と連携している。限界効用逓減の法則と、人の行動を考慮しながら上記の非効用  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$  に対して以下で説明する非効用関数を用いることとした。この際、出発時刻に関連する非効用  $D_1$  は日帰り、宿泊の両方の場合に同じ関数を用いることができるが、退出時刻に関連する非効用  $D_2, D_3, D_4$  については日帰りの場合 ( $0 < t_0 \leq 24$ ) と宿泊の場合 ( $24 < t_0 \leq 48$ ) で場合分けし、それぞれに対する非効用関数を仮定することが必要である。ここで、 $t_0$  とは目的地から去る(ここでは退出と呼ぶ)時刻とする。

(2) 時刻決定モデルの構築

人は、退出時刻の決定に関して、目的地での滞在時間を考慮して決定すると考えられる。そこで、本論文では、便宜的に時刻を与条件としてまず目的地の退出時刻決定モデルを構築する。その後、決定した退出時刻を踏まえて、出発時刻を決定する。モデルではまず、日帰りの際の退出時刻を決定する時刻決定モデルを示したのち、宿泊の場合の退出時刻を決定する時刻決定モデルを示し、最後にそれらの段階を考慮した出発時刻を決定する時刻決定モデルを示す。

a) 日帰りの場合の退出時刻決定モデル

日帰りの場合の退出時刻決定に関連する非効用は  $D_2, D_3, D_4$  の 3 つを考慮する。これらの非効用は時間  $t_0$  ( $0 < t_0 \leq 24$ ) を変数とする関数とし、以下のような関数で仮定する。

$$D_2(t_0) = m_j \exp(-\alpha(t_0 - t_{in})) \quad (1)$$

$$D_3(t_0) = B[\exp\{\beta(t_0 + t_n - t_b)\} - 1] \quad (2)$$

$$D_4(t_0) = \delta(t_0 - t_{in}) \quad (3)$$

ここで、

$m_j$  : 都市  $j$  の魅力度

$\alpha, B, \beta, \delta$  : 正のパラメータ

$t_0$  : 退出時刻 ( $0 < t_0 \leq 24$ ) ,  $t_{in}$  : 到着時刻

$t_n$  : 所要時間,  $t_b$  :  $D_3$  の閾値に対応する時刻

上記の各非効用は、加算可能であると仮定し、各非効用の和を  $D_{234}(\text{日帰り})$  と定義すると、 $D_{234}(\text{日帰り})$  は以下の式で表される。

$$D_{234}(\text{日帰り}) = D_2 + D_3 + D_4 \quad (4)$$

人は行動を決定する際には加算された非効用が最小になるように人は行動すると仮定すると、 $D_{234}(\text{日帰り})$  が最小の値  $\min D_{234}(\text{日帰り})$  となる時刻  $t_0$  が退出時刻  $t_{om}(\text{日帰り})$  として決定される。

図-3-1 に日帰りの各非効用とそれらの総和である  $D_{234}(\text{日帰り})$  の概念図を示す。横軸に滞在時間を、縦軸に非効用をとる。

b) 宿泊の場合の退出時刻決定モデル

宿泊の場合の時刻決定に関連する非効用は  $D_2, D_3, D_4, D_5$  の 4 つを考慮する。 $D_2, D_3, D_4$  は日帰りと同じ非効用ではあるが、宿泊の場合で新たに、時間  $t_0$  ( $24 < t_0 \leq 48$ ) を変数とする非効用関数を、 $D_5$  は新しく、以下のように定義する。

$$D_2(t_0) = D_2(t_{om}(\text{日帰り})) \exp(-\alpha(t_0 - t_c)) \quad (5)$$

$$D_3(t_0) = B[\exp\{\beta(t_0 + t_n - (t_b + 24))\} - 1] \quad (6)$$

$$D_4(t_0) = \delta_1(t_0 - t_c) \quad (7)$$

$$D_5 = \theta \quad (8)$$

ここで、

$\alpha, B, \beta, \delta_1, \theta$  : 正のパラメータ

$t_0$  : 退出時刻 ( $24 < t_0 \leq 48$ ) ,  $t_{in}$  : 到着時刻

$t_n$  : 所要時間,  $t_b$  :  $D_3$  の閾値に対応する時刻

$t_c$  : 2 日目の行動開始時刻

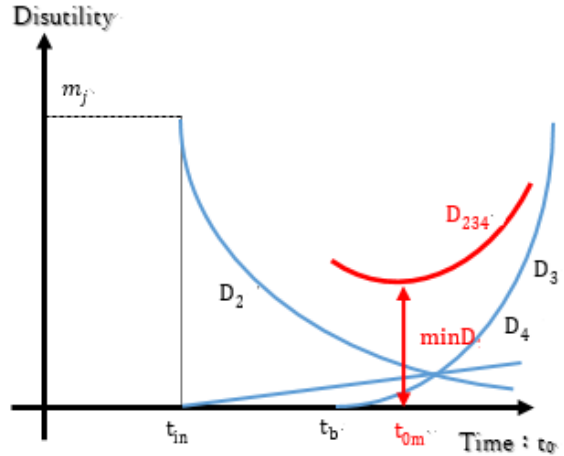


図-3-1 日帰りの場合の退出時刻決定モデル

日帰りの際と同様の考えで、各非効用の総和  $D_{234}(\text{宿泊})$  は以下の式で定義される。

$$D_{234}(\text{宿泊}) = D_2 + D_3 + D_4 \quad (9)$$

ここで、 $D_{234}(\text{宿泊})$  が最小の値  $\min D_{234}(\text{宿泊})$  となる時刻  $t_0$  が宿泊の場合の退出時刻として決定される。

c) 日帰り、宿泊決定モデル

目的地への到着時刻を与件として、日帰り ( $0 < t_0 \leq 24$ ) の場合と宿泊 ( $24 < t_0 \leq 48$ ) の場合の非効用  $\min D_{234}(\text{日帰り})$ ,  $\min D_{234}(\text{宿泊})$  と最適な退出時刻  $t_{om}(\text{日帰り})$ ,  $t_{om}(\text{宿泊})$  が求まるが、宿泊の場合は、新たに宿泊に伴って発生する非効用  $D_5$  が加算される。人は日帰りの非効用と宿泊の非効用を比較して、小さい方を選択する。最小非効用  $D_{234}^*$  に対応する退出時刻が最適な退出時刻  $t_{om}$  となる。最適な退出時刻  $t_{om} = t_{om}(\text{日帰り})$  は日帰りであり、最適な退出時刻  $t_{om} = t_{om}(\text{1泊})$  の場合 1 泊となる。

ここで、図-3-2 には日帰り・宿泊決定モデルの概念図を示す。この場合、日帰りが選択される。

d) 出発時刻と退出時刻の時刻決定モデル

次に、退出時刻決定を与件として、出発時刻決定モデルを構築する。この決定行動において考慮される非効用は  $D_{234}^*$  と出発時刻が早いための非効用  $D_1$  を考慮する。非効用  $D_1$  は時間  $t_d$  ( $0 < t_d \leq 24$ ) を変数とする関数とし、以下のような関数で仮定する

$$D_1(t_d) = \Omega \cdot [\exp\{\Omega_2 \cdot (t_a - t_d)\} - 1] \quad (10)$$

ここで

$t_d$  : 自宅からの出発時刻

$t_a$  :  $D_1$  の閾値に対応する時刻

$\Omega, \Omega_2$  : 正のパラメータ

$D_{234}^*$  と  $D_1$  は  $t_d$  ( $0 < t_d \leq 24$ ) を変数とする関数であり、全非効用で表すと仮定する。

$$D_{ij}^{\text{stay}} = \min(D_1 + D_{234}^*) \quad (11)$$

人は非効用が最小になるように行動するものとするれば、 $D_{ij}^{\text{stay}}$  がいちばん小さくなる時の  $t_{dm}$  および

$t_{0m}$ が人の選択する希望出発時刻，希望退出時刻となる。

ここで，図-3-3に出発時刻と退出時刻の時刻決定モデルの概念図を示す。横軸に出発時刻を，縦軸に非効用をとる。

e) 個人差の導入

希望到着時刻や，希望退出時刻は人によって，また場合によって変動することが考えられる。また，日帰りと宿泊においても，それぞれで人の行動は変動するものと考えられる。これらの変動は個人差と場合差がある。

本研究では，場合差と個人差を区別せずに人の行動のばらつきをパラメータ  $t_a, t_b, t_c, \delta, \delta_1, \theta$  に導入し，正規分布または対数正規分布で仮定する。それぞれ平均値と標準偏差を  $(\mu_{t_a}, \sigma_{t_a}), (\mu_{t_b}, \sigma_{t_b}), (\mu_{t_c}, \sigma_{t_c}), (\mu_{\delta}, \sigma_{\delta}), (\mu_{\delta_1}, \sigma_{\delta_1}), (\mu_{\delta_{\theta}}, \sigma_{\delta_{\theta}})$  と表す。

(3) 時刻決定モデルの推計結果

出発時刻と退出時刻を決定するための時刻決定モデルのパラメータを推定する。対象区間は中通島⇄佐世保，中通島⇄長崎，小値賀島⇄佐世保，宇久島⇄佐世保，福江島⇄長崎，奈留島⇄福江島，的山大島⇄平戸，度島⇄平戸の8区間である。平島，江島，久賀島，枕島，黄島の5つの島は，アンケート回答者が極端に少なかったため，本モデルには適用していない。

推計方法としては，各非効用関数のパラメータに初期値を与え，各目的地における日帰り・宿泊の時間ごとの出発・退出者数（理論値）を計算し，観測値（実測値）との二乗誤差が最小となるようなパラメータを推定した。この際，長崎市の魅力度を基準（ $m_{\text{長崎市}}=100$ ）として，その他の魅力度  $m_j$  をパラメータとして推計した。表 3-1 に推計されたパラメータを示す。

また，図-3-4に推計結果の理論値と実測値に関して，全ルートでの目的地に対する出発時刻・退出時刻を選択した人数の相関を示す。横軸に実測値（人）を，縦軸に理論値（人）をとる。全体での相関係数は  $R=0.88$  となり，ある程度の再現性を確認することができた。

次ページの図-3-5に中通島⇄長崎，図-3-6に，福江島⇄長崎の出発時刻と退出時刻の実測値と理論値を示す。横軸に時間（h）を，縦軸に人数（人）をとり，実測値を棒グラフで，理論値を折れ線グラフで示した。中通島⇄長崎に対してKS検定を行ったところ，出発時刻と退出時刻の両方で有意水準20%で棄却されず，統計的な有意差がないことが示され，相関係数は0.96となった。また，福江島⇄長崎に対してもKS検定を行ったところ，出発時刻と退出時刻の両方で有意水準20%で棄却されず，統計的な有意差がないことが示され，相関係数

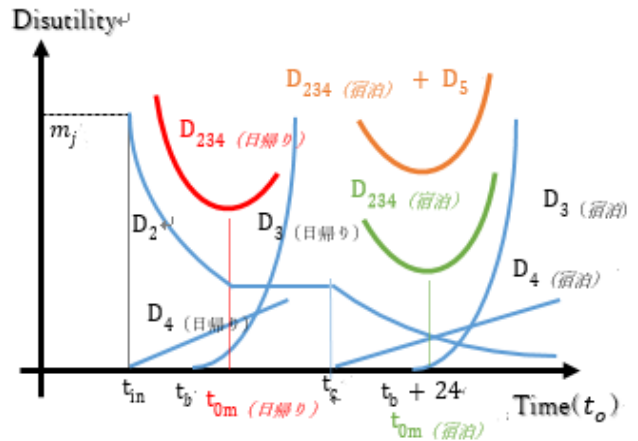


図-3-2 宿泊の場合の退出時刻決定モデル

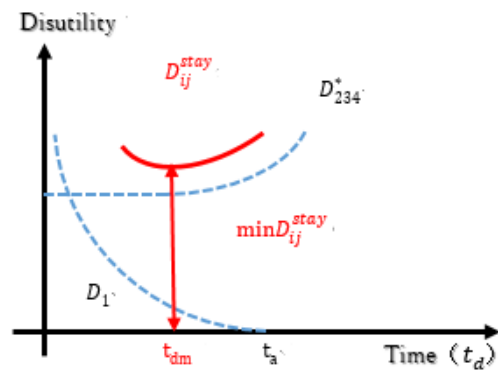


図-3-3 出発時刻と退出時刻の時刻決定モデル

表 3-1 パラメータの推計結果

parameter	推計結果	parameter	推計結果	parameter	推計結果
$\mu_{\alpha}$	25.027	$\alpha_{\text{中規模}}$	0.57	$\mu_{t_b}$	16.567
$\sigma_{\alpha}$	1.243	$\alpha_{\text{小規模}}$	0.584	$\sigma_{t_a}$	2.023
$\mu_{\alpha_1}$	8.689	B	1.009	$\mu_{t_c}$	32.95
$\sigma_{\alpha_1}$	0.572	$\beta$	2.2	$\sigma_{t_c}$	2.689
$m_{\text{佐世保市}}$	82.455	$\mu_{\delta}$	17.939	$\mu_{\delta}$	1.968
$m_{\text{福江島}}$	51.588	$\sigma_{\delta}$	0.754	$\sigma_{\delta}$	0.347
$m_{\text{平戸市}}$	72.532	$\mu_{\delta_1}$	6.858	$\mu_{\delta_1}$	0.213
$\alpha_{\text{大規模}}$	0.436	$\sigma_{\delta_1}$	1.318	$\sigma_{\delta_1}$	0.107

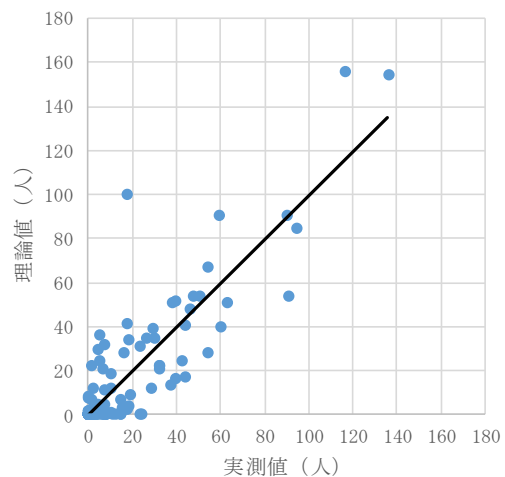


図-3-4 出発・退出時刻分布の相関図

は 0.88 となった。他のほとんどの区間でも同様の検定結果と、高い相関係数を示せたが、一部の区間では有意水準 20% で棄却できなかった。以上の検定結果から、全体的なモデルの再現性は比較的良好だと考えられる。

#### 4. まとめ

##### (1) 結論

これまでの離島の研究では生活環境の改善に対して、資金面や運営面から改善策を議論したものがほとんどであった。そこで本研究では、この課題の改善のために離島住民の生活行動を定量的に把握することを目的とした。生活行動に関しては、最も頻度が高く必須である買物行動に注目し、離島で特有の島外買物行動に関して、滞在時間と商業施設・交通環境の関係を調べるため、アンケート調査・分析を行った。その後、時間を介在にした離島住民の島外の買物行動の時刻決定モデルの構築を行った。離島は、長崎県五島地域、平戸地域の離島を対象地域とした。

アンケート調査では、以下のことが明らかになった。

- ① 離島住民の多くが島外買物行動を定期的実施する
- ② 滞在時間は大規模な島ほど長い
- ③ 滞在時間は目的地までの距離が遠い島ほど長い
- ④ 島外買物行動は目的地の商業施設の規模や立地等の条件によって変化する

また、アンケートで得た離島住民の実際の島外買物行動を元に、出発・退出の時刻決定モデルを構築した。その結果、構築した時刻決定モデルは比較的良好な再現性を持つことが分かり、このモデルにより、所要時間や運賃、便数といった交通サービスや各地点の魅力度が変化した場合の島民の島外買物行動の時間を予測することが可能となった。

##### (2) 今後の予定

現段階のモデル式ではある程度の再現性は確認できたが、ルートによっては不十分なところがあるため、用いるパラメータや関数の見直しを行うことで、さらに精度の高い再現性を持たせるようにする。

その後、構築されたモデルを用いてフェリーのスケジュールが改正された場合や、新たに所要時間が短い交通手段が追加された場合、また新たな商業施設が島内外にできた場合の買物行動の変化を予測、分析を行い、生活環境の改善を試みる。

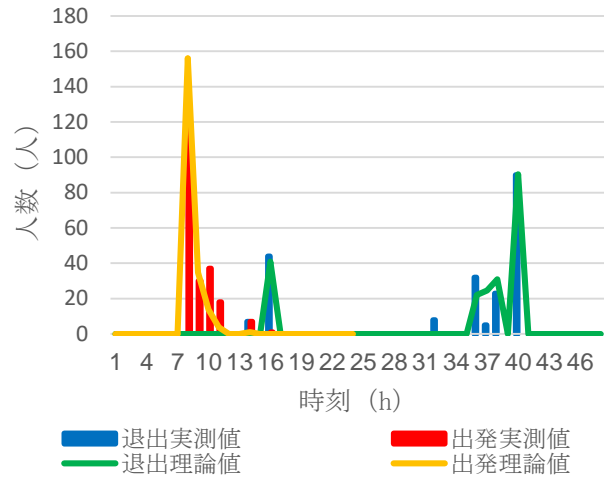


図- 3-5 中通島⇄長崎 (n=209) の理論値と実測値

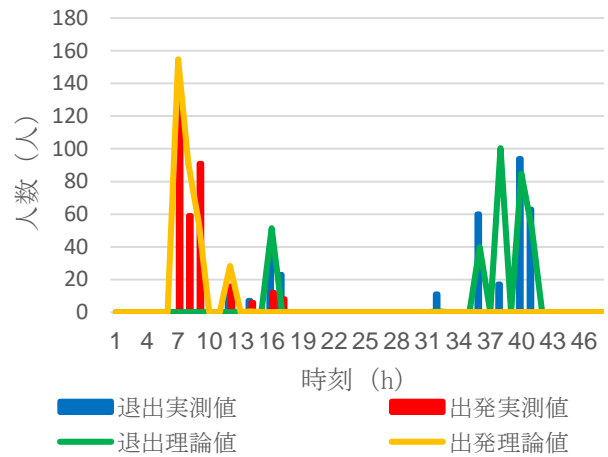


図- 3-6 福江島⇄長崎 (n=328) の理論値と実測値

#### 参考文献

- 1) 増田有希子：離島における生活ネットワーク圏形成に関する研究，2002.
- 2) 宮内久光島嶼研究：離島住民の中心都市における滞在可能時間の測定，2001.
- 3) 池田良穂，渡邊良一，田角宏美：離島航路における最適交通機関の決定手法と超高速カーフェリーのフィージビリティ(第2報)，2004.
- 4) 入江周作：平戸地域及び五島地域の離島住民の島外買物行動と商業規模・交通環境に関する研究，2020.
- 5) 津森政宏：五島地域を対象とする交通条件を考慮した離島住民の買物行動に関する研究，2018.