

## 研究ノート

# 東日本大震災と情報通信技術（ICT）

八 田 真 行

### 1. はじめに

2011年3月11日に発生したいわゆる「東日本大震災」は、地震本体（東北地方太平洋沖地震）の規模だけを見ても日本の観測史上最大であるモーメント・マグニチュード9.0の超巨大地震であり、地震が引き起こした巨大津波や福島第一原子力発電所事故による原子力災害をも含めれば、人類史上有数の大災害だったと考えられる。

とは言え、東日本大震災に匹敵する震災がこれまで全く無かったわけではない。世界的に見れば、東北地方太平洋沖地震を上回る規模の超巨大地震はこれまで何度も発生している。第二次世界大戦後に限っても、たとえば1960年5月22日に発生したチリ地震はモーメント・マグニチュード9.5に達し、遠く離れた日本にも大きな津波被害をもたらした。1964年3月27日には、アメリカ合衆国の観測史上最大となったアラスカ地震（モーメント・マグニチュード9.2）が発生している。日本においても、869年の貞観地震や1707年の宝永地震など、東北地方太平洋沖地震に匹敵する、あるいは上回るマグニチュードの地震が起り、甚大な被害をもたらしていた可能性が高いことが考古学の知見から明らかになりつつある（菅原ら，2011）。

では、これら過去の超巨大地震と東日本大震災の違いはどこに求められるのだろうか。違いは地震の規模ではなく、むしろ災害に直面した社会の側に求められる、と言うのが本稿の立場である。すなわち、古代や近代、あるいは発展途上国ではない、21世紀の日本という先進国が災害の当事者になったという点が、歴史上の大震災との最大の違いと考えられる。特に今回の東日本大震災は、2000年代に入り急速に発展した情報通信技術（ICT）がくまなく普及した社会で発生しており、こうしたICTが大震災の脅威に対してどのようなことが出来

なのかという点に関して、貴重な知見を与えてくれるものと考えられる。

このような問題意識から、本稿では、東日本大震災のような大災害に対してICTが出来ることとは何かについて、いくつかの事例を振り返ることで考えてみたい。

## 2. 災害対策とICT

災害対策がどうあるべきか、そして災害対策にICTがどのように貢献できるかに関しては、海外を中心にすでに多くの研究の蓄積が存在する。

歴史的に見れば、災害対策は軍事に準ずるものであり、あくまで中央政府が計画するものとして理解されていた (Scanlon, 1982)。日本においても、防災基本計画の作成や実施は災害対策基本法を根拠として内閣府に設置される中央防災会議が担い、これを受けて官庁等の指定行政機関や指定公共機関が防災業務計画を、地方公共団体は地域防災計画を作成することになっている。しかし近年では、災害対策において、災害への対応と回復 (response and recovery) から持続可能な危機緩和 (sustainable hazard mitigation) へのパラダイム・シフトが起こりつつある (Pearce, 2003)。これは、日本においては「防災から減災へ」という文脈で議論されることが多い。防災が被害を出さないことを目指すのに対し、減災はある程度の被害はやむなしと見て、極力その低減を目指すものである。そのためには、災害が発生する前に、災害発生地域の住民を中心としたコミュニティとの緊密なコミュニケーションを日常的に図っておか

表1 災害管理計画のパラダイム・シフト

旧	新
災害事象 (Hazard) そのものに重点	脆弱性の把握と対策に重点
災害対応に重点	事前対策に重点
単一の機関	パートナーシップ
科学を重視	学際的アプローチ
災害対応に重点	リスクマネジメントに重点
コミュニティ「のために」計画	コミュニティ「と共に」計画
伝達に重点	コミュニケーションに重点

(資料) Pearce (2003) より筆者作成。

なければならない。すなわち、従来のトップダウン型ではなく、ボトムアップ型のアプローチが重視されるようになってきているのである。

災害対策とICTの関係において、HazardとDisasterを分けて考えることの重要性を論じたのはWattegama（2009）である。ここで言うHazardとは、危機の源であり、未知かつ予想不可能で、不可逆的な結果をもたらす事象である。地震や津波、火山の噴火といった自然現象がHazardに相当する。一方Disasterは、多くの場合取り返しが付かない破壊と不幸が極めて大規模にもたらされ、甚大な損失が生じた状態である。Disasterは、Hazardが人間社会へもたらした結果と考えることが出来る。ここで、ICT（というよりも人智）はHazardには対しては基本的に無力であることに留意しなければならない。地震や津波の発生そのものを人間が抑止することは出来ないからである。

一方Hazardと違い、DisasterのリスクをICTが削減することはできる。具体的には、

1. リスク軽減（Risk reduction）
2. 被害の緩和（Mitigation）と予防（Prevention）
3. 災害への備え（Preparedness）
4. 災害への対応（Response）
5. 災害からの回復（Recovery）

の側面においてICTは有効と考えられる（Wattegama, 2009）。リスク軽減におけるICT活用の具体例としては、人工衛星によるGIS（地理情報システム）の駆使により、Hazardの発生やその予兆をいち早く把握すること等が挙げられる<sup>1</sup>。干ばつやパンデミック、飢饉のような、危機の表面化まである程度時間的余裕があるHazardの場合、予兆の把握は極めて重要となる。

被害の緩和や予防においては、パンデミック発生時における伝染パターンの分析や、実世界のデータを用いたシミュレーション等がICT活用の具体例とし

---

1 地震に関しては予知においてICTが活用できる可能性はあるが、近年ではそもそも地震予知は原理的に不可能とする論が有力となりつつある（たとえばGeller, et. al. 1997）。

て挙げられる。災害への備えにおけるICT活用の具体例としては、ソーシャル・ネットワーク等を用いた一般への注意喚起等が挙げられよう。災害への対応におけるICT活用の代表例としては津波早期警報システムがあり、また災害からの回復においては、支援のコーディネーションや連絡が取れない家族との通信等においてICTは大きな役割を果たしうると考えられる。

### 3. スマトラ島沖地震の経験

ICTの活用という視点から、東日本大震災と直接比較が出来るのは2004年のスマトラ島沖地震である。被害を受けたのが主にインドネシアやインド、スリランカ、タイといった発展途上国から中進国に相当する国々であったこと、2004年という、いわゆるWeb 2.0の大興隆期よりも若干前であったことなど、2011年の日本とは若干状況は異なるが、それでも多くの示唆を与えてくれる。

インド洋のジャワ海溝付近は世界有数の地震多発地帯であり、「スマトラ島沖地震」の名を冠する地震は幾度と無く発生しているが、ここで取り上げるのは2004年のスマトラ島沖地震である。この地震は2004年12月26日の現地時間7時58分に発生し、直後から平均で高さ10mに達する津波が数度にわたりインド洋沿岸の広い地域を襲った。地震そのものの規模もモーメント・マグニチュード9.1という超巨大地震ではあったが、震源地近くのインドネシア・アチェ特別州を除けば、この地震による被害はほとんど津波によるものであった。米地質調査所の調査によれば、被災地域における死者・行方不明者は227,898人、被災者は総計500万人以上にも及ぶ (USGS, 2004)。

#### 3.1. Sahanaの開発

2004年のスマトラ島沖地震をきっかけに開発された災害救援活動支援ソフトウェアとして世界的に著名なのがSahana (サハナ) である。地震による津波に襲われた国の一つにスリランカがあり、沿岸部の3分の2が影響を被り、人口の5% (100万人) が自宅を失い、40,000人も死者を出すという大惨事となったが、Sahanaはそのスリランカを拠点に開発された。

Sahanaは、被災状況や支援情報、避難所や物資、施設、ボランティアなどの情報を一元的に集めて共有し、分析や対策の検討を行うためのツールであり、具体的には以下のような機能を持つ。

- 安否確認・遺体管理データベース
- 救援活動組織データベース
- 避難所データベース
- 支援要請・物資要請管理システム
- 救援物資の在庫・物流管理システム
- 被災状況把握（アセスメント）支援システム
- ボランティアのコーディネーション支援システム

2013年現在最新のバージョンであるSahana Edenはプログラミング言語Pythonで実装されており、オープンソース・ソフトウェアとして公開されている。ゆえに、著作権ライセンス等の問題を心配することなく、誰でも自由に改変、再配布、展開することが可能である。スマトラ島沖地震以後も、様々な大規模災害の現場で活用されている。

Sahana開発の最初期の経緯は、公開のメーリングリストやブログ等を使って関係者間の情報共有が行われていたため、ある程度経時的に辿ることができる（Weerawarana, 2007）。地震発生から2日後の2004年12月28日、スリランカの様々な組織がICTを活用した災害支援を模索し始め、必要なプログラムを書き始めた。しかし当初は、各組織が自分たちのニーズを満たすだけのプログラムを散発的に開発しているに過ぎなかった。翌12月29日には、こうした人々がスリランカ・ナラヘンピタの情報通信省に集まり、どうすれば有効に協力し合ってICTが活用できるかを議論している。同日夜、そのうちの一人が米連邦危機管理局（FEMA）のCIOに電話した（知り合いというわけではなく、以前CIOが行ったプレゼンテーションに記載されていた電話番号から調べたという）が、FEMAも災害時の情報管理に役に立つソフトウェアを有していないことが明らかとなった。

このような状況を見て、続く3～4週間のうちに、大学関係者、現地ソフトウェア企業の技術者、スリランカ・テレコム技術者といった多くの人々が貢献し、次第に一つのソフトウェアが形作られていった。中でも現地スリランカのソフトウェア企業Virtusaは75名以上の自社エンジニアを投入したという。スリランカ国内だけではなく、Tigris.orgやSource Forgeといったスリランカ国外のソフトウェア企業も開発に貢献する意思を示した。たとえば、開発当初

必要とされていたのはプログラム・コードの共同開発に欠かせないコード・レポジトリ（保管庫）やメーリングリストのような開発インフラであったが、これを提供したのがSource Forgeである<sup>2</sup>。さらに、IBMの危機対応チームが開発プロジェクトをサポートし、震災発生からまもなく15台のラップトップ・コンピュータを寄付している。初期のSahana開発には、これらのコンピュータが用いられた。しばらくは不眠不休で作業が続けられ、それなりに動作するコードが出来たのが震災から約1週間後、最初の安定バージョンと言えるものが完成したのは3ヶ月後のことだったという。その後、Sahanaはスマトラ島沖地震への対応に留まらず、2009年6月に設立された非営利団体Sahana Software Foundationの管理下でより汎用的な災害支援ソフトウェアとして開発が続けられている。

スリランカのケースにおいて最も示唆的なのは、人的、建築的には甚大な被害を被ったにも拘わらず、通信網はほとんど無傷だったということである。地震直後から携帯電話は機能し、インターネットも機能した。仮に被害を受けたとしても、仮設の衛星通信基地局を設置することはそれほど難しいことではなかった。電力の供給は比較的早期に復旧し、被災者も携帯電話やコンピュータを使うことができた。しかし、こうしたリアリティを反映した災害支援ソフトウェアは、全く存在していなかったのである。地震発生後に現地入りした国連

表2 最初期のSahana開発のタイムライン

2004年12月26日	スマトラ島沖地震発生
2004年12月28日	散発的に開発開始
2004年12月29日	スリランカ情報通信省で諸団体が会合
同日夜	FEMAと連絡、使えるソフトウェアが存在しないことが判明、本格的開発開始
震災直後	IBMから15台のラップトップ寄贈
約1週間後	初期バージョン完成
約3ヶ月後	安定バージョン完成

(資料) Weerawarana (2007) より筆者作成。

---

2 現在はCanonical社のLaunch Padサービスを利用している。

チームが有していたのはSUMAと呼ばれるソフトウェアで、マイクロソフトの古いデータベース・ソフトウェアであるFox PRO上で動作するものだった。IBMも災害支援ソフトウェアを有していたが、それはLotus Notes上で動作するものであり、どちらもインターネットやウェブとの親和性が低く、使い物にならなかった。

Sahanaの開発や利用が成功した理由はいくつか考えられるが、最大の理由として、被災者自身が開発の担い手であり、いわばボトムアップ的にニーズを掘り上げることができたことが挙げられよう。言い換えれば、開発者が当事者であったため、開発のプライオリティ付けを適切に行うことが可能となった。また、適切なタイミングで適切な支援が与えられたことも見逃せない。ソフトウェア開発プロジェクトの立ち上げ時には、資金よりも開発要員や開発インフラ、開発用ハードウェアといった「現物」の支援が重要と考えられるのである。

### 3.2. 日本におけるSahana

日本で最初にSahanaが紹介されたのは、開発開始から6年を経た2010年のことである（Sahana Japan Team, 2012a）。市民活動をICTの側面から支援することを目的に設立された神戸のボランティア団体、「ひょうごんテック」のメンバを中心とする有志によって2010年3月より「Sahana日本語化プロジェクト」が開始され、表示メッセージの日本語化が進められた。とはいえ、全体的には動きが低調だったことは否めない。

東日本大震災が発生すると、災害支援にSahanaを活用しようとする動きはにわかに活発化し、Sahana Japan Teamが結成された。しかし、実際に当時の安定版を日本語環境で運用しようとする、初期設定が失敗するなど様々な致命的問題が生じることが判明する。このため、Sahana Japan Teamは開発途上版を採用し、Sahana本体の開発に深くコミットすることを余儀なくされた。しかし開発途上版は関係者の予想を超えて不安定であり、デバッグ作業に多くの時間が割かれることとなる。また、本家Sahanaの初期開発時と同様、日本IBMのチームが開発に参加し、ドキュメントの作成やテストへの協力が始まったが、デバッグやテスト済の箇所が改変される、ドキュメント作成済みの箇所のインターフェースが変更されるなどの問題が続出し、一時は危機的な状況となった。結局、「結果として不安定かつ未完成のコードの修正が必要とな

り、実用可能な状態になるまでその後2ヶ月弱を要し、リリースも予定より遅れていった」(Sahana Japan Team, 2012a)。

#### 4. 東日本大震災におけるSahanaの利用

東日本大震災が発生し、直ちにSahanaの利用が検討され始めたが、上記のような理由から、Sahanaの被災地における展開は東日本大震災発生から約3ヶ月を経た2011年6月1日からとなった。それまでに日本IBMの協力の下、Sahanaをクラウドサーバにセットアップすると共に、被災者が自分で情報を入力できるようAndroid用のSahana接続アプリが開発され、このアプリがインストールされたAndroidタブレットがNTTドコモから岩手県に提供された。このタブレット端末は5月25日、それまで物資の配送を担っていた自衛隊により、津波によって大きな被害を受けた岩手県の陸前高田市や大槌町の避難所に配布され、6月1日より本格的な運用を開始。7月20日に自衛隊が撤収した後は、情報収集はSahanaに一本化された。

このように紆余曲折を経て本格運用されるようになったSahanaであるが、Sahana Japan Team (2012b)によれば、総じて大いに活用されたとは言い難いようである。

活用されなかった理由としては、

- すでに地震発生から3ヶ月が経過しており、避難が一段落していた。すでに仮設住宅の整備や避難所の集約が進んでいたため、自衛隊撤退のわずか21日後である8月10日にはSahanaの使用は終了することになる。
- 被災規模が小さな自治体では電話と紙によるオペレーションでも対応でき、Sahana導入のメリットが少なかった。
- 高齢者には使いにくかった。また、自衛隊員に口頭で要望を伝えるというやり方に2ヶ月以上慣れ親しんでいたため、新たなやり方を覚えることに抵抗がある向きもいた。

などが挙げられている。特に展開タイミングの遅れは致命的で、導入直後の6月1日の時点では、まだ83カ所の避難所、避難所に宿泊する避難者2,267人、避難所に物資を受け取りに来る在宅被災者3,832人、物資配送系統6ルートの



情報を管理する必要があったのに対し、7月26日の段階ではすでに宿泊避難者287名、在宅被災者311名、物資配送系統4ルート进行管理だけになっていた。混乱が生じていた地震発生直後、たとえば発生後一週間の間にSahanaが投入されていれば、より有効に活用できたと考えられる。

## 5. 記憶のアーカイヴィング

Sahanaのような災害直後の情報集約に資するソフトウェアも重要であるが、一方で災害が発生してからある程度時間が経過した後有用性を発揮する、あるいは必要となる情報技術も存在する。その一つが、災害による被害の電磁記録（アーカイヴィング）である。本格運用が遅れて機を逸したSahanaと違い、こちらの分野では今回の震災でも情報技術が大いに役立った。本稿では、その代表例として「思い出サルベージオンライン」と「3がつ11にちをわすれないためにセンター」を取り上げる。

### 5.1. 思い出サルベージオンライン

東日本大震災による津波は、人や建物への被害のみならず、被災者が所持する物品にも多大な損害をもたらした。多くの被災者は、自宅等と共に、写真など思い出の品の大半を失うことになった。写真に関して言えば、多くが海水に浸かるなどしてダメージを負い、早急な修復が必要であり、また震災後に消防や自衛隊等によって回収されたものの、元々の持ち主が分からないというケースもあった。修復が必要な写真は当初12万枚、最終的には70万枚以上に達した。

このような状況を受けて、日本社会情報学会の有志が結成したのが「災害情報支援チーム」（JSIS-BJK）である。支援の対象を津波で甚大な被害を受けた宮城県亘理郡山元町に絞り、震災の翌月である2011年4月から現地入りして当初は避難所におけるコンピュータ等の設置やメンテナンス、あるいは開店している店舗や医院、給水場所等の情報の発信を行っていたが、その後被災写真の問題に気づき、写真の洗浄と複写を行うようになった。開始は4月27日である。現地では写真の洗浄、乾燥、スキャン・複写によるデジタル化まで行い、レタッチング等によるデジタル復元は東京で行われるという作業フローが確立された。復元された写真は、印刷されたものと原本が持ち主に返還される。

この後、プロジェクトには「思い出サルベージ・アルバム」という名前が付

けられ、「大洗浄・複写撮影会」としてボランティアを募集するようになった。余震が続く、交通網や宿泊手段も限られる中、初回は2011年5月11日に募集を開始、5月21日と22日の両日開催という日程で、20名のボランティアを獲得している。

JSIS-BJKのメンバは当初専門的な知識を持ち合わせていなかったが、TwitterやFacebook等のソーシャル・メディアを通じて情報が広がり、プロ・カメラマンやレタリングのプロが参加するようになっていった。また、持ち主不明の写真に関しては、写真にタグ付けしてデータベース化、展示することにより、被災者に容易に確認してもらい、また映っている人物や場所に関して情報提供をしてもらうことが可能となった。

思い出サルベージオンラインに関して興味深いのは、ボランティア参加の敷居が非常に低く設定されていたという事実である。現地への交通手段や宿泊、食事の手配は現地チームが行い、作業に関してもプロジェクト・メンバによる指導やマニュアル化が行われるなど、非被災者で写真修復に全く知識が無い人であってもすぐに作業に取りかかれるように工夫されていた。

## 5.2. 3がつ11にちをわすれないためにセンター<sup>3</sup>

2001年に開館したせんだいメディアテークは、図書館のみならず、ギャラリーやイベントスペースなど様々な設備を擁する複合文化施設である。

東日本大震災においては、せんだいメディアテークも被災し、7階の天井が崩落するなど大きな被害を受けたが、2011年5月3日には「3がつ11にちをわすれないためにセンター」を開設した。市民が自分で震災の記憶をアーカイブできる設備とノウハウを提供するため、ビデオカメラや動画編集用のコンピュータといった機材を備えたスタジオとインターネット放送が行える中継設備を用意している。映像の制作などを行う参加者は2013年の時点で146名を数える。

「3がつ11にちをわすれないためにセンター」の試みが興味深いのは、ドキュメンタリー映画のように外部の人間がカメラを持ち込んで他者としての被災者を撮影するのではなく、あくまで被災の当事者である市民が中心となって

---

3 2012年12月17日に訪問し、学芸員にインタビューを行った。

被災や復興の過程の記録に取り組んでいるという点である。スタッフや専門家はノウハウや助言を提供するが、イニシアチブをとるわけではない。また、アーカイヴィングや取材に関しては素人である市民の参加を前提としているため、身分証明としてせんだいメディアテークの知名度を活かした取材証を発行し、プライバシーへの配慮、被写体からは撮影時に承諾書へ署名をもらうことなど、徹底したマニュアル化を行い、スムーズな作業が可能となっている。

## 6. おわりに

本稿では、災害支援におけるICTの役割を考える上で、災害支援ソフトウェアの開発と実地展開の事例としてSahana、震災のアーカイヴィングの事例として「思い出サルページオンライン」と「3がつ11にちをわすれないためにセンター」を取り上げた。事例としてはごく少数なので、ここから何らかの一般論を引き出すのは危険ではある。しかしながら、以下のことは主張できるように思われる。

- 災害に対してそもそも社会の側で準備ができていなかった

研究や理論のレベルでは、災害時のICT活用に関して様々なシステムが検討されていたのは事実である。しかし実際に東日本大震災が起こってみると、露呈したのは社会の側の圧倒的な準備不足であった。存在が知られていない、あるいは準備ができていないというケースが多発した。7年以上前から存在していたにも関わらずローカライゼーションが事実上間に合わなかったSahanaはこのケースである。このような事態を繰り返さないためには、過去の記憶を引き継いでいくことが重要であり、そのためにも今後はICTを用いたアーカイヴィングの重要性がいよいよ増すと考えられる。

- 災害発生直後の情報集約が後手に回った

上記とも関連するが、先進国である日本はインフラや社会システムが高度に整備されており、災害発生から数ヶ月を経た時点では、すでにかんりの回復を見せていた。また、スリランカ同様、災害発生直後であっても通信網やインターネットはおおむね正常に機能していた。しかし災害発生直後においては、特に錯綜する情報の集約や一元化がうまく行かず、混乱を招いたことは否めない。本来こうした情報の整理はICTが最も得意とする分野であり、今後の改善

が望まれる。

- 一般の人々を巻き込む重要性

(海外における) Sahanaや「思い出サルベージオンライン」, 「3がつ11にちをわすれないためにセンター」など, 本稿で取り上げた事例で成功のカギとなったのは, できるだけ多くの一般の人々をどうプロジェクトに巻き込んでいくかという方法論であった。共通するのは, 作業の明確化, 細分化とマニュアル化, 活発な情報発信, そして出来るだけ参加や学習の敷居を下げるという主催者側の工夫である。ボランティアといってもリーダーシップは必要であり, コストをかけてでも情報を共有することで, より多くの助力が得られるという正のフィードバックが回り出す。2つの事例は, このことを雄弁に物語っていると考えられる。

## 7. 参考文献

- Aguirre, B. (1994) "Planning, Warning, Evacuation and Search and Rescue", *A Review of the Social Science Research Literature*, Recovery Center, Texas A & M University, Texas
- Geller, Robert J., Jackson, D.D., Kagan, Y.Y., Mulargia, F. (1997) "Earthquakes Cannot Be Predicted", *Science, New Series*, Vol. 275, No. 5306. pp. 1616-1617
- Pearce, L. (2003) "Disaster Management and Community Planning, and Public Participation: How to Achieve Sustainable Hazard Mitigation", *Natural Hazards* 28: pp. 211-228.
- Scanlon, T.J. (2001) "The roller coaster story of civil defense planning in Canada", *Emergency Planning Digest*, April-June, pp. 7-14.
- U.S. Geological Survey (2004) "Magnitude 9.1-OFF THE WEST COAST OF NORTHERN SUMATRA" <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2004/us2004slav/>. Retrieved in 2013/12/23.
- Wattagama, C. (2009) "ICTs for Disaster Risk Reduction" <http://www.lirneasia.net/wp-content/uploads/2009/11/Chanuka-Wattagama-ICTs-for-Disaster-Risk-Reduction.pdf>. Retrieved in 2013/12/23.
- Weerawarana, S. (2007) "A brief history of Sahana" <http://groups.yahoo.com/neo/groups/humanitarian-ict/conversations/topics/2887>. Retrieved in 2013/12/23.

Sahana Japan Team (2012a) 「東日本大震災発生以後のSahana Japan Teamの活動について」 <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnczYWwhbmFqYXBhbnRlYW18Z3g6NjNlZjJjN2Q4ZmYwZTYwOA>. Retrieved in 2013/12/23.

Sahana Japan Team (2012b) 「東北地域でのSahana活用に関する現地調査報告」 <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnczYWwhbmFqYXBhbnRlYW18Z3g6NzI0ZjJmMTUxNzllMjg4MA> Retrieved in 2013/12/23.

日本社会情報学会災害情報支援チーム (2013). 思い出サルベージオンライン <http://jsis-bjk.cocolog-nifty.com/blog/>. Retrieved in 2013/12/23.

菅原大助, 今村文彦, 松本秀明, 後藤和久, 箕浦幸治 (2011) 「地質学的データを用いた西暦869年貞観地震津波の復元について」 自然災害科学 29巻4号. pp. 501-516.

せんだいメディアテーク (2013) 「3がつ11にちをわすれないためにセンター」 <http://recorder311.smt.jp/>. Retrieved in 2013/12/23.