

東海道新幹線の需要予測に関する事後的分析

土井利明¹ ・ 柴田洋三²

¹フェロー会員 工博 東海旅客鉄道株式会社 総合企画本部 企画開発部
(〒450 名古屋市中村区名駅南二丁目14番19号 住友生命名古屋ビル)

²正会員 工修 東海旅客鉄道株式会社 飯田支店 新城工務区
(〒441-13 愛知県新城市宇宮の西15-7)

本研究は、そのプロジェクト規模が大きく、それゆえに国土に与える影響が大きい新幹線計画の事例として、東海道新幹線を取り上げ、その過去に行なわれた需要予測を輸送実績と比較しつつ、事後的に実務の有用性といった観点から検証することを通して、その東海道新幹線のバイパスの役割を担う中央新幹線の計画を進めていく上での需要予測における留意点について考察したものである。

Key Words: Tokaido Shinkansen, demand forecasting, four-step-estimation

1. はじめに

新幹線が地域や国土に与える影響は大きく、東海道新幹線開業後の東海道メガロポリスの形成、及びそれによる日本の高度成長という歴史的経緯や、近くでは、東北新幹線開業による北関東への企業進出などによって、それを伺い知ることができる。従ってその計画においては地域、ひいては日本全体の将来ビジョンのもとに、最適の計画を策定することが本来的に望まれる。

新幹線を計画する際、需要をできる限り正確に予測することは主に次の理由から必要だといえる。それはその新幹線の必要性そのものの検証であり、次に財源負担などの事業のフレームの確定の基礎資料としてであり、開業後の輸送計画策定のためである。

東海道新幹線においても例外ではなく、資料によると建設前の昭和34年に需要予測が行われている。また文献¹⁾によると、32年、37年、38年にも予測が行なわれている。その後、国鉄改革の際(昭和61年)にもJR各社の経営基盤を設定するため、各新幹線の需要予測が行われた。32年、37年、38年の予測値は、上記の文献にも数値の記述がないため、手元に資料が存在する34年と、国鉄改革時の需要予測

と実績値をまとめたものが図-1である。この図から分かるように、予測値と実績値には長期予測になるほど乖離が見られる結果となっている。この乖離については、過去、何故かといった検証は十分行なわれているとはいえず、単に高度成長とか、バブルといった言葉で定性的に説明されているに過ぎない。

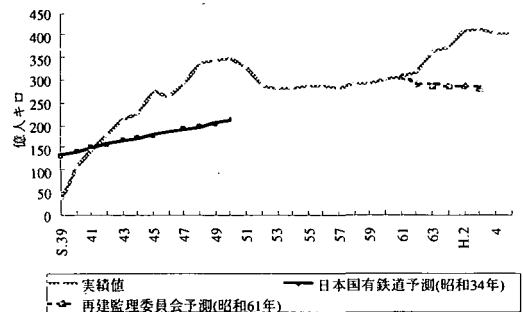
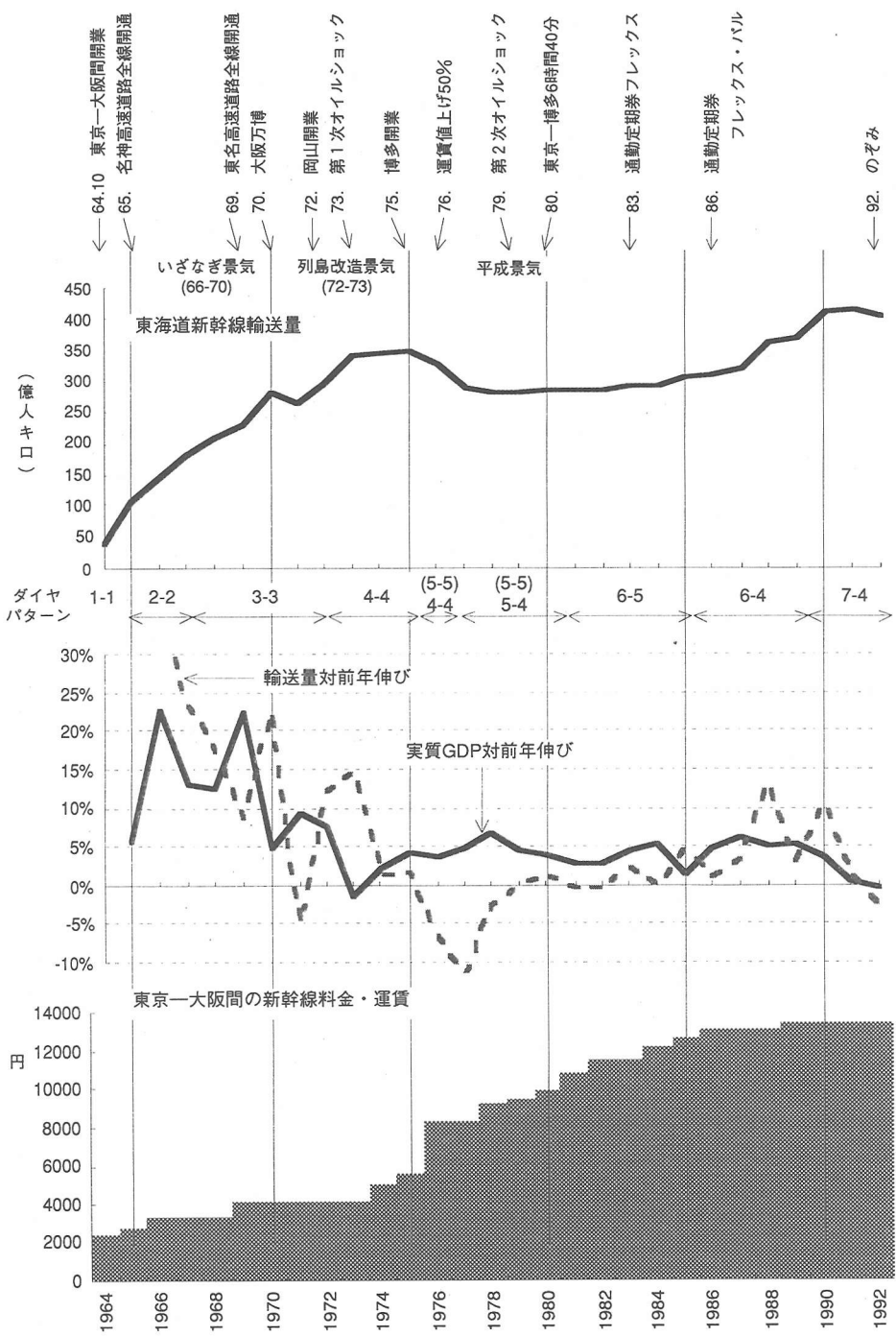


図-1 東海道新幹線輸送実績及び予測値

現在東海道新幹線のバイパスとして中央新幹線の調査が進められている中で、将来の長期にわたる需要を把握することは前述した理由により重要である。そういった中で、筆者らは長期的なスパンでの考慮の必要性を認識し、その手法について提案^{2), 3), 4)}



(出所) 東海道新幹線の輸送量 : 「東海道新幹線30年」(須田 寛)
 東京—大阪の新幹線料金・運賃 : 同上
 国内総生産 : 国民経済計算年報

図-2 東海道新幹線の輸送実績と取り巻く社会経済環境

を行なった。本研究では、その問題意識のトリガーとなった過去の新幹線需要予測の妥当性を事後的に評価・分析し、今後の新幹線需要予測にあたっての教訓とすることであり、ここでは東海道新幹線を取り上げ、あくまで簡便で実務的な手法をベースにマクロ的な数値を用い、予測値と実績値との違い、またその原因などを事後的に検証し、そのバイパス的役割を担う中央新幹線の計画などの需要予測を行ううえで留意すべき点について考察を行うことを目的とする。

2. 過去の研究実績

需要予測モデルの研究事例として、新幹線を対象とした研究はいくつかみられる。高松⁵⁾では、犠牲量モデルを利用したMD (Modal Demand) モデルを整備新幹線へ適用しており、運研センター⁶⁾では、山形新幹線の需要予測を行う際、航空機・自動車との選択率の予測に非集計モデルを適用している。野末⁷⁾は、これらの事例も含めて東海道新幹線をはじめとした各新幹線の需要予測手法の事例をサーベイとしてまとめている。また運研センター⁶⁾には、交通プロジェクトの評価に関するレビューが掲載されており、この中には新幹線をはじめとした幹線鉄道の需要予測に関連したものもいくつか上げられている。またこの文献にはTGV計画における仏国鉄の社会経済的評価手法が紹介されており、この中には交通量予測方法についても言及されている。幹線鉄道を対象とした需要予測としては、運研センター⁶⁾において、在来鉄道を高速化した場合の需要予測について、需要の大小や評定速度、線形等の異なる6線区についてケーススタディ（ただし具体的な区間については明示されていない）を行った事例がある。

一方、過去に行った需要予測結果を事後的に扱い、その妥当性について検証を加えるといった研究は余り見られないが、角本¹⁾において東海道新幹線の開業前に行った東海道新幹線の需要予測結果について実績値と比較しながら定性的な分析を行った事例がある。また、西域・松井¹⁰⁾においては昭和50年に行われた中京都市群パーソントリップ調査を利用して予測した昭和55年推計値と第2回中京都市圏パーソントリップにより得られた実績値を利用して、予測結果を事後評価を行っている。

このようにしてみると、本研究で対象としているような新幹線を対象とした需要予測について、実務的な手法ではあるものの、定量的に事後的な分析を

行なっている事例は見当たらない。

3. 東海道新幹線の過去の輸送実績と需要予測

本章では、まず東海道新幹線の過去の輸送実績を取り巻く社会経済環境を踏まえながら、過去の予測に利用された予測モデルについて概括する。

(1) 東海道新幹線の過去の輸送実績

まず、東海道新幹線の過去の輸送実績を、当時の社会経済環境等を踏まえ、振り返る。図-2に東海道新幹線の輸送量の推移と取り巻く社会経済環境等の概要をまとめた。

1964年10月、東海道新幹線は東京～新大阪間を所要時間約4時間、1時間あたりひかり1本、こだま1本のいわゆる1-1ダイヤで開業し、約半年間の運行の後39億人キロという輸送実績を残した。翌1965年には、当初計画通りの東京～新大阪間3時間10分にスピードアップするなどのサービス向上と共に、この年以降の10%を超える高度成長に支えられ急速な増加を続け、1969年度には228億人キロに到達している。さらに翌年には大阪万博が開催され、対前年度22%、総輸送量279億人キロに達し、文字通り万博会場への足としての大きな役割を担った。

1971年度には万博輸送の反動で、初の前年度割れとなったが、1972年には山陽新幹線の岡山までが開業し、1975年には博多開業を迎え、1973年のオイルショックに伴う景気の後退の最中においても輸送量を着実に伸ばし、1975年度には352億人キロに到達した。この輸送量はその後バブル初期の1988年度まで東海道新幹線の輸送の最高記録として残ることになる。

1976年以降は、この年に実施した約50%の運賃値上げをはじめとして、1986年までほぼ毎年のように運賃が引き上げられた。このため運賃水準はその年で1975年の2.4倍、消費者物価指数で割り戻した実質ベースでも1.5倍にのぼった。このような値上げやストなどによる国鉄離れと、自動車の急速な普及と道路整備などに伴い、経済成長の中においても輸送量は増加せず、一定水準を保つ結果となった。

1985年には大惨事となった日航機墜落事故が発生し、翌年今日のひかりの主流となっている100系型の新型新幹線が投入されると同時に、最高時速が230km/hに向上され、東京～新大阪間の所要時間が2時間56分に短縮されたことなどから、輸送量は1985年度以降再び上昇に転じている。

1987年には民営会社J Rが発足し、企業努力と、折からのバブル景気に支えられて、1988年度には対前年度13%増を記録するとともに1991年度まで順調に増加し、418億人キロに達した。民営化以後の伸びはこの間、35%増加した(年率にして約6.2%)ことになる。

バブルの崩壊以降は1992年ののぞみの運行によるスピードアップにもかかわらず、阪神・淡路大震災の影響も含め、対前年マイナス輸送量を1994年度まで続けている。

(2)開業前予測手法と結果

東海道新幹線開業前に国鉄幹線局において、東海道新幹線の需要予測を行っている。当時はまだ世界的に見ても四段階推計法の考え方が十分に確立されていなかったにも関わらず、モデルはこの考え方に近い形のモデルとなっている。モデルの全体のフローは図-3に示すとおりである。

実質国民所得と全国鉄定期外旅客輸送量との相関については、下記のような単回帰モデルにより想定している。

$$Y = 26441.0 + 0.331 X \quad (1)$$

Y：全国鉄定期外旅客輸送量(百万人キロ)

X：実質国民所得(億円)

また、全国鉄定期外旅客輸送量と東海道定期外旅客輸送量との相関については、次のような単回帰モデルにより想定している。

$$Y = -5478.8 + 0.322 X \quad (2)$$

Y：東海道定期外旅客輸送量(百万人キロ)

X：全国鉄定期外旅客輸送量(百万人キロ)

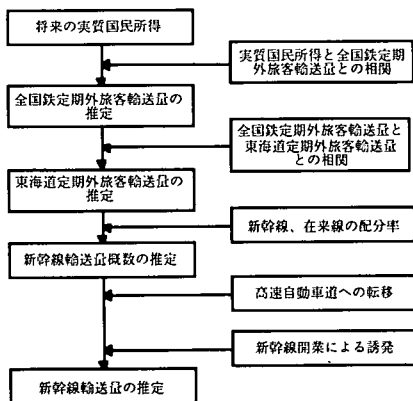


図-3 東海道新幹線開業前需要予測フロー

新幹線、在来線の配分率については、過去の旅客流動調査と図-4に示すような移転割合から新幹線

利用人員を算出し、これが東海道線定期外旅客人キロに占める割合をもとめ(0.735)、この比率が将来にわたって変化しないとして予測を行っている。すなわち

新幹線輸送量 = 東海道線定期外旅客人キロ × 0.735
として算出している。

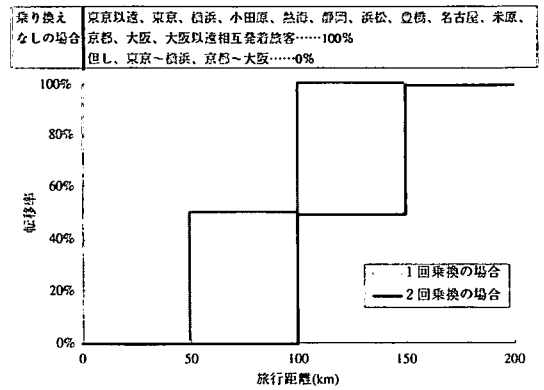


図-4 新幹線への駅間別移転割合

高速自動車道への転移については、計画自動車道路線の沿線およそ100km圏内における自動車および鉄道輸送(東海道本線、中央本線等)の流動状況を調査し、これに輸送時間、輸送経費等を考慮して、新幹線開業前の高速自動車道輸送量及びそのうちの国鉄からの転移量を推計し、これを基準として、国鉄からの将来の転移量の伸びを年率5%とし、そのうち80%が東海道本線からの転移量としている。一方、新幹線の開業により、この転移率は減少することが考えられるが、これについては図-5のように、新幹線が開業した場合としない場合の旅行距離帯別の転移率を想定し、これを用いて、新幹線が開業した場合の転移率を開業しない場合の58.6%としている。

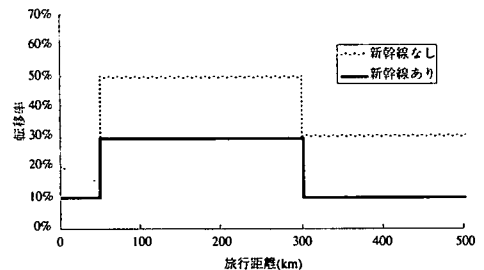


図-5 高速道路への距離帯別移転率

誘発需要については、サインカーブを利用し、開業後3年で誘発率が30%となるように、初年度で15%、次年度で26%と誘発率を決定している。

このモデルを利用して東海道新幹線開業後の輸送量を予測したものが図-1の日本国有鉄道予測に示した結果である。

(3)再建監理委員会の予測値とその結果

一方、東海道新幹線に対するもう一つの需要予測として、国鉄改革における再建監理委員会の行った予測結果がある。予測に利用したモデルは、ハーバード大学のメイヤー教授による METS (Macro Economic Transport Simulator) モデルの改良型で、10~15年の交通需要を予測する長期モデルであり、三全総・新経済社会7カ年計画等の各種運輸政策の基礎として利用されたモデルである。これについては、公表されていないこともあり、細部について記述することはできないが、前提条件として経済成長率を4%程度と想定していたにもかかわらず、図-1に示したように予測結果が減少する結果となっている。この予測を行った当時の東海道新幹線の輸送状況を見ると、3~4%程度の経済成長があったにも関わらず輸送量は横這いとなっており、このような状況を反映した結果であると考えられるが、実績値はその後大幅に上昇し、予測結果との乖離は大きいものとなっている。

4. 予測値の検証

2. であげたモデルのうち、手元にある資料において追試できる東海道新幹線開業前の予測モデルを利用して、予測値と実績値の乖離について検証を行う。

予測プロセスに内在する誤差の発生原因は

- a. 予測モデル作成に用いたデータに起因する誤差
- b. 本来取り込む必要のある要因が考慮されていなかったり、モデル作成時には十分説明力のあったモデルが、時が経つにつれて説明力がなくなることによって生じる誤差
- c. モデルに入力する説明変数の予測値そのものが実績値と異なることによって生じる誤差であり、本論ではc. の説明変数による誤差を取り除きつつ、b. の問題について考えていきたい。

(1)モデルの入力データ(説明変数)の検証

まず予測を行なった際の入力データについての検証を行う。

本モデルでは、社会経済環境の入力データとして、国民所得を用いており、その想定値と実績値を表-1に示す。想定では成長率を4~6.5%と考えていたにもかかわらず、実際には石油ショックに至るまでの国民所得は予想をはるかに上回るペースで増えた。概して人口などの社会指標の予測は確度が高く予測できるが、経済指標については、技術革新の時期や国際政治の不確定要素等が大きく影響するため、予測は極めて難しい。入力データがこのように大きな誤差を含んでいることから、予測結果の誤差が大きくなるのはモデル上、いわば当然であろう。

表-1 予想経済成長率と実績値

| 年度 | 予想成長率 | 実績 |
|-------|-------|-------|
| 昭和 39 | 6.4% | 8.0% |
| 40 | 6.4% | 6.8% |
| 41 | 6.4% | 12.0% |
| 42 | 6.4% | 12.4% |
| 43 | 6.4% | 11.9% |
| 44 | 6.4% | 13.0% |
| 45 | 6.4% | 10.1% |
| 46 | 5.0% | 2.9% |
| 47 | 5.0% | 10.7% |
| 48 | 5.0% | 6.4% |
| 49 | 5.0% | -1.4% |
| 50 | 5.0% | 4.0% |

(2)入力データ修正後の予測値と実績値の検証

上記に示したように、この予測結果には、入力データの段階で誤差を含んでおり、モデルそのものの正否が判断不能といえる。従って、入力データに国民所得の実績値を用い、入力データによる誤差を排除して、このモデルによる予測値(修正)と実績値について検証を行う。

図-6に東海道新幹線の実績値と本モデルに国民所得の実績値を入力した予測結果を記す。

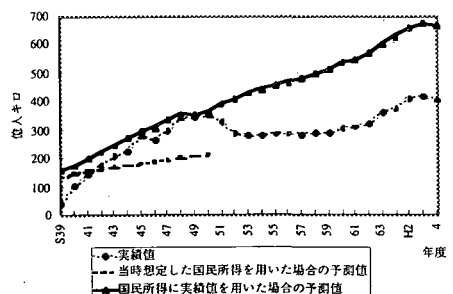


図-6 国民所得の予想値と実績値を入力データとした輸送量予測値と実績値の比較

この結果から次のようなことがいえる。

○開業直後について、予測値が実績値を上回り、多少の乖離がある。

○48～50年度においてほぼ一致する。

○しかし51年度以降において、大きな乖離が生じている。

このうち、特に乖離の著しい51年度以降の乖離が生じる理由の一つとして、2章でも述べたように、この年の約50%にのぼる運賃値上げを皮切りに、毎年のように値上げを行ったことが考えられる。

一方、このモデルは運賃の影響を考慮することができない。従ってこれがこの乖離が生じている大きな要因と考え、次の検討を試みた。

(3)料金値上げの影響を排除した場合の乖離の検証

(2)でも述べたように、昭和51年度以降、国鉄は大幅な運賃の値上げを繰り返しているが、モデル内ではこのような、機関選択を左右するような大幅な運賃の値上げを考慮にいれておらず実績値と予測値との比較評価を単純に行うことはできない。そこで、運賃の変動の影響を実績値から取り除くために、以下に示した回帰モデルを用い、東海道新幹線の輸送実績における運賃の影響度合いを抽出することとした。

利用したモデルは次のとおりである。利用モデルについては様々なモデルの形を想定してパラメータの推定を行なったが、このモデルが相関係数が最も高くなったことから、次のようなモデルを利用して以下の分析を進めていくこととした。

$$Y = K \cdot (X)^a \cdot (P)^b \quad (3)$$

Y：東海道新幹線輸送人キロ（億人キロ）

X：国内総生産（兆円）〔実質：昭和60年度価格〕

P：東海道新幹線実質利用料金（円）〔各年の東京～新大阪間の期間平均運賃を消費者物価指数で除した数値〕

K, a, b：パラメータ

パラメータの予測には、開業直後の影響と、バブル期の影響を取り除くために、昭和46年度から昭和61年度の各データを利用した。

パラメータ推定結果、及びモデルによる推計値を表-2、図-7に示す。

このモデルを利用して、運賃変動の影響を除くために、次式に示すように、説明変数であるPを昭和39年と同水準にした場合の輸送量を想定し、それとこのモデルによる推計値との比を実績値にかけるこ

とで、運賃一定の場合得られたであろう輸送量を想定した。

運賃一定の場合の想定輸送量

$$= \text{実績値} \times \frac{\text{回帰モデルによる試算値（運賃 S39年で一定）}}{\text{回帰モデルによる推計値}}$$

この想定輸送量と、先に述べた国民所得の実績値を入力データとして、得られる予測値（修正）とを比較したものが図-8である。

表-2 パラメータ推定結果

| | a | b | K |
|----------|---------|----------|---------|
| パラメータ推定値 | 0.3836 | -0.7161 | 29094.7 |
| t 値 | (4.827) | -(7.886) | (7.886) |
| 相関係数 | 0.9144 | | |

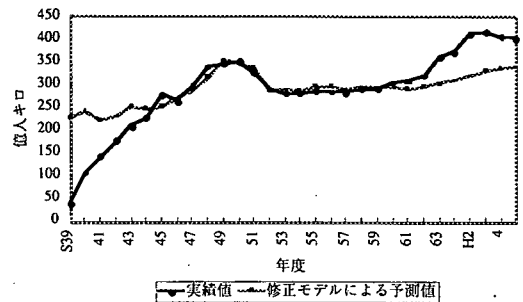


図-7 トレンドモデルによる推計値と実績値の推移

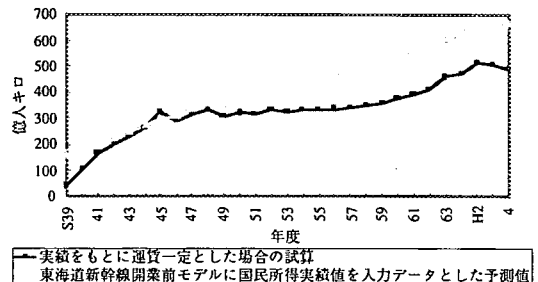


図-8 開業前モデルと利用料金を取り込んだ修正モデルによる予測値の推移

これから分かることは、図-1に示したほど予測値がはずれているわけではなく、前提さえ合わせれば、40年代半ばにおいて、妥当な予測となること。また、やはり開業直後から5年程度は乖離があること、運賃値上げをした実績値に比べその差は小さくはなったが、40年代後半から再び乖離が生じ、年々その差が大きくなっていることである。

これらは、運賃値上げをモデルに取り込んだとしても、依然残る乖離といえる。

そこで、さらにこの2つの乖離について考察する。
a)開業直後の乖離について

東海道新幹線は、昭和39年10月の開業で昭和39年度は実質年度の1/2しか運行していないことになり、これを考慮すると、実績輸送人キロは、年間ベースでは単純に78億人キロの輸送量であったろうことが推察される。その後、44年度の予測値(修正)と運賃一定とした想定値がほぼ一致するまでの5年間に乖離がある。特に開業2年間が多い。これは、フリークエンシーの向上に伴うサービス条件の変化と併せ、

- ・東京～大阪間の所要時間が従来の6時間30分から約3時間になり実質的に日帰り圏化したことによる行動形態の変化に要するタイムラグ
- ・開業前と比べて料金水準の上昇を受容するまでのタイムラグ
- ・東海道新幹線という新技術受容(初期故障の低減と安全性の確認等)のタイムラグ

等の日常生活に定着するまでのタイムラグにより、需要が定常化するまでに時間を要したことが原因であると考えられる。また需要が増加する中で、運行ダイヤも開業当初の1-1ダイヤから昭和44年までに「ひかり」3本、「こだま」3本の3-3ダイヤへと運行本数も増発されていき、輸送力と輸送量が相互に作用し合いつつ、このタイムラグの解消が進んだものと考えられる。

このような事情は、平成4年に運行を開始したのぞみからも裏付けられる。運行開始当初は、出張の際でものぞみの利用を認めていない企業が多くあったり、週刊誌等でのぞみの安全性についての論議が多く見られた。しかし、運行開始後4年経過した今では、東海道新幹線全体の輸送量がほぼ横ばいの中においても、のぞみの利用者は増加し、ダイヤも平成8年度からピーク時間帯に1時間2本体制となったこともあり、利用者に定着したことが伺える。

これらは、b.のモデル化に起因する誤差のうち、モデルの前提となる輸送のサービス変数と利用者の感じる効用との因果関係との間に時間差が生じることによるもので、画期的な乗り物が登場した際に、その学習効果の現れと連動するものといえよう。

b)40年代後半以降の乖離について

40年代後半以降の乖離の要因としては、他モードへの転換率の予測にあると考えられる。

その理由の第一として、モデルは、自動車や在来線については転移率を想定しながらも、固定値を利用していることである。しかし、この需要予測を行

った当時としては、まだ今日のように機関選択モデルに対する研究が十分でなかったこと、仮に機関選択モデルの研究結果があったとしても、昭和34年では現在のようにコンピュータの利用環境も整っていなかったことから、当時開発したモデルとしては、このような問題点を内在していてもやむをえないことではあったと推察される。

第二として、航空機への転移について一切モデル内で考慮していないことである。図-9は、図-8に示した運賃値上げを考慮した場合としない場合の予測値の差と、東海道新幹線と競合すると考えられる区間の航空機の人キロ(具体的には、航空輸送統計年報を利用し、東京～大阪間、東京～岡山間、東京～広島間、東京～福岡間、名古屋～福岡間、名古屋～仙台間、大阪～仙台間の空港間データより集計)の合計の推移を示したものである。この結果から、航空機の輸送量は、予測値の差と同様に、年度を経るごとに大きくなっており、従って航空機利用の普及と新幹線の運賃値上げにより、利用客の一部が航空機へ転換したであろうことが伺える。

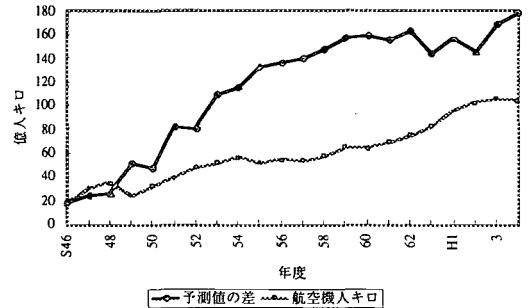


図-9 図-8の運賃値上げを考慮した場合としない場合の予測値の差と航空機の人キロの推移

これは航空機への転換をモデル上想定しなかったことによるものであるが、当時として今日のような航空機輸送の発展を想定できなかった事情によると思われ、このような構造的な変化に対応でき得ないことがしばしば起こるところに、需要想定とのネックがあると言える。

5. 東海道新幹線の実績値から見たトレンドモデルの限界の評価

以上、東海道新幹線開業前に国鉄によっておこなわれた需要予測の検証を行ってきたが、本章では事後的ではあるが、そもそも東海道新幹線の輸送量実

績値をトレンドモデル（ここではこの名称を過去に起こった事象を利用して作成したモデルを指すこととする）で追うことができるのかを検証することにより、新幹線計画におけるトレンドモデルの有用性の限界について考えてみたい。

ここで用いるトレンドモデルは、先に作成した運賃値上げの影響を加味したもので、その推定結果は図-7に示した通りである。

この結果から次のことが言える。

- 実績値と予測値は開業直後と60年度以降において乖離がある。
- 開業直後については、先に述べたように様々な面でのタイムラグが原因で需要が立ち遅れ、予測値との乖離が生じたものと考えられる。
- したがって本質的にはこのモデルで昭和59年度位までは、説明変数に実績値を用いれば後追いできる。

以下に、本モデルで追いきれない期間についてさらに詳細な分析を行う。

(1)開業直後の乖離について

まず、開業直後の乖離について検討を行う。

表-3に予測値と実績値の比率をまとめる。これによると、開業年で実績値は予測値の0.33、昭和44年には0.91となり、45年の万博開催年で予測値と実績値が逆転している。すなわち、開業後5年間のタイムラグの後に、転換が完了したものとも考えられる。

表-3 予測値と実績値の比率

| 年度 | 実績値/予測値 |
|----|---------|
| 39 | 0.34 |
| 40 | 0.44 |
| 41 | 0.66 |
| 42 | 0.77 |
| 43 | 0.83 |
| 44 | 0.93 |
| 45 | 1.11 |
| 46 | 0.98 |
| 47 | 1.03 |
| 48 | 1.08 |

この点について、タイムラグの予測値への反映は、四段階推計法では、機関選択モデルにおける選択率や誘発交通量における誘発率を、数年間程度経時的に変化させる必要があることを示していると考えられる。

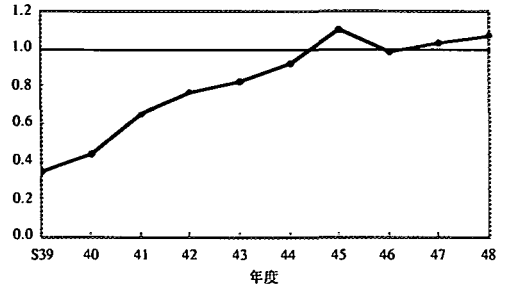


図-10 予測値と実績値の比率

(2)バブル期の乖離について

次に、昭和62年以降のいわゆるバブル期の乖離について分析を行う。図-2に示したように、この時期以降、東海道新幹線の輸送量は大きく増加している。図-11に東海道新幹線の総輸送人キロを東京圏～大阪圏（東京圏：東京、新横浜、大阪圏：京都、新大阪、新神戸の各駅間）とその他に分けたものと、先に示したマクロモデルによる人キロの推移を示す。これを見ると、非常に興味深いことに、東京圏～大阪圏間が平成3年度で、昭和62年度の約64%増をはじめとして激増しており、その他の駅間は概ね先に示したマクロモデルの輸送量の伸びの水準以下のものである。このことから、図-7に示したマクロモデルと実績値の差は、東京～大阪間の特異な需要の伸びに依存していると考えられる。

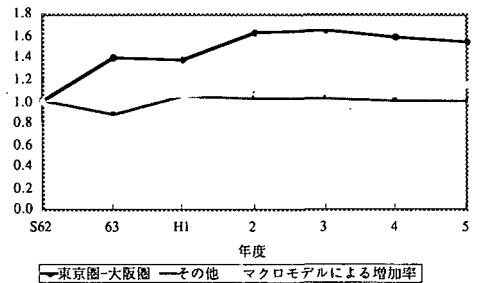


図-11 駅間別東海道新幹線OD、経済成長率の推移（昭和62年=1）

このような特定区間の需要の変化が反映されないのは、マクロモデルゆえとも考えられるので、その実態について、以下いわゆる四段階推計法の発生・分布について検証を行い、トレンドモデルそのものの追従性について考察する。

まず、発生交通量についてである。表-5に示すように、東京都、大阪府の発生量の実績は、平成2年度から3年度にかけてが最大で、昭和62年度に比べ

10%～15%の増加となっている。そこで以下に示すようなモデルを構築し、この変動をトレンドモデルで再現できるかについて検討を行う。なお、利用モデルについては様々なモデルの形を想定してパラメータの推定を行なったが、このモデルが相関係数が最も高くなったことから、このモデルを利用して以下の分析を進めていくこととした。

$$T = aX + b \quad (4)$$

T：全国発生交通量（昭和60年度=1）

X：実質国内総生産（昭和60年度=1）

a, b：パラメータ

パラメータの推定は、マクロモデルと同様、昭和46年度～昭和61年度データを利用した。全国発生交通量データは、旅客地域流動調査データ（JR定期外、民鉄定期外、航空）を利用した。推定結果は以下のとおりである。

表-4 パラメータ推定結果

| | a | b |
|----------|---------|---------|
| パラメータ推定値 | 0.3515 | 0.6290 |
| t 値 | 13.1811 | 31.7225 |
| 相関係数 | 0.9620 | |

このモデルを利用し、東京都、大阪府の実質の都府内総生産を入力データとして発生交通量の予測を行ったものと実績値を比較したものが図-12, 13, 表-5である（なお、昭和61年については、東京都、大阪府とも、民鉄定期外のデータに異常値があるとみられる）。昭和62年度、63年度頃までは予測値の誤差は少ないものの、平成以降については東京都で最大8.8%、大阪府で最大5.5%の差が生じ、トレンドを超える交通が発生していることが伺える。

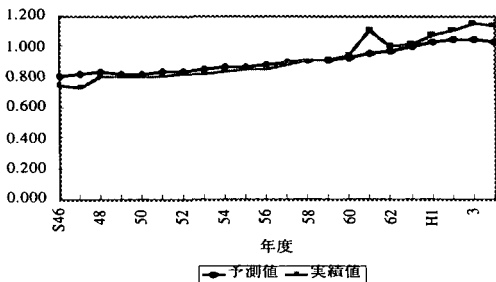


図-12 東京都発生交通量の予測値と実績値
（昭和60年度=1）

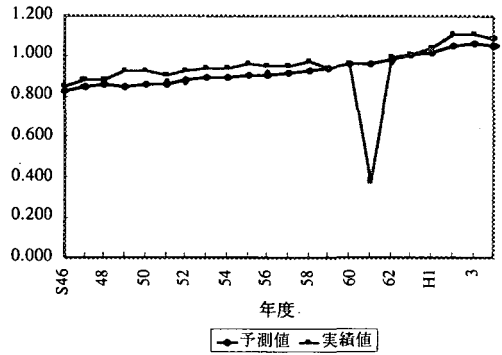


図-13 大阪府発生交通量の予測値と実績値
（昭和60年度=1）

表-5 発生交通量予測モデルの予測値と実績値
（昭和60年度=1）

| 年度 | 東京都 | | | 大阪府 | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 予測値 | 実績値 | 比率 | 予測値 | 実績値 | 比率 |
| S62 | 0.980 | 1.000 | 1.020 | 0.980 | 1.000 | 1.020 |
| S63 | 1.005 | 1.019 | 1.014 | 1.008 | 1.013 | 1.005 |
| H1 | 1.033 | 1.071 | 1.036 | 1.023 | 1.037 | 1.013 |
| H2 | 1.047 | 1.111 | 1.060 | 1.049 | 1.108 | 1.055 |
| H3 | 1.053 | 1.144 | 1.086 | 1.062 | 1.107 | 1.042 |
| H4 | 1.038 | 1.129 | 1.088 | 1.060 | 1.091 | 1.030 |

次に分布交通量についてであるが、表-6に東京～大阪間の分布交通量の実績を示す。昭和62年度に比べ、最大で60%を超える伸びとなっており、先に見た東海道新幹線の東京圏～大阪圏のODの伸びに、ほぼ一致する。発生同様、以下に示すような重力モデルを作成し、トレンドモデルの再現性について検証を行う。このモデルについても、先と同様様々なモデルの形を想定してパラメータの推定を行なったが、以下のモデルが最も相関係数が高くなったことからこのモデルを利用して分析を行なうこととした。

$$T = K (M_1 M_2)^a / F^b \quad (5)$$

T：東京都～大阪府間の分布交通量

M₁：東京都の実質の都内総生産

M₂：大阪府の実質の府内総生産

F：東京～大阪間の東海道新幹線実質料金

K, a, b：パラメータ

パラメータの推定は、マクロモデルと同様、昭和46年度～昭和61年度データを利用した。分布交通量は、旅客地域流動調査データ（JR定期外、民鉄定期外、航空）を利用した。

表-6 分布交通量子測モデルの実績値

| 年度 | 実績値 (千人/年) | 増加率 (S62年度=1) |
|------|---------------|------------------|
| S 62 | 14,212.3 | 1.000 |
| 63 | 19,919.3 | 1.402 |
| H 1 | 20,696.9 | 1.456 |
| 2 | 23,583.9 | 1.659 |
| 3 | 23,579.9 | 1.659 |
| 4 | 21,568.0 | 1.518 |
| 5 | 20,703.2 | 1.457 |

表-7 パラメータ推定結果

| | a | b | k |
|----------|------------|------------|------------|
| パラメータ推定値 | 3.2719E-01 | 2.3333E-01 | 1.5233E+00 |
| t 値 | (3.583) | (1.240) | (0.196) |
| 相関係数 | 0.7626 | | |

このモデルを利用して、バブル期の東京一大阪間の分布交通量を予測すると図-14、表-8のようになる。最大26%の違いがあり、発生モデル以上に、この時期の再現性が低い結果となっている。

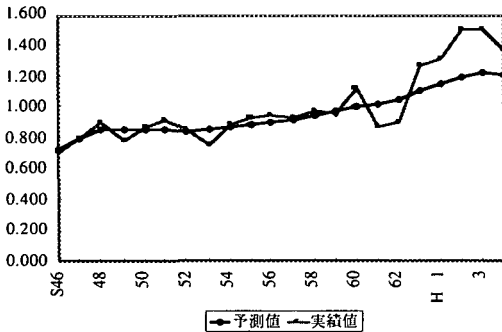


図-14 東京一大阪間の分布交通量の実績値と予測値
(昭和60年度=1)

表-8 分布交通量子測モデルの予測値と実績値

| | 予測値 | 実績値 | 比率 |
|------|-------|-------|-------|
| S 62 | 1.055 | 0.907 | 0.859 |
| 63 | 1.107 | 1.271 | 1.148 |
| H 1 | 1.149 | 1.321 | 1.149 |
| 2 | 1.193 | 1.505 | 1.261 |
| 3 | 1.220 | 1.505 | 1.233 |
| 4 | 1.207 | 1.376 | 1.140 |

このように先に示したマクロモデルによる想定値と実績値の乖離は、このマクロモデルゆえの粗さから来るものではなく、四段階推定法のステップに則っても過去のトレンドでは表現できない、より構造的な変化に起因するものと推察することができる。

6. 東海道新幹線の需要予測の事後的分析から得られた教訓と今後の需要予測の要件

(1)得られた教訓

以上、東海道新幹線の過去の需要予測、及びトレンドモデルによる実績値の追随性について、実務的で簡便な手法をベースに見てきた。その結果として、今後の新幹線計画などにおいて実務的に需要予測を行なうにあたり、次のような教訓が得られたものと考えられる。

1. 過小に出た予測結果も、国民所得や運賃水準などの前提条件の不一致によるところが大きく、開業当初を除き、少なくとも40年代後半までは妥当な予測であるということ。これはすなわち、前提条件となる社会経済環境の設定が如何に重要であるかを物語っている。
2. 50年以降の乖離については、航空機との競合を考慮しなかったことが大きな要因と考えられる。我々は、このことがモデルそのものの欠点というよりも、航空機によるトリップの普及という、社会経済環境の構造変化をモデルに考慮できなかったという、モデルの構築時の認識に起因していると考ええる。このことは、今日における情報機器への代替といったことへの関係に類似しているように思える。
3. 開業当初は、転換に5年程度のタイムラグがあること。このことは、今日の情報化や新技術への抵抗感が減少していることなどから、今後は短縮の可能性も考えられる。
4. いわゆるバブル発生以後、発生、分布交通量が大きく変化する中で、トレンドモデルでは輸送量を説明しきれないことである。この時代を前後して産業構造、ライフスタイル、ビジネススタイル等が1つの転換期を迎え、構造的に変わろうとしていることを考えると、トリップの発生メカニズムそのものにいかにもモデルを対応させるかが大きな課題といえよう。

(2)需要予測の要件

以上の教訓を踏まえ、第二東海道新幹線ともいえる中央新幹線(東京～大阪)計画の需要予測において重要となる要件について整理したい。

まず、需要予測の前提となる社会経済環境をどのように想定するかである。先に検証したように、この設定が予測結果に及ぼす影響は非常に大きい。

その中には、ミクロとしての価値観や嗜好の変化、マクロとしての社会経済環境の構造変化が含まれる。

そして非常に困難なことではあるが、可能なかぎりそれらを定量化し、モデルの検討対象に入れ込むことが肝要であろう。それには、パネルデータを用いたダイナミックアプローチ的な考え方の導入や、シナリオライティングを併用する必要があるであろう。

一方、今後のライフスタイルやビジネススタイルが多様に構造的に変わろうとしていることを考えると、唯一の前提条件で予測を行うことは危険でさえある。考えられる様々な状況や構造変化を複数のシナリオとして想定し、その下での需要予測の実行が必要であると考えられる。

また、本論文から導かれる結論ではないが、実務者として感じるのは、前述の新幹線計画を進めていく際には、鉄道事業者のみでなく様々な主体との合意形成が必要であり、このように様々なシナリオに従った予測結果の中で、それぞれ新幹線計画の事業関係者が議論を行い、その中で事業決定のプロセスをスムーズにし、かつ共有する解を得られることに、需要予測は資することが望ましいと考えている。

7. まとめ

本研究では、東海道新幹線開業前に行なわれた過去の需要予測について、その予測結果とモデルの妥当性について検証を行い、さらに東海道新幹線実績データを用いてトレンド型のマクロモデルを作成し、実務的、事後的ではあるが、トレンドモデルを中心に、どの程度実績値を後追いでできるのかを検討した。

その結果、今後の新幹線計画にあたっての需要予測において、6章にまとめた内容の教訓と要件を得た。

今後、新幹線の需要予測の検討にあたっては、多岐にわたる構造変化をも考慮しながら検討を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 角本良平：新幹線 軌跡と展望，交通新聞社，1995.
- 2) 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，第54巻，第10号，1994.10.
- 3) 土井利明，柴田洋三：国土構造変化に伴う幹線旅客流動パターンの変動に関する考察，運輸と経済，第55巻，第7号，1995.7.
- 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したトリップ発生モデル，土木計画学研究・論文集，No.12，1995.8.
- 5) 高松正伸：MDモデルによる新幹線輸送需要の推定，運輸と経済，第47巻，第6号，1987.6.
- 6) 新幹線と在来線との直通運転に関する調査研究：運輸経済研究センター，1988.
- 7) 野末尚次：幹線鉄道輸送計画とその実施例，土木計画学研究・講演集，No.16，1993.12.
- 8) 交通プロジェクトの総合的な評価に関する調査：運輸経済研究センター，1994.3.
- 9) 在来鉄道の高速度に関する調査研究：運輸経済研究センター，1994.3.
- 10) 西域哲英，松井寛：交通需要予測の事後評価に関する研究，土木学会第45回年次学術講演会，1990.9.

(1996.2.22 受付)

STUDY ON EFFECTIVENESS OF DEMAND FORECASTING METHODS APPLIED TO TOKAIDO SHINKANSEN

Toshiaki DOI and Yozo SHIBATA

Shinkansen is a big project, and has large impacts on land structure, therefore, accurate demand forecasting is required.

This study reviews the effectiveness of the demand forecasting methods applied to Shinkansen. And we discuss requisites for the demand forecasting of future Shinkansen such as Chuo Shinkansen.