

航空会社の便数設定と利用者の空港選択の均衡を考慮した国際航空需要分析*

INTERNATIONAL AIR TRANSPORTATION DEMAND ANALYSIS CONSIDERING EQUILIBRIUM BETWEEN CARRIERS' AND PASSENGERS' BEHAVIOR

高瀬達夫**・森川高行***

By Tatsuo TAKASE and Takayuki MORIKAWA

1. はじめに

アジア地域ではこれまで新東京国際空港がアジアと欧米を結ぶ航空輸送におけるハブ空港として重要な役割を果たしてきた。しかしながら、近年では新東京国際空港の容量の問題などから、韓国、ホンコン、台湾など日本を経由しないアジア各国発着需要が増加しており、これらの都市ではアジアにおけるハブ空港を念頭に入れた大規模空港の整備が進んでいる。一方、利用者の旅行に対する意識も変化してきており、アジア方面の旅行などは国内旅行並に手軽なものとなってきた。またアジア系の航空会社は、北米・ヨーロッパ・オセアニア方面に直行便ではないが格安の運賃を提供するなど、利用者がそれぞれ自分のニーズにあったルートが選択できるようになった。

このような現状にあるにも関わらず、我が国ではその膨大な航空需要に比べて空港整備が遅れており、国際ハブ空港や大規模ゲートウェイ空港の整備の必要性が叫ばれている。しかし、空港整備計画の為に最も重要な情報となるべき航空需要の予測手法が確立されていないことが大きな問題となっている。

国際航空需要分析を行うためには国際航空需要の要因を把握しておく必要がある。太田¹⁾は国際航空需要の要因を次のように分類している。

(1)成長要因

第一に、我が国の国際的地位の向上と国際交

流の活発化によって我が国の国際社会での役割は一層重要性を増し、それに伴い経済、外交、政治面での国際交流と共に、文化的交流が一段と活発になることが挙げられる。次に、バブル経済が崩壊した現在でも、海外旅行熱は依然として旺盛であり、日本人旅行客の大多数は観光を目的としたものである。また、地方空港の国際化することにより、地域住民の海外旅行熱が高まり、空港整備も行われるであろう。

(2)抑制要因

抑制要因で特に挙げられることは空港整備の遅れである。関西新空港がようやく開港し、成田空港はその問題が一部進展に向かったとはいえ開港17年経っても未だに滑走路1本と言う現状である。

(3)不確定要因

航空需要予測を行う際に、予測期間が長期になればなるほど、航空需要に影響する不確定要因が多くなっていく。

現在のような自主財源（利用者からの調達）では、空港整備は遅れがちになる。また、国際線の旅客には為替レートも関係することや利用者のレジャー活動における旅行の位置づけがどうなるのか、国内旅行と国際旅行の競合など不確定な要因が多い。

以上のような航空需要の一般的要因に加え、それをモデル分析をする際にはさらに通常の交通需要モデルと比較して以下のような特徴があることを留意すべきである。

- 1) 航空会社は旅行者に対してはサービス供給者となるが、空港施設運営者に対しては路線を設定する需要者となる。そして航空会社は、旅客需

* Key Words : 交通行動分析, 空港計画

** 正会員 工修 信州大学助手 工学部社会開発工学科
(〒380 長野市若里 500
TEL026-226-4101(2920) FAX 026-223-4480)

*** 正会員 Ph.D. 名古屋大学助教授 工学部土木工学科
(〒464-01 名古屋千種区不老町
TEL 052-789-3564 FAX 052-789-3738)

要に応じて比較的容易にサービスの供給レベルを変更することができる。

- 2) 空港利用者には出発、到着者のみならず通過客も含んでいる。
- 3) 航空機の利用者は、選択したい空港・便に路線が設定されていない、または空席がない場合には他の空港を選択するといった制約が大きい。従って観測される需要量が潜在需要と大きく乖離している可能性がある。

これらの航空需要の要因や国際航空をとりまく環境を考慮に入れると、航空需要の分析の枠組みには、利用者・航空会社・空港運営者の三者はそれぞれ必要不可欠なものである。そこで本研究では航空会社の路線供給と旅行者の乗客需要の均衡状態を表現したモデルを提案する。本論文ではまず航空需要の特徴を明示的に取り入れた研究をレビューし、それらの特徴・問題点の整理を行い、新たな方法論を提案し、実証的分析を行った。

2. 航空需要分析に関する既存研究の整理と本研究の枠組み

(1) 国際航空需要分析

国際航空需要分析に関するものとしては、総需要予測や空港選択に関するものが多く見られる。小泉・屋井²⁾はまずハブ空港としての成田空港の位置づけを行った。そして複数データを用いることによる経路別ODの推計及び、発生・分布・経路選択モデル(指数回帰モデル、集計ロジットモデル)を構築した。

また、直原ら³⁾は、空港選択モデル(国際航空旅客動態調査データを基にした集計ロジット型モデル)を過去4時点において作成し、そこから得られるアクセシビリティを変数とした各県からの旅客発生量モデルを作成した。その結果アクセシビリティが重要な要因であることを明らかにし、それらを用いて空港アクセス交通機関選択モデル(自家用車、鉄道、バスを選択肢にもつ非集計ロジットモデル)を作成した。

大井ら⁴⁾は、アクセシビリティ変数や為替レートを考慮した発生モデル及びアクセス条件や運行頻度を説明変数とした出発空港選択率モデルをトリップ

目的別に作成した。

ロジットモデル以外のモデルを用いた需要分析としては、梅澤ら⁵⁾が、重力モデルを用いて、モデル式中の距離減衰パラメータを求め、その大きさから地域毎の航空旅客流動の発生状況を分析した。また、総需要量の分析として村山・森川⁶⁾は流行・模設を表すDiffusion Modelを用いた海外観光旅行者数の予測を行い、河合ら⁷⁾は経済水準と交通抵抗を重力モデルで表し、長期国際航空旅客需要の予測を行った。

兵藤・轟⁸⁾は、航空需要分析に関わる調査データ、モデルの課題として次のように示している。

1) データ整備の課題

航空需要分析に必要なデータを需給両面から捉え、供給サイドのデータとしては、運航コストや供給条件の把握の困難さ、需要サイドとしては、個人ベースのデータの不足、潜在需要の把握の困難さを挙げている。

2) 分析モデルの課題

都市間交通としての需要分析の必要性、需給関係を考慮に入れた分析フレームの必要性、国際線航空需要分析に関する問題点としては、少ない情報量を元にデータ作成とモデル構築を統合化した需要量の計量化手法の必要性を挙げている。

また、古市・Koppelman⁹⁾は国際航空旅客の出発空港の選択、目的地の選択、交通発生の選択を階層的な選択行動の中で捉え、ネスティッドロジットモデルを適用した統合型の予測モデルを作成した。

(2) 旅客の需要行動とキャリアーの供給行動を同時に考慮に入れた分析

需要主体である利用者、供給主体であるキャリアー(航空会社)及び空港の整備・供給を行う事業者から成り立つ関係を取り入れた分析もいくつかなされてきた。

国内航空の需要・供給同時に考慮に入れた分析に関する基礎的な研究としてまず森地ら¹⁰⁾は不均衡概念に基づく供給制約下の需要推定法を提案した。また渡辺ら¹¹⁾は旅客需要予測に供給座席数を考慮したモデルを構築した。

次に轟ら¹²⁾はハブ&スポーク型の航空ネットワ

ークの構築をネットワークの総移動量を最小化する最適化問題としてモデル化を行い、各ネットワークでの航空会社の営業費用を算出し評価を行った。これは航空会社の利益を中心として考えられた研究であった。

これに対して利用者サイドを主眼においた研究も多くなされてきた。

上野ら¹³⁾は利用者から見たハブ&スポーク型航空ネットワークの利用構造分析を行った。また武井ら¹⁴⁾は空港・需要・機材の3つの制約条件下で線形計画法を用いて最適便数を求め、それらを(1)航空会社の利潤最大化、(2)航空利用客時間便益最大化、(3)航空利用客一般化費用最小化の3つの目的関数を設定し、それぞれの目的関数を用い便数の現況値と計算値を比較した。

黒田・大橋¹⁵⁾は空港ネットワークを政府、キャリア及びユーザーの3者の行動とみなし、政府とキャリアの行動を段階1、その条件下におけるユーザーの空港選択を段階2とする2段階均衡問題として定式化を行った。

また、角川ら¹⁶⁾は需要量と供給量を同時に用いた利潤最大化モデルを定式化し、実証的な分析を行った。しかしながらこれらは空港立地点の変化に伴い機関別ゾーン間ODは変化するはずであるが対応できないものであった。

(3) 本研究の枠組み

本研究では、需要サイドの分析を重視し需要を与件としてロジスティックス分析に主眼をおいた、これまで数多くなされてきたORタイプの供給分析とは異なった需給均衡モデルを提案する。

国際航空のロジスティックスを供給モデルに入れることは、もちろんより厳密な供給分析となるが、モデルが極めて大規模・複雑になる上、それを明らかにするデータが入手できない。このため本研究では供給モデルをロジスティックスの制約のない場合の供給行動として表し、現実には複雑な政治レベルの問題が反映されている航空会社の戦略を必ずしも忠実に表そうとするモデルではない。

また、利用者はキャリアを選択し、路線供給も

個々のキャリアが行うことから、供給側は個々のキャリアを分析単位とすることが望ましい。しかしながら個々のキャリアを個別に扱うことはデータの制約上困難であり、かつかえってモデルの精度に問題が生じるため本研究では直行便と経由便という二つのキャリアを仮想した。そこで本研究では図-1に示した枠組みに従って、方面別・直行経由便別の需要・供給各モデルを構築し、その後均衡分析を行い、空港ごとの行き先方面別・直行経由便別の最適便数及び利用者数を求める方法論を提案し、併せて実証的な分析を行うことを目的としている。

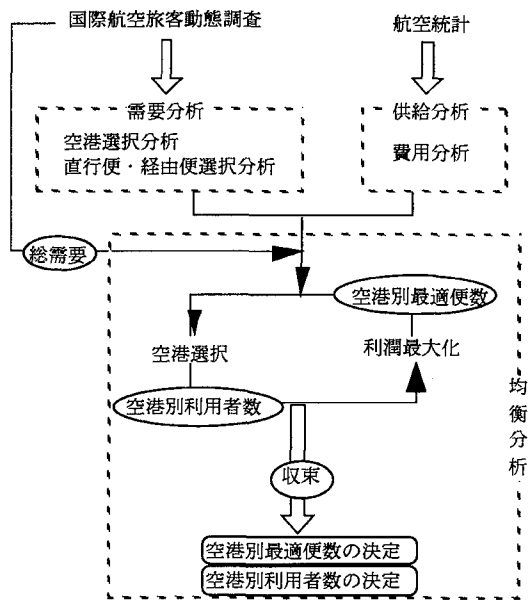


図-1 本研究の枠組み

3. モデルの構築

(1) 需要分析モデル

a) モデルの概要

利用者は出国空港とキャリア（または便）の同時選択を行っていると考えられる。ところがキャリアの選択をモデル化することはデータの制約上不可能であり、ここでは直行便または経由便（ヨーロッパ方面については直行便に北回り・モスクワ線を含む）の選択のモデルを作成した。以降これをルート選択段階と呼ぶ。ここで国内最終発地と最初に利用した空港

が異なる場合は、最終発地までを飛行機利用のアクセスとみなした。また直行便は国内最終発空港から最初の到着空港がその方面の域内（例えば、アメリカ本土、ヨーロッパ全体）であるものとした。また経由便は主にアジア系の航空会社が自国のハブ空港にいったん経由してから目的地に向う便とした。

モデル推定の試行錯誤の結果、基本的には図-2に示すネスティッドロジットモデルの形が選ばれた。ただし、行き先方面によっては各段階が独立であるとの仮説を棄却できないこともあった。

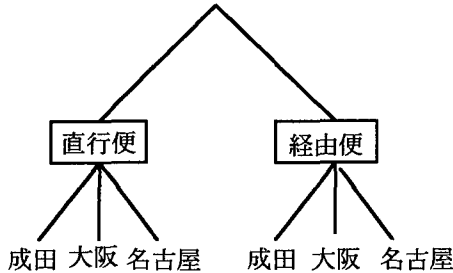


図-2 利用者の選択行動のツリー

各階層のモデルを以下に示す。

$$\text{空港選択モデル: } p_{im}(k|l) = \frac{e^{A_{ikml}}}{\sum_{k'} e^{A_{ikml}}} \quad (1)$$

$$A_{ikml} = \alpha_1 AT_{ik} + \alpha_2 Q_{kml} \quad (2)$$

$p_{im}(k|l)$: i 県の m 方面利用者の l ルート選択条件下の k 空港選択確率

AT_{ik} : i 県- k 空港間のアクセス時間 (分)

Q_{kml} : k 空港 m 方面 l ルートのフライト頻度 (便/週)

$$\text{ルート選択モデル: } q_{i,m}(l) = \frac{e^{B_{i,m,l}}}{\sum_l e^{B_{i,m,l}}} \quad (3)$$

$$B_{i,m,l} = \beta_1 + \beta_2 FT_{..ml} + \beta_3 FC_{..ml} + \beta_4 \ln \left(\sum_k e^{A_{ikml}} \right) \quad (4)$$

$q_{i,m}(l)$: i 県の m 方面利用者の l ルート選択確率

$FT_{..ml}$: m 方面 l ルートのフライト時間 (時)

$FC_{..ml}$: m 方面 l ルートのフライト費用 (万円)

$\ln \left(\sum_k e^{A_{ikml}} \right)$: ログサム変数

β_1 : 直行便定数

本研究で需要分析に使用するデータとしては、平

成3年国際航空旅客動態調査を用いた。空港選択モデル推定のために、各県毎に航空会社別・方面別（北米、ヨーロッパ、オセアニア、アジアの4方面）の各国際空港利用者数の集計を行った。また、アクセス時間は各県から各空港までのデータ中の利用者平均アクセス時間を用いた。空港ごとの航空会社別、目的方面別のフライト時間、便数は平成3年の時刻表を用いた。運賃については、日経新聞による市場実勢価格を用いた。

b)モデルの推定

モデルパラメータの推定結果を本稿では特に利用者が多く直行便とアジア経由便が競合関係にある方面、すなわち表-1に北米方面を、表-2にヨーロッパ方面、表-3にはオセアニア方面を示した。ただし北米方面においては、ネスティッドロジットモデル上位層におけるログサム変数のパラメータ値が0から有意に離れていない結果が得られたため空港選択とルート選択は独立であると捉えて推定を行った。

表-1-a 北米方面ルート選択モデル(t-statistics)

直行便定数	-0.0883	(-16.6)
フライト時間	-0.229	(-78.9)
フライト料金	-0.0180	(-3.9)
N	69685	
ρ^2	0.618	

表-1-b 北米方面空港選択モデル

(直行便選択層) (t-statistics)

アクセス時間	-0.0176	(-115.3)
フライト頻度	0.0192	(150.5)
N	59620	
ρ^2	0.481	

表-1-c 北米方面空港選択モデル

(アジア経由便選択層) (t-statistics)

アクセス時間	-0.0120	(-30.7)
フライト頻度	0.0889	(64.1)
N	10065	
ρ^2	0.518	

表-2-a ヨーロッパ方面ルート選択モデル(t-statistics)

フライト時間	-0.922	(-46.8)
フライト料金	-0.0103	(-2.6)
ログサム変数	0.447	(13.7)
<i>N</i>	47853	
ρ^2	0.721	

表-2-b ヨーロッパ方面空港選択モデル
(直行便選択層) (t-statistics)

アクセス時間	-0.0104	(-72.6)
フライト頻度	0.0288	(148.2)
<i>N</i>	41853	
ρ^2	0.533	

表-2-c ヨーロッパ方面空港選択モデル
(アジア経由便選択層) (t-statistics)

アクセス時間	-0.0107	(40.6)
フライト頻度	0.0836	(47.6)
<i>N</i>	6300	
ρ^2	0.423	

本モデルにおけるパラメータ推定結果は北米、ヨーロッパ両方面においてパラメータ絶対値及びパラメータの相対値で表されるトレードオフ関係に似た傾向が現れた。その中で主な点を挙げると、一つは旅客はフライト料金に比べてフライト時間を重要視していること、もう一つは北米、ヨーロッパ方面の空港選択モデルにおいて、アジア経由便選択層の方がフライト頻度により敏感なことである。フライト時間の相対的重要性に関しては、両方面のフライト時間の関係上、夜出発し朝目的地に到着することが多く、フライト時間の増加は到着日のビジネス・観光時間に直接影響することが考えられる。アジア経由便がより頻度に敏感なことに関しては、成田以外の空港において経由便でもよいから便数を増やすことによって成田に回っている旅客を取り戻せる可能性があることを示唆している。

表-3-a オセアニア方面ルート選択モデル

パラメータ推定結果(t-statics)

直行便定数	-0.0760	(-9.5)
フライト時間	-0.268	(-40.1)
フライト料金	0.0681	(10.2)
ログサム変数	0.205	(5.1)
<i>N</i>	20579	
ρ^2	0.631	

表-3-b オセアニア方面空港選択モデル(直行便
選択層) パラメータ推定結果(t-statics)

アクセス時間	-0.0121	(-67.9)
フライト頻度	0.0836	(107.1)
<i>N</i>	19052	
ρ^2	0.361	

表-3-c オセアニア方面空港選択モデル(アジア乗換
便選択層) パラメータ推定結果(t-statics)

アクセス時間	-0.0104	(-23.4)
フライト頻度	0.0207	(4.6)
<i>N</i>	1527	
ρ^2	0.163	

(2) 供給分析モデル

本研究では航空会社は利潤最大化行動をとるものとして捉え、供給関数を設定した。費用関数にはデータとして航空統計要覧(1992-93年版)より各航空会社の営業費用の合計及び稼働時間を用いた。費用関数として(営業費用の合計/稼働時間)の値を各航空会社ごとに算出し、各方面・ルートごとに当該航空会社の平均値を求め、1機1時間当たりの費用とし、各方面・ルート間の時間に応じた費用を MC_{ml} とした。

本研究では、各方面ごとの総需要を一定としているため、本モデルでは航空会社は需要量と同数の座席供給を行うこととなり、結果として旅客1人当たりの運送費用が最小となる機材を航空会社が選択することとなった。

そこで本研究においては、それぞれの方面においてもっとも一般的に使用される機材(アジア方面; DC-10-30(最大離陸重量264万トン, 最大座席数380席), その他の直行便; B747-200B(最大離陸重量378万トン, 最大座席数550席))を使用すること

とした。

m 方面 l ルート便の利潤最大化：

$$\text{Max } P_{ml} = \sum_k \{FC_{kml} X_{kml} - Q_{kml} (MC_{ml} + UC_k)\} \quad (5)$$

P_{ml} : m 方面 l ルートの利潤

FC_{kml} : km 間の l ルートの運賃 (市場実勢価格)

X_{kml} : km 間の l ルート利用者数

Q_{kml} : k 空港における m 方面 l ルート便頻度

MC_{ml} : m 方面 l ルート便 1 機当たりの費用 (ただし, 空港利用料を除く)

UC_k : k 空港利用料

ここで旅客数が供給座席数を上回らないための制

約条件として

$$\sum_j (SA_j \cdot F_{kml}) \geq X_{kml}$$

$$F_{kml} \geq 0$$

SA_j : 機材 i の座席数

を考慮した。

この利潤最大化に基づく供給モデルで決定される変数は, Q_{kml} である。

4. 需給均衡分析

(1) 均衡分析の方法

図-1の流れに従い以下の繰り返し計算を行うことによって, 航空会社の方面別, 空港別の最適便数及び旅客のルート, 空港別需要量の均衡状態を求める。

1) 平成3年国際旅客動態調査より得られた日本人の渡航先, 出国空港及びルート別の利用者数と外国人の国内最終立ち寄り地別の出国空港数及び出国空港別出国先数を需要量の初期値とする。ただし外国人は全て直行便を利用するものとする。またトランジット客は96%を成田空港, 4%を大阪空港の固定利用客とした。

2) 1)の出国先, 出国空港及びルート別の利用者数の初期値を用いて式(5)で表される航空会社の利潤最大化問題に適用し, 最適便数 Q_{kml} を求める。本研究では供給者は各方面・ルートごとに独占状態にあるという

仮定を用いているため, 利潤最大化原理は需要量と同数の座席供給を行うことになる。しかし現実には航空会社間の競争が存在することやモデルでは表しにくい様々な企業戦略を考えて対応している。その結果として現実には各航空会社ともに70%程度の座席利用率で推移している。そこでここではデータの再現性を考えて座席利用率0.7を採用した。

$$\text{Max } P_{ml} = \sum_k \{FC_{kml} \bar{X}_{kml} - \bar{Q}_{kml} (MC_{ml} + UC_k) \cdot R\} \quad (6)$$

$$(\text{ただし } \bar{Q}_{kml} \geq 0, \sum_i (SA_i \cdot F_{kml}) \geq X_{kml})$$

$\bar{X}_{kml}$: m 方面 k 空港 l ルート

利用者推定量 (需要モデルより)

$\bar{Q}_{kml}$: k 空港における m 方面 l ルート便

最適頻度 (決定すべき変数)

R : 座席利用率

3) 2) で得られた各空港ごとの最適便数 Q_{kml} を旅客のルート, 空港選択モデルに代入し, 新たな選択確率を計算する。 i 県 m 方面 k 空港 l ルート利用者の推定量を各空港ごとに集計する。ただし, 外国人旅客は国内最終目的地を出発地として日本人と同様の選択行動をとるものとする。

$$\bar{X}_{ikml} = X_{i.m.} \cdot p_{im}(k|l) \quad (7)$$

$$\bar{X}_{kml} = \sum_i \bar{X}_{ikml} \quad (8)$$

$$(\text{ただし } \bar{X}_{ikml} \geq 0)$$

$\bar{X}_{ikml}$: i 県 m 方面 k 空港 l ルート利用者推定量

$\bar{X}_{i.m.}$: i 県 m 方面利用者推定量

$\bar{X}_{kml}$: m 方面 k 空港 l ルート利用者推定量

$p_{im}(k|l)$: i 県 m 方面 l ルートにおいての k 空港選択率

4) 2), 3) を繰り返して k 空港における m 方面 l ルートルート便最適頻度 $\bar{Q}_{kml}$ 及び需要量 $\bar{X}_{ikml}$ が収束するまでおこなう。その収束値が推定された最適便数及び空港別の利用者数となる。

(2) 均衡分析結果

前節のような均衡分析を行い, 得られた結果の一

部と平成3年次の実績値（週間便数）を図-3、4及び5に示す。

北米方面においては大阪・名古屋両空港ともに実績値を上回る結果が得られた。この要因としては、旅客が空港選択を行う際にアクセスを重要視していることや、他方面に比べて北米方面への関心が全国的に高いことが挙げられる。これらの事柄より大阪・名古屋空港の潜在需要が高いことが伺える。

図-3 推定値と実績値の比較（北米方面直行便）

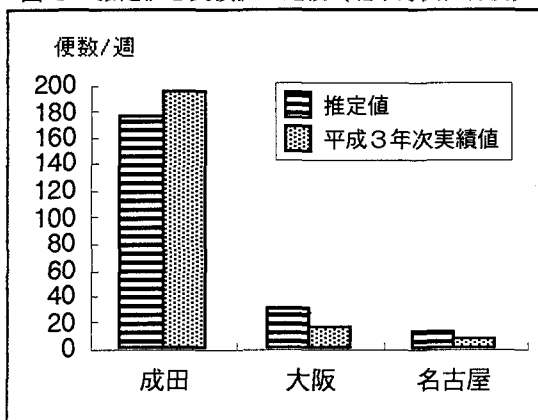
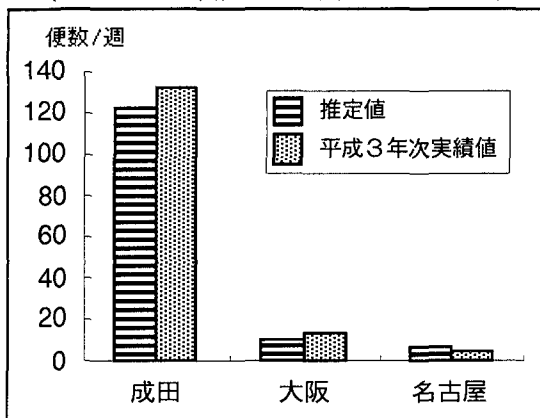


図-4 推定値と実績値の比較

（ヨーロッパ方面直行便・北回りモスクワ便）

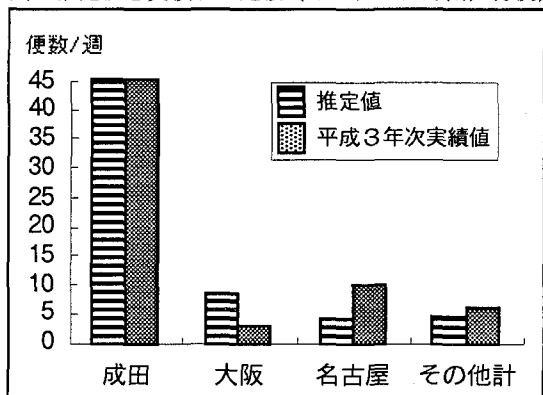


ヨーロッパ方面への路線は、短期間の間に設置、廃止が繰り返されている。これは需要を各航空会社とともに掴みかねているように見える。大阪空港の推定結果が実際よりも小さな値となったが、現に平成3年3月から平成4年3月の間に週あたり18便から10便

に減っている。また、実績値の総便数が推定値の総便数を上回っていることは、本研究においてはすべての方面で同じ座席利用率を与えているため、ヨーロッパ方面が他方面に比べて座席利用率が低いためこのような結果となった。

オセアニア方面への直行便（平成3年次実績値）は他方面と比較して成田発着以外の便が3分の1を占めている。これは単に需要が少ないという理由と言うよりもむしろ成田・大阪空港の過密により増便できないのであろう。現に成田発着便で推定値が実績値を下回らなかったのはオセアニア方面だけであった。また大阪空港利用の推定値が実績値を上回り、名古屋空港でその反対の結果が得られたのが特徴的であった。航空旅客動態調査のデータを見てみると、大阪近隣の旅客の需要は決して少なくないがその大多数は成田発着便を利用していた。

図-5 推定値と実績値の比較（オセアニア方面直行便）



また、使用した供給モデルはロジスティクスの制約がない供給行動を表したものであり、必ずしも航空会社の戦略を表したものではない。従って、推定結果と現状データとの差異は、ロジスティック制約・政治的な側面によって説明され、現状が利用者にとって不便を強いられていることを表している場合もあると考えられることができる。

5. おわりに

本研究では国際航空の需要分析において、航空会

社と利用者の需給均衡型のモデルを提案した。これはまず利用者としての旅客の行動を空港選択とルート選択（キャリア選択の近似）としてとらえ、供給者としてのキャリアを利潤最大化行動を行うものとした。これは、各空港における便数の頻度を両モデルの介在変数として用いることにより、需給均衡型のモデルとなっていることが特徴である。次に現況値を用いて航空会社の方面別、空港別の最適便数及び旅客のルート、空港別需要量の均衡状態を求めた。また本モデルでは新規路線、便数の変化、アクセスの充実等の環境の変化に対応することができる。

また、今後研究を進めていくうえで考慮すべき検討課題を以下に挙げる。特に需給均衡分析を行う際に仮定をおいたことによることを挙げる。

- (1)航空会社の供給行動を方面ごとの利潤最大化としており、機材・人員のロジスティクスや政治的な路線設定は考慮されていない。
- (2)航空会社を各路線ごとに1つと仮定したため航空会社間の同一路線上の競合が起こらないため需要量に対応する最少の便数設定となる。
- (3)総需要を一定と仮定したため供給量の変化に対して発生需要が変化しない。
- (4)航空会社の機材の選択を有効に反映することができなかった。

これらのことから今後は総需要の内生化、費用関数の改良などを考慮していく必要がある。

参考文献

- 1) 太田正樹：航空需要の予測，航空と空港，財団法人関西空港調査会，pp.71-86，1983.
- 2) 小泉幸弘，屋井鉄雄：太平洋圏域の航空旅客需要の分析，土木学会第48回年講概要集，pp.550-551，1993.
- 3) 直原史明，屋井鉄雄，兵藤哲朗，森地茂：地方空港の国際化の進展に伴う航空旅客の動態分析，土木学会第48回年講概要集，pp.548-549，1993.
- 4) 大井輝夫，森地茂，屋井鉄雄，山本聡：地方空港国際化のための需要分析モデル，土木学会第43回年講概要集，pp.492-493，1988.
- 5) 梅澤史章，榊澤芳雄，轟朝幸：航空ネットワークの評価方法に関する一考察，土木計画学研究講演集 No.15，pp.609-614，1992.
- 6) 村山杏子，森川高行：Diffusion Modelを用いた海外観光旅行者数の予測，土木計画学研究講演集 No.15，pp.205-210，1992.
- 7) 河合毅治，村上清明，長谷川智彦：超長期国際航空旅客需要予測モデルの開発，土木計画学研究講演集 No.17，pp.335-338，1995.
- 8) 兵藤哲朗，轟朝幸：空港需要分析に関わる調査データ，モデルの課題と展望，土木計画学研究講演集 No.16，pp.229-236，1993.
- 9) 古市正彦，Koppelman, F：国際航空旅客需要に関する統合型予測モデルの開発，土木計画学研究論文集 No.11，pp.239-246，1993.
- 10) 森地茂，屋井鉄雄，兵藤哲朗：供給制約を考慮した航空需要モデル，土木計画学研究論文集 No.6，pp.209-215，1988.
- 11) 渡辺尚夫，津田昌典，山本幸司：国際航空旅客数に及ぼす航空路線・便数・機種の影響，土木学会第43回年講概要集，pp.494-495，1988.
- 12) 轟朝幸，梅澤史章，榊澤芳雄：ハブ&スポーク型航空ネットワークの構築に関する基礎的研究，土木計画学研究講演集 No.14，pp.85-90，1991.
- 13) 上野文夫，田村亨，五十嵐日出夫：ハブ&スポーク型航空ネットワーク網に関する考察，土木学会第43回年講概要集，pp.488-489，1988.
- 14) 武井雅義，兵藤哲朗，花井岳人：国内航空ネットワークに関する基礎的分析，土木学会第46回年講概要集，pp.286-287，1991.
- 15) 黒田勝彦，大橋忠宏：シュタッケルベルグ問題としての空港ネットワーク最適化モデル，土木計画学研究講演集 No.16，pp.737-744，1993.
- 16) 角川順洋，榊澤芳雄，轟朝幸：国内航空ネットワークの効果分析手法に関する研究，土木学会第48回年講概要集，pp.556-557，1993.

航空会社の便数設定と利用者の空港選択の均衡を考慮した国際航空需要分析

高瀬達夫・森川高行

近年わが国では国際航空需要の急速な増加に伴って、関西・中部新空港をはじめとした大規模空港の整備計画がなされている。しかし、空港整備計画の為に最も重要な情報となるべき航空需要の予測手法が確立されていない。そこで本研究では国際航空旅客輸送に関する方面別・直行経由便別の需要・供給各モデルを構築し、その後均衡分析を行い空港ごとの最適便数及び利用者数を求める方法論を提案し、併せて実証的な分析を行った。

INTERNATIONAL AIR TRANSPORTATION DEMAND ANALYSIS CONSIDERING EQUILIBRIUM BETWEEN CARRIERS' AND PASSENGERS' BEHAVIOR

By Tatsuo TAKASE and Takayuki MORIKAWA

Recently the international air transportation demand shows an rapid increase, and a few major international airport projects are under way in Japan. But effective methods for analyzing air passenger's demand have not been established. This paper proposes a methodology for air passenger's demand analysis that explicitly considers equilibrium between carrier's profit maximization and passenger's utility maximization behavior. Empirical analysis is also conducted using Japan's international air passenger's survey data.