

路線バス型フライトの導入による航空路線の維持・開設可能性に関する分析*

A Model Analysis of Aviation Services with Multi-Sector Flights*

喜多秀行**・坂田裕彦*** 谷本圭志****

by Hideyuki kita** and Hirohiko Sakata*** and Keishi Tanimoto****

1. はじめに

日本の航空路線は大都市から地方を結ぶ2都市間の直行路線が一般的であり、需要の少ない路線では経営の採算が取れないことが多い。そのような中、地域振興方策の一環で、自治体による航空路線誘致が活発に展開されている。しかしながら採算性が見込めない航空路線においては路線誘致できる期待は見込めない。他方、近年の航空規制緩和による航空企業間競争の激化に伴い航空企業はより収益性の高い路線にシフトする傾向にあり採算性の悪い路線における撤退といった事態も発生する。このままでは、今後航空旅客サービスの低下がいつそう顕著になると推察される。

需要の絶対量が少ない都市間で航空路線を維持・開設する一つの方法として、同一方向を結ぶ複数の路線を取りまとめて需要を集約し、航空輸送が有する密度の経済性や範囲の経済性などいわゆるネットワークの経済性を利用して、存廃の瀬戸際に立たされている航空路線の維持や採算面で誘致が困難な路線を新規開設することができる可能性がある。本研究ではこのような運航形態を‘路線バス型フライト’と呼ぶが、その可能性がどの程度あるのかはほとんど検討がなされていない。そこで本研究では運航採算性の観点から路線バス型化による航空路線の維持・開設の可能性が存在し得るか否かを明らかにする。また航空企業に対する自治体の運航補助による路線誘致の可能性拡大についても検討する。

2. 本研究の基本的な考え方

本研究における路線バス型フライトとは、需要が少ない

ため航空路線の開設や維持が困難な複数の都市間を、途中寄港しながら直列に結ぶ航空輸送サービスを言う(図-1)。これにより、寄港する複数の都市間の航空交通需要を集約することが可能となり、航空企業の利潤の増加が見込まれる。寄港都市を経由して目的都市まで行かなければならなくなる利用客にとっては所要時間が増加し利便性が下がるために需要が減少してしまうが、前者が後者を上回れば航空路線の維持や開設の可能性を高めることが期待できる。

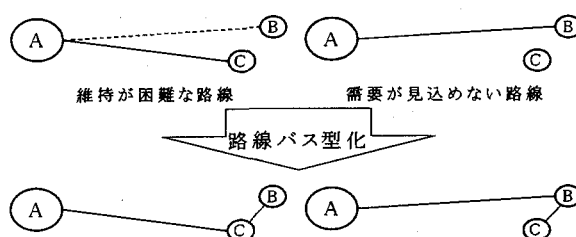


図-1 路線バス型フライトの概念図

そこで本研究では、利用者と航空企業の行動モデルを用いて直行路線と路線バス型フライトを路線別運航採算性の観点から比較し、導入可能性を検討する。航空サービスの提供により増加する消費者余剰の範囲内で自治体は航空企業に運航補助を行って路線を誘致することが可能であり、運航形態は補助によっても異なってくるため、補助を明示的に考慮した形で分析を行う。

また、航空路線の特徴である規模の経済性や範囲の経済性などのネットワークの外部性を利用して、直行路線や単独の路線バス型フライトでは成立し得なかった複数都市が、他の路線バス型フライトの寄港都市と連携して新たな路線バス型フライトを形成することも可能であると考えられる。そこで、このようなケースについても検討を加える。航空ネットワークの形成やスケジューリングについてはすでに多くの研究の蓄積があるが¹⁾、本研究では路線バス型フライト化に関わる部分に焦点を絞って検討するため、できるだけモデルの単純化を図り、議論が見通しのよいものとなるようにしている。

*キーワードズ：航空輸送サービス、路線バス型フライト、運航採算性、ネットワークモデル

**正会員 工博 鳥取大学工学部社会開発システム工学科
(〒680-0945 鳥取市湖山町南101 TEL 0857-31-5309・
FAX 0857-31-0321)

***学生会員 鳥取大学大学院工学研究科社会開発システム工学専攻
(同上 TEL 0857-31-5333)

****正会員 工博 鳥取大学工学部社会開発システム工学科
(同上 TEL 0857-31-5311)

3. 分析モデル

分析モデルに関しては、航空運賃や運航頻度といったサービス水準を変化させることによる当該路線の需要変化だけでなく、その路線を経由する路線の全てのOD間の需要を誘発するといった外部性も考慮する必要がある。以下では著者らが先に構築したモデル²⁾を一部修正して用いることにする。

本研究では航空と鉄道の競合を考慮するが、航空企業の行動と利用者の行動の均衡を主として取り扱うため、鉄道運賃と鉄道の運航頻度を所与とした下での交通サービスを取り扱う。また簡単化のため、各都市間の航空運賃も外生的に与え、航空企業の価格競争は考えない。機材の種類も1種類のみとし、したがって航空企業は利潤が最大になるように運航頻度を調整してこれらの都市間にサービスを供給すると考える。スケジューリングに関しては、与えられた航空旅客ネットワークに航空機材などを時間的空間的に最適に割り当てることを目的とする企業行動に関する研究であるため、本研究でこれを考慮すると経路変更による航空旅客サービス改善効果を見極めにくい。よって本研究ではスケジューリングについては明示的に考慮しない。利用者の行動と航空企業の行動に関する仮定はそれぞれの行動記述のところで述べる。

(1) 利用者の行動

利用者は、所与の所得 y_i と交通企業 m が供給する交通旅客サービスの運航頻度 $F_{\phi_{ij}}^m$ 、交通運賃 $P_{\phi_{ij}}^m$ 、所要時間 $T_{\phi_{ij}}^m$ によって構成される一般化費用 $p_{\phi_{ij}}^m$ により規定される効用を最大化する経路 ϕ_{ij} 及び需用量 $X_{\phi_{ij}}^m$ を選択する。出発希望時刻は $[0, E]$ の範囲で一様に分布しており、帰路は往路と同じルートを選択するものとする。

都市 i に居住する利用者の間接効用関数を以下のように表す。

$$V_{ij} = \sum_{m \in M} \ln \left(\mu \frac{D_j}{p_{\phi_{ij}}^m} + \nu y_i \right) \quad (1)$$

ただし、 D_j は到着都市 J の社会経済的要因を、 M は交通旅客サービス m の集合を表す。また μ, ν はパラメータである。最適経路 ϕ_{ij} での一般化費用 $p_{\phi_{ij}}^m$ は以下のように表される。

$$p_{\phi_{ij}}^m = \sum_{\phi_{ij}} P_{\phi_{ij}}^m + \alpha \sum_{\phi_{ij}} \left(T_{\phi_{ij}}^m + \frac{E}{\min F_{\phi_{ij}}^m} \right) \quad (2)$$

ここに、 $\sum_{\phi_{ij}} P_{\phi_{ij}}^m$ は経路 ϕ_{ij} を構成する全ての路線における交通運賃の和を、 $\sum_{\phi_{ij}} T_{\phi_{ij}}^m$ は所要時間の和を表している。 $\min F_{\phi_{ij}}^m$ は運航頻度の最小値、 E は1日の時間であり、 $E/\min F_{\phi_{ij}}^m$ は航空旅客サービスを受ける旅客の平均待ち時間である。路線バス型フライトの場合は第2区間以降の便への接続待ち時間が寄港時間 ω となる。また α は時間価値に相当するパラメータである。

都市 ij 間の交通サービス m に対するOD需要関数(都市 ij を発着都市とする需要)は以下ようになる。

$$X_{\phi_{ij}}^m = \frac{\mu D_j \cdot N_i}{\nu (p_{\phi_{ij}}^m)^2} \cdot \frac{(\mu D_j / p_{\phi_{ij}}^m + \nu y_i)^{-1}}{\sum_{m \in M} (\mu D_j / p_{\phi_{ij}}^m + \nu y_i)^{-1}} \quad (3)$$

ただし、 N_i は都市 i に人口を表し、 μ, ν はパラメータである。また、都市 ij 間の交通サービス m に対するリンク需要関数(都市 ij を発着都市とするか否かにかかわらず都市 ij 間を通過する需要)は以下ようになる。

$$X_{ij}^m = \sum_{k \in K} \sum_{l \in K} \delta_{ijkl}^m \cdot X_{\phi_{ij}}^m \quad (4)$$

ただし、 K は、都市の集合を表す。 δ_{ijkl}^m は都市 kl 間の最適経路が都市 ij 間を通過するか否かを表すダミー変数であり以下のように定義される。

$$\delta_{ijkl}^m = \begin{cases} 1 & : \text{都市 } ij \text{ 間を通過する。} \\ 0 & : \text{都市 } ij \text{ 間を通過しない。} \end{cases} \quad (5)$$

(2) 航空企業の行動

航空企業は、運賃・機材等の変更をしないものとし、所与の航空ネットワークの下で利潤を最大化する運航頻度 F_{ij}^n を選択する。

$$F_{ij}^n = \arg \max_{F_{ij}^n} \sum_{i \in K} \sum_{j \in K} (P_{ij}^n \cdot X_{ij}^n - C_{ij}^n - C_F^n) \quad (6)$$

$$\text{s. t. } X_{ij}^n \leq F_{ij}^n \cdot S_{ij} \quad (7)$$

ただし、 C_{ij}^n は航空企業 n の可変費用を、 C_F^n は固定費用を表す。航空企業の可変費用は路線間距離 L_{ij} 及び運航頻度 F_{ij}^n に関してコブ・ダグラス型に類似した以下の技術を持つものと仮定する。

$$C_{ij}^n = \sigma (L_{ij})^\tau (F_{ij}^n)^{\nu_{ij}^n} \quad (8)$$

σ 及び τ はパラメータであり、 ν_{ij}^n は運航頻度に関する規模の経済性を考慮して以下のように定式化する。

$$v(F_{ij}^n) = \rho_1 \cdot (F_{ij}^n)^2 + \rho_2 F_{ij}^n + \rho_3 \quad (9)$$

ρ_1 , ρ_2 及び ρ_3 はパラメータである。

4. モデルの同定

(1) 需要関数

需要関数のパラメータを推定するための対象路線は、7大都市（名古屋、札幌、福岡、仙台、広島）を航空機および新幹線（札幌については特急・急行）で結ぶ直行路線とした。ただし、航空については東京と大阪の背後圏が他都市と比べて極めて広くネットワーク上での位置づけも他と異なる点があるため、両都市を出発地ないしは目的地とするデータを除いて推計を行った。都市間の交通需要は幹線旅客純流動表³⁾、運賃、運航頻度、所要時間はJTB時刻表⁴⁾、一人あたりの県民所得は県民経済年報⁵⁾の値を用い、社会経済的要因については都道府県人口で代替した。路線バス型フライトの寄港時間 ω は30分とした。また、時間価値については関西交通経済研究センター⁶⁾による時間価値の推定値を消費者物価指数⁷⁾により平成8年の値に修正して算出した値である44.85(円/分)を用いた。航空利用者と鉄道利用者とで時間価値が異なるという考え方もあるが、利用者のモード選択行動に基づいて運航採算性を分析する本モデルで両者の差異を考慮するためには時間価値に関する利用者の異質性を仮定しなければならない。そこで分析では見通しをよくするため以下では時間価値に関する利用者の同質性を仮定する。ただし、今後この仮定を緩めることは容易である。

得られたパラメータの推定値は $\mu = 0.230$, $\nu = 2.371$ であり、比較的良好な現象再現性を有していることがわかった。

(2) 費用関数

費用関数のパラメータ推定には、航空統計要覧⁸⁾に記載されている日本航空(1986～1993)および全日本空輸(1987～1993)の各年度の費目別データを総合卸売物価指数⁶⁾によって基準年度に修正したものを用いた。具体的には可変費用として人件費、航空燃油費、運航施設利用費、航空保険費を、固定費用として航空機材減価償却費、整備費、一般管理販売費、代理店手数料を用いている。回帰分析によって推定した結果は、 $\sigma = 3751.4$, $\tau = 0.808$, $\rho_1 = 0.040$, $\rho_2 = -0.498$, $\rho_3 = 3.020$ である。相関係数は0.931と比較的良好な現象再現性が認められる。

(3) モデルの現象再現性

本モデルは航空路線の新規開設による誘発需要を推定しうる構造を有している。そこで、推定したパラメータに基づいて特定化したモデルを用いて、新規に航空路線が開設された都市を含むいくつかの都市間の需要量と運航頻度を推定し、モデルの現象再現性を検証した。対象都市は名古屋、新潟、福島、福岡、山形の5都市である。これらの都市間には既存路線に加えて、福岡-新潟(1992年開業)、福岡-福島(1993年開業)、名古屋-山形(1995年開業)の3つの航空路線が新設された。これら3路線は開業後年数が経っており比較的安定したデータが得られているものと考えられる。航空と鉄道の運賃および所要時間はJTB時刻表⁹⁾に記載されている平成8年時のデータである。鉄道の運航頻度は対象都市を結ぶ新幹線(東京駅のみで乗り継ぎを行う)の運航頻度を用いた。結果を図-2に示す。サンプル数が少ないため限定的な解釈にならざるを得ないが、得られた結果からは比較的良好な現象再現性が確認される。

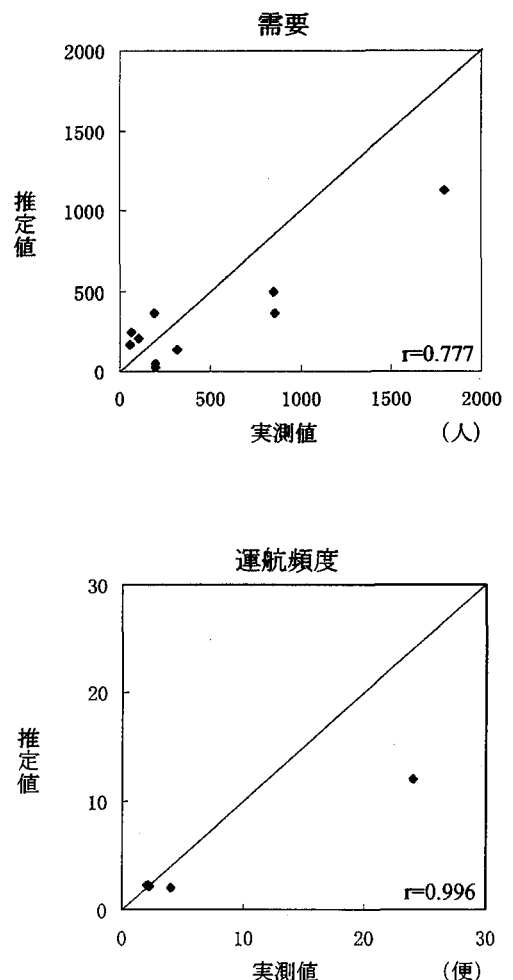


図-2 需要と運航頻度に関する現象再現性

5. 路線バス型フライトの導入可能条件

(1) 直行路線誘致をしない場合

直行路線の下での航空利潤をまず推定し、次いで路線バス型フライトに移行した場合の航空利潤を推定する。両者を比較して、導入後の航空利潤が導入前のそれよりも増加し、かつ正の利潤であれば路線バス型フライトは成立する。航空企業 n の利潤は各路線の生産者余剰の和として、以下のように表される。

$$PS^n = \sum_{i \in K} \sum_{j \in K} (P_{ij}^n \cdot X_{ij}^n - C_{ij}^n) \quad (10)$$

直行路線の場合の利潤を $PS^{n,D}$ 、ネットワーク形状 Ψ の路線バス型フライトを運航する場合の利潤を $PS^{n,\Psi}$ とすると、

$$PS^{n,D} \leq PS^{n,\Psi} \quad (11)$$

かつ

$$PS^{n,\Psi} \geq 0 \quad (12)$$

の場合に路線バス型フライトの運航が成立する。

(2) 直行路線誘致をする場合

路線バス型フライトが成立するとして、大きなターミナルデマンドを有する都市との間に直行路線を有する中継空港となることが都市にとって有益であると考えられるため、どの都市が経由都市として選ばれるかが関係都市の関心事となる。例えば図-1に例示するように都市A,Bと都市Cを結ぼうとする場合には、Bを経由都市としてA,C間にフライトを運航するケースとCを経由都市としてA,B間にフライトを運航するケースの2つが存在する。都市Aが大きなターミナルデマンドを有する大都市であるとする、都市B,Cにとってはいかにして都市Aへの直行路線を獲得するかが問題となる。そこで関係都市が直行路線を獲得するための誘致行動をとることを考慮した導入可能条件を、消費者余剰に基づく各都市における厚生水準指標を用いて検討する。都市 i における消費者余剰 CS_i は以下のように表される。

$$CS_i = \sum_{m \in M} \sum_{j \in K} \xi_{ij}^m \cdot \int_{p_{ij}^m}^{\infty} X_{ij}^m dp_{ij}^m \quad (13)$$

ただし、 ξ_{ij}^m は都市 ij 間が到達可能であるか否かを表すダミー変数であり以下のように定義される。

$$\xi_{ij}^m = \begin{cases} 1 & \text{到達可能である} \\ 0 & \text{到達不可能である} \end{cases} \quad (14)$$

直行路線を獲得した場合とそうでなかった場合の都市BとCの消費者余剰の差 ΔCS^B 、 ΔCS^C は次式で与えられる。

$$\Delta CS^B = CS_{A-B-C}^B - CS_{A-C-B}^B \quad (15)$$

$$\Delta CS^C = CS_{A-C-B}^C - CS_{A-B-C}^C \quad (16)$$

$CS_{A-B-C}^B, CS_{A-B-C}^C, CS_{A-C-B}^B, CS_{A-C-B}^C$ は経路A-B-CとA-C-Bにおける都市BとCの消費者余剰である。

都市BとCが支出し得る運航補助の限度額はそれぞれ ΔCS^B 、 ΔCS^C であるため経路A-B-Cの場合の利潤を PS_{A-B-C} 、経路A-C-Bの場合の利潤を PS_{A-C-B} とすると

$$PS_{A-B-C} + \Delta CS^B \begin{cases} > \\ < \end{cases} PS_{A-C-B} + \Delta CS^C \quad (17)$$

の大きい方の経路が実現する。つまり双方の都市が運航補助により直行路線を有する中継空港となるための航空路線誘致競争を行い、その下で航空企業が自社にとって最も都合のよい経路(運航補助+利潤の額が大きい経路)を決定すると考える。例外として以下のような場合が考えられる。

$$PS_{A-B} + \{CS_{A-B}^B - CS_{A-C-B}^B\} > PS_{A-C-B} + \Delta CS^C$$

ただし $CS_{A-B}^B - CS_{A-C-B}^B \in \Delta CS^B$

このような場合には都市A-B間のみの運行となる。しかしながら本研究では、航空路線の維持・開設が困難な都市に航空路線を成立させる可能性を考えることを目的とするため、そのようなケースは取扱わない。なお参入撤退規制や空港制約などが存在する場合には利潤そのものではなく他路線との利益の比較等が評価基準となるものと考えられるが基本的な考え方は変わらない。

6. シミュレーション分析

(1) 設定条件

以下では数値実験により路線バス型フライトの導入可能性を検討する。分析にあたって4種類の交通ネットワーク

を考える。都市の規模は人口で表す。都市間距離における航空と鉄道の運賃と所要時間を表-1に示す。交通サービスの供給主体としては、航空企業と鉄道企業各1社を考える。鉄道企業は全都市直結型のネットワークによるサービスを提供しているものとし、各路線の運賃と運航頻度は一定値に固定されているものとする。運賃と所要時間については航空・鉄道とも平成8年の実績データ³⁾から運賃-距離ならびに所要時間-距離の関係式を推計し、これを用いて算定した。各都市の世帯あたり所得と人口は表-2に示す。

表-1 設定条件(1)

都市間距離	航空		鉄道	
	運賃	所要時間	運賃	所要時間
100km	6000	45	4000	50
150km	8000	49	5500	70
200km	10000	53	7000	90
250km	12000	55	7800	115
300km	14000	57	8500	140
350km	16000	60	10200	165
400km	17500	63	12000	190
450km	18500	66	13800	215

運賃(円),所要時間(分)

表-2 設定条件(2)

ケースⅠ			ケースⅡ		ケースⅢ	
都市	所得	人口	所得	人口	所得	人口
A	4000	600	4000	600	4000	600
B	3000	400	3000	200	3000	400
C	3000	200	3000	200	3000	200
D					2500	100
E					2500	100

所得(円/日),人口(万人)

(2) 分析結果

a) 都市人口と運航形態

まず、図-3に示すネットワークおよび表-2のケースⅠの下で検討を行う。このネットワークで航空企業は、都市A-B間と都市A-C間に直行路線を有するサービスを行っているものとする。この路線で利潤最大化行動を取った場合、ネットワーク全体の航空利潤は都市A-B間の距離にかかわらず黒字となっている。しかしながら都市A-C間の路線はすべての場合において赤字路線となった。この場合、都市A-C間の路線の維持が困難であると判断できる。そこで路線バス型フライトに移行することによる都市A-C間の航空サービスの維持可能性を検討する。

まず経路A-B-Cの路線バス型化について検討する。表-3では路線バス型フライトの利潤は都市A-B間の距離にかかわらず直行路線のそれを上回っている。都市B-C間はすべて赤字となっているが、都市A-C間を廃止して都市A-B間のみを直行路線で運航するよりも路線バス型フライト(経路A-B-C)に移行したほうが有益である場合があ

ることが確認される。このことからケース1では都市A-B間の距離が300kmと400kmの場合では経路A-B-Cを路線バス型フライトに移行する方が有利であることがわかる。都市A-B間の距離が200kmの場合でも路線バス型フライトは成立するがこの場合は都市A-C間の直行路線を廃止しないとネットワーク全体では赤字が生じると考えられる。

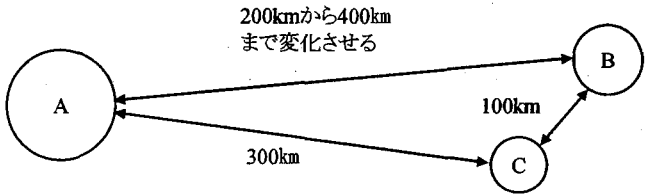


図-3 航空路線の形態Ⅰ

次に経路A-C-Bの路線バス型化を検討しよう(表-3参照)。この場合は、直行路線よりも路線バス型フライトのほうが採算性の面でかなり有効であることがわかる。路線バス型フライトの導入によって赤字路線がなくなり航空利潤も大幅に増加することが確認された。経路2の場合では、都市A-B間の距離にかかわらず都市A-C間の直行路線を廃止するよりも経路A-C-Bの路線バス型フライトに移行する方が有効であると考えられる。これらの結果から、設定条件の下では路線バス型フライトの導入を積極的に検討すべきと結論づけられる。

表-3 ケースⅠにおける路線バス型フライトの導入可能性

		(万円)		(万円)	(万円)
	路線	費目	A-B間 200km	A-B間 300km	A-B間 400km
直行路線	A-B	利潤	413.3	799	550
	A-C	利潤	-196.8	-309.7	-347.2
路線バス 型フライト 経路1	A-B-C	A-B間の利潤	465.3	933.8	861.9
		B-C間の利潤	-97.6	-181.7	-234.6
		合計利潤	367.7	752.1	627.3
		Bの消費者余剰	31308.7	33995.8	25600.2
		Cの消費者余剰	8440.3	10609.7	2384.8
路線バス 型フライト 経路2	A-C-B	A-C間の利潤	650.1	647.9	646
		C-B間の利潤	-18.4	-18.4	-18.4
		合計利潤	631.7	629.5	627.6
		Bの消費者余剰	8347	8347	2347
		Cの消費者余剰	17835.4	17835.4	17835.4
補助を含む 利潤	経路1	23329.4	26400.9	23880.5	
	経路2	10026.8	7855.2	16078.2	
決定される路線			経路1	経路1	経路1
運航頻度 (往復)	A-B	7	6	6	
	A-C	6	6	6	
	A-B-C	7	7	6	
	A-C-B	6	6	6	

路線バス型フライトでは中継都市となることが他都市との直行性が確保されるという点で有益であることから、各都市は中継都市となるような運航形態を望む。本研究

では、直行便の路線誘致を航空企業への運航補助という形で行い、航空企業は航空利潤と運航補助額の総計が多い運航形態を選択するため、運航補助が経路の決定に影響を及ぼすことがある。ここでは経路A-B-Cが選択された場合の都市Bの消費者余剰の増加が支配的となるため、いずれのパターンにおいても経路A-B-Cに決定されるという結果になった。都市規模の大きさが路線誘致に相対的に大きな影響を与えているためと考えられる。

b) 都市間距離と運航形態

図-4に示すネットワークおよび表-2のケースIIの下で、航空企業は当初都市A-B間と都市A-C間に直行サービスを行っているとする。

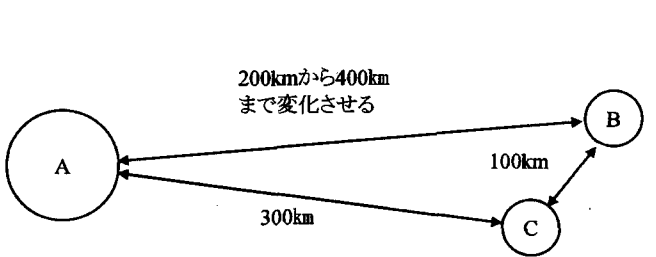


図-4 航空路線の形態II

表-4 ケースIIにおける路線バス型フライトの導入可能性

		(万円)		(万円)	
	路線	費目	A-B間 200km	A-B間 300km	A-B間 400km
直行路線	A-B	利潤	413.3	799	550
	A-C	利潤	-196.8	-309.7	-347.2
路線バス 型フライト 経路1	A-B-C	A-B間の利潤	465.3	933.8	861.9
		B-C間の利潤	-97.6	-181.7	-234.6
		合計利潤	367.7	752.1	627.3
		Bの消費者余剰	31308.7	33995.8	25600.2
		Cの消費者余剰	8440.3	10609.7	2384.8
路線バス 型フライト 経路2	A-C-B	A-C間の利潤	650.1	647.9	646
		C-B間の利潤	-18.4	-18.4	-18.4
		合計利潤	631.7	629.5	627.6
		Bの消費者余剰	8347	8347	2347
		Cの消費者余剰	17835.4	17835.4	17835.4
補助を含む 利潤	経路1	23329.4	26400.9	23880.5	
	経路2	10026.8	7855.2	16078.2	
決定される路線			経路1	経路1	経路1
運航頻度 (往復)	A-B		7	6	6
	A-C		6	6	6
	A-B-C		7	7	6
	A-C-B		6	6	6

この場合、直行路線ではいずれの都市間距離の場合においても航空路線の維持は困難であると判断できる(表-4参照)。また路線バス型フライトに移行しても各経路の利潤は赤字となり、路線バス型フライトの導入による維持も難しいと考えられる。そこで補助による維持可能性を検討する。直行路線のままでも補助により路線を維持することは可能であるが、路線バス型化した方がより少ない補助金で維持が可能である。この際、各都市間の路線

誘致合戦の結果に都市間距離が比較的大きな影響を与えていることが見て取れる。

c) 路線バス型フライトの活用による新規路線開設の可能性

ここでは図-5、図-6に示されるネットワークおよび表-2のケースIIIについて検討する。このネットワークは図-3のネットワークに都市D,Eを新たに付け加えたネットワークである。都市D,Eは、直行路線の誘致はもちろん、路線バス型フライトの誘致の可能性も少ない。しかし条件によってはこのような都市にも航空路線を開設できる可能性があるのである。

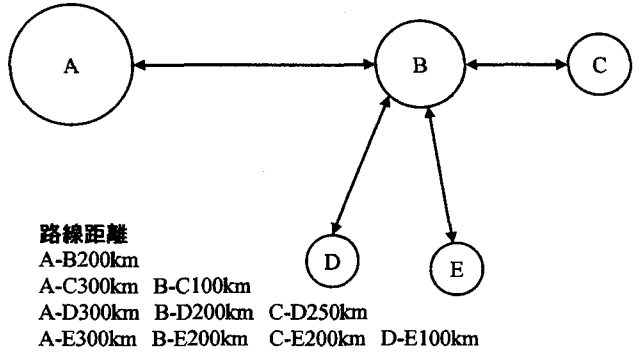


図-5 航空路線の形態III

まず、図-5に示す場合を検討しよう。表-5から、直行路線では、路線A-B以外はすべて赤字路線になってしまい、都市A-B間の路線のみしか運航可能でない。都市D,Eに路線を誘致できる可能性はもとより少ない。しかし、経路A-B-Cと経路D-B-Eの2つの路線バス型フライトを結合すると状況は変化する。なお、2つの路線バス型フライトを利用して目的都市まで移動する場合、都市Bで乗り継ぎ待ちを行わなければならない。この乗り継ぎ待ち時間は航空選択上重要であり、鉄道との競争上考慮不可欠な要因と考えられる。本研究では都市Bにおける2つの路線バス型フライトの乗り継ぎ待ち時間については(2)式の第3項に示した待ち時間に従う。

表-5 路線別利潤の比較

	路線	利潤(万円)	
利潤最大化行動 (直行路線)	A-B	510.3	
	A-C	-142.5	
	B-D	-68.6	
	B-E	-68.6	
路線バス型フライト	A-B-C	367.6	
結合 路線バス型フライト	A-B-C	648.9	540.9
	D-B-E	-108	

この結果、直行路線のみで運航する場合ないしは経路A-B-Cの路線バス型フライトのみを運航する場合よりもネットワーク全体でみた航空会社の利潤が上回ることが

確認された。2つの路線バス型フライトを結合した場合、経路D-B-Eの路線ができることによって、ネットワークの利便性が高まり、経路A-B-Cの路線の需要が増加するため、輸送密度の経済が働き経路A-B-Cの路線別の利潤が大幅に増加するのである。経路D-B-E自体は路線別収支で見ると赤字路線であるが、経路A-B-Cの需要を増加させ総利潤を高める上で重要な路線であることが見て取れる。これは俗にいうフィード効果(幹線培養効果)が働いていると考えられる。これは、単独ではどうしても赤字から脱却できない路線であっても、ネットワークの形成の仕方次第で、総利潤の増加に寄与する重要な路線となり、路線の維持、開設ができる可能性があることを示唆するものである。

次に図-6のネットワークにおける考察を行う。このケースにおいても、経路A-B-Cの路線バス型フライトが単独で成立する。しかし、更に注目すべきは経路A-B-Cの路線バス型フライトをある所定の頻度で運航し経路D-B-Eの路線バス型フライトの運航頻度を変化させたときに、利潤の変化に2つのピークが現れることである(図-7参照)。経路A-B-Cの運航頻度が7往復のときに、もっとも望ましい(利潤が最大)経路D-B-Eの運航頻度は6往復であるが、経路D-B-Eの運航頻度が1往復の場合に6往復に匹敵する利潤を計上していることが図より見て取れる。これは経路A-B-Cの運航頻度が7往復の場合に限らず、8往復と9往復の場合にも同様の変化が見られた。経路D-B-Eの運航頻度が1往復の場合には、運航コストが少ないために利潤が大きくなり、6往復の場合には、運航頻度が増加することによって利便性が高まって利用者が増加したことが1往復の利潤を上回る利潤を計上したと考えられる。

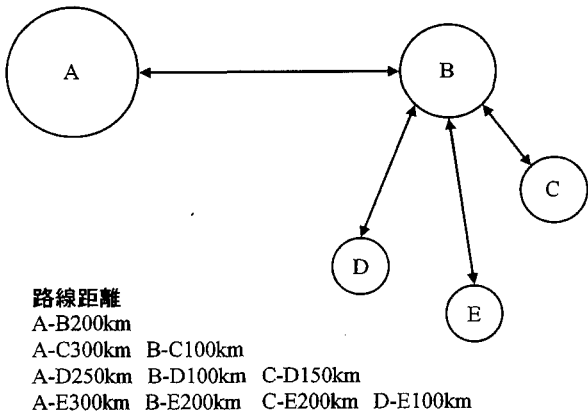


図-6 航空路線の形態IV

このような利潤の変化は先のケースでもわずかに見られるのであるが、本ケースでは条件の変化によりそれが顕著に現れてきたものと推察される。1日の運航頻度が3往復以下と4ないし5往復以上では路線の性格が大きく異なると言われるが、ここで得られた結果はこの事実

にも一致している。条件により、運航頻度を減少するのではなく増加させ航空ネットワークの利便性を高めることによって、利潤の増加を実現しうる可能性が存在することを示せたのではないかと考える。

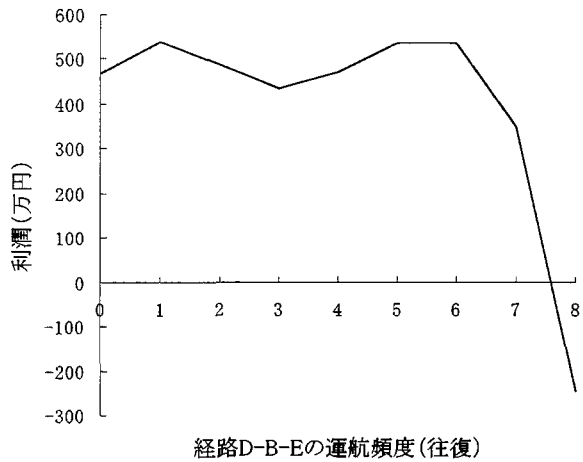


図-7 運航頻度の変動と利潤の関係

d) 乗り継ぎ待ち時間の影響

路線A-B-Cと路線D-B-Eを都市Bで乗り継ぐ利用者にとって、乗り継ぎ待ち時間の長さは交通機関選択上無視し得ない要因であり、特に運航頻度が低い場合は選択の支配要因ともなる。したがって、乗り継ぎ待ち時間が過大なものとならないよう路線間での運航スケジュール調整を行うことにより、成立可能性がさらに高まることもありうる。先述した利用量や路線の成立可能性は(2)式の第3項に示した待ち時間に基づいているが、運航スケジュール調整による影響を分析するため、上記に加えて都市Bにおける待ち時間を一定値とした場合の利用料を試算し、両者を比較した(表-6参照)。

表-6 乗り継ぎ待ち時間の比較

		経路D-B-Eの運航頻度(往復)			
		1	*1	6	*6
OD需要(人)	A-D	17.4	126.4	94.9	126.4
	A-E	15.9	99.9	77.3	99.9
	C-D	19.6	55	39.8	55
	C-E	17.6	42.1	31.7	42.1
	D-A	17.4	18.9	94.9	115.9
	D-C	6.4	7	39.7	49.8
	E-A	16	17.4	77.7	93
	E-C	5.8	6.3	31.7	38.7

経路A-B-Cは7往復
*運航頻度に関係なく都市Bの待ち時間は2時間

運航スケジュール調整の有無により、都市A,Cから出発し都市D,Eへ向かう需要が変化することが見てとれる。経路D-B-Eの運航頻度が比較的高い場合(6往復)においても20~30%程度の違いが見うけられるが、運航頻度が低い場合(1往復)この変化は一層大きなものとなる。すなわち、2つの路線バス型フライトの結節点である都市Bで

の乗り継ぎのタイミングを調整することで、より多くの需要が期待できる。これはハブ・スポーク型ネットワークの形成原理に他ならないが、路線バス型フライトの導入により航空輸送サービスの充実を図る上でも運航スケジュールを適切に調整することの重要性が改めて指摘されたものと理解される。

7. おわりに

本研究では、利用者と航空企業の均衡モデルを用いて路線バス型フライトの導入可能性を検討し、導入可能性を左右するいくつかの要因に関する知見を得た。

まず、路線バス型フライトの導入によって航空路線の採算性を高め、維持や誘致が困難な都市間に航空路線を開設しうる可能性が確認された。さらに、複数の路線バス型フライトを結合することで、航空企業の利潤増加を図りながら、より利便性の高い航空ネットワークの形成ができる可能性が確認された。

ここで得られた結果は単純化したモデルに基づく限定的なものであるため、路線バス型化が有利となる条件など一般的な知見を得るためには更なる検討を要するが、十分な航空需要が見込み難い都市に路線を維持・開設する可能性を探るひとつの方法論を提供し得たのではないかと考える。

参考文献

- 1) 大橋忠宏・安藤朝夫:ネットワークを考慮した航空旅客市場と航空政策のモデル分析,応用地域学研究,No.2,pp.133-144,1996
- 2) 喜多秀行・坂田裕彦・吉村晋:地域航空旅客サービスの改善方策に関する一考察,土木計画学研究・論文集 No16,pp195-200,1999.
- 3) 国土庁計画調整局・運輸省運輸政策局:幹線旅客純流動表(統計編),pp109-118,大蔵省印刷局,1992
- 4) 日本交通公社:JTB時刻表(1996年5月),pp65-99,日本交通公社出版事務局,1996
- 5) 経済企画庁経済研究所:県民経済年報(平成9年),pp44-47,大蔵省印刷局,1997
- 6) 関西交通経済研究センター:地域旅客航空の導入の可能性に関する調査研究報告書,1987.
- 7) 経済企画庁:経済白書(平成7年版),pp56-57,大蔵省印刷局,1995
- 8) 日本航空株式会社経営企画調査グループ:航空統計要覧(1993 - 1994),pp219-246,日本航空協会,1990

路線バス型フライトの導入による航空路線の維持・開設可能性に関する分析

喜多秀行・坂田裕彦・谷本圭志

本研究は、同一方向を結ぶ複数の路線をとりまとめて需要を集約する運航形態(路線バス型フライト)を導入することにより、需要規模がさほど大きくない都市間の航空路線を維持・開設する方策を検討したものである。航空会社と利用者の行動モデルを用いて路線の維持・開設可能性を分析した結果、路線バス型フライトの導入によって状況を改善できる場合があることが明らかとなった。また、路線自体では採算がとれないが航空企業の総利潤の増加に寄与し、維持・開設可能となる場合が存在することが明らかになるなど、路線と運航頻度の充実により航空サービスの改善を図ろうとする地方自治体に、新たな可能性を見出すためのひとつの方法論を提案した。

On the Possibility to Maintain Aviation Services by Introducing Coach Type Flights

By Hideyuki Kita, Hirohiko Sakata and Keishi Tanimoto

This study investigates the possibility to maintain aviation services between cities with less demand by introducing "coach type flights" which stops several airports on the route and collect the demand between the airports. The possibility is analyzed by using a profit estimation model based on airline and passenger behavior models. The numerical analyses show that the introduction of coach type flights can make possible to maintain or start aviation services between cities where the business was not profitable, in certain conditions. The proposed model can be a useful tool for local governments to find efficient strategies for better aviation services.