

《論 文》

国際航空ネットワークにおける空港の運営形態選択と外部不経済¹

高橋 達

要約

本論では、二国間の航空ネットワークに空港運営による外部不経済を導入し、両国の空港の運営形態（民営・公営）の選択競争を分析する。航空会社、空港、政府による多段階ゲームを分析した結果、限界外部費用の大きさにより、ナッシュ均衡が変化する。特に、限界外部費用が大きいとき、両国が公営を選択する均衡が成立する一方で、この均衡は民営化によりパレート改善される場合がある。すなわち、両国が外部不経済の内部化を意図して公営化を選択したにも関わらず、民営化の方が社会的には望ましいという、囚人のジレンマ的状况が生じてしまう。

1. はじめに

本論では、二国の政府が価格支配力を持つ空港の運営形態を戦略的に決定する状況を想定し、空港運営による外部不経済が各国の運営形態の選択に与える影響を分析する。空港の民営化は 1980 年代後半にイギリスにおいてはじめて実施され、その後も欧州、アジアなどの主要空港を中心に進展している。空港民営化の目的として、航空系と非航空系の一体化経営による効率化、サービス水準の向上、空港施設の投資資金の確保などが指摘される（Graham, 2011）。理論的には、空港の民営化には二つの不効用が伴う。一つは独占的価格設定である。空港民営化の対象となるのは大規模の国際空港であることが多く、地域独占の状況にある。したがって、独占企業は超過価格により、市場の効率性をゆがめる。二つ目は環境負荷による外部不経済である。航空機騒音、地域大気質汚染などの環境負荷は空港の運営に伴う外部不経済であり、依然として重要な問題である。民営空港は規制がなされない限り、外部費用を内部化しない。

空港の民営化に関する理論研究の多くが、民営空港は独占力を行使する結果、社会的損失につながることを示している。（Basso, 2008; Basso and Zhang, 2008; Lin, 2013 など）。一方で、Mantin (2012) と Matsumura and Matsushima (2012) は、二国間の国際航空ネットワー

¹ 本論文は、筆者が早稲田大学大学院商学研究科に提出した学位申請論文の一部を加筆修正したものである。なお、当該学位論文は 2019 年に早稲田大学リポジトリに登録されているが、ISBN は付与されていない。

クにおいて、空港民営化が自国の社会的余剰を改善することを示した。彼らの分析では、二国が同時に空港の運営形態を決める場合、ナッシュ均衡では両国は民営化を選択する。しかし、この均衡は、両国が公営化をする場合と比較して、両国の余剰は小さく、囚人のジレンマが生じている。Mantin (2012) と Matsumura and Matsushima (2012) を拡張した研究として、輸送の費用を取り込んだ研究 (Matsushima and Takauchi, 2014)、国内線のネットワークを導入した研究 (Lin and Mantin, 2015; Kawasaki, 2016) がある。

環境負荷がある場合に公営企業の民営化が経済に与える影響に関する研究も複数なされている。(Kato, 2006; Naito and Ogawa, 2009; Kato, 2011; Pal and Saha, 2015 など)。これらの研究は主に、民間企業と公営企業の混合寡占市場を対象として、一国内における民営化政策を分析しており、国家間の戦略的相互依存関係を考慮していない。

本論では二国間航空ネットワークに航空機騒音などの空港運営による外部不経済を導入し、両国の空港の運営形態の選択を分析する。航空会社、空港、政府の多段階ゲームを用いた分析の結果、限界外部費用の係数によりナッシュ均衡が変化することが示された。特に、限界外部費用の係数が大きいとき、両国が公営を選択することがナッシュ均衡となるが、必ずしも社会的望ましいと限らず、場合によっては両国が民営化する方が、社会的余剰を改善することも明らかにした。

2. 基本設定

二国 ($i \in \{1, 2\}$) 間の国際航空ネットワークを考える。各国には1つの国際空港があり、二つの航空会社 ($j \in \{1, 2\}$) が空港間の往復交通 (トリップ) を供給している。

各国の代表的消費者の効用関数は、

$$U_i = \alpha \sum_j q_i^j - \frac{1}{2} \left(\sum_j q_i^j \right)^2 + z_i, \quad i = 1, 2$$

で与えられている。ここで、 $\alpha > 0$ は需要の規模のパラメーターである。 q_i^j は航空会社 j が輸送する i 国の旅行者数 (輸送量) であり、需要関数の傾きが1になるように測られている。両国の代表的消費者にとって、航空会社の輸送サービスは完全に代替的と仮定している。そして、 z_i は合成財の数量である。

各国の代表的消費者の予算制約は、

$$\sum_j p^j q_i^j + z_i = M_i, \quad i = 1, 2.$$

ここで、 p^j は航空会社 j のチケット価格、 M_i は i 国の代表的消費者の所得である。合成財の価格は1に基準化している。

航空会社 j が直面する逆需要関数は、

$$p^j = \alpha - \frac{\sum_j q^j}{2}.$$

ここで、 $q^j = \sum_i q_i^j$ である。

航空会社は i 国の空港において旅行者 1 人あたり f_i の着陸料を支払う。航空会社の運航費用はゼロと仮定すると、航空会社 j の利潤 (π^j) は、

$$\pi^j = \left(p^j - \sum_i f_i \right) q^j.$$

各国の消費者余剰 (CS_i) は、

$$CS_i = \frac{1}{2} \sum_j (\alpha - p^j) q_i^j = \frac{(\sum_j q^j)^2}{8}, \quad i = 1, 2.$$

空港は離着陸サービスを航空会社に供給する。離着陸サービスの生産費用がゼロと仮定すると、各国の空港の利潤 (Π_i) は、

$$\Pi_i = f_i \sum_j q^j, \quad i = 1, 2.$$

空港周辺における環境負荷には航空機騒音や地域大気質汚染などが指摘される。例えば、航空機騒音の影響を金銭的に評価した既存研究 (Thanos, Bristow and Wardman, 2014; Brandt and Maennig, 2011 など) において、騒音レベルに関する限界外部費用が逓増することを示されている。そこで、騒音レベルは輸送量に比例すると仮定して、外部費用は輸送量に依存する凸関数として、以下のように表す²。

$$ND_i = \frac{n_i (\sum_j q^j)^2}{2}, \quad i = 1, 2.$$

ここで、 n_i は限界外部費用の係数であり、外部費用の影響度を表すパラメーター ($0 \leq n_i \leq 2$) である³。

航空会社 1 (2) の利潤は 1 国 (2 国) の社会的余剰に含まれ、空港の利潤もその運営形態に関わらず所在国の社会的余剰に含まれるとする。これらを踏まえると、各国の社会的余剰は、

² 空港周辺の航空機騒音は一般的に時間帯補正等価騒音レベルなどのエネルギーベースの指標で評価される。この指標は航空機騒音の発生時間帯に応じた加重を行いつつ騒音エネルギーを合計したものである。離着陸量が多いほど、騒音エネルギーも大きくなるので、本論では騒音レベルが輸送量に比例すると仮定する。

³ n_i の上限は輸送量が非負の値にとどめるために要請される。

$$SW_i = CS_i + \pi^j + \Pi_i - ND_i, \quad i = 1, 2.$$

両国の政府は空港の運営形態として民営（ P ）と公営（ G ）を選択する。民営空港の目的は空港の利潤の最大化であり、公営の目的は自国の社会的余剰の最大化である。

ゲームは以下のステップで進められる。最初に、両国の政府は他国の空港の運営形態を所与として、自国の空港の運営形態を同時に決定する。次に、両国の空港が他国の着陸料を所与として、その目的を実現する着陸料を同時に決定する。最後に、両国の航空会社が所与の着陸料の下で利潤を最大化する輸送量を決定する。以下では、このゲームを逆向き帰納法により解く。

3. 航空会社の問題

二つの航空会社は輸送量を通じた競争（クールノー競争）をしている。航空会社 j の利潤は、

$$\pi^j = \left(p^j - \sum_i f_i \right) q^j = \left\{ \alpha - \frac{\sum_j q^j}{2} - \sum_i f_i \right\} q^j.$$

航空会社 j は、各空港における着陸料 f_i , ($i = 1, 2$) と他の航空会社の輸送量 q^{-j} を所与として、利潤を最大にする輸送量を決定する。一階の条件より、航空会社 j の輸送量、チケット価格は

$$q^j = \frac{2(\alpha - \sum_i f_i)}{3}, \quad p^j = \frac{\alpha + 2\sum_i f_i}{3}$$

である。消費者にとって二つの航空会社は完全に代替的なので、各航空会社の輸送量、チケット価格は等しい。また、航空会社 j の利潤、各国の消費者余剰、外部費用は、

$$\pi^j = \frac{2(\alpha - \sum_i f_i)^2}{9}, \quad CS_i = \frac{2(\alpha - \sum_i f_i)^2}{9},$$

$$ND_i = \frac{8n_i(\alpha - \sum_i f_i)^2}{9}.$$

各国の空港の利潤は、

$$\Pi_i = \frac{4f_i(\alpha - \sum_i f_i)}{3}, \quad i = 1, 2. \quad (1)$$

各国の社会的余剰は、

$$SW_i = \frac{4(\alpha - \sum_i f_i)\{(1 - 2n_i)\alpha + 2(1 + n_i)f_i - (1 - 2n_i)f_{-i}\}}{9}, \quad i = 1, 2. \quad (2)$$

4. 空港の問題

4.1 民営空港と公営空港が設定する着陸料の比較

民営空港は利潤最大化を目的とし、公営空港は自国の社会的余剰の最大化を目的とする。したがって、民営空港は(1)式の一階の条件を、公営空港は(2)式の一階の条件を解くことでそれぞれが設定する着陸料が得られる。

他国の空港の着陸料 (f_{-i}) を所与とした、各運営形態の下での i 国の空港の着陸料を $f_i(k_i; f_{-i})$, $k_i = P, G$ とする。民営空港の反応関数は、

$$f_i(P; f_{-i}) = \frac{\alpha - f_{-i}}{2}. \quad (3)$$

公営空港の反応関数は、

$$f_i(G; f_{-i}) = \frac{(1 + 4n_i)(\alpha - f_{-i})}{4(1 + n_i)}. \quad (4)$$

(3)式、(4)式より、空港の運営形態が民営であっても、公営であっても、反応関数は他国の空港の着陸料の減少関数である。つまり、両国の着陸料は戦略的代替関係にあることがわかる。

さらに、各運営形態の下での着陸料を比較すると、以下の命題 1 が導かれる。

命題 1

他国の空港が設定する着陸料, f_{-i} , を所与とする。民営空港が設定する着陸料, $f_i(P; f_{-i})$, と公営空港が設定する着陸料, $f_i(G; f_{-i})$, を比較すると、限界外部費用の係数, n_i , により場合分けができて、

- (i) $0 \leq n_i < 0.5$ ならば、 $f_i(P; f_{-i}) > f_i(G; f_{-i})$,
- (ii) $n_i = 0.5$ ならば、 $f_i(P; f_{-i}) = f_i(G; f_{-i})$,
- (iii) $0.5 \leq n_i \leq 2$ ならば、 $f_i(P; f_{-i}) \leq f_i(G; f_{-i})$.

この命題の直観的な解釈を示す。公営空港は自国の社会的余剰の最大化を目的としているので、所与の他国の着陸料の下で、その国内において効率的な着陸料を設定する。一方で、民営空港の目的は利潤最大化であるが、それに伴う市場の失敗が二つある。第一は、独占である。民営空港は価格支配力を持つので、設定される着陸料は効率的な水準に比べ高くなる。第二は、外部不経済である。民営化空港は環境負荷による社会的損失を内部化しないので、設定される着陸料は効率的な水準よりも低くなる。したがって、そのどちらが優勢になるかにより、民営空港の着陸料は過大にも過少にもなりうる。

命題 1 は、他国の空港の着陸料を所与としたとき、限界外部費用の係数, n_i , の大きさに応じて、民営空港が設定する着陸料が所在国における効率的な水準よりも高すぎるのか、低すぎ

るのかを示している。具体的には、 $0 \leq n_i < 0.5$ の範囲では、独占による価格支配力の影響が相対的に大きいため、民営空港の着陸料は効率的な水準に比べて過大である。 $n_i = 0.5$ のとき、独占による価格支配力と外部費用の影響が釣り合い、民営空港と公営空港の設定する着陸料は同じ水準である。 $0.5 < n_i \leq 2$ の範囲では、空港運営による環境負荷が相対的に深刻となり、民営空港の着陸料は効率的な水準と比べて過小である。

表 1 各運営形態の下で実現する着陸料、旅行者数、航空チケット価格

運営形態	着陸料	旅行者数	航空チケット価格
(P, P)	$\frac{\alpha}{3}$	$\frac{2\alpha}{9}$	$\frac{5\alpha}{9}$
(G, P)	$\frac{(1+4n)\alpha}{7+4n}$	$\frac{2\alpha}{7+4n}$	$\frac{(3+4n)\alpha}{7+4n}$
(P, G)	$\frac{3\alpha}{7+4n}$	$\frac{2\alpha}{7+4n}$	$\frac{(3+4n)\alpha}{7+4n}$
(G, G)	$\frac{(1+4n)\alpha}{5+8n}$	$\frac{2\alpha}{5+8n}$	$\frac{(3+8n)\alpha}{5+8n}$

表 2 消費者余剰、航空会社の利潤、空港の利潤、外部費用、社会的余剰

運営形態	消費者余剰、 航空会社の利潤	空港の利潤	外部費用	社会的余剰
(P, P)	$\frac{2\alpha^2}{81}$	$\frac{4\alpha^2}{27}$	$\frac{8n\alpha^2}{81}$	$\frac{8(2-n)\alpha^2}{81}$
(G, P)	$\frac{2\alpha^2}{(7+4n)^2}$	$\frac{4(1+4n)\alpha^2}{(7+4n)^2}$	$\frac{8n\alpha^2}{(7+4n)^2}$	$\frac{8(1+n)\alpha^2}{(7+4n)^2}$
(P, G)	$\frac{2\alpha^2}{(7+4n)^2}$	$\frac{12\alpha^2}{(7+4n)^2}$	$\frac{8n\alpha^2}{(7+4n)^2}$	$\frac{8(2-n)\alpha^2}{(7+4n)^2}$
(G, G)	$\frac{2\alpha^2}{(5+8n)^2}$	$\frac{4(1+4n)\alpha^2}{(5+8n)^2}$	$\frac{8n\alpha^2}{(5+8n)^2}$	$\frac{8(1+n)\alpha^2}{(5+8n)^2}$

4.2 他国の空港の運営形態を所与とした空港の運営形態の選択

他国の空港の運営形態に応じて、自国の空港はどの運営形態を採用するべきだろうか。以下では、他国の空港の運営形態を所与として、1 国の空港の運営形態の選択について検討す

る。

空港の運営形態の組み合わせには、両国ともに民営の場合、 (P, P) 、一方が民営で他方が民営の場合、 (P, G) 、その逆の場合、 (G, P) 、両国ともに公営の場合、 (G, G) 、がある。両国間で空港周辺の環境負荷が対称である、つまり、 $n_1 = n_2 = n$ であると仮定し、それぞれの運営形態の組み合わせの下での配分を計算する。表 1 はそれぞれの運営形態の組み合わせごとに決まる i 国の着陸料、旅行者数、航空チケット価格を示している。また、表 2 は各運営形態の組み合わせごとに決まる i 国の消費者余剰、航空会社の利潤、空港の利潤、航空機騒音による環境負荷、社会的余剰を示したものである。以下では、他国の空港の運営形態を所与としたときに、自国にとって効率的な空港の運営形態を分析する。

4.2.1 他国の空港が民営である場合

他国の空港が民営であるとする。表 3 は、自国の空港が民営の場合と公営の場合の結果の比較である。限界外部費用の係数により $0 \leq n < 0.5$ と $0.5 \leq n \leq 2$ の場合に分けて分析する。

$0 \leq n < 0.5$ の場合を考えよう。4.1 において議論したように、この範囲においては、民営空港の独占的な価格設定が、空港運営の外部費用に比べて着陸料決定において支配的である。そのため、民営空港が設定する着陸料は公営空港よりも高い。航空会社は着陸料を旅行者に転嫁するので、民営空港においては、航空チケット価格が高くなり、公営空港よりも誘致できる旅行者が少なくなってしまう。この結果、消費者余剰と航空会社の利潤は民営空港の方が小さい。一方で、民営空港は利潤最大化を目的として着陸料を設定するので、空港の利潤は公営よりも大きい。また、民営空港の方が誘致できる旅客数が少ないので、騒音による環境負荷も公営よりも小さく抑えることができる。これらの効果を合わせると、社会的余剰は民営空港の方が公営空港よりも大きくできる。

次に、 $0.5 \leq n \leq 2$ の場合を考えよう。この範囲においては、民営空港の独占的な価格設定より空港運営による外部費用の方が着陸料設定における影響が大きい。このとき、公営空港は外部費用を内部化するため、民営よりも高い着陸料を設定する。航空会社は、この着陸料を航空チケット価格に転嫁するので、公営空港におけるチケット価格は高くなり、誘致できる旅客数は民営空港に比べて少なくなってしまう。したがって、消費者余剰と交通会社の利潤については、 $0 \leq n < 0.5$ の場合と逆の関係となる。一方で、高い着陸料設定により、公営空港の利潤は増加し、騒音による環境負荷は抑制される。これらの効果を合わせると、公営空港は民営空港よりも自国の社会的余剰を大きくできる。

まとめると、他国の空港が民営である場合、民営空港の独占的な価格設定の影響が相対的に大きければ、自国の空港も民営を選択することが望ましい。一方で、空港運営の外部費用

が相対的に大きいならば、自国は空港を公営化することが望ましい。

表 3 他国の空港が民営であるときの民営空港と公営空港の結果比較 ($i = j$)

n の区間	$0 \leq n < 0.5$	$0.5 < n \leq 2$
着陸料	$f_i(P, P) > f_i(G, P)$	$f_i(P, P) \leq f_i(G, P)$
旅客数	$q_i(P, P) < q_i(G, P)$	$q_i(P, P) \geq q_i(G, P)$
航空チケット価格	$p^j(P, P) > p^j(G, P)$	$p^j(P, P) \leq p^j(G, P)$
消費者余剰	$CS_i(P, P) < CS_i(G, P)$	$CS_i(P, P) \geq CS_i(G, P)$
航空会社の利潤	$\pi^j(P, P) < \pi^j(G, P)$	$\pi^j(P, P) \geq \pi^j(G, P)$
空港の利潤	$\Pi_i(P, P) > \Pi_i(G, P)$	$\Pi_i(P, P) \leq \Pi_i(G, P)$
外部費用	$ND_i(P, P) < ND_i(G, P)$	$ND_i(P, P) \geq ND_i(G, P)$
社会的余剰	$SW_i(P, P) > SW_i(G, P)$	$SW_i(P, P) \leq SW_i(G, P)$

4.2.2 他国の空港が公営である場合

他国の空港が公営であるとする。表 4 は、自国の空港を民営と公営で運営した場合の結果の比較である。他国の空港が民営である場合と同様、 $0 \leq n < 0.5$ では、 $SW_i(P, G) > SW_i(G, G)$ 、 $0.5 < n \leq 2$ では $SW_i(P, G) \leq SW_i(G, G)$ である。したがって、他国の空港が公営である場合でも、民営空港の独占価格の影響が支配的であれば、民営を選択し、外部費用の影響が支配的であれば公営を選択することが望ましい。4.2.1 での議論も合わせると、以下の命題が成立する。

命題 2

二国の空港周辺における環境負荷は対称的であるとする。他国の空港の運営形態を所与とした場合、自国の空港の最適運営形態は限界外部費用の係数, n , により場合分けができて、

- (i) $0 \leq n < 0.5$ ならば、他国の運営形態に関わらず、民営を選択することが望ましい。
- (ii) $n = 0.5$ ならば、他国の運営形態に関わらず、民営と公営は無差別である。
- (iii) $0.5 < n \leq 2$ ならば、他国の運営形態に関わらず、公営を選択することが望ましい。

命題 2 は民営空港に起因する市場の失敗の影響の相対的な大きさに応じて、自国の支配戦

略が変化することを示している。民営空港による独占価格の影響が支配的である場合、民営は公営の支配戦略となる。一方で、外部費用の影響が支配的である場合、公営は民営の支配戦略となる。それぞれが釣り合う場合、民営と公営は、無差別となる。

表 4 他国の空港が公営であるときの民営空港と公営空港の結果比較

n の区間	$0 \leq n < 0.5$	$0.5 < n \leq 2$
着陸料	$f_i(P, G) > f_i(G, G)$	$f_i(P, G) \leq f_i(G, G)$
旅客数	$q_i(P, G) < q_i(G, G)$	$q_i(P, G) \geq q_i(G, G)$
航空チケット価格	$p^j(P, G) > p^j(G, G)$	$p^j(P, G) \leq p^j(G, G)$
消費者余剰	$CS_i(P, G) < CS_i(G, G)$	$CS_i(P, G) \geq CS_i(G, G)$
航空会社の利潤	$\pi^j(P, G) < \pi^j(G, G)$	$\pi^j(P, G) \geq \pi^j(G, G)$
空港の利潤	$\Pi_i(P, G) > \Pi_i(G, G)$	$\Pi_i(P, G) \leq \Pi_i(G, G)$
外部費用	$ND_i(P, G) < ND_i(G, G)$	$ND_i(P, G) \geq ND_i(G, G)$
社会的余剰	$SW_i(P, G) > SW_i(G, G)$	$SW_i(P, G) \leq SW_i(G, G)$

5. 空港の運営形態の決定

空港の運営形態の決定について議論する。両国の政府は他国の空港の運営形態を所与として、自国の空港の運営形態を決定する。以上の議論を整理すると、命題 3 が成立する。

命題 3

二国の空港周辺における環境負荷は対称的であるとする。1 国と 2 国が空港の運営形態を同時に決定するとする。このとき、ナッシュ均衡は限界外部費用の係数, n , により場合分けができて、

- (i) $0 \leq n < 0.5$ ならば、両国ともに民営を選択することがナッシュ均衡である。このとき、 $SW_i(G, G) > SW_i(P, P)$ であり、両国が公営を選択する方が民営を選択するよりも社会的余剰は大きい。
- (ii) $n = 0.5$ ならば、どの運営形態の組み合わせにおいても社会的余剰は等しく、全ての組み合わせがナッシュ均衡である。

- (iii) $0.5 < n < \frac{1+3\sqrt{7}}{8}$ ならば、両国ともに公営を選択することがナッシュ均衡である。このとき、 $SW_i(P, P) > SW_i(G, G)$ であり、両国が民営を選択する方が、公営を選択するよりも社会的余剰は大きい。
- (iv) $\frac{1+3\sqrt{7}}{8} \leq n < 2$ ならば、両国ともに公営を選択することがナッシュ均衡である。このとき、両国の社会的余剰がナッシュ均衡よりも同時に大きくなる運営形態の組み合わせは存在しない。

証明

命題 2 が示すように、戦略間には支配関係が存在するので、(i)から(iv)の場合におけるナッシュ均衡は明らかである。以下では、均衡がパレート効率であるかを検討する。両国ともに民営である場合と公営である場合の社会的余剰の差は

$$SW_i(P, P) - SW_i(G, G) = \frac{8\alpha^2(1 - 3\sqrt{7} - 8n)(1 + 3\sqrt{7} - 8n)(1 - 2n)}{81(5 + 8n)^2}.$$

したがって、 $0 \leq n < 0.5$ において、 $SW_i(P, P) < SW_i(G, G)$ 、 $n = 0.5$ において、 $SW_i(P, P) = SW_i(G, G)$ 、 $0.5 < n < \frac{1+3\sqrt{7}}{8}$ において、 $SW_i(P, P) > SW_i(G, G)$ 、 $\frac{1+3\sqrt{7}}{8} \leq n \leq 2$ において、 $SW_i(P, P) \leq SW_i(G, G)$ である。（証明終わり）

命題 3 の解釈を示す。 $0 \leq n < 0.5$ においては、両国が空港を民営化することがナッシュ均衡である。この範囲においては、民営空港による独占的価格設定が空港運営の外部費用よりも着陸料決定において大きく働く。この場合、両国が空港を公営化すれば、より低い着陸料を設定でき、両国は社会的余剰を改善可能である。しかし、両国に空港を公営化する誘因は存在しない。これは両国の着陸料は戦略的代替関係にあるためである。他国が空港を公営化する場合、自国は民営化を維持すれば、他国よりも高い着陸料が設定でき、空港の利潤を増加させることができる。この結果、自国の社会的余剰も増加する。一方、自国の空港が公営化しても、他国が民営を維持すれば、空港の利潤が大きく減少するため、社会的余剰は減少する。このように、民営空港が公営空港を不利にする「搾取効果」が存在するため、両国は空港の公営化をできず、空港の運営形態の選択において囚人のジレンマが生じる。したがって、空港運営の外部不経済がある場合であっても、民営空港による独占価格の影響が支配的であれば、Mantin (2012) と Matsumura and Matsushima (2012) の主要な結果は維持される。

$n = 0.5$ において、民営空港の独占価格の影響と外部費用の影響が丁度釣り合っており、両国の政府にとって、民営と公営のいずれも無差別である。したがって、全ての運営形態の組み合わせがナッシュ均衡である。

$0.5 < n < \frac{1+3\sqrt{7}}{8}$ においては、両国が空港の公営化することがナッシュ均衡となる。しかし、この場合でも、両国が空港を民営化すれば社会的余剰を改善可能である。この範囲では、空港運営の外部費用の影響が支配的であり、公営空港は民営空港よりも高い着陸料を設定する。両国が空港を民営化すれば、着陸料を低く抑え、旅行者誘致を増やすことができたため、社会的余剰を改善できる。しかし、両国に公営から民営に変更する誘因は存在しない。他国が空港を民営化し、自国は公営を維持すると、他国よりも高い着陸料設定により自国の空港利潤が増加し、結果的に社会的余剰も大きくできる。一方、自国が空港を民営化しても他国が公営を維持すれば、空港利潤が大きく損なわれ、社会的余剰が減少してしまう。このような民営空港が公営空港から搾取される構造が存在するため、両国とも民営を選択することができず、この場合でも囚人のジレンマが生じる。

$\frac{1+3\sqrt{7}}{8} \leq n < 2$ においても、両国が空港を公営化することがナッシュ均衡である。この場合、両国が同時に空港を民営化しても、社会的余剰は改善されない。

6. 結論

本論は、二国間の航空ネットワークのモデルに、空港周辺の環境負荷による外部不経済を導入し、空港の運営形態の選択による国家間競争を分析した。主な結果は以下の通りである。第一に、民営空港が設定する着陸料は、限界外部費用の係数によって、公営空港より高くも低くもなりうる。係数が小さい場合には独占的価格設定の影響が支配的となり、民営空港の着陸料は過大となる。一方で、係数が大きい場合には、外部不経済の影響が支配的であり、民営空港の着陸料は過少となる。

第二に、両国の環境負荷が対称であるとき、効率的な運営形態も限界外部費用の係数により決定される。他空港の運営形態に関わらず、係数が小さいときは民営化が、係数が大きいときは公営が望ましい。

第三に、両国が空港の運営形態の同時選択する場合、ナッシュ均衡は独占的な価格設定と外部費用の相対的な大きさに依存する。独占的価格設定が支配的である場合、両国が民営化することが均衡となる。しかし、この均衡は両国が公営化する組み合わせにパレート支配されている。一方で、外部費用の影響が支配的である場合、両国が公営化することが均衡となる。この均衡も社会的に効率的とは限らず、限界外部費用の係数によっては、両国が民営化

に移行することで、社会的余剰が改善されうる。この空港公営化における囚人のジレンマ構造を明らかにした点が本論の貢献である。

以上の結果は、両国の着陸料が戦略的代替関係にあることから生じている。この関係の下では、一方の空港が着陸料を引き下げると、もう一方は引き上げることで他空港の利潤を「搾取」できる。そのため、民営空港の独占的価格設定が問題であるにも関わらず民営化が望ましい場合や、外部費用の内部化を目的とした公営化がかえって過大な料金設定を招く場合が生じる。このことは、国際的な航空ネットワークにおいては、航空政策や環境政策が相互依存するため、一国単独では最適政策を選択できず、国際的に協調した枠組みの重要性が示唆される。

最後に、本論の課題を示す。本論では両国の環境負荷が対称の場合のみを分析した。しかし、実際には、空港周辺における住宅の分布や環境負荷への受容度は国や地域により異なると考えられる。そのため、限界外部費用の係数が非対称の場合を分析するにより、より現実的な政策設計に向けた知見を得ることが可能である。しかし、これは今後の課題とする。

参考文献

- Basso, L. J. (2008), “Airport deregulation: Effects on pricing and capacity”, *International Journal of Industrial Organization*, vol. 26, pp. 1015-1031.
- Basso, L. J. and Zhang, A. (2008), “Congestible facility rivalry in vertical structures”, *Journal of Urban Economics*, vol.61, no.2, pp.218-237.
- Brandt, S. and Maennig, W. (2011), “Road noise exposure and residential property prices: Evidence from Hamburg”, *Transportation Research Part D*, vol.16, pp.23-30.
- Graham, A. (2011), “The objectives and outcomes of airport privatization”, *Research in Transportation Business & Management*, vol.1, pp.3-14.
- Kato, K. (2006), “Can allowing to trade permits enhance welfare in mixed oligopoly?”, *Journal of Economics*, vol.88, no.3, pp.263-283.
- Kato, K. (2011), “Emission quota versus emission tax in a mixed duopoly”, *Environmental Economics and Policy Studies*, vol.10, pp.13-63.
- Kawasaki, A. (2017), “Airport privatization competition including domestic airline markets”, *Review of Urban & Regional Development Studies*, vol.29, no.1, pp.2-17.
- Lin, M. H. (2013), “Airport privatization in congested hub-spoke networks”, *Transportation Research Part B*, vol.54, pp.51-67.
- Lin, M. H. and Mantin, B. (2015), “Airport privatization in international inter-hub and spoke networks”, *Economics of Transportation*, vol.4, pp.189-199.

- Mantin, B. (2012), “Airport complementarity: Private vs. government ownership welfare gravitation”, *Transportation Research Part B*, vol.46, pp.381-388.
- Matsumura, T. and Matsushima, N. (2012), “Airport privatization and international competition”, *The Japanese Economic Review*, vol.63, no.4, pp.431-450.
- Matsushima, N and Takauchi, K. (2014), “Port privatization in an international oligopoly”, *Transportation Research Part B*, vol. 67, pp. 382-397.
- Naito, T and Ogawa, H. (2009), “Direct versus indirect environmental regulation in a partially privatized mixed duopoly”, *Environmental Economics and Policy Studies*, vol.10, pp.87-100.
- Oum, T. H., Adler, N. and Yu, C. (2006), “Privatization, corporatization, ownership forms and their effects on the performance of the world’s major airports”, *Journal of Air Transport Management*, vol.12, pp.109-121.
- Pal, R. and Saha, B. (2015), “Pollution tax, partial privatization and environment”, *Resource and Energy Economics*, vol.40, pp.19-35.
- Thanos, S., Bristow, A. L. and Wardman, M. R. (2014), “Residential sorting and environmental externalities: The case of nonlinearities and stigma in aviation noise values”, *Journal of Regional Science*, vol. 55, no. 3, 468-490.