

羽田空港の容量拡大による航空輸送の生産性への寄与とその経済効果*
Contribution to Air Transport Productivity and National Economy
by Haneda Airport's Capacity Expansion*

石倉智樹**・土谷和之***

By Tomoki ISHIKURA**・Kazuyuki TSUCHIYA***

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、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、航空輸送サービス供給における生産性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い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、その生産性向上効果は航空輸送業のみならず、あらゆる産業の経済活動に波及する。

本研究は、簡便な生産性計測手法と応用一般均衡モデルを組み合わせた手法を構築し、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への影響およびその経済波及効果の評価を行う。

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 Lall¹⁾に代表される DEA(Data Envelopment Analysis)手法や、Hooper and Hensher²⁾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。

*キーワード：空港計画，全要素生産性，CGE

**正員，博（情報科学），国土技術政策総合研究所
（横須賀市長瀬 3-1-1, TEL: 046-844-5032,
E-mail: ishikura-t92y2@ysk.nilim.go.jp）

***正員，修（工），株式会社三菱総合研究所
（東京都千代田区大手町 2-3-6, TEL: 03-3277-0712,
E-mail: kazuyuki@mri.co.jp）

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、Forsyth³⁾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。Ueda et al.⁴⁾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.⁵⁾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性への影響

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産業の生産性に与えてきた効果を推計する。

航空輸送産業の生産関数を、以下のように定式化する。

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

Y_{mt} ：航空企業 m ，時点 t における生産量

I_{mt} : 航空企業 m , 時点 t における中間投入
 K_{mt} : 航空企業 m , 時点 t における資本投入
 L_{mt} : 航空企業 m , 時点 t における労働投入
 A_{mt} : 航空企業 m , 時点 t における生産技術
 E_{mt} : 航空企業 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)式では、航空企業は、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

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。

$$A_{mt} = \exp(\beta_0) \exp(\beta_{11} \cdot Trend_t) \exp(\beta_{12} \cdot E_t) \quad (3)$$

$Trend_t$: 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

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旅客数・輸送人キロのような物理量を適用するケースと、収益のような金額値を適用するケースの両方が考えられる。本研究は、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生産額すなわち生産量と見なす。資本投入、労働投入についても同様に額ベースの値を用いる。

式(2), (3)におけるパラメータ推定において、生産および投入実績のデータとして、1985～2001年度の航空統計要覧、本邦航空会社（JAL, ANA, JAS）の有価証券報告書を利用し、羽田空港の総スロット数は国土交通省公表値を用いた。

パラメータ推定の結果を表-1に示す。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。

表-1 生産関数パラメータ推定値

	パラメータ	t 値
0	0.667364	8.94
11	-0.004205	-1.81
12	0.000143	1.29
2	0.716675	33.76
3	0.069812	15.32
4	0.218696	12.01

この生産関数を利用し、1985年から2001年までの羽田空港発着枠拡大によってもたらされた生産性向上率を推定すると、4.5%という値が得られる。

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

(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、羽田空港の容量拡大による直接・間接を含めた経済効果の計測を行う。

モデルの前提条件を以下のように設定する。

- 日本経済を1地域経済と見なし、経済主体として集計化された家計と企業の2主体を考慮する。
- 集計化された企業は各産業（アクティビティベース）毎に1つ存在する。
- 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年産業連関表32部門表を用いた。ただし、航空輸送業に着目した分析にあたり、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。

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。

(2) モデルの定式化

(a) 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。

$$\begin{aligned} \max_{x_i} U &= \prod_i (d_i)^{\beta_i} \\ \text{s.t.} \quad \sum_i p_i d_i &\leq wL + rK - NX \end{aligned} \quad (4)$$

U : 家計の効用

d_i : 財・サービス i の消費

p_i : 財・サービス i の価格

L, K : 労働および資本の保有量

w, r : 労働および資本の価格

NX : 経常収支黒字（対外資産純増）

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。

(b) 企業の行動

企業は中間投入および労働・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ることを想定した定式化である。

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。

$$\begin{aligned} \min_{x_{ij}, K_j, L_j} \quad & \sum_i p_i x_{ij} + rK_j + wL_j \\ \text{s.t.} \quad & x_j = \eta_j \prod_i (x_{ij})^{\alpha_{ij}} \cdot K_j^{\alpha_{Kj}} \cdot L_j^{\alpha_{Lj}} \end{aligned} \quad (5)$$

x_j : 産業 j の産出

x_{ij} : 産業 i から産業 j への中間投入

L_j, K_j : 産業 j の労働および資本投入

$\alpha_{ij}, \alpha_{Lj}, \alpha_{Kj}$: シェアパラメータ

η_j : 生産性パラメータ

(c) モデルの閉じ方と均衡条件

海外部門の閉じ方については、簡単化のために輸出入量を外生変数と見なす。

$$\sum_i p_i E_i - NX = \sum_i p_i M_i \quad (6)$$

E_j, M_j : 財・サービスの輸出・輸入（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り、分析結果に本質的な影響を及ぼすことはないと考えることとする。

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。

$$x_j = \sum_i x_{ij} + d_i + E_i - M_i \quad (7)$$

$$K = \sum_j K_j \quad (8)$$

$$L = \sum_j L_j \quad (9)$$

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。

(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

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。図 - 1 に、生産額の変化を示す。分析結果は、商業やサービス業など、第 3 次産業において相対的に大きな経済効果がもたらされたことを示唆している。紙面の都合上、その他の結果・知見については講演時に示す。

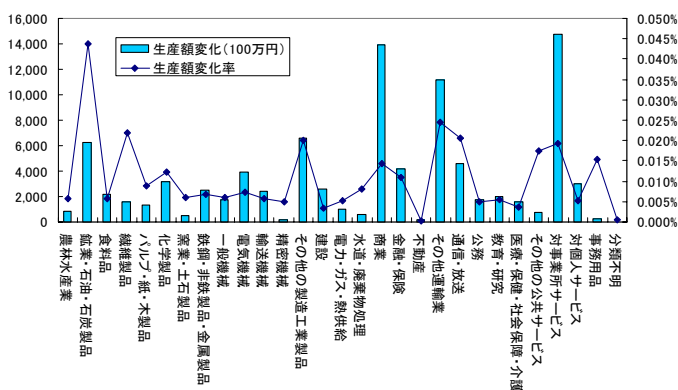


図 - 1 生産額の変化

4. おわりに

我が国経済の中心である首都圏における空港容量は、航空輸送産業の生産容量を制約する要因、すなわち長距離国内交通のサービス供給能力を制限する要因となる。首都圏の空港容量拡大は、航空路線の多様化やダイヤ設定の自由度など、直接的には航空オペレーションの効率化をもたらす。その結果、限界費用曲線がシフトし、国内交通のモビリティが向上すると考えられる。長距離交通の利便性向上は、業務・非業務を問わず旅客の交通抵抗を減少させ、あらゆる経済活動の発展に寄与してきた。

従来手法では、需要予測結果を基に産業連関モデル等から経済効果を推定する方法や、CGE モデルにおいて技術変化を外生的に与える方法が主であった。しかし、本研究では空港容量拡大とその経済効

果の関係をモデル化し、空港整備と経済効果を直接結びつけて評価することを可能とした。しかし、航空輸送産業の生産性と空港整備水準の関係については、未だ簡便なモデル化にとどまっており、ネットワーク拡充を明示的に考慮するなどの展開が今後の課題である。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) Forsyth, P.: Models of Airport Performance, in Hensher and Button ed. Handbook of Transport Modeling, Elsevier, 2000
- 4) 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
- 5) 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