

国内航空旅客需要の 社会経済要因との関連性の分析

An Analysis of the Relationship between Domestic
Air Passenger Demands and Socio-economic Factors

清水浩一郎*・吉川雅修**・片谷教孝***

by Koichiro SHIMIZU, Masanobu YOSHIKAWA
and Noritaka KATATANI

Some statistical analyses were carried out in order to obtain the basic understandings about passenger demands of domestic air traffics. Twenty-four socio-economic factors and some traffic facility factors were used as explanatory variables and linear multiple regression analyses were carried out.

Fairly good consistency was shown in the results of the analysis using the data based on each region which is represented by one airport. Analyses using the data based on each air route showed that there are some structural difference in the passenger demand of each air route mainly originated in the regional characteristics.

1. はじめに

近年、わが国の国内航空の輸送需要は、増加の一途をたどってきた。ここ1年は、景気の低迷の影響を受けてやや停滞気味であるが、長期的には増加の傾向にあるといつてよい。その数は平成2年度の延べ旅客数で、約5,800万人にも及んでいる。このような膨大ともいえる需要は、社会経済の発展や技術革新を背景としたものと考えられる。したがって、今後わが国の経済面での発展が続く限り、航空輸送の需要はさらに増加していくことが予想される。また逆の面から見ると、新空港の開設によってその地

域の産業が大きく発展したような例もあり、航空輸送と社会経済は、極めて密接な関係にあるといつてことができる。

このように、航空輸送はわが国の社会の基盤の一つとなっており、航空輸送計画を適切に立案し、必要な輸送力を確保することは、社会機能の維持のために不可欠な要素であるといつてことができる。ここで言う輸送計画とは、路線の設定や便数、使用機材の割り当てのほか、空港整備やアクセス輸送手段の整備も含む。これらの輸送計画の立案のためには、輸送の需要を把握することが必要であることはいつまでもなく、将来の航空輸送需要を高い精度で予測する技術の確立は、強い社会的要請を受けている。

本研究では、このような観点から、航空輸送需要の予測を行う手法を開発することを最終的な目的としている。ここでは上記のような社会経済的要因と輸送需要の関連性に着目し、予測手法の開発のための第1段階として、輸送需要の構造を社会経済的な

キーワード：需要予測モデル、航空輸送、重回帰分析

* 学生会員 山梨大学大学院博士前期課程

** 工修 山梨大学助手 工学部電子情報工学科

*** 正会員 工博 山梨大学助教授 工学部電子情報工学科
(〒400 甲府市武田4-3-11)

データを用いた統計的分析によって把握することを試みた。なお、ここでは航空輸送のうち旅客輸送のみに着目し、貨物輸送については対象から除外した。その理由は、旅客輸送と貨物輸送とでは需要の構造に差異があるとみられること、研究の第1段階としては、データ入手の比較的容易な旅客輸送のほうが取り上げやすいことなどである。

航空輸送については、わが国よりも欧米のほうが長い歴史をもっている。特に世界最大の航空先進国ともいえる米国では、これらの輸送計画に関する研究も古くから行われている。しかし、それらの中では輸送のスケジューリングに関するものが比較的多く、輸送需要の予測を直接取り扱ったものはあまり多くない。

都市間の旅客輸送需要の予測モデルとしては、重力モデルが最も一般的であろう。そこでは多くの場合、計量経済学的な観点から各種の経済的要因が変数として取り入れられる。以前はまずそれらのモデルを用いて交通機関を限定せずに都市間の旅行需要の合計を求め、次いで機関選択モデルによって交通機関別の需要を求める手順が一般的であった。そのようなアプローチによる研究の代表的な例としては、Systems Analysis and Research Corp. (1963)¹⁾ によるものが挙げられる。ここでは、各種の経済要因を変数とする非線形の式が用いられている。その後も同様なアプローチによる研究は、数多く報告されている。また、需要の経年的な変動に着目した研究も見られるが、近年の航空輸送需要の急激な増大のため、あまり有効な手段とは考えられていない。ごく最近では、初めから航空輸送需要のみに着目した需要予測の研究も、かなり報告されるようになってきた。新しい例としては、Kaemmerle(1991)²⁾ による米国のコンピューター航空の輸送需要を対象とした研究や、Hutchinson(1993)³⁾ によるカナダの国内輸送を対象とした研究などのほか、Rengaraju(1992)⁴⁾ によるインドの国内航空輸送に関する分析なども興味深い。

最後の例では、人口、世帯数、流入人口、失業率、大卒者比率、識字率の6つを説明変数とすることにより、インド国内航空路線の輸送実績が高い決定係数(0.952)説明できるとしている。この例にも見られるように、経済要因によって輸送需要を説明しよ

うとする場合には、国による社会経済的な特性によってモデルが異なってくることは当然であると考えられる。また、日本のように国土が狭かったり、複数の島によって構成されていたりする場合には、米国などとは航空輸送の需要構造が大きく異なると思われるほうが自然であろう。

国内でも、同様の目的を持った研究はいくつか報告されており、最近では梅沢ら(1992)⁵⁾の例などが挙げられる。これらの例の多くでは、考えられるいくつかの需要決定要因について、個別にその影響を検討するようなアプローチがとられている。本研究では、モデルの基本形は線形の回帰式に固定した上で、全国的に地域別、空港別、路線別の3つの観点から、需要構造の特徴を見いだすことを主眼とした。

2. 分析方法

航空旅客需要予測の単位としては、地域別、空港別、路線別などが考えられる。ここではまず、関連する社会経済データの入手が最も容易な都道府県別の分析によって、旅客輸送需要と各要因の関連性の予備的な検討を行った。次いで各空港に從属すると考えられる経済圏ごとに集計したデータを用いて、空港別の分析を行った。最後に、各航空路線ごとに両端の空港の経済圏の合計データを用いて、路線別の分析を行った。

本研究で分析の対象とした年次は、1991年である。また、データの出典は次のとおりである。

- 1) 輸送実績データ：平成3年航空輸送統計年報⁶⁾
- 2) 社会経済データ：'91民力⁷⁾

全国市町村要覧(平成3年)⁸⁾

- 3) 所要時間・料金：JTB時刻表⁹⁾

分析の対象地域は、基本的に全国としたが、離島の路線については、需要構造が他の路線と大きく異なると考えられるため、対象から除いた。

本研究では、輸送需要を表現するモデルとして線形回帰モデルを用い、一般的な重回帰分析によった。これは、既往の研究において最も広く用いられていることと、本研究ではモデルの構成よりも、地域別などの集計単位ごとの需要構造の特徴を知ることが目的としているためである。

3. 結果と考察

(1) 都道府県別分析

航空需要を決定する要因（説明変数）として、ここでは以下に示す24の要因を取り上げた。次に変数の絞り込みを行うため、まずこれらの要因に対しクラスター分析を行い、図1に示すように変数のグループ分けを行った。

表1 都道府県別分析における説明変数

1 人口 (人)	22 民鉄輸送人数 (千人)
2 県民所得 (千円)	24 バス輸送人数 (千人)
3 空港施設の数	26 将来推計人口(1995) (千人)
4 産業別人口 (1次) (人)	27 将来推計人口(2000) (千人)
5 産業別人口 (2次) (人)	28 総世帯数
6 産業別人口 (3次) (人)	29 総面積 (km ²)
16 自動車保有台数 (台)	30 第1次産業総生産 (億円)
17 預金残高 (億円)	31 第2次産業総生産 (億円)
18 労働者平均給与 (円)	32 第3次産業総生産 (億円)
19 国税 (百万円)	33 歳出 (百万円)
20 地方税 (百万円)	34 高速自動車国道 (km)
21 J R輸送人数 (千人)	35 海外渡航者数 (千人)

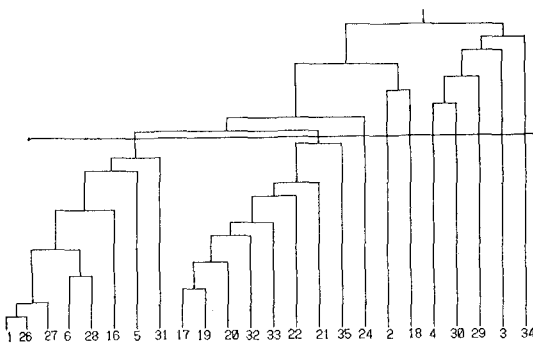


図1 説明変数のクラスター分析結果

その結果、県民所得、産業別人口（1次、3次）、労働者平均給与、旅客バス輸送人数、総面積、産業別総生産（1次、2次）、歳出、高速自動車国道に絞られ、さらに変数減少法を用いて重回帰分析を行った結果、次式のように6変数に絞りこまれた。なお、目的変数は年間航空輸送人数（千人）である。

$$y = 0.0041x_1 - 3.95x_2 + 0.023x_3 - 0.0040x_4 - 0.015x_5 + 0.53x_6 + 592.51$$

x_1 : 歳出 x_2 : 県民所得
 x_3 : 労働者平均給与 x_4 : 旅客バス輸送人数
 x_5 : 産業別人口（1次） x_6 : 第1次産業総生産

決定係数 0.8799

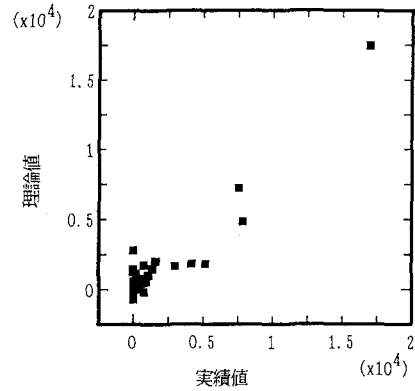


図2 都道府県別分析による実績値と理論値

都道府県別に分析しようとする、まず問題となるのが実績値0つまり空港施設のない県の取扱いである。逆に、1つの空港が他県の旅客需要も担っているという場合もあり、特に、関東地方と近畿地方では羽田と伊丹に集中しているために、理論値が実績値と大きくかけ離れる傾向が見られる。この場合に理論値が負の値となるのは、東京や大阪の影響で回帰式が上方に引っ張られるためである。

(2) 空港別分析

空港別の分析においては、各空港が代表する経済圏（ゾーン）を設定しなければならない。ここでは主にアクセス交通の利便性を条件にして、以下のよう設定した。

- ・北海道は支庁境界に従って札幌（千歳＋丘珠）、根室（中標津）、網走（女満別＋紋別）、釧路、帯広、函館、旭川、稚内の8つの地区に分ける。
- ・東京（羽田、成田）地区は関東地方と山梨県、福島県を1つのゾーンとする。
- ・大阪地区は三重を除く近畿地方を1つのゾーンとする。
- ・名古屋地区は東海4県（愛知、岐阜、三重、静岡）を1つのゾーンとする。

- ・福岡地区は佐賀県を含め、金沢地区は福井県を含め1つのゾーンにする。
- ・1県に2つ空港がある県（青森、山形、鳥取）はそれぞれ2つのゾーンに分ける。
- ・空港があっても旅客数、フライト数が少ない長野県、和歌山県はそれぞれ東京地区、大阪地区に含める。
- ・その他の1県に1つ空港がある県はその県単位を1つのゾーンとする。

説明変数として、人口、経済の要因の他に路線数と、対抗する交通機関の要因として新幹線の駅の数を加えた。これらの説明変数に対し変数減少法を用いて重回帰分析を行った。

$$y = 3.40x_1 + 158.31x_2 - 5.75x_3 + 0.0011x_4 - 89.52x_5 - 377.82$$

x_1 : 産業別人口（3次） x_2 : 路線数
 x_3 : 産業別人口（2次） x_4 : 自動車保有台数
 x_5 : 新幹線の駅の数

決定係数 0.9945

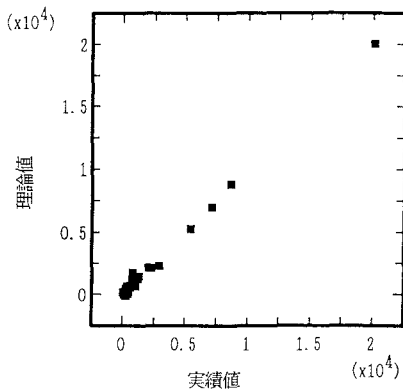


図3 空港別分析による実績値と理論値

この空港別の分析では、都道府県別の分析において問題となった空港のない県の取扱いの問題は解消され、回帰式のあてはまりは大幅に改善された。また、ここで対抗する交通機関の要因が重要であることが明らかとなった。

（3）路線別分析

ここでは、全国の離島路線と通勤・通学路線を除く全120路線を対象として分析を行った。前項と

同様に、経済要因の他に、対抗する交通機関の要因として航空機と鉄道の所要時間比及び料金比を加えて分析を行った。

$$y = 8.86x_1 - 0.014x_2 - 0.0018x_3 - 1.71x_4 + 1937.12$$

x_1 : 産業別人口（3次） x_2 : 預金残高
 x_3 : 人口 x_4 : 国民所得

決定係数 0.4405

この結果では、空港別分析において有意な変数と考えられていた対抗する交通機関の要因（AIR-RAIL時間比、料金比）が棄却された。また、決定係数の値もかなり低く、十分に傾向を捉えているとはいえない。これは、個々の路線においてそれぞれ需要を決定付ける性質が違い、120路線を一括して扱ったのでは、全体の傾向を捉えることができないことを示すものである。そこで、この120路線をいくつかの種類に分類した分析を試みた。分類の方法は様々な可能性があるが、ここではいくつかの予備的な試算を行った後に、以下に示す5つのパターンに分けて分析を行った。

- a) 両端に5大都市（東京、大阪、名古屋、札幌、福岡）を持つ路線（幹線）
- b) 沖縄に発着する路線（沖縄路線）
- c) 東京に発着する路線で、幹線を除いた路線（東京－地方空港）
- d) 札幌、名古屋、大阪、福岡に発着する路線で、幹線を除いた路線（4大都市－地方空港）
- e) その他の路線（地方空港相互間）

a) 幹線

$$y = -564.44x_1 + 0.61x_2 - 23944.96x_3 + 43726.25$$

x_1 : 座席利用率 x_2 : 産業別人口（3次）
 x_3 : AIR-RAIL時間比

決定係数 0.9629

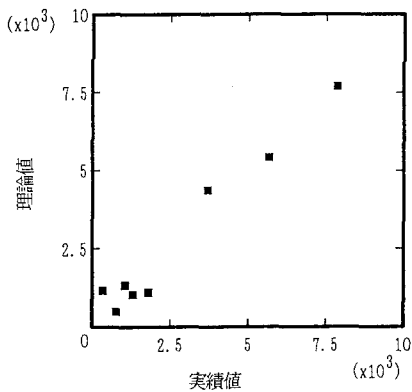


図4 路線別分析による理論値と実績値（幹線）

b) 沖縄路線

$$y = 1.21x_1 + 11.21x_2 + 0.33x_3 - 0.90x_4 - 0.0033x_5 - 0.40x_6 - 4060.57x_7 - 1562.56$$

x_1 : 産業別人口（3次） x_2 : 座席利用率
 x_3 : 国民所得 x_4 : 産業別人口（2次）
 x_5 : 預金残高 x_6 : 産業別人口（1次）
 x_7 : AIR-RAIL時間比

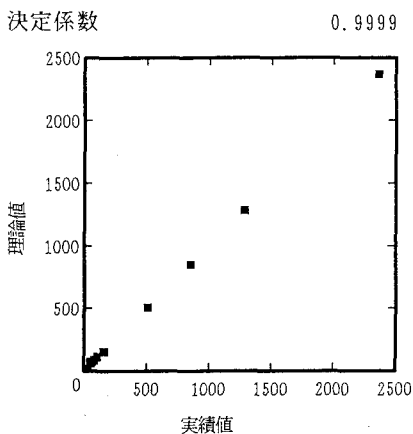


図5 路線別分析による理論値と実績値（沖縄路線）

c) 東京－地方空港

$$y = 3.28x_1 - 4743.40x_2 + 1417.38x_3 - 3.73x_4 + 0.018x_5 - 679.93$$

x_1 : 産業別人口（3次） x_2 : AIR-RAIL時間比
 x_3 : AIR-RAIL料金比 x_4 : 産業別人口（2次）
 x_5 : 預金残高

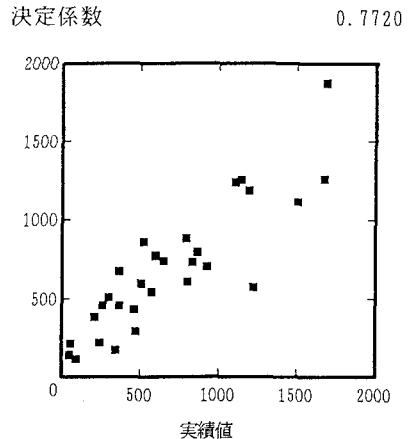


図6 路線別分析による理論値と実績値（東京－地方空港）

d) 4大都市－地方空港

$$y = -0.0066x_1 - 0.78x_2 + 4.17x_3 - 0.00087x_4 + 867.36$$

x_1 : 預金残高 x_2 : 国民所得
 x_3 : 産業別人口（3次） x_4 : 人口

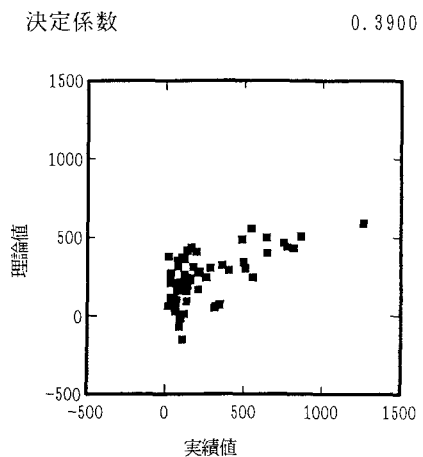


図7 路線別分析による理論値と実績値（4大都市－地方空港）

e) 地方空港相互間

$$y = 39.98x_1 + 0.10x_2 - 325.25x_3 - 30.34$$

x_1 : AIR-RAIL料金比 x_2 : 国民所得
 x_3 : AIR-RAIL時間比

決定係数 0.5372

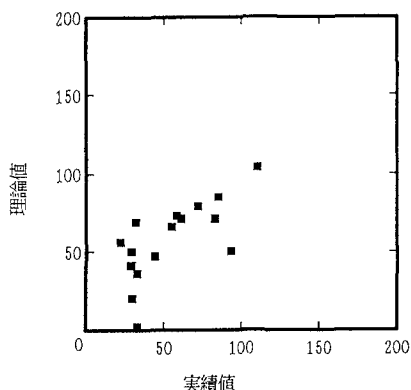


図8 路線別分析による理論値と実績値
(地方空港相互間)

幹線と沖縄路線については、サンプルが少ないこともあるが、十分にあてはまりのよい回帰式が得られている。幹線の場合は、需要の絶対量が多く、両端の社会経済要因に比例する潜在需要があると考えられる。ただし東京－大阪等の路線では、陸上の交通も発達し、大きな輸送量を持っているので、その影響をAIR-RAIL時間比が代表していると解釈できる。

沖縄路線については、対抗する交通機関の影響度は非常に小さく、他の路線と違ってほとんどの場合は航空路線を使うものと考えられる。沖縄路線を分離して分析することによってこのように高い決定係数が得られることは、これらの路線の需要構造が他と大きく異なっていることを示すものである。

東京－地方空港の路線については、東京側のデータと地方空港側のデータに数桁の開きがある場合がほとんどであり、それらのデータをそのまま用いると、全ての路線の需要が一定であるかのような結果となってしまうため、東京側の要因を抜いて分析した。4大都市－地方空港の路線についてはそのような操作を行っていないため、決定係数の値に大きな開きがあるものと思われる。地方空港相互間の路線についても、回帰式のあてはまりはあまりよいとは言えない。これらのことは、地方空港に発着する路線の場合は、ここで取り上げていない要因、たとえば観光需要に関わる要因などの影響を強く受けているケースが多いことを示唆している。また、ここでは各空港が代表する経済圏について厳密な検討をしていないため、特に需要の絶対量が小さい地方空港の場合は、その圏域のとり方に起因する誤差の影響

が相対的に大きくなっていることも考えられる。

4. まとめと今後の課題

国内航空旅客輸送の需要予測に必要な基本的な知見を得ることを目的として、輸送需要の実績データと社会経済的要因との関連性を重回帰分析によって分析した。都道府県別の分析では、空港のない県の扱いに問題があり、十分な回帰式が得られなかったが、各空港が代表する経済圏を仮定して空港別の分析を行った場合には、人口等の社会経済的要因の他に他の交通機関との競合状況を示す説明変数を加えることによって、良好な回帰式を得ることができた。路線別の分析では、路線の性質によって需要の特性が大きく異なることが明らかとなり、これらを適切に分類することにより、あてはまりのよい予測式が得られることが示された。

今後は、個々の説明変数の持つ意味を検討し、具体的に予測に適用するための問題点について検討することが重要な課題である。

参考文献

- 1) Systems Analysis and Research Corp.: Demand for Intercity Passenger Travel in the Washington - Boston Corridor (Cambridge, Mass.: SARC)
- 2) Kaemmerle, K.C.: Estimating the Demand for Small Community Air Service, Transpn. Res.-A, Vol.25A, No.2/3, pp.101-112, 1991
- 3) Hutchinson, B.G.: Analyses of Canadian Air Travel Demands, J. Transpn. Eng., Vol.119, No.2, pp.301-316, 1993
- 4) Rengaraju, V.R. et al.: Modeling for Air Travel Demand, J. Transpn. Eng., Vol.118, No.3, pp.371-380, 1992
- 5) 梅沢史章他: 国内航空旅客流動の分析, 土木学会第47回年次学術講演会講演概要集, Vol.4, pp.708-709, 1992
- 6) 運輸省運輸政策局: 航空輸送統計年報(平成3年)(社)全日本航空事業連合会, 1992
- 7) 朝日新聞社: '91民力, 1991
- 8) 自治省行政局: 平成3年版全国市町村要覧, 第一法規, 1991
- 9) JTB時刻表1992.4, 日本交通公社, 1992