

# 地域航空ネットワークの成立可能性に関する一考察\*

On the Feasibility of Regional Air Transport Networks

喜多 秀行<sup>†</sup>， 久木田 真次<sup>‡</sup>

By Hideyuki KITA and Shinji KUKITA

## 1. はじめに

わが国における地方空港整備はほぼ概成し、国際線が離発着する空港も少なくない。しかしその割に国内線の便数は伸びず、しかもそのかなりの部分が東京ないしは大阪との間の便であるため、航空機による地方都市相互間の移動は相変わらず不便である。

一般に航空ネットワーク上である路線の運賃や運航頻度といったサービスレベルを向上させると、当該路線の両端をODとする需要を誘発するのみならず、その路線を経由するすべてのOD間の需要を誘発する。これら需要の伸びは関係路線の運航頻度を増加させる方向に働き、それがさらに需要を誘発するというように、外部性に起因する自己増殖的な変化をもたらす可能性がある。

これを地方空港問題に置き換えて考えると、複数の空港が存在する地域において拠点空港を1箇所決め、周辺地方空港と結ぶことにより、地方都市相互間の交通利便性が高まると同時に、東京・大阪との間の頻発性も向上し、採算がとれる程度にまで需要が増加する可能性がある。しかし、このような変化が生じるかどうかはひとえにその航空システムがおかれている条件に依存する。

そこで、本研究では運賃、機材、便数、路線の設定を内容とする簡単な航空企業の行動モデルを構築し、上述の如き地域で域外を経由せずに域内都市相互を結ぶ航空ネットワーク（以下、地域航空ネットワークと呼ぶ。）の成立が可能かどうかを検討する。以下、2. では構築したモデルを説明し、3. では事例分析結果を示す。

## 2. 航空企業の行動モデル

\*キーワード：ネットワーク交通流、公共交通需要、空港計画

<sup>†</sup>正会員 工博 鳥取大学工学部社会開発システム工学科  
〒680 鳥取市湖山町南4-101 TEL:0857-31-5313

FAX:0857-31-0882

<sup>‡</sup>学生員 鳥取大学大学院工学研究科社会開発システム工学専攻

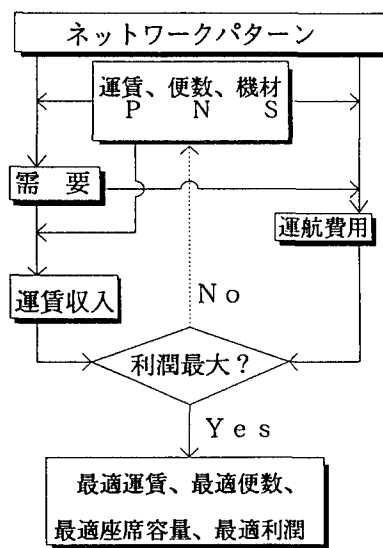


図 1: モデルの枠組み

### (1) モデルの概要

簡単のため、単一の航空企業のみが運航する航空ネットワークを想定し、他社の参入はないものとする。この企業は、対象地域内の全ての都市間に自由に路線を開設することができるが、全ての都市に輸送サービスを提供しなければならない、運賃、便数、機材容量を適宜設定してネットワーク全体でみた利潤を最大化するように行動するものと仮定する。本稿では、説明変数として便数を考慮にいれる。これは増便が需要を促すという性質を持ち、利用者の交通機関選択の判断材料になると考えられるという観点からであるが、これについては Ghobrial and Kanafani<sup>1)</sup>, Hendricks, Piccione and Tan<sup>2)</sup>, 渡辺, 津田, 山本<sup>3)</sup>, 田村<sup>4)</sup> などの研究からも認められる。

利用者数は需要モデル、運航費用は費用モデルにより算出する。これらの構成要素間の関連を図1に示す。

### (2) 需要モデル

本研究では、グラビティモデルにより都市間の分

布交通量を求め、これに航空機の輸送分担率を乗じることにより都市相互間の航空需要を算定する。

グラビティモデルは、交通施設の整備などによって交通環境が大きく変化した場合の交通パターンの変化予測にしばしば用いられ、誘発需要の推計を含め、本研究で検討するネットワーク形状の変化が必要に及ぼす影響を試算するような場合に簡便に用いることのできるモデルである。

ある2つの都市  $ij$  間の分布交通量  $Q_{ij}$  を以下のように表す。

$$Q_{ij} = k \frac{X_i^\alpha X_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \quad (1)$$

ここに、 $X_i$  は都市  $i$  の発生ポテンシャル、 $X_j$  は都市  $j$  の集中ポテンシャル、 $D_{ij}$  は都市  $ij$  間の交通抵抗、 $k, \alpha, \beta, \gamma$  はパラメータである。発生、集中ポテンシャルを表す指標としては、Ghobrial and Kanafani<sup>5)</sup>などにみられるように当該地域の人口を用いて交通量に関する比較的良好な現象説明力が得られていることから、本研究においてもそれぞれの都市の人口を用いるものとする。

本研究で検討しようとする航空輸送の運賃、所要時間、便数の影響は交通抵抗の変化として現れるため、交通抵抗をこれら3つの変数の関数として記述する。需要量を規定する最も基本的な変数である運賃と所要時間に加え、利用者の時間価値が相対的に高い航空輸送では、便数の影響が大きいことが一つの特徴である<sup>1)~4)</sup>。

着目している都市間には通常航空以外の交通手段が存在し、交通需要はそれら交通手段のサービス水準や分担関係とも関連している。このような構造をここでは、各交通手段のサービス水準と分担関係が交通抵抗を規定し、そのようにして規定される交通抵抗に応じて全体の交通需要が定まるような段階モデルとして記述する。そこでまず、交通手段のサービス水準と分担率を表すモデルを説明する。

都市  $ij$  間を交通手段  $l$  で移動する際の効用  $U_{lij}$  を以下の効用関数で表すこととする。

$$U_{lij} = -\tau F_{lij} - v \left( T_{lij} + \frac{Z_l}{2N_{lij}} \right) + \epsilon_{lij} \quad (2)$$

ここに、 $F_{lij}$  は都市  $ij$  間の交通機関  $l$  による運賃、 $T_{lij}$  は都市  $ij$  間の交通機関  $l$  による所要時間、 $N_{lij}$  は都市  $ij$  間の交通機関  $l$  の便数、 $Z_l$  は交通機関  $l$  の運行時

間帯の長さ、 $\epsilon_{lij}$  はランダム項、 $\tau, v$  はパラメータである。

右辺の ( ) 内第2項は空港における利用者の平均待ち時間を示すものであり、複数の路線を乗り継ぐ場合においては一種の乗換抵抗を表すものと考えられる。これは、便数の増加を平均待ち時間の減少として考慮していることを意味している。

所要時間の長さに対する利用者の評価と待ち時間に対するそれとは必ずしも同じではなく、待ち時間におけるパラメータは所要時間よりも大きくなると考えられるが、ここでは、推計の便宜上同一のパラメータを用いる。

(2) 式におけるランダム項  $\epsilon_{lij}$  がガンベル分布に従うと仮定すると、都市  $ij$  間における交通手段  $l$  の分担率は (3) 式に示す多項ロジットモデルが示す選択確率  $P_{lij}$  として与えられる。

$$P_{lij} = \frac{\exp(-D_{lij})}{\sum_l (-D_{lij})} \quad (3)$$

都市  $ij$  間を移動する際の交通抵抗が大きいほど移動に関する不効用も高くなる。従って、都市  $ij$  間を交通手段  $l$  で移動する際の交通抵抗  $D_{lij}$  は不効用  $-U_{lij}$  の平均値

$$D_{lij} = \tau F_{lij} + v \left( T_{lij} + \frac{Z_l}{2N_{lij}} \right) \quad (4)$$

で表すことができる。これより都市  $ij$  間の交通抵抗  $D_{ij}$  は、交通手段  $l$  の分担率  $P_{lij}$  と  $D_{lij}$  から

$$D_{ij} = \sum_l P_{lij} D_{lij} \quad (5)$$

として表される。

この交通抵抗  $D_{ij}$  を (1) 式に代入することにより、そこに存在するいくつかの交通手段のサービス水準を組み入れた形で  $ij$  間の交通需要  $Q_{ij}$  を算定することができる。そして  $ij$  間の航空需要  $Q_{Aij}$  は、

$$Q_{Aij} = P_{Aij} Q_{ij} \quad (6)$$

により与えられる。ここに  $P_{Aij}$  は、 $ij$  間における航空輸送の分担率である。

以上2都市  $ij$  のみが存在する場合の両都市間の単独路線についての需要モデルを説明してきたが、対象とする都市の数が3都市以上の場合は乗り継ぎの必要性や移動経路の冗長性が生じてくる。そこでこ

のモデルをネットワーク状をなす路線にも適用可能なものとするために拡張する。

都市  $ij$  間に複数の代替的な経路が存在する場合、利用者は全て最短経路を利用するものと仮定する。これは、航空機の利用のみで考える場合には先述した交通手段分担と異なり、運賃が距離に依存するため、短い経路の方が運賃が安く、搭乗時間も短くなるからである（従って、直行便が設定されている場合には直行便が利用されることになる）。

ここで  $\phi_{ij}$  を都市  $ij$  を結ぶ最短経路、 $R_k$  をその最短経路を構成する  $k$  番目の路線とすると、(1)～(3),(5),(6) 式はそれぞれ以下のように書き直される。

$$Q_{\phi_{ij}} = k \frac{X_i^\alpha X_j^\beta}{D_{\phi_{ij}}^\gamma} \quad (7)$$

$$D_{\phi_{ij}} = \sum_l P_{l\phi_{ij}} D_{l\phi_{ij}} \quad (8)$$

$$D_{l\phi_{ij}} = \tau \sum_{R_k \in \phi_{ij}} F_{lR_k} + v \sum_{R_k \in \phi_{ij}} T_{lR_k} + v \cdot \max \left( \frac{Z_l}{2N_{R_k \in \phi_{ij}}} \right) \quad (9)$$

$$P_{l\phi_{ij}} = \frac{\exp(-D_{l\phi_{ij}})}{\sum_l (-D_{l\phi_{ij}})} \quad (10)$$

$$Q_{A\phi_{ij}} = P_{A\phi_{ij}} Q_{\phi_{ij}} \quad (11)$$

なお、式(9)の右辺第3項は、経路内の各路線のうちいちばん便数の少ないものに注目することを意味している。これは、最も便数の少ない路線に合わせて各路線の運行スケジュールが調整されているという状況を表している。

### (3) 費用モデル

ネットワークパターンの変更は、飛行距離の変化を通じて運航費用に影響を及ぼす。この影響の大きさは、そこで使用される機材の大きさにも依存する。このような変化をモデル上で考慮するため、轟<sup>6)</sup>を参考に以下のような費用関数を用いて一日あたりの運航費用  $C_{ij}$  を算定する。

$$C_{ij} = C_{Dij} S_{ij} N_{ij} d_{ij} + C_{Iqij} N_{ij} + C_{Fij} \quad (12)$$

ここに、 $C_{Dij}$  は直接運航費 (円/(席・km))、 $C_{I}$  は間接運航費 (円/人)、 $q_{ij}$  は1便あたりの利用者数、 $S_{ij}$  は1機あたりの座席数 (席)、 $C_{Fij}$  は固定費用 (円)、 $d_{ij}$  は距離 (km) である。

直接運航費、間接運航費、固定費は機材やクラス構成によっても異なるが、後に示すように航空企業やFAAの資料などから大略の値を得ることができる。

ここで、直接運航費は、座席キロあたりの費用<sup>??)</sup>から算出している。また、間接運航費、固定費に関してもよく使われている数値<sup>6) 8)</sup>を参考に作成した。ここで直接運航費とは、燃料費、機材減価償却費、整備費、着陸料、リース料等主に機材の大きさや、飛行距離に関係する費用である。ここでは、機材容量の関数として取り扱っている。また間接運航費とは、発券費用、保険など利用者数に関係する費用である。以上は、可変費用であり、販売費、一般管理費などは、固定費用となる。

### (4) 利潤

航空企業は、利潤を最大にするように運賃、便数、座席容量を決定する。

ここで全ての都市を連結する路線の組み合わせが  $K$  種類となるネットワークの中のあるネットワークパターン  $k$  ( $k = 1, \dots, K$ ) が与えられた場合、その中の路線  $ij$  の利潤を  $\pi_{ij}^k$  とおく。すると運賃、便数、座席容量に関する、利潤最大化のための1階の条件は、

$$\left( \frac{\partial \pi_{ij}^k}{\partial F_{ij}} \right) = 0 \quad \left( \frac{\partial \pi_{ij}^k}{\partial N_{ij}} \right) = 0 \quad \left( \frac{\partial \pi_{ij}^k}{\partial S_{ij}} \right) = 0$$

と表され、これら3つの方程式を解くことにより、最適運賃、最適便数、最適座席容量が求まる。

上記の意味するところは、ある1つのネットワークの中で運賃、便数、座席容量を変化させ、そのネットワークでの利潤最大となる最適運賃、最適便数、最適座席容量を求めるということの意味する。

$ij$  を結ぶ路線の利潤  $\pi_{ij}^k$  は、運賃収入と運航費用の差として以下のように表される。

$$\pi_{ij}^k = P_{ij}^A (Q_{ij} + Q'_{ij}) - C_{ij} \quad (13)$$

ここに  $P_{ij}^A$  は1kmあたりの航空運賃 (円) であり、 $Q_{ij}$  は路線  $ij$  の両端  $i, j$  をODとする利用者の1日あたりOD交通量、 $Q'_{ij}$  は路線  $ij$  を最短経路の一部とする利用者の1日あたりOD交通量である。

したがってあるネットワークパターン全体の利潤を  $\pi^k$  とすると、これは路線別利潤  $\pi_{ij}^k$  の和

$$\pi^k = \sum_i \sum_j \pi_{ij}^k \quad (14)$$

として与えられる。そして、全てのネットワークパターンについて利潤を求め、それらを比較することにより利潤最大のネットワークを見いだすことができる。すなわち、

$$\pi^* = \max_k (\pi^k \mid k = 1 \sim K) \quad (15)$$

なる利潤 $\pi^*$ をもたらすネットワークパターン $k$ を企業は選択する。以上より利潤を最大にする路線ごとの最適運賃、機材容量、最適便数 $F_{ij}^*, S_{ij}^*, N_{ij}^*$ を求めることができる。その結果、交通量 $Q^*$ 、企業利潤 $\pi^*$ が導出される。ここで $\pi^* \leq 0$ の場合、そのネットワークパターンでは採算がとれず、そのようなネットワークパターンは成立しないことを意味する。

### 3. 数値実験

#### (1) 設定条件

以下では、前章で構築した航空企業の行動モデルを用いて、種々の条件の下で分析を行い、地域航空ネットワークの成立可能性を検討する。

本研究では、簡単のため規模により都市を3種類に分け、それらを結ぶ路線の組み合わせによりネットワークを設定する。空港背後圏の人口として、大都市は1000万人、中都市は250万人、小都市は100万人とした。地域航空ネットワークの成立可能性は、中都市周辺に存在する小都市の数と密接にかかわっていることが予想されるため、大都市と中都市の数はそれぞれ1つに固定し、小都市の数を2～6まで3通りに変化させて検討を行う。従ってノード数は4, 6, 8の3種類となる。これらの都市を結ぶ路線は、大一中都市、大一小都市、中一小都市、小一小都市を結ぶ4種類の路線の特性として表1のように設定した。

またこのような設定を行った場合、平面上にこれらの都市を実際に配置することはできない。飽くまでも数値実験において検討する上で仮定した都市配置であることを明言しておく。(4)式で示した交通抵抗を算定するためのパラメータ $\tau, \nu$ は橋本<sup>7)</sup>による値を使用した。これは、平成2年度幹線旅客純流動表から各交通機関のシェアを算出し、それらより最尤推定法を用いて推定したものである。またグラビティモデルのパラメータ $\alpha, \beta, \gamma, \kappa$ については、需要

量、人口、各交通機関(航空機、鉄道、バス)の交通抵抗(運賃、所要時間、便数)に関する実績デー

表 1: 路線の特性

| 路線種類 | 距離 (km)    | 鉄道運賃 (円) |
|------|------------|----------|
| 大-中  | 600        | 16,000   |
| 大-小  | 800        | 19,000   |
| 中-小  | 150        | 6,000    |
| 小-小  | 200        | 13,000   |
| 路線種類 | 航空所要時間 (分) | バス運賃 (円) |
| 大-中  | 70         | 10,000   |
| 大-小  | 80         | 12,000   |
| 中-小  | 35         | 5,500    |
| 小-小  | 45         | 7,000    |
| 路線種類 | 鉄道所要時間 (分) | 鉄道便数     |
| 大-中  | 240        | 30       |
| 大-小  | 420        | 10       |
| 中-小  | 180        | 15       |
| 小-小  | 350        | 5        |
| 路線種類 | バス所要時間 (分) | バス便数     |
| 大-中  | 600        | 4        |
| 大-小  | 720        | 1        |
| 中-小  | 240        | 3        |
| 小-小  | 400        | 2        |

表 2: パラメータの設定値

|          |         |         |         |          |         |
|----------|---------|---------|---------|----------|---------|
| $\alpha$ | 0.73628 | $\beta$ | 0.73506 | $\gamma$ | 1.60001 |
| $\kappa$ | 0.05691 | $\tau$  | 0.00005 | $\nu$    | 0.00369 |

タそれぞれ平成2年度幹線旅客純流動表、民力90、JR時刻表1990年11月号をもとに日本国内における離島を除く任意の30路線について収集、重回帰分析により推定を行った。得られたパラメータの値を表2にまとめる。

また、これら需要モデルの現象再現性を見るため、実績値と推定値の相関を調べた。結果を図2に示す。決定係数は、0.57と良好な値を示し、本モデルが比較的高い現象説明力を持つことが確認できた。

直接運航費、間接運航費及び固定費用の値はDoganis<sup>8)</sup>による以下のもの、

$$C_{Dij}(S) = 8.0 - 0.005S_{ij} \quad (16)$$

$$C_I = 700.0 \quad (17)$$

$$C_F = 0 \quad (18)$$

に消費者物価指数<sup>9)</sup>に基づく補正係数1.15(=106.8(1994)/92.1(1984))を乗じて使用した。

検討したネットワークパターンは図3(a)～(d)に

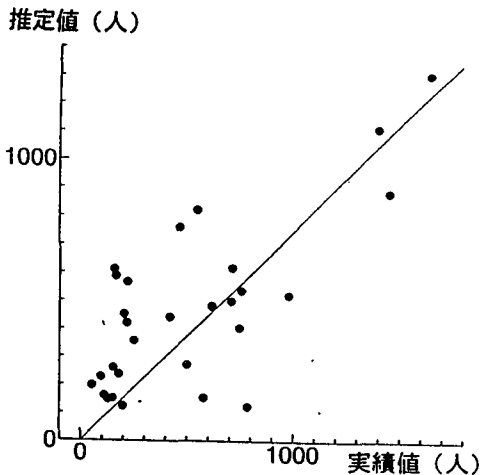


図 2: パラメータの現象再現性

示す 4 種類で、(a) 全都市を直行便で結んだネットワーク（直行型）、(b) 大都市を中心に結んだネットワーク（大都市ハブ型）、(c) ハブ化途中のネットワーク、（移行型）(d) 中都市を中心に結んだネットワーク（地域ハブ型）、である。

以上 4 つのネットワークパターンの中で便数と機材容量を変化させて最大利潤を求め、それらと比較することにより、中都市中心型ネットワークを航空企業が選択するか否かという観点から、地域航空ネットワークの成立可能性を検討した。ただし、単位距離あたり運賃は今回 25(円/km)～40(円/km) まで 5 円刻みで外生的に与えている。供給座席数は 150 席、350 席、550 席の 3 つのケースから、便数は、4 往復、6 往復、8 往復の 3 つのケースから、それぞれ選択するようにしている。

## (2) 結果

得られた結果の一部を図 4～図 6 に示す。ここでは、運賃水準の変化がネットワーク形状ごとの利潤に及ぼす影響を、ノード数、すなわち地域航空ネットワークに含まれる小都市の数で場合分けして示している。

まず運賃水準がネットワーク形成に及ぼす影響を検討する。運賃率が低い場合、短距離路線のように運航コストが割高な路線は利益率が極端に低くなるため、企業はそのような路線はできるだけ運航しないようにする。また乗客は運賃が安いので、たとえ

遠回りしてでも飛行機に乗ろうとする。したがって、利益率の低い短距離路線をもたず、乗客も遠回りをいとわない大都市を中心としたネットワーク (b) が最大利潤をもたらすネットワークとして選択される。

運賃水準を徐々に高めた場合、各路線の運賃が上昇するため利用者は減少し、極端な迂回をしてまで飛行機に乗るという乗客は少なくなる。その場合、

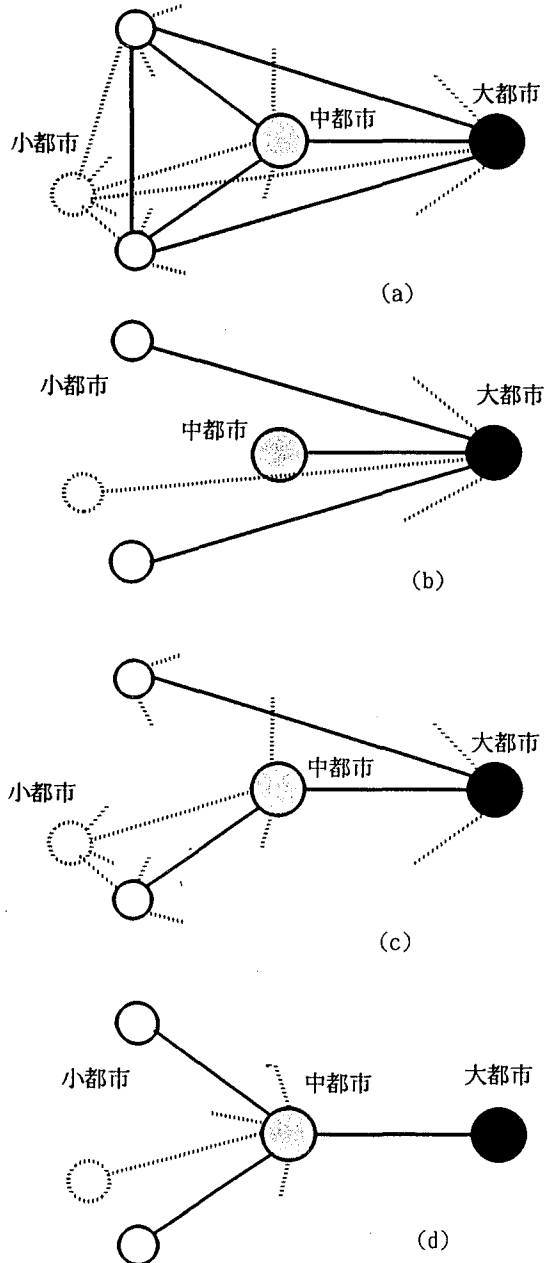


図 3: 対象検討ネットワークパターン

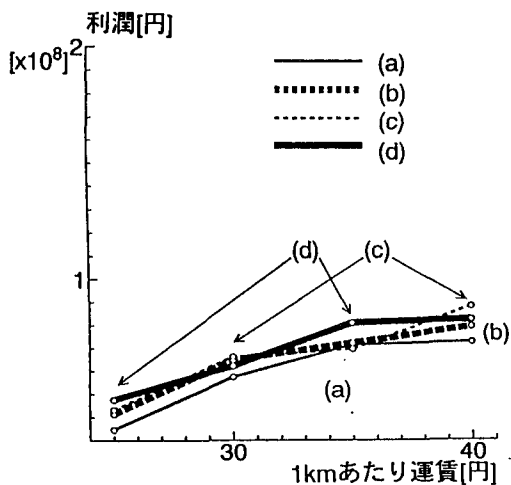


図 4: 運賃別利潤の変化 (ノード数 4)

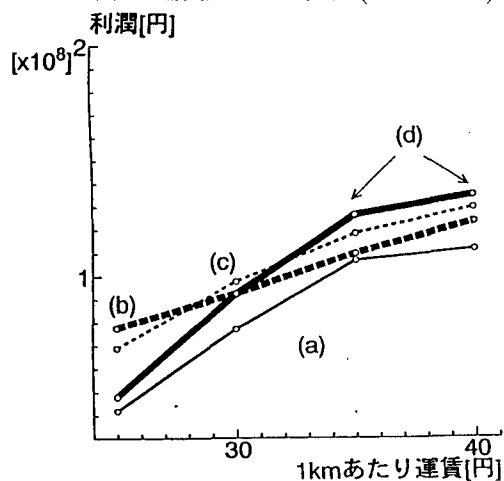


図 5: 運賃別利潤の変化 (ノード数 6)

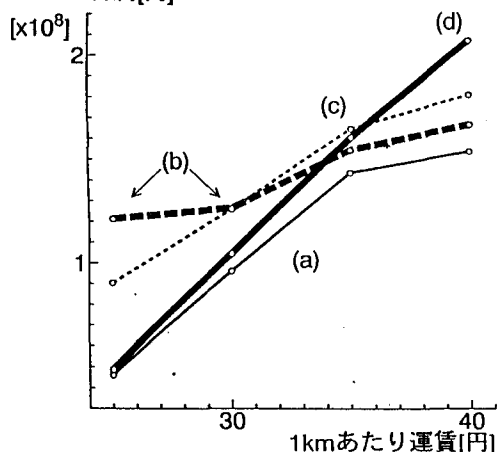


図 6: 運賃別利潤の変化 (ノード数 8)

航空企業は分散していた路線を集結するとともに増便や機材の大型化などの措置を取り、需要を顕在化させようとする。すなわち、乗客をなるべくまとめて輸送し、近傍の空港で乗り換えを行うことにより

迂回しなくともよいような状態を作り出す。このようにして、乗客を集約することによる規模の経済性を享受しようとするインセンティブが働き、その結果中都市を中心としたネットワーク (d) が選択されることが考えられる。各図からも運賃水準の上昇に伴い、地域ハブ型ネットワークの利潤が相対的に増加し、有利となっていることがわかる。

以上のような状況は、運賃水準が比較的高いわが国の状況とも近く、現在または近い将来における地域航空ネットワークの成立可能性を示唆しているものと理解される。また、全路線を直行便で結ぶネットワーク (a) を見てみるとどの図においても (b), (d) 等よりも利潤は低く、航空企業はこのネットワークを選択しない。これは、各都市間を直行便で結ぶことにより低頻度になることよりも、ハブ化による便数集約を行い、乗換はあるけれども高頻度で運航することのメリットを需要側が選好していることを意味している。

以上の変化は、ノード数の違いによって若干異なる。ノード数が増えれば、それだけ市場が大きくなり、域内で持つ潜在的な需要量が増えると考えられるため、図 4 から図 6 に移るに従い当然のように利潤は増える。また、ノード数が変わっても各ネットワーク間で利潤の大小関係はほとんど変わらないが、利潤の差は顕著に拡大する。これは、ノード数が増えるほど利潤の高いネットワーク (本数値実験では (b) もしくは (d)) の優越性がより強まることを示している。

### (3) 地域航空ネットワークへの移行

ここで、現在わが国でみられるような大都市を中心としたネットワーク (b) から段階的に地域ハブ型ネットワーク (d) に移行していくことが可能かどうかを明らかにするため、大都市と小都市を結ぶ路線を一部中都市経由とするハブ化途中のネットワークパターン (c) への移行可能性を検討した。その結果、運賃水準が低い領域では大都市中心型 (b)、移行型 (c)、地域ハブ型 (d) の順に利潤が大きく、ネットワークは移行型を経て大都市中心型に推移する傾向にある。また、運賃水準が高い場合にはこの逆となり、大都市中心型から移行型を経て地域ハブ型に向かう傾向がある。そして、運賃水準が中位の水準にある場合、移行型 (c) がもっとも有利なネットワー

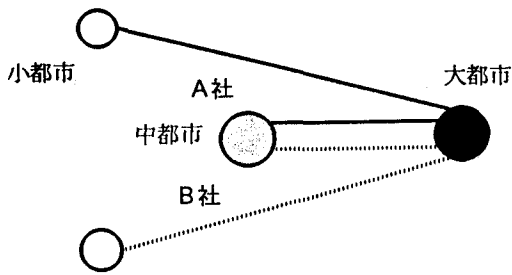


図 7: 地域ハブ化移行前のネットワーク

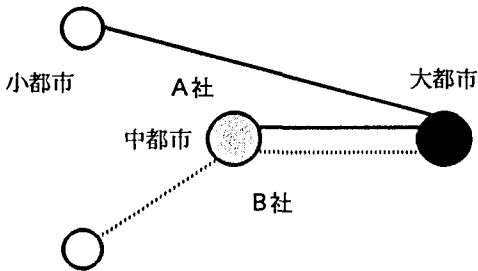


図 8: 地域ハブ化移行中のネットワークとなる。

以上は、航空企業が1社である場合の結果であるが、ネットワークが複数の航空企業によって構築されている場合にも同様の変化が生じるか否かについても検討した。A,B 2社の航空企業を想定し、両社は図7のように大都市中心型のネットワークを展開している。大都市と中都市の間は両者のダブルトラックにより運航されているとする。設定条件から両者は同一の条件下に置かれているため、機種、運賃、便数は等しく、利用者の積み取り比率も半分ずつである。ここでB社のみが地域ハブの成立を試み、小都市と大都市を結んでいた路線を廃止し、あらたに小都市と中都市の間に路線を開設を試みたと考えよう。すなわち、ネットワークは図8に移行する。このときの両社の利潤の変化を計算した。

設定した条件の下では、A社、B社とも増益となった。B社については、路線変更による運行距離の減

少がコストを圧縮したこと、小都市-中都市間の需要が増加したこと、運航頻度が増加したため中都市経由を余儀なくされた小都市-大都市間の需要がかえって若干増加したことなどによる。また、A社については、B社の直行便廃止に伴って増加した大都市-中都市間の旅客の一部がA社の便を利用したことによる。これより、運賃水準が高い場合には、1社単独であっても大都市中心型から地域ハブ型に移行するインセンティブが存在し、基本的には移行型へと推移する。

加えて、移行型に推移した後、A社は大都市-小都市間の路線を廃止し小都市-中都市間の路線を開設することにより、先にB社が単独でネットワークを変更したとき以上に利潤を増大させることができる。したがって、移行型から地域ハブ型ネットワークへの推移も支障なく進展する。

このように、限定的な条件下ではあるが、我が国の現行ネットワークパターンである大都市中心型ネットワークは市場メカニズムによりいずれ地域ハブ型ネットワークに移行する可能性があるという結果が得られた。また、航空機による地域内の移動が従来より容易なものとなるため需要も喚起され、地方空港の有効利用も促進される可能性が示唆された。

#### 4. おわりに

本稿では、地域航空ネットワークの成立可能性を検討するために、航空企業の行動モデルを構築し、利潤最大化基準の下で航空企業が選択するネットワークを推定するモデルを提示した。そして4種類の路線の組み合わせからなるネットワークを想定し、簡単な数値実験を行った。

その結果、地域航空ネットワークの成立可能性は否定されなかった。また、分析を通じて、運賃水準が大きく影響していること、中規模都市周辺に位置する小規模都市の数が多いほど地域航空ネットワークの成立可能性が高まること、市場メカニズムにより地域ハブ化が、内発的に進展する可能性があることなど、いくつかの知見が得られた。

なお、今回の検討では空港の容量制約を考慮していない。地域ハブ化は航空機の大型化などにより同一地域内への乗客を集約して輸送するため、大都市空港にとっては、当該地域内の地方都市との間の便数を減少させることができ、空港容量面で余裕を生

むことが可能となる。従って地域ハブ化は大都市空港にとっても望ましいものとなる。本研究では大都市空港に容量制約がない場合であっても地域航空ネットワークへ移行する可能性があることを示したが、容量制約がある場合は、それを一層促進する側に働くものと考えられる。

今回使用したモデルにはさまざまな単純化や仮定が含まれているため、今後、費用関数、パラメータ同定に関するより実証的な分析を行っていきたいと考えている。

#### 〔参考文献〕

- 1) Kanafani, A. and A. Ghobrial: Airline Hubbing Some Implications for Airport Economics, Trans. Res. A, Vol. 19A, No. 1, 1985
- 2) Hendricks, K., M. Piccione and G. Tan: The Economics of Hubs: The Case of Monopoly, Review of Economic Studies, Vol. 62, No. 1, January 1995
- 3) 渡辺尚夫, 津田昌典, 山本幸司: 国際航空旅客に及ぶ航空路線・便数・機種の影響, 土木学会第 43 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp. 494-495, 1988
- 4) 田村亨: 地域航空サービスにおける社会的最適便数についての考察, 土木計画学研究・講演集, No. 12, pp. 613-618, 1989
- 5) Ghobrial, A. and A. Kanafani: Quality of Service Model of Intercity Air-Travel Demand, Journal of Transportation Engineering, ASCE Vol. 121, No. 2, pp. 135-140, 1995
- 6) 轟朝幸: 規制緩和にともなう国内航空ネットワークの計画手法に関する基礎的研究, 日本大学学位論文, 1993
- 7) 橋本貴司, 喜多秀行: 運行ダイヤと運賃を考慮した都市間交通の利便性評価, 土木学会中国支部研究発表会研究概要集, pp. 467-468, 1996
- 8) Doganis, R.: Flying off Course, (中西健一ほか訳: 国際航空輸送の経済学, 成山堂書店, pp. 73-91, 1989)
- 9) 経済企画庁: 経済白書 (平成 6 年度版), p. 58, 1994

---

## 地域航空ネットワークの成立可能性に関する一考察

喜多 秀行・久木田 真次

航空路線のサービスレベルの向上は、当該路線の需要の誘発のみならず、ネットワークの他路線の需要に対しても外部効果をもたらす。これは地域航空ネットワークの形成において当然考慮されるべき特性と考えられるが、これまであまり検討されていない。

そこで本研究では、運賃、機材、路線設定に関する航空企業の行動をモデル化し、外部効果がネットワーク選択に及ぼす影響を分析することにより、地域航空ネットワークの成立可能性について検討した。その結果、成立可能性は否定されず、ネットワーク全体でのハブ化行動の必要性が示された。

---

## On the Feasibility of Regional Air Transport Networks

By Hideyuki KITA and Shinji KUKITA

In an air transportation network, raising the level of service of a route carries not only the induced travel demand on the route but also those on other routes. This is one of the important externality which should be considered in creating a regional hub system. This paper models the airline's profit maximization behavior by formulating cost and demand functions relating with fare, payload capacity, and frequency. The feasibility of several types of air transportation networks was examined through the numerical examples.

---