

## IV-47

## 仙台都市圏発着の長距離旅客流動分析

東北大学大学院情報科学研究科 学生員 須田 進  
東北大学大学院情報科学研究科 正員 稲村 肇

## 1. はじめに

仙台に限らず、新幹線、高速道路、航空路を併せ持つ都市を発着する長距離旅客流動は各モード間で激しいサービス競争を行っている。このため、航空のように数百人という単位の交通需要の推計に当たっては輸送機関の分担関係を顕在的に取り入れて予測を行う必要がある。高速交通機関間の輸送分担はその旅行時間と運賃のほかに運行頻度が大きく影響を与える。すなわち、希望到着時刻に対し、どれほど遅く出発できるかが大きな関心事となろう。希望の到着時刻に間に合う最遅出発時刻と実際の出発時刻との差を余裕時間とすれば、これを含めた時間が競争条件となる。航空旅客の予測・推計に際してはこうした問題が重要であるにも関わらず研究例は少ない。本研究では仙台を発着する長距離旅客需要の太宗を占める新幹線に関して実証的にその行動を解析し、長距離旅客流動の交通機関分担とその運行頻度との関係を明らかにするものである。これはその後の航空旅客の調査と補完関係にあり、あわせて、輸送機関分担モデルを作成しようというものである。

## 2. 乗客の時間頻度分布

運行と頻度に関する研究は航空需要に関する研究の中に多くなされている。その先駆的論文としては Douglas and Millerの研究(1974)がある。この研究では、frequency delay および stochastic delay の概念を取り込み、最も望ましい出発時刻と実際の出発時刻との差により生ずる不便に関する時間的支出、最も望ましい便に座席が得られない場合に次便に乗らざるをえないことから生じる不便に関連する時間的支出を考えた最適便数決定プロセスを示している。渡部ら<sup>2)</sup>は各便の乗客の時間軸上の広がり(乗客の出発繰り上げ時間、待ち時間の長さ)に2次のマルコフ性を有する乗客分布形を採用して最適スケ

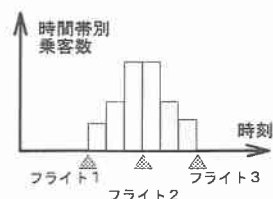


図-1 乗客分布形

ジュール決定モデルの構築を行った。遅れ時間がすなわち到着時刻の遅れにつながることから、乗客分布が運行時間に対して対称になることは考えにくい。本研究では、乗客分布形について実際の流動の実態を新幹線利用アンケート調査により把握し、検証を行う。

## 3. 調査概要

仙台圏からの時間帯旅客流動量ならびに旅客構造を把握するため、中長距離旅客のシェアが大きい新幹線利用者に対してアンケート調査を行った。概要は以下の通りである。

調査日 : 1994年11月16日(水)                      調査地点 : 仙台駅新幹線ホーム  
調査対象 : 上り新幹線利用者                      調査方式 : 調査票 配布・回収方式  
調査内容 : ・旅行目的    ・目的地    ・希望到着時刻    ・個人属性(性別・年齢・職業)  
                  ・乗車時刻    ・トリップ属性(ゆきorかえり)

## 4. 集計データ

調査日当日の上り新幹線利用者は推計13302人、調査票回収枚数は4178枚(31.4%)であった。集計データは以下の通りである。

A Long-Distance Travel Behavior from/to Sendai Metropolitan Area

by Susumu SUDA and Hajime INAMURA

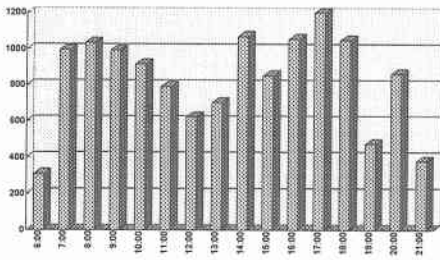


図-2 出発時刻分布（上り）

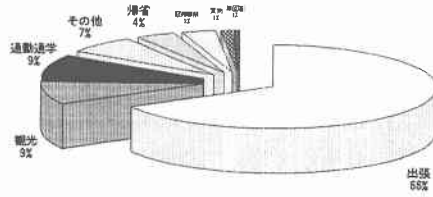


図-3 旅行目的

#### 4.1 出発時刻分布と旅行目的

図-2は仙台駅の時間帯別上り新幹線利用者数を表している。一般に旅客需要は朝と夕にピークが現れるが、仙台駅における上りの需要においても同様である。需要が朝夕に比べて低いと思われる14:00の旅客量が大いだが、これは他の時間帯に比べて便数が多いためである。したがってダイヤによってはこのグラフも変化すると考えられる。出発時刻はスケジューリングに大きく左右される。図-3は上り新幹線利用者の旅行目的の割合を表している。新幹線の利用にあたっては2/3以上が出張や通勤通学といった業務目的で利用されていることがわかる。

#### 4.2 到着希望時刻分布

図4は新幹線利用者の希望する到着時刻の分布を表している。“ゆき”のピークは10時に、“かえり”のピークは18-19時に現れている。“かえり”は“ゆき”と比べて時間的制約が小さいと考えられるので、“ゆき”と“かえり”では旅客の行動パターンに違いが出ると考えられる。

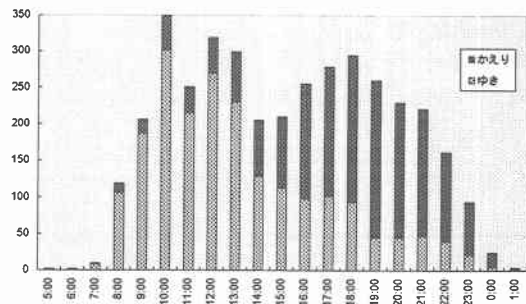


図-4 希望到着時刻分布

#### 4.3 目的地分布

図5は上り新幹線の目的地別旅客割合を示している。過半数が首都圏へ流動しているのが分かる。

### 5. 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。ある時間帯に運行を設定したとき、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、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。

#### 5.1 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。

移動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、移動距離に比してエリアは大きすぎない

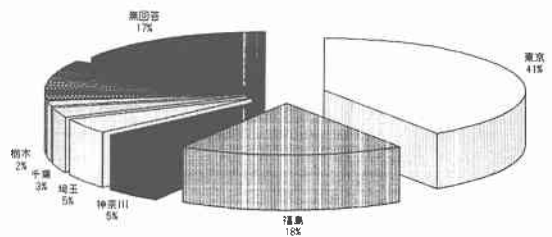


図-5 目的地（都道府県別）

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。

## 5.2 分析結果

表-1は4エリアの限界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表している。これらの結果を三角分布で表したものが図-6である。

表-1 限界出発時刻と出発時刻との時間差(全体)

	近畿	中京	東京	郡山
平均	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

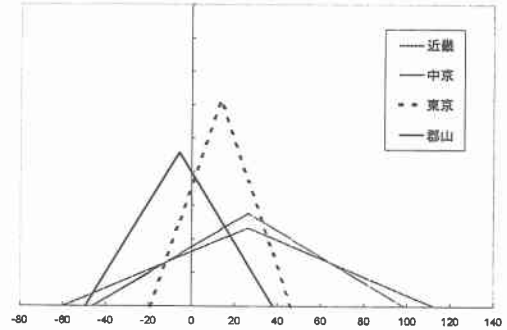


図-6 旅客流動パターン (全体)

これらより、移動距離が大になるほど限界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。表-2は各エリアの割合を表したものである。

次に旅行目的別に分析を行う。4エリアでサンプル数の多かった「出張」および「帰省・“かえり”」に関して、以下の結果が得られた。

時間制約を有すると思われる「出張」と、時間制約が弱い「帰省・“かえり”」の比較を行うと、総じて「出張」では余裕を持って行動することがいえる。

表-2 余裕時間を有する旅客割合 (全体)

近畿	76.0%
中京	79.8%
東京	82.5%
郡山	37.8%

表-3 余裕時間を有する旅客割合 (出張)

近畿	76.0%
中京	84.1%
東京	81.9%
郡山	39.7%

表-4 余裕時間を有する旅客割合 (帰省・“かえり”)

近畿	62.4%
中京	68.1%
東京	82.9%
郡山	41.4%

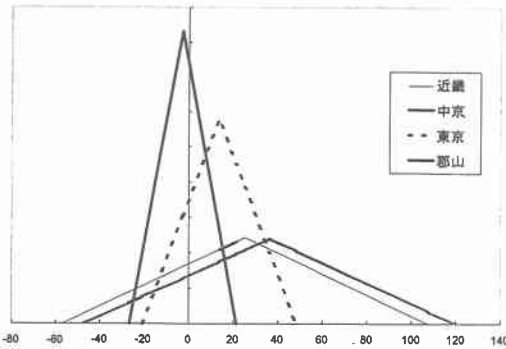


図-7 旅客流動パターン (出張)

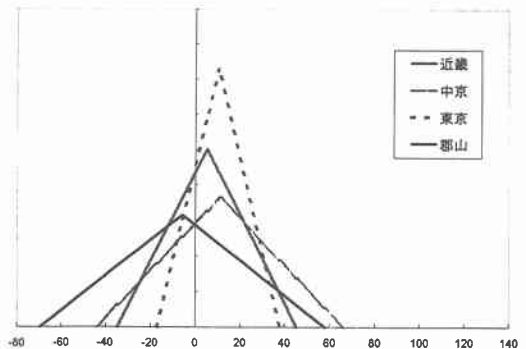


図-8 旅客流動パターン (帰省・“かえり”)

## 6. 乗客分布の作成

先に分析した旅客流動パターンの乗客分布の作成を試みる。先の旅客流動パターンは最遅出発時刻に対する「行動パターン」であったが、それを潜在需要の、ある時刻に運行されたときの需要の顕在化割合であると仮定する。希望時刻に運行された場合に潜在需要はすべて顕在化する為、運行時刻の片側近傍の需要発現率を1.0とする。三角分布の  $0 \rightarrow +\infty, 0 \rightarrow -\infty$  の積分を行い、大の方の値を1.0として階級毎に顕在率を算出する。以上の手順で図6のパターンを乗客分布形に変換し、潜在需要分布に重ねたものが右の図である。階級は東北新幹線の平均運行間隔を基にした。

この分布は、10時20分から10時40分の潜在需要の約40%が、10時の便に吸収されることを意味する。この分布により、よりの確なスケジューリングの為の需要予測が期待される。

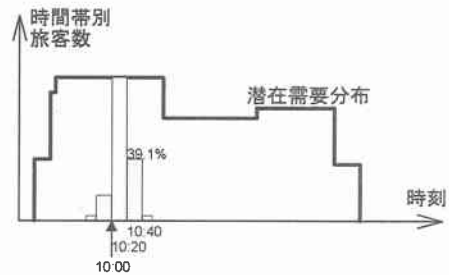


図-9 潜在需要分布における乗客分布形

## 7. おわりに

本研究では、仙台都市圏からの中長距離の需要構造を調査し、運行計画において必要不可欠な乗客分布を4つのエリアについて分析した。さらに、東京への乗客分布形の作成を行った。

本研究での結論は以下のようにまとめられる。

- 1) 仙台都市圏における新幹線利用は業務目的が全体の7割以上を占める
- 2) “ゆき” “かえり”の流動量は時刻によって分離が可能である。
- 3) 上り新幹線を利用してむかう目的地は首都圏が過半数を占める
- 4) 旅客流動は移動距離によって異なり、距離が増大するにしたがって余裕時間も分散も大きくなる。
- 5) 乗客分布は旅行目的によって異なり、特に業務出張の“ゆき”と帰省・“かえり”のトリップには有意な差が見られた。
- 6) 余裕時間にマイナスが見られることから、希望到着時間自体に余裕が存在し、これが対称分布に近づく理由となっていることが分かった。

今回の分析において移動距離が増加するほど余裕時間の平均が増加することが確かめられたが、旅行目的だけでは時間分布における分散の変化を説明することは困難である。今後の課題として、分散の変化を説明し得る変数を更に取り入れ乗客分布モデルの構築を行いたい。

## 参考文献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 渡部 富博，森地 茂，屋井 鉄雄，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
- 4) 運輸白書，運輸省編，昭和63年，平成元年版
- 5) 航空宇宙年鑑，日本航空協会，1988-1991