

# わが国の国際航空旅客の需要構造に関する研究

森地 茂\*・屋井鉄雄\*\*・兵藤哲朗\*\*\*

本研究の目的は、近年急増を続ける我が国の国際航空旅客需要について、多時点データを用いた縦断的分析による需要構造の把握を検討することである。具体的には、出発空港選択モデル、及び国際空港整備に伴う需要増を表現し得る発生量モデルの構築を行い、そのパラメータ変動を詳細に分析することにより、今後の国際旅客需要の動向を考慮する。また、これら数量的な需要分析結果を踏まえ、これからの国際航空旅客輸送政策のあり方について付言する。

**Key Words** : international air transportation, multi-point analysis, departure-airport choice model, accessibility, trip generation model

## 1. はじめに

この10年間、わが国の国際航空旅客輸送は内外の環境変化に伴い、急激な変動をとげた。為替レートの急変に伴う出国者数の激増が、基幹空港の容量不足や、地方空港国際化の進展を引き起こしてきた。国外の航空旅客輸送に視点を転じれば、韓国、香港を始めとする大規模国際ハブ空港建設や、アジア各地の航空会社の躍進等、わが国の国際航空需要にも大きな影響を与え得る環境変化が進みつつあり、旅客需要構造そのものが変化することが考えられる。例えば、現実に地方空港からソウルへの国際路線開設が増加しており、今後わが国の国際航空需要を分析する上で、これらアジア各地の国際空港を国内国際空港と同列に扱わざるを得ないことも考えられよう。

これら様々な状況変化の中、これまでもわが国の国際航空輸送政策の評価を意図した各種の分析がなされてきた。しかしながら、従来、そのほとんどが一時点のデータを用いた、クロスセクション分析に留まっている。ここ10年間の国際航空需要に関わる環境変化を鑑みれば、今後の動向を考察するために、これまでの需要構造の変化を把握可能な、多時点分析が不可欠である。また、国際航空需要に関わるデータは、1980年代始めより実施されてきた国際航空旅客動態調査(運輸省)を始めとして、質量ともに十分蓄積されており、有益な縦断的分析の必要条件が満たされるに至ったといえよう。

本研究は以上述べたことを背景として、これまでのわが国の国際航空旅客需要を縦断的にとらえ、各種の旅客需要モデルの時間的変動の把握を通じて、旅客需要構造

変化の詳細な分析を行うことを目的とする。また、本研究で開発する需要モデルの妥当性を明らかにすることも目的の一つである。

## 2. わが国の国際航空旅客需要分析の既往研究

わが国の国際航空旅客需要の分析を体系的に行った先駆的研究は中村・森地ら<sup>1)</sup>である。中村・森地ら<sup>1)</sup>では、わが国で初めて集計ロジットモデルによる出発空港選択モデルを開発し、4段階推定法を基本とした国際航空旅客需要量推計方法の確立が試みられている。しかし同分析が行われた時期は、出国者数急増が始まりつつあった時期であり、急増する需要に対する再現性の検討等、近年の動向に対応した追加的検証を行うことはできなかった。そこで、本章では主に需要が急増した80年代後半以降の、わが国の国際航空旅客需要に係わる研究をレビューし、国際航空需要推計方法の再整理と共に、本研究の位置づけを行うことを試みる。

### (1) 空港選択に関わる研究事例

国際線需要の急増、成田空港拡張計画の遅延、そして関西空港、中部空港を始めとする国際空港の一層の拡充を背景として、国内の国際空港間の機能分担の必要性が益々高まりつつある。今後の複数空港の競合化を考慮したとき、同一発地からの空港の選択行動を定量化することが不可欠となる。わが国で初めてこの空港選択をモデル化した研究例は先に述べた中村・森地ら<sup>1)</sup>であり、引き続き同様の検討が、山本・森地ら<sup>2)</sup>、大井ら<sup>3)</sup>でなされるとともに、中部空港の需要推計の一環として山本・渡辺<sup>4)</sup>、様々な地方空港国際化のフィージビリティの検証として森ら<sup>5)</sup>で同モデルの検討がなされている。中村・森地ら<sup>1)</sup>、山本・森地ら<sup>2)</sup>、大井ら<sup>3)</sup>、Morichi et al.<sup>6)</sup>、森ら<sup>5)</sup>ではモデル式として次式に示す集計ロジットモデルが、山本・渡辺<sup>4)</sup>では犠牲量モデルが適用されている。

\* 正会員 工博 東京工業大学教授 土木工学科  
(〒152 目黒区大岡山2-12-1)

\*\* 正会員 工博 東京工業大学助教授 土木工学科

\*\*\* 正会員 工博 東京商船大学助教授 流通情報工学課程

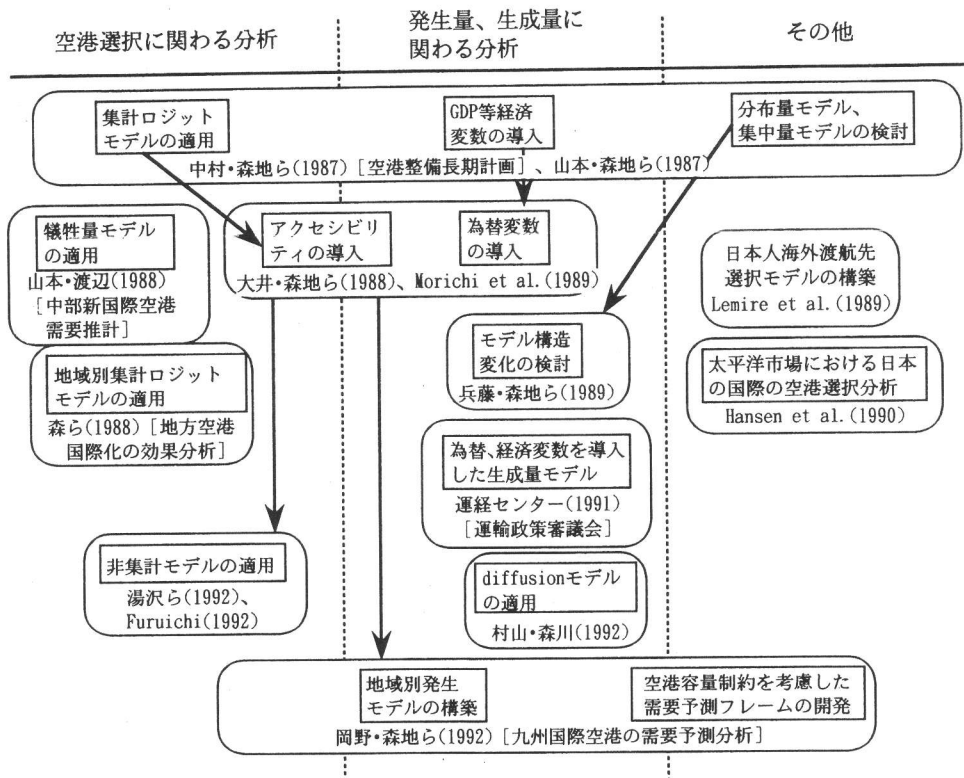


図-1 わが国の国際航空旅客需要分析の過去の研究経緯

$$P_{jik} = \frac{\exp[V_{jik}]}{\sum_j \exp[V_{j'ik}]} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{jik} = \sum_l \theta^l X_{jik}^l$$

$P_{jik}$  : 発地  $i$ , 目的海外空港が  $k$  の場合の  $j$  出発空港のシェア

$X_{jik}^l$  : 上記  $i, k, j$  に対応する  $l$  番目の変数 (アクセス時間等)

$\theta^l$  :  $l$  番目変数にかかるパラメータ

また、後述するが、山本・森地ら<sup>2)</sup>、大井ら<sup>3)</sup>、Morichi et al.<sup>6)</sup>の集計ロジットモデルによる空港選択モデルは、アクセシビリティ変数として発生量モデルに利用されており、両モデルを統合的に扱った初めての例である。一方、非集計モデルを空港選択行動に適用した事例として、湯沢ら<sup>7)</sup>、Furuichi<sup>8)</sup>がある。前者は、仙台空港の国際化の影響を分析しており、同研究では、旅行者の空港利用経験等、今後の地方国際空港の振興に示唆を与える結論が得られている。小サンプルに依らざるを得ない地方空港国際化の需要推計方法として、今後非集計行動モデルが活用される余地は大きいと思われる。

以上あげた空港選択モデルの大部分は、アクセス交通条件と便数を変数として含んでいる。しかし、需要量に左右される便数を説明変数に取り込むことは、予測作業上、困難を生じる。便数は厳密には、サービス変数として需要関数では入力変数、そして供給関数では施設供給量である出力変数として扱う必要がある。この問題につ

いては、わが国では、コンピューター航空を事例とした理論的考察を行った田村<sup>9)</sup>や、便数を含む供給関数を用いたマクロ的な不均衡分析を行っている森地ら<sup>10)</sup>の研究があるが、データ制約等から、未だ実際の需要予測に十分反映されていない。従って、現在の便数を勘案しつつ将来の便数を先験的に与えて予測作業を行い、その後ロードファクターから便数の調整を再度行う方法がとられているのが現状である。

空港選択の上位に位置する、渡航先分布交通に関わる分析事例は少なく、非集計モデルを用いた国内-海外観光地の選択行動分析を行った石見ら<sup>11)</sup>が見られる程度で、マクロ的分析に堪え得る事例は皆無といってよい。これは分布交通量推計に不可欠な集中量が、海外各国の経済状況の変動に左右され易く、正確に推計できないことに原因があるものと思われる。

一方、国際航空旅客市場におけるわが国の重要性を裏付けるように、日本の国際空港を前提とした海外における研究例も幾つか存在する。例えば、日本人の海外旅行先の選択を集計ロジットモデルで分析した Lemire et al.<sup>12)</sup>や、北米やアジア各地域を含めた北太平洋の航空市場をハブ空港選択モデルを用いて解析した Hansen et al.<sup>13)</sup>などがあげられる。特に、後者は成田空港の容量制約がアジア内の各ハブ空港に与える影響を定量的に分析しており、わが国の国際空港整備が国際的な研究課題として取り上げられた一例として注目に値する。

(2) 発生量に関する研究事例

わが国の国際航空旅客需要は、1985年秋のプラザ合意に端を発する為替レートの急変を背景として80年代後半に激増した。この為替変動の影響を考慮した初期の発生量の推計事例としては、大井ら<sup>3)</sup>の研究があげられる。また、GNPや為替レートを含み生成量モデルを構築した、運輸政策審議会の基礎資料である運輸経済研究センター<sup>1)</sup>の報告にも見られるように、同様のモデル構築は実務レベルでも進められた。

また、発生量の分析のもう一つの重要な視点として、地域間の発生量格差がある。即ち、国際空港の発達した首都圏や関西圏で国際旅客の発生量が多く、国際空港の未発達な地方部では発生量が少ないという地域間格差である。大井ら<sup>3)</sup>、Morichi et al.<sup>6)</sup>は、空港の国際化の度合いの差異が、この格差につながっているという仮説に基づき、各都道府県の国際空港への近接性(アクセシビリティ)と発生量との相関分析を行っている。同論文では、アクセシビリティ指標として空港選択モデルより算出される、以下に示すログサム変数を用いている。

$$AV_i = \ln(\sum_j \exp[V_{ji}]) \dots \dots \dots (2)$$

$$V_{ji} = \sum_l \theta^l X_{lji}$$

$X_{lji}$ : 発地*i*における*j*空港に関する*l*番目変数

$\theta^l$ : *l*番目変数にかかるパラメータ

これより、地方空港国際化により誘発される発生量、及び他空港から移る転換量を合理的に定量化する試みが検討されている。同様の検討は引き続き、山崎ら<sup>15)</sup>において行われており、地域間、個人属性間の詳細なセグメント毎の分析が重ねられた。一方、発生量の増加に伴う需要構造の変化を前提としたモデル分析も兵藤ら<sup>16)</sup>でなされているものの、分析時はまさに出国者数が急増しつつある時期であり、近年の構造変化を十分捉えきれていない。

以上のレビュー結果から、国際空港数の増加や、発生量の地域間格差を前提とした需要分析方法論は、既にほぼ確立され、実用段階にさしかかっているといえよう。現実に、中部新国際空港(山本・渡辺<sup>1)</sup>)、九州国際空港(岡野・森地ら<sup>17)</sup>)といった新空港を前提とした需要推計例も少なからず存在する。しかしながら、近年益々増加傾向にある地方の国際空港数や、基幹空港の整備の進捗状況を考慮すれば、従来の需要動向を踏まえた詳細な需要分析の検討が不可欠である。また、国際線航空旅客動態調査を初めとする、国際航空旅客需要に関するデータも十分蓄積されており、需要の変遷に伴う需要構造の変化を分析する環境は整っている。

本研究では以上の背景から、未だ十分な吟味がなされていない、国際航空旅客需要の構造変化に係わる時系列的分析を通じて将来の動向を考察することとする。

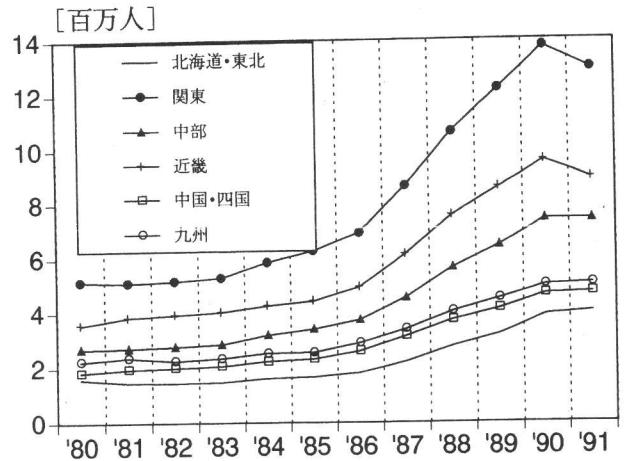


図-2 地域別年間海外出国者数

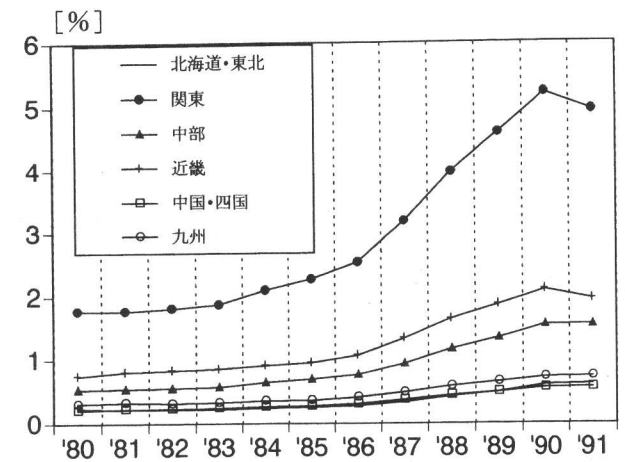


図-3 地域別年間海外出国者数比率(出国者数/人口)

3. 国際航空旅客需要の概略

為替レートの激変に伴い発生量は急増(1986年~1990年、図-2を参照)したが、この間の増加は主に大都市部の発生量増加に負うところが大きい。現に図-3を見ても分かるように、1987年から1990年の間、一人当たりの発生量については、地域間の格差が広がる傾向にあることが分かる。また、1991年は湾岸戦争の影響もあり、全世界的に国際航空需要が落ち込んだ年であった。わが国も例外でなく、1991年の需要量はここ10年間にない減少を記録した。しかし、大規模な需要減となったのは関東、近畿地方など大都市圏であり、他の地方圏では1991年の需要量は横ばいか、或いは微増傾向にあることが分かる。空港別にこの期間の利用者数(出入国者数)を見ると(図-4, 5)、需要規模としては大きくはないものの、1991年においては地方空港の需要増が著しいことが見て取れる。これは1章でも述べたように、基幹空港の容量不足、海外エアラインの地方空港への進出といった内外の供給条件の変化によるところが大きい。以上より、ここ数年の需要動向の重要な特徴の一つとして、地方空港の国際化とそれに伴う地方部の国際旅

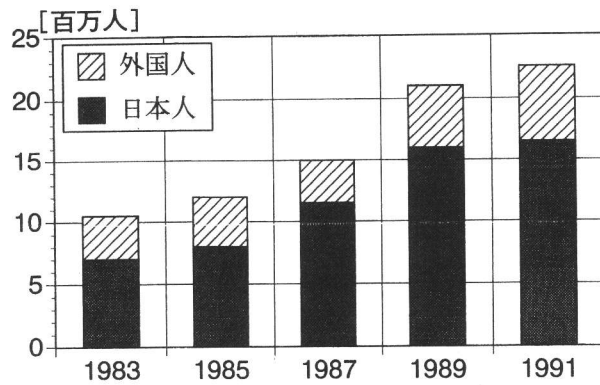


図-4 出入国者数の推移 [成田+大阪空港]

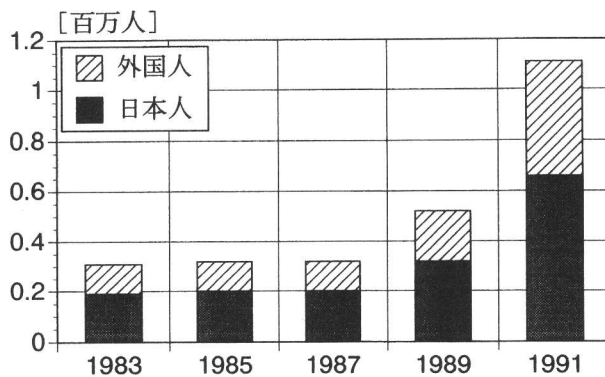


図-5 出入国者数の推移 [地方空港]

客需要の増加があげられる。

#### 4. 国際線出発空港選択モデルの検討

地方空港の国際化や、関西空港など新たな国際空港の開港を始めとする施設整備に伴い、今後益々国際空港間の競争が進展することは避けられない。このような競争する国際空港間の利用シェアを、利用者側から見た空港の選択行動、即ち空港選択モデルとして推計する試みが従来よりなされてきた。しかし、3章で明らかな通り、大きく変化しつつある国際航空旅客需要動向を考えれば、空港選択モデル自体の時間的変化を捉えることが今後の需要分析に有用であると考えられる。本章では以上の観点から、空港選択モデルの時系列的分析を行う。

##### (1) 利用データの概略

本分析で用いた利用実績データは、前章と同様、4時点の国際航空旅客動態調査結果であり、実績値としてピーク、オフピーク両データを合わせた年間拡大値を用いる。分析対象は日本人の出発時の利用空港であり、選択行動要因が異なるチャーター便は需要量が少ないこともあり、分析対象外とする。空港選択の要因として、国内空港から目的地である海外空港への便数、出発空港へのアクセス条件、出発空港から海外空港までのラインホール条件の3つを考え、データを作成した。このうちアクセス条件としては、国際航空旅客動態調査の実績値をもとに、各都道府県庁所在地から空港までの利用者が

多い交通機関を代表的利用交通機関とした。交通サービス変数の設定作業が膨大となるため、アクセスの機関分担は考慮していないが、このように実績シェアを反映させる方法により、後の分析に大きな影響を及ぼすことはないものとする。国際線の便数及びラインホール変数は、時刻表より求めた。便数やアクセスなど交通条件は、年間の平均的な値として秋(10月)のデータを用いている。各種の費用は、多時点分析を行う本研究の目的から、1985年を基準としたデフレータ(消費者物価指数)を乗じた値とした。また、実売価格が不明確、各種クラスが存在といった問題点があるものの、ラインホール費用には片道のエコノミー運賃を用いている。

##### (2) 空港選択モデルの推定

本分析では、操作性の高さや、後述するアクセシビリティ変数の算出を考慮し、出発空港選択モデルとして前出の式(1)で表される、集計ロジットモデルを採用する。

国際定期便が運行されている空港は、1985~1989年調査時は12空港であったが、その後仙台空港等への国際線乗り入れに伴い、1991年には15空港が国際空港として調査対象とされた。そのため、用いる集計ロジットモデルは、1991年の15空港選択モデルの場合、15の選択肢数を有する。しかし、パラメータ推定の段階では、選択肢の数は、各サンプル(1つの発地-海外空港の組み合わせが1サンプルとなる)について、利用実績のある国際空港の数に限定されるため、大半は選択肢数は2~4となる。表-1は、1991年のモデル推定に用いたサンプルの、選択肢数別実績値(出国者数)のシェアを表している。表より、行き先の海外空港への路線が1空港に限定されているなどの理由から、選択肢数が1となるシェアも少なくない。この場合は、選択の余地がない、キャプティブな発地-海外空港の組み合わせを表しているが、本章の目的は出発空港の競争関係を分析することにあることから、選択肢の数が2以上のサンプルを対象にモデル分析を進めることとする。なお、パラメータ推定は、最尤法を用いた。

##### a) 国内全国国際空港の選択モデル構築結果

地方空港も含めた国内の全国国際空港を選択肢とした空港選択モデル構築結果を表-2に示す。なお、表中の「相関係数」の標本総数は、パラメータ推定に用いられたサンプルの選択肢数の総和であり、分析対象出発空港の数(12または15)でないことを付記しておく。結果より、説明力を示す相関係数の値は、量単位では0.98以上、シェア単位で概ね0.75以上と高い値を示しており、空港選択の実態が、アクセス、ラインホール、頻度といった要因により精度高く説明可能であることが分かる。推定パラメータを個別に検討すると、ラインホール費用については、 $t$ 値の低い結果が幾つか見受けられる。この



表一 選択肢数別の出国者数シェア [1991年]

選択肢数	1	2	3	4	5	6	7
シェア[%]	24.0	24.6	22.2	13.7	5.8	7.6	2.2

表二 空港選択モデル [全国的, ( )内t値]

	1985	1987	1989	1991
アクセス所要時間 [100分]	-0.42073 (1.57)	-0.72311 (2.34)	-0.87971 (2.56)	-0.89759 (2.79)
アクセス費用 [万円]	-1.3308 (5.86)	-1.4253 (5.12)	-1.3629 (4.56)	-1.2951 (4.13)
ラインホール頻度 [ln(便/週)]	1.1155 (7.52)	1.1554 (6.99)	1.0178 (6.66)	0.88684 (8.50)
ラインホール所要時間 [100分]	-0.32601 (2.28)	-0.50639 (2.41)	-0.61133 (2.54)	-0.57449 (2.75)
ラインホール費用 [万円]	-0.18508 (1.27)	-0.32944 (2.24)	-0.39031 (1.61)	-0.20213 (0.97)
サンプル数	322	294	300	361
相関係数(量)	0.9885	0.9876	0.9869	0.9884
相関係数(シフト)	0.8329	0.7550	0.7477	0.7774
アクセスVT*[円/分]	32	51	65	69

\*VT: 時間評価値

要因として、前述したように、団体料金や各種ディスカウントサービスにより大きく左右される、海外への航空運賃を正確に把握できないことがあげられよう。また、t値の比較から、出発空港選択を左右する第1の要因は、出発空港から目的海外空港への頻度であることが分かる。

次に、目的別の空港選択モデル推定結果を表一3、4に示す。ここでは5変数を用いて、観光目的、業務目的別にパラメータ推定を行っている。結果から読み取れる傾向として、1) 頻度のパラメータ値は1985年を除き、観光目的の方が大きい、2) アクセス変数のパラメータから算出される時間評価値(=アクセス所要時間パラメータ÷アクセス費用パラメータ)は1989年を除き、業務目的の方が大きい、の2点があげられる。前者は、観光目的の需要が頻度の多寡に敏感であることを表しているが、これより観光目的の場合、業務目的に比べ、相対的に便数の少ない地方国際空港より、便数の多い基幹空港を選ぶ傾向にあることが示唆される。また、後者の知見は、常識的理解に合致しており、業務目的では国内航空路線の利用など、より速く高額なアクセス交通を選択していることが反映された結果といえる。

本分析の主目的である、モデルの時系列的な検討を行うため、表一2中の5変数を取り込んだモデルのパラメータを時間軸上にプロットした(図一6)。t値の低いラインホール費用のパラメータ値は不安定な変動を示しているが、アクセス所要時間、ラインホール所要時間のパラメータ絶対値が大きく、逆に頻度パラメータは絶対値が小さくなる傾向にある。パラメータの絶対値が大きくなるほど、その説明変数変化に対する選択確率の変化

表三 空港選択モデル [観光目的, ( )内t値]

	1985	1987	1989	1991
アクセス所要時間 [100分]	-0.23999 (0.75)	-0.62295 (1.68)	-0.95042 (2.40)	-0.73618 (1.99)
アクセス費用 [万円]	-1.3347 (4.73)	-1.5284 (4.28)	-1.3608 (3.66)	-1.4012 (3.53)
ラインホール頻度 [ln(便/週)]	1.0211 (5.89)	1.1602 (6.22)	0.96092 (5.83)	0.86421 (7.44)
ラインホール所要時間 [100分]	-0.31577 (2.06)	-0.50492 (1.97)	-0.57926 (1.87)	-0.49776 (1.92)
ラインホール費用 [万円]	-0.18017 (1.20)	-0.30218 (1.85)	-0.43360 (1.50)	-0.15631 (0.61)
サンプル数	228	221	227	266
相関係数(量)	0.9829	0.9861	0.9824	0.9849
相関係数(シフト)	0.7943	0.7407	0.7302	0.7802
アクセスVT*[円/分]	18	41	70	53

\*VT: 時間評価値

表四 空港選択モデル [業務目的, ( )内t値]

	1985	1987	1989	1991
アクセス所要時間 [100分]	-0.87623 (1.79)	-0.43853 (0.91)	-0.54239 (1.00)	-0.84652 (1.56)
アクセス費用 [万円]	-0.78390 (2.11)	-1.0260 (2.66)	-1.0171 (2.21)	-1.0096 (1.83)
ラインホール頻度 [ln(便/週)]	1.2268 (4.61)	0.85953 (3.19)	0.79876 (2.72)	0.74679 (3.91)
ラインホール所要時間 [100分]	-0.33263 (1.12)	-0.30346 (0.690)	-0.49888 (1.03)	-0.62928 (1.77)
ラインホール費用 [万円]	-0.13975 (0.420)	-0.15735 (0.500)	-0.19845 (0.51)	-0.02348 (0.050)
サンプル数	121	98	112	123
相関係数(量)	0.9927	0.9847	0.9843	0.9838
相関係数(シフト)	0.8495	0.7979	0.7746	0.7597
アクセスVT*[円/分]	112	43	53	84

\*VT: 時間評価値

も大きくなる、即ち弾力性が高くなることから、この傾向は、頻度に比べ、アクセス条件の弾力性が徐々に大きくなることを示している。これは、当初は便数の多寡が空港選択に大きな影響を及ぼしていたのが、地方空港の国際化を始めとする利用空港の分散化により、相対的にアクセス交通条件が選択行動に果たす役割が増大したことを示唆しているといえよう。また、t値が大きい頻度パラメータが1987年以降、安定的な変化傾向を示していることから、将来、地方空港の国際化に伴い、従来の成田への一極集中型の選択構造、即ちより便数の多い空港へ利用者がシフトするという傾向が緩和され、便数が少なくともアクセス条件が良ければ地方空港の利用率も高くなり得ることが想定される。

#### b) 基幹4空港の選択モデル構築結果

前項では主に地方空港国際化が選択モデルに与える影響を経年的に調べることを目的に、全国国際空港を選択肢集合に取り込んでいたが、地方空港と基幹空港のシェアの差が大きく、また、1991年データの選択肢数が増加

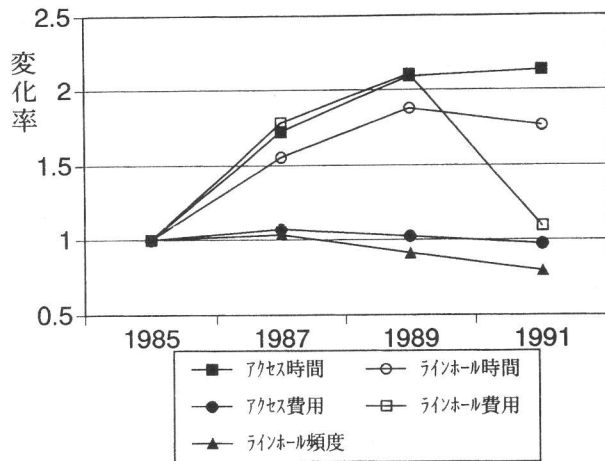


図-6 空港選択モデルパラメータの変化  
(縦軸は1985年パラメータ値を基準とした変化率)

表-5 4 空港選択モデル [全目的, ( )内t値]

	1985	1987	1989	1991
アクセス所要時間 [100分]	-0.28392 (0.90)	-0.74658 (2.04)	-1.0063 (2.40)	-0.91320 (2.43)
アクセス費用 [万円]	-1.4296 (5.34)	-1.4185 (4.54)	-1.3622 (3.75)	-1.4338 (3.63)
ラインホール頻度 [ln(便/週)]	0.97760 (4.69)	1.1214 (4.73)	1.0443 (4.82)	0.87115 (5.64)
ラインホール所要時間 [100分]	-0.35041 (2.27)	-0.43751 (2.01)	-0.57692 (2.35)	-0.57874 (2.58)
ラインホール費用 [万円]	-0.18928 (1.16)	-0.32625 (2.06)	-0.42996 (1.55)	-0.27960 (1.09)
カプル数	260	245	256	304
相関係数(量)	0.9909	0.9902	0.9888	0.9906
相関係数(質)	0.7836	0.7452	0.7255	0.7382
アクセスVT*[円/分]	20	53	74	64

\*VT: 時間評価値

したことから、必ずしも推定パラメータの安定性が保証されないことも考えられる。そこで本項では利用者が多く、実績データの信頼性が高いと思われる基幹4空港(成田, 伊丹, 名古屋, 福岡)に選択肢を絞った分析を試みる。

パラメータ推定結果を表-5に示す。結果より、各変数の推定パラメータ値のt値の大小関係は、前項の全空港モデルと同様であり、かつパラメータの時間的変動傾向も、頻度パラメータ値が1991年で大幅に変化していること等ほぼ同じであることが分かる。以上より、基幹空港間の選択構造においても前項と同様の選択構造変化が見られることから、需要の分散化など出発空港の選択構造の時間的変化は、単に地方国際空港数の増加を原因とするばかりか、利用者自体の意思決定構造の変化にも依っていることが分かる。

### 5. 海外出国者発生量モデルの検討

#### (1) アクセシビリティ変数の意義

為替レート的大幅な変動に伴いここ数年海外出国者数が激増したが、3章で明らかな通り日本人の海外への発生量は依然として地域間で大きな格差が存在する。しかしながら、1) 国際化された地方空港圏域の発生量の伸びは他地域に比べ大きく、また、2) 地方国際空港の数も増加しつつある。今後の発生量の動向を捉えるためには、これらの視点に立った分析方法が不可欠といえる。その分析方法が備える具体的条件としては、1) の観点からは、便数や空港へのアクセス条件の差異が発生量に及ぼす影響を反映し得ること、2) の観点からは、国際空港の数の増加自体が発生量増加に反映される必要がある。本分析では、これらの問題点を考慮し、空港選択モデル結果を取り込んだ発生量モデルを開発し、多時点分析を通じて、その有効性を検証する。

本研究で検討する発生量モデルは、複数空港への近接

度を示すアクセシビリティ指標(以下AVと称する)を一変数として取り込んだ回帰モデルである。アクセシビリティ指標としては、操作性の高さ、ロジットモデルを採用した空港選択モデルとの整合性から、2章の式(2)で示したアクセシビリティ変数を用いる。なお、計算及びデータ作成が過度に複雑になるため、目的海外空港*k*の違いは考慮せず、使用する空港選択モデル結果は、アクセス条件と出発空港の全目的地への総便数を変数として取り込んだものを用いる。上記ログサム変数を用いることによって、国際空港数の増加や、アクセス交通条件の改善に対応したアクセシビリティの向上を合理的に表現することが可能となる。

#### (2) アクセシビリティ変数の特性分析

ここではアクセシビリティ算出に前出の1991年全目的の空港選択モデルパラメータを用いて、その傾向や特性を明らかにすることを試みる。なお、煩雑な計算を避けるため、空港選択モデルとして海外目的空港への交通条件を取り込まない「アクセス所要時間」「アクセス費用」「ラインホール頻度(出発空港から海外空港への便数)」の3変数からなる、表-2中のモデル1を用いる。

図-7, 8に、1985年及び1991年の、47都道府県の発生量と、アクセス交通条件に空港の便数を加味したアクセシビリティ変数の散布図を示す。図よりアクセシビリティと発生量の間には複数時点にわたり、比例関係にあることが認められる。また、両者の相関係数を算出したところ、その値は、1985年から1991年に至るまで、0.688('85)→0.726('87)→0.768('89)→0.801('91)と、年次を追うに従い高くなる傾向にあり、今後、国際航空旅客の発生量を左右する要因として、空港への近接性、即ちアクセシビリティの関与する役割が大きくなる事がわかる。図-9は地域ブロック毎のアクセシビリティ平均値と、出国者数の合計値との関係を前記4時点にわたりプロットしたものである。図より、1989年か

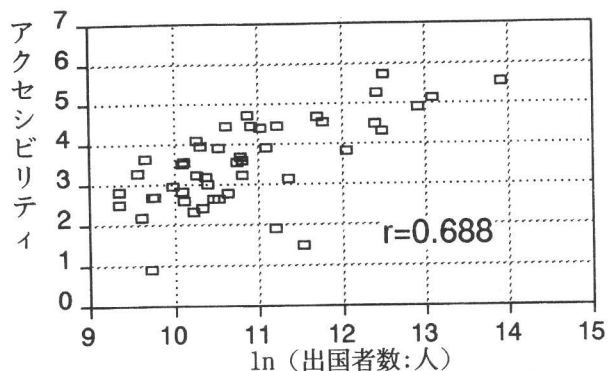


図-7 アクセシビリティ変数と出国者数の関係 (1985年)

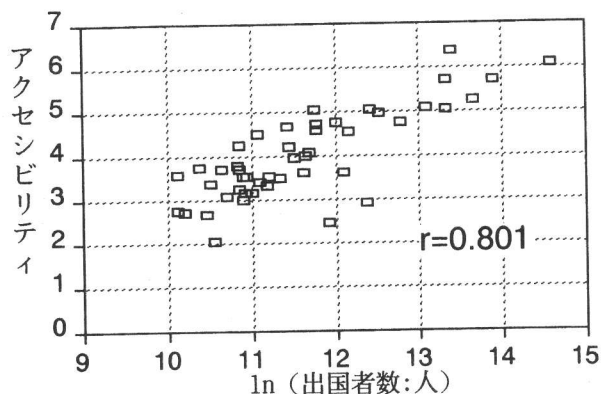


図-8 アクセシビリティ変数と出国者数の関係 (1991年)

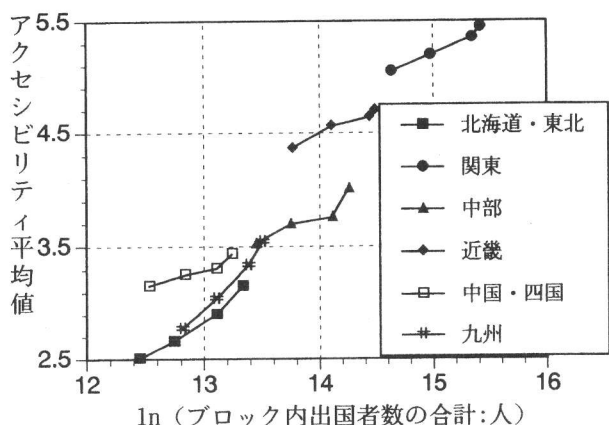


図-9 ブロック別のアクセシビリティ変数と出国者数の時系列推移 (1985~1991)

ら1991年にかけて地方部のアクセシビリティが顕著に改善され、それに伴い発生量も増大していることがわかる。また、時系列変化の傾きは各地域で似通っており、本研究で用いるアクセシビリティ変数と発生量との相関関係には大きな地域差が認められない。

(3) 発生量モデルの多時点分析

前節でアクセシビリティ変数と発生量との相関関係を確認したが、ここではさらに経済変数を加え、都道府県単位の発生量モデルを構築する。

発生量モデルには、以下の式で表される対数式(乗法型関数)を用いることとする。

$$\ln(\text{発生量}_i) = \sum_k \theta_k \cdot \ln(X_{ik}) \dots \dots \dots (3)$$

経済変数には、各地の経済規模を表すため、県民所得を取り込む。この他にも、エアラインや地元自治体の広告効果など、発生量に多少の影響を与える要因は数多く存在するが、ここでは変数値の精度が時系列的に安定し、地域の経済活動を代表し得る変数として県民所得を用いることとする。また、アクセシビリティ変数算出に用いる空港選択モデルパラメータには、用いるパラメータの時点の違いを考慮し、1991年パラメータと、1985年パラメータの2種類をとりあげる。モデルはいずれも前記した3変数を用いた「モデル1」である。

推計結果を表-6, 7に示す。結果より、説明力はこのモデルでも十分高く、またパラメータのt値も高いことから、同変数組を用いることにより、実用性の高いモデル構築が行えることがわかる。県民所得パラメータのt値から、発生量の地域格差に同変数が及ぼす影響の大きさが伺えるが、本研究で提案するアクセシビリティ変数のパラメータも安定した推定量であり、発生量を左右する重要な要因であることがみてとれる。

推計されたパラメータの時間的変化を明らかにするため、パラメータ値の変動を図化したものを図-10~12に示す。なお、本モデルでは、各年ごとにパラメータ推定を行っており、同時点では地域間で同じ値を持つ変数である、為替レートはパラメータ推定の段階では変数に含まれない。為替レートを明示的にモデルに反映させるためには、多時点のデータをプーリングし、その中の1変数として為替レートを用いればよい<sup>16)</sup>。しかし、本モデルでも、為替レートを反映させるため、ドル換算をした県民所得を用いることを考えれば、

$$\begin{aligned} & \theta \cdot \ln(\text{県民所得} / \text{為替レート}) \\ &= \theta \cdot \ln(\text{県民所得}) - \theta \cdot \ln(\text{為替レート}) \end{aligned}$$

となる。これはドル換算しない県民所得を用いて推定された前出モデルの定数項には、 $\theta \cdot \ln(\text{為替レート})$  だけ為替レートの影響が含まれていることを表している。即ち、前出モデルの定数項Cに対し、

$$C' = C + \theta \cdot \ln(\text{為替レート})$$

なる変換を施せば、C'は為替レートをモデルに反映させた結果得られる値であると解釈される。図-12では為替レートを反映させた上記C'の値の変化を示している。

図より、特徴的な結果として、1) 県民所得のパラメータは減少傾向にあり、2) アクセシビリティのパラメータが大きく増加傾向にあること、3) 1985, 1991年パラメータの間には有意に差が認められる推定パラメータは少ないこと、等が確認される。県民所得のパラメータが減少傾向に、アクセシビリティのパラメータが増加傾向にあるのは、近年の発生量の伸びの要因が国内経済の発展よりは、むしろ海外への交通条件の改善にあ

表一六 1985年空港選択モデルによるアクセシビリティを用いた発生モデル推定結果 ( )内t値, [ ]内サンプル数

	県民所得*	AV	定数項	決定係数
1985	1.1231 (20.60)	0.16792 (3.82)	-1.9031 (7.45)	0.9716 [47]
1986	1.1144 (20.07)	0.17203 (3.79)	-1.7642 (6.85)	0.9711 [47]
1987	1.1130 (20.89)	0.19645 (4.48)	-1.7668 (7.21)	0.9745 [47]
1988	1.1095 (21.06)	0.22643 (4.99)	-1.8004 (7.53)	0.9763 [47]
1989	1.1081 (21.62)	0.23285 (5.07)	-1.8107 (7.87)	0.9787 [47]
1990	1.0881 (23.78)	0.26000 (6.07)	-1.6839 (8.30)	0.9833 [47]
1991	1.0799 (25.76)	0.25202 (6.19)	-1.5984 (8.71)	0.9859 [47]

\*単位は億円 [1985年価格]

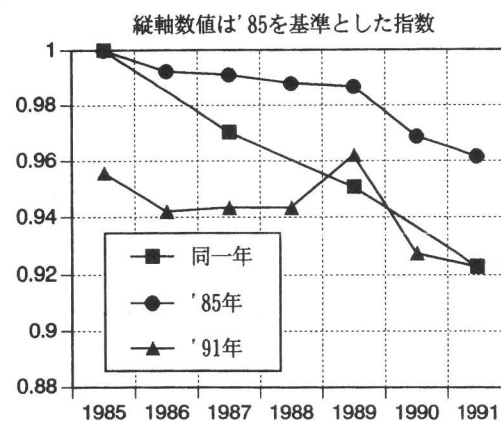
表一七 1991年空港選択モデルによるアクセシビリティを用いた発生モデル推定結果 ( )内t値, [ ]内サンプル数

	県民所得*	AV	定数項	決定係数
1985	1.0734 (22.16)	0.20208 (5.85)	-1.1178 (5.06)	0.9788 [47]
1986	1.0579 (21.62)	0.20856 (5.99)	-0.9038 (4.10)	0.9790 [47]
1987	1.0594 (22.53)	0.21998 (6.64)	-0.8319 (3.98)	0.9816 [47]
1988	1.0594 (22.17)	0.24194 (6.83)	-0.8028 (3.85)	0.9820 [47]
1989	1.0804 (22.48)	0.24501 (6.68)	-0.8266 (4.05)	0.9833 [47]
1990	1.0415 (23.48)	0.25913 (7.31)	-0.5826 (3.15)	0.9862 [47]
1991	1.0363 (24.39)	0.24287 (7.02)	-0.5180 (3.01)	0.9876 [47]

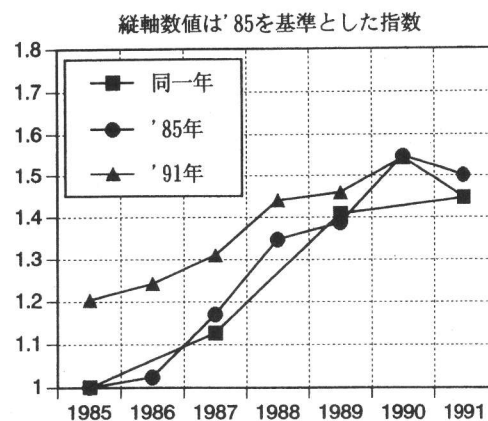
\*単位は億円 [1985年価格]

ることを示唆している。地方空港国際化の益々の進展により、この傾向は持続されるものと考えられる。

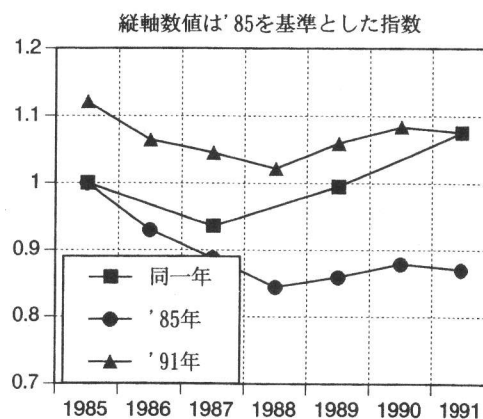
次に、アクセシビリティ算出の空港選択モデルとして、発生量モデルの推定と同時点のモデルパラメータを用い、先に示した、一時点パラメータを移転した推定結果と比較検討を行う。結果を表一八に示す(パラメータの変化は図一10~12に併せて記してある)。パラメータの変化の図より、各時点の空港選択モデルパラメータを導入したモデルのパラメータの時間変動は大きく、先に述べた1)、2)の性質がより顕著になることが見て取れる。発生量モデルの構造変化の傾向は、同時点の空港選択モデルを用いることにより、より明確になることから、少なくとも空港選択モデル自体の構造変化傾向が発生構造の変化傾向と同種のものであるといえよう。



図一10 発生モデルパラメータ値の変化(県民所得)



図一11 発生モデルパラメータ値の変化(アクセシビリティ)



図一12 発生モデルパラメータ値の変化(為替修正済定数項)

## 6. 結 論

本研究では、わが国の国際航空旅客需要について、多時点データを用いた縦断的分析を通じ、近年の需要構造の変化を明らかにすると共に、今後の動向を推察することを試みた。得られた結論を以下にまとめる。

- 1) 国際航空需要動向を発生単位、利用空港単位に集計し、その結果、近年の地方空港の国際化の進展に伴う地方部の発生量増加傾向を明らかにした。
- 2) 空港選択モデルの多時点データ分析より、推定さ



表一8 同一年次の空港選択モデルによるアクセシビリティを用いた発生モデル推定結果 ( ) 内t値, [ ] 内サンプル数

	県民所得*	A V	定数項	決定係数
1985	1.1231 (20.60)	0.16792 (3.82)	-1.9031 (7.45)	0.9716 [47]
1987	1.0897 (19.83)	0.18918 (4.68)	-1.4476 (6.00)	0.9753 [47]
1989	1.0676 (21.54)	0.23653 (6.09)	-1.0343 (4.85)	0.9817 [47]
1991	1.0363 (24.39)	0.24287 (7.02)	-0.5180 (3.01)	0.9876 [47]

\*単位は億円 [1985年価格]

れたパラメータの推移から、需要の分散化傾向の影響、及び、空港選択に与えるアクセス条件の役割が近年増しつつあることを確認した。また、アクセス、ラインホール両条件を有意に組み込んだ実用的な空港選択モデルを構築し得たことも本研究の成果である。

- 3) アクセシビリティ変数の多時点にわたる特性を明らかにし、同変数を含む発生量モデルを多時点構築し、国際航空需要を取り巻く環境の面からその構造変化の傾向を考察し得た。特に、アクセシビリティ変数のパラメータが大きくなる傾向にあることを明らかにし、国際空港へのアクセシビリティが発生量を規定する主要因となりつつあることが示された。

以上の結論の2), 3) より、便数や空港までの交通条件が、出発空港選択、或は発生量に果たす役割が近年増しつつあることが明らかとなった。これからのわが国の国際航空旅客輸送にとり、便数を含めた国際空港へのアクセス環境を重要視した政策評価が望まれるといえる。具体的に今後検討されるべき政策として、都市部については、大都市から地方空港への高速幹線整備による地方空港への需要の転換、地方部については、地方空港とアジア内ハブ空港との路線増による一層の発生需要量の喚起や、地方空港間の機能分担といったことがあげられよう。

方法論の一部を含め、本研究中の分析手法の出発点は参考文献1)で検討された国際航空旅客需要分析である。当初より本テーマを進めるに当たり田村 亨氏(室蘭工業大学)より多くのご示唆を頂いた。ここに記して感謝の意を表する次第である。また、データ提供を頂いた運輸省航空局に心より感謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

- 1) 中村英夫・森地 茂ほか：空港整備長期計画の基礎的調査(我が国における国際航空需要分析)報告書，航空振興財団，1987。

- 2) 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Ⅳ，pp.90~91，1987。
- 3) 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モデル，土木学会第43回年次学術講演会Ⅳ，pp.492~493，1988。
- 4) 山本幸司・渡辺尚夫：名古屋航空旅客需要予測における空港利用率予測に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.6，pp.201~208，1988。
- 5) 森 浩・八楸 隆・笹島隆彦：日本人出国者の空港選択に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.11，pp.173~178，1988。
- 6) Morichi, S. Yai, T. and Hyodo, T. : Air policy analysis for future network in Japan, Proceedings of the 5th WCTR, pp.507~520, YOKOHAMA, JAPAN, 1989。
- 7) 湯沢 昭・須田 照：東北地方における国際航空旅客の需要構造分析，土木学会第47回年次学術講演会Ⅳ，pp.704~705，1992。
- 8) Furuichi, M. : Departure Airport Choice Behavior in a Multiple Airport System, Proceedings of Transportation Research Forum 34th Annual Meeting, St. Louis, 1992。
- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 石見利勝・安居信之：観光地のイメージにもとづく観光地選択行動，第25回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.295~300，1990。
- 12) Lemire, N. and Oum, H. : Modelling destination choice of international tourists with an application to Japanese tourists, Proceedings of the 5th WCTR, pp.521~535, YOKOHAMA, JAPAN, 1989。
- 13) Hansen, M. and Kanafani, A. : Airline Hubbing and Airport Economics in the Pacific Market, Transportation Research A, Vol.24A, No.3, pp.217~230, 1990。
- 14) 運輸経済研究センター：21世紀のわが国の交通需要，1991。
- 15) 山崎 淳・屋井鉄雄・森地 茂：近年の海外旅行者増加の要因分析，土木学会第45回年次学術講演会Ⅳ，pp.76~77，1990。
- 16) 兵藤哲朗・森地 茂・屋井鉄雄：モデル構造変化を考慮した海外出国者数推計モデルの検討，土木学会第44回年次学術講演会Ⅳ，pp.46~47，1989。
- 17) 岡野行秀・森地 茂ほか：九州国際空港必要性等調査報告書，九州国際空港検討委員会専門調査委員会，1992。
- 18) 竹内伝史・藤原啓史：世界の24時間空港における離着陸時刻分布について，土木学会第45回年次学術講演会Ⅳ，pp.80~81，1990。
- 19) 村山杏子・森川高行：Diffusion Modelを用いた海外観光旅行者数の予測，土木学会第47回年次学術講演会Ⅳ，pp.706~707，1992。

(1993.6.14 受付)

## A STUDY ON DEMAND STRUCTURE OF INTERNATIONAL AIR PASSENGERS IN JAPAN

Shigeru MORICHI, Tetsuo YAI and Tetsuro HYODO

Recent economic situations have caused huge increase of international air passengers in Japan. It is supposed that the demand structure has also changed in past ten years. We have developed some demand models for the international air transport policy analyses, however, longitudinal analysis for the recent demand has not been done. The purpose of this study is to analyze the structural change of the international passengers by multi-point data. First, departure airport choice model is calibrated and the structural changes are examined from a comparison with estimated parameters. Second, we develop trip generation model including accessibility variable and analyze the characteristics of the accessibility variable. Then we examine the result of these models, and it is shown that the accessibility has become significant factor for airport choice and trip generation. Finally, we discuss the future air transport policy briefly.

---