

複数空港地域間の国内航空市場を対象とした 需給均衡モデルによるシナリオ分析

丹生 清輝¹・井上 岳²・喜渡 基弘³・今村 喬広³

¹正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 空港研究部 空港計画研究室長（〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1）

E-mail:tansei-k92y2@ysk.nilim.go.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 空港研究部（〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1）

E-mail:inoue-g23i@ysk.nilim.go.jp

³正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 交通基盤事業本部航空部（〒206-8550 東京都多摩市関戸1-7-5）

E-mail: motohiro.kido@ss.pacific.co.jp

³正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 交通基盤事業本部航空部（〒206-8550 東京都多摩市関戸1-7-5）

E-mail: takahiro.imamura@ss.pacific.co.jp

本研究では、寡占的航空市場モデルとエアライン路線配便モデルとの組合せによる既存の国内航空市場分析モデルを、他交通機関（鉄道）との競合性をより考慮できるよう改良するとともに、複数空港地域間（首都圏～関西圏、首都圏～北部九州、関西圏～北部九州）の国内航空旅客流動を対象として各政策シナリオ別のシミュレーションを行った。その結果、便数制限や乗入れ機材制限よりも運賃低減につながる政策の方が、旅客需要の転換や全体効用水準変化の観点からより有効であること等が推測された。

Key Words : Cournot equilibrium, domestic air passenger demand, multiple airports region

1. はじめに

これまで航空・空港政策の企画立案や検討に用いられてきた定量的な分析手法は、専ら四段階推計法に基づく航空需要予測モデル¹⁾である。しかし、これまで個別空港で行ってきた航空需要予測値の精度に対する批判も少なからずあり、(新)北九州空港を対象に過去の旅客需要の予測値と実績値の乖離分析を行った結果を国土交通省航空局が2011(平成23)年4月にとりまとめ公表した「航空需要予測の乖離分析について」²⁾によれば、予測時点で想定した路線の多くが開港後に就航しなかったことが大きな乖離要因であった。

1997年のダブル・トリプルトラック参入基準の廃止や2000年2月の航空法改正による需給調整規制の廃止等の規制緩和により、国内航空市場は競争的市場への移行が進み、現在、エアラインは就航路線や運賃を原則自由に設定できることとなっている。このエアラインの供給行動を、航空需要予測モデルでは前提条件・シナリオ

とせざる得ないところにモデルの構造上及び予測精度上の限界がある。これに関しては、最近の撤退路線を対象とした分析と路線存続・撤退の判別分析を試みる研究³⁾がされている。

一方、交通政策審議会航空分科会の平成19年6月21日答申(今後の空港及び航空保安施設の整備及び運営に関する方策について～戦略的新航空政策ビジョン)⁴⁾では空港の配置的側面からの整備は概成したと明記され、この答申以降、空港政策の重要課題は「整備」から「運営」へシフトし、既存空港の有効活用が求められている。そのため、例えば関西圏や北部九州圏のような複数空港近接地域における役割分担のあり方や、羽田・伊丹・福岡のような需要や発着容量が逼迫している空港においていかに需要をマネジメントすべきかといった政策ニーズが高まっていると言える。

競争的な企業行動が可能となった現在の国内航空市場環境で、既存空港に関する政策を検討・立案する場合、将来航空需要だけでなく、その政策が市場に与えるであ

ろう様々な影響を可能な限り定量的に推定することが必要となる。その際に、エアラインの行動を与件として扱うこれまでの航空需要予測モデルでは不十分である。そこで、実務的に利用できる政策分析ツールを目指し、寡占的航空市場におけるクールノー均衡モデルと、近接空港間におけるエアラインの路線便数配分モデルの組合せによる国内航空市場分析モデル（以下「既存モデル」）の構築を、これまで石倉ら⁵⁶⁾は進めてきた。既存モデルでは、OD間および路線間における需要・便数の相対的關係は概ね再現することができたが、他交通機関（鉄道）との競合性、旅客需要の転換に課題があった。そこで本研究では、その競合性をより考慮できるように既存モデルを改良するとともに、複数空港地域間（首都圏～関西圏、首都圏～北部九州、関西圏～北部九州）の国内航空旅客流動を対象として各政策シナリオ別のシミュレーションを行う。

2. 既存モデルとその改良

(1) 既存モデルの枠組み概要

既存モデルは、クールノー均衡モデルと路線便数配分モデルを組合せた2層のモデルから構成される。

第1層モデルでは、全国47の粗いゾーン（以下「ODゾーン」）間において寡占市場のクールノー均衡モデルを適用してODゾーン間の総航空旅客需要と均衡運賃を出力する。

第2層モデルでは、第1層モデルの出力結果を与件とし、第1層よりも細分化されたゾーン（以下「生活圏ゾーン」）を集計単位とする。旅客は、空港アクセス条件と航空サービスレベルである路線便数を考慮してロジット型の経路選択を行う一方、各エアラインは、路線に投入される機材のロードファクターを最適化するという行動規範の下、旅客の経路選択行動を考慮して路線毎の配便数を決定する。即ち、エアラインの路線別便数配分と、旅客の経路選択行動の均衡解として、第2層モデルでは路線別の便数および旅客数が得られることとなる。

なお、既存モデルの定式化含む詳細については、参考文献⁵⁶⁾を参照されたい。

(2) 既存モデルの改良

既存モデルでは、他交通機関（鉄道）との競合については第1層モデルで考慮される。しかし、第2層モデルではODゾーン間の航空旅客需要が第1層モデルの出力値で固定されているため、ODゾーン内に複数空港、ODゾーン間に複数路線がある場合、需要はそれら航空路線間でのみ配分され鉄道への転換は第2層モデルでは考慮されないモデル構造となっている。

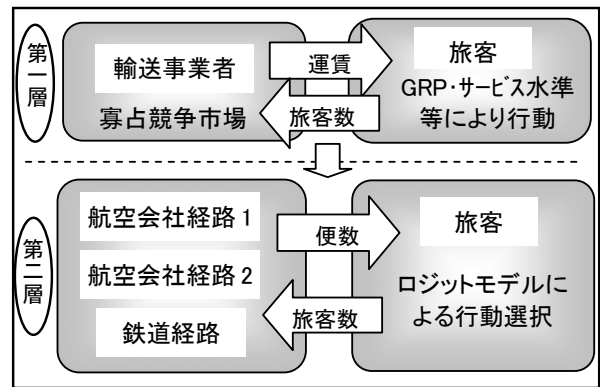


図-1 改良モデルの概念

そこで、第2層モデルにおいても鉄道との競合性が反映できるよう部分的に改良を行う。図-1は改良モデルの概念図で、改良の概要について以下述べる。

a) 第1層モデル

第1層モデルにおける改良では、寡占市場のプレイヤーとしての輸送事業者に加え、鉄道会社も加え、既存モデルと同様、同一のODゾーン間に参入している各輸送事業者の設定運賃は均衡すると仮定した。エアラインと鉄道会社は厳密には同質サービスを提供するプレイヤーではないが、第2層モデルで競合が考慮できるよう、鉄道会社も寡占市場のプレイヤーに加えたものである。また、運賃の均衡については、新幹線と競合する航空路線においては、エアラインは鉄道運賃を意識して航空運賃を設定しているという著者らのこれまでのエアラインへのヒアリング調査結果等に基づいている。

第1層モデルの出力として、ODゾーン間の運賃と旅客需要（＝座席供給量）の均衡解が得られ、ここで得られた旅客需要が、第2層モデルの入力値となる。ただし、既存モデルと異なり、このODゾーン間の旅客需要は鉄道と航空の旅客需要を合算したものである。

既存モデルと同様、全国47ODゾーンとして、需要関数は式(1)のとおり推定された。

$$\ln OD_{IJ} = \beta_0 + \theta_{M_{IJ}} \ln(p_{IJ}^{air}) + \beta_1 \ln(p_{IJ}^{rail}) + \beta_2 \ln(Y_I) + \beta_3 \ln(Y_J) + \beta_4 \ln(l_{IJ}^{air}) \quad (1)$$

ただし、

OD_{IJ} : ODゾーンIJ間の旅客需要

M_{IJ} : ODゾーンIJ間の参入エアライン数

p_{IJ}^{air} : ODゾーンIJ間の航空運賃

p_{IJ}^{rail} : ODゾーンIJ間の鉄道運賃

Y_I : 発ゾーンIのGRP

Y_J : 着ゾーンJのGRP

l_{IJ}^{air} : ODゾーンIJ間の航空路線数

であり、パラメータ θ 、 β の推定結果は表-1のとおりである。

表-1 需要関数のパラメータ推定結果

	パラメータ値	t値
航空運賃(円)_エアライン1社ダミー	θ_1	-6.33E-01
航空運賃(円)_エアライン2社ダミー	θ_2	-5.51E-01
航空運賃(円)_エアライン3社ダミー	θ_3	-5.13E-01
定数項	β_0	9.58E+00
鉄道運賃(円)	β_1	-1.53E+00
発ゾーンGRP(円)	β_2	7.08E-01
着ゾーンGRP(円)	β_3	7.05E-01
航空路線数	β_4	4.08E-01
	サンプル数	220
	自由度修正決定係数	0.913

この需要関数とパラメータ値の推定にあたっては、第4回(2005年)全国幹線旅客純流動調査結果のうち、航空・鉄道両方の旅客実績があること、丹生⁸⁾、丹生ら⁹⁾が推定した航空実勢運賃データが得られていること、さらにゾーン間距離 200km 以上であること、の条件で抽出される OD ペアの需要データを用いた。また、航空運賃は、丹生⁸⁾、丹生ら⁹⁾に基づく実勢運賃(2005年航空旅客動態調査結果から求めた各路線一人あたりの平均購入運賃)、鉄道運賃は 2005年10月時点の最短時間経路の正規運賃(指定席、のぞみ利用可、最短時間経路で利用する在来線特急も考慮)とした。GRP は 2005年度県民経済計算年報データを用い、航空路線数と参入エアライン数は 2005年10月時点とし、参入航空会社数についてはゾーン間路線のうち最も参入の多い路線の参入エアライン数を用いた。

輸送事業者の費用関数は、Brander and Zhang¹⁰⁾に従って、今回のモデル改良にあたり式(2)を準用する。

$$C_{IJa} = cpm_a \cdot \left(\frac{DIS_{IJ}}{AFL_a} \right)^{-\theta} \cdot DIS_{IJ} \cdot OD_{IJa} \quad (2)$$

ただし、

- C_{IJa} : ODゾーンIJ間の輸送事業者 a の輸送費用
- cpm_a : 輸送事業者 a のユニットコスト
- DIS_{IJ} : ODゾーンIJ間の路線距離
- AFL_a : 輸送事業者 a の平均飛行距離
- θ : ユニットコストの距離弾力性
- OD_{IJa} : ODゾーンIJ間の輸送事業者 a の旅客需要 (座席供給量に同じ)

である。

式(2)は、 θ を用いて総費用が路線距離に対して弾力的に変化(逓減)することを表現しており(但し輸送事業者はエアラインに限る)、 θ の値は Brander and Zhang¹⁰⁾によれば 0.5 が用いられ(鉄道会社の場合は 0)、0 とすれば既存モデルと同じ費用関数となる。ユニットコストは、公表資料(JAL, ANA, JR 各社の財務資料)から可変費用に相当する営業費目を集計し、旅客人キロ(RPK)で除した値を用いると、例えば ANA は 11.151 円/人キロ、

鉄道会社については 8.439 円/キロと設定される。

需要関数と費用関数以外のモデルの枠組み(利潤最大化行動、クールノー競争を前提とした一階の条件)については、既存モデルと同じである。

b) 第2層モデル

第2層モデルにおける改良では、入力値となる OD ゾーン間旅客需要は航空旅客だけでなく鉄道旅客も含まれ、旅客の交通機関・経路選択行動は式(3)(4)(5)で表されるものとする。

$$P_{ijar} = \frac{\exp(V_{ijar})}{\sum_{a,r \in c_{ij}} \exp(V_{ijar})} \quad (3)$$

$$V_{ijar} = \sum_k (\beta_k \cdot X_{ijkar}) \quad (4)$$

$$OD_{IJar} = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (OD_{ij} \cdot P_{ijar}) \quad (5)$$

ただし、

P_{ijar} : 生活圏ゾーンij間の輸送事業者a 経路r の選択確率

V_{ijar} : 生活圏ゾーンij間の輸送事業者a 経路r の効用関数

c_{ij} : 生活圏ゾーンij間の経路の集合

X_{ijkar} : 生活圏ゾーンij間の輸送事業者a 経路r のk 番目の交通サービス指標

β_k : パラメータ

OD_{IJar} : ODゾーンIJ間の輸送事業者 a 経路 r の旅客需要

である。

効用関数のパラメータ値 β は、表-2のとおり推定された。この推定にあたって用いた需要データは、第4回(2005年)全国幹線旅客純流動調査の生活圏ゾーンを基に首都圏・関西圏等を細分化した全国223の生活圏ゾーンに分割したデータのうち、本研究でシミュレーション対象とする首都圏～関西圏、首都圏～北部九州及び関西圏～北部九州の旅客の交通手段・経路選択行動が十分モデ

表-2 効用関数のパラメータ推定結果

	パラメータ値	t値
所要時間(分)	β_1	-1.18E-02
費用(円)	β_2	-5.87E-05
ln(航空便数)	β_3	5.80E-01
滞在可能時間(分)	β_4	5.50E-04
アクセシビリティ指標	β_5	8.55E-01
ダミー変数(航空0, 鉄道1)	β_6	3.37E+00
エアライン参入数	β_7	6.06E-01
	サンプル数	5,000
	的中率	0.7286
	尤度比	0.2750

ルに反映されるよう、エリア内を新幹線が通過する 115 ゾーンに係るデータのみを用いた。なお、旅行目的は業務・観光・私用の区別をせず、全目的旅客を対象とし 5,000 サンプルを用いた。

また、所要時間は 2005 年 10 月時点の時刻表データを用い、航空の場合は両空港間の所要時間、鉄道の場合は両生活圏ゾーンの中心地最寄りの幹線鉄道駅間（以下「鉄道駅」）の所要時間とした。費用(運賃)については、a)第 1 層モデルの需要関数パラメータ推定時と同じデータを用い、航空便数の説明変数は 2005 年 10 月時点の片道便数の自然対数をとった（鉄道経路の場合は 0）。また、滞在可能時間は午前 5 時に出発し当日深夜 1 時までには帰着する条件下での旅行先最長滞在時間を用い、エアライン参入数も 2005 年 10 月時点のデータを用い鉄道経路の場合は 0 とした。なお、アクセシビリティ指標 (ACC) については、既存国内航空需要予測モデル⁹⁾の航空経路選択モデルで用いた ACC と同じであるが、鉄道の場合は鉄道駅までの ACC を改めて算定した。

第 2 層モデルのうち、路線別便数配分モデルの定式化は、既存モデルに基づき式(6)(7)のとおりである。

$$\min_{Freq_{ar}, Freq_{a2}, \dots, Freq_{ar}} \sum_{r \in R_{IJa}} (Seat_{ar} \cdot TLF_{ar} \cdot Freq_{ar} - OD_{IJa})^2 \quad (6)$$

subject to

$$Seat_{ar} \cdot TLF_{ar} \cdot Freq_{ar} - OD_{IJa} \geq 0 \quad (7)$$

ただし、

$Seat_{ar}$: 輸送事業者 (エアライン) a 経路 r の機材座席数

TLF_{ar} : 輸送事業者 (エアライン) a 経路 r の目標 LF

ードファクタ

$Freq_{ar}$: 輸送事業者 (エアライン) a 経路 r の便数

OD_{IJa} : ODゾーン IJ 間の輸送事業者 (エアライン) a 経路 r の旅客需要

R_{IJa} : ODゾーン IJ 間の輸送事業者 (エアライン) a の経路の集合

である。なお、鉄道については午前 5 時に出発し当日深夜 1 時までには帰着できる便数 (片道) で固定することとした。

3. シミュレーション

今回改良したモデルを用い、複数空港を有する地域間 (首都圏～関西圏、首都圏～北部九州、関西圏～北部九州) の国内航空旅客流動を対象としてシナリオ別のシミュレーション分析を行った。

今回は、次の(1)で述べるように 2005 年実績をベース (基本ケース) として各シナリオを設定したため、第 1 層モデルの出力データであり第 2 層の入力データとなる OD ゾーン間旅客需要と運賃 (航空の実勢運賃含む) は既にも実績データで得られている。そこで、今回はこの 2005 年実績データをインプットとして第 2 層モデルを用いたシミュレーション分析を行う。

(1) シナリオ

複数空港を有する地域間 (首都圏～関西圏、首都圏～北部九州、関西圏～北部九州) について、シナリオ別のシミュレーション分析を行ったところ、結果的には 3 つの地域間ともほぼ似た結果が得られたため、本稿では首都圏～関西圏について述べることにする。

表-3 シナリオケース (首都圏-関西圏)

路線名	区分	基本ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7
		2005年実績	機材制約①	機材制約②	便数制約①	便数制約②	便数・機材制約	運賃戦略①	運賃戦略②
成田-伊丹	座席数/便	220 席	150 席	150 席	220 席	220 席	150 席	220 席	220 席
	日便数	3 便	3 便	3 便	3 便	3 便	3 便	-	-
	運賃/便	13,331 円	13,331 円	13,331 円	13,331 円	13,331 円	13,331 円	13,331 円	13,331 円
	目標LF	64 %	64 %	64 %	64 %	64 %	64 %	64 %	64 %
羽田-伊丹	座席数/便	470 席	400 席	250 席	470 席	470 席	250 席	470 席	470 席
	日便数	29 便	29 便	29 便	20 便	10 便	20 便	-	-
	運賃/便	12,069 円	12,069 円	12,069 円	12,069 円	12,069 円	12,069 円	12,069 円	12,069 円
	目標LF	65 %	65 %	65 %	65 %	65 %	65 %	65 %	65 %
羽田-関西	座席数/便	220 席	220 席	220 席	220 席	220 席	220 席	220 席	220 席
	日便数	19 便	-	-	-	-	-	-	-
	運賃/便	11,563 円	11,563 円	11,563 円	11,563 円	11,563 円	11,563 円	10,407 円	8,094 円
	目標LF	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %
羽田-白浜	座席数/便	138 席	138 席	138 席	138 席	138 席	138 席	138 席	138 席
	日便数	3 便	-	-	-	-	-	-	-
	運賃/便	13,379 円	13,379 円	13,379 円	13,379 円	13,379 円	13,379 円	13,379 円	13,379 円
	目標LF	42 %	42 %	42 %	42 %	42 %	42 %	42 %	42 %

(注: 斜体 が基本ケースから変更したシナリオ設定値)

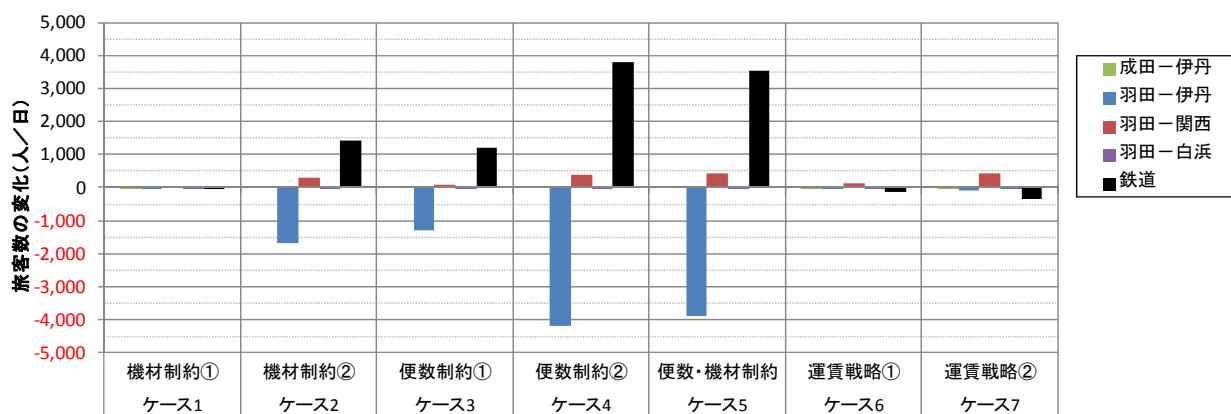


図-2 シミュレーションによる基本ケースからの旅客数変化

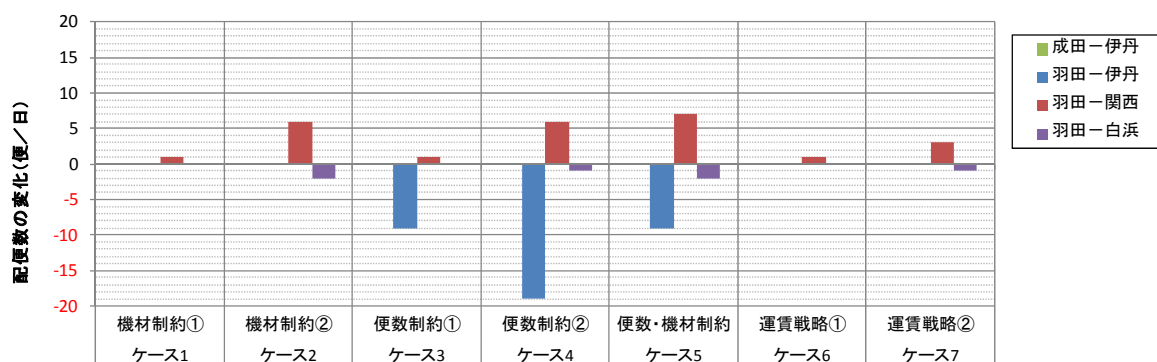


図-3 シミュレーションによる基本ケースからの配便数の変化

表-4 シミュレーションによる効用水準の変化

路線・経路	基本ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7
	2005年実績	機材制約①	機材制約②	便数制約①	便数制約②	便数・機材制約	運賃戦略①	運賃戦略②
成田-伊丹	0.020		-0.000			-0.003		
羽田-伊丹	1.645	+0.000	-0.411	-0.320	-0.935	-0.880		
羽田-関西	0.372	+0.011	+0.064	+0.011	+0.064	+0.074	+0.041	+0.134
羽田-白浜	0.008		-0.004		-0.002	-0.004		-0.002
鉄道	9.918							
合計	11.962	+0.011	-0.350	-0.308	-0.872	-0.812	+0.041	+0.133

設定シナリオケース（モデルの入力値）を表-3に示す。具体的には、2005年実績をベース（基本ケース）とした上で、伊丹空港への乗り入れ機材サイズが制約された場合（ケース1,2,5）、伊丹路線の便数が制約された場合（ケース3,4,5）、関西路線のみ運賃水準が低下した場合（2005年実勢運賃から10%減がケース6、同30%減がケース7）を設定する。政策的なシナリオとすれば、本来は着陸料等の公租公課の軽減ケースを設定すべきではあるが、その軽減と運賃低減との定量的関係が明らかにはなっていないため、今回は直接的に運賃低減をシナリオ設定した。また、目標ロードファクターは実績値で設定する。

なお、2005年実績をベースとしているため、2006年2月に開港した神戸空港を発着する路線はシミュレーションしていないことに留意されたい。

(2) シミュレーションによるシナリオ分析結果

シミュレーション結果を図-2～3、表-4に示す。図-2は基本ケース（2005年実績値）からの各路線・経路の旅客数の変化、図-3は各路線の配便数の変化である。また、表-4は、 $\exp(V)$ （ただし V は式(4)で求められる効用）を、旅客比率を用いて加重平均した値を、その路線・経路の効用水準として算出し、基本ケースからの変化をシナリオ別に示したものである。

成田-伊丹路線に加えて羽田-伊丹路線でも機材サイズを制約したケース2において、わずかではあるが羽田-関西路線へ旅客が転換し便数も増加している。ただ、ほとんどの旅客が鉄道（新幹線）に転換する結果となった。羽田-伊丹路線の便数を制約したケース3,4では、さらに多くの旅客が鉄道に転換する結果となった。これは、2005年時点で、関西路線に比べ鉄道経路の効用水

準が高いことに起因していると推測される。羽田ー関西路線のみ運賃水準が低下したケース 6,7 では旅客や便数の変化は少ないものの、ケース 3,4 に比べて鉄道への転換が抑制された上で関西路線に旅客が転換し、さらに全路線・経路合計の効用水準も増加する結果となった。

4. おわりに

寡占的航空市場モデルとエアライン路線配便モデルとの組合せた既存の国内航空市場分析モデルを、他交通機関（鉄道）との競合性をより考慮できるよう改良するとともに、複数空港地域間（首都圏ー関西圏、首都圏ー北部九州、関西圏ー北部九州）の国内航空旅客流動を対象として各政策シナリオ別のシミュレーションを行った。

本稿で述べなかった首都圏ー北部九州、関西圏ー北部九州も含めてシミュレーションで得られた分析結果を整理すると以下のとおりである。

- ・OD 間距離が比較的短い首都圏ー関西圏、関西圏ー北部九州において、伊丹路線で機材サイズ制約や便数制約を行った場合、転換する旅客のほとんどが鉄道に転換する。
- ・OD 間距離が比較的長い首都圏ー北部九州においては、羽田ー福岡路線で便数制約を行った場合、他の航空路線（羽田ー北九州、羽田ー佐賀）に転換する旅客の方が、鉄道に転換する旅客よりも多い。
- ・ある航空路線（例えば旅客増を図りたい路線）において運賃水準が低下した場合、（他の路線で）機材サイズや便数を制約する場合に比べて、全体的に旅客転換の規模は小さくなるものの、競合する鉄道への転換は抑制され、全体の効用水準も増加する。

以上のことから、今回のモデルによるシミュレーションによれば、混雑する路線や容量が逼迫する空港での便数制約や乗り入れ機材サイズの制約といったいわゆる裁量的手法よりも、（他路線から旅客需要を転換させ旅客増を図りたい路線での）運賃水準の低減につながるようないわゆる経済的手法の方が、他機関との競合性や効用水準の増加の観点からはより望ましく有効な空港需要のマネジメント手法と推測される結果となった。

今回のモデル改良における需要関数、効用関数のパラ

メータやシミュレーション分析結果は、あくまでも第4回(2005年)全国幹線旅客純流動調査結果に基いたものである。したがって、最新の2010年の同調査結果のデータが利用可能となれば、改めてパラメータ推計やモデル再現性の確認等を行い、シミュレーション分析を行っていくべきものと考えている。

謝辞：既存モデルの改良にあたっては、首都大学東京の石倉智樹准教授から貴重なご意見をいただきましたので、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所空港研究部空港計画研究室：航空需要予測について（<http://www.yks.nilim.go.jp/kakubu/kukou/keikaku/juyou1.html>）。
- 2) 国土交通省航空局：航空需要予測の乖離分析について（http://www.mlit.go.jp/report/press/cab06_hh_000001.html），2011。
- 3) 丹生清輝・磯野文暁・植原慶太・井上岳：国内航空路線の撤退・存続に関する分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 45，CD-ROM，2012。
- 4) 国土交通省交通政策審議会航空分科会：今後の空港及び航空保安施設の整備及び運営に関する方策について 答申ー戦略的新航空政策ビジョンーについて（http://www.mlit.go.jp/koku/04_outline/08_shingikai/05_18_bunkakai/img/1_toushin.pdf），2007。
- 5) 石倉智樹・石井正樹：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，国土技術政策総合研究所資料，第314号，2006。
- 6) 石倉智樹：寡占市場モデルと路線配便モデルの組合せによる国内航空市場分析手法，土木計画学研究・論文集，Vol.24，no.3，pp413-420，2007。
- 7) Ishikura, T. and Tansei, K. : A Domestic Air Demand Model for Analysis of Airport Competition Situation, Research Report of NILIM, No.38, 2009.
- 8) 丹生清輝：国内航空の運賃に関する分析，国土技術政策総合研究所資料，第612号，2010。
- 9) 丹生清輝・磯野文暁・大石礎：国内航空の運賃に関する分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 44，CD-ROM，2011。
- 10) Brander, J. A. and Zhang, A. : Market Conduct in the Airline Industry : An Empirical Investigation, Rand Journal of Economics, Vol.11, No.4, pp. 567-583, 1990.