

# P2P ネットワークを基盤とする大規模災害情報システムに関する研究

康 偉<sup>†</sup> 柴田 義孝<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

〒020-0193 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字菓子 152-52

E-mail: g231g016@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, shibata@iwate-pu.ac.jp

大規模災害発生時、行政・住民・ボランティア間の情報交換・共有の必要性が叫ばれながらも、実際には上手く行うことができなかった事例が数多く報告されている。災害情報システムが、災害時のシステム障害を考慮した情報基盤上に構築されていないため、災害時に利用できなかったことが原因として挙げられる。本研究では、現存の各地域ごとに災害情報システムが運用されていることに着目し、P2P ネットワークを用いてそれらのシステムの資源を共有し、災害情報の分散化と統合化を行うことによりシステムの冗長化を実現する。その上で、災害時にノードであるサーバや通信リンクに発生しうる障害に対し、障害を検知する機構を組み込むことにより、対故障性の強い仕組みを提案する。

## A Study about Large Scale Disaster Information System based on P2P Overlay Network

WEI KANG YOSHITAKA SHIBATA

When a large-scale disaster occurs, information sharing among the administration, the resident, and volunteers is indispensable. However, actually as reported, a lot of examples show that it was difficult to using well. The disaster information system is not built on the infrastructure which the system failure was considered at the disaster is nominated for the cause. In this study, we focus on the operation usability of the disaster information sharing systems works at each area, and share the resources of those systems with the P2P overlay network, by decentralizing and integrating the disaster information to realize the redundancy of the system. For the disorder between the nodes and the communication links, we propose a mechanism to detect the fault to improve the robustness of the system.

### 1. 背景

日本は環太平洋火山帯に属し、火山活動が活発で、地震も多く発生する災害国である。過去に阪神大震災、新潟県中越地震などの大規模な災害によって大きな被害を受けてきた。岩手県近隣においても、岩手・宮城内陸地震や岩手北部内陸地震が発生し、多くの犠牲者と家族の損傷が発生した。さらに、今後30年以内宮城沖地震が99%の確率で発生することが予測されている[1][2]。

災害が発生した場合、被災地住民は不自由な避難所生活を余儀なくされる。その避難所運営をはじめとした災害時態勢を円滑に行うためには、行政、被災者、そして災害ボランティア間において、災害の経過に沿った情報の伝達・交換が必要である。国民一人一人減災行動に誘導する災害情報システムが望ましいことである。しかし現実には、1995年1月の阪神淡路大震災、2004年10月の新潟県中越地震等、大規模な地震のたびに情報伝達手段の不備が指摘されている。

### 2. 関連研究

これに対してこれまで、岩手山周辺地域に無線LANおよび有線LANを統合した通信環境を構築した。その上に安否情報システムを開発し、避難訓練等を通じてその有効性を確認してきた。安否情報等災害情報を共有・交換する取り組みは様々な機関で研究・導入がなされてきている[3]。また、災害時の情報を配信する情報基盤として防災無線やテレビといった単方向の情報伝達が今日では主流となっており、安否情報を確認する手段としては、通信事業者によって提供される災害伝言ダイヤル等が用いられる[4]。しかし、災害時に生じる電話回線の輻輳問題によって個人が要求する情報を迅速に得られないといった問題があった。また、異なる事業者間では情報検索が困難である。

一方で、特定の通信手段によらない、インターネットを用いた災害情報システムも多数研究されている。災害情報システムは、特定多数を対象にしたものと、不特定多数を対象にしたものに分けられる。前者の代表的なものとしては、静岡県立大学安否情報システムがある[4]。後者の代表的なものとして、IAA Allianceによる「IAAシステム」がある[5]。また、地方公共団体による災害情報システムの開発も進んでおり、これには埼玉県彩の国災害時伝言板ネットワークシステムや兵庫県のフェニックス防災システムがある[6]。これらのシステムでは、ネットワークの切断や通信機器の故障等の障害、負荷集中による輻輳に対しては考慮されていない。

災害時に通信経路を確保する研究としては、文献[7]では、大規模分散環境におけるロバストネスを考慮した広域災害情報共有システムを提唱している。しかし、サーバ群の問題点として、サーバの単一障害の対応は出来ているが、サーバ群を維持するコストが高い。アクセスポイントの増加に従ってデータの更新や削除などの操作に対

する一貫性が保証されない可能性がある。

一方、近年 IP をベースとしたアプリケーションレベルのネットワークとして、Peer-to-Peer オーバーレイネットワークという技術が注目集まってきている[8]。従来のネットワークでは、サーバはスイッチやルータの相互接続による物理ネットワークを構成されているのに対し、P2P オーバーレイネットワークでは、物理ネットワーク上で、サーバはピアと呼ばれ、アプリケーションレベルでオーバーレイされて相互接続された論理的なネットワークである。P2P オーバーレイネットワークをベースとした P2P 通信方式においては、従来のクライアント-サーバ方式の通信に比較して、スケーラビリティ、耐障害性、コストの面で優位性を持つ。

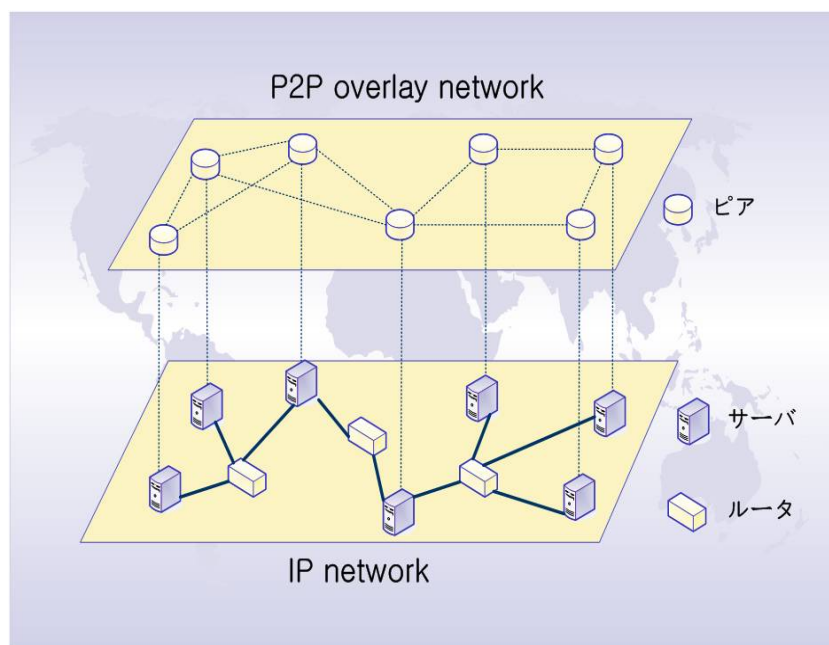


図 1 P2P オーバーレイネットワーク  
Figure. 1 peer-to-peer overlay network

- スケーラビリティ

クライアント-サーバ方式では、クライアントの数増加に従って、サーバの負荷もそれに比例して増えていくため、サーバの処理能力、あるいは、サーバにつながって

るネットワーク回線の能力が限界に達して、実際の通信ができなくなるという問題がある。特に、動画データの配信を行う場合など、サーバから送るデータのサイズが大きい場合に、問題が顕著になる。これに対して、P2P 方式では、サーバを使わない（あるいは一部の機能にしかサーバを使わない）ため、ユーザ数が膨大になっても、配信が可能になる、という点が大きなメリットである。いわば、ピアの装置と回線が、サーバの肩代わりをしてきているわけである。

- 耐障害性

クライアント-サーバ方式では、サーバがダウンすると配信システム全体が停止するが、P2P 方式では、単一障害点を減らすことができるので、耐障害性が向上する。特に、ピュア P2P 方式のシステムでは、サーバに頼る箇所が少なく、たとえサーバ部分が故障しても、ピアのキャッシュにあるデータに関しては配信が継続できるため、この効果は顕著であり、ノード数が多くなればなるほど、システムの耐障害性が向上するという特徴がある[9]。

- コスト

スケーラビリティの高さから当然導かれる特長として、センターサーバ設備を、低コストで構築、運用できるというメリットがある。クライアントサーバ方式に比べて、サーバ装置に高性能な物を用意しなくて済むし、通信回線も通信帯域幅の細い安価な回線で済む。これは、端末数が増えれば増えるほど、顕著な差となる。一般的に、クライアントサーバシステムを運用する際に、一番コストがかかるのがサーバの回線費用であり、これを格段に安価にできる。

本研究では、P2P オーバーレイネットワークを簡単に P2P ネットワークと呼び、P2P ネットワークを用いて信頼性、可用性の高い大規模災害情報システムを目指し、その提案と実装を行う。とりわけ、災害ボランティアが中心となり、自治体災害担当者・被災地住民・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、通信キャリアやインターネットサービスプロバイダの通信状況に左右されない、自前で措置可能な情報通信基盤の構築を目指している。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。そして次に、具体的方法論として、P2P ネットワーク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分離による、耐故障性の向上について述べる。

### 3. 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は各都道府県ごとに構築され、災害時に設けられる避難所での使用を可能とし、被災者、および災害ボランティア、自治体職員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。災害時のロバストネス向上のためには、まず第一に、サーバを分散させる必要がある。

図2は本システムの構成図を示す。本システムでは、平常時はもとより災害時も利用できたため、平常時から各自治体（県、市、町、村）ごとに固定型災害情報サーバ（以下サーバと呼ぶ）が設置される。また災害時には、市町村の各地区（コミュニティ）ごとに避難所にモバイルサーバが緊急設置される。これらのサーバは、有線及び無線による地域イントラネットや情報ハイウェイにより相互接続され、サーバ全体で P2P オーバーレイネットワークを構成する。そして災害時の耐故障性のために、各サーバは、地理的に離れた地域のサーバがバックアップサーバとして利用される。さらに災害が複数の県に跨るような大規模災害を想定し、県レベルサーバは衛星網により遠く離れた地域にミラーサーバをあらかじめ設置しておくことにより大規模災害に対応する。

システムは、各自治体防災担当、災害ボランティア、避難住民がクライアントとして、モバイル PC やモバイル端末や IP 電話により多様な災害情報アプリケーション(安否情報、災害情報、避難情報、ボランティア情報、行政情報等)を運用・利用する。またその他の住民や一般利用者からのアクセスは Internet を通して利用可能となっている。

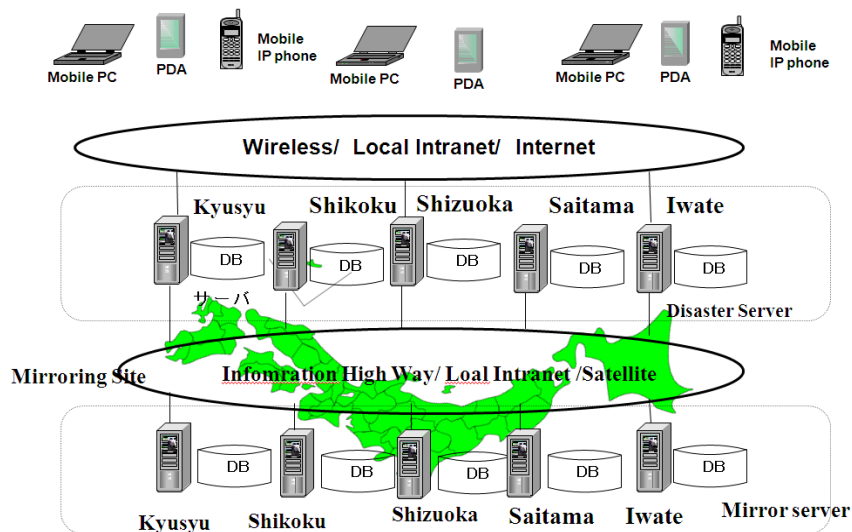


図2 システム構成図  
Figure. 2 System Configuration

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。以上をまとめると、図3のようなネットワーク構成となる。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、高速専用回線および P2P オーバーレイネットワーク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。

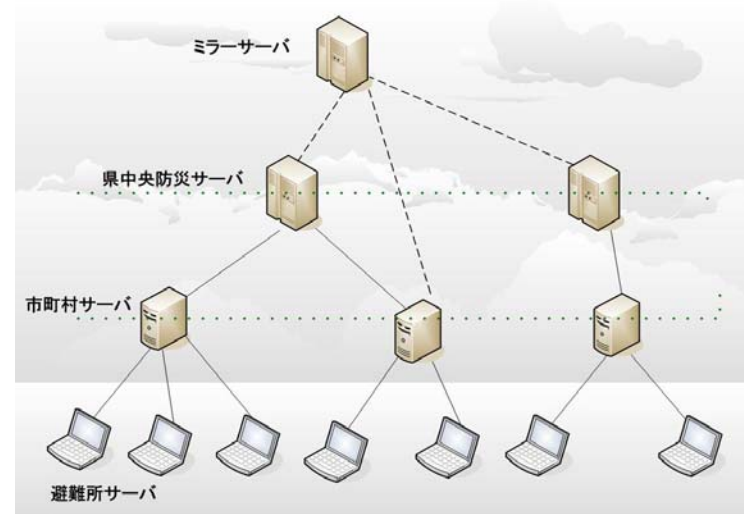


図3 情報サーバシステムの論理ネットワーク構成図  
Figure. 3 Logical Network System Configuration

本システムは図2で示したように、クライアント（モバイル PC、携帯電話、PDA 等）各避難所サーバ（ローカルサーバ）市町村及び県レベルの中央防災センターサーバと、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 や携帯電話、PDA 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) 避難所サーバ

災害時に緊急配備されるモバイルサーバである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。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、登録した災害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。

(3) 市町村及び県レベル防災中央センターサーバ

各市町村避難所サーバ及び県防災中央センターサーバは、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、P2P ネットワークに加入している各ローカルサーバに障害が起きていないかどうか、必要に応じてチェックを行う。ネットワーク導通確認から、サービスデーモンが正常待機状態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行し、データの統合化を行う。

(4) ネットワーク

各サーバ間では、高速専用回線による P2P オーバーレイネットワーク環境とする。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。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。

4. システムアーキテクチャ

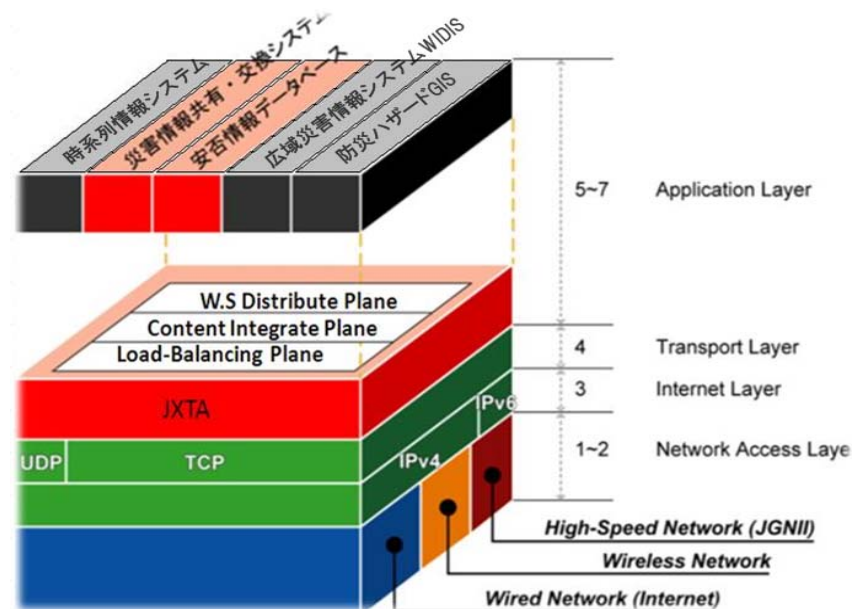


図 4 システムアーキテクチャ  
 Figure. 4 System Architecture

4.1 分散・統合ミドルウェアシステム

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。本システムでは災害情報アプリケーションを実現する情報基盤上でミドルウェアの層を果たす部分として、図 4 のように 3 つの機能を実装する。具体的には、Web-Service Distribution Plane, Content Integration 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。

#### 4.1.1 Web-Service Distribution Plane

参照先サーバ数を増加させて負荷を軽減しようとする試みは、グリッドコンピューティングによるデータグリッドの分野をはじめとして、数多く行われている[11][12][13].

本研究ではサーバの単一障害によるシステム可用性の低下を防ぐために、各地域のサーバ同士をPeer-to-Peerの方式で統合することにより冗長化と負荷分散を行う。このためWeb-Service Distribution Planeにおいては、ウェブサービスの分散化、ならび冗長化の機能を果たす。まず、代理サーバによって、webサービスをP2Pネットワークに発行する。次に、発見サービス機能によって、P2Pネットワークの中から新たなwebサービスを発見する。

#### 4.1.2 Content Integration Plane

本システムの論理的なシステム分散化は、都道府県-市町村-避難所というようにトップダウンで各領域の情報を分割していく階層化構造をとっており、負荷の分散が可能となる。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。Content Integration Planeはこれらの情報を統合する機能を果たす。

具体的な安否情報流れを以下に示す。

各避難所からの情報を統括する市町村サーバは、各避難所の災害情報データベースに対し定期的にポーリングを行う。まず、同じ市町村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の種類等の情報に基づき、順々にポーリングを行う。以上の作業は、Content Integration Planeにある内容管理モジュールによって予め指定した時間になると自動的に行われる。次に、県防災中央センターサーバは各市町村サーバの災害情報データベースに対して同様にポーリングを行う。これにより、県全体の各市町村のデータも同様に統合化できる。図5のようにこれら市町村サーバを冗長化し、全国に分散することでシステムの可用性向上を図る。

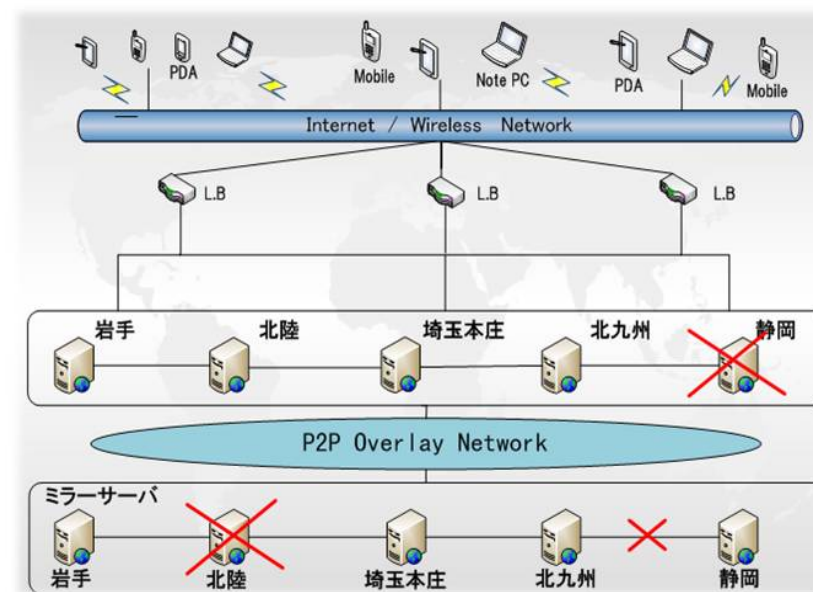


図5 冗長化によるシステム分散の概要

Figure. 5 Redundancy of Distributed Disaster Information Network

P2P オーバーレイの機能により、サーバ故障時の対応プロセスは以下に説明する。

図6に示したように、サーバ同士をグループ化して、グループ全体でサービスを提供する。各ピアは自分自身の情報を持ち、隣接ピアのクエリに対して、自分の情報を一定時間ごとにレスポンスする。

例えば、Aがポーリング送信するとBに要求が伝達される。Bは自分の情報をAに返す。同時に、Bはグループ1でポーリングを送信しても発見できなかった場合、Cが故障していると判定する。障害が検出されたCに関しては、ポーリング対象としないようにする。さらに、Bはグループ2やグループ3に問い合わせをする。その結果、ネットワーク全体に行けば行くほど、より多くのピアの情報を持つことになる。障害のあるサーバがあっても、代替サーバによってサービスを提供し続ける。

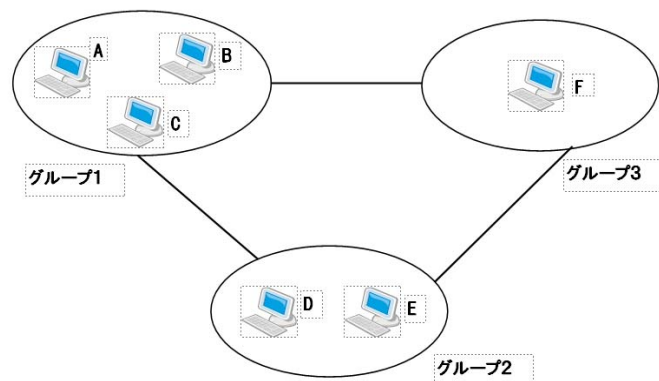


図6 グループ化したP2Pネットワークによる災害時サーバ故障への対応  
Figure. 6 detect the fault server by using grouped network

以上に述べた分散化と統合化をあわせて、情報の一貫性を確保する。

#### 4.1.3 Load-Balancing Plane

災害発生直後には、災害情報サーバへのアクセス数にしたがって、負荷が増大し、場合によってはシステムダウンを引き起こすこともある。これを防ぐために、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、商用製品の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等の方法があるが[14][15]。本システムは高速なレスポンスと高い耐障害性の実現するため、リダイレクトによる負荷分散を行う。ラウンドロビンによるクライアントからアクセスを順番にサーバへ振り分ける。

#### 4.2 ミドルウェアシステムの実装法

前節の設計をもとに、JXTA技術[18]をmiddlewareとして採用し、SBlab-Peer, p2pをベースにしたwebサービスプラットフォームとして実装を行った。

##### 4.2.1 Web-Service Distribution Plane

Web-Service Distribution Planeはローカルwebサービスの管理とwebサービスの発行を行う。具体的には以下のような3つのマネージャ:NE配置マネージャ, WS発布マネージャ, WS発見マネージャから構成される。

###### 1. NE配置マネージャ

ネットワーク配置マネージャはP2Pネットワーク環境構築するための基本的なプラットフォーム情報を管理する。peerを起動する時、peer名称, peer ID, パスワード, TCP/IPあるいはHTTPなど伝送プロトコル, Rendezvous, Relayなどの情報の配置と設定を行う。

###### 2. WS発布マネージャ

ウェブサービス発布マネージャはproxyサーバを使用して,XML形のadvertisementによって,webサービスをP2Pネットワークに発布する。また,ローカルにある既存なwebサービスに対して管理を行う。有効期間を過ぎたweb情報や無効なwebリンクなどに対して削除する。XML形のadvertisementの構成は以下のように示す。

```
<Message>
  <MsgID> uuid: ...</MsgID>
  <Service ID> uuid: ...</Service ID>
  <ServiceName > SaiGaiService </ServiceName>
  <WSDLURI> http: //www.saigai.org/...</WSDLURI>
  <Desc> Web service test for SBlabPeer </Desc>
  <Method name = Hello > </Method>
  <Parameter name = username type = "xsd:String">
    ...
  </Parameters >
</Message>
```

###### 3. WS発見マネージャ

ウェブサービス発見マネージャはすでにローカルのキャッシュに格納されているwebサービス情報を検索する。また,発見サービスによって,動的にp2pネットワークに広告されたwebサービスを発見する。他のPeerのクエリに対して,応答する。発見サービスのアルゴリズムは以下のように示す。

```
while(発見要求回数 > 0){
  ローカルキャッシュにあるサービス情報を検索する;
  存在する場合, webサービス情報を抽出する;
  存在しない場合, クエリを送信する {
    (1) 当グループ内で検索する;
    (2) 全ネットワーク内で検索を行う;
  }
  見つかった場合, 該当するサービス情報を返す, ローカルにキャッシュする
  そうでない場合, メッセージを表示する;
}while(timeout)
```

#### 4.2.2 Content Integration Plane

防災中央センターサーバからのポーリングにおいては、JXTA の発見サービスによる定期的なポーリングを行っている。その際、Status Monitor によって障害が検出されたサーバに関しては、ポーリング対象としないようにしている。また、このポーリングは手動でシステム管理者が行うことも可能である。

避難所に新たにサーバを設置した際、および災害障害により一時的に途切れた避難所サーバがシステムに復帰した際には災害情報の統合化を行う。各避難所から情報を統合したサーバの冗長化については、高速専用回線 JGN2+上にデータベーススペースでの複製と、ファイルベースでの複製の両方を行う。

データベーススペースのレプリケーションとしては、いくつかの方法が考えられるが [20][21]。本プロトタイプにおいては、P2P オーバーレイサービスから得たノードの情報に基づき、高速専用回線 JGN2+上でバックアップ作業を行う。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こみ、その内容を元に、クエリをレプリケーション先のデータベースサーバに発行し、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バックアップサーバ群の内容を一致させる。

#### 4.2.3 Load-Balancing Plane

今回のプロトタイプシステムでは、分散化により耐故障性向上させており、負荷分散に関しては、外部ウェブインターフェイスを持つ複数のバックアップサーバに、それぞれ異なる URI を割り当て、その URI へのアクセス後、クライアントからのホップ数、ならびにサーバの負荷に応じてリダイレクト実行させている。主なアルゴリズムは以下に示す。

```

Server Group S={S0, S1, S2, --- Sn-1},
i: Last time used Server    W(Si): Weight of Server Si
j = i;
do{
    j = (j+1) mod n;
    if(W(Sj) > 0) {
        i = j;
        return Si;
    }
} while (j != i);
return NULL;
    
```

### 5. 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、機能および性能評価を行う。現在、各拠点間のサーバ性能、ネットワーク構成は図7の通りである。この基盤上で災害時用のアプリケーションとして、従来まで研究を行ってきた「広域災害情報共有システム・WIDIS」と、今回新たに開発した「評価実験用災害情報共有システム」を搭載している。

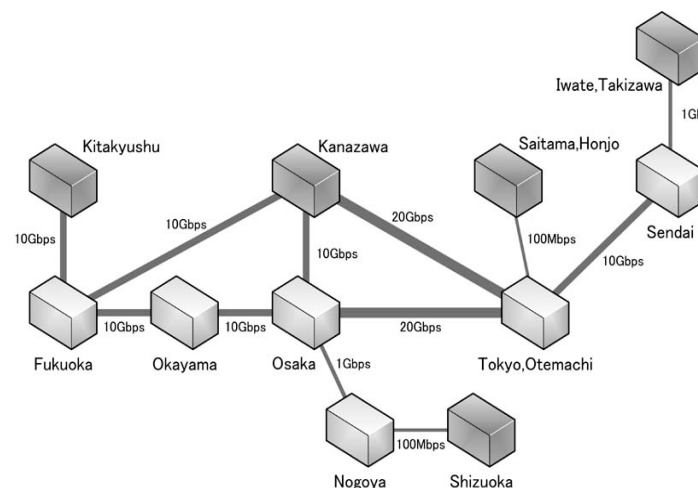


図7 JGN2 ネットワーク構成図  
 Figure. 7 Japan Gigabit Network2 Topology

#### 5.1 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3拠点（岩手県滝沢村、静岡県静岡市、埼玉県本庄市）で分散運用を行い、PHP4.3.10により開発を行った。災害に関する情報においては、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。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。

## 5.2 評価実験用災害情報共有システム

WIDIS は実稼働しているシステムであり、本システム上で実験することができないので、新たに評価実験用災害情報共有システムを構築した。OS は Windows XP を使用し、ウェブサーバには ApacheTomcat5.5 を用い、データベースサーバに MySQL5.0 を使用した。また、P2P ネットワークを構築するために JXTA1ib2.5 を使用していた。本災害情報共有システムでは、安否情報、ボランティア情報、被害情報などの情報登録と閲覧が可能である。また、P2P オーバーレイの機能によって、サーバ障害の対応や、サーバ群の内容の統合化として、サーバ管理機能も持っている。以下、図 8 にシステムのスクリーンショットを掲載する。



図 8 評価実験用災害情報共有システム  
Figure. 8 Disaster Information Sharing System for experimenting

## 6. 性能評価

これまでに行った性能評価について述べる。

### 6.1 大量負荷実験

今回開発された評価実験用災害情報共有システムに対して、LAN 環境で Apache Bench による過負荷試験を行った。テストするページは本システムのトップページ：index.jsp である。

災害時に外部から災害情報参照のための大量アクセスがあることを想定し、高負荷に対する許容度を測定するために行う。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 200 と 500 それぞれとする。Load Balancer と node1 それぞれ大量負荷実験を行う。各サーバの性能に関しては、表 1 に示している。

	Load Balancer	Node1	Node2	Node3	Node4
PC	HP_Dstar01	NEC_imwng052	HP_Dstar02	Dell_M70	NEC_imwng025
CPU	Celeron(R) 1.80GHz	Intel Pentium 1.80GHz	Celeron(R) 1.80GHz	Intel Pentium 2.26GHz	Intel Pentium 1.80GHz
Memory	1GB	2.25GB	1GB	2GB	1.75GB
Web Server	Tomcat 5.5	Tomcat 5.5	Tomcat 5.5	Tomcat 5.5	Tomcat 5.5
Database	MySQL 5.0	MySQL 5.0	MySQL 5.0	MySQL 5.0	MySQL 5.0
IP address	192.168.100.100	192.168.100.101	192.168.100.102	192.168.100.103	192.168.100.104

表 1 各サーバの性能

Figure. 1 Performance of each server

実験で設定する数値に関しては、クライアントで発行可能な接続数を考慮し、数値を決定した。実験で設定した数値の根拠としては、2005 年 1 月に行った WIDIS 実証実験時に 8 日間の 1 日あたりの平均として、約 750 のアクセス数、約 54 のアクセス元 IP があり、それらの参加団体が災害時に同時アクセスを行うことを想定し、同時アクセス数を 200 と 500 それぞれ設定した。実験についての結果が図 9 の通りとなった。

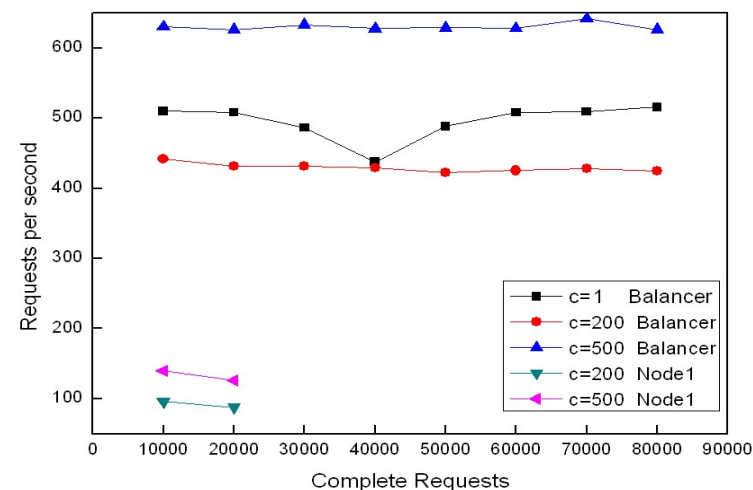


図 9 最大負荷許容実験結果

Figure. 9 High-load Experimental Results



岩手に設置したサーバに関しては、動的コンテンツにおいて 80000 アクセス以上の時に処理オーバーフローしていることが分かった。

これらの実験を通して、必要とされるサーバの性能や台数を推定するために、災害情報の同期が図られた分散環境下における Web-Service Distribute Plane による冗長化と、Load-Balancing Plane による負荷分散にどのように対応すべきかを決定する定量的な把握を行うことができた。

## 7. おわりに

本稿では、Web サービスと P2P 技術を融合する方法論として、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。今後新たにサーバ数をさらに増加させて、大規模災害を想定した性能評価を行う予定である。

## 参考文献

- 1) Shibata, Y., Nakamura, D., Uchida, N. and Takahata, K.: Residents Oriented Disaster Information Network, Proc. on Symposium on Applications and the Internet (SAINT2003), pp.317{322 (2003).
- 2) Nakamura, D., Uchida, N., Asashi, H., Taka-hata, K., Hashimoto, K. and Shibata, Y.: Wide Area Disaster Information Network and Its Resource Management System, Proc. of the 17th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA2003), pp.146{149 (2003).
- 3) 藤原孝洋, 飯田登, 渡辺尚: アドホックネットワークを併用する緊急通信無線網のアクセス方式, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J86-B.No.11, pp.2345{2356 (2003).
- 4) 岩淵 柴田: “位置情報を利用した動的情報配信による被災者支援システム” 情報処理学会第 68 回全国大会, 5Q-4Mar.2006
- 5) Tsuyoshi, E., Fumiko, M. and Hiroyuki, O.: Research and Development for Victims Information Registration and Retrieval System (IAA System) and its Application to Natural Disasters, Seminar on mathematical sciences, National Institute of Information and Communication Technology (2005).
- 6) フェニックス防災情報. <http://web.bosai.pref.hyogo.lg.jp/public/>
- 7) 越後博之 湯瀬裕昭 干川剛史 高畑一夫 柴田義孝, “JGN2 を用いた災害情報システムのロバストネス向上手法の提案” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02006) シンポジウム論文集 (II), pp925-pp928, (2006)
- 8) 首藤一幸, “アプリケーション層マルチキャスト: 基本と応用”, UNIX magazine 2006 年 10

月号, pp.34-43, (株)アスキー, (2006.9)

- 9) P2P-SIP. <http://www.p2psip.org/>
- 10) 坂本大吾, 旭秀晶, 中村大輔, 橋本浩二, 高畑一夫, 柴田義孝: 無線通信を主体とした防災・災害情報ネットワークシステム: 安否情報検索システムの開発と機能評価, 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.67{72 (2001).
- 11) Gridmedia. Gridmedia. <http://www.gridmedia.com.cn/>.
- 12) Lamehamedi, H., Shentu, Z. and Szyman-ski, B.: Simulation of Dynamic Data Replication Strategies in Datagrids, Parallel and Distributed Processing Symposium, 2003. Proceedings. International (2003).
- 13) Canali, C., Cardellini, V., Colajanni, M. and Lancellotti, R.: Performance comparison of distributed architectures for content adaptation and delivery of Web resources, Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, pp.331{337 (2005).
- 14) 横田裕思, 木村成伴, 海老原義彦: DNS フィルタ方式によるミラーサーバ選択法の提案と実装, インターネットコンファレンス 2001, pp.121{130(2001).
- 15) Fei, Z., Bhattacharjee, S., Zegura, E. W. and Ammar, M. H.: A novel server selection technique for improving the response time of a replicated service, INFOCOM, pp. 783{791(1998).
- 16) Miguel Castro, Peter Druschel, Anne-Marie Kermarrec, Animesh Nandi, Antony Rowstron, Atul Singh, SplitStream: high-bandwidth multicast in cooperative environments, Proceedings of the nineteenth ACM symposium on Operating systems principles, October 19-22, 2003, Bolton Landing, NY, USA
- 17) E. Lua, J. Crowcroft, M. Pias, R. Sharma, and S. Lim. A Survey and Comparison of Peer-to-Peer Overlay Network Schemes. IEEE Communications Surveys and Tutorials, 7(2):72--93, Oct. 2005.
- 18) JXTA. <https://jxta.dev.java.net/>
- 19) X. Zhang, J. Liu, and B. Li. On Large Scale Peer-to-Peer Live Video Distribution: Coolstreaming and its Preliminary Experimental Results. In Proc. of IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing, MMSP, Oct. 2005.
- 20) Pedone, F., Wiesman, M., Schiper, A., Kemme, B., and Alono, G.: Understanding Replication in Databases and Distributed Systems, Proceedings of the 20th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems, pp.464-474 (2000).
- 21) Davison, W.: rsync, <http://rsync.samba.org/>.