

包絡分析法 (DEA) を用いた全国主要空港の効率性評価

名古屋工業大学 ○ 学生員 三輪 敦
 名古屋工業大学 正 員 小池則満
 名古屋工業大学 正 員 秀島栄三
 名古屋工業大学 正 員 山本幸司

1. はじめに

空港運営には地理、経済、社会、政治等の諸条件が作用しており、空港は準独占的地位を占めている。このため一般市場と異なり、経営主体や利用者の経済的利益だけで空港の効率性を評価することは困難である。

本研究では包絡分析法 (DEA) を用いて空港機能を示す諸指標により我が国の空港の性能を比較・評価し、現状の空港整備における問題点および今後の整備方針について考察する。

2. DEA モデルの概要

DEA とは、単純な効率判定が難しい多入力・多出力系のシステムにおいて、活動する意思決定主体 (Decision Making Unit : DMU) の間で相対的に効率性を判定する手法である。ここで効率とは入力変数の加重和に対する出力変数の加重和の比率で定義される。つまり、複数個の投入と産出にそれぞれウェイトをかけて和を作り、産出/投入という比率で効率性をみようとするものである。DEA ではウェイト付けに際して判定者の先入観に依らず、データそのものから DMU に最適なウェイトを求め、評価するとところに特徴がある。

以下に DEA モデルを示す。

$$\text{目的関数} \quad \text{Max. } z_{jo} = \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}$$

$$\text{制約} \quad \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

$$u_r, v_i > 0 \quad (r=1,2,\dots,s) \quad (i=1,2,\dots,m)$$

X_{ij} : j 番目 DMU の i 番目投入量

Y_{rj} : j 番目 DMU の r 番目産出量

u_r, v_i : 特定 DMU に対する各々の投入と産出へ配分するための値としての実質乗数

z_{jo} : 特定 DMU に対する効率測定値

(目的関数値が 1 の場合は効率的であり、1 より小さいほど効率が劣ることとなる。)

[双対モデル]

目的関数 $\text{Min. } \theta$

$$\text{Min. } -\varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_{xi} + \sum_{r=1}^s S_{yr} \right]$$

$$\text{制約} \quad \theta X_{j0} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j - S_{xi} = 0 \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_{yr} = Y_{r0} \quad (r=1,2,\dots,s)$$

$$\lambda_j, S_{xi}, S_{yr} \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

θ : 効率値

S_{xi}, S_{yr} : Slack 変数、非効率的 DMU の投入、産出の過剰過少を表す。

λ_j : 双対変数、効率値の評価に影響を与え、同時に投入、産出の調節量が計算できる乗数

3. DEA の空港機能効率評価への適用

DEA は同一種類の経営主体に属する機関で、同一条件にある類似機関を比較評価する方法である。本研究では第 1 種および第 2 種空港を分析対象とし、離着陸、利便、運営等、様々な空港機能および施設 (図 1) の効率性を個別に判定した上で総合評価を行う。以下では例として空港基本施設を取り上げ (表 1)、稼動効率性について評価する。評価項目によっては快適値、利便値などを DEA の評価基準である効率値として捉える必要がある。

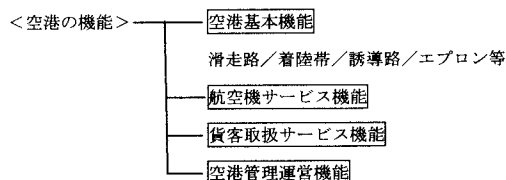


図 1 空港の機能と施設

4. 空港基本施設における稼働効率性の評価

表2に空港基本施設に対するDEAモデルによる評価結果を示す。対象空港のうち相対的に効率的である5空港は既存の資源に対し効率的に稼働していることを表している。ここで単純に全空港の効率値を相対比較することはできない。なぜならば各々の空港の効率性を評価する基準になる優位集合が異なるからである。効率値順位は同じ優位集合により評価された空港間においてのみ意味を持つ。

また優位集合のうち鹿児島空港が最も多く出現し、非効率の程度を最も多く評価する基準になっている。これは鹿児島空港が投入、産出の構成比率において多くの他の空港と似通いながら効率的であったことを表している。

非効率空港のうち例として4空港における効率向上のための参考値を表3に示す。非効率空港では効率値および入力、出力の不足のために相対的に効率が劣る結果となっている。これより非効率にどの項目が大きく起因しているかがわかる。たとえば、伊丹空港、長崎空港では2本の滑走路を有するため総滑走路長での余剰が大きく目立っている。

DEAの結果と日本の空港事情および整備状況を考察する時、効率空港ほどフル稼働に近い状態で運営されており、非効率空港は効率空港に対する余裕を表していると捉えられる。すなわち既存の施設を有効に使うべく運用面での施策を重視した持続的な空港整備が求められる現状では、基本施設に関しては効率空港ほど優先されるべきであり、非効率な空港ほど整備時期を遅らせる余裕があると解釈できるだろう。

5. おわりに

DEAの結果より効率空港、非効率空港の分類がなされ、非効率を改善するための基準となる空港が示されると同時に、その非効率の程度を示すことができた。以上によりDEAを用いた空港施設の効率性評価法が示された。

【参考文献】

- 1) 刀根薫、経営効率性の測定と改善、日科技連、1993
- 2) 数字で見る航空、航空振興財団、1998
- 3) エアポートハンドブック、関西空港調査会、1998

表1 空港基本施設の投入、出力値

名称	入力				出力	
	空港面積 (ha)	総滑走路 長(m)	運用時間 (時間)	着陸回数 (H8)		
成田	710	4000	17	62,812		
伊丹	1100	8500	17	105,595		
関西国際	317	4828	14	45,378		
新千歳	510.3	3500	24	58,289		
旭川	719	6000	24	41,218		
札幌	144.2	2000	11.5	4,089		
釧路	95.5	2000	8	2,124		
帯広	140.6	2300	11.5	5,210		
函館	289.7	2500	11.5	6,537		
仙台	136.1	2500	13	9,967		
秋田	206.5	3700	11.5	21,124		
新潟	158.8	2500	13	7,053		
山形	91.4	2000	11.5	4,401		
福島	196	3814	13	11,491		
宮城	327.3	2740	14	52,135		
茨城	166.6	2500	14	9,650		
栃木	127.5	2000	13	3,150		
群馬	156.4	2500	13	11,060		
長野	134.8	2500	13	12,241		
新潟	119.6	2000	13	10,118		
富山	353	2800	24	55,974		
石川	60.8	1600	11.5	5,975		
福井	183.2	4200	13	27,184		
岐阜	175.6	3000	13	16,499		
愛知	148.2	3000	13	10,759		
三重	182.9	2500	13	21,154		
滋賀	184.6	3000	14	32,685		
京都	297.4	3000	24	50,706		

表2 D効率値および優位集合

名称	D効率	優位集合(ラムダ値)	
		羽田	鹿児島
羽田	1.000	羽田	
名古屋	1.000	名古屋	
福岡	1.000	福岡	
鹿児島	1.000	鹿児島	
那覇	1.000	那覇	
成田	0.913	羽田(.119)	名古屋(.964)
伊丹	0.894	名古屋(.829)	鹿児島(.065)
関西国際	0.853	名古屋(.540)	福岡(.538)
関西	0.851	名古屋(.070)	鹿児島(.0720)
宮崎	0.670	名古屋(.065)	鹿児島(.418)
仙北	0.615	名古屋(.236)	鹿児島(.269)
九州	0.555	鹿児島(.183)	
熊本	0.534	名古屋(.016)	鹿児島(.480)
山形	0.513	鹿児島(.375)	
新潟	0.478	鹿児島(.310)	
新千歳	0.417	羽田(.094)	名古屋(.601)
函館	0.414	鹿児島(.305)	
旭川	0.410	鹿児島(.329)	
高松	0.400	鹿児島(.324)	那覇(.009)
新潟	0.341	名古屋(.059)	鹿児島(.258)
山形	0.330	鹿児島(.238)	那覇(.037)
山形	0.272	鹿児島(.135)	
秋田	0.252	鹿児島(.199)	那覇(.011)
秋田	0.209	鹿児島(.159)	
旭川	0.162	鹿児島(.078)	那覇(.030)
帯広	0.148	羽田(.004)	名古屋(.116)
帯広	0.140	鹿児島(.088)	那覇(.006)
稚内	0.127	鹿児島(.066)	

表3 効率改善のための参考値

名称	D効率	入出力項目	現状値	効率値	差	差(%)
成田	0.913	空港面積	710	446.3	-263.7	-37.1
		総滑走路長	4000	3,652.0	-348.0	-8.7
		運用時間	17	15.5	-1.5	-8.7
		着陸回数	62812	62,821.2	+9.2	0.0
伊丹	0.894	空港面積	317	283.4	-33.6	-10.6
		総滑走路長	4828	2,466.3	-2,361.7	-48.9
		運用時間	14	12.5	-1.5	-10.6
		着陸回数	45378	45,378.0	0.0	0.0
関西国際	0.853	空港面積	510.3	366.6	-143.7	-28.2
		総滑走路長	3500	2,985.5	-514.5	-14.7
		運用時間	24	20.5	-3.5	-14.7
		着陸回数	58289	58,289.0	0.0	0.0
長崎	0.851	空港面積	183.2	155.9	-27.3	-14.9
		総滑走路長	4200	2,352.4	-1,847.6	-44.0
		運用時間	13	11.1	-1.9	-14.9
		着陸回数	27184	27,195.2	+11.2	0.0

注1) -: 余剰, +: 不足

注2) %は(目標値-現状値)÷現状値×100