

21世紀の社会経済環境の構造変化に対応した機関選択モデル*
Modal-split Model Considering Structural Changes
in Socioeconomic Environment in the 21st Century *

土井利明** 柴田洋三***

by Toshiaki DOI** and Yôzô SHIBATA***

1. はじめに

国土軸に該当し得る新幹線（例えば、中央新幹線）の建設は、特徴として計画、建設期間が長く、長期的展望のもとに計画の推進をすることが必要となる。

その一方で、需要予測のベースとなる社会経済環境は、21世紀を目前にして、国内外で、社会システムが大きく変わろうとしている。このような変化にいかに対応していくかが、今後の新幹線計画を進めていく上で、重要な要素となる。

上記のような問題意識のもと、筆者らは、今後の社会経済環境の構造変化に対応した需要予測手法の提案¹⁾²⁾を行っており、そのような需要予測手法の機関選択モデルにAHP (Analytic Hierarchy Process) 手法を適用している。

本研究では、上記の新たな需要予測手法、及びその中で機関選択モデルにAHP手法を適用するにあたっての考え方、さらに、その際の課題とその対応について述べる。

2. 新しく提案する需要予測手法の考え方

今後の社会経済環境の構造変化に対応しうる新しい需要予測手法として、定かでない21世紀の社会経済環境を一つに特定した中で、唯一の予測結果を得ることよりも、むしろ想定しうる様々な社会経済環境の中で、どういう需要が生じ、またその中でどういう要素が需要を左右し、かつそれぞれの要素の

需要に与える影響がどうであるのかを見極めることが重要と考える。そして、その過程の中で需要の全体像が見えてくると考える。

3. AHP手法の適用とその考え方

(1)AHP手法の適用

AHP手法は、ピッツバーグ大学Thomas L. Saaty教授が提唱した手法で、複雑な状況下において、その判断要素を階層構造に整理し、各要素の重要性を一对比較によって評価することにより、代替案の選択を決定する、意思決定手法である。

AHP手法を機関選択に用いた例としては、佐佐木ら³⁾の神戸～大阪間における国鉄、阪急、阪神の3経路の選択問題を扱ったものがある。一方、今回のようにAHP手法を全国規模の幹線旅客流動の需要予測に適用した例はなく、その適用性の確認も本研究の1つである。

なお、AHP手法の数学的背景や他の適用事例などの詳細については、参考文献4)などを参照されたい。

(2)機関選択モデルへの適用のメリット

2. の考えのもと、機関選択モデルとして今後の社会経済環境の様々なシナリオに対応でき、かつ各要因ごとの感度分析が行える手法として、以下に述べるメリットからAHP手法を適用した。

(a)構造変化への対応

図1のような階層図の、各要因の重み付けを変えることで、構造変化に対応することが可能である。

また、重み付けのバリエーションで様々なシナリオに対応できる。

(b)感度分析

個々の要因の重み付けを変化させることで、その

* キーワード: 計画手法論、交通手段選択、鉄道計画

** 正員、工修、東海旅客鉄道(株)新幹線鉄道事業本部 施設部長

(東京都千代田区丸の内1-6-5、TEL03-3240-5532、FAX03-3213-2357)

*** 正員、工修、東海旅客鉄道(株)総合企画本部 中央新幹線計画部

(東京都中央区八重洲1-6-6 TEL03-3274-9757、FAX03-5255-6774)

要因による機関選択率への感度が把握できる。

(c) 定性要因の考慮

AHP手法の特徴として、図1のように、乗り心地、定時性、安全性などの定性要因を考慮することが可能である。

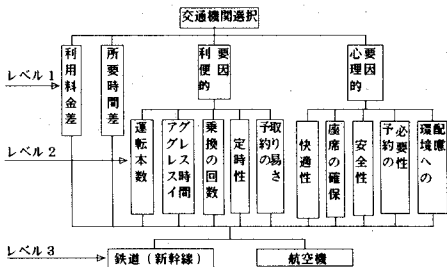


図1 機関選択モデルの階層図

4. AHP手法によるモデル化と現状再現性

(1)モデル化の前提

新幹線の需要を扱うにあたり、精度を高め、かつ21世紀初頭の構造変化をより細かく反映できるようにトリップを図2のように分割した。

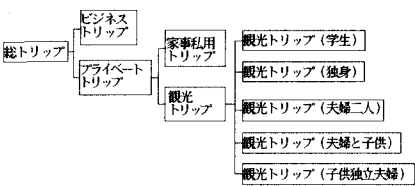


図2 トリップの分割

また、このモデルで対象とするモードは、新幹線の競合機関として航空機だけとした。

なお、検証のための機関選択率の現況データは、幹線旅客流動の総合的把握に関する調査⁴⁾による幹線旅客純流動表から求めた値を使用した。したがって、現状再現の時の輸送特性は、上記データに合わせるため、1990年の時刻表をもとに設定した。

(2)モデル化にあたっての課題

幹線旅客流動が対象となる新幹線の計画に適用す

るにあたり、モデルを全国の発地と着地の各ペア（ゾーンペアと呼ぶ）に対応させることが必要となる。その際に、AHP手法によるモデル化には、次の課題がある。

- ①図1のレベル1、2における選択時の要因間の重み付けを、すべてのゾーンペアに適用することは合理的でなく、パターン分けが必要となる。
- ②図1のレベル3においては、ゾーンペアに固有の、例えば料金や所要時間、本数、アグレス・イグレス時間、乗り換え回数などはゾーンペアごとに重み付けをすることとなり、膨大な作業が生じ、何らかのシステム化が必要となる。

(3)課題①への対応

そもそも、料金差、所要時間差は、その相対的な大きさによって、その機関選択への影響度は変わってくるものと考えられる。この考え方のもとに表1に示した9つのパターンに各ゾーンペアを分け、同表の方針のもとに重み付けを変化させることとした。

この考えを基本とし、各トリップ別の性質を考慮して、各パターンの重み付けを行った。

表1 所要時間差、料金差による分割の考え方

	0分～60分	60分～120分	120分～	記 事
0円	パターン1	パターン2	パターン3	+ : 基準セグメントに比べてカットを増加傾向とする
～	基準	料金差	料金差	
1000円	セグメント	時間差	時間差	
1000円	パターン4	パターン5	パターン6	++ : 上記に比べてさらにカットを増加傾向とする
～	料金差	料金差	料金差	
～	時間差	時間差	時間差	
3000円	パターン7	パターン8	パターン9	… : 基準セグメントに比べて大きなカットの変化なし
～	料金差	料金差	料金差	
～	時間差	時間差	時間差	

(4)課題②への対応

ゾーンペアに固有の、料金や所要時間、本数、アグレス・イグレス時間、乗り換え回数についての重み付けは、既に述べたようにシステム化が必要となる。そこで、上記各項目において、現在（1990年）のすべてのゾーンペアのモード間の差の最大値を参考に、表2に示す値をAHP手法上の重み9に変換させることとし、中間の数値については限界効用の逓減を考慮し、式Aの関数により変換することとした。これを料金についてグラフ化したものが図2である。

表2 輸送特性の想定最大値

所要時間差	料金差	運転本数比	7時～17時時間差	乗換回数差
180分	10,000円	7倍	90分	3回

$$Y_i = 9 \cdot f(X_{ij}) \cdot \dots \cdot A$$

$$f(X_{ij}) = 2 \left(\frac{1}{1 + e^{-aX_{ij}}} - 0.5 \right)$$

Y_i : 輸送特性 i の重み付け

X_{ij} : 輸送特性 i のゾーン j における輸送特性差

X_i^{max} : 輸送特性 i の最大の輸送特性差

a : $X_{ij} = X_i^{max}$ の時、 $f(X_{ij}) = 1$ となるように推計するパラメータ値

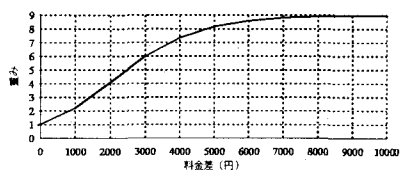


図3 重み付けへの変換関数

(5) 試算結果と現状再現

この重み付けをもとに、現状再現として機関選択率を計算した結果が表3である。最大の大阪～仙台でも6.6ポイントの差となっており、現状再現が一定レベルで可能となった。

表3 機関選択率の再現結果

所 属 バ ーン	実 績 値	鉄道選択率							
		予測値				観光			
		合計	ビジ ス	家事 私用		学生	独身 二人	夫婦 と子 供	子 独 立
東京 - 大阪	4	83.1	77.2	78.0	71.3	67.4	69.9	70.8	74.6
東京 - 広島	8	62.8	58.2	57.2	63.3	71.5	58.3	57.4	65.9
東京 - 福岡	9	22.7	29.2	27.6	38.5	42.1	36.4	36.4	43.0
大阪 - 福岡	1	75.3	74.1	75.6	68.7	67.1	67.1	65.9	73.4
大阪 - 仙台	2	46.2	52.8	54.1	49.1	45.4	45.4	47.5	51.9
名古屋 - 福岡	2	58.8	54.9	57.0	51.3	47.8	47.8	49.8	54.3

5. 本モデルを使った将来の機関選択率の想定

(1) 将来シナリオの想定

次に、本手法の本来の目的である21世紀の社会経済環境の構造変化の中での機関選択率の予測であるが、表4に示す2つのシナリオを想定することとした。

表4 将来の想定シナリオ

	シナリオ1	シナリオ2
選択要因について	○「ビジネス」について ・経済活動の高付加価値化、時間の進行により、時間価値が上昇する。 → 所要時間差に関するウェイトが高まる。 ・高齢化の進行 → 「ビジネス」においても乗心地、快適性のウェイトが高まる。 ○「プライベート」について ・可処分所得の増加 → 利用料金差のウェイトが低くなる → 乗心地、快適性のウェイトが高くなる ・環境保全意識の浸透 → 環境への配慮のウェイトが高くなる	同左
交通機関輸送特性について	○現状と同一とする	○東京～名古屋～大阪間が、中央新幹線で結ばれる輸送特性 ●時速 500km/h ○その他については現状と同一

(2) 重み付けの実行

上記のシナリオにもとづいて、AHP手法における各要因、及び輸送特性の重み付けについては、表5のように行った。

表5 重み付けの考え方

	シナリオ1	シナリオ2
選択要因について	○「ビジネス」について - 心理的要因 +1 - 乗心地、快適性 +1 ○「プライベート」について - 利用料金差 -1 - 乗心地、快適性 +1 - 環境への配慮 +1	同左
交通機関輸送特性について	○現状と同じ (1994年の輸送特性)	○中央新幹線の開業を想定し、重み付けを再計算

表6 将来の機関選択率の予測結果

所 属 バ ーン	シ ナ リ オ	現 状 再 現 値 (カ コ 内 は 実 績 値)	鉄道選択率							
			予測値				観光			
			合計	ビジ ス	家事 私用		学生	独身 二人	夫婦 と子 供	子 独 立
東京 - 大阪	1	4	76.4	76.7	77.4	71.1	64.7	68.5	69.5	73.9
	2		(83.1)	88.4	88.7	86.7	85.8	86.8	86.6	86.8
東京 - 広島	1	8	58.4	51.3	50.0	57.2	68.6	52.8	51.6	60.5
	2		(62.8)	65.5	64.8	68.6	74.4	65.8	64.8	70.4
東京 - 福岡	1	9	32.8	30.9	29.4	39.5	45.8	34.7	34.7	38.4
	2		(22.7)	40.5	39.2	47.8	54.2	43.4	43.4	47.2
大阪 - 福岡	1	1	72.1	72.7	73.9	68.9	65.7	65.7	64.9	72.3
	2		(75.3)	72.7	73.9	68.9	65.7	65.7	64.9	72.3
大阪 - 仙台	1	2	51.5	47.5	47.6	47.2	42.7	42.7	45.6	50.1
	2		(46.2)	58.9	58.9	58.7	55.0	55.0	57.4	61.2
名古屋 - 福岡	1	2	53.1	49.7	50.1	49.0	44.9	44.9	47.5	52.1
	2		(58.8)	59.0	59.3	58.3	54.5	54.5	56.9	61.0

(3) 試算結果

上記の重み付けのもとに、将来の機関選択率を予測した結果が表6である。選択要因としての所要時間の重み付けを高め、かつプライベートの料金に対する重み付けを減らしたシナリオ1は、航空機の速

達性が、新幹線の低料金、利便性などに勝った形となつて、航空機の選択率を上げている。また、中央新幹線の開業を想定したシナリオでは、東京～大阪、東京～広島、東京～福岡で10ポイント近い上昇となり、中央新幹線の効果がうかがえる。

(4) 感度分析

上記のシナリオ1の試算結果の中で、特に選択要因としての所要時間についての感度を示したものが図4である。名古屋～福岡、東京～広島、及び大阪～仙台の、鉄道の距離にして800km～900kmのゾーンにおいて、所要時間の重み付けの変化による感度が大きい。今日、鉄道の高速化によって双方の競争が激化しているゾーンペアである。

また、輸送特性として、中央新幹線の速度の違いによる感度を示したものが図5である。中央新幹線の開業の効果が大きく出ているものの、設定条件の

件との関係からか、500km/hと350km/hの最高速度の違いによる差は、たまたまあまり生じていない。

なお、設定条件については、今後の社会経済環境、及び各モードの輸送特性の動向に合わせ、最新最良の数値を用いることになる。

6. まとめ

以上、筆者らが提案する新しい需要予測手法の考え方に基ついた機関選択モデルとして、AHP手法を用いたモデルを提示し、幹線旅客流動を扱うモデルとしての適用性が確認された。

さらに、将来予測として2つのシナリオを想定するとともに、機関選択における要因、及び輸送特性について、その感度を分析した結果、今後の時間価値の高まりの程度により鉄道距離にして800km～900kmのゾーンにおいての選択率の変動が大きいことが裏付けられ、新幹線のスピードアップが必要であるという示唆が得られるとともに、中央新幹線開業の効果が大きいこともわかった。

今回は、幹線旅客流動の需要予測の中で機関選択のみを扱い、モデルの適用性、及びこのモデルを使った将来予測や感度分析を示した。また機会をとらえて、幹線旅客流動における全体の需要予測の中で機関選択がどう変動するのかを示したいと考えている。

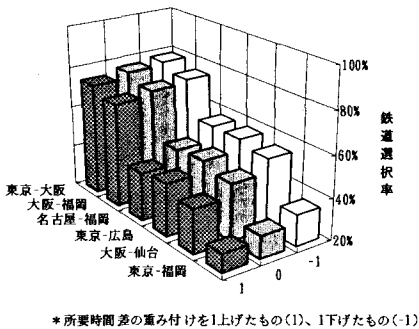


図4 所要時間の重要度による感度分析

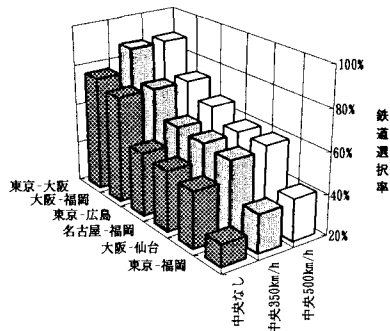


図5 鉄道の速度差による感度分析

- 1) 土井利明・柴田洋三：21世紀の社会経済環境の構造変化に対応する新たな需要予測手法に関する考察、運輸と経済、1994年10月号
- 2) 土井利明・柴田洋三：21世紀の社会経済環境の変化に対応した観光トリップ発生モデル、土木計画学研究・講演集、No. 17
- 3) 佐佐木綱・木下栄蔵：AHPによる交通経路選択特性の比較評価、土木学会年次学術講演会講演概要集 第4部、1986
- 4) 木下栄蔵：AHP手法と応用技術、総合技術センター、1993
- 5) 国土庁計画・調整局：幹線旅客流動の総合的把握に関する調査報告書・幹線旅客純流動表、1993