

日本の国内航空旅客市場における輸送密度の経済性

本研究では、都府県及び北海道4ゾーンの50ゾーン間の純流動等のデータを利用して、先行研究で指摘される輸送密度の経済性を考慮した枠組みの下で国内航空旅客市場について需給曲線を同時推定した。推定の結果、多くの先行研究で指摘/考慮される供給側の輸送密度の経済性についてはその存在が統計的に有意な結果として確認され、航空旅客市場を分析する上で当該経済性を考慮することの重要性が示される。限界費用関数で考慮される羽田や伊丹/関空、新千歳など主要空港ダミー変数の係数は正の場合が多く、主要空港は地方管理空港に比べて相対的に空港使用料の高さや混雑などが反映された結果である可能性が指摘される。

キーワード | 国内航空旅客市場, 需給関数の同時推定, 輸送密度の経済性

大橋忠宏

OHASHI, Tadahiro

博(情科) 弘前大学人文学部准教授

1—はじめに

近年の航空旅客輸送を巡る環境は大きく変化しており、複数空港の機能分担やハブ機能の強化など空港整備の効果については様々な議論が行われている。たとえば近畿地方での関西・伊丹・神戸の3空港の機能分担や運用に関する議論や羽田空港や成田空港の発着枠の拡大に伴う国際化などの役割分担やハブ空港化の議論などである。

このような議論を行うためには、それぞれの空港や路線の特性等を考慮できる枠組みの下での地域間旅客市場を対象とした分析が必要になると考えられる。

航空旅客市場に関しては、海外の研究では多くの実証的な分析が行われている^{注1)}。そこでは、規制緩和後の市場の特性として、航空会社間の競争の形態や輸送密度の経済性に関する効果等について多くの議論がなされている。本稿ではBrueckner and Spiller[1994]²⁾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。航空旅客市場の特性についてはCaves et al.[1984]⁵⁾によりローカル線と幹線との費用の違いとして輸送密度の経済性が指摘されており、Brueckner and Spiller[1994]²⁾では米国のODデータを元に当該経済性の検証が行われている。理論面でも航空ネットワークでの航空会社の競争や社会厚生に言及する研究では、これらを踏まえて輸送密度の経済性を考慮した分析が行われることが多い^{注2)}。Brueckner and Spiller[1994]²⁾によると、米国の国内市場では輸送密度の経済性がハブ・アンド・スポーク型の運航を促進し、規制緩和直後には参入航空会社数が増加したものの時間の経過と共に寡占性が高まったと指摘している。日本の国内市場では1990年代後半からの規制緩和により、新規の航空会社

の参入等はみられた一方で、航空路線網の再編やJALとJASの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が存在するならば、米国と同様にハブ・アンド・スポーク型の運航が進み、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枠組みでの議論が必要になると考える。なお、Brueckner and Spiller[1991]⁶⁾を援用した研究で輸送密度の経済性が考慮される場合、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が、需要側にとっては路線需要の増加は運航頻度の増加によるスケジューリングコスト等の低下をもたらす。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。

日本を対象とした実証研究の場合には、航空会社の費用特性について1990年代に村上[1994]¹¹⁾や衣笠[1995]¹²⁾などにより検討されている。さらに、2000年代に入ってから、たとえば大橋他[2003]¹³⁾で参入規制緩和や羽田空港拡張などの効果の計測が行われている。ただし、これらの研究では、航空旅客市場は一点経済が想定されており、ネットワークレベルでの議論は行われていない。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)国際航空旅客市場に関する白石[1997]¹⁴⁾や国内航空旅客市場に関する村上[1995]¹⁵⁾やYamaguchi[2007]¹⁶⁾のように応用計量経済学的手法を利用した需給関数の同時推定を元にした議論、あるいは、(ii)空港容量拡張の影響や新規路線就航の影響を外生変数に実際の数値データを利用して数理計画問題として分析した大橋他[2004]¹⁷⁾や石倉・竹林[2008]¹⁸⁾など、さまざまなタイプの研究がある。ここで、(i)の応用計量経済学的手法を利用した研究では、路線単位、あるいは都道府県間単位の

データを元にした分析が行われているが、航空旅客市場の寡占性については考慮されるものの費用特性としての輸送密度の経済性などについては考慮されていない。(ii)のいわゆる航空ネットワークモデルを利用した研究では、需要に関するパラメータ等については別途推定した需要関数の結果が利用され、費用については財務的なデータを適宜配賦して作成した関数を元に分析が行われる。分析の際の地域区分は非常に大きく、地域あるいは地域間には複数の空港や複数の路線を集計した上で分析が行われているため、航空路線毎のレベルでの市場特性を反映させる必要はなかったと推測される^{注3)}。ただし、航空ネットワークモデルを利用してより小ゾーンを対象とした地域区分での分析を行うためには、航空路線毎の特性を考慮しうるような拡張が必要であると考えられる。すなわち、各航空路線に共通する輸送密度の経済性(あるいは不経済性)や発着空港あるいは各空港後背地に存在するような特性などを考慮した分析が必要になると考えられる。

以上を概観すると、日本の国内航空旅客市場を分析する場合に、市場の特性として何をどのように考慮すべきかに関しては、従来はあまり議論されてこなかったと言えよう。そこで、本研究では、日本の国内航空旅客市場を対象に、輸送密度の経済性の有無を中心に市場特性について、応用計量経済学的手法により検討することを目的とする。具体的には、2章で航空旅客市場モデルの理論構造について説明する。3章では利用データの出所及び作成方法及び輸送密度の経済性などの特性を考慮した限界費用関数及び需要関数の特定化について説明する。4章で需給関数の同時推定の結果について考察し、5章で本研究の結果についてのまとめについて述べる。

2—モデル

本研究で対象とする国内航空旅客市場の仮定について説明する。

まず、本研究では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。逆需要関数は以下のように表現される。

$$p_m = p_m(q_m; POP_O, POP_D, t_m, freq_m, airshare_m) \quad (1)$$

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、 POP は発地 O または着地 D の人口、 t_m は時間費用(所要時間など)、 $freq_m$ は運航頻度(乗り継ぎの場合は少ない側の値など)、 $airshare_m$ は航空の交通機関分担率とする^{注4)}。

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。

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

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 $Q_{ij}(q_{im})$ を路線 j 毎に集計した値の関数として、 $S_{im} = S_{im}(\sum_{j \in J_m} Q_{ij}, \sum_{j \in J_m} Q_{ij}^2)$ とする。ここで、 J_m は市場 m の旅客が利用する路線からなる集合とする。 $Distance_m$ は市場 m の時間距離とする。なお、 $Distance$ と需要関数での t との違いはアクセス等に伴う費用を含むか否かによるものである。

航空旅客市場の競争について、Brueckner and Spiller [1994]²⁾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—データと関数の特定

3.1 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。

OD交通量(q_m)については、全国幹線旅客純流動調査の都府県及び北海道を4ゾーンに分割した50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をとったものを利用している。ただし、OD交通量の中には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、round tripとして解釈できないものが含まれており、このようなround tripとみなせないODペアや離島便利用と推測されるところは標本から除外している。次に、航空路線需要(Q_j)は、OD交通量を路線毎に集計したものを利用している。 $airshare_m$ は航空の交通機関分担率であり、幹線旅客純流動調査の代表交通機関別年間拡大

■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_i	航空路線 i を利用する需要 (千人)	ODペア間の航空需要 (q_m) を航空路線毎に集計
$airshare_m$	航空機関の分担率	第四回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	運航便数に関するハーフィンダール・ハーシュマン指数	JTB時刻表掲載の運航便数を利用
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
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
ITM	伊丹・関西空港ダミー	伊丹あるいは関西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

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。ここで、 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^{注5)}である。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^{注6)}。運航頻度($FREQ$)については、発地あるいは着地から利用可能と考えられる空港で利用可能な路線頻度を合計したものを利用している^{注7)}。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次の通りである。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。今回は、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、中部空港、伊丹・関西空港、福岡空港、那覇空港について、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。これら主要空港は、国管理空港(一部、株式会社)で地方管理空港に比べて路線や便数設定も多く、相対的に空港使用料が高く、滑走路等での混雑も起きやすいと考えられ、限界費用関数を推定する場合、これらの変数の係数として正の符号が想定される。

3.2 関数の特定化

2章で定式化した航空旅客市場モデルについて、実証分析を行うための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。

需要関数は次のように線形の式を仮定する^{注8)}。

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

ここで、需要関数の切片 a_m は以下のように特定化される^{注9)}。

$$a_m = a_0 + a_1airshare_m + a_2POPPOP_m + a_3ACC_TIME_m + a_4ACC_FARE_m + a_5LTIME_m + a_6FREQ_m^{-1} \quad (7)$$

需要関数(式(6))の傾き b の符号は負を想定している。次に、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、潜在的な需要量の係数であり、プラスを想定している。 $a_3 \sim a_6$ 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。なお、運航頻度の逆数の項については、需要サイドの輸送密度の経済性を表現するものであり、運航頻度の増加はスケジュールコストの低下をもたらすと考えられる。

需要関数を式(6)のように特定化し、クールノーの寡占競争を仮定すると、限界収入 MR は次のように書くことができる^{注10)}。

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

限界費用はBrueckner and Spiller[1994]²⁾と同様に次

のように特定化する。

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

このとき、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。

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

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、

$$p_m = -b \frac{q_m}{n_m} + \overline{\alpha_m} + \overline{S_m} \quad (11)$$

限界費用の切片 $\overline{\alpha_m}$ は、主要空港ダミー変数(HND , ITM , CTS , NGO , FUK , OKA)や、時間、頻度からなる関数として次のように特定化する。

$$\overline{\alpha_m} = \alpha_0 + \alpha_1 HND + \alpha_2 ITM + \alpha_3 CTS + \alpha_4 NGO + \alpha_5 FUK + \alpha_6 OKA + \alpha_7 LTIME \quad (12)$$

ここで、主要空港ダミー変数の係数($\alpha_1 \sim \alpha_6$)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である α_7 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 $\overline{S_m}$ は、Brueckner and Spiller[1994]に倣って、路線需要を使って次のように特定化する^{注11)}。

$$\overline{S_m} = \sum_{j \in J_m} (\beta_1 Q_j + \beta_2 Q_j^2) \quad (13)$$

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。

4——推定結果

式(6)、(11)を2005年のデータについて三段階最小二乗法で推定した結果を表—2に示す^{注12)}。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のなかで当てはまりが良かったものを掲載している。

まず、表—2を元に推定結果を概観すると、3.2節での式(6)、(11)の特定化で想定した符号については概ね満足しており、それぞれの式の自由度調整済みの決定係数

■表—2 2005年データへの三段階最小二乗法による推定結果(標本数870)

被説明変数：航空運賃		モデル1	モデル2	モデル3
式(6)	a_0 (定数項)	3,476.296	3,747.989	3,757.011
	a_1 (航空シェア)	2,892.545 (0.000)	2,751.158 (0.000)	2,790.728 (0.000)
	a_2 (OD人口積)	7.68E-11 (0.087)	6.96E-11 (0.079)	6.90E-11 (0.079)
	a_3 (アクセス時間)	-7.900216 (0.200)	-10.57301 (0.086)	-10.7077 (0.082)
	a_4 (アクセス運賃)	-0.148893 (0.112)	-0.125062 (0.180)	-0.124236 (0.182)
	a_5 (ラインホール時間)	271.0062 (0.000)	271.271 (0.000)	271.0461 (0.000)
	a_6 (運航頻度逆数)	-	-	-
	b (需要)	-14.00706 (0.000)	-13.49528 (0.000)	-13.43818 (0.000)
自由度調整済み決定係数		0.889	0.889	0.890

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	
式(11)	$-b$ (1社当たり平均需要)	14.00706	13.49528	13.43818	
	α_0 (定数項)	4,417.706	4,340.629	4,206.954	
	α_1 (羽田ダミー)	2,376.587 (0.000)	2,668.458 (0.000)	2,606.773 (0.000)	
	α_2 (伊丹ダミー)	1,868.212 (0.000)	1,958.272 (0.000)	1,921.429 (0.000)	
	α_3 (新千歳ダミー)	2,602.89 (0.000)	2,500.99 (0.000)	2,535.497 (0.000)	
	α_4 (中部ダミー)	-	-	-	
	α_5 (福岡ダミー)	542.2358 (0.335)	442.8821 (0.422)	425.6144 (0.438)	
	α_6 (那覇ダミー)	-	-	-6,809.594 (0.037)	
	α_7 (ラインホール時間)	257.3684 (0.000)	265.1637 (0.000)	267.0729 (0.000)	
	β_1 (路線需要の和)	-0.876904 (0.000)	-2.672619 (0.000)	-2.740583 (0.000)	
	β_2 (路線需要の二乗の和)	-	0.000408 (0.000)	0.000422 (0.000)	
	自由度調整済み決定係数		0.908	0.910	0.911

も比較的高い値が得られていると考えている。

次に式(6)、(11)の各係数について推定結果を覗いていこう。

式(6)の需要関数の傾き b については、符号は想定通りマイナスであり、統計的には1%未満の水準で有意である。

式(6)の需要関数の切片の各係数 $a_1 \sim a_5$ について覗いていこう。航空シェアの係数 a_1 の符号は想定通りプラスであり、統計的には5%未満の水準で有意である。ODペア間の人口の積の係数 a_2 の符号は想定通りプラスである。ただし、統計的にはモデル1,2,3では10%水準で有意である。アクセス時間及びアクセス運賃の係数 a_3 , a_4 については、符号条件は想定通り共にマイナスであるが、統計的には多くの場合に係数が0である確率が10%を超えており、あまり有意な結果にはならなかった。ラインホール時間の係数 a_5 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り、統計的には1%未満の水準で有意であった。これは、ラインホール時間の増加は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離ほど時間費用で有利に働くので、ラインホール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。なお、ラインホール時間を説明変数から除くと、他の変数(たとえば、人口の積)の符号条件が合

わなくなり、解釈が難しくなる。

式(11)の $\alpha_1 \sim \alpha_7$ について観ていこう。これらの係数は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。羽田空港ダミー及び伊丹・関西空港ダミーの係数 α_1, α_2 の符号は想定通りプラスであり、統計的にも1%未満の水準で有意である。また、総じて羽田空港ダミーの係数の方が伊丹・関西空港ダミーの係数に比べて大きい結果となっている。この理由として考えられるのは、羽田空港は伊丹空港と比べて路線や運航頻度が多く、かつ、多くの航空会社が乗り継ぎ路線について羽田空港を設定することが多いなど、相対的に利用が多いため、空港での離着陸待ちなどの遅延が発生しやすいなどが考えられる。新千歳空港ダミーの係数 α_3 については、想定通りプラスの符号であり、統計的にも1%未満の水準で有意である。係数の大きさを見ると、新千歳空港ダミーの係数は伊丹・関西空港ダミーの係数より大きく、羽田空港ダミーの係数とはそれほど大きく変わらない。空港発着の路線や運航頻度は、新千歳空港は羽田空港や伊丹・関西空港に比べると少ないが、新千歳空港発着の路線には北海道内のローカル線の占める割合が高く、搭乗率が相対的に低いいため、新千歳発着の路線での供給には相対的に高い費用が必要である可能性が示唆される。福岡空港ダミーの係数 α_5 については、符号条件は想定通りであるが、統計的には殆どの場合に10%以上の確率で有意ではなかった。那覇空港ダミーの係数 α_6 の符号はプラスであり、統計的には10%未満の水準で有意である。ラインホール時間の係数 α_7 については、符号はプラスであり、統計的には1%未満で有意である。すなわち、ラインホール時間の増加は限界費用を増加させることが統計的に有意であると言える。

式(11)の β_1, β_2 について観ていこう。これらの係数は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である。推定の結果、路線需要に比例して限界費用が変化すると考える効果を表す β_1 については、符号はマイナスであり、かつ統計的には1%未満の水準で有意である。路線需要の二乗に比例して限界費用が変化すると考える効果を表す β_2 についてモデル2, 3の結果を見ると、符号はプラスであり、統計的には1%未満の水準で有意である。ここで、モデル2, 3それぞれについて、輸送密度の経済性が卓越的なのか、それとも輸送密度の不経済性が卓越的なのかを式(13)を Q_j で微分した、 $\beta_1 + 2 \cdot \beta_2 Q_j$ の符号を観ることで確認できる。データを確認した結果、羽田・成田-新千歳、羽田・成田-関西・伊丹、羽田・成田-福岡・北九州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^{注13)}。モデル2, 3

の結果は、Caves et al.[1984]⁵⁾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同様のことが日本の国内航空旅客市場で確認できたことを意味する。なお、Brueckner and Spiller[1994]²⁾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。以上から、日本の国内航空旅客市場において、多くの路線では供給側の輸送密度の経済性は働いているが、需要が相対的に大きい一部の路線では不経済性が働いていると言える。

なお、輸送密度の経済性には需要側についても指摘されることがあるが、この効果を運航頻度による変数で表現することを試みたが、さまざまな変数の組み合わせなどで検討を行ったものの、符号条件を満たし、かつ統計的に有意な推定結果は得られなかった。

5—おわりに

本研究では、50ゾーン間のODデータを利用した日本国内航空旅客市場の特性について需要関数と供給関数との同時推定を通じて検討を行った。分析の結果は以下のように要約される。

- (1) 限界費用関数について、理論的研究で考慮されることが多く、米国の事例などで実証的にも指摘されていた供給側の輸送密度の経済性、すなわち、路線需要の増加により限界費用が低下するという特性が日本の国内航空旅客市場でも働いており、統計的にも有意であることが示された。
 - (2) 限界費用関数について、主要空港ダミー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、羽田や伊丹・関西、新千歳では想定通りの結果が統計的にも有意であることが確認された。
- (1)については、従来の先行研究の多くで航空旅客市場を分析する際に、輸送密度の経済性を明示的に考慮されていないことが多かったが、航空旅客市場の分析において、特に供給要因の分析を行う上で輸送密度の経済性を考慮する必要性が確認されたと言えよう。さらに、Caves et al.[1984]⁵⁾で指摘されていた幹線に比べてローカル線ほど輸送密度の経済性が働いているという指摘が日本国内航空旅客市場において統計的に有意な結果として確認できた。これは、輸送密度の不経済性も考慮可能な特定化の下で分析している、Brueckner and Spiller[1994]²⁾では統計的に有意な結果としては確認されていないことであり、ネットワークレベルのデータを利用した結果として

は意義のあることであると考え。 (2)については、羽田や伊丹・関西、新千歳については、他の空港と比較して相対的に限界費用が高いことが確認された。ただし、今回は主要空港ダミーとしては、新千歳、羽田、中部、伊丹・関西、福岡、那覇のそれぞれの空港のみを設定して分析を行っているが、空港ダミーの役割としては、空港での混雑や空港使用料以外に、就航している路線などでの座席利用率の高さや空港での駐機等への税の優遇などの効果が影響している可能性があり、今回設定を行った以外の空港についてもダミー変数などを作成して、空港特有の影響を観ることができるようになる必要がある。

なお、推定結果の説明で述べたように幾つかの問題があることもわかった。

一つ目は需要関数についてである。一般に旅客の費用は金銭的費用と時間費用の和で定義され、時間費用には実際の所要時間とスケジュールコストとして運航頻度の関数として考慮される。今回の分析からはアクセスに関する金銭及び時間費用については統計的に有意な結果が得られず、運航時間については統計的には有意であるものの符号条件は想定通りとならなかった。さらに、需要側の輸送密度の経済性については、スケジュールコストとして導入を試みた運航頻度について符号条件を満たさず及び統計的に有意な結果は得られなかった。このもっとも大きな理由としては、国内旅客市場においては、新幹線などの代替交通機関の存在の大きさが考えられる。今回は代替交通機関との関係については、航空シェアのみで考慮しているが、代替交通機関と航空との相対的な関係を表現するような変数の導入や代替交通機関での旅客市場との同時推定などを考えていく必要があると考えられる。

二つ目としては、1章で述べたような空港の機能分担の議論を行うためには、一つの地域に複数の空港がある状況をデータ上で区別できるような枠組みが必要であるが、今回は都府県及び北海道4ゾーンの50ゾーン間の航空旅客市場としてデータ作成及び推定を行ったが、ゾーン分割が大きすぎたため伊丹と関西、神戸での機能分担などの議論には対応できない。したがって、同一地域での複数空港に関する議論については生活圏レベル間でのデータ作成及び推定が必要となると考えられる。

三つ目としては、関数形の選択の妥当性についてである。今回のモデル構築にはBrueckner and Spiller[1994]²⁾の特定化を参考としているが、どのような関数形に特定化すべきかについては問題が多い。たとえば、輸送密度の経済性の表現について考えると、路線需要の一次の項だけ考える場合も、二次の項まで考える場合も、路線需要及び路線需要の2乗の係数は統計的に有意であった。しかし、評価の際に前者を選択するならば路線を集約すればするほど

供給側は限界費用を低下させることになるが、後者を選択するならば、過度に特定の路線に需要を集約することは輸送密度の不経済を発生させることになるなど、モデル設定において恣意性が存在する。この点についてはモデル選択に関する計量経済学的な検討が必要となる。

本研究は以上のような多くの問題は抱えているが、国内航空旅客市場について議論する上で複数路線を考慮して輸送密度の経済性の存在を示すなど、一定の貢献はできたものと考えられる。

謝辞: 本研究は、科学研究費補助金(若手研究(B), 課題番号:21730216)を受けている。研究の初期段階では、安藤朝夫教授(東北大学)や柿本竜治教授(熊本大学)、宅間文夫准教授(明海大学)をはじめ多くの先生方から有益なコメントを得た。応用地域学会第24回研究発表大会では、討論者の山口勝弘氏(国土交通省)や波多野匠氏(国土交通省)、岡本亮介准教授(政策研究大学院大学)から有益なコメントを得た。匿名の3名の査読者からは初稿の間違ひ等も含めて論文の改善及び今後の課題に関して多くの有益な指摘をいただいた。ここに記して感謝の意を表すものである。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。

注

注1)たとえば、航空旅客市場での航空会社間の競争に関するBrander and Zhang[1990]¹⁾や航空旅客市場の寡占性及び輸送密度の経済性に関するBrueckner and Spiller[1994]²⁾、航空運賃の決定要因に関するPels and Rietveld[2004]³⁾、空港容量とlow-cost carriersの参入の影響に関するFageda and Fernandez-Villadangos[2009]⁴⁾など多くの研究蓄積がある。

注2)ネットワークを考慮した航空旅客市場に関する理論的研究は、Brueckner and Spiller[1991]⁵⁾が先駆的である。彼らの研究ではじめてネットワークレベルで輸送密度の経済性が明示的に考慮された。これ以降、ネットワークを考慮した航空旅客市場に関する多くの理論的研究の蓄積がなされるようになっていく。たとえばZhang[1996]⁷⁾やNero[1996]⁸⁾、大橋・安藤[2007]⁹⁾、Brueckner[2010]¹⁰⁾などで輸送密度の経済性は航空旅客市場を議論する上での重要な要素として考慮されている。

注3)国の空港整備計画の基礎資料として航空需要予測(たとえば、国土交通省国土技術政策総合研究所[2007]¹⁹⁾)が行われている。国内航空旅客市場が自由化されて10年以上が経過しているが、供給者の行動については外生的に与えられている。供給要因を内生的に考慮する分析手法については国土交通省国土技術政策総合研究所、三菱総合研究所[2005]²⁰⁾により検討されている。ただし、手法としては航空ネットワークモデルが利用されているが、航空会社の費用特性等に関する検討はあまりなされていない。

注4)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]¹⁶⁾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。

注5)1/HHH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。

注6)澤野[2006]²¹⁾は、航空運賃関数の推定を行っている。ここで利用される運賃には正規運賃の他、各種割引運賃などについて検討されている。検討の結果、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が指摘されている。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。

注7)たとえば、和歌山県を除く近畿地方の府県については伊丹空港と関西空港で利用可能な路線の運航頻度を合計したものを設定し、佐賀県については福岡空港と佐賀空港で利用可能な路線の運航頻度を合計したものを設定する、などである。

注8) Brueckner and Spiller[1994]²⁾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。本研究でも市場毎に異なる b_m での推定を試みたが、符号条件等に関してまだ良好な結果が得られていない。本稿では、市場毎に同じ傾き b の場合の推定結果のみを示す。

注9) 当初、旅客需要に運航頻度が関連していると考えられるため、式(7)の特定化の下でデータ作成及びモデル推定を行った。しかしながら、符号条件を満足する運航頻度に関する項を含んだ推定式が得られなかったため、4章で示す推定結果に運航頻度に関するパラメータの欄は設けていない。

注10) Brueckner and Spiller[1994]²⁾では、限界収入を特定する際に航空会社間の競争関係を一般化して表現するために average conduct parameter と呼ばれる係数 (θ) を導入している。この係数は、企業毎の $\partial q_m / \partial q_m$ を平均したものである。average conduct parameter を利用した寡占市場の表現は、Bresnahan[1982]²²⁾ や Brander and Zhang[1990]¹⁾ などで行われている。Brueckner and Spiller[1994]²⁾ は Bresnahan[1982]²²⁾ を元に θ を定義している。本稿では、ケールノーの寡占競争を想定した場合のみ検討している。すなわち、Brueckner and Spiller[1994]²⁾ の定義に従えば $\theta=1$ のケースのみ検討した結果を示している。

注11) 式(13)に含まれる路線需要 Q は、厳密には q_m の関数である。しかし、今回はモデル展開及びデータ処理を単純化するため、Brueckner and Spiller[1994]²⁾ 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。

注12) 本稿では、Brueckner and Spiller[1994]²⁾ に倣って、式(6)、(11)の同時推定の際、運賃 p_m と旅客需要 q_m を内生変数として扱い、それ以外の変数は外生変数として扱っている。運賃に対して航空需要量が内生変数と言えるかどうかについては、式(6)と式(11)のそれぞれについてハウスマン検定を行った。当該検定の結果、式(6)では航空需要量は内生変数であるといえるが、式(11)では、航空需要量は外生変数であるという結果になった。モデルの特定化や変数の選択、外生性の検討については今後の課題としたい。

注13) 本稿では1章で定義したように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し、式(13)のような特定化を行った。他方、路線として“羽田・成田-新千歳”、“羽田・成田-関空・伊丹”などの表現を使っている記述がある。今回の分析で利用しているのは都道府県毎を基本としているODデータであり、一部のODについては発地あるいは着地から利用可能な空港が複数存在する場合がある。このとき、データ作成段階で、時間や金銭的費用については都府県及びゾーン中心都市の主要駅をセントロイドとする扱いをしているが、運航頻度については、3.1節で書いたように複数の利用可能な空港がある場合には、複数の路線の値を足しあわせる処理を行っている。この点からみると、輸送密度の経済性の定義とデータ処理との間には不整合がある。これは、ODの分割レベルに依存する問題であると考えており、都道府県を基本とするデータから生活圏を基本とするODデータの利用でこの不整合を解消することができると考えている。なお、本稿では、表一2に示すように推定結果として運航頻度を含むモデルは採用していないため、前述の“羽田・成田-新千歳”、“羽田・成田-関空・伊丹”は実質的にはそれぞれ“羽田-新千歳”、“羽田-伊丹”のことを指した記述となっている。

参考文献

- 1) Brander, J.A. and Zhang, A.[1990], “Market conduct in the airline industry: An empirical investigation”, *RAND Journal of Economics*, Vol. 21, pp. 567-583.
- 2) Brueckner, J.K. and Spiller, P.T.[1994], “Economies of traffic density in the

deregulated airline industry”, *Journal of Law and Economics*, Vol. 37, pp. 379-415.

- 3) Pels, E. and Rietveld, P.[2004], “Airline pricing behaviour in the London-Paris market”, *Journal Air Transport Management*, Vol. 10, pp. 279-283.
- 4) Fageda, X. and Fernandez-Villadangos, L.[2009], “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.
- 5) Caves, D.W., Christensen, L.R., and Trethewey, M.W.[1984], “Economies of density versus economies of scale: Why trunk and local service costs differ”, *RAND Journal of Economics*, Vol. 15, pp. 479-489.
- 6) Brueckner, J.K. and Spiller, P.T.[1991], “Competition and mergers in airline networks”, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 9, pp. 323-342.
- 7) Zhang, A.[1996], “An analysis of fortress hubs in airline networks”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 30(3), pp. 293-307.
- 8) Nero, G.[1996], “A structural model of intra European Union duopoly airline competition”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 30(2), pp. 137-155.
- 9) 大橋忠宏・安藤朝夫[2007], “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.
- 10) Brueckner, J.K.[2010], “Schedule competition revisited”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 44(3), pp. 261-285.
- 11) 村上英樹[1994], “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.
- 12) 衣笠達夫[1995], 『公益企業の費用構造』, 多賀出版.
- 13) 大橋忠宏・宅間文夫・土谷和之・山口勝弘[2003], “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」, No8(2), pp. 45-55.
- 14) 白石浩介[1997], “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.
- 15) 村上英樹[1995], “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.
- 16) Yamaguchi, K.[2007], “Inter-regional air transport accessibility and macro-economic performance in Japan”, *Transportation Research Part E*, Vol. 43, pp. 247-258.
- 17) 大橋忠宏・宅間文夫・土谷和之・山口勝弘・堀健一[2004], “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.
- 18) 石倉智樹・竹林幹雄[2008], “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.
- 19) 国土交通省国土技術政策総合研究所[2007], 『航空需要予測について』.
- 20) 国土交通省国土技術政策総合研究所・三菱総合研究所[2005], 『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』.
- 21) 澤野孝一朗[2006], “航空サービスの規制緩和とその政策評価: 航空自由化・J統合・羽田空港発着枠”, 「日本経済研究」, No. 53, pp. 13-41.
- 22) Bresnahan, T.F.[1982], “The oligopoly solution concept is identified”, *Economics Letters*, Vol. 10, pp. 87-92.

(原稿受付 2010年12月17日)

Economies of Traffic Density in Japanese Domestic Aviation Market

By Tadahiro OHASHI

This paper showed the existence of economies of traffic density in Japanese domestic aviation market. In analysis, we carried out simultaneous estimation of the supply-and-demand function using the prefectures' level's OD flow data. About supply-side economies of traffic density pointed out / taken into consideration by many existing researches, the existence was statistically significant as a result of estimation. Thus, when analyzing the structure of aviation market, the importance of taking economies of traffic density into consideration is pointed out. The coefficient of airport dummy variables, such as Haneda, Itami/Kansai, Shin-chitose Airport that are taken into consideration with a marginal cost function, has many positive cases. Thus, a possibility that a large-scale airport is the result of reflecting the height of a landing fee and congestion relatively compared with a local airport is pointed out.

Key Words : Japanese domestic aviation market, simultaneous estimation of the supply-and-demand function, economies of traffic density