

旅客の嗜好性と選択肢の選別プロセスを考慮した 幹線鉄道の分担率推定手法の開発

幹線旅客鉄道の需要予測における交通機関分担率の推定では、旅客が利用可能な全交通機関を選択肢として認知しているとの前提に立った非集計型の交通機関選択モデルが適用される。しかしながら、特に非業務目的のトリップの場合には、必ずしも利用可能な交通機関の全てを代替選択肢として認知していない旅客が多く存在する。そこで本研究では、トリップ調査に基づき旅客の嗜好性等が選択肢の選別プロセスに与える影響を表現する選択行動モデルと、このモデルによる分担率推定手法を開発する。更には、既開業の整備新幹線沿線の複数ODにおいて交通機関分担率の事後推定を行ない、実用的な精度で幹線鉄道の分担率が推定可能であることを示す。

キーワード | 幹線旅客鉄道, 交通機関分担率, 嗜好性, 選択肢の選別プロセス

柴田宗典
SHIBATA, Munenori

博(工) ケンブリッジ大学工学部客員研究員

奥田大樹
OKUDA, Daiki

修(工) 四国旅客鉄道株式会社総合企画本部課員

武藤雅威
MUTO, Masai

博(工) 公益財団法人鉄道総合技術研究所企画室戦略調査課長

鈴木崇正
SUZUKI, Takamasa

博(工) 公益財団法人鉄道総合技術研究所信号・情報技術研究部交通計画研究室研究員

1—はじめに

幹線鉄道(新幹線・特急列車)は自動車や高速バスとの熾烈な競合状態に晒されている¹⁾が、近年では、高速道路の料金割引の政策的な変更や高速バス路線の充実等の対抗交通機関のサービスレベルの変化も激しい。そのような3交通機関の競合状況下において、幹線鉄道事業者は事業存続のために旅客獲得方策の検討を継続的に実施する必要があるが、旅客の選択行動をより適切に表現する交通機関選択行動モデルは、その検討を支援する有力なツールになり得ると考える。

これまでに筆者らは非業務目的の幹線旅客を対象として、高速バスを含まない2選択肢(幹線鉄道と自動車)の交通機関選択問題における意思決定プロセスのモデル化に関する研究を行ってきた^{2)~5)}。これら一連の研究においては、都市間幹線トリップにおける意思決定の特徴としてトリップの稀少性や情報の不完備性等が指摘されていること⁶⁾を踏まえ、交通機関選択行動のみならず、交通機関の選択肢としての認知プロセスに着目した分析を行ない、①利用していない対抗交通機関を選択肢として認識していないモードキャプティブな旅客が非常に多いこと、②複数の交通機関を選択肢として認知している旅客(セレクトティブと称する)は、所要時間や交通費用等のサービスレベルを比較して選択を行っていると見做すことが可能であること、等を明らかにしている。

以上に基づけば、幹線鉄道が対抗交通機関からの需要獲得を実現するための方向性は、①対抗交通機関のキャプティブ旅客に幹線鉄道を選択肢として認知させるための方策の検討、②運賃・料金の設定などの短期的にも実施可能なサービス改善策によるセレクトティブ需要における選択率の向上、以上の2つに大別できると考える。特に②については、割引料金の設定等の短期的な事業運営に直結する事柄であり、この検討を支援するツールとしてモードキャプティブが数多く存在する現状を適切に反映した交通機関分担率の推定手法を開発することは、当面の重要な課題であると考えられる。

以上より本研究は、3選択肢(幹線鉄道、自動車、高速バス)の競合状況下を対象に、所要時間や運賃・料金等に対する幹線鉄道事業者の施策の検討を支援するツールの実現を目指し、モードキャプティブの存在を適切に表現できる交通機関選択行動モデルと、このモデルによる実用的な交通機関分担率推定手法を開発することを目的とする。

2—幹線交通利用実態調査と分析データの概要

2.1 幹線交通利用実態調査の概要

本研究では、旅客が過去に経験した非業務目的トリップの往路における真のODや利用交通機関、利用経路等のトリップデータを取得することを目的として利用実態調査(アンケート調査)を行なう(表—1)。ここでは運転免許保有者を対象とした全国調査に加え、高速バスの利用が定着して

■表一 幹線交通機関の利用実態調査の実施概要

	全国を対象とした 幹線交通機関の利用実態調査 (全国調査)	Z地方を対象とした 幹線交通機関の利用実態調査 (Z地方調査)
調査時期	2008年11月	2008年11月～2009年1月
調査方式	インターネット調査	投函・郵送回収
回収数	6,097票	1,332票
調査対象	長距離の移動を伴う非業務目的(観光、私用目的等)の国内旅行の往路トリップ(ただし、北海道、沖縄県発着は除く)	
主な調査項目	<ul style="list-style-type: none"> 旅行目的、出発地、到着地、同行者種別と人数 利用した交通機関、利用を検討した交通機関(=交通機関の選択肢としての認知) 【旅客の潜在的な意識】交通機関を選択する際に重要視した要因(主観的重視度:表一2) 【旅客の潜在的な意識】交通機関に対する好き・嫌い(嗜好性:図一1) 	

いと想定されるZ地方における地域特性を検証するために、全国調査とはほぼ同様の内容のZ地方調査を実施する。ただし、幹線鉄道と自動車、高速バスの競合に着目する観点から、北海道、沖縄県に発着地を持つトリップは調査対象から除外する。本調査の特徴は以下のとおりである。

- ・実際に行なったトリップとは別に、回答者が抱いている各交通機関(幹線鉄道、高速バス、自動車、航空機)の4交通機関)に対する好き・嫌い(以下、嗜好性と称する)を5段階評価値で観測する(図一1)。
- ・21種類の定性的な交通機関選択の要因(機関選択意識要因)について「交通機関を選択する際にどの程度重要視しましたか?」という7段階評価値(以下、主観的重視度と称する)を観測する(表一2)。
- ・全国調査では「最も長い距離の移動に利用した交通機関」を幹線交通機関とし、回答者が利用を検討したと考えた幹線交通機関の全てを選択させることで、回答者が認知している選択肢集合の情報を得る。その回答を次の設問の選択肢として提示し、実際に利用した幹線交通機関の回答を得る(図一2)。

01 それぞれの交通機関について、好き・嫌いをお答えください。※直感的にお答えください。

	1 とても嫌い	2 嫌い	3 どちらでもない	4 好き	5 とても好き
1. 新幹線・特急列車	○	○	○	○	○
2. 高速バス	○	○	○	○	○
3. 航空機	○	○	○	○	○
4. 自動車	○	○	○	○	○

■図一 幹線交通機関に対する嗜好性に関する設問

■表一 主観的重視度を観測した要因の例

調査票での表現	キーワード
目的地に早く到着できること	速達性
費用が安いこと	廉価性
出発地から目的地までの所要時間が正確であること	定時性
いるいるな場所をまわりやすいこと	機動性
荷物を運ぶのが便利であること	運搬性
道路で渋滞に巻き込まれる可能性があること	渋滞可能性
交通事故を起こす・巻き込まれる可能性があること	事故安全性
盗難などの犯罪にあう可能性があること	犯罪安全性
自動車を運転して疲れること	運転疲労
プライベートな空間が確保できること	プライベート性
自動車の運転が好きであること	自動車運転好き
鉄道に乗ることが好きであること	鉄道乗車好き
飛行機に乗ることが好きであること	飛行機搭乗好き
高速バスに乗ることが好きであること	高速バス乗車好き

1: 全く気にしなかった～4: どちらでもない～7: 非常に気にしていた

012 出発地から最初の目的地までに最も長い距離の移動に利用した交通機関についてお尋ねします。今回の旅行を計画する際に、利用を検討した交通機関を全て選んでください。(実際に利用した交通機関を含みます)

【必須入力】

1. 新幹線・特急列車

2. 高速バス

3. 航空機

4. 自動車(レンタカーを含む)

5. その他

利用した検討した幹線交通機関を全て回答

例えばQ12で1.と2.を選択した場合、Q13の回答選択肢として1.と2.を表示

013 出発地から最初の目的地までに最も長い距離の移動に利用した交通機関についてお尋ねします。実際に利用した交通機関を一つだけ選んでください。

【必須入力】

1. 新幹線・特急列車

2. 高速バス

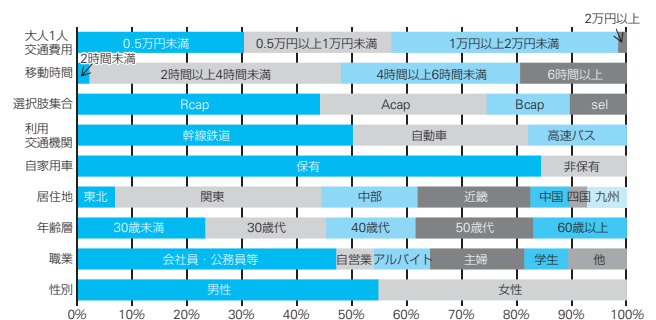
利用した幹線交通機関を1つだけ回答

■図二 全国調査における選択肢の認知に関する設問(Q12)と利用した幹線交通機関に関する設問(Q13)

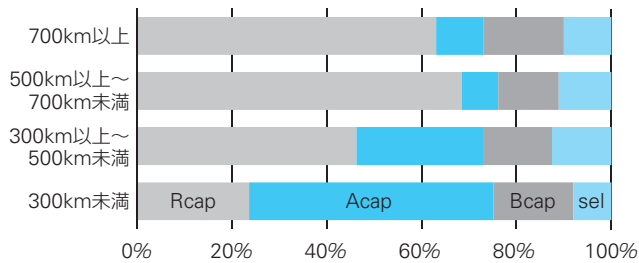
2.2 分析データの概要

本研究では、後に構築するモデルの汎用性を確保する観点から、特性分析やモデル化等には全国調査データを用いるが、意識要因データの汎用性に関する検討(5.2節に後述)においては、全国調査データとZ地方調査データのそれぞれについて個別に分析を行なう。ここで、全国調査のトリップデータにおける交通サービスレベル(LOS)データについては、発地を郵便番号単位、着地を市区町村単位で特定し、東京大学空間情報科学研究センターが提供する「CSVアドレスマッチングサービス⁷⁾」と国土交通省により開発された「総合交通分析システム(NITAS⁸⁾」を援用して作成する。ここで可能な限り3交通機関の競合状態に議論を限定するために、NITASにより当該トリップにおける3交通機関の経路が特定でき、かつ、回答者が認知している選択肢集合に幹線鉄道、自動車、高速バスのいずれかを含み、航空機を含まないサンプルを抽出する。抽出したサンプル(N=1,611)のデータプロファイルの一部を図一3に示す。意識要因の地域間の相違に関する統計的検討(5.2節に後述)には全国に分布するサンプルが必要であるが、抽出したサンプルの居住地が広範囲に分布していることが確認できるため、以降ではこの抽出サンプルを用いて分析を進める。

ここで交通機関の選択肢としての認知について、「その交通機関しか利用したくない」とする旅客である「幹線鉄道/自動車/高速バスの固定的旅客～キャプティブ(Rcap/Acap/Bcap)」, それ以外の旅客を「選択的旅客～セレクトタイプ(sel)」とすると、キャプティブが全体の約90%を占め



■図三 分析対象データのプロフィール



■図—4 トリップ距離帯毎の選択肢の認知状況

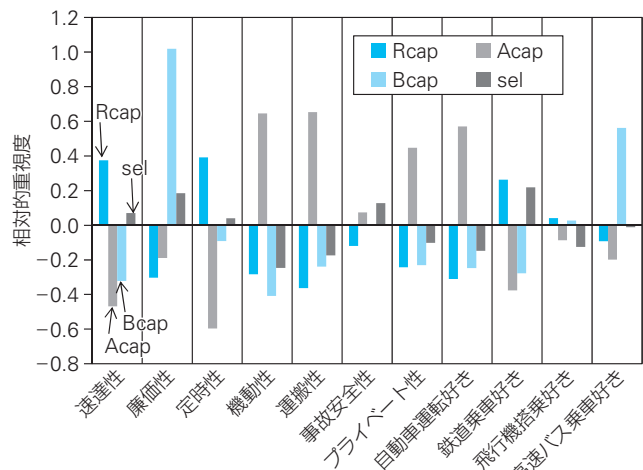
る。本来、3選択肢(1;幹線鉄道, 2;自動車, 3;高速バス)の選択問題において複数交通機関を含む選択肢集合Gの組み合わせ(selの組み合わせ)は4通り存在する。しかし本研究は、高速バスを含む3選択肢の交通機関選択問題においてモードキャプティブの存在を考慮する新たな試みであり、まずはモードキャプティブが大多数を占める現況を適切に分析・モデル化する必要があるとの観点から、以降の分析では、旅客をキャプティブ(Rcap/Acap/Bcap)とセレクトタイプ(sel)の4パターンに区分した上で、selの旅客は3つの交通機関の全てを選択肢として認知していると仮定し、本来selに存在する4通りの集合の考慮は今後の課題としたい。

更にトリップ距離帯別に選択肢の認知状況(図—4)から、近距離帯ではAcapが多いがトリップ距離が延びるにつれてRcapが増加する。一方、いずれの距離帯においてもBcapはほぼ一定の割合で存在することが分かる。いずれにしても、それぞれのサンプルは幹線鉄道の代替経路を取り得るにも拘らず、Acap, Bcapが幹線鉄道の存在自体を認知していないと言える。その要因としては、習慣的に特定の交通機関を選択している、他の交通機関の情報が不足している等、様々な要因が考えられるが、筆者らの先行研究⁹⁾において、例えば「運搬性」を重視する旅客はAcapになる傾向にある等、機関選択意識要因に対する主観的重視度や嗜好性といった旅客の意識要因が大きな要因の一つであると見出されていることから、以降では、特にこれらの要因に着目して分析する。

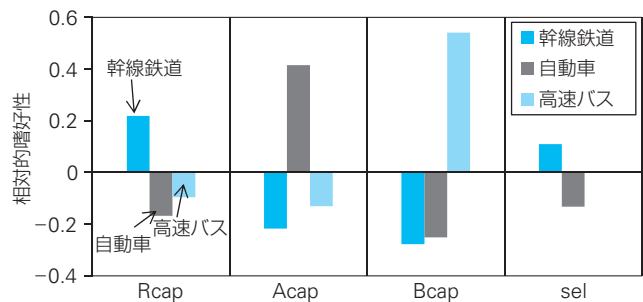
3——旅客の意識要因と選択肢の認知との関連性

3.1 集計分析

以下では、観測した機関選択意識要因に対する主観的重視度や嗜好性といった旅客の意識要因と、選択肢の認知との関連性を分析する。機関選択意識要因については、サンプル毎に相対的重視度(観測した21要因の主観的重視度の平均値と各要因の重視度との差)を求め、選択肢カテゴリ別に相対的重視度の平均値を算出する。嗜好性についても同様に、サンプル毎に相対的嗜好性(観測した全ての交通機関に対する嗜好性の平均値と各交通機関に対する嗜好性との差)を求め、選択肢カテゴリ別に相対的



■図—5 機関選択意識要因と選択肢の認知の関係



■図—6 嗜好性と選択肢の認知の関係

嗜好性の平均値を算出する。なお、カテゴリ変数(段階評価値)で得られている機関選択意識要因データ、嗜好性データともに平均=0, 標準偏差=1の正規分布に従って発生していると仮定し、継次範疇法⁹⁾によって連続的な変数に変換する。即ち、変換後の機関選択意識要因データ、嗜好性データは平均=0, 標準偏差=1の正規分布に従って概ね±3の幅で変化する連続変量と見做すことができる。

選択肢カテゴリと機関選択意識要因について、特に見出された関係性を図—5に示す。Rcapは「速達性」「定時性」「鉄道乗車好き」、Bcapは「廉価性」「高速バス乗車好き」、Acapは「機動性」「運搬性」「プライベート性」「自動車運転好き」を相対的に重視している。また、selは多くの要因において0前後の値を示していることから、機関選択意識要因を重視も軽視もしない中立的な旅客はselになる可能性がある。2006年に実施した実態調査データに基づいて2選択肢(幹線鉄道と自動車)の選択行動を分析した先行研究⁹⁾でも同様の特性が示されており、機関選択意識要因はある程度一般性を持っていることを示唆する結果であると言えよう。また、嗜好性と選択肢の認知の関係(図—6)についても、自身がキャプティブである交通機関の嗜好性は高く、相対的に自身がキャプティブでない交通機関に対する嗜好性は低い。また、selは0前後の値を示していることから、特定の交通機関が好きでも嫌いでもない中立的な旅客はselになる可能性があると考えられる。

3.2 モデル分析

更に、機関選択意識要因、嗜好性と選択肢の認知の関係性について定量的な分析を試みる。ここでは、旅客が4種類の選択肢カテゴリのいずれに属するかを、以下の式(1)、(2)に示すロジット型の帰属確率モデルによりモデル化し、旅客がどのような要因によってどの選択肢カテゴリに属する傾向にあるのかを定量的に分析する。

$$P_k = e^{S_k} / \sum_k e^{S_k} \quad (1)$$

$$S_k = \sum_l \theta_{kl} X_{kl} \quad (2)$$

P_k : 選択肢カテゴリ k (1:Rcap 2:Acap 3:Bcap 4:sel) への帰属確率

X_{kl} : 選択肢カテゴリ k に関わる l 番目の説明変数

θ_{kl} : 選択肢カテゴリ k に関わる l 番目の未知パラメータ

筆者らの先行研究⁵⁾により、当該交通機関のサービスレベルが優れていても、対抗交通機関のサービスレベルとの差異が小さい場合にはセレクトティブへの帰属確率が高まる傾向が判明している。この傾向を表現するために、当該交通機関とサービスレベルが最も近い対抗交通機関とのサービスレベルの差異の程度を示す指標である「ある交通機関の最小差GC (Generalized Cost: 一般化費用)」を以下のように定義し説明変数の候補とする。

①分析対象サンプルにより効用関数に所要時間、交通費用、定数項のみを含む非集計ロジットモデルを構築し(表一3)、ここで求められた時間評価値2,540円/時間を用いて各交通機関の所要時間を貨幣換算し、運賃・料金(交通費用)と合算してGCとする。

②ある交通機関とその対抗交通機関のGCの差が最小の対抗交通機関を特定する。

③(ある交通機関の最小差GC) = (ある交通機関のGC) - (GCの差が最小の対抗交通機関のGC)

ここで、正に大きな(ある交通機関の最小差GC)は当該交通機関のサービスレベルが相対的に低く、逆に負に大きな(ある交通機関の最小差GC)は当該交通機関のサービスレベルが相対的に高いことを意味する。従って、大きい正值の場合は当該交通機関のキャプティブになる確率は低下し、逆の場合には確率は高まると考えられ、(ある交通機関の最小差GC)の符号条件はマイナスである。また、機関選択意識要因や嗜好性の各パラメータは、例えば「定時性」を重視する旅客の場合には、Rcapとなる確率が高まることが想定されることから、符号条件はプラスである。

モデルの適合度やパラメータの統計的有意性、パラメータの解釈の妥当性等をもとに、様々なパターンのモデルキャリブレーションを行なった。この試行錯誤の段階でGCやトリップ距離も説明変数の候補としたが、適合度が劣る等の理由により、表一4に示すモデルを最終的な推定

■表一3 非集計ロジットモデルのパラメータ推定結果

変数区分	説明変数	パラメータ (t値)
共通変数	所要時間 (時間)	-0.5092 (-20.03) ***
	大人ひとり交通費用 (万円)	-2.0045 (-12.98) ***
定数項	幹線鉄道定数項	0.0174 (0.306)
	自動車定数項	-0.6156 (-6.917) ***
自由度調整済尤度比		0.215
選択肢結果的中率		63.60%
時間評価値 (円/時間)		2,540
サンプル数		1,611

注: *: 5%水準で有意, **: 1%水準で有意

■表一4 選択肢カテゴリモデルのパラメータ推定結果

区分	説明変数	パラメータ (t値)
サービスレベル	Rcap 鉄道最小差GC (万円)	-0.5882 (-3.937) ***
	Acap 自動車最小差GC (万円)	-2.6794 (-10.46) ***
	Bcap 高速バス最小差GC (万円)	-0.7432 (-4.107) ***
機関選択意識要因 (正規化)	Rcap 速達性	0.5238 (6.365) ***
	Rcap 定時性	0.5270 (6.478) ***
	Acap 機動性	0.8549 (6.336) ***
	Acap 運搬性	1.0521 (7.488) ***
	Acap プライベート性	0.4812 (4.353) ***
	Bcap 廉価性	1.4243 (13.21) ***
嗜好性 (正規化)	Rcap 鉄道嗜好性	0.3444 (4.632) ***
	Acap 自動車嗜好性	0.6325 (6.090) ***
	Bcap 高速バス嗜好性	0.8001 (8.140) ***
定数項	Rcap 定数項	1.3499 (14.88) ***
	Acap 定数項	-0.1583 (-1.089)
	Bcap 定数項	0.0245 (0.269)
自由度調整済尤度比		0.462
選択肢集合カテゴリ的中率		74.20%
サンプル数		1,611

注1: Rcap: 幹線鉄道キャプティブ Acap: 自動車キャプティブ Bcap: 高速バスキャプティブ

注2: *: 5%水準で有意 **: 1%水準で有意

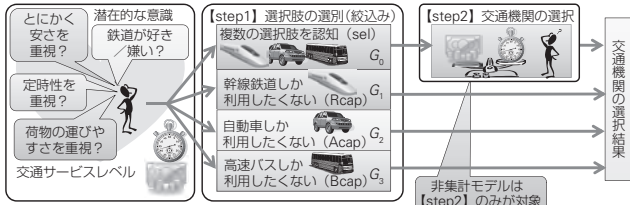
注3: 試行錯誤の結果、selを表現する関数はパラメータ同定のため0に固定

結果として採択している。自由度調整済尤度比から見た全体の適合度は高く、選択肢カテゴリを概ね判別できていたモデルであると判断できる。またt値より、一部の定数項を除く全ての変数は統計的に有意な変数となっている。以上より、サービスレベルの差異や機関選択意識要因および嗜好性が、旅客がキャプティブに属するか否かに有意な影響を与えていることが示唆される。

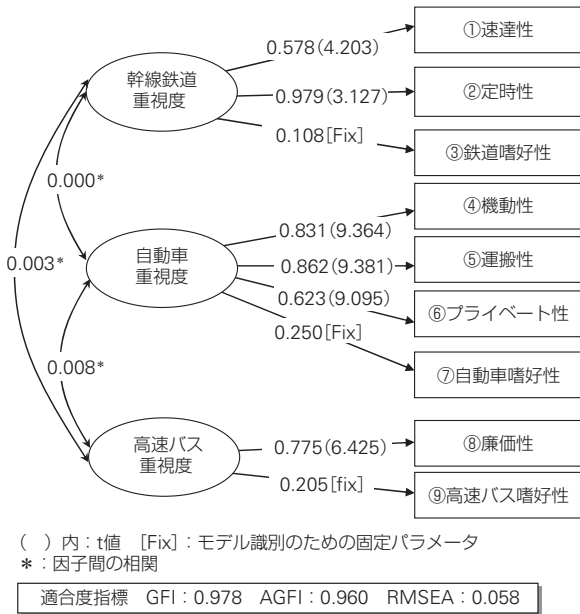
4——選択肢の選別プロセスを考慮した交通機関選択行動モデル

4.1 モデル化の基本方針

3章での分析結果を踏まえ、本研究では旅客の交通機関選択行動を二段階の意思決定として捉えてモデル化を試みる。即ち、【step1】選択肢の選別(絞込み)の結果、セレクトティブとなる場合には【step2】交通機関の選択において複数の選択肢から利用する交通機関を決定していると想定する(図一7)。ここで【step1】選択肢の選別(絞込み)には、交通機関のサービスレベルの差異、機関選択意識要因、嗜好性が影響を与えており、セレクトティブである旅客は、複数の交通機関を選択肢として認知した上で各交通機関のサービスレベル(所要時間、運賃・料金(交通費用)等)を比較して、合理的に選択を行なっていると考える。な



■図-7 選択肢の選別(絞込み)プロセスを考慮した交通機関選択行動モデルの概念



■図-8 機関選択意識因子モデルのパラメータ推定結果

お、選択肢の絞り込みに影響がある意識要因は多岐にわたるため、因子分析により機関選択意識因子モデルを構築し各交通機関に対する重視度指標に集約する(図-8)。

4.2 選択肢の選別プロセスを考慮した交通機関選択行動モデルの開発

ある旅客が持つ交通機関等の選択肢を確率的に取り扱う選択モデルは文献(10)で提唱されており、基本式は式(3)で表わされる。ここで $Q(C|G)$ は、旅客がある選択肢の集合を持つ確率であり、【step1】選択肢の選別(絞込み)に相当する部分である。 $P(i|C)$ は交通機関選択確率であり【step2】交通機関の選択に対応する。

$$P(i) = \sum_{C \in G} P(i|C) \cdot Q(C|G) \quad (3)$$

$P(i)$: 選択肢*i*を選択する確率

$P(i|C)$: 選択肢集合*C*から選択肢*i*を選択する確率

G : 全ての選択肢集合による空集合以外の全ての部分集合(例えば、2選択肢 {1, 2} の場合 $G = \{(1), (2), (1, 2)\}$)

$Q(C|G)$: G の中で選択肢集合が*C*である確率

まず【step1】選択肢の選別(絞込み)について、選択肢を*i*=1(幹線鉄道), 2(自動車), 3(高速バス)とする。ここで2.2節において述べた定義より選択肢のカテゴリ G_j を $G_0 = \{(1, 2, 3)\}$: セレクティブ(sel)

$G_1 = \{(1)\}$: 幹線鉄道キャプティブ(Rcap)

$G_2 = \{(2)\}$: 自動車キャプティブ(Acap)

$G_3 = \{(3)\}$: 高速バスキャプティブ(Bcap)

以上の4種類に区分する。旅客がそれぞれの選択肢カテゴリに属する確率を説明する関数を $U_j = \sum_k \alpha_{jk} X_{jk}$

とし、 $Q(C|G_j)$ をロジットモデルで表現する(式(4), (5))。

$$Q(C|G_j) = \frac{\exp(U_j)}{\sum_j \exp(U_j)} \quad (4)$$

$$U_j = \sum_k \alpha_{jk} X_{jk} \quad (5)$$

X_{jk} : 選択肢カテゴリ*j*に関する*k*番目の説明変数

α_{jk} : 選択肢カテゴリ*j*に関する*k*番目の説明変数に関する未知パラメータ

ここで、以下の変数を X_{jk} の候補とする。

・各交通機関に対する重視度 mi_i

機関選択意識因子モデル(図-8)から因子得点として推定される「各交通機関に対する重視度」 mi_i を、キャプティブである確率を説明する変数の候補とする。

・重視度相違指標 dif

各交通機関の重視度の差分の絶対値の総和の逆数と定義した重視度相違指標 dif を作成し、セレクトティブになる状況を説明する変数とする(式(6))。これは、全ての重視度が同じ値をとるときには大きくなり(分母=0で無限大)、逆に重視度間の差異が大きき場合は小さくなる変数である。セレクトティブである確率を説明する関数において、この変数のパラメータが正と推定されれば、重視度相互間の相違が小さく当該旅客が中立的である場合にはセレクトティブになる確率が100%に近づき、逆に相違が大きき当該旅客が中立的でない場合にはセレクトティブになる確率が低下することが表現される。

$$dif = \frac{1}{|mi_1 - mi_2| + |mi_1 - mi_3| + |mi_2 - mi_3|} \quad (6)$$

mi_i : 選択肢*i*の重視度 ($i=1, 2, 3$)

次に【step2】交通機関の選択については、【step1】選択肢の選別(絞込み)において各交通機関のキャプティブではなくセレクトティブであると判定される旅客にのみ適用する。セレクトティブは複数の選択肢を認識し、各交通機関のサービスレベル等を比較して合理的に利用する交通機関を選択していると考えられるため、非集計ロジットモデルを適用する(式(7), (8))。

$$P(i|G_0) = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_1) + \exp(V_2) + \exp(V_3)} \quad (7)$$

$$V_i = \sum_k \beta_{ik} Y_{ik} \quad (8)$$

Y_{ik} : 選択肢*i*に関する*k*番目の説明変数

β_{ik} : 選択肢*i*に関する*k*番目の説明変数に関する未知パラメータ

■表—5 PLCSモデルのパラメータ推定結果

step	説明変数	パラメータ (t値)
【step1】 選択肢の選別 (絞込み) Q (C G)	Acap 自動車最小差GC (万円)	-2.1978 (-7.226) **
	Bcap 高速バス最小差GC (万円)	-0.4529 (-2.205) *
	Rcap 幹線鉄道重視度 mi_1	2.8640 (15.94) **
	Acap 自動車重視度 mi_2	3.0242 (16.23) **
	Bcap 高速バス重視度 mi_3	-2.1545 (-13.12) **
	sel 重視度相違指標 dif	2.7151 (7.009) **
【step2】 交通機関の選別 P (i C)	C 所要時間 (時間)	-1.1041 (-6.489) **
	C 大人ひとり交通費用(万円)	-2.1691 (-3.617) **
	R 幹線鉄道定数項	-0.6604 (-1.419)
	A 自動車定数項	-2.4536 (-5.209) **
自由度調整済尤度比		0.568
選択結果の中率		82.10%
選択肢カテゴリー的中率		59.20%
時間評価値 (円/時間)		5,090
サンプル数		1,611

注：Rcap：幹線鉄道キャプティブ Acap：自動車キャプティブ Bcap：高速バスキャプティブ sel：セレクトティブ C：共通変数 R：幹線鉄道 A：自動車
※：5%水準で有意 **：1%水準で有意

以上により、旅客がキャプティブやセレクトティブになる条件を考慮できる選択モデルとなる。本モデルは、文献(11)、(12)で開発されたキャプティブの存在を表現するPLCモデル (Parameterized Logit Captivityモデル) に旅客がセレクトティブになる要因を表現する関数を組み込んだモデルであることからPLCSモデル (Parameterized Logit Captivity and Selectivityモデル) と呼ぶこととする。

モデルの適合度やパラメータの統計的有意性等をもとに試行錯誤でモデルのパラメータ推定を行なった結果、最終的に確定したパラメータ推定結果を表—5に示す。自由度調整済尤度比からみたモデル全体の適合度は高い。ここで、【step1】選択肢の選別 (絞込み) においては、交通機関のサービスレベルの差異や交通機関の機関選択意識要因、嗜好性から構成される重視度が、【step2】交通機関の選別においては交通機関のサービスレベルがそれぞれ統計的有意性を保持していることが見て取れる。

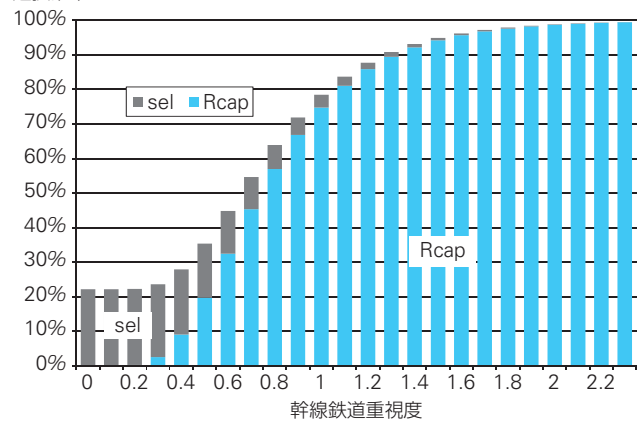
なお本モデルは、【step1】における選択肢の選別と【step2】における交通機関の選別が独立な事象であるとの仮定のもとに成立するものであるが、現時点では、構築したモデルが高い適合度を有していることによって、上記の仮定の妥当性を傍証しているに過ぎない。しかしながら、選択肢集合の生成と選択行動に無視しえない相関が存在する可能性もあり、今後、相関性の分析や高い相関がある場合のモデルの改良について検討を深度化する必要がある。

4.3 感度分析

ここでは、PLCSモデルにより感度分析を行ない、意思決定プロセスの特性を分析する。具体例として、Aゾーン (代表点:A駅) →Bゾーン (代表点:B駅) の207生活圈ゾーン間のトリップを想定し、以下の手順で実施する。

- ①所要時間と費用に関してはAゾーン→BゾーンにおけるLOSデータを、各交通機関に対する重視度については分析対象サンプルの標本平均値 (=0) を代入し、分担率

幹線鉄道
選択確率



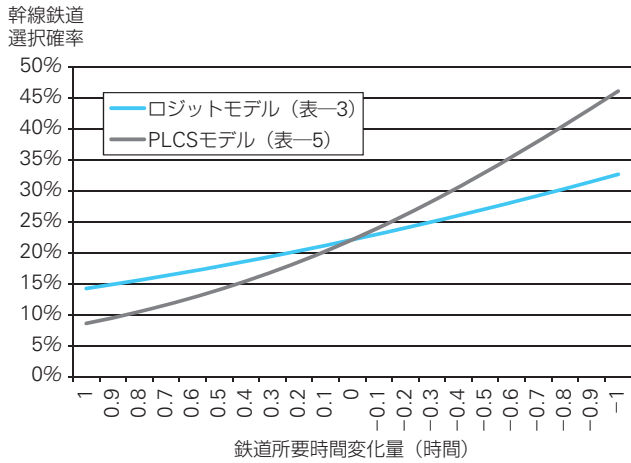
■図—9 幹線鉄道重視度の感度分析結果

を推定する。

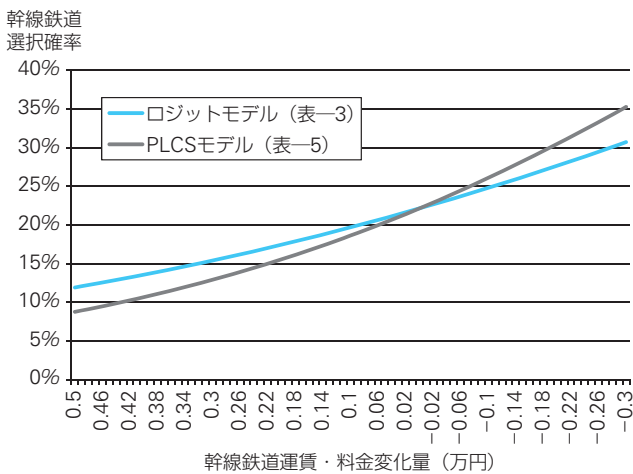
- ②全国幹線旅客純流動調査¹³⁾(以下、幹線純流動調査と略称する)の第4回調査データ(207生活圈ゾーン発着地ベース)により観測されている非業務目的のトリップの実績分担率と①で推定された分担率の乖離を最小にする補正定数項を求め、以降では補正定数項をモデルに組み込む。なお、ここで求めた補正定数項はAゾーン→BゾーンのODのみを対象としており、他のODで分析を行なう場合は、それぞれのODについて補正定数項を算定する必要があることに留意されたい。
- ③感度分析を行なう変数のみを変動させる。

幹線鉄道重視度の感度分析の結果の例を図—9に示す。全ての交通機関に対する重視度が=0の場合(差異がない場合)は旅客がselである確率は100%である。一方で、幹線鉄道重視度が大きくなる程、Rcapが増加し、全体の選択確率を押し上げている。幹線鉄道重視度が他の交通機関への重視度を引き離して最大値をとるケースでは旅客がキャプティブである確率はほぼ100%と推定される。このように機関選択意識因子が、旅客がキャプティブであるか否かを決定する過程に与える影響は大きい。

PLCSモデルにおいては、対抗交通機関の所要時間・運賃・料金等のサービスレベルの変動はセレクトティブである旅客にのみ影響を与え、キャプティブ旅客には影響を与えない。従って、新幹線の開業等による対抗交通機関からのモーダルシフトは、セレクトティブであると推定された旅客のみに発生するよう推定される。ここで、LOSの感度を通常为非集計ロジット型の交通機関選択モデル(表—3)とPLCSモデルとで比較すると、所要時間、運賃・料金ともにPLCSモデルの感度が高い(図—10、図—11)。LOSの変化にほとんど反応することがないと考えられるキャプティブ旅客とLOSの変化に比較的敏感に反応すると想定されるセレクトティブ旅客がモデル上で的確にセグメンテーションされていると言えよう。



■図一10 所要時間の感度比較



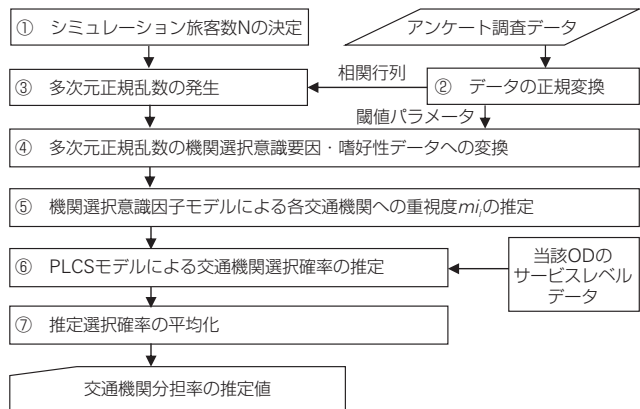
■図一11 運賃・料金の感度比較

5——PLCSモデルによる交通機関分担率推定手法の開発

5.1 選択行動シミュレーション手法の開発

PLCSモデルにおいては、選択肢の選別（絞込み）プロセスを表現する変数として各交通機関に対する重視度が重要な変数となるが、これらは機関選択意識要因と嗜好性を合成した指標であり、需要動向等を推定する場合、何らかの方法により機関選択意識要因と嗜好性に関する状況を想定する必要がある。しかし、同じ個人属性を持つ旅客であっても嗜好性や機関選択意識要因に対するばらつきが個人間で非常に大きいため、旅行目的や同行者数、同行者の種別、性別、年齢層などの属性と機関選択意識要因・嗜好性との間には、ごく一部の例外を除き明確な相関関係を見出すことは困難である。そこで、嗜好性や機関選択意識要因は一定の統計的分布に従って発生していると見做し⁹⁾、モンテカルロ法に準拠した選択行動シミュレーションを開発する（図一12）。シミュレーションは以下の手順に従って実施する。

- ①シミュレーションで発生させる旅客数Nを決定する。
- ②利用実態調査で観測された機関選択意識要因・嗜好性



■図一12 選択行動シミュレーションのフロー

■表一6 9要因の相関行列表

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
①	1.00	0.54	0.07	-0.03	-0.03	0.03	-0.07	0.05	-0.05
②	0.54	1.00	0.10	0.01	0.00	0.06	-0.09	0.11	0.01
③	0.07	0.10	1.00	0.01	0.02	0.00	0.06	-0.03	0.12
④	-0.03	0.01	0.01	1.00	0.70	0.50	0.20	0.06	-0.01
⑤	-0.03	0.00	0.02	0.70	1.00	0.51	0.22	0.14	0.00
⑥	0.03	0.06	0.00	0.50	0.51	1.00	0.16	0.09	-0.02
⑦	-0.07	-0.09	0.06	0.20	0.22	0.16	1.00	0.02	0.13
⑧	0.05	0.11	-0.03	0.06	0.14	0.09	0.02	1.00	0.16
⑨	-0.05	0.01	0.12	-0.01	0.00	-0.02	0.13	0.16	1.00

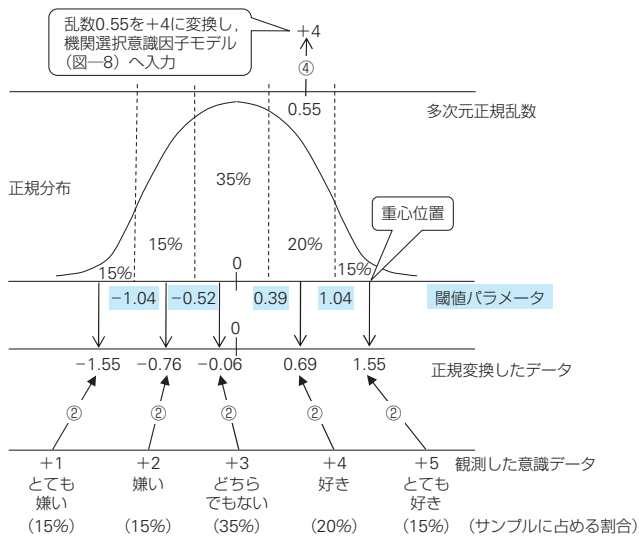
○数字は図一8における意識要因

は正規分布に従って発生していると仮定し、機関選択意識要因データ（7段階評価値）・嗜好性データ（5段階評価値）の9要因について、平均=0、標準偏差=1のデータに正規変換する（図一13）。

- ③9要因の相関行列（9行×9列、表一6）を作成し、この相関行列に従うN通りの9要因の正規乱数（多次元正規乱数）を生成する。
- ④上記②の正規変換時に求めた閾値パラメータにより、多次元正規乱数を機関選択意識要因データ（7段階評価値）・嗜好性データ（5段階評価値）に変換する（図一13）。
- ⑤機関選択意識因子モデル（図一8）により、N人分の旅客の各交通機関に対する重視度の推定値を算出する。
- ⑥各交通機関に対する重視度の推定値と分析対象ODにおける交通機関のサービスレベルデータをPLCSモデルに代入することで、N人分の機関選択確率を算定する。
- ⑦シミュレーションで発生させたN人分の推定選択確率の平均値を、当該ODにおける交通機関分担率の推定値とする。

5.2 意識要因データの汎用性に関する検討

シミュレーションに必要な多次元正規乱数を発生させるためには、正規分布に従うと仮定して正規変換された意識要因データの相関行列が必要となる。現状では、アンケート調査データから相関行列を算定することになるが、地域や交通施設整備状況等によって意識要因の分布が異なっている可能性もある。そこで調査データにより算定される



■図-13 データ変換のイメージ (図-12の②および④)

相関行列の汎用性を検証する。具体的には、調査データ全体の相関行列と特定地域等における相関行列が同等と見做し得るかを統計的に検定することで、シミュレーションに汎用的に適用可能なデータを見出す。

ここでは、同一の変数群が観測されている2つのグループ間において、相関行列が同等であるかを検定するボックスのM検定により検証を行なう。ボックスのM検定では、各比較ケースにおける検定統計量 χ_0^2 値が χ^2 値よりも小さい($\chi_0^2 < \chi^2$)場合は、両グループの相関行列に統計的な差異があるとは言えないと判断される。なお意識要因データは、シミュレーションに適用する際と同様に、各グループにおいて正規化(平均0, 標準偏差1)を行なう。

まず、PLCSモデルの構築に適用した全国調査データの1,611サンプルについて、機関選択意識因子モデル(図-8)における9変数に関する検定を行なう。ここで世帯・個人属性等のミクロな属性毎の検定が有益な知見をもたらすことも期待できるが、開発モデルによるゾーン間分担率推定においては、207生活圏ゾーンや市区町村単位といったマクロなゾーン設定となるため、ミクロな世帯・個人属性の考慮は難しい。そこで本研究では、世帯・個人属性毎の検証は今後の課題とし、まずはマクロな地域属性毎の差異の検定に主眼を置く。全国調査データを主に地域別の数種類のグループに分け(表-7)、全国調査データの相関行列とそれぞれの相関行列に関してボックスのM検定を行なった結果を表-8に示す。No.1~No.3では、分析対象サンプルを片道トリップ距離300km未満の近距離帯グループ、300km以上~600km未満の中距離帯グループ、600km以上の長距離帯グループに分け、全国調査データ(ALL)の相関行列と比較している。No.4~No.14では全国調査データ(ALL)と居住地グループの相関行列を、No.15~No.16では全国調査データ(ALL)と新幹線利用可/不可(新幹線の有/無)グループの相関行列を比較している。いずれにおいても全国調査

■表-7 地域グループの区分(全国調査データ)

地域グループ	含まれる都府県
東北地方	青森県, 岩手県, 宮城県, 秋田県, 山形県, 福島県
関東地方	茨城県, 栃木県, 群馬県, 埼玉県, 千葉県, 東京都, 神奈川県
中部地方	新潟県, 富山県, 石川県, 福井県, 山梨県, 長野県, 岐阜県, 静岡県, 愛知県, 三重県
近畿地方	滋賀県, 京都府, 大阪府, 兵庫県, 奈良県, 和歌山県
中国地方	鳥取県, 島根県, 岡山県, 広島県, 山口県
四国地方	徳島県, 香川県, 愛媛県, 高知県
九州地方	福岡県, 佐賀県, 長崎県, 熊本県, 大分県, 宮崎県, 鹿児島県
首都圏	東京都, 埼玉県, 神奈川県, 千葉県
中京圏	愛知県, 三重県, 岐阜県
関西圏	大阪府, 京都府, 兵庫県, 奈良県
3大都市圏以外	3大都市圏以外の県

■表-8 相関行列の同等性に関する検定結果(全国調査データ)

No.	比較区分	グループ1 (): サンプル数	グループ2 (): サンプル数	χ_0^2 値	検定結果
1	距離帯	ALL (1,611)	近距離帯 (570)	41.5580	*
2		ALL (1,611)	中距離帯 (833)	25.2679	*
3		ALL (1,611)	長距離帯 (208)	54.1621	*
4	居住地	ALL (1,611)	東北地方 (111)	38.0715	*
5		ALL (1,611)	関東地方 (605)	18.7008	*
6		ALL (1,611)	中部地方 (282)	35.4634	*
7		ALL (1,611)	近畿地方 (331)	47.0183	*
8		ALL (1,611)	中国地方 (115)	41.1760	*
9		ALL (1,611)	四国地方 (52)	45.0279	*
10		ALL (1,611)	九州地方 (115)	39.5699	*
11		ALL (1,611)	首都圏 (565)	21.6262	*
12		ALL (1,611)	中京圏 (157)	28.7444	*
13		ALL (1,611)	関西圏 (600)	23.8065	*
14	ALL (1,611)	3大都市圏以外 (289)	29.4124	*	
15	新幹線	ALL (1,611)	新幹線利用可 (1,423)	2.3525	*
16		ALL (1,611)	新幹線利用不可 (188)	37.2449	*

自由度: 45, χ^2 値 (5%有意水準): 61.6562, *: 差異があるとは言えない

■表-9 相関行列の同等性に関する検定結果(Z地方調査データ)

No.	比較区分	グループ1 (): サンプル数	グループ2 (): サンプル数	χ_0^2 値	検定結果
17	Z地方	南Z+西Z (416)	南Z (211)	16.8925	*
18		南Z+西Z (416)	西Z (205)	18.0679	*
19		南Z (211)	西Z (205)	50.9587	*

自由度: 45, χ^2 値 (5%有意水準): 61.6562, *: 差異があるとは言えない

データ(ALL)による相関行列と各グループの相関行列との間に差異があるとは言えないと統計的に判定される。ただし、以上の分析結果は全国の居住者を対象としたインターネット調査としては小規模なデータ(N=1,611)に基づく検定であるため、今後、十分に大規模なサンプルを取得して母集団代表性等に関する検証を行なう必要がある。

更に詳細な地域区分による相関行列の同等性を検定するために、Z地方調査データからデータ欠損のないサンプル(南Z地方:211サンプル, 西Z地方:205サンプル)を抽出し、機関選択意識因子モデル(図-8)における9変数に関する相関行列の統計的検定を行なう。検定結果を表-9に示すが、同じZ地方においても地域間で相関行列に差異があるとは言えないと統計的に判定される。以上の検定結果から判断すれば、トリップ距離, 居住地, 新幹線の利用可否(新幹線の有/無)に関わらず、PLCSモデルの構築に用いた全国データ(N=1,611)による相関行列は統計的に一

般性を保持しており、シミュレーションを実施する際に汎用的に適用可能であると言える。従って、以降のシミュレーションではPLCSモデルの構築に用いた全国データ(N=1,611)による相関行列を適用する。

5.3 交通機関分担率の事後推定によるモデルの妥当性の検討

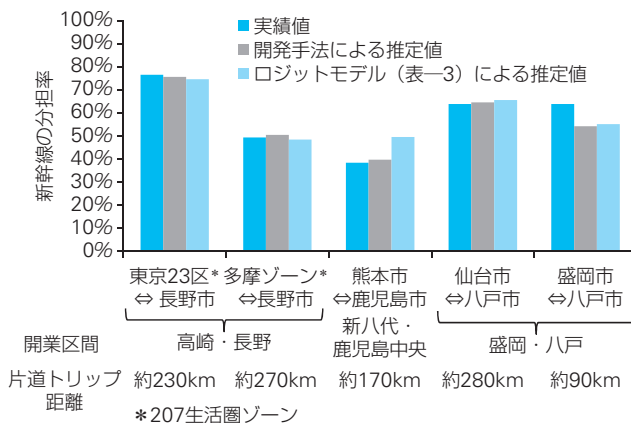
ここでは、幹線鉄道のサービスレベルが向上した代表的な事例として近年開業した整備新幹線路線3線に関連したODのうち、新幹線の開業前に幹線鉄道、高速バス、自動車の競合が生じていた代表的な5ODを対象とし、開発した分担率推定手法により新幹線開業後の現況分担率の推定を行ない、これらと実績分担率とを対比することでモデルの妥当性を検証する。ここでモデルによる現況分担率の推定にあたっては、対象のOD毎に新幹線開業前の実績分担率とモデルによる推定分担率の乖離を最小にする補正定数項を算出し、これをモデルに組み込んだ上で、新幹線開業後のLOSデータ等により現況の分担率を推定する。なお、新幹線開業前後の実績分担率は、それぞれ直近の幹線純流動調査¹³⁾の個票データから当該ODのトリップを抽出し、拡大係数を集計して算出している。それぞれの分析対象線区におけるデータ等の年次を表一10に示す。例えば2004年に開業した新八代・鹿児島中央に関するODにおける検証では、補正定数項の算定には開業前直近の第3回調査データ(2000年)を適用する。また分担率の推定対象は開業後直近の第4回調査(2005年)と同時期とし、推定値と対比する実績値は第4回調査から集計している。

分析対象ODにおける新幹線分担率の実績値、開発手法による推定値、非集計ロジットモデル(表一3)による推定値を図一14に示す。一般に幹線鉄道、自動車、高速バスの競合が観測されやすい片道100~300km程度の距離帯においては、開発した手法により新幹線の開業後の比較的短い期間に発生した交通機関分担率の全体的な変化を、これまでに十分な適用実績があるロジットモデルに遜色のない程度の精度もしくは上回る精度で推定できることが示されている。4.3節において示したとおりPLCSモデルは、キャプティブとセレクトティブを判別した上で、LOSの変化に比較的に敏感に反応するセレクトティブに対する感度分析を実施することができる。以上より本研究で開発した手法は、全般的な分担率の推定精度を確保した上で、より適切な感度分析を実施可能であり、例えば、新幹線開業後の数年間における運賃・料金施策の検討等を支援するツールとなり得ると考える。

一方で、片道100km未満のODにおいては、推定精度が良好であるとは言い難い。このような短距離ODにおいては、本研究のモデルにおいて想定した3交通機関の競合関係とは異なる状況になっている可能性があり、むしろ、

■表一10 分析対象線区における使用データ等の年次

分析対象線区	開業年	定数項補正に適用する幹線純流動データ	実績値の算出に適用する幹線純流動データ	分担率の推定年次
高崎・長野	1997年	第2回調査(1995年)	第3回調査(2000年)	2000年
新八代・鹿児島中央	2004年	第3回調査(2000年)	第4回調査(2005年)	2005年
盛岡・八戸	2002年	第3回調査(2000年)	第4回調査(2005年)	2005年



■図一14 新幹線分担率の推定精度の検証結果

筆者らが開発した日常生活圏内における新幹線需要予測モデル^{14), 15)}が適しているものと考えられる。

6 結論

本研究では、所要時間や運賃・料金等に対する幹線鉄道事業者の施策検討を支援するツールの実現を目指し、幹線鉄道、自動車、高速バスの3交通機関における交通機関選択問題を対象として、新たな交通機関分担率推定手法を開発した。具体的には、まず、幹線交通機関の利用実態調査を行ない、①交通機関の選択行動は「選択肢の選別(絞込み)」プロセスを経て、複数の交通機関が選択肢となった場合に「交通機関の選択」が行なわれているという、二段階の意思決定プロセスと見做す必要があること、②旅客の「選択肢の選別(絞込み)」に対しては、機関選択意識因子とLOSの相違が有意な影響を与えていること等の選択行動特性を示した。次いで、旅客の潜在的な意識等により予め選択肢が絞り込まれる選択肢の選別プロセスを考慮した交通機関選択モデル(PLCSモデル)とこのモデルによる交通機関分担率推定手法を開発した。開発した手法は、片道100~300km程度のODにおいて、これまでに十分な適用実績があるロジットモデルに遜色のない分担率の推定精度を持ちつつ、セレクトティブに対する運賃・料金等に対する感度分析を適切に実施することができる。現時点では、例えば新幹線開業後の数年間を対象とした運賃・料金施策の検討を支援するツールとして有用な手法を開発したと結論付けられる。

今後の課題としては、2010年に実施された最新の第5回全国幹線旅客純流動調査データ等も活用し、例えば新幹線開業後の中・長期にわたる分担率の推定精度の検証を進める必要がある。また、新幹線開業前後において意思決定プロセスの変化が生じているか否かをパネル調査などで観測すること等により、本研究で開発したPLCSモデルの妥当性の検証を積み重ねることが重要であると考えられる。更には、幹線鉄道へのモーダルシフトを推進するためには、交通機関選択行動に多大な影響を与えている実態が判明した旅客の嗜好性の形成過程に関する研究や、数多く存在するモードキャプティブの解凍方策に関する研究等の旅客の意思決定プロセスをミクロに分析する研究の推進が必要であろう。

一方、マクロな視点からは、幹線交通ネットワークの評価や最適化等に関する研究^{16)–18)}も精力的に進められている。遂に世界でも例を見ない人口減少時代に突入した我が国における幹線交通ネットワークのあり方を探るという文脈において、今後、ますます研究の重要性が高まると考える。現在のところ、分析の前提となる需要モデルについては、従来型の非集計モデルが適用されているが、非集計モデルでは十分に表現することができない特性を持つ非業務目的の需要に対してはPLCSモデルの適用も十分に考えられる。今後、幹線交通ネットワーク評価等を念頭においた適用可能性に関する検討も重要な課題である。

謝辞：Z地方調査の実施にあたっては、九州大学交通システム工学研究室の角知憲教授（当時）、大枝良直准教授、松永千晶助教のご協力を賜った。また匿名の査読者には、投稿時に本論文が抱えていた問題点を的確に御指摘いただいた。ここに記して深謝したい。

参考文献

- 1) 例えば 下原祥平・金子雄一郎・島崎敏一 [2011] “全国幹線旅客純流動データを用いた近距離高速バスの需要特性分析”, 「第31回交通工学研究発表会論文集」, pp. 481-486.
- 2) 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.
- 3) 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 for Transportation Studies*, Vol. 4, No. 3, pp. 301-313.
- 4) 武藤雅威・柴田宗典・日比野直彦・内山久雄 [2004], “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”, 「運輸政策研究」, Vol. 6, No. 4, pp. 2-11.
- 5) 柴田宗典・内山久雄 [2009], “幹線旅客の交通機関選択行動における意思決定プロセスのモデル化に関する研究”, 「土木計画学研究・論文集」, Vol. 26, No. 3, pp. 457-468.
- 6) 奥村誠・中川大・山口勝弘・土谷和之・奥村泰宏・日野智・塚井誠人 [2002], “都市間交通の分析と評価の課題”, 「土木計画学研究・講演集」, Vol. 25, pp. 849-852.
- 7) 東京大学空間情報科学研究センター, “CSVアドレスマッチングサービス”, (オンライン), <http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode/>, 2013/10/17.
- 8) 国土交通省政策統括官室, “総合交通分析システム (NITAS)”, (オンライン), <http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/soukou/nitas/110701NITAS.pdf>, 2013/10/17.
- 9) 池田裕 [1986], “継次範疇法とその応用”, 「人間工学」, Vol. 22, No. 4, pp. 185-190.
- 10) Manski, C. [1977], “The Structure of Random Utility Models”, *Theory and Decision*, Vol. 8, pp. 229-257.
- 11) Swait, J., Bev-Akiva, M. [1987], “Incorporating Random Constraints in Discrete Models of Choice Set Generation”, *Transportation Research-B*, Vol. 21 B, No. 2, pp. 91-102.
- 12) Swait, J., Bev-Akiva, M. [1987], “Empirical Test of a Constrained Choice Discrete Model: Mode choice in SÃO PAULO, BRAZIL”, *Transportation Research-B*, Vol. 21 B, No. 2, pp. 103-115.
- 13) 国土交通省, “全国幹線旅客純流動調査”, (オンライン), http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_fr_000016.html, 2013/10/17.
- 14) 柴田宗典・武藤雅威 [2007], “日常生活の足としての新幹線の利用実態と需要特性”, 「鉄道力学論文集」, 第11号, pp. 81-86.
- 15) 柴田宗典・武藤雅威 [2008], “日常生活圏における新幹線の旅客需要予測モデルの開発”, 「鉄道力学論文集」, 第12号, pp. 1-6.
- 16) 村上直樹・竹内太郎・奥村誠・塚井誠人 [2006], “航空との補完的サービスを考慮した最適鉄道運行計画”, 「土木計画学研究・論文集」, Vol. 23, No. 3, pp. 629-634.
- 17) 下原祥平・長谷部知行・金子雄一郎・島崎敏一 [2010], “高速バスを考慮した都市間交通ネットワークの利用者便益の推計”, 「土木計画学研究・論文集」, Vol. 27, pp. 409-416.
- 18) Okunobo, N., Shibata, M., Uchiyama, H. and Terabe, S. [2010], “A Study on Service Supply Planning of Inter-Regional Transportation Network with the Help of Multi-Objective Optimization Method”, *Proceedings Media of the 12th World Conference on Transport Research*, 2517.

(原稿受付 2013年11月5日)

An Estimation Method of Modal Share of Inter-city Express Train with Consideration of Latent Preference for Transportation Modes and Screening Process for Choice Alternatives

By Munenori SHIBATA, Daiki OKUDA, Masai MUTO and Takamasa SUZUKI

This study tries to develop an estimation method of modal share of inter-city express trains focusing on mode choice behavior on inter-regional trips. Firstly, the paper indicates that most of travelers are mode captive, recognizing only one transportation mode as an alternative on their mode choice behavior, and latent preference factors have impact on the generation of mode captive. Then, this study tries to develop PLCS (Parameterized Logit Captivity and Selectivity) model to describe mode choice behavior more appropriately and this study also shows that the developed simulation method with PLCS model estimates the modal share with sufficient accuracy.

Key Words : *inter-city express train, estimation method of modal share, alternative screening process, latent preference for transportation modes*