

【論文】

ICAOデータを利用した国際航空旅客市場特性の検討

大橋 忠宏

要旨

本研究では、日本発着ODに関する国際航空市場を対象として、個々の空港や路線の特徴を考慮しうる枠組みの下で、当該市場特性を応用計量経済学的手法により検討した。国際航空市場に関するOD交通量に関するデータにはICAOによるOFOD（On Flight Origin and Destination）と国土交通省による航空旅客動態調査の2種類のデータが利用可能である。今回は日本発着ODに関する国際航空市場を対象に空港や路線レベルでの市場特性を検討するため、都市/空港間ODトリップデータが唯一入手できるICAOのOFODを利用して検討を行った。その分析の結果、日本発着ODに関する国際航空市場特性としての輸送密度の経済性は統計的に有意では無いことが明らかにされる。さらに、航空運賃データとしてPEX運賃と割引運賃の2種類について検討したところ、実勢運賃とは乖離の大きいと考えられるPEX運賃を利用するモデルの方が現況再現性の高いことが示される。

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、国際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。

最近の国際航空市場においては、米国やEU、近隣の東アジア諸国でオープンスカイ協定締結による参入等の自由化が進んでいる。首都圏空港将来像検討調査委員会(2010)によると、全世界でのオープンスカイ協定締結数は2008年には約500の地域間に達し、旅客数の半分以上の規模である。同委員会では、オープンスカイ推進によるLCC（Low Cost Career）の新規参入等が容易となり運航頻度の増加や運賃の低下などによる旅客数増加への対応などが課題とされている。この他、松永他(2013)は日本におけるLCCの調査等を通じて国際航空輸送への検討の必要性を指摘している。

国際航空輸送に関する先行研究としては、たとえば、国際航空市場でのオープンスカイ推進に関連して、米国籍キャリアの米国発着国際航空路線を対象とするBrueckner et al.(2011)やBrueckner(2003)、Wharen(2007)、大西洋横断の国際航空路線を対象とするBilotkach(2007)では

運賃関数の推定を通じて、コードシェアリングが運賃を低下させる可能性や独占禁止法適用除外(ATI: antitrust immunity)が運賃を低下させる可能性などが指摘されている。内田他(2013)は、Brueckner(2003)らを参考に国際航空運賃の推定を通じて、日本を対象とした国際航空路線についてBrueckner(2003)と同様にATI適用が運賃低下をもたらすことを指摘している。ただし、これらでは費用等の市場特性については言及されていない。コードシェアの拡大やATI適用は実質的には寡占化を促進すると考えられる。したがって、伝統的な議論に基づけば、コードシェア拡大やATI適用により航空会社の市場支配力が高まり、運賃は上昇する可能性がある。しかしながら、先行研究の結果は従来の寡占化に関する考え方とは異なる。すなわち、先行研究の結果は、コードシェア拡大やATI適用による市場支配力の上昇による影響より輸送密度の経済性による費用低下効果の方が卓越的である可能性を示唆している。

この他、LCCの市場への影響については、たとえば、Oliveira and Huse(2009)はブラジル国内市場を対象とした運賃関数推定を元にLCCとFSC(Full Service Carrier)に関する議論を行っているが、費用特性等に関する言及はなされていない。Murakami(2011)はアメリカ国内を対象に受給関数の同時推定を通じてLCCとFSCの比較検討を行っているが、限界費用や需要関数での輸送密度の経済性などの市場特性についての言及はされていない。Pels et al.(2009)は複数空港が立地する地域の主要空港でFSCが路線展開をしている中でのLCCの空港選択行動を元にFSCとLCC間の競争について議論しているが、市場特性については明示的な言及はされていない。

以上のように市場環境が変化する中で、日本の空港政策として、羽田や成田等の主要空港の整備や首都圏や近畿圏での空港機能分担などに関する議論が活発に行われている。空港の機能分担やハブ空港に関する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市場特性を十分に検討した上での分析・評価が不可欠であると言えよう。しかし、日本を中心とする国際航空市場に関する市場特性の検討などの実証分析の蓄積は十分であるとは言えないと考える。

航空旅客市場に関する理論研究では、市場特性としての輸送密度の経済性が考慮されることが多い。Brueckner and Spiller(1994)で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される。彼らによると、米国国内航空市場では、輸送密度の経済性がハブ・スポーク・ネットワーク形成を促進し、規制緩和後に新規参入は促進されたが、結果的に緩和前より寡占化が進行したと指摘している。日本でも国内航空市場の規制緩和後には新規参入があったが、路線再編やJAL・JAS統合があり、米国との共通点もみられる。日本の航空市場の規制緩和は国内市場が先行して行われているが、輸送密度の経済性の存在は今後の市場動向を評価する上で重要な要因であると考えられる。国際線で前述のようにオープンスカイ推進によるLCC等の参入等が継続する可能性や寡占化の可能性、政策効果の評価等を行う上で、国際航空においても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。

以上を背景として、本稿では、大橋(2011a)などを元に国内航空市場に関する枠組みを国際航空市場に拡張したモデルを使って、日本の国際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(2011a)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、日本発着ODの国際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

航空旅客市場をBrueckner and Spiller(1994)や大橋(2011a)などと同様に次のように仮定しよう。

まず、ODペア毎に航空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¹、簡単のため各市場は独立であると仮定する。このとき、逆需要関数を以下のように定義する。

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

m は旅客市場(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(所要時間、スケジュールコストなど)とする²。

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。

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

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、 $AirportDum$ は都市/空港ダミー変数とする。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。

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

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} は輸送密度の経済性を表現するもので Q_{ij} あるいは $FREQ_{ij}$ 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

¹ 現実には、FSCやLCCなど同じ市場で同質的ではないサービスが供給される。ただし、本研究の分析対象である国際航空旅客市場については、航空会社毎のサービスレベルに関するすべてのデータが入手できるわけではなく、路線毎に平均化した議論しか行えない。

² 国内航空旅客市場では代替交通機関の影響が無視できないので、Yamaguchi(2007)、大橋(2011a)、(2011b)、大橋(2012)では、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されている。他方、今回は国際航空旅客市場と対象としており、近距離では船舶輸送との競合がないわけではないが、殆どの場合、他の代替交通機関の影響は無視できると考える。

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)などと同様に次のように仮定する³。

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

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⁴。

$$a_m = a_0 + a_1 POP_m + a_2 \sum_{l \in L(m)} (FREQ_j) + a_3 LTIME_m + \mathbf{aa} \bullet \mathbf{AirportDum} \quad (7)$$

ここで、 POP_m は市場 m の外国側到着国人口⁵、 $FREQ_j$ は路線 j の運航頻度、 $\mathbf{aa}=(a_4, a_5, \dots)$ 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⁶。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、外国側到着国人口の上昇は、市場の潜在的規模を表すと考え、当該変数の増加は潜在的需要量を大きくすると考えるからである。 a_2 の符号は、市場の潜在的規模や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 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)などと同様に次のように特定化する。

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

ここで、 α_{im} は航空会社 i 、市場 m での限界費用のうち、輸送密度の経済性以外に関する要因(路線

³ 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、大橋(2011a)と同様に、簡単化のため式(6)のような特定化を行った。

⁴ **AirportDum**として推定結果に利用しているのは、外国都市(PEK, SHA, HEL, GUM, HKG, SIN, BKK, HNL, HAN, SGN)及び日本(TKO, KIX)であるが、データ作成段階では、入手可能なすべての都市/空港についての都市/空港ダミー変数を作成して検討している。

⁵ 標準的には、ODの人口の積などを使って市場の潜在的需要を表現することが殆どである。このとき、各都市/空港の後背地人口を考慮すべきであるが、データ入手可能性の観点から国人口を利用している。その結果、日本の人口はすべてのODで共通のため考慮していない。

⁶ 式(7)に含まれる路線運航頻度 $FREQ_j$ 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。

距離や空港特性など)とする。

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。

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

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、都市/空港ダミー変数 (TKO, KIX)⁷や、時間、頻度からなる関数として次のように特定化する。

$$\bar{\alpha}_m = \alpha_0 + \alpha_1 TKO + \alpha_2 KIX + \alpha_3 LTIME \quad (12)$$

ここで、主要空港ダミー変数の係数 ($\alpha_1 \sim \alpha_2$) 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。ラインホール時間の係数 α_3 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、路線運航頻度⁸を使って次のように特定化する。

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

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

3.2 データ

(1) 国際航空旅客輸送に関する純流動データ

日本を起終点とする入手可能な国際航空旅客輸送に関する純流動データとして、国際連合の下部組織であるICAO (International Civil Aviation Organization) が作成するOFOD(On Flight Origin and

⁷ データ作成段階では、東京(TKO 、成田と羽田の両方を含む。)と関西国際空港(KIX)以外についても都市/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結果は得られなかった。

⁸ Brueckner and Spiller(1994)や大橋(2011a)などでは、輸送密度の経済性を表現する場合、路線需要を使って表現することが多い。本稿でも当初は路線需要を使った輸送密度の経済性を利用することを試みたが、路線需要のデータであるTFS(Traffic by Flight Stage)の欠損が⁸OFOD以上に多く、結果的に路線の運航頻度を代理変数として利用することにした。

Destination)⁹と国土交通省が作成する国際航空旅客動態調査の2種類が存在する。

OFODと国際航空旅客動態調査の違いについて表1を元に説明しよう。

まず各データの発地と着地に関して見ていこう。OFODの発地と着地は日本側／外国側双方ともに最初の出発空港と到着空港のある都市（あるいは空港）である。したがって、たとえば出発地が日本の場合、どこの都道府県を出発した旅客なのかは特定できないことになる。トリップ費用には航空便を利用するための運賃や時間費用以外に、出発空港まで（から）のアクセス（イグレス）に要する時間や金銭的費用を考慮する必要があるが、真の出発地（都道府県）がわからないことはアクセス・イグレスの費用を把握あるいは設定できないことを意味する。日本の国際線の多くは成田／羽田、関空を発着地としており、OFODデータを利用することは、旅客のトリップ費用データに関してアクセスやイグレスに要する費用を考慮できないという点で問題がある。他方、国際航空旅客動態調査での日本側起終点は都道府県であり、出発空港との厳密な対応関係は不明であるものの、最寄りの空港の就航路線を元にして出発空港を推測することが可能である。しかしながら、海外側の起終点は世界全体を20方面別に集約されており、日本近隣の国を除いて路線等は集約されている点で、市場の費用特性等を検討する場合には問題がある。

データの欠損については、OFODは欠損が多い。特に、LCCについては日本発着のすべてのデータが欠損している。一方、国際航空旅客動態調査では調査データを基に統一的な推定手順を経てデータは作成されており、データ欠損はない。さらに、双方とも航空会社の区別はできない。

旅客区分については、OFODはデータ区分がないため、目的別あるいは国籍別に区別することはできない。他方、国際航空旅客動態調査は日本人／外国人／乗り換えの3区分毎にデータは整備されている。ただし、日本人以外は発地と着地を明確に識別できるような形でのデータは整備されていないので、実質的に利用可能なのは日本を出発する日本人のODトリップデータのみとなる。

さらに、ODトリップデータとしての信頼性に関しては、OFODはチケットの発券ベースのデータであり、一つのトリップで別会社の航空便を利用すると別ODとして計上されるため信頼性に欠ける面があり、さらに経由先も不明である。他方、国際航空旅客動態調査については国土交通省による一体的な処理が行われており、OFODに比べるとデータの信頼性は高いと考えられる。

最後に、データの入手方法については、OFODはデータアクセス権を有償で購入の上でのみ利用可能であり、非常に高価である。一方、国際航空旅客動態調査は無料でwebからのダウンロードで入手できる。

本研究の目的の一つは、大橋(2011a)などで検討した輸送密度の経済性が日本発着の国際航空旅客市場いても観察されるかどうかである。そこで、データの欠損や信頼性等の面で問題はあつもののOFODを利用して以下では検討を行う。

⁹ ICAOでは、旅客データとしてはOFODの他にTFS(Traffic by Flight Stage)が入手可能である。OFODは発券ベースのトリップデータであり、TFSは路線の利用者データである。OFODはどちらかと言えば純流動データに相当し、TFSは総流動データに相当する。

表1 OFOD (ICAO) と国際航空旅客動態調査 (国土交通省) の比較

	OFOD(On Flight Origin and Destination)	国際航空旅客動態調査
作成主体	ICAO	国土交通省
日本側起終点	都市(空港)(出発地の都道府県は不明)	都道府県
海外起終点	都市(空港)	方面別(世界全体を20方面に集約)
データ欠損	多い(LCC関係はほぼ欠落)	なし
航空会社区別	不可	不可
旅客区分	区分無し	日本人/外国人/乗り換え
データ信頼性	航空会社を跨がる利用については別ODとして計上(総流動的性質も含む)	国土交通省による一体的処理. 乗り継ぎ等についてはある程度把握可能.
データ入手	アクセス権購入・高価	webから無料ダウンロード. pdfでのみ入手可能.

(2)利用データ

今回の推定に利用したデータの一例を表2に示す。

OD交通量 (q_m) は、OFODのトリップデータの往復の平均である。航空路線需要は、推定結果に示すリストにはないが、検討段階で利用しており。当該データはTFSから得られる路線需要量の往復の平均である。OFODからOD交通量が入手可能な日本発着ODペアを表3に示す。表3によると、OFODが入手可能なODペアは64であり、LCCが就航している韓国発着ODや中国発着ODの一部などがまったく入手できていない。さらに、右肩に“*”のあるODペアについては、OFODは入手できるもののTFSに欠損がある。また、OFODからは出発あるいは到着の都市/空港の情報入手できるものの経由先に関する情報は入手できない。今回のODペアについては、すべてについて直行便が運行されており、データは直行便であることを想定して作成している。

海外人口 (POP_m) はODペア m の外国側起終点の国人口であり、World BankのWorld Development Indicatorsのデータを利用している。

運賃や運航頻度、所要時間、HHIのデータは、OAGあるいはJTB時刻表及びOFCタリフシリーズから作成している。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PEXあるいは3ヶ月前割引運賃を利用している。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。

4.推定結果

式(6)、(11)を三段階最小二乗法により推定した結果を表4に示す。4種類の推定結果を掲載してい

表2 利用データ一覧

変数	データ出所	備考
OD 交通量(人)	OFOD	全世界収録
路線需要量(人)	TFS	全世界収録
海外人口(人)	World Bank: World Development Indicators	全世界国別
運航頻度(便/週)	OAG/JTB 時刻表	全世界収録
所要時間(分)	OAG/JTB 時刻表	全世界収録
運賃(円)	OFC タarifシリーズ	PEX, 割引運賃(日本発着のみ)
都市・空港ダミー	当該都市/空港なら 1, それ以外 0 の値をとる.	

表3 OFODからOD交通量が入手可能な日本発着OD

AUS BNE	NRT	DEU FRA	KIX	GBR LHR	NRT
AUS SYD	NRT	DEU FRA	NRT*	USA ORD	NRT
CHN PEK	NGO	GUM GUM	NGO	USA DFW	NRT
CHN PEK	KIX	GUM GUM	KIX	USA HNL	NGO
CHN PEK	NRT	GUM GUM	NRT	USA HNL	KIX
CHN DLC	FUK	HKG HKG	FUK*	USA HNL	NRT
CHN DLC	NRT*	HKG HKG	NGO*	USA LAX	NRT
CHN CAN	KIX	HKG HKG	KIX*	USA JFK	NRT*
CHN CAN	NRT*	HKG HKG	NRT*	USA PDX	NRT
CHN TAO	KIX*	INDIA DEL	KIX*	USA SFO	KIX
CHN SHA	FUK	MYS KUL	NRT	USA SFO	NRT*
CHN SHA	NGO	NLD AMS	NRT*	USA SEA	NRT
CHN SHA	OKA	PHL MNL	KIX	USA IAD	NRT*
CHN SHA	KIX	PHL MNL	NRT	VNM HAN	FUK
CHN SHA	HND	KOR PUS	NRT	VNM HAN	NGO
CHN SHE	KIX	SGP SIN	KIX	VNM HAN	KIX
CHN SHE	NRT*	SGP SIN	NRT	VNM HAN	NRT
FIN HEL	NGO	THA BKK	OKA	VNM SGN	FUK
FIN HEL	KIX	THA BKK	KIX	VNM SGN	KIX
FIN HEL	NRT	THA BKK	NRT	VNM SGN	NRT*
FRA CDG	KIX	ARB DXB	KIX*		
FRA CDG	NRT	ARB DXB	NRT*		

※ “*” は、OFODからの旅客数データは入手可能であるが、TFSからの路線利用者データは欠損していることを示す。

表4 三段階最小二乗法による推定結果

式(6)	PEX1	PEX2	割引運賃1	割引運賃2
	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)
定数項	-17498.24 (0.729)	14745.85 (0.747)	24997.42 (0.064)	22488.10 (0.088)
OFOD	-0.492538 (0.342)	-0.159192 (0.858)	-0.151587 (0.247)	-0.339485 (0.137)
外国人口	-	-	-	-
所要時間	637.4174 (0.000)	610.8048 (0.000)	69.87642 (0.000)	75.25799 (0.000)
運航頻度	24.27598 (0.987)	-687.9021 (0.802)	18.25410 (0.959)	653.4030 (0.361)
PEK	19847.87 (0.605)	10232.36 (0.825)	9731.816 (0.284)	65.29859 (0.997)
SHA	46911.71 (0.382)	12578.39 (0.782)	21793.37 (0.117)	24618.98 (0.091)
HEL	136381.7 (0.000)	131319.2 (0.000)	10711.53 (0.184)	9916.276 (0.426)
GUM	3263.915 (0.947)	-21837.81 (0.639)	4387.847 (0.717)	3442.599 (0.823)
HKG	69960.60 (0.453)	8642.938 (0.943)	35765.82 (0.145)	57935.45 (0.081)
SIN	-6576.398 (0.884)	-22571.81 (0.605)	-2324.338 (0.830)	-5692.040 (0.710)
BKK	66573.87 (0.373)	-	20295.91 (0.311)	-
HNL	57864.95 (0.457)	8006.125 (0.937)	19667.22 (0.334)	33907.86 (0.221)
HAN	19346.65 (0.564)	-	5804.528 (0.474)	-
SGN	5726.348 (0.874)	-	4811.337 (0.579)	-
TKO	62252.51 (0.284)	26342.47 (0.687)	12891.31 (0.403)	21212.00 (0.240)
KIX	44595.15 (0.211)	28301.98 (0.431)	19669.03 (0.043)	22368.83 (0.039)
Adj.R2	0.701	0.728	0.157	0.012

式(11)	PEX1	PEX2	割引運賃1	割引運賃2
	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)
定数項	60101.31 (0.154)	54414.54 (0.196)	45886.64 (0.000)	44334.50 (0.000)
平均需要(-b)	0.492538 (0.342)	0.159192 (0.858)	0.151587 (0.247)	0.339485 (0.137)
所要時間	620.6877 (0.000)	628.1478 (0.000)	53.51665 (0.001)	48.79234 (0.006)
TKO	17223.61 (0.677)	18370.00 (0.669)	-4125.515 (0.679)	-6980.793 (0.522)
KIX	13851.40 (0.705)	16502.83 (0.657)	9838.066 (0.270)	8208.167 (0.376)
運航頻度	-6956.834 (0.062)	-5492.417 (0.113)	-1263.953 (0.138)	-1436.949 (0.118)
頻度×頻度	74.99102 (0.143)	58.57027 (0.219)	11.94919 (0.295)	11.40706 (0.384)
Adj.R2	0.673	0.677	0.233	0.182

※括弧内は p 値.

※推定には EViews 7 を利用している.

るが、これらはそれぞれ運賃をPEXとする場合と割引運賃とする場合について符号条件をある程度満たしてt値等が比較的良好なものである。

式(6)の推定結果を見ると、需要関数の傾き（OFODの係数） b の符号は想定通りマイナスである。ただし、需要関数の傾きについての統計的検定結果は有意では無い。所要時間の係数については、さまざまな変数の組み合わせで推定を行ったが、いずれの場合もプラスの符号であり、統計的には

1%未満で有意であった。当該係数の符号がプラスということは、所要時間の増加が需要を増加させる効果をもつことを意味するが、日本から遠い都市ほど魅力が高いと解釈される。一般には、所要時間の増加は一般化費用の増加を意味するため、需要関数の傾きと同様にマイナスの符号が想定されることは異なる結果であり、モデルの精査等が今後必要となろう¹⁰。市場の潜在的な需要規模については、当初は海外側起終点の国の人口を説明変数に加えて推定を行ったが、潜在的な需要規模として想定されるプラスの符号が得られる結果がなく、その代理変数として航空運航頻度を説明変数とするモデルについて検討を行った。その結果、運航頻度の係数の符号は想定通りプラスのものも得られたが、表4に示すように、すべての推定結果で想定通りの符号が得られているわけではなく、モデルPEX2のようにマイナスの値を示すものもあった。なお、運航頻度の係数の統計的有意性についてp値は非常に高く、統計的には有意では無い。都市/空港ダミー変数については、1国に複数の路線が就航している都市/空港や相対的にOD交通量の多い都市/空港を中心に検討を行った。PEX1, PEX2でのHELや割引運賃1,割引運賃2でのKIXなど統計的に有意な結果は一部であり、それ以外は統計的に有意な結果ではない。

次に、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中で、輸送密度の経済性に関連しない変数の係数について見ると、所要時間の係数は想定通りのプラスの符号であり、統計的には1%未満で有意である。都市/空港ダミー変数については、KIXの係数は総じてどのモデルでもプラスである。TKOについてはPEX1, PEX2ではプラスであるが、割引運賃1, 割引運賃2ではマイナスである。ただし、TKO, KIXの係数は共に統計的には有意では無い。

次に、供給側にとっての輸送密度の経済性に関する部分について見ていこう。Brueckner and Spiller(1994)の定義では、輸送密度の経済性とは路線需要の増加に伴う限界費用が低下することである。ただし、本研究では路線需要(TFS)のデータが著しく欠損しているため、路線需要の代理変数として運航頻度を使って輸送密度の経済性について検討している。検討の結果、推定結果には掲載していないが、運航頻度の項のみを考慮したモデルでは統計的に有意な結果は得られなかった。運航頻度の二乗の項まで検討した結果は表4に示すが、運航頻度の項と二乗の項の係数が共に統計的に有意になる結果は得られていない。このことは、日本発着の国際航空輸送において、輸送密度の経済性は観察されないことを意味していると解釈される。

なお、日本の国内航空輸送における輸送密度の経済性について検討した大橋(2011a)、(2011b)などでは、国内航空輸送に関しては輸送密度の経済性が統計的に有意な結果として指摘されており、今回の結果とは異なる。結果の違いが国内航空市場と国際航空市場の違いなのか、モデルや利用変

¹⁰ たとえば、国内航空輸送に関する大橋(2011a)でも需要関数の所要時間の係数の符号についてはプラスという結果が得られている。ただし、国内航空輸送においては、需要関数での所要時間の係数がプラスであるということは、新幹線等の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、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。

数によるものなのか等については今後の検討課題である。国際航空市場において輸送密度の経済性の存在を否定する結果が得られたことは、米国に始まるオープンスカイ政策が日本発着の国際航空市場においても拡大しているものの、その効果が十分でない可能性が考えられる。

最後に、モデルの再現性については、運賃としてPEXを採用する場合と割引運賃を採用する場合とを比較すると、PEXを採用するモデルの方が自由度修正済み決定係数は高いという結果が得られている。国際航空を利用する場合、殆どはPEX運賃を利用することはなく、何らかの割引運賃を利用していると考えられるが、一方でどのような割引運賃を実質的に利用しているかについてデータ入手は不可能である。そこで、運賃について2つのケースで検討を行ったが、実勢運賃とはほど遠いと考えられるPEX運賃を利用する推定結果の方が自由度修正済み決定係数の値は高く、興味深い結果であると考えられる。なお、割引運賃を利用した推定結果の自由度修正済み決定係数は総じて非常に小さく、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。

5. おわりに

本稿では、日本発着ODを対象に国際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) 日本発着の国際航空市場において輸送密度の経済性は統計的に有意では無い。
 - (2) 運賃データについてはPEXの方が割引運賃よりも再現性の高い推定結果を与える。
- (1)については、国内航空市場での輸送密度の経済性の存在について検討した大橋(2011a)、(2011b)とは異なる結果である。ただし、本稿では輸送密度の経済性を検討する際に、データ制約のため、路線需要ではなく路線の運航頻度を代理変数として検討を行った。路線が異なればロードファクターや機材容量などが異なるため、路線運航頻度は必ずしも路線需要を完全に代理できるわけではないことには留意する必要があるが、国際航空市場において輸送密度の経済性が統計的には有意ではないという結果は興味深い。国際航空市場において輸送密度のこの一つの理由としては、オープンスカイ等の市場の規制緩和が十分ではないこと、日本の成田や羽田等の国際空港の容量不足により競争が十分に行えていないこと、などが考えられるが、その可能性の検討については今後の課題である。(2)については、利用者は利用の際に支払う運賃として何らかの割引運賃を利用している場合が多いと考えられるため、分析するまでは割引運賃の推定結果の方が自由度修正済み決定係数は高いことを予想していた。しかし、分析の結果、実勢運賃とはほど遠いと考えられるPEXでの推定結果の方が自由度調整済み決定係数は高い値を示した。この理由は割引運賃には非常に多くの種類があり、かつ、航空会社でも大きく異なる。さらに、今回はLCCに関するデータは得られなかったが、国際航空市場におけるLCCのシェアは非常に高まっている。以上のことから、割引運賃データ作成の際の恣意性が当てはまりの悪さにつながっている可能性があり、今後の課題としたい。

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。上述したように運賃については実勢運賃が入手できなかったため、割引運賃データ作成における恣意性に関する課題があり、実勢にあった運賃データ作成が必要となる。さらに、今回の分析では輸送密度の経済性の存在についての検討を一つの目標にしていたので、起終点の設定方法やデータ欠損など問題はあるがICAOのOFODを利用した。ただし、今後は国際航空市場について政策分析にも耐えうる再現性も必要と考えるため、OFOD以外の国際航空旅客動態調査データを活用した実証研究が必要であると考えられる。

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)や大橋(2011a)など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。

謝辞：本研究は、JSPS科研費24530288の助成を受けている。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（熊本大学）、宅間文夫准教授（明海大学）から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

- Bilotkach, V.: Price effects of airline consolidation: evidence from a sample of transatlantic markets, *Empirical Economics*, Vol.33, pp.427-448, 2007.
- Brueckner, J.K.: International airfares in the age of alliances: The effects of codesharing and antitrust immunity, *The Review of Economics and Statistics*, Vol.85(1), pp.105-118, 2003.
- Brueckner, J.K., Lee, D.N., and Singer, E.S.: Alliances, codesharing, antitrust immunity, and international airfares: Do previous patterns persist?, *Journal of Competition Law and Economics*, Vol.7(3), pp.573-602, 2011.
- 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.
- 松永康司, 渡辺伸之介, 内田忠宏：LCCの参入効果分析に関する調査研究（Kick-off）, 『国土交通政策研究所報PRI Review』 Vol.50, pp.16-21, 2013.
- Murakami, H.: Time effect of low-cost carrier entry and social welfare in US large air markets, *Transportation Research part E*, Vol.47, pp.306-314, 2011.
- 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: 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, 『人文社会論叢 社会科学編』, 第28号, pp.25-37, 弘前大学人文学部, 2012.

Oliveira, A. and Huse, C.: Localized competitive advantage and price reactions to entry: Full-service vs. low-cost airlines in recently liberalized emerging markets, *Transportation Research part E*, Vol.45, pp.307-320, 2009.

Pels, E., Njegovan, N., and Behrens, C.: Low-cost airlines and airport competition, *Transportation Research Part E*, Vol.45, pp.335-344, 2009.

首都圏空港将来像検討調査委員会(編): 『首都圏空港の将来: オープンスカイと成田・羽田空港の容量拡大』, 運輸政策研究機構, 2010.

内田忠宏, 井熊伸吾, 原田峻平: 航空法における独占禁止法適用除外制度の効果に関する調査研究, 『国土交通政策研究所報PRI Review』 Vol.50, pp.44-63, 2013.

Wharen, T.W.: A panel data analysis of code sharing, antitrust immunity and open skies treaties in international aviation markets, *Review of Industrial Organization*, Vol.30, pp.39-61, 2007.

Yamaguchi, K.: Inter-regional air transport accessibility and macro-economic performance in Japan, *Transportation Research Part E*, Vol.43, pp.247—258, 2007.