

財団法人日本建設情報総合センター研究助成事業

地域地震災害リスクマネジメントシステムの構築方法に関する研究

報 告 書

武蔵工業大学環境情報学部

巖 網林・武山政直

1999年7月

目 次

第1章	研究の背景と目的	1
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	2
1.3	研究の構成	2
第2章	地域の防災対策と防災システムの現状と課題	3
2.1	自主防災組織・防災福祉コミュニティの防災活動	3
2.2	地域防災システムの事例調査	7
2.3	地域防災対策と防災システムにおける課題	11
第3章	地震リスクマネジメントシステムの考え方	12
3.1	リスクマネジメント (RM) の概念	12
3.2	地震リスクマネジメント (ERM) の内容	15
3.3	ERM のシステム化の方針	18
第4章	地震リスクマネジメントシステムの構築方法	21
4.1	地震リスクマネジメントと情報技術 (GIS・GPS)	21
4.2	地震リスクマネジメントと情報技術 (携帯情報端末・通信)	24
4.3	地震リスクマネジメントシステムの構成と利用イメージ	31
4.4	モバイル機器を活用した情報収集と提供システムの実験	39
第5章	研究成果と今後の課題	46
5.1	研究成果	46
5.2	今後の課題	46
参考文献		47
謝辞		49

第1章 研究背景と目的

1.1 研究背景

阪神大震災を契機として、全国それぞれの自治体で防災体制のあり方の検討や防災情報システムの見直しが行われている。従来の地域や都市防災は、「住民参加の防災」という呼び名に表れているように、住民と行政の役割が分かれていた。しかし、大震災では、国内外から多数のボランティアが駆けつけ、救助・復旧活動を実施するために重要な役割を果たした。そこで、明らかになったのは大規模災害時にはハード面のみの防災対策には限界があり、さらに自衛隊や消防などの公的機関による救急・救助活動にも限界があることである。このような反省があつて、95年に発表した兵庫県復興計画案「兵庫フェニックス計画」には「復興の主役は、一人ひとりの市民である」と掲げている。

災害にあつて、まず地域を守るのはその地域に関わりのある住民や企業である。したがって、地域に関わりのある住民や企業、そしてボランティアのネットワークによる救援活動というソフトの対策が不可欠と考えられる。特に、震災以前から住民や企業との協力関係ができていたところでは、救援活動も迅速に行われ、被害が少なかったと報告されている(仲上・吉越・小幡、1996)。したがって、地域におけるさまざまな防災主体者が日常的にネットワークを作り、社会の防災性能を向上させることが重要である。

しかし、多様化され高度化された社会ではこのような人的ネットワークはすぐに出来上がるものではなく、まずはその土壌づくりからはじめなければならない。そこで、地域の住民・企業・ボランティア団体の災害対策に貢献したいという意欲に対して、これらを受け入れる仕組みを作ることが重要である(三船、1998)。

このような仕組みを構築するために、情報ネットワークの果たす役割は大きい。防災情報システムについては、情報技術が発展する中、多くの自治体はその構築の為に、これまで多大な資金を投入してきた。しかし、災害時だけに備えた情報システムは平常時に利用されず、災害時には機能しないということは大震災の教訓である。

数十年ないし数百年に一度の確率で起きる災害に莫大な資金を投入するには地域財政への圧迫が大きすぎる。地域の変化は日々起こるため、いつ起こるかかわからない自然災害に対処するために、最新の地域情報を確保する必要がある。それは即ち、常時から地域の情報を蓄積し、日々更新することである。例えば、住民の移動や固定資産の権利変更等は常に管理され、多くの自治体ではこれらの情報をデジタル化しているが、災害システムとの連動は実現できていない。一方、専用の防災情報システムが作られているが、データベースは常に最新の状態でない。情報システムの進歩が速いために、どんなに最先端の防災情報システムもすぐに古くなり、いざ必要となきには骨董品になっている可能性も高い。従って、ふだん稼動しないシステムは災害時にも機能しかねること、日常の積み重ねこそが災害時に威力を発揮すると考える必要がある。

最近の情報メディア技術の飛躍的な発展に伴い、日常管理と災害時対応を一体化するシステムを実現する機運が高まっている。地域情報を統合的に管理するGISの急速な普及はその現われの1つであろう。住民台帳や不動産台帳を普段からGISに管理しておけば、災害時の被災評価、瓦礫撤去、復旧計画の策定に大きく役に立つ(亀田、1998)。そして、GISに必要な位置情報を計測できるGPSも海上保安庁のビーコン補正情報サービス開始に伴い、その応用が一層広がっている。また、GPSやPHSの位置情報取得機能と組み合わせれば、地上・地下を問わずに移動体の所在地情報をリアルタイムに収集・配信することが可能となる。

さらに重要なのはこれらの新しい情報端末は人々の生活の一部となりつつある。地域のさまざまな防災主体の日常活動へうまく活用すれば、従来と異なった防災情報システムを構築・運営することが可能となる。必要なのはこれらの新しい要素の組織化と、低コストでありながら、平常時も災害時も機能する仕組みを作ることである。本研究はこのような観点から情報化時代の地域防災体制と防災システムを研究するものである。

1. 2 研究目的

防災とは「平時(日常)に居て乱(災害)を忘れず」が基本である。この考えかたが実際に取り入れられているのが企業のリスクマネジメントである。最近話題の Y2K 問題及び検討されている様々な対策(まだ不十分と言われているが)はリスクマネジメントの典型である。また、保険業務は様々なリスクのマネジメントを専門としており、リスクの特定、評価、対策等をマニュアル化しているものが多い。その考えかた及びノウハウは地域防災システム作りにも援用できるはずである。

本研究はリスクマネジメントの考えに基づき、地域の各防災主体を一体とした地震リスクマネジメントシステム(ERMS:Earthquake Risk Management System)の構築方法を提案するものである。住民・企業・行政は防災計画上で定められた責務に関しては、独自のリスクマネジメントサブシステムを構築・管理するが、システム全体は自律・分散・協調型のものである。即ち、専門家がいなければ稼動しなかったり、防災本部ができないと起動しなかったりすることがない。また、それぞれのサブシステムにはインターネットはもちろんのこと、携帯電話・PHS 等の移動情報端末からもアクセスでき、住民や企業が広範にわたって参加できるような仕組みになっている。

1. 3 研究の構成

本報告書は全体で 5 章から構成されている。本章は第 1 章に当たり、研究の背景と目的について述べた。

第 2 章は地域防災体制と及び防災システムの現状をレビューし、防災システムの実例を取り上げながら、阪神・淡路大震災後の防災システムの構築の現状と課題を明らかにする。

第 3 章はリスクマネジメントの概念を紹介した上、地震リスクマネジメントの内容を整理し、システム化の要件と基本的な方法を検討する。

第 4 章は地震リスクマネジメントシステムの構築と利用イメージを具体的に論じる。システムと関わりのある技術要素やシステムでの連携方法を述べた上、同じ要素技術を利用したモバイルシステムの実験とその効果を紹介する。

第 5 章で研究成果をまとめ、今後の課題を示すことにする。

以上に紹介した各章の関係は図 1-1 に示す。

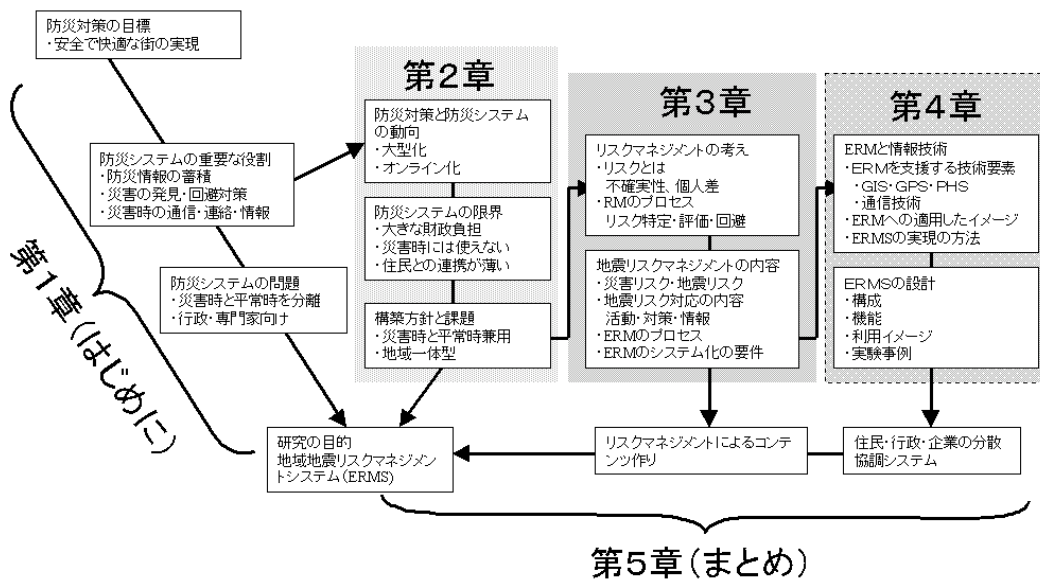


図 1-1 研究のフレームワーク

第2章 地域の防災対策と防災システムの現状調査

自治体における地域防災対策の事例を幅広く調査するため、インターネット上に公開されている各地方自治体のホームページを調査した。調査を行うにあたって、調査時点(平成11年3月～5月)で公開されていた495県、市のホームページを対象とした(公開されている情報やホームページ数に関しては、ホームページが随時更新されている関係もあり、流動性がある)。ここでは調査項目の中で、地域防災対策の中核をなす①自主防災組織、防災コミュニティの結成状況、②防災システムの構築状況を紹介したい。

2.1 自主防災組織・防災福祉コミュニティの防災活動

地域防災の主役である「地域住民」を主体とした市民活動である「自主防災組織」(防災コミュニティは自主防災組織よりも広義な地域社会組織のことを指す)の育成、強化は国の防災基本計画等により指導され、特に阪神大震災以降に指導が強化されている。また、今後の地域防災対策において地域住民が主体となった自主防災組織の育成、強化は必須事項であるため、ここでは調査の対象とした。調査した各自治体のホームページの中で、自主防災会について掲載があった数は全495件中45件と9%であった(図2-1)。

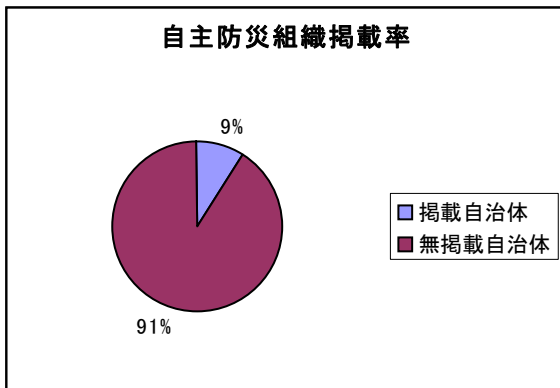


図 2-1 自主防災組織掲載率

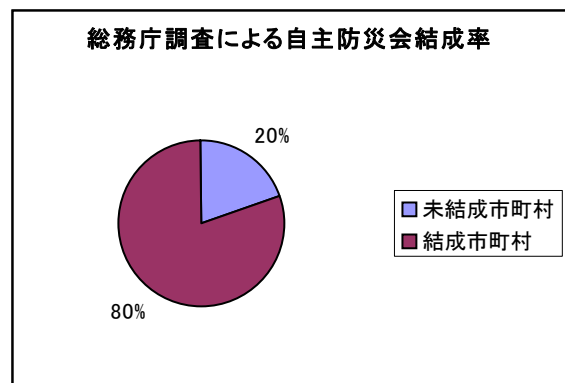


図 2-2 総務庁調査による自主防災会結成率

総務庁による121市区町を対象とした自主防災組織に関する調査結果では、97市区(80%)で自主防災組織が結成されている(図2-2)とある。掲載率には大きな開きがあると思われるが、

① 地域に密着した自主防災組織の育成には今回調査対象とした県、市よりも、区、町などのほうが関係している。

② 自主防災組織のPRにホームページを使うという概念があまり定着していないなどが原因として考えられる。実際の自主防災会結成率は各自治体とも、80%前後と考えられる。

次に、ホームページ上に情報があつた自主防災組織、防災福祉コミュニティのうち、規模・内容ともに進んでいる神戸市の防災福祉コミュニティ、鳥取市自主防災会連合会の2つの組織について活動内容を紹介する。

神戸市防災福祉コミュニティ

阪神大震災を教訓に、市民、事業者、市の協働により、地域の福祉活動と防災活動を融合(ふれあい給食会での防火講習、防災訓練での福祉相談、一人暮らし老人の情報を災害時に生かすなど)し、地域の助け合いのコミュニティをつくることで、地域の自主防災力を高めていくことを目標に、平成7年度からスタートした。

防災福祉コミュニティは神戸市各区の消防署、及び区が協力して組織化を推進している。おもには

- ① 地域の防災活動支援
- ② 市民防災リーダーの育成
- ③ 防災機材の配備
- ④ 地域の福祉活動支援

という4つのコンセプトで支援活動が行われ、小学校学区を構成単位とした1消防団、2自治会、3事業所、4婦人会、5老人クラブ、6民生委員児童委員協議会、7PTA、8青少年問題協議会、9その他が防災福祉コミュニティの構成要素(最終的には住民が構成要素)である。その組織構成は図 2-3に示している。

防災福祉コミュニティ

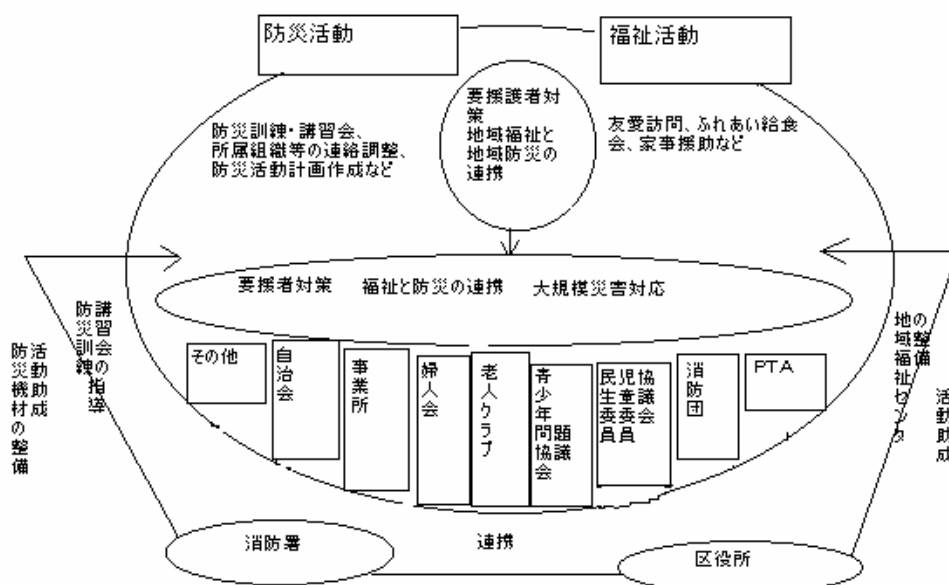


図 2-3 神戸市防災福祉コミュニティの構成

各区の防災福祉コミュニティの結成状況は表 2-1に示されている。ご覧のように平成7年度11地区、平成8年度15地区、計26地区で結成されている。現在、小学校学区を単位とした結成が進められている(小学校学区による防災コミュニティ作りは、全国でも進められている)。なお、平成9年度以降、全市で173地区の小学校区で防災福祉コミュニティを推進する予定という。

表 2-1 防災福祉コミュニティ結成の状況

区	東灘	灘	中央	兵庫	北	長田	須磨	垂水	西
7年度	本山	六甲山	籠池、東川崎、港島	明親	生野高原	真陽	高倉台	多聞南	岩岡
8年度	魚崎、六甲アイランド	高羽	旗塚留地	旧居里山平野	八多筑紫が丘	丸山	友が丘 板宿	塩屋舞子	神出

現時点において、神戸市の防災福祉コミュニティの活動は実験段階で、さまざまな課題が検証されているが、平常時の活動内容は表 2-2 にまとめたとおりである。

表 2-2 神戸市防災福祉コミュニティの活動内容

本部が行っているもの	ブロック組織が行っているもの	ブロック組織が今後行うもの
各団体の情報交換 防災福祉コミュニティ総合訓練 コミュニティ防災計画づくり 事務所と住民の協力体制 避難所での自主活動事前協議	防災訓練及び座談会 ブロック別防災資機材の取り扱い講習 及び訓練 防災運動会 運営会議 福祉情報を基にした防災福祉マップ作り 地域の危険箇所の見回りなど 災害時の活動(予定) 本部が行うもの 地区内の総合指揮 他ブロックの被害が大きくなったときの 他ブロックへの活動の応援支持 避難所への非難誘導活動、避難所での 運営など	情報班、消化班、救出救護班、 避難誘導班、生活班の各班に わかれ、それぞれの活動マニ ュアルに基づき活動を行う。

鳥取市自主防災会連合会

神戸市防災福祉コミュニティと同様に、平成7年の阪神大震災を教訓として、「自分達の町は、自分達が守る」という考えのもとに、災害に強い町作りを目指し、平成8年5月21日に鳥取市自主防災会連合会が発足された。その組織の構成を図 2-4 に示す。

鳥取市自主防災組織連合会組織構成図

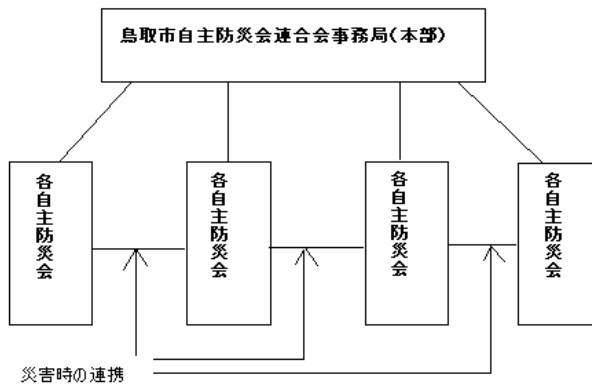


図 2-4 鳥取市自主防災組織の構成

鳥取市総務課と鳥取市自主防災会連合会事務局(本部)が自主防災会の組織化を推進している。組織の構成単位は神戸市防災福祉コミュニティと異なり、町内会である。現在、446防災会があり、各住民が構成要素である。(市内町内会518町内会中449町内会で自主防災組織を結成しているが、うち、2町内会合同で組織する防災会が3防災会あるため)組織率は87%である。これは総務庁の調査による組織率よりも、7ポイント結成率が高く、自

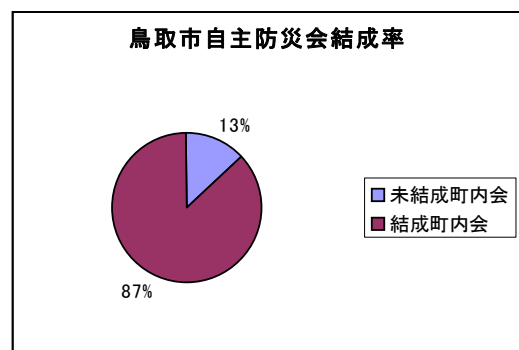


図 2-5 鳥取市自主防災会結成率

主防災会結成意識の高さを表している。

また、①結成補助②器具補助③活動補助があり、器具補助として防災会結成時に防災器具一式(スタンドパイプ・ホース2本・筒先・バルブ開栓金具・消化栓器具格納庫)を配布し、防災訓練を年2回以上実施した防災会には、活動補助として、2万円を限度に活動補助金を助成している。補助金を申請した防災会数は、平成9年度で279防災会、平成10年度で210防災会であった。平常時・災害時の活動の状況は表 2-3 にまとめた。

表 2-3 鳥取市自主防災会の活動内容

平常時の活動状況		災害時の活動
本部が行っているもの	ブロック単位で行っているもの	平成10年9月24日の大雨の際、土砂崩れが民家の近くまで迫った際、その土砂を撤去した。
会報「自主防災」の発行(年1回) 防災ビデオの貸し出し 防火ポスターコンクールの実施、ポスター作成による啓発活動 会議(総会 年1回 理事会 年2回 三役会 年1回) 表彰 連合会表彰規定に基づく表彰 地区単位でのリーダー講習会の開催	防災訓練(情報収集連絡訓練、消化訓練、避難誘導訓練、救急救護訓練、初期消化訓練)	その他、災害時に行う活動について、本部が行うもの、ブロック単位で行うもの両方についても、神戸市の防災福祉コミュニティとほぼ同様な活動が予定されている。

以上の二つの事例でわかるように、自主防災会や防災コミュニティは住民レベルでもっともきめこまかく活動している防災組織である。これらの防災組織の情報化、ネットワーク化は地域の防災性能の向上に大きな意味をもつことが明らかになった。

2. 2 地域防災システムの事例調査

地域住民を主体とした自主防災組織や防災福祉コミュニティを住民による地域防災対策の柱とするならば、行政における地域防災対策の柱は防災システムである。平成7年度の阪神大震災以前は、防災行政無線をメインにした防災システムが主流であったが、阪神大震災を教訓として開発や構築がおこなわれ、新しいシステムが形成されつつある。各自治体のホームページに掲載されていた防災システム数や災害情報掲示板数は、全495件中20件と4%であった。

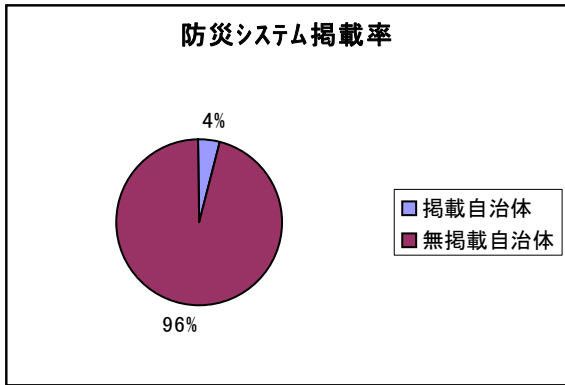


図 2-6 防災システム掲載率

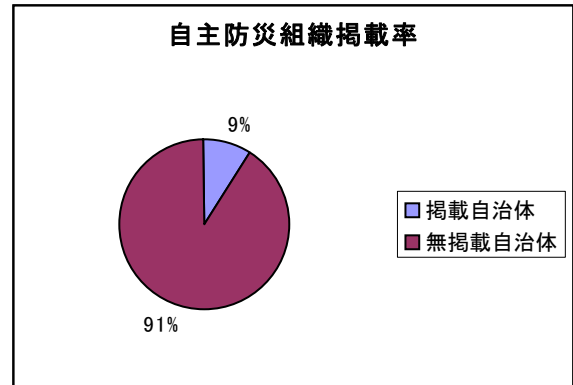


図 2-7 自主防災組織掲載率

この数字は、図 2-7 に示す自主防災会や防災福祉コミュニティの掲載数と比較して少なく思われるが、自主防災会や防災福祉コミュニティなどに比べ、防災システムは開発期間がかかる。そのため、タイムラグが発生し、現時点において予算計上中や開発中の自治体もあり、掲載数が少ないということが言える。また、自主防災組織、防災福祉コミュニティと同様に、ホームページ上に掲載されている防災システム数と実際の防災システム数には、隔たりがあると思われる。

掲載されている防災システムの中でも、

- ① 横浜市リアルタイム地震防災システム
- ② フェニックス防災システム(兵庫県)
- ③ 災害情報通信ネットワーク(鎌倉市、逗子市、横須賀市、三浦市、葉山町)
- ④ 名古屋市総合防災情報システム
- ⑤ 静岡県総合防災情報システム
- ⑥ 藤沢市防災情報ネットワークシステム
- ⑦ 千葉市総合情報防災システム

等が新しく開発されたシステムである。ここでは、最新のシステムである横浜市リアルタイム地震防災システムと兵庫県のフェニックス防災システムを紹介したい。

横浜市リアルタイム地震防災システム (READY)

システム名称:横浜市リアルタイム地震防災システム(READY)

運用主体:横浜市(横浜市総務局災害対策室)

運用開始時期:平成9年5月26日

予算規模等:維持費用 6000万円/年

通信設備費用:1000万円/年(人工衛星の回線費用など)

阪神大震災を教訓として、初動の災害対応体制を確立するため、地震発生直後に市域内のきめ細やかな地振動をいち早く把握し、災害対策本部等の初動体制の早期立ち上げに役立てる「高密度強震計ネットワーク」を整備した。また、その後の災害応急対策を支援するために、高精度に地震被害を推定する「地震被害推定・地

理情報システム」等の地震防災システムの整備を進め、平成 10 年度までにその一連のシステムが完成し、現在運用を開始している。

システムは①高密度強震計ネットワーク(地震発生直後 3 分で、市域内のきめ細かな震度情報を収集し、地震の全体像を把握する)、②地震被害推定・地理情報システム(発生後 20 分までに建物被害などを推定して被害の地域分布や被害の程度を見極める)、③被害情報収集システム(発生後 60 分後までに、実際の道路の被害情報などを災害対策本部に迅速・効率的に収集、集約する)の 3 つのシステムから構成されており、迅速、適確な災害対応活動を行う。

横浜市リアルタイム地震防災システムの特徴として、①高密度強震計ネットワーク、②地震被害・地理情報システムという2つのサブシステムの開発、整備があげられる。これらのシステムの整備は、国内でははじめてであり、特に地震被害情報と地理情報を組み合わせて、被害場所の特定を容易にした点が、高く評価できるシステムである。

高密度強震計ネットワークでは、横浜市内に約2km間隔で消防署を中心に設置されている150箇所の地震計で観測された地震動情報を、災害時優先NTT回線を用いて災害対策本部などの3つの観測センターに送信している。150箇所の地震計のうち、18 箇所(各区の土木事務所の観測点)については、観測センター間を衛星通信回線で結び、観測データのバックアップを行っている。

地震被害・地理情報システムで、は高密度強震計ネットワークで観測されたデータなどを用いて、地震被害に直結する、①地盤のゆれ、②液状化の有無、③木造建物の倒壊の 3 種類を、地震発生後 20 分で推定する地震被害システムと、それをさらに効率的に活用するための緊急輸送路、避難場所、病院などの 100 項目以上の地理情報を推定結果に容易に重ね合わせることができる地理情報システムの2つのシステムから構成されている。READY の構成は図 2-8 に示す通りである。

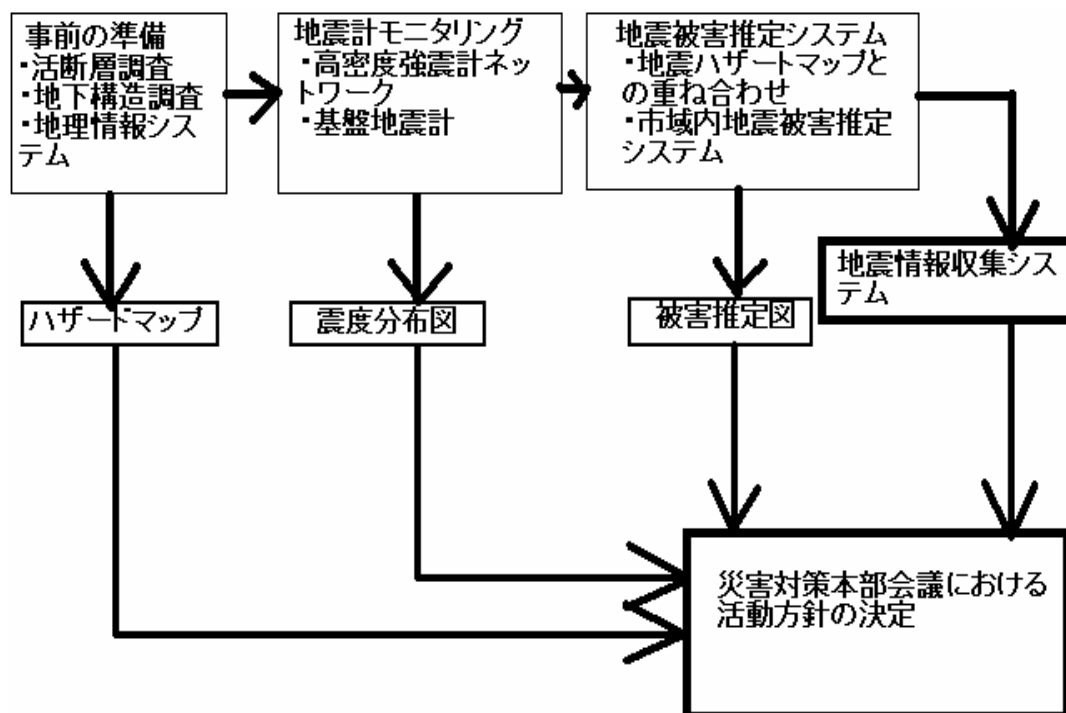


図 2-8 横浜市リアルタイム地震防災システムの機能構成

災害時にはシステムを利用する場合、各土木事務所に設置した端末パソコンから、土木事務所職員が被害情報を入力する。それらの情報は災害対策本部に収集・集約される(地震被害収集・集約システム)。そして、横浜市内各区(18区)2ヶ所の合計36ヶ所の情報が気象庁に送信される。同時に、ポケットベルで職員にも情報を配信する。さらに、CATVへ震度情報を配信し、横浜市のホームページにおいても各観測地点の地震動情報を全市版と各区版の表示で公開している。

このように、被害情報はボトムアップ方式で、単方向に流れている。今後の方向性として、端末モバイル化などが検討されているが、そのモバイルを使用して地域住民との双方向的な情報の流れを実現させるかについては、未定である。

横浜市リアルタイム地震防災システムは強震計による観測が、昼夜を問わず続けられているが、地域住民が平常時に体験、活用できるような性能は現在、持ち合わせていない。

フェニックス防災システム

システム名称:フェニックス防災システム(****)

運用主体:兵庫県(知事公室・防災企画課・消防課)

運用開始時期:平成8年9月25日

予算規模等:通商産業省「平成7年度災害時統合行政支援システム開発モデル事業」に指定され、65億円が交付されて開発、設備投資が始まった。

システムは災害対策活動の充実、強化を実現するため

- ① 初動体制の確保
- ② 県民との情報の共有化
- ③ 迅速な復旧支援
- ④ 外部機関との連携強化
- ⑤ バックアップ体制の確立
- ⑥ 新技術の活用

に留意して整備・運用されている。

災害発生時において、県下21市70町に設置された地震計及び市町、警察、自衛隊などの10防災機関(32の防災端末)からの情報収集とその解析により、迅速適確な災害対応を行うと共に、市町災害対策本部等との情報交換を円滑化し、相互の情報の共有により、救急救援活動を支援する。

フェニックス防災システムの特徴として、①バックアップ体制の確立と、②県民との情報の共有化があげられる。県庁に設置してある15台のサーバの他に、バックアップ用として2台のサーバが柏原のバックアップセンターに設置されている。また、システムの主要機器を設置している県庁通信機会室の床は免震床で、強い地震にも耐えられるようになっている。このような体制を確立しておくことで、災害時のサーバが故障等を避けることができ、システムの安定性が保たれる。

県民との情報の共有化を実現するために、平常時及び災害時に、インターネットとパソコン通信による情報発信及びボランティア等との情報交換を行い、情報の共有化を図っている。フェニックス防災システムにおいては、災害時の情報収集端末が県庁、県の地方機関、91の市町、32の消防本部、警察本部、52の警察署、自衛隊等に設置されているパソコン端末に限られており、地域住民からの被害情報を即座に把握する体制にはいたっていない。地域住民との情報の完全共有化を行い、被害情報を収集、伝達することが今後の地域住民と自治体が一体となった新しい防災システムを確立するうえで重要な視点であると思われる。

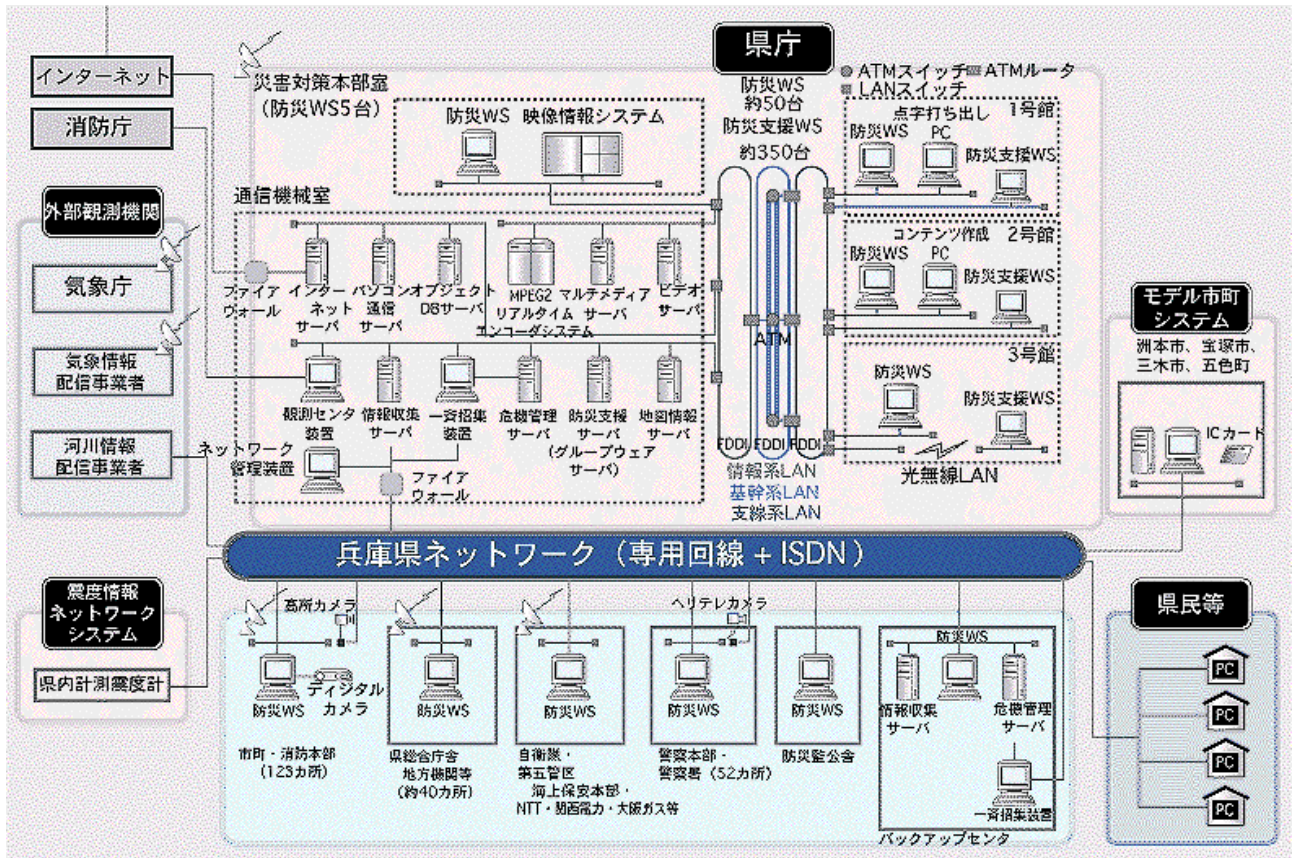


図 2-9 フェニックス防災システムの機能構成

システムを運用するときには、まず県庁、県の地方機関、91の市町、32の消防本部、警察本部、52の警察署、自衛隊等に設置した端末パソコンから、職員が被害情報を入力される。これらの情報は災害対策本部に収集・集約される(情報収集・情報処理システム)と共に、各関係機関、ボランティアなどにも流す。同時に関係機関やボランティアからの情報入力も受け付ける。このように集まった情報はインターネット・パソコン通信(兵庫県内全域同一料金)で地域住民に提供し、被害状況を随時確認することができる。

ということで、フェニックスでは被害情報の一部は双方向的になってはいるものの、ボトムアップ方式で、住民との間には単方向に流れているものである。

なお、平常時には、パソコン通信やインターネットにより、県の広報資料や生活情報を提供している。しかし、災害時に備えて、地域住民が体験、活用できるような性能は現在、持ち合わせていない。

以上の防災システムの事例が示すように、地域防災組織の頂点に立つ自治体では防災システムの開発、とりわけ新しい情報・通信技術の導入には積極的であるが、地域に根をはっている自主防災組織や企業との連携、特に双方向の情報流通が実現できていないことが分かる。

第3章 地震リスクマネジメントの考え方

3. 1 リスクマネジメント (RM) の概念

リスクとリスクマネジメント

リスクとは不確実な行動や事件がもたらす望ましくない結果を表す抽象的な指標である(Thomson,1987)。リスクにはマイナスばかりでなくプラスもあると指摘する人(Sage,1995)もいるが、それは主に金融・金融業務での「投機リスク」である。本研究での自然災害、特に地震リスクに関しては人間にとって、プラスになることはないと考ええる。

リスクの計測

リスクは不確実性が伴う事件の発生によってもたらされるため、根本的には計測しにくいものである。しかし、意思決定においては定量化することに大きな意味がある。このような事実から Knight(1921)はリスクを「計測可能な不確実性」としている。さらに、工学ではリスクを事件発生の可能性(あるいは確率)と事件発生後の損失の関数として定義する。このような単純化に反対する人も少なくないが、多くの研究者は定式

$$\text{リスク} = \text{事件発生の可能性} \times \text{損失}$$

を支持している(たとえば、Gratt/1987、Raftery/1994、Williams/1995)。なぜなら、複雑なリスク指標を単一測定としてあらわすことができるようになり、代替案を比較するための数値基準として有効である。もちろん、事件発生の可能性と損失を複合的に捉えるべきである。このような複合的な視点はリスクの影響がどのように分布しているのかを理解するためには重要で、それができないと、リスクの削減や対策の検討が不可能である。

リスクマネジメント (RM)

リスクマネジメントはリスクの実態を把握し、様々な対策を打ってリスクの被害を削減しようとするものである。リスクマネジメントは図 3-1 に示す一連のプロセスで実施される。即ち、リスク特定(Risk Identification)、リスク分析(Risk Analysis)、リスク許容計算(Risk Appraisal)、リスク暴露(Risk Exposure)、リスク評価(Risk Assessment)、リスク対応(Risk Response)対応である。

リスク特定では何が問題なのか、何が起こりうるかを明確にするのである。リスク分析は以上に特定したリスクに対して、リスク発生の可能性(または確率)とその影響を予測する。事件の影響はその規模と影響要因に依存する。

リスク暴露はリスク分析のアウトプットで、好ましくない事態に曝される人的及び財的損失の合計である。リスク許容計算は人間が耐えられる(受け入れられる)リスクの大きさを決める。それは意思決定の中では、時々コスト／ベニフィットで計算されるようなもので、多くの選択肢から最も望ましい値を示すものを選ぶことにする。ただし、リスクに影響する数多くの要因には定量化できないものも少なくない。それらの定性的な要因をどのように定量

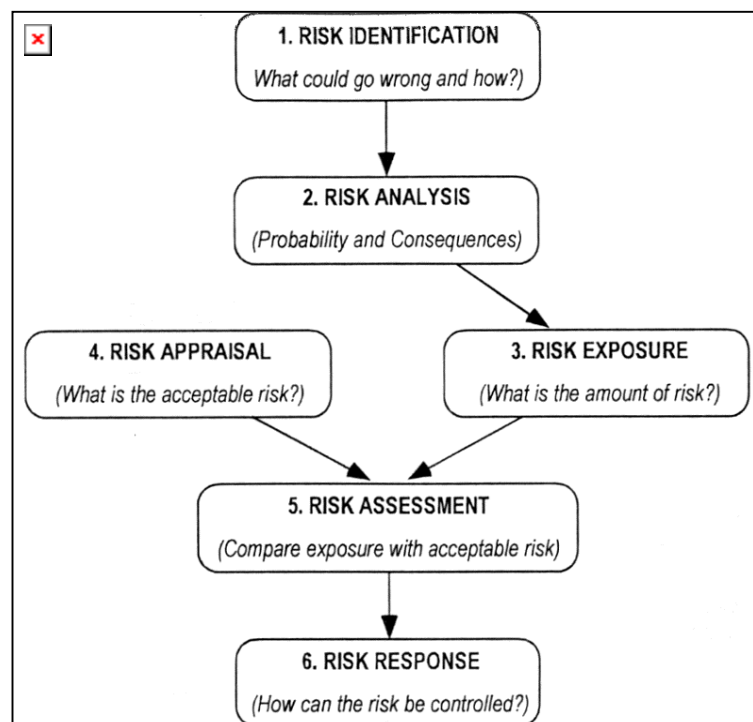


図 3-1 リスクマネジメントの手順(Agumya, 1999)

化するかは問題となる。

リスク評価はリスク暴露とリスク許容の結果を比較する。最後は以上の結果に対して適切なリスク対策を打つ。リスク対策はリスクマネジメントプロセスの最後の段階であるが、リスクマネジメントの究極の目標である。従って、リスクマネジメントは何らかの問題に直面する意思決定者が最善の決定を下すように支援することがねらいとも言える。リスクに対する可能な対策として回避、継続、転移、制御、保険がある。

以上に述べたのはリスクマネジメントの標準的な手順である。それぞれの実用現場では、よりわかりやすいように手順を組替えることがある。図 3-2 は健康診断に倣った企業リスクマネジメントのプロセスの一例である(<http://www.dai-ichi-life.co.jp/BIC/pu/pu01.htm>)。

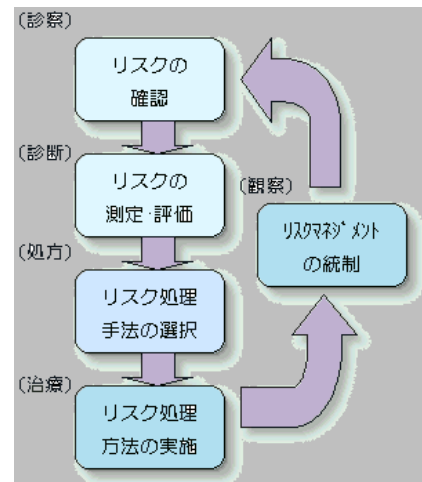


図 3-2 リスクマネジメントのプロセス

災害とリスク

災害は「望ましくない結果の発生源」(Kaplan, Garrick 1981)、あるいは「人々の生命と財産を脅かす事件」Pidgeon ら(1992)と定義している。これらの定義からもわかるように、災害の発生がリスクの暴露をもたらすという点では共通するが、必ずしも同じ概念でないことがわかる。工学の観点では災害は有害な結果の原因として考える場合が多い。一方、リスクは災害の原因と災害の結果、災害の回避等を含めたより総合的な概念である。

災害リスクマネジメントと防災

我々は防災を日常的に使っているが、以上に紹介したリスクマネジメントの概念と比較すると、リスク対策に当てはまる。もちろん、実務上、防災業務には危険の診断、損失の評価、災害の回避等、リスクマネジメントのほとんどの内容が含まれており、災害リスクマネジメントと防災を互いに言い換えることが可能であるが、現実の防災業務では、このように体系的に災害リスクを対応するところまで至っていない。そこで、我々は図 3-1 に示したリスクマネジメントの手順やリスクマネジメントの方法は地域の防災に適用しようとする。その具体的な方法と手順について、次の例を引用して、説明する(Agumya, 1999)。

一定規模の洪水はどこの土地区画やどこの住民まで影響を及ぼすかを決めなければならないと考える。緊急対策計画を作るために当該地域の DEM データは意思決定において重要な役割を果たすことになる。マネジャーは災害対策を考えるときに、DEM の有用性を確認する必要がある。その関心事は標高の精度である。

ステップ1 リスク特定: マネジャーはデータの誤差で何が問題となるかを明らかにする必要がある。災厄の事態では、洪水に安全だと宣言したところは実際、DEM の誤差で浸水されることである。

ステップ2 リスク分析: マネジャーはそのような事態の発生可能性(または確率)及びその可能な影響を検証する。この場合、洪水に危険がないと言われた住民は何も防衛策を講じない可能性がある。当該地域は浸水されると、防災部門は補償のクレームに曝される可能性がある。洪水リスクに対する不当な判断で財産の被害、収入の減少及び人命の損失がもたらされるかもしれない。(安全だと宣言した地域が浸水となる)事件発生の確率は DEM 標高値が洪水レベルよりも高いが、実はそうでない事件の確率に等しい。次には事態の結果を適切な単位、例えば、ドル、死傷者数などで定量化しなければならない。影響の大きさは影響される恐れのある資産額と人口数、資産の価値、及び事態の深刻さ(ここでは安全だと間違っって宣言した地域の浸水の深さ)に依存する。これらの3つのパラメータは空間的に違うため、被害の計算に地理的分析が役に立つことになる。

ステップ3 リスク暴露: リスク分析から得た二つの関係(発生の確率 VS 災害の大きさ、災害の大きさ VS

被害の大きさ)に基づいて、それぞれの状況(異なる浸水深度)でのリスク暴露を計算する。この暴露は個々のリスク暴露の合計であり、被害原単位を統合して、記述することもできる。

ステップ4 リスク許容: マネジャーはそして、どれぐらいのリスクが受け入れられるかを定める。例えば、リスクの過小評価でもたらした犠牲に対する最大の金額補償あるいは保険賠償を考える。許容の限度はほかの間接的影響も含むべきである。例えば、生命の損失と保険会社の信頼性の損害等。

ステップ5 リスク評価 リスク暴露とリスク許容の結果を比べる。もしリスク暴露はリスク許容より小さければ、何もすることがない。しかし、原単位の違いはこのような比較を難しくすることがある。例えば人命と金額で表す財産をどう統合するか。このような異なる原単位間の換算は保険業務でよく行われており、参考となる。リスク暴露はリスク許容より大きい場合、評価の信頼性を確認してから次のステップに移る。

ステップ6 リスク対策 マネジャーはどのようにリスク暴露を処理するかを考えなければならない。可能な選択肢として次の6つがある。

リスク回避 リスク暴露を回避する選択で、“Doing Nothing”とも言われる。“避難”はこれに当たる。

リスク保留 意思決定者はリスクの発生と結果を疑わしい時に使うが、発生確率が低く、影響も大きくない場合にのみ有効である。

リスク転移 リスクに暴露される主体が保険会社ではなく、ほかの主体にリスクを転移させることである。

損失制御 リスク発生の確率を小さくし、その影響を押さえることである。

災害保険 リスク暴露主体から保険会社へリスクを転移させることである。事件発生の確率が低いが、損害が非常に大きい場合、このような災害保険が有効である。

以上の例で問題としているのは DEM の精度はリスクの計算に影響を与えることである。これを少し拡大して解釈すると、情報の質、即ち、情報の不確実性はリスクそのものであることが実証されたわけである。つまり、正確な情報と効率的な情報システムはリスクマネジメントの必要条件である。

リスクマネジメントと情報システム

リスクマネジメントと情報システムは切っても切れない関係にある。社会全体が急速に進む情報化の中で新しい形態のリスク、いわゆる情報リスクが生まれている。その最も典型的な例は Y2K 問題だろう。

一方、情報システムは新しいツールを提供することによってリスクマネジメントに恩恵をもたらすことになっている。効率なリスクマネジメントは知識の処理及びコミュニケーションのスキルを要する。情報システムはこれらの知識へのアクセスとコミュニケーションを安価で高速に実現する手段を提供してくれる。例えば、インターネットと WWW 技術はテキストやグラフィックスを容易に閲覧できるようになり、JAVA や CGI などの技術でデータベースへアクセスし、ダイナミックにさまざまな検索と報告が可能となっている。

このようにリスクマネジメントと情報には二つの関係が存在していることがわかる。ひとつはリスクそのものに関する情報の不確実性であり、もうひとつはリスクマネジメントを支援する情報システムである。リスクマネジメントの成功はこの2点にかかっているとと言っても過言ではない。

従って、地域防災情報システムの整備はリスクマネジメントの観点から見てもきわめて重要なことである。

3. 2 地震リスクマネジメント（ERM）の内容

地震リスクマネジメント

地震災害とはある地域が一定の期間において潜在的破壊性地震活動に影響される可能性であり、地震リスクは地震発生の可能性、地震に暴露される人的と財的資産、地震の発生によって失われる資産の3つの関数である(Dobran, 1995) (損失は暴露の関数なので、この定義は「リスク=可能性×損失」とは矛盾しない)。

地震リスクの最大の特徴はひとたび大地震が発生すると、地域の住民及び行政・企業で働く人々のすべてには死傷などの人的被害、建物や機械設備の物的損害が発生し、電気・ガス・水道などの供給停止や通信・交通機関の機能停止がもちろんのこと、火災等の2次災害も伴い、長時間にわたり、正常な生活とビジネス業務が被災状態に強いられることである。従って、地震リスクは複合リスクであると言える。

このように地震は広域にわたって多くの人々に大規模な損害をもたらす災害であるにも関わらず、それに対するマネジメント行為は市民・企業・行政などがそれぞれの責務範囲で実施しているのは現状である。

企業における地震リスク処理は地震発生の可能性、地盤の強度、建物の強度から考えているようだ。

地震発生の可能性。地震の発生を予測することは困難で、トラフ型地震に周期性があることがわかっている程度である。阪神大震災で注目を集めた活断層は日本中いたるところに存在しているので、直下型地震がどこでおきてもおかしくなく、その発生を予測することは極めて困難である。つまり、地震リスクはすべての企業に発生する可能性がある。

地盤の強度。阪神大震災では、埋立地を中心に地盤液状化が発生した。これは地震の振動により地盤中の水分が吹き出して地盤面が低下し、地盤内で流動が起きることである。地盤の不均等な沈下により建物が傾いて、建物の基礎坑が破損するといった被害が報告されている。同じ地震でも、地形や地質によって地表面の揺れ方は違う。地形は地形分類図、地質は地質分類図などを使って確認する。

建物の強度。建物の耐震基準は「建築基準法」の施行令に定められているが、現行の基準は1981(昭56)年に大幅に改定されたものである。阪神大震災では1981年以降に建てられた建物の被害は、それ以前に建てられたものに比べて少なかったことが報告されている。1980年以前に建てられた建物については設計・建築した会社に相談し、「耐震診断」を実施して、耐震基準に適合するか調査することが必要と言われている。

企業における地震リスク処理ガイドラインの例

1.建物・施設の対策

企業の資産として優先順位が高いもの、例えば、社屋、中心となる生産設備、コンピュータ設備などに、物理的対策を実施し、地震による機能停止を避けることが必要である。事務所・工場建物の耐震補強、重要機械設備の固定、コンピュータ室の免震床採用、代替設備(バックアップ)の準備などである。

また、地震時には同時に火災が発生する、と考えてよい。地震で道路が寸断されたり、防火水槽が破損するなど、消火活動を阻害する要因も生じる。企業でも消火設備の設置、自衛消防隊による初期消火活動が重要である。

2.地震発生時対策マニュアルの策定

対策本部の設置要領、被害状況確認(社員およびその家族の安否の確認、建物・設備の被害状況把握)、早期復旧対策、被災社員への支援など、企業の実態を考慮し、企業活動への影響を最小限にとどめて企業活動を継続させるために、地震対策マニュアルを整備することが重要である。

そのためには、経営の根幹となるものが何かを把握する必要がある。業種業態によって企業活動を継続するための最優先対策項目が異なり、各自対策を打つべく。

地域災害リスクマネジメントと企業リスクマネジメントの相違

以上に紹介した企業の地震リスクマネジメントはごく普通のガイドラインで、実際は企業ごとに防災担当がいて、より詳細なマニュアルが策定されている。地域も行政が中心とする組織であるから、企業と同じようにリスクマネジメントの考えも利用できると考えられる。それによって、人的、財的資源がより有効に配置され、防災体制もより強固なものになるのではないかと期待できる。

正し、企業リスクマネジメントシステムをそのまま導入できるとは限らない。地域災害リスクマネジメントと企業リスクマネジメントとは表 3-1に示すような相違が客観的に存在している。ご覧のように対象と目的は両者とも同じである。手順についても同じように見えるが、しかし、そこに示している地域リスクマネジメントは行政中心の防災活動に過ぎない。地域防災には市民、地域企業、自主防災組織等も重要な役割を果たせることは阪神大震災の経験からわかっている。防災主体や組織構造でいうと、企業では経営陣と従業員と縦の繋がりのつよいピラミッド構造であるが、地域においては様々な団体や組織の複合である。ですから、防災組織の統制力で言えば、企業のほうが圧倒的に強い。リスクマネジメントの考えを地域に導入する場合、このような組織上の違いをまず意識する必要がある。

表 3-1 地域災害リスクマネジメントの特徴

項目	企業リスクマネジメント	地域災害リスクマネジメント	相違点
対象	災害、事故、経営環境	自然災害	自然災害に関しては共通
目的	リスクの特定、リスクの回避、損失削減、活動の継続	災害の特定、損失削減、活動の継続	まったく同じ
手順	確認、評価、対策、実施、監視	確認、評価、計画、実施、監視	行政業務に限れば同じ
防災主体	従業員、経営陣	行政、地域企業、住民	大きく違う
組織構造	ピラミッド型	複合型	まったく違う
統制力	強い	弱い	大きく違う
情報の質	企業外部に不確実性が多い 企業内部に不確実性が少ない	地域外部に不確実性が多い。 地域内部に不確実性が多い。	同じ 大きく違う
情報の量	企業所有の資産に限られるため、情報の量も比較的少ない	地域すべての物的・社会的条件を管理するため、情報量が膨大	大きく違い。地域には要素間の相互影響も大きい

地震リスクマネジメントと情報の質

情報の不確実性がリスクの源であるとまえに述べた。表 3-1に示すように、地域リスクマネジメントは企業リスクマネジメントと比べ、内容や組織形態が異なるため、内部にも外部にも大きな不確実性が伴う。特に地域災害リスクマネジメントは予測しがたい自然現象が対象で、地域内でも住民・企業・行政が多様な社会システムで行動するため、内部にも外部にも情報の不確実性が大きい。ここでいう情報の不確実性には二つのことがある。ひとつは情報の信憑性で、ひとつは情報の完全性である。

情報の信頼性は3.1であげた例のようにデータの精度はリスクの計算に影響を与えることがある。信憑性を高めるためには、より精度のよい情報を使う必要があるが、それも入手の可能性に制約される。情報の完全性にはさらに情報項目の充実の程度、各項目には欠損値の有無などを含む。

情報の不確実性を押さえることによって、リスクはより計算可能となる。これに関して、リスクマネジメントでは実リスクと認知リスクの議論がある(Agumya, 1999)。実リスクとは好ましくない事件の可能性と影響に関する情報がすべて知っている場合、計算可能なリスクであるという(Elms, 1992)。これは、即ち、認知リスクと実リスクの相違は事件発生の可能性と結果に関する情報の完全性と確実性に依存することを意味する。一方、Kaplan&Garrich(1981)はある人にとっての実リスクまたは絶対リスクは別の人の認知リスクであると考え。すると、実リスクと認知リスクの食い違いは専門家と大衆のリスクに関する認識の対立として考えられる。そのギャップを埋めるためには、情報をより充実し、大衆がアクセスできるようにすることが重要である。これは防災情報システ

ムの構築と利用の普及を推進する理論的基礎とも言えよう。

地震リスクマネジメントと情報の量

企業リスクマネジメントの場合、自社の資産のみを対象とし、指揮系統もピラミッド構造でしっかりしているため、情報の量は限られる。一方、地域リスクマネジメントの場合、地域の地質・地盤条件、土地・建物条件、人口・資産などの社会条件をすべて把握した上で、リスク計算する必要がある。その量は企業の場合より圧倒的に大きい。さらに、先般述べたように、地震は複合災害であるため、以上の各条件はいざ災害となると、空間的に相互に影響し、2次、3次災害が起しかねない。

地震リスクマネジメントに関わる情報の項目に関しては、下山ら(1995)が事前情報、被害情報、措置・復旧情報と分けて細かく分類し、それぞれ表 3-2(a)~(c)のようにまとめている。

震災時の被害状況やその復旧状況を正確に把握するために、被害情報や措置・復旧情報を事前情報に重ねて用いられることが多い。それゆえに事前情報には最新性が要求される。

また、被害情報は収集・管理が困難であり、状況が刻々と変わる段階で正確な情報を把握することにはかなりの労力を必要とする。しかし、被害情報は、迅速かつ適切な対策を策定するには不可欠なため、安定かつ効率のよい収集システムが不可欠である。

以上の観点から、地震リスクをマネジメントするにあたっては、情報の量及び質の確保は地震リスクマネジメントのもっとも基礎的な課題である。情報システムはこの課題を解決するための有力手段であることは間違いないが、どのようなシステムに構築すべきかは次の検討すべき問題である。これに関しては、亀田・角本ら(1998)が研究しているリスク対応型地域情報システムが参考になる。

表 3-2(a) 事前情報の例

	中分類	小分類	主な項目
事前情報	地域特性	自然	地質地盤、地形、自然物分布
		人	人口・世帯分布、災害弱者分布、各種統計
		社会経済	事業所・商店・工場分布、各種統計
施設位置・地図	道路・交通	道路	道路、橋梁、港湾、飛行場、鉄道
		ライフライン	電気、ガス、上水道、下水道、電話
		建築物	公共施設、教育施設、医療施設、高層建築物、危険物、一般住家
		行政機関	役場、消防・警察署、支庁、自衛隊、土木事務所、保健所
対策資料	防災関連	避難所	避難所、備蓄倉庫、AED等・臨時避難所、防災行政無線機
		活動体制	各種要綱、動員人員、資機材、備蓄物
		被害予測	土地、人、道路・交通、ライフライン、建築物
		災害履歴	年月日、震源地、各地震度、被害状況

表 3-2(b) 被害情報の例

	中分類	小分類	主な項目
被害情報	気象	気象	風向、風速、湿度、気温、天気概況、予報
		地震(地震)	日時、震源、震度(管轄内、各地)、加速度
		水害	河川水位、潮位、貯水量、予報、津波情報
	土地	山林	火災、土砂崩壊
		丘陵地	土砂崩壊
		河川	増水、決壊
		臨海地	浸水、冠水、液状化
	農耕地	農耕地	冠水、浸水、土砂流出、火災
			死者、重傷者、軽傷者、行方不明者、り災者
			道路・交通
ライフライン	ライフライン	橋梁	陥没、破壊、崩壊、倒壊、浸水、冠水、不通、火災、沈没
		港湾	
		飛行場	
		鉄道	
建築物	建築物	電力施設	施設浸水、供給停止、路線破損、施設破損、施設浸水、漏洩
		ガス施設	不通
		上水道施設	
		下水道施設	
		電話施設	
		公共施設	浸水、一部破損、半壊、全壊、半焼、全焼、機能停止
教育施設			
医療施設			
高層建築物			
一般住家			
危険物			

注) 主な項目のほほ同じものについては、まとめて表示している。

表 3-2(c) 措置・復旧情報の例

	中分類	小分類	主な項目	
措置・復旧情報	活動体制	(実施全活動)	関係機関、活動場所、協力機関、活動人員	
		要請	要件、人員、機材、物資	
		避難・収容	避難対象者、対象地域、避難・収容者	
	救助・医療	救助・医療	救助	対象地、対象者、搬送先、措置内容
			医療	
	土地	土地	山林	未措置、修復、回復
			河川	
			臨海部	
			農耕地	
	道路・交通	道路・交通	道路	通行規制、未措置、修復、解体、再建、機能移転、代替機能、機能回復
橋梁				
港湾				
飛行場				
ライフライン	ライフライン	鉄道	未措置、修復、代替措置、機能回復、回復地域・世帯数	
		電気		
		ガス		
		上水道		
		下水道		
建築物	建築物	公共施設	被害度判定、立入禁止措置、未措置、修復、解体、再建、代替措置、機能移転、機能回復	
		教育施設		
		医療施設		
		高層建築物		
		一般住家		
危険物				
生活物資	生活物資	飲料水	不足・供給品目、不足・供給数、供給先	
		食料		
		生活必需品		
建設資材	建設資材	資材	品目、数、輸送先	
		資材		
清掃・防疫	清掃・防疫	生活ゴミ	未措置、収集、処分方法、処分先	
		災害ゴミ		
		下水		
住宅	住宅	仮設住宅、被災住宅、仮設住宅用地確保、公営住宅空室数	応急教育実施、学用品調達、給食確保	
		教育		
手続	手続	人	被災証明、移転	
		物	建築物被害証明、仮設住宅入居	
		金銭	税金・保健料・使用料等減免、融資・貸付、義理金	

注) 主な項目のほほ同じものについては、まとめて表示している。

3. 3 地震リスクマネジメント（ERM）のシステム化の方針

地震災害には、物理的側面と社会的側面がある。構造物の倒壊やライフラインの機能喪失と、その再建などは物理的な側面である。一方、震災直後の救急救命に始まり、生活や産業の再建に向けた支援や復興計画などが社会的側面である。その二つが複雑に絡み合っているため、その情報をうまく整理しないと混乱が生じる。物理的な側面と社会的側面を結びつけるインターフェースとなるのが情報システムである。このような情報システムが災害時に機能するために、どのような条件を満たさなければならないかをここで検討する。

地震リスクマネジメントの活動内容

防災活動の内容に関して、多くの研究者が整理をしている。下山ら(1995)は震災時の対策活動を行う時期を被災期、混乱期、避難・救援期、応急・復旧期、復旧期・復興期と区分し、各時期の性質を踏まえて住民の行動と自治体の対策活動を図 3-3 のようにまとめたものがある。

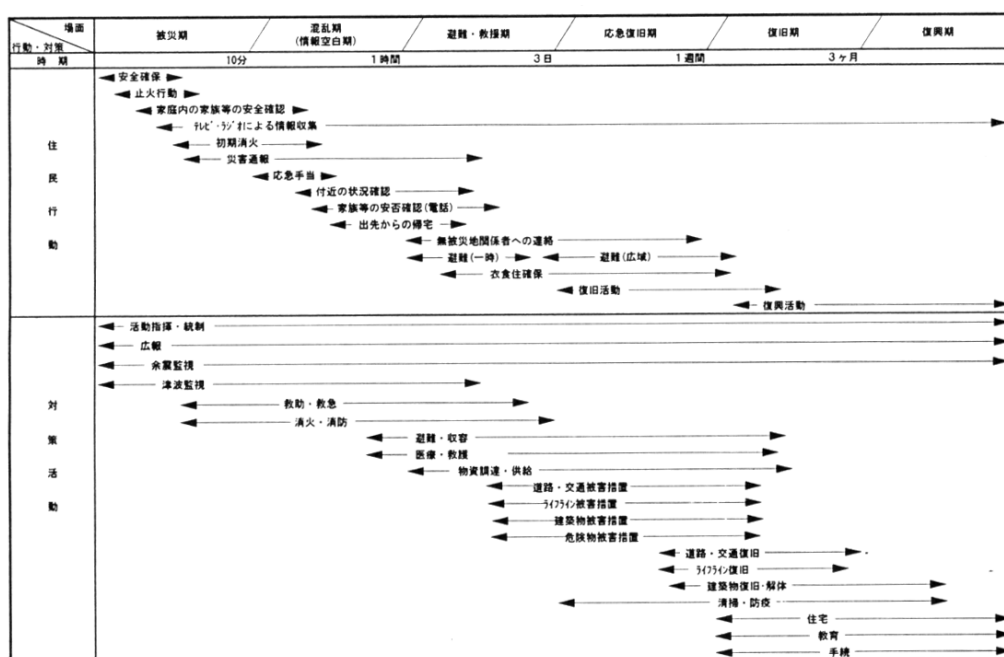


図 3-3 各時期における住民活動と災害対策

同図はリスク発生後を想定したものであり、リスクマネジメントの手順で言えば、事件が発生し、損失評価とリスク対策の段階になっている。また、同図には、住民活動と自治体の対策に絞っているが、いざ災害となったら、住民(自主防災組織)・企業・自治体・ボランティア団体がいっせいに動き出す。ひとつの企業のように統制された動きはできない。それぞれの主体者は平常時の訓練と心構えで身近に存在する組織とともに行動する可能性が大きい。そこに重要となってくるのは情報システムであり、その情報システムも普段使い慣れているものでなければならない。

平常時の活動も含めて、地域における防災主体の防災活動を一体にまとめたのは図 3-4 である。そこで、地震リスクマネジメントは平常時・非常時・復旧時の3モードを含む。それぞれのモードにおいて防災活動の内容が異なる。平常時活動に、住民は家屋の点検、防災用品の確保、防災情報の入手、避難先の確認、災害保険の加入などをし、行政側は災害の評価、防災計画の策定、通信基盤の整備、避難場所の設置、生活基盤の確保などがあげられる。地震リスクの確率、リスク暴露、リスク対策などのリスクマネジメントの手法はここに導入し、地震リスク被害の抑制に大いに役に立つことができる。

いったん災害がおきると、大混乱の中では行政・市民・企業が一体となった救援・救助体制が必要となる。こ

のときの活動としては、被害の発見と安否の確認、救援機材・物資の調達、避難所の運営、被害拡大の防止などを短時間で実施されなければならない。市民・行政・企業の連携が最も重要なモードである。

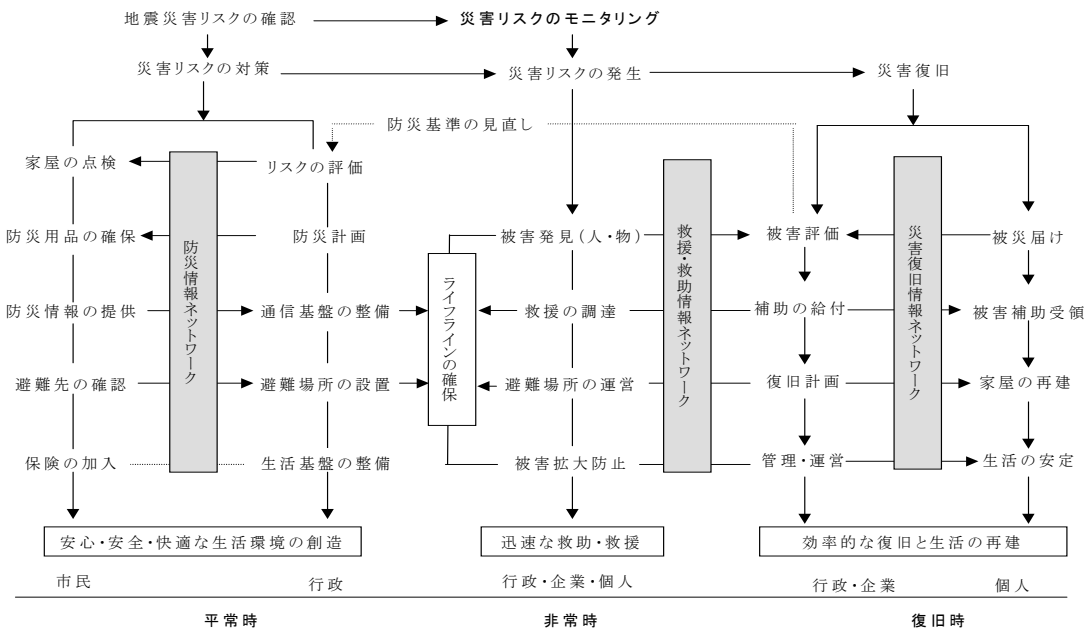


図 3-4 地域地震リスクマネジメントの内容

災害発生から時間がたつにつれ、非常時モードから復旧時モードへ切り替える。市民としては財産損失の被災届けをして行政側では被災の評価を行い、瓦礫を撤去したり、補助金を交付したりして生活の安定を図る。

地震リスクマネジメントのシステム化の方針

阪神大震災の経験から、地域の情報システムのあり方について3つの教訓が明らかになっている(亀田、1998)。ひとつは災害時と平常時の連続である。平常時に使われえるシステムの中に、災害対応の機能が組み込まれる点が重要である。平常時に使われている住民台帳や不動産台帳などのデータベースを非常時にうまく活用できるよう、そして、災害対応のための限定的な緊急モードへの切り替えがスムーズにできるよう、システム再構築することが要請される。二つ目は、空間データの効率的管理の必要性である。災害時の状況は、家がポツポツと立っていたり、仮設住宅を建てて、それを壊して本格建築を作ったりするなど、複雑な経過を辿る。家ごとの履歴が残るような仕組みにしなければならない。3つ目は災害時には行政の部署を横断して、データの相互利用に参照するシステムを実現することである。それはプライバシーの問題など慎重に扱うべき事項を含むが、災害時の対応という視点から、柔軟なシステムに再構築することが必要である。

これら3つの教訓を生かすシステムを実現するには、まず効率化とコスト化を可能にする技術開発の努力、一方ではシステムを運用する自治体の側での概念の構築、特に「平時(日常)に居て乱(災害)を忘れず」というリスクマネジメントを実体化する努力が不可欠である。こうした考え方を現実の防災対策とするために、亀田・角本ら(1998)はリスク対応型の地理情報システムを開発しているが、それは基本的に役所での利用を考えているものである。

本研究では地域防災をトータルに捉える「地震リスクマネジメントシステム」を提案する。リスクマネジメントシステムとはいえ、個々の企業リスクマネジメントの手法をそのまま地域に持ち込めばよいわけでもない。地域地震リスクマネジメントには時間・空間・組織を超えた対応が数多く必要からである。ここでは、システムの構築するにあたって、一般に守るべき方針をここに示す。

(1) 平常時・災害時・復興時の一体化

リスクマネジメントの考えに基づいた防災体制は平常時の連携と蓄積がなければ災害時も復興時も不可能であろう。防災主体や防災活動間の連携に最も重要な役割を果たすのは情報ネットワークである。平常時活動は防災情報ネットワークに蓄積し、非常時・復興時モードでは救援・救助あるいは復興システムとして稼動する。

防災情報の収集・管理に関する作業の多くは、行政や市民にとって、決して災害時特殊なものではない。たとえば、家屋ひとつ取り上げてみても、日常でも家屋を解体・撤去するには、行政への申請が必要であり、それにより不動産の台帳を変更する点は同じである。ただ、震災下の倒壊家屋撤去については、住民台帳と不動産台帳を両方とも付き合わせないと、処理ができない。これまでは行政では数少ないのコンピュータシステムを導入したが、それぞれ別々のデータベースになっていて、紙による情報のやり取りをしているところが多い。リスクマネジメントシステムではこれらの孤立したデータベースを必要に応じて、横につなぎ、災害時に備えて、いつでも迅速時に対応できるようにすることが重要である。

(2) リスクマネジメントの内容と手順の明確化

地震リスクは複合災害であるが、リスクマネジメントの手法を用いると、その実態を詳細に特定し、それぞれのリスクごとにリスク分析、リスク暴露、リスク評価を行うと、地震リスクに対してより体系的に対策を立てることができるようになる。とくに地震は地域空間、時には地域を越えた空間に災害をもたらすため、地理分析的なアプローチを導入する必要がある。地理情報システム(GIS)はこのような方針の実現に役に立つ技術である。GISは防災分野にすでにかなり多くの利用事跡がある。リスクマネジメントの分野においても最近、注目されている存在である(Stipe, 1998)。

(3) 地域防災主体の一体化

「防災の主体は一人ひとりの住民である」という理念を実現するためには、地域という共通の基盤で生活・生産活動を営む人々の力を生かさないには真の防災にはならない。自主防災組織・ボランティアの結成と活動葉各地で推進されているが、こうした組織の力を結集するためには行政の適切な誘導と支援を行う一方、それぞれの組織をリスクマネジメントシステムでつなげる。それぞれが行うリスクマネジメントの内容が違って構わない。システムには地震リスクマネジメントに役に立つ専門家の情報、防災物資・貯蓄の情報、ボランティア活動の情報、訓練・教育の情報などを掲載し、災害に関わりのある人たちの共有化を進める。

(4) システムの管理・運営の分散化

システムの運営は特定の専門家に依存するのではなく、特定のホストシステムに依存することもよくない。地域、地域外に複数のサブシステムが分散して自律的に機能する分散・協調型システムがよい。また、システムのコンテンツは一気に開発されるものではなく、日常時の利用を通して育てられることにする。その実現のためには、行政・企業の日常業務と住民の日常生活に密着した情報機器を利用したシステム構成を考える必要がある。

次の章では、このような基本的要件を考慮したシステムの構築方法とイメージ案を述べる。

第4章 地震リスクマネジメントシステム（ERMS）の構築方法

4.1 地震リスクマネジメントと情報技術（GIS・GPS）

情報技術はリスクマネジメントにおいて広く利用されており、RMIS(リスクマネジメント情報システム)が一般的に言われている。ここでは、そのような一般的なコンピュータシステムではなく、地震リスクの特定や評価、情報収集に大きく関わりのあるGIS・GPSの利用可能性と方法を述べることにする。

災害は一般に空間的要因を含むため、GISは平常時の管理、災害時の救助、災害後の復興に大きな役割を果たすものである。下山ら(1995)は阪神大震災の事例も含めて、災害時・復興時のGISの利用可能性を表4-1のようにまとめたことがある。

表 4-1 対策活動に必要な情報とGISとの関連性

場面	全期		被災期		混乱期		避難・救護期		応急復旧期			復旧期			復興期								
	活動指揮・統制等	広報	余震監視	津波監視	救助・救急	消火・消防	活動体制の確立	混乱防止	避難・収容	医療・救護	物資調達・供給	道路・交通被害措置	ライフライン被害措置	建築物被害措置	危険物被害措置	道路・交通復旧	ライフライン復旧	建築物解体・復旧	清掃・防疫	住宅	教育	手続き	
事前情報	地域特性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	施設位置・地図	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
被害情報	対策資料	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	気象	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	土地	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	人	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
措置・復旧情報	道路・交通	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ライフライン	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	建築物	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	活動体制	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
情報	要請	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	避難・収容	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	救助・医療	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	土地	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	道路・交通	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ライフライン	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	建築物	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	生活物資	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	建設資材	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	清掃・防疫	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
住宅	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
教育	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
手続き	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

○ 対策活動に必要な情報

◎ 対策活動に必要な情報でGISでの利用がより効果的なもの

アメリカでは、90年代はじめフィーマ(連邦危機管理庁)の財政支援を受け、カリフォルニア州政府で災害対応GISの開発が進められている。阪神大震災のちょうど一年前の1994年1月17日に発生したノースリッジ地震で、このシステムが活用された。被災した家屋を調査して、直ちに危険度判定データを入力してGISに表示した。

また、現在Oakland市のWebサイトにはGISの災害への利用を紹介している。GISはレイヤで地図を表示し、土地の境界、街路、建物、インフラストラクチャー等を自由自在に表示することができる。

GISは空間情報をリレーショナルデータベースやスプレッドシートに管理されているデータと統合的に利用することができる。都市のライフラインを管理する部門あるいは民間企業会社では情報を施設ごとに、例えば、上水道、下水道、電気、電話、ガス等、管理している。詳細なシステムでは設置日付、製造情報、管理スケジュール、危険性の有無、設置または建設等の多くの管理と修理に情報が一緒に管理することができる。

GISシステムへの情報要求を出すと、目的地区に関する多くの基礎的データを入手することができる。災害

発生してからアクセスや乗り換え等の独自の情報を追加することもできる。クレーム処理と緊急対応はモデムを通じてホームオフィスから情報へのアクセスができ、災害の復旧には大きく

CAD 技術も災害リスクマネジメントには有効である。もともと AutoCAD は Oklahoma 市の爆発事件を処理する中で有用性が証明されたという。そのとき爆発後の救助をするために構造物の3D ビューが必要だった。固定資産の所有者は一般に自分の施設に関する情報をファイルで管理する。行方不明者の調査、危険物質、貴重な文献などを探すために、建築図面から作った3Dコンピュータグラフィックスは大きな助けとなった。多くの現代建築はこれらのソフトウェアから設計し、作られている。これらの情報の利用はリスクマネジメントに大きな支援となる。インターネット・イントラネットの発達により、リモートでこのような3D イメージへアクセスすることができるようになった。VRML ブラウザはかなり複雑な建物を詳細に見ることができ、災害後の補修なども容易に実施することができる。

国内ではGISを防災へ利用する研究はかなり以前から行われた。東京都は500メートルメッシュのラスターデータで23区の地震危険度を評価したことがある。液状化危険度、建物倒壊危険度、火災延焼危険度を具体的な指標を積み重ね、統合的な危険度分布マップを作ったことがある(東京都、危険度)。

しかし、GIS が本格的に防災に利用したのは4年前の阪神大地震の時だった。阪神大震災では約10万戸の倒壊家屋によるがれきの撤去が大きな緊急課題だった。被災者は、がれき撤去の申請で市役所や区役所の窓口に並ぶ。ところが、手間がかかる紙ベースでは申請書類を処理していた自治体の多くでは膨大な事務量が一次に集中したことにより、困難を極めていた。とりわけ困難な状況にあった長田区で、電算化による倒壊家屋の解体撤去に必要な情報処理の効率を上げることになり、京都大学防災研究所亀田弘行教授が代表とするグループはボランティアで協力を始めたのである。

長田区で用いたGISには、二つの機能があった。一つはコンピュータに入力されたデジタル地図を画面に呼び出して申請者に見てもらい、撤去する倒壊家屋の位置を確定し、デジタル地図のXY座標に関連つける機能である。もう一つは申請書類の内容を入力したデータベースを用いて効率的な工程管理を行う機能である。

そのような活動で確認されたGISの効果について亀田教授は6つの点にまとめた(亀田、1998)。一つ目は机に積まれた申請書類が、その人のうちに書類できるようになった点である。二つ目はがれき撤去を個々の家屋で捉えるのではなく、街区単位で複数の家屋をまとめることになり、解体・撤去作業の効率を良くした点である。三つ目は検索機能により、申請後の住民問い合わせや変更に対応できた。四つ目は裏方でコンピュータが活躍したことにより、行政窓口の職員が住民の相談に時間を取ることができた点で、これは災害に行政対応を円滑に進める上で大変重要なところである。五つ目は解体・撤去状況をデジタル地図で視覚化することにより、全体が把握しやすくなった点である。六つ目は住民当事者と、窓口の担当者が一緒にコンピュータ画面を見ることで、情報は共有化され、住民と行政の意思疎通が良くなったことである。何人かの住民が集まって画面をのぞきながら、会話が始まり、申請者の心を和ませ、GISは住民と行政を結ぶインターフェースの効果もあるという。

GPSとGISを統合的に利用した災害情報取得システムは、阪神大震災時にも利用された。奈良大学碓井教授のグループは三菱電機の携帯型パソコンにゼンリンの電子地図を搭載し、トリブルジャパンのGPSによる自動位置測定から自動的に地図を表示するシステムを神戸市長田区で実施したことがある(碓井、1995)。システムは図 4-1 に示すような構成で作られ、市販の電子地図(ゼンリンの電子マップ)と市販の地図ソフト(Mapfolder)を利用したごく単純な構成である。このような位置情報を自動的に取得するモバイル情報システムは災害時に被災現場からの被災情報の収集において必要不可欠である。

地震発生から1時間以内の災害情報と被災予測を扱う準リアルタイムの情報システムには国土庁のDISも開発が進められる。各地の計測震度情報をもとに、被害予測を行うシミュレーション技術である。消防庁も緊急出勤・活動を迅速に行う情報システムを整備している。

以上のような災害に備えた警報、救援、救助システムは阪神大震災後、かなり充実した。これに対して、復旧・復興期に関わる情報システムの充実は依然として課題である。それは住民と直接関わる部分で、地方自治体の役割が大きい領域である。消防署や警察などの緊急対応を専門とする機関と違って、普段の行政サービスを行っている地方自治体の職員は災害の発生とともに、緊急対応のもとで時間との競争に放り込まれるわけである。その人も被災者となるかもしれない。災害情報システムはこのような点も考慮する必要がある。

地方自治体がおすべき防災情報システムとは、日常の行政活動と密接に結びついて、その中に災害対応が含まれていることが肝心である。GISは日常のなかに防災対策を自動的に組み込むための有効手段として多くの可能性を持つシステムである。

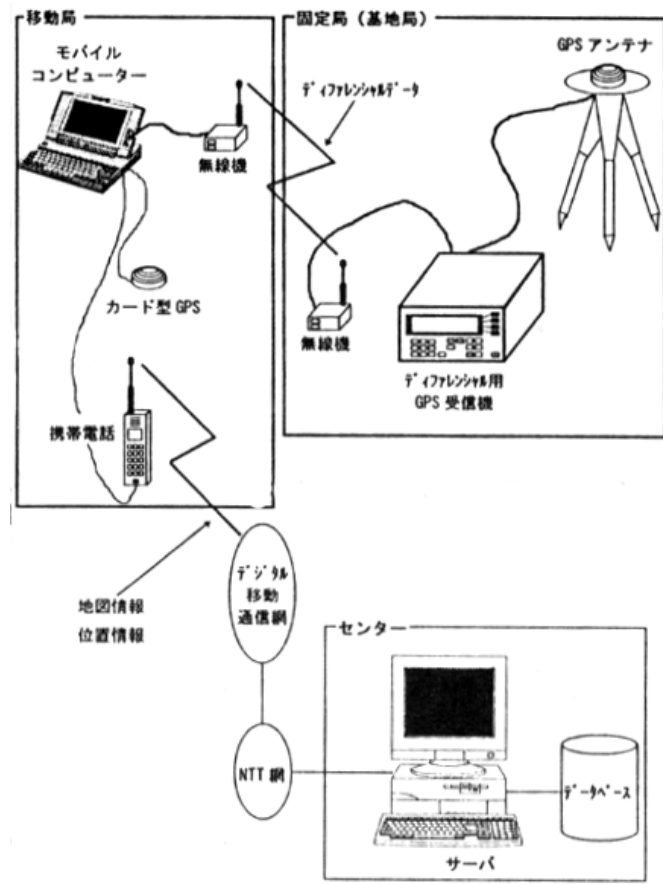


図 4-1 GIS+GPS による情報収集

4. 2 地震リスクマネジメントシステムと情報技術（携帯情報端末・通信）

地域防災活動には表 4-2 に示すような様々な情報通信手段が利用可能である。それぞれ長所短所があり、統合的な利用が望ましい。近年はインターネットの普及に伴い、多くの自治体や市民組織がインターネットの防災への活用を試みている。ホームページを例にすると、日常の防災の心得から、詳細な防災地図や防災マニュアルまで多彩な情報が掲載されている。インターネットベースの防災情報ネットワークや災害時の電子掲示板を構築しているところも現われている。また、インターネット、防災行政無線、携帯電話等を組み合わせた統合型防災情報システムの構築も消防庁をはじめ、いくつかの自治体で実験されている。

表 4-2 災害情報の通信手段

情報手段	発信者	受信者	方向性	受益地域	受発信のタイムラグ	制約条件
情報広報車	行政	市民	1/N	街区	ない	人手・車
情報収集車	市民	行政	N/1	調査区	ない	人手・車
掲示板・情報誌	行政・市民	市民	1/N	街区・地域	大きい	とくに無し
インターネット	行政・市民	行政・市民	N/N	無限	小さい	回線と容量確保
有線電話	行政・市民	行政・市民	1/1	無限	ない	回線と容量確保
CATV 局	民間	市民	1/N	地域	ない	一方通行
コミュニティFM	民間	市民	1/N	地域	ない	一方通行
防災行政無線	行政	市民	1/N	地域	ない	送受信局の数
携帯・PHS 電話	市民	市民	1/1	無限	ない	容量確保
衛星通信	行政・市民	行政・市民	N/N	広域	ない	費用が高い

携帯情報端末は運搬性、簡易性及び高い普及率で防災分野への利用を注目されている。ここでは、モバイル機器やモバイル通信技術を取り入れた防災情報システム構築への応用に関する研究と、その実用の事例から代表的なものを取り上げ、特徴をまとめる。以下、技術的研究事例、民間企業による情報サービス、防災訓練でのモバイル機器活用事例の順に述べる。

技術研究

(1) 浦本、北村「被災情報収集システム」

地震発生時には、地震情報や被災情報を早期に収集することが、被災自治体が応急対策を実施するうえで必要不可欠となる。阪神・淡路大震災においても被災情報が収集できず、初動体制の確立に大きな影響が生じたといわれる。特に、災害時情報には「いつ、どこで、どんな状況」であるのかという概括状況の報告が重要であるが、それにはモバイルコンピューティングの機動性を活用した被災情報収集システムが有効と考えられる。浦本、北村(1998)による研究では、簡易型 GPS と PHS 基地局を同時に利用した自動位置取得ツールを用いたシステムを考案し、その検証を行うとともに被災情報収集時の有効性を示している。彼らの提案するシステムの検証結果によると、GPS と PHS の位置測定誤差は次のようになっている。

GPS	最大	最小	平均
ビル街部	359.4m	18.0m	90.6m
海岸部	129.3m	11.1m	38.0m
PHS			
ビル街部	570m	16.1m	109.4m
海岸部	494.6m	11.1m	209.3m

ビル街では GPS 衛星からの電波が受信しにくいと考えられているが、彼らの検証結果によると、ビル街部においてもかなりの高い比率で捕捉が可能であったとされている。しかし、PHS システムでの基地局からの電波の

出力は10～500mW(セル半径が200m程度)、周波数は 1.9GHz で直進性を持つことに特徴がある。このことから、浦本・北村(1998)は基地局から見通しが良く、ある電界強度以上を測定点で受信していれば、ビル街等では、PHSの方が簡易型GPSの位置情報より平均値で信頼性が高くなる可能性を指摘している。ここで、位置精度については、災害初動期に収集される情報の内容との関係でとらえる必要がある。例えば、河川、道路、区域内全体災害等の情報については比較的粗い位置の特定で良く、簡易型のGPSやPHS基地局を利用した測位方法が有効である。一方、ガス漏れ、火災やけが人や生き埋めなどの救助や救援に関わる場合は、より正確な位置が限定される必要があるため、前述の測位に加えて住所情報を利用していくのが有効である。

また、被災情報の送信時間についても、携帯電話、PHS、有線電話のそれぞれで同じ画像ファイルのサーバへの転送時間を比較し明確にしている。

通信回線	送信時間(s)
携帯電話(回線)	80.3
携帯電話(パケット)	37.9
PHS(アナログ)	81.8
PHS(PIAFS)	30.0
有線電話(PC内臓モデム)	41.1
有線電話(外付けモデム)	21.2

さらに、以上のような公衆系通信メディアによる情報送信に加え、災害時には行政区域内イントラネットにより、避難所や学校等の市中の拠点に情報コンセントを設置・利用することで通信の孤立化を回避する必要性も指摘されている。

(2) 東大 安田研究室「都市型コミュニティ支援システム」

モバイルコンピューティングを活用した災害情報システムも、災害時のみの利用を想定しているのでは、いざというときに使いものにならない状況になりかねない。これらの情報システム技術を災害時の利用に特化したものでなく、むしろ日常の都市や地域コミュニティでの生活に利用していくような魅力あるコミュニティ情報システムを考え、実現していくことが必要である。

東京大学先端科学技術研究センター内安田研究室では、都市型コミュニティのような人が密集するエリアで活用する情報システムを実現する観点から、次のような5つの課題をかかげている。

- 災害時にコミュニティ内に留まった多数の人々に避難経路、安否などの必要な防災情報を提供できる生活インフラとして機能させるにはどうするのか。また、この時情報取得のための輻輳をどのようにして避けるのか。
- 医療機器への安全が取り沙汰される電磁波に代わり、安全、高速に大容量データを伝送する手段はないか。
- 多様化した現代の一人ひとりの要求を満たせる情報サービスを提供するにはどうしたら良いのか。
- 氾濫した情報から迅速に的確な情報を検索して入手するにはどうしたら良いのか。
- 情報を入手、蓄積、活用し、発信する情報メタボリズムのサイクルが営める情報消費型のシステムとして機能させるにはどうするのか。

このような課題の解決に向けて提案される「都市型コミュニティ支援システム」は、来る 21 世紀の大量情報消費時代に向け、多様化した要求に答えられるパーソナル性と必要な情報が必要な時に得られるインタラクティブ性を備えた Navigated Interactive と呼ばれる プッシュ配信型システムで、人が密集するエリアでの使用を考え、情報取得時の輻輳が避けられかつ医療機器への安全性の高い赤外線通信を通信手段として特徴づけられ

ている。

このコミュニティ支援システムは、コミュニティ内の情報サービスプロバイダに設置されたメインサーバエリア内に散在する「近傍サーバ」から構成されている。近傍サーバでは、メインサーバからプッシュ型で供給される情報を広場やロビーを歩き交う人々に映像機器や掲示板にPR用コンテンツで案内する。利用者は、受信ステーションとなるモバイル端末を近傍サーバに接続された赤外線通信ポイントに向けて、必要な情報を要求、収集するしくみとなっている。

また、情報の輻輳は、近傍サーバとモバイル端末との多重チャネルアクセスによる解決がはかられている。さらに、プロバイダがコミュニティに特化した情報サービスを提供することでコミュニティへの集客力が高まることも期待されている。

このような Navigated Interactive プッシュ配信型システムの流れる情報の内容や方向性は、平常時と災害時では全く異なった形に対応されることになるが、その状況を具体的に説明している。

<平常時>

- インサーバから近傍サーバへ：コンテンツ発信者によって制作された「上映コンテンツ」ならびに「持ち帰りコンテンツ」に、コンテンツの上映時間や上映場所等の「スケジュールデータ」を付加し、指定された近傍サーバへ配信する。
- 近傍サーバからコンテンツ受信者へ：配信されてきた「上映コンテンツ」を、指定されたスケジュールに従って、接続された大型モニターやプロジェクタに、繰り返し上映する。

コンテンツの受信者：上映されているコンテンツに関心のある者は、関連する詳細情報を、手元の携帯端末に赤外線通信を介して受信し、持ち歩いたり、持ち帰ったりして閲覧する。

<災害時>

- 政機関からメインサーバへ：災害時、行政機関から発令される警報・注意報等をメインサーバへ中継する。
- メインサーバから近傍サーバへ：災害時、近傍サーバへ警報・注意報等の緊急通報を配信する。
- 近傍サーバ：行政機関からの緊急通報ならびに避難情報を繰り返し案内する。
- コンテンツ受信者から近傍サーバへ：個人安否および近隣の被災情報を携帯端末から発信する。
- 近傍サーバからメインサーバへ：近傍サーバからの安否・被災情報をメインサーバで集積し、公開可能なデータ形式に変換する。
- メインサーバから行政機関：変換された安否・被災情報は行政機関に設置される災害対策本部を始め、広く一般へも公開する

このように平常時と災害時で同じ情報システムを利用していくことで、災害時への対応がよりスムーズになると考えられるが、どのような方法と体制で、災害時への切り替えがなされるかといった点についても対応が必要であろう。また、平常時であっても、常に災害時の利用に対応できるよう同じシステムを利用した防災訓練を定期的実施していくことも有効と考えられる。

民間企業による情報サービス

(1) NTT DoCoMo 緊急防災チャンネル

民間企業の中で既に防災を意識したモバイル機器の開発やサービスの商用化が始まっている。その中でも、NTT 関西移動通信網株式会社ではポケットベルを活用した「緊急防災チャンネル」と呼ばれる防災・気象に関する情報配信を1997年8月よりスタートした。情報の提供は日本気象協会によって行われるが、同協会が気象庁から気象注意報・警報、地震情報、津波情報、台風情報などの防災情報や天気予報、アメダス、ひまわり画像な

どの一般気象情報を受け取り、先に NTT DoCoMo が開始した情報配信サービスのネットワークを利用してポケベル向けにデータを配信する。実際に配信される情報の内容は以下のようになっている。

- 地震情報**: 近畿 2 府 4 県の震度 3 以上、全国の震度 5 弱以上の地震情報を配信。
- 津波警報**: 大平洋瀬戸内海側は三重県から岡山県まで、日本海側は福井県から鳥取県までの津波警報及び警報解除情報を配信。
- 気象警報**: 近畿 2 府 4 県の暴風・暴風雪・波浪・大雨・洪水・大雪警報及び解除などの気象警報を配信。
- 台風情報**: 日本沿岸 300km 圏内の台風情報を 1 時間毎に配信。

モバイル通信端末の中でもポケベルは、携帯電話や PHS より電波の届く確率が高く、また小型で軽量であるため、常備して利用でき、また緊急時の活用にも有効である。このようなサービスを利用することにより、地震・台風情報・津波・気象警報をリアルタイムにキャッチし、職員緊急動員やライフラインの復旧、近県支援や帰宅支援などといった事態に活かしていくことが期待されている。また、同じポケベルを利用した情報配信サービスとして、大型の電光表示装置へ表示する方法も実用化されており、これによって個人を対象とするポケベルの情報配信だけでなく、公共の空間でより多くの人々に共有されるかたちで防災情報をリアルタイムに提供できることになる。

市民の防災訓練での活用

(1) 静岡県総合防災訓練

既に利用可能なモバイル機器や通信サービスを応用して、実際の災害時を想定した防災訓練でのシステム検証も日本各地で行われ始めている。その中でも AMDA 情報通信委員会は、1998年に実施された静岡県総合防災訓練での被災情報の現地からの送信実験の様子とそこから明らかとなった具体的な課題について詳細にレポートしている (<http://www.amda.or.contents/journal/1998/journal12/28-31.html>)

訓練の中では、デジタルカメラで被災地の様子を撮影しているが、撮影された画像は一端小型携帯パソコン(東芝 Libretto)に取り込まれる。パソコンはそこに接続された PHS 電話を利用して被災地対策本部へ Remote Access, FTP で接続している。しかし、Web 上のレポートに報告されているように、ここでの情報送信の特徴は、撮影者自身は電話を掛けるのみで、自分でパソコンを操作して対策本部に写真を送ることはしない。接続に成功すれば対策本部側から必要な写真のみを採りにくるようになっている。対策本部側ではリモートコンピュータ内の画像を受け取り、その後切断する。このネットワークシステムによって被災地内のカメラマンの操作を単純化し、結果として撮影者自身は撮影に専念できるというわけである。

また、対策本部からは、KDDモバイルのインマルサットや NTT DoCoMo N-Star と呼ばれるモバイル型の通信衛星システムを利用して、東京の病院や静岡県庁へ画像を送信する実験も行っている。しかし、現状のモバイル通信衛星システムでは通信速度が 2400bps~4800bps と遅く、大量の画像の送信には相当の送信時間を必要としてしまう。したがって、ISDN 回線のあるところに通信部門の対策本部を置くことも必要と指摘されている。

また、送信時間を短縮するために画像サイズを小さく編集することも考えられるが、この訓練中にはそのような時間も無く、撮影者も画像を現地で縮小するのは液晶画面の見づらさなど直射日光下では困難であったようだ。一方、被災地対策本部ではスマートメディアを使用してデジタルカメラからノートパソコンに画像を取り込み、多機種との互換性、取り合えの容易さなどにおいて非常に有用であったようである。ただし、この方法はいちいち本部に戻る必要があるので、PHSや、携帯電話などを使用した方を検討する必要性も同時に指摘されている。

この訓練には複数の団体が参加しており、画像の収集、電源の供給補助などで、お互いに協力をしている。このような協力体制は、実際の災害現場において非常に有用であると一方、複数の団体から容易に画像提供を

受けられるシステムを今後は考案する必要がある。画像を中継するというのは非常に有用な事であるが、現地の画像のみならず、その田の救援に必要な情報(負傷者数、交通状態など)をプライバシーの問題なども考慮しながら取り扱うことが今後の課題となっている。加えて、医療器具などの近くでの電波使用の問題、安定した電源の確保、有線回線利用不可能時のより高速な衛星通信回線の利用なども検討課題として掲げられている。

(2)エフエム甲府 地震災害訓練実験放送

エフエム甲府では、平成11年3月18日に、近い将来に起こるであろう大規模地震災害を想定して、災害情報や被災者支援情報(安否情報)など、住民に提供する情報はどうかを探る実験放送を実施している。エフエム甲府では、この実験を行政が発信する災害情報を補完するものと位置づけ、その特長を情報の双方向性にあるとしている。これは、阪神淡路大震災を教訓として、個人情報の受・発信網を確立し、イライラや不安感を取り除き、冷静な判断のもとに行動ができる環境づくりをも目指すものである。実験放送は、山梨県、甲府市、甲府地区消防本部、山梨地域情報ネットワーク相互接続機構、山梨地域インターネット協会、山梨学院大学、NTTドコモ山梨支店が協力し、全国で初めてのメディア連携の試みとなっている。

実験放送の概要

災害発生時には、被災者の安否情報や避難所と対策本部とのライフライン情報、生活情報等のきめ細かく受発信する情報ネットワークを整備する必要がある。この地震災害訓練実験では、これまでの中心であった放送、電話に加えて、移動体通信(携帯電話・iモード)、インターネット等の複数のメディアを活用して、被災者支援情報の伝達、収集を補完することを目的として、番組が構成されている。

エフエム甲府のスタジオ/メディアルームには、山梨県庁、甲府市の消防防災担当者が列席し、情報本部を設置している。そして災害現場の被災者を想定した市民から情報を収集・提供する方法を様々な角度から実験検証している。

番組では、リスナーが被災者となって、インターネット上のサーバに設定された安否情報の登録システムを模擬避難所で、被災者を想定した市民がモバイル端末などで動作させ、あるいはインターネット防災掲示板、電子メール等を通じて、外部と連絡をとるシミュレーションを行っている。

一方、スタジオでは、放送席に設定したインターネット端末から、実際に安否情報を検索して、登録者の生死を報告したほか、防災掲示板に書き込まれたメッセージや電子メールを、放送を通じて紹介している。

さらに、スタジオのゲスト各氏は、甲府盆地の直下型地震の可能性について警戒を求めたほか、今回の実験放送が目指した非常時における災害対策本部、市民間の双方向通信の確立について、今後研究・整備を進めていくことの重要性をコメントし、番組の趣旨が今後の防災計画にいかされる見通しとなっている。

番組が企画した「地震災害訓練実験」への市民の参加は以下のような様々な方法で実施されている。

・模擬避難所会場へ行ってみる

山梨学院キャンパス内の模擬被災者避難所

甲府春日モール・エフエム甲府 DAIKICHI スタジオ

(避難所ではNTTドコモの「iモード」等モバイル通信による情報登録収集を体験する。)

・電話・ファクスによりメッセージを投稿

電話メッセージ

ファクスメッセージ

・インターネットから参加する

エフエム甲府スタジオへ電子メールを送信する

Y-NIX 安否情報登録検索システムと防災掲示板に書き込む

山梨学院大学安否情報システムと防災掲示板を閲覧する

・携帯電話・NTT Docomo i モード端末から参加する

災害非常時に活躍が期待される移動体通信に対応したメール登録・検索性システムを体験する

エフェム甲府の実験のように、災害時に単一のメディアのみの利用を想定するのではなく、複数のメディアをそれぞれの特性を活かすかたちでどのように組み合わせていくかを考えていくことが有効と思われる。また、この実験でも NTT DoCoMo の I モードが利用されたが、現在、携帯電話や PHS を利用した同様のデータ通信サービスやメッセージングサービスも平常時の利用として若者を中心に急速に普及している。これらの普段使い慣れた、しかも手軽にスピーディーに活用できる文字メッセージ通信を災害時の通信にも利用していく可能性や仕組みが検討されるべきであろう。

オンライン防災訓練シナリオ

広域災害発生時には、被災者や避難所等からの安否情報やライフライン情報、生活情報等の交換を可能にするための情報ネットワークを構築する必要がある。そのための手段として、電話や放送、無線などの方策があるが、これらを補完する手段として、被災者支援広域情報ネットワーク推進協議会では、新しいネットワークであるインターネットの活用を提案し、被災者支援広域情報通信実験を毎年開催することを通じて被災者と想定される人たちから情報を収集・提供する方法を検証している。特に WIDE プロジェクトの協力により、毎年生存者データベース (IAA-DB) に安否情報を登録する実験が行われているが、平成11年度からは、この実験が開催される東京都の防災訓練に都心からの帰宅訓練が新たに実施されたのに伴い、帰宅困難者に対する情報提供実験を NTT DoCoMo の I モードを利用して実施されることになっている。

また、この実験に利用されるシステムには、衛星通信システムの他各種のモバイル型機器が含まれており、その主要なものの特徴が <http://www.tokyo-teleport.co.jp/saigai97/jiken02.htm> に紹介されている。

N-STAR衛星電話システム:衛星移動通信サービスは、従来の衛星通信サービスと異なり、通信相手に制限がない。衛星携帯・自動車電話から発進された電波は、静止衛星に届き、ここから地上2ヶ所にある衛星基地局を経て衛星携帯・自動車電話どうしはもちろん、一般の電話や携帯電話とも接続でき、国際通話も可能である。しかも音声だけでなく FAX 通信やデータ、画像情報なども伝送できる。

ページャ通信表示装置出力システム:今回の防災訓練で私達は電子メールの内容をポケベルに転送するシステムの実験を行う。送られた電子メールは、WIDE/PCS というシステムを用いて処理され、電話回線を通してポケベルセンターに送られる。複数の電話回線を用意してあるので、災害などの緊急時でも、素早くサービスを開始できるという特長がある。また、磁気反転表示装置は、ポケベルの受信内容を表示します。磁気反転表示装置は、災害時を考慮し低消費電力で、停電時でもバッテリーで容易に動作可能で、視野角が広く、自然な光でソフトな情報表示ができ広報板に適している。

音声応答付携帯電話入力システム:インターネット上のデータベースに自分の安否情報を登録するために、手元にコンピュータがなくても情報を登録できるように、テレホンサービスを導入した。被災者は、音声ガイダンスにしたがってプッシュホンのボタンを押すだけでインターネット上のデータベースに個人情報登録できる。公衆電話、携帯電話、PHS などどれか一つでも利用可能ならば個人情報を登録し、文字情報として検索できるのである。

このような被災者支援広域情報ネットワーク推進協議会の取組み以外にも、インターネットを利用した防災訓練が行われている。志摩地域高度情報化推進協議会では平成11年1月に電子会議室を利用したオンライン防災訓練をロールプレイングゲームのような要領で実施している。また、SOSB.COMと名づけられた Web サイトでは、防災に関する様々な情報交換や防災訓練の災害掲示板を提供し、一方 Civilian Emergency Network

では、同様の会議室を設けるとともに、災害時に東京23区の危険情報と安全情報を伝えるためのサイトを運営している。志摩地域高度情報化推進協議会の防災訓練のシナリオでも想定されているように、今後は、このようなインターネットを活用した防災情報の共有システムとそこへ情報を発信したり、そこから受け取ったりするモバイル端末との連携とそのようなシステムの活用方法の検証が重要な課題となるだろう。

4. 3 地震災害リスクマネジメントシステム（ERMS）の構成と利用イメージ

ERMSの全体構成

以上に述べたシステム化の要件と技術要素を考慮して、地域地震リスクマネジメントシステムを図 4-3 のように構想した。

システムは地域基盤情報データベースを中心に、行政 RMS サブシステムと企業 RMS サブシステムという二つのサブシステム及び地区 RMDB、自主防災組織 RMDB、市民 RMDB から構成される。

地域基盤情報には地域空間データ基盤、例えば地図データ、航空写真や衛星写真データ、統計や台帳データ及び文章などを蓄積し、各サブシステムが利用できるようにする。このように地域空間データ基盤は内容から見ても量から見ても自治体行政が責任を持って整備・運営するものである。

行政 RMS サブシステムは以上の地域基盤情報データベースを運営・管理する責務を持つが、それは従来のバッチ方式で定期的に更新するのではなく、窓口での日常更新を実現する必要がある。このように日常更新されるデータは行政 RMDB 及び地域基盤情報データベースへ蓄積し、災害に備えていつでも最新の情報が利用できるようにする。また、地震計、火災警報機などの防災機器を設置し、モニタリングの自動化及びネットワーク化を行う。こうして集められた情報はオンラインで情報を公開したり、定期的にバックアップや紙に出力したりして、住民・企業へ情報を提供する。

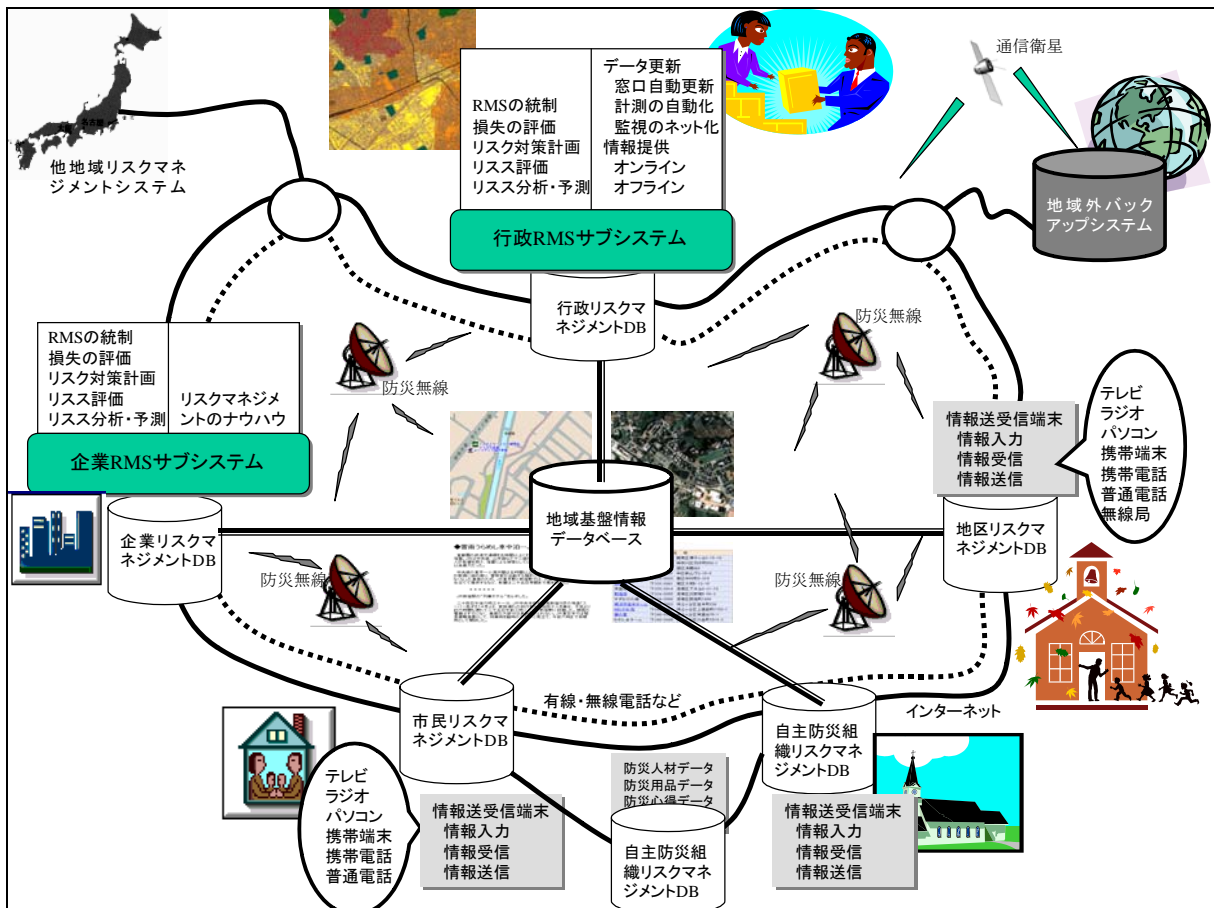


図 4-3 地域地震災害リスクマネジメントの構成

行政 RMS サブシステムにはリスクマネジメントの手順や方法に従って、地域全体に対して、リスクの特性、リスクの評価、リスクの対策計画といった高度の処理を行うという重要な機能がある。これらの機能は地域のリスクマネジメント計画の策定は住民・企業のリスクマネジメント

活動への指導を行うための基礎情報を提供することになる。ここには地理情報システムの解析機能が利用される。

企業RMSサブシステムは企業経営そのものよりも次の二つに重点をおくべきである。企業にもたらす災害は周辺地域へどのような影響を与えるか(例えば、危険物の流出、燃料の爆発など)のことで、もうひとつは企業が蓄積してきたリスクマネジメントのノウハウを地域のリスクマネジメントに貢献するかのことである。前者の場合、そのリスクを特定したり、暴露を予測したりするが、地域基盤情報データベースはそのようなリスクの計算に情報を提供することになる。後者の場合、企業内でマニュアル化となっているノウハウを公開してもらい、他の企業や地域住民の防災活動を支援してもらうことになる。このように、システムの構築は企業及び地域社会の両方に利益をもたらしてくる。リスクの特定・分析・評価にはGISを利用することができる。保険業務がGISに最近、関心が高まっている。

地区RMDDB、自主防災組織RMDDB、市民RMDDBには高度のシステム機能よりも大衆の日常生活で使われている情報機器を活かして、防災情報の収集及び災害に関する広報活動を行うところに主眼をおくべきである。携帯電話、ポケベル、携帯情報端末、家庭内LANなどを利用して、住民はいつでもどこからでも情報を手に入れることができるようにする一方、地域に分散する住民から随時情報の受け付けができるようにする。住民が提供する情報は地域基盤情報データベースに入れるよりも、自主防災組織で運営するデータベースに蓄積する。行政・企業・市民団体のデータベースは互いにセキュリティを保ちながら、相互に参照できるような仕組みが望ましいだろう。

図4-3が示すように、基盤情報データベースやサブシステム間ではマルチネットワークで結んでいる。住民・自主防災組織の間では、インターネットや電話回線をつなげる。基盤情報データベース、行政RMSシステム、企業RMSサブシステム、地区RMDDBとの間ではインターネット、電話回線、防災無線などでネットワーク化する。災害の時にはインターネット、電話回線とも普通となる可能性があるが、ローカルな行政防災無線は有力な通信モードとなる。

さらに、災害に備えてのシステムは地域内に閉じたものではない。災害後の混乱期には防災本部の調整を持っては間に合わない。システムは他地域へ情報を公開することも重要である。市民や自主防災組織で随時更新される情報を元に外部救助隊やボランティア団体が行くべきところ、なすべきことを決定するそうである。これに関しては消防庁が推進しているシステムはこの考え方の具体例とも言える。

また、地域基盤データベースや行政RMSサブシステムは地域外ないし国外にバックアップをつくり、衛星通信で情報を転送することも考えられる。

以上に構想した地域災害リスクマネジメントシステムは防災主体が自分の管轄するサブシステムを管理・活用しながら、システム全体に情報を共有する。このような自律・協調・分散型システムで自治体・企業・住民を一体化することができる。

サブシステム間の連携と利用イメージ

(1) 市民から見た情報の収集・管理・利用

市民生活に密着したシステム構成と運用を目標として、表 4-3～5 に示すように日常に使われている、とくに野外でも随時利用可能な情報機器を活用できるようにする。とくにノートパソコン、携帯情報端末は日常性と携帯性とも優れている。

表 4-3 利用可能な機器

機器	受信	発信	蓄積	通信方法	野外での入手可能性
ノートパソコン	○	○	○	インターネット、電話(家庭・PHS・携帯)、地域防災無線	○
デスクトップパソコン	○	○	○	インターネット、電話(家庭・PHS・携帯)、地域防災無線	×
携帯情報端末(PDA)	○	○	△	電話(家庭・PHS・携帯)、地域防災無線	○
テレビ・ラジオ	○	△	×	テレビケーブル	×
家庭電話	○	○	×	電話	×
携帯電話	○	○	×	電話	◎
ポケベル	○	×	×	無線	◎
GPS付きメディア機器	○	×	×	電波	△

表 4-4 各種の機器が提供・利用する情報形態

機器	受信・送信できる情報形態	2次情報	利用モード(発信者/受信者)	情報収集と利用の間のタイムラグ
ノートパソコン	マルチメディア	機器の場所	N/N	フリー
デスクトップパソコン	マルチメディア	機器の場所	N/N	フリー
携帯情報端末(PDA)	マルチメディア	機器の場所	N/N	フリー
テレビ・ラジオ	映像・音声		1/N	あり
家庭電話	音声		1/1	なし
携帯・PHS電話	音声・メール	発信場所	1/N	なし
ポケベル	文字		1/N	あり
GPS付きメディア機器(デジカメ等)	そのメディア(eg.写真)	位置情報		あり

表 4-5 各種機器の防災での主な利用方法

機器	平常時	非常時	復旧・復興時
ノートパソコン	災害情報入力・管理・利用 防災教育・活動支援 災害用品の調達・管理	災害情報の入手 メールで緊急連絡、 被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握

デスクトップパソコン	災害情報入力・管理・利用 防災教育・活動支援 災害用品の調達・管理	災害情報の入手 メールで緊急連絡 被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握
携帯情報端末(PDA)	危険情報の入力 防災訓練	災害情報の入手 メールで緊急連絡 被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握
テレビ・ラジオ	防災教育	災害情報の入手 被害状況の把握	被害状況の把握
家庭電話	危険情報の提供 防災教育・防災訓練	災害情報の入手 緊急連絡	被害情報の提供
携帯・PHS電話	危険情報の提供 防災教育・防災訓練	音声・メールで緊急連絡 居場所の特定	被害情報の提供
ポケベル	防災訓練	家族・知人の安否連絡	
GPS付きメディア機器	危険度調査・位置計測	被害場所の提供	被害調査

これらの情報機器の構成と利用イメージは図 4-4 に示すこととする。

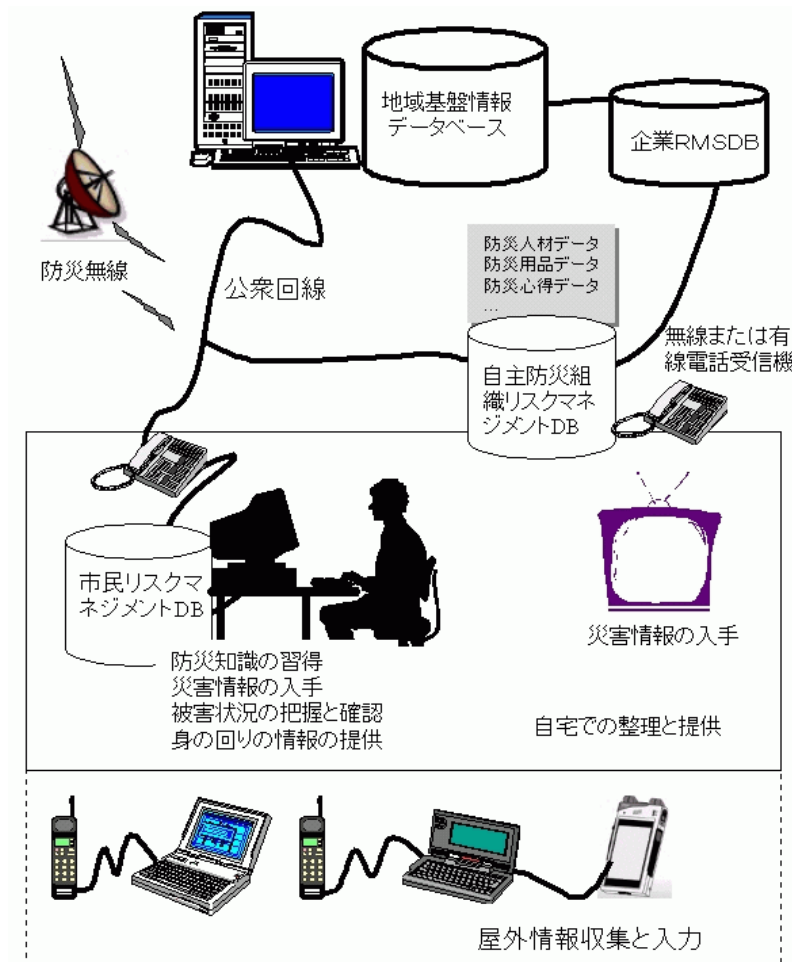


図 4-4 市民からみたERMSの利用イメージ

(2) 行政から見た情報の収集・管理・利用

行政が利用する機器の種類は市民とそれほど違わないが、利用の方法、とくにネットワークの接続形態にはより強化した形となっている。また、情報の収集や処理についてもより行政の日常業務に特化した内容が多い。

表 4-6 利用可能な機器

機器	受信	発信	管理	通信方法	現場での入手可能性
サーバコンピュータ	○	○	◎	インターネット、専用電話、地域防災無線、通信衛星	オンライン
ノートパソコン	○	○	○	インターネット、専用電話、地域防災無線、通信衛星	○
デスクトップパソコン	○	○	○	インターネット、専用電話、地域防災無線	オンライン
携帯情報端末(PDA)	○	○	△	インターネット、公衆電話、地域防災無線	◎
テレビ	○	△	×	テレビケーブル	×
電話	○	○	×	公衆回線、専用回線	△
携帯電話 PHS	○	○	×	無線 公衆電話	◎
ポケベル	○	×	×	無線	◎
GPS付きメディア機器(デジカメ等)	○	×	△	電波	◎

表 4-7 各種機器の防災での主な利用方法

機器	平常時	非常時	復旧・復興時
サーバコンピュータ	地域情報の管理・検索・リスクの分析、暴露計算、シミュレーション・出力	被災情報と平常時情報との重ね合わせ、救援・救助リソースの配置	基盤情報の提供 被害情報の提供、
デスクトップパソコン	災害情報収集・管理・利用 防災教育・活動支援 災害用品の調達・管理	災害情報の入手・管理 メールで緊急連絡、被災情報と平常時情報との重ね合わせ被害状況の把握	被害状況の把握 被害評価・分析・復興計画作成支援
ノートパソコン	災害情報入力・管理・利用 防災教育・活動支援 災害用品の調達・管理	災害情報の入力・収集 メールで緊急連絡、被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握
携帯情報端末(PDA)	危険情報の入力 防災訓練	災害情報の入力・収集 メールで緊急連絡、被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握
テレビ・ラジオ	防災教育	災害情報の入手 被害状況の把握	被害状況の把握
家庭電話	危険情報の提供 防災教育・防災訓練	災害情報の入手 緊急連絡	被害情報の提供

携帯・PHS 電話	危険情報の提供 防災教育・防災訓練	音声・メールで緊急連絡 被害者の居場所の特定	被害情報の提供
ポケベル	防災訓練	安否連絡・召集命令	
GPS付きメ ディア機器	危険調査・位置計測	被害場所の計測	被害調査

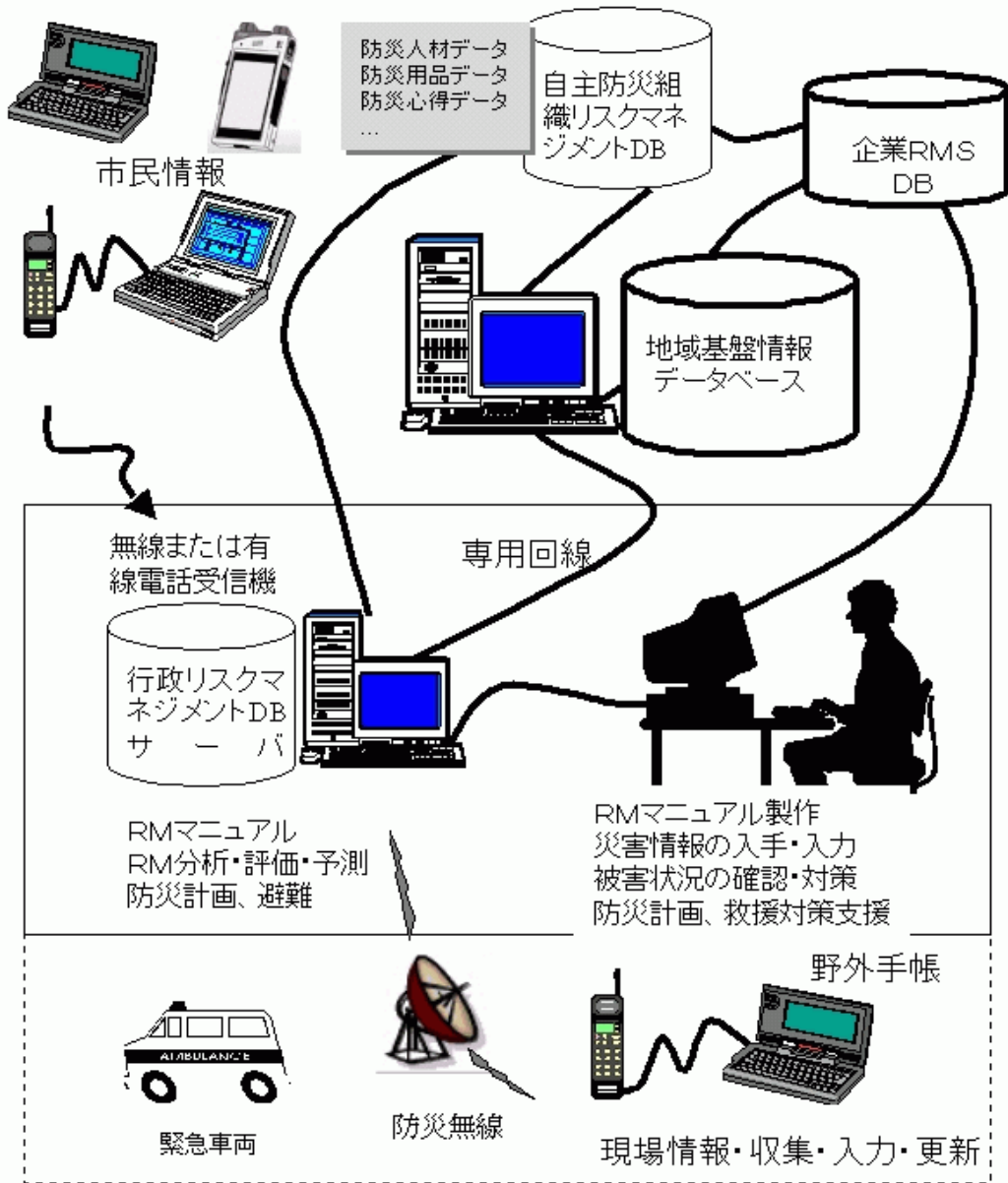


図 4-5 行政からみたERMSの利用イメージ

(3) 企業から見た情報の収集・管理・利用

企業が利用する情報機器はおおよそ行政と似ている。ここでも利用方法は市民と企業とは一部異なるだけ。

表 4-8 利用可能な機器

機器	受信	発信	管理	通信方法	現場での入手可能性
サーバコンピュータ	○	○	◎	インターネット、専用電話、地域防災無線、	オンライン
ノートパソコン	○	○	○	インターネット、専用電話、地域防災無線、	○
デスクトップパソコン	○	○	○	インターネット、専用電話、地域防災無線	オンライン
携帯情報端末(PDA)・調査野帳	○	○	△	インターネット、公衆電話、地域防災無線	◎
テレビ	○	△	×	テレビケーブル	×
電話	○	○	×	公衆回線、専用回線	△
携帯電話 PHS	○	○	×	無線 公衆電話	◎
ポケベル	○	×	×	無線	◎
GPS付きメディア機器(デジカメ等)	○	×	△	電波	◎

表 4-9 各種機器の防災での主な利用方法

機器	平常時	非常時	復旧・復興時
サーバコンピュータ	地域情報の管理・検索・リスクの分析、暴露計算、シミュレーション・出力	被災情報と平常時情報との重ね合わせ、救援・救助リソースの配置	被害評価・分析・復興計画作成支援
デスクトップパソコン	災害情報収集・管理・利用 防災教育・活動支援 災害用品の調達・管理	災害情報入手・入力・管理 メールで緊急連絡 被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握
ノートパソコン	災害情報入力・管理・利用 防災教育・活動支援 災害用品の調達・管理	災害情報の入力・収集 メールで緊急連絡、 被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握
携帯情報端末(PDA) 調査野帳	危険情報の調査・入力 防災教育 防災訓練	災害情報の入力・収集 メールで緊急連絡 被害状況の把握	被害情報の提供、被害状況の把握
テレビ・ラジオ	防災教育	災害情報の入手 被害状況の把握	被害状況の把握
電話	危険情報の提供 防災教育・防災訓練	災害情報の入手 緊急連絡	被害情報の提供
携帯・PHS 電話	危険情報の提供 防災教育・防災訓練	音声・メールで緊急連絡 被害者の居場所の特定	被害情報の提供
ポケベル	防災訓練	安否確認・召集命令	
GPS付きメディア機器	危険度調査・位置計測	被害場所の計測	被害調査

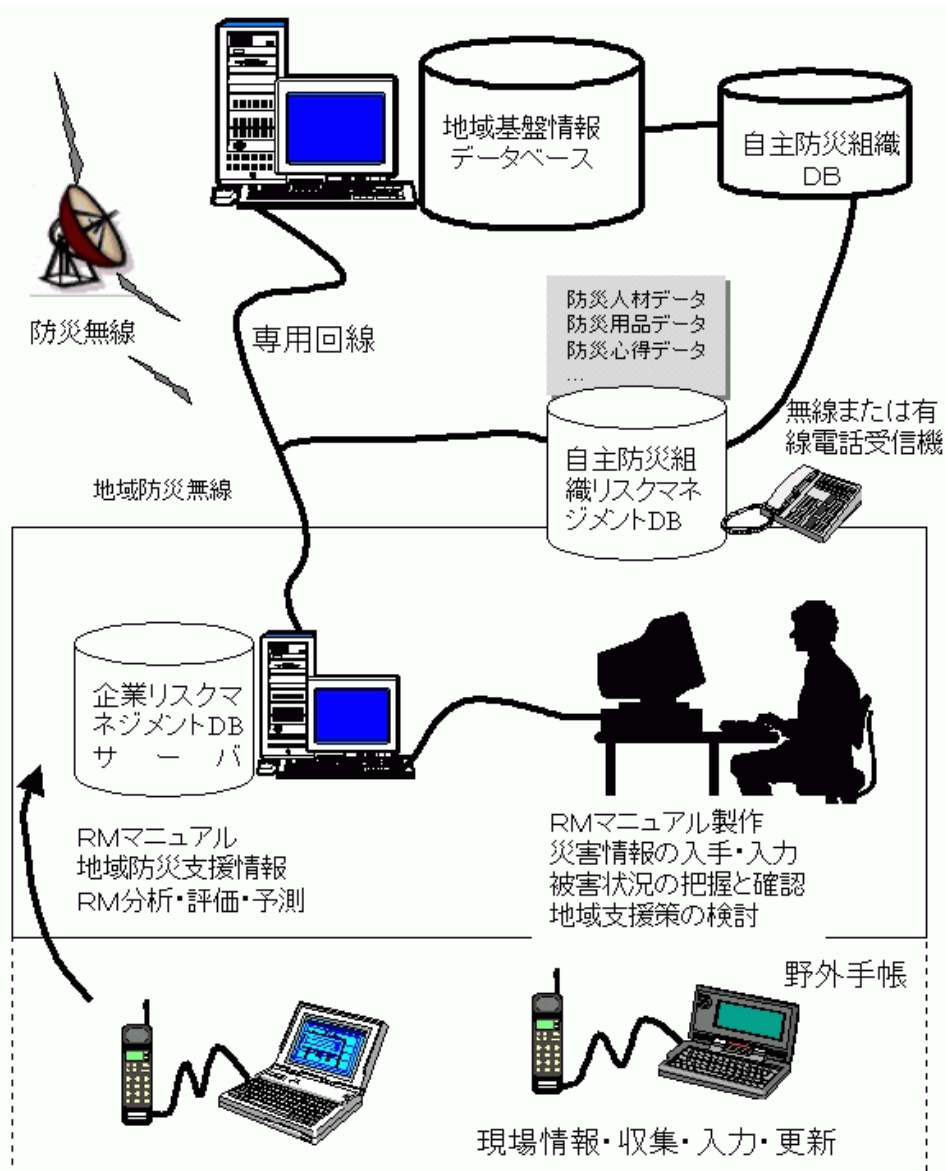


図 4-6 企業からみたERMSの利用イメージ

4. 4 モバイル機器を活用した情報収集と提供システムの実験

デスクトップからフィールドへ

パソコンやインターネットの普及を背景に、地域における情報ネットワークの構築は、距離や時間の制約を超えて、住民どうしや住民と自治体の間に開かれた情報の受発信と共有の機会をもたらすこととなった。ところが、そのような情報ネットワークにアクセスする端末は、現在のところデスクトップ型のパソコンが主流であり、その利用形態がネットワーク・コミュニケーションの場を家庭やオフィスといった屋内空間へ、しかも“デスクトップ”へと拘束する事態をもたらしている。一方、パソコン以外の情報メディアに目をむければ、PHSを含む携帯電話の加入者数はすでに5000万人を超えており(平成11年7月現在)、生活環境のいたるところで通話を行うライフスタイルはビジネスマンや若年層を中心に定着しつつある。またショートメッセージやiモードなど、携帯電話を利用した非通話型のコミュニケーションやデータ通信サービスの利用も普及しつつあり、モバイル型のネットワークアクセスが今後の重要な通信手段となることが予想される。したがって地域における情報システムの構築も、モバイル型コミュニケーションの普及を前提に設計を考える必要がある。特に、地震や火災のような災害時や緊急事態においては、市民が屋内からだけでなく、生活空間のどこからでも素早く情報ネットワークへアクセスする通信経路が確保されなければならない。また、被災者を取り巻く状況もダイナミックにかつリアルタイムに変化するため、常に最新の情報をネットワークを介して取得・発信し、さらにその情報に基づいて状況に応じた適切な意思決定を行うモバイル型の情報活動スキルの習得も不可欠となる。

そのようなモバイル型情報受発信に対応した地域情報システムの構築は、人々の活動している多様な空間や時間にそれに応じた情報の受発信のインターフェイスを効果的に組み入れるという現在のモバイル型やウェアラブル型のコンピューティング技術の設計開発思想に沿うものと考えられる。これは、インターネットによってもたらされたサイバースペースへのアクセスをデスクトップ端末からだけでなく、あらゆる実空間の生活環境から行おうとするものであるが、その結果、ネットワークのデジタル情報やコミュニケーションが人々の実空間における諸活動の現場で利用される状況がもたらされることになる。その際、実空間に存在する人々や様々なオブジェクトはネットワーク上にもアドレスやIDを持ち、その位置や、状態に関する情報が常にネットワークを介してアクセス可能となる。特にPHSや簡易GPSによる測位技術は、ナビゲーションや車両運行管理など実空間の情報とサイバースペースの情報空間を結び付けたサービスを考える上で重要な役割を担うものと期待されている。

また、今日そのような情報技術が開発され実用可能となりつつある中、他方では進歩のめまぐるしい技術の利用やそれを用いたサービスの享受をどのように地域住民に対して普及・促進させていくかという実践的な課題も生まれている。特に、災害時に突如として使い慣れない情報システムの利用を期待することは困難であり、したがって平常時から日常生活の中でモバイルメディアを利用したコミュニケーションに慣れ親しんでいることが肝要と考えられる。そのためには、できるかぎり楽しく、ストレスのない方法で新しいコミュニケーションスタイルを導入していく必要がある。その中でも「遊び」や「ゲーム」を通じたリテラシー習得の方法はその有効なアプローチのひとつと考えられる。本研究は、PHS 基地局による測位技術を応用した情報受発信型ゲームのプロトタイプシステム(モバイルゲーム)を構築し、その実証実験を通じてシステムの有効性を探るとともに、モバイル通信リテラシーを小学生児童が楽しみながら習得する方法についての評価を行った。以下、モバイルゲームの内容やシステムの特徴について紹介し、実験結果から明らかとなった課題について災害時システムへの応用も考慮しつつ述べる。また、今回構築したシステム

の様々な分野における応用について述べ、最後に地域づくりの観点からみた情報通信基盤のあり方を提言する。

モバイルゲーム

(1) ゲームの概要とシステム

モバイルゲームは、ゲーム参加者がモバイル機器を活用し、日常の生活環境となっている街にちなんだクイズを様々な場所で受信し、街のなかを主体的に移動しながらその答えを探し、発信することで展開していく。ゲームに利用した地域のエリアは、横浜市都筑区内を通る横浜市営地下鉄線の4駅(中川駅、センター北駅、センター南駅、仲町台駅)の周辺となっている。この実験の概要は以下の通りである。

- 日程： 平成10年12月開催
- 場所： 横浜市都筑区港北ニュータウン地区内
- 対象： 域内小学生児童10名
- 形態： 3グループ(児童+大学生スタッフ)
- 内容： 街の探索とネット上のゲームを連動したモバイルメディアの応用

次に、このゲームの実施に利用した主要な機材の概要およびシステム構成を以下に説明する。はじめに、このシステムで利用した機器とそれぞれの利用上の特徴を列挙する。ここでは、街中の屋外で情報の受発信を行う方法として、主に PHS や PDA のようなモバイル機器を利用したが、その他、小型パラボラアンテナを利用した双方向の簡易無線システム、実空間のオブジェクトに模様の印刷されたシールを貼りつけて、それをノートパソコンで認識させるサイバーコードの技術も取り入れている。

○携帯情報端末

携帯型の端末(PDA)はインターネット Web サイトへのアクセスと、Eメールの受発信に利用

○データ通信用 PHS 端末 (32Kbps)

携帯端末とケーブル接続し、

○位置情報測定用 PHS 端末

位置情報対応 PHS 端末を利用し、アクセスした基地局の位置データを利用する

○PIAFS 用ダイヤルアップルータ

PHS を利用して研究室ネットワークへのアクセスを可能にする

○位置情報蓄積サーバ (Location サーバ)

基地局に対応する緯度経度情報を蓄積しているサーバ機

○地図データサーバ (Map サーバ)

民間のインターネット上の地図データサービスを利用し、位置情報を表示

○ゲーム情報用サーバ (Web サーバ)

ネット上にゲーム盤情報を表示するためのサーバ機

○クイズ問題・解答用メールサーバ (Mail サーバ)

ゲーム参加者がクイズ問題と解答を受発信するための電子メール用サーバ

○編集用パソコン

ゲームの進行状況を Web 形式で更新する際、一部の作業を手動で行った。

○パソリンク (簡易型パラボラ通信システム)

駅ビルの屋上と大学研究室に設置し、テレビ会議的にゲームを行った

○サイバーコード・システム

公園のブランコなどのオブジェクトに模様の印刷されたシールを貼り、ノートパソコンに組み込まれた CCD カメラがその模様を認識すると、事前にその模様割り当てられている(コード化された)メッセージが画面に表示される

また、これらの機器が構成するシステムと、ゲームの中での情報の流れ(矢印)を図 4-7 で示す。子供たちへ送信、または子供たちによって取得される情報は、現在位置を確認するための電子地図、ゲームの進行状況を確認するゲーム盤 Web、そして電子メールによるクイズ問題の3種類の情報である。これに対して、子供たちから大学研究室に設置されたゲームの本部へ送信する情報は、クイズへの解答メッセージ、そして PHS 基地局で自動的に取得される位置情報となっている。

(2) ゲームの流れ

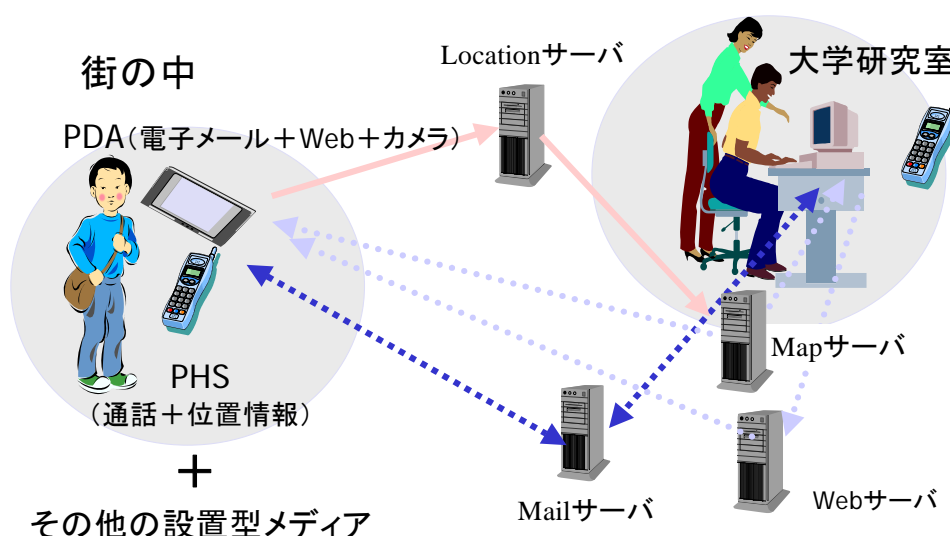


図 4-7: モバイルゲームのシステムイメージ

子供たちは携帯型の情報端末の画面に表示された電子地図情報をヒントに、問題の受信される場所を探し電車やバスを使って移動する。また、実験に参加した児童は各自PHSの位置情報端末を持っており、特定の場所に近づくと、そこから送られる位置情報に基づいて大学の研究室のコンピュータからクイズ問題が電子メールの文字メッセージや画像メッセージの形態で児童に送信される仕組みになっている。例えば、「この風景の写真には一部誤りがあります。実際に君のいる場所の風景と比べて間違いを探し、デジタルカメラで撮って電子メールで送ってください。」というのが送られるメッセージである。

そのような問題に対する答えは、参加者である子供独りの力で発見できることもあれば、地域の生活者からヒントを得ることも可能であり、その意味でモバイルコミュニケーションシステムだけでなく街全体が情報探索を支援する情報環境ととらえられているところに特徴がある。

実際に様々な空間でのメディア活用を考慮し、次のような場所で、それぞれその場所にちなんだクイズ問題を子供たちに送信している。

<u>クイズ受信場所</u>	<u>クイズの内容</u>
地下鉄駅の構内	: 電車内で考える問題

- 駅前広場 : 看板の文字に関する問題
- 駅ビルの屋上 : 街全体の景色にちなんだ問題
- 駅前商店街 : お店の人への質問
- 公園 : ブランコなどのオブジェクトから出題される問題
- 神社 : 建築物に関する問題
- オフィス : オフィスの人からの出題、デスクトップ端末の利用



図 4-8 リアルタイム更新される位置情報(左)とゲーム情報(右)

子供たちはクイズ問題への答えを発見すると、その場から電子メールで解答をテキストや画像形式で出題者へ送信する。一問正解すると、インターネット上のホームページに描かれた幾何学図形の一点が自分のものとなり、ホームページの図形の色が自分の色に更新される(図 4-8 右)。同じ色の点がつた3つで3角形がひとつできるので、それが1得点となる。そのような3角形をできるだけ速くかつ多く獲得した人がこのゲームの勝者となるが、3角形ができる前に競争相手にそのうちの一点をとられれば得点できない。そのため、必要に応じて自分のチームの現在位置や相手チームの位置を確認し、またゲーム盤の状況を確認することで、次なる適切なアクションを決定していくことが必要となる(図 4-8 左)。

このゲームの中で展開するアクションのステップをまとめると以下のような流れとなっている。

- グループ別に3駅に別れてスタート
- クイズの受信場所へ移動
- クイズ問題の受信 (E-mail またはサイバーコード)
- 街中での解答の探索
- 解答の発信 (E-mail : テキスト+画像)
- ゲーム状況+相手位置の確認 (Web 上ゲーム盤)
- 移動場所の選択 (Map 情報)
- ステップ (2) へ戻る

このような一連のアクションからわかるように、このゲームは単にクイズに答えるだけでなく、ネットワーク情報を利用したリアルタイムの戦略策定が必要となる。言い換えれば、このゲームは、街の生活空間での行動や意思決定と情報ネットワークがダイナミックに連携する状況のモデルとなっていると考えられる。

ゲーム結果からの考察

ここでは、モバイルゲームの実施結果に基づき、その効果およびシステム利用状況についての評価と課題を項目ごとに順に述べる。

(1) リテラシーの習得

モバイルゲームの実験に参加した子供たちは、モバイル機器の操作方法を楽しんで、かつ容易に習得し、またネットワーク情報を巧みに利用しながらリアルタイムの意思決定を行うという一連の体験を得ることができた。特にメディアの操作については、その利用が初めてであったにもかかわらず、ほとんど詳細な説明なしに試行錯誤で短時間に習得していた。ネットワークや様々なデジタル機器の中で育ってきている子供たちにとって、このような新しいメディアの習得はそれほど困難なことではないと期待される。一方、現在の高齢者層はパソコンの利用にも相当の努力を要するといわれているが、さらに新しいモバイル型の通信機器の利用にいかにか負荷なく馴染むことができるようになるかが重要な課題である。

(2) インターフェイスと安全性

一方、このようなゲームに熱中した児童の振舞いを観察すると、その集中力がかえって危険な状況につながる場のあることが発見された。現在のほとんどのモバイルデータ通信がそうであるように、今回利用したモバイル機器も視覚的なインターフェイスを利用しており、その利用時にはほとんどインターフェイス画面以外の情報に注意が向けられていない。したがって、周囲に危険物のない状況や見通しのよい場所で立ち止まって利用する際には問題はないが、歩行時や、立ち止まっている場合でも周囲に移動体(人や車)などが近づく場合は事故になる危険性が高い。また、インターフェイスの操作は必ず両手の動作を必要としており、そのような拘束もとっさの周囲の出来事への反応を後らせる原因となりかねない。災害時の利用を考えればなおさらそのような状況は避けられねばならない。そのような観点から、現在技術開発が進むウェアラブルコンピュータの利用や音声認識技術の応用などが期待される。

(3) 位置情報を利用した情報送信

クイズ問題の電子メールによる配信と、ゲーム参加者が競争するチームの位置を確認する手段として、PHS 基地局の位置情報を利用した。具体的には約3分間隔で PHS 端末が信号を発信し、それを受信した基地局から位置情報サーバを通じて得られる緯度・経度情報がインターネット上の地図データサーバへ送られる。ゲームの本部ではそのサーバにアクセスし、端末位置の時系列を追うことで端末の移動を追跡する方法をとった。この際 PHS 基地局による測位誤差が 100m~200mといいて程度で発生し、しかも数分の単位で位置の確認に時間的な遅れが生じた。したがって適切なタイミングでクイズ問題を送信したり、正確に競争相手のチームの現在位置を確認するということは実際には困難であった。ゲーム実施前からそのような誤差の発生がある程度予想されていたため、測位用とは別に音声通話用 PHS を利用し、適宜確認を行った。位置情報に基づいてクイズ問題を送信する場合、特定の1地点ではなく、測位の誤差範囲を前提にセルかサークル状に領域を設け、その領域に入ったと思われる段階で問題を送信するというように、誤差の影響をできるだけ受けずにゲームを深進行させていく工夫も必要である。また、より精度の高い小型の簡易 GPS の利用も可能となっているが、ビル街や地下などでは PHS の方が捕捉確率が高いため、両者の組み合わせの方法も検討する必要がある。

(4) ネットワーク情報更新の自動化

位置を確認した上での出題は、測位や時間誤差の関係から自動配信ではなく、音声通話または参加者からの E メールによるリクエストにしたがって手動で送信を行った。サーバ側の情報の更新については、地図情報(位置表示)の部分は民間の自動更新サービスを利用したが、ゲームの状況(ゲーム盤)の更新については、解答メッセージの確認などの理由から手動で更新を行うこととした。出題するクイズ問題の内容にも依存するが、解答メッセージがテキスト形式でソフト的に正解がマッチング判定できるものであれば、ゲーム状況の更新の自動化も可能である。このようなゲームを頻繁に、しかも自由な時間を使って

継続的に実施するためには、ゲーム本部のオペレータを必要としないほうがよく、したがってサーバ側の自動処理が不可欠と考えられる。

(5) 通信システムの安定性

通信システムという観点からは、PHS の回線はひとつの基地局が同時に受けられるチャンネル数が3つ程度に決まっているため、多くの人々が密集エリアから同時アクセスすることに限界がある。今回のゲームではほとんど問題は生じなかったが、災害時のシステム利用を考えた場合、PHS や携帯電話による通信に加えて、有線の比較的高速の回線が来ているポイントを地域内へ配置し、そこへ無線 LAN かあるいは赤外線のような方法でアクセスする手段も検討する必要があるだろう。また、今回利用した簡易パラボラ無線はアナログの双方向映像と音声の高品質の通信が直線距離10km程度の範囲で可能であり、電力さえ確保できれば容易に自動車等で移動も可能である。有線回線にまったく依存しない通信経路として災害時の利用に有効と考えられる。ただし、途中で障害物がある場合は通信を確立することが不可能となるため、GIS を利用して都市の建築物の情報を前提にどの2地点で通信が可能かを判断するような処理が必要に応じて素早くなされる必要があるだろう。

モバイルゲームの応用

防災という目的にとって、まずモバイルゲームのような情報の受発信システムを利用した防災訓練を定期的に実施していくことが有効と考えられる。しかし、情報システム導入の費用効果や、緊急時の安定したシステム活用という点から考えれば、ゲームイベントや防災訓練のような非常時に限定した活用法だけでなく、むしろ平常時の日常生活に積極的に導入していく必要がある。現在の地域情報化が、主にインターネット接続可能なパソコンの設置や LAN の構築が主流であり、また屋内間を結ぶ遠隔教育・医療システムなどの特定のサービスを目的とする情報システムを独立に導入する傾向がある。今後は様々なモバイル型通信メディアや屋外設置型の情報端末を応用した、都市空間全体を広域的にカバーするような総合的情報インフラストラクチャーが構築される必要がある。そこには人為的な情報通信に限らず、天候や、震度などの自然の情報を自動取得する各種センサー機器も配置されネットワーク化される必要もある。

そのような情報システムの平常時での活用事例としては、例えば、小・中学校における課外学習などの時間を利用して、地域の自然環境や社会環境に関するフィールドワークをモバイル通信システムを利用しながら実施していくことが考えられる。それは、様々な地域の環境の中で生徒たちが主体的に問題を発見し、疑問に感じたことを現地から直接ネットワークに情報発信し、そのテーマに関して学校という枠を超えて地域に生活する人々が互いに学びあっていくような新しい学習方法をもたらすことになる。

あるいは地域住民が、日常生活の中で自らの生活環境を景観、利便性、安全性といった様々な観点から評価し、その情報を気づいた時点でサーバに送信・蓄積していけば、GIS などと組み合わせることで、生活者がとらえる地域の地図情報のようなものが自動的に生成・更新されるようになるだろう。そのような情報を実際のまちづくりや都市計画に取り入れていくことも有効な方法と考えられる。また、商店街や各種店舗からの商業情報を位置情報を利用して近隣で受け取るようになれば、地域の商業施設の活性化も期待される。さらに、域外からの旅行者やビジネスマンなどに対して、ネットワークを介してこれまでなかったような地域の生活者との非同期の交流を実現することも可能であり、より開かれた魅力ある地域づくりにも貢献できるであろう。

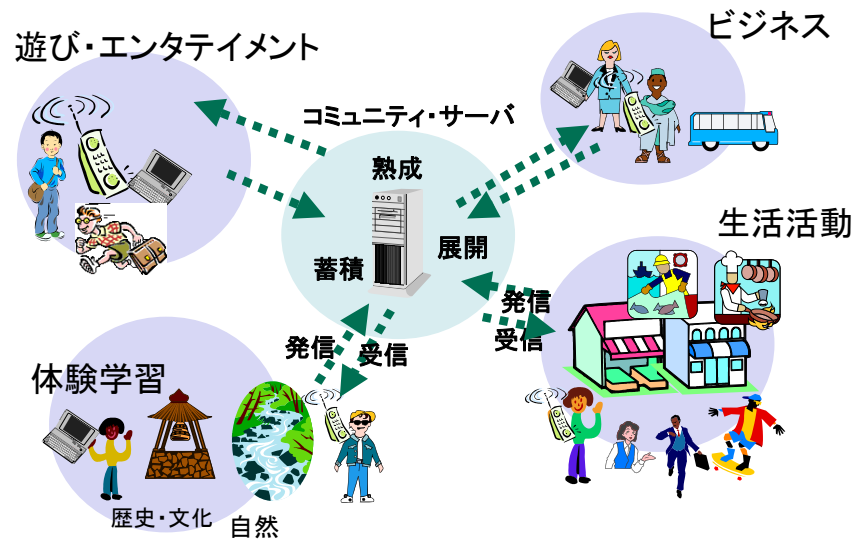


図 4-9 モバイルメディアによる地域コミュニティの情報化

重要なことは、教育や娯楽、ショッピング、まちづくりや防災といった活動を別々に扱うための異なる情報システムを独立に構築するのではなく、これらの複数のサービスをできるかぎり共通のインフラストラクチャーの上で日常的に稼働させていくことである。そのことが、災害時でのスムーズで安定したシステム利用をもたらすだけでなく、そのようなプラットフォームの共有化が、異なる分野間の相互交流を促進し、相乗的な効果による地域全体の活性化をもたらすことになる。

まとめ

本実験では、携帯型メディアや無線・有線の通信ネットワークを利用した地域密着型のモバイルゲームを通じて、小学生児童がネットワーク情報と生活地域の生の情報を組み合わせて、楽しみながらメディアリテラシーを習得していくような情報技術の普及方法を検討した。

単なるゲームとしての面白さやそれを利用した機器操作の習得に止まらず、街の生活空間での行動や情報ネットワークがダイナミックに連携する都市の情報環境での意思決定を体験する有効な方法であることが示された。一方、位置情報取得技術の精度やリアルタイムデータ送信の自動化、安全性を考慮したインターフェイスの問題など、解決すべき技術的課題もこの実験を通じて明らかとなった。今後、このような都市環境に組み込まれた情報システムの活用をさらに広範囲の日常生活に導入していくため、モバイルメディアを活用した地域における自然や歴史に関する課外教育、まちづくりの活動を通じた学習、防災訓練などを実践し、さらにシステム運用の可能性や問題点を明らかにしていく必要がある。

第5章 研究成果と今後の課題

5. 1 研究の成果

本研究はリスクマネジメントの考えを地域防災に援用し、日常生活と業務に防災体制と防災システムを組み込むべくとの認識を新たに示し、そのための具体的方策のひとつとして、地域地震リスクマネジメントシステム(ERMS)の構築を提案した。

地域地震リスクマネジメントは地域住民の一人ひとりを防災の主役と位置付け、身の周りに発生しうるリスクへの対応によって、地域全体の安全性が向上すると考える。そのような一人ひとりの活動をひとつの大きなシステムの中に組み込み、地域の住民・企業・行政が一体となった地域防災システムが構築されるのである。

地震リスクマネジメントシステム(ERMS)は従来の災害時利用だけを目的としたシステムとは大きく異なり、住民や企業や行政担当者が日常に使っている情報機器の利用とネットワーク化が中心となっている。このようなシステムの構築は大きな予算を組んで、膨大なシステムを一気に作り上げるのではなく、システムの構築方針と枠組みは用意するが、各サブシステムは日常の活動で徐々に構築・改良していく育成型のシステムである。

このシステムの構築にあたり、様々な主体がそれぞれの役割を担う。行政は生活基盤・通信基盤・データ基盤及びシステム構築のガイドラインの整備を担当する。企業はリスクマネジメントの手順に基づいたリスク対策のノウハウを提供する。情報の収集と利用には地域住民が日常的に利用しているモバイル機器を活用する。

このようなシステムを実用していくためには、新しい情報メディア機器の普及と教育が前提となる。本研究の一環として、モバイルゲームを利用した地域情報の収集と提供システムの実験を行った。地域の子供たちは何の抵抗感もなく新しい情報機器を駆使し、屋外に居ながらにして、手ぎわよくマルチメディア情報の受発信ができることを実証した。また、モバイルゲームのシステム構成で示したように、物理的には分散して立地する企業、大学、フィールドがモバイル機器と通信ネットワークで一体となることができる。このような実験からも本研究の構想の実用性が示された。

5. 2 今後の課題

以上のように、本研究では多くの知見を得ることができたが、時間の関係で個別のサブシステムの具体設計まで踏み込むことができなかった。逆に個々のサブシステムを細かく設計する必要がないことを研究と実験の中で分かったのである。自律・分散・協調システムでは、それぞれの主体者の自主性を活かしてこそ、システム全体が成功するからである。

こうして考えると、今後、システムの細かな機能よりもリスクマネジメントの考え方をどのように地域に定着させるか、そして、それぞれの主体者はリスクマネジメントの考えにあわせて、従来の業務をどのようにリスク対応型へ改善・改良するか、などの問題を重点的に検討すべきであろう。また、そうした検討のためにはできるだけ、具体的な対象地域・都市を取り上げ、地域の特性にあわせて、行政・市民・企業と一緒にパイロットシステムを構築し、実験を行うのが理想である。

参考文献

碓井照子、橋本潤二、1996、電子地図と GPS 搭載の携帯型パソコン GIS の開発—地域現場からの災害情報取得システムへの応用—、GIS 学会講演論文集、Vol.5、pp.39-42.

浦本祐次、北村新三、1998、電子情報通信学会総合大会 A-14-14。

亀田弘行、1998、日刊建設工業新聞（1998年9月22日付け）

亀田弘行、角本 繁、畑山満則、1998、災害緊急時と平常時の連携による総合防災情報システムの構築—リスク対応型地域空間情報システムの実現に向けて(1～3)—、GIS 学会講演論文集、Vol.7、pp.29-40)。

仲上健一・吉越昭久・小幡範雄編、1996、新防災都市と環境創造—阪神・淡路大震災と 21 世紀の都市づくり—、法律文化社。

下山泰志、村上真幸、熊本洋太、1995、震災対策における GIS の活用方法に関する研究、GIS 学会後援論文集、Vol.4、pp.21-26.

三船康道、1998、防災と市民ネットワーク：安全なまちへのソフトウェア、学芸出版社。

Agumya, A. and Hunter G.J., 1999, A Risk-Based Approach to Assessing the Fitness for Use of Spatial Data, URISA Journal, 11(1), pp. 33-44.

Dobran, F., 1995, A Risk Management Methodology at Vesuvius based on the Global Volcanic Simulation. In Natural Risk and Civil Protection, Eds. Horlick-Jones, T., Amendola, A. and Casale, R.,(London: E & FN Spon), pp. 131-136.

Elms, D.G., 1992, Risk Assessment. In Engineering Safety, Ed. Blockley, D.I., (Berkshire: McGraw-Hill), pp.28-46.

Gratt, L.B., 1987, Risk Analysis or Risk Assessment: A Proposal for Consistent Definitions. In Uncertainty in Risk Assessment, Risk Management and Decision Making, Eds. Covello, V.T., Lave, L.B., Moghissi, A. and Uppuluri, V.R.R., (New York: Plenum Press), pp.241-249.

Kaplan, S. and Garrick, J.B., 1981, On the Quantitative Definition of Risk. Risk Analysis, 1(1), pp.11-27.

Knight, F., 1921, Risk, Uncertainty, and Profit, (Boston: Houghton Mifflin).

Pidgeon, N., Hood, C., Jones, D., Turner, B. and Gibson, R., 1992, Risk Perception. In Risk Analysis, Perception and Management, (London: The Royal Society), pp. 89-134.

Raftery, J., 1994, Risk Analysis in Project Management, (London: E & FN Spon).

Sage, A.P., 1995, Systems Engineering for Risk Management. In Computer Supported Risk Management, Eds. Beroggi, E.G. and Wallace, W.A., (Rotterdam: Kluwer), pp.3-31.

Thomson, J.R., 1987, *Engineering Safety Assessment: An Introduction*, (New York: Wiley).

Williams, T., 1995, A Classified Bibliography of Recent Research Relating to Project Risk Management. *European Journal of Operation Research*, 85, pp. 18-38.

Strip, S.E., 1998, RMIS: A Geography of Risk, *Risk & Insurance*, 1998(April).

謝辞

本研究を最初の助成事業として支援してくれた財団法人日本建設情報総合センター(JACIC)に心から感謝する。

また、モバイル実験の企画と実施に参加・協力してくれた武蔵工業大学環境情報学部の学生諸君、慶應義塾大学政策メディア研究科の学生諸君及び都筑区の小学生諸君にも、ここに改めて謝意を表す次第である。

助成研究者紹介

げん もうりん

巖 網林

現職：武蔵工業大学環境情報学部助教授（工学博士）

主な著書：地理情報科学の新展開（共著）（日科技連 平成7年）

たけやま まさなお

武山 政直

現職：武蔵工業大学環境情報学部助教授（Ph.D）

主な著書：知的キャンパスのプランニング（共著）（日科技連 平成8年）