

国際ハブ空港の立地が国際航空旅客輸送市場に与える影響に関する研究

*A Study on the Impact of the Development of the International
Hub Airport to the International Air Transportation Market*

黒田勝彦*, 竹林幹雄**, 正木智也***, 平井一人****, 鈴木秀彦*****

By Katsuhiko KURODA*, Mikio TAKEBAYASHI**, Tomoya MASAKI***, Kazuto HIRAI**** and Hidehiko SUZUKI*****

1.はじめに

国際航空旅客輸送市場は、規制緩和・自由化という世界的な潮流の中で大きく変化しようとしている。中でも、キャリアの乗り入れのインセンティブが大きいと考えられる国際ハブ空港の整備は、アジア諸国においても積極的に投資・整備が行われている。このように、アジア各国での巨大ハブ空港建設は、旅客あるいはキャリアの空港選択行動に多大な影響を与えるものと予測される。

これらをふまえて本研究では、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、国際ハブ空港の立地による行動の変化について検討を加え、今後の空港整備に有益な国際航空旅客流動モデルの構築を行うことを目的としている。

2. 国際航空旅客輸送市場モデルの構築

航空旅客輸送市場においてキャリアの行動に着目したものにKuroda *et al*¹⁾や大橋らの研究²⁾が挙げられるが、国際航空旅客市場を競争的な市場とみなして考察したものは少ないと考えられる。

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、参加主体としてはキャリアおよび旅行者のみを扱う。市場を完全競争市場としたとき、キャリアは十分大きい数だけ存在し、路線ごとの参入・退出が自由にできるものとする。

ここで、旅客行動は利用者均衡状態にあるものと想定し、キャリアは旅客の利用者均衡状態を保証したネットワーク構成により、利潤最大化行動を行うものと仮定する。しかし、完全競争市場の仮定から、収入は投下コストと等しくなる。結果的に、キャリアはできるだけコストの低い経営方針をとると考えることができる。

以上のような状況設定のもとで、各主体の行動の定式化を行うこととする。

(1) キャリア（航空会社）の行動

キャリアは運航費用の最小化を目的としてサービスルートの運航頻度および運賃を決定するものとする。キャリアの運航費用はサービスルートの運航頻度に、機材のランニングコストおよび離着陸料などの空港使用料を乗じたもので表されるものとする。運賃に関しては、キャリア間の競争価格として提示され、キャリアの各リンクの往復での収入が往復での支出と等しくなるような点で均衡しているものとする。またキャリアは空港容量の範囲内で運航を行い、運航頻度は往復で等しいものとする。

以上の条件の下で定式化を行った。

$$\min C(f_i, p_i) = \sum_i f_i \cdot (AC^i + \delta_h^i \cdot LC^h) \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i \delta_h^i \cdot f_i \leq CA^h \quad (2)$$

$$f_i = f_i \quad (3)$$

$$p_i \cdot (x_i + x_i) = f_i \cdot (AC^i + \delta_h^i \cdot LC^h) + f_i \cdot (AC^i + \delta_h^i \cdot LC^h) \quad (4)$$

$$x_i \leq f_i \cdot CP^i \cdot \omega \quad (5)$$

$$f_i, p_i \geq 0 \quad (6)$$

(2)式 空港容量制約式

(3)式 往復リンク運航頻度等号制約式

(4)式 価格均衡条件式

(5)式 リンク容量制約式

Key Words 空港計画

*フェロー会員 神戸大学工学部建設学科

(神戸市灘区六甲台町 1-1; TEL 078-881-1212)

**正会員 神戸大学工学部建設学科

***正会員 (株)大林組

****正会員 神戸大学大学院

*****学生員 神戸大学大学院

(6)式 非負条件式

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)

ω :最大積載率、 $\hat{l}$:リンク l の往復リンク、 L :リンクの集合

(2) 旅行者の行動

本研究では、各旅行者が自己の一般化費用 (旅行時間に時間価値換算係数を乗じたものと旅行費用の和) が最小となるように経路選択行動をとるものとし、その結果利用者均衡状態が成立するものと仮定する。

利用者均衡状態における旅行者の行動は以下のように定式化することができる。

$$\begin{aligned} Obj : \min & \left(\sum_l \sum_k \delta_k^l \cdot u_l \right) \\ = & \sum_l \sum_k \delta_k^l \cdot \left\{ p_l + \alpha \left(t^l + \delta_{2h}^l \cdot \frac{OT^l}{2 \cdot f_l} \right) \right\} \\ = & \sum_l \sum_k \delta_k^l \cdot \frac{f_l \cdot (AC^l + \delta_h^l \cdot LC^h) + f_{\hat{l}} \cdot (AC^{\hat{l}} + \delta_h^{\hat{l}} \cdot LC^h)}{x_l + x_{\hat{l}}} \\ & + \alpha \left(t^l + \delta_{2h}^l \cdot \frac{OT^l}{2 \cdot f_l} \right) \end{aligned}$$

(7)

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

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

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

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

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

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

(8)(9)式 OD ij に関して旅行者が利用する経路 k はどの経路も一般化費用が等しく、利用されないどの経路の一般化費用よりも小さいことを示す

(10)式 OD 保存式

(11)式 リンク旅行者に関する等号条件式

(12)式 リンク容量制約式

(13)式 非負条件式

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_{2h}^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)

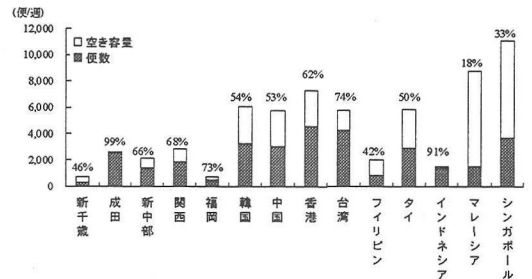
X_{ij} : ij 間の旅行者数 (人 / 日)

3. モデルの適用

以上のように定式化したモデルを用いて、アジア内における国際旅客流動を把握することとした。以下では日本国内を地域単位で5つにゾーン分割し、アジア諸国は香港を除いて国単位で9つにゾーン分割した。またオセアニア、北アメリカ、西・東ヨーロッパをそれぞれ1ゾーンとした。

(1) 空港容量が計画容量と同一である場合の旅客流動

まず、2010年のアジアを中心とした地域を対象として、空港の最大離発着可能数が計画値と同じである場合について検討を加えた。



図一 各空港の空港容量(%は空港稼働率)

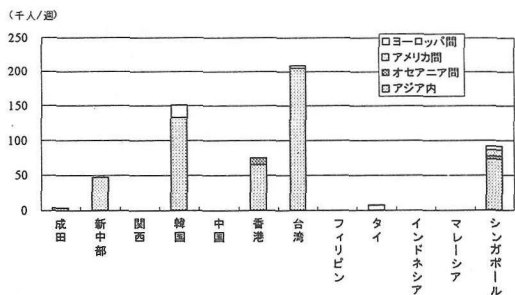


図-2 経由利用者の経由空港別・渡航方面別旅行者数

全体的な傾向として、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ことがわかる。またアメリカ方面では成田・新中部・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。

日本に関しては、経由利用が極めて少なく、直行便利用に特化していることがわかる。これは需要の高さと比較して空港容量が小さく、さらに地理的にもアジア方面に関しては不利であるためであると考えられ、特に成田空港は空港稼働率が99%とほぼ限界に達しており、これ以上の増便は望めない状況である。

またOD旅行者の少ないゾーン間では直行便による移動は待ち時間が長くなってしまうために、利便性の高い周辺空港からの経由便による移動が選択される傾向にあることがわかる。

(2) 空港容量が拡大可能であると想定した場合の旅客流動

ここでは各空港の持つ需要ポテンシャルについて検討するために、空港容量(最大離発着数)を拡張可能であるとしてモデルの適用を行った。ただし、本研究においては、拡張に要する費用は費用関数中には反映されず、空港使用料に変化はないものと仮定している。

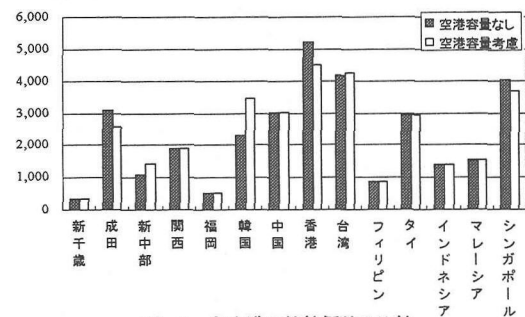


図-3 各空港の就航便数の比較

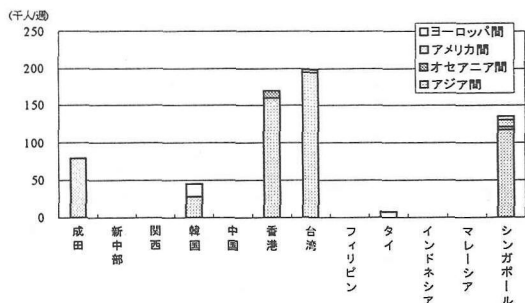


図-4 経由利用者の経由空港別・渡航方面別旅行者数

この場合、成田空港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トランジット旅客であり、成田空港のアメリカ方面への立地上の優位性が明らかとなった。またこの場合、超過便数が生じるが、成田空港が拡張工事を行うと空港容量は現在の1.7倍になるといわれており、超過便数を賄うことは可能である。したがって、拡張工事の効果は期待できるものといえる。

(3) 次世代機導入によるハブ空港の集約の影響

21世紀初頭に実用化される予定の次世代機の拠点となる空港はスーパーハブ空港とよばれ、各大陸に1ないし2空港配置されるといわれており、次世代機が就航した場合、社会的、経済的にも少なからず影響を与えるものと考えられる。そこで本節ではアジアとアメリカ・ヨーロッパ間に次世代機が就航した場合を想定し、アジア内のスーパーハブ空港設置による旅客ならびにキャリアーへの影響について検討を加えた。

本節で用いる次世代機は、座席数を622席、巡航速度をマッハ1(現対象機の1.2倍)とした。また、運航費用は不明なので暫定的に従来の1.5倍とした値を用いた。

そこでアジア内にスーパーハブ空港を1空港と設定した場合のモデルの適用を行った。

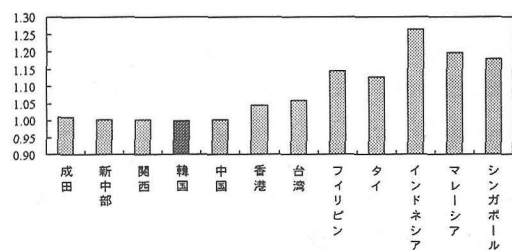


図-5 キャリアーの総運航費用の比較(韓国を1とする)

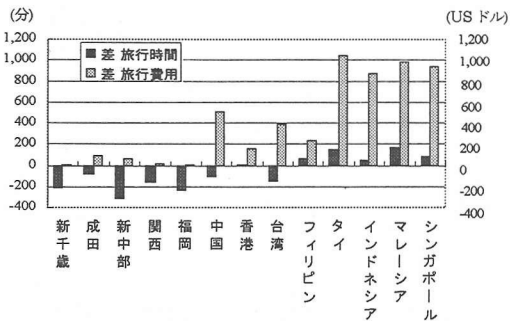


図-6 各空港と東ヨーロッパ間の旅行時間と費用

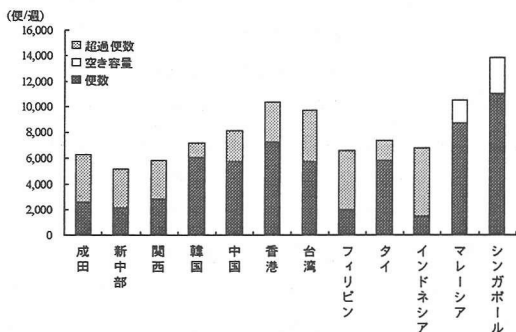


図-7 各空港をスーパーハブ空港とした場合の超過便数

まず、キャリアの運航費用に関しては、韓国をはじめとして、北東アジアにスーパーハブ空港を設置した場合、キャリアの総運航費用が縮小される傾向にあることがわかる。これは北東アジアのアメリカ・ヨーロッパ方面への地理的優位性によるものである。よって1空港設置する場合はキャリアにとっては北東アジアに拠点を構える可能性が高いと考えられる。

次に旅客の便益について検討を加える。このとき、韓国をスーパーハブ空港とした場合と設定しない場合の旅行費用ならびに旅行時間に着目し、東ヨーロッパを例として検討を行った。

韓国をスーパーハブ空港とした場合、主に北東アジア地域で旅行時間の減少がみられた。また旅行費用は若干上昇する傾向にあることがわかる。東南アジア地域については費用・時間ともに上昇することがわかる。また韓国を発着地とする旅客は旅行時間・費用とも低下する傾向にあることがわかる。これは欧米方面への渡航者が韓国路線に集約することによりアジア内就航路線の利便性が向上したためである。このことから自国の空港がスーパーハブ空港となることによりその国を発着地とする旅行者の効用を増大させることが可能であるといえる。

一方、多くの空港で就航便数が空港容量を超過するという結果を得た。これは欧米方面への渡航者がすべてスーパーハブ空港からの渡航を行うようにサービスルートが設定されたことにより大幅に便数が増加したためであるが、各空港はこのような状況には対処しきれないといえる。ゆえに、次世代機を投入し、スーパーハブ空港を立地させる上でも、各空港の容量増加は必須であり、特に我が国の空港の容量不足はスーパーハブ空港構想からみれば非常に深刻であるということがわかる。

結果の考察を以下に示す。

- 1) 成田空港では拡張工事を行わない場合、空港容量は限界に達し旅行者の利便性が低下すると考えられる。
- 2) アジア内の移動の場合は香港・台湾などに、アメリカ方面では東京に、ヨーロッパ方面では韓国にそれぞれ優位性があることがわかった。
- 3) 空港のハブ機能はその空港の立地条件ならびに需要の大きさに依存する。

4. おわりに

本研究では完全競争市場を仮定した国際航空旅客流動モデルを構築し、そのモデルを用いて2010年におけるアジアを中心とした地域の国際航空旅客流動を検討した。

本研究では、OD交通量はネットワークの状態に依存しない需要固定型として取り扱っている。しかし、現実にはネットワークのサービスレベルの高下によって需要が変動することが考えられ、特に旅客の大半を占めるといわれている観光客の発生・集中にはこういったサービスレベルの変化が大きく影響するものと考えられる。

また、本研究では各国における空港の整備目的を、明示的に取り扱っていない。今後は空港経営戦略の内生化、OD交通量の内生化を検討課題の中心とし、そのためには社会・経済モデルの内蔵を検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) Katsuhiko Kuroda and Mikio Takebayashi: Analysis of the Impact on Domestic Air Passengers' Flow by Aviation Policy Scenario, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.2, No.1, October 1997.
- 2) 大橋忠広、安藤朝夫: ネットワークを考慮した航空旅客市場と航空政策のモデル分析; 応用地域学研究 No.2, pp.133-144, 1996