

東日本大震災における東北地方の幹線鉄道ネットワークの途絶状況に関する一考察

今井 寛樹¹・浅見 均²・高津 俊司³

¹正会員 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部 新幹線部 新幹線第三課
(〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町6-50-1)

E-mail:hir.imai@jrtt.go.jp

²博士（工学）、鉄道・運輸機構 新幹線第一課

E-mail:h.asami@jrtt.go.jp

³フェロー、博士（工学）、鉄道・運輸機構

E-mail:t.takatu@jrtt.go.jp

本論文では、平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、二ヶ月近く途絶が発生した東北地方の幹線鉄道ネットワークについて、途絶状況の時系列推移および事実関係を概観する。さらに、利用者損失評価の適切性、新幹線ネットワークのリダンダンシー、在来線鉄道貨物の緊急物資輸送等の項目について、分析のうえ考察を加えた。

Key Words :inter-regional railway network, link disruption, evaluation of social loss

1. はじめに

平成23年3月11日14時46分発生東北地方太平洋沖地震（マグニチュード9.0・最大震度7（栗原市）・最大水平加速度2,700ガル（栗原市築館））によりもたらされた災害が東日本大震災であるが、東北新幹線を始めとする東北地方の幹線鉄道ネットワークも甚大な影響を被っている。

震災直後、東北・上越・山形・秋田新幹線がいずれも全線不通、在来線が東北六県全域で不通となるなど、影響が相当広範囲に跨った。復旧は比較的短期間で進んだものの、4月7日の最大余震（マグニチュード7.1・最大震度6強（栗原市・仙台市宮城野区））で再度ダメージを受ける展開となり、厳しい断面が続いた。

本論文では、過去の途絶事例と対比しながら、東日本大震災における東北地方の幹線鉄道ネットワークの途絶状況の時系列推移および事実関係を概観し、これを分析して考察を加えるものである。

2. 既存研究

(1) 幹線鉄道ネットワークの途絶に関する研究

日本の幹線鉄道ネットワークではリンク途絶の発生事例は決して稀でなく、その状況に関する報告は多数存在する^{1)~5)}等。

途絶発生の原因は主として災害であり、これら災害による人的物的な被災状況、そして途絶及び復旧の状況に関する記述に力点が置かれるのは、報告の性格からして当然であり、不可欠な要素として求められている。また、これら報告は当該事象の記述に限定されるべき性格を具備していた。公刊されても頒布数が限定され、幅広い層に読まれることを前提していないという特徴がある。

浅見らが行った幹線鉄道ネットワークにおけるリンク途絶事例分析⁶⁾は、複数のリンク途絶事例を体系的に分析したうえで問題提起を図った研究である。なお、浅見らは以下の事例について分析している。

阪神・淡路大震災（平成7年）

土讃線水害（平成10年）

有珠山噴火（平成12年）

中越地震（平成16年）

武蔵野線新小平駅水害（平成3年）

東北地方の自然災害（昭和40年代前半複数事例）

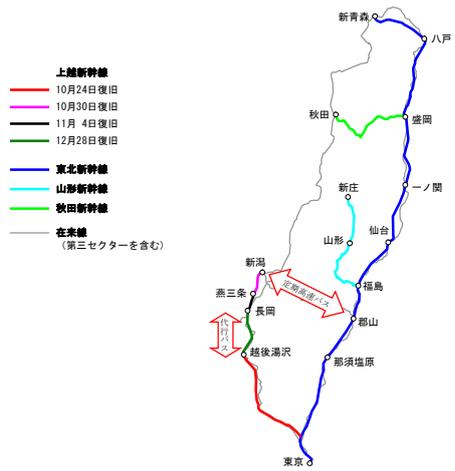
(2) 中越地震における上越新幹線

上記浅見⁶⁾のうち、平成16（2004）年10月23日発生の新潟県中越地震（マグニチュード6.8・最大震度7（川口町）・最大水平加速度846ガル）による上越新幹線の途絶事例は、本論文に大きく関わってくるため、

以下に要約して記述する。

上越新幹線は地震直後全線不通となり、東京ー越後湯沢間が10月24日に、燕三条ー新潟間は10月30日に、長岡ー燕三条間は11月4日にそれぞれ復旧した一方、魚沼・妙見両トンネルの被害が大きかった越後湯沢ー長岡間の復旧は年末の12月28日となった。これは新幹線における二番目の長期不通事例である。

上越新幹線東京ー新潟間の利用者数は、通常時23,000人/日であったのが、他モードによる代替を含めても7,000人/日に落ちこんだと速報された⁷⁾。



図ー1 中越地震に関連する幹線鉄道ネットワーク

高速バスによる代替輸送は、まず10月25日より東京ー新潟間の定期路線が磐越自動車道経由で運行された。次いで10月26日からは新潟ー郡山間の定期路線を増便したうえ「新幹線リレー号」とし、東北新幹線経由での代替輸送を行った。10月29日からは東京ー新潟間定期路線が関越自動車道経由で運行できるようになり、さらに増便されて上越新幹線の代替機能を分担した。10月31日からは上越新幹線不通区間を連絡する代行バスが運行された。

航空による代替輸送としては、東京ー新潟間の臨時航空路線が設定された（運行期間は平成16(2004)年10月24日から翌平成17(2005)年1月4日まで）。

以上の代替輸送の利用者数を比較すると、

- 1) 代行バス：平均の利用者数約 3,000人/日
最盛期には約 5,000人/日⁸⁾
- 2) 航空：平均の利用者数約 3,000人/日⁹⁾
- 3) 直通高速バス（関越道）：
平均の利用者数約 1,100人/日⁹⁾
- 4) 東北新幹線ー定期高速バス乗継：
平均の利用者数約 370人/日⁹⁾
- 5) 直通高速バス（磐越道）：
平均利用者数 321人/日⁹⁾

の順となる。

(3) 幹線鉄道ネットワークの途絶損失評価に関する研究

交通ネットワーク途絶発生時の社会的損失評価に関する研究は少なく、以下のものを挙げる事ができる。

地震などの大災害が発生した場合どのようなことが起こるか、との問題意識を提起し、具体的な状況想定を行った既存研究では、より重度の被災が考慮される傾向にある¹¹⁾¹²⁾。これら既存研究では、全モードに長期途絶が発生するという極端な仮定が置かれている。これは、大災害への備えを訴求するため被害のインパクトを敢えて強調する意図によるものと想定される。

ここで、東日本大震災での被災は、これら極端な想定をも凌ぐ規模に達したこと、また交通機関の復旧はより早期に行われた点に留意しなければならない。端的に言えば、東日本大震災規模の災害では、事前想定が難しいことが示唆されている。

谷口らは、新幹線ネットワークの特定リンクが確定的に途絶したと仮定し、航空負荷量増大という指標を呈示している¹³⁾。この研究では新幹線の代替モードは航空という前提を置いており、これは幹線鉄道ネットワークの現況によく合致している。

浅見は、幹線鉄道ネットワークの特定リンクに着目し、リンク途絶による社会的損失を、利用者の挙動、消費者余剰分析による利用者損失、観光消費額減少の三指標から定量的な評価を加えている¹⁴⁾。

浅見¹⁵⁾はさらに、幹線鉄道ネットワークの代替ルート構築は、リンク途絶時の社会的損失緩和に寄与することを示している。

在来線の途絶における社会的損失を評価する研究はさらに少ない。日野ら¹⁶⁾は産業連関表を用いて、有珠山噴火に伴う鉄道貨物の輸送量減少による経済的影響を求めており、鉄道貨物途絶の社会的損失評価を行った稀少な研究である。

3. 時系列推移

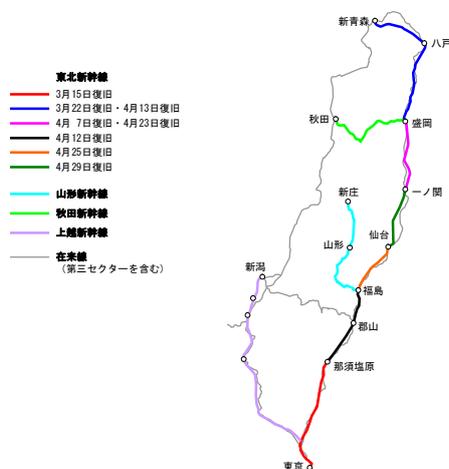
本章においては、参考文献18)~22)の記述などから、東日本大震災における東北地方の幹線鉄道ネットワークの途絶状況の時系列推移を概観する。

(1) 東北新幹線

東日本大震災において、東北新幹線が受けた影響について、時系列推移を列記すると、以下のとおりとなる。

- | | |
|-------|------------------------|
| 3月11日 | 東北地方太平洋沖地震発生 |
| | 東京ー新青森間 (714.0km) 全線不通 |
| 3月15日 | 東京ー那須塩原間 (157.8km) 復旧 |
| 3月22日 | 盛岡ー新青森間 (178.4km) 復旧 |
| 4月7日 | 一ノ関ー盛岡間 (90.5km) 復旧 |
| | 最大余震発生一ノ関ー新青森間再び不通 |
| 4月12日 | 那須塩原ー福島間 (115.0km) 復旧 |

- 4月13日 盛岡—新青森間 (178.4km) 復旧
 - 4月23日 一ノ関—盛岡間 (90.5km) 復旧
 - 4月25日 福島—仙台間 (79.0km) 復旧
 - 4月29日 仙台—一ノ関間 (93.3km) 復旧
- 東北新幹線全通



図一 東日本大震災に関連する幹線鉄道ネットワーク

東北新幹線では耐震補強を進めており、構造物が全壊する箇所はなかった。また、トンネルの被災が少なかったことから、構造物復旧は早期に概成している。

ところが、電化柱の折損等が約540箇所、架線断線約470箇所と電気設備の損傷が多く（全被災箇所の8割以上）、不通区間の延長が長距離に渡った。さらに、これら被災箇所の大部分を修復した時点で4月7日の最大余震があり、新たな被災箇所・不通区間が生じ、復旧までに更に時間を要することになった²³⁾。

なお、東北新幹線では早期地震検知警報システムが機能し、営業列車では脱線等の事故は発生せず、利用者の死傷もなかった。

(2) 上越・山形・秋田新幹線

東北新幹線に関連する新幹線の影響について、時系列推移を列記すると、以下のとおりとなる。

- 3月11日 東北地方太平洋沖地震発生
上越・山形・秋田新幹線とも全線不通
- 3月12日 上越新幹線全線復旧
- 3月18日 秋田新幹線全線復旧
- 3月31日 山形新幹線全線復旧
- 4月 7日 最大余震発生
上越・山形・秋田新幹線とも再び不通
- 4月 8日 上越新幹線全線復旧
- 4月 9日 秋田新幹線全線復旧
- 4月11日 山形新幹線全線復旧

(3) 在来線（幹線系）

東北地方の在来線は東北新幹線以上に大きな影響を受

けた。主要区間について時系列推移を列記すると、以下のとおりとなる（ただし一部の経緯は省略）。なお、東北本線の経営主体は区間により異なるが、同じ東北本線として記述している。

- 3月11日 東北地方太平洋沖地震発生
東北・奥羽・羽越本線全線不通
磐越西線全線不通
- 3月14日 羽越本線（酒田—秋田間）復旧
奥羽本線（秋田—弘前間）復旧
- 3月15日 奥羽本線（弘前—青森間）復旧
- 3月16日 東北本線（八戸—青森間）復旧
- 3月17日 東北本線（宇都宮—黒磯間）復旧
- 3月18日 東北本線（盛岡—八戸間）復旧
- 3月19日 石油輸送列車盛岡に到着
- 3月20日 東北本線（一ノ関—盛岡間）復旧
- 3月26日 磐越西線（津川—郡山間）復旧し全通
石油輸送列車郡山に到着
- 4月 5日 東北本線（本宮—福島間）復旧
- 4月 7日 東北本線（福島—岩沼間）復旧
- 4月12日 東北本線（黒磯—安積永盛間）復旧
- 4月21日 東北本線（仙台—一ノ関間）復旧し全通

(4) 在来線（三陸沿岸部）

東北地方の在来線のうち、三陸沿岸部の路線は大津波により、きわめて甚大な被害を受けている。三陸沿岸部の路線（石巻線以北）の復旧経緯は以下のとおりである。

- 3月16日 三陸鉄道（久慈—陸中野田間）復旧
- 3月19日 八戸線（八戸—鮫間復旧）
- 3月20日 三陸鉄道（宮古—田老間）復旧
山田線（盛岡—上米内間）復旧
- 3月24日 八戸線（鮫—階上間）復旧
- 3月26日 山田線（上米内—宮古間）復旧
- 3月28日 釜石線（花巻—遠野間）復旧
- 3月29日 三陸鉄道（田老—小本間）復旧
- 4月 1日 大船渡線（一ノ関—気仙沼間）復旧
- 4月 6日 釜石線（遠野—釜石間）復旧
- 4月 7日 最大余震発生
上記のうち三陸鉄道を除き再び不通
- 4月10日 八戸線（八戸—階上間）復旧
- 4月12日 釜石線（花巻—釜石間）復旧
- 4月13日 山田線（盛岡—宮古間）復旧
- 4月17日 石巻線（小牛田—前谷地間）復旧
- 4月18日 大船渡線（一ノ関—気仙沼間）復旧
- 4月29日 気仙沼線（前谷地—柳津間）復旧
- 5月19日 石巻線（前谷地—石巻間）復旧
- 8月中旬 八戸線（階上—種市間）復旧予定

なお、石巻線（石巻—女川間）・気仙沼線（柳津—気仙沼間）・大船渡線（気仙沼—盛岡間）・三陸鉄道（盛—

釜石間)・山田線(釜石-宮古間)・三陸鉄道(小本-陸中野田間)・八戸線(種市-久慈間)については、本論文投稿時点では復旧の目途が立っていない。



写真-1 三陸鉄道南リアス線島越駅付近被災状況

4. 途絶にかかる事実関係

(1) 東北新幹線の復旧

東北新幹線が不通となった日数は、最も長期間に渡った仙台-一ノ関間でも49日間(地震発生日を含む/以下同じ)であり、阪神・淡路大震災の山陽新幹線(新大阪-姫路間)の81日間、中越地震の上越新幹線(越後湯沢-長岡間)の66日間と比べ、短期間で復旧されている。また、段階を追って部分復旧を重ね、途絶リンクを最小限にとどめる工夫も図られている。

年月日	東京	那須塩原	福島	仙台	一ノ関	盛岡	八戸	新青森
3/11	176.3	115	79	58.3	50.5	178.4		
3/12								
3/13								
3/14								
3/15								
3/16								
3/17								
3/18								
3/19								
3/20								
3/21								
3/22								
3/23								
3/24								
3/25								
3/26								
3/27								
3/28								
3/29								
3/30								
3/31								
4/1								
4/2								
4/3								
4/4								
4/5								
4/6								
4/7								
4/8								
4/9								
4/10								
4/11								
4/12								
4/13								
4/14								
4/15								
4/16								
4/17								
4/18								
4/19								
4/20								
4/21								
4/22								
4/23								
4/24								
4/25								
4/26								
4/27								
4/28								
4/29								

図-3 東北新幹線の途絶状況概念図

その一方で、不通となった区間の延長が長いという特徴がある。東北新幹線において、不通区間の距離に不通日数(※)を乗じた値は18,700を超えることとなった。なお、同じ手法で計算すると、山陽新幹線(阪神・淡路大震災)では7,400、上越新幹線(中越地震)では5,900

となり、東北新幹線が受けた影響の大きさが理解できる。

※3月11日は不通期間を半日とした。4月7日は深夜の余震のため不通期間を0日とした。

結果として東北新幹線は、阪神・淡路大震災の山陽新幹線に匹敵するかそれ以上の影響を被ったことになる。

(2) 東北新幹線の代替交通機関

東北新幹線の代替交通機関となったのは、主に航空と高速バスである。特に高速バスは、震災翌日から運行再開され²⁰⁾、臨時便・増発便等が多数運行されるなど被災地最初の公共交通機関として機能した例が多い。航空では山形空港等が活用され、臨時便設定、大型機投入などにより輸送力確保が図られた。

なお、これらの代替交通機関の運行区間・運行本数はwebサイトにまとめられ、広く周知されている²²⁾。また、高速バス計31路線の輸送実績が速報されており、3月27日に7,335人/日がピークとされている²⁰⁾。

鉄道には、全き状態まで復旧しなければ運行再開できない特性があり、途絶した場合、初期には他モードによる代替に依存せざるをえない。

ここで、上越新幹線経由の定期高速バスという代替ルート(東京-上越新幹線-新潟-定期高速バス-仙台)も見られた。上越新幹線は3月12日に、定期高速バスは3月14日にそれぞれ復旧していることから、かなり早い段階から新幹線の代替ルートとして機能したこととなる。これは、2(2)に記した中越地震での事例のように、他の新幹線が代替ルートとして機能した断面といえる。

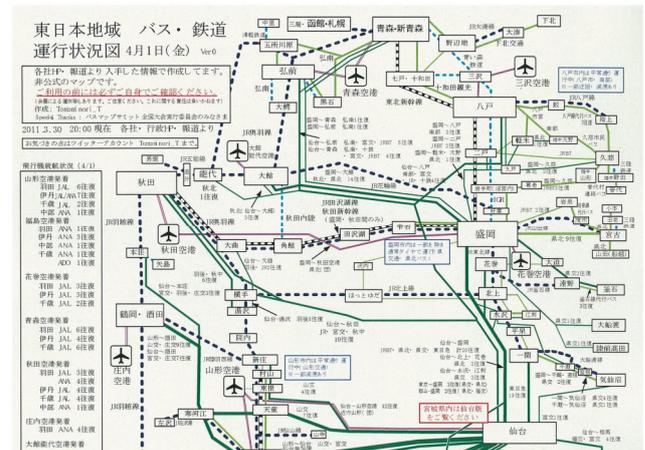


図-4 可通交通機関の案内(4月1日版・部分)²²⁾

なお、弊社においても上記ルートにて仙台に乗りこみ、仙台空港鉄道の業務支援、仙台在勤職員の生活支援などを行った実績がある。

新幹線-高速バスという代替ルートは、このほかにも那須塩原-福島・郡山・新白河・仙台などで見られた。

また、絶対数は少ないと推測されるものの、航空便から「はやて」「こまち」に乗り継ぎ、盛岡に乗り込む流動も見られたといわれている^{例えは24)}。

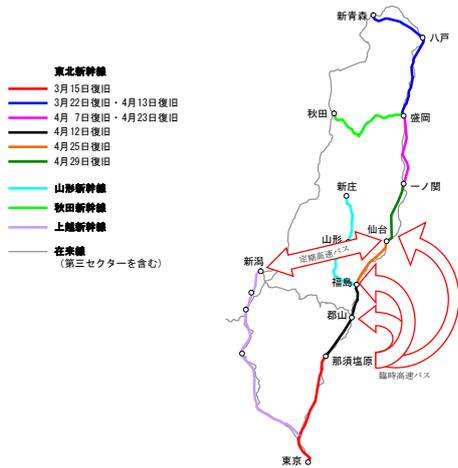


図-5 東北新幹線を代替した高速バス
(新幹線に接続した路線の例を图示)

これら代替ルートでは、前述した弊社職員のような、個人レベルで支援物資を運搬して被災地入りした利用者が見られた、とも伝えられている。

(3) 在来線（貨物列車）

多くの在来線の途絶事例においては、通勤列車や特急列車に着目されることが多い。貨物列車については、輸送障害が日常的に発生しうるため、どのようなモードであれ早期に代替輸送が確保できれば問題ない、という見方が一般的であった^(例えば25)。有珠山噴火の事例においても、鉄道による代替経路と確保できた輸送量が着目されている⁴⁾。これらの見方は、貨物の出発地・目的地と途絶リンクに地理的な関連が薄い場合において、概ね妥当であろう。

ところが、東日本大震災においては、道路・航空・海運いずれのモードにおいても途絶が生じており、かつ、被災地では物資（特に石油）が極度に逼迫した。即ち、被災地を目的地とする貨物輸送の需要が生じ、鉄道貨物による早期の輸送確保が期待された。

鉄道にも被災者の生存に関わる緊急物資輸送が求められたという意味において、過去に例を見ない、切実かつ切迫した状況が顕現した。

在来線ネットワークにおいては、日本海沿岸の各路線が早期に復旧できたため、貨物列車は新潟県経由で迂回運行された。

岩手県向け石油輸送列車が根岸（横浜市内）を出発したのは3月18日、上越線・羽越本線・奥羽本線経由で盛岡に到着したのは3月19日であった²⁶⁾。

また、根岸からは3月25日には福島県内向けの石油輸送列車が出発し、上越線・磐越線を経由し、翌3月26日に郡山に到着した。

このほか、百済（大阪市）－東青森間の定期コンテナ列車が救援物資輸送を担った事例が報じられている²⁷⁾。

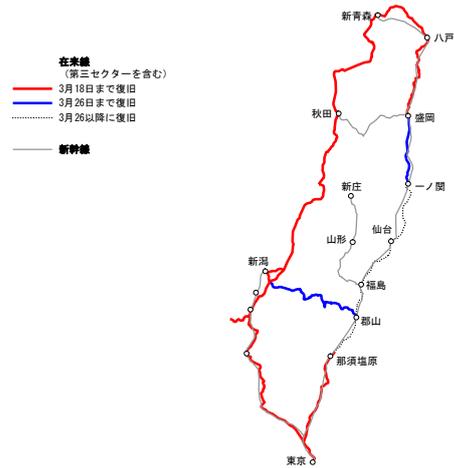


図-6 石油輸送列車に関する在来線ネットワーク

(4) 復旧状況の報道

震災後の交通機関復旧に関しては、各モードで伝えられているなかで、鉄道（特に新幹線）に関して扱う記事は数多い。表-1に、筆者らが把握しえた代表的な報道を列挙する。

表-1 幹線鉄道復旧に関する報道

月日	新聞社名	見出し（一部）
3月16日	デーリー東北	八戸－青森間運転再開
	東奥日報	青い森鉄道青森八戸間きょう運転再開
	朝日新聞	東北新幹線一部で復旧
3月19日	岩手日報他3紙	盛岡－新青森23日再開へ
	デーリー東北他2紙	八戸－般運転再開
3月21日	デーリー東北	山形－首都圏鉄道再開
3月22日	東奥日報他4紙	新青森－盛岡再開
東奥日報	「良かった」安堵の声（盛岡－新青森間復旧）	
3月23日	朝日新聞	新幹線戻った（盛岡－新青森間復旧）
岩手日報	高速交通網徐々に復旧（盛岡－新青森間復旧）	
3月24日	デーリー東北	較一階上運行再開
3月29日	河北新報	一ノ関－盛岡来月8日再開
岩手日報	「復興の足」支える職員・三陸鉄道宮古一小本間再開	
3月30日	朝日新聞	寝台特急あけぼの来月から運行再開
3月31日	東奥日報	山形新幹線が一部運行再開
4月3日	読売新聞	「トワイライト」運行再開
4月5日	デーリー東北他5紙	一ノ関－盛岡7日再開
4月7日	岩手日報	J R 釜石線が全線復旧
4月12日	デーリー東北	盛岡－新青森あす再開
河北新報	東北新幹線東京－仙台27日に全線再開	
4月13日	日本経済新聞他2紙	支援の道つながった・新幹線那須塩原－福島で再開
東奥日報他4紙	新青森－盛岡再開	
4月15日	河北新報他2紙	東北線一ノ関－仙台間21日再開し全線開通へ
4月18日	日本経済新聞	東北新幹線復興の力に・企業活動再開支援にも期待
4月19日	日本経済新聞	新幹線被災で青森悲鳴
東奥日報他10紙	東北新幹線全線再開30日ごろ	
4月21日	東奥日報	J R 東北線きょう全線復旧・救援物資の輸送加速
4月22日	岩手日報他3紙	経済再生へ大動脈復旧・J R 東北線全線再開
長崎新聞他7紙	東北新幹線29日に全線再開	
4月23日	朝日新聞	県内に歓迎ムード
東奥日報	「元氣回復の契機」県内関係者喜びの声	
4月24日	岩手日報他4紙	新幹線盛岡一ノ関で再開・通勤通院客の負担軽減
4月25日	東奥日報	仙台－東京間が開通・復興の動き後押し期待
4月26日	河北新報他7紙	東北新幹線東京－仙台再開・復興へ期待広がる
産経新聞	東北新幹線東京－仙台運転再開・大動脈復興の支え	
4月27日	産経新聞	東北新幹線再開・観光と経済の立て直しに
4月28日	東奥日報	東北新幹線あす全線運行再開・GW観光盛り上がり期待
4月29日	日本経済新聞	東北新幹線きょう全線運行再開・観光復興の動脈に期待
東奥日報	東北新幹線49日ぶり全線復旧・観光客ら続々と	
東奥日報	桜の下日本復興願う・弘前公園人出どっと13万人	
朝日新聞	50日ぶり「活気戻った」・GW初日帰省観光客続々	
朝日新聞	希望を乗せて・「会いたい」ホームに列	
新潟日報	被災地の駅笑顔満開・乗客ら「観光で貢献したい」	
読売新聞	九州～東北新幹線2000キロ開通・心つながり・各駅にぎわう	
読売新聞	GW新幹線再開が追い風・観光地復活PR・復興の火付け役	
4月30日	日本経済新聞	東北新幹線が全線開通・被災地の復興加速に期待
河北新報	大動脈待望の復旧	
岩手日報	東北新幹線震災から50日・全線再開・復興経済再生へ弾み	
長崎新聞	新青森～東京復旧・客足明るく・旅行客回復の兆し	
佐賀新聞	東北新幹線全線復旧・復興へ観光客呼び戻せ	
新潟日報	東北新幹線が全線再開・復興を後押し	

これら報道を見ると、幹線鉄道復旧に関して、被災地の復興（特に観光客入込）、及び経済効果に対する期待感が大きいことがうかがえる。また、精神的・心理的な支えになる旨の記事も少なくなく、報道の数とあわせ、復旧・復興のシンボルともなっている。

5. 途絶状況に関する分析及び考察

(1) 利用者損失評価の適切性

東北新幹線のリンク途絶による社会的損失の定量的評価は、浅見¹⁴⁾の方法で算出可能である。3.(1)の試算値及び輸送量を鑑みれば、阪神・淡路大震災と同等程度ないしそれ以上の水準に達するのは確実に推測できる。

ただし、多くの人命財産が損なわれ、広範囲の社会基盤が大きな打撃を受けた状況において、これが有意な評価となりうるかどうか、疑問なしとはできない。よって、本論文では定量的評価を敢えて行っていない。

これは現在確立されている社会的損失（便益）評価手法に関する根源的な疑問ともいえる。災害のリスク評価は、発生事象に発生確率を乗じることが一般的ではある。しかし、千年に一度の大災害だからと、東日本大震災の被災に1/1000を乗じることが人間の感覚に合うとはいえない。

首藤²⁰⁾の「数十年に一度の洪水を防ぐ効果と、新道路の周辺が経済的に発展する効果とを比較すると、全く問題にもならないと云う。……人間が生きていなければ、生活の快適さをいくら目指しても意味がないはずだが、便益のなかに人間の生命が算定されていない矛盾を抱え込みながら、物事は進行していった」という指摘は、社会的損失（便益）評価が本質的に抱える問題を鋭く穿つものである。

(2) 新幹線ネットワークのリダンダンシー

現在の新幹線ネットワークにおいて、ある路線が他の路線を直接代替することはできない。ここで、3.(1)及び4.(2)に記したとおり、高速バスと連絡する形をもって、上越新幹線と東北新幹線が相互に代替したという事実はきわめて重要と考えられる。

直線距離で新潟一郡山間は約130km、新潟一仙台間は約160kmあるなかで、高速バスとの連絡により、代替ルートの一つとして機能しうることが確認できた。この事実は、幹線鉄道ネットワーク整備の将来像について、あるべき姿を示唆している。

直接代替する経路の存在が理想であることはいまもない¹⁵⁾。また、前述したとおり、100～150km程度の離隔があっても、高速バス等他モードと連絡する形で代替ルートとして機能しうる。

例えば北陸新幹線が全通すれば東海道新幹線を直接代替可能であるし、部分開業段階でも代替ルートになりえ

ることからリダンダンシー強化につながる。

東日本大震災代替輸送の利用者数実績は現時点では必ずしも詳らかではないが、中越地震の実績を鑑みれば、復旧後はより短い所要時間でより多くの輸送量を担っているとされる。東北新幹線においても、復旧後に多くの利用者を輸送することで、社会経済活動浮揚の一助になっているはずである。

(3) 新幹線ネットワークの強靱性

3(1)に記したとおり、東北新幹線では耐震補強が進められている。また、近年開業した盛岡一青森間では阪神・淡路大震災を踏まえた耐震設計が採用されており、耐震性能がもともと高い。

阪神・淡路大震災及び中越地震と比較して早期復旧を果たした実績から、新幹線の強靱性は全体として大幅に向上しているといえる。

この観点から、東北新幹線及び関連路線の復旧時期を再編集してみる。

3月11日	関連線区全線不通
3月12日	上越新幹線全線復旧
3月14日	新潟一仙台間定期高速バス運行再開
3月15日	東北新幹線（東京一那須塩原間）復旧
3月18日	秋田新幹線全線復旧
3月22日	東北新幹線（盛岡一青森間）復旧
3月31日	山形新幹線全線復旧

即ち、大震災から3～4日後には新幹線一高速バス乗継ルートが構成され、11日後には青森・秋田から盛岡に入るルートが復旧し、20日後には山形から福島に入るルートが復旧した。これは航空（花巻空港3月16日復旧）、高速バス（3月12日から運行再開した路線あり・多くの路線で3月16日より運行再開）と比べ決して遜色ない。

これら復旧は、特に東北新幹線の復旧において、4(3)に記したとおり大きく報道されており、社会的関心が高い出来事だったことがわかる。また、新幹線ネットワークが比較的短期間で復旧されたことから、4(2)に記したように、個人レベルでの支援物資運搬等にも利用されたと考えられる。

(4) 在来線鉄道貨物の緊急物資輸送

過去の大規模災害において、鉄道貨物が緊急物資輸送を担った事例はなかったか、あっても着目されず明確な記録が残されていない。東日本大震災においては、鉄道貨物は石油輸送列車・コンテナ列車を通じて、被災者の生存に関わる緊急物資輸送を担った。

在来線ネットワークのリダンダンシーが充分確保できているとはいいたいとしても、新幹線ネットワークと比べれば相対的に優位である。特に東北地方に関しては、東北本線及び羽越本線・奥羽本線の幹線二経路が存在し

ており、相互代替が可能である。

東日本大震災における鉄道の緊急物資輸送は、在来線ネットワークのリダンダンシーを示すとともに、鉄道貨物が他モードを代替しうる断面を示した。

(5) 時間経過に伴う輸送のニーズ

大規模災害発生時における緊急輸送の対象は、およそ以下のように想定されている^{例えば29)}。

第一段階：救助救命活動・防災活動等

第二段階：食糧・水等生命維持に必要な物資
避難活動・応急復旧等

第三段階：生活必需品・災害復旧等

5(2)に記したとおり、鉄道は交通機関としての特性からこれら緊急輸送の担い手にはなりにくく、専ら被災後の復興を支えるモードとして機能していた。ところが、この東日本大震災においては、4(3)に記したとおり、鉄道貨物輸送が第二・第三段階でも貢献している。

新幹線においても、4(2)に記したとおり、個人レベルでの支援物資運搬等に利用されたとすれば、絶対数の多寡は措くとして、緊急物資輸送にも貢献したことになる。

このことから、鉄道のリダンダンシーを高めることは、被災直後時点において、全モードを通じたリダンダンシー向上に寄与するものと考えられる。

6. まとめ

本論文においては、東日本大震災による幹線鉄道ネットワークの途絶について、以下のような知見を得た。

(1) 東北新幹線

東北新幹線においては、耐震補強等が効力を発揮し、復旧に要した期間は過去の事例より短かった。

ただし不通区間の延長が長く、リンク途絶による社会的損失は甚大だったと推測できる。

東北新幹線の主な代替交通機関は、航空・高速バスが担った。また、上越新幹線一定期高速バス乗継という経路も代替ルートの一つとなった。

新幹線はその特性から、途絶初期においては代替輸送を他モードに依存せざるをえない。しかしながら、復旧後には、より短い所要時間でより多くの輸送量を担い、沿線地域の社会経済活動を支えたと考えられる。

(2) 在来線鉄道貨物の緊急物資輸送

日本海沿岸の路線が早期復旧され、東北本線の代替ルートとして機能した。その結果、根岸―盛岡間の石油輸送列車等の緊急物資輸送を、鉄道貨物が担った。

(3) 新幹線ネットワークのリダンダンシー

新幹線ネットワークは現状において、リダンダンシー

が高いとはいえない。理想としては、相互に直接代替可能な路線・区間があるネットワーク構築を目指すべきである。すぐその段階には至らずとも、100～100km程度の離隔であれば、高速バス等他モードと連絡することによる代替ルート構築が可能であり、リダンダンシー強化を図ることができる。

(4) 新幹線ネットワークの強靭性

東日本大震災における東北新幹線が、阪神・淡路大震災及び中越地震と比較して早期復旧を果たした実績から、新幹線の強靭性は以前と比べ向上したといえる。

これは、阪神・淡路大震災後に定められた耐震設計が効能を発揮した結果と考えられる。

7. 結び

東日本大震災は千年に一度という規模での災害と目されており、「未曾有」「想定外」といった言葉が多用されている。その一方で、1,100年以上前に起きた貞観地震に類似しているという見解も有力である。我々は技術者・工学者の一人として、現実に発生した事実に対して謙虚であらねばならないと考える。

我々は今まで、大きな震災を契機として耐震設計基準を見直すなどしてきた。これらの取り組みが効能を発揮した断面が存在していることは事実だが、まだ充分及ばない断面が残っていることもまた事実である。

東日本大震災において発生したこれら「事実」を通じ、学ぶべき、かつ実践に移すべき教訓は多い。本論文が災害に強い幹線鉄道ネットワーク構築の礎として、参考の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：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，1998
- 2) 西日本旅客鉄道株式会社：阪神・淡路大震災鉄道復旧記録誌，1996
- 3) 光中博彦：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，p409-411，1999.6
- 4) 北海道旅客鉄道株式会社：有珠山噴火鉄道輸送の挑戦，2001
- 5) 東日本旅客鉄道株式会社東京工事事務所・東京電気工事事務所：武蔵野線新小平駅災害復旧工事誌，1992
- 6) 浅見均・日野智・佐藤馨一：日本の幹線鉄道ネットワークにおけるインターオペラビリティに関する研究，地域学研究，第32巻，第1号，p337-352，2002
- 7) NHK：おはよう日本，2004.11.10
- 8) 国土交通省北陸信越運輸局：平成16年新潟県中越地震における被害・復旧の状況と対応について，2004.11.19
- 9) 飯嶋郁雄：新潟県中越地震における幹線交通のリダンダン

- シー効果の分析, 2005
- 10) 国土交通省：航空輸送統計年報（2004年度版），2004
 - 11) 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：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, 1998. 3
 - 12) 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, 中央新幹線沿線学者会議資料集 17
 - 13) 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, p661-666, 2001
 - 14) 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, p729-736, 2001
 - 15) 浅見均：代替ルート構築によるリンク途絶時の社会的損失緩和, 運輸政策研究, Vol. 7, No. 2, 2004
 - 16) 日野智・武村譲・岸邦宏・東本靖史・佐藤馨一：地域間産業連関表を用いた鉄道貨物輸送不通時における経済的影響の計測, 土木計画学研究・講演集, 第30巻
 - 18) 金子雄一郎・兵藤哲郎：東日本大震災による交通システムの機能障害の発生状況と復旧について, 都市計画 291, p82-86, Vol. 60, No. 3, 2011
 - 19) 水野光晴・野澤伸一郎：J R 東日本の鉄道施設における地震被害と復旧状況, 土木学会誌, Vol. 96, No. 7, p13-16, 2011
 - 20) 高速道路のあり方検討有識者委員会：東日本大震災を踏まえた緊急提言, 2011. 7. 14 <http://www.mlit.go.jp/common/000160271.pdf>
 - 21) 国土交通省東北運輸局：東北管内の旅客鉄道の運行情報, <http://www.tb.mlit.go.jp/tohoku/saigai/td.pdf>
 - 22) 小美野智紀：東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）被災地域公共交通運行状況マップ, 2011. 3. 11~, http://island.geocities.jp/town_m_resp/tohoku/
 - 23) 東日本旅客鉄道：東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況（4月17日現在）, 東日本旅客鉄道ホームページ, 2011. 4. 18, <http://www.jreast.co.jp/pdf/restore02.pdf>
 - 24) 産経新聞社：新幹線盛岡以北 23 日運転再開, SankeiBiz, 2011. 3. 19 <http://www.sankeibiz.jp/business/news/110319/bsd1103190500001-n1.htm>
 - 25) 新潟県中越地震被害調査特別委員会：平成 16 年新潟県中越地震被害調査報告書, 2006
 - 26) 高山豊司：J R 貨物、不屈の鉄道魂 被災地へ燃料、壁乗り越え達成, SankeiBiz, 2011. 3. 25 <http://www.sankeibiz.jp/compliance/news/110325/cpd1103250503003-n1.htm>
 - 27) 北国新聞：「命の列車」北陸線行く 東日本大震災物資積み被災地へ, 2011. 3. 18 <http://www.hokkoku.co.jp/subpage/E20110318001.htm>
 - 28) 首藤伸夫：文明を支える我々が今なすべきこと, 土木学会誌, Vol. 96, No. 6, 2011. 6
 - 29) 横浜市：横浜市防災計画風水害対策編, 2009. 12 修正

A study for link disruption of inter-regional railway network in Tohoku area on the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

Hiroki IMAI, Hitoshi ASAMI and Toshiji TAKATSU

“The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake” caused damage to inter-regional railway network, and many case of link disruption had been occurred; on Tohoku Shinkansen, Yamagata Shinkansen, Akita Shinkansen, Tohoku line, and so on. Many number of trains had been stopped. We made a survey of time-series concerning event of link disruption and those restoration. And we try to analyze and suggest; evaluation method of social loss, redundancy of inter-regional railway network, rail freight for critical material, and so on.