

# 代替ルート構築によるリンク途絶時の社会的損失緩和

—東海道新幹線を例として—

東海道新幹線に長期不通が発生した場合、深刻な社会的損失が発生する可能性がある。なぜなら、東海道新幹線が分担する需要は大きく、かつ列車を迂回運転できる代替ルートが今のところ存在しないからである。本研究では、東海道新幹線の代替ルート構築による効果を、代替ルートが存在するネットワークにおける、長期不通に伴う社会的損失の緩和ととらえ、東海道新幹線を例としてケーススタディを設定し、定量的に評価した。その結果、東海道新幹線の代替ルートが存在する状況においては、存在しない状況と比べ、東海道新幹線が不通になった際の利用者流動の減少幅が小さくなることがわかった。社会的損失は、いずれのケースにおいても緩和されることを明示した。特に実際の現金収受を伴う損失において、東海道新幹線と多くの結節点を持ち迂回時間が少ないケースでは、顕著に大幅な損失緩和となることが確かめられた。

キーワード | 代替ルート, ネットワーク, 東海道新幹線

浅見 均  
ASAMI, Hitoshi

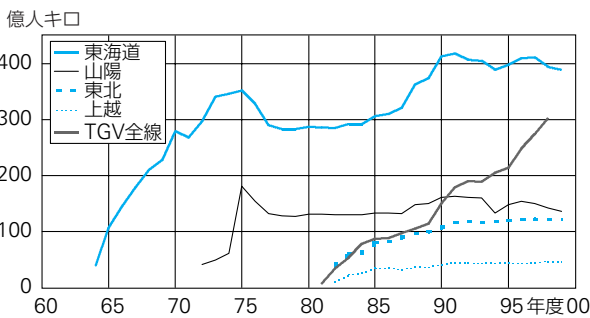
前(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

## 1 —はじめに

### 1.1 新幹線の歴史及び現況

1964年に開業した東海道新幹線の最高速度は210km/hで、「ひかり」は東京—新大阪間を190分で結んだ<sup>注1)</sup>。今日ではさらに技術開発が進み、「のぞみ」の最高速度は270km/h、東京—新大阪間の所要時間は150分と40分も短縮されている。

東海道新幹線は、超高速鉄道であるばかりでなく、大量輸送を行う高密度交通機関でもある。東海道新幹線の輸送量は開業以来概ね伸び続けており、輸送密度は約20万人/km日に達している。これは大都市圏の通勤鉄道に匹敵する。また、フランスTGV全線の輸送量と比較しても約3割ほど多く、世界的に見ても類例のない高密度輸送を行っていることがわかる(図—1)。



■図—1 新幹線及びTGVの輸送量<sup>1)2)3)4)</sup>

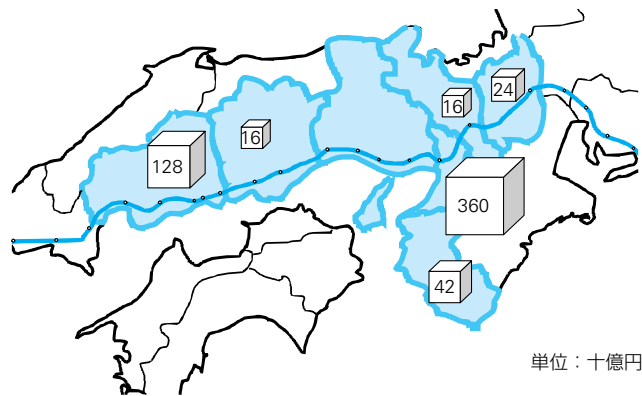
### 1.2 問題意識

1995年に発生した阪神・淡路大震災により、山陽新幹線新大阪—姫路間は甚大な損傷を受け、列車を迂回運

転できる代替ルートがないことから、81日間に渡って不通となった。同区間には約10万人/日の利用者がいたが、航空に転移したのは約3万人/日程度にとどまった<sup>5)</sup>。残り7万人/日の挙動に関する明確な資料は存在しないが、在来線も山陽本線が不通になり播但線経由等による迂回を強いられたこと<sup>6)7)</sup>などから、相当数が旅行を中止したものと考えられる。

例えば、京都・岡山・鳥根などの観光地では、山陽新幹線を主たる利用交通機関とする地域からの入込客数が減少している<sup>8)9)10)11)</sup>。しかもその一部は従前の水準まで回復していないか、もしくは回復までに年単位の期間を要している<sup>11)12)</sup>。

当時の山陽新幹線不通区間近傍の7府県では、県内総生産の伸び率が全国平均を下回った(図—2)。震災による直接的な被害、及び道路不通の影響を考慮する必要



■図—2 1995年度県内総生産伸びの全国平均との乖離<sup>13)</sup>  
注1: 県内総生産伸び率が全国平均を下回った府県を網掛け表示した  
注2: 数字は(各府県伸び率-全国平均伸び率)×各府県の県内総生産  
ただし兵庫県の数字は除外した

単位: 十億円

はあるが、山陽新幹線不通区間近傍で県内総生産の伸びが落ち込んだという事実は、交通政策における重要な課題を示唆するものといえる。

### 1.3 研究の目的

山陽新幹線での事例と同じような長期不通が東海道新幹線に発生した場合、より深刻な社会的損失が発生する可能性を指摘できる。なぜなら、東海道新幹線が分担する需要は山陽新幹線の約3倍とより大きく、かつ列車を迂回運転できる代替ルートが今のところ存在しないからである。

しかし、個別交通機関もしくは個別リンクの途絶による社会的損失の定量的評価に関する既存研究は少ない。また、代替ルート構築による効果を定量的に評価した既存研究はほとんどない。

本研究では、東海道新幹線の代替ルート構築による効果を、代替ルートが存在するネットワークにおけるリンク途絶に伴う社会的損失の緩和ととらえ、東海道新幹線を例としてケーススタディを設定し、定量的に評価する。

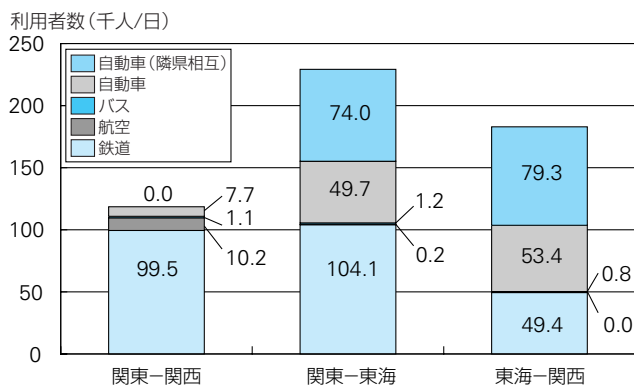
具体的には、代替ルートのない現在のネットワークにおいて、東海道新幹線の代表区間が長期不通になった場合の社会的損失を定量的に評価する。次いで、将来的に代替ルートが構築されたネットワークになった場合、たとえば東海道新幹線が長期不通となったとしても、社会的損失の発生が緩和されることを示す。

## 2——東海道新幹線の現状での課題

### 2.1 東海道新幹線に集中する巨大な需要

現状の東海道新幹線が担う輸送量は、絶対値・比率とも高水準に達している。

図-3は地域間の輸送量を交通機関毎に示したものである。いずれの地域間でも鉄道(東海道新幹線)の比率が高い。東海道新幹線の輸送量は航空・高速バスの約10倍、もしくはそれ以上の水準である。自動車には相応の輸送量があるが、隣県相互の輸送量を除くと、新幹線とは対等あるいはそれ以下の水準にとどまる。



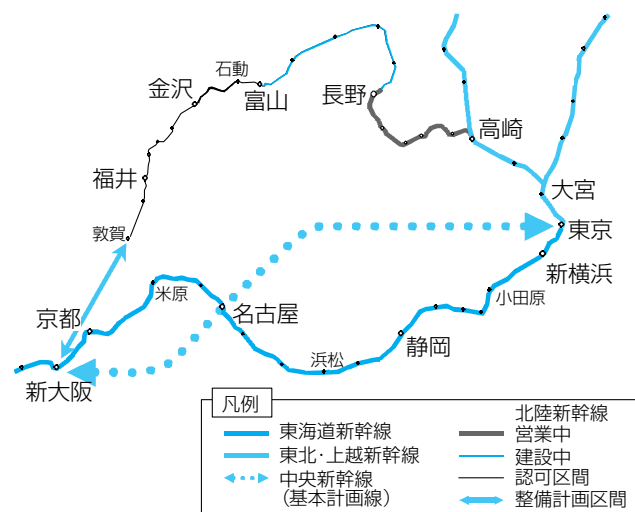
■図-3 東海道新幹線沿線地域間の交通流動<sup>14)</sup>

### 2.2 東海道新幹線と代替ルート

東海道新幹線の開業後、山陽新幹線、東北・上越新幹線や、近年では北陸新幹線高崎-長野間も開業している。このネットワークは東京中心のスポーク型のものであり、現時点ではどの路線においても並行的な代替ルートは形成されていない。

また、軌間等の規格が異なるため、新幹線列車の在来線への迂回運転は基本的に行えない。

ここで、将来における東海道新幹線には、有力な代替ルートが2路線存在する(図-4)。



■図-4 現在の新幹線ネットワーク

そのひとつ北陸新幹線は長野-敦賀間でルートが確定し、長野-富山間及び石動-金沢間で整備が進んでいる。ただし、敦賀-新大阪間はルートが未決定である。もうひとつの中央新幹線は東京-名古屋-大阪間の路線で、現段階では基本計画線である。

### 2.3 他交通機関ネットワークとの比較

#### 2.3.1 国内他交通機関との比較

高速道路は、主要地域間では現状でも既に複数ルートが存在しており、一般国道まで含めれば代替ルートはさらに稠密である(図-5)。このように道路ネットワークで



■図-5 高速道路のネットワーク

は、一部区間で不通が発生しても容易に迂回可能であり、リダンダンシーが極めて高くなっている。

航空は、各大都市圏とも複数の空港が存在しているか、もしくは整備中である。

### 2.3.2 欧州高速鉄道との比較

欧州の鉄道には高速線・在来線という区分こそ存在しているものの、基本的に規格が等しい。そのため、高速線列車(TGV・ICE等)は在来線に直通可能であり、実際のところ直通運転は日常的に行われている。また、高速線の一部区間が不通になった場合でも、列車の迂回運転が容易に行える<sup>15)16)17)</sup>。



■図—6 フランスの幹線鉄道ネットワーク TGV南東線(パリーリオン間)及び関連路線

欧州と比べ日本においては、新幹線列車は新幹線区間以外では運行できず、在来線区間を用いた迂回運転はできない。これは、表—1に示されるように、新幹線と在来線とでは軌間等の主要規格が異なっているためである。

現状の新幹線ネットワークでは、一部区間が不通になると列車の迂回運転を行うことができず、道路、航空、及び欧州の高速鉄道とは状況を異にしている。

■表—1 日本の幹線鉄道の諸元<sup>16)より作表</sup>

	新幹線	在来線
軌間	1435mm	1067mm
車体長	25m	20m
車両限界幅	3400mm	3000mm
電化方式	交流 25kV50・60Hz	直流 1.5kV 交流 20kV50・60Hz 非電化
信号方式	ATC	ATS

## 3——東海道新幹線の不通と代替ルートによる効果

### 3.1 既存研究

東海道新幹線をはじめとする新幹線には、列車の迂回運転が可能な代替ルートがなく、かつ他交通機関と比べ

大きな需要を担っている。そのため、東海道新幹線が長期不通に至った場合、在来線または他交通機関による十分な代替が困難であることから、より大きな社会的影響が発生すると考えられる。これに関する既存研究では、個別交通機関もしくは個別リンクの途絶による社会的影響には着目されていない。

例えば地震等の大災害が発生した場合どのようなことが起こるか、との具体的な状況想定を行った研究<sup>18)19)</sup>等においては、全交通機関に途絶が発生するという観点からの評価に力点が置かれており、個別交通機関・個別リンクの途絶には着目されていない。

ネットワーク信頼性評価に関する主な既存研究としては、道路ネットワークにおける代替ルートをモデル化し a) 経路数 b) 所要時間 c) 所要時間比をもとに経路代替性を指標化した南ら<sup>20)</sup>の成果、確率的に地震を発生させ交通ネットワークの被災パターン予測を行い a) リンクフロー変動量 b) ODペア損失費用 c) 途絶影響度をもとにネットワーク信頼性を評価した村木ら<sup>21)</sup>の成果などを挙げる事ができる。これら研究の主目的は交通ネットワーク全体の信頼性評価に置かれている。

ここで、個別交通機関・個別リンクの途絶に着目し、具体的には幹線鉄道ネットワークのある特定のリンクが確定的に途絶したと仮定し、それによる影響を抽出するインパクトスタディを行ったのが、谷口ら<sup>22)</sup>や浅見<sup>12)</sup>の成果である。ただし、これらの研究においても、代替ルートが存在する場合の効果には触れられていない。

### 3.2 本研究での基本的な考え方

東海道新幹線を保有する東海旅客鉄道は、構造物寿命を延ばすための高度な維持補修及びそれに関する技術開発を推進する一方、耐震補強等の様々な災害対策を施している<sup>23)</sup>。そのため、東海道新幹線が長期不通に至る可能性はごく低いと考えられる。

ところで、現在の耐震基準は阪神・淡路大震災級の地震を想定したもので、今後予想される「東海」「南海」地震などではさらに強い揺れが起こる可能性が指摘されている。このことから、土木学会では新しい耐震基準の策定に着手している。

1.3に既述したとおり、東海道新幹線が分担する需要は大きいうえで代替ルートが今のところ存在しないため、不測の事態により東海道新幹線が途絶した場合には、甚大な社会的損失が発生する懸念がある。その損失及び代替ルート構築による損失緩和を定量的に評価しておくことは、重要な課題である。

そこで本研究では、代替ルートがない現在、及び代替ルートが存在するネットワーク、それぞれの状況において

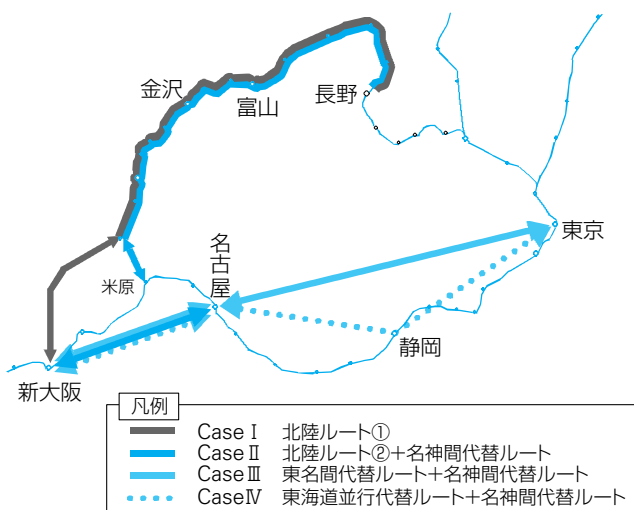
東海道新幹線に長期不通が発生した場合の社会的損失を求めることとする。これにより、代替ルートが存在するネットワークにおける、リンク途絶時の社会的損失緩和の定量的評価ができる。なお、東海道新幹線の不通は、代表的な区間において確定的に発生するものとした。

ここで、代替ルートの存在により、ネットワーク途絶時の社会的影響緩和の指標として、本研究では下記の3要素について着目した。

- ・利用者の挙動
- ・利用者の損失
- ・観光消費額の減少

### 3.3 代替ルートの案

本研究でとりあげた代替ルートの案は、図一七に示す4ケースである。各ケースの経由地等は、全国新幹線鉄道整備法に記載された北陸・中央新幹線のルートを基に独自に想定した。なお、ケースIVでは東海道新幹線との結節点を増す設定とし、静岡・名古屋を経由するルートとした。



■図一七 代替ルートの案

なお、各代替ルートでは300km/hでの走行が可能であるとした。各代替ルートのダイヤは、速達型4本/時、各停型4本/時を基本とし、東海道新幹線は現行のダイヤを維持するものとした。運賃料金は、現行の運賃料金表を基礎として、各ケース毎に区間距離に応じた運賃料金表を設定した。

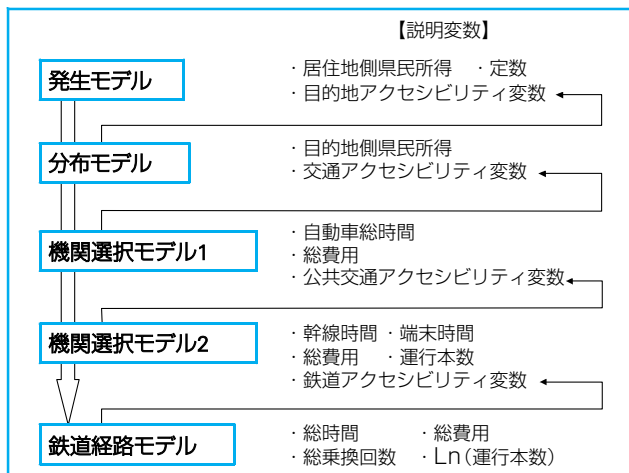
なお、現状のネットワークで東海道新幹線東京一名古屋間が90日間不通になった状況をケース0とする。

### 3.4 前提条件等

本研究では、東海道新幹線(東京一名古屋間)に不通が発生するものと仮定した。不通区間は、列車折返設備を有する駅に支障が発生する状況を考慮して、東京一名古屋間の全区間とした。不通期間は、過去の途絶事例における実績を鑑み、90日間とした<sup>6) 7) 24) 25) 26)</sup>。なお、不

通に至る原因は特定せず、他の社会的条件は一切不変であるとした。即ち、高速道路・航空など他交通機関、在来線、不通区間以外の新幹線、及び各代替ルートは通常どおりの輸送を行えるものとした。

本研究では、東海道新幹線の不通による利用者の行動を全国レベルで明確に把握するため、各OD移動にかかる一般化費用の変動が発生・集中量に遡及する構造の4段階推計法モデルを用いることとした(図一八)。



■図一八 需要予測モデルの構造

各OD移動にかかる一般化費用は、機関選択モデル1から得られるログサム効用値(全交通機関で合成されたもの)を、同モデルの費用の説明変数にかかるパラメータで割り戻すことにより求めた。同モデルによる時間価値は55円/分で、東海道新幹線不通時にはこの時間価値が上昇することも考えられるが、ここでは安全側の結果を得るため常時の時間価値を用いることとした。

なお、同モデルの詳細な構造は参考文献<sup>12)</sup>を参照されたい。

## 4——利用者の挙動

### 4.1 代替ルートがない場合

ケース0における利用者の挙動は、表一2に示されるとおりである。

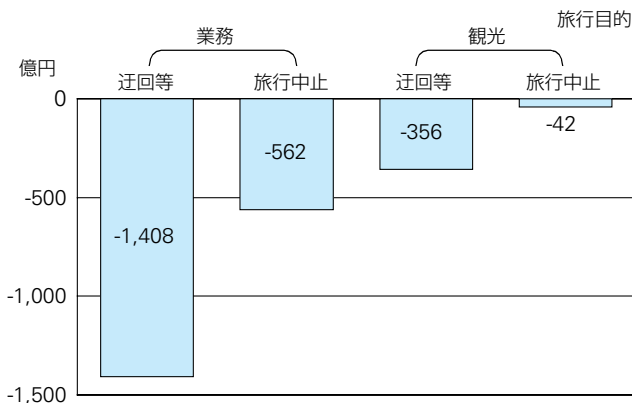
関東-関西では、航空が3倍近く、自動車もほぼ倍増するが、鉄道の減少幅が大きく、全体ではほぼ半減する。関東-東海では、鉄道の利用者は半減以下となり、全体では2割近い減少となる。

全国レベルの利用者挙動を見ると、移動に伴う一般化費用増加が発生モデルに遡及し発生量を抑えることから、旅行中止が優勢である。全国全目的で4.2%の減少、東海道新幹線沿線3地域では7.4~9.0%(着地ベース)の減少が認められる。

また、移動に伴う一般化費用増加は、分布モデルにより表される目的地選択にも遡及するため、利用者の目的



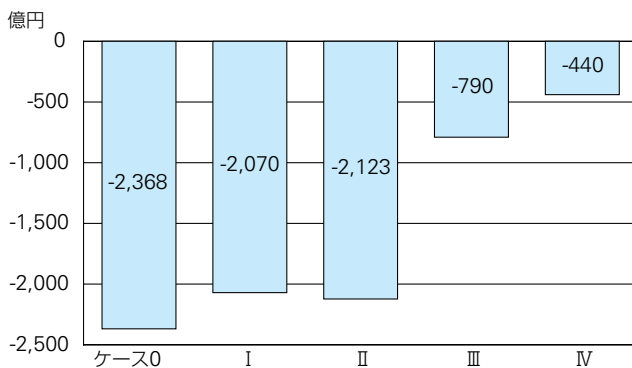
約2,400億円に達する。これは主に迂回・交通機関変更に伴う損失であるが、業務目的の旅行中止による損失も約600億円と、全損失の4分の1近くを占めている。



■図—9 利用者の損失

## 5.2 代替ルートがある場合

代替ルート構築各ケースによる利用者損失の緩和は、図—10に示したとおりである。



■図—10 利用者損失の緩和

利用者損失の緩和は、ケース1・2においては顕著でない。これは、両ケースの代替ルートは迂回時間が長く、移動に伴う一般化費用増加がケース0から大きく低減されないことに起因する。その一方、並行的代替ルートのケース3・4においては、東海道新幹線との結節点を多く有し、移動に伴う一般化費用の増加が少ないことから、利用者損失は半減以下と大幅に緩和されている。

## 6——観光消費額の減少

### 6.1 代替ルートがない場合

5に示した利用者損失とは、迂回等による不効用を貨幣換算したものであり、実際の金銭的損失を被るとは必ずしも限らない。そのため、実際の現金収受が伴う損失の代表例として、観光消費額の減少を採りあげる。その定義は次式のとおりである。

$$L_{SX} = \sum (N_{0k} - N_{Xk}) Y$$

$L_{SX}$  : リンク途絶ケースXでの観光消費額減少

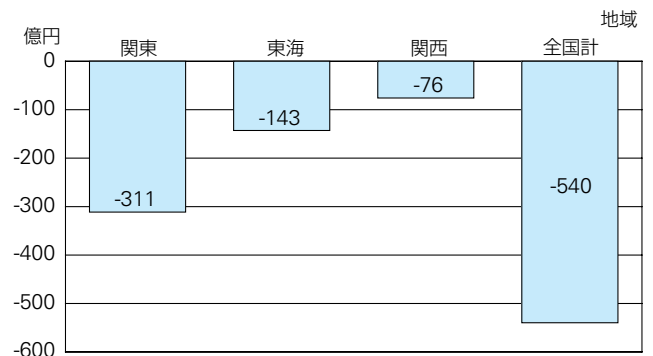
$N_{0k}$  : 通常時の各自治体(都道府県単位)の観光入込客数

$N_{Xk}$  : リンク途絶ケースXでの東海道新幹線不通時の観光入込客数

$Y$  : 観光客1人あたり観光消費額(参考文献<sup>29)</sup>より1人1日あたり1万円とした)

$k$  : 都道府県

ケース0の観光消費額減少は、図—11に示したとおり関東が最大で、全国で約500億円の損失を受ける。



■図—11 観光消費額の減少

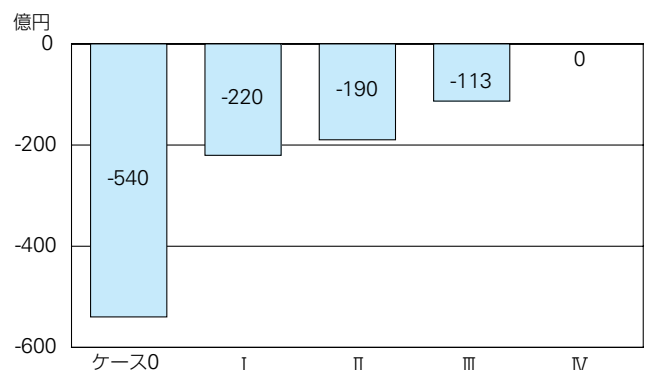
### 6.2 代替ルートがある場合

観光消費額減少の緩和は全ケースにおいて顕著である。

代替ルートの迂回時間が長いケース1・2においても、ケース0と比べ利用者流動の減少幅が小さくなることから、観光消費額減少は半減以下に緩和されている。

並行的代替ルートのケース3・4においては、利用者流動の減少幅がさらに小さいため、観光消費額減少の緩和幅がより大きくなっている。

以上より、代替ルートの迂回時間等により、移動に伴う一般化費用の増加があったとしても、利用者流動が確保されていれば、現金収受を伴う損失は緩和されることがわかる。



■図—12 観光消費額減少(全国)の緩和

## 7——まとめ

### 7.1 ケーススタディの考察

東海道新幹線の代替ルートが存在する状況においては、存在しない状況と比べ、東海道新幹線が不通になった際

の利用者流動の減少幅が小さくなることが確かめられた。

社会的損失は、いずれのケースにおいても緩和されることを明示した。特に実際の現金収受を伴う損失において、東海道新幹線と多くの結節点を持ち迂回時間が少ない並行代替ルートの場合では、顕著に大幅な損失緩和となることが確かめられた。

## 7.2 得られた成果と課題

本研究においては、代替ルートを有さない東海道新幹線が大きな需要を分担しているという課題を明示したうえで、東海道新幹線が長期不通になった際の社会的損失を定量的に評価した。また、代替ルートが存在するネットワークにおける、リンク途絶時の社会的損失緩和を定量的に評価することができた。

この評価を通じて、代替ルートの存在する交通ネットワークは、リンク途絶時においても利用者行動の変化が少なく、リンク途絶による社会的損失、及び実際の現金収受が伴う損失が軽減されることが示された。

従来は定性的フレームにて議論されがちであった、新幹線の代替ルート整備による効果を、その一部なりとも具体的に定量化できたことは、本研究の成果である。

しかしながら、リンク途絶はどのリンクが途絶するかを含めて確率的に発生するものであり、特定リンクが確定的に途絶するとした本研究のアプローチでは必ずしも充分ではない。以上の点は、東海道新幹線の代替ルート構築による社会的便益を総体的に評価するうえでの課題である。

**謝辞：**本稿は、筆者が運輸政策研究所在職中に、中村英夫所長の御指導により始めた研究をまとめたものである。研究の機会を与えて頂いたこと、また研究を進めるにあたり、中村先生はじめ研究員の皆様から多くの御助言を頂いたことについて、ここに謹んで感謝を申し上げます。

注

注1)ただし、開業直後約一年間は、徐行区間が介在していたため、240分を要した時期がある。

## 参考文献

- 1) 運輸政策研究機構,「数字で見る鉄道(各年度版)」
- 2) 東海旅客鉄道株式会社[1999], Central Japan Railway Company 1999
- 3) 須田寛[1994],「東海道新幹線30年」,大正出版
- 4) International Union of Railways[1998], UIC International Railway Statistics 1998
- 5) 運輸省[1994・1995],「航空輸送統計年報(1994・1995年度版)」
- 6) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会[1998],「阪神・淡路大震災調査報告—交通施設と農業施設の被害と復旧」
- 7) 西日本旅客鉄道株式会社[1998],「阪神・淡路大震災鉄道復旧記録誌」
- 8) 京都市[1999],「京都市観光調査年報」
- 9) 岡山県[1999],「岡山県観光動態調査報告書」
- 10) 鳥根県[1999],「鳥根県観光動態調査報告書」
- 11) 浅見均・加藤浩徳[2000],「阪神・淡路大震災におけるリンク途絶による地域間交通・観光行動の変化」,「土木学会第55回年次学術講演会概要集」
- 12) 浅見均[2001],「東海道新幹線の長期不通時における利用者損失の評価」,「土木計画学研究・論文集」,Vol.18,No.4,p729-736
- 13) 経済企画庁経済研究所[2000],「県民経済計算年報平成12年版」
- 14) 運輸政策研究機構[1997],「全国幹線旅客純流動調査統計編」
- 15) 住田俊介[1994],「世界の高速鉄道とスピードアップ」,日本鉄道図書
- 16) 佐藤芳彦[1998],「世界の高速鉄道」,グランプリ出版
- 17) 浅見均[2001],「仏独高速鉄道最近の動向」,「JREA」,Vol44,No.5
- 18) 首都圏機能移転による大規模震災時の経済的損失の軽減に関する調査研究会[1998],「首都圏機能移転による大規模震災時の経済的損失の軽減に関する調査」
- 19) 野村総合研究所,「三大都市圏間の交通(東海道新幹線,東名高速道路等)が寸断された場合の日本経済への影響」,「中央新幹線沿線学会議資料集17」
- 20) 南正昭・高野伸栄・佐藤馨一[1996],「道路網における代替ルートの整備水準の一評価法に関する研究」,「土木学会論文集」,No.530,IV-30,p67-77
- 21) 村木康行・高橋清・家田仁[1999],「利用者便益から見た全国幹線交通ネットワークの耐震信頼性評価と耐震性向上による影響分析」,「土木計画学研究・論文集」,No.16,p341-347
- 22) 谷口守・阿部宏史・清水健夫[2001],「潜在的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,p661-666
- 23) 関雅樹[1999],「施設部の安全・安定輸送への取り組み」,「鉄道新報」,第281号
- 24) 東日本旅客鉄道[1992],「武蔵野線新小平駅災害復旧工事誌」
- 25) 光中博彦[1999],「土讃線豪雨による大規模災害と復旧」,「鉄道施設協会誌」,第37巻第6号
- 26) 北海道旅客鉄道株式会社[2001],「有珠山噴火鉄道輸送の挑戦」
- 27) 森杉壽芳[1997],「社会資本整備の便益評価」,勁草書房
- 28) 運輸政策研究機構[1999],「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99」
- 29) 日本観光協会[1999],「全国観光動向—都道府県別観光地入込客統計」

(原稿受付 2003年5月6日)

## Mitigating Social Costs of the Emergency Service Interruption by Developing an Alternative Route — The Case of Tokaido Shinkansen —

By Hitoshi ASAMI

In case, train operation is interrupted for a long period of time on the Tokaido Shinkansen line, it would possibly incur significant social costs. This is primarily because of the huge passenger demand the route is serving and the absence of any alternative route.

Taking the case of Tokaido Shinkansen, this study makes an attempt to estimate the effect of alternative routes in reducing the possible social loss to be caused by an interruption of train operation for a long period of time. The study employs a quantitative method to evaluate the effects of four different alternative routes.

The findings of the study suggest that all alternative routes reduce the impact of service interruption on passenger demand. The study also confirmed that the parallel route is most effective in reducing the general social loss including the loss in sightseeing expenditure viewed as a representative monetary loss.

**Key Words ; Alternative route, Network, Tokaido Shinkansen**

この号の目次へ <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/no25.html>