

寡占市場モデルと路線配便モデルの組合せによる国内航空市場分析手法*

A Domestic Air Demand Analysis System Considering Oligopoly Condition*

石倉智樹**

By Tomoki ISHIKURA**

1. はじめに

従来、航空政策検討のために実務的に用いられてきた定量的分析手法¹⁾は、いわゆる航空需要予測モデルに分類されるものである。すなわち、航空輸送サービス供給者であるエアラインの行動が考慮されておらず、運航頻度、運賃、路線設定、機材選択等の戦略的変数については、与件の前提条件・シナリオとされている。したがって、政策効果の評価を行うにあたり、政策がエアラインの行動に及ぼす影響をモデルで表現することができない。

このことは、航空ネットワークが政策的に管理されていた規制緩和以前の考え方と無関係ではないと考えられる。45・47体制、ダブル・トリプルトラックなど、中央政府が国内航空ネットワークのあり方を規定している場合、自ずと航空路線の形状は制約され、政策効果推定において考慮すべき点は、自由な交通選択行動が許される旅客の反応に限定される。また、かつての航空政策においては、配置的な意味での空港整備が主役であり、新たな空港の需要がどれだけ顕在化するか、それを踏まえてどこに空港を立地させるかが、重要な政策課題であった。したがって、空港利用者の需要量を予測することが、政策検討において最も重要と認識されていたと言える。

しかし近年では、国内航空政策を取り巻く環境が変化している。需給調整規制は撤廃され、運賃規制も実質的には自由化された。さらに、交通政策審議会航空分科会の答申においては、「配置面での空港整備は概成」という言葉が盛り込まれ、新規建設空港の需要予測を必要とする機会は減じた。国内航空のネットワークにおけるノードはほぼ完成したことになる。その一方で、航空政策、中でも空港関連の政策に関して、既配置の空港をいかに活用するかという課題が新たに生じている。

その代表的なものとして、近接地域に複数の空港が存在する環境において、既存空港ストックをより有効活用するというテーマがある。我が国では、関西圏（伊丹、関西、神戸）、北部九州（福岡、佐賀、北九州）などが

その代表的環境である。首都圏における羽田空港と成田空港に関して、国内対国際という機能分離ではあるが、ほぼ同様の環境下と言えよう。

このように、競争的な企業行動が可能な航空輸送市場環境で、既存空港に関連する交通政策を考える場合、総量としての将来航空需要量を予測することよりも、政策によって市場に及ぶ影響を推定することが重要な課題となる。その際に、エアラインの行動を全て外生として扱うと、供給面の市場分析を無視することとなり、適切な評価がなされない恐れがある。

一方、抽象的な経済理論モデルのみでの評価では、定量的効果推定の精度が低く、意思決定における示唆が乏しい。従来、詳細な需要予測に基づいて政策検討が行われてきたという背景を鑑みると、経済理論に基づいた市場モデルであることと、ゾーン別空港別路線別などの詳細な需要推定が可能なモデルであることの両特性を持つことが、実務的に利用できる政策分析ツールとして求められている。

そこで本研究は、航空市場をより詳細に分析するために、寡占的航空市場におけるクールノー均衡モデルと、近接空港間におけるエアラインの便数配分行動モデルの組合せによる国内航空市場モデルを提案する。

2. 既存研究の整理

本研究は、航空市場への影響として、主に需要変化量に着目する。本章では、航空ネットワーク市場における流動を明示的に扱い、解析的分析にとどまらず実データを基に定量分析を行った研究を中心にレビューする。

エアラインの行動と旅客行動の相互影響をモデル化し、実ネットワークサイズへ適用した研究としては、Kanafani and Ghobrial²⁾, Ghobrial and Kanafani³⁾, Hansen and Kanafani⁴⁾, Hansen⁵⁾などが代表的である。これらのモデルは、運賃がエアラインの行動と独立に与えられる構造であるため、旅客流動のような物理的変化の分析は可能であるが、経済的影響の評価については課題が残る。

航空市場を経済均衡モデルとして表現する手法としては、Oum et al⁶⁾, 大橋・安藤⁷⁾, 大橋・安藤⁸⁾のような寡占市場均衡モデルが主である。これらは、厳密な経済理論に基づくモデル化が試みられているが、データ制約や

*キーワード：空港計画，クールノー均衡，経路選択

**正員，博（情報科学），国土技術政策総合研究所

（横須賀市長瀬 3-1-1, TEL: 046-844-5032,

E-mail: ishikura-t92y2@ysk.nilim.go.jp)

計算負荷等のため現実的なネットワークへの適用が困難と考えられ、小規模の仮想ネットワークを対象として理論的市場分析が行われている。

黒田ら⁹⁾は、国際航空市場を対象に、エアラインの費用最小化行動と旅客の一般化費用最小化行動の均衡問題として、実ネットワークサイズにおいて計算可能なモデルを提案した。高田ら¹⁰⁾は、エアライン間提携の影響分析のために、エアラインの異質性を明示的に考慮した需給均衡モデルを構築した。しかし、これらのモデルでは旅客のOD需要を外生変数としており、需要量自体を分析するためには、OD需要自体のモデル化が必要である。

竹林ら¹¹⁾は、国際航空市場において、OD需要についても重力モデルにより内生化し、エアラインと旅客の均衡モデルを構築した。しかし、国際航空市場を対象としたモデルでは、我が国の国内航空市場のような鉄道等との交通モード間競合が評価できないこと、近接空港間での代替関係が表現されないことなどの課題がある。

一方、竹林¹²⁾は、国内航空市場を対象に、地域分割の単位を「ゾーン間OD市場」と「都市間OD市場」の二段階に階層化し、エアラインと旅客の市場行動に加えて、ゾーン内の空港間競合を分析する手法を提案した。本研究は、国内航空旅客市場における多様な分析を可能とするため、竹林¹²⁾による市場を二階層に分離するという枠組みを基に、全国市場分析が容易となるように部分問題を改良し、国内航空市場モデルの構築を行う。

3. モデルの枠組み

本研究のモデルは、「ODゾーン間航空市場モデル」と「路線別便数配分モデル」の2つのサブモデルから構成される。モデルの全体枠組みイメージを図-1に示す。

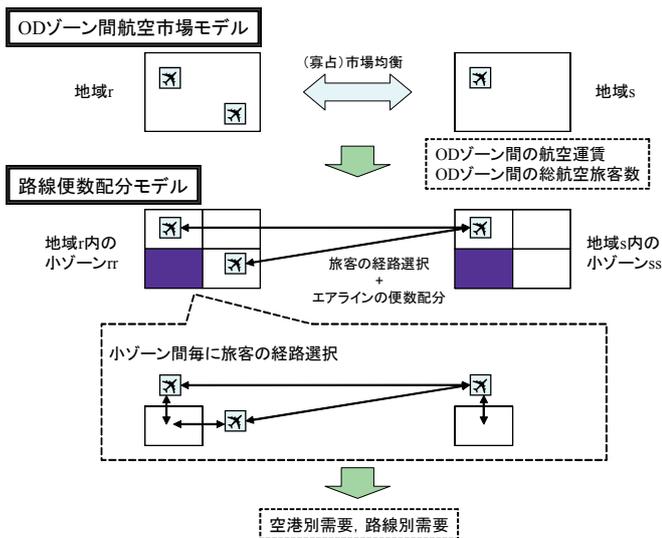


図-1 モデルの全体枠組み

我が国の国内航空市場では、同一路線で運航するエアライン数が少なく、市場結果として、完全競争的という前提は現実的ではない。そこで本研究は、各ODゾーン間航空市場では、エアライン間がクールノー型寡占状況であると仮定する。「ODゾーン間航空市場モデル」は、比較的大きなゾーニングの下で、エアライン間のクールノー型寡占状態にある均衡モデルとして定式化される。クールノー均衡は、主体間が量的競争を行う状況を仮定するが、ここでは、ODゾーン間の供給座席数を供給量として定義する。便数を供給量指標としないことは、次段階の路線別便数配分モデルにおいて、航空路線別に機材サイズが異なる状況の表現を容易にするためである。

同一のODゾーン間では、利用空港が異なる場合でも、運航距離の差が小さいため、エアラインの運航費用（限界費用）に大きな差はない（近隣空港間で空港使用料に大きな差がある場合はこの限りではない）と考えられる。そこで、同一ODゾーン間では、任意の空港ペアを運航する場合においても、費用構造に差はないと仮定する。また、同様の理由により、同一ODゾーン間における任意の空港ペアによっても運賃差が生じないと仮定する。

「ODゾーン間航空市場モデル」のアウトプットとして、ODゾーン間の航空運賃と旅客需要量（有償座席供給量）が得られ、ここで得られた需要が路線別便数配分モデルの入力値となる。なお、他交通機関との競合については、「ODゾーン間航空市場モデル」で考慮されることとなる。

「路線別便数配分モデル」は、「ODゾーン間航空市場モデル」から得られた総需要を基に、各航空路線への便数および旅客数配分を推定する。ここでは、「ODゾーン間航空市場モデル」よりも細分化されたゾーニングを行い、航空サービスレベルである便数や空港アクセス利便性による旅客の経路選択行動への影響を詳細に評価することを可能とする。細分化された小ゾーンを以下では生活圏ゾーンと呼ぶ。

ODゾーン間の航空市場においては、総需要量と総供給座席数が先決されている。旅客行動については、生活圏ゾーンを集計単位とし、空港アクセス条件と、航空サービスレベルである路線便数を考慮して、経路選択が行われる。各エアラインは、路線に投入される機材のロードファクターを最適化するという行動規範の下、旅客の経路選択行動を考慮して路線毎の配便数を決定する。

次章以降では、各段階におけるモデルの詳細を述べる。

4. ODゾーン間航空市場モデル

本モデルにおける需要関数の一般形を以下のように定義する。

$$OD_{rs} = f_{rs} (p_{rs}^{air}, L_{rs}, Y_{rs}) \quad (1)$$

OD_{rs} : ODゾーンrs間の航空需要

p_{rs}^{air} : ODゾーンrs間の航空運賃

Lrs : ODゾーンrs間における航空運賃以外の交通サービスレベル (LOS) 変数ベクトル (競合交通機関のサービスレベルも含む)

Yrs : ODゾーンrs間の航空需要に影響する社会経済指標変数ベクトル

各エアラインは、以下のように利潤最大化行動を行うと考える。

$$\max \pi_{rs}^m (q_{rs}^m) = p_{rs}^{air} \cdot q_{rs}^m - c_{rs}^m \quad (2)$$

q_{rs}^m : ODゾーンrs間におけるエアラインmの有償座席数 (=需要量)

c_{rs}^m : ODゾーンrs間におけるエアラインmの費用

エアラインの費用については、以下のように供給量 (有償座席数) および、その他シフト要因となる外生変数の関数と考えることができる。

$$c_{rs}^m = c_{rs}^m(q_{rs}^m, tax_{rs}, \mathbf{x}_{rs}^m) \quad (3)$$

tax_{rs} : ODゾーンrs間の運航に関する税, 空港使用料等

\mathbf{x}_{rs}^m : ODゾーンrs間におけるエアラインmの特性変数ベクトル

航空運賃 p_{rs}^{air} については、式(1)を変形することにより、逆需要関数

$$p_{rs}^{air} = f_{rs}^{-1}(OD_{rs}, \mathbf{M}_{rs}, \mathbf{Y}_{rs}) \quad (4)$$

として得られる。また、

$$OD_{rs} = \sum_m q_{rs}^m \quad (5)$$

である。当該市場にM社のエアラインが参入し、クールノー的競争を前提とすると、一階の条件は以下のように表される。

$$\frac{\partial p_{rs}^{air}}{\partial q_{rs}^m} \cdot q_{rs}^m + p_{rs}^{air} - \frac{\partial c_{rs}^m}{\partial q_{rs}^m} = 0 \quad \forall m \in M \quad (6)$$

式(6)は各エアラインの反応曲線を意味しており、全エアラインの供給量の関数となる。このM元の連立方程式を解くことにより、ODゾーンrs間の均衡需要 (供給) および均衡価格が得られる。

5. 路線便数配分モデル

路線便数配分モデル構築においては、ODゾーン間航空市場モデルにおけるエアラインの行動との不整合が生

じない形の定式化を行う必要がある。すなわち、ODゾーン間航空市場モデルにより各エアラインの提供する有償座席数 (=ODゾーン間需要)、運賃、費用は決定されているので、路線便数配分モデルではこれらの変数を先決値として固定した上で、エアラインの合理的な行動を表現する必要がある。

そこで、本研究は、エアラインの行動規範として「各便の機材容量と需要とのギャップを最小化する」ことを想定したモデル化を行う。すなわち、望ましいロードファクター (以下、目標ロードファクターと呼ぶ) からの乖離が小さくなるように、ロードファクターが調整されるよう、各路線の便数が決定される。

これは、エアラインが効率的生産活動を達成するためには、最適な技術選択として最も効率的な路線便数配分が行われている必要がある、という考え方に基づいている。ロードファクターが低すぎる場合には、当然だが、収入に直結しない余剰供給が発生するため非効率となる。一方、ロードファクターが目標値よりも高い場合には、旅客が希望便に搭乗できない、オーバーブッキングが生じやすい、など需要者にとって不利益な状況が発生する可能性が高くなる。このことは、長期的には需要者にとってのエアライン企業イメージ悪化にも影響すると考えることができる。そこで、適度の余剰供給力が確保された状態がエアラインにとっても最適であると仮定する。

本モデルでは、エアラインの路線別便数配分と、旅客の経路選択行動の均衡解として、路線別便数および旅客数が導出される。

エアラインの便数配分は、以下のように定式化される。

$$\min_{Freq_{rs}^1, Freq_{rs}^2, \dots, Freq_{rs}^k} \sum_k (Capa_{rs}^{ik} \cdot Freq_{rs}^{ik} - D_{rs}^{ik})^2 \quad (7)$$

subject to

$$\sum_{k \in K} D_{rs}^{ik} = \overline{q}_{rs}^i \quad (8)$$

$$Capa_{rs}^{ik} \cdot Freq_{rs}^{ik} - D_{rs}^{ik} \geq 0 \quad (k = 1, \dots, K) \quad (9)$$

$$Capa_{rs}^{ik} = Seat_{rs}^{ik} \cdot LF_{rs}^{ik} \quad (10)$$

$Capa_{rs}^{ik}$: rs間のエアラインi経路kの機材容量

$Freq_{rs}^{ik}$: rs間のエアラインi経路kの便数

D_{rs}^{ik} : rs間のエアラインi経路kの旅客数

\overline{q}_{rs}^i : rs間のエアラインiの総旅客数 (先決)

$Seat_{rs}^{ik}$: rs間のエアラインi経路kの機材座席数

LF_{rs}^{ik} : rs間のエアラインi経路kの目標ロードファクタ

なお、 D_{rs}^{ik} は、各経路に関するLOSを説明変数とする旅客の経路配分モデルより与えられる。例として、ロジット型選択モデルの場合における定式化を以下に示す。

$$P_{rrss}^{ik} = \frac{\exp(V_{-}k_{rrss}^{ik})}{\sum_{k \in K} \exp(V_{-}k_{rrss}^{ik})} \quad (11)$$

$$V_{-}k_{rrss}^{ik} = \sum_{n \in N} (\phi_n \cdot X_{rrss_n}^{ik}) \quad (12)$$

$$D_{rs}^{ik} = \sum_{rr \in R} \sum_{ss \in S} (D_{rrss}^i \cdot P_{rrss}^{ik}) \quad (13)$$

rr : ODゾーンrの中に含まれる生活圏ゾーン

ss : ODゾーンsの中に含まれる生活圏ゾーン

P_{rrss}^{ik} : rrss間のエアラインiの経路kに関する選択確率

$V_{-}k_{rrss}^{ik}$: rrss間のエアラインiの経路kに関する効用関数

$X_{rrss_n}^{ik}$: 効用関数におけるn番目の説明変数

D_{rrss}^i : rrss間においてエアラインiを利用する旅客数

ϕ_n : パラメータ

ただし、経路需要は次の制約を満たす。

$$\bar{q}_{rs}^i = \sum_{rr \in R} \sum_{ss \in S} D_{rrss}^i \quad (14)$$

路線便数配分モデルを完成させるには、式(14)を満足

することを条件として、 D_{rrss}^i の分布パターンを、前提

条件あるいはモデル化により定義する必要がある。その定式化は、モデル構築方法により異なるため一般形として表現せず、ここでは、結果として得られる制約条件式(14)のみを示すこととする。

6. 実データを用いたモデル形の同定

(1) OD 需要関数の同定

需要関数の一般形は、式(1)のように表されるが、本節ではパラメトリックな需要関数を仮定し、実績データよりパラメータ推定を行い、モデル形を同定する。本研究では、実務的にも実績が豊富であり推計結果が比較的安定的な、式(15)に示すグラビティモデル型の関数形により需要関数を特定化する。

関数形の同定に先立ち、ODゾーニングを定義する必要がある。本研究では、全国幹線旅客順流動調査における207生活圏ゾーンを路線別便数配分モデルの細分化ゾーンとして扱った。ODゾーンについては、生活圏ゾーンごとに、第3回全国幹線旅客順流動調査において、利用者数が最大の空港を代表空港として定義し、代表空港が同じ生活圏は、同一ゾーンとして統合した。ただし、この方法では、伊丹空港および神戸空港を含むゾーンと関西国際空港を含むゾーンが分離されることとなるが、関西における3空港（関西国際空港、伊丹空港、神戸空港）の機能分担に関する分析可能性を考慮し、関西国際空港を代表空港とするゾーンと、伊丹空港を代表空港

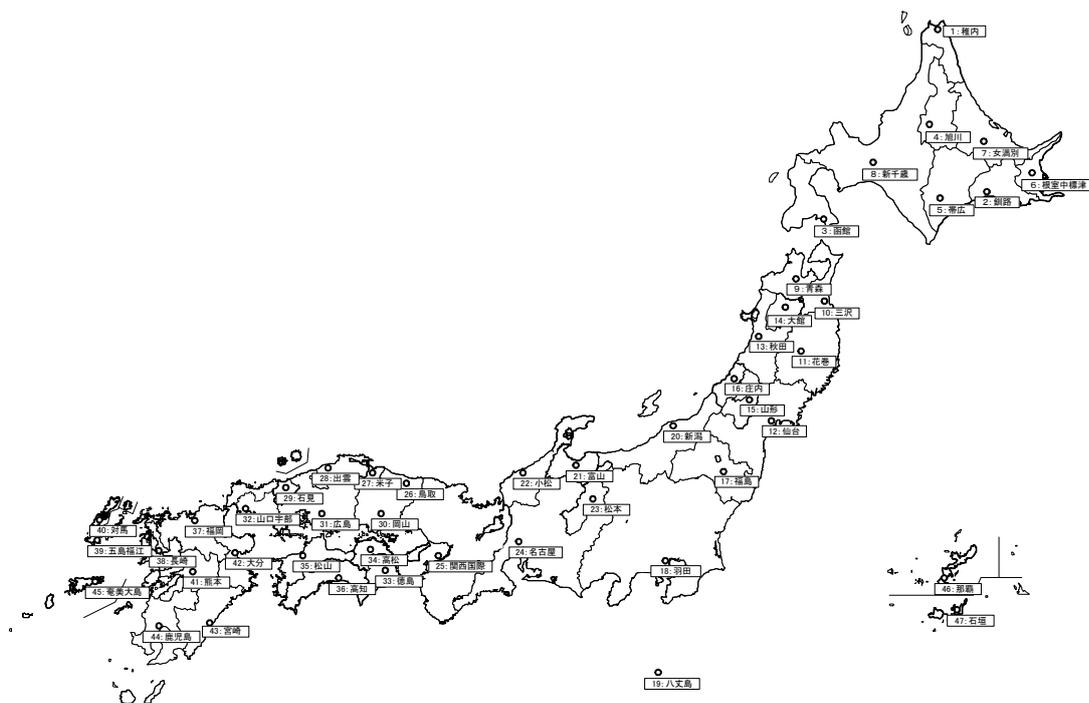


図-2 ODゾーン間航空市場モデルにおけるゾーニング定義

とするゾーンに関しては、例外的に関西国際空港を代表空港とするゾーンに統一した。その結果、全国では47のODゾーンが定義された（図-2）。

需要関数の推定においては、航空輸送統計年報（1989～2003年度をプール）における空港間ODデータを用いてOD需要関数の推定を行った。説明変数として種々の社会経済指標および競合交通機関サービスレベル指標を用いて最小二乗法によりパラメータ推定を行った結果、以下の説明変数が採択された。なお、OD需要関数の推定においては、適当なパラメータ推定結果が得られるよう、種々のデータサンプリングを試行した結果、路線距離300km以上となるゾーン間の市場を対象とした。（路線距離が短すぎる場合や長すぎる場合には、他交通機関との競合に関するパラメータの符号条件が満たされない結果が生じる。）

$$\ln OD_{rs} = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{time}_{rs}^{air}) + \beta_2 \ln(p_{rs}^{air}) + \beta_3 \ln(\text{time}_{rs}^{rail}) + \beta_4 \ln(Y_r) + \beta_5 \ln(Y_s) \quad (15)$$

time_{rs}^{air} : ゾーンrs間の航空ラインホール時間（分）

time_{rs}^{rail} : ゾーンrs間の鉄道所要時間（分）

Y_r : 発ゾーンGRP

Y_s : 着ゾーンGRP

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$: パラメータ

パラメータ推定における各種統計指標は表-1のとおりである。

表-1 OD 需要関数のパラメータ推定結果

Adjusted R ²	0.6246	
サンプル数	338	
	パラメータ値	t 値
β_0	-11.716	-4.13
β_1	-1.587	-2.70
β_2	-0.849	-1.55
β_3	1.745	6.77
β_4	0.894	19.60
β_5	0.899	19.87

なお、パラメータ推定において、航空運賃は正規運賃の値を用い、航空ラインホール時間は代表空港間の所要時間を採用した。航空・鉄道ともに、所要時間指標は、時刻表から与えた。

この方法では、航空輸送統計年報におけるODが、真の出発地・目的地を表現するものではないため、空港存在地域のGRP（域内総生産）を用いて発生量・集中量等

を表現することになり、所得指標としては不整合が生じる。しかし、利用可能データの限界、国内航空におけるトランジット旅客のボリュームが小さいこと等を鑑みれば、実行可能な方法としては妥当と考えられる。

ここで推定されたパラメータは、羽田空港等における空港容量制約など、本モデルでは明示的に扱われていない市場環境要因による影響も内包していることに留意する必要がある。また、厳密に需要関数推定を行うためには、供給側の行動も含めた同時推定を実施し、パラメータの歪みを除去することが望ましいと考えられるが、本分析では、構築したモデルシステムの挙動分析を主目的としているため、簡易に需要側単独での回帰推定を行った。

(2) エアラインの費用関数の同定

本研究では、簡単のため、費用関数について航空会社別に違いはないと仮定しエアライン特性変数を用いず、また税（公租公課）は輸送量に応じた可変費に内包されたものと見なし、以下のように線形関数として仮定した。

$$c_{rs}^m(q_{rs}^m) = \alpha \times q_{rs}^m \quad (16)$$

ただし、費用関数の一般形は、式(3)のように、航空会社や航空路線の特性および税（空港使用料等）による費用特性の差異を反映することが可能な関数形を想定している。なお、エアラインの費用については、Brueckner and Spiller¹³⁾の実証等をはじめとして、輸送密度の経済性ははたらくことが知られているが、費用関数の精緻化については今後の課題とする。本研究では、大手航空会社3社（JAL, ANA, JAS）の2000年度における財務データ（航空統計要覧）より、パラメータを、 $\alpha = 9.1015$ 円/人キロ（1995年価格）と設定した。

ここで、可変費用は、本研究と同様にエアラインの費用関数の推定を行った大橋ら¹⁴⁾を参考に、人件費、航空燃油費、整備費、運航施設利用費、代理店手数料、航空保険費からなると仮定した。なお、着陸料や燃料税などの政策変数は運航施設利用費、航空燃油費に含まれることになる。また、財務データの限界により、ここでの費用は国際線も含む費用であることを明記しておく。

(3) OD ゾーン間航空市場モデルの再現性

ODゾーン間航空市場モデルの均衡解は、式(15)から得られる逆需要関数と式(16)を式(6)の連立方程式へ代入して解くことにより得られる。ここでは、2000年の国内航空輸送実績を対象に再現性を検討する。

なお、均衡モデル体系の再現性検証に着目するため、求解の際には、各ODについてOD需要関数の定数項補正を行い、現況を完全に再現できる形として用いる。また、ここでは簡単のため、すべてのゾーン間に2社のエアラ

インが参入していると仮定した。この仮定により、1社あたりの需要については、実際の参入社数を用いていないため乖離が大きくなる可能性があるが、全社合計のOD需要については影響が少ないと考えられる。

航空運賃については、全体的に過小推計(図-3)となっている。この点については、運賃の実績値が正規運賃

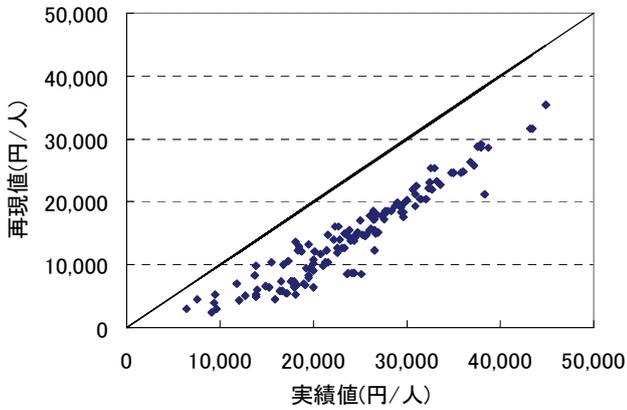


図-3 航空運賃の再現性

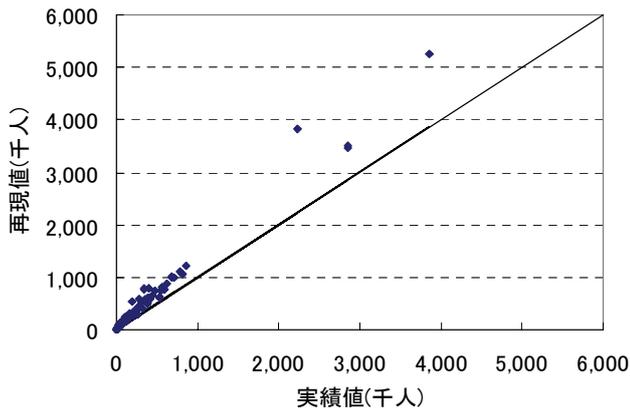


図-4 航空需要量の再現性

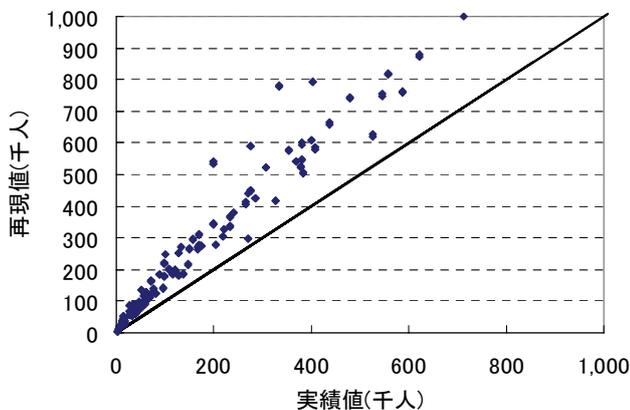


図-5 航空需要量の再現性 (100万人以下)

であることに對し、均衡解で算出される運賃はエアラインの実際の限界費用に基づく値であるため実勢運賃に近い挙動を示していることが要因の1つとして考えられる。航空需要量(図-4、図-5)については、上記の要因と連動して、全体的に過大推計傾向となっている。

また、OD需要関数の再現性自体について、表-1に示されているように、決定係数が高くない値である。OD需要関数の精度向上のためには、実勢運賃の推定およびこれを採用したOD需要関数推定、相関の向上をもたらす新たな説明変数の導入などの発展が必要だが、実証面での今後の課題としたい。

(4) 路線便数配分モデルの同定

旅客の経路配分モデルは、ロジット型選択モデルとして表現する。本研究では、平成14年度に国土交通省航空局で開発された国内航空旅客需要予測モデルの航空経路選択モデルのパラメータ推定結果(表-2)を用いる。なお、本モデルでは旅行目的を区別していないが、当該パラメータは旅行目的別に推定されている。しかし、当該モデルの航空経路分担モデルのパラメータは業務目的・観光私用目的で大きな違いはないため、ここでは業務目的を採用して再現性等を確認することとした。また、同モデルの説明変数として採用されていた滞在可能時間については簡単のため考慮していない。

本研究では、 $D_{r,rs}^i$ の \bar{q}_{rs}^i に対する比率は、現在パターン比率を用いて与えた。

表-2 路線便数配分モデルにおける経路選択パラメータ

	業務目的	観光・私用等目的
航空ラインホル時間(分)	-2.355E-02 -8.3	-1.723E-02 -6.6
航空ラインホル費用(円)	-2.948E-04 -2.4	-2.676E-04 -2.1
ln[運航頻度(便/日)]	7.523E-01 9.2	7.729E-01 4.1
アクセシビリティ指標	7.599E-01 19.8	7.549E-01 14.9
尤度比	0.388	0.351
サンプル数	3297	3191

注) 上段: パラメータ値, 下段: t値
資料: 国土交通省資料

(5) 路線便数配分モデルの再現性

ここでは、2000年度の実績値および説明変数を用いて、路線便数配分モデルの再現性を確認する。なお、ケーススタディ対象として、東京(羽田空港を代表空港とするゾーン)ー大阪(関西国際空港を代表空港とするゾーン)間OD、東京ー福岡(福岡空港を代表とするゾー

ン) ODの経路配分を分析した。前提条件のうち、機材容量については、実際に各経路を飛行している航空機材をクラス別平均座席数で加重平均することにより、経路別の平均機材容量として求めた。目標ロードファクターに関しては、2000年実績のロードファクターの値を路線別に適用した(すなわち、2000年現況値で最適のロードファクターで運航していると仮定される)。

以上の前提条件および、表-2のパラメータを用い、式(7)から式(13)で表される最適化問題を解き、経路別の便数を求めた。東京-大阪間ODにおける結果を図-6に示す。本節では、従来の航空市場分析モデルにおいて比較的議論の少ない(出力値とされることも少ない)、便数に着目し、便数配分についての結果のみを示す。羽田-関空が過小推計となっているが、全体の傾向は表現できていると考えられる。東京-福岡OD(図-7)についても東京-大阪ODと概ね同じレベルの再現性が得られている。

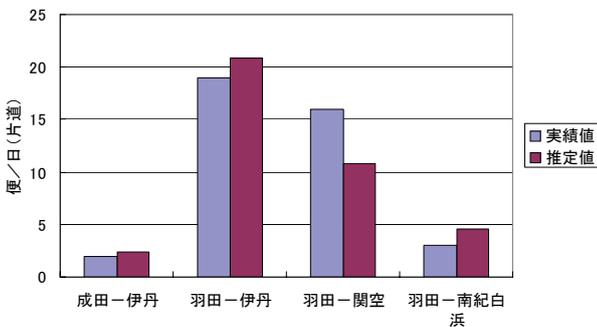


図-6 東京-大阪 OD の配便結果

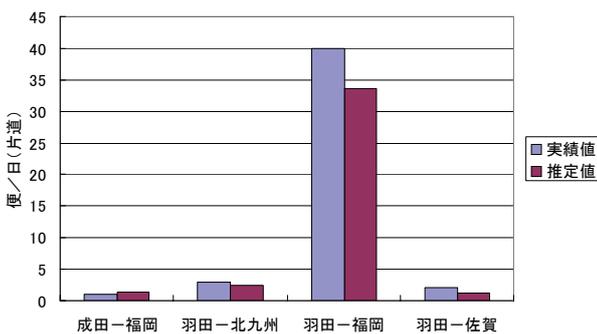


図-7 東京-福岡 OD の配便結果

羽田-関空が過小推計となっている要因の一つとしては、海外便への乗換客の特性が反映されていないことが考えられる。すなわち、関空からの国際航空利用旅客は、伊丹等との選択行動を行わず羽田-関空のみが実質的な選択肢となっているが、こうした行動が本モデルでは表現されていない。その他の原因として、機材サイズおよ

び目標ロードファクターの前提条件設定において、実際とのずれが生じている可能性があると考えられる。

7. おわりに

本研究は、クールノー型寡占市場を反映した経済均衡モデルと、ロードファクター最適化による路線便数配分モデルを組合せ、空港近接地域における国内航空旅客市場分析モデルを構築した。本研究では、理論的枠組みの構築と、実データを用いたモデル形同定およびその再現性の検証を行った。

一般に、空港近接地域では、旅客の選択行動を分析すると、空港へのアクセス条件や路線便数による影響度が大きいことが観察される。また、エアラインがこうした地域に対して路線設定を行う際に、限界費用の差は小さいと考えられる。こうした条件下において、旅客需要推定の再現精度を保持しながら、市場分析を可能とする手法構築が実務的に求められていることが本研究のモチベーションである。その解決策として、ゾーニングを階層化し、経済モデルを適用する空間モデルと、非経済モデル(価格を媒介しないという意味で)を適用する空間モデルを連結した点が、本研究の最も特徴的な点である。

本モデルの枠組みを利用することにより、着陸料や航空燃油税など、エアラインの費用に関わる変化に対する、ミクロなゾーンでの航空需要への影響を分析することが可能である。ただし、エアラインの費用関数を改良することが必要となる。また、機材サイズの変化による影響についても、路線便数配分モデルにおいて機材サイズの設定を変えることにより分析可能である。ローコストキャリアの参入に関しては、ODゾーン間航空市場モデルにおける参入社数設定の変化および費用関数の差別化により、影響を評価することができる。このように、本モデルは、実務的に将来見通しが求められている政策課題に対応して設計されている。

本稿では、モデルの枠組み構築と定式化の段階にとどまっているが、今後、モデル挙動の詳細な分析や、OD需要関数等の各サブモデルの精度向上が、実務的な適用のために不可欠である。また、モデルの理論的構造に関して、定式化より明らかであるが、航空政策にとって重要な要件である空港容量の制約が考慮されていない。この点は、モデル発展の方向性として今後の課題として考えている。

謝辞

本研究は、平成16年度需要予測手法改善勉強会における検討成果を基に加筆・修正したものであり、同勉強会では、東京海洋大学兵藤哲朗助教授、日本大学轟朝幸助教授、神戸大学竹林幹雄助教授、東京電機大学高田和幸助教授をはじめ、国土交通省航空局の政策担当者の方々から貴重なご意見をいただきました。また、分析にあた

っては株式会社三菱総合研究所の土谷和之氏、飯田正仁氏に御協力いただきました。この場を借りて謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省航空局: 平成14年度航空需要予測手法に関する調査報告書, 2003
- 2) Kanafani, A. and Ghobrial, A.: Airline Hubbing –Some Implications for Airport Economics, *Transportation Research -A* vol.19A, No.1, 15-27, 1985
- 3) Ghobrial, A. and Kanafani, A.: Future of Airline Hubbed Networks: Some Policy Implications, *Journal of Transportation Engineering* vol.121, No.2, 124-134, 1995
- 4) Hansen, M. and Kanafani, A.: Hubbing and Rehubbing at JFK International Airport - The ALIGATER Model, University of California Transportation Center Working Paper, No.408, 1989
- 5) Hansen, M.: Airline Competition in a Hub-Dominated Environment: An Application of Noncooperative Game Theory, *Transportation Research -B* vol.24B, No.1, 27-43, 1990
- 6) Oum, T., Zhang, A. and Zhang, Y.: Airline Network Rivalry, *Canadian Journal of Economics*, vol.28, pp.836-857, 1995
- 7) 大橋忠宏, 安藤朝夫: ネットワークを考慮した航空旅客市場と航空政策のモデル分析, *応用地域学研究*, No.2, pp133-144, 1996
- 8) 大橋忠宏, 安藤朝夫: 航空市場でのハブ・スポークネットワーク形成と空港使用料に関する研究, *土木学会論文集*, No.611, IV-42, pp33-44, 1999
- 9) 黒田勝彦, 竹林幹雄, 平井一人, 正木智也, 鈴木秀彦: 規制緩和下における国際航空旅客輸送市場のモデル分析, *土木計画学研究・論文集*, No.16, pp835-843, 1999
- 10) 高田和幸, 屋井鉄雄, 原田誠: エアライン間提携の影響分析手法に関する研究, *土木学会論文集*, No.667, IV-50, pp73-83, 2001
- 11) 竹林幹雄, 黒田勝彦, 鈴木秀彦, 宮内敏昌: 完全競争市場として見た国際航空旅客輸送市場のモデル分析, *土木学会論文集*, No.674, IV-51, 35-48, 2001
- 12) 竹林幹雄: わが国国内航空旅客輸送市場へのLCC参入に関する一考察, *土木計画学研究・講演集*, No.31, CD-ROM, 2005
- 13) De Neufville, R. and Odoni, A.: *Airport Systems, Planning Design and Management*, McGraw-Hill, 2003
- 14) Brueckner, J. and Spiller, P.: Economies of Traffic Density in the Deregulated Airline Industry, *Journal of Law and Economics*, vol.37, pp379-415, 1994
- 15) 大橋忠宏, 宅間文夫, 土谷和之, 山口勝弘, 堀健一: ネットワークを考慮した航空旅客市場での空港拡張の効果: 羽田空港を例として, *土木学会論文集*, No.772, IV-65, pp.131-142, 2004

寡占市場モデルと路線配便モデルの組合せによる国内航空市場分析手法*

石倉智樹**

従来、航空政策検討のために実務的に用いられてきた定量的分析手法は、いわゆる需要予測モデルに分類され、供給者であるエアラインの行動が外生的な前提条件・シナリオとされ、旅客行動のみを予測する手法であった。しかし近年では、国内航空市場の自由競争環境化が進み、航空政策を検討するにあたり、エアラインの戦略を推定するニーズが高まってきた。そこで本研究は、詳細な旅客流動の予測とエアラインの行動予測の両立のために、寡占的航空市場モデルと、近接空港間におけるエアラインの便数配分行動モデルの組合せによる国内航空市場モデルを構築し、現況再現性の検証を行った。

A Domestic Air Demand Analysis System Considering Oligopoly Condition *

By Tomoki ISHIKURA**

Airline's behavior in the market is an exogenous condition in the existing "practical" air demand forecast models. However domestic air transport market is competitive nowadays and airlines can almost freely choose their strategies. Policymaker therefore needs to estimate how aviation policy influences not only passenger's behavior but also airline's behavior. This paper proposes a model which integrates an oligopoly market model and a demand flow assignment model to analyze policy alternatives in above situation.
