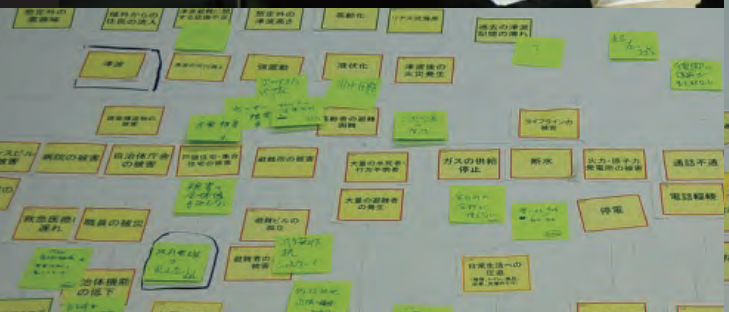
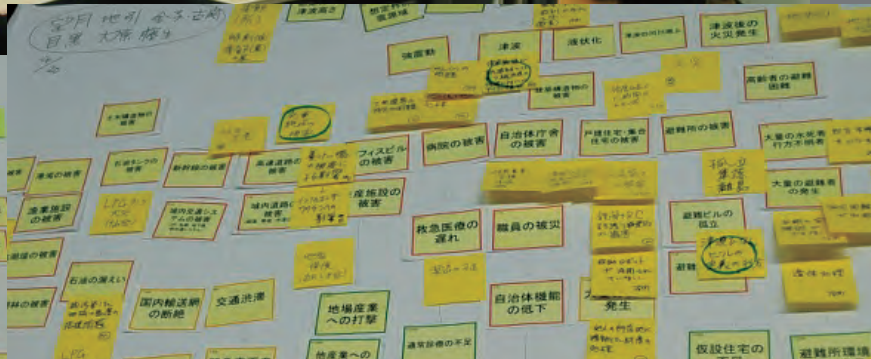
ICUS東日本大震災関連記録集
(1)
2012. 03





ICUS 東日本大震災関連記録集
（１）

ICUS Report 61

2012.3

東京大学生産技術研究所

都市基盤安全工学国際研究センター

ICUS 東日本大震災関連記録集

（1）

目次

1. はじめに
2. 発表論文等

1　東日本大震災の基本認識　自然災害リスクとどう付き合うか …… 1

（プランナーズ 2011，Spring 67，2011.05）

加藤孝明

2　大規模震災における空間情報技術の応用－東北地方太平洋沖地震への初動対応－ …… 3

（第 50 回日本リモートセンシング学会，学術講演会論文集，pp.83-86，2011.05/26-27）

岸　浩稔・竹田亮太郎・山崎　大・徳永冠也・澤田義人・越智士郎・遠藤貴宏・沢田治雄

3　座談会　これからの復興計画，復興まちづくり …… 7

（都市計画 60 (3)，日本都市計画学会，2011.06）

加藤孝明・澤田雅浩・近藤民代

4　未経験の超広域・巨大災害からの復興への視座 …… 11

（都市計画 60 (3)，日本都市計画学会，2011.06）

加藤孝明

5　自立的地域圏形成と復興再生ガバナンスの構築 …… 12

（都市計画 60 (3)，日本都市計画学会，2011.06）

小泉秀樹・城所哲夫・加藤孝明・早田　宰

6　個々の復興と全体の復興をどう繋ぐか …… 13

（[東日本大震災・原発事故] 復興まちづくりに向けて，学芸出版社編集部編，2011.06）

加藤孝明

7　2011 年の東北地方太平洋沖地震による生研の観測記録 …… 20

（生産研究 63-4，2011.07）

居山拓矢・沼田宗純・大原美保・目黒公郎

8　2011 年東北地方太平洋沖地震時における東京大学生産技術研究所での緊急地震速報の活用状況 …… 25

（生産研究 63-4，2011.07）

大原美保・目黒公郎

9　多目的観測ブイで観測された 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波 …… 29

（生産研究 63-4，2011.07）

沼田宗純・高石　孟・目黒公郎

10　2011 年東北地方太平洋沖地震における津波被災地域の調査速報 …… 33

（生産研究 63-4，2011.07）

沼田宗純・藤生　慎・井原　毅・大原美保・目黒公郎

11　2011 年東北地方太平洋沖地震における三陸鉄道の被害調査速報 …… 42
（生産研究 63-4，2011.07）
藤生　慎・下野大樹・牧之段浩平・井原　毅・沼田宗純・大原美保・
目黒公郎・高田和幸・岩倉成志・兵藤哲朗
12　地震被害による建物被害認定の作業効率化手法に関する提案と実践
－宮城県仙台市宮城野地区における建物被害認定作業を事例として－ …… 48
（生産研究 63-4，2011.07）
藤生　慎・沼田宗純・大原美保・目黒公郎
13　「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」の構築に向けた 2011 年東日本大震災直後の
テレビ報道の基礎的分析 …… 54
（生産研究 63-4，2011.07）
沼田宗純・國分瑛梨子・坂口理紗・目黒公郎
14　「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」の構築に向けた 2011 年東日本大震災直後の
WEB ニュースの基礎的分析 …… 62
（生産研究 63-4，2011.07）
沼田宗純・國分瑛梨子・坂口理紗・目黒公郎
15　時評・復興に力強さを …… 69
（高速道路と自動車，Vol.54，No.9，2011.09）
加藤孝明
16　災害リスク評価と防災まちづくり …… 70
（月刊ガバナンス，10 月号，2011.10）
加藤孝明
17　Collaboration of web based remote sending products for innovation
－Case study: Disaster response for the 2011 Japan Earthquake－ …… 72
（32nd Asian conference on remote sensing (CD-ROM). Taipei, Taiwan，2011.10/3-7）
H. Kishi, R. Tkaeda and K. Tokunaga
18　Application of Spatial information for the reaction of the huge earthquake
－Supporting recovering activities for the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake－ …… 82
（USCMA2011，2011.10/12-14）
Hirotoshi Kishi, Ryotaro Takeda, Dai Yamazaki, Kanya Tokunaga, Yoshito Sawada, Shiro Ochi,
Takahiro Endo and Haruo Sawada
19　Survey on People's Awareness of Earthquake Early Warning before and after the 2011 off the Pacific coast of
Tohoku Earthquake …… 90
（USCMA2011，2011.10/12-14）
Miho OHARA, Kimiro MEGURO and Atsushi TANAKA

20 Disaster information gathering behavior after the Tohoku Earthquake Part 1:
Results of Japanese respondents ····· 98
（USCMA2011，2011.10/12-14）
Akiyuki KAWASAKI, Michael HENRY and Kimiro MEGURO

21 Disaster information gathering behavior after the Tohoku Earthquake Part 2:
Results of foreign respondents····· 109
（USCMA2011，2011.10/12-14）
Michael HENRY, Akiyuki KAWASAKI and Kimiro MEGURO

22 3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 1 ····· 121
（生産研究 63-6，2011.11）
目黒公郎・大原美保・沼田宗純・近藤伸也

23 東日本大震災後における関連学会の活動に関する分析
－3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 2－ ····· 124
（生産研究 63-6，2011.11）
大原美保・近藤伸也・沼田宗純・目黒公郎

24 東日本大震災後における社会的課題の全体像の俯瞰
－3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 3－ ····· 133
（生産研究 63-6，2011.11）
大原美保・近藤伸也・康　泰樹・沼田宗純・目黒公郎

25 広域的応援体制確立のための地域防災計画の比較分析 ····· 139
（生産研究 63-6，2011.11）
沼田宗純・近藤伸也・井上雅志・目黒公郎

26 東日本大震災前後における緊急地震速報に対する住民意識の比較分析 ····· 148
（生産研究 63-6，2011.11)
大原美保・目黒公郎・田中　淳

27 東日本大震災前後における緊急地震速報に対する住民意識の変化 ····· 154
（日本地震工学会大会 2011，2011.11/10-17）
大原美保・目黒公郎・田中　淳

28 地方自治体の物資搬送業務の計画と対応の実態 ····· 156
（日本地震工学会大会－2011 梗概集，pp.244-245，2011.11/10-17）
近藤伸也・沼田宗純・秦　康範・野田五十樹・末冨岩雄・井上雅志・目黒公郎

29 2011 年東北地方太平洋沖地震後の緊急地震速報に対する企業の対応行動についての調査報告····· 158
（第 30 回日本自然災害学会学術講演会講演概要集，2011.11/17-18）
山本了平・大原美保・目黒公郎

30 東日本大震災被災者支援　非医療従事者としての医療活動支援から ····· 160
（第 30 回日本自然災害学会学術講演会講演概要集，2011.11/17-18）
松下朋子・目黒公郎

31　東北地方太平洋沖地震における三陸地方の高地移転地域の調査報告 …… 162
（第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，2011.11/17-18）
井原　毅・藤生　慎・沼田宗純・大原美保・目黒公郎
32　効率的な建物被害認定のための被害写真管理手法の開発
－東日本大震災後の宮城県仙台市宮城野区での実装に基づく考察－ …… 173
（第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，2011.11/17-18）
藤生　慎・沼田宗純・大原美保・目黒公郎
33　災害の記録 …… 182
（建築雑誌 2011.11，日本建築学会，2011.11）
腰原幹雄
34　木造建築物の耐震補強 …… 184
（木材工業，2011，No.11，Vol.66，11，日本木材加工技術協会，2011.11）
腰原幹雄
35　復興まちづくりの論点と今後の防災まちづくりへのインパクト …… 188
（21 世紀ひょうご Vol.11，2011.12）
加藤孝明
36　防災・減災のための森づくりへの提言 …… 193
（津波と海岸林に関する調査研究事業報告書，森林保全・管理技術協会，pp.147-159，2012.01）
沢田治雄・越智士郎
37　Analysis of Description of Local Disaster Management Plan for Smooth and Effective Wide-Area
Support System during Large-Scale Disaster …… 206
（Journal of Disaster Research，Vol.7，No.2，2012.02）
Muneyoshi NUMADA, Shinya KONDO, Masashi INOUE and Kimiro MEGURO
38　Development of Survey Management System for Building Damage Assessment …… 219
（One Year After 2011 Great East Japan Earthquake－International Symposium on
Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake－，2012.03/1-4）
Makoto FUJIU, Muneyoshi NUMADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO
39　Damage Investigation of Sanriku Railway Suffered from the 2011 off the Pacific Coast of
Tohoku Earthquake …… 225
（One Year After 2011 Great East Japan Earthquake－International Symposium on
Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake－，2012.03/1-4）
Makoto FUJIU, Muneyoshi NUMADA, Kazuyuki TAKADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO
40　東日本大震災におけるリモートセンシングの利用状況 …… 231
（広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム論文集，29-32，2012.03/12）
沢田治雄

41　大規模震災における空間情報技術の応用－東北地方太平洋沖地震への初動対応と復興支援－ ····· 235
（広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム論文集，43-46，2012.03/12）
岸　浩稔・竹田亮太郎・山崎　大・徳永冠也・澤田義人・越智士郎・遠藤貴宏・沢田治雄
42　リモートセンシングを用いた津波浸水域把握に関する研究 ····· 239
（広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム論文集，37-42，2012.03.12）
中尾悠士・沢田治雄
43　災害に関連したテキストデータの可視化手法の開発 ····· 245
（広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム論文集，53-60，2012.03.12）
澤田義人・遠藤貴宏・沼田宗純・石川哲也・目黒公郎・沢田治雄
44　リモートセンシング画像を用いた 2011 津波による沿岸林被害の調査報告 ····· 253
（広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム論文集，33-36，2012.03.12）
越智士郎・沢田治雄・三塚直樹・野々口義延
45　目黒公郎先生にお聞きしました。 ····· 257
（JACIC 情報，105，（財）日本建設情報総合センター）
目黒公郎
46　ICUS NEWSLETTER, Vol.11-1, 2011.04-06 ····· 263
47　ICUS NEWSLETTER, Special Issue, 2011.04 ····· 275
48　ICUS NEWSLETTER, Vol.11-2, 2011.07-09 ····· 299
49　ICUS NEWSLETTER, Vol.11-3, 2011.10-12 ····· 311
3. 東日本大震災関係の文献集等 ····· 327

はじめに

2011（平成 23）年３月 11 日（金曜日）14 時 46 分に、宮城県牡鹿半島沖 130km（北緯 38.1 度、東経 142.9 度、深さ 24km）を震源として、我が国における観測史上最大のマグニチュード（Mw）9.0 の超巨大地震が発生した。気象庁はこの地震を「2011 年東北地方太平洋沖地震」と名付けた。

東北地方太平洋沖地震の震源域は、岩手県沖から茨城県沖までの南北約 450～500km、東西約 200km の広範囲に及び、各地に激しい揺れをもたらした。震度６強以上に限っても、震度７が宮城県の栗原市、震度６強が、宮城県の涌谷町、登米市、美里町、大崎市、名取市、蔵王町、川崎町、山元町、仙台市、石巻市、塩竈市、東松島市、大衡村、福島県の白河市、須賀川市、国見町、鏡石町、天栄村、楢葉町、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、新地町、茨城県の日立市、高萩市、笠間市、常陸大宮市、那珂市、筑西市、鉾田市、小美玉市、栃木県の大田原市、宇都宮市、真岡市、市貝町、高根沢町であった。また広域な震源域の海底が大きく変状したことで、巨大な津波が引き起こされ、これが東日本の太平洋沿岸地域を襲った。巨大な津波と激しい揺れによって、多種多様で甚大な被害が広域にわたって発生した。政府はこれらの災害を総称して「東日本大震災」と命名した。

東北地方太平洋沖地震による被災地は、東日本の太平洋岸地域を中心に、全国の市町村数の１割以上に及んだ。地震動による構造物被害は、観測された大きな加速度や長い継続時間の割には少なかった。理由は、外力としての地震動に一般構造物に大きな影響を与える周波数成分が少なかったこと、大地震発生の危険性が高かった当該地では、インフラや公共建物では耐震補強が進められていたこと、さらに一般戸建住宅では被災地の雪国・寒冷地仕様の建物が、以下のような理由から耐震性が一般的に高かったことによる。積雪荷重を考慮することで梁や柱を太くするが、実際は積雪が滑り落ちやすいようにトタンやスレートを屋根材とするので軽いこと、冬の寒冷対策としての小さな窓は壁量の増加につながること、地面の凍結融解や積雪対策のために大きな鉄筋コンクリート製の基礎を用いることなどは、直接的には地震を意識したものではなかったが、結果として地震に強い構造物を実現していた。一方で、埋立地をはじめとする造成地では、大規模な液状化現象や地滑りなどの地盤変状が発生した。

東北地方太平洋沖地震による甚大な被害の最大の原因は津波であり、20 メートル以上の津波が襲った沿岸が約 300 キロメートル、10 メートル以上で約 430 キロメートルに及んだ。この津波によって、多数のインフラ施設と建物、広大な農地が壊滅的な被害を受けた。また延焼火災も発生し、多数の施設や建物が焼失した。さらに被災地内に存在していた複数の原子力発電所も影響を受けた。特に 20 メートルを越える津波に襲われた福島第１原子力発電所は供給電源に致命的な障害が発生し、大量の放射性物質を放出する甚大な事故を起こした。

上記のような津波による被害を主として、東北地方太平洋沖地震による被害は、住家被害（全壊 129,198 棟、半壊 254,238 棟、一部破損 715,192 棟、床上浸水 20,427 棟、床下浸水 15,502 棟）、非住家被害（公共建物 35,465 棟、その他 17,072 棟）という膨大な数に上った。死者・行方不明者の多くも津波を原因としており、その数は 1923 年の関東大震災以降最大で、死者 15,854 人、行方不明者 3,155 人（2012 年３月 10 日現在）となっている。政府は東日本大震災の被害額を約 16.9 兆円と試算したが、その内訳は、建築物等（住宅・宅地、店舗・事務所、工場、機械等）が約 10 兆４千億円、ライフライン施設（水道、ガス、電気、通信・放送施設）が約１兆３千億円、社会基盤施設（河川、道路、港湾、下水道、空港等）が約２兆２千億円、農林水産関係（農地・農業用施設、林野、水産関係施設等）が約１兆９千億円、その他（文教施設、保健医療・福祉関係施設、廃棄物処理施設、その他公共施設等）が約

１兆１千億円である。この被害額は直接被害であり、機会損失による間接被害額や原子力発電所の事故が引き起こした影響による様々な被害とそれに対する補償費などは入っていない。発災から１年を経過した現在でも、被災地では津波による被害と地盤沈下による影響が続き、また原発事故による放射性物資による環境汚染と居住地を追われた避難住民の問題は依然として各地で進行中である。さらに、ガレキ処理の問題、被災地の復旧・復興活動は、今後少なくとも 10 年単位の時間で続くと思われる。

東日本大震災は、我が国の今後の防災対策のあり方に、様々な重要な課題を突きつけている。超広域災害時の国、都道府県、市町村の役割分担と地域間の相互応援のあり方、復旧・復興のための財源と人的資源の確保の問題、多数の被災者と広域避難民の問題、ガレキ処理の問題、巨大津波を想定した防災・減災まちづくり、複合災害の問題、将来の人口や社会構造の変化を考えた事前の復旧・復興対策の問題、放射性物資の処理の問題、今後の原子力発電所の扱いとエネルギー政策の問題などである。またこれらはいずれも、首都直下地震や東海・東南海・南海地震などが発生した場合には、被災人口の規模や集積する経済活動と都市機能、さらに国家の中枢機能の問題を加味して、より重要性の高い問題となる。

都市、ならびに都市基盤の安全を研究課題とする東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）としても、直後から東日本大震災の重要性を深く認識し、「3.11net 東京」の活動を開始するとともに、各メンバーの専門性に応じて、災害の現象究明と災害軽減のための研究活動と被災地支援活動を継続的に実施してきた。本報告書は、発災から 1 年経過時点までの ICUS の研究者による「東北地方太平洋沖地震」ならびに「東日本大震災」に関係する活動の主な成果をまとめたものである。この報告書が被災地で、また避難先で依然として苦しい状況下で生活されている被災者の皆様、そして被災地の復旧・復興に関わっておられる関係者の皆様に少しでも役に立てば幸いである。

今後も ICUS としては、大学研究機関として継続的に研究と被災地支援の活動を続け、被災地の迅速な復旧と復興に貢献すると共に、将来の首都直下地震や東海・東南海・南海地震の被害軽減に貢献できるように尽力していく所存である。関係各位のご理解とご協力を切にお願いする次第である。

2012 年 3 月

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター
センター長　　目黒　公郎

JSURPチーム40'sの提言

東関東大震災の復興支援はいかにあるべきか。発災直後からのJSURPにおける問いかけ。

これからの復興まちづくり支援の最重要戦力となるべき、40歳代を中心とする通称JSURPチーム40'sによる第一次提言。9つの視点に立脚した復興に向けた提言である。

東日本大震災の基本認識

加藤 孝明

■「変局点を越えた時代」における「超広域・巨大災害」への対応が不可欠

今回の震災は、少子高齢、過疎化、財政難、経済低成長等の「変局点を越えた時代」における「超広域・巨大災害」であり、日本社会にとって未経験の自然災害である。私たちは未経験の状況への対応に直面している。

災害対策基本法が規定する災害対応のフレームは、基礎自治体を主体とすることにみるようにローカルな災害を前提としており、今回のような「超広域・巨大災害」には対応できない。

復興の手段となる都市・地域づくりに関わる基本骨格は「変局点を越えた時代」にまだ対応しきれていない。時代のトレンドは加速しており、阪神・淡路大震災、中越地震の時代以上にそのギャップは大きい。阪神・淡路大震災をはじめとする過去の復興まちづくりでの経験だけに頼ることはできない。

このように今回の震災は、政策ツールが不十分な中での未経験の超広域・巨大災害である。前例や従来方法にとらわれず、新たな復興のあり方を模索しようとする姿勢が不可欠である。

被災地域は広範におよび、その地域特性は多様である。被災地の地域特性に即して、それに適した復旧・復興のあり方を社会全体の知恵を結集し、かつ、自由度高く検討、実現していく枠組みを迅速に構築する必要がある。例えば、特区制度にように既存の制度を基礎としつつ、規制緩和を図り、復興にむけた多様なアイデアをリアルタイムの社会実験を通して実現していけるような枠組みを準備する必要がある。

その成果は、次の時代のまちづくりにつながる社会的な資産となるであろう。

■コミュニティレベルの復興とともに全体俯瞰が不可欠

復興まちづくりにおいて、コミュニティの力を引き出すことが復興の成否の鍵となる。同時に超広域災害においては、コミュニティレベルの復興の努力を積み上げる一方で、全体を俯瞰することが重要である。被災地域全域での国土計画・地方計画的なレベルで復興ビジョンを議論し、各地の復興計画の調整を図る必要がある。さらに、被災地域のみならず、国全体の地域構造についても再検討が必要である。

■復旧・復興を次の時代へ備えた投資と位置づけるべき

災害を次の時代に向けた社会変革、新しい社会を創出する契機と積極的に位置づけた上で、次の時代へ向けた議論を深める必要がある。災害が被災者の人生の不連続点であることを理解し、被災者の人生を取り戻すという配慮を行いつつ、大災害という時代の不連続点を社会全体で時代の潮流の中でどう位置付け、どう活かすかを意識し、議論することが重要である。

今回の復旧・復興費用は、数十兆円にのぼると言われている。マイナスになったものを元に戻すという発想だけではなく、プラスに転じさせるという発想を組み込んでいく必要がある。

■進行中の二次災害への対応

原発の機能不全により、二次災害が未だ進行中である。その事態が収束するまでには相当の時間が必要とされる。進行中の災害における復興については、三宅島、雲仙普賢岳等の火山災害が類似事例ではあるが、今回のように、数万を超える大量の避難者を抱えた事例は未経験である。今後のあり得るシナリオを事前に検討することにより、対応が後手に回らないようにすることが重要である。

早期帰宅の見通しのない避難生活を長期間継続することは、人道的な観点からも改善を要する。避難生活が長期化することも念頭においた体系的な避難者受け皿づくりが不可欠である。

自然災害リスクとどう付き合うか

加藤 孝明
NPO日本都市計画家協会理事
東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター 准教授

■リスクの最小化

想定以上の災害の存在を前提とするならば、何ごとに対してもリスクゼロはあり得ない。例えば、自動車については、利便性と事故死のリスクのバランスの中で利用している。津波に対しても海の恵みと脅威のバランスの中で地域の歴史が刻まれてきたのである。

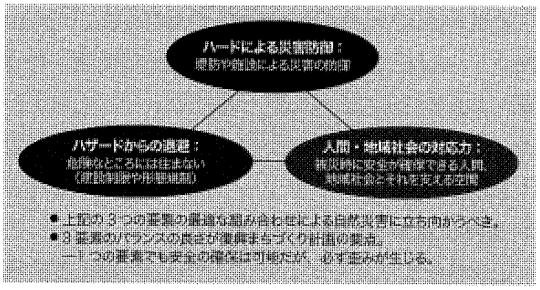
今考えるべきことは、リスクゼロではなく、リスクを最小化することである。まず、地域が許容しえるリスクの水準について議論を深める必要がある。その上でリスクを最小化する方策を議論する必要がある。

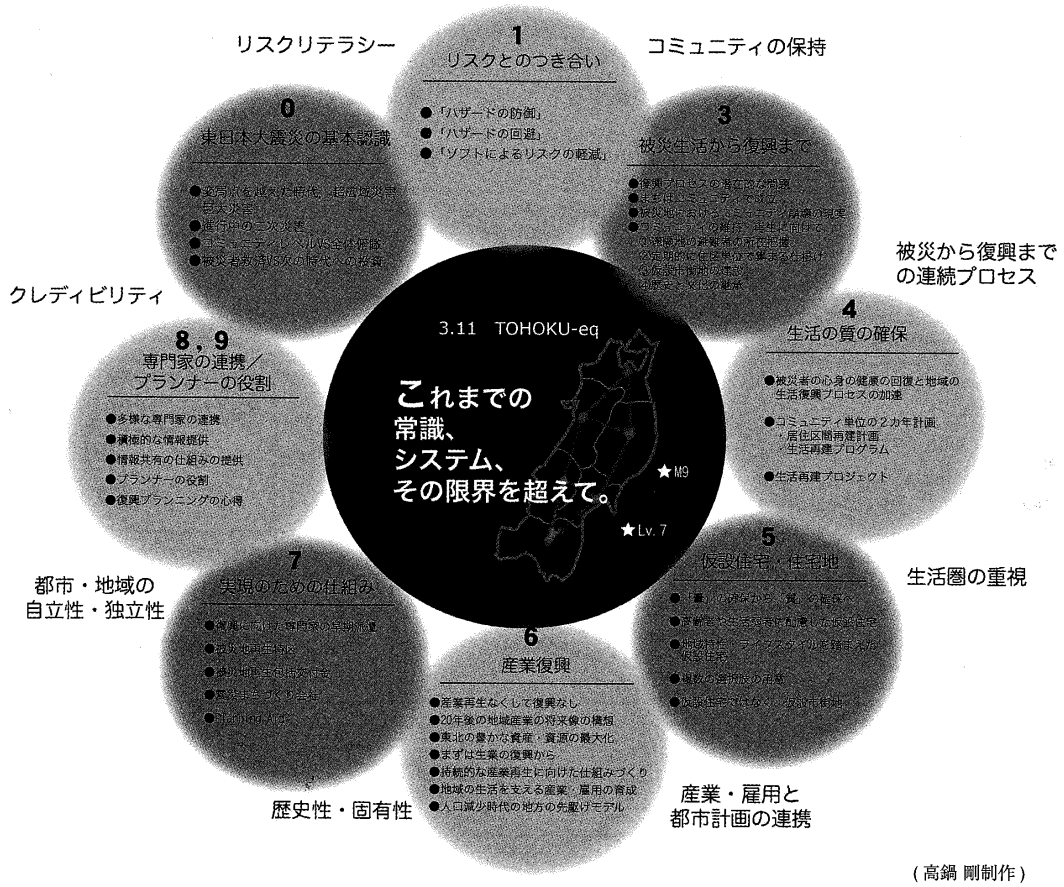
■リスクを軽減する３つの方策

リスクを軽減する方策としては、①津波堤防の整備といったハードによる「ハザードの防御」、②市街地・集落の高台移転といった立地による「ハザードの回避」、③個人・地域社会の対応力の向上とそれを支える空間づくりといった「ソフトによるリスクの軽減」がある。

この三者をバランス良く組み合わせてリスクを低減させていくことが重要である。いずれか一つでも安全の確保は可能だが、市街地像として、或いは、地域社会像として歪が生じるであろう。

自然災害リスクとの共存を前提に、最低限「命を守る」を目標としたバランスのとれた復興像を描いていく必要がある。





（高鍋 剛制作）

大規模震災における空間情報技術の応用 -東北地方太平洋沖地震への初動対応-

Application of spatial information for the reaction of the huge earthquake -Response for the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake-

○岸浩稔[1]・竹田亮太郎[1]・山崎大[2]・徳永冠也[3]・澤田義人[3]・越智士郎[4]・遠藤貴宏[4]・沢田治雄[4]
Hirotoshi Kishi[1], Ryotaro Takeda[1], Dai Yamazaki[2], Kanya Tokunaga[3], Yoshito Sawada[3], Shiro Ochi[4], Takahiro Endo[4] and Haruo Sawada[4]

Abstract: Spatial information products for the response of the 2011 Tohoku earthquake were developed in this study. Firstly, reasonable information for the governmental sectors and field investigators in the hazarded area for the reaction of the earthquake were considered by our project members and we concluded the important points were the applicability and the accessibility for the spatial information. Secondly, remote sensing dataset such as aerial photos distributed by Geospatial information authority, Japan and GIS dataset were processed to share on the Google Earth (GE). In this process, Tsunami inundation line was interpreted and digitized comparing these aerial photos to satellite images taken before the earth quake on the GE. Finally, Tsunami line aerial photo maps were published to understand the damaged area for the governmental sectors, field investigators, researchers and volunteers. These all products were distributed through our website.

***Keywords*:** 2011 Tohoku earthquake, Tsunami, Disaster response, Aerial photo, GIS and Remote sensing.

1 はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は未曾有の被害をもたらした．とりわけ津波による沿岸部集落への被害は甚大なものがあり，太平洋沖沿岸数百キロに及ぶ広大な被害の把握は，初動対応において復旧，復興へ向けた重要な基盤情報となる．東京大学生産技術研究所地球環境工学研究グループでは，国土地理院提供のオルソ航空写真[i]と Google Earth を用い，災害前後の画像を比較し津波浸水域の判読を行った．また国土情報を収集し，それらを災害初動対応に貢献する空間情報プロダクトとして整備し，現地調査団，行政機関，研究者広く提供する資料としてウェブサイトを通じ一般公開した．以下，開発の意図と成果物，そこから見えた課題について報告する．

2 プロダクト開発

2.1 開発プロダクトの検討

筆者らは，まず行動すべき内容について検討した．災害初動段階において重要な点は，被害状況の迅速かつ適切な把握である．今回の大震災では被災範囲が広大なため，リモートセンシングによる撮影データを基盤情報とし，被害状況を把握することが有効と考えた．さらに深刻な被害をもたらした主要因が津波によるものであったため，浸水範囲を示し被害の規模を明らかにする必要があるとした．同時に，標高や人口，避難所となる公共施設といった統計・GIS データを整備し，地図上で様々な情報を重ねて把握できることが有用と考えた．これらを町丁目による区分で参照できるようにすることで，とりわけ行政の中枢ならびに現地活動者に対して，建造物等の被害状況の把握と復旧活動の方針立ての意思決定材料となる空間情報を提供することができると考えた．

整備された情報は，必要とする人々が簡便に入手できるようウェブサイトを通じた一般公開とし，作成プロダクトは Google Earth 上で参照できるようにすることにした．これにより高価なソフトウェアや導入の知識・技術の敷居を低くし空間情報へのアクセスを容易にするとともに，他より提供される情報（位置情報付き写真や道路運行情報など）との協働や，過去の衛星画像を参照することによる比較が可能となる．さらに，Google Earth ではポリゴンやラインの作成による情報の追加・修正といった，更新が可能な GIS ソフトウェアとして機能することができるため，状況変化のある災害復旧の情報プラットフォームには最適と考えた．一方で，通信環境の遮断された現場の自治体あるいは被災者が必要とするものとして，これらの情報を集約した紙媒体の地図を作成することとした．現地入りしての活動に用いることを考慮し，集落の全容を把握しつつ詳細な状況も確認できる範囲で，持ち運びが容易な大きさとして，A1 サイズの印刷にて縮尺 1 万分の 1 となる地図を作成することにした．

以上の検討より，1) 被害状況の把握のため．建造物

[i]国土地理院 http://saigai.gsi.go.jp/h23taiheiyo-hr/

[1] 学生会員 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻
[2] 非会員 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻
[3] 非会員 東京大学生産技術研究所
[4] 正会員 東京大学生産技術研究所
(所在地 153-8505 東京都目黒区駒場 4 丁目 6 番 1 号 Ce-509)
(連絡先 Tel; 03-5452-6410, E-mail; kisshi@iis.u-tokyo.ac.jp)

の判別できる解像度の可視画像を用意すること，2) 津波被害の把握のため，津波到達ラインの情報を用意すること，3) 復旧案の検討のため，町丁目の区分で，被災状況と他の情報を組み合わせ参照できるシステムを整備すること，4) 情報を必要とする人々へ適切な形として届けること，以上 4 点を実現するためのプロダクトを整備することを目的とした．

2.2 プロダクト開発手法

Figure 1 にプロダクト開発の構成を示す．国土地理院では災害発生直後の 3 月 12, 13 日に東北地方沿岸部を撮影した，解像度約 80cm の高解像度カラー航空写真を公開している．それを利用し，まず，国土地理院提供のオルソ航空写真 (2011 年 4 月 10 日現在 2672 シーン) を収集し，Google Earth 上で閲覧を可能とするため，緯経度の世界測地系へ投影変換，png 形式の画像と kml の位置情報ファイルを作成した．次に，Google Earth 上で被災後航空写真と被災前衛星画像，国土地理院より配布された浸水範囲概況図，報道情報等を参照することにより，津波到達 (浸水) 域ラインを作成した．次に，町丁目，人口，標高，避難所などの公開されている GIS データを収集し，kml と shp の 2 形式へ変換した．最後に，オルソ航空写真，浸水域判読結果，GIS データを利用し，被災地域に着目した浸水域航空写真地図 (縮尺 1 万分の 1) を作成し，それぞれのプロダクトをウェブサイト上で配布する環境を整えた．

3 配布プロダクト

作成したプロダクトと特徴を以下に示す．

1. 世界測地系に投影変換した被災後航空写真　被災後撮影の投影変換済航空写真を，地理院の配布する画像番号による区分，0.05 度グリッドに分割した区分，2 万 5 千分の 1 地形図の範囲に分割した区分の 3 通りで作製した．特徴として，後者 2 つについては，全域をモザイクした後投影変換，分割をしたため画像間の隙間がなく表示することが可能である．画像は透過 png 形式とすることで，google Earh 上の他画像との参照ができ，画質とファイルサイズのバランスを保つようにした．2 万 5 千分の 1 地形図の区分では画像ピクセル数の制限から Google Earth では表示できないため，geotif 形式にて配布している．

2. 浸水域ライン　航空写真判読により推定した津波到達 (浸水) 域ラインを作製した．特徴として，判読は道路区画レベルで詳細に検討されており，ラインデータは GIS の解析にも利用できるよう kml と shp の 2 つの形式にて整備している．判読者間のクロスチェック，現地調査との検証は行っていないため精度については評価していなく，今後の課題である．

3. GIS データ　国土数値情報，基盤地図情報，統計 GIS，Google 災害情報より得た，町丁目境界，人口，標高，避難所などの GIS データを，kml と shp の 2 つの形式に変換した．

4. 浸水域航空写真地図 **(縮尺 1 万分の 1)**　被災地について，地域ごとに航空写真の上に GIS データを重ね，被害状況の把握，復旧活動，復興計画に参考となるよう，A1 サイズの印刷で縮尺 1 万分の 1 となる地図を作製した．Figure 3 に仙台石巻港周辺の浸水域航空写真地図を示す．画像データとしてのみでなく，紙媒体として印刷し，現地調査団やボランティア，自治体に配布している．

以上のプロダクトを Figure 2 に示すウェブサイトにて配布した．設置以降，随時更新を重ねている．

4 考察

この大震災において，空間情報技術の応用分野からは，国内外多くの機関からの情報提供による貢献がなされた．一方で，災害対応に取り組む中で筆者らの議論に挙がった，広く大規模災害における空間情報の応用における課題を以下に示す．

1. 空間情報を評価し整理する機関の設置　地震発生直後から様々な画像や地図が提供された結果，情報が拡散，散乱し，どこに必要な情報があるのかが不明瞭であった．例えば空間情報について，時空間解像度における情報の区分，1 次-2 次加工データの差異，情報入手までの容易さ，そういった点を評価し情報を収集，再構築し，想定される用途とユーザーへ適切に誘導できる仕組みが必要であると考える．被災された方々，彼らを慮る遠方の人々，復興に関わる行政機関，現地で活動するボランティアや自衛隊，防災に関わる研究者，それぞれの立場の人々が欲しい情報のニーズに対応できる情報の評価と整理が必要である．

2. 広域災害における衛星データ活用法の検討　災害直後から，航空写真，衛星観測データの情報が広く提供された．航空写真は高い分解能と雲の影響のない貴重な情報として広く用いられたが，これほど広域に渡る地域のオルソ処理をして配布されるまでには数日を要した．一方で，衛星では画像の取得直後から広域処理ができ，撮影直後半自動的に被害状況を客観的に評価できるような解析が行われていれば，災害直後の適

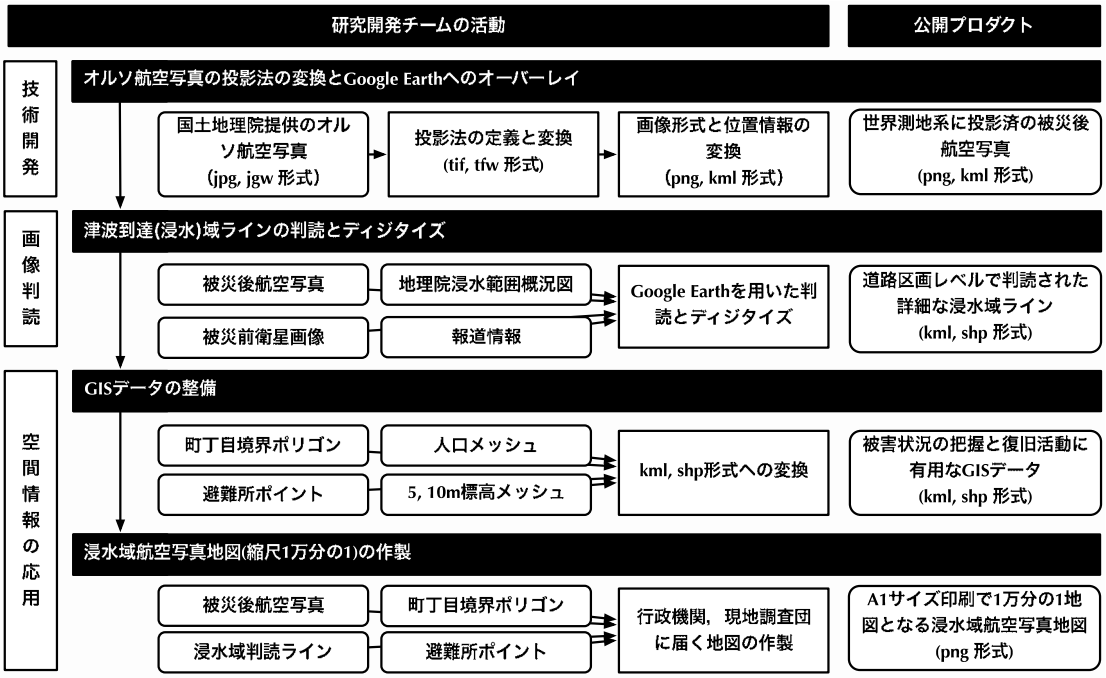


Figure 1 Flowchart of this study.

切な支援分配に貢献できたであろう．大規模災害発生直後に対応可能な数時間単位で可能な衛星データの活用法を再検討する必要がある．

3. 空間情報発信の協働体制の構築　筆者らの取り組み以外にも，浸水域の判読は国土地理院や地理学会からの提供があり，航空写真を閲覧する仕組みには Web Map Service を通じた提供等がある．それぞれ作成手法や公開方法の違いがあり，比較による精度の向上や多様な用途に応じる機会の提供という利点がある．しかし実際は別機関でどのような取り組みをしているのかの把握が難しく，どういった貢献に取り組もうかという決定に迷いが生じてしまった．空間情報に関わる機関で情報を共有し，このような緊急時に協働できる情報共有の体制が必要であると感じた．

5　おわりに

東北地方太平洋沖地震への初動対応として，空間情報技術の応用手法を検討し，プロダクトの開発と配布を行った．緊急災害の初動対応には「現場で役に立つ情報」が「迅速かつ客観的に」求められ，リモートセンシングや GIS はまさにその点で貢献のできる技術であると感じる．空間情報学の最前線にいる本学会員として，本災害に対する貢献と反省を鑑み，この国家的課題の解決に向け，今後の復旧・復興段階における情報の提供に取り組んでいきたい．

Figure 2 Screenshot of our website. http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp/eq_data/

Figure 3 Tsunami line aerial photo map (Kesennuma, 1:10,000 scale).

れとも津波を避けて高台に移動するかが，今，大きな争点となっている。だが問題はそれだけではない。震災前から運営維持が問題となっていたと思われる多くの漁港で震災後も「原状回復」を試みるのか，それとも集約や機能分担により震災前とは違う形での復興を試みるのかが論点となる。過疎化・高齢化が著しい集落の再生についても同じことがいえるだろう。

過疎化が進行する農山漁村での大災害は，雲仙普賢岳噴火，奥尻島大津波，中越地震などこれまでにも多く起きた。しかし今回の大震災のようにこれほど広大な地域が一度に被害を受け「原状回復」が難しい状態に追い込まれたことはこれまでなかった。

「まちの原状回復」が望めない場合，その場でのミクロスケールだけでの解決は困難となり，国土・広域などマクロ的な視野が復興まちづくりに不可欠になる。大規模な移住を伴う場合はもちろんだが，そうでない場合でも「まちの原状回復」によって地域の経済・社会が長期的に維持できるかといった視点を入れ込まなければ，復興による投資の大部分が無駄になりかねない。

巨額の費用をかけて新たに整備する高台の市街地にどのくらいの人口回復が見込めるのか。補助金等に依存して運営され，過疎化・高齢化により担い手不足も深刻な漁港を，生活環境や景観の維持との両立を図りつつどこまで集約・合理化するべきなのか。放射能汚染やその風評被害の度合いについても，予測は極めて困難だがある程度念頭に置く必要があるだろう。東日本大震災の復興まちづくりは，まさに国土・広域との関係で方向性を決めていかなければならない問題となっている。

こうした考え方に基づく復興まちづくりを模式化したのが図2である。震災からの復興のために，「原状回復」のまちづくり以外に，人口減少・高齢化を織り込んだ低位安定のまちづくり，そして，震災後の条件変化を利用した新たな成長を目指すまちづくり，がある。

被災者が「元の暮らしを」と願って思い浮かべるのは，やはり「原状回復のまちづくり」かもしれない（図2の①）。しかし仮に元通りに回復できても，その状態を維持するのは中長期的に困難だろう。むしろ，ある程度の縮小を織り込みつつ，長く安定した地域社会を先取りするようなまちづくりがいいかもしれない（②）。また震災を奇貨として，穏やかな衰退の中では達成が難しかった，わくわくするような新しいまちづくりに挑戦するのも一案だ（③）。

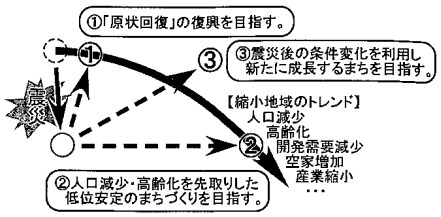


図2　復興まちづくりはどこを目指すのか？

「まちの原状回復」が難しいという点では，被災地以外にも同じようなことがいえる。地震と津波によって原発を含む多くの発電所が被災し，電力供給が低下しているが，震災前と同じように電気を利用したいと言って「原状回復」を望む国民は，もはや少数派ではないかと思う。このことは，節電によるライフスタイルの改善だけでなく，再生可能エネルギーの利用やスマートグリッドなどの導入を，まちづくりに強く働きかけることになるだろう。震災前のような多消費型の都市に「原状回復」するのではなく，新たなまちづくりが求められている。

東京・関東圏全体も，今回の震災によって，経済的に大きなダメージを受けた。震災後，まず外国人が一斉に逃げ出し，その後，日本企業も含めたオフィスにも大阪など西日本への分散の兆しがある。不動産分野の専門家への震災1ヶ月後の調査（松村・増宮（2011）「東日本大震災の不動産市場への影響（緊急アンケート結果）」『不動産投資レポート』ニッセイ基礎研究所）でも，「今後、不動産市場で重視されるリスク」として，東京一極集中リスクが，震災・津波リスクを抑えて最も多く寄せられたという。

こうした状況に対し国民世論も，東京一極集中の国土構造への「原状回復」よりも，リスク分散型の国土構造を求める声が大きいようである。首都機能移転についても，1992年に法律ができて以来，議論が下火の状態のままだったが，ここにきて分散移転やバックアップ機能の強化による国土の再編成の議論が，再び注目され始めている。関西，九州の他，東北でもそうした議論が出始めている。

国土・広域の中長期的な動向は，余震や誘発地震の確率，原発事故の収束，電力供給の見通しなど，今の時点では不確定要素が非常に多く，確たることを述べるのは困難だ。ただ，様々な縮市活動とその影響が一地域，一市町村を超えて広域に広がっている現状では，復興後のいくつかの中長期シナリオを，国や県，または学会などの専門家組織が描き，各自治体や各地区のまちづくりの参考にしてもらうという取り組みがあってもよいと思われる。

[座談会] これからの復興計画，復興まちづくり

New Thoughts on the Reconstruction Planning and Machizukuri

近藤民代　Tamiyo Kondo
神戸大学大学院　准教授

澤田雅浩　Masahiro Sawada
長岡造形大学　准教授

加藤孝明　Takaaki Kato
東京大学生産技術研究所　准教授

はじめに

加藤　この座談会は，東日本大震災の前から防災や復興の研究に関わっていた若手研究者の座談会ということですので，まず，都市計画分野での防災・復興研究者という視点から，簡単に自己紹介をお願いします。

近藤　私は1995年に阪神淡路大震災が起きたとき，神戸大学の建設学科の一回生でした。そのあと，9年間学生をしていて，自分自身は特に神戸の震災復興を直接テーマにはしていませんでしたが，被災地神戸の中にいて，研究室自体は復興に関わる研究していたので，先輩に連れられて現場に入って調査をしていました。その経験が自分自身に影響を与えて，その後も災害復興を研究テーマとしてきました。学位論文では，参加型の復興まちづくりにおいて市民と一緒になって計画づくりを進める専門家の必要性を強く感じて，コミュニティアーキテクトに関する研究をテーマに選びました。ここ5年間くらいは，アメリカのハリケーン・カトリーナ災害の後の住宅再建をテーマに研究をしています。

澤田　新潟県の長岡造形大学に赴任して12年目になります。私が修士1年のときに阪神淡路大震災が起こりました。当時，慶応義塾大学のSFCに籍をおいていましたが，実質的には，早稲田大学の尾島俊雄先生の研究室で都市設備に関する研究をしていました。阪神淡路大震災で大規模なインフラシステムが破壊された一方で，住民同士の助け合いや井戸水の活用など，日々の生活に埋め込まれている知恵がそれを補てんしていたことが非常に印象的でした。学位論文では，大きなシステムだけでなく，小さなひとつひとつの要素を組み合わせることで，社会全体の安全性を構築していくことをテーマにしました。その後も，トルコのマルマラ地震や台湾の921地震の復旧・復興を継続的に調査する機会を得て，2004年に中越地震が起こりました。現場の人間，被災地の人間として，いろいろな方々の支援を頂きながら地域の復旧・復興に直接関わり，現在に至っています。

加藤　そうすると，2人とも阪神淡路大震災をきっかけにして防災や復興の研究に入って現在に至っているわけですね。そうすると，今回の東日本大震災の後にも新しい防災研究者が増えていくということになるかもしれません。ただ，防災・復興研究の持続性を考えると，災害を契機とするだけではなく，常にある程度のきちんとした研究者の層がいることが望ましいと思っています。

実は，私が防災の研究を始めたのは阪神淡路大震災の前でした。当時は過去の災害に学ぶとなると1978年の宮城県沖地震にまで遡らなければなりませんでした。ですから，現代都市での災害状況というのがほとんど見えない状況で研究を始めました。当時，高野公男先生に，防災は「想像工学」だと言われましたが，確かに未知のものに対してどう備えていくのかというのが基本的な防災研究の一貫したスタイルだろうと思っていて，今でもそう考えています。阪神淡路大震災，トルコや台湾の震災，最近では四川地震の復興を見て思ったことは，復興

も同じだということです。毎回，過去の震災復興とは異なる復興状況があって，その未知なる復興状況に対して事前にどう備えるかという視点が重要だと感じています。復興の現場が動機づけとなった研究者，そうではない私みたいな研究者が一緒に研究していくことで，分野全体としてうまくバランスがとれるのではないかと感じています。

| 防災・復興研究者として

加藤　さて，防災・復興研究者として，今回の東日本大震災について，第一感として，どういった災害であると受け止めたでしょうか。

澤田　震災発生翌日には車で被災地に向かい，翌々日に花巻から遠野を経由して釜石市に入りました。釜石市も湾の近くまでは全くと言っていいほど被害が見られなかったのに，海に近い市街地に入ると一転瓦礫の山だったという，被害の落差に衝撃を受けました。面的に被害を受けているエリアに復旧事業や都市計画事業を入れていくことはできるかもしれませんが，市民の中でほとんど無被害だった人と何もかも失ってしまったような人の格差がきわめて大きく，住民参加でプランニングをしていくとしても慎重に進める必要があるだろうという感覚を持ち帰りました。中越地震の経験を安易に語ることも慎重にしなくてはと感じました。

近藤　津波の映像を見ていた時に重なったのが，アメリカのニューオーリンズの浸水被害でした。ニューオーリンズでは高潮で堤防が決壊して，数キロ先までまちが無くなったという状況で，おそらく津波のような破壊状況だったと思います。ニューオーリンズは人口45万人の都市だったのですが，市街地の8割が水没し，住宅の被害率が73.2%でした。今回の震災もそうですが，ひとつの市町村に対する被害の割合が非常に大きい。阪神淡路大震災のときは，神戸市の長田区の住宅滅失率が一番高くて39.2%，東灘区で24.9%，灘区で23.2%となっており，今回と比べると割合はずいぶん低い。地域に与えるダメージの大きさという点では，これまで日本で経験したことがない災害です。したがって，広域避難，長期避難を余儀なくされる人が出てくるのは当然だし，被災地近くに避難している場合でも，当分は元の場所に戻れないという点でもニューオーリンズとよく似ています。もう一つは，今回の被災地では生業と暮らしの場が密接につながっていて，地域の復興の進め方については，阪神淡路大震災の神戸の復興の経験を単純に活かせないと思いました。

澤田　今回の津波被災地を見て感じたことは，人間のちょっとした努力では，結果的に巨大災害には全く太刀打ちできなかったということです。むしろ，中途半端に防災に関心があったり，対策を講じているほうが過信を生み，結果として被害を拡大させている可能性があります。もしかすると災害時要援護者対策に熱心な地域であったが故に，津波で逃げ遅れて人的な被害が大きいかもしれない。もう一度防災，減災のあり方を考え直さないといけないと感じました。

加藤　阪神淡路大震災は，大変な被害でしたが，土木や建築の技術の力である程度は防げるという確信が持てました。しかし今回ははるかにそれを超えており，土木・建築の力ではどうしようもないという気分になることは確かです。一方で，我々は冷静になって考えないといけないと感じています。超巨大災害を目の前にすると，社会全体は「安全」に対してヒステリックな反応をして，何がなんでも安全でなくてはならないという方向に急にドライブがかかります。しかし，交通事故を含めて我々はたくさんの他のリスクの中で暮らしているわけですので，「ある程度のリスクを抱えながら，どう幸せに暮らすか」ということを考えることが重要だと思っています。

もう一点は，今回の災害の特徴は「時代の変曲点を全く超えてしまった」状況下での「超巨大」で「超広域」の災害であったという3つのキーワードで語られると思います。「変曲点を超えた」という意味は，これまでの人口増加，経済成長，地価上昇を前提とした都市計画制度，復興の手段が役に立たないとうことです。「超巨大」「超広域」という点に関しては，災害対応，応急対応，復興の基本的なしくみが自治体単位で対応することになっているので，どこかで破綻する可能性があるということです。そうすると，破綻を前提として，今までのやり方の延長でやっていくか，あるいは，超法規的というか，社会実験的にすすめていくかの二者択一になります。今回は超法規的にやっていくしかないだろうというのを一番に感じました。

しかし，その後の復旧・復興の状況を見ると，こういったことは日本ではなかなかできないようです。中国の四川地震の復興を見ていると，既存のルールが十分でないこともあって，状況に応じてトップダウンで新しいルールをつくります。気の利いたリーダーがいれば，適切な決断ができて，その結果うまくいく。これが常によいわけではありませんが，そういう要素が今回の震災復興には必要なのだろうと思います。今からでも遅くないので，既存の仕組みの限界を知った上で，特区とかいろんな方法があるので，新しいやり方を実験的に使っていくという仕組みを作っていく必要があると思っています。そういう意味では，新しい社会の仕組みをつくる非常によい機会と位置づけることもできると思います。

| 過去の災害復興から学ぶこと

加藤　過去の災害復興の経験から，今回の復興に活かせるものがあれば教えてください。

近藤　ニューオーリンズは，被災後5年が経ってまだ復興の途上ですが，すでに数多くの失敗を経験しています。そうした失敗のなかで，東日本大震災の復興では絶対に繰り返してはいけないと恐れていることがあります。それは，広域で長期避難が余儀なくされている状況において，復興プランをどのようにつくるかという点に関する失敗です。ニューオーリンズでは，土地が低いので水を排水するだけで一か月半くらいかかり，疫病の懸念，治安の悪化から，市長が住民全員に退去命令を出し，市民のほとんどが全米中にバラバラに避難しました。災害が起きたのは2005年8月ですが，5ヶ月後の2006年1月に市長がリーダーシップをとって策定した復興計画案が発表されました。その案では，甚大な被害を受けたエリアは公園として緑色に塗られていました。その時の被災市民の反発は非常に大きく，結局，その計画は白紙に戻りました。被災者がどう生活や住宅を再建していくのか，それをどう行政がサポートするのかという話もなしで，ここは危ないから公園にしましょうという内容は，到底受け入れられるものではなかったということです。

また，遠方に避難した住民が復興計画のプロセスから完全に排除されていたという点も大きな問題とされました。市長提案の計画が白紙に戻された後，民間財団の資金援助を受けて，民間のプランナーや建築家が中心となって，市民参加で復興計画をつくることになりました。その時に全市の計画と地区別の計画をワークショップ方式で作りましたが，その進め方として今回の震災復興でも参考になる方式があります。それは，全米にバラバラに避難している市民のうち，特に避難者が集積している5都市の会場でもワークショップを行い，衛星生中継による映像を通じて，一緒にワークショップを行ったということです。この方式がターニングポイントとなって，復興計画がまとまる方向に進みました。ただし，復興計画がまとまるまでに1年半くらいかかっており，時間がかかり過ぎているとも言えますが。

澤田　私は，1999年に発生した台湾の921地震後の住民主体の復興まちづくりと，復興基金のあり方から示唆を得ることがあると思っています。台湾では，山間部の少数民族集落が大きな被害を受けましたが，その復興に当たっては，単に住宅を再建するだけでは，経済的にも恵まれてない少数民族集落の復興にはならないだろうという判断がありました。まずはそれぞれの民族の文化をもう一度掘り起こし，それをグリーンツーリズムなどのかたちでパッケージ化し，観光資源として活用，それが経済的に成立することを確認してもらった上でその地に住宅を再建するというプロセスをとりました。住宅再建をゴールにせずに，先にそこで暮らしていける経済基盤を確立したうえで住宅再建に臨むというプロセスは，日本でも見習うべきところがあります。

それから，台湾の場合には，義援金をまとめて，政府がさらに予算をつけて大きな基金を設立しました。臨機応変に地域の実情に応じたメニュー化を図り，自立的な復興の支援に大きく役立てました。中越地震でも同様の対応がありましたが，今回の震災復興でも，自治体を超えた国や広域レベルでの対応が必要だと思います。

加藤　広域的な基金の話は，災害の広域性に全く既存の仕組みが対応できてないという一例です。ただし，今回の地震の巨大性・広域性を考えると，台湾のようなかたちで必要に応じて基金をつぎ込むと莫大な金額が必要になってしまうと思うので，基金の使い方にも工夫が必要になりそうですね。

私は，2008年に発生した四川地震の復興プロセスをずっと見ていますが，良し悪しは別として，震災を契機として，

台湾・桃米村で震災後オープンした民宿（2006年3月　澤田撮影）

今までのトレンドを全く反転させるようなインパクトが地域に与えられています。具体的に言うと，中国の農村というのは，基本構造は中世から延々と変わらない小規模農業だったわけですが，それを一気に大規模近代農業に転換するということをやっています。中山間地に散在する，近い将来，限界集落になるであろう集落を山からおろして集住させるといったこともやっています。都市部については都市構造の再構築を試みており，中心部から住宅を出して，中心部は観光地として抜本的にリニューアルしています。被災地に資金を投資して，あとでその資金を税収で回収するという投資的な発想で復興を進めています。日本の場合は，基本的にはなるべく元に戻しながら復興していくというかたちが選択されることが基本となっていますが，そうではない俯瞰的あるいはもっと長期的に見たかたちでの復興の方向性があり得ることを，はっきりと目に見えるかたちで勉強できました。

今回の復興に照らしていうと，先ほどの基金をどうやって使うのかという話も含めて，既存のやり方でないことを試す場であることは間違いない。既存のものではないものを試しながら，よりよくしていく非常によいチャンスかもしれない。それがうまくいけば，次の時代のスタンダードになるような気がします。お金の使い方についても，被災地全体を俯瞰的に見て，長期的に見たときの将来の資金回収につながるようなお金の使い方をしないと財政的にもたないのではないか，少なくともそういう視点も持っていた方がよいのではないかということを感じています。

澤田　復旧するということは，そのあと都市がそのまま成長し続けて，人口も回復することが前提となっていたと思います。しかし，中越地震では，山古志村域の復旧に1,000億円以上の資金が投入されていますが，村に戻ったのは元の住民の7割程度，約1,400人です。このことを揶揄する人もいましたが，村民は必ずしもそこまでの復旧を望んだわけではありません。そこまでしなくても村に戻る人は戻ったんだろうと思います。今回の災害復旧では，被災地全体で同じことを繰り返す必要はないと思います。そういう意味では，計画者が，限界があるにせよ，将来を見据えた絵をきちんと描いて見せる必要があると思います。住民の目線で寄り添うことも重要ですが，先を見据えた上で時には厳しいことも言いながら議論をきちんとしていくということが重要かと思います。

加藤　災害というのは社会のトレンドを加速する効果があります。過疎地域であればどんどん過疎化するし，中国のように経済が成長していれば経済成長がさらに加速する。だから，そういう意味では復旧として，2011年3月11日にもう一度接続しようと思うと無理があって，20年くらい先，2031年3月11日に接続するつもりで復興を考えていく視点が重要だと感じています。そういう視点で考えることこそ，プランナーの職能ではないかと思います。

新農村建設の例（四川省・都江堰市）：周辺の集落を大規模に集約。生活スタイルが激変している。（2010年3月 加藤撮影）

| リスクの受容は？

加藤　応急仮設住宅は，まだ用地不足もあって，すべては手がついてない状況だと思いますが，まちのビジョンを描く体制に地域がなれるような仮設住宅地というものをきちんと供給していく必要があると思います。

近藤　2年間でどうにかなるような復興の時間ではないので，数だけ供給すればよいという今まで通りの応急仮設住宅の作り方では，住民がもたないと思います。仮設住宅のグレードをもう少し上げるとか，本建築にしていけるような工夫があるとか，そうしたことをもっとボランタリーにできるような仕組みが必要だと思います。仮設住宅を壊していきなり公営住宅に移るのではなく，徐々に良くしていくことができればと思います。

加藤　10年20年の一連の復興のストーリーの中で仮設を考えていく必要があるということですね。現在の仕組みは不連続です。震災は不連続点ですが，復興のプロセスの中にも不連続点があり，そのせいで無駄が生じ，復興に注ぐべき力も分散してしまうという側面があります。

澤田　津波対策について言えば，防潮堤が復旧されていない状況でどうやって暮らしていくかということを地域の人々はいろいろ考えると思います。その過程でいろいろ知恵も浮かぶはずですが，その可能性を早急な復旧工事が奪っているかも知れません。今後想定されるリスクとどう向き合って，生活の利便性との兼ね合いの中でどこまでそのリスクを受け入れるのかといったことを仮設住宅や仮設店舗等での生活の中で実験的に決めていくようなこともやるとよいと思います。

近藤　リスクの受容を住民に委ねるという点で，留意すべきことを指摘したいと思います。ニューオーリンズでは，市長が当初の復興計画で公園にしようとしたエリアは，地盤がもともと低く，水害リスクがさらに高まっている地域です。計画が白紙になった後，市長は，その地域のリスクの受容の判断を完全に市民に委ねました。社会インフラや居住人口などの目標設定やそのための戦略も用意せず，住宅の再建を個人の自助努力とリスクの判断に委ねました。その結果，現在の歯抜け状態の再建が生じました。きれいな家が建っている隣で，5年経っても放置されている家がある。そういうところを調査で歩いていると非常に怖い。治安は悪いし，住環境的にも悪い。もちろん，被災者自身の判断は尊重されるべきですが，壊滅的な被害にあって災害リスクが高い状態に置かれた地域においては，住宅再建を個人の判断に完全に委ねるとこうした状態になる可能性が高いと思います。

澤田　インフラや土地の権利をそのまま残したままで，住宅の再建を個人に委ねるとそういうことになるのだと思います。本来は，ある程度のリスクを受容して戻る気持ちがある人々と一緒に，もう一度まちのあり方についてプランニングをしなければならないと思います。

加藤　そうですね。個人に委ねるか，コミュニティに委ねるかどうかで結果はだいぶ変わってくるでしょうね。ただ，すべてのコミュニティが主体的に考えることはできないので，個々の判断に委ねるような状況が生じることを前提とする必要があるでしょう。では，どのくらいのリスクならばコミュニティ，個人は許容できるのでしょうか。

放棄された住宅や新築された住宅が歯抜け状態に（ニューオーリンズ市Holy Cross地域，2010年9月近藤撮影）

澤田　河田惠昭先生が，「想定外と言うのはいいが，想定内として行われてきた対策についてできていたこと，できなかったことをきちんと総括しないといけない。そうしないと，次に対策をするときに，何に対応できるかが分からなくなってしまう」という趣旨のことを言われていて，まさにその通りと思いました。今は，安全側にすごく国民の関心が向いているので，防災事業に対して予算がつきやすいが，もう少し時が経つと，いつ起こるかもわからない防災事業に金をかけ過ぎるなという話になると思います。そう考えると，ものすごく安全側に振ることはできなくて，どこかで折り合いをつける必要がある。結局，公の防災対策で我々の生活がすべて守られるわけではないということを，人々にもう一度認識してもらう必要があると思います。

加藤　津波被災地の復興ビジョンには，極論すると3つの案があると思います。1つ目は「施設で安全を確保する」案。2つ目は「高台に住む」案。3つ目は「走って逃げる」案。この3つの案の適した組み合わせ，バランスがそれぞれの地域にあるはずです。ただし，そのバランスを判断するためのきちんとした材料が今はまだないように思います。事前に我々がもっと研究しておかなければならなかったと思いますし，今回の被災状況から学ぶ必要があると思います。少なくともそういう判断材料を地域に対して提供していかないと，最終的には決められないと感じています。

近藤　私はバランスという最適解のようなものを専門家が決められるとは思っていません。無責任な言い方になるかもしれませんが，最適解というのはなくて，地域住民がどれだけのリスクを受容するかという判断しかないと思っています。

加藤　最終的には地域の住民が判断するのがよいと思いますが，判断するための材料をきちんと揃えるのが，学会とか研究者の役割ではないかと思います。

澤田　ひとりひとりの生活におけるリスクを認知してもらうための方法があまり確立していないと思います。危ないですと言われても，何がどう危なくて，実際にどのような被害が自分や地域に降りかかるのかということが伝わっていないことが多いと思います。津波でただ逃げなさいと言うだけでなく，津波で被災したらどうなるかということを，今回の震災をふまえてきちんと見せていく必要があると思います。

近藤　被災地の中にいる被災者自身は，今現在は，安全

に対する欲求が非常に高い時期と場所にいると思います。だから安全なまちとして暮らせるようにしないといけないという気持ちを活かしていくような復興計画づくりは，今でなければできないと思います。

澤田　今はそう思っているかもしれないけど，しばらくすると変わるかも知れません。結局，三陸でも過去に津波で被災して，そのまま高台に住み続けた漁村集落は被害が少なかったけれど，便利だから低地に下りてきたところは，今回も被災しているわけです。

加藤　極端な選択をすると生活の中ではどこかに無理が生じて，結局，維持できなくなるのだと思います。だから両極端になってしまう。安全の方に振りすぎて高台に市街地をつくると，それでは維持できないから下りてきてしまう。その中間くらいのところに収めておけば，日常的にもきちと成り立って，安全性も100%ではないけど，それなりに安全な状態を維持できるような気がします。

澤田　今は，人々の安全に対する意識が非常に高いから，まちは，今はそれほど安全ではなくてもよいのかもしれない。しかし，10年経つと，地震対策がおろそかになったり，大津波警報が出ても港に船を見に行ったりする人が出てくると思います。だから，まち自体の安全性は，数十年後，人々の安全性に対する意識が下がっているときに，ピークを迎えられるようなまちづくりをしていく必要があると思います。次の災害の時までに徐々に地域が安全になるような仕組みをうまく計画の中に織り込み，気づいたら被害が少なかったというようにできないでしょうか。

加藤　それは平時の防災まちづくりの話に通じますね。災害に弱いまちでも，災害に強いコミュニティと災害に対する意識が高い人々が住んでいれば，ある程度は大丈夫ということだと思います。

| 復興に向けて

加藤　福島の原発の問題もあり，今回の震災では，集落単位で他の地域に移住するといった選択肢もあり得ると思っています。日本でも，かつては，人間が集団で動くというダイナミズムがあったと思います。もともとそういう文化はあったわけですから，あまり臆することなく大胆な提案，判断があってもよいのかもしれません。

澤田　受け入れ先として，過疎が進む中山間地域の集落が手を挙げるかもしれない。もし似たような環境で農業ができるようなところに行けるとするならば，個人ではなく，やはり地域単位や集落単位で行く方がよいと思います。中越でも集落単位で移住できそうなところがあって，そういう再編はあってもよいと思います。

加藤　都市計画学会としては，こういう思考実験をきちんとしておく必要があると思います。どのくらいの人数の人が，どのくらいの期間戻れないという見通しが分かった段階で，いくつかの選択肢の中のひとつとして，こんな方法もありえると言える体制にしておく必要があると思います。

近藤　私は，個々の地域に長期的に人材を張り付けることが，復興を進めていく体制として非常に重要だと思っています。被災者の生活再建をどうするかという目線で考えていくと同時に，未来の住民を見据えて空間を構想していくということはプランナーにしかできないと思うので，そういう人材が必要だと思います。ニューオーリンズでも，復興計画づくりでは，すばらしい計画ができたと皆満足していましたが，その後，地域に張り付いている人材がいないという状況が，今の復興の遅れにすごく影響を与えていると思います。

澤田　思考実験もやはり必要だと思います。1つのソリューションではすべてを解決できないので，いろいろな立場で，いろいろな見方で，いろいろなスケールで，いろいろな提案がなければならないでしょう。

加藤　新しい考えをどれだけ深められるかというのが重要で，今の津波被災地も含めて思うのですが，今ある仕組みを当てはめていくというやり方だと，結局，対症療法にしかならない可能性があります。そうすると，お金はかかるけれども，大きなマイナスがちょっと減ったという状態にしかならない。もう少し今の枠組みを取り払って，発想すれば，マイナスだったものをプラスに転じるようなやり方が見えてくる可能性はあるかもしれません。

2011年4月28日　社団法人 日本都市計画学会事務局にて開催

日本都市計画学会に寄せられた復興・支援への提言集

日本都市計画学会では，3月25日付で会員各位に「東日本大震災の復興・支援に関する提言」の募集を致しました。その結果，4月末までに70を超す提言が寄せられました。ここに，心より感謝申し上げます。誌面の都合で全ての提言を掲載することが叶わなかったため，編集委員会で慎重に協議した上で，本誌上では14の提言を紹介させて頂きました（掲載は，提出日順）。

なお，寄せられたすべての提言は，防災・復興問題研究特別委員会の活動の参考とさせて頂きます。

編集委員会

未経験の超広域・巨大災害からの復興への視座

加藤孝明　東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター

1. 東日本大震災の基本認識

今回の震災は，少子高齢，過疎化，財政難等，時代の変局点での超広域・巨大災害である。日本の基本的なしくみは，時代の変局点，超広域性，巨大性のいずれにも対応しきれていない。都市計画制度の基本骨格は時代の変局点に対応しきれていない。トレンドは加速しており，阪神・淡路大震災，中越地震の時代以上にそのギャップは大きい。災害対策基本法は基礎自治体を主体とすることを前提としており，超広域・巨大災害に十分対応しきれない。復興に関しても，復興の理念，基本枠組みを規定する基本法は存在せず，個別法に基づく対症療法的対応を中心とせざるを得ない。超広域災害復興で必要とされる統合的，総合的対応は基本的に難しい。

今回の震災への対応としては，前例や従来方法にとらわれず，政治的リーダーシップを引き出し[1]，新たな復興のあり方を模索しようとする姿勢が不可欠である。

2. 学会に対する直近の提言

■超巨大災害を次の時代に向けた社会変革，新しい社会を創出する契機と積極的に位置づけるべきである。被災は，被災者の人生の不連続点であり，かつ時代の不連続点である。この不連続点を社会全体で大きな時代の中でどう位置付け，どう活かすかを意識し，議論することが重要である。被災者心理へ配慮しつつ，社会的ムードづくりが必要である。■被災の広域性と時代性に照らし，過去の復興まちづくりで培われたノウハウ・蓄積の限界を再評価し，峻別する必要がある。■国土計画レベルの復興計画を議論する場の構築を急ぐ必要がある。対症療法的手法で対応できるローカルな復興の積み重ねではなく，広域鳥瞰的な視点での計画検討，計画調整が不可欠である。

3. 復興計画・復興まちづくりのあり方に対する提言

■復興はコミュニティの力を引き出し，地域再生する行程である。仮設から恒久住宅に至る復興の全行程でコミュニティの力を維持し続けることが肝要である。■原発周辺地域の復興に備え，多様なシナリオの構築を急ぐべきである。居住制限が数百㎢，数十万人，数十年に及ぶ可能性もゼロではない。前提の不確実性に応じた計画論を考えておく必要がある。

4. 追啓

■復興における安全水準をどう考えるか。安全至上主義ともいえる反応が散見される。どう共生するかを空間，地域社会，居住者像をふまえて議論し，「リスクを抱えながら幸せに暮らす」術を技術的に確立するための議論を行う必要がある。一方，抱えられるリスクの大きさについては「曝される脅威」と「享受する恵み」のバランスで定まる。描かれる復興市街地像，そこでの生活像との関係性の中で検討する必要がある。■被災者主体について深考する必要がある。「人間復興」に代表される被災者目線の復興を考えることは重要だが，被災者に寄り添いながらも，俯瞰的に生活再建，復興に対して多様な選択肢を示していくことがプランナー，専門家の責務である。■復興計画の策定過程における緩やかな広域連携と調整，そのための情報の共有が必要である。「コミュニティレベルでの最適化が，広範な被災地全域の最適化につながるのかどうか」留意すべきである。シュリンクする時代における未経験の広域災害に対して復興計画の広域的な調整は欠かせない。被災地主義がキーワードとなる中，計画策定過程で緩やかな広域連携と調整が行われるようなしくみが必要である。被災地での議論，経験をシェアする情報共有のしくみをつくる必要がある。■20年に渡る復興のロードマップを想定し，その全体像の中での最適化の視点を考える必要がある。その中では個人の生活再建と街の復興，ローカルな視点と広域の視点，被災者救済と未来の市民の視点といった対立的な視点が現れる。対立ではなく，いかにバランスをとるか，それを復興まちづくりの中にどのように組み込んでいけるかが課題である。■復興プロセスの中に市街地を縮小させるロジックを埋め込む必要がある。復興過程では，仮設住宅の新規用地の確保に始まり，本質的に市街地が拡大する方向に力がかかる。人口減が進む中，市街地を縮小させる必要がある。そのロジックをいつ，どこに，どのように組み込めるかが問われている。■原発周辺地域の生活再建を長短期の両面から真剣に考える場，体制が必要である。仮に長期にわたって当面戻れないと仮定すると，生活再建は困難を極める。未経験の大問題に対して，社会全体で取り組む本格的な体制をつくるべきである。後年，棄民といわれないようにするために。

(1) 政治的リーダーシップをあまり期待できない現状をふまえ，同様のことを地域レベルからボトムアップ式に進めることを志向するしかない。(2) 本稿では，3月29日末頃の募集に対して応募した提言を「**1**」～「**3**」に掲載，ただし，一部割愛。震災から2ヶ月（執筆時点）を経過した中での状況の変化，明らかとなった被害状況に対応して加筆，修正が必要な箇所については，注釈で記述することとした。時間の経過をふまえ，追記すべきことを「**4追啓**」に述べる。

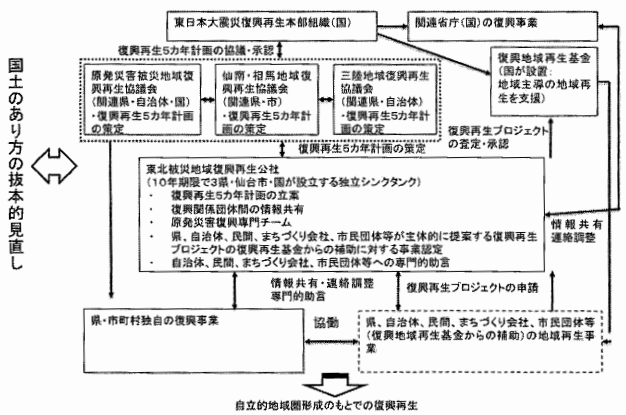
自立的地域圏形成と復興再生ガバナンスの構築

城所哲夫・小泉秀樹 東京大学都市工学専攻　加藤孝明 東京大学生産技術研究所　早田　宰 早稲田大学社会科学総合学術院

1. 自立的地域圏形成と復興再生ガバナンスの構築

この半世紀にわたって計画されてきた国土計画は，基本的に東京をはじめとする大都市圏から機能分散を通じての地域間格差の是正を目標としてきたが，結果としては，東京中心のネットワークの形成をすすめることになった。過疎化，超高齢社会化，中心市街地の衰退など，すでに問題がはっきりとしていた国土の課題を今回の大震災と原発事故はあらわとし，国土・地域政策においても「東京中心ネットワーク型国土形成」から，自然・文化の再生，自立的エネルギー圏の構築，地域経済の再生，コミュニティの再生を柱とする「自立的地域形成」へと根本的なパラダイム転換を迫られている。したがって，広大な東日本大震災被災地域の復興再生においては，盛岡・花巻圏，三陸圏，仙台・山形圏，福島・郡山圏など，実態として県境を超えて一体的な地域が形成されており，東京中心のネットワーク構造から脱却した自立的地域圏の形成強化を通じてこのような新しい国土地域のモデルとしていくべきと考える。

今回の地震・津波災害は県境を大きく超えた広域的災害であり復興再生にあたっても広域的対応が必要であるが，一方で，行政，民間，市民の協働のもとでの地域主体の復興・再生を貫くことが重要であり，両者を包含する復興再生ガバナンスの枠組みの構築が重要な課題である。地域主導の地域再生を実現したIBAエムシャー公社や北スマトラ津波災害におけるアチェ・ニアス復興庁の事例を参考とすると，図に示すように，東北被災地域復興再生協議会，東北被災地域復興再生公社（東北地方関係者を中心に行政，民間を問わずプロパーのスタッフを公募），東北被災地域復興基金（国が創設）の設立を通じて，地域が主導し，国が支援するという復興再生ガバナンスの枠組みを構築していくことが望ましい。



2. 復興コミュニティ・デザインを支える仕組みづくり

また，市場が働きにくいなかで，かつ行政機能も低下している状況で，被災者救済や再生・復興に必要な事業（NPOや市民が自発的に行うnon-profit事業や，地元企業が行うfor-profitの事業の双方を含む）を展開可能にすることと，集落単位でのきめ細やかな計画策定や復興まちづくりを支援する機能を担う組織的体制を構築することが必要不可欠だろう。このようなコミュニティ・デザインの仕組みづくりは，被災地だけではなく今後日本の各地で必要とされることでもある。

(1) 被災地再生特区

地元自治体の要請にもとづいて，例えば以下の措置が可能となるような特区の創設について検討すべきだろう。

統合的専門家派遣制度：制度の活用の前提となるアイデアを整理することや，空間戦略としてまとめること，そして戦略に沿って行われるプロジェクトや事業の担い手づくりが，まず必要とされている。まず自治体のプランニング・キャピタルを再生させることが，必要不可欠であり，まちづくり，高齢者ケア，情報支援など必要とされる専門家群を派遣する制度を，例えば，担い手育成支援事業等を発展させ，早期に実現する必要がある。

再生基金の設立と投資減税：被災地の企業や復興・再生に必要な事業的活動を行う機構（＝私企業に加えて復興・再生まちづくり会社やまちづくりセンター等）に融資を行うファンド(復興再生基金)を立ち上げ，このファンドに対する投資額に応じて，減税を行う制度などが考えられる。

再生・復興まちづくり条例：再生・復興にむけた意思決定や総合的土地利用コントロールに対する権限,基金設定,支援機構などについて,各自治体の状況に応じた復興の仕組みを規定する条例の制定権を被災自治体に与える。

被災地復興・再生型交換分合制度：罹災区域からの集団移転を促進する際に，土地の所有権や利用権の交換を行うことで対処することを可能とする制度。

被災地再生包括補助金：復興基本計画にそって柔軟に事業を展開するために必要。また，被災各地で立ち上がりつつある復興まちづくりNPOや今後設立されるだろう復興・再生まちづくり会社やまちづくりセンターが行う事業に対して，この包括補助金の一部を与えることなども考えられる。短期におこなうモニター・評価を実施する仕組みと同時に導入したい。

(2) 被災地再生まちづくり会社・まちづくりセンター

応急から仮設，そして本格復興への向かう各段階において，必要となるまちづくり事業，プロジェクトを担う組織（事業会社型），もしくは関連主体の支援を包括的に行う組織（支援センター型）を設立する。事業会社型か，支援センター型か，もしくは双方の機能を併置するかは，自治体の状況によって選択すればよい。また，行政設置型まちづくり会社・センター（公社），既存企業認定型まちづくり会社，NPO派生型まちづくり会社・センター（施設公設，運営民間）など各種のパタンが有ってよいし，集落単位で設置することもあるだろう。包括補助金や再生基金を原資とすることが想定される。

個々の復興と全体の復興をどう繋ぐか

（東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター准教授）**加藤孝明**

右肩下がりに差し掛かった時代におきた超巨大災害

復興を取り巻く時代的・社会的な制約

まずは東日本大震災とは何かをきちんと理解したうえで、現在進んでいる復興に対する僕の問題意識をお話ししたいと思います。

今回の震災の特徴を一言で言うと、三つのキーワードで表されるだろうと思うんです。

一つ目は、時代の変局点を超えた時代に起きたということ。

二つ目は、被害が超広域にわたること。

三つ目は、それが超巨大であること。

これは、みなさん同じ認識ですよね。

日本は明治維新以来、関東大震災と第2次大戦で若干足踏みをしたものの、基本的には右肩上がりで山の頂上を目指して歩んできた国です。だけど、今はすでに時代の下り目を迎えており、その行き先が見えない中で起きたというのが一つ目の大きな特徴です。

今の都市計画関連制度を見ると、議論はされているものの、時代の変局点に対応し切れていない。阪神淡路の時も、中越の時も、制度が前提とする時代観と現状にギャップがあって、それが復興のいろんな歪みにつながっていたととらえられます。今は、そのギャップはもっと大きくなっているのです。そのギャップをどう埋められるかが、都市計画の目から見たときの一番大きな問題だろうと考えています。

また災害対策基本法は復興まで含んだ日本の災害対策の基本的な枠組になっています。基礎自治体が主体で、県がそれを調整し、国が財政的な支援をするというの基本的な枠組です。つまり、県境を越えるような広域災害を前提としたものではないということを指摘することができます。したがって、この枠組で今回の「超広域性」「超巨大性」に対応しようとすると、構造的にかなり難しいと言えます。しかし、対応しきれないことは分かりつつ、既存のルールに基づいて進めているのが今の状況だと思っています。

復興に関しても同じで、災害復興学会では「復興基本法が必要だ」とずっと指摘されていたわけですが、復興の理念や基本の枠組はまだ存在していません。その結果、これまでの災害復興では、使える既存の政策的道具を対症療法的に使っていたと捉えられます。しかし今回の復興では、被災範囲が非常に広いので、おそらく対処療法の積み重ねでは全体として良い復興を実現できないのではないか、と危惧しています。

津波災害と言えば、1993年の北海道南西沖地震での奥尻島の災害が典型的です。被災範囲が今回に比べても非常に小さいものでした。奥尻島ぐらいの小さな範囲だと、対症療法でもお金をかけて積み重ねていけば、何とかなったと言えます。しかし、今回はそれでは何ともならない可能性が高いと感じています。俯瞰的に見て統合的、総合的に対応していく必要があると思っています。にもかかわらず、まだそれを支える仕組みがないのが根本的な問題だと思います。

つまり、都市計画も災害対策も復興に関しても十分な政策的な道具がない中で、未経験の超広域巨大災害に対応することを求められているのが今の状況と認識しています。

以上は3月の終わりにも書いたことですが、当時は、前例や既存の方法に囚われずに、政治的にトップダウンで決めてもらうしかないと思っていました。ところが、この3ヶ月でそれが不可能だということが分かりました。ですから、未経験、未知の状況への対応をボトムアップ的にどうやって進めていくか、進めていけるかが、今、日本社会に問われているのだと感じています。

そうすると、今後、被災地でやること全てが実験で、いろんなことを下から積み上げてやっていくしかないと思っています。具体的にどうすればいいのかは、僕自身はここで披露できるアイデアはまだありませんが、いろいろな人がいろいろアイデアを持っているはずで、それをどんどん重ねていくしかないと思っています。日本社会の底力が試されているのだと思います。

以上が、私の基本認識です。

四川大地震に学ぶトップダウンとボトムアップ

私は2008年から中国の四川大地震の復興過程を追いかけていました。それと比べると、今回の特異性が良く見えてきます。

四川大地震は、08年5月11日に発生しました。この地震も超広域巨大災害でし

た。震源域が300キロにも及び、これは日本に当てはめると東京から仙台までが震源域になるという広さであり、当時としては未曾有の超広域災害でした（しかし東日本大震災は450キロの震源域ですから、それを上回ってしまいました）。

その時の中国政府の対応を見てみると、復興への取り組みが非常に早く、合理的に行われていることが分かります。まず、発生からわずか3週間後の6月6日に復興作業方案というのを提示し、復興体制を確立し、復興の対象地域を確定し、その後の復興の手順、復興のロードマップを提示しました。その直後の6月8日に、国が復興方針を立て、それを法定化しました。次に、自治体が自治体を支援する「対口支援」を実行しました。

対口支援というのは、被災自治体と沿岸自治体を一対一で対応づけて支援を義務化するものであり、例えば上海市は都江堰（とこうえん）市を対向支援しています。その内容は、復興資金に関しては、支援する側の自治体の税収の3％を被災地につぎ込むことと定めており、さらにお金だけでなく人材や機材も都江堰市につぎ込むということを定めています。つまり、対口支援とは、復興を支えるための資金・人材・機材を確実に確保する制度なのです。

そして、1ヶ月半後に復興に関する様々な課題に対応して、体系化された支援方策が定められました。金融対策から被災者救済対策まで含めて、横断的に出しています。

四川大地震の事例では、わずか3週間で、復興の対象となる場所とロードマップを決めて、復興方針の内容も決め、それを支える人・金・物を確定してしまったのですから、あとは前に進むだけです。

2ヶ月目には中央政府のマスタープランが完成し、5ヶ月後には地方政府レベルでのマスタープランも完成しました。計画策定に並行して復興事業についても具体化が進んで行きました。

要するに、中国はやることが早かったと言いたいわけですが、早さの秘訣はトップダウンにあり、しかも「発展改革委員会」に一元化された組織を頂点として決めていけたことが背景にあります。

私は決してトップダウン方式や早さが良いと言っているわけではありません。トップダウンとボトムアップのバランスが、超広域巨大災害では考えるべき重要なポイントではないかということを指摘したいのです。

そういう意味で、今の日本ではボトムアップでやるしかない状況は、おそらく特異なのではないかと思います。中国も早すぎるという意味では特異性が際だつのですが、トップダウンとボトムアップの中間でうまくやれる最適な方法があるのではないかと強く思っています。

復興・防災計画の基本

安全水準について

復興についてこの3ヶ月間、いろんな議論がありました。それについて感じたことをお話しします。

一つは復興における安全水準をどう考えていくのかです。

被災直後にさんざん安全神話が崩壊したと言いつつ、復興後の市街地はどうするのかを考えるときには、過剰に安全な水準を求める議論が散見されます。原発に対してヒステリックな反応をしているとある政治家が言っていましたが、それと同じで、災害に対する安全性に対してもヒステリックな反応をしているのではないかと感じられる側面があります。

そもそも、復興で議論している安全水準とはどんなものになるのでしょうか。

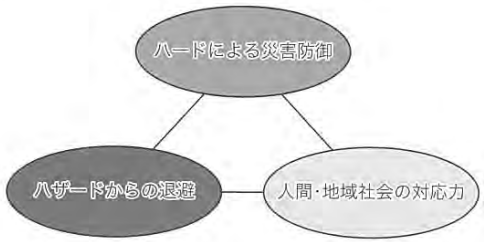
「そりゃあ毎年人が死ぬような覚悟をしなくちゃいけないのはイヤだし、かといって生活も何もかも犠牲にして安全性を求めるのでは意味がない」と考えるの普通だと思います。平常時の防災まちづくりでは命を守ることが目標であり、すべての財産や街の機能を守るという話は出てきません。少なくとも平時の防災まちづくりにおいては、社会はそこまでは求めていないのではないでしょうか。復興においても同じで、最低限、命を守ることが社会が求める安全水準ではないかと思います。

その命を守るということにしてもリスクゼロはあり得ない。そのリスクをどこまで許容できるか、どうリスクとつき合うのかということを理解することが重要であり、これについて十分に議論をつくしてから、復興後に目指すべき空間像についての議論をスタートした方が良いのではないかと考えています。

三つの対策のバランス

これまで復興像についていろいろな意見が現れています。復興方針として管首相の「高台に全面移転だ」という話がありました。関西大学の河田惠昭先生が3月終わり頃に出された超土木的スケールの防潮堤の絵もありました。私も復興ビジョンをだせと言われる機会がありましたので、「毎年走る練習を行う」という絵を出してみました。これには「高台まで走る能力で居住地を決める」とも書き加えています。これをご覧いただくと多くの方は笑います。ですが、けっこう深い意味があるのです。生活する人が持続的にリスクを理解し、かつ、リスクに応じた土地利用を行っていく、さらにその実

復興ビジョン



自然に向いあう方法

つは管首相の「高台に移住する」というように徹底的に「ハザードから退避」する、つまり「危険なところには住まない」ということ。最後には、「人間あるいは地域社会の対応力を鍛えておく」という僕が出した案のような考え方です。ただし、最後の案は、走る練習をするだけじゃなくて、走りやすい街にしておくことも含まれますのでハード対策も少しは入ってきます。

この三つの考え方は、一つだけを取り出してよくよく見ると実はいずれもおかしな話だと思います。いずれも極端な考え方ですので、一つだけをとりだすと直観的におかしいと感じるべきものです。本来ならば、私の示す復興ビジョンと同じように他の二案も笑いを誘うべきものだと思います。自然災害に対する安全性を考えていくためには、それぞれの地域の特性に合わせて、この三つの考え方をバランス良く取っていく必要があると考えています。走る練習だけ、高台移住だけ、防潮堤だけというふうに三つの要素の一つだけを進めても、安全確保はできます。しかしその場合、どこかで歪みが出てきて、長期的に見ると、うまくいかないのではないかと思います。

過去にも高台移転をしたのに、また下へ戻ってきたという例もあります。なぜ戻ってきたかというメカニズムはまだ詳細に調べていないので分かりませんが、おそらく生活の中に何らかの歪みがあったからそうなったのだろうという気がします。ですから、この三つのバランスを各地域がどう考えていくかが、今求められていることだと思います。

僕は今週末に、釜石の小さな集落を訪れる予定です。大きな町はいろいろな専門家が入って議論をしていると思います。しかし、小さな集落には専門家は入らず、放置されている状況のところが多いようです。復興弱者ではなく「復興弱地域」になっているかもしれません。そういうところをあえて見に行くことにしました。もしかしたら、もう高台移転が先に議論の前提としてあって、それに向けて進んでいる可能性もあります。本来ならば今挙げた三つの要素をどうバランスをとるかの議論を地域ですべきだと思っています。取りあえず現状がどういう状況かを見ておきたいと思っています。

現のためには土地の所有形態を変えて適材適所で土地利用を考えていくべきだということを言いたいのです。

自然災害に対してどう安全を確保するかというときに、シンプルに考えるとこのように三つの考え方があります。一つは河田先生が提示された「ハードによって災害を防御する」というもの。もう一

被災者に多様な選択肢を提示する

被災者の声をどう聞くか

前田：室崎先生は「まずは被災者が落ち着けるようにすることが大切だ。今いる避難所のようなところでは、まともに復興のことなんて考えられないから、ある程度の衣食住、そして仕事の保障してからだ。高台移転なんて話はその後にするべきだ」と主張されていますが、加藤先生はどうお考えですか？

加藤：僕もまったく同感です。

被災者の声を聞くと言っても、明日の生活が見えないどころか命の危険にさらされている人も多い状況で、復興の話をするのはあり得ないのではないかと思います。考える余裕がないと思います。室崎先生が言うように、考える余裕をきちんと作ってから復興を考える、その時に被災者の声を反映させるというのなら理解できますが、最近の状況を見るとそれをすっ飛ばして議論されているように感じています。つまり、今の被災者の声だけが表に出すぎているように感じます。

もちろん、被災者の声を聞くことは重要です。しかし、復興を考える余裕がない中では、「元の生活に戻りたい」、あるいは、たとえば「全員の高台移住」といった世間で強く主張されている考え方しか出てこないと思います。

私はここにプランナーの役割があるのではないかと思います。極端な考え方以外にも選択肢があると提示していくのが、僕たちの役割ではないかと思います。多様な選択肢を提示し、議論の幅を拡げることこそが復興の議論の前段階として重要だと考えています。

僕はここ4年間ほど、「復興イメージトレーニング（復興イメトレ）」という試みを埼玉県を中心にすすめています。時代、地域、被災状況が変われば、これまで遭遇したことのない復興課題があらわれるはずだという前提にたって、ある町

が被災を受けたとき、どのような復興課題が出てくるかを事前に考えておこうというものです。そしてその課題を解決するために必要な様々な支援策を考え、それを次の災害まで机にしまっておいて、いざ被災したときにはそれを取り出すことができるという状況をつくろうという試みです。

その内容は、三段階構成になっており、まず第一段階として、個人の視点、つまり被災者の視点に立った生活再建のシナリオをみんなで議論して、その中から生活再建の課題を抽出します。次に、鳥瞰的な視点から街レベルでの復興のシナリオを考え、そこでも復興課題を抽出しています。

個人と街の課題、つまり、被災者の視点と都市計画行政が対立してしまったのが、阪神淡路の時の神戸だったと思います。この両者をうまくすりあわせながら、生活再建も満足でき、かつ、街としても満足できる復興をどう実現できるかを最後に議論して、復興イメージトレーニングのアウトプットにしています。

通算で10回ぐらいやりました。その中で議論になったのは、「では良い生活再建、良い街の復興とはどういう状況か」ということです。これに対して、僕はまだ明快な答を持っていません。地域、人、時代が変われば、おそらく出てくる答はいろいろ違ってくるでしょう。あと理想を言えばきりがありません。その時々の多様な制約が明確にならない状況の中での議論に限界があるのも事実です。

しかし、10回の経験の中でみんなで共有できたものとしては、結局は「個人でも街でも積極的に選択できる選択肢がたくさんある状態が幸せへの第一歩である」というものです。要するに、本当は住みたくないけれど、ここに住むしかないとか、今回の場合だと高台に行くしかないというごく限られた消極的な選択肢しかないという状況は、悲しいことです。そういう意味では、僕らみたいな計画を考える仕事をしている人間は、なるべくたくさんの選択肢を用意していくことが必要だと強く感じます。

たくさんの選択肢を用意するには

前田：お話はよく分かりますが、そんなにたくさんの選択肢ってあり得ますか。

加藤：そこは、僕も現地に入ってよく考えないといけないのかもしれません。

たくさんの選択肢とは、何を制約条件として考えるかによると思います。金なのか安全水準なのか、また、今を考えるか、孫の世代のことを考えるかといった被災者自身の時間軸の取り方もあります。その条件を変えていけば、かなり多様な選択肢は出てきそうな気がしています。極端に言うと（被災地ではとても言いにくいでしょうが）、高台移転に対して、元の低地にちゃんとした町を作るというのも選択肢としてあり得ると思っています。

前田：室﨑先生は、講演でそうしろと言われていました。おまけに、堤防は今までの半分でよいとあえて言われているということです。

加藤：さすが大先生ですね、失脚覚悟で言ってますね。すばらしい。

確かに「元の町を作る」のも選択肢としてはあり得ると私も思っています。海の近くに住むということは、今回のような危険にさらされるというリスクもある一方で、海の恵みを享受できるからだと思います。そのバランスが良ければ、元の町に住んでもいいし、もっと言えば積極的に住みたいという人も出てきてもまったく不思議ではありません。それは、やはり、リスクとどうつき合うかという話になってくると思います。もちろん、リスクについて正しく理解していることが前提となりますが。

堤防が半分で良いかは僕には分かりませんが、少なくとも低地に住むことについては、漁師さんなら日常的な海の恵みと共に海の最低限の危険性も分かっているはずで、両者のバランスを考えた末の選択なら社会が反対する理由はないと思います。

選択肢の一つ「海辺の超高層」

ちょっと話が脱線しますが、先日、ある建築の先生が「どうして、各集落に超高層ビルを造るという案が出てこないのだろう」とおっしゃっていました。そういうところに地域の人が住みたいのかどうかは疑わしいですが、よくよく聞くとこれは合理的な考え方でした。建築の単価も、超高層は安いようです。漁師さんは毎日海を見ていないと仕事に差し障りが出ると良く言われますが、超高層なら今よりもっと遠くまで見えます。冷静に考えてみると、決して悪い案ではないわけです。

これも極端な考え方の一つなのですが、極端な例も含めて議論することで考え方の幅が広がって、結果的には住民の方の選択肢を増やし、より良いものを選ぶことのできる、あるいは、作りだすことができる環境が整っていくのではないかと思っています。

前田：超高層を建てても小さな集落なら全員が入らないと床が埋まらないということになる。そうすると、全員の合意を取っていく必要がある。ここにも先生方の役割があるのではないでしょうか。

加藤：その通りです。復興の成功の鍵はコミュニティの力です。復興のプロセスにおいて、コミュニティの力を引き出すことができれば、復興だけではなく、その後の地域の発展につながっていきます。逆に言うと、個々の判断だけに任せる復興はあり得ないということです。それは強く感じています。

コミュニティレベルから全体が見えるようにする

コミュニティの復興と全体の復興のよい関係

コミュニティレベルでの復興の最適化が、全体の最適化につながるかどうかが、未曾有の広域災害である今回、初めて問われていると思います。専門家はそれをもっと意識した方が良いと思っています。

中越地震、阪神淡路も含め、今までの災害からの復興は、すべてコミュニティベースの復興だったと思います。ですからコミュニティレベルの様ざまな技術やノウハウはこれまで日本社会の中に蓄積されてきています。しかし、今回に限っては、時代や場所も違うのに加え、被災地域が東日本全体に及ぶという広域災害ですから、全体も考える必要があると思っています。それを考えると、コミュニティレベルの復興まちづくりの過去の蓄積の中には、今回は使えないものも含まれていると思っています。我々は、過去の蓄積の中から使えるものとそうでないものを峻別するという意識を持って、各コミュニティに入っていく必要があると思います。

例えば、奥尻島や玄海島の復興は、漁村集落における過去の典型的な復興手法だったと思います。重装備での復興でした。そうした手法はごく一部には使えるかもしれませんが、今回のような広い範囲に対して適用できるとは思えません。中越でも過疎化が進んでいる地域の復興として、様々なすばらしいアイデアと努力がつぎ込まれました。しかし、長期的に見てどうだったか、改めて検証し次に活かしていく必要があると思っています。

前田：今回、漁村集落を再編して集約化するという議論が出ています。もちろん、それに反対する話もあって、「漁村はそれぞれで生きているのだから、集約なんて机上の論理だ」という意見もあります。

仮に集約化が全体の最適化だったら、個々のコミュニティに我慢してもらうことになるのでしょうか。「集約化しないと医療とか老後の面倒が見られないよ」とか、そういう話までちゃんとするべきだということでしょうか。

加藤：少なくともそういう議論はどこかでなされるべきだと思っています。ただし、「集約化すれば効率が上がるから良い」と言っている訳ではありません。個を見ることと全体を見ることとのバランスが各地域の議論の中で自然に見えてきて、それが全体として共有されていく方法があると良いと思っています。

このことは、被災地に限らず、人口減少社会の今、いずれ日本各地で起こってくる問題なので、言葉は変ですが、被災地のこれからの取り組みは、目の前にある未来を先取りする実験の場とも言えます。いろいろなやり方があっていいと思うのですが、気持ちよい回答の出し方が今のところなかなか見えていないというのが事実です。

繰り返しになりますが、トップダウンとボトムアップのバランスが必要な中で、トップダウン的なものが機能しないのならば、ボトムアップでやらざるを得ない。コミュニティレベルからのボトムアップでやっていくなら、全体が見えるような環境を別に準備することが重要になります。

情報共有の仕組みを構築する

今はその一つとして、都市計画家協会が建築学会の協力も得て復興まちづくりの情報共有ができる仕組みを準備しているところです。それを作ることで、被災地域全体として復興にどのような動きがあって自分の地域の状況に照らして近隣地域が何を考えているかが分かるようになります。それが見えてきたら、相対的に自分たちがやっていることも見えてきます。「もっと全体で考えないといけない」ということもコミュニティレベルのまちづくりの中で出てくる可能性があります。そういう緩やかな連携や調整が図られていくと、適切なバランスの中で良い感じのところにおさまるかもしれないと期待しているのですが。

前田：神戸の時は、まちづくり協議会がニュースを発行して、他地区でも読まれていたようですが。

加藤：今回のスケールから見ると、神戸は小さい町でそこで活動し暮らしている人たちのネットワークが緊密だったと思います。今回は被災地域があまりにも大きく、そうした「顔の見える関係」のスケールではありません。活動している人もネットワークなしでちりぢりで動いているし、人的ネットワークだけでは、隣で何をやっているかが見えにくくなっているように感じています。

だからこそ、その点について今の新しい技術を使ってサポートできないかと考えています。被災地域が広いので、情報を集めるのも難航しており、まだ集め始めたばかりという状況ですが、プラットフォームの一部として「復興まちづくり支援ポータルサイト」という名前で1週間後（6月後半）には出したいと思っているところです。

この「ポータルサイト」は2層で考えています。1層目は客観的な情報をきちんと発信する予定です。これは専門家向けですが、一般の人も見られるようにする予定です。2層目は、まだ確定していない、議論の最中の情報や意見も含めて自由に意見交換できる場ができるとよい

と考えています。ここでは、基本的には専門家同士で議論する場と考えています。まさに「顔が見える」範囲で話し合えたらと思っています。ただし、いくつか技術的な課題をクリアする必要があり、技術的なサポートがあるとよいと感じています。

前田：「神戸まちづくり協議会連絡会」みたいなものはどうでしょうか。

加藤：そちらについては、弘前大の北原啓司さんや東京の饗庭伸さんが今、人的ネットワークの拠点を作ろうと頑張っておられます。

だから、実際に顔を合わせるネットワークの核と、私たちが取り組んでいる情報系の核の2本立てでどこまで行けるかということだと思います。

都市縮小時代の復興のあり方

仮設住宅、恒久住宅という復興のプロセスでは、基本的に市街地が拡大していきます。仮設住宅を作って、次に恒久住宅を作って移転していくと、どうしても市街地が広がっていくことになります。時代の趨勢からみると、市街地を縮める必要があるのですが、市街地を縮めるロジックをどう復興プロセスの中に組み込んでいくかを、専門家の間で考える必要があると思っています。

その一つのキーワードが、濱田甚三郎先生らが提唱している「仮設市街地」だと思っています。仮設住宅を高台に作るのではなくて、ある一定のリスクを抱えながらも、リスクからの逃げ道をつくった上で、市街地のなかにつくる。その仮設市街地を核にしながら街が復興していくというストーリーだと、市街地が拡大しない復興プロセスとなる可能性があると思っています。

ただ、それを実現するためにはいくつものハードルがあると思います。海辺に住まざるをえない居住者が果たしてリスクを共用できるかどうか等、全体の議論のバランスの中で考えていく必要があると思います。

しかし高台を仮設用地で使い切ってしまったら恒久住宅は海辺に作るのか、それともまた外部に作るのか、仮設住宅でお年寄りが亡くなって空家が増えた段階で仮設住宅地を再編して用地を生み出すとか、いろんなストーリーがありえるとは思います。

仮設が今できつつあるので、言ってもすでに手遅れの感がありますが、本当は10〜30年先まで見通した時間軸の中でのバランスを考えながら、議論できたら良かったと思います。

そのためのいつ頃どんなことを実現していくのか、だいたいのタイムテーブルを書くことが重要だと思っています。今、現にあらわれている問題に対症療法的に対応するだけではなく、遠い将来、実現すべきもの、あるいは、課題となって浮かび上がってくるものに対して、今、布石を打っておくことが重要だと思います。今、仮設住宅づくりを急ぎすぎると復興後の街の姿にこういうふうに影響するとか、今のこの部分は我慢して、こちらに注力しようとか、長い時間軸の中で、近くを見る目と遠くを見る目の二つの目を持って、議論できるような土台があると良いと思っています。都市計画家協会でも試案的なものはつくっていますが、直近の課題として取り組んでいきたいと思っています。

原発事故に対してプランナーがすべきこと

今回の原発事故は人類史上に初めての経験と言ってよいでしょう。今後どこまで汚染が進むか今の私には分かりません。今はかなり限定的に警戒区域が指定されていますが、場合によってはさらに拡大するかもしれませんし、あるいは縮小するかもしれません。福島の人たちも、原発事故が収拾されれば故郷に戻れると思っている人もいるし、最低数十年はダメだと感じている人もいて、様ざまです。

でも、今後どうなるか分からない状態で、我われプランナーが「状況がはっきりするまで待っていよう」と言っていて良いわけがありません。可能性がありそうな状況を全て考え、あり得るいろんな前提条件に対応した福島復興計画のパターンを用意しておく必要があります。少なくとも専門家は心の準備をしておかないとまずいのではないかと思っています。

どういう枠組で考えるかは別として、強い問題意識は持っていて、僕も少しずつ勉強を始めているところです。是非、他の人も含めてこういう作業はやっておくべきだと考えています。

今は、安全に住めるようになるまで数年なのか数十年なのか、答えすら出ていない状況ですが、最終的には、それは政治的に決める問題だと想像しています。仮に将来、本来ならばより広い範囲で退避させなければまずいという判断があったとき、それに対応できる移住計画等の対策が取れないとすれば、放射能を我慢するしかないという決断になるかもしれないのです。決断は危険性の判断と移住計画等の実行可能性のセットで決められるべきものでしょうから、決めるプロセスの中に計画を考える人が入っていかないとまずいと思っています。そこに入っていくためには、今からいろんなパターンに対応した計画を考えておく必要があると思っています。

最終的には政治判断になるとしても、退避するならどうするかを計画者が示せ

る状況を作っておくことが重要だと思います。今の状態で被災者を放置していたら、後世から「棄民した」と言われることになると感じています。そうならないようにしなくては、という問題意識を持っています。

一方、広島、長崎も被爆直後はおそらくすごい濃度の放射能だったはずです。でも爆心から10キロ以内は今後30年間入ってはいけませんという形にしてしまっていたら、今の広島、長崎の復興はなかったでしょう。当時の政治家がどう判断したかは別として、そのまま生活を続けてきたから今の発展があるのです。ただ、当時の日本には情報もなかったし、そういう選択肢しかなかったとも言えます。何とも言えないのですが、できるだけ安全側にみて、避難地域の指定を広げすぎると、その地域の復興の可能性を奪うという側面も意思決定者は見ておく必要があると思います。

東京の防災について考えなおすべき点

2年前の深夜番組でやっていたアニメ番組「マグニチュード8.0」をご存知ですか。この制作会社はかなり真面目に取り組んでいて、被災状況を適切に描写するために、我われを含めた専門家にヒアリング調査を行っています。それを作品に反映させています。僕も含めてかなり大勢の専門家が協力したのですが、最後のテロップには誰一人名前が載ってない。何故かというと、「マグニチュード8.0はおかしいよ」と私を含めて皆さんが言ったからです。想定されている首都直下なら7.3ですから8.0は起こりえない、そう考えて、少なくとも僕は、おそらく他の専門家の方も「タイトルを直した方がいい」と言ったのです。しかしタイトルは企画の根幹なので制作会社では直せない。後日、制作会社から「先生が8.0を認めたといった誤解を招くといけないので、名前を載せるのを遠慮させて頂きました」と丁寧なメールが来たというわけです。

今回の地震はマグニチュードは9.0でした。宮城沖に30年で99%という確率は当たっていました。しかし、マグニチュードは予想を超え、連動地震の結果9.0になってしまいました。それを考えると、東京でマグニチュード8.0が起こらないということと、起きる可能性はゼロに近いということの間には大きな意味の違いがあるのです。今回の地震でそのことを忘れていたと僕自身は強く感じています。

ただ、あまり過剰な防災を考えても過剰な投資になってしまいます。現実的にはどこか適切なところを目標とした対策を取らざるを得ないのも事実です。東京については、適切な目標としてM7.3の地震を対象としており、これをM8.0にするというわけではありません。

しかし、確率は低いけれども8.0が来たときに今の対策がどういう状況になるかについては、もう少し防災計画の考え方を膨らませていく必要があるとは感じています。

今回、「想定外」という言葉がクローズアップされました。しかし僕は「想定外」と「想定以上」の二つの言葉に分けて考えた方がいいと思っています。

「想定外」というのはある災害状況の想定に対して、考えていた対策が何かの理由でうまくいかなかった場合のことだと考えています。うまくいかなかったときに、ちゃんとプランBが準備されている必要があると思います。だけど、今の行政の防災計画は必ずしもそうなっていない。そこがまず考えなければいけない課題だと思います。フェールセーフの概念が必要です。

「想定以上」は思ってもいなかった8.0が来てしまった場合で、被害や混乱を防ぎきれません。被害が出るのは仕方がないにしても、混乱をどう収められるか、破綻に至らないようにできるかということを防災計画の中に組み入れおく必要があると強く感じました。そのための計画論を構築していく必要があると考えています。

前田：僕は関西ですが、人や機能が東京に集中しすぎていて、いざという時は日本全体が大変なことになると心配しています。

加藤：集積しすぎは心配だとするご指摘は、基本的に正しいでしょうね。リスクが高まる構造を簡潔にとらえると、三つの要素によって説明されます。①ハザードの存在、②市街地の質、そして③集積です。集積すればリスクが高まるのは構造的に仕方のないことと言えます。それに対する対策をきちんとやっているかについては、それなりにきちんとやっているのでしょうが、一方で限界もあります。難しい問題に対応しようとすればするほど、対策も難しくなるし、お金もかかりますから、自ずと限界も見えてきます。

しかし、これは東北地方の海岸で海の恵みと津波のリスクを天秤にかけるようなことで、集積のメリットとリスクを天秤に掛けているのが今の東京なのかもしれません。もしそれを自覚せずに集積だけが高まっているのだとすれば、専門家の役割として今存在しているリスクについて提示していくことを最低限やっていかねばならないと思います。

（11年6月17日）

研 究 速 報

2011 年東北地方太平洋沖地震による生研の観測記録

Sesmic response records observed at IIS due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

居 山 拓 矢*・沼 田 宗 純**・大 原 美 保***・目 黒 公 郎***
Takuya IYAMA, Muneyoshi NUMADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃に，三陸沖（牡鹿半島の東南東，約 130 km 付近）を震源とする震源深さ約 24 km，マグニチュード 9.0 の地震が発生した．この地震により，宮城県栗原市では最大震度 7 が観測され，東北・関東地方に甚大な被害が生じた[1]．

余震およびその後に発生した地震では，地震後 7 日後の 3 月 18 日までに，発生した本震を含む最大震度 4 以上の地震は 77 回であり，地震後約 2 週間後までに発生した最大震度 4 以上の余震は 95 回である．また，約 1 ヶ月後までに発生した余震は，震度 4 以上で 127 回であり，2 ヶ月後までに発生した震度 4 以上の余震は 159 回である[1]．

本地震による人的被害は，平成 23 年 5 月 31 日現在で死者・行方不明者が約 2 万 3,000 人であり，岩手・宮城・福島を中心として甚大な人的被害が生じた．死因の多くは，津波による溺死であった[2]．

激甚被災地でも津波の到達は地震発生から少なくとも 25 分後であったが，逃げ遅れた住民が多数発生した．津波の高さは福島県相馬で 7.3 m 以上，岩手県釜石・宮古で 4.0 m 以上であった[1]．リアス式海岸が津波の高さを大きくし，沿岸の大規模な被害につながった．

住家は岩手県で約 2 万棟，宮城県で約 12 万 5,000 棟，福島県で約 8 万 5,000 棟の被害を受けた．本地震の周波数特性は兵庫県南部地震の周波数特性と違い，短周期成分が大きく，木造家屋への影響が大きくなるような周波数成分が小さかった（図 1）．その他にも道路，鉄道，空港，橋梁などの多くの構造物が被害を受けた．インフラ被害は圧倒的に宮城県が多く，約 1,700 件であり，そのほとんどが道路被害である[3]．

交通被害は，道路被害（盛土被害）が甚大であったが，迅速に復旧がなされた．鉄道被害については，運行中の人的被害はゼロであったが，新幹線架線柱，三陸地方の海岸線の路線は甚大な被害を受けた．航空被害は，仙台空港が津波により浸水，茨城空港はターミナルビルが損壊した[3]．

ライフラインの被害は，停電はピーク時に宮城県で約 140 万戸，青森県で約 90 万戸，岩手県で約 80 万戸，福島県で約 30 万戸であった．断水被害は，ピーク時に茨城県

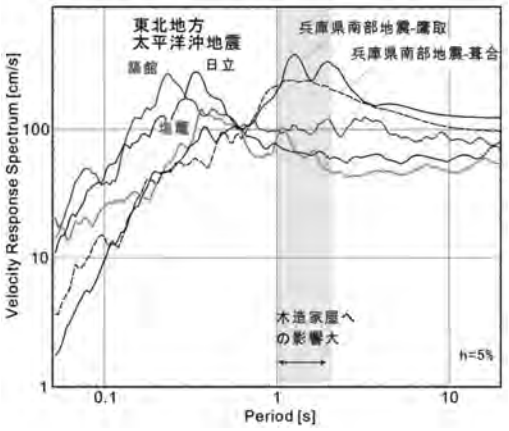


図 1　宮城県付近の地震動特性[5]

表 1　生産技術研究所の被災状況

棟	階	場所	状況
BCD高層棟	6F	Bw	空調機ずれに伴う天井ボード破損
	6F	Cw	壁クラック
	6F	Ce	エアコンケースはずれ，天井ボード粉末
	5F	Ce	書庫歪み
	4F	Ce	天井ボード粉末
	3F	De	クラック
	2F	De	クラック
	1F	Be	空調機ずれに伴う天井ボード破損
	BF	Be	シャッター脱線
	BF	De	壁面の割れ，床面クラック
EF高層棟	1F	Ew	廊下受けアゴにクラック
EF中層棟	4F	Ee	扉ドアチェックはずれ
	3F	Ee	クリーンルーム空調ユニットがずれる
	2F	Ee	空調機不良
	エレベーター機械室		天井吸音材落下
	渡り廊下		床鋼板ビスはずれ
生研全体	コンベンションホール		天井材落下
	E-D間アトリウム屋根		エキスパン化粧プレートずれ
	E,F棟4～7階階段室		壁化粧目地剥離
	E-D間連絡ブリッジ		手摺エキスパンアルミプレート脱落
	B～F棟屋上		設備配管架台傾き，浮き
	B～F棟屋上		空調室外機基礎固定ボルト脱落ゆるみ

*東京大学大学院　工学系研究科社会基盤学専攻
**東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター
***東京大学大学院情報学環／生産技術研究所

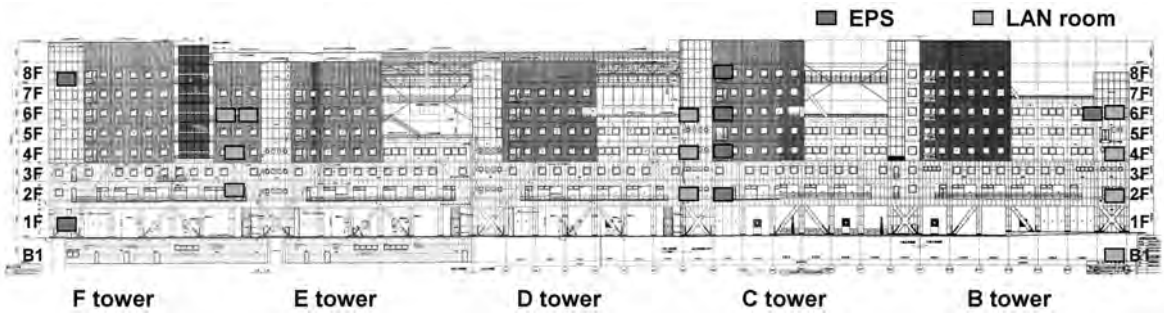


図2　生研の立面図と強震計の位置

で約66万戸，宮城県で約45万戸，福島県で約32万戸，岩手県で約11万戸であった．ガスの供給停止戸数は，ピーク時に茨城県で約3万7,000戸，福島県で約1万8,000戸，岩手県で約6,000戸，青森県で約2,000戸であった．通信被害は，固定電話は最大87万回線が不通となり，発災後1ヶ月でも約4万回線が不通となっている．

原子力発電所の被害は，地震動と津波により福島第1・第2原子力発電所への電力供給が断たれるとともに，非常用電源も破損し原子炉を冷却できなくなった．さらに水素爆発した原子炉建屋や燃料棒貯蔵プールからの放射能漏れが発生した[4]．

駒場リサーチキャンパス・生産技術研究所内での被災状況を表1にまとめた．研究室内ではエアコンのずれや壁面のクラックといった被災状況が多く報告された．その他の施設でもコンベンションホールでは天井材が落下したり，エレベーター機械室の天井吸音材が落下したりといった被災状況が報告された．

本稿では，生研内に設置されている生研建物モニタリングシステムのIT強震計と地震応答観測・解析装置によって観測された地震動と建物の応答記録を紹介する．

2. 生研内の地震応答観測の概要

都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）では，2007年度から生研建物（B～F棟）をモニタリングするために，18箇所にIT強震計を設置している（図2）．IT強震計は，加速度センサー，フィルタ，増幅器，AD変換機及び取り込みデータ転送用のLANポートを一筐体内に納めたLAN接続型地震計である[6,7]．地震計はLAN室とEPSに設置されており，図3はE棟6階のLAN室に設置されている強震計を例示したものである．2011年3月11日から5月12日までに観測された地震は168回あり，3月11日のM9.0の東北地方太平洋沖地震がもっとも大きかった．

また，駒場リサーチキャンパス内には2001年から地震応答観測・解析装置が設置されており，建物に7箇所，地盤に6箇所，さらに千葉実験所にも地震計が設置されている．B棟地下に観測盤が設けられ，データが一元管理され

図3　E棟6階に設置されているIT強震計

図4　地下55 mに設置されているサーボ加速度計

ている．サーボ型加速度計には，構造物用と地盤埋設用がある．地盤埋設用は3成分のボアホール型であり，測定範囲は，0～± 2,000 gal，周波数特性は0.05～30 Hzである（図4）．

以上のように生研には，建物に25箇所の地震計，地盤に6箇所の地震計が設置されており，地震時に各フロアでの建物応答をリアルタイムに把握することができるため，建物内の施設や構成員の安全確認を円滑に行うことが可能である．また，平常時からの観測により建物の動的特性を把握し，適切な防災対策を実施することも可能である．

3. 観　測　結　果

3月11日の東北地方太平洋沖地震による観測結果を報告する．

(1) 建物の振動特性

図5と図6はF棟高層棟の地下1階と地上8階において

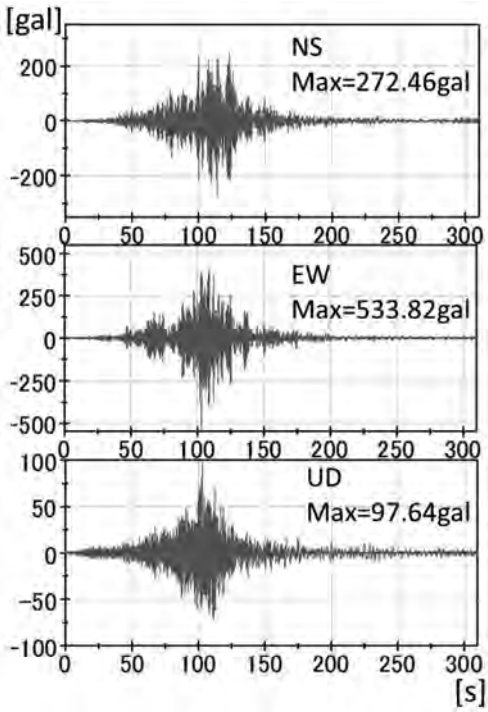


図 5　F 棟 8 階での加速度応答波形

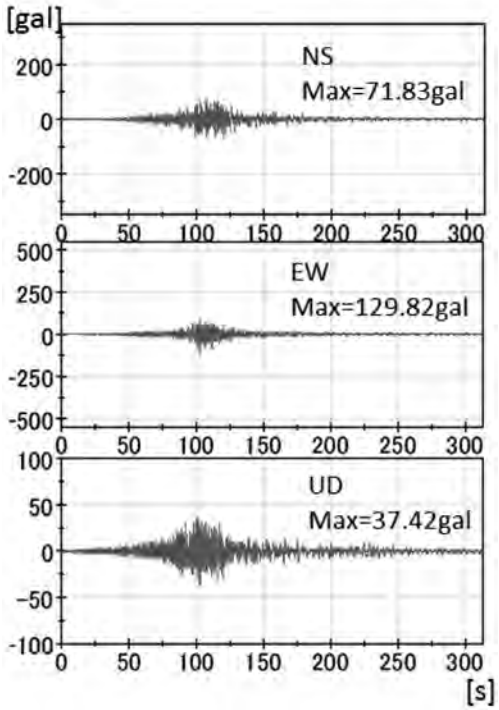


図 6　F 棟地下 1 階での加速度応答波形

IT 強震計が観測した応答波形である．地下 1 階，8 階での最大加速度はそれぞれ東西方向で 533.82 gal，129.82 gal であった．また地下 1 階での揺れは震度 5 弱（計測震度 4.6），8 階では 6 弱（計測震度 5.8）となり，高層階で揺れが大きくなっている．図 7 は広場の地表部で地震応答観測・

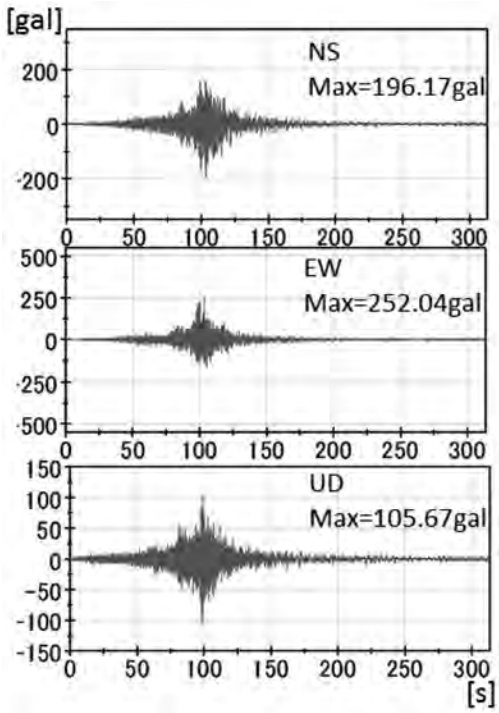


図 7　駒場リサーチキャンパス広場（地表）での加速度波形

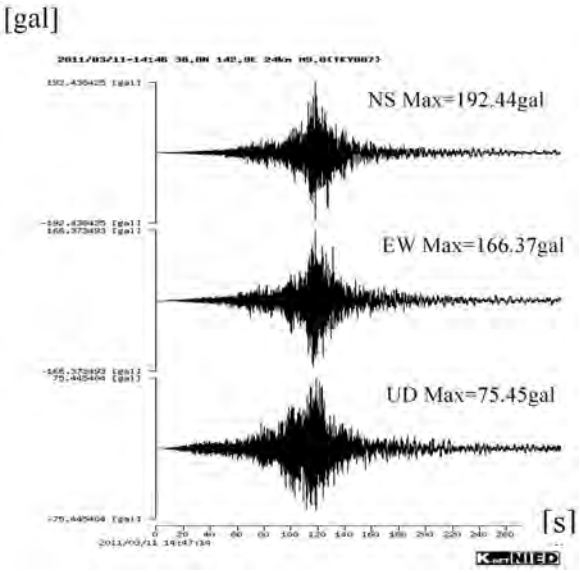


図 8　新宿（K-net）での加速度波形

解析装置が観測した応答波形であり，最大加速度は（NS, EW, UD）=（196.17, 252.04, 105.64）gal であった．観測点に最も近い K-net での地震記録（新宿区の上落合）と比較すると，最大加速度は（NS, EW, UD）=（192.44, 166.37, 75.45）gal であり [8]（図 8），生研の地表部の揺れが若干大きな値となっている．

B 棟には IT 強震計と地震応答観測・解析装置の両方が設置されている．それぞれで観測した最大加速度は概ね同じ値となったが，全体的に IT 強震計のほうが大きくなっ

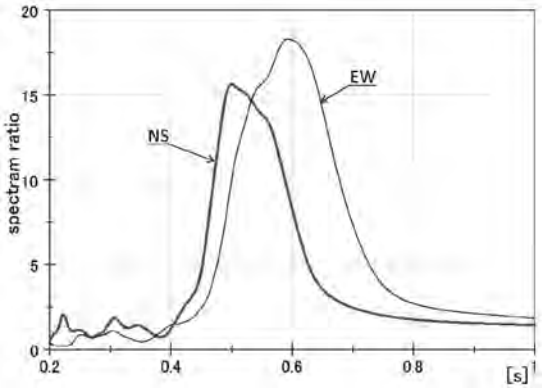


図 9　EF 高層棟 8 階と地表のスペクトル比

表 2　IT 強震計 , 地震応答観測・解析装置観測された地震動

IT強震計							
棟	階	場所	最大振幅(gal)		固有周期(s)		計測震度
			東西	南北	東西	南北	
BCD 高層棟	8F	CwDw	440.73	356.83	0.58	0.42	5.8
	6F	Bw	266.51	241.75	0.58	0.42	5.2
	6F	CwDw	307.38	214.81	0.57	0.42	5.5
	4F	CwDw	187.07	181.92	0.58	0.42	5.0
	2F	CwDw	157.91	125.56	0.58	0.42	4.7
	B	Bw	146.48	120.74	0.58	0.42	4.7
BCD 中層棟	6F	Be	448.25	315.55	0.45	0.42	5.6
	6F	CeDe	377.56	255.64	0.45	0.42	5.5
	4F	CeDe	298.01	174.36	0.45	0.42	5.1
	4F	Be	259.97	183.93	0.45	0.42	5.2
	2F	CeDe	177.02	133.04	0.45	0.42	4.8
	2F	Be	150.75	198.71	0.45	0.42	4.8
EF高層棟	8F	Fw	533.82	272.46	0.58	0.52	5.8
	6F	EwFw	461.51	193.22	0.58	0.52	5.8
	4F	EwFw	313.66	135.29	0.58	0.52	5.5
	2F	EwFw	167.73	108.00	0.58	0.52	4.9
	B	Fw	129.82	71.83	0.58	0.52	4.6
EF中層棟	6F	EeFe	377.42	239.80	0.45	0.48	5.4
地震応答観測・解析装置							
Be棟　地下1階			49.09	93.87	0.45	0.42	4.9
Be棟　6階			429.45	277.48	0.45	0.42	5.6
Be棟　8階			402.10	364.41	0.45	0.42	5.8

た．原因としては，設置場所の違いであると考えられる．

広場の地表部での地震動応答を用いて，地表と生研建物各階でのフーリエスペクトル比を算出した．図 9 は EF 高層棟 8 階のスペクトル比（南北方向 NS，東西方向 EW）であるが，両方向ともクリアなピークが見られる．本データからは，EF 高層棟の南北方向，東西方向の固有周期はそれぞれ 0.52 秒，0.58 秒と考えられる．生研建物は D 棟 E 棟間にジョイントがあり，B・C・D 棟と E・F 棟，および高層棟（西側）と中層棟（東側）の 4 つに分けられる．これらのデータから得られた BCD 高層棟，BCD 中層棟，EF 高層棟，EF 中層棟の東西方向の固有周期は，それぞれ，0.58 秒，0.45 秒，0.58 秒，0.45 秒となった．東西方向については，BCD 棟と EF 棟で大きな違いはなく，高層棟と中層棟で特性の違いが見られた．南北方向では , BCD 高層棟，BCD 中層棟，EF 高層棟，EF 中層棟の固有周期はそれぞれ 0.42 秒，0.42 秒，0.52 秒，0.48 秒となった．これらの

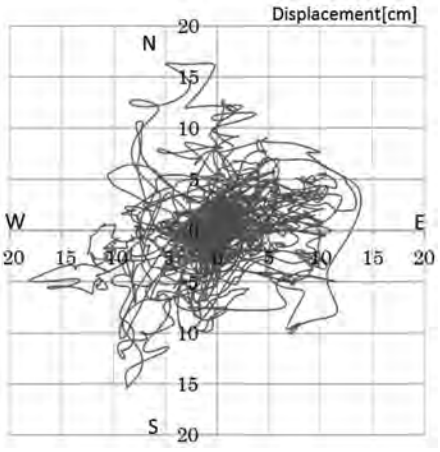


図 10　C 棟 8 階の応答変位

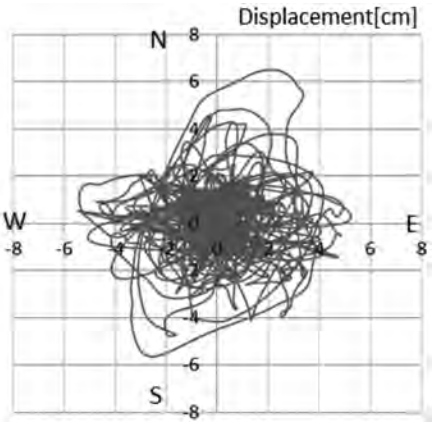


図 11　地表の応答変位

結果は 2009 年の駿河湾を震源とする地震の観測結果 [10] と同様な値である．全ての観測点について加速度の最大振幅（gal），固有周期（sec），計測震度を算出した結果を表 2 にまとめた．

(2) 建物の応答変位

図 10 は C 棟 8 階で観測された水平加速度記録を，変位に変換し，変位の軌跡をプロットしたものである（リサージュ図）．C 棟 8 階では最大変位は西側に 18.17 cm, 累積変位は 15 分間で東西方向に 1420.79 cm, 南北方向に 1116.45 cm であり，東西方向に大きな変位が生じたことがわかる．同様に，図 11 は地表面における変位の軌跡である．地表面では最大変位は東方向に 5.46 cm，北方向に 6.51 cm と南北方向の方が大きいが，累積変位は東西方向が 700.77 cm, 南北方向が 668.64 cm となった．建物への入力波を地表面で観測された地震波として考えると，入力加速度では，東西と南北で大きな違いはないが，建物応答では東西の方向の揺れが大きい．この理由は建物の方向による剛性の差と考えられる．表 2 のデータを見ると東西方向の固有周期が南北方向に比べて長いことから，東西方向の剛性が低いことがわかる．この特性が東西方向の揺れを相

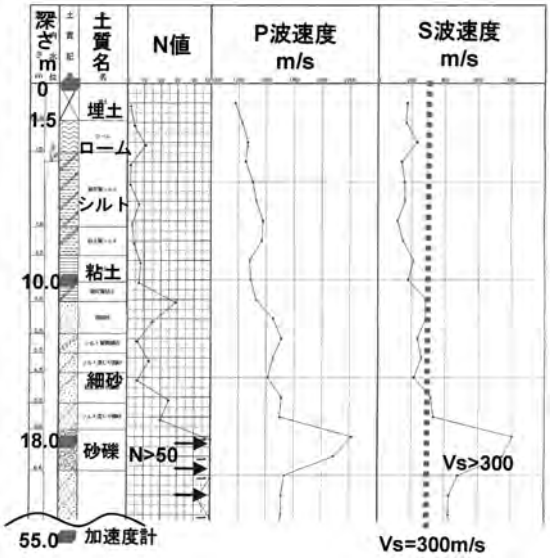


図 12　広場に設置されているサーボ型加速度計の位置とボーリング調査結果

表 3　サーボ型加速度計で観測された地震動

加速度計設置場所	最大加速度(gal)		
	NS	EW	UD
GL−55m	42.91	59.19	25.29
GL−18m	58.60	72.61	45.62
GL−10m	82.36	105.06	47.86
地表（広場）	196.17	252.04	105.64
地表（F棟北面）	281.80	193.81	87.97
地表（設備センター）	156.07	198.20	77.12

対的に大きくしたと考えられる．

(3) 地盤の増幅特性

図 12 は，生研駒場リサーチキャンパス広場に設置されているサーボ型加速度計とボーリング調査結果を示したものである．ボーリングデータを見ると，深さ 18 m で砂礫層が現れ N 値は 50 以上，S 波速度も 300 m/s を超えるため工学的基盤となる．加速度計は最深で 55 m の位置に設置されている．

表 3 は地表面 3 か所，地下 55 m，18 m，10 m で観測された応答波形の最大加速度である．GL-55 m，広場での最大加速度はそれぞれ東西方向で 59.19 gal，252.04 gal であり，地表面に近づくにつれて揺れが増幅されている．

図 13 は，工学的基盤に位置する深さ 18 m に設置されている加速度計の観測記録と地表面の観測記録のスペクトル比をとったものである．地盤の増幅は，0.2 秒～ 0.4 付近の短周期成分が卓越した．この値は 2009 年の駿河湾を震源とする地震による生研の観測記録の分析結果 [10] と同様である．

4. お　わ　り　に

本報では，生研建物と周辺地盤に設置された IT 強震計

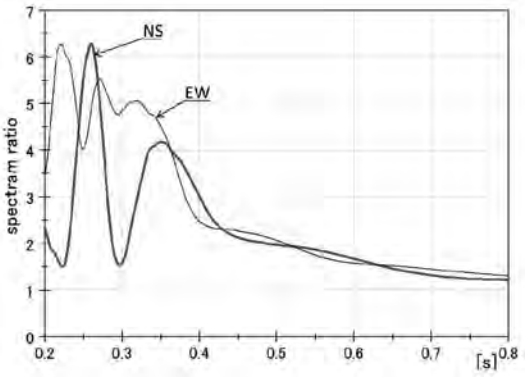


図 13　地下 18 m と地表のスペクトル比

と地震応答観測・解析装置で観測された 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による建物の地震応答結果を紹介した．今回の地震では 2007 年の導入以来，最大の地震動を観測した．今回は M9.0 の本震による記録のみを対象とした分析結果を示したが，今後は余震も対象にした分析を行っていく．

最後に，本システムで観測された波形は，WEB 上で公開しており，生研建物外からもアクセスできる．（http://icus-eq.iis.u-tokyo.ac.jp/）

謝　　辞

生研建物モニタリングシステム運用にあたっては，東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センターの鷹野澄教授，東京大学地震研究所の伊藤貴盛氏に大変お世話になっている．記して感謝の意を表す．

（2011 年 6 月 27 日受理）

参　考　文　献

1）　気象庁：http://www.jma.go.jp/jma/menu/eqmenu.html（参照 3 月 11 日 14 時 46 分），2011.
2）　警察庁：東日本大震災について，被害状況と警察措置，2011.
3）　国土交通省：交通・住まいなど国土交通省の対応状況詳細，2011.
4）　東京電力：東日本大震災後の原子力発電所の状況，2011.
5）　東京大学地震研究所のページ：2011 年 3 月東北地方太平洋沖地震｜広報アウトリーチ室，2011.
6）　鷹野澄，伊藤貴盛，原徹夫：IT 強震計　―その概念と試作―，日本地震学会 2004 年度秋季大会予稿集，2004.
7）　鷹野澄，伊藤貴盛：建物用 IT 強震計システム，日本地震学会 2005 年度秋季大会予稿集，2005.
8）　防災科学技術研究所強震ネットワーク K-NET，2011.
9）　大原美保，江島純一郎，目黒公郎：IT 強震計を用いた生研建物モニタリングシステムによる 2007 年度の観測報告，生産研究，Vol. 60, No. 3, pp. 280–284, 2008.
10）　沼田宗純，野村浩司，大原美保，目黒公郎，鷹野澄：2009 年 8 月 11 日の駿河湾を震源とする地震による生研の観測記録，生産研究，Vol. 61, No. 6, pp. 1042–1046, 2009.

研 究 速 報

2011 年東北地方太平洋沖地震時における東京大学生産技術研究所での緊急地震速報の活用状況

Use of Earthquake Early Warning in IIS at the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

大 原 美 保*・目 黒 公 郎*
Miho OHARA and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

東京大学生産技術研究所では，平成 22 年 2 月 24 日から緊急地震速報の館内放送を行っている. 緊急地震速報とは，地震の発生直後に，震源に近い地震計でとらえた観測データを解析して震源や地震の規模（マグニチュード）を直ちに推定し，これに基づいて各地での主要動の到達時刻や震度を予測し，可能な限り素早く知らせる地震動の予報及び警報である．一般向け緊急地震速報（警報）は，震度 5 弱以上が予想される地震が発生した場合に，震度 4 以上が予想される地域に発表される．これに対し，高度利用者向けの緊急地震速報（予報）では，一般向けの緊急地震速報よりも最大予想震度が小さい場合にも速報を受信することができ，受信地点の予想震度や主要動到達までの猶予時間も知ることができる．生産技術研究所では，防災センター等に設置した緊急地震速報受信端末で高度利用者向けの緊急地震速報（予報）を受信し，キャンパスに震度 3 以上の揺れが到達すると予想された場合に，An，As，B-F 棟の放送設備より館内放送が行われる．

2011 年 3 月 11 日午後 14 時 46 分に，東北地方太平洋沖地震（マグニチュード 9.0）が発生し，未曾有の被害を引き起こした．この際, 生産技術研究所では緊急地震速報（予報）を受信し，館内放送により強い揺れへの警戒を呼びかけた．本論文では，生産技術研究所で受信した緊急地震速報の受信内容とその利用状況について報告する．

2. 生産技術研究所における緊急地震速報受信端末の設置状況

生産技術研究所では，平成 22 年 2 月 24 日に緊急地震速報受信端末を導入し，緊急地震速報の高度利用を行っている．受信端末の機種は株式会社エイツー社製の HomeSeismo（ホームサイスモ）である．一般向け緊急地震速報（警報）は，震度 5 弱以上が予想される地震が発生した場合に震度 4 以上が予想される地域に発表される．この際，震度 4 以上の揺れが予想される地域を知ることはできるが，主要動到達までの猶予時間や予想震度は発表されない．これに対し, 高度利用者向けの緊急地震速報（予報）は，「気象庁の多機能型地震計設置のいずれかの観測点においてP 波またはS 波の振幅が 100 gal 以上となった場合」，および「マグニチュードが 3.5 以上または最大予測震度が 3 以上である場合」に気象庁から発表される．受信者は，受信地点の予想震度や主要動到達までの猶予時間も知ることができる．ホームサイスモには地震計が内蔵されているため，気象庁からの高度利用者向けの緊急地震速報（予報）を受信するとともに, 端末自身による P 波（初期微動）の検知も可能である．直下型地震の際には，気象庁からの緊急地震速報が間に合わない場合があるため，これらの場合には P 波検知機能により迅速に警報を出すことが期待される．

受信端末は B-F 棟内にある防災センター，An 棟の EPS，As 棟の EPS の 3 箇所に設置され，各棟の既存の建物内放送設備と連結されている．緊急地震速報の受信には，NTT 東日本フレッツ回線の IPv6 通信を使用している．速報受信時には放送設備を介して，An，As，B-F 棟で館内放送が行われる．館内放送の基準については，研究所の防災専門部会で議論を行った結果，キャンパスでの予想震度が震度 3 以上（計測震度 2.5 以上）の時と決定された．一般利用の場合，緊急地震速報は想定震度 4 の地域で利用されるが，本研究所では，実際に速報が放送される回数が多いほど構成員の意識啓発につながる点，研究所内には危険物を扱う研究室も存在する点，高層階では地表面よりも震度が大きくなる点を考慮して，震度基準を震度 3 と低く設定することとした．予測震度は，端末設置地点（北緯 35.66186，東経 139.67804）の震度として受信端末側で算出されており，震度算出点の地盤増幅率は 1.6328 である．

放送の際は，緊急地震速報のチャイム音（気象庁と同じ音声）の後に，自動音声により，強い揺れへの警戒の呼びかけ・揺れまでの猶予時間・予想震度を伝えるよう設定した．

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター

3. 3 月 11 日当日の気象庁による緊急地震速報発表状況

2011 年 3 月 11 日午後 14 時 46 分に，東北地方太平洋沖地震（マグニチュード 9.0）が発生した．これにより，栗原市築館において最大震度 7（計測震度 6.67）が観測された他，宮城県・福島県・茨城県・栃木県では震度 6 強，岩手県・福島県会津　群馬県南部　埼玉県南部　千葉県北西部では震度 6 弱が観測された．気象庁[1]によれば，14 時 46 分 40.2 秒に震源近くの地震計で揺れが検知された後，緊急地震速報第 1 報は 14 時 46 分 45.6 秒に発表された．最初に観測された揺れを解析し，第一報を発表するまでの時間は 5.4 秒であった．この際のマグニチュードの算出結果は 4.3 と非常に小さい．その後，表 1 に示す通り，第二報，第三報とマグニチュードが大きくなり，第四報で宮城県中部での想定震度が「震度 4 から震度 5 弱程度」となったことから，一般向け緊急地震速報として発表された．

図 1 は，地震検知から第一報～第十五報が発表されるまでの経過時間とマグニチュードの関係を示したものである．これより，地震検知から 105 秒経過した第十四報まで，マグニチュードが増加していることがわかる．マグニチュードは，最終的には 9.0 と修正された．今回の断層面は非常に規模が大きかったため，破壊に時間がかかった．このため，初期の緊急地震速報は断層の破壊途中に発表され，マグニチュードが過小評価されて算出されていると考えられる．

図 2 は，一般向け緊急地震速報発表から主要動到達までの猶予時間を示したもの[1]である．宮城県仙台市で約 20 秒の猶予時間があった．緊急地震速報第四報では，震度 4 以上と想定される地域は宮城，岩手，福島，秋田，山形県であったため，一般向け緊急地震速報は関東地域に対しては発表されていない．このため，首都圏においては，民放チャンネルでは緊急地震速報は放送されず，全国放送で国

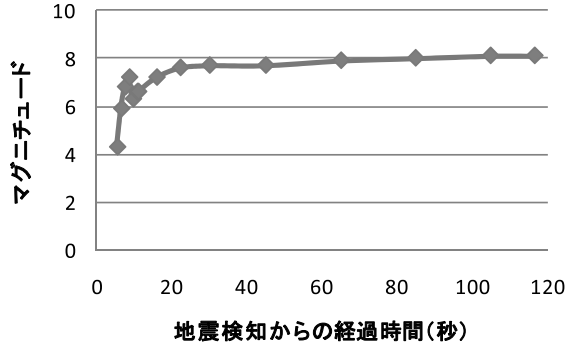


図 1　緊急地震速報でのマグニチュードの変動状況

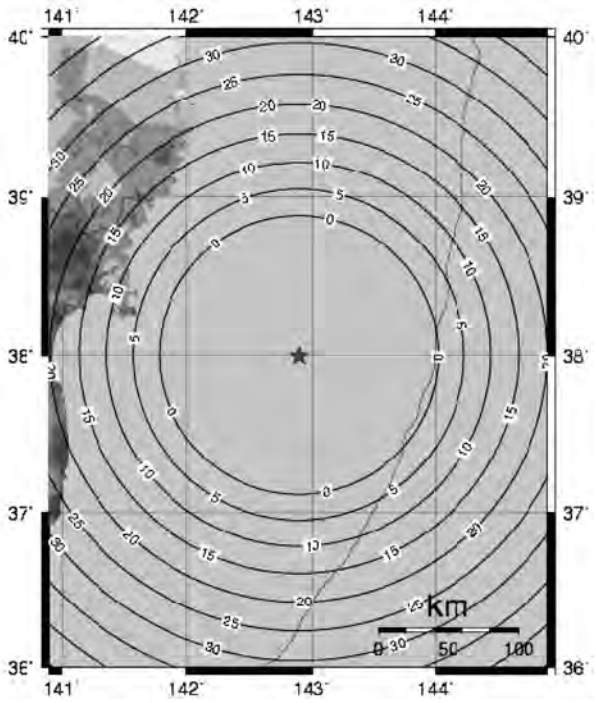


図 2　本震での主要動到達までの猶予時間

表 1　本震での緊急地震速報の発表状況

提供時刻等		地震検知からの経過時間	北緯	東経	深さ	マグニチュード
地震検知	14時46分40.2秒					
1	14時46分45.6秒	5.4	38.2	142.7	10km	4.3
2	14時46分46.7秒	6.5	38.2	142.7	10km	5.9
3	14時46分47.7秒	7.5	38.2	142.7	10km	6.8
4	14時46分48.8秒	8.6	38.2	142.7	10km	7.2
5	14時46分49.8秒	9.6	38.2	142.7	10km	6.3
6	14時46分50.9秒	10.7	38.2	142.7	10km	6.6
7	14時46分51.2秒	11	38.2	142.7	10km	6.6
8	14時46分56.1秒	15.9	38.1	142.9	10km	7.2
9	14時47分02.4秒	22.2	38.1	142.9	10km	7.6
10	14時47分10.2秒	30	38.1	142.9	10km	7.7
11	14時47分25.2秒	45	38.1	142.9	10km	7.7
12	14時47分45.3秒	65.1	38.1	142.9	10km	7.9
13	14時48分05.2秒	85	38.1	142.9	10km	8
14	14時48分25.2秒	105	38.1	142.9	10km	8.1
15	14時48分37.0秒	116.8	38.1	142.9	10km	8.1

会中継を放送していたNHKのみで緊急地震速報が流れた．NHKで放送された一般向け緊急地震速報のテロップを見ると，「宮城県沖で地震，強い揺れに警戒　宮城，岩手，福島，秋田，山形」と書かれている．同様に，首都圏においては，緊急地震速報は携帯電話では受信されていない．

4. 3 月 11 日当日の生産技術研究所における緊急地震速報の受信状況

表 2 は，3 月 11 日の本震での生産技術研究所における緊急地震速報の受信状況である．推定された震源位置，受信端末設置位置の緯度経度，地盤増幅率を用いて，生産技術研究所での予測震度および主要動到達までの猶予時間が計算される．この結果，14 時 47 分 2 秒の第九報で予想震度が 2.7 となり震度階 3 に達したため，放送設備が起動し，館内放送が流れた．想定された主要動到達時刻は 14 時 47

表 2　本震での緊急地震速報の受信状況

受信時間	内容	予想震度	猶予時間
14:46:45	第1報	0	70.72
14:46:47	第2報	0.85	69.65
14:46:48	第3報	1.8	68.59
14:46:49	第4報	2.25	67.54
14:46:50	第5報	1.27	66.5
14:46:51	第6報	1.59	65.45
14:46:51	第7報	1.59	65.01
14:46:56	第8報	2.23	59.38
14:47:02	第9報	2.7	52.09
14:47:03	音声出力開始		
14:47:10	第10報	2.83	43.81
14:47:25	第11報	2.83	29.02
14:47:45	第12報	3.09	10.04
14:48:05	第13報	3.23	−9.74
14:48:09	音声出力終了		
14:48:25	第14報	3.37	−30.03
14:48:37	最終報	3.37	−41.71

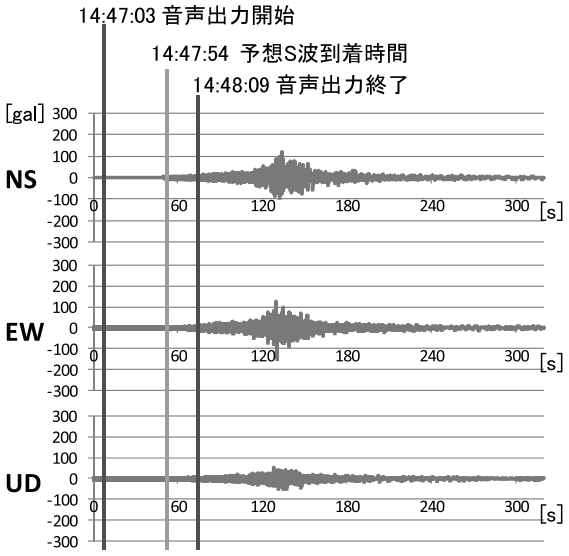


図 3　B 棟地下 1 階で観測された加速度記録

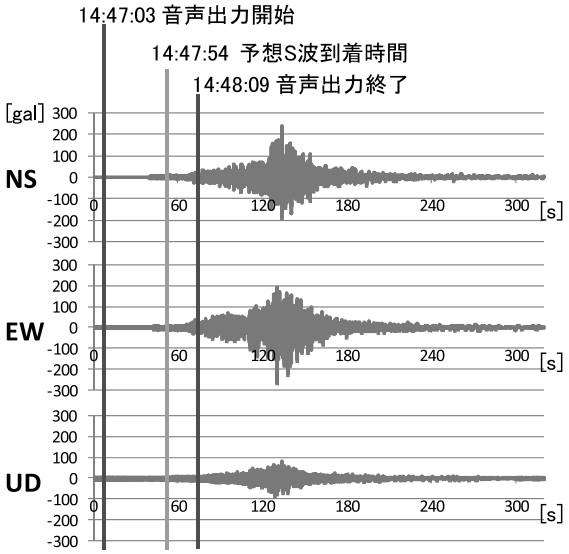


図 4　B 棟 6 階で観測された加速度記録

分 54 秒であり，第九報での猶予時間は約 52.09 秒であった．放送では，チャイム音に続いて，「あと 44 秒で揺れます．予測震度 3．身の安全を確保して下さい．落下物に注意して下さい．揺れがおさまるまで，身を守ってください．（以下，くり返し）」という自動音声が流された．最終的な予想震度は 3.37 となった．

生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）では，2007 年度から IT 強震計（LAN 接続型地震計）による建物のモニタリングを行っている[2,3]．生研建物の地下・2・4・6・8 階の共有スペース 18 箇所に IT 強震計を設置し，ICUS モニタリング室内に設置したサーバー PC によりデータ収録を行っている．生研建物は D 棟・E 棟間にジョイントがあり，B・C・D 棟と E・F 棟，および高層棟（西側）と中層棟（東側）の 4 つに分けられる．よって，これらの各建物の地震時の挙動を把握できるように 18 の IT 強震計を配置している．

図 3 は，IT 強震計により B 棟地下 1 階で観測された加速度波形である．計測震度は 4.7（震度 5 弱）であり，最大加速度は南北方向で 120.7 gal，東西方向で 146.5 gal，上下方向で 53.5 gal であった．この波形上に，表 2 に示した音声出力開始および終了のタイミングと予想 S 波到着時間を加筆した．観測記録によれば，実際の S 波到着は 14 時 48 分 15 秒前後であり，主要動到達の約 1 分前に緊急地震速報の放送により警戒を呼びかけることができたことがわかる．

図 4 は B 棟西側 6 階で観測された加速度波形である．計測震度は 5.2（震度 5 強）であり，最大加速度は，南北方向で 241.8 gal，東西方向で 266.5 gal，上下方向で 88.8 gal であった．高層階では揺れが大きくなっていることがわかる．同様にして，音声出力開始および終了のタイミングと予想 S 波到着時間を加筆した．地震時に筆者は B 棟 5 階にいたが，放送の途中から初期微動が始まったのを記憶しており，本グラフは揺れの体感とも合致している．放送を聞き，筆者はヘルメットをかぶり，居室から廊下に避難した．放送から主要動到達までに 1 分程度の猶予時間があったため，身を守るなど揺れに備えるための時間を確保できたと考える．

当日は，A 棟コンベンションホールにて，公益社団法人地盤工学会と社団法人土木学会の共催によるニュージーランド地震被害調査の緊急報告会が開催され，多数の地震関係者が来場していた．緊急地震速報の館内放送には，研究所構成員を守るだけでなく，来所者を守る効果もあると考える．

5. 構成員へのアンケート結果

地震後，防災専門部会では，今回の地震対応に関する教訓を得るため，研究所の構成員を対象としたアンケートを行った．①地震発生時に直面した問題，②避難・安否確認，③地震後1日の中で（帰宅難民状態で）困った課題，④長期に渡り困っている課題という4つについて，各自が感じた点を書き出してもらう形式とした．緊急地震速報に関する主な回答結果を表3にまとめた．

緊急地震速報の放送を評価する声がある一方，予測震度3と放送されたにも関わらず，特に高層階においては震度3以上に揺れたため，戸惑ったという声が挙がった．また，館内放送は現状では，An，As，B-F棟のみに入るが，その他の建物にも生産技術研究所構成員が使用している部屋があるため，それらの建物使用者からは「緊急地震速報が入らなかった」と指摘する声が挙がっている．今後，キャンパス内のその他の建物内でも緊急地震速報を受信できる体制を整備する必要がある．

放送内容については，「避難場所や避難指示の放送がない」という指摘が挙がっている．前述の通り，自動音声により，「身の安全を確保して下さい．落下物に注意して下さい．」という放送は流れるが，避難に関する指示は含まれていない．通常，防災訓練では，キャンパスの中庭に避難している．今回は，緊急地震速報の放送後に防災センターから口頭での避難指示を出すのが遅れたため，中庭に避難すべきかどうか迷った人が多くいたようである．また，これらの放送は全て日本語であるため，留学生には状況が伝わらず，混乱を招いた．緊急地震速報は猶予時間が少ないため，日本語英語の双方で放送を行うことが難しく，防災専門部会で検討した結果，最終的に放送は日本語のみで行うことになった．しかし，留学生に対しても，緊急地震速報の仕組みや館内放送の基準について十分に周知しておく必要がある．留学生は毎年度入れ替わる可能性があるため，年度当初のガイダンスの機会に周知することが有効である．

表3　緊急地震速報に関する主な回答結果

緊急地震速報は役に立った。
45秒前検知に驚き、「予想震度3」は油断を招いた。
速報があったのは良かったが、予測震度が低かった。
予測震度と実際の震度がかなり違い、戸惑った
56号館2階には緊急地震速報の放送が流れず、非常に問題である。
CCR棟は緊急地震速報の放送が無かった。
地震発生後、どうすべきとの指示がない。その後発生している余震時も、やたらと緊急地震速報は流れるが、地震後、安全だから建物内にいてよいとも危険だから避難しろとの指示もない。災害発生時に、所内のだれかが迅速に判断し、全体に対してどうするかの指示を出す手順を定めておくべき。
「中庭に避難して下さい」などの指示がなかった
避難場所や避難指示などの放送が入らなかった
地震の際にどうすべきか、特に外国人に対しての事前の周知が必要である。

6. お　わ　り　に

東京大学生産技術研究所では，平成22年2月24日から緊急地震速報の高度利用を開始している．高度利用者向けの緊急地震速報（予報）を受信し，キャンパスに震度3以上の揺れが到達すると予想された場合に，An，As，B-F棟の放送設備より館内放送が行われる．2011年3月11日午後14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震（マグニチュード9.0）の際には，14時47分2秒に発表された緊急地震速報第九報で受信地点での予想震度が2.7となり震度階3に達したため，館内放送が流れた．地震による揺れは，地下1階で震度5弱，地上6階で震度5強程度であったが，主要動到達の約1分前に緊急地震速報の放送が流れ，警戒を呼びかけることができた．地震後の構成員へのアンケートからは，予測震度3と放送されたため戸惑った，現状で放送が入らない建物があるのは問題である，などの声が挙がった．

3月11日以降，複数の地震の同時発生やデータ処理に利用できる地震計の減少により，緊急地震速報の空振りが相次いだ．気象庁の発表[4]によれば，緊急地震速報（警報）を発表した70回のうち約63%にあたる44回において，発表地域内の震度が2以下となり，震度を過大推計してしまった．このうち17回では，発表した全地域で震度2以下となった．今後は，これらの技術的課題の改善を期待するとともに，緊急地震速報を有効に活用できるよう，今回の教訓を生かして所内の受信体制を改善していきたいと考える．

謝　　辞

第5章の構成員へのアンケートに際しては，生産技術研究所　研究環境調整室の水野氏に集計作業をご担当いただいた．ここに記して，感謝の意を表する．

（2011年6月24日受理）

参　考　文　献

1）　気象庁：緊急地震速報の発表状況のHP.（http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/joho/joho.html）
2）　大原美保，江島潤一郎，目黒公郎：IT強震計を用いた生研建物モニタリングシステムによる2007年度の観測報告，生産研究，Vol. 60，No. 3，pp. 280–284，2008.
3）　沼田宗純，野村浩司，大原美保，目黒公郎，鷹野澄：2009年8月11日の駿河湾を震源とする地震による生研の観測記録，生産研究，Vol. 61，No. 6，pp. 90–94，2009.
4）　気象庁：報道発表資料「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震以降の緊急地震速報（警報）の発表状況について（第2報）」2011.4.28.

研 究 速 報

多目的観測ブイで観測された 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波

Tsunami of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake recorded by Multipurpose Buoy System for Tsunami Monitoring and Warning

沼 田 宗 純*・高 石　　孟**・目 黒 公 郎***
Muneyoshi NUMADA, Tsutomu TAKAISHI and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分，三陸沖（牡鹿半島の東南東，130 km 付近）を震源とする，震源深さ約 24 km，Mw9.0 の地震が発生した．この地震により各地で津波が発生し，岩手県，宮城県，福島県の沿岸部では甚大な被害を受けた．図 1 は，主な観測点の観測値であり，福島県相馬市では 11 日の 14 時 55 分に第一波を観測した後，同 15 時 50 分に最大波 7.3 m 以上を観測した [1]．また，岩手県釜石市では，11 日の 14 時 45 分に第一波の引き波 0.1 m を観測し，同 15 時 21 分に最大波 4.1 m 以上を観測した [1]．地震発生の翌日 12 日には，日本の全ての沿岸に対し大津波警報，津波警報，津波注意報のいずれかが発表された（図 2）[2]．

本研究は，2004 年スマトラ沖地震津波を契機として，目黒ら（2006）[3] によって提案された津波災害軽減システムの構築の一環として，多目的観測ブイを神奈川県平塚沖に設置し，津波の観測実験を行っている．本報告では，多目的観測ブイが観測した東北地方太平洋沖地震による津波の記録を紹介し，多目的観測ブイでも十分に津波を検知できることを示す．

2. 多目的観測ブイの概要

甚大な被害をもたらした 2004 年スマトラ沖地震津波での被災を契機に，インド洋沿岸の津波防災対策が国際的な協力体制の下に進められている．それらは，太平洋津波警報システムと同様のシステムをインド洋に適用することを目指したインド洋津波警報システム（IOTWS）の構築を中心としたものである．高性能であるが，高価格であり，かつ経験や専門家の乏しいインド洋沿岸諸国にとっては，システムの維持管理は難しい．これでは数十～数百年の周期で発生する大規模津波災害を常に監視し続けなければいけない津波防災対策としては十分に機能しない可能性が高い．

図 1　主な観測点の観測値 [1]

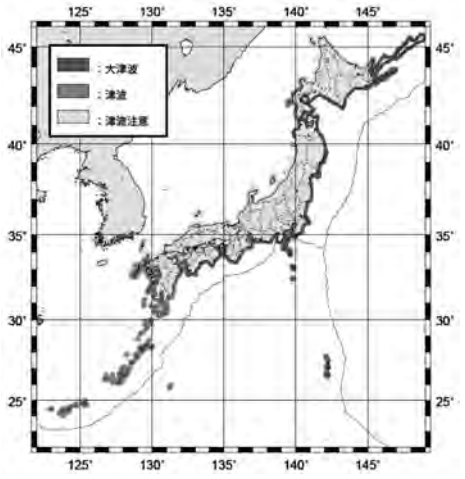


図 2　3 月 12 日の大津波警報，津波警報，津波注意報 [2]

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター
**北海道電力株式会社（元中央大学大学院生）
***東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター／東京大学大学院情報学環

図3　多目的観測ブイを用いた津波警報システムの概念図

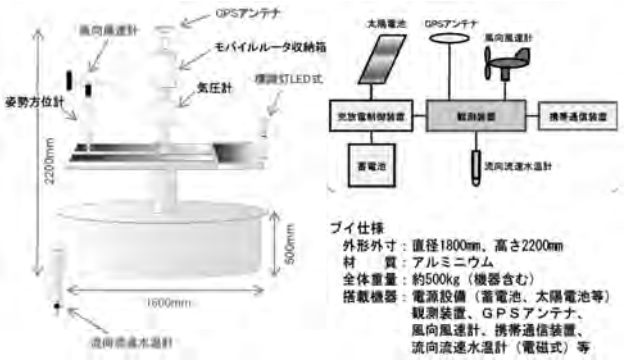


図4　多目的観測ブイの仕様

図5　多目的観測ブイのシステム構成

図6　平塚沖における多目的観測ブイの位置

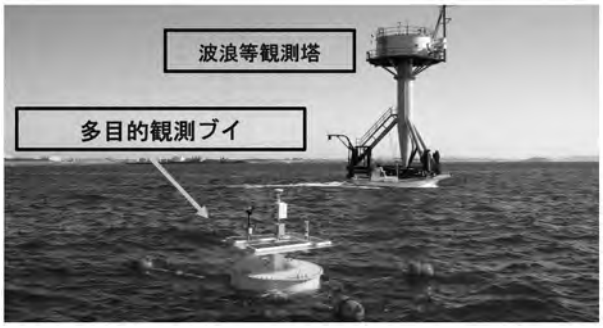


図7　平塚沖における多目的観測ブイの設置状況

また，システムの寿命と津波の再現周期を考えると，防災上，本当に貢献する機会も極めて限られているといえる．

この課題を克服するため，本研究では，津波シミュレーション結果に基づいて配置した宗教施設を利用した避難シェルターと，多目的観測ブイを用いた津波警報システム（多目的ブイシステム）を組み合わせた津波災害軽減システムを構築している[3, 4]．ここで用いる多目的ブイを用いた津波警報システムは，「安価」で「シンプル（維持管理しやすい）」で「日常的に利用可能」な多目的ブイに，津波探知機能も搭載しネットワーク化することで，インド洋沿岸でも維持管理可能な津波観測網を構築するというものである（図3）．

多目的観測ブイの仕様を図4に示す．この多目的観測ブイにGPS波高計を搭載し，計測されたデータは，リアルタイムに陸上施設に送信し，津波の検知を行っている．

観測データの送信は，携帯通信等を利用して陸上へ送信され，電子基準点を基にしたGPS補正データを利用し，潮位を高精度に計測するものである．各観測データは，インターネット経由で監視端末により，リアルタイムに観測できるようにしている（図5）．なお，GPS測位方式としては，精密単独測位（Precise Point Positioning, PPP）を用いている．

この多目的観測ブイを，神奈川県平塚沖約1 kmの位置（東京大学神奈川県波浪等観測塔（旧防災科学技術研究所波浪等観測塔）から約30 m離れた海上）に設置し，計測実験を行なっている（図6，図7）．

本実験では，専門の技術者や業者ではなくとも，地元の漁業関係者による設置が可能なことを証明するために，神奈川県平塚市漁業協同組合の協力のもと，実験ブイの設置と回収を行った．また，ブイを係留する際に，土井式3号と呼ばれる錨型のアンカーを使用し，そのアンカーと観測ブイを繋ぐ係留索として，漁業で利用しているテトロンクロスロープを用いた．その結果，ブイ設置の専門家ではなくても，4人の漁業協同組合により，約2時間で予定設置場所に設置することが出来ることがわかった．今回と同程度のブイであれば，漁業関係者でも十分に，システムの設置と回収が可能なことが分かった．この結果から，観測ブイを提供するだけで，漁業関係者によって日常的に漁業で利用する道具を用いて，観測ブイの設置と回収が完結できることが確認された．

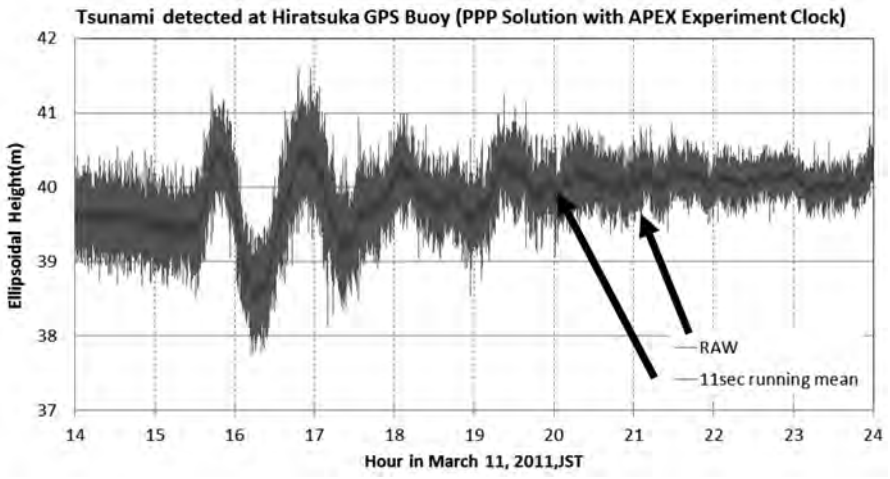


図 8　多目的ブイが観測した津波波形（14 時から 24 時）

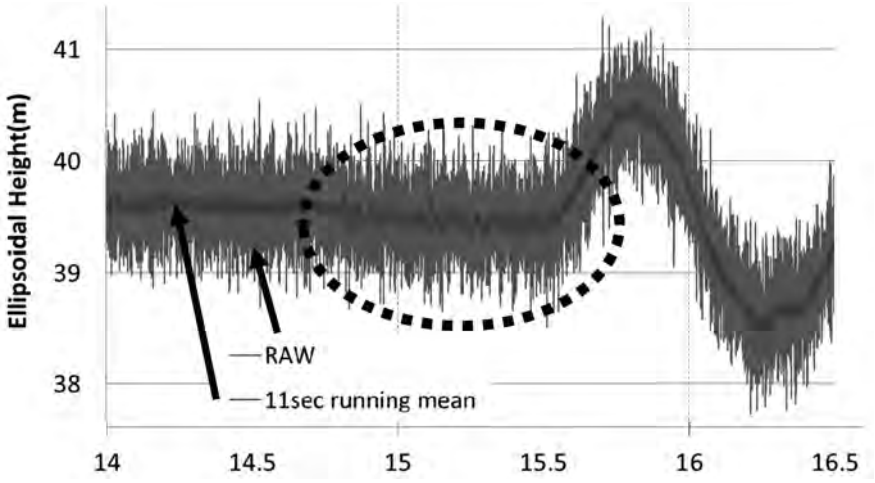


図 9　多目的ブイが観測した津波波形（14 時から 16 時 30 分）

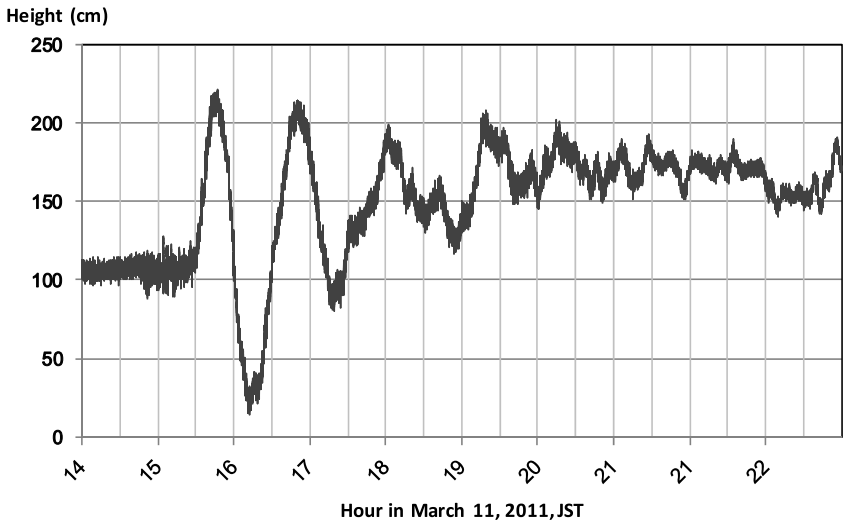


図 10　東京大学神奈川県波浪等観測塔が観測した波形

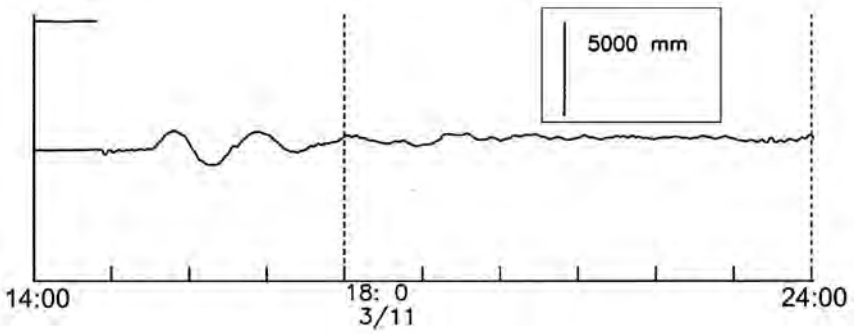


図 11　小田原で観測された津波波形（気象庁に加筆）[1)]

3. 東北地方太平洋沖地震津波の観測結果

図 8 は 3 月 11 日の 14 時から 24 時までに多目的観測ブイが検知した GPS による津波の観測値と 11 秒間の移動平均値である．15 時 30 分頃，振幅約 1 m，周期約 1 時間を有する津波第 1 波が到達し，急激に水位が上昇したことが分かる．その後，24 時まで水面の不規則な変動が続いていることが分かる．また，津波到達後，潮位が上昇しているように見受けられる．

図 9 は，図 8 の 14 時から 16 時 30 分までを拡大したのである．これを見ると（波線で囲った部分），地震発生直後（14 時 50 分頃）に，波形の細かい変動が見られるが，これは地震波が伝搬したものと推測される．

図 10 は，多目的観測ブイから 30 m 離れた位置にある東京大学神奈川県波浪等観測塔が観測した波高データである．図 8 と比較すると，地震直後の地震波の伝搬と考えられる波形の変動，約 1 m の振幅，約 1 時間の周期を有する津波第 1 波の到達時刻，その後，24 時まで水面の不規則な変動，潮位の上昇等，同様な傾向を示している．

図 11 は，気象庁の小田原観測所で観測された波高データである．多目的観測ブイで得られたデータ（図 6）と比較すると，同様な波形の特徴を有していることが分かる．

4. お　わ　り　に

本研究では,「安価」で「シンプル（維持管理しやすい）」で「日常的に利用可能」な多目的観測ブイを用いた津波警報システムを提案し，神奈川県の平塚沖で観測実験を行なっている．2011 年 3 月 11 日の地震による津波では，東京大学神奈川県波浪等観測塔と気象庁の小田原観測所で観測された津波波形と同様な傾向を示し，多目的観測ブイを用いて津波を検知できることを確認した．

今後は，ブイのネットワーク化，平時利用に対する運用方法等を検討し，実用化に向けた実践的な取り組みを実施していく予定である．

謝　　辞

平塚市漁業協同組合の伏黒哲司氏にはブイの設置に多大なるご協力を頂き，ここに記して深く謝意を表します．日海丸の船員の皆様には，ブイの係留，メンテナンスにおいて，大変お世話になりました．厚く御礼申し上げます．日立造船株式会社の松下泰弘氏と和田晃氏にはデータの管理，運用等，大変お世話になりました．厚く御礼申し上げます．東京大学神奈川県波浪等観測塔の波形データは，渡部勲氏にデータをご提供頂き，ここに記して深く謝意を表します．

（2011 年 6 月 27 日受理）

参　考　文　献

1)　気象庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震について（第 14 報），2011.3.
2)　気象庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震について（第 7 報），2011.3.
3)　目黒公郎，高島正典：沿岸産業主導による津波災害軽減に向けて：多目的観測ブイを用いた津波警報システムの提案，土木学会誌，91 (7)，pp. 42–43，2006.7.
4)　竹内雅彦，越村俊一，目黒公郎：多目的ブイを用いた津波警報システムの人的被害軽減効果と要求性能に関する研究，生産研究，60 (3)，pp. 103–106，2008.5.

調 査 報 告

2011 年東北地方太平洋沖地震における津波被災地域の調査速報

Quick Report on Tsunami Damaged Area Suffered from the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

沼 田 宗 純*・藤 生　慎**・井 原　毅***・
大 原 美 保****・目 黒 公 郎****

Muneyoshi NUMADA, Makoto FUJIU, Tsuyoshi IHARA,
Miho OHARA and Kimiro MEGURO

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．

火災に関しては，津波発生後に岩手県山田町，大槌町で発生し，宮城県気仙沼市では重油の流出による火災，宮城県仙台市宮城野区では JX 日鉱日石エネルギー仙台製油所からの出火，茨城県鹿嶋市にある住友金属工業鹿島製鉄所ではガスホルダーから火災が発生した．今回の地震では，福島第一原子力発電所の津波被害を原因とする放射性物質の放出で，原発周辺の福島県民は広域避難，域外避難を強いられた．また農水産物への影響は，風評被害を含め，さらに広域にわたっている．

東北地方太平洋沖地震（Mw9.0[1]）は，国内観測史上最大の地震であり，1900 年以降では，1960 年チリ地震（Mw9.5），1964 年アラスカ大地震（Mw9.2），20 万人を超える死者を出した 2004 年スマトラ沖地震（Mw9.1）に続き，1952 年のカムチャッカ半島沖地震（Mw9.0）と同様に 4 番目の規模の地震である[2]．この周辺で過去に起こっている 1896 年の明治三陸地震（Mw8.5）や 1994 年の北海道東方沖地震（M8.2）よりも，6 倍から 16 倍の大きなエネルギーを持っている．我が国の史上最大の地震被害を引き起こした関東地震（M7.9）の 50 ～ 60 倍，戦後最大の地震被害をもたらした兵庫県南部地震（Mw6.9）の 1,000 倍以上の大きな規模の地震である．この地震の断層タイプは，西北西―東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で，太平洋プレートと北米プレート境界域における海溝型地震である．断層破壊が始まった震源地は，三陸沖の深さ 24 km であるが，最終的に断層が破壊した震源域としては，岩手県沖から茨城県沖までの南北約 500 km，東西約 200 km の広範囲に及んだ．断層面が水平に対して約 10 度の浅い傾きを持ち，上面と下面がそれぞれ西北西―東南東方向にすれ違う形で圧縮され，水平方向の変位量が大きくなる．この地域に特徴的なタイプの海溝型地震である[3]．また，文部科学省の地震調査委員会によると，宮城県沖・その東の三陸沖南部海溝寄りから南の茨城県沖まで個別の領域が連動したもので，断層の滑り量は最大約 20 メートル以上に達したと報告している[4, 5]．最大震度は，宮城県栗原市で震度 7 を記録し[6]，最大加速度は，宮城県栗原市で 2,933 ガルを記録し（図 1），揺れは 2 分程度続いた[7]．また，地震動の発生源である断層の破壊時間が長かったこと，短い間隔で大きな余震が発生したことから強震の継続時間も長かっ

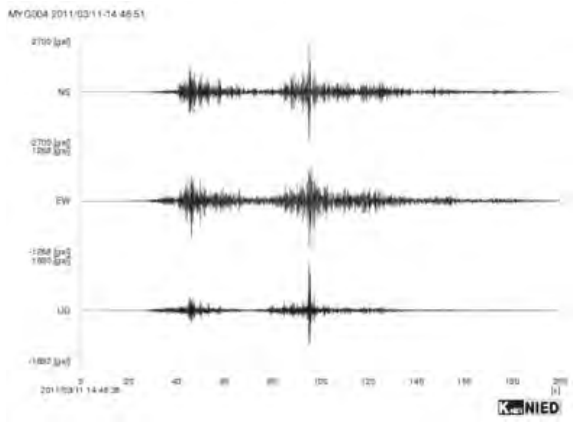


図 1　宮城県栗原市の加速度記録[7]

* 東京大学生産技術研究所
** 東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻
*** 中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻
**** 東京大学大学院情報学環／生産技術研究所

た．青森県から神奈川県にかけての各地で，震度 4 以上の揺れの継続時間が軒並み 2 分（120 秒）を超え，いわき市小名浜で 190 秒に達するなどした[8]．震度 7 を観測したのは，2004 年の新潟県中越地震以来であり，観測史上でも 3 回目であった．東北以外でも強い揺れが観測され，東京では震度 5 強，名古屋では震度 4，大阪でも震度 3 が観測された（図 2）[8, 9]．首都圏では長周期地震動の影響で，10 分間以上にわたって高層ビルが振動し続けるなどの現象も見られた[10]．

津波に関しては 12 日 3 時 20 分時点（気象庁第 7 報）では，日本の全ての海岸に津波警報または注意報が出された（図 3）[11]．津波は，本震から発令され続けていた津波警報や注意報の解除状況が発表され[12]，全ての警報・注意報が解除されたのは 13 日の 17 時 58 分であった[13]．解除までに 2 日間以上かかった．なお，気象庁による基準では，大津波警報は高いところで 3 m 程度以上，津波警報は高いところで 2 m 程度，津波注意報は高いところで 0.5 m 程度の津波が予想される場合に，それぞれ発令される．

岩手県釜石市では，ギネス・ワールド・レコーズに認定されている「世界最深の防波堤」である全長 2 km，深さ 63 m の防波堤が総工費 1,200 億円を投じて 2009 年に完成している．港湾空港技術研究所によると，今回の津波によって防波堤自体は全体の 7 割が倒壊したが，釜石市街地への浸水を約 6 分遅らせることができたとの数値計算の結果が報告されている[14]．岩手県の宮古市田老地区では，明治三陸地震，昭和三陸地震での津波被害を教訓として高さ 10 メートル，総延長 2,433 メートルの防潮堤が建設されており，日本でも甚大な被害を出した 1960 年チリ地震による津波に対しては被害を皆無に抑えたが，今回の津波は防潮堤そのものを 580 メートルにわたって粉砕した[15]．岩手県普代村では，高さ 15.5 m，全長 155 m の防潮堤により村の海岸地域が守られ，村全体で行方不明者 1 名の人的被害に留まった[16]．

津波による河川の遡上も各地で見られた．北上川では，河口から約 50 km 上流の地点まで遡上したことが河川水位の記録データから判明し[17]，十勝川においても，河口から約 13.2 km 上流の地点まで遡上した[18]．

津波による浸水は，多くの地域で発生し，国土地理院による試算では，青森，岩手，宮城，福島，茨城，千葉の 6 県 62 市町村の空中写真・衛星画像判読による浸水範囲面積の合計は 561 km^2（山手線の内側の面積 63 km^2 の約 9 倍）となることが分かった[19]．津波の高さの観測では，沿岸部の検潮所の多くは何らかの機器の問題により，データの送信ができなくなったため，正確な記録が残っていなかったものの，一部の観測点でデータの回収に成功し，最大波は，相馬では 7.3 m 以上，大洗で 4.2 m，釜石で 4.1 m 以上，宮古では 4.0 m 以上，石巻市鮎川で 3.3 m 以上，大船渡では 3.2 m 以上であった（図 4）[12]．

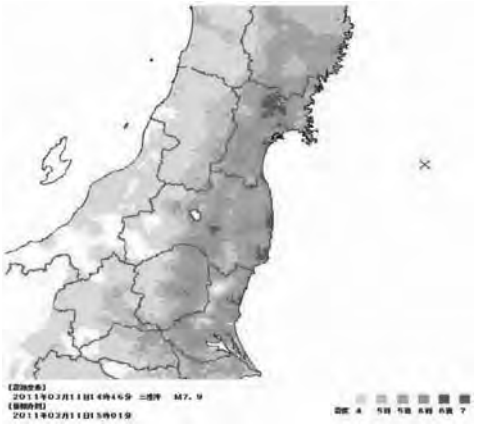


図 2　東北地方太平洋沖地震の推計震度分布図[9]

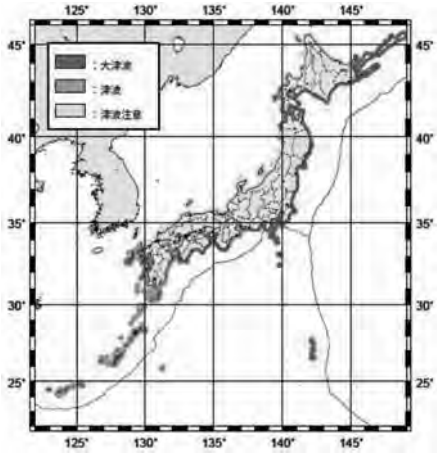


図 3　津波警報．注意報の状況（気象庁 7 報）

図 4　津波観測状況（気象庁 14 報）[12]

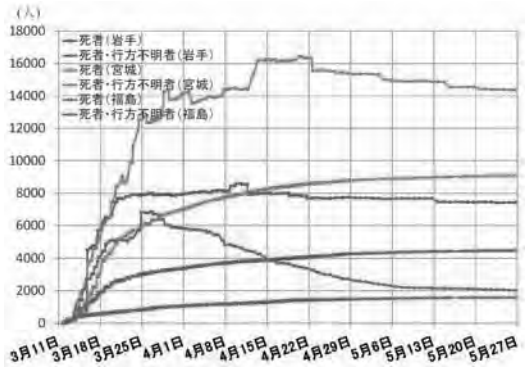


図 5　死者・行方不明者数

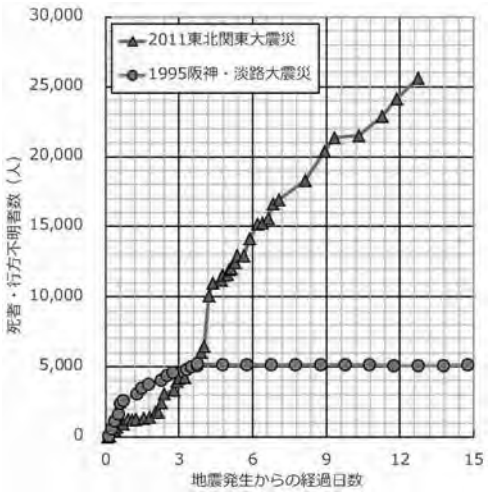
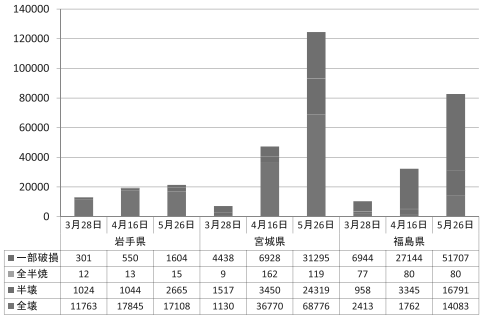


図 6　阪神・淡路大震災との死者・行方不明者数の比較

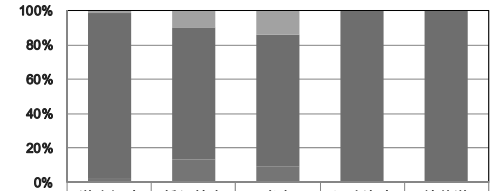
警察庁によると，2011 年 6 月 26 日現在で，人的被害は，12 都道県で 15,500 人，行方不明者は 6 県で 7,306 人，負傷者は 19 都道県で 5,386 人，避難者は 31,297 人（避難所数，1,326 箇所）であり，自宅避難者も含めると避難者数はさらに多数に上ると考えられる．県別の死者数は，宮城県で 9,275 人，岩手県で 4,562 人，福島県で 1,597 人，茨城県で 24 人，千葉県で 20 人，東京都で 7 人，栃木県と神奈川県で各 4 人，青森県で 3 人，山形県で 2 人，北海道と群馬県で各 1 人となっている．行方不明者は，宮城県で 4,661 人，岩手県で 2,321 人，福島県で 320 人，千葉県で 2 人，青森県と茨城県で各 1 人である（図 5）．阪神・淡路大震災（1995 年）の場合，発災から 5 日目になると，死者数の全容が掴めていたが，今回の地震では，10 日経過してもその数は収束することなく，増加しており，その規模の大きさを認識できる（図 6）．本文を執筆中の現在でも行方不明者は多数である．

岩手・宮城・福島の 3 県で，建物被害は，全壊 99,967 棟，半壊 43,775 棟，一部損壊 84,606 棟であり（図 7），道路損壊は 1,620 箇所，橋梁損壊は 30 箇所，山崖崩れ 66 箇所となっている（図 8）．いずれも未確認情報が含まれ，数値



	岩手県			宮城県			福島県		
	3月28日	4月16日	5月26日	3月28日	4月16日	5月26日	3月28日	4月16日	5月26日
一部破損	301	550	1604	4438	6928	31295	6944	27144	51707
全半焼	12	13	15	9	162	119	77	80	80
半壊	1024	1044	2665	1517	3450	24319	958	3345	16791
全壊	11763	17845	17108	1130	36770	68776	2413	1762	14083

図 7　住家被害の状況



	道路損壊	橋梁被害	山崖崩れ	堤防決壊	鉄軌道
福島県	19	3	9	0	0
宮城県	1571	23	51	4	23
岩手県	30	4	6	0	0

図 8　インフラ被害の状況（5 月 30 日現在）

は今後も修正される可能性がある．

2. 調　査　概　要

筆者らは，地震発生から約 2 週間後の 2011 年 3 月 26 日から 27 日と 3 月 31 日から 4 月 2 日に現地調査を実施した．調査地域は，岩手県陸前高田市から宮古市の間にある津波で被害を受けた地域と宮城県仙台市宮城野区荒浜地区を調査した（図 9）．3 月 26 日から 27 日の調査では，1 日目（26 日）は岩手県の調査を行い，2 日目（27 日）は仙台市の調査を行った．本報告の現地調査は，地震発生から 2 週間後であったため，現地までの交通手段が限られていた．そのため，空路で羽田空港から花巻空港へ移動し，1 日目は，そこから車を利用して陸前高田市から宮古市の間を調査した．2 日目は，岩手県盛岡市から宮城県仙台市まで高速バスで移動し，仙台市宮城野区荒浜地区の調査は，タクシーを使い調査した．調査内容は，津波による建物被害状況の把握やインフラ被害の状況を中心に行った．本報告では，調査対象地域のうち主要な地域について概要を述べる．

3. 調　査　結　果

3.1　岩手県宮古市

宮古市の発表によると，平成 23 年 6 月 6 日 12 時現在，死者（遺体安置者）417 人，負傷者 33 人，行方不明者 195 人，避難所数は 11 カ所，避難者数 670 人である．また，住家等の被害では，全壊 3,669 戸，半壊 1,006 戸，一部破損 176 戸，床上浸水 1,760 戸，床下浸水 323 戸と甚大な被害となっている．

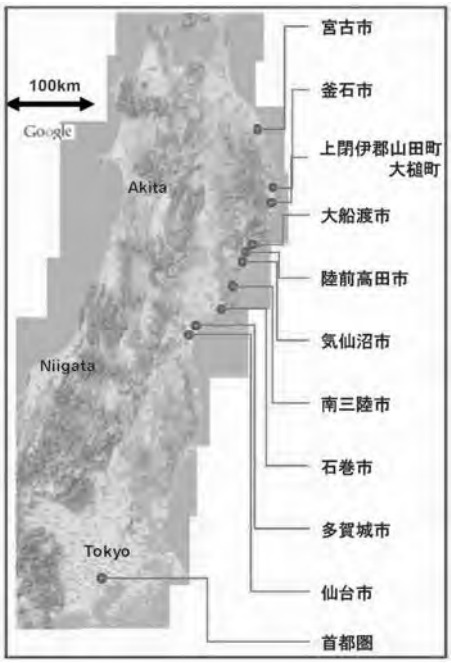


図 9　調査箇所

主要な被害を図 10 ～ 15 に示す．3 月 26 日に現地に入った時には，国道 45 号線，国道 106 号線の道路脇にはガレキが積まれていたが，通行は可能であった．図 10 は津波浸水域であり，津軽石川の河口から約 3 km 付近に瓦礫が散在し，津波がここまで遡上したことが確認できた（図 11）．宮古市役所の前には，津波により流された船が停まっており（図 12），宮古市役所は災害対策本部の運営のためか明かりが点灯していた（図 13）．また，地震動と津波の影響により温泉施設は営業を停止しており（図 14），道路が陥没している箇所が多数見受けられた（図 15）．

3.2　岩手県釜石市

岩手県釜石市の人口は約 3 万 9 千人（2 月 1 日現在）であったが，今回の地震災害で 1,296 名（6 月 6 日 17 時現在）が犠牲となった．海岸沿いの大槌湾，両石湾，釜石湾，唐丹湾といった地域は，壊滅的な被害を受け，住民およそ 3,548 人が避難所で生活している（4 月 18 日現在，釜石市災害対策本部）．

津波により市街地や消防本部も冠水し，消防車両も被災した．釜石海上保安部では，庁舎の 2 階まで浸水し，住民約 8,400 人が避難した（4 月 19 日現在）．釜石港湾口防波堤は，世界最大水深（−63 m）を持ち，2010（平成 22）年 7 月 27 日に「世界最大水深の防波堤」としてギネス世界記録に認定された．今回の津波により，防波堤は決壊したが，港湾空港技術研究所によって市街地への浸水を 6 分間遅らせる効果があったことが報告されている [14]．

釜石市の被害状況写真を図 16 ～ 20 に示す．図 16 は津波により陸に押し上げられた巨大な船であり，多くの場所で漁業設備に被害が出ており，産業への影響が懸念される．図 17 は，津波で被害を受けた住宅地の中で生存者を探している住民の様子である．自衛隊等の救援活動も見られた

図 10　岩手県宮古市の津波浸水域（国土地理院）

図 11　津軽石川の河口から約 3 km 付近の津波の痕跡

図 12　国道 45 号線の高架橋によって止められ，側方に溢れたと思われる船

図 13　地震直後から災害対策本部が設置された宮古市役所本庁舎

図 14　宮古湾温泉マースの被害

図 15　道路の陥没

図 16　津波で陸に押し上げられた巨大な船

図 17　被害を受けた家に対し，生存者の捜索をする住民

図 18　津波で重なるように押し流された自動車

図 19　釜石駅には甚大な被害は見られなかった

が，津波で行方不明になった家族や友人を探す姿が散見された．図 18 は，津波により押しつぶされた車が重なって停止した様子である．津波の勢いにより重量物も元の場所にはなく，遠く離れた場所まで押し流され，所有者の確認作業等が難航すると考えられる．釜石市中心部に位置する釜石駅には構造的に大きな被害はなく，浸水被害が見られた（図 19）．図 20 は，高架橋の下を通過した津波により堆積した瓦礫である．高架橋自体には甚大な被害は見られなかった．

3.3　釜石市唐丹町本郷地区

釜石市唐丹町本郷地区は明治三陸地震津波（1896 年）と昭和三陸地震津波（1933 年）で，海岸部の家屋がほぼ全滅した．住民たちは裏山を切り崩して，海抜約 25 メートル以上の高台に団地を造成，約 100 戸を移転させた．

今回の津波は唐丹湾の防潮堤（高さ約 10 メートル）を乗り越え，高さ 20 メートル以上に達したと見られるが，移転した家屋はほぼ無傷だった．一方，転入者らが近年建てた低地の約 50 戸は津波にのみ込まれた．山口弥一郎選集の別巻において[20]，当時の移転前と移転後の図が紹介されているが，今回，被害を受けた人々は過去に甚大な津波災害を受けた場所に家を建て生活していた人々であった（図 21, 図 22）．図 23 は鮎川を遡上する津波の様子であり，図 24 は唐丹駅の被害の様子である．唐丹駅の直前まで津波により流された瓦礫が堆積しているが，駅自体には甚大な被害は見られなかった．

また，大船渡市三陸町吉浜においても過去の高所移転により，今回の津波では甚大な被害に至らなかった．吉浜地区は，海抜 20 m ほどの県道沿いに住宅が集まり，低地に水田が広がり，過去の大津波を教訓に高地移転し，難を逃れることができた．明治 29 年の明治三陸津波で，26 m の

図 20　南リアス線の高架下に溜まったガレキ

図 21　高所移転により津波被害から守られたエリアと津波被害を受けた低所エリア

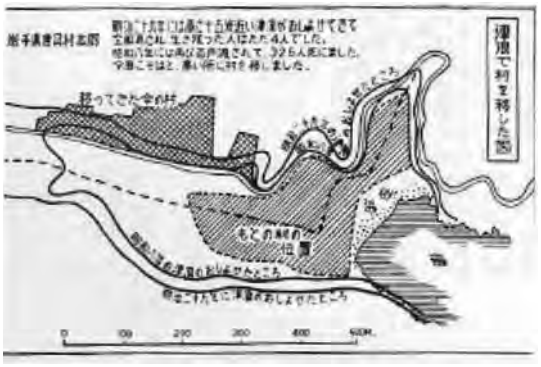


図 22　津波で村を移した図[20]

図 23　鮎川を遡上する津波

図 24　大きな被害が見られないプラットフォームと線路（南リアス線の唐丹駅）

高さの津波が押し寄せ明治三陸大津波で 204 名の死者を出した吉浜地区は，当時の村長らが山麓の高地へ移転する計画を立案した．また，海岸に延長 523 m，高さ 8.2 m の防潮堤を建設し，幅 10 m の防潮林も植えた．昭和 8 年の昭和三陸津波による流出家屋数は，移転後に新たに低地に建てた 10 戸と移転場所の悪かった 2 戸のみであり，死者行方不明者は 17 名であった．吉浜地区では，今回の津波によって高さ 7 m の防潮堤は破壊され，防潮林も飲み込まれてしまい，県道下の水田は水につかってしまった．しかし，海岸に最も近い家などでは床上数センチまでは津波が押し寄せたが，死者・行方不明者 1 名，全壊・流出した家屋は 4 戸にとどまった．

3.4　岩手県上閉伊郡山田町

山田町の死者は 577 人，行方不明者は 273 人，負傷者は不明，家屋倒壊数は 2,638 棟である（6 月 6 日 17 時現在）．山田町では，火災も発生し，津波に加え，火災でも甚大な被害が出た．

山田町は三陸海岸の中央に位置し，山田湾は船越半島と重茂半島に囲まれて，養殖や海水浴の地として賑わっていたが，漁業，観光ともに甚大な被害に見舞われた．

山田町の被害状況写真を図 25 ～ 30 に示す．山田湾にあった防潮堤・防潮林も津波により大きな被害を受けた（図 25）．「鯨と海の科学館」付近では自衛隊車両が数多く見られ，行方不明者捜索が行われていた（図 26，27）．岩手銀行山田支店も津波で被災し，業務への影響が懸念される（図 28）．山田町の地震前後を比較した衛星写真からも町の中心部のほとんどが津波による被害を受けたことがわかる（図 29，30）．

図 25　山田湾の防潮堤の被害

図 26　鯨と海の科学館の入り口．自衛隊の車両が目立った

図 27　鯨と海の科学館と周辺の被害

図 28　岩手銀行山田支店の被害

図 29　地震前の山田町の衛星写真

図 30　地震後の山田町の衛星写真

3.5　岩手県上閉伊郡大槌町

大槌町では，地震発生直後，大規模な火災が発生し，死者は 777 人，行方不明者は 952 人であった（6 月 6 日 17 時現在）．加藤宏暉町長も津波により生命を奪われた一人である．

大槌町の被害状況写真を図 31 ～ 34 に示す．大槌川にかかる橋に瓦礫が見られることから高い津波が川を遡上したことが覗える（図 31, 32）．大槌病院の病棟も津波で水没し，機能の一部を失った（図 33）．現地調査を行った時点では，大槌町の中は交通規制により自由に入ることが出来なかったため国道 45 号線からの概観に限られた（図 34）．

3.6　岩手県大船渡市

大船渡市は，人口 4 万 600 人であり，そのうち 323 人が死亡し，行方不明者は 140 人，負傷者は不明，家屋倒壊数は 2,556 棟である（6 月 6 日 17 時現在）．

大船渡市の被害状況写真を図 35 ～ 37 に示す．図 35 は，2 階建ての建物の上に乗り上げた船であり，漁船をはじめ多くの漁業設備が被害を受けた．壊滅的な被害が見られる中で，高台にある住宅には津波が到達しておらず，被害が生じてない箇所もあった．高台にある住宅には津波が押し寄せておらず，高台と低地に存在する住家で被害が大きく異なっていた（図 36）．

図 37 は，標高の差によって被害程度が大きくことなる

図 31　大槌川を遡上した津波跡（右岸）

図 32　大槌川を遡上した津波跡（左岸）

図 33　県立大槌病院の被害

図 34　国道 45 号線からの大槌町

図 35　2 階建ての建物の上に乗り上げた船

ことを示しており，道一本隔てるだけで被害の程度に大きな差が生じていた．

3.7　岩手県大船渡市三陸町越喜来

越喜来の被害状況写真を図 38 ～ 41 に示す．リアス線の線路も津波による被害を受けた．高さ約 8 m の盛土上の線路が盛土から落下しており（図 38），この高さまで津波が来たことがわかる．また，衣服が線路に引っかかっており，引き波により住家の衣類等が海側に流されたと考えられる（図 39）．引き波の高さも盛土の 8 m を越えていたと推測できる．防潮堤も破壊され，コンクリートブロックが散在していた．

海から約 200 m のところにあった越喜来小学校の校舎も津波に襲われたが，71 名の生徒は無事であった（図 40）．生徒達は，地震の前（前年の 12 月）に設置された非常通路を使って崖の上に出て，高台の三陸鉄道南リアス線三陸駅に避難して無事であった（図 41）．

図 36　津波から免れた高台の家

図 37　信号の手前と奥で異なる被害

図 38　津波で押し流され，盛土から落下したリアス線の線路

図 39　線路に掛かった衣服

図 40　越喜来小学校（海岸線から 200 m に位置）の被害

図 41　小学生が避難した三陸駅

3.8　岩手県陸前高田市

陸前高田市（人口は約 2 万 4 千人）は，壊滅的な被害を受けた地域の一つである．1,510 人が死亡し，行方不明者は 632 人，負傷者は不明，家屋倒壊数は 3,600 棟である（4 月 20 日 17 時現在）．

3 月 23 日に国道 340 号線，45 号線が通行できるようになり，著者らが現地に入った 26 日には，渋滞もなく通行できた．

地震直後の状況は次の様であった．「東北・太平洋沿岸地震で，岩手県警によると，陸前高田市は 8 割以上が水没した．総務省消防庁も同市が津波でほぼ壊滅状態となり，陸前高田市消防本部は地震発生以降，連絡がまったく取れない状態だとしている．同市は数百メートル間隔で火災が発生しているとの情報もある [21]」．陸前高田市の津波浸水域を図 42 に示す．陸前高田市では市町村面積が 232 km^2 であり，そのうち 13 km^2 が浸水したことが後に分かり，発災直後の混乱の様子が伺える [22]．

岩手県陸前高田市の被害状況写真を図 43 ～ 48 に示す．沿岸部に位置した高田松原第一球場（図 43）や数多くの道路橋などに甚大な津波被害が見られた（図 44）．さらに，

図 42　陸前高田市の津波浸水域（国土地理院）

図 43　津波で壊滅的な被害を受けた高田松原第一球場

図 44　津波により押し流れた道路橋

RC 造 5 階建てのマンションの 5 階まで津波が到達し，津波がこの高さまで到達したことから，今後の避難方法についての再考が必要であると考えられる（図 45，46，47，48）.

4. お　わ　り　に

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震による津波被害について，発災 2 週間後に実施した調査結果を速報版として報告した．今回は，紙面の都合上，主要な被災地域かつ概要のみの報告となった．津波被害の特徴の一つは，地震動による影響は多少あるものの高地に住んでいる住民には津波の被害がないことである．これは，過去の津波被害の経験を活かし，高地移転を実施し，それを継続している地域では，甚大な被害に至ってないが，一方で，低地に戻り，海岸部の空地に新たに生活空間を求めて生活している地域では，津波による甚大な被害が生じていた．今後の地域の再生において，今回の被害の教訓を国土利用に反映することが求められる．

今回の被災地調査を通じて，広域的な津波被害を踏まえ，今後，津波被害から人命・財産を守るために広域的な応援体制と対応の確立が急務である．

図 45　RC 5 階建てマンションの 5 階にまで津波が到達

図 46　マンション 5 階の部屋の玄関

図 47　マンション 5 階の部屋のベランダ

図 48　マンション 5 階の洗面所に津波の痕跡

謝　　辞

本調査は 3 月 26，27 日の限られた燃料の中，花巻空港でボランティア活動を行っていた阪上浩氏に被災地をご案内頂いた．阪上氏のご案内がなければこの調査は実施することができなかった．ここに記して謝意を表する．

阪神・淡路大震災との死者・行方不明者数の比較については，山梨大学の秦康範先生に資料をご提供頂きました．

（2011 年 6 月 27 日受理）

参　考　文　献

1）　USGS: USGS Updates Magnitude of Japan's 2011 Tohoku Earthquake to 9.0, 2011.3.14.（2011 年 3 月 16 日閲覧）
2）　USGS: Magnitude 8 and Greater Earthquakes Since 1900, 2011.3.（2011 年 3 月 16 日閲覧）
3）　気象庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震について（第 15 報），2011.3.13.（2011 年 3 月 16 日閲覧）
4）　地震調査研究推進本部：平成 23 年（2011 年）東北地方太

平洋沖地震の評価，2011.3.11.（2011 年 3 月 16 日閲覧）
5） 地震調査研究推進本部：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の評価，2011.3.13.（2011 年 3 月 16 日閲覧）
6） 気象庁：「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」により各地で観測された震度について，平成 23 年 3 月 30 日（http://www.jma.go.jp.cache.yimg.jp/jma/press/1103/30d/kaisetsu201103301800.pdf）
7） 防災科学技術研究所：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による強震動，2011.4.28.（2011 年 5 月 10 日閲覧）
8） 気象庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時に震度計で観測した各地の揺れの状況について，2011.3.25.（http://www.jma.go.jp/jma/press/1103/25a/kaisetsu201103251030.pdf）（2011 年 3 月 26 日閲覧）
9） 気象庁：平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃の三陸沖の地震について，2011.3.11.（http://www.jma.go.jp/jma/press/1103/11b/kaisetsu201103111600.pdf）
10） 朝日新聞社（Asahi.com）：新宿センタービル，13 分揺れた　国の耐震基準強化へ，2011 年 4 月 19 日（http://www.asahi.com/national/update/0419/TKY201104190244.html）（2011 年 4 月 20 日閲覧）
11） 気象庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震について（第 7 報），2011.3.12.（2011 年 3 月 20 日閲覧）
12） 気象庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震について（第 14 報），2011.3.13.（2011 年 3 月 20 日閲覧）
13） 気象庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震について（第 16 報），2011.3.13.（2011 年 3 月 20 日閲覧）
14） 港湾空港技術研究所：釜石港における津波被害の数値計算による再現結果，2011.3.31.（http://www.pari.go.jp/files/items/3544/File/20110401-1.pdf）
15） 産経新聞（msn 産経ニュース）：信じていた強固な防潮堤粉々に　津波防災の岩手・宮古市（平成 23 年 3 月 18 日）（http://sankei.jp.msn.com/region/news/110318/iwt11031810490000-n1.htm）（2011 年 3 月 20 日閲覧）
16） YOMIURI ONLINE：明治の教訓，15 m 堤防・水門が村守る，2011.4.3.（http://www.yomiuri.co.jp/national/news/20110403-OYT1T00599.htm）（2011 年 4 月 4 日閲覧）
17） 朝日新聞（Asahi.com）：大津波，北上川を 50 キロさかのぼる，2011.3.24.（http://www.asahi.com/special/10005/TKY201103240410.html）
18） 国土交通省北海道開発局：平成 23 年東北地方太平洋沖地震により，津波が河川を遡上した痕跡について，2011.3.22.（http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/press/press_h2303/22_sanrikujishin_23.pdf）
19） 国土地理院：津波による浸水範囲の面積（概略値）について（第 5 報），2011.4.18.（http://www.gsi.go.jp/common/000059939.pdf）
20） 山口弥一郎：山口弥一郎選集　別巻一　東北地方　研究餘録，東北の地理・小説・随筆，文化書房博文社.
21） 産経新聞（msn 産経ニュース）：ほぼ壊滅の岩手・陸前高田，8 割が水没，消防本部と連絡取れず，2011.3.12.（http://sankei.jp.msn.com/affairs/news/110312/dst11031206270081-n1.htm）（2011 年 3 月 16 日閲覧）
22） 国土地理院：津波による浸水範囲の面積（概略値）について（第 5 報），2011.4.18.（http://www.gsi.go.jp/common/000059939.pdf）

調 査 報 告

2011年東北地方太平洋沖地震における三陸鉄道の被害調査速報

Quick Report on Damage Investigation of Sanriku Railway Suffered from the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

藤 生　慎*・下 野 大 樹**・牧之段 浩 平***・井 原　毅**・
沼 田 宗 純****・大 原 美 保*****・目 黒 公 郎*****・
高 田 和 幸******・岩 倉 成 志*******・兵 藤 哲 朗********

Makoto FUJIU, Hiroki SHIMONO, Kohei MAKINODAN, Tsuyoshi IHARA,
Muneyoshi NUMADA, Miho OHARA, Kimiro MEGURO,
Kazuyuki TAKADA, Seiji IWAKURA and Tetsuro HYODO

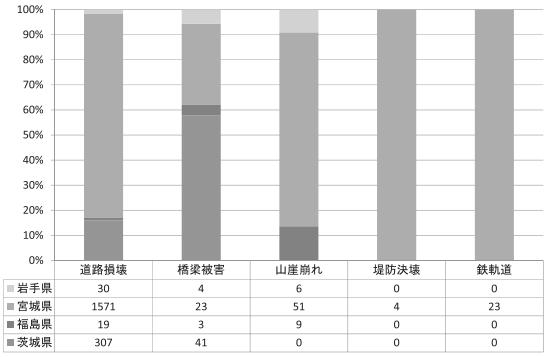
1. は じ め に

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．

今回の地震では様々なインフラが被害を受けた．それらの主なものは，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く発生している．一方，鉄道，空港，港湾は津波による被害が多く発生している．

津波によって被害を受けた仙台空港は，滑走路と空港ターミナルの両方が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の運用を開始し，6 月 12 日には国際線ターミナルの運用を開始した．しかし，



	道路損壊	橋梁被害	山崖崩れ	堤防決壊	鉄軌道
岩手県	30	4	6	0	0
宮城県	1571	23	51	4	23
福島県	19	3	9	0	0
茨城県	307	41	0	0	0

図 1　インフラ被害状況 [1)]

図 2　高速道路の被害 [2)]

図 3　鉄道被害（JR 気仙沼線（左）・JR 山田線（右））[3)]

図 4　仙台空港被害 [4)]

* 東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻
** 中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻
*** 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻
**** 東京大学生産技術研究所
***** 東京大学大学院情報学環／生産技術研究所
****** 東京電機大学理工学部建築・都市環境学系
******* 芝浦工業大学土木工学科
******** 東京海洋大学流通情報工学科

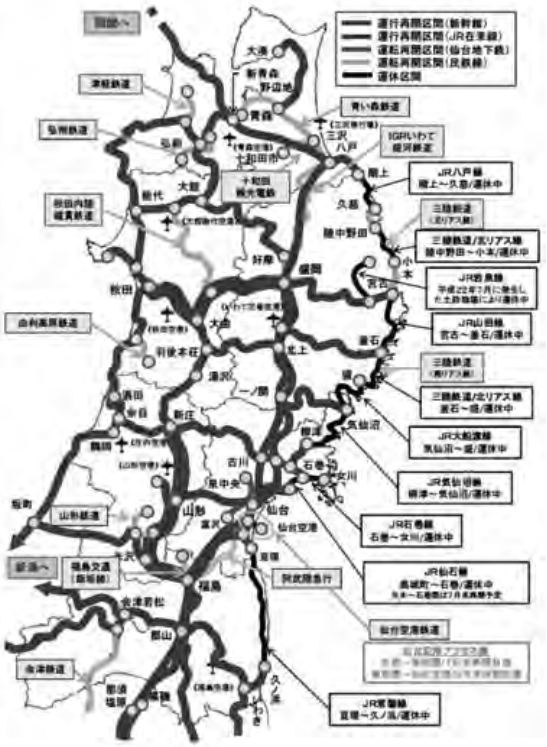


図 5　東北地方の鉄道運行状況 [5)]

出典：三陸鉄道（株）

図 6　三陸鉄道の運行路線

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が多数存在する．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（2011 年 6 月 26 日現在）でも運行を休止している路線が多数存在している．

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 日に津波被災地の現地調査を行った．その際，三陸鉄道南リアス線の津波被災部分の調査も実施した．さらに，2011 年 5 月 9 日に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，今後の方針など）を実施しその後，三陸鉄道北リアス線沿線の津波被害調査を行った．

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 6）あり，北リアス線として宮古駅－久慈駅間（71.0 km）と南リアス線として盛駅－釜石駅間（36.6 km）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ことができる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区間から出た地点に存在する集落に盛り土または，橋梁で駅を設置している形式が多い．

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，南リアス線の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．

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 7,

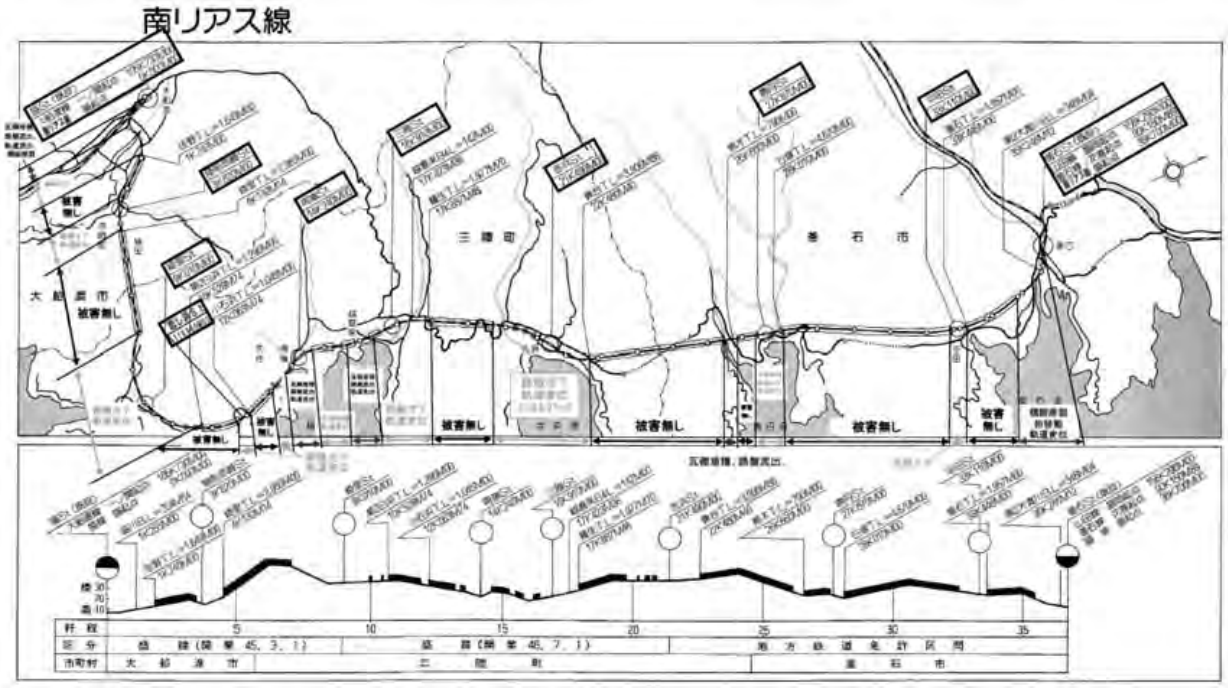


図 7　南リアス線の被害状況と路線概要[6)]

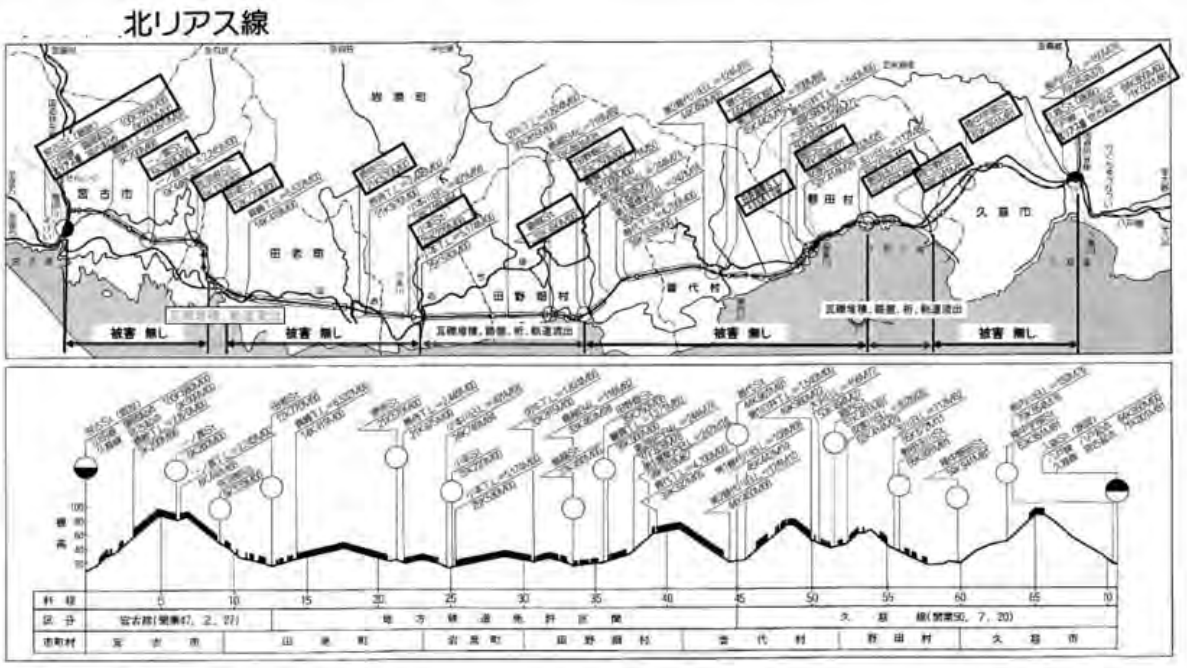


図 8　北リアス線の被害状況と路線概要[6)]

8 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 30 m 付近である．一方，駅位置の標高は，平均して 20 m 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．路線が被害から免れた理由には，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 7 に示す被害状況からも，リアス式海岸の入り江も

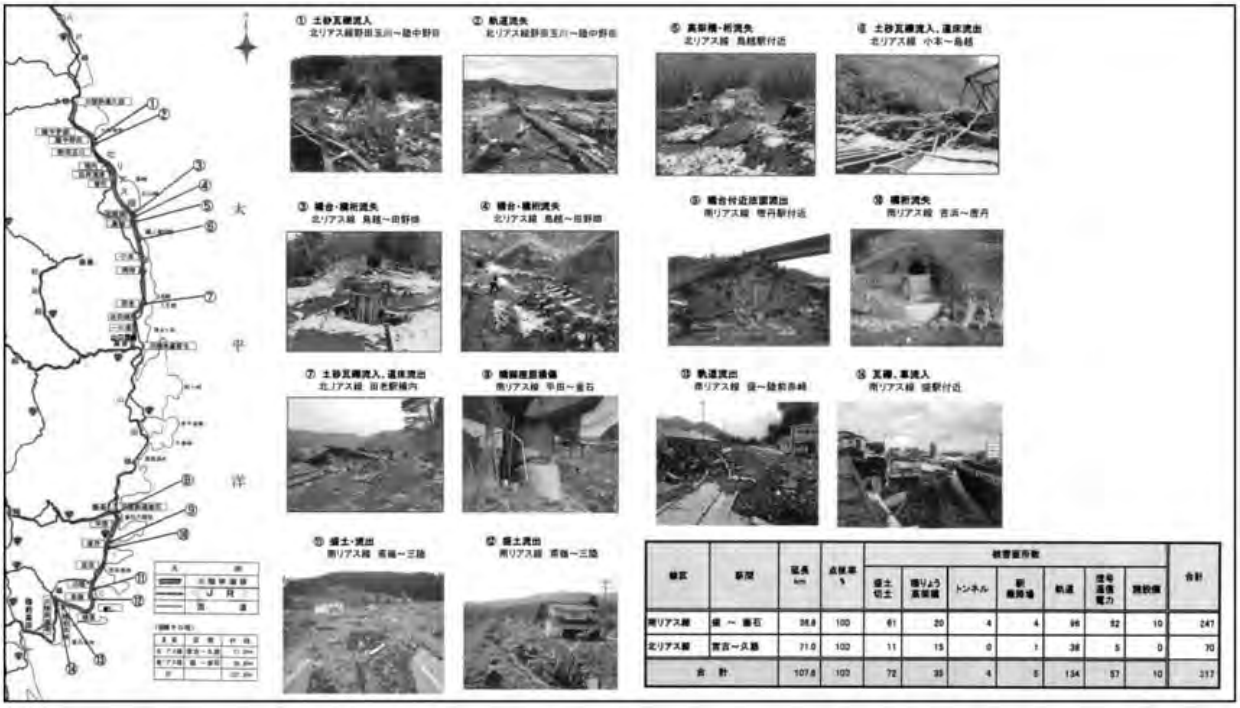


図9　南リアス線と北リアス線の被害概要[7)]

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50 m付近であり南リアス線よりも高所に路線が存在する．さらに，駅位置の標高は，平均して約40 m付近である．このように，南リアス線と比べて標高の高い位置に路線や駅が存在する理由は，隆起海岸に路線があるためである．そのため，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と考えられる．図8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　被害の状況

三陸鉄道は，北リアス線・南リアス線の多くの箇所で被害が生じている．その被害の形態は，線路の流出，橋脚・橋桁の流出，盛土の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9に示す．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．現地調査中に三陸鉄道のいくつかの駅の被害調査を行った．

図10　島越駅（地震後）[3)]

図11　島越駅の橋梁の流出[3)]

図12　島越駅（地震前）[8)]

図13　港のそばの島越駅[8)]

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10に示す．図11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わかる．また，図12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わかる．図13には，港のそばにある駅舎を示す．津波で被害を受けた駅のほとんどが港近くに存在している．

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14，15に示す．甚大な被害を受けた田老町（図16）であったが幸いにも三陸鉄道北リアス線田老駅の橋梁や駅

図 14　田老駅（橋梁部）[3)]

図 15　田老駅（駅部）[3)]

図 16　甚大な被害を受けた田老町 [3)]

部の損傷はなく，3 月 20 日には運行を開始した．図 15 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．

全般的な被害の特徴として，トンネルの占める割合が高い三陸鉄道では，トンネル内に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．この理由には，国鉄時代に高規格で建設されていた背景がある．

5. ヒアリング調査

5.1　三陸鉄道の地震発生時の対応

(1) 地震の検知方法と運行停止手順

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．

(2) 地震発生時の車両・旅客への対応

地震発生時に運行中だったのは 2 編成である．1 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

図 17　ヒアリングの様子

図 18　三陸駅 [9)]

図 19　三陸駅付近の被害 [9)]

図 20　越喜来小学校の被害 1[9)]

図 21　越喜来小学校の被害 2[9)]

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運輸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．三陸鉄道では，地震が発生した当日中に旅客・運転士ともに全員の無事を確認している．

5.2　避難施設としての三陸鉄道

三陸鉄道南リアス線の三陸駅は，近くの越喜来小学校の避難場所として活用された．三陸駅は，津波避難場所には指定されていない．しかし，大津波警報が発令されていたことから予想以上に高い津波が押し寄せると児童と学校教諭が判断したことにより津波避難場所よりもさらに高い場所に位置する三陸駅に避難を行った．その行動が功を奏して越喜来小学校の児童と教諭は津波被害から免れることができた．図18に示す現地調査時の三陸駅の様子から駅舎は，津波被害から免れていることがわかる．一方，図19に示す三陸駅付近の盛土被害から駅付近には，高い津波が押し寄せていたことがわかる．三陸駅が高地にあったために，多くの児童や教諭が津波被害から免れることが可能となった．図20，21に三陸駅に避難した越喜来小学校の被害の様子を示す．甚大な被害であり，三陸駅のような，避難可能な場所がなければ，多くの人的被害が生じていた可能性があることが明らかである．

5.3　復旧方針と今後

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．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日に復旧している．ヒアリング時点（2011年5月9日）での輸送力は，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，手旗信号を用いて45 km/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い．

三陸鉄道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い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いるため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のと考えられる．

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での利用客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．その理由には，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，運転士が携帯していた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，運輸指令所に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）が被った被害はあまりにも甚大で復旧までには，相当な時間を要することは明らかであるが，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正彦社長には，東北地方太平洋沖地震により甚大な被害を受け，復旧・復興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．ここに記して謝意を表する．

（2011年6月27日受理）

参　考　文　献

1）　平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置，警視庁（2011年6月20日現在）．
2）　東北地方太平洋沖地震による高速道路の被害と復旧状況について，NEXCO東日本HP（http://www.e-nexco.co.jp/pressroom/press_release/head_office/h23/0318b/）（2011年3月18日現在）．
3）　土木計画学震災調査小委員会　鉄道グループ　調査チーム撮影（2011年5月8日現在）．
4）　宮城県土木部空港臨空地域課HP（http://www.pref.miyagi.jp/kurin/）仙台空港の被害状況（2011年3月15日現在）．
5）　国土交通省　報道発表資料　鉄道の復旧状況について（http://www.mlit.go.jp/report/press/tetsudo09_hh_000022.html）（2011年6月26日現在）．
6）　三陸鉄道被害調査報告及び路線概要，三陸鉄道株式会社作成（2011年4月1日現在）．
7）　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日現在）．
8）　三陸鉄道開業25周年記念誌　三陸鉄道，盛岡タイムス社，2009年4月．
9）　東京大学生産技術研究所　目黒・大原研究室　東北地方太平洋沖地震　現地調査チーム撮影（2011年3月26日現在）．

研　究　速　報

地震被害による建物被害認定の作業効率化手法に関する提案と実践

―宮城県仙台市宮城野区における建物被害認定作業を事例として―

Proposal and practice of building damage assessment using efficiency technique
― A case study of building damage assessment at Sendai in Miyagi Prefecture ―

藤　生　　慎*・沼　田　宗　純**・大　原　美　保***・目　黒　公　郎***
Makoto FUJIU, Muneyoshi NUMADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

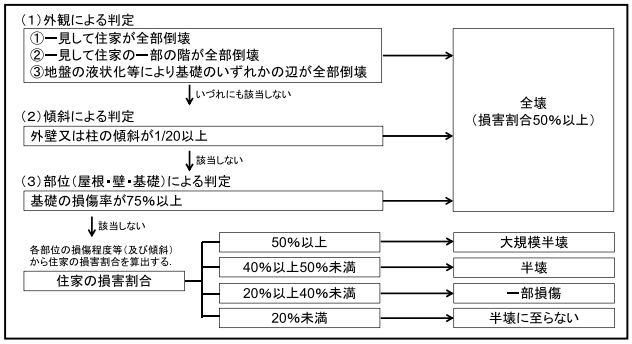
1. は　じ　め　に

近い将来，我が国では首都直下型地震，東海地震，東南海地震，南海地震，宮城県沖地震，上町断層地震など大規模な地震の発生が予想されている．地震により被害を受けた住宅居住者の生活再建には建物被害認定を経て発行される罹災証明書が用いられており，被害認定作業に際しては迅速性，効率性，公平性・正確性の担保が必要である．しかし，現在危険視されている大地震の際には，これらの被害認定および罹災証明書の発行作業に膨大な作業量が発生することが予想される．実際，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震で被害を受けた建物被害認定においても莫大な量の調査家屋が発生した．また，建物被害認定作業と同時に発生する罹災証明書の発行業務についても莫大な時間と多くの労力がかかっていた．特に，建物 1 棟に対し複数枚の写真が撮影され，その写真の整理だけでも多くの時間が費やされ非常に大変な作業である．

そこで本研究では，建物被害認定作業において撮影された大量な写真の整理を迅速かつ効率的に行い，莫大な数の建物被害認定作業の進捗状況の可視化と罹災証明書の発行時において住民から写真の提示を求められた際に迅速に対応することを可能とするシステムを提案し実践した．

2. 建物被害認定とは

災害により住宅被害を受けた被災者に対しては，各種支援が行われている．例えば，税の減免や徴収猶予，各種の手数料・使用料の減免，災害見舞金や災害援護資金の支給，公的融資（住宅融資，商工融資等），公立学校の学費の免除等がある．平成 10 年には「被災者生活再建支援法」が施行された．これらの公的支援は被災者の住宅の被害程度に応じて行われ，罹災証明書の被害程度がその根拠として用いられる場合が多い．さらに，義援金の配分，私立学校の学費免除，就業先からの各種給付，保険会社からの保険金支払いなど，民間の各種支援策の受給や被災者の被害を公的に証明するためにも罹災証明書の提出が求められる．以上のように，被災者に対する様々な支援策の支援内容を左右する罹災証明書は，被災者の生活再建と密接に関連している．罹災証明書発行のための罹災程度の認定基準を制度的に定めたものはないが内閣府により建物被害認定作業の実施指針（「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」，以下，運用指針）が示されている．運用指針は 1968 年に初めて作成され，その後，2001 年，2009 年に改訂されている．運用指針には，住家の被害認定にかかわる標準的な調査方法および判定方法が示されている．



出典：災害に係る住家の被害認定基準運用指針（内閣府）

図 1　建物被害認定の判定基準

地震による被害の場合，調査は，1 次調査，2 次調査にわかれている．一方，その他の災害では，地震災害の 1 次調査に該当する調査のみである．調査項目は，外観・傾斜・部位が基本項目であり，水害では，浸水深，風害では，外装が追加されている．また，被災者からの罹災内容について不服があった場合には，各災害とも再調査を実施できる仕組みとなっている．また，罹災程度の種類は，4 種類あり，「全壊」・「大規模半壊」・「半壊」・「半壊に至らない」である．調査は，外観・傾斜・部位のうちいずれかが，基準値以上であれば「全壊」と判断され，いずれにも該当しない場合には，各部位の損傷の程度などから損害割合を算出し罹災程度が決定される仕組みである（図 1）．各部位の損

*東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻
**東京大学生産技術研究所
***東京大学大学院情報学環／生産技術研究所

傷程度も屋根・壁・基礎など住家の構成要素に対して細かく基準が設けられている．

3. 過去の建物被害認定での課題

建物被害認定に関するレビューを通じて，建物被害認定フローとその問題点について整理する．建物被害認定作業が行われた新潟県中越地震（2004年）と新潟県中越沖地震（2007年）を対象として，表1のように判定フローを「基準」，「人材育成」，「スクリーニング」，「判定」の4種類に分類し問題点を整理した．「基準」は，運用指針による判定方法や判定基準を意味している．「人材育成」は，地震発生時の判定員の人材召集，研修，組織化を意味している．「スクリーニング」は，建物被害認定を実施する住家をどのように選択するかもしくは，その必要のある建物の判断基準を意味している．「判定」は，実際の1次調査，2次調査，さらに，調査結果を踏まえた罹災証明の発行を意味している．

新潟県中越地震を対象とした既往研究には，重川ら[1]，堀江ら[2]，吉富ら[3]が挙げられ，調査方法や判定基準が明確に定められていないことや調査員の数や質に問題があること[1]，自治体により異なった被害認定方法であったため研修が難しいこと[2]，地方自治体にとって莫大な数の罹災証明書の発行が，はじめての経験であったため作業効率が低下したこと[3]などを指摘している．一方で，DATS（Application of Damage Assessment Training）の導入により一定水準の判定精度は確保可能である[3]との報告もある．

新潟県中越沖地震を対象とした既往研究には，田中[4]の研究があり，継続的な調査員の確保の問題や建築士の視点と内閣府の指針の相違が問題点として挙げられているこれらの問題点のうち，特に注目すべきは1次調査，2次調査での予備知識の不足や判定精度の格差である．規模の大きな地震後の建物被害認定作業では，人材不足から，十分なトレーニングを受けない判定員が認定作業に従事している場合があり，認定の精度の問題が報告されている．多くの判定員に対して一定以上の判定精度を担保するとともに，均一な技術を持つ人材を多く召集することが必要である．

表1　建物被害認定の問題点

判定フロー		新潟県中越地震（2004）	新潟中越沖地震（2007）
Ⅰ−基準	①基準	罹災程度の認定基準を制度的に定めたものはなく，認定のための具体的な調査方法や判定方法などは明確に示されておらず，内閣府より指針が出されるにとどまっている．	
Ⅱ−人材育成	②人材召集	応援職員の著しい不足	・継続的な調査員の確保
	③研修	自治体により異なった被害認定方法であったため研修が難しかった	−
	④組織化	調査員の数と質	−
Ⅲ−スクリーニング	⑤スクリーニング	調査員確保と調査期間の観点から訪問（悉皆）調査の限界	
Ⅳ−判定	⑥1次調査	調査技能に対する調査員自信の不安や予備知識不足 判定精度（半壊と一部損壊の境界）に関する問題	建築士の視点と内閣府指針の相違 判定精度（大規模半壊と半壊・全壊の境界）に関する問題
	⑦2次調査	判定結果に不満をもつ住民への対応	対象数や申請の動向を把握する難しさ 再調査に必要な応援職員の確保[4]
	⑧罹災証明の発行	莫大な数の証明書の発行が初めての業務であったため作業の効率性が低下した	−

4. 仙台市での建物被害認定作業

筆者らは，2011年5月2日から6日間，宮城県仙台市宮城野区役所で行われている建物被害認定作業に同行し，作業の支援を行った．

まず調査前に，建物被害認定の調査実施前トレーニングを受けた（図2）．これは，約90分間，専門家による資料やビデオ教材を用いた簡便なトレーニングであり，ここで建物被害認定の基本的な考え方や実際の作業方法について学ぶ．次に，調査実施前トレーニングを終了した調査員は，2人1組でチームとなり現場での調査を実施する（図3）．今回の調査では，自治体の立場として応援に来ていた横浜市の職員とボランティアの学生それぞれがペアとなって建物被害認定作業を実施した．その理由は，調査の迅速性向上と公平な判断を担保するためである．また，建物被害認定による罹災程度を証明する責任の所在は行政にあるため

図2　事前トレーニングの様子

図3　現場での調査の様子

図 4　記録用紙の例

図 5　建物現況図の例

1 チームのメンバーのうち少なくとも 1 名が行政職員であることが必須であった．

なお，建物被害認定作業員は，記録用紙（図 4），建物現況図（図 5），住宅地図，被害認定模範例図，被害程度の写真を撮影するためのデジタルカメラなど数種類の調査物品を調査現場まで持参して現地調査を実施する．現場での 1 日の調査手順は，図 6 に示す通りである．まず，記録台帳に当該住宅の家屋番号を記載して写真を撮影する．次に住宅の全景写真を撮り建物被害の全容を把握する．判定のステップでは，屋根・壁・基礎の損傷程度を外見から判定する．その際，判定する傷や損傷があった場合には，デジタルカメラでその部位の写真撮影を行う．最後に，被害程度を判定して判定終了となる．なお，今回の調査では，傾斜については仙台市の調査方針により割愛された．

5. PhotoMaS（Photo Management System）

仙台市宮城野区の職員は，大規模な地震災害による建物被害認定作業が初めてであったため，作業の実施にあたり多くの問題点を抱えていた．例えば，建物被害認定作業の実施にあたり生じる莫大な建物被害写真の整理・対応，建

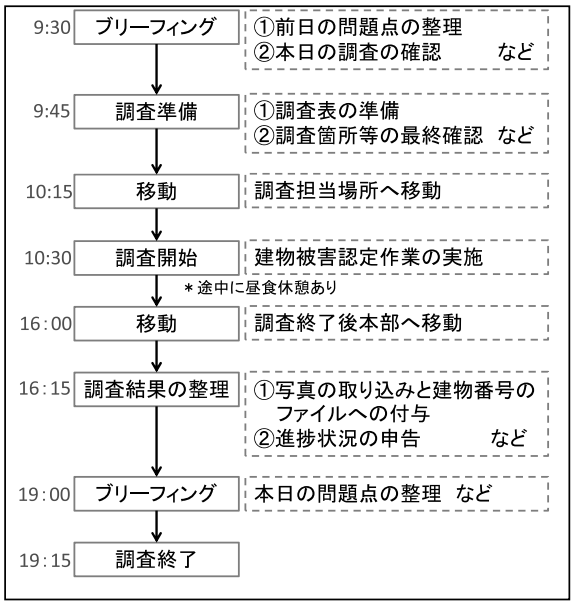


図 6　調査の手順

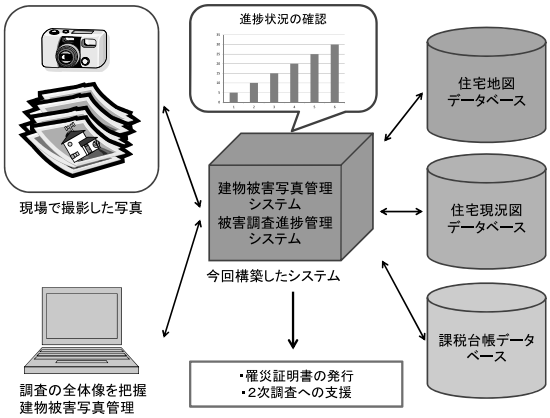


図 7　PhotoMaS の概念図

物被害認定作業の進捗状況の全体把握，罹災証明書の発行申請への対応，罹災証明書の発行業務への対応などである．

特に写真の整理については，多大な労力を要した．建物被害認定作業を開始した当初，作業員は，担当エリアで撮影した写真を担当エリア番号と実施日のフォルダに入れて本部の PC に保存するのみであった．しかし，この方法では，罹災証明書発行や住民から写真の開示請求があった場合に対応することができないだけでなく，行政職員が 2 次調査や罹災証明書発行の際に 1 次調査の写真を確認することが必要となった際に写真を見つけることが著しく困難となる．

そこで，宮城野区役所の担当者と意見交換し，作業を効率的に行うために，簡易的でも効果的なシステムは作れないかを議論した．その結果，(1) 莫大な数の写真の整理の効率化，(2) 建物被害認定作業の進捗状況の可視化，

写真撮り込み開始位置		8	←「写真枚数」の位置（今はG列）を変えた場合に変更する				写真撮り込みボタン		
建物管理番号	町名コード	漢字町名	地番・枝番・枝枝番			写真枚数	写真撮り込み状況	写真1	写真2
1	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	1-1．JPG	1-2.JPG
2	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	2-1.JPG	2-2.JPG
3	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	3-1.JPG	3-2.JPG
4	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	4-1.JPG	4-2.JPG
5	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	5-1.JPG	5-2.JPG
6	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	6-1.JPG	6-2.JPG
7	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	7-1.JPG	7-2.JPG
8	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	8-1.JPG	8-2.JPG
9	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	9-1.JPG	9-2.JPG
10	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	10-1.JPG	10-2.JPG
11	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	11-1.JPG	11-2.JPG
12	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	12-1.JPG	12-2.JPG
13	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	13-1.JPG	13-2.JPG
14	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	14-1.JPG	14-2.JPG
15	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	15-1.JPG	15-2.JPG
16	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	16-1.JPG	16-2.JPG
17	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	17-1.JPG	17-2.JPG
18	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	18-1.JPG	18-2.JPG
19	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	19-1.JPG	19-2.JPG
20	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	20-1.JPG	20-2.JPG
21	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	21-1.JPG	21-2.JPG
22	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	22-1.JPG	22-2.JPG
23	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	23-1.JPG	23-2.JPG
24	○○○○○○○	××××××	1	1	1	2	写真取り込み済み	24-1.JPG	24-2.JPG

図8　PhotoMaS 画面（建物被害認定作業の進捗状況の可視化）

(3) 罹災証明書の発行業務の効率化及び支援を同時に実現する簡易システムとして，PhotoMaS（Photo Management System）を提案し，開発するに至った．本システムを開発する上で，実際の現場での作業環境に適合するためには，ノートパソコンで簡単に操作ができ，複雑な設定やインストールを不要とすることが求められたため，Excel をベースにしたシステムとした. PhotoMaS の概念図を図7に示す.

PhotoMaS は，調査が完了した建物番号を Excel へ入力するとともに，当該建物の写真を PC に保存することを基本作業とし，主に以下の3つの機能を有する.

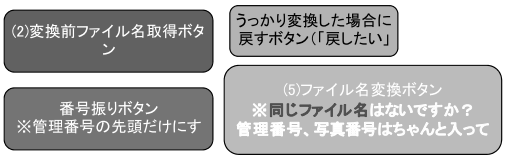
(1) デジタルカメラで撮影した写真のファイル名を建物番号に自動で変換することができる機能を持つ．実際の画面を図8，9に示す．この仕組みを実際の建物被害認定作業で運用することにより手作業による建物番号を入力する方法より格段に効率的に作業を実施することが可能となった．また，人為的なミスも防止することが可能となった. その結果, 写真と建物番号を対応付けることが可能となる.

(2) 写真データを集計し，当該地区全体の建物被害認定の進捗状況を可視化することができる機能を持つ. 同時に, 調査が終了した建物に何枚の写真が撮られたかも把握できる.

これにより，作業の全体像の把握と集計が格段に容易になった．システム導入前進捗状況の確認は，紙の地図上をマジックで染めていく方法であった（図 10）．この方法で全体管理を行う場合，進捗率や作業スピードなどを把握・管理することが不可能となる．特に，住宅密集地などで，住宅が狭隘な空間に複雑に入り組んでいる場合などは，その把握に人為的なミスが生じる可能性も否めない. さらに, 作業が完了した部分を把握することは可能であるが，当該地区の建物被害認定作業の実施日など基礎情報の管理をすることが難しくなるなどの問題点が考えられる.

(3) 罹災証明書の発行時に，住民からの写真の閲覧要望や2次調査の実施時に行政職員が1次調査時の被害状況写真の検索を迅速に実行することができる機能を持つ．被害住宅を撮影したファイル名を建物管理番号に変換して管理することから建物番号と写真データが同一番号で管理でき罹災証明書の発行や2次調査の際に1次調査の結果と被害程度の関係を容易に関連付けて把握することができる．その結果，行政職員の住民に対する対応の迅速性と効率性が大幅に向上する.

以上の機能を有する PhotoMaS を実際に運用し，活用した．操作性については，応援に来ていた他の自治体の職員



対象フォルダ（パスは自動取得）	C:¥Users¥test¥Desktop¥建物被害調査¥建物被害調査¥	(1)写真フォルダ番号	写真
対象フォルダ	C:¥Users¥test¥Desktop¥建物被害調査¥建物被害調査¥写真		

(2)変換前ファイル名	(3)建物管理番号	(4)建物管理番号別の写真番号	(5)変換後ファイル名	変換状況（ファイル名を戻したい場合は、「戻したい」と入力）
100. JPG	1	1	1-1.JPG	変換済み
101. JPG	1	2	1-2.JPG	変換済み
102. JPG	2	1	2-1.JPG	変換済み
103. JPG	2	2	2-2.JPG	変換済み
104. JPG	3	1	3-1.JPG	変換済み
105. JPG	3	2	3-2.JPG	変換済み
106. JPG	4	1	4-1.JPG	変換済み
107. JPG	4	2	4-2.JPG	変換済み
108. JPG	5	1	5-1.JPG	変換済み
109. JPG	5	2	5-2.JPG	変換済み
110. JPG	6	1	6-1.JPG	変換済み
111. JPG	6	2	6-2.JPG	変換済み

図 9　PhotoMaS 画面（写真管理）

図 10　PhotoMaS 開発前の進捗状況確認方法

の方にも問題なく利用して頂けた．本システムを利用することで宮城野区の建物被害認定作業及び関連業務について迅速性，効率性，正確性を大幅に向上させることが可能となった．

6. ま　と　め

筆者らは東北地方太平洋沖地震で数多くの建物被害が発生した宮城県仙台市宮城野区岩切地区での建物被害認定作業への支援を通じて効率的な手法の提案と実践を行った．また，本論文で提案するシステムは，応援にきた行政職員や仙台市宮城野区職員が問題点として考える建物被害認定作業の業務負担量の効率化を行うための方法として提案し実践したものである．PhotoMaS 導入前は，建物番号，住宅現況図，住宅地図など煩雑な資料をもとにしてデータ整理を実施していたが，PhotoMaS の導入により建物被害調査で発生する莫大な数の写真データの整理作業の効率化を図ることが可能となった．また，人為的ミスも大幅に削減することが可能であったと考えられる．

一方，PhotoMaS 導入時には，システムへの不慣れな行政職員や支援要員へのサポートが必要であったが，一度，操作方法を丁寧に伝えた後は，操作に関する質問もほとんどなく利用して頂けた．また，プログラムの改善要望などへの対応もあったが，いずれもボタンのレイアウト等であったため，短時間で修正できる程度のものであった．

今後は IT 技術を活用することにより建物被害認定作業は大幅に迅速かつ効率的に実施することが可能となる．結果として，作業の効率性の向上のみならず，罹災証明書の迅速な発行が可能となる．さらに，建物被害程度を入力する仕組みも導入することにより，災害による建物被害の全体像を迅速に把握することが可能となる．したがって，被災者の生活再建に係る時間が大幅に迅速化する可能性がある．実際，今回の調査実施中にも罹災証明書の発行申請のために区役所に大勢の市民が訪れていた（図 11，12）．

これらの市民は，罹災証明書を申請し，その後生活再建に係る各種手続きを行っている．

今後，住宅地図情報・建物現況図・課税台帳などのデータベースを連結して運用することが可能となれば，被災者への税の減免や証拠写真の検索など被災者支援に大きく貢献することは間違いない．しかし，個人情報が多く含まれているデータを使用するため，個人情報管理の方法や目的

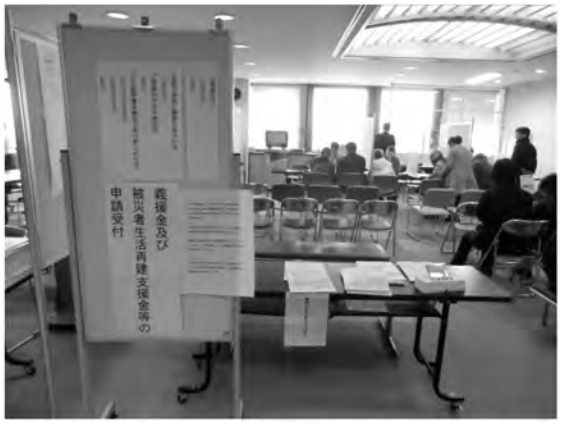


図 11　罹災証明書申請を待つ市民

図 12　各種証明を待つ市民

外使用に関する法や条例の見直しが必要となる可能性がある．また，災害時において被災者支援と被害情報の迅速化をはかるためには，特例を認める他，平時からこれらのデータを連結させて運用することで業務を効率化することが可能な仕組みの構築も必要ではないだろうか．

謝　　辞

横浜市職員，宮城県仙台市宮城野区職員には，東京大学生産技術研究所のボランティア活動メンバーが建物被害認定作業を実施する際に大変お世話になった．また，富士常葉大学重川教授，田中教授には，地域安全学会主催による宮城県仙台市宮城野区での建物被害認定ボランティアに参加させて頂く機会を与えて頂き，筆者らは大変貴重な経験を行うことができた．関係各位に深く感謝の意を表すとともに，この研究論文は，多くの方々のご支援があり執筆することができたことを感謝申し上げる次第である．

（2011 年 6 月 27 日受理）

参　考　文　献

1）　重川希志依，田中聡，堀江啓，林春男：新潟県中越地震における建物被害認定調査の現状と課題，地域安全学会論文集（7），pp. 133–140，2005.
2）　堀江啓，重川希志依，牧紀男，田中聡，林春男：新潟県中越地震における被害認定調査・訓練システムの実践的検証：小千谷市のり災証明書発行業務への適用：地域安全学会論文集（7），pp. 123–132，2005.
3）　吉富望，林春男，浦川豪，重川希志依，田中聡，堀江啓，松岡克行，名護屋豊，藤春兼久：災害対応業務の効率化を目指したり災証明書発行支援システムの開発：新潟県中越地震災害を事例とした新しい被災者台帳データベース構築の提案，地域安全学会論文集（7），pp. 141–150，2005.
4）　田中聡：2007 年新潟県中越沖地震における建物被害認定調査プロセスに関する考察：柏崎市における再調査の事例，地域安全学会梗概集（22），pp. 35–38，2008.

研 究 速 報

「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」の構築に向けた 2011年東日本大震災直後のテレビ報道の基礎的分析

Analysis of TV News of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake for the development of the News Model contributing the effective response

沼 田 宗 純*・國 分 瑛梨子**・坂 口 理 紗**・目 黒 公 郎***
Muneyoshi NUMADA, Eriko KOKUBUN, Risa SAKAGUCHI and Kimiro MEGURO

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広範囲に及び，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あった．

今回の震災は，広範囲に及ぶ被害であったため，災害の全容を掴むことは容易ではなく，テレビ，ラジオ，インターネットなど，さまざまな媒体を使った情報収集が行われた．

今回の震災では，Twitter が情報共有ツールとして機能し，安否確認情報，ニュース速報，自治体からの情報等を得ることに役立った（表 1）[1]．また，テレビ電波を受信できる場所であれば，地上波テレビのワンセグ放送を受信できたため，テレビからの情報を屋外でも得ることが可能であった．カーナビもテレビを視聴することができるため，車内から報道番組を見ることも可能であった．動画中継サイト（ニコニコ動画やユーストリームなど）は，NHK と民放の報道番組を無料で放送し，インターネットが繋がる環境であればテレビを視聴することができた．

テレビは「映像」，「音」を伴い，広く一般視聴者に「臨場感」のある情報を提供できることから，東日本大震災のように広域的な災害となれば，被害の全容を把握する情報収集手段として有効である．東日本大震災でも，発災直後から津波の映像，首都圏の混乱，原発等，東北から首都圏まで広範囲に渡る被害状況が報道された．

「東日本大震災に関する情報収集方法」に関するアンケート調査（期間：2011 年 5 月 1 日～5 日，回答者：全国 11,682 名）によると [2]，「あなたは，2011 年 3 月におき

表 1　東日本大震災時の通信状況 [1]

手段	回線	評価	詳細
固定電話	固	△	NTT 東日本では地震発生直後から被災地や東京都に向けた発信規制を実施．14 日午前 6 時の時点では，宮城，岩手県を中心に約 56 万回線が不通．KDDI では東北以北と関東以西で加入者同士の全通話が不能に．
公衆電話	固	△	11 日午後 8 時頃までには，NTT 東日本営業エリアの 17 都道県全域の公衆電話が無料化．これに伴い都内では利用するまでに 1 時間以上待った人もいた．
携帯電話（通話）	携	×	被災地を中心に一時，ほぼ全面不通となった．総務省によると，NTT ドコモ，KDDI，ソフトバンクモバイル，イーモバイルの 4 社で東北地方にある基地局全体の約 4 割で障害が起きた．
Skype	携イ	○	都内では地震発生数時間後に通話ができた．しかし，緊急電話番号（110 番など）への発信は難しかった．
災害用伝言ダイヤル	固携	△	通信規制下でも利用可能なため，被災地にいる人の生存確認や連絡手段として使われた．なお，録音時間は 30 秒以内である．
携帯電話メール	携イ	△	地震発生直後は携帯電話回線を利用するメールの利用は困難であった．スマートフォンではインターネット回線でも送受信可能なメール（Gmail や Yahoo! メールなど）も利用できるため，携帯電話回線が不通でもインターネット回線に接続できる地域では地震発生直後も送受信できた．
災害用伝言板	携イ	○	パソコンや携帯電話から書き込まれた伝言を閲覧できた．書き込まれた伝言は安否確認をしたい人の電話番号を入力することで検索できるが，回線が不安定な時間帯ではつながりづらかった．Google 社が提供する Person Finder は，書き込んだ人の名前で検索可能であり，登録件数は約 17 万となった．
Twitter	携イ	◎	安否情報だけでなく，政府や各自治体，報道機関が発表した避難所やライフラインなどの情報が即座に書き込まれるため，情報入手手段としても活用された．また，特定の人と直接メッセージのやり取りができるダイレクトメッセージは，電話やメールのやり取りができないときに有効であった．
mixi	携イ	△	地域別の専用ページが設けられ，頻繁に情報交換された．インターネット回線が不安定な地域では利用が困難だったが，一度接続に成功すると「最終ログイン (接続) 時間」が記録されるため，安否を伝えることができた．ただし，ツイッターと同じく不正確な情報も見受けられた．
ブログ	携イ	△	安否情報を伝える手段として機能した．
ニコニコ動画，Ustream	携イ	△	視聴にはパソコンやスマートフォンが必要だが，ニコニコ動画はスマートフォン以外の携帯電話からも視聴できた．携帯電話回線でも視聴できるが，安定的な視聴にはインターネット回線接続が必要であった．
ワンセグ放送	テ	◎	携帯電話回線やインターネット回線に接続されていなくても視聴でき，地震発生直後から安定していた．

※ 3 月 14 日現在　固 = 固定電話回線，携 = 携帯電話回線，イ = インターネット回線，テ = テレビ電波
著者，修正，加筆．

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター
**中央大学
***東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター／東京大学大学院情報学環

た東日本大震災に関して，どのように情報収集しましたか（複数回答可）」という質問に対する回答では，テレビが93.5％で最も多く，続いて新聞（全国紙，専門紙，スポーツ紙など）が44.9％，ニュースサイトは44.8％，ポータルサイト・検索サイト（Yahooなど）は42.8％，ラジオは31.1％等であり，多くの方がテレビを使った情報収集を行っていた．

テレビによる災害報道の始まりは，昭和28年に日本でテレビ放送が開始されてから1年半後（昭和29年9月）に，台風による高波で青函連絡船「洞爺丸」が転覆し，乗客・乗員1,004名が死亡した災害であった[3]．その後，新潟地震の液状化（昭和39年），日本海中部地震の津波（昭和58年），雲仙・普賢岳の火砕流（平成3年），北海道南西沖地震の奥尻島の津波（平成5年），阪神淡路大震災の火災や建物被害（平成7年）などの経験から災害報道の課題と改善が繰り返されてきた．その中で，東海・東南海・南海地震，富士山の噴火など被災地が都県をまたぐ広域災害の備えについても検討されていた[4]．

しかし，2011年東日本大震災に関しては，アクセスし易い市町村など，特定の市町村への報道の集中，社会的に関心の高い原発事故に対する報道の集中等，適切な災害対応に貢献する報道ではないと考えられる．災害時の情報配信では，「災害対応の循環体系」の中で，「災害対応の担い手に，適切な情報を，適切なタイミングで情報」を配信することが，効果的な災害対応につなげる重要なポイントである．

そこで本研究では，「災害対応の循環体系」の中で，「いつ，だれに，どんな情報」を伝えると災害対応を迅速かつ効果的に行えるのかを定義し，「効果的な災害対応に貢献する報道モデルの構築」を目指す．本稿では，そのための基礎的な分析として，東日本大震災の発災後10日間におけるテレビ局別に「報道された市町村と被害との関係」，「局別の報道内容の比較」に関する基礎的な分析を行う．

2. テレビデータ

テレビ報道を分析するに当たり，各局（6局，NHK総合，日本テレビ，TBS，フジテレビ，テレビ朝日，テレビ東京）の番組をコーナー単位でテキスト化したデータが必要となる．テキストデータは，JCC株式会社の「ドキュメント・アナライザー」を用いた．これは，1日24時間365日，6局全てのニュース報道番組の内容を秒単位でテキストデータ化し，各テレビメディアが「何を，いつ，どのように報道したか」を把握することが可能となる．表2に，3月12日のNHK総合の地震速報をテキスト化した事例の一部を示す．

本稿では，発災直後のテレビ報道の重要性を考え，3月11日から20日の10日間を分析対象とする．図1に分析対象としたテキストデータの文字数を示す．3月11日から3月13日は文字数が10万字を超える程度であるが，3月14日から18日までは20万字を超える文字数となっている．その後，19日と20日は文字数が減少している．図2は，10日間の局別の文字数の内訳である．NHK総合が最も多く，続いて，TBS，日本テレビと続いている．

表2　番組のコーナーをテキスト化した事例

「宮城県内では東松島市で１７人，気仙沼市で１２人，七ヶ浜町で８人，仙台市で５人の死亡が確認されるなど宮城県内で死亡した人は合わせて５３人に上っている．津波に襲われた沿岸部の南三陸町では街の中心部にあるコンクリート造りの病院などを残して周辺の住宅がほとんど流されていて，多くの人が行方不明になっている．また気仙沼市では気仙沼湾に面している地区全域で火災が発生し，延焼中だという．総務省消防庁によると大規模な火災が起きた原因については港の屋外タンクに入っていた油が津波で流出し，引火したためとみられる．宮城・気仙沼の映像．（3月12日，ＮＨＫ総合，地震速報）」

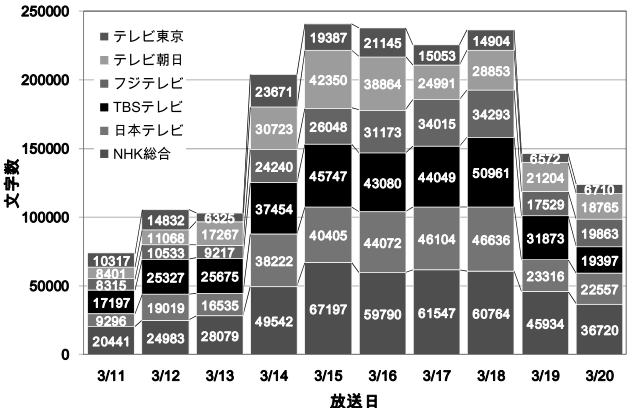


図1　テキスト化された番組の文字数の時系列

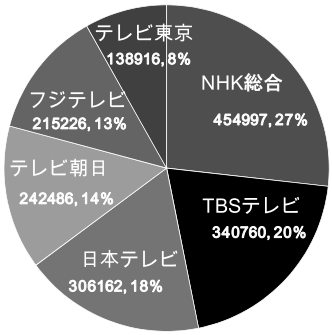


図2　テキスト化された番組の文字数の内訳

3. 各局の市町村報道率と人的被害の関係

表3に，各局がどの市町村を集中して報道していたかを示す．これは，特に被害の大きい岩手県，宮城県，福島県の3県の市町村に対し，日別に各局の「市町村報道率」と人的被害の関係を示したものである．市町村報道率とは，「各市町村の取上数（A）」を「全市町村の取上総数（B）」

表3　市町村報道率と人的被害の関係（3月11日から15日）

県	市町村	2011/3/11								2011/3/12								2011/3/13								2011/3/14								2011/3/15							
		NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者
岩手県	盛岡市	1.7%	5.9%	3.1%	3.4%	4.3%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.8%	0.9%	0.0%	0	0	0.5%	2.1%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0	0	1.2%	0.8%	1.7%	0.5%	1.1%	2.6%	0	0	1.6%	0.0%	1.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0	0
	宮古市	4.4%	10.6%	14.4%	6.0%	14.1%	0.0%	non	non	4.6%	1.1%	8.8%	8.3%	5.2%	1.3%	15	62	6.5%	5.0%	4.5%	6.9%	7.5%	2.0%	62	11	0.8%	4.5%	3.4%	5.0%	7.9%	0.0%	110	1658	1.6%	1.9%	3.0%	7.4%	10.7%	0.0%	183	1700
	大船渡市	6.6%	3.5%	3.1%	5.1%	19.6%	4.8%	non	non	5.4%	12.1%	3.1%	12.9%	8.7%	2.6%	174	148	2.7%	5.0%	0.9%	8.8%	10.9%	4.1%	181	161	3.5%	4.0%	5.7%	10.0%	10.1%	15.6%	200	191	2.2%	3.8%	5.1%	9.0%	6.5%	0.0%	206	191
	花巻市	1.3%	1.2%	2.5%	1.7%	1.1%	4.8%	non	non	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0	0	0.5%	0.7%	0.0%	1.0%	1.3%	0.0%	0	0	0.4%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.6%	0.0%	0.5%	0.5%	0.0%	0.0%	0	0
	北上市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.6%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	久慈市	5.7%	2.4%	2.5%	1.7%	2.2%	0.0%	non	non	1.2%	0.0%	0.4%	0.0%	0.9%	0.0%	5	59	0.5%	0.0%	0.9%	1.0%	1.7%	0.0%	2	3	0.8%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	3	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	2
	遠野市	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	1	0	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	1	0	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	18	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	21
	一関市	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0	0	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	陸前高田市	0.4%	1.2%	1.9%	0.9%	2.2%	0.0%	non	non	7.3%	3.3%	11.9%	6.1%	4.3%	9.2%	non	non	8.7%	6.4%	9.1%	5.9%	5.0%	14.3%	調査中	調査中	9.4%	8.1%	11.4%	6.4%	5.1%	3.9%	70	1282	7.0%	13.1%	9.1%	5.9%	7.1%	15.8%	136	1535
	釜石市	5.7%	0.0%	1.9%	0.9%	1.1%	7.1%	non	non	3.5%	7.7%	1.2%	0.0%	0.9%	0.0%	25	多数	4.3%	3.6%	2.3%	1.0%	0.4%	0.0%	不明	不明	7.5%	4.5%	1.7%	1.8%	0.6%	1.3%	144	不明	2.2%	3.1%	2.5%	4.3%	0.0%	0.0%	144	未集計
	二戸市	0.0%	0.0%	0.6%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	八幡平市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	奥州市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	雫石町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	葛巻町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	岩手町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	滝沢村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	紫波町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	矢巾町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	西和賀町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	金ヶ崎町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	平泉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2
	藤沢町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	住田町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	未確認	未確認	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	確認中	20
	大槌町	0.0%	1.2%	1.3%	0.0%	2.2%	0.0%	non	non	1.9%	2.2%	0.4%	0.8%	0.0%	0.0%	20	non	3.3%	1.4%	1.8%	2.9%	0.4%	0.0%	47	7	1.2%	2.0%	0.0%	2.3%	2.8%	1.3%	57	7	1.0%	1.3%	4.1%	5.3%	6.5%	0.0%	57	7
	山田町	0.9%	3.5%	1.3%	0.0%	2.2%	0.0%	non	non	1.2%	0.0%	3.8%	0.8%	0.0%	0.0%	56	15	1.1%	0.7%	1.4%	0.0%	0.4%	0.0%	90	60	0.4%	0.4%	3.4%	0.5%	0.6%	1.3%	94	100	0.0%	0.0%	2.0%	2.1%	1.2%	0.0%	94	100
	岩泉町	0.0%	1.2%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1	14	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	4	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	4
	田野畑村	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	2.2%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	2	55	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	54	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8	37	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11	28
	普代村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	18	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	9	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	5
	軽米町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	野田村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	11	46	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	13	36	1.6%	0.4%	0.6%	0.0%	0.6%	1.3%	20	27	1.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	26	20
	九戸村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	洋野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	一戸町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
宮城県	仙台市	23.6%	21.2%	20.6%	13.7%	22.8%	33.3%	non	non	12.7%	17.6%	16.9%	18.2%	21.7%	22.4%	不明	不明	17.9%	6.4%	12.3%	10.8%	10.5%	16.3%	10	調査中	14.1%	10.5%	11.9%	12.7%	11.8%	14.3%	13	調査中	11.1%	13.1%	6.1%	5.9%	7.1%	26.3%	13	9
	石巻市	2.6%	3.5%	0.6%	4.3%	1.1%	0.0%	non	non	6.5%	4.4%	3.1%	0.8%	3.5%	1.3%	6	多数	7.1%	7.9%	5.0%	2.0%	0.4%	6.1%	21	150	8.2%	9.3%	4.5%	7.3%	5.1%	5.2%	21	150	7.3%	5.6%	5.6%	10.1%	4.2%	0.0%	21	150
	塩竈市	1.3%	0.0%	0.0%	0.9%	6.5%	7.1%	non	non	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	1	不明	0.5%	0.0%	0.5%	0.0%	1.3%	2.0%	1	調査中	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	1	調査中	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	12	3
	気仙沼市	4.4%	1.2%	3.8%	11.1%	1.1%	0.0%	non	non	9.6%	7.7%	10.8%	14.4%	9.6%	13.2%	35	30	9.8%	9.3%	9.1%	13.7%	8.4%	12.2%	42	59	7.8%	8.1%	9.7%	9.5%	12.4%	5.2%	135	107	8.3%	12.5%	8.1%	8.0%	14.3%	5.3%	253	59
	白石市	0.0%	0.0%	0.6%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	1	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	1	0.3%	1.3%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0
	名取市	10.9%	0.0%	1.3%	1.7%	0.0%	14.3%	non	non	3.5%	5.5%	1.9%	6.1%	7.0%	14.5%	8	不明	6.5%	3.6%	1.4%	2.9%	5.4%	8.2%	120	調査中	4.7%	4.0%	1.7%	7.3%	6.7%	10.4%	120	調査中	0.6%	0.6%	0.0%	6.4%	11.9%	0.0%	133	調査中
	角田市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	多賀城市	0.0%	0.0%	1.3%	1.7%	0.0%	7.1%	non	non	0.4%	2.2%	1.2%	0.8%	3.5%	0.0%	6	不明	1.1%	2.1%	1.4%	0.0%	1.3%	0.0%	46	調査中	2.4%	0.8%	1.1%	0.0%	2.2%	0.0%	46	調査中	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	1.8%	5.3%	46	調査中
	岩沼市	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	2.3%	0.0%	5.2%	1.3%	不明	不明	2.2%	0.0%	2.7%	0.0%	2.9%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	1.1%	0.5%	1.1%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%	31	調査中
	登米市	0.0%	0.0%	0.6%	1.7%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	4	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	3	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1	3
	栗原市	1.3%	1.2%	1.3%	0.0%	1.1%	0.0%	non	non	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.8%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.6%	0.0%	0.5%	0.5%	0.0%	0.0%	0	0
	東松島市	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	3.5%	0.0%	17	不明	1.6%	2.1%	0.9%	1.0%	8.4%	4.1%	17	調査中	2.0%	4.0%	2.3%	2.7%	6.7%	3.9%	152	400	1.9%	0.6%	1.0%	3.2%	1.2%	0.0%	200	429
	大崎市	0.4%	0.0%	0.0%	0.9%	1.1%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	2	不明	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	調査中	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	調査中	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	4	3
	蔵王町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	七ヶ宿町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	大河原町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	村田町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	不明	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	柴田町	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	調査中	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	調査中
	川崎町	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	丸森町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	9
	亘理町	0.4%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	0.0%	1.9%	1.5%	0.0%	0.0%	12	多数	1.1%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	12	多数	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	2.6%	10	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	31	200
	山元町	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	2.3%	0.0%	0.4%	0.8%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	1.8%	2.9%	0.4%	0.0%	調査中	調査中	0.4%	0.0%	2.3%	2.3%	0.0%	0.0%	調査中	210	0.0%	0.0%	2.0%	4.8%	0.0%	0.0%	111	638
	松島町	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	4.3%	0.0%	0	不明	1.6%	2.1%	0.9%	1.0%	8.8%	4.1%	0	調査中	2.4%	4.0%	2.3%	2.7%	6.7%	3.9%	0	調査中	1.9%	1.3%	1.0%	3.2%	1.2%	0.0%	0	調査中
	七ヶ浜町	0.4%	10.6%	0.0%	1.7%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	8	23	1.1%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	20	83	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	25	120	0.0%	1.9%	0.0%	0.0%	0.6%	5.3%	25	120
	利府町	0.9%	1.2%	0.0%	0.9%	2.2%	4.8%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	不明	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	調査中	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	調査中
	大和町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	1
	大郷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2
	富谷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	調査中
	大衡村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.8%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	3
	色麻町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	1
	加美町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	涌谷町	0.4%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	16	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	12	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	28
	美里町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	12	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	14
	女川町	0.9%	3.5%	3.8%	3.4%	5.4%	4.8%	non	non	1.5%	0.0%	1.9%	1.5%	0.9%	2.6%	不明	不明	2.2%	2.1%	2.3%	2.9%	1.3%	2.0%	調査中	調査中	4.3%	1.6%	1.1%	2.3%	1.7%	0.0%	調査中	調査中	5.4%	0.6%	0.0%	2.1%	1.8%	0.0%	43	100
	南三陸町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	0.0%	non	non	7.3%	2.2%	6.2%	6.1%	0.9%	2.6%	不明	不明	9.2%	7.1%	13.2%	12.7%	7.9%	12.2%	調査中	78	10.2%	11.7%	14.2%	7.3%	9.6%	13.0%	調査中	78	8.3%	14.4%	10.2%	8.0%	12.5%	26.3%	25	239
福島県	福島市	1.3%	0.0%	5.6%	5.1%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	2.2%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	1.2%	0.8%	5.7%	0.5%	0.0%	0.0%	1	non	0.6%	1.3%	3.0%	1.1%	0.6%	10.5%	1	non
	会津若松市	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.0%	0.7%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.6%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non
	郡山市	4.4%	8.2%	5.6%	1.7%	1.1%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	1.7%	0.0%	non	non	0.5%	1.4%	0.5%	0.0%	0.8%	0.0%	non	non	1.2%	0.8%	0.6%	1.4%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	2.5%	2.0%	0.5%	3.0%	0.0%	non	non
	いわき市	3.9%	1.2%	3.1%	6.0%	1.1%	0.0%	8	non	3.1%	3.3%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	52	16	2.7%	1.4%	0.0%	2.0%	0.4%	0.0%	76	24	1.2%	0.0%	0.0%	4.1%	0.6%	0.0%	120	31	6.7%	0.6%	2.5%	2.7%	0.6%	0.0%	120	31
	白河市	2.2%	2.4%	3.1%	2.6%	0.0%	0.0%	1	13	1.5%	1.1%	1.2%	6.1%	0.9%	0.0%	1	14	0.5%	0.7%	0.0%	3.9%	0.0%	0.0%	4	11	0.4%	0.0%	0.0%	0.5%	1.1%	0.0%	4	11	0.6%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7	8
	須賀川市	0.9%	2.4%	1.3%	3.4%	0.0%	0.0%	1	4	0.0%	0.0%	0.4%	0.8%	0.0%	0.0%	7	4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8	3	0.0%	0.4%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	9	2	0.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	9	2
	喜多方市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	相馬市	4.8%	2.4%	5.0%	3.4%	0.0%	7.1%	3	non	5.8%	7.7%	7.3%	5.3%	5.2%	14.5%	20	non	1.6%	2.1%	7.7%	4.9%	3.3%	4.1%	21	non	4.3%	2.0%	4.0%	5.0%	1.7%	1.3%	80	non	5.4%	1.9%	4.1%	3.2%	1.2%	0.0%	105	non
	二本松市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	1.7%	0.5%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	1.2%	0.0%	non	non
	田村市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	non	non	0.4%	0.4%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	non	non	1.9%	0.0%	1.5%	0.0%	0.6%	0.0%	non	non
	南相馬市	3.5%	2.4%	3.8%	2.6%	0.0%	0.0%	24	16	4.6%	3.3%	7.3%	4.5%	0.9%	11.8%	98	110	3.8%	0.0%	7.3%	2.9%	1.3%	0.0%	124	110	5.5%	0.8%	4.0%	2.7%	0.6%	1.3%	161	110	6.3%	0.6%	3.0%	3.2%	0.6%	0.0%	176	110
	伊達市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	non	non	0.3%	6.3%	1.5%	0.0%	1.8%	0.0%	non	non
	本宮市	0.0%	0.0%	0.6%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	桑折町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	国見町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	川俣町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	大玉村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	鏡石町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	天栄村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	下郷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	檜枝岐村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	只見町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	南会津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	北塩原村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	西会津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	磐梯町	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	猪苗代町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	会津坂下町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	湯川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	柳津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	三島町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	金山町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	昭和村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	会津美里町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	西郷村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	泉崎村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	中島村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	矢吹町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	棚倉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	矢祭町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	塙町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	鮫川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	石川町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	玉川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	平田村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	浅川町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	古殿町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	三春町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	4.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	8.1%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	小野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	広野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	non	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	1	0.3%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	1
	楢葉町	0.0%	3.5%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	1	23	0.4%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	1.3%	2	10	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10
	富岡町	0.0%	0.0%	3.8%	5.1%	0.0%	0.0%	2	4	0.8%	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	0.0%	2	8	0.0%	1.4%	0.0%	1.0%	0.8%	0.0%	2	8	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.6%	1.3%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	2	8
	川内村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.3%	0.6%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	大熊町	0.9%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	non	2	1.5%	4.4%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	non	8	0.0%	2.1%	0.5%	0.0%	1.3%	0.0%	non	8	0.0%	2.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	non	不明	0.6%	1.3%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	non	8
	双葉町	0.4%	1.2%	0.0%	0.9%	1.1%	0.0%	non	14	2.7%	5.5%	3.5%	0.8%	3.5%	0.0%	1	14	0.5%	5.0%	3.6%	2.9%	1.3%	6.1%	1	14	0.4%	0.8%	0.6%	0.9%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1	14
	浪江町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	1.4%	1.4%	0.0%	0.8%	0.0%	non	918	0.4%	0.0%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	non	918	1.0%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	918
	葛尾村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.6%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	新地町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	1.2%	5.5%	0.8%	0.0%	0.9%	0.0%	13	63	0.0%	4.3%	0.5%	2.0%	0.0%	2.0%	17	94	0.8%	2.0%	0.0%	0.9%	0.0%	9.1%	31	115	0.0%	0.0%	0.5%	2.1%	0.0%	0.0%	33	116
	飯舘村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	1.6%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	41	78	100%	100%	100%	100%	100%	100%	609	696	100%	100%	100%	100%	100%	100%	954	1964	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1651	5645	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2278	6872

表3　市町村報道率と人的被害の関係（3月16日から20日）

県	市町村	2011/3/16								2011/3/17								2011/3/18								2011/3/19								2011/3/20							
		NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者	NHK総合	日本テレビ	TBSテレビ	フジテレビ	テレビ朝日	テレビ東京	死者	行方不明者
岩手県	盛岡市	1.2%	1.1%	0.7%	1.1%	0.0%	0.0%	0	0	3.9%	1.4%	0.0%	1.6%	0.0%	6.3%	0	0	3.9%	3.0%	2.1%	1.8%	0.8%	0.0%	0	0	1.6%	3.0%	2.9%	1.9%	0.0%	0.0%	0	0	0.7%	1.2%	1.2%	2.9%	3.4%	0.0%	0	0
	宮古市	6.8%	0.6%	4.0%	7.5%	5.8%	0.0%	183	1700	3.2%	1.4%	6.0%	8.5%	6.4%	0.0%	183	1700	1.4%	4.3%	3.1%	5.0%	2.4%	0.0%	194	2800	2.5%	3.0%	2.0%	7.5%	6.6%	0.0%	256	1700	1.4%	2.4%	4.7%	2.9%	3.4%	0.0%	287	1700
	大船渡市	2.4%	2.8%	4.7%	2.2%	5.8%	0.0%	206	191	1.1%	3.3%	3.8%	6.9%	8.0%	0.0%	206	191	2.8%	7.4%	4.1%	7.3%	0.8%	0.0%	206	191	1.2%	8.9%	1.0%	9.4%	9.8%	6.9%	220	191	1.4%	2.4%	1.2%	5.8%	3.4%	0.0%	222	191
	花巻市	0.3%	1.7%	0.0%	0.5%	0.0%	11.1%	0	0	0.7%	2.3%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	4.1%	1.4%	0.0%	0.0%	0	0	0.8%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	北上市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	1.6%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	2.1%	0.9%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	久慈市	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	2	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	2	0.3%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	3	2	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	2	0.0%	0.0%	0.0%	2.9%	0.0%	0.0%	2	2
	遠野市	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	21	1.1%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0	21	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0	21	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	21	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	21
	一関市	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0	0	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.8%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	陸前高田市	5.3%	11.7%	8.1%	5.4%	11.6%	0.0%	136	1535	6.3%	3.8%	6.0%	6.9%	8.8%	0.0%	194	1778	8.9%	13.0%	9.8%	5.5%	6.5%	0.0%	194	1778	6.1%	13.9%	7.8%	11.3%	13.1%	6.9%	420	1783	5.6%	9.6%	11.8%	11.6%	8.5%	15.8%	741	1734
	釜石市	5.6%	6.7%	5.4%	4.8%	1.7%	0.0%	144	未集計	4.9%	2.3%	6.6%	5.8%	1.6%	6.3%	416	400	5.0%	2.6%	6.7%	6.4%	0.8%	7.7%	416	400	6.1%	5.0%	7.8%	2.8%	0.0%	3.4%	458	470	6.3%	6.0%	9.4%	1.4%	0.0%	0.0%	495	580
	二戸市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	八幡平市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	奥州市	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	雫石町	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	葛巻町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	岩手町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	滝沢村	2.1%	0.6%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0	0	0.0%	0.9%	0.5%	0.0%	0.8%	0.0%	0	0	0.3%	0.0%	2.1%	0.9%	0.8%	0.0%	0	0	0.0%	3.0%	2.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	1.2%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	紫波町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	矢巾町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	西和賀町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	金ヶ崎町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	平泉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2
	藤沢町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	住田町	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	20	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	20	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	13	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	11	0.0%	1.2%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	8	7
	大槌町	0.6%	3.9%	4.7%	5.9%	5.8%	0.0%	57	7	3.2%	4.7%	1.6%	3.2%	1.6%	0.0%	196	7	1.9%	1.3%	2.1%	1.8%	0.8%	0.0%	196	7	1.6%	0.0%	4.9%	0.9%	3.3%	0.0%	400	639	4.2%	2.4%	4.7%	4.3%	3.4%	0.0%	418	732
	山田町	1.8%	1.1%	2.0%	8.6%	0.8%	0.0%	94	100	1.8%	0.0%	2.7%	5.8%	1.6%	0.0%	94	100	3.9%	0.9%	2.1%	0.5%	3.3%	0.0%	105	不明	5.3%	0.0%	2.0%	0.9%	3.3%	0.0%	298	不明	2.1%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	369	不明
	岩泉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	4	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.8%	0.0%	4	4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6	3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5	2
	田野畑村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11	28	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14	26	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14	26	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	13	27	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	13	27
	普代村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	5
	軽米町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	野田村	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	0.0%	0.0%	26	20	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	0.0%	26	20	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	26	20	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	26	20	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	31	20
	九戸村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	洋野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	一戸町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
宮城県	仙台市	11.0%	8.9%	12.8%	7.5%	7.4%	33.3%	13	調査中	9.8%	12.7%	20.9%	15.3%	8.0%	43.8%	13	9	7.5%	10.0%	16.1%	13.7%	17.1%	38.5%	13	9	6.6%	16.8%	14.7%	13.2%	9.8%	20.7%	14	9	9.8%	20.5%	11.8%	13.0%	16.9%	10.5%	54	9
	石巻市	6.2%	10.0%	5.4%	12.4%	5.0%	16.7%	205	448	7.4%	12.2%	6.6%	9.5%	4.0%	31.3%	205	448	8.9%	8.3%	2.1%	9.1%	8.1%	15.4%	205	448	4.1%	8.9%	4.9%	8.5%	3.3%	10.3%	393	928	12.6%	6.0%	17.6%	14.5%	16.9%	26.3%	1826	1472
	塩竈市	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	11.1%	12	3	0.7%	1.9%	0.5%	0.0%	2.4%	6.3%	12	4	0.6%	3.5%	0.5%	0.5%	2.4%	0.0%	12	4	0.4%	1.0%	2.0%	0.0%	3.3%	0.0%	13	40	0.0%	3.6%	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	13	40
	気仙沼市	8.0%	6.7%	6.7%	8.6%	18.2%	0.0%	323	調査中	7.0%	9.4%	5.5%	3.7%	18.4%	0.0%	323	調査中	6.1%	6.5%	5.7%	8.7%	11.4%	0.0%	323	調査中	5.3%	7.9%	5.9%	12.3%	11.5%	13.8%	416	529	8.4%	1.2%	5.9%	4.3%	5.1%	0.0%	443	529
	白石市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	1	0
	名取市	0.3%	2.8%	0.7%	0.5%	2.5%	0.0%	141	調査中	0.4%	3.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	141	調査中	0.6%	0.9%	0.5%	1.4%	0.8%	0.0%	141	調査中	0.0%	1.0%	0.0%	0.9%	0.0%	10.3%	141	調査中	1.4%	1.2%	2.4%	0.0%	1.7%	5.3%	493	調査中
	角田市	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	多賀城市	0.0%	3.9%	0.0%	1.6%	0.8%	0.0%	65	調査中	1.4%	3.8%	0.0%	1.6%	1.6%	0.0%	82	調査中	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	82	調査中	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	3.4%	82	調査中	0.7%	0.0%	0.0%	1.4%	1.7%	10.5%	82	調査中
	岩沼市	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	31	調査中	0.7%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	88	調査中	0.3%	0.4%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	101	調査中	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	115	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	115	調査中
	登米市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	1	17	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	17	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	17	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%	1	9
	栗原市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.3%	0.0%	0.5%	0.5%	2.4%	0.0%	0	0	0.8%	1.0%	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	3.5%	0.0%	0.0%	5.3%	0	0
	東松島市	1.8%	1.7%	1.3%	1.6%	0.8%	0.0%	392	429	2.1%	0.9%	0.5%	0.5%	1.6%	0.0%	392	429	0.6%	0.9%	0.0%	0.9%	1.6%	0.0%	532	429	0.4%	1.0%	0.0%	1.9%	0.0%	3.4%	577	429	1.4%	1.2%	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	577	429
	大崎市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	4	3	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	0
	蔵王町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.4%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	七ヶ宿町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	大河原町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	村田町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	1
	柴田町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	2	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	0
	川崎町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	丸森町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	9	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0	7	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	7	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	6
	亘理町	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	99	200	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	99	118	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	118	200	0.8%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	3.4%	157	200	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	178	179
	山元町	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	111	638	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	240	587	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	276	587	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	301	526	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	301	526
	松島町	1.8%	1.7%	1.3%	1.6%	1.7%	0.0%	1	28	2.1%	0.9%	0.5%	0.5%	1.6%	0.0%	1	28	0.6%	0.9%	1.0%	2.3%	1.6%	0.0%	1	31	0.4%	1.0%	0.0%	1.9%	0.0%	3.4%	1	31	1.4%	1.2%	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	1	31
	七ヶ浜町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	11.1%	36	141	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	41	146	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	3.3%	0.0%	41	146	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	41	146	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	44	49
	利府町	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	1.9%	1.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	1	0	0.8%	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	1.2%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	1	0
	大和町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	大郷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2
	富谷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	調査中	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	大衡村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2
	色麻町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0
	加美町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	涌谷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	15	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	15	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	13	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	11	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	13
	美里町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0	14	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	13	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	23.1%	1	13	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	17	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	17
	女川町	2.7%	1.7%	0.0%	0.5%	0.0%	5.6%	43	100	4.9%	2.3%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	43	100	1.7%	2.2%	0.5%	4.1%	1.6%	0.0%	43	100	0.8%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	43	100	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	43	100
	南三陸町	8.9%	12.2%	15.4%	7.5%	13.2%	11.1%	25	239	11.2%	8.5%	6.0%	2.6%	4.8%	0.0%	25	239	8.9%	7.4%	3.6%	1.8%	5.7%	0.0%	25	239	8.2%	10.9%	6.9%	0.0%	4.9%	10.3%	380	調査中	8.4%	6.0%	9.4%	0.0%	10.2%	10.5%	398	調査中
福島県	福島市	1.8%	2.2%	6.7%	3.8%	1.7%	0.0%	1	non	2.5%	3.8%	6.6%	6.3%	1.6%	0.0%	1	non	3.6%	3.0%	4.1%	2.3%	0.0%	0.0%	1	non	1.2%	0.0%	5.9%	1.9%	1.6%	0.0%	1	non	2.1%	1.2%	0.0%	1.4%	1.7%	0.0%	1	non
	会津若松市	0.3%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	1	non	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	1	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	1	non
	郡山市	0.3%	5.0%	2.7%	1.6%	3.3%	0.0%	non	non	0.4%	0.5%	1.6%	1.1%	2.4%	0.0%	non	non	0.8%	2.2%	1.0%	1.8%	0.8%	7.7%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.9%	1.6%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	いわき市	3.3%	1.7%	2.0%	0.0%	1.7%	0.0%	144	31	9.1%	2.3%	3.3%	4.8%	8.0%	0.0%	145	22	12.5%	5.2%	9.8%	5.9%	4.1%	7.7%	151	15	5.3%	0.0%	7.8%	2.8%	0.0%	0.0%	189	4	1.4%	2.4%	3.5%	7.2%	0.0%	0.0%	201	4
	白河市	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11	4	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11	1
	須賀川市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	9	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9	2	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9	2
	喜多方市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	相馬市	9.5%	2.8%	3.4%	6.5%	0.0%	0.0%	105	non	2.8%	3.8%	6.6%	4.8%	4.0%	0.0%	105	non	4.7%	6.5%	4.1%	5.0%	8.9%	0.0%	105	non	7.0%	1.0%	2.9%	6.6%	6.6%	0.0%	105	non	3.5%	1.2%	1.2%	4.3%	0.0%	5.3%	105	non
	二本松市	0.9%	0.0%	2.0%	0.0%	3.3%	0.0%	non	non	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	3.5%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	田村市	0.6%	0.6%	0.7%	0.0%	0.8%	0.0%	non	non	1.1%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	3.9%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	南相馬市	9.8%	2.8%	4.0%	5.9%	0.0%	0.0%	176	110	3.9%	2.8%	6.6%	4.2%	4.0%	0.0%	176	110	4.4%	6.5%	4.1%	4.6%	8.9%	0.0%	195	350	7.4%	1.0%	2.9%	5.7%	6.6%	0.0%	195	350	5.6%	1.2%	1.2%	2.9%	0.0%	0.0%	214	1260
	伊達市	0.0%	0.6%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	2.3%	1.1%	0.0%	0.8%	0.0%	non	non	0.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.8%	0.0%	non	non	0.4%	1.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	1.2%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	本宮市	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	桑折町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	国見町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	川俣町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	5.7%	0.0%	1.0%	3.8%	1.6%	3.4%	non	non	3.5%	0.0%	1.2%	8.7%	5.1%	5.3%	non	non
	大玉村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	鏡石町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	天栄村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	下郷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	檜枝岐村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	只見町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	南会津町	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	北塩原村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	西会津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	磐梯町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	猪苗代町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	会津坂下町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	湯川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	柳津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	三島町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	金山町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	昭和村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	会津美里町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	西郷村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4	non
	泉崎村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	中島村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	矢吹町	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	棚倉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	矢祭町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	塙町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	鮫川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	石川町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	玉川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	平田村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	non	non
	浅川町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	古殿町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	三春町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	小野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	広野町	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	2	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	1
	楢葉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10	0.3%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	10	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3	10
	富岡町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	8	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	2	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	8
	川内村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.8%	0.0%	non	non	0.4%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	non	non	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	大熊町	0.3%	0.0%	0.7%	0.5%	0.0%	0.0%	non	8	0.7%	0.9%	1.1%	0.5%	0.8%	0.0%	non	8	2.5%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	8
	双葉町	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	1	14	1.4%	0.9%	0.5%	0.5%	0.8%	0.0%	1	14	2.8%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	14	8.6%	2.0%	2.0%	0.9%	3.3%	0.0%	1	14	9.1%	3.6%	2.4%	2.9%	1.7%	0.0%	1	14
	浪江町	1.5%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	non	918	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	6.3%	0.0%	non	918	0.3%	0.0%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	non	370	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	370	0.7%	6.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	270
	葛尾村	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	1	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	1
	新地町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	34	126	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	34	130	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	44	126	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	48	110	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	61	107
	飯舘村	0.3%	1.1%	0.7%	0.5%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.4%	2.0%	2.9%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	1.4%	13.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	2857	7160	100%	100%	100%	100%	100%	100%	3543	7671	100%	100%	100%	100%	100%	100%	3815	8424	100%	100%	100%	100%	100%	100%	5361	8738	100%	100%	100%	100%	100%	100%	7787	10123

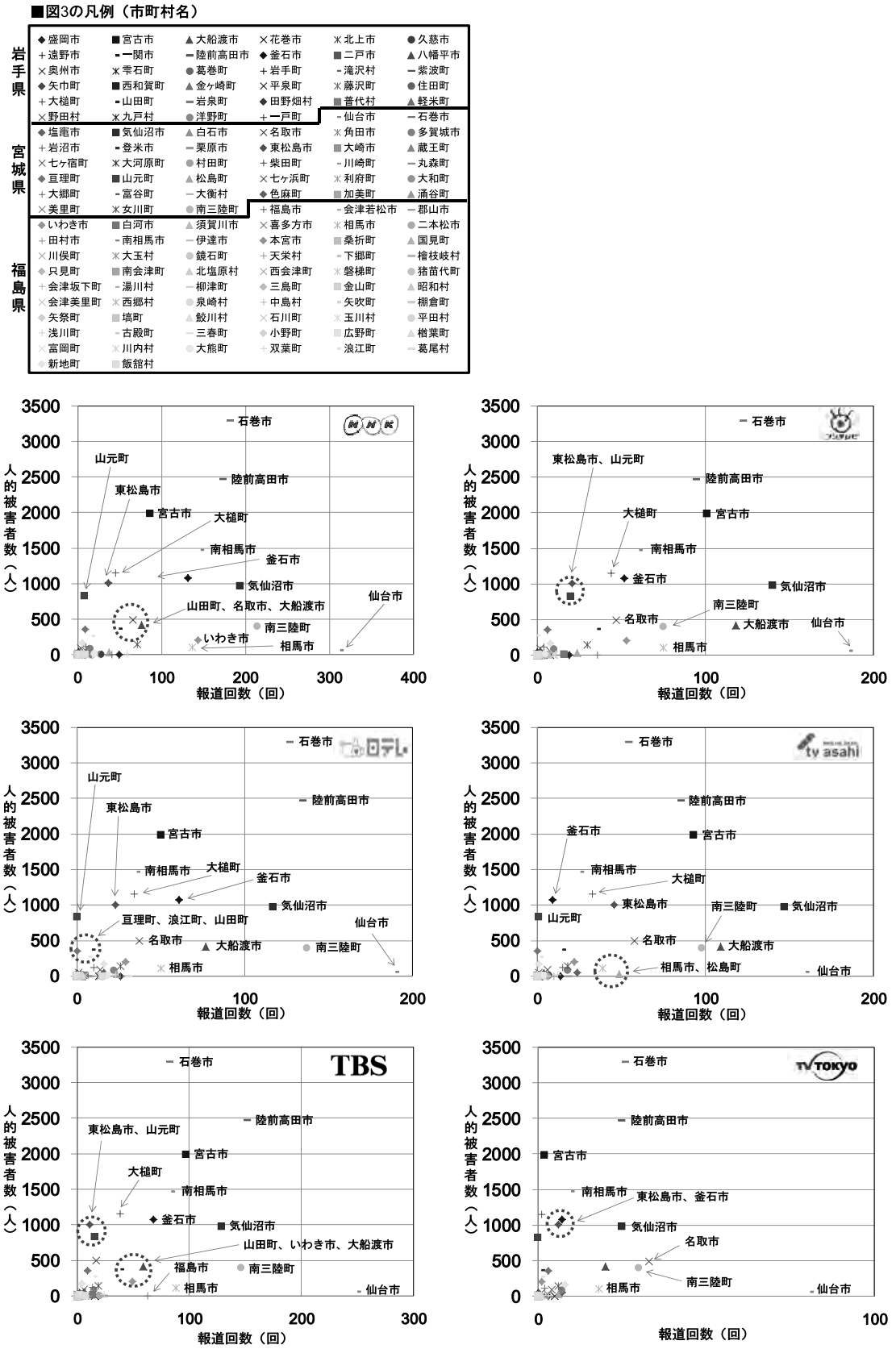


図 3　人的被害（死者・行方不明者，3 月 20 日現在）と市町村別の報道回数（3 月 11 日から 20 日までの合計値）の関係

で除するもの（市町村報道率：A ÷ B）と定義し，各局が一日に番組で取り上げた全市町村のうち，どの市町村に集中して報道したかを見る指標である．なお，市町村を「取り上げる」とは，表2の市町村名のアンダーラインに示すように，当該市町村が番組のテキストデータに含まれていることを意味する．

例えば，表3の中で，3月11日の日本テレビの宮古市の市町村報道率は10.6%であるが，これは，日本テレビの3月11日の放送で，市町村が取り上げられている全番組の中で宮古市は10.6%を占めたと理解できる．

表3を見ると，宮古市，大船渡市，陸前高田市，仙台市，石巻市，気仙沼市，南三陸市などは，各局，集中して報道しているが，宮城県亘理町や山元町は，3月15日に死者・行方不明者がそれぞれ231名と749名もいることが分かったが，市町村報道率は高くない．東松島市は，15日以降になると市町村報道率は低くなり，テレビで取り上げられることが少なくなっていることが分かる．

図3は，人的被害と市町村別の報道回数の関係を示したものである．報道回数は，3月20日までに取り上げられた回数の合計値であり，人的被害は3月20日の死者と行方不明者数の合計値である．

人的被害が1,000人規模の気仙沼市，釜石市，大槌町，東松島市，山元町を見ると，NHKでは，気仙沼市の報道回数が多いが，大槌町，東松島市，山元町に関する報道回数は少ないことが分かり，同規模の人的被害であっても，報道される市町村に偏りがあることが分かる．

同様に，1,000人規模の人的被害について，日本テレビにおいても，気仙沼市の報道が多く，山元町や東松島市に関する報道回数が少ないことが分かる．その他の局についても，その傾向はほとんど変わらないといえる．

人的被害が大きい市町村であっても報道で頻繁に取り上げられるところもあれば，一方で，取り上げられる回数の

表4　3月15日の局別に抽出したキーワード（上位50位）

原発
震災名
個人名
市町村名

2011/3/15												
順位	NHK総合		日本テレビ		TBSテレビ		フジテレビ		テレビ朝日		テレビ東京	
1	福島第一原発	243	紹介	96	号機	143	福島第一原発	64	号機	121	号機	72
2	号機	210	号機	86	福島第一原発	118	映像	59	福島第一原発	104	東京電力	41
3	映像	150	映像	71	東京電力	91	号機	56	東京電力	84	福島第一原発	36
4	東京電力	149	東京電力	67	映像	90	中継	40	紹介	82	影響	24
5	影響	85	福島第一原発	61	会見	54	東京電力	38	映像	76	映像	20
6	午前	78	発生	56	可能性	50	会見	27	発生	64	会見	20
7	計画停電	76	中継	54	紹介	49	紹介	27	中継	60	爆発	20
8	会見	75	計画停電	53	放射線量	49	宮城	26	地震	59	放射線量	20
9	紹介	67	東日本大地震	50	宮城	47	東日本大震災	26	津波	53	計画停電	17
10	原子炉	63	情報	40	検出	47	計画停電	25	計画停電	42	地震	17
11	地震	61	被災地	37	中継	47	岩手	22	火災	41	東日本大震災	16
12	東北関東大震災	60	宮城	32	爆発	42	津波	22	宮城	38	可能性	14
13	放射線	58	地震	30	火災	40	枝野官房長官	21	東日本巨大地震	37	原発	14
14	中継	53	会見	29	岩手	40	東京	20	東北	35	観測	13
15	避難所	52	計画停電	27	一部	38	岡本孝司	19	被害	33	中継	13
16	時間	50	午前	27	影響	38	解説	19	会見	32	爆発音	13
17	観測	49	発表	27	枝野官房長官	38	火災	17	国内観測史上最大	32	発生	13
18	半径	48	火災	26	発生	38	被害	17	太平洋沿岸	32	原子炉	12
19	避難	45	東京	26	発表	36	地震	15	影響	31	住民	12
20	原発	44	午後	24	計画停電	35	発生	15	住民	31	放射性物質	12
21	被害	44	被災者	24	住民	35	影響	14	東京	31	解説	11
22	実施	42	避難所	24	放射線	29	各地	14	枝野官房長官	30	午前	11
23	状態	40	枝野官房長官	23	地震	28	甚大	14	被災者	30	損傷	11
24	爆発音	40	状況	23	東日本大震災	27	被災地	14	各地	29	放射線	11
25	発表	40	日本	23	南三陸町	26	東北	13	爆発	29	圧力抑制室	10
26	住民	38	影響	22	半径	25	放射線量	13	避難所	29	一部	10
27	放射性物質	38	爆発	22	確認	24	国内観測史上最大	12	午前	28	枝野官房長官	10
28	宮城	37	記事	21	情報	24	実施	12	可能性	27	燃料	10
29	東北電力	36	生島	21	政府	24	太平洋沿岸	12	甚大	27	半径	10
30	一部	35	岩手	20	静岡	23	東大院教授	12	三陸沖	26	時間	9
31	火災	35	気仙沼市	20	原子力安全保安院	22	午前	11	震源地	26	実施	9
32	確認	35	時間	20	原子炉	22	菅首相	11	被災地	24	菅総理	9
33	対象	35	避難	20	米国	22	石巻市	11	岩手	23	避難所	9
34	通常	35	可能性	19	屋内退避	21	発表	11	確認	22	屋内退避	8
35	原子力安全保安院	34	菅首相	19	停電	21	説明	10	損傷	22	確認	8
36	枝野官房長官	34	大地震	19	以内	20	日立	10	計画停電	21	経済解説部	8
37	放射線量	34	解説	18	事故	20	燃料棒	10	停電	21	後藤浩祐	8
38	東京	33	陸前高田市	18	通常	20	爆発	10	避難	21	指示	8
39	菅首相	32	南三陸町	17	破損	20	可能性	9	情報	20	火災	7
40	南三陸町	32	福島	17	被災地	20	神奈川	9	東北地方太平洋沖地震	20	検出	7
41	避難指示	32	原発	16	格納容器	19	損傷	9	政府	19	見通	7
42	福島県	32	実施	16	菅総理	19	大船渡市	9	屋内退避	18	人体	7
43	核燃料	30	津波	16	東京	19	南三陸町	9	南三陸町	18	水素爆発	7
44	計測	30	燃料棒	16	避難所	19	避難	9	解説	17	菅首相	7
45	津波	30	三春町	15	陸前高田市	19	運行	8	実施	17	政府	7
46	必要	30	政府	15	指示	18	確認	8	爆発音	17	米国	7
47	露出	30	日午前	15	放射性物質	18	観測	8	気仙沼市	16	予定	7
48	圧力	29	被害	15	圧力抑制室	17	気仙沼市	8	日午後	16	各地	6
49	支援	29	放射性物質	15	観測	17	午後	8	圧力抑制室	14	圏内	6
50	周辺	29	茨城県	14	実施	17	状態	8	一部	14	午後	6

少ないところもあり，市町村により偏りがある．この傾向は局により顕著な差は見られない．これは，交通網の関係でアクセスしやすい市町村に各局が集中することも一因であるが，視聴者の関心が高い報道対象に全ての局が集中し，「徳落ち」をしないような行動を取っていることが大きな要因であると考えられる．

4. 各局の報道内容

ここでは，局別に報道内容の違いを分析する．分析方法は，テキスト化された番組に対し，(1) テキストに含まれるキーワードを抽出・集計する方法，(2) 事前に設定したキーワードを検索・集計する方法の 2 通りを行った．

まず，(1) テキストに含まれるキーワードを抽出・集計する方法では，テキスト化された番組に対し，2 文字以上の「漢字」を取り出し，その日の登場回数を集計するようにした．漢字 2 文字としたのは，1 文字の漢字の多くは単体では意味を解釈できないことが多いためである．

表 4 は，3 月 15 日における各局の上位 50 位のキーワードを抽出したものである．各局で共通していることは，「福島第一原発」，「号機」などの原発関連のキーワードが上位にあることである．これは，3 月 15 日に，福島第一原子力発電所の第 2 号機で爆発音の確認等の事故が発生したため，各局が同時にその報道を行ったためであると考えられる．「爆発」については，これに伴うものといえる．「燃料棒」については，福島第一原子力発電所の第 2 号機で水位の回復が始まったことと同時に，燃料棒の半分程が露出している状態であることが分かり，それが報道されたことによると考えられる．「圧力抑制室」については，福島第一原子力発電所の第 2 号機で圧力抑制室（サプレッションプール）に損傷が発見され，放射性物質の閉じ込めがうまくいって

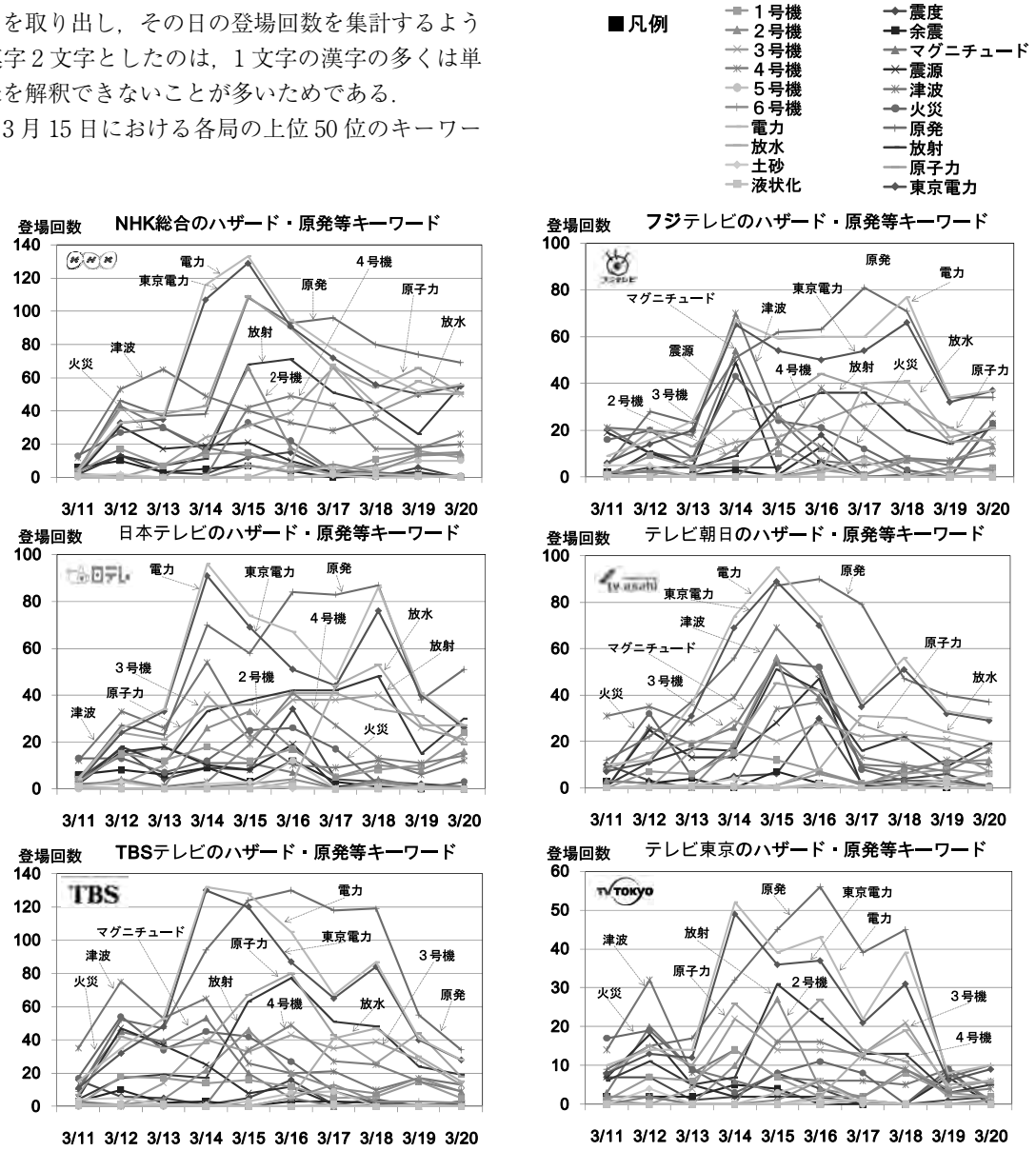


図 4　設定キーワードの時系列登場回数

いない可能性があることが分かり，それが報道されたことによると考えられる．

「計画停電」も全ての局で上位にあり，これは，14日から計画停電が開始され，その影響や対応に関する報道が集中したためであると考えられる．

14日に，総理から国民に対し，「福島第一原子力発電所より20キロメートル以内は全員退避，30キロメートル以内は屋内待機，福島第二原子力発電所については10キロメートル以内より退避」といったメッセージが発表され，「会見」も全ての局で上位にある．「会見」に関連し，「枝野官房長官」も上位にある．

震災名も上位にあるが，局間で以下のように統一されてないことが分かる．NHKは「東北関東大震災」，日本テレビは，「東日本大地震」，TBS，フジテレビならびにテレビ東京は「東日本大震災」，テレビ朝日は，「東日本巨大地震」と「東北地方太平洋沖地震」である．

「南三陸町」がTBSとテレビ東京以外では上位にある．これは，宮城県の災害対策本部から，南三陸町内だけで1,000人以上の遺体があるとの報告があったこと，また，安否不明になっていた佐藤仁町長がアンテナにしがみつき11メートル超える津波3波に耐え生還していたことが分かり，各局が集中して，インタビューや映像を流していたためである．

次に，(2) 事前に設定したキーワードを検索・集計する方法では，地震，原発事故など，ハザードと事故に関係するキーワードを予め設定（以下，「設定キーワード」と呼ぶ）し，そのキーワードがテキスト中にあるかを検索し，その登場回数を集計した．

図4は，局別の設定キーワードの登場回数である．全局に関し大きな傾向としては，14日に「東京電力」と「電力」の登場回数が増加していることである．これは，東京電力が計画停電を開始したことを受け，各局その内容を報道したためである．

また，14日には，福島第一原発の第3号機で2回にわたり水素爆発が発生し，水素爆発特有の白い煙に加え，灰褐色の煙が高くあがり，建物外壁がなくなり，骨組のみとなったことにより，「3号機」の登場回数が増加している．また，「2号機」も，冷却機能が失われ，燃料棒が完全に露出したことで，登場回数が増加している．

「震度，余震，マグニチュード，震源」は他の設定キーワードと比較すると登場回数は少ない．「津波」に関しては，3月14日に総務省消防庁のヘリコプターが福島県新地町の沖合で津波が発生しているのを確認し，3 mの津波が福島県の浜通り沿岸に到達する見込みであったため，登場回数が増加した．

上記のように，設定キーワードの増減についても，各局で同様の傾向が見られた．

5. おわりに

災害時の報道に関する研究は，これまで主に新聞とラジオが中心であり，テレビの報道内容に関する研究は少ないと考えられる．

本研究は，「災害対応の循環体系」の中で，「いつ，だれに，どんな情報」を伝えると災害対応を迅速かつ効果的に行えるのかを定義し，「効果的な災害対応に貢献するテレビ報道モデル」を構築することを目指している．本稿では，その基礎的な検討として，2011年東日本大震災の発災後10日間におけるテレビ報道の内容を分析した．その結果，報道された市町村と被害との関係の分析では，全局で特定の市町村に報道が集中していることが可視化され，被害が大きいところでもテレビ報道が少ない市町村があることが分かった．

また，報道内容の分析では，漢字2文字以上を抽出・集計し整理する方法，事前に設定したキーワードを検索・集計し整理する方法の2つの分析方法を試みた．その結果，前者ついては，原発関連の用語等が上位に登場し，各局で同様な報道内容を配信していることが分かった．後者の方法では，設定したキーワードを時系列に集計した結果，各局，同様な傾向を示し，局による報道内容に大きな違いが見られないことが確認できた．

東日本大震災のような広域的な災害ほど，被害の全容を掴むことは容易ではないため，テレビ報道で取り上げられた市町村には積極的な支援が届き，逆に，報道されない市町村に対しては支援が不十分となる等，テレビ報道の有無が災害対応に影響を及ぼすことがある．今後は，市町村別に報道内容を整理し，報道と被害並びに災害対応の関連性について分析を行う予定である．

謝　辞

テレビのテキストデータは，JCC株式会社の「ドキュメント・アナライザー」のデータを使用させて頂きました．JCC株式会社の石井氏には東日本大震災の発災直後にも関わらずデータをご提供頂き，ここに記して深く謝意を表します．

（2011年6月27日受理）

参　考　文　献

1）　株式会社朝日新聞出版：東北関東大震災時の通信状況，週刊朝日，p. 25（2011年3月25日特大号）．
2）　マイボイスコム株式会社：「東日本大震災に関する情報収集方法」に関するアンケート調査結果（http://www.myvoice.co.jp/biz/surveys/15417/index.html）
3）　山崎登：地震災害と報道の役割（特集　地震情報と震災対策），土木施工，No. 48 (1), pp. 14–18, 2007.1.
4）　小嶋富男：災害時緊急報道のこれから，消防防災，No. 2 (4), pp. 42–48, 2003.

研 究 速 報

「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」の構築に向けた 2011 年東日本大震災直後の WEB ニュースの基礎的分析

Analysis of WEB News of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake for the development of the News Model contributing the effective response

沼 田 宗 純*・國 分 瑛梨子**・坂 口 理 紗**・目 黒 公 郎***

Muneyoshi NUMADA, Eriko KOKUBUN, Risa SAKAGUCHI and Kimiro MEGURO

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広範囲に及び，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あった．

今回の震災は，広範囲に及ぶ被害であり，災害の全容を掴むことは容易ではなく，テレビ，ラジオ，新聞，インターネットなど，さまざまな媒体を使った情報配信が行われた．

その中でも「新聞」は，時事情報・政治情報・経済情報・生活情報・文化情報・地域情報・IT 情報など，詳細に欄を設けており，事実を客観的に，文字で伝えるため，災害情報を発信する役割は非常に大きい．また，日本は新聞が大規模に発達しており，例えば，日本最大手の読売新聞は約 1000 万部の発行部数であるため，災害情報を伝達する重要な役割を担っている．なお，アメリカのウォールストリートジャーナルは約 200 万部，ニューヨーク・タイムズは約 110 万部である．

しかし，2011 年東日本大震災に関しては，アクセスし易い市町村など，特定の市町村への報道の集中，社会的に関心の高い原発事故に対する報道の集中等，適切な災害対応に貢献する報道ではないと考えられる．災害時の情報配信では，「災害対応の循環体系」の中で，「災害対応の担い手に，適切な情報を，適切なタイミングで情報」を配信することが，効果的な災害対応につなげる重要なポイントである．

災害報道に関する既往の研究は，主にテレビとラジオについて災害時の役割を考察したもの[1]，災害報道のあるべき姿について「取材マナーと報道のセンセーショナリズム」からニュースバリューを考察しているもの[2]，被災者の視点から「被災者ひとりひとりに寄り添った災害報道の有り方」を考察しているもの[3]，地域情報学的なアプローチによる「災害地域情報プラットフォーム」の構築に関する研究[4]，等が挙げられる．また，新聞報道に関する既往の研究は，過去の地震について全国紙の新聞の朝刊の一面と社会面に報道された報道率と被害量の関係について分析した研究[5]，災害のイメージと報道の関係の分析[6]，被災地と被災地外の特性の違いに関する研究[7]，そして，時系列的なアプローチにより報道内容の変化に関する研究[8–12]等が挙げられる．

本研究では，「災害対応の循環体系」の中で，「いつ，だれに，どんな情報」を伝えると災害対応を迅速かつ効果的に行えるのかを定義し，「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」の構築を目指す．本稿では，そのための基礎的な分析として，東日本大震災の発災後 10 日間における新聞各紙が配信している WEB ニュースを対象として，「報道された市町村と被害との関係」，「新聞社別の報道内容の比較」に関する基礎的な分析を行う．

2. WEB ニュースデータ

WEB ニュースの特徴は，紙面と違い「締め切り」がないため速報性が高いこと，速報性の高い WEB ニュースの多くは紙面に載る前の情報であること，WEB には紙面の制約がないため長い文章でも掲載でき紙面より詳細な内容が書かれている場合があること，WEB では記事が時系列に表示され記事の価値判断ができないこと（紙面では記事の大きさでその価値判断ができる）等である．

本稿では，発災直後，3 月 11 日から 20 日の 10 日間を分析対象とする．図 1 に分析対象とした WEB ニュースの文字数の時系列を示す．発災当日の 11 日は，12 万字程度であるが，12 日には，27 万字近くなり，13 日は 20 万字程度まで減少し，その後再び増加し，30 万字程度となり，20 日には 17 万字を超える程度まで減少している．13 日と 20 日の文字数が少ないのは，両日とも日曜日であり休日に関係している可能性がある．図 2 は，3 月 11 日から 20

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター
**中央大学
***東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター／東京大学大学院情報学環

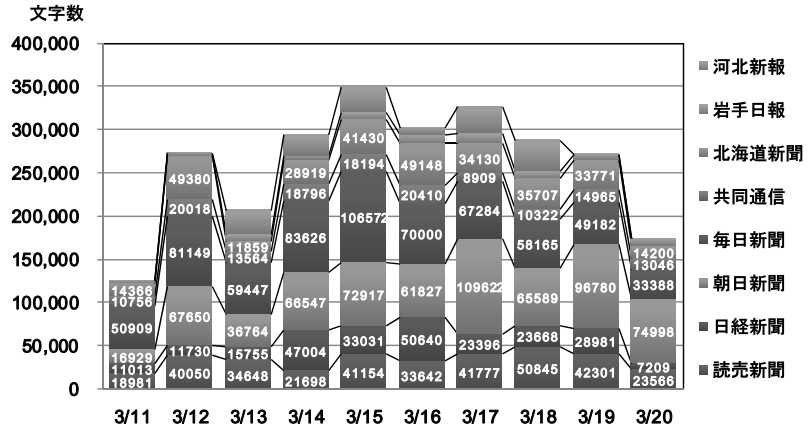


図1　各紙の文字数の時系列

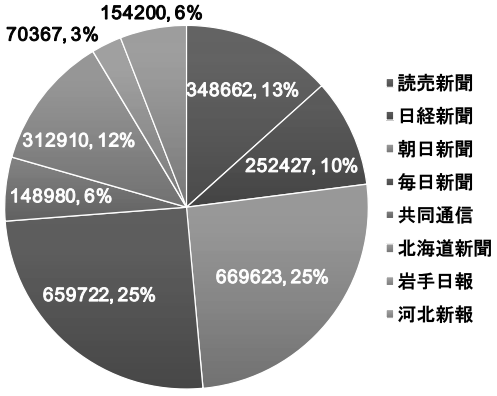


図2　各紙の文字数の内訳
（3月11日から20日までの10日間の合計値）

日の10日間の文字数の各紙の内訳である．これによると，朝日新聞と毎日新聞がそれぞれ25％であり，全体の半分を占めていることが分かる．

3. 新聞各紙の市町村報道率と人的被害の関係

表1に，各紙がどの市町村に集中して報道していたかを示す．これは，特に被害の大きい岩手県，宮城県，福島県の3県の市町村に対し，日別に各紙の「市町村報道率」と人的被害の関係を示したものである．「市町村報道率」とは，「各市町村の取上数（A）」を「全市町村の取上総数（B）」で除するもの（市町村報道率：A ÷ B）と定義し，各紙が一日にWEBニュースで取り上げた全市町村のうち，どの市町村に集中して報道したかを見る指標である．なお，市町村を「取り上げる」とは，当該市町村がWEBニュースの記事の中に含まれている場合のことを意味する．

例えば，表1の中で，3月11日の読売新聞の盛岡市の「市町村報道率」は5.0％であるが，これは，読売新聞の3月11日のWEBニュースの中で，市町村が取り上げられている全WEBニュースの中で，盛岡市は5.0％を占めていたと理解できる．

表1において，例えば，河北新報の13日の市町村報道率を見ると，宮城県内の市町村を全体的に報道しているが，仙台市，石巻市，気仙沼市が特に高い値を示しており，市町村間で報道の差が生じていることが分かる．

一方で，人的被害があるものの，報道されていないかまたは，低い市町村報道率を示している市町村がある．七ヶ浜町では，3月12日に死者8名，行方不明者23名であると分かったが，その日にWEBニュースで取り上げた新聞社はなかった．これは，翌日の13日も同様であった．被害があるにも関わらず報道されない場合，適切な支援が届かないことがある等，必要な災害対応が行われない可能性が高い．特に，広域的な災害の場合，支援する側は，報道された地域に対し支援活動を行う傾向が高いと考えられ，この意味でも報道の役割は大きい．

また，全国紙（読売新聞，日経新聞，朝日新聞，毎日新聞，共同通信）と地方紙（北海道新聞，河北新報，岩手日報）を比較すると，市町村報道率に違いが見られる．例えば，岩手日報は，岩手県内の災害情報を発信することが主な役割であり，3月13日には，盛岡市（13.9％），宮古市（11.1％），大船渡市（8.3％），花巻市（5.6％），北上市（5.6％），久慈市（11.1％），陸前高田市（8.3％），釜石市（8.3％），大槌町（5.6％），山田町（5.6％）等は，市町村報道率が高い傾向を示しているが，宮城県と福島県内についての市町村報道率はゼロである．一方，全国紙（ここでは，読売新聞を例にとる）の岩手県の報道状況を見ると，盛岡市（2.2％），宮古市（2.2％），陸前高田市（3.3％），釜石市（3.3％），大槌町（4.4％），山田町（3.3％）であり，地元紙の岩手日報との報道率の差が明確である．なお，日経新聞は岩手県の市町村に関する報道率はゼロであることが分かる．これは，全国紙は，都道府県を越えた範囲で記事の価値判断を行い，地方紙は担当する都道府県の中で価値判断を行うため，このような違いが生じたと考えられる．なお，日経新聞は岩手県の市町村に関する報道率はゼロであることが分かる．

表 1 「市町村報道率」と人的被害の関係（3 月 11 日から 13 日）

県	市町村	3/11										3/12										3/13									
		読売新聞	日経新聞	朝日新聞	毎日新聞	共同通信	北海道新聞	河北新報	岩手日報	死者	行方不明者	読売新聞	日経新聞	朝日新聞	毎日新聞	共同通信	北海道新聞	河北新報	岩手日報	死者	行方不明者	読売新聞	日経新聞	朝日新聞	毎日新聞	共同通信	北海道新聞	河北新報	岩手日報	死者	行方不明者
岩手県	盛岡市	5.0%	0.0%	2.4%	0.9%	0.0%	0.0%	−	2.8%	non	non	1.6%	0.0%	0.4%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	7.7%	0	0	2.2%	0.0%	0.8%	4.2%	0.0%	2.1%	3.2%	13.9%	0	0
	宮古市	2.5%	0.0%	3.6%	1.5%	0.0%	0.0%	−	2.8%	non	non	1.6%	0.0%	0.9%	2.6%	5.1%	2.7%	0.0%	11.5%	15	62	2.2%	0.0%	2.5%	3.6%	0.0%	2.1%	2.6%	11.1%	62	11
	大船渡市	6.3%	0.0%	6.0%	1.2%	2.1%	1.9%	−	11.1%	non	non	7.9%	0.0%	5.1%	5.2%	3.4%	4.1%	20.0%	7.7%	174	148	1.1%	0.0%	4.2%	4.2%	3.3%	2.1%	1.9%	8.3%	181	161
	花巻市	0.0%	0.0%	2.4%	0.9%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	1.6%	0.0%	1.7%	0.4%	1.7%	4.1%	20.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	3.3%	2.1%	0.0%	5.6%	0	0
	北上市	2.5%	0.0%	1.2%	1.5%	2.1%	1.9%	−	0.0%	non	non	1.6%	0.0%	1.7%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	3.8%	0	0	1.1%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	0.0%	0.6%	5.6%	0	0
	久慈市	1.3%	0.0%	1.2%	1.2%	0.0%	1.9%	−	8.3%	non	non	0.8%	0.0%	0.9%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	7.7%	5	59	1.1%	0.0%	0.8%	1.0%	0.0%	2.1%	0.6%	11.1%	2	3
	遠野市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	0
	一関市	1.3%	0.0%	0.0%	0.6%	4.2%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	3.8%	0	0	0.0%	0.0%	2.5%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	陸前高田市	3.8%	0.0%	1.2%	0.6%	0.0%	0.0%	−	8.3%	non	non	4.8%	0.0%	4.7%	2.6%	6.8%	5.5%	0.0%	11.5%	non	non	3.3%	0.0%	4.2%	2.1%	6.7%	6.4%	1.3%	8.3%	調査中	調査中
	釜石市	6.3%	0.0%	2.4%	2.3%	6.3%	5.7%	−	8.3%	non	non	4.0%	0.0%	2.1%	2.2%	0.0%	1.4%	20.0%	11.5%	25	多数	3.3%	0.0%	5.9%	4.2%	0.0%	0.0%	2.6%	8.3%	不明	不明
	二戸市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	3.8%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	八幡平市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	奥州市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	雫石町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	葛巻町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	岩手町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	滝沢村	1.3%	0.0%	0.0%	0.6%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	0	0
	紫波町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	0	0
	矢巾町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.8%	0	0
	西和賀町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	金ヶ崎町	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	平泉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	藤沢町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	住田町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	3.8%	0	0	1.1%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	未確認	未確認
	大槌町	0.0%	0.0%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	1.6%	0.0%	0.9%	2.2%	3.4%	2.7%	20.0%	11.5%	20	non	4.4%	0.0%	5.0%	1.6%	0.0%	6.4%	1.3%	5.6%	47	7
	山田町	3.8%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	−	5.6%	non	non	4.8%	0.0%	0.4%	1.3%	0.0%	1.4%	0.0%	3.8%	56	15	3.3%	0.0%	2.5%	0.5%	0.0%	2.1%	0.6%	5.6%	90	60
	岩泉町	0.0%	0.0%	1.2%	0.3%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.8%	1	non	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	1	14
	田野畑村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	55	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.8%	3	54
	普代村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	0	18
	軽米町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	野田村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11	46	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.8%	13	36
	九戸村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	洋野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	0	0.0%	0.0%	0.4%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	一戸町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
宮城県	仙台市	12.5%	0.0%	20.2%	6.4%	25.0%	17.0%	−	11.1%	non	non	11.1%	3.0%	12.8%	12.9%	23.7%	28.8%	20.0%	0.0%	不明	不明	11.1%	0.0%	5.9%	9.9%	23.3%	17.0%	16.2%	0.0%	10	調査中
	石巻市	6.3%	0.0%	8.3%	2.6%	0.0%	5.7%	−	2.8%	non	non	5.6%	0.0%	5.1%	6.5%	3.4%	2.7%	0.0%	0.0%	6	多数	5.6%	0.0%	5.9%	4.2%	0.0%	2.1%	4.5%	0.0%	21	150
	塩竈市	2.5%	0.0%	4.8%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	1.3%	1.7%	2.7%	0.0%	0.0%	1	不明	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	2.1%	1.9%	0.0%	1	調査中
	気仙沼市	7.5%	0.0%	6.0%	1.2%	0.0%	3.8%	−	8.3%	non	non	7.9%	0.0%	4.3%	4.3%	6.8%	8.2%	0.0%	0.0%	35	30	5.6%	0.0%	5.0%	4.7%	0.0%	0.0%	4.5%	0.0%	42	59
	白石市	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	1.9%	−	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.4%	0.4%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	不明	1	1.1%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	2.1%	3.2%	0.0%	1	1
	名取市	3.8%	0.0%	1.2%	2.3%	6.3%	5.7%	−	0.0%	non	non	3.2%	0.0%	1.3%	4.3%	5.1%	2.7%	0.0%	0.0%	8	不明	0.0%	0.0%	1.7%	2.6%	3.3%	0.0%	2.6%	0.0%	120	調査中
	角田市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	0.0%	0	0
	多賀城市	0.0%	0.0%	1.2%	1.5%	0.0%	1.9%	−	0.0%	non	non	1.6%	0.0%	1.3%	3.4%	1.7%	1.4%	0.0%	0.0%	6	不明	1.1%	0.0%	2.5%	0.5%	0.0%	2.1%	1.3%	0.0%	46	調査中
	岩沼市	0.0%	0.0%	1.2%	1.2%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	3.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	3.3%	0.0%	1.3%	0.0%	調査中	調査中
	登米市	0.0%	0.0%	1.2%	1.2%	2.1%	3.8%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	4	2.2%	0.0%	1.7%	1.0%	3.3%	0.0%	2.6%	0.0%	2	10
	栗原市	1.3%	0.0%	2.4%	1.5%	2.1%	3.8%	−	8.3%	non	non	0.8%	0.0%	0.4%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	1.7%	1.6%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	調査中	調査中
	東松島市	0.0%	0.0%	1.2%	0.9%	2.1%	3.8%	−	0.0%	non	non	1.6%	0.0%	2.1%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	17	不明	1.1%	0.0%	1.7%	1.6%	0.0%	6.4%	1.3%	0.0%	17	調査中
	大崎市	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	3.4%	2.7%	0.0%	0.0%	2	不明	1.1%	0.0%	0.8%	1.6%	0.0%	2.1%	1.3%	0.0%	2	調査中
	蔵王町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	0.0%	0	0
	七ヶ宿町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	大河原町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	3.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	1.9%	0.0%	0	0
	村田町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0
	柴田町	0.0%	0.0%	1.2%	1.2%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	2	調査中
	川崎町	1.3%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	調査中	調査中
	丸森町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0	0
	亘理町	0.0%	0.0%	2.4%	0.9%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12	多数	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	12	多数
	山元町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	調査中	調査中
	松島町	0.0%	0.0%	1.2%	0.9%	4.2%	3.8%	−	0.0%	non	non	1.6%	0.0%	3.0%	1.7%	0.0%	2.7%	0.0%	0.0%	0	不明	1.1%	0.0%	1.7%	1.6%	0.0%	6.4%	1.9%	0.0%	0	調査中
	七ヶ浜町	1.3%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8	23	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	20	83
	利府町	0.0%	0.0%	1.2%	1.5%	0.0%	1.9%	−	2.8%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	1	不明	0.0%	0.0%	1.7%	0.5%	0.0%	2.1%	2.6%	0.0%	1	調査中
	大和町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.1%	3.8%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	調査中	1
	大郷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0	0
	富谷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	0.0%	0	調査中
	大衡村	0.0%	0.0%	1.2%	1.2%	4.2%	1.9%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	調査中	調査中
	色麻町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中
	加美町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%	0.6%	0.0%	調査中	調査中
	涌谷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	不明	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	調査中	16
	美里町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	不明	不明	0.0%	0.0%	0.8%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	調査中	調査中
	女川町	3.8%	0.0%	2.4%	2.0%	4.2%	7.5%	−	5.6%	non	non	1.6%	0.0%	1.7%	0.9%	0.0%	1.4%	0.0%	3.8%	不明	不明	6.7%	0.0%	2.5%	1.6%	3.3%	2.1%	3.2%	0.0%	調査中	調査中
	南三陸町	2.5%	0.0%	1.2%	1.5%	0.0%	1.9%	−	8.3%	non	non	2.4%	0.0%	0.9%	2.2%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	不明	不明	5.6%	0.0%	3.4%	2.1%	6.7%	4.3%	3.9%	0.0%	調査中	78
福島県	福島市	1.3%	15.2%	2.4%	0.6%	2.1%	1.9%	−	0.0%	non	non	1.6%	9.1%	0.0%	2.2%	3.4%	2.7%	0.0%	0.0%	1	non	1.1%	5.1%	0.8%	1.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	1	non
	会津若松市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	non
	郡山市	0.0%	3.0%	1.2%	2.0%	0.0%	1.9%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	3.4%	1.3%	1.7%	4.1%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	1.7%	1.7%	2.1%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	non	non
	いわき市	1.3%	0.0%	2.4%	1.5%	0.0%	0.0%	−	0.0%	8	non	1.6%	6.1%	3.4%	2.6%	3.4%	2.7%	0.0%	0.0%	52	16	1.1%	8.5%	2.5%	2.1%	3.3%	2.1%	0.6%	0.0%	76	24
	白河市	1.3%	0.0%	1.2%	2.0%	2.1%	0.0%	−	0.0%	1	13	0.0%	0.0%	2.1%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	14	1.1%	0.0%	0.8%	1.0%	0.0%	2.1%	0.6%	0.0%	4	11
	須賀川市	1.3%	0.0%	1.2%	1.2%	2.1%	0.0%	−	0.0%	1	4	0.0%	0.0%	1.3%	0.9%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	7	4	1.1%	0.0%	0.0%	2.1%	0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	8	3
	喜多方市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	相馬市	5.0%	12.1%	3.6%	1.8%	0.0%	5.7%	−	5.6%	3	non	6.3%	12.1%	6.0%	5.6%	8.5%	0.0%	0.0%	0.0%	20	non	3.3%	6.8%	5.0%	3.6%	3.3%	4.3%	1.9%	0.0%	21	non
	二本松市	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	3.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	1.7%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	田村市	1.3%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	3.0%	1.7%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	5.1%	0.0%	1.0%	6.7%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	南相馬市	3.8%	12.1%	1.2%	1.8%	0.0%	3.8%	−	0.0%	24	16	4.0%	9.1%	3.4%	4.7%	8.5%	0.0%	0.0%	0.0%	98	110	3.3%	6.8%	4.2%	3.1%	3.3%	4.3%	1.9%	0.0%	124	110
	伊達市	0.0%	3.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	5.1%	0.8%	1.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	non	non
	本宮市	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	1.9%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	桑折町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	国見町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	川俣町	0.0%	6.1%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	3.0%	0.9%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	1.1%	5.1%	1.7%	0.0%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	大玉村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	1.7%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	鏡石町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	天栄村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	下郷町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	檜枝岐村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	只見町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	南会津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	北塩原村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	西会津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	磐梯町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	猪苗代町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	会津坂下町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	湯川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	柳津町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	三島町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	金山町	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	昭和村	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	会津美里町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	西郷村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	泉崎村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	中島村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	矢吹町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	棚倉町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	矢祭町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	3.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	塙町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	鮫川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	石川町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	玉川村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	平田村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	浅川町	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	古殿町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	三春町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	小野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	広野町	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	6.1%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1	2	0.0%	3.4%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	non	2
	楢葉町	2.5%	0.0%	0.0%	1.2%	2.1%	0.0%	−	0.0%	1	23	2.4%	0.0%	3.8%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	10	0.0%	3.4%	0.8%	1.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	2	10
	富岡町	1.3%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	2	4	0.8%	0.0%	3.8%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	8	0.0%	3.4%	1.7%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2	8
	川内村	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	3.0%	1.3%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	3.4%	0.8%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	大熊町	1.3%	0.0%	2.4%	1.8%	2.1%	3.8%	−	0.0%	non	2	4.8%	0.0%	5.6%	2.6%	5.1%	2.7%	0.0%	0.0%	non	8	5.6%	5.1%	2.5%	1.0%	10.0%	2.1%	0.6%	0.0%	non	8
	双葉町	1.3%	3.0%	2.4%	0.9%	2.1%	1.9%	−	0.0%	non	14	3.2%	3.0%	2.6%	2.2%	0.0%	2.7%	0.0%	3.8%	1	14	7.8%	6.8%	4.2%	1.6%	10.0%	0.0%	0.6%	0.0%	1	14
	浪江町	1.3%	21.2%	0.0%	0.6%	2.1%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.8%	6.1%	1.3%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	6.8%	0.8%	1.0%	0.0%	4.3%	0.0%	0.0%	non	918
	葛尾村	0.0%	9.1%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	3.4%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non
	新地町	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	−	0.0%	1	2	0.0%	0.0%	0.9%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	13	63	1.1%	3.4%	2.5%	0.0%	0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	17	94
	飯舘村	0.0%	15.2%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	−	0.0%	non	non	0.0%	27.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	non	non	0.0%	13.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	non	non
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	−	100.0%	41	78	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	609	696	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	954	1964

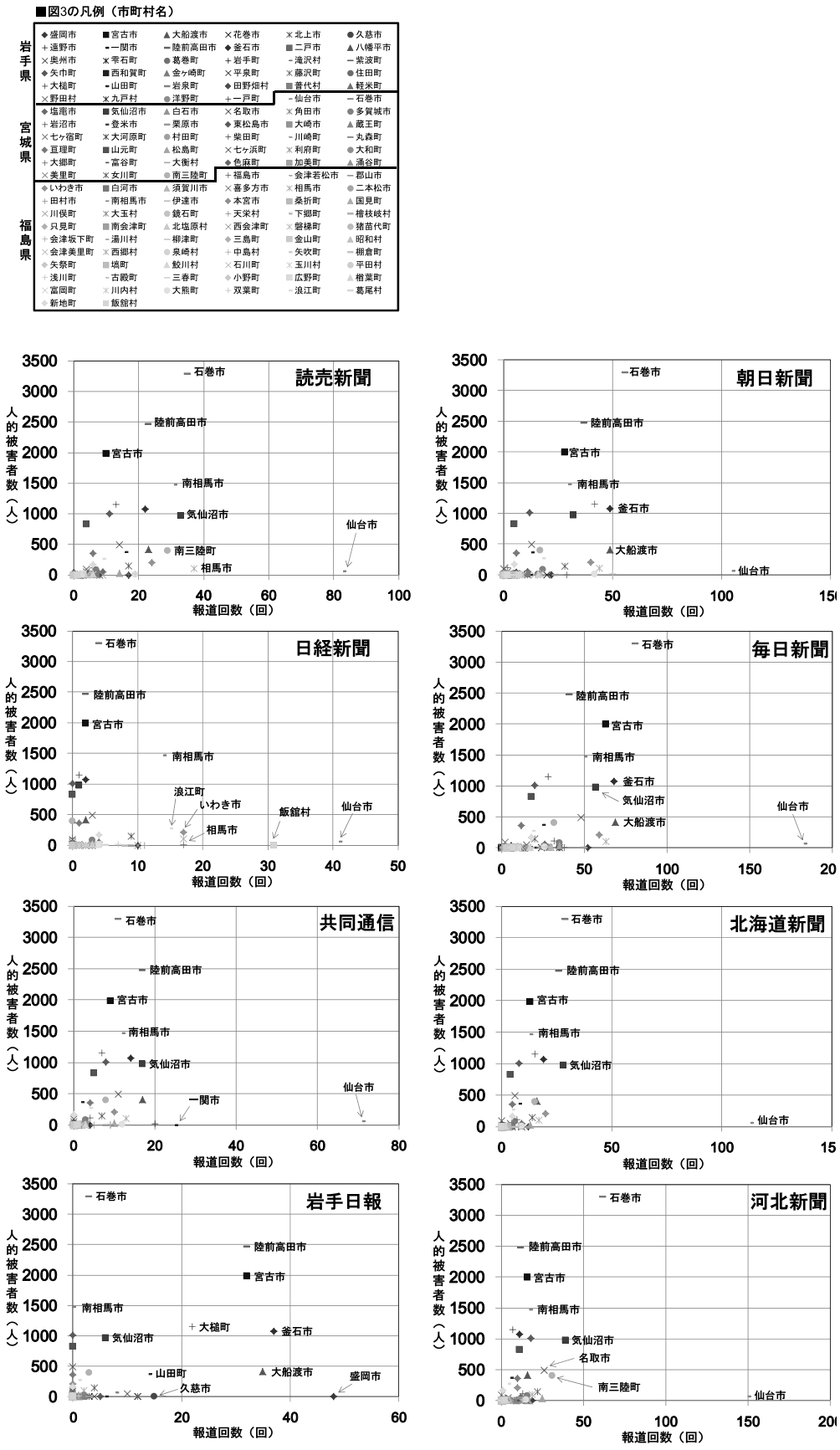


図 3　人的被害（死者・行方不明者，3 月 20 日現在）と市町村別の報道回数（3 月 11 日から 20 日までの合計値）の関係

表2　3月15日の新聞社別に抽出したキーワード（上位100位）

2011年3月15日																			
順位	読売新聞		日経新聞		朝日新聞		毎日新聞		共同通信		北海道新聞		岩手日報		河北新報		福島日報		茨城新聞		東京新聞	
1	号機	67	号機	119	号機	110	ー部	382	東日本大震災	56	東日本大震災	98	家族	16	午前	48	指摘	5	予定	16	東日本大震災	14
2	日本	43	汚染水	106	日午前	53	番町	106	原発	47	影響	50	避難所	14	午後	42	昨年	4	中止	14	宮城県	13
3	東日本巨大地震	38	放射性物質	89	東電	52	全域	85	号機	30	被災地	39	住民	12	営業	29	東京―新青森	4	復旧	13	被災地	12
4	放射性物質	34	福島第	83	可能性	51	原発	79	福島第	27	津波	38	遺体	11	青葉区	27	運転	3	午前	12	対応	11
5	対応	30	原子力発電所	64	放射性物質	46	午前	65	日本	25	道内	38	予定	9	連絡先	25	会社	3	高萩	12	避難所	11
6	東電	30	原発	55	午前	44	号機	63	発表	23	原発	34	津波	8	診療	24	岩手	3	午後	11	遺体	9
7	影響	29	東電	51	福島第一原発	42	東日本大震災	49	被災地	19	被害	29	日午後	8	被災者	21	宮城労働局	3	市役所	11	死者	9
8	記者会見	29	放出	47	避難所	38	午後	47	中止	18	東京	26	東日本大震災	7	施設	20	供述	3	影響	10	被害	9
9	事故	28	保安院	45	原発	37	計画停電	43	日午前	17	確認	25	避難	7	時半	20	月期	3	時現在	10	病院	8
10	爆発	27	作業	43	対応	37	時間	43	影響	16	日本	25	安否	6	避難所	19	作成	3	電気	10	連絡	8
11	発表	27	事故	40	発表	37	場合	41	支援	15	発表	23	供給	6	津波	18	死者	3	北茨城	10	指摘	7
12	可能性	26	東京電力	32	状況	36	停電	40	被災者	14	観測	21	再開	6	店舗	18	事故	3	計画停電	9	支援	7
13	地震	26	原子炉	31	避難	36	必要	39	日午後	13	地震	21	時間	6	東日本大震災	17	持病	3	再開	9	政府	7
14	日午前	26	高濃度	30	東京電力	35	影響	38	記者会見	12	中止	21	表情	6	避難	17	時間	3	実施	9	津波	7
15	福島第一原発	26	発表	28	午後	32	放射性物質	37	事故	12	被災	21	無事	6	対応	16	申請	3	大子	9	日本	7
16	ー部	22	外部電源	27	必要	32	情報	36	放射性物質	12	放射性物質	21	連絡	6	住民	15	捜査	3	放射線量	9	影響	6
17	支援	22	流出	26	確認	31	事故	33	東京	11	連絡	21	可能	5	場合	15	通常	3	県内	8	検討	6
18	住民	22	影響	25	放射線	31	発表	33	東京電力福島第	11	通常	20	確認	5	確認	14	伝次郎	3	市町村	8	自治体	6
19	放射線量	22	核燃料	25	影響	29	運行	32	燃料	11	宮城県	19	県内	5	号機	13	東京―仙台	3	通常通	8	商品	6
20	原子炉	21	建屋	25	国民	29	可能性	32	必要	10	見通	18	午後	5	東北	13	同社	3	発表	8	食料	6
21	作業	21	坑道	25	事故	29	避難所	32	放射線量	10	発生	18	行方不明者	5	宮城県内	12	年間	3	避難	8	日午後	6
22	放射線	21	地震	25	時間	29	東電	31	開催	9	支援	17	高台	5	宮城野区	12	影響	2	営業	7	補正予算	6
23	同原発	20	燃料棒	25	原子炉	28	日午前	31	原発事故	9	日午後	17	再会	5	通常通	12	往復	2	水戸市	7	延期	5
24	原発	19	可能性	23	情報	28	避難	31	午前	9	再開	16	自衛隊	5	予定	12	沖縄	2	対応	7	岩手県	5
25	政府	19	使用済	22	状態	26	実施	30	損傷	9	数値	16	灯油	5	岩手	11	億円	2	断水	7	救出	5
26	説明	19	日午前	22	発生	26	福島第	29	発生	9	東北	16	爆発	5	県内	11	割程度	2	通行止	7	供給	5
27	燃料棒	19	ー方	21	事態	25	ー方	28	政府	8	福島第	16	被害	5	店頭販売	11	宮城	2	日午後	7	警察庁	5
28	確認	18	記者会見	21	燃料	25	対応	28	東京電力	8	予定	16	余震	5	影響	10	供述調書	2	日午前	7	死亡	5
29	被災者	18	余震	21	圏内	24	地域	28	義援金	7	可能性	15	安否確認	4	宮城	10	軽傷	2	被害	7	自衛隊	5
30	必要	18	冷却	21	説明	24	日本	28	共同	7	午後	15	運転	4	状況	10	死亡	2	避難所	7	住民	5
31	福島県	18	経済産業省原子	20	停電	24	毎日	27	実施	7	電話	15	救出	4	職員	10	児童	2	毎時	7	十四日	5
32	事態	17	復水器	20	爆発音	24	【毎日	26	設置	7	必要	15	午前	4	食付	10	自動車運転過失	2	ー部	6	千人	5
33	首相	17	原発事故	19	放射線量	24	東京	26	津波	7	復旧	15	佐々木	4	泉区	10	謝罪	2	海水	6	防災庁舎	5
34	露出	17	損傷	19	圧力抑制室	23	住民	25	通常	7	ー部	14	施設	4	被災	10	取材	2	市内	6	万人	5
35	圧力	16	東京電力福島第	19	会見	23	被災者	25	爆発	7	工場	14	試験	4	復旧	10	手紙	2	場合	6	茨城	4
36	観測	16	日午後	19	爆発	23	確認	24	被害	7	日午前	14	十分	4	原発	9	受理	2	水戸	6	屋上	4
37	国民	16	注入	17	火災	22	日午後	24	避難所	7	被災者	14	情報	4	仙台市	9	集団自決	2	水道	6	確認	4
38	状況	16	濃度	17	格納容器	22	東京電力	23	表明	7	避難所	14	食料	4	地震	9	書類	2	町役場	6	気象庁	4
39	蒸気	16	放射線量	17	上昇	21	被災地	22	圧力抑制	6	札幌	13	心配	4	内科	9	女児	2	停電	6	気仙沼市	4
40	懸念	15	放射性	16	日午後	20	放射線量	22	拡大	6	場合	13	生活	4	必要	9	女性	2	東日本大震災	6	宮城県警	4
41	専門家	15	水位	15	現在	19	協力	21	観測	6	状況	13	体育館	4	安否	8	小学生	2	運休	5	供給体制	4
42	東京電力	15	説明	15	作業	19	資格	21	協力	6	函館	13	知人	4	軽症	8	申告漏	2	回収	5	計画停電	4
43	同日午前	15	窒素	15	東日本大震災	19	津波	21	圏内	6	放射線量	13	地下	4	再開	8	政府	2	開設	5	建物	4
44	被災地	15	燃料	15	被害	19	爆発	21	午後	6	安否	12	到着	4	児童	8	石巻市	2	胸部	5	見通	4
45	圧力抑制室	14	必要	15	ー部	18	開催	20	今後	6	茨城	12	同日	4	設置	8	千円	2	健康	5	孤立	4
46	ー方	14	確認	14	損傷	18	地震	20	手当	6	確保	12	日目	4	損傷	8	送検	2	県災害対策本部	5	佐藤町長	4
47	午前	14	取水口付近	14	復旧	18	ー部運行	18	住民	6	検討	12	発見	4	提供	8	大江	2	地震	5	財源	4
48	自衛隊	14	水素爆発	14	報告	18	時半	18	場合	6	中心	12	不足	4	燃料	8	津波	2	津波	5	阪神大震災	4
49	場合	14	東日本大震災	14	計画停電	17	中山	18	状況	6	停電	12	復旧	4	放射性物質	8	伝次郎栃木県庭	2	東京電力	5	時現在	4
50	低下	14	発生	14	想定	17	被災	18	説明	6	福島県	12	毛布	4	放射線量	8	都道県	2	当面	5	首都圏	4
51	日午後	14	検討	13	半径	17	募金	18	東電	6	義援金	11	遺体安置所	3	ー部	7	東北新幹線	2	日立	5	状況	4
52	安全	13	見通	13	保安院	17	家族	17	半径	6	原発事故	11	遺留品	3	可能性	7	日午後	2	被災	5	食料品	4
53	原子炉内	13	高濃度汚染水	13	作業員	16	事前	17	予定	6	午前	11	運転再開	3	火災	7	日午前	2	役場	5	全国	4
54	時間	13	大量	13	住民	16	予定	17	ー部	5	今後	11	延期	3	休診	7	発作	2	運行	4	対象	4
55	津波	13	日本	13	設置	16	原子炉	16	億円	5	情報	11	救助	3	宮城県	7	判決	2	開催	4	調達	4
56	東京電力福島第	13	復旧	13	放送	16	支援	16	屋内退避	5	千人	11	協力	3	急患	7	被害	2	開通	4	発生	4
57	福島第一原子力	13	予定	13	毎時	16	食育	16	外部	5	東北地方	11	携帯電話	3	見通	7	不明者	2	観測	4	避難	4
58	見方	12	汚染	12	圧力	15	放射能	16	確保	5	福島	11	警察	3	市内	7	福島	2	陥没	4	品薄状態	4
59	状態	12	集中廃棄物処理	12	ー方	15	大阪	16	寄付	5	遺体	10	見通	3	時間	7	要求	2	給水	4	不明	4
60	地域	12	状況	12	記者会見	15	男性	16	協議	5	家族	10	後期日程試験	3	実施	7	悪役	1	給油	4	福島県	4
61	東京	12	津波	12	今後	15	日間	16	強調	5	拡大	10	行方不明	3	若林区	7	以降	1	禁止	4	民主党	4
62	放射能	12	東北電力	12	場合	15	福島	16	懸念	5	行方不明	10	国道	3	震災	7	茨城県	1	原発	4	毛布	4
63	毎時	12	日本政府	12	退避	15	解説	15	見通	5	死亡	10	困難	3	大崎市	7	隠蔽	1	最大	4	維持	3
64	冷却水	12	配管	12	破損	15	国道	15	言葉	5	時間	10	作業	3	停電	7	運転手柴田将人	1	時間	4	医療	3
65	ー時	11	検出	11	放出	15	仕事	15	国民	5	自治体	10	時現在	3	日以降	7	運転手柴田将人	1	時半	4	ー部破損	3
66	今回	11	相当	11	官邸	14	自宅	15	試合	5	手当	10	自宅	3	日帰	7	運転本数	1	収集	4	茨城県	3
67	上昇	11	対応	11	枝野氏	14	状況	15	取引	5	設置	10	出発	3	日午前	7	映画	1	住民	4	沿岸部	3
68	同市平豊間	11	注水	11	政府	14	状態	15	終値	5	説明	10	状況	3	入浴	7	駅舎	1	情報	4	拡大	3
69	判断	11	電源	11	津波	14	対策	15	女性	5	対応	10	親戚	3	病院	7	駅舎工事	1	状態	4	確保	3
70	被害	11	投入	11	提供	14	中国語	15	震災	5	電気	10	親類	3	福島	7	沿岸部	1	送水	4	岩手	3
71	延期	10	認識	11	被曝	14	発生	15	菅直人首相	5	苫小牧	10	盛岡	3	物資	7	縁石	1	損傷	4	記者会見	3
72	格納容器	10	放出量	11	不安	14	復興	15	前日比	5	表明	10	盛岡市	3	優先	7	押収	1	隊員	4	記録	3
73	計画停電	10	異常	10	圧力容器	13	文化	15	同庁	5	方針	10	捜索	3	ー般外来	6	横断歩道	1	駐車場	4	義援金	3
74	見通	10	移送	10	見通	13	通常	14	避難	5	万人	10	息子	3	仮置	6	岡田被告	1	丁目	4	宮城	3
75	午後	10	最悪	10	使用済	13	認識	14	病院	5	記者会見	9	多数	3	協力	6	沖縄戦	1	潮来	4	協議	3
76	今後	10	作業員	10	実施	13	本町通	14	方針	5	宮城	9	対面	3	懸念	6	億数千万円	1	適用	4	午後	3
77	混乱	10	上昇	10	水位	13	■第	13	野球	5	携帯電話	9	大船渡市	3	市民	6	仮装	1	日夜	4	行方不明者	3
78	指摘	10	評価	10	水素爆発	13	確保	13	悪影響	4	指摘	9	男性	3	時間受	6	可能性	1	表情	4	今回	3
79	枝野官房長官	10	冷却機能	10	通常	13	寄付	13	遺体	4	出荷	9	中止	3	時現在	6	家宅捜索	1	復旧作業	4	在庫	3
80	深刻	10	会見	9	運転	12	古町通	13	ー時	4	心配	9	電力	3	水素爆発	6	架線	1	方針	4	時間	3
81	水位	10	海水	9	掲載	12	山木戸	13	下落	4	千万円	9	電話	3	仙台	6	過少申告加算税	1	様子	4	女性	3
82	菅首相	10	格納容器	9	県内	12	指示	13	火災	4	停止	9	同市内	3	全国	6	介護給付金	1	移動	3	消費者	3
83	日夜	10	懸念	9	枝野幸男官房長	12	事態	13	岩手	4	東京電力	9	得点	3	丁目	6	会社員芹沢幸嗣	1	医療機関	3	職員	3
84	被曝	10	今後	9	時現在	12	中止	13	宮城	4	北海道	9	日午前	3	通常	6	解雇	1	ー般	3	製造	3
85	避難所	10	状態	9	地震	12	燃料	13	球団	4	毎時	9	入学手続	3	投薬	6	壊滅	1	茨城空港	3	全壊	3
86	表明	10	水素	9	被災地	12	被害	13	携帯電話	4	無事	9	燃料	3	東京電力福島第	6	改修	1	茨城新聞社	3	相次	3
87	不安	10	設置	9	要請	12	不安	13	計画停電	4	輸送	9	発生	3	日午後	6	各列車	1	延期	3	総務省消防庁	3
88	放出	10	地点	9	露出	12	万代	13	決定	4	要請	9	発表	3	発生	6	確定	1	会社	3	地域	3
89	以上	9	通常	9	営業	11	【被災地	12	見舞	4	理事会	9	被災地	3	発表	6	監督	1	確認	3	地震	3
90	屋内退避	9	同日	9	患者	11	【毎日教育	12	原子炉格納容器	4	安否不明	8	病院	3	被害	6	開―盛岡	1	開通	3	停電	3
91	核燃料	9	爆発	9	指示	11	】中国語	12	原子炉建屋	4	運休	8	名前	3	利用	6	関与	1	企業局	3	南三陸町	3
92	健康	9	報告	9	水素	11	】彼女	12	考慮	4	開催	8	列車	3	宮城県警	5	関連先	1	休校	3	日医	3
93	作業員	9	放水	9	対象	11	】無料動画	12	行方不明	4	協力	8	安心	2	遺体安置場所	5	岩波書店	1	休止	3	日午前	3
94	水素爆発	9	万倍	9	低下	11	】恋	12	困難	4	警察庁	8	意見交換	2	可能	5	企業	1	健康影響	3	発表	3
95	損傷	9	〔日経	8	電力	11	圧力抑制	12	混乱	4	時現在	8	ー体	2	外科	5	寄付	1	見通	3	半壊	3
96	大量	9	ー部	8	福島	11	安心	12	時間	4	住民	8	ー部	2	岩手県	5	気仙沼市	1	公民館	3	被災者	3
97	燃料	9	過熱	8	福島第一原子力	11	以上	12	時現在	4	職員	8	営業	2	元売	5	記述	1	混乱	3	物流	3
98	半径	9	外部	8	以上	10	ー覧	12	自衛隊	4	仙台	8	延長	2	死者	5	義援金	1	最大波	3	余震	3
99	被災	9	建屋内	8	宮城	10	ー覧表	12	首相	4	千葉	8	会合	2	自治体	5	宮城県内	1	作業	3	安否	2
100	避難	9	原子力安全	8	原発事故	10	運休	12	松本氏	4	対象	8	拡大	2	場所	5	給与振	1	市民	3	安否不明	2

図3は，人的被害（死者・行方不明者，3月20日現在）と市町村別の報道回数（3月11日から20日までの合計値）の関係を表したものである．人的被害が1000名規模の市町村（岩手県釜石市・大槌町，宮城県気仙沼市・東松島市・山元町）を見ると，読売新聞では山元町と東松島市の報道回数が少ないが，気仙沼市のそれは多いことが分かり，同じ被害規模でも多く報道される市町村と少ない市町村があることを理解できる．朝日新聞においても，同様に山元町と東松島市の報道回数が少ないが，釜石市や大槌町の報道回数は多いことが分かる．日経新聞では，上述の1000人規模の人的被害があった市町村の報道回数は全て少ないことが分かり，飯館村，相馬市，いわき市，浪江町，南相馬市など被害は小さいが，日経新聞の中では，高い報道回数を示していることが分かる．これらの市町村は，原発事故に関連しており，この日の日経新聞の傾向としては，原発の影響を受けた地域に対する報道が多いことが分かる．なお，仙台市については，岩手日報を除き，各紙もっとも多い報道回数を示していることが分かる．その理由の一つは，河北新報は本社があり，その他は支社があるため，現場にアクセスしやすいことが大きな理由であると考えられる．岩手日報も仙台に支社はあるが，岩手県内の市町村を中心に報道することが主な役割であることから仙台市に関する報道回数は少ないと考えられる．

岩手日報と河北新報を比較すると，それぞれの担当する県の市町村に関する報道回数が多いことは前述したが，例えば，石巻市は，人的被害者数が多いが，岩手日報では報道回数は少なく，河北新報では報道回数が多いことが分かる．これは，同じ県内の新聞社であっても，被災地までのアクセス性や現場に配置できる記者数の違いもあるが，報道方針が異なることも理由として挙げられる．

4. 新聞各紙の報道内容の分析

新聞各紙の報道内容の違いを分析する．分析方法は，WEBニュースの各記事に含まれるキーワードを抽出・集計した．ここでは，福島民報，茨城新聞，東京新聞の3紙を分析対象に含めた．

抽出方法は，WEBニュースの各記事に対し，2文字以上の「漢字」を取り出し，その日の登場回数を集計した．漢字2文字としたのは，1文字の漢字の多くは単体では意味を解釈できないことが多いためここでは除いた．表2は，3月15日における各紙の上位100位のキーワードを抽出したものである．

まず，全国紙で共通していることは，「号機」，「放射性物質」，「原発」，「福島第一原発」などの原発関連のキーワードが上位にあることである．これは，15日に，福島第一原子力発電所の第2号機で爆発音の確認等の事故が発生したため，各紙が同時にこれを報道したためであると考えられる．「爆発」については，これに伴うものといえる．「燃料棒」については，福島第一原子力発電所の第2号機で水位の回復が始まったことと同時に，燃料棒の半分程が露出している状態であることが分かり，それが報道されたことによると考えられる．「圧力抑制室」については，福島第一原子力発電所の第2号機で圧力抑制室（サプレッションプール）に損傷が発見され，放射性物質の閉じ込めがうまくいっていない可能性があり，それが報道されたされたことによると考えられる．

「計画停電」や「停電」も上位にあり，これは，14日から計画停電が開始され，その影響や対応に関する報道が集中したことによると考えられる．同日，総理から「福島第一原子力発電所より20キロメートル以内は全員退避，30キロメートル以内は屋内待機，福島第二原子力発電所については10キロメートル以内より退避」といったメッセージが国民に発表されたことにより，「記者会見」も上位に登場した．

次に，地方紙では，例えば，北海道新聞は，「津波」，「道内」に続き「原発」関連のキーワードが登場し，「東京」，「宮城県」，「札幌」，「茨城」，「福島県」，「苫小牧」等の地名が上位にあることも特徴的である．岩手日報は，「家族」，「避難所」，「住民」，「遺体」，「津波」，「安否」等が上位にあり，原発関連のキーワードが少ないことが特徴的である．同様に茨城新聞，東京新聞においても原発関連のキーワードが上位には少ない傾向が見られた．

5. お　わ　り　に

本研究は，「災害対応の循環体系」の中で，「いつ，だれに，どんな情報」を伝えると災害対応を迅速かつ効果的に行えるのかを定義し，「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」を構築することを目指している．本稿では，その基礎的な検討として，2011年東日本大震災の発災後10日間におけるWEBニュースの内容を分析した．その結果，報道された市町村と被害との関係の分析では，全紙で特定の市町村に報道が集中していることが可視化され，被害が大きいところでも新聞による報道は少ない市町村があることが分かった．

また，新聞社別の報道内容の分析では，記事の文章中から漢字2文字以上をキーワードとして抽出・集計し整理する方法を試みた．その結果，全国紙では共通して原発関連の用語が上位に登場していることが分かり，地方紙では，必ずしも原発関連のキーワードが上位で優位に働いているわけではないことが分かった．

東日本大震災のような広域的な災害ほど，被害の全容を掴むことは容易ではないため，新聞報道で取り上げられた市町村には積極的な支援が届き，逆に，報道されない市町村に対しては支援が不十分となる等，新聞報道の有無が災害対応に影響を及ぼすと考えられる．今後は，市町村別に報道内容を整理し，報道と被害並びに災害対応の関連性について分析を行う予定である．

（2011年6月27日受理）

参 考 文 献

1） 山崎　登：地震災害と報道の役割（特集 地震情報と震災対策），土木施工，No. 48(1), pp. 14–18, 2007. 1.
2） 廣井　脩:災害報道はどうあるべきか,『論争　いま，ジャーナリスト教育』，東京大学出版会，pp. 207–213, 2001.
3） 近藤誠司：被災者に“寄り添った”災害報道に関する一考察（5.12 中国四川大地震の事例を通して），自然災害科学，No. 28(2), pp. 137–149, 2009. 8.
4） 山本博之：災害対応と情報—2004 年スマトラ沖地震・津波の報道記事をもとに（特集　災害の情報学），シーダー，No. 3, pp. 24–31, 2010.
5） 松村和雄：新聞の地震報道による地震災害に対する社会の反応，日本建築学会構造系論文集，No. 511, pp. 61–67, 1998. 9.
6） 村上大和・中林一樹：新聞報道の購読によって作られる震災のイメージに関する研究，地域安全学会論文集，No. 1, pp. 69–78, 1999. 11.
7） 中林一樹・村上大和：阪神・淡路大震災に関する新聞報道の比較分析，地域安全学会論文報告集，No. 8, pp. 226–231, 1998. 10.
8） 村上大和・中林一樹：阪神・淡路大震災に関する新聞報道の時系列分析，地域安全学会論文報告集，No. 7, pp. 106–111, 1997. 11.
9） 浅田賢一・床井則友・片谷教孝：阪神淡路大震災における新聞報道の時間的推移と地域比較（速報），地域安全学会論文報告集，No. 5, pp. 309–314, 1995. 11.
10） 荏本孝久・望月利男：阪神・淡路大震災に関わる新聞記事情報の整理，地域安全学会論文報告集，No. 6, pp. 293–298, 1996. 11.
11） 鈴木ちひろ・小林義昌・稲吉淳・久保田一弘・直井英雄：新聞記事 Web 検索による日常災害報道の時代別変化の把握，学術講演梗概集 E-1, pp. 811–812, 2008. 7.
12） 萩原幸男：報道される地震災害死者数の時間的推移に関する数理モデル，地震ジャーナル，No. 44, pp. 39–43, 2007. 12.

時　評

復興に力強さを

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター准教授
加　藤　孝　明

東日本大震災は，少子高齢，過疎化，財政難，経済低成長等，「時代の変局点を超えた時代に発生した」，「超広域」，「超巨大」災害である。私たちの社会は，この災害に対して，今なお，その特徴に対応できる政策ツールを十分に備えているとはいえない。災害対策基本法が前提とする災害状況は，直接の災害対応を市町村が担い，都道府県が調整支援するというのが基本的な枠組みであることから分かるとおり，都道府県内に収まるローカルな災害であり，今回のような「超広域」災害を前提としていない。また，都市計画をはじめとする復興の道具は右肩上がりの社会を前提としたものであり，時代の変局点に対応しきれていない。阪神淡路大震災，中越地震の復興でも制度が前提とする時代と現実にギャップがみられたが，当時と比べ時代のトレンドは加速しており，そのギャップは拡大している。また，都市機能のすべてを喪失させた超巨大災害への対応として，統合的，総合的な対策が不可欠であるが，結局のところ，縦割り的な対症療法的対応を積み重ねざるをえない。

つまり，今回の震災復興では，未経験の超広域・巨大災害に対して，基本構造として対応しきれない政策ツールを武器に進めざるをえない状況である。「前例や従来方法にとらわれず，政治的リーダーシップを引き出し，新たな復興のあり方を模索しようとする姿勢が不可欠である」。これは震災直後，学会に提出した提言の中に私が書いた文である。しかし震災後数箇月，地域主権の流れの中ではトップダウン型の復興を期待することは難しいことが明らかになった。

2008年の四川大地震も超広域・巨大災害であった。その復興では，わずか3週間後，法定化による復興方針の提示，復興のロードマップの提示，対口支援による必要最低限の資金，資器材，人材の確保がなされている。その結果，迅速な復興が実現されている。単純な比較をするつもりは毛頭ないが，とにかく早いのは事実である。トップダウンが良いとは思っていないが，未経験の超広域・超巨大災害に対しては，少なくともトップダウンとボトムアップのバランスが重要であることは間違いない。このことは海外，過去の復興事例によって実証されていることだ。

今の日本では，被災地での努力の積み重ねによるボトムアップ方式による復興が求められている。いわば被災地域全体での失敗できない社会実験であり，国を挙げての支援が不可欠である。半年を迎え，被災地での復興計画づくりが佳境を迎えている。被災地では復興への不安感と期待感が入り混じっている。しかし計画を実現することこそが本番である。復興事業はこれからであり，日本の底力が試される。

復興には4つの目が必要である。時間軸での近くを見る目と遠くを見る目，空間軸での近くを見る目と遠くを見る目である。時に相反することもある4つの目で，偏りなく復興を進めていくことが良い復興への近道である。同時に復興過程で被災地の力をどれだけ引き出せるか，それが次の時代を切拓く地域の力になるだろう。

東京在勤の立場を活かし，被災地全体を俯瞰し，4つの目のバランスを保つことを意識して復興支援に取組みたい。

災害リスク評価と防災まちづくり

東京大学生産技術研究所／准教授
加藤 孝明

Takaaki Kato
1992年東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻修士課程修了、博士（工学）。2010年から現職。専門分野は都市計画、まちづくり、地域安全システム学。都市災害シミュレーション技術などの防災性評価技術を社会に結びつける「まちづくり支援技術」の開発を行う一方、市民協働の防災まちづくりに実践的に取り組む。多くの自治体で防災関係の委員を務める。都市計画家協会楠本洋二賞優秀賞、地域安全学会論文賞ほか受賞。

自然災害のハザードがある限り、自然災害リスクをゼロにすることはできない。超広域・巨大災害を前にリスクとどう賢く付き合い、リスクとどう共生していくかを社会的に議論していく必要がある。災害リスク評価をまちづくりの中に明快に位置づけていくことが、その第一歩である。

災害リスク評価がなぜ必要か？

災害リスク評価は、防災まちづくりを進める上で不可欠である。このことについて疑問をはさむ人はいないであろう。しかし本当にそうだろうか。客観的な災害リスク評価に基づいた計画づくりを行える環境を構築し、その普及に努めてきた著者の経験から言うと、災害リスク評価の必要性は認められつつも、その普及には限界があるのも事実である。

本稿では、防災まちづくりにおいてなぜ災害リスク評価が必要か、その意義について改めて述べ、今後の展望について述べる。誌面の制約上、やや粗雑な説明となっていることをご容赦願いたい。

「自助・共助・公助」、これは重要かつ最も基礎的な理念として、阪神・淡路大震災以降の防災まちづくりに定着している。確かに、個人レベル、まちレベル、行政レベルでそれぞれ行うべきことを進める、つまり、社会を構成するすべての主体が努力を積みあげていけば、理想的な安全・安心社会が実現されると感じられるすばらしい理念である。しかし実際にそうなっているのだろうか。

実際の「自助、共助、公助」をみてみると、自助に関しては、耐震診断や改修が進まないばかりか、家具の固定ですら普及率が低い。

共助に関しても、地域格差が歴然とある中、熱心な地域においてすら「戦時中の竹やり訓練」に近い状況も見受けられる。公助に至っては、防災を重要施策と位置づける一方で、財政難の最中で、限られた財源を投入しているに過ぎない。自らの限界を自覚した中で、自助、共助の重要性を市民に対して説いているのである。

「自助、共助、公助」は心地よい響きではあるが、その実態は「自助の無策」、「共助の自己満足」、「公助の言い訳」とでもいうべき状況である。根拠のない相互依存の中で社会全体が何となく満足しているのである。

では、「自助、共助、公助」は、どうあるべきなのか。本来の自助、共助、公助が示す理念を実現するためには、2つの必要条件がある。

第一は、自助、共助、公助のすべての主体がその地域で起こりうる災害の状況を共有していることである。第二は、自助、共助、公助がそれぞれ何をどこまでやれるのか、相互に理解していることである。

この二つの必要条件が満たされれば、自助、共助、公助のあるべき姿が実現する。自助、共助からみれば、「敵」を理解していて、もちろん公助の限界、自分達の限界も分かっているので、自分達で足りないところを埋めていこうという指向が自然と生

現在はこの組織を中軸に、国土をテロや災害から守る政策が進められてきている。

日本にはこれまで、重要インフラの保障という政策はなかった。原発の安全についても対策はいろいろな省庁に及んで、一元的な対応はとられてこなかったのが実情である。原子力を例にとると、この分野では「原子力基本法」が最も重要な法制度になってきた。これを基盤に、経済産業省が原子力を産業面から規制している。経産省は「原子炉規制法」の主務官庁である。

原子力発電の安全については、内閣府におかれた「原子力安全委員会」が要の組織である。その下に、経産省内部に「原子力安全・保安院」が設置され、原発を産業面から規制する役目を担っている。もう一つ、文部科学省に「科学技術・学術政策局原子力安全課」と呼ばれる部署がある。それが「独立行政法人原子力安全技術センター」を通じ原子力発電の安全に関わる研究を進めている。こうした機構を通じて、日本では原発の操業上の安全に関わる責任は、官民協力という姿勢をとってきた。しかし、今回の事故が明らかにしているように、政府はこれまで電力会社に安全や情報を含めた多くの面で過重依存してきたというのが実態である。

原子力に関係する国の安全体制はきわめて複雑である。この点は、71年に環境庁が創設される以前の環境政策に酷似している。対策は多面的、悪くいえば統一がとれていない。今までの体制については、政府が危険設備の責任を民間企業に任せてきたこと、あるいは、安全の維持で最も重要と目される原子力安全委員会の姿が見えないこと、それに規制官庁である原子力安全・保安院が経産省の内部組織であることなどに、批判が集まる。原子力問題を総合的に管理運営し、それを規制する統合的な重要インフラの整備が急がれるのは、そのためである。

その際、原子力の専門家だけを組織のメンバーに入れるだけでは問題は改善されない。危険施設を抱えるのは、都道府県であり基礎自治体である。それらの自治体こそが、危機施設から直接被害を受ける主体である。それらの関係自治体は、当然、危機設備の安全を担保する組織に参加しなければならない。安全を検討する審議に地元代表として加わり、関係者としての利害得失を公表することが必要である。この点がこれまで全く考慮されてこなかった。今回、日本の自治体は原子力の安全や保障、それに不拡散をめぐるCritical Infrastructureにはほとんど無縁であった。原発事故の処理は自治体とは遠く離れた空中戦で処理されているかのようである。

住民向けの翻訳作業を

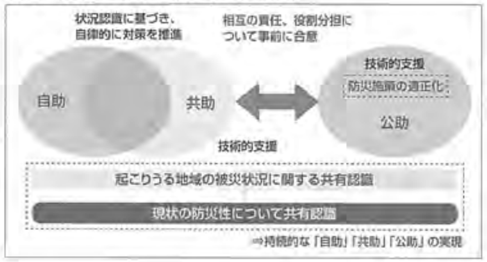
今回の大災害は、二つの点で民力が注目を集めた。一つは、NGOやNPOの活躍である。たとえば、災害義援金であるが、政府をはじめ関係機関は、法律や規則にとらわれ、折角、全国から集められた資金が被災者の手許に届かないという事態が出た。その点、外国の援助活動で経験を積んだ日本のNGOの活躍が目についた。ほかの国から資金を集め、それを迅速に被災地域の復旧や復興に活用するという民間団体が多数に上った。民間組織のスピードと小回りの効く対応が注目された。

もう一つは、情報についてである。今回の状況では、携帯電話はほとんどつながらなかった。ところが、PHSでは会話が可能であったと言われるほか、ツイッターやファイスブックなど、ソーシアル・ネットワーキングがたいへんな威力を発揮した。ことにツイッターについては、被災地からの援助物資の要請を、中部や関西など遠隔地に住む人びとがこのツールを使って調整するなどの事例があった。その点でも、政府や自治体より民間の機動力が大きな役割を果たしたことが記憶に残る。ただ、ツイッターには誤報や問題となる情報もあった。その点を含め、今後、ソーシアル・ネットワーキングを危機管理に利用することに本格的論議が必要になる。

今回の震災では、同じ情報でも政府発からのものには大きな問題が残った。原発事故に関する政府情報は、専門用語が多用され、「当面、心配がない」という表現がつく発表が多数に上った。政府が発表する情報は、科学的知見にもとづく確率の話である。ところが、住民が望むのは「当面、心配はない」という確率情報ではなく、イエスかノーかの確定情報である。その点で政府が情報を出せば出すだけ、国民の政府への不信は下落した。

この先、自治体は政府や電力会社から出る専門情報を住民向けに翻訳する作業を担わなければならない。住民向けの情報では、専門的な課題を分かりやすい言葉で伝えることが必要になる。この点でも大災害に際して、自治体の役割や機能は、一層重要になると考えられる。

図1 「自助、共助、公助」のあるべき姿



み出される。自律的な自助、共助が実現されるのである。一方、公助側からみれば、「敵」の存在を前提として、自助、共助の非力さを理解しながら、限られた財源という制約の中、効率的に防災施策を展開していくという土壌が醸成されよう。

災害リスク評価は、一つ目の必要条件を与えるものとして重要な役割を担っている。つまり、災害リスク評価は、「自助、共助、公助」の理念を実現するための第一歩として欠かすことのできないものと位置づけられる。

災害リスク評価の意義

災害リスク評価の意義は次の2点である。

第一は、災害イメージの適正化を図ることである。一般に災害状況をイメージする場合、過去の災害事例と災害リスク評価が素材となる。過去の災害事例は、現場の映像により、非常に強いインパクトを持って理解することができる。しかし一方、その分かりやすさゆえ、災害イメージが固定化するという弊害を指摘できる。災害状況は、地域特性、発災の季節・時間、災害規模、時代によって異なるはずである。表出した状況以外の可能性を人々の認識から失わせる可能性があることに留意すべきである。

一方、災害リスク評価は、工学的、科学的に解明されている範囲に限られているものの、その地域に即した災害状況を評価、描出することができる。例えば、最近の地震火災の事例として阪神・淡路大震災があるが、地震火災は阪神・淡路大震災が典型事例であるという一般的理解は成り立たないことを災害リスク評価は証明しえる。図2は、東京都山の手の密集市街地と神戸市長田区の地図を同じスケールで表したものである。出火すれば燃えてしまう建物群（「延焼運命共同体」と呼ばれる）毎に色分けしている。東京山の手の密集市街地で地震火災が発生した場合、阪神・淡路大震災の比ではないことが一目瞭然であろう。過去の災害事例から学ぶだけではなく、災害リスク評価を活用することにより、地域における災害像の実像に迫ることができるのである。

図2 神戸の地震火災被災地域と東京山の手の密集市街地の比較

第二の意義は、必要とされる対策を構造的に導くことである。災害リスク評価は、災害のメカニズムを反映したモデルによって構築されているのが一般的である。その評価構造の中には、市街地特性、地域社会特性を反映する変数が組み込まれている。例えば、建物の築年、建物の防火構造、建物密度、道路網などが組み込まれている。こうした変数は、対策によりコントロールすることができるものであり、災害リスク評価モデルの構造を吟味することで必要とされる対策、その対策の効果を測ることができる。昨今の減災目標に対して防災対策の目標値を設定するという地震防災戦略づくりは、災害リスク評価を逆計算したものと位置づけることができ、防災対策立案上、重要性を増していると言える。

ただし、災害リスク評価も万能ではない。いずれの場合も、災害の実像、地域の実像に迫るためには、地域のことを最もよく知る「自助、共助、公助」の担い手がリスク評価の結果を、地域の実情をふまえて想像力を駆使して解釈していくことが重要であることを追記しておく。

災害リスク評価の防災まちづくりでの利用

著者らは、防災まちづくりの現場で利用されることを前提に、災害リスク評価技術とGISを活用した計画づくりの支援技術の構築を進めている（図3）。すでに10年程度経験を積み重ねているところである。

図3 災害シミュレーションによる計画支援技術の例

最近は、住民自身がこうした道具を駆使し、防災まちづくりを進めるという先進事例も現れており、一定の成果を収めていると言える（図4）。

しかし、災害リスク評価は防災まちづくりの現場で順調に普及しているとは言えない。さすがに最近では「災害リスクに関する情報を出すと地価に影響するので出せない」という古典的な反応はほとんどみられない。しかし、リスク情報を出すことによる住民の反応を危惧した反応は散見される。「対策とセットでなければ、リスク情報を出せない」という行政の反応である。市民からの対策の要求に行政が応えきれない状況では、リスク情報の公開に踏み出せないのである。矢面に立たされる行政職員の立場からすれば、理解できなくもない。また、現状の防災行政では、必ずしもリスク情報を用いなくても最低限の業務を遂行することは可能であり、敢えて前述の「リスク」を冒して、リスク情報を市民に公開する必然性はないとの判断もある。こうした理由によりこれまで普及は遅々としていた。

しかし、東日本大震災をうけ、災害に対する意識が高まっている現在、この状況は変わりつつあるのかもしれない。リスク情報を公開しないことは、不作為の作為としてのリスクを行政が冒していることになるかもしれない。

図4 「住民の住民による住民のための」災害リスク評価技術を用いた防災まちづくりワークショップ（葛飾区新小岩北地区、2007年）

写真／70歳を超えた町会長が自らシミュレーション技術を駆使してリスクコミュニケーションを図る。

リスクとどう共生していくか

自然災害のハザードがある限り、自然災害リスクをゼロにすることはできない。超広域・巨大災害を前にリスクとどう賢く付き合っているか、リスクとどう共生していくかを社会的に議論していく必要があると考えている。災害リスク評価をまちづくりの中に明快に位置づけていくことがその第一歩である。

ただし、災害リスク評価も万能ではない。評価対象が科学的、工学的に解明されている範囲に限られており、かつ、利用できるデータが限られる制約の中での評価である。さらに評価モデルが内包する不確実性、誤差も存在する。災害リスク評価技術の限界を減らしていくことが研究者に課せられた課題である。

一方、防災まちづくりの中で使いこなす技術を作り上げていく必要がある。重要なポイントとして2点挙げられる。一つは、リスク評価の精度感を正しく伝えることである。評価結果について専門家と比べ、一般の人の方が評価精度を高いと見積もる傾向にある。特にコンピュータ技術が進んだ結果、地理情報システムやコンピュータグラフィックにより分かりやすく示されることが多くなったことがこの傾向に拍車にかけている。評価結果の中に含まれる誤差、不確実性について社会に対して正しく伝える必要がある。精度に限界があるという認識が対策の「安全率」を高め、想定以上に備えることにもつながるであろう。もう一点は、災害リスク評価を入口に次の対策にどうつなげていくかが重要であり、そのための技術を社会的に蓄積、共有していく必要がある。これまでにも全国で多様な工夫ある活動が進められている。そうした工夫を社会的に共有していく必要がある。

注

1）防災まちづくり支援システム普及管理委員会HP：http://www.bousai-pss.jp

2）都市防災美化協会：時代の潮流を見据えた防災まちづくりのあり方に関する研究、2011・7

Collaboration of web based remote sending products for innovation
-Case study : Disaster response for the 2011 Japan earthquake-

Hirotoshi Kish[1], Ryotaro Takeda[2] and Kanya Tokunaga[3]
[1]Doctor course student, Department of civil engineering, University of Tokyo.
[2]Master course student, Department of civil engineering, University of Tokyo.
[3]Technical assisntat, Institute of industrial science, University of Tokyo.
Ce-509, 4-6-1 Komaba, Meguro, Tokyo, 153-8505, Japan
Tel or Fax. : +81-3-5452-6410
Mail : kisshi@iis.u-tokyo.ac.jp

ABSTRACT
This is a proposal of discussing an innovation for remote sensing and GIS engineers through a reaction activity of the disaster response project for 2011 japan earthquake. Firstly, reasonable products for the governmental sectors, field investigators, researchers and volunteers are discussed and developed using spatial informations such as aerial photos and GIS datasets to overlay on the Google Earth. Secondly, these products are distributed through our product webpage and employed by researchers and companies. Finally, new innovation for web related services for spatial information engineers are discussed through this disaster reaction activities.
Keywords : Innovation management, web-based spatial products, Disaster response, Remote sensing and GIS.

1 Introduction

1.1 Backgrounds

Google Earth and other net-based services provide the public easy access to satellite/aerial images and other geographic information of any place around the world. Now our interest is "what comes next ? " [i]

Researchers and engineers who are involved in spatial information technologies such as remote sensing and GIS have considered it ; *What is the next innovation.* Innovation is defined as *the change from traditional track to innovative one generated by new technologies or strategies* though it is of course that there are several definitions of innovation. Figure 1 shows the concept of innovation. In this innovation point (t_1), new technologies or strategies are found for example, industrial revolution in the end of 18 century in England: Traditional track means the development based on animal power for motive power, on the other hand, innovative track means the one based on steam engine. Evolutional technology produces higher acceleration for social development, it is called *Science push innovation*. It goes without saying that one of the science innovation is computer based data processing and open source developing system which leads to R [ii], GRASS [iii], QGIS [iv], GDAL [v] and many other computer based processing softwares. At present, thanks to these web related hardware and software developments, many spatial products based on remote sensing and GIS technologies are available through web based system all over the world.

The 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake occurred on May 11 in 2011. Remote sensing and GIS data have contributed to disaster response and recovery activities. Members in Earth environment engineering research group, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo started a recovery response project using remote sensing and GIS datasets. This is an activity report of this project and suggestion for the next innovation.

1.2 Objective

A discussion for new generation web based remote sensing products, that means innovation for remote sensing through our collaborative activity of disaster response for the 2011 Japan earthquake is proposed in this study.

[i] ACRS2011 WEBCON webpage (http://www.acrs2011.org.tw/acrs2011/ACRSForm.php?FileNm=AWebCon/ACRSWebCon.html)
[ii] R project (http://www.r-project.org/)
[iii] Geographic Resources Analysis Support System (http://grass.fbk.eu/)
[iv] Quantum GIS(http://www.qgis.org/)
[v] Geospatial Data Abstraction Library (http://www.gdal.org/)

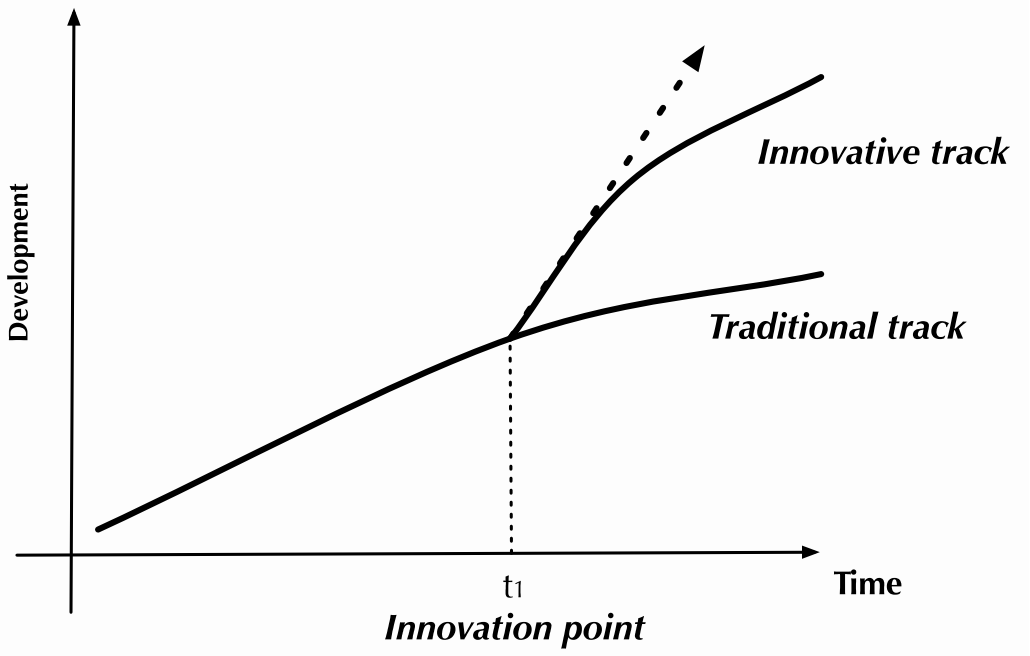


Figure 1. Concept of innovation (Changing a track from traditional to innovative one).

2 Products development for disaster response

2.1 Development of spatial products

The 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake brought unprecedented damages not only for land shaken inland but also Tsunami inundated coast area. Over 20 thousand people are dead or missed because of this earthquake [MLIT, 2011] Earth environment engineering research group, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo has discussed what we can do at the response and recovery stage in this hazard driven by the 2011 Japan earthquake as spatial information engineers and discussed our activities considering situations of hazarded area and available resources. Quick damage estimation in response phase is one of the most important works for the rescue and activities for supporting the governments and regional people. Kishi *et al.,* (2011) reported the activities focused on response stage.

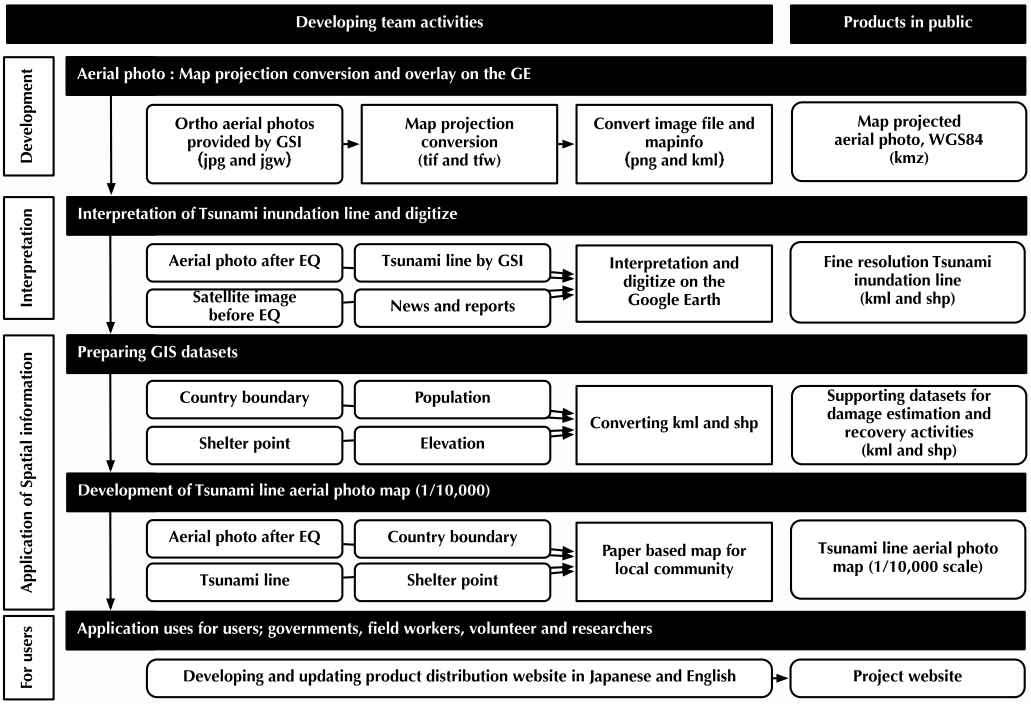


Figure 2. Flowchart of this activity.

Figure 2 shows flowchart of our activity. Firstly, Aerial photos taken over Tohoku coast area by Geospatial Information Authority, Japan (GSI)[vi] in 1 or 2 days after the Earthquake (About 80cm resolution and 2672 scenes in totall) are employed. Map projection of this aerial photos is converted from zone 9 or 10 of the rectangular plane to latitude-longitude coordinate system (WGS84) to overlay on the GE. Secondly, Tsunami inundation line was interpreted by group members on the GE comparing converted aerial photos, old satellite and aerial photos, elevations and reports of governments. Interpretation keys are defined to assure the quality of interpretations; 1) Interpreted inundation lines were basically following to the inundation line reported by GSI[vii]. 2) "Roads including Tsunami affected area" are interpreted as a clear inundation line to ensure project members share quality for interpretation and Tsunami inundation line quality is assured. Then, Tsunami inundation line another interpreter checked in heavy damaged area such as coast side urban area. Thirdly, statistical GIS datasets which would be useful for response and recovering activities were prepared to overlay on the GE. City boundary, population and area from Census in 2005, 5m digital elevation model from National land information, shelter point data from Google, DMSP night light image from NOAA/NGDC were collected. Finally, Tsunami line aerial photo map is developed in 1/10,000 scale in A1 print over heavy damaged area where many evacuated people are left. Shelters, country boundary, Tsunami inundation line are overlaid on the aerial photo. Maps are presented to local governmental sectors, field investigators and volunteer workers. Map contents such as shelter information, aerial photos and Tsunami line are updating to catch up actual situation to support recovering activities.

[vi] Geospatial Information Authority, Japan(http://saigai.gsi.go.jp/h23taiheiyo-hr/)

[vii] Inundation area interpreted by GSI (http://www.gsi.go.jp/kikaku/kikaku60003.html)

2.2 Prepared products

Details of prepared products are shown below;

Map projected aerial photos All projected aerial photos over Tohoku coast area distributed by GSI are converted to GE format (.kmz filetype). In this converting process, images are mosaicked before map projection conversion so that they can be divided into our intended size so that there are no space between each images; 0.05 degree, 1:25,000 Japan standard map size and distributed size by GSI are prepared.

Fine resolution Tsunami inundation line Interpreted Tsunami lines were in public soon after finishing interpretation as digital data formats for GIS users (.shp and .kml) through our project website shown in Figure 4. Immediacy is attached grater importance than accuracy to this disaster response stage. Interpreted Tsunami inundation area by our project group is about 10% larger than GSI estimation[viii] in Kesennuma city. Reasons of our overestimation are considered; (1) Road networks including Tsunami affected area are employed as Tsunami lines, (2) Coast side is regarded as inundation area, and (3) Run-up area is sometimes considered different from GSI. For the future work, cross checking is an important task because both interpretations have some missing inundation area.

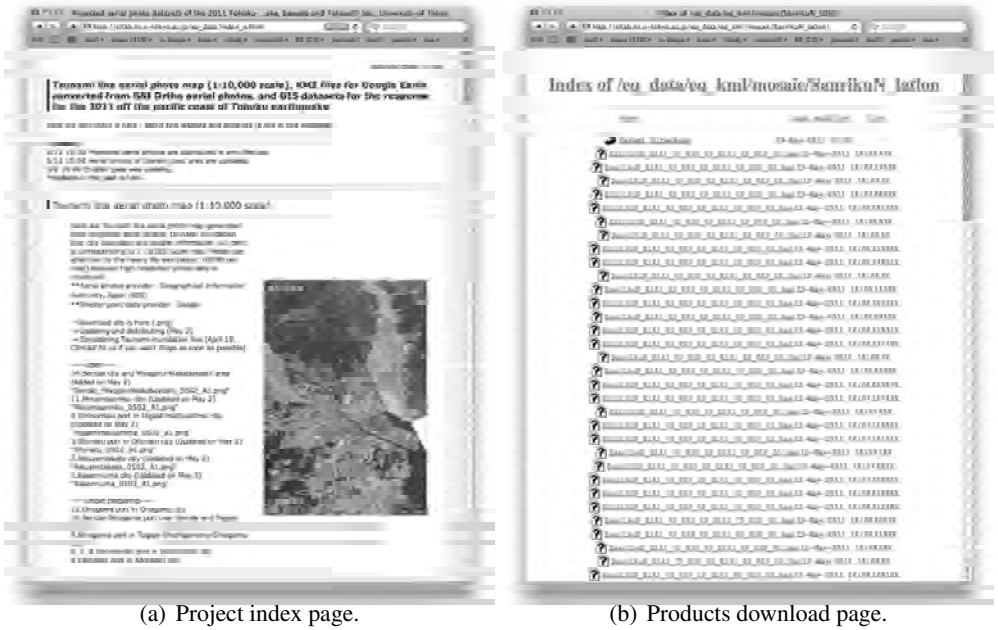
GIS datasets for supporting damage estimation and recovery activities Figure 3 shows Tsunami inundation line and 5m digital elevation model in Sendai area overlaid on the GE. It is found that elevation is one of the most important keys to avoiding Tsunami damage. We contributors all over the world can work together because not only our prepared products but also other GIS datasets can be overlaid on the GE.

Tsunami line aerial photo map (1/10,000 scale) Figure 5 shows the Tsunami line aerial photo map (1/10,000 scale) over Kesennuma area. Paper based map would be useful for local government, field investigators and volunteer workers.

These products are distributed through our project webpage shown in Figure 4 (http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp/eq_data/). Every products can be downloaded through this website, which is constructed in Japanese and English. There are still few websites of 3.11 constructed in English.

[viii] Estimated Tsunami inundated area reported by GSI on April 18, 2011.
(http://www.gsi.go.jp/common/000060371.pdf)

Figure 3. Overlaid Tsunami inundation line and 5m DEM over Sendai area on the Google Earth.



(a) Project index page. (b) Products download page.

Figure 4. Project webpage (http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp/eq_data/).

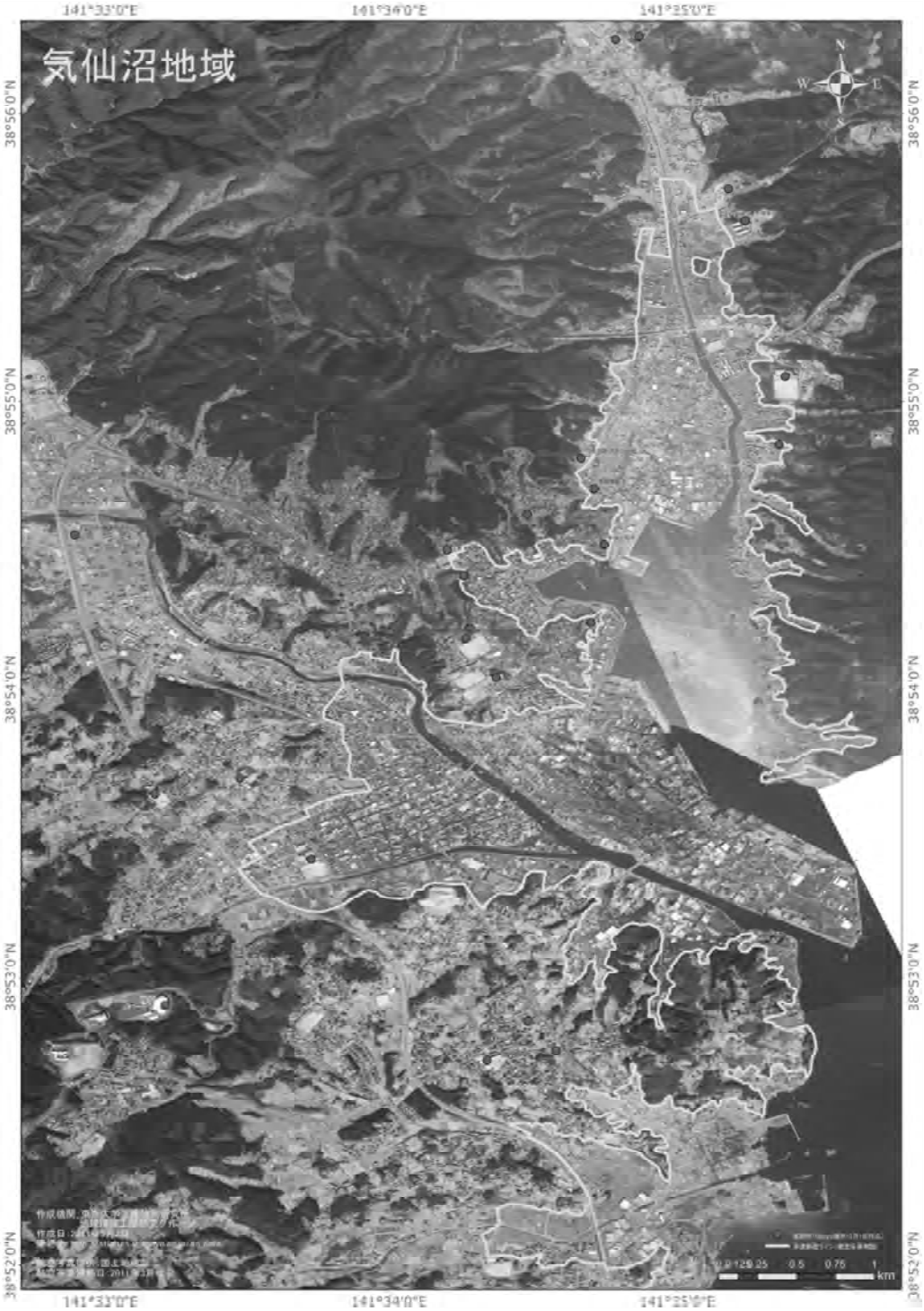


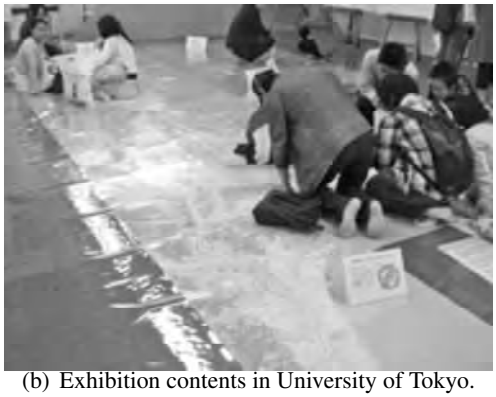
Figure 5. Tsunami line aerial photo map (Kesennuma, 1:10,000 scale original).

3 Applications and discussions

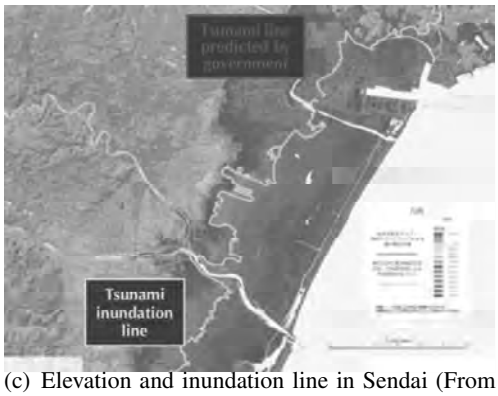
3.1 Application uses of products

Prepared products are widely used by governments, research institute and private company for damage estimation and recovery activities through our website as shown in Figure 4. Figure 6 shows examples of products application uses. Picture (a) is taken in Katsura-sima in Shiogama-city in April 2011. Tsunami line aerial photo maps were delivered by one of our project members to support volunteer works and local government activities. Katsura-shima had a huge damage because of earthquake and Tsunami so that many volunteer workers visited there. Paper based maps are useful information for understanding situations especially for volunteers at the site. (b) shows exhibition room in a school festival of University of Tokyo in May, 2011. Some students of Civil Engineering department in University of Tokyo who joined field survey in Tohoku area, employed the interpreted Tsunami Inundation line data as contents to make a large scale map for exhibiting their research results. Visitors could easily understand the Tsunami damages and geographical situations over Tohoku area. (c) shows land terrain elevation and inundation line in Sendai from Hokkaido-Chizu Inc. Predicted Tsunami inundation line shown by prepared hazard maps before 3.11 and actual tsunami line interpreted by this project after 3.11 are drawn in one map. It is found that Tsunami prediction didn't match for 3.11 earthquake. (d) shows iPhone/iPad application, "Chizu burari which is developed by ART-Promotion Inc. Tsunami line aerial photo maps shown by figure 5 and map projected aerial photos are employed as application contents. Maps can be checked even in under the offline conditions once they are downloaded and every user can download these prepared products in one's iPhone/iPad with GPS information.

(a) Supporting volunteer activity in Shiogama.



(b) Exhibition contents in University of Tokyo.



(c) Elevation and inundation line in Sendai (From Hokkaido-chizu Inc.).

(d) Chizu-burari iPhone/iPad application (From ART-Promotion Inc.).

Figure 6. Products application uses.

3.2 Discussions for innovation

Figure 7 shows the concept of 2nd innovative track we remote sensing and GIS engineers are looking for. Several points can be discussed as innovation point based on the experience of this disaster response project. Firstly, developing collaboration framework among specialists. In this project, more than 10 contributors who has different backgrounds and specialities from not only our laboratory but also other department and institute are committed to this project. Project activities are gone in progress based on our collaborative discussions. After products development and distribution through our project website, many other specialists employed these products and applied for their own uses shown in Figure 6. Secondly, preparing and delivering user oriented products. Sorting, selecting and reconstructing spatial information and products are important for users for example, Japan country boundary data is distributed for free by the government with XML data from website but that is not familiar with the beginners for GIS and foreigners because website is only in English, so that we selected the datasets only hazarded area and converted it to kml and shp filetype for easy use.

In our project website, Google Earth (GE) was employed as a basic GIS platform in this activity because it is one of the wide spread GIS systems all over the world, so that everyone can use it easily and free. It enables users to compare other spatial information prepared and being preparing by many contributors all over the world. For example, old information such as satellite and aerial photos, and near real time information such as traffic conditions, geo tagged pictures and GIS datasets could be modified and updated on the GE. However, web based system is not the only way to deliver spatial products. paper based Tsunami line aerial photo map shown in Figure 5 is the best product for volunteer workers and local governments because they don't have internet access in hazarded area. The most suitable information and product style is different depend on the users.

On the other hand, several difficulties are found through this project activities. Here shows the difficulties and suggested solutions for supporting disaster response and recovery activities. these discussion points can be innovative viewpoints for developing remote sensing and GIS community.

1. Establishing an agency that evaluates spatial information are highly recommended because much information were provided by many institutes, individuals and governments after the 3.11 EQ but it was not clear which information is suitable for users. The agency would introduce spatial information for users considering differences in spatial and temporal resolution, dataset level, accessibility of the spatial data.
2. Satellite observation data application for large scale disaster should be discussed because aerial photos are of course very useful for disaster response but it took few weeks to deliver ortho images because large area were hazarded. Developing a framework of satellite image application is important for damage estimation soon after an earthquake happens automatically even in large area. If application method of satellite images for disaster damage estimation were developed, we could understand damaged area more quickly.
3. Establishing co-contribution framework in spatial information engineers is urgent task because understanding other communities' activity was difficult in the disaster response activities. It was true that many efforts have done but we couldn't share ideas with other community contributors. Sharing information and constructing relationship among spatial information engineers or institutes are highly expected for the case of emergency.

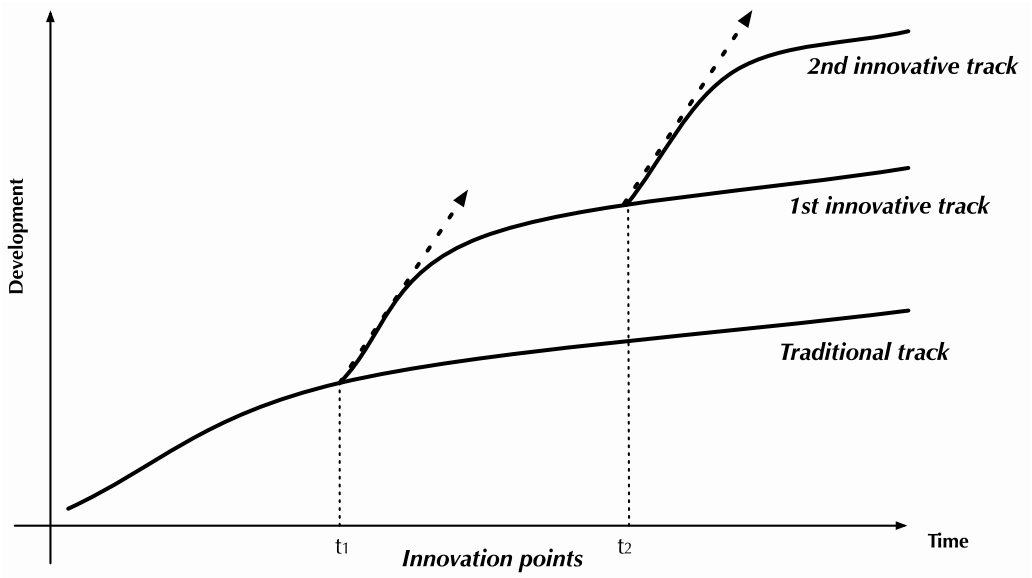


Figure 7. Concept of 2nd innovation track.

4 Summary

This study proposed discussions for new generation web based remote sensing products, that means innovation for remote sensing through our collaborative activity of disaster response for the 2011 Japan earthquake. It is of course that finding 2nd innovation points is a difficult task but several suggestions can be found through our disaster response project.

Acknouledgements

It is sincerely appreciated that many countries including Taiwan kindly gave us great supports financially and considerately. Your cordially is exceedingly encouraged us to recover disaster damages.

This project is supported by contributors from researchers and students, University of Tokyo and Forestry and fisheries research information center. We sincerely appreciate for your coorporations.

References

Japan International Cooperation Agency. 2003. Disaster prevention and development -Towards enforcement of social disaster prevention power-

Kishi. H., Takeda. R.,Yamazaki. D., Tokunaga. K., Sawada. Y., Ochi. S., Endo. T., Sawada. 2011. Application of spatial information for the reaction of the huge earthquake -Response for the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake- *Proceeding of 50th Remote sensing society of Japan. pp83-86. 2011.*

Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan. 86th report for Tohoku earthquake released on August 15, 2011.

Application of spatial information for the reaction of the huge earthquake -Supporting recovering activities for the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake-

Hirotoshi Kishi[1], Ryotaro Takeda[1], Dai Yamazaki[1], Kanya Tokunaga[2], Yoshito Sawada[3], Shiro Ochi[3], Takahiro Endo[4] and Haruo Sawada[5]

[1]Graduated Student, Department of Civil Engineering, The University of Tokyo, Japan
kisshi@iis.u-tokyo.ac.jp
[2]Technical Assistant, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan
[3]Project Researcher, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan
[4]Assistant Professor, ICUS, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan
[5]Proffesor, ICUS, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan

ABSTRACT

Spatial information products for the response of the 2011 Tohoku earthquake were developed in this study. Firstly, reasonable information for the governmental sectors and field investigators in the hazarded area for the reaction of the earthquake were considered by our project members. We concluded the important points were the applicability and the accessibility for the spatial information. Secondly, remote sensing dataset such as aerial photos distributed by Geospatial information authority, Japan and GIS dataset were processed to share on the Google Earth (GE). In this process, Tsunami inundation line was interpreted and digitized comparing these aerial photos to satellite images taken before the earthquake on the GE. Finally, Tsunami line aerial photo map was published to understand the damaged area for the governmental sectors, field investigators, researchers and volunteers. This map is planned to keep publishing using new aerial photo taken after few months after the earthquake to support recovering activities. These all products were distributed through our project website.

Keywords : 2011 Tohoku earthquake, Tsunami, Disaster recovery, Aerial photo, GIS and Remote sensing.

1 INTRODUCTION

The 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake brought unprecedented damages not only for land shaken inland but also Tsunami inundated coast area. Over 20 thousand people are dead or missed because of this earthquake (MLIT, 2011)

Disaster management cycle is a basic idea against natural hazards including earth quake, Typhoon, heavy rain. We humans can react in four stages against natural hazards; Mitigation and Preparedness in before disaster phase, and Response and Recovery in post disaster phase. In case of the earthquake, developing hazard maps and earthquake early warning system are classified as mitigation phase, and aseismic reinforcement and setting emergency bags are as preparedness phase. After the earthquake occurred, damage estimation and evacuation indication would be put on a importance firstly, then shifting to recovery planning in suffering area. Disaster management cycle helps local communities to prepare for the coming natural hazards (JICA, 2003).
Earth environment engineering research group, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo has discussed what we can do at the response and recovery stage in this hazard driven by the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake as spatial information engineers and discussed our activities considering situations of hazarded area and available resources. Quick damage estimation in response phase is one of the most important works for the rescue and activities for supporting the governments and regional people. Kishi *et al.,* (2011) reported the activities focused on response stage.
Based on these backgrounds, the objective of this paper is to report the prepared spatial information and introduce application uses for the governmental sectors, volunteers and field investigators to support disaster response and recovery activities.

2 METHODOLOGY

2.1 Discussion for supporting disaster response and recovery activities

Firstly, our research group members discussed what we should do for supporting reaction and recovery activities for the governmental sectors, volunteers and field investigators. The most important information in reaction phase is to estimate the damaged area promptly. Although damaged area was extremely large in this earthquake, high resolution aerial photos or satellite images which could distinguish houses were regarded useful products for damage estimation. Secondly, finding Tsunami inundation line was regarded as important information for damage estimation because terrible damage was brought by Tsunami. Thirdly, GIS datasets including evacuation shelters, country borders, population and elevation information on the map would be useful for governmental sectors and field investigators to support recovery activities.
User friendly GIS system would be important for users because all spatial products should be accessed easily by all people who need them. Google Earth (GE) was employed as a basic GIS platform in this activity because it is one of the wide spread GIS systems all over the world, so that everyone can use it easily and free. It enables users to compare other spatial information prepared and being preparing by many contributors all over the world. For example, old information such as satellite and aerial photos, and near real time information such as traffic conditions, geo tagged pictures and GIS datasets could be modified and updated on the GE. In addition to web-based information, parpr-based products should be prepared for hazarded area use because internet connection and electric power supply are unstable or lost in some areas considering field activities.
Based on these discussions, our research group concluded that 4 products should be prepared; 1) Fine resolution visible images which can distinguish buildings to understand damaged area, 2) Tsunami inundation line which clearly shows Tsunami damaged area, 3) GIS system which can refer and edit spatial information in city boundary to create recovery plans for local governments, 4) User friendly web and paper based products for delivering.

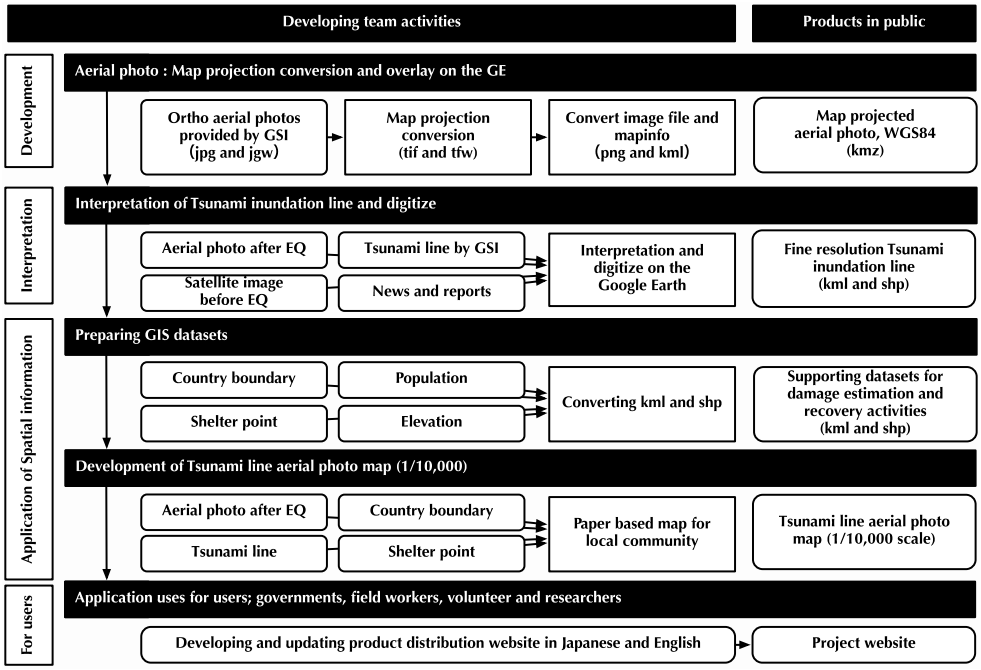


Figure 1 : Flowchart of this activity.

2.2 Development of spatial products

Figure 1 shows flowchart of our activity. Firstly, Aerial photos taken over Tohoku coast area by Geospatial Information Authority, Japan (GSI)[i] in 1 or 2 days after the Earthquake (About 80cm resolution and 2672 scenes in totall) are employed. Map projection of this aerial photos is converted from zone 9 or 10 of the rectangular plane to latitude-longitude coordinate system (WGS84) to overlay on the GE. Secondly, Tsunami inundation line was interpreted by group members on the GE comparing converted aerial photos, old satellite and aerial photos, elevations and reports of governments. Interpretation keys are defined to assure the quality of interpretations; 1) Interpreted inundation lines were basically following to the inundation line reported by GSI[ii]. 2) “Roads including Tsunami affected area” are interpreted as a clear inundation line to ensure project members share quality for interpretation and Tsunami inundation line quality is assured. Then, Tsunami inundation line another interpreter checked in heavy damaged area such as coast side urban area. Thirdly, statistical GIS datasets which would be useful for response and recovering activities were prepared to overlay on the GE. City boundary, population and area from Census in 2005, 5m digital elevation model from National land information, shelter point data from Google, DMSP night light image from NOAA/NGDC were collected. Finally, Tsunami line aerial photo map is developed in 1/10,000 scale in A1 print over heavy damaged area where many evacuated people are left. Shelters, country boundary, Tsunami inundation line are overlaid on the aerial photo. Maps are presented to local governmental sectors, field investigators and volunteer workers. Map contents such as shelter information, aerial photos and Tsunami line are updating to catch up actual situation to support recovering activities.

[i]Geospatial Information Authority, Japan(http://saigai.gsi.go.jp/h23taiheiyo-hr/)
[ii]Inundation area interpreted by GSI (http://www.gsi.go.jp/kikaku/kikaku60003.html)

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Prepared products

Details of prepared products are shown below;

Map projected aerial photos All projected aerial photos over Tohoku coast area distributed by GSI are converted to GE format (.kmz filetype). In this converting process, images are mosaicked before map projection conversion so that they can be divided into our intended size so that there are no space between each images; 0.05 degree, 1:25,000 Japan standard map size and distributed size by GSI are prepared.

Fine resolution Tsunami inundation line Interpreted Tsunami lines were in public soon after finishing interpretation as digital data formats for GIS users (.shp and .kml) through our project website shown in Figure 3. Immediacy is attached grater importance than accuracy to this disaster response stage. Interpreted Tsunami inundation area by our project group is about 10% larger than GSI estimation[iii] in Kesennuma city. Reasons of our overestimation are considered; (1) Road networks including Tsunami affected area are employed as Tsunami lines, (2) Coast side is regarded as inundation area, and (3) Run-up area is sometimes considered different from GSI. For the future work, cross checking is an important task because both interpretations have some missing inundation area.

GIS datasets for supporting damage estimation and recovery activities Figure 2 shows Tsunami inundation line and 5m digital elevation model in Sendai area overlaid on the GE. It is found that elevation is one of the most important keys to avoiding Tsunami damage. We contributors all over the world can work together because not only our prepared products but also other GIS datasets can be overlaid on the GE.

Tsunami line aerial photo map (1/10,000 scale) Figure 5 shows the Tsunami line aerial photo map (1/10,000 scale) over Kesennuma area. Paper based map would be useful for local government, field investigators and volunteer workers.

These products are distributed through our project webpage shown in Figure 3 (http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp/eq_data/). Every products can be downloaded through this website, which is constructed in Japanese and English. There are still few websites of 3.11 constructed in English.

3.2 Application uses of products

Prepared products are widely used by governments, research institute and private company for damage estimation and recovery activities through our website as shown in Figure 3. Figure 4 shows examples of products application uses. Picture (a) is taken in Katsura-sima in Shiogama-city in April 2011. Tsunami line aerial photo maps were delivered by one of our project members to support volunteer works and local government activities. Katsura-shima had a huge damage because of earthquake and Tsunami so that many volunteer workers visited there. Paper based maps are useful information for understanding situations especially for volunteers at the site. (b) shows exhibition room in a

[iii] Estimated Tsunami inundated area reported by GSI on April 18, 2011. (http://www.gsi.go.jp/common/000060371.pdf)

school festival of University of Tokyo in May, 2011. Some students of Civil Engineering department in University of Tokyo who joined field survey in Tohoku area, employed the interpreted Tsunami Inundation line data as contents to make a large scale map for exhibiting their research results. Visitors could easily understand the Tsunami damages and geographical situations over Tohoku area. (c) shows land terrain elevation and inundation line in Sendai from Hokkaido-Chizu Inc. Predicted Tsunami inundation line shown by prepared hazard maps before 3.11 and actual tsunami line interpreted by this project after 3.11 are drawn in one map. It is found that Tsunami prediction didn't match for 3.11 earthquake. (d) shows iPhone/ipad application, "Chizu burari which is developed by ART-Promotion Inc. Tsunami line aerial photo maps shown by figure 5 and map projected aerial photos are employed as application contents. Maps can be checked even in under the offline conditions once they are downloaded and every user can download these prepared products in one's iPhone/iPad with GPS information.

3.3 Discussions and suggestions

Several difficulties are found through this project activities. Here shows the difficulties and suggested solutions for supporting disaster response and recovery activities. Firstly, establishing an agency that evaluates spatial information are highly recommended because much information were provided by many institutes, individuals and governments after the 3.11 EQ but it was not clear which information is suitable for users. The agency would introduce spatial information for users considering differences in spatial and temporal resolution, dataset level, accessibility of the spatial data. Secondly, satellite observation data application for large scale disaster should be discussed because aerial photos are of course very useful for disaster response but it took few weeks to deliver ortho images because large area were hazarded. Developing a framework of satellite image application is important for damage estimation soon after an earthquake happens automatically even in large area. If application method of satellite images for disaster damage estimation were developed, we could understand damaged area more quickly. Thirdly, establishing co-contribution framework in spatial information engineers is urgent task because understanding other communities' activity was difficult in the disaster response activities. It was true that many efforts have done but we couldn't share ideas with other community contributors. Sharing information and constructing relationship among spatial information engineers or institutes are highly expected for the case of emergency.

4 SUMMARY

Reasonable spatial information products are discussed and developed for the response to the 3.11 earthquake; aerial photo overlaid on the Google Earth, interpreted Tsunami inundation line, GIS datasets including country boundary and shelter points, and Tsunami line aerial photo map based on these products. These all products are distributed through our website and kept updating. Products are widely employed by field workers, researchers and private companies. For the future works, providing information are to be updated because conditions in suffering area are changing. 1/10,000 scale map are going to be updated using new aerial photos taken after few months from 3.11 EQ, which is planning to be distributed from GSI to support recovery activities.

References

Japan International Cooperation Agency. 2003. Disaster prevention and development - Towards enforcement of social disaster prevention power-

Kishi. H., Takeda. R.,Yamazaki. D., Tokunaga. K., Sawada. Y., Ochi. S., Endo. T., Sawada. 2011. Application of spatial information for the reaction of the huge earthquake -Response for the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake- *Proceeding of 50th Remote sensing society of Japan. pp83-86. 2011*.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan. 86th report for Tohoku earthquake released on August 15, 2011.

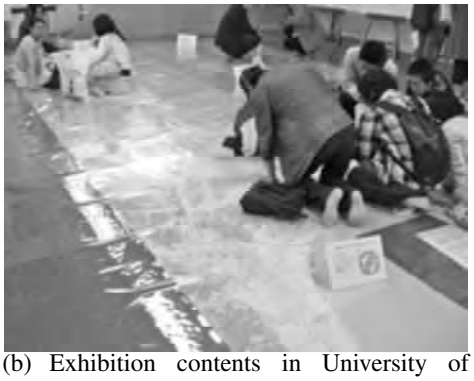
Figure 2 : Overlaid Tsunami inundation line and 5m DEM over Sendai area on the Google Earth.

(a) Project index page.

(b) Products download page.

Figure 3 : Project webpage (http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp/eq_data/).

(a) Supporting volunteer activity in Shiogama.



(b) Exhibition contents in University of Tokyo.

(c) Elevation and inundation line in Sendai (From Hokkaido-chizu Inc.).

(d) Chizu-burari iPhone/iPad application (From ART-Promotion Inc.).

Figure 4 : Products application uses.

Figure 5 : Tsunami line aerial photo map (Kesennuma, 1:10,000 scale original).

Survey on People's Awareness of Earthquake Early Warning before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

Miho OHARA[1], Kimiro MEGURO[2] and Atsushi TANAKA
[1] Associate Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies / Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan
ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
[2] Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies / Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan
[3] Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Japan

ABSTRACT

Japan Meteorological Agency started the service of Earthquake Early Warning (EEW) to the public since October 1, 2007. The warning is widely broadcasted by TV, radio and mobile phone in the area whose JMA intensity is expected to be more than 4. In order to make the best use of the lead time before the arrival of strong tremors for reducing casualties, enhancing people's knowledge and capacity to take proper actions after the warning is essential.

There was a small earthquake in Fukushima Prefecture on September 29, 2010. The expected intensity in the Tokyo metropolitan area exceeded 4 and EEW was provided although observed intensity was less than 4. Recently, the percentage of the people who can get EEW by mobile phones is increasing. At this earthquake, a lot of people received the warning by mobile phone in the Tokyo metropolitan area and it became a good opportunity for making people familiar with EEW. After this, the off the Pacific coast of Tohoku Earthquake occurred on March 11, 2011 and numerous aftershocks continued. EEW was successfully provided in Tohoku area at the main shocks. On the other hand, in the Tokyo metropolitan area, EEW failed at the main shock but frequently announced at aftershocks. However, some of the warning at aftershocks failed to estimate intensity properly due to technical limitation.

In this paper, two questionnaire surveys were conducted to understand people's awareness of EEW. The first one was done after the earthquake in September 2010 for the people who received the warning by mobile phone. The second one was done after the earthquake in Tohoku region in March 2011. The change of their awareness was analyzed comparing both results. Their behavior after receiving the warning was also analyzed and suggestions for enhancing their capacity to take proper actions after EEW were obtained.

.

Keywords: early warning, capacity building, questionnaire survey

1. INTRODUCTION

The Japan Meteorological Agency (JMA) began to provide the service of earthquake early warning (EEW) to the public on October 1, 2007. This is a new system that quickly analyses seismic wave data observed by seismographs near the epicenter and provides prompt alerts before the arrival of strong tremors (S-waves) as shown in figure 1. For public use, EEW is provided to the regions where the intensity of shaking was expected to be greater than JMA 4 in case the maximum estimated intensity is 5 lower. This system aims to mitigate earthquake-related damage by enabling individuals to protect themselves quickly in various environments such as houses, offices and factories. A warning is widely broadcasted by television, radio, mobile phone and loudspeakers.

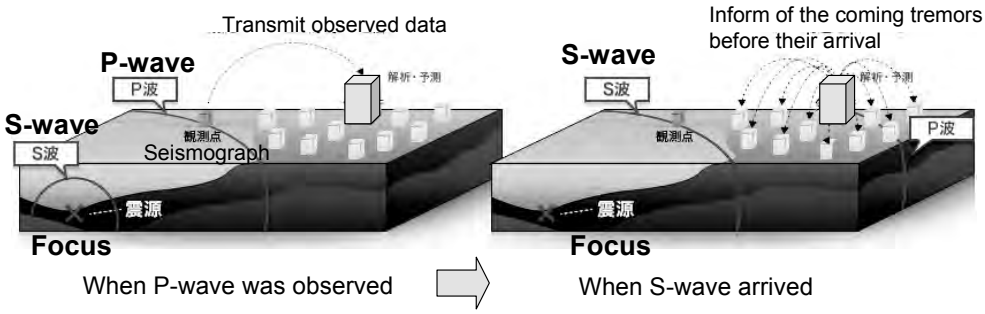


Figure 1: Concept of Earthquake Early Warning

The Iwate-Miyagi Inland Earthquake occurred in the southern inland region of Iwate Prefecture, Japan at 8:43 JST, June 14, 2008. It was the first earthquake since October 2007 for which EEW could be successfully broadcasted before the arrival of strong tremors. The lead time between the warning and the arrival of strong tremors was around 10-25 seconds in the area surrounding its epicenter. After this, a small earthquake occurred in Fukushima Prefecture at 16:59 JST on September 29, 2010. EEW was broadcasted in the eastern area of Japan as the expected intensity exceeded 4. It was broadcasted also in the Tokyo metropolitan area although observed intensity was less than 4. Recently, the percentage of the people who can get EEW by mobile phones is increasing. At this earthquake, a lot of people received the warning by mobile phone in the Tokyo metropolitan area for the first time and it became a good opportunity for making people familiar with EEW.

The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake occurred at 14:46 JST on March 11, 2011 and numerous aftershocks continued. EEW was successfully provided in Tohoku area at the main shocks. On the other hand, in the Tokyo metropolitan area, EEW failed at the main shock but was frequently announced at aftershocks. The number of broadcasted EEW from March 2011 to August 2011(6 months) was 87 although that number from October 2007 to February 2011(41 months) was 17. However, some of the numerous warning at aftershocks failed to estimate intensity properly because several earthquakes occurred at the same time could not be identified separately or some seismometers

were unusable due to long-time power outage after the earthquake. These problems were due to technical limitation of EEW and some of them were solved by program modification after March 2011.

In this paper, two questionnaire surveys were conducted to understand people's awareness of EEW. The first one was done after the earthquake in September 2010 for the people who received the warning by mobile phone. The second one was done after the earthquake in Tohoku region in March 2011. The change of their awareness was analyzed comparing both results. Their behavior after receiving the warning was also analyzed and suggestions for enhancing their capacity to take proper actions after EEW were obtained.

2. OUTLINE OF TWO QUESTIONNAIRE SURVEYS

The first questionnaire survey was done after the earthquake in Fukushima Prefecture on September 29, 2010. Main target of the survey was the people living in the Tokyo Metropolitan area (Tokyo, Saitama, Chiba, Kanagawa Prefectures) who received the warning by their own mobile phone or neighbor's mobile phones. The number of respondents in each group was shown in table 1. The second survey was done after the earthquake in Tohoku region in March 2011. A questionnaire sheet was sent to the same respondent as the first survey. The ratio of the respondents who answered the second survey was 76.6％(613 people among 800). The number of the group A respondents who answered the survey in 2011 was 153. Among them, 11 people changed their mobile phones and could not receive EEW as of March 2011. The number of the respondents in each group who answered the survey in 2011 and could receive EEW as of March 2011 was shown in table 1.

Table1: Number of respondents for surveys in 2010 and 2011

	2010 Survey		2011 Survey					Ratio of the respondents who answered the second survey
			Could receive EEW by mobile phone as of March 2011			Could not receive EEW by mobile phone as of March 2011	total	
				Received at home after march 2011	Received outside home after march 2011			
A	Received EEW by their own mobile phones	200	142	118	91	11	153	76.5
B	Received EEW by their neighbors' mobile phones	200	70	48	42	81	151	75.5
C	Received EEW by their own mobile phones and experienced the stop of train	200	119	65	52	31	150	75
D	Didn't receive or listen EEW	200	71	49	36	88	159	79.5

3. RESPONDENTS' KNOWLEDGE OF EARTHQUAKE EARLY WARNING

At first, change of respondents' knowledge of EEW was analyzed comparing the results of two surveys. All the groups had the same tendency between 2010 and 2011. Figure 1 shows the result of group A for example. After the earthquake in September 2010, 50.3% knew both the name of EEW and that it forecast a strong tremor just before its arrival. After the experience of the main shock and aftershocks of Tohoku earthquake in 2011, the ratio increased to be

89.5%. At the survey in 2011, the respondents who knew neither its name nor its meaning were drastically decreased to be 2.0%.

Figure 8 shows the respondents' knowledge of methods or conditions of EEW broadcasting. It is a result of group A for example as all the groups had the same tendency between 2010 and 2011. The ratio of the respondents who knew that EEW is broadcasted on TV or by mobile phone increased after 2010 and exceeded 90% in 2011. On TV, the name of the area where strong tremors are expected and the warning message are shown. On the other hand, neither expected intensity nor lead time before the arrival of strong tremors is explained. The knowledge on expected intensity or lead time was low in 2010 but increased especially in 2011. However, knowledge of criteria on intensity at which EEW is broadcasted was still low. In addition, change in the knowledge of special receiving devices was very small although the special receiving devices are important tools for receiving expected intensity or lead time at home. Enhancing these knowledges is necessary.

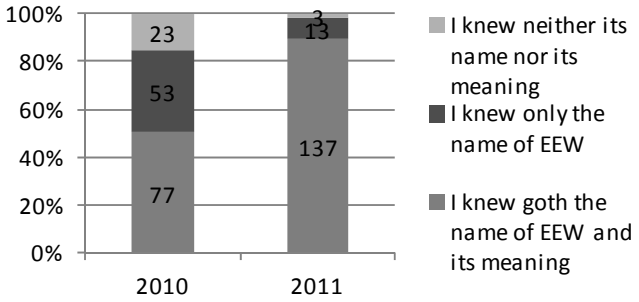


Figure 2: Respondents' knowledge of EEW

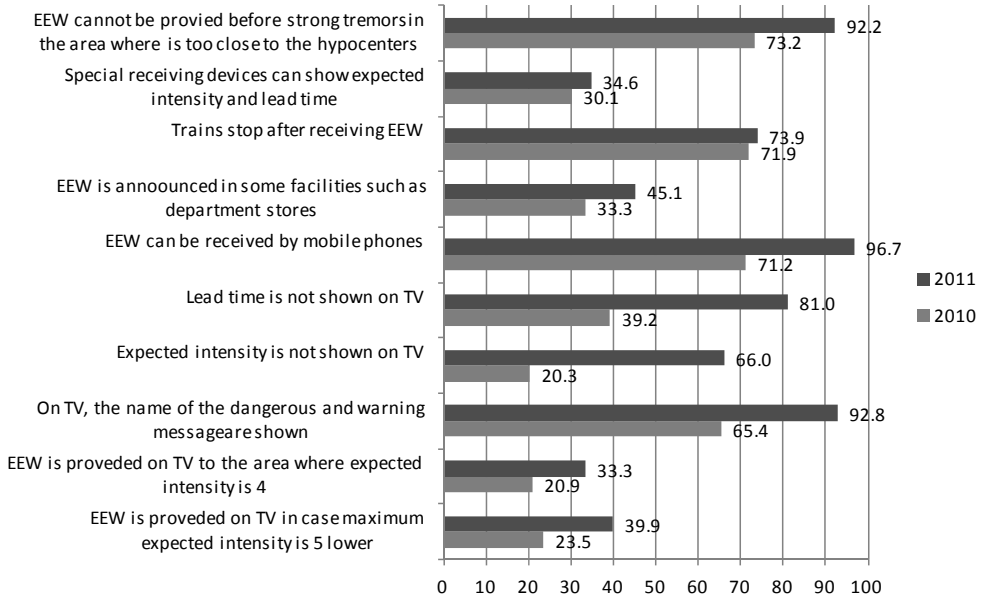


Figure 3: Respondents' knowledge of methods or conditions of EEW broadcasting

4. RESPONDENTS' ATTITUDE TOWARD FAILURE OF EARTHQUAKE EARLY WARNING

After the earthquake on March 11, 2011, numerous EEW was provided to the public due to continuous aftershocks. However, some of them failed to estimate intensity properly because several earthquakes at the same time could not be identified separately or some seismometers were unusable due to long-time power outage after the earthquake. These problems were due to technical limitation of EEW and were announced beforehand by Japan Meteorological Agency. Here, the knowledge of technical limitation before the earthquake and their attitude toward the failure of EEW were analyzed. 36.5% of the respondents among all knew the technical limitation before March 2011 that actual intensity can be more or less than the expected intensity within the range of intensity 1. About 90% of the respondents wished to use EEW even if it has a risk of failure regardless of whether they knew technical limitation before the earthquake or not. 55.4% of the respondents with the knowledge of technical limitation answered that they would like to use EEW aggressively even if they have a risk of failure. The ratio decreased to be 35.0% without the knowledge. It was verified that familiarization with technical limitation before the event is important in order to increase positive attitude in case that EEW fails.

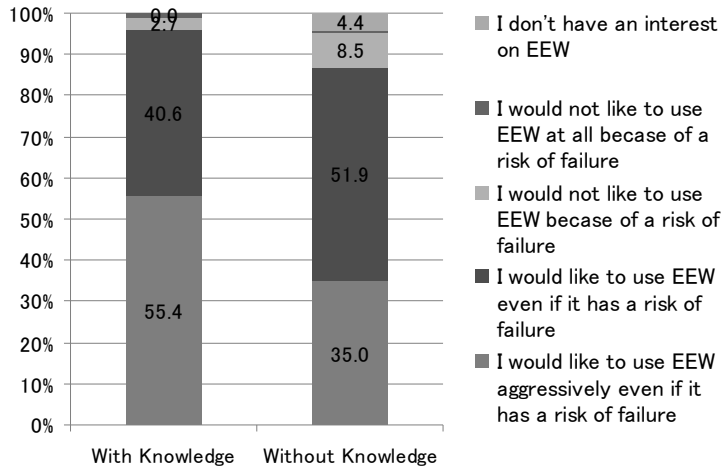


Figure 4: Respondents' attitude toward failure of EEW

5. RESPONDENTS' RESPONSE TO EARTHQUAKE EARLY WARNING

Next, respondents' response to EEW after EEW was investigated. More than 80% of each group watched EEW on TV at home after March 2011. The ratio of the respondents who received EEW at home was highest in group A. 88.4% of group A watched EEW on TV and 80.3% received by mobile phone at home. 59.4% received by mobile phone outside home. The feeling of respondents in group A after receiving EEW at home was investigated. Figure 5 is the comparison of their feeling after earthquakes in 2010 and 2011. The ratio of the respondents who thought that strong tremor would come soon drastically increased from 34% to 86.7%. It shows that experience of receiving many EEW after March 2011 led to high awareness of warning message.

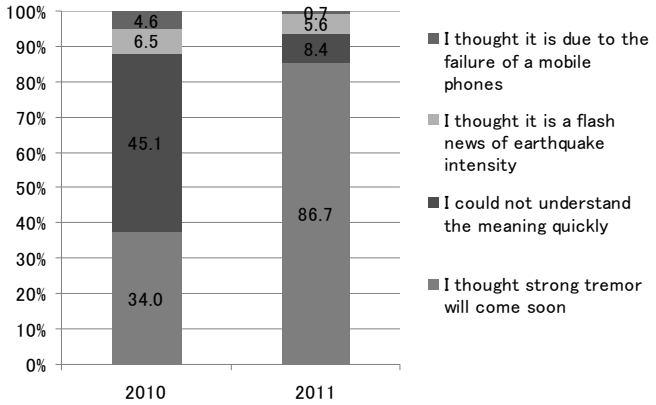


Figure 5: Respondents' feeling after receiving EEW

Figure 6 shows what respondents in group A did immediately after receiving EEW at home at the both earthquakes. Most frequent response after both earthquakes was to get earthquake information from television or radio. The second one was to wait and the third one was to inform their children or people near them of the EEW. The ratio of the response for informing their children or people near them, protect their bodies, protect their children or elderly family members increased in 2011. The aim of EEW service is to enable residents to quickly protect themselves before the arrival of strong tremors. Considering this aim, it is said the experiences of receiving many EEW after March 2011enhanced their capacity to take actions for protecting themselves or family members.

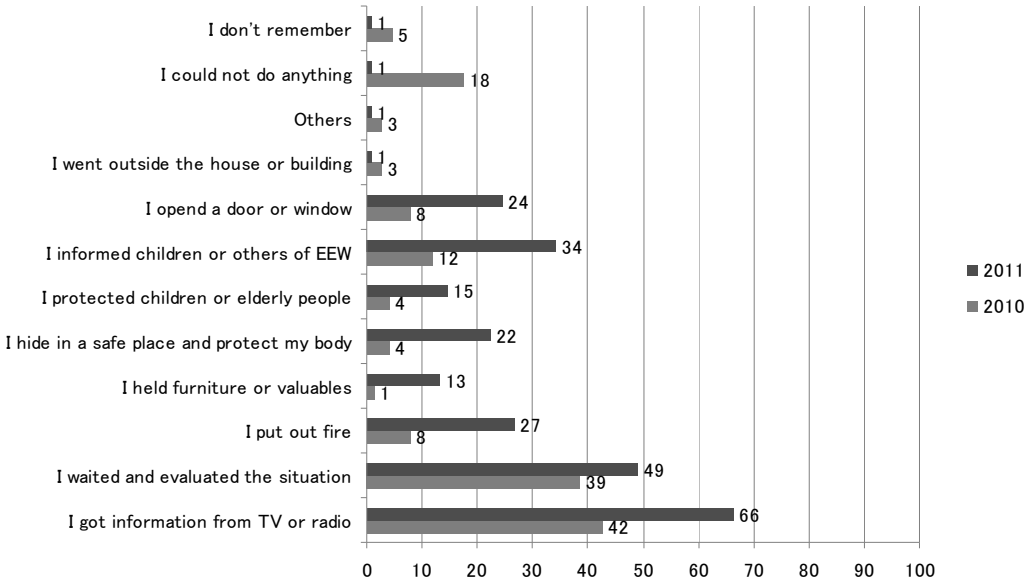


Figure 6: Respondent's action after receiving EEW

6. RESPONDENTS' OPINION ON EFFECTIVENESS OF EARTHQUAKE EARLY WARNING

Finally, their opinion on effectiveness of EEW was investigated. The ratio of the respondents who thought EEW was very effective for mitigating seismic damage was about 40% at the both survey in 2010 and 2011. Including the respondents who thought it is effective, the total ratio of positive respondents amounted to be about 90%. When we focused on the relationship between their opinion and the experience of receiving EEW after March 2011, the ratio of the respondents who thought to be very effective was 38.5% as shown in figure 7. It was verified that real experience of receiving EEW enhanced the understanding of effectiveness of EEW. Figure 8 is the relationship between their opinion and the knowledge on technical limitation before the earthquakes. In the chapter four, we found that familiarization with technical limitation before the event increased positive attitude toward the failure of EEW. In figure 8, the ratio of the respondents who thought to be very effective was 54.5% in case they had knowledge on technical limitation before the earthquake. This value was almost twice of the ratio in case of respondents without the knowledge. It is concluded that making people familiar with technical limitation led to their positive attitude toward EEW and it can increase high evaluation on the effectiveness of EEW

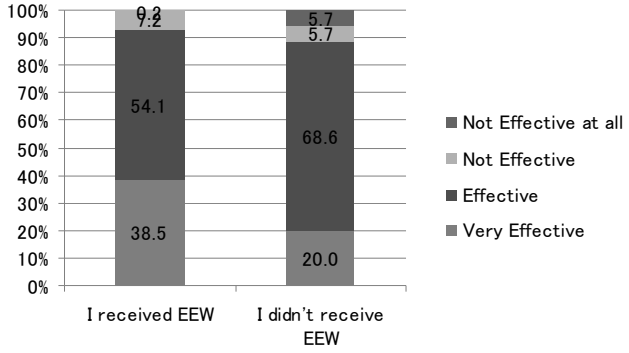


Figure 7: Relationship between understanding of effectiveness and the experience of receiving EEW

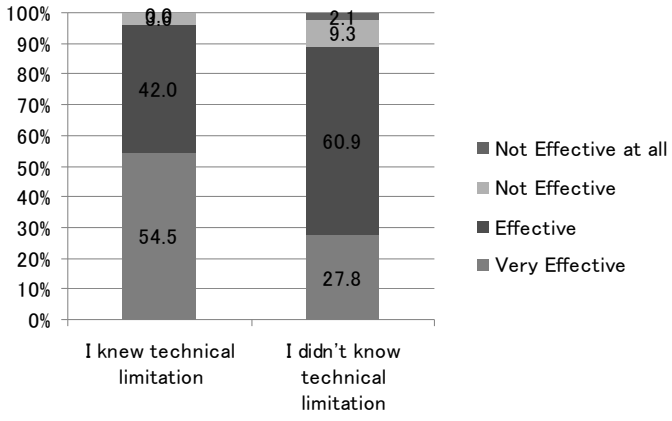


Figure 8: Relationship between understanding of effectiveness and the knowledge on technical limitation

7. CONCLUSIONS

In this paper, two questionnaire surveys were conducted to understand people's awareness of EEW. The first one was done after the earthquake in September 2010 for the people who received the warning by mobile phone. The second one was done after the earthquake in Tohoku in March 2011. The change of their awareness was analyzed comparing both results.

After the experience of the main shock and aftershocks of Tohoku earthquake in 2011, knowledge of EEW among residents drastically increased. Some of the knowledges were low still in 2011 and required to be enhanced. Their behavior after receiving the warning was also analyzed. The ratio of the respondents who thought that strong tremor would come soon drastically increased from 34% in 2010 to 86.7% in 2011. It shows that experience of receiving many EEW after March 2011 led to high awareness of warning message. In 2011, the ratio of the response for informing their children or people near them, protect their bodies, protect their children or elderly family members increased, compared with the answers in 2010. The experiences of receiving many EEW after March 2011enhanced their capacity to take actions for protecting themselves or family members. People's awareness level and capacity can decrease easily as time passes after the disaster. It is very important to keep their awareness level by education or training in the future.

After the earthquake on March 11, 2011, numerous EEW was provided to the public due to continuous aftershocks. However, some of them failed to estimate intensity properly due to technical limitation. From the survey, familiarization with technical limitation before the earthquakes increased positive attitude in case that EEW failed. It also increased high evaluation of the effectiveness of EEW. Continuous information dissemination on technical limitation is important for positive attitude for taking action after receiving EEW,

8. REFERENCE

The Japan Meteorological Agency: *A List of Past Earthquake Early Warning, Website: http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/joho/joho.html*
The Japan Meteorological Agency: *Earthquake Early Warning provided after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, JMA News Release,* 2011.3.29.
The Japan Meteorological Agency: *Improvement of Earthquake Early Warning, JMA News Release,* 2011.8.10.

Disaster information gathering behavior after the Tohoku Earthquake Part 1: Results of Japanese respondents

Akiyuki KAWASAKI[1], Michael HENRY[2], and Kimiro MEGURO[3]
[1]Project associate professor, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan
akiyuki@iis.u-tokyo.ac.jp
[2]Project researcher, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan
[3]Professor and Director, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan

ABSTRACT

The magnitude 9.0 Tohoku Earthquake, subsequent tsunami along the Pacific seaboard of Japan, and ensuing crisis related to the nuclear reactors at the Fukushima Daiichi power plant have reinforced the importance of clear and timely communication of disaster-related information for mitigating long-term negative impacts and working towards recovery. For people living in Japan, however, this disaster has been one of confusing and conflicting messages from differing information sources, and the atmosphere of uncertainty in the immediate wake of the earthquake led many people, Japanese and foreigners alike, to relocate to western Japan or leave the country entirely. In order to improve the dissemination of information after future disasters, a survey investigation was conducted to understand how people in the Kanto region – the most populous area of Japan and bordering the Tohoku region – received their disaster-related information and how it affected their decisions in the aftermath of the disaster. This paper presents an overview of the responses of Japanese nationals to the survey and discusses some initial impressions of their disaster information gathering behavior.

Keywords: Tohoku earthquake, disaster information, Japanese, social media, traditional media

1. INTRODUCTION

At 14:46 Japan Standard Time (05:46 UTC) on March 11, 2011, a magnitude 9.0 earthquake occurred off the Pacific coast of the Sanriku area in the Tohoku region of Japan. This earthquake, the largest ever recorded in Japanese history, not only caused strong ground motion which lasted for minutes but also triggered a massive tsunami which inundated the eastern seaboard of Japan and caused widespread destruction. The earthquake and tsunami also knocked out the cooling systems at the Fukushima Daiichi nuclear power plant in Fukushima Prefecture,

sparking a nuclear-related crisis which culminated with the confirmation of nuclear meltdown in three of the reactors.

In the wake of this triple disaster, people living in Japan began to seek disaster-related information in order to make decisions regarding their post-disaster actions. The primary source of information after environmental or man-made disasters is generally the mass media (Greenberg et al., 2002), and although this information was traditionally accessed via television, radio or printed media, Internet-based media are becoming the predominant means for people to access and communicate disaster-related information (Boyle et al., 2004). After a disaster, during the "response" and "recovery" phases, the information transmitted by the mass media is generally focused on affected areas in order to assist with recovery, but in the long-term "mitigation" phase the mass media help provide information to raise awareness and improve preparation (Quarantelli, 1996).

After the Tohoku Earthquake and during the unfolding of the nuclear crisis in Fukushima, however, there emerged a growing disparity between the information given by domestic Japanese sources and overseas sources (Sanchanta, 2011). Conflicting information and differing approaches between domestic and overseas sources may have contributed to the widely different responses between Japanese and foreigners in Japan; while Japanese people in general continued life as usual, foreign communities reacted much differently, with a large number of people relocating to other parts of the country or leaving Japan entirely – thus spawning the term "fly-jin," a play on "gaijin," the Japanese word for foreigner. In order to improve disaster response and recovery, it is necessary to understand what effect these information-related issues may have had on people's post-disaster actions and how to improve information dissemination in the future.

The objective of this investigation is therefore to examine and clarify people's information gathering behavior after the Tohoku Earthquake, to understand the relationship between information and people's actions, and contribute to improving information dissemination in the future, particularly for reducing miscommunication and misunderstanding for foreign nationals residing in Japan. This paper – part one of two – presents the results of a survey developed for this investigation and focuses on the responses of Japanese people. As domestic media sources and information are almost wholly in the Japanese language, the responses of Japanese people can serve as a control sample for comparison to the responses of foreigners, which will be discussed in the second part.

2. SURVEY METHODOLOGY

This study focused just on the behavior of people living in the Kanto region of Japan. The Kanto region lies to the south of the Tohoku region and includes Tokyo – the capitol and political, financial, and entertainment center of Japan – along with seven surrounding prefectures with a population of approximately 42 million Japanese and 1 million foreigners as of 2009. Tokyo itself lies roughly 370 kilometers southwest of the epicenter of the Tohoku Earthquake and 250 kilometers southwest of the Fukushima Daiichi nuclear power plant.

Data on disaster information gathering behavior were collected using an online survey. This survey was provided in nine different languages (Japanese, English, Chinese, Korean, Portuguese, Nepalese, French, Thai, Vietnamese), and the contents were separated into three sections as shown in Table 1. The first section asked respondents about their information gathering activities, the second section asked respondents about their post-disaster actions and the effect of information, and the third section collected demographic information.

Table 1: Survey contents

Section	Questions
1: Information gathering activities	What information sources did you trust the most / the least during the two weeks following the earthquake?
	During the two weeks following the earthquake, which media did you use to acquire information and in what language?
	In the case of this earthquake and tsunami disaster, by which media would you have preferred to receive disaster-related information?
	What types of information were most important for you during the first day, first week, and second week after the earthquake?
	What types of information were unavailable, unclear, or difficult for you to understand during the first day, first week, and second week after the earthquake?
	In general, what were the reasons why the above information was unclear or difficult to understand?
	When faced with unclear or difficult to understand information, what media did you utilize in order to clarify or better understand that information?
	At the time of the disaster were you familiar with the Japanese Earthquake Early Warning System? [1]
	Were you able to properly receive information regarding the rotating blackouts?*
2: Post-disaster action and effect of information	Within the first two weeks after the earthquake, did you choose to remain in the Kanto area, relocate to another area of Japan, or leave Japan? [1]
	What was the reason for your choice?
	At that time when you made your choice, how useful, if at all, was disaster-related information in making that choice? [1]
	If you chose to relocate to another area of Japan or leave Japan, within which time period after the earthquake did you make your choice? [1]
3: Demographic information	What is your nationality?[1]
	Which prefecture were you residing in at the time of the earthquake? [1]
	What is your occupation?[1,2]
	How old are you? [1,2]
	What is your yearly income level? [1,2]

[1] *Questions were restricted to a single response; other questions allowed multiple responses*
[2] *Response was optional*

The online survey was distributed via two methods: first, through the social and professional contacts of the authors; and second, through direct requests for cooperation with various entities such as business communities, universities, embassies, and so forth. People who were contacted to participate in the survey were also asked to distribute it to their social and professional networks.

3. SAMPLE CHARACTERISTICS

The survey received 497 responses from Japanese people, making up 36% of the total number of responses. The distribution of Japanese respondents by their location and occupation is shown in Figure 1. The majority were from Tokyo,

followed by Kanagawa, Chiba, and Saitama Prefectures. Japanese company employees, Japanese educational institution employees, and students were the top occupations and made up more than three-quarters of the Japanese respondents.

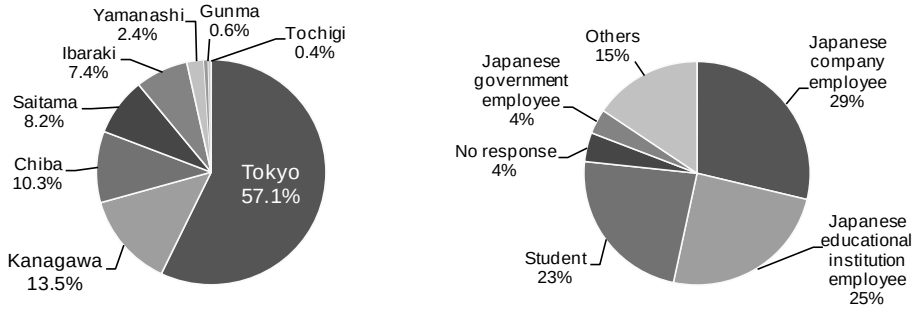


Figure 1: Distribution of respondents by location (left) and top occupations (right)

The age and income distribution of respondents are shown in Figure 2. The most responses were received from people in the 20-29 and 30-39 years old range, with the number of responses decreasing as age increases. The annual income of respondents fell mostly in the less than 1.95 million yen (approx. US$24,900) range or in the 3.3 to 6.95 million yen (approx. US$42,130 to US$88,730) ranges.

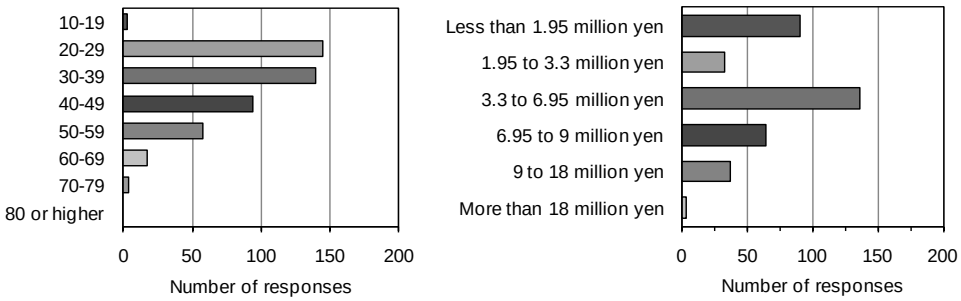


Figure 2: Distribution of respondents by age (left) and annual income (right)

4. SURVEY RESULTS

4.1 Information sources

Figures 3 and 4 show the top five most-trusted and least-trusted information sources, respectively, for Japanese respondents. It can be seen that Japanese news sources were rated as the most trusted, followed by Japanese research and academic institutions; the national Japanese government; family, friends colleagues, etc.; and overseas news sources. However, it can also be seen that the national Japanese government, Japanese news sources, and overseas news sources were also ranked among the top-five least trusted sources of information. Tokyo Electric Power Company was the least-trusted of any information source.

4.2 Media & language for information acquisition

Figure 5 shows the media and language which people used for acquiring disaster information. Japanese television was the most-used means, followed by Japanese traditional internet media (as in websites, information portals, and so forth). As may be expected, Japanese respondents did not utilize media in other languages very much, except for English traditional internet media.

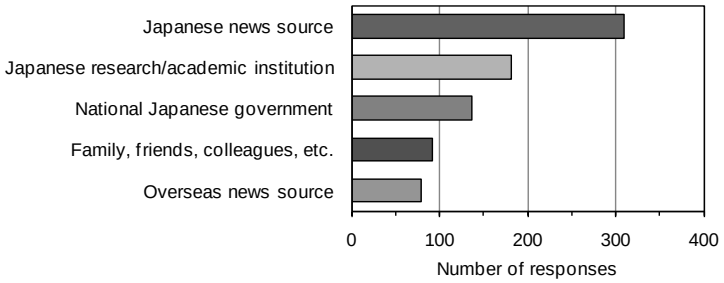


Figure 3: Top five most-trusted information sources

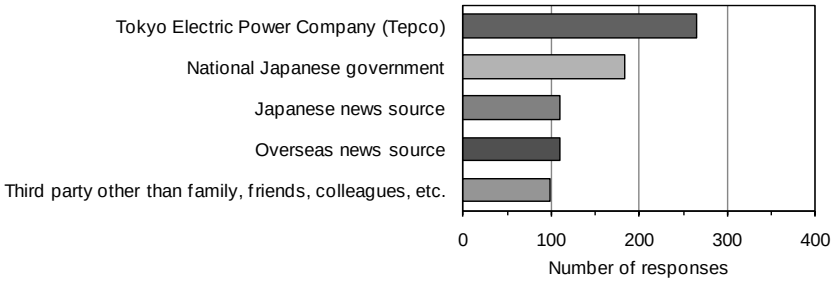


Figure 4: Top five least-trusted information sources

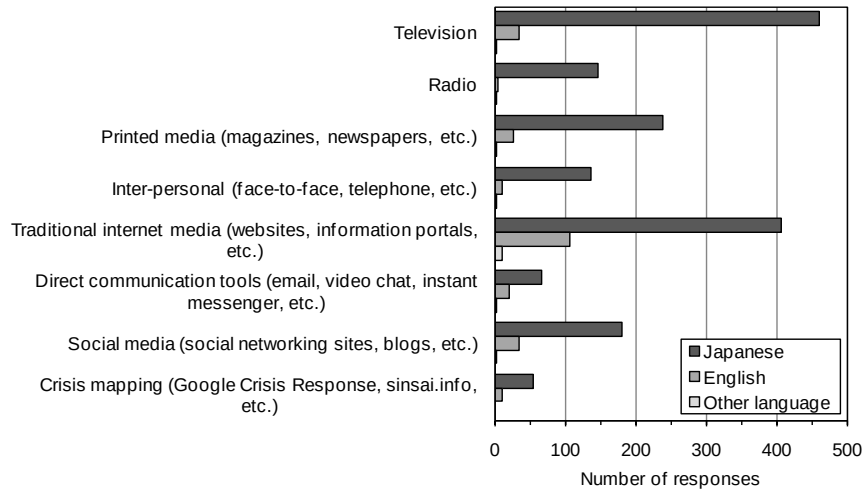


Figure 5: Utilized media and language for disaster information acquisition

Figure 6 shows by what media and language people would prefer to receive the disaster information. Japanese television and traditional internet media are again the highest-rated. The preference for radio can also be seen to be higher relative to

other media than it was actually utilized. Understandably, non-Japanese language media were not preferred by the Japanese respondents.

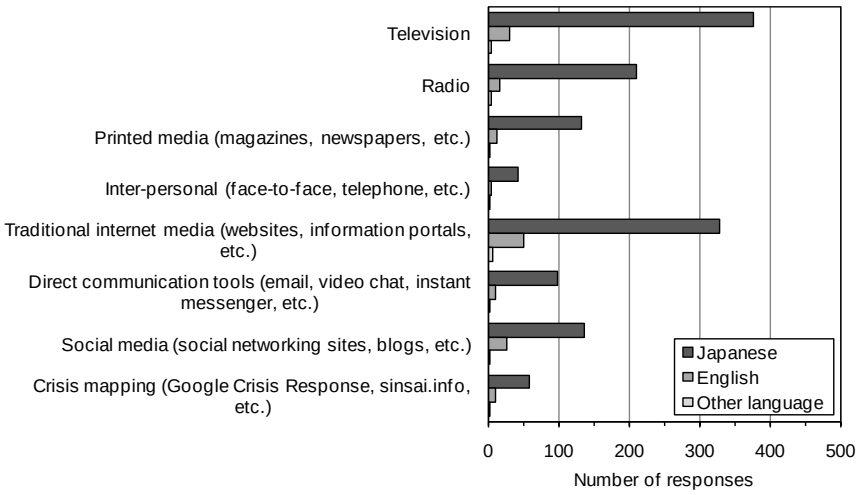


Figure 6: Preferred media and language for disaster information acquisition

4.3 Importance of information

Figure 7 shows the importance of information types as it changed over time from the first day to the first and second weeks. On the first day, the safety of family and friends was by far the most important information, followed by concerns about the transportation systems and earthquake and tsunami damage. By the first week, however, radiation level and risk was the most important type of information, followed by continuing concerns about transportation systems and earthquake and tsunami damage. By the second week, the importance of most information continued to decrease except for radiation level and risk, which actually increased slightly. Also, government response became the second-most important information type.

4.4 Problems related to information

The importance of information needs to be considered in terms of whether that information can actually be obtained or understood. Figure 8 shows what information people found to be unavailable, unclear, or hard to understand over the same two-week period.

For the first day, information related to the safety of family and friends, radiation level and risk, and transportation systems, and earthquake and tsunami damage were the hardest to find or understand. By the first week, these had decreased except for radiation level and risk and government response, which increased. By the second week, the unavailable or difficult to understand information decreased slightly, but radiation level and risk and government response were still highly viewed as unavailable, unclear, or hard to understand.

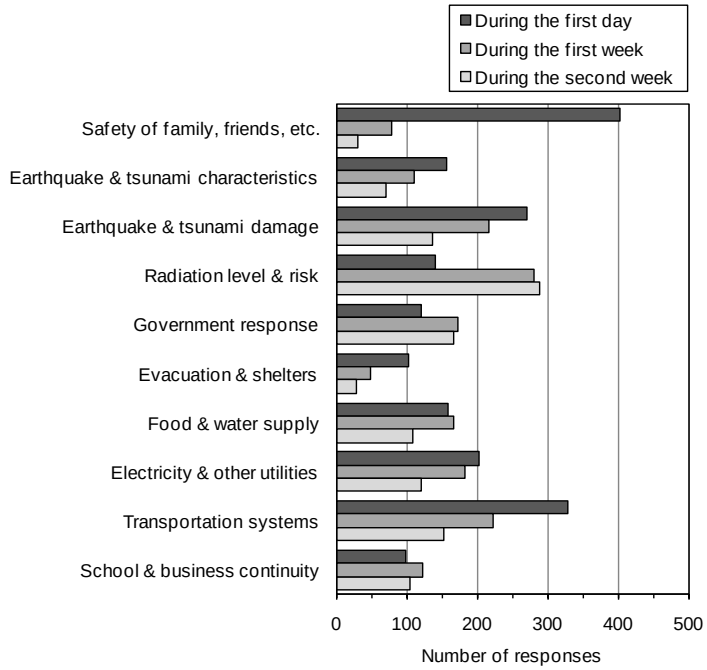


Figure 7: Importance of information types over time

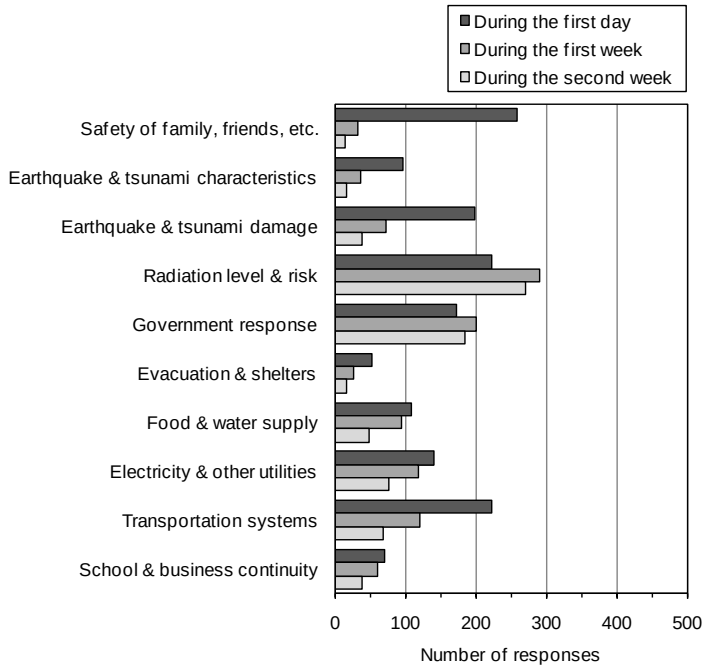


Figure 8: Unavailable, unclear, or hard to understand information over time

The reasons why the previously-discussed information was unclear or hard to understand are shown in Figure 9. The biggest reason appeared to be that people were confused by conflicting or differing information, followed closely by being unable to access information due to problems such as mobile congestion or power outages. The other reasons were ranked much lower.

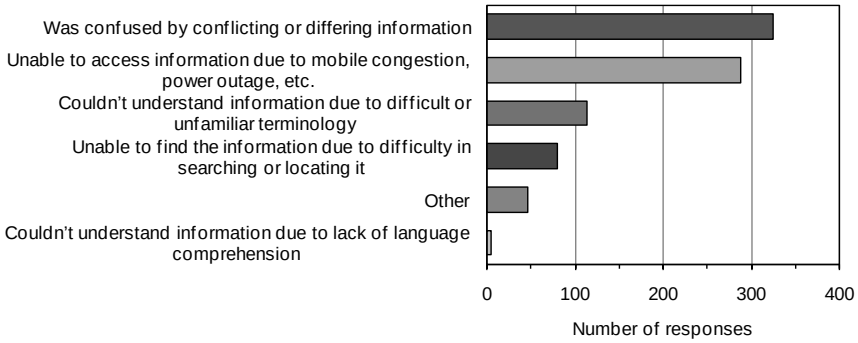


Figure 9: Reasons information was unclear or hard to understand

Figure 10 shows what media and language people turned to in order to clarify problems they had with information. Traditional Japanese internet media was the most-used means, followed by Japanese television. Among non-Japanese language media, traditional English internet media was the highest rated.

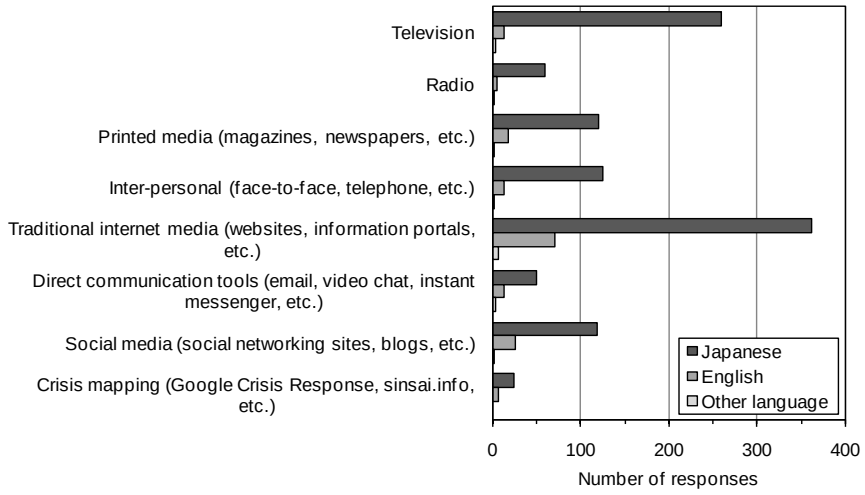


Figure 10: Media and language for clarifying information problems

4.5 Early warning system and rotating blackouts

Figure 11 shows the distribution of respondents who were familiar with the Japanese Earthquake Early Warning System and whether respondents could properly receive information regarding the rotating blackouts. It can be seen that a large majority of Japanese respondents were already familiar with the warning system. Only slightly more than half of the respondents, however, said that they could receive information on the rotating blackouts, with one-third responding that they were unable to receive blackout information. Being unable to access information due to mobile congestion, power outage, etc. was cited as one reason why information was unclear or hard to understand, which may have contributed to difficulties in accessing rotating blackout information.

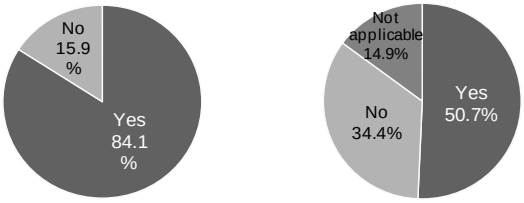


Figure 11: Distributions of whether respondents were familiar with the early warning system before the earthquake (left)
and whether they could receive information on the rotating blackouts (right)

4.6 Post-disaster relocation & usefulness of information

The survey also asked people whether they remained in the Kanto area, relocated to another area of Japan, or left Japan within two weeks after the earthquake. As shown in Figure 12, an overwhelming majority of the survey respondents did not relocate – they remained in the Kanto area. Among the very few number of people who relocated or left, it can be seen in Figure 13 that the number increased from within one day up to within one week, and then decreased again.

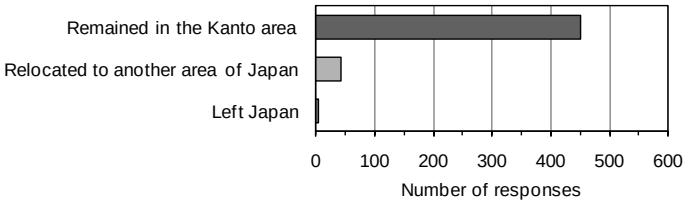


Figure 12: Distribution of whether respondents stayed, relocated, or left

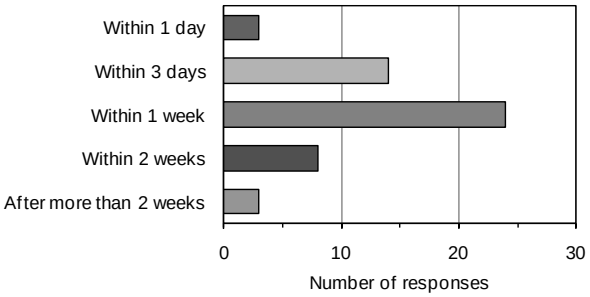


Figure 13: Timing of relocation or leaving

The primary reason people cited for whether they stayed, relocated or left was that it was a personal decision, as shown in Figure 14. This reason by far outranks other reasons such as unable to leave, job obligation, or others. Overall, it appeared that disaster-related information was somewhat useful for people's decision making, as shown in Figure 15. These results, however, are going to require more analysis to look at which reasons corresponded to which actions.

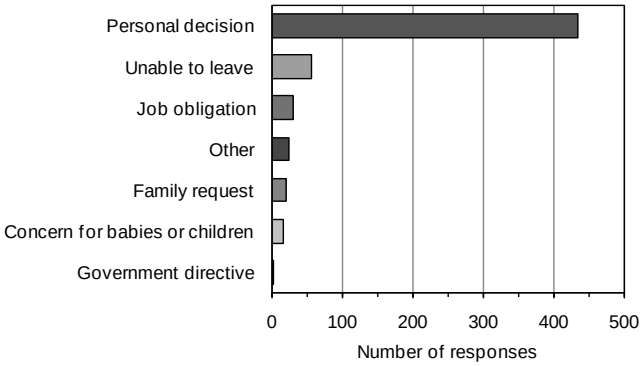


Figure 14: Reasons for staying in Kanto, relocating, or leaving Japan

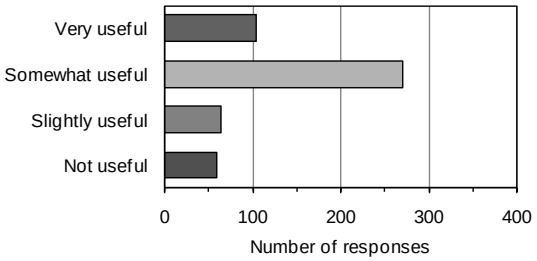


Figure 15: Usefulness of disaster-related information for decision making

5. INITIAL IMPRESSIONS

When considering the information gathering behavior of Japanese respondents, it could be seen that several of the information sources which were among the top five most-trusted sources were also among the top five least-trusted sources. This illustrates one of the difficulties in disseminating disaster information, in that what may be a highly trusted source for one person may be another person's highly distrusted source. Japanese research/academic institutions were the highest trusted source which did not fall within the top five least-trusted sources, indicating that these institutions may be a good, neutral source for disseminating information in the future. To collect their disaster information, Japanese respondents primarily utilized television and traditional internet; as the situation after the disaster was constantly in flux, these media were very useful as they can provide frequent updates with accompanying visual and discussions. The results of this survey, however, may be biased towards people who regularly utilize the internet, as the survey was distributed online.

The importance of and unavailability or difficulty in understanding information was also seen to change over time, which reflects the constantly changing situation as concern shifted from the earthquake to the tsunami and the nuclear situation. These two followed a similar trend, suggesting that as people became more concerned with a certain type of information they wanted to know it in more detail, thus highlighting issues related to finding or understanding that information.

The majority of the Japanese respondents did not relocate or leave Japan, citing personal decision as their reasoning. It is difficult at this level of analysis to clarify what effect disaster information may have had on this decision, if any.

The results and discussion in this paper (part one of two), however, only represent some initial impressions focusing on the Japanese respondents. Part two continues introducing the survey results by focusing on the responses of foreign nationals and comparing them to those of Japanese respondents.

REFERENCES

Boyle, M., Schierbach, M., Armstrong, C.L., Mcleod, D.M., Shah, D.V., Pan, Z., 2004. Information seeking and emotional reactions to the September 11 terrorist attacks. *Journalism and Mass Communication Quarterly* 181, 155-167.

Greenberg, B.S., Hofschire, L., Lachlan, K., 2002. Diffusion, media use and interpersonal communication behaviors. *Communication and terrorism: public and media responses to 9/11*, Hampton Press, Cresskill, 3-16.

Quarantelli, E.L., 1996. The future is not the past repeated: projecting disasters in the 21st century from current trends. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 4(4), 220-240.

Sanchanta, M., 2011. Japanese, foreign media diverge. *The Wall Street Journal*. Available from: http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703512404576209043550725356.html (27 September 2011)

Disaster information gathering behavior after the Tohoku Earthquake Part 2: Results of foreign respondents

Michael HENRY[1], Akiyuki KAWASAKI[2], and Kimiro MEGURO[3]
[1]Project researcher, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan
mwhenry@iis.u-tokyo.ac.jp
[2]Project associate professor, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan
[3]Professor and Director, International Center for Urban Safety Engineering,
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan

ABSTRACT

After the March 11 Tohoku earthquake, people living in Japan were faced with confusing and conflicting messages from differing information sources which created an atmosphere of uncertainty and led many people, particularly foreigners, to relocate to western Japan or leave the country entirely. In order to improve the dissemination of information after future disasters, a survey was conducted to understand how people in the Kanto region – the most populous area of Japan and bordering the Tohoku region – received their disaster-related information and how it affected their decisions in the aftermath of the disaster. This paper focuses specifically on the responses of foreigners, as the Kanto region has the highest number of foreigners in Japan and their response in the aftermath of the earthquake – particularly those who returned to their countries – caused various difficulties for their companies and universities. Responses were received from more than 850 foreigners. This paper presents a summary of their responses, compares it to the response of Japanese nationals, and discusses some initial impressions of the disaster information gathering behavior of foreigners in Japan.

Keywords: Tohoku earthquake, disaster information, foreigners, social media, traditional media

1. INTRODUCTION

As introduced in the preceding paper (part one of two), disaster information is important for providing people with the resources necessary to make informed decisions and take actions. However, after the Tohoku Earthquake there emerged a growing disparity between the information given by domestic Japanese information sources and overseas sources (Sanchanta, 2011). The conflicting information and differing approaches may have contributed greatly to the response of the foreign community in Japan. A large number of foreigners, primarily those located in regions surrounding the Fukushima Daiichi nuclear power plant, relocated to other areas of Japan or left the country entirely. This

perceived mass exodus spawned the term "fly-jin," which is a play on the Japanese word for foreigner, "gaijin."

The difference between domestic sources and overseas sources may be explained by the objectives and target audiences of these sources. Domestic (local) coverage of a disaster is primarily concerned with response and recovery, and in the case of the Tohoku Earthquake and subsequent tsunami and nuclear disaster, Japanese sources were focused on disseminating information to people in Japan for reducing panic; the domestic sources can also help build social connections and provide emotional support (Perez-Lugo, 2004). While foreigners residing in Japan are included in this target audience, information from domestic sources is provided almost exclusively in Japanese language and those foreigners with insufficient language ability are unable to directly receive such information. As a result, they turn to information sources provided in languages which they understand – English or their native language – to gather disaster information and understand the current situation. Unfortunately, however, the target audience of overseas sources is not people residing in Japan, but those people in the region of the overseas sources. Furthermore, the objective of overseas sources is not response and recovery but focused more on mitigation – lessons learned – or the effect of the disaster on other areas. Therefore, foreigners in Japan who were looking for disaster information from overseas sources instead found a perspective which greatly differed from the actual situation around them, which may have been a contributing factor in their post-disaster actions. In addition, foreigners residing in Japan may also have been under pressure to leave Japan from their overseas families, who could only receive information from overseas sources which may not have reflected the actual situation in Japan.

To resolve these problems with differing information, it is assumed that people sought out different sources of information or accessed different forms of media. Online information seeking and social media have been growing as access to the internet becomes more widely available, and literature has found that these tools have been effective for people seeking information (Lu et al., 2007). In particular, social media provides a forum for people to disseminate and discuss disaster issues and information and to connect to one another (Palen, 2008).

Although there may be a variety of reasons for foreigners' post-disaster actions, information-related problems may have played a large role and thus it is important to understand what these problems were and how they were resolved. The objective of this investigation, as explained in part one, is to examine and clarify people's information gathering behavior after the Tohoku Earthquake, to understand the relationship between information and people's actions, and to contribute to improving information dissemination in the future, particularly for reducing miscommunication and misunderstanding for foreign nationals residing in Japan. This paper – part two of two – presents the survey results of foreigners residing in Japan at the time of the earthquake and compares them with the results of the Japanese respondents given in part one.

2. SURVEY METHODOLOGY

The survey focused on the behavior of people living in the Kanto region of Japan. Not only does this region contain Tokyo, the largest metropolitan area in Japan, but it also has the largest concentration of foreigners residing in Japan. Figure 1 shows the number of foreigners residing in Tokyo and the surrounding seven prefectures and the distribution of foreigners in the Kanto region by nationality.

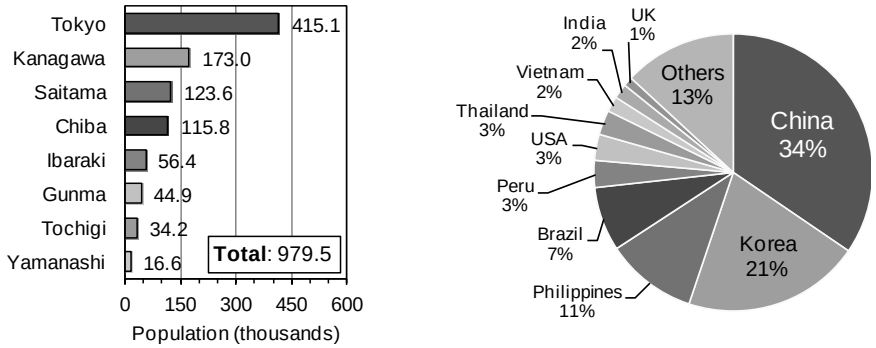


Figure 1: Number of foreigners in Kanto region by prefecture (left) and distribution by nationality (right) as of 2009
Data source: Ministry of Justice, 2009

Data on disaster information gathering behavior were collected using an online survey prepared in nine languages (Japanese, English, Chinese, Korean, Portuguese, Nepalese, French, Thai, Vietnamese). The survey contents and distribution methodology are described in full in the preceding paper (part one).

3. SAMPLE CHARACTERISTICS

The survey received 860 responses from foreigners representing 73 different countries. The distribution of the top ten countries is shown in Figure 2, where it can be seen that respondents from China made up the largest percentage. The remaining 63 countries made up 33% of the total number of respondents.

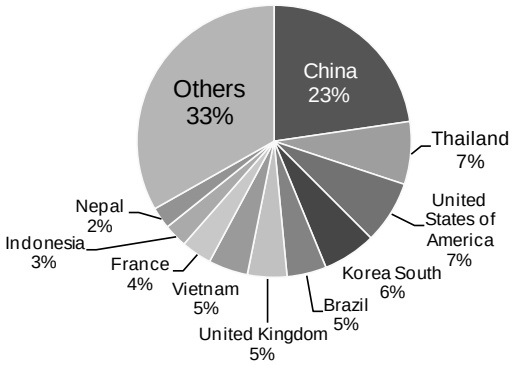


Figure 2: Distribution of respondents by country of origin

The distribution of foreign respondents by their location and occupation is shown in Figure 3. The majority were from Tokyo, followed by Kanagawa and Ibaraki Prefectures. Students made up the majority of the respondents, followed by employees at overseas and Japanese companies and Japanese educational institutions.

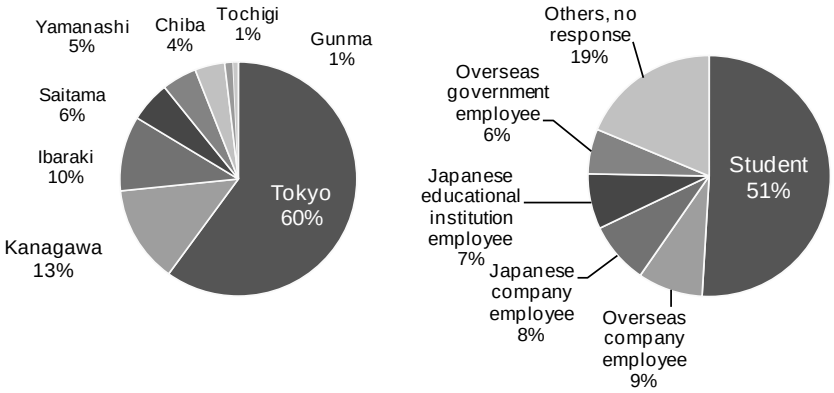


Figure 3: Distribution of respondents by location (left) and top occupations (right)

The age and income distribution of respondents are shown in Figure 4. The most responses were received from people in the 20-29 years old range, with the number of responses decreasing as age increases. The annual income of respondents fell mostly in the less than 1.95 million yen (approx. US$24,900) range. These age and income distributions are understandable in the context of the large number of students which responded to the survey.

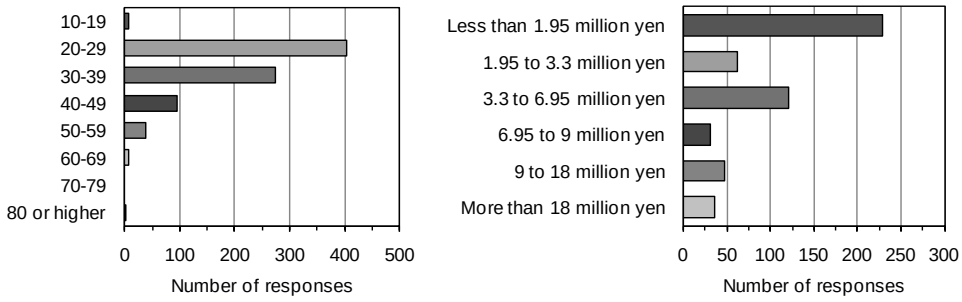


Figure 4: Distribution of respondents by age (left) and annual income (right)
Note: responses may not add up to the total as these responses were voluntary

4. SURVEY RESULTS & DISCUSSION

4.1 Information sources

Figure 5 shows the top five most-trusted information sources for foreign respondents. Japanese news sources were the most-trusted source of information, followed closely by international organizations such as the IAEA, Red Cross, and so forth. Japanese research/academic institutions, the Japanese national government, and overseas news sources rounded out the top five. For both foreigners and Japanese, Japanese news sources were the most-trusted source; in

the case of the Japanese, however, there was a much larger disparity between the top most-trusted sources. Although four of the top five were the same (albeit in a slightly different order) for both Japanese and foreigners, foreigners trusted international organizations very highly whereas Japanese respondents trusted their family, friends, and colleagues very highly.

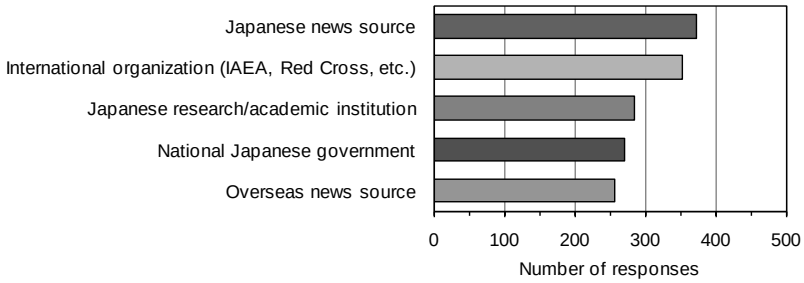


Figure 5: Top five most-trusted information sources

Figure 6 shows the top five least-trusted information sources. TEPCO topped the list, followed by overseas news sources and the national Japanese government. Similar to the case of Japanese respondents, sources which were ranked in the top five most-trusted sources also ranked in the top five least-trusted sources, such as overseas news sources, the national Japanese government, and Japanese news sources. The top five least-trusted information sources were the same for both foreigners and Japanese respondents.

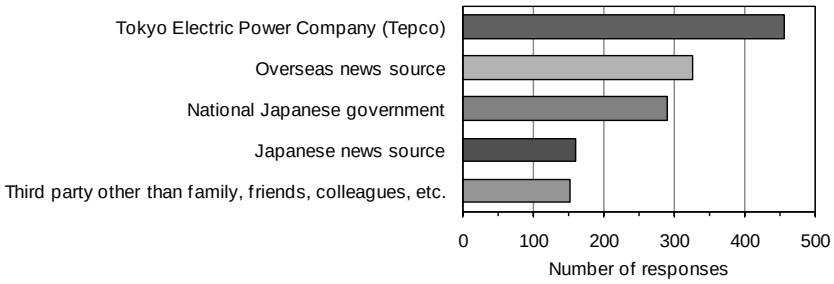


Figure 6: Top five least-trusted information sources

4.2 Media & language for information acquisition

Figure 7 shows the media and language which people used for acquiring disaster information. Japanese television and English traditional internet media were the most-utilized sources, followed by Japanese traditional internet media, English television, English social media, and other language traditional internet media. English-language was utilized more than Japanese or other languages for most types of media except television, radio, and inter-personal. For the case of inter-personal communication, other language was the most-utilized means, which can be understood in the context of the large number of non-native English speakers in the survey sample. While both Japanese and foreign respondents primarily utilized television and traditional internet media, Japanese respondents relied more highly on printed matter compared to foreigners.

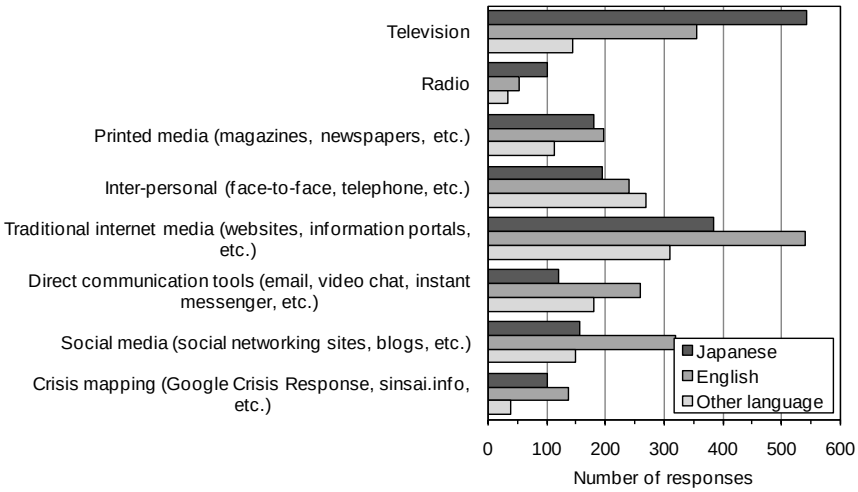


Figure 7: Utilized media and language for disaster information acquisition

Figure 8 shows by what media and language foreigner respondents would prefer to receive disaster information. English traditional internet media is the most-preferred media, followed closely by Japanese and English television. In contrast to Japanese respondents, foreigners had little preference for radio or printed media, understandable as these media are primarily only widely available in Japanese. Except in the case of television, English was the preferred language for acquiring disaster information.

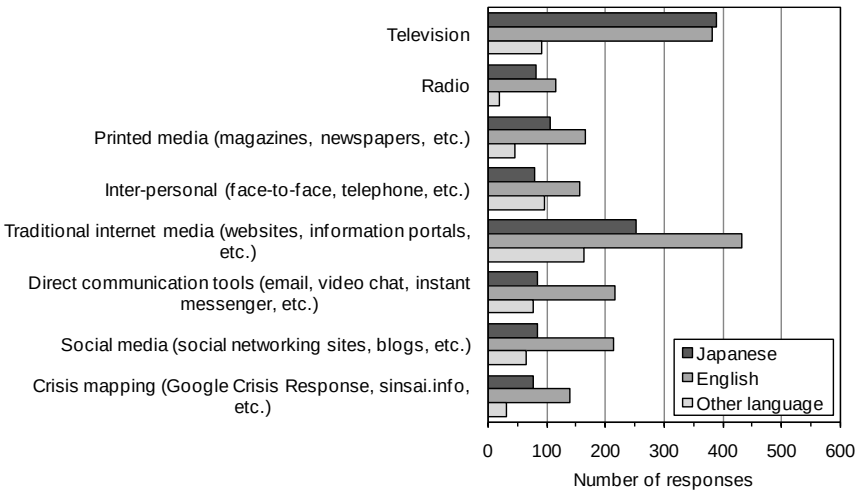


Figure 8: Preferred media and language for disaster information acquisition

4.3 Importance of information

Figure 9 shows the importance of information types for foreigners as it changed over time. On the first day, the safety of family and friends was by far the most important information. Although foreigners were also concerned about the earthquake and tsunami damage and transportation systems, they were much less concerned about these two types of information, relative to their concern about safety of family and friends, than Japanese respondents were. By the first week,

there was a large jump in the importance of information related to radiation level and risk, food and water supply, government response, electricity and other utilities, and school and business continuity. Except for radiation level and risk and government response, this change in importance for foreigners was much different than the change for Japanese nationals, for whom the importance of most information increased only slightly or decreased. By the second week, however, the importance of all the information types had decreased from the first week, with radiation level and risk remaining the most important information type.

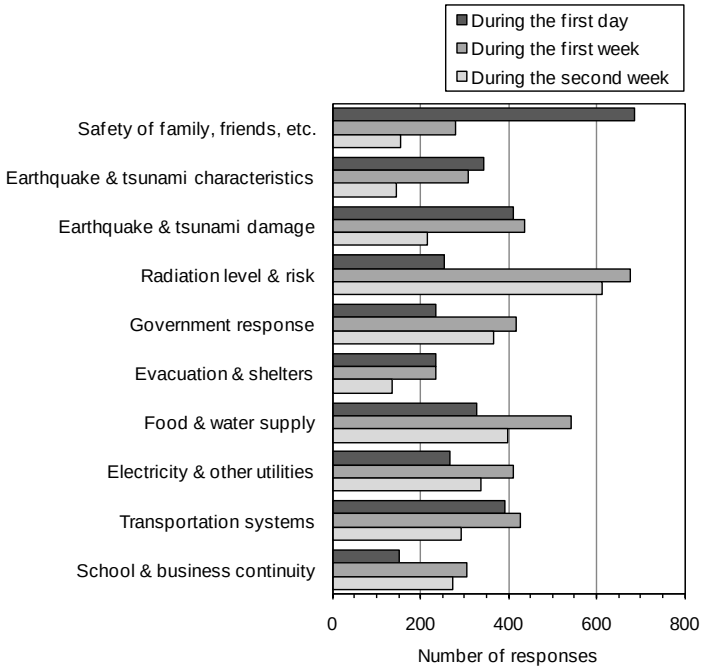


Figure 9: Importance of information types over time

4.4 Problems related to information

Figure 10 shows what information foreigners found to be unavailable, unclear, or hard to understand over the same time period. For the first day, information related to radiation level and risk was the hardest to find or understand, followed by the safety of family and friends and government response. In contrast, Japanese respondents had a harder time finding or understanding information related to transportation systems, perhaps because it had higher importance to Japanese respondents on the first day. By the first week, the difficulty in finding or understanding information related to radiation level and risk, government response, food and water supply, and electricity and other utilities had increased from the first day, following the increase in importance in these types of information over the same time period. From the first to second weeks, the difficulty in finding or understanding information decreased for all information types, similar to the Japanese respondents.

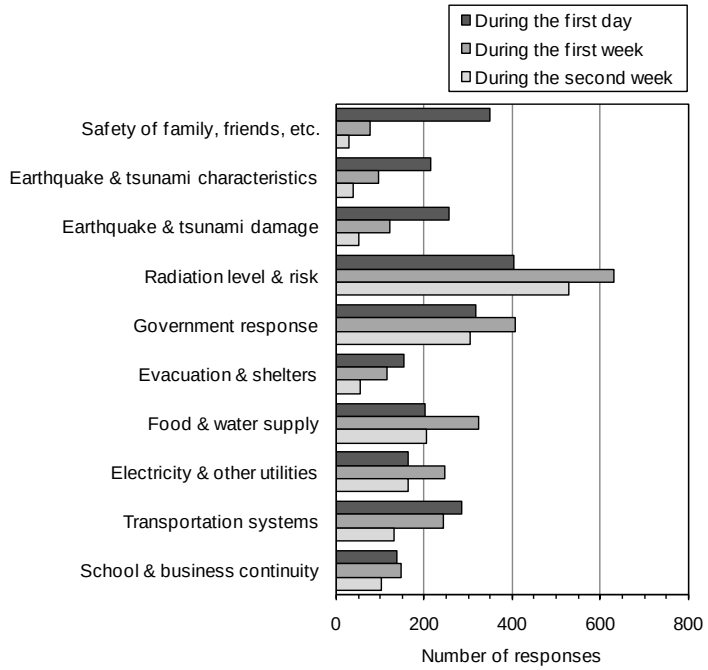


Figure 10: Unavailable, unclear, or hard to understand information over time

Figure 11 shows the reasons why the previously-discussed information was unclear or hard to understand. Similar to the Japanese case, the primary reason was that people were confused by conflicting or differing information, followed by the inability to access information due to mobile congestion, power outage, etc. However, for foreigners the inability to understand information due to a lack of language comprehension was the third-highest reason, whereas this reason was barely observed for Japanese respondents.

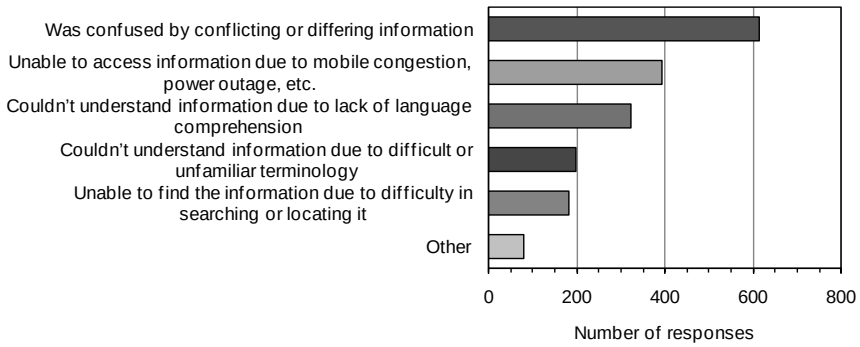


Figure 11: Reasons information was unclear or hard to understand

Figure 12 shows what media and language foreigners turned to in order to clarify problems they had with information. English traditional internet media was the most preferred method, followed by Japanese television, English social media, and Japanese and other language traditional internet media. The media type for foreigners was similar to that of Japanese respondents, but the primary language was generally English except for television. Interpersonal communication in other languages was also highly rated.

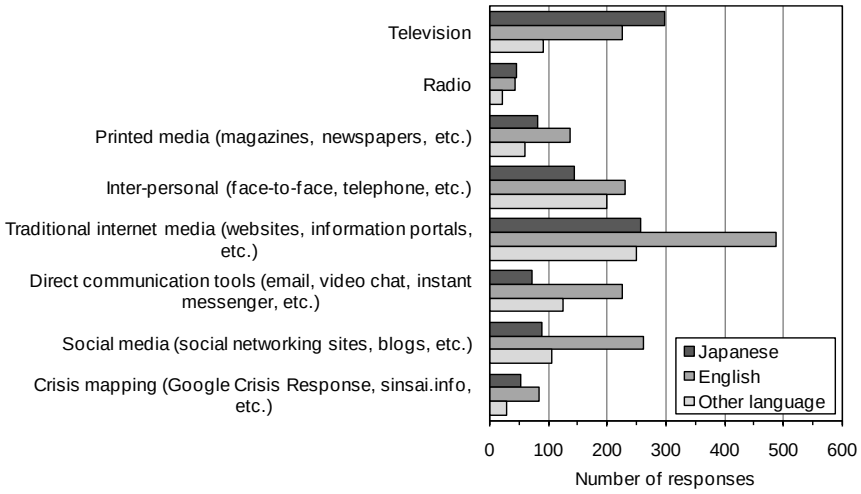


Figure 12: Media and language for clarifying information problems

4.5 Early warning system and rotating blackouts

The distribution of foreigners who were familiar with the Japanese Earthquake Early Warning System and whether respondents could properly receive information on the rotating blackouts is shown in Figure 13. In contrast to the Japanese respondents, slightly more than half of the foreign respondents were unfamiliar with the early warning system. The distribution of whether people could receive blackout information was, however, similar to Japanese respondents.

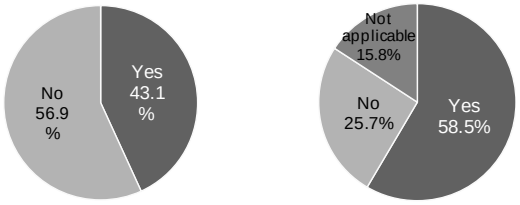


Figure 13: Distributions of whether respondents were familiar with the early warning system before the earthquake (left)
and whether they could receive information on the rotating blackouts (right)

4.6 Post-disaster relocation & usefulness of information

The survey also asked people whether they remained in the Kanto area, relocated to another area of Japan, or left Japan within two weeks after the earthquake. In Figure 14, it can be seen that, among foreigners, most people chose to remain in the Kanto area, but a large number also chose to leave Japan. It can be seen in Figure 15 that, of those who left or relocated, the number increased from within 1 day to within 1 week, then decreased again. Although the number of foreigners who left or relocated was much greater than the number of Japanese in this survey, the timing of leaving or relocating followed a similar pattern.

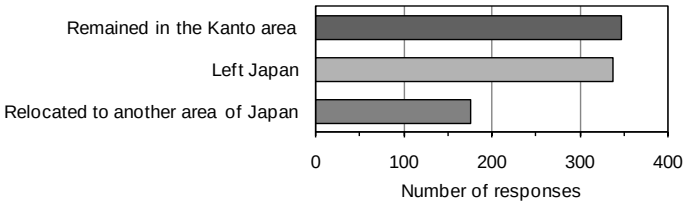


Figure 14: Distribution of whether respondents stayed, relocated, or left

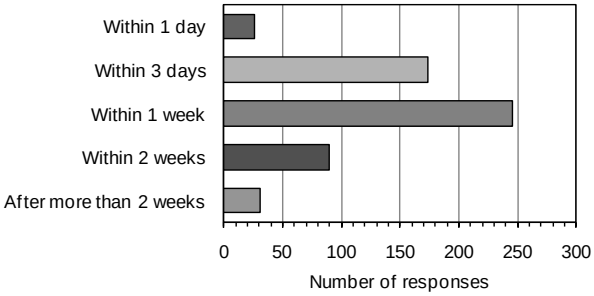


Figure 15: Timing of relocation or leaving

Figure 16 shows that the main reason for whether foreigners stayed, relocated or left was that it was a personal decision. Unlike the case of the Japanese respondents, where personal decision was by far the primary reason, a relatively large number of responses for family request and job obligation were also received. Overall, disaster-related information appeared to be somewhat useful for foreigners as well as Japanese respondents, as shown in Figure 17.

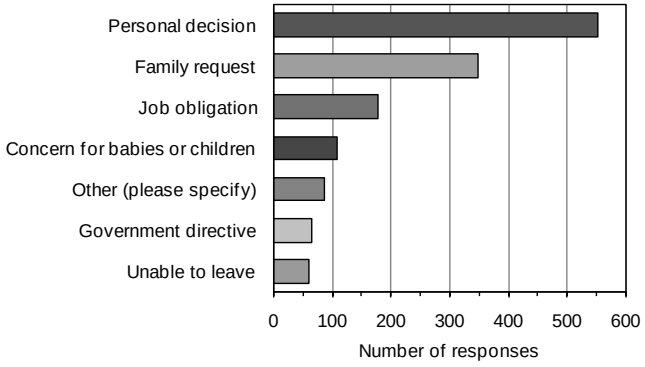


Figure 16: Reasons for staying in Kanto, relocating, or leaving Japan

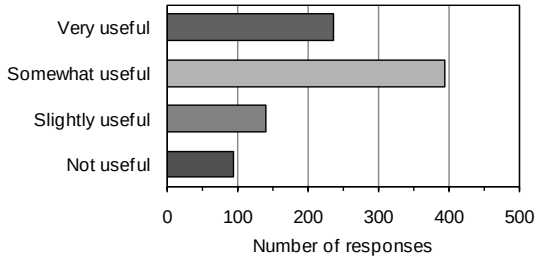


Figure 17: Usefulness of disaster-related information for decision making

5. INITIAL IMPRESSIONS AND FURTHER ANALYSIS

One of the goals of this investigation is to improve the dissemination of disaster-related information after future disasters, particularly considering the needs of foreigners residing in Japan. In order to make recommendations towards such improvement, it is necessary to consider from which sources information should be disseminated and by what media, as well as what information is important and how the importance of that information changes over time.

Similar to the case of the Japanese respondents, several sources which were in the top five most-trusted information sources were also in the top-five least-trusted sources. For foreigners, the most-trusted sources which were not in the top five least-trusted sources were international organizations and Japanese research/academic institutions. Foreigners may have turned to international organizations as these are experienced in providing support for people in various countries around the world, and thus are better at disseminating information for a varied audience. Japanese research/academic institutions were also one of the most-trusted sources for Japanese respondents, suggesting that these institutions may be able to play a strong role in disseminating disaster information targeted not only at Japanese people but also at foreigners as well.

The media foreigners used for gathering information were primarily in English, except for Japanese television and other language for interpersonal communication. Television is useful for disseminating disaster information as it can provide frequent updates with accompanying visuals and discussions, but the majority of domestic television is provided in Japanese only; this may have driven foreigners to internet-based resources or to their friends, family, or colleagues. As English language was preferred for internet-based media, this may be a possible method for improving information dissemination. However, as mentioned in part one, these results may be biased towards people who tend to use the internet regularly, as the survey was distributed online.

Similar to the case of the Japanese respondents, the trends of information importance and the unavailability or difficulty in understanding information were fairly similar over time for foreign respondents. The results verified that conflicting or differing information was the primary reason causing information difficulties, but understanding whether this caused foreigners to relocate or leave Japan will require further analysis. However, compared to the Japanese sample a much larger number of foreigners relocated or left Japan. While the top reason for their action (remaining, relocating, or leaving) was personal decision, the second-highest reason was family request. This possibly supports the theory that overseas families who received information from overseas sources placed pressure on their relatives in Japan to take some action, but these results are going to require deeper analysis to determine which reasons corresponded with which actions.

The next step in analyzing these results will be to more deeply examine the relationship between demographic factors, such as nationality, occupation, age, language ability, and so forth, and the information gathering behavior, as well as

the correlation with post-disaster actions. The results of the deeper analyses should form the basis for the recommendations for improving the dissemination of disaster information.

REFERENCES

Lu, H.Y., Case, D.O., Lustria, M.L.A., Kwon, N., Andrews, J.E., Cavendish, M.A., Floyd, B.R., 2007. Predictors of online information seeking by international students when disaster strikes their countries. *CyberPsychology and Behavior* 10(5), 709-712.

Ministry of Justice, 2009. Statistics of registered foreigners. Available from: http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2008np/index.htm (27 September 2011)

Palen, L., 2008. Online social media in crisis events. *Educause Quarterly* 3, 76-78.

Perez-Lugo, M., 2004. Media uses in disaster situations: a new focus on the impact phase. *Sociological Inquiry* 74(2), 210-225.

Sanchanta, M., 2011. Japanese, foreign media diverge. *The Wall Street Journal*. Available from: http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703512404576209043550725356.html (27 September 2011)

調 査 報 告

3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その1

Part 1 of Activity Reports of 3.11net Tokyo (Researcher's Network for Supporting Recovery Activity from the Great East-Japan Earthquake Disaster)

目 黒 公 郎*・大 原 美 保*・沼 田 宗 純*・近 藤 伸 也*
Kimiro MEGURO, Miho OHARA, Muneyoshi NUMADA and Shinya KONDO

1. は じ め に

2011年3月11日午後14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震は，東北沿岸に未曾有の地震・津波被害をもたらした．これらの被害は，8月25日現在で，死者15,863人，行方不明者4,414人，負傷者5,901人にのぼる[1]．被災された多くの方々に心よりお見舞い申し上げるとともに，犠牲者の方々に対して心より哀悼の意を表する．

1995年の兵庫県南部地震後，東京大学生産技術研究所の有志は「KOBEnet 東京」[2]を立ち上げ，情報収集・発信に関する活動を行った．この活動を踏まえ，今回の東日本大震災後も，東京大学生産技術研究所有志が集まり，研究者による被災地支援ネットワークとして「3.11net 東京」の活動を開始した．このネットワークには，東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS），エネルギー工学連携研究センター（CEE），海中工学国際研究センター，耐震構造学研究グループ（ERS），先進モビリティー研究センター（ITS センター），情報学環総合防災情報研究センター（CIDIR）の有志が参画している．活動の主な目的は，「1．多分野における調査研究活動情報の集約，2．震災と復旧・復興情報の収集と発信」である．本論文では，これらの活動の概要について報告する．

2. 多分野における調査研究活動情報の集約

地震以降，東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）の Bw601 室に専用のスペースを設け，情報共有を目的とした定期連絡会を開催した．定期連絡会の様子を図1に示す．連絡会では，活動メンバーが関わっている学協会の調査研究活動や被災地支援活動に関する情報を共有するとともに，被災地の迅速な復旧・復興のために取り組むべき課題に関する議論を行った．

(1) 関連学協会の活動情報の共有化

一般的に，災害が発生すると実態把握を目的として多数の組織が異なる被災地調査を行うが，調査の重複により，

図1　定期連絡会の様子

被災地に過度の負担を強いることも多い．このような事態を防ぐために，事前に学会間で連携して情報を共有し，不必要な調査を行わないことが重要である．一方，被災地で発生する現象は多様であるため，既存の学術領域に基づいた調査研究だけでは，既存の学術領域の境界領域や新たに出現した社会問題に対しては解決策を提示できない可能性もある．特に，今回の東日本大震災のように未曾有の広域災害に対しては，既存の学術領域に枠組みに基づく活動だけでは，被災地で真に必要とされている学術的貢献が達成されていない可能性がある．よって，3.11net 東京では，「多分野における調査研究活動情報の集約」の一環として，定例会議において活動メンバーが関連学協会の動向に関する情報を持ち寄り，被害調査や被災地の情報に関する情報共有を図った．これらの情報に基づき，諸学会の活動を比較分析した結果は，本論文の続編[3]で報告する．

(2) 現地被害調査写真の共有

活動に参画している有志メンバーは，建築学会，土木学会，地盤工学会，都市計画学会をはじめとする各種学協会に所属しており，これらの学協会による現地被害調査団の一員として現地調査を行うとともに，個人としても現地被害調査を行っている．そこで，これらの現地被害調査で得られた写真，ビデオ，地図等の情報をメンバー間で共有し，被災地の全体像の理解を図った．メンバーおよびメンバーが所属する研究室学生らにより提供された写真は，Google が提供する無料の WEB アルバム（Picasa3.8[4]）上で共有し，共通アカウントにより有志の間で参照できる形式とし

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター

図 2　WEB アルバムの様子

た．GPS データ付きのデータは，マップ表示機能により，地図上にプロットすることができる．図 2 に WEB アルバムの画面を掲載する．8 月末時点で共有されている写真枚数は 15,702 点である．

(3) 震災後に取り組むべき課題に関する議論

本震災は非常に広域であり，被災地で発生している社会的課題も多岐に渡る．震災による被害をきっかけとして発生している社会的課題を把握し，今後起こりうる深刻な現象に対して，可能な限り早期に対応策を考える必要がある．そこで，定期連絡会で活動メンバーが集まった際にワークショップを開催し，東日本大震災の全体像を俯瞰するとともに今後解決すべき課題を抽出するとともに，解決策に関する議論を行った．4 月 20 日は「津波被災地における被害とその社会的影響」に焦点を当てて議論を行い，KJ 法により現地で発生している課題とその連鎖関係を整理した．KJ 法とは，各自の考えをカードに記述し，これらのカードを集めてグループごとにまとめて図解し，グループごとの因果関係などを考察する手法である．この結果，「津波被災地における被害とその社会的影響」に関する約 180 の課題を抽出することができた．4 月 27 日の第 2 回ワークショップでは，これらの課題の解決策を，技術・制度・研究開発などのいくつかの視点から整理した．引き続き，5 月 11 日には「原発危機による社会的影響」と「首都圏における社会的影響」についても同様に KJ 法による課題の抽出を行った．図 3 は，ワークショップでカードを整理している様子である．これらの分析結果は，本論文の続編[5]で報告する．

図 3　ワークショップの様子

3. 震災と復旧・復興情報の収集と発信

(1) 関連資料の収集

「3.11net 東京」ではこの東日本大震災に関連する資料を収集している．このうち紙媒体のものに関しては，東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）の Bw601 室に設けた専用のスペースで展示している（図 4）．

収集している資料は，新聞・雑誌・書籍等である．新聞は日本の全国紙，被災地で発行されている地方紙を継続して収集しているほか（表 1），発災直後に海外で発行されたものの一部を収集している（表 2）．そのほかにも震災に関連する雑誌が 91 冊，書籍が 61 冊ある．これら資料を閲覧される際には関係者にお声がけいただきたい．

(2) 関連情報を集約したウェブページによる情報発信

震災後は，学協会や研究者個人から多数の被害調査報告や研究成果がインターネットを通じて公開された．「3.11net 東京」ではこれら資料の網羅的な集約，関係者の東日本大震災に関連する活動の周知を目的としたウェブページを震

図 4　3.11net 東京資料室

表 1　日本の新聞リスト

全国紙	朝日新聞	
	読売新聞	
	毎日新聞	
	産経新聞	
	日本経済新聞	
地方紙	河北新報	4/1～
	東奥日報	
	福島民報	
	福島民友	
	岩手日報	
	茨城新聞	
	千葉日報	
	下野新聞	

表 2　海外の新聞リスト

The Independent
International Herald Tribune
The Daily Telegraph
The Wall Street Journal
London Evening Standard
The Mail
Financial Times
The Korea Times
The Kyunghyang
世界日報
The Hankyoreh
朝鮮日報
MK

図 5　3.11net 東京ウェブページ

災 5 日後から立ち上げ，情報発信を行っている（図 5）．

このウェブページでは，震災に関連する資料 438 件を「フェーズ」（発生メカニズム，被害評価，緊急対応，復旧，復興…）ごとに，どのような「組織」（ダイガク，研究機関，省庁…）が発表したのかを構造化している．各項目に該当する資料数を表 3 に示す．

表 3　ウェブページに掲載した関連資料数

	大学	研究機関	学会	省庁	自治体	指定公共機関	民間	マスコミ	その他	計
発生メカニズム	12	15	1	2	0	0	0	0	0	30
被害評価	17	14	14	2	0	2	7	0	1	57
緊急対応	2	1	5	3	0	0	2	0	5	18
復旧	13	12	8	24	0	0	7	0	32	96
復興	5	9	10	5	3	0	31	0	19	82
原発問題	5	2	9	4	0	4	6	3	4	37
停電問題	2	1	1	2	0	1	1	0	2	10
過去の災害教訓	0	2	0	15	3	0	0	0	5	25
その他	11	0	2	1	0	0	3	39	27	83
計	67	56	50	58	6	7	57	42	95	438

本ウェブページは今後も継続的に更新する予定である．URL は下記である．

http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp/rnet_edr/index.php

4. 終　わ　り　に

東日本大震災以降，東京大学生産技術研究所の有志が集まり，研究者による被災地支援ネットワーク「3.11net 東京」を立ち上げ，活動を行っている．本論文では，ネットワークの活動目的である「1. 多分野における調査研究活動情報の集約，2. 震災と復旧・復興情報の収集と発信」に関する 8 月末の時点までの具体的な活動成果を報告した．震災から半年が経過し，被災地は復興のさなかにある．本ネットワークは「研究者による被災地支援」を掲げているが，現状までの我々の活動は情報収集と議論が主流であり，被災地で発生している課題解決に向けた研究に着手した段階に過ぎないものが多い．真の意味で，被災地支援に貢献するためには，今後研究成果を蓄積するとともに，研究成果を実社会に生かすための実装活動につなげる必要がある．有志のメンバーと協力しながら，今後も，分野横断的な連携活動に力を入れていきたいと考える．

（2011 年 9 月 16 日受理）

参　考　文　献

1）　消防庁災害対策本部：平成 23 年東北地方太平洋沖地震について（第 137 報），2011.8.25.
2）　東京大学生産技術研究所 INCEDE：KobeNet の歩み．
3）　大原美保・近藤伸也・沼田宗純・目黒公郎：東日本大震災後における関連学会の活動に関する分析　―3.11net 東京（東日本大震災復旧支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 2―，生産研究，2011.
4）　Picasa WEB アルバム：http://picasa.google.com/index.html
5）　大原美保・近藤伸也・沼田宗純・目黒公郎：東日本大震災後における課題の俯瞰　―3.11net 東京（東日本大震災復旧支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 3―，生産研究，2011.

調 査 報 告

東日本大震災後における関連学会の活動に関する分析

—3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 2—

A Study on Activities of Academic Societies after the Great East-Japan Earthquake Disaster
— Part 2 of Activity Reports of 3.11net Tokyo (Researcher's Network for Supporting Recovery Activity from the Great East-Japan Earthquake Disaster) —

大 原 美 保*・近 藤 伸 也*・沼 田 宗 純*・目 黒 公 郎*
Miho OHARA, Shinya KONDO, Muneyoshi NUMADA and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

2011 年 3 月 11 日午後 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震以後，東京大学生産技術研究所の有志が中心となり，被災地の復旧支援のための研究者ネットワークとして「3.11net 東京」を立ち上げ，活動を行っている．活動の主な目的は，「1．多分野における調査研究活動情報の集約，2．震災と復旧・復興情報の収集と発信」であり，活動の全体像については別論文で報告した[1]．一般的に，災害が発生すると，実態把握を目的として多数の組織が異なる被災地調査を行うが，調査の重複により，被災地に過度の負担を強いることも多い．このような事態を防ぐためには，事前に学会間で連携して情報を共有し，不必要な調査を行わないことが重要である．一方，被災地で発生する現象は多様であるため，既存の学術領域に基づいた調査研究だけでは，既存の学術領域の境界領域や新たに出現した社会問題に対しては解決策を提示できない可能性もある．特に，今回の東日本大震災のように未曾有の広域災害に対しては，既存の学術領域に枠組みに基づく活動だけでは，被災地で真に必要とされている学術的貢献が達成されていない可能性がある．よって，3.11net 東京では，「多分野における調査研究活動情報の集約」の一環として，定例会議において活動メンバーが関連学会の動向に関する情報を持ち寄り，被害調査や被災地の情報に関する情報共有を図った．本論文では，その際にメンバー間で共有した情報に基づき，震災後における関連学会の活動を整理・比較し，学会の活動状況や学会間の連携状況を分析した．

2. 分析対象とする学会と分析方法

わが国には，広範囲の学術領域に渡る多数の学会が存在している．国内の日本学術会議協力学術研究団体は，平成 23 年 6 月 30 日時点で 1,871 に及び[2]，これらのリストは日本学術会議のウェブサイトに掲載されている．

東日本大震災以降，日本学術会議は「東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会」を立ち上げた．連絡会の幹事長は濱田政則（早稲田大学教授）であり，幹事会は，日本学術会議土木工学・建築学委員会の構成員および各分野の有識者で構成されている[3]．本研究では，まず，「東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会」に参画している 21 学会を分析対象とした．また，日本学術会議協力学術研究団体に所属する学会のうち，2011 年 8 月末の時点で学会ウェブサイトのトップページに東日本大震災後の活動に関する情報を掲載している学会を抽出し，これらも分析対象とした．この際，トップページに掲載されている情報が，被災地にいる学会員へのお見舞い，義援金の募集や学会費減額のお知らせ，講演会やシンポジウムの開催告知のみである場合は，学会としての活動実態の詳細が把握できないため，対象外とした．これらの学会数は 57 となり，分析対象とする総学会数は表 1 に五十音順に列挙した 78

表 1　東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に所属する 21 学会

組織形態	学会名
公益社団法人	地盤工学会 土木学会 日本コンクリート工学会 日本地震学会 日本水産学会
一般社団法人	こども環境学会 地理情報システム学会 日本機械学会 日本原子力学会 日本地震工学会 廃棄物資源循環学会
社団法人	空気調和・衛生工学会 日本建築学会 日本造園学会 日本都市計画学会 日本水環境学会 農業農村工学会
その他	日本災害情報学会 日本自然災害学会 日本地域経済学会 地域安全学会

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター

表2　東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に所属しない58学会

組織形態	学会名
公益社団法人	化学工学会 計測自動制御学会 日本産科婦人科学会 日本心理学会 日本地下水学会 日本放射線技術学会
一般社団法人	集団災害医学会 日本応用地質学会 日本周産期・新生児医学会 日本助産学会 日本心理臨床学会 日本地球惑星科学連合 日本地質学会 日本福祉のまちづくり学会 日本放射線腫瘍学会 日本リスク研究学会 日本ロボット学会 物理探査学会
社団法人	日本医学放射線学会 日本救急医学会 日本工学会 日本小児科学会 日本地理学会 日本透析医学会 日本糖尿病学会 日本内科学会 日本泌尿器科学会 日本分析化学会 日本リハビリテーション医学会 日本リモートセンシング学会
特定非営利活動法人	日本心療内科学会 日本法医学会
その他	地域漁業学会 東北地理学会 日本医学会 日本海洋学会 日本環境学会 日本グループダイナミックス学会 日本災害看護学会 日本災害復興学会 日本社会情報学会 日本社会心理学会 日本小児看護学会 日本精神衛生学会 日本精神保健看護学会 日本精神保健社会学会 日本地球化学会 日本都市社会学会 日本トラウマティック・ストレス学会 日本認知療法学会 日本農作業学会 日本福祉文化学会 日本放射線安全管理学会 日本放射線影響学会 日本慢性看護学会 日本未熟児新生児学会 日本予防医学リスクマネージメント学会 農村計画学会

となった．

各学会に所属する3.11net東京の活動メンバーからの情報提供や，学会ウェブサイトに掲載されている情報に基づき，東日本大震災後のこれらの学会の活動をレビューし，①学会における震災対応のための体制整備，②学会間の連携状況，③被災地の復旧・復興への提言活動，③被災地での調査活動，④相談への対応や専門家の派遣，という4つの視点から，活動状況を分析した．表5に，これらの分析結果の一覧を示し，以下の章で詳細を説明する．

3. 学会における震災対応のための体制整備

地震後，79学会中，45の学会で震災対応のための何らかの特別組織を立ち上げ，被災地の復旧・復興に対する活動を行っている．東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に所属していない学会でも，特別組織を立ち上げた活動が行われており，これらの学会も含めた連絡会の拡張が必要であると考えられた．地盤工学会，土木学会，日本建築学会，農業農村工学会，日本地球惑星科学連合，農村計画学会では災害調査に関するガイドラインを発表し，調査に関する情報共有や被災地への配慮を呼びかけた．電気学会，情報処理学会および経済・財政関係の学会に関しては，学会HP上に活動に関する情報が掲載されておらず，活動状況を把握できなかった．以下に，各学会での特筆すべき活動について記す．

①地盤工学会

地震直後に学会としての災害対策本部を設置した後，「2011年会長特別委員会」も設置し，各県の災害連絡会議委員と調整しながら主に関東周辺での初動調査，第一次調査，第二次調査を行った．調査に際しては，「2011年東北地方太平洋沖地震災害調査ガイドライン」を制定し，会員に対して，調査団の申請，情報共有，被災地への配慮を呼びかけた．また，国土交通省関東地方整備局から「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明業務」を受託し，1都6県の96市区町村についての調査を行った．

②土木学会

震災直後に緊急対策本部の設置した後，12日には東日本大震災特別委員会も設置し，地盤工学会，都市計画学会と協働して第一次調査団を派遣した．4月14日は，「震災調査ガイドライン」を発表し，調査団の登録，情報共有，被災地への配慮，当面の間の自治体へのアプローチの遠慮を呼びかけた．登録された調査団は，8月22日現在で62に上る．学会としての第二次調査団（地域基盤再建総合調査団）は都市計画学会と協同で組織化され4月29日から派遣された．第三次調査団は電気学会と協同で「ICTを活用した耐災（防災・減災）施策」をテーマに調査し，7月13日に緊急提言も発表した．4月18日付けの記者発表によれば，安全特定テーマ委員会，津波特定テーマ委員会，

地域基盤再構築特定テーマ委員会，復興施工技術特定テーマ委員会，液状化特定テーマ委員会，土木専門家情報センターを新設する予定である．

④日本地震学会

災害調査委員会が情報をまとめて発信している．海底地震観測・陸上地震観測の調査や震源域の地殻構造調査に多くの学会員が参加しているが，学会としての調査団は組織していない．

⑤日本水産学会

水産政策委員会が中心となり，復興に向けた水産学会の行動計画（A4 判･4 頁）[4] を作成し，4 月 11 日に発表した．行動計画では，「漁業・養殖業の復興に役立つ技術的研究，安全で災害に強い沿岸漁業社会の構築のための計画策定への協力などの計画」を掲げている．また，学会の災害復興支援拠点を東北大学農学部に設置した．

⑥こども環境学会

東日本大震災支援特別委員会を立ち上げ，4/28 に「東日本大震災支援にかかる行動計画―こどもの参画によるこどもにやさしい“まち”の再生を目指して―」（A4 判･4 頁）[5] を発表し，プレイリーダーや臨床心理士などの専門家の派遣などの緊急的対応計画を掲げている．また，こどもが元気に育つまちづくりのための国際提案競技を開催市，8 月末に結果を発表した．

⑦地理情報システム学会

震災前から設置されている防災 GIS 分科会が，地理情報システムを用いた復旧・復興支援活動を行っている．活動内容は，被災市町村での罹災証明書発行などの行政業務支援，意思決定に必要となる主題地図作成のための支援（内閣府内で行われている EMT 活動の支援）であり，土木学会土木計画学委員会地域防災システム研究小委員会と連携した経済被害調査データの公開支援も行っている．

⑧日本機械学会

東日本大震災調査・提言分科会を設置し，「機械設備等の被害状況と耐震対策技術の有効性，力学体系に基づく津波被害のメカニズム理解，被災地で活動できるロボットの課題整理，被災地周辺の交通・物流の分析，エネルギーインフラの諸問題，原発関連の維持規格と事故状況との関係，地震．原発事故等に対する危機管理」という 7 項目について調査・提言活動を行っている．

⑨日本原子力学会

福島第一原子力発電所における事故を受けて，「原子力安全」調査専門委員会を立ち上げ，この委員会下に技術分析分科会，放射線影響分科会，クリーンアップ分科会を設置した．新潟中越沖地震以降，「原子力発電所の地震安全特別専門委員会」を設置し，地震工学会および機械学会との連携で検討を進めてきた．今回の津波災害に関する検討を含めた上で，最終まとめを行う予定である．

⑩日本地震工学会

地震直後に，東北地方太平洋沖地震対応委員会の設置し，津波災害の軽減方策に関する研究委員会から調査団を派遣した．

⑪空気調和・衛生工学会

3 月 16 日に東日本大地震調査支援本部を設置し，広報・情報発信部会，調査部会，復興支援部会，節電支援部会という 4 つの部会を設置した．

⑫日本建築学会

地震後に「東北地方太平洋沖地震調査復興支援本部」および災害委員会を中核とする「災害情報収集支援室」を設置した．3 月 30 日に，東北地方太平洋沖地震災害調査ガイドラインを制定し，調査団の登録，情報共有，被災地への配慮を呼びかけた．当初，「各自治体へのアプローチは原則遠慮」していたが，4 月 25 日にガイドラインを改定し，緩和措置を行った．5 月 23 日には，東日本大震災に対する行動計画を策定し，学術調査の実施や復興計画への支援などの計画を発表した．学会としては，被災地域に東北支部，関東支部，北陸支部，東海支部の調査団を派遣し，被害調査を行った．シェル空間構造運営委員会では大規模集客施設の天井落下被害調査を行った．学会 HP に，災害・復旧復興情報アーカイブを開設し，会員からの情報を集約している．また，日本建築学会まちづくり支援建築会議が主催する「まちづくり展（4/12-22）」において，復興に関する提案募集を行った．

⑭日本都市計画学会

3 月 14 日に防災・復興問題研究特別委員会設置（活動期間 3 年）し，復興まちづくり，都市防災，社会システム再編という 3 つの部会での検討を行っている．土木学会，地盤工学会と共同で第一次総合調査団を派遣した後，土木学会と共同で第二次調査団（地域基盤再建総合調査団）を派遣した．特別委員会では復興計画の基本方針への提言を予定しており，学会員からも提言を募集している．

⑮日本水環境学会

4 月 7 日に，に東日本大震災への対応検討タスクチームを発足し，震災に関連した衛生管理や湿地・沿岸域に関する分科会を発足させた．

⑯農業農村工学会

災害対応特別委員会を設置し，3 月 15 日に活動方針を発表した．地域別に特別調査団を派遣し，農地の塩害などを調査した．また，3 月末に東日本大震災調査ガイドラインを制定し，調査の届け出，情報共有，被災地への配慮を呼びかけた．

⑰廃棄物資源循環学会

3 月 18 日に災害廃棄物対策・復興タスクチームを発足させ，現地調査を行った．4 月 4 日に「災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル ver.1」を提示し，その後随時改定している．

⑱日本災害情報学会

学会の震災対応特別組織は設置していない．避難や災害情報に関する調査団として，被災沿岸部自治体調査研究グループ，広域避難・広域支援調査研究グループの2つを設置した．また，学会員が行う調査活動の情報を集約している．

㉑地域安全学会

3月26日に，東北地方太平洋沖地震災害特別委員会を設置した．5月初旬に，仙台市宮城野区の建物被害認定作業の支援活動を行った．

㉕日本心理学会

東日本大震災復興支援特別委員会を発足し，被災者に対する心理的・社会的ケア等の実践活動や研究を行うグループに対して，1件50～200万円の助成を行った．

㉝日本地球惑星科学連合

地球惑星科学に関連する学協会を束ねる窓口組織として2005年に発足した．地震直後には「学術調査実施時期のガイドライン」を発表し，被災地の救命活動を優先するよう呼びかけた．震災の特別組織は立ち上げず，既存の環境・災害対応委員会が対応している．

㉟日本福祉のまちづくり学会

震災復興支援調査委員会を発足させ，障害者・高齢者を含む市民への仮設住宅等の支援状況について調査を行った．

㊷日本心療内科学会

災害支援プロジェクト委員会を立ち上げた．この委員会は，募金委員会，被災地医療支援委員会，震災広報委員会からなり，3月末時点に医師派遣，データ収集，学会員を対象とした専門家による災害時ケア講習などの方針を掲げている．

㊸日本法医学会

災害時死体検案支援対策本部を立ち上げ，警察庁及び現地県警本部の要望を元に，災害時検案支援チームを派遣し，検案・身元確認活動を行った．これらの活動は日本法医学会による「大規模災害・事故時の支援体制に関する提言」（平成9年6月）に基づいて行い，支援本部は7月11日に閉鎖した．

㊻日本医学会

日本医学会では，110の分科会の震災対応についてWEBサイト上で情報提供している．

㊾農村計画学会

震災復興特別委員会を設置した．災害復興に関する調査ガイドラインを制定し，調査の登録，情報共有，被災地への配慮を呼びかけた．現地調査への補助金も支給している．

4. 各学会間の連携状況

震災後，学会が連携し，様々な共同声明を発表した．しかし，8月末の時点では，共同声明で挙げた提案を実行するために学会が連携して行った具体的な活動例があまり見られず，今後の連携活動が期待される．以下にこれらの共同声明の詳細について記す．

(1) 学会が連携した共同声明

3月23日に，土木学会，地盤工学会，日本都市計画学会長は共同緊急声明[6]を発表し，震災の調査分析および今までの対策の再評価，復旧活動への提言の必要性を訴えた．

3月31日には，空気調和・衛生工学会，地盤工学会，土木学会，日本建築学会，日本コンクリート工学会，日本造園学会，日本都市計画から内閣総理大臣･国土交通大臣，内閣府特命担当大臣（防災），内閣官房副長官宛てに，「東北地方太平洋沖地震後の国土地域復興に関する関連学協会会長共同アピール」[7]が出された．学協会が協調・連携して被災地への多様な支援に取り組むことを宣言するとともに，国が地域復興全体の調査・計画立案・事業運営を集約する組織（広域協働復興組織）を確立するように提唱した．

4月4日に，日本ロボット学会，日本機械学会，計測自動制御学会等の5学協会から，「東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害に対する日本のロボット技術の適用に関する声明」[8]が出された．

4月26日は，前述の7学会会長共同アピールの内容を具体的に進めることを目指して，再度「東日本大震災　国土・地域復興に関する7学会会長共同提言」[9]が出された．共同宣言は5項目からなり，「広範な調査・情報整理の実施，ハード施策とソフト施策を組み合わせた総合的な視点での復興計画の立案・実現，地域に根差した復興，関連専門家を一定期間現地に派遣できる枠組み，今後の防災対策や地域づくりの先進モデルとなる復興」について言及している．

4月27日には，科学に関わる34学会の会長声明「日本は科学の歩みを止めない　～学会は学生・若手と共に希望ある日本の未来を築く～」[10]が出され，学生・若手研究者への徹底的支援や，大学施設の早期復旧復興支援，国内外への情報発信の方針は発表された．

5月16日には，「東日本大震災からの復興に向けて建築関連団体災害対策連絡会共同アピール」[11]が出された．

6月30日には，（社）日本地球惑星科学連合を中心とする地球惑星科学関連学協会共同声明として「自然災害に向き合う強い日本社会の復興のために」[12]が発表され，長期的地震発生評価や緊急警報システムに関する見解を示した．

(2) 東日本大震災総合対応学協会連絡会の発表

震災後，21学会により設立された東日本大震災総合対応学協会連絡会では，各学会の取り組みについての情報共有が行われている．5月27日には，東日本大震災総合対応学協会連絡会から「巨大地震と大津波から国民の生命と国土を護るための基本方針」[13]が出された．基本方針とは，「2011年東北地方太平洋沖地震が引き起こしたような極め

表 3　学会連携・震災対応プロジェクト参加状況

学会連携・震災対応プロジェクト参加学会
温泉学会，環境経済・政策学会，環境技術学会，企業と社会フォーラム（JFBS），経営行動研究学会，公共選択学会，公益事業学会，国際アジア共同体学会，国際公共経済学会，コンテンツ学会，資産評価政策学会，社会経済・システム学会，情報通信学会，政策情報学会，政治社会学会（ASPOS），多摩ニュータウン学会，都市住宅学会，日本 NPO 学会，日本観光研究学会，日本環境共生学会，日本計画行政学会，日本経済政策学会，日本公益学会，日本公共政策学会，日本災害復興学会，日本財政学会，日本シミュレーション＆ゲーミング学会，日本地域学会，日本地方財政学会，日本不動産学会，日本水環境学会，日本リスク研究学会，農村計画学会，法と経済学会，水資源・環境学会

て稀な大津波および地震動に対しても，国民の生命と財産に重大な影響を与えることなく，国土・環境・国民生活を護り，社会・経済・文化活動の著しい停滞を防ぐこと」である．連絡会では，学会間での情報共有のための「情報共有・連携システム」を立ち上げる予定である．

(3) 学会間の連携状況

3 月 18 日に，日本地震工学会，土木学会，日本建築学会，地盤工学会，日本機械学会の 5 学会が，「東北地方太平洋沖地震被害調査連絡会」を立ち上げた．

3 月 24 日には，日本建築学会，日本都市計画学会，日本建築士会連合会，日本建築士事務所協会連合会，日本建築家協会，日本建設業連合会，日本建築構造技術者協会，建築設備技術者協会，日本都市計画家協会により，建築関連団体災害対策連絡会が設立され，5 月 16 日は報告会も開催した．

6 月 5 日には，学会連携・震災対応プロジェクト第 1 回会合が開催された．本プロジェクトには，表 3 に示す 35 学会が参加している．これらのうち，下線をつけた学会以外は，8 月末時点で HP 上には 2 章に記した定義による震災関係情報が掲載されておらず，学会としての取り組みの詳細が把握できなかった．

5. 震災後の学会による提言活動

79 学会中，18 の学会から，被災地の復旧・復興活動に対する提言が発表されている．これらの提言は下記に列挙する通りである．筆者らは，以前に，阪神・淡路大震災後の学会からの提言をレビューし，提言のあり方についての検討を行った[14]．今回も提言もレビューした結果，提言先が明確でなかったり，提言に掲げている提案を実行する組織がどこなのかがわからない提言が多いことがわかった．また，共同声明に基づいて協力して活動した事例や，類似の学会で協同して提言を作成した事例は少ない．今後，提言に基づいて各学会がどのような活動を行うかを追跡調査する必要がある．なお，地理情報システム学会，災害情報学会，社会心理学会からは，学会員からの提言がリンクされているが，学会総体としての提言ではないので，除外する．

表 4　日本学術会議からの提言

日付	提言	経緯
3.25	第一次緊急提言	第 3 部拡大役員会から
4.4	第二次緊急提言「福島第一原子力発電所事故後の放射線量調査の必要性について」	
4.5	第三次緊急提言「東日本大震災被災者支援・被災地域復興のために」	第一部会から
4.5	第四次緊急提言「震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言」	環境学委員会，土木工学・建築学委員会から
4.13	第五次緊急提言「福島第一原子力発電所事故対策等へのロボット技術の活用について」	
4.15	第六次緊急提言「救済・支援・復興に男女共同参画の視点を」	人間の安全保障とジェンダー委員会等から
8.3	第七次緊急提言「広範囲にわたる放射性物質の挙動の科学的調査と解明について」	総合工学委員会・原子力事故対応分科会から
6.3	提言「東日本大震災被災地域の復興に向けて―復興の目標と 7 つの原則―」	被災地域の復興グランド・デザイン分科会から
6.24	提言「日本の未来のエネルギー政策の選択に向けて―電力供給源に係る 6 つのシナリオ―」	エネルギー政策の選択肢分科会から

(1) 日本学術会議の提言活動

日本学術会議では東日本大震災対策員会の他，放射線の健康への影響と防護分科会，エネルギー政策の選択肢分科会，被災地域の復興グランド・デザイン分科会という 3 つの分科会を設置した．8 月末の時点で，3 月 25 日の第一次緊急提言以降，表 4 に示す 7 つの緊急提言[15]と，分科会からの 2 つの提言[14]を発表した．詳細は表の通りである．

(2) 各学会の提言活動

①地盤工学会

8 月 8 日に，地盤工学会から「地震時における地盤災害の課題と対策　2011 年東日本大震災の教訓と提言（第一次）」（A4 判・60 頁）[16]が刊行された．最終的な提言は 2012 年 3 月に刊行予定である．

②土木学会

土木学会・電気学会は協同で第三次調査団（ICT を活用した耐災施策に関する総合調査団）を派遣した後，7 月 13 日に「耐災（減災・防災）のための情報通信技術活用のあり方，制度設計，技術開発等についての緊急提言（A4 版・

68頁）」[17]を発表した．しかし，電気学会のホームページには，震災の特集ページがなく，本提言もリンクされていないため，電気学会会員との情報共有があまり行われていない．

また，復興創意形成特定テーマ委員会による「復興まちづくり創意形成ガイドライン」（A4版・44頁）や，建設マネジメント特定テーマ委員会による「東日本大震災の復旧・復興に向けたPFI/PPPの活用に関する提言」（A4判・2頁）も発表されている．学会としての提言ではなく，調査団や委員会からの提言が複数出されており，学会としての提言の全体像がわかりにくい．

⑨日本原子力学会

「原子力安全」調査専門委員会技術分析分科会で事故対応について12項目に分けて分析し，教訓と対策例を提言（A4判15頁）[18]としてまとめた．対策としては，1年程度の短期に行うべき例と2，3年をかけてじっくり改革すべき中期対策例が掲載されている．

⑪空気調和・衛生工学会

学会の社会貢献の一環として，「震災被害者，支援者への生活助言（暫定版）」[19]を学会HPに掲載し，断水時の衛生に関する注意などの注意喚起を行った．

⑮日本水環境学会

日本学術会議東日本大震災対策委員会から4月5日に発表された「震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言」（A4判・1頁）[14]に参加しているが，学会独自の提言は出していない．

⑯農業農村工学会

7月25日に農業農村工学会 研究委員会震災復興農村計画小委員会による「東日本大震災 復興農村計画への提言（第一次）」（A4判・23頁）[20]を発表した．

⑰廃棄物資源循環学会

日本学術会議東日本大震災対策委員会から4月5日に発表された「震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言」東日本大震災復興農村計画への提言に参加した．環境省からの委託により5月18日に「津波堆積物適正処理手法検討会」を設置し，7月5日に津波堆積物処理指針（案）（A4版・49頁）[21]を発表した．

㉒化学工学会

4月13日に「震災に伴う東日本エネルギー危機に関する緊急提言」（A4版・12頁）[22]を発表し，電力需要の削減の方法についての提言を行った．

㉚日本周産期・新生児医学会・㊼日本未熟児新生児学会

日本未熟児新生児学会・日本周産期・新生児医学会は，日本小児科学会と「乳児の放射性ヨウ素が測定された水道水摂取」に関する共同見解（A4版・1頁）[23]を発表した．また，母乳中の放射線物質の影響に関する共同見解も発表した．

㉙日本応用地質学会

6月17日に，廃棄物処分における地質環境調査・解析手法に関する研究小委員会から，「災害廃棄物の仮置き場に関する留意点―設置から，維持管理，閉鎖まで―第1版」（A4版横・48頁）[24]を発表した．

㉞日本地質学会

4月2日に学会長から「東日本大震災に関する地質学からの提言」（A4版・2頁）が出された．5月21日には，震災対策作業部会により，東北地方太平洋沖地震について地質学的に総括し，今後の防災・減災に向けて何をすべきかを述べた提言（A4版・7頁）[25]を発表した．提言内に掲げた「災害対応への地質専門家の積極的な参画」を実現するため，学会からの事業プラン（1件上限30万円）を募集した．

㊷日本工学会

5月6日，日本工学会は管直人内閣総理大臣宛てに「提言：東日本大震災と福島原発事故からの日本新生に向けて」（A4版・1頁）[26]を提出した．

㊹地域漁業学会

4月18日に，緊急提言「東日本大震災からの復興をめざして」（A4版・6頁）[27]を発表し，被災・事故地域の水産業および漁村社会の復旧・復興に向けた15項目の提案を行った．

㊼日本海洋学会

7月25日に，震災対応ワーキンググループによる「福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について（提言）」（A4版・2頁）[28]を発表した．

㊽日本環境学会

6月11日に，「東京電力福島第1原発事故による放射能汚染問題への緊急提言」（A4版・2頁）[29]を発表した．

㊶日本災害復興学会

学会の法制度部会は，「東日本大震災における復興のあり方についての提言―復興に向けての17原則の提示[30]を作成した．また，復興に関する1,049文字の提言を募集し，HPに掲載している．

㊾日本都市社会学会

日本学術会議による緊急意見募集に応じ，4月8日付けで「東日本大震災とそこからの復興に向けての緊急意見・要望」（A4版・1頁）[31]を提出した．

㊹日本放射線安全管理学会

ヨウ素対策アドホック委員会を発足させ，放射能の分布状況や野菜，土壌の除去方法などについて検討している．土壌分析班は，「個人住宅を対象としたホットスポット発見／除洗マニュアル」A4版・19頁）[32]をまとめた．

6. 相談への対応や専門家の派遣

79学会中，31の学会で，相談や専門家派遣に関する何らかの活動が見られた．10学会で専門家を派遣しており，

5 学会では相談窓口を設立している．その他，12 学会は HP 上に Q&A を掲載している．なお，ここでは，質問への回答に基づく Q&A 以外の，HP 上での全般的な情報発信はカウントしていない．

①地盤工学会

学会員による「プロフェッショナルボランティア登録窓口」を設置するとともに，国および自治体からの技術支援の申込みを受け付け，調査や復旧支援情報の提供のための橋渡しを行った．

②土木学会

震災前からある学会員内外での情報交換サイト：http://jsce.jp/eq/ に震災特設サイトを設置し，震災調査に関する情報提供や意見交換を行った．

④日本地震学会

学会 HP における東北地方太平洋地震に関する質問回答と FAQ の公開，記者懇談会での東北地方太平洋地震の解説を行った．

⑧日本原子力学会

学会 HP で福島第一原子力発電所における事故に関する事象の解説を行い，放射線に関わる専門用語，放射性物質の影響などに関する国内外への情報提供，質問への回答を行っている．異常事象解説チーム（チーム 110）を昨年 3 月に立ち上げ，色々な分野の専門家を集約して，マスコミや自治体関係者に対応している．

⑯農業農村工学会

3 月 15 日付けの活動方針によれば，東北支部を中心として工種別に災害復旧・復興技術相談窓口を設置する予定であるが，8 月末現在で HP には掲載されていない．同様に，HP に技術相談窓口を設置し，主な技術課題と対応策について情報共有を図る予定である．

⑱廃棄物資源循環学会

相談窓口は設置していないが，岩手県からの依頼を受け，塩分を含む災害廃棄物処理に関する検討も行い，8 月 2 日に報告を発表した．

㉓計測自動制御学会

東日本大震災対応策定タスクフォースを設置し，計測，制御等の技術について，「東日本大震災技術相談窓口」を開設し，技術相談用紙の郵送，メールでの連絡を受け付けている．

㉘集団災害医学会

被災県に学会評議員を医療アドバイザーとして派遣し，各県庁医療対策課または災害対策本部の地元医師に協力する活動を行った．

㊱日本放射線腫瘍学会

放射線治療に係る諸問題に対して全国レベルで支援するため，被災または輪番停電等により放射線治療の遂行に支障がある医療機関および他施設へ支援が可能な医療機関・医療者のデータ登録を呼びかけた．

㊶日本救急医学会

原子力災害現地対策本部長からの要請に基づき，学会内に立ち上げた福島原発事故緊急ワーキンググループが中心となって，現地対策本部および J ビレッジへの医師派遣を行った．

㊺日本糖尿病学会

震災で主治医と連絡が取れなくなった糖尿病患者向けに，岩手，宮城，福島，茨城の各県と学会本部および各インスリンメーカーに，インスリン入手法等に関する相談窓口を設置し，HP 上に掲載した．

㊿日本リハビリテーション医学会

日本理学療法士協会などの 10 団体と共同でリハビリテーション支援組織を組織し，ボランティアの登録，被災地からのチーム派遣要請を受け付け，1 年間を目標とした支援活動を行っている．

(65)日本精神衛生学会

日本臨床心理士会，日本電話相談学会等と協力し，6 月末まで被災者向けの心の電話相談を実施し，3,000 本を超える相談を受けた．7 月からは，現地での支援活動の従事者を対象とする「東日本大震災支援者ホットライン」を開設し，被災者にどう向き合うかなどの相談を行っている．

(68)日本地球化学会

学会員から，放射能強度の測定および放射性核種の同定・定量が行えるボランティアを募集した．ボランティアにより，福島県の土壌調査も行った．

(76)日本慢性看護学会

被災地域の慢性疾患患者様の看護に携わる看護職を支援するための電話相談窓口を設置した．

(77)日本未熟児新生児学会

日本医学放射線学会・日本産科婦人科学会・日本産婦人科医会・日本周産期・新生児医学会・日本小児科学会・日本放射線科専門医会との共同で，医会母乳中の放射性物質濃度に関する Q&A を HP に掲載した．また，「被災地の避難所等で生活をする赤ちゃんのための Q&A」も掲載した．

7. お わ り に

本研究では，東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に所属している 21 学会，および日本学術会議協力学術研究団体に所属する学会のうち，2011 年 8 月末の時点で学会ウェブサイトのトップページに東日本大震災後の活動に関する情報を掲載している 58 学会についての活動状況を分析した．

8 月末の時点で，79 学会中，45 の学会で震災対応のための何らかの特別組織を立ち上げ，被災地の復旧・復興に対する活動を行っていた．東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に参加していない 58 の学会でも，震災後に積極的な活動が行われていることがわかった．学会の活

動を共有するためには，これらの学会も含めた連絡会の拡張が必要であると考えられた．

6学会が，災害調査に関するガイドラインを発表し，調査に関する情報共有や被災地への配慮を呼びかけている．これらの配慮は各学会にも共通であると考えられるため，学会間で共同したガイドライン発表が必要である．この際，被災地への配慮に関しては，心理学系の学会からの専門的な協力を得て具体的な指針が出せると良い．

79学会中，18の学会から，被災地の復旧・復興活動に対する提言が発表されている．しかし，提言先が明確でなかったり，提言に掲げている提案を実行する組織がどこなのかがわからない提言が多い．また，共同声明に基づいて協力して活動した事例や，類似の学会で協同して提言を作成した事例は少ない．今後，提言に基づいて学会がどのような活動を行うか，追跡調査する必要がある．

79学会中，31の学会で，相談や専門家派遣に関する何らかの活動が見られた．今回の調査は8月末時点での状況を整理したものであるが，今後長期に渡る復興過程においても，継続して学会から被災地への貢献が行われることを期待する．

（2011年9月16日受理）

参　考　文　献

1）目黒公郎・大原美保・沼田宗純・近藤伸也：3.11net東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その1，生産研究，第63巻6号，2011.
2）日本学術会議：第160回総会配布資料，2011.
3）東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会：第1回幹事会議事録，2011.
4）日本水産学会：東日本大震災からの復興に向けた日本水産学会の行動計画，2011.4.11.
5）こども環境学会：こども環境学会震災支援行動計画，2011.4.28.
6）土木学会土木学会長・地盤工学会長・日本都市計画学会長：共同緊急声明「東北関東大震災―希望に向けて英知の結集を―」，2011.3.23.
7）土木学会等：東北地方太平洋沖地震後の国土・地域復興に関する関連学協会会長共同アピール，2011.3.31.
8）日本ロボット学会等：東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害に対する日本のロボット技術の適用に関する声明，2011.4.4.
9）土木学会等：東日本大震災　国土・地域復興に関する7学会会長共同提言，2011.4.26.
10）応用物理学会等：34学会（44万会員）会長声明　日本は科学の歩みを止めない　～学会は学生・若手と共に希望ある日本の未来を築く～，2011.4.28.
11）日本建築学会等：東日本大震災からの復興に向けて　建築関連団体災害対策連絡会共同アピール，2011.5.16.
12）日本地球惑星科学連合等：自然災害に向き合う強い日本社会の復興のために　地球惑星科学関連学協会共同声明，2011.6.30.
13）東日本大震災総合対応学協会連絡会：巨大地震と大津波から国民の生命と国土を護るための基本方針，2011.5.27.
14）目黒公郎・秦康範・大島弘義・小檜山雅之・近藤伸也・佐伯光昭・庄司学・久田嘉章・大原（吉村）美保：地震防災性向上に資する提言のあり方に関する一考察，土木学会地震工学論文集，CD-ROM，2007.
15）日本学術会議：東日本大震災への対応（東日本大震災対策委員会）ホームページ，2011.
16）地盤工学会：地震時における地盤災害の課題と対策― 2011年東日本大震災の教訓と提言―，2011.
17）土木学会：耐災（減災・防災）のための情報通信技術活用のあり方，制度設計，技術開発等についての緊急提言，2011.7.17.
18）日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会技術分析分科会：福島第一原子力発電所事故からの教訓，2011.5.9.
19）空気調和衛生工学会：震災被災者，支援者への生活助言（暫定版），2011.
20）農業農村工学会：東日本大震災 復興農村計画への提言　第一次，2011.7.25.
21）廃棄物資源循環学会：津波堆積物処理指針（案），2011.7.5.
22）化学工学会：震災に伴う東日本エネルギー危機に関する緊急提言，2011.4.13.
23）日本小児科学会等：食品衛生法に基づく乳児の飲用に関する暫定的な指標値100 Bq/キログラムを超過する濃度の放射性ヨウ素が測定された水道水摂取」に関する共同見解，2011.3.24.
24）日本応用地質学会：災害廃棄物の仮置き場に関する留意点，2011.6.17.
25）日本地質学会：東日本大震災対応作業部会報告，2011.5.21.
26）日本工学会：東日本大震災と福島原発事故からの日本新生に向けて，2011.
27）地域漁業学会：緊急提言　東日本大震災からの復興をめざして，2011.4.18.
28）日本海洋学会：福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について，2011.7.25.
29）日本環境学会：東京電力福島第1原発事故による放射能汚染問題への緊急提言，2011.6.11.
30）日本災害復興学会：東日本大震災における復興のあり方についての提言―復興に向けての17原則の提示，2011.
31）日本都市社会学会：東日本大震災とそこからの復興に向けての緊急意見・要望，2011.4.8.
32）日本放射線安全管理学会土壌分析班：個人住宅を対象とするホットスポット発見/除染マニュアル，2011.7.29.

表5　各学会の活動状況一覧

分類	番号	学会名	震災対応特別組織の新設	他学会との共同声明	学会独自の提言	相談への対応や専門家の派遣
東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に所属する21学会	1	地盤工学会	○（特別委員会）	○	○	○（窓口）
	2	土木学会	○（特別委員会）特別委員会）	○	○	○（WEB）
	3	日本コンクリート工学会	○（特別委員会）	○	×	×
	4	日本地震学会	×（災害調査委員会がある）	○	×	○（Q&A）
	5	日本水産学会	×	○	×	×
	6	こども環境学会	○（特別委員会）	○	×	×
	7	地理情報システム学会	×（防災GIS分科会がある）	○	×	×
	8	日本機械学会	○（調査・提言分科会）	○	×（予定あり）	×
	9	日本原子力学会	○（「原子力安全」調査専門委員会）	○	○	○（Q&Aなど）
	10	日本地震工学会	○（対応委員会）	○	×	×
	11	空気調和・衛生工学会	○（調査支援本部）	○	○（生活助言）	×
	12	日本建築学会	○（調査復興支援本部）	○	×	×
	13	日本造園学会	○（復興支援委員会）	○		
	14	日本都市計画学会	○（特別委員会）	○	×（予定あり）	×
	15	日本水環境学会	○（震災対応検討タスクチーム）	○	×	×
	16	農業農村工学会	○（特別委員会）	○	○	×（予定あり）
	17	廃棄物資源循環学会	○（災害廃棄物対策・復興タスクチーム）	○	○（指針）	○（県から依頼）
	18	日本災害情報学会	×	○	×	×
	19	日本自然災害学会	○（特別委員会）	○	×	×
	20	日本地域経済学会	○（予定あり）	○	×	×
	21	地域安全学会	○（特別委員会）	○	×	×
東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会に所属しない58学会	22	化学工学会	×	×	○	○（Q&A）
	23	計測自動制御学会	○（震災対応策定タスクフォース）	○	×	○（窓口）
	24	日本産科婦人科学会	○（震災対策本部会議）	×	×	○（派遣、Q&A）
	25	日本心理学会	○（復興支援特別委員会）	×	×	×
	26	日本地下水学会	×	○	×	×
	27	日本放射線技術学会	×（放射線防護分科会がある）	×	×	○（Q&A）
	28	集団災害医学会	×（災害調査評価委員会がある）	×	×	○（派遣）
	29	日本応用地質学会	○（特別委員会）	○	○（留意点）	×
	30	日本周産期・新生児医学会	×	○	○（注意点、見解）	○（Q&A）
	31	日本助産学会	×	×	×	×
	32	日本心理臨床学会	○（支援活動委員会、東日本大震災心理支援センター）	×	×	○（電話相談、派遣）
	33	日本地球惑星科学連合	×（環境・災害対応委員会がある）	○	×	×
	34	日本地質学会	○（震災対応作業部会）	○	○	×
	35	日本福祉のまちづくり学会	○（震災復興支援調査委員会）	×	×	×
	36	日本放射線腫瘍学会	×	×	×	○（窓口）
	37	日本リスク研究学会	×	×	×	○（Q&A）
	38	日本ロボット学会	○（対災害ロボティクス・タスクフォース）	○	×	×
	39	物理探査学会	×	○	×	×
	40	日本医学放射線学会	×	×	×	○（派遣、Q&A）
	41	日本救急医学会	○（福島原発事故緊急ワーキンググループ）	×	×	○（派遣）
	42	日本工学会	×	×	○	×
	43	日本小児科学会	○（地震対策委員会）	○	×	○（派遣、Q&A）
	44	日本地理学会	○（災害対応本部）	○	×	×
	45	日本糖尿病学会	○（対策本部）	×	×	○（窓口）
	46	日本透析医学会	×	×	×	×
	47	日本内科学会	×	×	×	×
	48	日本泌尿器科学会	×	×	×	×
	49	日本分析化学会	○（震災対応ワーキンググループ）	○	×	×
	50	日本リハビリテーション医学会	○（震災対応ワーキンググループ、震災関連情報センター）	×	×	○（派遣）
	51	日本リモートセンシング学会	×	○	×	×
	52	日本心療内科学会	○（災害支援プロジェクト委員会）	×	×	○（派遣）
	53	日本法医学会	○（災害時死体検案支援対策本部）	×	×	○（派遣）
	54	地域漁業学会	×	×	○	×
	55	東北地理学会	○（災害対応委員会）	×	×	×
	56	日本医学会	×	×	×	×
	57	日本海洋学会	○（震災対応ワーキンググループ）	○	○	×
	58	日本環境学会	×	×	○	×
	59	日本グループダイナミックス学会	×	×	×	×
	60	日本災害看護学会	×	×	×	×
	61	日本災害復興学会	○（復興支援本部）	×	○	×
	62	日本社会情報学会	○（災害情報支援チーム）	×	×	○（現地でのIT支援）
	63	日本社会心理学会	×	×	×	×
	64	日本小児看護学会	○（災害対策委員会）	×	×	○（メール相談）
	65	日本精神衛生学会	×	×	×	○（電話相談）
	66	日本精神保健看護学会	○（震災対策事務局）	×	×	○（研修会）
	67	日本精神保健社会学会	×	×	×	○（派遣）
	68	日本地球化学会	×	×	×	○（放射能測定）
	69	日本都市社会学会	○（震災対応ワーキンググループ）	×	○	×
	70	日本トラウマティック・ストレス学会	○（特別委員会）	×	×	×
	71	日本認知療法学会	×	×	×	×
	72	日本農作業学会	×	×	×	×
	73	日本福祉文化学会	○（震災対策委員会）	×	×	×
	74	日本放射線安全管理学会	○（ヨウ素・セシウム安全対策アドホック委員会）	×	○（マニュアル）	○（Q&A、窓口）
	75	日本放射線影響学会	○（震災対策検討ワーキンググループ、福島原発事故に伴うQ&A グループ）	○	×	○（Q&A）
	76	日本慢性看護学会	×	×	×	○（電話相談）
	77	日本未熟児新生児学会	×	○	○（注意点、見解）	○（Q&A）
	78	日本予防医学リスクマネージメント学会	×	×	×	×
	79	農村計画学会	○（震災復興特別委員会）	×	×	×

調 査 報 告

東日本大震災後における社会的課題の全体像の俯瞰

―3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 3―

Overview of Social Issues after the Great East-Japan Earthquake Disaster
― Part 3 of Activity Reports of 3.11net Tokyo (Researcher's Network for Supporting Recovery Activity from the Great East-Japan Earthquake Disaster) ―

大 原 美 保*・近 藤 伸 也*・康　　泰 樹*・沼 田 宗 純*・目 黒 公 郎*
Miho OHARA, Shinya KONDO, Taiki KOU, Muneyoshi NUMADA and Kimiro MEGURO

1. は じ め に

2011 年 3 月 11 日午後 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震以後，東京大学生産技術研究所の有志が中心となり，被災地の復旧支援のための研究者ネットワークとして「3.11net 東京」を立ち上げ，活動を行っている．活動の主な目的は，「1．多分野における調査研究活動情報の集約，2．震災と復旧・復興情報の収集と発信」であり，活動の全体像については別論文で報告した[1]．

本震災は非常に広域であり，被災地で発生している社会的課題も多岐に渡る．まずは，震災による被害をきっかけとして発生している課題を網羅的に把握し，震災の全体像を俯瞰した上で，これらの課題に対して迅速に対応策を実践する必要がある．被災地では，今後の復興過程において，新たな課題が出現すると想定される．よって，新たな課題が顕在化する前に未然に課題を想定して，課題に顕在化を防いだり，前もって解決策を用意しておくことも必要である．このような議論を，多分野に渡る分野横断的な環境で行い，学際的な視点で解決策を見出すことにより，被災地の復旧・復興に対して学術業界からの貢献が可能になると考える．そこで，「3.11net 東京」では，活動メンバーによるワークショップを開催し，東日本大震災後に発生した課題および今後解決すべき課題を抽出し，これらの全体像を俯瞰するとともに，解決策に関する議論を行った．本論文では，ワークショップで抽出された課題について報告する．

2. 課題の抽出方法

ワークショップでは，東日本大震災後に発生し，なんらかの対処が必要な事象を「課題」と定義し，これらを抽出することを目的とした．災害時に発生する課題を抽出し，記述した既存研究はいくつか存在する．「兵庫県南部地震をふまえた大都市災害に対する総合防災対策の研究」プロジェクト[2]では，わが国を代表する地震防災の専門家 56 名が集まり，KJ 法により今後取り組むべき課題を抽出した．KJ 法とは，各自の考えをカードに記述し，これらのカードを集めてグループごとにまとめて図解し，グループごとの因果関係などを考察する手法である．課題が網羅的に抽出され，震災の全体像を俯瞰することはできるが，兵庫県南部地震から 2 ヵ月半後の 1995 年 3 月末にとりまとめられため，復旧・復興期の課題が十分に取り挙げられていない等の問題があった．目黒ら（2007）は，これらを 2001 年に見直した文献 3）の課題マップに基づき，再検討を行い，課題マップの改善を図った[4]．災害時に発生する事象の因果関係を記述したものとしては，兵庫県南部地震の被害に起因した社会的課題を記述した被害連関図[5]や，今後起こりうる災害時における各機能被害に起因した社会的課題を記述した連関図[6]がある．これらの連関図は，外力に起因した被害発生から書き始め，そこから波及する課題の因果関係をフローで結んだものである．程ら（2009）[7]は，首都直下地震が発生した場合に顕在化する問題構造の全体像を明らかにするため，TOC 理論（Theory of Constrains）に基づいて，現状の問題点とその根本原因の因果関係を記述した．

今回は，震災後すぐの段階であるため，発生した事象とその因果関係について十分な検証を行う時間的余裕がなく，因果関係の図式化にはある程度の不確実性を伴う．そこで本ワークショップでは，地震に起因して発生している社会的な課題を網羅することを主目的とし，過去の災害と比較して今回の震災で特徴的に見られる課題や今後取り組むべき新たな課題を見出すことを目指す．よって阪神・淡路大震災の際に整理した課題との比較を行うことも念頭に置き，1995 年当時と同様に KJ 法により課題を抽出することにした．課題の因果関係については確からしい表現が難しい段階にあるが，ある程度因果関係に基づいて記述した方が漏れなく課題を抽出しやすいため，可能な限り因果関係に基づいて課題をフローで結ぶこととした．

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター

図1　ワークショップの様子

3. 課題抽出ワークショップによる課題の俯瞰

(1) 津波被災地における課題

2011年4月20日に第1回課題抽出ワークシップを開催した．参加者は，東京大学生産技術研究所内の都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS），エネルギー工学連携研究センター（CEE），海中工学国際研究センター，耐震構造学研究グループ（ERS）および東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター（CIDIR）の有志であり，総勢12名となった．今回の震災は，地震・津波・原子力発電所被害に起因した影響などが連鎖して複雑であるため，まず初めに第1回は津波被災地の被害に起因した課題に焦点を当てることとし，KJ法により現地で発生している課題とその波及状況を記述した（図1）．既存の研究を踏まえた議論を行うため，文献5）に掲載された課題をあらかじめカードに印刷して用意し，それらを取捨選択し，再構成するところから議論を開始した．木村ら（2001）[8]では，阪神･淡路大震災後の居住者の復興調査において，「10時間（震災当日），100時間（震災後2-4日間），1000時間（震災後2ケ月），5000時間（震災後半年）」という4つの時点を設定し，その時点における回答者の行動を調査している．今回抽出した課題については，「その課題がいつ顕在化し始めるか」を検討し，「10時間以内（震災当日），100時間以内（震災後2-4日間以内），1,000時間以内（震災後2ケ月以内），10,000時間以内（震災後1年強以内），10,000時間後（震災後1年強以後）」という5つのタイムフェーズに分類した．なお，ワークショップを開催した4月20日はまだ震災後1,000時間以内の時点であるため，それ以後の課題の発生は予想したものである．また，震災前から存在した条件（0時間以前）および震災時の外力（0時間時点）についても，因果関係の表現するにあたり必要と考えられた事象はカードに書き出した．

ワークショップでは，津波被災地における課題に関して約180のカードが挙げられた．これらを精査して図にまとめたものが図2である．カードはタイムフェーズに応じて色づけした．兵庫県南部地震の被害に起因した社会的課題を記述した被害連関図[5]と比較すると，構造物やライフライン被害に起因して発生する生活支障については共通した課題が多く見られた．一方，津波による瓦礫の問題，船舶の喪失や放置の問題，広域で自治体機能が低下／麻痺したことによる影響，原子力発電所被害に起因した社会的影響などが新たな課題として出現している．なお，津波被災地に焦点を当てるため，原子力発電所に起因した因果関係は最小限の記述にとどめた．

(2) 首都圏における課題

続いて，2011年5月11日には，第2回課題抽出ワークシップを開催した．参加者は，都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS），エネルギー工学連携研究センター（CEE），海中工学国際研究センター，耐震構造学研究グループ（ERS），情報学環総合防災情報研究センター（CIDIR）の有志であり，総勢10名となった．第2回ワークシップでは，前半と後半で，「首都圏における課題」と「原子力発電所被害に起因した課題」を議論した．本節では「首都圏における課題」について記す．議論に際しては，あらかじめ文献5）に掲載された兵庫県南部地震での課題と，文献7）に掲載された首都直下地震での課題を踏まえて，カードを用意し，それらを取捨選択するところから議論を開始した．図3は，カードを精査した結果である．帰宅困難者や液状化被害の問題に加えて，原子力発電所被害に起因した飲料水などの放射能汚染の影響，計画停電の影響が挙げられた．帰宅困難者以外のこれらの課題は，文献7）の首都直下地震を対象とした整理では挙げられていない課題である．

(3) 原子力発電所被害に起因した課題

第2回ワークショップでは，「原子力発電所被害に起因した課題」についても議論した．当日は，エネルギー工学連携研究センター（CEE）からの参加者から原子力発電所に関する専門知識をインプットしていただくことができたが，大多数の参加者にとっては原子力発電所に関する基礎知識が不足している状況であった．よって，日本原子力学会が4月5日時点で東京電力福島第一／第二原子力発電所での事故の経緯について説明した資料[9]基づき，津波後から原子力発電所機能不全に至った過程の課題をあらかじめカードに記述し，基本情報として利用した．これらの事故の経緯を踏まえた上で，資料中に掲載されていない課題や今後発生が想定される課題を追加した．図4は，カードを精査した結果である．事故の経緯については，その後も新たな検証結果が報告されており，機能不全に至るまでの因果関係は不確実性も多い．今回は社会的影響の抽出を目的としているため，図4では，機能不全に至るまでのフローは資料[9]に報告された内容に基づいて記述し，その後の

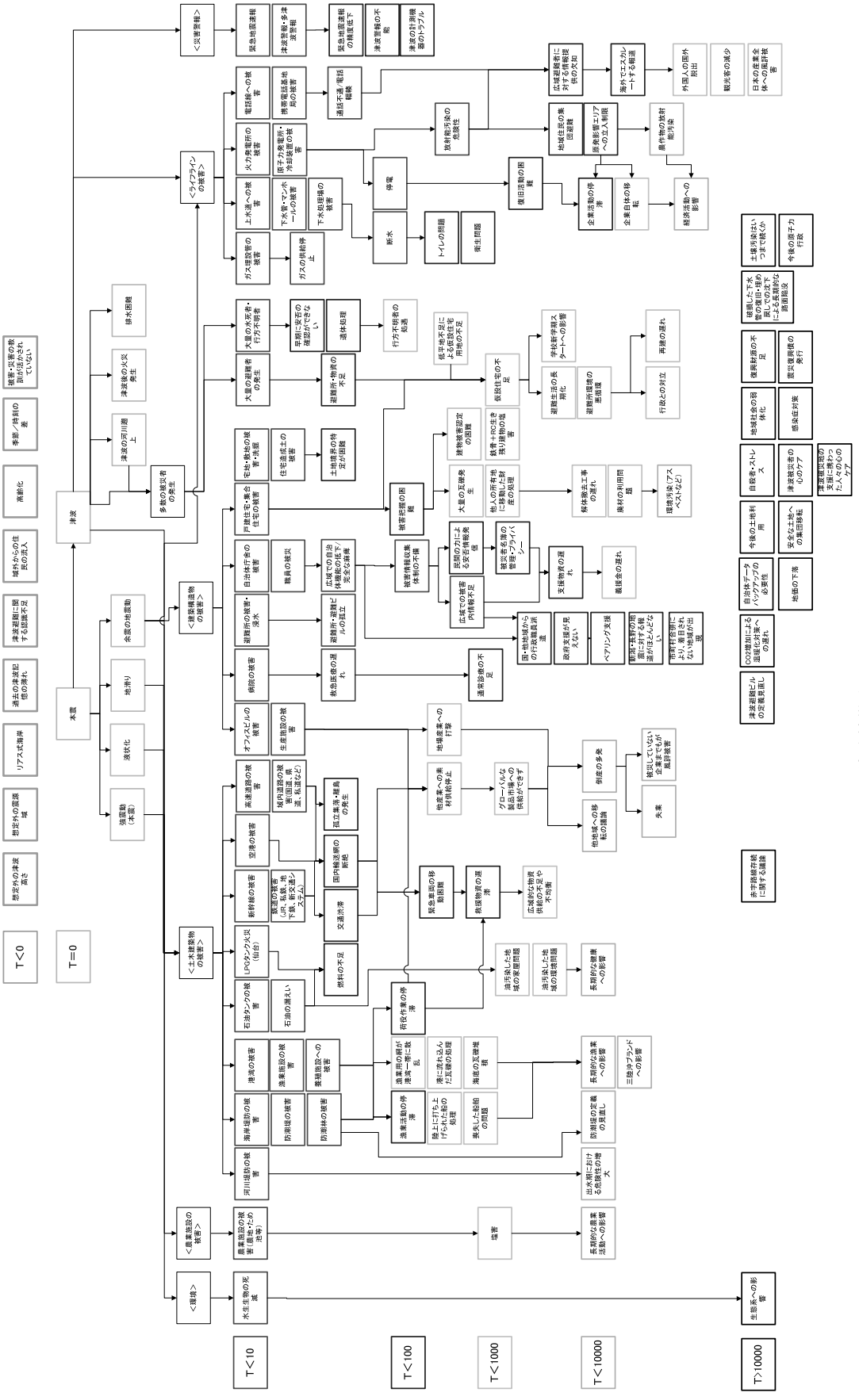


図2　津波被災地における課題

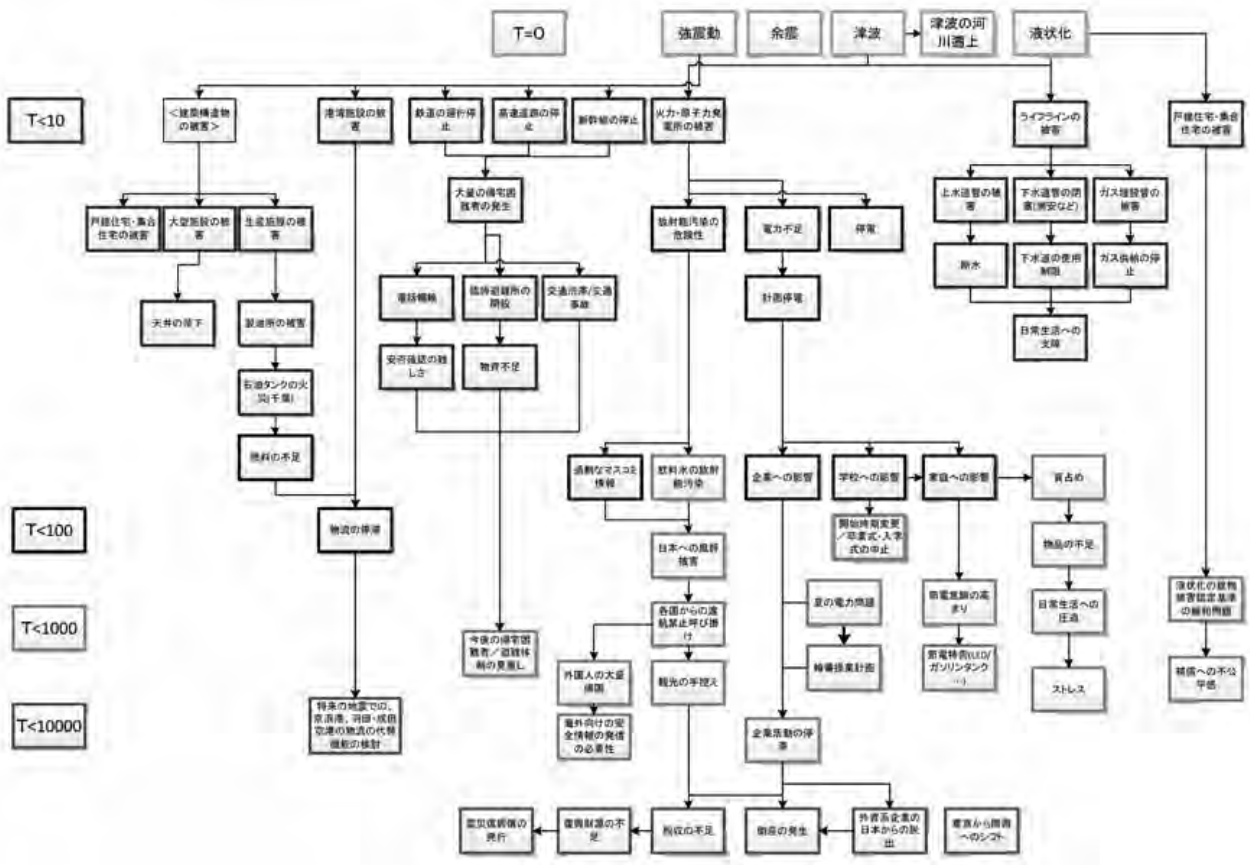


図3　首都圏における課題

検証結果を踏まえた加筆は行っていない．また，津波後から原子力発電所の問題が顕在化するまでの時間差があり，地震発生を0時間とした「10時間以内，100時間以内」の記述が難しかったため，タイムフェーズは「24時間以内，1,000時間以内，10,000時間以内，10,000時間後」とした．集団避難に起因した課題や放射能汚染および風評被害に関する課題が挙げられた．

4. 課題への解決策の検討方法および解決策アーカイブスの提案

本震災は非常に広域であり，前章で抽出した通り，震災に起因して発生している社会的課題は多岐に渡る．これらの課題は早急に解決する必要があり，学協会および民間企業，NPO，NGOなどの知見を結集して，最善の解決策を提示する必要がある．しかし，一つの課題を解決するにあたっては，解決するために必要な技術，解決主体，解決手順，解決策を支える法制度，人材・物資・資金などのリソースの問題など，更なる課題が出現する．これらの課題を克服した上で，最善の解決策を選び，実践する必要がある．よって，3章で挙げた課題に対して考えられる解決策と，それらを遂行する上での更なる課題についても分析し，学術業界からどのような貢献が可能であるか，また今後どのような技術開発が必要であるかを議論することとした．

第1回課題抽出ワークショップから1週間後の4月27日に再度集まり，課題に対する解決策とそれらを遂行する上での課題について議論した．解決策を円滑に遂行する上での課題としては，下記の4点を考慮した．

・解決策の技術的課題
・解決策の業務フローに関する課題
　（実施主体・手順など）
・解決策に関する法制度・ルール上の課題
・解決策に関するリソース（人・物・金）の課題

また，課題の解決策を検討する上では，課題が発生した原因を探求し，解決策を検討するとともに，今後同じ過ちを繰り返さないための教訓を得る必要がある．よって，課題に対して，「被害・課題発生メカニズムの解明・記録」方法も検討することとした．表1に，図2の「津波被災地における課題」に対する分析結果の抜粋を掲載する．より最善の解決策を提示することを目指して，学術業界では表1に挙げたこれらの「課題解決のための課題」を克服するための研究開発に貢献する必要があると考える．

一方，被災地では，日々，国・都道府県・市町村・

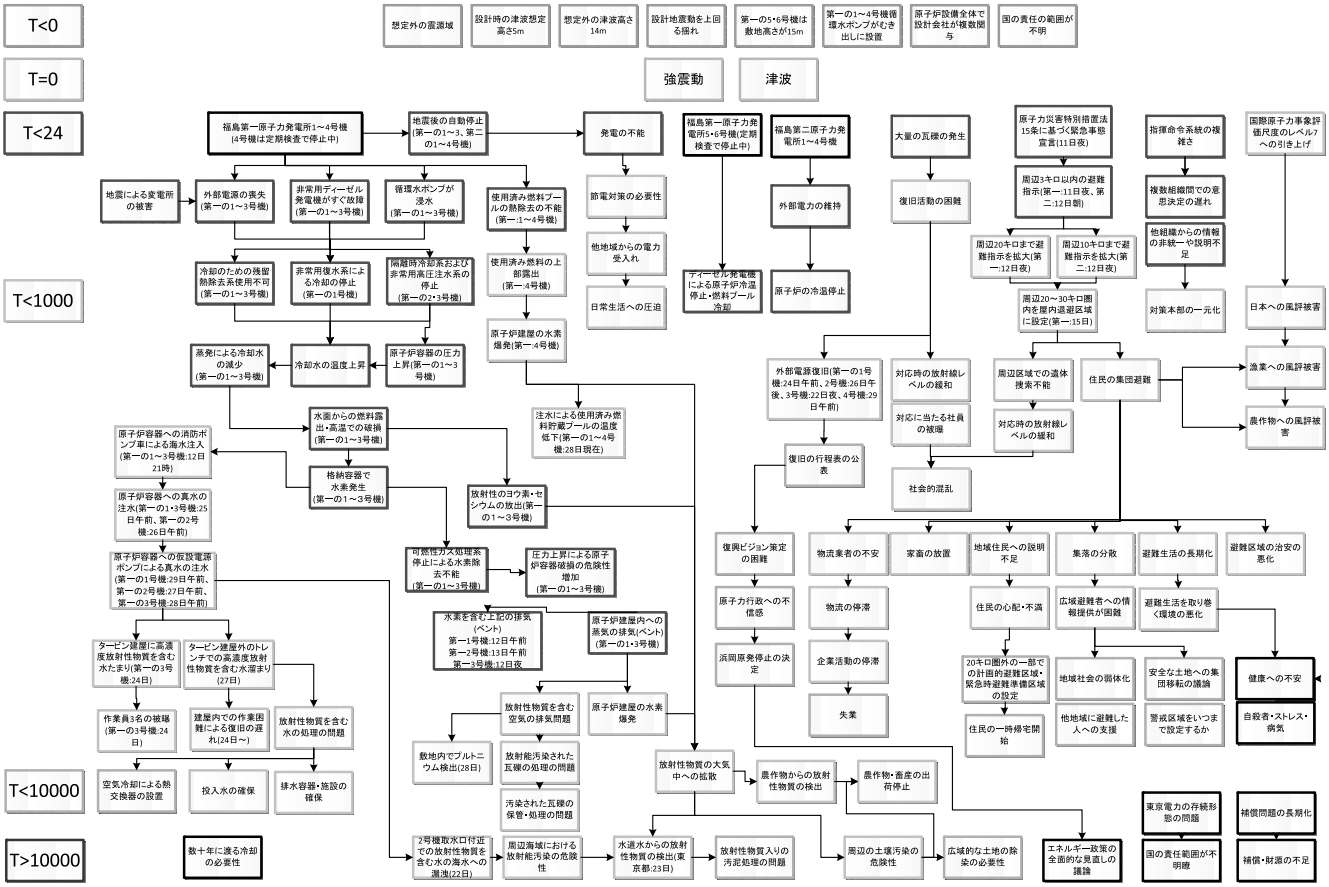


図 4　原子力発電所被害に起因した課題

表 1　課題への解決策を遂行する上での課題の整理表（抜粋）

分野	課題	課題が顕在化したフェーズ						必要な対策（震災後）	被災地での対策を円滑に遂行する上での課題				被害・現象メカニズムの解明・記録
		0	<10	<100	<1000	<10000	>10000		技術的課題	業務フロー上の課題（実施主体・手順など）	法制度・ルール上の課題	リソース（人・物・金）の課題	
自然現象	本震の強震動							地震観測データの分析 今後の想定地震・長期評価の見直し	歴史地震のとらえ方の見直し 地震長期評価の見直し 前震の利用	地域防災計画の前提となる想定地震設定に対する市民のコンセンサス 前震が起こった場合の発表・周知方法	想定大地震への投資に対して市民のコンセンサスを得る仕組み 前震が起こった場合の対応ルール	プレート活動のモニタリングの拡充	震源メカニズムの解明 貞観地震の解明
	余震活動												震源メカニズムの解明
	津波							津波痕跡の記録・分析 今後の想定津波の見直し	歴史的大津波の見直し 想定津波評価の見直し 津波計の再配置	想定大津波に対する市民のコンセンサス	想定大津波への投資に対して市民のコンセンサスを得る仕組み	津波研究分野の拡大	他機関による津波痕跡調査の統合化
	津波の河川遡上							津波痕跡の記録・分析 今後の想定津波の見直し	河川遡上モデルの見直し				他機関による津波痕跡調査の統合化
	津波後の火災発生							出火・延焼地域の記録・分析			重油漏れによる延焼の法的責任		
	液状化							液状化痕跡の記録・分析	個人による宅地の液状化対策の妥当性 余震による再液状化への対策	宅地の液状化判定方法・基準の線引き	宅地の液状化への支援金基準 噴砂の所有権の問題	事後の液状化対策の高額さ 噴砂処理のマンパワー・費用・移動先の問題	液状化メカニズムの解明 液状化への対応状況の記録 基礎の施工状況に応じた被害状況の調査
	地滑り							地滑りの記録・分析 余震・降雨への対策	地盤の安全性のモニタリングシステム 地滑り時の警報システム 想定される孤立集落の把握	危険度マップの更新・周知（特に道路沿い） 異なる管理主体の対応の違い	診断する技術者の法的権限	診断費用・技術者の不足 警報伝達手段の不足	地滑りのモニタリング
	浸水地域の排水困難							排水	広域に渡る排水の困難	実施主体の問題 優先順位の問題	私有地の場合の権限問題	排水費用の不足 排水ポンプと技術者数の制約	
土木構造物の被害	河川堤防の被害		■					補修・再建	地震・津波後の診断基準の欠如	優先順位の問題	診断する技術者の法的権限・法的保護	診断費用・技術者の不足	被害記録・補修記録の蓄積
	出水期における危険性の増大					■		危険性の周知、警報システムの徹底		危険箇所を水防団や住民に伝達		危険性の周知方法の問題	
	海岸堤防の被害		■					補修・再建	地震・津波後の診断基準の欠如 再建すべき海岸堤防レベルの問題	優先順位の問題	診断する技術者の法的権限・法的保護	診断費用・技術者の不足 良質な建設材料の制約	被害記録・補修記録の蓄積
	港湾の被害		■					補修・再建	再建後の地震・津波設計レベルの問題	優先順位の問題		良質な建設材料の制約	被害記録・補修記録の蓄積
	防潮堤の被害		■					補修・再建	防潮堤の再設計する際の設計レベル 多重の防潮堤設置の議論	優先順位の問題		良質な建設材料の制約	防潮堤による減災効果の検証 他機関による被害調査の統合化
	防潮林の被害		■					再生	防潮林の再生 苗が成育するまでの代替の被害抑止策の併用			苗の成長の遅さの制約	防潮林による減災効果の検証 他機関による被害調査の統合化
	漁業施設の被害		■					養殖用いかだ等の回収・再設置		零細漁業者による回収困難、浮遊廃棄物化の問題	漁業関係者への公的支援への要望	漁業関係者にとっての費用負担の問題	
	養殖施設への被害		■					養殖用いかだ等の回収・再設置			漁業関係者への公的支援は？	漁業関係者にとっての費用負担の問題	
	漁業活動の停滞			■				漁港復旧の迅速化・代替漁港の手配			漁業関係者への公的支援への要望		
	荷役作業の停滞			■				漁港復旧の迅速化・代替漁港の手配					
	港に流れ込んだ瓦礫の処理				■			海中からの瓦礫回収・分別処理	海中作業（技術ロボット利用も）	実施主体の問題 優先順位の問題	瓦礫の引き取り先、処理の法的根拠	海中作業の費用・技術者数の制約	
	漁業用の網が港湾一帯に散乱				■			網の回収		実施主体の問題 所有者把握の必要性の問題	所有権の問題、処理の法的根拠	回収・廃棄作業の費用・労力の問題	
	喪失した船舶の問題				■			船舶の処理		捜索の実施主体の問題	私有財産の制約	持ち主による費用負担の問題	
	陸上に打ち上げられた船の処理				■			船舶の処理		実施主体の問題	私有財産の制約	回収・解体業者の制約 持ち主による費用負担の問題	船舶の漂流記録（津波力の把握のため）
	長期的な漁業への影響					■		漁業活動の復興					
	三陸沖ブランドへの影響					■		三陸ブランド復活の振興					
	防潮堤の定義の見直し					■		防潮堤の定義の見直し	大きい津波リスクの再評価				

NGO・NPO 等により，課題に対する解決策が実践されている．例えば，表 1 に挙げた「陸上に打ち上げられた船の処理」には，業務フロー上の課題として実施主体の問題が，法制度・ルール上の課題として私有財産であるために公費による処分に制約が生じる問題が，リソースの課題として費用負担の問題や回収・解体業者数の制約の問題がある．これらの課題を解決する方策として，4 月 21 日付けで国土交通省より「東日本大震災により被災した船舶の処理に関するガイドライン」[10] が公表され，被災船舶の所有者が特定出来ない場合の対応マニュアルや連絡方法などが提示された．また，リソースの問題に対しても，災害廃棄物処理事業として公費による撤去を行うという方策が取られている．このような既に実施された解決策を課題表と照らし合わせた形でアーカイブスしていくことで，どの課題は解決されているか，まだ解決されていない課題は何かを把握することができる．

5. お　わ　り　に

「3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）」では，メンバーによるワークショップを開催し，東日本大震災後に発生した課題および今後解決すべき課題を抽出するとともに，これらの全体像の俯瞰と解決策に関する議論を行った．本論文では，ワークショップにおいて KJ 法により抽出された課題を報告し，課題への解決策の検討方法および解決策アーカイブスの提案も行った．挙げられた課題はワークショップ開催時点で参加者が想定した課題であり，被災地では今なお新たな課題が出現している．今後も引き続き現地で発生している課題を俯瞰し続けるとともに，新たな課題が顕在化する前に未然に課題を想定し，解決策に関する研究開発を行うことで，被災地の復興に貢献する必要があると考える．

（2011 年 9 月 16 日受理）

参　考　文　献

1) 目黒公郎・大原美保・沼田宗純・近藤伸也：3.11net 東京（東日本大震災復興支援研究者ネットワーク）の活動報告　その 1，生産研究，第 63 巻 6 号，2011.
2) 研究代表者亀田弘行：文部省緊急プロジェクト「兵庫県南部地震をふまえた大都市災害に対する総合防災対策の研究」報告書，京都大学防災研究所，1995.
3) 京都大学防災研究所：防災学講座 4　防災計画論，山海堂，2003.
4) 目黒公郎・秦康範・大島弘義・小檜山雅之・近藤伸也・佐伯光昭・庄司学・久田嘉章・大原（吉村）美保：地震防災関連学会の提言とそれが社会に及ぼした影響の定量分析，土木学会地震工学論文集，CD-ROM，2007.
5) 鹿島都市防災研究会：地震防災と安全都市，鹿島出版会，1996.
6) 川崎市：川崎市地震被害想定調査報告書，1997.
7) 程潔，重川希志依，目黒公郎，山崎文雄，中林一樹，林春男，田村圭子：首都直下地震における問題構造解明のための TOC 論理思考プロセスの適用，地域安全学会論文集，No. 11，pp. 225–234，2009.
8) 木村玲欧，林春男，立木茂雄，田村圭子：阪神・淡路大震災のすまい再建パターンの再現― 2001 年京大防災研復興調査報告―，地域安全学会論文集，No. 3，pp. 23–32，2001.
9) 社団法人日本原子力学会：東京電力福島第一／第二の事故の概要と経緯，2011.4.5.
http://www.aesj.or.jp/information/fnpp201103/com_fukushima02_20110405R.pdf
10) 国土交通省：東日本大震災により被災した船舶の処理に関するガイドライン，2011.4.21.

調 査 報 告

広域的応援体制確立のための地域防災計画の比較分析

Comparative analysis of Regional Disaster Prevention Plan for regional cooperation framework

沼 田 宗 純*・近 藤 伸 也*・井 上 雅 志**・目 黒 公 郎*
Muneyoshi NUMADA, Shinya KONDO, Masashi INOUE and Kimiro MEGURO

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広範囲に及び，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あった．

岩手県大槌町では町長と町職員の30名余りが津波の犠牲となり役場機能が失われる等，従来の災害対応の主要な役割を果たすことが期待された市町村の機能不全，また，岩手・宮城・福島の3県が同時に甚大な被害を受ける等，県境をまたいだ災害対応が求められたことも特徴的である．

この状況に対し全国的に多様なスキームにより支援が行われた．都道府県レベルの支援に関しては，全国知事会は，緊急広域災害対策本部（本部長：麻生全国知事会会長）を設置し，被災県知事に対して応援を必要とする項目を照会するとともに，全都道府県知事に対して被災者の救援・救護にかかる人員の派遣や資機材及び物資の提供など，広域応援の速やかな実施に向けた応援を行った[1]．また，総務省によると「東北地方太平洋沖地震に係る被災地方公共団体に対する各地方公共団体からの人的支援に関する通知」を発出し，各都道府県，各指定都市あてに，職員の派遣についての支援・協力を依頼し，全国市長会・全国町村会の協力により全国の市町村から被災市町村に対する当面の対応として短期間の人的支援を行う体制作りを進めている（図1）[2,3]．

しかし一方で自治労宮城県本部が宮城県内の自治体組合員を対象に行なった健康調査[4]によると，震災発生から約1カ月間に取得した休日が1日もなかった職員は全体の12.7%で，これと合わせた2日未満は21.7%．超過勤務が100時間を超える職員も13.4%いたという．また，メンタルストレス判定では，「軽度～中度の抑うつ傾向」が見られた職員が併せて50%近くに上っている．このように，幅広い広域支援が為されているにも関わらず，それが被災地の職員の十分な負担軽減につながっていない現状が浮き彫りとなっている．これは，1995年の兵庫県南部地震においても多岐に渡る団体から支援がなされたものの，多くの自治体には防災や災害対応専任の職員がおらず，日々変化する被災地状況に対して手探り状態で対応せざるを得なかった等の問題[5]とも関連しているものと考えられる．

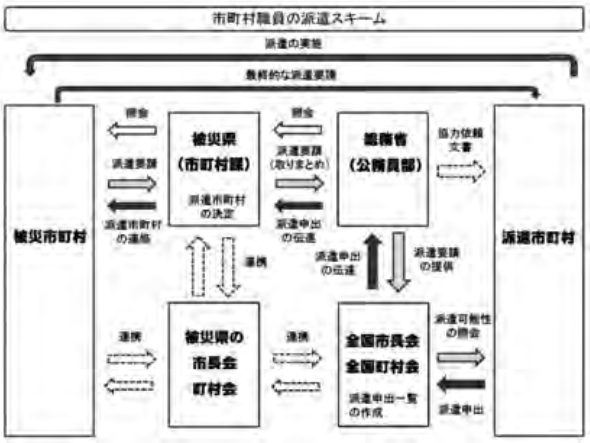


図1　市町村職員の派遣スキーム[3]

この原因を体系的に分析した研究は多くはなく，①需要と供給のアンバランスによる必要なリソースの不足，②被支援行政職員と支援行政職員の双方が災害対応の未経験による対応方法の検討・調整による工数の増大，③被支援行政職員と支援行政職員のどちらか一方が災害対応の経験者である場合でも未経験者への指導・共同作業のための作業の重複等が考えられる．

①については，1995年兵庫県南部地震後の被災地における支援の需要と供給の実態についての研究[6]が挙げられ，発災直後の必要量は大きいが時間経過と共に不要となるもの，発災直後から必要量が増加し時間経過と共に減少するものなど，被災地が必要とする支援の時間変化に着目

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター
**株式会社　エイト日本技術開発

した考察をしている．②③についての研究はほとんどないが，一部の被災経験のある自治体を除き，支援に入った多くの自治体の職員は災害対応の経験がなく，このため被災地の災害対応のやり方を十分に理解・把握することは難しい．従って，被災地の職員が応援職員と一緒に行動しなければならず，結果的に負担軽減に結びつかないと考えられる．このような状況では広域連携の効果が十分に発揮されているとは言い難い．効果的な広域連携を実現し，被災地の職員の負担を軽減するためには，応援職員が被災地の災害対応業務を肩代わりできるようにする必要がある．

そのために，被災地の場所に依存しない全国的に共通・統一的な災害対応業務の標準化[7]や相互間連携地域防災計画[8,9]という考え方があるが，現状ではこれらを実現することは容易ではない．

そこで本稿では，「支援する側」と「支援を受ける側」がそれぞれ作成している地域防災計画について，その記述の統一化が広域的応援を円滑かつ効果的に実施することに繋がるのではないかとの立場に立ち，自治体間での地域防災計画の記述の違いについて考察し，実効性の高い広域連携体制のあり方の方向性を示そうとするものである．

第2章では，1995年兵庫県南部地震と2004年新潟県中越地震における支援の実態について既往の研究を参考に，広域的支援の有り方を検討する際のフレームワークを整理している．第3章では，広域的支援における災害対応業務について考察している．第4章では，自治体間の地域防災計画を比較し，記述の違いについて考察している．

2. 広域的連携のためのフレームワーク

広域的連携のフレームワークについて，1995年兵庫県南部地震と2004年新潟県中越地震における広域支援に関する既往の研究を参考に整理した（表1）．

阪神・淡路大震災における実態調査と要因分析[10]において，支援の形態を「支援主体」,「支援内容」,「支援開始動因（きっかけ）」に整理している．「支援主体」は，公的支援，非政府組織（NGO）及び企業，ボランティアの3点である．「支援内容」は，救助活動や復旧業務を促進するための人材提供等の「人的支援」,食料や飲料水・衣類・各種資機材等の被災地域内の不足物を補うための「物的支援」，住宅・学校等の生活・居住空間や作業空間等，自治体が保有している施設を提供する土地・施設の供与等の「施設提供」，災害見舞金として金銭を送付する経済的支援等の「経済的支援」に分類している．また,これらをフェーズに対応させて整理している．「支援開始の動因」については，被災自治体あるいは上部機関（都道府県・省庁等）からの各種機関に支援への「要請」，複数の自治体間で予め災害時に相互支援を行うことを取り決めておく「事前協定」，要請や協定とは異なり，災害状況の自主判断によって応援側が支援決定を行う「独自判断」に分類している．

新潟県中越地震の事例分析[11]によると,広域支援を「内容」と「体制」に分類し，特に「体制」に着目した考察を行っている．本研究ではこれを参考に「法的基盤」,「費用負担」,「調整」,「情報共有」をフレームワークとして整理した．「法的基盤」は，主に災害対策基本法に規定され，同法第5条の2において都道府県の相互協力体制の必要性，同法第8条第2項第12号において地方公共団体の相互応援に関する協定締結の促進責務（相互応援協定の前提となる規定），同法第29条・30条・31条において地方公共団体の職員派遣要請の権限・派遣義務，同法第74条において都道府県相互間で応援が要求できる知事の権限が規定されている.「費用負担」については,「応援（人的・物的支援）」に対しては災害対策基本法第92条で規定されており，応援を受けた地方公共団体が応援に要した費用を負担し（被災地負担の義務),「職員派遣」に対しては技術者派遣的意味があることから派遣期間が原則として長期にわたるため，派遣先の身分への併任とされ派遣先が給与等の費用を負担する．特別交付税の対象としては，災害により被害を受けた都道府県又は市町村の要請により行った被災地域の応援等に要した経費について，既存の算定式もしくは総務大臣の調査結果によるものと定められている．「調整機能」は，本稿では被災地内での効果的な支援資源（人的・物的支援等）の配分を意味することとする．これは，被災市町村だけでは対応が困難な場合，都道府県は総合調整し，国による調整は，必要に応じて非常（緊急）災害対策本部を中心として防災に関する事務の実施の推進と総合調整がなされる．また現行制度上は，支援元により調整役が異なっている状態であり，また，組織間で調整することに関する具体的なものはない．各種協定（個別協定,ブロック協定,全国協定等）は独立した概念であるため，これら協定間を調整する機能はない．従って，支援ニーズ情報（被災地が求める支援の内容，必要量，必要期間，支援実施状況等),支援のサポート情報（人的支援の場合には，交通情報や宿泊情報），効果的な支援に資するための被害情報（人的・物的被害状況を俯瞰的な情報）等の情報を管理・共有するための「情報共有」システムは存在しない．

3. 広域的連携のための災害対応業務

広域的な支援を円滑かつ効果的なものにするためには，広域的支援のフレームワークの中の「支援内容」について，「支援を受ける側の業務」と「支援する側の業務」に整合性をもたせることが重要である．

ここでは，業務プロセスの明確な定義・システム化等の業務の標準化と各自治体が作成している地域防災計画に着目し，それぞれの課題と広域的連携のための災害対応業務の実現のための方向性について述べる．

表 1　広域的応援のフレームワーク

<table>
<tr><th>区分</th><th>概要</th></tr>
<tr><td>支援主体</td><td>・政府や自治体による公的支援
・日本赤十字社や学会等による非政府組織(NGO)及び企業の支援
・ボランティアによる支援</td></tr>
<tr><td>支援内容</td><td>支援の種類
・人的支援（救助活動や復旧業務を促進するための人材提供）
・物的支援（食料や飲料水・衣類・各種資機材等の被災地域内の不足物を補う）
・施設提供（住宅・学校等の生活・居住空間や作業空間等，自治体が保有している施設を提供する土地・施設の供与）
・経済的支援（災害見舞金として金銭を送付する経済的支援）
支援の種類とフェーズ
<table>
<tr><th rowspan="2">フェーズ</th><th colspan="3">復旧期</th><th rowspan="2">復興期</th></tr>
<tr><th>短期</th><th>中期</th><th>長期</th></tr>
<tr><td>人的支援</td><td>災害救助
医療活動
災害調査</td><td>ﾗｲﾌﾗｲﾝ
復旧業務</td><td>相談業務
事務一般</td><td>復興ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ企画相談</td></tr>
<tr><td>物的支援</td><td>食料・水
医薬品
毛布・衣類
救助機材</td><td>給水車
清掃車
工作車</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>施設提供</td><td>病院
火葬場</td><td>住宅・学校
老人施設</td><td>-</td><td>空地</td></tr>
<tr><td>経済支援</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>復興基金</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>支援開始の動因</td><td>・要請
被災自治体あるいは上部機関（都道府県・省庁等）からの各種機関に支援が要求されたものであり，災害状況・要請理由・派遣期間の必要事項を文書等で伝える行政手続きにより行われる）
・事前協定
複数の自治体間で予め災害時に相互支援を行うことを取り決めておくものである．
・独自判断
要請や協定とは異なり，災害状況の自主判断によって応援側が支援決定を行うものであるが，一般には被災地への意向打診が行われる．</td></tr>
<tr><td>法的基盤</td><td>・災害対策基本法第 5 条の 2（都道府県の相互協力体制の必要性）
・災害対策基本法第 8 条第 2 項第 12 号（地方公共団体の相互応援に関する協定締結の促進責務（相互応援協定の前提となる規定）
・災害対策基本法第 29 条，30 条，31 条（地方公共団体の職員派遣要請の権限・派遣義務）
・災害対策基本法第 74 条（都道府県相互間で応援が要求できる知事の権限）</td></tr>
<tr><td>費用負担</td><td>・応援（人的・物的支援）
他の地方公共団体の応援を受けた場合の費用の負担については，災害対策基本法第 92 条で規定されており，応援を受けた地方公共団体が応援に要した費用を負担する（被災地負担の義務）．
・職員派遣
技術者派遣的意味があり，派遣期間が原則として長期にわたるため，派遣先の身分への併任とされ（災害対策基本等施行令に手続き的な詳細が規定），派遣先が給与等の費用を負担する．また，人的支援に関する規定として，地方自治法第 252 条の 17 にも規定があるが，災害対策基本等と同様の内容である．
・特別交付税
対象としては，「被災地域の応援等に要する経費があること」という項目があり，災害により被害を受けた都道府県又は市町村の要請により行った被災地域の応援等に要した経費について，既存の算定式もしくは総務大臣が調査した額に０．八を乗じることにより算出される．交付は毎年度三月に行われ，応援等を行った事後措置として存在する規定である．</td></tr>
<tr><td>調整機能</td><td>・都道府県による調整（被災市町村だけでは対応が困難な場合，都道府県は総合調整）
・国による調整（必要に応じて非常（緊急）災害対策本部を中心として防災に関する事務の実施の推進と総合調整）
・支援元の違いによる調整（支援元により調整役が異なっている状態であり，また，組織間で調整する具体的なものはない．各種協定（個別協定，ブロック協定，全国協定等）は独立した概念であり，協定間を調整するものはない．</td></tr>
<tr><td>情報共有</td><td>・支援ニーズ情報（被災地が求める支援の内容，必要量，必要期間，支援実施状況等）
・支援のサポート情報（人的支援の場合には，交通情報や宿泊情報）
・被害情報（人的・物的被害状況の把握）</td></tr>
</table>

3.1　業務の標準化

効果的な広域連携を実現し，被災地の職員の負担を軽減するためには，応援職員が被災地の災害対応業務を肩代わりできるようにする必要があり，そのためには被災地の場所に関わらない，全国的に共通・統一的な災害対応業務のやり方の導入，即ち災害対応業務の標準化が必要である．

業務の標準化については,「防災基本計画」に対しフローチャート（情報処理用の流れ図）を用いた業務分析により，①各組織で固有の業務，②業務処理手順の共通する業務，③組織間での連携が必要な業務の 3 つに分類しており，標準化のためには分類された業務の特性に応じた訓練や調整会議の必要性を分析した研究がある [7]．

業務の標準化のためには，①何かしらの判断（状況に応じた判断）を要する業務と②判断を伴わない業務（いわゆる単純作業）に分けることが必要である．また，業務の標準化を行う上では，各業務を行うために必要な情報（INPUT情報）をどの組織・部署の何の業務から伝達されるのかを規定することが重要になる．この考え方は，製造業においての生産工程の標準化手法がある[例えば12)]．

しかし，業務の標準化によると，全国画一的に業務が行なえるが，想定している被害は地域により異なるため，各地方公共団体が想定している全ての被害と地域特性の違いを考慮しなければならず，業務の標準化は容易なことではない．

3.2　地域防災計画

a）市町村地域防災計画の自由度

地域防災計画は，防災基本計画だけでなく，防災業務計画をも上位計画とし，両方の制約を受けている．都道府県地域防災計画の修正協議の過程では，消防庁を窓口としてすべての省庁に意見照会が行われるが，市町村地域防災計画の修正協議は都道府県知事に対して行う（災対法第42条第3項）こととされ，実質的には市町村の計画策定における自由度は都道府県のそれに比べて高いと考えられている[13)]．

しかし，市町村間の広域的な連携を効果的なものにするためには，「支援する側」と「支援される側」の業務計画に統一性が図られる必要があると考えられる．逆に言えば，自由度が高いからこそ，各種協定が結ばれた場合には，自治体間で可能な限り地域防災計画の統一性を図り，円滑な応援体制を準備しておくことは十分に可能であるといえる．

b）相互間連携地域防災計画

都道府県をまたぐ災害に対しては，「地方公共団体，指定公共機関，指定地方公共機関等が処理する防災に関する事務又は業務の実施の推進とその総合調整（災対法第3条2項）」を定め，国による調整が期待されている．しかし，国の防災基本計画は具体的内容を地域防災計画や防災業務計画に委ねており，その記述は抽象的であるため，地域防災計画相互間の調整が行われるとは考えにくい[13)]．

このような問題意識を踏まえ，中央防災会議「今後の地震対策のあり方に関する専門調査会」では，実践的な危機管理体制の確立の一つとして，「広域的防災体制の確立」のために，「市町村を越える広域防災活動計画の作成，防災体制や資機材・装備・情報等の共通化・標準化及び広域的救助等の迅速・的確な実施体制の整備等により，都道府県をまたがる地震災害軽減体制を整備するとともに，体制を支援する緊急輸送道路を確保[8)]」を挙げている．また，総務省消防庁は「都道府県境を越える圏域での広域的な防災体制に関する研究会」の中で作成指針を発表している[9)]．同報告書の市町村相互間地域防災計画の問題点・課題等に関する調査結果によると，「市町村相互間地域防災計画を策定することの意義・必要性」について言及している一方で，抱えている問題点や課題については，「噴火災害時の初期応急対策としては，火山防災会議協議会としてではなく，各市町が個別に対応せざるを得ない（有珠火山防災計画）」，「新たな防災計画の策定や各種マニュアル策定をどう進めるか（駒ヶ岳火山噴火地域防災計画）」等が挙げられている．

3.3　地域防災計画の記述の統一化の意義

内容や作成手続きにおける自由度を確保するために，地域防災計画とは別にアクションプログラム（各自治体が取り組むべき事業を目標毎に包括的かつ体系的に示した行政文書）が台頭していきている[13)]．また，個別の業務については業務手順等の詳細が書かれたマニュアルが作成されていることも多く，災害時にはこのマニュアルを参考に業務を遂行することも少なくない．現状の地方公共団体において，地域防災計画，相互間連携地域防災計画，アクションプログラム，各種マニュアル等（以下，各種防災計画）が混在しており，個別の自治体の実効力を高めるために地域防災計画ではなく，むしろアクションプログラムや各種マニュアル等の改善・改良が行なわれ独自性が発揮されている．

しかし，広域的連携の実効力を高めるという視点に立つと，独自性の強い各種防災計画の混在は，平時業務の延長で対応可能である業務以外は，「支援する側」と「支援を受ける側」での災害対応業務の理解・認識の違いによる対立や非効率性を招き，円滑な広域的応援を阻害する要因にもなりかねない．

アクションプログラムや各種マニュアルは，各地方自治体の置かれている状況（想定している災害，体制等）に応じて，独自に作成されていることから，広域的応援のために，これらを自治体間で統一的なものにすることはこれらが期待されている機能を奪う可能性がある．また上述したように，業務の標準化は容易ではなく，相互間連携地域防災計画の実行性も低い．

アメリカでは，国家危機対応計画（NRP：National Response Plan）の中の緊急時支援業務（ESF：Emergency Support Function）において災害対応業務を15分類に分けて規定しており，各州でもおおよそこのESFと同様の枠組みで災害対応業務を規定している．もし標準的な災害対応業務の方法論がないとしても，少なくともESFのような災害対応業務に関する形式的な枠組みが規定できれば，自治体間の業務の対応関係，すなわち「どこが同じで，どこがちがうのか」を把握することが容易になると考えられる．

以上より，地域防災計画において整合性・統一性を図り，円滑で効果的な広域的応援体制を実現することが現実的な方向性であると考えられる．また，多くの自治体では地域

表2　地域防災計画の目次の比較（一部）

フェーズ	区分	横浜市		川崎市		相模原市		仙台市	
		章	節	章	節	章	節	章	節
応急対策	応急対策の基本	第1章 応急対策の基本	第1節 応急活動の基本 第2節 関係機関等との連携						
	災害対策本部	第2章 災害対策本部の設置	第1節 横浜市災害対策本部の設置 第2節 横浜市災害対策本部の廃止・縮小 第3節 組織・運営	第1章 組織 第3章 初動活動体制（第3部 災害初動対策計画）	第1節 災害対策本部 第1節 災害対策本部要員の初動体制 第2節 災害対策本部区本部の初動体制 第3節 災害対策本部区本部における初動	第1章 市災害対策本部活動	第1節 組織体制	1災害対策活動体制	1 防災組織体制 2 情報連絡体制 3 警戒体制 4 仙台市災害警戒本部体制 5 仙台市災害対策本部体制
	職員配置	第3章 職員の配置と動員	第1節 職員配置計画 第2節 職員の動員	第2章 配備（第3部 災害初動対策計	第2節 配備体制及び基準 第1節 動員区分	第1章 市災害対策本部活動	第2節 動員体制	2職員の配備・動員計画	1 配備計画 2 動員計画 3 平常業務の取り扱い
	情報収集	第4章 情報の収集と伝達	第1節 情報受伝達方針 第2節 情報受伝達体制 第3節 災害情報の収集、報告及び記録 第4節 災害時広報 第5節 災害時報道 第6節 広聴活動 第7節 情報混乱防止活動	第4章 災害情報の収集・伝達（第3部 災害初動対策計画）	第1節 連絡体制 第2節 通信の確保 第4節 防災行政無線の運用 第5節 衛星通信の運用 第6節 防災相互無線の運用 第3節 被害情報の収集伝達 第7節 地震関係情報の収集伝達 第8節 広報広聴	第1章 市災害対策本部活動	第4節 通信の運用 第5節 災害情報の収集伝達 第3節 地震情報 第6節 災害時の広報・広聴	3災害情報の収集伝達計画 4災害広報・広聴計画	2 通信手段の確保 1 災害情報の収集・伝達 3 被害状況等の報告 1 実施機関及び担当業務 2 広報活動 3 広聴相談活動
	消防活動	第5章 消防活動	第1節 応急活動体制の確立 第2節 警防活動の基本方針 第3節 初動措置 第4節 消防隊等の運用 第5節 応援要請 第6節 応急活動 第7節 消防団活動	第1章 消防対策	第1節 消防の組織 第2節 警防活動 第4節 他の防災関係機関との連携 第3節 消防団	第2章 消火・避難誘導対策	第1節 災害時の消防活動	13火災等に対する活動計画	1 実施機関及び担当業務 2 組織 3 消防活動 4 消防団
	医療、保健衛生	第6章 応急医療と保健衛生	第1節 応急医療 第2節 広域医療搬送体制 第3節 生活衛生 第4節 感染症患者発生等への対応 第5節 こころのケア対策	第6章 医療救護	第1節 医療救護活動体制の整備 第2節 医療救護班の編成活動 第3節 被災傷病者の収容医療施設 第5節 保健医療対策 第4節 応援要請 第1節 防疫対策 第2節 環境食品衛生対策等	第3章 救出・救助・医療救護 第3章 救出・救助・医療救護対策 第10章 防疫・衛生	第1節 救出・救助活動 第2節 医療救護対策 第1節 防疫・衛生	14救急・救助計画 15医療救護・保健・防疫計画 14救急・救助計画 15医療救護・保健・防疫計画	1 実施機関及び担当業務 2 救急・救助活動 1 実施機関及び担当業務 2 医療救護の実施 3 災害時医療体制 4 医療情報の収集伝達 5 応急救護体制 6 後方医療体制 7 医薬品等の確保 8 医療ボランティアの支援 9 在宅医療及び医療中断問題 3 ヘリコプターによる救助・救急搬送 4 緊急消防援助隊等の活動等 5 民間による患者等搬送事業者への協力要請 10 保健活動 11 食品・飲用水の安全確保 12 防疫活動 13 家畜の防疫対策 14 被災動物の保護・収容
	応援、連携	第7章 防災機関との相互連携	第1節 自衛隊に対する災害派遣要請 第2節 地方公共団体との相互応援 第3節 海外からの支援受入れ	第5章 広域応援体制（第3部 災害初動対策計画）	第1節 応援の要請 第2節 項目別応援要請先 第3節 総合的な応援要請先 第4節 活動拠点の配置	第1章 市災害対策本部活動	第7節 応援要請 第8節 応援派遣	21応援協力要請計画	5 自衛隊に対する派遣要請 1 応援要請発動の基準 2 職員派遣等の法的根拠 3 応援協定等 4 応援部隊の受入れ 6 広域消防応援要請 7 緊急消防援助隊要請 8 海外支援の受入れ
	避難	第8章 避難と受入れ	第1節 避難計画 第2節 被災者の避難・受入れ 第3節 要援護者の避難と援護対策 第4節 特別避難場所の開設及び運営 第5節 主要駅等における混乱防止対策	第4章 避難対策 第5章 混乱防止、帰宅（帰宅困難	第1節 避難計画 第2節 避難所の開設管理運営 第1節 情報パニックによる混乱防止措置 第2節 主要ターミナル駅頭の混乱防止措置 第3節 帰宅（帰宅困難者）の支援	第2章 消火・ 第6章 避難所の運営 第12章 災害時要援護者支援 第2章 消火・避難誘導対策	第2節 避難誘導対策 第1節 避難所の運営対策 第1節 災害時要援護者支援 第3節 帰宅困難者対策	7避難計画・避難所運営計画 19災害時要援護者への対応計画	1 実施機関及び担当業務 2 避難勧告等の実施 3 警戒区域の設定 4 避難の誘導 5 住民の避難行動 6 指定避難所等への避難 7 避難所等一覧 8 収容避難所の開設及び避難者の収容 9 避難所の運営 10 観光客等に対する避難誘導対策 1 実施機関及び担当業務 2 対応の原則 3 在宅の高齢者及び障害者に対する応急対策 4 社会福祉施設等における応急対策 5 外国人支援対策 6 避難所での配慮 7 応急仮設住宅入居への配慮
	警備、交通	第9章 警備と交通対策	第1節 大地震が発生した場合の警備対策 第2節 大地震が発生した場合の交通対策	第2章 警備活動 第3章 道路・交通対策	第1節 道路の啓開活動 第2節 道路交通対策 第3節 海上交通安全の確保	第4章 緊急輸送・交通・警備	第4節 警備対策 第1節 道路啓開及び障害物除去対策 第2節 輸送車両等の確保対策 第3節 交通対策	12災害警備・交通規制計 27交通施設災害応急計画	1 警備活動 2 交通規制 1 災害対策本部の設置等 2 自動車運送事業 3 高速鉄道事業（仙台市交通局高速鉄道南北線）
	輸送	第10章輸送の確保	第1節 輸送路の確保 第2節 輸送体制の確保 第3節 海上輸送体制の整備 第4節 物資集配拠点	第8章 輸送計画	第1節 輸送対象及び輸送手段 第2節 緊急活動道路の確保 第3節 救援物資等の集積場所輸送拠点 第4節 航空機の発着場所及び調整等			11緊急輸送計画	1 実施機関及び担当業務 2 輸送の対象 3 道路交通の確保 4 輸送車両等の確保 5 空路輸送 6 海上輸送 7 災害時の緊急輸送に関する調整
	行方不明者、遺体	第11章行方不明者の捜索と遺体の取扱い	第1節 行方不明者の捜索及び救出 第2節 遺体の取扱い	第12 章 遺体の取扱い	第1節 遺体の捜索及び検視、検案 第2節 遺体の収容及び処理 第3節 埋火葬	第8章 遺体等の捜索・収容・埋火葬等	第1節 遺体等の捜索・収容・埋火葬等	16行方不明者の捜索・遺体の収容等に関する計画	1 実施機関及び担当業務 2 行方不明者の捜索 3 遺体の検視（遺体見分）、収容及び処理 4 遺体の埋火葬方法
	市民生活の安定	第12章市民生活の安定	第1節 応急給水 第2節 食料の供給 第3節 生活必需品の供給 第4節 救援物資の受入れ・配分 第5節 災害廃棄物（し尿・ごみ）の処理	第7章 飲料水・食糧・生活必需品の供給 第10 章 災害廃棄物等処理計画	第1節 飲料水の供給 第2節 食糧の供給 第3節 生活必需品の供給 第4節 応援要請 第5節 災害対策要員の飲料水食糧の確保 第1節 計画の対象 第2節 災害廃棄物等処理に係る組織体制 第3節 災害廃棄物等の処理に係る基本方針 第4節 総務班の業務 第5節 災害廃棄物処理班の業務 第6節 廃棄物収集班の業務 第7節 廃棄物処理班の業務	第7章 被災生活支援 第9章 清掃対策	第1節 応急給水対策 第2節 食料供給対策 第3節 生活必需物資供給対策 第1節 清掃・がれき処理等	9応急給水並びに復旧計画 8食料・物資供給計画 17清掃計画	1 実施機関及び担当業務 2 災害時の応急体制 3 応急給水計画 4 応急復旧計画 5 応急体制下の通信方法 6 関係機関への応援要請 7 その他の応急給水対策 1 実施機関及び担当業務 2 災害救助法との関係 3 食料の供給 4 生活物資の供給 5 安定供給の確保 6 救援物資の受入れ及び供給 1 実施機関及び担当業務 2 災害時の清掃計画の基本方針について 3 緊急・応急体制の整備について 4 一般廃棄物の収集運搬 5 災害による残材等の処分 6 死亡獣畜の収集・処理
	文教	第13章学校活動と保育	第1節 児童生徒の安全確保 第2節 学校教育の再開 第3節 保育の早期再開	第13 章 文教対策	第1節 学校施設の管理 第2節 児童生徒等の措置及び応急教育の 第4節 学校給食の確保 第5節 社会教育施設の応急復旧 第6節 文化財の保護 第7節 施設等が避難所となった場合の対応	第15章 文教対策	第1節 文教対策	20文教対策計画	1 学校の対策 2 社会教育施設の対策 3 文化財の対策
	ボランティア	第14章災害ボランティアの活動	第1節 専門的ボランティアの活動 第2節 一般ボランティアの活動支援			第13章 災害ボランティア	第1節 災害ボランティア対策	29ボランティア活動支援計画	1 実施機関及び担当業務 2 災害ボランティア活動支援の考え方 3 一般ボランティアの受入れ 4 専門ボランティアの受入れ

防災計画をインターネット上で公開しており，事前に「支援する側」が「支援される側」の地域防災計画を理解することができるため，この点においても地域防災計画の整合性・統一性を図ることの意義は大きい．

4. 地域防災計画の記述の比較分析

地域防災計画の整合性・統一化を図ることの意義は前述した通りであるが，現状の地域防災計画の災害対応業務の記述においては，①各業務に関する記述の相互関係が不明瞭であること，②記述の精粗が統一されていないことなどが問題点として挙げられる[14]．そこで，ここではいくつかの自治体の地域防災計画の比較分析を行う．対象としては，2011年東日本大震災において「支援した側」として神奈川県横浜市，川崎市，相模原市，「支援を受けた側」として宮城県仙台市の地域防災計画とし，震災対策編の応急対策・復旧/復興とする．

4.1 目次分析

①の「各業務の記述の相互関係が不明瞭であること」については，地域防災計画における災害対応業務の形式的な枠組みがないことに起因すると考えられる．そこで，地域防災計画の全体構造を把握するために「目次」に着目し，その比較を試みる．

表2は横浜市の地域防災計画を基準に，川崎市，相模原市，仙台市の地域防災計画の項目がどのように対応しているかを対比させたものである．「斜線」部分は，該当するものがないことを意味する．これによると全ての区分において，記述が異なることが分かり，特に広域応援に関係すると考えられる「避難」，物資に関わる「輸送」と「市民生活の安定」においても異なることが分かる．

図2は，表2において各区分に該当するページ数を集計し，全ページ数に対する各区分が占めている割合を示したものである．これによると，各自治体において，各区分で分量の違いが分かり，どの分野に集中しているのかが分かる．「市民生活の安定」では横浜市は9.8%，川崎市は17.5%，相模原市と仙台市は9.9%と9.0%であり，その違いを理解できる．「避難」については，横浜市は7.0%，川崎市は9.0%，相模原市と仙台市は9.1%と8.2%である．各区分のページ数（図3）を見ると，川崎市は「避難」に17ページ分を使用しているが，これは避難所リスト等を載せていることによるため，各自治体におけるページ数の差は顕著ではないと考えられる．

なお，横浜市は全体の29.4%を「災害対策本部」に使っているが，これは各部署の役割を整理して載せていることによる．

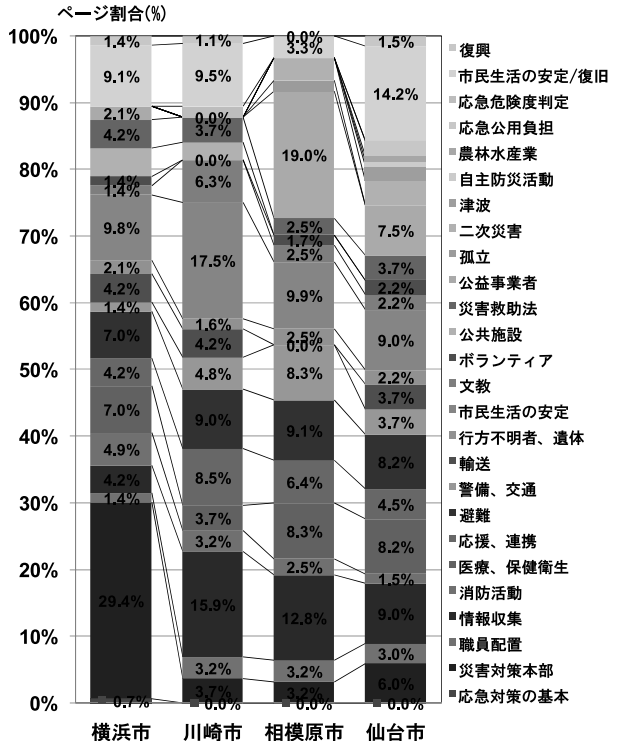


図2　市町村地域防災計画のページ割合の比較

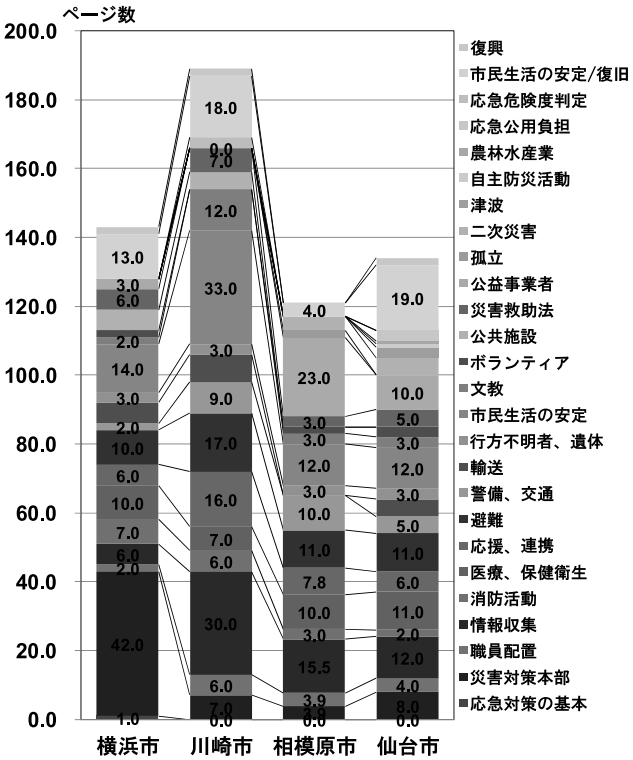


図3　市町村地域防災計画のページ数の比較

4.2 キーワードの比較

②の「記述の精粗が統一されていないこと」については，地域防災計画の中で使用されているキーワードの分析を試みる．分析対象を，「避難」として，「避難計画」，「避難所運営」，「要援護者対応」とする．表3の縦軸は，各地域防災計画において使用されている2文字以上の漢字，カタカナ，ローマ字を抽出し，全体で集計したものを上位から並

表 3 「避難」に関するキーワードの比較

キーワード	登場回数	横浜市	川崎市	相模原市	仙台市	キーワード	登場回数	横浜市	川崎市	相模原市	仙台市
避難	141	31.9%	16.3%	25.5%	26.2%	津波避難	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
避難所	112	2.7%	21.4%	47.3%	28.6%	適宜避難所	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
避難勧告	55	23.6%	20.0%	1.8%	54.5%	二次避難	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難者	55	27.3%	10.9%	20.0%	41.8%	避難フロー図	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
避難誘導	36	22.2%	2.8%	63.9%	11.1%	避難援助	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
特別避難場所	14	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	避難開始	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
避難経路	13	15.4%	0.0%	23.1%	61.5%	避難活動	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
避難所担当職員	12	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	避難居住者	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
避難施設	11	27.3%	72.7%	0.0%	0.0%	避難計闇	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難状況	9	11.1%	44.4%	0.0%	44.4%	避難指示	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
福祉避難所	9	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	避難者確認	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難場所	8	50.0%	12.5%	0.0%	37.5%	避難者確認表	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難先	8	12.5%	0.0%	37.5%	50.0%	避難者本人	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
避難所運営	7	0.0%	0.0%	85.7%	14.3%	避難住民	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
広域避難場所	6	0.0%	66.7%	33.3%	0.0%	避難所イメージ図	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難行動	6	0.0%	0.0%	33.3%	66.7%	避難所運営委員会組織	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
指定避難所	5	0.0%	20.0%	0.0%	80.0%	避難所運営会議	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難計画	5	20.0%	20.0%	40.0%	20.0%	避難所運営全般	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難所運営委員会	4	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難所開設運営要員	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
避難人員	4	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	避難所開設体制	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
一時避難場所	3	0.0%	66.7%	33.3%	0.0%	避難所施設	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
収容避難所	3	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難所施設以外	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難者名簿	3	0.0%	0.0%	33.3%	66.7%	避難所自治組織	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難所運営マニュアル	3	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難所周辺地域	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難所運営協議会	3	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	避難所情報	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難生活	3	66.7%	0.0%	0.0%	33.3%	避難所対策	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難対象区域	3	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難所担当職員	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難対象者	3	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難所担当局	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難路	3	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	避難所等一覧	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
応急避難テント	2	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難所別	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
広域避難場所一覧表	2	0.0%	0.0%	50.0%	50.0%	避難場所運営	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
避難者数	2	0.0%	50.0%	50.0%	0.0%	避難情報	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
避難収容	2	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	避難世帯	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難収容施設	2	0.0%	50.0%	0.0%	50.0%	避難措置	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難所開設	2	0.0%	0.0%	50.0%	50.0%	避難体制	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
避難所管理責任者	2	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難対象	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難所補完施設	2	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	避難対象世帯数	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
避難対策	2	0.0%	50.0%	50.0%	0.0%	避難対象地域	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
避難対象区域内	2	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難対象地区	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難方法	2	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	避難地	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
避難誘導活動	2	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	避難地区内	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
補充的避難場所	2	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	避難長期化対策	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
一時避難場所一覧表	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	避難途中	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
各避難所	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	避難誘導員	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
緊急避難	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難誘導者	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
区本部避難班	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	避難誘導体制	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
警戒等避難時	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	避難誘導対策	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
広域避難	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	本部避難所間	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
指定避難所一覧表	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	他避難措置	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
事前避難	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	大量避難者	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
自力避難	1	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	地域避難場所一覧表	1	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

べた．横軸には，各自治体の地域防災計画における使用回数をカウントし，全合計の割合を示している．例えば，「避難」は，全体で 141 回使われており，その中で，横浜市は 31.9%，川崎市は 16.3%，相模原市は 25.5%，仙台市は 26.2%であり横浜市の地域防災計画における使用頻度が他の自治体と比較して高いことが分かる．また，「特別避難場所」は，全体で 14 回登場しているが，横浜市が 100%であり，横浜市以外では使われていないキーワードであると判断できる．

全 102 種のキーワードのうち，4 つの自治体全てにおいて共通して使われているキーワードは 6 個（5.8%），同様に 3 つの自治体で共通して使われているものは 5 個（4.9%），2 つの自治体では 13 個（12.7%）であり，76.5%は個別に用いられているキーワードである．少なくとも同じ内容を示しているものについては，統一化することは十分に可能であり，それが円滑な広域連携の第一歩であり，将来的な標準化へもつながる．

4.3　救援物資に関する業務フローの比較

上述した目次の規定と精粗分析に加え，ここでは業務フローについての分析を試みる．対象業務としては救援物資

とし，横浜市と川崎市について比較を行った．「業務フロー図」は業務の流れを示すとともに，各業務において発生する情報のやり取りを把握するために作成した．

図4と図5に横浜市と川崎市の救援物資の業務フローを示す．この図は，地域防災計画から大業務の流れを抜粋したものであり，詳細な業務フローは別途作成しているが，紙面の都合上，本図を示す．「物資ニーズ集計，物資供給要請，保管・仕分・配送，物資受入」の流れは同じであるが，大きな違いとしては，「保管・仕分・配送」において川崎市はこれを「区」が行なうこととしているが，横浜市は輸送業者に委託している点が挙げられる．2011年東日本大震災における著者らのヒアリングによると，仙台市においても当初「区」が物資を配送するようにしていたが（図6），「区」にはフォークリフト，物資の仕分けスペース等が備わってないために，多くの区の職員が物資の仕分け作業に時間を取られ，他の業務への支障や疲労感の増大に繋がり，「区」への物資の「保管・仕分」は困難である現状が明らかになった．これを受け，川崎市危機管理担当者にヒアリングを行い，広域応援という観点においても業務を統一すると円滑で効果的な救援物資業務に繋がるのではないかと議論した．

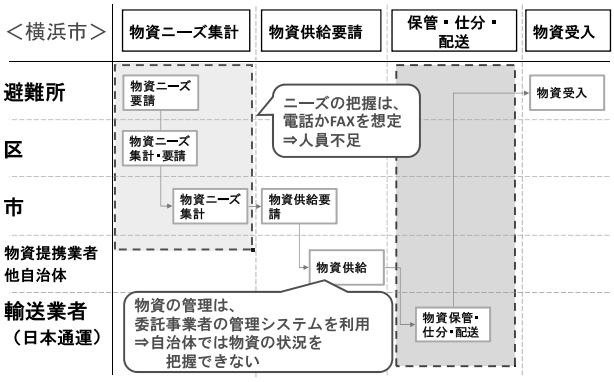


図4　横浜市の救援物資の業務フロー

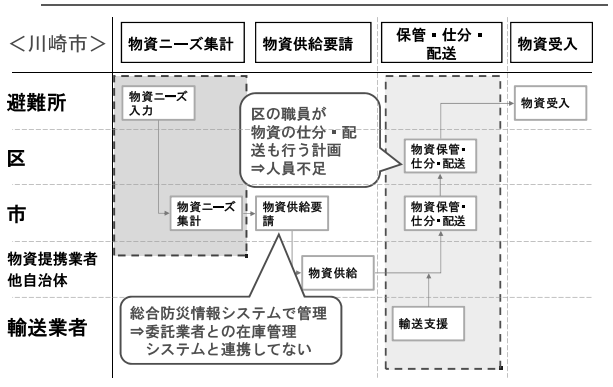


図5　川崎市の救援物資の業務フロー

図6　東日本大震災における仙台市の支援物資の輸送（仙台市経済局）

5. ま　と　め

本稿では，「支援する側」と「支援を受ける側」がそれぞれ作成している地域防災計画について，その記述の統一化が円滑かつ効果的な広域的応援の実施に繋がるのではないかとの立場に立ち，自治体間での地域防災計画の記述の違いについて考察し，実効性の高い広域連携体制のあり方の方向性を示した．

想定されている首都直下地震おいても，少人数で多くの災害対応業務を実施するため，自治体職員の確保が困難な場合等，広域連携による支援が必要となると考えられる．円滑な支援の受け入れ等の効果的な支援体制を構築するために，地域防災計画の記述を統一化することの意義は大きい．

2011年東日本大震災を契機に，各自治体間で応援協定が進み，また，地域防災計画を見直す動きがあることが想定される．国，県，市町村との連携を効果的なものにするためにも地域防災計画の足並みを揃えることが重要である．

上記のような点を踏まえ，九都県市自治体職員とワークショップを開催し，災害時の情報共有についても検討を加え，情報共有化を前提とした広域応援体制のあり方を検討する予定である．

謝　　辞

本研究は，文部科学省科学技術研究委託事業，「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」の一環として行った．自治労宮城県本部の佐々木俊彦書記長にはお忙しい中，自治体組合員を対象に行なった健康調査結果を送付して頂きました．また，川崎市総務局危機管理室の間島哲也氏にはお忙しい中ヒアリングにご協力を賜りました．仙台市経済局産業政策部経済企画課の福田洋之氏，佐野直樹氏，小松利充氏には震災対応でお忙しいところヒアリングにご対応頂き，また仙台市の物資データについても快くご提供頂き，深く感謝いたします．

（2011年9月16日受理）

参 考 文 献

1） 全国知事会緊急広域災害対策本部：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等への対応状況（平成 23 年 3 月 13 日（ 日 ）18 時 00 分 ），http://www.nga.gr.jp/news/20110313saigai_puresu.pdf,（2011 年 8 月 28 日閲覧）.

2） 総務省：東北地方太平洋沖地震に係る被災地方公共団体に対する人的支援について（通知），http://www.soumu.go.jp/main_content/000107771.pdf,（2011 年 8 月 28 日閲覧）.

3） 総務省：東北地方太平洋沖地震に係る人的支援の要望について（事務連絡），http://www.soumu.go.jp/main_content/000107772.pdf,（2011 年 8 月 28 日閲覧）.

4） 自治労宮城県本部：東日本大震災に伴う自治体職員緊急健康調査分析結果，県本部執行委員会（第 10 回）報告，2011.7.28.

5） 高寄昇三：阪神淡路大震災と自治体の対応，学陽書房，pp. 15–16，1996.

6） 渡辺千明・岡田成幸：1995 年兵庫県南部地震後の被災地における支援の需要と供給の実態，第 7 回（平成 9 年度）地域安全学会研究発表会地域安全学会論文報告集（7），pp. 310–313，1997.11.

7） 岩佐佑一・林春男・近藤民代：災害対応業務標準化に向けた「防災基本計画」の業務分析，地域安全学会論文集（5），pp. 193–202，2003.11.

8） 中央防災会議：今後の地震対策のあり方に関する専門調査会報告（資料 1-2），2002.7.1.

9） 総務省消防庁：都道府県境を越える圏域での広域的な防災体制に関する研究会報告書―富士山火山防災を例とした相互間地域防災計画策定指針（案）―，2003.3.

10） 渡辺千明・岡田成幸：全国自治体による激震被災地への支援のあり方：（1）阪神淡路大震災における実態調査と要因分析，自然災害科学，23 (1)，pp. 65–77，2004.5.

11） 船木伸江・河田惠昭・矢守克也：大規模災害時における都道府県の広域支援に関する研究：新潟県中越地震の事例から，自然災害科学，25 (3)，pp. 329–349，2006.11.

12） 佐藤声喜・鈴木悟史・沼田宗純：製品設計領域における 3D ナレッジ設計システム，日本機械学會論文集 C 編，74 (745)，pp. 2107–2113，2008.9.

13） 永松伸吾・林春男・河田惠昭：地域防災計画にみる防災行政の課題，地域安全学会論文集（7），pp. 395–404，2005.11.

14） 植田達郎・林春男：災害対応業務の情報支援システム―収容避難所活動マニュアルの電子文書化―，第 8 回（平成 10 年度）地域安全学会研究発表会），地域安全学会論文報告集（8），pp. 242–247，1998.10.

研 究 速 報

東日本大震災前後における緊急地震速報に対する住民意識の比較分析

Comparative Study on People's Awareness of Earthquake Early Warning before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

大 原 美 保*・目 黒 公 郎*・田 中　　淳**
Miho OHARA, Kimiro MEGURO and Atsushi TANAKA

1. は じ め に

2007 年 10 月 1 日から緊急地震速報の一般提供が開始され，2008 年 6 月 14 日の宮城・岩手内陸地震では，主要動の到達前に緊急地震速報を発表することに初めて成功した．その後，2010 年 9 月 29 日 16 時 59 分福島県中通りを震源とする M5.7 の地震が発生した際に，東北地方南部から関東地方の広範囲にわたって一般向け緊急地震速報が発表された．この地震は，携帯電話での緊急地震速報受信率が高まる中での発生した地震であり，多くの人が初めて携帯電話により緊急地震速報のメールを受信した．2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分には，東北地方太平洋沖地震（M9.0）が発生した．この地震で震度 4 以上と想定された地域は宮城，岩手，福島，秋田，山形県のみであったため[1]，関東地域でも震度 6 強～ 5 弱が観測されたものの，一般向け緊急地震速報は発表されていない．本地震後は，相次ぐ余震活動により，緊急地震速報が多数発表された．これにより，関東地域においても緊急地震速報を見聞きする機会は増えた．しかし，ほぼ同時に発生した複数の地震データを分離処理できない等の理由から，緊急地震速報の精度が低下した[2]．これらの課題は 8 月 10 日時点でソフトウェアの改修により改善された[3]が，緊急地震速報の効果に関する住民意識には影響を及ぼしたと考える．

筆者らは，緊急地震速報に対する住民の対応力に関する調査を継続的に実施し，緊急地震速報の効果的活用のための検討を行っている．2008 年宮城・岩手内陸地震後は，J-ALERT を介して防災行政無線から放送された緊急地震速報の聞き取り状況に焦点をあて，質問紙による意識調査[4]を行った．その後，2010 年 9 月 29 日の福島県中通りを震源とする地震後には，関東地方の住民を対象としたインターネットアンケート調査を行った．2011 年 3 月 11 日以後の余震で多数の緊急地震速報が発表された後には，2010 年に調査した関東地方の住民への追跡調査を実施し，住民意識の変化を調査した．本論文では，①緊急地震速報の認知度，②空振りに対する意識，③緊急地震速報の聞き取り状況，④緊急地震速報を見聞きした場合の対応行動，⑤緊急地震速報への評価に着目して，2010 年と 2011 年の回答の変化を分析した結果を報告する．

*東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター
**東京大学大学院情報学環

2. 2010 年 9 月 29 日の地震および 2011 年東北地方太平洋沖地震以後の地震発生の状況

(1) 2010 年 9 月 29 日の福島県中通りを震源とする地震

2010 年 9 月 29 日 16 時 59 分福島県中通りを震源とする M5.7 の地震が発生した際に，東北地方南部から関東地方の広範囲にわたって一般向け緊急地震速報が発表された．一般向け緊急地震速報は，震度 5 弱以上が予想される地震が発生した場合に震度 4 以上が予想される地域に発表される．しかしこの地震では，実際に震度 4 以上が観測された地域は福島県内の一部のみで，震度 3 が観測された地域も福島県，茨城県，栃木県，新潟県の一部のみであったが，かなり広い範囲において震度 4 以上が予想されたことにより，緊急地震速報が発表された．関東地域においては，携帯電話での緊急地震速報受信率が高まる中での出来事であり，多くの人が初めて携帯電話のメールで緊急地震速報を受信した．

(2) 2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分には，東北地方太平洋沖地震（M9.0）が発生した．これにより，栗原市築館において最大震度 7（計測震度 6.67）が観測された他，宮城県・福島県・茨城県・栃木県では震度 6 強，岩手県・福島県会津・群馬県南部・埼玉県南部・千葉県北西部では震度 6 弱が観測された．緊急地震速報第 1 報が 14 時 46 分 45.6 秒に発表された後，14 時 46 分 48.8 秒の第 4 報で一般向け緊急地震速報が発表された[1]が，震度 4 以上と想定された地域は宮城，岩手，福島，秋田，山形県であった．このため，関東地域では，一般向け緊急地震速報は発表されていない．

(3) 2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震後の余震

本地震後，相次ぐ地震活動により，緊急地震速報が多数発表された．2007 年 10 月から 2011 年 2 月までの 41 ヶ月

表1　2010年および2011年調査での回答者数

	2010年の調査		2011年の調査					追跡率
			自分の携帯電話で受信可能			受信不能	合計	
				震災後、自宅で受信	震災後、自宅外で受信			
A群	自分の携帯電話で受信した	200	142	118	91	11	153	76.5
B群	周りの人の携帯電話で聞いた	200	70	48	42	81	151	75.5
C群	地震時に電車の緊急停止を体験し、自分の携帯電話で受信した	200	119	65	52	31	150	75
D群	緊急地震速報を全く見聞きしなかった	200	71	49	36	88	159	79.5

間に発表された一般向け緊急地震速報の回数が17回であるのに対し，2011年3月から8月までの6ヶ月間に発表された回数は87回であった．3月11日以降の余震では，関東地域においても緊急地震速報が多数発表され，緊急地震速報を見聞きする機会は増えた．しかし，異なる場所でほぼ同時に発生した複数の地震データを分離処理できなかったり，停電や通信回線の途絶のために使用できる地震計の数が減少したりしたため，予測震度に大きな誤差が生じ，緊急地震速報の精度が低下した[2)]．3月29日13時までに発生した余震等では，一般向けの緊急地震速報を発表した45回のうち約67％にあたる30回において，発表した地域内で震度2以下となり，速報は空振りであった[2)]．

3. 調査の方法と回答者の概要

まず初めに，2010年9月29日の福島県中通りを震源とする地震後，関東地方の1都3県（千葉県，埼玉県，神奈川県）に居住する住民を対象として，インターネットアンケート調査を行った．調査期間は2010年11月5日～11日である．この地震は，多くの人が初めて携帯電話により緊急地震速報のメールを受信した事例となった点に着目し，携帯電話による受信の有無に応じた意識の差を分析することとした．事前のスクリーニング調査により，自分の携帯電話で緊急地震速報を受信したA群，周りの人の携帯電話が受信するのを見聞きしたB群，地震時に電車に乗っており，自分の携帯電話で緊急地震速報を受信するとともに，乗っていた電車が緊急停止するのを体験したC群，緊急地震速報を全く見聞きしなかったD群というグループ分けをした後，各群ともに性別・世代（30代，40代，50代，60代）ごとに25名ずつを割り付けた合計200名の回答者からの回答を得た．回答総数は800である．

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震および頻発する余震以後，2010年に調査した回答者への追跡インターネットアンケート調査を行った．調査期間は2011年8月9日～16日である．他地域の引っ越しした者は回答者から除外した．A～Dの各群の回答者数は表1の通りとなり，合計613名の回答者から2回目の回答を得ることができた．回答者の追跡率は76.6％（613／800）と高かった．A群およびC群は，2010年の調査時点で，自分の携帯電話で緊急地震速報を受信できたが，その後，携帯電話の買い換えなどにより自分の携帯電話で受信できない状況になった者もいる．2011年の調査時点で自分の携帯電話で受信可能であると回答した者は表1の通りであり，自分の携帯電話での受信率は，A群で92.8％に，C群で79.3％に低下した．一方，B群やD群の中には，新たに自分の携帯電話で受信できるようになった者がおり，B群での受信率は46.4％，D群は44.7％となった．

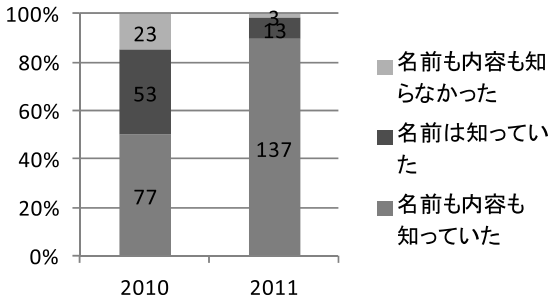


図1　緊急地震速報の認知度（A群）

4. 緊急地震速報の認知度の変化

緊急地震速報の認知度は，いずれの群においても，2011年度の東日本大震災後の方が，「名前も内容も知っていた」という割合が高まった．図1に，2010年時点で「自分の携帯電話で受信した」A群の結果を示す．「名前も内容も知っていた」割合は，50.3％から89.5％と高くなり，2011年度に「名前も内容も知らなかった」割合は2.0％となった．

緊急地震速報の発表条件や発表方法について，知っているかどうかを尋ねた結果が図2および図3である．A群および，2010年度は緊急地震速報を全く見聞きしなかったD群ともに，携帯電話での受信，テレビでの受信については，「はい」と答えた割合が2011年時点で9割程度である．特に，テレビでは余裕時間や推定震度が表示されない点については，2011年時点で大きく増加した．一方，テレビで発表される際の震度の条件については，「はい」と答えた割合が50％以下であり低い．また，「専用端末では震度

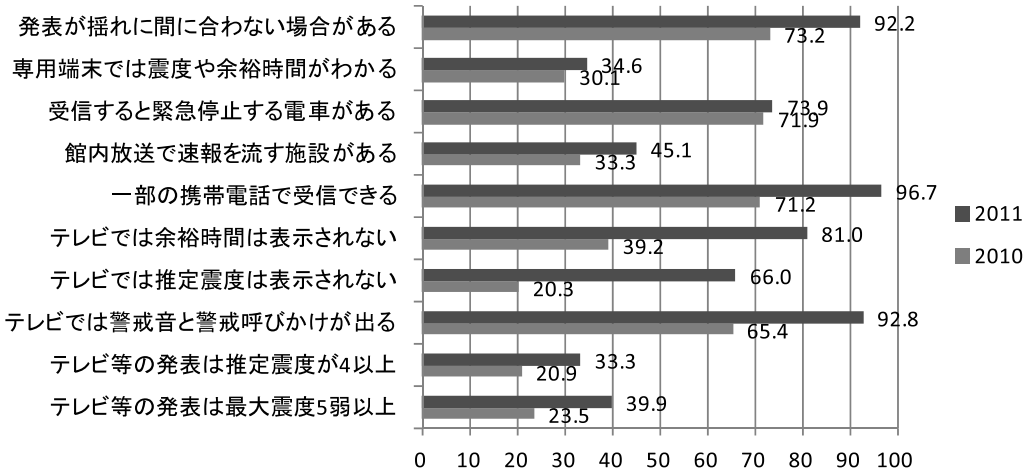


図 2　緊急地震速報に関する知識（A 群）

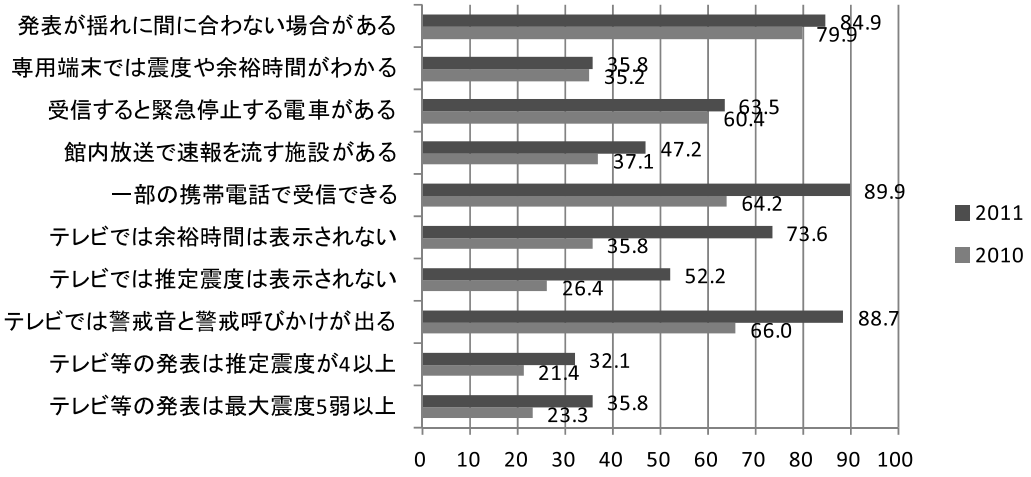


図 3　緊急地震速報に関する知識（D 群）

や余裕時間がわかる」点については，2010 年と 2011 年でほとんど変化がなく，専用端末に関する知識はあまり向上していないことがわかる．「震源に近いところでは，緊急地震速報の発表が，揺れの到達に間に合わない場合がある」という技術的課題については，今回は関東地域において該当する地震はなかったが，認知度は少し増加した．

5. 空振りに関する意識

2 章で述べた通り，東日本大震災後は，緊急地震速報の精度が低下し，空振りが多発した．図 4 は，「地震の前から，「推定震度が ± 1 前後ずれることがある」という技術的課題について知っていましたか．」という質問と，「緊急地震速報の「空振り」について，どのように思われますか」という質問のクロス集計の結果である．地震前から震度がずれる可能性を知っていたのは，36.5％であった．地震前から知っていた場合には，55.4％が「空振りの可能性があっても，緊急地震速報は積極的に利用したい」，40.6％が「空振りの可能性があっても，緊急地震速報は利用したい」と

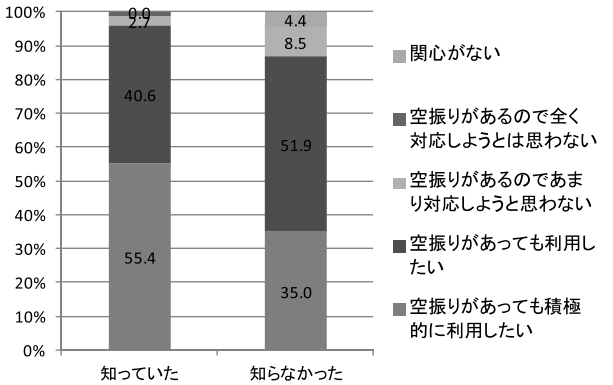


図 4　空振りの認知度と利用意欲（全群，N = 613）

回答し，あわせて 96％となった．一方，地震前から知らなかった場合は，8.7％が「空振りの可能性があるので，緊急地震速報を見聞きしてもあまり対応しようとは思わない」または「あまり対応しようとは思わない」と回答しており，地震前から知らなかった場合は 4.0％であったのに

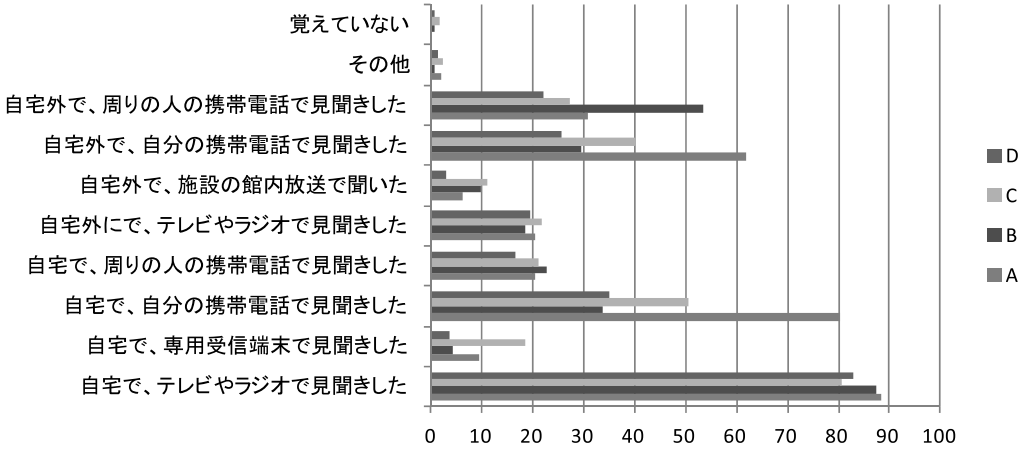


図5　東日本大震災後に緊急地震速報を見聞きした手段

比べて，およそ倍になった．これより，今回の空振り以前から技術的課題を認識していた場合には，空振りへの許容度が高いことがわかった．しかし，いずれのグループも，8割以上は，「空振りの可能性があっても，緊急地震速報は利用したい」という考えであり，一連の空振りへの許容度は総じて高いことがわかった．

6. 緊急地震速報の聞き取り状況

2011年3月11日以降から調査時点までの余震で発表された緊急地震速報について，どのような方法で見聞きしたかを尋ねた．いずれの群でも，8割以上の回答者が，自宅にいた際に，テレビやラジオで緊急地震速報を見たことがわかった．自宅および自宅外にいる際に自分の携帯電話で受信した割合は，2010年時点にも自分の携帯電話で受信したA群で最も高くなった．自宅にいる時に専用受信端末で受信した割合は，2010年に自分の携帯電話で受信するとともに電車の停止も経験したC群で最も高くなり，18.6%となった．

自宅にいた際の受信率が最も高いA群に対して，「緊急地震速報を見聞きした時，どのように思いましたか」と尋ねた結果が図6である．2010年の回答は，9月29日の地震の際に携帯電話で見聞きした際の回答であり，2011年の回答は一連の余震において自宅で緊急地震速報を見聞きした際の回答である．「これから大きな揺れが来ると思った」割合は2010年時では34%であったのに対し，2011年には86.7%と2倍以上となった．「何の知らせなのか，すぐにはわからなかった」割合は2010年では45.1%であったのに対し，2011年には8.4%と著しく低くなった．2010年には，初めて携帯電話で緊急地震速報を受信した回答者が多かったため，「携帯電話の故障かと思った」回答者が4.6%いたが，2011年はほとんどいなかった．2010年と2011年を比較すると，緊急地震速報に対する意識が高まったことがわかる．

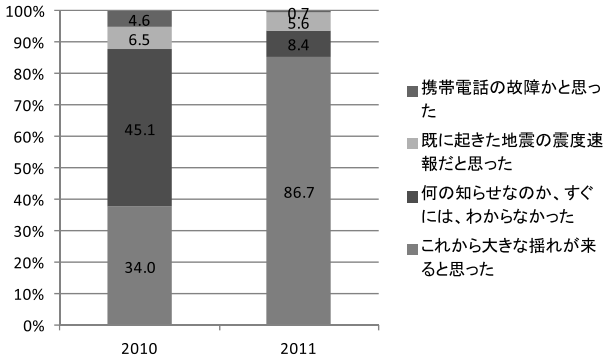


図6　緊急地震速報を見聞きした際の感想

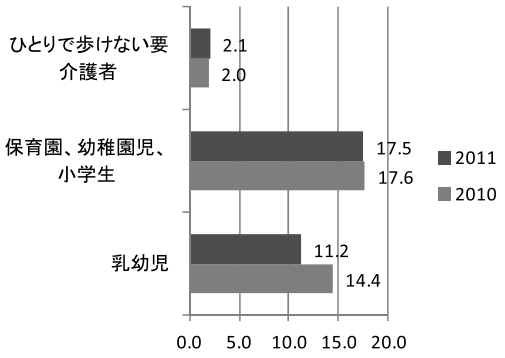


図7　自宅で見聞きした際に一緒にいた家族

7. 緊急地震速報への対応行動

続いて，A群のうち，地震時に自宅にいた回答者に対して，緊急地震速報を見聞きした後に行動についても尋ねた．2010年および2011年の地震時に，乳幼児，保育園児・幼稚園児・小学生，および一人で歩けない要介護者と一緒にいた回答者の割合は図7の通りである．乳幼児は成長するため，2011年での割合が少し減ったと考えられる．このような状況で，緊急地震速報を自宅で見聞きした際に，ど

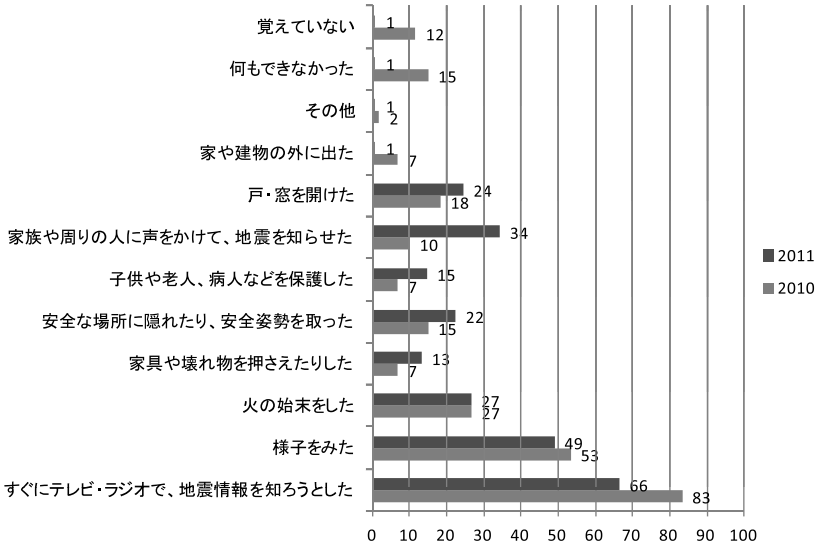


図 8　緊急地震速報を見聞きした後の対応行動

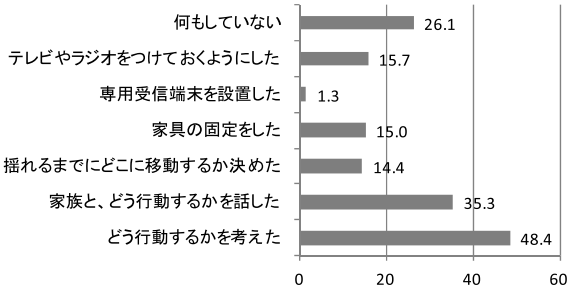


図 9　緊急地震速報を見聞きした後の備え

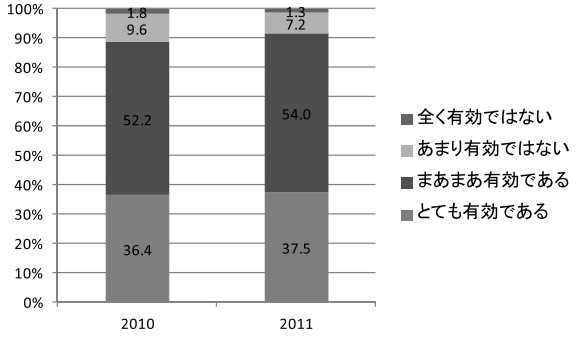


図 10　緊急地震速報への評価（全群，N = 613）

のような行動をとったかを尋ねた結果が図 8 である 2010 年と 2011 年ともに，「テレビ・ラジオで地震情報を知ろうとした」割合が最も多くなった．しかし，「家族や周りの人に声をかけて，地震を知らせた」が 2011 年は多くなり，「様子を見た」に続いて第 3 番目の行動となった．また，「安全な場所に隠れたり，安全姿勢を取った」「子供や老人，病人を保護した」割合も増加した．「身を守る・声をかける」などの行動は，緊急地震速報を見聞きした場合に優先して行うべきであると考え，これらの割合が増加したのは対応行動力が向上したと評価できる．しかし，今後も更なる向上が求められる．

また，これらの回答者に対して，3 月 11 日から調査時点までに，自宅にいる時に緊急地震速報が出された場合に備えてどのような行動をしたかも尋ねた．「自宅で緊急地震速報を見聞きした場合，どう行動するかを考えた」が 48.4％と最も多く，続いて「家族と，自宅で緊急地震速報を見聞きした場合，どう行動するかを話した」が 35.3％となった．専用受信端末を設置した割合は 1.3％と低い．自宅に専用受信端末を設置しようと思わない理由を尋ねたところ，「携帯電話で緊急地震速報が受信できるから」が 71.4％，「設置に費用がかかるから」が 51.8％となった．緊急地震速報の専用端末は，高度利用ができるというメリットがあるものの，あまり普及してないことがわかった．

8. 緊急地震速報への評価

最後に，「緊急地震速報は，揺れによる被害を減らすために有効な手法であると思いますか」を尋ね，緊急地震速報の有効性に対する評価を行った．いずれの群においても「まあまあ有効である」が最も多くなった．全群の結果を図 10 に示す．2010 年と 2011 年で割合はほとんど変わらなかった．図 11 は，緊急地震速報への評価と「3 月 11 日以降から調査時点までの余震の際に緊急地震速報を見聞きしたかどうか」のクロス集計結果である．見聞きした場合には，「とても有効である」が 38.5％と多くなり，実際に見聞きした経験が有効性の高い評価につながっていることがわかる．図 12 は，緊急地震速報への評価と「「地震の前から，「推定震度が ± 1 前後ずれることがある」という技術的課題について知っていましたか」のクロス集計結果である．図 4 では，今回の空振り以前から技術的課題を認識

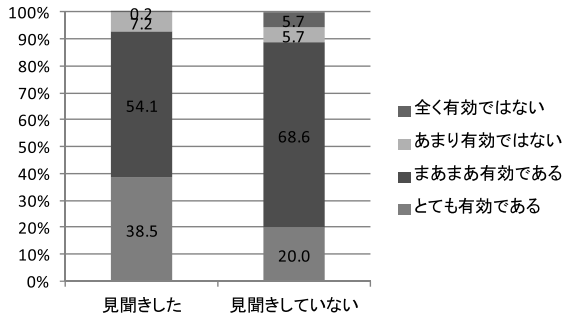


図 11　緊急地震速報への評価と見聞きした経験のクロス集計結果（全群，N = 613）

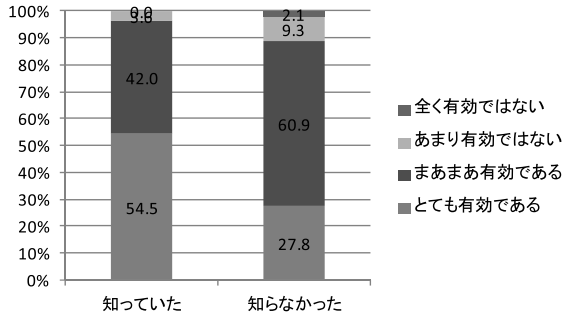


図 12　緊急地震速報への評価と技術的課題の認知度のクロス集計結果（全群，N = 613）

していた場合には，空振りへの許容度が高いことが示されている．よって，地震前から技術的課題を認識していた場合には，空振りへの許容度が高いため，緊急地震速報の有効性の認識も高くなったと考えられる．今後，実際に緊急地震速報を経験する機会が増え，事前に技術的課題を正しく理解していた場合には，緊急地震速報の有効性に対する評価が高まるであろうと考えられる．

9. ま　と　め

2010 年 9 月 29 日の福島県中通りを震源とする地震後，関東地方の住民を対象としたインターネットアンケート調査を行った．2011 年 3 月 11 日以後の余震で多数の緊急地震速報が発表されたため，2010 年に調査した関東地方の住民への追跡調査を実施し，住民意識の変化を調査した．本論文では，①緊急地震速報の認知度，②空振りに対する意識，③緊急地震速報の聞き取り状況，④緊急地震速報を見聞きした場合の対応行動，⑤緊急地震速報への評価に着目して，これらの変化を分析した結果を報告した．2010 年と 2011 年の回答を比較すると，緊急地震速報の認知度は高まり，テレビや携帯電話で受信できることを知っている割合は 2011 年時点で 9 割程度と，非常に高くなった．緊急地震速報を見聞きした際の「身を守る，声をかける」などの安全行動の割合が増加し，住民の緊急地震速報の対応力は向上していると考えられた．しかし，緊急地震速報の専用受信端末に関する知識は低く，地震後に導入した人も少なかった．また，緊急地震速報の有効性に関しては，実際に緊急地震速報を見聞きした経験をした場合や，地震前から技術的課題を認識しており空振りへの許容度が高い場合に，評価が高くなることがわかった．有効ではないという回答は 1 割程度であった．今後，緊急地震速報の有効性をさらに認識してもらうには，精度の向上とともに，技術的課題を理解した上で活用してもらうための情報提供が必要であると考える．

（2011 年 9 月 20 日受理）

参　照　文　献

1）　気象庁 HP：緊急地震速報について，http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/index.html
2）　気象庁：報道発表資料「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震以降の緊急地震速報（警報）の発表状況について」，2011.3.29.
3）　気象庁：報道発表資料「緊急地震速報の改善について」，2011.8.10.
4）　大原美保・地引泰人・関谷直也・須見徹太郎・目黒公郎・田中淳：J-ALERT による緊急地震速報の防災行政無線放送の効果に関する研究，日本災害情報学会誌「災害情報」，pp. 96–104, Vol. 8, 2010.3.

東日本大震災前後における緊急地震速報に対する住民意識の変化

○大原美保[1)]・目黒公郎[2)]・田中淳[3)]
1)　会員 東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター／生産技術研究所,
東京都目黒区駒場4－6－1, ohara@iis.u-tokyo.ac.jpl
2)　会員 東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター／生産技術研究所
3)　非会員 東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター

1. はじめに

2010年9月29日16時59分、福島県中通りを震源とするM5.7の地震が発生し、東北地方南部から関東地方の広範囲に一般向け緊急地震速報が発表された。この地震は、多くの人が初めて携帯電話により緊急地震速報のメールを受信した。2011年3月11日14時46分には、東北地方太平洋沖地震（M9.0）が発生した。この地震で震度４以上と想定された地域は宮城、岩手、福島、秋田、山形県のみであったため、関東地域でも震度６強～５弱が観測されたが、一般向け緊急地震速報は発表されていない[1)]。地震後は、相次ぐ余震活動により、緊急地震速報が多数発表され、緊急地震速報を見聞きする機会が増えた。しかし、ほぼ同時に発生した複数の地震データを分離処理できない等の理由から、緊急地震速報の精度が低下した[2)]。

本研究では、緊急地震速報に対する住民意識の変化を把握するため、2010年9月29日の地震後と2011年の東日本大震災後に住民へのインターネットアンケート調査を行い、同一の回答者の意識の変化を分析した。

2. 調査の方法と回答者の概要

まず初めに、2010年9月29日の地震後、関東地方の１都３県（千葉県、埼玉県、神奈川県）に居住する住民を対象として、インターネットアンケート調査を行った。事前調査により、回答候補者を携帯電話での受信経験の有無などに応じた４群に分け、各群ともに性別・世代（30代～60代）ごとに25名ずつを割り付けた合計200名の回答を得た。詳細を表１に示す。

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震および余震以後、2010年時点の回答者に対する追跡調査を行った。追跡調査の回答者数は613であり、追跡率は76.6%となった。A群およびC群の中には2010年の調査後に携帯電話を買い換えて緊急地震速報が受信できなくなった者がおり、これらの数は表1に示す通りである。

表１　2010年および2011年調査での回答者数

	2010年の調査		2011年の調査			追跡率
			自分の携帯電話で受信可能	受信不能	合計	
A群	自分の携帯電話で受信した	200	142	11	153	76.5
B群	周りの人の携帯電話で聞いた	200	70	81	151	75.5
C群	地震時に電車の緊急停止を体験し、自分の携帯電話で受信した	200	119	31	150	75
D群	緊急地震速報を全く見聞きしなかった	200	71	88	159	79.5

3. 緊急地震速報の認知度の変化

表1に示す全群において、2011年度の東日本大震災後の方が「名前も内容も知っていた」という割合が高まった。例えば、2010年時点で「自分の携帯電話で受信した」A群では、「名前も内容も知っていた」割合は50.3%から89.5%と高まった（図1）。緊急地震速報がテレビや携帯電話で受信できることを知っている割合は、2011年時点で9割程度となった。テレビで発表される際の震度条件や専用受信端末について知っている割合は、2011年時点でも3割程度と低かった。

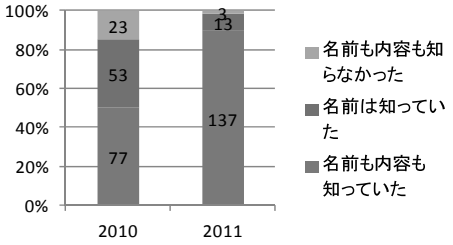


図1　緊急地震速報の認知度（A群）

4. 空振りに関する意識

2011年の調査時に「地震の前から「推定震度が±1前後ずれることがある」という技術的課題について知っていましたか。」を尋ねたところ、知っていたのは36.5%であった。さらに、「緊急地震速報の空振りについて、どのように思われますか」を尋ねて、両回答のクロス集計をとったのが図２である。地震前から技術的課題を知っていた場合には、55.4%が「空振りの可能性があっても、緊急地震速報は積極的に利用したい」、40.6%が「利用したい」と回答し、あわせて96%となった。一連の空振りへの許容度は総じて高く、今回の空振り以前から技術的課題を認識していた場合には、さらに許容度が高いことがわかった。

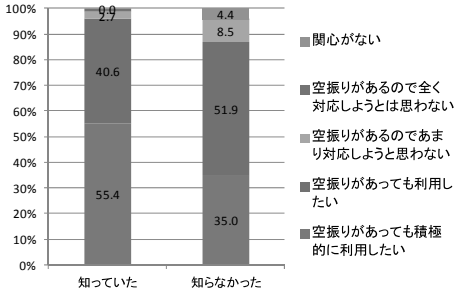


図２　空振りの認知度と利用意欲（全群、N=613）

5. 緊急地震速報の聞き取り状況と対応行動

2011 年の調査時に緊急地震速報の受信方法を尋ねたところ、全群の 8 割以上が自宅でテレビやラジオで受信していた。自宅にいた際の受信率が最も高い A 群に対して、「緊急地震速報を見聞きした時、どのように思いましたか」と尋ね、2010 年の結果と比較した。図 3 の通り、2011 年時点で「これから大きな揺れが来ると思った」割合は 34%から 86.7%と 2 倍以上となった。「何の知らせなのかすぐにはわからなかった」割合は 45.1%から 8.4%と著しく低くなった。東日本大震災前後において、緊急地震速報を瞬時に理解できる能力が高まったと考えられる。

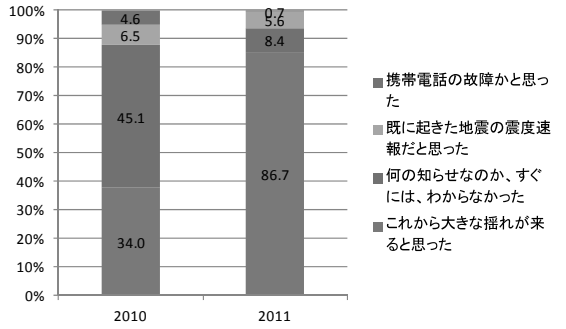


図３　緊急地震速報を見聞きした際の感想

A 群のうち、2011 年時点で地震時に自宅にいたことがある回答者に対して、緊急地震速報受信時の行動について尋ねた。2010 年と 2011 年ともに、「テレビ・ラジオで地震情報を知ろうとした」割合が最も多くなったが、2011 年時点では「家族や周りの人に声をかけて、地震を知らせた」が増えて約 34%となった他、「安全な場所に隠れたり、安全姿勢を取った」「子供や老人、病人を保護した」なども増えた。2010 年および 2011 年の地震時に要援護者と一緒にいた回答者の割合にはほぼ変化はなかった。これより、緊急地震速報を見聞きした際に、被害軽減につながる対応をできる対応力が向上したと考えられる。

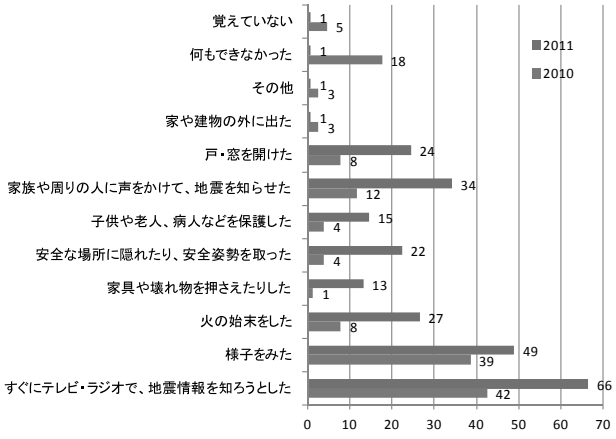


図４　緊急地震速報を見聞きした後の対応行動

6. 緊急地震速報への評価

最後に、「緊急地震速報は、揺れによる被害を減らすために有効な手法であると思いますか」を尋ねたところ、2010年と2011年で割合はほとんど変化しなかった。しかし、この質問と、2011年度時点での技術的課題の認知度（詳細は第4章）とのクロス集計を取ると、図５に示す通りとなった。地震前から技術的課題を認識していた場合には「とても有効である」が54.5%となり、認識していない場合の27.8%に比べて大幅に増えた。技術的課題に対する認知度が高いと、第4章で述べた通り、空振りへの許容度が高くなり、結果的に緊急地震速報の有効性の認識も高くなったと考えられる。同様に、有効性に関する質問と「3月11日以降の余震の際に緊急地震速報を見聞きしたかどうか」のクロス集計と取ると、見聞きした場合に「とても有効である」が38.5%であるのに対し、見聞きしない場合は20%となり、実際に見聞きした経験が有効性の高い評価につながった。今後、住民に緊急地震速報の有効性を認識してもらい、速報を活用した効果的な対応を行ってもらうためには、実際の緊急地震速報を経験してもらうことと、平常時からの技術的課題の正しい理解を図ることが重要であると考えられる。

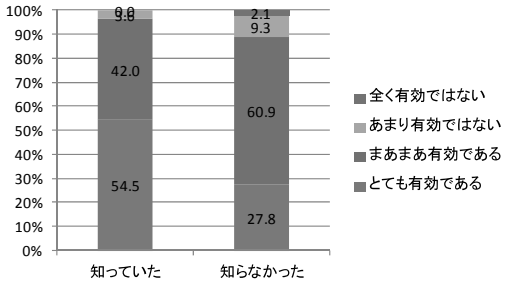


図５　緊急地震速報への評価と技術的課題の認知度のクロス（全群、N=613）

7. まとめ

2011年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）とその後の余震においては、多数の一般向け緊急地震速報が発表された。本研究では、2010年9月29日の地震と、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震以後に、関東１都３県の住民へのインターネットアンケート調査を行い、意識の変化を比較分析した。この結果、2011年の地震以後、緊急地震速報の認知度や速報を見聞きした際に理解できる能力、被害軽減につながる対応力の向上が見られた。更なる対応力の向上のためには正しい情報周知が効果的と考えられた。

参考文献

1)　気象庁HP：緊急地震速報について、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/index.html著者：題名，掲載誌，巻，号，ページ，年

2)　気象庁：報道発表資料「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震以降の緊急地震速報(警報)の発表状況について」、2011.3.29.

3)　気象庁：報道発表資料「緊急地震速報の改善について」、2011.8.10.

地方自治体の物資搬送業務の計画と対応の実態

○近藤伸也[1)]・沼田宗純[2)]・秦康範[3)]・野田五十樹[4)]・末冨岩雄[5)]・井上雅志[6)]・目黒公郎[7)]
1)　正会員 東京大学生産技術研究所，目黒区駒場4-6-1, kondos@iis.u-tokyo.ac.jp
2)　正会員 東京大学生産技術研究所，目黒区駒場 4-6-1, numa@iis.u-tokyo.ac.jp
3)　正会員 山梨大学大学院医学工学総合研究部，甲府市武田 4-3-11, yhada@yamanashi.ac.jp
4)　非会員 産業技術総合研究所，つくば市梅園 1-1-1 中央第二, i.noda@aist.go.jp
5)　正会員 （株）エイト日本技術開発，中野区本町 5-33-11, suetomi-i@ej-hds.co.jp
6)　非会員 （株）エイト日本技術開発，中野区本町 5-33-11, inoue-ma@ej-hds.co.jp
7)　正会員 東京大学生産技術研究所，目黒区駒場 4-6-1, meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

首都直下地震は，直接・間接被害ともに甚大な被害が発生すると想定される．この被害の軽減には，広域連携体制の整備と災害情報の共有化が必要不可欠である．筆者らの研究グループでは，これまで初動期における災害対応上の課題を抽出し，その課題解決に貢献する防災アプリケーションを開発するとともに，それらを統合した情報連携デモンストレーションを地方自治体の防災・消防職員に対して実施した[1)]．

本稿では，地方自治体の応急期における災害対応業務の一つである物資搬送業務に着目して地域防災計画の内容と実際の対応業務との違いを明らかにする．具体的には，東日本大震災におけるある県と市（以下A県B市）において物資搬送業務に携わった職員にヒアリング調査を行い，地方自治体が避難所にいる避難者や在宅避難者に対して，どのようにニーズをくみ取り，どのように物資等を供給したかを地域防災計画での記載内容，対応業務が安定した状況（以下安定期）と，災害発生直後から安定期までの状況（以下初期）に分けてとりまとめた．

2. ある市における計画と対応の実態

2.1 地域防災計画[2)]での記載内容

調査対象としたB市の地域防災計画には，生活物資の確保は協定機関および団体等の協力を得て，輸送も原則として協定機関および団体等が行うが，状況によりトラック協会に要請する．物資の集配と供給は区本部および避難所管理責任者と連絡調整して行う．不足分については報道機関等を通じて支援を要請するとともに，救援物資を起こる際の配慮事項についても周知する．これら業務は図１の業務フローに示すように管轄している部局がそれぞれ実施するように定められている．

2.2 初期の対応

東日本大震災は，想定されていた災害（宮城県沖地震）をはるかに超え，地域防災計画で考えられたものを覆すものだった．当時は避難所が指定避難所でも全く足りず，想定していなかった公共施設も使わざるを得なかった．避難者数が多かったので，物資の必要数や搬送に必要な人数の算出はゼロベースから考えなければならなかった．１日分用意されていた備蓄物資は１回分も足りず，真冬で寒い中，お湯等の確保に必要となる物資がどの程度必要なのか把握が困難だった．ライフラインは全て止まっており非常電源を確保できた場所以外ではライフラインの確保が出来なかった．

その状況でB市は，あらかじめ設定していた区の体育館を拠点施設として設定したが，体育館には物流に必要な重機がなく，人海戦術でやるには物資が多すぎた．またこの体育館は住宅地の中で周りからよく見える場所にあったため，住民から不満が生じた．そのため小高い丘の上にあり，住宅地からも離れている県の消防学校を借りて拠点とした．同時に投光器とフォー

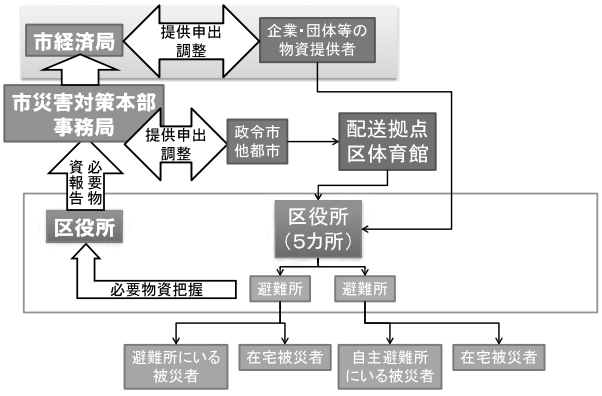


図１　B市の業務フロー（地域防災計画）

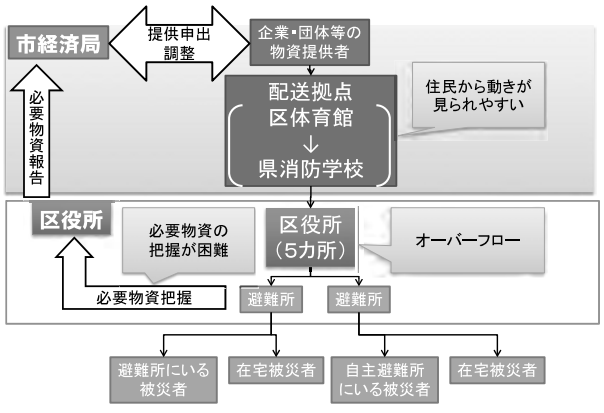


図２　B市の業務フロー（初期）

クリフトを調達して，10トン車からの荷下ろしを可能とした．

物資は消防学校から区役所に集められ，避難所に運ばれるようになった．しかし，10トントラックで運ばれた物資の取り扱い（手作業）に人手をとられ，トラック協会の車両も津波で流された状況で区役所には1トントラックかワゴン車しかなかったことから，区役所から避難所に運ぶ人手も車両も不足していた．当時の業務フローを図２に示す．

2.3 安定期での対応

前節の状況を踏まえ，B市では物資の調達から配送の管理を一つの部局に一元化した．また自衛隊に配送拠点から避難所までの配送部分と，避難所が作成した物資要求リストの回収をお願いした（図３）．この物資要求リストをもとにニーズを把握して配送拠点で配送物資を決めることが出来た．

3. ある県における計画と対応の実態

3.1 地域防災計画[3]での記載内容

A県の地域防災計画では，大規模かつ広域的な被害が生じ，かつ市町村からの要請があった場合は，必要に応じ事前に協定を締結している民間団体との連携により，直接被災市町村に対して供給を行うとしている．一方で市町村からの要請がなくとも被災者の生活の確保に生活必需品の供与を必要と認めた場合には物資を被災者に供給するとしている．図４はA県の物資搬送業務の業務フローである．

3.2 初期の対応

発災直後は市町村が避難所のニーズを把握することが困難だった．一方で協定業者だけでは市町村のニーズをまかないきれず，一般の企業団体から物資支援の申出が多数来た．そこで図５に示したように，４箇所ある県の合同庁舎に集積してから市町村に送る段取りにしたが，合同庁舎の人手と車両が足りずオーバーフローを引き起こしてしまったために市町村まで物資を行き渡らせるのが困難だった．

3.3 安定期での対応

そこでA県では民間の倉庫協会が提供した倉庫を配送拠点として使用することにした．倉庫の管理業者が使用しているシステムでの在庫管理が可能となり，１日１，２回在庫目録が倉庫協会から出された．また倉庫協会からトラック協会に輸送を要請していた．市町村には当初避難者数に応じて配送していたが止められたため，その後のニーズ把握は電話での把握から在庫目録をもとにした「お品書きリスト」で把握するようにした．図６は安定期での業務フローを示したものである．

謝辞：今回の調査では被災した地方自治体職員からのご協力を得た．また本研究は文部科学省委託研究「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の一環として実施された．記して謝意を表する．

参考文献

1) 秦康範他：首都直下地震における情報連携デモンストレーションの実施，土木学会論文集F5（土木技術者実践），Vol. 67, No. 1, pp. 91-101, 2011.
2) 仙台市防災会議：仙台市地域防災計画（地震災害対策編），2007.
3) 宮城県防災会議：宮城県地域防災計画（震災対策編），2004.

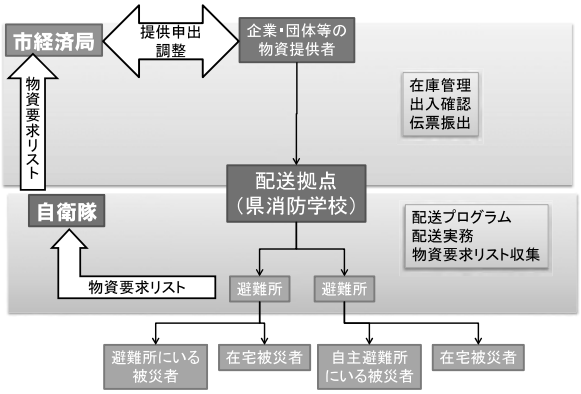


図３　B市の業務フロー（安定期）

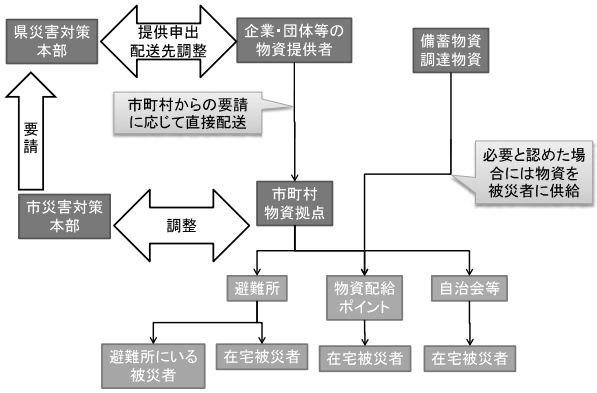


図４　A県の業務フロー（地域防災計画）

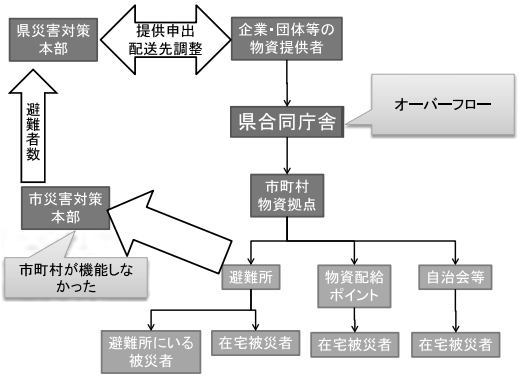


図５　A県の業務フロー（初期）

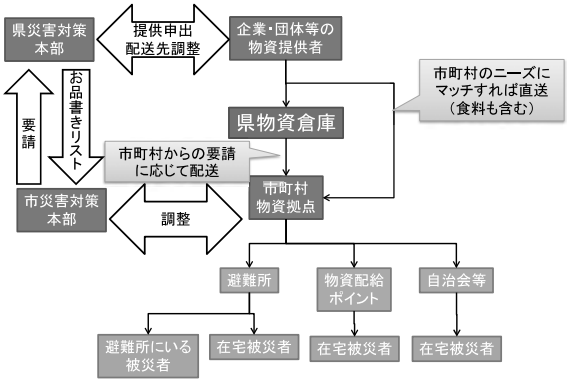


図６　A県の業務フロー（安定期）

Ⅰ－1－3　2011年東北地方太平洋沖地震後の緊急地震速報に対する企業の対応行動についての調査報告

東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻　○山本 了平
東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター／生産技術研究所　大原美保・目黒公郎

1. はじめに

緊急地震速報には，一般向けの緊急地震速報（警報）と高度利用者向け緊急地震速報（予報）がある．高度利用者向けの緊急地震速報（予報）は，一般向け緊急地震速報（警報）の発表基準より低い予測震度での情報利用や猶予時間の把握が可能であるため，企業における様々な被害軽減効果が期待されている．

しかしながら，既存の調査[1]によれば，企業における緊急地震速報の有効利用は10%に満たない．2011年3月11日14時46分に，M9.0という日本の観測史上最大となる東北地方太平洋沖地震が発生し，この地震以降の余震では数多くの緊急地震速報が発令された．2011年3月～2011年8月のわずか6カ月の間で，緊急地震速報（警報）は87回，緊急地震速報（予報）は3182回発令された[2]．本研究では，アンケート調査に基づいて，企業がこれらの本震および余震での緊急地震速報をどのように活用したのかという実態を把握するとともに，今後更に緊急地震速報（予報）の活用を拡大するための普及策について検討を行った．

2. アンケート調査の概要

緊急地震速報を活用しているか，関心が高いと判断される企業を抽出し，調査票を郵送した．調査期間は2011年7月22日～8月29日であり，配布数は398部である．対象企業はREIC（リアルタイム地震情報利用協議会）の会員，緊急地震速報利用者協議会の会員，緊急地震速報端末の販売代理店のHPにおいて導入事例として紹介されていた企業，気象庁主催の緊急地震速報を利用した防災訓練を実施した企業である．

アンケートの返送部数は151部（回収率38%）であった．緊急地震速報受信専用端末を導入していた企業は61企業(40%)であり，代表的な業種は製造業が47%，電気・ガス・熱供給・水道業が26.5%，建設業が7.3%，サービス業が6.6%，卸売・小売業が5.3%であった．回答した企業の本社が立地する代表的な地域は関東が71企業，東海が21企業，近畿が19企業となった．以下に，集計結果の概要を報告する．

3. 回答結果と考察

回答を得た151社のうち，61社が社内に緊急地震速報の受信端末を導入していた．導入箇所は，本社が46社，支社および事業所が22社、生産施設（工場）が14社であった．これらの企業に対して，業種別に社内における導入理由を尋ねたところ，図1に示す通り，社員の保護，危険作業者の保護，生産ラインの自動制御の順に多くなった．本社，支社および事業所における館内放送の場合，放送する震度の基準は震度1が2.3%，震度2が7%，震度3が25.6%，震度4が30.2%，震度5弱が30.2%，震度5強以上が4.7%となった．

図2は，生産施設（工場）において緊急地震速報を受信している企業14社に対して，2011年3月11日以降に緊急地震速報を受信したことによる効果を尋ねた結果である．業種は全て製造業であった．生産施設（工場）の立地場所が震源から遠かったなどのために速報を受信しなかった企業が35.7%であったが，社員の人命保護，危険者への安全確保，生産中の製品の保護などに一定の効果があったとの回答が得られた．

2011年3月11日以降の余震や誘発地震では，同時に発生した複数の地震を分離できない等の理由から緊急地震速報の精度が低下し，空振りが多発した．空振りにより不利益が生じた企業は，緊急地震速報端末を導入している61企業のうち，12企業だった．その不利益の内容は，社員の混乱が75%，次いで生産ラインの再起動による時間の喪失が33.3%となった．空振りに対しての対応行動について集計をしたところ，受信端末の設定基準を変えた企業が9.3%，館内放送の基準を上げた企業が5.6%であった．機械等および生産ラインの停止基準を上げた企業はそれぞれ1.9%であり，70.4%の企業では，空振りに対しては特に対応はしなかった．

次に，今後更に緊急地震速報の活用を拡大するための普及策について検討する．図3は，受信端末の導入を促進するために必要だと考える施策について，端末を導入している企業と導入していない企業別に集計した結果である．両企業とも緊急地震速報受信の低コスト化を望んでいる．「予測震度の精度向上」と「空振りの回避」は，端末を導入していない企業で著しく高くなり，カイ二乗検定の結果，それぞれp=0.046＜0.05，p=0.005＜0.001で統計的な有意差が見られた．

また，内閣府が受信端末導入促進のために行っている減税制度への関心について尋ねたところ．端末を導入している61企業の70%が「制度を知らず利用していない」と答え、「制度にメリットがあると考え導入した」企業は5%，「制度を利用したが，あまりメリットを感じない」企業が3%となった．この結果，導入促進制度は周知されておらず，導入へのインセンティブとして働いていないことがわかった．今後，減税制度を周知するとともに，図3で賛成意見の多かった施策を推進することで，企業における緊急地震速報の活用を拡大することができると考える．

謝辞：今回のアンケート調査でご回答いただいた多くの企業のご担当者の方々に，感謝の意を表する．

参考文献：

1) 日本経済新聞：「緊急地震速報、普及へ税優遇」～工場や商業施設　受信機設置など～，朝刊，2009.1.8
2) 気象庁ホームページ：http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/index.html

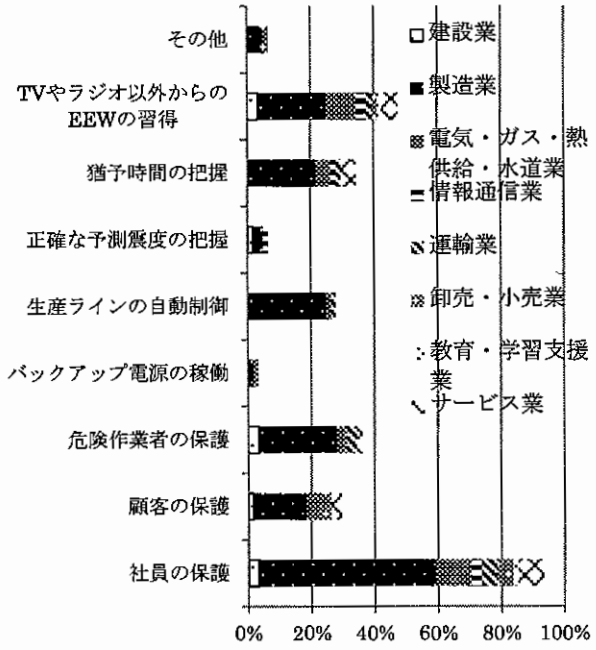


図1 緊急地震速報受信端末の利用目的(N=61)

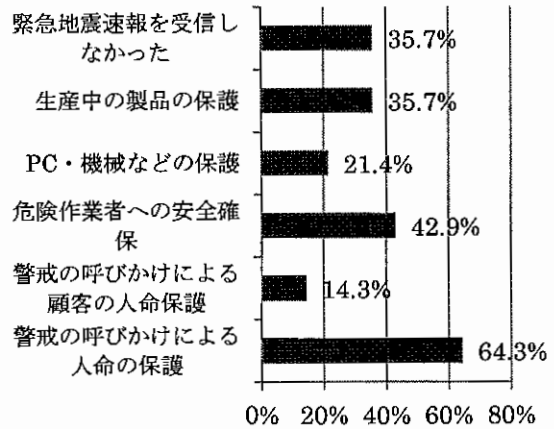


図2　緊急地震速報を受信したことによる効果 (N=14)

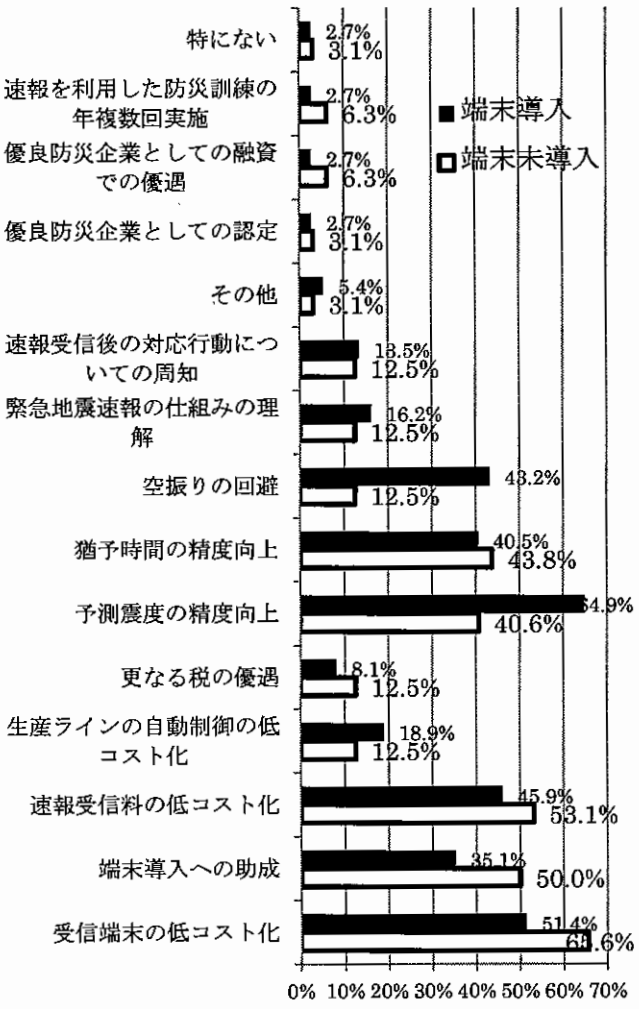


図3　更なる端末促進に必要と考える施策(N=145)

Ⅰ－6－2　東日本大震災被災者支援　非医療従事者としての医療活動支援から

東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻、松下朋子○
東京大学生産技術研究所　都市基盤安全工学国際研究センター　教授/センター長、目黒公郎

1．はじめに

東日本大震災発災1週間後の2011年3月18日に、NPO法人災害人道医療支援会（HuMA：Humanitarian Medical Assistance）の初動チームはアセスメント調査のために被災地に入り、その中でも特に深刻な被害を受けた宮城県沿岸地域の南三陸町を活動拠点と決めた。著者の松下はHuMAの調整員として、3月21日から4月13日までの24日間、南三陸町で最も大きな避難所となった志津川の総合体育館ベイサイドアリーナにて医師・看護師と共に被災者への医療活動支援を行った。本稿では、非医療従事者として災害医療の現場で何ができたか、その経験から見えてきた被災地の問題、解決策、そして今後の災害医療における課題について述べる。

2．現場の状況

壊滅的な被害を受けた南三陸町の中心部から車で1～2分の開けた高台にベイサイドアリーナがある。震災後は仮庁舎を含む町の失われた機能の多くがこの敷地内に集約された。建物内はホールから狭い廊下まで、床という床は避難者で埋め尽くされていた。体育館は天井パネル落下の危険性があることから避難者の宿泊には使えず、代りに支援物資の倉庫として機能した。外部からの支援者、報道関係者も情報収集しにきており、「避難者、患者、支援者」が混在し往来も絶えず、騒然としていた。

3．現場での課題

以上のような状況で約3週間医療活動の支援をしながら見えてきた課題と解決策を以下の表にまとめた。

立場	課題	解決策
＜支援する側＞ ・外部からの医療従事者 ・地元医療従事者 ・非医療従事者	① コミュニケーションが成立していない ② 空間が混雑している ③ 患者情報・診療状況の把握が難しい ④ 地元医療従事者が休めない ⑤ 人の入れ替わりがはげしい	① 情報共有の場づくり ② 診療環境の整備 ③ PC環境・作業環境の整備 ④ 休憩場所づくり・療養計画立案 ⑤ 支援者の長期派遣
＜受け入れる側＞ ・避難所生活者 ・町役場職員	⑥ 避難所運営に役場の負担が大きい ⑦ 避難所内の運営における命令系統が不明確であった	⑥ 早期の避難所内自治組織形成 ⑦ 自治組織と行政の立場の明確化、外部サポートの利用

＜支援する側の課題＞

① まず緊急の課題として医療従事者相互のコミュニケーションが成り立っていなかったことがあげられる。大勢の医療関係者が活動する中、誰が何処で何をしているのか、互いに把握することが難しく、診療開始当時は同じ場所に別々の医療チームが診察に行くという事態も起こった。

② 即席診療所の現場は混沌としていた。一部に避難者も寝泊りしていて患者と避難者の領域が明確にわかれておらず（図1）、受付や待合室に該当する場所もなく診察室の真横に簡易トイレが設置されていた（図2）。誰がいるかわからない様な状況で許可なく患者を撮影する報道関係者もいた。

図1.即席診療所の様子

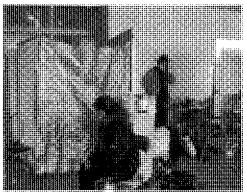


図2.診察室の横のトイレ

③ 震災後南三陸町では民家を含む50近くの避難所が運営されており、そこに20以上の医療チームが手分けをして訪問し診療活動を行っていた。その活動を統括していたのが被災した地元公立志津川病院の有志達であったが、全チームの診療状況やその他の情報が一部に集中しがちで共有されていなかった。

④ 前述の通り自ら被災し家を失った地元の医療従事者達が即席診療所を運営していたが、地元や患者のこ

とをよく知る彼らにしかできない仕事があり、いくら大勢の支援者が来ても容易に交代できるものではなく、地元医療従事者の多くは避難所で寝泊まりをしながら不休で働いており心身の健康が気遣われた。

⑤ 外部からの支援者は短期派遣がほとんどで、交代時に引き継ぎは行われていても細かい事は抜け落ちがちで、日々顔ぶれが変わってゆく中、人間関係を築くことが難しかった。何度も同じ説明をしなければならないなど、初期の様な状態が続き、地元医療関係者や患者にとって負担であったといえる。

＜受け入れる側の課題＞

⑥ 不休で働く町役場職員や病院職員と対照的に避難所内で時間をもてあます一部避難者の姿が目立った。大きな避難所では食事、物資、医療が手に入り易く、環境は良い反面、その状況が定着するとケアする公職員の負担が減らず、緊急対応から復興に向けてのシフトがしにくいと思われた。

⑦ 避難所開設初期に結成された地元有志による組織と町役場職員との間での役割分担が明瞭でなく、支援物資の受付・管理・配布、食事の配給、避難者の把握について一元化されていないように見受けられた。

4．解決策

被災地は多くの技能をもった支援者、潤沢な支援物資に恵まれていたので、それらを最大限に利用して①～④の課題に対し以下を解決策として、現場対応で地元医療従事者と共に行った。

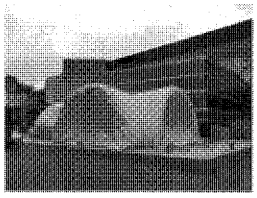


図3.エアーテント

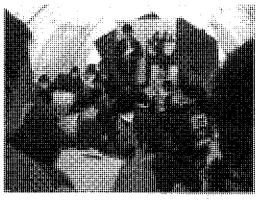


図4.朝の定例ミーティング

図 5.整備された診療所

図 6.医療統括本部

① 情報共有のためのミーティングを行う場所がなかったのでまず場づくりから始めた。偶然エアーテントの業者と出会い、診療所の前に設置してもらい(図 3)、朝の定例ミーティングが始められるようになった(図 4)。

② 診療所の整備には診察室だけでなく受付、待合室、トイレ、薬局、そして働く人の休憩所および私物置場まで考慮する必要がある。自衛隊の協力を得て重い荷物を運び出しスペースを確保し、そこに明快な動線で受付・待合室・診察ブース・薬局を配置し、トイレは診療所の外に移動させた。秩序ある空間を作ることで、患者も安心し、医師・看護師が気持ちよく働ける環境が実現した(図 5)。

③ 情報の管理・共有・発信を円滑に行う為、医療統括本部を立ち上げた。ボランティア大工が廃材で棚・机を作り PC・ネット環境を整え、地図・電話番号等の活動に必要不可欠な情報を見やすく掲示した。

④ 過労気味の地元医療者に対し、支援現場から距離をおいたところで心身共にリフレッシュしてもらうことを目的として山形県西川町および日本山岳ガイド協会の協力で月山へのスタッフ療養計画を遂行した。また身近なところではテントに仮眠室を設ける、スタッフ休憩室を使いやすくするなどした。

5．これからの課題

現場での対応が難しく、今後の課題として考えられる⑤～⑦について以下の解決策を提案する。

⑤ 派遣される医療従事者の条件として２つあげられる。１つは長期派遣を可能にすることである。長くいることで初めてみえてくる問題の本質、新たな問題があり、長く寄り添うことで初めて築かれる人間関係がある。また、長期間活動することで支援の質も向上されるといえる。もう１つは支援者の条件として専門外のことにも対応できる臨機応変さと柔軟性を重視するという点である。何もない災害医療現場で、いかに地元の医療再生に貢献できるか、時には高度な知識を必要としない行動も求められる。

⑥ 小規模な避難所では子供から大人まで役割分担があり、自然と自治組織が出来上がっていた。そのような状況においては被災者自身が自立に向けた意識を持ち始めやすいのではと考える。地域復興の重要な担い手として積極的に行動できる場が必要で、避難所内での早期の自治組織立ち上げを提案する。

⑦ 前述の自治組織を町役場が認識し、避難所の運営において自治組織に任せられる部分と、役場の管轄である部分を明確にすること、また特別な運営ノウハウが必要とされる支援物資管理などは外部 NPO 等の支援を積極的に利用することを提案する。

東北地方太平洋沖地震における三陸地方の高地移転地域の調査報告

井原　毅[1]・藤生　慎[2]・沼田宗純[3]・大原美保[4]・目黒公郎[5]

[1]中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士課程
（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:ihara@risk-mg.iis.u-tokyo.ac.jp
[2]東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻博士課程　（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:fujiu@iis.u-tokyo.ac.jp
[3]東京大学生産技術研究所助教　（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:numa@iis.u-tokyo.ac.jp
[4]東京大学大学院情報学環／生産技術研究所准教授　（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
[5]東京大学大学院情報学環／生産技術研究所教授　（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

2011年3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震では，津波により東北地方を中心として甚大な被害が発生した．東北地方の太平洋沿岸では，過去にも巨大津波によって大きな被害を受けており，これを教訓として様々な対策がなされてきた．しかし，年月が経つにつれ津波に対する意識が薄れ，繰り返し同じ被害を受けている．本稿では，東北地方で起きた津波について調べるとともに，過去の災害を教訓に集落を高地移転することで，今回の津波による被害を大きく軽減できた岩手県の大船渡市と唐丹村の3地区について，筆者らが実施した現地住民へのヒアリング調査の結果について論じる．

Key Words : *The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Sanriku area, highland transfer, Tsunami disaster*

１．はじめに

2011年3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震（Mw9.0）では，津波により東北地方を中心として甚大な被害が発生した．これまでの防災対策では，津波避難時には3階建て以上の鉄筋コンクリート造の建物に避難することも一つの手段とされていたが，今回の津波は建物の4階，さらに5階以上にまで津波が達した場所もみられた．

一方，三陸地方は，昔から多くの巨大津波に襲われてきた地域であり，今後も同様の津波に襲われることが予想される．今回の津波災害を教訓として同様の悲劇を繰り返すことのないように，警報システムや避難計画の整備だけではなく，より地震・津波被害に対して強い街を再建することが必要になる．

そこで本研究では，今後の地震防災対策の一つとして議論されている高地移転について，過去の三陸地方を襲った津波被害の歴史と今回の津波被害の観点から検証する．さらに，大震災後に筆者らが実施した現地調査の結果を踏まえて，高地移転のあり方について考察する．

２．高地移転

効果的な津波対策の一つに，被災集落の高地移転があげられる．高地移転とは，津波の危険性のある低地から，山を切り崩し危険性の少ない高台に移転することである．日本の代表的な津波被害地域となっている三陸地方では，古くから集落の高地移転が行われてきた．

1933（昭和8）年の昭和三陸地震津波被害の後，集

落の高地移転は防災対策の大きな事業の一つとして取り上げられた．県市町村における復興事業も移動を促進し，政府も国庫補助並びに低利資金利子補給をもってこれにあたった．

現在では，被災後の復興対策として移転を進めるための法律及び制度もすでに整備されている．「防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置等に関する法律」と，それに基づく「防災集団移転促進事業」である[1),2)]．

近年では，1993（平成5）年に発生した北海道南西沖地震の際に，北海道奥尻町の55戸，1991（平成3）年雲仙普賢岳噴火の際に長崎県島原市の90戸（後に19戸），2000（平成12）年有珠山噴火の際に北海道虻田町の152戸，2004（平成16）年新潟県中越地震の際に新潟県長岡市の27戸，川口町の25戸，小千谷市の63戸など自然災害によって集団移転が実施された（**表-1**）．

本稿では，過去の津波被害を教訓に，集落ごと高地に移転したことで，今回の津波から難を逃れた岩手県大船渡市三陸町吉浜と岩手県釜石市唐丹町2地区の3地区について被害調査の報告と，この3地区における高地移転の歴史ついて論じる．

表-1　日本の集落移転[2)]

実施年度	都道府県名	市町村名	移転戸数	原因となった災害
昭和47～48	秋田県	河辺町	11	S47.7 梅雨前線による集中豪雨
〃	宮崎県	えびの市	23	S47.7 梅雨前線による山腹崩壊
48	〃	北郷町	14	S47.7 梅雨前線による集中豪雨
48～49	熊本県	倉岳町	50	S47.7　九州大雨
〃	〃	姫戸町	176	S47.7　九州大雨
〃	〃	龍ヶ岳町	329	S47.7　九州大雨
〃	滋賀県	愛東町	59	S47.9　台風20号
〃	愛知県	小原村	22	S47.7 梅雨前線による集中豪雨
〃	〃	藤岡村	27	S47.7 梅雨前線による集中豪雨
〃	島根県	益田市	11	S47.7 豪雨による崖崩れ
49	山形県	平田町	16	S49.3 地すべり
49～50	〃	大蔵村	20	S49.4 山崩れ
〃	徳島県	神山町	25	S49.7 台風8号
50	青森県	佐井村	20	S50.7 集中豪雨
50～51	〃	岩木町	16	S50.8 集中豪雨
51	〃	黒石市	44	S50.8 集中豪雨
52～53	兵庫県	相生市	23	S51.9 台風17号
〃	徳島県	穴吹町	70	S51.9 台風17号
53～54	福島県	熱塩加納村	13	S53.6～7 豪雨による地すべり
54	宮城県	仙台市	27	S53.6 宮城県沖地震
56～57	北海道	虻田町	21	S52.8 有珠山噴火に伴う地盤変動
〃	新潟県	守門村	21	S56.1 雪崩
〃	〃	長岡市	15	S55.12 地すべり
〃	青森県	三戸町	12	S56.6 集中豪雨
58～59	東京都	三宅村	301	S58.10 三宅島噴火災害
〃	熊本県	松島町	10	S57.7 地すべり
平成5～7	長崎県	島原市	90	H3.6 雲仙岳噴火災害
6	鹿児島県	溝辺町	12	H5.8 豪雨災害
6～7	北海道	奥尻町	55	H5.7 北海道南西沖地震災害
〃	長崎県	深江町	15	H3.6 雲仙岳噴火災害
8～10	〃	島原市	19	H3.6 雲仙岳噴火災害
13	北海道	虻田町	152	H12.3 有珠山噴火災害
17～18	新潟県	長岡市	27	H16.10 新潟県中越地震等
〃	〃	川口町	25	H16.10 新潟県中越地震
〃	〃	小千谷市	63	H16.10 新潟県中越地震

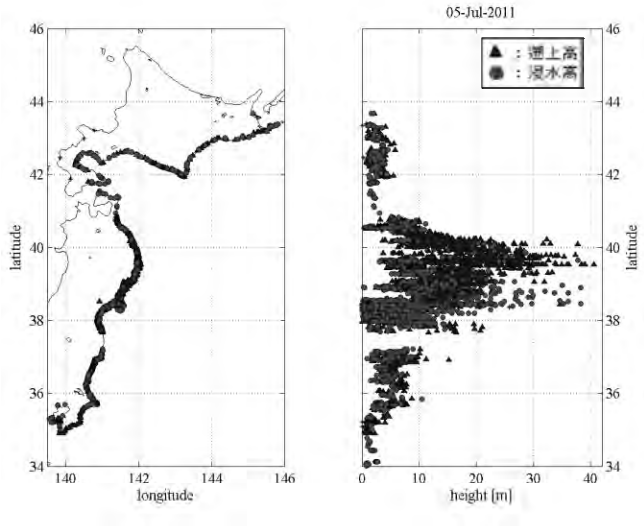


図-1　東北地方太平洋沖地震における津波高さ[8)]

３．東日本大震災

（１）東日本大震災による被害

2011(平成23)年3月11日に太平洋三陸沖を震源として発生した東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)では，宮城県栗原市で最大震度7を観測したほか，東日本の広い範囲で大きな揺れに襲われ，各地で建物の被害と津波の被害が観測された．

8月31日の時点で，人的被害は死者15,756人，行方不明者4,460人となっている[3)]．県別にみると岩手県で死者4,652人，行方不明者1,845人[4)]，宮城県で死者9,375人，行方不明者2,288人[5)]となっている．今回の地震で最も人的被害が大きいのは宮城県であるが，過去に三陸地方を襲った津波では宮城県よりも岩手県三陸沿岸での被害が大きかった（**図-1**）．

今回の地震では巨大な津波が太平洋沿岸を襲い，青森県から千葉県までの太平洋側6県62市町村で合計561㎢が津波によって浸水した．最も被害が大きかった市町村は宮城県石巻市の73㎢であり，宮城県は327㎢で被害全体の半分以上を占めている[6),7)]．

1896（明治29）年の明治三陸津波の際に，岩手県大船渡市で38.2mの津波が観測されたのに対し仙台平野では5m以下であった．また，1933（昭和8）年の昭和三陸津波の際には，大船渡市で28m超の津波が観測されたのに対し仙台平野では3.9mが最大であった[9)]．

今回の地震で発生した津波は，明治三陸津波や昭和三陸津波と比べて規模が大きく，特に宮城県においては多くの住宅が仙台平野に建っており，津波の浸水面積が大きくなり被害が大きくなった．また，明治や昭和と比べて，宮城県の海岸沿いの人口が増加したことも被害が大きくなった要因と考えられる．多くの自治体で，津波遡上範囲内に5千人から1万

表-2　東北地方太平洋沖地震による三陸地方の被害一覧 [8),9),11)]

県	現在	町村(明治・昭和)	人口(人)			死者・行方不明者(人)			建物被害(全壊・流出)			最大津波高さ(m)			浸水面積(㎢)
			1896年	1933年	2011年	1896年	1933年	2011年	1896年	1933年	2011年	1896年	1933年	2011年	2011年
岩手県	洋野町	種市村	4,685	1,109	17,775	100	101	0	30	53	26	12.0	7.0	－	1
		中野村	1,695	2,895		151	6		53	3		20.0	7.0		
	久慈市	侍浜村	1,397	－	36,789	100	4	2(2)	50	0	276	26.0	10.0	18.6	4
		久慈町	4,092	－		400	0		100	74		15.7	4.5		
		長内村	2,719	901		125	10		53	36		23.0	6.5		
		宇部村	2,244	－		160	6		48	5		13.7	8.2		
	野田村		2,590	326	4,606	258	8	38(0)	90	62	478	18.3	5.8	26.6	2
	普代村		2,038	1,437	3,065	1,010	137	0(1)	258	79	0	18.1	13.0	10.6	1
	田野畑村		3,025	1,764	3,838	98	83	14(17)	325	131	270	29.0	16.9	27.8	1
	岩泉町		2,090	1,600	10,708	367	156	7(0)	330	97	197	20.2	17.0	24.6	1
	宮古市	田老町	3,747	2,773	59,229	1,400	901	420(122)	230	500	4,675	14.6	10.1	40.5	10
		崎山村	982	297		90	0		100	1		－	7.5		
		鍬ヶ崎町	3,459	6,171		100	24		250	11		8.4	3.4		
		宮古町	5,157	11,955		12	21		20	7		4.6	3.6		
		磯鶏村	1,996	2,267		3	4		18	11		8.5	4.5		
		津軽石村	2,618	3,204		1,028	3		221	3		－	2.1		
		重茂村	1,493	－		496	174		103	56		18.9	13.6		
	山田町	大沢村	1,036	1,385	18,506	500	1	600(246)	193	73	3,184	4.0	6.0	26.1	5
		山田町	3,746	3,126		1,000	8		660	266		5.5	4.5		
		織笠村	1,800	－		200	6		20	1		4.4	2.9		
		船越村	2,295	3,763		1,250	5		104	211		10.5	6.0		
	大槌町		6,555	11,250	15,222	900	61	800(608)	500	483	3,677	10.7	6.0	13.4	4
	釜石市	鵜住居村	3,147	－	39,399	1,069	7	883(221)	350	145	3,723	11.6	6.4	32.4	7
		釜石町	6,557	7,420		5,000	361		615	301		7.9	5.4		
		唐丹村	2,807	3,380		328	360		129	240		16.7	8.3		
	大船渡市	吉浜村	1,075	1,430	40,579	982	17	337(114)	70	14	3,629	24.4	9.0	31.9	8
		越喜来村	2,449	3,190		802	87		120	138		13.3	7.8		
		綾里村	2,803	2,640		330	178		290	244		38.2	23.0		
		赤崎村	2,985	1,389		506	100		130	119		18.0	7.3		
		大船渡町	2,304	1,523		832	2		77	23		5.5	3.3		
		末崎村	2,965	－		960	39		59	156		8.9	6.5		
	陸前高田市	小友村	2,519	601	23,221	1,412	18	1,551(507)	182	38	3,341	10.7	3.4	21.5	13
		広田村	3,102	4,533		231	45		130	132		－	－		
		米崎村	2,460	－		321	8		212	18		9.0	－		
		高田町	3,489	9		30	3		1	4		－	3.0		
		気仙村	3,651	554		14	32		35	50		34.0	3.2		
宮城県	気仙沼市	唐桑町	3,947	6,781	73,154	836	59	1,012(396)	228	307	8,533	8.5	7.0	20.6	18
		鹿折村	144	224		6	4		5	6		－	－		
		大島村	1,914	468		61	0		19	7		－	－		
		大谷村	1,696	1,019		319	0		82	19		5.2	3.0		
		階上村	1,512	505		437	1		97	7		5.6	2.8		
		松岩村	1,013	－		7	0		1	0		－	－		
		小泉村	1,555	258		219	15		52	60		11.5	7.5		
		御嶽村	397	769		2	0		2	1		8.2	3.0		
	南三陸町	歌津町	3,474	3,898	17,378	799	84	551(437)	261	152	3,148	14.3	7.6	15.9	10
		志津川村	1,773	4,926		371	0		172	12		3.7	3.6		
		戸倉村	1,901	937		64	1		42	23		6.8	2.4		
	女川町		2,521	5,920	9,932	1	1	547(411)	10	56	2,939	3.1	2.4	15.6	3
	石巻市	北上町	1,827	2,430	160,394	211	11	3,161(793)	63	140	19,107	6.2	4.8	－	73
		雄勝町	3,573	4,202		58	68		56	427		8.8	10.0		
		大原村	1,292	－		1	62		4	117		4.9	5.2		
		鮎川村	477	2,018		0	1		0	3		2.1	2.4		
		大川村	706	－		1	－		1	1		－	－		
		石巻市	18,280	－		－	－		－	－		2.1	－		
	仙台市		77,476	－	1,046,737	－	－	704(26)	－	－	21,091	－	－	5.6	52

表-3　過去の地震と東北地方太平洋沖地震による被害の比較 [3), 9), 11)]

8月31日	貞観地震	明治三陸地震	昭和三陸地震	東北地方太平洋沖地震
発生年	869年	1896年	1933年	2011年
マグニチュード	8.3	8.2	8.1	9.0(Mw)
死者・行方不明者(人)	約1,000	26,360	3,064	15,756 (4,460)
負傷者(人)	－	4,398	1,092	5,924
流出家屋(棟)	－	9,879	4,034	不明
倒壊家屋(棟)	－	1,844	1,817	115,360(全壊)
家屋浸水(棟)	－	3,692	4,018	11,539(床上浸水)

人の人口があった[10)]．

表-2, 3は，三陸地方における津波被害をまとめたものである．

（２）仙台平野における津波被害

仙台平野は，今回の津波で大きな被害を受け，8月31日の時点で仙台市において，死者704名，行方不明者26名，建物被害が全壊21,091棟，半壊47,829棟となっている[4)]．

仙台市では，地震動による建物被害も見られたが，主として津波による被害である．若林区荒浜に押し寄せた津波は，平野部では世界最大級である10mにも達し，地震発生当日の夜には200～300人の水死体が発見された．また，名取川と広瀬側を津波が遡上したことで浸水域が拡大し，大きな被害を出した．若林区では区全体の55.9％が津波により浸水し，宮城野区でも区全体の約30％が浸水した．

名取市にある仙台空港では，津波到来時に空港ビルの1階部分が水没してしまったが，2階と3階に避難した人々は無事であった．空港の周辺は広大な平地であり，高所に避難できる場所は空港ビルのみであった．

近年における津波被害から宮城県の仙台平野では，三陸海岸に比べて津波による被害が小さいと考えられていた．明治三陸津波の際には仙台平野では5m以下であり，昭和三陸津波の際にも仙台平野では山元町磯地域での3.9mが最大であった．また，2005（平成17）年8月16日に発生し，最大震度6弱を観測した宮城県沖地震でも津波は石巻市鮎川での0.1mなど微弱なものであった．しかし，歴史記録に残っている仙台平野を襲った津波を見ると，869年貞観津波では1,000人以上の溺死者が出たことを示している文章があり，津波の浸水の様子などから，かなり大きなものであったと推察できる[12)]．

仙台平野は，岩手県の太平洋沿岸や宮城県の女川町，南三陸町などとは異なり高低差がなく，10m級の津波が押し寄せたことで広大な範囲に津波が浸水した．また川を遡上したことで甚大な被害が出てしまった（図-2）．

（３）岩手県における津波被害

岩手県の海岸沿いの市町村は，今回の地震による津波で大きな被害を受けた．8月31日の時点で岩手県全体では死者4,652名，行方不明者1,845名，全壊・半壊を含めた家屋倒壊数は24,777棟となっている．県内で一番被害の大きかった陸前高田市での被害は，死者1,551名，行方不明者507名，家屋倒壊数3,341棟となるなど，沿岸各市町村で大きな被害が出ている[4)]．

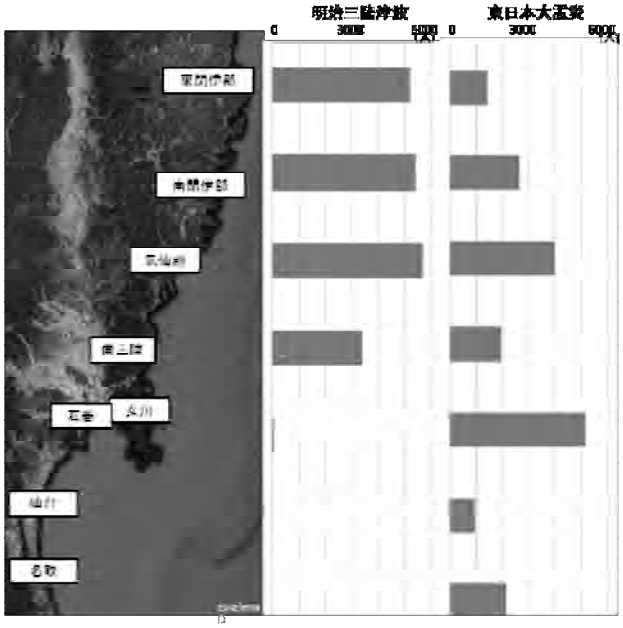


図-2　明治三陸津波と今回の地震の人的被害の比較[8)]

三陸海岸特有の地形から，津波の高さが非常に高くなり，宮古市では陸地を駆け上がった津波の遡上高が40.5mに達していたことが「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」の調査で報告されている．これまでの最大であった明治三陸津波で大船渡市で観測された38.2mを上回り，観測史上最大の津波であった[8)]．

最も県内で被害の大きかった陸前高田市は，観光地としても有名な高田松原が津波にのみ込まれ，約二万本の松がなぎ倒されてしまった．

４．過去の三陸地方の地震津波

（１）貞観地震津波（869年）

869（貞観11）年の貞観地震と呼ばれる地震は，日本三代実録に記述があり，当時国府があった多賀城で地震の大きな揺れと巨大津波によって大きな被害があったと書かれている．約40年間隔で発生している宮城県沖地震よりさらに巨大な地震で，特に津波は相当規模が大きかったと考えられ，約1,000人の死者が出たとの記述が残っている[12),13),14)]．

（２）明治三陸津波（1896年）

1896（明治29）年6月15日，午後7時32分頃，三陸沖を震源とするM8.2の地震が発生した．現在の震度にして，2，3程度と思われる緩やかな，長く続

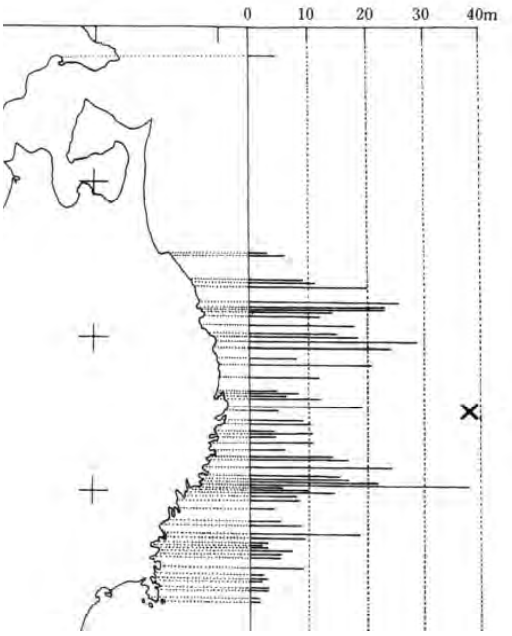


図-3　明治三陸津波到達高さ[9)]

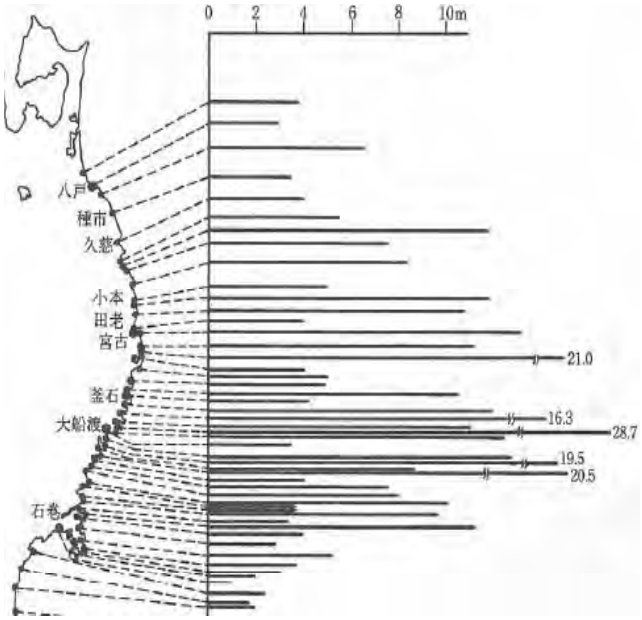


図-4　昭和三陸津波到達高さ[11)]

く地震動であった．地震動による被害はなく，地震後約35分で津波が三陸海岸に来襲した．津波の高さは大船渡市綾里で38.2m，大船渡市吉浜で24.4m，宮古市田老で14.6mを記録した(**図-3**)[6)]．

また，津波によって岩手県で18,158人，宮城県で3,452人の死者・行方不明者を出した[9)]．災害後，高地移転したのは43集落であり，そのうち集団移転は7集落であった[11)]．高地移転は，各自による移動，有志者が提案し義捐金などを使用して宅地開発を行って移転したものであった．

しかし，移住者が主体となって復興を遂げた集落は，津波災害の教訓が生かされず，低地に住む傾向があった．以下に低地に戻る要因(1)から(10)[15),16)]を述べる．

(1) 漁業が生業の住民にとって，居住地から海浜までの距離が遠い
(2) 高地移転で飲料水が不足した
(3) 交通路が不便であった
(4) 原地にある主集落と離れて生活する際の不便や集落心理
(5) 先祖伝来の土地に対する執着心
(6) 津波襲来が頻繁でない
(7) 豊漁が契機となり，浜の仮小屋を本宅とするようになった
(8) 高地移転集落で大規模火災が発生し，集落が焼失してしまった
(9) 納屋集落が漸次的な定住家屋へ発展した
(10) 津波未経験者が移住してきた

（３）昭和三陸津波（1933年）

1933(昭和8)年3月3日，午前2時30分頃，三陸沖を震源とするM8.1の地震が発生した．明治三陸地震の時と同様に地震動による被害は少なかったが，地震後約30分～1時間の間に，津波が北海道・三陸の沿岸を襲い大きな被害をもたらした．**図-2**は各地に到達した津波の高さを示している．綾里湾では28.7mの津波が記録されている(**図-4**)．

この津波によって，岩手県で2,713人，宮城県で308人の死者・行方不明者を出した．特に，田老村では人口1,798人のうち死者763人，全362戸のうち358戸が流出するといった大きな被害を受けた．また，唐丹村本郷では約14mの津波が来襲し，全101戸が流出・倒壊し，全住民の半数以上の326人が亡くなった．約17mの津波が来襲した唐丹村小白浜では，全160戸のうち98戸が流出・倒壊し7人の死者を出した．明治の津波後に高地へ集団移転を行った船越村や唐桑村などでは，ごく少数の原地復帰者が被災しただけで大きな被害は出なかった．災害後，岩手県では18町村38集落が全て集団移転をし，宮城県では15町村60集落(集団移転11集落，その他各戸移転)が移転した．

５．高地移転成功集落事例

（１）岩手県大船渡市三陸町吉浜

今回の地震津波で大きな被害を受けた大船渡市三陸町の中で，海抜20mほどの県道沿いに住宅が集ま

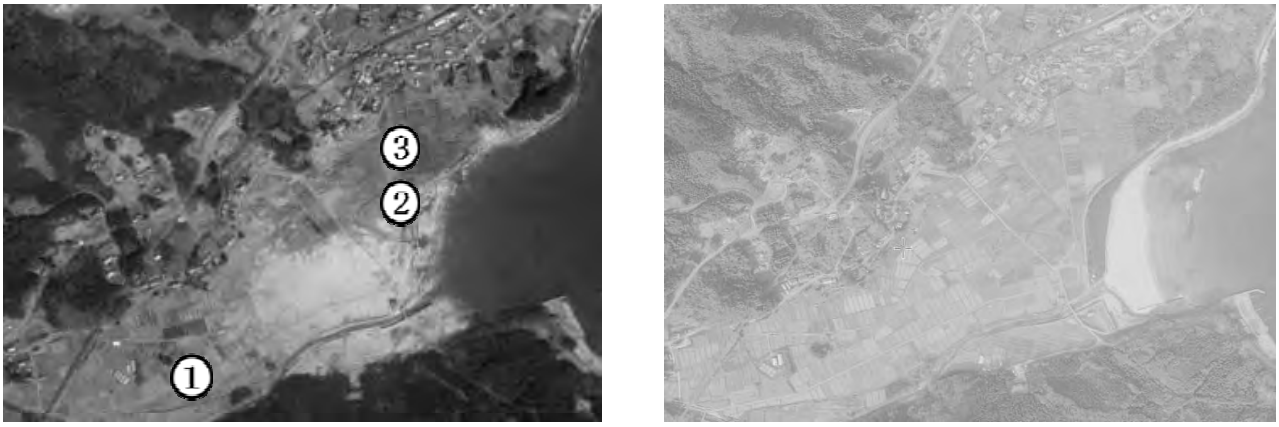


図-8　震災前後の吉浜（左：震災後[17]，右：震災前[17]）

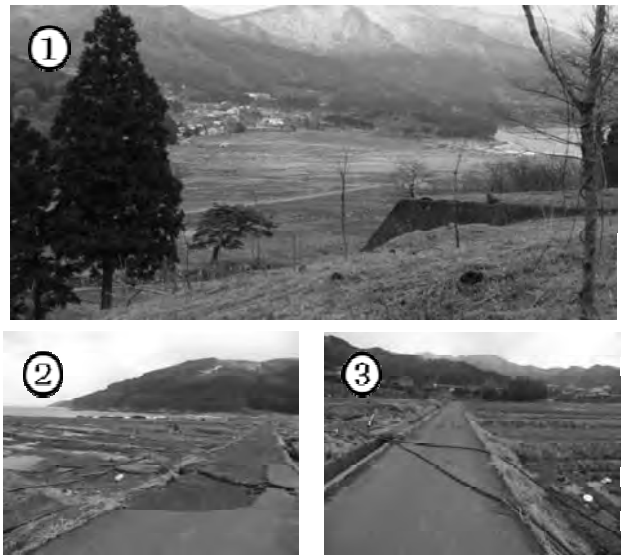


図-6　津波後の吉浜

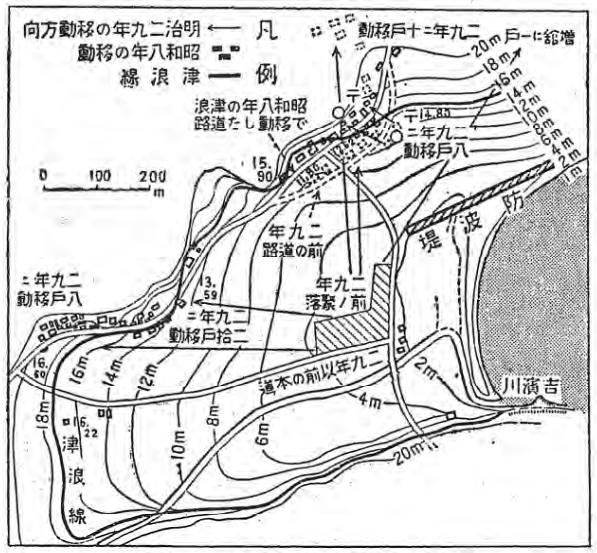


図-7　吉浜村本郷の集落移転[21]

り，低地に水田が広がる吉浜は，過去の大津波を教訓に高地移転をし，難を逃れることができた地区である（**図-5，6**）．明治三陸津波後には，海岸に延長523m，高さ8.2mの防潮堤を構築し，幅10mの防潮林も植えた[19]．1933（昭和8）年の昭和三陸津波による流出家屋数は，移転後に新たに低地に建てた10戸と移転場所の悪かった2戸のみであり，死者行方不明者は17人であった[20]．

吉浜では，今回の津波によって防潮堤は破壊され，防潮林も飲み込まれてしまい，県道下の水田は水につかってしまった．海岸に最も近い家などでは床上数cmまで津波が押し寄せたが，死者・行方不明者1名，全壊・流出した家屋は4戸にとどまった．吉浜は，過去の教訓から高地移転が成功した集落の中でも特別であり，集落全体の規模が大きくないことも関係していると思われるが，年月が経つにつれて低地に戻ったり，新しく転入してきた住民らが，低地に家を建てなかった場所である（**図-7**）．

（２）岩手県釜石市唐丹村

明治三陸津波では，唐丹村（本郷，小白浜両地区）の総戸数290のうち272戸が流出し，人口1,502人中1,244人が亡くなるという壊滅的な被害を受けた．吉浜と同様に，唐丹村でも収入役らが中心となり，山腹に宅地を造成して移転を勧めた[20]．しかし，一度は移転した住民たちも、漁業や浜作業などの日常の利便性を求めて徐々に元の海岸部に移り住むようになり，さらに不運なことに，明治三陸津波から17年後の大正2年4月1日に野火から始まった山火事は，強風により風下へと延焼していき，集落の9割が焼失するという被害を受けてしまった[8),22),23)]．

上記のような理由により，最終的には元の場所に集落が再形成されてしまった．その後に発生した昭和三陸地震津波では，海岸部の家屋260戸のうち208戸が流出・倒壊する被害が出た[20]．そこで，住民たちは裏山を切り崩して海抜約25m以上の高台に団地を造成，約100戸を移転新築した[24]．

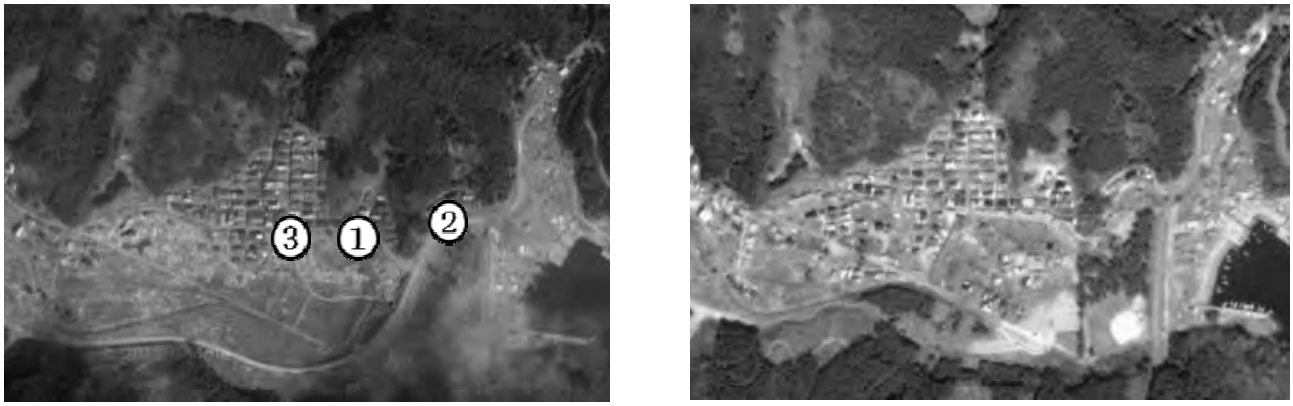


図-8　震災前後の唐丹村本郷地区（左：震災後[17]，右：震災前[17]）

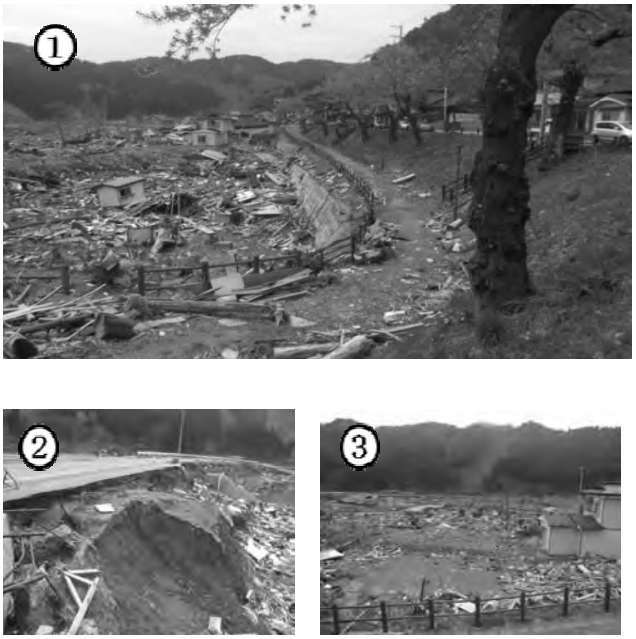


図-9　津波に襲われた本郷地区

図-10　唐丹村本郷地区の高地移転[21]

同じ時期に移転した吉浜と唐丹村本郷地区，小白浜地区の3つの地区で，これほどの明暗が分かれてしまった理由としては，唐丹村は山火事により再建した集落が焼失したことも理由の一つであるが，より大きな原因は次の2つである．移転した場所では飲料水の確保が難しかったこと，主産業が農業であった吉浜村に対し，唐丹村では漁業者が多かったことである．これらが村人を海辺の低地に戻す大きな原因となった．

a）唐丹村本郷地区

唐丹村本郷地区は，明治三陸津波の被害を受け，住民が所有していた畑を集団移転地にあて移動を勧めたが，4戸が移転したのみであった．また，移転した4戸もだんだんと元の低地の戻ってしまった．この状態で被災した昭和三陸津波の際は，死者326名，流出・倒壊家屋101戸という大きな被害を受けたためめ，今度は集団移転を行った．

本郷地区は，過去の教訓を生かし高地移転したことで，津波による被害を軽減することができた地区であるが，海岸沿いにある高さ約10mの防波堤を乗り越えた津波が，転入者らが建てた低地の約50戸の家屋を飲み込んで被害を出した（**図-8，9**）．しかし，高地に移転していた住宅には津波が到達しておらず，一切被害を受けていなかった．

図-10は昭和三陸津波、明治三陸津波、チリ津波の際の津波水深と昭和三陸津波前後の集落の位置を表した図である．

b）唐丹村小白浜地区

小白浜地区も本郷地区と同様に，低地に建てた住宅が津波により全壊・流出した（**図-11，12**）．小白浜地区は明治三陸津波では14.6mの津波が押し寄せ，流失家屋50戸以上，約120名の死者を出す大きな被害を受けた．そこで，**図-13**に示すようにでは200m背後の山麓に義損金を利用して宅地造成を行い高地移転したが，海岸への道路も不完全であり，漁業者はだんだんと元の場所に戻ってしまった．また，1913（大正2）年4月1日に発生した山火事が，高地住

図-11　震災前後の唐丹村小白浜地区（左：震災後[17]，右：震災前[17]）

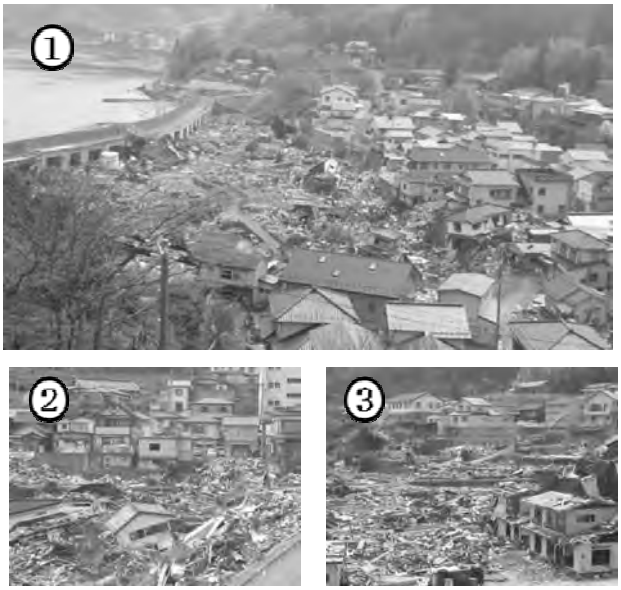


図-12　低地の家が津波に飲み込まれた小白浜地区

図-13　唐丹村小白浜の高地移転の歴史[21]

宅の大半を危険な低地に戻らせる大きな要因となった．そのため，1933(昭和8)年の昭和三陸津波の際にも高さ11.6mの津波によって107戸の倒壊・流失家屋，2名の死者行方不明者の被害を受けた[21]．そこで昭和三陸津波の後に，高地移転を行った．

今回の地震では，高地に移転した住宅の中で，標高が低い場所にあった数戸の住居が津波に襲われて全壊したり，床上浸水した住宅もあったが，低地と比較すると被害の程度は大きく異なり，死者も出なかったことから高地移転が功を奏した地区であると考えられる．

６．高地移転地域を対象としたヒアリング調査

筆者らは，2011年3月26日，27日及び5月1日に東北地方太平洋沖地震による津波被災地の現地調査を実施した．その際，高地移転地域での被災の有無が明確であったため，地域住民に対してヒアリング調査を実施した（**図-15**）．ヒアリング調査を実施した地域は，大船渡市吉浜村，釜石市唐丹村本郷，釜石市唐丹村小白浜である．

ヒアリング内容は，低地への住宅の移動状況，被災後の救援物資の輸送状況，地震発生時の避難状況についてである．唐丹村の両地区では，若い世代が徐々に低地に住宅を建設するようになったことで，津波で甚大な被害を受けた．本郷地区では，**図-9**からわかるように高台と低地で大きな被害の差が出ていた．高台への避難経路もしっかり整備されていたが，急こう配の坂道であるため年配者が歩いて避難するためには時間と労力が必要であった．小白浜地区でも，**図-12**からわかるように高台と低地で大きな被害の差が出た．**図-15**は小白浜地区の高台への避難階段の前に建っている家でのヒアリングの様子であるが，こちらにも津波が数十cm押し寄せた

が被害は出なかった．同じく図-15に写っている階段が高台への避難経路であるが，かなり急な階段であるために年配者が登るには非常に困難である．そこですぐ横に，階段による避難が困難な人のための高台への坂道も整備されており，実際に坂道を利用した人も多かった．吉浜地区の海岸に近い住宅では床上数cm浸水した程度の被害であった．住民は高台のある国道45号へ避難をしていた．

これらの3地区では，地震発生直後から海岸付近で作業している人や低地に住んでいる人々が高台へ避難を開始しており，津波に対する防災意識の高さがうかがえた．一方，ヒアリング調査から本郷地区と小白浜地区では，国道45号が大きな被害を受けたこともあり，救援物資が地震発生後1週間から10日間届かないという問題が発生していたことがわかった．高地移転は，津波被害を軽減する効果は大きいが，被災後にライフラインや物資輸送などの点で孤立してしまう問題がある．今後，高地移転を行う集落では非孤立化への対策が必要である．

7．高地移転による減災

高地移転は災害対応循環体系において，リスク・マネジメントの被害抑止・軽減対策に位置づけられる[25]．

今後の日本は人口が減少する傾向にあり，現在災害リスクの高い地域に住む人々を，リスクの低い場所で人口減少により不要になった土地に少しずつ移転していくことが可能になってくる．今回の大規模災害を教訓に，被害を受けた三陸地方をはじめとして災害発生危険度の高い場所から危険度の低い土地への移転を図ることが重要になってくる．

今回の地震津波では，津波からの避難の際に自動車を利用したケースが多くみられたが，渋滞が発生し多くの自動車が津波にのみ込まれた．また，被害者の多くが60代以上の高齢者であった．高齢者や障害者などの避難弱者は，高地に避難する意思を持っていても，長い距離を自らの歩行で移動することは非常に困難である．今後の避難教育として，避難弱者に自動車避難を譲り，自力で逃げることのできる人は自動車に頼らず，自らの足で避難することにより被害を減らすことが重要と考えられる．このような行動を促す防災・社会教育が必要であり，高地移転することによって高齢者の避難問題も解決することができる．

図-15　ヒアリングの様子（5月1日）

集落移転事業の多くが災害復興事業の一環として位置づけられるか，または過去に起きた災害を契機として実施されたものであり，むしろ災害直後でなければ既成市街地での土地利用規制は非常に難しいと言える[1]．

8．まとめ

東北地方太平洋沖地震による被害では，地震動による建物の倒壊被害は非常に少なく，大部分の被害は津波によるものである．また，避難行動においても，警報を受けた後の早期避難に対する認識の甘さや高層建物への避難，自動車避難による渋滞の発生など，これまでの防災対策では十分な検討がなされていなかったことが問題となった．

これらの問題に対する抜本的な解決策の一つとして，津波危険性の高い集落の高地移転が挙げられる．実際，今回の津波でも高地移転地域の被害は大幅に少なかった．しかし，高地移転が実現できた地域は，もともと人口もそれほど多くなく比較的近くに高地を確保できる地域であった．今回の津波のように広い範囲に被害を及ぼすようなケースでは，津波危険地域全体を高地に移転することは，自治体の財政負担の大きさや移転地の確保の困難さから難しい．また，仙台など，人口が多く，すぐ近くに高地がない地域においても高地移転は難しい．今後の津波対策として，人口の少ない，または今後人口が減少するであろう地域の高地移転を中心とした土地利用対策の検討や，防波堤，防潮堤などの建設と同時に，住民の津波に対する意識の向上，避難施設の建設と地域の特性に整合した避難行動などハードとソフト両面からバランス良く防災対策を検討し推進していくことが必要と考えられる．

謝辞：本調査は3月26，27日の限られた燃料の中，花巻空港でボランティア活動を行っていた阪上浩氏に，被災地をご案内頂いた．阪上氏のサポートがなければこの調査は実施することができなかった．ここに記して謝意を表する．

また，本調査を実施した3地区の住民の方々には，被災直後の厳しい生活環境の中，調査にご協力いただくとともに大変ご貴重な意見を頂戴した．このように，多くの方々のご支援によって本研究論文を執筆できたことを感謝する．

最後に，東日本大震災で亡くなった方々のご冥福を心よりお祈りするとともに，被災地の一日も早い復興を願います．

参考文献

1) 越村俊一：津波防災対策としての高地移転と土地利用規制，自然災害科学78 Vol.25,No.2, 2006.
2) 国土交通省都市地域安全課：防災集団移転促進事業.
3) 警察庁：東日本大震災被害状況報告 (http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/index.htm), 2011.8.31.
4) 宮城県HP(http://www.pref.iwate.jp)：2011.8.31.
5) 岩手県HP(http://www.pref.miyagi.jp)：2011.8.31.
6) 国土地理院：東日本大震災関連情報 (http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku.html).
7) 中世古篤之，津波被災市街地の状況と都市復興のあり方，東日本大震災被害調査報告，(株)エイト日本技術開発，2011.6.
8) 土木学会海岸工学委員会：東北地方太平洋沖地震津波情報(http://www.coastal.jp/ttjt/).
9) 渡辺偉夫：日本被害津波総覧第2版，東京大学出版会,1998.
10) 宮澤仁：東北地方太平洋沖地震の津波により被災した地域の常住人口−三陸海岸から仙台湾岸にかけて−，東北地理学会東日本大震災報告集，2011.4.
11) 宇佐美龍夫：新編 日本被害地震総覧増補改訂版，東京大学出版会, 1996.
12) 澤井祐紀：仙台平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波−1611年慶長津波と869年貞観津波の浸水域−，地質ニュース624号, pp36-41, 2006.8.
13) 内務大臣官房都市計画課編：三陸津波に因る被害町村の復興計画報告書，1934.
14) 産業技術総合研究所活断層・地震研究センター：西暦869年貞観地震の津波堆積物.
15) 中央防災会議：高地移転と土地利用規制，東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第5回会合，2011.7.
16) 熊谷誠：津波による高地移転集落の現状と防災上の課題, 総合政策 第7巻 第1号，pp.97-98, 2005.
17) GoogleEarth
18) 日本地理学会：津波被災マップ(http://map311.ecom-plat.jp/map/map/?mid=40&cid=3&gid=0)
19) 建設省国土地理院：チリ地震津波調査報告書−海岸地形とチリ地震津波−，1961.
20) 越村俊一：過去の災害に学ぶ(4) 1896年明治三陸津波, 中央防災会議 広報ぼうさい No.28, pp18-19, 2005.7.
21) 首藤伸夫：三陸地方の津波の歴史, 土木学会海岸工学委員会 東北地方太平洋沖地震津波情報.
22) 盛岩寺：(http://seigan.or.jp/)
23) 山口弥一郎，田中館秀三：三陸地方に於ける津浪に依る集落移動，地理と経済，日本経済地理学会，第1巻, 第3号，1936.
24) 山口弥一郎：山口弥一郎選集別巻一 東北地方研究余録東北の地理・小説・随筆，国民図書刊行会，pp,202-208, 1980.
25) 目黒公郎，村尾修：都市と防災，放送大学教育振興会，2008.

SURVEY REPORT OF HIGHLANDS TRANSFER IN SANRIKU REGION OF THE 2011 OFF THE PACIFIC COAST OF TOHOKU EARTHQUAKE

Tsuyoshi IHARA, Makoto FUJIU, Muneyoshi NUMADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

During the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Tohoku region suffered extensive damage by tsunami. The Tohoku region coast of the Pacific Ocean has been repeatedly damaged by tsunami in the past. Therefore, mitigation measures such as highland transfer, education, construction of Tsunami protection wall and training of evacuation have been taken by the government and the citizen. However, consciousness faded with the passage of time and same mistake was repeated. This report introduced the history of highland transfer carried out in affected areas and its effects on damage reduction due to the Tsunami. Also, it described the results of field survey and interview survey conducted with local residents of Ōfunato and Toni in Iwate prefecture on 26th March and 1th May 2011 by the authors.

効率的な建物被害認定のための被害写真管理手法の開発

- 東日本大震災後の宮城県仙台市宮城野区での実装に基づく考察 -

藤生　慎[1]・沼田宗純[2]・大原美保[3]・目黒公郎[4]

[1]東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻博士課程
（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所）
E-mail:fujiu@iis.u-tokyo.ac.jp
[2]東京大学生産技術研究所助教　（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:numa@iis.u-tokyo.ac.jp
[3]東京大学大学院情報学環／生産技術研究所准教授　（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
[4]東京大学大学院情報学環／生産技術研究所教授　（〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1）
E-mail:meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

東北地方太平洋沖地震で数多くの建物被害が発生した宮城県仙台市宮城野区岩切地区での建物被害認定作業への従事を通じて効率的な被害写真管理手法の提案と開発を行った．今回構築した仕組みは，仙台市宮城野区職員や応援に来た行政職員やが行う建物被害認定作業の業務負担量を軽減するための方法として提案し開発したものである．システム導入前 は，建物番号，住宅現況図，住宅地図など紙ベースの煩雑な資料をもとにしてデータ整理を実施していたが，本システムの導入により作業量の効率化を図ることが可能となった．また，人的ミスも大幅に削減することが可能であったと考えられる．一方，システム導入時には，システムへの不慣れな行政職員や支援要員へのサポートが必要であった．

Key Words : *The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake,building damage assessment IT system, photo manegement*

１．はじめに

近い将来，我が国では首都直下型地震，東海地震，南海地震，東南海地震，など大規模な地震の発生が予想されている．地震により被害を受けた住宅居住者の生活再建には建物被害認定を経て発行される罹災証明書が用いられており，被害認定作業に際しては迅速性，効率性の担保が必要である．しかし，現在危険視されている大地震の際には、これらの被害認定および罹災証明書の発行作業に膨大な手間がかかることが予想される．2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で被害を受けた建物被害認定においても莫大な量の調査家屋が発生し，罹災証明書の発行業務についても莫大な時間と多くの労力がかかっていた．特に，建物１棟に対し複数枚の写真が撮影され，その写真の整理だけでも多くの時間が費やされ，過大な負担となっていた．

そこで本研究では，建物被害認定作業において撮影された大量な写真の整理を迅速かつ効率的に行い，莫大な数の建物被害認定作業の進捗状況を可視化し，罹災証明書の発行時において住民から写真の提示を求められたときに迅速に対応することを可能にするシステムを構築し開発した．

２．建物被害認定とは

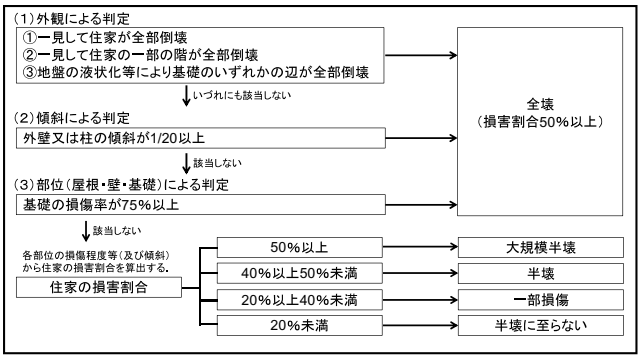
災害により住宅被害を受けた被災者に対しては，各種支援が行われている．例えば，税の減免や徴収猶予，各種の手数料・使用料の減免，災害見舞金や災害援護資金の支給，公的融資（住宅融資，商工融資等），公立学校の学費の免除等がある．平成10年

には「被災者生活再建支援法」が施行された．これらの公的支援は被災者の住宅の被害程度に応じて行われ，罹災証明書の被害程度がその根拠として用いられる場合が多い．さらに，義援金の配分，私立学校の学費免除，就業先からの各種給付，保険会社からの保険金支払いなど，民間の各種支援策の受給や被災者の被害を公的に証明するためにも罹災証明書の提出が求められる．以上のように，被災者に対する様々な支援策の支援内容を左右する罹災証明書は，被災者の生活再建と密接に関連している．罹災証明書発行のための罹災程度の認定基準を制度的に定めたものはないが内閣府により建物被害認定作業の実施指針（「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」[1)]，以下，運用指針が示されている．運用指針は1968年に初めて作成され，その後，2001年，2009年に改訂されている．運用指針には，住家の被害認定にかかわる標準的な調査方法および判定方法が示されている．

地震による被害の場合，１次調査，２次調査にわかれているが，その他の災害では，地震災害の１次調査に該当する調査のみである．調査項目は，外観・傾斜・部位が基本項目であり，水害では，浸水深，風害では，外装が追加されている．また，被災者からの罹災内容について不服があった場合には，各災害とも再調査を実施できる仕組みとなっている．また，罹災程度の種類は，４種類あり，「全壊」・「大規模半壊」・「半壊」・「半壊に至らない」である．調査は，外観・傾斜・部位のうちいずれかが，基準値以上であれば「全壊」と判断され，いずれにも該当しない場合には，各部位の損傷の程度などから損害割合を算出し罹災程度が決定される仕組みである（**図-1**）．各部位の損傷程度も壁・屋根・基礎など住家の構成要素に対して細かく基準が設けられている．

３．過去の建物被害認定での課題

過去の地震災害において建物被害認定で生じた問題点は藤生[2)]に詳細な整理がある．藤生[2)]は，建物被害認定作業が行われた兵庫県南部地震（1995年），新潟県中越地震（2004年），新潟県中越沖地震（2007年）を対象として，判定フローを「基準」，「人材育成」，「スクリーニング」，「判定」の４種類に分類し問題点を整理している．「基準」は，運用指針による判定方法や判定基準を意味している．



出典：内閣府の指針より筆者作成

図-1　建物被害認定の判定基準

「人材育成」は，地震発生時の判定員の人材召集，研修，組織化を意味している．「スクリーニング」は，建物被害認定を実施する住家をどのように選択するかもしくは，その必要のある建物の判断基準を意味している．「判定」は，実際の１次調査，２次調査，さらに，調査結果を踏まえた罹災証明の発行を意味している．ここでは，藤生[2)]で整理されている過去の地震災害における建物被害認定の問題点と東日本大震災での各判定フローにおける問題点について整理する．

1995 年に発生した，兵庫県南部地震を対象とした建物被害認定に関連する既往研究として，村尾・山崎[3)]の研究があり，兵庫県南部地震での建物被害認定の問題点をまとめている．

新潟県中越地震を対象とした既往研究には，重川ら[4)]，堀江ら[5)]，吉富ら[6)]が挙げられ，調査方法や判定基準が明確に定められていないこと[4)]や調査員の数や質に問題があること[5)]，自治体により異なった建物被害認定方法であったため研修が難しいこと[6)]，地方自治体にとって莫大な数の罹災証明書の発行が，はじめての経験であったため作業効率が低下したこと[5)]などを指摘している．一方で，DATS（Application of Damage Assessment Training）の導入により一定水準の判定精度は確保可能である[5)]との報告もある．

新潟県中越沖地震を対象とした既往研究には，田中[7)]の研究があり，継続的な調査員の確保の問題や建築士の視点と内閣府の指針の相違が問題点として挙げられている．

以上のように，建物被害認定が実施された代表的な地震災害では様々な問題点が指摘されている．東北地方太平洋沖地震における建物被害認定調査では，莫大な数の建物被害認定調査を実施が初めての経験であったため作業効率が低下した点や調査員の数が大幅に不足した点などは，過去の代表的な地震災害

図-2　事前トレーニングの様子

図-3　現場での調査の様子

における問題点と同様である．

さらに，筆者らが建物被害認定作業の補助に従事した結果，建物現況図に振られている建物番号が複数存在し，調査対象住宅と建物番号の不一致が存在する点，さらに，増築部，物置，車庫など建物番号が建物現況図に振られており建物現況図の判読が難しく調査対象住宅の特定に時間を要する点などの問題点も把握できた．建物現況図は，当該年の1月1日時点での建物の存在を反映させた図であるため，住宅地図とは存在する住宅が異なる．そのため，調査対象住宅を特定することが難しく，建物番号が付与されていない住宅を別途調査する必要があった．

近年のデジタルカメラの普及により，調査終了後のデータ整理の段階では，容易に建物の被害写真を撮影することが可能となった．そのため，写真枚数が膨大になり，データ整理に莫大な時間が必要となった．また，調査後，住民からの問い合わせや2次調査の参考資料とする際に，写真の照会に多くの時間が必要となった点，本部に戻った後にデータ整理を行うためのPCの台数が少なく円滑なデータ整理が難しかった点などの問題も把握できた．

今回の震災後は，罹災証明書の提示により高速道路料金が無料化される施策や，飲食店の割引サービスなどが実行された．そのため，罹災証明書の発行の段階で，住宅に大きな損傷がみられない一部損壊程度の住宅の持ち主も早急な罹災証明書の発行申請を依頼したため，調査対象棟数が莫大な数となった点などが問題点として挙げられる．

そこで本研究では，判定精度に対する不信感を持つ住民への対応，行政による初めての罹災証明書の発行業務により効率性が低下するなどの問題点，データ整理に莫大な時間を要する点に対して解決策を提案し実践した．

４．仙台市での建物被害認定作業

筆者らは，2011年5月2日から6日の間，宮城県仙台市宮城野区役所で行われている建物被害認定作業に同行し，作業の補助を行った．

まず調査前に，建物被害認定の調査実施前トレーニングを受けた（**図-2**）．これは，約90分間，専門家から資料やビデオ教材を用いた簡便なトレーニングであり，ここで建物被害認定の基本的な考え方や実際の作業方法について学ぶ．次に，調査実施前トレーニングを終了した調査員は，2人１組でチームとなり現場での調査を実施する（**図-3**）．今回の調査では，自治体の立場として応援に来ていた横浜市の職員とボランティアの学生それぞれがペアとなって建物被害認定作業の補助作業を実施した．その理由には，調査の迅速性向上と公平な判断を行うことができるようにするためである．また，建物被害認定による罹災程度の証明の責任の所在は行政にあるため1チームには少なくとも1名が行政職員であることが必須であった．

建物被害認定作業員は，記録用紙（**図-4**），建物現況図（**図-5**），住宅地図，被害認定模範例図など数種類の調査物品を調査現場まで持参する．これらはすべて紙ベースの資料である．さらに，被害程度の写真を撮影するためにデジタルカメラも持参する．これらの物品を持参して現地で調査を実施する．なお，記録用紙には，判定を行う住家を特定する整理番号，住所，判定結果，応急危険度判定の結果などの項目を記載する（**表-1**）．

現場での1日の調査スケジュールは，**図-6**に示す通りである．調査手順は，記録台帳に当該住宅の家屋番号を記載して写真を撮影する．次に住宅の全景写真を撮り建物被害の全容を把握する．判定のステ

図-4　記録用紙の例

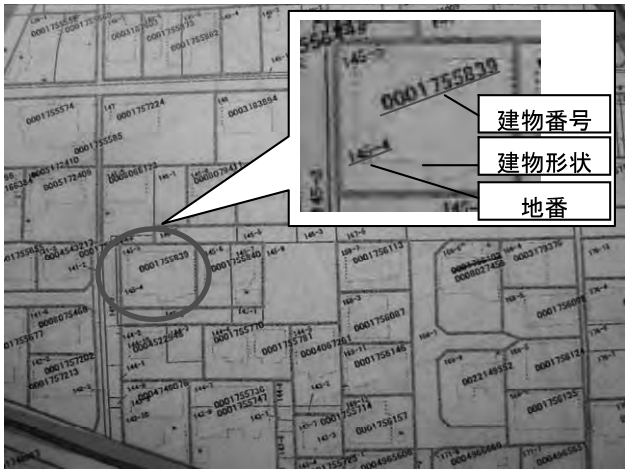


図-5　建物現況図の例

ップでは，屋根・壁・基礎の損傷程度を外見から判定する．その際，判定する傷や損傷があった場合には，デジタルカメラでその部位の写真撮影を行う．最後に，被害程度を判定して判定終了となる．今回の調査では，傾斜については仙台市の調査方針により割愛された．

以上の結果を区役所に持ち帰り１日の判定結果を各班ごとに取りまとめる．当初の取りまとめは，判定結果が記載された記録用紙（**図-4**）と撮影した建物被害写真ファイルを宮城野区の担当者に手渡し，地図上の調査が終了した地区を色ペンで塗り１日調査が終了する．しかし，調査棟数は１日600～800棟であることから，建物被害写真の枚数が莫大となり写真の管理が問題となった．具体的には，写真ファイルをそのまま管理した場合には，住民からの紹介や2次調査の基礎データなどとする場合など写真を参照する必要が生じた場合に，即座に該当する写真を照会することが出来ず，莫大な手間が生じることになる．そこで，筆者らは，写真ファイルを建物番

表-1　記録用紙の内容

基礎データ		整理番号，町名コード，地番，枝番，
判定データ	木造	外観，屋根，壁，基礎のそれぞれの評価
	非木造	外観，柱・耐力壁・基礎，外装，屋根，設備のそれぞれの評価
その他		住家・非住家の有無，応急危険度判定の色，立会者名，特記事項

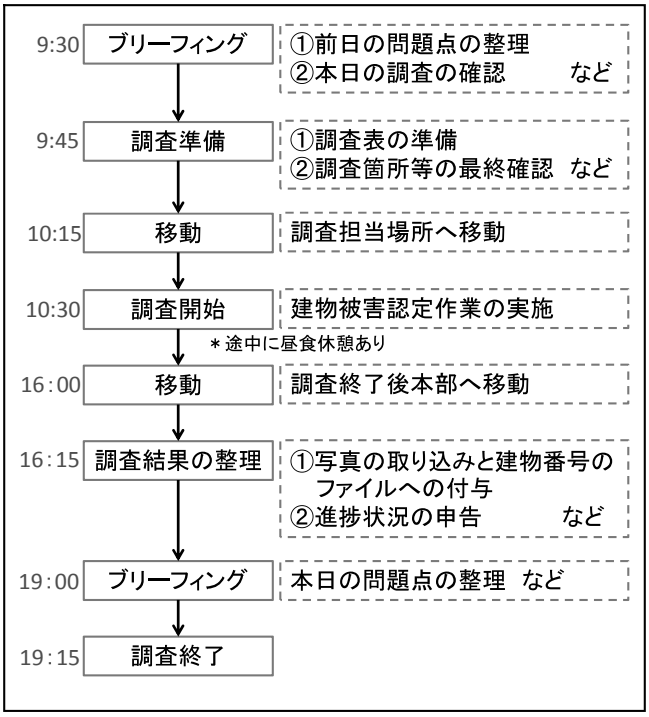


図-6　調査の手順

号単位で管理し，その他のデータベースとの連携が取れるシステムの提案を行った（**図-7**）．

５．PhotoMaS（Photo Management System）

宮城野区の職員は，大規模な地震災害による建建物被害認定作業が初めてであったため，作業の実施にあたり多くの問題点を抱えていた．その1つは4章にも示したように，建物被害認定作業の実施にあたり生じる莫大な建物被害写真の整理・対応，建物被害認定作業の進捗状況の全体把握，罹災証明書の発行申請への対応，罹災証明書の発行業務への対応業務などである．特に写真の整理については，多大な労力を要した．建物被害認定作業を開始した当初，

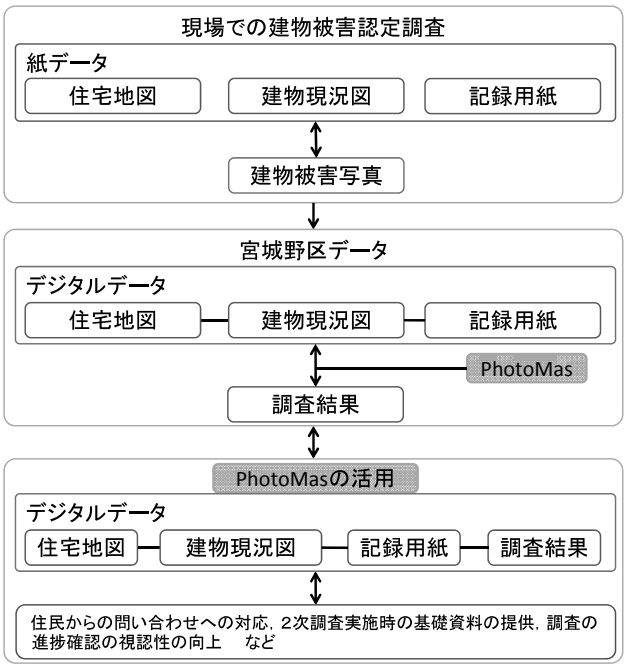


図-7　建物現況図の例

作業員は，担当エリアで撮影した写真を担当エリア番号と実施日のフォルダに入れて本部のPCに保存するのみであった．しかし，この方法では，罹災証明書発行や住民から写真の開示請求があった場合に対応することができないだけでなく，行政職員が2次調査や罹災証明書発行の際に写真を確認することが必要となった際に写真を見つけることが著しく困難となる．

そこで，宮城野区役所の担当者と意見交換し，作業を効率的に行うために，簡易的でも効果的なシステムは作れないかを議論した．その結果，（1）莫大な数の写真の整理の効率化，（2）建物被害認定作業の進捗状況の可視化，（3）罹災証明書の発行業務の効率化を同時に実現する簡易システムとして，PhotoMaS (Photo Management System)を提案し，開発するに至った．本システムを開発する上で，実際の現場の作業環境に適合するように，ノートパソコンで簡単に操作でき，複雑な設定やインストールを不要とすることが求められ，Excelをベースにしたシステムとした．PhotoMaSの活用方法を図 - 7 に示す．

PhotoMaSは，調査が完了した建物番号をExcelへ入力するとともに，当該建物の写真をPCに保存することを基本作業とし、主に以下の3つの機能を有する．

まず，（1）デジタルカメラで撮影した写真のファイル名を建物番号に自動で変換することができる機能を持つ．実際の画面を**図-9**，10に示す．こ

図-8　PhotoMaS 開発前の進捗状況確認方法

の仕組みを実際の建物被害認定作業で運用することにより手作業による建物番号を入力する方法より格段に効率的に作業を実施することが可能となった．また，人為的なミスも防止することが可能となった．こうすることで、写真と建物番号を対応付けることが可能となる．

次に、（2）写真データを集計し，当該地区全体の建物被害認定の進捗状況を可視化することができる機能を持つ．

これにより，作業の全体像の把握と集計が格段に容易になった．システム導入前進捗状況の確認は，紙の地図上をマジックで染めていく方法であった（図 - 8）．この方法で全体管理を行う場合には，進捗率や作業スピードなどを把握・管理することが狭隘な空間に複雑に入り組んでいる場合などは，その把握には人的ミスが生じる可能性も否めない．さらに，作業が完了した部分を理解することは可能であるが，当該地区の建物被害認定作業の実施日など基礎情報の管理をすることが難しくなるなどの問題点が考えられる．同時に、調査が終了した建物に何枚の写真が撮られたかも把握できる．（3）罹災証明書の発行時に，住民からの写真の閲覧要望や2次調査の実施時に行政職員が1次調査時の被害状況写真の検索に迅速に対応することができる機能を持つ．被害住宅を撮影したファイル名を建物管理番号に変

不可能となる．特に，住宅密集地などで，住宅が換して管理することから建物番号と写真データが同一番号で管理でき罹災証明書の発行や2次調査の際に1次調査の結果と被害程度の関係を容易に関連付けて把握することができ行政職員の住民に対する対応の迅速性と効率性が大幅に向上する．

以上のように，PhotoMasは，紙ベースで現場で実施した調査結果と宮城野区が管理する住宅地図，建

図-9　PhotoMas 画面（写真管理）

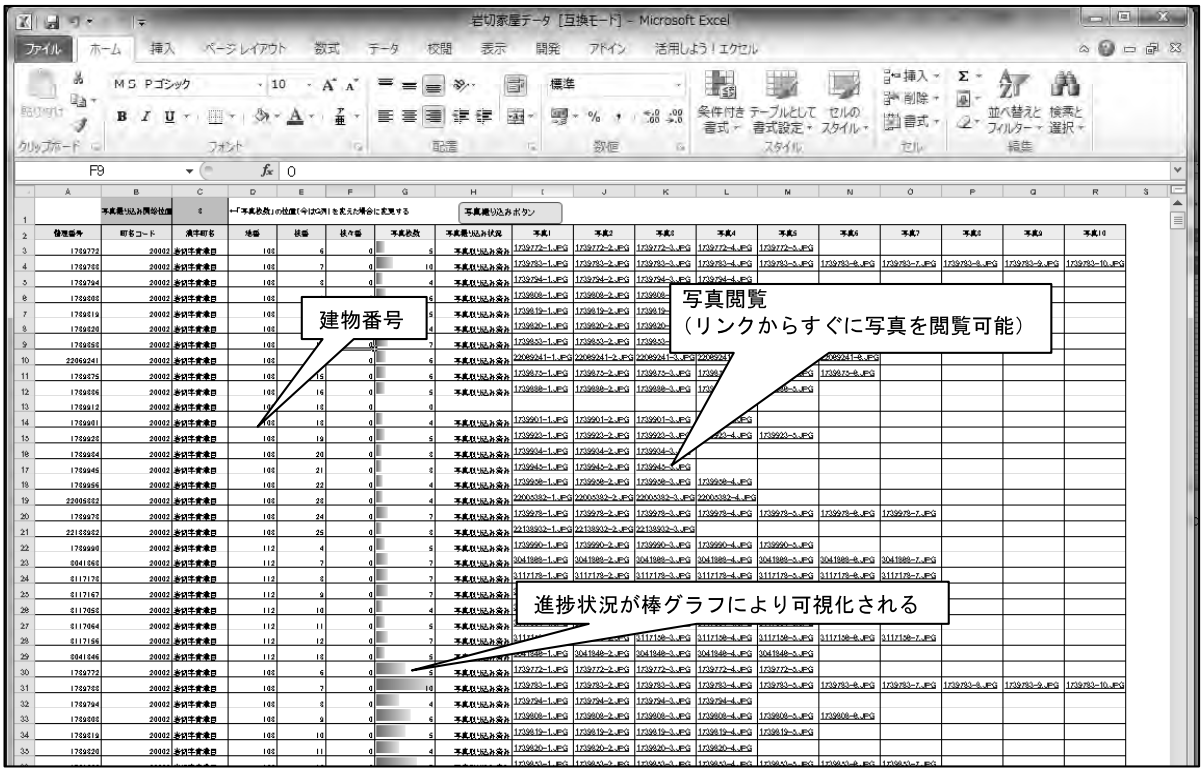


図-10　PhotoMas 画面（進捗状況の可視化）

図-11　ヒアリングの様子（被害認定実施本部）

図-12　罹災証明書申請を待つ市民

図-13　各種証明を待つ市民

物現況図，課税台帳などのデジタルデータを結びつける役割を有する．

PhotoMaSを実際に運用し，活用した結果，操作性については，応援に来ていた他の自治体の職員の方にも問題なく利用して頂けた．本システムを利用することで宮城野区の建物被害認定作業及び関連業務について迅速性，効率性，正確性を大幅に向上させることが可能となった．

その結果，建物番号で被害写真を検索できるため，住民からの判定結果に関する問い合わせにも迅速に対応することが可能となるとともに，判定結果の疑義への対応や最終判定結果の確定を迅速に行うことが可能となった．また，2次調査時に1次調査時の写真をすぐに照会し，調査を行うことも可能となった．

６．PhotoMasの評価

筆者らは，2011年8月11日及び9月20日に仙台市宮城野区の建物被害認定担当の職員に対して，建物被害認定の調査経過やPhotoMasの活用方法についてヒアリング調査を実施した（**図-11**）．ヒアリングを実施した時点（9月20日）での仙台市宮城野区の建物被害認定調査の進捗状況は，1次調査がほぼ終了し，2次調査を中心として実施していた．また，再調査は，調査のトライアルを実施し，その後の作業方針を決定する段階であった．

本研究で開発した写真管理システムPhotoMasは，1次調査のデータが格納されていることから，2次調査を実施する際の基礎データとして，1次調査時点での被害状況を把握する際に活用されていた．1次調査時点での被害状況は，建物現況図に振られている各住宅番号で管理されているため，2次調査が必要な住宅の被害状況を即時に呼び出すことが可能で評価であった．さらに，住民からの公開請求に対しても，同様に即時に対応できることから有効なシステムであるとの評価であった．システム開発前の建物被害認定調査結果は，紙に印刷をして管理しているため，資料が膨大となるとともに，建物番号順に管理されていないことから即時に写真を探し出すことが難しく，目的の写真を探し出すために時間を要するとの結果であった．ヒアリングの結果から，本研究で開発した写真管理システムは，宮城野区が管理する住宅地図・建物現況図・課税台帳などのデジタルデータベースと建物番号を介して連携されているため，調査結果の管理だけでなく，2次調査や住民からの公開要請など多くの場面で有効であった．

７．まとめ

筆者らは東北地方太平洋沖地震で数多くの建物被害が発生した宮城県仙台市宮城野区岩切地区での建物被害認定作業への従事を通じて効率的な手法の提案と開発を行った．本論文では，今回の地震を対象

として現場で構築した仕組みである．また，応援にきた行政職員や仙台市宮城野区職員が問題点として抱える建物被害認定作業の業務負担量の効率化を行うための方法として提案し実践したものである．

PhotoMaS導入前は，建物番号，住宅現況図，住宅地図など紙ベースの煩雑な資料をもとにしてデータ整理を実施していたが，PhotoMaSの導入によりそれらをデジタルデータと連携させ作業の効率化を図ることが可能となった．また，人的ミスも大幅に削減することが可能であったと考えられる．

一方，PhotoMaS導入時には，システムへの不慣れな行政職員や支援要員へのサポートが必要であったが，一度，操作方法を伝えれば，その後は，操作に関する質問もほとんどなく利用して頂けた．また，プログラムの改善要望などへの対応もあったが，いずれもボタンのレイアウト等であったため，短時間で修正できる程度のものであった．

今後はIT技術を活用することにより建物被害認定作業は大幅に迅速かつ効率的に実施することが可能となる．結果として，作業の効率性の向上のみならず，罹災証明書の迅速な発行が可能となる．さらに，建物被害程度を入力する仕組みも導入することにより，災害による建物被害の全体像を迅速に把握することが可能となる．したがって，被災者の生活再建に係る時間が大幅に迅速化する可能性がある．

実際，今回の調査実施中にも罹災証明書の発行申請のために区役所に大勢の市民が訪れていた（**図-12，13**）．これらの市民は，罹災証明書を申請し，その後，生活再建に係る各種手続きを行っている．

今後は，住宅地図・建物現況図・課税台帳などのデータベースとPhotoMasを連結させ，1つのシステムとして運用することが可能となれば，被災者への税の減免や証拠写真の検索など被災者支援に大きく貢献することは間違いない．また，個人情報が多く含まれているデータを使用するため，個人情報管理の方法や目的外使用に関する法律や条例の見直しが必要となる可能性がある．しかし，災害時において被災者支援と被害情報の迅速化をはかるためには，特例を認める他，平時からこれらのデータを連結させて運用することで業務が効率化することが可能な仕組みの構築も必要ではないだろうか．

謝辞：宮城県仙台市宮城野区職員，横浜市からの応援職には，東京大学生産技術研究所のボランティア活動メンバーとともに建物被害認定作業の補助作業を実施させて頂いた．また，富士常葉大学重川教授，田中教授には，地域安全学会主催による宮城県仙台市宮城野区での建物被害認定の補助作業ボランティアに参加させて頂く機会を与えて頂き，筆者らは大変貴重な経験を行うことができた．関係各位に深く感謝の意を表す．

最後に，建物被害認定を行った住宅の所有者の方々をはじめとする被災者の皆様の一日も早い生活再建をお祈り申し上げます．

参考文献

1）内閣府 災害復旧・復興 災害に係る住家の被害認定HP http://www.bousai.go.jp/index.html
2）藤生慎：大規模地震災害時における建物被害認定の遠隔判定システムの開発，東京大学大学院情報学環紀要「情報学研究」，第81号，2011
3）村尾修，山崎文雄：兵庫県南部地震における建物被害の自治体による調査法の比較検討，日本建築学会計画系論文集，第515号，pp.187-194，1999
4）重川希志依，田中聡，堀江啓，林春男：新潟県中越地震における建物被害認定調査の現状と課題，地域安全学会論文集 (7) pp.133-140，2005
5）堀江啓，重川希志依，牧紀男，田中聡，林春男：新潟県中越地震における被害認定調査・訓練システムの実践的検証：小千谷市のり災証明書発行業務への適用：地域安全学会論文集(7)，pp.123-132，2005
6）吉富望，林春男，浦川豪，重川希志依，田中聡，堀江啓，松岡克行，名護屋豊，藤春兼久：災害対応業務の効率化を目指したり災証明書発行支援システムの開発：新潟県中越地震災害を事例とした新しい被災者台帳データベース構築の提案，地域安全学会論文集 (7) pp.141-150 2005
7）田中聡：2007年新潟県中越沖地震における建物被害認定調査プロセスに関する考察：柏崎市における再調査の事例，地域安全学会梗概集 ，(22)，pp.35-38 2008

DEVELOPMENT OF PHOTO MANAGEMENT SYSTEM FOR BUILDING DAMAGE ASSESSMENT

Makoto FUJIU, Muneyoshi NUMADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

In Japan, several big earthquakes are expected to occur in the near future. A lot of structural damages due to these earthquakes will cause enormous needs for building damage assessment. In this paper, the system for supporting administrative staffs was designed and photo management system (PhotoMas) was developed in Miyagi prefecture during The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. The system for management some photos of damaged houses and some database which managed local governmant was developed based on Excel VBA. This system makes easier to search photos which are taken by inspector in damaged area, and the system can visually confirm the percentage of completion of building damage assessment.

Disaster Records

mikio KOSHIHARA **腰原幹雄**

東京大学生産技術研究所准教授／ 1968年生まれ。東京大学大学院博士課程修了。木質構造

災害の記録

本会の地震災害調査活動指針（2005年2月16日制定）には、「日本建築学会は、過去に幾多の国内外の地震災害の災害調査を企画し、会員の協力により災害調査を実施し、被害調査報告書を刊行し、学術的な観点から地震災害の正確な記録を残すための活動を行ってきた。今後もこの役割を果たすことが求められている」とある。災害の正確な記録を将来に残すことの重要性は、災害の教訓を生かすためにも、復興にあたっても非常に重要である。活動指針は、阪神・淡路大震災などの災害調査の経験から定められたものであるが、今回の東日本大震災では、状況が大きく変わってきている。

過去の地震の被害状況は、近代以前では古文書や絵図の記録（図1）によってその様子を知ることができ、『最新版 日本被害地震総覧 416-2001』（宇佐美龍夫著、東京大学出版会）などにまとめられている。明治以降、まだカメラが普及していない時代には、震災予防調査会報告、各地震被害調査報告などでは被害の様相を詳細なペン画で記録している（図2）。こうした被害記録は、現在のデジタルカメラによる記録に比べて、手間と時間がかかるため被害図の枚数は限られるが、その代わり重要な被害、象徴的な被害が意図を持って効率的に記録として残されている。1923年の関東大震災では、報道写真を中心に『大震災記念写真帳』（神奈川県、1925）[★1]などの白黒写真でその様子を知ることができる。1995年の阪神・淡路大震災時には、銀塩写真は普及しており、災害調査団による大量のカラー写真による被害記録が残されている。このころには、コンピュータの性能も向上しており、地理情報システム（GIS）を利用して、特定地域のすべての建物の被害状況を把握する建物悉皆調査の結果をコンピュータ上でその建物位置と被害程度を地図情報として蓄積し活用できるようになった。2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、新潟県中越沖地震では、記録媒体として銀塩カメラからデジタルカメラへ変化し被害写真がデジタルデータとして用いられるようになった。写真のデジタル化により現像費を気にせずに大量の被害写真が撮影でき、取得できるようになったが、その一方で、撮影意図のわかりにくい調査写真が大量に発生することになった。今回の東日本大震災では、デジタルカメラだけでなく、携帯電話のカメラ機能、デジタルビデオカメラの普及によりさらに大量の被害状況を知る映像が記録されている。しかも、こうした記録機器は被害調査の専門家だけでなく、被災地の一般の住民によって記録されており、これまでの地震後一定の時間の経過した専門家による災害調査の記録だけでなく、室内の家具の挙動、屋根瓦落下の瞬間、外壁の落下の瞬間、液状化発生の瞬間といった地震時・地震直後の生々しい写真、動画が記録されることとなった。

本会では、これまで災害調査報告として、紙媒体の災害調査報告書を刊行してきた。こうした災害記録は、継続性も重要であり、これまでの蓄積、将来、長期間の保存という意味では紙媒体での出版も継続していくべきと考えられる。一方で、被害情報のデジタル化によって、その発信方法にも変化が求められるようになってきており、さまざまな被害記録活用のためのアーカイブの整備が求められている。特に東日本大震災のようにこれまでの被災地域の大きさを大きく上回る広大な地域の災害では、詳細なデータを記録するとともに、その被害状況が俯瞰できる必要がある。大量の被害写真の収集も記録という意味では重要な役割を果たすが、アーカイブとして活用するためには、そうした被害記録に対する専門家

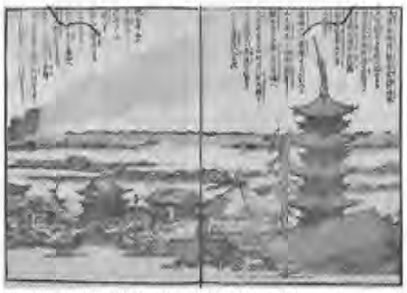


図1——安政の大地震（1855）の被害記録
［出典：歌川国芳『安政見聞誌 中之巻』（安政年間）］

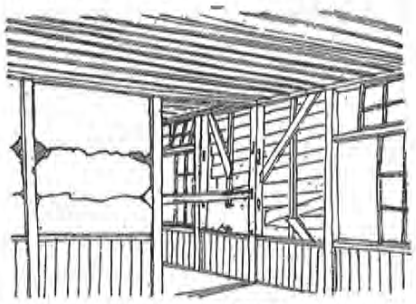


図2——福井地震（1948）の被害記録
［出典：北陸震災調査特別委員会『昭和23年福井地震震害調査報告』（1950）］

のコメントなどの情報付加が不可欠である。建築物の被害記録では、建築技術者の目で見た建築被害の記録が大きな意味を持つことになる。そのためには当然、大量の被害記録からの取捨選択も重要である。

一方、こうした被害記録の情報公開においては大きな問題を抱えている。公共建築など公共性の高い建築物では、その被害状況を公開することは、特別な障害がない限り可能であるが、民間の建築物では状況が異なる。民間の建築物の被害記録の公開にあたっては、その所有者の理解が必要である。個々の建築物は所有者の財産であり、その被害状況は個人情報ととられる可能性もある。このため地震被害報告では、建物が特定できないように、所在地を特定できる情報や建物を特定できる情報、写りこんでいる人物などには、記録にモザイク処理を施すなどの工夫が必要となっている。また、個々の詳細な被害情報を持っている被災度区分判定の結果も、建物が特定できないようにするため、地図上にプロットできても判別できないようにモザイク処理を施して公表するなど、図自体に意味がなくなってしまっている。確かに、個人情報としての重要性は認識できるが、教訓としての被害の記録のあり方としては、被害記録の公開のあり方についての社会的な認知が必要と思われる。個々の建築物すべてから許可を得るのは現実的でないとすると、公開の範囲、公開の時期、公開方法などで共通認識を持って対応せざるをえない。

こうした被害記録の共有には、もうひとつ重要な役割がある。地震災害調査活動指針では、災害調査の重複を避け被災者の負担を軽減することの重要性が示されている。メディアで取り上げられた被害の大きい建物では、数多くの調査者が繰り返し訪問し、記録をとっていく。被害を直接見て、さまざまな専門家の目で被害を記録することは確かに重要ではあるが、建物所有者、被災者の負担は大きい。被害記録を共有することができれば、これを軽減することができるはずである。東日本大震災の災害調査でも、災害委員会、各支部では調査地域の重複を避けるため調査地域の分担を行ったが、調査地域の分担は、被害記録の共有とセットでなければ成立しない。調査者は分担して記録を収集しても、他の調査者の収集した情報も共有して活用することができれば、特定の地域への調査の集中を免れることができる。もちろん、実際に調査を行った人たちの労力に敬意を払うことは変わらない。

図3――東日本大震災の記録。地域がメッシュ化され、被害状況によって色分けされるとともに、メッシュ内の被害写真が一覧できる

超小型衛星センターでは、「東日本大震災の記録」(http://gis.nanosat.net/main.html)として被害写真の収集とアーカイブ化を試みている。ここでは、被害状況を俯瞰するために、地域を250mメッシュに区切りそのメッシュ内の被害写真を一覧できるようになっている。また、個々の建物の位置を特定せずにその地域の被害を色分けして地域の被害状況を俯瞰することができるようにもなっている。一方、被害記録として実際には、個々の写真の位置情報は登録されており、詳細な位置の特定も限定的には可能な仕組みとなっている。最近のデジタルカメラや携帯電話では画像ファイルにGPSによる位置情報も埋め込まれており、撮影日時と位置情報は、あえて入力しなくても画像データから取り出すことが可能である。こうした基本情報の収集整理の仕組みは自動化されていけるが、活用者、専門家によるコメント付けは地道な作業として必要となる。

一方、このアーカイブでは、すでに撮影された被害写真のアーカイブとしての活用だけでなく、被害状況の俯瞰ができるため、地震直後に被災地から携帯電話などによる投稿により即時に被害地域の状況を俯瞰的に把握することも可能であり、災害対応に役に立てることができる。もちろん、現在の通信環境では、画像データの送信が、それ以外の重要な情報送信の障害とならないかを確認する必要がある。

今回の地震では、文字データではあるが、災害委員会インターネットWGで試みた災害・復旧復興情報アーカイブ(http://freesia.arch.ues.tmu.ac.jp/TohokuEQ2011/)に、被害地域の学会員からさまざまな被害状況がメールで報告され、それを一覧にして共有することによって、被害調査地域の選定、計画のための有用な情報とすることができた。今後、通信網の整備により、より多くのデータが発信・収集され即時的に俯瞰できる可能性はある。

災害の記録は、その地域で何が起きたのかを知り、将来にわたって残すものであるが、そうした災害を起きないようにする、あるいは軽減するための復興を支援する情報として役立つことが一番重要な役割である。

注
★1――樹井照蔵編『大正十二年九月一日大震災記念写真帳』(大正14年、神奈川県)

3. 木造建築物の耐震補強

東京大学生産技術研究所　腰原幹雄

1. 木造建築物の耐震補強

1995年の阪神・淡路大震災では，戸建木造住宅の被害が甚大で，既存木造住宅の耐震性能に対する問題意識が高まった。木造住宅の耐震性能を把握するものとして耐震診断があり，1977年に静岡県で作成された耐震診断法をもとに1979年に日本建築防災協会による全国版の「木造住宅の耐震精密診断と補強方法」が作成されたが，この阪神・淡路大震災まではほとんど日の目を見ることがなかった。震災後に，木造住宅の耐震診断・耐震補強を進めるにあたってこの本が活用されることになるが，2000年の建築基準法改正に伴って，耐震診断法も2004年に「木造住宅の耐震診断と補強方法」(財)日本建築防災協会）となって現在に至る。この診断法は，阪神・淡路大震災以降に実験・研究が進んだ中で，急速に進歩した木造住宅の耐震性能に関する知見に基づいて作成されている。

阪神・淡路大震災以降も，鳥取県西部地震，芸予地震，新潟県中越地震，能登半島地震，新潟県中越沖地震と大きな地震が相次いで発生し，地震発生のたびに木造住宅の耐震診断・耐震補強の普及の必要性が話題に上っている。

政府は，平成17年（2005年）の地震防災戦略として，10年間で住宅及び特定建築物（学校，病院，百貨店等の多数の者が利用する一定規模以上の建築物）の耐震化率を90%まで高めることを目指しており，住宅については平成22年（2010年）の新成長戦略で2020年までに95%の耐震化率を目指すこととしている。

耐震化率は，耐震性能の低い古い建物の建て替え・除却によっても向上するが，目標達成のためには，耐震補強が欠かせないものとなる。耐震診断法の整備により，耐震補強設計も確立されることとなった。効果の少ない工事でも高額の工事費を請求するような一部の悪徳業者による耐震補強工事に対する不安は，日本建築防災協会による「住宅等防災技術評価」などで，設計法・評価法だけでなく，工事管理，品質保証まで一連の流れを評価する仕組みができ，信頼性も回復し，さまざまな新しい耐震補強構法の開発とともに，普及してきている。

2. 耐震化率

政府の耐震化率向上の目標に向けて，現在の耐震化率を見てみると，住宅の耐震化率は，**第1表**のように，1998年の約68%から2008年の79%へ上昇しており[1]，新成長戦略では，さらに2020年までに耐震化率95%を目指すこととしている[2]。

特定建築物では，**第2表**のように耐震化率が上昇していると共に，2020年までに耐震化率90%を目指している[3]。特定建築物の中で木造建築物と関係が深い建築物は，学校建築が該当する。これまで，学校建築の耐震診断・耐震補強の促進は，非木造2階以上，又は延面積200 m^2超の建物が耐震診断・耐震補強の対象として優先実施されてきた。近年，こうした学校建築の耐震化が進んだ結果，木造の学校建築に対しても耐震診断・耐震補強が進められるようになってきたところである。文部科学省[4]（平成21年4月1日現在）によると，木造の公立幼稚園は全国で191棟あり，耐震化率は77%，木造の小中学校は全国で1,116棟あり，耐震化率は63.4%となっている。

第1表　住宅の耐震化

1998年	2003年	2008年	2020年
約68%	約75%	約79%	95%*

出典：国土交通省資料[1]，*は新成長戦略[2]

第２表　特定建築物の耐震化

1998 年	2003 年	2008 年	2020 年
−	約 75%	約 80%	90% *

出典：国土交通省資料[1]，*は地震防災戦略[3]

東日本大震災の主な被災県の耐震化率は**第３表**のようになっており，住宅の耐震化率をみると，いずれの県も全国平均 79% を下回っており，岩手県を除くとほぼ同じ数値を示している。

一方，小中学校の耐震化率はバラツキが大きく，宮城県で 93.5% と静岡県に次ぐ全国第２位の耐震化率になっているが，その他の県では全国平均 73.3% を下回っている。木造小中学校では，福島県を除くと全国平均を上回っているが，福島県では 43.2% と低迷している。また，**第４表**に示すように，昭和 56 年（1981 年）の新耐震基準以前の木造学校建物の耐震化率は，福島県，茨城県，栃木県では 0.0% と，耐震補強が実施されていないのが現実である。

第３表　住宅・建築物の耐震化率の現状

（都道府県別　平成 20 年度末）

県名	住宅	小中学校	
		全構造	木造*
岩手県	67%	73.1%	77.7%
宮城県	77%	93.5%	73.3%
福島県	76%	62.2%	43.2%
茨城県	75%	55.7%	72.7%
栃木県	76%	64.3%	64.7%
全　国	79%	73.3%	63.4%

出典：国土交通省資料[1]，*は文部科学省資料[4]

第４表　木造公立学校（小中学校）の耐震改修状況

県名	全棟数	S57 年以降	S56 年以前	耐震化率	S56 以前の建物に係る耐震化率
岩手県	103	78	25	77.7%	8.0%
宮城県	30	9	9	73.3%	61.9%
福島県	37	16	16	43.2%	0.0%
茨城県	11	11	8	72.7%	0.0%
栃木県	17	17	11	64.7%	0.0%
全　国	1,116	682	434	63.4%	5.8%

出典：文部科学省資料[4]

3. 東日本大震災にみる被害

3.1　住宅

東日本大震災における住家の被害をみると**第５表**のようになっており，宮城県の全壊数が突出している。ただし，これには，沿岸地域の津波被害も含まれているため，純粋な振動被害を表しているものではない。

津波被害の影響を除くために，沿岸地域を含まない比較的被害の大きい市町村の住家全壊数と世帯数の関係をみると，**第６表**のようになる。世帯数（A）に対する住家全壊数（B）の比（=B/A）をみると，福島県中通の鏡石町の 0.058 を最大に，矢吹町，須賀川市で 0.03 を超えており，宮城県では涌谷町で 0.022 となっている。被災範囲が広いため入力地震動の大きさも地域によって異なり，単純な比較にはならないが，福島県中通での被害率は高い傾向にある。それでも，いずれの地域でも耐震補強が目指す倒壊防止という意味では，入力地震動の大きさに比べて被害率は小さいと考えられる。

また，耐震補強が目標性能としている人命を守るという目的からみても，白河市の 12 名の死者は土砂災害，須賀川市の９名の死者はダム崩壊によるものであることを考えると，死者は各地で数名規模に免れる結果となっている。

実際に耐震補強を施した木造住宅の損傷などは，現在調査中であるため詳細な分析は行えないが，こうした統計データと現地調査を行った研究者らの共通認識は，「振動被害を受けた木造住宅は，耐震性能の不足や老朽化といった明らかに被害を受けやすい建物であり，現行基準で建築された比較的新しい木造建築での大きな被害は，ほとんどみられていない」というものであった。現行の耐震基準，あるいは耐震補強手法は，一応の目的を達していると思われる。

今後，こうした認識の裏付けとして，入力地震動と被害の精査や，個別建物の詳細な検討を行うことによって，より明確になっていくと考えられる。

第５表　被害の状況

県名	住家被害		
	全壊	半壊	一部破損
岩手県	20,199	4,483	6,968
宮城県	73,260	79,494	149,856
福島県	17,533	46,261	135,228
茨城県	2,764	19,549	156,264
栃木県	262	2,078	62,803

出典：消防庁災害対策本部（第 138 報）[5]

第 6 表　世帯数と住家全壊数

県名 市町村名	世帯数 A	住家 全壊 B	B/A	震度	死者
宮城県					
栗原市	24,581	55	0.002	7	
白石市	13,829	46	0.003	6 弱	1
角田市	10,866	13	0.001	6 弱	
大崎市	47,596	532	0.011	6 強	4
涌谷町	5,898	130	0.022	6 強	1
美里町	8,529	127	0.015	6 弱	
福島県					
郡山市	77,859	2,037	0.026	6 弱	1
白河市	23,829	223	0.009	6 強	12
須賀川市	25,768	771	0.030	6 強	10
鏡石町	3,877	224	0.058	6 強	
矢吹町	5,881	284	0.048	6 弱	
茨城県					
水戸市	112,963	325	0.003	6 弱	2
栃木県					
那須烏山市	30,027	66	0.006	6 弱	2

注：世帯数は各市町村 HP より（3 月または 4 月），住家全壊数は消防庁災害対策本部（第 138 報）[5] より，震度は，3 月 11 日 14：46，4 月 7 日 23：32，4 月 11 日 17：16 の 3 回の地震の最大震度。

3.2　学校建築

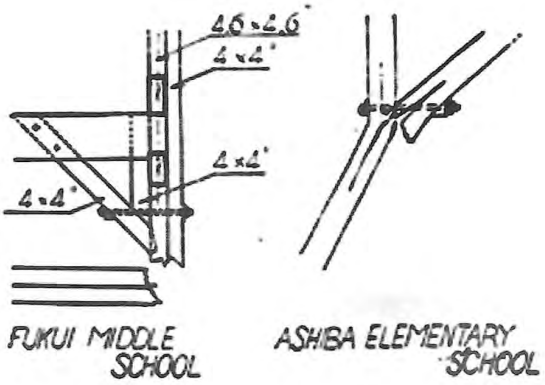
学校建築については，2. で述べたように，東北地方には多くの木造学校建築が残っているが，新耐震以前の建物の耐震補強はほとんど手つかずである。

写真 1，2 の福島県の I 学校の平屋建ての建物は，昭和 24 年（1949 年）築の平屋建てで，方杖を用いた当時の典型的な学校建築となっている。竣工後も，教室の用途変更により改修は行われていたが，特別に耐震補強はされていなかった。今回の地震により，ほとんど全ての柱が，建物短辺方向に方杖の接続部分で折損しており，倒壊している。方杖付き柱の曲げ破壊については，**第 1 図** に示すように 1948 年福井地震の際にも多くの木造校舎で被害を生じており，60 年を経過した現在でも同じ被害を見ることになってしまった。新耐震基準以前に建てられた木造建物の早急な耐震補強が望まれる。

なお，この I 学校では，隣接する鉄筋コンクリート校舎も大破していたが，地盤崩壊や液状化は発生しておらず，純粋な振動による被害と考えられる。建物の立地は小高い丘の上であるが，丘のふもとの地域での建物被害はほとんど見られないため，周辺部に比べて局地形により地震動の増幅が生じた可能性がある。

写真 1　福島県 I 学校校舎外観（昭和 24 年築）

写真 2　方杖付柱の曲げ破壊



第 1 図　方杖付き柱の地震被害（1948 年福井地震）
出典：福井地震震害調査報告[6]

一方，振動による上部構造の被害以外にも，地盤災害（崩落，液状化等）により上部構造に大きな損傷を生じる場合が多く見られた。**写真 3，4** の千葉県にある 2 階建て木造校舎では，上部構造に直接的な振動被害は見られないが，地盤の液状化によって基礎が破壊し，建物の一部を大きく傾斜させることとなってしまった。

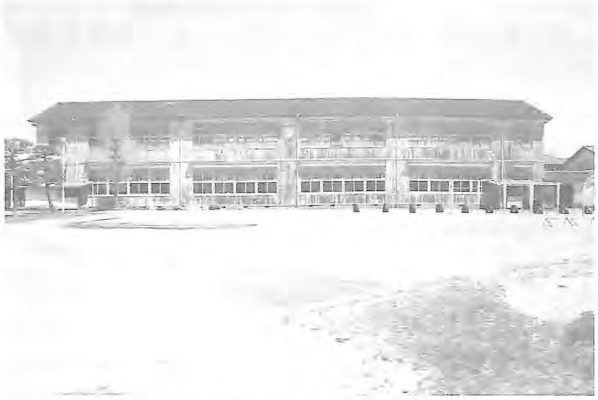


写真 3　千葉県 S 中学校校舎全景

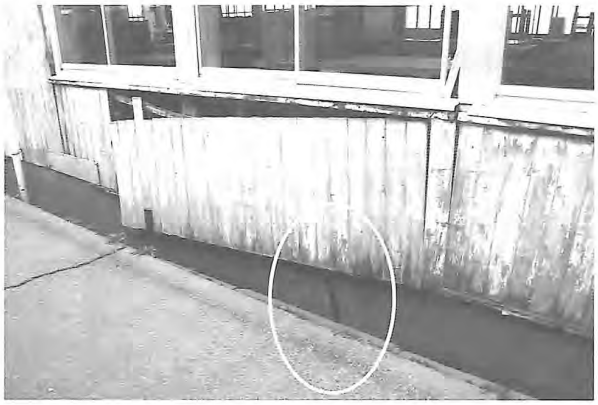


写真 4　基礎の破壊

4. 耐震診断と耐震補強

1995 年の阪神・淡路大震災以降，木造住宅の耐震診断・耐震補強による耐震化が進められてきた。今回の東日本大震災は，耐震化が進められてきた地域で発生した地震であり，耐震補強の効果を検証する貴重な機会となっている。被災地域が広く，混乱もあったため詳細な調査が遅れているが，今後，さまざまな視点で耐震補強の効果が報告されることになると思われる。

ここまでの被害統計・調査からではあるが，上部構造については，現行基準を満足している新しい木造住宅はもちろん，やや古い木造住宅でも大きな被害が少なかったのは，新築木造住宅の耐震性能検証法（壁量計算，N 値計算，4 分割法など）と耐震診断法・耐震補強設計法の妥当性を示すものと考えることができる。一方，学校建築などの大規模木造建築では，耐震診断・耐震補強が進んでおらず，新耐震基準以前の建物の対応が早急に必要となる。

一方，上部構造の耐震性能の向上に対して，入力地震動の不確定要素として，特に微小地形による局地的な地震動の増幅が浮き彫りになった。

また，現在の耐震診断法で上部構造と切り離して評価が行われている基礎・地盤についても，大きな課題が生じている。地すべりや地盤崩壊はもちろん，液状化による沈下など，上部構造の耐震補強では防ぐことができない被害に対して，どの程度の地盤補強，液状化対策を行うのか，今後どのように対応していくのかを考えていかなければならなくなってきている。

文　献

1）国土交通省：「耐震化の進捗について（1 月 21 日大臣会見参考資料）」，平成 23 年 1 月 21 日
2）首相官邸：「新成長戦略（H22.6.18 閣議決定）」，平成 22 年 6 月 18 日
3）中央防災会議，「地震防災戦略」，平成 17 年 3 月 30 日
4）文部科学省：「公立学校施設の耐震改修状況調査の結果について，資料 8 公立学校施設の耐震改修状況調査［診断実施率・耐震化率］」，平成 20 年 6 月 20 日
5）消防庁災害対策本部：「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）について（第 138 報）」，平成 23 年 9 月 9 日
6）北陸震災調査特別委員会：「福井地震震害調査報告」，1950

参考文献

植田和弘・梶山恵司編（2011）『国民のためのエネルギー原論』日本経済新聞出版社

宇沢弘文（2000）『社会的共通資本』岩波新書

木村啓二・大島堅一・植田和弘（2011）「発電コストからエネルギー政策を考える」植田和弘・梶山恵司編（2011）

A. ロビンズ（1979）室田泰弘・槌屋治紀翻訳『ソフト・エネルギー・パス―永続的平和への道』時事通信社、原著は、A, Lovins (1977), Soft Energy Paths: toward a durable peace, Penguin Books

特集 東日本大震災からの復興を考える

「復興まちづくりの論点と今後の防災まちづくりへのインパクト」

東京大学生産技術研究所准教授 | 加藤　孝明

1．東日本大震災とは

東日本大震災の特徴は、3つのキーワードで捉えられる。

一つ目は、「時代の変局点を越えた時代の災害」、戦後の日本は、右肩上がりの一本調子のトレンドで成長し、その間、様々な社会制度が整備されてきた。しかし、20年前のバブル崩壊を契機に、経済の安定成長、低成長の時代に突入し、人口減社会、そして経済縮小時代に入ろうとしている。こういう時代の大災害であることが一つ目の特徴である。二つ目は「超広域性」である。震源域の長辺は450kmと長く、被害の広がりは千葉から青森まで700kmに及ぶ未曾有の広域災害である。三つ目は「超壊滅的」である。過去の災害事例では、関東大震災を除けば、壊滅的な被害といえども地震被害はモザイク的であり、都市機能の一部は残されていた。しかし今回の災害では、津波により根こそぎすべての都市機能が失われた点が特徴である。

こうした特徴に照らし、災害対応、復興に対応する社会制度はどうであったか、について述べたい。災害対応についてみると、災害対策基本法が規定する基本枠組みは、災害対応の主体は市町村であり、都道府県が調整、支援、国が財政的支援を行うとなっている。つまり、ローカルな災害を前提としており、都道府県を越えるような「超広域性」災害を前提としていない[1]。復興に関しては、これまで、災害対策における災害対策基本法のような基本法は存在せず、縦割り的な対症療法で対応することを基本としている。災害対策基本法や防災基本計画でも復興の言葉はあるものの、「復旧・復興」とひとくくりにされており、災害を契機とした新たな街づくりを創出していくと言う発想はない。今回の壊滅的な被害に対しては、都市、集落をほぼゼロから再生する必要があり、そのためには、総合的、統合的な対応が必要とされるが、それを提示し得る枠組みにはなっていない。さらに復興の主要な政策的道具となる都市計画制度は、ここ数年来、次の時代に向けた制度改革が議論されているものの、現在のところ、依然として右肩上がりの社会を前提とした方法論しか提示し得ていない。16年前の阪神・淡路大震災においても、市街地再開発事業地区にみるように、すでに制度の前提と実際の状況に少なからずギャップが存在していたが、今の時代はさらにそのギャップが大きくなっており、果たして右肩上がりの都市計画制度で対応しきれるかどうか、慎重な検討が必要であろう。

要するに、東日本大震災は、備えが不十分な中での大規模災害である。この状況に対して日本社会がどう対応するか、対応できるかが試されているといえる。これは、著者の被災直後の認識でもあり、かつ、現在の認識でもある。

1 ただし、広域災害に対応するために、非常災害対策本部、緊急災害対策本部といった国主導の体制があるが、今回の災害に置いて十分機能したかどうか、検証が必要である。

2．二つのアプローチ：トップダウンとボトムアップ

こうした状況に対して対応するためには、「政治的リーダーシップを引き出し、前例にとらわれることなく、新たな枠組みを果敢に作りつつ、新たな社会実験として復興に取り組むべきである」。これは、３月末に都市計画学会に著者が提出した提言にある。当時、一定のトップダウンによる復興のための新たな枠組みづくりが必要と考えていた。しかしこの数カ月間の動きはむしろ反対の方向で推移したと解釈している。抜本的な新しい制度を創設すると言う方向ではなく、既存の制度を微修正、援用するという基本姿勢のもと、地域主権の流れの中で「ボトムアップ」で進められることが確定している。「超広域、壊滅的災害」に対して、これまでのローカルな災害で用いた方法論でどこまで対応できるかどうか、新たな挑戦とも解釈できる。

参考までに2008年の四川地震について触れたい。四川地震は、マグニチュード８級、震源域が300kmに及ぶ東日本大震災に匹敵する超広域・壊滅的災害であった。地震発生後わずか３週間後に、中央政府は、復興投資を行う地域の確定、復興手順とスケジュールを提示し、同時に復興方針、復興理念を法定化している。さらに「対口支援」という中国特有の自治体間支援体制を発令した。これは、沿岸部の財政規模の大きい豊かな省市と被災地域の小さい市・村を１対１のペアをつくり、責任を持って支援するというものである。日本でいわれているような自主的、ボランティア的支援ではなく、税収の数%を定められた期間、被災地域の支援に支出するという、中央政府からのいわば「命令」である。国内向けのODAとも言えるものであり、資金とともに人材、資器材も持ち来られることが多い。この対口支援により、復興に必要とされる金、物、人の最低保証が確保されたと言える。この３週間後の体制構築により、あとは前に進むだけとなり、わずか２ヶ月後には中央政府の復興計画、５カ月後には地方政府レベルで復興計画がほぼ確定した。

国の統治体制が根本的に異なるので単純な比較をするつもりはないし、復興の進捗が早ければよいというわけでもない。しかし、少なくとも復興にはトップダウンとボトムアップのバランスが必要であると言えるのではないか。これまでの世界の超広域・壊滅的災害からの復興事例の中では、中国の事例はトップダウン型の特異な事例であるが、一方、今回の東日本大震災はボトムアップ型の特異な事例となるであろう。この意味において世界が注目しているのではないかと思われる。

3．復興の論点

ここでは、復興計画のあり方として基本的な論点を提示したい。すでに時機を逸している内容も含まれるが、今後の防災まちづくりに通じる内容も含まれている。また被災地域では、年末あたりを目途に計画策定が進められているが、市民参加型のボトムアップ型の計画策定を志向しているとすれば、現在の地域住民への基礎情報の周知状況、住民の議論の熟度を見る限り、年明け以降、計画内容の調整時期がいずれ訪れるだろうと想像している。

(1) 復興でめざすべき安全水準は何か？

人命の安全を確保することについては社会で共有されていることに異論はない。しかし財産についてはどうであろうか。個人の財産の保全については、平時の防災まちづくり、防災計画の論理の中にもほとんど触れられていない。例えば、東京における防災都市計画の対象は地震火災被害の低減にあり、数十年にわたって不燃化等の諸施策が展開されている。この目的は、戦災や関東大震災のときのような壊滅的な被害にならないよう、焼失被害を局所化していくことである。これは、地震火災が発生したとしても都市機能がすべて失われないようにし、速やかに立ち上がれるようにすることを意味しており、個人の財産の保全を意図していないと解釈できる。

一方、復興の議論では高台移転の方針が提示され、その方向で計画策定がすすめられている。高台移転すれば、津波に対して安全になるのは間違いない。しかし、著者は高台移転を否定するものではないが、許容するリスクについての十分な議論なされたかどうか、その上での高台移転の結論かどうか、再検証する必要があるのではないかと思われる。もしもリスクについての議論がなされていないとすれば、「安全神話が崩壊した」と言いつつ、新たな安全神話をつくることにつながるのではないかと危惧される。むしろ、今回の経験での最大の教訓は、リスクゼロはありえないということであり、安全の確保に注目するのではなく、リスクとどう賢く付き合うか、リスクとどう共生しているかを社会全体で議論し、リスクを認識しながら生活を営む環境をつくりだしていくことが重要だと考えられる。私たちは日常の生活の中で少なからずリスクを抱えて生活していることを忘れてはならない。

(2) 安全を確保する方法

安全を確保する方法として３月末、菅首相が高台移転と言う方針を打ち出した。一方、関西大学の河田教授は、４月頃、人工地盤、スーパー堤防、高台移転とそれをつなぐ橋等の土木構造物により、街・集落の安全を確保しつつ、未来的な都市の構想を提案している。一方で、筆者は、あえて議論のバランスを図るために、被災者の気持ちに配慮しつつ、小さな声だが、次のような提案を行った。主旨は、「毎年走る（逃げる）練習をする」、「走る（逃げる）能力で居住地を選べるようにする」というものである。これは、毎年、逃げる練習を行うことによって自分が現在抱えるリスクを認識するということ、そしてリスク許容のシビルミニマムを設定し、それが確保されるような暮らし方、もっといえば土地所有の考え方に転換していくべきことを示している。

上記の３つの提案は、いずれも理にかなったものであるが、いずれも極端な提案である。安全を確保する基本的な方法としては、ハザードからの退避（例えば、高台移転）、ハードによる防御（例えば、河田提案）、そして、人間・地域社会による被害の低減（例えば、加藤提案）の３つがあり、この３つの要素のバランスの良さが復興計画の要点であると考える。そのバランスの良さは、地域特性に依存し、地域社会の議論の中で決められるべきことだと考えられる。いずれの案でも一定の安全を確保することができる。しかし極端な案では、日常生活の中で必ず何らかの歪が生じ、成立しない可能性が高いのではないかと推察される（図１）。

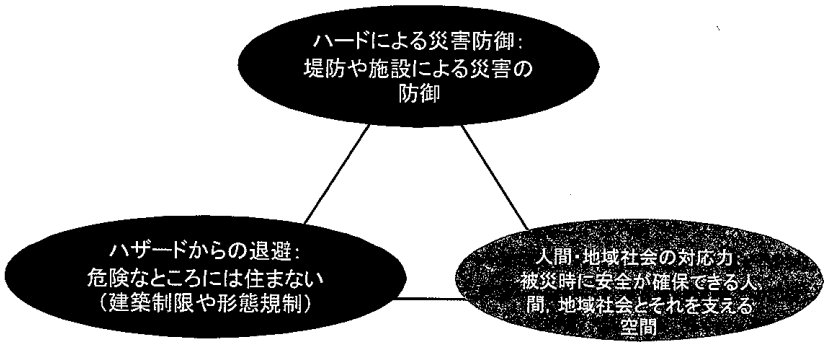


図1　安全を確保する方法：3要素のバランスの良さが復興まちづくり計画の要点。
1つの要素でも安全の確保は可能だが、歪が生じるのではないか。

(3) 真の被災者主義・被災地主体の実現

復興構想会議を含めこれまでの復興に関する議論においては、被災地主義、被災地主体という言葉が使われている。被災者に寄り添い、被災者の気持ちを汲みながら復興計画を策定し、復興をすすめていくという意味である。復興の成功の必要条件は、被災コミュニティの力を引き出すことであり、被災コミュニティの力なしでは、復興は成立し得ない。このことは、世界の災害復興事例が証明している。しかし、ここで再度、被災者主義、被災地主体について考えてみたい。

復興計画においては4つの目が必要とされる。時間軸で近くを見る目と遠くを見る目、空間軸で近くを見る目と遠くを見る目である。計画策定においては、「明日の飯をどう食うか」という切実な問題を抱える被災者の目と同時に「10年、20年後、孫の世代に何を引き継ぐか」という視点も必要である。また、「自分の敷地がどうなるか」という視点と同時に、「集落、都市、そして東北地域のグランドデザインを描く」という視点も必要である。良い復興のためには、この4つの目を持つこと、さらには、そのバランス感覚が不可欠だと考えられる。

被災者は、避難所生活では生命の危険にすら曝され、仮設住宅での生活においても職の確保や人生の行く先に不安を抱えながら生活している。被災自治体は、復旧のための膨大な作業に忙殺されている。被災直後はもちろん、現在でも、被災者、及び、被災自治体は、世界の中で最も心にも時間にも余裕がない人々である。つまり、復興に必要な4つの目のバランス感覚を失う恐れが高い人々ということもできると言える。被災地主義、被災地主体の名のもと、被災自治体に計画策定の責任を負わせることは、結果として、拙速な計画策定になるのではないかと危惧される。良い復興計画を策定していくためには、4つの目のバランスを保てるようにする支援策が不可欠であろう。

被災者にまちづくりの意向を問えば、「元の暮らしに戻りたい」、或いは、その時に社会で最も声高に言われていること、或いは、「分からない」のいずれである。このことは、被災者との会話の中で共通して感じられることであろう。潜在的には、もっと良い代替案があるかもしれない。しかしいろいろな意味で余裕のない中では、被災地、被災自治体自身から多様な代替案が生み出される可能性は高いとは思えない。

現在、多くの被災自治体では、余裕の無い中、年内を目途に精力的に計画策定作業が進められているが、専門家のマンパワーが絶対的に不足していると感じられる。真の被災地主義・被災者主体を実現するためには、最低限、心の余裕を持って計画策定を行える環境が不可欠である。或いは、多様な代替案が提示され、その中から被災者、被災地が主体的に選択できる環境を作り上げることが真の被災地・被災者主義・主体であると考える。「決め打ち」ではない計画策定プロセスの実現を伴ってはじめて被災地主義・被災者主体の復興が成し遂げられると考えられる。その実現のためには外部からの専門家の手厚い支援が行える仕組みが不可欠である。

現在、総務省、内閣府、国土交通省、経済産業省を含め、専門家支援制度が縦割り的に構築されている。こうした仕組みをさらに有効に活用するためには、総合的に、かつ、持続的な支援が必要である。更に多様な専門家をコーディネートする機能も必要である。

(4) 良い復興とは何か？

この問いに対する回答を見出すことは永遠の課題かもしれない。強いて言えば、復興の結果が良い復興であるとしか言いようがないかもしれない。著者らは復興準備として、事前に復興課題を発見、理解することを目的とする「復興イメージトレーニング[3]」という方法論を首都圏の自治体で実践している。その経験から見えつつある「良い復興」のための必要条件は次のようなものである。それは、個人レベル、街レベルいずれにおいても、積極的に選択できる選択肢が存在する状況というのが幸せへの第一歩であると言うことである。逆に言えば、選択肢が少ない状況は不幸である。そうならないようにする計画内容、計画策定プロセスにしていく必要があることだけは現段階で指摘することができる。

(5) 市街地を拡大しない復興の方法論の構築を

復興過程を通して、仮設住宅の建設、恒久住宅の建設と基本的に市街地が拡大する力が働く。特に津波被災地域では高台移転が検討されていることを考え合わせると、今回のケースでは一般論よりも更に市街地が拡大することが想定される。復興過程は、この意味では都市が拡大する時代では調和的である。復興過程において現れる市街地の拡大プロセスが結果として都市の拡大を前倒しで実現することにつながるからである。

人口減社会における大規模災害は、世界史上初めての経験である。人口減、世帯減により、市街地を縮退させる必要性が論じられる中、市街地を拡大させるという力をどう調和させるか、が大きな課題である。世界の災害復興事例をみると、「災害・復興は社会のトレンドを加速させる」と言われる。災害・復興を通して人口減というトレンドは間違いなく加速する。市街地を拡大しない復興の方法論を今後の復興街づくりの中でどう作り出していくか、大きな計画論的課題である。今すぐ解答はないが、今後の復興まちづくりの議論の中で少なくとも留意すべきである。

4．東日本大震災が今後の防災まちづくりに与えるインパクト

東日本大震災の被害、そして復興が今後の防災まちづくりに与える影響について述べたい。

まだ復興は現在進行中であり、一連の経験から今後学ぶべき教訓はたくさん引き出されるであろう。

(1) ボトムアップ型の防災まちづくりを加速させる方法論を

今回の復興では、ある意味、「日本は法治国家であることが再確認された」と言える。今回のような非常事態においても新たなルールを創出し、事態に対応するという選択はなされず、従前のトレンドにのっとったボトムアップ式の方法が選択された。東南海・南海地震等、今回の被害に匹敵する被害が想定される、切迫する地震は多い。減災は全国的に火急の課題である。しかし今回の被災地復興を見る限り、火急の課題であったとしてもボトムアップ式の方法論以外、とる術はない。

昨今の各地で行われている防災まちづくりは、行政の財政難の影響があり、ハード整備は極力抑えられ、ソフト対策を中心とする住民主体のボトムアップの方法が中心となっている。この延長で次の大規模災害にも備えることになる。しかしボトムアップの方法論は、その歩みは遅い。いかに速度を速めるかが課題である。

防災の主体は、自助・共助・公助といわれる。公助の財政難の言い訳として減災の責任を「自助・共助」に預けることは許されない。自助・共助を主体とする活動を喚起し、その歩みを速めるための支援を確実に公が行っていくことが真の自助、共助、公助である。

(2) 想定外に備える防災計画論の構築を

防災計画の前提として地震被害想定が行われる。地震被害想定では、想定地震の大きさ、位置、発生する時間、季節等の仮定をおき、そのときの地震被害の様相を定量的、定性的に描き出すことによって、防災計画の目標、個々の防災対策の内容とレベルを検討するのである。ここで想定された災害の様相は、ある仮定を前提とした場合の様相であり、相当の不確実性が含まれるのは事実である。しかし、ある程度具体的な「敵の姿」の理解なしにしては、防災計画を立てることができないので、地震被害想定の存在意義は非常に大きい。

地震調査研究推進本部は、確率論的地震予測を発表している。特定の地震について、その規模と発生する可能性を示している。今回の被災地では、宮城県沖地震が危惧されており、その規模はマグニチュード7.5、30年確率は99%であった。今回の地震は、確率は合っていたが、規模、正確にいえば、動いた震源域の大きさと場所が違っていたと言える。地震学においては当然、この程度の不確実性は織り込み済みであったが、その事実を防災担当者、市民、もっといえば、防災計画の専門家が理解していたかどうか疑わしい。私自身も強く反省すべきところである。想定以上の事態に対してどう備えるか、想定外の事態に対してどう備えるか、が最大の教訓である。

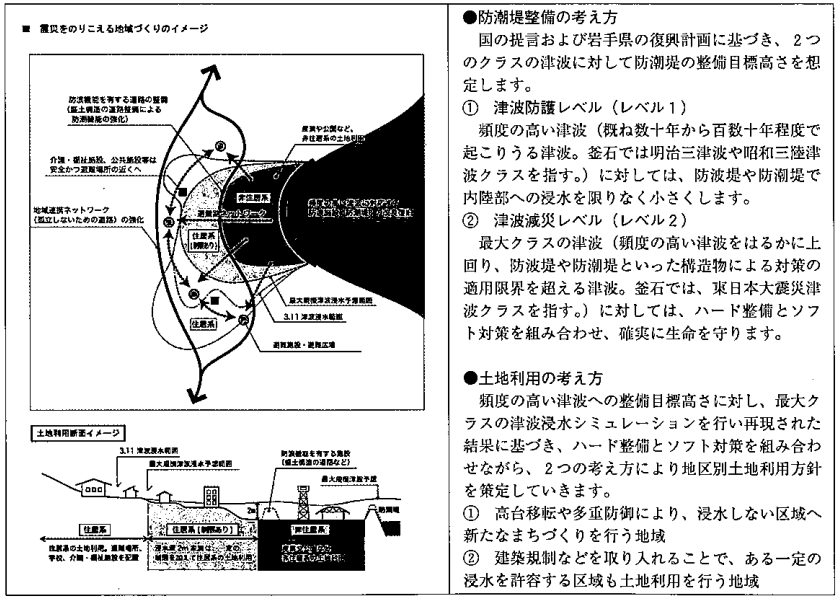
想定以上の規模、レベルの外力がかかっていても、被害は想定以上にでるものの、災害対応がシステムとして破綻しないしくみを防災計画に織り込む必要がある。準備していた対策が仮にうまくいかなかったとしても、それをバックアップする対策が必要である。想定以上の被害が発生しても、混乱を許容できるレベルに抑えた対応が可能であり、被災からの復興もスムーズに成し遂げられるようにするための準備が必要であろう。抽象的に言えば、フェールセーフを防災計画の中に手厚く盛り込み、都市のあらゆるシステムのレジリアンスを高めることが必要である。その具体論については、今後の課題であり、防災の専門家含め、社会全体で議論していく必要がある。

(3) シミュレーションに含まれる「不確実性」をどう計画に織り込むか

津波対策のまちづくりでは、堤防というハード対策だけではなく、土地利用制限や避難計画のソフト対策をあわせて対応していくこと、さらに各対策についても、例えばハード対策では陸内の高規格道路や鉄道を二線堤として位置づけるというように「多重防御」の考え方で進められている。その前提として津波シミュレーションが位置づけられている。

現在被災地では、この文脈の中で、津波防護レベル（レベル１）、津波減災レベル（レベル２）という二つの津波レベルを想定し、それぞれのレベルに対応した市街地、集落の計画論が構築されている。レベル１の内側では住居系の土地利用を制限し、レベル２とレベル１の間では、一定のリスクを抱えつつ、住居系の土地利用も許可していくという考え方である。レベル１は、頻度の高い津波（概ね数十年から百数十年程度で起こりうる津波）であり、レベル２は、最大クラスの津波（頻度の高い津波をはるかに上回り、防波堤や防潮堤といった構造物による対策の適用限界を超える津波）である。

岩手県では、堤防の高さを定め、そこから市街地、或いは、集落の計画が議論されつつある。例えば、釜石市の事例を図２に示す。しかし、定められた堤防の高さはシミュレーションに基



●防潮堤整備の考え方

国の提言および岩手県の復興計画に基づき、２つのクラスの津波に対して防潮堤の整備目標高さを想定します。

① 津波防護レベル（レベル１）

頻度の高い津波（概ね数十年から百数十年程度で起こりうる津波。釜石では明治三津波や昭和三陸津波クラスを指す。）に対しては、防波堤や防潮堤で内陸部への浸水を限りなく小さくします。

② 津波減災レベル（レベル２）

最大クラスの津波（頻度の高い津波をはるかに上回り、防波堤や防潮堤といった構造物による対策の適用限界を超える津波。釜石では、東日本大震災津波クラスを指す。）に対しては、ハード整備とソフト対策を組み合わせ、確実に生命を守ります。

●土地利用の考え方

頻度の高い津波への整備目標高さに対し、最大クラスの津波浸水シミュレーションを行い再現された結果に基づき、ハード整備とソフト対策を組み合わせながら、２つの考え方により地区別土地利用方針を策定していきます。

① 高台移転や多重防御により、浸水しない区域へ新たなまちづくりを行う地域

② 建築規制などを取り入れることで、ある一定の浸水を許容する区域も土地利用を行う地域

図２　釜石市復興街づくり基本計画「スクラムかまいし復興プラン（中間案）」(2011.10.26)

づいたものであり、その中には確実に「不確実性」が含まれている。つまり、1本の線で市街地に描かれる線には、不確実性に起因する一定の「幅」を持っているのである。現在議論されている復興計画で描かれる市街地での生活の中にこの不確実性が織り込まれているかどうか、十分な検証が必要である。少なくとも、計画者に携わる者は、計画づくりの議論の中で留意しておく必要がある。

(4) リスク許容のシビルミニマムのバランスを

復興財源法案が通過する見込みである。財政難の中、復興財源が確保されることは被災地域の復興、再生において欠かせない。

一方、全国見渡してみると、東南海・南海地震、最近ではこれに加えて東海地震の三連動も視野に入れられている。発生確率も高く、もしも三連動地震が発生したとすると、今回同様の規模、深刻な災害になることが想定されている。こうした地域が抱えるリスクを今回の被災地での復興計画に照らしてどう考えるか、議論が必要であろう。被災地の復興が目指す安全水準とそれ以外の地域が抱えているリスクとの間に明らかにアンバランスが生じている。東南海・南海地震の津波想定地域は、過疎化が著しく深刻な地域である。自治体の財源、マンパワーも少ない。現在被災地で議論されている復興市街地像は、例えば、土佐清水市でみられるように住民自らが避難路の建設作業を行う[4]といった住民主体の地道な、身の丈にあたった対策とは対照的である。

日本全国に適用できる許容リスクのシビルミニマムを設定し、国民の誰もがその範囲内のリスクの中で生活できる環境をつくれるよう支援、資源配分を考える必要がある。

5．今後の復興にむけて

津波まちづくり法案、復興特区法案が成立間近である。津波まちづくり法案では、新たに津波復興拠点整備事業というが創設される。詳細は成立後まで待つ必要があるが、防災集団移転事業や土地区画整理事業にくわえて政策ツールが増えることは好ましいことだし、少なくとも機動力のある事業制度であることは間違いなさそうである。両法案は、被災地の復興の力強い道具となるであろう。さらに津波まちづくり法案は、被災地だけではなく、津波ハザードに曝されている他の地域にも適用されることになっており、今後の中長期的な津波対策の基軸となるであろう。

今回の被災を契機として、リスクを管理すると言う発想が都市づくり、街づくりの中に位置づけられることは望ましい。しかし、次の「安全神話」をつくりださないためには、「リスクが管理されているので安全」と言う感覚ではなく、すべての当事者が「リスクと共生しつつ、リスクを管理している」という能動的な感覚になる必要があると考えられる。リスク評価、シミュレーション技術に内在する不確実性を、都市計画、まちづくり、更にはその後の市民の生活の中に明確に位置づけることが重要である。

一方、被災地のみならず、次に震災の想定被災地域も人口減がすすみつつあり、街の大きな変化は今後見込めない。土地利用制限が位置づけられているが、土地利用制限は市街地の変化があってこそ初めてその効力は発揮されるものである。市街地が変わらなければ、安全にはならない。次の大地震の切迫性に対して市街地の緩やかな変化で間に合うかどうか、今後の津波防災まちづくりの進める中で確認していく必要があろう。絵に描いた餅にならないように。

1) 加藤孝明：未経験の超広域・巨大災害からの復興への視座、都市計画、No.291、2011.6
2) 加藤孝明：「個々の復興と全体の復興をどう繋ぐか」、[東日本大震災・原発事故] 復興まちづくりに向けて、学芸出版社編集部編、2011.7
3) 加藤孝明・中村仁他：「未経験の復興状況に対応するための事前準備：復興状況イメージトレーニング手法の構築－埼玉県における取り組み－」、日本都市計画学会学術研究論文集、Vol.46、No.3、pp.913-918、2011.10
4) 都市防災美化協会：時代の潮流を見据えた防災まちづくりのあり方に関する研究、2011.7

東日本大震災からの復興を考える

第３節　防災・減災のための森づくりへの提言（沢田治雄、越智士郎）

海岸林および内陸樹林地の被災地現地調査並びにリモートセンシング画像分析の結果を踏まえ，林地の立地条件を考慮し，以下の場合に分けて提言を行う。

１．平野沿岸部

1.1　200m 程度の幅広の林帯が確保できる場合

1.1.A 高さ 3m 程度の盛土が確保できる場合
1.1.B 十分な盛土が確保できない場合

1.2　十分な幅の林帯が確保できない場合

1.2.A 高さ 3m 程度の盛土が確保できる場合
1.2.B 十分な盛土が確保できない場合

２．リアス海岸湾内低地部

３．リアス海岸半島沿岸部

４．平野内陸部

4.A 住居地域
4.B 農産業地
4.C 道路

１．平野部海岸林

(事例紹介)

平野沿岸部の被災地として，①仙台市若林区荒浜地区，②亘理郡山元町，③石巻市渡波地区，④石巻市矢本海岸地区の 4 地区を視察した。

①荒浜地区は海岸に近く市街地は壊滅的な被害を受けた(**写真１**)。津波浸水高は約 12m と記録されている。街区の被害状態に比べて，海岸林の一部は残留している(**写真２**)。ほぼ消滅した「高田の松原」と比べて，津波の高さやそのエネルギーの違い，地盤沈下や液状化の程度の差で海岸林の樹木が残存したものと考えられる。

写真１　荒浜地区被災地

写真２　荒浜地区北側の海岸林

写真３　スジ状に消失した海岸林
(荒浜地区北部)

写真４　被害が軽微な海岸林
(宮城県・山本町第二小付近)

荒浜海岸北部では林帯幅が 300m 近くあったが(**図 1**)，海側の林地に比べ内陸側の林地の被害が大きい。これはリモートセンシング画像による被災前後の比較でも確認できた(**図 2**)。前面の海岸林では樹高やDBHは比較的小さく,津波でなぎ倒された状態であるが(7 月の現地調査時点)，根返りなどで土壌が掘り返されたような被害は確認しなかった。荒浜海岸で津波により地面が掘削された地点で砂地の深さは 3m 以上あり,地下水が浸みだす状況も確認できなかった。一方，内陸側の林地は林分がスジ状に消失した地点があり，そうした場所では根返りにより土壌が掘り起こされていた(**写真 3**)。また根返りで土壌が掘り起こされた場所は地下水が染み出してお

り，地下水位が高くなっているが，この地下水位が地震前から同じように高かったかどうかは確認できていない。

図 1　被災前の荒浜地区
(GoogleEarth より)

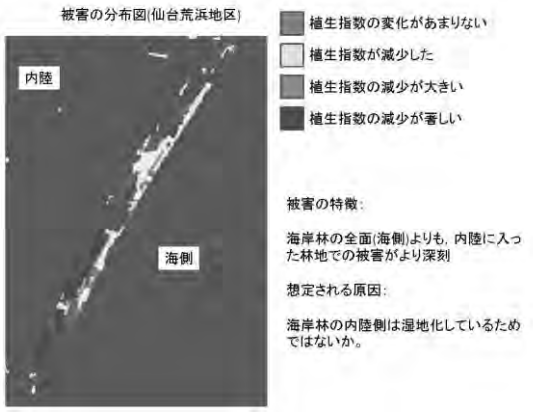


図 2　リモートセンシング画像の分析結果

②山元町で海岸林の林木の多くが流失した。津波浸水高は 7～12m 程度である。役場でのヒアリングでは，海岸林で発生した流木により破壊・損傷を受けた家屋も多いとのことであった。津波をかぶることによる直接的な破壊に加え，流木やその他の瓦礫が押し波・引き波で家屋・構造物を破壊していることが確認されており，流失しない海岸林を作る必要がある。

山元町内では，第 2 小学校裏の海岸林の被害が比較的軽微であった(**写真 4**)。海底の地形やヘッドランドなどの条件で，海からの押し波のエネルギーが局所的に抑えられた可能性もあるが,内陸側の地形を見ると,該当する海岸林の両脇に引き波の通り道となるような水路があり，この海岸林が引き波による被害から免れたことが想像される。

③石巻市渡波地区の長浜海岸林(石巻女子商業高裏)は軽微な被害に留まった。すぐ西側の石巻漁港で 7～8m の津波浸水高が記録されているのに比べ,海岸付近の津波の高さは 6m 弱と記録されており，　1m 程度低くなっている。また，この海岸林部分は周辺より少し地盤が高くなっており，引き波がこの海岸林部分を避けて両脇から海側に抜けた可能性も考えられる。

④石巻市矢本海岸の海岸林は 400m 近い林帯を持つ。前面の比較的若い樹林地に比べ，内陸側は広葉樹が侵入している林地で，根返り，傾倒などの被害が見られた。津波遡上高で約 7m，浸水高で約 5m と記録されており，石巻港付近に比べて 1～2m 程度低めである。内陸側の林地は湿地化している。地震後の地盤沈下，液状化の影響もあるかもしれないが，林内を流れる水路の状況から以前から地下水が高く湿地化傾向にあったと思われる。

以上の視察結果から，(1)海岸林から流出した流木による二次的な被害を作らないこと，(2)特にガレキなどを大量に含んだ引き波の破壊力にも考慮し，内陸側で流木を発生させないようにする。

(提言)

1.1 200m 程度の幅広の林帯が確保できる場合

海岸から 300m 程度は海岸から続く砂質地盤で高い地下水位となる。垂直方向の根系が発達せず，土壌緊縛力の低下により，津波で立木が流失する危険性が高まる。また，地震による地盤沈下，液状化も懸念される。宅地，工場などの利用は避け，防災保安林とした土地利用が適当と思われる。

1.1.A　高さ 3m 程度の盛土が確保できる場合

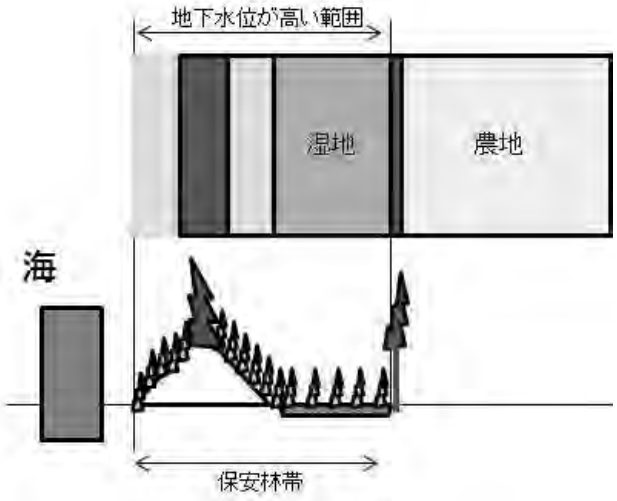


図 3　林帯が広く盛土が可能な場合の森林配置例

十分な盛土が確保できる場合，相対的に地下水位を下げて，垂直根が発達できる大規模な海岸林の造成が可能であろう。林帯幅の大きな海岸林を超えることで，津波のエネルギーの低下が期待できる。

ただし,森林の完成には 30 年程度以上の期間を見込む必要があり,密度管理,病害虫の予防,駆除など育林の手間も必要となる。砂質で潮害などの影響があるならば，マツは適性樹種の一つであるが，盛土などにより土壌の改変があるならば広葉樹などの植栽も可能であろう。ただし，想定以上の津波で大径木の樹木が流出するリスクも考慮しておく必要がある。

流出しにくい，幅の広い樹林帯を形成し，万が一に備えて大径木の流出被害を少なるする森林帯の一つとして**図 3** のような配置が考えられる。

森林自体は，津波そのものの破壊力しか持たない押し波には比較的強く，ガレキなどを含んだ引き波に脆いと考えられたため，堤防に近い側に 3m 程度の盛土を施し，地下水位を 3m 程度上げ，その場に砂質土壌，潮風に強い，例えばクロマツ等を植栽する。盛土斜面は，樹高 2m 程度までの低灌木，草本類で覆い，飛砂対策とする。ただし，幅広い林地帯をすべて盛土で地上げすることは困難である。また，内陸側は表層の砂が飛ばされ地盤が下がりやすいため，相

対的に地下水位が上がり，湿地化しやすい。そこで内陸側は湿地化することを前提に，湿性の生態系・植生を造成する。

今回の被災地である石巻・矢本海岸公園では，海岸林の後背地が湿地化し，当初植えられていたクロマツに代わって湿地性の広葉樹が広く自生するような状態であった。被災後，これらの広葉樹は，海水をかぶったことで，枯死してしまったが，樹木の多くは流出することなく，その場にとどまっていたことを考えると，林帯を通過した津波の威力を軽減するという効果は発揮できたものと考える。また，農地と保安林地帯の間には，「居久根」となる，スギや竹の防風林を築いて，海岸林樹木が内陸に侵入することを，また内陸の瓦礫が海岸林を破壊することを防ぐようにする。

1.1.B　十分な盛土が確保できない場合

広域にわたる盛土には大量の土砂が必要で，必要な土砂の確保ができない可能性は高い。しかし，地下水位が高いままの地盤で，クロマツなどが大きく成長すると，土壌緊縛力が十分でなく，液状化も伴い津波で樹木が流失する可能性が高まる。よって，盛土のない低地に大径化する樹木を高密度に配置することは,避けるべきであろう。クロマツなどを植林する場合でも，一本の重さが、例えば 1 トン(目安)以上の木が一定の割合以上に増えいないように，管理を行き届かせる必要がある。高田松原の「奇跡の松」のように，巨木で深い垂直根により，大津波での流出を免れるかもしれないが，「想定外」の津波を想定すれば，巨木による津波の威力を軽減するよりも、巨木の流木化による 2 次的な被害を防ぐことの方が重要と考える。

従って，幅が広い林地幅を確保できても盛土により地盤の強化が期待できない場合は，あえて大径化する樹木を植栽するよりも，低灌木や草で飛砂対策を行い，沿岸部を緑地化し，海岸側には「居久根」程度(5～10m 幅程度)の防風林を設け，緑地内には，木陰を作る程度に植栽地帯を設ける(**図 4** 参照)。その植栽地帯(図中の緑▲印)はできれば，盛土を施し，根が深く発達するよう配慮する。内陸側は湿地化する傾向にあるので，湿地性の生態系に適した植生帯を造成する。さらに，海岸林からの流木，内陸からのガレキの行き来を阻止する目的で，湿地帯の内陸側に「居久根」を築く。

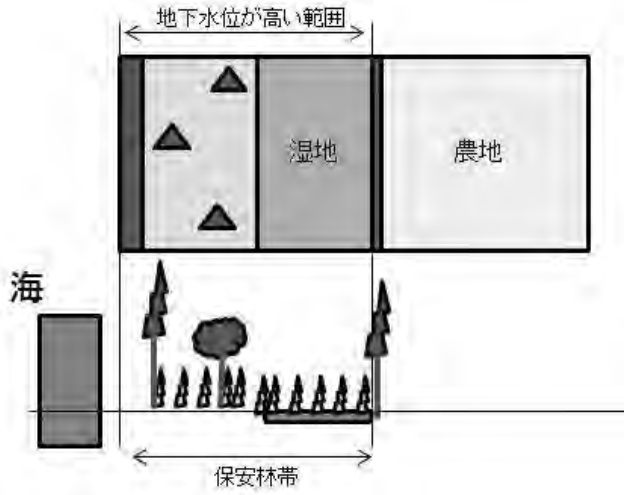


図 4　林帯が広く盛土が不可能な場合の森林配置例

1.2　十分な幅の林帯が確保できない場合

すでに農地などで広く林帯幅を確保できない地区でも,地盤沈下,液状化の危険があるため,住居などの建設はすべきではない。

1.2.A　高さ 3m 程度の盛土が確保できる場合

防風，飛砂防止，防潮を目的に，盛土を造成し、その上海岸林を形成する。盛土は、根が深く発達するように 3m 程度は必要で、砂質土壌であればクロマツなどが適当で，十分な垂直根の発達が難しい斜面は，低灌木，草本類で被覆し飛砂および土壌の流出を防止する。また，海岸林からの流木，内陸からの瓦礫の行き来を阻止する目的で，農地などの内陸側の土地利用との境界には「居久根」を築く。森林の配置例を**図 5** に示す。

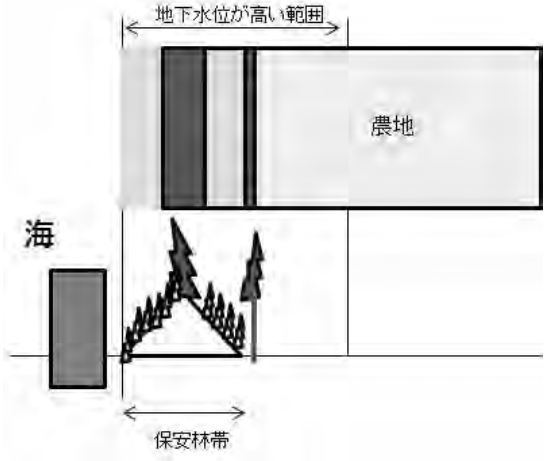


図 5　林帯が狭く盛土が可能な場合の森林配置例

1.2.B　十分な盛土が確保できない場合

海からの押し波と瓦礫を含んだ引き波の揺さぶりに加えて、液状化、地盤沈下によって、海岸林が流失するような危険性もある。流木による二次的な被害を防ぐためにも、大径化する樹木を高密度で植栽することは避けるべきと考える。**図 6** のように、海岸側に防風林として「居久根」程度(5～10m 幅)の海岸林、および農地との境界に，海岸林からの流木，内陸からの瓦礫の行き来を阻止する目的で，「居久根」を築き，高木の密度は低く，低灌木，草本類で，防災緑地化する。

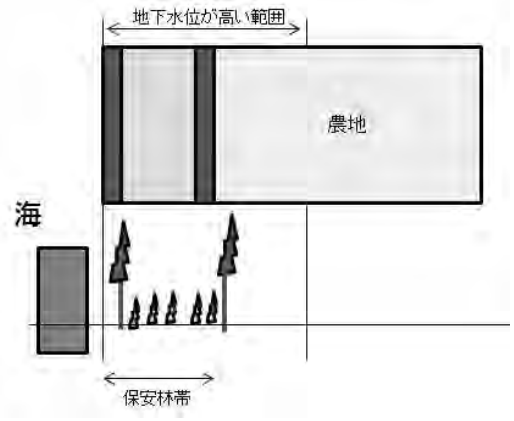


図 6　林帯が狭く盛土が不可能な場合の森林配置例

２．リアス海岸湾内低地部

（提言）

三陸地域における都市の多くは，リアス湾内低地に位置する。湾に侵入した津波は湾の奥に向い収束するため，津波浸水高は 10m を超えた個所も多い。また、河川の河口の三角州上に位置しているため，地盤沈下，液状化が各地で発生している。**写真 5** は「高田の松原」跡地付近の様子で、1m 近い地盤沈下で以前の海岸林地は現在水面下にある。

写真 5　高田松原海岸林跡地

こうした低地部は，ガレキが混じった津波の押し波，引き波で揺さぶられ，地盤沈下と液状化で地盤が緩んだ条件も加わり、海岸林が流失したと考えられる。さらに、流木により家屋などへの二次的な損害を増大させたことを考えれば、防災・減災を目的とした海岸林に要求され

るのは、流失しない森林を形成することであり、その観点から，低地部海岸には海岸林を造成することはむしろ避けるべきと提言したい。

森林を造成する場合でも、万が一流木化することも考慮し、例えば、単木の重量が 500kg 以上の重量にならないよう管理したり、流木化した時の破壊力を緩和するために、直立型の樹形の針葉樹よりも球形の樹形を持つ常緑広葉樹の方が好ましいと考える。

図 7 は海岸林配置の一例である。地盤沈下、液状化が懸念される地点や今回の津波で浸水深が(例えば)5m 以上あった地域には大径化する樹木の植栽は避ける。その地域から内陸側には、今回の津波浸水深に応じて盛土の高さを配慮して居久根型の保安林を複数の環状で形成し、ガレキ等が押し波・引き波で流動するのを防止する。

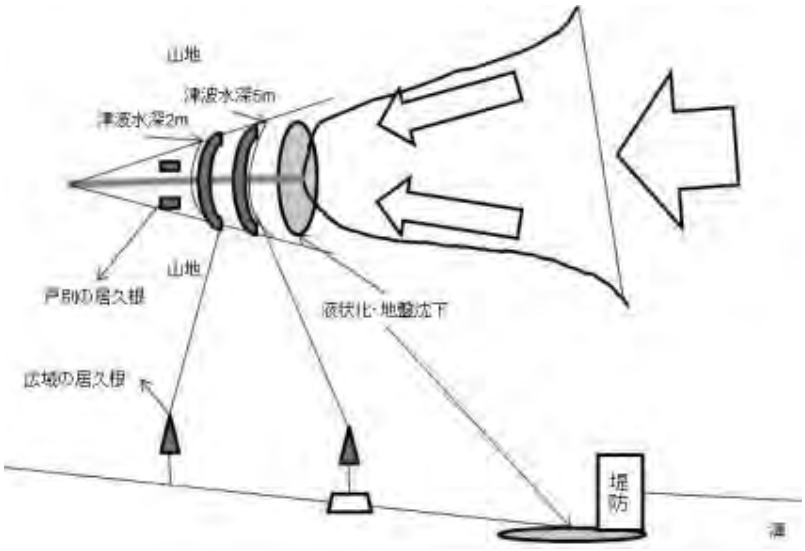


図 7　リアス海岸湾内低地部の森林配置の例

3．リアス海岸半島沿岸部

(事例紹介)

写真 6　被害が軽微な海岸林
(釜石市根浜海岸・宝来館前)

写真 7　被害が大きな低地部
(釜石市根浜海岸)

岩手県釜石市根浜海岸北端にある旅館「宝来館」前の海岸林はほとんど被害を受けずに残った(**写真 6**)。旅館は 3 階床付近まで浸水しており、約 5m の浸水深があったものと思われる。根浜海岸に沿って広がる低地部は壊滅的な被害を受けており、津波の威力も決して小さなものでない(**写真 7**)。ただし、「宝来館前」の海岸林は海岸から 5m 程度小高く盛り上がった場所にあり、被害の大きな低地部よりも 3～5m 小高い場所になる。50cm 程度掘削したが、地下水が浸み出す気配は全くなかった。

旅館関係者から提供された津波襲来時の様子をテレビで見たところ、津波は海側正面から侵入せず、海岸林の両脇から押し寄せていたことが分かった。その後、旅館の 3 階付近までの浸水深となったが、旅館背後は切り立った崖になっており、強い引き波が海岸林を揺さぶるような状況は想像しにくい。押し波で徐々に浸水深が上がり、引き波やガレキの流れも強くなく、浸水の上下が繰り返されたものと考えられる。なお、旅館背後の崖斜面には避難用の階段が設置されており、地震直後に避難し、従業員､宿泊客とも無事であったそうである。

一方、岩手県大船渡市三陸町の越喜来湾南部に位置する海岸林では、背後が崖になっている部分は、被害が小さく、背後が平野で津波が抜けるような地点では海岸林が消失している(**写真 8**)。背後の地形に大きく影響を受けることがわかる。

写真 8　被害が分かれた海岸林
(大船渡市三陸町付近)

(提言)

リアス海岸半島沿岸部は，海岸線に対して，陸側の後背地が狭いため，内陸に侵入した津波の引き波の威力が小さく、押し波，引き波の揺さぶりも小さいと考えれる。従って，地盤による緊縛力が十分大きければ，高木であっても押し流されない可能性は大きい。海岸林があることで，ガレキ等が海に流されにくく、また海からガレキなどに襲われにくくなることを考えれば、盛土等により地盤を高くした場所に小規模でも海岸林を造成すれば、減災効果があると考える。ただし、海岸林背後の地形を十分に考慮する必要がある。**図 8** に海岸林の配置例を示す。背後の山・崖の斜面には，避難路を準備すべきである。

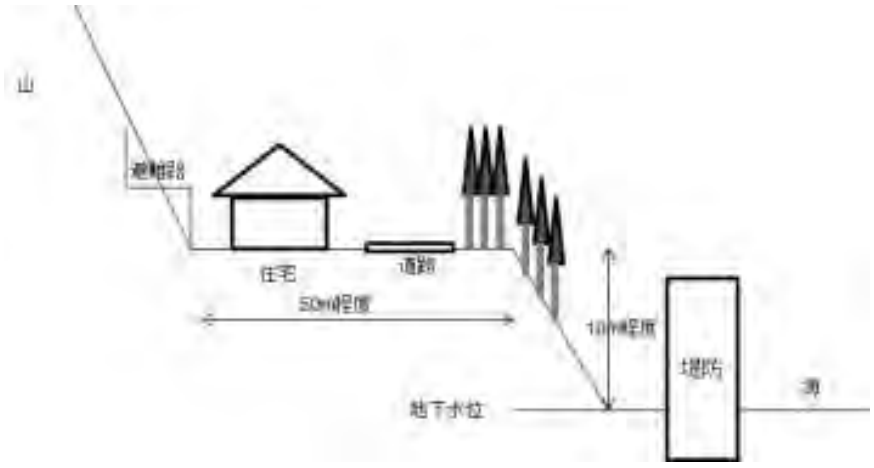


図 8　リアス海岸半島沿岸部の森林配置例

4．平野部内陸林

平野内陸部は「居久根」を積極的に導入し、防災、減災に役立てることを提案する。**図 9** に平野部における森林(居久根)の配置例を示す。

「居久根」とは、住居を囲うようにスギなどを植えた屋敷林の東北地方での呼び名で、防風、防火に役立ってきた。また所有範囲を明らかにするために、田畑の境界上に植えたりもする。

津波による浸水深が 1～2m 程度の所では、居久根により住宅の損傷被害を免れた所も多い。

(事例紹介)

宮城県岩沼市庵原邸は居久根に守られた住宅として日本経済新聞にも取り上げられている(**図 9**)。また**写真 10～12** は現地調査において、庵原氏から提供を受けた津波被災時の様子を撮影した写真である。現在は津波の塩害で居久根(スギ)は立ち枯れ状態となっており、その処置の方法に苦慮されていた。

宮城県山元町の下野地地区の住宅地は周辺の住宅に比べて、被害が非常に小さいものであった(**写真 13，14**)。それは宅地南側の居久根によるものと考えられている。住宅地全体の地盤が若干高くなっているため浸水深が床上程度で済んだこともあるが、周辺の被害を受けた住宅では、ガレキの衝突でガラスや壁が破壊されていることを考えると、地区全体が居久根によってガレキなどの侵入から守られたと考えられる。

津波のがれき・流木せき止め

防風林「居久根」家守った

宮城・岩沼、減災効果に注目

「ぜひ後世に」見直し機運

耐震データ

高浜原

保安院

写真 9　居久根に関する新聞記事
(岩沼市庵原氏提供　日経新聞 2011 年 8 月 23 日)

写真 10　被災時の居久根の様子
(岩沼市庵原氏提供)

写真 11　被災時の住宅の様子(居久根内)
(岩沼市庵原氏提供)

写真 12　被災時の様子
(岩沼市庵原氏提供)

写真 13　被害を免れた下野地地区住宅

写真 14　居久根の外側の被災の様子
(2m 近く浸水した跡があった)

(提言)

内陸部における森林配置の一例を図 9 に示した。住居地域，農産業地域，道路部に分けて以下に説明する。

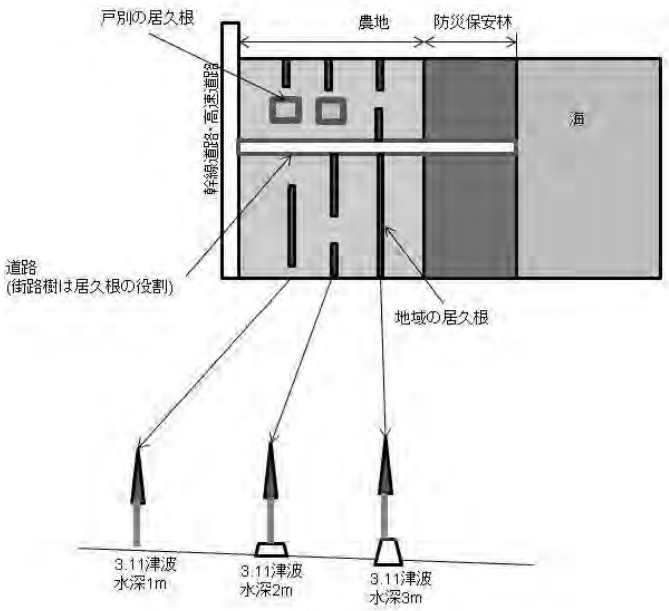


図 9　内陸部の森林配置例

4.A　住居地域

平野部内陸で，床上浸水程度までの浸水被害の地区では，居久根により，瓦礫の侵入を阻止し，家財の流出を防ぐ効果が期待できる。

(例えば)2m 以上の浸水が懸念される地区については，適当な高さまで地盤を盛土したうえで，居久根を築いて，瓦礫の侵入を阻止し，家財の流出を防ぐ効果が期待できる。

居久根は戸別で築くほか，団地単位でも効果が期待できる。

4.B　農産業地域

海岸から近く，被害が甚大な地域では，住宅地や工場からの瓦礫，自動車などが，津波の押し波，引き波と一緒に移動し，被害を増大させたと考えられる。

居久根が住宅への瓦礫の侵入と家財の流出を防ぐように，地域を居久根で囲むことで，ガレキの流動を防ぐ効果が期待できる。

なお、海岸に近く，津波の威力が強いことが懸念される地域では，盛土を施し，居久根樹木の土壌緊縛力を強めるよう配慮する。例えば、居久根を地盤高に合わせ等高線状に計画的に配置すれば、海岸に近づくほど，盛土の高さは高くなる。将来、災害発生時の避難の際、盛土の高さが避難の目安になることも期待できる。

4.C　道路

避難経路として，海岸線に垂直の方向で，避難路を整備し，同時に道路街路樹として居久根を利用することで，道路から自動車が流出してガレキ化することを防ぐ。

5. その他の課題

塩害，潮害被害木の診断，処置，処理について

津波被害を受けた地域では，津波で直接的な損傷(幹折れ，傾倒など)を受けた樹木の処理が進んでいる。一方，被災直後は直接的な損傷がなかった樹木が，この半年間の間に，塩害や地下水位の上昇による土地の湿地化などで，立ち枯れ状態となっているケースも多くみられる。

仙台平野・居久根の処理

居久根により大きな被害を免れたケースも多くみられるが，半年後の現在，立ち枯れ状態になっている樹木も多い。一部の市町村では，立ち枯れ状態で，伐採処理をすすめている。しかし所有者の中には，樹木医などの意見を聞き，来年の春の芽吹きまで処分を決めかねている人もいる。数十年をかけて育てた居久根を処分すれば，その再生には長い年月と費用も必要なことから，土壌改良などで立ち枯れ状態に見える樹木を治療する手段がないか，検討できないだろうか。

潮害林の処理

被災後２，３か月は被害の症状を出さなかった林地でも，半年後の現在，津波の浸水を受けた広い地域で， 潮害により立ち枯れが目立っている。放置すれば倒木，火災の危険がある。

町づくりに向けた山林の利用

壊滅的な被害をうけた市区では居住地の高台への移転が検討されているが、移転候補地の多くは山林である。安易な土地利用の転換は慎重にならざるを得ないが、十分に検討すれば居住可能な土地も多く存在するだろう。山林の居住地への転換に関するアセスメント方法を検討し，山林地の利用、開発を推進すべきである。

Paper:

Analysis of Description of Local Disaster Management Plan for Smooth and Effective Wide-Area Support System During Large-Scale Disaster

Muneyoshi Numada*, Shinya Kondo*, Masashi Inoue, and Kimiro Meguro***

*International Center for Urban Safety Engineering, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan
E-mail: numa@iis.u-tokyo.ac.jp
**Eight-Japan Engineering Consultants Inc.
5-33-11 Honcho, Nakano-ku, Tokyo 164-8601, Japan
[Received September 13, 2011; accepted January 26, 2012]

This paper gives attention to the phase of safety of work in wide-area support and considers differences in description in local disaster management plans drafted by supporting local governments and supported ones, assuming that standardization of such descriptions could bring more smooth and effective implementation of plans. This paper targets desirable directions toward arrangement for a highly effective wide-area cooperation system. A framework is introduced in examining on what wide-area support should be like, referring to previous studies on actual situation of the support at the time of the 1995 Southern Hyogo Prefecture Earthquake and of the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake. Then the disaster response activities in wide-area support are examines and local disaster management plans among different local governments are compared and differences in descriptions in plans. Necessary information for supporting sides and introduces the exchange of opinions with Kawasaki City that stood on the supporting side after the 2011 Great East Japan Earthquake is discussed. To make cooperation among the Japanese Government, prefectures, and municipalities more effective, the description of local disaster management plans should be standardized to some degree.

Keywords: local disaster management plans, wide-area support, large-scale disaster, the 2011 Great East Japan Earthquake

1. Introduction

At 14:46 on March 11, 2011, the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw9.0) caused multiple disasters ranging from destruction by a tremendous tsunami to structural damage by seismic motion. It also triggered a nuclear plant disaster. Damage from the earthquake affected both the Tohoku region and Japan's northernmost island of Hokkaido and areas such as the Kanto region where Tokyo is located. Damage can be variously classified from direct, such as the destruction of buildings, to indirect, such as long-term economic stagnation.

In Otsuchi Town, Iwate Prefecture, for example, more than 30 local government officials, including the mayor, were killed by the tsunami and the functions of the town office were lost. The malfunction of municipalities that should have fulfilled major roles in responding to the disaster is characteristic of this earthquake. Another characteristic is the halting of activities in response to the disaster beyond the boundaries of prefectures due to the tremendous damage suffered simultaneously in the three prefectures of Iwate, Miyagi, and Fukushima.

Responding to the unprecedented situation, support has been provided based on various schemes nationwide. For support at the prefectural level, the National Governors' Association set up headquarters for emergency measures for wide-area disasters to inquire of the governors of the affected prefectures about the items of support required and to request that all governors nationwide prepare for the swift implementation of wide-area support such as the dispatch of staff for aid and relief and the provision of machinery and materials [1]. The Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan issued a "notification on human support from other local governments to local governments affected by the earthquake." This requested every prefecture and every city designated by ordinance to provide cooperation in terms of dispatch of staff and to prepare to establish short-term human support in cooperation with the Japan Association of City Mayors and the National Association of Towns and Villages (**Fig. 1**) [2, 3].

In disasters that cause tremendous damage as in the case of this earthquake, the primary objective of wide-area support is the support of victims, i.e., the phase in terms of saving human life such as relief and aid. The safety of work, i.e., mitigation of the burden on officials of affected local governments, in the next phase of restoration and reconstruction is also expected to be aided by wide-area support.

For the support for victims, organized wide-area support has been provided by Japan's Self-Defense Forces,

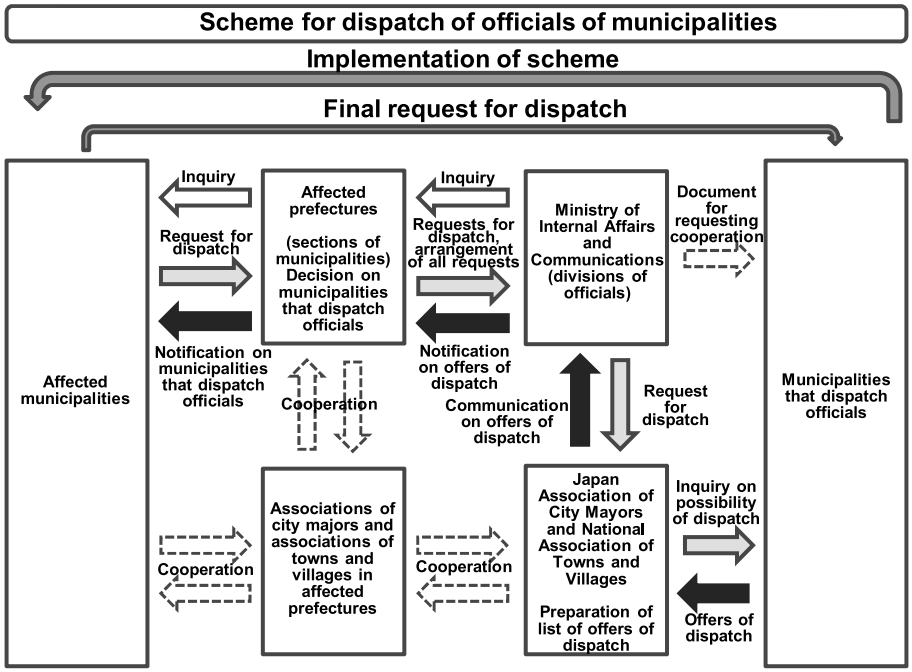


Fig. 1. Scheme for dispatch of officials of municipalities [3].

fire-fighters, the police, etc. For the safety of work, health examinations [4] that the branch of Miyagi Prefecture of the All Japan Prefectural and Municipal Workers Union conducted for union workers of local governments gives the following different view. According to results, officials who did not take any holiday for one month after the occurrence of the earthquake account for 12.7%, those who took less than two holidays (including under the previous item of 21.7%), and those who worked overtime more than 100 hours, 13.4%. Officials who indicated "slight to moderate inclination of depression" based on the judgment of mental health examinations account for nearly 50%. As seen from these results, although wide-area support has been provided, this could not lead to the sufficient mitigation of the workload of the officials of the affected local governments. This is thought to be related to the problem recognized in the 1995 Southern Hyogo Prefecture Earthquake where, although support was provided by wide-range organizations, many local governments could not manage to respond to the daily changing situation of the disaster-stricken area, because no official in charge of disaster management had been appointed in advance [5].

The causes of these problems have been rarely analyzed in previous studies. The following causes can, however, be mentioned: 1) lack of necessary resources due to an imbalance in supply and demand, 2) increase of labor hours due to examination and coordination on how to respond to the disaster because both supported and supporting officials of local governments have no experience in this field, 3) overlapping of work due to instructions to inexperienced officials or groups working with them, even if either of supported or supporting officials had such experience.

For cause 1), a study on the actual conditions of supply and demand of support in disaster-stricken areas after the 1995 Southern Hyogo Prefecture Earthquake [6] can be given. This study pays attention to the changing pattern of support in the disaster-stricken area in the passage of time, for example, the demand of some support is large immediately after the occurrence of the earthquake, but is not needed after a time, or demand for other support increases immediately after the occurrence of the earthquake and decreases as time passes.

For causes 2) and 3), almost no study has been conducted so far on these themes. It can be easily guessed that many officials of local governments have no experience in response to disaster except for a limited number of local governments, so it would be difficult for inexperienced officials to understand and grasp how to respond to disaster in disaster-stricken areas. As a result, officials of the affected local governments must act and work together with support of inexperienced officials who could not lead to mitigation of the workload. Under these circumstances, wide-range cooperation cannot to be said to produce satisfactory results. In order to realize effective and wide-ranging cooperation and mitigate the workload of supported officials in disaster-stricken areas, a system should be established for supporting officials to take over work smoothly and effectively.

For this purpose, the idea of standardization of united and common work to respond to disaster irrespective of the location of the disaster-stricken area [7] and that of local disaster management plans to work in cooperation [8, 9] have been proposed. This is not, however, an easy approach at all.

Table 1. Framework for wide-area support.

<table>
<tr><th>Classification</th><th>Outline</th></tr>
<tr><td>Supporting subject</td><td>●Public support by central and local governments
●Support by nongovernmental organizations (NGO) such as the Japanese Red Cross Society and academic societies, and private enterprises
●Support by volunteers</td></tr>
<tr><td>Contents of support</td><td>Kinds of support
●Human support: provision of human resources for promotion of relief activities and restoration work
●Material support: covering of lack of food, drinking water, clothes, and every kind of machinery and materials in disaster-stricken areas
●Provision of facilities: provision of facilities and land possessed by local governments such as space for living and residences such as housing and schools, and space for activities and work
●Economic support such as sending of gift of money
Kinds of support and phases
<table>
<tr><th rowspan="2">Phase</th><th colspan="3">Restoration period</th><th rowspan="2">Reconstruction period</th></tr>
<tr><th>Short-term</th><th>Medium-term</th><th>Long-term</th></tr>
<tr><td>Human support</td><td>Disaster relief
Medical activities
Survey of disaster</td><td>Restoration of lifelines</td><td>Consultation
General office work</td><td>Consultation on planning of reconstruction project</td></tr>
<tr><td>Material support</td><td>Food and water
Medicine
Blankets and clothes
Machinery and materials for relief</td><td>Water supply vehicle
Garbage vehicle
Rescue vehicle</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Provision of facilities</td><td>Hospital
Crematorium</td><td>Housing and schools
Retirement homes</td><td>-</td><td>Vacant land</td></tr>
<tr><td>Economic support</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>Reconstruction fund</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Motivation for support</td><td>●Request
Requests are reported from higher organizations such as government ministries and agencies and prefectures to various kinds of other organizations and carried out through administrative procedures to communicate the items required for support such as disaster situations, reasons for requests, and periods of dispatch.
●Prior agreement
Agreement is made with multiple local governments for support among others at the time of disasters.
●Independent decision making
Supporting side makes decisions on support based on judgment of damage situations, unlike for cases of requests and prior agreement, however, although opinions in disaster-stricken areas are checked in advance.</td></tr>
</table>

Accordingly, this paper gives attention to the safety of work in wide-area support and considers differences in description in local disaster management plans drafted by supporting local governments and supported ones, assuming that standardization of such descriptions could bring more smooth and effective implementation of plans. This paper targets desirable directions toward arrangement for a highly effective wide-area cooperation system.

In Chapter 2, a framework is introduced in examining on what wide-area support should be like, referring to previous studies on actual situation of the support at the time of the 1995 Southern Hyogo Prefecture Earthquake and of the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake. Chapter 3 examines the disaster response activities in wide-area support. Chapter 4 compares local disaster management plans among different local governments and differences in descriptions in plans. Chapter 5 takes up the theme on necessary information for supporting sides and introduces the exchange of opinions with Kawasaki City that stood on the supporting side after the 2011 Great East Japan Earthquake.

2. Framework for Wide-Area Cooperation

Table 1 shows the framework for wide-area cooperation, referring to previous studies on the wide-area support at the time of the 1995 Southern Hyogo Prefecture Earthquake and the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake.

In the survey on actual conditions and analysis of factors of support at the time of the Great Hanshin-Awaji Earthquake [10], the forms of support are classified into three categories, namely, supporting subjects, contents of support, and motivation for support. Supporting subjects refers to the following three: public support, nongovernmental organizations (NGOs) and private enterprises, and volunteers. Contents of support are classified into human support providing human resources for the promotion of relief activities and restoration work; material support making up for the lack of food, drinking water, clothes, and every kind of machinery and materials in disaster-stricken areas; provision of facilities providing facilities and land possessed by local governments such as space for life and residence such as housing and schools, and space for activities and work; and economic support such

as the sending of money. In the study, each category of contents of support is arranged corresponding to each phase for restoration and reconstruction. Motivation for support is lastly classified into requests from higher organizations such as government ministries and agencies, and prefectures to various kinds of organizations; prior agreement agreeing for multiple local governments to support others at the time of disaster; and independent decision making in which the supporting side makes the decision on support based on its own judgment of the disaster situation.

In the case study on the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake [11], wide-area support is classified into contents and IT systems and considered focusing on IT systems.

3. Disaster Response Activities in Wide-Area Cooperation

In order to implement support smoothly and effectively, it is important to create consistency in the contents of support between work on the supported side and work on the supporting side.

In this chapter, focusing on standardization of disaster response activities such as clear definition and systematization of activities and local disaster management plans that were made by local governments, problems are identified and directions are proposed toward realization of disaster response activities arranged for wide-area cooperation.

(1) Standardization of disaster response operation

In order to realize effective wide-range cooperation and mitigate the workload of officials in disaster-stricken areas, the system should be established for supporting officials to take over work more smoothly and effectively. For this purpose, common work is needed for responding to disasters irrespective of location of disaster-stricken areas, in other words, standardization of disaster response activities.

In a previous study [7], disaster response activities were classified into three categories by analyzing work in basic disaster management plans using flowcharts and graphs of procedures for information processing. These categories were 1) work specific to individual organizations, 2) work having common procedures for implementation, and 3) work needing cooperation among organizations. In order to promote the standardization of disaster response activities, training should be provided and conferences should be held for coordination corresponding to the categories of the above classified work.

For standardization of disaster response activities, work should be classified into 1) that in need of judgment based on the situation and 2) that without need for judgment, i.e., unskilled work. Furthermore, it is also important for standardization of activities to prescribe from this work the information necessary for implementation of the input information to be transmitted and organizations or to post conducting of such work. For the realization of such a way of thinking, for example, the method of standardization of the production process in the manufacturing industry, would be helpful [12].

Theoretically, standardization of activities enables work to be implemented uniformly nationwide. Damage, however, presumably differs with the region, therefore all kinds or patterns of damages that each local public organization need to prepare and all differences in regional characteristics must be taken into consideration, so this actually means that the standardization of activities is not actually an easy approach at all.

(2) Local disaster management plans

a) Tolerance of local disaster management plan of municipalities

Local disaster management plans are constrained by basic disaster management plans, and operational plans for disaster management. In the process of consultation on revision of local disaster management plans of prefectures, opinions are inquired from all government ministries and agencies through the Fire and Disaster Management Agency. For local disaster management plans of municipalities, consultation on revision is to be conducted with governors (Art. 42 Sec. 3, Disaster Countermeasures Basic Act). Accordingly, it is assumed that tolerance in establishing local disaster management plans for municipalities is larger than in the case of such plans for prefectures [13].

In order to make wide-area cooperation among municipalities more effective, it is important to promote the standardization of operational plans for disaster management between supporting sides and supported sides and to attempt to unify local disaster management plans as much as possible, if any agreement on support is made between municipalities.

b) Local disaster management plans for mutual cooperation

In the case of a large-scale disaster beyond the boundaries of prefectures, Art. 3 Sec. 2 of the Disaster Countermeasures Basic Act stipulates “implementation, promotion, and general coordination of activities or work in which local public organizations, designated public organizations, and designated local public organizations are involved” and indicates the coordination function fulfilled by the central Government. The basic disaster management plan, however, describes such activities or work abstractly and entrusts concrete contents to local disaster management plans and operational plans for disaster management. Under the circumstances, the central Government is not expected to coordinate various local disaster management plans [13].

Being aware of the above problems, the special committee on earthquake disaster management of the future of the Central Disaster Management Council mentions

the following proposal as a possible practical system for risk management: for the purpose of establishment of the arrangement for wide-area disaster management, the arrangement for mitigation of an earthquake disaster beyond the boundaries of prefectures should be improved by making out plans for wide-area disaster management activities beyond the boundaries of municipalities, unifying and standardizing the various systems for disaster management, information, equipment, and machinery and materials and implementing wide-area relief activities correctly and swiftly, and emergency routes should be established to support such arrangement [8]. The Fire and Disaster Management Agency of the Ministry of Public Management, Home Affairs, and Telecommunications also published guidelines for planning local disaster management plans for wide-area disaster management in areas beyond the boundaries of prefectures [9]. According to findings about problems of local disaster management plans used among municipalities in this report, the significance and necessity for making out local disaster management plans used among municipalities is indeed referred to, but the following problems are also pointed out: at the first stage of a volcano disaster, the individual municipalities, not the council for volcano disaster management, must respond to the disaster, referring to the Disaster Management Plan on the Usu Volcano, or how new disaster management plans and every kind of manual should be drafted, referring to the Disaster Management Plan on the area affected by the Komagadake Volcano.

(3) Significance of standardization of description in local disaster management plans

In order to ensure more tolerance in contents and procedures, more action programs that are administrative documents showing the work each local government should accomplish based on each objective comprehensively and systematically have been made out in addition to local disaster management plans [13]. Many manuals have been drafted that describe the details of procedures of individual work to be implemented, and these manuals have been often used for implementation of work at the time of a disaster. Under the current situation, local disaster management plans, disaster management plans for mutual cooperation, action plans, and every kind of manual coexists in the same local public organization. All documents are termed "disaster management plan" hereafter in this paper. To raise the unique effectiveness of work of each local government, action programs and every kind of manual, rather than local disaster management plans, have often been revised.

Seen from the viewpoint of effectiveness of wide-range cooperation, the coexistence of every kind of disaster management plan with high individuality is likely to cause ineffectiveness and friction due to differences in the recognition and understanding of disaster response activities between supporting sides and supported sides in fields of work other than those within the range of ordinary procedures. This could hamper the smooth implementation of wide-area support.

In action programs and every kind of manual, the concrete situation of individual local governments such as the supposed disaster is reflected. Standardization of these individual documents for the purpose of wide-range support would deprive of the functions they are originally expected to fulfill by local governments. As mentioned above, standardization of disaster response activities is actually not an easy approach and the workability of disaster management plans for the mutual cooperation of local public organizations is still low under current conditions.

In the United States, disaster response activities are classified into 15 categories and defined in the framework of emergency support functions (ESF) in national response plans (NRP). Individual US states stipulate disaster response activities within frameworks similar to ESF. Even if there is no methodology for standardized disaster response activities in Japan, any formal framework on disaster response activities such as ESF could be promoted to grasp the correspondence of work among local governments as exemplified by the question, "What part is the same, and what is different?"

Therefore, in order to realize more smooth and effective arrangements for wide-area support in local disaster management plans that are master plans for local governments and the action programs and every kind of manual describing concrete guidelines and procedures for implementation of master plans, it is important to promote consistency and standardized description of local disaster management plans as master plans. This is because even if action program or manuals are revised for improvement in implementation, differences of master plans that constitute the base for such action programs and manuals would hamper the realization of more smooth and effective arrangement for wide-area support.

Many local governments have already published their local disaster management plans on the web site, so local disaster management plans of both supporting sides and supported sides can be grasped in advance. In this regard, the promotion of the consistency and the standardization of descriptions in local disaster management plans are considered to be significant.

4. Comparison and Analysis of Local Disaster Management Plans

Although the significance of the consistency and standardization of descriptions of local disaster management plans is mentioned above, the following problems have been pointed out in current descriptions of disaster response activities in local disaster management plans: 1) the mutual relationship among descriptions of each work is unclear and 2) the degree of minuteness and roughness of descriptions is uneven [14]. Accordingly, local disaster management plans of local governments are compared and analyzed in this chapter. As the object of comparison and analysis, local disaster management plans of Yokohama City, Kawasaki City, and Sagamihara City, all in

Table 2. Comparison of lists of contents of local disaster management plans (extract).

Phase	Item	Yokohama City		Kawasaki City		Sagamihara City		Sendai City	
		Chapter	Section	Chapter	Section	Chapter	Section	Chapter	Section
Emergency response	Headquarters for disaster response	Chapter 2 Establishment of headquarters for disaster response	Section 1 Establishment of headquarters for disaster response of Yokohama City	Chapter 1 Organization	Section 1 Headquarters for disaster response	Chapter 1 Activities of headquarters for disaster response of the city	Section 1 Arrangement of organizations	1 System for disaster response activities	1 System for disaster management organizations
			Section 2 Abolition and reduction of headquarters for disaster response of Yokohama City	Chapter 3 System for initial response (Part 3 Plan for initial disaster response)	Section 1 System for initial response of staff of headquarters for disaster response				2 System for communication
			Section 3 Organization and management		Section 2 System for initial response of headquarters for disaster response and headquarters of ward				3 Warning system
					Section 3 Initial response of headquarters for disaster response and headquarters of ward				4 Headquarters for disaster warning of Sendai City
									5 Headquarters for disaster response measures of Sendai City
	Evacuation	Chapter 8 Evacuation and acceptance of victims	Section 1 Evacuation plan	Chapter 4 Measures for evacuation	Section 1 Evacuation plan	Chapter 2 Measures for fire-fighting and evacuation guidance	Section 2 Measures for evacuation guidance	7 Evacuation plan and plan for management of shelter	1 Organizations and businesses involved
			Section 2 Evacuation and acceptance of victims		Section 2 Establishment and management of shelter	Chapter 6 Management of shelter	Section 1 Measures for management of shelter		2 Implementation of recommendation of evacuation
									3 Designation of warning areas
									4 Evacuation guidance
									5 Evacuation of residents
									6 Evacuation to designated shelters
									7 List of shelters
									8 Establishment of shelter and accommodation of victims
									9 Management of shelter
			Section 3 Measures for evacuation and support of those who need protection			Chapter 12 Support of those who need protection at the time of disaster	Section 1 Support of those who need protection at the time of disaster	19 Plan to respond to those who need protection at the time of disaster	1 Organizations and businesses involved
									2 Principles for response
									3 Emergency measures for the aged and the handicapped at home
									4 Emergency measures for social welfare facilities, etc.
									5 Measures for support of non-Japanese citizens
									6 Care at shelter
									7 Care for inhabitants in temporary housing
			Section 4 Establishment and management of special shelter						
			Section 5 Measures to prevent confusion at main stations, etc.	Chapter 5 Prevention of confusion, support of commuters	Section 1 Measures to prevent confusion caused by inappropriate information	Chapter 2 Measures for fire-fighting and evacuation guidance	Section 3 Support of commuters	7 Evacuation plan and plan for management of shelter	
					Section 2 Measures to prevent confusion at terminal stations, etc.				
					Section 3 Support of commuters				10 Measures for evacuation guidance for tourists
	Transportation	Chapter 10 Safety of transportation	Section 1 Safety of transportation route	Chapter 8 Transportation plan	Section 1 Goods to be transported and transportation methods			11 Plan for emergency transportation	1 Organizations and businesses involved
			Section 2 Safety of transportation system		Section 2 Safety of roads for emergency activities				2 Goods to be transported
					Section 3 Base for collection and delivery of relief goods				3 Safety of road traffic
					Section 4 Location and coordination of airplane arrival and departure				4 Safety of transport vehicles
									5 Transportation by airplane
			Section 3 Improvement in marine transport						6 Transportation by watercraft
			Section 4 Base for collection and delivery of materials						
									Coordination on emergency transportation at the time of disaster
	Stability of social life	Chapter 12 Stability of social life	Section 1 Emergency water supply	Chapter 7 Supply of drinking water, food, and commodities	Section 1 Supply of drinking water	Chapter 7 Support of life of victims	Section 1 Measures for emergency water supply	9 Emergency water supply and restoration plan	1 Organizations and businesses involved
									2 Emergency system at the time of disaster
									3 Plan for emergency water supply
									4 Plan for emergency restoration
									5 Method of communication under emergency system
									6 Request for support of organizations
									7 Other measures for emergency water supply
			Section 2 Food supply		Section 2 Food supply		Section 2 Measures for food supply	8 Plan for food and relief goods	1 Organizations and businesses involved
									2 Relation to Disaster Relief Act
									3 Food supply
			Section 3 Supply of commodities		Section 3 Supply of commodities		Section 3 Measures for supply of commodities		4 Supply of commodities
					Section 4 Request for support				5 Stability of supply
			Section 4 Acceptance and distribution of relief goods		Section 5 Safety of drinking water and food for staff engaged with disaster response activities				6 Acceptance and distribution of relief materials
			Section 5 Disposal of disaster waste such as sewage and garbage	Chapter 10 Plan for disposal of disaster waste	Section 1 Disaster waste to be treated	Chapter 9 Measures for cleaning	Section 1 Cleaning and disposal of rubbles etc.	17 Plan for cleaning	1 Organizations and businesses involved
					Section 2 Organizations engaged with disposal of disaster waste				2 Basic policies on cleaning plan at the time of disaster
					Section 3 Basic policies on disposal of disaster waste				3 Improvement in emergency system
					Section 4 Business of general affairs team				4 Collection and transportation of general garbag
					Section 5 Business of disaster waste disposal team				
					Section 6 Business of garbage collection team				5 Disposal of the rubble
					Section 7 Business of garbage disposal team				6 Collection and disposal of livestock corpses

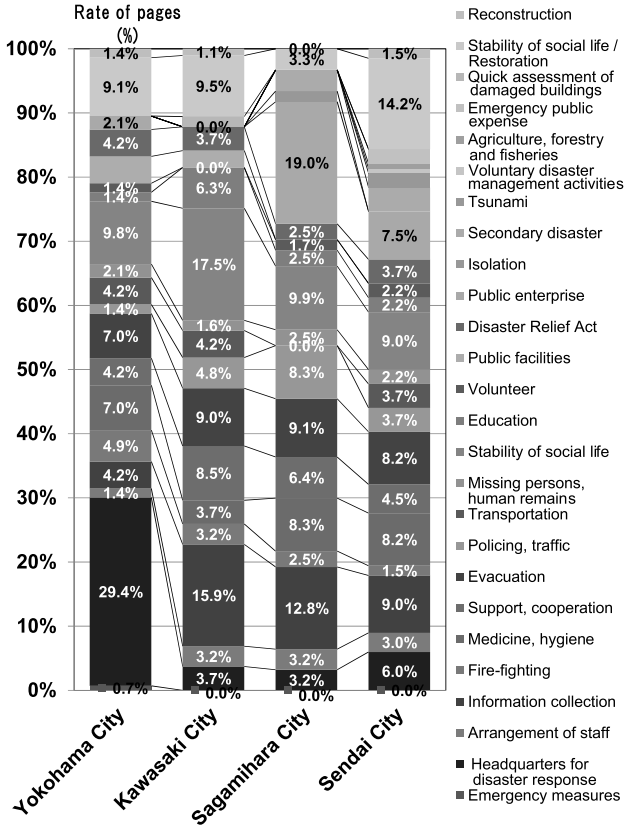


Fig. 2. Comparison of rate of pages in local disaster management plans of municipalities.

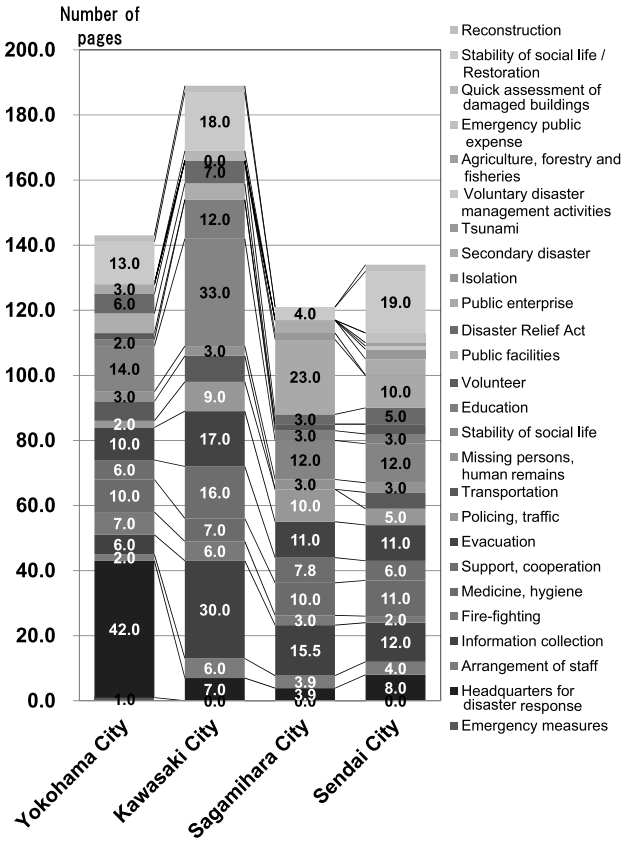


Fig. 3. Comparison of number of pages in local disaster management plans of municipalities.

Kanagawa Prefecture and standing on the supporting side at the time of the Great East Japan Earthquake and that of Sendai City, Miyagi Prefecture, standing on the supported side are selected. The themes of emergency measures, restoration, and reconstruction are taken up from the chapter on measures for earthquake disasters. As reasons why these cities were selected as supporting sides in comparison and analysis, the following conditions can be given: they actually provided wide-area support at the time of the Great East Japan Earthquake, sizes of local governments are similar, and large-scale damage is supposed in Yokohama City, Kawasaki City, and Sagamihara City at the time of the scenario Tokyo Metropolitan Earthquake, so they have the possibility to stand on the supported side in the future.

4.1. Analysis of Contents

For problem 1), mutual relationships among descriptions in each work of local disaster management plans is unclear, the basic disaster prevention plan shows the outlines of basic disaster activities or response, however this plan does not show concrete content in terms of the individual work. It seems that this problem is reflected typically in tables of contents of current local disaster management plans.

Accordingly, we compared tables of contents in order to grasp the whole structure of local disaster management plans.

Table 2 compares contents in local disaster management plans of Kawasaki City, Sagamihara City, and Sendai City, taking the plan of Yokohama City as standard. Diagonal lines in the table indicate that there is no corresponding counterpart. **Table 2** shows that descriptions are different in all items, even in evacuation, which seems to be related to wide-area support, transportation related to commodities, and stability of social life.

The number of pages corresponding to each item shown in **Table 2** is totaled up and the percentage of this number to that of all pages is shown in **Fig. 2**. **Fig. 2** makes clear the differences in the volume of each item and that items are treated in a concentrated way. For stability of social life, this item accounts for 9.8% in Yokohama City, 17.5% in Kawasaki City, 9.9% in Sagamihara City, and 9.0% in Sendai City. For evacuation, this item accounts for 7.0% in Yokohama City, 9.0% in Kawasaki City, 9.1% in Sagamihara City, and 8.2% in Sendai City. From **Fig. 3** showing the numbers of pages for each item, it can be seen that Kawasaki City uses as much as 17 pages for the item of evacuation, but this is because the list of shelters is printed there. There thus seems to be significant difference in the volume of this item among these cities.

Yokohama City assigns as much as 29.4% to the item of headquarters for disaster response, but this can be explained by the fact that all of the functions of each post are listed there.

Table 3. Comparison of keywords related to "evacuation."

Keyword	sequence of appearance	Yokohama City	Kawasaki City	Sagamihara City	Sendai City	Keyword	sequence of appearance	Yokohama City	Kawasaki City	Sagamihara City	Sendai City
Evacuation	141	31.9	16.3	25.5	26.2	Tsunami evacuation	1	100	0	0	0
Shelter	112	2.7	21.4	47.3	28.6	Appropriate shelter	1	0	0	0	100
Recommendation to evacuation	55	23.6	20	1.8	54.5	Second evacuation	1	0	100	0	0
Evacuee	55	27.3	10.9	20	41.8	Flowchart for evacuation	1	0	0	0	100
Evacuation guidance	36	22.2	2.8	63.9	11.1	Support of evacuation	1	0	0	0	100
Special shelter	14	100	0	0	0	Commencement of evacuation	1	0	0	0	100
Evacuation route	13	15.4	0	23.1	61.5	Activities for evacuation	1	100	0	0	0
Official in charge of shelter	12	0	0	100	0	Evacuated residents	1	0	0	0	100
Evacuation facility	11	27.3	72.7	0	0	Evacuation planning	1	0	0	100	0
Situation on evacuation	9	11.1	44.4	0	44.4	Instruction on evacuation	1	0	0	0	100
Welfare shelter	9	0	0	100	0	Confirmation of evacuees	1	0	100	0	0
Place for evacuation	8	50	12.5	0	37.5	Table for confirmation of evacuees	1	0	100	0	0
Place to be evacuated	8	12.5	0	37.5	50	Evacuees themselves	1	0	0	0	100
Management of shelter	7	0	0	85.7	14.3	Evacuated inhabitants	1	100	0	0	0
Place for wide-area evacuation	6	0	66.7	33.3	0	Figure of shelter	1	0	100	0	0
Action for evacuation	6	0	0	33.3	66.7	Committee on shelter management	1	0	0	0	100
Designated shelter	5	0	20	0	80	Meeting for shelter management	1	0	100	0	0
Evacuation plan	5	20	20	40	20	General management of shelter	1	0	0	100	100
Committee on shelter management	4	0	0	0	100	Staff for establishment and management of shelter	1	0	0	0	0
Number of persons to be evacuated	4	50	0	0	50	Arrangement for establishment of shelter	1	0	0	100	0
Temporary place for evacuation	3	0	66.7	33.3	0	Shelter facility	1	0	0	100	0
Shelter for accommodation	3	0	0	0	100	Other than shelter facility	1	0	0	100	0
Resister of evacuees	3	0	0	33.3	66.7	Self-governing organization of shelter	1	0	100	0	0
Manual on shelter management	3	0	0	0	100	District around shelter	1	0	0	100	0
Council on shelter management	3	0	0	100	0	Information on shelter	1	0	0	100	0
Life of evacuation	3	66.7	0	0	33.3	Measures for shelter	1	0	100	0	0
Area for evacuation	3	0	0	0	100	Official in charge of shelter	1	0	0	100	0
Residents to be evacuated	3	0	0	0	100	Department in charge of shelter	1	0	0	100	0
Road for evacuation	3	0	0	100	0	List of shelters, etc.	1	0	0	0	100
Temporary tent for evacuation	2	0	0	0	100	According to shelter	1	0	0	0	100
List of places for wide-area evacuation	2	0	0	50	50	Management of place for evacuation	1	100	0	0	0
Number of evacuees	2	0	50	50	0	Information on evacuation	1	100	0	0	0
Accommodations for evacuation	2	50	0	0	50	Evacuated households	1	0	100	0	0
Facility for accommodations for evacuation	2	0	50	0	50	Evacuation measures	1	0	100	0	0
Establishment of shelter	2	0	0	50	50	Arrangement for evacuation	1	0	0	0	100
Manager of shelter	2	0	0	0	100	Object of evacuation	1	0	100	0	0
Complementary facility to shelter	2	0	100	0	0	Number of households to be evacuated	1	100	0	0	0
Measures for evacuation	2	0	50	50	0	District to be evacuated	1	0	100	0	0
Within area to be evacuated	2	0	0	0	100	Area to be evacuated	1	0	0	100	0
Method for evacuation	2	0	100	0	0	Location for evacuation	1	0	0	100	0
Activity to guide evacuation	2	0	0	100	0	Within district to be evacuated	1	100	0	0	0
Complementary place for evacuation	2	100	0	0	0	Measures against lengthening of evacuation	1	0	0	0	100
List of temporary places for evacuation	1	0	0	100	0	On way to evacuation	1	0	0	0	100
Each shelter	1	100	0	0	0	Staff in charge of evacuation guidance	1	0	0	100	0
Emergency evacuation	1	0	0	0	100	Person in charge of evacuation guidance	1	0	0	100	0
Evacuation team at ward branch	1	100	0	0	0	Arrangement for evacuation guidance	1	0	0	0	100
Evacuation on warning	1	0	0	0	100	Measures for evacuation guidance	1	0	0	0	100
Wide-area evacuation	1	0	0	100	0	Between headquarters and shelter	1	0	0	0	100
List of designated shelters	1	0	0	0	100	Other measures for evacuation	1	0	0	100	0
Evacuation in advance	1	0	0	100	0	Large number of evacuees	1	0	0	0	100
Evacuation on own	1	0	0	100	0	List of places for evacuation in region	1	0	0	0	100

4.2. Comparison of Keywords

For problem 2), the degree of minuteness and roughness of description is non-uniform, keywords used in local disaster management plans are analyzed. It is thought that the outlines of the degree of minuteness and roughness of description could be grasped by comparing the frequency in use of keywords.

Taking evacuation as a basic keyword, evacuation plan, management of shelter, and response to those who need protection were analyzed. Keywords used in each local disaster management plan consisting of more than two Japanese characters, whether Chinese, katakana, or hiragana, are extracted, collected, and ordered in sequence of high frequency in columns in **Table 3**. The number of uses of keywords in each local disaster management plan is counted and the rate of the number to all is shown in ranks of **Table 3**. The keyword "evacuation," for example, is used 141 times in all local disaster management plans: Yokohama City accounts for 31.9%, Kawasaki City 16.3%, Sagamihara City 25.5% and Sendai City 26.2% respectively. Accordingly, it can be seen that the frequency in use of this keyword in Yokohama City is high in comparison to other cities. Taking another example, the keyword "special shelter" is used 14 times in all, but Yokohama City accounts for 100%. It can be judged that this is a keyword that is not used in cities other than Yokohama City.

Among 102 keywords selected in analysis, the number of keywords used in common in all four cities is 6, or 5.8%, that of the keywords used in common in three is 5, or 4.9%, and that of keywords used in common in two is 13, or 12.7%. Of all keywords, 76.5% are used individually in each city. Keywords that indicate at least the same content could be unified into single terms. This seems to be the first step toward more smooth management of wide-area cooperation, leading to the standardization of disaster response activities in the future.

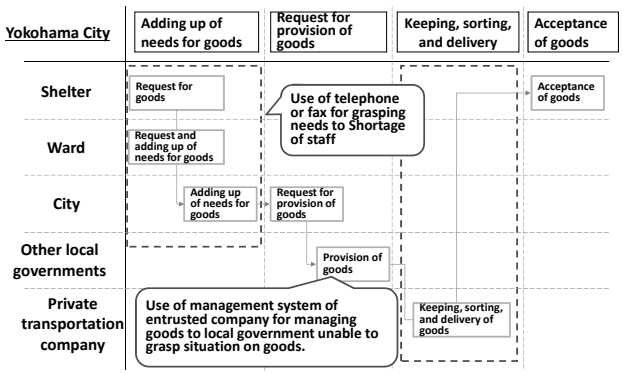


Fig. 4. Work flows of relief goods in Yokohama City.

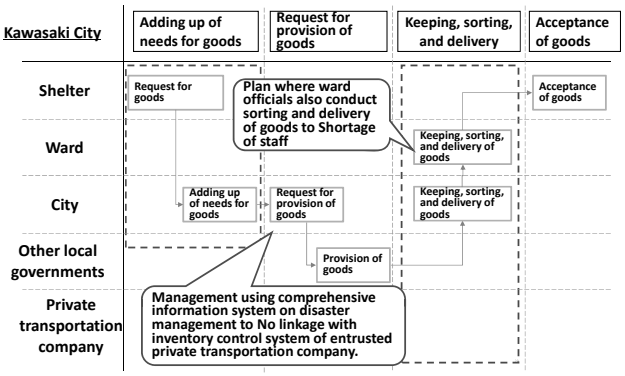


Fig. 5. Work flows of relief goods in Kawasaki City.

4.3. Comparison of Work Flows of Relief Goods

In addition to the above analyses of tables of contents and degrees of minuteness and roughness of description in local disaster management plans, the work flow is also analyzed. Relief goods are taken up as the work to be analyzed and a comparison is made between Yokohama City and Kawasaki City. A work flow is drawn both to show the flow of work and to clarify the exchange of information accompanying each work.

Figures 4 and **5** show the work flows of relief goods in Yokohama City and Kawasaki City, respectively. In these charts, flows of main work are extracted from local disaster management plans. More detailed work flow charts have been drawn separately, but only **Figs. 4** and **5** are shown due to space limitations. The flow of "Adding up of needs for goods" and "Request for provision of goods" are same for the two cities. The large difference can be found in the point that the work of "Keeping, sorting, and delivery of goods" is accomplished by ward in Kawasaki City, while Yokohama City has entrusted this work to a private transportation company. According to the interview on Kawasaki City conducted by the authors after the 2011 Great East Japan Earthquake, ward had not been equipped with fork lifts and appropriate space for sorting goods, so it took much time for many ward officials to sort goods, hindering other work and increasing the workload of officials. The current situation has been made clear, where keeping and sorting of relief goods are difficult to be implemented by ward. After conducting interview from the official in charge of risk management at Kawasaki City, we concluded that standardization of work flow for wide-area support could lead to more smooth and effective delivery of relief goods.

5. Problems of Arrangement of Wide-Area Support Seen from Supporting Side

Kawasaki City stood on the supporting side after the Great East Japan Earthquake. Accordingly, Kawasaki City and the authors discussed necessary information to be shared with the supported side in providing support. First, support provided by Kawasaki City was outlined, then the theme was examined of what is necessary information for the supporting side. It was also discussed from the supported side what kind of information should be sent. In discussions, standardization of description in local disaster management plans was also taken up as a theme.

(1) Outlines of support from Kawasaki City to affected cities

a) Relief goods

Immediately after the earthquake disaster, Kawasaki City provided support responding to a request from Sendai City based on the agreement among the 20 largest cities, that from Chiba Prefecture based on the agreement among 9 prefectures and cities in the Kanto region, and that from Hanamaki City based on an individual agreement. Next, support was requested via the route from the Japanese Government through prefecture to city, and Kawasaki City sent relief goods to Miyagi Prefecture. Kawasaki City had difficulty, however, in grasping correct information on transportation routes to disaster-stricken areas at that time. In such circumstances, Kanagawa Prefecture informed Kawasaki City that relief goods could be sent by freight so Kawasaki City transported 31,500 portions of pregelatinized rice by freight from Yokosuka City to Miyagi Prefecture. Along with this request, based on a direct request from the Japanese Government to Kanagawa Prefecture on March 16, 5 days after the earthquake and tsunami, Kawasaki City transported blankets to Ibaraki Prefecture by truck. Relief goods were then requested directly from Fukushima City. Although no agreement on emergency relief had been concluded with Fukushima City, Kawasaki City transported the requested goods on March 17, because the mayor of Kawasaki City comes from Fukushima City.

b) Dispatch of human resources

The first request was related to water supply. Trucks for water supply were dispatched continuously in rotation to Ichikawa City, Chiba Prefecture, and Kawauchi Town,

Ibaraki Prefecture, from March 12, to Koriyama City, Fukushima Prefecture, from March 14, and to Kawauchi Town, Ibaraki Prefecture, again from March 17. Officials were dispatched to Urayasu City, Chiba Prefecture, for the restoration of water pipes and to Morioka City, Iwate Prefecture, for a survey on damage to water pipes. For doctors and nurses, doctors of hygiene and public health nurses were dispatched via the Ministry of Health, Labor, and Welfare to Sendai City. A quick assessment of damaged buildings was requested through the Cabinet Office and three officials in charge of assessment were dispatched in rotation to Sendai City. Toilets were requested through the Ministry of Health, Labor, and Welfare and about 200 toilets were sent to Fukushima Prefecture. In relation to the emergency fire response team of the Fire and Disaster Management Agency, staff members were dispatched for rescue in the first stage and for response to the concomitant nuclear disaster in the next stage.

c) Acceptance of refugees

Kawasaki City accepted refugees mainly from Fukushima Prefecture. First, ward offices were opened for refugees, but ran out of space on March 16. Then, the Kawasaki City Gymnasium was opened to them, but it had no air conditioners and power outages occurred, so refugees had to be moved to the Kawasaki Todoroki Arena. As of March 25, 108 refugees of 35 households were accepted there.

(2) Problems of arrangement of wide-area support seen from supporting side

Based on the above outlines of support from Kawasaki City to the disaster-stricken area, problems in the arrangement of wide-area support seen from supporting side are listed below.

a) Understanding cities for support and actual situations

- Kawasaki City was affected only slightly by the earthquake, so it could arrange support swiftly. No necessary information for sending relief goods could be obtained except for through Sapporo City from Sendai City based on the agreement among the 20 largest cities.
- For Hanamaki City with which a mutual support agreement had been concluded, information was gathered swiftly based on a one-to-one response. Because Hanamaki City played the role for collecting information on neighboring local governments, information on the damage situation of municipalities around Hanamaki City could be also obtained via Hanamaki City.
- In relation to the 9 prefectures and cities in the Kanto region, information on Chiba Prefecture and Chiba City could be collected relatively swiftly, but that on other cites could not obtained at all.
- Relief materials were requested from Kanagawa Prefecture, but provision of relief goods was requested after a considerable time, so the result of inquiry could not be communicated. Under such circumstances, Kawasaki City could not determine what was really needed. For the time being, Kawasaki City prepared rice as relief foods, but it was unclear how it could be sent.
- Without appropriate information, there are limitations on the provision of relief goods. Basically, information does not come directly from affected prefectures, but from Kanagawa Prefecture. Inquiries came, but it was still unclear what information inquiries were based on and what actual situations in disaster-stricken areas were. An inquiry on how many blankets could be provided was made to Kawasaki City, and Kawasaki did respond to the inquiry even though it was unknown what kinds of blankets were really needed. Relief goods were indeed provided, but more detailed measures could not be taken. Similar situation of this problem were seen in the dispatch of human resources.
- For core cities other than government-ordinance-designated cities and small-sized municipalities that had no agreements with mutual support, it was difficult for Kawasaki City to respond disasters. There are higher organizations for such municipalities, namely the Japan Association of City Mayors and the National Association of Towns and Villages, but these organizations could not manage the total coordination of municipalities well, so no information on municipalities came to Kawasaki City via Kanagawa Prefecture other than Sendai City and Hanamaki City, for which Kawasaki City had concluded the necessity of agreements on mutual support.

b) Inadequate arrangement for acceptance of refugees

- Arrangement for the acceptance of refugees is not specified in the disaster management plan of Kawasaki City. In the case of the Miyake-island Eruption, the acceptance of refugees became confused.
- After parking lots of ward offices, places for the acceptance of refugees, became full and there was no concrete plan to accommodate surplus refugees, so Kawasaki City could not respond to the situation swiftly and information on parking lots in wards was not available.
- There was no correct information on the moving of the refugees. When Kawasaki City suddenly had to accept refugees, rumors originating in the mass media indicated that thousands of refugees would come and Kawasaki City was sometimes made to be confused.
- Kawasaki City wanted to refer to the situation on acceptance of refugees in Saitama City where refugees

would pass through, but could not obtain correct information. As a result, an evacuation place became full, another one was added. Kawasaki City thus had to respond to the emerging situation without planning. Similar problems are expected to occur at the time of the scenario Tokyo Metropolitan Earthquake because the capacity of acceptance of refugees is not specified in local disaster management plans of Kawasaki City.

c) Information on refugees

- There was no method for delivering registers on medical histories and information on family registers of refugees to affected local governments.
- Registers were made by paper form, so although inquiries came from Kanagawa Prefecture, there was no way to search the refugee information quickly.
- Almost no information could be obtained on refugees who did not go to evacuation shelters and, particularly information on those who had gone to hospitals, homes of relatives, and residences of volunteer could not be determined.

d) In relation to local disaster management plans

Local disaster management plans are effective tools for determining the required disaster response activities of the supporting side for the supported side. It was not actually easy, however, to understand the work of the supported side given the limited time and human resources after the earthquake because the descriptions of local disaster management plans on both sides were different. Such unfavorable situations sometimes occurred where different understanding and recognition of work was found between both sides after explanations on work by the supported side to the supporting side, hampering efforts due to friction and coordination in how to accomplish work, and implementation was not smooth as a result.

This is a typical case in the standardization of description of local disaster management plans between supporting and supported sides that could lead to smooth implementation of wide-area support.

The arrangement for support could function well when agreement on mutual support had been concluded in advance. It seems that pairing is an effective method, where the particular local government continues to provide support for the particular affected one. This method could make the clear responsibility for the work and trigger productive competitive consciousness. This could also bring the advantages of useful training in disaster response activities for the supporting sides. Taking into consideration the effectiveness of this system at the time of earthquake disasters, it is desirable that pairing cover all local governments in Japan in advance. The balance of the size of municipalities between accepting and providing sides should, however, be kept in mind. Standardization of description in local disaster management plans could conceivably improve the effectiveness of this system.

The problem of lack of stocks of relief materials by the supporting local government could be solved if the counterpart has been specified in advance. This problem is triggered in situations where relief materials are sent at random without understanding the capacity of the counterpart. In the case of the system of pairing, overlapping and redundancy of relief goods can be solved because of considering the capacity of the counterpart in advance at the preparation stage before disaster. Understanding of the population and damage situation enables swift disaster response activities.

The theme of manuals on backup logistic support was also taken up in the discussions by Kawasaki City. Currently, such manuals are not prepared in Kawasaki City. It seems that local governments are generally ready for the situation where they would suffer from disaster, but not for manuals on backup logistic support, even though such manuals could enhance the effectiveness of backup logistic support.

6. Conclusions

This paper has considered differences in descriptions in local disaster management plans made by supporting and supported local governments assuming that standardization of such descriptions could bring more smooth and effective implementation of disaster plans. This paper proposed desirable directions toward arrangements for wide-area cooperation systems with high effectiveness.

In the scenario Tokyo Metropolitan Earthquake, limited numbers of officials of local governments would have to implement disaster response activities. Support based on wide-area cooperation is thus important in cases in which sufficient numbers of officials could not be ensured. Standardization of descriptions of local disaster management plans is thus significant in order to construct effective support systems such as smooth and effective acceptance of support.

It is expected that taking the 2011 Great East Japan Earthquake as an opportunity, more local governments would conclude agreements on mutual support in the time of disaster and revise existing local disaster management plans. To make cooperation among the Japanese Government, prefectures, and municipalities more effective, the description of local disaster management plans should be standardized to some degree.

Acknowledgements

This study was conducted as a part of commissioned science technology research of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan, the study on construction of arrangement for wide-area risk management and mitigation of disaster. We are indebted to Toshihiko Sasaki, chief secretary of the Miyagi Prefecture branch of the All Japan Prefectural and Municipal Workers Union, for sending us results on medical examinations conducted on union workers. We also thank Nobuo Hagiwara, Yuka Akabane, Masatoshi Haruyama of Kanagawa Prefecture, Tetsuya Majima of Kawasaki City, and Masaru Onodera of Yokohama City for cooperating in our activities.

References:

[1] National Governors' Association, "Response to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake," March 13. 2011 (in Japanese), http://www. nga.gr.jp/news/20110313saigai_puresu.pdf

[2] Ministry of Internal Affairs and Communications, "Physical support for affected local government related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake" (in Japanese), http://www.soumu.go.jp /main_content/000107771.pdf [accessed at 2011.8.28]

[3] Ministry of Internal Affairs and Communications: "Request for physical support related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake" (in Japanese), http://www.soumu.go.jp/main_content /000107772.pdf [accessed at 2011.8.28]

[4] All Japan Prefectural and Municipal Workers' Union, "Result of emergency health investigation of local officials by the Great East Japan Earthquake," 2011.7.28 (in Japanese).

[5] S. Takayose, "The Great Hanshin-Awaji Earthquake and response of local government," Gakuyousyobou, pp. 15-16, 1996 (in Japanese).

[6] C. Watanabe and S. Okada, "Study on Supply and Demand of Supports by Local Governments in Seismic Calamity Area after the 1995 Hyogoken-nanbu Earthquake," Journal of Institute of Social Safety Science Vol.7, pp. 310-313, 1997.11 (in Japanese).

[7] Y. Iwasa, H. Hayashi, and T. Kondo, "Business Activity Analysis of the "Basic Plan for Disaster Prevention" for More Standardized Emergency Response," Journal of Institute of Social Safety Science Vol.7, pp. 193-202, 2003.11 (in Japanese).

[8] Central Disaster Prevention Council, "Report of expert panel for future earthquake countermeasures," 2002.7.1 (in Japanese).

[9] Fire and Disaster Management Agency, "Study Group Report on broad-based disaster management system in the area of cross-border prefectures," 2003.3 (in Japanese).

[10] C. Watanabe and S. Okada, "Helping Activities by Local Governments to Earthquake Damaged Areas: (1) Post-Great Hanashin-Awaji Earthquake Nation-Wide Questionnaire Survey On Factors Determining Municipalities' Helping Activities," Journal of natural disaster science, Vol.23, No.1, pp. 65-77, 2004.5 (in Japanese).

[11] N. Funaki, Y. Kawata, and K. Yamori, "A Research on Emergency Support System among Prefectural Governments of Large-Scale Disasters : In case of Niigata Chuetsu Earthquake disaster," Journal of natural disaster science, Vol.25, No.3, pp. 329-349, 2006.11 (in Japanese).

[12] S. Sato, S. Suzuki, and M. Numada, "3D Knowledge Design System in Product Design," Journal of the Japan Society of Mechanical Engineers, Vol.74, No.745, pp. 2107-2113, 2008.9 (in Japanese).

[13] S. Nagamatsu, H. Hayashi, and Y. Kawata, "The Problem of Disaster Management Policy and Local Plan for Disaster Prevention," Journal of Institute of Social Safety Science, Vol.7, pp. 395-404, 2005.11 (in Japanese).

[14] T. Ueda and H. Hayashi, "Computer Support System of Disaster Response: Electric Documentation of Shelter Manual," Journal of Institute of Social Safety Science Vol.8, pp. 242-247, 1998.10 (in Japanese).

Name:
Muneyoshi Numada

Affiliation:
Associate Researcher, International Center for Urban Safety Engineering, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

Address:
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan

Brief Career:
2009- Associate Researcher, the University of Tokyo

Selected Publications:
• Muneyoshi Numada, Yasunori Hada, Miho Ohara, and Kimiro Meguro, "Development and Application of triage system (TRACY)," Proc. of the 10th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia, Chiang Mai, Thailand, October 13th, 2011, USB (12pages).

Academic Societies & Scientific Organizations:
• Japan Society of Civil Engineers (JSCE)
• Architectural Institute of Japan (AIJ)
• Japan Association for Earthquake Engineering (JAEE)
• Institute of Social Society of Science (ISSS)
• Japan Society for Disaster Information Studies (JASDIS)
• Japan Society for Natural Disaster Science (JSNDS)

Name:
Shinya Kondo

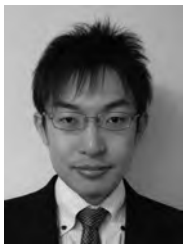
Affiliation:
Project Researcher, International Center for Urban Safety Engineering, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

Address:
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan

Brief Career:
2005-2010 Research Scientist, Disaster Reduction and Human Renovation Inst.
2010- the University of Tokyo

Selected Publications:
• S. Kondo and K. Meguro, "An Analysis of a Local Government's Disaster Response Activity Records from the Viewpoint of Information Management," Journal of Disaster Research Vol.3, No.6, pp. 457-466, 2008.

Academic Societies & Scientific Organizations:
• Japan Society of Civil Engineers (JSCE)
• Institute of Social Society of Science (ISSS)
• Japan Society for Disaster Information Studies (JASDIS)



Name:
Masashi Inoue

Affiliation:
Eight-Japan Engineering Consultants Inc

Address:
5-33-11 Honcho, Nakano-ku, Tokyo 164-8601, Japan

Brief Career:
2009- Eight-Japan Engineering Consultants Inc

Academic Societies & Scientific Organizations:
• Japan Society of Civil Engineers (JSCE)

Name:
Kimiro Meguro

Affiliation:
Dr. Eng., Professor, International Center for Urban Safety Engineering, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

Address:
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan

Brief Career:
1991- Research Associate, International Center for Disaster-Mitigation Engineering, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
1995- Associate Professor, International Center for Disaster-Mitigation Engineering, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
2001- Associate Professor, International Center for Urban Safety Engineering, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
2004- Professor, International Center for Urban Safety Engineering, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

Selected Publications:
• "Efficiency Furniture Overturning Protection Devices during Earthquakes – An Experimental and Numerical Study –," ERS Bulletin, No.40, pp. 53-60, 2007.
• "Experimental Study on Unburned Brick Masonry Wallettes Retrofitted by PP-Band Meshes," SEISAN-KENKYU, Vol.58, No.3, pp. 121-124, 2006.
• "Development of Integrated System for Total Disaster Management," Proceedings of the First International Conference on Urban Disaster Reduction, Kobe, 2005.
• "Applied Element Method Used for Large Displacement Structural Analysis," Journal of Natural Disaster Science, Vol.24, No.1, pp. 25-34, 2002.

Academic Societies & Scientific Organizations:
• Japan Society of Civil Engineers (JSCE)
• Seismological Society of Japan (SSJ)
• Japan Society for Natural Disaster Science (JSNDS)
• Architectural Institute of Japan (AIJ)
• Institute of Social Safety Science (ISSS)
• The Japanese Geotechnical Society (JGS)

Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from
the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan

DEVELOPMENT OF SURVEY MANAGEMENT SYSTEM FOR BUILDING DAMAGE ASSESSMENT

Makoto FUJIU[1], Muneyoshi NUMADA[2] , Miho OHARA[3] and Kimro MEGURO

[1] Ph.D. Candidate, Department of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, fujiu@iis.u-tokyo.ac.jp
[2] Assistant Professor, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, numa@iis.u-tokyo.ac.jp
[3] Associate Professor, Interfaculty of Information Studies, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
[4] Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

ABSTRACT: This paper proposed the new system for building damage assessment using photos of damaged house taken by residents or volunteer fire corps in damaged area. Specialists outside the damaged confirm these photos on the website and assess their damage levels. All the data used for building damage assessment is managed with GIS database on the management server located outside the damaged area under cloud condition. This kind of digital management system can contribute to enhance the accuracy and efficiency of the procedures for issuing the Victim Certificates for residents. In this paper, the total system for supporting building damage assessment was designed and its prototype system was developed. The system for uploading the photos of damaged houses was developed as mobile communication service. The remote system for specialists to assess the damage level was developed as web service.

Key Words: Great East Japan earthquake, earthquake engineering, type instruction, format, Times New- Roman, 11pt, indent if key words exceed one line

INTRODUCTION

In In Japan, several big earthquakes are expected to occur in the near future. A lot of structural damages due to these earthquakes will cause enormous needs for building damage assessment. Building damage assessment is necessary for governments to issue the Victim Certificates for residents who suffered housing damages. However, current number of human recourses who are trained with the procedure of building damage assessment is not enough. It is necessary to develop the new system which can correspond to next large-scale earthquake disaster. The guidelines of general procedure for inspecting building damage and evaluating loss due to disasters were published by the Cabinet Office in 1968, 2001 and 2009. However, in past disasters, various problems of building damage assessment have been pointed out such as inaccurate inspection, difficulty in quick inspection and lack of human

recourses with sufficient skill of assessment.In this research, new remote system for building damage assessment using IT system was proposed and prototype system was developed. These systems have some features that can solve some problems pointed out by past building damage assessments and execute building damage assessment quickly after a large scale earthquake disaster. This proposed system has two sub-systems. First one is photo uploading system used in damaged area. Second one is assessment system for supporting experts such as registered architects and experienced workers outside the damaged area. Finally, we report that design and functions of developed system.

PROBLEMS OF PAST BUILDING DAMAGE ASSESSMENTS AND SOLUTIONS

There are 3 inspection stages in building damage assessment such as “Primary Inspection”, “Secondary Inspection” and “Issue of the Victim Certificates”. Through these stages, damage levels of buildings are decided by visual inspection. The primary inspection evaluates the damages appeared on the exterior of a building. The secondary one evaluates not only the exterior damage but also the interior damage. The purpose of the secondary inspection is to provide the second opinion for the evaluation when the owner or resident of a damaged house does not accept the result of the primary one. Therefore, the primary inspection is carried out for all the damaged buildings, while the secondary inspection is usually carried out by request. Finally, Victim Certificates for residents are issued from the local governments. The process of assessment needs accuracy, quickness, objectivity and fairness because the results of the assessments are used as criteria for providing public monetary supports for rebuilding their livelihood. However, various problems have been pointed out for the building damage assessments after past earthquakes. We reviewed literatures regarding past several building damage assessments such as Shigekawa (2005) and classified reported problems as shown in Table 1. As a result, enormous problems in each inspection stage were obtained. Our proposals to solve the problems at each stage were shown in table 1. For example, “primary inspection” stage has the problems with low inspection accuracy and insufficient inspectors’ knowledge. In order to solve these problems, we proposed double check procedures to enhance accuracy of assessments.

CONCEPT OF NEW REMOTE SYSTEM FOR BUILDING DAMAGE ASSESSMENT

As a new system for achieving all the solutions for the problems reported at the past building damage assessments as shown in table 1, we proposed a new remote system for supporting building damage assessments during large-scale earthquake disaster. The concept of the system is illustrated in figure 1. The total system consists of two sub-systems. The first one is photo upload system in damaged area. Photos of a damaged house are taken by residents or volunteer fire corps in damaged area and those data is uploaded to the server. The second one is remote assessment system for specialists. Specialists located outside the damaged area confirm these photos through the website, and assess their damage levels and area. All the data used for building damage assessment is managed with GIS database on the management server located outside the damaged area under cloud condition. This kind of digital management system can contribute to enhance the accuracy and efficiency of the procedures for issuing the Victim Certificates for residents.

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE REMOTE SYSTEM FOR BUILDING DAMAGE ASSESSMENT

Development of photo upload system in damaged area

Here, prototype of “Photo upload system in damaged area” was developed. Photos of a damaged house are taken by residents or volunteer fire corps in damaged area and those data is uploaded to the server. This system was developed by Android as the mobile phone operating system which is installed

Table 1　Problems and solutions of building damage assessment after earthquakes

Flow of Inspection		1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake	2004 Niigata Chuetsu Earthquake	2007 Niigata Chuetsu-oki Earthquake	Solution of past problems in this research
Ⅰ-Criteria	①Criteria	There is no standard to carry out the building damage assessment. (Murao,1999)	There is no standard to carry out the building damage assessment. Neither examination methods nor the inspection methods are clearly provided. Only guidelines were issued by the Cabinet Office. (Shigekawa, 2005)		-
Ⅱ-Training of Inspector	②Summon of Inspection	Insufficient number of assistant staff (Murao,1999)	Insufficient number of assistant staff (Shigekawa,2005)	Difficulty in assemble of inspectors (Tanaka,2008)	Inspectors who goes in the damaged area becomes unnecessary.
	③Training	-	Because method of assessment is different in each local government, training is difficult. (Horie,2004)	-	Prior training to inspectors can be executed.
	④Organize	Inspector's knowledge was insufficient. (Murao,1999)	Difficulty in gathering enough number of Inspectors and keeping inspection quality (Shigekawa,2005)	-	▪The owner of damaged house and the fire fighters can become an investigator. ▪Inspection quality can keep by doing prior training and taking a picture using instruction.
Ⅲ-Screening	⑤Screening	-	Limit in on-site inspection for lack of inspectors (Shigekawa,2005)		Because of a lot of support workers exist outside of damaged area. So, a lot of investigations can be executed.
Ⅳ-Inspection	⑥Primary Inspection	-	-	Difference between structural engineer's aspect and the Cabinet Office guideline (Tanaka,2008)	-
		-	Inspector's knowledge was insufficient. (Shigekawa,2005)	-	The assessment result keeps accuracy by a double check.
		Problem concerning inspection accuracy (Murao,1999)	Problem concerning inspection accuracy (Shigekawa,2005)	Problem concerning inspection accuracy (Tanaka,2008)	The assessment result keeps accuracy by a double check.
	⑦Secondary Inspection	Difficulty in responding to residents who have dissatisfaction in inspection results (Murao,1999)	Difficulty in responding to residents who have dissatisfaction in inspection results (Shigekawa,2005)	-	-
		-	-	Difficulty in predicting number of application (Tanaka,2008)	Because of a lot of support workers exist outside of damaged area. So, a lot of investigations can be executed.
		-	-	Needs for assistant staff's for thirdly inspection (Tanaka,2008)	The assessment result keeps accuracy by a double check. So, number of execution of third inspection can be reduced.
	⑧Victim Certificate	-	The efficiency of work was low, because the issue of enormous certificates was the first time for local governments. (Yoshitomi,2005)	-	Because of issue of the victims certificate was automated, the amount of work of administrative office can be greatly reduced.
Use of electronics devices	①Use of GIS	Used by ex post analysis	Used by ex post analysis	Used by ex post analysis	Possible to use GIS by improving the Web environment.
	②Use of GPS	Not used because of technological development	Not used	Not used	Standard equipment in a smart phone.
	③Mobile phone		Used a little.	Used a little.	The usability has improved greatly with a smart phone.
	④Digital camera		Used a little.	▪ Only used for the record ▪ Limit in data processing using PC for lack of capacity.	Standard equipment in a smart phone.
	⑤Cloud computing		Not used because of technological development.	Not used because of technological development.	The Cloud computing can be used with a smart phone.

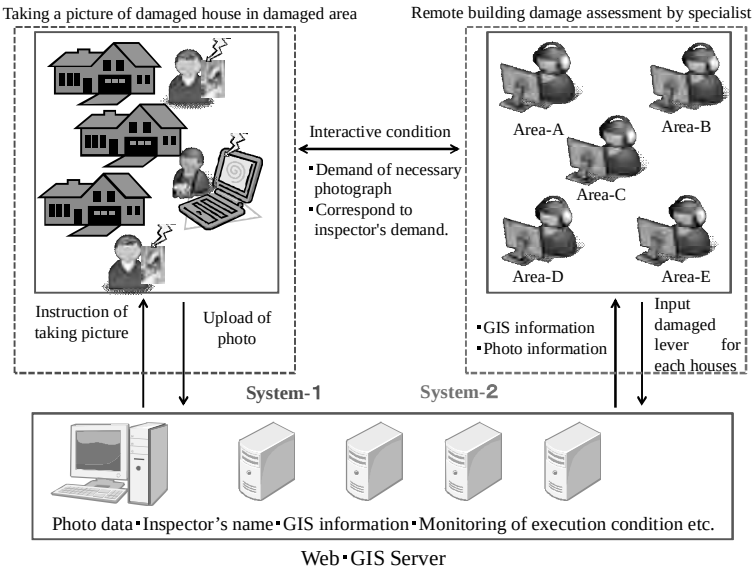


Fig. 1 Concept of remote system for building damage assessment

in almost all the smart phones except iPhone. Photo upload application is installed to each Android smart phone by inspectors who are residents or volunteer fire corps in damaged area. Flow of photo upload system is shown in figure 2. Firstly, residents or volunteer fire corps as inspectors input the basic information such as GPS information, address and owner name. Secondary, they upload some photos such as overview of damaged house, incline of damaged house and damaged point of roofs, walls and fundamentals. Finally, they confirm the input data and some photos. Method of completing for photo upload in damaged area using upload application is as follows. Inspectors take some damaged house photos which are full views of a damaged house (north side, east side, south side and west side) and closeup views of damaged points. They select some photos for upload in each factors page, and fill in the comments about damage level and location of a house etc. as shown in figure 3. Inspectors should take pictures of damaged house concerning three factors: externals, inclination and building element (roof, exterior wall and foundation). Furthermore, they have to relate closeup views of damaged points to full views using touch screen functions as shown in figure 4.Figures 3 and 4 are the prototype images of the system for the primary inspection. The prototype images of photo upload system were developed based on the data of totally damaged houses due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. After taking some pictures, inspectors need to upload them to an exclusive server in cloud condition using upload application. Using this application makes it easier to select and upload photos which are taken by inspector in damaged area. The reason is that smart phone has touch screen functions which are tap, drag, flick and pinch out/in operations.

Development of remote assessment system for specialists

Here, prototype of " remote assessment system of photos of damaged houses was developed. Specialists outside the damaged area confirm these photos on the website and assess their damage levels. All the data used for building damage assessment is managed with GIS database on the management server located outside the damaged area under cloud condition. Flow of remote assessment system is shown in figure 5. Firstly, specialists who are registered architects and experienced workers outside the damaged area confirm the basic information such as shape of damaged house, location and seismic level on the web system and overview all the photos of a damaged house. Secondary, they assess the damage level and area using some photos such as overview of damaged house, incline of damaged house and damaged point of roofs, walls and fundamentals. Finally, specialists confirm the input data and some photos. Then result of first

assessment is passed to the next specialist to carry out double check.Figures 6 and 7 show the prototype images of the system for primary inspection. These images were developed based on the data of totally damaged houses due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. Total damage level of a house is decided based on damage levels of three factors: externals, inclination and building element. Assessment for one damaged house should be conducted by two or three specialists to double-check the result and keep accuracy, damage level and area from pull down choice set in each factor page. In addition, they can request additional photos for accurate assessment to inspectors in damaged area through the each assessment page. In final page, fill in the special or caution comments of assessed damaged house and pass to the next specialist. When the assessment ends here, Victim Certificates for resident is issued from local government.

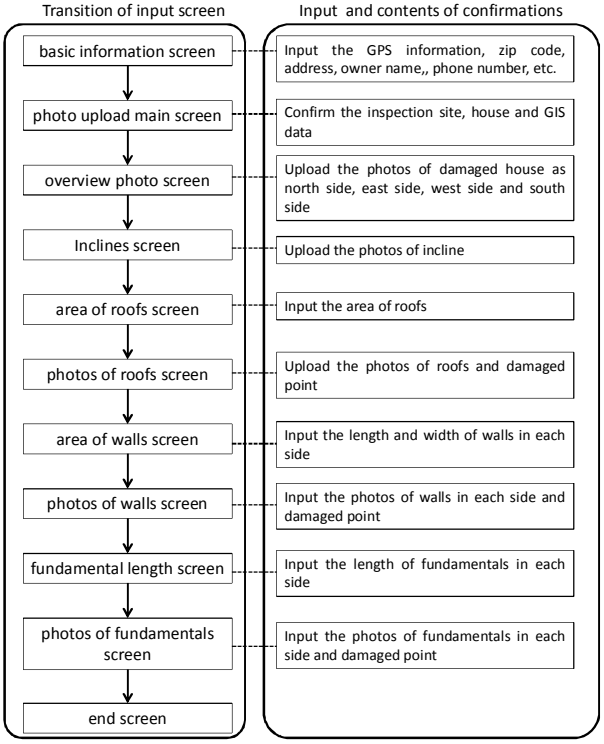


Fig. 2 Flow of upload system in damaged area

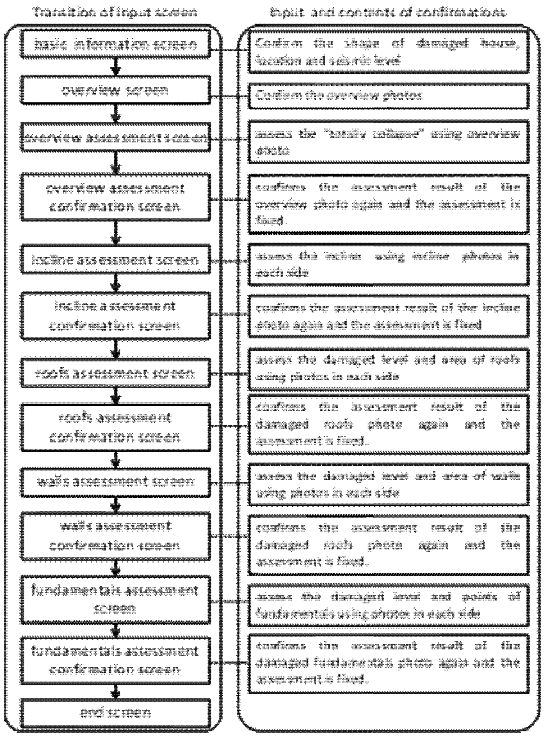


Fig. 3 Flow of remote assessment system

Fig. 4 Photo upload system in damaged area (upload page)

Fig. 5 Photo upload system in damaged area (relationship page)

Fig. 6 Remote assessment system (overview assessment page)

Fig. 7 Remote assessment system (wall assessment page)

CONCLUSIONS

In Japan, several big earthquakes are expected to occur in the near future. It is necessary to develop the new system which can be corresponds to next large-scale earthquake disaster. In this research, new remote assessment system for building damage assessment was proposed.

Some problems of past building damage assessments were analyzed and applicability of new technologies including new electronics devices which are GPS, GIS, digital camera and mobile phone (smart phone) was discussed. Among these problems, this paper focused on “Inspection stage” and “Assessment stage”, and proposed new remote system for building damage assessment using both mobile communication service and web service.

The prototype images of remote building damage assessment system were developed based on the data of totally damaged houses due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. In the future, we plan to improve the functions of the system and examine its effectiveness through experiments for specialists.

REFERENCES

Murao, O., Yamazaki, F., 1999, Comparison of Building Damage Evaluation by Local Governments after the 1995 hyogoken-nanbu earthquake, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering, No.515, pp.187-194

Shigekawa, K., Tanaka, S., Horie, K., Hayashi, H., 2005, Some Regulational Issues on Building Damage Assessment –A Case Study of Niigata-ken Chuetsu Earthquake- , Journal of social Safety Science No.7, pp.133-140

Horie, K., Shigekawa, K., Maki, N., Tanaka, S., Hayashi, H., 2005, Application of Damage Assessment Training (DATS) to Ojiya City following 2004 Niigata-ken Chuetsu Earthquake –Through a Disaster Response Support Activity for Issuing Victim Certificate- , Journal of social Safety Science No.7, pp.123-132

Yoshitomi, N., Hayashi, H., Urakawa, G., Shigekawa, K., Tanaka, S., Horie, K., Matsuoka, K., 2005, The Development of a Damage Certificate Issuing Support System –A new disaster response database schema created for the Niigata Chuetsu Earthquake- , Journal of social Safety Science No.7, pp.141-150

Tanaka, S., 2008, A Study on the Building Damage Assessment Processes for the 2007 Niigata Chuetsu Oki Earthquake Disaster : Kashiwazaki Case Study , Proceedings of social Safety Science No.22, pp.35-38

Damage Investigation of Sanriku Railway Suffered from the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

Makoto FUJIU[1], Muneyoshi NUMADA[2], Kazuyuki TAKADA[3], Miho OHARA[4]
and Kimiro MEGURO[5]

[1] Ph.D. Candidate, Department of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, fujiu@iis.u-tokyo.ac.jp
[2] Assistant Professor, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
[3] Associate Professor, Department of Civil and Environmental Engineering, Tokyo Denki University, Tokyo, Japan, ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
[4] Associate Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, ohara@iis.u-tokyo.ac.jp
[5] Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, ohara@iis.u-tokyo.ac.jp

ABSTRACT: Instructions for typing papers submitted to the "One Year After 2011 Great East Japan Earthquake - International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake-" are presented. This is an example of how to type manuscripts. The ABSTRACT shall be smaller in width than the main body by 1cm at the left and the right margins. Use Times New Roman in 11pt. The length of the ABSTRACT should not be more than 7 lines.

Key Words: the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, transportation infrastructure, Sanriku railway, evacuation facility

INTRODUCTION

At 14:46 JST (5:46 UTC) on March 11th, 2011, an earthquake of moment magnitude 9.0, the largest earthquake ever recorded in Japan, struck off the shore of the Sanriku area in the Tohoku Region. The "mega tsunami" which followed hit deeply indented coastal areas and brought extensive and devastating damage to many cities and villages in this area. Mega tsunami damage was not restricted only to buildings and houses, but the resulting fires destroyed many communities and even nuclear power plant (NPP) facilities have suffered complicated and serious damage due to this mega tsunami. This earthquake was later named "The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake" by the Japan Meteorological Agency (JMA). The total number of dead and missing continues to increase relative to the 1995 Kobe Earthquake due to the large magnitude and killer tsunami of the earthquake. As of August 12th, 2011, the numbers of dead and missing were 15,694 and 4,669, respectively, and that of complete building damage was 112,962. This paper is a quick report on the damage investigation of Sanriku railway by the authors. Due to the large scale of the earthquake damage and issues such as fuel shortage and damage to transportation infrastructure, the investigated area was limited to

just the Tohoku area.

Giant Tsunami destroyed enormous number of buildings and transport facilities such as railway, ports and airport, and enormous number of people is sacrificed. Several infrastructures are damaged by the earthquake and Tsunami. In the aspect of transportation infrastructure, expressway (Fig. 1), railway (Fig. 2), airport (Fig. 3) etc. are suffered from the earthquake and Tsunami. Characteristics of damage are as follow. Expressway and road is suffered from seismic ground motion. On the other hand, railway, airports and sea ports are suffered from Tsunami. Sendai airport which is located coast side of damaged area is attacked by Tsunami. Then, runway, passenger terminal and fuel tank are destroyed. After a few days, Sendai airport began to operate as a base of relief activities which is supported U.S. forces. Then, railway and road network which is transportation route for relief materiel destroyed and suspended by disaster. Then, governments and volunteer in Japan cannot deliver relief goods and aid worker. On the other hand, aviation fields in Japan participate actively in special assistance of damaged area in this disaster. Furthermore, it is possible to deliver goods and person to damaged area by airline.

On the other hand, a lot of railway lines are suffered from earthquake and Tsunami. For example, Jyoban line, Senseki line, Ishinomaki line, Kesennuma line, Ofunato line, Yamada line Senseki line, Ishinomaki line, Yamada line, Iwaizumi line and Hachinohe line are operated by JR East Company. Furthermore Kita riasu line and Minami riasu line are operated by Sanriku railway company. These railway lines have a lot of damage which are not only railway line but also railway stations. Fig.4 shows that railway operations in Tohoku area (as of June 26th, 2011). Black line indicates not operation railway line. That is concentrate coast side of Sanriku region. Many railway lines are not operation due to the huge damage by earthquake and Tsunami.

Fig.1 Damage of Expressway (Joban Expressway)

Fig.2 Damage of Railway line (JR Kesennuma line(left), JR Yamada line (right))

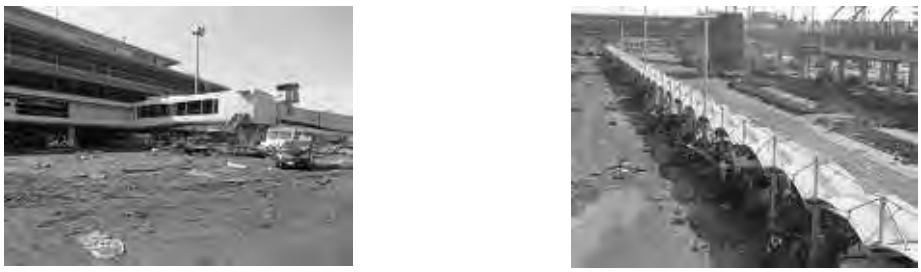


Fig.3 Damage of Sendai Airport (Passenger Terminal (left), Car park (right))

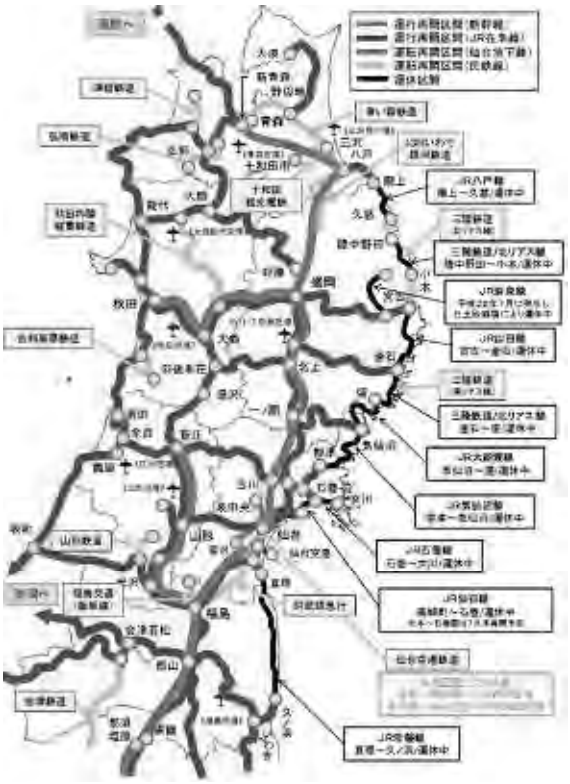


Fig. 4 Status of railway operation in Tohoku area

Fig. 5 Railway system of Sanriku railway

OUTLONE OF THE INVESTIGATION

Authors conducted field survey on March 26th and 27th, 2011 for damaged area which is suffered from the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. Field survey areas by authors are coast side of Miyagi prefecture and Iwate prefecture. Furthermore, authors conducted interview survey for president of sanriku railway at main office of sanriku railway which located in Miyako city. Survey items of interview survey are as follows, correspondence during earthquake occurs, damage level, restoration situation and policy in the future for recovery.

Table 1 Member of the investigation

Name	Affiliation
Tetsuro HYODO	Professor, Tokyo University of Marine Science and Technology
Seiji IWAKURA	Professor, Shibaura Institute of Technology
Kazuyuki TAKADA	Associate Professor, Tokyo Denki University
Muneyoshi NUMADA	Assistant Professor, The University of Tokyo
Makoto FUJIU	Ph.D. Candidate, The University of Tokyo
Tsuyoshi IHARA	Graduate student, Chuo University

OUTLINE OF THE SANRIKU RAILWAY

Sanriku railway is private railway company in Iwate prefecture. Sanriku railway operates the Sanriku coast of Iwate prefecture which is Rias coast. Sanriku railway has two railway lines which is Kita riasu line (71.0 km) and Minami riasu line (36.6 km). Kita riasu line operates between Miyako station and Kuji station. Minami riasu line operates between Kamaishi station and Sakari station. Both railway

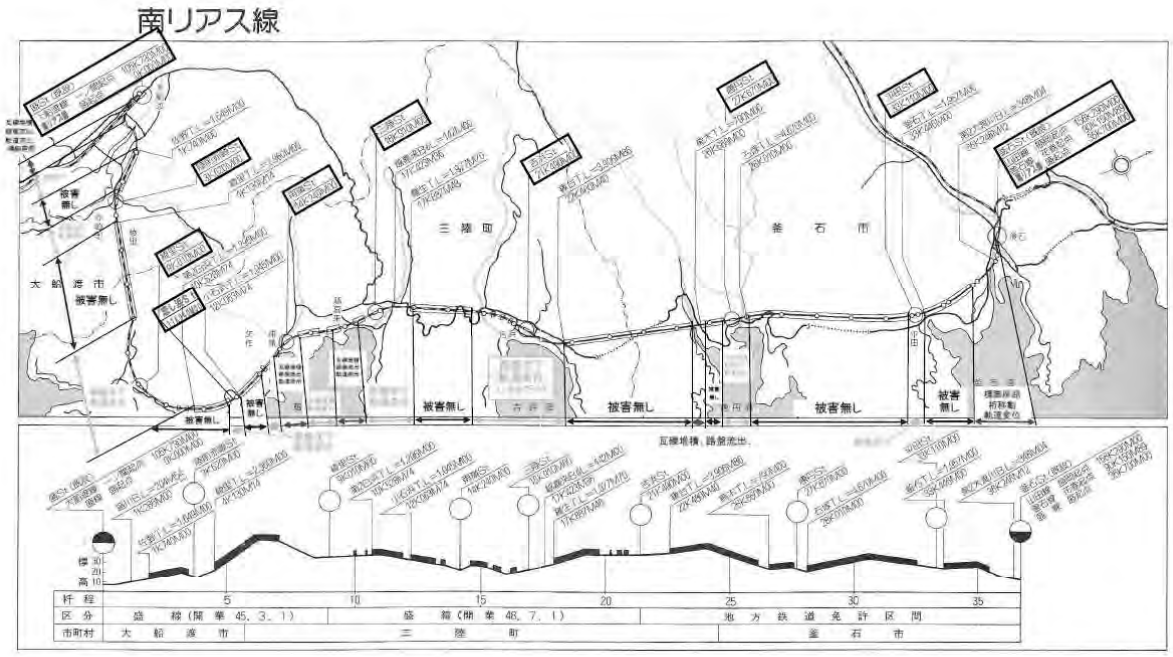


Fig. 6 Damage and railway line (Minami riasu line)

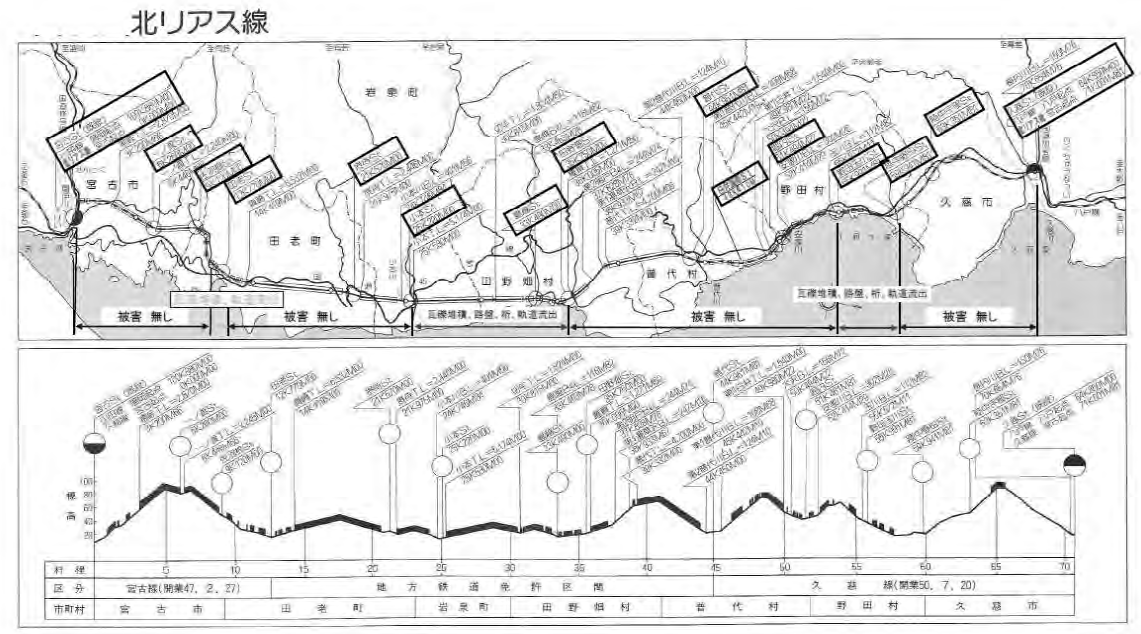
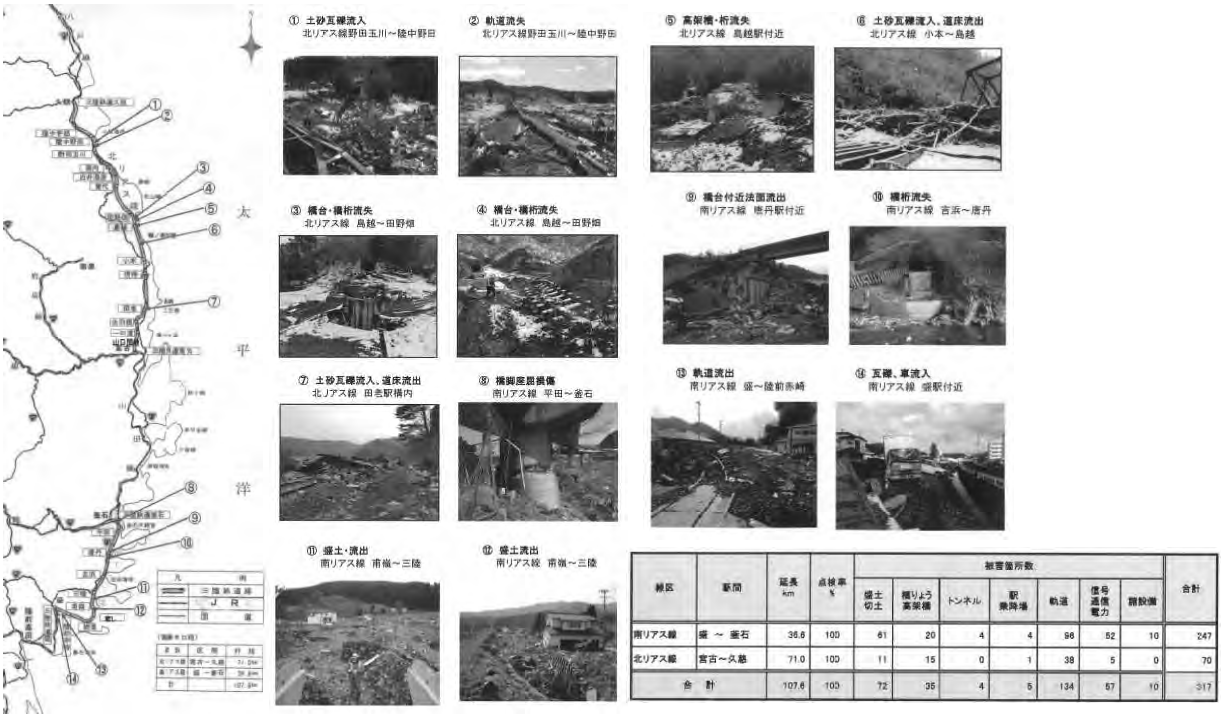


Fig. 7 Damage and railway line (Kita riasu line)

line are used for resident who live in Sanriku coast area. Sanriku railway has many roles for resident which are commute, hospital access and shopping and so on. Sanriku railway starts to operate in April 1st, 1984. Sanriku railway has some construction policies which are strong embankment, strong tunnel and station on the bridge. Then, The Sanriku railway has strong infrastructure against the earthquake and Tsunami. But this earthquake and Tsunami destroyed many railway infrastructures which are railway line, railway stations and embankment. Kita riasu line is destroyed by earthquake. Minami riasu line is destroyed by earthquake and Tsunami.



線区	区間	延長 km	点検率 %	被害箇所数							合計
				盛土切土	橋りょう高架橋	トンネル	駅乗降場	軌道	信号通信電力	附設備	
南リアス線	盛 ～ 釜石	36.6	100	61	20	4	4	96	52	10	247
北リアス線	宮古～久慈	71.0	100	11	15	0	1	38	5	0	70
合 計		107.6	100	72	35	4	5	134	57	10	317

Fig. 8 details and place of damage

Fig. 9 Shimanokoshi Sta.

Fig.10 Washout of Shimanokoshi Sta.

Fig. 11 Shimanokoshi Sta. (before)

Fig. 12 Shimanokoshi Sta.

Fig. 13 Taro Sta.

Fig. 14 Taro Sta.

DAMAGE OF SANRIKU RAILWAY

Fig. 6 and Fig. 7 shows that damage and railway location in Sanriku railway. Blue line indicates no damage. Yellow line indicates roadbed subsidence, displacement of railway line and crack of tunnel which are not too a serious damage. Red line indicates washout of railway line, road bed, embankment and station which are serious damage. Almost stations locate in cove of riasu coast without Sakari station, Rikuzenakasaki station and Ayasato station. Then damage concentrate in the colony.
There is several of damage in Sanriku railway. Sanriku railway suffered from Tsunami damages which are washout of railway, bridge, embankment and stations. Fig. 8 shows details and place of damage. Whole damage of Sanriku railway is 317 points. About 40% of whole damages are washout of bridge and embankment which is civil infrastructures. About 42% of whole damages are washout and displacement of railway line which is railway structure. Finally, about 13% of whole damages are communication line, railway signal and electronic machine which are electronic infrastructures. Authors conducted field survey of Sanriku railway. Fig. 9 and 10 show damage of Sahimanokoshi station which located Kita riasu line. Fig. 11 and 12 show Shimanokoshi station which is photo of before earthquake and Tsunami. Fig. 14 and 15 show Taro station which does not have serious damage. So, Taro station starts to operate on March 20th, 2011.

INTERVIEW SURVEY

Authors conducted interview survey for Sanriku railway on May 10th, 2011. Sanriku railway has two seismometers which are located in Kuji station (Kita riasu line) and Sakari station (Minami riasu line). Both seismometers detect restriction value of the manual. Then trains are stopped. Trains can communicate to commander of railway operation using disaster priority mobile phone. Sanriku railway have emergency manual. The driver did the correspondence along the manual, and corresponded by the driver's judgment. Furthermore, some stations are used for evacuation space which is Okirai station and so on. Sanriku railway infrastructures are destroyed by earthquake and Tsunami, but the whole of damage grasp was postponed because damage was extensive in the Sanriku railway, the priority level was decided, and it of each section was restored. As a result, Taro is restoring on March 29 on March 20 March 16 between Omoto and Kuji between Miyako and Taro, though all are the Kita riasu line sections.

CONCLUSIONS

Authors conducted field survey and interview survey of Sanriku railway. As a result of field survey, we became clear that Sanriku railway have serious damage which is washout of railway line and embankment. And, As a result of interview survey, we become clear that Sanriku railway have two seismometers, but earthquake early warning (EEW) system is not installed in Sanriku railway operation. Sanriku railway on March 11th, 2011 operates two trains. However, damage did not occur to the railway users.

REFERENCES

Sanriku railway. (2009). “Report of Sanriku railway.”
Sanriku railway. (2011). “Report of damage survey of sanriku railway”

東日本大震災におけるリモートセンシングの利用状況

沢田　治雄(東京大学生産技術研究所)
sawada@iis.u-tokyo.ac.jp,

ABSTRACT:

Remote Sensing for the Tohoku Pacific Ocean Earthquake and Tsunami

The Tohoku Pacific Ocean Earthquake and Tsunami on 11 March 2011 brought huge damages in a large area. The International Disaster Charter kept working for only nine days to get and process new satellite images. JAXA used ALOS data to monitor the site along the coast and showed their images for 33 times while the ALOS was alive. It is required to develop appropriate ways in methodology and groups to make use of the potentials of remote sensing technology for large disaster events.

１．はじめに

東日本大震災は、M9.0 の地震によって引き起こされた津波による被害が大きいのが特徴である。1 都 10 県に及ぶ被害で、死者 15,844 人、行方不明者 3,394 人、負傷者 5,893 人。全壊住宅 128,530、半壊住宅 240,332、一部破損住宅 659,901、非住宅 50,191 棟などである（2012 年 1 月 13 日現在、警察庁)。さらに、山崩れ 205 カ所、全長約 300km のうち約 190km の海岸堤防破壊、道路損壊 3,918、橋梁被害 78、鉄軌道被害 29、堤防決壊 45 などである。特に行方不明者の数が津波の被害の大きさを物語っている。このような大規模災害に対してリモートセンシングの能力は十分に活用されたのであろうか。本報告は、国際的な枠組みにおける活動と日本の JAXA 活動を中心に検討した報告である。

２．国際災害チャータの活動

国際災害チャータ（IDC）とは、「自然または人為的災害時における宇宙設備の調和された利用を達成するための協力に関する憲章（Charter on Cooperation to Achieve the Coordinated Use of Space Facilities in the Event of Natural or Technological Disasters」」の略称である。これは、世界で自然災害の発生が予測される国家・地域、あるいは災害が発生した地域を、加盟している宇宙機関の管理する衛星によって優先的に観測し、防災関係機関などへのデータの無償提供を通して、緊急事態の支援、復興および事後処理に資することを目的としている。IDC は 1999 年に発効され、2000 年に具体的な活動を開始した。日本の JAXA は 2005 年から加盟し、2012 年 1 月現在の参加機関は 21 機関である。毎年数 10 回の発動があり、2011 年は日本からの要請を含めて 31 回発動され、大きな貢献をしてきたとされている。

３．IDC による衛星観測情報の公開

東日本大震災では、日本のチャータ発動機関である JAXA から 3 月 11 日に発動要請が送られ活動が開始された。それに応えて WorldView(33 件)、RapidEye(32 件)、SPOT(17 件)、Landsat TerraSAR-X（各 9 件)、GeoEye（8 件)、IKONOS（7 件)、QuickBird、Radarsat(各 4 件)、Formosat(1 件)などのデータによって、延べ 94 の衛星地図画像が web サイトで提供されている。空間分解の高い画像が良く使われていることがわかる。実際に提供されたデータは 3 月 12 日から 20 日に得られた画像で、WorldView が最も多い 6 日分、SPOT は 12 日から 14 日の 3 日分、RapidEye はプロダクトは多いが 3 月 12 日と 13 日、IKONOS は 3 月 12 日と 14 日、GeoEye は 3 月 13 日と 19 日のいずれも 2 日分の観測データである。なお JAXA に送られた衛星データで web サイトに載っていない衛星データも多数ある。IDC では関連した衛星データだけが単純に大量にやりとりされることよりも、個々の災害の状況に応じて最適な衛星画像が使用されることを確保している。

災害翌日の 12 日に得られた SPOT 画像が処理され、仙台―相馬地域の津波被災地情報として、縮尺 10 万分の 1 相当の衛星地図として web 上で提供されたのは翌 13 日であった（Charter call ID359, Product No. 05)。2010 年までのチャータ発動では、最初の画像が配布されるまでの平均日数は 7.8 日であり、それに比べると今回の対応は極めてすばやい対応であったと言える。

しかし、被災現場では模造紙に描かれた略図を使っており、被災後の地図への需要は高かったが、これらの衛星地図が被災地の現場で使われていた例は聞かなかった。いくつかの問題点を指摘することができる。

・縮尺 10 万分の 1 では縮尺が小さい
・衛星データの処理が提供機関ごとにばらばらで、仕様が統一されていない
・英語で書かれているため地方自治体では一般提供には向かない。
・継続性が担保できない

４．JAXA による衛星観測情報の公開

JAXA は内閣府への衛星観測情報提供とともに、web サイトでの公開を行った。「ALOS による東日本大震災の緊急観測結果」と題して 33 回に渡って、衛星画像や冠水域の面積集計情報を提供した。被災 2 日後には、3 月 12 日の AVNIR-2 と被災前の PRISM を利用した冠水域画像と FORMOSAT-2 による冠水域画像、それに長野県・新潟県の AVNIR-2 画像を公開した。

33 回の公開で、PRISM が表だって使われたのは 3 回、AVNIR-2 と PALSAR がいずれも 17 回、TerraSAR-X が 2 回、RapidEye が 1 回である。対象は津波が主で、液状化が取り上げられたのは 3 月 21(10 日後)であった。AVNIR は光学センサで、雲の影響も少なくなかったが、地表の見える画像ではほとんど解説がいらないくらいに、明瞭に被害の状況が掴めた。被災前からの時系列変化は、衛星画像の周期的観測能の有効性が良く示されていると言える。

一方、PALSAR は雲の影響は見られないが、被災前後の画像合成ではかならずしも輪郭がはっきりせず、概況を示す程度である。また強調されている画像は冠水域の画像が多く、水の引いた被災地の識別は困難であった。特に被災した市街地には冠水は

みられず、田畑が冠水しているだけの場合が多い。被災前に水田に水が張っていたら、どのように見えたのか疑問が湧く。JAXA が推定した冠水面積は航空写真による津波到達域の判読面積の約半分であった。浸水面積と市街地の被災地を示す画像表現の工夫が必要であろう。

PALSAR の利用では差分干渉画像も地殻変動を示す画像として 5 回取り上げられた。これらは地殻変動の概観には役立つが、実際の国土データとしては国土地理院の基準点情報が使われる。

PALSAR や AVNIR で漂流物を捉えた画像が公開された。しかし 3 月 13 日に得たデータを 23 日に提示している例では、その利用法として船舶の航行における障害物発見を挙げているにすぎない。被災から 3 週間後に、漂流していた建物の屋根にいた犬が生還したニュースがあったが、もっと早く情報を提供していれば漂流物と共に流された「人」も発見できたのではないだろうか。船舶の航行情報にしても 10 日後の情報では有効に利用できないだろう。津波に対応した情報利用を準備 (’想定)してなかったことは大いに反省すべきことである。

５．災害時における緊急撮影協定

国土地理院との協定によって、災害時の航空写真は地理院が買い上げることになっている。撮影地域を分担した撮影計画が策定され、航測会社の協働作業で 3 月 12 日には撮影が始められた。その機動力は高く評価されるべきであろう。第 1 期の撮影は 13 日と 19 日にも行われ、補助的な撮影は 4 月 1 日と 5 日に行われた。また、第 2 期の撮影は 5 月から 11 月にかけて行われた。いずれでもデジタル航空カメラが使われ、デジタルデータとして容易に提供できるようになっていることも利便性を高めている。

しかし、広域災害であったために、周期的な撮影は困難で、これまでにほぼ２巡の撮影である。画像数も多く、処理に手間がかかることもマイナス要因である。また、提供されている画像の座標系が日本独自の平面直角座標系であるため、Google Earth などで利用するには世界測地系への変換が必要となる。なお Web 上で公開されている画像はファイルサイズ等の問題から 1 画素を 50cm に編集しており、縮尺 5 千分の 1 の航空写真地図とすることが可能だが、申請によってさらに高分解能の画像を利用することもできる。

６．おわりに

産総研の運営する GeoGrid では ASTER データと ALOS データを利用した被災地の情報提供を 2011 年 4 月 1 日から 7 月 16 日まで行っていた。ALOS が運用を停止したことも有り、日本の ASTER データへの期待は大きいが、情報提供を継続する仕組みが必要である。国際災害チャータで提供された画像は 3 月 12 日から 20 日までの 9 日間の観測データのみである。地震、津波、余震、さらに復興を考えるとさらに長い国際協力の枠組みを望みたい。また、このような広域災害では、現場で利用できる形式での情報提供にはボランティアの活動も不可欠である(表 1)が、一層の協調活動を望みたい。

なお、参考資料は表 1 に関連する Web サイトで確認できる。

表１　リモートセンシング関連情報の主な提供サイト　(国土地理院のサイトを参考に編集)

国・行政機関・自治体・研究機関等			
国土交通省 国土地理院	地理情報提供	空中写真、地殻変動、測量成果、地図、デジタル標高地形図、浸水範囲概況図、交通関係情報等	随時更新
宇宙航空研究開発機構 (JAXA)	衛星による東日本大震災の緊急観測	ALOS 及び海外宇宙機関の協力により提供された衛星による緊急観測結果を公開	ギャラリーで運用
	画像ギャラリー:)防災・災害	世界の防災・災害観測	
防災科学技術研究所	ALOS 衛星画像緊急 WMS 配信 暫定ページ	ALOS が撮影した災害前後の被災地等の衛星画像を WMS(Web Map Service, ISO-19128)で配信	2011/3/14 更新
防災科学技術研究所	ALL311:東日本大震災協働情報プラットフォーム	衛星画像・空中写真・交通情報・避難所マップ等、災害対応に有用な各種地図・地理空間情報	
情報通信研究機構(NICT)	東日本大震災 被災地の観測	Pi-SAR2 を用いて、東北地方太平洋沿岸及び主要道路付近を、3 月 12 日、18 日に観測した画像公開	2011/3/18 最終
農業・食品産業技術研究機構	被災地空中写真 WMS / TMS	地理院の被災後空中写真を WMS(Web Map Service)/ TMS で提供、ウェブブラウザで表示	2011/10/23 更新
産業技術総合研究所	GEO Grid 災害対応タスクフォース	衛星画像による被害把握や地震動マップ等のハザード情報を WMS と KMZ ファイルで提供。	2012/1/25 更新
東大生研 沢田・竹内研究室	衛星津波被災判読図	地理院オルソ航空写真の投影変換済 PNG, KML ファイル, 津波到達判読ライン, 統計 GIS データ	2011 年 9 月 7 日更新
東京農業大学・東京情報大学	日本大震災支援プログラム	被災地の MODIS の衛星画像や海水温度を GeoTiff data や画像データで公開	2011 年 7 月 10 日更新
東北大 災害制御研究センター	津波による建物被害地図	国土地理院航空写真から建物の流失の有無を調べ、住宅地図上に表示したものをPDFで公開。	更新日不明
首都大学 渡邉研究室	東北地方太平洋沖地震:3D 写真オーバーレイ	GeoEye 画像、パノラマ写真、建物写真などを Google Earth で一元的に表示	
ハーバード大学	Japan Sendai Earthquake Data Portal	東日本大震災関連のデータを集約してポータルサイトとして公開。	
	2011 年東日本大震災デジタルアーカイブ	基盤的な GIS データ、被災情報、放射線情報などを表示可能(Google Earth で表示)	
German Aerospace Center (DLR)	TerraSAR-X Change Analysis of Sendai	DLR が所有している衛星 TerraSAR-X の解析結果を画像と KMZ ファイルで公開	2011 年 3 月 18 日更新
	Interactive view of RapidEye images	被災前と 3 月 12、13 日に得られた RapidEye 画像をオーバーレイ合成でインタラクティブに比較	
International Chater	International Charter Space and Majer Disaster	世界中の宇宙機関による地球観測衛星の画像を集約し、公開	

大規模震災における空間情報技術の応用 -東北地方太平洋沖地震への初動対応と復興支援-

Application of spatial information for the reaction of the huge earthquake -Response and recorvery for the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake-

○岸浩稔[1]・竹田亮太郎[1]・山崎大[1]・徳永冠也[2]・澤田義人[2]・越智士郎[2]・遠藤貴宏[2]・沢田治雄[2]
kisshi@iis.u-tokyo.ac.jp

Abstract: *Spatial information products for the response of the 2011 Tohoku earthquake were developed in this study. Firstly, reasonable information for the governmental sectors and field investigators in the hazarded area for the reaction of the earthquake were considered by our project members and we concluded the important points were the applicability and the accessibility for the spatial information. Secondly, remote sensing dataset such as aerial photos distributed by Geospatial information authority, Japan and GIS dataset were processed to share on the Google Earth (GE). In this process, Tsunami inundation line was interpreted and digitized comparing these aerial photos to satellite images taken before the earth quake on the GE. Finally, Tsunami line aerial photo maps were published to understand the damaged area for the governmental sectors, field investigators, researchers and volunteers. These all products were distributed through our website.*

***Keywords*:** 2011 Tohoku earthquake, Tsunami, Disaster response, Aerial photo, GIS and Remote sensing.

1 はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は未曾有の被害をもたらした．とりわけ津波による沿岸部集落への被害は甚大なものがあり，太平洋沖沿岸数百キロに及ぶ広大な被害の把握は，初動対応において復旧，復興へ向けた重要な基盤情報となる．東京大学生産技術研究所地球環境工学研究グループでは，国土地理院提供のオルソ航空写真[1]と Google Earth を用い，災害前後の画像を比較し津波浸水域の判読を行った．また国土情報を収集し，それらを災害初動対応に貢献する空間情報プロダクトとして整備し，現地調査団，行政機関，研究者広く提供する資料としてウェブサイトを通じ一般公開した．以下，開発の意図と成果物，そこから見えた課題について報告する．

2 プロダクト開発

2.1 開発プロダクトの検討

筆者らは，まず行動すべき内容について検討した．災害初動段階において重要な点は，被害状況の迅速かつ適切な把握である．今回の大震災では被災範囲が広大なため，リモートセンシングによる撮影データを基盤情報とし，被害状況を把握することが有効と考えた．さらに深刻な被害をもたらした主要因が津波によるものであったため，浸水範囲を示し被害の規模を明らかにする必要があるとした．同時に，標高や人口，避難所となる公共施設といった統計・GIS データを整備し，地図上で様々な情報を重ねて把握できることが有用と考えた．これらを町丁目による区分で参照できるようにすることで，とりわけ行政の中枢ならびに現地活動者に対して，建造物等の被害状況の把握と復旧活動の方針立ての意思決定材料となる空間情報を提供することができると考えた．整備された情報は，必要とする人々が簡便に入手できるようウェブサイトを通じた一般公開とし，作成プロダクトは Google Earth 上で参照できるようにすることにした．これにより高価なソフトウェアや導入の知識・技術の敷居を低くし空間情報へのアクセスを容易にするとともに，他より提供される情報（位置情報付き写真や道路運行情報など）との協働や，過去の衛星画像を参照することによる比較が可能となる．さらに，Google Earth ではポリゴンやラインの作成による情報の追加・修正といった，更新が可能な GIS ソフトウェアとして機能することができるため，状況変化のある災害復旧の情報プラットフォームには最適と考えた．一方で，通信環境の遮断された現場の自治体あるいは被災者が必要とするものとして，これらの情報を集約した紙媒体の地図を作成することとした．現地入りしての活動に用いることを考慮し，集落の全容を把握しつつ詳細な状況も確認できる範囲で，持ち運びが容易な大きさとして，A1 サイズの印刷にて縮尺 1 万分の 1 となる地図を作成することにした．

以上の検討より，1) 被害状況の把握のため．建造物の判別できる解像度の可視画像を用意すること，2) 津波被害の把握のため，津波到達ラインの情報を用意すること，3) 復旧案の検討のため，町丁目の区分で，被災状況と他の情報を組み合わせ参照できるシステムを整備すること，4) 情報を必要とする人々へ適切な形として届けること，以上 4 点を実現するためのプロダクトを整備することを目的とした．

[1]国土地理院 http://saigai.gsi.go.jp/h23taiheiyo-hr/

[1] 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻
[2] 東京大学生産技術研究所

2.2 プロダクト開発手法

Figure 1 にプロダクト開発の構成を示す．国土地理院では災害発生直後の 3 月 12, 13 日に東北地方沿岸部を撮影した，解像度約 80cm の高解像度カラー航空写真を公開している．それを利用し，まず，国土地理院提供のオルソ航空写真 (2011 年 4 月 10 日現在 2672 シーン) を収集し，Google Earth 上で閲覧を可能とするため，緯経度の世界測地系へ投影変換，png 形式の画像と kml の位置情報ファイルを作成した．次に，Google Earth 上で被災後航空写真と被災前衛星画像，国土地理院より配布された浸水範囲概況図，報道情報等を参照することにより，津波到達 (浸水) 域ラインを作成した．次に，町丁目，人口，標高，避難所などの公開されている GIS データを収集し，kml と shp の 2 形式へ変換した．最後に，オルソ航空写真，浸水域判読結果，GIS データを利用し，被災地域に着目した浸水域航空写真地図 (縮尺 1 万分の 1) を作成し，それぞれのプロダクトをウェブサイト上で配布する環境を整えた．

3 配布プロダクト

1. 世界測地系に投影変換した被災後航空写真　被災後撮影の投影変換済航空写真を，地理院の配布する画像番号による区分，0.05 度グリッドに分割した区分，2 万 5 千分の 1 地形図の範囲に分割した区分の 3 通りで作製した．

2. 浸水域ライン　航空写真判読により推定した津波到達 (浸水) 域ライン．特徴として，判読は道路区画レベルで詳細に検討されており，ラインデータは GIS の解析にも利用できるよう kml と shp の 2 つの形式にて整備している．判読者間のクロスチェック，現地調査との検証は行っていないため精度については評価していなく，今後の課題である．

3. GIS データ　国土数値情報，基盤地図情報，統計 GIS，Google 災害情報より得た，町丁目境界，人口，標高，避難所などの GIS データを整理した．

4. 浸水域航空写真地図 (縮尺 1 万分の 1)　被災地について，地域ごとに航空写真の上に GIS データを重ね，被害状況の把握，復旧活動，復興計画に参考となるよう，A1 サイズの印刷で縮尺 1 万分の 1 となる地図を作製した．Figure 3 に仙台石巻港周辺の浸水域航空写真地図を示す．画像データとしてのみでなく，紙媒体として印刷し，現地調査団やボランティア，自治体に配布している．

Figure 2 にプロダクトの活用事例を示す．浸水域航空写真地図が活用されたボランティア現場 (a)，浸水ラインデータの (b) 東京大学五月祭の展示 (a) と地図会社の広報活動 (b) への利用，画像データと浸水域航空写真地図は，iPhone/iPad アプリケーションのコンテンツとなっている (c)．

4 考察

筆者らの議論に挙がった，大規模災害における空間情報の応用における課題を以下に示す．

1. 空間情報を評価し整理する機関の設置　地震発生直後から様々な画像や地図が提供された結果，情報が拡散，散乱し，どこに必要な情報があるのかが不明瞭であった．例えば空間情報について，時空間解像度における情報の区分，1 次-2 次加工データの差異，情報入手までの容易さ，そういった点を評価し情報を収集，再構築し，想定される用途とユーザーへ適切に誘導できる仕組みが必要であると考える．被災された方々，彼らを慮る遠方の人々，復興に関わる行政機関，現地で活動するボランティアや自衛隊，防災に関わる研究者，それぞれの立場の人々が欲しい情報のニーズに対応できる情報の評価と整理が必要である．

2. 広域災害における衛星データ活用法の検討　災害直後から，航空写真，衛星観測データの情報が広く提供された．航空写真は高い分解能と雲の影響のない貴重な情報として広く用いられたが，これほど広域に渡る地域のオルソ処理をして配布されるまでには数日を要した．一方で，衛星では画像の取得直後から広域処理ができ，撮影直後半自動的に被害状況を客観的に評価できるような解析が行われていれば，災害直後の適切な支援分配に貢献できたであろう．大規模災害発生直後に対応可能な数時間単位で可能な衛星データの活用法を再検討する必要がある．

3. 空間情報発信の協働体制の構築　筆者らの取り組み以外にも，浸水域の判読は国土地理院や地理学会からの提供があり，航空写真を閲覧する仕組みには Web Map Service を通じた提供等がある．それぞれ作成手法や公開方法の違いがあり，比較による精度の向上や多様な用途に応じる機会の提供という利点がある．しかし実際は別機関でどのような取り組みをしているのかの把握が難しく，どういった貢献に取り組もうかという決定に迷いが生じてしまった．空間情報に関わる機関で情報を共有し，このような緊急時に協働できる情報共有の体制が必要であると感じた．

5 おわりに

東北地方太平洋沖地震への初動対応として，空間情報技術の応用手法を検討し，プロダクトの開発と配布を行った．緊急災害の初動対応には「現場で役に立つ情報」が「迅速かつ客観的に」求められ，リモートセンシングや GIS はまさにその点で貢献のできる技術であると感じる．

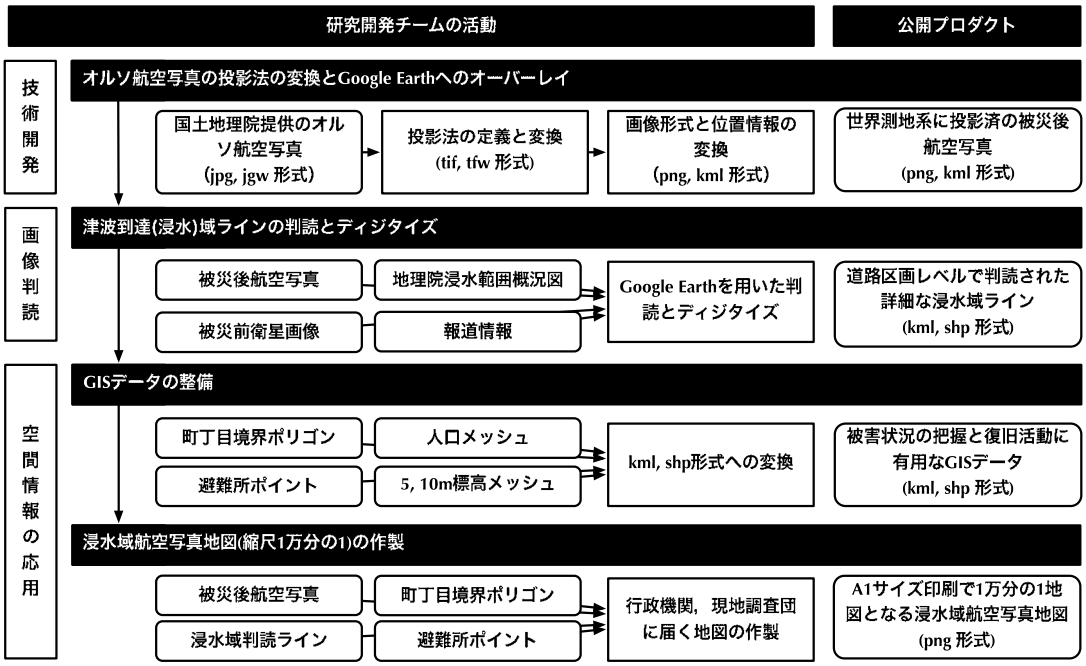


Figure 1: Flowchart of this study.

(a) Supporting volunteer activity in Shiogama.

(b) Exhibition contents in University of Tokyo.

(c) Elevation and inundation line in Sendai (From Hokkaido-chizu Inc.).

(d) Chizu-burari iPhone/iPad application (From ART-Promotion Inc.).

Figure 2: Products application uses.

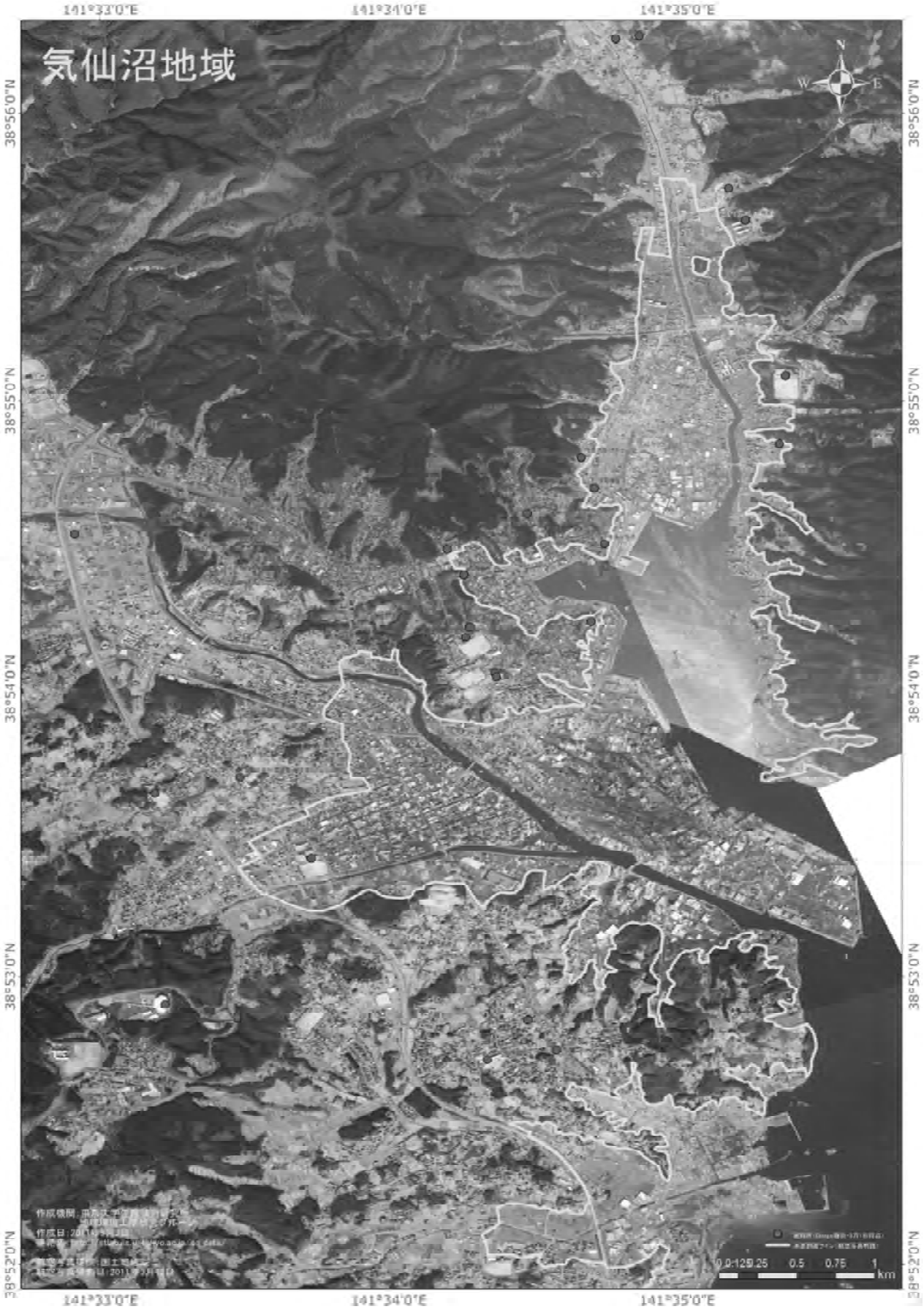


Figure 3: Tsunami line aerial photo map (Kesennuma, 1:10,000 scale).

リモートセンシングを用いた津波浸水域把握に関する研究

中尾悠士（東大社会基盤学専攻）・沢田治雄（東大生産技術研究所）
nakao@iis.u-tokyo.ac.jp

1　はじめに

津波による被害は時として国境を超える広範囲に及び、災害発生直後の被災状況を把握することが重要でありながら困難である[Eguchi *et al.*, 2003]。現在津波被害把握の方法としては、被害予測・シミュレーション・リモートセンシング・現地調査などがあげられる。以下にそれぞれの特徴をまとめた。いずれの場合も浸水ラインを最も基本的な情報のひとつとしてとらえている。

・被害想定

あらかじめ過去の記録などから起こりうる地震を想定し、これらの内津波を発生させる可能性のある断層について津波の数値シミュレーションを行うもの。沿岸に到達する津波の高さや到達までの時間といった結果が得られる。この結果を利用した浸水域等の具体的な被害の算定などが行われ、ハザードマップとして公表されることもある。

しかし被害想定に用いる地震は数百年間の記録などを基に予測されてきたもので、想定やシナリオには限界がある。このため、実際の被災地域が想定浸水域を大きく上回ることもある。例えば2005 年に政府中央防災会議の下に設置された専門調査会が日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震について、物的・人的・ライフライン・交通および経済の被害について定量的に算定していた。一方で東日本大震災では実際の地震動の範囲、津波高、津波の範囲、浸水域、や人的・物的被害等において想定をはるかに超える結果となり、ハザードマップ上で津波が来ないとされていた地域にも大きな被害が生じた。

・シミュレーション

震度計からの震度情報や GPS 波浪計からの情報などを利用し、沿岸に到達する津波を予報する。ただし、現在日本ではこの観測結果から直接津波を計算するのではなく、上記事前予測の計算結果を津波予報データベースに保存・蓄積したものを利用する。地震発生時はこのデータベースから、発生した地震の位置や規模などに対応する予測結果を即座に検索することで、沿岸に対する津波警報・注意報の迅速な発表を実現している。出力される結果は津波の沿岸での高さや到着時間で、気象庁では津波の高さとして 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10m 以上といった、具体的な数字での発表をしている。

・リモートセンシング

航空機や人工衛星から地上を撮影したデータを使う。広範囲を素早く、また比較的安価に取得可能という特徴がある。2004 年に発生したスマトラ沖の巨大地震では、インド洋全域にわたって津波被害が発生し、被害の甚大さから国際チャーターによる衛星の集中観測も行われた。このため比較的多くの活用事例が残されている[ICUS, 2009]。

被災直後においては航空機による測量で被災地の状況を把握することが、天候や回帰周期に左右されないために有効である。一方で航空機による撮影では、広範囲にわたる津波被害に対し、国境を越えた撮影などが難しい場合もある。

得られた画像を利用できるデータにするには加工が必要で、津波被害の把握としては、画像を技術者が目視で判読、解析するために時間がかかる。また、この方法では被害を受けた範囲が倍になればその分時間も倍かかる。東日本大震災の場合、被災地ほぼ全域の津波浸水ラインが報道発表されたのは 3 月 18 日のことである。

・現地踏査

もっとも精度が高いものの、広範囲を網羅する

には大勢の人手が必要でコストも高い。被災直後の混乱の中、すべての地域において素早く被災地域を一括して把握することは非常に困難である。また、被害が大きい地域ほど現地踏査が難しい。今回、対象として取り上げた宮城県山元町は以前から付き合いのあった測量会社に依頼をして数日のうちに結果を入手できたが、近隣市町村では同様の期間内には現地踏査を実現できていない。

つまり影響を受けた可能性がある世帯等の津波被害の把握に効果的な津波浸水域は、事前の予測やシミュレーションから求めたものは津波の発生直後に入手できるものの精度が低く、精度が高いリモートセンシングデータの目視判読や現地踏査は初期段階には提供されないということになる。比較的精度が高く、素早く広範囲の被害を把握する仕組みが不足している。以上を踏まえ、本研究は人工衛星から撮影された画像を用いて津波浸水域を半自動で把握する手法を提案することで、被害把握の迅速化を目指す。

2　手法

本研究では津波浸水域目視判読時に主な判断材料として利用した瓦礫を用いた浸水域の自動判読を行う。すなわち、瓦礫が分布している範囲が津波による浸水域とする。まず、地形等の地域特性に応じた対応のために画像を海岸に沿って 1 分（およそ 1.8km）に区切る。続いて各画像内で瓦礫を抽出し、その後標高に対する瓦礫の分布から標高をしきい値に浸水域線を決定する。瓦礫を抽出する際、本研究では利用する衛星画像の解像度が 0.50m と高いことから画像からオブジェクトベースの土地被覆分類を行う。これは高解像度の画像をピクセルごとに分類する方法では多数のノイズが発生するためである。ピクセルベースとオブジェクトベースの土地被覆分類の特徴を以下にまとめる。適切にオブジェクト化を行うことで、より正確な土地被覆分類が可能になる。

・ピクセルベース

ピクセル単体で土地被覆を分類する。各ピクセルの持つスペクトル情報のみを基に分類を行う。空間解像度の比較的低い画像を利用して土地被覆分類を行うのに適している。

・オブジェクトベース

隣り合うピクセルの輝度差などを用いることで複数の隣接するピクセルから構成されるオブジェクトを生成し、オブジェクトの属性を用いて土地被覆分類を行う。スペクトル情報の他、面積や形といった空間情報も分類に利用でき、高解像度の画像を分類するのに適している。

今回使用した ENVI 画像処理ソフトでは、細かさという 1 つの変数のみを用いてオブジェクトの生成を行う。また、一度エッジ検出と細かさの指定により分割したオブジェクトを再度隣り合うオブジェクト同士を結合するということが可能になっている。図 1 に画像のオブジェクト化の実例を示す。道路や家屋といった特徴が適切に捉えられているのがわかる。また、瓦礫に関してもそれ以外と明確に区別されてオブジェクト化されていることが見て取れる。本研究では画像をオブジェクトに分割する細かさを 30/100、その後結合する度合いを 90/100 とした。

図 1 画像のオブジェクト化

瓦礫に特徴的な「オブジェクト内の穴の数」の割合を図 2 に示す。瓦礫オブジェクトは実際には複数の木材などの集合である。このため輝度で分ける今回の手法を用いると木材の色の違いや含まれる車両などからオブジェクト内部に複数の別オ

ブジェクトが生成される。こういった空間的な情報も土地被覆分類に利用できるのがオブジェクトベースの分類手法の特徴である。

また、図 3 に正規化植生指数（NDVI）について示す。正規化植生指数とは以下の数式で計算され、-1 から 1 の値をとる。数字が大きければ大きいほど植生が濃いことを表わす。

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{R}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{R}}$$

以上から、瓦礫の識別にスペクトル情報（特に NDVI）とオブジェクト内オブジェクトの数が有効と予想される。そこで、本研究では NDVI 値、バンド 1（青）、バンド 2（緑）、オブジェクト内オブジェクト数の 4 つの属性によってオブジェクトを瓦礫と瓦礫以外にわけることとする。実際には瓦礫の各スペクトル値等は撮影条件やその地域における瓦礫の種類によって多少左右される。そこで画像の対象範囲を細かく区切ることで、その地域に応じた瓦礫とそれ以外を分けるための各種属性のしきい値を決定する。

被災後の山元町を撮影した画像を 1 分（約 1.8km）ごとに分割する。分割された画像ごとにオブジェクト化の作業を行い、各 Strip の中から瓦礫に相当するオブジェクトを 10 個選ぶ。これら瓦礫オブジェクトの NDVI・バンド 1・バンド 2 の最小値以上、最大値以下およびオブジェクト内オブジェクト数 3 個以上という条件で瓦礫を抽出する。

図 4 に瓦礫の分類が適切に行われている例を青丸、瓦礫以外のオブジェクトが瓦礫として分類されている例を緑色の丸、瓦礫が瓦礫として分類されていない例を赤色の丸でそれぞれ示す。

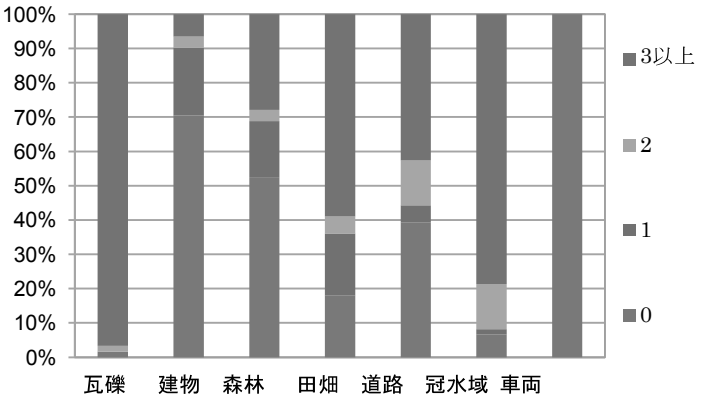


図 2 オブジェクト内オブジェクト数

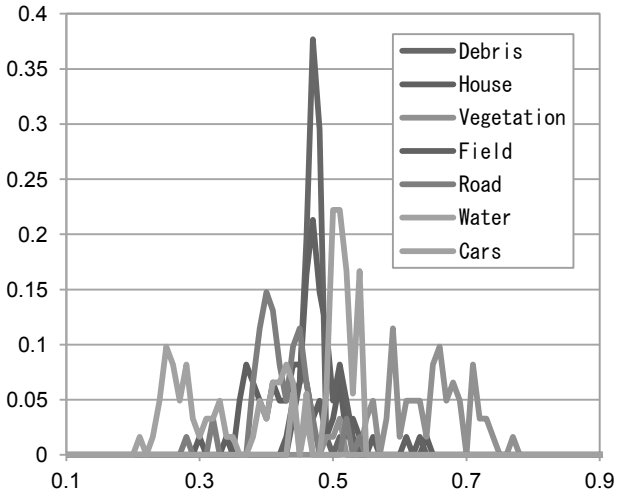


図 3 各オブジェクトの NDVI 値出現頻度

図 4 瓦礫オブジェクト抽出の結果

瓦礫とされるオブジェクトの抽出に続き、浸水域の決定を行う。瓦礫の存在する範囲を浸水域として扱いたい。ところが前項図＃に示されるとおり、瓦礫として分類されたものの中には瓦礫以外のオブジェクトも含まれている。そこで、瓦礫として分類されたオブジェクトの標高に着目する。ある標高より高い位置にある「瓦礫」は実際に津波による瓦礫ではないと考え、その標高以下の「瓦礫」のみ津波による瓦礫として扱う。

初めに瓦礫オブジェクトの標高を、2008 年に国土地理院より提供開始された全国 10m メッシュ標高モデルを利用して求める。なお、一部の都市計画区域についてはより高精度な 5m メッシュ標高モデルも整備されている。図 5 はとある Strip 内の瓦礫とされたオブジェクトについて横軸に標高、縦軸に 0 から 40m の 0.1m 間隔の各標高における瓦礫オブジェクトの出現頻度を表わしたグラフである。標高 3m 以下の低地にたくさんの瓦礫が広がっている様子と標高 5m 付近に瓦礫が集中する様子がグラフからわかる。標高 5m 付近については、津波が最終的に到達した部分に堆積した瓦礫を表わしている。従って、この Strip 内においては、標高 5m より高い位置にある瓦礫とされるオブジェクトについて実際に瓦礫ではない可能性が高い。

続いてしきい値となる標高の求めかたについて説明する。前記のように、しきい値としたい標高は Strip 毎、すなわち地形によって変化する。そこで標高を上げていった際、その標高より下に瓦礫オブジェクトの全体の何パーセントが含まれているか、という累積含有率に注目する。図 5 の赤い線の傾きが緩やかになる標高を津波が到達した標高としたい。図 6 にこの仕組みを示す。この模式図では含有率を 10%上げるために増やさなければならない標高が、津波の到達した境界を機に大きく増えている。

本研究においては累積含有率 40%から 1%毎に増やしていき、1%増やすために標高を 1m 以上上げなければならないときの標高をしきい値とした。また、これを各 Strip に対して実施した。図 7 に標高のしきい値より上にある瓦礫オブジェクトを除いた画像を示す。

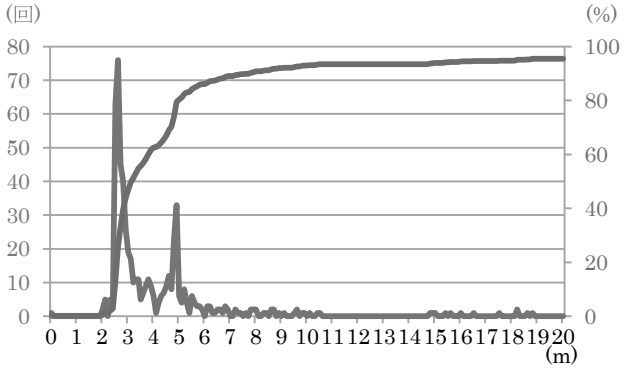


図 5 標高に対する瓦礫オブジェクトの出現頻度と累積含有率の例

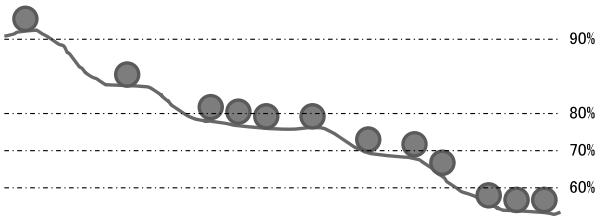


図 6 瓦礫の標高に対する分布の断面模式図

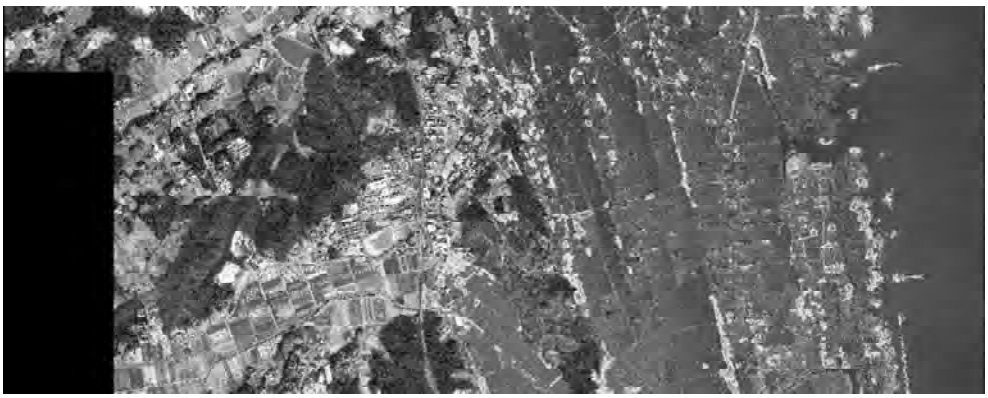


図 7 抽出された瓦礫（黄色）と破棄された「瓦礫オブジェクト」（赤）の例

3　結果

図 8 に自動判読から得られた津波浸水域線（緑色）と山元町による実地踏査の結果得られた津波浸水域線（青色）を示す。標高をしきい値に用いているため、丘など大きく標高が上昇する箇所で津波による浸水がとまった場所は自動判読と実地踏査の浸水線がおおむね一致している。一方で標高がなだらかに変わる地形では自動判読による浸水域線が浸水域を正確に捉えきれていない。

図 8 津波浸水域線

図 9 に自動判読と実地踏査の浸水域線の水平方向の差と垂直方向の差を示す。目視判読による浸水域線同様に垂直方向の差が目立つ箇所について、水平方向の差は小さいという部分がある。

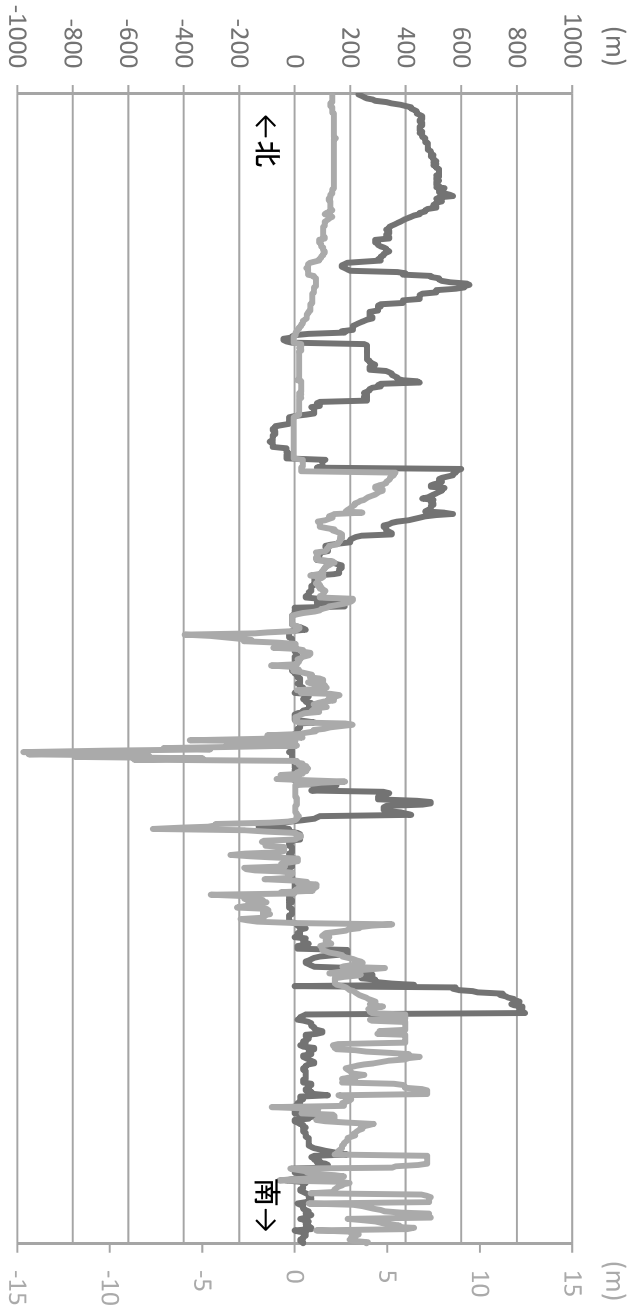


図 9 現地踏査浸水域線に対する自動判読浸水域線の水平方向の差（紫）と垂直方向の差（橙）

4　本研究の成果

本研究ではリモートセンシングを利用して津波浸水域を自動で判読する仕組みを示した。これにより広域にわたる津波災害発生後の初期段階で被害把握の精度向上が見込まれる。以下に本研究より得られた成果を示す。

・リモートセンシングによって得られた高解像度の画像を目視判読することで津波の浸水域を把握ができることが示された。この際、地面の色彩変化とともに、特に津波の到達線付近では瓦礫の有無が重要な判断材料となる。

・リモートセンシングによって得られた高解像度の光学衛星画像を自動処理することで津波の浸水域の概況を把握ができることが示された。ごく初期のシミュレーションと後日の実地踏査との間を精度および処理時間の観点から埋めることで、現場からの情報がなくとも津波被害の全体像把握が災害発生後初期段階で可能となる。

・国際災害チャーターなどの枠組みを利用することにより自前で処理能力を持たない地域や、複数の国や地域にまたがる災害発生時にも有効に機能する可能性が示された。

5　今後の課題

本研究より得られた成果を踏まえ，今後の課題について以下に列挙する。

・瓦礫と標高以外に複数の指標や被災前の画像を効果的に使うといった手法を組み合わせることによる精度向上を目指すことが必要。

・本研究では宮城県山元町の東日本大震災による津波被害について解析を行った。今後別の地域や異なる津波災害についても研究を進める必要がある。

・抽出された瓦礫を有効に使い、道路等の情報を組み込むことで寸断された道路ネットワークの検出などが考えられる。復旧計画や物資の輸送計画に役立てられる。

6　参考文献

[Adams, 2004]　Improved disaster management through post-earthquake building damage assessment using multitemporal satellite imagery., *Proceedings of the ISPRS 20th Congress Volume XXXV*. 6p

[CAO, 2001]　内閣府, 2001. 平成 13 年度版防災白書

[Eguchi et al., 2003]　Eguchi R., Huyck C., Adams B., Mansouri B., Houshmand B., and Shinozuka M., 2003. Resilient disaster response: Using remote sensing technologies for post-earthquake damage detection. *Research Progress and Accomplishments 2001-2003*, pp.125-137, 2003

[GSI, 2011]　国土地理院応用地理部, 東日本大震災に対する応用地理部の取り組み. 国土地理院時報 2011 No.122, pp91-96

[ICUS, 2009]　東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター, 日本リモートセンシング学会, 2009. 大規模災害におけるリモートセンシング技術活用事例に関する調査報告書

[JAXA, 2011]　宇宙航空研究開発機構, 東日本大震災対応報告書～地球観測衛星及び通信衛星による対応の記録～

[Koarai, 2008]　小荒井衛, 2008. 地形分類図と DEM を活用した磐梯火山のハザードマップに関する地理情報解析. 地学雑誌, 117(2), pp439-445

[Matsuoka, *et al.*, 2010]　Matsuoka M., Koshimura S. 2010. Tsunami Damage Area Estimation for the 2010 Maule, Chile Earthquake Using ASTER DEM and PALSAR Images on the GEO Grid, 2010. *Proc. 8th International Workshop on Remote Sensing for Disaster Response, EERI, MCEER and TokyoTech*, 7p

[中央防災会議, 2011]　内閣府中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 2011. 中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告（案）

[山元町, 2011]　山元町, 2011. 復興まちづくり土地利用構想(案). 「山元町震災復興基本方針」に関する住民説明会配布資料 9p

災害に関連したテキストデータの可視化手法の開発

○澤田義人・遠藤貴宏・沼田宗純・石川哲也・目黒公郎・沢田治雄（東京大）
e-mail ： *yoshitos@iis.u-tokyo.ac.jp*

１．はじめに

2011年は3月の東日本大震災をはじめ、1月には山陰豪雪、2月には新燃岳が50年ぶりに噴火するなど、前半だけでも深刻な被害を及ぼす災害が起きた。

東日本大震災では地震による被害もさることながら、地震によって発生した津波は最大で30メートル以上の高さであったと推測され、それが与えた被害は激甚であった。この津波は従来の津波ハザードマップなどで想定した地域よりもはるかに内陸まで到達したことが明らかになっており[1)]、ハザードマップの改訂など、今回の震災を踏まえての防災力の向上を目的とした防災計画の見直しが急務となっている。

今村は防災力の向上のために大きな役割を担っているのが防災情報であり、それら防災情報とはリスクマップなどの事前情報から、現況・観測データなどの事中情報および復旧などの事後情報であるとしている[2)]。

災害発生直後はさまざまな情報が錯綜し、被害状況を俯瞰的に捉えることは困難であると考えられる。しかし、データの解析によって情報を可視化することができれば、現在行われている活動について俯瞰するとともに、その後の救援活動をどのように展開すべきかを検討するための材料にもなり得る。

そこで本研究では、災害発生直後のテキストデータについて解析し、可視化を行うことを目的として、一連の解析手法の開発を行った。

２．解析手法

テキストデータは多数の中から異なる2つを選び出して比較することは容易である反面、多数の文書を比較することはかなり難しく、本研究では統計言語的解析を行った。形態素解析にはMeCab[3)]を、統計処理はR言語[4)]を用いて行った。R言語にはライブラリとして”RMeCab”[3)]が存在し、R言語から直接にMeCabを呼び出すことで形態素解析、結果の統計処理や可視化などの一連の解析処理をR言語で実行することが可能である。

文書分類にはSelf-Organizing Map(SOM)[5)]を用い、その初期配置はDistance Geometry法[6)]と多次元尺度法[5)]を用いて発生させた。対象となる文書数が多いため、これらの処理プログラムは自作した。

分類結果の可視化は自作のスクリプトで行ったが、単語の関連や発信者のつながりなどのComplex Networkの可視化にはPajek[8)]を用いた。

３．文書データの解析結果

本研究では、東日本大震災の発生直後（一部発震前を含む）の報道記事および山陰豪雪のツイッターデータについて解析を行った。

３．１．　東日本大震災発生直後の報道記事の解析

インターネットを通じて人力で収集された報道記事を解析の対象とした（収集期間：2011年3月9日～23日、14019記事）。

３．１．１．　記事データの統計量

記事の日付別、発信元別の記事数を図1に示す。記事データ本文の形態素解析を行った結果に基づいたトークン（単語・記号・数字等を含む）は、「福島」「地震」

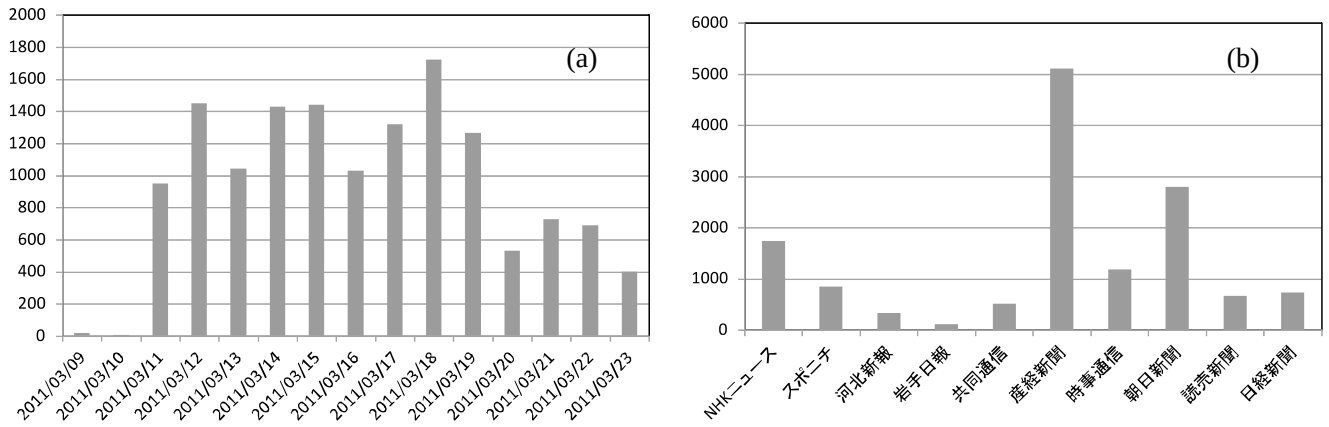


図１　解析に用いた東日本大震災の記事数（a:発信元別　b:日別）

「被災」「原発」等の単語の出現頻度が高くなっていた。

３．１．２．記事データの分類処理

記事見出しにある単語の出現頻度に基づきSOMアルゴリズムによって記事を分類した。SOMアルゴリズムは、Kohonenらが連想記憶の研究で開発したものであり、教師なしニューラルネットワークのひとつであるとされている[5]。このアルゴリズムは多次元データを二次元上に配置されたノードに非線形射影するもので、得られた二次元マップでは、データの類似性を反映して、類似したデータは同じあるいは近傍のノードに射影される性質があり、クラスタリングと可視化の両方の性質を持った結果が得られる利点がある。本研究では、この利点を活用してSOMを用いて文書の分類と可視化を行った。

SOMの初期配置は以下の方法で作成した：

i) 記事見出しデータに含まれる単語のうち「名詞」「形容詞」（12003単語）を抽出

ii) tf-idfの値を計算し、「文書-単語行列」を作成（行列要素はtf-idf）

iii) 文書間のEucild距離を計算して距離行列を作成

iv) Distance Geomerty法で文書を二次元に射影。

v) iv)で得られた2次元座標をMDS法[6]によって再配置し、SOMの初期配置を計算

SOMの繰り返し回数は100回、SOMサイズは10×10と設定した。

計算の結果、10×10のSOMノード上に解析対象とした14019記事が配置された結果が得られた。得られたSOMに関する統計値は、記事見出しデータは用いず、記事本文についての値で計算した。

３．１．３．分類結果の解釈

解釈のため、SOMの各ノードに対し、以下の量を計算した：

A) 該当ノードに所属する記事数

B) 該当ノードに所属する記事で出現する単語の種類と頻度の総計（名詞、形容詞のみ）

C) 記事全体の単語の頻度分布に対する、単語のZスコア

続いて、ひとつの単語に着目し、10×10のSOM上でのZスコアを可視化し、どのノードで統計的に優位に出現するかについて調べた。この作業をいくつかの単語で繰り返すことで、SOM上でのトピックの配置を明らかにすることができる。判読のキーとなる単語は解析者が選択した。

分類結果から主に以下のことを読み取ることができる。それらの内容を図2に要約した。

① SOMの左上～左では「地震」「津波」の出現頻度が高く、「震度」の頻度も高いことから「地震」「津波」そのものに関するトピックであること

② 「原発」「放水」「ベクレル」などがSOMの右～右下で頻度が高く、この部分は原発事故および放射能関連のトピックであること

③ 「計画」「停電」「運行」などがSOMの上～右上で頻度が高く、これらのノードは（東京電力の）計画停電に関連したトピックであること

④ SOMの左下では「避難」「物資」の頻度が高く、この部分は「避難生活」に関連するトピックであること

主に救援活動の担い手に着目すると、

⑤ 「自衛隊」の頻度が高いノードは「原発事故」のトピックに位置していて、原発事故対応にあたる自衛隊についての報道が多かったこと

⑥ 「警察」は特定のノードで非常に頻度が高いこと

⑦ 「消防」は原発事故関連の記事と、避難生活関連の記事が多いこと

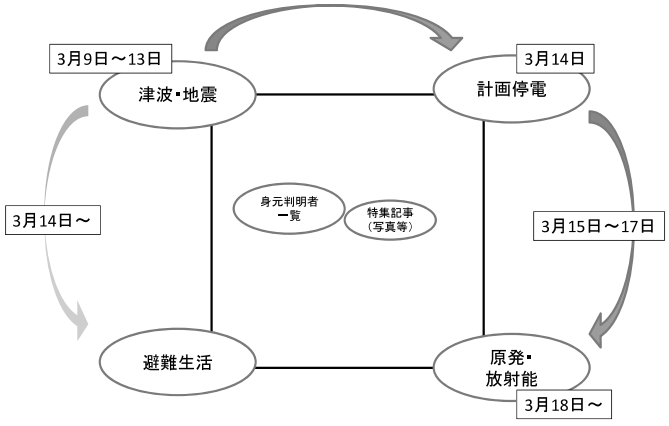


図2　SOM上でのトピックの位置と時間変化

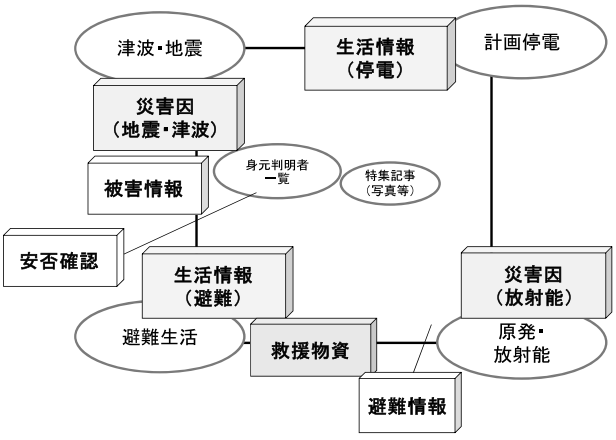


図3　SOM上にマップした情報の種類（文献2による）

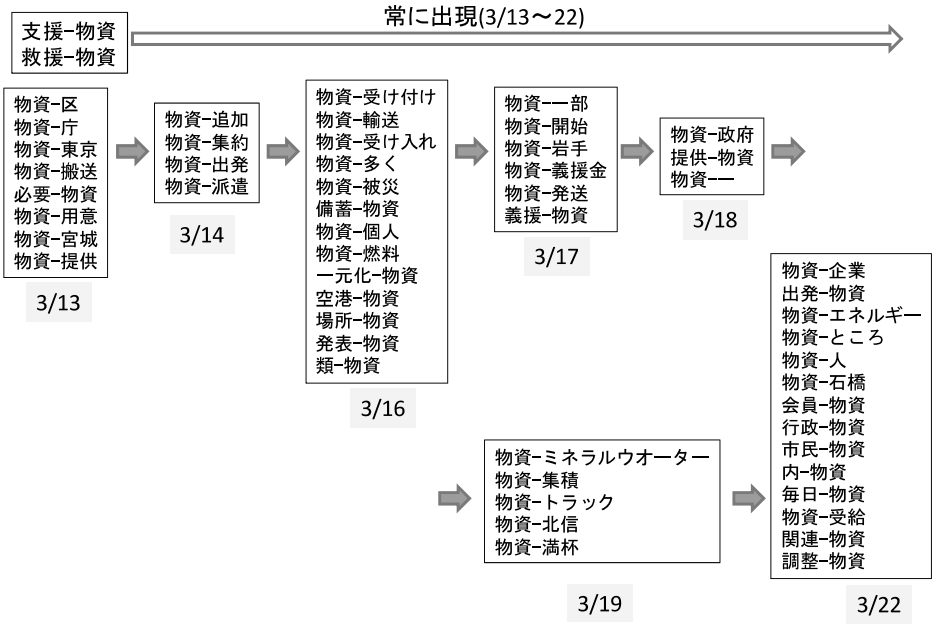


図 4　「物資」関連 bigram の出現日

⑧　「ボランティア」は避難生活に関連している記事が多いこと

さらに、地域（地名）や企業名に着目すると、

⑨　「福島」「宮城」「岩手」「東京」はそれぞれ高頻度を示すノードの位置は異なっており、「福島」は主に原発事故、「東京」は計画停電の影響についての記事と関連すること

⑩　「東京電力」は、高頻度のノード分布がSOM上で明確に二つに分かれており、それぞれ原発事故関連と計画停電関連の記事であること

などを読み取ることができる。「警察」が高頻度で出現するノードには身元判明者一覧の記事が特異的に所属していた。また、写真を主とした解説記事も連日掲載され、SOMノードの中央付近にはそれらの記事が所属していた。さらに、SOMの左下で高頻度となる単語としては「物資」「紙おむつ」「毛布」「不足」「寒い」があり、避難生活で物資が不足していること、避難生活を寒く感じていることも読み取ることができる。

今村は文献2で、災害直後で住民に必要な災害情報の種類として、①災害因（震度・震源・波高）、②被害情報、③危険度／警報、④避難情報（避難指示）、⑤行動指示、⑥生活情報、⑦安否情報・安否関連情報、⑧救援物資・ボランティア、の8つを挙げている。文献2の表-1と各ノードでZスコアの大きな単語を見比べることで、これら8つのうち「災害因」「被害情報」「避難情報」「生活情報」「安否情報・安否関連情報」「救援物資・ボランティア」は容易にSOM上にマップすることが可能である（図3）。

「生活情報」に該当する情報も、避難所と東京電力管内では当然のことながら内容が異なるが、SOM上でも異なった位置にある。文献2の表-1には今回のような原子力事故は含まれていないが、SOMでトピック分類することで、未経験の種類の全く異なる災害であっても情報の分類と整理が可能であることを示している。

３．１．４．各ノードに所属する記事数の時間変動

前震とされる地震が起きた3月9日には地震そのものの記事だけであり、3月10日も同じ内容の記事があったことがわかる。主要トピックは、3月13日までは災害因とされる地震や津波の規模のトピックが多数であるが、3月14日には計画停電関連となり、その後は原子力関連のトピックが多数になる。これとは別に、3月14日以降、避難生活関連のトピックも増えている。トピックの変化を模式的に表したものを図2に示す。

３．１．５．「物資」に関連した記事の解析

今回の災害でも救援物資の調達は大きな問題となっている。震災直後の救援物資の流れを記事データから抽出可能かの検討を目的として解析を行った。解析は「物資」「紙おむつ」「毛布」の単語がともに高頻度で出現した(3,7)ノードを対象とした。(3,7)ノードには115件の記事が所属し、名詞および形容詞で1768種の単語が出現した。これらの記事データについてbigram（同一文中で連続する2語）解析を行った。「物資」を含むbigramは、(3,7)ノードにおいても関係が密な部分には存在せず、少数の単語としか関係していない。「物資」を含む55個のbigramについて記事の出現日毎に可視化した結果を図4に示す。

記事では、出現日の前日に事象が起きたと推定できる（図4は記事の日付）。発災翌日の12日には東京等で支援物資が用意・準備され、13日に出発、14日に受け入れされた流れが推測できる。

３．１．６．リモートセンシングデータの活用

今回は被災地域が東北から中部地方におよぶ非常に広い範囲にわたっている。これまでにも広域災害では被害状況の把握に人工衛星や航空写真などによるリモートセンシングデータが活用される事例も多い。近年、国際災害チャーターの枠組みも整備され、チャーター発動件数も年々増加している。

3月11日の東日本大震災関連した記事で、人工衛星データや航空写真がどのような形で記事に現れたかを解析した。

「航空写真」という語が出現した記事は5件（全体の約0.04%）で、「人工衛星」「衛星画像」では181件（全体の約1.3%）であった。3.1.3.節に述べたSOMでの分類の結果、SOMの左上で「航空」「写真」の両方の頻度が高いノードがある。これは津波による浸水面積の航空写真による推定を記事で取り上げているのが主である（ALOS/AVNIR-2やMODISを取り上げた記事も少数ながら存在）。

一方で、「衛星」はSOMの右下(10,10)のノードに特異的に表れている。これは原子力関連で、放射能のため飛行禁止区域となった福島第一発電所、特に水素爆発前後の画像を記事で扱っている。

「航空写真」関連記事のbigram解析の結果は「津波」が大きなノードとなっており、記事を代表するトピックであることがわかる。単語間の関係（リンク）を辿ってゆくと、

- 海沿いの土地を国土地理院が撮影
- 津波被害把握のため
- 「岩手」「陸前高田」「釜石」を記事で取り上げている
- 専門家が分析
- 被害面積の推定（「山手線の内側何個分か」など）

を読みとることができる。

人工衛星関連記事のbigram解析では福島第一原発の事故がトピックになっている。”IKONOS”という超高分解能衛星の名前が記事本文に現れているのが特徴的である（GeoEyeなど、他の超高分解能衛星の名称も現れた）。記事中でのリモートセンシングデータの扱いをみると以下のA)、B)のように大きく2つに分けることが可能である。

A) 「画像を見せる」ことを主眼とした使われ方

- 超高分解能衛星は福島第一原発関連の記事で頻出
- 上空撮影画像の代替
- 記事の図解の目的で利用

B) 「専門家の解析結果・コメントとともに示す」使われ方

- 専門家による解析結果を示す（航空写真）
- 専門家のコメントとともに示す（ALOSやMODIS）

超高分解能衛星以外のリモートセンシングデータは、専門家の解釈やコメントなしでは記事に登場していないのが現状であった。リモートセンシングの災害活用を広げる目的でも、すぐに使えるプロダクトの配布などの対応が必要であると考えられる。

３．２．山陰豪雪ツイッターメッセージの解析

2010年12月31日～2011年1月1日にかけて、鳥取県西部を中心に（昭和38年豪雪以来）約40年ぶりの大雪に見舞われた。道路・交通機関に大きな影響を及ぼし、一部では積雪のため停電。二次災害で死者も出るなどの災害となった。本研究では、以下の技術的課題を目的として解析手法の開発を行った。

① ツイッターデータの解析に必要なツールのチューニングおよび解析方法の開発
② ツイート内容の時間変動をモデル化する

３．２．１．ツイッターデータの統計量

解析対象としたデータは”#sanin snow”のタグがある発言とした（2011年1月1日～2月3日、総発言数5767）。日付別のツイート数を図5に示す。1月1日～3日にかけての発言数が非常に多くなっている。ユーザー別のツイート数を図6に示す。発言数でもべき乗分布であり、発言数上位100人で全体の62%の発言となっている。これは多数発言するユーザーが少数居る反面、大多数のユーザーはほとんど発言しない傾向を示している。

どのユーザーの発言に対して誰がリツイートしたかをネットワークとして可視化した結果を図7に示す（図は主要部分のみ）。矢印は「リツイート先」を示している。図7から、多くリツイートされる「影響力のある」ユーザーと、いろいろなユーザーの発言にリツイートする「ツッコミ」型のユーザーを見ることができる。同一発信者のツイート間隔の分布が図8である。これもべき乗分布であり、総発言数の約9割は30時間以内の間隔であることがわかる。

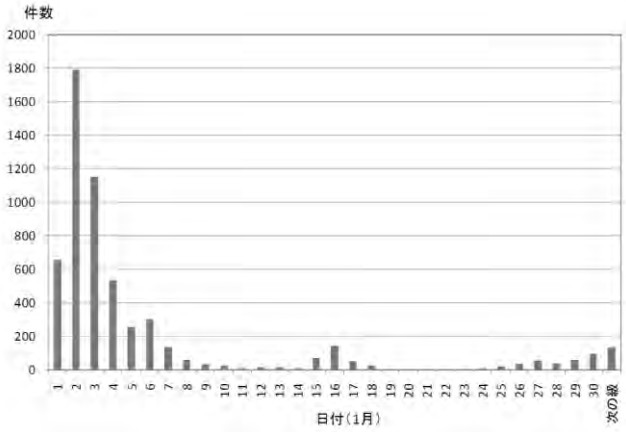


図５　日付別のツイート数

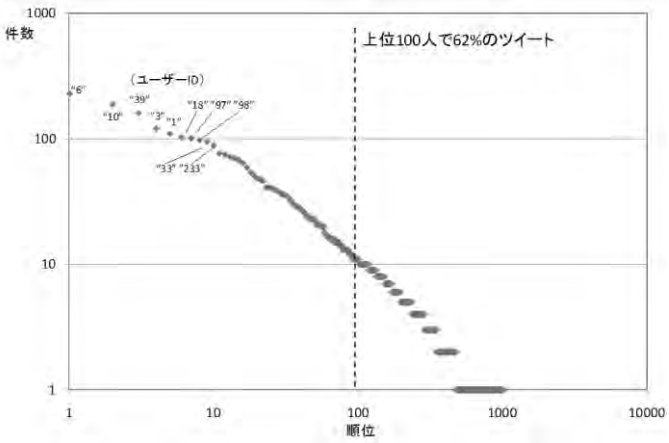


図６　ユーザー別の発言総数

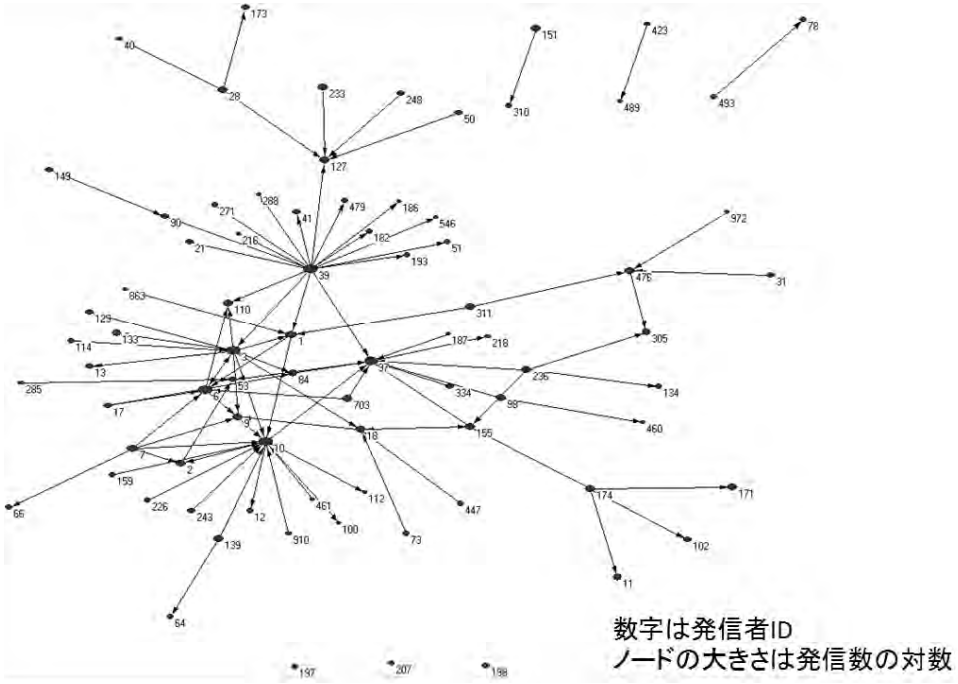


図7　リツイート関係の可視化結果

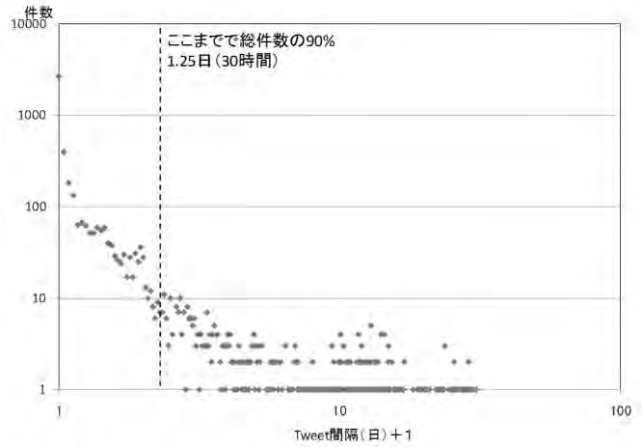


図８　同一発信者でのツイート間隔の分布

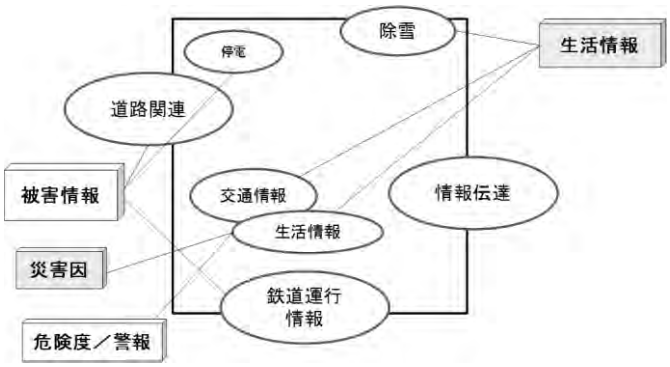


図９　SOM 上のトピックと情報の種類

３．２．２．ツイート内容の分類

3.1.節の解析と同様に、各ツイートで出現した単語の頻度に基づいて記事を分類した。ツイートは140字以内と短いため、名詞、形容詞に加えて動詞も解析の対象とした（6581語）。各ノードでの単語の出現頻度を基にツイート内容をSOM上にマッピングした結果が図9で

表１　隠れマルコフモデルの状態遷移確率

（状態i → 状態jに遷移する確率）

		状態i				
		1	2	3	4	5
状態j	1	0.973710	0	0	0	0.033192
	2	0	0.986008	0.004438	0.004010	0
	3	0.005714	0.003953	0.991221	0.003138	0
	4	0	0	0	0.992851	0.007878
	5	0.020575	0.010037	0.00434	0	0.958929

表２　各状態のトピックと情報の種類

状態	トピック	情報の種類（文献2）
状態1	気象情報	災害因、危険度／警報
状態2	生活情報	生活情報
状態3	鉄道	被害情報、生活情報
状態4	道路・積雪	被害情報、生活情報
状態5	情報共有	-

図10　隠れマルコフモデルの出力確率とトピック

ある。7つのトピックに分けた。ツイッターの特徴として「情報」「拡散」などの情報伝達を主題とした発言が多くみられた。今村が文献2で挙げた災害直後で住民に必要な情報は8種類であるとしているが、今回はそのうち「災害因」（積雪などの気象情報）「被害情報」「危険度／警報」「生活情報」の4つが対応すると考えられる（図9）。他の種類の情報が表れていないのは、「避難情報」については大雪でその場にとどまる人が多かったこと、「安否確認」「救援物資／ボランティア」はそれぞれ、1次災害で死者が出るような性質ではなかったこと、物資や人手を輸送する手段が大雪で奪われてしまったことの理由であると考えられる。

３．２．３．ツイート内容の時間変動解析によるトピックの抽出

同一ユーザーのツイート内容の時間変動を調べるために隠れマルコフモデルを用いてモデル化および解析を行った。発信者が同一のツイートでsequenceを形成するが、2日以上発信間隔が開いた場合には同一発信者でも別なsequenceとし、長さが3未満のsequenceは除外した。隠れマルコフモデルの状態数などのパラメータの推定にはAICを用い、モデルパラメータの初期値は乱数を使用して、異なる乱数系列で独立な計算を50回繰り返した。

試行の結果、状態数が5で最もAICが小さくなった。AICを最小とする状態数5の結果について解析を行った。隠れマルコフモデルの状態遷移確率を表1に、出力確率を可視化した結果を図10に示す。

表1では、あるツイートの次のツイートで状態が変化する確率は低いことから、短時間ではツイート内容が大きく変わることはないと考えられる。ただし、20回連続して同一状態（内容）のツイートをする確率は0.47~0.85とそれほど高くなく、時間の経過とともにツイート内容が変化するモデルとなっている。

また、図10では、それぞれの状態がSOM上で類似した位置にありトピックを反映していると推測できる。また、文献2の「情報の種類」と対応付けを行った（表2）。SOM上で類似した位置にある情報のうち、災害因や危険度／警報の範疇である気象情報を状態1として抽出された結果が得られた。図9ではトピック数は7であったが、状態4に「除雪」「道路関連」と「交通情報」の一部が含まれているため状態数は5となったと考えられる。一方、状態3の鉄道に関する情報や状態5の情報共有はSOM上でかなりはっきりした位置を占めている。

ツイッターのテキストデータには人力で内容等を判読して人力でつけたタグがあり、発信者の「被害現場内」「被害現場外」が判明している発言もあった。SOMによる分類および隠れマルコフモデルでのモデル化にはこのタグの情報は一切参照していないにも関わらず、状態1と状態5では、被害現場外からの発言が有意に多い結果が得られた。

３．２．４．ツイート場の時間変動の解析

前節で得られた隠れマルコフモデルの結果を元に、複数のツイートが形作る「場」を仮定し、その時間変動を解析した。

「場」は明確には定義できないが「場」を示す指標となるのは、ある時間幅を仮定した場合のトピック（状態）の分布であるとする。解析は以下の方針で行った：

- 個別のユーザーのトピックは追わない
- あるツイートの発信時刻に着目して、その時刻の前後でトピック（状態）の分布が変わっているかを解析

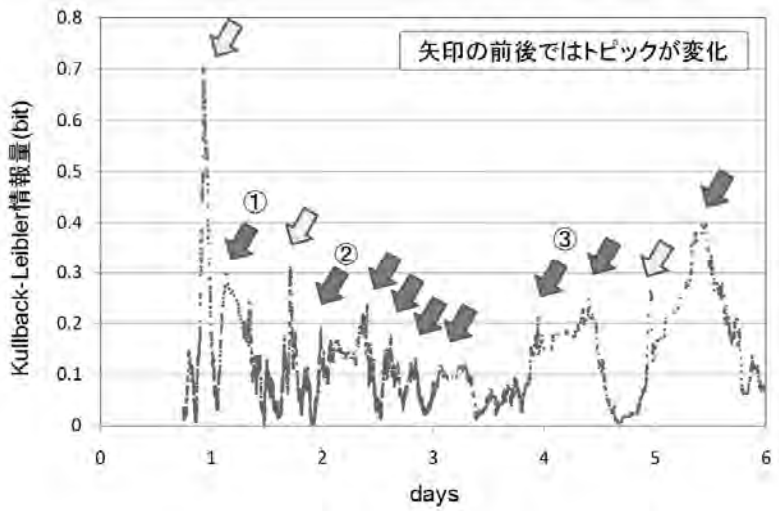


図 11　KL 情報量の変化

- 具体的には、ある時刻tの前後200ツイートについて、前節で得られた状態の分布を計算
- 前後の分布の違いはKullback-Leibler情報量（KL情報量）を指標とする

ある時刻tの前後の分布の違いから計算したKL情報量を図11に示す。KL情報量は正またはゼロの値しか持たず、この値が大きくなるにしたがって分布の形が異なっていることを意味している。図11の矢印の前後でトピックが大きく変化したことを示唆している。場が変わるのは豪雪被害等と直接関係のないツイートをしないよう呼びかけ情報の集約を促した発言がなされたとき（白抜き矢印で示す）である。また、①は伯備線の運行再開、②と③は在京テレビ局が全国ニュースで取り上げた時刻と対応していることが発言内容から確認できた。

より一般的な傾向として、夜中～朝方にはKL情報量が大きくなる日変化がみられる。KL情報量と被リツイート数の時間変動は同じような時間変動パターンを示しているようにも見えるが、直接の相関は低い。しかし、10以上の被リツイート数を持つ発言に対してはKL情報量も大きく、場を変えてしまうほどの影響力があったことがわかる。

４．考察

４．１．東日本大震災発生直後の報道記事の解析

本研究では、単語の出現頻度に基づいて新聞記事の分類を行い、各ノードでの単語の出現頻度（Zスコア）からSOM上でのトピックを決定する方法を用いた。分類の結果は、類似した内容の記事は同じか近傍のノードに配置されており、トピックの決定も困難ではなかった。決定したトピックは、文献2にある「情報の種類」に対応していることが確認できた。特に、福島第一原発の事故のようにこれまでに類のない事象に関する記事についても情報の種類とトピックの対応が取れたことはこの方法の利点をよく表していると言える。しかし、今回の解析は以下に挙げる点で改良する余地があると認識している：

(ア) 解析対象となる記事データの収集法について

記事データは収集の段階で人力によってスクリーニングされており、これに伴うデータの偏りが含まれている。データを自動で収集するなど、データ収集に伴うバイアスを軽減する工夫が必要である。また、図1(a)に示すように報道機関別のデータ収集件数にも大きな偏りがあり、報道機関別の記事の特徴などについては解析していない。今後の防災報道を考えるうえでは、どの報道機関がどんな情報をどれだけ提供したかを解析し、改善すべき点を見つけ出すことが必要であるが、本研究ではそこまで踏み込めなかった。

(イ) コントロールデータについて

解析の基準となるZスコアの算出は、Wikipedia日本語版データのunigram解析結果[9]に基づいている。これは現時点で、無料で利用できる大規模コーパスやunigram解析データが見当たらなかったためであるが、これはWikipediaに特有のバイアスを含んでいる可能性が非常に高い。したがって、本研究でのZスコアの値は、出現頻度の目安にはなるものの、統計的検定などの詳細な解析に耐える数値ではない。震災前の平時の新聞記事で単語の出現頻度を調査しておくなど、災害時だけでないデータの蓄積に改善の余地がある。

(ウ) SOM上のトピックの決定について

記事分類の結果からトピックを抽出する作業は、単語の出現パターンをSOM上で確認しながら目視で行なった。SOMの分類結果を利用してクラスタ数を自動で決定する方法は田中らも提案しており[11]、この方法は低次

元ベクトルの分類におけるクラスタ数の推定には有効な方法であることを確認している[12]。しかし、今回の「文書ー単語行列」は1万×1万以上の規模であり、田中らの方法では類似した内容の記事を別クラスタに所属させてしまうなどの不具合がみられたため採用しなかった。文献2の表-1には「情報の種類」ごとにキーワードとなる単語がいくつか挙げられている。この単語をseedとしてトピックを自動抽出するなどの改善が必要である。

４．２．山陰豪雪ツイッターメッセージの解析

山陰豪雪のツイッターデータの解析を行なったが、東日本大震災の記事に比べ、明確なトピックを見つけることは困難であった。ツイッターでは記事のように発信段階での内容のチェックやスクリーニングがかかりにくく、実際のデータでも明らかに意味のない発言がかなり含まれていた。同時に、文書の短さ（140文字まで）も解析結果に影響していると考えている。

トピックは明確ではなかったものの、在京テレビ局の報道によってツイッターの場が変化した結果が得られた。

今後、ツイッターの防災利用についても、情報伝達の手段として適切であったか、より良い活用のためにはどうすれば良いかについて検討する必要があると思われる。同時に、防災上でのツイッターの強みは何かについても明確にすべきであろう。特に、モバイル機器がもつスモールワールドネットワーク性を活かした活用についてもさらなる検討がなされれば、防災にツイッターが活用される場面が拡がるであろう。

５．おわりに

本研究では、多数の単語が出現する大量のテキストデータを分類してトピックを抽出、解析を行なう一連の方法を開発した。形態素解析からSOMによるクラスタリングや可視化までは、人手を解さない自動処理も可能になるように各段階で留意し、処理系を組み立てた。トピックの抽出は自動化には程遠いのが現状であるが、トピックごとに探索のseedとなるキーワードを列挙しておけば、それらのキーワードと同じノードや近傍のノードで統計的に有意に頻出する単語を拾い出すことは可能であり、この処理を逐次的に行なうことで、トピックとキーワードの両方の候補を列挙するシステムの構築も十分可能であると考えられる。

本研究で開発した手法をベースにすれば、災害に関連する大量のテキストデータを随時自動分類し、情報の提示やキーワード抽出を行なうシステムの実現が可能であると考えている。

今回は「地名」に主眼を置いた解析は行なっていない。今後、テキスト情報より地名が抽出できればジオコーディングシステムを介して地理座標を得ることが可能となり、テキストデータの内容に関連するGISデータやリモートセンシングデータの提示まで行なえるため、情報集約の上で有益なシステムを構築する道が開けると期待される。

参考文献およびウェブページ：

1) 岸ら，2011. 「大規模震災における空間情報技術の応用 -東北地方太平洋沖地震への初動対応-」，日本リモートセンシング学会第50回学術講演会論文集.
2) 今村，2007. 「災害情報の期待と課題 –津波を中心にして-」，学術の動向，2007.11，48-55.
3) http://rmecab.jp/wiki/index.php?RMeCab
4) http://www.r-project.org
5) Kohonen, T., 2000. ”Self-Organizing Maps(2nd ed.)”, Springer, Berlin, chapter 3.
6) Hou, J., et al., 2003. ”A global representation of the protein fold space”, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 100(5), 2386-2390.
7) Kruskal, J. B., et al., 1978. “Multidimensional Scaling”, Sage University Paper series on Quantitative Application in the Social Sciences, 07-011. Beverly Hills and London: Sage Publications.
8) http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/
9) http://d.hatena.ne.jp/toilet_lunch/20100522
10) http://www.yukicenter.or.jp/
11) 田中ら，1996. 「自己組織化マップを利用したクラスタリング」，電子情報通信学会論文集, J79-D-II(2), 301-304.
12) 澤田，2009. 「雪プロダクト作成のための離散的時系列モデルの開発」，写真測量とリモートセンシング，48(1)，15-31.

リモートセンシング画像を用いた 2011 津波による沿岸林被害の調査報告

東大生研　○越智士郎・沢田治雄・三塚直樹
グリーン航業　野々口義延

1. はじめに

東日本大震災は，東北から関東にかけた東日本一帯に甚大な被害をもたらした。特に，地震による巨大津波により，東北地方の太平洋沿岸は壊滅的な被害を受けた。森林に関する被害としては，沿岸部に立地する海岸林の他，津波が及んだ内陸部の樹林地や津波が遡上した大河川の河川敷にある河畔林などがあげられる。しかし，被災地が広範囲であることから，地域による津波の規模(高さ，深さ)の違い，地形や防潮堤の有無等の違いにより，被害程度の地域差は大きい。また，同じ地区にあっても，森林の規模やタイプ(樹種や樹齢など)の違いにより，被害の様子は様々で，行政区ごとにまとめられた被害面積だけからでは，津波による森林被害の実態を把握することは難しい。広域に及んだ森林の被害の程度と分布を客観的に診断・評価する必要があり，そのことにより，今後の海岸林・沿岸樹林地の在り方を検討することが可能になると考えられる。

本報告の目的を以下の 2 点である。

(1)　RS データ等を利用して，被災地沿岸域における樹林地被害の概観を把握すること，およびその手法を検討すること。

(2)　RS データ等の分析により，今後の被災地における森林再生，地域の防災計画に役立つ情報を提供すること。

2. 分析方法

処理の流れを図 1 に示し、以下に説明する。

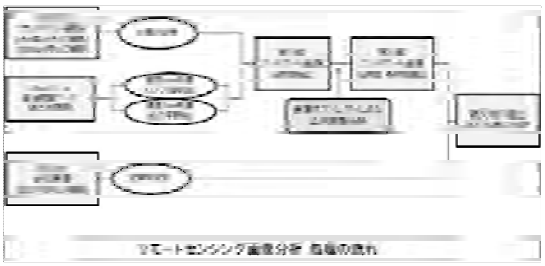


図 1　分析手順

2.1 被災前衛星画像

被災後の画像だけでは被害の分布求めることができないため，被災地の被災前の画像を利用する必要がある。USGS で公開されている Landsat-7 画像のうち，比較的雲量が少なく撮影日が新しい，1999 年 12 月 1 日撮影の 1 シーン(三陸北中部)と 2000 年 9 月 21 日撮影の 2 シーン(三陸南部・仙台平野と福島海岸部)を利用した。

入手した画像を WGS84/緯度経度座標系に座標系変換し，別途入手した DEM データとの重ね合わせができるよう以下の 4 つの ZONE に分割し分析を行った。

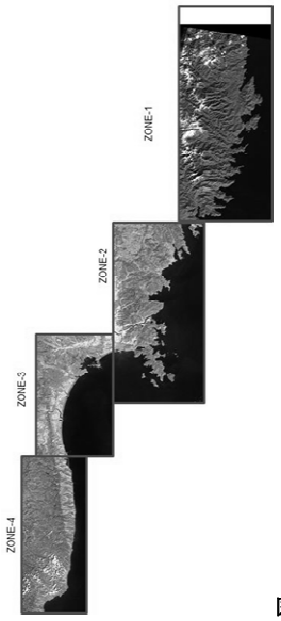


図 2　分析対象地域

ZONE-1：三陸海岸北部

N 40 度 30 分～40 度 20 分，E135 度 30 分～135 度 45 分

ZONE-2：三陸海岸南部

N 40 度 30 分～40 度 20 分，E135 度 30 分～135 度 45 分)

ZONE-3：仙台平野部

N 40 度 30 分～40 度 20 分，E135 度 30 分～135 度 45 分)

ZONE-4：福島沿岸部

N 40 度 30 分～40 度 20 分，E135 度 30 分～135 度 45 分)

図 2 は作成した 4 つの ZONE の画像である。

2.2 被災後衛星画像

被災後画像には，SPOT 画像(白黒画像 2.5m，カラー画像 10m)を利用することとした。ただし，雲で判読できない場所については, ASTER データ(分解能 15m)を用いて補完した。

また，LANDSAT7 画像，SPOT 画像とも, 解像度の高いパンクロ画像があるため, パンシャー分画像を作成し，目視判読に利用した。

2.3 ROI の切り出し

(1)三陸海岸地域は，標高 30m 以下,
(2)仙台平野部は，標高 10m 以下,
(3)福島県沿岸地域は，標高 20m 以下,
を関心領域(Region of Interest: ROI)とした。

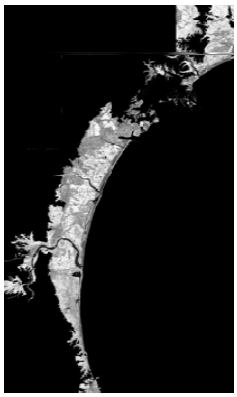


図 3

ROI(仙台平野部)

2.4NDVI による被害度の比較

被災前の Landsat(ZONE-1)画像は 1999 年 12 月 1 日撮影のものであり，季節的に，落葉樹や草本の多くは既に枯れていると考えられる。また, 被災前の Landsat(ZONE-2～4)画像は 2000 年 9 月 21 日の画像で，落葉樹や草本もまだ葉の緑を保っていると考えられる。一方，被災後の SPOT 画像，ASTER 画像は，2011 年 3 月に撮影されたもので，落葉樹や草本は新緑を迎える前の冬季の植生状態で撮影されている。つまり，被災前画像で ZONE の異なる画像で同じ NDVI が同等の植生状態を示すものどうか, また NDVI の減少幅が実際の植生の劣化状態と対応したものかどうかは，一律の条件では決めることができない。ゾーン毎に，シーン内の植生タイプの異なる地域ごとに, NDVI 値の減少量と現地の状態を対比させながら，被害度の推定を行った。本報告では，現地調査を 2 度にわたり実施し，画像情報と現地の被害状況の関係を調べ，ZONE 毎に NDVI の変化と被害状況の対応付けを行った。

3.結果と考察

3.1 被害分布図の作成

被災前の Landsat 画像から「森林」と分類された領域を対象に，現地調査から得た知見から，NDVI の減少量と被害度の関係を考慮し，被害度を以下のように分類し，分類マップを作製した。ただし，分類方法は簡略化した"決定木法"を採用したため，森林として分類された領域に農耕地等非森林が含まれている。

A　軽度の被害

相対的な植生指数にほとんど変化が無い。

ただし，ROI のほとんどは浸水域であり，震災直後に外観上の被害が無い場合でも，時間の経過とともに潮害の被害が出ている個所も多い。

B　中程度の被害

画像上からも植生の劣化が確認できる林地。倒木，林分の一部流失がある。

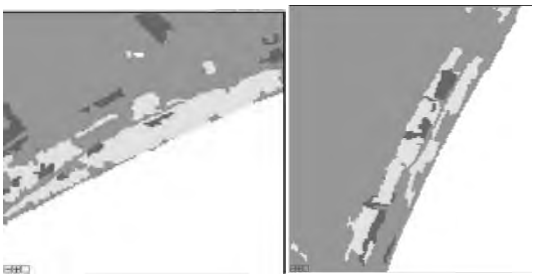
C　深刻な被害

消失または大部分の植生が流出した林地。

また，甚大な被害，注目されている海岸林を含む地域について，被災前後の高解像度画像(GoogleEarth を使用)と比較した。図 5 は岩手県田老地区，岩手県陸前高田地区，宮城県石巻市矢本海岸地区，宮城県仙台市荒浜地区南周辺である。

図 4　被害分布図(仙台平野部)

田老地区　　**陸前高田地区**



矢本海岸地区　　**荒浜地区**

図 5　被害地拡大図

3.2 集計結果

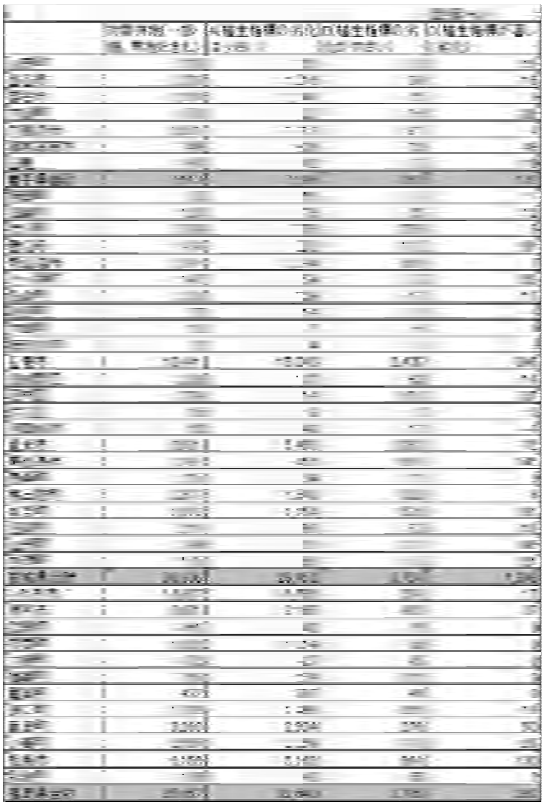


表 1　市町村区毎の被害程度別被災面積

被害面積としては，石巻市(宮城県)が最も

大きくなった(表 1)。ただし，これは市町村毎の分析対象面積にも影響を受けている。図 6 は市町村毎に関心領域中の森林(一部他の植生を含む)面積に占める「C クラスの被害」面積の占める割合を示したものである。C 被害の発生割合では，太白区(仙台市)，山元町, 亘理町など仙台平野と, その周辺の，塩釜市，七ヶ浜，利府町などで大きくなっている。

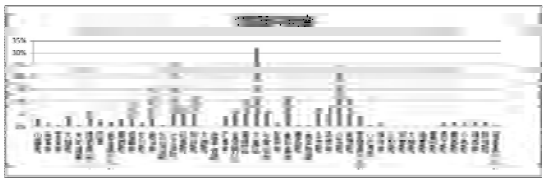


図 6　甚大な被害を受けた森林の割合

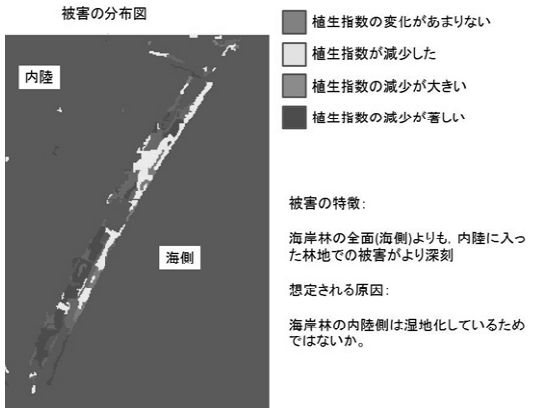


図 7　沿岸域の被害の比較

図 7 は名取川と阿武隈川にはさまれた仙台平野部について，被害程度を 4 項目に細分化して分類した被害マップである。仙台平野沿岸の海岸林は全体的に林帯幅 300~500m と広く，海岸側と内陸側で被害程度が異なる場所も多くの確認できた。そうした地点の多くで，図に見えるように，海岸に側の林地より内陸側の林地の方が被害度が強くなることが確認できる。その要因として、

１．海岸側の樹木が比較的若齢で，幹が細く，津波の力に対してしなって，折れにくいこと，

２．海岸側の土地の方は砂丘となり内陸側より土地が高く，地下水位が深く，逆に内陸側の土地では地下水位が低く，湿地化していること，

３．数回にわたる津波で，内陸で発生したがれきを含んだ引き波により，内陸側の樹木により強い破壊力が加わった，ことなどが考えらえられる。

4.　今後への課題

津波で消失した森林の他にも地盤沈下など被災後画像だけでは把握できない被害があり，被災前情報（画像）も整備しておく必要がある。被災前は，費用面でも情報収集が困難なため，安価・無料の衛星画像や高解像度画像等を関係部局で情報を共有しておけば，迅速な対応が可能と思われる。

被災後は，大量の情報（画像）が提供されるが，事業と研究が混在混乱し，人手も不足するため，リモセンの長所である「緊急性」が失われる。事業での作業は，マニュアル化し，専門家以外でも作業ができるように，作業の標準化が重要と思われる。また，精度の高いデータ，分析処理を必要とする情報を提供するには時間がかかるため，ユーザ側でも，必要なのはデータか情報か，を明確にする必要がある。

また， GIS と連携して，防災計画，ハザードマップづくりなどリモセンを「備え」のための利用を推進することで，災害特需的な側面を是正できるのではないか。

目黒 公郎先生にお聞きしました。

今後、国家プロジェクトとしての対応が必要

瀬戸　最初に、大震災に際して研究者として感じたことをお聞きしたいと思います。技術的なことでもそれ以外のことでも結構です。

目黒　防災の専門家という立場から申し上げると、今回、より強く感じたことは、自分たちが社会から期待されている事柄と、自分たちが勝手に目標設定して活動している事柄の間のギャップについて、もっと意識する必要があるということです。

具体的には、地震防災に関係する科学者や技術者が、そして行政関係者が、自分の枠の中だけで満足し、科学者は科学的メカニズムにだけ興味を示し、技術者は技術的な問題だけに取組み、行政関係者は自分の所轄の議論に終始していないかということ。そして、自分の枠内の個別な問題が解決されれば、最終的な目的が達成されると勘違いしていないか。そうでないことをわかっているくせに、それを敢えて伏せて、「自分はまあこれをやっていればいいか、将来的には防災につながるのだから」と言い訳していないだろうか。原因分析の結果、それが複合分野の研究不足であれば仲間を集めた研究、政治力の不足であれば政治力を持つ努力、それが経済的な問題であればその対策、制度上の問題であれば正しい制度設計に取組もうとする意識改革が必要だということ。

私達はどんな仕事をしてようが、一納税者、一市民としての顔を持っている。その市民としての立場から、自分のような仕事に従事する者に何を期待するか。この視点を常に持ち、それに答える努力と社会に通じる言葉を使った情報発信を続けていくことが重要だということを強く感じました。

瀬戸　専門分野はそれぞれある意味で発展しているのだけれども、それを活用するとか、束ねるとかといった部分が足りないということですか。

目黒　そうです。そういう意味では、社会実装するための活動、政治的な動きも含めて、それぞれの立場の人たちが賛同者をつくっていかないといけないということです。

瀬戸　いろいろな分野の人を束ねるための一つの方法として、共通の目標を持つといったことは考えられますか。

目黒　ケネディのアポロ計画ではないですが、防災に関する分かりやすい目標を設定して、様々な分野の研究者、実務者、政治家が一体となって、その目標達成に励むことです。具体的には、時期は別としても今後確実に起こり、このままでは我が国を危機的な状況に陥らせる可能性の高い首都直下地震や東海・東南海・南海地震に対して、国家プロジェクトとして、今想定されている被害を半分にする、3分の1にする、5分の1にするという具体的な目標を立てて、それを実施・達成するための課題を抽出し、1つずつ解決していくことが重要です。それには政治家の強いリーダーシップが必要だと思います。

目黒　公郎（めぐろ　きみろう）

<経　歴>
平成 3 年　東京大学大学院工学系研究科博士課程修了 工学博士(東京大学)
平成 2 年　日本学術振興会特別研究員
平成 3 年　東京大学助手(生産技術研究所)
平成 7 年　東京大学助教授(生産技術研究所)
平成16年　東京大学教授(生産技術研究所)
平成18年　東京工業大学特任教授兼務(平成21年まで)
平成19年　東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター長
平成22年　東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター教授(兼務)
現在に至る

<社会活動>
内閣府中央防災会議専門委員、IAEE(国際地震工学会)プログラム WSSI(世界安全推進機構)理事
日本自然災害学会評議委員、地域安全学会理事、日本地震工学会理事、日本予防医学マネージメント学会理事(その他内閣府、国土交通省、総務省消防庁、文部科学省をはじめとする各種政府・自治体の防災委員など多数)

<主な著書>
・「被害から学ぶ地震工学」(鹿島出版会)
・「地震のことはなそう(絵本)」(自由国民社)
・「東京直下大地震生き残り地図」(旬報社)
・「ぼくの街に地震が来た(漫画)」(ポプラ社)
・「じしんのえほん(絵本)」(ポプラ社)
・「大地震　死んではいけない！」(アスコム)
・「緊急地震速報」(東京法令出版)
・「間違いだらけの地震対策」(旬報社)
・「都市と防災」(放送大学教育振興会)
・「巨大地震・巨大津波」(朝倉書店)

創造的復興と四つの原則

瀬戸　次に復興についてお聞きします。これから復興していく上で先生のお立場から最も重要と考える事柄は何でしょうか。

目黒　私は東北地方太平洋沖地震の2日後に、国家戦略室に呼ばれ、いろんな議論をしました。その3日後の2回目の会合を経て、私は「将来の繁栄の礎となる創造的復興」という大きな復興ビジョンと、復興の四つの原則を示しました。四原則の一つ目は、「被災地域の豊かで安全な生活環境を再興するとともに、日本の将来的課題の解決策を示す復興」。二つ目は、「政府、自治体、企業、NPO・NGO、国民、そして被災地の人々が連携し、知恵と財源を出し合う協調した復興」。三つ目は、「低環境負荷、持続性、地域産業再興に配慮した復興」。四つ目が、「前提条件の再吟味に基づいた復興」です。それぞれに込めた意味は、次のとおりです。

一つ目は、今回被災した地域は、少子高齢化・人口減少などの課題では、日本全体や日本の平均値から見れば、何段階か先にいっている地域です。そういう地域の復興は、遅れてやってくる日本の他の地域に対して、将来の課題解決策を示すものを目指してほしいということ。これが同時に被災地の将来の発展にも重要だからです。

二つ目は、「オールジャパンで被災地対応に当たれ」と言っているわけですが、ここには二つの意味を込めています。一つは被害が甚大なので、国と被災自治体と被災者だけでの対応では不十分であること。もう一つは、これがより重要だと考えていたのですが、オールジャパンによる被災地対応を介して皆が学び、日本全体の防災力を向上させるべきだということです。誰も望んでいたわけではありませんが、起こってしまったものであれば、この災害による被災地を実際の現場として、被災していない地域を含めた多くの人々が、被災地の復旧・復興の支援活動を継続的に展開することで防災について学ばないと、近未来にやってくる首都直下地震や東海・東南海・南海地震は、「ぶっつけ本番」になるということです。

三つ目は言葉のとおりです。

四つ目の前提条件の再吟味とは、様々なシチュエーションで言い訳として使われた「想定外の○○」をなくすために、すべての前提条件をもう一回再吟味しようということです。

私が上のようなビジョンや四原則を示した背景には、後藤新平の1923年関東大震災時の「帝都復興計画」があります。後藤は、まず大きなビジョンとして「復旧ではなく復興だ」といいます。元の状態に直すのではなくて、抜本的な都市改造を目指すことを宣言し、その下に四つの方針・原則を出しました。もちろん計画の全てが実現したわけではないですが、後藤の計画と強いリーダーシップがあって東京の町は大きく変わったのです。もし1923年に被災した東京の街を当時のままに復旧したとすると、その後の東京はどうなっただろうかと考えると、大規模災害は地域にとってものすごく大きなターニングポイントになり得るということであり、そのタイミングをうまく活用しないと、被災地の将来に大きなマイナスの影響を与えかねないということです。

もう少し分かりやすい言い方をすれば、被災地の皆さんに「どんな街がいいですか？」と尋ねれば、皆さん「元どおりの街がいい」とおっしゃる。なぜかといえば、多くの方々がその街しか知らないからです。大きな災害はその地域が時間をかけて直面する状況を、時間を短縮して見せつける特徴を持っています。災害があろうがなかろうが、もともと問題だったことを、より顕在化して見せつけるわけです。

分かりやすい事例をあげれば、東北地方の漁業は将来的に明るい状況だったのかと言えば、多くの専

門家たちは今回の災害があろうがなかろうが将来的には厳しく、特に「兄弟船」的な小規模な漁業はもう10年で成立しなくなると言っていました。先行する同様な問題はノルウェーなどの北欧でも見られ、小さな船による漁業は競争力が無くなって廃れてしまい、大きな資本による大きな船での漁業にシフトしました。漁獲も安定し給料も安定するので、若い人たちも参入し地力を付け、新しいスタイルの漁業として再生していったわけです。このような事例にも学ぶ必要があります。

「元どおりの街がいい」とおっしゃる被災地の皆さんに、「おじいちゃんやおばあちゃんはそれでいいかもしれないけど、孫やひ孫、将来の子孫にとって、本当に被災する前の街がいい街だったろうか、魅力のある地域だったろうか」を確認する必要があります。その上で、「元どおりがいい」とおっしゃるポイントを具体的に聞き、「その点であれば、前と同じ街でなくても達成できるし、こちらの方が将来的に子孫のためにもなる」というオプションを示していくことが専門家には求められると思います。

2011年に被災した街を巨額のお金を投じて2011年仕様で再建しても、将来住む人のためにならないのであっては問題です。

阪神・淡路大震災の際には、適切な復興と早急な復興の関係において、次のような事例もありました。阪神・淡路大震災によって、被災地では20万棟の建物を再建しなくてはいけなくなりました。しかしあの地域は年間2万棟の建物を建て替えるシステムでまわっていた成熟した社会でしたので、急に20万棟を建てなさいと言われても、地元の工務店や建設業者だけでは対応できません。結果として、大阪や東京をはじめとして全国各地から業者が来て、何とか2年半で20万棟を再建したのです。「予想よりも早くできてよかった」と思った人も多かったわけですが、地元の工務店からすれば10年分の仕事がなくなってしまったわけですから、倒産するしかない。この状況は適切な復旧・復興だったのでしょうか。

瀬戸　今、単なるまちづくりではなくて、地域づくり、産業も含めたトータルで新しい創造的復興というお話をされましたが、一つの創造的な目標をまずどうやってつくるのか。実際に被災された皆さんが合意を形成するためにはどうすればいいですか。

目黒　やはり大きくて、分かりやすいビジョンを出して、その下で皆が同じ目標に向かって活発に議論する場を用意することだと思います。その際に、私は被災地の人たちに尋ねれば最良の解決策が見つかると短絡的に考えるのは間違いだと思っています。間違いというのは少し強すぎるかもしれませんが、それだけでいい解決策が見つかると思ってはいけないという意味です。理由は、当事者たちが考える課題は当事者が今困っている課題に集中しがちで、長期的な課題を含めて全体を俯瞰したものになりにくいからです。被災地の人たちにとっては、現在の自分の生活が最重要であり、今の厳しい生活環境の中で、被災地全体の長期的な将来像を含めて俯瞰した上での課題設定が難しいということです。

これは防災の他の事例でも言えることです。例えば、災害対応業務の合理化や効率化、それを実現する新しいシステムをつくろうとする場合に、災害対応に従事する現場の人に聞けばいいアイデアが得られるかというと、これは無理です。なぜならば、その人は今自分がやっていることしか見ていないし、災害対応全体を俯瞰して、どこが一番問題で、どういうふうに変えれば、全体として効率化できるかを考えているわけではないからです。なので、聞こえてくるのは、その人の仕事の範囲内での現在の問題に限定されるのです。ゆえに抜本的な解決策を考える場合には、専門家が全体系を示し、システムを構築した上で、現場の人に使い勝手を確認するような形が必要なのです。

被災地の復興も同様です。まずは様々な事例を知っている専門家が被災地全体を俯瞰して(実は全体俯瞰できる専門家が非常に少ないことも現在の大きな問題なのですが)、新しい考え方や発想、より大きくて長期にわたるビジョンを示す。その上で、それを地元の人に分かりやすい言葉で説明するとともに、彼らの意見を聞いて取り入れていくことが重要で、地元の被災者に聞けば最善策が見つかるというものではないのです。

長期的な支援を介して「学ぶ」ことが大切

瀬戸　次に被災地以外における今後に備えた震災対策という意味では何が重要とお考えですか。

目黒　今回被災した地域に対する長期的な支援を介して、防災対策を「学ぶ」ことが大切だと思います。事例を一つ紹介すると、2008年の「中国四川地震」が起こったときに、中国政府が採用した「対口(たいこう)支援」は参考になります。これは、被災地を何カ所かのブロックに分けて、「Aブロックは上海、Bブロックは北京、○○ブロックは△△市が」というふうに分担を決めます。それぞれの都市は担当する特定の被災地域の復旧・復興だけを支援すれば良くなる。長期的に人材や物資を補給し、特定地域の復旧・復興に責任を持つことになるので、いい意味での競争関係が生まれます。これが被災地の復旧・復興の迅速性と質の担保に役立つわけです。

災害対応や防災対策を講じる上で、災害や災害対応の実経験を積むことが重要なことは言うまでもありません。しかし時間や地域を限定すれば、実際に災害体験を持つことのできる人は限られます。だからこそ、他の地域の災害を被災地外の人たちが効果的に疑似体験したり、効率的に学んだりする仕組みが必要で、その最も効果的なものの一つとして「対口支援」があると私は思っています。つまり、被災していない北京や上海が実際に被災した四川地域を現場として学んだように、東日本大震災の被災地への継続的な支援によって、オールジャパンの防災力を向上させることが重要だということです。

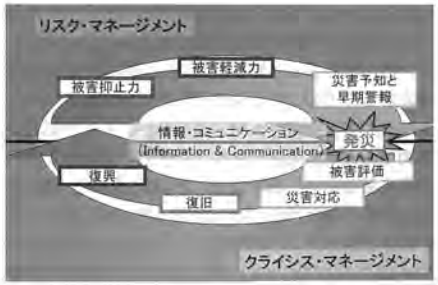
そのために、自治体間で、災害規模に応じた適切な距離と適切な人口規模に応じた「相互支援協定」をうまく結ぶ方法を考え、これを実施しておくことが重要だと思います。ひとつの自治体が不特定多数の支援をするのではなく、協定によって平時から相手が見えている環境の中で、有事には要請を受けるまでもなく迅速に対応できる関係をつくり対応することで、オールジャパンとしての防災力を格段に高めることができると思います。

俯瞰する仕組みの中で防災計画をつくる

それから、「地域防災計画」の立て方を抜本的に変えるべきだと私は思っています。土木学会に特定テーマ委員会をつくり、そこでの議論の中間取りまとめを12月19日にマスコミリリースしました。

総合的な防災力は、図−1に示すように「被害抑止力」、「被害軽減力」、「災害予知・予見と警報」、「被害評価」、「緊急災害対応」、「復旧・復興」の適切な組み合わせで達成できます。「被害抑止力」は構造物の性能アップと土地利用施策によって被害そのものを発生させない努力、「被害軽減力」は抑止力では賄いきれずに発生する被害を、事前の備え、具体的には事前の訓練やマニュアルの整備、防災計画の整備などで、その影響を小さくする努力です。「災害予知・予見と警報」は発災前の予測と警報で、台風や津波ではこれがとても有効です。発災直後には被害の分布と量をなるべく正確に把握することが重要で、これを「被害評価」といいます。その次にすることは被害の評価結果に基づいた「緊急災害対応」ですが、これだけでは被災地は回復しませんので、「復旧」と「復興」が必要になります。日本語では通常「復旧」は元の状態まで直すこと、「復興」は改良して直すことです。ゆえに「復興」は次のイベントに対しては「被害抑止力」を高めることに相当します。

上の6つの対策(復旧と復興を分けると7つ)の担い手としては、「自助・共助・公助」に対応する「市民・



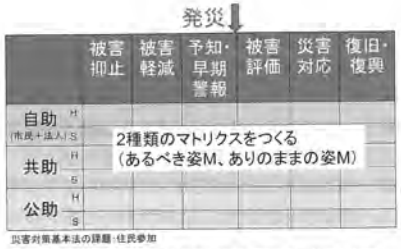
図−1　総合的な災害マネージメントシステム

地域コミュニティ・行政」があります。またそれぞれの対策は「ハード対策」と「ソフト対策」に分けることができます。

防災において「自助」>「共助」>「公助」の順で重要性が高いとよく言いますが、災害対策基本法で規定される「地域防災計画」の立案において、一般市民が自分の地域の防災計画の策定に参画するスキームが現在ありません。これは大きな問題のひとつですが、縦軸に「自助」・「共助」・「公助」の担い手とそれぞれに「ハード・ソフト」対策を、横軸に上述した6つの対策を記載したマトリクス(図ー2)を用意して、それぞれの欄に該当する対策をできる限り書き出してもらいます。すると「自助」と「共助」で対応できる防災対策が非常に多いことがわかり、一般市民や地域コミュニティに防災計画の策定に参画してもらうことがいかに重要かが自ずと理解されます。行政の人たちにとっても、自助・共助の参画をより積極的に進めることが、自分たちにとっても有利になることがわかるのです。

「公助」に関しては、もう一つ強調しておきたいことがあります。災害対策基本法では、災害対策の最も基本的な単位は市町村であり、これを単位とした市町村の「地域防災計画」が策定され、それに基づいて防災対策が講じられます。この「地域防災計画」策定の基礎の情報を得るために行う被害想定では、市町村は自分たちの災害対応能力をはるかに超える規模の災害を想定することは基本的に無理でした。それは縦軸に市町村の欄だけを用意して、つまり「都道府県」と「国」という欄を用意しないで、対策を考えてきたからです(図ー3の上)。今後は図ー3の下に示すように、縦軸に「都道府県」と「国」の欄を用意することで、自分たちの能力を越える規模の災害では、県や国に何をお願いすればいいのかを考えながら、自分たちの対策に関する計画を実現していけばいい訳です。同様に、県や国においても、市町村の能力を超える災害が発生した状況では、彼らからの要請を待っているのではなく、積極的に乗り込んでいく姿勢が問われることもわかるでしょう。

以上説明したような手続きで、個別のハザード(地震、津波、火山、台風、洪水など)ごとにできる限りの対策を書き込んだ「あるべき姿マトリクス」と、

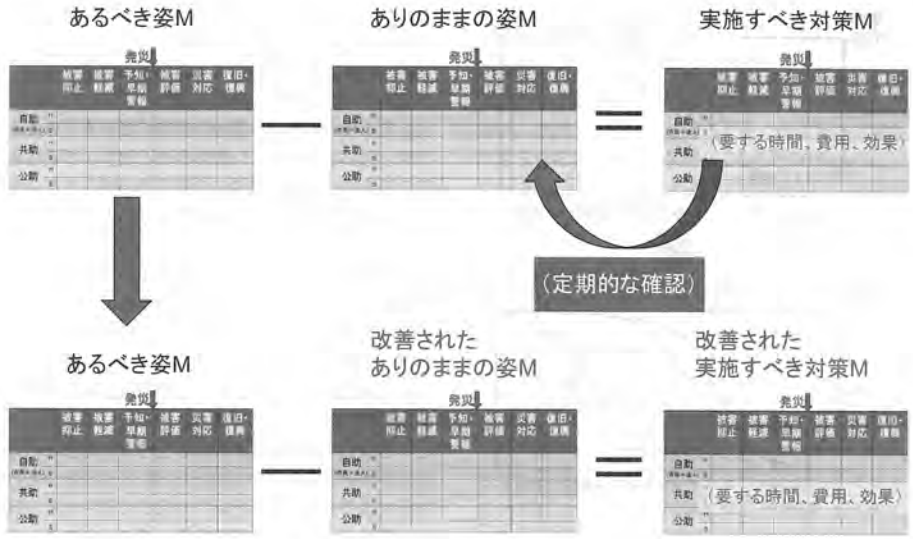


図ー2　防災対策のマトリクス（個々のハザードに対して）

従来の被害想定では、...
自分の組織では全く対応できないハザードを
対象にできなかった。

図ー3　行政の防災対策のマトリクス（個々のハザードに対して）

これまでに自分たちが達成した対策を書き込んだ「ありのままの姿マトリクス」を作ってもらいます。図ー4に示すように、前者から後者を引き算すると、これから自分たちが取組むべき対策を示す「実施すべき対策マトリクス」が得られます。この個々の項目に対して、それを実施するために必要な費用と時間、達成した場合の効果を書き加えます。このようにして、「実施すべき対策マトリクス」を用意すると、次は利用可能な時間と予算が与えられると、どの対



図ー4　実施すべき対策マトリクスの作り方（個々のハザードに対して）

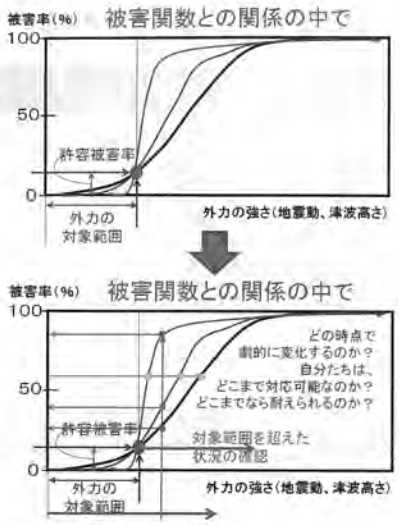
策の組み合わせが自分たちの地域にとって最も効果的かが分かるのです。対象地域で考えるべき複数のハザードの対策を重ねてみると、1つの対策がいくつものハザードに対して効果があることもわかります。そして「実施すべき対策マトリクス」の内容を実施し、これを定期的に見直すのです。

このように想定すべきハザードや現在の自分たちの状況を俯瞰した上で、次にすべき対策を考えられるようにしないと、多くのケースではその時の担当者が考える「できること」をやることになります。「できること」はこれまでに実施してきたことであり、これを少し進める対策になります。「災害は弱い者いじめ」なので、対策が最も手薄なところに発生するので、既に進んでいる対策に少し追加するようなものの防災効果は低いのです。

私がこのような具体的な手続きを説明する理由は、平成大合併後の1,700余りのわが国の市町村の中で、人口10万人以下の割合が85%、人口3万人以下の割合が53%という実態があります。防災担当の職員数は、人口10万人規模の自治体で3人程度、3万人規模では兼務で1、2人なので、人材が著しく不足しています。ですから、災害特性を含めた地域特性を十分に考慮した「地域防災計画」の策定や防災対策を実現するには、ここで説明したような手続きで、現業にうまく落としこむことが大切なのです。

もう一つ重要なのは、「想定外の○○」の問題です。東日本大震災においては、様々なフェーズで対応がうまくいかない言い訳として用いられました。設計行為はどれも同じですが、図ー5に示すように、ある規定された範囲内の外力を受けた際の被害率を規定以下に抑える性能を有する物を実現するために行います。その際に、規定の外力を超える状況に関して、自分が設計したシステム、自分が対象とする施設や組織、地域がどの時点で大きな被害を受けるのかを知っておくことが重要です。

瀬戸　今先生がおっしゃったことは、BCPの考え方にも通じるところがあると思います。BCPでは



図－5 「想定外の○○」を防ぐために

起こってからどうするのか、それをあらかじめ考えておいて。そのための準備をするという考え方があります。それを災害対策にもまさに反映しようということですね。

目黒 そうです。その際に、私たちは有限の時間と予算の中で防災対策を考えるので、優先順位をつけなければいけないということです。私たちは通常は「リスク」という概念で優先順位をつけます。リスクとは「ハザード×バルネラビリティ」と定義されます。ハザードは外力の強さと広がりに発生確率をかけたもの、バルネラビリティはハザードに曝される脆弱なものの数です。結果として、リスクは「起こったときに災害の規模×発生確率」になります。低頻度巨大災害は、発生確率が低いことでリスクが低いと評価され、対策が後回しになることも多いのですが、実はリスクの概念を適用して優先順位を付けてもいい範囲には制限があるのですが、それを私たちは間違えるのです。

その適用限界とは、起こってしまったときの被害の規模が、自力では復旧・復興できないレベルであったら、もはやリスクの概念は適用できないということ。首都直下地震や東海・東南海・南海の連動を考えると、GDPの4割規模のスケールになります。これは、実は自力による復旧・復興できるかできないかのぎりぎりの線です。

この規模の災害は、国の存続を前提にするのであれば、起してはいけないということです。つまり事前の被害抑止対策で発災時の被害量を減らさない限り、事後対応では復旧・復興できないという意味です。

よく勘違いされるのは、1923年の関東大震災の被害額が当時のGDPの4割を超えていたが、日本は復旧・復興したではないかというものです。これは意味が全然違います。ここには現在と異なる2つの重要な背景があります。1つは当時の日本のGDP4割が世界の経済に占める割合が相対的に低かったこと、もう1つは当時の国際情勢を考えた場合に、日本の早期の復旧・復興が自分たちにとって大切だという大国が存在したこと。この2つの理由から、日本は巨額の支援を諸外国から受けることができたのです。現在の状況とは全然違います。

瀬戸 構造物の対策、これはまさに事前にやることによって災害を防ぐ、あるいは減らすということだと思います。これも課題は非常にたくさんあって、どこから手を付けたらいいかというのもその1つです。まずはどこからどのようにとお考えですか。

「目黒の3点セット」で減災を

目黒 インフラの耐震補強が進むか進まないかは、財源の問題はあるにしても規則ができれば、公のものなのでかなり機械的に進展します。問題は公の施設のようにはいかない民間のもの、特に戸建て住宅が強度からすると一番問題です。戸建住宅をはじめ、民間施設の耐震補強が進まない理由は、一つは耐震補強がどれだけ重要かの理解が低いことで、それは「災害イマジネーション」の乏しさに起因しています。

「災害イマジネーション」とは、兵庫県南部地震の直後から私が提案している新しい言葉です。私たちは、「自分が自覚する、しない」にかかわらず、毎日、いろいろな空間を移動するとともに、時間別にいろいろな役割を持っています。その場所や役割に応じて、例えば震度6強の揺れに襲われたとき、発災時の季節や天候、周辺環境、自分の持ち物や服装などを踏まえ、時間の経過とともに自分の周りで何が起こるかを具体的に想像できる能力を指しています。世界各地の地震災害の現場に立ち、その実態を見てきた私の考える防災力向上の基本は、発災からの時間経過の中で、自分の周辺で起こる「災害状況を具体的にイメージできる能力」に基づいた「現状の課題に対する理解力」と「各時点において適切なアクションをとるための判断力と対応力」があって初めて実現します。人間はイメージできない状況に対する事前の備えとか適切な対応は絶対にできません。現在の防災上の問題は、社会の様々な立場の人々の災害イマジネーション能力の欠如が、最適な事前・最中・事後の対策の具体化を阻んでいる点にあります。

次に適切な「技術」と「制度」の整備が必要です。木造に限っても1,000万戸を超える既存不適格建物と、そこに住む人々の状況を考えると、「技術」に関しては、性能は高いが高価な工法は問題解決の決定打にはなりません。低価格なこと、ただし施工者に応分の利益が上がること、そして実施した際の「効果」が、これが著しく高くなくても、信頼性の高い情報として、持ち主に理解してもらえる環境の整備が重要です。

「制度」としては、建物の持ち主に耐震改修に対する強いインセンティブを与えるものであり、かつ「技術」の価格や信頼度に関わる不確定性をカバーする機能を持つことが求められます。近い将来の地震で、全壊・全焼のみでも200万棟、世帯数にすれば350～400万世帯を超えるような被害が予想される中では、「事前に行政がお金を用意して進める現在の耐震補強支援策」も「行政による事後の手厚い被災者支援策」も財政的に全く成り立ちません。さらに副次的にも多くの問題を生むのです。前者では数を限って実施しても「やりっぱなし」の制度が、悪徳業者が入り込む環境を作っているし、後者は最も重要な事前の耐震補強対策へのインセンティブを削ぐのです。いずれもオールジャパンを対象として、長期的な視点からわが国の防災に貢献する制度になっていませんし、公的な資金の有効活用の点からも説明責任が果たせるものになっていないと思います。

防災においては「自助」「共助」「公助」が重要ですが、基本は「自助」にあります。また「共助」や「公助」は「自助」を誘発する仕組みがないと、大幅な無駄やモラルハザードを生むだけでなく、被害軽減に結びつきません。地震防災における「自助」の最重要なアクションは持ち主による事前の「建替え」と「耐震補強」です。これを実現する「制度」が「目黒の3点セット」で、「行政によるインセンティブ制度(公助)」、「耐震補強実施者を対象とした共済制度(共助)」、「新しい地震保険(自助)」から構成されます。

「目黒の公助」は市民が事前に自腹で補強して基準を満たした住家、診断の結果、現行の基準を満足していると評価された住家が、将来の地震時に被災した場合に、事前の努力がない人よりも優遇して支援をしてあげるという制度です。耐震補強をしたにもかかわらず被災した人たちにお金を支援したところで、政府のトータルの出費は大幅にります。理由は、被害が出る数が大幅に減るからです。わが国は自然災害については自力復興を原則としていますが、実際には被災者には各種の公的支援がなされ、阪神・淡路大震災の際には、ガレキ処理や仮設住宅の供給、復興住宅の建設などをはじめとして、全壊住宅世帯には一世帯当たり最大で1,400万円、半壊でも1,000万円規模のお金が使われました。もちろん被災者個人のポケットに入ったわけではなく、彼らを支援するために使われたわけです。これらの多くは建物被害がなければ費やす必要のないお金であり、その主な原資は公費です。「目黒の公助」が実現すれば、行政は全壊世帯に1,000万円を優に越える支援をしてもトータルとしての出費は大幅に減ります。

自治体が事前にお金を用意して、市民に補強をお願いする現在の制度は、既存不適格建物数を考えると、都道府県単位で地震の前に数千億円規模の予算措置を必要とし、全く現実的でありません。しかも建物の数を限って実施したところで「やりっぱなし」の制度であり、「悪徳業者」を生みます。さらに高額の補助金を出す自治体では、市民がなるべく高い資金援助を得るために所得が低くなるまで補強を先送りしたり、高い支援金を見込んだ業者による改修が、

他地域に比べて著しく高額になったりする問題が生じています。

一方、私の提案する制度では、行政は事前に巨額の資金を用意する必要がありません。また発生する被害を激減させ、行政と市民の両者の視点から地震時の出費を大幅に軽減し、税金の有効活用を実現します。しかも契約建物の耐震性を継続的にチェックする仕組みが誘発され、これが社会ストックとしての住宅の継続的な品質管理に貢献します。さらに「やりっぱなしの悪徳業者」を排除し地元に責任あるビジネスをもたらし、地域の活性化に貢献するのです。

「目黒の共助」システムは、「耐震改修実施者を対象としたオールジャパンの共済制度」です。耐震改修済みの建物が被災するのは概ね震度6以上。現在心配されている巨大地震が発生しても、震度6以上の揺れに曝される地域に存在する建物は全国の建物の数%程度です。この地域内に存在する耐震改修済みの建物が被災する確率は、全国比でせいぜい数百分の一程度になります。つまり数百世帯の積み立てで、全壊被災世帯1,2世帯、数世帯の半壊世帯を支援する割合になります。

私の試算では、東海・東南海・南海の連動地震を想定しても、100~150万円の支払いを行う耐震改修時に、消費税以下の四~五万円程度の積み立てを一回だけすれば、全壊時に1,000万円、半壊時に300万円の支援を受けることができる仕組みが実現します。

ところが耐震改修を前提にしない共済では、結果的に自助努力した人から集めたお金が努力していない人に流れるだけで、耐震補強へのインセンティブを削いでしまいます。しかも補強を前提にしていないので被災建物数が大幅に増え、十分な積み立ても難しい。対象地域を特定の県に限っている場合には、なおさら条件は悪くなってしまいます。これが私の共助と似て非なる一部の県で実施されている共済制度です。この制度は、共済とはいうものの、実際は「努力した人による努力していない人への一方的な支援制度」なのです。

「目黒の自助」システムは、「新しい地震保険」です。耐震改修済みの住宅が揺れで壊れる可能性は著しく低く、またすでに説明したような目黒提案の「公助・共助」制度で、揺れで被災した場合には新築に十分な2,000~3,000万円という支援が行政(公助)と共済(共助)から得られます。問題は震後火災です。そこで私の提案する制度は、揺れによる被害を免責にする地震保険、すなわち、揺れには耐えて残ったが、その後の火災で被災した場合に役立つ保険です。

兵庫県南部地震は風の影響が少なかったとはいえ、揺れで被災した建物は全半壊で25万棟、一部損壊はさらに39万棟、延焼火災建物は7千数百棟です。全半壊だけを対象にしても、揺れによる被害と火災による被害は数十倍違います。建物の耐震性が高まると初期出火率が低下するだけでなく、消火活動の条件が向上するので、延焼火災数はさらに減少します。私の試算によれば、揺れによる被災建物を免責にした場合の補償対象建物数は、簡単に百分の一程度になります。年間10万円の保険料が1,000円になる計算です。これならば地震保険の割高感もなくなるし、火災保険の30~50%という地震保険の補償制限も撤廃できるでしょう。

今、流れを変えておかないと

「被災者生活再建支援法」が設立された当初の支援額は100万円でした。「公的な資金を私財に投入することはできない」という原則に従い、使途は生活再建の支援としての家電の購入費などで、被災建物の再建には利用できませんでした。その後、額の増額と使途の拡大の要望に沿って、支払い上限は300万円、被災建物の再建にも利用可能となりました。さらに収入制限まで撤廃されました。

誰でもが支援金をもらえるようになったわけです。現場で運用する職員は、「これで収入の確認が不要になったので、手続きが簡単になり本当にいい制度になった」と言っていますが本当でしょうか?

この制度は再考すべきだと思います。収入制限の撤廃で大規模災害時の財源は全く足りなくなりました。私は被災地で困っている人を助ける制度を否定しているのではありません。この種の制度を考える場合には、同時に事前に自助努力した人が被災した場合の優遇制度を整備しないと、「自助」のインセンティブがなくなり、被害が増大するとともに莫大な公的資金の出費が必要になることに警鐘を鳴らしているのです。

被災者生活再建支援として、現行のように全壊被災世帯に300万円支援しても、これだけではもちろん足りません。阪神・淡路大震災の事例に従えば、さらに1,000万円を支援する必要があります。我が国のように、近未来に莫大な地震被害が想定される中でこのような制度が成り立つでしょうか。

私は「被災者生活再建支援法」が成立し、改定される中でずっと言い続けてきたことがあります。それは次のような発言です。

「今後は被災者生活再建支援制度によって支援を受ける人が出てくる。このような状況下で私が最も恐れていることは次の点だ。防災の専門家として、もちろん起きて欲しくはないが、この制度の下で最初に発生する地震が、数十万棟の全壊建物を生じるような地震であれば、自助努力を前提条件としない現行の支援制度の問題を多くの人々が認識できるだろう。なぜならこれが被害抑止に全く貢献しないばかりか、莫大な予算を必要とすることがはっきりするからだ。しかもその原資は公的資金、つまり皆さん税金である。

問題は、数百~数千世帯程度が支援を受ける規模の地震が起こった場合だ。マスコミは支援を受けた被災者に支援制度の感想を尋ねるだろう。支援を受けた被災者は、『このような制度があって、本当に助かりました』と涙ながらに答えるだろう。この人は支援を受けた人だ。その時点では残念だがタックスペーヤーの視点はなく、タックスイーターの視点に立っている。マスコミはさらに質問を続ける。『この制度に関して何か要望や意見はありませんか?』支援を受けた被災者は、『300万円はありがたいが、これだけでは足りません。何とか増額できないものでしょうか』と答える。

このような発言を受けて、マスコミや一般社会、そして政治家たちはどう対処するだろうか?

現在の地震学的な環境と地震被害のメカニズムを十分理解した上で、タックスペーヤーの視点から適切に発言できる人は限られている。残念だが、『もっと増額すべきだ』的発言や世論が出てくることは想像に難くない。被災者が傍らにいて、このような議論になった場合に、この流れを止めるのは容易ではない」

私の発言の趣旨や提案制度をよく理解していない人や一部のマスコミが、「目黒は弱者切り捨ての制度を言っている』とおっしゃることがあるが、これは大間違いです。

近未来にわが国が直面する地震被害の規模やその意味を考えれば、「目黒の3点セット」のような仕組みを作って、自力で被害を抑止できる人には事前対策を徹底してもらい、発生する被害を抑止することが重要です。そうしないと、将来の地震発生時に本当に弱い人を救うことは無理なのです。この点を是非ご理解ください。

私は防災には「情」が必要だと思いますし、自分も「情」をもって防災研究や活動に携わってきたと思います。しかし「情」をかける原資が公の金、公費であるならば、そこには「理」、理屈がなくてはいけません。

ローカルに近視眼的に、一見よさそうだということで政策を考えてはいけません。その策がオールジャパンで長期的にまかり通るものかどうか、本当に防災に貢献するものかどうか、納税者に説明責任が果たせるものかどうか、を常に考えておく必要があります。

「21世紀型いざ鎌倉システム」をつくれ

瀬戸　ありがとうございます。最後にこれだけはということがもしあればお願いします。

目黒　中央政府レベルから様々なレベルで首都直下地震や東海・東南海・南海地震などの大規模災害が起こったときに、どうすればスムーズな復旧・復興が可能になるかなどを議論する場で私がいつも言っていることがあります。それは次のようなものです。

「ちょっと待ってください。直後のガレキ処理から、その後の復旧・復興プランづくり、実際の施工を誰がやると思っているのですか。建設業の人たちですよ。ところがその建設業は最盛期に80数兆円あったマーケットが今40兆円以下になってしまって、しかも大規模プロジェクトに直接かかわってい

た技術者は団塊の世代で皆さんご卒業。腕のいい、スキルのあるオペレーターたちもご卒業。こんな状況の中で100兆円、150兆円の仕事が出るから、スムーズな復旧・復興を実現しろ、と言われても無理でしょう。どうするのですか。そこを本気で考えてほしい」というものです。そこで私は「21世紀型いざ鎌倉システム」をつくるべきと提案しています。

現在は、大規模なプロジェクトを国内だけで求めようと思っても困難です。世界的には中東や北アフリカ、インド、中国といったところに大きな建設プロジェクトがあります。国際的に大規模建設プロジェクトが存在する地域にチームジャパンとして日本のゼネコンを主としたメンバーを派遣する。年齢構成をちゃんと考えて、若い人たちを入れて、そこで技術の進展・維持をきちんと担保する。と同時に、日本チームの下で協力して働く国々の技術者のスキルアップとシンパシーづくりを進めることです。具体的には、「2030年～2050年までに、日本は○○レベルの被害を受ける。その時には、△△の条件で日本の復旧・復興の支援に駆けつけてくれ」という環境整備、制度設計を10年～20年という時間の中でつくりあげていく必要があるということです。このような仕組みを考えないと、もはやドメスティックな労働力の量と質だけを対象にしていたのでは、スムーズな復旧・復興はあり得ません。

もう少し国策としてゼネコンの海外進出をバックアップする仕組みをきちんと考えないと駄目だと思います。事実、中国や韓国はそうやっています。国策としてきちんと考えた「21世紀型いざ鎌倉システム」的なものをつくり上げないと、実際に災害が起こったときの対応はうまくいかないのです。

兵庫県南部地震は、3,300の自治体があるときの30自治体の災害でした。日本全体の1%災害です。今回の東日本大震災の被災地は、平成大合併があって1,750くらいになった中で、170から240（被災の定義による）という数なので、日本全体の10%災害です。その被災地に対して、自衛隊は彼らができる最大のオペレーション、10万人のオペレーションをしました。今後、首都直下、東海・東南海・南海でどれくらい被災するかというと、自治体数で2倍、人口規模で東日本大震災の5倍から8倍です。しかし、自衛隊は5倍、8倍のオペレーションは絶対にできません。今回が最大規模です。そう考えたときに、災害の規模に関する適切なスケール感を持って、社会制度も含めた事前の対策を考えておかないと、将来の発災時の対応は絶対にうまくいかないわけです。しかし、今これらのポイントがそれなりに影響力のある場で議論されているかというと、私は知りません。この点は是非真剣に考えていただきたいところです。300自治体、500自治体、それ以上の自治体が被災する状況をちゃんとイマジネーションできているかということです。

瀬戸　非常に重要なお話をいろいろ聞かせていただきました。我々も心して、自分たちにできることからやっていくしかない。あるいは、そういうイマジネーションを持って対応していかなければいけないと思います。

目黒　違います。「できることからやる」というのは適切ではありません。それでは駄目だと私は言っているのです。全体を俯瞰した上で何が最も欠けているかを理解した上で、与えられた時間と予算の中で可能な最も効果的な対策の組み合わせを見つけ、実施していくことが大切です。全体の俯瞰なしに、安直に「できることから」と言うと、一番簡単なのは今までやっていることの延長になります。だから、世の中の自治体の防災対策には、そういったものが多くなるのです。そこのスイッチを変えないといけないと私は強く思っています。

瀬戸　なるほど、肝に銘じておきます。どうもありがとうございました。

ICUS Newsletter

Volume 11 Number 1 April to June 2011

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

The mission of new ICUS towards sustainable urban systems

By K. Meguro

Professor and Director, International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

Our International Center for Urban Safety Engineering (ICUS) restarted as a new research center on April 1st, 2011 after ten years of activity. The purpose of the "new" ICUS is to identify, investigate, and resolve issues towards the realization of sustainable urban systems for the prosperity and safety of society considering challenges of socio-economic problems such as depopulation and aging society, shrinking economic resources, advanced technology, environmental awareness and climate change, dense and decentralized urbanization, and so forth.

The role of new ICUS in the coming five years towards the establishment of safer and sustainable urban systems was discussed at the 20th ICUS Open Lecture held on April 21, 2011. This discussion necessarily included issues related to the 2011 Tohoku Earthquake, which has great affected the direction of future urban safety engineering in Japan. In the panel discussion, the actions ICUS should take after experiencing this earthquake disaster were also discussed with three guest speakers. In this article, the results of the

ICUS professors and guest speakers during the ICUS Open Lecture panel discussion

discussions held during the Open Lecture are introduced.

Missions of the new ICUS research divisions

The new ICUS has three missions: "promotion of advanced research," "construction of networks," and "information collection and dissemination." Advanced research will be conducted by three research divisions: "Urban safety and disaster mitigation division," "Environment informatics division," and "Social infrastructure management division."

The "Urban safety and disaster mitigation division" works towards the realization of a safer and more comfortable urban built environment against hazards such as huge earthquakes or urban floods while considering current socio-economic conditions.

Solutions for both technical and social issues towards safer urban systems should be proposed from the multi-disciplinary viewpoints. All the disaster stages from mitigation and preparedness before the event to post-disaster recovery and reconstruction will be covered as our research themes. Not only problems emerging after the past disaster but also new problems that can be expected in the future disaster should be tackled. In order to reduce real damages due to future disasters, implementation of research results in real society is essential. ICUS will place emphasis on practical approaches for achieving implementation of disaster mitigation strategies. Development of new consensus building systems, efficient disaster exercises, and the proposal of financial incentive systems for promoting countermeasures are included as parts of these practical approaches.

Structure of new ICUS and the relationship between the new research divisions

In order to enhance people's awareness against disasters, explaining disaster risk easily to key stakeholders, reducing gaps of risk perception between the public people and experts and promoting individual investigation for risk reduction are important activities for this division to carry out.

The "Environment informatics division" aims to reduce the effect of wide-ranging hazards particularly related to frequent abnormal weather in order to realize a home land where people can coexist comfortably and sustainably with the natural environment.

Remote sensing is a powerful technology for collecting wide-ranging data. The new ICUS will continue to establish methodologies for monitoring environmental change and detecting potential risk such as the heat-island phenomenon, desertification and environmental pollution through the application of remote sensing. Techniques for monitoring the urban built environment, such as historical buildings or transportation networks, are also covered. Based on a deep understanding through monitoring of real phenomenon, suitable and effective countermeasures can be obtained.

The "Social infrastructure management division" focuses on the safety preservation of maturating social infrastructure facilities while considering difficulties such as growing maintenance management expenses, large number of facilities, and decreasing engineers. In order to conduct maintenance of infrastructure facilities efficiently, precise evaluation of the residual performance of existing structures and suitable strategies for maintenance or renewal are

essential. ICUS aims to develop new methodologies for these approaches. Regarding new construction of infrastructure facilities or houses, reduction of environmental impact is very important. New materials, structures and construction techniques with low environmental impact should be developed and implemented.

Borderless collaboration among various research fields

The causes and mechanisms of current social problems are complex and multi-disciplinary approaches are required to solve them. The three research divisions in ICUS will collaborate together in order to solve new emerging problems. ICUS has a diverse staff with a variety of academic backgrounds, which enables ICUS to conduct "borderless" research collaboration. For example, the "Urban safety and disaster mitigation division" and "Social infrastructure management division" will jointly focus on the effective management and operation of infrastructure for disaster mitigation. The "Social infrastructure management division" and "Environment informatics division" will jointly develop sustainable materials with low environmental impacts such as recycled material and waste timber resources. The "Environment informatics division" and "Urban safety and disaster mitigation division" will develop new methodologies for rapid damage detection after a disaster, efficient management of transportation networks after disasters, and environmentally-friendly disaster management systems.

In addition to collaboration inside ICUS, collaboration with organizations outside ICUS is also important. In particular, ICUS has a mission to lead the collaboration with government and private companies as a representative of the academic field. The new ICUS will continue to hold research committees with private companies as a forum for discussion with the public and private sectors.

Action plan after 3.11 earthquake

The 2011 Tohoku Earthquake occurred on March 11, 2011 off the north-eastern coast of Japan. Coastal areas in the Tohoku region suffered severe tsunami damage and are now in the middle of the reconstruction process. The tsunami also damaged nuclear power plants in Fukushima Prefecture and has led to long-lasting social effects in the surrounding areas. Residents are still forced to evacuate because of the high risk of exposure to radiation. The new ICUS wishes to provide all knowledge possible and contribute to the prompt reconstruction of all the affected areas.

This enormous earthquake highlighted various problems such as insufficient tsunami countermeasures along the coastal area, difficulty in tsunami evacuation, problems with the tsunami warning system, residents' low awareness of the tsunami warning system, land-usage in areas with high tsunami risk, and more. At first, these problems need to be investigated and recorded precisely; then, the mechanisms and reasons of the problems should be analyzed. In Japan, there is high risk from other future huge earthquakes such as the Tokai, Tonankai, Nankai, and Tokyo Metropolitan earthquakes. Suitable countermeasures for improving the current situation should be developed and implemented quickly before these events occur. ICUS will contribute to solving these problems through borderless discussions with other research centers inside and outside IIS.

Moreover, the lessons learnt from these problems should be shared with all countries around the world. One mission of the new ICUS is the dissemination of disaster information to the world, especially in Asian. Following this mission, ICUS plans to launch a new project to collect, translate, and disseminate various lessons from the Tohoku earthquake disaster.

Recommendation from Open Lecture guest speakers

During the second part of the 20th ICUS Open Lecture, a panel discussion on the role of "new" ICUS and its prospects in Asia was held with three guest speakers. Dr. Reiko Amano (Kajima Corporation) was the first speaker and served as a representative of private companies. Dr. Amano was previously a visiting professor in ICUS. When she was an ICUS member, she believed there was a lack of collaboration between the private sector, governmental sector and the academic field, so she launched a new joint project between the Fire and Disaster Management Agency and ICUS. Based on this experience, she recommended that ICUS acts as a bridge to bring together these separate groups. In light of the Tohoku Earthquake, she also addressed the importance

of immediate dissemination of information. Practical research results regarding recovery and reconstruction may be more useful when provided as soon as possible, and she requested that ICUS contributes to society through speedy dissemination of information.

The second guest speaker was Dr. Satoru Nishikawa from the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism as a representative of the government sector. He was one of the committee members of the external evaluation held in the autumn of 2009. He requested that ICUS evaluates the effectiveness of previous investments in disaster prevention countermeasures, such as how much the retrofitting of existing buildings, coastal levees, and earthquake and tsunami warnings decreased the expected damage due to the Tohoku Earthquake. The objective and quantitative evaluation of the effectiveness of these countermeasures will be important to discuss the appropriate level of future investment towards coming disasters. Regarding the reconstruction in the Tohoku area, building back better is the key issue. The proposals for recovery and reconstruction technologies and analysis of their cost-benefit are welcomed.

The third guest speaker was Dr. Ryutaro Tateishi from the Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) in Chiba University as a representative of the academic field. In the field of remote sensing, immediate information collection after the disaster and its dissemination is important for disaster reduction. ICUS should continue research on remote sensing and expand its research targets. Recently, the contribution of the academic field to real society is growing in importance. ICUS should explore how the academic field can contribute to solving real problems in society. Both bottom-up approaches from the local organization side and top-down approaches from the government or lead side will be important. In particular, Dr. Tateishi recommended that ICUS conducts top-down approach on the governmental side to establish laws or acts for disaster countermeasures. He also requested that ICUS sets research targets from the global viewpoints and applies research results in Asian countries.

From these recommendations in the panel discussion, we would like to continue our activities towards our missions and will report periodically on recent activities through upcoming newsletters. We gladly welcome comments from the friends of ICUS worldwide.

20th ICUS Open Lecture held at IIS

By M. Ohara

ICUS held the 20th ICUS Open Lecture at the Institute of Industrial Science on April 21, 2011, with approximately 150 people in attendance. The lecture was divided into two parts. First, Prof. Kimiro Meguro, director of ICUS, gave an urgent report on the East Japan Great Earthquake disaster and its implications. This lecture was added to the program after the occurrence of the March 11 earthquake off the coast of the Tohoku region.

Dr. R. Amano

Mr. S. Nishikawa

Dr. R. Tateishi

The theme of the second part of the lecture was "Towards the establishment of safer and sustainable urban systems - the role of ICUS and prospects in Asia," which introduced the future plans and prospects of "new" ICUS as it moves into a new 5-year cycle. Prof. K. Meguro began by presenting the 10-year history and future of ICUS. He was followed by three ICUS professors who introduced the new ICUS research divisions: Prof. Takaaki Kato (Urban Safety and Disaster Mitigation division), Prof. Mikio Koshihara (Environment Informatics division), and Prof. Reiko Kuwano (Social Infrastructure Management division).

A panel discussion was then held on the role of "new" ICUS and its prospects in Asia with ICUS professors and three guest speakers: Dr. Reiko Amano (Kajima Corp.), Mr. Satoru Nishikawa (Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism), and Dr. Ryutaro Tateishi (Chiba University).

Present situation of recovery and reconstruction in the regions affected by the East Japan Earthquake Disaster

By T. Kato

The characteristics of East-Japan earthquake disaster can be summarized using three key words. The first is "shrinking". Japan has entered the shrinking period in this decade. It has already passed the inflection point of times from expanding trend to shrinking trend, which includes economic shrinking and aging and decreasing of population. This disaster recovery during a shrinking period is the first experience in the history of Japan. The second and third key words are "super vast" and "super devastating."

How does the social preparedness for disaster contrast with the characteristics of the disaster? The answer is fundamentally inadequate. Local governments basically have the responsibility to all disaster response as set by Disaster Countermeasure Basic Act. This means that the present system of disaster countermeasure focuses on the local disaster, i.e. it cannot respond well to the super vast disaster. In the disaster, unprecedented tsunami devastated all social and physical infrastructures. As section-oriented administrative functions are inefficient in the post-disaster recovery and reconstruction, comprehensive and integrated countermeasures are needed. However, Japan doesn't have a basic act on post-disaster recovery, although small academic society has discussed the necessity of it before the disaster. It cannot also respond to the super devastating disaster. Moreover, the institutions related to city and rural planning which play main role in the post-disaster recovery cannot respond to shrinking period. Japan has faced this situation without existing powerful political tools for the recovery.

Three months have already passed since the 3.11 event. It can be simply said that the action for the recovery has not been quick because the existing political tools, which are inefficient for this disaster, as described above, have been applied in the same manner as the usual disaster. At the same time, recent trend of decentralization of power from central to local governments makes the central government hesitate to make new decisions. At present (three months later), the frame of financial and planning policy for recovery is still under consideration.

For reference, I introduce the recovery activities after the 2008 Sichuan Earthquake Disaster in China, the scale of which was also large and similar to the East-Japan Earthquake Disaster. In China, the most important characteristic was that the central government responded rapidly and rationally in the recovery phases. The first action for recovery of the central government started only three weeks after the earthquake. The government clearly showed the road map for disaster recovery and authorized the work order and outlined the recovery plan. At the same time, it established financial and human resource support system for the affected areas. One month later, it completed systemizing policies to support affected areas and victims. These actions resulted in completion of the central government's proposed recovery plan two months later, and the proposed recovery plan of a local government (Dujianyan City) five months later. In summary, the strong leadership of the central government could implement rapid recovery and reconstruction. Comparing the Chinese and Japanese cases may be difficult, but it suggests the importance of the top-down approach and the need for balance between top-down and bottom-up.

At the end of June, The Reconstruction Design Council in Response to the Great East Japan Earthquake, which was established as an advisory panel of intellectual figures by the Central Government of Japan on April 2011, submitted its report of recommendations for a reconstruction plan, titled "Towards Reconstruction - Hope beyond the Disaster." The Central Government will make policies respecting these recommendations, which include policies for both the affected area and other parts of the nation in the future. The policy is based on bottom-up style weighing and respecting the local government and affected areas. In other words, it can be said that the leadership of the central government is relatively weak. These characteristics are remarkable in contrast to the past recovery cases in the world. We have to struggle for better recovery in this challenging situation.

Digitally archiving the areas affected by the Great East Japan Earthquake and Tsunami

By S. Ono, ITS Center, The University of Tokyo

The Advanced Mobility Research Center (ITS Center), The University of Tokyo, in collaboration with Tohoku University, is surveying the situation of the area affected by the Great East Japan Earthquake and its tsunami. In April 2011, with the cooperation of local governments, we sent a mission team to the Tohoku area with our sensing vehicle, which is equipped with an omni-directional camera, to record the detailed conditions along and around roads in the affected area. The length of the targeted area was roughly 600 kilometers, from Hachinohe city, Aomori Prefecture, to Yamamoto town, Miyagi Prefecture. In areas which suffered massive damage, such as Rikuzen-Takata city, Iwate Prefecture, almost all the roads were covered with debris.

Sensing vehicle equipped with omni-directional camera

The camera on the vehicle is able to capture all 360-degrees at once as a panoramic video, and the positional information is also recorded by synchronizing with a high-accuracy GPS. After the survey, we can select a point on a digital map and immediately see the surrounding conditions on a computer display. Similar kinds of systems are operated by the Geographical Survey Institute, Google Inc., and others; however, each mission has different significance since the survey periods differ from each other and the local conditions can vary by the hour. The significance of our mission is that the data was captured just 40 days after the earthquake occurred, just after the roads were cleared.

We are now discussing how to utilize the captured data on "3.11net Tokyo," considering options such as inspecting the status of tsunami control forest, estimating the amount of debris, verifying the hazard map, and so forth. In addition, we also hope to prevent the loss of memories regarding the disaster and to contribute to education for disaster prevention. For example, we made a prototype system for virtually experiencing the affected areas using goggles. These goggles provide the view of the actual area in front of your eyes, and when you move your head and look around the motion is detected by a gyro sensor in the goggles and the appropriate view synthesized from a part of the omni-directional image is presented. You can get much higher reality by playing back the video and changing the viewpoint. Also, other virtual data can be virtually overlaid onto the scenery, such as the striking tsunami, which may be able to be utilized for evacuation simulations or other applications.

Note: At this time there is no plan to open the surveyed data to the general public.

Display showing both the geographic location and local conditions

Prototype system for virtually experiencing the areas affected by the tsunami

The disaster information gathering behavior of people in the Kanto region after the Tohoku Earthquake: initial findings

By M. Henry

After the March 11 earthquake and tsunami in the Tohoku region of Japan, ICUS began an investigation on the disaster information gathering behavior of people in the Kanto region (which lies to the south of Tohoku and includes Tokyo) in order to understand whose information people trusted, how they searched for information, what information they needed, and what post-disaster actions people took, with the final goal of improving the dissemination of disaster information. This survey was distributed online and ran from May 23 to July 6, during which 1357 responses were obtained from 74 countries.

The survey found that the most-trusted information source was Japanese news, followed by Japanese research and academic institutions, international organizations such as IAEA or Red Cross, the national Japanese government, and overseas news sources. However, the national Japanese government, overseas news sources, and Japanese news sources were also among the top-five least trusted sources of information, which shows that people were clearly divided on whom to believe and not believe. The least-trusted of all sources was Tokyo Electric Power Company (TEPCO).

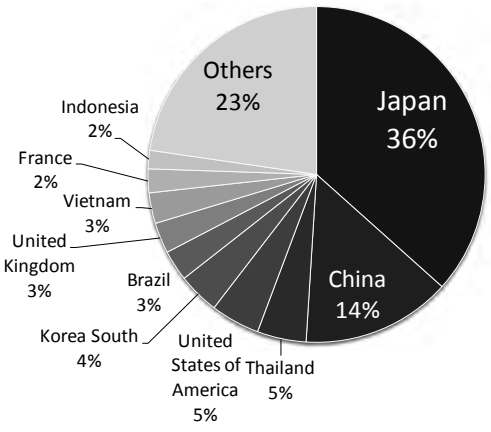
For acquiring disaster information, Japanese television was the most-used means, followed by Japanese and English traditional internet media (meaning websites, information portals, and so forth). These same media were also the means by which people would prefer to receive their disaster information. Japanese language was generally preferred over English for domestic forms of media – such as television, radio, and printed media – whereas English was preferred for media which aren't tied to a specific location – such as internet-based media.

The importance of information was found to change over time. On the first day, the safety of family and friends was by far the most important information, but by the first week radiation level and risk became the most important, followed by information on food and water supply and the government responses.

Unavailability or difficulty in understanding information also changed over time and, in general, people appeared to be able to find or understand information better as time passed, except in the case of radiation level and risk and the government responses. The biggest reason why disaster information was unclear or hard to understand was that people were confused by conflicting or differing information. Being unable to access information due to problems such as mobile congestion or power outages was another reason, followed by lack of language comprehension, unfaimilar terminology, and difficulty in locating information.

Within the survey sample, most of the people chose to remain within the Kanto area. The timing of relocation or leaving Japan increased from within one day after the quake up to within one week then decreased again. The primary reason people cited for whether they stayed, relocated or left was that it was a personal decision, which far outranked other reasons such as family request, job obligation, and other reasons. Overall, it appeared that disaster-related information was very useful to somewhat useful for people's decision making.

The brief results given here represent the initial findings of this survey considering all respondents. Further analysis will be conducted by separating Japanese and foreigners and then considering more targeted characteristics.



Distribution of respondents by country

Distribution of aerial photo maps with tsunami lines

By H. Sawada

The remote sensing team of Prof. Sawada in ICUS has created aerial photo maps at 1:10,000 scale showing the tsunami lines in areas affected by the March 11 Great East Japan Earthquake and distributed these maps through a website for public use. The maps were produced from aerial photos taken by digital camera which were converted to orthophotos by the Geospatial Information Authority of Japan.

The team first converted the geographic coordinate parameters of these orthophotos to be available on Google Earth. Tsunami inundation lines were then interpreted and digitized on Google Earth and compared with the satellite images taken before the earthquake and tsunami. Finally, the digital tsunami line data and the aerial photo maps with the tsunami line were published for various users such as governmental officers, field investigators, researchers and volunteers. The tsunami line can also be used to help show the recovery process

An aerial photo map of the Kesen-numa area at a scale of 1:10,000 with tsunami lines shown in yellow

IIS Open House 2011

By M. Henry

The Institute of Industrial Science (IIS) organized and held the IIS Open House from June 2nd to 4th.

Visitors to ICUS during the IIS Open House 2011

ICUS has been participating in the Open House since 2001 in order to provide people of all ages and professions with the opportunity to learn about ICUS activities and the importance of urban safety from various perspectives. This year, over 150 people visited ICUS, with 100 of them participating in the ICUS quiz for various ICUS goods. ICUS research works presented at the open house this year included special posters and exhibits on the March 11 Great East Japan Earthquake, the activities of 3.11net Tokyo, and ICUS projects on a high-density wooden structure city and 3-dimensional middle-rise high-density dwelling model for urban block, in addition to the research by individual laboratories on urban safety and disaster mitigation, environment informatics, and social infrastructure management.

By M.A. Ansary, BNUS

Training program on and application of ground-penetrating radar

Ground penetrating radar (GPR) is a near-surface geophysical technique that can provide high resolution images of the dielectric properties of roughly 20 meters of earth. It is a very useful technique which employs radio waves typically in the 16 to 2000 MHz frequency range to study structures and features buried in the ground, groundwater, subsurface faulting, and underground cavities (natural or man-made). It is also useful in locating defects and voids in concrete structures, and in determining the embedded reinforcement. GPR is a cost effective way to help locate and characterize features and one of the better techniques for exploring shallow subsurface.

A training program on GPR was held between April 11 and April 15 at BNUS, BUET. This 5 day long training program was organized by BUET – Japan Institute of Disaster Prevention and Urban Safety (BUET-JIDPUS). The training was divided into two parts: classroom teaching and field demonstration. The trainer was Mr. Reinhurt Schultz, GSSI, Germany. Fifteen participants took part in this program.

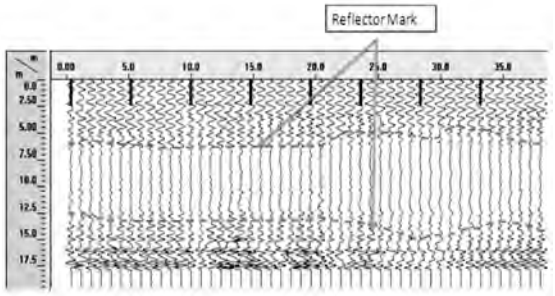
In addition, a geophysical investigation was carried out for Meghna Dhonagoda Irrigation Project (MDIP) located in the north part of Chandpur district. Both Common Depth Point (CDP) and Survey Wheel Distance mode were used with a 100 MHz frequency antenna. Another study was conducted for a bridge deck assessment using a 1.6 GHz antenna. Two bridges (Suyagaji Bridge at Comilla and Babubazar Bridge at Dhaka) were studied for reinforcement location, condition assessment and deterioration mapping.

Estimation of shear wave velocity in reclaimed areas of Dhaka city

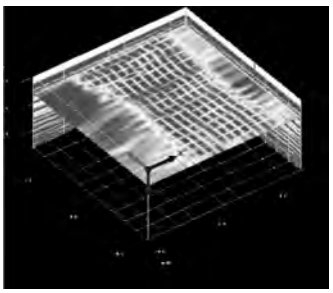
The dynamic properties of soil are essential for predicting the behavior of soil deposits and their effect on structures during any type of vibration. Vibration can come from a machine, adjacent construction work, or an earthquake. Recently with the help of BUET-JIDPUS, two research engineers from BNUS (Estiak Mahmud Murad and Mintu Deb) have been determining the shear wave velocity of hydraulic-filled areas of Dhaka city using downhole seismic method according to ASTM D7400-08. The equipment used in this test is a seismic cone with a single receiver. This test has already been carried out at nine locations in Dhaka and two locations just outside Dhaka, and more data will be collected soon.

All the locations are low land and most of them were water bodies which were filled up to construct residential and commercial buildings. During an earthquake, shaking will be amplified more in these areas. To study the amplification of these reclaimed areas, shear-wave velocity is an essential parameter. Some photographs were taken during these tests which are provided for easy illustrations.

Training session and field demonstration of GPR



Soil layer in wiggle mode at Meghna-Donagoda Irrigation Project



Super 3D file of bridge deck investigation at Babubazar Bridge

Final report of Research Committee RC67

By T. Endo

The briefing session of ICUS Research Committee 67 (RC67) was held at IIS on June 2, 2011, with more than twenty people in attendance. The session consisted of two parts. First, Mr. Ookawa from the Forestry Agency talked about "The significance of international forest year and materiality of forest." Second, RC67 members introduced the results of our activities to the session participants. In this article we briefly summarize our activities and final report.

Over the past two years RC67 has been evaluating CSR activities and discussing what is the ideal CSR activity for the environment and Japanese society. In the first year, to understand the contribution of CSR activities in the private sector of society, we analyzed the relationship between the future national plan for forest management and the forest management strategies of companies. Specifically, we focused on the investigation of statements on forest operation in environmental CSR activity reports. In the second year, we discussed evaluation methods for environmental CSR activities. As a result of the discussion, our committee proposed two basic concepts for forest CSR activity:

The RC67 final briefing session

1) Since the forest ecosystem is a type of social capital, we should promote forest management based on long-term view for the future generations.

2) Since sustainable development of forests is necessary to keep forests healthy, we should utilize more domestic timber to support the forestry and lumber industries.

To check our proposal, we designed a questionnaire and conducted a survey of six companies in different areas of the private sector. The evaluation points of CSR activity were continuity, environment (biodiversity, soil and water conservation), society (environmental education, regional contribution), and economy (support for forest management). Additionally, we designed a self-evaluation sheet to evaluate own CSR activity by myself. From the questionnaire results, we realized that the relationship between the core business of a company and CSR activity affected the evaluation of their CSR activity. Next, we classified the companies into three groups in order to evaluate them equivalently. The CSR activities of the companies which were evaluated highly were original and unique. Through analysis of the CSR activities, it became clear that all groups lack effort for "supporting forest management" on the economic side and "soil and water conservation" on the environmental side.

In order to bring current forest CSR activity to ideal model we've concluded that the following four points are important: 1) set the purpose of CSR activities as "forest circulation;" 2) close the relationship between the core business and CSR activities; 3) include specialists in CSR activities; and 4) cooperate with other activities.

We hope that forest CSR activities will improve through the following steps: evaluation of CSR activities using our questionnaire, understanding of the current situation of CSR activities by through the self-evaluation sheet, review of CSR activities from the viewpoint of the four important points, and re-evaluation of the improved CSR activities.

Awards and honors

- Mr. Hiroki Shimono, master student in Meguro Laboratory from Chuo University, won the Best Paper Award from the Institute of Social Safety Science on May 27 for his research "Mitigation effect of an early earthquake warning system on the Tokyo metropolitan area railway network
- Mr. Makoto Fujiu, Ph.D. student in Ohara Laboratory, won the Outstanding Poster Presentation Award at the Eastern Asia Society for Transportation Studies on June 23 for his poster "Characteristics of cruise tourism in Asia."

Visit to the Metropolitan Highway Watching

By S. Kondo

Dr. S. Kondo, along with eight students and staff, visited a maintenance demonstration organized by the Metropolitan Highway Co. Ltd., "Metropolitan Highway Watching." On May 20, the first day, participants visually inspected the underside of a highway overpass, where minor damage such as peeling or lifting of the concrete could be seen.

On June 7, the second day, participants presented the results of the inspection and then visited the Arakawa Bay Bridge, which was damaged by the Great East Japan Earthquake. A variety of inspection methods were also demonstrated. The Arakawa Bay Bridge is a truss bridge located at the mouth of the Arakawa River where it feeds into Tokyo Bay. In this earthquake, the bridge suffered damage to areas such as the gusset plate located at the junction of the horizontal strut and the sway bracing, and emergency rehabilitation took about 10 days. In the inspection demonstration, participants learned about a method for early detection of damage to roads and other facilities through close inspection of the aerial structure.

A gusset plate damaged by the Great East Japan Earthquake

Roads are essential to our daily lives, and this meaningful demonstration was educational for learning about the actual site issues and maintenance of highways in Japan.

Farewell to Prof. Yoshitaka Kato

By K. Meguro

From April 2011, Associate Professor Yoshitaka Kato will retire from ICUS to assume a position in the Department of Civil Engineering at the Tokyo University of Science.

Prof. Y. Kato joined ICUS as a lecturer in April 2002 and was promoted to associate professor in April 2006. Over his nine years in ICUS, Prof. Y. Kato and his laboratory conducted a wide variety of research works on the durability, maintenance, and sustainability of concrete materials and infrastructure as a part of ICUS's Sustainable Engineering Division.

Prof. Y. Kato

I would like to express my sincere gratitude to Prof. Y. Kato for his many years of excellent service as a member of ICUS and, on behalf of everyone at ICUS, I wish him the best at his new position. We are looking forward to collaborating with him again in the future.

ICUS Activities April – June

- Prof. M. Koshihara traveled to Wien, Austria, from June 27 to July 2 to investigate middle-rise timber buildings.
- Prof. S. Tanaka visited the Korean Institute of Construction Technology (KICT) in Seoul, Korea, from April 17 to 20.
- Prof. S. Tanaka also attended the International Symposium on ITS Research in Taipei, Taiwan, from June 10 to 12 and the IEEE-FISTS conference and workshop in Vienna, Austria, from June 28 to July 3.
- Prof. A. Kawasaki returned to Bangkok, Thailand, from April 7 to May 26 and from June 5 to July 5 for operating the RNUS office and conducting lectures and supervising students at AIT.
- Dr. T. Endo traveled to Brazil from June 25 to July 5 for a meeting with INPE and INPA.

Editor's note...

After the March 11, 2011 Mw 9.0 earthquake, national and local governments and academic societies established many committees for responding to the disaster and for recovery and reconstruction of the affected areas. For well-balanced recovery of the affected areas, it is important to clearly see all the activities of the numerous related committees. However, the relationships between committees with similar purposes are not clear and the discussions and activities by the advisory committees in different affected areas aren't well coordinated.

The number of dead and missing due to the earthquake disaster was over 28 thousand at its peak, roughly one month after the earthquake. But by verifying the missing people, this number became around 20 thousand as of the end of August 2011. Although it is good that this number decreases, it does not include indirect fatalities. During the 1995 Kobe earthquake disaster, there were over 930 indirect fatalities, a 17% ratio to the total number of fatalities (6,437). Although there is no official report on indirect fatalities due to the March 11 earthquake yet, many people already died due to very cold weather and poor medical conditions just after the earthquake along with long-term refugee camp life. Furthermore, there is a high possibility that many more people died due to the summer heat or will die due to prolonged life in refugee camps due to the tsunami and nuclear power plant accident. Society needs proper measures to reduce the number of such victims, and such measures are the ones which should be established by good coordination among the above-mentioned committees.

By. K. Meguro

International Center for Urban Safety Engineering (ICUS)
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan
Tel: (+81-3) 5452-6472, Fax: (+81-3) 5452-6476
http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp

PRINTED MATTER

The International Center for Urban Safety Engineering (ICUS) is a research center located at the Institute of Industrial Science, The University of Tokyo.

The purpose of ICUS is to identify, investigate, and resolve issues towards the realization of sustainable urban systems for the prosperity and safety of society considering challenging socio-economic problems.

ICUS NEWSLETTER

International Center for Urban Safety Engineering

Institute of Industrial Science
The University of Tokyo

Special Issue
APRIL 2011

Quick Report on the Great East Japan Earthquake and Giant Tsunami

By
Kimiro Meguro and Muneyoshi Numada

At 14:46 JST (5:46 UTC) on March 11th, 2011, an earthquake of moment magnitude 9.0, the largest earthquake ever recorded in Japan, struck off the shore of the Sanriku area in the Tohoku Region. This special edition newsletter is ICUS's initial report on this disaster investigated by ICUS members.

A 5-story RC structure for tsunami evacuation in Minamisanriku-town.
The tsunami did not reach the top of this building, thus saving the lives of many people.

The "mega tsunami" which followed hit deeply indented coastal areas and brought extensive and devastating damage to many cities and villages in this area. Mega tsunami damage was not restricted only to buildings and houses, but the resulting fires destroyed many communities and even nuclear power plant (NPP) facilities have suffered complicated and serious damage due to this mega tsunami. This earthquake was later named "The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake" by the Japan Meteorological Agency (JMA) .

The total number of dead and missing continues to increase relative to the 1995 Kobe Earthquake due to the large magnitude and killer tsunami of the earthquake (Figure 1). As of June 20th, 2011, the number of dead and missing were 15,467 and 7,482, respectively, and that of evacuees was 124,594.

This special issue newsletter is a quick report on the investigation of damage by ICUS members. Due to the large scale of the earthquake damage and issues such as fuel shortage and damage to transportation infrastructure, the investigated area was limited to just the Tohoku area.

EARTHQUAKE MOTION

"The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake" (Mw 9.0) is the largest earthquake among all recorded events in Japan; in global earthquake history from 1900, this is the Fourt-largest earthquake, similar to the Kamchatka Earthquake (1960, Mw 9.0), and following Chile Earthquake (1960, Mw 9.5), Alaska Earthquake (1964, Mw 9.2), and Off-Sumatra Earthquake (2004, Mw 9.1) by which more than 200,000 people were killed.

In comparison with other earthquakes which have hit this district in the past, such as Meiji-Sanriku Earthquake (1896, Mw 8.25), Hokkaido East Offshore Earthuake (1994, Mw 8.2), this earthquake had 6 to 16 times greater energy.

Compared to the Great Kanto Earthquake of 1923 (Mw 7.9), which caused the worst quake damages in Japan, the energy of this quake was 50 to 60 times greater; compared to 1995 Kobe earthquake (Mw 6.9), the energy was over 1000 times greater.

Overview of damages as of August 12th, 2011 (by National Police Agency)

		Human suffering			Building damage			Others			
		Dead	Missing	Injured	Complete	Half	Partial	Road	Bridge	Slope failure	Rail way
Hokkaido		1		3		4	7				
Tohoku	Aomori	3	1	61	307	851	105	2			
	Iwate	4,633	2,038	186	21,019	3,587	5,326	30	4	6	
	Miyagi	9,394	2,377	3,794	70,946	70,673	127,820	390	29	51	26
	Akita			12			3	9			
	Yamagata	2		29	37	80		21		29	
	Fukushima	1,601	250	239	16,940	40,763	127,723	19	3	9	
Tokyo		7		90		11	257	13		3	
Kanto	Ibaraki	24	1	699	2,665	18,290	150,452	307	41		
	Tochigi	4		131	260	2,058	60,613	257		40	2
	Gumma	1		38		7	16,150	7		4	
	Saitama			42		5	1,800	160			
	Chiba	20	2	249	788	8,712	29,422	2,343		55	1
	Kanagawa	4		129		7	279				
	Niigata			3			9				
	Yamanashi			2			4				
	Nagano			1							
	Shizuoka			4			4				
Chubu	Gifu							1			
	Mie			1							
Shikoku	Tokushima										
	Kochi			1							
Total		15,694	4,669	5,714	112,962	145,048	519,974	3,559	77	197	29

The type of the fault was a reverse fault, with the pressure axis in the west-northwest to east-southeast direction, and the earthquake was an ocean trench type which occurred on the boundary between the Pacific Plate and the Continental Plate. The epicenter depth was 24 kilometers offshore from the Sanriku coast, but the fault area spread widely from Iwate Prefecture down to Ibaraki Prefecture, with a north-south length of about 500 kilometers and east-west length of 200 kilometers.

The fault plane had a slight angle (10˚) against the horizontal, and the upper side and lower side of the strata were compressed and slid over each other crossing in the west-northwest and east-southeast directions, resulting in large horizontal displacement. This is typical of the trench-type earthquakes occured in this area.

According to the "Earthquake Investigation Committee" of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, this earthquake is the combination of three independent earthquakes with a potential maximum slippage length of up to 24 meters. The maximum seismic intensity 7 (JMA scale) was recorded at Kurihara city in Miyagi Prefecture, and the maximum acceleration recorded was 2,933 gal (Figure 2). The earthquake motion continued for roughly two minutes. The fault was destroyed over an extended period of time with many aftershocks occurring frequently in a short interval, which resulted in a long and strong earthquake motion time. Vibration above intensity 4 continued for more than 120 seconds over a large area from

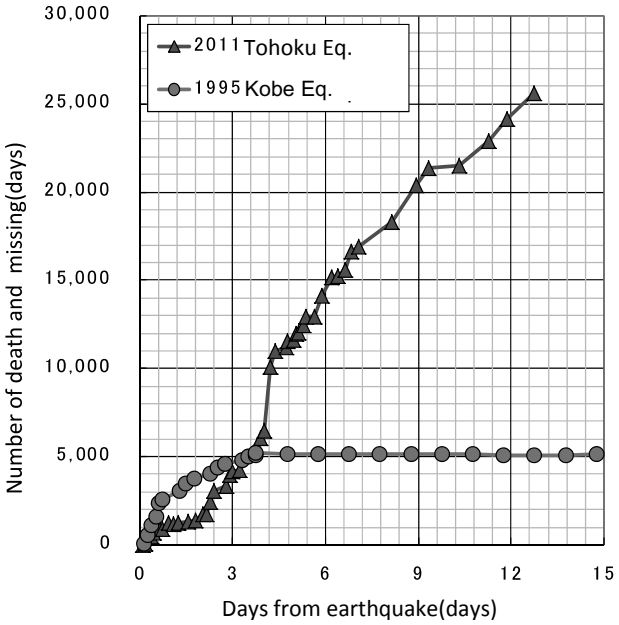


Figure 1 Comparison between the numbers of dead and missing during 1995 Kobe Earthquake and 2011 Tohoku Earthquake

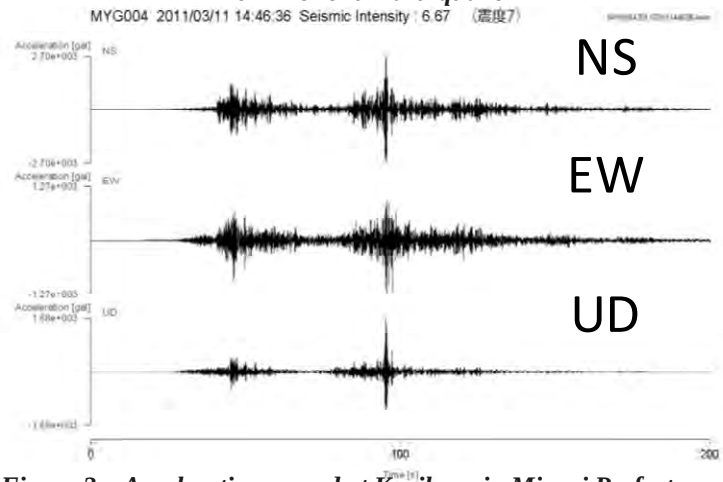


Figure 2 Acceleration record at Kurihara in Miyagi Prefecture

Aomori to Kanagawa prefectures; in some areas it reached up to 190 seconds (Onahama, Iwaki city, Fukushima Prefecture). Even outside of the Tohoku area, strong ground motion was observed: intensity 5 in Tokyo; intensity 4 in Nagoya; and intensity 3 in Osaka (Figure 3). Particularly in the Tokyo Metropolitan Area, some high-rise buildings swayed for more than 10 minutes due to the long period ground motion. Aftershocks have been occurring frequently, with epicenters over a 500-kilometer by 200-kilometer area from Iwate Prefecture to Ibaraki Prefecture.

Furthermore, the aftershocks were spread widely, both in the area east of the ocean trench close to the epicenter and also in the shallow waters near the coastlines of Fukushima and Ibaraki Prefectures (Figure 4).

From March 11th to April 12th, aftershocks greater than magnitude 7 struck five times (7.7, 7.5, 7.4, 7.1, 7.0); aftershocks greater than magnitude 6 struck 68 times, and aftershocks greater than magnitude 5 struck 408 times.

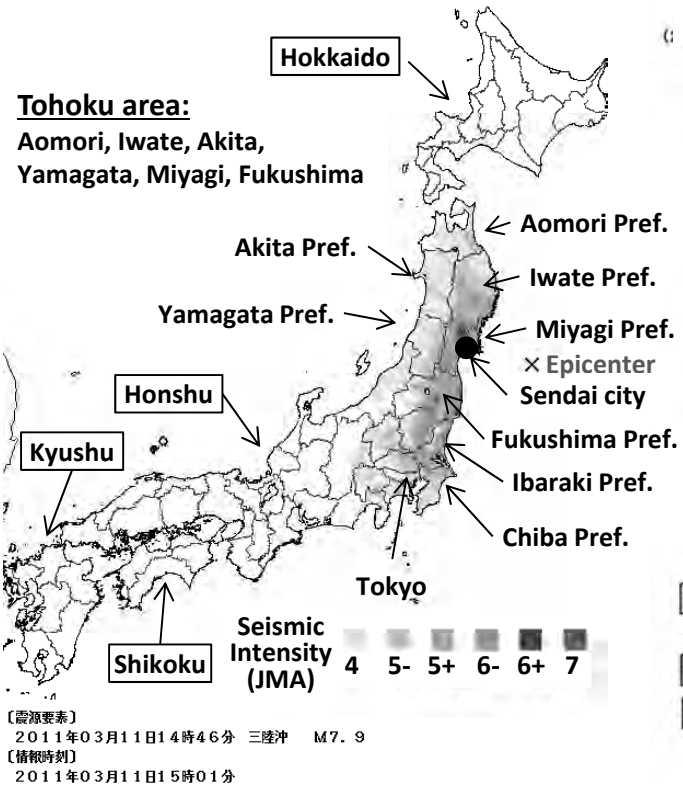


Figure 3 Seismic intensity distribution (JMA scale)

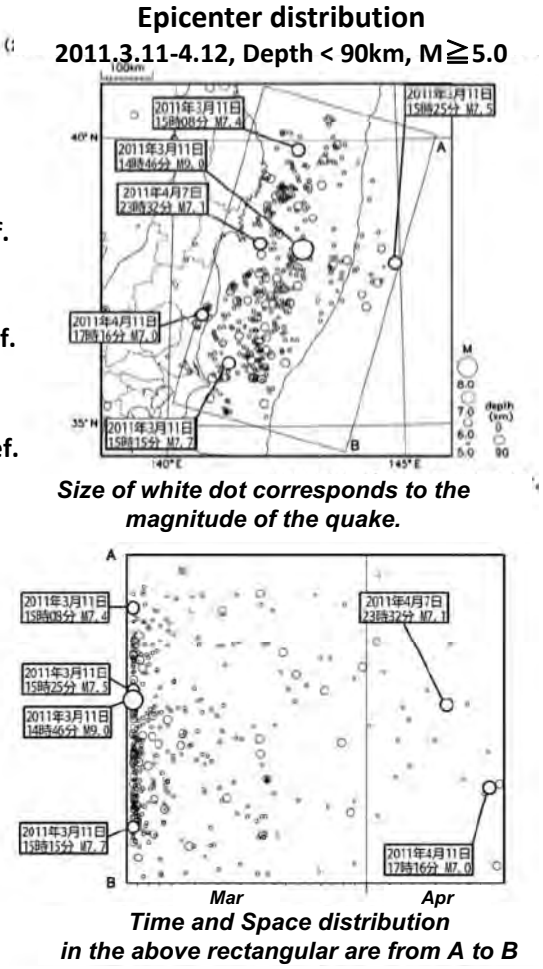


Figure 4 Epicenter Distribution (JMA)

Among these aftershocks, 111 had a recorded maximum intensity, JMA scale 4. Compared to the previous huge earthquake in this area, the number of aftershocks in this case is remarkably high.

Additionally, at 11:45 AM on March 9th, before the date of the main earthquake, an earthquake with magnitude 7.3 and maximum JMA intensity 5- occurred just dozens of kilometers away from the main epicenter, with several aftershocks continuing through the next day. It is not certain whether this quake is a foreshock of the main quake or not. In the year 869, the "Jougan" earthquake occurred in an area offshore from Miyagi and Fukushima Prefectures with a magnitude 8.4.

The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) pointed out the similarity of that quake with the March 11th event, and noted that the giant earthquake might be a re-occurrence of the past "Jougan" earthquake.

According to the result of investigation of sedimentation in the wide area, AIST pointed out that a giant scale earthquakes like this event have occurred four times in the past: year 390 BC, year 430 AD, year 869 (Jougan), and year 1500. They also estimate that the re-occurrence interval might be 450 to 800 years.

In this huge earthquake, tectonic deformations were also observed. According to the observation results of Geospatial Information Authority (GSI)'s GPS data, electronic reference point of Ojika moved 5.3 meters to the east-southeast and 1.2 meters down.

TSUNAMI

A tsunami warning was issued for all coastal areas of Japan by March 12th, 3:20 PM (Figure 5). On March 13th, 5:58 PM, all tsunami warnings were cancelled.

The world's largest coastal levee, with a total length of a 2 kilometers and maximum depth of 63 meters, which is recorded in the Guinness Book of World Records as the world's largest

levee, was constructed in 2009 offshore from Kamaishi city in Iwate Prefecture, costing 120 billion yen.

Although the giant tsunami caused by this earthquake destroyed 70 % of the levee structure, it is reported that the levee was helpful in delaying the tsunami's penetration into Kamaishi city streets by 6 minutes (Port and Airport Research Institute (PARI)).

In the Tarou district of Miyako city, Iwate Prefecture, another huge coastal levee with a total length of 2,433 meters and maximum height of 10 meters was constructed following the bitter lessons of tsunami damages after the past Meiji-Sanriku and Showa-Sanriku quakes. This levee played an important role after the Chile earthquake tsunami in 1960, and no damage were recorded in the community. This time, however, the huge tsunami overcame the levee, flooded the plain, and ran up the mountain slope to a height of 38 meters above sea level. 580 meters of the levee itself was also destroyed.

In contrast with this tsunami attack, a coastal levee 155 meters in length and 15.5 meters wide, and protected the whole village community of Fudai Village in Iwate Prefecture, resulting in only one missing person. River run-up phenomena due to tsunami were observed in many locations. In the Kitakami River, water level record showed that the tsunami had run up to a point 50 kilometers upstream from the river mouth. In the Tokachi River, tsunami run-up was 13 kilometers. Hachinohe city in Aomori Prefecture to Minami Soma city in Fukushima Prefecture, and the inundated

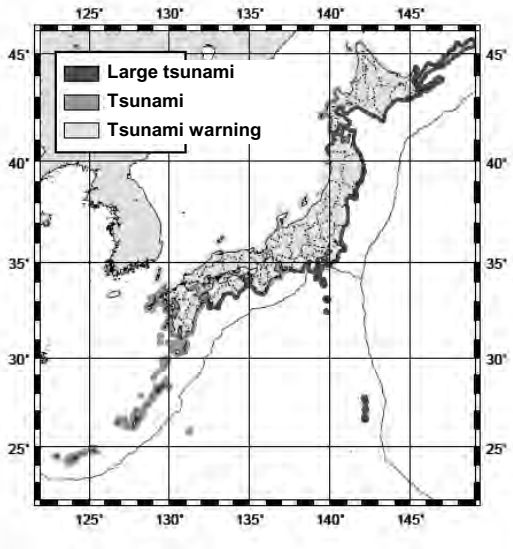
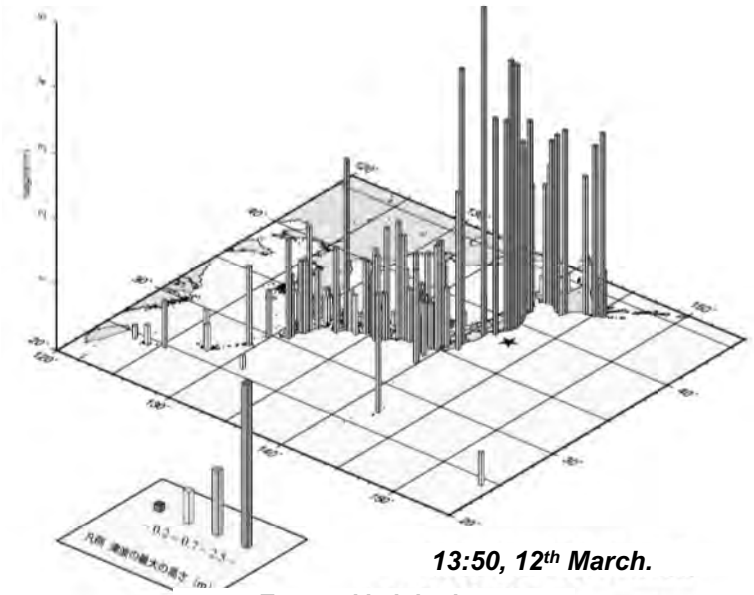


Figure 5 Tsunami Alarm and Warnings (JMA)



Tsunami height data

Place	The first wave			The maximum wave	
Souma	14:55	push	0.3m	15:50	>7.3m
Ooarai	15:15	push	1.8m	16:52	4.2m
Kamaishi	14:45	pull	0.1m	15:21	>4.1m
Miyako	14:48	push	0.2m	15:21	>4.0m
Ayukawa	14:46	push	0.1m	15:20	>3.3m
Oofunato	14:46	pull	0.2m	15:15	>3.2m
Mutsu	15:20	pull	0.1m	18:16	2.9m
Nemuro	15:34	pull	feeble	15:57	2.8m
Tokachi	15:26	pull	0.2m	15:57	>2.8m
Urakawa	15:19	pull	0.2m	16:42	2.7m

Figure 6 Recorded Tsunami Height of March 11, 2011 (JMA)

Table 1 Observed Tsunami Height at Overseas Tidal Measurement Stations (JMA Report 11)

Place	height	Place	height
Crescent City (California, U.S.A)	2.02m	Kaumalapau (Hawaii, U.S.A)	0.91m
Santa Cruz Island (Galapagos, Ecuador)	1.77m	Baltra Island (Galapagos, Ecuador)	0.82m
Kahului (Hawaii, U.S.A)	1.74m	Chatham Island (New Zealand)	0.81m
Callao (Peru)	1.67m	Acapulco (Mexico)	0.77m
Coquimbo (Chile)	1.46m	Kauai Island (Hawaii, U.S.A.)	0.76m
Manzanillo (Mexico)	1.45m	Easter Island (Chile)	0.73m
Caldera (Chile)	1.41m	Iquique (Chile)	0.72m
Hilo (Hawaii, U.S.A)	1.41m	Honolulu (Hawaii, U.S.A)	0.71m
Sand Island (Midway, U. S. A)	1.27m	Vanuatu (Vanuatu)	0.69m
Corral (Chile)	1.25m	Saipan Island (Northern Mariana, U.S.A)	0.65m
Arica (Chile)	1.25m	Christmas Island (Australia)	0.56m
Kawaihae (Hawaii, U.S.A)	1.22m	Kwajaiein Atoll (Marshall Idlsnfd)	0.55m
Talcahuano (Chile)	1.06m	San Felix Island (Chile)	0.54m
Manus Island (Papua New Guinea)	1.04m	Wake Island (U.S.A)	0.39m
Santa Barbara (California, U.S.A)	0.99m	Tern Island (Hawaii, U.S.A)	0.38m

areas were found to total more than 500 square kilometers according to trial calculations by the Geospatial Information Authority. This is based on aerial photographs taken on March 12th and 13th after the quake, from which calculations were carried out. According to the data taken, a maximum tsunami heights of 7.3 meters at Soma, 4.2 meters at Oarai, 4.1 meters at Kamaishi, 4 meters at Miyako, 3.3 meters at Ishinomaki, and 3.2 meters at Ofunato were recorded (Figure 6).

Table 1 shows that the tsunami height reached more than 1.5 meters, even in the United States and Chile.

DAMAGES IN VARIOUS REGIONS

The following are damage reports from this earthquake, based on quick surveys conducted from March 26th to 27th, and from March 31st to April 2nd (Figure 7).

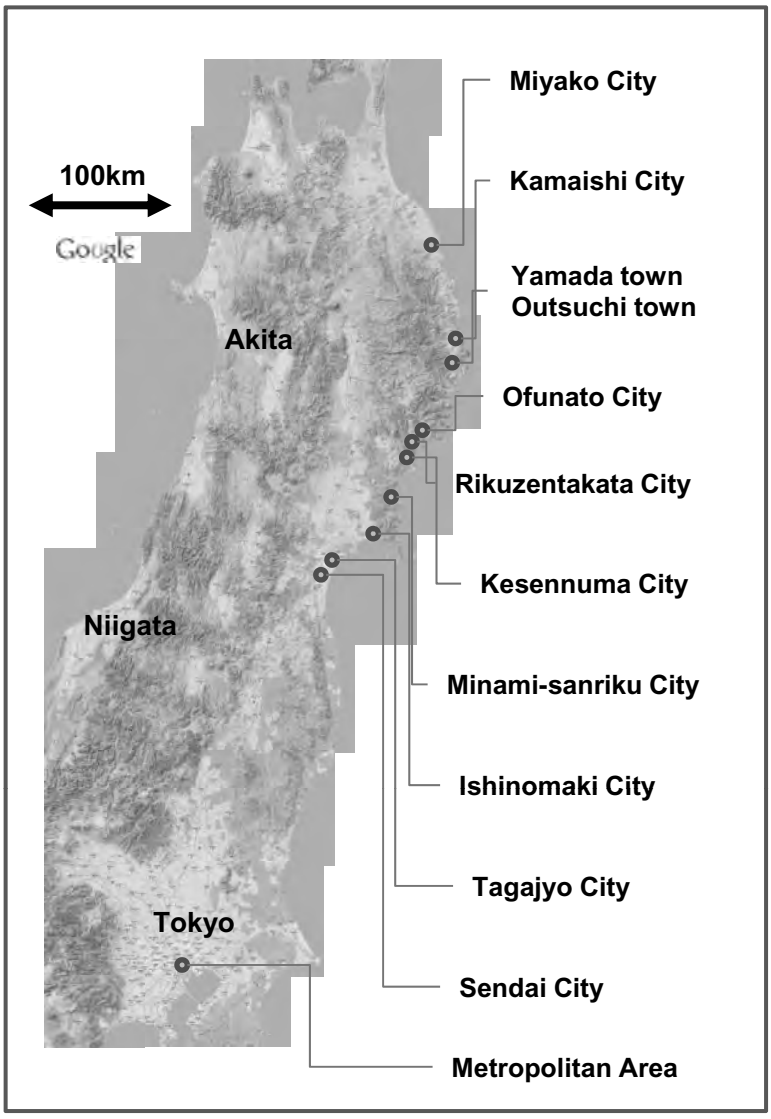


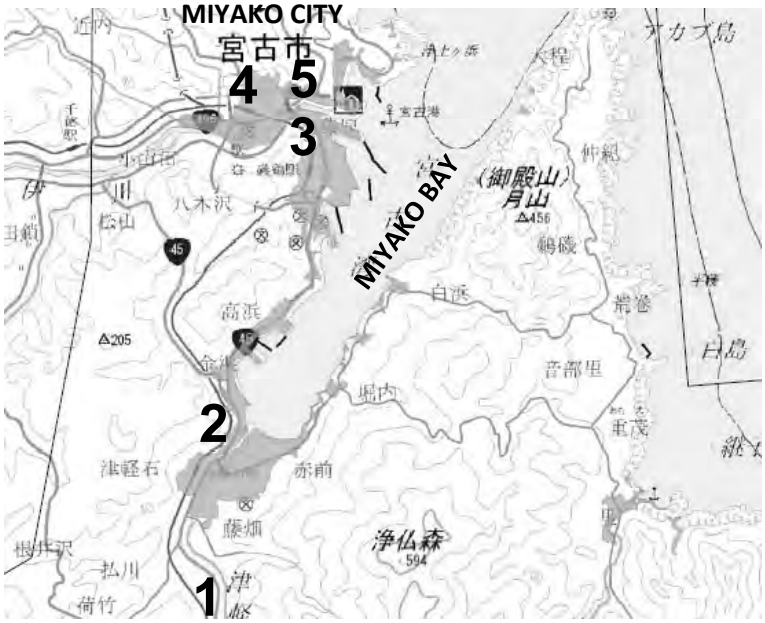
Figure 7 Area of the quick survey

**MIYAKO CITY,
IWATE PREFECTURE**

According to Miyako city, the number of victims due to the tsunami as of June 17th was 33 injured and 195 missing. The number of evacuation centers was 11 with 670 people living there.

The number of totally collapsed houses was 3,669, with 1,006 partially collapsed houses, and 176 partially-damaged houses.

When we entered this area on March 26th, national route 45 and 106 were usable, although there was a large amount of debris along the road.



Tsunami-affected area （red colored area, MLIT）

The high mark of the tsunami was about 3 kilometers from the mouth of the Tsugaru Ishikawa river

Damage to a hot spring facility

Broken pole in the front of the Showa-kan

The boat shown here was swept up the Tsugaru Ishikawa from Miyako bay and stopped by the national road 45 bridge. The tsunami overflowed the river banks on the side of the Miyako city office building.

The anti-disaster headquarter office was set up after the earthquake at the Miyako city office building

KAMAISHI CITY,
IWATE PREFECTURE

In Kamaishi City, the population was about 39,000 as of February 1st; the number of victims due to the tsunami reached 743 (as of April 20th 5:00 PM). The coastal area including Ootsuchi Inlet, Ryouishi Inlet, Kamaishi Inlet and Touni Inlet suffered severe and catastrophic damages, with roughly 6,000 survivors living in evacuation centers as of April 18th according to the city's disaster headquarters office. The tsunami inundated the city street and fire station, and fire engines were also damaged. The tsunami flood reached the 2nd story of the Kamaishi Regional Maritime Safety Headquarters and 8,400 local residents were evacuated. The coastal levee at the entrance of Kamaishi Port was recognized as the world's deepest levee (-63 m) by the Guinness Book of World Records. The mega tsunami destroyed the levy structure, but it is reported by the Port and Airport Research Institute that the levee was helpful in delaying the tsunami's invasion into the city streets of Kamaishi by six minutes. The coastal residential area of Hongou, Touni-cho, Kamaishi City was totally destroyed by two tsunami disasters in the past – the Meiji Sanriku Earthquake Tsunami (1896) and Showa Sanriku Earthquake Tsunami (1933). People learned lessons from these bitter experiences and after developing new land 25 meters or higher above sea level on the mountain side, 100 families built housings and completed relocation.

Huge vessel carried aground by the tsunami

Local residents looking for survivors

Passenger cars swept off

Debris piled up underneath the viaduct

This tsunami easily overran the 10 meter-high coastal levee and the maximum tsunami height reached to 20 meters, but the relocated community had suffered no damage. Conversely, recently-build houses on the lower land were swallowed by tsunami.

The extensive damage did not reach Kamaishi station

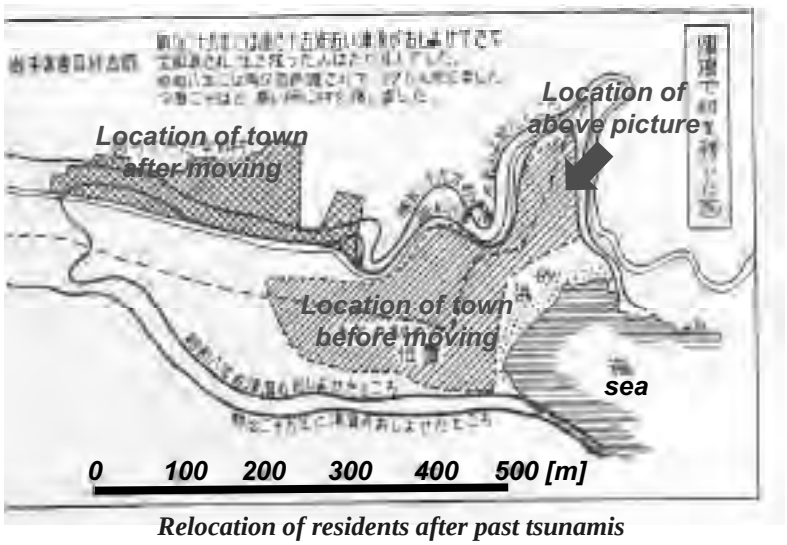
This photograph shows the damage at Touni-cho. The tsunami approached from the left hand side, overran a 10 meter high levee and destroyed the lower zone. The upper zone on the right hand side is the newly-relocated area after the past experience of tsunami damage, which suffered almost no damage from this tsunami.

The Touni district in Kamaishi city experienced severe damage in two big previous tsunamis in 1896 and 1933.

About 100 households were relocated to an elevation of 25 meters, were residents cleared space by carving out the mountain side.

These relocated houses were not damaged by the tsunami which overran the 10 meter sea wall bordering Touni Bay.

On the other hand, about 50 newer houses built in the lower elevation nearer to the bay zone were damaged by the tsunami. According to the map recorded by Yamaguchi, houses damaged in this tsunami were located in the same area where houses were damaged in past tsunamis.



Relocation of residents after past tsunamis (By Yaichiro Yamaguchi)

Aftermath of the tsunami run up the Ayukawa river

Only slight damage was seen at the railway and station

**YAMADA TOWN,
IWATE PREFECTURE**

In Yamada-town, 578 people died, with 267 missing. The number of refugees was 2,135 people as of June 15th. A fire broke out at the same time as the tsunami, and heavy damage occurred. The fishery and sightseeing industries suffered greatly from the damage.

Damage to the tide embankment at Yamada bay.

Entrance to the "whale and science pavilion," with a Self Defense vehicle

Damage to the "whale and science pavilion"

Damage to the Bank of Iwate, Yamada branch

Otsuchi-cho as seen from national route 45

Damage to Otsuchi hospital

**OTSUCHI TOWN,
IWATE PREFECTURE**

A big fire occurred just after the earthquake, and the dead and missing totaled 1730 in Otsuchi-town as of June 10th. The mayor of this town, Hiroshi Kato, also died in the tsunami.

Tsunami run-up the Otsuchi river (right bank).

Tsunami run-up the Otsuchi river (left bank).

OFUNATO CITY,
IWATE PREFECTURE

295 people died, 194 people were missing and the number of injured people was unknown. The number of destroyed houses was also unknown (at the time of 5:00 pm, April 20th). The photos below were taken on March 26th.

The tsunami didn't reach the houses located at the higher elevation areas, and the extent of damage was completely different between high and low elevations.

A boat was lifted up to the roof of a two-story building by the tsunami

The tsunami didn`t run up to houses located at higher elevations

Large damages to the area of fishery companies

Tsunami damage suddenly appears when moving to lower areas.

A shrine located on a small mountain was not damaged

Damage was not observed at higher level zone behind of the signal

**OKIRAI, SANRIKU-TOWN,
OFUNATO CITY,
IWATE PREFECTURE**

Catastrophic damage was seen in Okirai Ofunato city. All houses in the villages were washed away by the tsunami. Rias Line tracks were also damaged by the tsunami. Because of clothes draped on an 8 meters high railway bridge, the tsunami is believed to have reached this height. In addition, the tsunami also destroyed the embankment and scattered concrete blocks.

Only foundations remained after the tsunami

Rias line was shifted by the tsunami. The rails fell down from the embankment.

Clothes draped on the railway bridge

The tsunami ran over the 8m high railway embankment.

An embankment destroyed by tsunami.

Picture of damage near Okirai elementary school. The students were safe even though the tsunami came.

Okirai elementary school

Tsunami swept past the Okirai elementary school and damaged the other side of it.

All 71 students were safe even though the school was overcome by the tsunami. Students went to the top of a cliff using an emergency passage which was constructed before the earthquake (last December) and then evacuated to the Sanriku station. Elementary school and junior high school also succeeded in evacuating.

Meanwhile, 70% of students from Okawa elementary school in Ishinomaki city, Iwate Prefecture, were killed or went missing as they were caught by the tsunami due to late evacuation.

Significant damage was not seen in Sanriku station, where the Okirai school students evacuated

YOSHIHAMA, SANRIKU-TOWN, OFUNATO CITY, IWATE PREFECTURE

In the Meiji Sanriku Big Tsunami in 1896, 204 people were killed in the Yoshihama district. The village mayor at that time thus decided to move to a higher ground level. As a result, the number of houses swept away by the Showa Sanriku Tsunami in 1933 was only ten.

In this tsunami, the paddy field zone where the village was located in the past was totally under water and the coastal levee was destroyed. However, only one totally collapsed house was seen, and only one person, a fisherman, died.

The tsunami swept behind the house

The tsunami stopped at the foot of slope

The tsunami reached the first floor of the gas station

The tsunami reached the first floor of the house next to the gas station

The tsunami had enough energy to destroy the coastal levee, but didn't reach the residential area due to the energy loss by the coastal levee. In the past, there were houses in the open space seen in the picture.

RIKUZEN-TAKATA CITY, IWATE PREFECTURE

Rikuzentakata City (population: about 24,000 people) received catastrophic damage from the tsunami. 1,335 people were killed, 841 people went missing, and 3,368 houses were damaged (as of 17:00, April 20). According to the Iwate prefectural police, 80 percent or more of the downtown area was under water.

Tsunami-damaged area in Rikuzen-takata (red hatch locations, Geographical Survey Institute)

The entire city was damaged by tsunami. Takata-Matsubara-daiichi stadium was also hit.

The tsunami destroyed the road bridge.

The tsunami reached up to the 5th floor of the RC apartment building

The tsunami reached the the 5th floor.

Sand in the bathroom of the 5th floor

KESENNUMA CITY, MIYAGI PREFECTURE

At Kesennuma in Miyagi Prefucture, 815 people were killed, 1,216 people went missing, 6,157 people were evacuated, and a large number of houses were damaged (April 19th, 20:00).

Large damage also occurred in the Kesennuma fishing port where marine products were swept up onto land.

A fire due to oil leaking from a ship after the earthquake damaged the port area of Kesennuma.

No major damage to the RC structure can be seen

Fish processing facilities near the port were damaged.

Houses swept up the river by the tsunami

Extensive damage due to the tsunami and fire.

MINAMI-SANRIKU TOWN, MIYAGI PREFECTURE

Minami-Sanriku town was suffered catastrophic damage due to the tsunami. The dead totaled 474 people, with 647 people missing, and 3,877 totally collapse buildings. The number of evacuees was 6,405 people, and 22 buildings were burnt by fire (15:00, April 20).

Large area of fire damage due to the tsunami

Damaged RC structure

Sluice damaged by tsunami

Mass of rubble along the road

ONAGAWA TOWN,
MIYAGI PREFECTURE

Onagawa town is well-known as a fishing port town in Japan. The dead and missing people totaled about 5,000 people. In addition, about 80 percent of the houses were swept away by the tsunami. It is reported that the height of the tsunami in Onagawa reached 14.8 meters.

The tsunami reached over 20 meters high.

The tsunami reached the top of the wall.

View of damaged town

A four story steel frame building was overturned by the tsunami.

ISHINOMAKI CITY, MIYAGI PREFECTURE

Ishinomaki city is the second largest affected city with a population of about 160 thousand. 2,818 people were killed, 2,770 people went missing, 11,932 people were evacuated, and 28,000 houses were destroyed (as of April 20th 11:30).

Ishinomaki city is one of the largest cities for the fisheries industry, but the fishing and aquaculture facilities were severely damaged by the tsunami.

Heavy damage, including bent poles and left over debris

An industrial tank was overturned.

A damaged steel frame structure

Rescue operations by the Self-Defense Force

Cars were swept up into the forest

SENDAI CITY,
MIYAGI PREFECTURE

In Sendai city, the largest city in the Tohoku region with a population of 1.05 million, the tsunami reached roughly 2 kilometers from the coast line and many buildings, houses and cars were washed away. In Wakabayashi word, 200 to 400 dead bodies were found, with the cause said to be drowning. Sendai airport was also inundated and airplanes were unable to take off and land for a month. Also, the tsunami ran up the Natori River and caused heavy damage.

Damage to Sendai airport and the tents of the Self-Defense Force

Damage to a 3-story reinforced concrete building due to ground motion

Damage to a timber house by ground motion

Collapsed ceiling at a gas station

Fire at factory due to the tsunami

Damage to Nakano elementary school. After the earthquake, many people who had evacuated to the gym were inundated by the tsunami

Damage to Nakano elementary school, located 1.2 kilometers from coast

A house trapped by a bridge located about 2.5 kilometers from the coast

Damage area along the Nanakitagawa River, including fire damage

Houses damaged by slope failure;
geotechnical damage was observed in housing development areas

Houses located on the edge of slopes in housing development areas were under high risk due to severe shaking

A house damaged by large ground deformations

METROPOLITAN AREA

In Tokyo metropolitan area, many people could not return home due to the earthquake, and many other people returned home by walking for several hours due to suspension of railway operations. In addition, the Tokyo Metropolitan Expressway was closed, and road congestion continued past midnight.

People returned home by walking

People who can't return to their home at Sakuragi-cho station

After the earthquake, all subway stations were closed. (Nihonodori station, Yokohama city)

After the earthquake, convenience stores ran out of stock all at once. (at Gotanda)

Professional baseball was canceled, and the stadium was opened as a refuge (Yokohama Stadium).

Congestion continued until past midnight on normal roads

After the earthquake, Tokyo Metropolitan Expressway was closed and an urgent check was executed at once. 17 days after the earthquake the Tokyo Metropolitan Expressway was re-opened.

After the earthquake, a gasoline shortage occurred not only in Tohoku but also in the metropolitan area.

Editors' Note

First, I would like to express my sincere condolences to the people who were killed, still missing, or affected by the Mw 9.0 earthquake which struck Japan on March 11th, 2011. Also, I wish to express my appreciation to the people from both Japan and other countries who kindly visited the affected areas, donated to or supported the rescue and recovery activities, and who sent us messages and letters of sympathy.

Two days after the earthquake, I was called by the Office of National Strategy of Japanese government and asked for advice on disaster response. For quick and proper response, recovery and restoration of the huge area severely affected by the earthquake and killer tsunami, I introduced the following issues; 'restoration office and its activities' and Mr. Shinpei GOTO's 'Restoration Plan of Imperial City, Tokyo' and his four principles on the plan after the 1923 Great Kanto Earthquake Disaster, 'Pairing disaster support system' that the Chinese government adopted after the 2008 Sichuan Earthquake, limitations and issues of the current Basic Act on Disaster Control Measures in Japan and important issues that should be improved, and actions that the Japanese government need to tackle for reducing the damage due to future earthquakes such as the Tokyo inland earthquake and Tokai, To-nankai, and Nankai Earthquakes which may occur in the coming decades. In addition, I prepared my vision of restoration from the earthquake disaster as described below.

Goal of restoration: Creative restoration contributing to the future development and happiness of Japan

Four principles:

1)Restoration activities should solve the future problems of Japan as well as contribute to quick recovery for a safe built environment in the affected areas

2)Restoration should be implemented through good cooperation between all stakeholders in Japan, such as national and local governments, private companies, NGOs/NPOs, and all Japanese people including citizens in the affected areas

3)Restoration should be done considering the environment, sustainability and recovery of local industries in the affected areas

4)Reconstruction should consider the potential for unexpected events

The meanings of the four principles can be explained as follows. 1) Of course, the first priority is the quick recovery of a safe built environment in the affected areas. However, the affected areas have many other problems, such as shrinking population, aging society, and weak local industry, and the severity of these problems is much higher than the average of other parts of Japan; therefore, reconstruction should provide solutions to these problems. 2) As the scale of the disaster was huge, restoration by the national and affected local governments and victims was not enough. For a speedy recovery and improvement of disaster management capacity of the whole country, restoration should be implemented through cooperation and giving money and ideas. 3) No need to explain. 4) After the earthquake, many people said 'this was an unexpected event and beyond the expected conditions;' however, we should consider unexpected situations when designing and building. Otherwise, we will face the same situation in the future.

Due to the huge magnitude of the earthquake and its induced tsunami, as well as the continuing effects of the nuclear power plant accident, recovery of the affected areas may take 10 or even 20 years. But I believe that the Japanese will work together and recover from the disaster, and that they will take advantage of this opportunity to create a safer and more comfortable built environment. Furthermore, I hope that they will give solutions to the problems which other parts of Japan may face in the future. As an expert of disaster management, I want to support their activities.

(by K. Meguro)

This report could not have been written without the support of Mr. H. Sakagami, a volunteer in Hanamaki City. The damaged areas in Tohoku were still in the restoration stage of the life rescue operations when the authors entered the locales on March 26, and the conditions were still very poor and made an investigation difficult. Gasoline was especially scarce and means of transportation limited.

After arriving at the Hanamaki Airport from Tokyo International Airport (Haneda), the authors planned to use a taxi to travel around the damaged areas. However, the queue for getting the taxi was extremely long making it difficult to use the taxi service.

In this tough conditions, we met Mr. Sakagami and he guided us around the damaged areas using his car. As the supply of gasoline was very limited, we could only survey the damaged area from the Rikuzentakata to Miyako City, covering about 500 kilometers of road in one day. In the evening while we were on our way back, an intense snow began to fall in the mountainous district. It was these conditions that the survivors had to endure – not only a lack of food, liquids, and other products, but also after losing their families and friends.

The earthquake also caused damage in the Kanto area. In the immediate aftermath this included stranded travelers, traffic jams, and so on.

I was in a meeting with the Kanagawa Prefectural Government when the earthquake occurred (14:46, March 11). The earthquake struck just as I was entering a building, and I felt strong shaking. I wasn't able to return home until 3 AM on March 12, more than 12 hours after the earthquake occurred.

After this earthquake and tsunami struck there have been widespread volunteer activities by many people from many different places, including the authors. I personally would like to express my gratitude to all everyone who volunteered, and I hope for swift recovery in the damaged area.

(by M. Numada)

International Center for Urban Safety Engineering, ICUS, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
4-6-1- Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan Tel: (+81-3) 5452-6472 Fax: (+81-3) 5452-6476 http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp

ICUS Newsletter

Volume 11 Number 2 July to Sept. 2011

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

Robust fiber reinforced cementitious composites for infrastructure

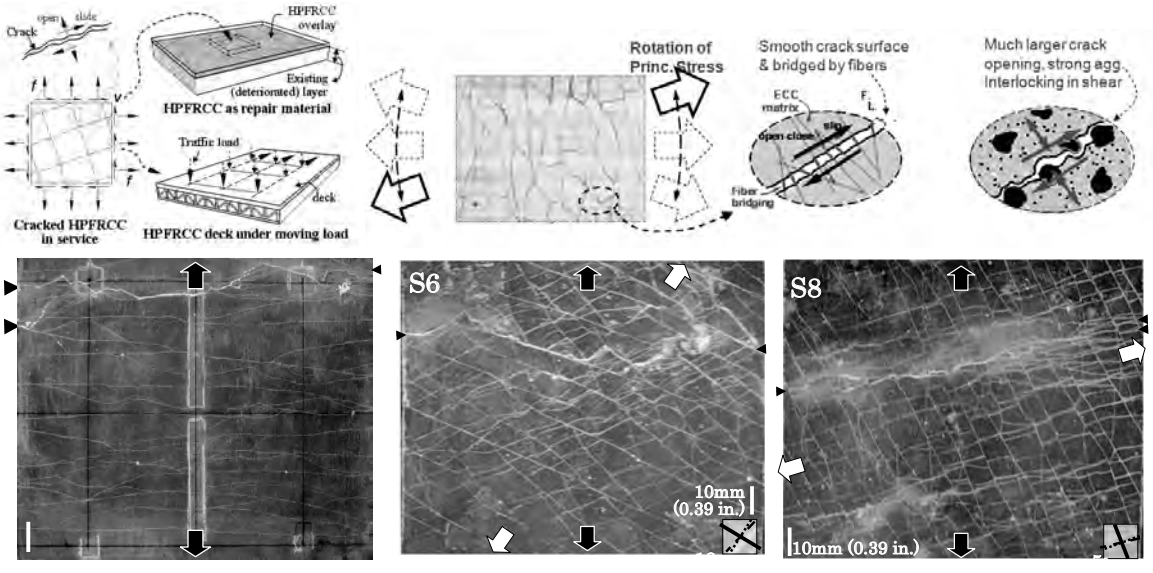
By Kohei Nagai

Associate Professor, International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

Introduction

Concrete is weak and brittle in tension. To resist tension, concrete needs complimentary companion steel reinforcement. Nevertheless, a large number of reinforced concrete structures still suffer from extensive cracking and damage. To improve the ability of cracked concrete to resist tension, it is not uncommon today to add fibers to the concrete. In concrete, fibers can act as a kind of crack arrester, delaying the propagation of a crack, and thus reducing the severity of cracking.

In the past two decades, considerable work has been done relating to the development of high performance fiber-reinforced cement-basedcomposite(HPFRCC), a cement based material that is more ductile than concrete. One major difference of HPFRCC compared to conventional concrete is its ductile tensilebehaviorandits self-generated multiple cracking characteristic in tension. Unlike concrete, current typical HPFRCC excludes the use of coarse aggregate. This material has



Multi-direction cracking of HPFRCC under principal stress rotation

been applied mainly for repair and strengthening of existing structures. Recently, however, it has started to be used for structural members, so it is necessary to understand the mechanical behavior of HPFRCC for the wider application of this material.

Vulnerability of fiber reinforced cement-based composite

Wheel movement was found to be responsible for increasing risk of fatigue damage in highway bridge deck structures. The wheel movement not only produces more extensive fatigue damage and a grid-like cracking pattern, but also continuously alters the magnitude and inclination of concrete principal stress direction at different locations on the deck. The rotation of concrete principal stress field, in particular, implies not only tensile stresses, but also shear stresses develop at the cracks.

To apply HPFRCC for deck-type structures, it is anticipated that the resistance to transmitting shear across multiple cracks is as important as the ability of the material to exhibit superior tensile performance, such as the unique characteristic of HPFRCC with ductile tensile behaviour and multiple fine cracks.

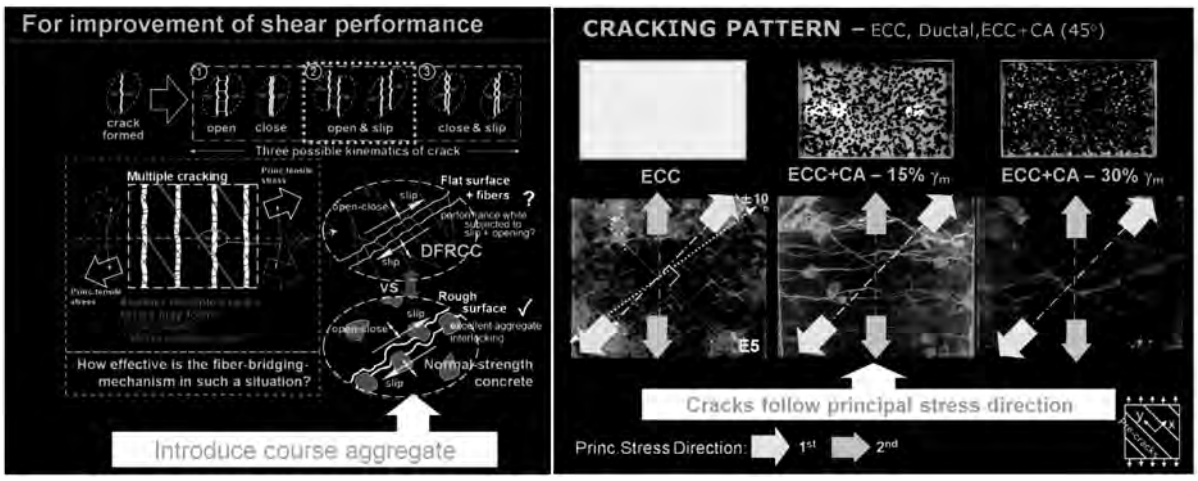
Nevertheless, tests of pre-cracked PVA-ECC, which is one kind of HPFRCC, plates subjected to principal stress rotation demonstrated that even during its strain-hardening the ability of the material to transmit shear across the cracks is limited. It was observed that regardless of the orientation of the pre-cracks and the change in principal stress direction, a somewhat orthogonal cracking pattern was always observed.

This is attributed to the fact that the material was developed to maximize the performance under uniaxial loading condition; as a result, it shows weakness in shear due to the absence of coarse aggregate. It is a vulnerable material that is not preferable for structural member of infrastructure. Robustness is important for the sustainable infrastructure.

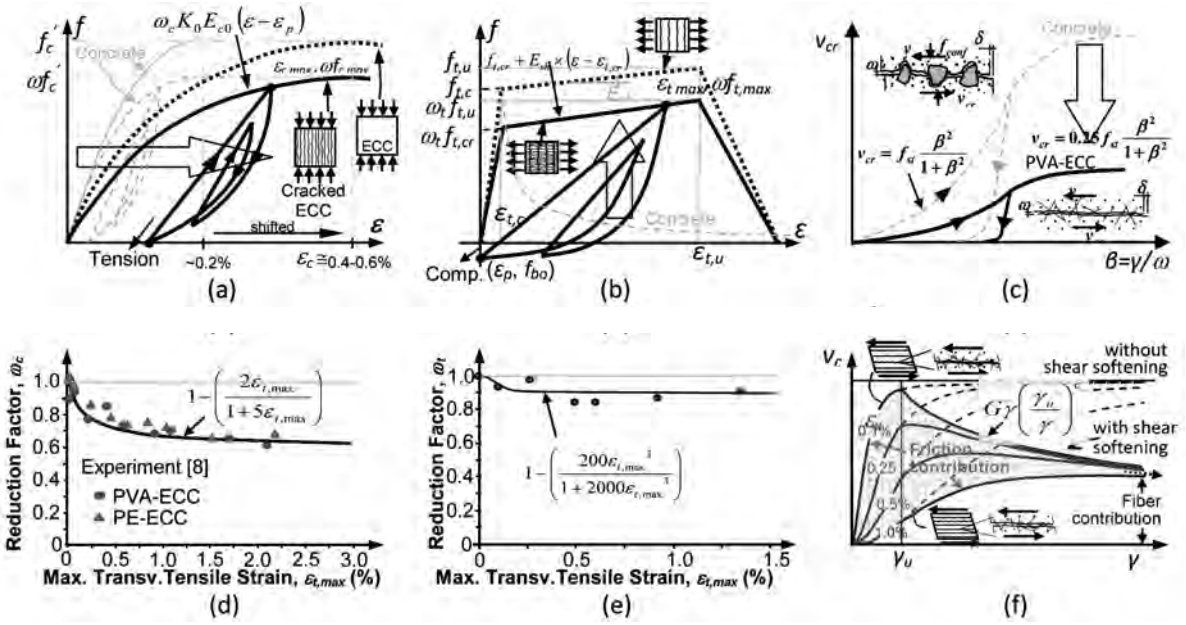
One of the approaches against this issue is to add a certain amount of aggregate to improve the shear performance. In this case, tensile performance and workability is lost. However, the shear performance is improved where the aggregate prevents the sliding of cracks. Balance of the above factors needs to be taken account for the robust material.

Attempt to develop a robust model

Here shows an endeavor to improve interface shear transfer of HPFRCC made by collaborating aggregates to a normal HPFRCC mixture. From the test, the addition of proper amount and size of aggregate can substantially change the behavior of the material, the crack pattern, and more importantly, the performance of the material. The response of the material with this aggregate fraction becomes stable, nearly resembled to that of the non pre-cracked HPFRCC. This enhancement was attributed to the reduced anisotropy due to the synergic collaboration of fibers and coarse aggregate, as well as the increasing probability of cracking. The synergic collaboration of fibers and coarse aggregate was evidently seen from the orientation of the secondary crack that became less dependent on the pre-crack orientation. Moreover, it was found that it is still possible to attain high ductility even if coarse aggregate is added.



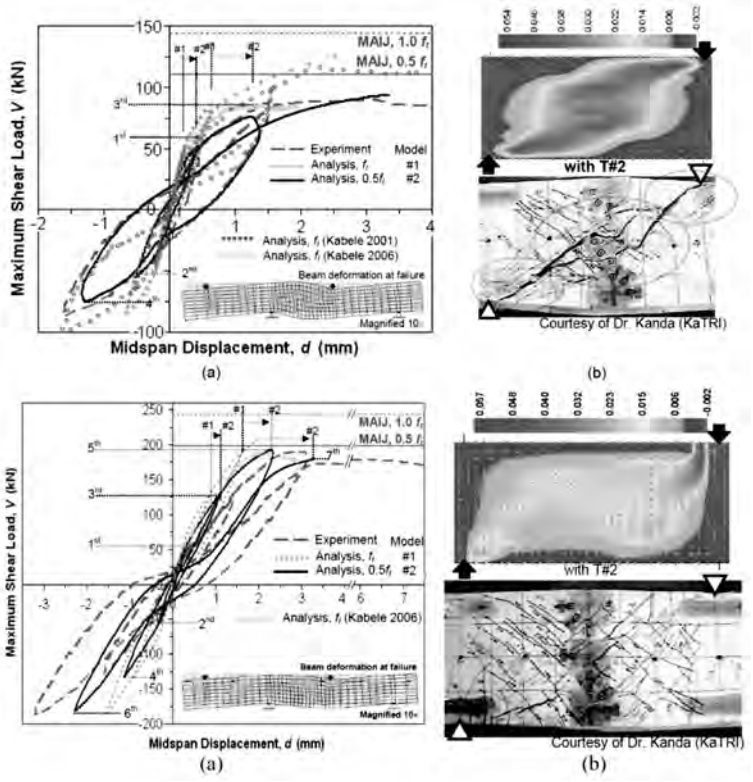
Cracking control by aggregate



Modeling of HPFRCC for space-averaged fixed crack approach

Numerical simulation

Once logical fundamental mechanics of the complex behavior of pre-cracked HPFRCC are captured, phenomenological material models can be proposed based on that of normal concrete where the tensile and shear models are mainly modified. The models were incorporated into the analytical platform for reinforced concrete based on smeared fixed crack modeling. The models are then used to predict the response of the structure after the verification at the material scale. Here shows a model and results of simulations by COM3 developed by concrete laboratory at the University of Tokyo. Numerical simulation scheme is significant not only to investigate the behavior of structure but to develop new materials because it can propose the necessary material property though parametric analyses.



Numerical simulation of HPFRCC members

Summary

For wider application of fiber reinforced cementitious composites, especially as structural members, mechanical behavior under principal stress rotation should be understood; then, the robustness of the material should be improved based on the mechanics and through numerical simulations.

Editor's Note: Dr. K. Nagai became a member of ICUS from July 15. Please see Page 11 of this volume for his introduction and background.

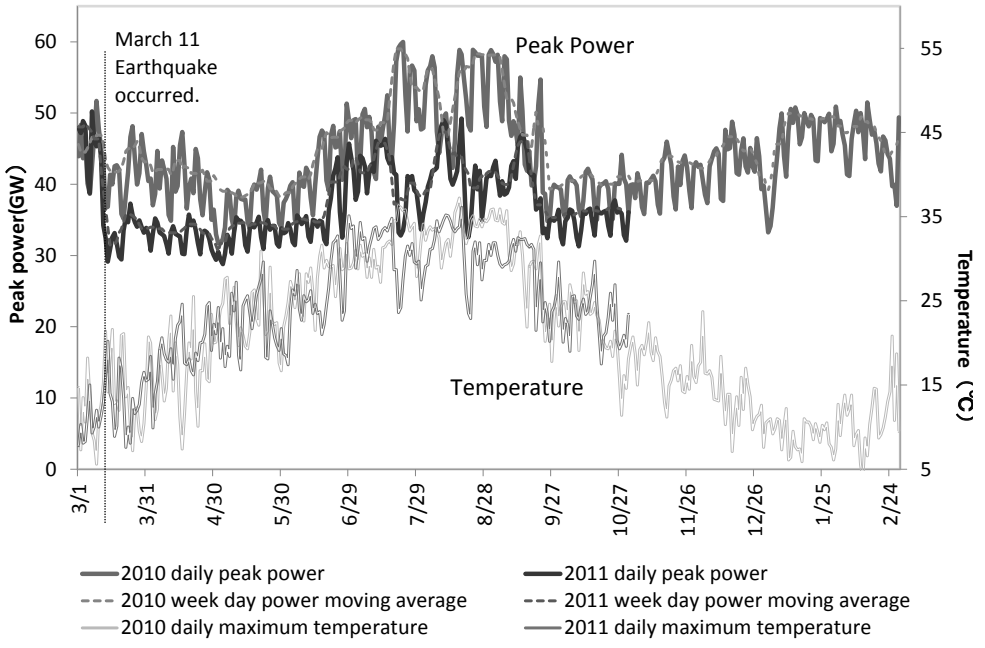
Summer 2011 power saving activities and future prospects in Japan

By Y. Iwafune, Associate professor, Collaborative Research Center for Energy Engineering (CEE), Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

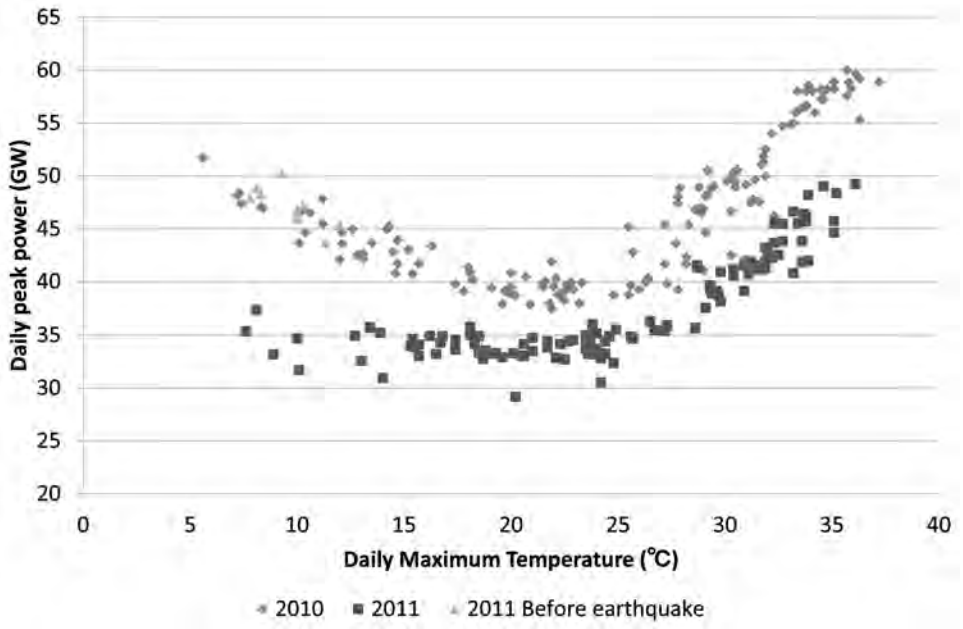
The Fukushima nuclear power plant accident after March 11 caused the fear of power blackouts, and the Japanese government promoted a campaign for "setsuden," which means power saving in Japanese. Although setsuden measures worked over this past summer, power shortage is also a concern in the coming winter, particularly if the circumstances do not allow the resumption of operation of nuclear power plants. Our team launched a website, "Kinkyu Setsuden" (power saving in a hurry), which called for the power savings from April, and has been promoting setsuden by providing information and answering questions from the general public.

The Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) announced that peak power over the summer was reduced by 18.0% in the area managed by Tokyo Electric Power Company (TEPCO) and by 15.8% in the area managed by Tohoku Electric Power Company. Both of these reductions were significantly above the target reduction of 15%. In the industrial sector (including manufacturing), which accounts for more than 80% of power consumption at the peak power, a significant reduction was achieved by shifting operations to the night or holidays, limiting production activities, and the introduction of private electric generators. The cost burden of these activities was great. In the commercial sector, steady power saving was achieved by changing the operations of air conditioners, light equipment, escalators and elevators, and so forth; these costs were relatively low compared to those of the industrial sector. In the residential sector, the same trend was seen as in the commercial sector. In the future, it will be necessary to carry out power savings through well-thought-out measures depending on the characteristics of consumers mainly in the commercial and residential sectors, while giving due consideration to the industrial sector, in order to minimize the impact on economic activity.

Let's take a look at the trends in daily maximum demand and daily maximum temperatures up to October 31 as reported by TEPCO. The effect of power saving is significant. TEPCO's maximum demand was 4.9 million kW on August 18, which was much smaller than the expected peak demand of 5.5 million kW. The power-saving effects of the summer have been



Trend of daily peak power and temperature for TEPCO in 2010 and 2011



Relation between daily maximum temperature and daily peak power on weekdays for TEPCO in 2010 and 2011

sustained and the state far below the demand in the last year can be observed in October.

Next is the correlation between the daily maximum demand and daily maximum temperature for TEPCO on weekdays during the summer. It is clear that demand this year was smaller than last year by nearly 10 million kW on days with the same temperature. The weather was on TEPCO's side this year, however, because there were only 39 extremely hot days with temperatures exceeding 30 degrees Celsius in July and August, which is fewer than the 52 days during the previous summer.

What will happen this coming winter? The government sought to reduce power by more than 10% in the Kansai Electric Power Company and 5% in the Kyushu Electric Power Company compared to last winter's peak power from December 19th. Both companies are, however, highly reliant on nuclear power, and many plants were stopped for the periodic inspection and there is no prospect of them running again soon. They will need to implement power saving discounts for small business consumers and call for cooperation by presenting a power saving menu in the residential sector. In my view, the tight winter power problem will eventually be solved by power interchange inside the western area and a certain amount of consumers' efforts. Under these circumstances, we should not push excessive power saving options such as a fuel conversion from electricity to oil or gas, but rather options which lead to energy saving which can eliminate inefficiency and waste. The real problem is the increase in generation costs.

If thermal power plants were to replace all nuclear power plants, the increase in fuel costs are said to exceed 3 trillion yen for all utilities in Japan, corresponding to an increase of about 3 yen per kWh (electricity price in Japan is about 22 yen / kWh for residences and about 10 yen / kWh for industry). Future electricity rate hikes are unavoidable and consumers will have to continue working to save power nationally in the long term.

While supply-side measures such as strengthening the network are important, demand-side measures are also important to realize efficient, economical and stable electricity supply in the future. Trading of power savings, demand response including households and energy management can be considered on the demand side.

The era in which consumers use energy (electricity) as they like and letting the responsibility for supplying and covering any fluctuations fall to the utilities has ended.

Image of Kinkyu Setsuden site
http://kinkyusetsuden.jp/

Typhoon Talas – quick report from the Kii Peninsula, Japan

By S. Kondo

On September 3rd, 2011, Typhoon Talas made landfall on Shikoku Island and reached the Sea of Japan the next day after crossing the Shikoku and Chugoku regions. Due to the large scale of the strong wind area and the slow movement speed, Typhoon Talas induced moisture advection for many hours, causing record-breaking heavy rainfall over a wide area from western to northern Japan, especially along the mountains. In particular, a wide area of the Kii Peninsula was hit hard, with the total amount of precipitation on August 30th exceeding 1,000 mm. An observation station on the Kii Peninsula measured 1,652.5 mm rainfall in 72 hours, setting a record high in Japan.

The record-breaking heavy rainfall brought by Typhoon Talas caused sediment disasters, inundation and river flooding in a wide area from Hokkaido to Shikoku. Overall, 77 casualties occurred and 18 people went missing, mainly on the Kii Peninsula. In addition, substantial property damage including residential damage, agricultural damage, and damage to transportation systems were reported.

On the southeastern part of the Kii Peninsula, debris flows caused severe damage to mountain settlements along the river. The people who evacuated early survived, but people who delayed their evacuation were swept away by the debris flow. Some of those people had moved to these settlements from the coastal regions due to fear of a potential tsunami caused by the Tonankai earthquake; in addition, most people had never experienced such a large sediment disaster. Kumano Nachi Taisha, a World Heritage site, was also affected by the sediment disaster, although it has now recovered.

Other affected areas were also inundated by river flooding. Some houses along the Kumano River were flooded up to the second floor. People in the flooded areas could not use mobile phone, internet, or cable television because the base stations were inundated; furthermore, due to the mountainous terrain, it was also difficult to listen to the radio. As a result, people had difficulty obtaining information about the rainfall amount and water level of the river. In this area, because of damage to major roads, it took much longer to travel outside the area than normal.

Difficulties observed in this disaster may also occur in other mountainous areas, so I would like to summarize the lessons of this disaster to improve disaster response around the world.

Roadway damage in the mountainous area

Flooding up to the second floor of a local residence

Kumano Nachi Taisha (photo courtesy of Wakayama Prefectural Board of Education)

Debris flow

Severe road damage caused by landslide

10-year anniversary of the Sept. 11, 2001 terrorist attacks in New York

By M. Henry

September 11, 2011, marked the 10-year anniversary of the 9/11 terrorist attacks in the United States which destroyed the Twin Towers of the World Trade Center in New York, damaged the Pentagon in Virginia, and caused the deaths of nearly 3,000 people. The anniversary was commemorated with a ceremony at the former site of the Twin Towers in downtown Manhattan, where a new memorial, upon which all the names of those killed in the attacks are written, was unveiled. The ceremony was attended by President Obama and former president George W. Bush.

Nearby, construction continues on the One World Trade Center building (1WTC). 1WTC is being built on the site of the former 6 World Trade Center building and, at a planned 105 stories and 1,776 feet (at the top of the radio antenna), will serve as the centerpiece of the new World Trade Center complex. As of September 11, 2011, 82 stories of steel superstructure had been erected, with construction estimated to be completed sometime in 2013.

3.11 net Tokyo activities report

By M. Ohara

After the Great East Japan Earthquake Disaster on March 11, 2011, researchers in IIS launched a network for supporting recovery and reconstruction activities called "3.11net Tokyo." The core members were the ICUS staff, with volunteer members joining from the Collaborative Research Center for Energy Engineering (CEE), The Underwater Technology Research Center, Earthquake Resistant Structure Research Group (ERS Group), The Advanced Mobility Research Center (ITS Center) in IIS. Outside IIS, other members joined from The Center for Integrated Disaster Information Research (CIDIR) in the University of Tokyo.

As a part of the activities of 3.11net Tokyo, researchers held regular meetings for exchanging information about disaster situations and discussing what researchers could do to contribute to recovery and reconstruction. After several discussions, the aims of the network were set as follows: sharing of disaster investigation studies from various fields and information dissemination related to the disaster, recovery and reconstruction.

After the earthquake, many research groups or academic organizations conducted field surveys in the damaged areas. Unfortunately, duplicate surveys caused excessive burden to those affected. In the future, these duplicate surveys should be avoided through information sharing before the planning of field surveys. In order to share disaster investigation studies, 3.11net Tokyo carried out three approaches.

The first approach was the sharing of academic society activities at the regular meetings, whereby members reported the plans and results of investigations by the academic societies to which they belong.

The second approach was the sharing of photos taken during field surveys. Using a free sharing website, members uploaded their photos along with GPS coordinates; as of August 2011, 15,702 photos were shared. These photos are useful for understanding the total damage in the Tohoku area.

The third approach was the sharing of opinions through workshops. Three kinds of workshops were held in order to discuss the social problems in the tsunami-affected areas, the areas affected by the accident at the Fukushima nuclear power plant, and the Tokyo metropolitan area. At each workshop, the social problems which emerged or would emerge in these areas were anticipated and the ability of researchers to contribute to solving these situations was discussed.

For the dissemination of disaster, recovery, and reconstruction information, 3.11net Tokyo opened a website with links to various research results. As of August, links to 438 websites were available, although most of these are in Japanese. In addition, 3.11net Tokyo started to collect various references such as newspapers, books, reports, and so forth. These references will be preserved for future studies. The URL for 3.11net Tokyo is:
http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp/rnet_edr/

Report on the 4th Joint Student Seminar on Civil Infrastructures in Bangkok, Thailand

By K. Tachibana, Ph.D. student, Koshihara Laboratory

The 4th Joint Student Seminar was successfully held at the Asian Institute of Technology (AIT) on August 1 and 2, 2011. This seminar had two main sessions. On the first day, a presentation session was held at AIT, where three professors and 16 students gave presentations on research from various fields such as transportation, geotechnical, concrete and timber structures, disaster mitigation and applied remote sensing. The next day, a tour of PRUKSA PRECAST, a precast concrete factory, and a sightseeing tour of Ayutthaya were held.

Group photo of participants in the 4th Joint Student Seminar

This seminar provided many precious experiences. First, overseas presentations are a rare opportunity for some students, and we were able to build good relations and have interesting discussions with people from Japan, Thailand, Korea, China, Nepal, and Vietnam. On the second day, the factory tour gave us valuable information about how to make and use precast concrete. Finally, the tour of Ayutthaya gave us a sense of Thailand's history.

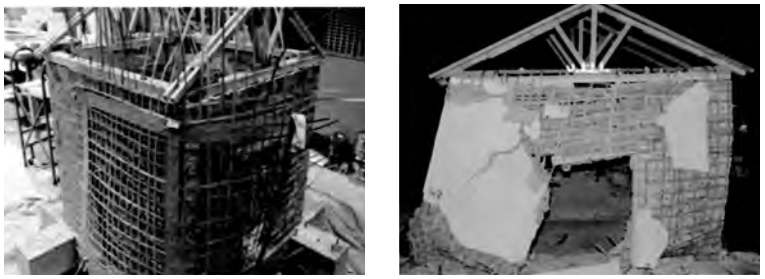
I would like to express my appreciation to the organizers, Dr. A. Kawasaki, Dr. K. Park, and Ms. A. Suwannasuk of AIT, and to all the participants in this seminar. I hope next year's Joint Student Seminar will also be successful and fruitful.

The winner of the Best Presentation Award at the 4th Joint Student Seminar presents his research below.

Dynamic testing of masonry houses retrofitted by bamboo band meshes

By R. Soti, Master student, Meguro Laboratory

The collapse of unreinforced masonry structures, which are widely distributed around the earthquake prone regions of the world, is one of the greatest causes of death in major earthquake events. This research presents an innovative retrofitting method for masonry structures which uses bamboo bands arranged in a mesh fashion and embedded in a mortar overlay. In order to determine the effectiveness of the proposed retrofitting technique, shaking table tests were conducted using retrofitted and non-retrofitted 1/4 scaled masonry houses and each house was subjected to sinusoidal ground motion inputs. Based on the experimental results, the dynamic behavior of models was analyzed and failure behaviors and performances were evaluated. The result showed that the bamboo-band mesh retrofitting technique enhances the seismic resistant capacity of the masonry building model significantly. The retrofitted masonry building could withstand more than twice the input energy of non-retrofitted specimen. Bamboo is a widely available construction material and its use for retrofitting works not only enhances the seismic resistant capacity of new and existing building but also promotes the local business.



A building outfitted with bamboo mesh (left) and the failure behavior after shaking test (right)

Multi-objective assessment and optimization of highway monitoring system

By T. Jiang, Ph.D. student, Oguchi and Tanaka Laboratory

While there are many research works focusing on the use of available traffic data sources to improve traffic models and operation systems, less work is devoted to answering the question of how and where to collect traffic data, such that control systems can perform in an optimal and cost-efficient manner. In this research, I present a framework to assess traffic detection systems by introducing the level of detection as a value to allow for an objective comparison of multiple detector placement scenarios. In contrast to existing studies, which propose new or alternative detector locations based on errors of travel time or traffic state estimators, our approach is solely based on network parameters, detection technology, and traffic demand, which allows the usage of the framework for network operations as well as planning purposes. By translating traffic operation goals into data demand functions, and detector capabilities, combined with their location, into data supply functions, it is possible to optimize detector locations with well know tools from operations research. The latter one is important, since it allows for including additional boundary conditions, such as costs.

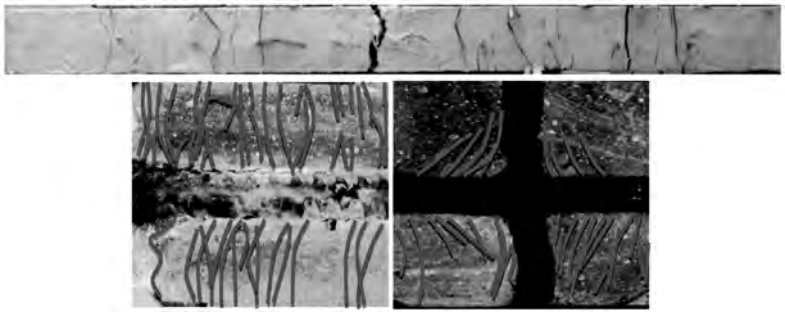
Simulation-based case study of the Tokyo Metropolitan Expressway

Development of tension stiffening model for pre-and post-yielding behaviors of R/HPFRCC

By D. Mahyarudin, Master student, Nagai Laboratory

This research focused on developing a tension stiffening model of reinforced high-performance fiber-reinforced cementitious composites (R/HPFRCC) under direct tension force. HPFRCC is a composite material that has high ductility, good tensile strain hardening performance, and shows multiple micro cracking. In recent years, rebar has been used together with HPFRCC, so it is very important to understand the behavior of these materials together.

Specimens 1.7 meters and 0.5 meters in length with 0.7%, 1.7%, and 3.0% reinforcement ratios (ρ) were prepared and tested. Test results showed that, except in the 1.7 meter specimen with ρ = 0.7%, which failed due to rebar pull-out, the HPFRCC was capable of compatible deformation with the rebar prior to yielding. The results also showed that R/HPFRCC material has a higher tension force compared to RC. Crack localizations were formed in the 1.7 meter specimen (2 in ρ = 1.7% and 5 in ρ = 3.0%).



Observed HPFRCC cracks

The stress response of rebar in R/HPFRCC showed linear response at pre-yielding stage and at post yielding stage the steel stress has early strain hardening stage compared to the bare bar response. HPFRCC response was obtained by extracting the average response of R/HPFRCC with the steel response. The analysis showed that HPFRCC has good tension contribution at the post-yielding stages. Hence, the proposed HPFRCC tension model was successfully developed.

Sept. 18, 2011 earthquake in Sikkim, India, and its effects on the cities of Bangladesh

By M. Ansary, BNUS

A magnitude 6.9 earthquake occurred near Gangtok, the capital of the state of Sikkim in India, on September 18, 2011. The earthquake killed around 150 people in India and Nepal, and a total of 100,000 structures were reported to have been affected out of which 2,000 collapsed completely. Around 100,000 people were made homeless.

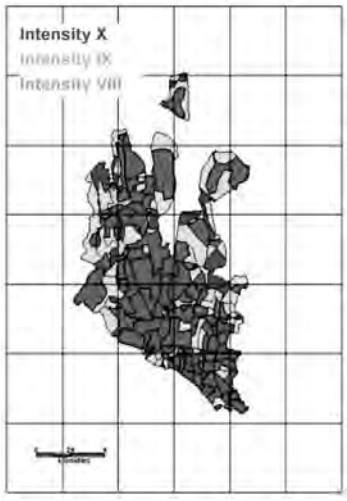
Earthquake risk in Dhaka city has been discussed in different quarters for the last couple of years. The 6.9 magnitude Sikkim earthquake of September 18, which was located almost 600 kilometers away from Dhaka city, created a prolonged vibration for almost all buildings, although no damage has been reported so far. This earthquake lasted almost 100 seconds. The intensity in the epicentral area was between VII and VIII; in Dhaka it was between III and IV.

In the case of either a magnitude 7 earthquake occurring on the Modhupur fault located 90 kilometers away from Dhaka or a magnitude 8 earthquake occurring on the Dauki fault located 230 kilometers away from Dhaka, the 60% of Dhaka which is situated on red Modhur clay may suffer an intensity of VIII and the 40% of Dhaka situated on reclaimed land may suffer an intensity between IX and X. These reclaimed areas are filled with 12 to 30 meters of loose sand or soft clay. Similar conditions exist in Mexico City, which is underlain by 30 to 50 meters of soft clay. During the 1985 Michoacan Earthquake (M=8.1) which occurred 350 kilometers away from Mexico City, around 500 high-rise buildings collapsed, killing 10,000 people.

Many techniques exist to improve these lands, such as vibroflotation, sand compaction piles, dynamic consolidation, chemical piles, injection hardening, gravel drain, and so forth, and some of these techniques can be used below an existing building. Before construction on reclaimed areas, such poor-quality soils need to be improved utilizing the above methods. Then, after improving the land, the building needs to be made earthquake resistant. The stirrups of a column should be placed at 135 degrees, and at the top and bottom and left and right sides of the junction between beams and columns the stirrups have to be put in a more dense fashion. In addition, open car parking should be avoided in buildings. If open car parking is kept then, through computer modeling of the building, either the columns need to be strengthened or shear walls or bracing has to be placed in suitable locations.

To make a building earthquake resistant, proper design is essential at the same time as construction of the building in order to ensure quality control of the materials and proper implementation of the structural design in the field.

Earthquake epicenter



Microzonation map of Dhaka city

Collapsed buildng

Shear cracks on the wall

ICUS welcomes Dr. Kohei Nagai

By K. Meguro

ICUS is pleased to welcome Dr. Kohei Nagai as an Associate Professor starting from July 2011. Dr. Nagai will be joining the Social Infrastructure Management Division.

Dr. Nagai comes to ICUS from the Concrete Laboratory (Hongo Campus) in the Department of Civil Engineering, the University of Tokyo, where he was a project lecturer. His major fields of research include the mechanics of fiber reinforced cementititous composites (as described in detail in the main article of this issue), the mesoscopic simulation of failure of concrete and reinforced concrete, and simulation of press-in driving in soil. As the newest member of the ICUS faculty, Dr. Nagai will be applying his expertise in the concrete field to the management of infrastructure in a developed society.

Dr. K. Nagai

We again welcome Dr. Nagai to ICUS and the Institute of Industrial Science, and we are looking forward to his excellent contributions towards the establishment of safer and sustainable urban systems.

ICUS Activities July – September

- Dr. T. Kato traveled to Sichuan, China, from July 9 to 17 to investigate the recovery from the Sichuan earthquake disaster.
- Dr. K. Nagai visited Korea and China July 13 to 16 for meetings on student mobility.
- Dr. A. Kawasaki was in Bangkok, Thailand, from July 16 to Aug. 8, from Aug. 24 to Sept. 6, and again from Sept. 20 to Oct. 26 to operate the RNUS office, coordinate USMCA2011 preparations, and conduct lectures.
- Prof. K. Meguro went to Bangkok, Thailand from Aug. 1 to 3 for the 4th Joint Student Seminar at AIT.
- Dr. K. Nagai traveled to Vietnam from Aug. 2 to 5 to visit a construction site.
- Dr. R. Kuwano attended the International Symposium of IS-SEOUL2011 in Seoul, South Korea, from Aug. 31 to Sept. 3.
- Dr. T. Endo went to Brazil from Sept. 5 to 27 for meetings with INPE and INPA.
- Prof. K. Meguro and Dr. M. Numada were in Jogjakarta, Indonesia, from Sept. 14 to 19 for presentation and investigation related to PP-band technology.
- Dr. S. Tanaka traveled to Brisbane, Australia, for the International Workshop on Traffic Data Collection and its Standardization from Sept. 21 to 26.

Awards and honors

- Mr. R. Soti, master course student in Meguro Laboratory, received the Best Presentation Prize at the 4th Joint Student Seminar on Civil Infrastructures in Bangkok, Thailand, for his paper and presentation "Dynamic testing of masonry houses retrofitted by bamboo band meshes." His award-winning research is summarized on Page 8 of this volume. He also received the Best Presentation Prize on Aug. 26 from the Japan Society of Civil Engineers.

Mr. R. Soti with his prize at the 4th Joint Student Seminar

Editor's note...

We can say that we have entered "the time of mega-risk." In the 21st century, we have already experienced mega disasters such as the 2001 terrorist attack in New York, the 2004 Sumatra Earthquake tsunami disaster in southeast Asia, the 2008 Wenchuan Earthquake in China, and the 2011 East Japan Earthquake tsunami disaster including the nuclear power plant catastrophe. Moreover, flood hazard has been increasing due to climate change and we will face even more serious situations in this century. This mega risk is caused not only by the increase in hazards but also the vulnerability of the environment. The responsibility of engineering and planning is significant.

We have to redefine the concept of safety according to "the time of mega-risk," consider how to coexistence with various kinds of risk, and combine risk reduction with other factors such as adaptation to global change and response to the aging society. The East Japan Earthquake disaster is one opportunity to do so.

The first keyword for the near future will be "resilience." But it cannot be said that the meaning of the word "resilience" is understood well enough; it is still abstract. We have to interpret it from the perspective of engineering and establish technologies of "resilience" in our society. I think that this is one of our missions and an important social role of ICUS.

"Learn from the past and make the future." We pray sincerely for the repose of victims' souls in the past disaster.

By. T. Kato

Announcement of USMCA2012 (Ulaanbaatar, Mongolia)

We would like to announce that the 11th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia (USMCA2012) will be held in Ulaanbaatar, Mongolia, on Oct. 10-12, 2012. Further information will be available on the ICUS website as details are decided.

International Center for Urban Safety Engineering (ICUS)
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan
Tel: (+81-3) 5452-6472, Fax: (+81-3) 5452-6476
http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp

PRINTED MATTER

The International Center for Urban Safety Engineering (ICUS) is a research center located at the Institute of Industrial Science, The University of Tokyo.

The purpose of ICUS is to identify, investigate, and resolve issues towards the realization of sustainable urban systems for the prosperity and safety of society considering challenging socio-economic problems.

ICUS Newsletter

Volume 11 Number 3 Oct. to Dec. 2011

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

The 2011 Great East Japan Earthquake tsunami disaster: its impact and lessons for renovation

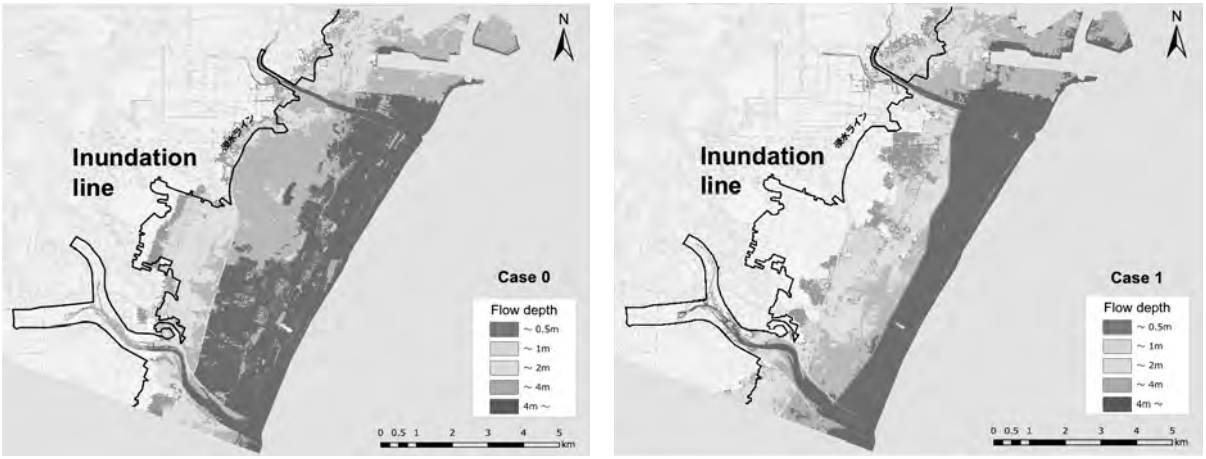
By Shunichi Koshimura

Associate Professor, Disaster Control Research Center, Tohoku University

Introduction

On March 11, 2011, a magnitude M9.0 earthquake accompanied by a devastating tsunami attacked the northern Pacific coast of Japan, totally sweeping away many coastal communities in Iwate, Miyagi, and Fukushima Prefectures. The total area affected by the tsunami was estimated at 561 square kilometers along the Pacific coastline, and the tsunami run-up height reached up to 40 meters. As of September 10, six months after the event occurred, the National Police Agency reported 15,781 dead, 4,086 missing, and 115,151 buildings and houses collapsed or washed-away. The economic impact was estimated at 16-25 trillion yen, compared to the FY2010 national budget of Japan at 92 trillion yen.

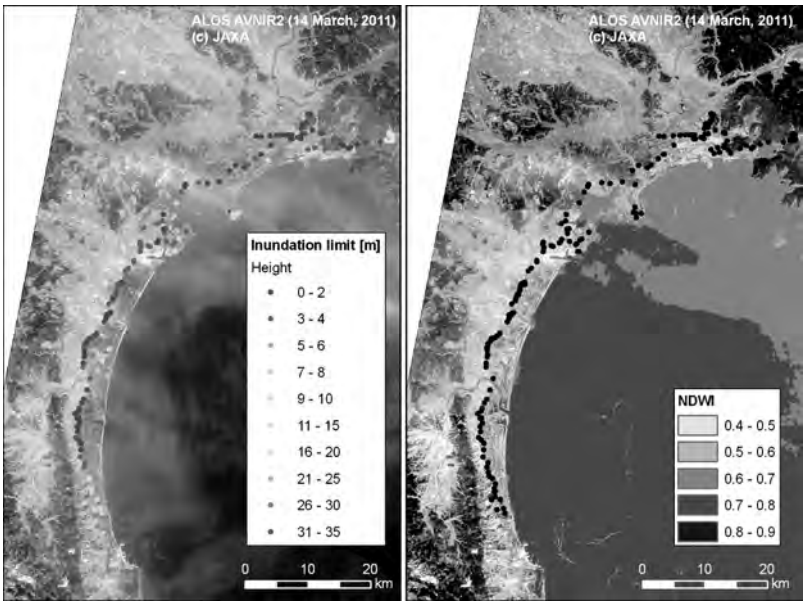
Six months after the event, the devastated areas have started moving forward towards recovery and reconstruction - that is, the renovation of their communities. Approximately 82,000 residents who lost houses have moved from evacuation centers to temporary houses and rental housing and 89% of the 23 million tons of tsunami debris have been removed. Though the recovery process is still underway, local governments completed a



Numerical simulation of how post-disaster reconstruction plans such as coastal levees and elevated roads may be able to minimize tsunami risks

draft reconstruction plan including infrastructure design, transportation, land use management, urban design, relocation, and economic and industrial outlooks. Every decision has been made quite fast compared to this wide extent of devastation.

Also in the six months since the earthquake, our team conducted an integrated investigation by field measurement of tsunami heights, optical satellite image analysis, and aerial photo inspection with approach of spatial information sciences in order to identify the tsunami's impact. The preliminary findings are combined with numerical modeling technologies to find out structural vulnerability against tsunami and to provide a guidance for land use management and relocation planning to reconstruct resilient coastal communities.



Mapping of tsunami inundation using ALOS AVNIR-2 image acquired on March 14 and the normalized difference water index

Mapping tsunami inundation zone

Mapping of the tsunami inundation was conducted through analysis of optical satellite images with calibration from the ground field survey. The significant feature of the 2011 tsunami was the wide extent of the inundation zone. For example, on the Sendai plain, the tsunami reached more than 5 kilometers inland. Our group focused on mapping the inundation limit of the coast of Tohoku region. We conducted high-resolution surveys of the inundation limit and height to an accuracy of a few centimeters using GPS measurement system in Miyagi, Iwate, and Aomori Prefectures. The horizontal measurement interval ranged from approximately 500 meters to several kilometers and we measured nearly 300 sites until the end of April. To draw the inundation line, we applied remote sensing technology using satellite and aerial photographs acquired after the tsunami.

Mapping structural damage and vulnerability

Mapping of the structural damage was conducted through visual interpretation of aerial photos to identify the structural vulnerability against the 2011 tsunami. For visual inspection, we used the aerial photo archives of the Geospatial Information Authority of Japan acquired in the devastated area. Ortho photos with a resolution of 80 centimeters/pixel were composited with mosaic image processing. Combined with the ZENRIN building data (building shape files), the inspection was conducted for each building by comparing pre- and post-tsunami aerial photos, focusing on the existence of houses' roofs to add an classification attribute of either "washed-away" or "surviving" to the damage status. By mapping the structural damage and overlooking its spatial distribution, not only the impact of tsunami but also the effect of coastal protection and vegetation can be seen.

Integrating the structural damage mapping with field survey data, such as flow depths, leads to a new means for identifying structural vulnerability against tsunami in the form of a tsunami fragility curve or tsunami fragility function. The tsunami fragility curve is defined as the structural damage probability or fatality ratio with particular regard to the hydrodynamic features of tsunami inundation flow, such as flow depth, current velocity and hydrodynamic force. Using this fragility curve, the damage probabilities of structural destruction as a function of flow depth can be estimated. Structures in Miyagi Prefecture were especially vulnerable when the local flow depth exceeded 2 meters, and 6 meter flow depth would totally devastate the houses. This fact can contribute to land use planning which considers the effect of coastal protection.

Towards resilient coastal communities

In April 2011, one month after the event occurred, the central government established the reconstruction policy council to develop a national recovery and reconstruction outlook for tsunami-resilient community. Besides, the central government decided the policy of coastal protection such as seawall and breakwater, which would be designed to ensure their performance to potential tsunami level of 150 year recurrence interval. In this sense, the government policy of designing coastal protection is for 150-year tsunami level (this is called "Prevention Level") which ensures to protect lives and properties. And for the tsunami level more than 150-year recurrence interval, so-called extreme event, the government calls "Preparedness/Mitigation Level" to reduce the losses and damage by all of the efforts of coastal protection, urban planning, evacuation, and public education.

Under the limitations and uncertain conditions of funding, prefectural and local governments have developed their own recovery and reconstruction plans, which assume 10 years to be completed. These plans consist of the combination of structural prevention/mitigation, urban planning, preparedness, and suggest their land use management, relocation, housing reconstruction and tsunami disaster mitigation plans. The key role of academia, in engineering point of view, is to verify and evaluate if these plans really work for future disaster reduction.

When the proposed reconstruction plan should be verified, numerical modeling is a powerful tool. The figure on the cover page shows an example evaluation of Sendai City's preliminary reconstruction plan that includes 6.2 m levee and 6 m elevated road. As shown in the figure, through the comparison of the 2011 tsunami simulated under the pre-tsunami condition in coastal protection and land use, potential reconstruction plans can be evaluated with regard to tsunami inundation area and flow depth, exposed population and buildings, and reducing risks.

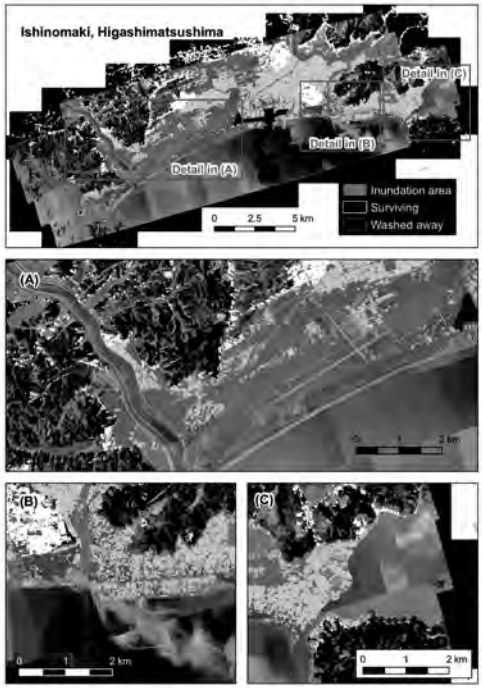
Acknowledgment

The post-tsunami field survey was conducted by a group of 20 scientists and engineers. All the data of our measurements can be viewed on the web page:

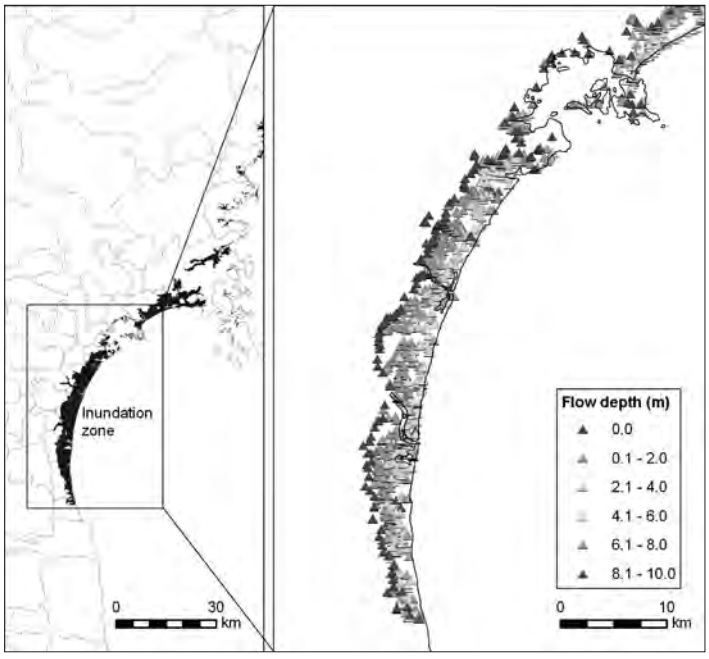
http://www.tohoku-tsunami.jp

This research was funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT), the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO), and the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS).

Editor's Note: This article is an abbreviated version of Prof. Koshimura's paper and keynote lecture from USMCA2011.



Mapping structural damage by inspection of post-event aerial photos



Mapping the tsunami flow depth measured by Miyagi Prefecture and our team

Brief overview of expansion process and damage due to Chao Phraya River Flood in Thailand

By A. Kawasaki

Flood expansion process

From June to September 2011, the four month precipitation in many places on the Indochina Peninsula was about 1.2 to 1.8 times higher than the average, such as 134% in Chiang Mai, Thailand, 140% in Bangkok, the capital of Thailand, and 144% in Vientiane, Laos. In addition, heavy rain continued over the Chao Phraya River basin into early October.

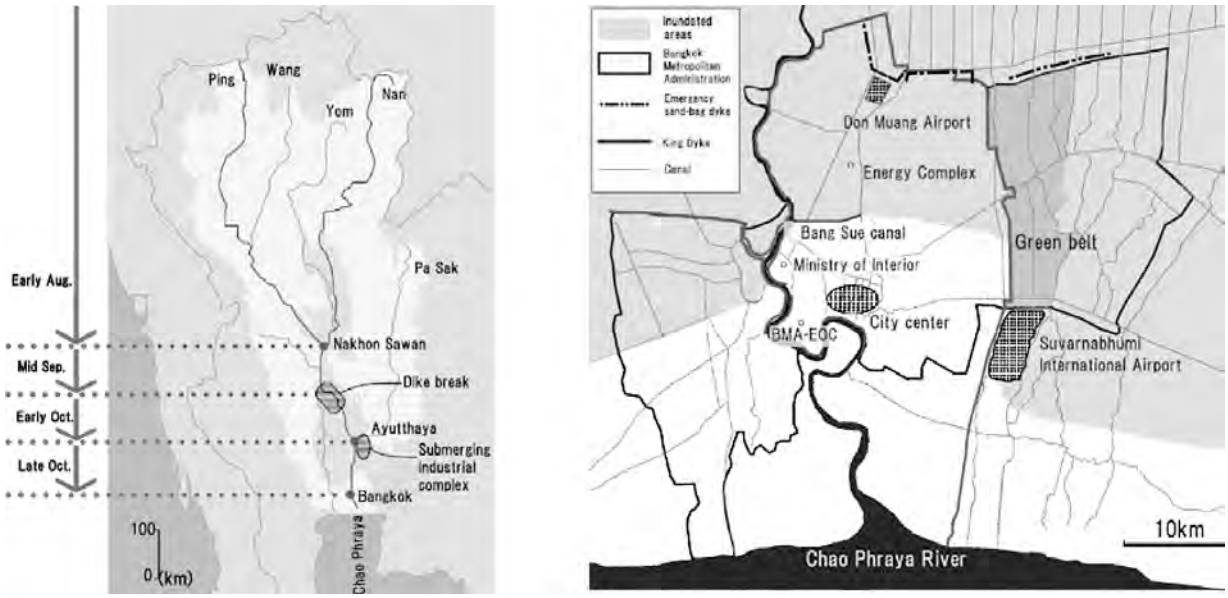
After causing landslides and flash floods in the northern part of Thailand in August, the floodwaters slowly moved south and the inundation area grew as dikes were destroyed along the Chao Phraya River in Nakhon Sawan Province and Chinart Province during mid- to late September. In early October, floodwaters submerged several industrial complexes in Ayutthaya Province where many Japanese factories such as the Rojana Industrial Park and Hi-Tech Industrial Estate are located. In mid-October, floodwaters approached Nava Nakorn Industrial Estate in Pathumtani Province, located directly north of Bangkok, and submerged academic and research zones where the Asian Institute of Technology (AIT), Thammasat University and Thai Science Park are located.

At the end of October, two flows of floodwater reached Bangkok. The primary flow was caused by overflow in the upstream Chao Phraya River, which flowed southward through town, farms, and channels and reached the capital by overtopping the King's Dike (an outer embankment for protecting the capital). The other flow was caused by the direct overflow from Chao Phraya River where it runs along the Bangkok metropolitan area. Although the Thai government and Bangkok Metropolitan Administration built long sandbag embankments on the outer dike for protecting the capital, the floodwaters still overtopped it.

At that time, the headquarters of the Thai government's Flood Recovery Operation Center (FROC) was located at Don Muang Airport, the former international airport in Bangkok which is located about 15 kilometers north of the city center, but it had to be relocated to the Energy Complex Building, about 10 kilometers south of the airport as the airport was flooded at the end of October.

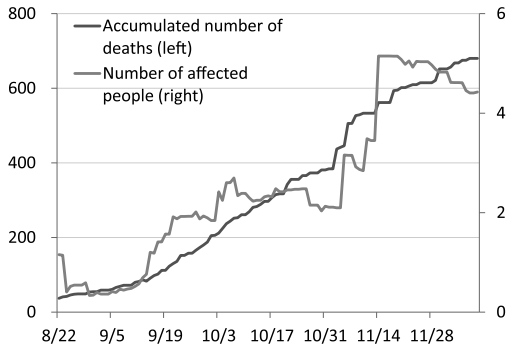
Following the flooding of Don Muang Airport, 6,000 giant 2.5-ton sandbags, called "Big Bags," were used to quickly build an embankment north of Bangkok, and the proper drainage of floodwaters into the Chao Phraya River began as the water level of the Chao Phraya River went down. Then, in mid-November, southward expansion of the floodwaters was finally halted at Bang Sue canal, about 5 kilometers north of the city center, and flooding of the city center was prevented.

Drainage of several industrial



Chao Phraya River Flood in Thailand

Makeshift walkway and water taxi in inundated area in Rangsit, Pathumtani on Nov. 5, 2011



Number of deaths & affected people (source: Department of Disaster Prevention and Mitigation, Thailand)

Don Muang Airport (former international airport) on Nov. 16, 2011

Young children enjoying the floodwaters in Thonburi, Bangkok, on Nov. 5, 2011

complexes was completed in the middle of November with support from international rescue teams, such as Japan's Ministry of Land, Infrastructure and Transport, using high performance pumping cars.

Damage

As of December 10th, 2011, the floods had killed 680 people and 3 people were missing. The cause of 80% of the deaths was by drowning. Based on the rapid damage estimation by the World Bank, total economic damages and losses from the floods stood at approximately 45.7 billion US dollars as of December 1, 2011, and it was estimated that Thailand's economic growth rate was reduced from 3.5% to 2.4% in 2011. Compared to other past natural disasters, the economic damage by the floods in Thailand in 2011 was the fourth-largest disaster in the world, following the 2011 Tohoku earthquake in Japan, 2005's Hurricane Katrina in the US, and the 1995 Kobe earthquake in Japan. This estimation doesn't include the long-term impact on economic activities in Thailand and overseas impacts such as disruption of the supply chain.

Recovering from this extensive damage is a big challenge in Thailand. The government needs to establish a long-term economic recovery strategy considering the improvement of quality of life and better reliability for foreign investors as well as a master plan for building a flood-safe city against future floods.

During my field survey of this flood, I received the impression that Thai people appeared to be enjoying the flood, and I heard similar opinions from other foreign investigators as well. Many street stalls were opened above the floodwaters, temporary waterways and transportation system were created, and children played in the water. The Thai people's recognition of the flooding seemed quite different compared to other countries - based on their knowledge and experience, Thai people were doing all kinds of things to live with the flood conditions.

JICA (Japan International Cooperation Agency) received a request from the Thai government to conduct an investigation towards creating a master plan for flood management in the Chao Phraya River basin considering the current urbanization and industrialization and climate change. I hope that the collaboration between the Thai government and JICA will produce a suitable recovery strategy and master plan considering these special local characteristics of Thailand.

Fixed-point observation of reconstruction progress in areas affected by the Great East Japan Earthquake

By S. Kondo

Over half a year has passed since the Great East Japan Earthquake occurred. In the affected areas, the life of disaster victims has been improving little by little. As one means of measuring this improvement, ICUS (3.11 net Tokyo) has been regularly conducting fixed-point observations in various locations. This observation aims to record the process of recovery and reconstruction throughout the entire affected area. At this time, a state of affairs in the affected areas is reported, along with a comparison of photos taken at the end of April 2011 and the end of November 2011. The map shown on this page shows where the photos were taken, with all of the reported observations being in either Miyagi or Iwate Prefectures.

The biggest change over the past seven months is disappearance of massive tsunami debris. By the end of April, only tsunami debris on the roads had been removed, but by the end of November most of the tsunami debris in the residential areas was also removed. The Ministry of the Environment issued a basic strategy in May, which stated: "before the end of August 2011, tsunami debris in the vicinity of residences shall be removed." The current situation is the result of this basic strategy. The removed tsunami debris has been placed at temporary waste dumps for tsunami debris and segregated into types, such as wood or concrete.

Many other reconstruction and recovery initiatives are also progressing. Disaster victims who lost their homes have moved from

Map of survey points in the areas affected by the Great East Japan Earthquake

The end of April, 2011 *The end of November, 2011*

1. Arahama, Sendai, Miyagi Prefecture

2. Onagawa, Miyagi Prefecture

3. Okawa elementary school, Ishinomaki, Miyagi Prefecture

The end of April, 2011 *The end of November, 2011*

4. Minamisanriku, Miyagi Prefecture

5. Kesennuma, Miyagi Prefecture

6. Otsuchi, Iwate Prefecture

Temporary waste dump for tsunami debris (Rikuzentakata, Iwate Prefecture)

evacuation centers to temporary houses. Temporary houses include not only one-story prefabricated conventional structures but also three-story stacked containers because the affected areas are surrounded by mountains and the ocean and there is very limited space to build houses. In some areas, temporary stores have been established and are conducting business.

During the survey conducted at the end of April, it was difficult to believe in the possibility of reconstruction because of the enormous volume of tsunami debris. At the end of November, however, I could feel that reconstruction is possible in the future with the efforts of disaster victims (excluding the area around the Fukushima No. 1 nuclear power plant). In order to capture the progress of this reconstruction, we want to continue conducting this fixed-point observation study.

Temporary houses made of shipping containers stacked three stories high (Onagawa, Miyagi Prefecture)

Temporary store (Ofunato, Iwate Prefecture)

Investigation on the concrete industry and sustainability in Mongolia

By M. Henry

It is difficult to establish a global strategy for concrete sustainability, as related factors such as level of technology, stakeholder culture, available resources, institutional systems, and so forth vary widely around the world and also depend strongly on regional or local conditions. It is therefore necessary to understand the relationship and interaction between the afore-mentioned factors and concrete sustainability. In particular, the Asian region represents a good opportunity to understand this relationship and interaction, as the level of development and regional conditions vary widely.

Currently, the International Center for Urban Safety Engineering (ICUS) is establishing various ties with academics and professionals in Mongolia for developing safe and sustainable infrastructure. Mongolia represents a good case study as its level of development is currently low but explosive growth is expected in the future due to industrial development. This research was therefore carried out to investigate the current state of the concrete industry in Mongolia and how the Mongolia socio-economic conditions affect the potential for sustainable concrete practice and materials.

The Mongolian concrete industry is characterized by strong demand for concrete, particularly for architectural applications, which peaks during the summer months and tapers off during the winter. During the summer peak, demand is so high that the industry experiences shortages, particularly of cement, and this problem is compounded by the limited number of supply routes for importing cement from China. Natural resources for producing concrete are widely available domestically, except for anti-freezing admixtures, which are imported from China. Management of concrete curing during the colder winter months is critical to prevent concrete cracking.

Important issues for sustainability include the conservation of natural resources and management of supply logistics due to the high demand for materials during the summer months, utilization of fly ash which is widely available from coal power plants but unusable at this time due to poor quality, and the implementation of quality control for materials and structures to reduce variation across the concrete industry. Other issues include the development of conformation codes and reduction of air pollution and waste generation.

Curing of a concrete slab-on-grade during the winter months using plastic sheets and felt (left) and a diesel heater (right)

Exposed reinforcement in new construction highlights the importance of improved quality controls

Large amounts of waste timber can be found on construction sites

Report from Van, Turkey: need for better housing after the 2011 Eastern Turkey Earthquake

By T. Matsushita, Master student, Meguro Laboratory

A magnitude 7.2 earthquake struck the eastern part of Turkey 16 kilometers north-northeast of Van at 13:41 local time on Oct. 23, 2011. Initially, only 9 building collapsed in Van, but the number increased due to aftershocks and the final death toll was 604. Officials reported more than 2,300 buildings as 'uninhabitable' after their inspection in the week after the earthquake, and many residents had to evacuate and seek shelters. On Nov. 9, another earthquake (M5.6) hit at 21:30 local time, causing 40 deaths including a Japanese NPO staff member who was buried under a collapsed hotel. An additional 25 buildings collapsed after this big aftershock and, unfortunately, the hotel was one of three that were occupied after the inspection.

I visited Van and its vicinity as a part of an NPO's assessment team. A medical officer at the Van Crisis Center told me the shocking story of how many patients received injuries from jumping off from the upper floors of their buildings due to their fear of the building collapsing. Many people do not want to go back to their own houses even after the government told them that their buildings were safe. It shows how little trust people have in the quake-resistance of their buildings while at the same time demonstrating a lack of proper information or knowledge about evacuation.

In the countryside, the building damage was severer compared to the city, but there were fewer victims because, at the time of the earthquake, most people were outside working on their farms or could run outside before the collapse because many houses were single-story structures.

One observation made at tent camps is that there were many burn patients, especially children, reported after the earthquake. This was caused by spilled boiling water from Chai pots on gas stoves inside the crowded tents. Tents are typically about 13 square meters – not large enough for a typical family with 5 to 10 children. These families are not used to living in such a small, confined space, and it is hard to give up their custom of drinking tea, which is an important part of their lives.

The lack of heating inside the tents was another serious issue. Although a gas stove or electric heater was supplied to almost every tent, those we interviewed complained about the cold. The fabric tents are not made to withstand the severe winter in Eastern Turkey, and it will become worse once it snows.

An urgent issue after the initial response is to relocate people to better housing. The Turkish government responded quickly by distributing about 35,000 tents within 20 hours after the earthquake. However, although a total of 21,000 temporary container housings are needed, only 15,000 of them had been delivered as of Jan. 20, 2012 – three months after the disaster. The government plans to start constructing new permanent housing for those who lost their home when the weather improves in May.

The Turkish emergency response system seemed to work well after the deadly earthquake in 1999. However, the quality of buildings could be improved in the future.

(This report is based on site visits and hearings conducted from Oct. 31 to Nov. 5, 2011, and email inquiries conducted by the Humanitarian Medical Assistance assessment team)

Totally collapsed RC apartment building in the Van city center (Oct. 31, 2011)

Partially collapsed non-engineered house in Alakoy village, north-east of Van (Nov. 1, 2011)

5th IIS alumni party for all University of Tokyo alumni was held in Bangkok, Thailand

By A. Kawasaki

On Oct.15, 2011, the 5th IIS (Institute of Industrial Science, University of Tokyo) Thai alumni party was held in Bangkok. This year's party was expanded to include the entire University of Tokyo (UT) in response to strong demand from IIS alumni, as it would provide a great opportunity not only for IIS alumni who already know each other but also for alumni from the entire university who haven't met before.

Group photo of alumni party participants

On the day of the party, a total of 41 alumni from the 1960s to 2000s were able to reunite at the party even though it was held under bad weather conditions and with the great flood affecting northern Bangkok. Attendees included not only Thai alumni working in various fields such as government, universities, and companies, but also 11 Japanese alumni working in Thai companies and research institutes. The meeting began with the reading of greeting messages from Prof. Yashiro, Director General of IIS, and Prof. Masako Egawa, Executive Vice President of UT. The party was filled with a friendly atmosphere, including short self introduction by all alumni which included current status and memories of the student time in IIS and UT.

In June 2012, the President's Council of UT will be held in Bangkok and will be attended by President Hamada, and the next Thai alumni party is scheduled to coincide with this occasion. Please check the ICUS and RNUS websites for more information regarding this event.

Visit from the Mongolian National Emergency Agency

By Y. Ichihashi

On November 8, 2011, ICUS received 16 visitors from the Mongolian National Emergency Agency, led by M. Sukhbaatar, and other staff from related authorities. They were on a visit to Japan at the invitation of the Japanese government through the JENESYS program (Japan-East Asia Network of Exchange for Students and Youths), an international exchange program undertaken by the Japan Ministry of Foreign Affairs and organized by JICE (Japan International Cooperation Center). At ICUS, the visitors were given a lecture by Visiting Professor Y. Ichihashi on the current overall systems for natural disaster management in Japan, including the basic legal framework for disaster preparedness programs, emergency rescue activities, assistance for recovery and reconstruction, and roles played by various institutions. The visitors also watched videos of the March 11 East Japan Great Earthquake, which reaffirmed the importance of preparations for future natural disasters based on Japan's lessons. Mongolia dispatched rescue teams immediately after March 11, for which the National Emergency Agency was the responsible agency.

ICUS members and visitors from Mongolia at IIS

USMCA2011 was held in Chiang Mai, Thailand

By A. Kawasaki

The 10th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia (USMCA2011) was held from October 12 to 14 in Chiang Mai, Thailand. USMCA2011 was jointly organized by ICUS, the Asian Institute of Technology (AIT), Chiang Mai University, and Chulalongkorn University. The two-day symposium program included 5 keynote speakers, a poster session with 23 poster presentations, and 12 parallel sessions with 52 oral presentations. Including attendance-only participants, 149 people representing 13 countries joined this year's symposium.

The symposium was inaugurated by Mr. Kazuo Shibata of the Consulate-Generl of Japan in Chiang Mai and Dr. Kimiro Meguro, Director and Professor of ICUS. Keynote speakers included Dr. Shunichi Koshimura (Tohoku University, Japan), Dr. Ir Muhammad Dirhamsyah (Syiah Kuala University, Indonesia), Dr. Sidthinat Prabudhanitisarn (Chiang Mai University, Thailand), Dr. Peter Rogers (Harvard University, USA), and Dr. Haruo Sawada (ICUS, University of Tokyo, Japan).

This year featured a new addition to the USMCA schedule: a poster presentation session. Posters covering a variety of topics were on display, and many participants joined the presenters for lively discussion.

Oral presentations were given in 12 parallel sessions which covered topics including vulnerability and risk assessment of seismic and flood hazards; disaster response and recovery; urban planning and assessment; environmental management of air, forest, and water resources; durability, properties, and performance of construction materials and structures; and assessment of infrastructure health, performance, risk, and vulnerability. A special session on the earthquakes and tsunamis in Sumatra and the Indian Ocean, and in Tohoku, Japan, was also held.

At the end of the symposium, the Excellent Young Researcher Award – prepared by ICUS to encourage the activities of young researchers – was presented to Ms. Tomoko Matsushita (The University of Tokyo, Japan) and Mr. Mahmood Riyaz (Asian Institute of Technology, Thailand) for their poster presentations and Ms. Sho Oh and Mr. Hirotoshi Kishi (both of The University of Tokyo, Japan) for their oral presentations.

On the third day of the symposium, a historical and cultural field trip around Chiang Mai was held. The field trip visited Phuping Palace, the royal family's winter residence, and Wat Phrathat Doi Suthep, a sacred Buddhist temple, among other locations.

Next year, USMCA2012 will be held in Ulaanbaatar, Mongolia, from October 10 to 12, 2012. Please check the ICUS website for future updates and announcements.

Group photo of USMCA2011 participants

Discussions during the poster session

Dr.Choyanon Honsapinyo and winners of the Excellent Young Researcher Award

Group photo during the field trip around Chiang Mai

Building back right: learning from Tohoku

By T. Matsushita, Master student, Meguro Laboratory

During the reconstruction process after the 2011 Great East Japan Earthquake, speed and quality are required to respond to people's immediate needs. Regenerating human activity is a vital part of reconstruction, and we introduce the process of making architecture as a means to promote people's participation and revitalize the local industry.

As a part of the relief effort by the Japan Committee for UNICEF to reconstruct kindergartens, specific methods were introduced and evaluated, such as building with local craftsmen's initiative, building with people's participation, and formation of an expert advisory group to supervise quality for mass production.

We found that the prefabricated structures were able to fully respond to the needs by quickly providing buildings. Some observations of this study are as follows:

- ❖ The pilot project was effective in identifying strong local networks and availability of local players with strong commitment to their own region. This was in contrast to some beliefs that local actors would be too confused to take initiative.
- ❖ Active participation by beneficiaries was observed during the meetings and workshops. This invigorated the design process due to the involvement of many actors.
- ❖ Basic principles worked effectively to provide guidelines to designers while allowing room for creativity.

The awareness of people changed once they became active participants in the process of making architecture. When designing the actual space and function of their future buildings, people started to speak freely to express concerns for their future and make a difference by taking ownership.

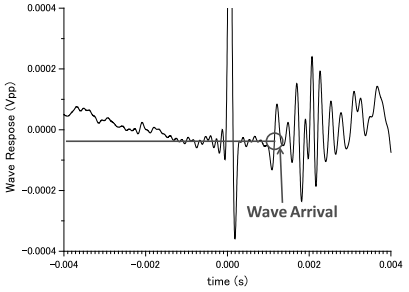
Application of elastic wave measurement to model tests using bender elements

By S. Oh, Master student, Kuwano Laboratory

Elastic wave measurement using Bender Elements has been developed as a dynamic measurement method for element testing in the geotechnical field. At this time, we are trying to apply this method to model tests in order to obtain the pressure distribution inside a soil chamber, which is intended to simulate the conditions experienced when uneven settlement occurs around a buried structure. This research aims to obtain the basic performance information of bender elements when applied to model tests. First, in order to more clearly detect the wave arrival, signal analysis was conducted. Low frequency noise was reduced by polynomial approximation, and high frequency noise was dealt with using an FFT filter. Next, the effect of attaching an aluminum block to the bender element was discussed, as this was found to reduce noise and give a clearer wave in element tests. Some change in the received waveform was found, but wave velocity was almost the same. In addition, the wave propagation property was checked using multiple receivers with a single transmitter. Finally, the shear modulus of the obtained data for obtained data for validation. Results showed good agreement with those of element test.

Increment of earth pressure due to uneven settlement

Bender elements



Wave measurement data

Application of spatial information for the reaction of the huge earthquake – supporting recovering activities for the 2011 Great East Japan Earthquake

By H. Kishi, Ph.D. student, Sawada Laboratory

This study developed spatial information products for response activities after the 2011 Great East Japan Earthquake. First, useful information for the government sector and field investigators in the affected areas was considered by project members. We concluded that the important points were the applicability and accessibility of spatial information. Second, remote sensing datasets such as aerial photos distributed by the Japanese Geospatial Information Authority and GIS datasets were processed for sharing on Google Earth. During this process, the tsunami inundation line was interpreted and digitized comparing aerial photos to satellite images taken before the earthquake on Google Earth. Finally, the tsunami line aerial photo map was published for usage by the governments, field investigators, researchers and volunteers in the affected areas. We plan to keep publishing this map using new aerial photos taken a few months after the earthquake for supporting recovery activities. All these products were distributed through our project website.

Overlaying tsunami inundation data on Google Earth

Development of early warning system in Maldives

By M. Riyaz, Environment Research Centre, Ministry of Environment, Energy and Water, Maldives

In the Maldives, the Early Warning System (EWS) has been developed to address the risks of natural disasters. Before the 2004 Indian Ocean tsunami, people in the Maldives were not aware of disaster risk and there was no consideration of an EWS. Soon after the disaster, a risk profile for the Maldives was developed and emergency response measures for sectors such as tourism, communication, education, defense and so forth were considered.

This study deals with the development of the EWS in Maldives. The National Early Warning System in the Maldives (NEWSM) was developed in three main phases: (1) Phase I, establishment of a monitoring system for surface meteorological conditions and seismic event occurrence; (2) Phase II, strengthening the monitoring system established in phase I through automating the metrological monitoring system; and (3) Phase III, confirmation of the information flow, establishment of backup and alternative electric power and telecommunication systems and linkage with international organizations. Disaster warning messages from the NEWSM are transmitted to national, regional, atoll and island offices through a commercial communication system – mainly computer networks and hotlines (leased lines). The only means of dissemination of disaster advisories and warning to the general public is through raio and television broadcasting. A Radio Trunking Network with TETRA technology is used as backup network.

While the Maldives is exposed to various hazards, such as the risk from rising sea level due to climate change, gale force winds, storm surge, torrential rain, earthquake and tsunami, the established EWS seems to be focused only on tsunami risk and, furthermore, is not very effective for communication and information dissemination. The establishment of a proper mechanism to reach the general public, remote communities and islands is needed by using more user friendly mechanisms.

21st ICUS Open Lecture was held in Sapporo, Japan

By H. Yokota

ICUS and Hokkaido University co-hosted the 21st ICUS Open Lecture at Hokkaido University in Sapporo, Japan, on October 31, 2011, with 180 participants. The theme of the lecture was "Towards the formulation of sustainable urban infrastructure systems."

ICUS members visiting the Otaru Port seawall

21st century Japan is characterized by a low birthrate and aging population, efforts toward the restoration of a sound public finance system, a high-technological society, a focus on environmental load reduction, decentralization of power and balanced contraction. In the series of lectures, participants discussed and exchanged opinions on the development of urban infrastructure systems that create safe, affluent living environments, and will identify future challenges for the continuation of such systems as well as proposed measures to cope with such challenges.

Professor Haruo Sawada (ICUS The University of Tokyo) spoke first on the role of the remote sensing technology from the perspective of monitoring wide hazard due to environmental changes. Next, Professor Norihiro Izumi (Hokkaido University), a leading researcher on river and environmental engineering, discussed water crisis - depletion of water resources and proposed his thoughts and ideas for how the water resources should be managed. Thirdly, Professor Kimiro Meguro (Director of ICUS, The University of Tokyo), proposed sufficient earthquake disaster management system based on the lessons from the East Japan Earthquake on March 11, 2011. Finally, Professor Seiichi Kagaya (Hokkaido University), one of Japan's leaders in the urban planning field, proposed methods and applications for sustainable infrastructure planning.

The day after the 21st Open Lecture, ICUS members joined a study trip around the Sapporo area. First, they visited the Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI) and visited some sites in the experimental forest. After that, they traveled to the Otaru Port Seawall, which was completed in 1908 and is one of the oldest port structures in Japan.

This first jointly organized open lecture with other university had a successful conclusions. ICUS may seek another opportunity for holding joint open lectures in the future.

Prof. H. Sawada

Prof. N. Izumi

Prof. K. Meguro

Prof. S. Kagaya

Awards and honors

❖ Ms. T. Matsushita, master student in Meguro Lab, Mr. H. Kishi, Ph.D. student in Sawada Lab, and Ms. S. Oh, master student in Kuwano Lab, all received the Excellent Young Researcher Award at USMCA 2011 in Chiang Mai, Thailand. Their award-winning researches are summarized on Pages 12 and 13 of this volume.

Project on Amazonian Carbon Dynamics (Part III)

By T. Endo

The "CArbon Dynamics of Amazonian Forests" (CADAF) project is now in its second year. During the first year, the remote sensing team of IIS/UT, Japan, and SIGLAB/INPA, Brazil, created an initial environmental map of the Amazonian forest generated from satellite data which can be used to estimate the biomass of the whole Amazon forest. Since the data is still preliminary, we have to improve its accuracy by checking the estimated result against the actual conditions.

In November, Prof. H. Sawada, and Dr. T. Endo visited Sao Paulo in order to get permission to conduct an aerial survey from the Brazilian government. This is because the current government is very sensitive to requests to conduct forest inventory from overseas organizations. We also gave presentations at the CADAF project's international seminar at INPA/Manaus, which was attended by over 150 people including the INPA director, researchers and students.

Discussion with Brazilian researchers

A walking palm

Finally, we conducted a field survey of the Amazonian forest to evaluate the environmental map made during the first year. The survey was carried out using GPS to identify survey points, and we took digital pictures and recorded conditions such as tree height and ground vegetation. From this field survey, we learned that we should improve the classification between natural and secondary forests.

During the field survey, we happened upon a walking palm in the jungle. This unique tree gets its name because it "walks" around in order to get better exposure to sunlight.

ICUS Activities October – December

- ICUS members attended USMCA2011 in Chiang Mai, Thailand, from Oct. 11 to 14.
- Prof. K. Meguro and Dr. M. Numada attended a JST-JICA workshop in Jogjakarta and Padang, Indonesia, from Oct. 23 to 29. Prof. Meguro also attended an international workshop in Singapore from Dec. 6 to 8, and Dr. Numada travelled to Van and Istanbul, Turkey, from Dec. 21 to 27 for an investigation.
- Prof. H. Sawada and Dr. T Endo attended ACRS2011 in Taiwan from Oct. 2 to 8. They also traveled to Brazil from Nov. 12 to Dec. 6 for a meeting with INPE and INPA, and to Cambodia from Dec. 10 to Dec. 22 for a meeting and field trip. Prof. Sawada also attended an international workshop in Beijing, China, from Dec. 22 to 25.
- Dr. T. Kato visited Beijing, China, from Oct. 26 to 29 for a conference on disaster prevention, attended the 29th Taiwan-Japan engineering seminar in Taipei, Taiwan, from Nov. 21 to 24, and conducted an investigation in Chengdu, China, from Dec. 26 to 31.
- Dr. K. Nagai traveled to Paris and Lyon, France, from Oct. 16 to 24 to participate in the Todai Forum.
- Dr. S. Tanaka attended the ITS World Conference from Oct. 17 to 23 in Orlando, USA.
- Dr. A. Kawasaki was at AIT in Bangkok, Thailand, from Sept. 20 to Oct. 24 and from Dec. 7 to 21 for operating the RNUS office and conducting lectures. He also traveled to Bangkok from Nov. 3 to 17 for a survey on the Thai flooding, and to Cambodia from Dec. 11 to 20 for a field survey on forest and land-use change.
- Dr. M. Henry traveled to Ulaanbaatar, Mongolia, from Nov. 19 to Dec. 2 and Singapore from Dec. 4 to Dec. 9 for investigations on the sustainability of concrete.

Editor's note...

Almost one year has passed since the East Japan Earthquake and tsunami disaster and most tsunami-damaged areas have been cleaned up, allowing us to can see vast flatlands and masses of rubble. Therefore, we are now facing the next stage of recovery – that is, reconstruction of towns. However, this is not easy because the ideal recovery is not the same town as it was before. We should consider the future figure of these towns such as industry, community, safety, aging and depopulation society, and so forth which are issues faced by the residents and local governments. Meanwhile, the central government provides funds from a limited budget. In this situation, is construction of very high embankments and new infrastructure the solution? Is mass migration the solution? What is the best for the well being of the residents? The ideal goal is still far although many victims are living in temporary housing shelters.

Recently, an earthquake research group at the University of Tokyo published their estimation of the probability of a M7 Tokyo metropolitan inland earthquake considering the frequency of earthquakes after the 2011 East Japan Earthquake. They say that the probability of the earthquake within 4 years is 70%, which is much higher than the past estimates. This can help to enhance people's awareness against the disaster, and preparation for the earthquake is getting better. However, how do we consider the long-term recovery after the disaster? Disaster countermeasures should include this perspective, too.

By. K. Nagai

Deadline for abstracts for USMCA2012 (Ulaanbaatar, Mongolia)

We would like to announce that the deadline for submission of abstracts for USMCA2012 (to be held from Oct. 10 to 12, 2012, in Ulaanbaatar, Mongolia) is May 31, 2012. Further information, including a link to the symposium website, will be available soon on the ICUS website.

International Center for Urban Safety Engineering (ICUS)
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan
Tel: (+81-3) 5452-6472, Fax: (+81-3) 5452-6476
http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp

PRINTED MATTER

The International Center for Urban Safety Engineering (ICUS) is a research center located at the Institute of Industrial Science, The University of Tokyo.

The purpose of ICUS is to identify, investigate, and resolve issues towards the realization of sustainable urban systems for the prosperity and safety of society considering challenging socio-economic problems.

東日本大震災関係の文献

1. 目黒公郎・野田朝男：目で見る自然災害サバイバルハンドブック、47p、法研、2011.4.1.
2. 目黒公郎：震災から身を守る 52 の方法、157p、アスコム、2011.4.29.
3. 目黒公郎・沼田宗純：2011 年東北地方太平洋沖地震被害速報、ICUS ニュースレター特集号（和文）,22 ページ、2011.4.
4. 目黒公郎：未来責任を果たす復興を、ニューズレター『学環学府』No.33、2011.6
5. 目黒公郎：東日本大震災を受けて復興のビジョン、CIDIR ニュースレター　Vol.12、2011.6
6. 目黒公郎：地震時の室内の安全性を確保するために、効果的な家具の転倒防止法について、CIDIR ニュースレター　Vol.13、2011.9
7. 平田直, 佐竹健治, 目黒公郎, 畑村洋太郎:巨大地震・巨大津波 ―東日本大震災の検証― 、200p、朝倉書店、2011.11.
8. Tomoko MATSUSHITA and Kimiro MEGURO: Building back right learning from Tohoku, Proceedings of the 10th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia, pp.313-318, Chiang Mai, Thailand, Oct. 2011.
9. 沼田宗純・國分瑛梨子・坂口理紗・目黒公郎：2011 年東日本大震災直後のテレビ報道の基礎的分析－「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」の構築に向けて－，第 13 回日本災害情報学会研究発表大会予稿集，B-4-2，pp.219-224，2011.10.
10. 沼田宗純・國分瑛梨子・坂口理紗・目黒公郎：2011 年東日本大震災直後のテレビ報道と被害の関係，第 8 回日本地震工学会・大会-2011 梗概集，pp. 256-257，　2011.11.
11. 居山拓矢・沼田宗純・大原美保・目黒公郎：2011 年東北地方太平洋沖地震による東大生研での地震観測記録と緊急地震速報の活用状況，第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，1-179，2011.11.
12. 大原美保，近藤伸也，沼田宗純，目黒公郎：東日本大震災後における関連学会の活動状況の俯瞰，第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，土木学会，4-060，2011.11.
13. 國分瑛梨子・坂口理紗・沼田宗純・目黒公郎：2011 年東日本大震災におけるテレビ局の報道内容の比較-「効果的な災害対応に貢献する報道モデル」の構築のために-，第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，4-185，2011.11.
14. 早乙女愛・沼田宗純・目黒公郎：2011 年東日本大震災における緊急支援物資の数量推移に関する研究-仙台市の救援物資を事例として-，第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，　4-188，2011.11.
15. 沼田宗純・國分瑛梨子・目黒公郎：東日本大震災における NHK 総合で取り上げられた

キーワードの時系列分析，第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，4-198, 2011.11.

16. 加藤孝明：時代の潮流をふまえた防災まちづくりと東日本大震災のインパクト、安全工学シンポジウム 2011　2011.7
17. 目黒公郎：被災地のスムーズな復旧・復興と将来の大震災への備え、大震災からの復旧、知られざる地域建設業の闘い（米田雅子編著)、pp.168-174, ぎょうせい、2012.1.
18. Miho OHARA, Kimiro MEGURO and Atsushi TANAKA: A Comparative Study on People's Awareness of Earthquake Early Warning before and after the 2011 Great East Japan Earthquake, One Year After 2011 Great East Japan Earthquake - International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake-, CD-ROM, 2012.3.
19. 目黒公郎：効果的な災害対応の貢献する報道モデルの構築に向けて（１)、CIDIR ニュースレター　Vol.15、p.2, 2012.3
20. 目黒公郎(部分執筆)：自分の命、家族の命を守るためにできること、サロン・ド・防災ダイジェスト「地震大国の防災を考える」想定を超える大震災に備えて、監修：NPO 法人東京いのちポータルサイト、pp. 240 ページ、自由国民社、2012.3.

マスコミ関係

21. 加藤孝明：AEP 通信
22. 目黒公郎：ハザードマップ、災害シミュレーション、BS フジ TV プライムニュース、2011/4/6　8：00－8：30ｐｍ
23. 加藤孝明：Analysis: Tokyo needs quake plan rethink after Japan disaster, 2011/4/9
24. 加藤孝明：「想定外」に挑めるか、日経ビジネス、p34-40, 2011/4/11
25. 加藤孝明：“条例で指定を”岩手県が自治体へ説明、2011/4/20
26. 目黒公郎：東日本大震災　そのときのために　（下）　帰宅難民、産経新聞、2011/5/4
27. 目黒公郎：未来責任を果たす復興を、ニューズレター『学環学府』No.33、2011/6/0
28. 目黒公郎：防災強化　自治体が今できること　被害軽減の要は「耐震補強」促進へ自治体、知恵絞る、日経グローカル　No.173、2011/6/6
29. 目黒公郎：大地震　児童は学校待機　首都圏の小学校　防災マニュアル見直し、朝日新聞、2011/8/3
30. 目黒公郎：パネルディスカッション　東日本大震災の復興の課題と地域建設業の役割「求められるバランスの視点」、建通信文、2011/8/5
31. 加藤孝明：いまできること　建築学会大会　②　テーマこれからの都市防災打たれ強い都市に転換、2011.8.29
32. 目黒公郎：シリーズ　キーマンが語る　トウキョウ地図　第 6 回将来の被害、劇的に

減らせ　いま耐震補強進める制度を、東建月報、2011/9/0

33. 目黒公郎：そのときに備えて　自宅耐震化を最優先、読売新聞、2011/9/1
34. 加藤孝明：“ソフト”と“ハード”で防災まちづくり、2011/9/10
35. 目黒公郎：台風 12 号　都市型洪水の危険と注意、TV 朝日、2011/9/21
36. 加藤孝明：地震部会が初会合　東京都防災会議、建設通信新聞（朝刊)、2011/9/27
37. 加藤孝明：緊急シミュレーション「地震火災」、2011/10/10
38. 目黒公郎：東日本大震災の被災地のスムーズな復旧・復興と将来の大震災への備え、建設マネジメント技術、2011/11
39. 加藤孝明：建通新聞
40. 加藤孝明：鉄筋建物も安心できぬ、2012/1/17
41. 目黒公郎：首都直下地震　最悪のシナリオ、週刊朝日　増大号、2012/2/10
42. 目黒公郎：地震学者のサバイバル術　目黒巻、サンデー毎日　増大号、2012/2/12
43. 目黒公郎：防災講演会～東日本大震災を踏まえて市川市の皆さんがすべき防災対策とは？～、域新聞　市川南版　Vol.476、2012/2/17
44. 目黒公郎： UI で災害国際シンポ、都市部の減災目指し「互いの経験共有を」、じゃかるた新聞、2012/2/23
45. 目黒公郎： M8M9 大地震に備えよ　やっている家族はここまでやっている　伝言ダイヤルより公衆電話、週刊現代、2012/2/25
46. 目黒公郎：東京の「魔の避難場所」、朝日新聞ウィークリーAERA、2012/3/5
47. 目黒公郎：市民、企業、行政一体の災害対策を、川崎市制だより特別号、2012/3/11
48. 加藤孝明：震災特番「つながろう！ニッポン」、緊急シミュレーション「地震火災」、2012/3/11
49. 加藤孝明：国の被害想定見直しへ、日本経済新聞、2012/3/18
50. 目黒公郎：首都直下地震へ備え　国・地方・住民一体で、特別フォーラ「3.11 の教訓」、基調講演「災害想像力」が大切、読売新聞、2012/3/19
51. 加藤孝明：広域火災は大通り■津波は高いビルへ、読売新聞、2012/19
52. 目黒公郎：「3.11―あの日から 1 年　次世代に引き継ぐ大震災の教訓」　特別インタビュー【第 15 回】　“巨大地震連発で被害総額 100 兆円超”に耐えられる？　財政破綻しかねない「スケール感なき防災対策」の罠、ダイヤモンドオンライン、2012/3/21
53. 目黒公郎：「3.11」とこれからの防災、特別インタビュー、水道産業新聞、2012/3/22
54. 加藤孝明：「想定外」とは言わせない　震災予測、朝日新聞、2012/3/26

第20回ICUSオープンレクチャ　　2011.04.21

プログラム

「持続可能な都市システムの構築を目指して
―ICUSの展望とアジアにおける役割―」
「東日本大震災緊急報告会」

司会　大原美保（ICUS准教授）

13:00～　受付開始
13:30～　開会の挨拶　　大原美保（ICUS准教授）

13:35～　東日本大震災緊急報告：「この震災の持つ意味」
目黒公郎（ICUSセンター長/教授）

14:25～　ICUSの10年間の歩みとこれからの体制
目黒公郎（ICUSセンター長/教授）

14:35～　ICUSにおける3部門の研究成果と今後の計画

災害安全社会実現学部門	加藤孝明（ICCS准教授）
国土環境安全情報学部門	腰原幹雄（ICUS准教授）
成熟社会基盤適応学部門	桑野玲子（ICUS准教授）

15:15～　休憩

15:30～　～東日本大震災について～
天野玲子　（鹿島建設株式会社　知的財産部長）
西川　智　（国土交通省国土計画局広域地方計画課長）
建石隆太郎（千葉大学　環境リモートセンシング研究センター教授）

16:45～　パネルディスカッション：「ICUSの展望とアジアにおける役割とは？
東日本大震災を受けて、ICUSへの期待」

司会：目黒　公郎
パネリスト：　天野玲子　（鹿島建設株式会社　知的財産部長）
西川　智　（国土交通省国土計画局広域地方計画課長）
建石隆太郎（千葉大学　環境リモートセンシング研究センター教授）
桑野玲子、加藤孝明、腰原幹雄（ICUS）

17:25～　閉会の挨拶　　沢田治雄(ICUS教授)

17:45～　意見交換会　　場所：ホワイエ

International Center for Urban Safety Engineering
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
4-6-1 Komaba, Meguro-ku,
Tokyo 153-8505, Japan
Tel: +81-3-5452-6472
Fax: +81-3-5452-6476
http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp
E-mail: icus@iis.u-tokyo.ac.jp

ISBN 4-903661-56-3