

# 東海道新幹線途絶を想定した航空代替輸送の需要量推計と臨時便設定に関する分析

交通・地域計画研究室 堀江 健人

指導教員 平田 輝満 准教授

## 【目次】

### 第1章 序論

- 1-1 研究の背景
- 1-2 研究の目的
- 1-3 研究の手順
- 1-4 用語の解説及び定義

### 第2章 既存研究の整理

- 2-1 既存研究の整理
- 2-2 本研究の位置づけ

### 第3章 過去の災害における

#### 航空代替輸送の実態整理

- 3-1 過去の大規模災害の概要
  - 3-1-1 本節の目的と概要
  - 3-1-2 我が国で発生した地震災害の整理
- 3-2 阪神淡路大震災時の航空代替輸送の概要
- 3-3 東日本大震災時の航空代替輸送の概要
- 3-4 新潟県中越地震の事例
  - 3-4-1 新潟県中越地震時の航空代替輸送の概要
  - 3-4-2 航空輸送統計年報と全国幹線旅客純流動調査の概要
  - 3-4-3 新潟県中越地震前後の年における旅客数の変化と旅行目的との関係

### 第4章 都市間旅客の交通機関選択モデルの構築

- 4-1 分析の枠組み
  - 4-1-1 はじめに
  - 4-1-2 南海トラフ大地震発生シナリオの定義
- 4-2 全国幹線旅客純流動調査を用いた新幹線途絶による影響者数の推定
- 4-3 NITASを用いたLOSデータの設定
  - 4-3-1 NITAS の概要
  - 4-3-2 NITAS のパラメータ設定について
  - 4-3-3 LOS データの整備

### 4-4 ロジットモデルを用いたパラメータ推定

- 4-4-1 集計, 非集計ロジットモデルの概要
- 4-4-2 集計ロジットモデルによるパラメータ推定
- 4-4-3 非集計ロジットモデルによるパラメータ推定
- 4-5 新幹線途絶時の航空分担率算出

### 第5章 新幹線途絶時の航空旅客需要推定と臨時便設定に関する分析

- 5-1 分析の枠組み
- 5-2 新幹線途絶時の航空利用者算出
- 5-3 既存航空路線での余裕座席数把握
- 5-4 NITAS を用いた新幹線途絶時の航空経路の推定
  - 5-4-1 新幹線途絶影響者 OD 別航空経路の把握
  - 5-4-2 経路迂回時の利用空港推定
- 5-5 路線および空港別の負荷と既存路線配分
- 5-6 臨時便設定の方法論と臨時便設定による効果の分析
  - 5-6-1 臨時便設定の方法論の概要
  - 5-6-2 カボターゲット規制緩和による機材確保
  - 5-6-3 臨時便設定による輸送能力増加の分析

### 第6章 結論

- 6-1 結論
- 6-2 今後の課題

## 1. 研究の目的と手順

近年、我が国では自然災害が頻発しており、災害に対して強くしなやかに対応できる国土を形成することが重要な課題である。今後発生が危惧されている南海トラフ地震や首都直下地震においては、大規模かつ広域的な被害の発生が予想され、大量旅客輸送を担う新幹線が長期にわたって不通になると想定される<sup>1)</sup>。

大規模災害により新幹線が不通になった際には高速バスや航空機によって代替輸送が行われ、都市間輸送において重要な役割を果たした。例えば、2011年3月に発生した東日本大震災では、東北新幹線が約1か月半にわたり運休したため、首都圏と東北圏間の移動性は大きく低下した。一方、震災直後から航空や高速バスの増便あるいは臨時便が設定されたことで、首都圏と東北圏間の輸送量を一定程度確保したことが報告されている<sup>2)</sup>。したがって、大規模震災によっていずれかの交通手段が利用不可となった場合においても、交通ネットワーク全体としての機能が完全に喪失することがないように、あらかじめ代替性を確保しておくことが重要である。

震災時には、線のインフラである鉄道や道路に比べ、点のインフラである空港は強靱性を発揮しやすい。よって、航空による代替輸送は震災時においてとても有効である。航空による代替輸送を検討する際には、実際に震災が起こった時にどのくらいの交通需要が発生し、どの路線に臨時便を設定することが適切なのかをあらかじめ考えておくことが必要である。既存研究としては、谷口ら<sup>3)</sup>は新幹線が途絶した場合の旅客需要推計及び空港負荷を分析したが、航空需要分析のみにとどまっており、他モードでの移動を考慮していない。これらに対し川瀬ら<sup>4)</sup>は、東海道新幹線途絶時の航空代替輸送の需要量推計と供給力拡大方策の提案を行ったが、需要量推計時にODごとの交通サービスレベル(LOS)変化を精緻に考慮できていないという課題があり、供給力拡大策による臨時便設定に関してもマクロな便数拡大量の算定に留まっている。したがって、どの路線に何便臨時便を設定すべきかについて検討することが必要である。

## 2. 研究の目的と手順

前述した内容を踏まえた上で、本研究の目的を以下の3点とする。

- ① 大規模災害による新幹線途絶時の航空代替輸送に関して過去の事例を調査し、旅客流動変化の特徴の有無を確認する。

表-1 パラメータ推定結果

	$\beta$	t 値
総所要時間(分)	-1.38E-02	-15.6
総費用(円)	-1.03E-04	-14.0
自動車定数項	0.606	5.21
修正済 $\rho^2$	0.249	
階層性を表す $\lambda$	0.588	
時間価値(円/時間)	8,030	

- ② 都市間旅客の交通機関選択モデルを構築し、災害時の都市間交通サービスレベル(LOS)を考慮した航空代替輸送の需要ポテンシャルを推計する。
- ③ 既存研究で提案された航空代替輸送の供給力拡大策(カボタージュ規制緩和による臨時便設定)による臨時便設定を具体的にシミュレーションし経済効果を推計する。

## 3. 都市間旅客の交通機関選択モデルの構築

南海トラフ大地震を想定し東海道新幹線が長期にわたって途絶した際の影響を受ける利用者数、及び高需要なODについて第5回全国幹線旅客純流動調査(2010)(以下、純流動調査)のデータを基に抽出を行い、航空旅客需要の推定を行った。純流動調査は、航空や鉄道などの各交通機関の一日の旅客数を定量的に把握できるデータであり、鉄道の旅客流動も区間毎で推定できるため東海道新幹線が途絶した際の影響を評価するには適している。

純流動調査で抽出できる数は新幹線途絶による影響者数であり、必ずしも途絶影響者全員が航空を選択するとは限らない。そこで本研究では、航空、鉄道、自動車の3つを選択肢とした、Nested Logit モデル(NL モデル)を用いて都市間旅客の機関選択モデルを構築した。用いた式を(1)に示す。モデルの推定はフリーソフトウェアであるRを使用し、最尤法を用いてパラメータ推定を行った。説明変数には時間と費用を用いた。そのモデルに、NITAS(全国総合交通分析システム)を使って出した東海道新幹線が途絶した場合のLOSデータを組み込み、航空分担率を算出した。その結果、距離を説明変数とする既存研究の機関選択モデルと比べて、東京一大阪間などの中距離帯で航空分担率が大きくなることが分析された。

$$P(a, b) = \frac{\exp(V_a + \lambda\Lambda) \exp(V_b + V_{ab})}{\sum_{a'} \exp(V_{a'} + \lambda\Lambda) \sum_{b'} \exp(V_{b'} + V_{ab'})} \quad (1)$$

$$\Lambda = \ln \sum_{b'} \exp(V_{b'} + V_{ab'}) \quad (2)$$

P(a,b) : 航空、鉄道、自動車の同時選択確率

$A$  : 航空, 鉄道の効用値のログサム変数

$V_a$  : 公共交通・自動車選択の効用値

$V_b$  : 航空・鉄道選択の効用値

$V_{ab}$  : 2 段階双方に関係した効用値

$$V = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma \quad (3)$$

$x_i$  : 説明変数,  $\beta_1, \beta_2$  : パラメータ,  $\gamma$  : 定数項

#### 4. 東海道新幹線途絶時における航空旅客需要推計

3.で算出した交通機関選択モデルを使用して新幹線途絶による航空旅客需要増加量を推計した。本研究では、東海道新幹線が三島(静岡県)-名古屋間で途絶した場合の需要推計を行った。また、今回は震災が発生後 1 週間後~2 週間後を想定して分析を行った。その結果、平時に東海道新幹線の途絶区間を利用していた旅客(途絶影響者)のうち航空に転換する旅客需要は全体で 91,725 人/日になると算出された(平時の国内全航空旅客数の約 40%に相当)<sup>5)</sup>。図-1 は、東海道新幹線の三島-名古屋間が途絶した場合の航空旅客需要を OD ごとに示したものである。(航空利用者上位 8OD を抜粋)。図-1 より東京 23 区-名古屋の新幹線途絶影響者は最も多くなっているが、航空分担率が 18%になっているので、航空利用者は少なくなっている。航空旅客需要が最も高いのは東京 23 区-大阪である。

航空旅客需要を輸送するためにまず既存路線の供給可能性について検討を行った。既存路線の搭乗率は全路線平均で約 66%<sup>6)</sup>であり余裕座席数が存在するため、既存路線の空席で輸送可能な旅客数について分析を行った。なお、既存路線で輸送できない場合は増便や臨時路線を就航する必要はある。

既存路線の需要配分を行うためには新幹線途絶影響者がどの航空路線を使用する可能性があるのかを推定する必要がある。そこで、平時時と新幹線途絶時の LOS を比較するために国土交通省の NITAS(全国総合交通分析システム)を使用して各 OD 間における新幹線途絶の有無別に一般化費用を算出し、その比を求めた。路線配分は新幹線途絶時の一般化費用/平時時の一般化費用の比(以下「途絶/平常比」)が 1.5 以下(途絶しても利便性があまり変わらない)の場合、1.5 より大きい(途絶後に利便性が著しく低下する)場合の 2 つに分け、段階的に既存路線の余裕座席に配分を行った。

まず、途絶/平常比が 1.5 以下の場合には、NITAS で抽出された一般化費用が最小の経路を利用航空経路とする。また、途絶/平常比が 1.5 より大きい場合には、NITAS が非現実

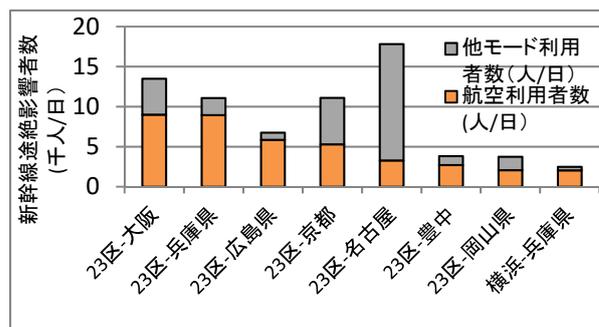


図-1 新幹線(三島-名古屋間)途絶時の旅客需要

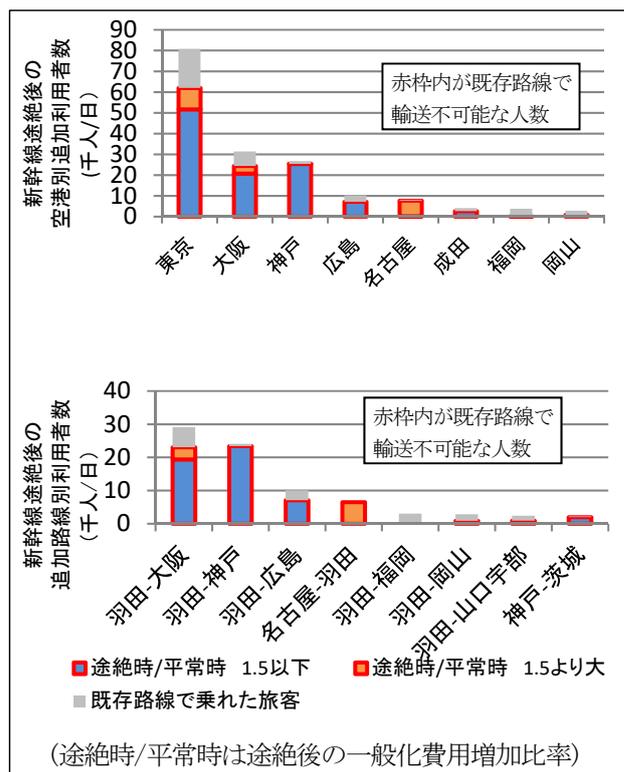


図-2 空港別(上)及び路線別(下)航空旅客需要

と既存路線配分

的な遠回りの経路を選定している可能性がある。その場合はNITASによって別に算出した、207ゾーンと全空港間の経路から、一般化費用が最小となる空港を利用すると仮定し、航空経路を推定した。図-2 は上記の方法で算出した既存路線による旅客配分と残旅客需要を空港、路線別で示したものである。

これらより、新幹線途絶後の利用者の増加数が最も多い空港は羽田空港であり、既存路線で運べない人も最も多くなった。また、路線別でみると羽田-大阪間の需要が多いが、既存路線で輸送できない人は羽田-神戸間が最も多くなった。

## 5. 臨時便設定による経済効果の検証

東海道新幹線途絶時の航空旅客需要を推定した結果、既存路線の空席では輸送しきれない人が多数存在することが明らかとなった。

新幹線途絶という大きな被害を受けてもなお、日本全体で平常時の経済活動を維持しようとする、航空臨時便を設定し、新幹線の代替輸送が滞りなく行われる必要がある。そのためには、臨時便に使える機材の有無や路線配分計画を事前に策定しておくべきである。

そこで本研究では、川瀬ら<sup>4)</sup>の研究で提案されたカポタージュ規制緩和による臨時便設定を具体的に行い、経済効果を推計した。ここでいうカポタージュとは、外国航空会社が国内の2点間を有償運送することである。この規制を撤廃した際には、日本国内において外国航空会社の機材を日本国内線として使用することが可能となる。今回は、国際線の機材が多く存在し、羽田空港や伊丹空港より空港容量に余裕のある成田空港と関西国際空港の国際線機材を使って実際に臨時便を設定することを仮定した。なお使用可能性のある機材に関しては両空港で7時から21時の間に4.5時間以上(=国内空港の往復にかかる時間)折返し時間を有する国際線機材を想定しており、該当する機材の数を川瀬らが算出したところ成田空港で計54機/日、関西国際空港で21機/日であることが明らかにされている。当該機材を用いて今回臨時便を設定する方法は、以下の2つのパターンを検討した。

### ① 航空旅客需要の多い路線から優先的に配分

4章で示した既存路線の余裕座席数では運びきれなかった人数が多いODから優先的に臨時便を設定した。各経路を見ると、兵庫県—東京23区、大阪—東京23区など、大都市間を結ぶODが多くなっている。

### ② 新幹線途絶により不便になるODから優先的に設定

新幹線途絶によってOD間の移動にかかる時間が大きくなるODから優先的に設定した。具体的には、東海道新幹線途絶後の鉄道、自動車を利用する経路で所要時間が短いものと、平常時の航空、鉄道、自動車の3つのモードで所要時間が最小なものとの差が大きいODから順に臨時便を設定した。

臨時便を設定するにあたって運航時間と費用(運賃)を設定する必要がある。今回の臨時便設定における設定方法を表-1に示す。なお各便において実際の航空機のオペレーションに要する所要時間としては航空機に搭乗するための30分、降機のための15分として、計45分を加えてある。

表-2 臨時便設定の時間と費用

	空路(臨時便)	OD起終点と空港間
時間	時刻表から概算	207ゾーンと空港間の一般化
費用	一律15000円	費用最小経路の時間と費用

表-3 臨時便の設定による経済効果

設定方法	主な臨時便路線	運べた人数	経済効果
需要が多い順	成田-神戸 成田-関西	27911(人)	3億3600万円
不便になる順	成田-山口宇部 成田-広島	28243(人)	4億1200万円

臨時便によって輸送可能となった人員数およびそれに伴う経済効果を表-2に示す。輸送人員に関しては既存路線で輸送不可とされた68,304人/日の約41%にあたる約28,000人/日を臨時便で輸送できることが明らかになった。

また、臨時便設定による経済効果を式(4)に示すログサ変数の貨幣換算値を用いて算出した。

$$LS_{ij} = \frac{1}{\theta} \ln \sum \exp(V_{ijm}) \dots (4)$$

$LS_{ij}$ : ゾーンij間のログサム変数の貨幣換算値(円)

$V_{ijm}$ : ゾーンij間の交通機関あるいは経路mの効用

$\theta$ : 効用関数の費用にかかるパラメータ

臨時便設定による経済効果として需要が多い順に設定した場合は3億3600万円、新幹線途絶によって不便になる順に設定した場合は4億1200万円となった。後者は一か月に換算すると約124億円もの経済効果となる。これは内閣府中央防災会議が算出した南海トラフ大地震被害想定における鉄道分野の1か月被害額(4000億円)の約3%を占めるということが概算された。

## 6. 結論

本研究では、都市間旅客の交通機関選択モデルを構築し、災害時の都市間交通サービスレベル(LOS)を考慮した航空代替輸送の需要ポテンシャルを推計できた。また、カポタージュ規制緩和による臨時便設定を具体的に行い、その経済効果を示した。

### 参考文献

- 国土交通省：南海トラフ巨大地震の被害想定について [http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku\\_wg/pdf/20130318\\_shiryo21.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_shiryo21.pdf)(2016年5月25日閲覧)
- 金子雄一郎、兵頭哲朗：東日本大震災による交通システムの機能障の発生状況と復旧について、日本都市計画学会誌「都市計画」291号、pp.82-86、2011。
- 谷口守、阿部宏史、清水健夫：潜在的な航空旅客負荷にみる新幹線途絶による影響の基礎的検討、土木計画学研究・論文集、Vol.18、No.4、pp.661-666、2001。
- 川瀬俊明、平田輝満：東海道新幹線途絶を想定した航空代替輸送の需要量推計と供給力拡大方策に関する基礎的研究、第53回土木計画学研究発表会・講演集、pp.57-63、2016。
- 一般財団法人日本航空機開発協会：第1章航空輸送の推移と現状
- 平成26年度航空輸送統計年報