

交通事業者の会員施策が都市間交通旅客の交通機関選択に与える影響*

～都市間幹線交通エコポイント制度の検討に向けて～

An Impact of Transportation Companies' Membership System on Mode Choice Behavior of Inter-City Traveler*

～ Towards Eco-Point System of the Inter-City Transportation ~

柴田宗典**・寺部慎太郎***・内山久雄****・新槇広樹*****

By Munenori SHIBATA**・Shintaro TERABE***・Hisao UCHIYAMA****・Hiroki ARAMAKI*****

1. はじめに

近年の都市間幹線交通事業においては、エアラインのマイレージ会員や新幹線の予約会員、高速道路のETC会員等の交通会員制度が数多く設けられ、会員向けサービスの充実が図られている。筆者ら¹⁾は、都市間幹線鉄道と自動車との交通機関選択行動を対象として、選択肢の選別プロセスと選択プロセスを同時に記述できるM-PLCモデルを提案し、このモデルによるシミュレーション分析の結果、新幹線の予約会員制度やETC制度への加入の有無が、交通機関の選別や選択行動に有意な影響を及ぼすことを確認している。交通事業者の会員施策は、既に、都市間旅客の交通行動における意思決定に一定のインパクトを与えていると考えられる。

中でも、エアラインのマイレージ会員施策については、本邦の主要エアラインで1社あたり約2,000万人の会員規模となっている(2009年1月²⁾、2009年3月³⁾)。一方、都市間幹線鉄道では、例えば、東海道・山陽新幹線の会員制予約サービスである「エクスプレス予約」は142万人の会員を擁し、1日平均8万6千件の利用がある(2009年3月)⁴⁾。モードによって事業範囲の地理的規模が異なるため会員数の規模は異なっているものの、モード間の競合が激しい区間等で会員向け割引運賃の設定等のサービス競争が行なわれており、今や、都市間幹線交通事業者にとって、旅客行動へ影響を与え得る重要なマーケティングツールに成長しているものと考えられる。

さて、近年では都市内交通を対象として、例えば都市中心部の道路混雑緩和等を目指すモーダルシフト施策の一

*キーワード：公共交通計画，都市間幹線交通，交通会員制度

**正員，修(工)，(財)鉄道総合技術研究所

(東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻)

〔 東京都国分寺市光町2-8-38, TEL 042-573-7309
FAX 042-573-7305, E-mail mshibata@rti.or.jp 〕

***正員，博(工)，東京理科大学理工学部土木工学科准教授

****フェロー員，工博，東京理科大学理工学部土木工学科教授

***** 西日本旅客鉄道株式会社

環として「交通エコポイントシステム」が提唱されている。このシステムは、募集された会員に対してICカード等が配布され、都心部へ公共交通を利用して来訪するたびにポイントが付与されるという公共交通利用促進のためのソフト施策であり、既に、名古屋市⁵⁾、松山市⁶⁾における社会実験等を通して、導入可能性や制度設計に関する研究が行なわれている。しかしながら、都市間幹線交通においては、このような交通エコポイントシステムの導入が検討された事例は筆者らの知る限り見当たらない。将来的には、都市間幹線交通におけるモーダルシフトを目指したソフト施策の有効な候補になり得るものと考えられるが、その制度設計等の事前検討において、既に交通事業者が展開している会員施策が参考になると考える。

そこで本研究では、将来的な都市間幹線交通エコポイントシステムの制度設計に対する試金石となるべく、幹線交通事業者の会員施策が都市間旅客の交通機関選択行動に与える影響とその特性を考察することを目的とする。

2. 都市間交通利用実態調査の概要と分析対象

本研究では、基本的に交通費用等を自己負担しなくてはならない非業務目的のトリップにおいては、業務目的のトリップに比べ、旅行者自身が交通機関選択の意思決定に関与している可能性が高いと想定し、非業務目的の都市間幹線交通利用に関する実態調査(トリップ調査)を行なう。調査は北海道、沖縄県を除く日本国内に居住している運転免許保有者を対象として、webアンケート方式により平成20年11月に実施している。調査では、まず、我が国の都市間幹線交通の主要なモードである航空機、幹線鉄道(新幹線・特急列車)、高速バス、自動車に対する嗜好性(好き⇔嫌い)について、5段階評価値(+1～+5)で回答を得ている(図-1)。本研究ではこの段階評価値を、各交通機関に対する「嗜好性」と呼ぶこととする。次に、直近の2ヶ月以内に実施した居住県以遠(3大都市圏の場合は当該都市圏以遠)を目的地とした旅行

の往路に関するトリップデータを取得する(表-1)。本調査では、意思決定プロセスのより詳細な捕捉を目指し、利用交通機関や経路等のトリップに関する基本的な項目に加えて、代替選択肢に関する情報を捕捉する設問や交通事業者の会員施策への加入状況等に関する設問を設けている。なお、嗜好性データとトリップデータとは同一の調査票内において独立的に観測しており、両データ間の独立性は一定程度保たれていると考えられる。

本研究では、エアラインのマイレージ施策が広く普及している現状を踏まえ、旅行者の幹線鉄道と航空機との幹線交通機関の選択行動に焦点をあてる。航空機利用者および幹線鉄道利用者のトリップデータをもとに、所要時間や費用等のサービスレベル(LOS)データを作成するが、その段階で、離島が目的地である等の理由により対抗交通機関としての「幹線鉄道」の利用が不可能であるサンプル等を分析対象から除いている。その結果、抽出された分析対象サンプルは1,431サンプルである。図-2に分析対象サンプルのデータプロフィールを示すが、

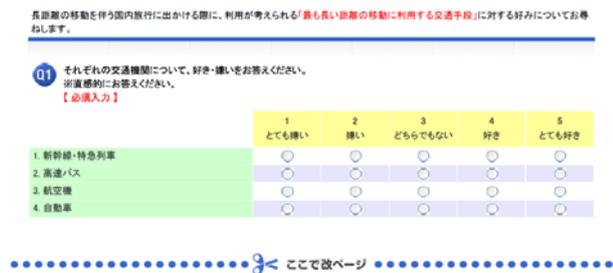


図-1 交通機関に対する嗜好性に関する設問 (Q1)

表-1 トリップ調査の概要

調査時期	2008年11月
調査対象	直近の2ヶ月以内に、日本国内において長距離の移動を伴う非業務目的(観光、私用目的等)の旅行を実施した運転免許証所持者 ※北海道、沖縄県居住者を除く
調査方式	web アンケート調査方式
主な調査項目	・旅行目的、出発地、到着地、同行者種別と人数 ・利用を検討した交通機関 ・利用した交通機関、アクセス/イグレス交通機関 ・交通機関に対する好き⇔嫌い(嗜好性: 図-1)
回収数	6,097票

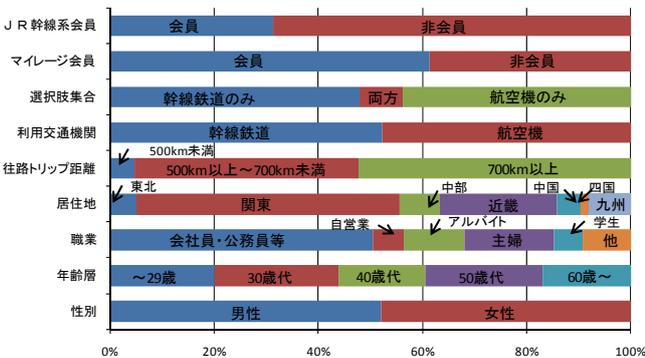


図-2 分析対象データプロフィール (N=1,431)

性別、年齢層、居住地、利用交通機関等に著しい偏りは見られないことが確認できる。ここで、旅行者が認識している幹線交通機関の選択肢集合をみると、全体の約90%が利用した交通機関のみを選択肢として認識しているキャプティブであり、両モードを選択肢として認識しているセレクトティブは極めて少ないという幹線鉄道と自動車との選択行動の場合と同様の特性を持つことが分かる。また、本研究で着目する会員施策については、エアラインのマイレージ会員である割合はJR幹線系会員(幹線鉄道の予約等に関わる会員)に比べて高い。

3. 会員施策・嗜好性が交通機関選択に与える影響

(1) 系列間隔法による嗜好性データの変換

幹線鉄道と自動車との選択行動に関する先行研究¹⁾において得られた「鉄道に乗ることが好きであること」や「自動車の運転が好きであること」といった交通機関に対する「好き⇔嫌い」が交通機関選択行動に一定の影響を及ぼしているという知見を踏まえ、本研究では、交通事業者の会員施策とともに旅客が交通機関に対して抱いている嗜好性が選択行動に与える影響も考慮する。

ここで、5段階のカテゴリ指標として得られている嗜好性データについては、ある評価対象に対する人間の主観的印象に基づいているため、個人間のばらつきが大きく、例えば+1~+2と+4~+5は同一の間隔(=1)であると見做し得ない可能性がある。そこで本研究では、心理学等の分野において評価対象物に対する主観的な評価値の尺度を求める方法として一般的に適用される系列間隔法(継次範疇法等とも称される)^{7),8)}を適用する。この系列間隔法は、各カテゴリへの被験者の反応が心理的連続体上で正規分布に従って発生していると仮定し、カテゴリへの累積反応数に基づいて表面尺度(観測データ)を変換する方法(図-3)で、推定された変換尺度は正規分布に従う連続変数と見做することができる。以降では、嗜好性データは変換尺度データを適用する。

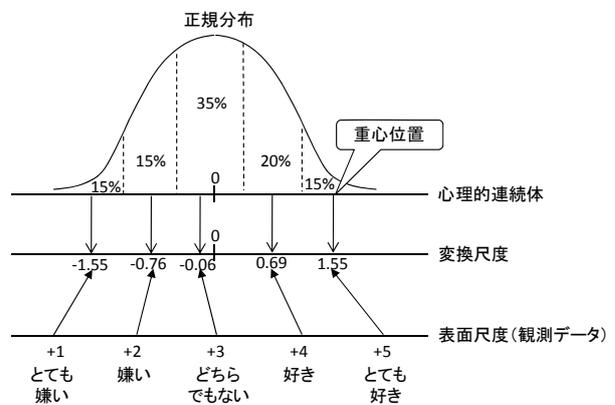


図-3 系列間隔法のイメージ

(2) 集計分析

利用交通機関別に交通事業者の会員制度への入会シェアを集計した結果を図-4に示す。JR幹線系会員については、利用交通機関による相違が7%程度であるが、マイレージ会員については、利用交通機関による相違が26%にも達している。特にマイレージ会員であるか否かが交通機関選択行動に大きな影響を及ぼしている可能性があることを示唆していると言えよう。一方の嗜好性について、各サンプルについて相対的嗜好性(4交通機関に対する嗜好性データのサンプル毎の平均値と嗜好性データとの差)を求め、利用交通機関別に相対的嗜好性の平均値を算出した結果を図-5に示す。自身が実際に利用した交通機関に対する嗜好性は高く、逆に対抗交通機関への嗜好性は低い。会員制度への入会の有無と共に、嗜好性についても交通機関選択行動へ影響を与えている可能性が高いと考えられる。

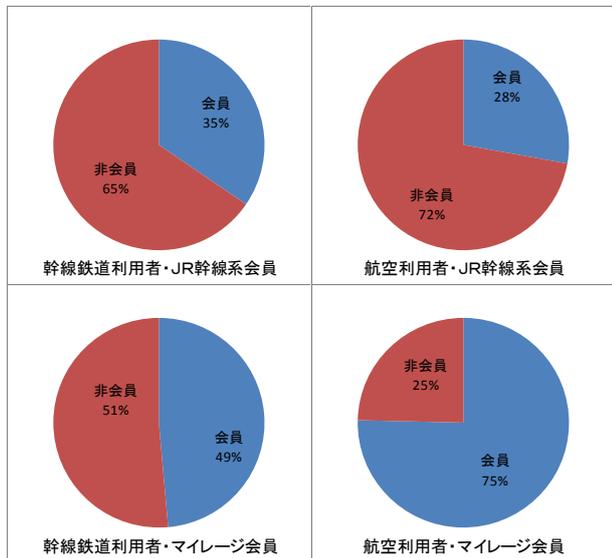


図-4 利用交通機関別の会員シェア

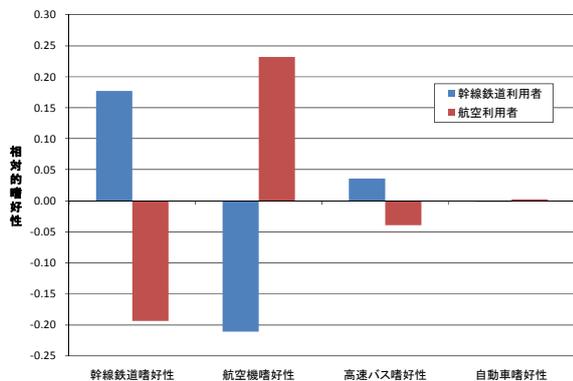


図-5 利用交通機関別の相対的嗜好性

(3) 非集計ロジットモデルによる影響分析

2. で作成したLOSデータや3. (1) で系列間隔法により変換した嗜好性データ等を用いて、2肢選択ロジッ

ト型の非集計交通機関選択モデルを構築する。モデルの適合度、パラメータの有意性、意味解釈等による試行錯誤の結果、最終的に確定したパラメータ推定結果を表-2に示す。モデル1は代表的なLOSである所要時間、(正規)運賃・料金、乗換回数のみで構築した基本的なモデルであるが、尤度比からモデル全体の適合度は十分なレベルであり、各パラメータも統計的有意性を有している。モデル2では、これらのLOSに加えて、新幹線会員ダミーとマイレージ会員ダミーをそれぞれの選択肢固有変数として採用している。ここで、新幹線会員ダミーは、幹線鉄道を利用する場合に乗車する新幹線路線に対応する鉄道事業者の優等列車に関する予約会員制度に加入しているか否かを表現するダミー変数と定義している。さらにモデル3では、各交通機関に対する嗜好性をそれぞれの選択肢固有変数に加えている。会員ダミーや嗜好性を追加するに従って、モデル全体の適合度が向上していることや、会員ダミーと嗜好性のパラメータが統計的に有意であることから、会員施策への入会の有無や交通機関に対する嗜好性が交通機関選択行動に影響を与えていることが分かる。モデル3において貨幣/時間換算された会員施策加入の有無の影響度(表-3)は幹線鉄道の場合、貨幣換算で¥5,101、時間換算で45.7分であり大きな影響力を有すると考えられるが、エアラインのマイレージ会員の場合は更に幹線鉄道の約1.7倍(¥8,490、76.1分)の影響力がある。

ここで、両会員施策の相互関係を考察するために、新幹線会員ダミーとマイレージ会員ダミーに関する感度分析を行なう。図-6に幹線鉄道の会員制度への加入の有無・マイレージ会員制度への加入の有無が交通機関選択確率に与える影響を推定した結果を示す。具体的には、モデル3において新幹線会員ダミー、マイレージ会員ダミー以外の変数には、分析対象サンプルの標本平均値を設定した上で、該当する会員ダミー変数に1を代入し、交通機関選択確率を推定している。各パターンを比較すると、一方の交通機関の会員制度のみに加入している場

表-2 非集計ロジットモデルのパラメータ推定結果

説明変数	モデル1	モデル2	モデル3
所要時間(時間)	C -0.6157 (-14.20)	-0.5308 (-12.00)	-0.5720 (-12.27)
運賃・料金(万円)	C -0.6233 (-5.814)	-0.8579 (-7.196)	-0.8547 (-6.756)
乗換回数(回)	C -0.2875 (-6.151)	-0.3961 (-7.751)	-0.3604 (-6.777)
新幹線会員ダミー	R ***	0.5898 (3.297)	0.4360 (2.301)
マイレージ会員ダミー	A ***	1.0980 (7.591)	0.7256 (4.668)
幹線鉄道嗜好性	R ***	***	0.6483 (7.103)
航空機嗜好性	A ***	***	0.7807 (7.971)
自由度調整済尤度比	0.3648	0.3968	0.4483
AIC	1264.65	1203.92	1104.06
的中率(%)	80.92	82.88	84.56
サンプル数	1,431	1,431	1,431

C: 共通 R: 幹線鉄道 A: 航空 (): t値

表-3 貨幣・時間換算値

貨幣・時間換算値	モデル1	モデル2	モデル3
時間評価値(/hour)	¥9,878	¥6,187	¥6,693
乗換回数(/回)	¥4,584(28.0min)	¥4,617(44.7min)	¥4,216(37.9min)
新幹線会員ダミー	***	¥6,874(66.7min)	¥5,101(45.7min)
マイレージ会員ダミー	***	¥12,799(124.1min)	¥8,490(76.1min)

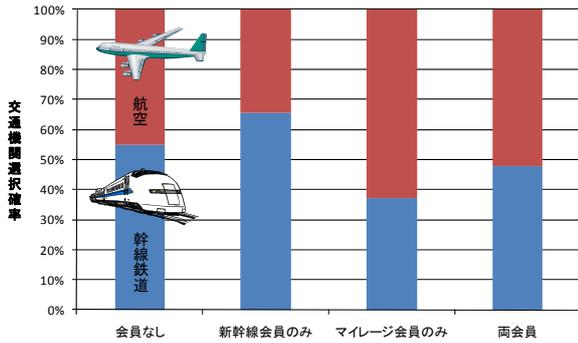


図-6 会員制度への加入状況の影響 (モデル3)

合には当該交通機関の選択確率が上昇するが、その上昇幅は新幹線会員で10%程度である一方でマイレージ会員の場合は約17%とマイレージ会員の影響力の方が大きい。また、マイレージ会員と新幹線会員の両者に加わっている場合でも、幹線鉄道は選択確率を取り戻すには至らない。さらに、各会員制度への加入率の変化が交通機関の選択確率へ与える影響を図-7に示す。ここでは、0-1の離散値として取り扱われている会員ダミー変数を0~1の実数値と見做すことができることから、**モデル3**において分析する会員施策のダミー変数以外の変数には、分析対象サンプルの標本平均値を設定した上で、会員ダミー変数を0~1の間で変動させている。分析対象母集団における平均的な航空選択確率と同等の幹線鉄道選択確率を、新幹線会員施策の普及のみによって実現させようとするならば、新幹線会員の普及率を90%近くまで高めなければならないことが示唆されている。

以上の分析により、機関選択行動に対して交通事業者の会員施策は無視しえない程に影響を与えているが、現状ではエアラインのマイレージ会員施策の影響力が相対的に大きい。このような影響力の相違を生じさせている要因を探ることで、エコポイント制度の設計に資する知見が得られる可能性があると考えられる。

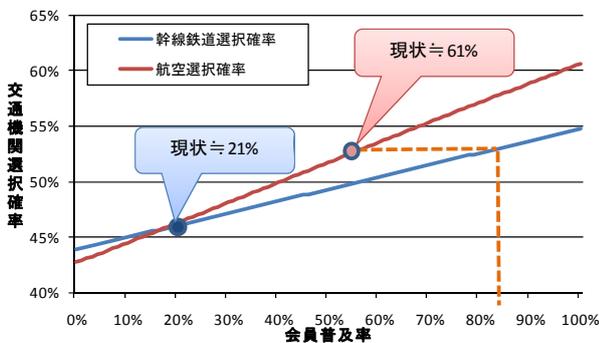


図-7 会員制度への加入率の影響 (モデル3)

4. 選択肢の選別・選択プロセスに与える影響分析

2. で示した通り、分析対象データにおける幹線交通機関の選択肢集合の状況をみると、全体の約90%が利用した交通機関のみを選択肢として認識しているキャプティブであり、両モードを選択肢として認識しているセレクトティブは極めて少ない。そこで、幹線交通機関の選択行動を選択肢の選別プロセスと選択プロセスの2段階の意思決定プロセスとして捉え、交通事業者の会員施策が意思決定プロセスに与える影響を考察する。本研究では、選択肢集合に関する回答データをパラメータ推定には用いずに、選択肢集合の形成過程を潜在クラスとして確率的に表現できる Swait and Ben-Akivaが提唱したPLCモデル(Parameterized Logit Captivityモデル)⁹⁾により選別・選択プロセスのモデル化を試みる。

PLCモデルは式(1)~式(3)で表わされる。式(1)の右辺第1項は選択肢*i*のキャプティブに帰属する確率を表現しており選択肢の選別プロセスに相当する。右辺第2項はセレクトティブに帰属する確率に通常非集計ロジットモデルで表現される選択確率(式(2))を乗じた同時確率であり、セレクトティブに属する旅客による選択プロセスを表現している。式(3)は各モードのキャプティブへの帰属確率を決定する関数である。

$$P(i) = \frac{u(X_i)}{1 + \sum_{i \in C} u(X_i)} + \frac{p(i|C)}{1 + \sum_{i \in C} u(X_i)} \quad (1)$$

$$p(i|C) = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in C} \exp(V_j)} \quad (2)$$

$$u(X_i) = \exp\left(\sum_k \alpha_{ik} X_{ik}\right) \quad (3)$$

where

C : 選択肢集合 ($i, j \in C$)

$P(i|C)$: 選択肢集合 C から選択肢 i が選択される確率

$P(i)$: 最終的に選択肢 i が選択される確率

V_i : 選択肢 i に関する効用関数

X_{ik} : 選択肢 i のキャプティブへの帰属を説明する k 番目の属性値

α_{ik} : X_{ik} に関する未知パラメータ

様々なパターンについて、PLCモデルのキャリブレーションを行ない、最終的に特定したPLCモデルのパラメータを表-4に示す。**モデル1**は全体の適合度は高いものの、選別プロセスにおける新幹線会員ダミーのパラメータのみが統計的に有意でない結果となった。そこで、新幹線会員ダミーを選択プロセスにおける幹線鉄道固有変数として推定した結果が**モデル2**である。全てのパラ

表-4 PLCモデルのパラメータ推定結果

step	説明変数		モデル1	モデル2
選別 プロセス	新幹線会員ダミー	R	0.2157 (0.455)	***
	幹線鉄道嗜好性	R	1.1435 (3.727)	1.2031 (3.930)
	定数項	R	-2.6797 (-7.543)	-2.7489 (-7.401)
	マイルージ会員ダミー	A	1.2749 (3.125)	1.3636 (3.249)
	航空機嗜好性	A	1.1641 (5.314)	1.1551 (5.347)
	定数項	A	-3.0291 (-7.192)	-3.0838 (-7.086)
選択 プロセス	所要時間(時間)	C	-1.3190 (-7.197)	-1.2979 (-7.456)
	運賃・料金(万円)	C	-1.3693 (-5.540)	-1.2302 (-4.980)
	乗換回数(回)	C	-0.5672 (-5.191)	-0.5455 (-5.157)
	新幹線会員ダミー	R	***	1.1246 (2.832)
自由度調整尤度比			0.4297	0.4320
AIC			1149.38	1139.38
的中率(%)			82.46	83.02
サンプル数			1,431	1,431

C: 共通 R: 幹線鉄道 A: 航空 (): t値

メータは統計的に有意に推定されており、さらには、尤度比が向上して、AICが減少していることから、**モデル1**よりも**モデル2**の方が2段階の意思決定プロセスを精度良く表現していると言える。また、新幹線会員ダミー以外のパラメータとt値は、**モデル1**と**モデル2**の両者でほぼ同一の値をとっており、これらのパラメータが安定的であることが見て取れる。ここで、**モデル2**において新幹線会員ダミーのパラメータを貨幣換算すると¥9,141となり、時間換算では51.9分であることから、新幹線の会員制度は交通機関の選択プロセスにおいては大きな影響力を持っていると言える。以上の分析より、現状では、エアラインのマイルージ会員施策は航空キャプティブの増加をもたらしているが、新幹線の会員施策は必ずしも幹線鉄道キャプティブの創出にはつながっていない。しかしながら、新幹線の会員施策は、旅客がセレクトティブとなった場合には選択行動に影響を及ぼしていると考えられる。

5. まとめ

本研究は、将来的な都市間幹線交通エコポイントシステム等のソフト施策の制度設計に対する試金石となるべく、それに類似する既存の交通サービス施策として運輸分野の規制緩和やモード間の競争の激化等により充実が進んでいる都市間幹線交通事業者の会員施策に着目し、都市間旅客の幹線鉄道と航空機との選択行動に会員施策が与える影響とその特性を考察したものである。

独自に取得したトリップデータを用いた分析の結果、以下に示す需要特性の存在が示唆された。①交通事業者の会員施策は交通機関選択行動に大きな影響を及ぼしている。②幹線鉄道の会員施策とエアラインのマイルージ会員施策を比較すると、現状では、その影響力はマイルージ会員施策の方が大きく、影響力の差異は1.7倍程度と推定される。③現状の会員施策の下で会員数の拡大により幹線鉄道が航空と同程度の選択確率を得るためには、会員の普及率を90%程度にまで高める必要がある。④PLCモデルにより選択肢の選別プロセスと選択プロセス

をモデル化した結果、現状では、エアラインのマイルージ会員施策は航空キャプティブの増加をもたらしているが、幹線鉄道の会員施策は必ずしも幹線鉄道キャプティブの創出にはつながっていない。しかしながら旅客がセレクトティブとなった場合には、幹線鉄道の会員施策は選択行動に影響を与えている可能性が高いことが示唆された。

今後、本研究で得られた基礎的な知見を礎として、モード間で会員施策の影響力の相違が生じている要因を検討するとともに、都市間幹線交通エコポイント制度の導入可能性、国民的な受容可能性に関する調査を進めることで、都市間幹線交通エコポイント制度の設計に資することができると思われる。

参考文献

- 1) 柴田宗典, 内山久雄: 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, 2009
- 2) 全日本空輸株式会社: 2009/4/17 プレスリリース, 2009
- 3) 株式会社日本航空: 2009/4/14 プレスリリース, 2009
- 4) 東海旅客鉄道株式会社: アニュアルレポート 2009, 2009
- 5) 倉内慎也, 永瀬貴俊, 森川高行, 山本俊行, 佐藤仁美: 公共交通利用に対するポイント制度「交通エコポイント」への参加意向および交通手段選択に影響を及ぼす意識要因の分析, 土木計画学研究・論文集, vol.23, No.2, pp.575-583, 2006
- 6) 河野友彦, 石飛直彦, 松田 敏, 羽藤英二: マルチモーダル型交通環境ポイントシステムを用いた交通行動特性分析, 土木計画学研究・講演集, vol.35, CD-ROM, 2007
- 7) 池田 裕: 継次範疇法とその応用, 人間工学, Vol.22, No.4, pp.185-190, 1986
- 8) 中村英樹, 加藤博和, 鈴木弘司, 劉 俊晟: ドライバー主観の計量による高速道路単路部のサービスの質の定量化とその要因分析, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.941-946, 2000
- 9) Swait J. and Bev-Akiva M.: Empirical Test of a Constrained Choice Discrete Model "Mode choice in SAO PAULO, BRAZIL", Transportation Research Board, Vol.21 B, No.2, pp.103-115, 1987