

IV-5

路線バス型フライトによる航空旅客サービスの改善に関する一考察

鳥取大学工学部 学生会員 坂田裕彦

鳥取大学工学部 正会員 喜多秀行

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。そのため、航空路線の維持、開設が困難である。

そこで本研究では航空路線の開設や維持ができる航空路線を運航させる可能性を見出す一つの方法として、同一方向を結ぶ複数の路線を取りまとめ需要を集約する航空路線の導入をモデル分析により検討する。以下このような路線を「路線バス型フライト」と呼ぶ。

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。寄港都市をまわって目的都市まで行かなければならない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。

そこで本研究では、利用者と航空会社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行採算性の視点から路線バス型フライトの導入可能性を比較分析し、導入可能条件を検討する。

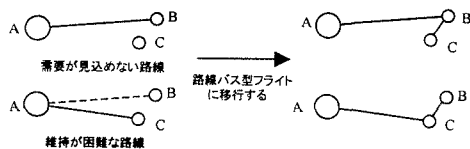


図-1 路線バス型フライトの説明

3. 分析モデル

分析モデルに際しては航空運賃や運行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¹⁾を一部修正して用いることにする。

(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。

都市 i に居住する利用者の間接効用関数を

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

と仮定する。 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

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

と表す。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、 $E/F_{\phi_{ij}}^m$ は平均待ち時間である。また α はパラメータである。

都市 ij 間の交通サービス m に対するOD需要関数は

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

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。

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

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。

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

式(2)の α は、関西交通経済研究センター²⁾による44.85(円/分)を用い、旅客純流動データ等から需要関数のパラメータ $\mu = 0.290, \nu = 0.237$ を推定した。

(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行頻度 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。

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

σ 及び τ はパラメータであり、 v_{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。

各航空会社の費目別収支データや輸送実績等からパラメータを推定したところ、 $\sigma = 3751.4$, $\tau = 0.808$, $\rho_1 = 0.040$, $\rho_2 = -0.498$, $\rho_3 = 3.020$ となった。

以上のモデル式を用いて運航頻度と需要の再現性を検討した。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説明力が認められる（図-2）。

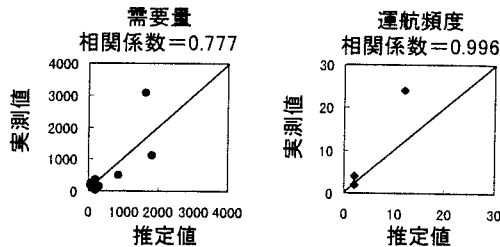


図-2 運航頻度と需要の相関係数

4. 路線バス型フライトの導入可能性分析

鉄道企業と航空企業が輸送サービスを行っている3都市を想定して（図-3），導入可能性分析を行う。鉄道は全ての都市間を運行しているものとする。航空企業はAB間とAC間の直行路線における利潤最大化行動をとる航空路線の形態を取っている（AB/AC間共に運航，AB間のみ運航，AC間のみ運航）。

まず，直行路線の下で，次いで路線バス型フライトに移行した場合の航空利潤，航空需要，消費者余剰をそれぞれ推定する。両者を比較して，導入後の航空利潤（運航補助も含む）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。

次に，路線バス型フライトの場合，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直行路線をいかに獲得するかが問題となる。そこで経路の決定プロセスについて検討しよう。経路A-B-CとA-C-Bにおける都市BとCの消費者余剰をそれぞれ $CS_{A-B-C}^B, CS_{A-B-C}^C, CS_{A-C-B}^B, CS_{A-C-B}^C$ 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 $\Delta CS^B, \Delta CS^C$ は次式で与えられる。

$$\Delta CS^B = CS_{A-B-C}^B - CS_{A-C-B}^B \quad (10)$$

$$\Delta CS^C = CS_{A-C-B}^C - CS_{A-B-C}^C \quad (11)$$

都市BとCが支出し得る運航補助の限度額はそれぞれ

$\Delta CS^B, \Delta CS^C$ 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

$$PS_{A-B-C} + \Delta CS^B \begin{cases} > \\ < \end{cases} PS_{A-C-B} + \Delta CS^C \quad (12)$$

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る直行路線の誘致競争を行い，その下で航空企業が自社にとって最も都合のよい経路を決定すると考える。

結果の一例を表-1に示す。これは都市間距離の変化から見た路線バス型フライトの経路の変化を見たものである。これより，人口が少ない都市でも相手都市の路線距離次第では中継都市となりうる可能性があると考えられる。

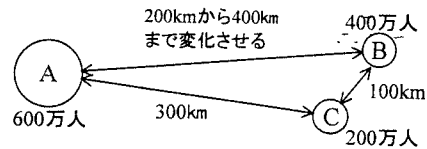


図-3 シミュレーションの航空路線の形態
表-1 路線バス型フライトの導入可能性

	路線	費目	(万円)		
			A-B間 200km	A-B間 300km	A-B間 400km
直行路線	A-B	利潤	413.2	856	593.7
	A-C	利潤	-118	-184.8	-282.7
路線バス型フライト 経路1	A-B-C	A-B間の利潤	384.6	933.8	923.4
		B-C間の利潤	-42.8	-99.9	-178.6
		合計利潤	341.8	833.9	744.8
		Bの消費者余剰	29573.1	34789.1	25925
		Cの消費者余剰	8610.9	10920.6	8610.8
路線バス型フライト 経路2	A-C-B	A-C間の利潤	759.7	757	754.9
		C-B間の利潤	36.3	36.3	36.2
		合計利潤	795.9	793.3	791.1
		Bの消費者余剰	10872.4	10872.4	10872.3
		Cの消費者余剰	22879	22879	22879
補助を含む 利潤	決定される路線	経路1	19042.5	24750.6	15797.8
		経路2	15064	12751.7	15059.3
		経路1	経路1	経路1	経路1

5. おわりに

本研究では，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。路線バス型フライトの導入によって航空路線の経営採算性を高め，維持や誘致が困難な都市間に航空路線を引け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枠組みを提供したのではないかと考える。

1) 喜多秀行・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・講演集，No21(2)，pp.633-636，1998。

2) 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。