

一般財団法人 関西空港調査会
2019年度 調査研究助成事業

複数空港の一体運用と社会的に最適な航空
ネットワークの構築に関する研究

成果報告書

2020年3月

神戸大学
角田侑史

目次

1	はじめに	1
2	航空会社によるネットワーク選択とハブ空港形成に関する分析	3
2.1	本章の問題意識	3
2.2	分析モデル	4
2.3	分析結果と解釈	7
2.4	小括・この分析による示唆	12
3	空港機能の減退時における補助金投入の合理性に関する分析	14
3.1	本章の問題意識	14
3.2	関連する先行研究について	15
3.3	モデル分析	15
3.4	小括・分析結果に基づく代替空港の機能と補助金施策に関する議論	20
4	複数空港の一体運営の合理性に関する分析	22
4.1	本章の問題意識	22
4.2	モデルの設定	22
4.3	航空会社の意思決定	25
4.4	空港の意思決定	26
4.5	分析	28
4.6	小括・空港民営化および一体運用に関する議論	32
5	本研究の総括	34

1 はじめに

空港は、旅客や貨物が航空輸送サービスを利用する際の起終点・経由点となる重要なインフラである。国内における人の移動や物流はもとより、国際的な人流や貿易が成り立つために欠かすことのできない機能である。航路ネットワークは空港がなければ結ばれることはない。

したがって、自然災害やテロなど、なんらかの外生的な原因によって空港の機能が麻痺し、本来の機能が果たされなくなると、それを利用する航空輸送サービスが提供されなくなってしまう。このことは、航空輸送サービスによって生み出される人流や物流の寸断に繋がる。例えば、2018年9月に近畿地方に上陸した台風21号によって、関西国際空港は護岸からの越波によって冠水や停電などの甚大な被害を受けた。また、台風の影響で連絡橋にタンカーが衝突し、空港島と本土との接続が寸断されるに至った。外生的な原因や被害状況により、インフラ機能および航路ネットワークへの影響に差はあるものの、空港機能の低下による航空輸送サービスの停滞や混乱は、どの空港であっても起こり得ることである。

一方で、航空会社の立場からすると、数ある空港の中からどのような航路ネットワークを編成するかという問題は、利益的な経営の観点から重要になってくる。その意思決定においては、ライバルとなる他の航空会社との競争が影響する。空港と航空会社、航空会社と航空会社の関係のみならず、旅客たる消費者の需要が前提であり、消費者のサービス選択行動が、航空会社のネットワーク編成問題に影響すると考えられる。

空港の経営には公共性が求められる一方で、近年では民間企業的な性格が求められる傾向にある。滑走路の建設や補修が必要で高費用経営に陥りがちなインフラ経営の中においても、ターミナル運営においては民間企業的な経営発想が求められており、コンセッション方式による営業権の付与が流行している。また、これまで単独で経営されていた空港同士を経営統合する動きもある。関西圏では、2012年から新関西国際空港株式会社による関西国際空港と大阪国際空港（伊丹空港）の経営統合が実施され、現在では関西エアポート株式会社に運営権が移管された。これに引き続いて、2018年からは神戸空港も、同社の100%出資会社である関西エアポート神戸株式会社によって経営されることになり、現在では関西3空港が同一のグループによって経営されている。航空会社の経営戦略が高度化するのに合わせて、空港経営の戦略も難しさを増している。

本研究では、経済学の考え方や分析枠組みを応用し、(1) 航空会社による航路ネットワーク選択、(2) 空港機能が減退する非常事態における補助金投入の合理性、(3) 複数空港の一体運用を目指した経営統合の合理性、の問題を理論的に研究した。このことにより、航路ネットワーク編成を見据えたハブ空港運営のあり方、非常事態における補助金投入の合理性、望ましい経営統合のあり方といった議論に、理論的な根拠や示唆を与えることを目的とした。

本報告書の構成は、上記(1)～(3)についての分析を順にまとめている。特に、(1)と(2)

の分析については、航空交通・空港に関する国際学会である Air Transport Research Society の 2019 年大会（2019 年 7 月 2 日～5 日にオランダ・アムステルダムで開催）において、次に示す題目で発表を行なった。

(1) Tsunoda, Y., and Yamamoto, R. “Airline Competition and Policy for Socially Optimal Air Network”.

(2) Tsunoda, Y., and Yamamoto, R. “Policy for Multiple-Airports Complementation in Hub-City”.

3 本の研究は、山本涼平氏（関西外国語大学外国語学部助教）との共同研究である*1。

本報告書では、3 本の研究成果を取りまとめるとともに、残された研究課題や今後の展望についても言及する。それぞれの研究には現段階での限界があり、さらに分析を深めるべき部分も残されている。今後も継続的に取り組み、本助成を受けた研究成果として広く発表する計画である。

*1 申請書にも記載している。申請書提出時は、神戸大学大学院経営学研究科研究員・（一財）みなと総合研究財団研究員。

2 航空会社によるネットワーク選択とハブ空港形成に関する分析

2.1 本章の問題意識

規制の緩和された現在の航空輸送市場では、空港の処理能力による制約や、国際線乗り入れにおける国家間協定など一定の制約はあるものの、航空会社による参入・退出、価格決定、供給量決定は市場原理によって行なわれることが原則になっている。航空輸送市場は寡占的な市場であると考えられるため、ある航空会社による上記の意思決定は、ライバルである他社たちの意思決定に影響している。市場に参画している航空会社の意思決定が互いに作用する。そこで、航空会社間の競争を分析することが、学術的にも実務的にも求められるようになってきている。本章は、航空会社間の競争を考慮して、航空会社によるネットワーク形成（どのような航路ネットワークが組まれるか）を分析したものである。

航空会社によって形成される航路ネットワークに関して、収益的で社会的に最適なもののありようについては、多くの先行研究が理論的に明らかにしている。例えば、Brueckner (2004) は、独占的な航空会社が価格（運賃）と便数（運航頻度）、ネットワークを決定する市場で達成される社会厚生を示している。Brueckner and Flores-Fillol (2007) は2社の航空会社が価格と運航頻度を決定する状況を分析し、そのような状況では厚生観点から不効率的な（望ましくない、つまり改善する余地のある）均衡数量が生み出されることを示した。Flores-Fillol (2009) は消費者が外部財を選択できるような状況に拡張し、そのような市場では一方の航空会社が Hub-and-Spoke 型のネットワークを組み、もう一方の航空会社が各地点をそれぞれ結ぶ Full-Connect 型のネットワークを組むことが均衡になることを示した。その他にも、Fageda and Flores-Fillol (2015), Fageda and Flores-Fillol (2016), Wang (2016), Wang and Wang (2019a) Wang and Wang (2019b) などが、独占的な市場における航空会社のネットワーク形成と空港の混雑の関係性について研究している。

独占的な市場とは異なり、より現実に近い寡占的な市場を想定した研究も蓄積されている。Zhang (1996) は2社の航空会社がクールノー競争下でネットワークを形成する状況を分析している。この研究では、それぞれの航空会社が別々の Hub-and-Spoke 型ネットワークを形成することが示されており、それを「フォートレス・ハブ (Fortress Hub)」と呼んでいる。Babić and Kalić (2018) は非対称な3市場におけるネットワークを分析し、運航コストに依存して異なる形のネットワークが構成されることを示している。

本研究は、これらの研究潮流に沿って、航空会社の競争の下で形成される航路ネットワークを分析し、経済学的な観点（社会厚生、消費者余剰）から評価するものである。本研究で想定している市場環境は、次のようなものである。

- 2社の航空会社は、価格（運賃）の決定と運航頻度の決定に加えて、航路ネットワークも決定する。
- 航空会社は、ハブ空港として機能する2空港と、就航先としての2空港の合わせて4空港に乗り入れることができる。

理論研究においては、このように現実の市場環境を抽象的に表現する。これは現実と研究との乖離を表しているのではなく、複雑な市場を抽象化することによって現実の結果に作用している本質的な要素に焦点を当てることを目的とするからである。

また、本研究では、空港を発着する便数が増加することによる「空港混雑」を考慮していることが特徴である。空港混雑の問題は、空港の利用増加に従って慢性化する懸念があり、社会的な不効率になり、消費者の不便を招くことになる。本研究では、この空港混雑の問題が、ネットワーク形成にとってどのように影響するかにも注目している。学術上の貢献としては、1段階目に航空会社が航路ネットワークを決定し、2段階目に価格と便数を決定するという2段階ゲームの研究を発展させたことが挙げられる。

本研究により、空港混雑に対する消費者の反応度合いに依存して異なる2パターンの航路ネットワークが形成されることが示された。空港混雑に対する消費者の反応の度合いによって、「2社の航空会社が、2箇所のハブ空港をどちらも共有するネットワーク」と「2社の航空会社が、それぞれ別々に1箇所のハブ空港を利用するネットワーク」という極端なネットワークが形成される。本研究では、社会厚生と消費者余剰（消費者にとっての望ましさ）が最大になる条件も探っている。この研究により、空港混雑を減少させる政策は、消費者の利益に対する直接的な影響だけではなく、航空会社のネットワーク戦略にも影響することの理論的根拠が示唆される。

次節から、本研究の具体的な分析結果を示す。

2.2 分析モデル

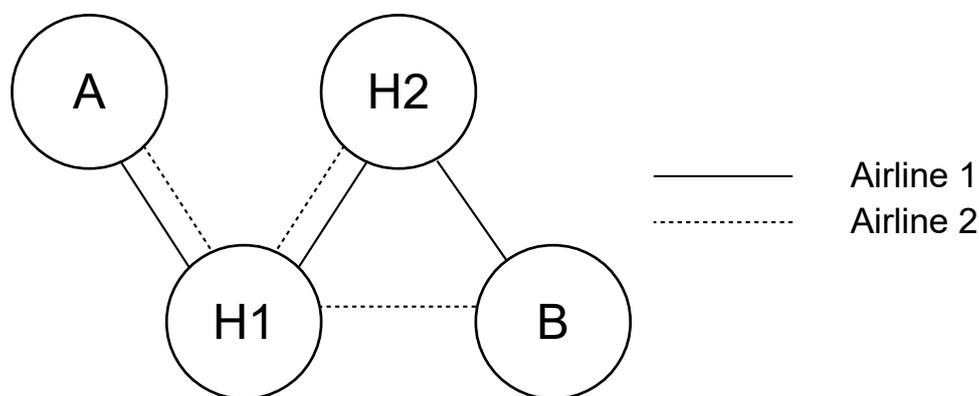


図1 航空会社によるネットワークの構築例

表1は、本分析で用いられている記号および文字の意味するところを示している。図1は本分析が考える市場環境の中で、航空会社が運航できるネットワークの例を示している。2社の対称的な航空会社1と2は、4空港（H1, H2, A, B）が立地する世界で競争を行っている。H1とH2の2空港はハブ空港として運用されることに耐える機能と施設を有しているとする。AとBの2空港は、就航先として利用される空港である。路線には一定数の旅客が固定的に存在するとする。ここで、「区間」というのはそれぞれの航空会社が運航する空港間を意味し、「路線（旅程）」とは旅客による旅行の出発空港と到着空港の

Notation

b	旅程による粗効用
p	価格
f	運航頻度（便数）
t	サービスの水平的差別化の程度
τ	空港混雑に対する旅客の不満度
x	旅客の選好位置
c	1便の出発にかかる限界費用
γ	1座席あたりにかかる限界費用 (= 0)
q	取引される数量
F	空港混雑の程度 ; その空港における出発便と到着便の合計
π	利潤
CS	消費者余剰
W	社会的余剰
i, j	航空会社を意味する記号 ($i = 1, 2, i \neq j$)
r	旅客の旅程を意味する記号 : $r \in R, R = \{H1H2, H1A, H1B, H2A, H2B, AB\}$
s	航空会社が運航する区間 : $s \in S, S = \{H1H2, H1A, H1B, H2A, H2B\}$
a	空港を意味する記号 ($a \in A, A = \{H1, H2, A, B\}$)
$S_{i,r}$	旅程 r において航空会社 i が運航する区間 s の集まり
S_i	航空会社 i によって運航される区間 s の集まり
$A_{i,r}$	旅程 r において航空会社が利用する空港 a の集まり

表1 モデルにおける記号と文字の意味

繋がりを意味する。したがって、旅客は自分の旅程に応じて、各区間が繋がるように計画する。このことから、ここで考えている世界では、 ${}_4C_2 = 6$ の路線があり、5区間が提供されている。AとBは遠く離れた地域に立地しているので、直行便の運航には適さないとする。つまり、旅客の旅程（路線）として H1H2, H1A, H1B, H2A, H2B, AB が存在して、区間として H1H2, H1A, H1B, H2A, H2B が提供されている。

本分析では、Hotelling (1929) のモデルを用いて、旅客の効用を考えていく。旅客は航空会社に対して好みを持っていて、その好みは $x \in [0, 1]$ という値の範囲で一様とする。そして、航空会社の性質（品質・旅客に与えている好ましさ）は、0と1の極端にあるとする（水平的に差別化されているとする）。つまり、航空会社に求める品質として0（あるいは0に近い）を持っている旅客は、品質の位置として0にある航空会社を選択することを表している。航空会社への好み x である旅客が、路線 r を航空会社 $i = 1, 2$ で旅行するときの効用は

$$\begin{cases} u_{1,r} = b - p_{1,r} + \sum_{s \in S_{1,r}} f_{1,s} - \tau \sum_{a \in A_{1,r}} F_a - tx, \\ u_{2,r} = b - p_{2,r} + \sum_{s \in S_{2,r}} f_{2,s} - \tau \sum_{a \in A_{2,r}} F_a - t(1-x), \end{cases} \quad (1)$$

のように書かれる。ここで、 b, τ, t は正の値をとるパラメータとする。この式が意味していることは、旅客は元々、路線 r を旅行すること自体に b だけの満足（旅客の利益）を持っていて、運賃 (p) を支払うことによって満足が減り、各区間で便数 (f) が多ければ満足が増え、空港が混雑することで満足が減り、利用する航空会社の性質が自分の好みと離れていることでさらに満足が減る、ということである。

航空会社への好みが中間的で、どちらの航空会社を使っても満足が変わらないような旅客は、

$$\hat{x}_r = \frac{1}{2t} \left\{ t - p_{1,r} + p_{2,r} + \sum_{s \in S_{1,r}} f_{1,s} - \sum_{s \in S_{2,r}} f_{2,s} - \tau \left(\sum_{a \in A_{1,r}} F_a - \sum_{a \in A_{2,r}} F_a \right) \right\}$$

の好みの位置にあると計算される。したがって、路線 r におけるサービスの取引量は

$$\begin{cases} q_{1,r} = \hat{x}_r, \\ q_{2,r} = 1 - \hat{x}_r. \end{cases} \quad (2)$$

になる。Brueckner (2004), Flores-Fillol (2009), Tsunoda (2018) といった先行研究と同様に、航空会社 i の利潤は、各路線での収入と費用の差として、

$$\pi_i = \sum_{r \in R} p_{i,r} q_{i,r} - \sum_{s \in S_i} f_{i,s} (c f_{i,s} + \gamma s) \quad (3)$$

として考える。 c と γ は、便と座席にかかる費用のパラメータである*2。航空会社は、この利潤を最大化するように、価格と便数を決定する。全体的な消費者余剰 CS は、路線 r での消費者余剰 CS_r の和として、

$$CS = \sum_{r \in R} CS_r, \quad (4)$$

であるが、 CS_r は、

$$CS_r = \begin{cases} \int_0^{q_{1,r}} \left(b - p_{1,r} + \sum_{s \in S_{1,r}} f_{1,s} - \tau \sum_{a \in A_{1,r}} F_a - ty \right) dy \\ + \int_0^{q_{2,r}} \left(b - p_{2,r} + \sum_{s \in S_{2,r}} f_{2,s} - \tau \sum_{a \in A_{2,r}} F_a - t(1-y) \right) dy. \end{cases}$$

となり、社会的余剰 W は

*2 本研究では、 $\gamma = 0$ として、便当たりの費用に着目する。

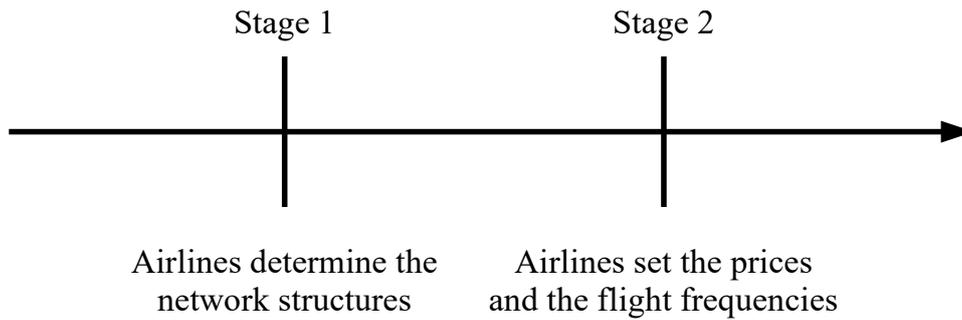


図2 タイムライン

$$W = \sum_{i=1,2} \pi_i + CS \quad (5)$$

と定義される。

この複占市場において、航空会社は価格と便数を決定する前に、そもそもどのようなネットワークを形成するかを決定できるとする。航空会社はいくつかの直行ネットワークを作り、また乗継ネットワークを作る。それぞれの航空会社が形成するネットワークをD, H1, H2の3種類で捉える。ネットワークDでは、航空会社はハブ空港としてH1とH2を利用し、H1H2, H1A, H2Bという区間を運航する。ネットワークH1では、航空会社はハブ空港としてH1のみを利用し、H1H2, H1A, H1Bを運航する。ネットワークH2では、航空会社はハブ空港としてH2のみを利用し、H1H2, H2A, H2Bを運航する。図1で表されているネットワークは、航空会社1がネットワークD、航空会社2がネットワークH1を展開している場合を描いている。

本分析で考える時間軸は、2段階である。まず、航空会社がネットワークの形を決定し、その次に、価格と便数を決定する。図2ではその順番を描いている。

2.3 分析結果と解釈

前節のモデルによる分析の結果を示していく。後方帰納法により、サブゲーム完全均衡を導出する。第1段階では、航空会社は3種類のネットワークから一つのネットワークを形成する。したがって、起こり得るネットワークのパターンは $3 \times 3 = 9$ 種類ある。この9種類のネットワーク構造それぞれにおいて均衡を導出するが、航空会社は対称的で、空港も対称的という想定をしているので、代表的な(D, D), (D, H1), (H1, H1), and (H1, H2)の4パターンの結果を示す。括弧の左側は航空会社*i*のネットワーク、右側は航空会社*j*のネットワークを示している。

均衡計算は数値計算によって行なう。旅客が必ずどちらか一方の航空会社を選択するような範囲のパラメータに設定している。ここでは、旅行による粗効用 $b (= 10)$ と水平的差別化の程度 $t \in [2, 4]$ は、限界費用 $c \in [0.5, 1.5]$ 、空港混雑に対する旅客の不満足度 $\tau \in [0, 1]$ よりも十分に大きいとする。数値計算の結果、それぞれのネットワーク構造における均衡利潤について次のような補題が観察される。

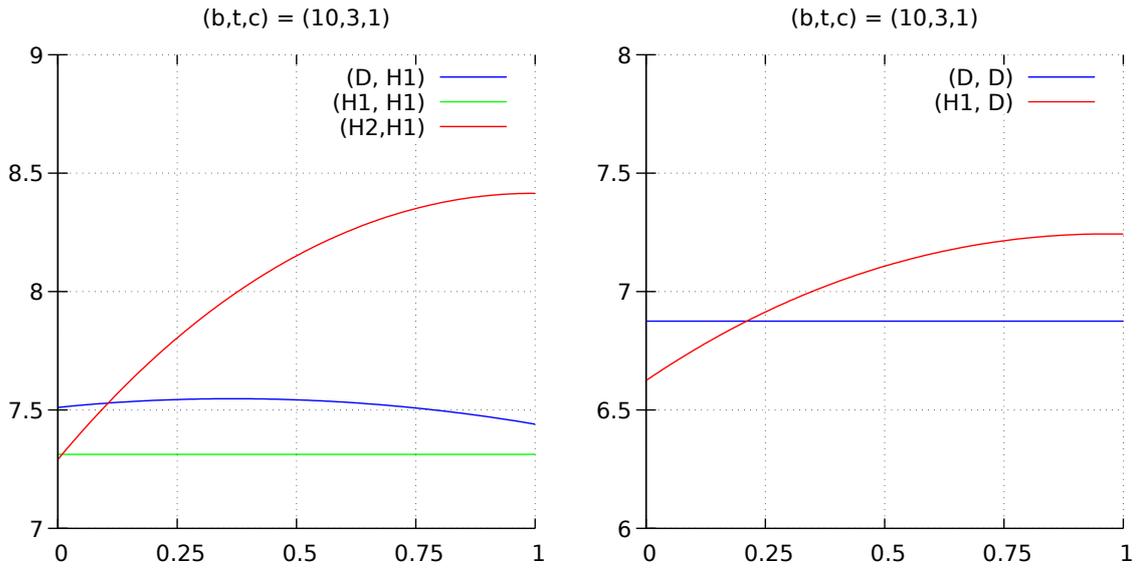


図3 $(b, t, c) = (10, 3, 1)$ かつ $\tau \in [0, 1]$ のときの均衡利潤

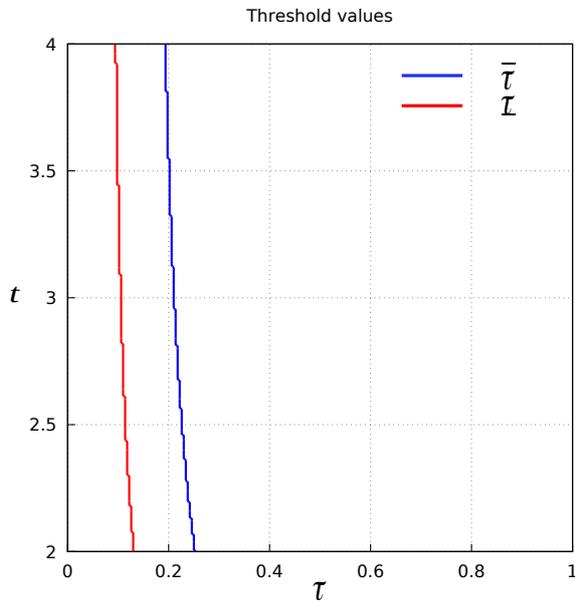


図4 $(b, c) = (10, 1)$, $t \in [2, 4]$, $\tau \in [0, 1]$

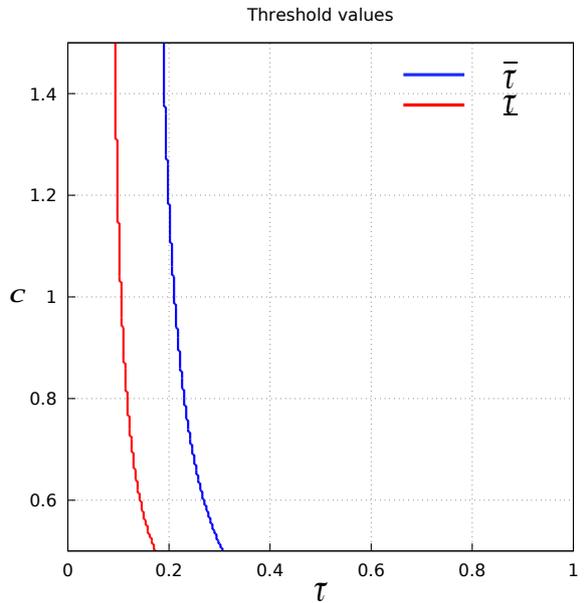


図5 $(b, t) = (10, 3)$, $c \in [0.5, 1.5]$, $\tau \in [0, 1]$

補題 2.1. 図3にあるように、均衡利潤の関係について次のことが述べられる。

(i) 航空会社 j がネットワーク H1 または H2 を選んだときの航空会社 i の利潤は、

$$\begin{cases} \pi_i^{(D,H1)} \geq \pi_i^{(H1,H1)} \\ \pi_i^{(D,H2)} \geq \pi_i^{(H2,H2)} \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \pi_i^{(H2,H1)} \geq \pi_i^{(H1,H1)} \\ \pi_i^{(H1,H2)} \geq \pi_i^{(H2,H2)} \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} \pi_i^{(D,H1)} > \pi_i^{(H2,H1)} \\ \pi_i^{(D,H2)} > \pi_i^{(H1,H2)} \end{cases} \quad \text{when } \tau < \underline{\tau} \quad (8)$$

$$\begin{cases} \pi_i^{(H2,H1)} \geq \pi_i^{(D,H1)} \\ \pi_i^{(H1,H2)} \geq \pi_i^{(D,H2)} \end{cases} \quad \text{when } \tau \geq \underline{\tau} \quad (9)$$

(ii) 航空会社 j がネットワーク D を選んだときの航空会社 i の利潤は、

$$\begin{cases} \pi_i^{(D,D)} > \pi_i^{(H1,D)} \\ \pi_i^{(D,D)} > \pi_i^{(H2,D)} \end{cases} \quad \text{when } \tau < \bar{\tau} \quad (10)$$

$$\begin{cases} \pi_i^{(H1,D)} \geq \pi_i^{(D,D)} \\ \pi_i^{(H2,D)} \geq \pi_i^{(D,D)} \end{cases} \quad \text{when } \tau \geq \bar{\tau} \quad (11)$$

ここで $\bar{\tau}$ と $\underline{\tau}$ は、図 4 と図 5 で描かれているように、それぞれの閾値である。

補題 2.1 は、次の 3 つの結果を与える。1 つは、式 (6) と (7) から、ライバルとなる競合航空会社が、ある主要空港（ハブ空港）を拠点にする場合には、もう一方の航空会社は同じ空港をハブにするよりも、別の空港をハブにするか両方の空港をハブにする方が、より利益的であるということである。2 つめは、式 (8) と (9) から、競合する航空会社があるハブ空港を拠点とする場合に、もう一方の航空会社にとっては空港混雑のパラメータ τ が小さければ ($\tau < \underline{\tau}$) 両方の空港をハブとして使うのが最も利益的であり、 τ が比較的に大きければ ($\tau \geq \underline{\tau}$) 異なるもう一方の空港をハブ空港とするのが最も利益的であるということである。最後に、式 (10) と (11) から、競合する航空会社が両方の空港をハブにしているときは、旅客の空港混雑に対するパラメータ τ が比較的に小さければ ($\tau < \bar{\tau}$)、もう一方の航空会社も同じ空港を両方ともハブとするのが最も利益的であり、 τ が比較的に大きければ ($\tau \geq \bar{\tau}$)、もう一方の航空会社は別の 1 空港をハブにするのが最も利益的であるということである。これらの結果は、空港混雑に対する旅客の不満係数が大きくなるにしたがって、競合する航空会社と別のネットワークを形成しようというインセンティブが大きくなることを示している。

航空会社が直面する利得表を表 2 に示す。補題 2.1 から、第 1 段階で航空会社が決定する均衡ネットワークについて、次の命題が得られる。

命題 2.1. 均衡では、次のネットワークの組み合わせが生まれる。

$\tau < \underline{\tau}$ のとき	(D, D)
$\underline{\tau} \leq \tau < \bar{\tau}$ のとき	(D, D) または (H1, H2) または (H2, H1)
$\tau \geq \bar{\tau}$ のとき	(H1, H2) または (H2, H1)

		Airline 2		
Network		D	H1	H2
Airline 1	D	$(\pi_1^{(D,D)}, \pi_2^{(D,D)})$	$(\pi_1^{(D,H1)}, \pi_2^{(H1,D)})$	$(\pi_1^{(D,H2)}, \pi_2^{(H2,D)})$
	H1	$(\pi_1^{(H1,D)}, \pi_2^{(D,H1)})$	$(\pi_1^{(H1,H1)}, \pi_2^{(H1,H1)})$	$(\pi_1^{(H1,H2)}, \pi_2^{(H2,H1)})$
	H2	$(\pi_1^{(H2,D)}, \pi_2^{(D,H2)})$	$(\pi_1^{(H2,H1)}, \pi_2^{(H1,H2)})$	$(\pi_1^{(H2,H2)}, \pi_2^{(H2,H2)})$

表 2 第 1 段階における航空会社の利得表

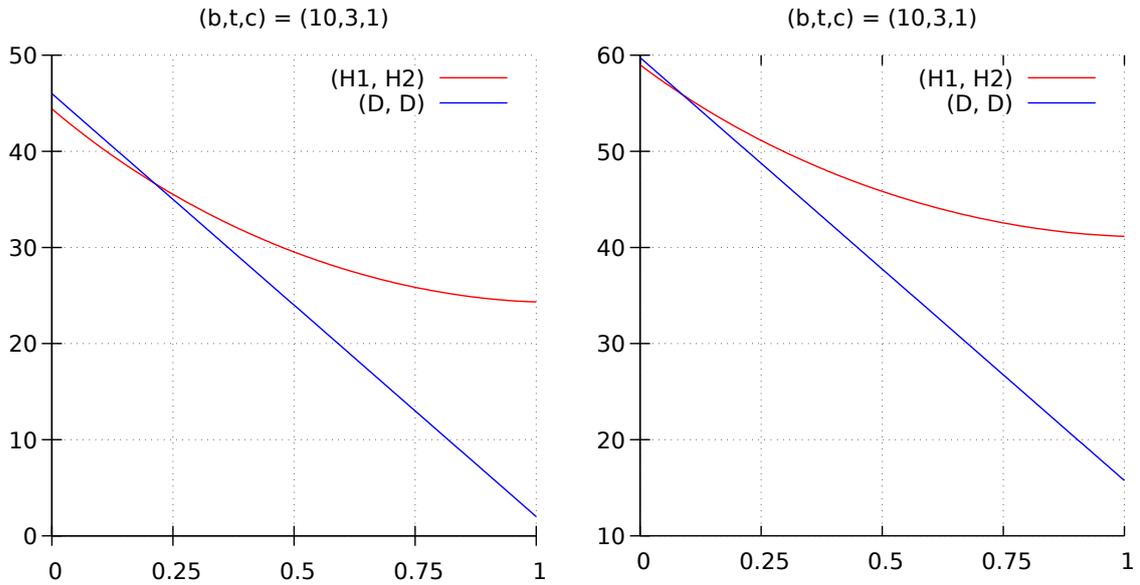


図 6 $(b, t, c) = (10, 3, 1)$ かつ $\tau \in [0, 1]$ のときの消費者余剰と社会的余剰

括弧の左側は航空会社 1 の形成するネットワーク、右側は航空会社 2 の形成するネットワークを示す。

命題 2.1 は、均衡では (D, D) と (H1, H2) という 2 種類のネットワークの組み合わせが発生することを示している*3。数値計算によって、均衡での消費者余剰と社会的余剰について、次のような補題が観察できる。

補題 2.2. 図 6 から、均衡における結果について次の関係が示される。

(i) 消費者余剰

$$\begin{cases} CS^{(D,D)} > CS^{(H1,H2)} \\ CS^{(D,D)} > CS^{(H2,H1)} \end{cases} \quad \text{when } \tau < \hat{\tau} \quad (12)$$

$$\begin{cases} CS^{(H1,H2)} \geq CS^{(D,D)} \\ CS^{(H2,H1)} \geq CS^{(D,D)} \end{cases} \quad \text{when } \tau \geq \hat{\tau} \quad (13)$$

*3 航空会社は対称的であることを仮定しているので、(H1, H2) と (H2, H1) は同じ結果をもたらす。

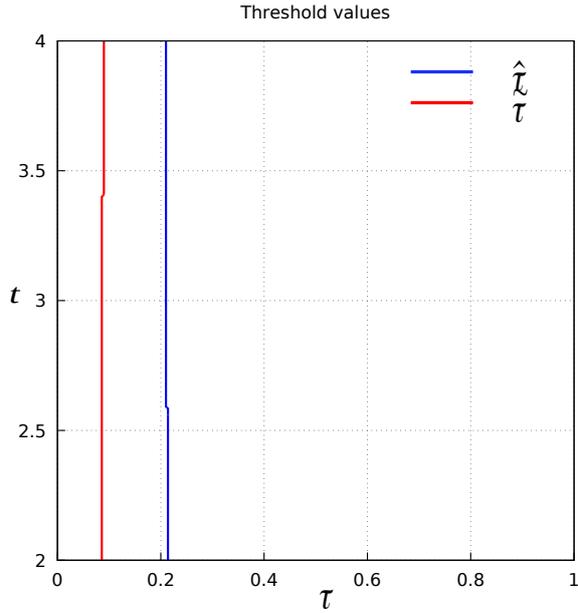


図7 $(b, c) = (10, 1)$, $t \in [2, 4]$, $\tau \in [0, 1]$

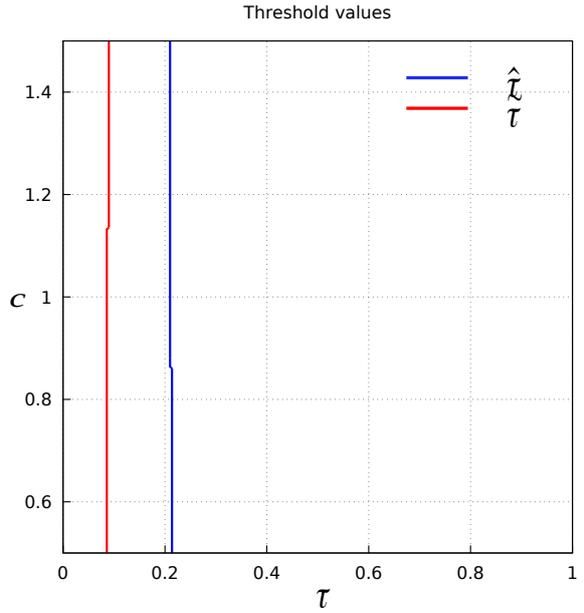


図8 $(b, t) = (10, 3)$, $c \in [0.5, 1.5]$, $\tau \in [0, 1]$

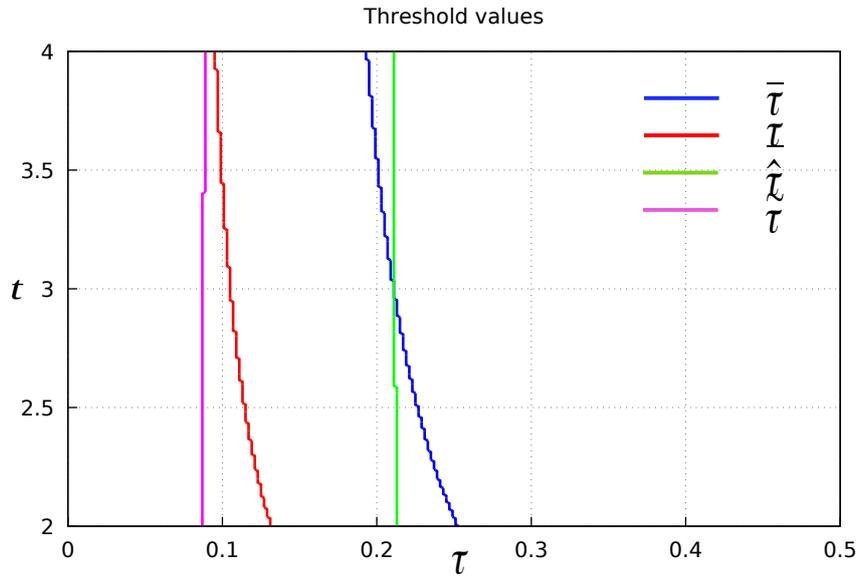


図9 $(b, c) = (10, 1)$, $t \in [2, 4]$, $\tau \in [0, 0.5]$

(ii) 社会的余剰

$$\begin{cases} W^{(D,D)} > W^{(H1,H2)} \\ W^{(D,D)} > W^{(H2,H1)} \end{cases} \quad \text{when } \tau < \hat{\tau} \quad (14)$$

$$\begin{cases} W^{(H1,H2)} \geq W^{(D,D)} \\ W^{(H2,H1)} \geq W^{(D,D)} \end{cases} \quad \text{when } \tau \geq \bar{\tau} \quad (15)$$

ここで $\hat{\tau}$ と $\bar{\tau}$ は図7と図8で描かれているそれぞれの閾値である。

補題2.2は次の2つの結果を導く。均衡において航空会社が選択するネットワークの組み合わせによって達成される消費者余剰は、空港混雑のパラメータが比較的小さければ

($\tau < \hat{\tau}$)、(D, D) のときに最も大きくなる。一方で、空港混雑のパラメータが比較的大きければ ($\hat{\tau} \leq \tau$)、(H1, H2) のときに消費者余剰が最大になる。同様に、社会的余剰も、空港混雑のパラメータが比較的小さければ ($\tau < \hat{\tau}$)、(D, D) のときに最も大きくなる。一方で、空港混雑のパラメータが比較的大きければ ($\hat{\tau} \leq \tau$)、(H1, H2) のときに消費者余剰が最大になる。補題 2.1 と補題 2.2 では、4つの閾値が導かれる。図 9 はそれぞれの閾値が異なっていることを示している。そこで、余剰が最大になるときのネットワーク構造の組み合わせについて、次の命題が得られる。

命題 2.2. 空港混雑のパラメータ τ について、次が記述できる。

1. $\tau \in (\hat{\tau}, \underline{\tau})$ のとき、航空会社によって戦略的に選ばれるネットワークの組み合わせは、社会的余剰を最大化しない。
2. $\tau \in (\underline{\tau}, \min\{\bar{\tau}, \hat{\tau}\})$ のとき、つまり複数均衡が発生するとき、航空会社によって戦略的に選ばれるネットワークの組み合わせは、消費者余剰か社会的余剰のどちらかを最大化するが、その両方は最大化しない。
3. $\tau < \hat{\tau}$ または $\tau > \max\{\bar{\tau}, \hat{\tau}\}$ のとき、航空会社によって戦略的に選ばれるネットワークの組み合わせは、消費者余剰と社会的余剰の両方を最大化する。

命題 2.2 は、旅客による空港混雑への不満度が、比較的に大きい小さいければ、市場競争の結果として形成されるネットワークは厚生を最大化しているが、空港混雑への反応が中間的なときには、競争によって形成されるネットワークは厚生を最大化しないことを意味している。つまり、旅客が空港混雑からどの程度不満を感じるかに応じて、ハブ空港への集中化やハブ空港の分散といった政策を行なう必要がある。

2.4 小括・この分析による示唆

本研究では、競合する 2 社の航空会社が価格と運航頻度に加えて航路ネットワークも決定する状況で、ハブ空港としての機能を有する 2 空港と、就航先の 2 空港の計 4 空港をどのようなネットワークで運航するかを分析し、形成されるネットワークを経済学的な観点（社会厚生および消費者余剰）によって評価を行なった。本研究の特徴として、空港混雑に対する旅客の態度を考慮した点が挙げられる。空港混雑に対する旅客の態度とは、混雑から受ける不満足の度合いを意味している。

空港混雑に対する旅客の態度に依存して、航空会社の競争によって生み出される航路ネットワークの形状は 2 種類に異なることが示された。空港混雑に対する旅客の反応の度合いが比較的小さい（混在に対して不満足を感じにくい）ような状況では、2 社の航空会社はハブ機能を持つ 2 空港をどちらもネットワークにおけるハブ空港として共有する。一方で、空港混雑に対して旅客が不満足を感じやすい状況では、航空会社はそれぞれ別個のハブ空港を持ち、ネットワークを形成する。また、本研究では、社会厚生の観点からすると、自由なネットワーク競争によって形成される航路ネットワークが、必ずしも社会的に望ましくはない場合が生じることが示された。航路ネットワークが、混雑に対する旅客の反応

度合いに依存して形成される状況においては、どこか特定のハブ空港に運航を集中させることは社会厚生を必ずしも改善しない場合がある。

本研究の分析モデルで捉えている「空港混雑」とは、空港の発着便数が増加することによって生じる離着陸の待ち時間や、航空機に乗り込むまでのチェックインや保安検査のために必要な待ち時間、そのせいで乗継がスムーズにできないことなどを含む、総合的な概念としての混雑である。こうした混雑は、大都市圏やリゾート地の空港において発生し、慢性化することが懸念されている。

空港混雑に対する旅客の反応を考慮せず、政策的によってある空港をハブ化し、航空会社を集中させることは、必ずしも社会的な望ましさ、旅客の満足を最大化しないことが示唆される。その問題を回避するためには、国家的な戦略が求められる国際ハブの構築において、空港混雑に対して旅客がどの程度の不満足を持つかを行政や航空会社が把握できることが必要になる。政策立案の関係者が、旅客のサービス選択において重要な要素になっている空港混雑への態度を定量的かつ可能な限り正確に把握することができれば、ある空港1箇所をハブ空港として投資するのか、複数の空港にハブ空港としての機能を持たせるのかといった政策的な舵取りを行なうことができ、その結果も社会的に望ましいものとして達成することができる。旅客の満足・不満足を把握することは決して容易ではないが、行政と航空会社・空港経営会社が協力して旅客の空港選択を統計データとして取得できる調査を実施したり、大規模なアンケート調査を実施するなどの施策を検討することも求められるであろう。

本研究は経済学理論に基づく分析によって、航空会社のネットワーク選択と旅客の空港混雑に対する態度の関係、結果についての社会厚生・消費者余剰の観点による評価を行なったものである。我が国の国内線ネットワーク形成に関する議論はもとより、世界的な国際航空ネットワークにおけるハブ形成の議論に対して理論的な根拠と示唆を与えている。現実の市場における空港混雑について旅客がどのような態度にあるかを推定する実証的な分析や、政策立案者に資する把握手法の開発などが、今後の学術研究で活発に議論されることが望まれ、本研究でも継続的に取り組んでいく。

3 空港機能の減退時における補助金投入の合理性に関する分析

3.1 本章の問題意識

比較的に大きな都市圏には、複数の空港が立地していることが多い。我が国においては、首都圏に羽田空港と成田空港があり、ここに茨城空港を含める議論や、新幹線との接続を考慮して静岡空港を含めて考えることもできよう。関西圏には、関西国際空港と大阪国際空港（伊丹空港）の他、神戸空港が立地する。北部九州には福岡空港と北九州空港に加え、佐賀空港の存在も考慮できる。海外に目を向ければ、ニューヨークには代表的にジョン・F・ケネディ空港、ニューアーク空港、ラ・ガーディア空港が立地している。パリにはシャルル・ド・ゴール空港とオルリー空港があり、ロンドンにはヒースロー空港とガトウィック空港がある。経済的な機能としても重要な大都市圏においては、単独の空港では処理能力に限界が生じ、需要を分散させるために複数の空港が必要になっている事情もある。また、国際線と国内線の機能を分散させている場合もあり、競合相手ではなく機能補完的に運用されている場合も多く、陸上交通による往来が整備されている都市も多い。同一都市圏において複数の空港が機能していれば、旅客にとっても旅程の選択肢が増えることにもなり、互いのアクセスが十分に整備されていれば不便も抑えられる。

また、複数の空港を利用できることは、外生的なイベントリスク、例えば台風や地震、火山噴火の他、航空事故による滑走路の閉鎖などが生じた場合の代替手段としても有効で、旅客や航空会社、政府にとって役立つ。

2018年9月4日に近畿地方に上陸した台風21号は、海上空港である関西国際空港に冠水と停電、連絡橋の不通といった被害をもたらした。この影響で、およそ2週間にわたって関西国際空港の機能は制限されることになった。この際、政府・国土交通省は、関西国際空港に乗り入れていた国内線の一部を、臨時的に伊丹空港と神戸空港で受け入れることを要請し、2空港が関西国際空港の代替として機能した。

本章では、ハブ都市としても機能するような都市圏において複数の空港が立地する場合に、複数空港を補完的に運用する手段として、政府による相互的な補助金投入の合理性を検討する。本研究では単純な状況を想定し、議論のベースとなる状況として、独占的な航空会社が1社存在する市場を考える。都市圏において陸上交通が整備された2空港（メイン空港・サブ空港）が存在し、ある就航先と航路ネットワークが設けられている環境を想定する。メイン空港がなんらかの外生的なイベントによってダメージを受け、本来の処理能力が低減した場合に、同一都市圏にあるサブ空港が代替的に運用され、2都市間の交通流動を回復するような状況を考えている。このとき、政府がサブ空港に対して補助金を支出することの効果を検討する。サブ空港への補助金によって、本来の都市間交通流動のどの程度が回復し得るのかを分析している。本章ではシンプルな想定と分析モデルによる研究を取りまとめているが、この議論に基づいて、非常事態における補助金投入の合理性と、代替運用が機能することの困難さについても検討する。

3.2 関連する先行研究について

航空ネットワークに関する理論的な研究については、第1章においても提示している。本章における研究と関連する議論として、ネットワークにおいては空港の処理能力の制約を考慮することが重要であるという学術的研究が蓄積されている。

例えば Takebayashi (2011) はハブ空港の滑走路容量と航空会社の行動の関係性について分析している。この研究では、航空会社が運航する航空機のサイズと便数を決定できる状況において、滑走路処理能力の拡大が航空会社の収益性を改善することが示されている。空港当局の観点から、Xiao, Fu, and Zhang (2013) は空港の最適な処理能力を決める上で需要の不確実性が存在することを考慮しているし、Xiao et al. (2017) はプロジェクト評価の一種であるリアル・オプションの考え方によって分析を拡張している。Jiang and Zhang (2014) はハブ空港の処理能力に制約がある場合を想定し、Hub-and-Spoke 型のネットワークを持つ航空会社が高速鉄道と協力する状況を研究している。この研究では、航空会社と高速鉄道が競合する場合には市場の交通量が減少するが、従前の競合が弱く両者が協力することによって事後の交通量が増加し、厚生も改善されることが示されている。一方で、Xiao, Fu, and Zhang (2016) は、需要の不確実性がある状況で、航空会社と空港が容量選択について協力することについて研究している。航空会社と空港が協力して投資を行ない、財務的なリスクを共有し、収入を共有することによって、需要の不確実性が原因で空港容量が縮小してしまう問題を解決できることを示したものである。ただし、この協力は空港の処理能力を向上させることには繋がるものの、確実な収入増加は必ずしも達成されないことを結論づけている。

空港運営における重要な要素として、空港容量に対する外生的な制約についても研究がされている。Takebayashi and Onishi (2018) は、大災害によって主要な玄関口となっている空港（ゲートウェイ空港）が機能不全に陥った状況をシミュレーションしている。彼らの想定では、ゲートウェイ空港と代替空港が高速鉄道によって接続されており、高速鉄道を利用する旅客に対して政策的に補助を与えることの効果进行分析している。分析の結果は、高速鉄道の運賃を制限することと、旅客に対して高速鉄道の運賃を補助することは、都市間ネットワークを維持することに有効であるということである。

3.3 モデル分析

本研究では議論の単純化のため、次図に示すようなネットワークを考える。

都市 H には、メイン空港である M と第2空港（サブ空港）である S が立地している。空港 M は空港 S よりもインフラ機能が整っていて、旅客にとっても主要空港として認識されている。また、空港 M は都市 H の中心地や繁華街にも近く、旅客にとって利便性も高い空港であるとする。都市 H と都市 A の間には、独占的な航空会社が1社で運航を行っており、A-M 線と A-S 線が存在する。

以上のような状況で、次のような3段階の行動を考える。

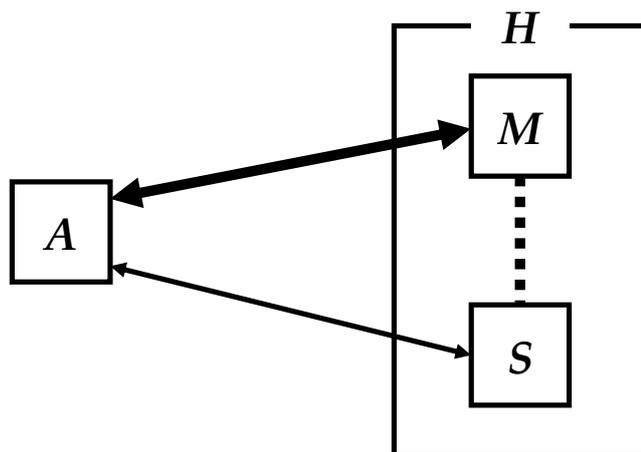


図 10 Network Structure

1. 両空港がそれぞれ、自らの空港の料金（着陸料や施設料）を決定する
2. 航空会社が、サービス供給量（座席数と便数を含む総量）を決定する
3. 旅客が輸送サービスを消費することの効用を最大化する（サービスの選択を行なう）

このように表される経済学的なゲームを解く。まず、旅客の効用関数は、

$$u(q_m, q_s) = (q_m + \alpha q_s) - \frac{1}{2}(q_m^2 + q_s^2 + 2\beta q_m q_s), \quad (16)$$

のように書かれる。このうち、 q_i , ($i = m, s$) は、航空会社によって A-M 間、A-S 間で提供されるサービスを消費する量を意味する。 α, β はパラメータで、 $\alpha < 1, 0 \leq \beta \leq 1$ の値をとる。各空港から、都市 H の中にある最終目的地（都市 H の中心地・繁華街として考える）へ旅客が移動するためには、陸上交通の運賃を支払わなければならない、時間的な費用も発生する。これを t_i と書く。空港 S は空港 M と比較すると、都市 H の中心部へは遠い。そのため、空港 S の方が移動費用が大きく、 $t_m < t_s$ とする。このとき、旅客にとって、輸送サービスにかかる価格は、

$$\rho_m = p_m + t_m, \quad (17)$$

$$\rho_s = p_s + t_s. \quad (18)$$

となる。 p_i は航空運賃そのものを意味し、航空会社に支払われるものである。空港 S と空港 M それぞれの移動費用は、その大小関係が把握できればよいので、単純に $t_m = 0, 0 < t_s = t$ とする。旅客が効用最大化するとき、次のような逆需要関数が導出される。

$$p_m = 1 - q_m - \beta q_s, \quad (19)$$

$$p_s = \alpha - t - q_s - \beta q_m. \quad (20)$$

一方で、航空会社の利潤は、

$$\pi = \sum_{i=\{m,s\}} (p_i - w_i)q_i, \quad (21)$$

として書かれ、 w_i は空港へ支払う料金（着陸料など）を意味する。したがって、空港 i の利潤は、

$$\Pi_i = w_i q_i. \quad (22)$$

となる。本研究では、空港施設を運営するための費用や固定費は考えない。航空会社は提供する輸送サービスの量 q_i を、利潤最大化行動に基づいて決定し、それぞれの空港は利潤が最大になるように料金 w_i を決定する。

3.3.1 ベンチマーク：空港 M の機能にダメージがない場合

この場合が基準となる。空港 M の機能は本来の水準で発揮されている状況で、旅客の効用最大化行動、航空会社の利潤最大化行動、空港の利潤最大化行動の結果として導出される均衡を求める。

この状況では、航空会社によって供給される輸送サービス総量は、

$$q_m^{NC} = \frac{2 - \beta^2 - \beta(\alpha - t)}{(1 - \beta^2)(4 - \beta^2)}, \quad (23)$$

$$q_s^{NC} = \frac{(2 - \beta^2)(\alpha - t) - \beta}{(1 - \beta^2)(4 - \beta^2)}, \quad (24)$$

$$\begin{aligned} Q^{NC} &= q_m^{NC} + q_s^{NC} \\ &= \frac{1 + \alpha - t}{2(1 + \beta)(2 - \beta)}. \end{aligned} \quad (25)$$

になる。また、航空運賃は、

$$p_m^{NC} = \frac{2(3 - \beta^2) - \beta(\alpha - t)}{2(4 - \beta^2)}, \quad (26)$$

$$p_s^{NC} = \frac{2(3 - \beta^2)(\alpha - t) - \beta}{2(4 - \beta^2)}. \quad (27)$$

で、空港の料金は

$$w_m^{NC} = \frac{2 - \beta^2 - \beta(\alpha - t)}{(4 - \beta^2)}, \quad (28)$$

$$w_s^{NC} = \frac{(2 - \beta^2)(\alpha - t) - \beta}{(4 - \beta^2)}. \quad (29)$$

になる。正常時には、以上のような水準になる。

3.3.2 シナリオ 1: 空港 M のダメージ

空港 M が外生的なイベントによって影響を受け、機能が低減した場合を分析する。本研究では、空港 M は完全に閉鎖されるのではなく、機能の一部を喪失し、本来の処理能力を十分に発揮できなくなった場合を想定する。例えば、2 本ある滑走路のうち 1 本が利用できなくなった場合や、駐機場の一部が利用不能になった場合などが該当する。

処理能力に対するダメージの程度を $0 < \delta < 1$ で表すと、空港 M における輸送サービス量は、前節のベンチマーク水準から δ だけ能力を失うので、次の制約条件が付加されることになる。

$$q_m \leq K_m = (1 - \delta)q_m^{NC}. \quad (30)$$

この制約条件を考慮して、新しい均衡数量、均衡価格を導く。旅客の効用最大化行動、航空会社の利潤最大化行動、空港の利潤最大化行動によって、輸送サービスの数量は、

$$q_m^D = K_m, \quad (31)$$

$$q_s^D = \frac{1}{4}(\alpha - t - 2\beta K_m), \quad (32)$$

$$\begin{aligned} Q^D &= q_m^D + q_s^D \\ &= \frac{1}{4}[\alpha - t + 2(2 - \beta)K_m]. \end{aligned} \quad (33)$$

になり、航空運賃は

$$p_m^D = \frac{1}{4}[4 - \beta(\alpha - t) - 2(2 - \beta^2)K_m], \quad (34)$$

$$p_s^D = \frac{1}{4}[3(\alpha - t) - 2\beta K_m]. \quad (35)$$

であり、空港使用料は

$$w_m^D = \frac{1}{2}[2 - \beta(\alpha - t) - 2(2 - \beta^2)K_m], \quad (36)$$

$$w_s^D = \frac{1}{2}(\alpha - t - 2\beta K_m). \quad (37)$$

になる。ベンチマーク水準と、空港 M が δ だけダメージを受けた場合を比較すると、空港 M がダメージを受けたことによって、事前と事後で輸送サービスの供給量（需要量）は

$$Q^{NC} - Q^D = \frac{\beta^2 [(2 - \beta^2)(\alpha - t) - \beta] + \delta(2 - \beta)[2 - \beta(\alpha - t) - \beta^2]}{4(1 - \beta^2)(4 - \beta^2)}. \quad (38)$$

だけの差が生じることになる。

3.3.3 シナリオ 2: 空港 S に対する補助金 v の投入

空港 M の機能を補うために、空港 S を代替空港として扱う。その際、空港 S に対して v だけの補助金を与える施策を検討する。この補助金は、空港 S にとっては、追加的に空港 M から旅客を受け入れることによって得られる追加的な収入として考えられる。このケースでも、前節と同様に、空港 M には $q_m \leq K_m = (1 - \delta)q_m^{NC}$ のダメージが残っているとす。本来の収入に加えて、補助金収入がある場合の空港 S の収入は、

$$\Pi_s = (w_s + v)q_s. \quad (39)$$

になる。したがって、最大化される空港 S の利潤がこれまでのケースと異なる。このことは、市場で達成される輸送サービス数量や運賃の水準に影響を与える。輸送サービスの数量は

$$q_m^S = K_m, \quad (40)$$

$$q_s^S = \frac{1}{4}(\alpha + v - t - 2\beta K_m), \quad (41)$$

$$\begin{aligned} Q^S &= q_m^S + q_s^S \\ &= \frac{1}{4}[\alpha + v - t + 2(2 - \beta)K_m]. \end{aligned} \quad (42)$$

であり、航空運賃は、

$$p_m^S = \frac{1}{4}[4 - \beta(\alpha + v - t) - 2(2 - \beta^2)K_m], \quad (43)$$

$$p_s^S = \frac{1}{4}[3(\alpha - t) - v - 2\beta K_m]. \quad (44)$$

であり、空港使用料は

$$w_m^S = \frac{1}{2}[2 - \beta(\alpha + v - t) - 2(2 - \beta^2)K_m], \quad (45)$$

$$w_s^S = \frac{1}{2}[\alpha - v - t - 2\beta K_m]. \quad (46)$$

になる。このことから、本来（ベンチマーク）の旅客流動との差は、

$$Q^{NC} - Q^S = \frac{\beta^2[(2 - \beta^2)(\alpha - t) - \beta] + \delta(2 - \beta)[2 - \beta(\alpha - t) - \beta^2]}{4(1 - \beta^2)(4 - \beta^2)} - \frac{v}{4}. \quad (47)$$

となる。これを、シナリオ 1（空港 M がダメージを受け、補助金施策がとられない場合）と比較すると、空港 S への補助金投入によって、旅客流動の損失が部分的に回復することが分かる。もし、本来の旅客流動を全て達成するためには、空港 S に対して、

$$\begin{aligned}
Q^{NC} - Q^S &= 0 \\
\Leftrightarrow v &= \frac{\beta^2 [(2 - \beta^2)(\alpha - t) - \beta] + \delta(2 - \beta) [2 - \beta(\alpha - t) - \beta^2]}{(1 - \beta^2)(4 - \beta^2)}. \quad (48)
\end{aligned}$$

だけの補助金を支出することになる。

3.4 小括・分析結果に基づく代替空港の機能と補助金施策に関する議論

本章では、シンプルな経済学モデルに基づいて、都市圏の一方の空港の処理能力にダメージが生じた場合（本来の処理能力の一部が喪失した場合）に生じる都市間の交通流動の減少と、代替空港への補助金施策がそれを回復するメカニズムについて示した。本章での想定では、代替空港となる空港Sが、ダメージを受ける空港Mよりも都市中心街まで遠く、従来は旅客にとって不便な空港であることを想定している。空港Sに対する補助金の投入は、空港Sが設定する空港使用料（着陸料・空港施設料など）に影響し、最終的には旅客への価格（航空運賃）に転嫁される。空港Sが旅客にとって、空港Mを利用するよりも不便である場合に、補助金が投入されたことによって空港S路線の価格が下がれば、旅客が空港Sを使って都市間を移動する動機付けになることを意味している。

なんらかの災害によって、都市全体が被災してしまった場合には、現実にはその都市への旅客流動は根本的に減退することも考えられる。本章の分析は、そうした根本的な都市機能の喪失を考えているのではなく、都市内の空港のうちで一方の処理能力が制限されるような状況を想定している。したがって、代替空港を使えば都市間の旅客流動は確保される（旅客流動の減退のうち一部が回復する）余地が残っている状況での議論である。例えば首都圏や関西圏のある空港機能が制限される事態になった場合に、当該都市圏への旅客流動そのものが減退してしまうことを回避し、旅客に代替空港を利用してもらうことで都市圏への旅客流動を一定程度維持するには、本研究で分析した施策が有効性を持つことを示唆している。都市圏の旅客流動そのものが減退すると、経済活動に多大な影響が生じてしまう。代替空港が利用できるのであれば、制約の下で経済活動も維持され得る。

本研究では、通常環境下でも空港の処理能力が存在するという現実的な条件を仮定していない。このことは研究上の限界を示す一方で、かえって議論における重要な要素を示唆している。つまり、代替機能を与えられる空港Sが空港Mから旅客を受け入れようにも、空港S自体の機能制約によって十分に代替できないという可能性が存在することである。空港Sの機能制約とは、例えば離発着可能な時間帯が限定されていること、駐機場に十分なスペースがないこと、滑走路有効長が短いために大型機が乗り入れられないこと、空港施設が手狭で多くの旅客を扱うことができないことといった制約である。このような制約があれば、補助金を投入されても能力限界以上はどうしても取り扱うことはできないので、補助金の効果も限定的になってしまう。こうした条件は、土木計画学やオペレーションズ・リサーチといった研究分野でとても重要な考慮事項になる。空港への補助金の投入（空港使用料金の低下に繋がる）や、代替空港を利用することによる旅客の不便・不利益の補填のための金銭的援助（陸上交通への運賃支払いを補助するなど）は、非常事態におい

て都市間の旅客流動を維持するために有効な施策であるが、その施策を真に有効たらしめるためには、代替空港の物理的制約についても弾力的に運用できることが必要になる。

本研究で得られる示唆として、滑走路の増築・延長や旅客ターミナルの拡張といった空港機能の強化施策において、上記のような非常事態下の都市機能維持、代替空港としての役割を見据えた能力の付与を考慮しておくことが望まれる。

4 複数空港の一体運営の合理性に関する分析

4.1 本章の問題意識

合併やアライアンスといった経営統合は、様々な産業で行なわれている。それぞれの事例によって、その目的とするところは異なるが、大別すると「市場支配力の強化」と「シナジー効果による経営効率化」が挙げられる。空港経営について考えてみると、施設整備や保守・点検にかかる莫大な費用がかかることから陥りがちな高費用経営を改めること、近接する空港との連携によって、地域としての空港機能を強化することが、経営統合をする上で中心的な動機と考えられる。

空港は交通機能を維持するための重要なインフラであり、その経営が安定的であることが求められる。そうした意味では国や地方自治体といった公共が整備し、経営することが望ましい。その一方で、国際的な航空競争、例えば近隣諸国の大規模ハブ空港との競合を考慮して、世界的に選ばれる空港を目指す観点では、民間企業による柔軟な経営戦略を導入していくことが必要になってくるであろう。このように、空港の経営には公共性が求められる一方で、近年では民間企業的な性格が求められる傾向にある。これまで単独で経営されていた空港同士を経営統合する動きもあり、関西圏では2012年から新関西国際空港株式会社による関西国際空港と大阪国際空港（伊丹空港）の経営統合が実施され、現在では関西エアポート株式会社に運営権が移管された。これに引き続いて、2018年からは神戸空港も、同社の100%出資会社である関西エアポート神戸株式会社によって経営されることになり、現在では関西3空港が同一のグループによって経営されている。

本研究では、同一地域圏に立地する空港が経営統合を行なった場合の、市場への影響、空港の経営戦略に与える効果、地域や社会に与える影響を分析する。経済学に基づいた理論モデルによって、経営統合の動機づけや合理性、社会の満足から見た経営統合の望ましさを考える。本研究の分析は中途である部分があり、やや限定的な分析に留まっている。本助成期間が終了した後も継続して分析を行ない、プロジェクトの成果を発表していく。

4.2 モデルの設定

まず、本研究で用いた数理モデルについて記述する。表3は本研究の数理モデルで用いる変数の一覧である。ここでは、図11に示すとおり、1組のOrigin-Destination間の航空市場において、一方の地域にプライマリ空港とセカンダリ空港が存在する状況を考える。ここで、プライマリ空港について、次の想定をする。

1. 民営化された空港である
2. セカンダリ空港と比較してアクセスしやすい位置にある
3. 他路線の航空輸送によるキャパシティの制約などによって混雑が発生している

また、セカンダリ空港について、次の想定をする。

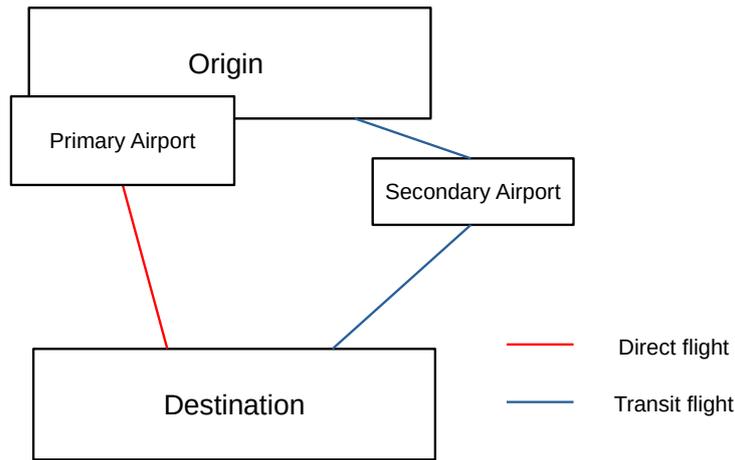


図 11 想定する航空市場の構造

1. プライマリ空港と比較してアクセスしにくい位置にある*4
2. 混雑が発生していない
3. アクセスを改善するための努力をする

変数	
p	価格 (運賃)
w	空港使用料
q	数量
α	総需要の程度
γ	代替性の程度 ($0 \leq \gamma \leq 1$)
λ	混雑費用の程度
k	セカンダリ空港へのアクセス費用の程度
e	セカンダリ空港のアクセス費用低減努力
c	セカンダリ空港のアクセス費用低減努力の費用の程度
θ	セカンダリ空港が Direct Flight を重視する程度
π	航空会社の利潤
Π	空港の利潤
CS	消費者余剰
D	Direct Flight を表す下付き文字
T	Transit Flight を表す下付き文字
pri	独立して民営化されたセカンダリ空港を表す上付き文字
int	統合して民営化されたセカンダリ空港を表す上付き文字
pub	国によって運営されるセカンダリ空港を表す上付き文字
par	地方自治体によって運営されるセカンダリ空港を表す上付き文字

表 3 数理モデルで用いる変数一覧

*4 数理モデルでは、このことをセカンダリ空港へのアクセスに追加的にコストを要すると表現する

低費用航空会社 (LCC) が就航するのは、都市からやや離れた、容量に余裕のある空港であることが多い。都市中心地から離れている分、旅客にとっては空港と最終目的地までの移動に時間や追加的な支払いが生じる。一方で、都市中心部に近いプライマリ空港は、利便性の高さゆえ、混雑が慢性化しており、容量にも余裕がないことが多い。現実として、複数の空港が利用可能な都市圏においても、「プライマリ」「セカンダリ」は呼び方の問題であって、どちらが「プライマリ」で「セカンダリ」かという定義づけは、明確ではない。本研究で想定する上記の定義づけに則して考えれば、東京都市圏では羽田空港がプライマリ、成田空港がセカンダリというように想定でき、関西都市圏では伊丹空港がプライマリで関西国際空港がセカンダリ、あるいは伊丹・関西の両空港がプライマリで神戸空港がセカンダリといったように考えることができる。

この航空市場における代表的消費者の効用 U を次のように仮定する。

$$U = \alpha_D q_D + \alpha_T q_T - \frac{1}{2} (q_D^2 + q_T^2 + 2\gamma q_D q_T) - \frac{\lambda}{2} q_D^2 - p_D q_D - (p_T + k - e) q_T. \quad (49)$$

ここで、 p は価格、 q は数量、 α は各空港の総需要の大きさをそれぞれ表す。また、 γ は空港間の代替性の程度を表し、 $\gamma = 0$ は無差別、 $\gamma = 1$ は完全代替をそれぞれ意味する。これは旅客にとって両空港をどのように捉えるかという意味である。また、第4項はプライマリ空港における混雑費用を表しており、プライマリ空港の需要 q_D と混雑費用の程度 λ に応じて、消費者は混雑を感じる。さらに、第6項では、セカンダリ空港へのアクセス費用 (k) とアクセス改善努力 (e) を用いて、セカンダリ空港を利用するときには価格 p_I に加えてアクセス費用が必要であることを表す。アクセス改善努力とは、セカンダリ空港による投資的な活動を意味している。直接的に考えると、Origin からセカンダリ空港を利用して Destination へ行く旅行者に対して、Origin からセカンダリ空港までの陸上アクセスにかかる鉄道運賃やバス運賃を割り引くといった施策が該当する。金銭的な施策でなくても、セカンダリ空港と Origin の間を移動する旅行者の不満足・不便を減少させるような施策であれば、内容は特定しない。添え字の D および T はそれぞれ、プライマリ空港経由の移動 (Direct Flight) とセカンダリ空港経由の移動 (Transit Flight) を意味する*⁵。 $\partial U / \partial q_D = \partial U / \partial q_T = 0$ を解き、各 Flight の需要関数は次のように導出される。

$$q_D = \frac{\alpha_D - p_D - \gamma \{ \alpha_T - (p_T + k - e) \}}{1 + \lambda - \gamma^2}, \quad (50)$$

$$q_T = \frac{(1 + \lambda) \{ \alpha_T - (p_T + k - e) \} - \gamma (\alpha_D - p_D)}{1 + \lambda - \gamma^2}. \quad (51)$$

また、代表的消費者の効用 U から、消費者余剰は次のように書ける。

*⁵ 実際はどちらの空港を経由したとしても乗り換えは発生するが、ここではアクセス費用が相対的に低いプライマリ空港を経由した航空輸送を Direct Flight、アクセス費用が相対的に高いセカンダリ空港を経由した航空輸送を、本研究では Transit Flight と呼ぶこととする。

$$CS = \frac{1}{2} \{(1 + \lambda) q_D^2 + q_T^2 + 2\gamma q_D q_T\}. \quad (52)$$

各空港を経由する航空会社の利潤は次のように書ける。

$$\pi_D = (p_D - w_D)q_D, \quad (53)$$

$$\pi_T = (p_T - w_T)q_T. \quad (54)$$

ここで、 w は空港使用料を意味する。各空港の利潤を次のように書ける。

$$\Pi_D = w_D q_D, \quad (55)$$

$$\Pi_T = w_I q_T - \frac{ce^2}{2}. \quad (56)$$

ここで、(56) 式の第 2 項はセカンダリ空港のアクセスを改善するための努力費用を表す。

本研究の数理モデルのタイムラインは以下のとおりである。第 1 段階として、両空港がそれぞれの目的関数にしたがって空港使用料 w を、セカンダリ空港がアクセス費用低減努力 e を決定する。第 2 段階として、各航空会社が価格 p を設定する。

本研究では、セカンダリ空港がどのような意思決定主体であるかについて、いくつかの目的の異なる主体を想定し、各主体による空港の意思決定が達成する均衡を比較する。具体的には、次の 4 種類のセカンダリ空港の意思決定を分析する。

1. 独立して民営化されたセカンダリ空港
2. プライマリ空港と統合して民営化されたセカンダリ空港
3. 国によって運営されるセカンダリ空港
4. 地方自治体によって運営されるセカンダリ空港

本研究のモデルは 2 段階ゲームであるので、後方帰納的に解く。

4.3 航空会社の意思決定

はじめに、第 2 段階での各航空会社の価格設定は、 $\partial\pi_D/\partial p_D = \partial\pi_T/\partial p_T = 0$ を解いて、次のように計算できる。

$$p_D = \frac{\{2(1 + \lambda) - \gamma^2\} \alpha_D + 2(1 + \lambda) w_D - (1 + \lambda) \gamma \{\alpha_T - (w_T + k - e)\}}{4(1 + \lambda) - \gamma^2}, \quad (57)$$

$$p_T = \frac{\{2(1 + \lambda) - \gamma^2\} \{\alpha_T - (k - e)\} + 2(1 + \lambda) w_T - \gamma(\alpha_D - w_D)}{4(1 + \lambda) - \gamma^2}. \quad (58)$$

これらの価格を (50)、(51) 式の各需要関数に代入して、次のように需要関数が導出される。

$$q_D = \frac{\{2(1+\lambda) - \gamma^2\}(\alpha_D - w_D) - (1+\lambda)\gamma\{\alpha_T - (w_T + k - e)\}}{(1+\lambda - \gamma^2)\{4(1+\lambda) - \gamma^2\}}, \quad (59)$$

$$q_T = \frac{(1+\lambda)\left[\{2(1+\lambda) - \gamma^2\}\{\alpha_T - (w_T + k - e)\} - \gamma(\alpha_D - w_D)\right]}{(1+\lambda - \gamma^2)\{4(1+\lambda) - \gamma^2\}}. \quad (60)$$

これらを所与としてそれぞれのケースでセカンダリ空港の意思決定を分析する。

4.4 空港の意思決定

4.4.1 独立ケース: 独立して民営化されたセカンダリ空港の場合

このケースでは、プライマリ空港とセカンダリ空港がそれぞれの利潤を最大化する状況を考える。両空港とも民営化された、競合するライバルの関係にある場合である。第1段階での各空港の空港使用料およびアクセス費用削減努力の設定は、 $\partial\Pi_D/\partial w_D = \partial\Pi_T/\partial w_T = \partial\Pi_T/\partial e = 0$ を解いて、次のように計算できる。

$$w_D^{pri} = \frac{\Phi_2}{\Phi_1} \left[\left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\} c\alpha_D - (1+\lambda) \left\{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \right\} \left\{ \alpha_D + \gamma c(\alpha_T - k) \right\} \right], \quad (61)$$

$$w_T^{pri} = \frac{\Phi_2}{\Phi_1} \left[\left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\} c(\alpha_T - k) - \gamma \left\{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \right\} c\alpha_D \right], \quad (62)$$

$$e^{pri} = \frac{(1+\lambda) \left\{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \right\}}{\Phi_1} \left[\left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\} (\alpha_T - k) - \left\{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \right\} \alpha_D \right]. \quad (63)$$

ここで、

$$\Phi_1 = 16(4c-1)(1+\lambda)^4 - 2\gamma^2(74c-13)(1+\lambda)^3 + 13\gamma^4(9c-1)(1+\lambda)^2 - \gamma^6(37c-2)(1+\lambda) + 4\gamma^8c,$$

$$\Phi_2 = \{4(1+\lambda) - \gamma^2\} \{(1+\lambda) - \gamma^2\}.$$

とする。

4.4.2 統合ケース: 統合して民営化されたセカンダリ空港の場合

このケースでは、プライマリ空港とセカンダリ空港が統合して利潤の合計を最大化する状況を考える。プライマリ空港とセカンダリ空港を経営する母体は同じであるから、この母体は両空港全体での利潤を大きくするように経営する。

第1段階での統合された空港の空港使用料およびアクセス費用削減努力の設定は、 $\partial\Pi_D + \Pi_T/\partial w_D = \partial\Pi_D + \Pi_T/\partial w_T = \partial\Pi_D + \Pi_T/\partial e = 0$ を解いて、次のように計算できる。

$$w_D^{int} = \frac{\alpha_D}{2}, \quad (64)$$

$$w_T^{int} = \frac{2c \left\{ 4(1+\lambda)^2 - 5\gamma^2(1+\lambda) + \gamma^4 \right\} (\alpha_T - k) - \gamma(1+\lambda)\alpha_D}{4c \left\{ 4(1+\lambda)^2 - 5\gamma^2(1+\lambda) + \gamma^4 \right\} - 2(1+\lambda) \{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \}}, \quad (65)$$

$$e^{int} = \frac{(1+\lambda) \left[\{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \} (\alpha_T - k) - \gamma\alpha_D \right]}{2c \left\{ 4(1+\lambda)^2 - 5\gamma^2(1+\lambda) + \gamma^4 \right\} - (1+\lambda) \{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \}}. \quad (66)$$

4.4.3 国ケース: 国によって運営されるセカンダリ空港の場合

このケースでは、セカンダリ空港が社会的余剰を最大化する状況を考える。セカンダリ空港は国によって経営されるので、プライマリ空港を利用する旅客のことも考慮し、国全体の満足が大きしようとする。第1段階での各空港の空港使用料およびアクセス費用削減努力の設定は、 $\partial \Pi_D / \partial w_D = \partial (\Pi_T + CS) / \partial w_T = \partial (\Pi_T + CS) / \partial e = 0$ を解いて、次のように計算できる。

$$w_D^{pub} = \frac{\left\{ 4(1+\lambda)^2 - 5\gamma^2(1+\lambda) + \gamma^4 \right\} \left[\{ (3c-1)(1+\lambda) - 2\gamma^2c \} \alpha_D - \gamma(1+\lambda)c(\alpha_T - k) \right]}{4c \left\{ 6(1+\lambda)^3 - 11\gamma^2(1+\lambda)^2 + 6\gamma^4(1+\lambda) - \gamma^6 \right\} - (1+\lambda) \left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\}}, \quad (67)$$

$$w_T^{pub} = \frac{\left\{ (1+\lambda) - \gamma^2 \right\} \left[\{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \} (\alpha_T - k) - \gamma\alpha_D \right] \left[2c \{ 2(1+\lambda) - \gamma^2 \} - \alpha_D\gamma(1+\lambda) \right]}{4c \left\{ 6(1+\lambda)^3 - 11\gamma^2(1+\lambda)^2 + 6\gamma^4(1+\lambda) - \gamma^6 \right\} - (1+\lambda) \left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\}}, \quad (68)$$

$$e^{pub} = \frac{(1+\lambda) \left[\left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\} (\alpha_T - k) - \gamma(1+\lambda)\alpha_D \right]}{4c \left\{ 6(1+\lambda)^3 - 11\gamma^2(1+\lambda)^2 + 6\gamma^4(1+\lambda) - \gamma^6 \right\} - (1+\lambda) \left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\}}. \quad (69)$$

4.4.4 地方ケース: 地方自治体によって運営されるセカンダリ空港の場合

このケースでは、セカンダリ空港が自己利潤と Transit Flight に関連する消費者余剰を最大化する状況を考える。セカンダリ空港を市や都道府県レベルで経営するので、プライマリ空港を含めた国全体の満足を考慮するのではなく、それよりも局地的ではあるが、セカンダリ空港を使って Origin 都市へ来訪してもらえるように戦略を立てるという意味である。具体的には、セカンダリ空港は、 $\Pi_T + (q_T^2 + 2\theta\gamma q_D q_T) / 2$ を最大化するように空港使用料 w_T とアクセス費用削減努力 e を決定する。ここで、 θ は地方自治体が Direct Flight と Transit Flight の両方に関連する消費者余剰を考慮する程度を表している*6。第1段階での各空港の空港使用料およびアクセス費用削減努力の設定は、 $\partial \Pi_D / \partial w_D = \partial \{ \Pi_T + (q_T^2 + 2\theta\gamma q_D q_T) / 2 \} / \partial w_T = \partial \{ \Pi_T + (q_T^2 + 2\theta\gamma q_D q_T) / 2 \} / \partial e = 0$ を解いて、次のように計算できる。

*6 この仮定は Arya, Mittendorf, and Ramanan (2019) で、企業が自社に関連する消費者余剰を考慮するモデルの中で用いられた仮定を、本論文のモデルに適用している。

$$w_D^{par} = \frac{\Phi_2}{\Phi_3} \left[\left\{ 6(1+\lambda)^2 - (8-\theta)\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\} c\alpha_D - (1+\lambda) \{2(1+\lambda) - \gamma^2\} \{ \alpha_D + \gamma c(\alpha_T - k) \} \right], \quad (70)$$

$$w_T^{par} = \frac{1}{\Phi_3} \left\{ \left[16(1+\lambda)^4 - 2(25-6\theta)\gamma^2(1+\lambda)^3 + (48-13\theta)\gamma^4(1+\lambda)^2 - (17-3\theta)\gamma^6(1+\lambda) \right. \right. \\ \left. \left. + 2\gamma^8 \right] c(\alpha_T - k) - \{2(1+\lambda) - \gamma^2\} \left[\gamma \left\{ 2(1+\theta)(1+\lambda)^2 - \gamma^2(4+3\theta)(1+\lambda) \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + \gamma^4(1+\theta) \right\} c - \theta\gamma(1+\lambda) \{2(1+\lambda) - \gamma^2\} \right] \alpha_D \right\}, \quad (71)$$

$$e^{par} = \frac{1}{\Phi_3} (1+\theta) \{2(1+\lambda) - \gamma^2\} \left[\left\{ 8(1+\lambda)^2 - 9\gamma^2(1+\lambda) + 2\gamma^4 \right\} (\alpha_T - k) - (1+\theta)\gamma \{2(1+\lambda) - \gamma^2\} \alpha_D \right] \quad (72)$$

ここで、

$$\Phi_3 = 16(3c-1)(1+\lambda)^4 - \gamma^2 \{2(61-6\theta)c - 26\} (1+\lambda)^3 + 13\gamma^4 \{(8-\theta)c - 1\} (1+\lambda)^2 \\ - \gamma^6 \{(35-3\theta)c - 2\} (1+\lambda) + 4c\gamma^8$$

とする。

4.5 分析

上で導出されたセカンダリ空港の意思決定主体ごとの空港使用料およびアクセス費用削減努力を、(57)、(58)式で与えられた価格と(59)、(60)式で与えられた数量に代入して、ケースごとの均衡における価格、数量、利潤、余剰が計算できる。それらを比較することで、セカンダリ空港の意思決定主体による影響を分析する。なお、本分析について解析的に示すことは現在進行中であるので、数値例を用いた分析にとどまる。数値分析では、次のパラメータセットを用いる。

$$\text{Parameter Set} = \left\{ \alpha_D = 4, \alpha_T = 2, k = \frac{1}{2}, \lambda = 1, c = 2, \theta = \frac{1}{2} \right\}$$

4.5.1 独立ケースと統合ケースの比較

この節では、セカンダリ空港が民営化するときのプライマリ空港との関係性(独立性)に焦点を当て、その影響を考える。図12から図17は、各ケースの均衡での価格、数量、空港使用料、アクセス費用削減努力、空港利潤、消費者余剰を示している。横軸は、空港間の代替性の程度で、 $\gamma = 0$ で無差別、 $\gamma = 1$ で完全代替を意味する。

図12は各ケースの価格を、図14は空港使用料を比較している。独立ケースに比べて市場支配力が大きくなる統合ケースのほうが、両空港で設定される空港使用料が高く設定されていることがわかる。それに伴い、各航空会社も高価格を設定せざるを得ない。このことは、旅客への負担として転嫁される。また、図15はアクセス費用削減努力を比較している。統合ケースでは空港間競争が抑制されるため、セカンダリ空港のアクセスを改善する誘引が小さくなる。そのため小さいアクセス費用削減努力が設定されることとなり、それ

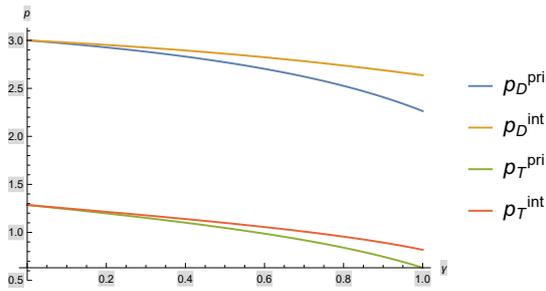


図 12 独立ケースと統合ケースの比較 (価格)

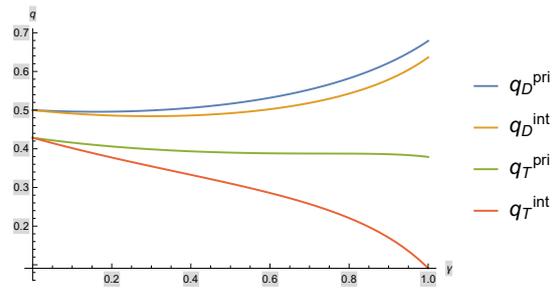


図 13 独立ケースと統合ケースの比較 (数量)

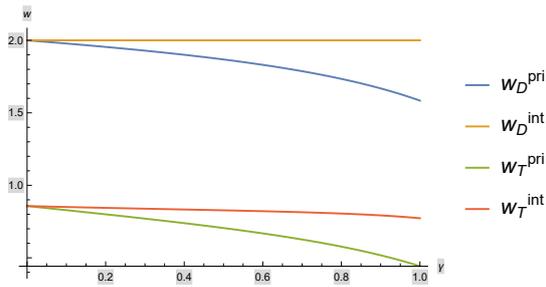


図 14 独立ケースと統合ケースの比較 (空港使用料)

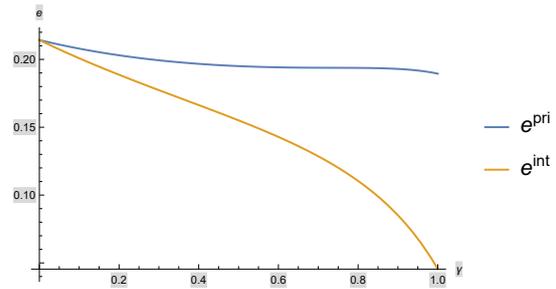


図 15 独立ケースと統合ケースの比較 (アクセス費用削減努力)

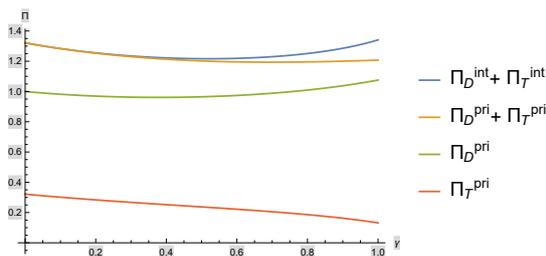


図 16 独立ケースと統合ケースの比較 (空港利潤)

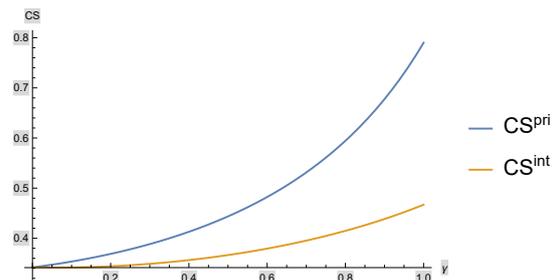


図 17 独立ケースと統合ケースの比較 (消費者余剰)

により図 13 で示されているとおり、統合ケースにおけるセカンダリ空港の数量は、他に比べて著しく小さくなっている。図 16 は各空港の利潤を比較している。独立ケースにおけるセカンダリ空港は、競争優位をつくるため多くのアクセス費用削減努力をすることになり、結果として利潤を損ねてしまうということがわかる。また図 17 は消費者余剰を比較しており、空港が市場支配力を得る統合ケースのほうが消費者余剰が損なわれることが示されている。

空港同士が共存して収益を安定的にするためには、両空港は経営統合を行なうのが望ましい。その一方で、空港使用料が高くなるので、乗り入れる航空会社の運賃に転嫁され、旅客の満足は減少してしまう。空港利用者を増やすための投資的な行動は、両者で独自性を保った方が活発になり、その恩恵を旅客も享受できる。両者はトレード・オフの関係にあるが、同じグループによって経営される場合でも、両空港の独自性を保ちつつ、適度に競合関係を維持する方が望ましい。

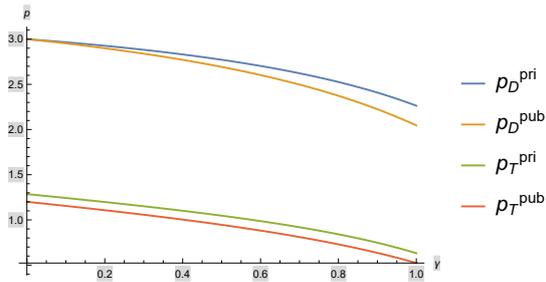


図 18 独立ケースと国ケースの比較 (価格)

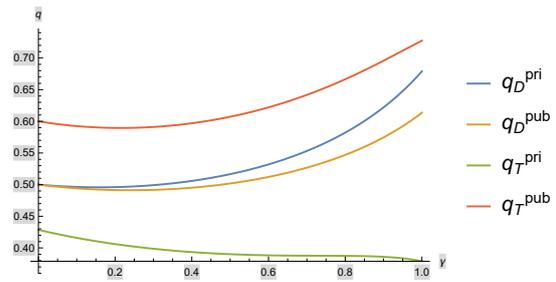


図 19 独立ケースと国ケースの比較 (数量)

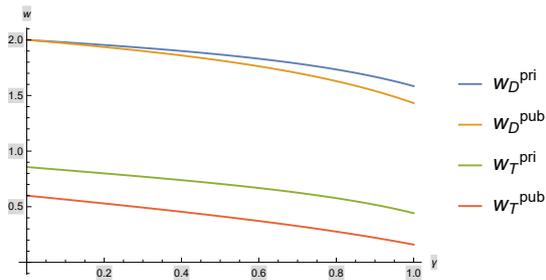


図 20 独立ケースと国ケースの比較 (空港使用料)

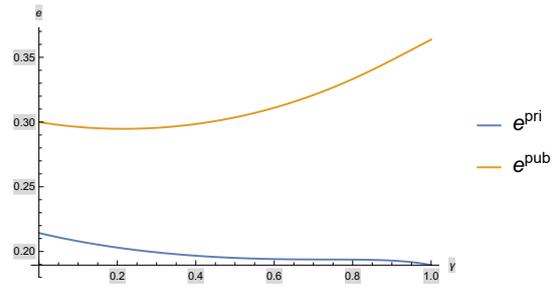


図 21 独立ケースと国ケースの比較 (アクセス費用削減努力)

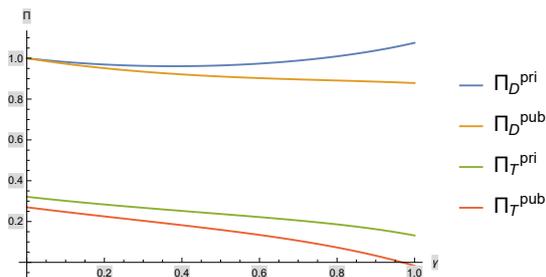


図 22 独立ケースと国ケースの比較 (空港利潤)

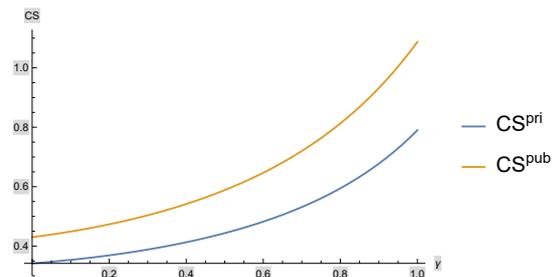


図 23 独立ケースと国ケースの比較 (消費者余剰)

4.5.2 独立ケースと国ケースの比較

この節では、セカンダリ空港の民営化の是非に焦点を当て、その影響を考える。図 18 から図 23 は、各ケースの均衡での価格、数量、空港使用料、アクセス費用削減努力、空港利潤、消費者余剰を示している。横軸は、空港間の代替性の程度を意味する。

図 18 は各ケースの価格を、図 20 は空港使用料を比較している。独立ケースに比べて消費者余剰を考慮する国ケースのほうが、低い空港使用料が設定され、それにより航空会社も低価格で航空サービスを販売する。また、図 21 はセカンダリ空港のアクセス費用削減努力を示すが、国ケースでは消費者余剰向上のためにアクセス改善のためにより多くの努力をすることがわかる。そのため図 19 に示すとおり、国ケースのセカンダリ空港ではより多くの航空サービスが生産される*7。セカンダリ空港は多くの旅客を輸送するものの、それ

*7 本研究のモデルでは航空市場を 1 つに限定し、プライマリ空港における他路線への接続などを考慮していないため、プライマリ空港よりもセカンダリ空港の数量が大きくなっている。これらを考慮したモデルは今後の課題の 1 つである。

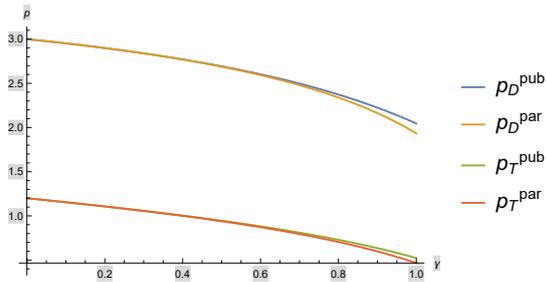


図 24 国ケースと地方ケースの比較 (価格)

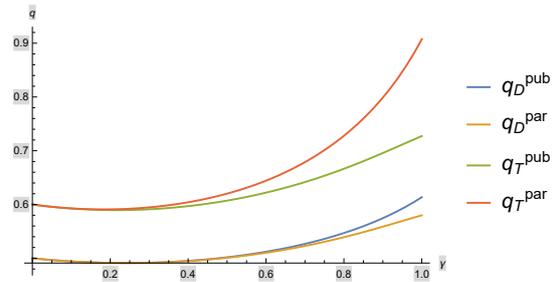


図 25 国ケースと地方ケースの比較 (数量)

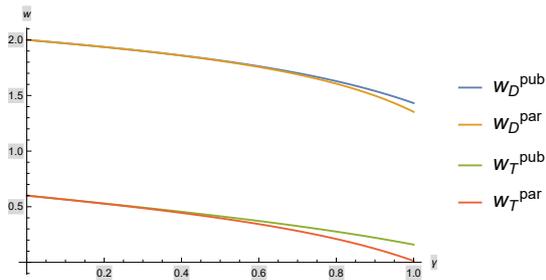


図 26 国ケースと地方ケースの比較 (空港使用料)

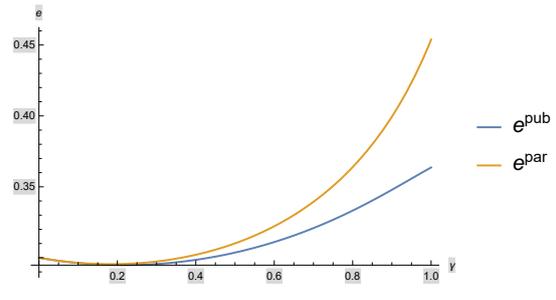


図 27 国ケースと地方ケースの比較 (アクセス費用削減努力)

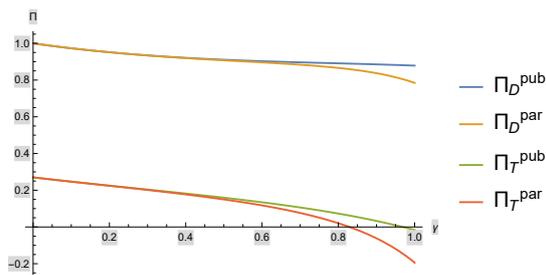


図 28 国ケースと地方ケースの比較 (空港利潤)

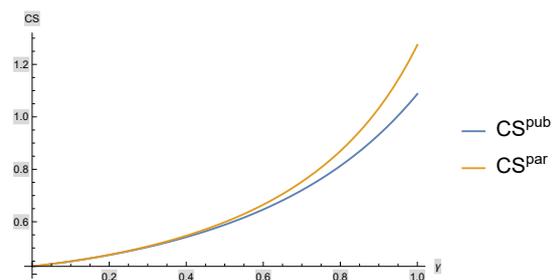


図 29 国ケースと地方ケースの比較 (消費者余剰)

は空港使用料の低下による低価格と多くのアクセス費用削減努力によるものであるので、図 22 が示すとおり利潤は小さいことがわかる。一方で、消費者余剰を考慮するセカンダリ空港による空港使用料の低下とアクセス費用削減努力の増加によって、図 23 より消費者余剰は独立ケースよりも大きいことが示される。

固定的な費用が大きい空港経営においては、国によって経営された方が低価格・高努力の達成から、消費者余剰は大きくなる。ただし、利潤は小さくなるため、民営化して経営の安定性(収益性)を求めるのか、収益よりも国としての公益性(消費者余剰の増大)を目指すのかの決断が必要になる。

4.5.3 国ケースと地方ケースの比較

この節では、民営でないセカンダリ空港の管理者に焦点を当て、その影響を考える。図 24 から図 29 は、各ケースの均衡での価格、数量、空港使用料、アクセス費用削減努力、空港利潤、消費者余剰を示している。横軸は、空港間の代替性の程度を意味する。

図 24 は各ケースの価格を、図 26 は空港使用料を比較している。他のケースの比較とは異なり、国ケースと地方ケースにおける価格や空港使用料の設定にほとんど差は見られないことがわかる。しかしながら、図 27 に示されるとおり、地方ケースのセカンダリ空港は国ケースに比べて多くのアクセス費用削減努力を実施する。これは、地方ケースのセカンダリ空港はセカンダリ空港経由の旅客のことを重視して意思決定するためである。国ケースでは、プライマリ空港とセカンダリ空港の両方で社会厚生を考えるので、セカンダリ空港が不便であってもプライマリ空港の利用者が多ければ、その分で社会全体の釣り合いをとることになる。この大きなアクセス費用改善により、地方ケースのセカンダリ空港の数量が大きくなっていることが、図 25 で示されている。また、多くのアクセス費用削減努力には大きなコストが必要となるため、地方ケースのセカンダリ空港の利潤は非常に小さいことが、図 28 で示されている。一方で、消費者余剰についてはアクセス改善によって、地方ケースでより高い消費者余剰となることが図 29 からわかる。

本研究で想定しているセカンダリ空港の定義に近い空港では、国によって経営されるよりも、地方自治体レベルで経営される方が、消費者余剰は大きくなる。

4.6 小括・空港民営化および一体運用に関する議論

本研究では、民営化されたプライマリ空港と、民営化されていないセカンダリ空港がある状況で、セカンダリ空港を民営化することの効果、民営化する場合にプライマリ空港と一体運用するのがよいか独立するのがよいか、民営化しない場合に国が経営するか地方自治体が経営するか、を経済学モデルによって分析し、これらの政策的判断に対する理論的な示唆を与えた。特に、プライマリ空港と比べて立地的に不利なセカンダリ空港が、利用者に対する努力（本研究ではアクセス改善に関する努力）を行なう合理性があるかという観点を踏まえている。空港の経営収益安定という観点では、セカンダリ空港は民営化する方がよく、さらにプライマリ空港と一体的に経営されることが望ましい。一方で、その場合には消費者の満足の観点では不利益な影響が生じてしまう。民営化しないのであれば、国よりも地方自治体によって運営されることが望ましくなる。

前節でも記述したように、本研究には分析途中の部分があるため、今後も継続して研究し、政策的議論の深化に繋げていく必要がある。

空港運営の安定性と、消費者満足の改善という問題はトレード・オフの関係にある。そのため、経営統合をする・しない、国が運営する・地方自治体が運営する、といった判断においてどちらの選択をするにしても、起こり得る負の効果を補填するような施策を同時的に行なわなければならない。補完的な施策として、具体的にどのようなことが有効であるかという問題についても、今後の研究の中で検討していくべきであろう。

5 本研究の総括

本研究では、公共性ある空港の運営と、民間企業である航空会社の関係を踏まえ、民間企業によって供給される航空ネットワークの形成問題と、空港経営の望ましいあり方、非常事態における補助金施策の妥当性について、経済学モデルに基づいた理論的な根拠を示してきた。

第2章の研究では、空港の混雑から旅客が得る不効用・不利益に注目し、航空会社のネットワーク形成がどのような結果になるかを分析した。結果として、空港混雑に対する旅客の態度に応じて、2社の航空会社が形成するネットワークの組み合わせが異なり、ハブ空港を共有する場合と別々にハブ空港を設ける場合が生じることが明らかになった。ハブ空港の構築には、民間企業たる航空会社の経営戦略と投資のみならず、インフラである空港機能の充実や国家的なハブ構想という点で国が果たすべき役割も大きい。旅客の満足や反応を把握することは決して容易ではなく、技術的かつ金銭的に調査の難しさがあるが、旅客や航空会社の行動を見据えた空港政策は、将来的な国際的ハブ空港としてのプレゼンスにも繋がる可能性を持っている。

第3章では、同一都市圏における2空港の非常時における補完性、補助金施策の有効性について議論した。主要空港の処理能力がなんらかの原因によって減退してしまった状況で、代替空港を利用することによる旅客の不便を金銭的に補填するためには、補助金投入が有効手段になり得る。ただし、代替空港それ自体にも、運用時間の制限や滑走路距離の限界、駐機場やターミナルの機械限界といった問題が存在するので、現実的には、補助金の投入によって潜在的に回復できる旅客を全て受け入れることは難しい。都市圏の中で一方の空港に障害が発生した際に、都市圏全体の経済活動を維持するためには、代替空港の利用あるいは代替手段で都市圏への交通流動を維持しなければならない。都市圏全体で経済が破綻してしまわないように、代替空港としての役割が期待される空港への将来を見越した投資も必要である。

第4章では、同一都市圏における2空港の一体運用の合理性と、管理者による運営効果の違いを議論した。収益の安定と、消費者の満足・社会的な厚生改善はトレード・オフの関係にあり、どちらも同時に達成することは容易ではない。民営化、経営統合を行なう場合に想定される負の効果を補填する施策についても検討し、補完的に実施する必要がある。また、セカンダリ空港を国が運営すべきか地方自治体レベルで運営すべきかの問題も議論した。本研究での定義に近い特徴を持ったセカンダリ空港は、地方自治体レベルで運営される方が、社会にとっては望ましい傾向にある。それぞれの都市圏・地域で、プライマリ空港とセカンダリ空港がそれぞれどのような性質を持っており、都市圏・地域においてそれぞれがどのような役割を期待されるのかを深く議論し、運営方針を検討する必要がある。

本研究では、以上の3テーマについて、経済学モデルによって分析を行ない、政策的議論に資する理論的根拠を与えることを目的とした。経済学モデルでは注目すべき要因を明確

にするため、現実の状況を抽象化するけれども、それは現実の問題を無視しているわけではない。分析の仮定になっている条件と、現実の問題を比較し、どの条件が達成されれば現実の問題が望ましい形で解決されるかを探ることが肝要である。その示唆は研究者に課せられた義務とも言えるが、実務家からも積極的に提言・示唆されることが望ましい。本研究では分析途中のものや、修正・拡張すべき余地のある分析も残されており、上記の議論が不十分に留まっている。より政策提言に繋がり得るように、今後も研究を継続していく。また、本研究の一部は国際学会で発表を行なったけれども、公刊論文となるには至っていない。今後、論文としても充実したものにすることで、学界でも多くの研究者によって問題が議論されることが望まれる。本研究助成の成果として、一般市民にも分かりやすい形で発信していく努力も課せられている。

参考文献

- Arya, Anil, Brian Mittendorf, and Ram NV Ramanan. 2019. “Beyond Profits: The Rise of Dual-Purpose Organizations and Its Consequences for Disclosure.” *Accounting Review* 94 (1):25–43.
- Babić, Danica and Milica Kalić. 2018. “Modeling the Selection of Airline Network Structure in a Competitive Environment.” *Journal of Air Transport Management* 66:42–52.
- Brueckner, Jan K. 2004. “Network Structure and Airline Scheduling.” *Journal of Industrial Economics* 52 (2):291–312.
- Brueckner, Jan K. and Ricardo Flores-Fillol. 2007. “Airline Schedule Competition.” *Review of Industrial Organization* 30 (3):161–177.
- Fageda, Xavier and Ricardo Flores-Fillol. 2015. “A Note on Optimal Airline Networks under Airport Congestion.” *Economics Letters* 128:90–94.
- . 2016. “How do Airlines React to Airport Congestion? The Role of Networks.” *Regional Science and Urban Economics* 56:73–81.
- Flores-Fillol, Ricardo. 2009. “Airline Competition and Network Structure.” *Transportation Research Part B: Methodological* 43 (10):966–983.
- Hotelling, Harold. 1929. “Stability in Competition.” *Economic Journal* 39 (4):41–57.
- Jiang, Changmin and Anming Zhang. 2014. “Effects of High-Speed Rail and Airline Cooperation under Hub Airport Capacity Constraint.” *Transportation Research Part B: Methodological* 60:33–49.
- Takebayashi, Mikio. 2011. “The Runway Capacity Constraint and Airlines’ Behavior: Choice of Aircraft Size and Network Design.” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 47 (3):390–400.
- Takebayashi, Mikio and Masamitsu Onishi. 2018. “Managing Reliever Gateway Airports with High-Speed Rail Network.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 118:133–146.
- Tsunoda, Yushi. 2018. “Transportation Policy for High-Speed Rail Competing with Airlines.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 116:350–360.
- Wang, Chunan and Xiaoyu Wang. 2019a. “Airport Congestion Delays and Airline Networks.” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 122:328–349.
- . 2019b. “Why Do Airlines Prefer Multi-Hub Networks?” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 124:56–74.
- Wang, Xiyan Jamie. 2016. “1-Hub, 2-Hub or Fully Connected Network? A Theoretical Analysis of the Optimality of Airline Network Structure.” *Economics of Transportation* 5:12–23.
- Xiao, Yi-bin, Xiaowen Fu, Tae H Oum, and Jia Yan. 2017. “Modeling Airport Capacity Choice with Real Options.” *Transportation Research Part B: Methodological* 100:93–114.
- Xiao, Yibin, Xiaowen Fu, and Anming Zhang. 2013. “Demand Uncertainty and Airport Capacity

- Choice.” *Transportation Research Part B: Methodological* 57:91–104.
- . 2016. “Airport Capacity Choice under Airport-Airline Vertical Arrangements.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 92:298–309.
- Zhang, Anming. 1996. “An Analysis of Fortress Hubs in Airline Networks.” *Journal of Transport Economics and Policy* 30 (3):293–307.