

地域航空旅客サービスの改善方策に関する一考察*

On Subsidy for Aviation Services*

喜多秀行**・吉村 晋***

By Hideyuki KITA** and Shin YOSHIMURA***

1. はじめに

航空規制緩和の進展と競争の激化に伴い、航空会社はより収益性の高い路線にシフトする傾向にあり、不採算路線における減便や撤退といったサービスの低下が今後一層顕著になるものと推察される。地方空港は現在においても必ずしも豊富な路線を有しているわけではなく、このような航空路線の再編が進む中では今後一層厳しい状況に直面せざるを得ない。

このような状況の下で、より利便性の高い航空旅客サービスを実現すべく自治体による路線誘致や空港整備が活発に展開されており、利用キャンペーンの展開による需要喚起や路線維持のための運航補助等が行われている。しかし、種々の需要喚起策を継続しても需要がさほど伸びず一定期間の後には路線を維持しきれなくなる可能性は否定できず、また運航補助のための支出が却って地域の厚生水準を下げってしまう可能性も残る。しかるに、この種の施策によるサービスの維持可能性や施策実施の妥当性を評価する方法論は必ずしも十分ではない¹⁾。

そこで本研究では、自治体による運航補助に着目し、航空旅客サービスの改善がもたらす厚生水準の変化を地域別に評価することにより、運航補助によるサービス改善の可能性とその妥当性を検討する。

2. 運航補助に関する若干の考察

(1) 価格メカニズムと運航補助

航空サービスを利用する際に利用者は効用最大化行動をとっており、航空会社が連続的な価格づけを

行いうるものとする、航空会社の利潤最大化行動によって実現する価格の下で消費者余剰は最大となる。すなわち、消費者余剰の最大化は価格メカニズムにより自動的に達成され、通常は消費者が余剰の一部を運航補助金として航空会社に提供することにより厚生水準を高めることはできない。

しかし、航空サービスの構成要素である運賃や運行頻度等の設定が連続的でない場合や、航空サービスの利用に関して何らかの外部性が存在する場合はこの限りではない。例えば、着目する地域への訪問者が当該地域において何らかのサービスを購入する場合、運航補助により増加した訪問者へのサービス提供によってもたらされる利益の増加分が補助金の額よりも大きいならば、当該地域の厚生水準は高まる。また、以下に述べるように、個々の利用者による航空サービスの利用が他の利用者の効用を高めるといった外部経済が存在する場合にも地域の厚生水準を高めることのできる可能性がある。

(2) 利用者相互間に存在する外部経済

航空輸送には“規模の経済”や“距離の経済”、“密度の経済”と呼ばれる種々の経済性が存在する。例えば、利用者が増加すると機材を大型化することにより1人当たりの輸送コストを下げるができるため、航空会社の利潤を最大化する運賃も低下する可能性がある。機材を大型化しない場合には便数の増加による対応がなされるため、利用者の利便性が高まる。このように、利用者の限界的な利用がもたらすサービスの向上が本人の効用のみならず他の利用者すべての効用を高める場合を、以下では“利用者相互間の外部経済”が存在するという。

“利用者相互間の外部経済”が存在する場合、図-1に示すように利用者の社会的限界費用は私的限界費用より“利用者相互間の外部経済”分だけ低くなる。したがって、需要曲線と私的限界費用曲線の交点

*キーマンズ：空港計画、公共交通計画、財源・制度論

**正会員、工博、鳥取大学工学部社会開発システム工学科
(鳥取市湖山町南4丁目101番地、TEL 0857-31-5309、
FAX 0857-31-0882)

***正会員、新日鉄情報通信システム(株)
(東京都中央区新川2丁目20番15号、TEL 03-5566-1111)

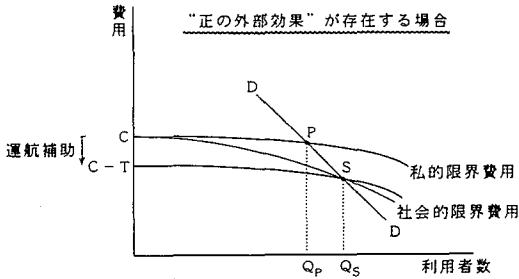


図-1：外部経済と運航補助

で与えられる均衡利用量は社会的余剰を最大化しない。社会的余剰を最大化するためには社会的限界費用曲線と需要曲線の交点を通るように私的限界費用曲線を下方にシフトさせる必要がある。すなわち私的限界費用を T だけ低下させることにより社会的に最適な利用量を実現し、消費者余剰を最大化することが可能である。この変化分 T が本研究で考える「運航補助」であり、このような場合には運航補助を行うことにより地域の厚生水準を高めることが可能となる。

航空サービスの利用には“利用者相互間の外部経済”だけでなく混雑も存在するため、どちらが卓越するかにより、私的限界費用関数と社会的限界費用関数がそれぞれ増加関数となるか減少関数となるか、そして両者の大小関係がどのようになるかが異なる。これには、需要特性や競合交通機関のサービス特性、航空サービスの供給特性などが複雑に関与している。したがって、上記の意味で運航補助が妥当性を有するか否かを評価するためには、補助の対象とする航空輸送サービスが運航補助により余剰を高めることのできる状態にあるか否かを吟味する必要がある。

(3) 分析の枠組み

上記の目的のため、以下では航空企業と利用者の行動によってもたらされる均衡を明示的に考慮した航空ネットワークモデルを構築し、各地域から見た航空旅客サービスの評価を消費者余剰の概念に基づき定式化する。また、これらをもとに請願フライトによるケーススタディを通じて種々の条件下における地域航空旅客サービスの改善可能性を検討する。請願フライトとは航空路線ないしはフライトを新たに誘致することによる航空企業の利潤低下分を誘致し

た都市なり地域が補填することをいう。路線開設やフライト数の増加がもたらすサービス水準の向上が補填による厚生の低下を上回る場合には、当該地域の厚生水準の向上が期待できる。

航空旅客サービスのようなネットワーク型サービスにおいては、サービスの改善効果が当該路線における需要増加だけでなく、他の路線の需要も誘発するというネットワークの外部性が働く。この外部性を内生的に取り扱うため、利用者の効用最大化行動から導かれる OD 需要関数からリンク需要関数を導出する。ここで、都市 ij 間の OD 需要とは都市 ij を発着都市とする需要を意味し、リンク需要とは都市 ij を発着都市とするか否かに関わらず都市 ij 間を通過する需要を意味する。

3. 航空旅客ネットワークモデルの定式化

(1) 利用者の行動

利用者は、所与の所得 y_i と交通運賃 $P_{\phi_{ij}}^m$ 及び交通企業 m が供給する交通旅客サービス（以下、交通サービス m と記述する）の運航頻度 $F_{\phi_{ij}}^m$ 及び所要時間 $T_{\phi_{ij}}^m$ 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} 及び需要量 $X_{\phi_{ij}}^m$ を選択する。本研究では、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定式化する。

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

ただし、 D_j は到着都市 j の社会経済的要因を、 M は交通サービス m の集合を表す。また、 μ 及び ν はパラメータである。最適経路 ϕ_{ij} における一般化費用 $p_{\phi_{ij}}^m$ は以下のように定式化する。

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

ただし、 $\sum_{\phi_{ij}} P_{\phi_{ij}}^m$ 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、 $\min F_{\phi_{ij}}^m$ は運航頻度の最小値を、 E は1日の時間を表している。また、 α 、 β 及び γ はパラメータである。このとき、都市 ij 間の交通サービス m に対する OD 需要関数は以下ようになる。

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

ただし、 N_i は都市 i の人口を表す。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。

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

(2) 航空企業の行動

航空企業は、運賃・機材等の変更はないものとして複数都市間を結ぶ所与の航空旅客ネットワークのもとで利潤を最大化する運航頻度 F_{ij}^n を選択する。このとき、航空企業 n の利潤最大化問題を以下のように定式化する。

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

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

ただし、 P_{ij}^n は路線別の航空運賃を、 S_{ij} は航空機材の容量を、 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。可変費用 C_{ij}^n 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。

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

ただし、 σ 及び τ はパラメータであり、 ν_{ij}^n は運航頻度 F_{ij}^n 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。

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

ただし、 ρ_1 、 ρ_2 及び ρ_3 はパラメータである。このとき、式(6)の X_{ij}^n には他企業の交通旅客サービスに対する一般化費用の項も含まれるため、それら

の行動が与えられているもとで最適な行動をとることとなる。

4. 請願フライトの成立条件

各都市における厚生水準指標を消費者余剰の概念を用いて以下のように定式化する。

$$CS_i = \sum_{m \in M} \sum_{j \in K} \xi_{ij}^m \cdot \int_{p_{\phi_{ij}}^m}^{\infty} X_{\phi_{ij}}^m dp_{\phi_{ij}}^m \quad (10)$$

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。

$$\xi_{ij}^m = \begin{cases} 1 & \text{: 到達可能である} \\ 0 & \text{: 到達可能ではない} \end{cases} \quad (11)$$

また、航空企業 n の生産者余剰は各路線の余剰の和として、以下のように定式化する。

$$PS^n = \sum_{i \in K} \sum_{j \in K} (P_{ij}^n \cdot X_{ij}^n - C_{ij}^n) \quad (12)$$

改善前と改善後の都市 i における消費者余剰および航空企業 n の生産者余剰の変化分をそれぞれ ΔCS_i 及び ΔPS^n とすると、請願フライトの成立条件は以下ようになる。

$$\Delta CS_i \geq 0 \text{ かつ } \Delta CS_i + \sum_{n \in A'} \Delta PS^n \geq 0 \quad (13)$$

ただし、 A' は請願フライトの対象となる航空企業の集合である。上式が成り立つとき、ネットワークの組み替えによって被る生産者余剰の損失を消費者余剰の増加で補うことによって、請願フライトによる航空旅客サービスの改善が可能となる。

5. モデルの同定

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(東京、大阪、名古屋、札幌、福岡、広島、仙台)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。都市間の交通需要は幹線旅客純流動表、運賃、運航頻度、所要時間はJTB時刻表、1人当たりの県民所得は県民経済計算年報の値を用い、社会経済的要因については都道府

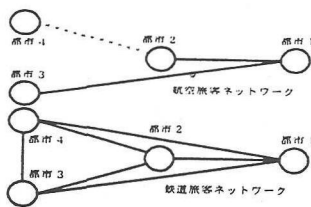


図-2: 交通旅客ネットワーク

県の人口（日本統計年鑑）で代替した。

費用関数のパラメータ推定は、日本航空(1986～1993)及び全日本空輸(1987～1993)の各年度の費目別データを用いた。回帰分析によって推定した結果を表-1に示す。重相関係数は比較的高く、また、パラメータ $\sigma, \rho_1 \sim \rho_3$ の値から規模の経済性が働いていることが分かる。

6. 数値計算事例

対象とする供給主体としては航空企業と鉄道企業1社とし、鉄道企業の行動は所与とする。都市の規模をその都市の人口で表し、都市1を大都市、都市2を中都市、都市3及び都市4を小都市とする4都市モデルを考える。図-2に示すように、航空旅客サービスの現行ネットワークを都市1-2間及び都市1-3間の大都市中心型ネットワークとし、鉄道旅客サービスについては全都市直結型ネットワークとする。また、請願フライトの対象都市を都市4とする。

以上の設定の下で、シミュレーションによる数値実験を行った。いくつかのケースにおいては請願フライトが成立し、ネットワークの形状がハブ&スポーク型に近づくほど成立可能性が高まる傾向が見られた。これは、可変費用関数が運航頻度に関して逓減的であるため1路線あたりの運航頻度が高くなるハブ&スポーク型ネットワークに近づくことによって平均費用が減少したためと考えられる。これらの結果から、

表-1 需要関数と費用関数の推定結果

パラメータ		値	パラメータ		値
推定結果	μ	0.188	σ		3751.4
	ν	1.489	τ		0.8075
	α	1.828	ρ_1		0.0397
	β	1.009	ρ_2		-0.4984
	γ	55.00	ρ_3		3.0200
重相関係数		0.931	—		0.912

表-2(1) 設定条件 上段: 運賃(千円) 下段: 所要時間(分)

企業	航空企業			鉄道企業		
	都市1	2	3	1	2	3
2	20.0	—	—	16.0	—	—
	65.0	—	—	200.0	—	—
3	25.0	18.0	—	23.0	14.0	—
	95.0	60.0	—	330.0	170.0	—
4	26.0	20.0	10.0	15.0	16.0	8.5
	100.0	65.0	55.0	500.0	200.0	85.0

表-2(2) 設定条件 収入(万円), 人口(万人)

都市	収入	人口
1	1,200	1,500
2	1,000	800
3	800	300
4	800	30

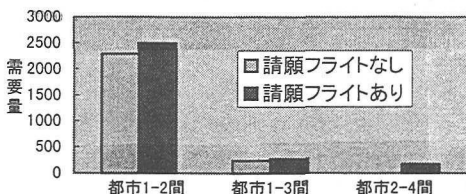


図-3: 請願フライトによる需要量の変化

設定される条件によって請願フライトの成立可能性は否定できないといえる。都市2-4間を請願フライトとした場合の航空需要の変化を図-3に示す。

7. おわりに

本研究では、運航補助の根拠を“利用者相互間の外部経済”がもたらす均衡状態と社会的最適状態の一致に求め、この観点から運航補助が妥当性を有する場合があるか否かを検討した。このため、航空企業と利用者の行動を内包した航空ネットワークモデルを構築し、航空旅客サービスの改善がもたらす地域別厚生水準の評価指標を定式化した。サービス改善方策として請願フライトを取り上げ、数値実験により成立可能性を検討した結果、請願フライトの成立可能性は否定できないという結果を得た。

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さらなる検討を要するが、航空旅客サービスの改善方策を検討する上でひとつの基礎的な枠組みを提供し得たと考える。

参考文献

- 例えばBerry, S.T.: Airport Presence and Product differentiation, American Economic Review, Vol.80(2), pp.394-399, 1990.