

## 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

坂本大吾† 橋本浩二† 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

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。

### Basic Consideration of Disaster Prevention Network System using Radio and Wireless Communication

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

† Faculty of Software and Information Science Iwate Prefectural University,

‡ Faculty of Social Welfare Iwate Prefectural University

In this paper, disaster prevention information network for earthquake, mountain explosion, hydraulic bore, are discussed. System requirements and functionalities for there 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 pricisely 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、津波、噴火等の大規模災害に備えた防災情報通信手段の確保が重要である。本稿では、通常時においても利用でき、災害時においては当事者からの安否確認情報の収集及び発信を行ったり、あるいは逆に当事者に、災害状態情報、避難情報や生活情報を的確に伝達できる防災情報通信ネットワークシステムについて考察する。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した情報通信手段も検討する。

#### 2. 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情報ネットワークシステムが構築されている必要がある[1][2]。システムに要求される条件を以下に述べる。

##### 1) 防災に必要な機能を備えた移動携帯端末

- ・ 当事者の位置情報を発信できること
- ・ どこにいても災害情報を得られること
- ・ 簡単な操作で利用できること
- ・ 災害弱者も考慮した機能を付加すること

##### 2) 災害発生後の輻輳を回避出来る情報伝達手段

- ・ 災害時の無線通信網の迅速な構築
- ・ 有線、無線通信網の柔軟な融合

### 3) 当事者からの安否情報、災害状況の収集と蓄積災害状態、避難場所や生活情報の発信

- ・情報は全て双方向に扱えること
- ・情報の確かかつ迅速な伝達ができること
- ・多種多様な形式の情報に対応できること

### 4) 通常時でも運用できるシステム

・通常時から一般市民に利用されるサービスなどが挙げられる。

- 1) については、現在全ての条件を満たす移動携帯端末は存在しないが、複数の機器を組み合わせることにより実現できる。操作性、携帯性、バッテリーの持続時間といった問題があり、早急に解決する必要がある。
- 2) については、既存の電話網（携帯電話、PHSを含む）では災害時に輻輳が発生する。衛星携帯電話は高価で一般に普及していない。無線を扱うには通常、免許が必要であり、免許が必要ない無線機は送信出力の制限のため電波の到達距離が短い。
- 3) については、多種多様な災害情報を整理、蓄積し、その中から当事者に対し必要とされる情報を的確かつ迅速に導き出すのが問題になる。インターネットを利用し、WWW、Eメールで情報を収集、配信するという方法が考えられるが、それらのサーバにかかる負荷量は一時的にしる大きなものになり、回避する具体的手段が必要である。
- 4) については、平常時から使われているシステムでなければ、災害発生時にも有効に機能することはできない。また、災害弱者にとっても普段から利用されるものでなければならない。

## 3. 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、災害情報ネットワークシステムの図を以下に示す。

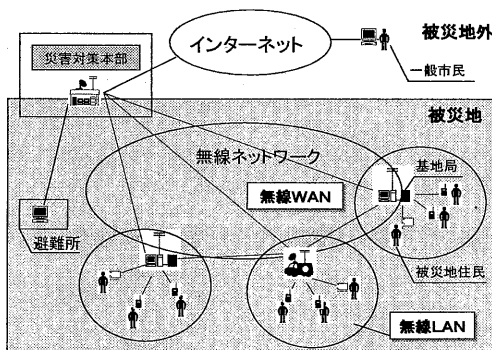


図1 災害情報ネットワークシステム

ネットワーク構成としては災害対策本部と基地

局を結ぶ無線WAN、基地局を中心とした携帯情報端末からなる無線LANにより構成される。通信プロトコルとしては、災害情報ネットワークシステムでは、通信プロトコルにTCP/IPを使用する。理由は、プロトコル変換の手間を省き、被災地内外で迅速に情報交換が行えるようにする、従来のインターネット環境で動作するアプリケーションをそのまま利用できる、といったメリットが挙げられる。

### 基地局：

災害情報ネットワークシステム用の基地局を、被災予想地に新たに設置し、災害用通信網を、公衆網から独立して用意する。最低限の災害情報の伝達手段を確保すると言う意味から、必須であると考えられる。

### 携帯情報端末：

今後開発される携帯電話・PHS、ページャ、PDA等に災害情報の通信機能を付ける。携帯電話・PHSは、複雑な操作を必要とせず使えるように設計されており、いまや3人に1人以上が持つ程に普及している。よって、これらの機器に災害情報の通信機能を付加すれば、安否情報を、多くの人が簡単に送受信できるようになり、最も効果的である。

一つの基地局がカバーする範囲は、携帯電話（～7km）と同じか（携帯電話の基地局に、災害情報の通信機能が付加された場合）、その倍程度である。カバー範囲が広く、基地局を少数設置するのでは、情報の正確性に欠け、また、狭く、多数設置するのでは、電波の混信が発生したり、コスト的に見て、現実的ではないからである。まず、基地局を被災想定地全域に設置することは考えず、被害が大きいと予想される地域に重点的に設置する。その後、その地域を中心として、周辺地域にも基地局を設置していく。

## 4. 災害情報の収集及び公開機能

提案する災害情報ネットワークシステムには、

- 1) 被災者の安否情報の収集と公開機能
  - 2) 救援物資要求情報の収集と提供機能
  - 3) 被害状況の収集機能
  - 4) 地域、個人ごとの災害情報の配信機能
  - 5) 他のシステムへの情報提供機能
- の5つの機能が含まれる。

### 4.1 被災者の安否情報の収集と公開機能

この機能は、図2のようにになっている。

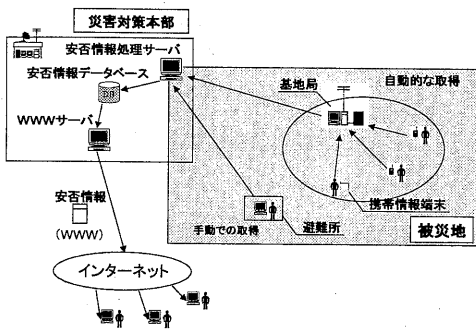


図2 安否情報の収集と公開

被災者の安否情報の収集方法としては、

- 1) 携帯情報端末より自動収集
  - 2) 避難所の情報端末から手動登録
- の2つが考えられる。

携帯情報端末より自動収集方法は以下の手順に従って処理される。

- 1) 災害が発生した場合、災害対策本部では、被災地に設置されている全ての基地局を、“非常通信モード”にするように指示を行う。
- 2) 非常通信モードになると、基地局は1分ごとに(時間経過と共に、間隔は長くなる)、周囲に“安否情報要求パケット”をマルチキャストする。
- 3) 携帯情報端末が“安否情報要求パケット”を受信した場合、アラームを鳴らす、または振動して、液晶ディスプレイに非常通信モードであること伝えるメッセージが表示され、所有者(被災者)に、現在、安否確認の為の非常通信モードであるということを伝える。
- 4) 被災者はこれに回答する(非常通信応答ボタンを押す)と、携帯情報端末にあらかじめ登録されていた個人情報(氏名、生年月日、携帯情報端末の電子メールアドレス)と、選択した現在の自分の状況(良好、負傷、病気、空腹)及び、GPSによる現在位置を、安否情報として基地局に送信する。
- 5) 基地局は、周囲の被災者から受信した安否情報を、災害対策本部の災害情報処理サーバに送信する。そして、被災者の安否情報は、災害対策本部の“安否情報データベース”に記録される。
- 6) 一度安否情報を送信すると、携帯情報端末は“非常通信モード”に移行し、それ以後は、基地

局から送られてくる“安否情報要求パケット”を受信しても、アラームや振動で被災者に通知せず、自動的に安否情報を返信ようになる。なお、最初の安否情報の送信時に設定した、現在の自分の状態は、後からいつでも変更できる。

7) 被害が沈静化すると、災害対策本部では、基地局の非常通信モードを解除する。この時、基地局からは周辺に、“非常通信解除パケット”をマルチキャストする。これを受信した携帯情報端末は、自動的に安否情報を返信する非常通信モードを解除する。

以上の安否情報の収集方法は、主に災害発生直後に利用されることになる。

避難所の情報端末からは、以下の手順により手動登録される。

- 1) 被災者は、避難所に設置された情報端末(デスクトップコンピュータ等)に、被災者本人の安否情報(氏名、生年月日、住所、現在の状態)を入力する。
- 2) 入力された安否情報は、災害対策本部の災害情報処理サーバに送信され、個人の携帯情報端末から収集した時と同じく“安否情報データベース”に記録される。

こちらの安否情報の収集方法は、ある程度混乱が収まった時期に利用されることになる。

次に、収集された被災者の安否情報が、インターネットを通して公開されるまでの流れを説明する。

- 1) 被災者の安否の確認は、WWWの安否情報ホームページにアクセスして行う。被災者の名前や生年月日等の検索条件を入力し、目的とする被災者の安否情報を検索する。
- 2) 検索がかけられると、安否情報検索エンジンは、被災者安否情報データベースから、目的の被災者の安否情報を抽出する。
- 3) 検索された結果は、ホームページに表示される。

#### 4.2 救援物資要求情報の収集と公開機能

避難場に設置された情報端末からは、安否情報の登録だけでなく、災害対策本部に救援物資を要求することもできる。

以下にその流れを示す。

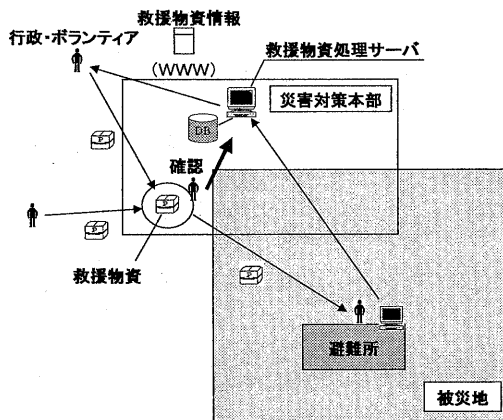


図3 救援物資要求情報の収集と提供

- 1) 避難所の情報端末でホームページから、必要とする救援物資名、その量（個数）、必要とする人の氏名を入力する。
- 2) 入力された情報は、災害対策本部の災害情報処理サーバに送られ、各避難所ごとの“救援物資データベース”に記録される。記録された各救援物資情報には、固有の救援物資ID（避難所コードとシーケンス番号）が割り振られる。
- 3) 救援物資データベースに記録された物資要求情報は、救援物資要求ホームページで表示される。表示される内容は、必要物資名、量、必要としている避難所名、救援物資ID、である。既に供給された物資は、“配送済み物資”として表示される。
- 4) ボランティア等の救援物資を供給する側は、救援物資に、救援物資IDを明記して、災害対策本部に送る。
- 5) 災害対策本部は、救援物資IDから、物資を必要としている避難所へ送る。そして、救援物資データベースの、届けられた物資に関するデータを、物資配送済みにする。

#### 4.3 被害状況の収集機能

災害情報ネットワークシステムの通信網は、被災者の安否情報の収集だけでなく、各種被害情報の収集への利用も考えている。公衆網が復

旧するまでは、被災地の被害状況（何処でどのような被害が起きたか）を文字や画像（写真）で、災害対策本部へ送る通信網としても利用できるようにする。ただ、帯域を多く確保する必要のある通信（画像転送等）は、ボランティアグループなどの災害対策本部と関係する人達が優先的に行えるようにする。

#### 4.4 地域、個人ごとの災害情報の配信機能

災害発生直後であれば、待機の指示や近く避難所に関する情報、その後は、災害対策本部やボランティアによって収集された被害情報の内、被災者の周辺の非被害状況などが、被災者の持つ携帯情報端末に送られる。

災害発生直後の情報配信を例にとり、個人事の災害情報配信の流れについて説明する。

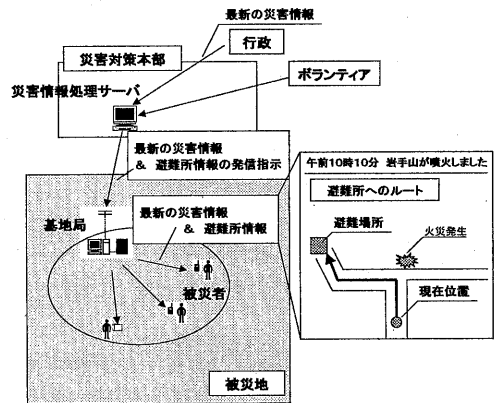


図4 災害発生直後の情報配信

- 1) 災害対策本部は各基地局に対し、現在分かっている範囲の災害情報送信をする。また、基地局の近くにある避難場所に関する情報を周囲にマルチキャストするように指示を出す。
- 2) 指示を受けた基地局は、周囲に“災害情報”、及び“避難場所情報”（避難場所名、避難場所周辺の地図）を周囲にマルチキャストする。なお、避難所周辺の地図情報は、あらかじめ基地局が持っている。また、災害対策本部が、後から地図情報を基地局に送信し、更新することもできる。

3) 災害情報や、避難所に関する情報を受信した携帯情報端末は（この時すでに非常通信モードである）、アラームや振動で情報を受信したことを被災者に通知し、災害情報や、避難所までのルートが示された地図を液晶ディスプレイに表示する。地図上には、基地局と避難所の位置、地名や施設名が表示される。GPSを搭載していれば、それに加え被災者の現在位置も表示される。

#### 4.5 他のシステムへの情報提供機能

本システムでは、被災者の安否情報、物資供給要求情報、被害状況等、被災地から収集される情報を、災害対策本部の各データベースに記録する。

これら記録された情報は、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ようにする。

具体的には、他のシステムから災害情報の参照があった場合、災害情報を XML で記述されたテキストデータで返す、というものである。

この方法を使うことの有効点は、

1) 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、おおよその災害情報の意味が理解できる。

2) そのため、災害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。というものである。

```
<name>坂本 大吾</name>
<birth>
<year>1974</year>
<month>11</month>
<day>14</day>
</birth>
<condition>負傷</condition>
```

図5 安否情報のXML表現

#### 5. プロトタイプ

災害情報ネットワークシステムの、安否情報の収集と公開までの機能を持ったプロトタイプを設計した。それを以下に説明する。

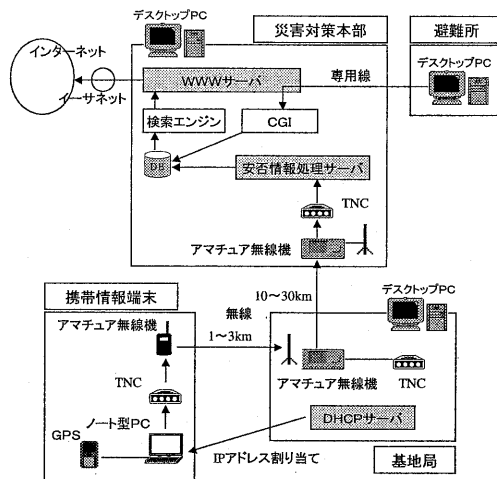


図6 プロトタイプの図

#### プロトタイプの構成：

通信媒体にはアマチュア無線を使い、無線による通信網を形成する。アマチュア無線は様々な距離の通信が行えるため、携帯情報端末、固定情報端末、基地局、これらの通信部分を全てを単一の通信機器（アマチュア無線機）により構成することができる。

災害情報処理サーバと基地局間、基地局と携帯情報端末間でのプロトコルの構造を以下の図に示す。

災害情報処理サーバから基地局へ  
(非常通信モード)

非常通信モード	6. プレゼンテーション層
非常通信モード識別子	5. セッション層
TCP	4. トランスポート層
IP	3. ネットワーク層
無線通信層	2. データリンク層
AX.25(アマチュア無線)	

基地局から携帯情報端末へ  
(安否情報要求)

安否情報要求	6. プレゼンテーション層
安否情報要求識別子	5. セッション層
UDP(ブロードキャスト)	4. トランスポート層
IP	3. ネットワーク層
無線通信層	2. データリンク層
AX.25(アマチュア無線)	

携帯情報端末から基地局へ  
(安否情報)

安否情報	6. プレゼンテーション層
安否情報識別子	5. セッション層
UDP	4. トランスポート層
IP	3. ネットワーク層
無線通信層	2. データリンク層
AX.25(アマチュア無線)	

基地局から災害情報処理サーバへ  
(安否情報)

安否情報	6. プレゼンテーション層
安否情報識別子	5. セッション層
TCP	4. トランスポート層
IP	3. ネットワーク層
無線通信層	2. データリンク層
AX.25(アマチュア無線)	

図7 プロトコルレイヤ

データリンク層の“AX.25”は、アマチュア無線用の層である。“無線通信層”では、アマチュア無線のコールサインを使い、端末の識別を行う。

安否情報は、以下の

- 1) 氏名
- 2) 生年月日
- 3) 電話番号
- 4) 現在の状態
- 5) 現在位置 (座標・避難所名)
- 6) メッセージ (内容は自由)

から成る

携帯情報端末はノート型PC、TNC、アマチュア無線機、GPSから構成される。

基地局からの“安否確認パケット”を受け、安否情報を基地局に自動的に返信するプログラムを実行する。この場合、安否情報の現在位置は“座標”になる。

TNCは、アマチュア無線機用のモデムである。ノートPCからのデジタルデータを音声データに変換し無線機に入力、またその逆の、無線機から受け取った音声をデジタルデータに変換しノートPCへの入力を行う。

アマチュア無線機は、音声に変換されたデジタルデータを、電波として送信、受信する。

GPSは現在位置を測定し、ノート型PCに渡す。

避難所の固定情報端末はデスクトップ型PCと専用線から構成される。災害対策本部の安否情報処理用のWWWサーバに接続し、ブラウザを使って安否情報を手動で入力する。この場合、安否情報の現在位置は“避難所名”になる。

基地局は、デスクトップ型PC、TNC、アマチュア無線機から構成される。

周囲の携帯情報端末に“安否情報要求パケット”をマルチキャストし、携帯情報端末から安否情報を収集する。

また、周囲の携帯情報端末にDHCPを用いてIPアドレスの割り当てを行う。

災害情報処理サーバではデスクトップ型PC、TNC、アマチュア無線機により構成される。各基地局に、“安否情報要求パケット”を発信するように指示を出し、また、各基地局から収集した安否情報をデータベースに記録する。安否情報用のWWWサーバを実行し、記録された安否情報が、WWWを使い参照できるようにする。

物資要求情報の収集と公開、災害情報の収集と被災者それぞれに対応した災害情報の発信、については、現在研究中である。

## 5. おわりに

本稿では、無線を使った災害時の情報通信システムについての考察、プロトタイプ解説を行った。

今後の展開として、本稿で説明したプロトタイプの実装、現在研究中である“物資要求情報の収集と公開”、“災害情報の収集と被災者それぞれに対する災害情報の発信”についてのプロトタイプ設計を行うつもりである。

### [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] 郵政省電気通信局電波部移動通信課 監修 移動通信研究会 編：移動通信システムガイド '95
- [3] 坂本、橋本、米本、柴田：“無線を利用した防災災害情報通信手段の基本的考察”、情報処理学会 第59回(平成11年度後期)全国大会 1999.9., 講演論文集 pp.4-239-4-240