

航空ネットワークを考慮した ハブ空港ストックへの投資戦略に関する研究

坂井 啓一¹・石倉 智樹²

¹学生会員 東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail:sakai@trip.t.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学大学院特任准教授 工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail: ishikura@csur.t.u-tokyo.ac.jp

本研究では三カ国、三空港を想定し、それらを結ぶ二航空会社による寡占航空市場と空港資本ストックの増加による費用逓減効果を表現した航空ネットワークモデルを構築し、そのうちの二か国間の国際ハブ空港へ投資競争に着目し、国全体の総余剰が最大化するという考えの下、ゲーム理論の観点から安定戦略を用いた各国の空港資本への投資行動モデルを提案する。そして投資によって空港資本ストックが増加することに伴う便益と、投資を行うことによる費用のバランスを利得として表現し、期待利得をより増加させる選択肢をとるという簡便なゲームを行うことで、社会的僧余情を最大化を実現するための空港投資行動を表現するとともに、その結果としての各国の空港資本ストックと社会的総余剰の推移を算出した。

Key Words : aviation network, oligopoly, air port, investment, net social benefit, game theory

1. はじめに

日本の国際空港整備についてみると、羽田空港をはじめ拠点空港の整備とその拡張のための投資が続けられてきた。そして現在も国際競争力を向上させるべく、その努力が続けられている。空港のハブ化に伴い、航空便の乗り入れ数や旅客数の増加が見込まれ、利用客の消費者余剰の増加や航空会社の生産者余剰の増加などの利点がある。一方で昨今では韓国や中国等の海外空港のハブ化に伴い、これらの空港を経由することで、日本人旅行者が安く航空便を利用することが可能になってきており、他国の空港投資は航空ネットワークを通して少なからず自国に便益をもたらすことが分かる。また、自国の国民にとっては投資費用の節約が可能になるとともに、このことによって、その国の政府支出を節約でき、その分を別の公共サービスの支出に割り当てることが可能になる。これらのことから、空港投資をする場合もそうでない場合にもそれぞれの利点と欠点が存在し、これらの両面を考慮した国際空港の整備方針を考えることができる。

航空ネットワークに関する既存研究は主なものとして以下のものが挙げられる。Brueckner and Spiller¹⁾では寡占航空市場の下で、数種類のハブ&スポーク型ネットワークの配便モデルを用いて、パラメータの大きさの違いによって、独占市場か競争市場かが分かれることを示した。また大橋²⁾では政府・航空会社・旅客の行動で航空市場

を記述し、市場均衡解を数値分析により導出し、旅客の一般化費用の条件によるハブ&スポーク型ネットワークの形成の可能性を示すとともに、空港ごとに個別の使用料を設定することの効果についての分析を行った。

これらのように既存の費用便益分析による空港整備や航空ネットワークを扱った研究では、航空会社間の競争を考慮したものや、空港利用者である消費者や航空会社の便益に着目した研究例が多く見られるが、一方で、空港整備主体の観点での便益や複数国間での投資競争を表現した研究は、筆者の知る限り見当たらない。

そこで本研究では、空港資本ストックの増加による費用逓減効果を表現した航空ネットワークモデルを用いて、国全体の総余剰が最大化するという考えの下、ゲーム理論を用いて期待利得増加の観点から、各国の空港資本への投資行動モデルを提案する。そして投資によって空港資本ストックが増加することに伴う便益と、投資を行うことによる費用のバランスを考慮した空港投資戦略の結果としての空港資本ストックの推移を算出する。

社会資本ストック整備に関してゲーム論的手法を適用した研究例としては谷下³⁾がある。住民参加の観点から、計画策定手続きの市民参加を意思決定権限の参加配分問題ととらえ、利得を社会資本整備水準と努力水準の関数として利得表を作成し、区域全体の総利得が最大化するという観点から分析を行った。本研究も利得表が可変である点で類似しているが、ゲームを繰り返す点では異

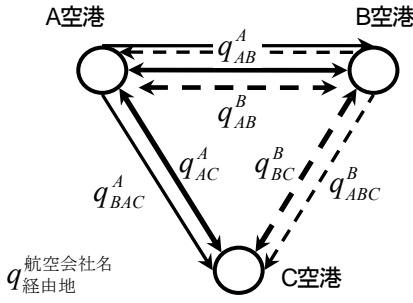


図-1 想定する航空ネットワーク

なっている。

2. 航空ネットワークモデル

(1) 想定する社会状況

このモデルで想定する社会状況としては、同一の市場構造を持つ2国において空港と航空会社が存在し、両国ともに自国空港から相手国と第三国への直行便と経由便が運航されている状況である。そして旅客は自国、他国問わずいずれの航空会社・空港も利用できる。また、空港施設の拡張や滑走路の整備などの空港への投資が、空港の発着能力の向上、費用低下をもたらし、結果的に各路線の旅客数の増加や運賃の低減が起こる状況を表す。

(2) モデル化

本研究で使用するモデルは、2国間ないし3国間輸送を考慮し、3か国、3空港、2航空会社、6路線を仮定し、各航空路線の市場はCournot市場（寡占市場）を仮定する。航空会社はA国、B国に1社ずつの2社のみ仮定する。また、航空会社AについてAB間、BC間（A経由）、CA間の旅客需要量をそれぞれ q_{AB}^A 、 q_{BC}^A 、 q_{AC}^A 、航空会社BについてAB間、BC間、CA間（B経由）の旅客需要量をそれぞれ q_{AB}^B 、 q_{BC}^B 、 q_{AC}^B とおく。なお、本モデルでは複数航空会社間の乗り継ぎについては考慮しない。

本研究ではBrueckner and Spiller¹⁾と同様に、地点*i*、*j*間の逆需要関数 p_{ij} が式(1)のように定義されると仮定する。航空会社A、Bの利潤関数はそれぞれ、式(2)、(3)のようにかける。

$$p_{ij} = \alpha_{ij} - \sum_{* = A, B} \frac{q_{i \dots j}^*}{2} \quad (\alpha_{ij} : \text{定数}) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Pi^A = & (\alpha_{AB} - \frac{q_{AB}^A}{2} - \frac{q_{AB}^B}{2}) \cdot q_{AB}^A + (\alpha_{AC} - \frac{q_{AC}^A}{2} - \frac{q_{AC}^B}{2}) \cdot q_{AC}^A + (\alpha_{BC} - \frac{q_{BC}^A}{2} - \frac{q_{BC}^B}{2}) \cdot q_{BC}^A \\ & - \alpha_{AB}^A - b_{BA}^A \cdot (q_{AB}^A + q_{BC}^A) - \alpha_{AC}^A - b_{AC}^A \cdot (q_{AC}^A + q_{BC}^A) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\Pi^B = (\alpha_{AB} - \frac{q_{AB}^A}{2} - \frac{q_{AB}^B}{2}) \cdot q_{AB}^B + (\alpha_{BC} - \frac{q_{BC}^A}{2} - \frac{q_{BC}^B}{2}) \cdot q_{BC}^B + (\alpha_{AC} - \frac{q_{AC}^A}{2} - \frac{q_{AC}^B}{2}) \cdot q_{AC}^B$$

$$- \alpha_{BA}^B - b_{BA}^B \cdot (q_{AB}^B + q_{BC}^B) - \alpha_{BC}^B - b_{BC}^B \cdot (q_{BC}^B + q_{AC}^B) \quad (3)$$

市場が均衡している状態では、式(2)、(3)の1階条件が成立していることから、各旅客需要量は以下のように求まる。

$$\begin{pmatrix} q_{AB}^A \\ q_{AB}^B \\ q_{AC}^A \\ q_{BC}^A \\ q_{BC}^B \\ q_{AC}^B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4/3 & 0 & 0 & -2/3 & 0 & 0 \\ -2/3 & 0 & 0 & 4/3 & 0 & 0 \\ 0 & 4/3 & 0 & 0 & 0 & -2/3 \\ 0 & -2/3 & 0 & 0 & 0 & 4/3 \\ 0 & 0 & 4/3 & 0 & -2/3 & 0 \\ 0 & 0 & -2/3 & 0 & 4/3 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_{AB} - b_{AB}^A \\ \alpha_{AC} - b_{AC}^A \\ \alpha_{BC} - b_{AB}^A - b_{AC}^A \\ \alpha_{AB} - b_{AB}^B \\ \alpha_{BC} - b_{BC}^B \\ \alpha_{AC} - b_{AB}^B - b_{BC}^B \end{pmatrix} \quad (4)$$

また、空港ストックが増加すればするほど航空会社の乗り入れが増加するという状況を表現するため、各航空路線の限界費用は、各空港ストックに関する減少関数であると仮定する。

$$\frac{\partial}{\partial K_i} b_i^*(K_i) < 0 \quad (i=A, B) \quad (5)$$

なお本モデルでは空港投資を行うのはA国、B国のみで、C国の空港資本ストック量は考慮しないと仮定する。

(3) 利得

本モデルでは、自国民の航空利用に伴う消費者余剰と自国航空会社の航空市場での生産者余剰の合計である社会的総余剰を算出し、次期の余剰の割引現在価値から当期の投資費用を差し引いたものを各国の利得とする。

式(1)~(4)より、消費者余剰CS、生産者余剰PSをA国、B国それぞれについて求めると、以下の通り求まる。

$$(\text{消費者余剰}) = \int_0^{q^*} p(q) dq - p(q^*)q^* = \frac{1}{4}q_{12}^i{}^2 + \frac{1}{2}q_{12}^i q_{12}^j \quad (6)$$

$$(\text{生産者余剰}) = \int_0^{q^*} (p(q^*) - MC) dq = (p(q^*) - b)q^* \quad (7)$$

$$CS^A = \frac{1}{4}q_{AB}^A{}^2 + \frac{1}{2}q_{AB}^A q_{AB}^B + \frac{1}{4}q_{AC}^A{}^2 + q_{AC}^A q_{BC}^B + \frac{1}{4}q_{BC}^B{}^2 \quad (8)$$

$$PS^A = \frac{1}{2}q_{AB}^A{}^2 + \frac{1}{2}q_{AC}^A{}^2 + \frac{1}{2}q_{BC}^A{}^2 \quad (9)$$

$$CS^B = \frac{1}{4}q_{AB}^B{}^2 + \frac{1}{2}q_{AB}^B q_{AB}^A + \frac{1}{4}q_{BC}^B{}^2 + q_{BC}^B q_{AC}^A + \frac{1}{4}q_{AC}^A{}^2 \quad (10)$$

$$PS^B = \frac{1}{2}q_{AB}^B{}^2 + \frac{1}{2}q_{BC}^B{}^2 + \frac{1}{2}q_{AC}^B{}^2 \quad (11)$$

よって社会的総余剰Wは消費者余剰CS、生産者余剰PSの和より、以下の通り求まる。

$$W^A = \frac{3}{4}q_{AB}^A{}^2 + \frac{3}{4}q_{AC}^A{}^2 + \frac{1}{2}q_{BC}^A{}^2 + \frac{1}{4}q_{BC}^B{}^2 + \frac{1}{2}q_{AB}^A q_{AB}^B + q_{AC}^A q_{BC}^B \quad (12)$$

$$W^B = \frac{3}{4}q_{AB}^B{}^2 + \frac{3}{4}q_{BC}^B{}^2 + \frac{1}{2}q_{AC}^B{}^2 + \frac{1}{4}q_{BC}^A{}^2 + \frac{1}{2}q_{AB}^B q_{AB}^A + q_{BC}^B q_{AC}^A \quad (13)$$

表-1 各国の戦略と対応する利得表

A国\B国	投資する	しない
投資する	$-I_i^A + \beta W^A(K_i^A + I_i^A, K_i^B + I_i^B)$ $-I_i^B + \beta W^B(K_i^A + I_i^A, K_i^B + I_i^B)$	$-I_i^A + \beta W^A(K_i^A + I_i^A, K_i^B)$ $\beta W^B(K_i^A + I_i^A, K_i^B)$
しない	$\beta W^A(K_i^A, K_i^B + I_i^B)$ $-I_i^B + \beta W^B(K_i^A, K_i^B + I_i^B)$	$\beta W^A(K_i^A, K_i^B)$ $\beta W^B(K_i^A, K_i^B)$

以上の式から、(14)式のように利得を定義する。

$$-I_i + \beta W_i^i(K_i^i + I_i^i) \quad (i = A, B) \quad (14)$$

なお割引率を β とする。今回の利得は当期の投資による一時的な損失と来期での効果のバランスのみを考慮したが、これはネットワーク性を持つ市場の動向を無限視野まで見通せるような完全予見が実質的には困難であるとともに、有限期間での効果を考慮することが現実的であると考えられるからである。

利得の組合せは、各国の投資行動によって2つの場合が想定され、2カ国間で投資競争を行う場合には、利得の組み合わせは表-1のように4通りに表すことができる。

3. 投資行動モデルについて

(1) 各期における最適戦略の導出

本研究においては投資を行うことで各期の利得が変化する。与えられた利得表に応じて最適な戦略を順次とるために、以下では与えられた利得表に対し、期待利得の高い方の戦略を採用することで最適戦略が選択されるとする。

まずA国について着目する。B国が投資する確率を y ($0 \leq y \leq 1$)とおくとき利得表を表-2のように表すと、投資するときの期待値としないときの期待値はそれぞれ以下のように表すことができる。

$$u_A^w = ay + b(1-y) \quad (15)$$

$$u_A^{wo} = cy + d(1-y) \quad (16)$$

また、

$$\Delta u_A = u_A^w - u_A^{wo} = (a-b-c+d)y + (b-d) \quad (17)$$

とおくと、 Δu_A の大きさによってA国が投資する確率 x ($0 \leq x \leq 1$)を判定することが可能になる。 $\Delta u_A > 0$ のとき、 $u_A^w > u_A^{wo}$ より、投資する方の期待値が大きく、 x を増加させることが期待利得の上昇につながる。一方 $\Delta u_A < 0$ のとき、 $u_A^w < u_A^{wo}$ より投資しない方の期待値が大きく、 x を減少させた方が期待利得の上昇につながる。ここでは、単純に Δu_A に応じて次期の投資戦略を純粋戦略として決定する、すなわち $x=1$ あるいは $x=0$ を選択することと仮定した。また、 $\Delta u_A = 0$ のときは $u_A^w = u_A^{wo}$ より、選択確率 x に関

表-2 利得表

A国\B国	投資する(w) 確率 y	しない(wo) 確率 $1-y$
投資する(w) 確率 x	ae	bg
しない(wo) 確率 $1-x$	cf	dh

表-3 利得表の場合ごとの最適なA国の戦略

$a-b-c+d$	$y-\lambda_i$	x
+	+	1
+	0	$[0 \leq x \leq 1]$
+	-	0
-	+	0
-	0	$[0 \leq x \leq 1]$
-	-	1

$a-b-c+d$	bd	x
0	+	1
0	0	$[0 \leq x \leq 1]$
0	-	0

わらず期待利得の変化はなく、 x の変化はないとする。

(a) $(a-b-c+d)=0$ のとき

$$\Delta u_A = (b-d) \quad (18)$$

$b-d > 0$ のとき、常に $\Delta u_A > 0$ なので、 $x=1$ 。

$b-d = 0$ のとき、常に $\Delta u_A = 0$ なので、前期から変化せず。

$b-d < 0$ のとき、常に $\Delta u_A < 0$ なので、 $x=0$ 。

(b) $(a-b-c+d) > 0$ のとき

$$\Delta u_A = (a-b-c+d)(y-\lambda_1), \text{ただし } \lambda_1 = \frac{d-b}{a-b-c+d} \quad (19)$$

$y-\lambda_1 > 0$ のとき、常に $\Delta u_A > 0$ なので、 $x=1$ 。

$y-\lambda_1 = 0$ のとき、常に $\Delta u_A = 0$ なので前期から変化せず。

$y-\lambda_1 < 0$ のとき、常に $\Delta u_A < 0$ なので、 $x=0$ 。

λ_1 は利得表に対して一意に決まる定数で、相手国の戦略選択確率に関する自国の戦略選択確率の閾値とも呼ぶことができる。

(c) $(a-b-c+d) < 0$ のとき

$$\Delta u_A = (a-b-c+d)(y-\lambda_1), \text{ただし } \lambda_1 = \frac{d-b}{a-b-c+d} \quad (20)$$

$y-\lambda_1 > 0$ のとき、常に $\Delta u_A < 0$ なので、 $x=0$ 。

$y-\lambda_1 = 0$ のとき、常に $\Delta u_A = 0$ なので前期から変化せず。

$y-\lambda_1 < 0$ のとき、常に $\Delta u_A > 0$ なので、 $x=1$ 。

以上の場合分けをまとめると、表-3のようになる。

B国についても同様に y の条件を算出できる。

(2) 相手国の選択確率 y の算定方法

(1)から分かるように、A国の戦略選択の閾値に関して、相手の戦略選択確率 y (B国にとってはA国の選択確率で

表-4 外生変数一覧

外生変数	外生変数の説明
α_{AB}	路線 AB 間の需要関数の切片
α_{AC}	路線 AC 間の需要関数の切片
α_{BC}	路線 BC 間の需要関数の切片
a_{AB}^A	A 国航空会社の路線 AB 間の固定費用
a_{AC}^A	A 国航空会社の路線 AC 間の固定費用
a_{AB}^B	B 国航空会社の路線 AB 間の固定費用
a_{AC}^B	B 国航空会社の路線 AC 間の固定費用
I^A	A 国の港湾投資額
I^B	B 国の港湾投資額
K^A_0	A 国の初期港湾ストック
K^B_0	B 国の初期港湾ストック
β	割引因子
k_A	A 国の相手の選択履歴の参照期間
k_B	B 国の相手の選択履歴の参照期間

表-5 ケース1の設定外生変数

外生変数	値
α_{AB}	15
α_{AC}	10
α_{BC}	10
a_{AB}^A	2
a_{AC}^A	1.5
a_{AB}^B	2
a_{AC}^B	1.5
I^A	各期 K^A_t の 10%
I^B	各期 K^B_t の 10%
K^A_0	1
K^B_0	1
β	0.8
k_A	5
k_B	5

ある x) の情報が必要になる。しかしながら現実世界では相手の選択確率の情報を正確に把握することは事実上困難である。そこで本研究では、相手国の戦略選択確率を式(21)のように直近の数年間の投資履歴から推測し y を算出するものと仮定する。

$$y_h = \frac{(\text{当該戦略の選択回数})}{(\text{戦略を見直した回数 [可変]})} \quad (21)$$

4. シミュレーション

(1) 設定

本モデルでの外生変数は表-4に挙げた通りである。以下のシミュレーションでは想定した状況に合致するよう外生変数を選択する。

また、航空市場の路線の可変費用 $b(K_A, K_B)$ は、式(5)を満たすように以下のおく。

$$b_{AB}^A(K_A, K_B) = b_{AB}^B(K_A, K_B) = 1 + \frac{10}{K_A + K_B} \quad (22)$$

$$b_{AC}^A(K_A, K_B) = 1.2 + \frac{10}{2K_A + K_B} \quad (23)$$

$$b_{BC}^B(K_A, K_B) = 1.2 + \frac{10}{K_A + 2K_B} \quad (24)$$

(2) ケース1

ここではA国とB国の市場規模、初期空港資本ストックを同じ値に設定し、両国が同程度の経済規模である場合を想定した。

図-6の計算結果から、両国ともに同じタイミングで投

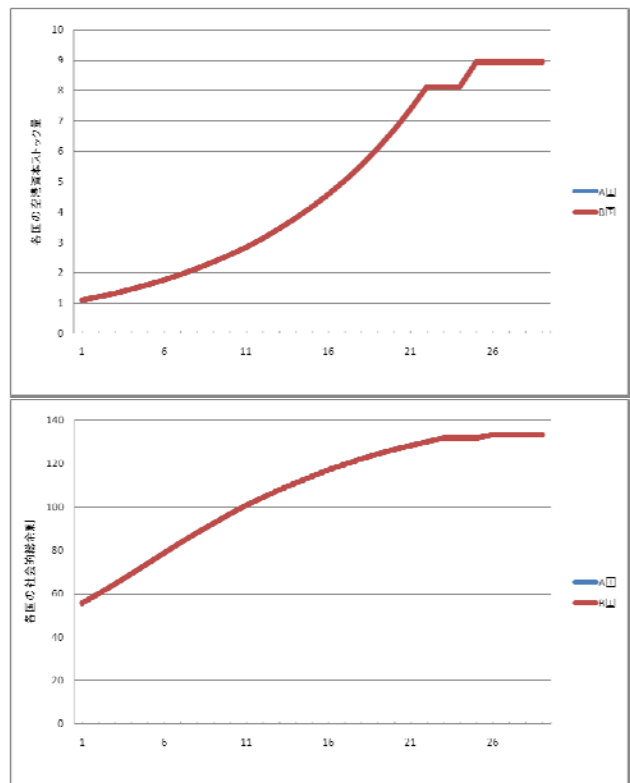


図-6 ケース1の計算結果

資を行い、空港資本ストックと社会的総余剰の変動は両者で同じ動きとなった。また、はじめの21期間は連続して投資が行われたものの、それ以降は投資をしない期間と投資を再開する期間を挟んだ後、再び投資をしない期間となった。また、この時両国ともに社会的総余剰は極大となっていると考えられる。

(3) ケース2

ここではA国がB国に比べて、航空市場規模が大きく、初期資本ストックが大きい場合、言い換えればA国が先進国、B国が新興国である場合を想定した。外生変数は

表-7 ケース2の設定外生変数

外生変数	値
α_{AB}	15
α_{AC}	12
α_{BC}	8
d_{AB}^A	2
d_{AC}^A	1.5
d_{AB}^B	2
d_{AC}^B	1.5
I^A	各期 K^A の 10%
I^B	各期 K^B の 10%
K^A_0	2
K^B_0	1
β	0.8
k_A	5
k_B	5

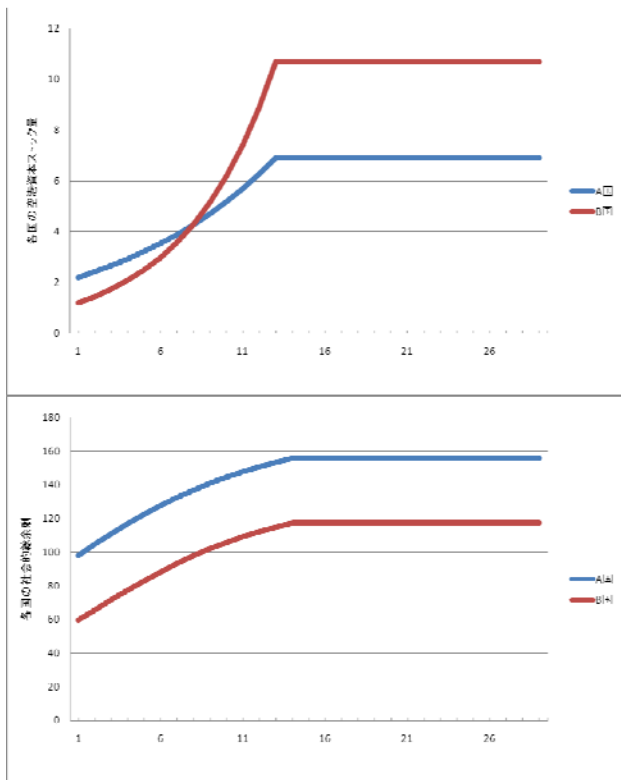


図-8 ケース2の計算結果

表-7に挙げた通りの設定である。

図-8の計算結果から、A国、B国ともに、前半は投資を続け、第13期において同じタイミングで投資を止めた。以降は両国ともに、投資をしない戦略をとり続けた。A国は8期まではB国よりも空港資本ストックが上回っていたが、8期以降はB国のストック量が上回った。一方、社会的総余剰についてはA国が抜かれることはなかった。これはA国に乗り入れる航空便の市場規模が大きく、そのため消費者余剰がB国よりも大きかったためだと考えられる。言い換えれば、A国にとっては自国で港湾の拡張を急ぐこと以外に、B国に拡張をさせることによって

表-9 ケース3の設定外生変数

外生変数	値
α_{AB}	15
α_{AC}	10
α_{BC}	10
d_{AB}^A	2
d_{AC}^A	1.5
d_{AB}^B	2
d_{AC}^B	1.5
I^A	各期 K^A の 30%を上限にランダム
I^B	各期 K^B の 30%を上限にランダム
K^A_0	1
K^B_0	1
B	0.5
k_A	5
k_B	5

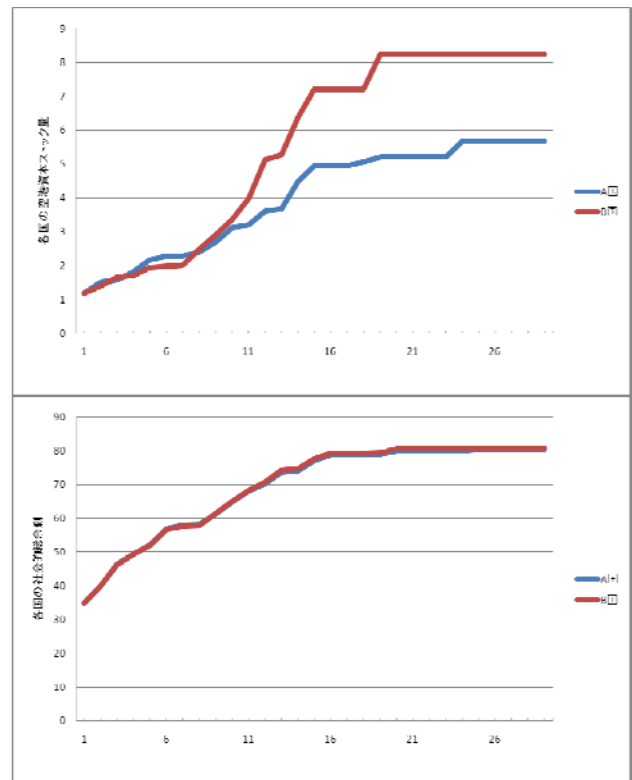


図-10 ケース3の計算結果

も、自国の社会的総余剰を増加させる効果が表れているといえる。

(4) ケース3

ここではA国とB国の初期資本ストック量と航空市場の規模を同じにして、投資額はどちらも当期資本ストックの30%を上限にランダムに行うこととした。このケースでは世論の変化によって年度内で予算の節約が図られたり、巨大災害によって他の支出が増加したために空港投資額が変動した場合を想定している。

図-10の計算結果から、社会的総余剰の値は両国で同

じような動きとなっていることが分かる。空港資本ストックについても前半では似たような動きがみられるが、第10期以降はA国とB国でストック量に大きな開きがみられるようになった。また、投資を中止する時期は両国との間で5年程度ずれている。これはA国がB国に比べてストック量に引けを取っており、それを埋めるために、B国が投資を止めた後もA国は投資をしたことの表れと考えられる。

5. まとめ

本研究では、空港資本ストックの増加による費用逓減効果を表した航空ネットワークモデルを用いて、国全体の総余剰が最大化するという考えの下、ゲーム理論の観点から安定戦略(SS)を用いた各国の空港資本への投資行動モデルを提案した。そして投資によって空港資本ストックが増加することに伴う便益と、投資を行うことによる費用のバランスを考慮した空港投資戦略の結果としての空港資本ストックの推移を算出した。

一方で本研究の課題としては以下の点が挙げられる。まず航空ネットワークモデルの緻密さが低い点が挙げられる。今回は簡単のため線形の需要関数で表される寡占市場モデルを用いたが、現実の航空ネットワークで想定される経路や航空会社の選択確率など多くの要因が捨象されている。また、今回は二つの国と二つの航空会社を対象とした簡便なモデルであるが、今後は複数国、複数航空会社を扱うことのできる緻密なモデルを用いていきたい。更に今回のモデルでは資本ストックの減耗を考慮していないため、投資の効果を過大評価してしまっている可能性もあるので、この点についても今後改良の余地がある。最後にゲームの適用方法として、期待利得の大

きい方を常に選び続けるという方式を採用したが、他のアルゴリズムはまだ試してはいない。例えば進化ゲームにおける進化的安定戦略の適用可能か検討を進めている。

参考文献

- 1) Jan K. Brueckner, Nichola J.Dyer and Pablo T Spiller: Fare determination in airline hub-and-spokes networks, Rand Journal of Economics, Vol.23, No.3 , pp.309-333, 1992
- 2) 大橋忠弘, 安藤朝夫: 航空市場でのハブ・スポークネットワーク形成と空港使用料政策に関する研究, 土木学会論文集 No.611/IV-42, pp.33-44, 1999
- 3) 谷下雅義: 社会資本整備の計画策定手続における市民参加航空市場でのハブ・スポークネットワーク形成と空港使用料政策に関する研究, 土木学会論文集 No.681/IV-52, pp.37-49, 2001
- 4) Jan K. Brueckner, Nichola J.Dyer and Pablo T Spiller: Fare determination in airline hub-and-spokes networks, Rand Journal of Economics, Vol.23, No.3, pp.309-333, 1992
- 5) Anming Zhang: An Analysis of Fortress Hubs in Airline Networks, Journal of Transport Economics and Policy, pp.293-307, 1996
- 6) 小森俊文, 上田孝行, 宮城俊彦, 森杉壽芳: 規模の経済性を持つ交通ネットワークの便益帰着分析, 土木計画学会研究・論文集, No.15, pp.205-215, 1998
- 7) 国土交通省 国土交通政策研究所: 政策効果の分析システムに関する研究 ―国内航空分野における規制緩和及び航空ネットワーク拡充に関する分析―, 国土交通政策研究第13号, 2002
- 8) 大浦宏邦: 社会科学者のための進化ゲーム理論, 勁草書房, 2008
- 9) 赤井伸郎: 交通インフラとガバナンスの経済学, 有斐閣, 2010
- 10) 杉山武彦: 交通市場と社会資本の経済学, 有斐閣, 2010

STRATEGIC HUB AIRPORT INVESTMENT CONSIDERING INTERNATIONAL AVIATION NETWORK

Keiichi SAKAI and Tomoki ISHIKURA

In this paper, we made a framework on investment in the capital stock of air port facilities. We set an aviation net work model with 3 countries, 3 air ports, 2airlines with oligopoly, and use a game theory which draws the mechanism of competition between two countries of investment at the view point of the maximization of the net social benefit for each country.

In this game, we consider the balance between two benefits, one is that which occurs when the stock of air port facilities increased, and the other is that of saving of investment, and we define the revenue of this game as the difference between these benefits. Then we draw the mechanism of the action of investment in air port facilities in order to maximize their revenue at each period, and calculate the stock of airport facilities and net social benefit of each country.