

近接地域に複数の空港が存在する
環境における旅客の航空便選択の分析
～ミクロ的基礎を考慮した航空需要関数の推計～

2010年2月19日

東京大学

大学院経済学研究科

河野愛一郎

要 約

本研究は、近接地域に存在する福岡空港・北九州空港と、様々な特性を有する 4 つの航空会社に着目し、福岡空港・北九州空港－羽田空港間の航空旅客市場における需要関数を推計することで、旅客の航空便選択の決め手に対する分析を試みた。Berry (1994) が開発したミクロ的基礎を考慮する離散選択モデルの入れ子型ロジットモデルを使用して回帰分析を行った。その結果、福岡空港の優位性やスターフライヤーの質の高さ、各路線の便の多さなどが需要における重要な要因になっていることが判明した。また、福岡空港と北九州空港というそれぞれ利点を持ちかつ近接していることから両空港の双方を利用する消費者がかなり存在するという、多地域では見られない状況が統計的に確かめられた。

1. はじめに

わが国では、1996年に航空産業（航空旅客市場）の規制緩和が実施され、1998年に新規参入企業として初めてスカイマーク（ICAOコード¹:SKY）が東京国際空港（羽田空港、IATAコード²:HND）－福岡空港（IATAコード:FUK）間に就航した。以来、北海道国際航空（エア・ドゥ、ICAOコード:ADO）やスカイネットアジア航空（ICAOコード:SNJ）が参入し、2006年3月の新北九州空港（北九州空港、IATAコード:KKJ）開港³に伴い就航したスターフライヤー（ICAOコード:SFJ）を含めれば、新興航空会社は計4社となった。この間、航空市場の競争に伴い国内航空便の価格は低下し、既存の航空会社にとっては厳しい状況になったが、わが国の消費者は恩恵を受けたと考えられる。

また、新北九州空港に先立ち、2006年2月には神戸空港（IATAコード:UKB）が開港し、北部九州圏および関西圏は全国でも有数の空港近接地域になった⁴。この点も、各空港の財務状況には負の影響を与えかねないが、消費者にとっては利便性を高めたものといえる。

例えば、図1は福岡県の福岡空港および北九州空港と羽田空港との間の定期航空路線の航空会社別の旅客数の推移を2005年1月から2009年3月まで表したものである。2006年3月に新北九州空港が開港し、同時にスターフライヤーが就航して各月5万人強の旅客数を挙げているが、福岡空港の旅客数や北九州空港の既存航空会社である日本航空はさほど変化していないか微減にとどまっている。つまり、この各月5万人強の旅客数は新空港開港や航空会社の新規参入による需要創出と考えられる。現に図2は図1の各月・各路線・各航空会社の旅客数を合算した福岡県－東京都間の航空旅客数の推移であるが、2006年度からの旅客数は、2005年度までの旅客数に比べ、60万人～70万人ほど多い。これは、スターフライヤーの北九州－羽田間の各年度の旅客数とほぼ同じである⁵。また、市場を北部九州圏全体に拡大して考えても、新北九州空港開港とスターフライヤー就航の前後の状況を図3で確認してみると、北九州空港以外の空港の旅客数はほとんど不変である中で、北九州空

¹ 国連の専門機関である国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization）が、全世界の航空会社に割り振っているラテン文字3文字による航空会社のコードである。

² 航空会社や旅行代理店などで構成される国際航空運送協会（International Air Transport Association）が、全世界の空港に割り振っているラテン文字3文字による空港のコードである。

³ 2006年以前も北九州空港は存在したが、滑走路の短さや濃霧による欠航率の多さにより、人工島に位置する新空港を設立した。以前の空港を「旧北九州空港」と呼び、新空港は2008年6月の航空法改正まで「新北九州空港」と呼ばれた。

⁴ 北部九州圏には福岡県の福岡空港・北九州空港のほか、佐賀空港、山口宇部空港も航空市場として近接している。関西圏には神戸空港・大阪国際空港（伊丹空港）・関西国際空港のほか、南紀白浜空港も市場として近接している。

⁵ 国土交通省「航空輸送統計調査」平成18年度～平成20年度

港が一方向的な増加を示していることが分かる。同様に、近畿圏についても図 4 は神戸空港の開港後においても他の空港の乗客の減少は見られないことを示している⁶。

そこで、この需要創出の背景は何であろうか。スターフライヤーは新興航空会社としてローコストキャリア（LCC）の分類される場合もある。しかし、図 5～図 9 の運賃の推移を見れば、確かに大手航空会社（レガシーキャリア：LC）よりは明らかに安いものの、スカイマークと同じか若干高めである。つまり、スターフライヤー分の新需要の創出には価格以外の面も重要な要因であると考えられる。

新興航空会社の先駆者であるスカイマークは他の新興航空会社と同じく低価格を押し進めたが、コスト削減を押し進めた結果、機内サービスの撤廃などの質が低下した。対して、スターフライヤーは機内サービスを大手航空会社以上に充実させている⁷。逆に言えば、スターフライヤーは大手航空会社に比べて価格は低いと同時にサービスも引けを取らないにもかかわらず、大手航空会社の需要は維持されている。この背景としては、大手航空会社のブランドや路線ネットワークの大きさ（ネットワーク外部性）、マイレージサービスの充実などが考えられる。これら各航空会社のサービスの状況については、表 1 でまとめている。

また、福岡空港の航空便（日本航空・全日空・スターフライヤー）共通の特性として福岡都市圏の人口の大きさ⁸や福岡市の中央駅から約 5 分という福岡空港の立地の良さ⁹が考えられる。よって、少なくとも福岡・北九州－羽田間の航空市場においては、価格以外の面でも製品差別化が行われていると考えられる。これら福岡空港と北九州空港の状況の違いについても、表 1 でまとめている。

本研究では、この航空旅客市場において、消費者の航空便選択により強い影響を与えているものが何であることを調べることを目的とする。そこで、二段階最小二乗法（2SLS）を使用した回帰分析により需要関数の推計を行う。

⁶ しかし、長期的には 2007 年以降、神戸空港も含めて減少している。この原因として、原油高騰による運賃高と新幹線など他の交通手段との競合などが考えられる。

⁷ 例として、座席間隔や座席幅が広いことや各座席にモニターが設置されていること、無料または格安の送迎タクシーサービス、デザインの良さ（2006 年度グッドデザイン賞受賞）などが挙げられる。

[参考]

①日経 WagaMaga <http://waga.nikkei.co.jp/travel/travel.aspx?i=MMWAc1078001082007>

②スターフライヤーホームページ <http://www.starflyer.jp/index.html>

⁸ 第 18 回国勢調査（平成 17 年 10 月 1 日実施）福岡都市広域圏が約 232 万人であるのに対し、北九州都市広域圏は約 114 万人となっている。

[参考] <http://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/7274/1/7d74aa172f10.pdf>

⁹ 福岡空港は博多駅から約 2.5km しか離れていない。1993 年 3 月に福岡市地下鉄空港線が開業した結果、博多駅から福岡空港までわずか 5 分で結ばれ、日本有数の便利な空港となっている。

2. モデル

本研究の需要関数の推計では、離散選択モデル (Discrete choice model) による需要関数を想定した。

離散選択モデルとは、1つの製品を通常1単位のみ購入することが仮定される財の消費者の効用最大化を前提にした間接効用関数から構築されたモデルである。このモデルでは各消費者の購入行動のデータがなくても各財のマーケットシェアのデータさえあれば、推計が可能である。以下は、Berry (1994) に基づくものである。

消費者 i が時間 t において自らの効用を最大化するように航空便¹⁰ j を利用して、効用 u_{ijt} を得たとする。もし、航空便を使用しない場合には $j = 0$ と考える。航空便 j の観測可能な特性を x_{jkt} (k はそのような属性の種類)、運賃を p_{jt} とし、運賃のパラメータを α とする。 x_{jkt} では捕捉しきれない航空便 j の観測不可能な特性を ξ_{jt} とし、 β_0, β_k および誤差項 ε_{ijt} は観測不可能な消費者の嗜好を表すパラメータとする。以上の全ての文字を実数とし、 u_{ijt}, p_{jt} を正とする。 ε_{ijt} と ξ_{jt} は期待値 0 とし、 ε_{ijt} についてはグンベル型の極値分布に従うと仮定する。

このときの消費者の間接効用関数は、

$$u_{ijt} = \beta_0 + \sum_k x_{jkt} \beta_k + \alpha p_{jt} + \xi_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

と書ける。ここではパラメータ β_0, β_k, α が消費者や時間に対して不変であり、

$$\delta_j = \beta_0 + \sum_k x_{jk} \beta_k + \alpha p_j + \xi_j \quad (2)$$

とおけば、 $\delta_0 = 0$ となり、(1)は $u_{ijt} = \delta_j + \varepsilon_{ijt}$ と表される。

● ロジットモデル (logit model)

航空便 j のマーケットシェアを s_j ($s_j \in [0,1]$) とすれば、 $u_{ijt} = \delta_j + \varepsilon_{ijt}$ かつ ε_{ijt} がグンベル型の極値分布に従うことから、

$$s_j = \frac{e^{\delta_j}}{\sum_i e^{\delta_i}} \quad (3)$$

¹⁰ 以降、「航空便」とは、各航空会社の各路線のことを表すものとする。1回の運航を指すものではない。

となる。また $\delta_0 = 0$ であるので、(3)に自然対数を採れば、

$$\delta_j = \ln s_j - \ln s_0 \quad (4)$$

となる。これを(2)に代入すれば、

$$\ln s_j - \ln s_0 = \beta_0 + \sum_k x_{jk} \beta_k + \alpha p_j + \xi_j \quad (5)$$

となる。これは、離散選択モデルに基づくロジットモデルの需要関数である。本研究では、消費者の所得を I_i (i は所得の種類) を(5)に加えた (いずれも正の実数)。結果、本研究の推計で使用する Berry によるロジットモデルの需要関数は、

$$\ln s_j - \ln s_0 = \beta_0 + \sum_k x_{jk} \beta_k + \sum_i I_i \phi_i + \alpha p_j + \xi_j \quad (6)$$

となった。以上のような展開によって、本来のロジットモデルの推計とは異なり、線形推計が可能である。

- 入れ子型ロジットモデル (nested logit model)

先ほど説明したロジットモデルは、選択の対象となる異なった財から消費者が得る効用の間に相関がないことを前提にしている。具体的として、北九州空港近郊の北九州市小倉南区に住む消費者がいたとしよう。彼は東京に行くために普段は北九州空港発の日本航空を利用してしたが、予約しようとしたあるとき日本航空は満席であった。この消費者にとって、北九州空港はもちろん福岡空港も利用可能圏にある¹¹。この例で、異なった財から得る効用の間に相関がないということは、北九州空港・福岡空港の空港自体の違いが効用に与える影響はないということである¹²。しかし、一般的にはやはり近くで普段使い慣れた北九州空港を利用したいと考える可能性も高く、福岡空港の便を北九州空港の便と無差別に考えるのは現実的ではない。

入れ子型ロジットモデルは、この場合のように選択の対象となる異なった財から消費者が得る効用の間に相関があることを考慮したモデルであり、相関があるとされる財をグルーピングする。本研究の場合では、「福岡空港」と「北九州空港」がグループとなる。空港 g 全体のマーケットシェアを s_g とし (今回 g は「福岡空港」と「北九州空港」の2種類)、

¹¹ 仮にこの消費者が北九州市小倉南区区役所付近に住んでいるとして、福岡空港および北九州空港への自動車のルート検索 (Mapfan: <http://www.mapfan.com/>) をした。福岡空港まで所要時間1時間1分 (総距離66.2km, 料金1600円) で到着し、利用可能と言える。北九州空港までは、所要時間31分 (総距離15.3km, 料金0円) である。

¹² もしそうであれば、彼が北九州空港発の日本航空を利用しているのは、北九州空港が近さよりも日本航空の特性の方により惹かれているからと考えられる。この場合、北九州空港発の他社の便ではなく、福岡空港発の日本航空便を利用するであろう。

グループ g の中での航空便 j のマーケットシェアを $s_{j/g}$ ($s_g, s_{j/g} \in [0,1]$) とする。このとき、

$$s_j = s_g s_{j/g} \quad (7)$$

が成立する。これに(4)を導出した際と同様に $\delta_0 = 0$ を考えると(7)は、

$$\delta_j = \ln s_j - \ln s_0 - \sigma \ln s_{j/g} \quad (8)$$

となる。但し、 σ はグループ内の異なった選択肢の効用が完全に相関する場合には 1 をとり、相関がないときには 0 となる値である ($\sigma \in [0,1]$)。つまり、相関がないときには(8)は(4)となり、このモデルはロジットモデルと同一視できる。(8)を(2)に代入すれば、

$$\ln s_j - \ln s_0 = \beta_0 + \sum_k x_{jk} \beta_k + \alpha p_j + \sigma \ln s_{j/g} + \xi_j \quad (9)$$

となる。これに(6)を導出した際と同様に考えれば、本研究の推計で使用する Berry による入れ子型ロジットモデルの需要関数は、

$$\ln s_j - \ln s_0 = \beta_0 + \sum_k x_{jk} \beta_k + \sum_i I_i \phi_i + \alpha p_j + \sigma \ln s_{j/g} + \xi_j \quad (10)$$

となった。このモデルはロジットモデルを包含するので、本研究の推計は全てこのモデルで行う。

3. データと回帰分析

2004年1月から2009年3月までの各月・各航空会社・各路線のデータを使用した。結果、推計に使用可能なサンプル数は301となった。使用した各データの出所や算出の方法などについては表2でまとめた。ダミー変数の説明は表5、各変数の種別については表6をご覧ください。

(1) 被説明変数

被説明変数は旅客数である。主に国土交通省「航空輸送統計¹³」の値を採用する。2007年6月以降は北九州－羽田間において、スターフライヤーと全日空がスターフライヤーの機材を使用したコードシェア運航を行っているが、「航空輸送統計」ではコードシェアされている会社のどちらでチケットが購入されたかどうかは区別されていない¹⁴。そこで、2007年6月以降の両者の北九州－羽田間の旅客量は、スターフライヤーのホームページに記載された「運航・輸送実績」をスターフライヤーの旅客数とし、「航空輸送統計」の旅客数からスターフライヤーの旅客数を除いたものを全日空の旅客数とした。離散選択モデルでは $\ln s_j - \ln s_0$ が被説明変数である。 s_j は航空便 j のマーケットシェアであるが福岡空港・北九州空港の航空便を利用しない $j=0$ の場合も想定している。よって、福岡空港・北九州空港－羽田空港間の航空旅客市場に限定するのではなく、福岡空港・北九州空港－成田空港間の航空旅客輸送や航空以外の手段による旅客輸送も含めた福岡県－首都圏間の旅客輸送市場全体におけるシェアを計算しなければならない。そこで、国土交通省「貨物・旅客地域流動調査」から福岡県－首都圏間の旅客輸送の中で福岡県－東京都間の航空旅客輸送が占めるシェアを算出し、それを各路線の航空旅客市場内（福岡空港・北九州空港－羽田空港間）におけるシェアにかけることで s_j を求めた。 s_0 は航空以外のシェアを表し、1から航空が占めるシェアを引くことで求めた。

¹³ 本研究において「航空輸送統計」で使用する値は全て定期路線のものを示している。

¹⁴ チケットを全日空で購入しようがスターフライヤーで購入しようが同じスターフライヤーの機材でサービスを受けることになるにもかかわらず、両者のチケットの運賃は大きく異なっている。

(2) 説明変数

説明変数は、前項 2.モデルで説明したように、ロジットモデルでは航空便の特性、消費者の所得、運賃から構成される。これに、入れ子型ロジットモデルでは $\ln s_{j/g}$ を加えなければならない。

● 航空便の特性 (x_{jk})

航空便の特性を表す変数として、運航回数と座席間隔、国内線総旅客数、離発着ダミー、SFJ ダミーを導入した。運航回数は各航空便の 1 か月間の値を採用し、値が大きければ航空便の利便性が向上するものと予想している。国内線総旅客数は、各航空会社のネットワークの大きさを表すものとして、各航空会社の国内路線の各月の旅客数を使用した。日本航空と全日空は国際路線¹⁵も保有しているが、羽田空港から来る首都圏居住者が福岡県で国際線に乗り換える可能性¹⁶および福岡県居住者が羽田空港で国際線に乗り換える可能性¹⁷は皆無に等しいため、本研究では考慮しない。離発着ダミーは福岡空港を利用する便を 1 とするダミー変数であり、この係数が福岡空港の利便性に対する消費者の反応を表すものと予想している。SFJ ダミーはスターフライヤーを利用する便を 1 とするダミー変数であり、この係数がスターフライヤーの高いサービスに対する消費者の反応を表すものと予想している¹⁸。

● 消費者の所得 (I_i)

消費者の所得を表す変数として、企業所得と給与を導入した。給与は個人消費者の所得を表す。いずれも内閣府「国民生活計算」における福岡県の値¹⁹を採用するが、この値は四半期のものである。そこで、この値をその 4 半期・3 か月間の中央月の値とし、その間の月は前後の中央月との近さを重みとした加重平均で求めた値を当てはめた。例えば、5 月（第

¹⁵ また、国際路線の場合、所属している航空連合との関係やコードシェアの関係の調整が複雑である。

¹⁶ 国際線も東京の方がはるかに充実している。

¹⁷ 羽田空港で就航している国際路線は福岡空港でも有しており、かついずれの路線も福岡の方がはるかに近い。

¹⁸ スターフライヤーとスカイマークの間に来るとされる日本航空や全日空のサービスやマイレージへの反応も計測したいが、日本航空や全日空のダミー変数も説明変数に入れると、説明変数同士で 1 次従属となってしまう、回帰分析が行えない。マイレージへの効果はネットワーク外部性の部分で評価できるとも考えられる。

¹⁹ つまり、東京在住者がこの路線を使用する場合は考慮に入れないものとする。

1 四半期の中央月) が 10 で 8 月 (第 2 四半期の中央月) が 19 であった場合には, 6 月は 13 であり, 7 月は 16 であると算出する.

- 運賃 (p_j)

航空旅客における運賃は他の交通手段と違って, 多様化している. 本研究では, 国土交通省「航空輸送サービスに係る情報公開」に記載されている運賃のうち, 各月の普通運賃や前割 1, 前割 7, 前割 30 の最高値と最低値の平均, この 4 つの平均運賃をさらに平均化したもの (運賃平均とする) を採用し, それぞれを使って推計を行った. 「航空輸送サービスに係る情報公開」では, 新興航空会社が参入している路線のみ運賃が発表されている. 現在では, 福岡空港, 北九州空港ともに新興航空会社が参入しているが, 2006 年 3 月以前の旧北九州空港においては JAL のみが運航しており運賃はここでは公開されていない. そこで, 2006 年 3 月以前の北九州-羽田間 JAL 便においては, JAL のホームページで公開されている運賃から算出した.

- $\ln s_{j/g}$

$s_{j/g}$ は空港 g の中での航空便 j のマーケットシェアを意味する. (7)式: $s_j = s_g s_{j/g}$ を変形して, $s_{j/g} = \frac{s_j}{s_g}$ を得る. s_g は各空港における各路線のシェアを合計したものである.

(3) 内生性

需要関数の推計に当たっては, 内生性に注意しなければならない. 全ての推計において, 二段階最小二乗法 (2SLS) を使用し, 運賃は常に内生変数 (操作変数ではない説明変数) と扱い操作変数としない. また, 入れ子型ロジットモデルにおいては左辺に需要と連動する $s_{j/g}$ が含まれることから, これも常に内生変数として扱った. 一部の推計においては運航回数も内生変数とした.

(4) 操作変数

外生変数である説明変数以外の操作変数としては、航空会社の供給行動に効果を与えるものとして、まず航空機の燃料となるケロシンの価格が考えられる。特にここ最近では化石燃料の価格変動が激しいため、これを考慮することは必須とであろう（図 10 を参照）。ケロシン価格は、日本に最も近い主要市場であるシンガポール先物市場の価格を使用した（表 2 を参照）。

航空会社ごとに費用関数や価格戦略が異なるため、各航空便において航空会社ごとや使用空港ごとにダミー変数を当てた。さらに、2006 年 3 月における新北九州空港開港や 2007 年 6 月の北九州－羽田間のスターフライヤー運航便におけるスターフライヤーと全日空のコードシェア開始によって、各航空会社の価格戦略が変化した可能性を考慮してこのダミー変数も入れた。大型連休においても価格のダミー変数も同様である（表 5 を参照）。

4. 回帰分析の結果と考察

(1) 回帰分析の結果

回帰分析の結果は表 3 と表 4 に表されている。表 3 は運航回数と座席間隔、国内線総旅客数、給与、企業所得、 $\ln s_{j/g}$ 、運賃を説明変数とした推計の結果であり、上段の<1>から<5>では 5 種類の運賃全てでこれを試している。この結果から各運賃の中で、係数が負であり需要法則を満たし t 値がより高い前割 1 と前割 7、運賃平均を<6>以降の推計における運賃として採用した。表 3 の下段は運航回数を内生変数とした場合である。表 4 は当初の説明変数に離発着ダミーと SFJ ダミーをそれぞれ追加し、上段は運航回数を外生変数とした場合、下段は運航回数を内生変数とした場合である。

<1>から<5>では 5 種の運賃をそれぞれ試した。前割 1 と前割 7、前割 30、運賃平均が 1% 有意水準を満たし、かつ係数は負で需要法則を満たしていた。対して、普通運賃は 10% 有意水準を満たさなかった。この理由として、普通運賃を利用する旅客の割合が低いことが考えられる。

各便の特性を表す変数のうち、座席間隔や国内線総旅客数においては、運航回数を外生変数とした場合（表 3）、統計的に有意であるが係数が負の値が出力され、予想と異なる結果となった。運航回数を内生変数とした場合（表 4）では、国内線総旅客数については係数が正の値が出力され、多くの推計では有意となった。座席間隔については、離発着ダミーを用いた場合には係数が正の値が出力され、多くの推計では有意となったが、SFJ ダミーを用いた場合には統計的に有意になりつつも係数は負となってしまった。この理由として、座席間隔が最も大きいのはスターフライヤーであり、SFJ ダミーが、座席間隔が需要に与える効果を吸収してしまうことが考えられる。

各便の特性を表す変数のうち、運航回数と離着陸ダミー、SFJ ダミーは有意かつ正の結果が出力された。つまり、より頻繁に運航している航空便が消費者にとって利便性が高いことや、福岡空港の優位性およびスターフライヤーの質の高さが需要を喚起していることが統計的に実証された。標準回帰係数でそれらの変数を比較すると、運航回数は SFJ ダミーよりも高く、離着陸ダミーは運航回数よりも高い。よって、この結果からは離着陸ダミー、運航回数、SFJ ダミーの順で需要に与える影響が大きいということが言える。これらの値はほとんどの推計において、座席間隔や国内線総旅客数よりも高くなっている。

所得については、給与・企業所得双方において、有意な結果を得ることは少なかった。

同一空港内の各便の選択確率の相関を表す $\ln s_{j/g}$ の係数は、運航回数を外生変数とした場合には 0.26~0.30 となり、運航回数を内生変数として離着陸ダミーを入れた場合には概ね 0.45 前後であった。運航回数を内生変数として SFJ ダミーを入れた場合には有意な結果を得ることはできなかった。つまり、同一空港内の各便の選択確率の相関は、ある程度は存在するが 0.5 を上回ることはない。一般に、日本における一地域において同一目的地に向かうために利用される空港の選択肢が複数存在する場合はほとんど見られない²⁰が、この結果は福岡県を離着陸するかなりの数の消費者が北九州空港・福岡空港のどちらも同様に利用するというを示していると言える。この理由として、北九州空港にスターフライヤーの優位性、福岡空港に立地の良さが存在し、両空港の利便性が高い上に近接していることが挙げられる。

(2) 考察

回帰分析の結果から、福岡空港・北九州空港ー羽田空港間の航空旅客市場において、福岡空港の優位性やスターフライヤーの質の高さ、各路線の便の多さなどが需要における重要な要因になっていることが判明した。また、福岡空港と北九州空港というそれぞれ利点を持ちかつ近接している両空港の双方を利用する消費者がかなり存在するという、多地域では見られない状況が統計的に確かめられた。

²⁰ もし、消費者において選択肢が一つに限られているのであれば、 $\ln s_{j/g}$ は 1 となるはずである。

5. 本研究の課題

本研究の課題として、以下が挙げられる。

- 往復運賃の考慮

福岡県－首都圏間では他の交通機関との競合度が低い²¹ため、片道だけの航空便の使用の割合は低いと考えられる。よって、往復運賃を利用する旅客も一定数いると思われるが、今回は考慮することはできなかった。往復運賃への評価は今後の課題の一つである。

- 運航回数の内生問題

本研究では、運賃や $\ln s_{j/g}$ 、運航回数については内生性を認め、内生変数として推計を行った。だが、国内線総旅客数においても内生性が存在する可能性が存在する。日本航空や全日空は国内線総旅客数が突出して大きく、福岡空港・北九州空港－羽田空港間の旅客数が国内線総旅客数に与える影響は小さい。しかし、他の 2 社、特にスターフライヤーの場合は、この区間の旅客数が国内線総旅客数のかなりの割合を占めるため、内生性が発生する可能性がある。

- 多重共線性

本研究で用いた説明変数のうち、座席間隔・SFJ ダミーと運航回数・離発着ダミーは、それぞれの間における相関が高い。このような場合では、推計したこれらの係数が正しい値が出力されない可能性が存在する。

- 消費者の属性を考慮したモデルの使用

今回の推計で使用したモデルは、異なる消費者で各係数が共通の値をとると仮定している。しかし、企業活動における利用や個人利用、どの運賃を利用するかなど、実際には各消費者は様々な異なる属性を有しているはずである。この様な多様な消費者の嗜好を取り

²¹ 国土交通省「貨物・旅客地域流動調査」（平成 16 年度～平成 19 年度）によれば、この区間の旅客流動のうち、航空の占める割合は 8 割台後半で推移している。

込むことが可能なモデルとして、ランダム係数離散選択モデル (Random coefficient discrete choice model) があり、このモデルの推計によって本研究の結果の再評価ができるだろう。

- 消費者の所得が需要に与える影響のラグの検討

今回のモデルでは、消費者がある時期に得た所得が同期の購買行動に影響を与えることを想定していた。しかし、回帰分析の結果、多くの場合で有意な結果が得られなかった。実際には所得が需要に与える影響には多少のラグがあると考えられるので、まずどれくらいのラグがあるかを検討すべきである。

- 供給行動を説明する変数の改良

本研究において供給側の行動を説明する操作変数は、ケシロン価格の他、時期や航空会社を区分するダミー変数のみである。しかし、各航空会社や時間によって異なると考えられる人件費や広告費などのその他の費用は考慮に入れていない。日本航空や全日空といった上場企業であればこれらの費用のデータは手に入れられるが、スターフライヤーやスカイマークなどの新興航空会社の細かな財務データは公表されていない²²。これらを何らかの方法で算出したり、またゲーム論的な企業行動を考慮に入れたりすることも重要であろう。

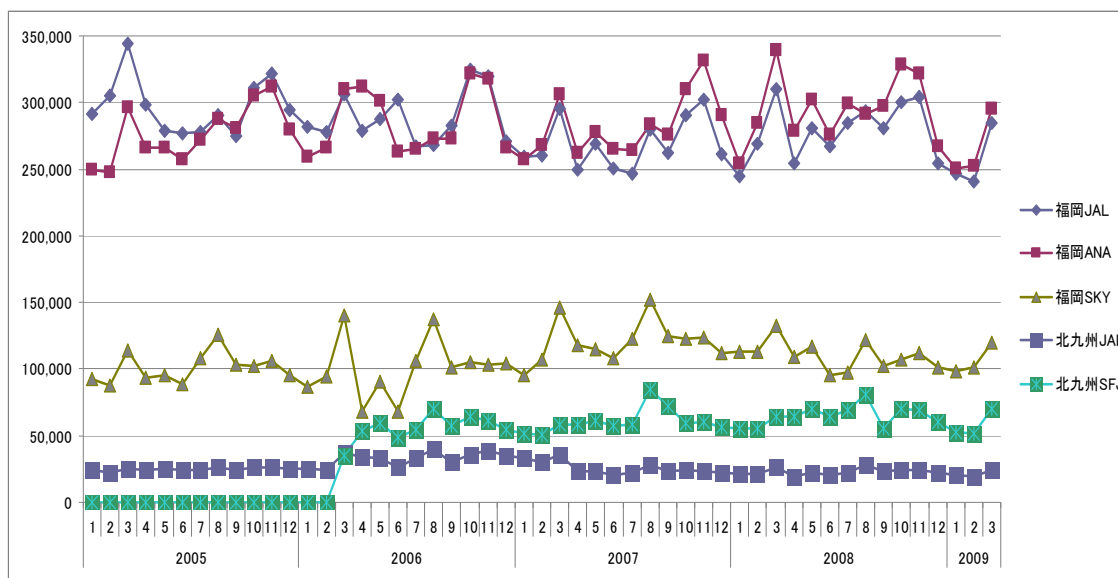
以上の他にも、入れ子型ロジットモデルによる社会余剰の変化の考察や回帰分析の統計学的な前提条件の吟味などが考えられる。

²² 日本航空協会「航空統計要覧」であれば、新興航空会社であってもいくつかの費用は掲載されているが、ここ2~3年のものはまだ発表されていない。

参考文献

- [1] Berry, S., 1994, "Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation," *Rand Journal of Economics*, 25, 242-262.
- [2] Ohashi, H., and Kitano, T., 2009, "Did U.S. Safeguard Resuscitate Harley-Davidson in the 1980s?," forthcoming in *Journal of International Economics*.
- [3] Ohashi, H., 2003, "The Role of Network Effects in the U.S. VCR Market, 1978-86," *Journal of Economics and Management Strategy*, 12(4): 447-494.
- [4] Ohashi, H., Oum, T., Kim, T., and Yu, C., 2004, "Choice of Air Cargo Transshipment Airport: An Application to Air Cargo Traffic to/from Northeast Asia," *Journal of Air Transport Management*, 11, 2005: 149-59.
- [5] 石岡佑太・岡森康倫・深山剛, 2007, 『JAL・JAS 合併は何をもたらしたか? 航空運賃の実証分析』, GraSPP-P-07-001, ITPU-P-07-001.
- [6] 石倉智樹, 2006, 『空港近接地域における航空ネットワーク形成分析手法の検討』, 国土交通省 国土技術政策総合研究所研究報告, No.38.
- [7] 石倉智樹・石井正樹, 2006, 『国内航空市場における寡占競争を考慮した需要分析モデルの構築』, 国総研資料 第 314 号.
- [8] 大橋弘, 2003, 『イノベーションのインパクトの定量的把握に向けて—市場データを用いたイノベーションの測定』, 「イノベーションの測定に向けた基礎的調査報告書」, NISTEP REPORT, NO.103, 第 2 章, 4.1 節, 190-224.
- [9] 小川竜明・真鍋雅史, 2007, 『新規航空会社の需要分析による航空規制緩和政策の評価』, 公共選択学会, 2007 年 7 月 8 日, 発表論文.
- [10] 加藤浩徳, 2008, 『東アジア圏の航空ネットワークを考慮した我が国の広域ブロック圏ゲートウェイ政策の評価に関する研究』, 国土交通省, 財団法人国土計画協会, 人と国土 21, 33, 6, 20-25.
- [11] 田中辰雄・矢崎敬人・村上礼子・下津秀幸, 2008, 『ネットワーク外部性とスイッチングコストの経済分析』, 「ブロードバンド市場の経済分析」慶応義塾大学出版会.
- [12] 豊原行伸・久富麻都佳・森祐一郎・三上誠順, 2007, 『東アジア航空圏の市場統合効果についての検証』, GraSPP-P-07-004, ITPU-P-07-002.
- [13] 村上英樹, 2008, 『日本の LCC 市場における競争分析: 米国 LCC の事情を参考に』, 「日本大学経済科学研究所紀要」, 第 38 号, 83-95.

図1 福岡空港・北九州空港－羽田空港間の各航空会社旅客数

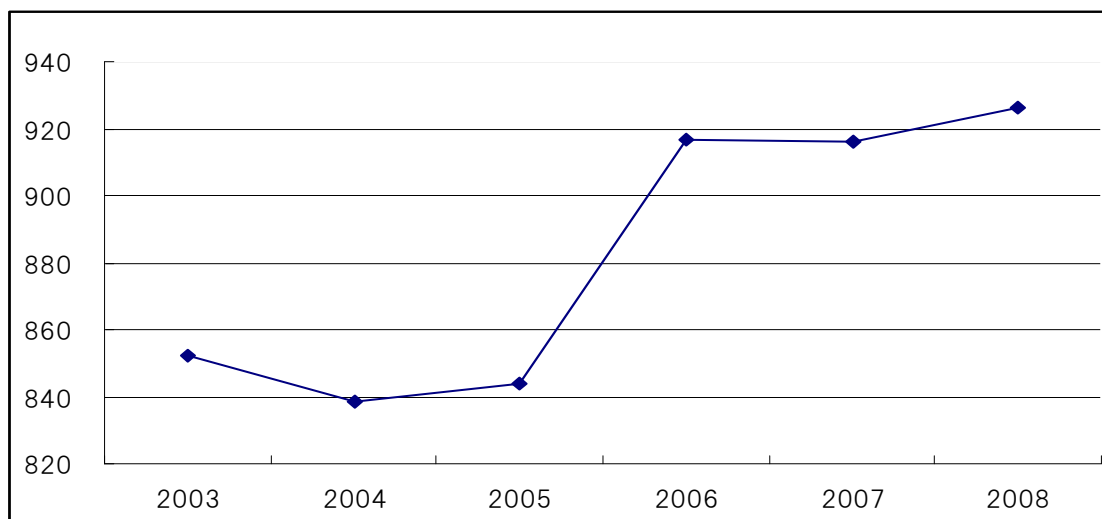


[出所] 国土交通省「航空輸送統計調査」平成16年度～平成20年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は福岡空港または北九州空港と羽田空港との間の旅客数（単位：人）である。
- ② JALは日本航空，ANAは全日空，SKYはスカイマーク，SFJはスターフライヤーを表す。
- ③ 2007年6月以降，スターフライヤーは全日空とコードシェアされている。上図においては，合算した値を集計している。

図2 福岡県－東京都間の航空便による流動量



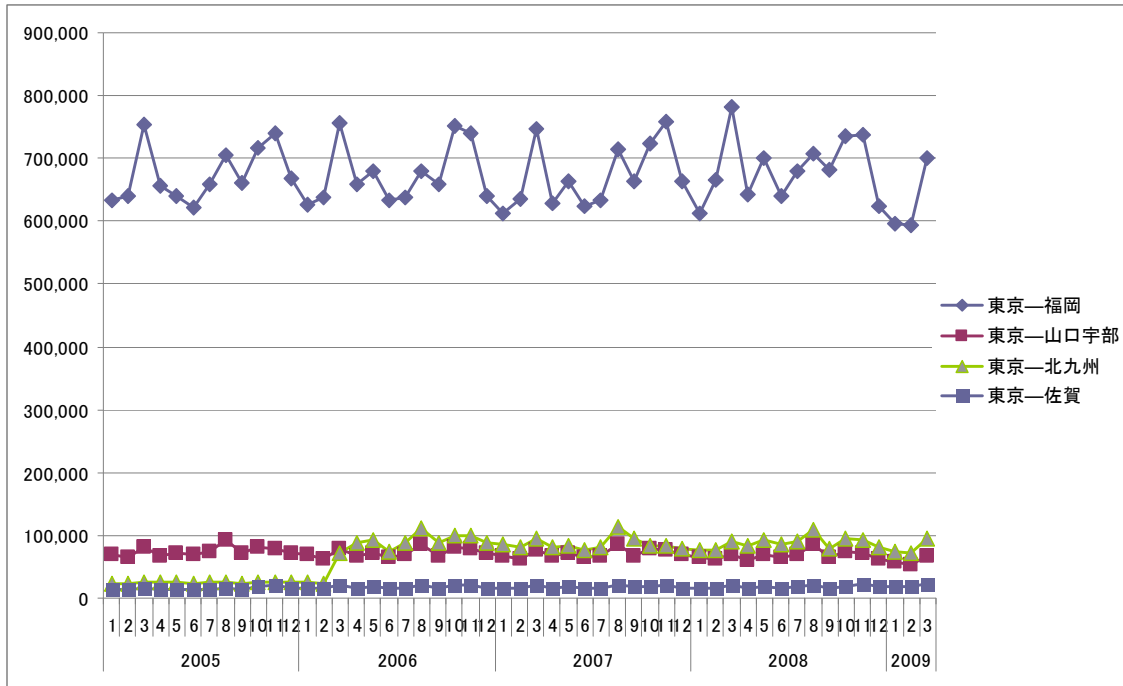
[出所]

- ① 国土交通省「貨物・旅客地域流動調査」平成16年度～平成19年度
- ② 国土交通省「航空輸送統計調査」平成20年度

[注意]

- ① 縦軸は福岡空港または北九州空港を離着陸（羽田空港離着陸）した定期航空便の各年度の旅客数（単位：万人）である。
- ② 2007年度までは貨物・旅客地域流動調査より作成し、2008年度は航空輸送統計調査より算出した。

図3 北部九州圏－羽田空港の航空旅客数

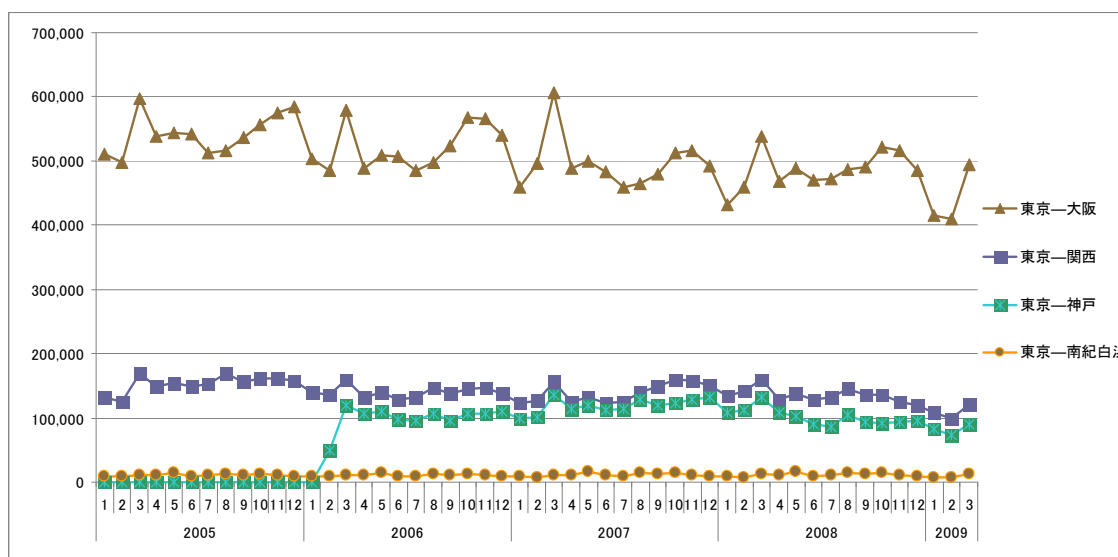


[出所] 国土交通省「航空輸送統計調査」平成16年度～平成20年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は北部九州圏の各空港と羽田空港との間の旅客数（単位：人）である。
- ② 北部九州圏として採用した空港は、福岡空港、北九州空港、佐賀空港、山口宇部空港の4つである。

図4 近畿圏—羽田空港の航空旅客数

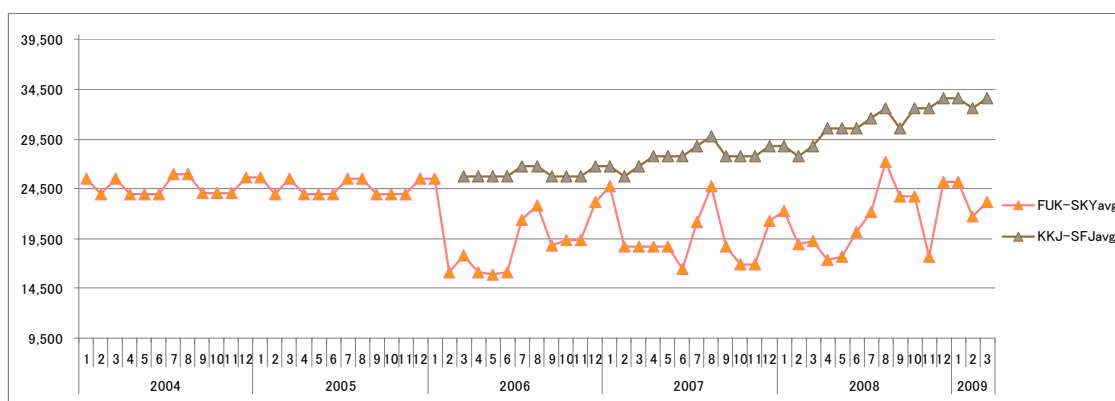
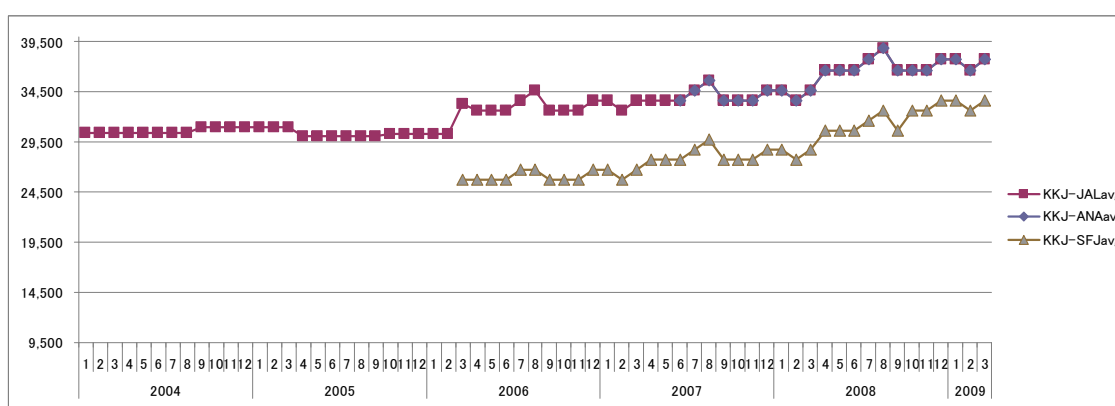
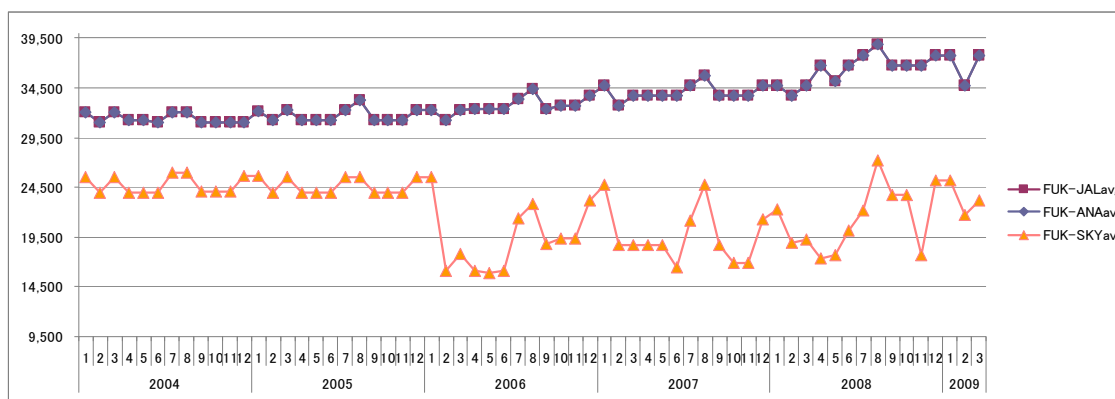


[出所] 国土交通省「航空輸送統計調査」平成16年度～平成20年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は近畿圏の各空港と羽田空港との間の旅客数（単位：人）である。
- ② 近畿圏として採用した空港は、大阪国際空港（伊丹空港）、関西空港、神戸空港、南紀白浜空港の4つである。

図5 普通運賃（最高価格と最低価格の平均値）

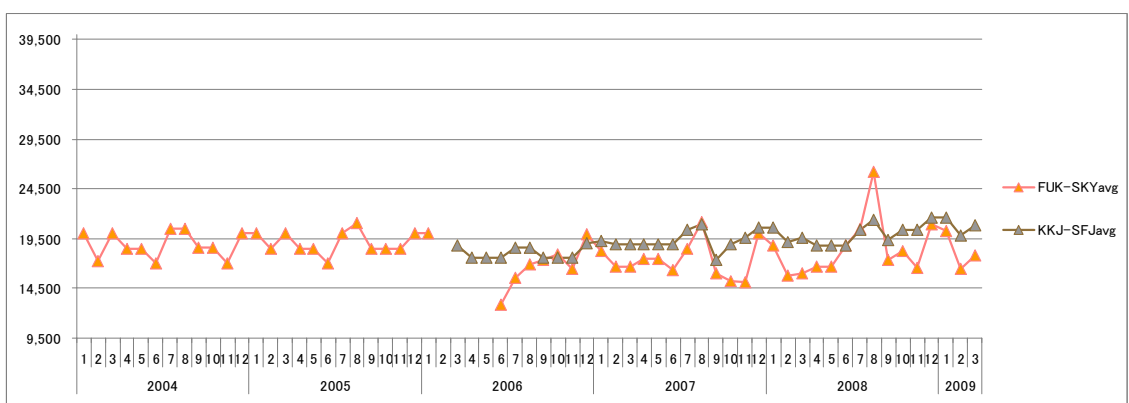
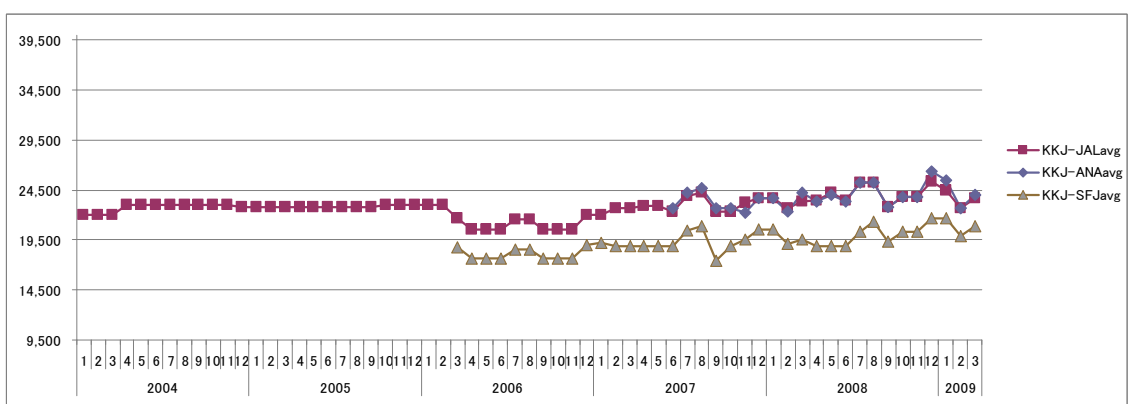
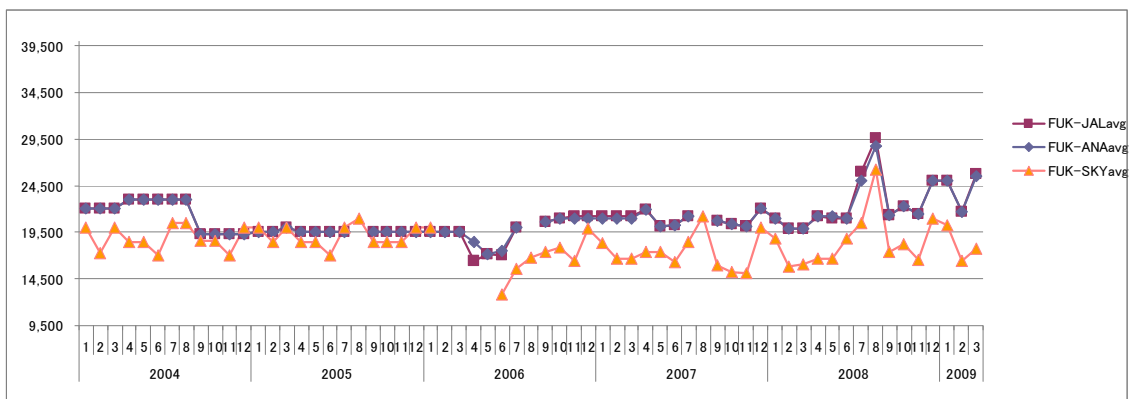


[出所] 北九州空港の2006年2月までの運賃：株式会社日本航空「プレスリリース」「国内線運賃のお知らせ」より作成 その他の運賃：国土交通省「航空輸送サービスに係る情報公開」平成15年度～平成20年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は羽田空港行のエコノミークラスの運賃（単位：円）である。各航空会社の各路線の各月の運賃のうち最大値と最小値を集計し、それを平均化した。
- ② FUKは福岡空港，KKJは北九州空港，JALは日本航空，ANAは全日空，SKYはスカイマーク，SFJはスターフライヤーを表す。

図6 前割1 (最高価格と最低価格の平均値)

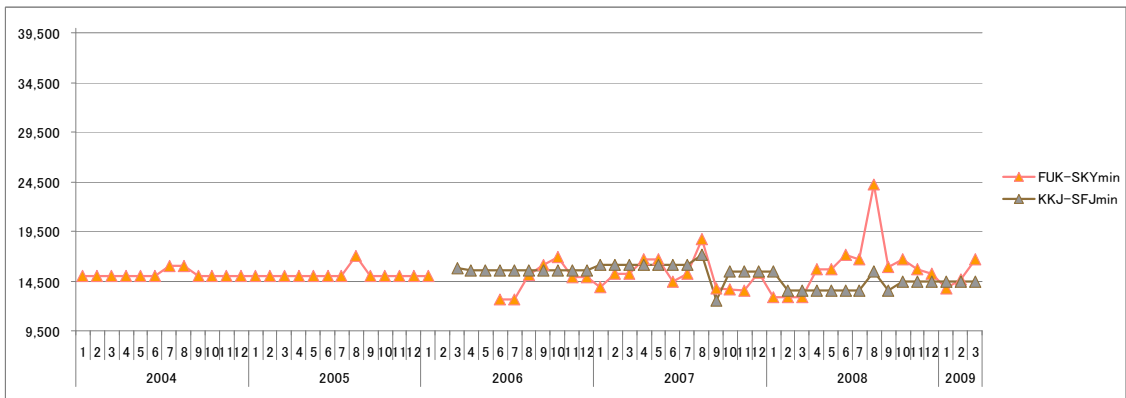
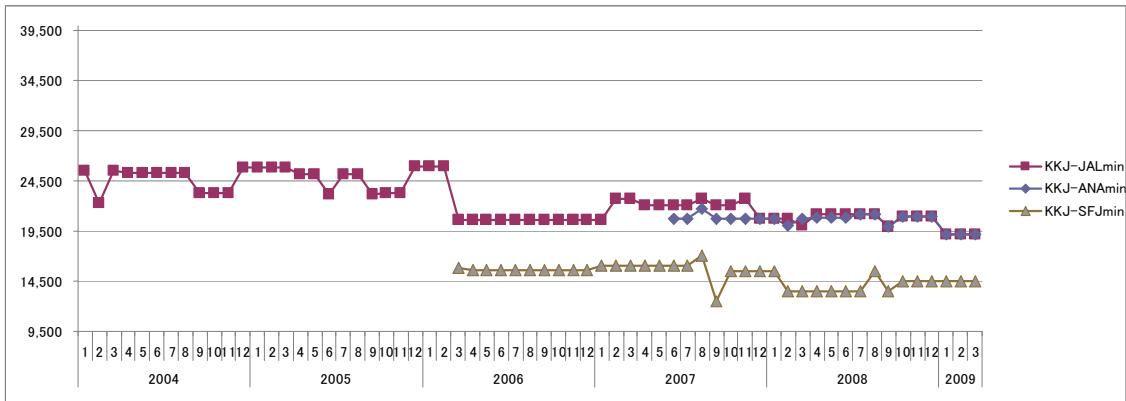
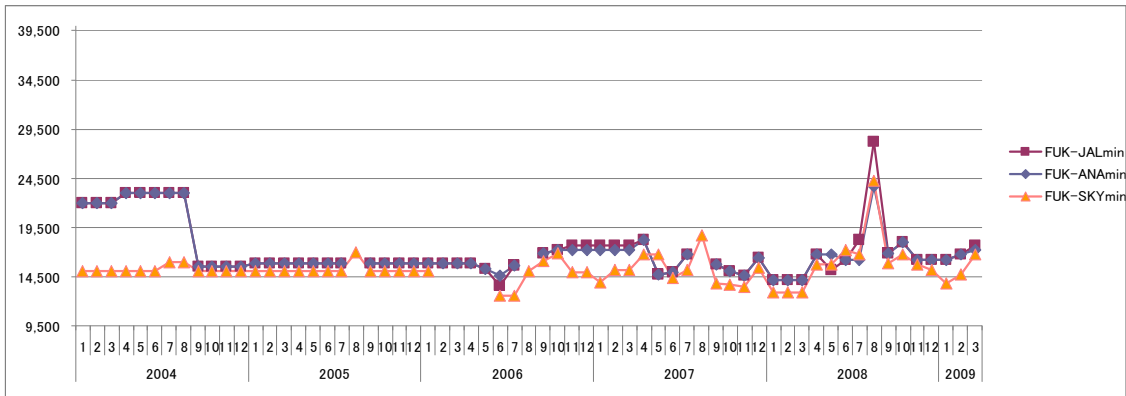


[出所] 北九州空港の2006年2月までの運賃：株式会社日本航空「プレスリリース」「国内線運賃のお知らせ」より作成 その他の運賃：国土交通省「航空輸送サービスに係る情報公開」平成15年度～平成20年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は羽田空港行のエコノミークラスの運賃（単位：円）である。各航空会社の各路線の各月の運賃のうち最大値と最小値を集計し、それを平均化した。
- ② FUKは福岡空港，KKJは北九州空港，JALは日本航空，ANAは全日空，SKYはスカイマーク，SFJはスターフライヤーを表す。

図7 前割1 (最低価格)



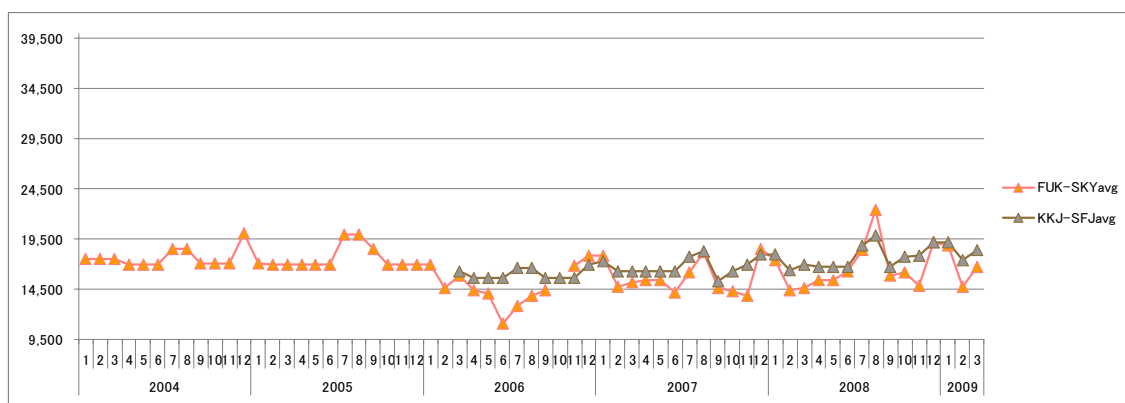
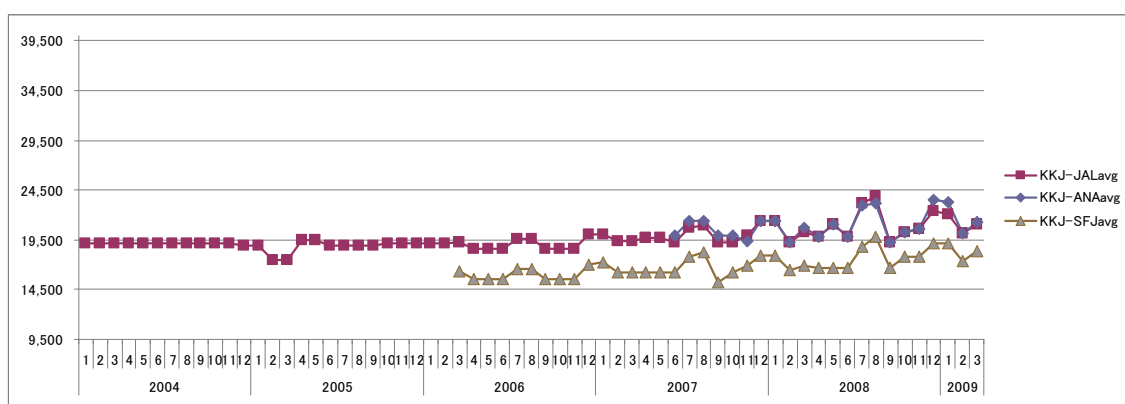
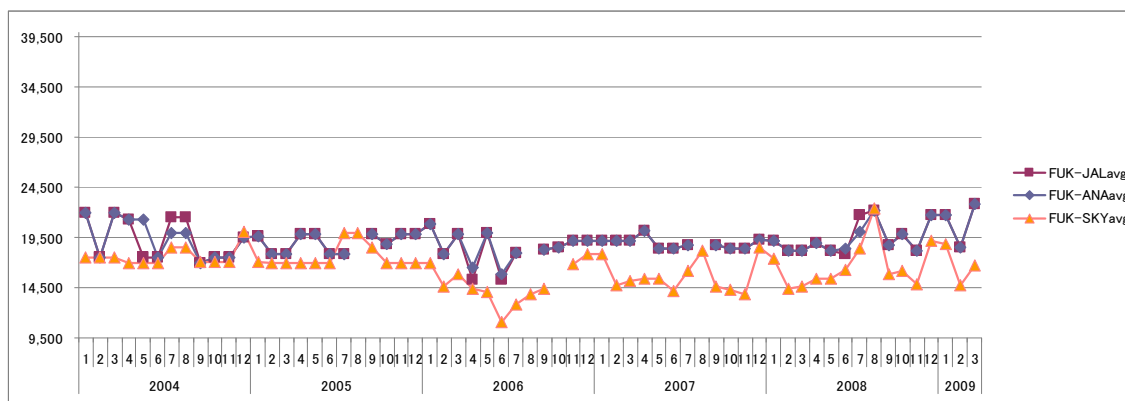
[出所]

北九州空港の2006年2月までの運賃：株式会社日本航空「プレスリリース」「国内線運賃のお知らせ」より作成 その他の運賃：国土交通省「航空輸送サービスに係る情報公開」平成15年度～平成20年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は羽田空港行のエコノミークラスの運賃（単位：円）である。
- ② FUKは福岡空港，KKJは北九州空港，JALは日本航空，ANAは全日空，SKYはスカイマーク，SFJはスターフライヤーを表す。

図 8 前割 7 (最高価格と最低価格の平均値)

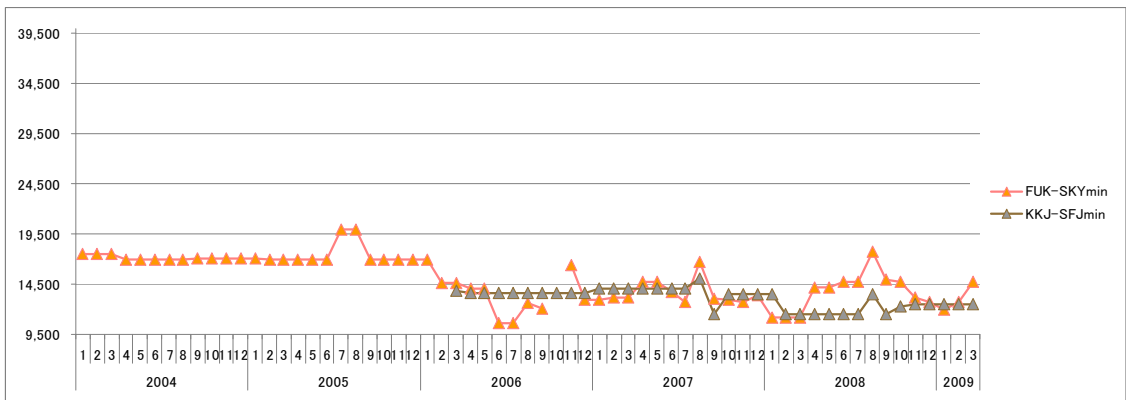
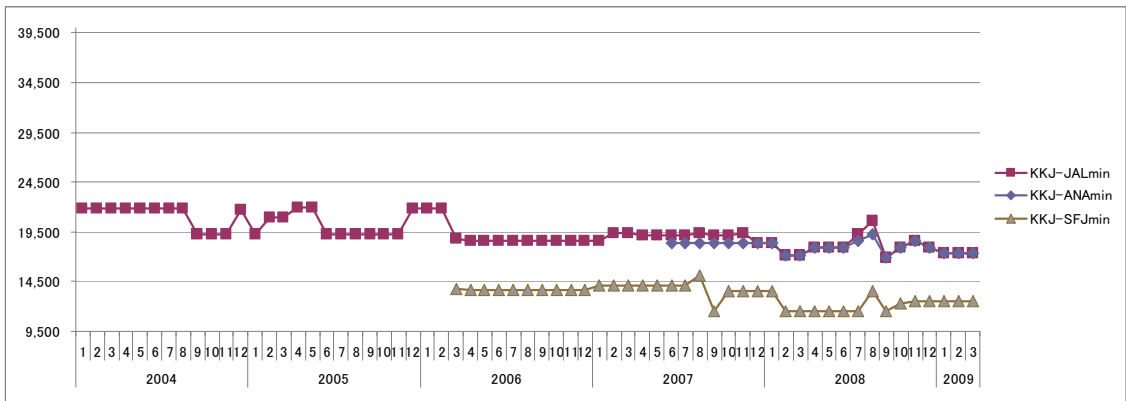
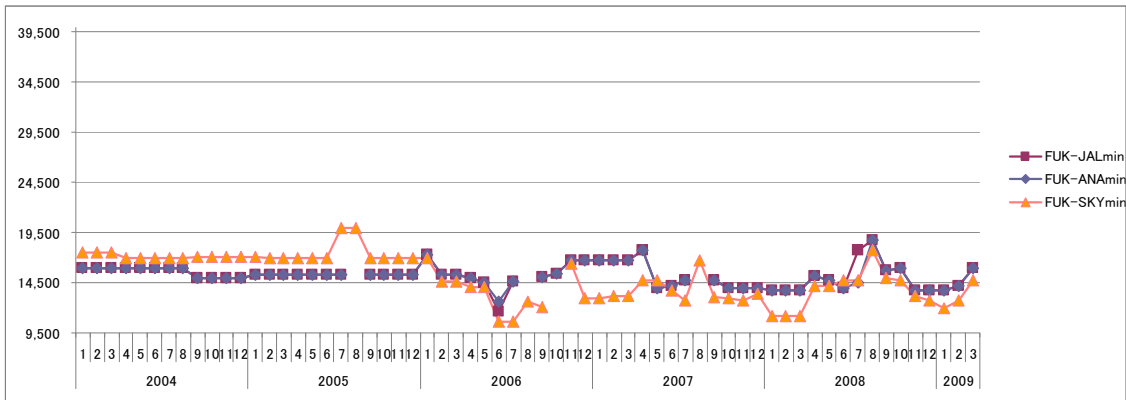


[出所] 北九州空港の 2006 年 2 月までの運賃：株式会社日本航空「プレスリリース」「国内線運賃のお知らせ」より作成 その他の運賃：国土交通省「航空輸送サービスに係る情報公開」平成 15 年度～平成 20 年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は羽田空港行のエコノミークラスの運賃（単位：円）である。各航空会社の各路線の各月の運賃のうち最大値と最小値を集計し、それを平均化した。
- ② FUK は福岡空港, KKJ は北九州空港, JAL は日本航空, ANA は全日空, SKY はスカイマーク, SFJ はスターフライヤーを表す。

図 9 前割 7 (最低価格)



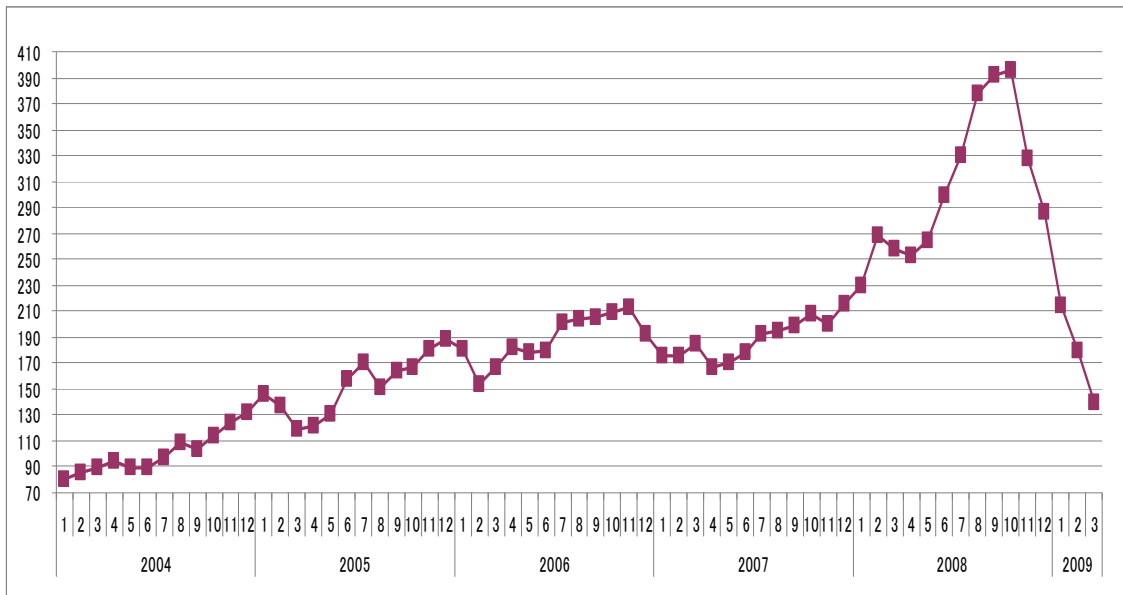
[出所]

北九州空港の 2006 年 2 月までの運賃：株式会社日本航空「プレスリリース」「国内線運賃のお知らせ」より作成 その他の運賃：国土交通省「航空輸送サービスに係る情報公開」平成 15 年度～平成 20 年度より作成

[注意]

- ① 縦軸は羽田空港行のエコノミークラスの運賃（単位：円）である。
- ② FUK は福岡空港，KKJ は北九州空港，JAL は日本航空，ANA は全日空，SKY はスカイマーク，SFJ はスターフライヤーを表す。

図 10 飛行機燃料の価格の推移



[出所]

アメリカ合衆国政府 Energy Information Administration

"Independent Statistics and Analysis"

[注意]

- ① 使用される燃料はジェットエンジンの燃料であるケロシンの先物市場での 3 か月前の価格で購入されている可能性が高いと判断し、シンガポール先物市場の各月の 3 か月前の値を採用した。
- ② 縦軸はケロシン 1 ガロン当たりの各月の平均価格（単位：米セント）である。

表1 福岡空港と北九州空港の各路線の状況

	福岡空港	北九州空港	各航空会社の状況		
			価格	機内サービス など	マイレージ サービス
日本航空 (大手)	既存会社	既存会社 本数はスターフライヤー と比べ少ない	高い	ある	ある
全日空 (大手)	既存会社	2007年6月にスターフライヤー とのコードシェアを開始 運航便はスターフライヤー	高い	ある	ある
スカイマーク (新興)	1998年9月に就航 本数は大手2社 と比べ少ない	就航せず	安い	ない	ない
スターフライヤー (新興)	就航せず	2006年3月に就航	安い	ある	ある ¹
各空港の状況	市街地から近い。地下鉄・パス などアクセスが豊富である。	市街地からやや遠い(約30分～ 60分)。パスなどアクセスする。 駐車場が広い。			

¹ マイレージサービスは存在するが、スターフライヤーは路線ネットワークが小さい上に、航空連合にも加盟していないため、日本航空(ワンワールドに加盟)や全日空(スターアライアンスに加盟)に比べて、マイレージサービスから得られる効用は低いと考えられる。

表2 各データの出所と解説

項目	内容	出所	注
旅客数	各航空会社の各路線の各月の旅客数	国土交通省「航空輸送統計調査」平成16年度～平成20年度	航空輸送統計ではコードシェア便の旅客数は運航会社の項目に合計されている。全日空とスターフライヤーが羽田－北九州間においてコードシェアを設定した平成19年6月以降の便については、スターフライヤーの運航・輸送実績を使用して算出した。
		株式会社スターフライヤー「運航・輸送実績」2005年度～2008年度 http://www.starflyer.jp/starflyer/traffic_figures/index.html	
航空シェア	旅客地域流動調査の福岡県－東京都間の旅客流動における「航空」の往復合計を、福岡県－関東各県＋山梨県間の旅客流動における「全機関」の往復合計で割ることで計算した。	国土交通省「貨物・旅客地域流動調査」 平成16年度～平成19年度	貨物・旅客地域流動調査では平成20年度分が未発表である。そこで、航空流動は航空輸送統計調査から算出し、全機関の流動はそれまでのトレンドから回帰分析によって予測した。
		国土交通省「航空輸送統計調査」平成20年度	
運航回数	各航空会社の各路線の各月の運航回数	国土交通省「航空輸送統計調査」平成16年度～平成20年度	
座席間隔	エコノミークラスにおける前の座席との間隔 (単位：インチ)	株式会社スターフライヤー「プレスリリース」 http://www.starflyer.jp/starflyer/press/2004/press_20041005.pdf	スカイマーク運航便(2009年11月19日SKY108便)における測定および電話での聞き取り
		SEATGURUにおける日本航空および全日空の項目 http://www.seatguru.com/charts/longhaul_economy.php	
国内線総旅客数	各航空会社における全路線の各月の旅客数	国土交通省「航空輸送統計調査」平成16年度～平成20年度	
給与	国民所得・国民可処分所得の分配 雇用者報酬 賃金・俸給の四半期の値(単位：10億円)	内閣府「国民経済計算」平成20年度	四半期(3ヶ月ごと)の各値を3ヶ月の中央の各月(つまり、5月・8月・11月・2月)の値とし、前後の月は線形的にトレンドを当てはめた。
企業所得	国民所得・国民可処分所得の分配 法人企業の分配所得受払後企業所得の四半期の値(単位：10億円)	内閣府「国民経済計算」平成20年度	四半期(3ヶ月ごと)の各値を3ヶ月の中央の各月(つまり、5月・8月・11月・2月)の値とし、前後の月は線形的にトレンドを当てはめた。

項目	内容	出所	注
運賃	各航空会社の各路線の各月の届出運賃のうち、普通運賃・前割1・前割7・前割30の最大値と最小値を集計し、それらを平均化した（単位：円）。	国土交通省「航空輸送サービスに係る情報公開」 平成15年度～平成20年度 http://www.mlit.go.jp/report/press/0812cab04_hh_000006.html	前割30がない場合は、前割20以降でもっとも30に近いものを採用した。「航空輸送サービスにおける情報公開」では日本航空のみ運航されていた旧北九州空港における運賃が公表されていないので、日本航空ホームページより集計した。
ケロシン価格	ジェットエンジンの燃料であるケロシンのシンガポール先物市場の各月の3ヶ月前の価格を採用した（単位：米セント/ガロン）。	株式会社日本航空「プレスリリース」国内運賃 http://press.jal.co.jp/ja/dom_fare/ 株式会社日本航空「国内線運賃のお知らせ」 http://www.jal.com/ja/press_dom/ アメリカ合衆国政府 Energy Information Administration "Independent Statistics and Analysis" http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RJETSIN5&f=M	各社のプレスリリースより、使用される燃料は3ヶ月前のケロシン先物市場の価格で購入されている可能性が高いと判断した。 http://press.jal.co.jp/ja/release/200805/000936.html http://www.ana.co.jp/topics/unchin/info_sub.html

表3 需要関数の推計 (1)

	<1>		<2>		<3>		<4>		<5>	
運賃	普通運賃		前割1		前割7		前割30		運賃平均	
運航回数 離発着ダミー SFJダミー					説明変数・操作変数 操作変数 操作変数					
	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)
(定数)	5.632	0.000	8.498	0.000	8.277	0.000	6.712	0.000	7.342	0.000
運航回数	0.912	0.000	0.810	0.000	0.860	0.000	0.921	0.000	0.889	0.000
座席間隔	-0.520	0.000	-0.456	0.000	-0.472	0.000	-0.519	0.000	-0.469	0.000
国内線総旅客数	-0.306	0.000	-0.087	0.009	-0.108	0.001	-0.227	0.000	-0.130	0.001
給与	0.023	0.281	-0.067	0.003	-0.050	0.027	0.001	0.960	-0.033	0.141
企業所得	0.030	0.169	-0.038	0.075	-0.021	0.319	0.021	0.268	-0.015	0.492
lnSjg	0.264	0.000	0.269	0.000	0.263	0.000	0.284	0.000	0.280	0.000
運賃	0.041	0.385	-0.259	0.000	-0.227	0.000	-0.083	0.003	-0.172	0.000
離発着ダミー SFJダミー										
Adjusted R2	0.946		0.944		0.938		0.945		0.944	
p値(F検定)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
	<6>		<7>		<8>					
運賃	前割1		前割7		運賃平均					
運航回数 離発着ダミー SFJダミー			説明変数 操作変数 操作変数							
	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)				
(定数)	8.608	0.000	8.221	0.000	8.197	0.000				
運航回数	0.832	0.000	0.883	0.000	0.902	0.000				
座席間隔	-0.465	0.000	-0.482	0.000	-0.461	0.000				
国内線総旅客数	-0.103	0.002	-0.134	0.000	-0.081	0.062				
給与	-0.068	0.003	-0.047	0.037	-0.056	0.020				
企業所得	-0.041	0.056	-0.022	0.305	-0.035	0.130				
lnSjg	0.285	0.000	0.279	0.000	0.304	0.000				
運賃	-0.253	0.000	-0.207	0.000	-0.246	0.000				
離発着ダミー SFJダミー										
Adjusted R2	0.944		0.940		0.937					
p値(F検定)	0.000		0.000		0.000					

※ 「Adjusted R2」とは、自由度調整済み決定係数のことである。

※ 係数は標準回帰係数の値であるが、定数項のみ、標準回帰係数は存在しないので標準化前の値を掲載した。

※ 灰色の部分は10%有意水準を満たさないもの。

表4 需要関数の推計 (2)

	<9>		<10>		<11>		<12>		<13>	
運賃	前割1		前割7		運賃平均		前割1		前割7	
運航回数 離発着ダミー SFJダミー			説明変数・操作変数 説明変数・操作変数 操作変数				説明変数・操作変数 操作変数 説明変数・操作変数			
	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)
(定数)	-0.006	0.995	-0.093	0.923	-0.815	0.375	11.291	0.000	10.585	0.000
運航回数	0.095	0.136	0.118	0.093	0.076	0.286	0.805	0.000	0.849	0.000
座席間隔	0.089	0.069	0.086	0.109	0.144	0.010	-0.813	0.000	-0.817	0.000
国内線総旅客数	0.055	0.093	0.052	0.124	0.102	0.025	0.283	0.000	0.226	0.000
給与	-0.032	0.117	-0.024	0.252	-0.027	0.221	-0.063	0.001	-0.040	0.018
企業所得	-0.030	0.116	-0.022	0.287	-0.030	0.167	-0.007	0.683	0.011	0.502
lnSjg	0.455	0.000	0.453	0.000	0.484	0.000	-0.048	0.254	-0.040	0.342
運賃	-0.176	0.000	-0.168	0.000	-0.188	0.000	-0.182	0.000	-0.121	0.000
離発着ダミー SFJダミー	0.957	0.000	0.967	0.000	1.039	0.000	0.633	0.000	0.610	0.000
Adjusted R2	0.955		0.946		0.944		0.962		0.965	
p値(F検定)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	

	<14>		<15>		<16>		<17>		<18>	
運賃	前割7		運賃平均		前割1		前割7		運賃平均	
運航回数 離発着ダミー SFJダミー			説明変数 説明変数・操作変数 操作変数				説明変数 操作変数 説明変数・操作変数			
	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)	係数	p値(t検定)
(定数)	0.589	0.613	0.500	0.670	10.486	0.000	9.743	0.000	10.043	0.000
運航回数	0.183	0.053	0.189	0.048	0.824	0.000	0.872	0.000	0.882	0.000
座席間隔	0.039	0.586	0.063	0.377	-0.706	0.000	-0.707	0.000	-0.712	0.000
国内線総旅客数	0.035	0.356	0.083	0.071	0.151	0.007	0.089	0.101	0.160	0.004
給与	-0.026	0.217	-0.034	0.129	-0.065	0.001	-0.041	0.020	-0.051	0.006
企業所得	-0.022	0.278	-0.033	0.122	-0.020	0.272	-0.001	0.976	-0.010	0.559
lnSjg	0.440	0.000	0.462	0.000	0.067	0.129	0.078	0.091	0.076	0.096
運賃	-0.170	0.000	-0.204	0.000	-0.202	0.000	-0.141	0.000	-0.178	0.000
離発着ダミー SFJダミー	0.887	0.000	0.899	0.000	0.430	0.000	0.400	0.000	0.439	0.000
Adjusted R2	0.947		0.946		0.962		0.963		0.963	
p値(F検定)	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	

※「Adjusted R2」とは、自由度調整済み決定係数のことである。

※ 係数は標準回帰係数の値であるが、定数項のみ、標準回帰係数は存在しないので標準化前の値を掲載した。

※ 灰色の部分は10%有意水準を満たさないもの。

表5 ダミー変数の設定

離発着ダミー	福岡空港を使用する便を1とするダミー変数
JALダミー	日本航空で購入された席の便を1とするダミー変数
ANAダミー	全日空で購入された席の便を1とするダミー変数
SFJダミー	スターフライヤーで購入された席の便を1とするダミー変数
開港ダミー	新北九州空港の開港した平成18年3月以降を1とするダミー変数
コードシェアーダミー	全日空とスターフライヤーが羽田-北九州間においてコードシェアーを設定した平成19年6月以降を1とするダミー変数
大型連休ダミー	大型連休に伴い、1月・4月・5月・8月・12月を1とする。

表 6 各変数の種別

内生変数の候補	航空便の特性 (x)	説明変数以外の 操作変数の候補
運航回数 lnSj/g 普通運賃 前割 1 前割 7 前割 30 運賃平均	運航回数 座席間隔 国内線総旅客数 離発着ダミー SFJ ダミー	離発着ダミー JAL ダミー ANA ダミー SFJ ダミー ケシロン価格 開港ダミー コードシェアダミー 大型連休ダミー