

被災時情報共有のための省データ表現法の提案と評価

武田 理恵子[†] 浦上 美佐子^{††} 松野 浩嗣[‡]

[†]リコー中国株式会社 ^{††}大島商船高等専門学校 [‡]山口大学大学院理工学研究科

これまで、筆者らは、避難所で収集された被災情報を、避難所に設置する無線端末装置内の小型マイコンに蓄積し、全避難所で自律的に交換・共有する被災情報提供システムを提案してきた。データ容量制限のある小型マイコンに多くの被災情報を蓄積し、かつ、それらの情報を比較的低速な無線回線でもスムーズに伝送するためには、被災情報をコンパクトに変換するための手法を考案する必要がある。そこで、本論文では、被災情報をコンパクトに変換するためのデータフォーマットと変換アルゴリズムを提案する。この手法は、実際に被災情報を用いて評価し、人口20万人規模の都市の避難所間において、小型マイコンに蓄積された被災情報を交換・共有することは十分可能であることを確認した。

A Proposal of Reduced Data Representation for Sharing Information in Disaster-affected Area and its Evaluation

Rieko Takeda[†] Misako Urakami^{††} Hiroshi Matsuno[‡]

[†]Ricoh Chugoku Corporation

^{††}Oshima National College of Maritime Technology

[‡]Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University

We have proposed the shared disaster information service system for exchanging automatic disaster information among all the shelters. However, it is necessary to accumulate many disaster information in the microcomputer which has restriction in data volume. Moreover, the disaster information must be smoothly transmitted in a comparatively low speed wireless network. In this paper, we propose the data format and conversion algorithm for changing disaster information compactly. Our proposal was verified using disaster information. It was shown that it is possible enough for our verification to exchange and share the disaster information accumulated in the microcomputer in the city with about 200,000 population.

1 はじめに

過去の大規模な風水害や地震などの自然災害の経験から^[1]、災害発生時の被災者支援活動の際に必要な情報として、被災地域住民の安否情報を含む被災情報(建物の崩壊情報やライフライン被災情報等)がある。これらの情報は、災害対策本部や自治体の消防機関における救助活動を必要とする地域の特定や救援物資の準備のための有益な情報となる。

このような背景から、災害発生後に被災情報を収集・提供することを目的としたコンピュータシステムは既に幾つか存在する^{[2][3]}。しかしながら、これらは、被災地域から遠隔地へ向けた情報発信に主眼をおいたシステムであるため、避難者が多く滞在している避難所間での情報共有が難しいこと、電話回線や衛星回線のような既設回線が物理的切断や多数の呼の集中により実質的に機能しないことが多いことがよく報告されている^[4]。他にも、自治体の災害対策本部と各戸を独自の無線ネットワークで

結び、双方向のコミュニケーションを実現するシステムも存在する^[5]が、自律的に情報共有をするものではないため、災害直後の自治体と住民との関係が1対多であることによる対応の難しさや、制御装置を常設しておくことによる災害時に被害を受ける可能性があることは否めない。さらに、災害対策本部が救助活動優先により人員不足となることなどから、これらの情報が災害対策本部だけではなく、自治体の消防機関にも伝達されるのが遅れ、情報空白期間および情報空白地域(ある避難所との情報交換ができない)が生じる恐れはよく指摘されている。情報空白期間の解消のために住民が詳細な被災情報を収集する試みもあるが、不正確な情報である場合が多く、逆に、災害対策本部で情報整理する手間が増えるという問題点も指摘されている。

そのため、災害発生直後に、住民が避難所に持寄った詳細な被災情報の信頼性をできる限り高め、災害対策本部や消防本部、そして、全避難所においてこれらの被災情報を相互補完するために、迅速に情報交換し、共有出

来るシステムが必要となる。

これに対して、筆者らが提案してきたシステム^[6, 7, 8]は、利用者は公民館や公会堂などの避難所にアンテナを立て、バッテリーや発電式発電機を起動して小型マイコンを搭載した無線端末装置に電源を供給するだけで無線回線の設定や被災情報の交換・共有を自動的にを行い、情報の重ね合わせをし、災害対策本部における被災情報の早期把握を実現するシステムであるため、先に述べた既存システムのような問題は生じない。なお、無線端末装置は、自治体が開設する主たる避難所に置くため単価が安いこと、役所職員が簡単設置できるように小型軽量であることが望ましいため、小型マイコンを用いている。

本研究では、被災者の安否情報を含む被災情報を各避難所に設置する無線端末装置内の小型マイコンに蓄積し、交換・共有する。そのため、小型マイコンに多くの被災情報を蓄積することが必要となるためには、小型マイコンの記憶容量の影響を受けることになる。さらに、避難所間で被災情報を交換し共有するための方式を策定しているが^[9]、全避難所において被災情報の交換を終え、共有が完了するまでに要する時間が、避難所数、避難者の数、避難速度等により影響を受けることが分かっている。これらの影響対策のために、入力された被災情報データをコンパクトに変換するための方法を検討し、被災時に設置する様な比較的低速な無線回線でもスムーズな情報伝達が可能となることで、減災に役立つシステム開発を目指す。

具体的には、本論文は以下の構成になっている。まず、2章では、筆者らが提案する被災情報提供システムと被災情報共有化の役割について述べる。次に、3章では、被災情報を安否情報に限定し、そのデータフォーマットを考案し、評価する。4章では、3章で考案したデータフォーマットに従って入力した安否情報を、小型システムに蓄積する際にコンパクト化するための変換手法を提案し、評価する。5章では、被災情報を安否情報だけではなく、避難所周辺のライフライン状況も含めた場合の本システムの活用方法を述べる。最後に6章では、結論と今後の課題について述べる。

2 災害時における被災情報共有化の役割

2.1 被災情報提供システムの特徴

筆者らが提案する被災情報提供システムは、次の3つの特徴を持つ。

- (1) 災害発生後に無線 LAN を用いた避難所間ネットワークを構築^[6]
- (2) 被災情報の自律的な提供・共有

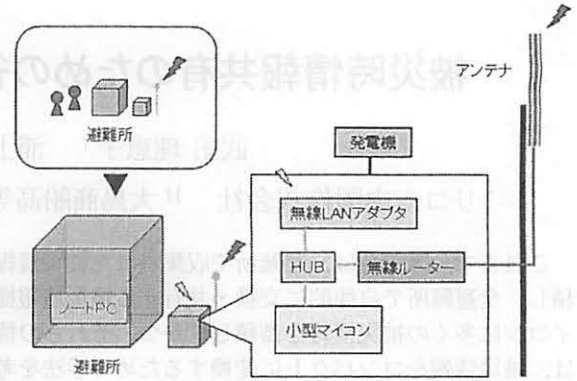


図 1: 無線端末装置の構成図

(3) GIS(Geographic Information System) による被災情報の視覚的な表示^[8]

特徴 (1) により、常設の公衆回線のような災害発生時の物理的障害や輻輳に影響を受けないネットワークを実現することができる。

特徴 (2) により、避難所で入力された被災情報を蓄積し、かつ、隣接した避難所と自律的に提供・共有する機能を持つ小型マイコンを無線端末装置に搭載することで、全避難所および災害対策本部で被災情報の相互補完のための共有化が実現できる。さらに、情報が分散しているためデータ維持が頑健なシステムを実現することができる。

特徴 (3) により、災害対策本部において、各避難所の情報把握を容易にし、次計画への行動をスムーズに実施するための支援を行うことができる。

2.2 提供・共有化の仕組み

本論文では、特に 2.1 で述べた特徴 (2) に着目する。この機能説明を、避難所に設置する無線端末装置を用いて述べる。この無線端末装置の構成図を図 1 に示す。

この装置は、災害発生後に避難所にアンテナと共に設置する。この装置には、隣接した避難所間で通信するための無線ルーターと、避難所内に設置した被災情報の入力用ノート PC や PDA などの端末と通信するための無線 LAN アダプタの 2 種類の無線 LAN システムが搭載されている。これらの無線 LAN システムと小型マイコンを搭載した無線端末装置を用いることで、避難所で収集された被災情報は、無線ルーターにより隣接した無線端末装置と通信し、自律的に情報を交換して、小型マイコンに蓄積される。したがって、各避難所地域で収集された被災情報を、全避難所で把握することができる。

2.3 省データ表現の重要性

近年の防災分野において^{[10][11]}、災害対応期に要求される情報システムでは、被害の有無や規模の特定、必要な対応の決定など、短時間で膨大な量や種類の情報を収集、分析、管理のために情報を提供・共有しなければならない。

本論文では、この時期に活用できるシステムを提案しており、特に、被災地の住民により収集された安否情報や避難所周辺の被災情報は、全避難所で交換し、災害対策本部を含む全避難所で共有する特徴を持つ。

この特徴を持つことにより、本システムで重要視している点を以下に示す。

- (A) 被災情報の信頼性を高めるための省データ表現
- (B) 小型な無線端末装置実現のための省データ表現
- (C) 収集した被災情報の共有化管理

(A) 被災情報の信頼性を高めるための省データ表現：本システムの入力データとして、住民が避難所に持寄った詳細な被災情報を扱う場合には、災害対策本部において、すぐに活用できる情報であることが望ましい。そこで、収集された被災情報は土地勘のある自治会長等が整理し、不良な情報を省くことで（省データ表現）、被災情報の信頼性を高める。その後、これらのデータを避難所に配置された役所職員がシステムへ入力する。

(B) 小型な無線端末装置実現のための省データ表現：本システムでは、各避難所に無線端末装置を設置するため、小さな自治体で導入するには単価が安いこと、被災後に電源確保が難しい状況下で設置するため、小型で消費電力が少ないことが望ましいことから、小型マイコンを採用した。全避難所から入力された被災情報を省データ表現することで、小型マイコンでも大量の被災情報を蓄積することができる。

(C) 収集した被災情報の共有化管理：各避難所で入力された被災情報は、災害対策本部も含めて相互補完するために、迅速に情報交換し、共有出来るシステムを実現する。他の理由として、親局のトラブルや経路が一ヶ所しかない場合にも対応できるように、障害に対する耐久性が高いシステム運用を目指すため、同一情報を分散管理することにより、データ維持が頑強なシステムを実現する。

3 被災情報データのコンパクト化のためのデータフォーマット

避難所において入力された被災情報データは、無線端末装置に搭載されている小型マイコンへ蓄積される。提案システムで用いる小型マイコンのデータ容量は2Mbytesしかない。したがって、被災情報データをコンパクトに変換するための方法を考案し、評価した。

3.1 小型マイコンの仕様

小型マイコンのモデルとして、日立フラッシュマイコン H8/3069F（以下 H8 と呼ぶ、日立製作所製）を用いる^[12]。マイコンの主な性能は、CPU20MHz、フラッシュROM512Kbytes、RAM16jbytes であり、5V 単一電源である。また、H8 には個々に IP アドレスを付与することができるため、TCP/IP で LAN 接続が可能である。さらに、メールサーバ、Web サーバになることが可能であり、ネットワークを利用した情報提供も簡単に行える。OS はマルチタスク OS である MES(Micro Embedded System) を用いた。

3.2 被災情報データの項目

被災情報データは、被災者が避難所にある PC からそのデータを入力する。本論文で扱う被災情報データは、災害対応時の初期段階で最も重要な被災者の安否情報に限定する。この安否情報は、住民基本台帳ネットワークシステム^[13]に基づき、氏名、性別、住所、そして生年月日の4つの住民基本情報とした。なお、現在、避難所において、自治体の避難所配置職員が現地対策本部へ伝える情報は、自治体によって若干異なるが、この4つの基本情報の他に、入所日時、退所日時が含まれる程度である。本論文では、取り扱う被災情報は、安否情報の4情報のみとする。

3.3 被災情報データフォーマット

以下に安否情報のデータ項目の入力事例を示す。

- 被災者氏名：竹田里絵子
- 被災者性別：女性
- 被災者住所：山口県山口市大字大島山中123-4
大島山中山荘202号室
- 被災者生年月日：昭和55年11月05日

この入力事例の全項目を全角文字で入力した場合、全角1文字16bitsで算出した安否情報のデータ容量を以下に示す。

$$\begin{aligned} & 5 \text{ 文字} \times 16\text{bits}(\text{氏名}) + 2 \text{ 文字} \times 16\text{bits}(\text{性別}) \\ & + 28 \text{ 文字} \times 16\text{bits}(\text{住所}) + 11 \text{ 文字} \times 16\text{bits}(\text{生年月日}) \\ & = 736\text{bits} \end{aligned}$$

この入力形式で、小型マイコンに被災者の安否情報を蓄積すると、データ量が膨大になることが容易に想像できる。したがって、入力データ量をコンパクトに変換するためのフォーマットを考案した。ここで、着目する点は、(a) 全角文字の場合、半角英数字へ変更、(b) 分類コード化できる場合、半角数字で表示へ変更、である。

(a)(b)に着目し、本節の入力事例で取上げた被災情報の入力形式とデータ量(bits)を表1に示す。表1より、(a)(b)に着目したデータフォーマットの方がデータ量が少ないことが分かった。

表 1: 被災情報の入力形式とデータ量

項目名	入力形式	データ	データ量 (bits)
氏名	全角文字	竹田里絵子	80
	半角カタカナ	タケダリエコ	48
	半角英数	Takedarieko	96
性別	全角文字	女性	32
	半角英数	2	8
住所	全角文字	山口県山口市大字 大島山中123-4 大島山中山荘202号室	448
	半角英数	7530831	96
		123-4	
生年月日	全角文字	昭和55年11月5日	160
	半角英数	19801105	64
	半角英数	281105	48

3.3.1 被災者氏名

表1より被災者氏名は、半角カタカナのデータ量が最も少ない。しかし、マイコン用プログラム開発エディタで、半角カタカナの文字が使用できなかったため、半角英数字を使用することにした。

3.3.2 被災者性別

被災者性別は、男性と女性の2種類である。ここでは、男性を1、女性を2に分類コード化し、半角英数字1文字を使用することにした。

3.3.3 被災者住所

被災者住所は、都道府県名から番地までの全データを扱うと、データ量が非常に膨大となる。コンパクトに変換するために、郵便番号と番地に着目する。郵便番号は、住所を簡素化した番号であり、半角数字7文字で都道府県名と市町村名を表現することができる。したがって、都道府県名から番地までの住所は、半角数字の郵便番号と番地を使用することにした。

他に、住居タイプがマンションやアパートの場合には、住所の中に、建物名や部屋番号が含まれ、データ量が膨大になる場合が多い。まず、建物名は、その建物固有に割り当てられている番地により、特定可能なため、番地を使用することにした。次に、部屋番号は、建物名が特定できれば、4つの基本情報のうち他の情報（氏名、性別、生年月日）から個人を特定可能なため、省略することができる。したがって、被災者住所は、これらの変換方法に従って、郵便番号と番地を半角数字で使用することにした。

3.3.4 被災者生年月日

被災者生年月日は、昭和55年のような和暦と、1980年のような西暦を比較すると、西暦の方がデータ量が小

さくなる。さらに、西暦よりも年齢の方がデータ量が小さくなる。ここで、生年月日の西暦は、災害が起こった西暦と入力した年齢を減算すれば、容易に得られる。したがって、被災者生年月日は、年齢と生まれた月日を半角数字で使用することにした。

3.4 コンパクト化のためのデータフォーマットの評価

3.3で定めたデータフォーマットに従って、事例入力項目の全データ量 (bits) の計算式を以下に示す。

$$96\text{bits}(\text{氏名}) + 8\text{bits}(\text{性別}) + 96\text{bits}(\text{住所}) + 48\text{bits}(\text{生年月日}) = 248\text{bits}$$

この結果より、考案したデータフォーマットの適用の有無によりデータ量を比較すると、一名当たり約3分の1のデータ量となり、コンパクトに変換できたことが分かった。

4 被災情報データのコンパクト化のための変換手法

図2は、被災情報データをコンパクトに変換し、小型マイコンへ蓄積する流れを示している。本章は、安否情報を3章で定めたデータフォーマットに従って避難所のPCへ入力し、小型マイコンへ蓄積する前に、さらにコンパクト化するための変換手法とその評価について述べる。

4.1 変換手法

表2に、考案した変換手法を用いた際の結果データを示す。本変換手法では、入力された被災情報データをASCIIコードとして扱う。表2の結果1は、ASCIIコード変換した結果である。結果2は、本変換手法を適応した結果である。

本変換手法では、次の点に注目する。ASCIIは7ビットコードである。つまり、情報を表すのに7桁の2進数で表すことができる。さて、数字の1の場合、ASCIIコード化すると31となるため2進数で表すと14bits必要となる。しかし、ASCIIコード化せずに7桁の2進数で表せば7bitsですむ。ここで、数字が2桁以上の場合、1桁ずつ2進数で表せば14bits必要であるが、2桁を一度に2進数で表せば7bitsで表現できる。さらにコンパクト化を目指すため、半角数字の場合、数字2桁分を7桁の2進数で表すことにした。

以上のことから、入力データが氏名の場合はASCIIコード変換、入力データが性別、住所、生年月日の場合は7桁2進数へ変換することとした。

4.2 変換手法の評価

安否情報の項目別に、考案した変換手法を適用したデータ量を算出し、小型マイコンへ蓄積できる人数を調査す

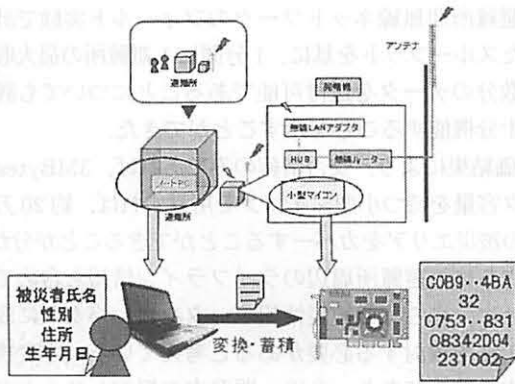


図 2: 被災情報の変換・蓄積の流れ

表 2: 変換手法を適応した結果データ

項目名	入力データ	結果 1	結果 2 (bits)
氏名	Takedarieiko	74616B6564617 279656B6F	結果 1 と同じ
性別	2	32	02
住所	7530831	37353330383331	07530831
	123	313233	0123
	4	34	04
生年月日	28	3238	28
	11	3131	11
	05	3035	05

ることによって、どの程度の被災地エリアをカバーできるかを評価する。

4.2.1 被災者氏名

名前は可変長であるため、評価用の氏名データ量は次のように算出した。

まず、(1) 名字上位 100 位^[14]より名字の平均文字数を算出する。この値を名字データ量とする。次に、(2) 生まれ年別名前ランキング^[15]より、過去 96 年の年代別 1 位の平均文字数を算出する。この値を名前データ量とする。最後に、(3)(1)と(2)を加算した値を被災者氏名データ量とみなす。なお、特に長い氏名や短い氏名に関しては、相対数が非常に小さいため、ほとんど影響を受けないため、考慮していない。

上記の方法に基づき、算出した一人当たりの被災者氏名のデータ量は 49bits となる。

4.2.2 被災者性別

性別は、半角数字 1 文字 (男性:1, 女性:2) の固定長である。本変換手法を用いれば、被災者性別のデータ量は 7bits となる。

表 3: 二基地局間におけるスループット測定結果

実験区間	buffer : windows (bytes):(kbytes)	bandwidth (bits/sec)
大歳小学校	736 : 8	7327.7
↓	736 : 64	20238.3
山口大学	1472 : 8	17935.3
	1472 : 64	30406.7

4.2.3 被災者住所

本論文では、被災者住所は、郵便番号と番地で表している。郵便番号は 7 桁で固定長であるため、データ量は 28bits である。一方、番地は可変長であるが、おおよそ 6 桁であるとしたため、データ量は 21bits となる。したがって、被災者住所のデータ量は、49bits となる。

4.2.4 被災者生年月日

本論文では、被災者生年月日は、年齢と生まれた月日で表している。年齢は、99 歳までなら 7bits, 100 歳以上は 14bits で表現する。しかし、100 歳以上よりも 100 歳以下の方が圧倒的に多いため、年齢のデータ量は 7bits とする。一方、生まれた月日はともに半角数字 2 桁で表現できることから、それぞれのデータ量は、7bits ずつである。したがって被災者生年月日データ量は、21bits となる。

4.2.5 1 名分の平均計算

本変換手法を用いてコンパクトに変換した 1 名分の安否情報のデータ量は (4.2.1 から 4.2.4 のデータ量を加算)、126bits であった。使用する小型マイコンのデータ容量が 2Mbytes であることから、約 13 万 3 千人分の被災者の安否情報を小型マイコンに蓄積可能であるといえる。

山口県山口市民の人口は、約 20 万人であるため、この都市の人数をカバーするためには、CF メモリスロットが付いている小型マイコンを用い、1Mbytes の CF メモリを搭載すれば、山口市民の人数をカバーするだけの被災者安否情報を小型マイコンに蓄積することが可能となることが分かった。

4.3 提案システムへの適応に関する評価結果

筆者らは、これまでに提案システムの無線端末装置内で使用する無線ルータ^[16]を用い、実際に山口市内で無線ネットワーク構築の LAN フィールド実験を行っている。具体的には、避難所 2 か所 (大歳小学校・山口大学間) において、iperf^[17]を用いたスループット (TCP 通信の帯域幅) 測定を行った。

パケットの buffer サイズを 2 種類 (736, 1472bytes), Windows サイズを 2 種類 (8, 64Kbytes) として、避難所間における TCP 通信帯域幅のスループット測定を行った。その結果を表 3 示す。

表より、最もスループットが小さい(7327.7bits/sec)、この値を用いて一定時間(ここでは60sec)に何人分のデータを送信することができるか算出した(1人分のデータ量は126bitsであることを用いる)。

$$\frac{7327.7(\text{bits/sec}) \times 60(\text{sec})}{126(\text{bits/人})} = 3489(\text{人})$$

この計算により、1分間に約3400名分のデータ送信が可能であることが分かった。山口市中心部の避難所のうち最大収容可能人数は1000人である。1分間に3400名分のデータ送信可能であるため、1000人分の安否情報を一括送信しても、十分通信可能である。

したがって、本論文で提案した入力データフォーマットと変換手法を用いてコンパクト化されたデータを用いれば、無線LANネットワークによって避難所間での安否情報を交換・共有することは可能であるといえる。

5 ライフライン被害情報伝達への活用

電気、水道、ガス、道路等のライフライン被害は、住民生活に大きな影響を及ぼすだけではなく、災害復旧活動や救助活動にも影響を与える。ライフライン被害の中でも、特に電気は、電話、テレビ、マンションの給水ポンプなど他のライフラインへ与える影響が大きい。特に復旧が急がれる。ここでは、電気に着目して本システムの活用を考える。

電力会社は、電柱被害に関しては、その被害箇所を特定することができるシステムを保有しており、災害後すぐに、復旧対応を行うことができる。しかし、各家への引き込み線の断線等へは対応していないため、早期復旧のためには、被災地の住民からの被災情報を収集することが重要である。提案システムは、既設の電源に頼らない設計であるため、電気の供給障害の影響を受けずに、動作することができる。これらの避難所で収集された被害情報は、本システムを用いて災害対策本部と共有し、災害対策本部を通じて、電力会社に迅速に伝えられる。

通常、災害対策本部は、住民に対して、電話、テレビ、屋外に設置された同報無線から災害情報を伝達するが、電気の供給障害があると利用できない。その際にも、提案システムを用いれば、双方向通信が可能であるため、災害対策本部からの情報を全避難所に交換・共有することで、避難所にいる住民へ伝達することが可能となる。

6 おわりに

本論文では、データ容量に制約のある小型マイコン間に安否情報を含む被災情報を入力し、そのデータを被災後に設置する無線ネットワークを介して複数の小型マイコン間で交換・共有するためにコンパクトに変換するデータフォーマットと変換手法を考案し、評価を行った。そし

て、避難所間無線ネットワークのフィールド実験で計測されたスループットを基に、1分間に1避難所の最大収容者人数分のデータを送付可能であることについても評価し、十分機能することを示すことができた。

評価結果により、安否情報のみであれば、3MBytesのデータ容量を持つ小型マイコンを用意すれば、約20万人規模の被災エリアをカバーすることができることが分かった。さらに、避難所周辺のライフライン情報も含めていくために、さらなる被災情報データをコンパクトに変換する手法を検討する必要があると考えている。本変換手法は実装済みであり、今後、開発中の提案システムの交換・共有機能の一部として組み込み、実用化に向けてさらに評価する予定である。

謝辞：本研究の一部は、総務省消防庁消防防災科学技術研究推進制度(平成20年度採択)、科学研究費補助金基盤研究(C)(No.20510166)、および財団法人中国電力技術研究財団試験研究助成(A)の援助を受けている。

参考文献

- [1] 「平成19年版防災白書」,
<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h19/BOUSAI2007/>.
- [2] 坂本大吾・旭秀晶・中村大輔・橋本浩二・高畑一夫・柴田毅孝:「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」, DPS ワークショップ論文集, pp.67-72, 2001.
- [3] 「岐阜県防災モバイルネットワークシステム」,
<http://www.pref.gifu.lg.jp/pref/s11117/taisei/system/>
- [4] 「山古志村 恐怖の孤立」, 読売新聞, 2004.11.8, 34面.
- [5] NTT データ: 双方向型減災コミュニケーションシステム,
<http://www.nttdata.co.jp/>.
- [6] K.Sakamoto, M.Urakami, T.Shigeyasu and H.Matsuno: "Disaster Information Service System for Relief Activities using Ad-Hoc Network - A Network Construction Algorithm and Results of Field Experiments-", IWDENS2008, pp.1089-1094, 2008.
- [7] 河本麻衣・亀川誠・重安哲也・浦上美佐子・松野浩嗣:「自律的無線ネットワークによる被災情報提供システム~情報の共有化とGISによるリアルタイム表示~」, DICOMO2004 論文集, pp.551-554, 情報処理学会, 2004.
- [8] 亀川誠・河本麻衣・重安哲也・浦上美佐子・松野浩嗣:「自律的無線ネットワークによる被災情報提供システム~システムの構築と市街地におけるフィールド実験~」, DICOMO2004 論文集, pp.547-550, 情報処理学会, 2004.
- [9] M.Kamegawa, M.Kawamoto, T.Shigeyasu, M.Urakami, and H.Matsuno: "A new wireless networking system for rescue activities in disasters - System overview and evaluation of wireless nodes -", Proc. 19th AINA, Vol.2, pp.68-71, IEEE Computer Society, 2005.
- [10] 仲谷毅雄:「大規模災害に対する減災情報システム(前編)」, 情報処理, pp1164-1174, 2004.
- [11] 仲谷毅雄:「大規模災害に対する減災情報システム(後編)」, 情報処理, pp1255-1265, 2004.
- [12] 日立製作所: H8/3069F
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/2001/0802/>.
- [13] 「住民基本台帳ネットワークシステム」,
<http://www.soumu.go.jp/c-gyousei/daiyo/>.
- [14] 「全国の名字」,
<http://www2s.biglobe.ne.jp/suzakihp/index40.html>
- [15] 「安田生命 名前ランキング」,
<http://www.meijiyasuda.co.jp/>.
- [16] ルート(株), <http://www.root-hq.com/>.
- [17] iperf, <http://dast.nlanr.net/Projects/Iperf/>.