

ISSN 1346-7301

国総研研究報告 第24号

平成 17 年 9 月

国土技術政策総合研究所 研究報告

RESEARCH REPORT of National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 24

September 2005

航空輸送サービス産業の生産性向上を考慮した
応用一般均衡モデルによる空港整備効果分析
:羽田空港を例として

石倉智樹

An Analysis of Productivity Improvement of Air Transport Industry and Inter-industrial
Economic Effects brought by Slot Capacity Expansion of Haneda Airport

Tomoki ISHIKURA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

航空輸送サービス産業の生産性向上を考慮した 応用一般均衡モデルによる空港整備効果分析 ：羽田空港を例として

石倉智樹*

要 旨

航空輸送サービスが供給されるためには、労働や資本のような生産要素だけではなく、空港という社会資本が不可欠である。空港容量の制約は航空輸送サービスの生産力の制約となり、航空需要（すなわち供給量）の増大にともなって限界生産性が低下する。したがって、空港容量の拡大、特に航空ネットワークの中心となる空港における容量拡大は、単に輸送能力の拡大をもたらすだけでなく、生産効率性の改善をももたらすと考えられる。

本研究は、空港容量の拡大が我が国の航空輸送サービス産業の生産効率性に寄与してきた効果を、全要素生産性アプローチにより推定し、応用一般均衡モデルとの結合により、その国民経済的效果についても推定する手法を提案する。さらに本研究は、本手法を羽田空港を事例に適用し、これまでの発着容量拡大がもたらしてきた経済効果を推定するとともに、再拡張によってもたらされる経済効果についても試算を行った。

キーワード：全要素生産性，応用一般均衡モデル，容量拡大，羽田空港

* 空港計画研究室研究官

〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5032 Fax：046-844-5080 E-mail：ishikura-t92y2@ysk.nilim.go.jp

An Analysis of Productivity Improvement of Air Transport Industry and Inter-industrial Economic Effects brought by Slot Capacity Expansion of Haneda Airport

Tomoki ISHIKURA *

Synopsis

Production activity of air transport needs airport infrastructure as well as production factors such as labor and capital. The airport capacity constraint is a bottleneck of production capacity of air transport and the increase of air transport demand weakens marginal productivity of air transport. Therefore, capacity expansion of airports, in particular of core airports of the network, can bring not only the expansion of transport capacity but also the improvement of efficiency of productivity of air transport industry.

This paper proposes a methodology that estimates the contribution of airport capacity enhancement to air transport industry and the economic effect simultaneously. The methodology is developed by the combination of Total Factor Productivity approach and Computable General Equilibrium mode. Furthermore this paper practically evaluates the economic contribution of the past Haneda Airport's capacity expansion and estimates the economic effect by re-expansion project of Haneda Airport as a case study.

Key Words: Total Factor Productivity, Computable General Equilibrium Model, Capacity Expansion, Haneda Airport

* Researcher, Airport Planning Division, Airport Department

目 次

1 . はじめに	1
2 . 空港の生産性と空港整備による経済効果に関する既存研究	1
3 . 羽田空港の容量拡大による航空輸送サービス生産技術への影響	1
3.1 航空輸送サービス産業の生産関数の推定	1
3.2 生産関数を用いたシミュレーション分析	3
4 . 応用一般均衡（C G E）モデルを用いた羽田空港容量拡大による経済効果の分析	3
4.1 モデルの概要と前提条件	3
4.2 モデルの定式化	4
4.3 羽田空港の発着容量拡大によってもたらされる国民経済効果の分析	5
4.4 モデルの感度分析	6
4.5 羽田空港再拡張がもたらす生産性向上およびその経済効果	7
5 . おわりに	9
参考文献	9
付録	10

1. はじめに

空港整備は、直接的には空港容量拡大や施設機能の向上などの効果をもたらす、その結果として航空機運航の効率化、安全性や確実性の向上等、様々な形で航空輸送サービスの発展に寄与する。これは、航空輸送サービスの供給における生産性の向上と捉えることができる。

我が国の国内航空輸送ネットワークの中心的空港は、東京国際空港（以下羽田空港と呼ぶ）である。したがって、羽田空港の容量拡大が、航空輸送サービス産業の生産性へ寄与する度合は大きいと考えられる。

また、航空輸送サービスは、様々な産業の生産活動において中間投入として利用されるため、この生産性の向上の効果は航空輸送サービス産業のみならず、あらゆる産業の経済活動に波及すると考えられる。その結果、国民経済レベルでの大きな効果が生じると期待される。

一般に用いられる（部分均衡的な）費用便益分析の手法や産業連関分析による経済効果手法では、事前に with/without それぞれのケースについて航空需要予測値を推定することが必要となる。このため、需要予測値が得られていなければ、経済効果計測を行うことができないという問題点を抱えている。したがって、航空需要予測値の有無に依存せず、空港整備による経済効果を直接推定する手法が望まれる。

そこで、本研究は、羽田空港の容量拡大による航空輸送サービスの生産性向上、およびその経済波及効果・便益を、需要予測値の有無に依存せず、評価する手法を構築する。さらに本研究は、羽田空港の整備が我が国経済に及ぼしてきた効果、再拡張事業等による将来の容量拡大がもたらす効果についても試算を行う。

2. 空港の生産性と空港整備による経済効果に関する既存研究

空港単体の生産性については、Gillen and Lall(1997)に代表される DEA(Data Envelopment Analysis)手法や、Hooper and Hensher(1997)に代表される TFP(Total Factor Productivity)手法に関する研究が多数蓄積されている。こうした研究は、空港毎のパフォーマンスを計測することを目的としており、Forsyth(2000)によるレビューが詳しい。しかし、これらの研究は、空港自体の生産性計測を扱っているが、空港のパフォーマンス向上が航空輸送サービス産業に及ぼす効果については言及していない。

任意の産業部門における技術的インパクトによる他産業への経済波及効果を分析するには、応用一般均衡（CGE）モデルが有用である。航空輸送サービス産業部門からの経済波及効果を分析した研究としては、Ueda et

al.(2002)、Ishikura et al.(2003)などが挙げられる。Ueda et al.(2002)は、多地域を明示的に扱った SCGE モデルを用いて、羽田空港再拡張による地域間便益帰着分析を行った。Ishikura et al.(2003)は、我が国の航空輸送サービス産業の生産性向上がもたらす国民経済的效果と航空および鉄道需要へのインパクトを分析した。これらはいずれも、航空輸送サービス産業の技術変化を外生としており、空港整備事業や容量拡大と航空輸送サービス産業の技術との関係はブラックボックスのままとなっている。

本研究は、空港の容量拡大と生産性向上の関係をモデル化し、これを CGE モデルと結合することにより、容量拡大による技術変化と、その経済波及効果との関連を明確化している。

3. 羽田空港の容量拡大による航空輸送サービス生産技術への影響

3.1 航空輸送サービス産業の生産関数の推定

本章は、生産関数アプローチを用いて、羽田空港の発着容量を取り込んだ航空輸送サービス産業の生産関数をモデル化し、羽田空港の容量拡大が航空輸送サービス産業の生産性に与えてきた効果を推計する。

航空輸送サービス産業の生産関数を、以下のように定式化する。

$$\begin{aligned} Y_{mt} &= A_{mt} \cdot f_Y(I_{mt}, K_{mt}, L_{mt}) \\ A_{mt} &= f_A(E_{mt}) \end{aligned} \quad (1)$$

Y_{mt} : 航空輸送サービス産業 m , 時点 t における生産量
 I_{mt} : 航空輸送サービス産業 m , 時点 t における中間投入
 K_{mt} : 航空輸送サービス産業 m , 時点 t における資本投入
 L_{mt} : 航空輸送サービス産業 m , 時点 t における労働投入
 A_{mt} : 航空輸送サービス産業 m , 時点 t における生産技術
 E_{mt} : 航空輸送サービス産業 m , 時点 t における生産技術のシフト要因変数ベクトル

(1)式は、航空輸送サービス産業は、本源的生産要素である資本と労働および中間財を投入し、航空輸送サービスの生産を行うことを表す。各時点の各航空輸送サービス産業の生産技術（全要素生産性：TFP）は、これをシフトさせる外的要因によって変化する。

本研究は羽田空港の容量拡大による、航空輸送サービス産業の生産性への要因に着目するため、羽田空港の総スロット数を生産技術のシフト要因変数として採用する。また、関数形を以下のような Cobb-Douglas 型と想定する。

$$Y_{mt} = A_{mt} \cdot I_{mt}^{\beta_2} K_{mt}^{\beta_3} L_{mt}^{\beta_4} \quad (2)$$

$\beta_2, \beta_3, \beta_4$: パラメータ

また、航空輸送サービス産業の生産量成長の要因は、生産関数が Cobb-Douglas 型の場合には以下のように、投入要素毎に分解することができる。

$$\frac{\dot{Y}_{mt}}{Y_{mt}} = \frac{\dot{A}_{mt}}{A_{mt}} + \beta_2 \frac{\dot{I}_{mt}}{I_{mt}} + \beta_3 \frac{\dot{K}_{mt}}{K_{mt}} + \beta_4 \frac{\dot{L}_{mt}}{L_{mt}} \quad (3)$$

ここで、変数 x について、ドット記号の定義は

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt}$$

であり、すなわち時間についての微分であることを意味する。したがって、式(3)は生産量の成長率が、各要素の成長率にパラメータを乗じた値の和として表されることを示している。この定式化は、ソロー残差として TFP 成長率を表す、古典的な方法である (Solow(1957))。

生産技術を表す関数の特定化において、関数形やその他シフト要因について種々のパターンを検討した結果、最も当てはまりの良かった次の関数を用いることとした。

$$A_{mt} = \exp(\beta_0) \exp(\beta_{11} \cdot Trend_t) \exp(\beta_{12} \cdot E_t) \quad (4)$$

$Trend_t$: トレンド要因変数

E_t : 時点 t における羽田空港の総スロット数

$\beta_0, \beta_{11}, \beta_{12}$: パラメータ

生産技術についても、生産関数と同様に各要因の成長率への分解を行うと、以下のように表される。

$$\frac{\dot{A}_{mt}}{A_{mt}} = \beta_{11} + \beta_{12} E_t \left(\frac{\dot{E}_t}{E_t} \right) \quad (5)$$

なお、パラメータ推定の際には、両辺の対数を取り、時系列データを用いて線形回帰を行った。パラメータ推定の結果は、以下のとおりである。

表-1 生産関数パラメータ推定結果

変数	パラメータ	係数	t 値
定数項	: β_0	0.667364	8.94
トレンド	: β_{11}	-0.004205	-1.81
羽田スロット	: β_{12}	0.000143	1.29
$\ln(\text{実質 } I)$	: β_2	0.716675	33.76
$\ln(\text{実質 } K)$	: β_3	0.069812	15.32
$\ln(\text{実質 } L)$	: β_4	0.218696	12.01

自由度修正済み決定係数 = 0.999

パラメータ推定において用いたデータは、表-2 のよう

に整備した。

表-2 パラメータ推定に用いたデータの整備方法

データ項目	出典	整備方法
航空輸送企業別生産量 (平成7年暦年価格)	航空統計要覧 (2003 年版)	JAL, JAS, ANA の営業収益を国内総支出デフレーターでデフレートし実質化
羽田空港総スロット	航空局資料	
航空輸送企業別中間投入 (平成7年暦年価格)	航空統計要覧 (2003 年版) 各企業の有価証券報告書	中間投入 = 航空燃油費 + 整備費 + 運航施設利用費 + 一般管理販売費 + 代理店手数料 + 航空保険費 + その他 (販管費中の減価償却費は除く)
航空輸送企業別資本投入 (平成7年暦年価格)	航空統計要覧 (2003 年版) 各企業の有価証券報告書	資本投入 = 営業利益 + 航空機材減価償却費 + 販管費中の減価償却費
航空輸送企業別労働投入 (平成7年暦年価格)	航空統計要覧 (2003 年版) 各企業の有価証券報告書	労働投入 = 人件費

本研究のように、交通企業の生産関数を推定する場合、生産量を表す指数として輸送人キロ、輸送トンキロのような物理量を適用するケースと、営業収益のような額ベースの値を適用するケースの両方が考えられるが、ここでは後述する CGE モデルとの整合性を鑑み、額ベースの営業収益を適用し、これを生産額と見なすこととした。また、資本投入、労働投入についても同じく額ベースのフロー変数を適用した。なお、データは 1985 ~ 2001 年度の 17 年間の時系列データを適用している。

表-1 より、羽田空港の総スロット数に関する t 値が、有意でない結果となっている。しかし、空港は航空輸送サービスの生産に不可欠なインフラストラクチャーであり、特に、我が国の航空ネットワークの中心である羽田空港の容量はその生産技術に影響すると考えられるので、有効な説明変数と見なすこととする。また、トレンド要因がマイナスに効く結果となっているが、これは 1985 年以降の航空規制緩和などによる市場環境変化に伴い、

イールドが低下し航空産業の収益性が低下したことを反映していると考えられる。

3.2 生産関数を用いたシミュレーション分析

上記の推計結果を用いて、過去の各年度において、羽田空港の容量拡大によってもたらされた航空輸送サービス規模の発展をシミュレーションする。ここでは、航空輸送サービスの生産規模の指標として、我が国の航空輸送サービス産業部門における生産額を用いる。

シミュレーション分析においては、仮にスロット数が1985年のままだった場合を without ケース、現況の水準で推移した場合を with ケースと想定する。両ケースの差を羽田空港のスロット増大によりもたらされた航空輸送サービス産業への効果と見なす。分析結果を図-1に示す。

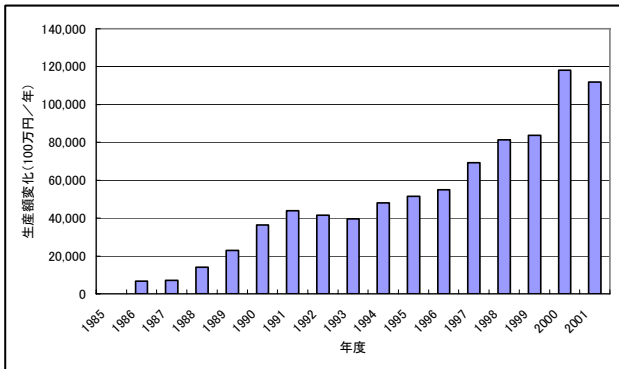


図-1 羽田空港スロットの増大が生産額に与える効果

この結果より、羽田空港の新B滑走路が供用された2000年度に効果が大きく表れていることが確認できる。すなわち、2000年度では、1985年度の空港容量水準からの容量拡大のみによってもたらされた、航空輸送サービス産業への生産額増加効果が、年あたり1000億円を超える規模となっている。同様に、羽田空港の新C滑走路が供用された1997年度においては、年あたり約700億円の生産額増加効果が見られる。

なお、生産関数アプローチにより1985年から2001年までの羽田の発着容量拡大による航空輸送サービス産業の全要素生産性の変化を算出すると、約4.5%となる。

4. 応用一般均衡(CGE)モデルを用いた羽田空港容量拡大による経済効果の分析

4.1 モデルの概要と前提条件

本章は、前節で推定結果した航空輸送サービス産業の生産関数を取り込んだ応用一般均衡モデル(以下CGEモデルと表記)を構築し、空港施設整備による直接的な

表-3 本CGEモデルの産業部門分類

分類番号	産業分類
1	農林水産業
2	鉱業・石油・石炭製品
3	食料品
4	繊維製品
5	パルプ・紙・木製品
6	化学製品
7	窯業・土石製品
8	鉄鋼・非鉄金属・金属製品
9	一般機械
10	電気機械
11	輸送機械
12	精密機械
13	その他の製造工業製品
14	建設
15	電力・ガス・熱供給
16	水道・廃棄物処理
17	商業
18	金融・保険
19	不動産
20	航空輸送
21	その他運輸業
22	通信・放送
23	公務
24	教育・研究
25	医療・保健・社会保障・介護
26	その他の公共サービス
27	対事業所サービス
28	対個人サービス
29	事務用品
30	分類不明

効果(航空輸送サービス産業の生産性向上等)のみならず波及的な効果まで含めた計測を行う。

モデルの前提条件を以下のように設定する。

- 日本国経済を1地域経済と見なす。
- 経済主体は家計と企業の2主体より構成されている。
- 企業は各産業(アクティビティベース)毎に1つ存在する。
- 社会は長期的均衡状態にある。
- 家計は生産要素(労働・資本)を保有し、企業にこれらを提供し対価として所得を受け取り、財・サービスの消費により効用を最大化する。
- 企業は、中間投入財と、家計から提供される労働・資本を生産要素として投入することにより、財・サービスを生産し、利潤を最大化する。

CGEモデルの基準均衡データとして、2000年の産業連関表(平成16年3月1日公表)を用いる。その32部門表および航空輸送サービス産業部門(産業連関表では航空輸送部門と表記)が明示的に分離されている104

部門表を基本とし、産業部門分類は表-3のように設定する。

なお、32部門表においては「鉱業」部門と「石油・石炭製品」部門は区分されているが、「鉱業」部門の国内最終需要がマイナスである。このため「鉱業」部門を区分した状態では、適切な効用関数パラメータの推計が行うことができない。このため、本研究は、産業部門分類の設定にあたり、「鉱業」部門と「石油・石炭製品」部門を統合した。「鉄鋼」部門についても同様に国内最終需要がマイナスであるため、「非鉄金属」部門と「金属製品」部門を統合した。

また、32部門表では運輸業が細分化されていないため、104部門表のデータを用いて「航空輸送」部門と「その他運輸業」部門を分離した。

4.2 モデルの定式化

4.1.1 家計の行動

家計は労働・資本を企業に提供し、それにより得られる所得を用いて財・サービスを消費する。効用関数は以下のように Cobb-Douglas 型関数として定式化する。

$$\begin{aligned} \max_{x_i} U &= \prod_i (d_i)^{\beta_i} \\ \text{s.t.} \quad \sum_i p_i d_i &\leq wL + rK - NX \end{aligned} \quad (6)$$

U : 家計の効用

d_i : 家計の財・サービス需要量

p_i : 財・サービス価格

w : 賃金率

L : 家計の労働初期保有量

r : 資本レント

K : 家計の資本初期保有量

NX : 経常収支黒字 (= 資本の国外純流出)

β_i : シェアパラメータ ($\sum_i \beta_i = 1$)

上記の効用最大化問題より、最終需要の需要関数を導出することができる。

4.1.2 企業の行動

企業は中間投入財および家計から提供される労働・資本を用いて生産活動を行い、利潤を最大化する。生産関数についても Cobb-Douglas 型で定式化する。これは、中間投入財同士や資本・労働の間での代替を許す定式化であり、長期的には財・サービス価格や資本価格、労働価格の変化により生産構造が変わってくることを想定した

定式化であると言える。

利潤最大化行動の双対問題として以下の費用最小化問題を考える。この問題を解くことにより、中間投入財および生産要素についての派生需要関数を導出することができる。

$$\begin{aligned} \min_{x_{ij}, K_j, L_j} \quad & \sum_i p_i x_{ij} + rK_j + wL_j \\ \text{s.t.} \quad & x_j = \eta_j \prod_i (x_{ij})^{\alpha_{ij}} \cdot K_j^{\alpha_{Kj}} \cdot L_j^{\alpha_{Lj}} \end{aligned} \quad (7)$$

x_j : 産業 j の産出量

x_{ij} : 産業 j が産業 i から投入する中間投入財の量

K_j : 産業 j の資本需要量

L_j : 産業 j の労働需要量

$\alpha_{ij}, \alpha_{Kj}, \alpha_{Lj}$: シェアパラメータ ($\sum_i \alpha_{ij} + \alpha_{Kj} + \alpha_{Lj} = 1$)

η_j : 生産技術パラメータ

4.1.3 海外部門の閉じ方

海外部門については、簡単化のために輸出入量を外生変数と見なす。

$$\sum_i p_i E_i - NX = \sum_i p_i M_i \quad (8)$$

E_i : 財・サービスの輸出量 (外生)

M_i : 財・サービスの輸入量 (外生)

本研究の分析対象は羽田空港の容量拡大による経済効果であり、国民経済というマクロなレベルにおいて、国内財と海外財との代替関係のような貿易構造に及ぶ影響は小さいと考えられる。したがって、このように海外部門の処理方法を簡略化することによって、分析結果に対して本質的な問題を生じさせることはないと判断できる。

4.1.4 均衡条件

財・サービス市場における均衡条件は以下のように表される。

$$x_i = \sum_j x_{ij} + d_i + E_i - M_i \quad (9)$$

生産要素市場では、以下の均衡条件が成立する。

$$K = \sum_j K_j \quad (10)$$

$$L = \sum_j L_j \quad (11)$$

各市場において、これらの均衡条件を満たすように価格が調整され、全ての市場を清算する価格ベクトルが均衡解となる。

4.3 羽田空港の発着容量拡大によってもたらされる国民経済効果の分析

4.3.1 経済効果の分析方法

前章で推計した生産関数によると、1985年から2001年までの羽田の発着容量拡大による航空輸送サービス産業の全要素生産性の変化は約4.5%である。したがってこれをCGEモデルにおける航空輸送サービス産業の生産関数に入力することによって、当該期間における羽田空港の発着容量拡大による国民経済的な効果を計測することが可能である。具体的には、航空輸送サービス産業の生産関数の生産技術パラメータ η_j を1.045倍したケース

をwith、 η_j を変化させないケースをwithoutとして計測

を行う。

4.3.2 財・サービス価格に及ぼされる効果

航空輸送サービス産業の生産性向上による財・サービスの価格低下率と、各産業における航空輸送の投入係数を比較した図（図-2）を示す（ただし航空輸送は除く）。この図から分かるように、航空輸送の投入係数が比較的高い産業（商業、通信・放送、その他の公共サービスなど）における財・サービスの価格低下率が大きいことがわかる。一方、航空輸送の投入係数が低い農林水産業や食料品などにおいても、投入係数が高い産業の1/2程度の価格低下率を示しており、航空輸送サービス産業の生産性向上が産業間の取引を通じて幅広い産業に影響を与えることが示唆される。なお、航空輸送は約4.35%価格が低下するという結果が得られた。

4.3.3 生産額に及ぼされる効果と便益

次に、生産額の変化を図-3に示す（ただし航空輸送は除く）。これも商業、対事業所サービスのような航空輸送からの投入が比較的大きい産業における伸びが大きい。なお、航空輸送の生産額の増分は約1,464億円/年となり、産業全体での生産額増分は約2,418億円/年となる。

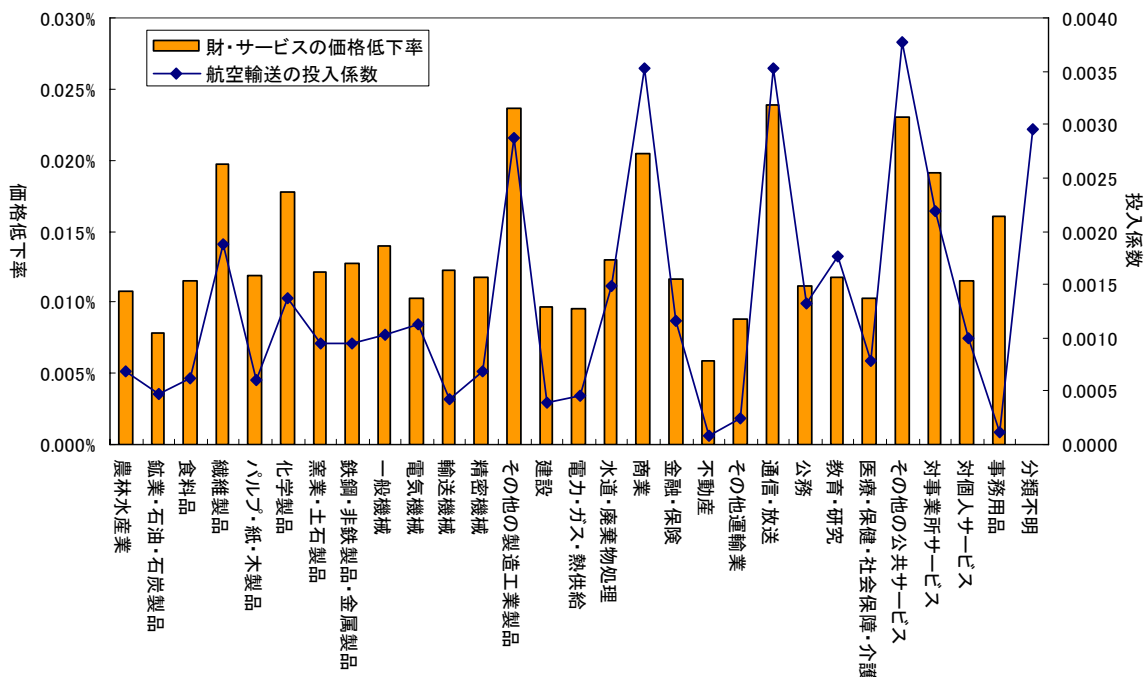


図-2 財・サービスの価格変化および投入係数

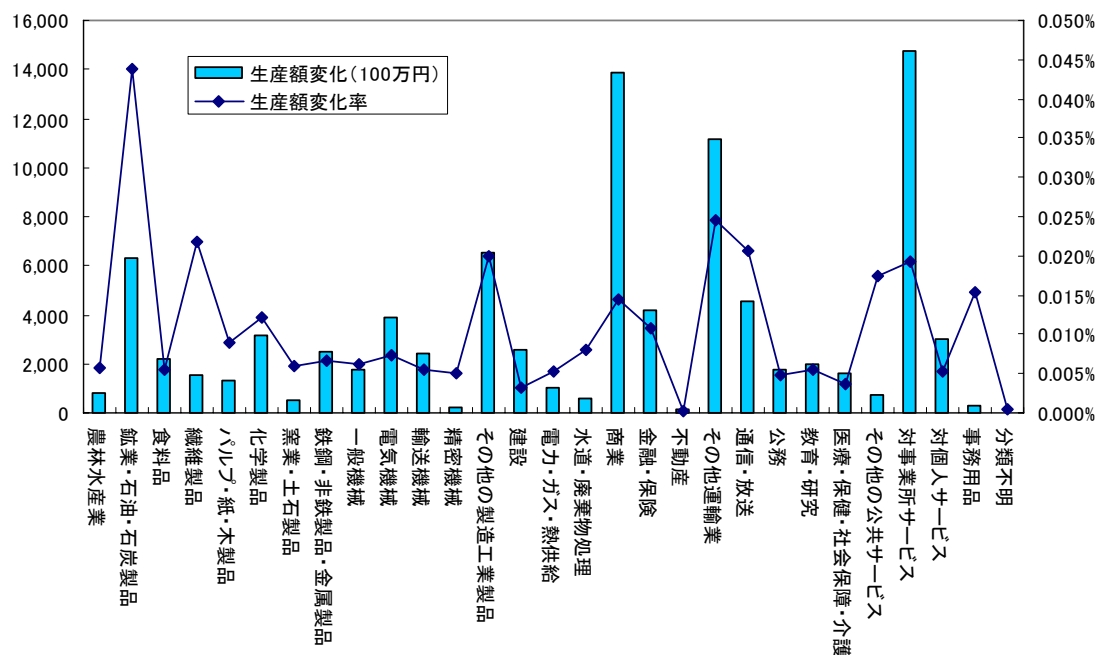


図-3 生産額の変化

なお、EV(等価変分)により家計に帰着する便益を計測すると、約1,140億円という結果が得られた。

4.4 モデルの感度分析

モデルの特性を評価するために、感度分析を行う。本研究は、羽田空港のスロット拡大により、我が国航空輸送サービス産業の全要素生産性(TFP)が向上し、それによる経済効果の波及プロセスを一般均衡理論に基づきモデル化したものである。

前節は、羽田空港の1985年から2001年までの発着容量拡大を、TFP向上(4.5%向上)に換算して、経済効果の評価を行った。そこで、本節の感度分析は、航空輸送サービス産業のTFPの変化率を10%、20%、30%、50%

と設定した場合における結果を比較する。それぞれの場合のEVおよび生産額の変化分を計測した結果を表-4に示す。

表-4より、航空輸送サービス産業のTFP 1%向上あたりの便益は、TFPの向上率が大きくなるにつれて低下するものの、その遞減率は小さく、TFP向上率に概ね比例的に便益および生産額変化分が増大していくことがわかる。

なお、前章で推定した航空輸送サービス産業の生産関数より、TFP向上率を羽田空港の総スロット数増分に換算すると、TFP4.5%の向上は、総スロット数が現状(2001年)の732回から1041回まで増加したこと(309枠分の増加)に相当する。同様に感度分析における各ケースの

表-4 航空輸送サービス産業の全要素生産性に関する感度分析

航空輸送サービス産業 TFP向上率	便益(EV)	生産額 変化	TFP 1%向上あたり 便益(EV)	TFP 1%向上あたり 生産額変化
4.5%	114,032	241,772	25,340	53,727
10.0%	239,784	518,738	23,978	51,874
20.0%	486,433	1,050,707	24,322	52,535
30.0%	705,940	1,554,801	23,531	51,827
50.0%	1,105,354	2,533,516	22,107	50,670

(単位:100万円)

TFP 向上率を羽田空港の総スロット数の増加分に換算すると表-5 のようになる。

表-5 TFP 向上率と羽田空港総スロット数の関係

TFP 向上率	総スロット (/ 日)	総スロット (/ 年)	日総スロット の増分
0%(現状)	732 回	26.7 万回	0
4.5%	1041 回	38.0 万回	309
10%	1401 回	51.1 万回	669
20%	2011 回	73.4 万回	1279
30%	2573 回	93.9 万回	1841
50%	3577 回	130.6 万回	2845

この生産関数を前提とすると、我が国において航空輸送サービス産業の TFP を 30%以上向上させるためには、羽田空港すなわち首都圏における発着容量を、年間 90 万回を超える水準まで増加させる必要がある。この値は、世界で最も発着回数の多い、米国シカゴ・オヘア空港の発着回数を大きく上回るものであり、我が国においては非現実的な値と言えよう。

4.5 羽田空港再拡張がもたらす生産性向上およびその経済効果

航空需要の増大に対する円滑かつ効率的な航空サービスを提供することを目的として、平成 13 年、既に能力の限界に達している羽田空港において、4 本目の滑走路を建設する再拡張事業が決定された。羽田空港の容量拡張は、首都圏における航空輸送ネットワークのボトルネックを緩和し、航空輸送サービスの生産性向上をもたらすことが期待される。そこで本節は、構築したモデルを用いて、羽田空港再拡張による総スロット数増加がもたらす生産性向上、およびその結果として生じる経済効果について分析を行う。

なお、羽田空港再拡張事業に関しては、費用対効果分析(平成 16 年 3 月新規事業採択時評価の対象)および経済波及効果分析(国土交通省航空局(2003))の結果が既に公表されている。

前者は、航空需要予測の推定値を入力値として、部分均衡分析アプローチにより便益を推定したものであり、航空需要予測値の精度が高い点、発生ベースで計測された便益の推計精度が高い点などの長所を持つ。後者は、再拡張事業により生じる経済的な直接効果を推計し、さらに産業連関分析アプローチにより間接波及効果も推計するものであり、特に直接効果について、航空券売上や

交通アクセス消費額など、詳細に把握できるという利点がある。また、両者に共通する点として、羽田空港の容量制約を with-without 比較分析において明示的に扱っており、ボトルネック解消による経済効果を評価しているという特徴がある。

これに対して本研究は、羽田空港の総スロット数増加を航空輸送サービス産業の生産関数シフト要因、すなわち技術変化と捉え、市場メカニズムを通じた価格体系の変化によりあらゆる経済効果を分析する一般均衡分析アプローチを採用している。したがって、国民経済レベルでの需給均衡から航空需要が推定されるため、前述の既存分析と比べ、航空需要の精度が粗くなることは避けられない。したがって、結果として算出される航空需要や便益の値自体を推定するためには、既存手法の方が合目的である。しかし本手法は、前述の既存手法では考慮されていない、航空輸送サービス産業以外の市場をも明示的に扱っており、価格体系の変化や他産業部門に及ぶ影響の分析においては優れている。また、モデル全体にわたってミクロ経済理論に基づいて定式化されているため、理論的整合性も保証されているという長所も持つ。

分析にあたり、前提条件として、国土交通省航空局(2003)と同様に、羽田空港再拡張により総スロット数が 40.7 万回に増加した状況を設定する。式(4)および表-1 のパラメータを用いて、航空輸送サービス産業の TFP 向上を推定すると、羽田空港の再拡張による容量拡大によって、現在より TFP が 5.6%向上するという結果が得られた。

この値を、CGE モデルにおいて、航空輸送サービス産業の生産関数(式(7))における η_j の変化として扱い、

種々の経済効果について分析する。国民経済レベルにおけるマクロ経済効果として、まず、便益と生産額変化に着目する(表-6)。便益は、年間約 1417 億円と推定され、生産額については、全産業部門の純変化として、約 2942 億円の増加と推定された。

表-6 マクロ経済的效果

航空輸送サービス産業 TFP 向上率	便益 (E V)	生産額変化
5.6%	141,729	294,156

(単位: 100 万円)

同様に、産業部門別の経済効果についても、価格体系変化を図-4に、生産額変化を図-5に示す。航空輸送の投入係数が相対的に高い、すなわち航空輸送サービス産業との結び付きが強い、商業、通信・放送、その他の製造工業製品、その他の公共サービスなどにおいては、価格

変化の度合いが大きい。

生産額変化について見ると、商業、対事業所サービス、その他運輸業などへの効果が、相対的に大きい。これらの産業部門では、航空輸送サービス産業の効率化によって年あたり100億円以上の生産額増加効果、すなわち産

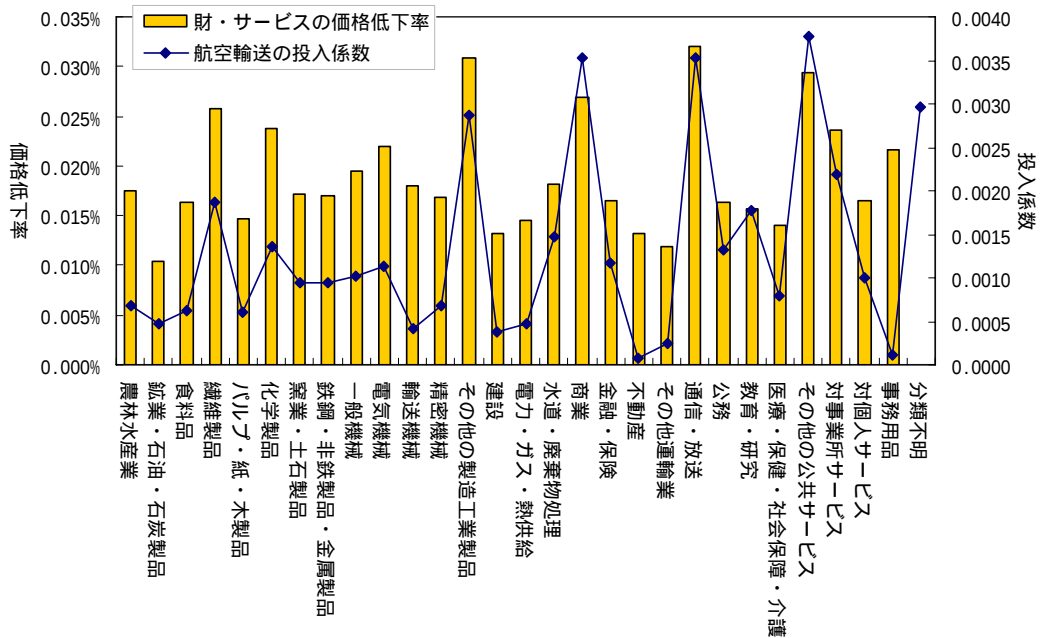


図-4 羽田空港再拡張による容量拡大 (TFP5.6%向上) がもたらす価格体系へのインパクト

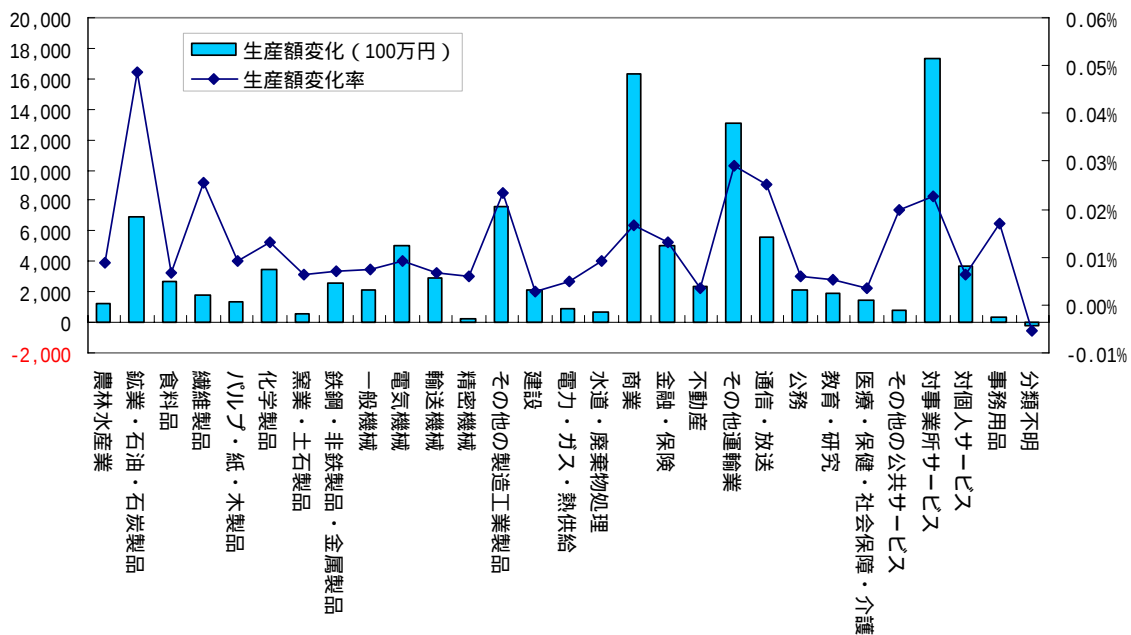


図 5 羽田空港再拡張による容量拡大 (TFP5.6%向上) がもたらす産業別生産額へのインパクト

業振興の効果がもたらされることとなる。鉱業・石油・石炭製品部門において大きな変化率が見られる点については、航空輸送の主たる中間投入である航空燃油の需要が大きく影響していると考えられる。

このように、羽田空港の再拡張により、我が国の経済活動全般に対して、広く経済効果が伝播することが予想される。羽田空港が、我が国の国内航空ネットワークの核であることは自明であり、航空輸送サービス産業の活動において極めて重要な役割を果たしていることは、疑念の余地がない。本分析は、羽田空港再拡張による経済的インパクトを、航空輸送サービス産業の TFP 向上、およびそれを通じた市場間 interaction という視点から、定量的推定を行った。

5. おわりに

航空輸送サービス産業の生産活動において、空港という社会資本が不可欠である以上、空港容量が逼迫しボトルネック化することによって、生産効率性が低下することは不可避である。特にネットワークの中核を成す空港における容量制約は、効率的に生産量拡大が可能な地点における物理的な生産量制約となり、航空輸送サービス産業の成長を阻害する主要因となる。したがって、そのような空港における容量に余裕を持つこと自体が、経済学的な意味での生産効率性の向上をもたらす。

本研究は、ソロー残差として表した航空輸送サービス産業の TFP を、空港インフラの関数として定式化する手法を提案し、我が国では羽田空港の総スロット数を説明変数とすることにより TFP 成長が説明できることを示した。また、航空輸送サービス産業の TFP 向上を通じて他産業におよぶ経済効果を、応用一般均衡モデルにより推定する手法を開発し、これまでの羽田空港拡張がもたらしてきた経済効果および再拡張によってもたらされるであろう経済効果の推定も行った。その結果、羽田空港の容量拡大が、多方面の経済活動を活性化させることが明らかとなり、羽田空港の容量（あるいは首都圏における空港容量）を十分に確保することの重要性が示された。

本研究では、マクロ経済的な影響に着目するため、日本全国を一地域として扱ったが、空間的な経済効果の波及、地域間の便益帰着比較等を考えるためには、多地域モデルへと拡張することが望ましい。今後は、多地域応用一般均衡モデルへの展開、その際の航空輸送サービス産業のモデル化について、発展させることが課題である。

（2005 年 5 月 25 日受付）

参考文献

- Air Transport Research Society: Airport Benchmarking Report 2003, Air Transport Research Society, 2003
- Doganis, R.: The Airport Business, Routledge, 1992 [木谷直俊訳: エアポート ビジネス, 成山堂書店, 1994]
- Forsyth, P.: Models of Airport Performance, in Hensher and Button ed. Handbook of Transport Modeling, Elsevier, 2000
- Gillen, D., Lall, A.: Developing Measures of Airport Productivity and Performance: An Application of Data Envelopment Analysis, Transportation Research Pt. E, 33(4), 261-273, 1997
- Graham, A.: Managing Airports Second Ed, Elsevier, 2003
- Hooper, P. G. and Hensher, D. A.: Measuring Total Factor Productivity of Airports – An Index Number Approach. Transportation Research Pt. E, 33(4), 249-259, 1997
- Ishikura, T., Tansei, K. and Sugimura, Y.: An Air Transport Demand Model for Assessing Interaction with Industrial Structure: A Computable General Equilibrium Approach, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, pp437-452, 2003
- Solow, R. M.: Technical Change and the Aggregate Production Function, The Review of Economics and Statistics, 39, 312-320, 1957
- Ueda, T., Koike, A., Yamaguchi, K. and Tsuchiya, K.: Spatial Benefit Incident Analysis of Airport Capacity Expansion, Proceedings of International Symposium on Global Competition in Transportation Market, 2002
- 国土交通省航空局: 東京国際空港再拡張に伴う経済波及効果調査報告書, 国土交通省航空局, 2003

付録

付録-1 生産関数推定に用いたデータ

エアライン	年	実質Y (100万円)	実質I (100万円)	実質K (100万円)	実質L (100万円)	滑走路 延長 (km)	エプロン面積 (m2) ※	スポット数 ※	羽田空港 スポット数 ※	羽田空港 スロット数 (回/日)	トレンド変数
JAL	1985	924,773	624,475	80,725	219,574	150	4,911,550	711	96	420	1
	1986	861,794	537,077	98,579	226,138	150	5,060,176	727	98	450	2
	1987	937,075	557,881	136,621	242,573	155	5,210,097	757	98	450	3
	1988	1,024,912	587,577	174,004	263,331	160	5,434,600	770	98	475	4
	1989	1,129,196	670,433	182,599	276,164	163	5,945,900	773	98	500	5
	1990	1,163,080	753,130	121,255	288,695	165	6,067,597	799	96	537	6
	1991	1,128,170	761,531	70,078	296,561	167	6,176,153	816	99	560	7
	1992	1,032,927	747,882	21,936	263,109	171	6,530,068	849	99	560	8
	1993	977,425	708,329	16,768	252,327	176	7,017,207	919	99	560	9
	1994	1,031,241	726,371	45,295	259,576	182	7,933,979	934	99	580	10
	1995	1,118,167	780,614	70,234	267,319	182	8,212,433	979	99	580	11
	1996	1,206,190	874,945	62,303	268,942	186	9,237,834	1,092	101	580	12
	1997	1,223,374	887,434	75,284	260,656	190	9,711,154	1,089	101	620	13
	1998	1,166,988	859,873	70,803	236,311	195	9,886,952	1,093	101	660	14
	1999	1,197,619	869,172	80,690	247,757	197	9,939,501	1,170	154	660	15
	2000	1,315,103	949,765	111,387	253,951	199	10,050,901	1,182	154	732	16
	2001	1,238,876	956,255	37,544	245,076	200	10,103,279	1,211	154	732	17
ANA	1985	521,744	353,918	65,694	102,132	150	4,911,550	711	96	420	1
	1986	530,278	341,902	78,601	109,775	150	5,060,176	727	98	450	2
	1987	582,272	370,675	93,283	118,313	155	5,210,097	757	98	450	3
	1988	632,611	390,036	114,432	128,143	160	5,434,600	770	98	475	4
	1989	715,738	443,724	132,572	139,442	163	5,945,900	773	98	500	5
	1990	762,358	509,094	115,610	137,654	165	6,067,597	799	96	537	6
	1991	808,858	523,131	130,552	155,176	167	6,176,153	816	99	560	7
	1992	807,545	542,972	103,124	161,450	171	6,530,068	849	99	560	8
	1993	770,897	547,841	64,623	158,433	176	7,017,207	919	99	560	9
	1994	799,420	571,416	70,163	157,841	182	7,933,979	934	99	580	10
	1995	847,666	610,202	75,865	161,599	182	8,212,433	979	99	580	11
	1996	895,465	670,679	62,822	161,964	186	9,237,834	1,092	101	580	12
	1997	913,014	703,315	45,194	164,506	190	9,711,154	1,089	101	620	13
	1998	910,306	714,035	34,236	162,035	195	9,886,952	1,093	101	660	14
	1999	935,229	724,297	53,855	157,053	197	9,939,501	1,170	154	660	15
	2000	1,011,075	745,872	105,418	159,785	199	10,050,901	1,182	154	732	16
	2001	969,287	749,032	59,093	161,162	200	10,103,279	1,211	154	732	17
JAS	1985	167,585	112,327	20,558	34,700	150	4,911,550	711	96	420	1
	1986	169,375	109,721	22,886	36,768	150	5,060,176	727	98	450	2
	1987	186,247	121,014	23,912	41,321	155	5,210,097	757	98	450	3
	1988	199,283	133,450	20,297	45,536	160	5,434,600	770	98	475	4
	1989	229,940	149,719	31,207	49,015	163	5,945,900	773	98	500	5
	1990	253,082	167,395	31,144	54,543	165	6,067,597	799	96	537	6
	1991	269,985	177,005	33,482	59,498	167	6,176,153	816	99	560	7
	1992	271,842	187,357	24,733	59,752	171	6,530,068	849	99	560	8
	1993	270,151	194,030	15,648	60,474	176	7,017,207	919	99	560	9
	1994	279,713	203,169	16,149	60,394	182	7,933,979	934	99	580	10
	1995	298,195	219,240	16,205	62,749	182	8,212,433	979	99	580	11
	1996	321,619	240,987	16,591	64,040	186	9,237,834	1,092	101	580	12
	1997	326,442	254,989	7,283	64,171	190	9,711,154	1,089	101	620	13
	1998	335,463	259,161	16,004	60,297	195	9,886,952	1,093	101	660	14
	1999	353,677	266,474	26,960	60,229	197	9,939,501	1,170	154	660	15
	2000	376,892	276,772	36,132	63,957	199	10,050,901	1,182	154	732	16
	2001	382,026	287,962	30,236	63,828	200	10,103,279	1,211	154	732	17

資料：数字で見る航空，航空統計要覧，国土交通省資料（空港別計画資料），有価証券報告書

：データが欠損している年については，前後時点の値から補完

付録-2 採用されなかった生産関数案のパラメータ推定結果（その1：トレンド変数を考慮しないモデル）

	係数	標準誤差	t
切片	0.7918	0.0437	18.11
ln(実質I)	0.7147	0.0213	33.53
ln(実質K)	0.0715	0.0043	16.52
ln(実質L)	0.2190	0.0184	11.92
滑走路延長	-0.0004	0.0003	-1.73

	係数	標準誤差	t
切片	0.7520	0.0482	15.59
ln(実質I)	0.7181	0.0223	32.27
ln(実質K)	0.0716	0.0042	16.86
ln(実質L)	0.2157	0.0193	11.16
スポット数	-4.73E-05	2.625E-05	-1.80

	係数	標準誤差	t
切片	0.7309	0.0516	14.17
ln(実質I)	0.7235	0.0224	32.33
ln(実質K)	0.0706	0.0043	16.26
ln(実質L)	0.2118	0.0192	11.02
エプロン面積	-4.84E-09	2.347E-09	-2.06

	係数	標準誤差	t
切片	0.7880	0.0459	17.18
ln(実質I)	0.6848	0.0151	45.43
ln(実質K)	0.0755	0.0038	19.76
ln(実質L)	0.2421	0.0151	16.02
羽田スポット数	-1.93E-05	0.00013	-0.15

以上は、トレンド変数を考慮せずに推定を行った場合（生産関数パターン ）におけるパラメータ推定結果である。いずれの変数をシフト要因とした場合でも、符号条件が満たされなかった。

付録-3 採用されなかった生産関数案のパラメータ推定結果（その2：トレンド変数を考慮するモデル）

	係数	標準誤差	t
切片	0.7424	0.0568	13.07
ln(実質I)	0.7236	0.0226	32.06
ln(実質K)	0.0706	0.0044	16.13
ln(実質L)	0.2116	0.0194	10.92
エプロン面積	-7.42E-09	5.661E-09	-1.31
トレンド変数	0.0010	0.0021	0.50

	係数	標準誤差	t
切片	0.8682	0.2228	3.90
ln(実質I)	0.7147	0.0215	33.21
ln(実質K)	0.0714	0.0044	16.30
ln(実質L)	0.2191	0.0185	11.81
滑走路延長	-0.0010	0.0015	-0.64
トレンド変数	0.0018	0.0051	0.35

	係数	標準誤差	t
切片	0.6546	0.1026	6.38
ln(実質I)	0.7131	0.0212	33.62
ln(実質K)	0.0702	0.0047	14.91
ln(実質L)	0.2218	0.0184	12.06
ln(羽田スポット数)	0.0169	0.0190	0.89
トレンド変数	-0.0019	0.0010	-1.85

上記の結果は、トレンド変数を考慮して推定を行った場合のものである。羽田スポット数（総スロット数）の自然対数をシフト要因とした場合には符号条件が満たされるが、羽田スポット数のパラメータにおけるt値が低く有意ではないという結果が得られた。

付録-4 羽田空港再拡張による他産業への影響の推定結果

産業部門	基準均衡の生産額	航空輸送投入係数	価格変化率	再拡張後の推定生産額	生産額の変化	生産額の変化率
農林水産業	14,369,689	0.00068	0.0175%	14,370,958	1,269	0.009%
鉱業・石油・石炭製品	14,362,059	0.00048	0.0103%	14,369,033	6,974	0.049%
食料品	38,924,619	0.00061	0.0164%	38,927,268	2,649	0.007%
繊維製品	7,093,605	0.00187	0.0258%	7,095,414	1,809	0.025%
パルプ・紙・木製品	14,861,895	0.00060	0.0146%	14,863,267	1,372	0.009%
化学製品	26,102,452	0.00136	0.0238%	26,105,886	3,434	0.013%
窯業・土石製品	8,369,081	0.00095	0.0171%	8,369,623	542	0.006%
鉄鋼・非鉄金属・金属製品	36,749,690	0.00095	0.0169%	36,752,309	2,619	0.007%
一般機械	28,586,673	0.00103	0.0194%	28,588,767	2,094	0.007%
電気機械	53,402,802	0.00113	0.0219%	53,407,786	4,984	0.009%
輸送機械	42,667,472	0.00042	0.0179%	42,670,356	2,884	0.007%
精密機械	3,938,934	0.00069	0.0169%	3,939,172	238	0.006%
その他の製造工業製品	32,638,428	0.00287	0.0308%	32,646,042	7,614	0.023%
建設	77,310,529	0.00039	0.0132%	77,312,712	2,183	0.003%
電力・ガス・熱供給	19,288,195	0.00046	0.0145%	19,289,112	917	0.005%
水道・廃棄物処理	7,716,175	0.00148	0.0181%	7,716,890	715	0.009%
商業	96,947,625	0.00352	0.0269%	96,963,891	16,266	0.017%
金融・保険	38,149,484	0.00116	0.0165%	38,154,475	4,991	0.013%
不動産	65,852,662	0.00007	0.0131%	65,854,989	2,327	0.004%
その他運輸業	45,270,789	0.00025	0.0119%	45,283,911	13,122	0.029%
通信・放送	22,139,486	0.00353	0.0320%	22,145,092	5,606	0.025%
公務	36,225,894	0.00131	0.0164%	36,228,009	2,115	0.006%
教育・研究	36,293,942	0.00177	0.0157%	36,295,830	1,888	0.005%
医療・保健・社会保障・介護	44,005,973	0.00079	0.0141%	44,007,473	1,500	0.003%
その他の公共サービス	4,232,304	0.00377	0.0294%	4,233,145	841	0.020%
対事業所サービス	76,245,955	0.00219	0.0236%	76,263,250	17,295	0.023%
対個人サービス	58,449,447	0.00100	0.0165%	58,453,115	3,668	0.006%
事務用品	1,842,168	0.00012	0.0216%	1,842,484	316	0.017%
分類不明	4,212,331	0.00296	0.0000%	4,212,102	-229	-0.005%

生産額の単位は 100 万円

国土技術政策総合研究所研究報告

RESEARCH REPORT of NILIM

No. 24 September 2005

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〔 7239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019 〕