

DEA による空港経営の効率性評価

An Efficiency Evaluation for Airport Management based on DEA

北海学園大学工学部社会環境工学科 ○学生員 伊藤彰宏(Akihiro Ito)

北海学園大学工学部社会環境工学科 正会員 鈴木聡士(Soushi Suzuki)

1. はじめに

近年、航空の交通需要が増加しつつある(表-1)。とくに観光産業が重要度を増しつつある北海道や札幌市においては、航空による交通は特に重要であり、その離着陸拠点となる空港の重要度も増しつつある。

表-1 航空運輸実績の経年変化¹⁾

区分	年度	2000	2007	伸び率(%)
				00-07
国内	旅客(万人)	9,198	10,730	2.2
	貨物(千トン)	930	1,080	2.2
国際	旅客(万人)	5,256	6,750	3.6
	貨物(千トン)	2,927	3,860	4.0

しかし、丘珠空港のような比較的小規模な空港の経営環境は厳しさを増しつつある。その主要原因として、航空会社の航空機ジェット化傾向によるジェット非対応空港の便数減少などがあげられる。

また、丘珠空港を利用していたエア・ニッポンネットワーク(A-net)便の撤退が決定したことなどを契機として、丘珠空港のジェット化が再検討されつつある。

そこで本研究は、丘珠空港を含む国管理および共用空港の26空港を事業体として設定し、包絡分析法(DEA: Data Envelopment Analysis)²⁾を用いて、各空港の経営効率性を評価する。さらに運輸効率性の観点から、空港をジェット化の対応状況に応じて3つのフレームに分けて分析する。この分析により、丘珠空港を含むジェット非対応空港とジェット対応空港の運輸効率性を比較・評価する。これらの結果から、丘珠空港のジェット化に関する効果を分析・考察することを目的とする。

2. DEA と CCR モデルの概要

DEA は、事業体の活動に関する効率性を多入力・多出力の比を用いて、比率尺度で相対的に測定することが可能な手法であり、様々な分野で活用されている。

この DEA の基本モデルとして、Cooper らによって提案された CCR(Charnes-Cooper-Rhodes)モデル²⁾がある(以降、入力指向型を利用)。このモデルは、規模の経済性に関して収穫一定を仮定したモデルで、一般的に広く活用されており、以下のようなモデルである。

まず、DEA では分析対象(ex.事業体など)を一般に DMU (Decision Making Unit) という。ここで、n 個の

DMU があると仮定し(DMU_j, j=1, ..., n)、対象とする DMU を DMU₀ とする。また、m 個の入力項目と s 個の出力項目があるとき、DMU₀ の入力データを x_{m0} 、出力データを y_{s0} とする。各入力項目に関する各ウエイトを $v_m(m=1, \dots, M)$ 、各出力項目に関する各ウエイトを $u_s(s=1, \dots, S)$ として以下のように定式化される。

$$(FP_0) \quad \max_{v,u} \quad \theta = \frac{\sum_s u_s y_{s0}}{\sum_m v_m x_{m0}}$$

$$s.t. \quad \frac{\sum_s u_s y_{sj}}{\sum_m v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (1)$$

$$v_m \geq 0, u_s \geq 0$$

モデル(1)の最適解を (v_m^*, u_s^*) とし、最適目的関数値を θ^* とする。この各 DMU に関する θ^* の値が効率性の評価値となる。このとき、 $\theta^*=1$ ならば DMU₀ は効率性であり、 $\theta^*<1$ ならば DMU₀ は非効率性である。

さらに、CCR モデルにおける効率性改善案 (\hat{x}_0, \hat{y}_0) は(2),(3)式のとおりである。

$$\hat{x}_0 = \theta^* x_{m0} - s^{-*} \quad (2)$$

$$\hat{y}_0 = y_{s0} + s^{+*} \quad (3)$$

ここで、 s^{-*} は入力の余剰、 s^{+*} は出力の不足である。

式(2),(3)の効率性改善案創出モデルのイメージ(入力空間)を図-1に示す。

図-1において、点A,B,CはDMUであり、AとBは効率性、Cは非効率性である。さらに、Cの効率性評価値は $\theta^*=OC'/OC<1.000$ となる。また CCR モデルによるCの効率性改善案は、式(2)のとおり入力値 x の一律 θ^* 倍の縮小(点C'への移動)として表される。また、この場合のCの参照集合は、AとBになる。

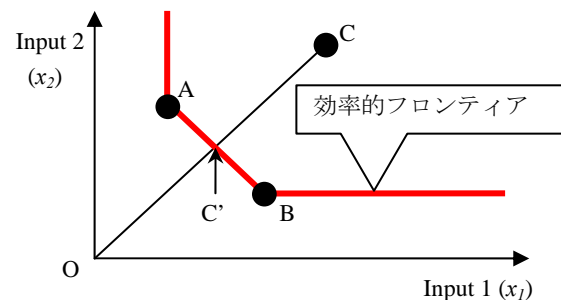


図-1 効率性改善案創出モデルのイメージ

3. 入出力項目の設定と分析フレームワーク

3-1 経営効率性分析

まず本研究では、「経営効率性」の観点から国管理および共用空港の26空港を評価する。この観点における入出力項目として、国土交通省が公表している「平成18年度空港別収支の試算結果について」³⁾をもとに、入力項目を「人件費」、「営業費用(人件費を除く)」、「負債」とし、出力項目を「営業収益」とする3入力1出力による経営効率性を評価する。なお各空港の入出力データを表-2に示す。

表-2 各空港の入出力データ(単位:百万円)

空港名	(I)人件費	(II)営業費用 (人件費を除く)	(III)負債	(IV)営業収益
東京	1,615	51,351	897,823	50,948
大阪	693	10,413	1,114	15,443
新千歳	700	7,137	1,292	9,514
福岡	722	16,716	1,300	10,729
那覇	598	8,260	1,236	3,386
稚内	100	955	157	100
釧路	177	2,021	256	379
函館	139	2,133	264	896
仙台	319	2,468	626	1,809
新潟	135	2,883	767	709
広島	161	2,043	277	1,751
高松	86	1,168	174	752
松山	120	1,415	207	1,281
高知	139	1,252	232	634
北九州	162	2,117	268	751
長崎	119	1,439	206	1,342
熊本	140	1,261	274	1,590
大分	102	1,363	181	964
宮崎	127	1,889	222	1,472
鹿児島	399	1,801	823	2,407
八尾	49	587	80	105
丘珠	52	542	74	61
小松	39	2,498	101	1,427
美保	48	837	95	231
徳島	32	951	141	491
三沢	55	274	93	155

しかし、この26空港のうちジェット非対応空港は丘珠空港を含め2空港しかなく、ジェット対応と非対応の効果を明らかにするのは困難であると考えられる。しかし、現時点では経営データの公表は上記26空港のみであることから、本研究では「経営効率性」の観点からは上記26空港のみを対象として分析する。

3-2 運輸効率性分析

本研究では補完的方策として、全空港のデータが取得可能な「運輸効率性」の観点から、空港を①国管理空港および共用空港②ジェット化非対応空港③全国

87空港(全国97空港のうち、評価が可能なもの)、の3フレームに分類して評価する。

このようなフレームに分類した理由は、①国管理および共用空港の運輸効率性を分析し、経営効率性との相関関係を把握する。②ジェット非対応空港のみで効率性を分析し、丘珠空港のジェット非対応空港の内での効率性の位置づけを把握する。③その上で、ジェット非対応空港とジェット対応空港の運輸効率性を比較する。このような方法により、ジェット化の効果を傍証する。

この運輸効率性に関する入出力項目として、国土交通省が公表している「年度別空港管理状況」⁴⁾と「全国空港配置図」⁵⁾をもとに、入力項目を「空港面積」と「着陸回数」、出力項目を「乗降客数」と「貨物取扱量」とする2入力2出力による運輸効率性を評価する。

4. 国管理および共用空港の効率性評価

4-1 経営効率性分析

CCRモデルによって分析した経営効率性スコアを図-2に示す。図-2は、各DMUの効率性を表わしており、1.000となっているものが効率的なDMUであり、小松空港、東京国際(羽田)空港、大阪国際(伊丹)空港の3空港であった。また、丘珠空港は下から二番目のスコアであり、これらの空港と比較した場合、かなり効率性が低いことが分かった。しかし、他の24空港は全てジェット化に対応している現状である。

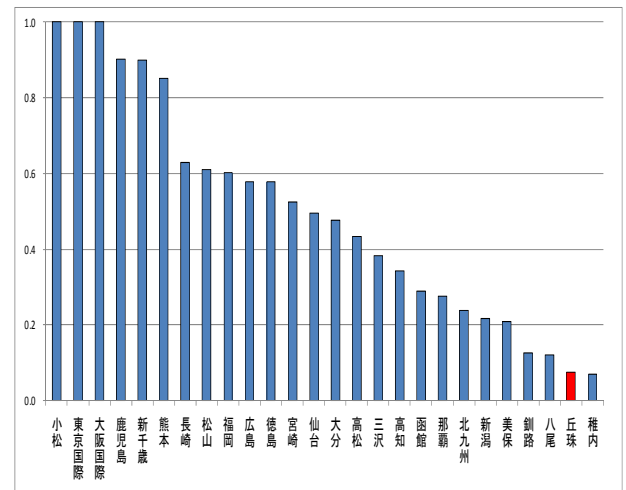


図-2 CCRモデルによる経営効率性スコア

4-2 丘珠空港に着目した経営効率性改善案

丘珠空港に着目した経営効率性改善案を表-3に示す。ここで、丘珠空港が効率的フロンティアに到達する(スコアが1.000となる)ためには、全ての入力項目を90%以上削減しなくてはならず、現実的な改善案とはいえない。しかしこのことは、それと同レベルの効率性で経営されている空港(参照集合は大阪国際空港)が現実に存在していることを意味している。

表-3 丘珠空港の経営効率性改善案

DMU	Data	改善案
丘珠	Score	0.076
(I)人件費(百万円)	52	-94.74%
(I)営業費用(百万円)	542	-92.41%
(I)負債(百万円)	74	-94.05%
(O)営業収益(百万円)	61	0.00%
参照集合	大阪国際	

4-3 運輸効率性分析

次に、運輸効率性の観点から、事業者を国管理および共用空港の26空港と設定し、CCRモデルによって分析した結果を図-3に示す。図-3から、効率的なDMUは福岡空港、東京国際(羽田)、大阪国際(伊丹)の3空港であった。また、運輸効率性の観点から分析しても丘珠空港は効率性が低いことが分かった。

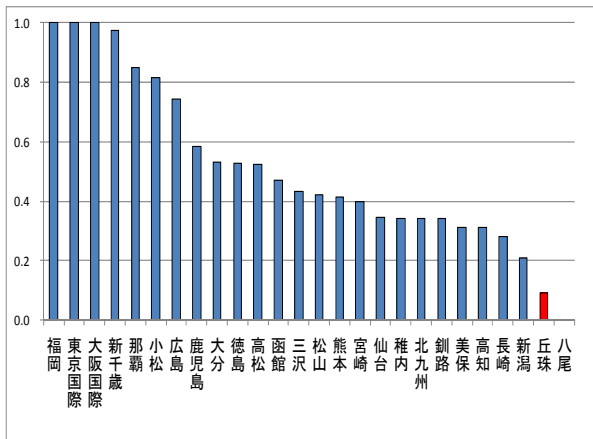


図-3 国管理空港および共用空港の運輸効率性スコア

4-4 経営効率性と運輸効率性の関係

図-4は経営効率性と運輸効率性の関係を比較したものであり、図-5はその散布図である。これらの相関係数は0.711であり、高い相関関係があることがわかった。そこで本研究では、運輸効率性の観点から他の空港を評価し、結果を総合的に考察する。

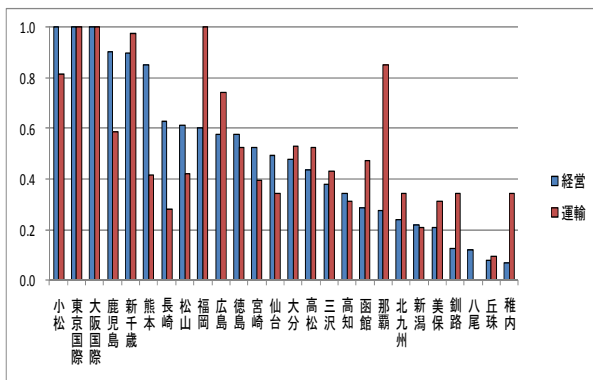


図-4 経営効率性スコアと運輸効率性スコアの比較

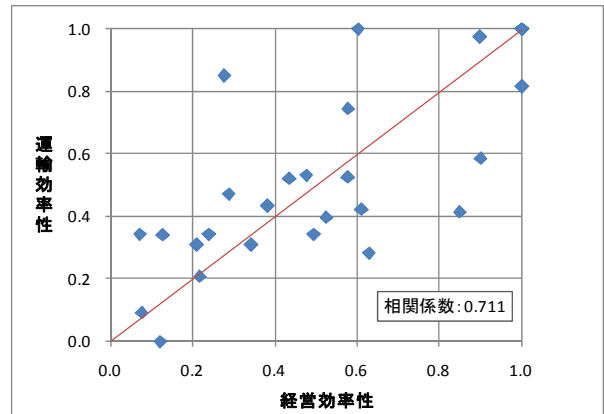


図-5 経営効率性と運輸効率性のスコア散布図

5. ジェット非対応空港の運輸効率性分析

次に、ジェット非対応空港の中で評価が可能な23空港を事業者とし、CCRモデルによって運輸効率性を分析した結果を図-6に示す。

図-6より、丘珠空港のスコアは0.990と全体の5位であることが分かった。このことから丘珠空港はジェット非対応空港の中では効率的な運用がなされていることがわかった。

さらに図-5から、運輸効率性と経営効率性の相関が高いことを踏まえた場合、ジェット非対応空港のフレームにおいては、丘珠空港の経営効率性はジェット化非対応空港の中では高い状態であることが推察される。

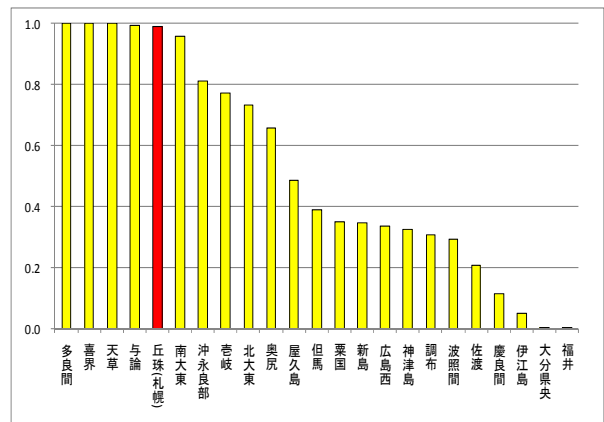


図-6 ジェット非対応空港の運輸効率性スコア

6. 全国87空港の運輸効率性分析

さらに、全国87空港を事業者とし、CCRモデルによって運輸効率性を分析した結果を図-7に示す。ここで、空港をジェット対応状況に応じて以下の3つに分類する。

- ① 大型ジェット対応空港
- ② 中・小型ジェット対応空港
- ③ ジェット非対応空港

各グループの運輸効率性スコア平均値を図-8に示す。

図-7の分析結果から、ジェット非対応空港のほとんどが下位であることが分かる。さらに図-8より、全体的な傾向を比較すると、ジェット非対応空港はジェット対応空港に比べ運輸効率性がかなり低いことが明らかとなった。逆の観点から考えた場合、空港がジェッ

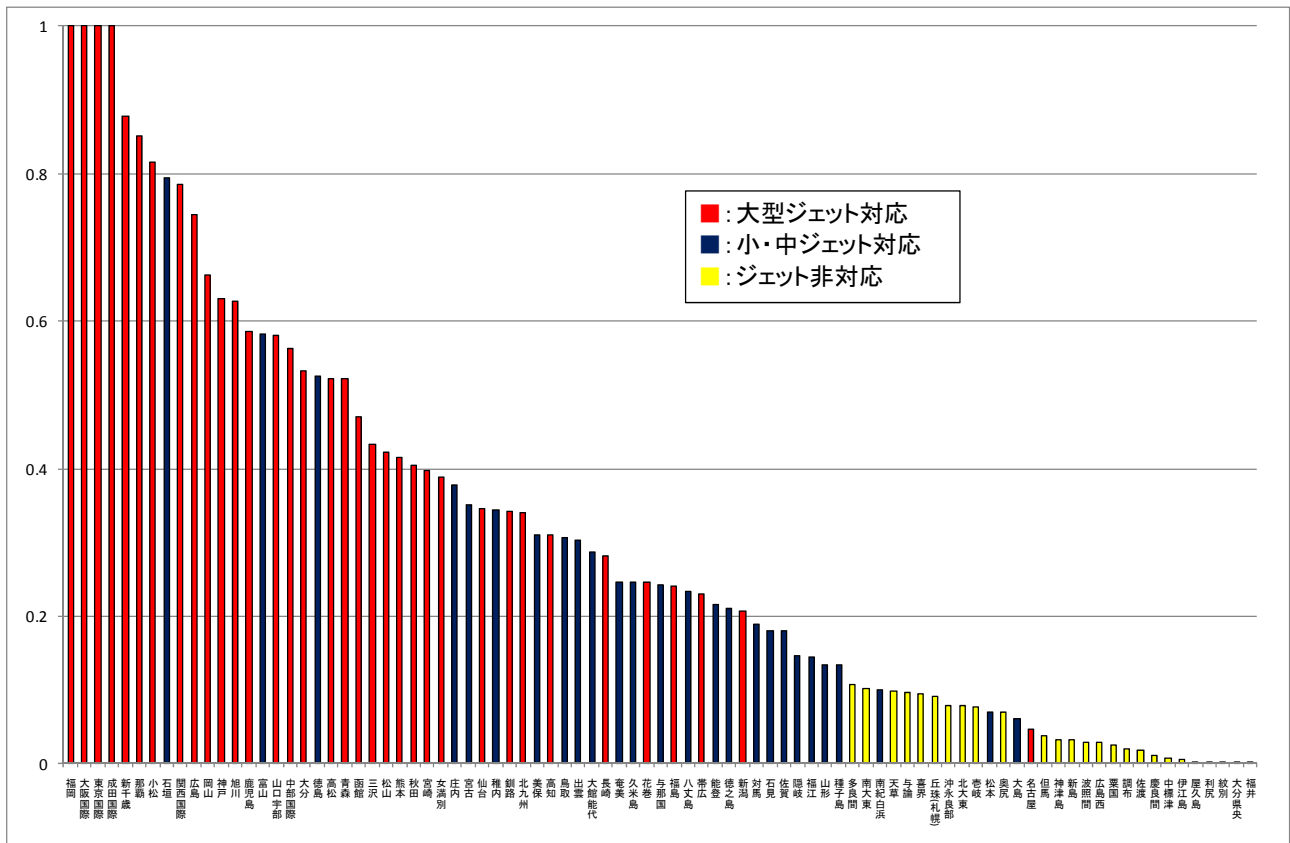


図-7 全国 87 空港の運輸効率性スコア

ト非対応から中・小型ジェットに対応した場合、効率性は平均で約 5.9 倍向上する。さらに、大型ジェットに対応した場合は、効率性は平均で約 11.8 倍向上することがわかった。

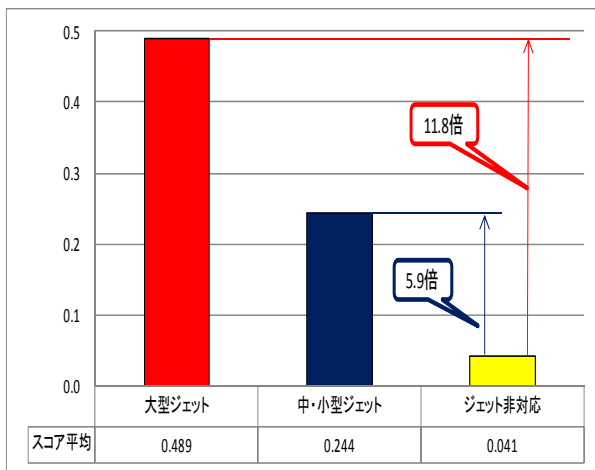


図-8 ジェット対応別の運輸効率性スコア平均値比較

7. 結論

本研究の分析結果から、以下のことが考察される。

- ①国管理および共用空港のフレームにおける経営効率性の比較においては、丘珠空港の効率性は低いことがわかった。
- ②同フレームにおける運輸効率性を分析し、経営効率性の結果と比較した結果、相関が高いことがわかった。

た。

- ③ジェット非対応空港のフレームにおける運輸効率性の分析結果では、丘珠空港は効率的な運用がされていることがわかった。
- ④全国 87 空港のフレームにおける運輸効率性を分析した結果、ジェット対応の有無は、運輸効率性に大きく関係することがわかった。
- ⑤よって、傍証ではあるが、丘珠空港のジェット化は、運輸効率性の改善はもとより、経営効率性の改善にも大きな効果があるものと推察される。
また、今後の課題は以下のとおりである。
- ①今後、経営データ公表が予定されている他の空港も含めたフレームで経営効率性を評価する。
- ②丘珠空港のジェット化に関する住民意識調査を行う必要である。

[参考文献]

- 1)国土交通省航空局監修：「航空需要予測」, http://www.mlit.go.jp/koku/02_topics/01_juyou/index.html
- 2) 刀根薫：経営効率性の測定と改善—包絡分析法 DEA による—,日科技連,1993
- 3)国土交通省監修：「平成 18 年度空港別収支の試算結果について」, http://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000181.html
- 4) 国土交通省監修：「年度別空港管理状況」, <http://www.mlit.go.jp/common/000030477.pdf>
- 5) 国土交通省監修：「全国空港配置図」, http://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000310.html