

神戸大学工学部	フェロー会員	黒田 勝彦
神戸大学工学部	正 会 員	竹林 幹雄
神戸大学大学院	正 会 員	正木 智也
神戸大学工学部	学生会員	○鈴木 秀彦

1. はじめに

現在航空業界は急速に自由化が進んでおり、我が国においても各種規制緩和が行われている。また国際化・高速化社会の進展により、航空需要は世界的に大きく増加している。これらの流れを受けて東・東南アジア諸国では大規模な空港整備に力を入れており、アジア内における航空旅客流動も急激な変化を取ると予想され、我が国もこの傾向に対応した空港整備計画を立案する必要がある。同時に我が国が社会経済的な発展を持続していくためには、利用者にとって利便性の高い空港の整備および運営を行っていく必要がある。そこで本研究では、国際航空旅客輸送市場を規制緩和の進んだ完全競争市場と仮定した場合の旅客行動の分析を行い、今後の空港整備に有益な航空ネットワークモデルの構築を行うことを目的としている。

2. 国際航空旅客輸送均衡モデルの構築

本研究では参加主体として複数のキャリアーと旅行者を扱ったモデル化を行った。この際キャリアーは運航費用の最小化を目的とし、旅行者は利用者均衡配分による一般化費用の最小化を目的とするものとした。

(1) キャリアーの行動

キャリアーは運航費用の最小化を目的として運航計画を立て、各路線の運航頻度および運賃を決定する。このとき運賃は往復で同値と考え、各路線での収入と支出が均衡するものとする。

$$\min C(f_l, p_l) = \sum_{l \in L} f_l \cdot (AC^l + \delta_h^l \cdot LC^h) \quad (1)$$

$$s.t. \quad \sum_{h \in H} \delta_h^l \cdot f_l \leq CA^h \quad (2)$$

$$f_l = f_j \quad (3)$$

$$p_l \cdot (x_l + x_j) = f_l \cdot (AC^l + \delta_h^l \cdot LC^h) + f_j \cdot (AC^j + \delta_h^j \cdot LC^h) \quad (4)$$

$$x_l \leq f_l \cdot CP^l \cdot \lambda \quad (5)$$

$$f_l, p_l \geq 0 \quad (6)$$

ここで、 f_l :リンク l の運航頻度、 AC^l :リンク l に機材を投入する際の運航費用(USドル/回)、 LC^h :空港 h を使用するときの1回あたりの空港使用料(USドル/回)、 δ_h^l :クロネッカーデルタ(リンク l が空港 h を通るとき 1、そうでないとき 0)、 CA^h :空港 h の空港容量(便/週)、 x_l :リンク l の旅行者数(人/週)、 p_l :リンク l の運賃(USドル/人・回)、 CP^l :リンク l の機材 1 機あたりの機材容量(人/機) λ :最大積載率、 $\hat{I}$:リンク l の往復リンク、 L :リンクの集合。

(2) 旅行者の行動

ある OD に関して旅行者の選択する経路の一般化費用は全て等しく、選択されない他のどの経路より小さい。このときの旅行者の条件式は以下のように表される。

$$\begin{aligned} \sum_k \delta_k^l \cdot u_l &= \sum_k \delta_k^l \cdot \left\{ p_l + \alpha \cdot \left(t^l + \delta_{zh}^l \cdot \frac{OT^l}{2 \cdot f_l} \right) \right\} \\ &= \sum_k \delta_k^l \cdot \left\{ \frac{f_l \cdot (AC^l + \delta_h^l \cdot LC^h)}{x_l} + \alpha \cdot \left(t^l + \delta_{zh}^l \cdot \frac{OT^l}{2 \cdot f_l} \right) \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\sum_k \delta_k^l \cdot u_l = \lambda_{ij} \quad (x_{ij}^k > 0 \text{ のとき}) \quad (8)$$

$$\sum_k \delta_k^l \cdot u_l > \lambda_{ij} \quad (x_{ij}^k = 0 \text{ のとき}) \quad (9)$$

$$\sum_k x_{ij}^k = X_{ij} \quad (10)$$

$$x_l = \sum_i \sum_j \sum_k \delta_k^l \cdot x_{ij}^k \quad (11)$$

$$x_l \leq f_l \cdot CP^l \cdot \lambda \quad (12)$$

$$x_{ij}^k \geq 0 \quad (13)$$

ここで、 u_l :リンク l の一般化費用(USドル)、 δ_k^l :クロネッカーデルタ(ij 間 k 経路がリンク l を通るとき 1、そうでないとき 0)、 t^l :リンク l のラインホール時間、 OT^h :空港 h の営業時間(分)、 δ_{zh}^l :クロネッカーデルタ(リンク l の出発空港が h であるとき 1、そうでないとき 0)、 α :時間価値換算係数(USドル/分)、 λ_{ij} :OD ペア ij の最短経路上の一般化費用、 x_{ij}^k : ij 間 k

経路の旅行者数(人)、 X_{ij} : ij 間の旅行者数(人/日)。

3. 国際航空旅客流動分析

(1) 空港容量を考慮した場合

2010年のアジアを中心とした地域を対象にモデルの適用を行った。結果を以下に示す。

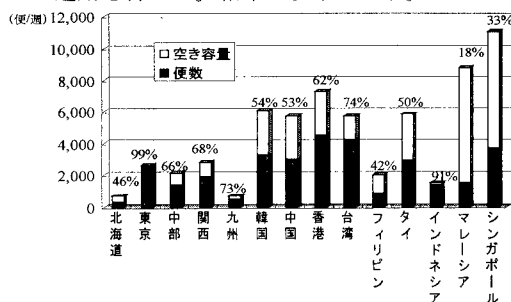


図-1 各空港における発着便数と空き容量

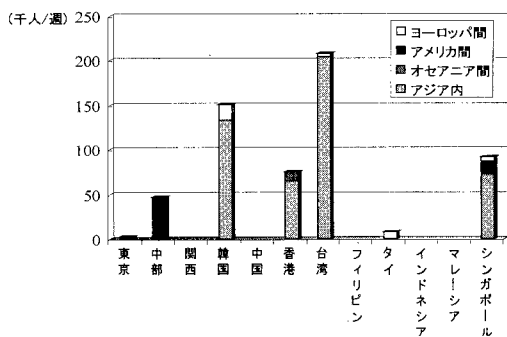


図-2 経由便利用者の経由空港別・渡航方面別旅行者数

東京では空港容量はほぼ限界に達することが明らかになった。また他の空港では空港容量に余裕があり、特にマレーシア・シンガポールでは機能的側面からだけでは空港容量に見合うだけの需要が獲得できないことがいえる。

アジア間の移動の際には韓国・香港・台湾・シンガポールが中継空港として利用される。またアメリカ方面では東京・中部・シンガポール、ヨーロッパ方面では韓国・台湾・タイ・シンガポールで乗り換え旅行者が観測される。これらの要因としては、優位な地理条件ならびに需要の大きさが挙げられる。

またOD交通量の小さいゾーン間トリップは経由便による移動を行う傾向にあり、その場合の中継空港は発空港あるいは着空港に近いものを選択する傾向にあることも明らかになった。

(2) 空港容量を考慮しない場合

次に空港が本来獲得しうる需要について検討す

るため、空港容量を考慮せずモデルの適用を行った。結果を以下に示す。

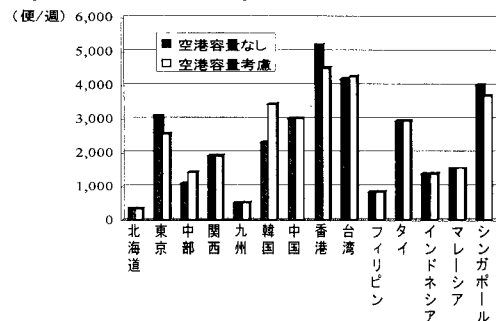


図-3 各空港の就航便数の比較

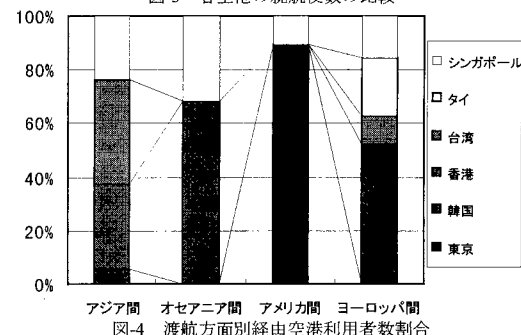


図-4 渡航方面別経由空港利用者数割合

空港容量を考慮せず計算を行った場合東京においてその旅客数が増加した。この増加分はアメリカ方面を発着とする乗り換え旅客であり、東京のアメリカ方面への優位性が明らかとなった。この場合空港容量の超過便数は拡張工事を行うことによりまかなえる範囲内であり、拡張工事の効果は期待できるものといえる。

4. おわりに

本研究では国際航空旅客輸送市場を規制緩和の進んだ完全競争市場と仮定し、参加する主体として複数のキャリアおよび旅行者を取り上げ、それぞれの定式化を行い、2010年における将来国際航空旅客流動を推計した。しかし、待ち時間の算出方法に改良の余地があり、OD需要量の変化についても考慮していく必要があると思われる。

【参考文献】

- 1) 黒田勝彦、竹林幹雄、正木智也、三保木悦幸：キャリアの行動を考慮した国際航空ネットワークに関する研究、土木計画学研究・講演集 No.20(2) 1997 pp755-758
- 2) IATA : Asia-Pacific Air Transport Forecast 1980- 2010
- 3) ICAO : On-Flight Origin and Destination