

地域ハブ型航空ネットワークの成立可能性に関するモデル分析

鳥取大学工学部 正会員 喜多 秀行
鳥取大学大学院 学生員 ○吉川 達也

1. はじめに

わが国の地方空港の整備はほぼ概成したといわれているが、航空ネットワークは概ね大都市中心型となっており、地方間を結びつけるネットワークが形成されていない。そのため、地方都市相互間の交通利便性は依然として低い水準にある。

著者ら¹⁾は先に、様々なネットワーク形状に対応できる利用者と航空会社双方の行動メカニズムを踏まえた航空ネットワーク形成モデルを構築したが、鉄道による都市間高速輸送が発達しているわが国の航空需要構造を必ずしも十分表現したものではなかった。そこで本研究では、他の交通機関との競合を明示的に扱うなどいくつかの改良を加え、種々の要因がネットワークの形状に及ぼす影響を分析することにより、地域ハブ型航空ネットワークの成立可能性と利便性の向上効果を検討する。

2. 需要モデル

都市 i, j 間の分布交通量 Q_{ij} を各都市の発生集中ポテンシャル X_i, X_j および両都市間の交通抵抗 D_{ij} を変数とするグラビティモデルにより求める。 X_i, X_j には人口を採った。

$$Q_{ij} = k \frac{X_i^\alpha X_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \quad (1)$$

交通抵抗 D_{ij} は、(3) 式に示す交通機関別交通抵抗 D_{lij} と (4) 式に示す交通機関別選択確率 P_{lij} の線形和として算定する。

$$D_{ij} = \sum_l P_{lij} \cdot D_{lij} \quad (2)$$

$$D_{lij} = \tau F_{lij} + v T_{lij} + w W_{lij} \quad (3)$$

$$P_{lij} = \frac{\exp(-D_{lij})}{\sum_{l'} \exp(-D_{l'ij})} \quad (4)$$

$P_{lij}, T_{lij}, W_{lij}$ はそれぞれ都市 i, j 間を移動する際の乗り換えが生じる場合を含む運賃、所要時間、待ち時間である。

運賃に関しては、(5a) 式に示す経由地をはさむ両路線の単純和をとる場合と (5b) 式に示す経由地に依存しない OD 別固定運賃の場合の 2 つを考える。所要時間に関しては、乗り継ぎ都市をはさむ両路線の所要時間の単純和とする。待ち時間に関しては、(7a) 式に示す乗り継ぎ都市での待ち時間が生じないようス

ケジュール調整を行う場合と行わない場合 ((7b) 式) を考える。

$$F_{lij} = \begin{cases} \sum_{R_{i'j'} \in \Phi_{ij}} F_{li'j'} & (5a) \\ F_{li'j'} & (5b) \end{cases}$$

$$T_{lij} = \sum_{R_{i'j'} \in \Phi_{ij}} T_{li'j'} \quad (6)$$

$$N_{lij} = \begin{cases} \frac{\Omega_l}{2(\min N_{R_{i'j'} \in \Phi_{ij}})} & (7a) \\ \sum_{R_{i'j'} \in \Phi_{ij}} \frac{\Omega_l}{2N_{li'j'}} & (7b) \end{cases}$$

Φ_{ij} は経路 ij 中の最短経路を示し、 $R_{i'j'}$ はその最短経路を構成する路線を示す。 Ω_l は交通機関 l の営業時間を示す。

以上のようにして求めた分布交通量 Q_{ij} と航空機選択確率 P_{Aij} の積として航空需要量 Q_{Aij} を求める。

$$Q_{Aij} = P_{Aij} \cdot Q_{ij} \quad (8)$$

3. 供給モデル

航空会社は利潤 π を最大とするようなネットワーク Γ ならびに運賃 F 、便数 N 、座席容量 S を選ぶものと仮定する。利潤 $\pi = \pi(\Gamma, F, N, S)$ は、運賃と利用者数によって規定される運航収入から運航総費用 C を差し引いたものとして次式で与えられる。

$$\pi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Q_{Aij} \cdot F_{Aij} - C \quad (9)$$

総費用 C に関しては、本研究ではネットワークの組み替えによって生じる費用の変化を考慮したいため、高橋²⁾を参考に、以下の費用関数より算定する。 H は平均費用、 R は有償トンキロを示す。

$$C = H \cdot R \quad (10)$$

$$H = a_0 + a_1 \psi + a_2 + a_3 \delta + a_4 \sigma \quad (11)$$

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B \cdot Q_{Aij} \cdot L_{ij} \quad (12)$$

週間出発便数やサービス提供都市数などから算出される出発便数の分散係数 ψ はネットワークの形状変化に伴う費用の影響を、離陸重量トン ω は航空機

の機材選択の影響を、平均飛行区間距離 δ は飛行距離による影響を、週間往復便数や平均飛行区間距離などから算出される飛行区間の分散係数 σ は飛行距離の平準化による影響を、それぞれ考慮している。 B は標準旅客重量、 L_{ij} は都市 i, j 間の飛行距離を表す。

以上の諸要素の関係を図1に示す。

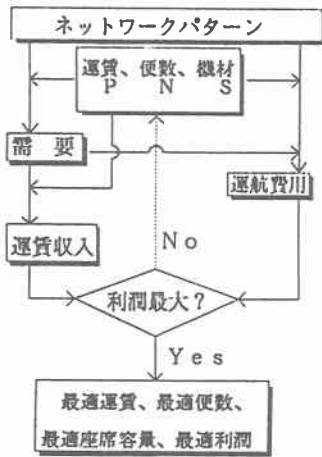


図1 モデルの枠組み

4. 数値実験

大都市1、中都市2、小都市3、4の4つの都市を対象として、全都市直結型ネットワーク、大都市中心型ネットワーク、地域ハブ型ネットワークの3種類の仮想航空ネットワークを考える。各都市の空港サービス圏人口はそれぞれ1200、550、78万人とした。

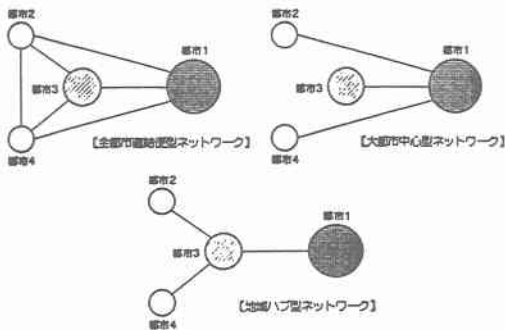


図2 検討対象としたネットワーク形状

鉄道のネットワークは、大都市中心型と全都市直結型の2種類、バスに関しては、全都市直結型ネットワークとする。鉄道、バスに関する各路線の運賃、所要時間、便数を固定した上で、航空機に関する各変数の値とネットワーク形状を変化させて、数値実験を

行った。(3)式については幹線旅客純流動調査データを、(11)式については我が国における各変数の実績値を収集し、それぞれパラメータを求めた。設定条件の詳細については、紙幅の制約上講演時に示す。

図2は大都市中心型と地域ハブ型の航空ネットワークの利潤の大小関係が運賃や便数、座席容量によってどのように変化するかを比較したものである。

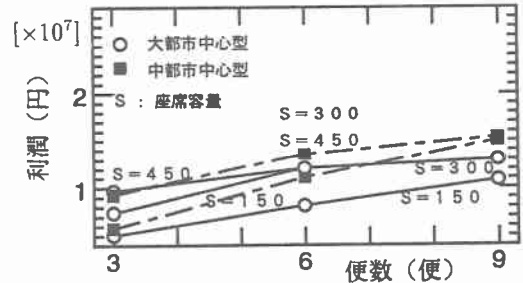


図3 ネットワークの違いによる利潤比較

ここでは運賃を各路線の単純和としている。鉄道とバスについては全都市直結型ネットワークである。

この事例からも理解されるように、検討した範囲では利潤が常になくなるようなネットワーク形状は存在せず、条件によっては、地域ハブ型ネットワークに関しても採算がとれることが認められた。

また、運賃と便数の設定方法の違いによる利潤比較について別途比較検討したところ、運賃については乗り継ぎ割引を考慮した方が、便数については乗り継ぎ空港における待ち時間が生じないようスケジュール調整を行ったものの方が利潤が大きくなるという傾向が認められた。

5. 結論

本研究では、他の交通機関との競合などが航空需要に及ぼす効果やネットワーク形状が運航費用にもたらす影響などを考慮して、いくつかの航空ネットワークについて採算性を比較検討した。その結果、現在の大都市中心型ネットワークに限らず、地域ハブ型航空ネットワークに関しても成立可能性があることが確認された。今後は成立可能条件についても検討を加えていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 喜多秀行、久木田真次：“地域航空ネットワークの成立可能性に関する基礎的研究”，土木計画学研究・講演集，pp.161～164，No.18(1)，1995年12月
- 2) 高橋 望：“わが国の航空産業の費用分析”，運輸と経済，第45巻，第9号，pp.67～76，1985年9月。