

エアライン間の競争を考慮した国際航空政策の評価に関する研究*

A Study on the Evaluation of International Aviation policy considering Airline Competition

屋井 鉄雄** 高田 和幸*** 一ノ瀬 広樹****

by Tetsuo YAI, Kazuyuki TAKADA and Hiroki ICHINOSE

1. はじめに

今日国際航空市場においては FFP (フリークエント・フライヤー・プログラム) などの顧客獲得競争が激しさを増しているが、なかでもエアライン間の提携は企業の生き残りをかけた重要な戦略と位置づけられている。これは提携によるメリットが機材や乗務員の効率的活用によるコストの削減に寄与するばかりでなく、コードシェアリングによるネットワークの拡大や乗り継ぎ利便性の向上により新規の旅客を獲得できるためである。

よって将来の国際航空ネットワーク構成は提携関係により大きく変化することも予想され、今後の国際航空政策のあり方を考える上で、提携の影響を定量的に把握する必要性も高まるものと考えられる。

本研究では協力ゲームとしてエアライン間の提携問題を扱い、提携成立までのプロセスを考案する。また提携状態を含め競争市場の状態が確定した後、企業の行動規範を利潤最大化と設定した際に生じ得るネットワーク形態をシミュレーションにより求め評価する。その際、空港容量、着陸料・施設使用料、およびオープンスカイなどの外的要因がネットワーク構成にどう影響を及ぼすのかを考察する。

2. 各主体の行動

本研究で取り扱う各主体の行動をそれぞれ説明する。

(1) 旅客の行動

本研究で対象とした旅客の行動はエアライン選択行動である。旅客は目的地を決定後、効用が最大となるエアラインを利用するものと仮定する。エアライン選択における効用は以下の式(1)で示される線形型の効用関数で表せることとし、ロジットモデルにより選択確率を算出する。

$$V_{ij} = \sum_k \beta_{ik} \cdot X_{jk} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

V_{ij} : i国籍旅客の経路jに対する効用

β_{ik} : i国籍旅客のサービス要素kに対するパラメータ

X_{jk} : 経路jのサービス要素kの特性値

ε_{ij} : 誤差項

パラメータ(β)は、1996年10月に成田空港において実施した「国際周遊調査¹⁾」を用いて推定した。推定結果を表1に示す。ただし日本人のパラメータについては、当調査が日本人を被験者としていないため推定できなかった。そのためアメリカ国籍旅客のパラメータを代用することとした。

(2) エアラインの行動

エアラインは他のエアラインと提携するか否かの意思決定を行う。また提携するとすればどのエアラインと提携するかを判断する。意思の決定基準は利潤とし、提携することにより利潤が最大となるエアラインを提携相手の候補とする。

提携の行動成立までのプロセスのフローを図1、企業の利潤算出までのフローを図2に示す。

利潤関数は以下の式(2)により算出される。

$$\begin{aligned} \pi_i &= \pi_i(F_i, F_i) \\ &= R_i(F_i, F_i) - C(F_i) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで収入関数 $R(F_i, F_i)$ は、

$$R(F_i, F_i) = \sum_o \sum_d T_{od} \cdot P_{od}^i(F_i, F_i) \cdot Fa_{od}^i \quad (3)$$

$$s.t. \quad P_{od}^i(F_i, F_i) = \frac{\exp(V_i(F_i, F_i))}{\sum_{j=1}^J \exp(V_j(F_i, F_i))}$$

*キーワード: 国際航空, エアライン提携

**正会員(工博) 東京工業大学工学部土木工学科
〒152-8552 目黒区大岡山2-12-1
TEL: 03-5734-2695, FAX: 03-5734-3578

***正会員(工修) 東京工業大学工学部土木工学科

****正会員(工修) ハザマ

コスト関数 $C(F_i)$ は,

$$C(F_i) = \sum_D \sum_O F_i \cdot AC_{OD}^i \cdot T_{OD}^i \quad (4)$$

F_i : i社の各路線における運行頻度
 F_i : i社以外のエアラインの各路線における運行頻度
 F_{OD}^i : i社の区間 OD における運賃
 P_{OD}^i : 区間 O-D における i 社の選択確率
 T_{OD} : 区間 O-D の需要
 T_{OD}^i : T_{OD} のうち i 社を利用する旅客数
 AC_{OD}^i : i 社の区間 OD の平均費用 (USセント/(km・seat))

である。平均費用に関しては、ICAOのTraffic, Financeを用いて片対数型関数を仮定し、重回帰分析によりパラメータを推定した。なおデータ制約のため推計に際しては3ヶ年分のデータをプールした。推定結果を表2に示す。

$$\ln y = \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot d1 + \beta_3 \cdot d2 + \beta_3 \cdot d1 + \beta_5 \quad (5)$$

y: 平均費用 (セント/(旅客数・マイル))
x: エアラインの利用者数 (百万人)
d1: エアラインの国籍ダミー (日本系)
d2: エアラインの国籍ダミー (NIES)
d3: エアラインの国籍ダミー (アメリカ系)

表中で利用客数に関するパラメータの符号が負ということは、旅客数が増加するに伴い単位あたり平均費用が低減することを示しており、費用が旅客数に関して規模の経済性を有していることを意味する。

そして図2中の運賃関数(表3)は『国際周遊調査』を用い、所要時間関数(表4)は『国際航空時刻表』のサービスデータをもとに推定した。

(3) 前提条件

表1 エアライン選択モデルのパラメータ(旅客の国籍別)(下段:t値)

国籍	アメリカ	ヨーロッパ	韓国	シンガポール	中国
運賃 (100US\$)	-4.07	-4.16	-3.68	-5.56	-4.02
総所要時間 (時間)	-19.9	-12.5	-6.15	-4.59	-4.73
頻度	-2.40	-2.67	-1.36	-2.44	-1.43
ln (運賃便数)	-8.18	-5.42	-1.53	-1.55	-1.07
ln (運賃便数)	0.208	0.346	0.243	0.739	0.452
ln (運賃便数)	4.84	4.77	1.52	2.53	2.19
自国フライトダミー (自国=1, その他=0)	0.294	0.100	-0.0316	0.272	-0.186
自国フライトダミー (自国=1, その他=0)	4.94	1.04	-0.170	0.871	-0.737
尤度比	0.179	0.178	0.190	0.247	0.220
的中率(%)	54.6	56.4	57.5	59.3	59.0
サンプル数	718	267	62	27	35

対象国・地域: 日本, 韓国, アメリカ西部(動態調査に準拠), 中国, 香港, シンガポール, 台湾

対象エアライン: 各国1エアライン(但し提携行動に参加するのは日本, 韓国, アメリカのエアライン3社)

出入国空港: 旅客が出入国する空港は各国1空港で集約する

3. エアラインの提携戦略

1. で述べた提携の効果の中から、本研究中で考慮した効果は、コードシェアリングを実施した際に旅客にとっての見かけ上の頻度が増して選択される確率が高まることによる旅客収入の増加と旅客が増加することに伴う平均費用の低下である。平均費用の低下の扱いは実績データが無いため、提携エアラインは互いに旅客を共有するという前提条件を設け、

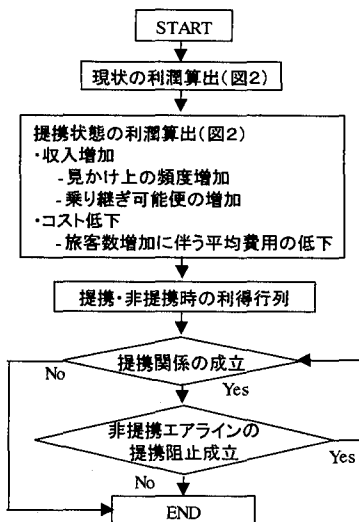


図1 提携成立までのフロー

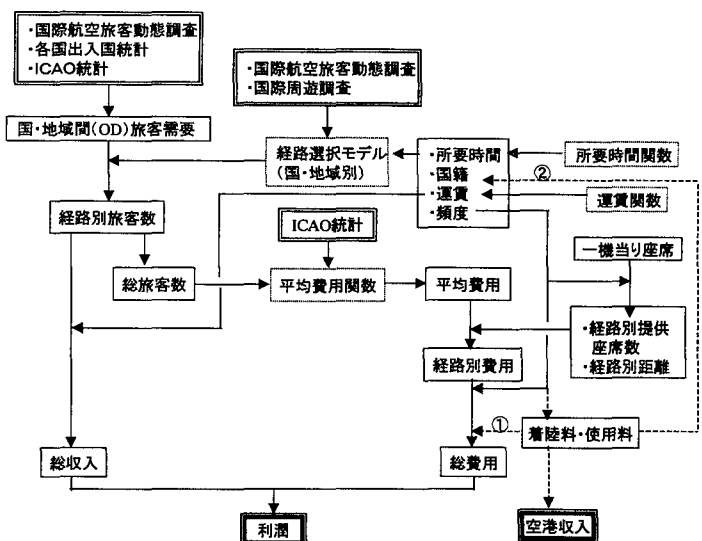


図2 利潤算出のフロー

式(5)中の旅客数が増加するということで反映させた。

本研究では提携前の各エアラインの利潤を0として考察を進める。表5は提携パターン別の各エアラインの利潤変化額である。つまり提携ゲームにおける利得行列を表している。ここで各エアラインが利潤の最大となる提携パターンを望むとすると、U社はJ社、J社はU社、K社はU社を最適な提携相手として選択する。するとU社とJ社は互いに最適な提携相手として選択しており提携の成立可能性が生じる。つまりU、J、K3社間でU社とJ社の提携が成立可能な条件は、

$$\begin{aligned} \pi_{UJ} &= \text{MAX}(\pi_{UU}, \pi_{UJ}, \pi_{UK}) \\ \text{and} \\ \pi_{JU} &= \text{MAX}(\pi_{JU}, \pi_{JJ}, \pi_{JK}) \end{aligned} \quad (6)$$

である。ここで π_{ij} はI社とJ社が提携した場合のI社の利潤である。

4. 提携阻止行動

提携関係を構築できなかったエアラインは、他社の提携により被る損失を考慮して、新たな提携の可能性を検討する。ここで採る戦略は、現在提携関係にあるエアラインに対し、新たに提携成立した際の自社の利潤の一部を譲渡して提携相手に現在よりもよい条件を示すことである。ここで非提携エアラインが提示する譲渡額のことを費用分担金、またこの行動を提携阻止行動と呼ぶ。ここでJ社とK社の提携を阻止するためにI社がJ社に対して提示できる費用分担金を $S_{ij}^{jk} (= \pi_{i^{jk}} - \pi_{i^{jk}})$ とする(表6)。

現在U社とJ社が提携可能な状態なので、K社が提携阻止行動を図ることになる。U社とJ社が提携した場合のK社の利潤は-0.21億円であり、K社とU社が提携した時のK社の利潤は2.24億円となり、費用分担金は3.45億円となる。同様にU社と提携した場合には1.45億円の費用分担金が生じ、この額がK社の提示可能な最大額となる。

ここでJ社とK社が提携した場合にはK社の準備金をすべてJ社に譲渡しても、J社の利潤はU社と提携していたときの利潤を上回らないため、新たな提携関係は生じない。一方U社との間では、2.45億円の中から1.43億円以上譲渡すれば、社との提携状態

よりも良い条件となり、提携阻止の可能性が生じる。そこでU社がK社と提携関係を結ぼうとすると、今度はJ社が関係を維持しようと同様の行動をとり、どちらかのエアラインが条件提示できなくなる状態で最終的に提携パターンが決まる。つまりU、J、K3社が行動主体のとき、U社とJ社の提携関係をK社が阻止できる条件は、

$$(\text{条件1}) \pi_{j^{ku}} + S_{kj}^{ju} > \pi_{j^{ju}} + S_{uj}^{kj} \quad (7)$$

または、

$$(\text{条件2}) \pi_{k^{ju}} + S_{ku}^{ju} > \pi_{u^{ju}} + S_{ju}^{ku} \quad (8)$$

の2通りある。そこでK社がU社と新たな提携関係を築きU社とJ社の提携を阻止できるかを検討する。K

表2 平均費用関数のパラメータ(OLS)

変数	パラメータ	t 値
年間旅客数	-0.0270	-2.57
ダミー(日本系)	0.425	4.83
ダミー(NIES系)	-0.281	-3.26
ダミー(米国系)	0.137	1.57
定数項	2.67	37.4
サンプル数	42	
重相関係数	0.83	

表3 運賃関数のパラメータ(GLS 推定)

変数	パラメータ	t 値
距離(マイル)	0.12	5.88
乗り継ぎ回数	-427.62	-2.35
ファーストクラスダミー	2770.45	3.76
ビジネスクラスダミー	1722.04	4.34
サンプル数	30	
相関係数	0.76	

表4 所要時間関数のパラメータ(OLS)

変数	パラメータ	t 値
距離(1000マイル)	1.74	43.1
乗継回数	2.15	11.7
定数項	1.21	6.65
サンプル数	39	
相関係数	0.993	

表5 提携による利潤の変化 (単位: 億円)

	提携パターン		
	U社-J社	U社-K社	J社-K社
U社	4.02	2.59	-0.26
J社	4.52	-0.32	1.77
K社	-0.22	2.24	1.24

表6 費用分担金

提携パターン	提携阻止主体	費用負担先/ 費用分担金	
J-K	U社	J / S_{UJ}^{JK} (4.32)	K / S_{UK}^{JK} (2.85)
K-U	J社	K / S_{JK}^{KU} (4.84)	U / S_{JU}^{KU} (2.09)
U-J	K社	U / S_{KU}^{JU} (2.45)	J / S_{KJ}^{JU} (1.45)

社がU社に全ての費用分担金を譲渡したときのU社の利潤は、5.04億円、一方J社がU社に譲渡したときには6.11億円となりJ社はU社との提携関係を維持できることになり、U社とJ社の提携関係が成立することとなった。

5. 競争状態を考慮したシミュレーション分析

日本を取り巻くアジア太平洋圏域においては、国際航空需要の増加に対応するための大規模な空港整備が進んでおり、現在成田空港が有しているネットワークの中核的機能の衰退が危惧されているが、実際このような議論は定性的な枠組みを越えていない。また国際航空市場においてはオープンスカイ政策に向けての議論が活発化しているが、消費者への影響を始めとして定量的な評価はされていない。

そこで本研究では、国際市場を取り巻く様々な制約や要因、政策がネットワーク形態にどのような影響を及ぼすかをネットワークシミュレーションを通じて分析・考察する。

そこでシミュレーションにおいては黒田³⁾、高瀬³⁾、大橋⁴⁾と同様にエアラインの行動規範を規定し、最適頻度の決定問題を解くこととする。つまり各エアラインは、旅客のエアライン選択行動が既知のもとで、自社の運行路線へ利潤が最大となるような便数を設定するものとする。エアラインの利潤算出のフローは図2に示した通りである。

そして各エアラインが利潤最大化を目標として運行頻度を変更する過程において、すべてのエアラインが頻度の変更をしなくなった時にシミュレーションを終了する。

5.1. シナリオ設定

本研究では以下の要因・制約を考慮してシミュレーションを行う。

(1) 成田空港容量制約

(対応方法) 各社の成田空港における頻度が現状よりも多くならない制約を設ける。

(2) オープンスカイ政策

(対応方法) 政策が施行された場合には、締結に合意した両国のエアラインは互いに相手国から第3国への運行路線と頻度を自由に設定可能

とする。

(3) 着陸料・空港施設使用料

(対応方法) 着陸料等は外性的に設定する。そしてその影響を図2中の破線で示される2つの対応で分析する。①は着陸料の変更が直接エアラインの費用に反映される場合、②は着陸料が旅客の運賃に反映される場合、である。

5.2. 評価項目

シミュレーションの結果として生じるネットワークを

- (1) (システム内の)各空港の離発着回数、
 - (2) 利用者便益の変化、
 - (3) 航空会社の利潤変化
 - (4) 路線別需要、空港通過旅客数
- 等で評価する。

(2)に関しては、航空サービスの変化に対する支払意思額を利用者便益と定義する。なお支払意思額の算出方法はWilliams⁵⁾を適用し、旅客当たりの便益変化額を算出した後、これに国・地域間OD需要を掛け合わせて総便益を算出する。

6. まとめ

本研究では近年国際航空市場内で急速に進展しているエアライン同士の提携問題をゲーム論で扱い、提携成立までのプロセスを考察した。また政策シミュレーション内におけるサブモデルの構築を行うと共に、市場に存在する様々な制約・要因を考慮する方法を検討した。なおシミュレーションの結果は講演時に発表する。

参考文献

- (1) 国際周遊調査、運輸経済研究センター・東京工業大学土木工学科、1996、
- (2) 高田和幸・屋井鉄雄：国際航空における交通整備効果の分析、土木計画学・講演集19(2)、pp. 677-678、1996、
- (3) 高瀬達夫・森川高行：航空会社の便数設定と利用者の空港選択の均衡を考慮した国際航空需要分析、土木計画学研究・論文集13、pp. 769-776、1996、
- (4) 大橋忠宏・安藤朝夫：複数主体の行動に基づく国内航空旅客輸送のモデル化と航空政策の役割、土木計画学研究・講演集19(1)、pp. 205-208、1996
- (5) Williams, H. C. W. L: On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit, Environmental and planning, A9, 285-344, 1977