

民営化空港の技術的効率性の評価^{注1)}

- 英国BAAplcを事例として -

空港民営化の議論が高まるなか、民営化による経営効率の改善効果を定量的に分析する必要性が認識されている。先行研究では、英国BAAplcの時系列データより技術的効率性をDEAで計測した結果、民営化前後で効率値に変化はないという帰結に達している。これに対して本論文では、パネルデータよりBAAplcの個別空港ごとにマルムキスト指数をDEAで計測する。マルムキスト指数は、時間の経過で効率値が必然的に改善されるという時系列データを用いた分析に固有のバイアスを排除し、純粋な技術的効率性を導出する。計測の結果、先行研究とは異なり、民営化前後で技術的効率性が改善されたことが確認された。

キーワード | 空港, 民営化, BAA, DEA, マルムキスト指数

横見宗樹

YOKOMI, Muneki

商博 関西大学経済政治研究所ソシオネットワーク戦略研究センターポスドクトラル・フェロー

1 研究の目的

現在、わが国では新東京国際空港(成田空港)と関西国際空港、そして2005年開港予定の中部国際空港を対象に民営化が検討されている。空港民営化の目的は、政府の財政支出の削減と空港経営の効率化の両側面から捉えられると考えられる。

民営化とは端的にいえば公企業の所有形態を公的部門から私的部門に移行することである。これにより、政府の財政支出については、ある程度の削減効果のあることが容易に想像できる。しかしながら、空港経営の効率化については、単なる所有形態の変更だけで実現されるものなのか明確には判断しがたい。

たしかに、公企業には費用最小化インセンティブの欠如による非効率(いわゆるX非効率)の存在することが知られている。したがって、民営化により空港の経営主体が公的部門から私的部門に移行することで、こうした非効率が除去されることが一般的に期待される。しかし、民営化による経営効率の改善を立証するには、これだけでは説得力に乏しい。実際にどの程度の経営効率改善されるのか定量的な分析が必要と考えられる。

空港の経営成果を定量的に計測した研究は、たとえばGillen & Lall^[1997]やMartin & Román^[2001]など、いくつか存在する。しかし、実際に民営化された空港の経営成果を民営化前後で比較した研究は相対的に少なく、BAAplcという民営化の成功事例として数多く引用される空港会社を対象にしたParker^[1999]とIto^[2001]が

挙げられる程度である。ここで挙げた全ての研究では、効率性の評価手法としてDEA(Data Envelopment Analysis: 包絡分析法)という方法を用いて、空港の経営効率(技術的効率性)を計測している。

BAAplcは1987年に民営化されたイギリスの空港会社である。現在では、ロンドンのヒースロー(Heathrow)、ガトウィック(Gatwick)、スタンステッド(Stansted)、イングランド南部のサウサンプトン(Southampton)、スコットランドのエディンバラ(Edinburgh)、アバディーン(Aberdeen)、グラスゴー(Glasgow)、の合計7空港を所有している。

ParkerとItoでは、ともにBAAplcのグループ全体(7空港の合計)としての技術的効率性を計測している。ただし、その計測期間は双方で異なり、Parkerは1979年度から1995年度までの17年間、Itoは1966年度から1995年度までの30年間としている(BAAの会計年度: 4月1日~3月31日)。しかしながら、計測の結果は双方ともほぼ同じであり、民営化による効率性の顕著な変化はなかったと、一般的な予想とは異なる結論に到達している。たとえば、表1はParkerによる計測結果である。

この表で効率値100を達成しているのが効率性と判定された年度である(DEAに関して詳しくは後述)。これによると、民営化された1987年度までの効率値の平均は97.6、湾岸戦争の期間を含む景気後退時(1987年度~1991年度)を除外した民営化以降の効率値の平均は97.3であり、民営化による技術的効率性の改善効果がみられなかったことが示されている。ここには示さないが、Itoについても、ほぼ同様の結果となっている。

表 1 Parkerの計測結果

	年度	効率値
民営化	1979	98.12
	1980	88.42
	1981	98.24
	1982	100.00
	1983	100.00
	1984	100.00
	1985	100.00
	1986	95.87
	1987	100.00
	1988	88.27
	1989	85.01
	1990	75.01
	1991	77.11
	1992	94.97
	1993	94.26
	1994	100.00
	1995	100.00

出所：Parker[1999],p.139.

こうした結果が導出された理由として、これらの先行研究ではBAAplcのグループ全体としての効率性を計測したために、民営化による経営成果の改善程度が良好な空港と、そうでない空港の結果が合成された可能性も考えられる。

そこで、本論文ではBAAplcのパネルデータを用いて個別空港ごとの技術的効率性の時系列変化をDEAにより計測してみたい。そうすることで、空港間の経営成果の違いが明らかになることが期待されるであろう。

また、ParkerやItoの研究における更なる課題として、時系列データを用いた分析では技術的効率性の変化と技術そのものの変化が区別できないという問題点が指摘される。すなわち、一般的に言えることであるが、時系列データを用いた分析では時間の経過にともなって技術進歩の発生が予想される。したがって、DEAの効率値は技術進歩の影響により後年になるほど上昇する(つまり効率性が改善される)というバイアスが必然的に生じることとなる。このため、効率値に改善がみられたとしても、それが技術的効率性の改善によるものか技術進歩によるものかを判断できないのである。

こうした問題点に対して、Parkerは実際に効率値に変化がなかったという計測結果こそが、上記のバイアス(時間の経過とともに効率値が必然的に改善されるというもの)の影響力が少ないことの証明であるとしている。一方でItoは、こうしたバイアスを除去するために、マルムキスト指数(Malmquist Index)を利用することや、技術進歩を投入項目に加えることなどを提案している。しかし、前者に関してはマルムキスト指数に後述するような欠点(次章を参照)が存在すること、規制再編後にDEAのフロンティアが効率的な方向にシフトした(つまり技術進歩が発生した)と断定する根拠がないことを理由に、また後者に

ついては経営者のコントロールの及ばない外生的変数を取り入れることには注意を要することを理由として、これらの方法を採用していない。

しかしながら、Itoが言及したマルムキスト指数は、以上に述べたバイアスを除去する有効な手段として知られている。とはいえ、マルムキスト指数の計測にはパネルデータが必要なため、ParkerとItoのような時系列データのみを使用した分析には適用することができない。したがって、経年の技術進歩で効率値が必然的に改善されてしまうというバイアスが仮に認められたとしても、彼らの分析の過程でこれを除去することは極めて困難となるのである。

そこで本論文では、パネルデータを使用することによってマルムキスト指数をDEAにより計測したいと考える。つまり、技術的効率性の変化と技術変化を分離することによって純粋な技術的効率性の計測を試みるのである。その結果、民営化によりBAAplcの個々の空港では(純粋な意味での)技術的効率性がどのように変化したかを明らかにしたい。

2 分析方法

2.1 マルムキスト指数

一般的に、時系列データを用いた分析では時間の経過にともなって技術進歩の発生することが予想される。したがって、DEAの効率値は技術進歩の影響により後年になるほど上昇する(つまり効率性が必然的に改善される)というバイアスが生じる問題点が指摘される。このため、効率値に改善がみられたとしても、それが技術的効率性の改善によるものか技術進歩によるものかを判断することができない。こうした問題点に対して、マルムキスト指数をDEAにより求めることで技術的効率性と技術変化とを分離した計測が可能となる。

まずはじめに、 t 期の産出距離関数は次式のとおり定義される。

$$d_o^t(x^t, y^t) = \inf \left\{ \theta : (x^t, y^t / \theta) \in P^t \right\} \quad (1)$$

x は投入ベクトル、 y は産出ベクトル、 P^t は t 期の生産可能集合である。なお、添字の o は“産出”距離関数であることを示すために記してある。上式は、距離関数 $d_o^t(x^t, y^t)$ は $(x^t, y^t / \theta) \in P^t$ の条件を満たす θ を最小化するものであることを意味している。

Fare *et al.*[1994]によると、産出指向型のマルムキスト指数は次式のとおり示される⁵⁾。

$$m_o(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{d_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_o^t(x^t, y^t)} \frac{d_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

たとえば、 $d_o^{t+1}(x^t, y^t)$ は t 期の投入と産出の組み合わせを $t+1$ 期の技術で評価した産出距離関数となる。

この(2)式を変形すると(3)式が得られる。

$$m_o(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{d_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_o^t(x^t, y^t)} \left[\frac{d_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{d_o^t(x^t, y^t)}{d_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (3)$$

(3)式の右辺において括弧の外側が技術的効率性の変化を示し、括弧内の2つの比率尺度の幾何平均が技術変化を示すことになる。すなわち、

$$\text{技術的効率性の変化} = \frac{d_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_o^t(x^t, y^t)}$$

$$\text{技術変化} = \left[\frac{d_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{d_o^t(x^t, y^t)}{d_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

となる。

以上を図示したものが図 1 である。

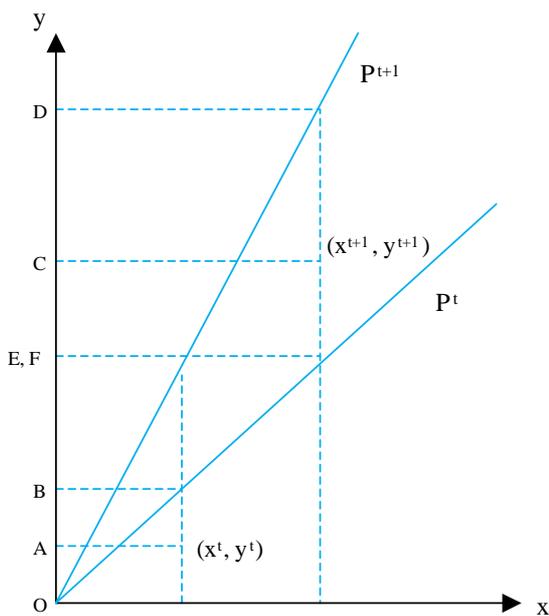


図 1 技術的効率性の変化と技術変化
出所：Grosskopf [1993] p.178 (Fig.4.3)。

この図を用いて(3)式を表記すると、

$$m_o(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{OC}{OD} \frac{OB}{OA} \left[\frac{OD}{OF} \frac{OE}{OB} \right]^{1/2} \quad (4)$$

となる⁶⁾。

つまり、技術的効率性の変化は $(OC/OD) \div (OA/OB)$ であらわされ、技術変化は OD/OF と OE/OB の幾何平均であらわされるわけである。

このように、マルムキスト指数は、技術的効率性の変化と効率的フロンティアのシフトとして反映される技術変化(技術進歩と技術退歩)を分離して計測することができるのである。

ただし、末吉[2001]によればマルムキスト指数には t 期の事業体を t 期では未知のはずの $t+1$ 期の効率的フロンティア上で評価する(つまり $d_o^{t+1}(x^t, y^t)$ の項)という非現実性の存在が欠点として指摘されている⁷⁾。Itô[2001]がマルムキスト指数を採用しなかった(前章を参照)理由は、この欠点の存在である。

2.2 DEA^{注2)}

DEAは投入から産出への変換過程における物理的な効率性(これを技術的効率性という)を測定する手法である。すなわち、投入量と産出量の比率尺度(産出量/投入量)を、それぞれの分析対象ごとに算出し、これを相互に比較することによって相対的な技術的効率性を評価するものである。

DEAでは、各分析対象を「DMU」(Decision Making Unit)と呼び、各DMUの投入量と産出量をプロットしたデータ集合を包み込む(包絡する)凸集合を「効率的フロンティア」と呼んでいる。効率的フロンティアで包み込まれるデータ集合(生産可能集合)はフロンティア上のDMUと比較して非効率的と判定されることになる。すなわち、効率的フロンティア上に属するDMUを基準として、非効率と判定されるDMUを相対的に評価するというのがDEAの基本的な発想である(図 2参照)。

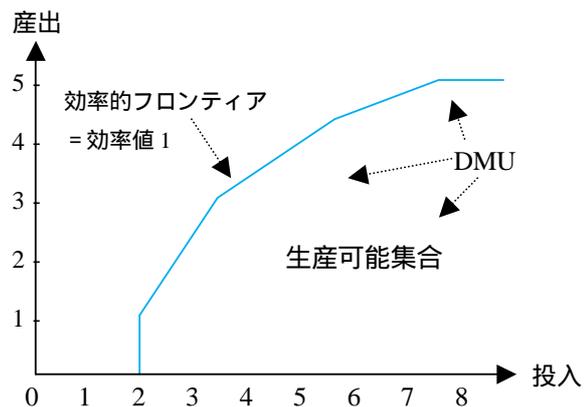


図 2 DEAの概念

効率的フロンティアに属するDMUの効率値は1とする。したがって、1よりも小さい効率値を示すDMUが、すべて非効率と判定される。さらに、求められた効率値を相互に比較することによって、非効率の程度や効率的とな

るための改善案(効率的フロンティアとの距離)が明らかになる。

DEAでは、「規模に関する仮定」と「指向性の仮定」により複数のモデルを構築することができる。規模に関する仮定については、規模に対して収穫一定とするCRS (constant returns to scale)モデルと、規模に対して収穫可変とするVRS(variable returns to scale)モデルがある。また、指向性の仮定に関しては、投入指向型(input-oriented model)と産出指向型(output-oriented model)の2つのモデルが考えられる。

投入指向型とは産出水準は変えずに効率的フロンティアに移動するために削減すべき投入量の比率を求めるもので、産出指向型とは投入水準は変えずに効率的フロンティアに移動するために増加すべき産出量の比率を求めるものである。

以上のことをOdeck & Alkadi[2001]による図3を用いて説明すると、CRSでは効率的フロンティアはOBとなり、VRSでは X_A ABCDが効率的フロンティアとなる。指向性に関しては、たとえばK点の投入指向型の技術的効率性を求める場合、CRSでは X_I/X_K 、VRSでは X_I/X_A となる。また、産出指向型の場合はCRSでは Y_K/Y_M 、VRSでは Y_K/Y_L となる⁹⁾。

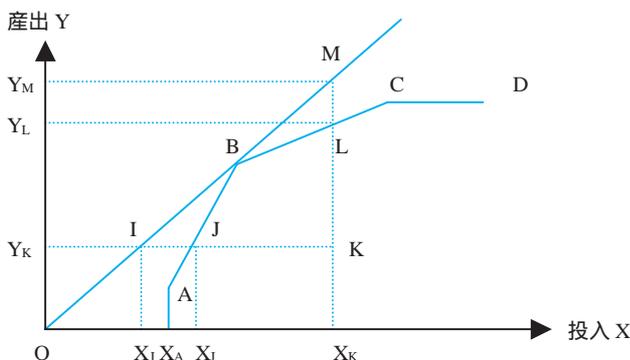


図3 規模の仮定と指向性
出所: Odeck & Alkadi[2001] p.214.

本論文ではCRSの産出指向型モデルを採用したいと考える。その理由については次章で述べる。

さて、2.1節で説明したマalmquist指数を求めるためには(3)式の距離関数をそれぞれ計算することになる。これは、DEAの手法を用いて計算することができる。具体的には、以下の4つの線形計画問題を解く¹⁰⁾。

$$\begin{aligned}
 [d_o^t(x^t, y^t)]^{-1} &= \max \phi \\
 \text{s.t. } -\phi y_i^t + Y^t \lambda &\geq 0 \\
 x_i^t - X^t \lambda &\geq 0 \\
 \lambda &\geq 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 [d_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})]^{-1} &= \max \phi \\
 \text{s.t. } -\phi y_i^{t+1} + Y^{t+1} \lambda &\geq 0 \\
 x_i^{t+1} - X^{t+1} \lambda &\geq 0 \\
 \lambda &\geq 0
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 [d_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})]^{-1} &= \max \phi \\
 \text{s.t. } -\phi y_i^{t+1} + Y^t \lambda &\geq 0 \\
 x_i^{t+1} - X^t \lambda &\geq 0 \\
 \lambda &\geq 0
 \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 [d_o^{t+1}(x^t, y^t)]^{-1} &= \max \phi \\
 \text{s.t. } -\phi y_i^t + Y^{t+1} \lambda &\geq 0 \\
 x_i^t - X^{t+1} \lambda &\geq 0 \\
 \lambda &\geq 0
 \end{aligned} \tag{8}$$

なお、 X は投入行列、 Y は産出行列、 i は i 番目のDMUをあらわすものとする。

DEAの主な特徴としては、多数の投入項目と産出項目を取り扱うことができるほか、費用最小化を前提としない活動(たとえば、非営利団体や政府機関の活動)に対する効率性の計測も可能である。また、DEAの基本モデルでは投入項目と産出項目に関する情報のみが必要とされ、さらには回帰分析におけるようなコブ・ダグラス型やトランスログ型などの関数形を仮定する必要がない。

一方で、DEAの欠点として、使用する変数の数によって結果が変動するという脆弱性、特異なサンプルの存在がフロンティアの形状を著しく変動させること、などが指摘される¹¹⁾。しかし、空港のように複数の投入および産出項目が存在するケースでは、DEAは大きな利点をもつと考えられる。

3 計測結果

3.1 データとサンプル

それでは、以上に示したマalmquist指数を使用してBAAplcの個別空港について計測をおこなう。

先に挙げた先行研究によると、Parkerは、投入項目として従業員数、投入資本、その他の営業費用、産出項目として総収入、旅客数、貨物・郵便の取扱量を使用している。また、Itoは、投入項目として人件費(RPI[retail price index]でデフレート)と投入資本(総有形資産 - 流動負債)、産出項目として航空機発着回数(ATM: Air trans-

port movements)と商業収入(RPIでデフレート)を使用している。

以上にもとづき、本論文では投入項目として従業員数と営業費用、産出項目として航空機発着回数と商業収入を採用する。営業費用と商業収入に関してはRPIでデフレートして実質化している。また、航空機発着回数は小型機を使用する非公共用のジェネラル・アビエーションを除外したものである。なお、先行研究で採用されている資本に関しては、パネルデータとしての入手ができなかったことから、投入項目には含めなかった。

データは主にBAAplcの年次報告書の各年度版¹²⁾より収集した^{注3)}。計測期間は1975年度から2001年度で、計測対象の空港は1990年に取得されたサウサンプトン空港を除くBAAplcの6つの空港(ヒースロー、ガトウィック、スタンステッド、アバディーン、エディンバラ、グラスゴー)とした。

採用するモデルはCRS(規模に関して収穫一定とするモデル)の産出指向型とする。マルムキスト指数の計測では効率的フロンティアはクロスしないという仮定をあらかじめおいているが、CRSではそもそもフロンティアがクロスすることがないため、このモデルを採用する。また、空港に関する規模の経済性の有無については、Doganis [1992]によると、英国の空港に関する研究で、年間旅客数が100万人から150万人までの間に規模(交通量)の増加にともなう急激な費用低減がみられるものの、旅客数が300万人を超えると規模に関する収穫が一定になるとされている¹³⁾。

しかし、入手可能な近年10年間の統計によると、本論文で計測対象とするBAAの6空港は、いずれも年間旅客数が150万人を上回っており、とりわけヒースローとガトウィックにおいては、1991年度の時点で既に約4,200万人、約1,900万人と、規模に関する収穫が一定となる300万人という水準を大幅に上回っている。したがって、本論文の計測に関するかぎりでは、規模に関して収穫一定と仮定するCRSモデルを使用することに問題はないと考える。

つぎに、指向性に関しては、後述するように本論文では産出項目を変えた2種類の計測をおこなうことから、産出の増加に注目する産出指向型のモデルを使用することとした。なお、アメリカの空港の技術的効率性をDEAにより計測したGillen & Lall [1997]でも同様に産出指向型のモデルが採用されている。

計測は、採用する産出項目を変えて2種類に分けて実施する。すなわち、ひとつは航空系活動の評価をおこなうために航空機発着回数のみを産出項目とし(計測Aとする)、もうひとつは非航空系活動の評価をおこなうた

めに商業収入のみを産出項目として(計測Bとする)計測する^{注4)}。

3.2 計測結果

3.2.1 計測A

はじめに、投入項目を従業員数と営業費用、産出項目を航空機発着回数として計測を実施する。計測にはCoell [1996]のDEAP Version 2.1を使用した¹⁵⁾。計測結果は表2のようになった。この表は、Parkerと同様に民営化以前と民営化以降の効率値の平均を比較したものである^{注5)}。ガトウィックを除く全ての空港で民営化以降に技術的効率性が改善されていることが表より確認できる。このことは、民営化前後で技術的効率性の変化はなかったとするParkerとItoの研究とは異なる結果である。

表 2 航空系活動の技術的効率性に関する計測結果
- 計測A -

	民営化以前	民営化以降
ヒースロー	0.270	0.337
ガトウィック	0.340	0.335
スタンステッド	0.144	0.384
グラスゴー	0.374	0.466
エディンバラ	0.388	0.593
アバディーン	1.000	1.000

全ての年度にわたって効率値が1となったのはスコットランドのアバディーンである。つまり、この表はアバディーンを基準として他の空港の技術的効率性を評価した結果とみることができる。言い換えれば、アバディーンが形成する効率的フロンティアで他の5つの空港の効率性を評価した結果である。したがって、アバディーンに関しては民営化による技術的効率性の変化について明らかにできないものの、他の5つの空港と比較して常に効率的であったということとはできる。

予想ではロンドンの3つの空港が相対的に高い効率値を達成すると思われたものの、実際にはアバディーンが最高の効率性を達成することとなった。しかし、この表をみると、アバディーンをはじめとするスコットランドの空港はロンドンの空港と比べて、総じて高い効率値を達成するという結果になっている。このことは、スコットランドの空港がロンドンの空港と比べて、より少ない従業員数と営業費用で、より多い航空機の取扱数を達成していることを意味するものである。

こうした結果が導かれた理由として考えられるのは、ロンドンの空港では慢性的に空港容量に制約があり、航空機の取扱数の伸びに限界があったということである。その原因のひとつに民営化が実施されたことが挙げられる。つまり、私企業であるかぎり利潤最大化のために限界的な容量で操業する傾向のあることや、さらには民営

化の直後では大規模投資を計画すると株価に悪影響を与えて資金調達に支障をきたす可能性があることなどから、とりわけ投資が大規模なものとなるロンドンの空港では、民営化以降に投資が抑制されがちであった可能性が考えられる。このことは、太田[1996]においても指摘されている問題である¹⁶⁾。

3.2.2 計測B

つづいて、投入項目を従業員数と営業費用、産出項目を商業収入として計測を実施する。計測結果は表3のようになった。この表についても計測Aと同様に民営化以前と民営化以降の効率値の平均を比較したものである。

表3 非航空系活動の技術的効率性に関する計測結果
- 計測B -

	民営化以前	民営化以降
ヒースロー	0.996	0.993
ガトウィック	0.867	0.925
スタンステッド	0.443	0.552
グラスゴー	0.477	0.612
エディンバラ	0.356	0.496
アバディーン	0.451	0.537

計測Bではヒースローがほぼ全ての年度にわたって効率値が1となった。すなわち、この表はヒースローを基準として他の空港の技術的効率性を評価した結果ということになる。ただし、ガトウィックが効率値1となった年度もいくつか存在したため、ヒースローの効率値の平均は1以下となっている。

ヒースローについては技術的効率性の変化を明らかにできないものの、これを除く5つの空港の全てでは民営化以降に技術的効率性が改善されていることが確認できる。この結果は、計測Aと同じく ParkerとItoの研究とは異なるものである。一方で、ロンドンの空港はスコットランドの空港に比べて相対的に高い効率値を達成している。この点においては計測Aと正反対の結果となっており、非常に興味深い。

ロンドンの空港がスコットランドの空港より非航空系活動における成果が高かった理由として、免税店の存在が挙げられる。一般的に空港の非航空系活動のなかでは免税店が最も収益力に優れている。したがって、とくにヒースローやガトウィックのようなヨーロッパあるいはイギリスを代表する国際空港では(免税店があるために)非航空系活動の良好な成果が得られたと考えられるのである。

3.2.3 技術変化

さいごに、技術変化についての計測結果を示しておく。

計測Aと計測Bについて、毎年技術変化の平均(幾何平均)を空港ごとに示したのが表4である。数値が1より大きいと技術進歩があり、1より小さいと技術退歩があったことを意味する。たとえば、計測Aのヒースロー空港では毎年1.3%ずつの技術進歩による生産性の向上があったということである。

表より、スコットランドの一部の空港では技術変化がほとんどないケースがあるものの、その他の空港では概して毎年わずかながらの技術進歩があったことが確認できる。

表4 技術変化

	計測A	計測B
ヒースロー	1.013	1.016
ガトウィック	1.011	1.010
スタンステッド	1.004	1.024
グラスゴー	1.002	1.007
エディンバラ	0.999	1.007
アバディーン	0.994	1.006

4 まとめ

以上のように、本論文ではBAAplcの技術的効率性を個別の空港ごとに計測を実施した。その結果、民営化前後で効率性が改善されているという結果を得ることができた。これは、先行研究に反して一般的な予見に整合的な帰結であろう。とりわけ、時系列データのみを使用した分析に固有のバイアス(時間の経過とともに効率値が必然的に改善されるというものを)排除している点において、この帰結のもつ意義は大きいと考えられる。

さらに、効率値の水準は空港ごとに大きく異なることも明らかとなった。また、ロンドンの空港とスコットランドの空港を比べた場合、空港の活動内容(航空系活動・非航空系活動)によって、効率値の水準は正反対の傾向を示した。すなわち、航空系活動ではスコットランドの空港が、非航空系活動ではロンドンの空港が、それぞれ相対的に高い効率性を達成していたのである。

以上をまとめると、本論文より明らかになったことは、BAAplcの全ての空港で民営化以降に技術的効率性が改善されたこと(ただし、効率値1の空港に関しては判別できない)、効率値の水準は空港ごとに大きく異なり、航空系活動と非航空系活動とでは、ロンドンの空港とスコットランドの空港で効率値の水準が正反対の傾向を示したこと、計測期間を通じて、ほぼ全ての空港で技術進歩がみられたこと、の3点である。とりわけ、については、先行研究の帰結と異なり一般的な民営化理論と整合性をもつ結果であり、民営化政策の実効性を示唆する意味でも重要な結論と考えられるのである。

謝辞：本研究にあたり，大学院時代の指導教授である高橋望先生(関西大学)，BAA設立当初の貴重なAnnual Reportをお貸しくださった伊藤規子先生(慶應義塾大学)，分折手法に関して有益なアドバイスをくださった中山徳良先生(流通科学大学)には，大変お世話になりました。ここに記して深く感謝いたします。ただし，ありうべき誤謬は全て著者の責に帰するものです。

注

注1)本論文は日本海運経済学会第36回大会(於：関西大学)での報告内容をもとに，これをまとめたものである。

注2)DEAに関する以下の記述は，横見[2003]にもとづくものである⁸⁾。

注3)従業員数のパネルデータに関してはBAAplcより提供を受けた。ただし，同種のデータはCRI(Centre for the study of Regulated Industries)の*Airports Statistics*の各年度版より入手可能である。

注4)なお，DEAでは採用する投入と産出の項目数をDMUの数とある程度つり合わせる必要がある。というのも，DEAでは投入項目と産出項目にウエイトづけをするために，もっとも都合のよい項目に相対的に大きなウエイトがかけられることになるため，採用する投入と産出の項目数がDMUの数に比べて極端に多くなりすぎると，効率値が1となるDMUが続出するという問題が生じるからである。刀根[1993]によれば， $n \geq 3(m + s)$ という経験的な目安が提案されている(n ：事業体の数， m ：投入項目数， s ：産出項目数)¹⁴⁾。

注5)ただし，ここでは効率値1は絶対値でなく相対値になる。しかし，全空港の各年ごとの技術値と効率値の平均をそれぞれ時系列でプロットした結果，計測A・Bともに技術が上昇しているもの，同時に効率値も上昇しているため，フロンティアの後退によってあたかも効率値が上昇したかのようにはなっていないと考えられる(つまり，みせかけの効率値の上昇は生じていない)。

参考文献

1) Gillen, D. & A. Lal[1997], "Developing Measures of Airport Productivity and Performance: An Application of Data Envelopment Analysis," *Transportation Research*, Vol.33E(4), pp.261-274.

2) Martin, J.C. & C. Roman[2001], "An Application of DEA to Measure the Efficiency of Spanish Airports Prior to Privatization," *Journal of Air Transport Management*, Vol.7(3), pp.149-158.

3) Parker, D.[1999], "The Performance of BAA Before and After Privatisation: A DEA Study," *Journal of Transport Economics & Policy*, Vol.33(2), pp.133-146.

4) Ito, N.[2001], *The Economic Regulation of the UK Airport Industry*, University of Warwick Ph.D thesis.

5) Fare, R., S. Grosskopf & C.A.K. Lovell[1994], *Production Frontiers*, Cambridge University Press.

6) Grosskopf, S.[1993], "Efficiency and Productivity," in Harold, O.F., C.A.K. Lovell & S.S. Schmidt(eds.) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, pp.160-194.

7) 末吉俊幸[2001], 『DEA - 経営効率分析法 - 』朝倉書店。

8) 横見宗樹[2003], 「空港免税店の経営成果に影響を与える要因の分析」『航空研シリーズ』No.419, 25～49ページ。

9) Odeck, J. & A. Alkadi[2001], "Evaluating Efficiency in the Norwegian Bus Industry Using Data Envelopment Analysis," *Transportation*, Vol.28(3), pp.211-232.

10) Coelli, T., D.S.P. Rao & G.E. Battese [1998], *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic。

11) 衣笠達夫[2002], 「地方公営企業の効率性の分析」『流通科学大学論集 - 経済・経営情報編』第10巻第3号, 1～10ページ。

12) BAA(plc) [1976-2002], *Annual Report and Accounts*(1975/76 - 2001/02)。

13) Doganis, R.[1992], *The Airport Business*, Routledge(木谷直俊訳[1994] 『エアポート・ビジネス』成山堂書店)。

14) 刀根薫[1993], 『経営効率性の測定と改善』日科技連出版社。

15) Coelli, T.[1996], "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis(Computer) Program," *CEPA Working Paper*, University of New England.

16) 太田和博[1996], 「英国における空港整備方策 - BAAの民営化と空港整備インセンティブの付与 - 」『道路交通経済』No.77, 22～27ページ。

(原稿受付 2003年2月17日)

Evaluation of technical efficiency at privatized airports

By Muneki YOKOMI

There is a growing tendency toward airport privatization in the world. Therefore it becomes more critical to measure management efficiency at privatized airports. Some leading researches suggest that as a result of measurement of technical efficiency by DEA using time series data on BAAplc, no remarkable changes in efficiency exist before and after privatization. This paper pursues the same object but uses panel data in addition to using the Malmquist Index which excludes a bias arising from passage of time. The outcome is that there exists an effect of improvement for technical efficiency after privatization, and there are some differences in technical efficiency among individual airports on BAAplc.

Key Words ; airport, privatization, BAA, DEA, Malmquist Index