予約締切時刻がデマンド交通の利用意向に与える影響の SP 分析

後藤　佑司[1]・三古　展弘[2]

[1]学生会員　神戸大学大学院経営学研究科博士課程後期課程（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 2-1）
E-mail: 206b005b@stu.kobe-u.ac.jp（Corresponding Author）

[2]正会員　神戸大学大学院経営学研究科教授（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 2-1）
E-mail: sanko@kobe-u.ac.jp

過疎地域では，路線バスの代替交通としてデマンド交通の導入が進んでいる．デマンド交通は事前予約が必要となる場合が多く，不適切な予約締切時刻はデマンド交通の利便性低下の要因となる．しかし，これまでの研究では予約締切時刻がデマンド交通の利用意向に与える影響は十分に分析されてこなかった．そこで本研究では，予約締切時刻を様々に変化させた仮想的なデマンド交通の選択を訪ねる SP 調査を実施し，予約締切時刻と利用意向の関係を分析する．SP 調査では，乗車定員や利用目的を変えた様々な状況で選好を尋ねる．

Key Words: *Demand Responsive Transport, DRT, Reservation deadline*

1. はじめに

乗客の需要に応じて運行するデマンド交通は，廃止された路線バスの代替交通として，また既存の公共交通がカバーしきれない交通空白地域の解消を目的として多くの地域で導入が進んでいる．デマンド交通の特徴は，予約があるときだけ，もしくは予約がある場所だけ運行する点であり，乗車する場合予約が必要となる．

予約はデマンド交通の利便性を低下させる一因となる．乗客はアプリや電話などを通じての予約が面倒だと感じる傾向にあり，特にスマートフォンの操作に不慣れな高齢者はアプリを通じた予約方法に大きな負担を感じる．また，予約締切時刻を早めに設定することも利用を敬遠させる一因となる．乗客にとって一番負担が少ない方法は締切時刻なくで予約できることだが，運行プランの作成やタクシーとの差別化といった理由で多くの場合事前予約が必要となる．事前予約には締切時刻が設けられ，乗客はその時刻までに乗車地点や降車地点，乗車する時刻などを予約する．もし締切時刻が早めに設定されれば，そうした情報を不確実な状態で予約する必要があり利便性の低下につながる．

そこで，本研究は予約締切時刻を変化させた仮想的なデマンド交通を用いて SP 調査を行い，予約締切時刻が利用意向に与える影響を分析する．また，利用目的による影響も分析する．

2. 先行研究

デマンド交通の予約に焦点を当てた研究は，乗合タクシーへのイールドマネジメントの導入が利用意向や運行収益に与える影響を研究している川崎ら[1)]がある．しかし，デマンド交通の予約に焦点を当て，さらに予約締切時刻にまで焦点を当てた研究は非常に少ない．

予約はレベニューマネジメントが導入されているホテル分野や鉄道分野で蓄積がある．Schwartz[2)]は部屋の価格と事前予約を行う消費者の行動を研究しており，消費者の価格に対する行動は予約，予約して探索，探索，その他，の 4 つあると述べている．そして，消費者が行動を変更する価格を求め，ホテルのサービス内容によってその価格がどのように変化するかを考察している．Chen and Schwartz[3)]は，Schwartz のモデルに含まれている消費者の値下がりに対する期待と売り切れに対するリスクが時間とともに変化することを明らかにした．Arenoe and van der Rest[4)]は予約を取ってから実際に宿泊するまでの時間 (Booking window という) がキャンセルの有無，返金ポリシーといった宿泊条件の選好に与える影響

表-3　属性とその水準

選択肢		属性	水準					
路線バスとデマンド交通	路線バス	乗車時間	15 min			20 min		
		アクセス時間	3 min			5 min		
		イグレス時間	1 min			3 min		
		運賃	250 yen			300 yen		
		利用目的	スーパーへ買い物			予約を取っている病院へ通院		
	デマンド交通	所要時間	20 min			25 min		
		運賃	300 yen			400 yen		
		予約締切時刻	0.5 h	1 h	1.5 h	2h	2.5h	3h
		利用目的	スーパーへ買い物			予約を取っている病院へ通院		
デマンド交通	デマンド交通 1	所要時間	25 min			30 min		
		運賃	200 yen			250 yen		
		定員	8 pax					
		予約締切時刻	0.5h	1h	1.5h	2h	2.5h	3h
		利用目的	スーパーへ買い物			予約を取っている病院へ通院		
	デマンド交通 2	所要時間	20 min			25 min		
		運賃	300 yen			400 yen		
		定員	5 pax					
		予約締切時刻	0.5 h	1 h	1.5 h	2h	2.5h	3h
		利用目的	スーパーへ買い物			予約を取っている病院へ通院		

を研究している．この研究で booking window のサイズを考慮した random coefficient logit model (RCMNL) を用いて宿泊客の予約タイミングを分析しており，キャンセルと日付変更に対する選好は時間とともに変化することを明らかにした．鉄道の事前予約を研究している Hetrakul and Cirillo[5]は，乗客が予約するタイミングを multinominal logit (MNL), latent class (LC)，mixed logit (ML) の 3 つのモデルで分析を行い各モデルの統計的有意性を比較するとともに，運賃，乗車するまでの日数，出発時刻，曜日の 4 つの要素が予約タイミングに影響を与えていると結論付けた．その他にも時間がチケットの事前購入に与える影響を分析した研究もある [6]．本研究は，こうした研究の分析手法を参考にデマンド交通の予約締切時刻を分析していく．

3. アンケート調査

(1) 調査の概要

本調査は，マーケットリサーチ会社に依頼しオンライン上でのアンケート調査を行った．調査の概要は**表-1** に示す．今回行ったアンケート調査では年齢や地域の偏りをなくすため**表-2** のような割付を行った．なお，都市部は東京，愛知，大阪の 3 地域を，地方部とはその他の地域を指している．今回行った調査では，路線バスとデマンド交通もしくは異なる 2 つのデマンド交通を回答者に提示し，運賃や乗車時間などの利用条件を変え，どちらを利用するか回答していただいた．また，それらの質問は「通院」「スーパーへ買い物」の利用目的別に尋ねている．選択肢の属性やその水準は**表-3** に示す．回答者に

表-1　アンケート調査の概要

調査時期	2023 年 10 月
調査対象	全国の 15~99 歳
回収人数	1440 人
調査方法	オンライン調査
個人属性	性別，年齢，運転免許の有無，歩行の困難度合など計 7 問
SP 調査	デマンド交通と路線バスの選択 6 問
	2 種類のデマンド交通の選択 6 問

表-2　割付表

	15~29 歳	30~59 歳	60~99 歳
都市部	240 人	240 人	240 人
地方部	240 人	240 人	240 人

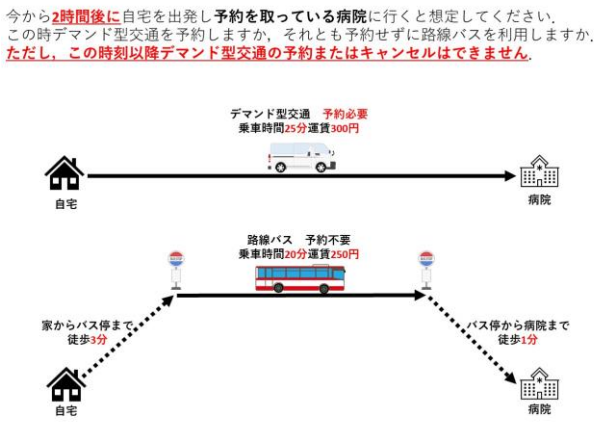


図-1　路線バスとデマンド交通の選択



図-2　2 つのデマンド交通の選択

提示した画面の一部を図-1 に示す．

路線バスとデマンド交通の選択は，この時刻以降予約またはキャンセルができないと明記したうえで，回答者に予約締切時刻時点での選択を尋ねた．Arenoe and van der Rest によれば，「どちらを利用しますか」という質問形式は時間から独立した質問であると指摘し，時間を関連付けるためには想定してもらう状況，つまり文章中に時間を含める必要があると述べている．しかし，文章中に予約締切時刻を含めるだけでは時間と関連付けられない可能性が高いため，締切を明記したうえで予約締切時刻時点での選択を尋ねることにした．また回答者は予約締切時刻が降順 (3 時間前から 30 分前の順)になるように 6 問尋ねた．Arenoe and van der Rest が行った調査の中でも，回答者が混乱に陥らないよう booking window (予約してから宿泊するまでの時間) を降順 (この研究では 60 日前から 2 日前の順) に提示しており本研究はこれに従った．

デマンド交通に関する質問では，図-2 のように予約締切時刻を図中に示している．こうすることで時間から独立した単純な選好を尋ねることができる．

(2) 集計結果

集計結果を表-4 に示す．男性が若干多いものの男女比はおおむね 1:1 である．許保有率は 76%と高い結果となった．自由に使える移動手段は，自転車，車，なしの順に高い．身体状況に着目すれば，ほとんどの回答者が問題なく歩行できることがわかる．

表-4　集計結果

変数	人数	%
性別		
男性	759	52.7
女性	681	47.3
免許の有無		
持っている	1095	76.0
持っていない	345	24.0
自由に使える移動手段		
自転車	717	49.8
バイク	120	8.3
車	683	47.4
その他	93	6.5
特になし	299	20.8
身体状況		
自身で移動できない（常に他人の介助が必要）	26	1.8
自身で移動できるが大きな困難が伴う（バスの乗り降りの際に介助が必要など）	23	1.6
自身で移動できるが多少の困難が伴う（杖などの補助具が必要）	37	2.6
特に問題なし	1354	94.0

4. 分析モデル

本研究で用いる分析モデルは式(1), (2)で示す二項 (路線バスとデマンド交通，もしくはデマンド交通 1 とデマンド交通 2) ロジットモデルとした．

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j=1}^{J} \exp(V_{jn})} \tag{1}$$

$$V_{in} = \sum_{k=1}^{K} \beta_k X_{ink} \tag{2}$$

表-5　分析結果

	(1)路線バスとデマンド交通			(2)デマンド交通		
定数項	**推定値**	**t 値**		**推定値**	**t 値**	
路線バス	0	Fixed				
デマンド交通	-1.32***	-8.84				
デマンド交通 1				0	Fixed	
デマンド交通 2				-0.56***	-5.06	
サービスレベル属性	**選択肢**	**推定値**	**t 値**	**選択肢**	**推定値**	**t 値**
乗車時間（時間）	路線バス デマンド交通	-1.59***	-3.93	デマンド交通 1 デマンド交通 2	-1.52***	-3.54
アクセス(時間)	路線バス デマンド交通	-0.89	-0.62			
イグレス(時間)	路線バス デマンド交通	-3.45**	-2.41			
運賃（1000 円）	路線バス デマンド交通	-5.90***	-13.60	デマンド交通 1 デマンド交通 2	-3.41***	-7.29
予約締切時刻（時間）	デマンド交通	-0.01	-0.33	デマンド交通 1 デマンド交通 2	-0.38***	-8.65
個人属性	**選択肢**	**推定値**	**t 値**	**選択肢**	**推定値**	**t 値**
女性	デマンド交通	0.21***	4.23	デマンド交通 1	0.17***	3.27
年齢	デマンド交通	0.01***	9.95	デマンド交通 1	0.01***	7.83
デマンド交通利用経験あり	デマンド交通	1.35***	18.77	デマンド交通 1	0.10	1.23
通院	デマンド交通	0.13***	2.78	デマンド交通 1	-0.12	-2.35
対数尤度	-5440.15			-4661.52		
Adjusted ρ^2	0.1407			0.2383		
サンプルサイズ	1440			1440		

注：***は 1%有意，**は 5%有意を示す.

ここでP_{in}は個人nが選択肢iを選択する確率，V_{in}は個人nの選択肢iから得られる効用の確定項，β_kは属性kのパラメータ，X_{ink}は個人nの選択肢iの属性kの属性値である．路線バスとデマンドバスの二項ロジットモデルでは，X_{ink}に乗車時間，アクセス時間，イグレス時間，予約締切時刻，運賃，利用目的，性別，年齢，デマンド交通利用経験の有無の 9 変数を含めた．デマンド交通の二項ロジットモデルでは，X_{ink}に乗車時間，運賃，予約締切時刻，性別，年齢，デマンド交通利用経験の有無の 6 変数を含めた．

5. 分析結果

表-5 には(1)路線バスとデマンド交通に関する分析結果と(2)デマンド交通に関する分析結果を示している．まず(1)の結果をみると 1%有意となったのは乗車時間，運賃，性別，年齢，デマンド交通利用経験，利用目的である．5%有意となったのはイグレス時間である．各係数の符号はわれわれが想定するものと一致している．

アクセス時間とイグレス時間を比較すると，その係数の差は 4 倍近くある．これは水準の設定が関係していると思われる．アクセス時間は 3 分，5 分であるのに対しイグレス時間は 1 分，3 分である．どちらも同じ 2 分の差であるが，イグレス時間の方が相対的な大きな変化は大きく回答者が敏感に反応した可能性がある．

性別のパラメーターも有意であり，この場合女性であればデマンド交通を好む傾向にあるといえる．明確な理由はわからないが，そこに男女の意識の差があるかもしれない．

年齢が増加すればデマンド交通を利用する傾向が強くなる．今回のデマンド交通は Door-to-Door 型を想定しているため，足腰に不自由を感じる高齢者は家の前まで迎えに来てくれるデマンド交通を好む傾向にあると言える．

デマンド交通の利用経験のパラメーターも正となっておりその値も大きい．デマンド交通の利用経験がある回答者は，デマンド交通の利用に非常に積極的であることがわかる．

利用目的のパラメーターも正となっており，これは病院へ行く際デマンド交通を好んで利用することを意味する．病院へ行くような体に不調を抱えた状況であれば，Door-to-Door のデマンド交通が好まれると考えられる．

予想に反し，予約締切時刻の係数は有意でない．予約締切時刻が早くなればデマンド交通の利用は敬遠されると思われるが，その大きさは他の係数と比べも小さい．この理由は(2)の結果とともに考察す

る．

(2)の結果をみると，乗車時間，運賃，予約締切時刻，性別，年齢が 1%有意となった．デマンド交通 1 と 2 に共通のパラメーターである乗車時間，運賃，予約締切時刻は負の値を取っており予想と一致する．ここで(1)の結果と異なり予約締切時刻が有意となっている．この原因として，予約締切時刻の提示方法が考えられる．予約締切時刻を文中に示した方法では，回答者が問題文を読み飛ばし予約締切時刻を認識せずに可能性がある．一方で，図中に示した方法では，予約締切時刻を認識し回答している可能性が高い．したがって，回答者の予約締切時刻に対する認識の差がこのような結果になったと考えられる．

6. おわりに

本研究は，SP 調査を行い二項ロジットモデルを用いてデマンド交通の予約締切時刻が利用意向に与える影響を分析した．その結果から，早い予約締切時刻は乗客に負担を与えることが明らかとなり，さらに利用目的によってデマンド交通への利用意向が変化することも明らかになった．

本研究は二項ロジットモデルを用いたが，Random Coefficient logit model や Latent Class model など回答者の異質性を考慮したモデルを用いれば，より豊富な分析結果が得られるだろう．また，効用関数に含める属性や効用関数自体を見直すこともこれからの課題である．

今回の研究において一つ重要な可能性が明らかとなった．それは，予約締切時刻の提示方法によって回答者の時間に対する認識が変化している可能性がある点である．あくまで可能性であるため，今後研究を深めていく予定である．

謝辞：本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2148 の支援を受けたものです。

REFERENCES

1) 川崎智也, 轟朝幸, 西山翔太郎. "デマンド型乗合タクシーにおけるイールドマネジメント導入の影響." 交通工学論文集 1.2 (2015): A_149-A_157.
2) Schwartz, Z. (2006). Advanced booking and revenue management: Room rates and the consumers' strategic zones. *International Journal of Hospitality Management*, *25*(3), 447-462.
3) Chen, C. C., & Schwartz, Z. (2008). Timing matters: Travelers' advanced-booking expectations and decisions. *Journal of Travel Research*, *47*(1), 35-42.
4) Arenoe, B., & van der Rest, J. P. I. (2020). Does willingness to pay for rate conditions depend on the booking window? A novel time-dependent conjoint analysis approach. *Cornell Hospitality Quarterly*, *61*(2), 213-222.
5) Hetrakul, P., & Cirillo, C. (2013). Accommodating taste heterogeneity in railway passenger choice models based on internet booking data. *Journal of choice modelling*, *6*, 1-16.
6) Dwyer, B., Drayer, J., & Shapiro, S. L. (2013). Proceed to checkout? The impact of time in advanced ticket purchase decisions. *Sport Marketing Quarterly*, *22*(3), 166-180.