土木学会第54回年次学術講演会（平成11年9月）

IV-4

# 包絡分析法による全国主要空港の効率性評価

(株)パシフィックコンサルタンツ○正　員　三輪　敦
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
名古屋工業大学　正　員　小池則満

## 1. はじめに

航空サービスは、人、モノの交流を円滑にするため今後さらにその意義を増大させていくであろう。それに伴って空港計画についてもさらなる合理性が要求されるものと考えられる。

本来空港は航空システムの一部分であるが、他方、背後圏の地域計画に影響を与える存在であり、空港自体の効率性を評価する必要性もある。

本研究では包絡分析法（DEA）を用い、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を明らかにするとともに、今後の整備方針について考察する。また中部国際空港の計画案に対して既存空港との比較により効率性を評価するとともに効率的規模について検討する。

## 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としての意思決定主体（Decision Making Unit : DMU）に対して、主体間で多元的かつ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。

n 個の主体を $DMU_j$（j=1,2,…,n）と表す。主体を特徴づける入力変数、出力変数をそれぞれ $x_{ij}$（i=1,2,…,m）、$y_{rj}$（r=1,2,…,s）と表す。評価対象とする主体を $DMU_0$ とするとき、入力変数、出力変数のそれぞれのウェイトを $v_i$（i=1,2,…,m）、$u_r$（r=1,2,…,s）とする。このときの DEA の双対モデルを以下に示す。

目的関数: $Min\,\theta$　　(1)

$$\Leftrightarrow Min-\varepsilon\left[\sum_{i=1}^{m} S_{xi}+\sum_{r=1}^{s} S_{yr}\right] \quad (2)$$

制約条件: $\theta X_{ijo}-\sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j - S_{xi}=0 \quad (i=1,2,\cdots,m)$ (3)

$$\sum_{j=1}^{n} Y_{rj}\lambda_j - S_{yr}=Y_{rjo} \quad (r=1,2,\cdots,s) \quad (4)$$

$$\lambda_j, S_{xi}, S_{yr}\geq 0 \quad (j=1,2,\cdots,n) \quad (5)$$

$\theta$ ：効率値

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

$\lambda_j$ ：双対変数（ラムダ値）。これにより投入、産出の調節量が計算できる。

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

## 3. 空港基本施設における稼動効率性の評価

空港基本施設とは航空機の離着陸に直接関わる施設であり、滑走路、着陸帯、誘導路、エプロン等が含まれる。このうち主要な施設である滑走路長と、空港の規模を表わす指標として空港面積、空港による運用制限を示す指標として運用時間を入力項目とする。出力項目には着陸回数を用い、空港基本機能の稼動効率性を評価した。

表 1 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。なお分析対象は第 1 種および第 2 種空港に限ることとする。

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動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。各々の空港について、効率性の基準になる優位集合は異なっているからである。効率値順位は同一の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。

表中で鹿児島空港は優位集合として最も多く出現し、多くの空港に対して評価基準になっている。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。

キーワード：空港計画、包絡分析法
連絡先：〒466-8555　名古屋市昭和区御器所町　名古屋工業大学　：TEL・FAX　052-735-5496

表1　効率値および優位集合

| 名称 | 効率値 | 優位集合（ラムダ値） | | |
|---|---|---|---|---|
| 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) | |
| 長崎 | 0.851 | 名古屋(.070) | 鹿児島(.0720) | |
| 宮崎 | 0.670 | 名古屋(.065) | 鹿児島(.418) | 那覇(.081) |
| 仙台 | 0.615 | 名古屋(.236) | 鹿児島(.269) | |
| 北九州 | 0.555 | 鹿児島(.183) | | |
| 熊本 | 0.534 | 名古屋(.016) | 鹿児島(.480) | |
| 松山 | 0.513 | 鹿児島(.375) | | |
| 高知 | 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) | | |
| 大分 | 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) | |
| 広島 | 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) | |
| 釧路 | 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) | |
| 山口宇部 | 0.140 | 鹿児島(.088) | 那覇(.006) | |
| 稚内 | 0.127 | 鹿児島(.066) | | |

空港の規模は、採算性を問わないのであれば、空港面積が大きく、複数の長大な滑走路を備えていることが望ましい。大都市圏の主要空港では、滑走路やエプロンなどの空港基本施設の整備不足がもたらす航空機の混雑が問題となっている。空港基本機能の稼動効率性評価結果をもとに、図1に示す着陸回数と空港基本施設の稼動効率性の関係を見ると、離着陸回数の多い空港、すなわち大都市圏の主要空港ほど稼動効率性は高い結果となっている。大都市圏の主要空港においては滑走路施設の供給能力が限界に近づいているといわれていることから、稼動効率値の大きな空港ほどフル稼動に近い状態で運営されていることがわかる。今後、需要の増加に対応するために空港基本施設の整備を最優先させなければならない。

他方、地方空港は大都市圏の主要空港に比べて稼動効率値が低く、離着陸回数の減少とともに稼動効率値が低下する傾向が見られた。低い稼動効率値を示す空港ほど、空港基本施設、特に滑走路においてさらなる供給が可能であると考えられる。この場合、既存の施設を有効に稼動させるように需要を創出することが空港計画の課題となる。

DEA の結果と我が国の空港事情および整備状況からすれば、基本施設に関しては効率空港ほど優先して整備されるべきであり、非効率な空港については（拡張的な）整備の時期を遅らせる余裕があると解釈することができるだろう。

## 4. 中部国際空港の効率性評価

第7次空港整備五箇年計画において事業化が決定された中部新国際空港について、その計画概要に基づき効率性評価を行った。

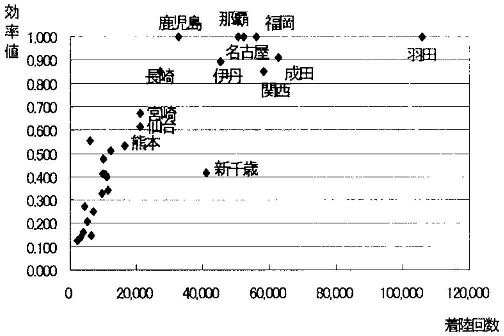


図1　着陸回数と空港基本機能の稼動効率性

評価結果によると、中部国際空港の効率値は 0.952 であり絶対的に効率的であるとは判定されなかった。しかし成田空港、伊丹空港、関西国際空港より高い効率値を示した。また、優位集合から空港規模と航空需要構造が、名古屋空港、また福岡空港と類似していると判定された。さらに効率向上のための参考値（表2）では入力項目においてその余剰が確認された。この余剰をなくすように整備すれば効率的空港と判定されるが、既存空港のうち効率的と判定された空港において滑走路施設等の供給能力が限界に近づいていることをふまえるとから現状値をもって計画整備することが望ましいと考えられる。

## 5. おわりに

DEA による評価法では主観的な重み付けは回避されるが、適切な入力・出力変数を選択することが課題として残されている。

表2　中部国際空港の効率改善のための参考値

| 名称 | 効率値 | 入出力項目 | 計画案 | 効率値 | 差 | 差（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 中部国際空港 | 0.952 | 空港面積(ha) | 470 | 409 | -61.0 | -13.0 |
| | | 総滑走路長(m) | 3,500 | 3,331 | -169.0 | -4.8 |
| | | 運用時間(時間) | 24 | 22.8 | -1.2 | -4.8 |
| | | 着陸回数 | 65,000 | 65,000 | 0.0 | 0.0 |