

2) WIDISの効果的な運用方法・技術基盤の検討および操作・運用マニュアルの作成

a) 長距離無線LANシステムの構築・実証実験

昨年度来、本研究プロジェクトにより開発を行った WIDIS システムの稼働に関する実証試験を山古志村等において実施した。これらの実験を通し、災害発生後できる限り早い段階で比較的高速な IP 通信の復活を可能とするインフラストラクチャ構築の必要性が強く感じられた。そこで、最近急速に普及している家庭用無線 LAN 装置を用いた IP パケット中継のための実証実験を行った。

i) 装置類

災害発生直後の現場およびその周辺の状況を考慮し、まず ADSL 回線等の比較的高速な通信回線が確保可能な地点を設定し、そこを出発点に IP パケットを数キロメートル離れた場所まで中継する目的で装置類を選定した。中継装置類の概要は図 11 に示した通りであり、装置類は全て株式会社バッファロー社製の家庭用無線 LAN 装置（高出力タイプ）を用いて構成している。

災害対応のための測量用ポールを用いた無線LAN中継実験

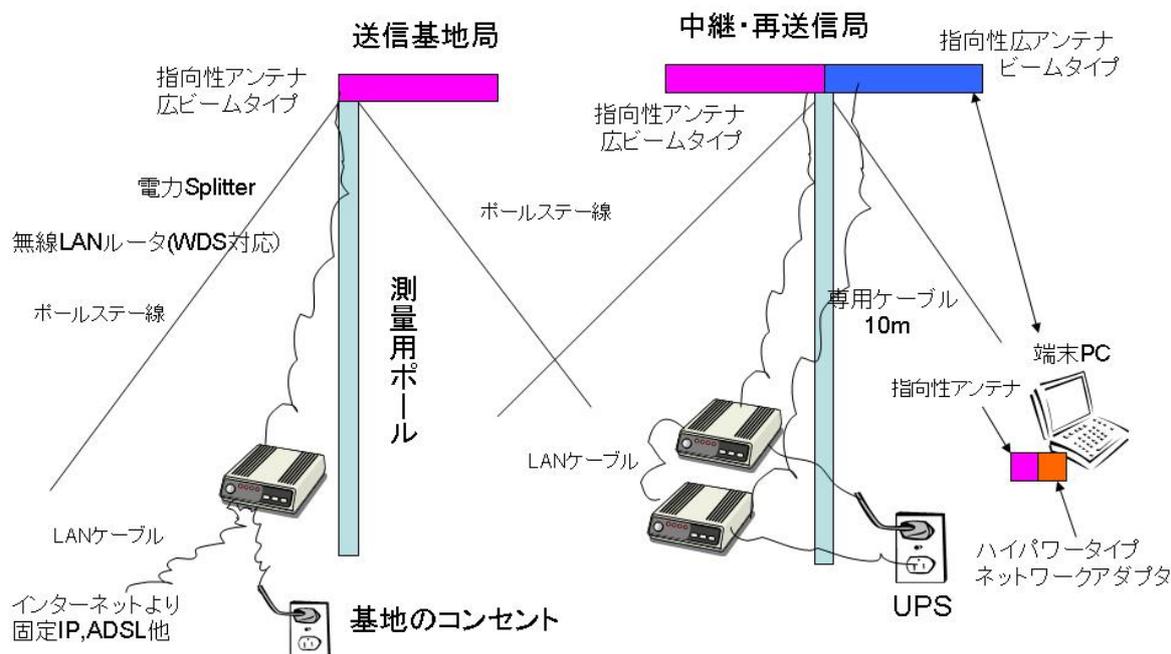


図 11 LAN 中継試験の概念図

実験では星稜女子短期大学内のネットワーク（210.166.4.80/28）の一つのグローバル固定 IP アドレスを最初の無線 LAN ルータ装置に割り当て、その装置の LAN 側に 192.168.12.0/24 のプライベートアドレス空間を作り、そのアドレス空間を末端まで中継

することにより行った。

IP パケットをできる限り遠距離まで中継するためには、可能な限りアンテナを高い位置に設置する必要があることは言うまでもない。災害発生直後の現場周辺の状況を考慮し、この実験では写真 5 に示したようなグラスファイバー製の測量用ポール（元々は光波測距儀のプリズムを設置するためのもの）を枝線で固定することで、7 m～10 m の高さを確保した。また、現場での使用を考慮し、中継局側においてはパソコン等の電源として用いられている汎用無停電電源装置（1 k w）を用いて実施した。中継に用いたアンテナ類は電波法が許容する範囲内の指向性（広ビームタイプ）および無指向性のものを用いて行った。

ii) 実験 1 指向性アンテナ（星稜女子短大） → 指向性アンテナ（金沢星稜大学）

無線 LAN ルータ装置 1 台を用い、送信側のルータに指向性アンテナを付け、受信側のパソコンの無線 LAN カードにも指向性アンテナを接続する形態で中継実験を実施した。実験は、星稜女子短期大学 3 号館から星稜大学 1 号館 7 階との間で実施した。両校の距離は図 12 および写真 6 に示したとおり、ほぼ 1 k m の直線距離があり、アンテナ設置場所から端末側を見通すことが可能である。端末側のアンテナは星稜女子短大側を見通すことができる東側の窓に設置し行ったところ、ほぼパケットロスが生ずることはなく、良好な通信状態を維持することができた。しかし、アンテナのビーム方向の変更による影響が極めて大きく、お互いを対向させている状態から 20～30 度程度ずれた場合、通信接続の切断される状況の発生が観察された。

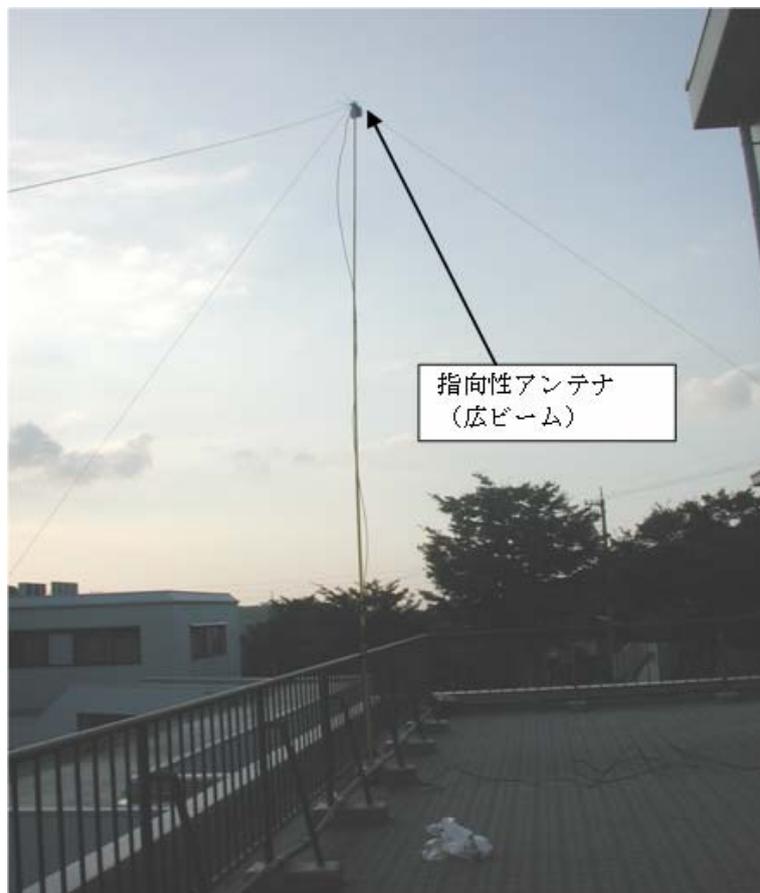


写真 5 測量用ポールに取り付けた無線 LAN 中継用アンテナ



写真 6 星稜女子短大から受信側の星稜大学校舎を望む



図 12 星稜女子短大と金沢星稜大学の位置関係

iii) 実験 2 指向性アンテナ (星稜女子短大) → 指向性アンテナ (星稜女子短大)
→ 指向性アンテナ (星稜女子短大) → 端末パソコン

図 11 に示した概念とほぼ同じ構成での中継実験を実施した。この実験は、星稜女子短大 3 号館 2 階を出発点に指向性アンテナを用いて同大 1 号館屋上に設置した指向性アンテナで受信し、そのパケットを指向性アンテナを用いて再度金腐川を挟んだ反対側の住宅地に向けて送信することにより行った。最終的な受信端末となるパソコン装置にはハイパワータイプの無線 LAN カードおよび小型指向性アンテナを用いて実験を行った。



写真 7 実験 2 の実施状況



図 13 実験 2 の位置関係

写真7に受信側から星稜女子短大側を望む写真、図13に両者の位置関係を示す。両者の距離はほぼ500mあるが端末側のパケットロスはほとんど生ずることはなく、極めて良好な状態での通信を維持することができた。

iv) 考察

今回の実験は、測量ポールを用いたアンテナの設置可能性、災害発生時の可搬性等を調べる目的で実施したものであり、正確な通信速度や通信過程で失われるIPパケット量などの計測は実施していない。しかし、安価な価格で販売されている家庭用無線LAN装置類のみにより1kmを超える距離の通信が可能であることを実証できた意味は大きいと言えよう。

現在、岩手県立大学により気球を用いた同様な災害用IPパケット中継実験が行われ、数キロメートル間の通信が可能とされている。大きな障害物を挟んだ通信にはこのような気球を用い、最末端への情報転送には今回利用した無線LAN装置類と測量ポールなどを用いることで、アンテナからほぼ1km程度の範囲の通信の確保が可能となる。本実験に用いた装置類の設置を災害発生現場において数時間程度できれば、災害発生直後の現場の通信インフラの回復に十分に貢献するものと考えられる。

b) 三宅島復興支援におけるWIDISの応用的運用実験のための現地調査

i) 三宅島での現地調査

2000年に発生し現在も継続中の火山災害の被災地である三宅島の復興支援へのWIDISの活用可能性を模索するために、昨年度から以下のような日程と内容で現地調査を行ってきた。

○2005年9月30日～10月2日

- ・帰島した三宅島住民の情報ニーズ調査及び生活実態調査



写真8 三宅島民を対象にした現地調査の様子

調査結果の詳細は、<http://www.thoshikawa.com/akakokko6/akakokko6.html>に記載してある。

○2006年3月23日～25日

・三宅島内の自治体・経済団体等の復興対策についての実態調査



写真9 現地調査での三宅村ヒアリング調査の様子

詳細は、<http://thoshikawa.com/miyake20060324-25/miyakejima20060324-25.html> に掲載してある。

○2006年5月12日～14日

・三宅島内外のNPO・自治体の復興対策についての実態調査



写真10 第4回「火山市民ネット」三宅島大会シンポジウムの様子

詳細は、<http://thoshikawa.com/miya20060513-14/miyake060513-14.html> に掲載してある。

○2006年7月19日～21日

- ・三宅島内の自治体・経済団体等の復興対策についての実態調査

首相官邸「都市再生本部」(<http://www.toshisaisei.go.jp/>)の「2006年度全国都市再生モデル調査」「地震国日本の危機管理を楽しく実地研修する防災まちづくり担い手ネットワーク構築」の企画・実施責任者である藤村望洋氏（特定非営利法人「海洋研修センター」事務局長・早稲田商店会エコステーション事業部長・総務省地域再生マネージャー）(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tosisaisei/bosyuu/060627sentei.pdf>)と連携して、三宅村・三宅島観光協会・三宅村商工会・三宅島漁協・三宅島農協等の関係者とのワークショップで、三宅島の現状と三宅島復興プランづくりについて意見交換を行い、三宅島復興に向けてのICT利用の可能性を模索し「三宅島復興支援プロジェクト・サポートシステム」の基本構想を得ることができた。

○2006年8月20日～22日

- ・三宅島内の火山・海洋実態調査及びヨットによる洋上火山・海洋実態調査



写真 11 三宅島阿古地区富賀浜のテーブルサンゴ群生地潜水調査の様子

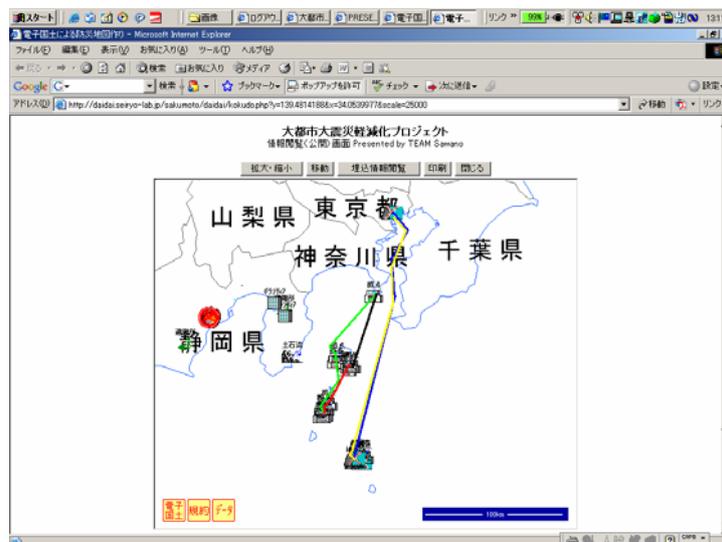


図 14 8月20から22日の現地調査の結果を記載したWIDISの地図画面

<http://daidai.seiryo-lab.jp/sakumoto/daidai/browse.html>



写真 12 ヨットから観察した新島東岸の岩肌の様子
(非営利特定活動法人「海洋研修センター」事務局長 藤村望洋氏 2006. 8. 20 撮影)

上記の実態調査により、火山災害被災地の三宅島の住民が必要とする情報や生活状況、三宅島内外の自治体・経済団体・NPOの復興対策の実態が明らかになった。

そして、そのような実態把握に基づいて、観光を中心とした復興のための具体策である、企業・自治体等の危機管理者を対象とした「危機管理研修」及び中高生を対象とした「火山・海洋体験学習」の実施に不可欠な三宅島内外の火山・海洋の状況を捉えることができた。

さらに、実態調査の結果を踏まえて、このような復興計画を効果的に実施する際のICT（情報通信技術）活用の方策を考察した結果、次のような「三宅島復興支援プロジェクト・サポートシステム」の構築・実証実験が構想されることになった。

ii) 「三宅島復興支援プロジェクト・サポートシステム」構築・実証実験構想

災害被災地の復興過程での「WIDIS」の応用については、火山災害被災地である三宅島での三宅島の観光・産業面での振興を目的とした復興支援プロジェクトである「平成18年度全国都市再生モデル調査 地震国日本の危機管理を楽しく実地研修する防災まちづくり担い手ネットワーク構築」と連携する形で、「電子国土」WebシステムとGPS（全地球測位システム）を応用した「三宅島復興支援プロジェクト・サポートシステム」の構築を行う。

具体的には、まず、研究協力者である星稜女子短期大学助教授の沢野伸浩氏の技術協力（システム開発・構築・維持管理、システムの利用方法についての講習等）を得て「電子国土」WebシステムとGPS（全地球測位システム）を応用した、三宅島における企業や自治体等の危機管理担当者を対象にした危機管理研修のための①「火山ガス予測・警報システム」の構築。観光客等の来島者へ各種情報をわかりやすく多言語で提供する②「三宅島総合案内システム」の構築。中高生を対象にした海上や三宅島での地震・火山体験学習

のための電子国土とGPSを利用して視覚的に学習を効果的に行うための③「地震・火山体験学習支援システム」の構築。以上を実施する。さらに、観光客等の来島者が三宅島内全域でインターネットを利用できるようにする無線LAN-IPネットワークを利用した④「全島無線LAN-IPネットワークシステム」(図15)の構築も試みる。

なお、連携先の「平成18年度全国都市再生モデル調査 地震国日本の危機管理を楽しく実地研修する防災まちづくり担い手ネットワーク構築」は、特定非営利活動法人(NPO)「海洋研修センター」が三宅村の推薦を受けて、首相官邸「都市再生本部」から業務を委託され、三宅島観光協会などの三宅島内の経済団体やNPO等、被災地復興や防災の専門家等の協力を得て実施されている。また、平成19年度だけでなく平成20年度以降も、「平成18年度全国都市再生モデル調査」を実施しているこの復興支援プロジェクトチームと連携していく予定である。

特に、「火山ガス予測・警報システム」の構築を行う際には、システム構築に不可欠なデータや専門知識・技術の提供を受けるという形で、国土地理院の「電子国土」担当部署と気象庁の地震火山部火山課と三宅島測候所、東京都環境局の協力を得て研究開発を行う予定である。

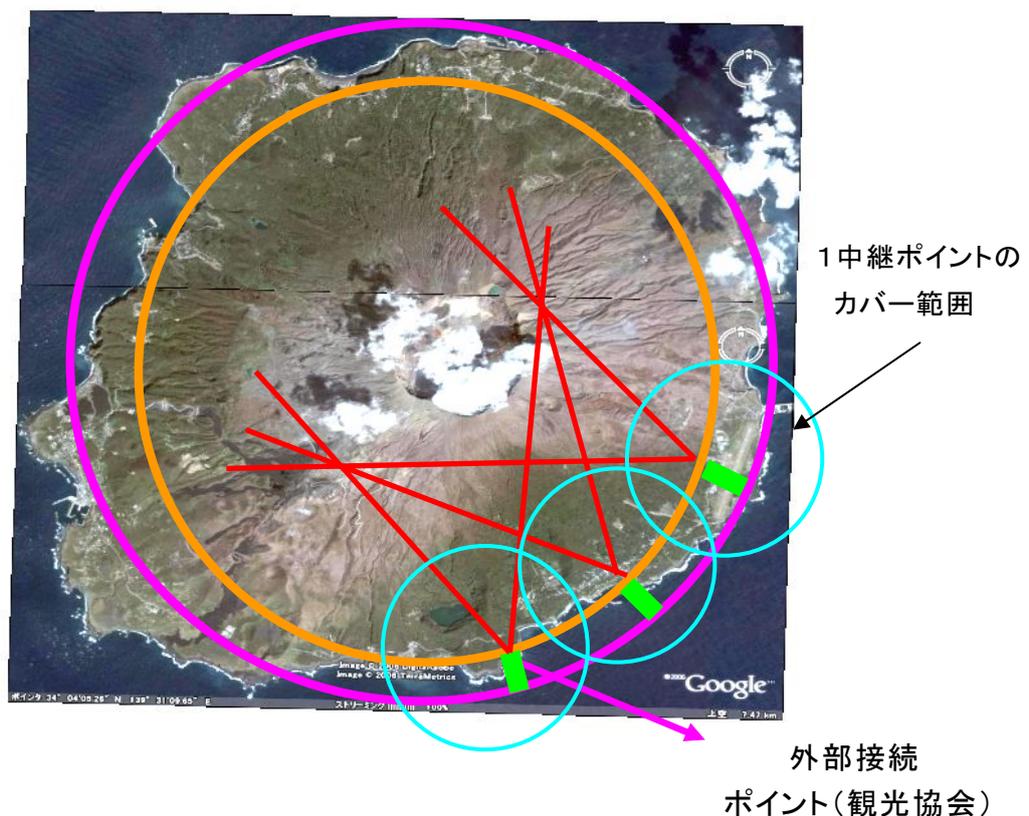


図15 全島無線LAN-IPネットワークシステムの概念図
(星稜女子短期大学助教授 沢野伸浩氏 作成)

c) 2006年12月3日の静岡県「地域防災の日」における東海地震ドットネット運用訓練と連携したWIDISの実証実験

2006年12月3日(日)静岡県「地域防災の日」の9時から12時にかけて静岡県総合福祉会館5階の聴覚障害者情報センターに開設された「静岡県災害ボランティア本部・情報センター」の「東海地震ドットネット」(toukaijishin.net)運用訓練と連携してWIDISの実証実験を実施した(写真13)。

ここで、「東海地震ドットネット」とは、静岡県を中心にした地域における住民レベルの災害時情報を蓄積する目的で設置されたものであり、「災害情報支援システム研究会」が運用している(<http://www.toukaijishin.net/>)。



写真13 「静岡県災害ボランティア本部・情報センター」の「東海地震ドットネット」運用訓練の様子

この実証実験は、2007年2月24・25日に実施される予定の「静岡県内外の災害ボランティアによる救援活動のための図上訓練」でのWIDISの実証実験のための予備実験にあたり、図上訓練の際に使用するWIDISの動作環境の確認と技術上・運用上の改善を目的として実施された。

この実証実験では、干川とレスキューナウ社員1名と静岡県立大学学生1名が分担して、「東海地震ドットネット」(図16)に書き込まれた静岡県内各市町災害ボランティア本部と情報ボランティアからの情報を、図上訓練用に開発・作成された「WIDIS 図上訓練版」(<http://daidai.seiryolab.jp/sakumoto/daidai/top.html>)(図17)に転載した(写真14)。



図 16 「東海地震ドットネット」 top 画面



図 17 WIDIS 図上訓練版 top 画面



写真 14 「東海地震ドットネット」から WIDIS への情報転載訓練の様子

その際に、静岡県総合福祉会館の LAN を利用して「WIDIS 図上訓練版」を使用すると「電子国土」の電子地図が表示されなかったり、情報がうまく書き込めなかったりしたので、干川以外の 2 人は、「通常版 WIDIS」(<http://www.saigai.jp/>) (図 18) を使用して、「東海地震ドットネット」の情報を転載することになった。

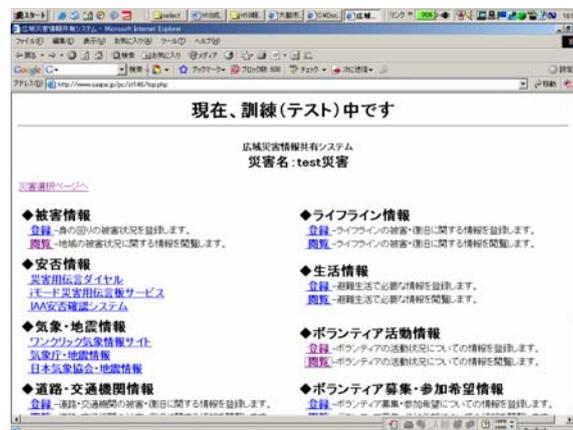


図 18 通常版 WIDIS の画面

他方で、干川は、「災害情報支援システム研究会」の事務局である「静岡県防災局防災情報室」が予備の通信手段として用意した NTT Docomo の FOMA のデータ通信カード「FOMA F2402」（送受信最大 384kbps）を使用してインターネットにアクセスし、「WIDIS 図上訓練版」に「東海地震ドットネット」の各市町災害ボランティア本部と情報ボランティアからの情報を転載した（写真 15）。

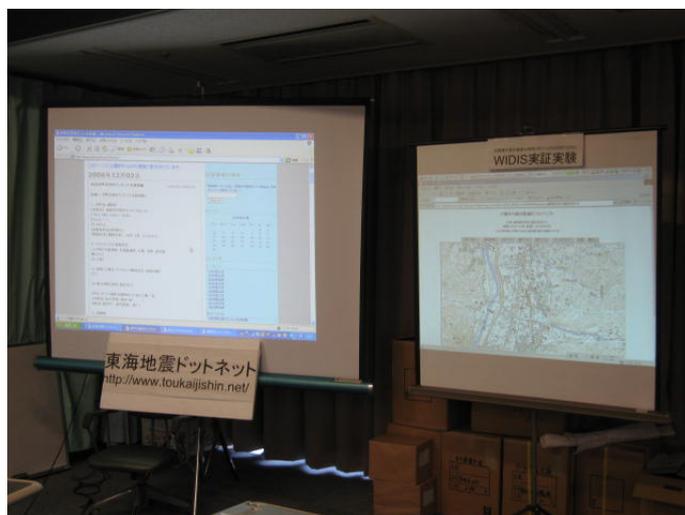


写真 15 スクリーンに投影された「東海地震ドットネット」と「WIDIS 図上訓練版」

この実証実験が当日 12 時に終了した時点で、「東海地震ドットネット」の各市町災害ボランティア本部の情報全部を「通常版 WIDIS」に転載でき、また、各市町災害ボランティア本部の情報と情報ボランティアからの情報の一部を「WIDIS 図上訓練版」（図 19）に転載することができた。

しかし、「WIDIS 図上訓練版」への転載は、最大 384kbps という低速の通信環境で行ったため、「電子国土」の電子地図を表示させて情報を書き込むのに時間を浪費し、書き込むことのできた情報が数件にとどまった。

後日、静岡県総合福祉社会館の LAN を利用して「WIDIS 図上訓練版」が正常に使用できなかった原因を本プロジェクトチームで検討したところ、「電子国土」の最新のプラグインソフト「電子国土 Web システムプラグイン Version 1.0.0 β 版」（<http://denshikokudo.jmc.or.jp/docs/cgi-bin/download.cgi>）を実証実験に使用したパソコンにインストールしていなかったことが主要な原因であることが判明した。

なお、2007 年 2 月 24・25 日に実施される「静岡県内外の災害ボランティアによる救援活動のための図上訓練」での WIDIS の実証実験のための長距離無線 LAN の予備実験は、2007 年 1 月中に実施する予定である。



図 19 「WIDIS 図上訓練版」の地図画面

d) WIDIS の負荷分散システムの実証実験

本研究では、対故障性を考慮した実運用可能な大規模防災・災害情報ネットワークシステムを目指し、その提案と実装について述べる。本システムにおいては災害ボランティアが中心となり、被災地住民・市民・ボランティア間での情報共有を行えるためのシステムのため、通信事業者や ISP の通信状況に出来るだけ左右されない、自前で措置可能な情報通信基盤を構築する。そのためにまず、災害時に得られた現場での知見を元に、災害情報共有システムに必要な要件の定義を行う。次に、具体的な方法論としては、冗長化構成による可用性の向上と、資源の動的再構成による障害箇所の隔離を通じた対故障性の考慮を行う。

i) 災害時に求められるシステムの機能

災害時に使うことを想定したシステムには以下のような機能が必要とされてくる。システムの要件について以下に記す。

① 対故障性

災害時には、システム上のノード（サーバ、ネットワーク機器）やリンク（通信回線）の故障・断線が想定される。災害によって故障が発生した場合に、その箇所を検知する仕組みとその箇所を隔離して使用可能に継続することが必要となってくる。数箇所故障しても、故障していない箇所だけでシステムを継続運用できる対故障性の考慮が必要である。

② 可用性

災害による故障は避けられない。故障がゼロである保証はない。したがって、災害時故障に対応したバックアップを設ける冗長化が必要である。システムが収集すべきデータの冗長化はもちろんのこと、リンクも出来るだけ多く冗長化し、通信が途切れてしまう可能性を出来るだけ軽減することが望ましい。障害発生時には、代替サーバで迅速な仮復旧ができるように、冗長化の仕組みを組み込んでおく必要がある。システムの障害検知と隔離だけではリカバリが不可能な場合には、人手で復旧することも考慮に入れる必要がある。

③信頼性

災害時においては、人々の精神状態が不安定であり、デマの流布による異常行動が発生しやすい。それを防ぐために、信頼ある機関・人が改竄されることなく情報を適切に行き渡らせることが必要となる。また、災害情報は時間の経過とともに変化する。その日正しかった情報が、次の日に正しい情報とは限らない。従って、情報に有効期限を設けることが必須となってくる。さらに、システムの管理人がいたずらなどの書き込みを公開しないようにする機能も必要となる。これらについては、ウェブアプリケーション部分での解決を行う。

④スケーラビリティ

冗長化を確保し、負荷分散を実現するために、必要ときにサーバを増強出来るスケーラビリティの高さが必要であるといえる。災害発生直後には、安否情報を求める被災地外からの問い合わせが殺到し、平常時の何十倍となるようなトラフィックが発生しうる。そのトラフィック量を事前に想定することは難しく、臨機応変に対応できることが望ましい。複数台によるシステム運用を行うと、データの一貫性制御が難しくなる。本システムでは、この問題を克服するために、統合化手法を盛り込んだボトムアップ型のシステムアーキテクチャを設計し、資源管理を行うことで、スケーラビリティ向上を実現する。

⑤ユーザビリティ

災害時においては、被災地住民が必要とされる情報はなかなか得られない現状が有る。したがって、被災地住民にとってもシステムを使うことにより、情報を発信出来たり、取得出来たりすることが望ましい。そのためには、ユーザビリティに優れた使いやすいシステムの開発が求められる。

そして、災害時にそのシステムを用いる災害情報ボランティアの人間にも使いやすいシステムでなければならない。筆者らは、災害現場における実体験から、システムの基本要件として以下の8つを考慮した。

- (1) 災害時に短時間で立ち上げられること
- (2) 運用に多くの人手を必要としないこと
- (3) 住民が必要とする情報をわかりやすく提供できること
- (4) 情報の取得や提供が効率よく行えること
- (5) アクセス集中に備えて負荷分散が可能であること
- (6) できるだけ既存の資源を活用して低コストで実現できること
- (7) GIS システムとの連携
- (8) 連発する各種災害への対応

以上の要件定義を基にして、災害時を想定した情報基盤上における、災害現場のニーズに応えるシステムの構築を行う。

ii) システム構成

本研究における防災・災害情報ネットワークシステムでは、災害時に設けられる避難所での使用を主体とし、被災者、及び災害ボランティアが自由にコミュニケーションを行えるシステムを目指している。

災害発生直後には、災害情報の問い合わせが殺到することが予測できる。災害直後は、地震でサーバ本体が倒れたり、火山噴火による火砕流・土石流でネットワーク回線が断線したりと、一番サーバの故障が考えられやすい時である。しかし、災害情報交換の必要性が最も増すときでもある。システムのダウンは避けなければならない。災害時の頑強性向上のためには、サーバの分散を行うのが軽易な方法となる。しかし、そこで問題となるのがシステムの分散の方法である。そこで本システムでは、地震・火山噴火・水害などあらゆる災害時に設けられる「避難所」に着目した。各市町村にある避難所ごとに災害情報を収集し、都道府県単位で設けられる防災中央センターにおいて各避難所の災害情報を統合する2段階層をもったシステム構成となっている。避難所には利用者となる被災者が集まり、また実際にシステムの管理を行う災害情報ボランティアも配される。地域に元々あるコミュニティ単位で情報を収集し、その情報を上部に上げていく、ボトムアップの情報伝達フローを想定している。また、この階層構造により、県単位で行われている統合化処理を広域行政圏単位に分散したり、新たに全国規模に拡大したりといったことも可能となる。実際の情報の参照を行うときも、検索キーとなる被災者の現在地ごとにサーバを分散する形をとることが出来る。

以上をまとめると、図 20 のような末端の避難所に無線環境による情報伝達を図り、地域防災中央センターに情報を集約し、高速専用回線及びインターネット網を通じて全国に情報のミラーリングを行う。情報を参照したい場合にはインターネット網を使うという、通信手段を複数混在させた確実性の高い大規模ネットワークとなる。

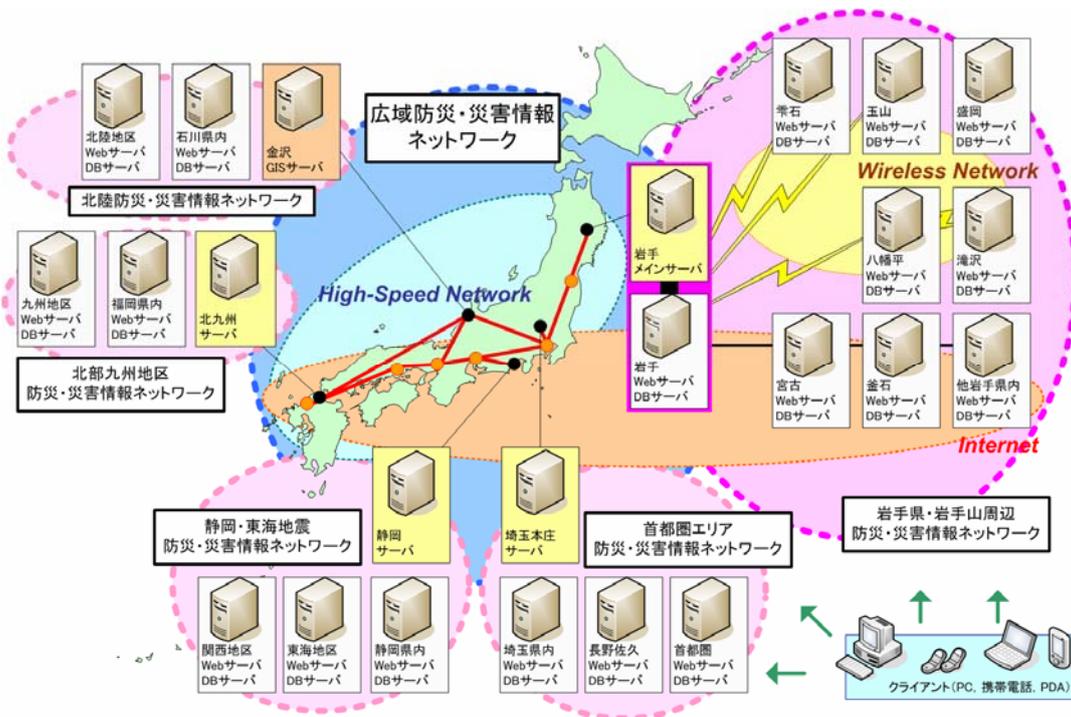


図 20 ネットワーク構成図

本システムは図 21 で示すように、

- ①クライアント
- ②各避難所サーバ（ローカルサーバ）
- ③広域地域毎の中央防災センターサーバ
- ④遠隔地のバックアップサーバ

と、分散配置している。

各サーバの機能に関して以下で述べる。

①クライアント

クライアントにおいては、モバイル PC や GPS 携帯電話のウェブブラウザを利用して、情報の登録・検索のためのインターフェイスを提供する。

②各避難所サーバ

各避難所サーバにおいては、クライアントより検索モジュールにて災害情報の検索要求を受取り、クエリを発してその結果を受取り、返答をクライアント側へ返す。登録モジュールでは、災害情報の登録を行う。安否情報の場合、GPS 携帯電話の場合には、緯度経度情報も同時に登録する。また、登録した安否情報の更新も可能である。結果表示モジュールでは、クライアントにメニューを提供し、情報の登録、検索、詳細表示を選択する画面を HTML 形式で提供する。各種災害情報はリレーショナルデータベースに登録しており、高速な検索と統一した管理を可能としている。

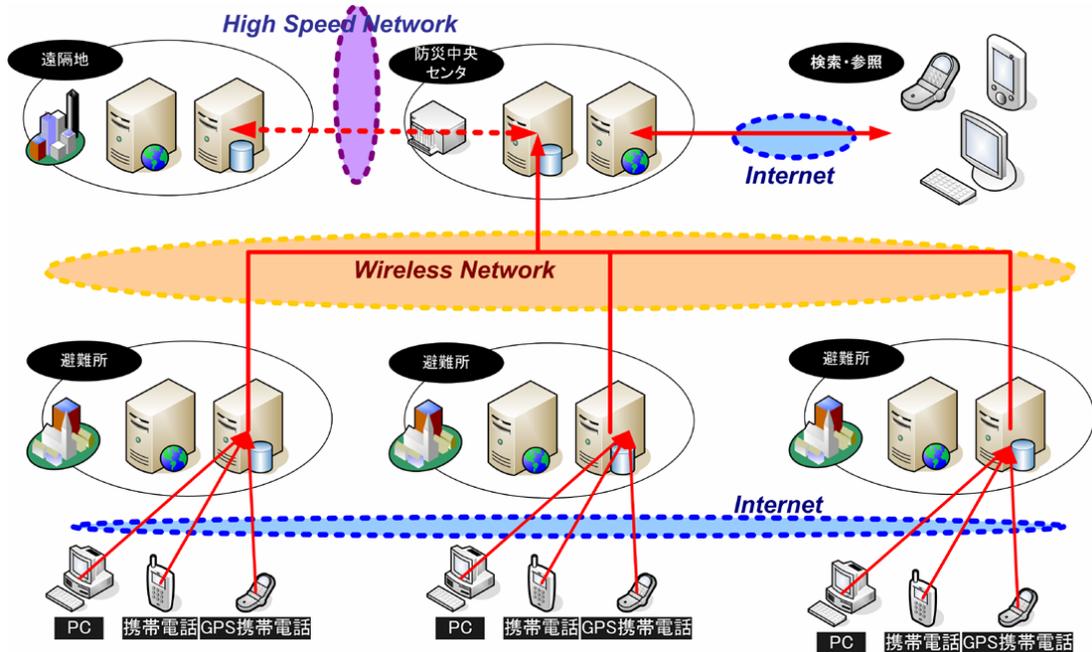


図 21 システム構成図

③中央センターサーバ

各避難所サーバと同様、災害情報を格納するデータベースと、データベースへの登録・参照を行うモジュールをもつ。また、各避難所サーバへのゲートウェイ的な存在として、避難所を選択するメニューを状態管理モジュールに問い合わせた上で一覧を表示する。状態管理モジュールでは、各ローカルサーバに障害が起きていないかどうか、チェックを必

要に応じて行う。TCP パケットによるネットワーク導通確認から、データベースデーモン、ウェブサーバなどのサービスデーモンが落ちていないかどうかの確認まで幅広く行うようにする。各避難所サーバがダウンした時には中央サーバがバックアップ機能を果たす。その実現のために統合モジュールにおいて、各避難所のデータベースに要求を発し、データの統合化を行う。また、この防災中央センターサーバ故障時対策として、格納した災害情報のデータを高速回線に対して一括して遠隔地へミラーリングを行う。

④遠隔地ミラーサーバ

遠隔地からミラーリングされてきたデータを受け取り、緊急時に代替できるようデータベースをスタンバイ構成とする。防災中央センターサーバ故障時には被災地外からの情報照会に対応する役割も代替する必要があるため、その他のモジュールに関しても防災中央センターサーバと同様の構成をとる。

⑤ネットワーク

各サーバ間では、通常のインターネット網とワイヤレス環境を混在したネットワーク環境とする。多くの手段を併用することにより、できる限り情報伝達手段を確保する。ネットワークインターフェイスと各種サービスの間は、TCP/IP、UDP/IP を用いる。一般に使われているプロトコルであり、上位層のプロトコルに関しても多くのものが実際に動き、実績も十分である。災害情報サービスを提供する際には、HTTP を用いる。ウェブベースで提供することができるため、利用者が普段使い慣れた環境での情報交換が可能になっている。

iii) システムアーキテクチャ

先に述べた、システムの要件を満たすために取り入れる実際の方法論についてここで述べる。本システムではウェブアプリケーションを走らせる情報基盤上でミドルウェアの役割を果たす部分として、図 22 のように 3 つの機能を実装する。具体的には、Data-Source Plane、Status Monitor Plane、Load-Balancing Plane から構成される。以下、その 3 つの機構の機能について説明する。

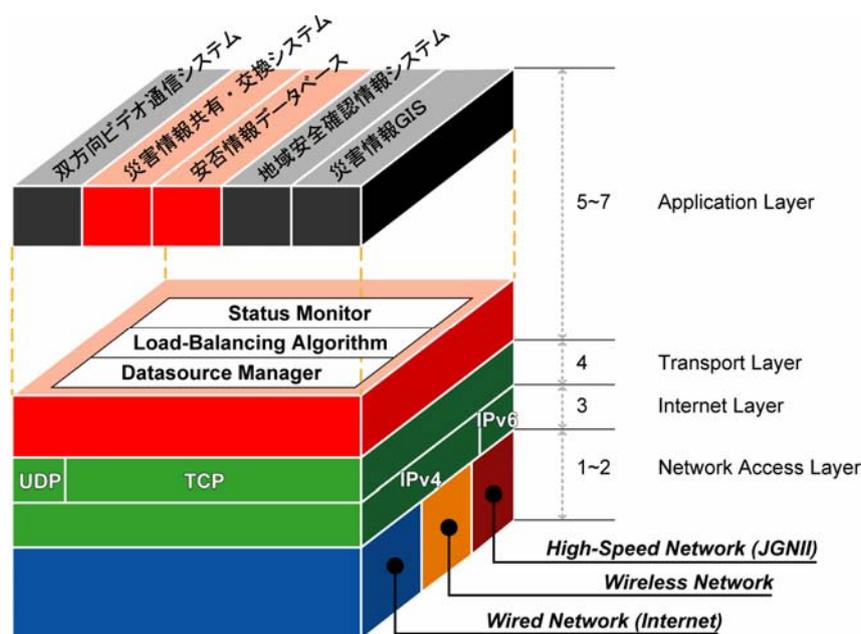


図 22 ネットワークアーキテクチャ

①Data-Source Manager Plane

分散化作業、ならびに統合化作業を担当する。本システムで想定する分散化には、地域内の情報システムのサーバの複数化と、地域内の情報を統合したサーバの複製による冗長化と、2種類の分散化がある。本システムは、避難所—市町村—都道府県というようなボトムアップで情報を上げていく階層化構造をとっている。これにより、参照の分散が期待される。一方で、下位のコミュニティで入力・収集された情報を、上位のコミュニティ・組織団体へ集約・統合していく仕組みが必要となる。

これについては、定期的なポーリングを上位にあるサーバから発動するようにする。また、必要が有る場合には下位のレイヤーのサーバから手動で上位のサーバに情報を上げることもできるようにする。この統合化手法により、スケーラビリティの向上が期待できる。具体的な流れを以下に示す。

各避難所を統括する防災中央センターのサーバは、各避難所の災害情報データベースに対しポーリングを行う。

まず、同じ防災中央センターサーバ内にある位置テーブルより、登録されている各避難所のサーバの場所を取得する。そこで得たサーバのIPアドレスやRDBMSの種類などの情報に基づき、順々にポーリング作業を行う。

接続要求を最初に行い、接続が確立された場合にはまだ防災中央センターのサーバに登録されていない情報の取得を行う。中央センターには以前統合した時の時間データを記録しており、その時間以降に登録・更新された災害情報のみ統合化を行う。防災中央センターサーバは以前の統合した接続が確立されなかった場合には、災害情報の統合化は行わず、次の避難所の統合作業へと移る。

以上の作業は、統合発動モジュールによって予め指定した時間になると行われる。都道府県の防災中央センターサーバに情報を集約し、情報参照の便宜を図ることができた。しかし、このサーバが故障した場合には、その都道府県の情報システムが完全にダウンしてしまう問題点がある。そこで、図23のようにこれら防災中央センターサーバを冗長化し、全国に分散することでシステムの可用性向上を図る。

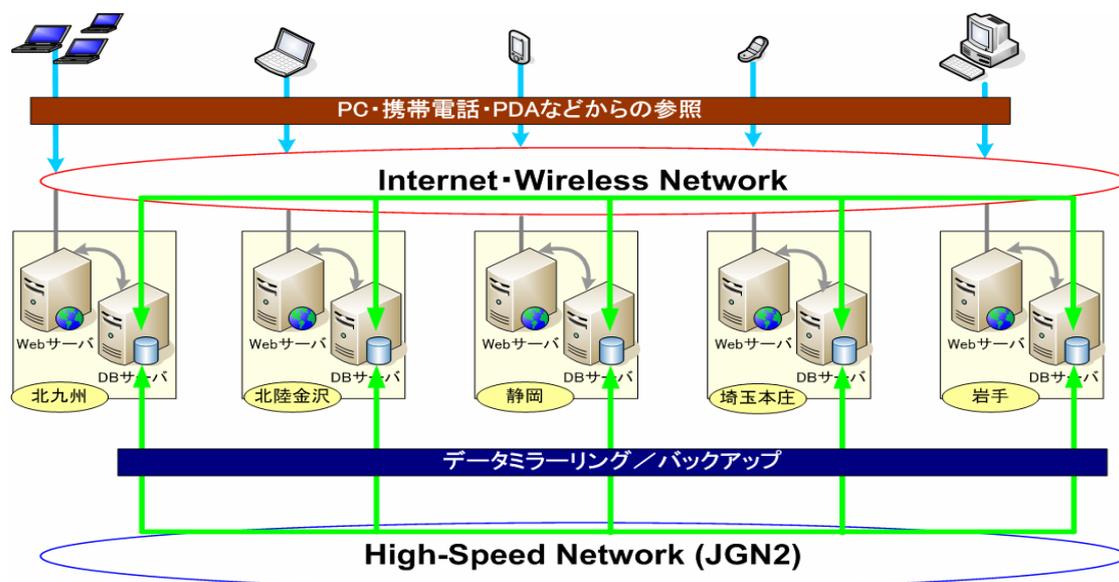


図 23 システム分散の概要

分散化を実現するために、データベースのレプリケーションを行う。データベースレベルでの複製と、ファイルベースでの複製の両方を行い、確実性を高めている。また、高速専用回線 JGN2 とインターネットの 2 系統での複製を行い、回線の障害に備えている。データベースレベルのレプリケーションでは、レプリケーション先のサーバが、レプリケーション元のデータベースのバイナリログを読み込み、その内容を元にクエリを自分に発行しデータベースの内容の同期をとることを行う。この作業によって、分散化を行っているサーバ群の内容を一致させる。

ファイルレベルの複製では、RDBMS がテーブルを格納しているファイルデータをそのまま rsync によって定期的に遠隔地にコピーすることを行う。バックアップそのものも 2 種類の方法をとることにより、確実性を高めている。

以上が、分散化と統合化の内容である。もうひとつの機能として、Status Monitor から到達不可能なサーバの発生のお知らせを受けた場合、バックアップサーバをスタンバイ状態からアクティブ状態にする作業を執り行う。この動的再構成の仕組みにより、システムの RTO を限りなくゼロに近づける。

②Status Monitor Plane

故障検知と隔離を行うモジュールである。災害時には、サーバそのものの動作状態を確認する必要がある。そして、サーバ間やサーバクライアント間を結ぶノードが切れていないか確認を行なう必要もある。そして、故障箇所はシステムから切り離し、それでいて尚且つ切り離された部分がシステムから去ったことによるサービスが提供できないことを防ぐような仕組みも必要である。

この、検知と分離を行なうのが Status Monitor の仕事である。本研究では、Ping と Heartbeat による検知を行う。また、ウェブサーバの稼働状況を確認するため、TCP パケットをウェブサーバが提供される 80 番ポートに送信し、実際に送信が可能であればウェブサーバは稼働していると判断し、そうでないときはシステムダウンと判定する。隔離については、ウェブアプリケーションベースでの隔離を行う。地域内災害情報ネットワークにおいて下位サーバがダウンした場合には、そのサーバのアドレスを提供しないようにリンク先を書き換えることで対応する。また、各地域内災害システムのトップページを提供する都道府県の防災中央センターサーバが故障した際には、そのトップページを提供していたサーバのアドレスを、予備のマシンが代わりに使用開始し、対応を行う。障害検知と隔離を行うことで、システムのフォールトトレランスを確保できる。図 24 で示したとおり、1 拠点でも動作している状況ならシステムの提供をすることが維持できる。リンクについては、予め優先順位を定めておき、その順序で接続を試みるものとする。

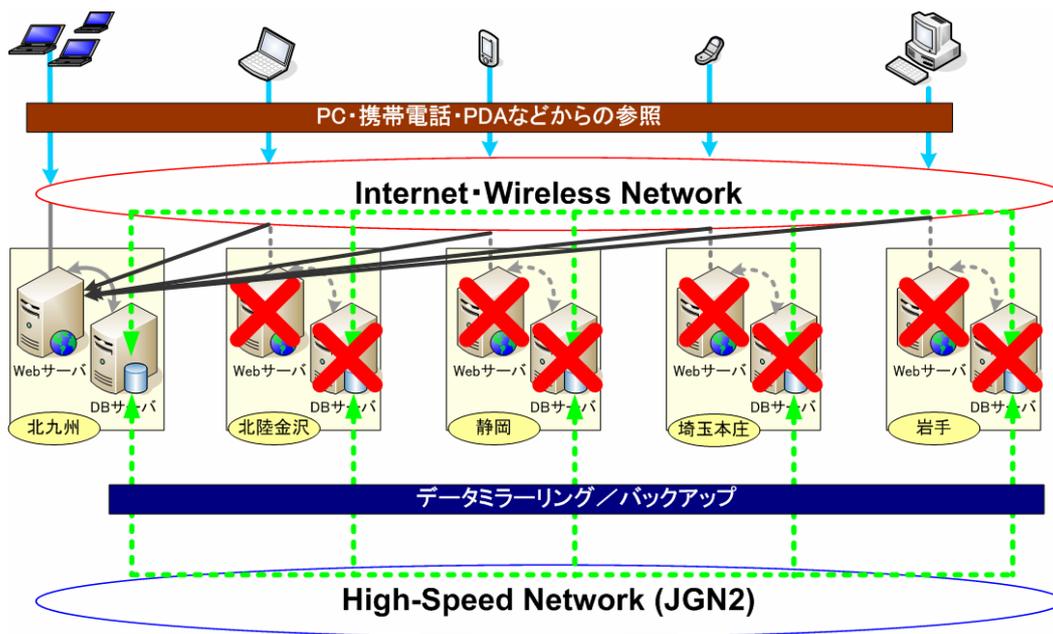


図 24 障害時のシステム概要

③Load-Balancing Plane

災害発生直後には、災害情報を求める参照数が増加し、システムにかかる負荷が増大する。場合によってはシステムダウンを引き起こすこともあり、負荷分散を行う必要がある。負荷分散を行う方法としては、ロードバランサーを配置する方法や、リバースプロキシを使うなどの方法がある。現状では、システムの対故障性向上を優先しており、分散したサーバにそれぞれ違う URI を割り当て、参照を分散化させられる状態にすることにより、負荷分散について考慮する形となっている。参照されるべき地域をウェブサーバ毎で違う地域を分担させることにより、参照要求が適切に分散されるような仕組みになっている。ロードバランスを図るべきなのは、参照へのレスポンスだけではない。データのバックアップのために回線が占有されないように、データをバックアップすべきところを絞った上で、確実にバックアップはされるように考慮を行う。

④プロトタイプシステム

本研究の有効性を確認するために、プロトタイプシステムを構成し、機能及び性能評価を行う。本システムはウェブサーバとデータベースサーバを使用した。情報統合を行う大規模分散サーバ群には、Linux (Kernel 2.4.27) を使用し、ウェブサーバには Apache1.3.27 を用い、データベースサーバに MySQL4.1.7 を使用した。現在、本庄と静岡にサーバを設置することにより遠隔地ミラーリングを実現している。各拠点間のサーバ性能、ネットワーク構成は図 25 の通りである。

この基盤上で動かす災害時用のウェブアプリケーションとして、従来まで研究を行ってきた安否情報確認システムを今回新たに開発した広域災害情報共有システム (WIDIS: Wide-area Disaster Information Sharing system) を搭載している。

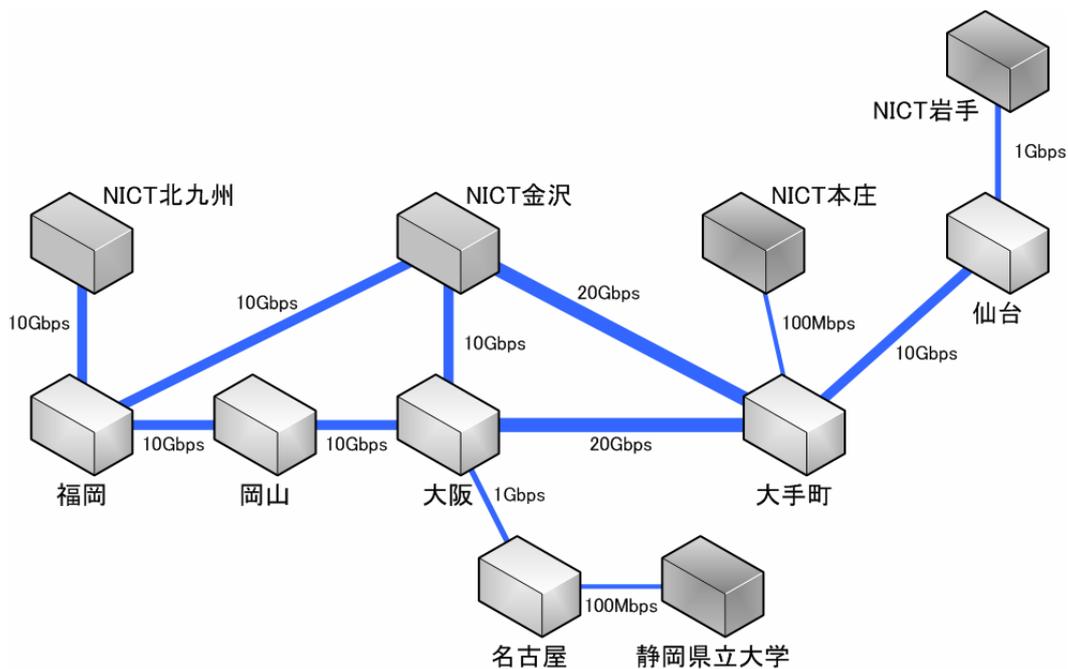


図 25 JGN ネットワーク構成図

⑤安否情報確認システム

安否情報確認システムに関しては、ウェブサーバに Apache のほか、Windows2000 Server も使用し、データベースサーバに PostgreSQL 7.4.6 や Oracle 8 も用いており、幅広い環境での動作を考慮している。これらのマルチプラットフォームの環境で、岩手山周辺の市町村（盛岡市、八幡平市、雫石町、滝沢村）や、三陸沿岸の宮古市にサーバを設置し、岩手県滝沢村にある岩手県立大学地域連携研究センターのサーバに情報統合した上で、静岡県静岡市や埼玉県本庄市のサーバへ分散化を行っている。開発には、CGI (Perl5.8.0) を用いている。

⑥広域災害情報共有システム・WIDIS

WIDIS に関しては、大規模分散サーバ群である岩手県滝沢村、静岡県静岡市、埼玉県本庄市の 3 拠点で分散運用を行い、PHP4.3.10 により開発を行った。WIDIS においては、被害情報、道路・交通機関情報、避難施設・救援情報、行政機関・防災機関情報、ライフライン情報、生活情報、ボランティア活動・募集情報、物資募集情報、これらに含まれないその他の情報を取り扱う。安否情報や気象・地震情報等については、他のシステムへのリンクを登録の上トップページで表示することが出来、災害時ポータルとして運用することが可能である。日本各地のあらゆる災害時に対応できるよう、災害を複数登録することで、災害毎にトップページを分けることが可能である。GIS 機能として、国土地理院の「電子国土」を使用し、災害情報表示を地図上に展開したり、災害情報の位置入力を地図を使って指定することが可能になっている。以下、図 26 にシステムのスクリーンショットを掲載する。



図 26 広域災害情報共有システム WIDIS

⑦性能評価

これまでに行った性能評価について述べる。現在、岩手と静岡のサーバが外部に対してのインターフェイスを持っている。この2つのサーバにたいして、Apache Bench によるストレステストを行った。実験は2種類行った。

・実験1・基本処理能力測定実験

総アクセス数 1000 とし、同時並行アクセス数を 20 から 260 まで変化させ実験を行う。

・実験2・大量負荷実験

総アクセス数を 10000 から 100000 に変化させ、同時並行アクセス数 500 とする。

実験1についての結果が表3である。ウェブサーバのみで完結する静的なコンテンツの方が、データベースサーバが関わってくる動的なコンテンツよりも多くのリクエストが処理可能である。また、LAN 経由のアクセス、JGNII 経由のアクセス、インターネット経由の順に、処理能力が低下することが見受けられた。そして、性能的に劣る静岡サーバに関しては、同時並行アクセス数 200 を越えたあたりから処理能力の低下が見受けられた。

実験2に関しては、図27の通りとなった。静岡に設置したサーバに関しては、動的コンテンツにおいて40000アクセス以上の時に処理すべてが追いつかないという事態が見受けられた。これらの実験を通して、災害情報の同期が図られた分散環境下における、冗長化の有効性について確認を行った。

表3 1秒当たり処理可能なリクエスト数

	静的ページ	動的ページ
岩手→岩手 (LAN 内)	1192.69	648.90
静岡→岩手 (Internet)	196.71	23.41
静岡→岩手 (JGN2)	306.98	157.38
岩手→静岡 (Internet)	111.30	21.24
岩手→静岡 (JGN2)	109.68	65.42

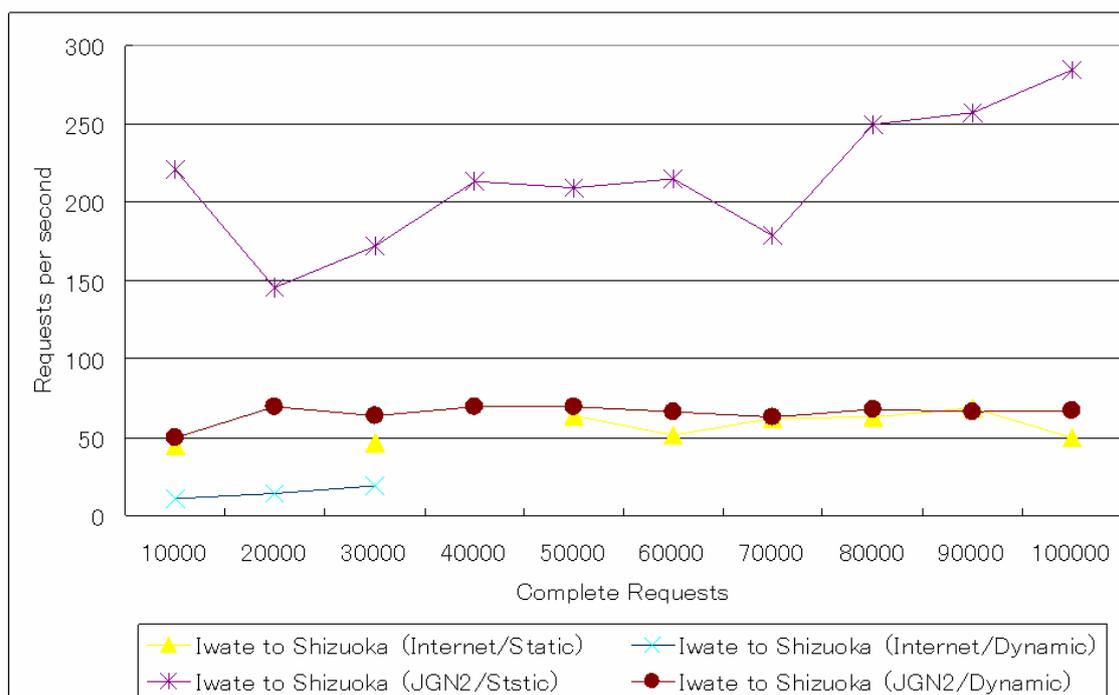


図27 最大負荷許容実験結果

⑧まとめ

本研究では、災害時にも双方向コミュニケーション可能で、情報の交換・共有が出来るシステムのロバストネス向上のための手法について述べた。あわせて、現在開発中のプロトタイプシステムについて紹介した。今後、北九州・北陸の施設にもサーバを設置し、実際の訓練での利用を通じて機能評価を行い、実用性の検討を行う予定である。あわせて、システム全体の負荷許容量についての調査も行いたいと考えている。また、インターネットや高速専用回線の断線時は無線を使ったアドホックなネットワークによる回線提供による運用を検討しており、現在フィールド実験を行っている。

e) WIDIS の操作・運用マニュアルの作成

ここでは、WIDIS (広域災害情報共有システム) の使い方について、「一般ユーザの利用法」、「管理者の利用法」、「発災時の災害登録」の3つに分けて説明する。WIDIS は試験運用を続けながら、細かな改良を続けているため、最新版のWIDIS と本運用マニュアルの画

面構成などが若干異なる場合があるので、その点は留意していただきたい。

i) WIDIS へのアクセス

パソコンを使って、下記の URL にアクセスする。地図表示ができないなどの一部制約があるが、携帯電話からもアクセスすることができる。

http://www.saigai.jp/

ii) 一般ユーザの利用法

①災害の選択

WIDIS のトップページから災害を選択する。



図 28 WIDIS のトップページ

②選択した災害から作業項目を選択

「被害情報」、「安否情報」、「気象・地震情報」、「道路・交通機関情報」、「避難施設・救援情報」、「行政機関・防災機関情報」、「ライフライン情報」、「生活情報」、「ボランティア活動情報」、「ボランティア募集・参加希望情報」、「物資/募集・提供希望情報」、「その他の情報」などの項目が選択されるので、それらの中から各自が行いたい作業項目を選択する。ただし、災害によって、表示される作業項目が上記よりも少ない場合がある。「被害情報」などの項目は、「登録」と「閲覧」の二つの作業項目に細分化されているので、「登録」または「閲覧」を選択する。また「安否情報」や「気象・地震情報」は、リンク情報だけが載せられているので、使いたいリンク部分を選択する。