

IV-138 国内航空ネットワークに関する基礎的分析

東京理科大学 学生員 武井 雅義
東京工業大学 正 員 兵藤 哲朗
住友銀行 花井 岳人

【1】はじめに

昭和60年度以降、我が国の国内航空旅客輸送の伸びは対前年度比6~8%と順調に推移してきており、我が国の経済社会における時間価値の上昇等により今後とも国内航空旅客輸送は増大することが予想される。しかし、現在国内航空輸送需要の大部分が集中している東京国際空港及び大阪国際空港の空港処理能力は限界に達しつつあり、新たな路線展開、増便等は非常に困難になってきていることもまた衆知の通りである。

そこで本研究は、ややもすると利用者よりも航空会社優位になっているとも考えられる現在の国内ネットワークを見直し、航空会社側、利用者側等様々な観点からみて最も便益の高い国内航空ネットワークを探り、今後の我が国の航空政策を見出す際の1つの手掛かりを与えようとするものである。

【2】手法と前提条件

古典的な線形計画法を用いて、各路線の最適便数を求める問題に書き換える。線形計画問題の航空ネットワークへの適用自体は新しいことではないが、本研究で敢えて同様の分析を試みる意味は、容量制約が顕著となっている現況ネットワークを多角的視点から検討することにある。データは昭和52年と昭和62年のものを用いる。

(1) 目的関数

目的関数として表1に示す3つを設定する。ただし潜在旅客需要を決める際に鉄道と航空の機関分担モデルを考えるべきであるが、今回はマクロ的な分析を目指すため航空と鉄道の旅客数の和と定義する。ロードファクターは70%に固定している。運行費用は全日空有価証券報告書より座席キロメートル当たりコストを求める。なお機材はジェット機を大型、中型、小型の3種類に分類し、ターボプロップ機であるYS機に関わるデータはすべての諸元から差し引く。YS機は路線の運行費用等を求める場合、ジェット機とは著しく異なると考えられるからである。

以下に述べる目的関数、制約条件に対し昭和52年においては19空港、51路線、昭和62年において

は29空港、82路線での定式化ならびに求解を行い、これらの間の相違を検討する。また、シャドウプライスを見ることにより、各路線別あるいは各空港の目的関数に対する検証を行う。

表-1 目的関数

- (a) 航空会社の利潤最大化

$$\Pi_a = \sum_{h,j} \sum_{i,j} D_{ij}^h \cdot (P_{ij} - R_{ij} - C_{ij}) \cdot X_{ij}^h \cdot F^h \rightarrow \max$$

$$D = 1 \dots \text{発着可能機材}$$

$$D = 0 \dots \text{発着不可能機材}$$

$$X_{ij}^h: i, j \text{間, 機種} h \text{の便数} \quad F^h: \text{機種} h \text{の定員}$$

$$R: \text{ロードファクター (70\%)}$$

$$C: 1 \text{ 便あたりの費用}$$

$$P: \text{航空運賃}$$
- (b) 航空利用者時間便益最大化

$$\Pi_b = \sum_{h,j} \sum_{i,j} D_{ij}^h \cdot (T_{ij,t} - T_{ij,a}) \cdot R_{ij} \cdot X_{ij}^h \cdot F^h \rightarrow \max$$

$$T_t: \text{鉄道時間}$$

$$T_a: \text{航空時間}$$
- (c) 航空利用者一般化費用最小化

$$\Pi_c = \sum_{h,j} \sum_{i,j} D_{ij}^h \cdot \{ (T_{ij,t} - T_{ij,a}) \cdot \alpha_y - (U_{ij,a} - U_{ij,t}) \} \cdot R_{ij} \cdot X_{ij}^h \cdot F^h \rightarrow \max$$

$$\alpha_y: \text{昭和} y \text{年の時間価値}$$

$$U_a: \text{航空運賃}$$

$$U_t: \text{鉄道運賃}$$
- 注) 昭和y年の時間価値はの航空と鉄道のbinaryによるロジットモデルから求めた。

(2) 制約条件

下記の3つの条件を考慮する。

①空港制約

空港制約の要因としては次の2種類を考える。

1つは空港発着可能機材制約で、もう1つは空港容量制約である。前者は滑走路の長さ、巾、エプロンの規模等により各空港における発着可能機材を制限する。後者はエプロンや滑走路の数により各空港の最大離着陸回数を決定する。しかし正確な容量決定のためにはより詳細な分析が必要である。

②需要制約

路線別航空旅客数が潜在需要を上回らないようにする。

③機材制約

機材毎の総運行時間が調査年の現況の値を上回らないようにする。空港での整備時間は1機当たり35分と設定する。

表-2 制約条件式

- ①空港制約

$$\sum_{h,j} X_{ij}^h \leq AP_i$$

$$X: \text{便数}$$

$$AP: \text{空港容量}$$
- ②需要制約

$$\sum_{h,j} R_{ij} \cdot X_{ij}^h \leq Q_{ij}$$
- ③機材制約

$$AT_{ij}^h = \sum_{i,j} (T_{ij} + T') \cdot X_{ij}^h$$

$$AT_{ij}^h = \sum_{i,j} (T_{ij} + T') \cdot X_{ij}^h$$

$$AT_{ij}^h \leq AT_{ij}^h$$

$$T': \text{空港整備時間 (35分)}$$

$$AT_{62}: \text{昭和62年における国内総運行時間}$$

$$AT_{52}: \text{線形計画法を用いた場合の国内総運行時間}$$

【3】結果

それぞれの目的関数を用いた場合での便数の現況値と計算値には、どの場合でも比例関係を認めることができる。その中から昭和62年における（a）、（c）の2パターンについて図-1と図-2に示す。

図-1 現況と計算値（航空会社の利潤最大化）

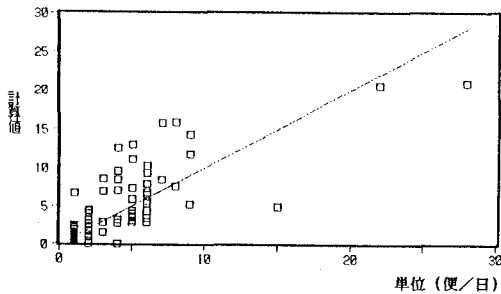
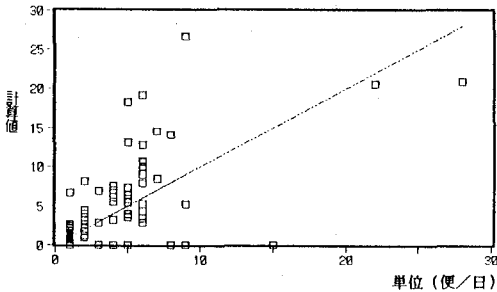


図-2 現況と計算値（航空利用客一般化費用最小化）



この2つの図を見比べると、昭和62年においては航空会社の立場から見た（a）の場合の方が、利用者の立場から見た（c）の場合よりも現況に近いのではないかと予想がつく。そこで、昭和62年、昭和52年それぞれの年における（a）～（c）の現況と計算値のRMSを求めると表-3のようになる。

表-3 目的関数別のRMS 単位 (便/日)

	(a)	(b)	(c)
昭和62年【便/日】	3.1	3.1	4.4
昭和52年【便/日】	6.7	4.1	4.3

この表から昭和52年の航空ネットワークはどちらかというと航空会社よりも利用者優位に組まれていたが、その後の路線や便数の増加がこれを逆転する方向に働くことにより、昭和62年の航空ネットワークは航空会社優位になったということが判る。

次に昭和62年において、目的関数別にシャドウプライスの値が著しく大きく出た空港を表-4に示す。東京や大阪といった大都市の空港がいずれの場合も高く、空港容量の拡大等の政策が待たれる。表-4 目的関数別のシャドウプライス上位の空港（昭和62年）

	(a)	(b)	(c)
空港名	東大 京阪 大広	函島 東館 東京	大東 阪那 京期

次に、福岡を起点とする新幹線と競合している3路線について、（c）の航空利用客一般化費用最小化の場合の昭和62年、昭和52年における最適便数と現況値を、表-5に記す。

表-5 航空利用客一般化費用最小化の場合の最適便数と現況値（3路線）単位 (便/日)

	昭和62年		昭和52年	
	現況	(c)	現況	(c)
大阪～福岡	8	0	8	16
名古屋～福岡	6	19	3	3
東京～福岡	22	21	18	0

大阪～福岡のように比較的路線距離の短い路線は、新幹線のスピードアップにより、昭和52年と異なり昭和62年は航空会社不利となっている。それに対して名古屋～福岡、東京～福岡のように比較的路線距離の長い路線の場合は、鉄道と航空機の時間差はまだ開いているのに対し、運賃差は縮まったため昭和62年においては逆に航空機不利になっている。

【4】まとめ

目的関数を代えることにより各路線の最適便数が敏感に変化する。ある立場からの便益は最大であっても、別の立場から見ればかえって非便益であるというトレードオフの関係が見られた。このことから、航空ネットワークを考える場合には、その時代背景をよく見極め、どのような便益を優先させるのかをよく考察した上で路線設定や便数の割り振りを行うべきである。

【4】おわりに

本研究で示した結果は数多くの仮定のもとで得られたものであり、現段階では個々の数値に着目した議論は困難であろう。しかし今後の航空政策をよりマクロ的な視点から捉える1つの方向性を示し得たと考える。今後の課題としてはミクロ的な、例えば機材のスケジューリング問題との整合性を保ち得る方法論の開発等が挙げられる。