

通勤・通学時の帰宅時に着目した 舟運と鉄道の選択意向と要因に関する研究

A study on choice intention and factors of ferry and railway focusing on commuting home

20D3104020D 芹澤 皓紀 (原田研究室)
Koki SERIZAWA/Harata Lab.

Key Words: Stated Preference Survey, Ferry, Railway, Binary Logit Model, Seating

1. はじめに

本研究は、東京都心の鉄道通勤・通学の一部を舟運によって代替できないかに着目する。理由は、着席を保証した舟運は混雑している鉄道に対抗する魅力があること、海外には通勤・通学に舟運を活用している都市が複数存在することである¹⁾²⁾。

現状、東京の舟運は観光目的のものが多く、田島・岡田(2020)³⁾による東京臨海部における水上交通の事業特性の変遷についての研究では、東京の舟運に関する2012年から2018年までに運航が開始した航路全27コースのうち、移動が主目的である「移動周遊型」に分類された航路は6コースであった。

また、通勤・通学目的の利用も少ない。前川・浅野(2001)⁴⁾による乗客が舟運のどのような要素を評価しているか調べ、改善すべき項目を明らかにする研究では、評価の高い要素として、快適性、定時性、船内雰囲気、乗り心地、所要時間が挙げられているが、アンケート対象者の移動目的が通勤・通学である人は少数であるため傾向が異なる可能性がある。

しかし、東京都では2015年から2023年まで「水辺空間活用(舟運)ワーキンググループ」⁵⁾を設置し、その中で通勤・通学利用を想定した実証実験が行われた。2022年の2回目の実証実験で利用者が魅力を感じた点の上位3項目は「船での移動」「座れる」「作業や飲食ができる」である⁶⁾。

この中の「作業や飲食ができる」に注目した。実証実験よりも船内での作業に適した環境を作ることで更なる需要の創出が期待できる。

東京都以外では、大阪市大正区の渡船について、山本・木下(2015)⁷⁾は利用実態を調査し航路ごとの典型的な行動パターンを分析している。また土井ら(2013)⁸⁾は大正区の渡船利用者に対して、新たな舟運の航路を提示し、目的地ごとに仮想航路、渡船、バス、自転車から交通手段を選択するアンケート調査から仮想航路の選択割合と所要時間・料金の関係を明らかにしている。しかし、大阪市大正区と東京都では交通機関の発展状況が異なる。また船内設備についても考慮されていない。

過去の研究では東京都の通勤・通学利用を目的とした舟運について、所要時間、費用、着席可能性、そして船内環境に着目した選択要因は明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、通勤通学目的の鉄道利用者に対して、舟運が代替交通手段として利用されるかどうか、その選択要因として着席と船内環境がどの程度重要であるのかを明らかにすることである。なお、舟運の利用可能性の高い状況として、通勤・通学の帰宅時に着目する。

3. 調査設計

「職場や学校からの帰宅時、鉄道が混雑し着席ができない場合に代替交通手段として着席が確保され、船内設備が整備された船が存在すれば、追加の料金や時間を費やしてでも舟運を利用する人がいる」ことを仮説とし、SP調査を設計した。

SP調査はWebアンケート形式(調査会社:アイブリッジ株式会社「Freecasy」)で実施した。舟運を利用する人の想定を「定刻に退勤・下校しすぐに鉄道を利用して帰宅する際、鉄道車内で着席ができない人」とした。対象者は、東京都のうち現在舟運が運航されているまたは実証実験の実績がある船着場周辺に住んでいる人のうち、鉄道定期券を所持し、勤務先・通学先から帰宅する鉄道車内で着席できる割合が60%未満であり、勤務先・通学先から自宅までの総所要時間が20分以上60分未満である人とした。ここで、総所要時間は、後述するSP調査で想定する鉄道乗車時間との関係で設定したものである。

スクリーニングは2024年1月18日から1月24日の期間で行い、全回答数26191件から867サンプルを得た。なお、「今までに旅客用の船舶に乗船した経験があるか」という乗船経験の設問は、サンプル数が予想より少なかったことから、乗船経験ありのみに限定しないで本調査に進むこととした。

本調査では下記の条件を組み合わせ、舟運と鉄道

の2種類の交通手段がある仮想の状況を提示し、「以下の条件下で、普段鉄道で帰宅するうち、鉄道の代わりにして舟運を1ヶ月のうち何日までなら利用するか」という質問を行った。変化させる条件と水準は計8種で以下の表-1の通りである。鉄道の乗車時間及び料金の場合分けとし、他7つの条件はL8直交表に割り付け、合計16種の仮想状況を作成した(表-2)。鉄道の料金については定期券を所持していることとし、調査票においては「0円」と表記し、かっこ書きで普通料金を表記した。

移動条件の想定としては、通勤・通学先から帰宅する場合に鉄道と舟運の2種類の交通手段が選択できる状況であること、通勤・通学先から駅/船着場および駅/船着場から自宅間の移動が徒歩10分であること、駅/船着場での待ち時間が5分間であることとした。鉄道は、鉄道が混雑し着席できないこと、移動中に乗換がないことを明記し、定期券を購入済みであり鉄道の利用については金銭負担がないことを想定

した。舟運は、事前予約制により着席できること、移動中に乗換がないこと、定員100人の船舶を利用することを明記した。

調査では回答負荷低減のためスクリーニングの回答から、帰宅にかかる総所要時間が20分以上40分未満である人を鉄道の乗車時間が10分となる質問群(以降「鉄道10分」)へ、40分以上60分未満である人を鉄道の乗車時間が30分となる質問群(以降「鉄道30分」)へ分け、さらにコンセンルの有無で4問ずつに分けた。その際にコンセンルの利用が業種と職業によって異なると考え、業種・職業別人数と乗船経験別の人数が同数になるように分けた。

個人属性としては、1ヶ月のうち通勤・通学目的で外出する日数、また鉄道車内で移動中に行っている/行いたいアクティビティを調査した。17種の行動とその中で「スマートフォンの操作」「パソコンの操作」を選択した人にはさらに13種に細分化した行動のリストから複数選択で回答を得た。

表-1 考慮する条件および水準

交通手段		条件	水準
場合分け 直交表に 割り付け	鉄道	鉄道の乗車時間および料金	10分・200円 30分・400円 (調査票では料金: 0円)
	鉄道	鉄道車内の混雑度合い	ゆったり立てる程度 (0) 肩が触れ合う程度 (1)
	舟運	舟運の乗船時間と鉄道の乗車時間の差	鉄道+5分 鉄道+10分
	舟運	舟運と鉄道の料金差	鉄道+0円 鉄道+300円
	舟運	座席におけるテーブルの有無	あり (1) なし (0)
	舟運	座席における仕切りの有無	あり (1) なし (0)
	舟運	無料インターネットサービスの有無	あり (1) なし (0)
	舟運	充電コンセンルの有無	あり (1) なし (0)

表-2 直交表及び16種の条件

	乗船時間と乗車時間の差	料金差	テーブルの有無	鉄道車内の混雑度合い	無料インターネットの有無	コンセンルの有無	仕切りの有無	状況コード	
								鉄道10分 200円	鉄道30分 400円
A	鉄道+5分	鉄道+0円	あり	ゆったり立てる	あり	あり	あり	A10	A30
B	鉄道+5分	鉄道+0円	あり	肩がふれあう	なし	なし	なし	B10	B30
C	鉄道+5分	鉄道+300円	なし	ゆったり立てる	あり	なし	なし	C10	C30
D	鉄道+5分	鉄道+300円	なし	肩がふれあう	なし	あり	あり	D10	D30
E	鉄道+10分	鉄道+0円	なし	ゆったり立てる	なし	あり	なし	E10	E30
F	鉄道+10分	鉄道+0円	なし	肩がふれあう	あり	なし	あり	F10	F30
G	鉄道+10分	鉄道+300円	あり	ゆったり立てる	なし	なし	あり	G10	G30
H	鉄道+10分	鉄道+300円	あり	肩がふれあう	あり	あり	なし	H10	H30

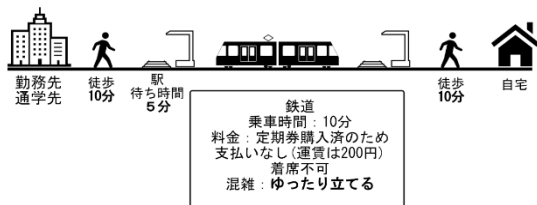
本調査は、個人属性全5問と、想定条件の確認のための設問、交通手段選択全4問の合計10問で構成し、図-1のように各状況を提示した。

現実での運航を考慮した場合、鉄道に対し移動時間が長く料金が高い舟運を鉄道の代わりに帰宅に常に利用するとは考えにくいと、利用する交通手段

を択一形式で回答させるのではなく、鉄道に対して舟運を選択する日数を回答させる形式とした。

本調査は2024年1月25日から1月29日の間で行った。獲得した回答では、1ヶ月のうち通勤・通学を行う日数よりも舟運を選択した日数の方が多い回答や、1ヶ月のうち通勤・通学を行う日数と舟運を選択

選択肢①：鉄道（総移動時間：35分）



選択肢②：舟運（総移動時間：40分）

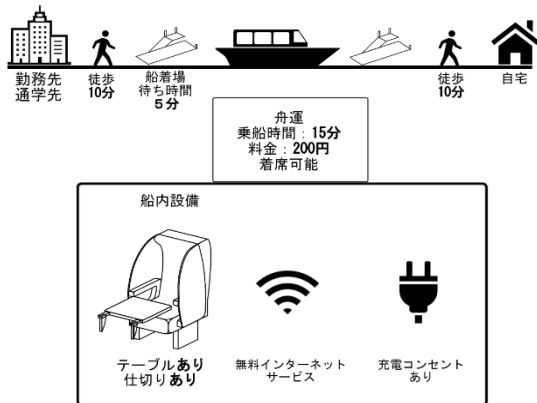


図-1 SP 調査における交通手段選択の設問（A10）

した日数がどちらも 0 である回答があった。これらは分析対象から除外した。除外後のサンプル数は鉄道 10 分で 352 サンプル（乗船経験あり 203 サンプル）、鉄道 30 分で 233 サンプル（乗船経験あり 141 サンプル）となった。

4. 選択割合の結果

回答で得た「1ヶ月のうち通勤・通学を行う日数」と各設問の舟運選択日数より、選択割合を計算し四分位数と平均値を用いて集計した。結果は以下の表-3 で示す。

選択割合の中央値を見ると、最大で 0.218 となった。通勤・通学の帰宅時、鉄道の代わりに舟運を利用したいという需要があることが分かった。

状況別では所要時間にかかわらず中央値の大きい順に A、E、F、B となっており、料金差が 0 円であることが共通しているため選択をする上で料金の影響が大きいといえる。

一方で、16 種類すべての状況において第三四分位数が 0.5 以下となった。調査設計で考慮していたように常に舟運を選択する人は少ないことが分かった。

5. アクティビティの集計

質問した個人属性のうち「鉄道車内で可能ならしりたいと思う行動」について集計結果を以下の表-4、表-5 で示す。回答は 17 種+その他の 18 項目から当てはまるものについて複数選択する形式である。

表-3 状況コード別選択割合

鉄道 10分	第一 四分位数	中央値	平均値	第三 四分位数	サンプル 数
A10	0.000	0.218	0.294	0.500	188
B10	0.000	0.127	0.310	0.500	164
C10	0.000	0.098	0.257	0.400	164
D10	0.000	0.095	0.223	0.338	188
E10	0.000	0.155	0.279	0.482	188
F10	0.000	0.136	0.292	0.500	164
G10	0.000	0.019	0.201	0.250	164
H10	0.000	0.110	0.224	0.333	188

鉄道 30分	第一 四分位数	中央値	平均値	第三 四分位数	サンプル 数
A30	0.000	0.200	0.282	0.500	114
B30	0.000	0.100	0.242	0.400	119
C30	0.000	0.050	0.207	0.317	119
D30	0.000	0.050	0.225	0.400	114
E30	0.000	0.200	0.301	0.500	114
F30	0.000	0.100	0.254	0.435	119
G30	0.000	0.050	0.185	0.323	119
H30	0.000	0.048	0.221	0.361	114

全体的に鉄道 30 分の方が選択割合のポイントが大きく、所要時間が長いほど行動を複数選択している人が多いと言える。上位 4 項目は移動時間の長短に関わらず共通で、1 位の「スマートフォンの操作」は 50%を超えている。2 位から 4 位は仮に舟運でも

表-4 鉄道車内でしたい行動（鉄道 10 分）

鉄道車内で可能ならしりたいと思う行動（鉄道10分）	選択割合% (352人中)
スマートフォンの操作	59.9
睡眠	31.0
読書（紙）	18.2
車窓を楽しむ	16.8
音楽を聴く（プレイヤーを用いて）	15.9
パソコンの操作	14.8
勉強	13.4
電車内広告を見る	11.6
書類を読む（紙）	8.8
ゲーム（ゲーム機を用いて）	8.8
新聞を読む（紙）	7.4
談笑	6.8
仕事（電子機器を使わないもの）	6.5
雑誌を読む（紙）	6.3
身だしなみを整える	5.7
飲食	5.4
ラジオを聴く（プレイヤーを用いて）	4.5
その他	1.4

表-5 鉄道車内でしたい行動（鉄道 30 分）

鉄道車内で可能ならしたいと思う行動（鉄道30分）	選択割合% (233人中)
スマートフォンの操作	67.0
睡眠	36.9
読書（紙）	24.5
車窓を楽しむ	23.2
パソコンの操作	18.9
音楽を聴く（プレイヤーを用いて）	18.5
電車内広告を見る	16.7
新聞を読む（紙）	10.3
勉強	10.3
ゲーム（ゲーム機を用いて）	9.9
雑誌を読む（紙）	8.2
飲食	7.7
書類を読む（紙）	6.9
談笑	6.9
仕事（電子機器を使わないもの）	6.0
ラジオを聴く（プレイヤーを用いて）	5.6
身だしなみを整える	4.3
その他	1.3

同じ需要とした場合、少なくともコンセントとテーブルの需要はないと言える。また4位の「車窓を楽しむ」は仕切りの存在がマイナスと言える。

SP 調査では主に「パソコンの操作」を想定して船内設備を設定したが、集計では 20%未満となった。今回の調査票のように全席同じ設備とするのではなく、設備の有無の配分を議論する必要がある。

また、鉄道車内で行いたい行動をそのまま舟運で行いたい行動とすることには疑問が残り、質問方法も合わせて今後の課題となった。

6. パラメータの推定

(1) モデルの定式化

舟運と鉄道の選択について、二項ロジットモデルを構築し分析を行った。モデル式と効用関数は以下の式(1)、式(2)の通りである。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\exp(V_{1n}) + \exp(V_{2n})} \quad (1)$$

$$V_{in} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot x_{kin} \quad (2)$$

ただし、 P_{in} ：個人 n が選択肢 i を選択する確率、 i について 1：鉄道、2：舟運、 V_{in} ：個人 n の選択肢 i についての効用関数、 α_i ：選択肢 i の定数項、 β_k ：属性 k に関するパラメータ、 x_{kin} ：個人 n の選択肢 i について属性 k の変数とする。

(2) モデル推定

モデルの説明変数を以下のように設定した。

- ・乗車/乗船時間（共通変数）
- ・料金（共通変数）
- ・鉄道車内の混雑度合い（鉄道固有変数）
- ・テーブルの有無（舟運固有変数）
- ・仕切りの有無（舟運固有変数）
- ・無料インターネットの有無（舟運固有変数）
- ・コンセントの有無（舟運固有変数）
- ・乗船経験ダミー（舟運固有変数）
- ・舟運定数項（定数項）

データについては、一人一問につき回答を「1ヶ月のうち通勤・通学を行う日数」の値だけ複製し、選択実績については回答で得た舟運選択日数の値だけ「舟運を選択」、残りを「鉄道を選択」とした。

表-6 パラメータ推定結果（鉄道 10 分）

	説明変数	パラメータ	t値
共通変数	乗車/乗船時間	-0.04532	-1.78 *
	料金	-0.00154	-3.63 **
鉄道固有変数	鉄道混雑度合い	0.05186	0.41
	テーブルの有無	-0.04160	-0.33
	仕切りの有無	-0.03583	-0.28
舟運固有変数	無料インターネットの有無	-0.00038	0.00
	コンセントの有無	0.02702	0.21
	乗船経験ダミー	0.35365	2.75 **
定数項	舟運定数項	-0.44487	-1.48
	サンプル数	26776	
	初期尤度	-18559.71	
	最終尤度	-14624.48	
	尤度比	0.212	
	修正済み尤度比	0.212	

*：5%有意 **：1%有意

表-7 パラメータ推定結果（鉄道 30 分）

	説明変数	パラメータ	t値
共通変数	乗車/乗船時間	-0.05051	-1.57
	料金	-0.00192	-3.59 **
鉄道固有変数	鉄道混雑度合い	-0.03427	-0.21
	テーブルの有無	-0.09995	-0.62
	仕切りの有無	-0.08926	-0.55
舟運固有変数	無料インターネットの有無	-0.09505	-0.59
	コンセントの有無	-0.09264	-0.58
	乗船経験ダミー	0.71608	4.15 **
定数項	舟運定数項	-0.09499	-0.21
	サンプル数	17776	
	初期尤度	-12321.38	
	最終尤度	-9291.29	
	尤度比	0.246	
	修正済み尤度比	0.245	

*：5%有意 **：1%有意

1ヶ月のうち通勤・通学を行う日数の平均は鉄道10分で19.02日、鉄道30分で19.07日となったため、結果のt値をそれぞれ $\sqrt{19.02}$ 、 $\sqrt{19.07}$ で除し複製の影響を除く。

推定結果を、表-6と表-7に示す。どちらのモデルも尤度比が0.2を超えており説明力はあるといえる。各説明変数の推定結果より以下のことが言える。

・「乗車/乗船時間」のパラメータは鉄道10分のみ5%有意で負の値となった。所要時間が長いほど効用が減少する傾向であると言え、現実的である。鉄道10分のみで有意となったのは、時間差を固定値で決めたため全体の所要時間に対する時間差の割合が大きくなったためであると考えられる。

・「鉄道混雑度合い」「舟運定数項」のパラメータは有意ではなく、鉄道と舟運の選択への影響は小さい。

・舟運固有変数である「テーブルの有無」「仕切りの有無」「無料インターネットの有無」「コンセントの有無」のパラメータは有意ではなく、鉄道と舟運を選択することへの影響は小さい。これらの変数は舟運の効用を向上させる目的で導入した変数であるため、仮説とは異なる結果となった。

・共通変数である「料金」は1%有意で負のパラメータと推定された。料金が高いほど効用が減少する傾向であると言え、現実的である。

・舟運固有変数である「乗船経験ダミー」は1%有意で正のパラメータと推定された。これは過去に舟運を利用したことがある人ほど舟運を選択する傾向があることを意味する。また、パラメータの絶対値が他の変数よりも非常に大きく、鉄道と舟運を選択する際に大きな影響を与える変数と言える。

7. おわりに

本研究では舟運の強みが発揮されると考えられる状況での交通手段選択の意向をSP調査によって調べることで、着席できることや船内設備の充実が鉄道と舟運の利用選択にどう寄与するかを分析した。

結果から、職場や学校から帰宅する際に鉄道利用者が舟運を選択する必要があることが分かった。また舟運を選択することについては、当人が過去に旅客用の船舶に乗船した経験があることが大きな影響を与えることが分かった。一方で座席にテーブルや仕切りがあること、無料インターネットサービスや充電コンセントがあることについては舟運を選択する要因となるとは言い切れないことが分かり、これらが舟運の効用を高めるといふ仮説とは反する結果になった。

仮説と異なったことについて以下を推測する。

・テーブルや仕切りについては、移動時にパソコン

を使用することやプライバシーを守るという点でプラスの評価を期待したが、結果は有意でないマイナスとなった。これは移動時にパソコンを使うことが少ないことや提示した図(図-1)から窮屈な印象を与えたことが影響したと推測される。

・乗船経験ダミーのパラメータが有意で大きなプラスだが、船内設備に関するパラメータは有意でないマイナスとなった。これは職場や学校から帰宅する人が舟運を選ぶ理由として船内の雰囲気や移動中の景色といった要素を重視しているためと推測する。

・コンセントの有無はパソコンや携帯電話の充電を考えたものだが、乗船時間の15分、20分、35分、40分の範囲では必要が無かった。また、コンセントの形状についても考慮の必要があったと推測される。

・無料インターネットサービスの有無は、移動時にパソコンや携帯を使用することを考え通信料の節約やオンライン活動を行うことができる利点を考えたものだが、有意ではなかった。

今後の課題としては、今回同一の条件とした乗車/乗船外の時間や天候による影響を含めた調査を行うこと、結果から推測された雰囲気や移動中の景色などの別の要素について分析することが挙げられる。

参考文献

- 1) 朝日新聞 GLOBE+: NYでは地下鉄よりフェリーがクール? エコで景色も楽しめると通勤に利用, 公開日: 2023.04.06
<https://globe.asahi.com/article/14877510>
- 2) 朝日新聞 GLOBE+: イーロン・マスク氏と並び称されるタイの富豪はなぜ、電動船に投資をするのか, 公開日: 2023.04.08
<https://globe.asahi.com/article/148777281933>
- 3) 田島洋輔, 岡田智秀: 東京臨海部における水上交通の事業特性に関する研究 -航路の変遷と事業形態の変化に着目して-, 土木学会論文集 D3, 2020年76巻2号, p.156-167, 2020.
- 4) 前川健, 浅野光行: 利用者意識に基づく水上バス活用に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.24, Pt.1 Page.521-524, 2001.
- 5) 東京都都市整備局: 水辺空間活用(舟運)ワーキンググループ, 最終閲覧日: 2023.05.08
https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/suishin_kai_gi/wg_suihen.html
- 6) 東京都都市整備局: 水辺空間活用(舟運)ワーキンググループ, 第11回「参考資料 らくらく船旅通勤第2弾の取組結果(本編)」p24
- 7) 山本安里, 木下光: 大阪市大正区の渡船の利用実態からみる都市水上交通の可能性, 都市計画論文集, 2015年50巻3号, p.1077-1083, 2015.
- 8) 土井良介, 中村文彦, 田中伸治, 王鋭: 水上交通システムの都市交通手段としての活用可能性に関する研究 -大阪市営渡船を例として-, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第68回 第4部門, 04-0132, 2013.