

東アジア圏域の国際航空ネットワークの進展と その効果に関する研究

屋井鉄雄¹・高田和幸²・岡本直久³

¹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)

²正会員 工修 東京工業大学助手 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 工博 (財)運輸政策研究機構 運輸政策研究所(〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-19)

アジア太平洋地域における国際航空輸送のサービス水準は近年急速に向上しているが、将来のネットワーク形態のあり方や規制緩和への対応など解決しなければならない課題は多い。そのような政策課題の解決に向けては、政策の効果や影響を十分検討する必要がある。そこで本研究においては航空サービス変化の影響をネットワーク分析の観点より行った。まず供給者であるエアラインの立場に立ち、ネットワーク間の競合および補完関係を捉え、これらの関係を示す指標を開発する。そして実際のデータを用いて指標値を算出し、近年のネットワーク変化の影響を考察する。次に需要者である旅客の立場から航空サービスを評価する。その国際籍別の需要モデルの推定を行う。最後にケーススタディとして日米主要エアラインの近年のサービス変化を評価する。

Key Words: international air transport, network competition (complementation), route choice model

1. はじめに

アジア太平洋圏域における国際航空輸送サービスは、アジア諸国の経済発展に伴う旅客需要の増加と共に大きく向上した。また、これまで太平洋を横断する需要の大半を日米両国籍の旅客が占めていたが、アジア地域の航空需要の増加と共にその割合も変化し、ICAO (International Civil Aviation Organization)の統計によれば、1985年の84%から1993年には75%へ低下している。この傾向は今後も続くことが予想され、もはやアジア地域における国際航空輸送サービスは多国籍の旅客の移動手段となっている。

よって今後の空港計画や航空政策の立案に向けては、我が国を取り巻くアジア地域を広範に取り込んで需要・供給分析を行う必要がある。しかしながら、データ制約もありアジア太平洋地域における国際航空のネットワーク分析は十分に行われていない。

そこで本研究では航空ネットワーク分析の2つの方法を提案する。一つはネットワークの構成主体である供給者の視点に立ち、ネットワーク間の競合や補完関係を示すことである。もう一方はネットワークの利用者の視点よりネットワークのサービスを評価することである。

前者においては、まずネットワーク間の競合・補完の関係を定義し、各エアラインが有するネットワーク上のO

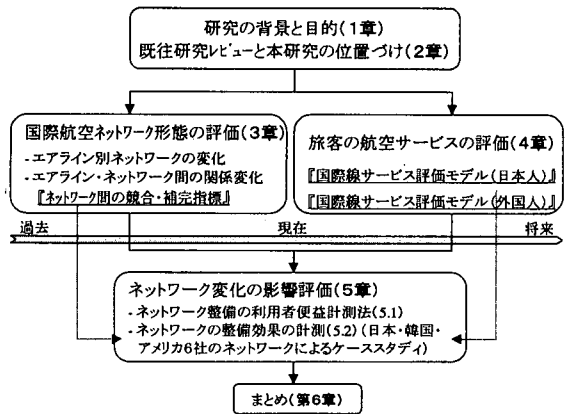


図-1 本研究の構成

Dパターンを調べ、範囲の経済的視点から競合・補完関係を示す指標を作成する。そして実際の運行サービスデータを用いて、近年のアジア太平洋地域で進展する国際航空ネットワークが、エアライン間の競合状態や補完状態を変化させていることを示す。

一方、利用者の航空サービスに対する評価には2つのレベルがある。1つはFFP (Frequent Flyers Program)の選択・加入に見られるようなネットワーク全体を評価するもの、他方は費用、時間、頻度等個々のフライトのサービスを評価するものである。本研究では主に後者のレベル

における評価を分析対象とする。

また今日我が国においては海外旅行が非日常的な活動ではなくなり、旅行形態の多様化、さらにエアラインのサービスの多様化が進み、旅客を集計的に分析することが困難な状況になりつつある。そこで本研究では旅客をその属性に基いてセグメンテーションを実施した上で、各セグメント毎に航空サービスに対する評価モデルを推定し、セグメント間の評価構造の相違を考察する。

近年、日本を含むアジア圏域においては国際航空輸送サービスが急速に整備され、現在もアジア各国で大規模な空港整備が進んでいる。しかしこのようなインフラ整備の進展に対して、ネットワーク整備の基本政策を決定できる場合は2国間協定が主流となっている。しかしこれら2国間協定をはじめとする国際航空政策は、定性的な評価をもとに進められることが多く、交通整備効果等の定量的な評価が欠如していたと考えられる。本研究では地方空港国際化の進展や関西国際空港の開港などの航空ネットワーク整備の効果を利用者便益の観点から計測し、その便益が帰着する主体が国境を越え存在する点を考慮して、国際空港、国際航空ネットワークといった国際的インフラがどのような外部性を有するかを分析する。

本研究の構成を図-1に示す。第2章ではネットワーク評価に関する既存研究の論点、視点をまとめた上で本研究の位置づけを明確にする。次に第3章では近年アジア地域で進展している航空ネットワーク整備状況を分析した上でネットワーク間の競合関係および補完関係を示す指標を作成する。そして第4章では旅客の立場から航空サービスに対する評価モデルの作成を行う。そして5章では実際のネットワーク変化の影響を3章で提案したネットワーク間の関係を示す指標と4章で推定した評価モデルを用いて分析し、6章で研究の成果と課題をまとめる。

2. ネットワーク評価の既存研究と本研究の位置づけ

ネットワーク評価はネットワークの形態評価とネットワークの機能評価に分けられる。またネットワーク形態の評価は、ネットワークの形成原理を分析し評価するものと、ネットワークの形状そのものを評価するものがある。一方、ネットワーク機能の評価においては、ネットワーク全体の機能の評価、ノードの機能評価、ノード間のリンクの機能評価などの視点から行われる。よってネットワーク利用者からの評価もこの範疇に属すると考えられる。ネットワーク評価に関しては以上の通り様々な評価対象が存在するが、本章では主に航空ネットワーク評価に関連する既存研究を参照し本研究の位置づけを明確にする。

ネットワークの形成過程を対象とした研究は、1978年

に航空市場の規制が撤廃されたアメリカで進んだ。これは、規制撤廃後にエアラインが独自のマーケット戦略に基づきネットワークを再構築した要因の分析とその効果を対象としたものである。ネットワーク形成の要因の分析として、Chawn¹⁾、Schwietzman et. al²⁾、中条³⁾がある。

Chawn はネットワーク形態を決定するパラメータの抽出とモデル化を行い、直行便への誘発要因の評価を行い、需要は直行便に対し正の影響、また都市数、ネットワークサイズは負の影響を与えることを示した。また Schwietzman はハブ・アンド・スポーク型ネットワークに対する直行便運行の可能性の検討を行った。さらに中条はハブ形成の主要因はターミナル・ディマンドであること、空港間競争の主要パラメータは路線数と頻度であることを記述しているが、定量的な評価には至っていない。

以上のネットワーク形成要因の分析結果を踏まえ、ネットワーク形態における研究は、O'Kelly⁴⁾、Hansen⁵⁾、Hansen et. al⁶⁾、轟⁷⁾、黒田⁸⁾、Kuby et. al⁹⁾、Hendricks et. al¹⁰⁾、高瀬¹¹⁾、大橋¹²⁾等の研究に代表される最適ネットワーク形成問題へと進んできた。

O'Kelly はハブ空港の最適配置を費用最小化問題として解いた。また Hansen は異なるネットワーク形態(ハブ・アンド・スポーク型とポイント・トゥ・ポイント型)をもつ2社のエアラインの頻度決定問題をゲーム理論で解いたが、現況を十分に再現するには至っていない。さらに Hansen は太平洋市場の異なるネットワーク形態を持つ航空会社間の競争をクルーナー均衡解として解き、成田空港の運行コストの影響分析を行っている。一方、轟は航空市場の需給メカニズムに基づいた航空市場モデルを用いてハブ空港の配置問題を解き、黒田は新規空港建設を含めたネットワーク最適化問題を政府、エアライン、利用者間のシュタッケベルグ解として解いた。

以上の研究事例は単純なハブ・アンド・スポーク型ネットワークを対象としていたが、Kuby はストップオーバーを含めた階層的ネットワークを考慮し、混合整数計画法を用いてより効率的なネットワーク形態が存在することを示した。また Hendricks は独占航空会社がある制約条件下(同一ODでは旅客全員が同一経路を利用、各ODの需要規模は同一等)で利潤最大化を行った際には、その構成されるネットワーク形態はハブ・アンド・スポーク型か、全てのノードを結ぶポイント・トゥ・ポイント型であることをグラフ理論を用いて示している。

またネットワークの形成問題の一つとして含まれる機材スケジューリングの決定問題に関しても、多くの研究成果が上げられているが、これらは徳永¹³⁾に詳しい。

ネットワークの形状そのものを評価対象として扱った研究には、Ghafouri et. al¹⁴⁾、轟¹⁵⁾、屋井¹⁶⁾がある。

Ghafouri は米国の規制緩和により各空港のアクセシビリティの変化を分析した。27ハブ空港を抽出し、カテ

ゴリ別に就航都市数、頻度、平均フライト距離の比較を行い、ハブ・アンド・スポーク型ネットワークが大きくアクセシビリティを向上させたことを示した。一方、轟はグラフ理論を応用しネットワーク形態を表現する評価指標を作成し、国内航空ネットワーク形態の変遷を説明した。また屋井は空港間の競合関係を、各空港が有するネットワーク形態を用いて定義し、近年のアジア圏域における空港間の競合状態が大きく変化していることを示した。

本研究ではネットワークの形成過程やネットワーク形態の最適化を分析対象には含めず、これまで筆者らの行ってきたネットワーク形態の評価手法の発展を試みる。これまでエアライン間の関係を各エアラインが有するネットワークに基づいて評価した事例はなく、本研究ではネットワーク間の競合関係と補完関係を新たに定義して、実データによる計測を行い、近年のアジア太平洋圏域におけるエアライン間の関係を説明する。

一方、ネットワークの機能を評価した研究事例は道路ネットワークを対象としたものが多い。これらはネットワークの信頼性、代替性、リンク重要度などの指標の計測を通して評価する例が多い^{17)~24)}。また計量社会学においても同様にソシオメトリ問題として取り扱われている²⁵⁾。しかしながら航空のネットワーク機能を対象とした研究例は見あたらない。

ネットワーク機能は利用者の視点から評価することも必要不可欠であり、需要分析もネットワークを評価するための一分析手法と考えられる。

航空需要分析は従来から需要予測手法の開発や需要動態分析などの観点から行われている。当初は Kanafani et. al²⁶⁾、Oberhausen et. al²⁷⁾のように単純な重回帰分析やトレンドの延長として需要予測を行っていたが、その後、ロジックモデルの開発により4段階推定法を応用した航空需要分析が進んだ。その分析の多くは Harvey²⁸⁾による段階的な選択構造をもとにしていることが多い。わが国においても森地ら²⁹⁾古市ら³⁰⁾は需要構造に関して総合的に分析を行っている。またその他多くの研究は発生量の要因分析、目的地選択、空港選択、経路選択等の選択行動を詳細に扱った既存研究がある^{31)~40)}。

一方、わが国を取り巻く国際航空ネットワークは、近年急速に整備されたが、これらの整備効果に関しては日本人旅客を中心に進められてきた。それに対し筆者らは、将来のアジア圏域における国際航空ネットワーク形態や国際航空政策のあり方を評価するためには、近隣諸国の需要動態も含めた分析が必要であることを述べてきた。そこで小泉ら⁴¹⁾は複数のデータを統合利用してアジア太平洋地域の国際航空旅客純流動を推計し Yai et. al⁴²⁾は推計した旅客ODの信頼性を統計的に考慮する方法を提案している。また同時に国際旅客のルート選択モデルの推定を行い、サービス変化の感度分析により外国人旅

客を含めた利用者便益の計測を試みている。しかしながら外国籍の行動モデルには日本人で推定したモデルを適用しているため推計値に関する信頼性の問題は解決していない。またネットワーク整備の評価の一例として高田ら⁴³⁾は、日本の地方空港国際化の効果を日本人と韓国人双方の利用者便益の観点から計測した。この際韓国人の行動モデルには Kuwang et. al⁴⁴⁾の推定結果を用いている。

そこで筆者らはこれまでの研究成果を発展させ可能な限り旅客の国籍別に需要モデルを推定し、さらにネットワーク評価システムの基本フレームを作成して、ケーススタディを行い近年の国際航空ネットワーク整備の効果計測を行う。

3. 国際航空ネットワークの競合・補完関係

アジア圏域においては各国の経済成長に伴う国際航空需要の増加やハブ空港整備と一体的国策レベルでのネットワーク拡大が進んでいる。実際このようなネットワークの拡大は各エアラインが2国間協定をはじめとする様々な制約条件に直面しつつも独自に意思決定しサービスを決定してきた結果であり、利用者にとっては概ね利便性の向上が図られてきたと考えられる。しかしながらエアライン間の提携・合併やオープン・スカイ政策への移行など今後ネットワークの形態がドラスティックに変化する要因は多く、ネットワーク間相互の関係を定量的に評価する必然性は高い。そこで本章では東アジア地域における国際航空ネットワークの変化を提案する評価指標を通して考察する。

ネットワーク整備は主に2つの特性により説明できる。1つはネットワーク範囲の拡大であり、航空ネットワークに適応すると就航都市数の増加により表現可能であり、2つ目はネットワークの密度の拡大であり、これは空港や路線の単位時間あたり頻度の増加で表現できる。本章ではまず始めに各エアラインの実際のネットワーク整備状況を比較検討し、各エアラインのネットワークがどのような特性を有して整備されてきたのかを考察する。

次にネットワークの変化がネットワーク間の相互関係に及ぼす影響を分析する。そこで本研究ではネットワーク間の相互関係を評価する2つの簡便な指標を提案する。1つはネットワーク間の競合状態を表す指標であり、他方はネットワーク間の補完状態を表す指標である。これらの指標はネットワークに含まれている空港とそれらの空港を結ぶ路線の情報を用いて、空港間の OD パターン数に基づいて算出される。

(1) 航空ネットワークの整備状況

国際航空時刻表⁴⁵⁾を用いて各エアラインがベースと

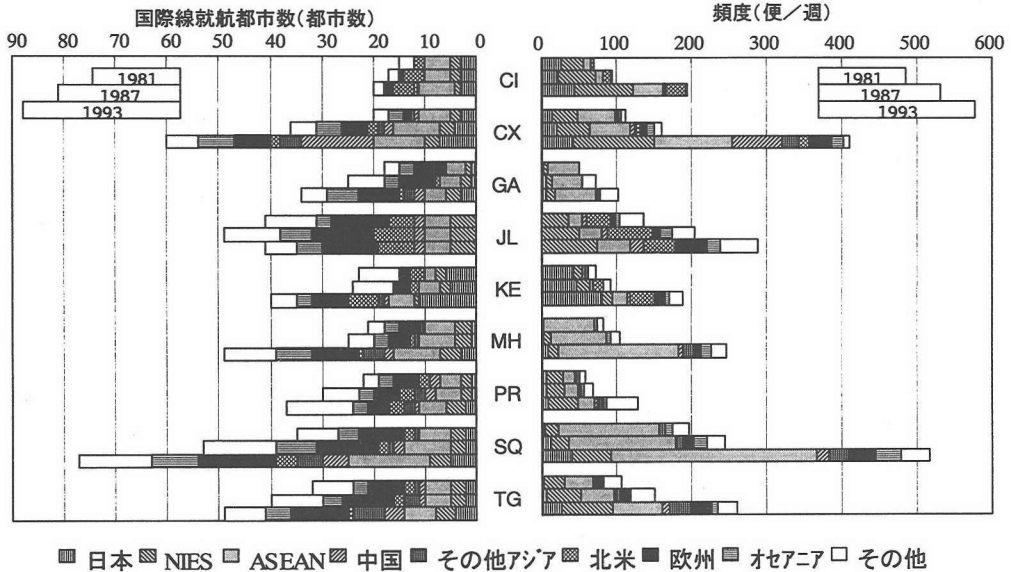


図-2 アジア地域の主要エアラインのサービス変化

する空港におけるネットワークの整備過程を分析した。図-2に国際線就航都市数と国際線頻度の経年変化を示す。

就航都市数に着目すると、近年アジア地域のハブ空港として位置づけられるシンガポール・チャンギ空港をベースとするSQ(シンガポール航空)、および香港・啓徳空港のCX(キャセイパシフィック航空)が新たな都市に積極的に路線を開拓していることが分かる。一方成田空港をベースとするJL(日本航空)は、就航都市数の増加がほとんど見られない。この理由としては成田空港の容量制約と、高コストにより他社が路線開設可能な低需要路線への就航が困難であること等が考えられる。

つぎに国際線頻度を調べてみると、全てのエアラインで近年(1987から1993年)その増加傾向が拡大していることが分かる。特にSQおよびCXは高頻度なサービスを行っていることが分かる。JLは年次を経て頻度は増加しているが、就航都市数が増加していないことより、既設路線の頻度を増やすことでサービス水準の向上を図っていることが推察される。

一方エアラインが提供するサービスを地域別に分けると、特にJLは欧米へのシェアが高く、就航都市では全体の44%(1993)、頻度では30%(1993)を占めており、他のエアラインに比べて展開するネットワークが広範であることが分かる。また近年の日本の地方空港国際化を進展させた、KE(大韓航空)やOZ(アシアナ航空)においては、図中でKEの日本向けサービスのシェアが拡大していることにも現れており、就航都市数では28%(1993)、頻度では42%(1993)が日本向けのサービスである。またSQは1981年から1993年の間にASEAN地域内に

多くの路線を開拓しており、就航都市数は6都市から16都市へ、また頻度も137便から274便に急増している。このことよりSQはASEAN地域を中心にハブ・アンド・スポーク型ネットワークの構築を進めていることが分かる。一方CXは中国路線を数多く有しており、香港が中国の諸都市へのゲートウェイ機能を有していることが示唆される。

(2) ネットワーク間の競合・補完関係

本節では前節で明らかとなった個々のエアラインのネットワーク整備が、実際にはネットワーク間の相互関係を変化させていることを示す。ここにおけるネットワーク間の相互関係とは以下に説明する競合および補完の関係を意味する。

例えば既にA社がサービス提供している路線に他のB社もサービス提供している時、利用者はA、B双方のサービスが選択可能となり、両者間で競合状態にあると考えられる。一方A、B両社のサービスを利用することで、はじめて両空港間の移動が可能となる場合、これら両エアラインは補完状態にあると考えられる。

そこで本節ではネットワークの競合・補完の関係を示す簡便な指標を作成し、実際に各エアラインが提供したサービスデータを用いて、アジアの各エアラインのネットワークが互いにどのような競合・補完状態にあったかを示し考察する。

a) ネットワーク形態

ネットワークの相互関係を図-3に示す典型的な例を用いて説明する。図-3中の(a)~(e)はネットワーク同士の接続状態をもとにネットワーク間の関係を定義したもの

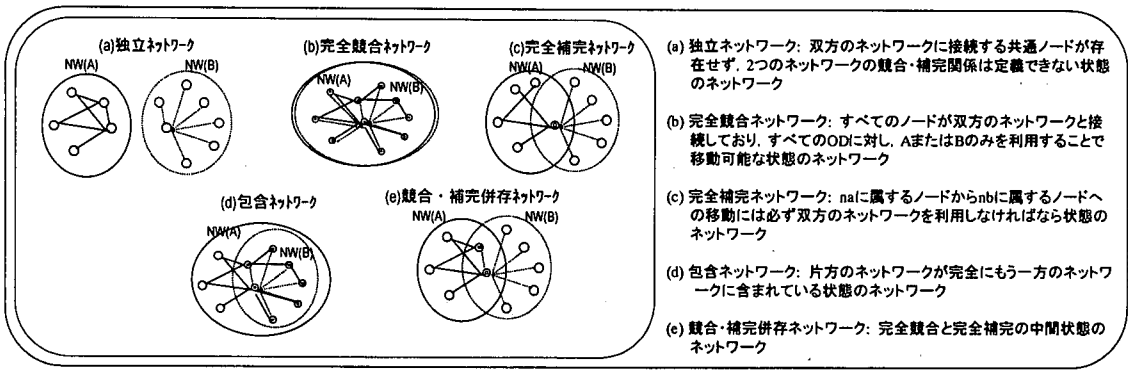


図-3 ネットワーク競合、ネットワーク補完の概念図

である。図中の NW-(A), NW-(B) はそれぞれエアライン A, B が有するネットワークを意味する。また n_a は NW-(A) にのみ接続している空港(ノード)数, n_b は NW-(B) にのみ接続している空港(ノード)数, さらに n_{ab} は NW-(A), NW-(B) 双方に接続している空港(ノード)数とする。

b) 競合指標

本節では発地と着地の組み合わせをもとに算出されるネットワーク間の競合指標を提案する。

いま空港間の総 OD 数は表1の各セル中に見られる OD パターン数の総和であり、

$$(n_a + n_b + n_{ab})(n_a + n_b + n_{ab} - 1) \quad (1)$$

通りある。そしてこれらの OD のうち A, B 社が競合する OD は n_{ab} と他の n_{ab} 間の OD 数で、

$$n_{ab}(n_{ab} - 1) \quad (2)$$

通り存在する。ここでネットワーク間の競合度は、競合 OD 数の総 OD 数に対する比で定義され、

$$n_{ab}(n_{ab} - 1) / (n_a + n_b + n_{ab})(n_a + n_b + n_{ab} - 1) \quad (3)$$

となる。

ただし実際に算出した指標値を総合的に比較するには、両エアラインが有するネットワークの規模を考慮する必要がある。本論では両エアラインが就航する空港数を分析対象地域内の総空港数で割った値を指標値に掛けて標準化を行った。

c) 補完指標

ある空港間を移動する際 NW-(A) と NW-(B) の双方を利用しなければ移動できない場合、これら両社のネットワークは補完関係にあると定義する。この補完関係は競合関係とは異なり、NW-(A), NW-(B) に対し共通に与えられるものではなく、NW-(A) に対するネットワーク(B)の補完度、あるいは NW-(B) に対する NW-(A) の補完度というような方向性を有する指標である。NW-(A) の NW-(B) に対する補完関係は、 n_b に関する全 OD 数のうち NW-(A) を用いなければ移動が不可能な OD 数の割合として計算される。 n_b に関する OD 総数は、

$$n_b(2n_a + (n_b - 1) + 2n_{ab}) \quad (4)$$

通りある。そのうち NW-(A) と NW-(B) 双方を用いなければ

表-1 ノードタイプ別の OD パターン数

		A 社		B 社	
		n_a	n_{ab}	n_{ab}	n_b
A 社	n_a	$n_a(n_a - 1)$	$n_a n_{ab}$	$n_a n_b$	
	n_{ab}	$n_{ab} n_a$	$n_{ab}(n_{ab} - 1)$	$n_{ab} n_b$	
B 社	n_b	$n_b n_a$	$n_b n_{ab}$	$n_b(n_b - 1)$	

ば移動不可能な OD 数は、

$$2n_a n_b \quad (5)$$

通りあり、NW-(A) の NW-(B) に対する補完度は、

$$2n_a n_b / (n_a(2n_a + (n_b - 1) + 2n_{ab})) \quad (6)$$

同様に NW-(B) の NW-(A) に対する補完度は、

$$2n_a n_b / (n_b(2n_b + (n_a - 1) + 2n_{ab})) \quad (7)$$

となる。補完指標についても競合指標と同様に標準化を行う必要がある。

d) 指標の空間ネットワークへの拡張

前節で提案したネットワーク間の競合・補完指標は空港間に路線が張られているかどうかのみ着目した評価指標である。しかし実際は各路線ごとに異なる水準のサービスが運行されており、航空ネットワーク間の空間的な関係を示すには、路線ごとに何らかの重みを考慮する必要がある。実質的に空間特性を扱うには路線別の利用者数をそ扱うことが適当と考えられるが、実際エアラインごとの路線別旅客数を知ることはできない。そこで本節では各路線の頻度を代用し、重み付けを施した評価指標を作成する。

表-1 中のノードタイプ別の OD に対し重み w を算定し、ネットワーク全体で集計することにより指標値を求める。

以下に重み W の与え方を示す。

(I) NW-(A), (B) が空港 O-D 間で競合状態の場合 (空港 O, D がともに表1中の n_{ab} に属する場合)

$$W_{OD}^{(AB)} = \min\{W_{OD}^{(A)}, W_{OD}^{(B)}\} \quad (8)$$

$$W_{OD}^{(A)} = F_{OD}^{(A)} + F'_{OD}^{(A)} \quad (9)$$

$$W_{OD}^{(B)} = F_{OD}^{(B)} + F'_{OD}^{(B)} \quad (10)$$

$W_{OD}^{(AB)}$:NW-(A), (B)の空港O-D間の重み

$W_{OD}^{(A)}$: 空港O-D間の NW-(A)の重み

$F_{OD}^{(A)}$:空港O-D間の NW-(A)の直行便数

$F'_{OD}^{(A)}$: 空港 O-D 間の NW-(A)の経由/乗り継ぎ便数

なお本論では経由/乗り継ぎ便数は乗り継ぎ1回で O-D 間を移動できる便数とし以下のように設定した。

$$F'_{OD}^{(A)} = \min\{F_{OV}^{(A)}, F_{VD}^{(A)}\} \quad (11)$$

$$F'_{OD}^{(A)} = \min\{F_{OD}^{(B)}, F_{OD}^{(B)}\} \quad (12)$$

ここで $F_{OV}^{(A)}$, $F_{VD}^{(A)}$ はそれぞれNW-(A)の空港O-V間, 空港 V-D 間の直行便数を表している。つまり乗り継ぎ便数は乗り換え前後の頻度の少ない方で決定される設定とした。

(II) NW-(A), NW-(B)が空港O-D間で補完状態の場合
(空港 O, D が各々表1中の n_a と n_b のどちらかに属する場合)

$$W_{OD}^{(AB)} = \min\{F_{OV}^{(A)}, F_{VD}^{(B)}\} \text{ or } \min\{F_{OV}^{(B)}, F_{VD}^{(A)}\} \quad (13)$$

(III) 空港O-D間をNW-(A)またはNW-(B)のみでは移動できない場合(空港O, Dがのどちらかが表1中の n_{ab} に属しかつ他方が n_a または n_b に属する場合)

n_a に属するOまたはDがある場合,

$$W_{OD}^{(AB)} = \min\{F_{OV}^{(A)}, F_{VD}^{(A)}\} \quad (14)$$

n_b に属するOまたはDがある場合,

$$W_{OD}^{(AB)} = \min\{F_{OV}^{(B)}, F_{VD}^{(B)}\} \quad (15)$$

すべてのODパターンで重み $W_{OD}^{(AB)}$ を総計したものと、前節と同様に競合および補完関係となるODパターンについて $W_{OD}^{(AB)}$ を総計したものとにより路線の重みを考慮した競合・補完指標とする。

(3) ネットワーク間競合・補完指標の算出

本節では、アジア地域に本拠地を置くエアラインのネットワーク相互の関係をネットワーク形態の評価指標を用いて示す。しかしながらネットワーク間の競合および補完の関係は、評価対象とするネットワークの範囲の設定により大きく異なることがあるが、本論ではネットワークの範囲を全世界に設定した時の結果を、路線の有無のみを考慮した場合と路線の頻度を用いて重み付けを施した場合の2通りで示すこととする。

またネットワーク間の競合や補完は必ずしも国際線ネットワーク内で生じる事象ではない。例えば韓国のエアラインが日本の地方空港へ路線を開設した際、韓国のエアラインと日本のエアライン間の関係がどう変化したかを調べるには、日本国内のネットワークを考慮しなければならないことは明らかである。そこで本論では各エアライ

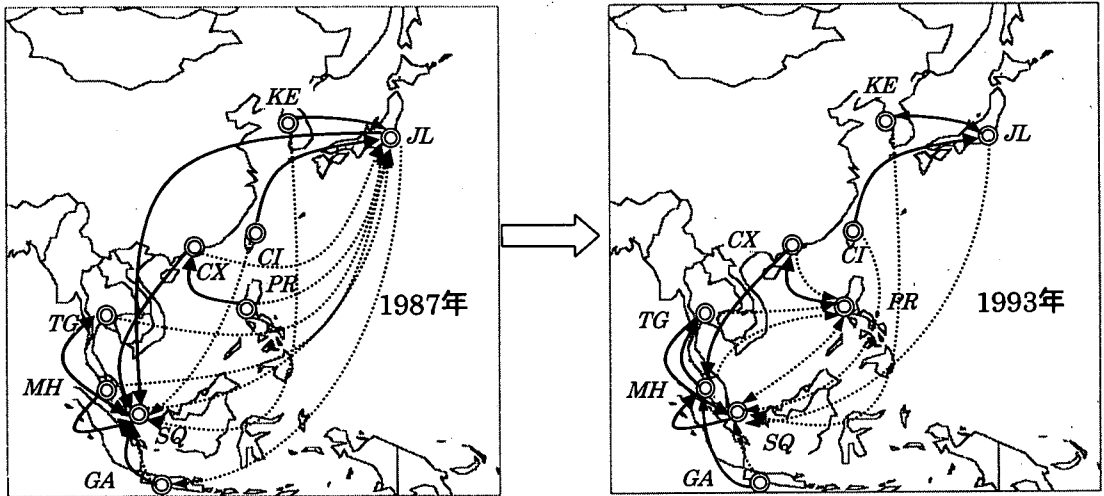
ンが国際線のベースとして使用する空港における国内線についても、OAG時刻表に基づいて指標算出の際に考慮した。

図-4は路線の重み付けを行っていない競合と補完の指標の算出結果であり、各エアラインの最大競合先と最大補完先のエアラインが示されている。実線は競合関係、破線は補完関係を表し、また矢印の向きが各エアラインの最大競合先と最大補完先のエアラインを示している。図中の略号は図-2同様エアラインを表している。

たとえば1987年時にJLからSQに引かれている実線は、JLにとって競合指標値が最も高いエアラインがSQであったことを示し、またJLからGA(ガルダ・インドネシア航空)に引かれている破線は、JLが最も補完を委ねるエアラインがGAであったことを示している。

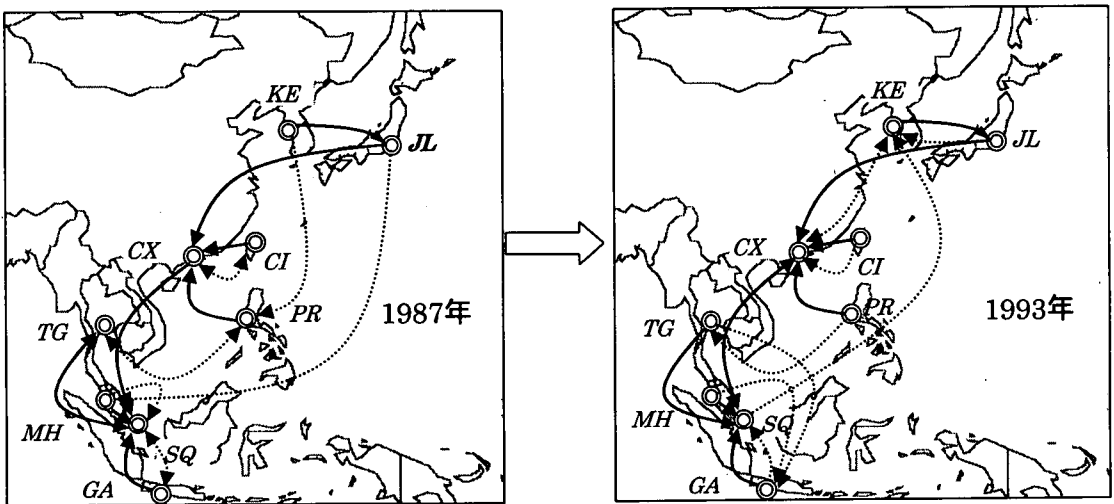
2時点で比較すると、競合状態に関してはJLの最大競合先がSQからKEに変化したこと以外に大きな変化は見られないが、補完関係に関しては87年時における最大補完先がJLかSQであったものが、93年時にはSQやPR(フィリピン航空)へ移っている。補完関係は一方のエアラインが運行していない空港を他方のエアラインが数多く運行すれば強くなる特性を有する。また競合関係が強まるほど補完関係は弱まる特性も有する。つまりSQのアジア地域内における積極的な路線開設が、他のエアラインにおける補完度を一様に上昇させたものと考えられる。一方PRが最大補完エアラインとして位置づけられたのは、PRが新規の路線開設を行ったことよりも、他のエアライン間の競合関係が全般的に強り、このことが同時に補完度を低下させたためである。これら上記の結果は筆者ら¹⁶⁾が空港間競合を分析した結果と同様の結果であり、空港間競争の変化はフラッグキャリア間の競争により概ね表現できることが確認できた。

次に図-5は、重み付きの指標値に基づく最大競合エアラインと最大補完エアラインを示したものである。ネットワークを空間的に捉えて競合・補完関係を考察した結果、最大競合エアラインと最大補完エアラインが図-4で示した関係と大きく異なる結果となった。最大補完関係については図-4の87年時におけるJLへの一局的な集中は見られず、多様な最大補完関係が存在していることが分かる。補完関係に関して87年時においてはCX-CI, PR-TG(タイ国際航空), SQ-GAに関係に見られるように互いに補完しあうような形態が多かったが、93年時には最大補完先として相互に結びあう形態はほとんど見受けられない。これはあるエアラインのネットワークの展開が他



← 最大競合先ネットワークに向けて矢印
 ← 最大補完先ネットワークに向けて矢印

図-4 ネットワーク間の最大競合, 最大補完関係の変化



← 最大競合先ネットワークに向けて矢印
 ← 最大補完先ネットワークに向けて矢印

図-5 ネットワーク間の最大競合, 最大補完関係の変化(頻度情報考慮した場合)

のエアラインに対し特化していることが考えられる。例えば KE は他のエアラインと異なり日本の地方空港に路線開設を積極的に行っている。また CX は中国の諸都市に数多く路線を開設している。このように他のエアラインと差別化したネットワークを構築することで補完度が増加したと考えられる。

以上前節で提案した指標を用いてネットワーク間の関係変化を最大競合と最大補完の観点から調べ、近年のネットワークの拡大が相互の関係を変化させたことを示した。本論ではネットワークを世界全域で扱ったが、具体

的に分析対象領域を設定し、各エアラインが他のエアラインに対し地域的にどのような特性を有しているか指標を用いて示すことも可能である。

4. 国際旅客の航空サービス評価

(1) 国際航空サービスに対する選好分析

前章では供給主体であるエアラインの立場からネットワーク評価を行ったが、本節ではネットワーク上を移動する旅客の視点から評価を行う。すでにわが国においては

海外旅行も日常的な活動となり、様々な旅行形態が顕在化し、国際交通サービスに対しても多様なニーズが求められるようになった。一方わが国を取り巻くアジア各国でも国際交流が活性化し、一路線の旅客の国籍は当路線で結ばれる空港の国籍保有者ばかりではなく多国籍に及んでいる。筆者らは、わが国の国際航空を取り巻く環境整備においては、もはや日本人の需要動態のみを考慮するだけでは今後増加が予想されるアジア地域の需要に対応可能な整備は期待できないと考え、近隣諸国を含めた分析の必要性を述べてきた。しかしながらデータの制約から、モデル分析を行うには至っていない。そこで本研究では、日本人の選好分析にはこれまでの研究成果を生かしつつ、また外国籍旅客については新たに調査を行いモデル分析を行った。

(2) 日本人の国際航空サービス選好分析

日本人の国際旅客が旅行のチケットを購入する際に考慮すると考えられるフライト時間、費用等のサービスを説明変数とする国際航空サービス選択行動を非集計行動モデルにより推定し、航空サービスに対する選好意識を分析する。一方個人属性に基づいて実施したセグメントの統計的有為性を、マーケット・サイエンスの手法を適応して検討する。

a) 使用データ

分析に使用した基礎データには運輸省が実施した国際航空旅客動態調査(平成3年度)を用いた。またパラメータ推定に必要な LOS データに関しては、所要時間、乗換時間、乗換の有無、便数については ABC(World Airways Guide-1991)より調べ、また運賃に関しては旅行代理店数社に実勢価格のアンケート調査を実施しエアライン毎の路線別平均運賃を算出した。これらの LOS データを動態調査の各サンプルの目的地、利用エアラインと照合し、モデル推定用のデータを作成した。

b) 日本人の国際航空サービス選択モデル

エアラインの多様なサービスに対する属性間の選択行動の違いを捉えるため、国際旅客のサービス選択モデルを作成した。モデルの説明変数中にはこれまでデータ制約のため取り込むことのなかった国際航空運賃の実勢価格を含め、より実用性の高いモデルを作成した。各サンプルの選択肢の設定は、時刻表に基いた乗り継ぎ便まで含めることは可能ではあるが、選択可能性のほとんど無い選択肢を設定することになりかねず、誤った推計を引き起こしかねない。そこで本研究では選択した者が一人でも存在した路線経路を選択肢集合に含むという選択肢の設定過程を踏み目的地方面ごとに選択肢集合を設定しパラメータ推定を行った。推定に用いたモデルの説明変数は価格、頻度(便数/週)、総所要時間、日本エアラインダミー(日本のエアラインなら1、それ以外な

ら0となる変数)の4変数である。表-2に推定結果(全旅客)を示す。

c) マーケット・セグメンテーション

国際航空旅客の選択行動を分析するには多様な母集団を属性によって幾つかのセグメントに分割しパラメータ推定することが望ましい。ここでは旅客の旅行特性に基づきセグメントを作成し、旅行形態の階層構造の検討を行った。

サンプルを属性に基づいてセグメントした上でモデルを作成した。セグメントの要因には旅行目的(観光または業務)、旅行形態(パッケージまたは個人)、目的地方面(アジアまたはその他)を考慮した。

セグメント間のパラメータ群の統計的差異を χ^2 検定により検証した。セグメントを行う前の対数尤度を L_0 、セグメントを行った後の各層の対数尤度を L_{c1} 、 L_{c2} とすると χ^2_0 値は、

$$\chi^2_0 = -2[L_0 - (L_{c1} + L_{c2})] \quad (16)$$

となる。ここで有意水準 α を決め χ^2 分布表より自由度Kの α %超過確率の χ^2 値を読みとり、 $\chi^2_0 > \chi^2$ であれば、セグメントを行うことが有意であるとの結論を得る。なお自由度4のときの下側95%点は9.487である。

この結果は図-6に示すように、全サンプル→旅行目的→旅行形態→目的地方面という4つの階層が作成され、最終的には全サンプルが5つの属性(図中では網掛で示す)に分けられる結果となった。すなわち観光目的の旅客に関しては旅行形態の種別でセグメントすることの有為性は検証されず、目的地方面別でセグメントを行なうのみでセグメントが規定された。その一方で業務目的の旅客に関しては旅行形態のセグメントの必要性が明らかとなった。さらに業務目的かつ個人旅行の旅客に関しては目的地の方面でセグメントする必要性は検証されなかったが、団体旅行の旅客に関しては、方面別でセグメントする必要性が検証された。

よってより精緻な需要分析を進めるためには、これら最終的に得られた5つのセグメントのモデルを用いることが必要である。しかしながら需要量の算出には選択確率の他に、セグメントに用いている各要因に対応した需要の集計量を必要とし、そのため大規模なデータソースの整備が必要であることは言うまでもない。

(3) 外国人の国際航空サービス選好分析

これまで筆者らは国際航空サービスの整備に対しては国籍に代表されるような多様な属性の行動様式も考慮する必要があることを述べてきた^{42),43)}。しかしながら筆者らの既存研究ではデータ制約のため外国籍旅客の行動モデルを構築するには至っておらず Kuwang の推定結果を用いて整備効果の評価を行ってきた。このような背景を踏まえて筆者らは1996年10月に成田空港のサテライ

表-2 日本人の国際サービス選択モデル

旅客属性	業務		観光		業務	
	全旅客	個人	アジア	その他	アジア	その他
運賃	-0.0450	0.00155	-0.222	-0.0254	-0.125	0.168
10,000	-2.33	0.035	-4.83	-0.895	-1.00	1.31
総所要時間 (時間)	-0.255	-0.600	-0.0119	-0.267	-0.0424	-0.569
頻度 (週間便数)	-8.62	-5.21	-0.246	-5.84	-0.311	-1.91
自国17ライダミ (自国=1, その他=0)	0.799	0.116	0.0993	0.0329	0.111	-0.0201
尤度比	17.5	10.84	12.8	3.83	5.24	-0.484
的中率(%)	0.207	0.363	0.452	0.0336	0.300	-1.477
サンプル数	3.55	2.78	4.20	0.350	1.02	-2.99
	0.072	0.177	0.097	0.027	0.121	0.111
	35.8	47.4	41.7	27.3	46.0	40.0
	1773	422	545	664	74	40

下段;t値

表-3 外国籍旅客の国際サービス選択モデル

国籍	アメリカ	ヨーロッパ	韓国	シカポール	中国
運賃	-0.41	-0.42	-0.37	-0.56	-0.40
(100US\$)	-19.9	-12.5	-6.15	-4.59	-4.73
総所要時間 (時間)	-0.24	-0.27	-0.14	-0.24	-0.14
頻度	-8.18	-5.42	-1.53	-1.55	-1.07
ln(週間便数)	0.208	0.346	0.243	0.739	0.452
自国17ライダミ (自国=1, その他=0)	4.84	4.77	1.52	2.53	2.19
尤度比	0.294	0.100	-0.0316	0.272	-0.186
的中率(%)	4.94	1.04	-0.170	0.871	-0.737
サンプル数	0.179	0.178	0.190	0.247	0.220
	54.6	56.4	57.5	59.3	59.0
	718	267	62	27	35

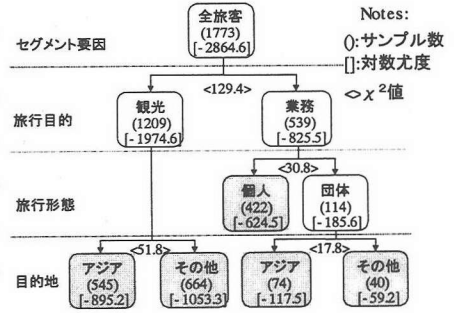


図-6 マーケットセグメンテーションの結果

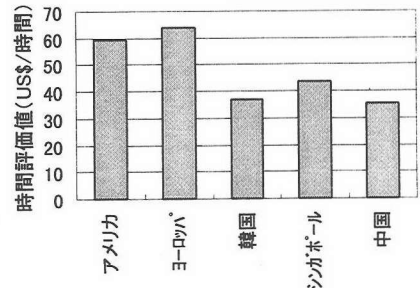


図-7 国籍別時間評価値

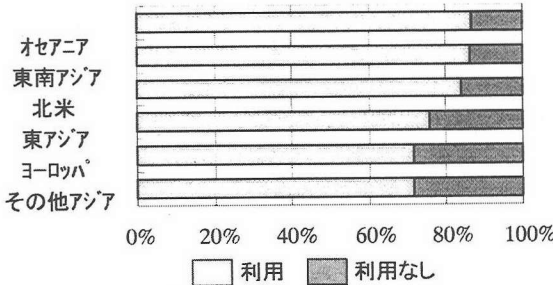


図-8 国籍別 FFP 利用率

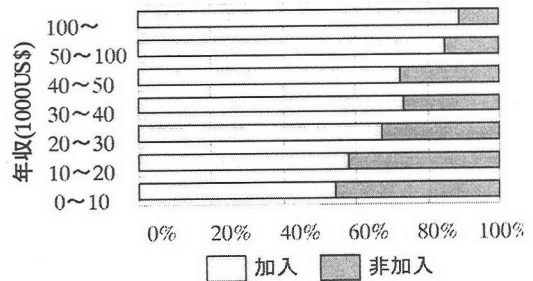


図-9 年収別 FFP 加入率

ト内において、外国籍旅客を対象にアンケート調査を行い、そのなかで被験者にサービス水準の異なる4種のチケットを比較してもらい、選好順位を記入する形式のSP調査を行った(調査フォーマットは付図-1, また設定条件は付表-1に示す)。

SP調査に採用した比較対象のサービスは、航空運賃、目的地までの所要時間、乗り継ぎの有無と乗り継ぎ時間、運行頻度、利用クラス、エアラインのフラッグである。

ここでは順位付けデータの推定法として一般的なラングロジットモデルによりパラメータ推定を行った。ただし選択順序の傾向を調べた結果、ビジネスクラスの利用に対するキャプティブ層が存在することが分かった。このようなキャプティブ層が存在するもとのモデルパラメータの推定にはサービス間のトレードオフを行う旅客とトレードオフを行わない旅客を同時に扱うことのできるドジットモ

デル等の応用も可能であったが、本研究ではビジネスクラスのキャプティブ層を取り除くため、ノーマルクラスを1番に選択したサンプルを用いてパラメータ推定を行った。

表-3は比較的サンプル数の多かった国籍別のパラメータ推定結果である。全てのモデルにおいて尤度比、パラメータのt値とも比較的高く、説明力を有するモデルが推定された。国籍別にパラメータを比較すると運賃パラメータよりも所要時間パラメータでばらつきが大きいことが分かる。特に韓国籍と中国籍の旅客は所要時間に対する感度が低いことから、時間が余分にかかる乗り継ぎ便に対しても欧米人ほど不便さを意識していないことが分かる。次に時間パラメータを費用パラメータで除することによって得られる時間評価値を国籍別に算出した。これは所要時間が1時間短いサービスに対する支払い意思

額と考えることもできる。各国の評価値の算出結果を図-7に示す。北米およびヨーロッパ人はおよそ60US\$と高い時間評価値を有しているが、韓国、シンガポール、中国においては所要時間に対するパラメータが小さいため、約40US\$と欧米人に比べると低い値となっている。時間評価値は通常、経済水準を反映する値になることが想定されるが、ここで算出された結果は国間の経済水準(国民所得)の差ほど大差は無い。これはいかなる国においても国際航空の利用者が比較的高所得者層であるためと推察される。

一方、自国籍のエアラインに対する選好は特にアメリカ国籍の旅客で強いことが分かる。これは欧米で発達したFFPの影響によりアメリカ系エアラインに対するブランド・ロイヤリティが確立していることが一因として考えられる。図-8は今回の旅行で利用したエアラインと旅客が加入するFFPとの関係を示した図である。北米国籍の8割強の旅客については今回の旅行に用いたエアラインはFFPに加入しているエアラインに含まれていた。またいずれの国籍においても70%を越えるFFPの利用率となっており、アジア地域でもエアラインの顧客獲得にむけたマーケティング戦略が台頭していることが明らかとなった。

一方、年収別のFFP加入率を図-9に示す。国際航空の利用頻度が高い高年収の旅客ほどFFPに加入していることが分かる。このことはFFP等の顧客獲得競争が進みロイヤリティ層が顕在化した際には、需要分析においてもこのような多様な戦略の効果を考慮する必要性があることを示すものである。

5. 国際航空サービスの整備効果

わが国の国際航空のサービス整備は空港建設・空港アクセス整備および地方空港の国際線開設を初めとする航空ネットワーク整備など多方面から図られてきた。これらは旅行者に対し時間短縮や費用低下などのサービス水準の向上をもたらした。しかしながら上記の整備は各プロジェクトがそれぞれ独自に計画・整備されたものであり、今後の空港・航空ネットワークの整備に向けては、わが国が有する空港を総合的かつ効率的に活用するシステムの構築が必要である。そのようなシステムの構築には、国際航空サービスの整備水準と旅客需要動態との関係や交通整備効果などの分析が必要と考える。我が国の交通整備は外国籍の旅客に便益を供与し、また同様に他国の空港やネットワークの整備は我が国の旅客にも便益を供与するため、日本内外の航空ネットワーク構成のあり方を考えるには、既に述べた通り国籍を含め多様な属性を扱うことが必要である。

そこで前章までの成果を適用して、近年わが国で進展した地方空港の国際化や関西国際空港の開港、および

近隣国の空港におけるネットワーク整備等の影響を、提案したネットワーク間の評価指標、国籍別の利用者便益の計測を通して考察する。

(1) 国際交通サービスの整備効果の計測方法

ある空港における国際線サービスが新規国際線の開設や頻度の増加などにより改善された場合、これらのサービス改善は当空港のアクセシビリティを向上させ当空港利用者を増加させることが予想される。また同様に出発地から当空港までのアクセス環境が改善された場合には、当然目的地へのアクセシビリティ向上につながり、目的地の選択パターンを変化させることになる。本研究ではNested Logit型需要モデルを用いて、サービス改善に対する支払意思額の算出を以下に示す方法で行った。これはWilliams⁴⁶⁾の提案を応用したものである⁴⁷⁾。

サービス改善前、旅客1人当たりの最大効用の期待値は、

$$E^0 = \ln \sum_{d \in M} \exp(V_d^0) + \lambda \ln \sum_{a \in A} \exp(V_a^0) + \gamma \ln \sum_{r \in R} \exp(V_r^0) \quad (17)$$

で表わされる。ここで V_d^0 、 V_a^0 、 V_r^0 は目的地、空港、経路のアクセシビリティを除いた効用部分、 λ 、 γ はそれぞれ目的地、空港のアクセシビリティに対するパラメータである。同様にサービス改善後は、

$$E^1 = \ln \sum_{d \in M} \exp(V_d^1) + \lambda \ln \sum_{a \in A} \exp(V_a^1) + \gamma \ln \sum_{r \in R} \exp(V_r^1) \quad (18)$$

と表わされる。ここで国際線サービスの改善に対し全ての選択肢に $\Delta \bar{c}$ の支払い意思額を定義すると、

$$E^1 = \ln \sum_{d \in M} \exp(V_d^0 + \lambda \ln \sum_{a \in A} \exp(V_a^0 + \gamma \ln \sum_{r \in R} \exp(V_r^0 + \beta \Delta \bar{c}))) \quad (19)$$

となり、(19)は次式のように展開できる。

$$E^1 = \beta \gamma \lambda \Delta \bar{c} + \ln \sum_{d \in M} \exp(V_d^0) + \lambda \ln \sum_{a \in A} \exp(V_a^0) + \gamma \ln \sum_{r \in R} \exp(V_r^0) \quad (20)$$

よって支払意思額 $\Delta \bar{c}$ は(21)で表わされる

$$\Delta \bar{c} = \frac{E^1 - E^0}{\beta \gamma \lambda} \quad (21)$$

ここで β は国際線サービス選択モデルの運賃パラメータである。また利用者全体の便益は $\Delta \bar{c}$ に総需要量に乗じて計測される。本手法を適用して次節では近年の国際交通サービスの整備効果計測を試みた。ただし本論中ではアクセシビリティの変化による需要の変化、さらに目的地の変更は考慮していない。つまりOD別の需要は一定であるという条件下での便益を算出したことになる。その際の支払意思額は、

$$\Delta c = \frac{E^1 - E^0}{\beta \gamma} \quad (22)$$

となる。

(2) 国際航空のサービス整備の効果計測

本章では近年の国際航空整備の影響を供給者側、利用者側双方の観点から分析する。評価対象は1991年から1996年の間に変化した航空サービスである。また供給者として日本系、韓国系、アメリカ系のエアラインをそれぞれ2社ずつ計6社とした。図-10はこれら6社のアジア太平洋地域における路線網を示している。1991年において既に運行していた路線は実線、その後1996年までの5年間に新たに開設された路線を破線で示している。対象とする5年間にネットワーク整備を顕著に行ったのは関空の開港と同時に路線を数多く開設したNH(全日空)、1980年台後半より日本の地方空港に路線を開設したKEおよびOZである。このようなエアラインが独自にネットワークを整備した結果、ネットワーク間の相互関係がどのように変化し、またサービス変化に伴う利用者便益がどの属性にいくら帰着したのかを計測した。

a) ネットワーク競合・補完関係の変化

3章では世界全域のネットワークを対象としたが、本章ではアジアとアメリカ間のネットワークを対象とする。そこで3章で提案した重み付きの指標を適用して6エアラインの関係変化を分析した。指標値の算出に考慮した路線は、韓国のエアラインに関しては国内線・国際線の全サービス、アメリカのエアラインに関してはアジア路線のみを対象とした。また日本のエアラインに関しては全ての国際線サービスと成田、関空(大阪)を発着する国内線を考慮した。これは日本のエアラインと韓国のエアライン間の競合・補完関係を評価する際、日本の国内国際線を乗り継ぎサービスを考慮しなければならないためである。そこで日本で国内と国際を乗り継ぐ旅客の多い成田・関空を乗り継ぎの可能な空港とした。

図-11は競合および補完の関係が大きいものを示したものであり、大体的には近年のエアライン個々のネットワーク整備が競合関係を強める傾向にあることが分かる。経年的にみると、1991年にはJLを中心とした競合状態から、1996年にはJLを中心とする競合状態の他に、韓国系エアライン同士、米系エアライン同士の競合が強まったことが示されている。これはOZがネットワーク整備を進展させたこと、またNW(ノースウエスト航空)、UA(ユナイテッド航空)に関してはお互いに就航する空港数が増えた結果である。

また補完関係に関しては競合度の低いエアライン間の中で高い補完状態にあることが分かる。また1991年から1996にかけて補完関係は大きく変化している。特にNHのアジアへの新規路線の開設はアメリカ系エアラインからの補完度を強めていることが顕著に現れている。

このようにネットワーク間の関係の推移を簡便な指標を用いて示したが、現実の事象と照らし合わせてみても大きな相違は無く、ネットワークの形態を評価する指標とし

表-4 国際旅客のルート選択モデル(日本人)

	出国空港選択 β	国際線経路選択 β
アクセス費用(円)	$-3.134 \times 10^{-4} (-14.7)$	
logsum変数	0.9318(5.00)	
成田空港 β -1(1or0)	1.843(2.26)	
大阪空港 β -1(1or0)	1.229(2.01)	
名古屋空港 β -1(1or0)	2.436(3.83)	
運賃(円)		$-2.405 \times 10^{-5} (-6.49)$
国際線所用時間(h)		-0.0561(-1.34)
フライト頻度ln(便数/週)		1.407(18.4)
I771 γ (日系=1,その他=0)		0.3691(4.47)
ρ^2	0.776	0.105
的中率(%)	93.4	42.3
サンプル数	592	783

での有用性を示している。

b) 利用者便益計測

前節で説明した便益計測方法を用いて1991年以後5年間のネットワーク変化による便益の計測を行った。筆者らは地方空港の国際化の効果分析を目的として、これまで韓国と日本間の旅客に対する便益評価を両国の旅客を対象として行ってきた⁴³⁾。しかしながら一路線の整備効果はその空港間を利用する旅客の範囲にとどまらず、乗り継ぎ後、より以遠に移動する旅客に対しても便益を供与するものであり、より広範な旅客を評価対象に取り込む必要がある。

そこで本研究では日本と韓国にアメリカを加えた3国間のネットワーク変化による利用者便益の変化額を計測した。サービス変化に対する旅客の評価モデルには、アメリカ人と韓国人に関しては4章で推定したモデルを用い、また日本人に関しては筆者らの既存研究の中で推定したモデルを用いている。また日本人については経路選択と空港選択モデルを段階推定した需要モデル(表-4)を用いた。

日本人旅客の乗換可能空港は東京、大阪、ソウルとしたが東京と大阪発の旅客に関してはソウルでの乗り継ぎは考慮しない。これは関西国際空港からアメリカ西海岸に向かう旅客においてソウルで乗り継ぎ需要がほとんど無いためである。同様にソウル発の旅客に関しては大阪、関空での乗り継ぎは考慮していない。

便益計測には、アメリカ内ではアジアへのゲートウェイであるロサンゼルス、サンフランシスコ、シアトルの3空港、韓国ではソウル、また日本では国際線の就航する空港と成田、関西国際空港に路線のある空港とした。そのため利用者便益算出の際には、日本人についてはアメリカ西部の空港で入国する旅客、アメリカ人に関してはアメリカ西部から出国する旅客を対象とした。なお本論では主要6社のサービス変化の影響に焦点を絞ったためアメリカ西部のゲートウェイの一つであるポートランドは対象から外した。

図-12は年間の利用者便益の総額を目的地別に計測した結果であり、地域間を結ぶ矢印で目的地が示されてい

る。また利用者便益の総変化額は各地域の上に円の大ききで示し、便益が増加している場合には白抜き、便益が減少している場合には黒塗りの円で示している。

東京をはじめ東日本の各県で利用者の便益が減少している。これはこの5年間に成田-ソウル間、成田-アメリカ西部間の頻度が減少したことが主要因である。成田空港は日本全県の旅客が出国の際に利用しており、この頻度減少の影響が全県に及んだものと考えられる。しかし対象期間内に関西国際空港の開港、さらに地方空港の国際化が進んだこともあり、成田空港のサービス低下の影響よりも大きなネットワークの整備効果があった県も多く存在していることが分かる。特に1991年には地方空港を発ち当日のうちにソウル空港で乗り継いでアメリカ本土へ向かうサービスは存在していなかったが、1996年には乗り継ぎ利便性も改善され、数時間内でアメリカへ向かう便に乗り継ぐことも可能となり、利用者便益を増加させたのである。

また同じサービス変化に対し2国間で利用者便益に差が生じているが、これは推定したモデルパラメータが異なること、つまり国籍の違いによりサービスに対する選好構造が異なること、2国の需要量が異なることによる。総利用者便益は一人当たりの便益変化額に両国間の年間需要量を掛けて算出されるため、たとえパラメータが同一であっても需要量に応じて利用者便益総額は異なることになる。ただし本研究では6社のサービスのみ限定して評価しており、実際のサービス水準はより向上しているものと考えられる。

日本では成田空港の容量制約を補完する目的で地方基幹空港、そして地方空港が次々と国際化された。このことは主要空港への国際線の集中配置を遅らせる要因の一つであったが、地方の居住者にとっては海外へのアクセシビリティを大きく向上させ、利用者の便益も増加していることが明らかとなった。

このように利用者便益の計測を通じてネットワーク整備効果の計測が可能となり、国際航空政策に基づくネットワーク形態変化に対し、定量的な検討を行うことが可能であることを示した。

6. 結論

本研究ではこれまで定量的な分析の進んでいない国際航空ネットワークを供給者と需要者の2つの側面から評価した。

国際航空市場をとりまくエアライン同士の競争は、CRS (Computer Reservation System)やFFPに代表されるチケットセールスにおける競争と就航都市数の拡大、頻度増加、乗り継ぎ利便性の向上などのネットワーク整備に関する競争がある。本研究では近年のアジア太平洋圏域

におけるエアライン同士の競争状態の変化を説明するために、ネットワーク間の競合度を表現する指標を作成した。一方互いに隣接するネットワークの相互関係は競争状態のみで表現できるものではなく互いに補完的な状態でもある。そこで別途補完度を表現する指標を作成した。また路線のサービス状態を考慮するために路線上の頻度を重みとして評価する指標の作成も別途行った。そして実際のサービスデータを用いて指標値を算出し、定性的な議論で述べられている事象と同様のことを説明できることを検証し、供給者側のネットワーク評価方法の有用性を示した。

一方、国際旅客のネットワーク評価はエアラインの提供サービスに対する評価モデルを作成して行った。様々なセグメントごとにパラメータ推定した結果、サービスに対しては属性間で選好の異質性が存在することが示され、需要分析およびネットワーク評価には、これら多様な属性を考慮していく必要があることを示した。近年わが国を取り巻く国際航空環境はオープンスカイ政策への要望、エアラインの提携・合併の動きなど、利用者にとってサービス水準を大きく変え得る要因は多い。

最後に本研究で提案した2つの視点からのネットワーク評価方法を用いて、近年の日本、韓国、アメリカ3国間の航空サービス変化の影響を分析した。利用者全体の評価には旅客の行動モデルを用いて計測される利用者便益を用いた。その結果、国際航空サービスの便益帰着先が一国の範囲内にとどまらないことを示し、国際航空ネットワーク形態の評価には多様な国籍を考慮する必要があることを示した。近年わが国を取り巻く国際航空環境はオープンスカイ政策への要望、エアラインの提携・合併の動きなど、利用者にとってサービス水準を大きく変え得る要因は多い。このような政策課題に対しては、事前に想定されるネットワーク形態や航空サービス水準を定量的に評価する必要があり、本研究で提案したネットワーク評価方法を発展させシステム化することにより政策課題に対するシミュレーション分析が可能になる。

謝辞：本研究を進める上でデータを提供して下さい、運輸省関西国際空港課に謝意を表す次第である。また成田空港における国際周遊調査は東京工業大学と運輸政策研究所で実施したもので、実施に向けて多大なご協力を頂いた運輸経済研究センター、新東京国際空港公社、運輸省、成田空港税関をはじめ多方面の方々に、ここで深く謝意を表す次第である。

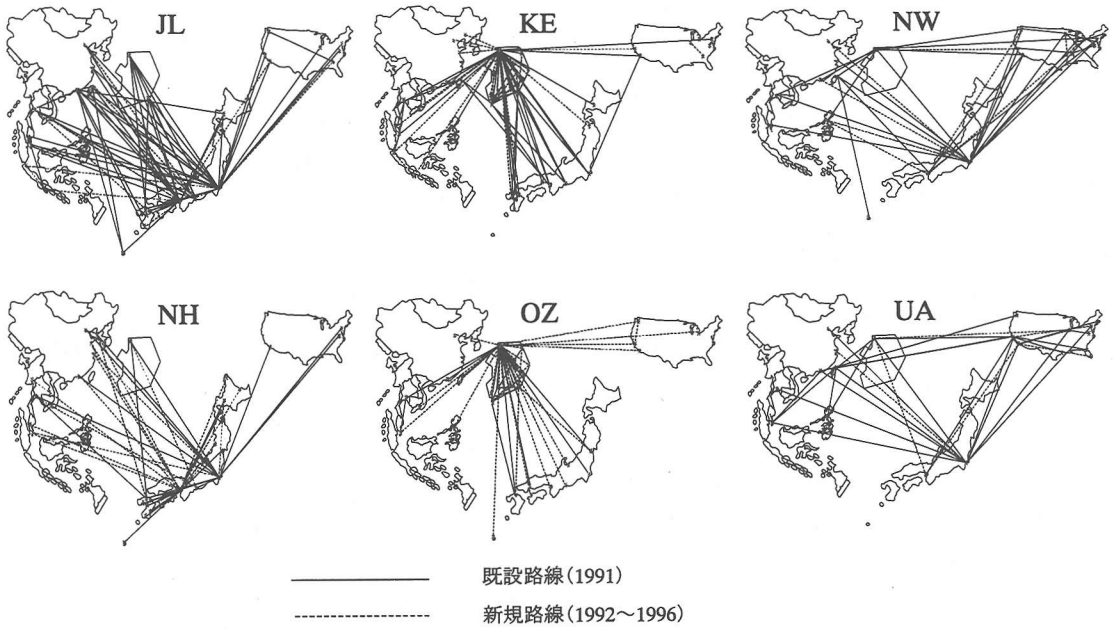


図-10 分析対象6エアライン間のネットワーク整備(1991~1996)

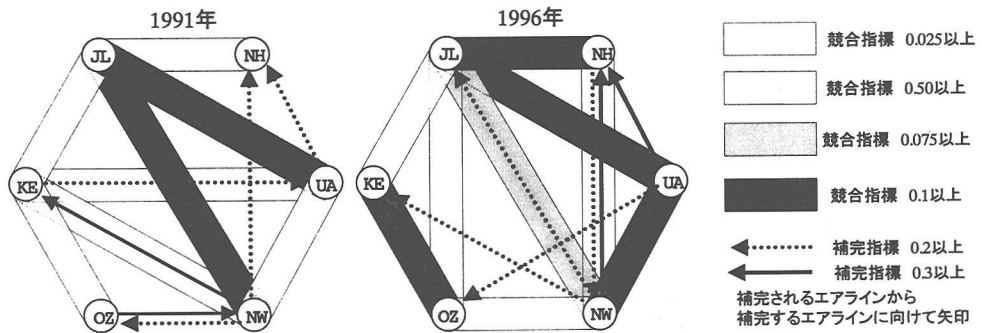


図-11 ネットワーク間の競合・補完関係の変化

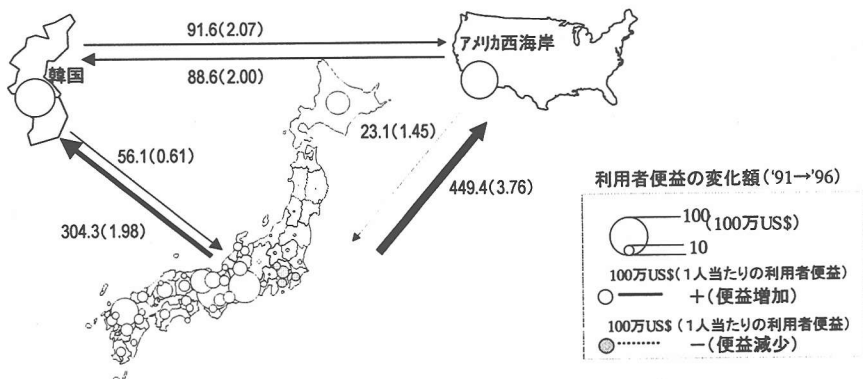


図-12 サービス変化に伴う利用者便益の変化

◇自己負担で海外旅行をする時、以下の4種のチケットのどれを購入しますか？
購入したい順に1～4の番号をつけて下さい。

Q1.東京からロンドン(ニューヨーク)へ行く場合を御想像下さい。

Ticket Sample:

・Airline Nationality
・Round Trip Fare(Seat Class)
・Total Flight Time(Stop, Transit Time)
・Flight Frequency

Ticket A

・ Your flag carrier
・ 2,000 US\$ (Business class)
・ 15 hours (One Stop, 1hour)
・ 14 flights per week

Rank

Ticket B

・ Foreign carrier
・ 1,800 US\$ (Business class)
・ 15hours (One Stop, 1hour)
・ 7 flights per week

Rank

Ticket C

・ Foreign carrier
・ 1,200 US\$ (Economy class)
・ 15 hours (One Stop, 1hour)
・ 7 flights per week

Rank

Ticket D

・ Your flag carrier
・ 1,000 US\$ (Economy class)
・ 17 hours (One Stop, 3hours)
・ 2 flights per week

Rank

付図-1 意識調査の調査票

付表-1 意識調査で用いた設定条件

変数	設定条件		カテゴリー数
	長距離フライトの場合 (東京-ロンドンまたはニューヨーク)	短距離フライトの場合 (東京-シンガポール)	
往復運賃 (座席クラス)	2,000 US\$(ビジネスクラス) 1,800 US\$(ビジネスクラス) 1,200 US\$(エコノミークラス) 1,000 US\$(エコノミークラス)	1,200 US\$(ビジネスクラス) 800 US\$(エコノミークラス) 700 US\$(エコノミークラス) 600 US\$(エコノミークラス)	4
所用時間 (乗り継ぎ条件)	12 時間 (ノンストップ便) 15 時間 (1ストップ便, 含乗り継ぎ1時間) 17 時間 (1ストップ便, 含乗り継ぎ3時間)	6 時間 (ノンストップ便) 8時間 (1ストップ便, 含乗り継ぎ1時間) 10 時間 (1ストップ便, 含乗り継ぎ3時間)	3
頻度	2 (便/週) 7 (便/週) 14 (便/週)	2 (便/週) 7 (便/週) 14 (便/週)	3
エアラインの属性	自国のエアライン 外国のエアライン	自国のエアライン 外国のエアライン	2

参考文献

- 1)Chaw Yaw Jenq: An Idealized Model for Understanding impacts of Key Network Parameters on Airline Routing, Transportation Research Record 1158, pp. 5-13. 1987.
- 2)Schwieterman, J.P and Spencer, A.S.: Alternatives to the Hub: A Survey of Nonstop Air Service Opportunities, Transpn. Research Record 1094,pp. 1-9,1986.
- 3)中条潮: 運輸と経済 53, No.8, pp. 63-69, No.9, pp. 55-59, No.10, pp. 77-83, No.11, pp. 80-87, 1993.
- 4)O'Kelly, M.E.: The Location Of Interacting Hub Facilities Transpn. Sci.-B Vol. 24B, No.1, pp. 27-43, 1986.
- 5)Hansen, M.: Airline Competition In A Hub-Dominated Environment: An Application Of Noncooperative Game Theory", Transpn. Res.-B Vol. 24B, No.1, pp. 27-43. 1990.
- 6)Hansen, M. and Kanafani, M: Airline Hubbing and Airport Economics In The Pacific Market, Transpn. Res.-A Vol. 24A, No.3, pp. 217-229, 1989.
- 7)轟朝幸, 梅沢史章, 榛沢芳雄: 航空ネットワークの評価方法に関する一考察～航空市場モデルの適用について～, 土木計画学研究・講演集, No.15(1), pp. 609-614, 1992.
- 8)黒田勝彦, 大橋忠宏: シュタツケ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.
- 9)Kuby, M.J. and Gray, R.G: The Hub Network Design Problem with Stopover and Feeders", Transpn. Res. -A, Vol.27A, No.1, pp.1-12, 1993.
- 10)Ken Hendrics, Michel Piccion and Guofu Tan: The Economics of Hubs: The Case of Monopoly, Review of Economic Studies, 62, pp.83-99, 1995.
- 11)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.
- 12)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.
- 13)徳永幸之, 稲村肇: 多空港間航空ネットワークのスケジューリング, 土木計画学研究・講演集, No.13, pp. 607-614, 1990.
- 14)Ghafouri, M. and Lam, T.N.: Accessibility in the Deregulated Domestic Airline Network, Transpn. Research Record 1094, pp. 10-18, 1986.
- 15)轟朝幸: 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.
- 16)屋井鉄雄, 高田和幸: 国際航空ネットワークの評価に関する基礎的研究, 土木計画学・論文集 13, pp: 761-768, 1996.
- 17)岡田憲夫, 田中成尚: ネットワーク特性を考慮した道路機能水準の計量指標化に関する研究, 土木学会論文集, vol. 389, No. 4, pp. 65-74, 1988.

- 18)朝倉康夫, 柏谷増男, 熊本仲夫: 交通量変動に起因する広域道路網の信頼性評価, 土木計画学研究・論文集, No. 7, pp.235-242, 1989.
- 19)南正昭: 都市間道路ネットワークの代替性評価に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.14, pp.295-300, 1989.
- 20)吉武哲信, 樗木武, 外井哲志, 河野雅也: 道路網の構成とOD交通量を考慮したリンク重要度評価, 土木計画学研究・講演集, No.15, pp.129-136, 1989.
- 21)中川真治, 飯田恭敬, 若林拓史: 経路選択原則の相違と道路網信頼性の関係, 土木計画学研究・講演集, No. 16, pp. 77-82, 1993.
- 22)上野俊司, 外尾一則: 道路管理者からみた評価指標に基づく生活道路の整備水準と整備効果の分析, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.28, pp. 739-744, 1993.
- 23)堀井雅史: 快適性を考慮した都市間道路網評価方法に関する一考察, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.28, pp.343-348, 1993.
- 24)為広哲也, 朝倉朝夫, 柏谷増男: 災害時の通行規制下における道路網の信頼性評価モデル, 土木計画学研究・講演集, No.17, pp.583-586, 1995.
- 25)安田雪: 社会ネットワーク分析: その理論的背景と尺度, 行動計量学, vol. 21, No. 2, pp. 32-39, 1994.
- 26)Kanafani, A. and Behbehani, R: Demand Analysis for International Air Travel, Transpn. Research Record 732, pp. 5-14. 1979.
- 27)Oberhausen, P.J. and Koppelman, F.S: Time-Series Analysis of Intercity Air Travel Volume, Transpn. Research Record 840, pp. 15-21. 1982.
- 28)Harvey, G.: Airport Choice in a Multiple Airport Region, Transpn. Res. -A Vol.21A, No6, 439-449, 1987.
- 29)森地茂, 屋井鉄雄, 兵藤哲朗: わが国の国際航空旅客の需要構造に関する研究, 土木学会論文集, No.482, pp.27-36, 1994.
- 30)Furuichi, M. and Koppelman, F.S.: An Analysis of Air Travelers Airport and Destination Choice Behavior, Transpn. Res. -A Vol.28A, No3, pp. 187-195, 1994.
- 31)Ashford, N. and Bencheman, M.: Passengers' Choice of Airport: An Application of the Multinomial Logit Model, Transpn. Research Record 1147, pp. 1-5, 1987.
- 32)森地茂, 屋井鉄雄, 兵藤哲朗: 供給制約を考慮した航空需要モデル, 土木計画学研究・論文集, No. 6, pp. 209-215, 1988.
- 33)山本幸司, 渡辺尚夫: 名古屋空港航空旅客需要予測における空港利用率に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.6, pp. 201-208, 1988.
- 34)山本聡, 森地茂, 屋井鉄雄, 浅輪宇充: 国際航空旅客需要動向の分析, 土木学会第42回年次学術講演会概要集, pp. 90-91, 1988.
- 35)大井輝夫, 森地茂, 屋井鉄雄, 山本聡: 地方空港国際化のための需要分析, 土木学会第43回年次学術講演会概要集, pp. 492-493, 1988.
- 36)渡辺尚夫, 津田昌典, 山本幸司: 国際航空旅客数に及ぼす航空路線・便数・機種の影響, 土木学会第43回年次学術講演会概要集, pp. 494-495, 1988.
- 37)山崎淳, 屋井鉄雄, 森地茂: 近年の海外旅行者増加増加の要因分析, 土木学会第45回年次学術講演会概要集, pp. 76-77, 1989.
- 38)森川高行, 村山杏子: Diffusion Modelを用いた海外観光旅後者数の予測, 土木計画学研究・講演集, No.15(1), pp. 205-210, 1992.
- 39)田村亨: 地域航空サービスにおける社会的最適便数についての考察, 土木計画学研究・講演集, No.12, pp. 613-618, 1989.
- 40)喜多秀行, 久木田真次: 地域航空ネットワークの成立可能性に関する研究, 土木計画学・論文集 13, pp. 687-694, 1996.
- 41)屋井鉄雄, 小泉幸弘: 太平洋圏域の航空旅客需要の分析, 土木学会第48回講演集, 1993.
- 42)Tetsuo Yai and Kazuyuki Takada: Analysis of International Passenger Demand in the Pacific-East Asia Region, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.1, No.1, pp. 171-186, 1995.
- 43)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.
- 44)Kuwang Eui Yoo and Norman Ashford: Carrier choice of Air Passenger in Pacific Rim: using comparative analysis and complementary interpretation of revealed preference and stated preference data, Transportation Research Record, 1562, pp. 1-7, 1996.
- 45)Official Airways Guide, 1981, 1987, 1993.
- 46)Williams, H. C. W. L: On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit, Environmental and planning, A 9, 285-344, 1977.
- 47)屋井鉄雄, 岩倉成志, 伊東誠: 鉄道ネットワークの需要と余剰の推定方法について, 土木計画学・論文集 11, pp. 81-88, 1993.

(1997. 4. 24 受付)

ANALYSIS OF THE STRUCTURAL NETWORK EXPANSION AND ECONOMIC EFFECTS ON THE EASTERN ASIAN INTERNATIONAL AIR TRANSPORT NETWORK

Tetsuo YAI, Kazuyuki TAKADA and Naohisa OKAMOTO

International air transport service have been rapidly improved with increasing demand in the Asian pacific region. There are many political problems such as new airport construction, employment of 'open sky policy' and so on, to be solved for constructing beneficial air transport network. And it is necessary to investigate effects of international transport policy quantitatively. In this paper, the effects of network expansion are analyzed from the two points (airline's and user's) view using actual international aviation service date.