



効率的な被害情報収集と活用の提案とその実証

座間信作¹⁾、遠藤 真²⁾、高梨健一³⁾、新井場公德⁴⁾、関沢 愛⁵⁾、
細川直史⁶⁾、鄭 炳表⁷⁾、久田嘉章⁸⁾、村上正浩⁹⁾

- 1) 正会員 消防庁消防研究センター、室長 理博
e-mail :zama@fri.go.jp
- 2) 非会員 消防庁消防研究センター、支援研究員
e-mail :endo@fri.go.jp
- 3) 非会員 消防庁消防研究センター、主任研究官
e-mail :takanasi@fri.go.jp
- 4) 非会員 消防庁消防研究センター、主任研究官 博士(理学)
e-mail :araiba@fri.go.jp
- 5) 非会員 東京大学消防防災科学技術寄付講座、教授 工博
e-mail :sekizawa@fse.t.u-tokyo.ac.jp
- 6) 非会員 消防庁消防技術政策室、主任研究官 博士(工学)
e-mail :hosokawa@fri.go.jp
- 7) 非会員 情報通信研究機構、研究員 博士(工学)
e-mail :jeong@nict.go.jp
- 8) 正会員 工学院大学、教授 工博
e-mail :hisada@cc.kogakuin.ac.jp
- 9) 正会員 工学院大学、准教授 工博
e-mail :murakami@cc.kogakuin.ac.jp

要 約

地震で被災した自治体へのヒアリング、アンケート、被害情報収集過程の分析に基づく効率的な被害情報の収集・伝達体制の空間的なフレームワーク、被害情報の共有とそれに基づく適切な応急対応のための意思決定支援、および住民の安全確保のための情報の提供に係る一つのあり方について提案した。それらの技術的な実現と愛知県豊橋市を対象とした有効性に関する実証実験を行った結果、収集における住民力、提案した情報収集・伝達に係わるフレームワーク、意思決定のための情報共有・処理、住民への防災情報のフィードバックなどの有用性が確認された。

キーワード： 地震被害情報、収集・伝達、空間フレームワーク、防災拠点用情報システム、意思決定支援システム、長距離無線LAN、被害進展予測、避難、住民の地域防災力

1. はじめに

災害対応は、状況把握、意思決定、対策実施というサイクルが、発災直後からの時間にそってスパ

イラ行的に行われる¹⁾。状況把握については、初期の段階では高所カメラやヘリコプター等の利用が挙げられるが、概して被害の大略を知る手段として位置づけられる。また市町村レベルでの利用はそのコスト故に困難な面もある。一方、実際の緊急・応急対策の実施には、どこでどのような被害が起こっているかを正確かつ早期に知り、適切な判断に基づき、限られた防災資源の有効投入によって被害の最小化を図ることが要求される。本稿では、このような背景から、特に地震直後における効率的な情報収集、それに基づく災害対応の意思決定支援および住民の安全確保に係る情報の共有等に関して、基本的な考え方を示すとともに、そのフレームワークを実現し、有効性に関する実証実験を行ったので報告する。

2. 地震直後における被害情報収集の阻害要因

1995年兵庫県南部地震、1993年釧路沖地震、北海道南西沖地震、1994年北海道東方沖地震、三陸はるか沖地震で震度4以上とされた地域に対して行われたアンケート調査²⁾によれば、地域の被災度が大きいほど、庁舎の被災の可能性も大きく、また要員の確保も困難となりやすく、電話等が利用できない状況となっており、情報収集が思うように進まないことが示されている。また、最近の地震、例えば2007年能登半島地震では、地震当日用いた通信手段は「携帯電話・PHS」が64%と最も多く、そのうち音声で問題なく利用できたのは約8%しかないというアンケート調査結果となっている³⁾。なお、最も通信状態の良かったのは携帯電話・PHSのメールで、それでも17%である。

従って、このような状況下で如何に効率的に被害情報を収集し、それに基づいた適切な応急対応のための意思決定を行い、適切な防災活動を喚起させるかが、兵庫県南部地震から13年余経た現在でも依然として大きな課題となっていると言える。これに対して、総務省での災害時等の情報通信技術のあり方に関する調査研究会⁴⁾では、被災現場等におけるブロードバンド移動通信システム、災害時にも確実に通信できる地上/衛星共用携帯電話システム等の基盤技術の研究開発や、実証実験、普及促進などが謳われており、地震直後にも大いに期待されるが、実用に供するにはまだ相当の時間が必要と思われる。

3. 情報収集・伝達体制の一つのあり方

兵庫県南部地震で甚大な被害を被った自治体に対して行った情報収集手段に関するアンケート調査²⁾では、職員による情報収集が38%、住民の通報24%、関係機関への問い合わせ15%等となっていて、殆どメモ書きか、音声による収集となっている。情報整理の効率、応急対策の合理的実施を考えると、被害発生場所を地図上に落とせるように、座標データが被害内容等と共にデジタル化されて収集できることが望まれる。そうすれば大量のデータでもGISを用いることによって殆ど瞬時に被害状況の可視化が可能となり、また情報の共有もシームレスになされることから、迅速・的確な緊急・応急対応、広域応援や復旧・復興対策に有効利用できることになる。

一方、兵庫県南部地震での自治体における死者数把握の時系列分析から、人口の少ないほど情報収集は迅速に行えるという一つの結論⁵⁾に基づき、例えば小学校区程度の大きさを一地区として、各地区の中で被害情報を収集・整理する体制をとることが効率的であるとされ、以下の情報収集・伝達・共有に係る空間的フレームワークが提案された⁶⁾。

- 1) 管内を小学校区程度にブロック化し、その中の公共施設（小学校）を防災拠点＝情報拠点とする。
- 2) 拠点に拠点用情報端末を置き、市職員等が確認しながら被害情報の入力・伝送を行う。
- 3) 拠点と災害対策本部を災害に強い通信インフラでむすび、外部機関とも情報の共有化を図る。
- 4) 集約された被害情報、あるいはこれらの情報に基づく延焼予測結果などの防災情報を拠点用情報端末により住民に周知する。

このフレームワークの中での問題は、一体誰が被害情報を地震直後に収集するかということである。これに対し、例えば人口約36万人、面積約36km²の吹田市では、市内を6ブロック36校区からなる地域に分け、それぞれの地域に居住する職員で情報収集班（職員5名程度）を構成して、地震直後、拠点となる小学校への参集途上に被害情報の収集を行う体制をとっている⁶⁾。しかし、吹田市を対象として行った職員による被害情報収集実験では、概ね迅速に情報収集が行えることが確認できたが、幾つかの課題も指摘された⁷⁾。即ち、参集経路に重複があること、特に木造密集地で認められること、情報収集範囲が

4.2 個別技術、機器、アプリケーションなど

以下では、フレームワークを実現している個々の機器、システム、アプリケーションについて示す。

4.2.1 防災拠点用情報システム

PC情報端末、Webカメラ、IP電話&Faxで構成され（図2）、長距離無線LANを介して災害対策本部との情報共有、住民への情報の周知として用いる。Webカメラは避難所及び周辺の状態を映像として本部に認識してもらうために、IP電話&Faxは長距離無線LANを介した音声での直接の確認の必要性等から、PC情報端末(情報提示システム)は様々なデータの入出力、表示の必要性から導入したものである。特に端末については、災害対策本部における情報提示システムとして重要な支援情報を提示できるような機能も持たせている。詳細は4.2.3で述べる。



図2 情報端末、Webカメラ、IP電話&FAXからなる拠点用防災情報システム

4.2.2 長距離無線LAN

地震直後には通信の輻輳のため公衆通信網が利用できないと考えられることから、通常自治体においては防災行政無線等を伝達手段として活用しているが、現時点ではアナログ通信による音声為主であり、また通信速度も遅く、映像等の大量のデータを扱うことは困難な状況である。ここでは拠点間通信手段として長距離LANを採用することを提案する。

我々が用いた装置（5GHz帯、アルパロン社製）は比較的安価で設置も容易であり、見通し可能な数kmの地点間を数Mbps以上の通信速度で結ぶことができる。1対n型の通信機器を利用すると、広域の通信可能エリアを確保することもできるため、拠点間通信に加えてネットワークを面的に展開することも可能である。例えば、無線アクセスシステムの無線局を車両に積載して災害現場や災害発生予測地点に持ち込むことで通信を確保することが可能となる（図3）。また、Webカメラを用いた災害現場等の映像情報の送信やIP電話端末による一斉同報も実現可能である¹⁰⁾。



図3 長距離無線LAN移動局外観

4.2.3 災害対策本部運用支援システム

ここでは、災害対策本部の運用支援に資するために開発・導入した幾つかのシステムについて述べる。

(1) 情報提示システム

このシステムは、被害情報の取得・集約・表示、シミュレーション結果の表示、上位機関・マスメディア用被害報告書式印刷機能を持つ多機能統合型情報提示システムとなっている。

① 被害情報の取得・集約・表示

図4は、工学院大学の被害情報収集システム¹¹⁾によって入力され、共通のデータベース(DB)に格納された被害情報(火災・建物・道路)を、CSVファイル形式で取得し、地図上にプロットするとともに、被害集計、新着情報表示(テロップ)を行う画面を示している。これらの情報は自動更新(時間間隔は秒単位で指定)される。

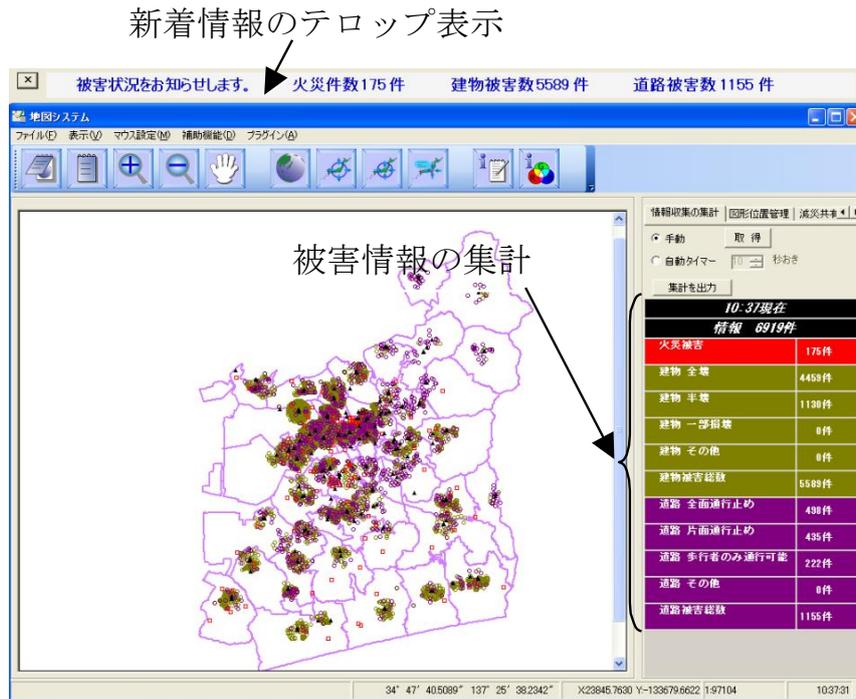


図4 情報提示システム(被害情報の地図上への表示、集計、テロップ表示)

②シミュレーション結果の取得・表示

1) 延焼シミュレーション結果取得・表示モジュール

既開発の延焼予測システム¹²⁾からの予測結果をDBを経由してCSVファイル形式で情報を取得し表示する。制御する項目は、シミュレーションの取得間隔(秒単位)、延焼経過時間の設定、シミュレータが計算した時刻の選択である。表示するデータは、延焼範囲と消火・焼失範囲ポリゴンデータで、図5はその表示例を示している。

2) 避難シミュレーション結果取得・表示モジュール

特定非営利活動法人(NPO)安全・安心マイプランで開発された避難シミュレーション¹³⁾による避難経路データを、DBからCSVファイル形式で取得し表示する。制御する項目はシミュレーションの取得間隔(秒単位)、シミュレーション番号(避難シミュレーションが付番)の選択、表示する優先経路(第1経路~第7経路)である。図6に表示例を示す。

3) 交通シミュレーション結果取得・表示モジュール

産業技術総合研究所が提供する交通シミュレーション¹⁴⁾の渋滞予測データを、DBからCSVファイル形式で取得し表示する。制御する項目はシミュレーションの取得間隔(秒単位)、シミュレーション番号(交通シミュレーションが付番)の選択、である。渋滞(時速10km以下)を赤線、混雑(時速20km

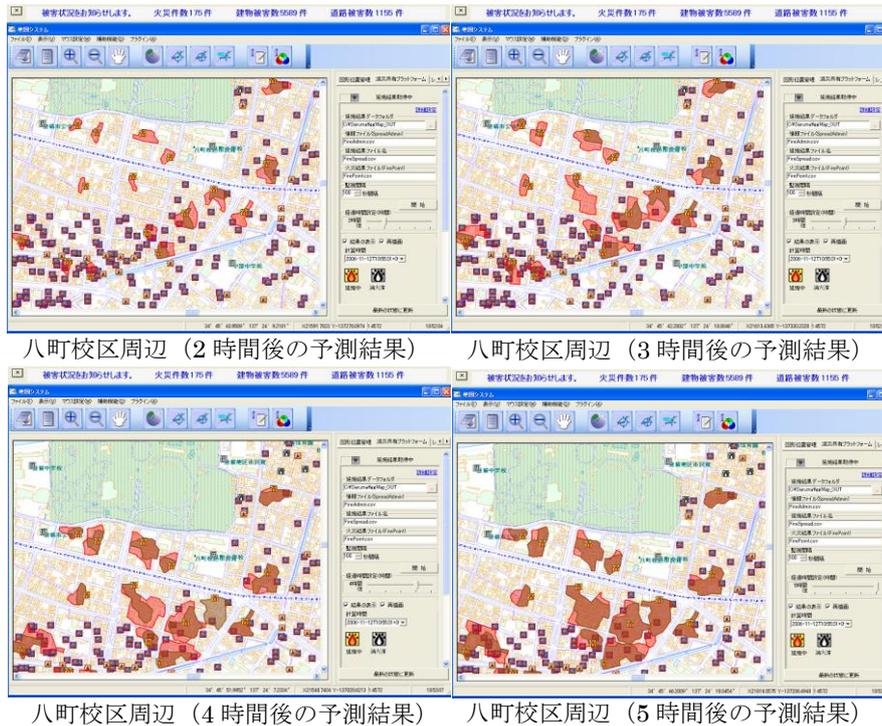


図5 延焼予測結果の表示



図6 優先避難経路の表示(破線)

以下) を黄色線で表示する。

③その他の機能

- 表示レイヤー管理モジュール
被害情報、シミュレーション結果などのレイヤーを個別に表示・非表示を行うことができる。

- ・属性データインポート・エクスポートモジュール

複数の表示システム間でデータを共有するために、DB以外で直接データのインポート・エクスポートを行うための機能で、出力はCSV形式による。

- ・県等上位機関、マスメディア等への報告・周知用の被害情報の印刷機能

収集された被害情報を集計し、消防4号様式に合わせて被害数を入れ込み印刷する。

本情報提示システムは、オブジェクト単位で構成され、地図エンジン、アプリケーションフレーム、プラグイン、外部連携モジュールに分けられる。プラグインモジュールは、他データサーバーとの送受信、情報入力、各研究機関シミュレーション結果の表示などの様々なデータを取得、解析、表示する機能を開発する場合に、本体となるプログラムのソースコードを修正せずに機能を追加することが可能である。開発したプラグインモジュール一覧を表1に示す。

表1 プラグインモジュール一覧

区分	名称	内容
ボタン	ggAddinDataMove	被害情報のインポート・エクスポート機能 入出力形式はXMLファイル
ボタン	ggAddinEnsyu	消防研OracleDBへの被害情報入出力と表示
ボタン	ggAddinEnsyuAnim	消防研延焼シミュレーションの延焼予測結果を時間でアニメーション表示を行う 2005年吹田市実験で使用
ボタン	ggAddinEnsyuSuita	消防研延焼シミュレーションの延焼予測結果を取り込む 2005年吹田市実験で使用
ボタン	ggAddinEnsyuToyo	消防研延焼シミュレーションの延焼予測結果を取り込む 2005年豊橋市実験で使用
ボタン	ggAddinEnsyuToyo	消防研OracleDBへの被害情報入出力と表示 2005年豊橋市実験で使用
ボタン	ggAddinGraphTool	被害情報をもとに、集計、パイチャートの表示を行う
メニュー	ggAddinKeitai	携帯電話を使った情報収集システムのデータをサーバーより取得する
ボタン	ggAddinKGIS	工学院大学WEBGISより被害情報を取得する
メニュー	ggAddinZokuDelete	ローカルに取得した被害情報、シミュレーション情報をすべてクリアする
ボタン	ggAddinSimpleBrowser	URLを指定して簡易ブラウザを起動する
ボタン	ggListSearch	所在地DBを利用して住所、避難場所、学校などの検索、地図移動を行う
メニュー	ggAddinOutputCSV	被害データをCSVファイルに出力
サブパネル	ggAddinPanelDropFile	ファイリング機能 ローカルディスク上のファイルを地図上に落とし込み、選択、移動、削除、ドキュメントの関連アプリケーションを起動しファイルを開くことができる
サブパネル	ggAddinPanelFriSyukei	収集データの集計をサブパネルに表示する
サブパネル	ggAddinPanelFriSyukei2006	収集データの集計をサブパネルに表示する 2006年豊橋市実験で使用 情報共有DB対応版
サブパネル	ggAddinPanelFullExtent	地図の全域をサブパネルで表示し、メイン地図の表示位置を表示、拡大・縮小・移動が可能。
サブパネル	ggAddinPanelGetWebDatas	工学院大学WEBGISより被害情報を取得しサブパネルに集計表示する
サブパネル	ggAddinPanelKeitaiHigai	消防研のAU版GPS付携帯の情報収集システムのデータをメールおよびメモリーカードから読み込み地図上に情報表示を行う
サブパネル	ggAddinPanelKPlatform	情報共有DB経由で延焼シミュレーション、交通シミュレーション、避難シミュレーション、避難所情報を取得し表示する
サブパネル	ggAddinPanelLayerOnOff	ユーザー登録レイヤー (XMLレイヤー) 表示ON/OFFを切り替える

(2) IP電話による避難所開設状況把握機能

例えば人口約36万人の豊橋市では、160以上の避難所を指定しているが、災害時に災害対策本部から各避難所に連絡・確認を防災無線等で行うとなると最低でも1時間を要するという。これでは迅速な対応が望めない。そこで、IP電話の機能を用いて、避難開設状況を把握するようにした。今回採用したIP電話(株)エイツー)には3つのボタンが用意されており、それぞれのボタンに対応した項目のOn/Offの情報を集約・一括表示する機能がある。そこで、各ボタンには「避難所開設状況(住民避難)」、「住民避難開始」、「一斉放送に対する応答確認」を割り付け、本部側でその確認ボタンに応じた状況を図7のように提示し、リアルタイムに全体状況の把握を可能とした。この例では7箇所を表示しているが、任意数を扱うことができる。

(3) Webカメラ画像表示システム

各拠点および市役所屋上等のWebカメラからの映像を長距離無線LAN経由で受信し、マルチ画面表示(画面数は任意設定)を図8のように行い、状況把握を可能とした。カメラによっては本部からのリモート操作で倍率、方向を変えることができる。



図7 IP電話を用いた避難所開設状況提示システム



図8 本部でのWebカメラ画像マルチ表示

(4) カメラ付携帯電話情報受信・表示システム¹⁵⁾

近年、携帯電話の普及率は著しく、またその機能も高度化しており、通常時でのその有用性は論を待たない。災害時には当然輻輳が懸念されるが、そのような状況の中で携帯電話が情報収集に利用できれば、その普及率、操作習熟度等々から判断して極めて有効なツールとなりうる。我々は、地震直後の通信の輻輳を考慮し、基本的には通信機能を利用せず、それ以外の携帯電話が持つ機能、即ちGPSおよびカメラの機能とその操作性を活かし、災害写真を特に記録する意識なしに撮りながら(時間的余裕があればコメントを記すことも可能)、最寄りの拠点に駆けつけ、保存された情報を携帯電話に装備されている記録媒体で情報端末に渡す。それを輻輳に巻き込まれない独自通信網(この実験では長距離無線LAN)で本部に送信し、GPS位置情報に基づいて地図上にプロットし共有化を図るというものである。GPSによる位置情報の精度が一般家屋を特定できる程度に上がったことから、このシステムによる被災地点の確認がごく初期の段階での状況判断に十分に活用できるものと考えられる。このシステムの詳細については本特集号の別稿¹⁶⁾も参照されたい。

(5) 簡易型地震被害推定システム¹⁷⁾

1996年に開発された全国対応のリアルタイム地震被害推定システムで、地震発生直後の情報の空白を埋め被害イメージを持つことが可能である(図9)。

(6) 応急需要量算出システム¹⁸⁾

被害想定結果あるいは実被害情報に基づき、応急対応すべき項目、必要な要員・資機材等防災資源数を算出することが可能なシステムで、これによって自治体の持つ防災資源との差から応援需要量を算出し、応援要請のための支援情報とすることができる(図10)。

(7) 応急対応マニュアルシステム

自治体によっては応急対応時の行動マニュアル、体制、連絡先等の応急対応実施の際に必要な5W2Hについてのマニュアルが整備されている。しかし、紙ベースであることが多く検索の容易性に欠けている。そこで、電子化した関連資料を簡単に参照できるしくみを構築した(図11)。これにはMicrosoft社製のWordのハイパーリンク機能を用いている。

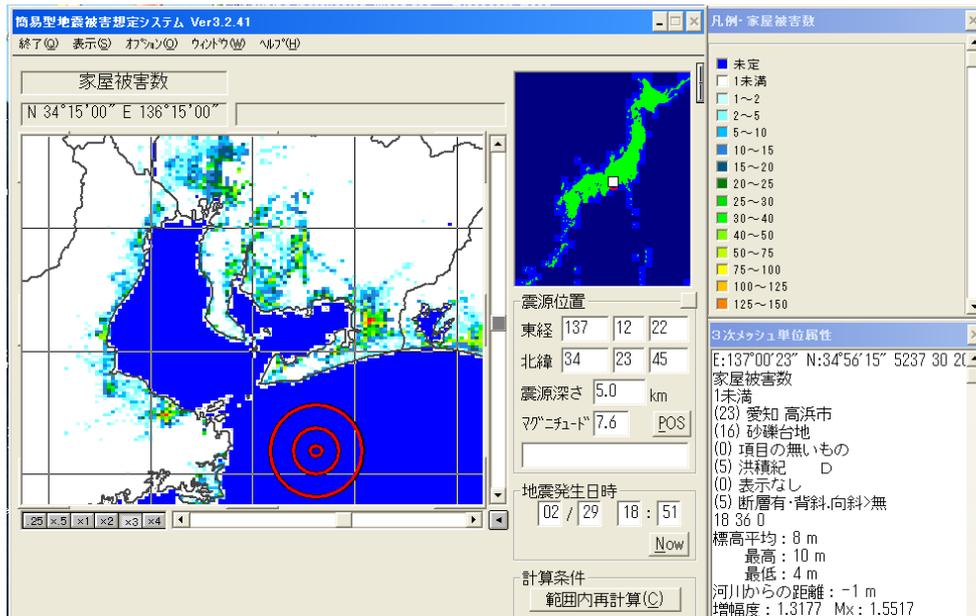


図9 簡易型地震被害想定システムの画面

項目	推計値	実被害数	対応可能量	推計値からの 受援必要量	実被害数からの 受援必要量	単位
消火活動	要消火件数	7.2	20			件
救助救出	要救出箇所数	5,570.6	0			箇所
救急医療	要処置負傷者数	402.8	0			
危険箇所調査	調査対象危険箇所	4.0				箇所
危険度判定	調査対象建物数	7,039.4				棟
避難者救援	要救援者数	46,653.6				人
メンタルケア	対象者数	103.2	0			
遺体処理	死者数	14.0				人
	検死医師必要数	1.1	5			人
	必要棺数	13.0	20			個
	ドライアイス	209.8	100	110		kg
ガレキ処理	総がれき量	139,285.1				t

図10 応急対応需要量の予測結果の表示

災害対策本部
運用支援システム

HOME
被害状況 推定
被害状況 実情報
いま何をすべきか？
対応状況は？

マニュアル等
職員配備体制・非常登庁基準
風水害時の非常登庁基準
地震時の非常登庁基準
非常連絡系統
災害対策本部臨時事務局員体制
緊急災害時特命配備体制
災害対策の指揮体制
本部話要員
「災害時相互応援協定」に係る
対応
具体的行動と時間別行動体系
職員非常配備体制
情報の収集伝達
広報活動
避難対策
災害対応時間別活動項目

災害区分による職員配備体制及び非常登庁基準

第6 災害対策の指揮体制

体制	配備区分	指揮順位			
		1	2	3	4
災害情報連絡室	第1非常配備	消防長	消防本部 防災対策課長	消防本部 総務課長	
	第2非常配備	消防長	総務部長	企画部長	
	第3非常配備	市長	* * 助役	* * 助役	収入役
地震災害警戒本	第4非常配備	市長	* * 助役	* * 助役	収入役

図11 マニュアルの表示例

(8) 被害情報の共有・判断・処理を支援するシステム¹⁹⁾

筆者らが視察した被害情報収集・判断・処理に関する図上訓練においては、住民、職員、関係機関等からの被害情報をMicrosoft Excelにまとめているところが多い。しかし、全体被害状況のイメージが描けないこと、被害・措置・他機関等に関する情報を必要ときに必要な担当者が閲覧できないこと等から、大局的な意思決定のための情報となりえていないことが指摘できる。そこで、簡単に庁内のネットワーク上にあるデータベースへ様々な情報を登録し、複数部署等のPCで利用できるようにすることで、応急対策を講ずる部署間で災害情報・対応状況等をリアルタイムに共有できるシステムをMicrosoft NetworkおよびAccessを用いて構築した。このシステムで特徴的なことは、被害情報が報告者情報や被害状況だけではなく、対策を講ずる優先順位や担当部署を指定する機能を有し、応急対策の進捗状況がひと目で分かるようになっていることである(図12)。

このシステムでは、Microsoft Excelと同様にデータの並び替え等ができるので、各部署毎の重要案件(赤：優先事項)、対応状況を一覧することができる。したがって、災害対策本部では重要案件を多く抱え対応が遅れている部署に対して、他部署の状況を確認しながら要員の再配置を図るなどの重要な決定が容易に判断できるしくみとなっている。

ID	依頼先	重要度	実行	処理済	受付時間	案件	内容
16	産業部	中	○	○	2006/11/12 9:37:30	-	栄小避難所、物資要請。飲料水・食料800食・毛布800枚、飲料水は高師緑地耐震性貯水槽
15	福祉	中	○	○	2006/11/12 9:18:38	-	弥生町から避難状況FAX、1094名(男554女540)
14	消防	高	×	×	2006/11/12 9:17:13	-	弥生町からFAX、全壊4半壊5、火災2(未消火1)
13	福祉	中	○	○	2006/11/12 9:14:04	-	小松町から、避難状況FAX、298名(男160、138)
12	消防	高	×	×	2006/11/12 9:12:38	-	小松町からFAX、全壊3、半壊6、火災1(未消火)
11	環境	低	×	×	2006/11/11 16:05:10	-	災害で出たごみは分別して出さないと助金のつかない
10	環境	低	×	×	2006/11/11 11:19:09	-	明海町の佐藤工業ですが、地震により廃棄物が沢山あり、業者に連絡しても仕掛けてが回らない、自宅周辺は倒壊している家もありますが、消毒などはどうするのですか。
9	建設	中	-	-	2006/11/11 10:32:45	-	伊予郡の建設事務所が、全ての区が被害を受ける可能性がある。加治は被害はよ
8	福祉	低	-	-	2006/11/09 14:16:25	-	
7	建設	低	×	×	2006/11/09 14:15:32	-	
6	消防	高	○	○	2006/11/08 21:55:22	-	
5	水道	高	×	×	2006/11/08 21:29:45	-	
4	消防	高	×	×	2006/11/08 17:31:42	-	
3	建設	高	×	×	2006/11/08 17:20:43	-	
2	福祉	中	×	×	2006/11/08 17:17:45	-	
1	文化市民	高	○	×	2006/11/08 15:00:00	-	

図12 図上訓練で纏められた表に基づく「共有・判断・処理を支援するシステム」による表示例

5. 実証実験

5.1 検証項目

住民との協働による効率的な情報収集・伝達のフレームワークおよび災害対策本部支援システムの有用性の実証の場として、愛知県豊橋市を選定した。豊橋市は東海地震や東海・東南海連動地震を対象とした地震被害想定を行っている。連動地震が発生した場合、死者150~360名、負傷者3500~7500名、全壊家屋12000棟、半壊家屋23000棟、出火件数50~150件等と甚大な被害が想定されている²⁰⁾。これを受けて、豊橋市では地震災害を想定した職員災害対応訓練を実施してきている。訓練を通しての課題に関する市内資料によれば、被害情報の収集・伝達等に関し、幾つかの問題点を挙げており、意識の高さが感じられたこと、および筆者の一人が豊橋市のまちづくりに参画してきており地域住民との深い関係を築いてきていることから、評価を受けるには適した場と考えられた。

そこで、「3. 情報収集・伝達体制の一つのあり方」で示したフレームワークの実現可能性の検証実験として、次の3項目を実証項目とした。

(1)行政と地域住民との協働による後の情報処理の容易性を考慮した情報収集・伝達

(2)災害対策本部における災害対応意思決定の支援

(3)地域住民への情報提示

なお、実験内容の詳細については、本特集号別稿²¹⁾を参照されたい。

5.2 行政と地域住民との協働による情報収集・伝達

栄小学校区、八町小学校区ではそれぞれ153名、73名の住民が参加し、そのうち各町会3名の情報収集担当者が9時に自宅を出て、町会内の電柱に設置された仮想の被害（建物被害、火災被害、道路被害）を示す看板の情報を記憶し、それに基づき、飽海地区は八町校区市民館、山田地区は山田公民館で被災マップを作成した。そして、各町会1名の情報集約担当者がそのマップに基づいて地域の被害状況を集約するとともに避難者名簿・要援護者名簿を基に避難者情報を集約した。

完成した被災マップと被害状況集約表、避難状況等集約表は、各町会の総代が確認後、飽海地区については八町校区市民館内の防災対策課職員、山田地区については山田公民館から自転車で栄小学校内の防災対策課職員へ報告された。

地域住民により避難所へ集約された校区の被害情報・避難者情報は、防災対策課職員が被害情報入力表示システム（図13）とIP電話のFAX（被害状況集約表と避難状況等集約表をFAX送信）、長距離無線LANにより栄小学校に設置された実験のための市災害対策本部へ速やかに伝達された。またWebカメラによる他拠点の映像の確認、IP電話を用いた本部との情報確認・提供も行われた。

5.3 災害対策本部における災害対応意思決定の支援

防災対策課長がIP電話一斉放送機能を用いて訓練開始を宣言した後、各避難所の開設状況の確認、簡易型地震被害想定システムによる豊橋市周辺も含めた全体被害のイメージの把握、応急対応項目と具体的行動方針を提示する行動マニュアルシステムおよび応急対応需要量システムによる対応指針の検討、IP電話による市災害対策本部（栄小学校）～避難所（八町校区市民館、栄小学校）間の状況報告、Webカメラによる確認などが行われた。

暫くして、市内全域に亘るダミー被害データに加え、避難所から送られてくる被害情報・避難情報が自動表示され、それに基づき、火災延焼予測・避難・交通シミュレーションが自動的に稼働し、それらの結果を統合型情報提示システムで確認しつつ、避難勧告・指示の検討が行われた。また、カメラ付携帯電話からの画像データの確認、状況付与の入力・対応の各班への割り当て、重要度の判断等を共有・一覧可能なシステムによる人員の再振り分け、応援等の判断のための情報が提示された。最後に上位機関等への報告票（消防4号様式）が印刷・提示された。

5.4 地域住民への情報提示

飽海町、東田町西脇二区、山田町、山田石塚町の住民は、9時の訓練開始から各町内で被害情報収集や防災対応訓練等を終え、飽海町・東田町西脇二区の住民は9時45分前後に八町校区市民館に、山田町・山田石塚町の住民は10時30分前後に山田公民館から栄小学校（体育館）にそれぞれ避難を完了した。各避難所では、防災拠点用情報システム、長距離無線LAN等により本部と速やかに情報共有し、本部で統合された被害情報・避難者情報およびそれらに基づいた延焼予測情報や避難勧告情報等を被害情報入力表示システムで確認しつつ、他拠点のWebカメラ映像、市全域や避難所周辺の被害状況、避難所周辺の延焼予測結果、広域避難場所までの避難経路、第二指定避難所までの要援護者の搬送経路等に基づく住民への説明が行われた（図14）。

6. 実験を通しての評価、課題

実験後、豊橋市防災対策課4名に協力頂き、実験結果に関してアンケート、ヒアリングを行い、本提案の情報収集・伝達体制、通信・情報処理技術が豊橋市の災害対応活動の支援に有効であるかについて評価した。

「市行政機関と地域住民との協働による情報収集・伝達」では、①地域住民との協働による情報収集・伝達、②被害情報の把握・入力、③避難者情報の把握・入力、④配備状況・避難所開設・避難所状況の報告、⑤情報伝達について検証を行い、地域住民との協働による被害情報および避難者情報の収集・伝

達の仕組み、被害情報・避難者情報等の収集伝達における各種情報端末・長距離無線 LAN システム利用が有効との評価を得た。一方、情報端末の入力機能の強化といった幾つかの課題も明らかになった。

「災害対策本部支援」では、①災害イメージと応急対応内容の把握、②災害専用電話班による受付情報の処理、関係班への伝達、措置経過報告の把握、③避難所及びその周辺の状況確認、指示等の伝達、④避難所からの被害情報等の集約、整理、⑤避難指示等の意思決定、⑥災害対策本部用、報道用資料の作成について検証を行い、災害対策本部対応支援システムおよびシミュレーション技術の適用により、発災直後の災害イメージの早期把握、応急対応行動指針の大局的検討、市全域や避難所周辺の被害状況等の迅速な把握、住民の安全確保のための意思決定の支援等、災害対策本部の効果的支援が行えることが確認された。しかし、平常時から災害時にかけてのシステム・機器類の継続的利用、多数の避難所数に対応できる避難所開設通知システムへの改良、シミュレーション結果の精度の改良等が今後の課題となった。

「地域住民への情報提示」では、①避難所周辺や市全域の被害状況・避難状況の把握、地域住民への状況説明、②火災の延焼予測、③広域避難、要援護者の搬送、④道路の交通渋滞予測、⑤災害対策本部からの情報の入手、確認について検証を行い、情報端末による、市全域や避難所周辺の被害状況、避難所周辺の延焼予測結果、避難経路等の提示方法の妥当性が確認されたが、情報端末の操作性や表示速度の改良等が今後の課題となった。



図 13 豊橋市職員による被害情報の入力状況



図 14 情報提示システムによる被害情報、延焼結果等の表示と職員による住民への説明状況

7. おわりに

豊橋市を実証フィールドとして、市行政機関と地域住民との協働による地震被害情報・避難者に関する情報収集・伝達、市災害対策本部における情報の統合と判断を円滑に行うための各種シミュレーションツール（延焼・避難・交通）と表示システム（災害対応支援）、避難所における住民への表示システム、通信の輻輳時でも確実に情報を伝達が行える通信手段である長距離無線 LAN 等の情報通信技術を統合し、(1)市行政機関と地域住民との協働による情報収集・伝達、(2)災害対策本部支援、(3)地域住民への情報提示、の3つの場面を想定した実証実験を行った。この実験は、「まちづくり活動」という地道な不断の活動を通じて得た、行政・住民・研究者間の信頼関係が築き上げられていたからこそ可能であった。その結果、短時間で効率的な情報収集が可能であることが確認され、住民の地域防災力の高さが明確に示された。同様の試みは東京都北区上十条でも行われ、ここでも地域住民の自助・共助の力の大きなることが示されている。

いずれの地域でも、密なコミュニティが成立していることが大きな成果を得る原動力となっていることを忘れてはならない。更に、自ら収集した情報が自らを救う情報となってフィードバックされることを住民の方々は気付かれたようであった。このことはもっと強調してよいことである。本研究を通して、ハイテクとローテクをうまく組み合わせ、住民と公的機関とが情報を共有するしくみをもつことが、今後

の情報収集、ひいては迅速・適切な応急対応活動の遂行に極めて重要であることが確認できたことは極めて大きな成果であり、我々は情報収集等に係る一つのあるべき姿を提案できたと言える。また、本実証実験を通して、各種情報技術の実用化に向けたいくつかの課題が確認されたが、実際の災害対応業務にあたる現場職員からは、自治体の地震災害対応における各種情報技術の有用性に関し一定の評価を得ることができた。今後、これらの技術を実際に防災に役立たせるため、本実証実験で明らかになった課題の解決を更に図っていく必要がある。

謝 辞

本実験の実施においては、豊橋市防災対策課、栄小学校区、八町小学校区の住民の方々のご協力を賜った。ここに記して深甚の謝意を表す。なお、本実験は、文部科学省科学技術振興調整費「危機管理対応情報共有技術による減災対策」研究プロジェクトの一環として、安全・安心マイプラン、産業技術総合研究所、豊橋技術科学大学、防災科学技術研究所との協働により実施された。

参考文献

- 1) 胡哲新、遠藤真、座間信作、関澤愛、新井場公德、鄭炳表、久保田勝明：地方自治体の災害対策本部のための地震災害応急対応システムの開発構想、消防研究所報告、97、pp.26-36、2004
- 2) 座間信作、細川直史、畑山健、関澤愛：被害情報の早期収集システムに関する研究、消防研究所技術資料第40号、1998
- 3) サーベイリサーチセンター：平成19年能登半島地震についてのアンケート調査報告書、H19.5
- 4) 総務省：安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会最終報告書、H19.3
- 5) 座間信作、細川直史、関澤愛：地震被害情報の効率的収集方法、第10回日本地震工学シンポジウム、pp.3479-3484、1998
- 6) 吹田市：緊急防災要員設置要領、1998
- 7) 座間信作、遠藤真、高梨健一、鄭炳表、新井場公德、細川直史、胡哲新：被害情報等の収集・伝達に関する実証実験、第12回日本地震工学シンポジウム、pp.1406-1409、2006
- 8) 久田嘉章、村上正浩、柴山明寛、座間信作、遠藤真：木造密集市街地における地震防災に関する研究 その4. 地域住民による地震被害情報収集に関する実験、地域安全学会梗概集、15、pp.43-44、2005
- 9) 久田嘉章、村上正浩、柴山明寛、座間信作、遠藤真：木造密集市街地における地震防災に関する研究 その6. 地域住民による地震被害情報収集と発災対応訓練に関する実験、地域安全学会梗概集、17、pp.43-44、2005
- 10) 高梨健一・座間信作：長距離無線ネットワーク機器の防災への適用可能性、災害情報、6、pp.25-28、2008
- 11) 工学院大学：地域住民参加による情報収集技術の開発に関する研究、危機管理対応情報共有技術による減災対策 平成18年度委託業務成果報告書、pp.143-157、2007年3月
- 12) 関澤愛、高梨健一、遠藤真、座間信作、山瀬敏郎、篠原秀明、佐々木克憲：リアルタイム延焼予測に基づく消防活動支援情報の出力システム、地域安全学会梗概集、pp.116-119、2001
- 13) 安全・安心マイプラン：地域住民の避難誘導最適化、危機管理対応情報共有技術による減災対策 平成18年度委託業務成果報告書、pp.225-235、2007年3月
- 14) 産業総合研究所：社会システム障害予見、救助計画立案技術、危機管理対応情報共有技術による減災対策 平成18年度委託業務成果報告書、pp.216-224、2007年3月
- 15) 鄭炳表、座間信作、遠藤真、滝沢修：携帯電話を用いた災害時の情報収集システムのプロトタイプの開発、地域安全学会梗概集 21、pp.15-16、2007
- 16) 鄭炳表、座間信作、遠藤真、柴山明寛、滝沢修：携帯電話を用いた災害時の情報収集システムの開発、日本地震工学学会論文集第9巻第2号特集号、2008

- 17) 座間信作、細川直史：簡易型地震被害想定システムの開発、消防研究所報告、No82、pp.26-33、1996
- 18) 胡哲新、遠藤真、座間信作：地震災害応急対策需要量推計システムの開発、第12回日本地震工学シンポジウム、pp.1378-1381、2006
- 19) 遠藤真、座間信作：災害対策本部における情報処理業務の円滑化に関する一提案、地域安全学会梗概集、21、pp.9-10、2007
- 20) 豊橋市：豊橋市地震被害予測調査報告書、平成16年3月
- 21) 久田嘉章、村上正浩、座間信作、遠藤真、柴山明寛、市居嗣之、関沢愛、末松孝司、山田武志、野田五十樹、松井宏樹、久保智弘、大貝彰：地域住民と自治体の協働による発災対応力の向上と効率的な被害情報収集・共有のための防災訓練、日本地震工学会論文集第9巻第2号特集号、2008

(受理：2008年5月30日)

(掲載決定：2008年11月17日)

Proposal as to Efficient Collection and Exploitation of Earthquake Damage Information and Verification by Field Experiment at Toyohashi City

ZAMA Shinsaku ¹⁾, ENDO Makoto ²⁾, TAKANASHI Ken'ichi ³⁾,
 ARAIBA Kiminori ⁴⁾, SEKIZAWA Ai ⁵⁾, HOSOKAWA Masafumi ⁶⁾,
 JEONG Byonpyo ⁷⁾, HISADA Yoshiaki ⁸⁾ and MURAKAMI Masahiro ⁹⁾

1) Member, Chief, National Institute of Fire and Disaster, Dr. Sci.

2) Assistant Researcher, National Institute of Fire and Disaster

3) Researcher, National Institute of Fire and Disaster

4) Senior Researcher, National Institute of Fire and Disaster, Dr. Sci.

5) Professor, Tokyo University, Dr. Eng.

6) Senior Researcher, Fire and Disaster Management Agency, Dr. Eng.

7) Researcher, National Institute of Information and Communications Technology, Dr. Eng.

8) Member, Professor, Kogakuin University, Dr. Eng.

9) Member, Associate Professor, Kogakuin University, Dr. Eng.

ABSTRACT

Based on the earlier study result that the gathering of damage information can be quickly achieved in a municipality with a smaller population, it is proposed that damage information is gathered and analyzed using an area roughly equivalent to a primary school district as a basic unit. The introduction of this type of decentralized system is expected to quickly gather important information on each area. The information gathered by these communal disaster prevention bases is sent to the disaster prevention headquarters which in turn feeds back more extensive information over a wider area to the communal disaster prevention bases.

Concrete systems have been developed according to the above mentioned framework, and we performed large-scale experiments on simulating disaster information collection, transmission and on utilization

for smooth responses against earthquake disaster with collaboration from Toyohashi City, Aichi Prefecture, where is considered to suffer extensive damage from the Tokai and Tonankai Earthquakes with very high probability of the occurrence.

Using disaster information collection/transmission equipments composed of long-distance wireless LAN, a notebook computer, a Web camera and an IP telephone, city staffs could easily input and transmit the information such as fire, collapsed houses and impassable roads, which were collected by the inhabitants participated in the experiment. Headquarters could confirm such information on the map automatically plotted, and also state of each disaster-prevention facility by means of Web-cameras and IP telephones.

Based on the damage information, fire-spreading, evaluation, and traffic simulations were automatically executed at the disaster countermeasure office and their results were displayed on the large screen to utilize for making decisions such as residents' evacuation. These simulated results were simultaneously displayed at each disaster-prevention facility and were served to make people understand the situation of whole damage of the city and necessity of evacuation with optimum timing and access.

According to the evaluation by the city staffs through the experiments, information technology is available for rationally implementing initial responses just after a large earthquake in spite of some improvement on the systems used in the experiments.

Key Words: Earthquake Damage Information, Collection and Transmission, Spatial Framework, Information System at Communal Disaster Prevention Base, Supporting System for Making Decision, Long-Distance Wireless LAN, Damage Estimation, Evacuation, Inhabitant Ability for Disaster Prevention