

東日本大震災における都市間公共交通途絶による利用者便益損失について —仙台～首都圏間を対象として—

The User Benefit Loss for Interruption of the East Japan Earthquake for Intercity Public Transportation - Focused on between Sendai and Metropolitan Area -

指導教授 轟 朝 幸

M0007 数 見 隆 宏

1. はじめに

2011年3月11日に東日本大震災が発生した。この震災によって東北地方太平洋側の交通ネットワークは大きな被害を受け、人々の都市間移動に大きな影響を与えた。未曾有の大災害ではあったが、復旧や代替輸送にあたっては、国や自治体、各事業者の努力により、迅速な対応がとられた。高速道路は世界的にも高く評価をするスピードで復旧工事がなされ、都市間交通における人の移動ばかりでなく、物資などの輸送に大きな役割を果たした。しかし、東北新幹線は全線復旧まで49日間運休をした。航空は仙台空港が地震による津波の影響から機能を失い、民間航空機の再開まで33日間運休をした。このように被害の大きかった都市間公共交通は、復旧までに長い時間を要し、利用者は代替交通による迂回や移動の中止などから社会的損失を強いられた。そこで、利用者の視点から都市間公共交通途絶の影響および代替交通ネットワークが果たした役割を定量的に把握する必要がある。

本研究では、東日本大震災によって都市間公共交通が途絶した実際の事象をもとに、仙台～首都圏間を対象に都市間公共交通利用者の社会的損失を価値換算し、利用者便益損失として算出することを目的とする。また、都市間公共交通の復旧時期を前後させることによる便益損失シミュレーションを行い、交通復旧の優先順位に役立つ資料とする。

2. 分析フロー

本研究の分析フローを図-1に示す。

まず、評価手法である利用者便益損失の算出方法について述べる。次に、本震災における都市間公共交通途絶の概況を把握し、復旧 Situation の設定を行う。続いて、使用データについて、震災発生前の通常時と震災発生後の途絶時のデータ抽出および分析を行うための整理を行う。その後、設定した復旧 Situation をもとに都市間公共交通途絶による利用者便益損失の算出を行う。最後に、設定した復旧 Situation が変化する日を

基準として、復旧時期を前後させる便益損失シミュレーションを行う。



図-1 分析フロー

3. 都市間公共交通途絶の概況

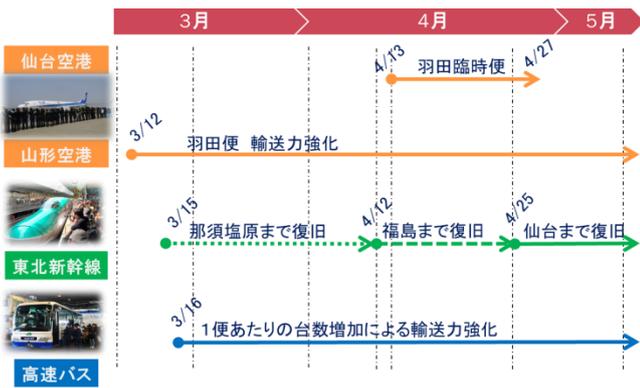
(1) 復旧状況の整理

震災発生後における仙台～首都圏間の都市間公共交通の復旧状況について、図-2に代表交通機関ごとに航空、新幹線、高速バスの順に整理したものを示す。

航空は、仙台空港が津波によって被災したため、航空ルートは隣県の山形空港へ迂回することで首都圏と結ばれた。4月13日に仙台空港が再開し、東北新幹線的全線復旧までの期間、羽田空港への臨時便が運航され代替輸送としての役割を担った。

新幹線は、東北地方と首都圏を結ぶ主要な交通機関であり、被害が少なかったエリアから徐々に復旧がなされた。4月12日に福島駅で在来線に乗り換える方法により首都圏と結ばれ、4月25日に仙台～首都圏間が結ばれた。

高速バスは、3月14日に国土交通省から緊急車両としての認定を受け、東北自動車道を通る便の運行が順次再開された。また1回の運行で複数台の車両を用いて輸送力を強化した。高速バスルートは、仙台～首都圏間を結ぶ唯一の直行ルートであったことや、東北地方の主要公共交通機関である新幹線の代替輸送機関として大きな役割を果たした。



図－2 都市間公共交通の復旧状況

(2) 復旧 Situation の設定

前項の復旧状況に加え、国や地方自治体および交通事業者が発表した資料をもとに、利用者便益損失を算出するための復旧 Situation を設定した。その内容を表－1に示す。期間は3月19日～5月6日とし、航空、新幹線、高速バスの各ルートの復旧状況を時系列変化に合わせて5つの復旧 Situation を設定した。航空ルートは、Situation-1 から Situation-3 まで山形空港、Situation-4 では仙台空港を経由とした。新幹線ルートは、Situation-1 から Situation-2 で東北新幹線が福島まで復旧する間は新潟経由とし、Situation-3 から Situation-4 は福島～仙台間は在来線で接続するものとし、Situation-5 は東北新幹線が仙台まで復旧とした。高速バスルートは、3月末まで60分の所要時間増の運行とし、4月からは30分の所要時間増の運行とした。

表－1 復旧状況 Situation

	Situation-1	Situation-2	Situation-3	Situation-4	Situation-5
期間	3/19～3/31	4/1～4/11	4/12	4/13～4/24	4/25～5/6
	山形空港 JR山形駅経由	山形空港 空港直行バス	→	仙台空港 羽田便	仙台空港 羽田便 4/27に終了
	新潟経由 上越新幹線+ 高速バス	→	東北新幹線 福島まで復旧 福島～仙台 在来線	→	東北新幹線 福島～仙台 復旧
	60分所要時間増	30分所要時間増	→	→	→

4. 利用者便益損失の算出方法

本研究では、都市間公共交通利用者が震災発生後に迂回や移動の中止などによる損失額を価値換算することにより把握をする。そこで、政策評価モデルの1つであるマーシャルの消費者余剰の考え方にに基づき、損失額を利用者便益損失として算出をする。本研究では、移動に伴う金銭的費用と時間費用を合計した実質負担額である一般化交通費用と利用者数の2項目を用いて算出を行う。

$$UBL = \sum_m (GC_0^m - GC_n^m)(Q_0^m + Q_n^m) / 2 \quad (1)$$

$$UBL_B = \sum_m (GC_0^m - GC_n^m) Q_n^m \quad (2)$$

$$UBL_S = \sum_m (GC_0^m - GC_n^m)(Q_0^m - Q_n^m) / 2 \quad (3)$$

UBL: 利用者便益損失

GC_0^m : 震災発生前の一般化交通費用

GC_n^m : 震災発生後の復旧 Situation-n における一般化交通費用

Q_0^m : 震災発生前の利用者数

Q_n^m : 震災発生後の復旧 Situation-n における利用者数

m: 代表交通機関 m ルート

UBL_B : 迂回・所要時間増加による便益損失

UBL_S : 移動中止・交通機関変更による便益損失

式(1)の定義は、代表交通機関ごとのルートの利用者便益損失を合計したものであり、迂回、移動中止などにも対応するものである。¹⁾

なお、利用者便益損失は(2)、(3)式のように、迂回・所要時間増加による便益損失と移動中止・交通機関変更による便益損失とに分離することができる。

5. 使用データの整理

本研究では、東日本大震災による都市間公共交通途絶に影響を及ぼした仙台と首都圏（埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県）間 OD の利用者便益損失の算出を行う。使用データとして、震災発生前の通常時と震災発生後の途絶時における一般化交通費用と利用者数を用いる。起終点について、仙台は宮城県庁とし、首都圏は東京都庁とした。その概要を表－2にまとめる。

(1) 一般化交通費用

一般化交通費用は、「全国総合交通分析システム（以下、NITAS）」を用いて、所要時間最小の設定のもと、経路、所要時間、運賃を算出した。震災発生後の一般化交通費用については、実際の途絶箇所を考慮し、NITAS より経路の算出およびプレスリリースなどの時刻表データから所要時間、運賃の考慮を行い、置き換えたものを用いた。時間価値は、既存研究²⁾より76.4円/分とし、NITAS などから算出された総所要時間によって迂回や移動中止の影響から社会的損失を把握するため、震災発生前と震災発生後ともに一定とした。

(2) 利用者数

震災発生前の利用者数は、「全国幹線旅客純流動調査2005年（以下、純流動調査）」の代表交通機関別 OD を用いた。震災発生後以降については、実績値として得られたデータと得られなかったデータがあったため、以下のように設定した。前者は、1日あたりの平均利用者数に算出したものを用いる。今回は高速バスと航空の一部が該当する。後者は、報道資料などの数値

を用いて、純流動調査のデータをもとに推計し、1日あたりの平均利用者数を算出した。

新幹線利用者数については、前年の利用率が公表されていた。そこで既存研究¹⁾をもとに、利用率が示された時期におおむね一致するような新幹線利用者数が回復するプロセスを仮定した。その概略を図-3に示す。プロセスのスタートを新幹線の福島復旧とした。プロセスのスタートについては、通常時から10%~40%回復、さらに復旧後即回復の5つのプロセスを設定した。本稿では20%回復のデータを新幹線利用者数として用いる。

表-2 使用データ概要

	震災発生前 (通常時)	震災発生後 (途絶時)
一般化交通費用 GC	全国総合交通分析システム (NITAS) →経路・所要時間・運賃を算出 > 不通区間・所要時間増を考慮 →実績値へ置き換え 既存研究より時間価値：76.4 (円/分)	
利用者数 Q	第4回全国幹線旅客純流動調査 (2005年) 宮城県-首都圏間OD (埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県)	実績値 →高速バス、航空の一部 純流動調査ODから推計 →航空の一部 利用者数回復プロセスを仮定 →新幹線 (前年の利用率を考慮)

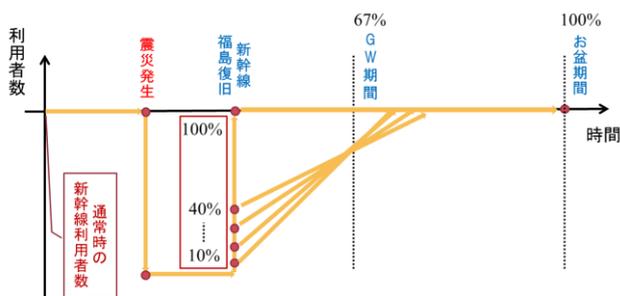


図-3 新幹線利用者数が回復するプロセス

6. 利用者便益損失の算出

設定した復旧 Situation をもとに利用者便益損失の算出を行った。その結果を図-4に示す。

全体を通して新幹線ルートによる利用者便益損失が高い値を示している。この算出結果から、仙台~首都圏間の利用者にとって、通常時の新幹線ルートによる便益が大きいことが考えられる。

続いて復旧 Situation ごとに算出結果をみる。

Situation-1、Situation-2 では、新幹線が途絶したことから新幹線ルートによる利用者の移動中止・交通機関変更による便益損失が高い値を示している。この期間は、特に Situation-1 では3.4億円の総利用者便益損失が算出された。

Situation-3 では、総利用者便益損失が1.2億円となり1/3 近くまで減少した。これは、新幹線ルートの東北新幹線が福島復旧と同時に在来線接続によって、仙台まで結ばれたことで、所要時間短縮などが利用者便益損失の減少に寄与していることが考えられる。

Situation-4 では、総利用者便益損失が徐々に増加していく傾向がみられたが、新幹線ルートの移動中止による便益損失は減少傾向であった。これは、新幹線ルートの利用者が通常時よりも所要時間増加を受けて移動していることと、新幹線ルートの移動中止者が徐々に減少していることが影響していると考えられる。また、航空ルートの利用者便益損失はプラスとなった。これは、仙台-羽田便が通常時に設定されていないため、所要時間短縮分の便益が利用者便益損失プラスへと転じた理由であるといえる。

Situation-5 では、新幹線ルートが仙台まで復旧したことにより、0.45億円まで総利用者便益損失が減少した。ここでの損失のほとんどは、特別ダイヤによる所要時間増加による便益損失であると考えられる。

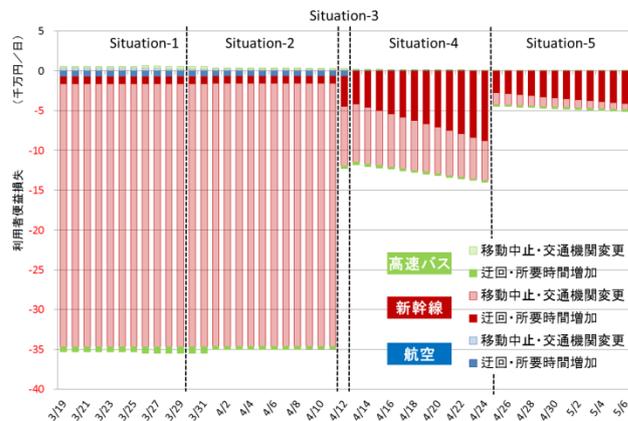


図-4 利用者便益損失の算出結果

7. 便益損失シミュレーション

(1) 分析シナリオの設定

前項で算出された利用者便益損失から、復旧状況が前後した場合の便益損失の変化をみるために、便益損失シミュレーションを行う。シミュレーションにおける分析シナリオの Case 設定を図-5に示す。

便益損失シミュレーションは、早期復旧時と復旧遅延時の2つに分けて分析を行う。設定 Case は、復旧 Situation より、「新幹線 福島まで復旧」、「仙台空港復旧」、「新幹線 福島~仙台間復旧」の3つとした。またシミュレーションで算出した値は、復旧 Situation と設定した Case における利用者便益損失の差を、累計

したものを用いている。

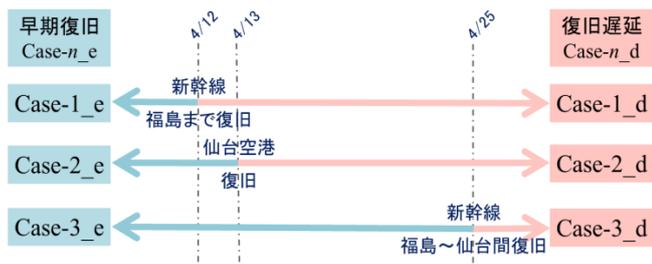


図-5 分析シナリオの Case 設定

(2) 早期復旧時のシミュレーション結果

早期復旧時のシミュレーション結果を図-6に示す。これは、復旧が早まることで、便益損失がどの程度減少するかを表している。

シミュレーション結果から、すべての Case でプラスの値を示した。復旧が7日間早まったところに着目すると、Case-1_e は約 15 億円、Case-2_e は約 0.1 億円、Case-3_e は約 6 億円の便益損失がそれぞれ減少することがわかった。つまり、早期復旧させることは、便益損失を減少させる施策であるといえる。Case-1_e は新幹線が早期復旧することにより、東北地方と首都圏が通常時とほぼ同じ経路によって結ばれる。この状況が新幹線の一般化交通費用が大きく減少させ、シミュレーション算出値に大きな影響を与えていることが考えられる。また、Case-2_e は他の Case に比べて早期復旧による便益損失の減少が少ない。これは、早期復旧による一般化交通費用の減少が小さいことと、航空の運航便数が制限されていることから、輸送力の違いが利用であると考えられる。よって、Case-2_e では、一般化交通費用の減少および運航便数の増加が便益損失の減少幅を大きくさせることができると考えられる。

(3) 復旧遅延時のシミュレーション結果

復旧遅延時のシミュレーション結果を図-7に示す。これは、復旧が遅れることで、便益損失がどの程度増加するかを表している。

シミュレーション結果から、すべての Case でマイナスの値を示した。つまり、復旧が遅れば遅れるほど、利用者便益損失が増加することを示している。特に Case-1_d が他の Case に比べ非常に大きなマイナスの値を示した。復旧が7日間遅れたところに着目すると、Case-1_d は実際よりも約 14 億円の便益損失が増えることがわかった。以上から、新幹線の福島復旧の遅れは、利用者便益損失を大きく増加させるということが

明らかとなった。

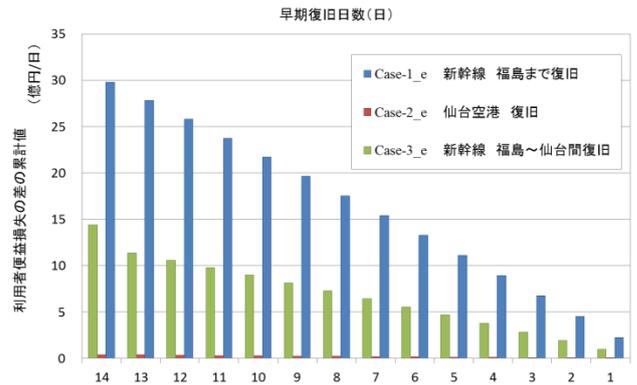


図-6 早期復旧時の便益損失シミュレーション

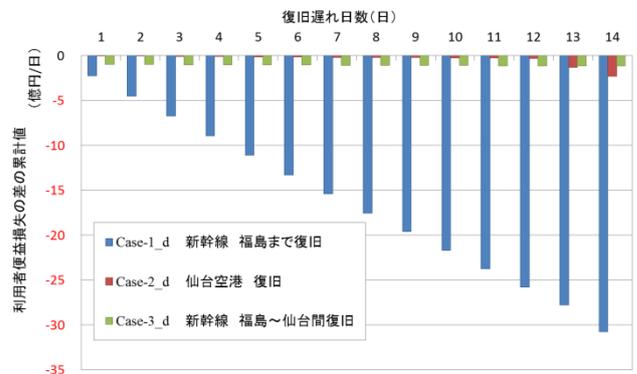


図-7 復旧遅延時の便益損失シミュレーション

8. おわりに

本研究では、東日本大震災における仙台～首都圏間における都市間公共交通の利用者便益損失を算出した。その結果から、新幹線ルートの利用者便益損失が高い値を示し、新幹線途絶が利用者の移動に大きな影響を及ぼしたことを明らかにした。また、算出された利用者便益損失から、復旧時期を前後させることによる便益損失シミュレーションを行った。その結果から、新幹線ルートでの早期復旧が利用者便益損失を軽減させることが明らかとなった。つまり、大震災にあっても新幹線の復旧がしやすいような整備や復旧計画をあらかじめ立てておくことなどが、利用者便益損失を少なくすることにつながると考えられる。

今後の課題として、交通事業者の損失を取り上げ、利用者便益損失との比較を行うことが考えられる。

参考文献

- 1) 浅見均; 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、2001年
- 2) 加藤告徳、橋元稔典; 我が国の旅客交通時間価値に関するメタ分析、土木計画学研究・講演集 Vol.38、2008年