

令和元年度学内公募研究（実用化型）
〔研究論文〕

無線 LAN マップと連動した 緊急速報統合情報処理システムの研究

松田 勝敬¹⁾, 銭谷 英李²⁾, 村上 直冴³⁾,
小山 敏也⁴⁾, 高橋 修⁴⁾, 新妻 哲平⁵⁾

Research of Emergency Alert Integrated Information Processing System Linked to a Wireless LAN Map

Masahiro MATSUDA¹⁾, Eri ZENIYA²⁾, Naoki MURAKAMI³⁾,
Toshiya OYAMA⁴⁾, Osamu TAKAHASHI⁴⁾, Teppei NIITSUMA⁵⁾

Abstract

Three types of disaster situations were envisioned: pre-disaster, disaster phase, and post-disaster phase in a large-scale disaster with widespread power outages, etc. The pre-disaster phase was defined as a situation where the infrastructure was functioning normally before the disaster, the disaster phase was defined as a situation where the infrastructure was destroyed by the disaster, and the post-disaster phase was defined as a situation where part of the infrastructure was restored in a part of the region and power and network connectivity were possible. Defined as.

An integrated emergency warning information processing system was researched and developed that can be used after a disaster. When the system can connect to the network, it uses the "Wireless LAN Available Area Display System" to check the network connection area. When it can connect to the network, it stores the "Emergency Alert" in a database. With these two systems, emergency alerts can be displayed even in areas that are heavily damaged and cannot be connected to the network. This system makes it possible to check and respond to emergency alerts in areas that have been severely affected by a major disaster.

-
- 1) 東北工業大学工学部情報通信工学科
Tohoku Institute of Technology Department of Information and Communication Engineering
 - 2) ネットワンシステムズ株式会社
Net One Systems Co., Ltd.
 - 3) 東北工業大学大学院工学研究科通信工学専攻
Tohoku Institute of Technology Graduate Department of Communication Engineering
 - 4) 株式会社理経
Rikei Corporation
 - 5) 株式会社システムズ
SYSTEMS Corporation

1 はじめに

1.1 背景

日本では毎年のように自然災害が発生している（表1）^{1). 2)}。地震や噴火など正確な予測が難しい災害から、台風や前線による水害のようにある程度予測が可能となってきた災害もある。最近のコンピュータおよびコンピュータネットワーク技術の発達を背景に、様々な災害対策情報システムが開発され、実用化されているものも多い。

情報システムとして運用が開始される以前から、種々の「ハザードマップ」が作成されているが、現在では多くの「ハザードマップ」が情報システムとして運用、公開されている^{3). 4.)}。情報システムとして運用されることにより紙媒体での配布に比べ、最新の情報をいち早く反映させることができ、枚数制限も無く多くのひとに24時間365日配信することが可能となった。

2007年から一般提供が開始されている気象庁「緊急地震速報」⁵⁾は、事前の予知が難しい地震について全国の震度計の観測情報から、地震が発生した直後に地震に関する速報を発表する情報システムである。地震波よりコンピュータネットワークを用いた情報システムの方が情報解析、伝達速度が早いことを利用し、ある程度震源から離れた地点には、地震の揺れが到達する前に地震の発生と揺れの到達を知らせることができる。速報は携帯電話やスマートフォンであれば、CBS (Cell Broadcast Service)⁶⁾を応用した「エリアメール⁷⁾」や「緊急速報メール^{8). 9)}」などの通信キャリアのサービスで受信することができる。

「緊急地震速報」も含めて気象情報から地震、津波、噴火、テロやゲリラ、航空攻撃から弾道ミサイル情報など、様々な情報を国から住民に伝達する「全国瞬時警報システム（Jアラート）¹⁰⁾」は、有事の際に住民に正確な情報を迅速に伝達するために整備された情報システムである。「全国瞬時警報システム」は、消防庁から市区町村などの自治体向けに情報が伝達され、防災行政無線や登録制メールなど自治体ごとに様々な手段で住民に周知される。

海外でも「My Shake¹¹⁾」や「EWApp¹²⁾」など、地震情報などの緊急速報を扱う情報システムが開発され、運用されているものもある。

このように、災害が多く発生する日本をはじめ、多くの災害対策情報システムが稼働している。これらのシステムの特徴として、インターネットをはじめとした高度に発達したコンピュータネットワークと、スマートフォンやタブレット端末、PCなどのコンピュータ端末機器を用いている点がある。ネットワークの一部に不具合が発生しても、ネットワーク全体への影響を限定的にすることができるインターネット（IPネットワーク）は、イ

表1 主な自然災害（2011年以降）

年	月	
2011	3	東日本大震災
2012	7	平成24年九州北部豪雨
2014	8	広島土砂災害
2014	9	御嶽山噴火
2015	5	口永良部島噴火
2015	9	関東・東北豪雨
2016	4	熊本地震
2016	8	平成28年台風10号
2016	10	鳥取県中部地震
2016	11	福島県沖地震
2017	7	平成29年九州北部豪雨
2018	1	草津白根山噴火
2018	4	島根県西部地震
2018	6	大阪府北部地震
2018	6	平成30年7月豪雨
2018	9	平成30年胆振地方中東部地震
2019	6	山形県沖地震
2019	10	令和元年台風19号
2020	7	令和2年7月豪雨
2020	9	令和2年台風10号

インフラの障害が発生するような大規模災害などには向いている技術である。また、スマートフォンやタブレット端末、ノート型の PC などは、バッテリーを実装しており、停電時でもバッテリーからの電力供給が可能であれば使用可能なコンピュータである。スマートフォンについては、2019 年における個人保有率は 67.6% となっており、モバイル端末全体では個人の保有率は 81.1% となっている¹³⁾。スマートフォンなどのモバイル端末に、インターネットを利用して緊急情報を送信することで、災害にも強い、広く住民一人ひとりに情報の伝達が可能で情報システムを実現することが可能となった。

1.2 災害に関する 3 つの状況

我々は東日本大震災のような広範囲に渡る大規模な災害について、時間的な変化として 3 つの状況を想定した。まず「災害発生前」、次に「災害発生中」そして「災害発生後」である。

「災害発生前」の状況は、停電などのインフラの障害なども発生しておらず、情報システムなども正常に稼働している状態である。緊急速報システムなどの災害対策システムは、災害の発生するまで待機状態であり、常に通信可能な状態にして緊急速報などの情報の到達を待っている。システムは低負荷状態であり、災害発生時に備えて余裕を持って情報収集や情報処理を実施できる。

「災害発生中」は、災害が発生してから被害を受けたインフラなどがある程度復旧するまでとする。地震などの場合は本震の揺れが収まっても、その地震により破壊されたインフラなどがある程度復旧するまでは「災害発生中」と考える。情報システムの場合は、停電対策用の蓄電池や発電機からの給電がなくなると、電力が復旧しないと利用することができない。そのため、電力が復旧するまでの停電状態は「災害発生中」の状況とする。

「災害発生後」は、災害により被害を受けたインフラがある程度復旧した後の状況である。被害の大きさやインフラの種類によって復旧までの時間は異なる。電力は比較的早期に復旧するが、上水道やガスなどは復旧まで時間がかかる¹⁴⁾。情報システムに関しては、電力の復旧によりシステムを稼働させることができるため、停電から復電した段階で「災害発生後」となる。現在の情報システムの多くはネットワーク機能も用いているため、完全にシステムが稼働するにはインフラとしてのネットワークも復旧する必要がある。しかし、WAN 接続が復旧するまえに LAN や無線による一部のネットワークが利用できるような状況もあるため、情報システムについては、復電段階を「災害発生後」と考える。

1.3 「災害発生後」への対応

我々は災害対策情報システムである「緊急速報統合アプリケーション」における、「災害発生中」の状況への対応を検討した¹⁵⁾。一般的な情報システムは、停電が発生している「災害発生中」はシステムを利用することができない。サーバ機器などは、発電機や無停電電源装置からの給電によりコンピュータが稼働していても、長時間の稼働によるサービス提供の継続は難しい。また、スマートフォンやタブレット端末などでバッテリーからの給電により稼働していても、WAN 接続のネットワークが停止しているため情報収集や更新ができなければ、アプリケーションを利用することができない。そこで、スマートフォンやタブレット端末のアプリケーションにデータベースを実装し、「災害発生前」に収集した情報をデータベースに登録し、停電時でも閲覧することができるシステムを開発した¹⁵⁾。スマートフォンやタブレット端末は、バッテリーを実装しており、停電後もバッテリーか

らの給電で比較的長時間稼働させることができる。また、携帯性に優れているため、災害が発生した現場で活用することができる。このシステムは、ネットワークが接続できている時に収集した情報をデータベースに登録するため、ネットワークに接続できなくなると新しい情報を収集することができない。そのため、災害により停電などでネットワークが停止すると、それまでに入手した情報しか閲覧することができない。情報を更新するには、ネットワークが復旧後に接続し、新しい情報をダウンロードする必要がある。

「災害発生中」から「災害発生後」への移行において、被災した地域がすべて同時に「災害発生後」になるとは限らない。特に大災害で被災地域が広い場合には、復電している地域とまだ停電している地域が混在することが予想される。携帯電話やスマートフォンなどが接続する3G、4G、5Gなどの通信キャリアの移動体通信システムは、復旧すると広範囲で通信可能となるが、ある程度の大規模な設備のため被災後の復旧には時間がかかってしまう。そこで、簡易な設備でなおかつ輻輳が発生しにくい、公衆無線LANなどの「Wi-Fi環境整備」が進められている¹⁶⁾、¹⁷⁾。地方公共団体に対し、避難所や避難場所などの防災拠点や博物館、自然公園などの公的拠点への公衆無線LAN（Wi-Fi）の整備を支援する事業¹⁷⁾が実施されており、今後「災害発生後」のネットワーク接続先として、公衆無線LANの整備が進むと考えられる。

公衆無線LAN（Wi-Fi）は、通信キャリアの移動体通信システムに比べて電波の出力が弱いので、アクセスポイントの設置場所や建物などの周辺環境による電波受信強度への影響が大きい。また、アクセスポイントも比較的小さく電波は目に見えないため、利用可能な範囲の把握が難しい。そこで、「公衆無線LANの利用可能エリア表示システム¹⁸⁾」を用いて接続可能なネットワークを把握し、緊急速報を統合的に閲覧可能な「緊急速報統合情報処理システム」について検討、開発を行った。

2 緊急速報統合情報処理システム

2.1 システム概要

開発した「緊急速報統合情報処理システム」の概要を図1に示す。図1の赤枠内が本研究の範囲である。このシステムは、「情報サーバ」が中心のシステムとなっており、「情報サーバ」と「無線LAN地図システム」と「データベース」が連動する。各種の緊急速報は「緊急速報受信装置」から情報サーバに入力される。情報サーバから緊急速報の内容や利用目的により、メールリストなどの電子メールや、大型ディスプレイなどによるデジタルサイネージなどに緊急情報を出力する。また、自動起動装置と連動させることにより、防災行政無線や戸別受信機、テレビやラジオなどにも出力することも可能である¹⁹⁾。スマートフォンやタブレット端末では、専用アプリケーションにより緊急速報の詳細情報を閲覧することができる。

「公衆無線LAN」などの無線LANの利用可能エリアを示す「無線LAN地図」は、オンラインマップ上に格子状に電波強度を示すヒートマップで表示される（図2）。「無線LAN地図」はWebページとして表示、動作する。ヒートマップは、背景のオンラインマップと連動しており、オンラインマップをタップやマウス操作で移動させたり拡大、縮小するとヒートマップもオンラインマップ上で移動や拡大、縮小される。

「データベース」は、受信した緊急速報を蓄積しておき、過去の情報の検索や速報を表示するときの付帯情報などが格納されている。緊急速報は災害などが発生した時に発報さ

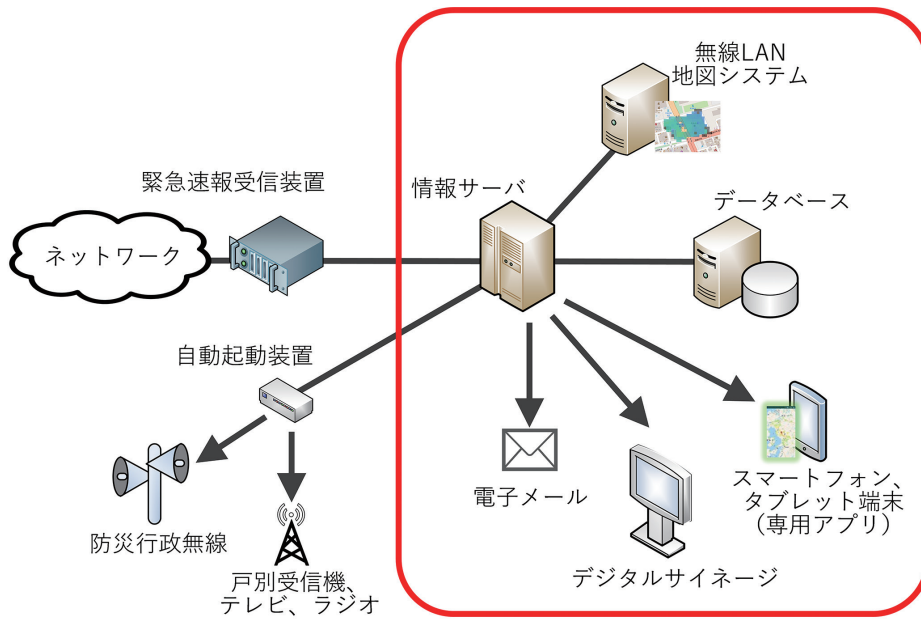


図1 緊急速報統合情報処理システムの概要

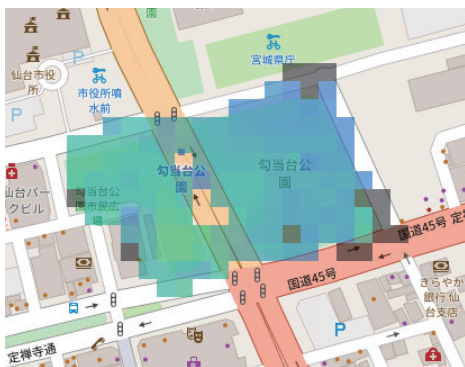


図2 無線LANヒートマップ

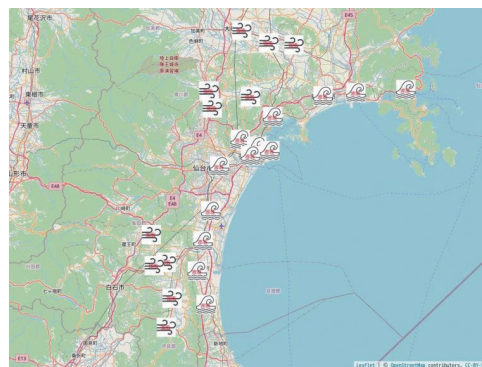


図3 専用アプリケーションの地図画面

れるため、受信した情報を蓄積しておかないと過去の情報を参照することができない。そのため、過去の情報も含めて速報情報を利活用するには、受信した速報を「データベース」などに蓄積しておく必要がある。また、緊急速報の位置情報は地名や地域名、市区町村名などで表現されていることが多い。速報の情報を地図に表示するには緯度経度情報が必要となる。そのため、付帯情報として地名などに相当する緯度経度情報などが予め用意してある。

「情報サーバ」で受信した緊急速報は、電子メールやデジタルサイネージなど様々な媒体で出力することができる¹⁹⁾。スマートフォンやタブレット端末などのネットワーク接続が可能な情報端末用に、専用アプリケーションを開発した¹⁵⁾。このアプリケーションでは、情報端末の簡便な操作方法と比較的高性能な計算能力とストレージを実装していることを活かし、緊急速報の詳細情報や過去の情報を閲覧することができる。また、地震情報など地図上でグラフィカルに表示した方がわかりやすい情報は、地図上にアイコンなどで表示することもできる(図3)。ネットワークに接続できるときは、情報サーバから緊

急速報の情報などをダウンロードして端末内に保存する。このため、災害などによる停電時にネットワーク接続ができない場合でも、ダウンロードしてある情報を閲覧することが可能である。この機能は「災害発生中」の時にも詳細な情報を利用することができるため、被災地での状況判断や救援対策の検討時などでの利活用が期待される。

2.2 災害時のシステム利用

広域の停電などが発生するような大規模な災害が発生した時について、1.2で述べた「災害発生後」の本システムの動作および利用法について検討する。「災害発生後」の状態として、一部の地域は停電から復電しているが、被害が大きかった地域については停電状態または、その他のインフラも含めて回復していない状態を想定する。東日本大震災後には、津波の被害を受けた地域は電力だけでなく道路などの交通網も含めて壊滅状態であったが、津波の被害を受けなかった地域においては、比較的早く電力については復電している¹⁴⁾。また、通信インフラについても2週間程度で半数程度の携帯電話基地局が復旧し²⁰⁾ Wi-Fi環境も整備された「無料インターネット接続コーナー」が避難所に設置されている²¹⁾。本学でも震災発生3日後には復電し、破損など直接の被害を受けなかったサーバ機器なども稼働を始めている²²⁾。よって、地方自治体による災害対策本部などでは復電しており、本システムも稼働しているとする。

「災害発生後」の本システムの動作概要を図4に示す。まず本システムの「情報サーバ」を起動し、WANと接続をする。それにより「①緊急速報受信」が開始され、新しい緊急速報の受信が始まり、「②情報サーバ情報更新」を開始する。あわせて「無線LAN地図」を作成するための「③無線LAN電波強度測定」を開始する。「③無線LAN電波強度測定」は、スマートフォンやタブレット端末に測定アプリケーションを実装し、電波強度の測定地域に行き徒歩や自転車などでその地域を満遍なく移動する。測定データを無線LAN地図システムのサーバに登録すると、測定箇所の「④無線LAN地図作成」が実行され、「無線LAN地図」が公開される。

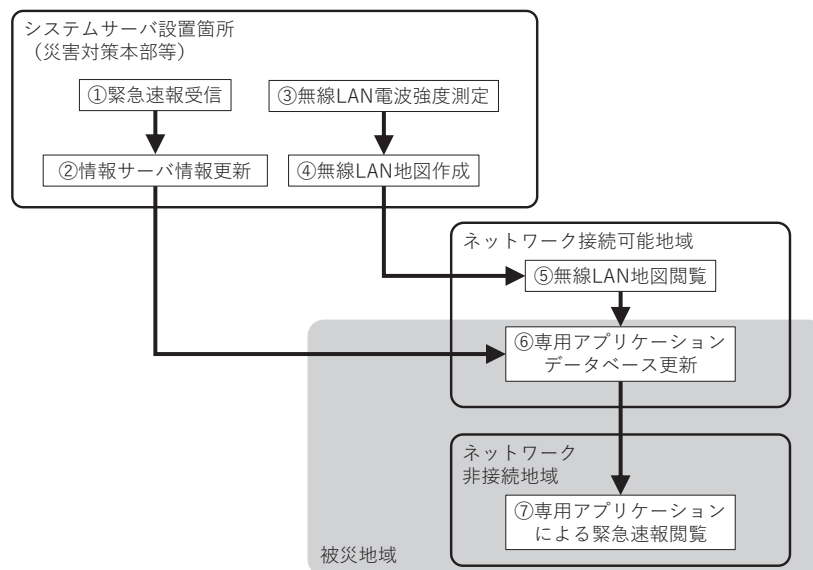


図4 災害後のシステム動作

被災地域などにおける「緊急速報」の閲覧などは、スマートフォンやタブレット端末に「専用アプリケーション」をインストールすると利用することができる。ネットワークに接続できる時に、最新の「緊急速報」の情報取得や「無線 LAN 地図」の閲覧が可能となる。災害対策本部などのネットワーク接続が可能な場所で、「⑤無線 LAN 地図閲覧」を実施して対象被災地などでネットワーク接続が可能か、または対象地域に近いネットワーク接続可能な地点を確認する。災害対策本部または対象地域やその近辺でネットワーク接続できる地点で、ネットワーク接続を行い「緊急速報」を受信して「⑥専用アプリケーションデータベース更新」を実施する。その後、ネットワーク非接続地域に移動した場合でも、「⑦専用アプリケーションによる緊急速報閲覧」を行うことが可能となる。

3 まとめ

広域で停電などが発生する大規模災害が発生してから、一部の地域で停電から復旧が行われたような「災害発生後」に利活用できる「緊急速報統合情報処理システム」を研究・開発した。事前に「公衆無線 LAN の利用可能エリア表示システム」を用いてネットワーク接続地域を確認することと、データベースに「緊急速報」を蓄積することにより、被害が大きくネットワークなどが接続できない地域でも最新に近い「緊急速報」を閲覧接続可能である。このシステムを活用することにより、大規模災害において被害が大きい地域でも「緊急速報」を把握して、対応することが可能となる。

今後は「災害発生後」を想定したシミュレーションなどを行い、実用性や改善点について検討を進める予定である。

参考文献

1. 国土交通省気象庁：日本付近で発生した主な被害地震，気象庁，<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai1996-new.html>，参照 Nov.1, 2019.
2. 国土交通省気象庁：災害をもたらした気象事例，気象庁，<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/>，参照 Nov.1, 2019.
3. 仙台市：ハザードマップなど（各種災害の危険予測地図），仙台市，<http://www.city.sendai.jp/kurashi/anzen/saigaitaisaku/>，参照 Nov.1, 2019., 参照 Nov.1, 2019.
4. 国土交通省：ハザードマップポータルサイト，国土交通省，<https://disaportal.gsi.go.jp/>，参照 Nov.1, 2019.
5. 国土交通省気象庁：緊急地震速報について，気象庁，<http://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/nc/>，参照 Nov.1, 2019.
6. 3GPP：Specification #: 23.041, 3GPP, <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=748>，参照 Nov.1, 2019.
7. NTT Docomo：緊急速報「エリアメール」，NTT Docomo，<https://www.nttdocomo.co.jp/service/areamail/>，参照 Nov.1, 2019.
8. Soft Bank：緊急速報メール（緊急地震速報＋津波警報＋特別警報＋災害・避難情報），Soft Bank，https://www.softbank.jp/mobile/service/urgent_news/，参照 Nov.1, 2019.
9. au：緊急速報メール，au，<https://www.au.com/mobile/anti-disaster/kinkyu-sokuho/>，参照 Nov.1, 2019.
10. 総務省消防庁：全国瞬時警報システム（Jアラート）とは，平成 29 年版 消防白書 1. 全国 Jアラートの概要，<https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/h29/topics10/46067.html>，参照 Nov.30, 2020.
11. RICHARD M. ALLEN, QINGKAI KONG, ROBERT MARTIN-SHORT1, Pure and Applied

- Geophysics, Vol.177, pp1699-1712 (2020) .
12. Simona Colombelli, Francesco Carotenuto, Luca Elia, and Aldo Zollo : Design and implementation of a mobile device app for network-based earthquake early warning systems (EEWSs) : application to the PRESTo EEWS in southern Italy, Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol.20, pp921-931 (2020).
 13. 総務省：情報通信白書 第2部, 令和2年版, pp.337 (2020).
 14. 内閣府：被害に関するデータ等, 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1回), <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/1/>, 参照 Nov.30, 2020.
 15. 村上直冨, 松田勝敬：緊急速報情報表示システムの研究・開発, FIT2020 講演論文集, 第4分冊, pp.181-182 (2020).
 16. 総務省：地方公共団体による Wi-Fi 環境整備, https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/top/local_support/kyouzinkasinsei.html, 参照 Nov.30, 2020.
 17. 総務省：防災等に資する Wi-Fi 環境の整備計画, https://www.soumu.go.jp/main_content/000669496.pdf, 参照 Nov.30, 2020.
 18. 錢谷英李, 松田勝敬：公衆無線 LAN の利用可能エリア表示システムの研究, 情報処理学会第82回全国大会講演論文集, 第4分冊, pp.435-436 (2020).
 19. 松田勝敬, 小山敏也, 高橋修：J-ALERT の多層情報発信システムの研究・開発, 地域連携センター紀要 EOS VOL.31 NO.1, (2019), pp7-15.
 20. 総務省：情報通信白書 第1節 東日本大震災における情報通信の状況, 平成23年版, pp.2-11 (2011).
 21. 東日本電信電話株式会社：避難所への無料インターネット接続コーナーの設置について, https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20110325_01.html, 参照 Nov.30, 2020.
 22. 松田勝敬, 工藤栄亮, 村岡一信：基盤情報システムの東日本大震災における被害と情報センターの対応, 東北工業大学紀要 I :理工学編, 第32号, pp.57-67 (2011).