

【論文】

## 生活圏間純流動データを利用した 国内航空旅客市場特性に関する実証分析

大橋 忠宏

### 要 旨

本研究では、生活圏間純流動データを利用して、個々の空港や路線の特徴を考慮しうる枠組みの下で、国内航空旅客市場の特性を応用計量経済学的手法により検討する。国内航空旅客市場における輸送密度の経済性については、大橋（2011a）が都府県及び北海道4ゾーンの50ゾーン間ODデータを利用して当該特性の検討を行っているが、ゾーン間ODレベルに集約する際に、大都市圏等のように複数空港を利用できる場合には、路線データの集約等が行われており、個々の路線や空港の特性を考慮しうる枠組みとはなっていない。本研究では、当該問題を解決するために207生活圏間ODレベルのデータ構築を行い、需給関数を同時推定した。推定の結果、輸送密度の経済性については、大橋（2011a）、（2011b）と同様に、路線需要の二次の項まで考慮したモデルでは、ローカル線では輸送密度の経済性が卓越的であるが、幹線では輸送密度の不経済性が卓越的であることが、統計的に有意な結果として得られた。ただし、路線需要の一次の項のみ考慮したモデルでは、輸送密度の不経済性が働いている可能性が指摘される。

### 1. はじめに

本研究の目的は、個々の空港や路線の特徴を考慮しうる枠組みの下で、国内航空旅客市場の特性を応用計量経済学的手法により検討することにある。

日本の国内航空旅客市場では、1980年代後半以降に経済的規制が徐々に緩和された。具体的には、参入については、1986年から複数社が同一路線に参入するための基準が段階的に緩和され、1997年に参入が自由化された。その結果、1998年のSKY、ADO参入以降、多くの新規参入が行われている。一方で、2001年のJAL・JAS統合などの寡占化の動きもある。さらに、より最近ではローコストキャリアーの新規参入も始まっている。運賃については、1995年に一部運賃の届け出制採用、1996年に幅運賃制度導入を経て、2000年に届け出制へ移行された。

以上のような市場環境の変化の中で、空港政策としては首都圏や近畿圏での空港機能分担やハブ空港化などに関する議論が行われている。空港の機能分担やハブ空港化の議論を行うためには、個々の空港や路線の特徴を考慮しうる枠組みの下での分析・評価が不可欠であるが、日本の国内航空旅客市場を対象とした実証研究は筆者の知る限り十分な研究蓄積が行われているわけではないと言えよう。

航空旅客市場に関する理論的研究では、市場特性として輸送密度の経済性が考慮されることが多い。本研究では、Brueckner and Spiller (1994) に倣って、輸送密度の経済性とは路線需要の増加に対して追加的費用が低下する特性であると定義する<sup>1</sup>。Brueckner and Spiller (1994) によると、米国の国内航空旅客市場では、輸送密度の経済性がハブ・アンド・スポーク型運航を促進し、規制緩和直後には新規参入が促進されたが、結果的に規制緩和前より寡占化が進行したと指摘している。日本でも規制緩和後には新規参入が行われたが、航空路線網再編や前述のJAL・JAS統合などの変化があり、米国との共通点もみられる。したがって、日本の国内航空旅客市場において輸送密度の経済性／不経済性が存在するならば、市場の寡占化が促進される可能性があり、当該経済性を考慮した分析を元に議論する必要があると考える。

日本を対象とした実証研究では1990年代以降、村上 (1994) や衣笠 (1995) などの費用構造に関する分析や大橋 (2003) のように国内全体を集計した枠組みの下で空港整備や規制緩和の社会的余剰を分析した事例はあるが、個々の空港や路線の特徴を考慮したネットワークレベルでの議論は近年始まったばかりである。ネットワークレベルでの航空旅客市場に関する実証的な議論については、(i) 数理計画問題としてのネットワークモデルによる方法と、(ii) 応用計量経済学的手法によるもの、の2つが代表的である。(i)については、大橋他 (2004) や石倉 (2008) などがあり、きめ細かな政策の考慮が可能な反面、需要関数や費用関数等については別途推定したものが外挿されるため、モデル全体の整合性については課題もある。さらに、データ入手可能性などにより、地域区分を大きくする必要があり小ゾーンを対象とした評価を行うにはモデル拡張が必要となる<sup>2</sup>。(ii)については、国際航空旅客市場に関する白石 (1997) や国内航空旅客市場に関する村上 (1995) やYamaguchi (2007)、大橋 (2011a)、(2011b) がある。ただし、白石 (1997) や村上 (1995)、Yamaguchi (2007) では、航空旅客市場の寡占性は考慮されているものの、費用特性としての輸

---

<sup>1</sup> Brueckner and Spiller (1991), (1994) あるいは彼らのモデルを援用した研究の多くでは、供給側の限界費用低下の特性のみが明示的に考慮されることが多い。しかし、需要分析の成果をみると、需要側にとっては路線需要の増加は運行頻度の増加によるスケジュールコスト低下をもたらす。本稿では、前者を供給側の輸送密度の経済性と呼び、後者を需要側の輸送密度の経済性と呼ぶこととする。なお、最近の航空旅客市場に関する理論研究では、Brueckner (2010) のように需要側の輸送密度の経済性を明示的に考慮し、供給側の輸送密度の経済性は考慮されない下でスケジュールコストの考慮の重要性を指摘しているものもある。

<sup>2</sup> 欧州を対象とした事例として、Adler et al. (2010) がある。彼らは、大橋他 (2004) と同様の枠組みの下で、EU域内の航空と鉄道モードの代替性を考慮したモデルを構築し、比較的小ゾーン単位でのデータを使って分析を行っている。

送密度の経済性などについては十分に検討されているとは言い難い。大橋（2011a）、（2011b）は、Brueckner and Spiller（1994）に倣って輸送密度の経済性を考慮した枠組みの下で分析を行っている。ただし、それらでは、都府県及び北海道4ゾーンの50ゾーン間ODレベルでのデータセットを元に分析が行われている。首都圏や近畿圏などでは、地域内に複数空港が利用可能であり、50ゾーン間ODレベルではデータ作成段階で路線等が集約されてしまっているため、大都市圏での複数空港の役割分担等には言及できないなどの問題がある。したがって、よりきめ細かな個々の空港や路線の特徴を考慮するためには、より地域区分の小さい207生活圈間ODレベルでのデータセットによる分析が必要であると考えられる。

以上を概観すると、空港の機能分担などの日本の国内航空旅客市場における課題を議論するためには、個々の空港や路線の特徴を考慮し、かつ、先行研究で指摘されている輸送密度の経済性／不経済性を考慮しうる枠組みの下での実証的な検討が不可欠であろう。そこで、本稿では、207生活圈間ODレベルでデータセットを構築し、大橋（2011a）、（2011b）を拡張したモデルを使って、日本の国内航空旅客市場の特性を実証的に検討する。具体的には、2.で大橋（2011b）を元にした実証モデルについて説明し、3.でモデルの特定化並びにデータ作成について説明する。4.で推定結果を元にして、日本の国内航空旅客市場特性について考察し、5.で研究結果を総括し今後の課題について説明する。

## 2. モデル

本研究では、国内航空旅客市場についてBrueckner and Spiller（1994）や大橋（2011a）、（2011b）などと同様に以下を仮定する。

まず、ODペア毎に旅客市場が存在するものとする。各市場に参入する航空会社は同質的な財を生産しているものとし、簡単のため各市場は独立であると仮定する。以上の仮定の下で、本研究では逆需要関数を以下のように定義する。

$$p_m = p_m(q_m; E_m, t_m, airshare_m) \quad (1)$$

ここで、 $m$ は地域間旅客市場（OD）、 $q_m$ は市場 $m$ での航空需要量、 $E_m$ は市場 $m$ の市場規模、 $t_m$ は運賃以外の旅客の費用（アクセスコストや所要時間、スケジュールコストなど）、 $airshare_m$ は航空の交通機関分担率とする<sup>3</sup>。

航空会社の費用については、簡単のため運航に係る費用は路線ごとに独立であると仮定する。このとき、ネットワーク全体での運航費用は路線での費用の和として定義される。航空会社 $i$ の路線 $j$ での限界費用を次のように仮定する。

<sup>3</sup> 国内航空旅客市場を分析する上で、鉄道等の代替交通機関の影響は無視できない。ここでは、Yamaguchi(2007)でも利用されている航空シェアを導入することで、代替交通機関の影響を考慮する。

$$c_{ij}'(Q_{ij}; Distance_j, AirportDum) \quad (2)$$

ここに、 $Q_{ij}$ は航空会社*i*の路線*j*での需要量、 $Distance_j$ は路線*j*の時間距離、**AirportDum**は主要空港ダミー変数（羽田や伊丹・関西、新千歳、中部、福岡、那覇など）とする。航空旅客市場は路線ごとではなくODペア毎に存在するから、市場*m*で集計した限界費用は以下のように書くことができるものとする。

$$MC_{im} = MC(q_{im}; S_{im}, Distance_m, AirportDum) \quad (3)$$

ここで、 $q_{im}$ は航空会社*i*の市場*m*での航空需要量であり、 $I_m$ を市場*m*で運航する航空会社*i*からなる集合として、 $q_m = \sum_{i \in I_m} q_{im}$ とする。 $S_{im}$ は $Q_{ij}$ の関数とする。 $Distance_m$ は市場*m*の時間距離とする。

航空旅客市場の競争について、Brueckner and Spiller (1994) など多くの先行研究で仮定されているように、クールノーの寡占競争を仮定すると均衡では次の式が成立する。

$$MR_{im} = \frac{\partial p_m}{\partial q_m} \cdot \frac{\partial q_m}{\partial q_{im}} \cdot q_{im} + p_m = MC_{im} \quad (4)$$

ただし、一般に航空会社の個別の需要に関する情報は入手し難いので、両辺に航空会社数を掛けて平均化して考える。すなわち、

$$n_m \cdot MR_{im} = \frac{\partial p_m}{\partial q_m} \cdot \frac{\partial q_m}{\partial q_{im}} \cdot q_m + n_m \cdot p_m = n_m \cdot MC_{im} \quad (5)$$

ここで、 $n_m$ は都市間市場*m*での参入企業数とする。

### 3. 関数の特定化と利用データ

#### 3.1 関数の特定化

実証分析のための、逆需要関数及び限界費用関数等のモデル特定化について説明する。

逆需要関数は大橋（2011a）、(2011b)と同様に次のように仮定する<sup>4</sup>。

$$p_m = a_m + bq_m \quad (6)$$

<sup>4</sup> Brueckner and Spiller (1994) では、需要関数の傾きとして市場毎に異なる  $b_m$  が設定されているが、本研究では、簡単化のため式 (6) のような特定化を行った。

ここで、逆需要関数の切片  $a_m$  を以下のように特定化する<sup>5</sup>。

$$a_m = a_0 + a_1 \text{airshare}_m + a_2 \sum_{l \in L(m)} (Q_j) + a_3 (\text{ACC\_TIME}_m + \text{LTIME}_m) + a_4 \text{ACC\_FARE}_m \quad (7)$$

ここで、 $Q_j$  は路線  $j$  の需要量とし、 $L(m)$  は与えられた  $m$  の旅客が利用する路線からなる集合とする<sup>6</sup>。逆需要関数（式(6)）の傾き  $b$  の符号は負を想定している。次に、逆需要関数の切片（式(7)）の符号について、 $a_1$  はプラスを想定している。その理由は、航空シェアの上昇は、鉄道等の代替交通機関に比べて航空機関が競争において有利になると考えられるため、価格支配力を強めると考えるからである。 $a_2$  の符号は、潜在的な需要量及び旅客のスケジュールコストに関連する係数であり、プラスを想定している。 $a_3$ 、 $a_4$  の符号については、旅客にとって費用に相当すると考えられるため、共にマイナスを想定している。

限界収入  $MR$  は、式(6) から次のように書くことができる。

$$MR_{im} = a_m + b(q_m + q_{im}) = p_m + bq_{im} \quad (8)$$

限界費用は、Brueckner and Spiller (1994) や大橋 (2011a)、(2011b) と同様に次のように特定化する。

$$MC_{im} = \alpha_{im} + S_{im} \quad (9)$$

本研究では、先行研究と同様に均衡ではクールノーの寡占競争を仮定する。すなわち、限界収入と限界費用が等しいという以下の式が得られる。

$$p_m + bq_{im} = \alpha_{im} + S_{im} \quad (10)$$

<sup>5</sup> 研究当初、旅客需要については、大橋 (2011a)、(2011b) と同様に、潜在的な市場規模に関する変数として、ODペアの人口の積 ( $POPPOP_m$ ) 及び需要側の輸送密度の経済性としてのスケジュールコストを表現する運航頻度 ( $Freq_m$ ) の逆数、あるいは路線需要を含むような以下の式を想定した。

$$a_m = a_0 + a_1 \text{airshare}_m + a_2 \text{POPPOP}_m + a_3 \text{ACC\_TIME}_m + a_4 \text{ACC\_FARE}_m + a_5 \text{LTIME}_m + a_6 (\text{Freq}_m)^{-1}$$

$$a_m = a_0 + a_1 \text{airshare}_m + a_2 \text{POPPOP}_m + a_3 \text{ACC\_TIME}_m + a_4 \text{ACC\_FARE}_m + a_5 \text{LTIME}_m + a_6 \sum_{l \in L(m)} (Q_j)$$

しかしながら、上記のモデルについて符号条件を満足する推定式が得られなかった。なお、式(7)のような特定化を行うと、市場規模の程度と需要側の輸送密度の経済性の程度が一つの変数に集約されてしまうため、効果をわけて議論できなくなると問題点が多い。データ構築やモデル特定化については今後の課題としたい。

<sup>6</sup> 式(7)に含まれる路線需要  $Q_j$  は、厳密には  $q_m$  の関数である。しかし、今回はモデル展開およびデータ処理を簡単化するため、Brueckner and Spiller (1994) と同様に  $q_m$  とは独立な変数として、すなわち、外生変数として扱う。

なお、今回は需要に関して航空会社毎のデータは入手できないので、航空会社については市場毎に平均化して問題を考える。すなわち、両辺に参入企業数  $n_m$  を乗じて整理すると、

$$p_m = -b \frac{q_m}{n_m} + \bar{\alpha}_m + \bar{S}_m \quad (11)$$

限界費用の切片  $\bar{\alpha}_m$  は、主要空港ダミー変数 ( $HND$ 、 $CTS$ 、 $FUK$ 、 $NGO$ )<sup>7</sup> や、時間、頻度からなる関数として次のように特定化する。

$$\bar{\alpha}_m = \alpha_0 + \alpha_1 HND + \alpha_2 CTS + \alpha_3 FUK + \alpha_4 NGO + \alpha_5 LTIME \quad (12)$$

ここで、主要空港ダミー変数の係数 ( $\alpha_1 \sim \alpha_4$ ) については、プラスの符号を想定している。日本の国内航空旅客輸送を対象とする場合、今回の主要空港として想定しているのは基本的には国管理空港であり、地方管理空港に比べて、路線や運航頻度などが相対的に集中しているため、滑走路等での遅延が発生しやすいと考えられる。また、地方管理空港の多くでは、空港使用料が国管理空港と比べて安く設定されているためである。ラインホール時間の係数  $\alpha_5$  の符号としては、ラインホール時間の増加は燃料費の増加を意味すると考えられるのでプラスを想定している。

供給サイドに関する輸送密度の経済性を表現する  $\bar{S}_m$  は、路線需要を使って次のように特定化する。

$$\bar{S}_m = \sum_{l \in L(m)} (\beta_1 Q_j + \beta_2 Q_j^2) \quad (13)$$

式 (13) は、輸送密度の経済性が卓越している場合 ( $\beta_1 + 2\beta_2 Q_j < 0$ ) には  $Q_j$  に関して減少関数となる。他方、混雑効果が卓越している場合 ( $\beta_1 + 2\beta_2 Q_j > 0$ 、すなわち、輸送密度の不経済性が働いている場合) には  $Q_j$  に関して増加関数となることを想定している。

<sup>7</sup> データ作成段階では、羽田 ( $HND$ ) と新千歳 ( $CTS$ )、福岡 ( $FUK$ )、中部 ( $NGO$ ) 以外に、伊丹 ( $ITM$ )、那覇 ( $OKA$ ) の各空港ダミー変数を作成して、推定作業を行った。しかし、多重共線性が疑われるケースや係数の  $t$  値が低いなど、符号条件や統計的有意性の観点から良好な推定結果は得られなかった。

### 3.2 利用データ

今回の推定に利用したデータの一覧を表1に示す。

表1： 利用データ一覧

変数名	変数の説明	出所及び作成方法
$q_m$	ODペア間 $m$ の航空需要（千人）	第四回の幹線旅客純流動調査の代表交通機関別年間拡大データの往復の平均値
$Q_j$	航空路線 $j$ を利用する需要（千人）	ODペア間の航空需要を航空路線毎に集計
$airshare_m$	航空機関の分担率	第四回の幹線旅客純流動調査の代表交通機関別年間拡大データの往復の平均値から算出
$POPPOP_m$	発地域人口（人）×着地域人口（人）	国勢調査人口
$p_m$	ODペア間 $m$ の航空運賃（円）	JTB時刻表掲載の正規運賃で、複数路線を乗り継ぐ場合はそれらの運賃の足し合わせ
$LTIME$	ラインホール時間（分）	JTB時刻表掲載のものを利用し、往路側の所要時間の最頻値
$FREQ$	運航頻度（便）	JTB時刻表の往復の平均値
$HHI$	運航頻度に関するハーフィンダール・ハーシュマン指数	JTB時刻表掲載の運航頻度を利用
$ACC\_FARE$	アクセス運賃（円）	JTB時刻表掲載のバス、鉄道データ
$ACC\_TIME$	アクセス時間（分）	JTB時刻表掲載のバス、鉄道データ
$CTS$	新千歳空港ダミー	新千歳空港を離発着する路線を利用する場合に1を、そうでない場合に0を設定
$HND$	羽田空港ダミー	羽田空港を離発着する路線を利用する場合に1を、そうでない場合に0を設定
$ITM$	伊丹空港ダミー	伊丹空港を離発着する路線を利用する場合に1を、そうでない場合に0を設定
$NGO$	中部空港ダミー	中部空港を離発着する路線を利用する場合に1を、そうでない場合に0を設定
$FUK$	福岡空港ダミー	福岡空港を離発着する路線を利用する場合に1を、そうでない場合に0を設定
$OKA$	那覇空港ダミー	那覇空港を離発着する路線を利用する場合に1を、そうでない場合に0を設定

OD交通量（ $q_m$ ）は、全国幹線旅客純流動調査の生活圈レベルの207ゾーン間の代表交通機関別年間拡大データの往復の平均である。ただし、大橋（2011）と同様に、OD以外第三地域へのトリップを含む周遊行動を行っているとは推測されるためround tripとして解釈できないODペアや離島便利用と推測されるものは標本から除外した。航空路線需要（ $Q_j$ ）は、OD交通量を路線毎に集計したものである。 $airshare_m$ は航空機関分担率であり、幹線旅客純流動調査の代表交通機関別年間拡大データの往復の平均値から算出した。

$POPPOP_m$ はODペア $m$ の人口の積であり、国勢調査のデータを利用している。

運賃や運航頻度、ラインホール時間、 $HHI$ のデータは、JTB時刻表から作成している。 $HHI$ は供給便数に関するハーフィンダール・ハーシュマン指数であり、 $1/HHI$ を平均化した市場での参入

企業数 ( $n_m$ ) として利用している。運賃 ( $p_m$ ) には通常期の正規運賃を利用している。航空運賃には通常期や繁忙期の正規運賃の他、各種割引運賃等が利用可能であるが、データの入手可能性から通常期の正規運賃を利用することとした<sup>8</sup>。ラインホール時間 ( $LTIME$ ) は一般に往路 (時刻表左欄) と復路 (時刻表右欄) では異なるが、簡単のため、往路で最も運航頻度の多い航空会社の値を利用している。

ODペアそれぞれの最寄り空港間に直行便が就航していない場合の乗り継ぎの設定方法は大橋 (2011a), (2011b) と同様に設定した。すなわち、ODペアに対してそれぞれの最寄り空港間に直行便がない場合、隣県空港利用による直行便があれば当該便を利用すると想定している。それ以外の場合には、複数区間乗り継ぎを設定している。乗り継ぎ設定については次のように設定している。当該地域と羽田空港間に直行便路線が設定されている場合には羽田乗り継ぎとしてデータを作成している。羽田線がない場合には、適宜、伊丹乗り継ぎ、あるいは新千歳乗り継ぎ、福岡乗り継ぎ、中部乗り継ぎを想定してデータの作成を行っている。また、乗り継ぎ便を利用するODペアに関する  $HHI$  は簡単のため、各利用路線の  $HHI$  を単純平均したものを利用している。

アクセス運賃 ( $ACC\_FARE$ ) 及びアクセス時間 ( $ACC\_TIME$ ) については、JTB時刻表を元に各ODの最寄りの空港について作成したものを利用している。

主要空港ダミー変数はJTB時刻表を元に作成している。データ作成段階では、国内航空輸送を考える上で主要な空港と考えられる新千歳空港、羽田空港、伊丹空港、中部空港、福岡空港、那覇空港に関する空港ダミー変数を想定した。空港ダミー変数は、これらの空港を利用する路線の場合には1をそうでない場合には0を設定している。なお、乗り継ぎ便を利用するODについては、主要空港ダミー変数を設定した空港を着陸及び離陸で利用する場合には、2を設定している。

#### 4. 推定結果

式 (6)、(11) を3.1で説明したデータを利用して、三段階最小二乗法により推定した。その結果を表2に示す。表2に示したモデル1～3は推定の結果、概ね想定した符号条件を満たしたものを掲載している。

まず、式 (6) について、需要関数の傾き  $b$  及び切片のラインホール時間以外の係数の内、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_4$  の符号条件は想定通りである。ラインホール時間とアクセス時間の和の係数  $a_3$  については、マイナスの符号を想定していたが、さまざまな変数の組み合わせで推定した結果、いずれの場合もプラスの符号であった。符号がプラスということは、アクセス時間とラインホール時間を合わせた所要時間の増加が需要を増加させることを意味するが、他の交通機関との関係から航空機関は長距

<sup>8</sup> 澤野 (2006) は、航空運賃関数の推定で、データとして利用する運賃の種類によって、運賃の決定要因に違いがあることを指摘している。運賃としてどのようなデータを利用するのが望ましいか等の検討については今後の課題としたい。



離ほど時間費用で有利に働くので、所要時間が長いほど相対的に航空機関への需要が高まると解釈できる。各係数の統計的有意性については、需要の傾き及び航空シェア、ODに関する路線需要の集計値の係数 $b$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ についてはモデル1～3のすべてについて1%未満で有意である。アクセス運賃の係数 $a_4$ について、モデル1、2では1%未満で有意であるが、モデル3では有意ではない。アクセス時間とラインホール時間を合わせた所要時間の各係数 $a_3$ については統計的に有意ではない。

同様に、式(11)の推定結果についてみていこう。

限界費用関数の構成要素の内、路線需要に依存しない部分に当たる $\alpha_1 \sim \alpha_5$ の符号条件は想定通りである。ただし、統計的な有意性については、空港ダミー変数の係数 $\alpha_1 \sim \alpha_4$ については、5%未満の水準で有意であるが、ラインホール時間の係数 $\alpha_5$ については統計的に有意な結果は得られていない。

次に、供給側にとっての路線需要の増加に伴う規模の経済性、すなわち、供給側の輸送密度の経済性に関する係数 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ についてみていこう。モデル1、2での $\beta_1$ の符号はプラスである。この結果は、輸送密度の不経済性が働いていることを意味している。他方、モデル3をみると、 $\beta_1$ はマイナスで $\beta_2$ はプラスとなっている。すなわち、需要規模の小さい路線では輸送密度の経済性が働いているが、需要規模の大きな幹線では輸送密度の不経済性が働いていることを示している。統計的有意性については、モデル1、3では $\beta_1$ 、 $\beta_2$ は1%未満の水準で有意であるが、モデル2では $\beta_1$ は統計的に有意ではない。ここで、モデル3の結果を使って式(13)を $Q_j$ で微分した $\beta_1 + 2 \cdot \beta_2 Q_j$ の符号を確認した。その結果、羽田-新千歳、羽田-伊丹、羽田-福岡では輸送密度の不経済性が卓越的であり、それ以外では輸送密度の経済性が卓越的であることがわかった。これは、Caves et al. (1984)、大橋(2011a)での幹線に比べてローカル線ほど輸送密度の経済性が強く働いているという指摘と一致する。なお、Brueckner and Spiller (1994)では、式(13)と同様の特定化の下で、すなわち、輸送密度の経済性と不経済性とを同時に考慮できる特定化の下で分析が行われているが、路線需要の二乗の項の係数について統計的に有意な結果は得られていない。

なお、輸送密度の経済性について、都府県レベルのODデータで分析を行った大橋(2011a)、(2011b)と今回のモデル1、2の結果は異なっている。すなわち、大橋(2011a)、(2011b)では、 $\beta_1$ のみを含む結果のすべてで輸送密度の経済性が働いており、統計的にも有意であるが、生活圈間ODデータで推定した今回のモデル1、2では逆の結果になっているのである。もちろん、大橋(2011a)、(2011b)とは、データ作成段階での違い等があるため注意が必要である。すなわち、大橋(2011a)、(2011b)は都府県レベルの地域間航空旅客ODを利用しているため、首都圏や中部圏、近畿圏などの大都市部で複数空港が利用可能な場合に複数路線の需要を集計して路線需要として扱っている。一方、今回は概ね殆どの路線の需要を集計することなく利用している点などが異なる<sup>9</sup>。

<sup>9</sup> 輸送密度の経済性の定義からすると、本研究のデータ作成の方が整合的である。ただし、作成したデータから計算される路線需要と、航空輸送統計などから得られる路線需要との誤差についての検討は、時間的な問題等もあり行っていない。

最後に、モデルの再現性については、モデル1～3の自由度修正済み決定係数をみると、総じて非常に低い結果しか得られていない。詳細は次章に譲るが、データ作成上の問題や利用データ等の問題等に起因していることが予想される。モデルの再現性向上については今後の課題としたい。

以上から、日本の国内航空旅客市場において、モデル3の結果を採用するならば、需要規模の小さい路線では輸送密度の経済性が働いているが、需要規模の大きな幹線では輸送密度の不経済性が働いていると言える。他方、モデル1、2の結果を採用するならば、国内航空旅客市場において輸送密度の不経済性が働いていると言えよう。ただし、上述のように、モデル1,2の結果は、大橋(2011a)、(2011b)とは反対の結果であり、より詳細な検討の蓄積が必要であると考えられる。

表2：三段階最小二乗法による需給関数の推定結果（標本数：5207）

式 (6)	被説明変数：航空運賃	モデル1	モデル2	モデル3
	$a_0$ (定数項)	29828.06	28032.43	28040.73
	$a_1$ (航空シェア)	3879.143 (0.000)	6961.309 (0.000)	7561.970 (0.000)
	$a_0$ (ODに関する 路線需要の集計値)	1.957908 (0.000)	2.281963 (0.000)	2.361025 (0.000)
	$a_3$ (アクセス時間 + ラインホール時間)	0.058684 (0.365)	0.088932 (0.234)	0.100085 (0.189)
	$a_4$ (アクセス運賃)	-0.917054 (0.000)	-0.814563 (0.000)	-0.901911 (0.223)
	$b$ (需要)	-16.56127 (0.000)	-120.1626 (0.000)	-144.0225 (0.000)
	自由度調整済み決定係数	0.160	0.124	0.082
式 (11)	被説明変数：航空運賃	モデル1 続き	モデル2 続き	モデル3 続き
	$\alpha_0$ (定数項)	27723.47	27043.69	28425.86
	$\alpha_1$ (羽田ダミー)	3124.745 (0.000)	4823.591 (0.000)	6168.223 (0.000)
	$\alpha_2$ (新千歳ダミー)	2617.371 (0.000)	4058.498 (0.000)	3163.848 (0.000)
	$\alpha_3$ (福岡ダミー)	1960.351 (0.000)	-	-
	$\alpha_4$ (中部ダミー)	706.3688 (0.020)	-	-
	$\alpha_5$ (ラインホール時間)	0.055829 (0.404)	0.051170 (0.469)	0.232290 (0.005)
	$\beta_1$ (リンク需要)	0.832670 (0.000)	0.216905 (0.126)	-5.548933 (0.000)
	$\beta_2$ (リンク需要の二乗)	-	-	0.001294 (0.000)
	$-b$ (1社当たり平均需要)	16.56127	120.1626	144.0225
自由度調整済み決定係数	0.154	0.128	0.055	

※括弧内はp値。

※推定にはEViews 7を利用している。

## 5. おわりに

本稿では、ネットワークレベルで捉えた国内航空旅客市場において、従来から指摘されることの多い輸送密度の経済性等を明示的に考慮しうる枠組みの下で需給関数の同時推定を行い、市場特性について検討した。主要な結果は次のように要約される。

- (1) 限界費用関数について考慮されることの多い供給側の輸送密度の経済性について、(i) 輸送密度の不経済性が働いている可能性、(ii) ローカル線では輸送密度の経済性が働いており主要幹線では輸送密度の不経済性が働いている可能性がある、という結果が得られた。
- (2) 限界費用関数について、主要空港ダミー変数として相対的に路線や運航頻度の多い空港では相対的に限界費用が高くなることを想定したところ、羽田や新千歳、福岡、中部では想定通りの結果が統計的にも有意であることがわかった。

(1) については、考慮する変数や関数型等により、(i) または (ii) であることがわかった。ただし、(i) の結果については、大橋 (2011a)、(2011b) の結果とは異なる。先行研究でのデータ作成段階での地域集約時の限界に依存する面もあるが、本研究ではゾーンのセントロイドから公共交通機関利用により所要時間最小となる空港のみを利用する、という前提の下で利用路線を特定化して、路線需要を算出している。ただし、本研究で計算される路線需要と統計データとして整備されている総流動データとの誤差については時間的な問題等もあって比較検討を行っていない。これらについては今後の課題としたい。(2) については、大橋 (2011a)、(2011b) との結果と同じである。ただし、空港政策の評価を考える場合には、地方空港で行われているような空港使用料の減免措置などの評価についても考慮できることが望ましいと考えられるため、各地方空港の特性も考慮しうるようなモデル拡張も必要であろう。

なお、分析については、幾つかの問題点も指摘される。

一つは、利用データに関するものである。特に、運賃データについては、澤野 (2006) が指摘しているように、利用する運賃の種類 (正規運賃か割引運賃かなど) によって推定値は影響を受ける。この点について、今後は実勢運賃を利用した分析等も必要であろう。また、データ作成時ににおけるセントロイド特定時の恣意性や空港選択、代替経路があるときの扱いなどについても課題が残る。ただし、空港選択に関する想定や代替経路設定に関しては、統計データが整備されていないため、改善するには難しい面も存在する。さらに、今回の分析では、OD ペア毎の市場規模を表現する変数として人口の積を想定していたが、推定作業の過程で符号条件を満たすものが得られず、採択されたモデルからは除外されている。その結果として、自由度修正済みの決定係数の値が非常に低い推定結果しか得られなかったと考えられる。市場規模を表現しうるデータとしては、人口以外にも経済規模に関するものも考えられる。たとえば、県民所得等をデフレーターで実質化したものを、生活圏間へ人口比等で比例配分するなどして作成するなどである。これらの利用データ等については今後の課題としたい。

二つ目は関数の特定化及びモデル選択についてである。今回の分析ではBrueckner and Spiller (1994) に倣って線形の関数に特定化した。が、関数が線形の場合には、どうしても運賃や需要量を再現した際にマイナスになる可能性がある。政策効果を定量的に評価するためには、この点についても改善する必要がある。

三つ目は、市場の枠組みについてである。今回は航空旅客市場のみを対象に分析を行っているが、国内旅客市場を考える上では、新幹線等の代替交通機関との関係を考慮することが非常に重要である。今回の推定結果では、需要関数の一部の係数では符号条件が満たされなかったが、代替交通機関の考慮に問題があった可能性がある。この点については、より効果的な代替交通機関を考慮する方法を考える必要がある。もちろん、空港整備効果等を適切に評価するためには、航空旅客市場だけでなく、国内の旅客市場全体での枠組みへの拡張も必要となる。

**謝辞：**本研究は、科学研究費補助金（若手研究B：21730216，基盤研究C：24530288）を受けている。熊本大学政策創造研究教育センター主催の都市政策研究会では、安藤朝夫教授（東北大学）、柿本竜治教授、丸山琢也准教授（熊本大学）、宅間文夫准教授（明海大学）には、今後の課題等に関して多くの有益なコメントを得た。ここに記して感謝の意を表するものである。本稿に関するあらゆる誤りや責任は筆者に帰属するものである。

## 参考文献

- Adler, N., Pels, E., and Nash, C.: High-speed rail and air transport competition: game engineering as tool for cost-benefit analysis, *Transportation Research part B*, Vol.44, pp.812-833, 2010.
- Brander, J.A. and Zhang, A.: Market conduct in the airline industry: An empirical investigation, *RAND Journal of Economics*, Vol.21, pp.567-583, 1990.
- Brueckner, J.K.: Schedule competition revisited, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.44 (3), pp.261-285, 2010.
- Brueckner, J.K. and Spiller, P.T.: Competition and mergers in airline networks, *International Journal of Industrial Organization*, Vol.9, pp.323-342, 1991.
- Brueckner, J.K. and Spiller, P.T.: Economies of traffic density in the deregulated airline industry, *Journal of Law and Economics*, Vol.37, pp.379-415, 1994.
- Caves, D.W., Christensen, L.R., and Trethewey, M.W.: Economies of density versus economies of scale: Why trunk and local service costs differ, *RAND Journal of Economics*, Vol.15, pp.479-489, 1984.
- Fageda, X. and Fernandez-Villadangos, L.: Triggering competition in the Spanish airline market: The role of airport capacity and low-cost carriers, *Journal of Air Transport Management*, Vol.15, pp.36-40, 2009.
- 石倉智樹，竹林幹雄：羽田空港への国際定期航空路線乗り入れによる航空市場への影響分析，『土木学会論文集 D』，Vol.64 (3)，pp.432-446，2008.
- 衣笠達夫：『公益企業の費用構造』，多賀出版，1995.
- 国土交通省国土技術政策総合研究所：『航空需要予測について』，2007.
- 国土交通省国土技術政策総合研究所，三菱総合研究所：『航空需要予測手法における供給者モデルの検討調査業務報告書』，2005.

- 村上英樹：国内トラッキング増加航空路線の需給バランス計測, 『応用地域学研究』, No.1, pp.37-48, 1995.
- 村上英樹：国内航空運賃・費用の計量分析, 『神戸大学経営学部研究年報』, Vol.40, pp.67-92, 1994.
- Nero, G.: A structural model of intra European Union duopoly airline competition, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.30 (2), pp.137-155, 1996.
- 大橋忠宏：日本の国内航空旅客市場における輸送密度の経済性, 『運輸政策研究』, Vol.14 (3), pp.9-15, 2011a.
- 大橋忠宏：日本の国内航空旅客市場における規制緩和の効果：2000年と2005年の比較, 『弘前大学経済研究』, Vol.34, pp.1-14, 2011b.
- 大橋忠宏, 安藤朝夫：地域に複数の空港は必要か：アクセスコストと輸送密度の経済性を考慮した航空旅客市場モデル分析, 『国際交通安全学会誌 IATSS Review』, Vol.32 (3), pp.206-215, 2007.
- 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.
- 大橋忠宏, 宅間文夫, 土谷和之, 山口勝弘：日本における国内航空政策の効果計測に関する実証研究, 『応用地域学研究』, No.8 (2), pp.45-55, 2003.
- Pels, E. and Rietveld, P.: Airline pricing behaviour in the London-Paris market, *Journal Air Transport Management*, Vol.10, pp.279-283, 2004.
- 澤野孝一郎：航空サービスの規制緩和とその政策評価：航空自由化・JJ統合・羽田空港発着枠, 『日本経済研究』, No.53, pp.13-41, 2006.
- 白石浩介：国際旅客輸送における米国系企業の参入, 『日本経済研究』, No.35, pp.69-94, 1997.
- Yamaguchi, K.: Inter-regional air transport accessibility and macro-economic performance in Japan, *Transportation Research Part E*, Vol.43, pp.247-258, 2007.
- Zhang, A.: An analysis of fortress hubs in airline networks, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.30 (3), pp.293-307, 1996.