

被災情報提供システムにおける2階層ネットワークモデルの通信・機器設置コスト減少の効果

大瀧 龍[†] 重安 哲也[‡] 浦上 美佐子[‡] 松野 浩嗣[†]

[†] 山口大学大学院 理工学研究科 [‡] 広島国際大学 工学部 [‡] 大島商船高等専門学校

我々はこれまで、災害の影響を極力受けけない避難所間無線ネットワークを構築し、安否情報や社会インフラの損害状況を自律的に提供・共有する被災情報提供システム¹の提案を行ってきた。この無線ネットワークでは、比較的高速で安定した幹線基地局回線と災害後に設置される支線基地局回線の2階層のネットワークを採用しているが、その2階層モデルによる通信効率向上の効果は十分に検討されていなかった。本稿では、ネットワーク全体の通信量コストと設置費用コストの観点から、2階層ネットワークの通信効率向上の効果の評価を行ったので報告する。

Evaluation of the Two-Layered Network Model for Information Exchange in a Distressed Area with the Costs of Data Traffic and Equipment Installation

Ryo Ohtaki[†] Tetsuya Shigeyasu^{‡‡} Misako Urakami[‡] Hiroshi Matsuno[†]

[†] *graduate School of Science and Engineering Yamaguchi University*

^{‡‡} *Faculty of Engineering Hiroshima International University*

[‡] *Oshima National College of Maritime Technology*

We have studied about the construction of a wireless network system which is used to exchange the safe information of evacuees and the damage situation of social infrastructures in the recovery process from disasters such as earthquakes and typhoons. The proposed wireless network system adopted the two-layered network system consisting of the high speed links between firm buildings and the ad-hoc links being set up after a disaster. However, efficiency of the two-layered system has not been investigated. This paper evaluates the efficiency of the two-layered system in terms of two different costs; the cost of communications and the cost for expense of wireless LAN equipment.

1 はじめに

近年、地震や津波をはじめとした大規模自然災害が世界各地で発生している [1]。これらの大規模災害が一度発生すると、建築物の倒壊や地形変化に起因する公衆回線の切断や通信機器の故障、さらには、公衆通信網では遠隔地から発信された安否情報確認のためのアクセスが集中することによる輻輳の発生が予想されるため、既存の通信システムでは必要な被災状況や十分に把握できない。さて、災害時に用いるシステムの研究として山古志ねと [2] やスカイメッシュ [3] 等がある。しかし、これら常時インフラ型のネットワークは天候や遮蔽物の影響を受けやすいと考えられる。また、我々が検討しているシステムは、災害発生後にネットワークを構築する臨時インフラ型のシステムであるため、単純に比較することは困難である。我々は、これまで、災害の影響を受けずに避難所間に無線ネットワークを構築し、避難所間で安否情報を自律的に提供・共有する被災情報提供システムの提案を行ってきた [4-7]。

さて、我々が検討を進めているシステムは要救助地区の特定や、避難所へ輸送する救助物資の量・種別を判断するための利用を想定している。これらの利用時期は、応急復旧期に分類され、最も迅速かつ適切な対応が求められる時期となる [1]。

そこで、これらの活動の支援を目的とする本システムにおいても、災害発生直後から迅速なネットワークの立ち上げや災害の影響を受けにくくかつ安定した通信ができるネットワークであることが強く要求される。また、これらに加え、災害発生直後には、被災対策に参加可能な人員数も多くを望むことはできないため、本ネットワークの立ち上げに関わる人員も限られることになる。

我々が提案してきた無線ネットワークでは、比較的高速で安定した幹線基地局回線と災害後に設置される支線基地局回線の2階層のネットワークを採用しているが、本稿ではこの2階層モデルネットワークによる通信効率向上を評価するためにネットワーク全体の通信量コストと設置費用コストの2つの観点からネットワークの有用性を評価した。すなわち、山口県内の規模の異なる2都市を例に構成した、2都市のネットワークモデルの結果から、提案手法を用いることによって収容可能な被災者数の減少を抑えつつ、ネットワーク全体の通信量コストと設置する通信機材を大きく減少できることを明らかにしたので、これらの結果について報告する。

2 被災情報提供システム

2.1 既存システムの問題点

大規模災害発生後に安否情報を収集・提供することを目的とした安否情報提供システムの研究・実装はすでに行われている [8,9]。しかし、これらは災害発生に伴う地形変化や電力供給の切断の影響については考慮されておらず、また、避難所で利用するシステムの具体的な通信回線の確保に関する議論は行われていない。

本研究では、これまで、これらを考慮し、災害の影響を受けずに確実に被災者情報を交換できる、強固な被災者情報交換システムの提案を行ってきた。以下では、提案システムとそれを満たす提案システムの特徴を述べる [4]。

2.2 提案システムの特徴

提案システムは大きく分けて3つの特徴を持つ。

- (イ) 災害発生後に無線LANを用いて避難所間無線ネットワークを構築する
- (ロ) 避難所間で安否情報を自律的に提供・共有する
- (ハ) 収集した安否情報をGIS(Geographic Information System)により視覚的にわかりやすく表示する

2.2.1 から2.2.3 では以上の特徴について詳細を述べる。

2.2.1 避難所間無線ネットワークの構築

(イ)では、避難所に無線LAN 基地局とアンテナを設置し、避難所間で無線ネットワークを構築する(図1①)。具体的には、耐震強度の高い建物間で、被災地域全体をカバーするバックボーン回線となる幹線ネットワーク(図1(B))と幹線ネットワークを構成するそれぞれ基地局が周辺の中・小規模の避難所から構成する支線ネットワーク(図1(A))を構成する。これにより常設の公衆回線と異なり、災害発生時の影響を極力少なくしたネットワークを構築できる。また、提案システムでは、被災救済活動に必要な情報の交換を行うことを第一の目的としているため、被災地区外からの安否情報照会などの通信トラフィックは直接流入しないよう設計する。これによって、遠隔地からの呼の集中に起因する輻輳も回避できる。

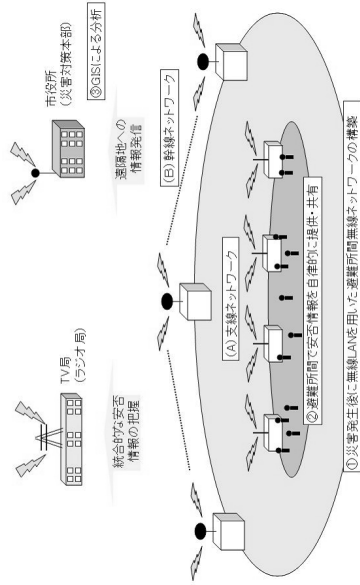


図1: 提案システムの構想図

2.2.2 安否情報の自律的な提供・共有

(ロ)では、各避難所で収集した情報をその他の避難所と自律的に交換・共有する小型マイコンを基地局に搭載する(図1②)。支線基地局は最も近い幹線基地局と情報を提供・共有し、幹線基地局は隣接した幹線基地局と情報を提供・共有する。隣接した幹線基地局同士で

データを交換・共有することで各避難所は被災地域全体のデータを取得・共有する。このように、幹線基地局、支線基地局が全避難所の安否情報を保持することによって、被災地域の被災者は各避難内において地域全体の被災状況が把握できる。

2.2.3 GISによる安否情報の視覚的な表示

(ハ)では、災害対策本部を避難所間ネットワークに組み入れ、各避難所から提供された安否情報を統合することでGISの画面上に分析された結果を表示する(図1③)。これに関する分析例として図2に避難完了人数の割合をGISに表示した画面を示す。この機能を災害対策本部で使用することで、リアルタイムに各避難所の状況が把握できる。これにより、各避難所への救助物資支給等の迅速な対応が可能になる。また、GISへ表示することにより、要救援地域を視覚的に特定しやすいという利点もある。

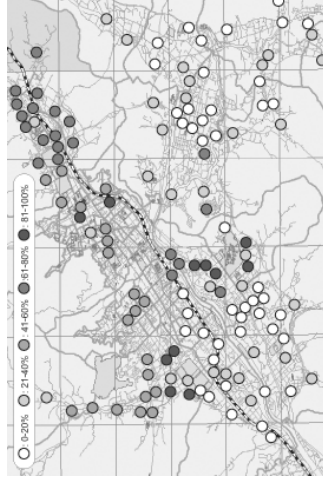


図2: 避難状況を表示したGIS画面

3 2階層で構成する避難所間無線ネットワーク

3.1 提案ネットワークの階層構造

すでに図1を用いて説明したように、我々の提案システムでは、無線回線を幹線ネットワークと支線ネットワークの2種類から構成する。これら2つのネットワークはIP層より上位のアプリケーションから見れば一切なく、ユーザはその構成を意識せずにネットワークを利用できる。両ネットワークは強固なネットワークを提供するために以下のような特徴を持つ。

- 幹線ネットワーク
被災地区全域をカバーするためのネットワークであり、災害発生以前から耐震性能が高い建築物に通信機材を設置することで構築する。なお、幹線基地局間の無線リンクはトラフィックの集中に耐えうる高速リンクを構成するために、指向性を持つパッチアンテナ(表1参照[10])を設置する。

るが、すでに述べたように吹き出しや救援物資の配給が行われることはないと考えられ、被災者が長い間滞留することは少ない。また、収容可能人数が100人未満の避難所のみの収容可能人数の占める割合は全避難所定員の8パーセントに留まることからSNCP2では、収容可能人数が100人以上の避難所のみ通信機材を設置することとする。¹

3.2.2 幹線基地局と支線基地局

提案ネットワークを構成する避難所は幹線基地局と支線基地局に選択された避難所である。幹線基地局はネットワークのバックボーンとなる避難所で、災害の影響を受けにくく、人の情報が集まりやすい避難所とする必要がある。そのため、幹線基地局として、耐震強度が高く、収容可能人数が多い避難所を想定している。

支線基地局はネットワークを構成する際に幹線基地局の下流となる避難所である。支線基地局は、幹線基地局よりも耐震強度が低いがある程度の収容可能人数がカバーできる基地局を想定している。

本稿で求める提案ネットワークでは、耐震強度が高い避難所をネットワークに含む避難所と選択するために収容可能人数が100人以上の建物をネットワークに含む避難所とした。また、その中でも収容可能人数が500人以上の避難所を幹線基地局、100人以上500人未満の避難所を支線基地局とした。

しかし、実際には収容可能人数と耐震強度には直接的な関係があるわけではないため、収容可能人数のみで分類を行うと耐震強度が考慮されない場合がある。耐震強度を基準とするには、建物の調査を行う必要がある。この調査については、現在検討中であるため、本稿では収容可能人数のみで分類を行った。

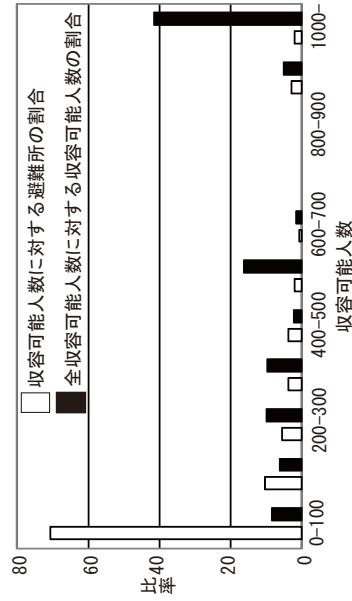


図 3: 避難所数と収容可能人数の割合

¹前述のように、被災者が100人以下の避難所を使用したとしても、吹き出しや救援物資配給時には、通信機材を設置する中・大規模の避難所を訪れると考えられ、その際に被災情報の収集を行うことを提案システムでは想定している。

- 支線ネットワーク
救援物資の配給や被災者のための食事・吹き出しの実施場所となりうる中規模以上の避難所における被災情報を収集するためのネットワークであり、通信機材は災害発生後に運用が開始される。支線基地局は、基本的に1ホップで幹線基地局に接続することを想定しているが、通信範囲内に幹線基地局が存在しない場所は、他の支線基地局の中継によって幹線基地局にマルチホップ接続する。そのため、支線ネットワークでは三段コリアンテナを(表1参照)を設置する。

さて、以上の特徴を持つ幹線/支線ネットワークの基地局決定アルゴリズムには、SNCP2/LNCP (Local-region Network Construction Program) をそれぞれ利用する。このうちSNCP2については既に文献 [11] で報告済みであるため、次節以降では支線ネットワークを構成するためのLNCPについて述べる。(以下SNCP2, LNCPによって算出したネットワークを提案ネットワークと略す。)

表 1: パッチアンテナと三段コリアンテナの仕様

	パッチアンテナ	三段コリアンテナ
指向性	幅やか	無指向性
E面半角 (垂直方向)	約60度	約23度
H面半角 (水平方向)	約65度	無指向性
利得	6dBi	3dBi
周波数	2400~2500MHz	2400~2500MHz
インピーダンス帯域内 VSWR	1.5以下	1.7以下
質量	0.8kg	1.3kg
外形寸法	104 × 104mm	475mm
耐風速最大受風荷重	約2.3kgf	約2.3kgf
温度	-30~60℃	-10~50℃
湿度	20~95%	20~95%

3.2 通信機材を配置する避難所の選択

大規模災害が発生し、避難所が開所されると、小中学校などの施設や最寄の避難所から避難者数が多くなり、小中学校など中・大規模の避難所では、救援物資や吹き出し、トイレ、風呂など生活面でのバックアップが随時開始する [12]。

本稿では、できるだけ少ない通信機器で、より多くの被災情報を効果的に収集・共有することを目的とする。そのため、上記のように多くの被災者が集まると考えられる避難所に優先的に通信機材を配置する。

そこで、SNCP2では、各避難所の収容可能人数を閾値として避難所を2種類に分類する。この分類について、以下の節で詳細を述べる。

3.2.1 ネットワークに含まない避難所

SNCP2は各避難所における収容可能人数を閾値として避難所の分類を行う。図3は山口市中心部ならびに柳井市中心部における全206箇所の避難所の被災者収容可能人数の割り当てを示す。

同図から収容可能人数が100人未満である避難所は全体の避難所数の約70パーセントを占めることがわかる。このような避難所は、実際に一時的な避難所として使用されることはあ

3.3 支線ネットワーク構築アルゴリズム

避難所間のホップ数を提案ネットワーク性能の尺度とするために、任意のノードから他ノードへの経路を求め、これまで我々は、幹線ネットワークの地図上での接続はSNCP2を用いて行ったが、支線ネットワークの無線リンクの接続法の検討はまだ行っていない。そこで、以下では支線ネットワークを定めるためのアルゴリズムを提案する。

以下では、支線基地局間のネットワークを自動生成するLNCPを提案する。以下に詳細を述べる。

- (1) 幹線基地局と通信可能な範囲 (距離 1km 以内かつ標高差 10m 以内) にある支線基地局を一次支線基地局とする
- (2) 幹線基地局とは通信可能な範囲ではないが、一次支線基地局とは通信可能な範囲である支線基地局を二次支線基地局とする
- (3) 三次・四次支線基地局も同様に決定する

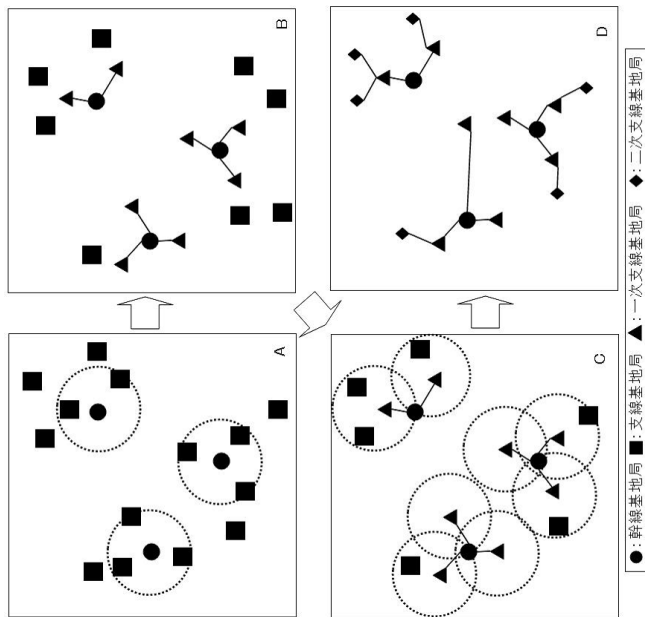


図 4: LNCP の流れ

まず、手順 (1) では親となる幹線基地局の通信範囲内の支線基地局を決定し、その支線基地局を一次支線基地局とする。次に、手順 (2) では、一次支線基地局と通信を行う支線基地局を決定し、その支線基地局を二次支線基地局とする。手順 (3) では、手順 (2) と同様に幹線基地局から n 回ホップすることで通信可能な支線基地局を n 次基地局とする。なお、同一支線基地局 x に対して幹線基地局 a の l 次基地局となり、異なる幹線基地局 b の m 次基地局として構成され、 $l < m$ である場合、支線基地局 x は l 次支線基地局とする。

図 4 は LNCP のアルゴリズムの概要を図示したものである。A は幹線基地局から 1km 以内の支線基地局を示し、B は一次支線基地局を決定し、C は一次支線基地局から 1km 以内の支線基地局を示し、D は二次支線基地局を決定する。図中において A から B および B は手順 (1) に対応し、C は手順 (2) に対応する。

次に、各避難所の下流に位置する避難所数を算出する。下流局の数が多き避難所が災害の影響を受け、通信できなくなると影響が大きいため、ロバスト性を向上させるために、下流局の数が多き避難所は利得の高いアンテナを付与するなど高性能な通信設備の充実を図る。なお、下流局の個数を算出するには深さ優先探索を用いる。このアルゴリズムでは各ノードにその下流ノード数を保持する変数を割り当て、参照するノードから親ノードへ移動する際にそのノードの変数+1 の値を親ノードの変数とすることで下流局の個数を決定するが、詳細は省略する。

3.4 提案ネットワークと比較するネットワーク

SNCP2, LNCP によって算出した山口市中心部におけるネットワークを GIS により表示した結果を図 5 に示す。

本稿では、指向性アンテナと無指向性アンテナを用いた提案ネットワークに対する比較のために、通信可能な全ての避難所間を無指向性アンテナのみを用いてネットワークを構成した。無指向性アンテナ間での到達可能な距離は 1km であることから 1km 未満を通信可能とした [8]。これを図 6 に示す (以下無指向性アンテナのみを用いたネットワークを比較ネットワークと略す)。



図 5: 提案ネットワーク

図 6: 比較ネットワーク

4 提案ネットワークの有用性

本章では提案ネットワークの特性評価のために、通信コストと設置機器コストのパフォーマンスの評価を行う。また、評価用ネットワークを構築する地域として山口市中心部、柳井市中心部の2つの地域をそれぞれ取り上げる。

4.1 ホップ数の定義

本章で用いるホップ数とは任意のノード i から他の全てのノードまでの最短経路を算出し、それら全てで足し合わせたものをノード i のホップ数とする。また、孤立点や孤立地域が発生すると、ホップ数の減少に繋がりが、比較・検証の精度が下がるため、比較ネットワーク内において、孤立点や孤立地域が発生した場合は、最も近いノードと接続するようにした。

4.2 通信区間の重み

提案ネットワークを用いて通信を行った場合のコストについて考える。既に述べたように我々の提案する被災情報提供システムでは、それぞれの避難所が有する被災情報を他の全ての避難所と共有することを目的とする。これを実現するためには、ネットワーク中の各ノードは定期的にその他の全てのノードと通信を行う必要がある。ここで、任意のノード間で通信を行った場合、この通信品質に影響を及ぼす諸原因のうち、ネットワークの構成に起因するだけで、本稿では提案ネットワークを用いる場合と比較ネットワークを用いる場合に対する優位性の評価は、End-To-End のホップ数を比較することで可能であるという立場をとる。しかしながら、既に3.1において述べたように提案ネットワークでは、幹線ネットワークに属する避難所には高速リンクを構築できるよう指向性アンテナを優先的に設置する予定である。そのため、幹線ネットワークにおいて構成されるリンクはそうでない支線ネットワークで構成されるリンクに比べて高い通信性能を有すると言え、両リンクを同一の基準で評価することは妥当ではない。そこで、本稿では通信性能を単純なホップ数で評価するのではなく、リンク種別に応じた重みを考慮した通信コストを用いて評価を行う。任意の避難所 a の通信コストは次のように算出する。

- (1) 提案ネットワークの全ての無線リンクに対し、幹線ネットワーク、支線ネットワークのいずれに属するリンクであるかを判別する。
- (2) 幹線ネットワーク、支線ネットワークのリンクに対しリンクコストとして、それぞれ $Cost_{BNW}$, $Cost_{LNW}$ を付加する。
- (3) ダイクストラアルゴリズムを用いて、避難所 a から他の任意の避難所 b ($b \neq a$ かつ $b \in N$) へのリンクコストの総和が最小となるルートを選択し、これを避難所 a , b 間の通信コストとする。また、この際のリンクコストの総和を避難所 a , b 間のリンクコストとする。
- (4) 上記(3)を全ての避難所 x ($x \in N$ かつ $x \neq a$) に対して適用し、算出された全ての a , x 間の通信ルートに対する通信コストの総和を避難所 a の通信コストとする。

4.3 通信コストから見たネットワーク

山口市中心部、柳井市中心部における提案ネットワーク、比較ネットワークについて、通信コストの分布を求めたのが図7、図8である。我々の基礎実験における結果より、無指向性アンテナのみで無線リンクを構成した場合に対し、指向性アンテナのみで構成した場合のリンク

は、10倍のスループットを獲得できることを確認している。そこで、同図では、 $Cost_{BNW}$, $Cost_{LNW}$ をそれぞれ1, 10とした場合の結果を示している。これらの図から平均通信コスト、最小通信コスト、最大通信コストを抜き出して求めたのが表2である。

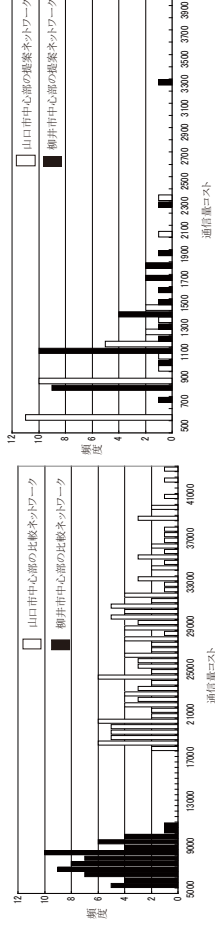


図7: 比較ネットワークの通信コスト

図8: 提案ネットワークの通信コスト

表2: 両地域における各通信コスト

ネットワーク名	通信コスト		
	平均	最小	最大
柳井提案ネットワーク	1278.1	700	3995
柳井比較ネットワーク	7547.9	5210	10550
山口提案ネットワーク	960.2	527	2369
山口比較ネットワーク	26855.3	17740	43460

4.3.1 提案ネットワークの導入に伴う通信コスト削減効果

表2に示す通信コストの平均値に着目する。同表から、山口市、柳井市の両モデル地域に提案ネットワークの比較ネットワークに対する通信コストの平均値はそれぞれ83%, 96%と大きく減少していることが確認できる。このことから、提案ネットワークは比較ネットワークよりも高い通信効率を持つと考えられる。

83%と96%という通信コストの平均値の減少幅の違いは、両市における避難所が設置される地理的条件やその数に大きく影響を受けたためであると推測できるが、本稿では比較を行ったモデル地域が2つに留まっていることから、通信コストの減少幅とネットワークの設置地域の特性の関係については、また、稿を改めて議論したい。

4.4 設置機器コストから見たネットワーク

次に、設置機器のコストの面から提案ネットワークの有用性を検証する。そのためには、必要な機器や機材を導入するためのコストなどを考えなければならぬ。

4.4.1 使用する機材

ネットワークを構築し、稼動するため際に必要なものは多々挙げられるが、本稿では3つの機材に着目する。

一つ目は幹線回線で用いるパッチアンテナである。パッチアンテナは幹線基地局で使用し、1対1の通信を行うため、幹線基地局数分が必要となる。二つ目は支線回線で用いる三段コリアアンテナである。三段コリアアンテナは1対多の通信を行うので各避難所一つに必要なものになる。三つ目はルータである。ルータはアンテナ一本に対し、一つ必要となる。以上の規則により山口・柳井地域で使用するアンテナ・ルータの総数を算出したのが表3である。

表 3: 各地域のネットワークにおける必要な機材数

機材名	山口		柳井	
	提案	比較	提案	比較
パッチアンテナ(本)	11	0	7	0
三段コリアアンテナ(本)	36	130	40	76
ルータ(個)	39	130	45	76

4.4.2 各地域のネットワークにおけるコストパフォーマンス

使用する機材の価格を基にそれぞれのネットワークにおける設置機器のコストを求める。パッチアンテナ2万円、三段コリアアンテナは3万円、ルータは5万円とする。そして、4.4.1の規則に従いコスト(価格×必要個数)を算出すると、山口市中心部の提案ネットワークのコストは325万円、比較ネットワークは1040万円、柳井市中心部の提案ネットワークは359万円、比較ネットワークは608万円となった。山口市中心部ではネットワークに含めない避難所が多数あるのでコストが高くなることは明白である。

提案ネットワークは、比較ネットワークと比べると、山口市中心部の場合は約69%、柳井市中心部の場合は約40%のコスト削減に繋がった。

5 おわりに

本稿では、災害発生後の災害対策活動を効果的に支援するために現在検討を進めている被災情報提供システムの通信回線として構築する自律的無線ネットワークの構築手法について議論を行った。

本稿では、我々は指向性/無指向性の2種類のアンテナを用いた幹線/支線の2層構造のネットワークを提案し、同ネットワークを無指向性アンテナのみで構成した比較ネットワークと通信コストならびにネットワーク構築に要する設置機器コストの両面から比較を行った。その結果、我々の提案する方式で構築したネットワークを用いることで、通信量コストが比較ネットワークと比べて大きく減少できることから、提案ネットワークは被災情報提供システム

ムに高い通信品質を提供できることを確認した。さらに、設置機器コストにおいても提案ネットワークでは比較ネットワークに比べて大きく減少できることが分かった。

さて、今回は、避難所の数値データのみをもとに提案ネットワークの特性評価を行ったが、今後は、より詳細な議論を行うため、ネットワークを設置する地域の地形特性と構成するネットワーク特性の関係についても検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は、総務省消防庁消防防炎科学技術研究推進制度の援助を受けている。

参考文献

- [1] 平成21年度版 防災白書 内閣府編
- [2] 山古志ねっと共同実験プロジェクト, 電子情報通信学会総会,2007.
- [3] 間瀬憲一, “大規模災害時の通信確保を支援するアドホックネットワーク,” 電子情報通信学会誌, Vol.89, No.9, pp.796-800.
- [4] 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へのシステムの構築と市街地におけるフィールド実験へ,” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2004) シンポジウム論文集, pp.547-550, 2004.
- [5] 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への情報の共有化とGISによるリアルタイム表示へ,” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2004) シンポジウム論文集, pp.551-554, 2004.
- [6] 武田理恵子, “被災者情報データフォーマットと小型マイコン間伝送プログラムの作成,” 山口大学理学部, 平成19年度卒業論文, 2008.
- [7] 坂本佳那恵, 浦上美佐子, 重安哲也, 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へ避難所間ネットワーク構築アルゴリズムとフィールド実験へ,” 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.237-242, 2007.
- [8] WIDE Project, “TAA Alliance,” <http://www.taa-alliance.net>
- [9] “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/portal/06system.htm>
- [10] “Aloed Telesis,” <http://www.alloed-telesis.co.jp/>
- [11] 大瀧龍 重安哲也, 浦上美佐子, 松野浩嗣, “避難所の耐震強度と収容可能人数に基づく通信経路構築手法の提案,” 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.25-30, 2008.
- [12] “新潟中越沖地震において避難所となった学校施設について,” <http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/chuetsuokihinan.pdf>