

主観的意識に着目した休日の幹線交通機関選択行動に関する研究

休日における幹線交通は、渋滞を頻発させる高速道路等の解決すべき問題を抱え、かつ将来にわたり持続可能な利用体系のあり方を科学的に模索する必要があるにも関わらず、ミクロな交通行動に関する研究の蓄積は十分ではない。本研究は、休日の幹線鉄道と自動車との競合状態に焦点をあてた利用実態調査を行ない、特に交通機関選択時に潜在する主観的意識を考慮した交通機関選択モデルの構築により、交通機関選択行動の解明に向けた考察を行なうものである。さらには、そこから得られた知見に基づき、環境保全の観点からも期待がかかる幹線鉄道におけるサービス方策のあり方やその検討を支援する調査・分析方法について提言している。

キーワード 幹線交通、休日交通、交通機関分担、主観的意識要因

武藤雅威
MUTO, Masai

博(工) (財)鉄道総合技術研究所浮上式鉄道開発本部計画部計画課長

柴田宗典
SHIBATA, Munenori

修(工) (財)鉄道総合技術研究所浮上式鉄道開発本部山梨実験センター課員

日比野直彦
HIBINO, Naohiko

修(工) 東京理科大学理工学部助手

内山久雄
UCHIYAMA, Hisao

工博 東京理科大学理工学部教授

1 はじめに

幹線交通は、国土計画の中で地域間交流、地域相互補完、および我が国の経済活動とその成長を担う重要な社会基盤として位置づけられる¹⁾。我が国の経済成長が持続している環境においては、特に経済活動を支えるとの観点から、主に平日における業務目的の幹線交通需要の増加に対する取り組みが幹線交通計画に課せられた最も大きな命題であったと言える。

一方、休日交通に対する取り組みの重要性も以前より指摘されている²⁾。特に近年では、例えば完全週休二日制の着実な浸透や改正祝日法による一部休・祝日の三連休化等の施策が行なわれ、国民が持つ余暇機会は増加の傾向にある。充実した余暇活動による真に豊かな社会の構築を目指す社会的状況は整いつつあり、幹線交通政策においても休日交通が持つ特性を反映した適切な交通政策を打ち出すことが求められている。土木計画学の分野では、これまでも買物交通³⁾や観光交通⁴⁾⁵⁾⁶⁾等のあらゆる休日交通に関するミクロな交通行動分析が行なわれている。多くの場合は調査対象と焦点を絞った中小規模のPT調査等が行なわれ、平日交通とは異なる様々な交通特性が把握されており、休日交通計画に大いなる示唆を与えている。

幹線交通分野においては、1990年より5年に1度実施されている「全国幹線旅客純流動調査」に基づく既往の研究⁷⁾⁸⁾により交通機関選択等の交通行動の解明は進み、政策判断のための需要予測も純流動ベースで行なわれ

つつある⁹⁾。しかしながら、この純流動調査は秋期平日のある一日で実施されているため、会社員等の一般的な生活リズムを持つ人々の休日における幹線交通の利用動向を直接的に把握していないという弱点を有している。休日における幹線交通利用に関する知見は十分蓄積されているとは言い難いばかりか、現状では休日の幹線交通に関する施策の検討を科学的な分析に基づいて行なうことが困難であると言わざるを得ない。

以上の背景から、本研究では休日における幹線交通利用動向に焦点を当てる。依然として解決されない休日のたびに交通渋滞を引き起こす高速道路や特定の列車に混雑が集中する幹線鉄道等の休日における幹線交通の利用状況からは、既存のインフラが十分に活用されているとは言い難い現象を見出すことができる。また、二酸化炭素排出削減等の環境対策の観点から外部不経済の小さな交通体系を構築する必要性は高く、環境負荷の小さな幹線鉄道の更なる有効活用にも期待がかかる。以上を踏まえ、本研究では、特に自動車交通との激しい競争状況にある幹線鉄道の利用動向に着目し、今後の休日における幹線鉄道に関する各種施策の指針となるよう、幹線鉄道と自動車との交通機関選択行動のモデル化による選択特性の分析を試みる。さらには、個人行動分析に基づいて環境保全や交通インフラの有効活用の観点からも自動車からの需要転換に期待がかかる休日における幹線鉄道サービスのあり方やその検討を支援する調査・分析方法について提言する。

2 分析の視点と実態調査

2.1 分析の視点と流れ

昨今の国庫の緊縮財政を鑑みれば休日の幹線交通問題の解決策を新線建設等の大規模な交通基盤整備に大きく依存することは難しい。一方で、比較的少ない投資で賄うことができる幹線鉄道のサービス施策の改善は、鉄道事業者の経営努力に関わる事柄であり研究事例は希少である。そこで筆者らは、休日幹線交通に関する実態調査(一次調査)を行ない、幹線鉄道と自動車の交通機関選択に関する各種の分析により抽出された選択特性に基づいた幹線鉄道のサービス方策に関する提言を行っている¹⁰⁾。非集計選択モデルによる特性分析では、所要時間、旅行費用の代表的な説明変数に加え、旅行者が機関選択理由として挙げた定時性や载荷性等の定性的な要因を主観的意識要因と捉え、これらの外生変数を効用関数にダミー変数の形態で直接的に付与しパラメータを推定している。推定パラメータのトレードオフの関係より休日における幹線交通機関の選択問題は主観的意識要因への依存性が極めて高いことが明らかとなり、休日の幹線鉄道に関するサービス施策を検討するためには、旅行者の主観的意識が持つ特性を明らかにすることが必要不可欠であることを示唆している。

本研究は、選択行動特性を従来と比べて詳細に抽出することとそれに基づく実効性の高いサービス方策の緻

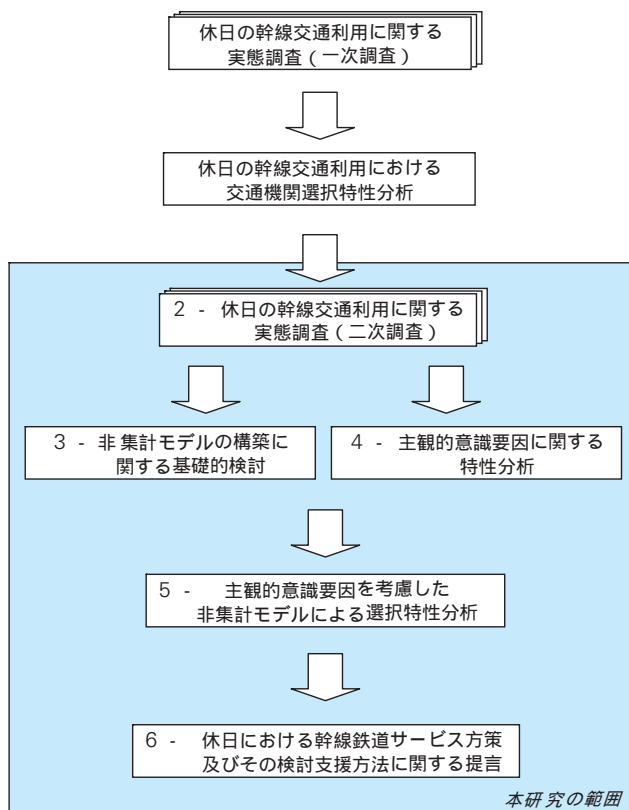


図 1 分析の流れ

密な検討を目指し、筆者らの先行研究¹¹⁾で見出された知見を踏まえ、特に旅行者が持つ主観的な意識に着目するものである。本研究の位置づけと分析の流れを図 1 に示す。

本研究では、定性的に表現された要因(以下、定性的要因という)に対して交通機関選択時に旅行者がどの程度重要視したか?という旅行者の意識を主観的意識要因と捉え、一次調査の内容にこれらの項目を加えた二次調査を行なう。

3.では、休日における幹線交通機関の選択行動のモデル化に関する知見が十分ではないことを踏まえ、客観的に観測可能な変数のみを用いた二項選択の非集計ロジットモデルを構築し、休日における幹線交通機関の選択行動に影響を与える要因を抽出、選択行動モデルの説明変数として取り入れる必要のある客観的説明変数の吟味を行なう。その一方で、4.では観測された主観的意識要因について、利用交通機関やトリップ属性との関連性等を考察し、その基本的な特性を分析する。最後に5.では、主観的意識要因を明示的に考慮した非集計モデルにより、休日の幹線交通利用における機関選択行動のモデル化を試み、最終的には休日における幹線鉄道サービスのあり方や緻密でかつ適切なサービス方策を検討するための指標となりうる調査・分析方法に関する提言を行なう。

2.2 実態調査(二次調査)の概要

本研究では、調査するトリップの対象を出発地が首都圏(東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県の一都三県)に、また最初の目的地が首都圏以遠で東京駅から概ね600km圏内に存在するもので、なおかつ過去3カ年で被験者にとっての休日(仕事もしくは授業、講義がない日)に行なわれた旅行のうち記憶に新しいものとし、自動車と幹線鉄道の競合状態におけるトリップデータを取得する。

実態調査(二次調査)の主な内容を表 1に示す。これに加えて、交通機関選択時の主観的意識要因について、表

2に示す定性的要因のそれぞれに対して交通機関を選択する際にどの程度重要視したかを、図 2に示す7段階の評価値により回答を得る。本研究では観測される段階評価値を主観的重要度と呼ぶ。なお、長時間運転を伴う自動車の利用に関して、疲労等の生理的要因が近年着目され¹²⁾、幹線交通の機関選択問題において客観的に観測できる重要な説明要因になり得ると考えられるが、本研究は休日の幹線交通利用における特性の未解明な部分を対象とした基礎的研究であるため運転に伴う疲労に関する設問は含めていない。その他の交通機関選択理由として全24項目を別途提示し、この中で該当するもの上位5つまでの回答を認めている。

調査は、東京駅から50km圏内において配布数が空間的に均等に分布するように調査地域を設定し、地域内でランダムサンプリングされた世帯に対し調査票を投函、郵送により回収する方式により家庭の中で最も旅行機会が多い人を対象とするもの(2000年11月~2001年1月実施)および千葉県野田市にある東京理科大学への来訪者を対象とするもの(2000年11月実施)であり、全体の有

効回答数は633票(配布数5032票,回収率12.6%)である。図3に得られたデータの基礎集計結果を示す。利用した幹線交通機関においては自動車占め、トリップ距離が600km程度までの距離帯においては自動車の利用が多いことが伺える。

本研究では幹線鉄道と自動車の選択を行なっていると考えられるサンプルに焦点をあてているため、表1の交通機関選択理由で「その交通機関しか利用したくないから」等の確定的な固定層と判断できる理由を挙げたサンプル以外のものを抽出する。また、幹線鉄道利用経路について、経路に新幹線(新在直通列車を含む)の利用区間を含む場合は新幹線利用区間を、新幹線利用区間が含まれない経路においては在来線優等列車を利用する区間をそれぞれラインホール、その前後の乗り継ぎ交通機関は全てアクセス、イグレスと定義し、幹線鉄道利用サンプルについては新幹線もしくは在来線優等列車を利用しているものを分析対象としている。その結果、分析対象サンプルは300となり、以降これらについて分析を行なう。

表 1 実態調査の主な内容

トリップに関するデータ	旅行年月, 日程, 出発地, 最初の目的地
	旅行目的, 他の目的地候補地
	出発時間帯, 同行者種別, 同行者人数
	利用交通機関
	割引利用状況(公共交通利用者)
	宅配便利用状況(公共交通利用者)
	運転割合(自動車利用者)
	車種別台数(自動車利用者)
	性別, 年齢層, 職業
	自家用車, 運転免許の有無
交通機関選択理由	以前利用して良いと思ったから
	お酒が飲めるから
	ドライブが趣味だから
	電車に乗ることが趣味だから
	その交通機関しか利用したくないから
	代りとなる交通機関がないから
	他 全24項目

表 2 定性的要因の内容

調査票上での表現	キーワード
目的地に早く到達できる	速達性
旅行の楽しさ	移動の楽しさ
出発時刻を選べる	応時性
出発から到着まで時間が正確である	定時性
その交通機関に慣れている	習慣性
荷物を運ぶのに便利である	載荷性
安全である(事故 盗難等が少ない)	安全性
割引切符(割引料金)が利用できる	割引可能性
費用が安い	廉価性
いろいろな所へ行ける	機動性

3 非集計モデルの構築に関する基礎的検討

交通機関選択結果、トリップ属性、個人属性におけるアイテム、カテゴリ間のクロス集計の結果を表3に示す。分析対象全体では自動車利用が65%(幹線鉄道:自動車=105:195)と自動車のシェアが高いが、トリップ属性や個人属性別の機関分担状況を見ていくと、例えば近距離帯(~300km以下)においては自動車のシェアが69%(75:166)と高く、中距離帯(300~600km)に移行すると幹線鉄道のシェアが51%(30:29)と盛り返しており、旅客地域流動調査で確認されているトリップ距離による一般的な機関分担状況の変化¹³⁾と合致している。また、家族旅行の場合は自動車のシェアが72%(58:150)と、同行者なしの一人旅の36%(7:4)や友人・知人同行の場合の51%(40:41)に比べて自動車のシェアが圧倒的に高いことや、普通自動車の定員である4~5人の旅行の場合に自動車のシェアが76%(23:73)と高いことから「夫婦と子供二人のような典型的な家族旅行者」において自動車は有利である等といった一次調査¹⁴⁾と同様の傾向が推測される。旅行者の年代別では60歳以上で幹線鉄道のシェアが43%(31:41)と他年代と比較して最も卓越している。性別では、男性に比べ女性の幹線鉄道利用が51%(48:46)と幹線鉄道のシェアは回復傾向を示す。

構築した交通機関選択に関する非集計ロジットモデルのパラメータを表4に示す。ここでは、集計分析の結果より、先行研究¹⁵⁾と同様に交通費用は家計単位あたりの総額とし、家族、友人等の同行者種別による支払い方式

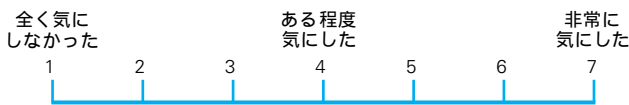


図 2 7段階評価値の表現

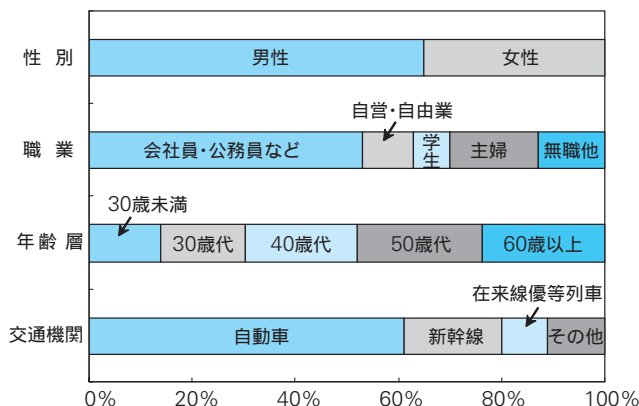


図 3 調査データの基礎集計結果

の相違に関する概念を導入している。モデル1は選択肢共通変数の所要時間、交通費用および幹線鉄道定数項のみでモデルを推定した結果である。推定パラメータは妥当な符号を示しており、t値から統計的有意性も保持している。所要時間、交通費用の平均値(非選択交通機関のデータを含む)は幹線鉄道で151分、17,450円、自動車で246分、5,245円であり、時間優先の幹線鉄道、費用優先の自動車という選択構造の存在が推測される。しかしながら個々のサンプルにおけるばらつきのため、モデル全体の適合度である尤度比は0.12程度であり、的中率も低いためモデル1は表面的な傾向を統計的に示したに過ぎないと言える。休日における幹線交通利用の特徴をより一層反映する必要がある。

モデル2～4では、幹線交通機関の利用の特徴を幹線鉄道の効用関数に反映することを試みている。幹線交通

市場は広範囲に及び、新幹線や高速道路等の整備状況が対象OD毎に大きく異なることやトリップ距離に比較的大きなばらつきがあること等の特徴が存在する。そこで、モデル2では選択肢属性に関する変数として幹線鉄道ラインホール時間率等の利用者にとっての交通基盤整備状況を代弁する変数の幾つかを導入している。これらの変数により、幹線鉄道へのアクセスやイグレスが短い場合には幹線鉄道への選好が高まっていることや、自動車利用において首都高速道路都心環状線の利用距離が長いと考えられるトリップでは、幹線鉄道への選好が高いという傾向が見て取れる。モデル3では、多重共線性を考慮し、所要時間に代えてトリップ距離(幹線鉄道利用距離と自動車利用距離の平均距離)に関する変数を導入している。上述のとおり、トリップ距離が長くなるにつれて、機関分担率は幹線鉄道利用が高くなることが知られている。

表 3 交通機関選択結果、トリップ属性、個人属性に関するクロス集計

アイテム	カテゴリ	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
選択	交通機関	幹線鉄道	1	105	0	75	30	34	12	8	25	26	7	58	40	7	44	15	23	16	10	17	23	24	31	57	48
		自動車	2	0	195	166	29	73	13	8	37	64	4	150	41	4	64	27	73	27	16	45	51	42	41	149	46
トリップ属性	距離帯	～300km	3	75	166	241	0	92	14	10	53	72	9	168	64	9	80	33	83	36	20	52	58	54	57	168	73
		300～600km	4	30	29	0	59	15	11	6	9	18	2	40	17	2	28	9	13	7	6	10	16	12	15	38	21
	目的	観光	5	34	73	92	15	107	0	0	0	0	0	84	23	0	41	13	39	14	3	19	33	26	26	77	30
		帰省	6	12	13	14	11	0	25	0	0	0	3	21	1	3	4	7	9	2	6	7	5	3	4	15	10
		温泉	7	8	8	10	6	0	0	16	0	0	1	13	2	1	10	1	2	2	1	1	5	5	4	12	4
		スポーツ	8	25	37	53	9	0	0	0	62	0	2	37	23	2	27	8	15	10	6	13	9	13	21	39	23
		その他	9	26	64	72	18	0	0	0	0	90	5	53	32	5	26	13	31	15	10	22	22	19	17	63	27
	同行者	なし(一人旅)	10	7	4	9	2	0	3	1	2	5	11	0	0	11	0	0	0	0	5	1	1	3	1	9	2
		家族	11	58	150	168	40	84	21	13	37	53	0	208	0	0	81	35	77	15	8	52	57	43	48	148	60
		友人・知人	12	40	41	64	17	23	1	2	23	32	0	0	81	0	27	7	19	28	13	9	16	20	23	49	32
人数 (本人含む)	1名(一人旅)	13	7	4	9	2	0	3	1	2	5	11	0	0	11	0	0	0	0	5	1	1	3	1	9	2	
	2名	14	44	64	80	28	41	4	10	27	26	0	81	27	0	108	0	0	0	7	16	21	26	38	76	32	
	3名	15	15	27	33	9	13	7	1	8	13	0	35	7	0	0	42	0	0	3	12	5	13	9	26	16	
	4～5名	16	23	73	83	13	39	9	2	15	31	0	77	19	0	0	0	96	0	7	29	34	14	12	68	28	
	6名以上	17	16	27	36	7	14	2	2	10	15	0	15	28	0	0	0	0	43	4	4	13	10	12	27	16	
個人属性	年齢	19～29歳	18	10	16	20	6	3	6	1	6	10	5	8	13	5	7	3	7	4	26	0	0	0	0	14	12
		30～39歳	19	17	45	52	10	19	7	1	13	22	1	52	9	1	16	12	29	4	0	62	0	0	0	37	25
		40～49歳	20	23	51	58	16	33	5	5	9	22	1	57	16	1	21	5	34	13	0	0	74	0	0	49	25
		50～59歳	21	24	42	54	12	26	3	5	13	19	3	43	20	3	26	13	14	10	0	0	0	66	0	43	23
		60歳以上	22	31	41	57	15	26	4	4	21	17	1	48	23	1	38	9	12	12	0	0	0	0	72	63	9
	性別	男性	23	57	149	168	38	77	15	12	39	63	9	148	49	9	76	26	68	27	14	37	49	43	63	206	0
		女性	24	48	46	73	21	30	10	4	23	27	2	60	32	2	32	16	28	16	12	25	25	23	9	0	94

表 4 非集計ロジットモデルのパラメータ

説明変数	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4
所要時間(時間)	-0.367(-3.10)	-0.300(-2.47)		
交通費用(万円)	-0.578(-3.66)	-0.547(-3.40)		
幹線鉄道ラインホール時間率(%)		0.0178(2.41)	0.0187(2.42)	0.0254(3.03)
首都高速道路利用距離に占める都心環状線利用距離(%)		0.0483(2.63)	0.0505(2.67)	0.0386(1.97)
友人・知人同行				0.497(1.41)
男性				-1.126(-3.65)
60歳以上				0.783(2.35)
帰省目的				0.711(1.38)
スポーツ目的				-0.715(-1.63)
exp(トリップ距離(km)/1000)			5.529(4.76)	5.021(4.15)
幹線鉄道定数項	-0.556(-2.20)	-1.621(-3.39)	-7.955(-5.40)	-7.321(-4.76)
自由度調整済み尤度比	0.117	0.147	0.193	0.243
的中率(%)	64.0	67.0	70.7	73.3

サンプル数300 ()内はt値

また、一般的に選択肢固有変数(ここでは、幹線鉄道定数項)は当該交通機関の相対的な魅力度を表すと解釈されており、モデル3においても負の値を示していることから幹線鉄道の魅力は自動車と比較して低いこととなる。ここで、この2変数に焦点を当て、如何ほどのトリップ距離で幹線鉄道と自動車の相対的な魅力の差を埋めることができるかを確認する。なお、「交通費用」、「幹線鉄道ラインホール時間率」、「首都高速道路利用距離に占める都心環状線利用距離」の3変数の値は変化しないものとし、2変数の影響のみを見る。具体的には、幹線鉄道定数項(= -7.955)と $5.529 \times \exp(\text{トリップ距離(km)}/1000)$ の線形和を算出して、これとトリップ距離との関係を図4に示す。トリップ距離364kmを境に線形和が負から正へと変化していることが見受けられ、旅客地域流動調査¹⁶⁾より示されているトリップ距離に伴う一般的な機関分担の変化や集計結果と傾向がほぼ合致していることが確認できる。すなわち、モデル3においては、幹線鉄道定数項で表される幹線鉄道の魅力度はトリップ距離により調整される性質を持つと推測できる。また、先にも述べたように所要時間をトリップ距離に関する変数に代えているが、尤度比が0.19程度とモデル2よりも高くなっていることから所要時間よりもトリップ距離の方が選択行動に影響を与えていると解釈できる。その理由として自動車の運転に伴う疲労の影響があるため、平日における業務目的交通に比べ、休日交通では時間の使い方を旅行者が自ら決定できる場合が多いため等が考えられる。モデル4では、モデル2,3における追加に加え、同行者種別等その他のトリップ属性や個人属性をダミー変数として導入する。ここでは集計結果の傾向に合致し、モデル全体のバランスを損なわないように変数の入れ替えを行ない、推定結果を確定しているが、特に男性が自動車を選択する傾向にあること、60歳以上の高齢者は幹線鉄道を選択する傾向にあること等の選択特性が読み取れる。これらの変数の導入により尤度比はさらに上昇しており、機関選択モデルの構築にあたっては、多様なトリップ属性や個

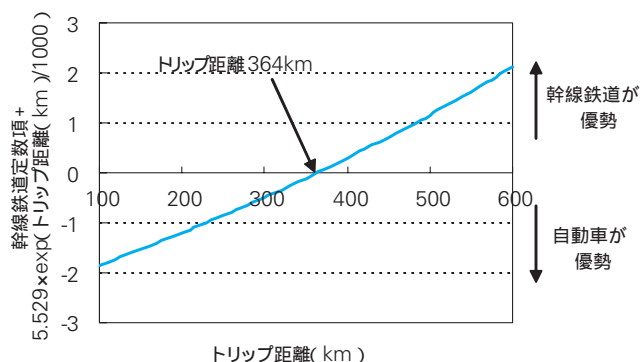


図4 「幹線鉄道定数項 + $5.529 \times \exp(\text{トリップ距離(km)}/1000)$ 」の変化

人属性等を反映する必要性が高いことを示唆している。

以上の非集計ロジットモデルによる分析により、休日における幹線交通の機関選択特性の一端が示され、以降のモデリングにおける客観的に観測される説明変数を選択する際の方向性を見出し得た。

4 主観的意識要因に関する特性分析

4.1 集計分析

図5は、相対的重要度(表2の定性的要因に関する重要度のサンプル毎の平均と各定性的要因の重要度との差)を定性的要因毎に求め、さらに、利用した交通機関別に相対的重要度の平均値を算出したものである。幹線鉄道利用者については速達性、定時性、安全性の相対的重要度が、自動車利用者では載荷性、機動性がそれぞれ高い値を示しており、利用した交通機関により重要視する要因が異なることが読み取れる。また、移動の楽しさ、応時性、習慣性は両交通機関でその値に相違はあるものの、正の値をとっており、これらは両交通機関の利用者から共通に重視されている項目と言えよう。

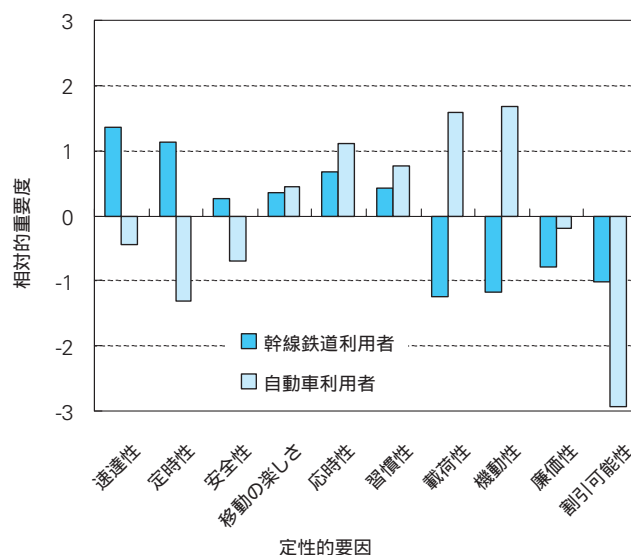


図5 利用交通機関別の相対的重要度の平均

次にトリップ属性と主観的意識要因の関係を考察する。ここでは得られた主観的重要度を便宜的に1,2=「重視しない(第1群)」、3,4,5=「重視する(第2群)」、6,7=「とても重視する(第3群)」の3段階に集約している。各種のトリップ属性と主観的重要度(3段階)の構成比の関係について、特に特徴が見られた箇所を表5に示す。例えば習慣性は、娯楽目的(観光、温泉、スポーツの各目的)の中では、特にスポーツ目的で重要視される。また、帰省目的時にも重視される傾向にあり、盆暮れの帰省や毎冬のスキー等のリピータ的要素が高い目的を持つ旅行において重視されている。安全性は一人旅の場合には

表 5 トリップ属性と主観的重要度の関係(抜粋)

トリップ属性		主観的意識要因		慣性			载荷性		安全性			機動性	
目的	観光	20.2	41.3	38.5	24.8	24.8	50.5	23.9	61.5	14.7	14.7	21.1	64.2
	帰省	4.0	48.0	48.0	20.0	32.0	48.0	16.0	64.0	20.0	40.0	24.0	36.0
	温泉	21.7	51.7	26.7	30.0	25.0	45.0	38.3	53.3	8.3	26.7	28.3	45.0
	スポーツ	7.0	25.6	67.4	14.0	25.6	60.5	14.0	62.8	23.3	18.6	18.6	62.8
	冠婚葬祭	17.6	58.8	23.5	47.1	29.4	23.5	23.5	64.7	11.8	58.8	23.5	17.6
	その他	17.4	37.0	45.7	23.9	28.3	47.8	23.9	52.2	23.9	23.9	34.8	41.3
同行者	なし(一人旅)	0.0	63.6	36.4	36.4	45.5	18.2	45.5	36.4	18.2	54.5	27.3	18.2
	家族	14.4	41.3	44.2	18.8	25.5	55.8	21.6	61.5	16.8	19.2	23.1	57.7
	友人知人	24.7	40.7	34.6	39.5	25.9	34.6	29.6	55.6	14.8	30.9	28.4	40.7

第1群：重視しない 第2群：重視する 第3群：とても重視する 単位：%

比較的軽視される傾向にある。このように、利用交通機関やトリップ属性等により旅行者が持つ主観的意識は異なる傾向が示されている。

4.2 モデルによる分析

主観的意識要因に関して主成分分析を適用し、統計的に特性の把握を試みる。ここでは、客観的に観測される所要時間や交通費用と相関が高いと考えられる速達性や廉価性等は対象から除外し、それら以外の7つの要因を分析対象とする。主成分分析の結果得られた主成分負荷量を図6、図7に示す。ここでは第2主成分ま

で求めているが、累積寄与率から第2固有値までで対象とした7要因の分散の約66%を表現している。

第1主成分では応時性、慣性、移動の楽しさ等の負荷量が高いことが読み取れる。図6ではサンプル全体における各要因の主観的重要度の平均値をあわせて示しているが、第1主成分負荷量と重要度平均値の大小関係がほぼ一致している。第1主成分は機関選択において旅行者が重要視している要因を合成したものと解釈でき、休日の幹線交通利用者全体においては応時性や移動の楽しさ等が重要視される一方で安全性や定時性は比較的意識されていない要因であることが見て取れる。また、第1主成分得点はその値が大きいほど、そのサンプルが定性的要因全般を意識していることを表している。

第2主成分では、定時性、安全性が正に大きな負荷量を、载荷性、機動性が負に大きな負荷量をとっている。図8に主成分得点の散布図を示すが、第2主成分得点の軸において幹線鉄道利用者が正に、自動車利用者が負にほぼ分かれて分布しており、第2主成分は利用交通機関による主観的意識の相違を表現している成分であると判断できる。第2主成分負荷量からは、幹線鉄道利用者は定時性、安全性を重要視している一方で、自動車

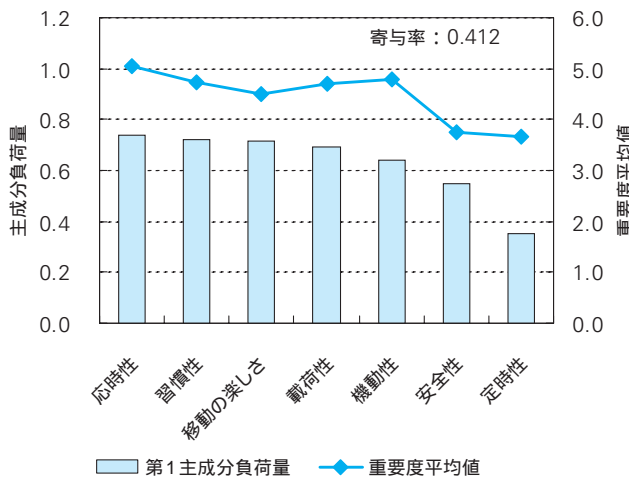


図 6 第1主成分負荷量

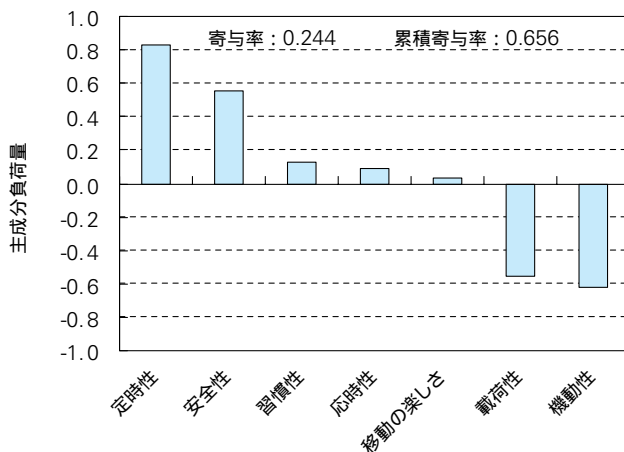


図 7 第2主成分負荷量

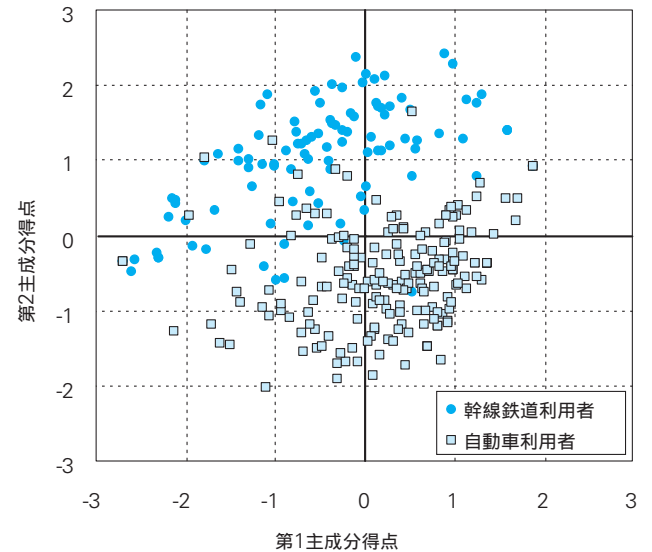


図 8 主成分得点の分布

利用者にとって機動性、载荷性が重要な要因であることが読み取れる。また習慣性、応時性、移動の楽しさは利用交通機関の相違に関係のない、両者共通の意識要因であると考えられる。第2主成分得点は、正であればそのサンプルが幹線鉄道側の要因を重視しており、負であれば自動車側の要因を重視していると解釈できる。

5 主観的意識要因を考慮した非集計モデルによる選択特性分析

5.1 適用するモデルの概要

4.における主観的意識要因の特性分析の結果より、旅行者が持つ主観的意識は利用交通機関により異なることを明らかにしている。この結果は、交通機関選択の分析に際して、所要時間、交通費用等の客観的説明変数による分析にとどまらず、主観的意識要因の選択行動に対する影響力やその特性を分析する必要があることを改めて示唆している。

旅行者が持つ潜在的意識を明示的に考慮し交通機関選択モデルを構築する方法論は、森川、佐々木¹⁷⁾により提案、実用化されている。本研究ではこのモデル論を適用し、交通機関選択モデルのフレームの中で主観的意識要因が選択行動に対して与える影響を定量化するとともに、主観的意識要因の特性分析を行なうこととする。

構築する交通機関選択モデルは、線形構造方程式モデルの一種である多指標多因子モデル(Multiple Indicator Multiple Cause model; MIMICモデル)の部分と離散型選択モデルの部分に分けられる。MIMICモデルのパスダイアグラムの概要を図9に示す。MIMICモデルでは旅行者の潜在的意識を表わす潜在変数の存在を仮定しているが、右側の測定方程式ではこれらの潜在変数は複数の主観的意識要因の組み合わせにより構成されること

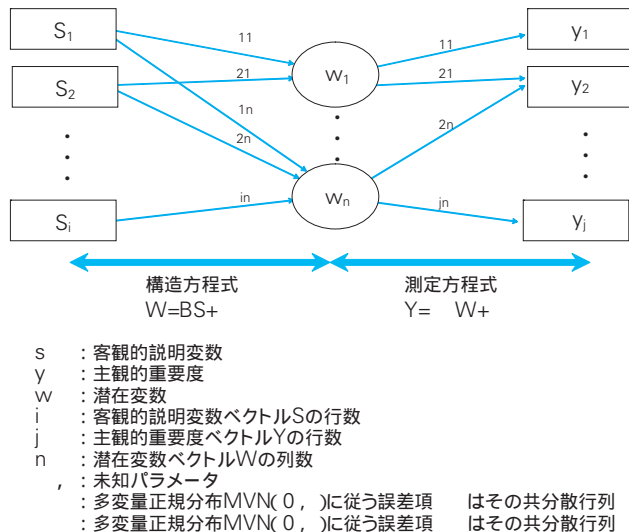


図9 MIMICモデルのパスダイアグラム

を表している。また左側の部分は構造方程式と呼ばれ、客観的に観測される要因が各潜在変数に影響を与えていることを表現している。MIMICモデルを推定後、サンプル毎に各潜在変数の推定値を算出し、これらを効用関数に組み込んだ非集計ロジットモデルを推定する。

5.2 モデルの構築と選択特性分析

表6にMIMICモデルのパラメータを、表7に潜在変

表6 MIMICモデルのパラメータ

説明変数	幹線鉄道 重視度 W_1	自動車 重視度 W_2	
Y	定時性	3.318 (3.43)	
	応時性	1.000	2.094 (4.46)
	安全性	1.966 (3.09)	1.000
	移動の楽しさ	1.616 (2.61)	2.740 (4.69)
	機動性		3.961 (4.86)
	载荷性		4.282 (4.86)
S	29歳以下	-0.353 (-2.18)	
	女性・30歳以上	0.238 (2.17)	
	男性・60歳以上	0.237 (2.19)	-0.096 (-1.51)
	女性・有職者	0.237 (1.78)	
	家族旅行・観光目的		0.159 (2.30)
	家族旅行・温泉目的	-0.238 (-1.99)	0.121 (1.42)
	家族旅行・スポーツ目的		0.229 (2.07)
	友人知人同行・観光目的		-0.147 (-1.44)
	友人知人同行・温泉目的		-0.140 (-1.37)
	友人知人同行・スポーツ目的	0.175 (1.26)	
	冠婚葬祭目的		-0.273 (-2.25)
	幹線鉄道 ラインホール時間率(%)	0.00285 (1.50)	
	幹線鉄道 イグレス時間率(%)		0.00277 (1.78)
	幹線鉄道 ラインホール優等列車頻度(本/日)		-0.00133 (-1.21)
	自動車利用距離に占める 首都高速道路の利用距離(%)		-0.00596 (-1.97)
	免許保有		0.270 (2.95)
	割引利用	0.507 (2.89)	-0.374 (-3.64)
同行人数(人)		0.022 (2.09)	
同行子供割合(%)		0.00257 (1.65)	
適合度	GFI	0.966	
	AGFI	0.878	
	RMSEA	0.042	

サンプル数300 ()内はt値

数を導入した非集計ロジットモデルのパラメータを示す。なおMIMICモデルの構築に当たっては、4.の分析の結果、利用する交通機関により重視する定性的要因が異なる傾向にあることから、旅行者の交通機関選択行動の背後に「幹線鉄道を利用しようとする意識」及び「自動車を利用しようとする意識」が存在すると仮定し、これらを「幹線鉄道重視度」、「自動車重視度」と呼ぶこととする。また潜在変数の推定値算出の都合上、主観的重要度を-3~+3に変換して与えている。

表 7 潜在変数を導入した非集計モデルのパラメータ

説明変数	潜在変数導入モデル		参考 モデル1
	モデル5	モデル6	
所要時間(時間)	-0.290 (-1.34)		-0.367 (-3.10)
交通費用(万円)	-0.467 (-1.80)	-0.612 (-2.15)	-0.578 (-3.66)
幹線鉄道重視度 W_1	R	4.012 (7.04)	4.015 (6.98)
自動車重視度 W_2	C	5.713 (7.79)	5.697 (7.66)
exp(トリップ距離(km)/1000)	R		5.480 (2.73)
幹線鉄道定数項	R	-0.143 (-0.31)	-6.414 (-2.62)
自由度調整済み尤度比		0.677	0.692
的中率(%)		91.7	93.3

R: 幹線鉄道 C: 自動車 サンプル数300 ()内はt値

潜在変数を導入した非集計モデルのモデル6では所要時間と家計単位の費用を、モデル7では家計単位の費用とトリップ距離に関する変数を効用関数に組み込んでいる。各潜在変数の推定値が概ね-1.0~+1.0の範囲に存在することを踏まえれば各重視度の影響は大きい。また3.の潜在変数を考慮していない非集計ロジットモデル群に比べて尤度比も大幅に向上している。二次調査に基づく機関選択モデルにおいても先行研究¹⁸⁾と同様に主観的意識要因が選択行動に多大な影響を与えていると結論付けることができよう。MIMICモデルのパラメータからは、交通機関選択に多大な影響を与える「幹線鉄道(自動車)重視度」の特徴を見出すことができる。測定方程式ではパラメータ同定のために、「幹線鉄道重視度」に関しては応時性、「自動車重視度」に関しては安全性のパラメータを1に正規化しており、測定方程式のパラメータの大小は「幹線鉄道(自動車)重視度」に対する主観的意識要因の影響力の大小と解釈される。測定方程式のパラメータから、「幹線鉄道重視度」は主に定時性、安全性、「自動車重視度」は機動性、載荷性により構成されていることが見て取れる。また移動の楽しさは利用交通機関の相違に関係のない共通の要因ではあるが、「自動車重視度」に対する相対的な影響力が高い。以上は4.で判明した主観的意識要因の特性にほぼ合致した結果であり、本モデルにおける潜在変数の設定は妥当であると考

えられる。

構造方程式の客観的説明変数群は潜在変数を説明するに必ずしも十分ではないが、例えば「幹線鉄道重視度」に対するある属性変数の推定されたパラメータが正であれば、その属性を持つ旅行者は「幹線鉄道重視度」が高く、逆に負であれば低いと読み取ることができる。例えば、「幹線鉄道重視度」が高いのは、女性の有職者、女性で30歳以上の旅行者および男性の60歳以上の旅行者であり、29歳以下の若年層では性別に関らず「幹線鉄道重視度」は低く、相対的に「自動車重視度」が高まるといえる。このように世代間、男女間で重視度に相違が見て取れる。トリップ属性では、家族旅行では観光、温泉、スポーツ目的のいずれにおいても「自動車重視度」が高いが、友人・知人同行の場合は「自動車重視度」が低下する傾向にあり、特にスポーツ目的の場合は「幹線鉄道重視度」が高まる状態に転じることが分かる。また、自動車利用において首都高速道路の利用距離が長いトリップでは、「自動車重視度」が低下する傾向にある。これは首都高速道路において渋滞に遭遇する可能性を旅行者が認識しており、幹線鉄道重視度を構成する定性的要因の中でも特に定時性を意識しているためと推測される。以上のように、推定されたパラメータから「幹線鉄道重視度」が高い状態、あるいは自動車重視度が低下するために、相対的に「幹線鉄道重視度」が高まる状態を読み取ることができる。特に後者の場合は、必ずしも幹線鉄道に対する積極的な意識に基づく利用とは言えないため、鉄道事業者にとっては安定的需要とは言いがたい。サービス方策の検討に際しては、このような旅行者が持つ潜在的な意識の構造に留意すべきである。

6 おわりに

本研究では、これまでに分析事例が希少であった休日における幹線鉄道と自動車の機関選択問題について、旅行者が持つ主観的意識要因に着目した二次調査を行ない、主観的意識要因を明示的に考慮した非集計機関選択モデル等による選択行動特性に関する分析を行なった。以下では、本研究で新たに得られた主観的意識要因に関する知見も踏まえて、幹線鉄道サービスのあり方やその検討を支援する調査・分析方法について提言する。

1) 「幹線鉄道重視度」を構成する定性的要因は「定時性」、「安全性」、「移動の楽しさ」等であるが、推定された測定方程式のパラメータより、最も重要な要因は「定時性」であることが明らかとなった。今後とも定時性の確保を中心とした安定輸送を継続し、広報活動等

を通じて利用者の信頼を高めていくことが重要である。また、自動車利用において首都高速道路の利用距離が長いトリップ(例えば千葉県から山梨県へ行くトリップ)では、旅行者の「自動車重視度」が低下しており、鉄道事業者にとっては需要を獲得し得るトリップであると考えられる。一方でそのようなトリップでは、幹線鉄道の利用を妨げる要因として一般的に知られる乗換え¹⁹⁾²⁰⁾が首都圏中心部のターミナルにおいて発生する機会が多い。この乗換え抵抗の低減のために、現在、千葉や横浜方面から都心を通過あるいは迂回し中央線方面に直通する特急列車や、東北、高崎線方面と東海道線方面とを直通する湘南・新宿ラインが運行されているが、これらのダイヤ編成上の施策は、本研究の主観的意識の分析結果によって見出された「鉄道事業者にとって需要を獲得し得るトリップ」とも合致した施策であり、幹線鉄道の競争力を高め需要増進に寄与する可能性が高いと言えよう。今後は、これらの既存の直通列車の車両やダイヤの充実と合わせて、既に幹線鉄道重視度が高い友人・知人との旅行者や中高年以上の旅行者等を対象にした優待企画等のサービスを開発し、これらの旅行者の利用を死守することが重要であると考えられる。さらには、同様の直通サービス方策の他の在来線区への適用や東北・上越新幹線と東海道新幹線の直通運転等も、幹線鉄道の競争力強化のために検討に値するものと考えられる。

- 2) 「自動車重視度」を構成する主な定性的要因は「載荷性」、「機動性」であるが、推定された測定方程式のパラメータは、これらの要因は同程度に重要性が高いことを示唆している。これらの要因は公共交通である幹線鉄道が自動車交通に対して根本的に抱える弱点であり、現在までに例えば宅配便送料割引をセットにした乗車券や目的地におけるレンタカーや観光エリア内の公共交通機関とのタイアップ等のサービス方策が個別に進められている。今後は「載荷性」と「機動性」の両者が同程度の重要性を持つことを踏まえ、個別に行なわれている施策の統合化を図った新しいサービスを展開していくことが望ましいと考える。また、既存のサービス方策の浸透度や利用者の評価の精査をする際には、例えば、子供連れの旅行者や近距離の旅行者等、特に本分析により積極的に自動車を選択している傾向が確認される属性を持つ旅行者に支持されるサービスのあり方を検討する等、対象を絞り込んでサービスの改善を図る視点も併せて重要であろう。
- 3) 本研究では旅行者が潜在的に「幹線鉄道を利用しようとする意識(幹線鉄道重視度)」、「自動車を利用しようとする意識(自動車重視度)」を持つと仮定し、それ

らを明示的に考慮することができる交通機関選択モデルの構築により、交通費用やトリップ距離が選択行動に影響を与える一方で、主観的意識要因が極めて大きな影響力を有しているという先行研究²¹⁾と同様の休日の幹線交通利用の特性が確認された。またモデルより「幹線鉄道重視度」や「自動車重視度」が高まる、あるいは低下するトリップ属性等の機関選択特性が明らかとなり、先述の1)、2)のように幹線鉄道のサービス方策の方向性の検討に資することができた。本研究で適用した森川らによるモデル論²²⁾は、休日における幹線交通行動の調査・分析に有効な一手法であると言えよう。すなわち、本研究はこれまで希少であった休日の幹線交通におけるミクロな交通行動に関する研究に対して一つの方向性を示唆し得た。

一方、本研究の成果は首都圏において限定的に収集した必要最小限のサンプルサイズによるものであり、サンプリング、モデルの構築および将来予測への適用に関して検討すべき課題も残されている。特に今回着目した主観的意識要因は、例えば公共交通機関が発達した大都市部の住民のものとはそうでない地方の住民のそれとは旅行や交通機関に対する意識が異なる等、地域間で実態が異なる可能性がある。また、社会情勢や交通インフラ整備の進捗等の時系列的な変化にも影響を受けることも考えられる。このように主観的意識要因に関する地域特性やパラメータの時空間移転性の検証が更なる検討課題であり、これらの解決のためには全国にわたる幹線市場を網羅した継続的な調査データの取得が必要不可欠である。また、具体的なサービス代替案を検討するためには、主観的意識要因を考慮し且つ施策代替案の評価が可能な拡張型モデル²³⁾の適用等も検討すべき課題であろう。

政策立案サイド、実際にサービスを提供する鉄道事業者サイド双方にとって緻密かつ適切な施策を行なうための指標となる有効な調査・分析方法が必要である。本稿を含む筆者らによる一連の研究²⁴⁾²⁵⁾²⁶⁾は、休日の幹線交通に関する調査及び分析方法についてパイロット的な役割を持つと考えるが、今後この研究分野の発展に拍車がかかるよう、休日幹線交通に関する大規模調査の実現を期待する。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、当時東京理科大学の学生であった小池良宣氏(現：日本工営株式会社)に、調査、分析等において作業協力を得た。また、数多く方々に被験者として調査へのご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。最後に、投稿時に本論文が抱え

ていた問題点を的確に指摘いただいた匿名の査読者に
深謝したい。

参考文献

- 1)国土庁[1998]“全国総合開発計画 21世紀の国土のグランドデザイン”
- 2)西井和夫,森川高行,兵藤哲朗,岡本直久,鈴木紀一,毛利雄一,古屋秀樹,佐々木邦明,西野至,河辺隆英[1999]“休日・観光交通への対応:調査・分析手法の課題整理と展望”,「土木計画学研究・講演集」No.22(1),pp.671-678
- 3)吉田朗,原田昇[1990]“休日の買い物品買物交通を対象とした買物頻度選択モデルの研究”,「土木学会論文集」,No.413/ -12,pp.107-116
- 4)森地茂,兵藤哲朗,岡本直久[1992]“時間軸を考慮した観光周遊行動に関する研究”,「土木計画学研究・論文集」,No.10,pp.63-70
- 5)高橋清,五十嵐日出夫[1990]“観光スポットの魅力を考慮した観光行動分析と入り込み客数の予測”,「土木計画学研究・論文集」,No.8,pp.233-240
- 6)西井和夫,花岡利幸,古屋秀樹,酒井努[1993]“観光地道路における「非交通サービス」の設定とそれに基づく整備手法”,「第28回日本都市計画学会学術研究論文集」,pp.325-330
- 7)屋井鉄雄,岩倉成志[1993]“旅客純流動データを用いた交通機関選択モデルの特性分析”,「土木計画学研究・講演集」,No.16(2),pp.275-280
- 8)武藤雅威,内山久雄[2001]“新幹線と航空の競合時代を反映した国内旅客幹線交通の現状と展望”,「運輸政策研究」,vol.4, No.1,pp.2-7
- 9)井上紳一,毛利雄一,加藤浩徳,大釜達夫,屋井鉄雄[2000]“幹線旅客を対象とした全国交通需要予測モデル”,「土木計画学研究・講演集」,No.23(2),pp.703-706
- 10)武藤雅威,内山久雄[2000]“休日の旅客動向に基づく幹線鉄道のサービス方策に関する研究”,「土木計画学研究・論文集」,No.17,pp.745-750
- 11)前掲10)
- 12)岩倉成志,西脇正倫,安藤章[2001]“長距離トリップに伴う運転ストレスの計測 AHSの便益計測を念頭に”,「土木計画学研究・論文集」,No.18, No.3,pp.439-444
- 13)運輸省[2000]“日本型交通体系の形成と21世紀交通社会の展望”,「運輸白書平成12年度版」,pp.59
- 14)前掲10)
- 15)前掲10)
- 16)前掲13)
- 17)森川高行,佐々木邦明[1993]“主観的要因を考慮した非集計離散型選択モデル”,「土木学会論文集」,No.470/ -20,pp.115-124
- 18)前掲10)
- 19)運輸経済研究センター[1988]“新幹線と在来線との直通運転に関する調査研究”
- 20)Yokawa, K., Muto, M., Uchiyama, H. and Hibino, N.[2003]“A Study on Vertical Impedance of Transferring at Shinkansen Terminal Station in Tokyo Metropolitan Area”,Proceedings of the 11th Annual Conference on Transportation Science Society of the Philippines,11 pages(CD-ROM)
- 21)前掲10)
- 22)前掲17)
- 23)倉内慎也,森川高行,佐々木邦明[1997]“潜在的要因を考慮した離散型選択モデルによるパラトランジットの利用予測分析”,「土木計画学研究・講演集」,No.20(2),pp.629-632
- 24)Shibata, M., Muto, M. and Uchiyama, H.[2001]“A Modal Split Model for Inter-regional Travelers on Holidays with the Consideration of Intangible factors”, Journal of the Eastern Asia Society of Transportation Studies, Vol.4, No.3, pp.301-313
- 25)小池良宣,武藤雅威,日比野直彦,柴田宗典[2001]“休日幹線交通のサービスのあり方に関する一考察”,「鉄道技術連合シンポジウム講演論文集」,pp.341-344
- 26)Koike, Y., Muto, M., Uchiyama, H and Hibino, N. [2002]“A Study on Mode Choice Behavior on Holidays' Inter-regional Travelers”, Proceedings of the International Conference on Inter-city Transportation, pp.426-435

(原稿受付 2003年6月2日)

A Study on Mode Choice Behavior for Inter-regional Travelers on Holidays Focused on Subjective Factors

By Masai MUTO, Munenori SHIBATA, Naohiko HIBINO and Hisao UCHIYAMA

This paper focuses on the trunk line transportation on holidays, where several issues such as traffic congestion on some expressways have not been improved in lack of analyses of individual behavior. The mode choice behavior between a trunk line railway and an automobile on holidays is analyzed by applying the disaggregate mode choice model with the consideration of personal subjective factors. The paper discusses some findings such as characteristics of choice behavior, which imply both some suitable service plans for environment friendly railways to grasp demands back from automobiles and proper methods of surveys and analyses.

Key Words ; trunk line transportation on holidays , modal split, subjective factors
