

エアライン間提携の影響分析手法に関する研究

高田和幸¹・屋井鉄雄²・原田誠³

¹正会員 博(工) 東京電機大学助教授 理工学部建設環境工学科(〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂)

²正会員 工博 東京工業大学教授 工学部土木工学科(〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)

³正会員 修(工) パシフィックコンサルタント(〒206-0011 東京都多摩市関戸1-7-5)

今日、国際エアライン間の提携は、航空企業の生き残りをかける重要な戦略の一つとなっている。そのため市場に形成される提携により航空サービスが大きく変容することも予想され、提携が市場に及ぼす影響を定量的に分析する必要性が高まっている。そこで本研究では、エアラインと旅客とを市場内の行動主体とする航空市場モデルを構築する。そして提携の効果として、コスト削減効果、コード・シェアリング効果、およびネットワーク補完効果を取り上げ、仮想的なネットワークの下で市場均衡分析を行い、提携の市場への影響を評価可能であることを示す。

Key Words: alliance, airline choice, equilibrium analysis

1. はじめに

国際航空市場は2国間協定に基づき両国間のサービス水準が取り決められる極めて規制の強い市場であった。そのため米国は国際航空市場に対しても、1978年に米国国内航空市場で施行した規制緩和と同様の“オープンスカイ”と呼ばれる自由化政策を進展させつつある。わが国との間にも1998年に新たな航空協定が結ばれ、市場内の航空企業数、便数、就航都市数が大幅に増加できる環境になった。このことは、わが国における国際航空市場が自由化に向けて動き出したことを意味する。

一方近年、航空会社はグローバル・アライアンスと呼ばれる全世界を跨ぐ提携関係の構築を進めている。また企業は提携を市場競争に生き残るために重要な戦略の一つと捉えており、世界の主要なエアラインは既に何れかの提携グループに加盟している。わが国の主要航空会社も、それぞれ異なる提携グループに加盟している。

提携のメリットには、提携企業間の燃料、機材等の共同購入や共同整備による費用削減効果と、コードシェアリング、シームレスサービス、フリークエント・フライヤー・プログラム(FFP)共通化などのサービス水準向上に起因する収入増加効果がある。一般に、提携が形成されると、サービス水準が向上するものと考えられているが、提携形成後の企業間競争の結果、特定の地域/国においては、逆にサービス水準が低下することも予想される。

そこで本研究では、航空企業間の提携を、ネットワーク形態を変化させる要因の1つであると捉え、提携が市場に及ぼす影響を定量的に分析することを目的とする。

2. 既往研究と本研究の位置付け

本章では航空市場の競争状態を大きく変化させる要因である企業間提携と、米国内で提携に先だって進展した企業間合併に関する既往研究を中心的に整理した上で、本論の市場分析における位置付けを明確にする。

1978年に航空規制が撤廃された米国内においては、一時企業数も増えコンテストブル市場の様相を呈したが、その後、大手航空会社が開発したコンピュータ・リザベーション・システム(CRS)やFFP等の新たなマーケティング戦略、さらに異なるODの旅客を一路線のサービスで輸送することにより得られる範囲の経済性や、ハブ空港間の路線で大型機材を運行して平均運行費用の低減をもたらす輸送密度の経済性を享受できるハブ&スポークネットワークの構築が、新規参入を阻むのみならず、小規模な航空企業の存続すら許さぬ状況となった¹⁾。このような背景を受け1980年代中頃から企業の淘汰が進んだ。そして米国内ではメガキャリアと呼ばれる大企業のハブ空港の占有と市場競合度との関連性に議論が集中した。そして空港占有度の上昇とイールドの上昇との関係に関する研究が数多く発表された。これらは長谷川²⁾にまとめられている。

また Morrison³⁾は既往研究の分析対象期間が短期であることを指摘し、長期間とした場合には、逆に運賃が低下していることを示した。さらに Glougherty⁴⁾は自国の企業同士の合併が国際航空市場に及ぼす影響を分析し、国内市場で集中度を増すことが、国際市場におけるシェア拡大に寄与することを示している。

また1990年以降は、サウスウェスト航空等に見られるよ

うな、大手エアラインが構築したハブ＆スポークネットワークにおける隙間市場（ニッチ市場）への参入の影響分析が進められ、低コストエアラインの参入が、概ね市場運賃を低下させて利用者便益を増加させることを示している⁵⁾。この点について Windle and Dresner⁶⁾は、既存企業は低コストキャリアとの競争による収入の減少分を、非競合路線の運賃を上昇させることで補うとの仮説を立てて実証を試みたが、統計的有意性を伴った結果は得られていない。ただし既存企業の反応をネットワーク全体で捉える観点は重要である。

一方、国際的なエアライン間提携に関する研究は Youssef⁷⁾の資本提携に関する実証研究に始まった。当研究では戦略的提携を結成するインセンティブについてまとめられている。また Youssef and Hansen⁸⁾はスイス航空とスカンジナビア航空の提携後における路線、価格等のサービス変化や市場集中度の変化について調べ、提携によりネットワークが再構築されることを示すと共に、提携の効果はネットワーク密度、サービスのシームレス化の度合い、市場シェア拡大の程度で説明された。また提携企業の運賃は、直行路線ではサービスが統合され市場集中度が高まることから上昇し、乗り継ぎ路線では他社の直行路線との間に競争が生じて市場集中度が低下することから下落することを示した。

一方 GRA⁹⁾は、ノースウェスト航空(NW)とKLMオランダ航空(KL)、USエアと英国航空(BA)の間の提携によるコードシェアリングの影響を輸送実績に基づいて検証した。NWとKL両社の輸送旅客数、収入は共に増加したこと、またUSエアとBAの乗り継ぎ旅客が60%増加したことを示した。また Hannegan and Mulvey¹⁰⁾、Bissessur and Alamdari¹¹⁾、Bayhoff¹²⁾、Zhang¹³⁾は提携の影響、効果について定性的に整理している。Alamdari¹⁴⁾は提携の管理コストや提携に対する規制について、また遠藤¹⁵⁾は提携と2国間協定の関連性について言及している。

Oum et al.¹⁶⁾は、提携に市場リーダーが含まれる場合と含まれない場合の影響の違いについて分析し、市場リーダー不在の提携は、市場リーダーが含まれる提携よりも、市場をより競争的にすることを示している。

Park and Zhang¹⁷⁾は北大西洋市場における4つの企業間提携の市場への影響を、運賃、旅客量、サービスの質、提携相手キャリアの輸送量の変化により検証した。供給モデルとして各路線の旅客数、投入要素価格、路線距離、各路線の機材の平均座席数、提携ダミーを変数とする限界費用関数を推定すると共に、各路線の旅客数を平均運賃と人口規模、提携ダミーを変数とする需要関数を推定し、これら2モデルを用いた均衡分析により提携の影響を分析している。その結果、提携により旅客数は増加し、運賃は低下することを示した。また提携相手の輸送旅客数は提携した路線でより増加することを示した。また提携企業

間で便数を減少させることの影響が、コードシェアリングによる需要関数の上方ヘシフトの影響よりも大きい場合に、輸送旅客数が減少することを示した。

さらに Park and Zhang¹⁸⁾は提携する両社のネットワーク形態に基づき、提携を補完提携とパラレル提携に分けてモデル分析を行った。その際、供給モデルには密度の経済性、スケジュール遅延費用、乗り継ぎ費用を考慮している。需要モデルにはフルコスト需要モデルを採用している。そして均衡分析の結果から、提携後生じるネットワーク形態により、企業利潤や消費者余剰が異なることを示した。

以上合併、提携に関する既往研究をレビューしたが、これらの多くは、マーケット(OD市場)のサービス水準変化による需要の変化を考慮はしていないが、旅客のサービス選択行動については言及していない。

またエアライン間の競争を明示的に扱った Brueckner and Spiller¹⁹⁾、Zheng²⁰⁾では運賃を需要量の関数として表す逆需要関数を用いており、運賃と頻度のようなサービス変数間の代替関係が考慮されていないことが指摘される。本研究では、これら両変数が旅客の経路選択行動に及ぼす影響を考慮した市場モデルを構築した上で、需給均衡分析により提携が市場におよぼす影響の評価を行う。

第3章では、エアラインと旅客の行動規範を設け、経済学的アプローチに基づいた国際航空旅客市場モデルを作成する。その際、乗り継ぎ経路の運賃は、経路を構成する各路線の運賃の足し合わせではなく、多重運賃制度として個々に内生化させ、より現実的なネットワーク間の競争を考慮可能なモデルとする。そして第4章では、提携の効果を、市場モデルを介することで定量的に評価可能であることを示す。第5章では、エアラインの異質性(生産規模、費用構造等)、および利用者の異質性(国籍の違いによる国際サービスに対する選好意識の相違)を考慮した提携の影響分析を行い、提携するエアラインの組み合わせにより、市場に及ぶ影響が異なることを示す。

3. 国際航空市場モデルの定式化

航空市場の分析例は数多く存在するが、需要者と供給者の行動モデルを考慮したものとして黒田・大橋²¹⁾、大橋・安藤²²⁾、高瀬・森川²³⁾、轟²⁴⁾、Hansen²⁵⁾などがある。黒田らは国内輸送市場を対象として、エアライン、代替交通機関、旅行者の3主体の行動をモデル化し、企業と旅客の関係をシュタッケルベルグ問題として定式化し均衡解を導出している。ただし運賃は内生化されていない。一方、大橋らはエアライン、旅客に加えて空港運営主体の行動を市場モデルに組み込み、エアライン毎の各路線の頻度と運賃を内生化し、均衡解を解くことにより着陸料とハブ形成との関係を考察している。ただし、すべての旅客は同質

であること、発生需要は一定であること等の問題点が残されている。

本研究ではミクロ経済学的なアプローチから国際航空市場の定式化を行う。その際、旅客の行動モデルには筆者等が既に推定した国籍別の経路選択モデル²⁶⁾を適用する。また需給均衡分析に際しては企業別の路線便数と方向別運賃を内生的に求めている。その際、国際航空市場の運賃体系を反映するために、乗り継ぎ経路の運賃を内生的に決定することを考慮した。以下、本論で対象とする航空市場内の行動主体に関して説明する。

(1) 旅客の行動

旅客の行動規範は効用最大化とする。ここで市場 od を空港 o と空港 d 間の航空旅客市場とすると、この市場に提供される経路(航空サービス)の中から、旅客は効用が最大となる経路を選択する。ここで市場 od において企業 i が供給する経路 k の効用は式(1)で表される。

$$U_k^{(od)i} = V_k^{(od)i} + \varepsilon_k^{(od)i} \quad (1)$$

$U_k^{(od)i}$: 市場 od における企業 i の経路 k の効用

$V_k^{(od)i}$: 市場 od における企業 i の経路 k の効用の確定項

$\varepsilon_k^{(od)i}$: 市場 od における企業 i の経路 k の効用の誤差項

ここで各経路の効用の確定項 $V_k^{(od)i}$ を屋井ら²⁶⁾に基づき式(2)で表す。そして効用の誤差項 $\varepsilon_k^{(od)i}$ が互いに独立なガンペル分布に従うとすると、市場 od において旅客が企業 i の経路 k を選択する確率は、式(3)のロジットモデルで表される。

$$V_k^{(od)i} = \beta_1^o p_k^{(od)i} + \beta_2^o \ln f_k^{(od)i} + \beta_3^o t_k^{(od)i} + \beta_4^o d_i \quad (2)$$

$$P_k^{(od)i} = \frac{\exp(\lambda V_k^{(od)i})}{\sum_{i \in I} \sum_{k' \in K^{(od)i}} \exp(\lambda V_{k'}^{(od)i})} \quad \forall i, od, k \quad (3)$$

$f_k^{(od)i}$: 市場 od における企業 i の経路 k の運賃

$t_k^{(od)i}$: 市場 od における企業 i の経路 k の運行便数

(ただし乗り継ぎを必要とする経路の便数は、その経路上の各路線の便数のうち最小の便数とする)

$t_k^{(od)i}$: 市場 od における企業 i の経路 k の所要時間

d_i : エアラインの特性ダミー変数

$$\begin{cases} 1 & \text{企業 } i \text{ が地域 } i \text{ のフラッグキャリアの場合} \\ 0 & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

$\beta_1^o, \beta_2^o, \beta_3^o, \beta_4^o (o \in O)$: パラメータ

$P_k^{(od)i}$: 市場 od における企業 i の経路 k の選択確率

I : 企業(エアライン)全体の集合

$K^{(od)i}$: 市場 od における企業 i が提供する全ての経路

λ : 効用の確率項の分散を規定するパラメータ

O : 発地側の地域の集合

D : 発地側の地域の集合

(2) エアラインの行動

エアライン(企業)は、各市場の運賃と各路線(リンク)の運行頻度を設定して利潤の最大化を行うこととする。

a) 利潤関数

企業 i の利潤は、収入と総費用との差により求められる(式(4))。

$$\pi_i = R_i - TC_i = \sum_{o \in O} \sum_{d \in D} \sum_{k \in K^{(od)i}} fa_k^{(od)i} T_k^{(od)i}(fa_k^{(od)i}, fr_i^l) - TC_i(fr_i^l) \quad (4)$$

π_i : 企業 i の利潤,

R_i : 企業 i の収入,

TC_i : 企業 i の総費用,

b) 総費用関数(TC)の推定

中村²⁷⁾の指摘にあるように、線形やコブ・ダグラス型の費用関数は生産要素間の代替の弾力性やネットワークの特性を表す変数導入に対して限界があり、費用関数を推定した既往研究においてもトランク・ログ型を採用することが多い^{28)~30)}。ただし本論では、市場均衡分析による提携の影響分析方法を示すことに主眼を置いたため、推定の容易な式(5)で示されるコブ・ダグラス型費用関数を採用して費用関数を推定した。

$$\ln TC = \alpha_0 + \alpha_Y (\ln Y) + \alpha_N (\ln N) + \sum_{i=1}^2 \alpha_i (\ln P_i) + \sum_k \delta_k d_k \quad (5)$$

$$s.t. \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1$$

TC : 総費用

Y : 生産量(総旅客キロ)

N : ネットワーク特性変数(就航都市数)

P_1 : 座席供給費単価

P_2 : 供給準備費単価

d_k : エアライン属性ダミー

(アメリカ系エアライン:k=1, 日系エアライン:k=2)

$\alpha_0, \alpha_Y, \alpha_N, \alpha_i, \delta_k$: パラメータ

本論では、企業の生産要素を「座席輸送」と「その他(機材保有や発券等)」に分類した。また前者に要する費用として、運行費用、整備費用、サービス費用を充て、これらの総計を「座席供給費」と称した。座席供給費は機材を運行することにより発生する費用である。一方、後者に要する費用として、原価償却費、地上サービス費用、セールス費用を充て、これらの総計を「地上経費」とした。地上経費は機材を運行しなくても発生する費用である。ここで座席供給費を有償座席総数で除したものを「座席供給費単価」、地上経費を従業員数で除したものを「地上経費単価」とし、これらを費用関数の説明変数に用いた。

ここで日本企業2社、アジア系企業7社、米国系企業5社の営業実績データ³¹⁾を用いて、企業の生産量(旅客キロ)と総費用の関係をみると、図-1に示される通りアジア系企業は相対的に低コストであることが分かる。ただし図中

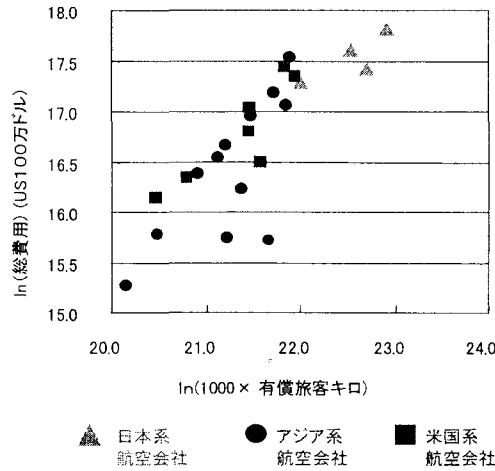


図-1 旅客キロと総費用の関係

では1981, 87, 93年のデータをプールして用いている。また米国系企業に関しては、太平洋路線のみのデータを使用している。

そこで各企業の費用項目を先述した2つの費用構成要素に分類し、さらに就航都市数データ³²⁾を作成して費用関数のパラメータを推定した。推定結果を表-1に示す。

ここで生産量に関するパラメータが0.776と1より小さいことから、この産業においては生産量に関して規模の経済性が存在することが示されている。つまり企業にとっては規模(生産量)拡大が平均費用遞減のためのインセンティブとして働くことを示している。

またモデル2で説明変数に加えたエアライン属性に関するダミー変数のパラメータは、日本系のエアラインで正值かつ統計的有意性も高く、基準にしたアジア系エアラインよりも高コスト構造であることが示されている。このことは、エアラインの同質性を前提とする市場分析の限界を示すものもあり、これらの結果を踏まえ第5章では、エアラインのコスト構造の違いを考慮した市場分析を行う。

(3) 市場均衡

旅客の行動モデルと企業の利潤関数を適用して、市場の均衡分析を行う。市場均衡状態は式(6)で表される制約条件付の最適化問題を数値解析により解くことで求められる。

$$\max \pi_i = \sum_{od} \sum_{d \in D} \sum_{k \in K^{(od)}} f a_k^{(od)i} T_k^{(od)i} (f a_k^{(od)i}, f r_i^l) - \text{TC}_i (f r_i^l) \quad (6)$$

$$s.t. \quad x_i^l \leq s_i^l f r_i^l$$

x_i^l :企業*i*の運行路線*l*の旅客数

s_i^l :企業*i*の路線*l*の一便当たりの座席数

$f r_i^l$:企業*i*の路線*l*の便数

式(6)の制約条件は、各路線の旅客数が提供座席数を

表-1 総費用関数の推定結果 (内t値)

変数	モデル1	モデル2
生産量(旅客・キロ)	α_Y 0.856 (28.29)	0.776 (14.32)
就航都市数	α_N 0.071 (1.06)	0.105 (1.31)
座席供給費単価	α_1 0.853 (28.86)	0.809 (20.38)
地上経費単価	α_2 0.147 (4.97)	0.191 (4.81)
定数項	α_0 1.850 (4.59)	2.770 (4.47)
米国系エアラインダミー	d_1	0.085 (1.20)
日系エアラインダミー	d_2	0.141 (2.09)
サンプル数	23	23
決定係数	0.995	0.996

上回らないことを表している。ここで各路線の旅客数 x_l^i は以下の過程を経て算出される。今、市場 od の全旅客数 T^{od} とすると、市場 od における企業 i の経路 k の旅客数 $h_k^{(od)i}$ は以下の式(7)で表される。

$$h_k^{(od)i} = T^{od} P_k^{(od)i} \quad \forall i, od, k \quad (7)$$

ここで企業 i の市場 od における路線 l と経路 k の接続行列 $\Delta^{(od)i}$ の各要素 $\delta_{lk}^{(od)i}$ を、

$$\delta_{lk}^{(od)i} = \begin{cases} 1: 市場 od で企業 i の経路 k が路線 (l, k) を含むとき \\ 0: それ以外のとき \end{cases}$$

とすると、企業 i の路線 l の旅客数 x_l^i は、式(8)で算出さざることができる。

$$x_l^i = \sum_o \sum_d \sum_k \delta_{lk}^{(od)i} h_k^{(od)i} \quad \forall i, l \quad (8)$$

ここで企業の費用については、分析対象ネットワーク部分のみから発生する部分を算出するために全費用を生産量で配分した。

式(6)で定式化した最適化問題を解くに際し、式(9)に示されるラグランジュ乗数を定式化する。

$$\Phi_i = \pi_i + \sum_{l \in Q(i)} \mu_i^l (s_i^l f r_i^l - T_i^l) \quad (9)$$

μ_i^l :ラグランジュ乗数

そしてクーン=タッカーの一階の条件を導出すると式(10)～式(12)となる。

$$f a_k^{(od)i} \frac{\partial \Phi_i}{\partial f a_k^{(od)i}} = 0, \frac{\partial \Phi_i}{\partial f a_k^{(od)i}} \leq 0, f a_k^{(od)i} \geq 0, \forall i, od, k \quad (10)$$

$$f r_i^l \frac{\partial \Phi_i}{\partial f r_i^l} = 0, \frac{\partial \Phi_i}{\partial f r_i^l} \leq 0, f r_i^l \geq 0, \forall i, l \quad (11)$$

$$\mu_i^l \frac{\partial \Phi_i}{\partial \mu_i^l} = 0, \frac{\partial \Phi_i}{\partial \mu_i^l} \geq 0, \mu_i^l \geq 0, \forall i, l \quad (12)$$

ここで求めるべき未知数は、全企業の経路数、全企業の路線数、および各路線の座席容量に関する制約式の数の総数分あり、また条件式も同数あることから、

数値解析により均衡解を求めることができる。なお本論では汎用統計解析ソフト Gauss のアプリケーション CO を用いて数値計算を行った。

4. エアライン提携の市場への影響分析

提携のインセンティブは利潤の増加であり、各エアラインはどのエアラインと提携するかを重要な企業戦略と位置付けている。また利潤増加は費用の削減と収入の増加の、双方からもたらされる。

なお提携の効果には、直接効果と間接効果がある。直接効果は、提携両社のコスト共有により為される費用削減効果、コードシェアリングにより旅客により高頻度運行のサービスを提示することでより旅客を獲得できるコードシェアリング効果、さらにネットワーク拡大(就航都市の増加)を旅客に提示して旅客を獲得するネットワーク補完効果である。一方、間接効果は、上記の直接効果に起因して旅客数が増加した際に、規模の経済性が働き平均費用が低減する効果である。

(1) 提携の影響評価指標

提携の市場への影響を、利用者便益、企業利潤、これらの和で算出される総社会余剰の変化で評価する。図-2 は均衡分析システムの体系と、評価指標値の算出フローを示したものである。以下に評価指標の算出方法を記す。

a) 利用者便益

サービス変化による利用者便益は、等価変分を用いて計測される。これはサービスの改善に対する支払意思額を意味する。式(13), (14)はそれぞれサービスの変化前後の経路選択行動より得られる最大効用の期待値を表し、利用者便益は式(15)から求められる。また各市場の旅客当たりの利用者便益に、その市場の旅客数を乗じ、全市場の総和を求めてことで地域別の利用者便益を算出する(式(16))。

$$V_b^{od} = \ln \sum_{i \in I} \sum_{k \in K^{(od)i}} \exp V_k^{(od)i} \quad (13)$$

$$V_a^{*od} = \ln \sum_{i \in I} \sum_{k \in K^{(od)i}} \exp V_k^{*(od)i} \quad (14)$$

$$UB^{od} = -\frac{V_a^{*od} - V_b^{od}}{\beta_{oi}} \quad (15)$$

$$TUB^o = \sum_{d \in D} T^{od} UB^{od} \quad (16)$$

V_b^{od} : 提携発生前の経路選択行動から得られる発地 o 着地 d の旅客一人当たりの最大効用の期待値
 V_a^{*od} : 提携発生後の経路選択行動から得られる発地 o 着地 d の旅客一人当たりの最大効用の期待値

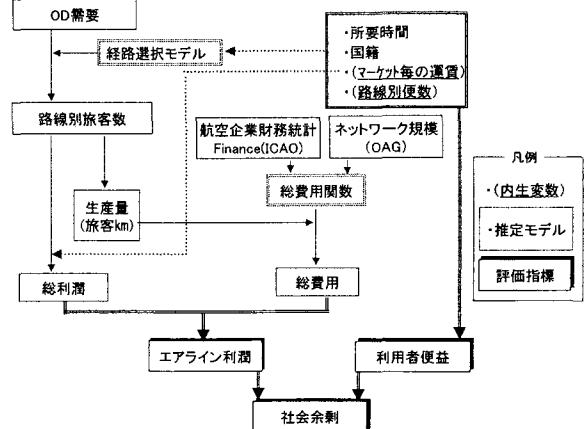


図-2 エアライン利潤と他の評価指標算出フロー

UB^{od} : 市場 od における旅客一人当たりの利用者便益

TUB^o : 地域 o における利用者便益

β_{oi} : 運賃に関するパラメータ

b) 企業の利潤変化

市場への影響を評価する指標の1つとして、式(17)で算出される提携が形成される前後の企業利潤の変化を用いた。

$$\pi_d^i = \pi_b^i - \pi_a^i \quad (17)$$

π_{in}^b : 地域 n の企業 i の提携発生前の利潤

π_{in}^a : 地域 n の企業 i の提携発生後の利潤

π_{in}^d : 地域 n の企業 i の提携による利潤変化

c) 社会余剰の変化

地域 o の社会余剰(SW^o)は、地域 o の利用者便益の変化額と地域 o に拠点をもつ企業の利潤変化額の総計とした式(18)で算出される。

$$SW^o = \sum_i \delta^{io} \pi_d^i + TUB^o \quad (18)$$

$$\delta^{io} \begin{cases} 1: \text{企業 } i \text{ が地域 } o \text{ を拠点とするとき} \\ 0: \text{それ以外のとき} \end{cases}$$

(2) 分析対象市場における前提条件

本論では、図-3に示す3空港間のネットワークを分析対象とする。市場ではエアライン A, B, C の航空3社が運行しており、各社はそれぞれ空港1, 2, 3を拠点に路線を開設している。また各社は、図-3に示されている経路で旅客を輸送することが可能である。

一方企業間の競争はナッシュ的に行われることとする。これは市場の均衡状態においては、運賃および頻度の変更が逆に企業利潤を減少させてしまう状態にあることを意味する。また大橋・安藤²²⁾と同様、頻度は連続変数として扱った。

さらに企業間の提携においては、収入と費用の企業間

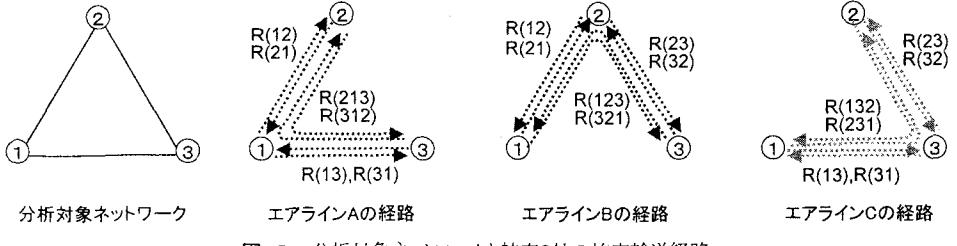


図-3 分析対象ネットワークと航空3社の旅客輸送経路

配分が問題となるが、本論では提携形成後においても企業の行動規範は自社の利潤最大化とした。

均衡分析に用いた外生変数を表-2に示す。

(3) 費用削減効果

提携に期待される効果として費用の削減があり、この費用削減は、提携企業間における、燃料等の共同購入、共同運航およびターミナル施設の共同利用などからもたらされる。これらの直接費用が削減される効果に加えて、提携後に輸送旅客数が増加した際には、規模の経済性から平均費用が低下するという間接的な費用削減効果も生じる。

本節では、提携を形成した企業の費用が削減される場合を仮定して提携の影響分析を行う。いま図-3中のA、B両社が提携を形成するとし、提携後に両社の座席供給費単価 P_1 が一律に低減するとする。そして座席供給費単価の低減率 α の変化とともに市場がどのように変化するかを考察した。ここでは費用削減の効果のみを分析対象とするため、3社の費用関数には米国系のエアラインのものと適用した。また旅客についても表-2中の米国籍の効用関数を適用した。

図-4は提携前の市場均衡状態を示しており、提携の市場への影響は、この均衡状態からの変化により評価される。図-5は座席供給費単価(α)と提携の市場への影響(利用者便益、企業利潤、社会余剰)との関係を示した図である。座席供給費単価の低下に伴い、提携したA、B両社の利潤が増加し、提携を形成していないC社の利潤が減少している。これはA、B両社は費用の低下に伴い、より安い運賃を設定することによりC社から旅客を奪ったことによる。また利用者便益は、全ての地域で同様に増加した。これは提携両社の運賃低下の便益が全地域の旅客に同様に帰着したためである。一方、社会余剰については、企業Cの利潤の減少額が、空港3を発地とする旅客の利用者便益の増加分を上回ったために、地域3で減少した。

以上の結果、提携により提携を形成する企業の費用が低減した場合には、市場運賃が低化し利用者便益が増大することが示された。ただし本結果は、全てのエアラインが全地域に運航するネットワーク形態下で得られたものであ

表-2 外生変数の設定値

変数		設定値	備考
空港間旅客需要	T^{OD}	250000	全マーケットで一定
機材当り座席数	S_i^j	300 seats	全機材一定
空港間距離	L_i^j	2000 km	全区間一定
所要時間	t_i^j	3.39 hour	直行ルート
		7.71 hour	経由ルート
サービス選択モデル	β_{o1}	-0.345	運賃(o=1~3)
(米国籍旅客の	β_{o2}	0.208	頻度(o=1~3)
効用関数	β_{o3}	-0.240	所要時間(o=1~3)
パラメータ	β_{o4}	0	ダミー変数(o=1~3)

り、提携により企業が独占的な価格付けを行う場合や、特定の路線におけるの低運賃競争に伴う収入の減少分を、他の路線の運賃上昇により補填するような価格設定が行われる場合には、利用者便益が減少する市場や地域が現れることも予想される。

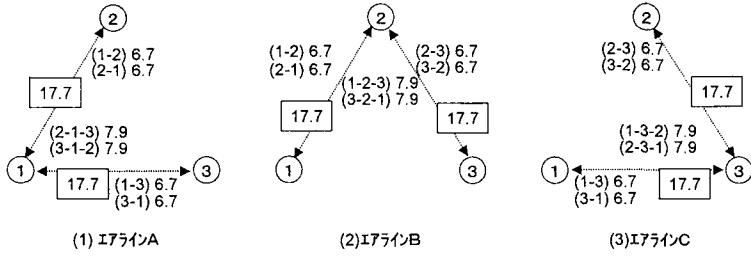
(4) 収入增加効果

ここでは、提携により改善される様々なサービスの中から、コードシェアリングによる頻度増加効果、およびネットワークの補完による目的地増加の効果を分析する。

a) 頻度増加効果

コードシェアリングが実施されると、提携相手の運行するフライトの便名に自社の便名も加えて運行することになる。例えば、ある路線において提携前にA、B両社がそれぞれ7便、5便運行していた場合、提携後に全ての便をコードシェアリングすると、両社の運行便数は12便となり、これを旅客に提示可能となる。便数の多さは、旅行日程の組み立て易さ等の代理変数であり、旅客の効用増加に寄与するものである。本論では、コードシェアリングにより、見かけ上より多くの頻度を旅客に提示することで、運行路線のサービス水準を高めることができる効果を頻度増加効果と定義する。

ここで提携相手が運行する便のうち、コードシェアリングを実施する便の割合をコードシェア率とする。図-6はコードシェア率と提携の市場への影響との関係を示した図である。コードシェア率が高まるにつれ、提携企業の利潤が増



各エアラインの収入は 352 億円、費用は 150 億円

図-4 提携前の均衡状態

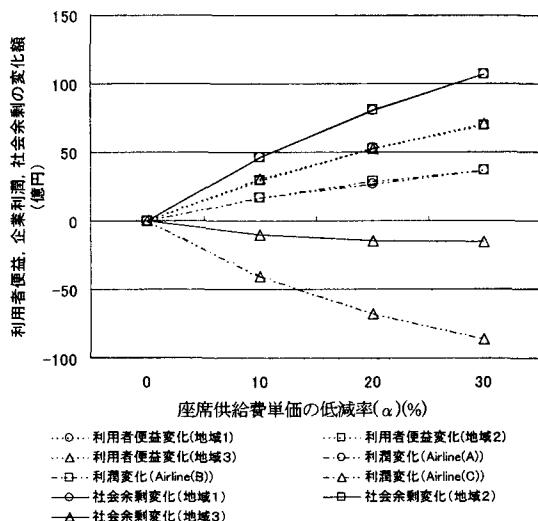


図-5 費用削減効果による利用者便益、企業利潤、社会余剰の変化

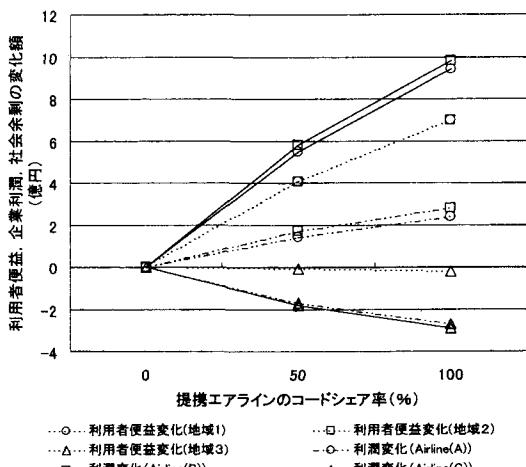


図-6 頻度増加効果による利用者便益、企業利潤、社会余剰の変化

加することができる。また地域1, 2では頻度増加の便益を享受して利用者便益が増加しているが、提携企業の拠点ではない地域3では、若干利用者便益が減少した。一方、社会余剰においても提携企業が拠点とする空港のある地域1, 2でのみ増加することが示されている。

b) ネットワーク補完効果

提携企業間でコードシェアリングが実施されると、通常双方の企業のネットワークは拡大する。日本航空(JL)とアメリカン航空(AA)の成田ーシカゴ路線を例に挙げる。提携後に両空港以遠で運行されているコードシェアリングの路線を調べる³³⁾と、AAは成田から千歳、福岡、バンコク、シンガポールへJLの運行する便にAAの便名を付け加えることでネットワークを拡大させた。同様にJLもシカゴ以遠のセントルイス、インディアナポリス、コロンバスなどへネットワークを拡大させた。このようにコードシェアリングによる

ネットワーク拡大は、旅客により多くの目的地(空港)への渡航を可能とする。すなわち市場odのd以遠にネットワークが拡大したとき、路線odの効用が増加するものと考えられる。そこで提携によりネットワークが拡大し、目的地が増加して路線の効用が高まる効果をネットワーク補完効果と定義する。

いま、空港dからd以遠の目的地(空港)z($z \in Z$)に到達できることで得られる効用を V_{dz} とすると、目的地 z から得られる最大効用の期待値は式(19)で表される。

$$V_{dz} = \ln \sum_z \exp(V_{dz}) \quad (19)$$

V_{dz} : 空港 d から目的地 z に渡航することから得られる最大効用の期待値

仮に V_{dz} が全て目的地(空港)zに関して等しく、これを \bar{V} で表したとき、式(19)は式(20)に書き換えられる。

$$V_{dz} = \ln N + \bar{V} \quad (20)$$

式(20)は、多くの目的地(空港)にネットワークが拡大するほど、効用が増加することを示している。ここで空港d以遠の目的地(空港)zへ渡航できることから得られる最大効用の期待値を、空港dへの路線の効用を説明する変数と考えた場合、経路kの効用は式(21)で表される。

$$V_k^{(od)i} = \beta_1^o f_{ik}^{(od)i} + \beta_2^o \ln f_{ik}^{(od)i} + \beta_3^o t_k^{(od)i} + \beta_4^o d_i + \gamma V_{dz} \quad (21)$$

γ : パラメータ

ネットワーク補完効果に伴い、新たな目的地への渡航が可能となることから得られる最大効用の期待値は、旅客の目的地選択行動を考慮することで可能となる。ただし現段階ではネットワーク補完効果による効用の増加に関する分析は進んでおらず、本論では式(19)の \sum 以降を提携により増加する就航都市数で代用する。

ここで式(21)のネットワーク補完効果に関する重みパラメータ γ をネットワーク補完度とし、この補完度と提携の市場への影響との関係を考察した。ただし図-3に示したネットワークでは、提携を形成しても新たな目的地への路線開設が生じない。そのため本節では図-3で示したネットワーク以外に、各企業がそれぞれ就航している空港があることを前提として分析を進める。

A, B両社が提携し、ネットワーク補完効果により両社それぞれ新たな20都市にネットワークを拡大したときの、提携の市場への影響を図-7に示す。

利潤については、補完効果により輸送旅客が増したA, B両社で増加し、提携していないC社で減少することとなった。一方、利用者便益は、提携した企業の拠点ではない地域3で最も増加した。これは図-3のネットワーク形態においては、地域3の旅客のみが A, B両社のネットワーク補完効果の便益を受けることが可能なためである。

また社会余剰は全ての地域で増加した。ただし地域3においては、C社の利潤が減少したため、他の2地域よりも増加額は小さくなつた。

5. エアライン、旅客の異質性を考慮した提携の影響分析

本章ではエアラインと旅客の異質性を考慮して分析を行い、論中で示してきた分析方法が提携の効果を考慮した市場分析に適用可能であることを示す。エアラインの異質性とはコスト構造、企業規模(生産量、就航都市数)が異なることを意味する。また旅客の異質性とは旅客の国籍により航空サービスに対する選好が異なることを意味する。ここでエアライン A, B, C には日本系、米国系、アジア系のエアラインを適用し、表-3に示す費用構成要素を用い

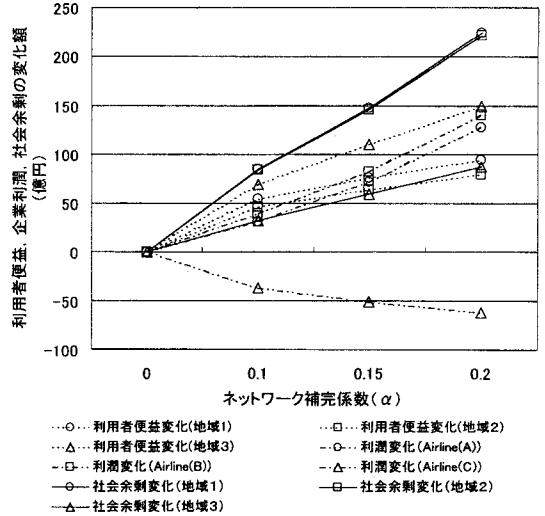


図-7 ネットワーク補完効果による利潤、利用者便益、社会余剰の変化

表-3 エアラインの費用構成変数

	エアラインA	エアラインB	エアラインC
総座席キロ (億キロ)	592.2	1403.5	381.3
就航都市数	53	37	49
地上経費単価 (US\$) (従業員あたり)	192392	89976	90797
座席供給費単価 (US\$) (有償座席数あたり)	64.5	27.5	31.0

る。また日本人、米国人、韓国人を各地域の旅客とし、それぞれに国籍別の効用関数²⁶⁾を適用する。ただし日本人の効用関数パラメータには、米国籍のものを代用する。各地域の需要規模、使用機材、各企業のネットワーク構造は第4章における設定値と同様のものを使用する。

提携の効果については第4章で考察した3つの効果を考慮する。費用削減効果については座席供給費単価の低減率(α)を10%とした。また収入増加についてはコードシェア率を100%、ネットワーク補完効果として、A社とC社の提携の場合にはそれぞれ10都市の増加、それ以外の提携の組み合わせにおいては、20都市の増加とした上でネットワーク補完度 γ を0.1とした。

図-8、表-4は提携が生じていないときのサービス水準、およびマーケット毎の各企業の輸送旅客数を示している。A社はB社、C社に比べて高コスト構造であるため、価格競争力が弱く、相対的に高い運賃を設定していることが示されている。また表-4より、B社、C社は経由便の運賃を下げるA社の直行のサービスに対抗していることが示されている。

つぎに提携する企業の組み合わせと、提携の市場への

表-4 経路別利用者数

(提携発生前の均衡状態)

マーケット	エアラインA	エアラインB	エアラインC
1-2	63750	149750	36500
2-1	53000	159500	37500
1-3	56250	60750	133000
3-1	46000	78750	125250
2-3	750	140000	109250
3-2	1750	133000	115250

図-8 提携発生前の航空サービス(市場均衡状態)

表-5 経路別利用者数

(A-B提携時の均衡状態)

マーケット	エアラインA	エアラインB	エアラインC
1-2	140250	101750	8000
2-1	55250	183500	11250
1-3	80000	63250	106750
3-1	40250	140250	69500
2-3	375	146250	103375
3-2	37750	124500	87750

図-9 A-B 提携による航空サービスの変化

表-6 経路別利用者数

(B-C提携時の均衡状態)

マーケット	エアラインA	エアラインB	エアラインC
1-2	80750	127750	41500
2-1	54000	127000	69000
1-3	133750	31250	85000
3-1	61000	41250	147750
2-3	8500	127250	114250
3-2	7500	121500	121000

図-10 B-C 提携による航空サービスの変化

表-7 経路別利用者数

(C-A提携時の均衡状態)

マーケット	エアラインA	エアラインB	エアラインC
1-2	23500	120750	105750
2-1	37250	160000	52750
1-3	67750	153000	29250
3-1	32000	88750	129250
2-3	0	172250	77750
3-2	0	90500	159500

図-11 C-A 提携による航空サービスの変化

影響との関係を考察する。図-9～11、表-5～7は、A-B提携(A社とB社が提携を形成)、B-C提携、C-A提携が形成されたときの、サービス変化と輸送旅客数をそれぞれ示したものである。図中の値は、提携が形成される前の状態(図-8)からの変化を表しており、運賃変化に付く負の符号は運賃低下、頻度変化に付く負の符号は便数減少を意味する。

提携の影響に関しては、提携した企業の頻度は増し、逆に提携していない企業の頻度は減少する傾向にある。また提携した企業は座席供給費単価の低減により運賃を低下させることから、価格競争が市場に生じ、提携していない企業の運賃も低下することが推察される。

図-12は提携の市場への影響を、提携の組み合わせ別に示した図である。

利用者便益は、全ての提携の組み合わせにおいて、全地域で増加した。このことは自国の企業が提携に参加しなくとも、他国企業が提供するサービス水準が向上するならば、提携による便益が帰着することを示している。

C-A提携による利用者便益の増加額が他の2ケースに比べて小さいが、これはアジア系2社間の提携であり、ネットワーク補完効果が小さいと仮定したことが一因として考えられる。またB-C提携においては、他の提携の場合と比べて、全ての地域で利用者便益が最も増大した。これはB社、C社が共にA社に比べて低コスト構造であり、両社の提携が低価格競争を市場にもたらしたことが理由として考えられる。

また企業利潤については、提携が生じる前のA、B、C各社の利潤、68.3億円、386.5億円、250.5億円と提携後の利潤との差で示している。提携した企業の利潤は増加し、提携していない企業の利潤が減少していることが見て取れる。ただしC社のように提携しても、提携した相手ほど利潤増加が見られないこともある。

一方、社会余剰については、提携した企業が拠点とする空港のある地域で、より増大する傾向にあることが示されている。また社会余剰の総和は、A-B提携、B-C提携、C-A提携においてそれぞれ336.6億円、400.0億円、195.7億円となり、市場に形成される提携の組み合わせにより、市場への影響が変化することが分かる。

本章では第4章で考察した提携の個々の効果を考慮して、第3章で構築した国際航空市場モデルを用いて、提携の市場への影響を考察した。その結果、

- ①提携による費用削減効果は、他社との競争環境を改善し、市場運賃の低廉化を導くことから、利用者便益を増加させる方向に働く。
- ②提携による頻度増加効果は、頻度が増加したマーケットの旅客数を増す。ただし、収入の増加に寄与するかは設定運賃に依存する。
- ③提携によるネットワーク補完効果は、提携企業の利潤増

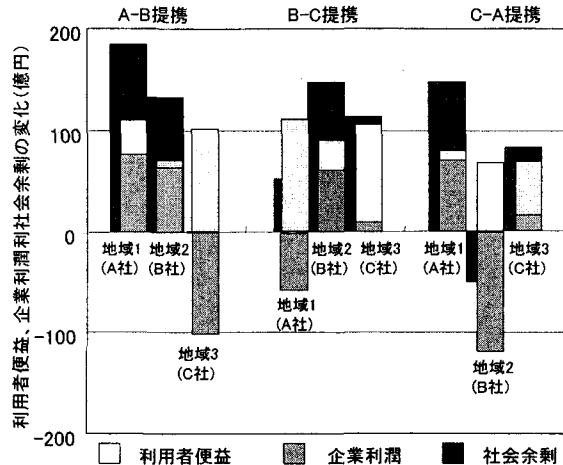


図-12 提携の市場への影響(提携の組み合わせ別)

加に寄与する。また利用者便益は補完効果が最も波及する地域で大きくなる。

- ④自国の企業が提携しなくとも、他国企業が提携した企業のサービス水準が向上により、自国の利用者便益、社会的余剰も増大することがある。
- などの知見が得られた。

6. まとめ

本論では、企業間の提携が航空ネットワーク形態を大きく変化させる要因であると考え、提携の影響を考慮した市場分析を行った。本論においては、多様な提携の効果の中から、旅客の効用関数、および企業の費用関数を通じて影響が計測可能と考えられる3つの効果(費用削減効果、頻度増加効果、ネットワーク補完効果)を取り上げ、これらの市場に及ぼす影響を分析した。したがってFFPの共有化など他の効果に関しては考察しておらず、今後検討する必要性は高いと考えている。

一方、本論では旅客の国籍による選択行動の違いを市場均衡分析に取り込んだことで、国際航空市場に見られる方向別運賃を求めることが可能としたこと、および乗り継ぎ運賃を内生化したことが特徴である。論中の試行結果においても、直行便に対して乗り継ぎ便の運賃を低下させて競争する状態が再現されており。

しかしながら、本論では図-3に示す単純なネットワークを用いた分析に留まっており、実際の航空市場評価には至っていない。また市場において強い制約となっている空港の容量制約についても考慮されていない。よって、今後より精緻な市場分析を進めるに際しては、ネットワーク規模の拡大、制約条件の考慮、これに付随して増加する変数推定アルゴリズム等の検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) Bailey, E.E., Graharn, D.R. and Kaplan, D.P.: *Deregulating the Airlines*, Cambridge, MIT Press, 1985.
- 2) 長谷川通:エアラインエコノミクス, 中央書院, 1997.
- 3) Morrison, S.A.: *Airline Mergers; a Longer View*: Journal of Transport Economics and Policy, Vol.30, No.3, pp.237-250, 1996.
- 4) Glougherty, J.A.: *North American Airline Mergers: Strategic Reactions to Imperfectly Competitive International Market*, Transportation Research Record, 1517, pp.10-16, 1996.
- 5) DOT: *The Low Cost Airline Service Revolution*, Washington, D.C: U.S. Department of Transportation
- 6) Windle, R. and Dresner, M.: *Competitive Responses to Low Cost Carrier Entry*, Air Transport Research Group, 1997.
- 7) Youssef, W.: *Causes and Effects of International Airline Equity Alliance*, Dissertation Series, UCB-ITS-DS-92-1: 1992.
- 8) Youssef, W. and Hansen, M.: *Consequences of Strategic Alliances Between International Airlines: The Case of Swissair and SAS*, Transportation Research, Vol.28A, pp. 415-431, 1994.
- 9) GRA: *A study of International Airline Code Sharing* (Prepared for DOT), Jenkintown: Gellman Research Associates, Inc., 1994.
- 10) Hannegan, T.F. and Mulvey, F.P.: *International airline alliances*, Journal of Air Transport Management, Vol. 2, No. 2, June, pp. 131, 1995.
- 11) Bissessur, A. and Alamdari, F.: *Transportation, Factors Affecting the Operational Success of Strategic Airline alliances*, Vol. 25, pp.331-335, 1998.
- 12) Bayhoff, S.: *Code-Sharing: a Summary of the German Study*, Journal of Air Transport Management, Vol.2, No.2, pp. 127-130, 1995.
- 13) Oum, T.H. and Park, J.H.: *Airline Alliance: Current Status, Policy Issue and Future Direction*, Air Transport Research Group, 1997.
- 14) Alamdari, F. and Morrel, P.: *Airline Alliance: a Catalyst for Regulatory Change in Key Market?* Journal of Air Transport Management, Vol.3, No.1, pp.1-2, 1997.
- 15) 遠藤伸明: *国際提携と二国間航空協定*, ていくおふ, Autumn, pp.14-20, 1998.
- 16) Oum, T.H., Park, J.H. and Zhang, A.: *The effect of Airline Codesharing Agreements on Firm Conduct and International Fares*, Journal of Transport Economics and Policy, Vol.30, No.2, pp. 187-202, 1996.
- 17) Park, J.H. and Zhang, A.: *Effects of International Alliance: case in North Atlantic Market*, Air Transport Research Group, 1997.
- 18) Park, J.H. and Zhang, A.: *Strategic Airline alliance*: Complementary v.s. Parallel Alliance, Selected Proceedings of 8th World Conference on Transport Research, vol.1, pp. 181-195, 1999.
- 19) Brueckner, J.K. and Spiller, P.T.: *Competition and Mergers in Airline Networks*, International Journal of Industrial Organization, 9, pp. 323-342, 1991.
- 20) Zhang, A.: *An Analysis of Fortress Hubs in Airline Networks*, Journal of Transport Economics and Policy, Vol.30, No.3, pp. 293-307, 1996.
- 21) 黒田勝彦, 大橋忠宏: シュタッケルベルグ問題としての空港ネットワーク最適化モデル, 土木計画学研究・講演集, No. 16(1)-2, pp. 737-743, 1993.
- 22) 大橋忠宏, 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.
- 23) 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.
- 24) 藤朝幸: *規制緩和に伴う国内航空ネットワークの計画手法に関する基礎的研究*, 日本大学博士論文, 1993.
- 25) Hansen, M.: *Airline Competition In A Hub-Dominated Environment: An Application of Noncooperative Game Theory*, Transportation. Res.-B, Vol. 24B, No.1, pp. 27-43, 1990.
- 26) 屋井鉄雄, 高田和幸, 岡本直久: 東アジア圏の航空ネットワークの進展とその効果に関する研究, 土木学会論文集, No. 597/IV-40, pp. 71-85, 1998.
- 27) 中村良平: *民鉄企業の費用構造: 運輸と経済*, Vol.54, No.12, pp.36-44, 1994.
- 28) Caves, D.W., Christensen, L.R. and Tretherway M.W.: *Economy of Density versus Economy of Scale: Why Trunk and Local Service Airline Costs Differ*, Rand Journal of Economics, Winter .1984, pp.471-489, 1984.
- 29) Oum, T.H. and Zhang, Y.: *Utilization of Quasi-Fixed Inputs and Estimation of Cost Functions*, Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 25, No. 2, pp.121-134, 1991.
- 30) 衣笠達夫: *トランス・ログ型関数による航空輸送産業の費用構造の分析*, 地域学研究, pp. 147-159, 1994.
- 31) ICAO: *Financial*, International Civil Aviation Organization, 1981, 1987, 1993.
- 32) Official Airways Guide, 1981, 1987, 1993.
- 33) JAL News NO.99001, 1998.

(1999. 12. 16 受付)

ANALYSIS ON THE INFLUENCE OF AIRLINE ALLIANCE ON INTERNATIONAL AVIATION MARKET

Kazuyuki TAKADA, Tetsuo YAI and Makoto HARADA

It is thought that alliance between air carriers is one of the most effective strategies for surviving international aviation market. Furthermore, allied carriers change their network structure, which also bring changes of level of service to travel for international passenger. Therefore, the influence of alliance should be analyzed from the perspective of social welfare. In this research, two kinds of subjects in international aviation market are considered. One is passenger who is independently classified by their nationalities. Another one is international air carrier which is also independently classified by their attributes. Behavior models of each subject are formulated on the assumption that passengers behave to maximize their utilities and that carrier behave to maximize their profits, and. The effects of code-sharing, cost-sharing and network complement are evaluated using market equilibrium analysis.