

統一的な時系列記録を可能とする 分散型災害情報共有システム

佐々木豊† 柴田義孝††

広域かつ大規模な災害が発生した場合、被災地の状況は時間と共に変化する。従来、被害が深刻な災害発生直後の情報と、数週間後の沈静化した情報が災害情報システムに更新という形で登録されていた。本論文では、災害発生時から時々刻々と変化する災害情報を時系列的に記録することにより、電子地図上に表示された災害情報をシームレスに表示制御を行う。また設置する災害情報サーバーを基礎自治体と広域自治体に分け、異なる自治体間で災害情報の共有が可能な分散型災害情報共有システムを提案する。

A Distributed Disaster Information Sharing System by Unified Temporal Recording Functions

YUTAKA SASAKI† YOSHITAKA SHIBATA††

When a wide-area and large-scale disaster occurs, a condition in disaster area change with temporal. In conventional disaster information system, the information that just after the disaster occurred and the information that revived several weeks later were registered. In this paper, we present the distributed disaster information sharing system by unified temporal recording that the system record disaster information in temporal and display the disaster information in the Web-GIS.

6. はじめに

日本はその地理的要因から地震や台風などの自然災害が発生しやすい環境にある。平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、東日本全体にわたり被害をもたらした。こうした大規模災害発生直後は基地局の物理的破壊や安否確認などによるトラフィックの集中により公衆電話網が輻輳状態に陥るため、電話による情報収集は有効な手段ではない。その一方で、大規模災害発生時においてもIPネットワークを用いた通信は可用性がある。先の震災においても東北地方全体で停電が発生したが、基地局の予備バッテリーによりIPネットワークは品質を落としながらも通信を行うことができた。

災害時において避難情報や災害情報を提供するため、各自治体においてWebベースの災害情報システムが提供されている1),2)。提供される情報および提供方法は自治体によって多様であり、土砂災害危険箇所をテキスト形式で提供や、定点カメラによる現在の状況の提供などがある。しかしながら、各自治体が扱う災害情報が異なるがゆえに自治体間の情報共有が円滑にできないという問題があった。近年では電子地図を利用することで災害情報と地理情報の同時取得を可能にする災害情報システムが登場した3)4)。電子地図上に災害情報を集約することで、広域災害においても各自治体を越えた情報共有が可能になったが、時々刻々と変化する災害情報を適切に閲覧することができないという問題がある。

本論文では大規模災害発生時における被災地情報について統一的な時系列記録を行い、シームレスな時系列表示を可能にする分散型災害情報共有システムを提案する。

7. システム概要

図1に本システムの概要図を示す。本システムはClient-Server型のWebシステムとして構築され、自治体の防災課などによって運用されることを想定している。本システムは大きく分け5つの要素からなる。災害情報サーバーは災害情報の蓄積と提供を行い、Web-GISサーバーは電子地図情報の提供を行う。システム管理者は防災担当者が担う特別な権限を持つユーザーであり、災害情報の共有を開始したり、システムの監視を行う。PCクライアントは安定してインターネット接続可能な場所に位置している一般ユーザーが該当し、PC上のブラウザから災害情報の登録や閲覧が可能で

† 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

†† 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

ある。Mobile クライアントは被災地にいる災害復興支援ボランティアや防災課職員が担い、携帯電話の多機能性と機動性の高さから災害情報登録端末としての利用を想定している。携帯電話に内蔵される GPS 機能から現在地を特定することで現在地周辺の情報や画像を登録する。

一つの基礎自治体に上述したシステムが設置され、各基礎自治体で集められた災害情報は広域自治体に設置された災害情報サーバーへも登録される。このように基礎自治体から広域自治体にボトムアップで災害情報が提供されることで被害の全体像を得ることが可能になり、迅速な災害収束への活動を支援する。

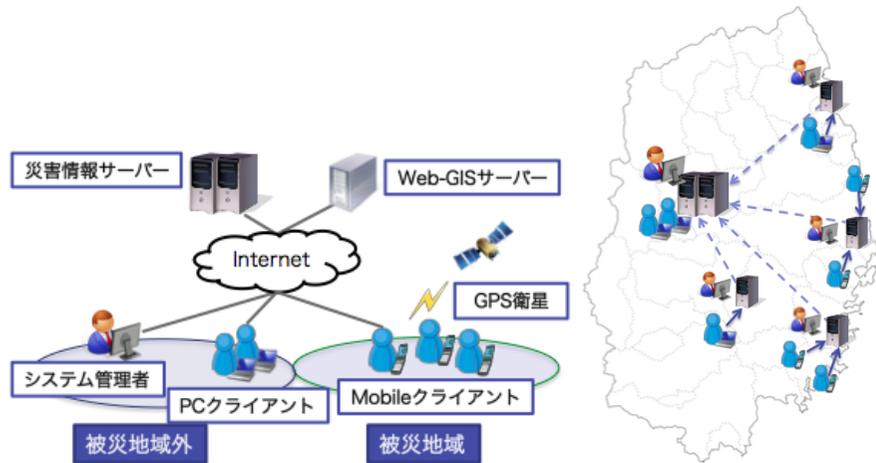


図1 システム概要

Figure 1 The system overview.

7.1 災害時に必要とされる情報

災害発生時において必要とされる情報 5) を表 1 に示す。災害発生直後において被災者および親族共に必要とされる情報が安否情報と被災地情報であるため、本システムでは災害情報として安否情報と被災地情報を扱う。被災地情報においては災害発生からの経過時間によって情報の重要度が変化するため、時系列を考慮した表示方法が必要である。また、災害発生前から必要とされる情報として防災情報と避難情報がある。一般的な災害情報システムが災害時にのみ稼働するのに対して、本システムでは過去に蓄積された災害情報を時系列変化と共に提供することで防災情報として役立てることが可能となる。交通情報や行政情報などについては被災者やボランティアによって提供することが難しいため、本システムでは外部リンクによって対応する。

		時刻 t						
対象	要求項目\時期	t_1	t_2	t_x	t_3	t_4	t_5	t_6
被災者	防災情報	△	○					
	避難情報		○					
	安否情報				◎	◎	○	△
	被災状況				◎	◎	◎	
	交通情報				◎	◎	◎	
	救援物資供給状況				◎	◎	◎	
	サービス情報				◎	◎	◎	
	ライフライン状況				◎	◎	◎	
	行政情報				◎	◎	◎	
支援者・親族	安否情報				◎	◎	○	
	被災状況				◎	◎	△	
	救援物資供給状況				◎	◎	◎	

時系列分類			
記号	状況	期	期間帯
t_1	通常時	通常期	
t_2	災害予測時	予兆期	発災数週間前～発災時
t_x	災害発生時	発災期	発災時
t_3	災害発生直後	避難救援期	発災時～2日
t_4	災害沈静化	沈静化期	3日～2週間
t_5	災害復旧	復旧期	3週間以降～数ヶ月
t_6	復興	復興期	

表 1 災害時に必要とされる情報

Table 1 The necessary information when disaster happened.

8. システムアーキテクチャ

図 2 に示す通り、災害情報サーバーは Web, Mail, DB サーバーを内包している。各サーバーモジュールの間に災害情報システムが位置し、ユーザーの要求に合わせて災害情報の処理を行う。災害情報システムは Model, View, Controller および Mail モジュールから構成される。Controller はクライアントからのリクエストの解析と振り分けを行い、Model で DB への登録といった処理がされ、View にてクライアントへ表示する HTML の動的生成が行われる。Mail モジュールは Mobile クライアントが送信したメールを解析し、添付された画像のアップロード処理を行う。PC クライアントはブラウザさえあればシステムの利用が可能であり、Web-GIS を活用した災害情報の表示が行なわれる。Mobile クライアントはブラウザ、メール、カメラ、GPS 機能を備えた携帯電話端末を想定している。被災地の画像のアップロードにメール機能を用いる。

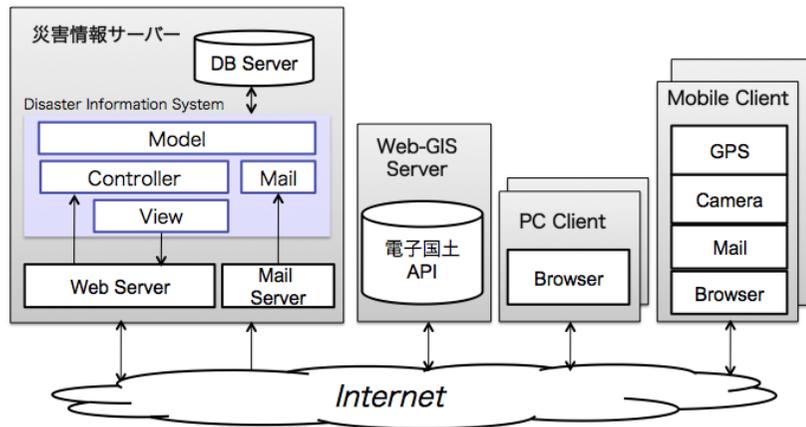


図2 システムアーキテクチャ
Figure 2 The system architecture.

9. システムの機能

9.1 管理者機能

9.1.1 災害対策の開始

管理者が新規に対策する災害を作成することにより、被災地情報と安否情報の登録・閲覧可能な災害対策ページの雛形が作成される。この時管理者は対策する災害名と災害発生日時を入力する。また、属する災害種別として、地震・台風・豪雨・豪雪・津波・噴火・防災・その他から選択することで、災害種別毎の検索や表示が可能になる。

9.1.2 災害対策の終了

対策中の災害が収束状態へ移行した場合、管理者は対策中災害から収束済み災害へ変更することが可能である。収束済み災害では蓄積された災害情報の提供を行い続け、後から被災状況の分析や収束までのノウハウの閲覧を可能にする。

9.1.3 カテゴリの追加

クライアントから登録される情報を分別するため、事前にいくつかのカテゴリを作成する必要がある。このカテゴリの追加を行うのが管理者であり、カテゴリ名とカテゴリを表す画像を一組として追加を行う。

9.2 被災地情報共有システム

被災地の被害情報や現在の様子などを蓄積するためのシステムが被災地情報共有システムである。前述した通り、被災地情報共有システムではPCクライアントとMobileクライアントによって利用方法が異なる。PCクライアントでは高いマシンスペックや安定したインターネット接続が可能であることを想定しており、情報閲覧端末に特化した機能が提供される。一方Mobileクライアントは高い可搬性や多機能性から情報登録端末に特化する。本システムのトップページでクライアントのユーザーエージェントを識別し、PC用とMobile用のトップページに振り分けを行う。

9.2.1 GPSを利用した被災地情報の登録

Mobileクライアントが被災地情報を登録する場合はGPSを利用し位置情報を取得する。この時、GPSから位置情報を取得するためのリンクが携帯キャリアによって異なるため、事前にユーザーエージェントからキャリアの判別を行い、キャリア毎のGPS取得リンクを生成する。被災地情報を入力する際は情報のカテゴリを選択することで、その情報が何について示されているのか端的に示すことが可能になる。また周辺の状況などの画像をカメラで撮影し、メールに添付することで災害情報サーバーへ画像のアップロードを行うことが可能である。

9.2.2 Web-GISを用いた被災地情報の閲覧と登録

PCクライアントではMobileクライアントにより登録された被災地情報がアイコンとしてWeb-GIS上に表示される。表示されるアイコンはMobileクライアントが被災地情報を登録する際に選択したカテゴリであるため、ある地域ではこの種類の災害が多いといったことが俯瞰可能になる。

PCクライアントが被災地情報を登録する場合は、Web-GISを操作し、登録したい箇所を選択することで被災地情報と位置情報の結びつけを行う。またURL情報を登録することができ、被災地周辺の定点カメラへのリンクや、動画投稿サイトに投稿された映像へのリンクを登録することで、その場所に関連する情報を結びつけることが可能である。

Web-GIS上で扱う情報型は以下の4つである。

- 点型
- 線型
- 円型
- 面型

Mobileクライアントによって登録される情報が点型であり、選択されたカテゴリがアイコンとしてWeb-GIS上に表示される。他3つの情報型はPCクライアントから登録することが可能である。線型は主に道路や路線の状況を表すために用い、円型は火山の噴火などで半径数キロメートルの区域を表現する場合に用いる。面型は汎用的な情報を示すことが可能であり、津波想定区域や火災範囲などを示すことに用いる。

9.2.3 時系列操作機能

PC クライアントには時系列操作機能が提供される。時系列操作機能とは時々刻々と変化する被災地情報の時系列表示を支援する機能であり、「シークバー」という領域により提供される。一般的な災害情報システムの時系列操作が図3に示すようなセレクトボックスによって提供されるのに対し、シークバーは図4に示すように横に伸びた棒状の領域をもって時間軸を表す。シークバーの左端が災害発生時刻を示し、右端の時刻は対策中災害か収束済み災害かにより現在時刻または災害収束時刻を示す。またシークバーには二つのサムと呼ぶ摘みがあり、左側に設置されるサムは表示開始時刻を示し、右側に設定されるサムが表示終了時刻を示す。すなわち、シークバーとは二つのサムが表す時間軸上に登録された被災地情報を表示する機構である。



図3 従来の時系列操作機構

Figure 3 The conventional temporal presenting operation facility.

表示中期間： 2011年3月11日14時46分 - 2011年06月27日15時55分



図4 シークバーのインターフェース

Figure 4 The new temporal presenting operation facility called Seekbar.

9.3 安否情報共有システム

大規模災害発生時において住民の安否情報を登録、閲覧するためのシステムが安否情報共有システムである。PC クライアントでは安否情報の登録のほか、登録されている安否情報や避難所情報の閲覧が可能である。Mobile クライアントでは安否情報の登録が可能のほか、GPS を用いた位置情報の登録が可能である。安否情報と位置情報を災害情報サーバーに登録することで、ユーザーが現在どこに居てどのような状態なのかを親族などに知らせることが可能になる。

10. プロトタイプシステム

10.1 システム構成

本システムの機能及び性能を評価するためにプロトタイプシステムを構築した。災害情報サーバーは OS に CentOS, Web サーバーに Apache, DB サーバーに MySQL, Mail サーバーに gmail を用いた。Web-GIS としては国土地理院から提供されている電子国土 6) を用いることで、空間データをブラウザ上に表示する。

10.2 トップページ

図5にクライアントが災害情報システムにアクセスした際の画面を示す。画面中央、赤色と緑色で表示されている部分が現在公開中の災害である。赤色で表示される災害は対策中災害であり、被災地情報と安否情報の登録と閲覧が可能である。緑色で表示される災害は収束済み災害を表し、被災地情報の閲覧が可能である。Mobile クライアントは情報登録端末として想定しているため、トップページには現在対策中の災害のみが表示され、被災地情報と安否情報の登録が可能である。

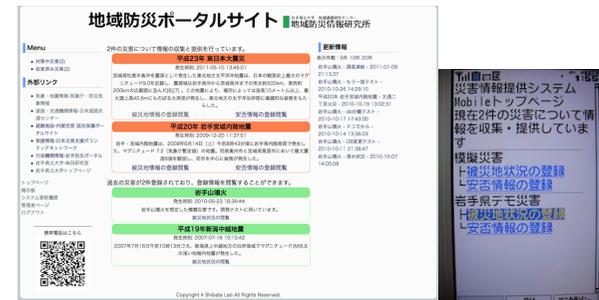


図5 システムトップページ (左: PC クライアント, 右: Mobile クライアント)

Figure 5 The system top page (left: PC clients, right: Mobile clients).

10.3 Mobile クライアントによる情報登録

図6は Mobile クライアントとして au W53CA を利用した際の被災地情報登録手順を示している。被災地情報を登録する災害を選択し、GPS を取得するためのリンクを選択すると確認ダイアログが表示され、クライアントが持つ GPS 情報が災害情報サーバーへ送信される。災害情報サーバーはクライアントから送信された GPS 情報を電子国土上で扱えるフォーマットに変更し、被災地情報入力フォーマット内に位置情報を隠し要素として加える。Mobile クライアントが被災地情報を入力して送信を行うと、その時点で被災地情報の登録が完了する。その後、周辺の状況をアップロードしたい場合は登録完了画面にある画像添付のリンクを選択することでメーラーが立ち上がる。この立ち上がったメールに周辺の状況を撮影した画像を添付し送信することで、画像のアップロードが完了する。

10.1 被災地情報共有システム

図7に PC クライアントにおける被災地情報共有システムのインターフェースと動画への対応を示す。画面左側に大きく表示されている領域が電子国土であり、ドラッグすることで地図上を移動したり、マウスホイールを動かすことで地図の縮小と拡大

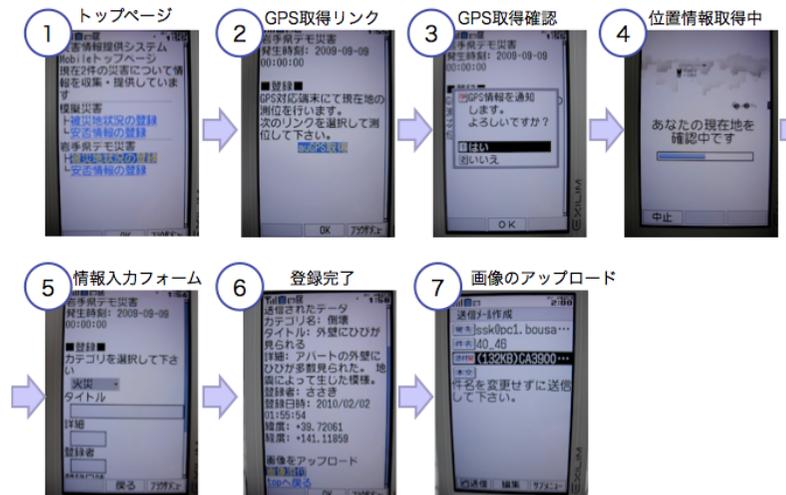


図6 Mobileクライアントによる被災地情報登録手順

Figure 6 A disaster information registration process by Mobile clients.

が容易に行える。電子国土上にはいくつかのアイコンや図形が表示されており、その場所に被災地情報が登録されていることを示している。地図上のアイコンにマウスカーソルを合わせると簡易情報がポップアップで表示され、アイコンをクリックすることで画面右側の詳細情報表示領域に詳細情報が表示される。地図上部に設置されている領域がシークバーである。二つのサムはそれぞれ災害発生時刻と現在時刻であり、災害発生直後から現在までに登録された全ての情報を表示している。この二つのサムを動かすことで情報表示期間を絞り込み、シームレスな時系列表示を可能にする。また本システムにおける動画ファイルへの対応は、PCクライアントが点型データのURL項目に外部動画へのリンクを入力することで、位置情報と動画の結びつけを行う。入力されたURLはポップアップされたURLまたは詳細情報のURLを選択することで目的の動画を表示する。

本システムでは点型データの他に線型、円型、面型データを扱うことが可能であり、図8ではそれぞれ通行止め区域、原発避難区域、津波浸水区域を表している。地図から得られる空間情報と重ねられた図形により、その場所でどのような事態が発生しているのが視覚的に把握可能である。



図7 被災地情報共有システムのインターフェースと動画への対応

Figure 7 The interface of disaster area information sharing system on PC clients where moving image is covered.

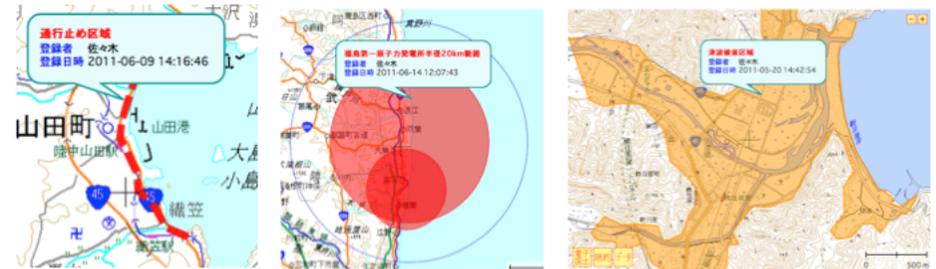


図8 線型、円型、面型データの表示

Figure 9 Show line, circle and polygon figures on Web-GIS.

図9にシークバーによる時系列表示のふるまいを示す。左に表示される地図ではシークバー上のサムが両端に位置しているため、登録されている全ての情報を地図上に表示している。したがって、災害発生時から約4ヶ月分の被災地情報を表示しているため、災害発生直後の情報とある程度時間が経ち登録された情報が同時に表示されてしまっている。災害発生直後の情報のみを表示したい場合はシークバーの右のサムを左に動かすことで、結果がアイコンの表示または非表示でシームレスに反映される。図9右側上部は災害発生直後のデータを表示しており、右側下部は災害から1ヶ月経過した、復興状況の情報を表示している。従来、一つの画面に異なる意味を持つ被災

地情報が表示されていたのに対し、シークバーの機能により被災地情報を時間軸で切り分けて表示することが可能である。

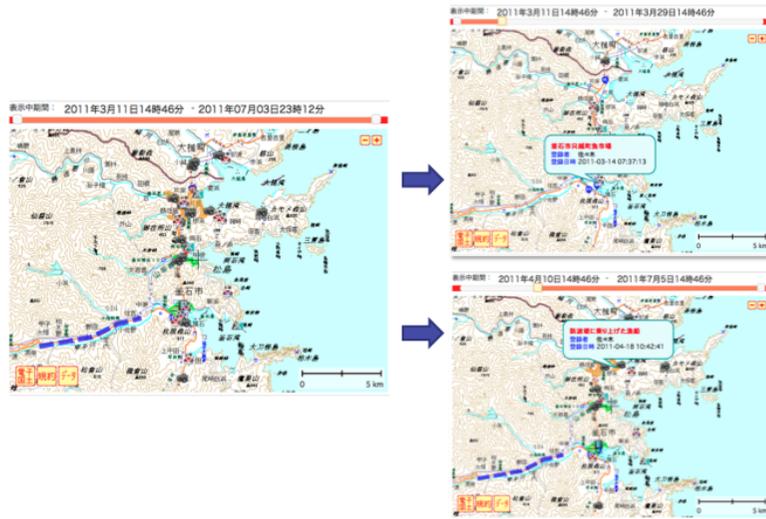


図9 シークバーによる時系列表示のふるまい

Figure 9 The behavior of temporal presenting operation by seekbar.

10.2 安否情報共有システム

図10に本システム上で利用可能な安否情報共有システムのインターフェースを示す。画面右側には安否情報登録用フォームが表示されており、画面左側には大きく登録済みの安否情報の一覧がテーブル表示されている。登録する項目は氏名、フリガナ、住所、年齢、性別、怪我の有無、メッセージであり、登録日時は自動的に登録される。一覧表示されているテーブルのヘッダー部分をクリックすることで各要素毎に昇順、降順のソートが可能であり、目的の人物を探すことを支援する。また Mobile クライアントによる安否情報登録では GPS を利用した登録が可能であり、位置情報を登録することで親族などの第三者に現在位置を知らせることが可能になる。

6. 評価

6.1 既存システムとの機能比較

表2に関連研究4)と先行研究7)で提案される災害情報システムと機能比較を行った



図10 安否情報共有システムのインターフェース (PCクライアント)

Figure 10 The interface of safety information sharing system on PC clients.

結果を示す。表2の通り、本システムは既存システムで提供される機能のほとんどを提供することが可能である。また、既存システムにはない特徴として、電子地図上に災害情報を表示しながらシームレスに時系列表示が可能なが挙げられる。Mobile クライアントについては災害情報登録端末として想定しているため、閲覧機能が実装されていない。今後は実運用時のニーズを確認し、Mobile クライアントの閲覧機能を検討していく。

6.2 多様な災害情報を表現可能か検証

6.2.1 シナリオ

東日本大震災では基地局などの通信インフラが物理的に破壊され、主に沿岸地区を中心に広域に渡り通信途絶環境が発生した。災害発生から時間が経過するにつれ、各移動通信事業者が用意した移動基地局や臨時基地局により、通信可能な地域が点々と広がり回復に向かっていった。

今回、岩手県庁から提供して頂いた震災時における電波状況を本システム上で表現可能か検証を行う。

6.2.2 登録手順

管理者機能のカテゴリ追加から、国内主要キャリアである docomo, au, SoftBank の追加を行う。次に、岩手県庁頂いた報告書を参照し、当該施設または当該地区に該当するキャリア情報及び報告日を入力し、点型データとして登録する。さらに、通信可能範囲を示す円型データを同位置に登録する。

6.2.1 結果

図11に各移動通信事業者毎の電波復旧状況を時系列表示したものを示す。災害発生初期は沿岸部のアイコンが少なく、広域で通信途絶環境が発生しているのがわかる。

時間が経過すると共に復旧が進み、この地域であればこのキャリアで通信が可能ということが一目で俯瞰可能になった。

本シナリオでは、各移動通信事業者毎にアイコンを用意し、点型データと円型データの組み合わせで通信復旧状況を表現することができた。また、各移動通信事業者など、災害時において提供される情報が常に最新であるのに対し、本システムでは時系列に遡って閲覧することが可能である。従って、災害時の状況をリアルに再現することが可能であり、自治体側では災害対策の意思決定を支援し、住民側ではこの規模の災害ではこれだけ復旧に時間がかかることを示唆することが可能になった。



図 11 各移動通信業者における復旧状況の時系列表示
Figure 11 A temporal presentation of cell-phone reception.

7. まとめと今後の展望

本論では広域な大規模災害発生時において、各地域で発生した被害状況を時系列に記録し表示可能な分散型災害情報共有システムについて提案した。各基礎自治体では管轄内の災害情報のみを登録することで、自動的に広域自治体へ災害情報が集約され、被害の全体像を明瞭に示し復興対策を支援することが可能である。

今後は実際の災害時を想定し、広域自治体に設置される災害情報サーバーとの通信が行えない状況においても災害情報を集約可能にするシステムについて検討を行っていく。

参考文献

- 1) 北海道総務部危機対策局「北海道防災情報」
<http://www.bousai-hokkaido.jp/BousaiPublic/html/dou/top.html>
- 2) 岩手県釜石市総務企画部消防防災課「岩手県釜石市土砂災害情報提供システム」
<http://pc1.kamaishidosyasainet01-unet.ocn.ne.jp/kdis/keimou/index.html>
- 3) 越後博之, 柴田義孝他: 広域災害情報共有システムのためのロバストな通信基盤の提案と構築, 情報処理学会第 68 回全国大会, 6U-3 pp.513-514 (2006-3).
- 4) ネットワーク応用技術研究所「九州広域防災ポータルサイト」
<http://www.kiai.gr.jp/~disaster/kyushu/>
- 5) 渡部和雄, 大石貴弘他: 被災者・行政支援情報システムの研究開発, 日本災害情報学会第 2 回研究発表大会予稿集, pp.163-172 (2000.11).
- 6) 国土地理院「電子国土ポータル」<http://portal.cyberjapan.jp/>
- 7) 西尾義則, 柴田義孝: 時空間データを考慮した大規模分散型災害情報提供システム, 情報処理学会第 70 回全国大会, 3ZJ-3 (2008.03).

比較項目 \ 比較対象		広域防災ポータルサイト	Advanced 4SGS	本システム			
災害情報	管理者	対策する災害の追加	○	○	○		
		災害対策の終了	○	×	○		
		ユーザー管理	○	×	△		
		カテゴリ追加	×	×	○		
	利用者	PC	複数ブラウザ対応	○	×	○	
			災害情報の登録	点型	○	○	○
				図形	○	×	○
			災害情報の閲覧	○	○	○	
		災害情報の更新	○	○	○		
		時系列表示	同一時間帯表示	○	○	○	
			同一地点時系列表示	△	○	○	
		Web-GIS との同時表示	×	×	○		
動画対応	○	×	○				
Mobile	GPS を用いた登録	docomo	○	×	○		
		au	×	○	○		
		SoftBank	×	×	○		
GPS を用いた閲覧	×	△	×				

表 2 既存システムとの機能比較

Table 2 The functional comparison with existing disaster information systems.