

## 【論文】

# 国際航空旅客動態調査を利用した 国際航空旅客市場特性の検討と課題

大 橋 忠 宏

## 要 旨

本研究では、国土交通省による航空旅客動態調査を利用して、日本発着ODに関する国際航空市場を対象に、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。推定の結果、係数の一部で符号条件に課題のあるものの、輸送密度の経済性については統計的に有意な結果が得られた。この結果は、ICAOのOFODを利用して日本発着ODに関する国際航空市場特性を検討した大橋(2014)とは異なるものである。統計的な検定結果等については本稿の方が良好であるが、大橋(2014)と同様に利用データや空港選択行動の考慮等の課題も指摘される。

## 1. はじめに

国際航空輸送では、オープンスカイ協定と呼ばれる市場への参入等の自由化が急速に進んでいる。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年に約500地域間に達しており、市場規模では旅客数の半分以上である。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。

このような動向に関して実証的な先行研究としては、運賃関数を通じたコードシェア拡大や独占禁止法適用除外が市場に与える影響に関して研究蓄積がなされている(たとえば、Brueckner et al. (2011)、Brueckner (2003)、Wharen (2007)、Bilotkach (2007)、内田他(2013))。伝統的議論では、コードシェア拡大や独占禁止法適用除外は市場支配力を上昇させるため運賃は上昇する可能性がある。しかし、上記の先行研究の結果は、コードシェア拡大や独占禁止法適用除外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。運賃関数の推定を通じた政策分析以外にもLCC参入によるFSC(Full Service Career)あるいは市場全体への影響に関するものとして、Oliveira and Huse(2009)やMurakami(2011)、Pels et al.(2009)などの研究がある。ただし、以上で挙げた先行研究では、理論研究で言及される

ことの多い輸送密度の経済性<sup>1</sup>などの市場特性に関する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考えられる。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。そこで、大橋（2014）では個々の空港や路線の特徴を考慮した分析を行うためにICAOのOFODを元にしたデータを元に日本発着の国際航空市場を対象に市場特性を検討した。しかしながら、予想以上にデータ欠損が多いなどの問題もあり、市場特性に関しての十分な検討及び結果は得られていない。

そこで、本研究では、ICAOのOFODに比して地域等が集約されるなど課題はあるもののデータ欠損は殆どない国土交通省による国際航空旅客動態調査を利用して、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。

以下、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）に倣って次のように仮定する。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<sup>2</sup>、各市場は独立であると仮定する。このとき、逆需要関数を次のように定義する<sup>3</sup>。

$$p_m = a_m + bq_m \quad (1)$$

<sup>1</sup> Brueckner and Spiller（1994）では、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として定義される。米国国内航空市場では、規制緩和後にハブ・スポーク・ネットワーク形成が促進され、寡占化が進行したことが知られている。彼らは、輸送密度の経済性が当該ネットワーク形成の促進と寡占化の進行をもたらしたと指摘している。日本でも規制緩和後に新規参入の一方で路線再編やJAL・JAS統合など、米国との共通点もみられる。

<sup>2</sup> 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。国際航空旅客市場に関して、航空会社毎のサービスレベルに関するデータは入手不可であり、本稿では路線毎に平均化して議論する。

<sup>3</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、本研究では大橋（2011a）と同様に式（1）のように特定化した。

ここで、 $q_m$ は市場 $m$ での航空需要量とする<sup>4</sup>。逆需要関数の切片 $a_m$ は以下のように特定化する<sup>5</sup>。

$$a_m = a_0 + a_1 POPPOP_m + a_2 \sum_{l \in L(m)} (FREQ_j) + ACC\_FARE_m + a_3 (ACC\_TIME_m + LTIME_m) + \mathbf{a}_{-0123} \bullet \mathbf{APREGDum} \quad (2)$$

ここで、 $POPPOP_m$ は市場 $m$ の両端の人口の積、 $FREQ_j$ は路線 $j$ の運航頻度<sup>6</sup>、 $ACC\_FARE_m$ は日本側出発地での空港までのアクセスの運賃、 $ACC\_TIME_m$ は日本側出発地での空港までのアクセス時間とする。 $L(m)$ 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。 $\mathbf{APREGDum}$ は日本側主要空港ダミー変数及び外国側地域ダミー変数からなるベクトルであり、 $\mathbf{a}_{-0123} = (a_4, a_5, \dots)$ とする。

逆需要関数(式(1))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(2))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、市場両端地域の人口積の上昇は、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な需要量を大きくすると考えるからである。 $a_2$ の符号については、路線運航頻度は市場の潜在的規模やスケジュールコストに影響を与えるものと考えられるため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。

航空会社の費用についても、Brueckner and Spiller (1994)を元に次のように考える。すなわち、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。ただし、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 $m$ 毎に次のように特定化する。

$$MC_{im} = \alpha_{im} + S_{im} \quad (3)$$

ここで、 $\alpha_{im}$ 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(路線距離や空港特性など)とする。

次に、限界収入 $MR$ は、式(1)から次のように書くことができる。

$$MR_{im} = a_m + b(q_m + q_{im}) = p_m + bq_{im} \quad (4)$$

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と、限界収入と限界費用が等しいと

<sup>4</sup> 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、近距離では船舶との競合があるが、他の代替交通機関の影響は無視できると考える。

<sup>5</sup>  $\mathbf{APREGDum}$ として推定結果に利用しているのは、国際航空旅客動態調査で分類されている20方面(北米西海岸、北米東海岸、ハワイ、グアム・サイパン、香港・マカオ、台湾、韓国、中国、マレーシア、シンガポール、タイ、ベトナム、インドネシア、フィリピン、西南アジア、中近東、オセアニア、ヨーロッパ、アフリカ、中南米)及び調査でトランジットが考慮される日本の空港( $NRT$ 、 $KIX$ 、 $NGO$ )である。

<sup>6</sup> 式(2)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。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、すなわち、外生変数として扱う。

いう以下の式が得られる。

$$p_m + bq_{im} = \alpha_{im} + S_{im} \quad (5)$$

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、

$$p_m = -b \frac{q_m}{n_m} + \overline{\alpha_m} + \overline{S_m} \quad (6)$$

限界費用の切片  $\overline{\alpha_m}$  について、式 (7) のように特定化する。

$$\overline{\alpha_m} = \alpha_0 + \alpha_1 LTIME_m + \alpha_{-01} \bullet APREGDum \quad (7)$$

ここで、 $\alpha_{-01} = (\alpha_2, \alpha_3, \dots)$  とする。ラインホール時間の係数  $\alpha_1$  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。

輸送密度の経済性を表現する  $\overline{S_m}$  は、路線需要量を使って次のように特定化する<sup>7</sup>。

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

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。

### 3. 利用データ

分析での利用データ一覧を表 1 に示す。OD 交通量 ( $q_m$ ) は、国土交通省の国際航空旅客動態調査の年間拡大データの往復の平均を利用する<sup>8</sup>。具体的には、OD 交通量は出国日本人と外国人から構

<sup>7</sup> 付録に記載している出国日本人のみを利用した推定では、路線需要の代わりに運航頻度を使って、

$$\overline{S_m} = \sum_{l \in L(m)} (\beta_1 FREQ_j + \beta_2 FREQ_j^2)$$

と特定化して分析を行っている。理論的には、Brueckner and Spiller (1994) や大橋 (2011a) などでも行われているように、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のが正しいが、出国日本人のみを利用する場合には、路線需要に相当するデータは入手できない。したがって、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。

<sup>8</sup> 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 Destination) 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。ICAO の旅客データとしては OFOD の他に TFS (Traffuc 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。データ作成方針としては ICAO のデータはすぐれているものの、大橋 (2014) で議論したようにデータの欠損が非常に多く、分析に利用するには問題が多い。

成される。出国日本人については居住地別出国先別旅客数を元に居住地別出国空港構成と最寄りの空港の就航路線等を元にしてデータを作成している<sup>9</sup>。外国人については出国空港別日本国内最終訪問地別旅客数を元に出国空港別出国直後地構成を利用してデータを作成している<sup>10</sup>。

路線需要量については、OD交通量で利用したデータに加えて、成田と中部、関空で得られるトランジットを加えたものを利用している。

都道府県及び海外方面地域の人口の積 ( $POPPOP_m$ ) については、国内出発都道府県の人口 (国勢調査) に外国側起終点の地域の人口であり、World BankのWorld Development Indicators (以下、WDIデータ) を基本として次のような計算を行っている。すなわち、北米東海岸/西海岸の米国分及びハワイ州の人口については、内閣官房<sup>11</sup>の資料を使ってWDIデータを元に案分している。北米東海岸/西海岸のカナダ分の人口については、Statistics Canadaの資料<sup>12</sup>を利用して案分している。台湾の人口については中華民国 (台湾) 外交部の資料<sup>13</sup>を利用した。ただし、オセアニアに含まれるフランス領ポリネシア (タヒチ) についてはデータ未入手である。

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を利用している<sup>14</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。なお、国土交通省データを利用する場合の集計する場合、HHIや運賃、LTIMEのデータとしては、簡単のため便数で重み付けした平均を採用している。

<sup>9</sup> 出国日本人について、居住地別出国構成を見ると、居住地ですべての利用者が同じ空港を利用しているわけではない。この問題を解決するためには、別途出国空港に関する選択行動をモデル化する必要があるが、今後の課題としたい。本稿では、最寄りの国際空港での就航路線から各方面への路線が就航していれば、最寄り空港からの出国と見なし、最寄りの空港に路線が就航していない場合には居住地別出国空港構成で最も利用者の多い空港から出国したものとしてデータを作成している。

<sup>10</sup> 外国人について、出国空港別日本国内最終訪問地別旅客数を利用しているが、当該データには「その他」という最終訪問地に関する分類不能なものが存在する。「その他」は全体の5%未満ではあるが小さくはない。さらに、外国人のOD交通量データを作成するためには、当該データに出国空港別出国直後地構成を利用して方面別に振り分ける作業が必要となるが、出国日本人と必ずしも整合的では無いため、集計不可能な箇所が散見される結果となっている。この問題についても、出国日本人の場合の問題と同様に空港選択行動をモデル化する必要があるが、今後の課題としたい。

<sup>11</sup> [www.cas.go.jp/jp/seisaku/doushuu/kuwari/dai6/siryou3.pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/doushuu/kuwari/dai6/siryou3.pdf) (2014年9月参照)

<sup>12</sup> [www.statcan.go.jp/tables\\_tableaux/sum\\_som/l01/cts01/demo02a\\_eng.htm](http://www.statcan.go.jp/tables_tableaux/sum_som/l01/cts01/demo02a_eng.htm) (2014年9月参照)

<sup>13</sup> [www.roc-taiwan.org/ct.asp?xItem=149546&ctNode=3591&mp=202](http://www.roc-taiwan.org/ct.asp?xItem=149546&ctNode=3591&mp=202) (2014年9月参照)

<sup>14</sup> 運賃データとしては、PEX以外にも各種割引運賃が利用可能である。しかし、推定してみたところ、割引運賃を利用した結果についてはPEX運賃に比べて統計的に有意では無い。さらに、本来は特定の割引運賃ではなく、さまざまな運賃から合成される実勢運賃を採用すべきであろうと考えられるが、実勢運賃は入手不可能である。



表1 利用データ一覧

変数	データ出所
OD交通量（人）	国際航空旅客動態調査（出国日本人／外国人） <sup>15</sup>
路線需要量（人）	国際航空旅客動態調査（出国日本人／外国人／トランジット）
都道府県人口（人）	国勢調査
海外人口（人）	World Bank: World Development Indicators
運航頻度（便／週）	OAG/JTB時刻表
所要時間（分）	OAG/JTB時刻表
運賃（円）	OFCタリフシリーズ
地域・空港ダミー	当該地域／空港なら1、それ以外0の値をとる。

#### 4. 推定結果

式(1)、(6)を三段階最小二乗法により推定した結果を表2に示す。4種類の推定結果を掲載しているが、これらは符号条件をある程度満たしたもので輸送密度の経済性の有無について段階的に当該経済性に関する項が変化したものである。

式(1)の推定結果を見ると、需要関数の傾き（OD交通量の係数） $b$ の符号は想定通りマイナスであり、統計的には1%未満で有意である。人口積の係数の符号はPEX1以外では想定通りではなく、統計的にも有意ではない。これは、出国日本人のみをOD交通量とする場合の推定結果として付録に掲載している結果とは異なるものである。一つの理由としては、外国人のOD交通量のデータ作成の際に、利用データの説明で述べたように分類不能な箇所があり、データの精度を落としていることが考えられる。この件については更なる精査が必要となるが、今後の課題としたい。アクセス時間及びラインホール時間の係数については想定通り符号は負であり、統計的には5%未満で有意である。乗換回数についてはPEX1でのみ考慮している。乗換回数は、実質的な経由地の増加及び所要時間の増加を意味すると考えられるため、想定ではマイナスを考えていた。しかしながら、推定結果を見ると係数の符号はプラスであり、統計的には1%未満で有意である。この意味としては、多少強引ではあるが、一般に乗換回数が多いほど日本から遠いことを意味し、日本と異なる魅力が高くなるため需要を増加させる効果をもたらすと解釈される。NRTダミー変数については、関東地方以外の成田空港利用者は基本的には羽田あるいは成田での乗り継ぎを必要とする利用者であり、直行便に比べて多くの費用を必要とするため需要にはマイナスの効果が期待される。推定の結果、NRTダミー変数の係数は想定通りマイナスであり、統計的には1%未満で有意である。方面別ダミー変数については、韓国を基準として他の19方面について考慮して推定しているが、すべ

<sup>15</sup> 出国日本人と外国人とは、統一した概念でデータ作成されていない。そこで、参考として付録に出国日本人のみをOD交通量とする場合の推定結果を掲載している。

表2 国土交通省データ（出国日本人＋最終訪問地別外国人＋トランジット）を利用した推定結果

式(1). 運賃: PEX		PEX1		PEX2(輸送密度あり)		PEX3(二次の項無し)		PEX4(輸送密度無し)	
		係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値
定数項		65701.78		66827.61		67265.97		66785.94	
OD交通量		-0.009037	0.007	-0.006775	0.073	-0.012546	0.000	-0.006289	0.000
人口積		8.46E-15	0.981	-1.84E-13	0.618	-8.01E-14	0.784	-1.62E-13	0.482
アクセス運賃		-1.00E+00	—	-1.00E+00	—	-1.00E+00	—	-1.00E+00	—
アクセス+ラインホール時間		-0.286773	0.009	-0.278283	0.011	-0.273955	0.012	-0.268978	0.014
乗換回数		2026.143	0.008	—	—	—	—	—	—
NRTダミー		-8738.865	0.000	-8923.85	0.000	-8840.794	0.000	-8936.37	0.000
方面別ダミー(韓国を基準)	北米西海岸	270870.8	0.000	272398.7	0.000	271976.6	0.000	272430.3	0.000
	北米東海岸	309857.5	0.000	311548.0	0.000	311078.9	0.000	311562.8	0.000
	ハワイ	209120.8	0.000	210636.6	0.000	210302.6	0.000	210667.8	0.000
	グアムサイパン	55254.26	0.000	56253.95	0.000	55913.21	0.000	56286.08	0.000
	香港マカオ	61993.31	0.000	63088.06	0.000	62772.01	0.000	63117.21	0.000
	台湾	47119.70	0.000	47950.26	0.000	47675.77	0.000	47920.47	0.000
	中国	35055.60	0.000	36283.83	0.000	35851.75	0.000	36213.21	0.000
	マレーシア	149348.6	0.000	150486.3	0.000	150037.1	0.000	150523.8	0.000
	シンガポール	158311.7	0.000	159616.5	0.000	159210.4	0.000	159652.4	0.000
	タイ	135190.6	0.000	136508.7	0.000	136133.6	0.000	136537.0	0.000
	ベトナム	125781.1	0.000	127115.4	0.000	126666.6	0.000	127147.9	0.000
	インドネシア	180461.8	0.000	182126.6	0.000	181613.6	0.000	182151.5	0.000
	フィリピン	81998.56	0.000	83313.05	0.000	82877.56	0.000	83344.34	0.000
	西南アジア	255690.3	0.000	257840.1	0.000	256888.2	0.000	257770.7	0.000
	中近東	358645.9	0.000	360170.4	0.000	359655.2	0.000	360195.9	0.000
	オセアニア	458554.8	0.000	460063.5	0.000	459646.1	0.000	460097.3	0.000
	ヨーロッパ	423401.3	0.000	425127.0	0.000	424819.9	0.000	425115.3	0.000
	アフリカ	384545.6	0.000	385937.4	0.000	385449.9	0.000	385967.9	0.000
	中南米	369992.7	0.000	371646.0	0.000	371121.4	0.000	371677.8	0.000
Adjusted R-squared		0.986		0.986		0.986		0.987	

式(6). 運賃: PEX		PEX1		PEX2(輸送密度あり)		PEX3(二次の項無し)		PEX4(輸送密度無し)	
		係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値
定数項		64955.68		62021.21		67838.8		66785.94	
OD交通量/グループHHI(-b)		0.009037		0.006775		0.012546		0.006289	
NRTダミー		-16041.12	0.012	-27555.77	0.000	-17450.61	0.000	-19535.34	0.000
KIXダミー		-11889.4	0.001	-17487.18	0.000	-14962.71	0.000	-13820.98	0.000
NGOダミー		10498.66	0.211	—	—	—	—	—	—
ラインホール時間		-0.419408	0.002	-0.329963	0.008	-0.322133	0.001	-0.307619	0.006
方面別ダミー(韓国を基準)	北米西海岸	278697.4	0.000	278609.3	0.000	281206.4	0.000	276896.1	0.000
	北米東海岸	324771.3	0.000	337942.6	0.000	322980.5	0.000	315203.7	0.000
	ハワイ	211610.1	0.000	217114.0	0.000	213255.5	0.000	214323.4	0.000
	グアムサイパン	57299.90	0.000	63385.85	0.000	57292.74	0.000	58505.87	0.000
	香港マカオ	63979.87	0.000	69457.51	0.000	64521.21	0.000	65586.58	0.000
	台湾	48716.66	0.000	50745.24	0.000	48773.81	0.000	49319.04	0.000
	中国	35432.41	0.000	37086.66	0.000	35717.16	0.000	36107.41	0.000
	マレーシア	154125.4	0.000	164682.9	0.000	153542.5	0.000	155333.5	0.000
	シンガポール	160710.8	0.000	164189.7	0.000	162408.2	0.000	162658.3	0.000
	タイ	137544.2	0.000	140369.4	0.000	139215.7	0.000	139243.6	0.000
	ベトナム	128532.2	0.000	136103.8	0.000	128886.9	0.000	130134.5	0.000
	インドネシア	184234.5	0.000	194949.8	0.000	184439.5	0.000	186312.6	0.000
	フィリピン	84732.91	0.000	89452.01	0.000	85935.43	0.000	86445.14	0.000
	西南アジア	261346.3	0.000	272162.3	0.000	260835.9	0.000	262628.0	0.000
	中近東	362428.8	0.000	373439.7	0.000	362806.3	0.000	364557.8	0.000
	オセアニア	462642.5	0.000	468594.4	0.000	463684.7	0.000	464687.0	0.000
	ヨーロッパ	425969.1	0.000	430277.7	0.000	427887.4	0.000	428315.0	0.000
	アフリカ	390108.7	0.000	401526.2	0.000	389398.4	0.000	391403.5	0.000
	中南米	373790.6	0.000	385866.1	0.000	372958.1	0.000	375876.2	0.000
リンク需要		0.013357	0.807	0.112865	0.017	-0.018665	0.000	—	—
リンク需要×リンク需要		-4.07E-08	0.544	-1.60E-07	0.006	—	—	—	—
Adjusted R-squared		0.987		0.987		0.988		0.987	

ての方面でプラスであり、かつ統計的には1%未満で有意である。

式(6)の推定結果について見ていく。限界費用関数の構成要素の内、輸送密度の経済性に関連しない係数( $\bar{\alpha}_m$ )について見よう。所要時間の係数の符号はプラスを想定していたが、想定とは異なってマイナスとなった。ただし、統計的には1%未満で有意である。地域ダミーの係数については、韓国を基準として19方面について考慮している。各係数の符号はプラスであり、統計的には1%未満で有意である。限界費用関数の構成要素について、路線により変化する要因として $LTIME_m$ を考慮し、空港要因として空港ダミー変数及び海外方面別の地域ダミー変数を考慮していたが、特に路線により変化する要因については想定通りの結果となっておらず今後の再検討が必要である。

次に輸送密度の経済性に関する要素について見ていこう。PEX1, 2は輸送密度の経済性の二次の項まで考慮したものであるが、符号は同じではあるものの係数の大きさは異なる。さらに、PEX2では輸送密度の経済性の係数は統計的に5%未満で有意であるが、PEX1では統計的には有意では無い。ここで、PEX2の推定結果によれば、 $\beta_1 + 2\beta_2 Q_j < 0$ なら当該路線では輸送密度の経済性が卓越的であると解釈され、 $\beta_1 + 2\beta_2 Q_j > 0$ なら輸送密度の不経済が卓越的であると解釈できる。計算の結果、方面毎に多くの路線集約を行っている地域もあるので解釈は難しいものの(集約した)路線の路線需要が年間35.2万人より少ない場合には輸送密度の経済、それ以外は輸送密度の不経済が働いていることになる。PEX3は輸送密度の経済性の一次の項のみ考慮しているが、路線需要の係数はマイナスで統計的には1%未満で有意である。すなわち、路線需要の増加は限界費用を低下させるということが言える。ただし、モデルの特定化によって輸送密度の経済性が統計的に有意な場合もあれば有意では無い場合もあるため、モデル選択についての検討が今後は必要となる。

## 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要関数と供給関数の同時推定を行い、市場特性について検討した。推定の結果、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あることが確認された。

ただし、分析には、幾つかの問題が残されている。

一つは、利用データ及びモデルに関するものである。前述のようにOD交通量のデータ作成の際に、データ制約の問題に依存するが空港選択行動はモデル化していない。そのため、ある特定の地域からの旅行者の空港選択についてはall-or-nothingであることを仮定してデータ作成と分析を行っている。しかしながら、実際には、同じ方面であっても複数の空港から出発している可能性が高いことは否定できない。さらに、外国人についてはモデルの前提としては出発国とのラウンドトリップを前提としているが、国際航空旅客動態調査によると複数の訪問地を周遊している場合が多いこ



とは明らかである。したがって、今後の課題としては、実証分析にこだわるのであればトリップに関する意思決定の各段階をより丁寧にモデル化して議論することが必要となると考えられる。あるいは、より経済理論を元にしたモデル開発を行うことで、データを代替できるようなモデル拡張を行い、検証するようなことも考えられる。

この他にも、大橋（2014）で述べたように、運賃データについても議論の余地が残されている。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、PEX 運賃を利用したが、入手可能なデータとしては PEX 以外にも各種割引運賃が入手可能である。ただし、大橋（2014）での分析ではある特定の割引運賃を利用したとしてもモデルの当てはまりは PEX 運賃を利用した場合の方が良好であることが示されている。今後の詳細な政策分析につなげるためには実勢運賃の入手が必要であると言えよう。

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が、国際航空旅客動態調査は都道府県別・20 方面別に集計されたデータであり、今回の枠組みで輸送密度の経済性が議論できたかどうかについては問題がある。

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。

以上のような問題はあるものが、これまで殆ど実証的に議論されてこなかった日本発着の国際航空旅客市場について一定の成果を提示できたと考えられる。

**謝辞：**本研究は、JSPS 科研費 24530288 を受けている。本稿は応用地域学会 2014 年大会での発表を元にデータを追加作成して更新して再推定を行ったものである。応用地域学会 2014 大会では、川崎晃央氏（鹿児島大学）、内藤徹氏（徳島大学）から統計データや利用変数について有益なコメントをいただいた。2014 年度地域分析研究会では、安藤朝夫先生（東北大学）、宅間文夫氏（明海大学）からはモデルや推定結果、今後の方針に関する助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表するものである。なお、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。

#### **付録：出国日本人のみを利用した場合の推定結果**

国土交通省国際航空旅客動態調査データについて、前述したように、出国日本人と外国人の OD 交通量に関するデータは必ずしも整合的では無い。そこで、出国日本人のみを OD 交通量とする場合についても、式 (1)、(6) を三段階最小二乗法により推定した。推定結果を付表に示す。

式 (1) の推定結果を見ると、需要関数の傾きの符号は想定通りマイナスであり、1%未満で有意である。人口積 ( $POPPOP_m$ ) の係数について、符号は想定通りプラスであり、1%未満で有意である。アクセス時間と所要時間の和の係数については、符号は想定通りマイナスであり、1%未満

で有意である。運航頻度の係数については、符号は想定通りプラスであり、1%未満で有意である。空港ダミー変数としては多方面へ国際線を展開する成田と関空を導入し、それぞれの係数はマイナスで統計的には1%未満で有意である。当該ダミー変数については、乗り継ぎに伴うコストや空港施設使用料などの存在が考えられるためマイナスになったと考えられる。地域ダミーについては、中南米以外の全地域について導入し、統計的にはすべての係数について1%未満あるいは5%未満で有意である。当該ダミー変数は $POPPOP_m$ 以外の地域特性に違いがあることを示していると考えられる。

次に、式(6)の推定結果を見ていく。限界費用関数の構成要素の内、輸送密度の経済性以外の係数について、4.の推定結果と同様に、所要時間の係数の符号は想定と異なるマイナスとなった。ただし、統計的には1%未満で有意である。地域ダミーの係数については、PEX3のアフリカダミー変数以外では5%未満で有意である。限界費用関数の構成要素について、路線により変化する要因として $LTIME_m$ を考慮したが、想定通りの結果となっておらず今後の再検討が必要である。

次に輸送密度の経済性について、PEX2, 3の推定結果を見よう。PEX2は輸送密度の経済性の可能性のみ考慮した結果であり、PEX3は輸送密度の経済性及び不経済性の可能性を考慮した結果である。輸送密度の経済性/不経済性に関する係数は運航頻度の係数 $\beta_1$ 及び運航頻度の二乗の係数 $\beta_2$ であり、それぞれ統計的には1%未満で有意である。PEX2の結果についてみると、 $\beta_1$ の符号はマイナスであり日本発着の国際航空旅客市場では輸送密度の経済性が統計的に有意に働いていると解釈することができる。次に、PEX3の推定結果については、 $\beta_1 + 2\beta_2 FREQ_j < 0$ なら当該路線では輸送密度の経済性が卓越的であると解釈され、 $\beta_1 + 2\beta_2 FREQ_j > 0$ なら輸送密度の不経済が卓越的であると解釈できる。計算の結果、方面毎に多くの路線集約を行っている地域もあるので解釈は難しいものの(集約した)路線の運航頻度が週151.2便より少ない場合には輸送密度の経済、それ以外は輸送密度の不経済が働いていることになる。ここで、週151.2便より多いのは、成田-北米東海岸、成田-中国、成田-韓国、関空-中国の路線であり複数路線を集計した地域間である。

付表 国土交通省データ（出国日本人）を利用した推定結果

式(1)	PEX1	PEX2	PEX3
	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)
定数項	442692(0.000)	440717.6(0.000)	440365.7(0.000)
地域間旅客数	-0.061644(0.000)	-0.069368(0.000)	-0.099139(0.000)
人口積	2.33E-12(0.000)	2.76E-12(0.000)	1.08E-12(0.038)
アクセス運賃	-1.000	-1.000	-1.000
(アクセス+所要)時間	-0.30757(0.003)	-0.308235(0.005)	-0.303038(0.006)
運航頻度	18.65278(0.004)	—	—
空港／地域ダミー	成田	-14140.37(0.000)	-11041.27(0.000)
	関空	-5643.975(0.001)	-4434.839(0.015)
	北米西海岸	-99253.21(0.000)	-97309.64(0.000)
	北米東海岸	-63767.41(0.000)	-59035.34(0.000)
	ハワイ	-159502.7(0.000)	-157764.3(0.000)
	グアム・サイパン	-315700(0.000)	-313304.5(0.000)
	香港・マカオ	-308966.4(0.000)	-306938(0.000)
	台湾	-324679.3(0.000)	-321889(0.000)
	韓国	-372905.9(0.000)	-367972.5(0.000)
	中国	-346101.7(0.000)	-335579.4(0.000)
	マレーシア	-220359.6(0.000)	-219591.2(0.000)
	シンガポール	-212134.9(0.000)	-210762.9(0.000)
	タイ	-235408.2(0.000)	-233340.5(0.000)
	ベトナム	-245223.9(0.000)	-243592.2(0.000)
	インドネシア	-190330.4(0.000)	-188885.2(0.000)
	フィリピン	-289327.7(0.000)	-287626.6(0.000)
	西南アジア	-125027.1(0.000)	-118228.2(0.000)
	中近東	-12443.3(0.004)	-10963.84(0.016)
	オセアニア	89390.7(0.000)	90431.48(0.000)
	ヨーロッパ	51814.74(0.000)	56970.84(0.000)
	アフリカ	14926.53(0.001)	15583.67(0.001)
Adj.R2	0.985	0.985	0.986
式(6)	PEX1	PEX2	PEX3
	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)	Coefficient(p値)
定数項	444340.3(0.000)	439644.8(0.000)	500628.3(0.000)
平均需要(-b)	0.061644	0.069368	0.099139
所要時間	-0.316531(0.003)	-0.311809(0.002)	-0.428331(0.001)
空港／地域ダミー	成田	-21585.55(0.000)	-83106.39(0.000)
	関空	-13363.46(0.000)	-39781.97(0.000)
	北米西海岸	-100693(0.000)	-194878.4(0.000)
	北米東海岸	-62512.57(0.000)	-119645.7(0.000)
	ハワイ	-166474.9(0.000)	-235336(0.000)
	グアム・サイパン	-320880.4(0.000)	-399664.3(0.000)
	香港・マカオ	-313277.9(0.000)	-392410.6(0.000)
	台湾	-331092.8(0.000)	-426459.6(0.000)
	韓国	-382434(0.000)	-487992.1(0.000)
	中国	-347570.2(0.000)	-423519(0.000)
	マレーシア	-221966.1(0.000)	-259620(0.000)
	シンガポール	-215275.4(0.000)	-278344.4(0.000)
	タイ	-239262.5(0.000)	-309115(0.000)
	ベトナム	-247389.2(0.000)	-305223.5(0.000)
	インドネシア	-190856.5(0.000)	-223255.7(0.000)
	フィリピン	-291762(0.000)	-344319.9(0.000)
	西南アジア	-114536.7(0.000)	-151059(0.000)
	中近東	-12476.05(0.005)	-58512.75(0.000)
	オセアニア	87391.59(0.000)	30342.46(0.009)
	ヨーロッパ	48445.12(0.000)	-61720.45(0.004)
	アフリカ	14428.36(0.002)	-1348.26(0.823)
便数	—	-54.87987(0.000)	1741.657(0.000)
便数×便数	—	—	-5.758557(0.000)
Adj.R2	0.985	0.985	0.948

※推定にはEViews 7を利用している。

## 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.
- 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.
- 大橋忠宏：ICAO データを利用した国際航空旅客市場特性の検討, 『人文社会論叢 社会科学編』, 第32号, pp.67–79, 弘前大学人文学部, 2014.
- 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.