

## 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

坂本大吾† 橋本浩二† 高畑一夫¶ 米本清‡ 柴田義孝†

† 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

‡ 岩手県立大学社会福祉学部

¶ 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。特に、被災者の安否情報や各避難所で必要な救援物資の情報を、被災地外にすばやく公開し、また災害発生直後から、被災者一人一人に安全確保のための適切な情報を配信できる情報通信手段を考察する。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設計について述べる。

### Disaster Prevention Network System based on Radio and Wireless Communication Technology

Daigo Sakamoto †, Koji Hashimoto †, Kazuo Takahata ¶, Kiyoshi Yonemoto ‡ and Yoshitaka Shibata †

† Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

‡ Faculty of Social Welfare, 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 analyzed. 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機能を実装した[3][4]。

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.問題点とシステム要件

災害は予期せずに発生したり、二次災害をも引き起こすため、的確でタイムリーな状態情報を伝達出来る防災・災害情報ネットワークシステムが構築される必要がある。

プロトタイプシステム構築に当たって、システムに必要な機能を、以下に定義した。

### 1)インフラストラクチャ

- ・公衆網とは独立・併用できる。
- ・インターネットと相互接続できる。
- ・通信機器の移動性・即時設置性を考慮できる。
- ・平常時から被災地の住民が利用できる。

### 2)インターフェース

- ・特定の情報端末に特化しない。
- ・災害弱者を考慮し幅広い年齢層が利用できる。

### 3)インフォメーション

- ・予知や避難情報等の防災情報を発信できる。
- ・被害や生活情報等の災害情報を発信できる。
- ・被災地住民の安否情報を収集・発信できる。
- ・被災者からの要求を被災地外に発信できる。
- ・市民間・市民行政間での情報交換ができる。
- ・オープンな情報フォーマットである。

1 つ目は、インフラストラクチャ=通信網に関するものである。

通信網には、災害時には輻輳等で利用できない可能性の高い公衆網とは独立しており、且つ併用可能であることが要求される。

インターネットへ接続することにより、公衆網とデータ通信レベルでの併用を計る事ができ、被災地内外で広く情報を共有することが可能となる。

また、断線や機器の故障も考えられるため、通信媒体には無線をベースとする。通信機器も移動可能であり、再設置が容易なことが望まれる。また、災害時だけでなく平常時から被災地の住民が利用できる必要がある。通信に使う情報端末は、操作方法を覚えるのに時間が必要なため、普段から利用していなければ、災害発生時に有効に活用することはできないためである。

2 つ目は、インターフェース=情報端末の環境に関するものである。

より多くの被災地の住民に対して防災・災害情報を伝達するためには、様々な情報端末で情報を受けられるよう柔軟なシステムを構築する必

要がある。

また、現在の情報端末は、子供・高齢者・障害者など、災害弱者と呼ばれる一般市民に対して必ずしも扱いやすいものとは言い難いため、入力デバイスの簡略化や、音声ナビゲーション等の追加を行い、情報の発信・収集の操作を支援する必要がある。

3 つ目は、インフォメーション=防災・災害の処理に関するものである。

災害発生前には、いかにして多くの被災地住民に対し防災情報を伝えられるか、災害発生時には、発生する様々な災害情報を、蓄積及び整理し、必要とする人間に的確に発信できるかが、被害を抑えるための大きな鍵となる。

安否情報や物資要求等の情報は、住民主体で、迅速に発信・確認される必要がある。

また、これまでは、災害情報が、それぞれのメディア（テレビ、ラジオ、インターネット、etc）で、分散されて扱われていたため、情報の一貫性、信頼性に問題があった。蓄えた災害情報のフォーマットをオープンにし、リアルタイムで広く共有することにより一貫性を持たせることが必要である。

## 3.防災・災害情報ネットワークシステム

以上のシステム要求を満たす、防災・災害情報ネットワークシステムについて以下に述べる。

### 3-1.インフラストラクチャ

災害時において、公衆網では、しばしば輻輳が発生したり、最悪の場合は、途中経路の断線も起こり得る。そのため、公衆網と併用可能である無線をベースとした災害に強いネットワークの設計を行った。本情報ネットワークでは、以下の2つのアプローチを導入した。

#### 1)無線 WAN によるネットワーク

#### 2)アマチュア無線を利用したネットワーク

本情報ネットワークは、図 1 のように岩手県立大学を中心とし、各避難所や近隣の大学とを、無線ルータを用いた無線 WAN により接続した構成となっている。被害を真っ先に被ると予想される岩手山麓のペンション村との通信には、遠距離通信可能なアマチュア無線を用いたデータ通信を利用する。公衆網からは、ダイヤルア

アップ接続やiモードを使って通信を行う。

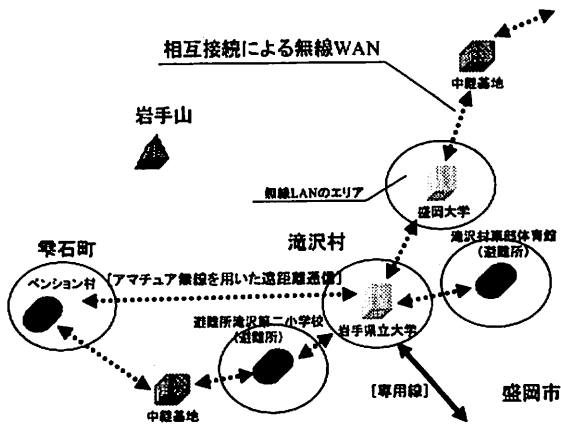


図1 無線ネットワーク（岩手山周辺）

これまでに、アマチュア無線、無線WANについて、図2に示す実験用の無線LANを岩手県立大学周辺に構築し、通信実験を行なっている。

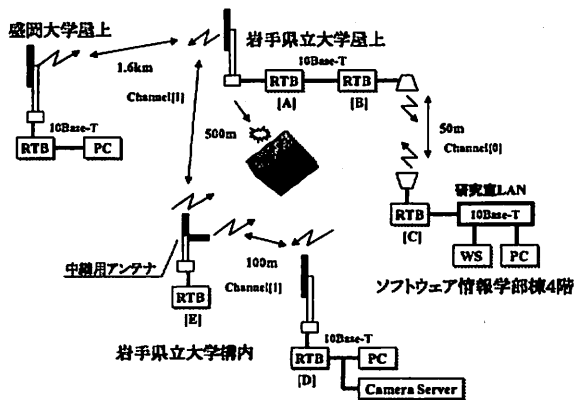


図2 大学周辺での実験

### 無線LANの通信実験

無線LANの通信実験は、周波数2.4GHz帯、最大通信速度2Mbps、最大通信可能距離5kmの市販の無線ルータ〔図中：RTB〕を用いた。通信方式はTDM方式で、ルータを3ホップした状態でのスループットは、おおよそ80～64Kbpsであり、ISDNベーシックレートと同程度の速度ができることが確認できた。この結果から、WWWにおいては文字情報を中心に扱い、ビデオストリームの配信においても画質を抑えれば、十分に実用に耐えるという結論がでた。しかし、遅延時間が有線LANに比べ大きいため、双方向のリアルタイムビデオ通信は、現状では

難しいという問題も明らかになった。

また、この実験では、大学周辺の見通しの良い場所のみを選んで通信していたため、実際に岩手山周辺に無線ネットワークを構築する場合、アンテナを立てられる見通しの良い場所を確保する必要があり、今後の大きな課題となっている。

### アマチュア無線の通信実験

アマチュア無線の通信実験については、移動性を考慮し、周波数400MHz帯、最大通信速度1200bps、最大通信可能距離5kmの、電波の出力の小さい携帯用のアマチュア無線機を用いた。電波の出力が小さいため、通信可能距離は無線LANと同程度だが、無線LANが使用している周波数帯の特性上、途中遮蔽物があるとまったくと言ってよい程通信不能になるのに対し、アマチュア無線では、多少通信速度が落ちるものの、通信不能になるということは無かった。さらに、アマチュア無線の場合、電波の出力を変更することができるため、数10km離れた場所との通信を行うことも可能である。

しかし、無線LANに比べ通信速度が遅いため、動画等の通信を行うことはできないが、安否情報などの、情報量の限られたものを扱うのに適しているという結論がでた。

### 3-2. インターフェース

PC、タッチパネル、PDA、iモードなど、多数の機器から利用できるように、WWWをインターフェースの基本とした。また、情報量の少ない文字ベースの災害情報を発信するために電子メールも活用する。

### 3-3. インフォメーション

防災・災害情報を考えるにあたって、その情報の性質から、次のように分類を行った。

#### 時間軸での情報の分類

被災地住民に対して発信する情報は、災害の発生前と後で、以下のように、防災情報・災害情報の2つに分類した。

#### 防災情報

##### 1) 情報の取得方法情報

テレビやラジオ、防災無線等の一方向のメディア

インターネット等の双方向のメディア

- 2) 予知情報  
災害の発生予想時刻  
災害の被害予想範囲
- 3) 避難情報  
避難場所  
避難方法

#### 災害情報

- 1) 被害情報  
火災・浸水・倒壊等の被害発生場所と現状
- 2) 生活情報  
ガス・水道・電気等の被害と復旧状況
- 3) 安否情報  
親類や知人の安否、本人に対するメッセージ
- 4) 援助物資情報  
個人・避難所への衣食住等の援助物資の状態

#### 情報発信元での情報の分類

これらの情報のうち、安否情報・援助物資情報以外は、基本的に行政から被災地の住民に対して発信されるトップダウン的な情報である。それに対し、安否情報及び援助物資情報は、まず被災地の住民から情報が発信され、それに対し行政・ボランティアが情報を提供するというボトムアップ的な情報である。

本システムでは、防災・災害情報を、時間軸よりも、トップダウンの情報・ボトムアップの情報の分類で分け、防災・災害情報の収集と発信を行う機能を、以下の2つのモデルに定義した。

- ・モデル1 防災・災害情報の発信
- ・モデル2 安否・救援物資情報の収集と発信

#### モデル1

##### 防災（予知・避難）情報の発信

防災情報において必要なことは、災害発生までに、いかに多くの被災地住民に対し、防災情報を伝えられるかである。突発的な災害発生の場合、多くの人は冷静な行動を取ることができず、情報を自ら得ようとする行動を取るとは考えにくい。この場合有効なのは、これまでは防災行政無線を使った音声による直接の情報の発信であったが、これからは携帯情報端末に対してのメール発信（プッシュ発信）等が、防災情報の発信において非常に有効な方法になると考

えられる。

個人の持つ携帯情報端末への情報の発信は、以下の様なメリットがある。

- ・文字及び画像情報のため、情報を保存できる。
- ・地域、個人別に必要とする情報を発信できる。

また、双方向の通信が可能のため、必要な情報を検索することもできる。

ただし、メール用いた防災情報の配信は、情報を受ける者のメールアドレス等の情報を、事前にシステムに登録する必要がある。

#### 災害（被害・生活）情報の発信

災害情報において必要なことは、刻一刻と変化する様々な情報を、蓄積及び処理し、情報を必要とする人間に、適切な方法を使って発信することである。

被害情報・生活情報は、誤った情報を発信することができないため、あくまで行政が主体で情報を発信する。しかし、行政から寄せられた情報を蓄え、災者が必要とする情報を、効果的に提供するシステムを開発することは可能である。

本システムで考える災害情報（被害情報・生活情報）の、被災地住民への発信の流れについて以下に示す。

#### 1) 情報の蓄積

行政・ボランティアから防災・災害情報を受けたシステム管理者は、データベースへの情報の蓄積、被災地住民への発信を行う。発信する防災・災害情報は、大きく分けて、対象と内容の2つから構成される。

対象は、被災地全域・避難所・個人といった、情報を発信する対象を表す。

内容は、これまでに述べた防災情報（予知情報・避難情報）、災害情報（被害情報・生活情報）である。

#### 2) 情報の発信

被災地住民は、データベースからカテゴリズされた災害情報を参照する。現在はWWWや電子メールによる文字情報が主体であるが、将来的には、Voice Over IPによる、住人への災害情報のマルチキャストも視野に入れて

いる。

## モデル 2

### 安否情報の収集と発信

被災地住民の安否情報の収集と発信機能については、実際にプロトタイプシステムの実装を行った。プロトタイプシステムの詳細について以下に述べる。

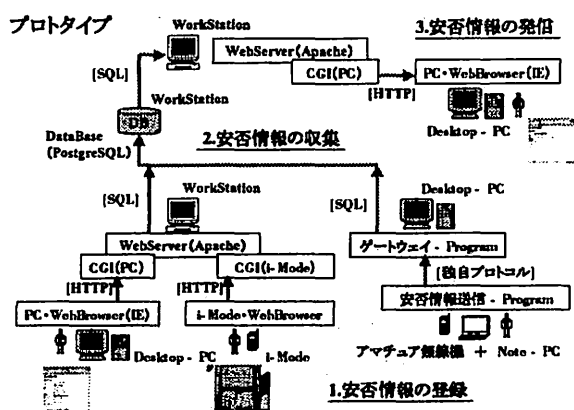


図 4 プロトタイプシステム

各サーバコンピュータには、ワークステーション、OSにはSolarisを用いた。WWWサーバソフトウェアには、Apacheを、入力された安否情報を保持するデータベースソフトウェアにはPostgreSQLを用いた。

プロトタイプシステムの具体的な流れを以下に示す。

#### 1)安否情報の収集

被災地の移動中の住民はiモード対応の携帯電話から、そして避難所内の住民はPCから、WWWを使って自分の安否情報をデータベースに入力する。  
入力する項目を以下に示す。

##### 必須記入項目

- ・氏名
- ・生年月日 (第三者の参照は不可)

##### 自由記入項目 (公開)

- ・現在位置
- ・現在状態
- ・メッセージ

##### 自由記入項目 (公開/非公開選択)

- ・電話番号

- ・電子メールアドレス

自由記入項目 (システム管理者のみ参照可能)

- ・性別
- ・住所

氏名は、個人識別子として使用される。生年月日は、第三者の安否情報の改竄を防ぐための、氏名と対のパスワードになっている。現在位置には、避難所名や地名等を入力する。現時点では、手動で入力されているが、今後、GPSを用いて緯度経度を測定し、地図情報システムを組み合わせ、現在位置を自動的に発信できるようにすることも考えている。現在状態には、被災者が現在、救助が必要な状態かそうで無いかを記述する。

メッセージは、自由記入項目になっている。主に、現在状態の、具体的な内容を記述する。電話番号、電子メールアドレスは、被災者本人に対する第三者からの連絡先として記述する。性別、住所は、行政が直接被災者に対応する場合に、被災者の個人情報詳しく調べるために利用する。

安否情報の発信時刻は自動的に入力される。

#### 2)安否情報の発信

被災者の親類や知人は、安否情報をWWWを使って検索・確認を行う。また、電子メールを使い、被災者との通信を行う。

また、システム管理者は、データベースに記録された被災者の安否情報の全てを検索・確認することができ、救助が必要な負傷者・患者を検索し、該当する被災者の情報を、行政に発信する。

#### 援助物資要求情報の収集

避難場に設置された情報端末からは、安否情報の入力だけでなく、援助物資を要求することもできる。

要求時に入力する項目を以下に示す。

##### 必須項目

- ・氏名
- ・要求物資名
- ・要求物資量
- ・電話番号
- ・電子メールアドレス

氏名は、物資要求者の識別に用いられる。  
 要求物資名は、事前に用意された項目（衣・食・住・薬）等を入力する。  
 要求物資量は、要求した物資の量を入力する。  
 電話番号、電子メールアドレスは、被災者本人に対する管理者からの連絡先として入力する。  
 この他にも、情報の入力時刻、避難所を区分する避難所コード、入力された情報を区分する物資要求情報コードが自動的に入力される。

```
<name>坂本 大吾</name>
<birth>
<year>1974</year>
<month>11</month>
<day>14</day>
</birth>
<condition>救助必要</condition>
```

図6 安否情報のXML表現

**援助物資要求情報の発信**

データベースに記録された援助物資要求情報は、WWW を用いて公開される。援助物資を送る場合、援助物資に避難所コード・物資要求情報コードを記述し配送所に送る。配送所に送られた援助物資は、避難所コードに従って、該当する避難所に送られる。避難所に送られた援助物資は、物資要求情報コードに従って、物資要求者に渡される。

**4.おわりに**

本稿では、防災・災害情報ネットワークシステムの機能、プロトタイプシステムの実装状況について述べた。プロトタイプシステムにおける課題は、システムのサーバ・データベースの分散や、実際の災害時を模してのフィールド実験による性能評価が挙げられる。現在、各種無線通信機器の通信実験及び評価、防災・災害情報の発信機能の具体的な設計を行っている。

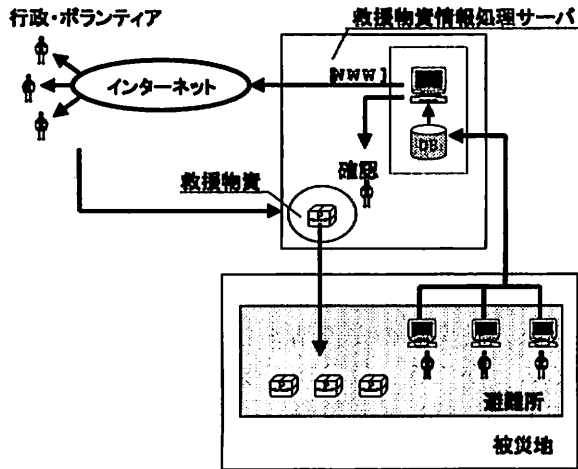


図5 援助物資情報の収集と発信

**オープンな情報フォーマット**

データベース記録された安否情報・援助物資要求情報は、本システムだけでなく、他の災害情報処理システムからも簡単に利用できる。他のシステムから災害情報の参照があった場合、情報を XML で記述されたテキストデータで返す。これにより、あらかじめ詳細なデータフォーマットを知らなくとも、取得した XML テキストデータを見ることにより、おおよその情報の意味が理解でき、利用することができる。また、情報のデータ項目が増えた場合にも、比較的簡単に対応できる。

**参考文献**

- [1] 通信・放送機構:次世代総合防災通信ネットワークプロジェクト-研究開発報告書 平成11年3月
- [2] 中村幸夫、西村知也、浦本祐次、藤江茂信(通信・放送機構)、山内英之(通信・放送機構)、田中克己、北村新三(神戸大):次世代総合防災通信ネットワークプロジェクトの研究報告;情報処理学会第58回全国大会(平成11年前期)
- [3] 坂本、橋本、米本、柴田:“無線を利用した防災・災害情報ネットワークシステムの基本的考察”、情報処理学会 DPS-96, Vol.2000, No.18, pp.7-12, Feb. 2000
- [4] 坂本大吾、橋本浩二、高畑一夫、米本清、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”, DICO'2000 シンポジウム, 2000.6