

## 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

坂本大吾† 旭秀晶† 中村大輔† 橋本浩二† 高畑一夫¶ 柴田義孝†  
†岩手県立大学ソフトウェア情報学部  
¶信州短期大学経営学科

本論文では、災害時に有効な情報ネットワークシステムについての基本的考察を行う。まず第一に、現在のシステムの問題点、災害情報ネットワークシステムに要求される必要条件を考察する。これらの問題点を改善と必要条件を考慮するため、モバイル環境を基本に、GPSなどの新しい技術との融合し、災害時であっても被災地の住民が情報の発信と収集ができ、さらに被災地外の人々もインターネットを利用することにより、被災地の情報を入手可能な情報通信システムを提案する。最後に、被災者の安否情報を、被災地に構築した無線通信網を使って収集し、インターネットを通して広く公開可能なプロトタイプシステムの開発と機能評価について述べる。

## Disaster Prevention Network System based on Radio and Wireless Communication Technology :Development and functional evaluation of a safety information retrieval system

Daigo Sakamoto †, Hideaki Asahi †, Daisuke Nakamura †, Koji Hashimoto †,  
Kazuo Takahata ¶, and Yoshitaka Shibata †

† Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University  
¶ Department of Business Administration, Shinshu Junior College

In this paper, disaster prevention information network for earthquake, mountain explosion, hydraulic bore, are discussed. System requirements and functionalities for these systems are investigated. We propose a new information network system based on radio and wireless communication to satisfy those requirements, including GPS function, Internet information multicast function, bidirectional communication function. Various types of source information when disaster happened to be collected or broadcasted are precisely discussed. Finally a prototyped system based on radio and wireless network is discussed.

### 1.はじめに

火山の多い我が国では、地震等の大規模災害の発生率が高く、阪神淡路大震災や、北海道の駒ヶ岳、有珠山の噴火といった突発的な災害に備え、災害時の情報通信手段を確保することが、近年の災害発生状況からも非常に重要視されている[1][2]。岩手県においては、岩手山に噴火の兆候があり、早急に防災及び災害時の情報通信網を構築する必要性が生じている。

また、現在インターネットにより、住民を主体とした情報ネットワークの構築が可能となり、携帯情報端末の普及により、誰もが常時情報ネットワークへアクセス可能な環境が整いつつある。本

研究はこれらの背景をもとに、無線ネットワークを主体とした防災・災害情報ネットワークの、岩手山周辺地域への構築を目的として始められた。現在までに、関連するいくつかの実験を行い、また、プロトタイプシステムの一部の機能を実装した。

本稿では、防災・災害情報の伝達を支援する、特に子供、高齢者や障害者など、災害弱者と呼ばれる一般市民をも考慮する住民主体の防災・災害情報ネットワークシステムについての考察及び、実装中のプロトタイプシステムについて述べる。

## 2. システム要件

### 2.1 現状の問題とアプローチ

災害は予期せず発生したり、二次災害をも引き起こすため、テレビ・ラジオ・防災行政無線といった、従来の広範囲を対象とした一方向の放送方式な防災・災害情報配信に加え、被災者一人一人がそれぞれ必要とするタイムリーな防災・災害情報を、既存の情報機器に依存しない形で発信出来る防災・災害情報ネットワークシステムが必要とされる。このような防災・災害情報ネットワークシステムの開発には、大きく分けて二つ面から、すなわち、情報インフラストラクチャと、その上で伝達される防災・災害情報システムの考慮が必要とされる。

情報インフラストラクチャにおいては、災害時には故障や輻輳等で利用できない可能性の高い、平常時の情報伝達の中心である公衆網とは独立していること、平常時から利用可能で、公衆網とも相互に情報交換が可能であること、すなわち、全てをデジタルなデータとして情報交換可能なインターネットへの接続性を持っていること、さらに、避難所となりえる公共施設を、無線により相互に結ぶネットワークを形成し、他の避難所やインターネットへの接続性を常に確保することなどが必要とされる。

災害情報伝達システムにおいては、住民間、住民－自治体間で迅速に防災・災害情報の伝達を行うためには、ネットワークが接続されているだけでなく、共通の防災・災害情報プロトコル（具体的な防災・災害情報の定義、蓄積方法、提示方法）が必要になる。また、被災者のプライバシーの保護や、第三者への情報の漏洩を防いだり、被災者に誤った情報が発信されるのを防ぐといった、セキュリティ面の強化も必要とされる。

### 2.2 システム機能

以上のことを踏まえて、本研究では、災害時の情報伝達支援に関して、以下の二点に焦点を当てて、研究を進めている。

1) 公衆網とは独立・併用できる専用線ネットワーク、特に無線による災害耐性の強いネットワークの構築。

具体的には、災害時においても被災地住民が、平常時と同様に通信が可能な、避難所を中心として展開されるアドホックネットワークの構築を行う。

2) 災害時においても被災地の住民間、住民－自治体間で情報交換できる、特に、基本且つ最も重要な被災者の安否情報伝達システムの開発。

具体的には、自分や家族の安否情報の登録・検索・確認を、個人の情報端末、公共の情報端末から、WWW や電子メールを用いて行うことができるシステムの開発を行う。

## 3. システム概要

### 3.1 災害耐性のあるネットワークの構築

被災地の避難所が、常にネットワークに接続され、防災・災害情報を通信することが可能であるということを保証するには、まず、平常時から、公衆網と独立、併用可能な専用線（有線・無線）が敷設され、利用されていることが必要になる。本研究では、岩手山周辺に存在する災害時には避難所となる公立の小学校・中学校と岩手県立大学とを無線で結ぶことにより無線 WAN を構築し、常に接続状態を監視する。また、小学校・中学校では、ホームページの閲覧や、遠隔地とのビデオ会議に利用することにより、無線 WAN の可動性を確認する。

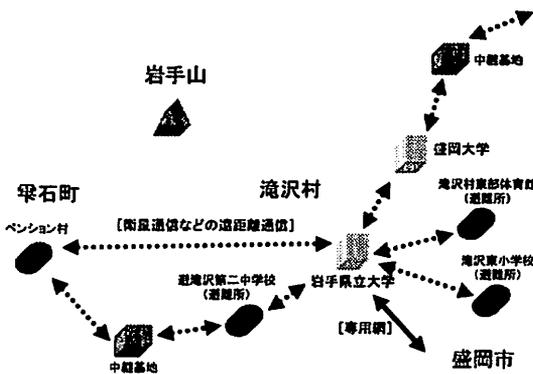


図 1. 岩手山周辺の無線 WAN 構成

### 3.2 災害発生時のアドホック無線ネットワーク

災害時には、故障や輻輳などにより、公衆網・専用線共に、通信できなくなる可能性が考えられる。本研究では、災害時においても、避難所を中心とした通信可能エリアの拡大と通信網

の復旧を目的としたアドホック無線ネットワークについても構築を行う。

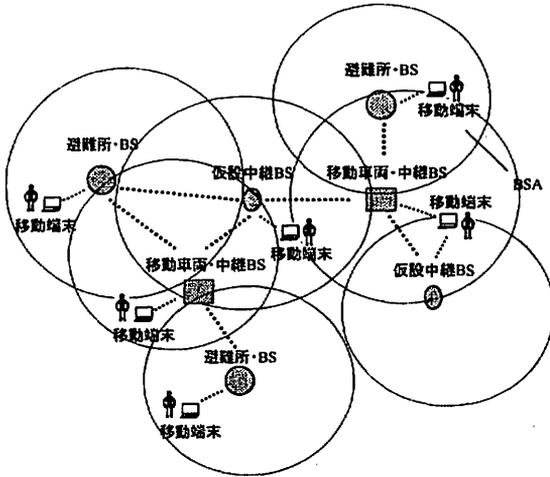


図2.避難所を中心とした通信可能範囲の拡大

### 1)避難所周辺へのネットワークの構築

災害時のアドホック無線ネットワークの構築は、以下の項目を可能にする。

- ・被災地住民の安否の連絡
- ・行政の災害情報の収集
- ・ネットワークの復旧のための調査

図2で示すように、アドホック無線ネットワークは、Base Station（以下BS）をノードとして構築される。BSは、周辺に存在する Mobile Host（以下MH）が、他のMHやインターネット上の情報機器と通信する機能を提供する。アドホック無線ネットワーク構成要素（避難所BS、移動車両（中継BS）、仮設中継BS）について、以下に述べる。

#### ・避難所BS

インターネット接続へのゲートウェイとなる。これらのBSは、公衆網（携帯電話・PHS）、専用網（無線LAN）それぞれの通信機能を備える。

#### ・移動車両（中継BS）

衛星通信機能を備え、自身の位置情報の発信、避難所BSや、他の移動車両（中継BS）、仮設中継BSの位置の取得、互いの地上波到達状況の確認を行い、仮設中継BSを設置する適切な位置に移動する。

#### ・仮設中継BS

平常時に使われていたBSの復旧までの間、代替として設置される中継用BS。監視カメラを備え、被災地の状況をモニタする。

アドホック無線ネットワーク構築の流れは、以下のとおりである。

- 1)避難所の公衆網・専用網への接続状態を確認し、切断されていれば、最優先で調査・復旧させる。
- 2)避難所BSを有線へのゲートウェイとしたアドホック無線ネットワークを構築するために、衛星通信機能を備えた地上波の移動車両（中継BS）が、被災地に向かう。
- 3)移動車両（中継BS）は、衛星通信を通じて、避難所BSや他の移動車両（中継BS）の位置と、互いの地上波の到達状況を確認し、より多くの中経路を形成できる仮設中継BS設置候補地へ移動する。
- 4)仮設中継BSを設置し、他の仮設中継BS、避難所BSを通してのインターネットへの接続を確認する。

### 2)避難所内のネットワークの構築

避難所では、災害時には以下のようにして避難所内ネットワークを構築する。

- 1)平常時、避難所において利用しているPCを、災害時用の共有情報端末として利用。
- 2)非難してきた住民に安否情報を登録してもらい、無線LANに接続可能なPDAの貸し出しを行う。
- 3)避難所では、無線LANを稼働させ、避難所の被災地住民がPDAで、WWWや電子メールを用いて、家族、親類、知人等と通信できるようにする。

#### ・個人のPDA

安否情報の検索・確認、家族や親類との連絡、電子メールで避難所単位にプッシュされる防災・災害情報の受信。ホームページで提供される防災・災害情報の検索、閲覧。

#### ・共有情報端末

避難所ごとの、必要とされる食料・衣類・薬品などの物資情報の発信、供給状況の確認。ホームページで提供される防災・災害情報の検索、閲覧。

### 3.3 安否情報の登録・検索

安否情報の登録・検索の流れを以下に説明する。

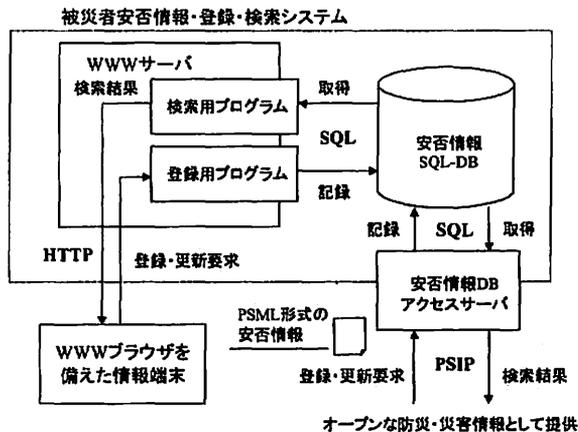


図 3. 安否情報の登録・検索

#### 1) 登録

安否情報の登録用のホームページを開き、登録に必要な以下の情報を入力する。

必須入力項目（以下の3つの項目で本人を確認）

- ・ 氏名 漢字／フリガナ
- ・ 生年月日 和暦／西暦

推奨入力項目

- ・ 性別
- ・ 血液型
- ・ 住所
- ・ 現在位置
- ・ 連絡先電話番号
- ・ 連絡先電子メールアドレス
- ・ 現在の状態
- ・ メッセージ

推奨項目は、項目ごとにそれぞれ第三者に対して内容を公開可能か否か選択することができる。また、検索キーワードが全てマッチした場合のみ公開可能にすることもできる（検索を行った人間が明らかに、親族や親しい知人である場合）。入力された個人情報は、安否情報データベースに記録される。

#### 2) 検索

安否情報の検索用のホームページを開き、以下の情報をキーワードとして該当者の検索を行う。

- ・ 氏名 漢字／フリガナ
- ・ 住所
- ・ 現在位置
- ・ 現在の状態

検索の結果、いずれかの項目がマッチした安否情報登録者の、公開可能情報（現在位置・現在状態・連絡手段など）の一覧が表示される。

情報端末が、WWW ブラウザの機能だけでなく、JavaApplet などのクライアントエージェントプログラムの実行機能を備えている場合、以下の機能が有効となる。

・ 携帯情報端末にクライアントエージェントプログラムが常駐し、定期的な安否情報の送信を行うことができる。

・ GPS などの位置情報を測定する機能も備えている場合、明示的に現在位置を設定しなければ、測定された現在位置が、安否情報の位置情報として送信される。

安否情報登録・検索 WWW サーバは、安否情報データベースに対し、SQL を用いて保存、取得を行うが、これとは別に、安否情報データベースアクセスサーバを介して、XML ベースの RSIML (Residence-Safety Information Markup Language) で記述された安否情報の記録、取得も可能である。

このような方法を提案する理由は、安否情報に限らず、防災・災害に関連する情報のプロトコル、データフォーマットをオープンにし、各地域の防災・災害情報管理システムで共有できるようにすることを目的としたためである。

以下に RSIML の例を示す。

・ 安否情報の記録

```
<set>
< Residence Safety Information>
  <name>坂本 大吾</name>
  <birth>
    <year>1974</year>
    <month>11</month>
    <day>14</day>
  </birth>
```

```

<location>岩手県立大学</location>
<condition>救助必要</condition>
</Residence Safety Information>
</set>

```

```

・ 安否情報の検索
<search>
  <Residence Safety Information>
    <keyword>
      <location>大学</location>
      <condition>良好</condition>
    </keyword>
  </Residence Safety Information>
</search>

```

#### 4. プロトタイプシステム

本研究で提案する安否情報検索システムが有効に機能・動作するか検証するために、図4に示すようなプロトタイプシステムを、岩手県立大学周辺に構築した。そして、2000年11月に、岩手山周辺地域において、岩手山噴火を想定した防災訓練に合わせて、本システムの安否情報の登録、検索、確認機能を検証するために試験運用を行った。自治体を介さず、住民間で被災者の安否を素早く確認することが可能か調査すること、実際に防災訓練でシステムを使用することにより、机上では予測できない問題を洗い出し出すことが、今回の試験運用の目的である。

##### 4.1 システム構成

システム構成について、以下に述べる。

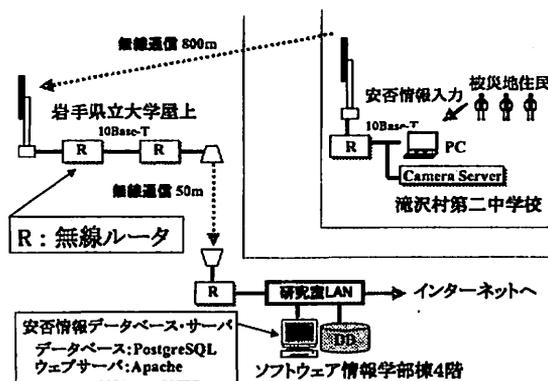


図4.プロトタイプ設置図

防災訓練は、岩手県滝沢村の避難所として指定されている公立の小学校・中学校に、周

辺の住民が避難するという形で行われた。

プロトタイプシステムは、その内、滝沢第二中学校、滝沢東小学校、滝沢村総合公園体育館の三ヶ所の避難所に構築した。訓練に参加した住民によって、避難所に設置した情報端末より入力された安否情報を、インターネットに接続された情報端末や、他の避難所に設置した情報端末から検索、確認できるようにした。滝沢第二中学校は、無線LANにより岩手県立大学と直接接続し、他の避難所は、公衆網を通してインターネットにより接続した。

無線LAN構築に使用した無線ルータの仕様を以下に示す。

- 1)通信速度 最大 2Mbps
- 2)通信可能距離 最大 5km
- 3)通信方式 TDMA (12 スロット)
- 4)インターフェース 10Base-T

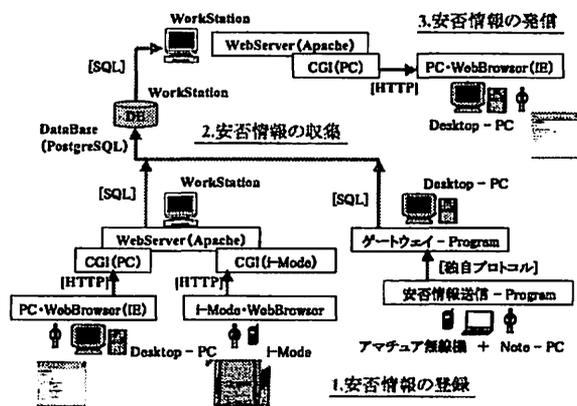


図5.システム構成

各避難所に設置されたPCまたはiモードなどのWWWを利用可能な情報端末より入力された安否情報は、無線LANまたはインターネットを通して岩手県立大学にある安否情報データベースに記録される。蓄積された安否情報は、インターネットに接続可能な情報端末より、検索・確認が可能になる。

プロトタイプシステムでの安否情報の入力項目

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1)氏名        | 個人識別用     |
| 2)生年月日 (西暦) | パスワード     |
| 3)現在位置      | 避難所を選択    |
| 4)現在状況      | 救助が必要かどうか |

- 5)自由記入欄
- 6)以下の情報を公開するか否か
- 7)連絡先電話番号
- 8)連絡先電子メールアドレス

今回のプロトタイプシステムでは、試験運用のため、入力項目を最小限にした。

また、滝沢第二中学校からは、安否情報だけでなく、カメラサーバーを用いて避難所の様子を、10秒毎に切り替わる画像として岩手県立大学内の画像専用ファイルサーバーに蓄積し、ホームページから避難所の様子を確認できるようにした。

## 4.2 試験運用結果

避難訓練は、おおよそ朝9時から11時まで行われ、30～50人の周辺住民が各避難所に避難した。岩手県立大学の学生がボランティアとして、住民の安否情報の入力を支援し、各避難所で十数名の住人が、安否情報の入力を行った。無線LANの実行スループットが、ISDNベーシックレートと同等以上であり、1台のノートPCで安否情報の入力を行ったので、システムのスケラビリティに関して、今回のプロトタイプシステムの試験運用では、特に問題はなかった。

安否情報を入力した住民にプロトタイプシステムについてのアンケートを実施した結果、以下のような回答が得られた。

回答者数 = 25人  
10代から70代まで均等に回答

- 1)安否情報の入力を誰がしたのか？
 

自分	10人
ボランティア	15人
- 2)「安否情報検索システム」は役に立つか？
 

役に立つ	23人
役に立たない・わからない	2人
- 3)今後も訓練時に試験運用しても良いか？
 

運用すべき	21人
必要ない・わからない	4人
- 4)システムに対する意見
  - ・キーボードを使った入力は難しい(特に漢字)。
  - ・情報機器について教えてくれる人が必要。
  - ・個人ではなく家族単位で入力できた方が良い。
  - ・外部(被災地外)からの安否の確認方法が、

複数あれば良いと思う。

- ・事前に個人情報を登録しておいた方が良い。
- ・ボランティアの活動が必要だと思う。

## 4.3 試験運用結果に対する考察

アンケートの結果では、入力インターフェースに関する意見が多かった。これは、代行して安否情報を入力したボランティアからも、同様の意見が寄せられた。普段コンピュータ等の機器に触れていない子供やお年寄りといった災害弱者に、自分でPCやiモードで、詳細な安否情報を入力してもらうのは極めて難しいということがわかった。また、ボランティアが入力を代行するとしても、住民の入力したい安否情報を、ボランティアが理解するまでに時間がかかる、という問題もあった。

現在のシステムは、防災訓練に合わせて誰でも安否情報を入力できる形にしたため、以上のような問題があるが、事前に住民情報をシステムに登録しておき、わずかな情報の入力で、安否情報を登録できるようにすることにより、問題はある程度解決できると考えられる。ただし、現在のように、誰でも安否情報の入力が可能であるということも、考慮しなければならない。

## 5.おわりに

本稿では、公衆網と併用、独立した無線ベースの災害時に有効なネットワークの構築、その上での安否情報の伝達、実際の防災訓練における試験運用について述べた。今後の課題として、安否情報のPSIMLによる登録、検索機能の実装や、試験運用で得られたアンケートの項目の改善などを行っていく予定である。

### 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 第二回研究発表大会 2000.11 pp163-pp172
- [2] 湯瀬裕昭, 清水澄明, 柴田義孝, 鈴木直義, “インターネットによる学生の安否情報確認システムの試作と評価”, 日本災害情報学会 第二回研究発表大会 2000.11 pp14-pp22
- [3] 道路情報分野におけるXML技術の活用について～道路用Web記述言語RWMLの開発～  
IPSJ Magazine vol.41 No.6 Jun.2000 pp.666 - p.670