

# 我が国における交通機関別の旅客交通需要動向の時系列分析\*

## Time-series Analysis on Passenger Travel Demand in Japan\*

栗田善吉\*\*・加藤一誠\*\*\*・金子雄一郎\*\*\*\*・清水哲夫#・田邊勝巳###・加藤浩徳####

By Zenkichi KURITA\*\*・Kazusei KATO###・Yuichiro KANEKO\*\*\*\*・Tetsuo SHIMIZU#・Katsumi TANABE###・Hironori KATO####

### 1. はじめに

我が国では、これまで数多くの全国交通需要予測が行われてきた。1つの例としては、(財)運輸政策研究機構が、運輸政策審議会答申第20号のために行った長期全国交通需要予測<sup>1)</sup>が挙げられる。ここでは、四段階推計法に基づいた予測が行われており、各段階に対応する交通需要予測モデルが構築されている。発生交通量予測には、性・年齢階層別の原単位法、分布交通量予測には、重力モデルを基礎とする手法、機関分担交通量予測にはロジックモデルがそれぞれ用いられており、各段階で、クロスセクショナルなデータを用いたモデルが用いられている。もう1つの例として、国土交通省航空局による将来の航空交通需要予測<sup>2)</sup>が挙げられる。やはり交通需要予測モデルは、四段階推計法を基礎とする方法がとられており、この中で、生成交通量の予測には、1人当たりGDPとアクセシビリティ指標が用いられている一方で、それ以外の交通量の予測は、基本的にクロスセクショナルなデータのみに基づく交通需要予測モデルが用いられている。

このように、既存の交通需要予測では、生成あるいは発生交通量予測の段階では時系列的变化を考慮するが、交通機関別の交通量を予測する場合には、クロスセクショナルなデータに基づくモデルが使われることが多かった。ところが、実際の交通需要は、交通機関ごとに異なる特性や事情によって、独立に変動している可能性が高い。ただし、そうした交通機関別の特性が、時系列で丁寧に分析されることは稀である。また、長期の交通需要予測を行うためのモデルは多く開発されてきているが、短期の交通需要予測モデルはほとんど開発されていない。短期の交通需要予測を行うためには、各交通機関の特性を考慮したモデル開発が不可欠と思われる。

そこで、本研究は、我が国を対象に、短期の交通需要予測を念頭に置きながら、各交通機関の全国交通需要を時系列的に分析することを目的とする。

### 2. 使用するデータ

まず、本研究で使用する旅客輸送量データを示したものが表-1である。我が国における1986～2005年度の20年間のデータを使用することとする。なお、これらのデータに含まれる輸送量データは、総流動ベースの利用者数である。

次に、説明変数として使用する経済データおよび社会経済データを示したものが、それぞれ表-2と表-3である。いず

表-1 分析に使用する旅客輸送量データ

データ	データスパン	資料	備考
鉄道	1986～2005年度	国土交通省「鉄道輸送統計調査」	各年、各月別のJR定期・定期外、民鉄定期・定期外輸送量
航空	1986～2005年度	国土交通省「航空輸送統計調査」	各年、各月別の国内定期航空旅客輸送量
自動車	1986～2005年度	国土交通省「自動車輸送統計調査」	各年、各月別に、自家用普通乗用車、自家用貨物車、軽自動車、営業用乗用車の輸送量
バス	1986～2005年度	国土交通省「自動車輸送統計調査」	各年、各月別に、貸切バス、自家用バス、乗合定期バス、乗合定期外バスの輸送量

表-2 分析に使用する経済データ

データ	データスパン	資料	備考
国内総生産(実質値)	1980～2004年度	内閣府「国内経済計算年報」	平成7年基準GDP需要項目別時系列表
民間最終消費支出(実質値)	1980～2004年度	内閣府「国内経済計算年報」	平成7年基準GDP需要項目別時系列表
国内総固定資本形成(実質値)	1980～2004年度	内閣府「国内経済計算年報」	平成7年基準GDP需要項目別時系列表
政府最終消費支出(実質値)	1980～2004年度	内閣府「国内経済計算年報」	平成7年基準GDP需要項目別時系列表
輸出(実質値)	1980～2004年度	内閣府「国内経済計算年報」	平成7年基準GDP需要項目別時系列表
輸入(実質値)	1980～2004年度	内閣府「国内経済計算年報」	平成7年基準GDP需要項目別時系列表

\*キーワード: 旅客交通需要, 交通需要予測, 時系列, 日本

\*\*正員, 博(工), (財)運輸調査局調査研究センター(東京都新宿区信濃町34番地, TEL 03-5363-3101, FAX 03-5363-3115)

\*\*\*非会員, 博(経済) 日本大学経済学部

\*\*\*\*正員, 博(工) 日本大学理工学部

#正員, 博(工), 東京大学大学院工学系研究科

###非会員, 博(商学), 慶應義塾大学商学部

####正員, 博(工), 東京大学大学院工学系研究科

表-3 分析に使用する社会経済データ

データ	データスパン	資料	備考
総人口	1980～2004年度	総務省「国勢調査報告」, 「人口推計年報」	暦年
労働力人口	1980～2004年度	総務省「労働力調査年報」	暦年平均
就業者数	1980～2004年度	総務省「労働力調査年報」	暦年平均
学生数(高校以上, 各種学校を含む)	1980～2004年度	文部科学省「学校基本調査報告」	5月1日現在
自動車保有台数	1980～2004年度	国土交通省「自動車保有車両数(財)自動車検査登録協会」 「市区町村別自動車保有車両数」 (社)全国軽自動車協力連合会 「市区町村別軽自動車保有台数」	3月31日現在
運転免許証保有者数	1980～2004年度	警察庁交通局資料	12月31日現在

れも1980年度から25年分のデータを準備した。

### 3. 分析方法<sup>3)</sup>

時系列データを用いた回帰分析では、しばしば誤差項の間に相関関係が生じることがあり、これは系列相関と呼ばれる。特に、経済活動の場合、今期の活動が来期の活動に影響を及ぼすことが多く、系列相関が発生しやすいと言われている。このような場合に、最小二乗法を適用すると、パラメータのt値や決定係数が大きめに計算され、誤って有意であるとみなす危険性が大きくなってしまふ危険性がある。

これに対して、誤差項の系列相関を除く代表的な手法としては、コ克蘭・オーカット法、プレイス・ウインステン変換に基づく一般化最小二乗法、最尤法等が挙げられる。ここで、誤差項の系列相関を除く手法としては、一般化最小二乗法や最尤法による推定が、優れていると言われている。なお、一般化最小二乗法と最尤法とのいずれが望ましいかについては、有限標本を対象として系列相関のあるモデル

を推定した場合では、両者の選択に関する明確な基準はないと言われている。

ただし、一般化最小二乗法は、推定に際して、誤差項間の回帰係数に当たる自己相関係数の初期値を算出するが、その自己相関係数を所与として、実績値と推計値の残差平方和が最小になるようにパラメータが決められるため、初期の自己相関係数の与え方によって、推定されるパラメータにパラソキが生じる、という問題点が指摘されている。

一方で、最尤法は、ある前提条件(説明変数)にしたがって観察結果(目的変数)が出現する場合、逆に、観察結果から見て、前提条件が「何であった」と推測する尤もらしさを表す数値(尤度関数)を最大にするように、パラメータを推定する方法である。最尤法は、分散が最も小さくなるパラメータが推定される点、1つの利点とされており、そのため、広く一般的に用いられている。そこで、本研究では、最尤法により、モデルパラメータの推定を行うこととした。

なお、モデルの説明変数については、様々な組合せを試すこととし、各変数のt値、決定係数、ダービン・ワトソン比、ならびに最新年度の推計値の予測精度によって、最も望ましいと考えられるモデルを選定した。

### 4. モデル推定結果

#### (1)国内旅客全輸送量モデルの推定

1987～2004年度の年次データを用いて、国内旅客全輸送量モデルの推定結果を示したものが、表-4である。いずれも線形回帰式を用いている。最も決定係数の高いこと、ならびに2005年度と2006年度の推計値と実績値との誤差率も2%未満に留まり、変化の方向も一致していることから、「総旅客-3」を採用することとした。なお、「総旅客-4」も比較的良好な結果が得られているが、直近の推計値と実績値の変化の方向が合わない年度が散見されることから、予測には適さないと判断した。なお、国内旅客全輸送量モデルの実績値と推計値の比較を示したものが図-1である。良好な再

表-4 国内旅客全輸送量モデルの推計結果

変数	単位	総旅客-1 推定値(t値)	総旅客-2 推定値(t値)	総旅客-3 推定値(t値)	総旅客-4 推定値(t値)
定数項		28510111 (10.3)	29744335 (13.6)	20824613 (-0.85)	38089579 (12.3)
国内総生産	10億円	107.3 (19.1)			
民間最終消費支出	10億円		191.7 (22.4)	184.2 (18.7)	
生産年齢人口	千人			610.3 (2.00)	
実質前年度 国民総生産	10億円				90.5 (14.6)
推計期間		1987-2004年度	1987-2004年度	1987-2004年度	1987-2004年度
最終対数尤度		-277.1	-274.1	-271.6	-256.9
D.W.比		1.18	1.18	1.26	1.25
R <sup>2</sup>		0.943	0.959	0.967	0.949

注:いずれも線形関数を用いている。

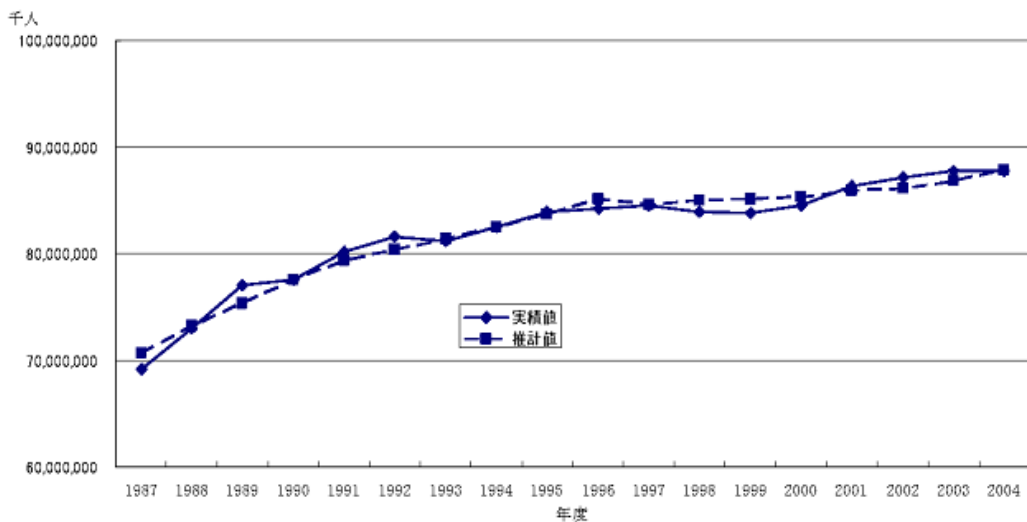


図-1 国内旅客全輸送量モデルの実績値と推計値との比較

表-5 鉄道旅客輸送量モデルの推定結果

変数	単位	鉄道定期外 推定値(t値)	JR定期 推定値(t値)	民鉄定期 推定値(t値)
定数項		9.16 (20.3)	-4722178 (-7.40)	0.348 (0.12)
民間最終消費支出	10億円	0.54 (15.0)		
就業者+学生数	万人		1259035 (12.8)	2.00 (5.85)
民鉄運賃指数	2005年度 =100		12302.2 (2.63)	-0.505 (-11.7)
SFメトロカード ダミー			-183619.8 (-4.14)	
推計期間		1987-2004年度	1987-2004年度	1987-2004年度
最終対数尤度		52.1	-221.4	52.2
D.W.比		0.50	1.68	1.45
R <sup>2</sup>		0.938	0.95	0.934

注:「JR 定期」は線形関数を,「鉄道定期外」と「民鉄定期」は両対数線形関数をそれぞれ用いている。

現が行われていることが読み取れる。

## (2)鉄道旅客輸送量モデルの推定

国内旅客全輸送量モデルと同様に,国内鉄道旅客輸送量モデルを推定したが,良好な結果が得られなかった。そこで,鉄道定期外旅客輸送量, JR定期旅客輸送量, 民鉄定期旅客輸送量に分割してモデルの推定を行うこととした。モデルの推定結果を示したものが,表-5である。なお,「JR定期」については,線形回帰式であるが,「鉄道定期外」と「民鉄定期」については,以下のような両対数線形関数を用いている。

$$\ln Y = \theta_0 + \sum_i \theta_i \ln X_i$$

ただし, Y :非説明変数, X<sub>i</sub> :説明変数, θ<sub>i</sub> :パラメータである。これより,鉄道定期外旅客輸送量は経済動向の影響を受ける一方で,鉄道定期旅客輸送量は,就業・就学人口および運賃の影響を受けることがわかる。また, JR定期旅客

輸送量がSFメトロカードの導入によって影響を受けたことも理解できる。

## (3)航空旅客輸送量モデルの推定

航空旅客輸送量については,表-6で示されるような4つのモデルについて検討を行った。比較の結果,「航空-1」のモデルを採用することとした。これは,国内航空会社による提供座席数は,各路線の便数と使用機材が概ね1年前には公表されることから,1年以下の短期将来交通需要予測であれば,使用可能な変数であると判断したためである。なお,競合交通手段と思われる,新幹線の運行本数等も説明変数として検討したが,有意な結果が得られなかった。

## (4)自動車旅客輸送量モデルの推定

自動車旅客輸送量モデルの推定結果を示したものが表-7である。2005年度では増加し,2006年度ではやや減少するという実績値の増減が,いずれのモデルでも合致せず,近年の自動車旅客輸送の動向が,過去のトレンドでは説明

表-6 航空旅客輸送量モデルの推定結果

変数	単位	航空-1	航空-2	航空-3	航空-4
		推定値(t値)	推定値(t値)	推定値(t値)	推定値(t値)
定数項		-26531.8 (-1.22)	-78087.5 (-8.88)	-11366.7 (-0.40)	-49758.1 (-4.68)
民間最終消費支出	10億円	0.234 (1.82)	0.572 (18.3)		0.288 (1.29)
提供座席数	千席	0.333 (2.91)		0.496 (9.84)	
東海道新幹線 運行本数	本/日			104.2 (0.91)	
運航回数	回/年				0.0371 (3.29)
全新幹線運行本数	本/日				38.3 (0.88)
推計期間		1987-2004 年度	1987-2004 年度	1987-2004 年度	1987-2004 年度
最終対数尤度		-165.3	-170.5	-166.8	-162.1
D.W.比		1.10	1.08	0.79	1.93
R <sup>2</sup>		0.971	0.954	0.966	0.978

注:いずれも線形関数を用いている。

表-7 自動車旅客輸送量およびバス旅客輸送モデルの推定結果

変数	単位	自動車-1	自動車-2	自動車-3	自動車-4	バス
		推定値(t値)	推定値(t値)	推定値(t値)	推定値(t値)	推定値(t値)
定数項		-4856820 (-1.96)	60546899 (2.78)	-3223793 (-0.27)	4.70 (2.35)	-5955994 (-3.26)
民間最終消費支出	10億円	210.5 (23.9)	210.3 (31.3)	206.2 (7.81)	1.05 (8.03)	
生産年齢人口	千人		-756.5 (-2.98)			
実質ガソリン価格 (2005年基準)	円			-3824.1 (-0.09)	-0.015 (-0.18)	
学生数	千人					1540.6 (7.68)
推計期間		1987-2004年 度	1987-2004年 度	1987-2004年 度	1987-2004 年度	1987-2004 年度
最終対数尤度		-271.4	-252.6	-256.7	45.7	-247.4
D.W.比		1.43	1.96	1.40	1.49	0.72
R <sup>2</sup>		0.975	0.888	0.947	0.923	0.933

注:「自動車-4」は両対数線形関数を、それ以外は線形関数をそれぞれ用いている。

しがたいことが明らかとなった。その中で誤差率が最も小さいものが、「自動車-4」であった。ただし、実質ガソリン価格が有意でない。今回は、暫定的に「自動車-4」を採用することとする。

#### (5)バス旅客輸送量モデルの推定

バス旅客輸送モデルの推定結果は、表-7に示される通りである。学生数と比例関係にあることが明らかとなった。

### 5. おわりに

本研究は、短期の予測を念頭に置きつつ、我が国の全国交通需要の時系列動向を、交通機関別に分析した。数多くの変数について試した結果、ある程度予測力のあるモデルの構築に成功した。なお、以上のモデルによって推計される総輸送量と各交通機関輸送量の和は必ずしも一致しない。いずれを用いるべきかについては、予測の目的と精度に依

存するものと考えられる。この点に関する検討や、モデルの精度改善については、さらなる分析が必要と考えられる。これらは、今後の研究課題としたい。

【謝辞】本稿は、「2007年度経済・国内旅客動向見通しの策定に関する研究会」((財)運輸調査局)の成果の一部を取りまとめたものである。研究会にてご協力頂いたJR東日本をはじめとする関係諸氏に深く感謝する次第である。

#### 【参考文献】

- 1) (財)運輸政策研究機構:21世紀初頭の我が国の交通需要—交通需要予測モデル—, 2000.
- 2) 国土交通省航空局:平成13年度航空需要予測手法に関する調査報告書, 2003.
- 3) 蓑谷千風彦著:計量経済学の新しい展開, 多賀出版, 1992.