

複数空港運営におけるペリメータールール設置に関する一考察*

Efficiency of Perimeter Rule for the Management of Multiple Airport System*

竹林幹雄**

By Mikio TAKEBAYASHI**

1. はじめに

需要の背後地が重複する中での複数空港運営に関しては、自由化が進んだ 80 年代以降、いくつかの運営方針が示されてきた。一つには、空港間でいわゆる「自由競争」を認める形式の運営方法である。路線設定やスロット配分などは原則的に市場原理に任せることとなるので、実質的には管理者側は空港システムの運営に対して「積極的に」働きかけることはしない。今ひとつは、路線設定やスロット配分に関して一定のルールを設定し、空港システム全体を何らかの形で効率化することを行うものである。伝統的な「規制」はこれを純化したものであり、実際のシステム運営はこの中間にあるといえる。

ペリメータールールは、乗り入れ規制の代表的なもので、いわゆる都市内・都市近郊空港に対する路線設定・スロット配分に一定の制限を設けたものである。これは、諸事情から滑走路容量が小さいため、混雑が生じることの不利益を減少させ、かつ滑走路容量制約があまりかからない郊外の新設空港との棲み分けによる、空港システム全体の効率化を目指したものであると考えることができる。

しかしながら、わが国でも 90 年代以降、航空輸送に関する規制の緩和が進行し、昨年(2009 年)12 月にはついに日米航空交渉にて、米国との間でオープンスカイを批准することとなった。わが国の航空輸送においてもより一層の規制緩和が望まれるようになったといえる。さらに、羽田空港における再国際化、大阪空港におけるチャーター便運航による国際線の再開など、都市内空港への国際線・長距離路線の設置を求める声が、以前にも増して強くなってきている。これは、経済のグローバル化や近隣諸国との社会経済的つながりがより緊密になるに従い、国間の移動においてもより利便性を求める需要が大きくなっているため

であると考えられる。

こういった都市内の「便利な」空港へのシフトは、一方で郊外型の空港での需要に影響を及ぼすことは想像に難くない。しかし、具体的にどのような影響が生じるのかについて学術的見地から検討したものは、実のところ驚くほど少ない。

本稿では、以上のことがらを踏まえ、既発表の bi-level モデルを適用することにより、ペリメータールールの有効性について、理論的見地から評価することを目的とする。

2. モデル

本稿では既発表のモデルである Bi-level 航空旅客輸送市場モデルを適用する。以下、簡単に Bi-level 航空旅客輸送市場モデルについて触れておく。

(1) 旅客行動

旅客行動は路線の混雑を考慮したコスト最小化を目指すとする。旅客は全てモノクラスとし、早割などの料金の違いはないものとしている。旅客の不効用は、運賃(アクセスを含む)、旅行時間(アクセスを含む)、頻度の経済性(運航頻度の逆数で表される)、混雑(座席数制限に対する Lagrange 乗数として示される)によって構成される。

座席数制限のもとでの旅客の最適行動は、等価なコスト最小問題に変換することが数理的に証明されており、ボトルネック付き利用者均衡配分問題として定式化される。

(2) 航空会社の行動

航空会社の行動は利潤最大化を目的とし、各路線頻度 f を戦略として設定し、旅客を獲得すると仮定している。ただし、発着枠制限のある空港を対象とする場合は、航空会社ごとに発着枠制限内で運航頻度を設定しなければならない。また、航空会社は旅客の行動を完全に把握しているものとし、航空会社の行動は、旅客に対して上位にあるも

*キーワード：複数空港、ペリメータールール、均衡

**正員，博（工），神戸大学大学院教授，海事科学研究科
(神戸市東灘区深江南町 5-1-1, TEL/FAX: 078-431-6317)

のとしてモデル化されている。

なお、市場は寡占市場を想定している。このため航空会社の行動の均衡は、Nash均衡として求められることになる。

以上、簡単にBi-level型航空旅客輸送市場モデルについて触れたが、詳しくは文献2、ならびに3を参照されたい。

3. 数値計算

(1) 分析の指針

本稿では、単純な3地域間の輸送について考える。地域Aは複数空港を持つ地域であり、地域B、地域Cには空港は1カ所のみとする。

OD交通としては、A-B、A-Cの2種類とし、前者を短距離、後者を長距離とする。諸設定は表-1～4に示す通りである。

表-1 OD交通量

	A	B	C
A	0	80,000	3,000
B	80,000	0	0
C	3,000	0	0

表-2 空港間距離

	空港1	空港2	空港3	空港4
空港1	0	0	350	6000
空港2	0	0	350	6000
空港3	350	350	0	0
空港4	6000	6000	0	0

表-3 輸送時間

	空港1	空港2	空港3	空港4
空港1	0	0	50 (140)	600 (1,800)
空港2	0	0	50 (140)	600 (1,800)
空港3	50 (140)	50 (140)	0	
空港4	600 (1,800)	600 (1,800)		0

注：（ ）内の数値は代替経路を利用する場合の輸送時間である。

表-4 運賃

	空港1	空港2	空港3	空港4
空港1	0	0	120 (100)	800 (2,000)
空港2	0	0	120 (100)	800 (2,000)
空港3	120 (100)	120 (100)	0	0
空港4	800 (2,000)	800 (2,000)	0	0

注：（ ）内の数値は代替経路を利用する場合の輸送時間である。

なお、表-1に示すように、短距離輸送の需要（A-B）の方が長距離輸送の需要（A-C）よりも圧倒的に大きいとしている。以下の数値分析ではこの条件が大きく影響していることに注意する必要がある。

(2) 複数空港の位置関係

本稿では、次のような位置関係にある2空港での路線設定について考える（図-1参照）。

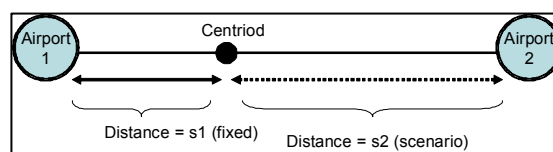


図-1 セントロイドと2空港の位置関係

まず、単純化のため需要はセントロイドに集中しているものとする。旅客は同一地域内にある2つの空港（空港1、空港2）のいずれかを利用する。空港1はセントロイドから近い、いわゆる都市内空港と考える。都市内空港には厳しい滑走路容量制約が存在するものとする。本稿ではこれを30回としている。一方の空港2は郊外型空港であり、空港1よりもアクセス条件は悪いが、滑走路容量制約はないものとする。数値計算では、セントロイドからの空港1の位置を固定し（ $s_1=30$ ）、空港2のアクセス条件の変化（立地場所の違い）について分析する。ここでは、このアクセス条件の違いを、セントロイドからの距離 s_2 の違いで表すこととし、 s_2 の違いに関してはCase I（ $s_2=40$ ）、II（ $s_2=50$ ）、III（ $s_2=60$ ）、IV（ $s_2=70$ ）、V（ $s_2=80$ ）、VI（ $s_2=90$ ）の4つのケースを設定する。なお、本稿では s_1 、 s_2 で示される距離はそのまま移動時間を示すものとする。

(3) 路線設定

まず、簡単のため、本稿では複占状態を仮定した分析を行う。

空港1、空港2へは航空会社1、航空会社2ともに路線設定を行うことができるとする。ただし、路線設定には以下の3つのルール of のいずれかが設定されているものとし、それに従って路線を設定するものとする。

ルール1：空港1、空港2ともに長距離、短距離設定ができる。

ルール2：空港1のみ長距離、短距離双方の設定ができるが、空港2では短距離のみ設定可能とする。

ルール3：空港2のみ長距離、短距離双方の設定ができるが、空港1では短距離のみ設定可能とする。

ルール1は一般的な状態を表している。ルール2は利用者に便利な都市内空港に両方の機能が割り当てられ、郊外空港には需要の多い短距離輸送のみ割り当てられるというものである。ルール3はルール2の逆であり、多くのペリメータールール設定で見られるものである。

なお、航空会社の路線運営コストは0.15/シート距離として与えている。これはAWSTのソースブックにて掲載された本邦航空会社の平均的な費用であることを断っておく。また旅客の行動については別途行った国際航空旅客動態調査の経路選択行動分析から得た値、 $\theta=1$, $\alpha_1=0.26$, $\alpha_2=0.76$, and $\alpha_3=2.7$ を用いて計算を行った。頻度の初期値は短距離便を10便、長距離便を2便とした。機材は両方とも共通で300席/便とした。

(4) 結果と考察

まず、空港2の立地地点と旅客の不効用の関係についてみていく。図-2を見ると、まずCase 1, Case 2で異常な計算値が見られることがわかる。これは空港1, 2の立地条件が非常に類似していることから、最適化問題における非凸性が強くなったため、正常な均衡解が得られなかった結果であると考えられる。これは以降の計算でも同じであるため、I, IIの計算結果は考察から除外することとする。

さて、旅客の不効用について見ることにする。不効用は空港2のアクセス条件が悪化するごとに上昇することがわかる。これはいずれのルールにおいてもその傾向は変わ

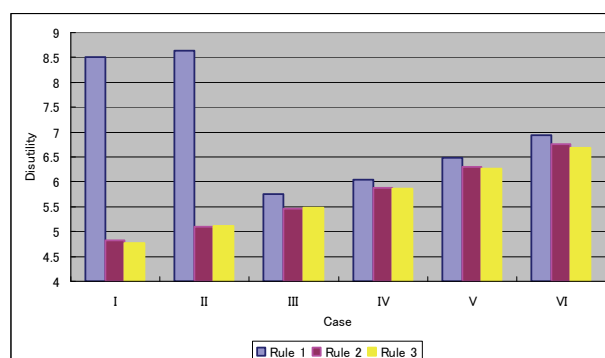


図-2 旅客の不便益（平均）の変化

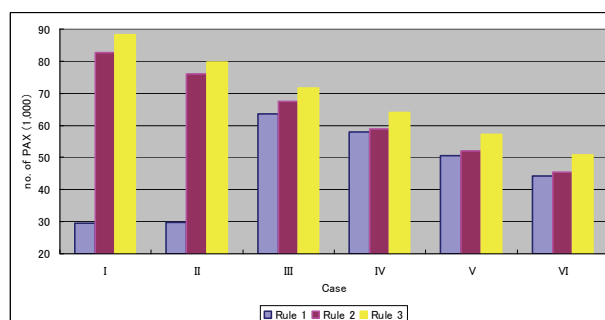


図-3 旅客数の変化

らないことがわかる。

次にルール間の比較を行う。一般的な状況であるルール1については後ほど考察する。ルール2とルール3の比較を行う。ルール2、ルール3は旅客の平均不便益の点で見るとほとんど同じ値となっている。しかし、総旅客数（図-3参照）の点で見るとその傾向は異なる。III～VIでどのケースにおいてもほぼ5,000人の差が両ルールの間でみられ、いずれのケースでもルール3の方が多くの航空旅客数を獲得していることがわかる。これは次のように考えることができる。

まず、両ルールともにいずれか一方の空港にのみ長距離便を設定することができる。このため、長距離便を利用する旅客は、必ず便が設定された空港を選ぶことになる（宋でなければ代替経路を使うことになる）。このため、総旅客数は短距離輸送の旅客数に依存して決まることになる。

短距離輸送の旅客に関しては、旅客の不効用に占めるアクセス時間・費用の割合が高くなるため、アクセス条件に敏感になる。ゆえに、よりアクセス条件のよい都市内空港（空港1）でより多くの旅客を割り当てることが全体の旅客数を増加させることになる。一方、旅客にとってアクセス条件の悪い郊外空港（空港2）で、都市内空港に長距離

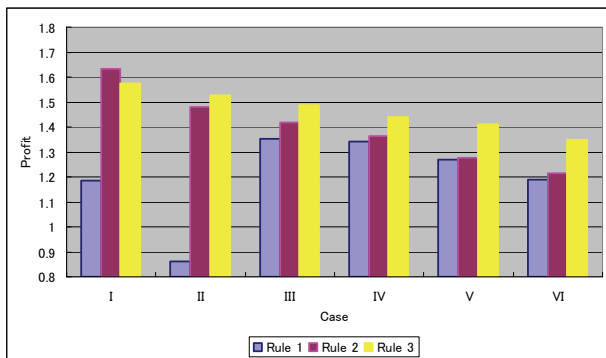


図-4 収益の変化

路線を割り当てたため減少した短距離路線の旅客数を補うを試みても、アクセス条件が悪化するほど補填は難しいことを示している。こういった傾向は収益（図-4 参照）にも現れている。全体的にルール3の方が収益性が優れていることがわかり、ルール2よりもルール3の方が航空会社、旅客の双方にとって望ましいものであるといえる。

ここで、一般的な状況であるルール1について考察を試みる。図-2～4 から、空港1、2の双方に長距離・短距離路線の両方が設定可能な場合、航空会社にとって最も望ましいルールであるはずのルール3の状態ではなく、むしろルール2の状態に近い均衡状態であると読み取ることができる。例えば、収益に関してみれば、ルール1とルール2の結果は非常に近い値を示していることがわかる。これは、一方の航空会社が長距離便を空港1に設定すれば、もう一方の航空会社も対称の戦略を採らなければ、収益を減じてしまうことになる。このため、好ましくない方の解で均衡が達成されてしまう、いわゆる囚人のジレンマに陥っているといえる。

ルール1がルール2の均衡状態に近くなることは示唆的である。すなわち、ルール1は、市場に対して何ら制約を持たない、市場原理による調整を前提にしたものである。このような状況では、効率の悪い均衡状態に収斂してしまう。ゆえに、管理者によって適切な制約を設けることで、望ましい均衡状態（ルール3による均衡）が達成されうることを示している。

4. おわりに

本稿では、既開発の Bi-level 航空旅客輸送市場モデルを用いて、ペリメータールールの有効性について、簡単な数

値計算を行い、検討を加えた。その結果、都市内空港に厳しい滑走路容量制約が存在する場合、管理者が適切な乗り入れ制限を加えなければ、航空輸送全体の効率性を低下させる可能性があるという示唆を得た。

ただし、本稿で検討した結果は、運賃は固定であること、長距離輸送の需要は短距離のそれよりも大幅に少ない、といった設定に依存する可能性がある。これらの設定は、現状を大きく逸脱したものではないものの、さまざまな条件下によるルールの頑健性を検討することも必要であると考えられる。こういった頑健性テストに関しては、今後の課題としたい。

参考文献

- 1) Akutagawa, K., Mun, S: Private Goods Provided by Local Governments, *Regional Science and Urban Economics* 35, 23-48, 2005.
- 2) Hanaoka, S.: Air traffic distribution rules multiple-airports in the metropolitan area, *Proc. of International Airports Symposium 2004, Kansai International Airport (CDROM)*, 2004.
- 3) Pels, E., Nijkamp, P. and Rietveld, P.: Airport and Airline Competition for Passengers Departing from a Large Metropolitan Area, *Journal of Urban Economics* 48, pp. 29-45, 2000.
- 4) Mikio Takebayashi: Managing the multiple airport system: how to coordinate short haul/long haul flights, *Proc. of ATRS 2010, Porto*, 2010.
- 5) Mikio Takebayashi: Evaluation of Asian Airports as Gateway: Application of Network Equilibrium Model, *Pacific Economic Review*, 2010 (印刷中).
- 6) 石倉智樹, 竹林幹雄: 羽田空港への国際定期航空路線乗り入れによる航空市場への影響分析, *土木学会論文集*, 800, VI-69, 51-66, 2008.
- 7) Aviation Week and Space Technology/AWST Sourcebook 2010, McGraw-Hill, 2010.