

希望到着時刻に着目した国内長距離旅客の行動分析

An Analysis of Domestic Passenger Behavior Taking Account of Wishing Arrival Time

須田 進* 稲村 肇**

by Susumu SUDA and Hajime INAMURA

1. はじめに

東京一極集中を是正し、均衡ある国土の発展の為に、高速交通網の整備は重要な要件である。高速交通ネットワーク構築に有効な機関として地域航空が注目されている。

航空の特性として、2点間輸送であるため同輸送距離を持つ鉄道・高速道路と比べてサービスエリアが小であり、しかも空港の都市郊外立地の点から、アクセス時間が多分に必要である。競合交通機関の代表である新幹線との運賃格差は縮まってきているが、航空利用のメリットである旅行時間も先のアクセス・イグレス時間の増大によって有利性を示せない路線も存在する。また旅客の心理が航空に不利に働いていることも否定できない。

このような状況の中、地域航空事業の導入を可能にし、国内航空の経営安定ならびに航空ネットワークの維持の観点から、適切な需要予測は不可欠である。需要の顕在化は運航時刻に大きく影響するが、これまでスケジューリングを考慮した需要予測は少ない。本研究では、運航時刻を考慮する需要予測手法の提案と、運航設定時刻における需要顕在化分布を構成する旅客の行動分析を行う。

2. 需要予測手法

(1) 既往の研究

一般に需要予測のフローとして、発生集中量、交通量分布、交通機関選択を経て航空需要量を算出する。国際航空旅客と異なり国内航空旅客需要予測推定では空港選択、目的地選択の重要度は低い。従来

の国内航空旅客需要予測構造モデルの展開として、ある路線に対しての需要量を推定し、その需要量のうち航空を利用する旅客量を算出する。

古市ら¹⁾は、実務者の使用に耐える国際航空旅客需要予測に関する統合型モデルを開発し、その有効性を示した。統合型モデルは、3段階の階層的選択構造（第一段階：出発空港の選択、第二段階：目的地の選択；第三段階：交通発生の選択）を仮定したものであるが、モデルの推定結果からこの仮定が適切であったことを実証した。

森地ら²⁾は、需要量を左右する供給制約に着目し、便数を含む供給関数を用いたマクロ的な不均衡分析によるモデル構築を行っている。

行動分析に関する研究として、飯田ら³⁾は通勤ドライバーの出発時刻と経路の選択行動の相互関係について分析を行っている。通勤ドライバーは交通状態に対し経路を先決し、出発時刻選択でより柔軟に対応していることを検証した。

(2) 需要予測手法

潜在需要は交通機関の需要量を予測するために不可欠な要素である。潜在需要はODによって異なり、その時間分布も変化する。また、旅行目的によっても異なる。出発便設定時刻（運航時刻）における需要顕在化時間分布は旅行目的、旅行距離、運航頻度

Key Words: 交通行動分析、公共交通需要

*学生員 東北大学大学院 情報科学研究科

**正会員 工博 東北大学教授 情報科学研究科

(〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉)

TEL 022-217-7497 FAX 022-217-7494)

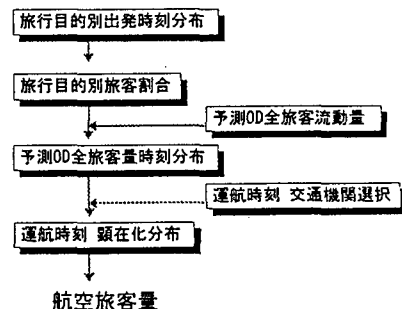


図-1 需要予測のフロー

(便数)に影響を受ける。需要量は運航時刻の設定に左右されることから、潜在需要時間分布ならびに需要顕在化時間分布を考慮した需要予測を行う必要が生じる。本章では、発生集中量、全旅客量時間分布、需要顕在化時間分布を経て需要量を推定する需要予測のフローを図-1に示す。

3. 旅客行動分析

旅客は目的地に対して希望する到着時刻を設定し、その時刻までに到着できるように出発時刻を設定すると仮定する。設定した出発時刻どおりに便が運航されるなら問題はないが、実際のダイヤ、フライトは前後に運航されていることが大半である。その際旅客はどちらの便を利用するかを把握すること、すなわち設定運航時刻に対しての需要顕在化の時間軸上の広がり把握することが需要予測において重要である。これは運航時刻が適しているかどうかの検証においても重要な概念である。ここでは、仙台駅および仙台空港において調査を行い、得られたデータから旅客が希望する出発時刻より早い便を選択するか遅い便を選択するか(旅客行動)を推計することを目的とする。

(1) 調査概要

旅客行動を把握するため、仙台駅および仙台空港においてアンケート調査を行った。概要は以下の通りである。

- 仙台駅新幹線利用実態調査

調査日：1994年11月16日(水)

調査対象：新幹線利用者(上り)

- 仙台空港利用実態調査

調査日：1995年7月19日(水)

調査対象：国内線全利用者

調査内容：旅行目的・出発時刻・到着希望時刻
その他

(2) 同目的地における旅客行動分析

ここでは、目的地を大阪圏とした旅客の分析を行う。使用データとして、新幹線調査から得られたサンプル数64、航空調査より伊丹空港行き10:10、15:00、18:20発の利用者から得られたサンプル数151から、希望到着時刻から割り出せる最遅出発時

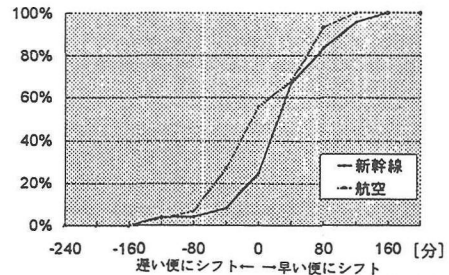


図-2 交通機関別出発時間差旅客累積分布(業務)

表-1 交通機関別データ特性(業務目的)

	新幹線	航空
平均	6.78	6.48
分散	3075.95	2422.72
観測数	27	27

表-2 交通機関別 t-検定(業務目的)

	平均検定	等分散検定
t	0.019	0.021
t 境界値 片側	1.706	1.675
t 境界値 両側	2.056	2.007

$\alpha=0.05$

表-3 交通機関別データ特性(かえり)

	新幹線	航空
平均	5.33	0.00
分散	1593.24	6060.71
観測数	15	15

表-4 交通機関別 t-検定(かえり)

	平均検定	等分散検定
t	0.242	0.236
t 境界値 片側	1.761	1.701
t 境界値 両側	2.145	2.048

$\alpha=0.05$

刻と実際の出発時刻との差(分)をデータとして使用する。ただし、頻度の相違により新幹線では最遅出発時刻を運行時刻にすりあわせたが、航空では推計したイグレス時間とラインホール時間をもって最遅出発時刻とした。

(a) 交通機関別旅客行動分析

新幹線と航空が競合する路線では、各交通機関のラインホール時間・費用・頻度が異なるため、旅客の行動に違いが生じることが考えられる。仙台一大阪路線において旅客行動の分析を試みる。図-2は新幹線と航空旅客の、出発時間差からみた旅客累積を表している。使用サンプルとして、もっとも利用比率の高い業務目的であるものを使用した。これは

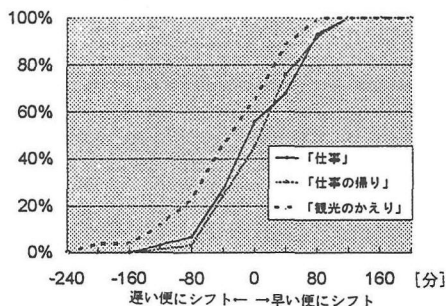


図-3 旅行目的別出発時間差旅客累積分布 (航空)

表-5 旅行目的別データ特性 (航空)

	業務	「かえり」
平均	1.95	-17.46
分散	3314.67	4818.42
観測数	59	59

表-6 旅行目的別 t-検定 (業務・「かえり」)

	平均検定	等分散検定
t	1.673	1.653
t 境界値 片側	1.672	1.658
t 境界値 両側	2.002	1.981
$\alpha=0.05$		

表-7 旅行目的別データ特性 (航空)

	仕事の帰り	観光の帰り
平均	21.35	-43.46
分散	3117.12	5831.54
観測数	26	26

表-8 旅行目的別 t-検定 (仕事の帰り・観光の帰り)

	平均検定	等分散検定
t	3.734	3.493
t 境界値 片側	1.708	1.676
t 境界値 両側	2.060	2.009
$\alpha=0.05$		

横軸において正なら希望出発時刻より早い便に、負なら遅い便を利用する旅客の行動を示す図である。この図から、やや航空が左にシフトしているがほぼ同じような曲線を描いている。交通機関の違いによるサンプルの平均・分散の検定結果を表-2, 4に示す。これによると新幹線と航空といった交通機関による旅客の行動に差は認められない。

(b) 旅行目的別旅客行動分析

旅行目的の違いによっても旅客の行動に差が生じると考えられる。図-3は代表的な旅行目的である「仕事」「仕事の帰り」「観光の帰り」について航空調査から得られたデータを基に分析を行った。図

から「仕事」と「仕事の帰り」はほぼ一致した累積比率をたどり、「観光の帰り」は左側にシフトしている。すなわち希望する出発時刻より遅い便に流れる旅客が「仕事」「仕事の帰り」客よりも多いことを示している。旅客の利用目的の違いによるサンプルの平均・分散の検定結果を表-6, 8に示す、これによると業務目的と「かえり」では有意な差は認められないが、「仕事の帰り」「観光の帰り」では明らかに有意な差が認められる。これは観光旅客の大半がツアーによるもので、個人の希望との乖離が大きく現れたものであると考えられる。

4. 需要顕在化分布

(1) 旅客動向分析

需要予測の目的として便別旅客の問題は重要である。ある時間帯に運航を設定したとき、どの程度の需要が顕在化するかは、これまで1次および2次のマルコフ性を有する分布形で説明されてきた。そこでここでは、新幹線調査から得られたデータを基に実際の運行に対して乗客の分布を検証することを試みる。

(2) 分析手法と分析対象

希望到着時刻から逆算した最遅出発時刻と実際の出発時刻との時間差を求め、三角分布で表す。

旅行距離による違いを見るため、分析対象を近畿(大阪府、京都府、兵庫県、奈良県)、中京(愛知県、岐阜県、三重県)、東京(千代田区、中央区)、郡山市の4エリアとした。エリアの範囲にかなりの違いが存在するが、近畿、中京に関しては得られたデータが希少であることと、旅行距離に比してエリアは大きすぎないと判断した。東京に関しては、逆算時間の精度を上げる為、あえて狭小で分析を行った。

(3) 分析結果

表-9に4エリアの最遅出発時刻との時間差の平均、分散、標準偏差ならびに尖度を示す。これらの結果を三角分布で表したものが図-4である。

これらより、旅行距離が大になるほど最遅出発時刻と実際の出発時刻との時間差の分布形が正の方に偏ることが見て取れる。時間差が正である分布量は、

すなわち余裕を見て行動する旅客の割合であり、到着希望時間までに目的地に着く旅客の割合である。これらの分布形において旅行距離による分布の偏りが有意であるか、すなわち最遅出発時刻と実際の出発時刻との時間差（余裕時間）の平均値が0でないといえるのかを検定した結果を表-10 に示す。これより各ODとも差は有意であり、平均は0であるとはいえない。よって運航時刻に対する需要顕在化分布は原点を中心に対称ではないことがいえる。ただこの結果だけでは、旅行距離が大になるほど余裕時間が大になるという結論を導くことは困難である。

5. 結論と今後の展望

本論文は国土交通計画に欠くことのできない需要予測の新たな手法の提案と、その手法を支援する顕在化分布作成に必要な要素である旅客行動の分析を行った。3章では新幹線および航空旅客調査から同目的地における旅客行動の違いを、4章では新幹線調査から旅行距離による旅客行動の違いを示した。以下に結論を示す。

1. 同目的地の旅客行動は交通機関によらない
2. 旅行目的が異なる旅客の選択行動の差は有意である。
3. 旅行距離によっても違いがみられ、需要顕在化分布は運航時刻に対して対称ではない。

以上の分析により、旅行目的によって旅客行動は異なることが示されたが、境界値付近の結果も見られることからサンプル数を増やして分析する必要があると思われる。また、需要顕在化分布は設定される時刻での旅客の目的比率に大きく左右されると予想される。本論文で示した余裕時間分布はサンプルの平均と分散を簡単に表したものであり、各ODの尖度を見る限りにおいて分布に歪みが存在することが認められ、対称な分布形をとることはありえない。実際の分布を表現しうる方策として余裕時間を累積分布で表す多次方程式モデルを構築する。それを微分することによって余裕時間分布を作成し、これをもって需要顕在化分布とすることが有望であると考えられる。今後の課題として、旅行目的、旅行距離を考慮した需要顕在化分布モデルの構築およびその適用可能性を示すことである。

表-9 最遅出発時刻と出発時刻との時間差(全目的)

	近畿	中京	東京	郡山
平均 [分]	26.5	26.4	13.6	-5.7
分散	7429.5	5220.9	1068.9	1913.6
標準偏差	86.2	72.3	32.7	43.7
尖度	4.8	1.4	15.1	94.4
サンプル数	65	55	121	293
距離(Km)*	904.4	717.8	351.8	125.1

*近畿、中京の距離は大阪駅、名古屋駅のものを使用

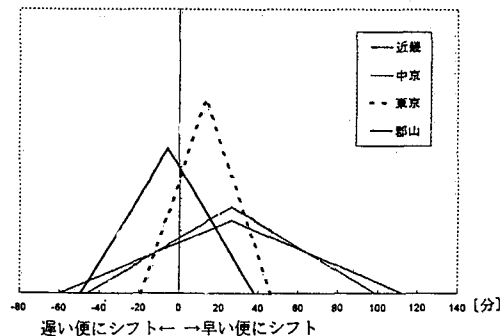


図-4 余裕時間分布 (全目的)

表-10 各OD別平均検定

	近畿	中京	東京	郡山
t値	2.479	2.708	4.575	-2.233
t(0.05)	2.003	2.003	1.98	1.98

帰無仮説：平均は0である

参考文献

- 1) 古市正彦, Frank S. Koppelman: 国際航空旅客需要に関する統合型予測モデルの開発, 土木計画学論文集, No. 11, pp. 239-246, 1993
- 2) 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, 土木計画学論文集, No. 6, pp. 209-215, 1988
- 3) 飯田 恭敬, 柳沢 吉保, 内田 敬: 通勤ドライバーの出発時刻と経路の同時選択に関する行動分析, 交通工学 Vol. 28, No. 6, pp. 11-20, 1993
- 4) 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
- 5) 渡部 富博, 森地 茂, 田村 亨: 航空機の最適スケジューリングに関する研究, 第41回年次学術講演集, pp. 321-322, 1986
- 6) 渡部 富博, 渡辺 亮: 航空運航頻度を考慮したスケジューリング手法に関する研究, 第42回年次学術講演集, pp. 88-89, 1987
- 7) 運輸白書, 運輸省編, 昭和63年, 平成元年版
- 8) 航空宇宙年鑑, 日本航空協会, 1988-1991