

新幹線の需要予測

—将来の社会経済環境の構造変化に対応—

土井 利明

1. はじめに

AHPを用いて都市間高速鉄道の将来の需要予測を行う手法について述べる。具体的には東京～大阪間の東海道新幹線を取り上げ、現在調査を進めている中央新幹線が超伝導磁気浮上式鉄道（リニアモーターカー）により整備された場合のインパクトについても触れる。

2. 鉄道における輸送需要想定の経緯

過去において鉄道輸送量は、乗ることを目的とするわけではなく、用事を足すのに移動を要する結果発生する、いわゆる派生需要がほとんどであるとされてきた。

したがって、鉄道の最大の利点である「安全」の確保をした上は、それを超える事業者努力としての、低い運賃水準、到達時分短縮、運転本数増は対抗輸送機関相互間の競争上は重要ではあるものの、手段としての鉄道輸送が国規模の経済を押し上げ、誘発交通需要を引き出すという具体的理論や算定が一般化したのは比較的近年になってのものである。

また、路線建設の多くは政治的意図を持って決定されたケースであり、需要予測は多分にそうあるべき期待値である場合があり、需要想定的位置付けも確かなものとは言い難い側面があった。

しかし、それ以上に予測結果が経済動向の変化やビジネスライフスタイルの変化についていけず、したがって精度が出なかったことが、鉄道における需要想定を客観的なあるレベル以上の位置付けに成し得なかったといえる。そこにAHPの役割が多いにあると考える。

新幹線計画は、その名のとおり、新しい幹線であることから、古い幹線の需給の逼迫や、その長期的影響

による国土構造に根ざした必要性の議論が生じてくることは言うまでもない。

東海道・山陽新幹線についてみると、この内の需要量の逼迫が強調されており、土地利用高度化・国土形成誘導についてはあまり議論されていなかったようである。

具体的には、東海道線の場合、全線電化、こだま号の運行等を行ったが昭和30年代後半から40年代の前半で輸送が完全に行き詰まることが必至の状況であり、また、山陽本線の場合、昭和39年に全線電化が行われたが、昭和46年頃に輸送が行き詰まるとされていた。

このような必要性の議論のもとで新幹線の建設が行われたが、需要予測、特に東海道新幹線については、当時世界銀行から融資を受ける必要があり、まだ世界的に見ても4段階推計法（交通発生、交通分布、交通手段別分担、交通配分からなる交通需要推計）が定着していない時分に、先駆的にこの考え方を取り入れた予測を行っている。具体的には、ある区間の交通量を交通機関別に配分する手法が利用されており、しかも現在から見るといかにも不十分ではあるが、誘発需要も考慮にいたれた需要予測を行っており、当時としては非常に斬新なものであったと推察される。しかし、需要予測結果そのものについては、東海道新幹線単独で採算が取れるのか否か、といったことに利用されたに留まり、この結果が直接的に計画そのものに影響を及ぼすといったものではなかったようである。

一方、東北・上越新幹線の場合は、やや東海道・山陽新幹線と異なる。確かに東北本線では、昭和43年に複線電化が完成し、昭和47～50年頃に需給が逼迫、高崎・上越線では、昭和40年複線電化が完成し、昭和49～52年頃需給が逼迫するとうたわれている。しかし、実際には、東北新幹線の車両基地は、当初予定の半分の規模に縮小された。筆者の記憶によれば、国会等の議論においても国鉄としては需要想定の詳細などは行わず、いわば願望を込めて年率3%と決定した

どい としあき

東海旅客鉄道(株) 総合技術本部技術開発部
〒485-0801 小牧市大山1545-33

のが実態である。当時、東京付近を除き、需要の逼迫といったことは現実的にはさほど問題はなかったとも考えられる。むしろ、当時の列島改造計画の強い風を受けて計画が進んでいった色彩が強い。このような背景のため、当然ながら需要予測についても、十分な検討が行われた形跡は見当たらない。

これらは、計算はなくとも先見性のある判断であったと言えるが、一方でAHP手法等の活用がなかった当時としての予測の限界を示すものと言える。

整備新幹線の場合、その効果の大部分が開業地域に帰着することから、必要性のもう一つの柱である国土構造に根ざした議論が生じてきた。このような議論を行うためには、開業の様々な効果、在来線のあり方、費用負担のあり方等について様々な整理が前提となり、そのため詳細な需要予測が必要であり、いくつかの主体が詳細なモデルを利用して需要予測を行っている。

さて、中央新幹線の場合、その必要性は、東海道新幹線の輸送力の限界という輸送需給の逼迫と、国土形態に根ざした観点から議論されてきた。特に、後者については、開業自体が、経済的に足腰の強い国作り、東京一極集中是正、地域の均衡ある発展といった国土形態の変化そのものを促す起爆剤としての役割を担っているといった目的がある。このため、AHP等により様々な角度から中央新幹線開業と、その影響の循環する社会経済環境上の因果関係を考慮した需要予測を行い、その効果を検討する必要性は従来の新幹線以上に大であると考えられる。

3. 鉄道需要予測と社会経済環境

交通需要は言うまでもなく社会経済環境に影響を受ける。

交通に限らず、需要予測は、一般的に社会経済環境が現状と変化しないごく近い将来ほど、また予測対象エリアが狭く利用者の行動がある程度限られるほど容易でありかつ精度も高い。

しかし、鉄道建設計画との関係において求められる需要予測は、数十年の将来を見据えたものでなければならず、また東京～大阪間の路線となれば、利用者の住居範囲は日本の大半という広く状況の異なる地域を網羅する必要が生じる。

さらにリニア中央新幹線の場合は、日本の様々な国土構造を抜本的に変える効果が期待され、現にそれを整備目的の最上位に置いている。その限りにおいて現状の国土構造のトレンドで予測値を語ることは、合目

的ではないという矛盾を抱えることとなる。

一方、そうすると、このテーマの交通需要予測には将来の長期間にわたる日本全体の社会経済環境の予測が不可欠ということになる。では、このような社会経済動向を客観的にかつ的確に掴み得るのか。当然答えは否である。このジレンマこそが過去の需要想定を狂わせ、作業への信頼の低下を招いてきた主原因であると言える。

そこで、その対応として「将来の社会経済環境がどうなるのかを、整備事業に携わる関係者がそれぞれにシナリオを描き、AHPを用い、それに対応してそれぞれ出された需要値について因果と結果について議論し、値をある範囲に収斂させ、それをもって答えとすることが事業関係者が責任をもって需要予測値を得る現実的な方法である」と考えた。この方法によれば、真の客観性は依然得られないものの、需要算定者主観を離れることがより改善され、事業関係者間の意見統一のみならず、住民の参画も可能であり、理解の大きな助けともなり得ると期待している。

具体的な考え方を図1に示す。

需要予測年における交通現象A'を、現在の交通現象A、社会指標B、経済指標C、社会経済環境S、政

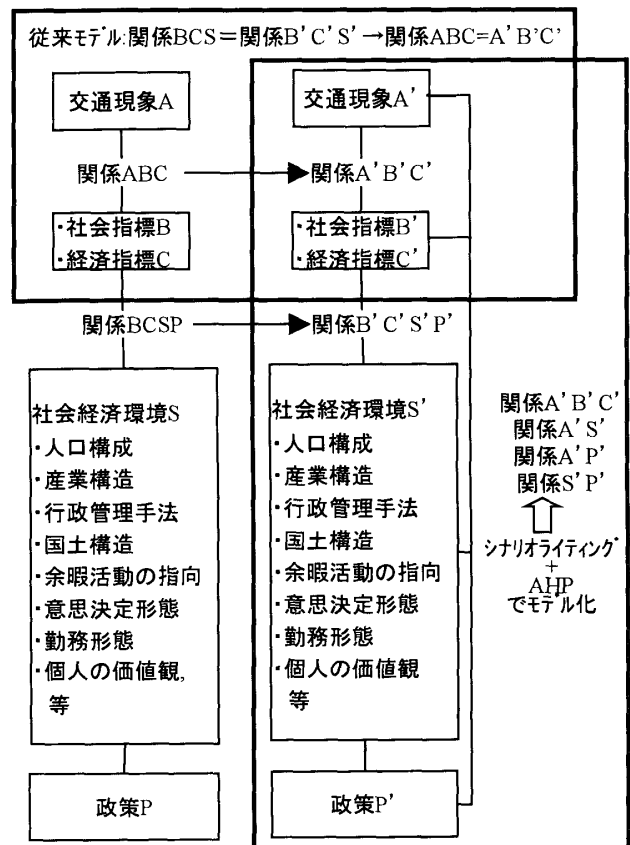


図1 モデル化の考え方

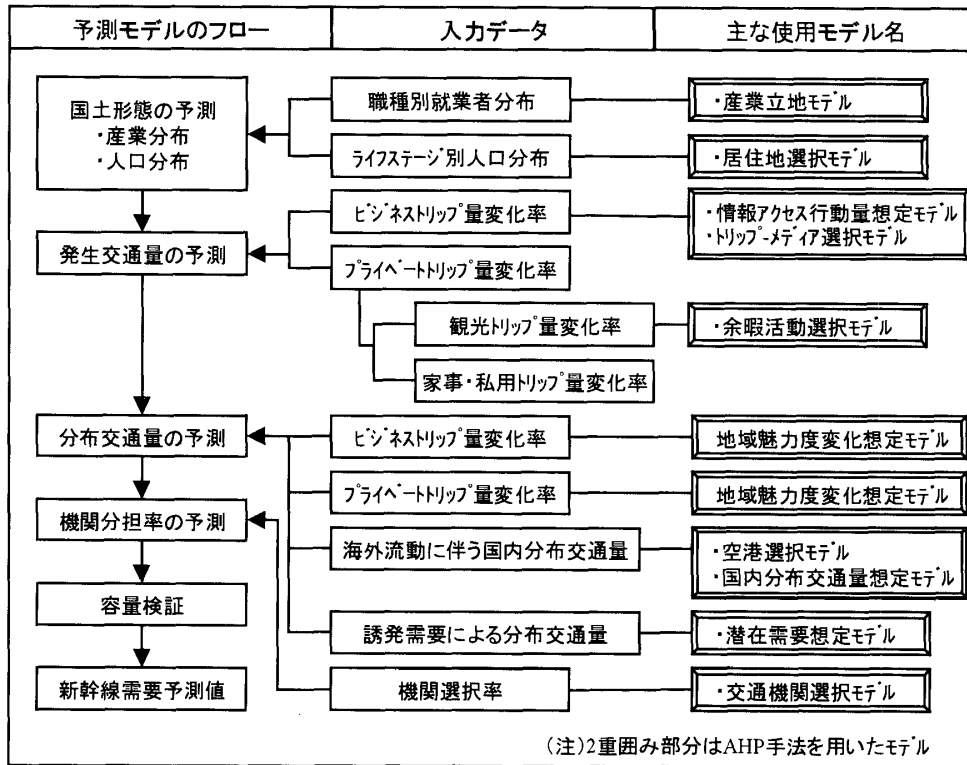


図2 提案する需要予測手法の全体概要

策Pの関係BCSPの変化と、関係ABCの変化から、同様に求めるものである。

4. 需要予測モデルの概要

モデルとしては、前述のように過去のトレンドの延長として需要を求めるのではなく、交通需要の発生過程を構造的にとらえ、モデル化を行う。モデル内には将来の社会経済環境の構造変化を表現する変数群が内包され、それら変数群の設定により様々な将来の社会経済環境を表現することが必要となる。

モデル化においては社会経済環境の構造変化の各影響要因が、どの程度の感度で交通需要に影響するのかを確定する必要があるが、それはこの手法そのものの客観性を左右する重要な要素となる。

また、予測にあたっては、各階各層の個々人が想定する、将来の社会経済環境についての変数群の数値を任意に選び出し、社会経済環境の設定を行う。その想定した社会経済環境のもとに、交通需要予測値を計算する。その際、その変数群を自在に変動させることで需要予測結果を得る。

このとき、いくつかの変数群を相互に矛盾させないよう複数のチェックを内蔵させることが必要であり、ここでの矛盾がない変数群の設定にかかわる検証も重要な要素といえる。

予測の方法としては、図2に示すように発生、分布、機関選択といった4段階推定法の流れに従う。これは段階を踏むことそのものは構造変化によって左右されるものではなく、むしろ論理の明解さと、各段階での予測値が次段階の予測値のコントロールトータルとして作用し、予測値の安定に寄与するメリットがあるためである。

AHP手法を適用したのは、

- ① 判断要素を階層構造に分解することで、問題を構造的に整理することができる。
- ② 各判断要素の重要性は手法を使う複数の関係者が主体的に決定することができる。
- ③ 構造変化を表現し、かつ様々なシナリオ（各階層の主観的予測）を反映できる。

という理由からである。

5. 分布交通量想定モデルの全体概要

本モデルの分布交通量想定モデルの全体像としては、図3に示すとおりであり、簡易なモデルである重力モデルをベースとしている。

分布モデルでよく利用されるフレーター法やデトロイト法といった現在パターン法により、構造変化について対応しようとする、これらのことは現在のパターンに乗らないことであり、基本的に不可能である。

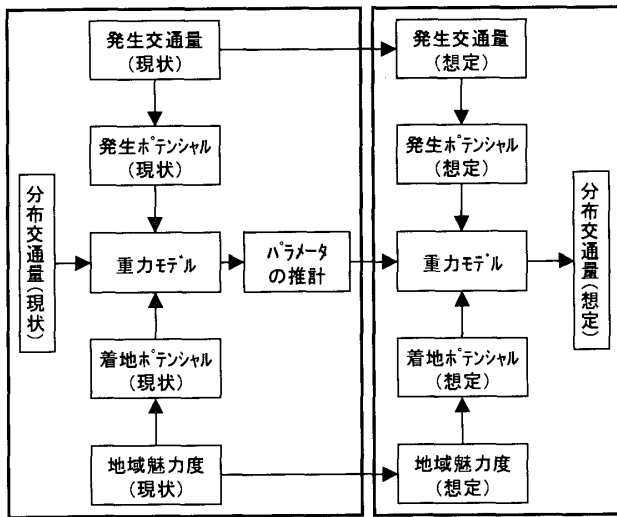


図3 分布交通量予測フロー

表1 本モデルのトリップのセグメント

トリップ	トリップ主体
ビジネストリップ	管理的職業従事者 専門・技術的職業従事者 その他職業従事者
観光トリップ	学生 独身 夫婦二人 夫婦+子供 夫婦子供独立
家事・私用トリップ	セグメントに分割せず

一方、重力モデルを利用した場合、構造変化に対応することは可能ではあるが、従来の研究では魅力として人口や就業者数等のマクロ的なデータを利用することが多くっており、マクロ的なデータでは上記のような細かい構造変化を十分に表現することは難しいと考えられる。

そこで、重力モデルの着地側のポテンシャルとして、新たに、地域魅力度という概念を導入し、これを想定するモデルとして構造変化や数値化の困難な要因を表現可能な手法であるAHPを利用した。具体的には次式で表される重力モデルに従って将来の分布交通量を求めた。

$$\frac{T_{sij}}{P_{si}} = k \frac{M_{si}^b m_{sj}^c}{t_{ij}^a}$$

T_{sij} : セグメント S の $i \rightarrow j$ 間のトリップ量

M_{si} : セグメント S の発地ベースのトリップ発生ポテンシャル

m_{sj} : セグメント S の着地 j の魅力度

P_{si} : セグメント S の発地 i の人口

t_{ij} : ij 間の一般化費用

(=利用料金+所要時間×28.13 (円/分))

: 所得接近法により時間あたりの料金を算出した)

a, b, c, k : パラメータ (今回 $b=1$ と仮定)

さらに、このモデルでは志向が異なると考えられる表1のようなトリップ目的別・セグメント別にモデル化を行うこととした。

6. AHP を利用した地域魅力度想定モデルの概要

以下に、トリップ目的毎のAHP階層図を示し、地域魅力度想定モデルの概要を説明する。

6.1 ビジネストリップについて

ビジネストリップの地域魅力度については、トリップ発生目的の変化が及ぼす要因と地方分権、就業分布の変化といった地域構造の変化によって生じる要因の2パターンが考えられる。前者の要因に対応するために、レベル1, 2ではトリップ目的を階層化することとし、後者、特に地方分権に対応するために、レベル3として公共との接触を中央、地方の二つの階層構造に分割することとした。また、レベル4として、レベル2, 3のビジネスにおけるコミュニケーションの種類がどの地域で行われるかを重み付けするような階層図とした。具体的な階層図を図4に記す。

6.2 観光トリップについて

観光トリップの場合、実行する余暇活動に従って分布交通量が生じると想定される。そこで、階層構造としてレベル1から順に余暇志向性、余暇のジャンル、そしてその中での具体的な余暇という構造をとった。特に、レベル3では地域が特定できるようなレベルで具体的に想定できるように配慮した。具体的な階層図を図5に記す。

6.3 家事・私用トリップについて

家事・私用トリップは、帰省や冠婚葬祭等によるトリップであり、人と人とのつながりによって発生するトリップである。よって、全人口に対する地域別人口の比率を地域の魅力とすることとした。将来については、国土形態の予測で想定する人口データを利用して魅力を想定することとした。

7. 地域魅力度想定モデルの結果

ここでは節6で示したトリップ目的別のモデルのうち、ビジネストリップを例として、その想定結果を紹介する。

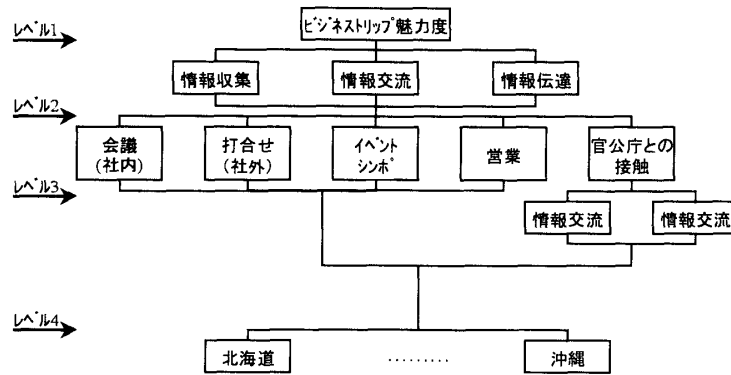


図4 ビジネストリップ魅力度想定階層図

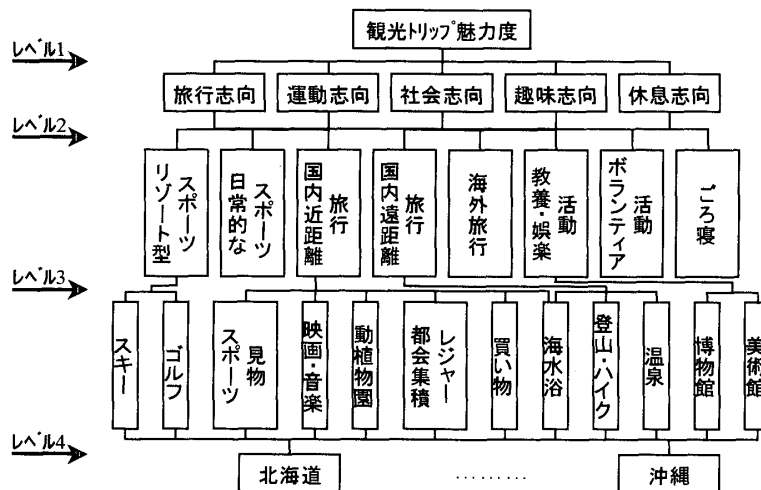


図5 観光・保養トリップの魅力度想定階層図

7.1 設定するシナリオ

将来の社会経済環境の標準的なシナリオとしては表2のような内容を設定した。

7.2 重み付けの方針

AHPによる重み付けは節7.1のシナリオのもと、属性毎に階層図のレベル1、およびレベル2においては一対比較を行った。本紙面では全てを提示することが不可能なので、表3に管理的職業における方針を示す。

レベル3については表4にまとめたような中央、地方で実質的に利用できる予算規模の比率から、レベル4については、一対比較は行わず、表5に示すような社会経済指標の比率を利用することとした。この際、標準シナリオの場合は、先の国土形態の予測で述べたモデルによる予測結果を利用している。

7.3 地域魅力度の想定結果

以上のような方針のもとに現状として三大都市（東京、愛知、大阪）、中央新幹線沿線（神奈川、山梨、長野、岐阜、三重、奈良）、その他、の3地域に区分

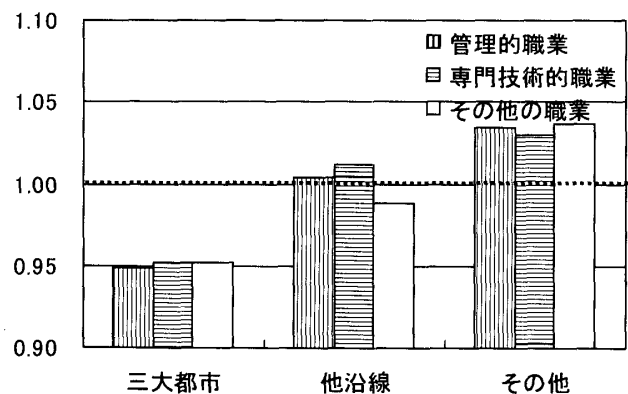


図6 3地域の魅力度の比較

して将来の魅力度を想定した結果が図6のグラフである。

本社等での会議の減少や、官公庁との接触の減少を想定した結果として三大都市での地域魅力度が減少していることがうかがえる。

8. 構造変化による分布交通量の感度分析

ここでは節7で示した地域魅力度の想定のもといく

表2 標準シナリオの概要

大項目	項目	概要
国土	多極分散型国土	首都機能移転や道州制導入等、大きな変革はないものの、規制緩和・地方分権の進捗により東京一極集中が若干は正され、地方の拠点都市を中心に多極分散型国土になる。
	交通インフラ整備	日米構造協議の430兆円、公共投資実施等により、静岡、神戸、びわ湖の各空港、北陸、九州、東北の整備新幹線が開業する。
社会	人口構成	合計特殊出生率は1.78程度と上昇するが、高齢化は進み、高齢化率が21%程度となる。
	高度情報化社会	情報通信インフラの整備や情報通信手段の高性能化が進み、その影響により現在行われているトリップについての代替、誘発が起こる。
労働	労働時間短縮	労働時間が短縮され、年間労働時間が1850時間程度となる
	労働力不足	人口構成の高齢化により若年労働力不足となる。その対応として女性、高齢者、外国人の活用が促進される。また、労働力の流動化も進む。
産業経済	低成長経済	時短や環境重視の経済活動の実施により、年間経済成長率2~3%程度の低成長時代となる。
	産業・職業構造	規制緩和や製造業の海外生産比率の上昇等により、より付加価値の高い産業へ構造がシフトする。これを受けて管理的職業や専門技術的職業といったホワイトカラーが増加する。第三次産業の比率が高まる。
	高国民負担	高齢化の進行により、国民負担率が上昇する。
	価値観の多様化	女性の社会進出、高学歴化、晩婚化が進む。
生活余暇	ライフスタイルの変化	生活の質重視のライフスタイルが普及し地方居住が見直される。
	余暇の多様化	可処分所得、可処分時間の増加により、海外旅行や国内長距離移動を伴う観光・保養が増加する。
環境	環境重視の社会	環境保全の観点からCO ₂ 排出規制が行われ環境税も導入される。
国際	国際化の進行	自由貿易体制が維持、成田2期、関西国際空港（2期分まで）、中部新国際空港といった新規国際空港の開業により、地方の国際化を始めとして国際化が一層進行する。

表3 重み付けの方針

	重み付けの考え方		重み付けの方針		
	現状	標準シナリオ	現状	標準シナリオ	
レベル1	やり方には無駄も多いが、情報交流を中心として活動を行っている。単に伝達に費やす時間は少ない	時短に伴い、業務の効率化が求められることから、情報伝達に費やす時間が減少する。	情報収集 情報交流 情報伝達	○ ◎ ×	○ ◎ ××
レベル2	情報収集 会議による情報収集が多く、次いで営業による収集が多い。	時短に伴う業務の効率化により社内意思決定の権限が一部委譲されることから、形式的な会議が減少し、会議のウェイトが減少する。また規制緩和により官公庁との接触の機会も減少する。	会議 打合せ イベント・シンポ 営業 官公庁との接触	◎ △ △ ○ △	○ △ △ ○ ×
	情報交流 打合せによる交流が多く、次いで営業による交流が多い。	時短に伴う業務の効率化により、社内意思決定の権限が一部委譲されることで、会議のウェイトが減少する。また規制緩和により、官公庁との接触の機会も少なくなる。	会議 打合せ イベント・シンポ 営業 官公庁との接触	△ ○ × △ ×	△× ○ × △ ××
	情報伝達 官公庁との接触による伝達が最も多く、これに次いで会議イベント・シンポが多い。	規制緩和により、官公庁との接触の機会が少なくなる。	会議 打合せ イベント・シンポ 営業 官公庁との接触	△ × △ × ○	△ × △ × △

表4 中央・地方の歳出現状

	(億円)	
地方の予算	中央	地方
歳出総額	771,407	895,597
中央→地方	306,223	12,743
地方→中央への支出		
歳出	465,184	882,854
比率(中央=1)	1.00	1.90

出典：「地方財政白書」より、平成4年データを利用

表5 重み付けに利用した社会経済指標

項目	利用した社会経済データ	出典
会議	都道府県別本社数	平成3年度事業所統計
打合せ	都道府県別就業者数	平成2年度国勢調査
イベント・シンポ	都道府県別国際会議開催日数	1991年度コンベンション統計
営業	都道府県別夜間人口	平成2年度国勢調査
公共との接触(中央)	東京=1、それ以外=0	平成3年度地方財政統計年報
公共との接触(地方)	都道府県別歳出額	平成3年度地方財政統計年報

表6 国土構造変化の需要予測実効パターン

	社会経済環境	中央新幹線の有無	分析の目的
パターン1	現状と同じ	×	—
パターン2	標準シナリオ	×	社会経済環境の変化
パターン3	標準シナリオ	○	中央新幹線の開業インパクト
パターン4	標準シナリオにおいて就業分布、人口分布のみ変更	○	中央新幹線による開発効果

表7 輸送特性の算出基準

交通機関	輸送特性
中央新幹線	モードはリニアタイプとし、輸送特性は以下のとおり 料金 : 東京-大阪間 航空機並 (14,600円) とする 所要時間: 東京-大阪間 仮りに80分とする ダイヤ : 8-2(ひかりタイプ - こだまタイプ) 定員 : 900人/本
在来線 在来新幹線	1994年2月現在の輸送特性データを利用した。但し、のぞみ開業の効果を考慮にいれる為、時間・料金についてはのぞみ、ひかり、こだまの本数に従って加重平均をとった。
航空機	1994年1月現在の輸送特性データを利用した。ただし、標準シナリオで想定したびわ湖、神戸、静岡の各空港は開港しているものとし、輸送特性については各空港整備計画データを利用した。

つかのシナリオに基づく計算結果から、構造変化による分布交通量の変動について感度分析を行う。

8.1 分析を行う上での前提条件

感度分析を行うにあたり、表6のようなシナリオのパターンを仮定した。

なお、パターン4については、ここでは中央新幹線開業における地域づくりなどの波及効果を具体的に想定することが目的ではないので、簡略的に全体の人口分布、就業分布以外は標準シナリオと同様とし、これらについては、三大都市（東京、愛知、大阪）を除く地域の人口、就業者数が10%増加すると仮定し、その増加分を他都道府県で均等に割り振って減少させることにより人口、就業者数を想定し、この想定結果を入力データに反映させることとした。

さらに将来における各交通機関の輸送特性は表7のようにおいた。

8.2 発生交通量について

節5で紹介した通り、分布交通量を想定する上で、発生交通量を求めておく必要があるが本論分では発生モデルが主眼ではないため、表8に結果のみを示す。

なお、発生モデルの詳細については文献を参考にされたい。

8.3 分布交通量の感度分析

三大都市圏、他沿線地域、その他地域の3地域間の分布交通量をパターン1との比率として、図7にまとめる。

これによるとパターン2については三大都市圏を対象とする地域間よりもそれ以外の地域間の分布交通量

表8 発生交通量の算出結果

	パターン2	パターン3	パターン4
三大都市	1.17	1.18	1.18
その他沿線	1.15	1.16	1.18
その他	1.28	1.28	1.27

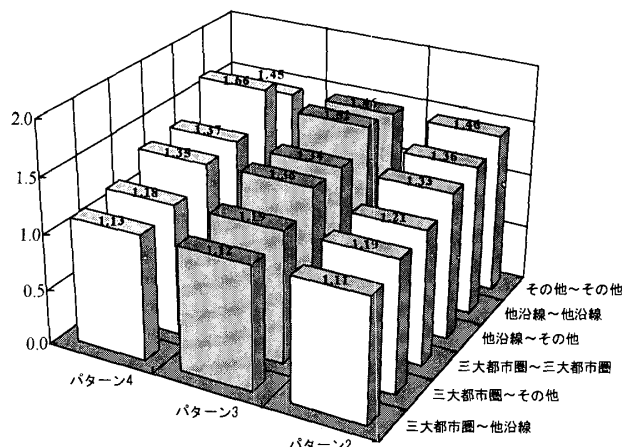


図7 分布交通量の感度分析 (パターン1で正規化)

の増加率が高くなっており、地方分散、分権の影響が見られる。

誘発効果を見てみると、三大都市圏では12.4%、他沿線地域で11.8%の誘発効果が見られる。一方、三大都市圏-他沿線間では、約0.9%程度の誘発効果しか出ていないが、これは三大都市圏と他沿線地域で隣接する県（例えば東京-神奈川間や大阪-奈良間）といった地域間の移動も含んでおり、これらの地域間の移動は全体量が多いため、誘発効果による需要増その

ものは大きいですが、増加率で見ると少なくなっている。

開発効果を見てみると、他沿線関連以外の区間は減少率は1%弱と少ないものの減少となっており、他沿線関連では、交通量の少ない他沿線-他沿線間で9.2%の増加となっているのをはじめとして、他沿線-その他間で2.2%、他沿線-三大都市圏で0.9%の増加となっており、開発効果が見られる。

9. あとがき

以上、新幹線の需要予測というテーマでありながら、その中でも特に分布交通量の構造変化による感度分析について紹介してきた。そのため、その前提となる発生交通量の考え方や、次のステップとなる機関選択等についてはこの中ではふれていない。関心のあるかたは文献を参照していただければ幸いである。

また、国土の社会経済環境を変える程の大きな影響のある新幹線整備計画について、AHPを用いた需要予測について述べてきたが、文中用いた将来予測シナリオをはじめとする未来の社会経済環境の内容や、それから求めた各種の数字については一つの試算であり、かつ数年前のものであり、それ以上のものではない。

むしろ複数の関係者がこの手法を用い、頭で思い描きつつも、数値化した形でイメージや議論をできなかったものが可能であることになったことが、この手法のメリットであることを改めて強調したい。最後に、本特集の執筆にあたり名城大学の木下栄蔵教授のご指導を頂きました。厚く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 木下栄蔵：AHP手法と応用技術，総合技術センター，1993.
- [2] 木下栄蔵：AHPの理論と実際，日科技連出版社，2000.
- [3] 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したトリップ発生モデル，土木計画学研究・論文集，No. 12，pp. 453-462，1995，8.
- [4] 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，pp. 30-39，1994，10.
- [5] 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した機関選択モデル，土木計画学研究・論文集，No. 17.
- [6] 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.