

# 東北地方太平洋沖地震における三陸鉄道の被害・復旧・復興に関する考察

藤生 慎<sup>1)</sup>、沼田宗純<sup>2)</sup>、高田和幸<sup>3)</sup>、大原美保<sup>4)</sup>、目黒公郎<sup>5)</sup>

- 1) 学生会員 東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻、博士課程 修士(工学)  
e-mail : fujiu@iis.u-tokyo.ac.jp
- 2) 正会員 東京大学生産技術研究所、助教 博士(工学)  
e-mail : numa@iis.u-tokyo.ac.jp
- 3) 正会員 東京電機大学理工学部建築都市環境学系、准教授 博士(工学)  
e-mail : takada@g.dendai.ac.jp
- 4) 正会員 東京大学大学院情報学環 / 東京大学生産技術研究所、准教授 博士(工学)  
e-mail : ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
- 5) 正会員 東京大学大学院情報学環 / 東京大学生産技術研究所、教授 工学博士  
e-mail : meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

## 要 約

本稿は東北地方太平洋沖地震で被災した三陸鉄道の現地調査やヒアリング調査を通じて、三陸鉄道の復旧・復興のプロセスをまとめたものである。当初、三陸鉄道は被害の状況から復旧は絶望視されていたが、沿線住民の復旧の強い要望や岩手県、沿線自治体の要望により新たな復旧資金スキームを創設し復旧のプロセスに入ることが可能となった。その背景には、東北地方太平洋沖地震での三陸鉄道の防災施設としての役割や三陸地方特有の地形による移動の困難さ、気候、復旧資金スキーム創設の考え方の工夫などがあり復旧することが可能となったことが明らかとなった。

キーワード： 東北地方太平洋沖地震、三陸鉄道、被害状況、復旧

## 1. はじめに

2011年3月11日14時46分に東北地方の三陸沖を震源として発生したマグニチュード(Mw)9.0の東北地方太平洋沖地震は、甚大な津波災害をはじめ、地震動による地盤や構造物の被害、さらに火災や原子力事故等の「複合災害」を引き起こした。この地震による被害は、東北地方を中心に北海道から関東までの広範囲に及び、政府より「東日本大震災」と名付けられた。被害の種類も、構造物の直接被害から経済活動の停滞等の間接被害まで多様で、その影響は現在も継続している。緊急災害対策本部が我が国で初めて設置され、災害救助法の適用は1都9県に及んだ。

東北地方太平洋沖地震では様々なインフラが被害を受けた。道路、橋梁、堤防、鉄軌道などである(図1)。その多くが、道路被害であり、次いで、橋梁被害となっている。鉄軌道の被害については、宮城県内で23か所となっている。交通インフラという視点では、高速道路(図2)、一般道路、鉄道(図3)、空港(図4)、港湾などが甚大な被害を受けた。被害の特徴としては、高速道路や一般道路は地震動による被害が多い。一方、鉄道、空港、港湾は津波による被害であった。津波によって被害を受けた仙台空港は、滑走路を含め、空港ターミナルまで浸水する状況であった。応急復旧を行い2011年3月29日には国内線ターミナルが運用を開始し、6月12日には国際線ターミナルが運用を開始した。しかし、仙台空港アクセス鉄道は、地下部分の浸水の影響により復旧が大幅に遅れている。また、鉄道は、津波による被害が広範囲に及んだことから被災した路線も数多く存在する。甚大な被害を受けた路線の例として、JR線では、常磐線、仙石線、石巻線、気仙沼線、大船渡線、山田線、岩泉線、八戸線である。また、私鉄では、三陸鉄道の北リアス線、南リアス線である。図5に東北地方の鉄道運行状況を示す。東北地方の

多くの路線で運休があることが見てとれる。特に三陸海岸沿線を運行する路線は現在（2012年2月2日現在）でも運行を休止している路線が多数存在することがわかる。図6に鉄道復旧率を示す。ここからも、三陸地方の鉄道復旧が遅れていることにより現在でも復旧率が約90%に留まることが明らかである。そこで本研究では、三陸地方で甚大な被害を受けた鉄道として三陸鉄道を例に取り、現地調査と三陸鉄道へのヒアリング調査を通じて被害状況と復旧までのプロセスや今後の課題を整理することを目的とした。

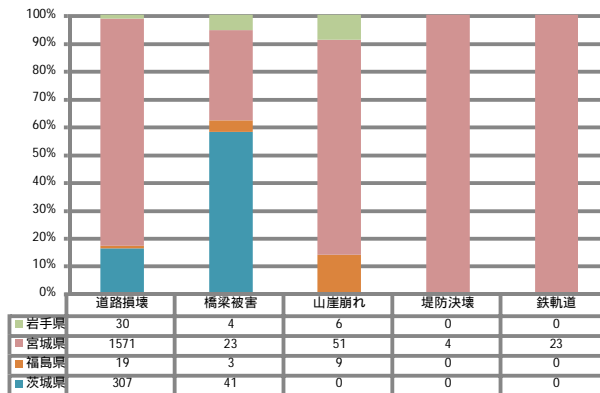


図1 インフラ被害状況



図2 高速道路の被害（出典：NEXCO 東日本）



図3 鉄道被害（JR 気仙沼線（左）・JR 山田線（右））



図4 仙台空港被害（出典：宮城県）

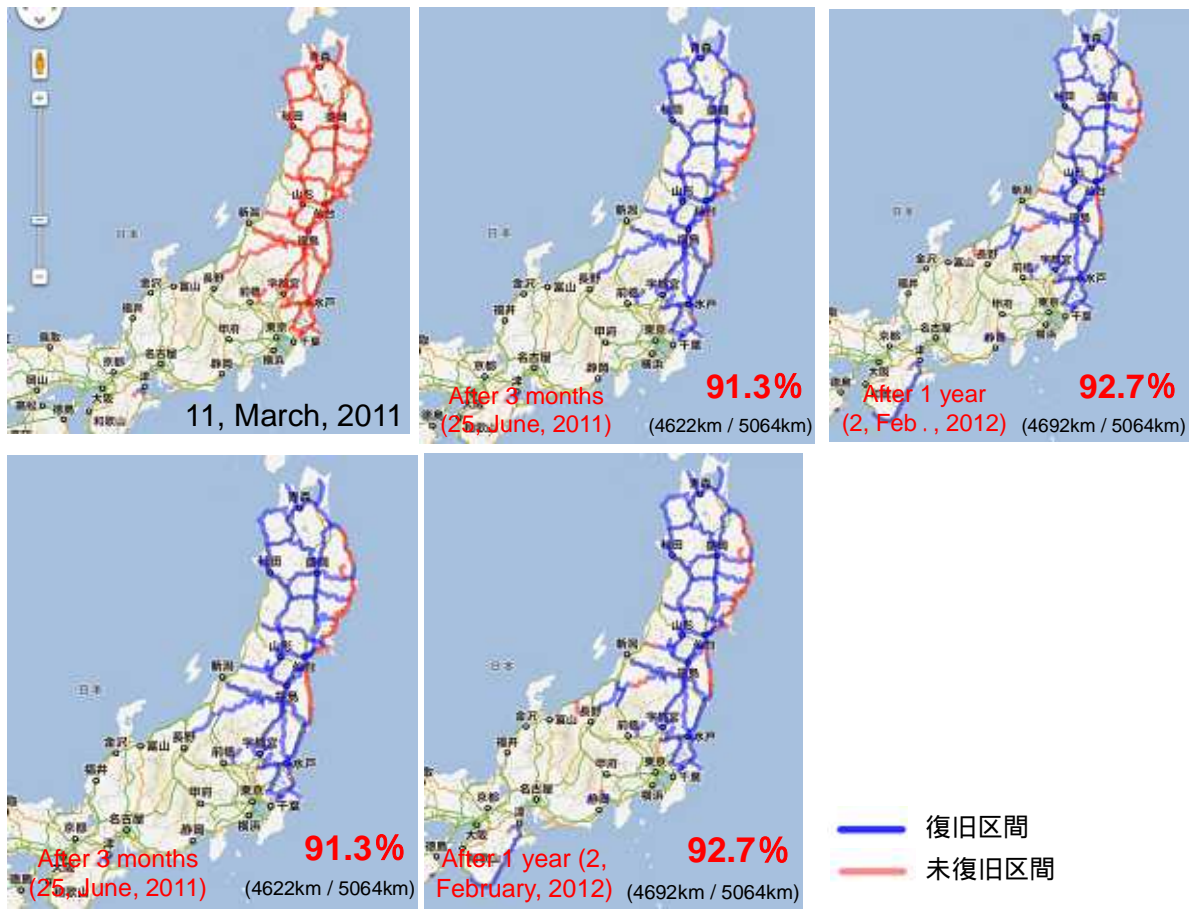


図5 東北地方の鉄道運行状況

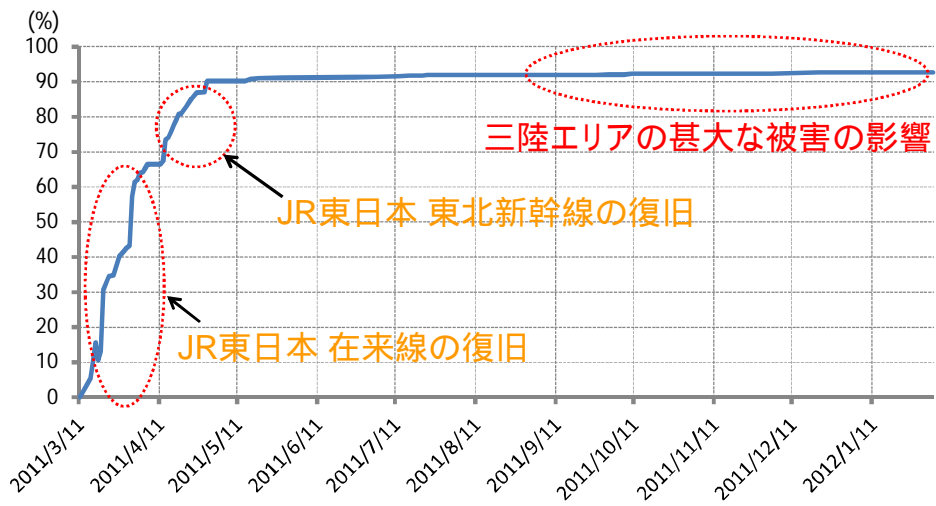


図6 鉄道復旧率



	運行状況	路線名	距離	復旧率
1	✖	三陸鉄道 (南リアス線)	36.6km	0%
2	△	三陸鉄道 (北リアス線)	34.8km	51%
3	△	常磐線	82.1km	73%
4	△	仙石線	15.9km	68%
5	△	石巻線	17km	62%
6	△	気仙沼線	55.3km	24%
7	△	大船渡線	43.7km	59%
8	△	山田線	55.4km	65%
9	△	八戸線	30.7km	53%

✖ 不通 △ 一部復旧

図7 三陸地方の鉄道路線の運行状況

図7は、三陸地方の鉄道路線の運行再開状況を示す。三陸鉄道（北リアス線）をはじめとして、多くの路線で復旧率が低く、地震動や津波による被害が甚大であったことを示す。

## 2. 調査概要

筆者らは、東北地方太平洋沖地震の発災から約2週間後の2011年3月26,27日、約3か月後の2011年5月8日、約8か月後の2011年11月29日、30日に三陸鉄道（北リアス線・南リアス線）の現地調査を行った。さらに、2011年5月9日、2012年3月25日の2回、両日程とも三陸鉄道の本社にて約2時間、社長へのヒアリング調査（地震発生時の対応、被害・復旧状況、復旧資金のスキーム、今後の方針など）を実施した。

## 3. 三陸鉄道の概要

三陸鉄道は、岩手県にある第三セクター方式の鉄道会社である。国鉄再建法により廃止されることになった国鉄盛線（盛 - 吉浜）・宮古線（宮古 - 田老）・久慈線（普代 - 久慈）、及び旧日本鉄道建設公団で建設中だった吉浜 - 釜石・田老 - 普代を引き受け、1984年4月1日に特定地方交通線の第三セクター化第一号として開業した路線である。

運行路線は2路線（図8）あり、北リアス線として宮古駅 - 久慈駅間（71.0km）と南リアス線として盛駅 - 釜石駅間（36.6km）を運行しており、リアス式海岸の間に点在する集落の住民の移動の足として使われている。また、路線の特徴は、北リアス線は、隆起海岸を運行し、南リアス線は、リアス式海岸を運行する路線である。両路線とも津波から路線の被害を免れるために設計思想で建設がなされた。そのため、両路線ともほとんどがトンネル構造である。また、駅の設置位置はトンネルからでた集落に盛り土または、橋梁の上に駅を設置している形式が多い。しかし、今回の地震では、北リアス線では、地震動による被害が多く発生し、南リアス線では、地震動による被害に加えて、津波による甚大な被害が発生している。一方、三陸駅は越喜来小学校の津波避難場所として有効活用されたという報告もある。



図8 三陸鉄道の運行路線

#### 4. 三陸鉄道の被害

##### 4.1 被害の概要

三陸鉄道では、前述した通り北リアス線と南リアス線の両方の運行路線で地震動と津波による被害が生じた。図9、10に駅の標高、線路の標高、海岸からの距離、被害箇所を示す。南リアス線では、路線の標高は、平均して30m付近である。一方、駅位置の標高は、平均して20m付近である。盛駅・陸前赤崎駅・綾里駅を除いてすべての駅がリアス式海岸の入り江に存在している。そのため、津波による被害は、リアス式海岸の入り江に形成された集落に存在する駅付近を中心として発生している。

南リアス線は、リアス式海岸を貫くように路線があり、その多くがトンネル構造であることが、路線が被害から免れた理由として挙げられる。しかし、駅部は、リアス式海岸の入り江の低い位置に盛土や橋構造で設置されているため津波の被害を受けた。図9に示す被害状況からもリアス式海岸の入り江もしくは海岸線の低地部で被害が生じていることが明らかである。

北リアス線では、路線の標高は、平均して50m付近であり南リアス線よりも高所に路線が存在する。一方、駅位置の標高は、平均して約40m付近である。これらは、隆起海岸に路線がある特徴であり、地震動による被害が中心で、津波による被害は大きくなかったことの原因と考えられる。図10に示す被害状況からも被害が発生している箇所は海岸線に近く、標高の低い場所であることがわかる。

##### 4.2 被害の詳細

三陸鉄道は、北リアス線・南リアス線の多くの個所で被害が生じている。その被害の主な形態は、線路の流出、橋大・橋桁の流出、盛土流出などの津波による被害である。一方、南リアス線の釜石駅付近では、橋脚数本がせん断破壊により破壊されていることから地震動による被害も少なくない。詳細な被害箇所と被害状況を図11に示す。部位ごとの被害状況は、全体の約40%である、126箇所が橋の流出や法面の流出など土木構造物の被害を受けている。また、全体の約42%である134箇所が軌道流出や軌道変位などの軌道構造物の被害を受けている。最後に、全体の約13%である57箇所が通信・信号・電力設備などの電気系統の被害を受けている。これらの被害を合計すると317箇所の被害であった。

図9からもわかるように三陸海岸沿線に路線がある三陸鉄道は、甚大な被害を受けた。現地調査で三

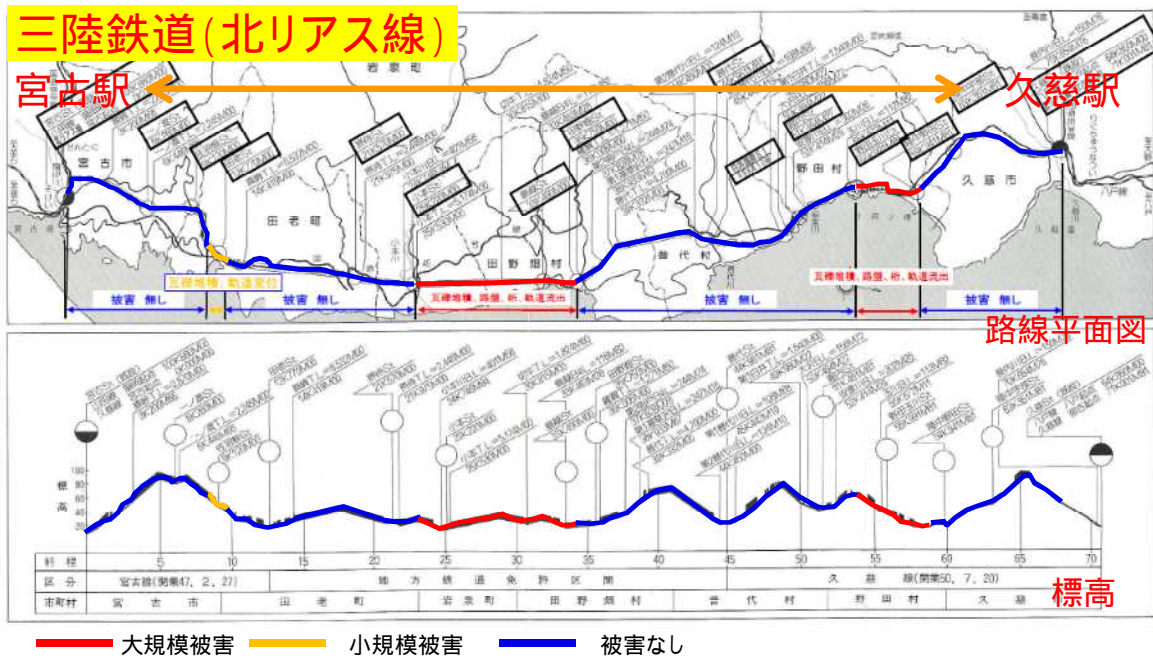


図9 三陸鉄道(北リアス線)の被害状況

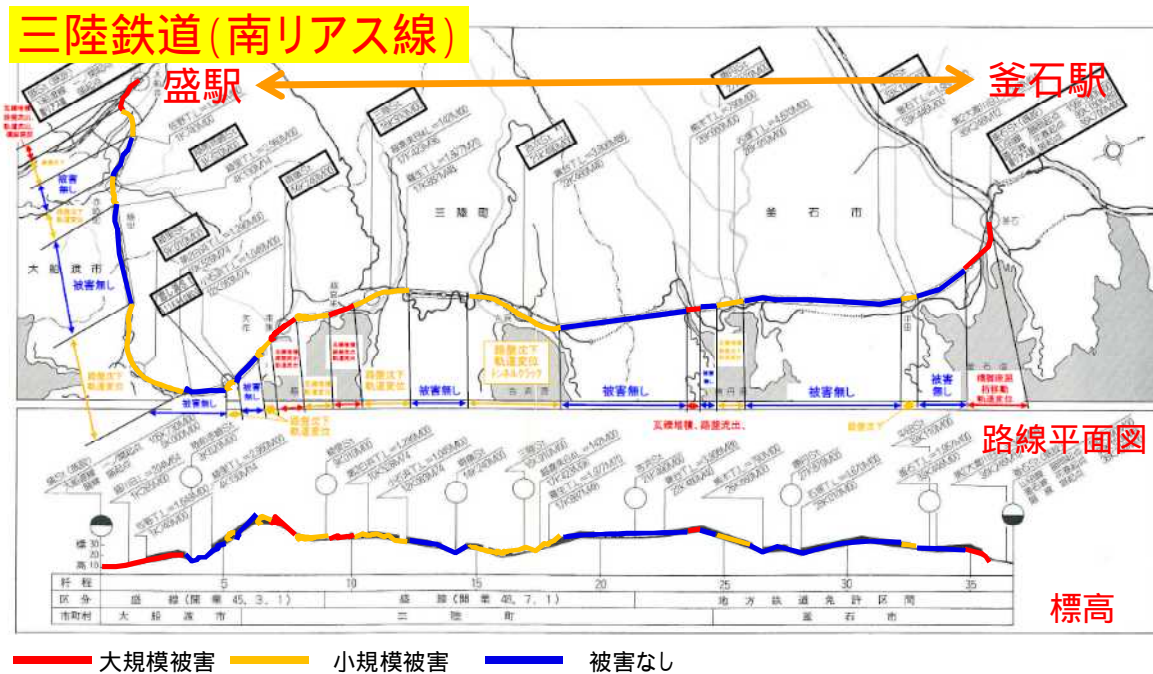


図10 三陸鉄道(南リアス線)の被害状況

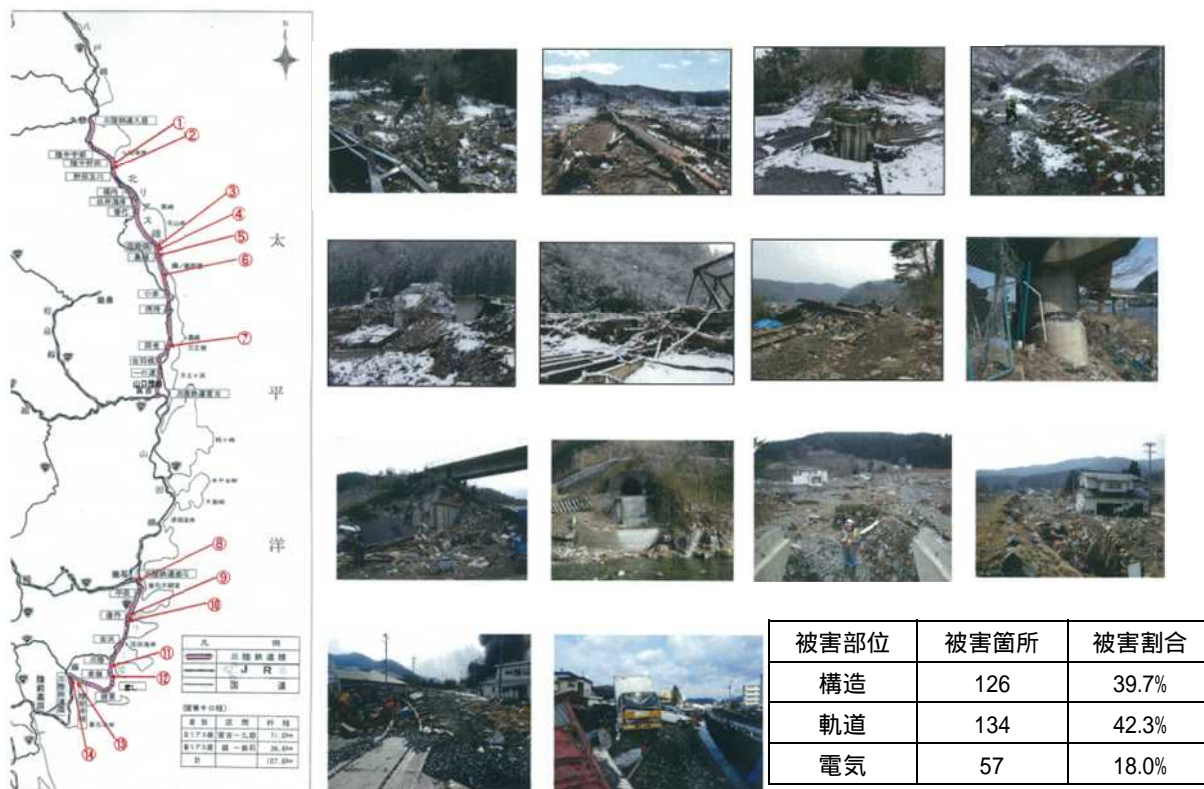


図 1 1 南リアス線と北リアス線の被害概要



図 1 2 島越駅（地震後）



図 1 3 島越駅の橋梁の流出



図 1 4 島越駅（地震前）



図 1 5 港のそばの島越駅

陸鉄道のいくつかの駅の被害調査を行った。

初めに、三陸鉄道北リアス線の島越駅の被害調査時の様子を図12に示す。図13にはトンネルから出てすぐに橋梁式の島越駅があり、津波で流された様子が見える。また、図14に地震前の駅の様子を示す。地震前と比較すると駅舎が流され橋梁も流されている様子が見える。図15には、リアス式海岸を走る鉄

道としての特徴である駅が海に近い様子がわかる。次に三陸鉄道北リアス線の田老駅の被害調査時の様子を図16, 17に示す。甚大な被害を受けた田老町(図16)であったが幸いに三陸鉄道北リアス線田老駅の橋梁や駅部の損傷はなく、3月20日には運行を開始した。図17からは津波が駅舎の僅か下まで到達していることがわかる。田老駅付近の軌道や盛土や橋脚などの土木構造物には目立った損傷はなかった。一方、トンネルの占める割合が高い三陸鉄道であるが、トンネル内には、多数のクラックが生じている。しかし、コンクリートの剥落や崩落に直接つながるような被害は出ていない。

#### 4.3 避難施設としての三陸鉄道

三陸鉄道が存在することにより、多くの人命が助かった事例が三陸鉄道のいくつかの箇所で見られている。例えば、図18に、津波により甚大な被害を受けた田老町の全景写真を示す。写真のような被害が生じながらも田老駅は津波から路線を守ることができた。一方、鉄道盛土が堤防の役割を果たし三陸鉄道の盛土よりも奥側の集落を津波から守った。

三陸鉄道三陸駅付近でも、越喜来小学校の小学生が三陸駅に避難することにより津波から難を逃れることが可能となった。この理由は、三陸鉄道が津波や地震動に対して十分な対応力を持つように設計されて建設されていた背景がある。図19に三陸鉄道三陸駅の地震後の様子、図20に三陸駅周辺の三陸鉄道の軌道被害の様子をそれぞれ示す。この写真からも三陸駅付近にも巨大な津波が襲来していたことが明らかである。さらに、三陸鉄道三陸駅から徒歩数分に位置する越喜来小学校の被害の様子を図21, 図22に示す。この写真から甚大な被害が小学校に生じていることが明らかである。もし、三陸鉄道三陸駅が近くになれば、多くの人命が失われていたことは自明である。



図16 田老駅(橋梁部)



図17 田老駅(駅部)



図18 甚大な被害を受けた田老町の全景





図 1 9 三陸駅



図 2 0 三陸駅付近の被害



図 2 1 越喜来小学校の被害 (1)



図 2 2 越喜来小学校の被害 (2)

## 5. ヒアリング調査

筆者らは、2011年5月9日、2012年3月25日の2回、両日程とも三陸鉄道の本社にて約2時間、三陸鉄道社長（望月和夫氏）へのヒアリング調査（地震発生時の対応、被害・復旧状況、復旧資金のスキーム、今後の方針など）を実施した。図 2 3 は2011年5月9日のヒアリングの様子、図 2 4 は2012年3月25日のヒアリングの様子をそれぞれ示す。本章では、三陸鉄道で実施した2回のヒアリング調査の概要を整理する。



図 2 3 ヒアリング調査 (2011年5月9日)



図 2 4 ヒアリング調査 (2012年3月25日)

### 5.1 地震の検知方法について

緊急地震速報などを用いたP波検知による列車制御は行っておらず自社の地震計の震度によって指令から車両へマニュアルに基づき停止指示を出す仕組みであった。三陸鉄道が設置している地震計は久慈（北リアス線）と盛（南リアス線）に1台ずつである。東北地方太平洋沖地震の際にも、それぞれの地震計が、マニュアルの規制値を超えたため運輸指令を通じて各車両の運転士に停止の指示を行った。三陸鉄道では、今後、加速される復旧活動でも緊急地震速報による自動運転停止システムなどを新たに導入する予定はない。

### 5.2 地震発生時の車両・旅客への対応について

地震発生時に運行中だったのは2編成である。一編成は、北リアス線白井海岸駅付近の高台で緊急停止した。15名の乗客は、そのまま車内に滞在した。車両がディーゼル車であったため停止中も避難が完了するまで、暖かい車両の中で過ごすことができた。他の編成は、南リアス線吉浜駅と唐丹駅の間のトンネル内で緊急停止した。2名の乗客は、トンネル内を歩き避難した。乗客は、トンネル外へ出たところで通りかかった車で避難所へ避難した。なお、トンネル内からの脱出は2方向あるが、運転士の判断により高台でより安全性高いと判断された方向に誘導したとのことである。今回の地震では、地震時の対応マニュアルはあるが、乗客の意見や運転士の判断で最適な避難を行うことが可能となった。さらに、盛にある運輸指令は停電のため、各車両と連絡を取り合うことが不能となった。しかし、災害時優先携帯電話を導入していたため2編成ともに地震直後から指令と連絡が取れたことが事態の早期把握と適切な避難行動につながった可能性がある。なお、三陸鉄道では、発災当日に旅客・運転士ともに全員の無事を確認している。

### 5.3 運行ダイヤについて

三陸鉄道では、被害が甚大であったため、被害の全体把握は後回しにし、優先順位を決めて区間ごとに復旧させた。図25に復旧に伴う列車運行本数の変化を示す。その結果、すべて北リアス線区間であるが、陸中野田～久慈間は、3月16日、宮古～田老間は、3月20日、田老～小本間は3月29日に復旧してい

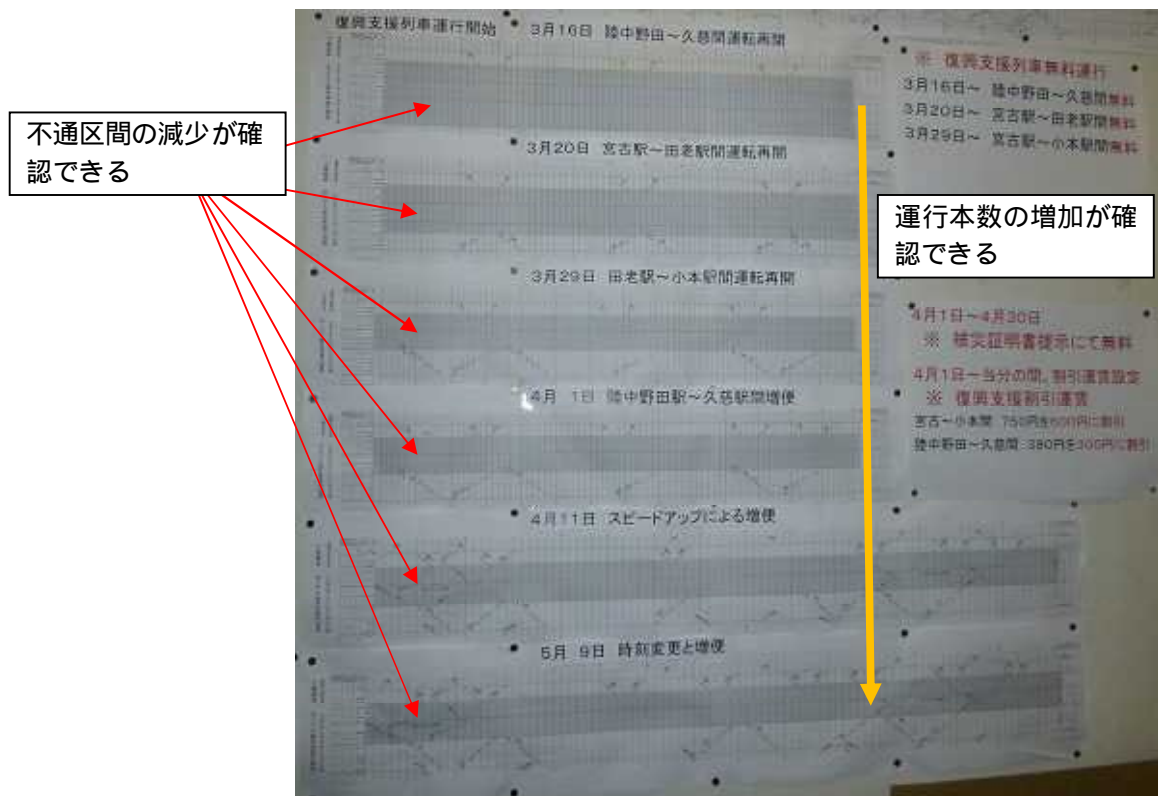


図25 列車運行本数の変化

る。輸送力は、陸中野田～久慈間は4往復/日、宮古～小本間は8往復/日である。また、3月中は被災者支援のため無料で運行を行った。運行方法は、信号系統が津波により断線するなどの被害を受け復旧していないため、手旗信号で45km/hでの運行を行っている。一方、南リアス線区間は、被害が甚大であることから復旧の目途は立っていなかった。3月25日のヒアリング時には、2014年度末に北リアス線、南リアス線ともに全線復旧を目指して資金スキームの整備や復旧工事を行っていくことが明らかとなった。

#### 5.4 復旧資金スキームについて

三陸鉄道（北リアス線、南リアス線）は、地域住民の移動手段を担っていることから一日も早い復旧が望まれており部分復旧を行う運行を行っているが、路線の多くの区間で甚大な被害を受けており全線復旧には時間を要する可能性がある。特に、南リアス線では、地震動と津波の両方から甚大な被害を受けており、復旧までには相当な時間を要する、もしくは三陸鉄道のような小さな第三セクター事業者には復旧は不可能と考えられていた。しかし、岩手県、沿線市町村、鉄道利用者の強い要望により新たな復旧資金スキームが創設され復旧が行われることになった。この基本的な考え方は、三陸鉄道は第三セクター方式の鉄道事業であるため、線路、盛土、駅舎の財の性質を公共財と捉えることができるというものである。一方、JRや私鉄の場合には、線路、盛土、駅舎の財の性質は、私的財であるとの考え方である。三陸鉄道は前者の公共財の性質が強かったために、図26に示す復旧資金スキームを実現することが可能となった。具体的には、一般的な災害復旧の場合には、事業者が1/2、国が1/4、地方自治体が1/4をそれぞれ負担するというスキームである。しかし、三陸鉄道の場合には、国が1/2、沿線市町村が1/4、地方自治体が1/4をそれぞれ負担するというスキームが実現した。

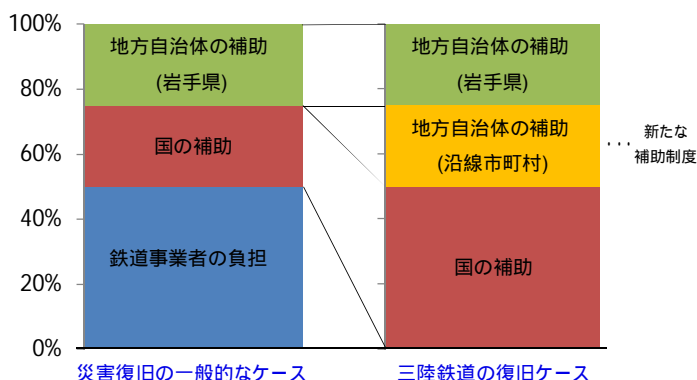


図 26 三陸鉄道の復旧資金スキーム

#### 5.5 今後の復旧方針について

三陸鉄道の今後の復旧方針は、2014年度末まで北リアス線、南リアス線の全線を復旧し、東北地方太平洋沖地震で被災する前と同様の輸送力に戻すスケジュールで日々、復旧工事が進められている。

復旧方針は、基本的にすべて盛土で復旧する方針である。国や岩手県が建設を進めている防潮堤の機能と合わせて二重堤の役割を担うことを念頭に入れて、基本設計、詳細設計が進んでいる。

さらに、地震や津波の襲来がわかった時に旅客や運転士を安全に避難できるように列車の停止位置と津波避難場所の位置を示す標識を線路上に設ける方針である。

## 6. まとめ

東北地方太平洋沖地震で被災地した三陸鉄道の被害調査及び、三陸鉄道社長へのヒアリングを実施した。その結果、全線に渡り甚大な被害が確認された。また、三陸鉄道は、沿線住民や被災者の移動手段として必要不可欠な鉄道であることが確認できた。実際、筆者らが乗車した際にも買い物や高校生の通学の姿を多数見受けることができた。しかし、想像以上に被害は大きく、駅舎、橋梁、盛土の流出、軌道の逸失などが南リアス線を中心に発生していることと、信号系統の断線などにより運行に制約を設ける必要があるなど、復旧までの道のりは厳しいことが明らかとなった。

一方、東北地方太平洋沖地震の発生時に運行していた列車では負傷者を出すことなく全員の無事が確認されている。その理由として、乗客の土地勘や運転士のマニュアルに頼らない臨機応変な対応が挙げ

られる。さらには、災害時優先携帯電話が運輸指令との通信を可能にした事実もある。

しかし、緊急地震速報の導入はされておらず、自社の地震計を使い運輸指令を通じて列車に停止を命じるというアナログな方法を取っていることは否めない。この点については改善の余地があると考えられる。最後に、第三セクターの三陸鉄道（北リアス線・南リアス線）が被災した被害はあまりにも甚大で復旧までには、多くの苦勞があることと思うが2014年度末に全線開通を果たし、沿線住民・被災者の移動手段として復旧することを願う。

## 謝 辞

三陸鉄道株式会社の望月和夫社長には、東北地方太平洋沖地震により甚大な被害を受け、復旧に向けて大変お忙しい中、貴重な時間を頂きヒアリング調査を行わせて頂いた。その際、被害状況や復旧までの過程、現在の運行状況など多くの資料とともに大変貴重なお話を伺うことができた。記して謝意を表す。また、東北地方太平洋沖地震で被災された方にお見舞いを申し上げるとともに、一日も早い被災地の復旧・復興をお祈り申し上げます。

## 参考文献

- 1) 三陸鉄道開業25周年記念誌，三陸鉄道株式会社，平成21年4月。
- 2) 三陸鉄道被害調査報告，三陸鉄道株式会社作成，2011年4月1日作成資料

## **Survey for Sanriku railway suffered from The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake**

FUJII Makoto <sup>1)</sup>, NUMADA Muneyoshi <sup>2)</sup>, TAKADA Kazuyuki <sup>3)</sup>,  
OHARA Miho <sup>4)</sup> and MEGURO Kimiro <sup>5)</sup>

- 1) Student Member, Ph.D. Candidate, The University of Tokyo
- 2) Member, Assistant Professor, The University of Tokyo, Dr. Eng.
- 3) Member, Associate Professor, Tokyo Denki University, Dr. Eng.
- 4) Member, Associate Professor, The University of Tokyo, Dr. Eng.
- 5) Member, Professor, The University of Tokyo, Dr. Eng.

### **ABSTRACT**

*This The damage investigation of the damaged area of Sanriku railway and interview survey for Sanriku railway were executed due to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. As result of interview survey, Sanriku railway has huge damage of whole line by Tsunami. It became clear that people who live in around sanrikur ailway has request to recover the railway as soon as possible.*

*Key Words: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Sanriku railway, recovery process*