

## 超高精細表示環境を利用した災害状況の提示・共有手法

櫻庭彬<sup>1,2,a)</sup> 石田智行<sup>3,b)</sup> 江原康生<sup>4,c)</sup> 柴田義孝<sup>1,d)</sup>

大規模災害の発生状況下では、災害対策拠点には多数の災害状況報告が寄せられる。これらの災害対策拠点では、災害状況報告と地理情報との紐付け作業を行うが、一般的な災害対策現場では紙ベースでの災害情報管理が行われており、状況の迅速な変化への対応が困難である。また、災害対策のためのGISも多数提案されてきたが、それらの多くでは解像度に制限があり、情報の一覧性に課題が残る。本稿では、災害対策本部で使用されることを目的とした、超高精細表示環境を使用した災害情報の提示および共有を行う手法について述べる。本提案手法では、複数の災害対策拠点をサイト間ネットワークで結び、その上で共有される作業空間を各拠点に設置された超高精細表示環境上に表示する。共有される表示空間には、電子地図の上に各拠点や災害現場から直接送信される災害の画像や線、図形などが重畳表示される。各拠点では、ユーザは共有作業空間を見ながら地図上に災害状況をマッピングすることで、災害状況と地理情報のリンクを行う。本提案システムでは、ユーザの役割を3種類に大別し、それぞれの役割に応じたシステムへのインタラクションの方法を提供する。実証実験のためのプロトタイプシステムの構築では、超高精細表示環境にはタイルドディスプレイ(TDW)システムを利用し、タブレットデバイスによる直感的入力の提供を試みる。

### 1.はじめに

大規模災害が発生した状況下において、都道府県や市町村が設置する災害対策本部には、現場や警察、消防、自衛隊などの関係機関を情報源として、人的被害情報、ライフラインの被害状況、避難所への収容人数、復旧の状況あるいは救援物資の到着状況など、さまざまな種類の情報が大量に報告される。これらの情報を災害対策本部において的確に把握することは、災害対応への迅速な対応を行う上で重要な要素である。特に発災直後の最初期の段階で必要とされる災害情報は災害により発生した被害に関するものである<sup>1)</sup>。災害対応の現場において、災害現場から報告される大量の情報を整理し、現場の状況を早期に把握することは必要不可欠であるといえる。

状況観測に役立つ航空画像は、大規模災害後の国レベルでの公開や観測機器の向上により市町村レベルでも取得が容易になってきている。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震において、国土地理院は発災から3日程度で被災地の空中写真を公開<sup>2)</sup>しており、こういった情報の活用は広範囲な被害状況の把握に役立つものと考えられる。

その一方、多くの現在の災害対策現場では、災害対策地図と呼ばれる紙媒体をベースとした災害状況の管理を行っている。紙媒体での管理は、時々刻々変化する災害状況への素早い対応は難しい上、最新の情報をリアルタイムで呈示し、地図上に表示させることは困難と考えられる。そのような背景から、これまでも多数の地理情報システム

(GIS)をベースとした、災害情報を一般住民などに対して提供したり、災害情報共有のためのシステムとして考案されてきた。

しかし、一般的に普及しているPC向け表示装置では、表示解像度の制限により、超高解像度の動画や静止画は縮小表示されるか、等倍表示ではその一部のみが表示される一覧性の問題が発生する。この問題はGISにおいても同様であり、広範囲の状況の提示と局所的な状況との提示とがトレードオフの関係になる。さらに、現時点で大型ディスプレイを利用した災害対策は、現場レベルではほとんど利用されていないのが現状である。

加えて、災害対策本部のような複数の作業者が災害の発生状況を確認しながら意思決定を行う場面では、通常のディスプレイでは複数人での閲覧性を欠く。また通常の入力インタフェースやアプリケーションは、単一ユーザからの入力を前提としており、複数人で単一の地図に対して操作を行うことは困難であると考えられる。

本稿では、災害対策本部での情報集約の支援を目的とした災害情報の提示・共有手法を提案する。本手法において、災害状況を大型かつ超高精細表示が可能な表示装置上に提示し、現在の災害状況を意思決定者に迅速に掌握させることにより、意思決定の迅速化を通じて災害対応の支援を試みる。大型ディスプレイ上に電子地図を表示し、その上に災害状況の画像や図形をオーバーレイ表示させ、被害状況を一覧させることを可能とする。大型ディスプレイ上の災害情報は、他の災害対策拠点と拠点間ネットワークを通じて共有することにより、地理的広範囲が被害を受ける大規模災害においても、効率的な情報の蓄積、提示を可能にし、救援資源の配分などに至る意思決定を支援する。

大型かつ超高精細表示が可能な表示装置は、地理的に広大な範囲の災害情報を、地図の詳細や災害の発生状況の詳細を損ねることなく表示することを可能とする。本手法では、タイルドディスプレイ(TDW)システムを表示装置として利用することで、想定する災害や管轄地域の面積などに応じて柔軟な運用を可能にする。

大型ディスプレイを扱う上で、地図とオーバーレイ表示された災害情報へのインタラクションが課題となる。本稿で

1 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究所  
Grad. Sch. of Software & Info. Sci., Iwate Prefectural Univ,  
Takizawa-vil, Iwate, 020-0193 Japan  
2 岩手県立大学いわてものづくりソフトウェア融合テクノロジーセンター  
Iwate Monozukuri & Software Integration Tech. Center, Iwate  
Prefectural Univ, Takizawa-vil, Iwate, 020-0193 Japan  
3 茨城大学工学部  
Dept. of Comp. & Info. Sci., Ibaraki Univ., Hitachi-city, Ibaraki-pref.,  
316-8511, Japan  
4 大阪大学サイバーメディアセンター  
Cyber Media Center, Osaka Univ. Ibaraki-city, Osaka, 567-0047, Japan  
5 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学部  
Fac. of Software & Info. Sci., Iwate Prefectural Univ, Takizawa-vil,  
Iwate, 020-0193 Japan  
a) g236k001@s.iwate-pu.ac.jp  
b) ishida@mx.ibaraki.ac.jp  
c) eba@cmc.osaka-u.ac.jp  
d) shibata@iwate-pu.ac.jp

は、提案システムのユーザを3種類に分類し、それぞれの役割において適したシステムへのインタラクションの方法を検討した。災害情報と災害の状況を紐付けする役割のユーザには、直感的に地図や地図上のコンテンツを操作するために、タブレットデバイスを用いる。警察、消防、自衛隊などの関係機関から寄せられる情報を文字ベースで扱うユーザには、通常のマウスやキーボードによる入力方法を提供する。加えて、災害現場に派遣した職員から直接情報収集を可能にする機能には、スマートフォンを利用した。

これらの提案手法を検証するため、プロトタイプシステムである LIVEWall (*Large-disaster Interactive Visualization Environment on Tiled-display Wall*)の構成を検討した。本稿ではプロトタイプシステムの構成についても述べる。

また、電子地図を TDW 上に表示するために電子地図サービスとの間で通信するデータ量の取得について、さまざまな表示条件を設定して評価を行った。この結果、プロトタイプ超高精細表示環境に対して等倍で出力したケースであっても、災害発生直後の限定的なネットワーク帯域で実現が可能なことが示唆された。

## 2. 関連研究

前述の通り、GIS をベースとした災害情報の共有や提示手法はこれまでも多数提案されてきた。携帯電話に搭載された GPS 受信機を利用し、ただちに被害の状況を現地から即時に通報することが可能なシステムデザインは多い。特に WebGIS ベースの災害情報共有手法<sup>3,4)</sup>は、被害と被害の発生場所の提示をわかりやすく、かつ様々なデバイスに対応可能であることで、実用例は多い。しかし、複数人が一つの地図や地図上の情報に対してインタラクションを行うことは、アプリケーションの性質上困難と考えられる。

近年では通常のディスプレイではなく、タンジブル UI (TUI)を利用した災害対策手法も提案され、パッケージソフトウェアとして提供されるケースもある<sup>5)</sup>。テーブルトップ TUI は、紙の地図上にプロジェクタを利用することで紙の地図上に付加情報を表示することができ、複数人での状況閲覧に向けたデザインとなっているほか、専用のデバイスで手書き入力を可能とする。しかし TUI の実現において用いられているデスクトップ用プロジェクタは解像度が低く、一般的な PC をベースとした GIS と同様、一度に提示できる情報量には制限があるものと思われる。また、GIS で管理している情報を印刷によって出力している例<sup>6)</sup>も見られ、情報の閲覧性が課題となっている。

その一方で、クラスタリング技術の向上により、複数のホストとディスプレイレイを組み合わせることで、超高解像度大画面を実現することが可能な TDW 技術<sup>7-9)</sup>が発展してきた。TDW はこれまでの大型ディスプレイと比較して、安価で構成に柔軟性に特徴を持つ。

しかし、超高解像度ディスプレイや大型ディスプレイへ

のインタラクションは、長年の課題となっていた<sup>10,11)</sup>。一般的なディスプレイとは異なり、ユーザはディスプレイに近接しているとは限らず、マウスやキーボードは必ずしも適切なデバイスではなかった。このため、様々な手法が考案されてきた。我々はこれまでも、TDW 上に表示されたデスクトップ環境を対象とした無線入力方式について実装検討を行ってきた<sup>11)</sup>。しかし、複数人による同時入力は課題として残っていたほか、ゲームコントローラの内蔵センサとジョイスティックを組み合わせた手法についても実装、検証を行ったが、マウスによる入力手法と比較して、正確性を欠く結果となった<sup>12)</sup>。

## 3. 提案手法のコンセプト

### 3.1 LIVEWall の概要

本提案システムの概要を図1に示す。本システムは、複数の災害対策本部を拠点間ネットワークで結び、各拠点で収集・蓄積された情報を他拠点との間で相互に共有するための GIS をベースとしたシステムである。

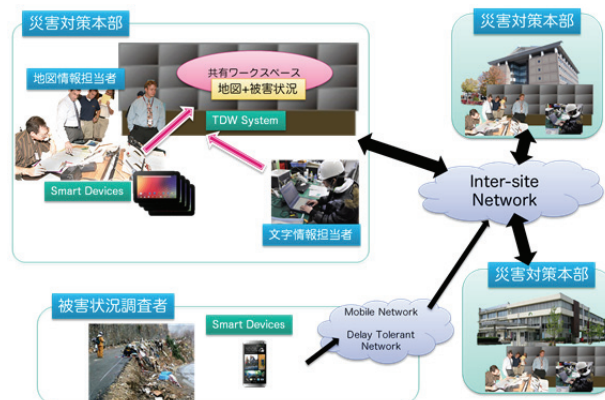


図1. 提案システムの概要

各拠点では超高精細表示が可能な大型ディスプレイを設置し、複数人の災害対策担当者がその画面を見ながら情報共有および意思決定作業を行う。大型ディスプレイ上には「共有ワークスペース」と呼ばれる災害情報提示領域が表示されており、電子地図上には被害状況を表す画像や、被害の範囲などを示す図形が地図上にオーバーレイ表示される。

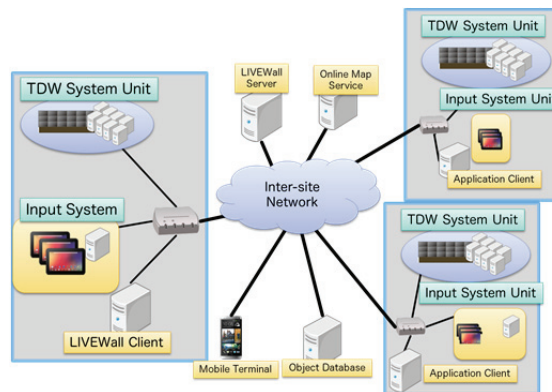


図2. 提案システムの構成

LIVEWallは図2のようにクライアントサーバアーキテク

チャを基本としている。各拠点のクライアントとサーバを結ぶサイト間ネットワークは、コンテンツや被害情報をやりとりするほか、外部からの情報収集や電子地図データを取得するためインターネットへも接続される。クライアントは各拠点において、拠点内でのインタラクションのとりまとめとディスプレイ上への共有ワークスペース表示のほか、サーバとの通信機能を提供する。一方で、各サイトに表示される共有ワークスペースの管理やその上のコンテンツの管理はサーバサイドで行われ、サーバは拠点間ネットワークに接続することが可能な、災害にも安全な拠点で稼働する。これにより、複数の都道府県レベルにまたがる大規模災害が発生した状況においても、統一的な被害情報を管理することが可能となる。

また本システムでは、各拠点において共有ワークスペースへの複数人による同時操作を可能とする。一つの超高精細ディスプレイに表示された被害状況を、複数人が担当するエリアや災害を分担しながら追加や修正を行うことが可能となり、作業の効率化が期待される。その他のユーザの役割は、3.2節で詳しく述べる。

### 3.2 想定するユーザ

提案システムのユーザは、大規模災害の発生後に災害対策本部で被害状況の掌握を行う情報集約担当の職員を想定している。

本システムにおけるユーザは、ユーザが扱う情報に着目して、次の3者に分けている。

- **地図情報担当者**  
電子地図上に画像の配置や図形の描画により被害情報のマッピングを行い、その災害対策本部が管轄する地域の災害表示を更新する役割をもつ。また、文字情報担当者が入力した文字情報と被害状況の画像や図形との紐付けを行う。
- **文字情報担当者**  
警察、消防や自衛隊などの外部の組織から災害対策本部に対して提供される情報のうち、画像などによらない状況を文字ベースの情報にして、システムへの入力を行う。
- **被害状況調査者**  
災害対策本部から、被害が発生した現場に派遣され、現地から災害の情報を災害対策本部に直接送信する役割をもつ。

これらの複数の役割のユーザが、同時並行的にシステムへ操作を行い、災害対応を行う。

### 3.3 利用シナリオ

本システムは、平常時にも道路交通監視や区域内でのイベントの状況監視などの日常的な業務でも使用できるが、災害が発生した場合には、速やかに災害対策活動へ移行できるようなデザインとした。日常的に使用されるシステム

でなければ、非常時に利活用することは困難である。

災害発生直後には、災害対策本部の情報収集活動が行われる。本システムが直接担当する情報収集には、災害現場からの画像提供が該当し、被害状況調査者が現場から3G/3.5G/3.9G携帯電話ネットワークや、応急無線ネットワークなどを通じて直接送信する。また、被害情報調査者以外が撮影した電子画像を各拠点で使用できる状態にする。たとえば、被害状況調査者は、幹線道路の閉塞を発見したとき、所持しているスマートフォンでその画像を撮影し、災害対策本部へ送信する。

次に被害情報の集約が行われる。集約プロセスにおいて、本システムは被害状況と地理的情報との紐付けを行う。従前の例では、地図情報担当者は、被害状況調査者から送信された画像を、地図上にマッピングし、被害の場所、状況を呈示できるように紐付け処理を行う。また、他の組織からの当該の被害に関する通報があれば、文字情報担当者がこれをシステムに入力し、被害情報の註釈にすることを可能とする。

その後、災害対策本部は共有ワークスペースを表示した大型ディスプレイを通じて状況を掌握し、状況に応じた対処活動を行う。従前の例においては、幹線道路の閉塞を早期に知ることができ、他に優先して道路修復のための係員を派遣することができる。

### 3.4 共有ワークスペース

前述の通り、LIVEWallは大型超高精細ディスプレイに表示された共有ワークスペースを通じて災害情報の提示を行う。共有ワークスペースは、各拠点からインタラクションを行うことができる地図領域である。

LIVEWallでは単一災害に対し、複数の共有ワークスペースを管理し、重ね合わせ表示を行うことができる。この機能を利用することで、発生した被害のカテゴリごとに整理して表示やインタラクションが可能となるほか、火山の噴火に対処している災害対策拠点で、火砕流などの近い将来発生する可能性の高い被害を別の画面に切り換えることなくシームレスに扱うことができる。

#### 3.4.1 コンテンツの管理

共有ワークスペース上の被害状況画像は、「オブジェクト」としてシステムにおいて管理される。オブジェクトは画像データの他に、表1のようなメタデータを含む。コンテンツは各拠点ローカルで保存されるだけでなく、サーバ側でも共有ワークスペース上のコンテンツ配置状況とともに管理される。

表 1. オブジェクトがもつ主なメタデータ

要素	概要
GUID	オブジェクトを示すユニークな ID
対応災害名	対応する災害の名前
対応災害 ID	災害を表すユニークな ID
作成者	元になったコンテンツを作成した者
ファイル名	元となったコンテンツのファイル名
データ作成日時	元となったコンテンツが作成された日時
データ追加日時	LIVEWall にデータが追加された日時
配置 WS 名	配置された共有ワークスペースの名前
配置 WS ID	配置された共有ワークスペースの ID
参加グループ	グループに含まれていれば、その ID

### 3.4.2 地図へのコンテンツの配置

多くの GIS ベースのシステムとは異なり、図 3 のように被害情報の画像は直接地図上にマッピングされる。



図3. 地図上への災害情報マッピング

地図上に大きなサイズで画像を表示する場合、地理的に近接した地点との紐付けを多く行くと画像同士が重なり合うことが多くなるだけでなく、同じ被害状況を表すオブジェクトをまとめて管理することで状況のよりの確な判断が可能と考えられる。たとえば、崖崩れの発生などでは、複数の地点から崖崩れの現場を撮影して、地図上にマッピングすることが考えられる。そのため、画面表示の処理において、近接したオブジェクトのグルーピングを行う。

オブジェクトのグルーピングは、オブジェクトを追加するときに最寄りのオブジェクトとの地理的距離が、閾値を下回る距離であれば、グループに含むかを地図情報担当者に該当するユーザに判断させ、ユーザの判断によりグルーピング処理を行う。図 4 では、例として近接したオブジェクトが 4 つ含まれるグループを地図上にマッピングして、円形の表示で提示した例を示す。他のオブジェクトと同じような方法により、グループ表示されているを選択するとグループ内のコンテンツは整理された形で展開表示され、情報の一覧性が保たれる。

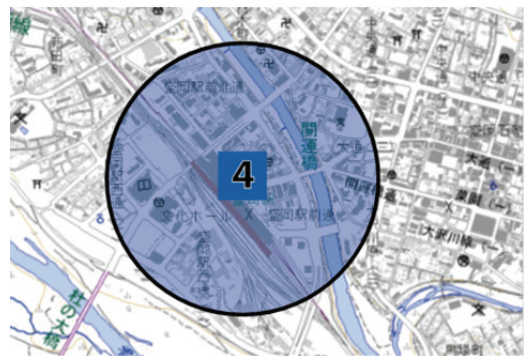


図4. 近接したオブジェクトのグルーピング表示

### 3.4.3 ワークスペースの表示

本システムでは、ワークスペースを TDW に出力するには、次のような処理を経る。

最初に電子地図サービスから地図を取得する。地図の取得には、GTK+<sup>14)</sup>あるいは Qt<sup>15)</sup>のような既存フレームワークの Web ブラウザコンポーネントをレンダラとして利用する。このとき、地図の表示解像度は、TDW の表示解像度と等倍に設定して地図データの取得を行う。

次に、地図上に表示される被害情報などのオーバーレイ表示のための処理を行う。最初に、データベースから当該表示領域のオブジェクト群を JavaScript Object Notation (JSON)形式に変換する。次に、当該の JSON フォーマットを、最初のプロセスで生成した電子地図上にオーバーレイ表示させる。

最後に、地図とオーバーレイ表示されたコンテンツ群ピクセルデータを取得し、TDW 環境に出力する。この処理は TDW 環境上に、これまでの処理をアプリケーションとして実装される。このプロセスでは、ブラウザコンポーネントの内部をビットマップ画像として取得し、その結果を TDW 環境への表示のためのピクセルバッファに書き込む。その結果、TDW にはピクセル等倍の地図とコンテンツ群が表示される。

これらの処理が共有ワークスペースへのインタラクションが行われる度に実行され、最新の状況が TDW 上に表示される。

### 3.5 ユーザ・システム間のインタラクション

システムへのインタラクションにおいて、LIVEWall は、異なる役割のユーザがシステムを利用する用途に応じて別々な方法を提供する。図 5 にその系統を示す。

地図情報担当者は、共有ワークスペースへのインタラクションを行う。前提としてディスプレイ前で地図を見ながら状況をマッピングするユーザは複数人存在することが考えられ、またユーザはディスプレイの前を自由に動き回ることが考えられる。加えて、各ユーザが同一のワークスペース上にマッピングされている別々のオブジェクトに対して同時にインタラクションを行う可能性がある。

本手法においては、ユーザが手に保持したタブレットデ

バイスに、図5のように共有ワークスペースの縮小した捜査用の領域（ポータルエリア）を表示し、ユーザはポータルエリア上のオブジェクトへのタップ、ピンチイン・アウト操作により共有ワークスペースへの操作を行う。同拠点の別のユーザや他拠点のユーザのインタラクションにより共有ワークスペースが変化した場合にも、ポータルエリアはその変更を反映して更新される、ユーザのタブレットデバイスのユーザのタブレットデバイスは無線通信機能を利用して、各拠点の LIVEWall クライアントホストと通信することで、前述機能を提供する。タブレットに行われた入力は、TDW スケールに計算され、同じ拠点のクライアントに通知される。クライアントでは、TDW スケールに変換された入力情報をもとに、地図上のオブジェクトを変化させ、また、サーバを通じて他の拠点と通信する。

一方、文字情報担当者は、外部機関から寄せられた被害状況を文字ベースで記録する。被害の発生場所に関しては、情報源となる組織によって使用される基準が異なることがある<sup>16)</sup>。そこで、単一の組織が運用する一般的な GIS と異なり、被害の発生場所は関係機関から聴取したまま入力ができるようにした。本システムでは、被害の発生場所をユーザサイドで割り出し次第、文字情報担当者または地図情報担当者どちらかが被害の状況を地図上にマッピングする。

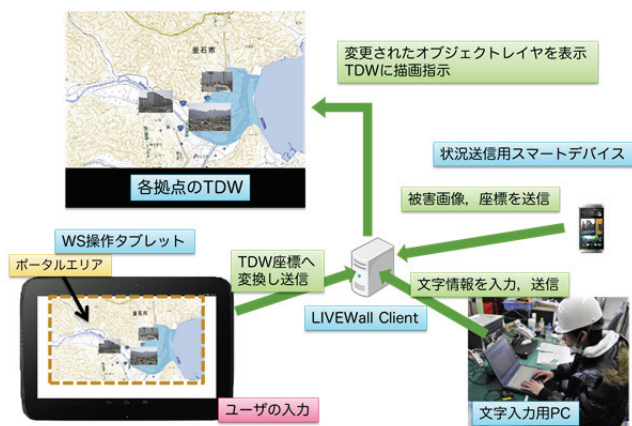


図5. 各ユーザとシステムのインタラクション

システム上では緯度経度座標で管理される。

被害状況調査者は、災害現場から一方的に被害情報を災害対策本部に対して送信する。地図とのインタラクションは必要ないものの、ユーザの情報リテラシーのレベルを問わない入力手法の提供が必要となる。そのため、ユーザインタフェースは、数回タップするだけで画像の送信を完了できるものである必要が考えられる。災害現場からは被害現場の画像と撮影場所の GPS 座標のみが送信される。

#### 4. プロトタイプシステム

本手法の有効性検証のために、LIVEWall プロトタイプシステムを構築している。



図6. TDW 上に表示された電子地図

TDW が設置された複数の災害対策拠点を模擬するため、表2のような構成、表示解像度を出力可能な TDW 環境を実装した。

表2. プロトタイプ TDW の構成

	4x4 16面 TDW	3x9 27面 TDW
ディスプレイ構成	21" LCDx16	46" LCDx27
表示解像度[px]	6,400x4,800	12,294x2,304
物理サイズ[m]	2.1 x 1.8	9.3x 2.2
TDW ミドルウェア	SAGE3.1	SAGE3.1
プラットフォーム	Ubuntu Linux 12.04	Ubuntu Linux 11.10 openSUSE 12.3

TDW ミドルウェアはいずれの環境においても、Scalable Adaptive Graphics Environment (SAGE) 3.1<sup>17)</sup> を使用し、対応する SAGE アプリケーションを実装している。クライアントとサーバの実装には、C++を使用し、フレームワークには Qt 5.0 を使用した。電子地図の表示には JavaScript を利用し、Web ページのレンダリング機能は QtWebKit<sup>18)</sup> が提供した。また、SAGE アプリケーション実装のため SAGE Application Interface Library (SAIL) を使用している。

地図情報担当者が操作するタブレットデバイスは、ASUS Nexus 7 を想定している。電子地図フォーマットは国土地理院が提供する電子国土 Web システム Version 4 を使用した。

#### 5. 地図プラットフォームの評価

超高精細表示環境にピクセル等倍で表示可能な大きさの地図データはデータ量が莫大なものとなる。その一方で、本システムの稼働が想定される発災直後に利用可能なネットワークは、アップリンク、ダウンリンクともに数 Mbps 程度の IP 衛星程度であることが推測される。また、802.11 無線 LAN を応用した応急ネットワーク<sup>19)</sup>の帯域も、ほぼ同程度であり、平時のようなブロードバンド接続は難しい。そこで、本システムでの利用ケースを模擬したシナリオにおいて TDW の表示領域相当の地図領域をインターネットを通じて取得し、取得にかかったデータ量測定実験を実施、本システムの実現性が妥当かについて調査実験を行った。

### 5.1 実験シナリオ

この実験では、本システムがさまざまな利用ケースで使用されることを想定して、異なる特徴をもつ表示エリアの電子地図データを取得し、特徴に応じたデータ量の傾向についても検討を行うことを目的としている。

表 3. 実験シナリオとパラメータ

出力エリア	中心座標	ズームレベル
日本全土	36.421, 138.340	8
岩手県全域	39.725, 141.465	11, 12
大槌	39.338, 141.910	13, 14, 15, 16, 17
陸前高田	38.970, 141.630	13, 14, 15, 16, 17
北の丸(東京都)	35.694, 139.750	13, 14, 15, 16, 17
柱島(山口県)	34.016, 132.416	13, 14, 15, 16, 17



a) 大槌(16)



b) 北の丸(14)

図 7. シナリオで表示される地図の一例

準備したシナリオを表 3 に示す。表示エリアと、それに対応する中心座標、県レベルでの大規模災害を想定した「岩手県全域」を設定した。また、市町村レベルでの災害掌握を想定して、沿岸部「大槌」「陸前高田」の 2 エリア、大都市を想定した「北の丸」、島嶼部を想定した「柱島」の合計 4 エリアについて、それぞれ比較を行う。各表示エリアでは、異なる地図のズームレベルを設定することにより、ズームレベルによるデータ量の傾向を取得することを試みた。

各シナリオは、地図表示に必要な JavaScript コードに初期の緯度経度座標とズームレベルを設定して、地図の読み込み処理を行わせることによって実行される。

それぞれのシナリオは、表の中心座標とズームレベルをそれぞれ設定したものを一つの条件とした。一つの条件で 3 回出力を行い、その平均を各シナリオで通信したデータ量とした。電子国土 Web システムでは、表示するための環境によるが、ズームレベル 12 では 20 万分 1 地勢図相当、ズームレベル 15 では 2 万 5 千分 1 地形図相当の画像を得るこ

とができる。

表示地図の出力解像度は 8,196 x 2,304px で、プロトタイプシステム「3x9 27 面 TDW」の 6x3 面に表示を行うことができるものである。表示に使用した地図プラットフォームは電子国土 Web システム Version 4 OpenLayers 版であった。

通信量測定には Wireshark1.8.5 を使用し、電子国土 Web システムとの通信における全パケットの送受信の合計を「電子地図取得にかかったデータ量」と定義する。

### 5.2 実験結果

各シナリオにおける通信量は、図 8 のグラフに示す通りであった。グラフの横軸は表示エリア（カッコ内はズームレベル）、縦軸が受信データ量を示す。

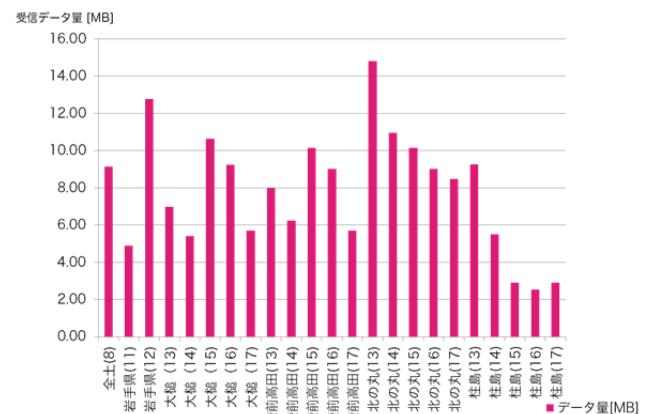


図 8. 地図取得完了までに要した通信データ量

シナリオ全体を通して、表示対象領域に表示された地図の平均データ量は 7.84MB となった。最もデータ量が大きかったシナリオは、表示エリア「北の丸」のケースで、14.81MB を記録した。どの表示エリアにおいても、全般を通じて、ズームレベルが上がるにつれて通信したデータ量は減少する傾向があることが判明した。特にズームレベル 13 のシナリオにおいては、海岸部、都市部、島嶼部のいずれにおいても最もデータ量が多い結果を得た。

また、表示されるエリアによってもデータ量は大きく異なる傾向となった。想定したシナリオにおいては、都市部のほうがデータ量は多く、外水面の多い島嶼部では通信するデータ量は少なくなることがわかった。例えば、「北の丸」ズームレベル 16 では、地図の取得完了までに 9.01MB 通信したのに対して、「柱島」ズームレベル 16 では 2.53MB と、同縮尺のケースでも 3.6 倍の開きが観測された。これは外水面を表示する水色の領域が多いことにより、画像データの圧縮に有利になっているものと考えられる。

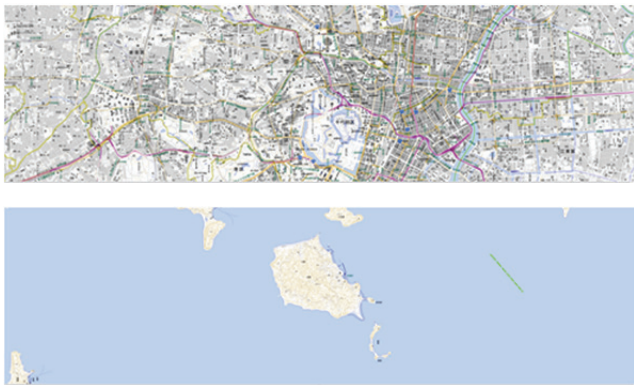


図9. 北の丸(16)(上)と柱島(16)(下)の比較

### 5.3 考察

以上の結果から、TDWの構成には大きく依存するものの、解像度の割には高精細地図画像取得に要するデータ量は数メガバイトオーダーに留まることがわかった。このことはネットワークの実効速度に大きく依存するものの、災害直後の限定された帯域のネットワークでの利用という場面においても、実現することが期待可能な結果であることが示唆された。通常時から地図を表示していれば、キャッシュされている地図により、発災直後に地図を取得するためのサーバとの通信の量を極力減らせるほか、地図のパン操作で新たな領域を表す地図画像を必要とする場合でも、差分のみを新たに取得を要求するだけで十分となる。このように、運用の工夫により、データ通信量を削減できる可能性がある。

## 6. おわりに

本稿では、災害発生直後の被害情報の集約が行われる段階で、複数の災害対策本部との連携を考慮したGISベースの災害情報提示システムのデザインを提案した。本手法では、大型で高精細なディスプレイを災害対策拠点に設置し、そこに他拠点と統一的に情報を共有できる電子地図ベースの情報共有システムを表示する。システムへのインタラクションは、ユーザに役割ごとに異なった方法を用い、特に地図情報を見ながらシステムを操作するユーザには、直感的なUIを提供して、大型ディスプレイ上のコンテンツへの有効なインタラクションを確保することとした。

今後の展開として、プロトタイプの実装および、リッチなネットワーク環境での実証実験として、情報通信研究機構(NICT)の次世代テストベッドネットワークであるJapan Gigabit Network-X(JGN-X)を利用した、実際の利用を模した多地点間での通信実験を通し、本提案アプローチにおける性能評価を行うとともに、既存手法との機能評価を実施する。また、ユーザビリティの評価として本システムを実際の防災担当者に試用させ、利用の状況を分析する。さらに、現在研究が進められている状況把握の方法を組み合わせることにより、さらなる災害状況表示ツールとしての発

展を視野に入れた改良を視野に入れている。

## 参考文献

- 1) 渡部和雄, 大石貴弘, 橋本民雄, 大石新市, 渡辺伸一郎, 三本松広樹: “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).
  - 2) 平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供 | 国土地理院 [http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23\\_tohoku.html](http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku.html)
  - 3) 佐々木 豊, 柴田 義孝: “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”, 第19回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp.272-278 (2011).
  - 4) 静岡県防災GIS情報閲覧ページ: <http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/gis/maps.html>
  - 5) 小林和恵, 近江貴晴, 香月亜希: “NTTコムウェアの次世代防災ソリューションータンジブルUIを用いた災害情報管理と図上演習”, NTT技術ジャーナル No.20, Vol.9, pp.44-48(2008).
  - 6) 田口仁, 白田裕一郎, 長坂俊成, 李泰榮, 須永洋平, 坪川博彰, 岡田真也: “被災地災害対応における相互運用型WebGISの有効性”, 日本災害情報学会第13回研究発表大会, pp.335-340 (2011).
  - 7) K. Doerr, F. Kuester: “CGLX: A Scalable, High-Performance Visualization Framework for Networked Display Environments”, IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, Vol.17, Issue 3, pp.320-332 (2010).
  - 8) J. Leigh, L. Renambot, A. Johnson, R. Jagodic, H. Hyuejung, E. Hofer, D. Lee: “Scalable Adaptive Graphics middleware for visualization streaming and collaboration in ultra resolution display environments”, Proc. of Workshop on Ultrascale Visualization 2008, pp.47-54 (2008).
  - 9) G.P. Johnson, G.D. Abram, B. Westing, P. Navr’til, K. Gaither: “DisplayCluster: An Interactive Visualization Environment for Tiled Displays”, Proc. of 2012 IEEE Int’l Conf. on Cluster Computing, pp.239-247 (2012).
  - 10) 中村卓, 高橋伸, 田中二郎: “ハンドジェスチャを用いた公共大画面向けインタフェース”, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol.2006, No.6-2, pp.833-836 (2006).
  - 11) 新谷晃市, 間下以大, 清川清, 竹村治雄: “大画面ポインティングシステムのための回帰モデルによる単眼画像からの指差し位置の推定”, 情報処理学会研究報告[コンピュータビジョンとイメージメディア] 2009-CVIM-167(33), pp.1-8(2008).
  - 12) 櫻庭彬, 柴田義孝: “タイルドディスプレイ環境向けポインティング入力インタフェースシステムの評価”, 日本バーチャリアリティ学会大会論文集, Vol.15, pp.190-191 (2010).
  - 13) A. Sakuraba, T. Ishida and Y. Shibata: “An Input Method for High-resolution Large 2D Desktop Environment Using Wireless Device”, Proc. of 2012 Int’l Conf. on Advanced Information Networking and Applications Workshops, pp.1-6 (2012).
  - 14) <http://www.gtk.org/>
  - 15) <http://qt.digia.com/>
  - 16) “巨大地震災害への対応検討特別委員会報告書”, 土木学会 (2006).
  - 17) <http://www.sagecommons.org/>
  - 18) <http://qt-project.org/wiki/QtWebKit>
  - 19) 旭澤大輔, 柴田義孝: “災害時に有効な無線通信のための自動指向性アンテナ制御システムの構築”, 情報処理学会研究報告. CSEC, [コンピュータセキュリティ] 2010-CSEC-48(42), pp. 1-7 (2010).
- URLは2013-08-29アクセス。