

(Ⅳ-31) 国内航空ネットワークの変遷に関する基礎的研究

日本大学大学院 学生員 鈴木 規彦
 日本大学理工学部 正 員 榛沢 芳雄
 日本大学大学院 学生員 轟 朝幸

1. はじめに

社会経済の発展や技術革新を背景に年々増大する航空需要に支えられて、今日の航空産業は著しい発展を遂げてきた。日本の航空輸送の初期の段階において、政府は空港の整備を推進し、政府の保護政策下で、航空事業者は航空路線の開設、大型航空機の導入等を行なってきた。

こうした状況下において航空ネットワーク（路線網）は複雑な構造に成長してきている。どのような要因がこの航空ネットワークの発展に影響を及ぼしたかを探ることは、今後の航空輸送計画を推進する上で大変重要である。そのために航空ネットワークの発展過程を定量的に把握する必要がある。

そこで本稿では、日本の航空ネットワークに対して定量的な分析を行ない、時系列的にみることにより、航空ネットワークの発展過程を明確にする。また、その発展過程における変化の要因を探ることにする。

2. 航空ネットワークの分析手法

ネットワークの幾何学的構造を定量的に把握する方法として、グラフ理論を適用した様々な指標が考案されている。これらの指標は容易に測定でき、時系列的にみることでネットワークの発展過程を考察できる。そこで、このグラフ理論的測度を用いて国内航空ネットワークの幾何学的構造を測定し、経年的に発展過程を考察する。まず、航空ネットワークを1つのグラフの形態に抽象化する。各空港を頂点に、各航空路線を辺とする。航空ネットワークは、多くの場合、各路線が地図上で交わるので、ノンブランチ・グラフである。

本分析で測定するグラフ理論的測度は表-1に示す7つの指標である。路線数（ e ）とは、通年運航された定期航空路線の数を指す。空港数（ v ）とは、通年運航された定期航空路線を持つ空港の数を指す。 γ 示数は、1つのネットワークについて想定される最大路線数に対する、そのネットワークでみられる路線数の比率を表わし、0と1の間を変動する。 β 示数は、空港数に対する路線数比率を表わし、空港数に比べて路線数が増加すると、 β の値は大きくなる。 $\beta=0$ のときにはまったく路線が存在しない状態であり、 $0<\beta<1$ のときにはいくつかの路線が存在する。 $\beta>1$ のときは空港数よりも路線数が多く、高次に連結している状態である。 η 示数は、1路線当たりの平均距離を表わす。 θ 示数は、1空港が負担する平均的な輸送量であり、空港の平均的機能を表わす。 i 示数は、単位輸送量当たりの平均移動距離を意味する。

3. 分析結果

戦後、航空輸送が再開された1952年度から1990年度まで各年度における国内航空ネットワークに対してこれらの示数を算出し、経年的変化を比較し考察する。その推移を図-1から図-6に示した。その結果をまとめ、以下のよう考察を加えてみる。

まず、図-1の空港数と路線数の推移をみると、戦後、航空輸送が再開された直後から全国各地に空港が設置され、1957年代を境に2つ示数は急速に増加し、特に、主要都市間を結ぶ定期航空路線の数は年々増加してきており、国内航空ネットワークが複雑なものとなってきたことがわかる。しかし、空港数は1970年代から、路線数は1980年代に入ってから、増加が治まり安定してきていることがわかる。

図-2のネットワークの完結度を示す γ 示数の推移をみると、初期の段階では空港数が少ないため50%程度と高

表-1 グラフ理論的測度一覧

内容		示数 (式)
ネ ッ ト ワ ー ク の 機 能	ネットワークの複雑性	e, v 路線数, 空港数
	ネットワークの完結性	$\gamma = \frac{2e}{v(v-1)}$
	ネットワークの結合性	$\beta = \frac{e}{v}$
	ネットワークの平均路線距離	$\eta = \frac{M}{e}$ M: ネットワークの総延長距離
機 能	空港の平均的機能	$\theta = \frac{T}{v}$ T: 総旅客数
	ネットワークの輸送密度	$i = \frac{M}{T}$

い連結水準を示しているが、空港数が30を超えるようになる1960年代後半以降は、14~17%程度の連結水準で推移している。一般には、空港の増加に対して完全グラフでの路線数は幾何級数的に増加することから、この値は減少傾向を示すものであり、急激な減少を示している1960年頃は、空港数の増加に対して路線数の増加が遅れているといえる。一方、それ以降の γ 示数の安定は、1970年以前の空港の増加に対して路線の増加も幾何級数的に増加している期間と、それ以降の空港数の増加が少ない期間とがある。

図-3のネットワークの結合性を示す β 示数の推移をみると、この値は一時的に減少するところもみられるが、グラフの変動が大きく、全体的に完全単純連結状態である $\beta=1$ に近い水準から年々増加し、近年では $\beta=3$ 程度にまでになり、非常に高度な結合状態になってきている。つまり、一つの空港がいくつもの路線を受け持つようになってきていることがわかる。

図-4のネットワークの平均路線長を表す η 示数の推移をみると、航空輸送の発展初期の10年程度を境に大きな変化をみせた。1962年度までは減少をみせたが、その後一転して、増加傾向を示している。つまり、航空輸送の発展初期におけるネットワークの拡張は、短距離路線を中心に路線の追加がなされたが、1962年以降、徐々に長距離路線が追加されてきたことがわかる。この変動には、航空技術の発展が影響していると考えられる。特に、1960年代のジェット機の出現により航続距離が伸びることができ、それに伴ない、東京国際空港が1959年にジェット化されたのをはじめ、以後各空港がジェット化されたことが大きな影響の要因として考えられる。

図-5の空港の平均的機能を示す θ 示数の推移をみると、年々、徐々に増加傾向を示しているが、1967年度以降になると急激に伸びている。これは、空港の設置がこの頃に落ち着いたが、需要は増加し続けているためである。

図-6のネットワークの輸送密度を表わす ι 示数の推移をみると、1960年度以前は急激に減少し、それ以後は極めて緩やかな減少となった。つまり、1960年以降はネットワークのサービス水準とみなせる輸送密度は、ある水準を維持していることになる。

以上、日本の国内航空ネットワークの発展過程を定量的に把握した結果、航空ネットワーク構造の成長に対し、ジェット機の出現が航空ネットワーク構造を大きく変化させた要因である。また、1981年以降、すべての示数において、以前と比べて、徐々に変化が小さくなってきており、航空ネットワーク構造の変化が安定してきていることから、現在の国内航空ネットワークは成熟期にきていると考えられる。

4. おわりに

本稿では、日本の国内航空ネットワークに対して計量的な分析を行ない、時系列的にその発展過程を明確にした。また、航空ネットワークの発展過程の変化の要因についても明らかにすることができた。

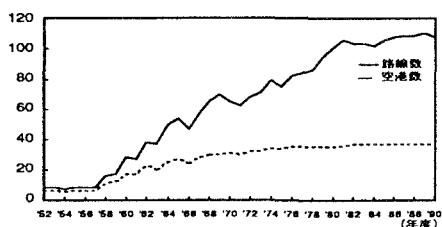


図-1 路線数、空港数の推移

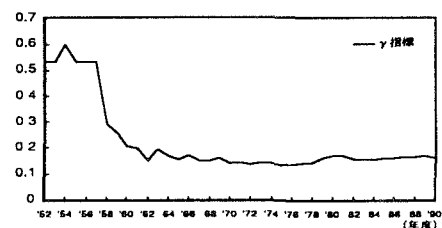


図-2 γ 示数の推移

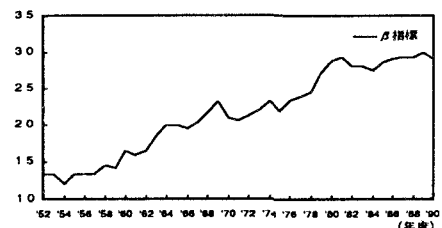


図-3 β 示数の推移

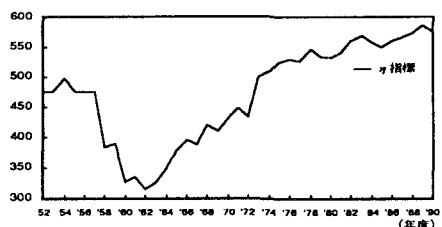


図-4 η 示数の推移

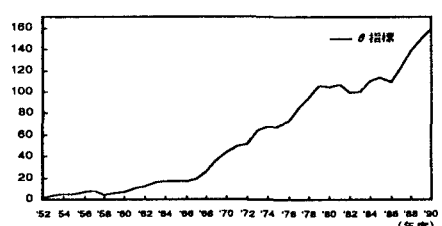


図-5 θ 示数の推移

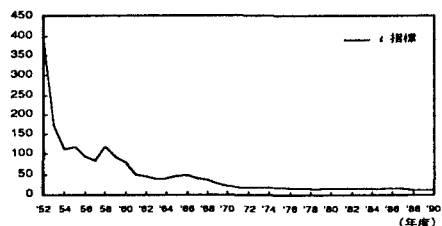


図-6 ι 示数の推移