

交通選択行動分析に基づく TDM 施策導入可能性の考察

A Study on Applicability of TDM Policies by Discrete Choice Models

章 翔*・兵藤哲朗**・高橋洋二**・久保田尚***

Xiang Zhang, Tetsuro Hyodo, Yoji Takahashi and Hisashi Kubota

This paper aims to study an applicability of TDM policies in Kamakura-city. Recent years, Kamakura-city has conducted several TDM policies. Road pricing and P&R are expectable policies and we examined characteristics of the citizens' preference about them. Discrete choice model, especially Nested Logit model, are made to clarify the differences of preference structure. The results show that the applicability (yes/no) of the TDM policies would be different. Finally we summarize the further topics to promote the TDM policies.

Keywords : TDM, Modal Choice, Nested Logit Model

TDM 実験, 機関選択, ネスティッドロジットモデル

1. はじめに

奈良と並び「古都」として定められ、社寺等の豊かな歴史的遺産が多く残されている鎌倉地域は、周囲が緑豊かな山並みに囲まれ、多様な観光レジャーに対応するフルシーズン型の観光拠点となっており、年間およそ2000万人の観光客が訪れている¹⁾。また、昭和53年からの過去10年間は、鎌倉地域の交通総量はほぼ横這いとなっているものの、自動車利用交通は約1.2倍に増加してきており、自動車交通需要は増加する傾向にある²⁾。

このように、観光目的と市民の日常生活の自動車交通が集中しているため、若宮大路を始めとした主要な道路では交通渋滞が発生していると共に、生活道路にも自動車が入り込んでいる状況にある。しかし、不足している道路の整備は、歴史的環境や緑の保全などの観点から極めて困難な状況にある³⁾。

そこで鎌倉市は、現実の深刻な交通問題を改善するために、長期的な道路整備とは別に、既存の道路を活用した短期的な交通施策である TDM の導入を目指すこととした⁴⁾。しかし、TDM の実施は市民の日常の社会生活・経済生活に直接・間接的に強い影響を与えるため、市民相互の利害が対立する可能性がある⁵⁾。そこで鎌倉市は、市が計画を立案したのち市民を説得するのではなく、市民自らが計画を立案していく方式が望ましいのではないかと考えた^{6), 7)}。

本研究は、その計画プロセスの一環として行われた TDM 施策に対するアンケート調査をもとに、同施策の導入可能性を個人行動モデルにより考察することを目的とする。最終的には需要予測に資するモデルを構築することを目指しているが、本研究ではその前段階として、モデル構築を通じた、ロードプライシングなどの施策に対する個人属性別の感度を明らかにすることを主目的とする。これは欧米先進事例より、ロードプライシングなど、主体間の不公平感を伴う施策が導入困難に陥ることを考慮した分析視点であるといえる。

2. 研究の位置づけと鎌倉 TDM 実験

本研究で対象としたのは、鎌倉地域交通計画研究会により行われた、パークアンドライド実験時のアンケート結果である。アンケートは、鎌倉地域における交通計画の取り組みの考え方を周知・徹底すると共に、自動車から公共交通への転換を促進するための公共交通乗り継ぎ実験時に行われている⁴⁾。実験は、平成10年5月23日(日)～同年6月7日(日)の16日間で、鎌倉市が実施主体となり、鎌倉地域交通研究会の協力の下に実施された。

今回の公共交通乗り継ぎ実験は、「鎌倉地域地区交通計画案」のなかにある「公共交通の乗り継ぎ利便化策の具体化を図るための実験」、「環境自治体を目指す都市と

* 東京商船大学大学院博士課程

** 東京商船大学商船学部

*** 埼玉大学工学部

して、徒歩と公共交通を中心とする新たなまちづくりに向けた実験」として位置づけられている⁸⁾。

TDM アンケートの主な目的は下記の2点である。

- ①公共交通の乗り継ぎ利便化策の具体化を図る。
- ②環境自治体を目指す都市として、徒歩と公共交通を中心とする新たなまちづくりを目指す。

後者については、鎌倉が提案する新たな都市の住まい方・公共交通の在り方に対して市民や来訪者の支持を得ることが出来るか、そして今後、その考えを広めることが出来るかをアンケート調査で把握することを目的としている。

TDM アンケート調査は、徒歩と公共交通を中心とした新たなまちづくりに対する考え方・意識を把握し、自動車から公共交通機関への転換の可能性を検証するため、実験開催日の16日間行われた。アンケートは、電車による来訪者と、自動車来訪者を対象にそれぞれ行われた。

アンケートの質問項目は以下の通りである。

- a) 利用者特性：来訪頻度、来訪人数、滞在時間、出発地、来訪の際歩けない人がいたかどうか
- b) 認知度：実験を知っていたか、どこでその情報を得たか、なぜ電車もしくは自動車で来訪したか
- c) 環境手形の評価：環境手形購入で参拝箇所は増えたか、環境手形の料金は適切であったか、どうすれば公共交通の利便性が高まるか
- d) SP 調査：個人当たり数種類の交通サービス変数を設定し、各々について、電車・ロードプライシング・P&R・来訪をやめる という4つの選択肢の中から1つを選択

変数の定義は以下の通り。

- 1) 認知度：実験を知っていたが1、それ以外0
- 2) 来訪頻度半年1回以上が1、それ以外0
- 3) 公共交通意識高いが1、それ以外0
- 4) 神奈川発が1、それ以外0
- 5) 歩けない人いるが1、それ以外0
- 6) 参拝箇所3箇所以上が1、それ以外0

アンケートの集計結果より、サンプルの特性をまとめると、図-1、図-2の通りとなる。

図-1は、上記a)、b)に関する質問項目を、実利用手段別に集計したものである。電車利用者は、電車広告によるためか、実験の認知度が高く、今後とも公共交通利用が期待できることが分かる。また、リピート率が大きく参拝箇所数も多いことから、鎌倉内で高い周遊性を有する観光行動を行っていることが推察されよう。一方、自動車利用者は、参拝箇所数の少なさから、駐車場所による周遊範囲の制約を強く受けていることが想像される。従って、市内観光箇所の周遊性を高める施策導入（実験で行われたP&R観光手形のセット化など）が、公共交通転換の大きなインセンティブとなり得ることが理解さ

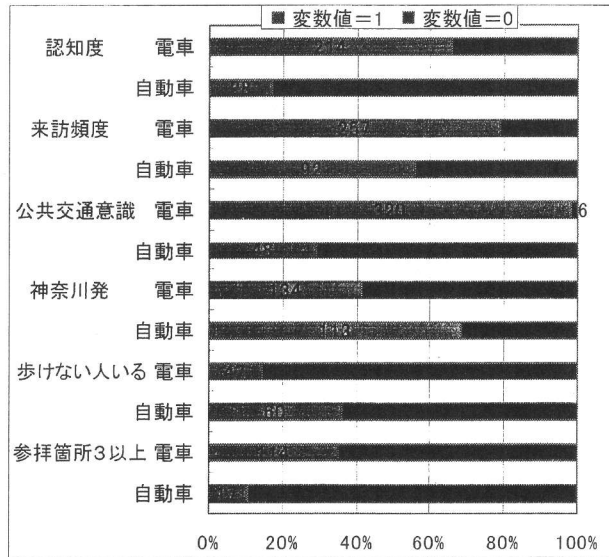


図-1 個人属性変数別交通手段(鉄道-車)

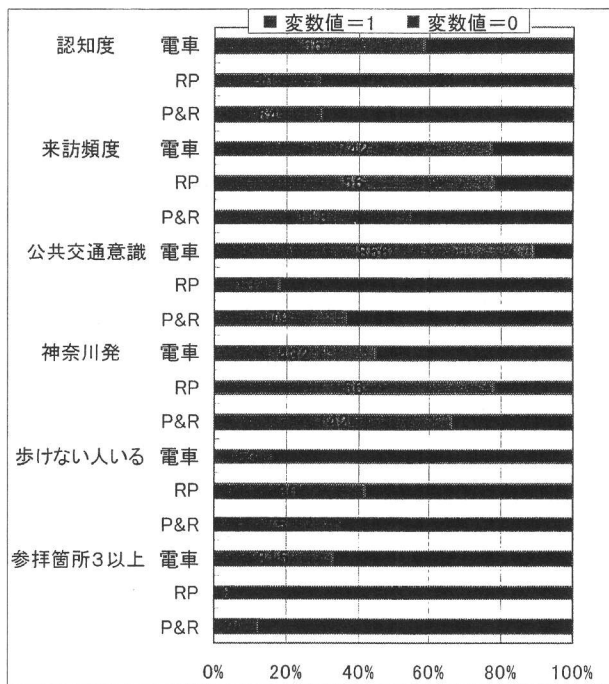


図-2 個人属性変数別SP手段(鉄道-RP-P&R)

れよう。

アンケートにおけるSP（電車・ロードプライシング（RP）・P&R 選択）集計結果を図-2にまとめた。RP 施策の選択率は決して高くないが、その中でも来訪頻度が高い、地元神奈川県民の選択率が大きいことが見て取れる。需要量の多い近距離トリップでの効果が十分期待できることを示しているが、その一方ロードプライシングが相対的に受け入れられていることは、同施策導入で歩けない同行者がいる利用者でも同選択率は大きくなっており、不公平感を軽減する何らかの追加的方法も必要不可欠であるといえよう。

3. 手段選択モデルによる利用選好分析

本研究では、現状の鎌倉地域への来訪者の交通行動を把握するため、個人の交通選択行動を表すことができる非集計ロジットモデルを用い、現実に鎌倉まで選択した結果について手段選択モデルを構築する（実利用データによる手段選択モデル）。選択肢は電車、自動車の2肢であり、各々の手段を利用した個人についてアンケートを行っているため、Choice-Basedのサンプルによるモデル構築を行うことになる。次に、構築された2肢選択モデルの結果を踏まえ、SPデータを用いて、新たな仮想的選択肢であるロードプライシング（以下RPと称する）も選択肢に含めた、階層的選択モデル（Nested Logitモデル、以下NLモデル）を推定する⁹⁾。

3.1 実利用データによる交通選択モデルの構築

モデルに取り込む変数として、所要時間と料金の2共通変数、自動車に対する神奈川ダミー変数の1固有変数、実験に対する認知度、来訪頻度、公共交通に対する意識、参拝箇所4個人属性変数及び定数項の7変数を用いたところ、表-1に示したパラメータ推定結果が得られ、良好なモデルが構築された。当然のことながら、パラメータ符号条件は、図-1の集計結果を反映した結果となっている。パラメータ値から算出される時間評価値は、約1200 [円/時]であり、都市系観光交通としては妥当な数値である。

3.2 NLモデルの構築と考察

現状からP&R施策及びRP施策が導入されたとき、来訪者の交通行動は図-3のようになり、来訪者が選択

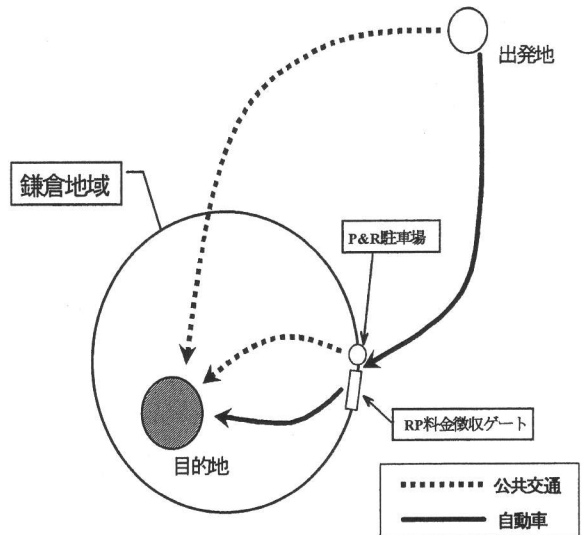


図-3 RP及びP&R政策導入時の来訪者行動

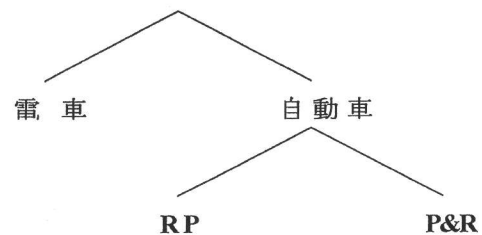


図-4 NLモデルの階層構造

表-1 現状交通選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
所要時間 [分] (共通)	-0.00984	-2.09
料金 [円] (共通)	-0.00048	-1.06
神奈川発のダミー ¹ (自動車)	1.145	2.28
実験に対する認知度ダミー ² (電車)	2.830	5.85
鎌倉地域に来訪頻度ダミー ³ (電車)	0.8761	1.94
公共交通意識ダミー ⁴ (電車)	3.522	5.35
参拝箇所ダミー ⁵ (電車)	1.389	2.22
定数項 (電車)	-0.4231	-4.85
尤度比	0.509	
的中率	86.9%	
サンプル数	491	

ダミー変数の定義：1:神奈川県発=1、2:実験を知っていた=1、3:来訪頻度半年1回以上=1、4:公共交通に対する意識高い=1、5:参拝箇所3箇所以上=1

できる交通手段は、電車を利用して鎌倉地域に来訪するか、自動車を利用して鎌倉地域に来訪するかの2肢選択となる。そして自動車で来訪したドライバーは、P&Rを利用して公共交通に乗り換えて鎌倉地域内にはいるか、または鎌倉地域周辺に設置されているゲートで料金を払い、そのまま自動車で目的地へ向かうかの2肢選択となる。そこで、本研究ではアンケート調査の内、電車、RP、P&Rの3肢選択のSP回答から、階層的選択モデル（図-4）としてNLモデルを推定する。推定結果は表-2の通りとなった。推定した結果を見ると、尤度比に関しては、良好な結果とはいえないものの、t値においては良好な結果が得られ、モデル適用には問題が無いと考える。

4. NLモデル構造からみた手段選好特性の分析

4.1 個人属性別のNLモデルの構築

前章で確認したとおり、本調査から得られる各種TDM施策の手段選択構造には、個人属性が大きな影響を与えていることが推察される。これより個人属性別に選択構造が異なることが考えられる。TDM施策のうち、RP施策については特に属性別に選択傾向が違い、それがRP施策そのものを受け入れるか否かに関わる。こ

表-2: NLモデル推定結果-同時推定-

RP vs. P&Rモデル (NL下位層)		
	パラメータ	t 値
所要時間 [分] (共通)	-0.0224	-3.83
料金 [千円] (共通)	-0.3506	-1.18
鎌倉地域に訪頻度ダミー (RP)	1.1293	3.52
定数項 (RP)	-1.2549	-3.57
電車 vs. 自動車モデル (NL上位層)		
	パラメータ	t 値
所要時間 [分] (電車)	-0.0028	-0.75
料金 [千円] (電車)	-0.0871	-0.60
神奈川発のダミー (自動車)	2.7769	6.20
実験に対する認知度ダミー (電車)	1.1807	7.57
鎌倉地域に訪頻度ダミー (電車)	0.7642	4.20
歩けない人の有無ダミー (電車)	-0.8342	-5.08
定数項 (電車)	0.6698	1.53
ログサム変数 (自動車)	0.3441	2.97
尤度比	0.1314	
サンプル数	1246	

ダミー変数の定義: 1:同行者に歩けない方がいた=1

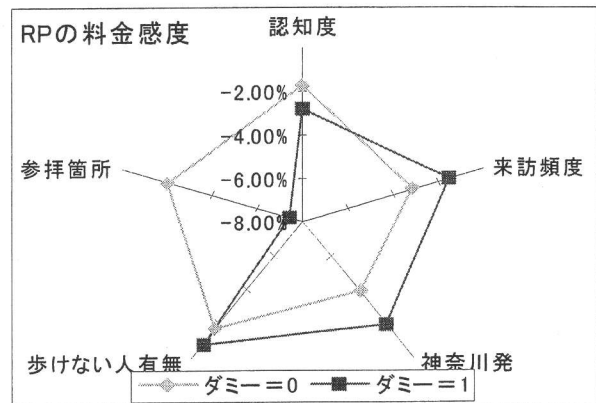


図-5 RPに対する料金の感度

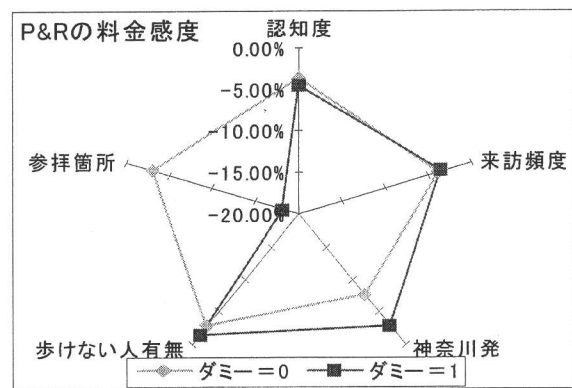


図-6 P&Rに対する料金の感度

表-3 個人属性別NLモデル推定結果

個人属性項目		RPvs.P&R モデル			電車 vs. 自動車モデル				尤度比	サンプル数
		所要時間	料金	定数項	所要時間	料金	ログサム変数**	定数項		
実験に対する認知度ダミー	0	-2.2457	-0.3577	-0.4825	-0.2699	-0.0394	0.5614	0.4154	0.1329	604
	1	-1.6520	-0.5868	-0.3684	-	-	0.3591	1.2189*	0.4167	642
鎌倉地域に訪頻度ダミー	0	-6.5459	-0.6853	0.6271	-0.2281	-0.4930	0.1337	0.7289*	0.1801	330
	1	-1.3101	-0.2828	-0.2944	-0.2162	-	0.7495	0.8772*	0.2829	916
神奈川発のダミー	0	-	-0.7666	-1.0229*	-3.1775	-0.0326	0.5366*	0.7639*	0.4342	615
	1	-2.3544	-0.4169	-0.2659	-	-0.1109	0.2574	0.3973	0.1224	631
歩けない人の有無ダミー	0	-2.3497	-0.3668	-0.5585	-0.732	-	0.3299	0.8289*	0.3119	988
	1	-2.8792	-0.1743	-0.4161	-0.3174	-0.1623	0.3592	0.2171	0.0663	258
参拝箇所ダミー ²	0	-2.8496*	-0.4265	-0.2576	-0.0512	-0.2801	0.2491	0.4265*	0.1586	901
	1	-1.8530	-1.4028*	-	-	-0.2357	0.8606	-	0.5744	345

ダミー変数の定義: 2: 参拝箇所 3箇所以上=1

*: パラメータが有意であることを示す

(**ログサム変数については、「パラメータ値=1」に対しても有意性を検証したが、有意な結果は得られていない)

これは各国の RP 施策受諾に関する住民運動の経験からも重要な観点であると考えられる。そこで、本分析では、RP 導入の手がかりとして個人属性別に選択構造把握を行い、P&R と合わせて、その導入可能性について考察を試みることにした。具体的には、実験に対する認知度や来訪頻度、神奈川県発などの個人属性別に、所要時間と料金のみを説明変数とした NL モデルを構築する。

なお、セグメントを行う場合、セグメント化を内生する方法が開発されている。しかし、本分析では、得られたデータの制約から、対象セグメントは数種類に限られており、二分されたセグメント間の特性比較を主目的とすることから、個人属性別セグメントごとに分析を行なった。

また、選択肢が3つあるため、3種類のツリー構造各々について NL モデルの同時推定を行った結果、全ての個人属性別セグメントにおいて、図-4と同じ階層構造になった。パラメータ推定結果は表-3の通り。表中、「-」は符号条件を満たさず、削除された変数を意味する。パラメータ値は下位のツリーでは比較的個人属性間の変化は小さいが、上位のツリーで属性間の差異が大きくなる。これは、電車の選択が属性の影響をより大きく受けていることの現れであるといえよう。また、ログサム変数パラメータは全て (0,1) の範囲内にあり、他のパラメータに比して安定的であった。3段階間の選択構造自体は、どの属性でも似通っていることが推察される。

4. 2 属性別の TDM 施策に対する感度分析

TDM 施策導入の可能性を考察するため、4.1で構築した NL モデルを用いた感度分析を行う。対象とする施策は新たな TDM 施策である RP と P&R であり、各々の料金に対する感度を直接弾性値を算出することにより比較する。NL モデルにおける直接弾性値は下記の式で算出可能である。

なお、上式における各選択肢の選択確率は、個人属性別に算出したサンプルの集計分担率を用いている。推計した弾性値を属性変数別に、図-5、図-6にまとめた。料金感度が高い属性は、TDM 施策が導入された

$$\Delta_{RP} = \theta_{c-RP} \cdot P_{RP/car} \cdot P_{car} (\lambda \cdot P_{TR} P_{RP/car} + P_{P\&R/car})$$

ここで

Δ_{RP} : RP の料金に関する直接弾性値

θ_{c-RP} : モデルの RP 選択肢に対する料金パラメータ

λ : モデルのログサム変数

$P_{RP/car}$: 自動車利用条件下の RP の選択確率

$P_{P\&R/car}$: 自動車利用条件下の P&R の選択確率

P_{car} : 自動車を利用する選択確率

P_{TR} : 電車を利用する選択確率

場合、料金設定により公共交通へ比較的転換しやすい属性であるといえる。逆に、感度が低い属性は自動車利用に対する固定層であると理解されるため、施策導入後も追加的料金負担を強いられることになる。図より、感度の低い層は、「来訪頻度が高い」「地元神奈川発」「参拝箇所が少ない」「歩けない同行者がいる」と判別されることが分かる。2章における集計結果も併せて判断すると、RP や P&R 施策は近距離から多頻度に自動車で来訪する利用者にとって、相対的に受け入れにくい状況であることが推測されよう。この層は、すなわちトリップ量の大きい近距離需要であるため、総自動車需要を低減する TDM 施策実現のためには、これら利用者をマーケット対象としたより積極的な啓蒙、広報活動が必要であろう。

5. おわりに

本研究では、鎌倉市交通実験データを用いて、TDM 施策導入の可能性について分析を行った。特に、個人属性別に選択構造を明らかにすることにより、今後の TDM 施策の展開について考慮すべき利用者層（マーケット）の存在を明らかにすることができた。

しかし、NL モデル構築結果から分かるとおり、本分析で推定されたモデルは十分な精度を持っておらず、政策の効果を各マーケット別に定量的に把握するには至っていない。また、TDM 施策導入に伴う交通混雑解消による所要時間短縮効果を考慮するためには、別途交通配分システムを組み込む必要も生じる。これらは今後の課題としたい。

<参考文献>

- 1) 鎌倉市 (1995) : 「鎌倉市マスタープラン (案)」
- 2) 鎌倉市 (1995) : 「第3次鎌倉市総合計画実施計画1996~2000」
- 3) 高橋、久保田、木田 (1998) : 「鎌倉地域へのパーク&ライド及びロードプライシング導入の事前評価に関する研究」平成10年度都市計画論文集, pp.601-606
- 4) 高橋洋二 (1997) : 「交通需要管理計画の策定まで - 鎌倉市のケース -」運輸と経済 第57巻 第5号
- 5) 助道路経済研究所 (1994) : 「平成5年度 交通需要マネジメントに関する調査報告書 (案)」
- 6) 鎌倉地域交通計画研究会 (1996) : 「鎌倉地域の交通計画に関する提言」
- 7) 久保田、高橋、松原、岩崎、尾座元 (1997) : 「市民参加による鎌倉・七里ガ浜パークアンドレイルライド実験」, 第32回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.571-576
- 8) 鎌倉地域交通研究会事務局 (1995) : 「鎌倉地域 交通計画研究会ニュース vol.1」
- 9) (社)交通工学研究会 (1993) : 「やさしい非集計分析」