

東日本大震災における GIS を用いた支援活動記

新潟市都市政策部 GIS センター
長谷川 普一

1. 報告の背景と主旨

(1) 吉村昭『海の壁』

平成 25 年 6 月 11 日、東京都荒川区の日暮里図書館で開催されていた「吉村昭『海の壁』と『関東大震災』展」へ天皇陛下が訪問された。

その際、「津波の恐ろしさを語り継ぐというのが大事ですね」、「こういうものに皆が目を通すのが重要なことだと思いますね」と話された。

記録文学、歴史文学作家の第一人者として知られる吉村昭は、明治から昭和にかけて三陸海岸を襲った三つの津波を題材として昭和 45 年に小説『海の壁』を著した。その後、昭和 59 年の文庫版化にあたって『三陸海岸大津波』へと改題した。改題の理由として吉村は「津波を接近してくる壁となぞらえたのだが、少し気取りすぎていると反省し、表題の題としたのである。」とあとがきに記している。

それから 27 年、東北地方太平洋沖地震に伴う津波で青森から千葉にかけての太平洋沿岸部は甚大な被害を被った。

本報告で紹介する福島県相馬市では地震発生から約 1 時間後に津波の最大波が襲来した。避難には十分な時間があったと考えられるが、死者・行方不明者は 469 名に及んだ。その原因について相馬市職員より聴取すると、1 年前 (2010 年) に発生した最大波高 60cm の津波被害が軽微であったことを思い出し、避難しなかった者、或いは、津波警報により一旦避難したものの、片付け等で自宅へ戻り遭難した者が多かったとのことであった。

津波に対する認識が人的被害に影響を与えたとすれば、泉下の吉村は改題したことを悔いているかもしれない。



図 1 日暮里図書館と吉村昭コーナー

左写真は日暮里図書館全景。住宅街にあり区民が日常的に使う一般的な図書館。右写真は図書館の一角に設けられた常設の吉村昭コーナー。

(2) 報告主旨

本報告は、吉村が『海の壁』に記した主旨と同様に、将来、発生しうる大規模災害への備えとして、福島県相馬市における被害状況と被災地への支援活動記録を整理し、東日本大震災に関する資料の一つとするものである。

2. GIS と行政業務

相馬市支援活動で使用した地理情報システム (Geographical Information System: 通称 GIS) は地物などの位置情報を電子地図上で管理し、それらの空間的位置関係に基づく集計や、異なる空間属性を重ね合わせた新たな情報の創出といった作業を、安価に、かつ迅速に行える技術である。Google Maps に代表されるような電子地図閲覧サービスは、GIS が持つ情報可視化機能の一部であり、現在、国民の社会生活において欠かすことの出来ない情報インフラとなっている。

このような GIS や地理空間情報について、国は社会システムの重要な基盤として位置づけ、

総合的、体系的に整備を図る目的で、2007年に「地理空間情報活用推進基本法」を制定した。具体的な政策としては、総務省統計局における統計GISの整備及び同システムを通じた国勢調査などの統計情報の提供、また、国土交通省による基盤地図情報などの整備・提供等があり、地理空間情報の分野横断的な利活用推進が図られている。

一方、地方自治体でも1995年の阪神・淡路大震災を契機に各地で実施された直下型地震に関する地震被害想定調査においてGISの本格的活用が図られた。以降、自治体では防災をはじめ多様な領域でGISの有効性が認識され、行政組織内部での情報共有を主たる目的とした統合型GISの整備が進んでいる。総務省が実施した「地方公共団体における行政情報化の推進状況調結果」によれば2015年4月1日現在、地方公団体の48.9%にあたる875団体で整備済みである。

このように全国の地方公共団体でGISの整備が進められてきた中、相馬市では震災発生時には既にGISを含む情報基盤整備が完了しており、ICTを活用した行政サービスが提供されていた。市内の家屋や土地の情報は固定資産税台帳をデジタルデータ化することでGIS上での空間的な把握を容易にし、さらに地形や地物の情報を1mメッシュ単位で正確に把握するDEM (Digital Elevation Model), DSM (Digital Surface Model) と呼ばれるデータについても航空レーザー測量により震災発生時には既に作成を終えていた。

この1mメッシュによる地形情報は、国土地理院が公開している10mメッシュ、或いは新潟市が有する5mメッシュ等と比較して解像度は格段に高いもので、その応用範囲は行政分野に止まらないデータを相馬市は先駆的に整備していたのである。

3. 相馬市概観

相馬市は福島県の北東部に位置し太平洋に面した人口38,243名(2011年3月11日現在)の都市である。海岸部には景勝地として知られる広さ約6k㎡の松川浦を有し内陸部の平坦地から市西部の山間部にかけて田畑や里山の風景が広がる海と山に囲まれた自然豊かな街である。

東北地方太平洋沖地震に伴う津波の襲来で、相馬市の面積約200km²のうち12.5%にあたる25km²が浸水し、市北部に位置する相馬港周辺や市南部の沿岸に位置する磯部地区が壊滅的な状態となり、死者・行方不明者469名に及んだ

(2011年5月末時点)。GISによる津波被害の観測結果によると浸水域内の居住者は5,331名で総人口の13.9%であった。津波到達地域の建物6,951棟のうち45.3%にあたる3,146棟が流失し2,752名が住処を失った。

また、相馬市の南方約40kmに位置する東京電力福島第一原子力発電所爆発事故による放射性物質の飛散により、相馬市西部の山間部では高い線量が計測された。

その後の風評被害も含め地域の主要産業である漁業や観光業が受けた打撃は大きく、事業活動や仕事場の喪失により、半年後の2011年9月には、震災前と比較して約4%の人口減少が見られた。

このような今まで経験したことのない課題に対しての市民や自治体が一体となった努力の結果、2015年国勢調査速報値では人口が38,575人と震災前年と比較し758人の人口増加となっている。

4. 東北地方太平洋沖地震と相馬市支援の枠組

(1) 東北地方太平洋沖地震

2011年3月11日14時46分、東北地方の東の沖合約130kmを震源とするマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。東日本大震災である。

この地震は1900年以降では観測史上4番目のエネルギーを有し、最大震度は宮城県栗原市で震度7、宮城県、福島県、栃木県で震度6強を観測したほか、全国の広い範囲で揺れを観測した。地震に伴って東北地方から関東地方の太平洋沿岸一帯に津波が襲来し、福島県相馬市では9.3m以上の波高を記録するなど(図2)、この津波により甚大な被害が発生した。

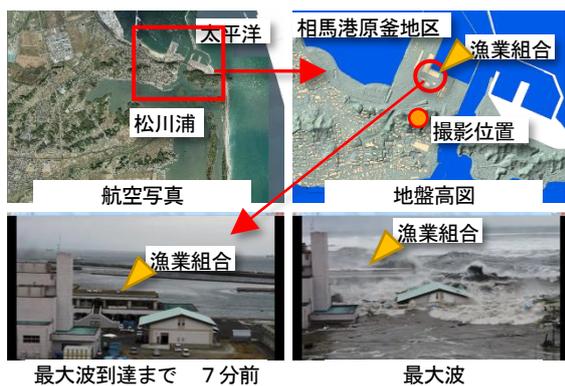


図2 相馬港原釜地区を襲う最大波

上左図/震災前の相馬港、上右図/標高23mの高台から相馬港の漁協組合を撮影している。下左図/最大波到達まで7分前、下右図/最大波が到達し漁業組合の屋上まで海面となっている。(映像提供：相馬市)

被害状況は、余震による被害も含め死者・行方不明者19,272名、負傷者6,179名、全半壊383,436棟という未曾有の大災害となった。

さらに2011年3月12日、地震によって冷却機能を喪失した東京電力福島第一原子力発電所の爆発事故によって福島県から関東地方、東北地方の広範な地域に放射性物質が飛散し、震災から5年以上経過した2016年7月時点でも、双葉町等9自治体が帰還困難区域に指定され、避

難指示区域全体では約46,000人、約17,000世帯が避難を余儀なくされている。

(2) 支援の経緯と枠組み

震災直後、相馬市からGISを用いた支援活動の要請を受けた新潟市では、市のGISセンターが対応にあたることとなった。活動初期に震災後の航空写真や支援活動に必要なデータを入手できず作業に着手できない状態の中、相馬市のGIS環境を整備保守しているESRIジャパンから資料提供があり、その後も技術指導や現場での人的・物的活動支援を継続して受けることができた。また、後に述べる全住民位置情報確定作業における膨大なデータ作成作業には、新潟大学理学部自然環境科学科の卯田研究室からの協力が得られ、相馬市への支援活動は、実質的に産学官が連携した形で、被災地現場に加え東京と新潟でも並行して進められた。

5. 支援方針と支援活動

2000年代に新潟県内で発生した中越地震や中越沖地震、岩手・宮城内陸地震の際には、物流等のあらゆる社会システムが破壊されたため、発災直後から自治体職員は兵站作業員として奔走する必要があった。被災自治体では人的資源が絶対的に不足し混乱したのである。そのような状況下であるにもかかわらず、災害対応の専門家と称する者達からの一方的な災害対応システム等の売り込みがあり、被災自治体の業務に大きな妨げとなる事例が散見された。実際、相馬市でも学術研究者からの災害対応の申し出と称した調査活動があり、現場職員の作業に負の影響を与えていたことがあった。

上記のようなことを踏まえ新潟市では、相馬市への支援にあたって、被災自治体が要求する支援内容を基本とすべく以下の三点からなる活動方針を定めた。

①支援内容は被災地の要望事項とする

支援はあくまでも被災地から求められているものに限り、支援側からの押し売り支援は行わない。

②被災地に過度の期待を抱かせない

支援内容のうち実現不可能なものについては最初から応諾しない。受託した業務だとしても実現できない場合があるため、期待を抱かせない。

③支援業務に被災地の職員を巻き込まない

被災地の職員に災害対応業務へ集中してもらえるように、支援業務が被災地の職員にとっての追加的負担とならないよう配慮する。

以上の方針の下、相馬市から要望された『罹災証明発行支援のための全住民位置情報作成』と『津波特性を踏まえた土地利用判定基礎資料の作成』について、支援内容の概要を紹介しておきたい。

(1) 罹災証明発行支援

罹災証明書は市町村が被災家屋調査による確認結果に基づいて発行するもので、住家の被災程度を証明する書類である。それは被災者生活再建支援や災害復興住宅融資、義捐金の受け取りなどの被災者支援、あるいは損害保険の請求などの際に必要となる。

罹災証明書の様式は市町村によって多少異なるが発行のための作業はいずれも同じで、図3に示したような市町村による被害状況調査結果、罹災者の住所・氏名・世帯構成の住民基本台帳による確認、罹災建物の所有者およびその所在の固定資産課税台帳や住宅地図による照合、確認作業が必要となる。

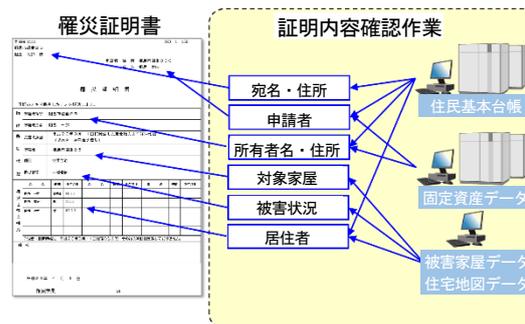


図3 罹災証明書と確認作業概念図

①航空写真による被害状況調査

航空写真による建物の被害状況確認は、相馬市の要望で遠隔地の新潟大学にて2011年3月20、21日に実施された。大学では震災後の画像に写っている建物の様子と建物ポリゴン（建物面の情報）とを見比べ、流出棟屋、浸水棟屋、非浸水棟屋の3種類の判定作業が行われた。

この被害判定情報（図4）は、後に内閣府から東日本大震災での速やかな罹災証明発行のための空中写真を活用した簡便な判定方法が示されたことで、罹災証明書発行での建物被害状況の根拠となった。

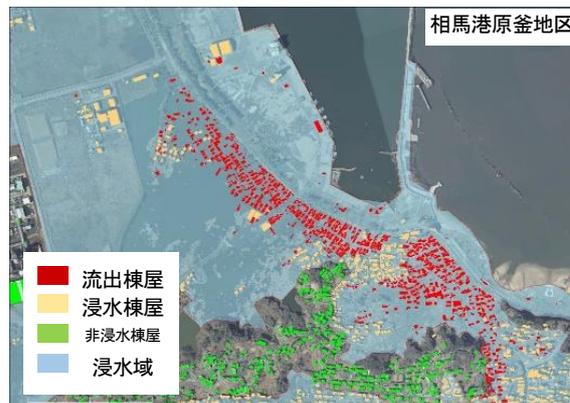


図4 航空写真判読による被害判定図

②全住民位置情報の作成

2011年3月29日、航空写真判読により作成した被害状況データを相馬市へ提供し、併せて、要望を確認したところ、速やかな罹災証明発行のために全ての世帯主の位置情報を作成して欲しい旨の要望を聴取した。罹災証明発行に際し

では、住民基本台帳、固定資産税台帳、住宅地図等、異なるシステムに格納されている情報の検索、照合に時間を要するため、世帯主の位置情報を確定させ、必要な情報をGIS上にて一括して管理することで作業の効率化が図られると考えたのである。そこで、今後の他の災害対応業務への拡張性も考慮し、世帯主だけでなく全住民38,243名の位置情報を作成することとした。

全住民位置情報の作成作業は大きく三つの工程に分けて行われた。最初の工程では、3月11日現在の全住民のレコードから個人が特定できないように住所と作業IDだけを抽出し、それに対してESRI ジャパンがジオコーディング（アドレスマッチング）データベースによって地点（ポイントデータ）の付与を行った。

次に、新潟大学理学部自然環境科学科の学生延べ50余名がジオコーディングで作成されたポイントデータを住宅地図と照合させる確認作業を行った。

ここまでの作業は、東京と新潟で産学により行われたものであるが、個人識別情報を秘匿化して行われていることから、正しい位置情報が付与されているかどうかは判定できていない。このため作業の最終工程として、新潟市GISセンターが相馬市役所の情報管理区域内にて氏名情報と照合し全住民位置情報の確定を行った。

その結果、位置情報の正確性を表す確定率として、ESRI ジャパンによるジオコーディングが36%、新潟大学による確認作業により81%、相馬市管理区域内での作業で最終的に95%の確定率を達成することができた。（表1）なお、最終的に5%が位置情報不明として残ったのは、日本の住居表示制度で異なる建物でも同一の住所を付番していることによるものと考えられる。

作業工程	マッチアップ作業	作業者	切分作業	作業場所	確定数	確定率	累積確定率	取り扱い留意事項
着手前					0 (38,243)			
ジオコーディング	住所地番⇔ESRI住所データ	ESRI ジャパン	自動	東京都	13,857 (24,386)	36%	36%	氏名等の個人が特定される情報は秘匿
1次判定	住民地番⇔住宅明細図地番	新潟大学	手動 学生ボランティア 延50余名	新潟市	17,217 (7,169)	71%	81%	氏名等の個人が特定される情報は秘匿
2次判定	住民地番⇔固定資産地番、住民氏名⇔住宅明細図氏名	新潟市	手動 職員1名	相馬市	5,429 (1,740)	76%	95%	相馬市役所の管理区域内で限定された情報開示により作業

表1 全住民位置情報確定作業内訳表

③作業効率の向上

当初、罹災証明発行のための情報確認作業は1件あたり2名の職員で3分以上、延べ6分超の時間を要していた。それが、GIS上に全住民位置情報を含む関連情報を一元管理できるようになったことで職員1名5秒程度の作業に短縮され、作業効率は72倍に改善した。その結果、被災者の生活再建に必要な罹災証明の発行が円滑に行われた。



図5 GIS上での確認作業イメージ図

住民情報、建物情報、被害状況など、必要な情報の全てがGIS上にて一元管理されている。

(2) 津波の被害特性を踏まえた土地利用

自宅が流出した住民や職員からは安全な定住先を決める上での判断材料が求められた。また、高解像度の地形データについて有効活用を市担当係長から要望されたため、津波の被害特性を踏まえた今後の土地利用の基礎資料を作成することとなった。

作業は航空写真の観察から着手した。その中で、海岸部の松林の倒木方向が一定である事実を発見し、その後、現地調査でも確認した。これは津波が陸上部を遡上した際にその破壊力が一定の方位性を持っていたことを示すものである。

津波の破壊力の方向が確定されれば、海岸部から建物への遡上距離を算定することができ、さらにDEMから建物毎の地盤高を求めた。これにより、海岸線から7km陸上側までの木造建築物6,671棟を対象にして、遡上距離、地盤高、被害状況の三要素の組み合わせを集計した結果が、図6に示した津波被害状況マトリクスである。

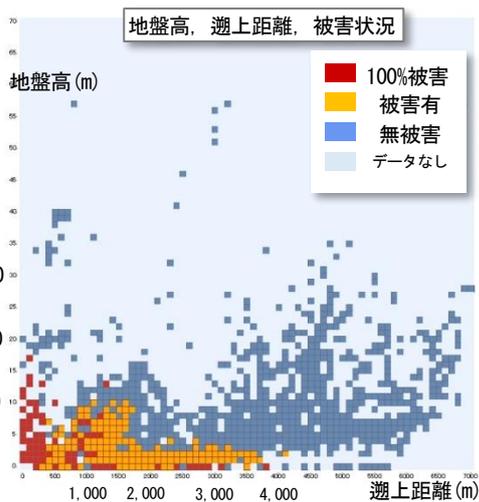


図6 津波被害状況マトリクス

図6から標高が18m超の地域にある建物では被害が出ておらず、また、海岸線からの距離が4,200m以上離れた建物も被害から免れていることが確認される。さらに海岸線から1,700m離れた標高5m超の地域も無被害であることがわかる。

これらの分析結果から津波に対する土地利用について、次のいずれかの条件を充足する地域については津波危険度が低いと判定した。

条件① 地盤高が18mを越えるか、或いは、海岸線からの距離が4,200m離れている地域。

条件② 海岸線からの距離が1,700m以上4,200m未満で、なおかつ、地盤高が5mを越える地域。

条件③ 条件②のうち、地盤高が満たない場合、建物の基礎の嵩上げにより5m超を確保できる地域。

上記条件にあてはまらない、海岸線からの距離が1,700m未満でしかも標高が18mに満たない地域については、被害状況から勘案すると危険領域であり、土地利用を検討する際は、より詳細な津波危険度調査が必要であると結論づけた。

図7は、以上の分類を市内沿岸部の地図上にて切り分けて、相馬市へ提出した資料である。

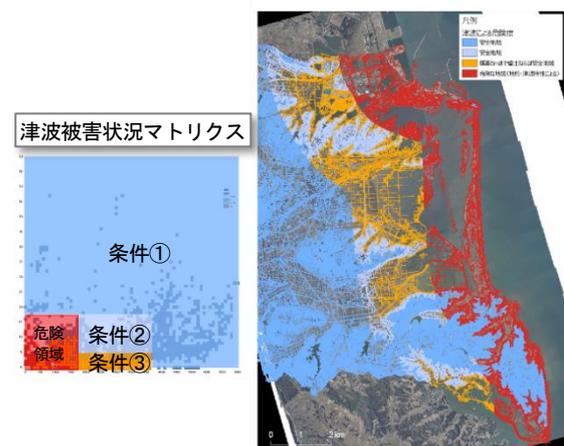


図7 津波被害状況を踏まえた土地区分図

なお、図7中で、赤で示した危険領域について、相馬市北西部の沿岸に位置する原釜地区を対象地区として選び、津波被害並びに地形調査を実施した。

その結果、標高が高い地域が必ずしも安全であるとは限らず、むしろ標高が低い地域でも被害が発生していない事象が観察された。肉眼では判断できない程の微少な谷地形が被害を増幅させることや標高20m以上の比高地が防御壁となり津波の波及の妨げとなったこと等、地形が被害状況を分けた要因として推認された。(図8と図9)

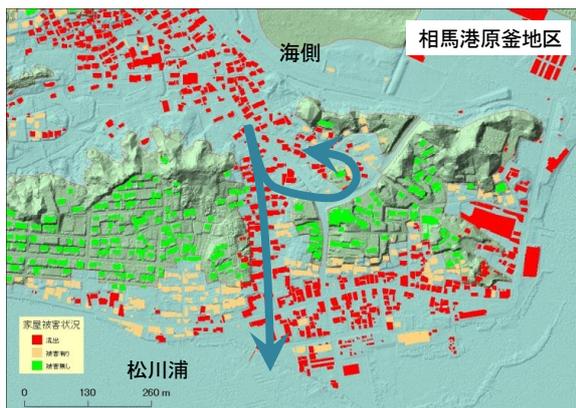


図8 津波の浸水域と建物被害状況 及び被害特性検証図

航空レーザー測量による地盤高図を背景図として、浸水域を水色、流出棟屋を赤色、被害有りの棟屋を肌色、無被害棟屋を緑色表示している。この地域ではGISによる地形検証と現場調査により、青色の2本の矢印方向に津波が遡上したと推認される。

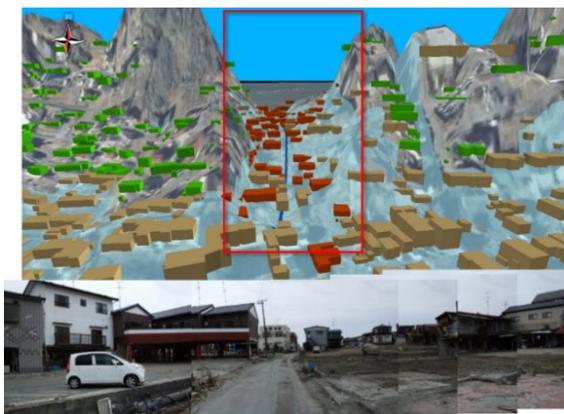


図9 3D画像と現場写真比較

上段の画像は図8に示した青直線矢印の先端部側から写した3D画像。縦比を10倍に強調しているため谷地形が顕著に観察される。下段の画像は同じ場所（上段赤枠）の現場写真。両画像を比較すると肉眼では見えない微少な地形が建物被害に影響を与えたことを推認させる。

6. 受援と支援の成功条件

以上、相馬市にけるGISを用いた災害支援内容について紹介してきた。ただし、今回のような支援活動は、無条件で他の自治体においても実施できるものではなく、下記の4つの条件がそろってほしいことで初めて可能となったものである。

- ①相馬市のGISインフラが整備されていたこと。

- ②GISを含むIT関連のシステムに精通した人材を相馬市が有していたこと。
- ③量的に作成が難しいデータは、ESRIジャパン、新潟大学の学生ボランティア、新潟市が産学官連携により対応したこと。
- ④震災以前より相馬市と支援活動に係わった産学官の間に信頼関係が構築されていたこと。

これらの条件は災害発生以前からの事前準備、或いは、業務を通して構築されているべきものである。しかし、定期異動を行う自治体では、条件②、④のような属人的な能力や信頼関係について持続的な運用を期待できないことから、相馬市での受援と支援の対応は特殊事例であったと考えられる。

その意味では、個の力や繋がりを強化する人材育成が重要であると覚知し、属人性を是認した組織運営が成される自治体は、大規模災害時における高い防災力を有することが期待される。

7. 『海の壁』、語り継ぐことの重要性

1994年から1998年に新潟市で実施された地震被害想定調査では、津波シミュレーションを含めた作業に際しGISが基幹技術として活用された。その作業を担当してから10余年が経過し、市町村におけるGISの環境整備は進んだ。なかでも相馬市は当時の担当者である相馬市情報政策課の宮崎博司課長補佐と同課係長の二人が市長の了解のもと、属人的な能力や先見性によって先駆的取組みが行われていた。

2009年以降、両市の担当者間で様々な機会を通して情報交換を行っていた中、地震発生の数週間前、相馬市の係長より1mメッシュの高解像度地形デジタル情報の利活用を相談され、筆者は詳細な津波シミュレーションへの応用を提案した。それに対して、相馬市の係長は、1年前

の2010年に発生した津波で養殖筏が流されたことを話し始めた。日本海中部地震に伴う男鹿水族館や北海道南西沖地震に伴う奥尻島の被害、新潟市で実施した津波シミュレーション等の知見からすれば、養殖筏を流出させた波高わずか60cmの津波を想起することはおかしいと否定すべきであったが、その場の空気を読んで話を流した。

2011年3月28日、東日本大震災により行方不明となっていた宮崎補佐が遺体で発見され、御家族5人全員が津波の犠牲となられたことを人伝に聞いた。

あの時、空気を読まず、津波は『海の壁』であり恐ろしいのだと伝えるべきであり、それを怠ったことについて今も後悔している。

参考資料

吉村昭 (1984)

「三陸海岸大津波」

時事通信 (2013)

(平成25年年6月11日)

気象庁 (2012)

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査報告書」平成24年12月

気象庁 (2011)

「災害時地震・津波速報 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」平成23年8月

総務省 (2015)

「地方公共団体における行政情報化の推進状況調査結果 平成27年4月1日現在」

内閣府 (2011)

「平成23年度広報ぼうさい」

経済産業省 (2016)

「避難指示区域の概念図と各区域の人口及び世帯数 (平成28年7月12日時点)」

福島民報 (2013)

「東日本大震災『あなたを忘れない』アーカイブ」(2013年4月11日電子版)

卯田強・長谷川普一 (2012)

「災害時における全住民位置情報の重要性 (その1) ～東日本大震災時の福島県相馬市におけるGISを活用した罹災証明発行システムの事例～」2012GIS学会全国大会要旨

執筆協力

法政大学日本統計研究所 所長 森博美 教授