

# 空港能力と限界費用価格

榑 原 胖 夫

- I 序
- II 限界費用価格の適用
- III 限界費用価格の計算
- IV むすび

## I 序

空航は港湾と同じく、輸送のターミナルではあるが輸送機能の担当者とは異なる公共体によって運営されている。もともと空港の公共体による運営は、それがまず軍用ないし公共用として出発し、その後次第に発展した商業用航空機にもその利用を許可するというかたちをとったからである。もちろんはじまったばかりの民間航空は空港の建設というような大規模な投資に耐えられなかったであろう。その意味でも空港の公共体による建設運営は自然であった。そしてその後空港は航空産業育成のために政府が用いた重要な手段のひとつとなった。商業用航空機も一旦緩急あれば軍用に転化が可能であり、かつ大量の操縦技術者のプールを維持する必要も考慮して、空港使用料は費用に比して低く定められ、航空郵便輸送と同様、民間航空にたいする間接的援助の源となった。

周知のように民間航空は世界的にみて1950年以降大幅な発展をとげた。民間航空が次第に利潤をあげるようになると、その自立への社会的要求が

高まり、まず航空郵便輸送料から補助金と考えられる部分がとりのぞかれた。そして近年空港の運営にも反省が加えられはじめている。それは一言でいえば空港の運営に経済学的合理性を導入しようとする努力である。

空港の問題としては、外部経済要素の評価と発着料収入との関係、公共用と商業用航空機とのあいだの費用の分担、商業用航空機発着料の合理的な決定などが考えられる。本稿はそのなかで商業用航空機発着料に限界費用原理の導入を示唆しようとするものである。

近年民間航空各社は需要の急速な増加に応じてはげしい増便競争をおこなっている。その結果主要空港は少なくともある時間帯において大きな混雑を示し、目的地上空で着陸順を待つために滞空せざるをえない事態が世界的に生じている。その根本的な理由は航空機発着数の増加に比して空港整備がおくれたことにあるかもしれない。<sup>1</sup>

空港が混雑しているとき新空港の建設を考えるのは自然である。そのさいには費用便益計算、とくに騒音、大気汚染などの見地からも、社会費用の計算が綿密におこなわれる必要があるだろう。しかし同時に現存空港の合理的な運用についていっそうの注意がはらわれてしかるべきである。とくに滑走路の混雑がある時間帯にかぎられ、オフ・ピーク時には能力に余裕があるというような状況においては、他の交通機関のばあいと同じく限界費用価格が考えられてよい。しかも空港利用者は、大都市の電車やバスと異なり、企業が大部分であるから、限界費用価格が適用しやすい環境にあると考えてよいのではないだろうか。

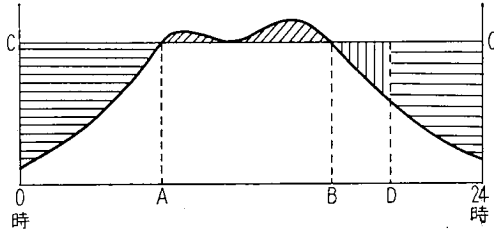
---

1 わが国においても昭和30年から40年のあいだに航空輸送活動指数は24倍に増加したが、空港資産は6倍の増加を示したにとどまっている。各空港の発着回数は年々上昇の一途をたどり、東京国際空港は1日の発着能力480回にたいして、43年の定期便は1日平均300回であり、44年には季節によって400回をこえている。大阪国際空港もこれに近い状況である。両空港ともピーク時には処理能力をこえる発着量に達している(運輸白書 昭和44年版 85ページ)。

## II 限界費用価格の適用

滑走路がピーク時に混雑し、オフ・ピーク時に能力の余裕をもっていると考えよう。図1は1日24時間の発着要求数と滑走路能力との関係を示したものである。図で直線 C-C は滑走路の発着処理能力の限界を示してい

図 1



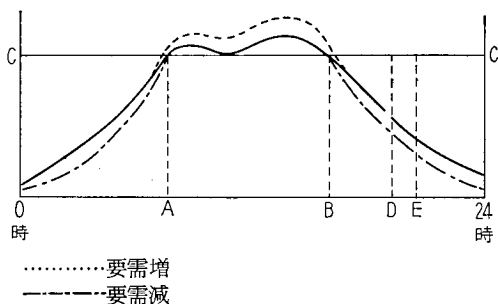
る。そしてこの仮定的な図では A-B の時間帯に発着要請が能力以上になることが示されている。能力以上の需要は斜線で示された部分であり、滑走路の未利用能力は横線で示された部分である。現実には A-B の時間帯ではすべての発着要求が満足されないから、当然発着の遅延が生じる。その遅延は順次それ以後すべての航空機の発着に影響し、その影響はピーク時が終了するまでつづく。図1は能力以上の需要分が B-D の時間帯にいくこんだことを示している。図で縦線示された部分の面積は超過需要分すなわち斜線で示された部分の面積と等しい。このようにしてピーク時は A-B から A-D にまで拡大する。

いま民間航空にたいする需要が増大し、その結果民間航空の空港にたいする発着需要も増加したと仮定しよう。それらの需要はオフ・ピーク時にあらわれるよりもピーク時にあらわれる可能性がつよい。その理由は二重である。ひとつは民間航空にたいする需要そのものがピーク時間帯にあらわれること、そしてもうひとつは民間航空会社のあいだの競争の形態に関係している。周知のように民間航空のあいだの寡占的競争は価格競争のかたちをとらず、サービス競争のかたちをとっている。サービス競争のひとつ

つの重要な局面は乗客に 便利であるような スケジュール をくむ 競争である。現在の運賃体系は荷量要因が少なくても収支つぐなうように定められている。したがって航空会社は荷量要因が収支分岐点に下がるまで、同じ目的地までの便を増加することによって競争する。その結果荷量要因の増大はすぐさまピーク時間帯の発着要請増としてあらわれるのである。

このようにして需要増が図 2 に点線で示されているように現われるとしよう。そのときにはより大きな遅延が生じ、ピーク時間帯は A-E にまで

図 2



のびることになるであろう。また行政指導による深夜のジェット機発着禁止などという社会的規制もピーク時の発着要請を増加させることになるであろう。

また逆に不況その他何らかの理由によって民間航空にたいする需要が減少したとしよう。すでに述べた理由で、ピーク時の発着要求はあまり減少せず、オフ・ピーク時のそれは減少する可能性が強い。もしそうであるとすれば図 2 に - - - - - で示されたかたちをとることとなるであろう。

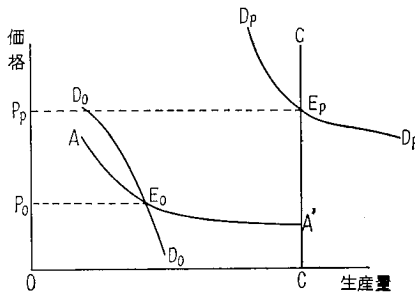
いま空港が価格政策を採用し発着料を一率に上げることにしたと仮定しよう。価格をあげれば需要は減少する。しかしピーク時の需要はオフ・ピーク時に比べて減少が少ないであろう。また価格を下げたとすれば、需要は増大するであろうが、その需要増分はピーク時に集中することになる。このように原点にたいして凸なピーク時需要曲線と原点に凹のオフ・

ピーク時需要曲線が想定される理由は、旅客需要と発着需要とのあいだに民間航空のあいだの寡占的サービス競争が介在するからである。

換言すると空港発着需要は2本の需要曲線によって示されることを合理化する程度に、ピーク時とオフ・ピーク時の行動が異なるのである。そしてそれゆえに一率に価格を上下させることは問題の解決には役立たないのである。もし空港が空港自体の収支に関心をもち、かつ能力のより有効な利用に考慮を払うならば、2本の異なる需要曲線に2つ以上の異なる価格をつけることが必要となろう<sup>2</sup>。

さて一方空港の費用の性格をきわめて単純化されたかたちで考えてみよう。滑走路は橋梁などと同じく一定の能力があり、その能力の範囲内では費用逓減法則が適用されると思われる。図3はその状況を示している。Cは能力の限界である。そしてA-A'は限界曲線を示している。しかし限界費用曲線はA'で終らず、能力の限界がくるとA'Cと一致する。すなわちA-A'-Cというかたちになる。能力の限界以上の発着要求は、すべて追加的な遅延をもたらし、ピーク時をながびかせ、費用を高めるのである。

図 3



すでにのべた2本の需要曲線を図3に加えよう。ひとつはオフ・ピーク時のものであり( $D_0$ - $D_0$ ) もうひとつはピーク時( $D_p$ - $D_p$ )のものである。

2 これは価格差別の採用という意味ではない。後述するようにこの2種類の需要に対応する限界費用曲線もまた異なるからである。

そしてそれぞれ限界費用との交点を  $E_0$ ,  $E_p$  としよう。このようにして限界費用価格  $P_0$  (オフ・ピーク時)  $P_p$  (ピーク時) が決定される。

$P_0$  と  $P_p$  は社会的に最適の資源配分を達成する価格である。したがって限界費用には空港の私的な限界費用がふくまれるだけでなく、遅延によって生じた社会的限界費用がふくまなければならない。<sup>3</sup> またこうしてみると空港の限界費用価格は主としは費用逦増段階の問題であることがわかる。したがって本稿でもピーク時の限界費用価格決定に焦点をあわせることにしよう。

### III 限界費用価格の計算

さて滑走路を利用する付加的な航空機の限界費用とは何であろうか。<sup>4</sup> それは当然滑走路を利用する航空機が一機減ることによって生じる節約に等しい。すでに述べたようにピーク時に離着陸がふえると、順次に以下の航空機の離陸がおくれ、図1の  $B-D$  ようにピーク時が長びくことになる。したがって限界費用は限界遅延費用であるといってよいであろう。それはどのようにして計算されるであろうか。

理論的な精緻さを多少犠牲にするならば、限界遅延費用は比較的簡単に4つの変数によって決定されるように思われる。すなわち各種航空機の発着回数、平均サービス・タイム、平均遅延費用、そして遅延時間である。

3 最近限界費用価格がかならずしも最適資源配分を達成しないと主張する学者がある。限界費用価格の理論的性格を論じるのが目的でない本稿では素直に伝統的な考えにしたがっている。

(Cf. William J. Baumol and David F. Bradford, Optimal Departures from Marginal Cost Pricing; Abba P. Lerner, On Optimal Taxes With an Untaxable Sector; both in *American Economic Review*, June, 1970)

4 以下本稿で展開されるモデルは大部分

Alan Carlin and R. E. Park, Marginal Cost Pricing of Airport Runway Capacity, *American Economic Review*, June, 1970

にもとづいている。

まず航空機の種類によってサービス・タイムや遅延費用が異なるから、航空機の型について以下のようなサフィックスをつけることにしよう。

$i = 1$	(ボーイング 747	着陸)
$i = 2$	(ボーイング 747	離陸)
$i = 3$	(DC-8	着陸)
$i = 4$	(DC-8	離陸)
$\vdots$	$\vdots$	
$i = m-1$	(.....	着陸)
$i = m$	(.....	離陸)

こうすれば奇数のときは着陸、偶数のときは離陸となる。そして  $m$  はつねに偶数である。そこでいま離着陸回数を  $N$  であらわすと、どの種の型の航空機がどれだけ離着陸するかは  $N_i$  で表現できる。着陸数と離陸数はつねに等しいから  $N_m$  は  $N_{m-1}$  に等しい。

つぎに異なる型の陸空機の平均サービス・タイムを  $S_i$  によって表わそう。一般的にいうと航空機が小型である方がサービス・タイムは小さい。また離陸よりも着陸の方がわずかながら長い時間を要するから、 $S_m$  は  $S_{m-1}$  よりも小さい。こうして  $N_i \times S_i$  は異なる型の航空機が離陸（または着陸）に要するサービス・タイムの総計である。

つづいて遅延の航空機所有者および旅客にたいする費用を測定しなければならない。遅延費用の測定は、遅延時間の計算とともに限界費用測定のもっとも重要な要素である。計算上1分あたり平均遅延費用を測定するのが便利であろう。そしてそれを  $C_i$  としよう。 $C_i$  は1分の遅延がもたらす航空機所有者にたいする平均費用 ( $C_{io}$ ) と旅客が遅延によってこうむる損害 ( $i_p$ ) との和である。 $C_{io}$  には燃料、油、乗務員の時間などという直接費用のほかに、メンテナンスや資本費用などの間接費用もふくまなければならない。この点で伝統的な交通学者はそのような費用計算の妥当性、正確さについて疑問をさしはさむかもしれない。すなわち交通費用では共

通費用が多く、とくに間接費用を1分の遅延単位に分割することは不可能であり、かつ分割してみても無意味であると主張するかもしれない。しかし航空機の場合、その他の交通機関にくらべると直接費の割合が比較的大きく、固定費用部分が少ない。さらに固定費用部分も航空機購入費、耐用年数なども確定しており、多少の恣意性はまぬがれないにしても容認する誤差の範囲でそのような計算が可能である。事実また測定された結果もある。<sup>5</sup>

$C_{ip}$  は時間価値の決定問題である。その計算にはまず各型の航空機の平均乗客数が決定されなければならない。そして乗客ひとり当たり時間価値が決定されれば、両者をかけあわせることによって遅延1分あたり当該機乗客の総損害が決定される。時間価値の推定は限界費用計算の鍵となるものであり、それがどの水準に決定されるかは限界費用額に大きな差をもたらす。カーリンとクラークによるラグァディア空港のばあいでは、時間価値が半分に決定されれば限界費用は25パーセント下がり、2倍に決定されれば49パーセント上るとのことである。<sup>6</sup>

時間価値の決定についてはすでにいくつかの研究があるのでここで詳しく論ずることは不必要であろう。ただ洗練された所得アプローチよりも、比較的簡単なかたちの代替交通手段との関連によって測定するほうが好ましいように思われる。たとえば、ある2地点間の飛行の代替交通機関が鉄道であると、航空機運賃  $F_a$ 、鉄道運賃  $F_r$ 、所要時間を  $T_a$ 、 $T_r$  とすれば、

$$\frac{F_a - F_r}{T_r - T_a} \leq \text{時間価値}$$

である。より早い交通機関を利用し、それにたいしてより以上の料金をはらうことをいとわぬ乗客は、少なくともそれと同じかまたはそれ以上の時間

5 Carlin and Park, *op. cit.*, p. 312.

6 Carlin and Park, *op. cit.*, p. 314.



7  
 価値をもっていると考えることができる。こうして時間価値が決定され、1分の遅延がもたらす乗客の損害額が計算されると、それと航空機所有者にたいする損害とを加えて  $C_i$  が決定される。

最後に付加的離着陸がピーク時のどの時点で生じるかという問題がある。たとえばラッシュがはじまったばかりのところで離着陸がふえるとそれ以降の離着陸機はラッシュが終りになるまで影響をうける。ラッシュ時の終りの時期にふえれば、影響をうける航空機の総数は少ない。したがって離着陸時点のちがいは限界費用に大きな差となって現われる。そこで各時間帯における平均の残余繁忙時間を決定する必要がある。その数値を  $B(t)$  としよう。  $B(t)$  を決定するのは必ずしも簡単ではない。その困難は遅延が滑走路の混雑によってのみ生ずるのではないことにある。事実滑走路の混雑によって生じた遅延と、その他によって生じた遅延とを分離することは不可能である。したがってここではかなり大胆な仮定が必要となろう。たとえば16.00に離陸する予定であった航空機が16.15に離陸したとすると、少なくとも16.00から16.15まで滑走路は混雑していたと仮定することができる。そしてそのようなサンプルを多く集め、平均して10分ごとの残余繁忙時間を測定しなければならないであろう。

これら4つの基本的な変数の値が定まると、 $i$ 型航空機の付加的な着陸によって生じる限界遅延費用  $MDC_i$  は次のように決定される。

$$MDC_i = S_i \sum_{i=1}^m N_i C_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

$N_i, S_i$  は絶対額であらわすよりも比率で現わしたほうが便利であるかもしれない。そのばあいには

$$n_i = \frac{N_i}{N} \quad (\text{全体の離着陸回数なかで } N_i \text{ が占める割合})$$

7 私有の小型機による飛行のばあいには  $Fa$  のかわりにその距離の飛行に要する費用が用いられなければならない。

$$s_t = \frac{S_t}{S_1} \left( \begin{array}{l} \text{ボーイング747着陸 (} S_1 \text{) を1.00として, その他の型の} \\ \text{航空機のサービス時間を決定する。したがって } s_1 \text{ も} \\ \text{また1.00である。} \end{array} \right)$$

残余繁忙時間の長さは、その終了時までには離着陸する各航空機のサービス・タイムの総計に等しいから、

$$B = \sum_{i=1}^m N_t S_t \quad \dots\dots\dots(2)$$

(1)式を(2)式で割ると

$$\frac{MDC_t}{B} = \frac{S_t \sum_{i=1}^m N_t C_t}{\sum_{i=1}^m N_t S_t} \quad \dots\dots\dots(3)$$

右辺の分子および分母を  $S_1 N$  で割ると、

$$\frac{MDC_t}{B} = s_t \cdot \frac{\sum_{i=1}^m n_t C_t}{\sum_{i=1}^m n_t S_t} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$s_1=1$  であるからボーイング 747 が着陸したことによる限界遅延費用は、

$$MDC_1 = \frac{n_1 C_1 + n_2 C_2 \dots\dots + n_m C_m}{n_1 + n_2 S_2 \dots\dots + n_m S_m} \cdot B(i) \quad \dots\dots\dots(5)$$

そして  $MDC_t$  は  $s_t MDC_1$  となる。

このようにして計算された限界費用は、ひとつの重要な点で理論的な均衡点 (図3における  $E_p$ ) と一致しない。すなわちここで計算された限界費用は、現行の空港使用体系のもとにおける需要を基礎として決定されているからである。事実着離料が計測された限界費用にまであげられると、当然ピーク時の離着陸需要を減少させることになるであろう。需要が減少すれば、また限界費用も低下する。したがって均衡価格  $P_p$  (図3) に到着するまでには何度かの計算と幾度かの価格変化が必要となるであろう。したがってそのような混乱をさけるためには、最初から計測された限界費用をそのまま価格に転化することは得策でないかもしれない。むしろ時間帯毎の限界費用の一定割合を料金として課すことが現実的であろう。

カーリンとパークのラグァーディアの例では、航空会社からのきびしい反対を想定して、航空会社が着陸料として支払う総額を一定にしたまま各時間帯の限界費用にかけあわせる割合を定めている。<sup>8</sup>

#### IV む す び

以上一率の離着陸料や航空機の重量にもとづく離着陸料は、ピーク時の発着要請増大を押えることができず、同時に民間航空の荷量要因を非経済的な低率にすることが指摘された。<sup>9</sup>これらの非効率性を除去し、空港のより合理的な利用を達成する唯一の合理的な方法が限界費用価格の導入であることが指摘され、さらに限界費用を測定する簡単な方法が提示された。

現在伝統的な民間航空保護政策は曲り角にさしかかっている。空港能力の限界とピーク時における発着要請増加は、付加的設備投資や新空港の建設に焦点をむけさせる。大規模な投資と長い懐妊期間、そして用地買収の困難性と新公害発生のおそれなどを考えあわせると、われわれは脚下を照顧して既存空港の合理的な運営に注意をむける必要があるのではないであろうか。限界費用価格の導入は空港運営の現段階における最低限の必要事であるように思われる。

---

8 Carlin and Clark, *op. cit.*, p. 316 ff.

9 私有の小型航空機の使用が一般的なアメリカでは、それらのピーク時における発着要求がきわめて大きく、ラグァーディアではその限界費用が発着料の200倍に達したことが知られている。なおこれらの私有小型機の発着需要は発着料を上昇させると大幅に低下した。