

大規模災害に対する 減災情報システム・・・後編

前編では、災害準備期における減災情報システムを紹介した。後編では、それに続く応急対応期と復旧・復興期の減災情報システムを紹介する。災害発生後からの避難誘導、被害の把握、応急対策の決定支援、復旧・復興計画の立案支援、被災者の精神的支援などの諸活動を支援するシステムについて、現状を紹介するとともに、課題を整理する。

応急対応期のシステム

災害が発生している最中、あるいは直後においては、起きていることやその規模の特定、被害の有無や規模の把握、必要な対応の決定、利用可能なリソースの把握など、短時間で膨大な量や種類の情報を収集、分析、管理、提供・共有しなければならない。社会的観点から見ると、災害発生後の失見当期、被災地社会成立期、災害ユートピア期という混乱と過渡的安定の時期である。そのために、情報システムとしては、①広域で、多様かつ詳細な情報を収集すること、②集めた情報を効率的、効果的に一元管理すること、③情報を住民や関連組織に提供すること、④避難者の支援や、ボランティアの受け入れや活動支援を行うこと、などが要求される。

情報収集

(1) 防災情報ネットワーク

災害時に情報ネットワークに求められることは、迅速・確実な情報の収集と伝達である。このために考えられる方策としては、①専用有線回線のループ化や多重化、②専用有線回線の無線・衛星によるバックアップ、③携帯電話などの一般回線の併用、などである。国土交通省が管理対象の道路や河川に沿って敷設している専用光ファイバ網について、近畿地方整備局では5つの大きなループを構成するとともに、府県の持つ情報ハイウェイと接続することで、断線に強いネットワークの構築を目指している（図-1、<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/kinkinet/>

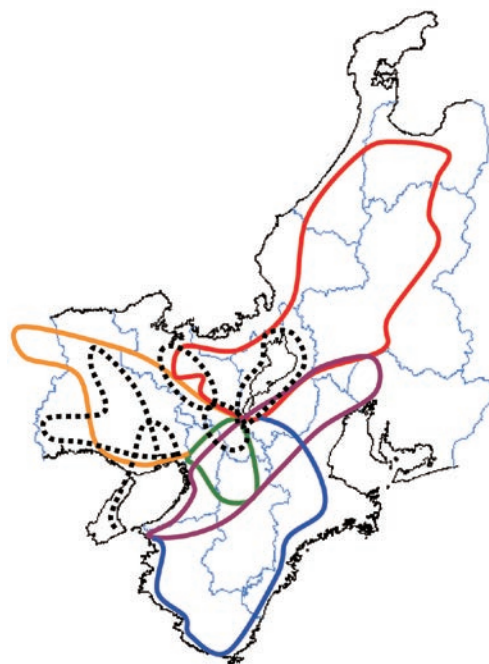


図-1 近畿情報ネットワーク構想の概要
(近畿地方整備局の5つのグループ。点線は自治体の情報ハイウェイ)

を参照)。

しかし大規模災害時には、道路や河川が被害に遭い、そこに敷設された光ファイバが切断される可能性がある。また街中に張り巡らされている光ファイバ網や電話網も、寸断される可能性がある。多くの場合には迂回路などを利用して通信は確保されるものと思われるが、通信の輻輳が予想される災害時にすべての通信ニーズに対応

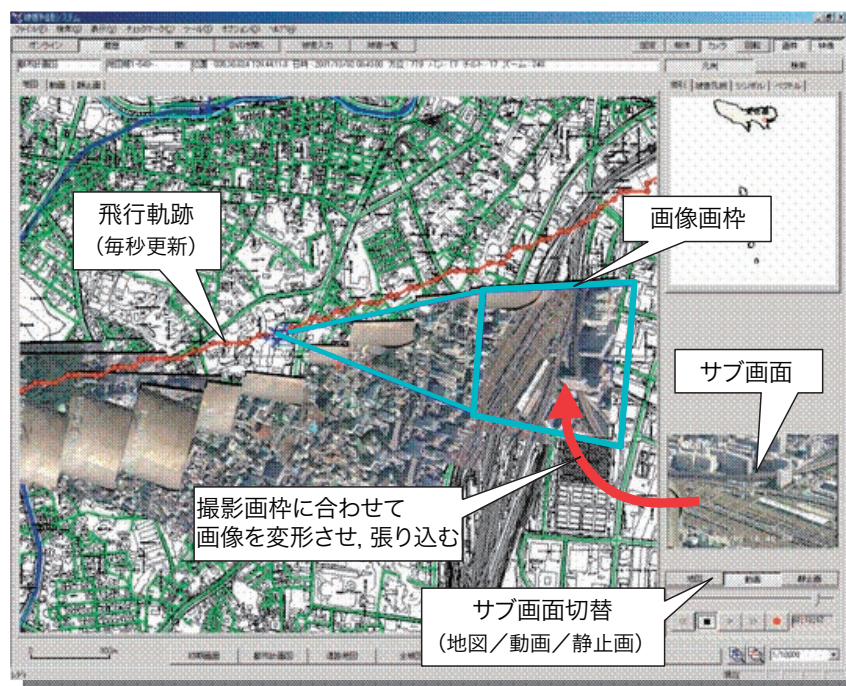


図-2 ヘリコプタ映像伝送システムの機能

できない可能性がある。また従来の通信路がまったく使用できない場合も想定しておく必要がある。そのような場合に、無線LAN (2.4GHzのIEEE802.11b, Bluetoothなど) を用いて一時的なネットワークを構築するアドホック無線ネットワークの研究開発が進められている。ネットワークの規模としては、たとえば街区や小都市程度が考えられる。特徴として、①その場限りの一時的IPネットワークであること、②短距離無線を中継することで長距離の通信を可能にするマルチホップ機能、がある。技術的には、参加・離脱が頻繁に行われる複数端末へのIPアドレスのユニークな割り当て問題がある。

これまでに、産業技術総合研究所を中心として無線機能付きPDAを用いたシステムが研究されており、小電力型マイクロサーバやセンサネットワークなどとユーザインタフェースを中心としたUBKitや、P2Pアーキテクチャにより端末間の協調的意思決定を実現するNoroshiなどが開発されている¹⁾。基地局と直接通信可能な端末から構成される集中制御型階層化ネットワークと、マルチホップにより端末どうしが通信する水平接続型ネットワークを併用するハイブリッド無線網も研究されている。

(2) ヘリコプタ映像伝送システム

一般的にはヘリテレと呼ばれているシステムで、陸上交通の使用できない災害や広域で全体像を把握すること

が難しい災害に対して、近年その重要性や有効性が広く認識されてきた。ヘリコプタに搭載したカメラの映像を、無線 (15GHzのマイクロ回線など) を用いて関係機関にリアルタイム伝送する。ヘリコプタは刻々と位置を変えるため、地上無線設備には自動追尾機能がついている。すでに多くの国機関 (消防庁)、自治体、警察などに導入されている^{☆1}。たとえば消防庁のシステムは、2001年に整備した消防庁緊急支援情報システムの一環として、受信したヘリテレ映像を高所カメラの映像などとともに、衛星通信によって国 (首相官邸など)、都道府県、市町村、消防本部に伝送でき、緊急時の情報共有を行っている。2003年7月26日に発生した震度6弱の宮城県北部地震では、札幌市消防局などのヘリコプタが現地に飛び、被災状況の映像を総理官邸、消防庁、宮城県庁に伝送している。課題としては、無線アンテナ用鉄塔の整備が必要な場合には建設コストがかさむ点である。

最近では、ヘリコプタ位置をGPS (Global Positioning System) で把握し、カメラや機体の姿勢や角度の情報などとともに伝送することにより、ヘリコプタの飛行軌跡をGIS (地図情報システム) 上に表示するとともに、GISの撮影対象位置に1秒ごとのJPEG静止画像 (撮影画枠に合わせて変形された写真) として映像を連続的に貼り付けることも可能となっている (図-2)²⁾。写真上の被災

☆1 自治体については2003年5月時点で44都道府県域に配備されている。出動回数は2002年度に1機あたり68.9件で、増加傾向にある。

位置を矩形で囲むことにより、GIS情報に基づいた被害地域の番地の特定、被害家屋棟数の概数計算なども行える。東京都などで稼働している。

(3) 画像処理による被害判読システム

大規模地震による広域の家屋倒壊、火山噴火による溶岩流や土石流の被害分布、大規模山林火災の延焼面積、オイル流出時のオイル分布など、広域にわたる被害を把握するために、航空機、ヘリコプタ、人工衛星から撮影した静止画像の画像処理を用いる試みが行われている。航空機、ヘリコプタ、人工衛星のいずれが優れるかは一概には言えないが、一般的に人工衛星を用いる方法は、より広域の被害の概要を早期に把握できるという利点があるが、ある程度の地域を詳細に調査する場合には航空機、ヘリコプタの方が優れる。また人工衛星の場合には、撮影可能な位置に衛星が移動するのを待つ必要がある。

たとえば、東京工業大学とアジア航測は、人工衛星から撮影した映像について、倒壊家屋の状況を短時間で割り出す技術を開発している³⁾。結果をGIS上に重ねることで、一棟ごとの倒壊状況など詳しい被害が分かる。阪神・淡路大震災の被害写真を用いて効果を評価しているが、最近ではイラン地震で被害が大きかった南東部バム市全域に応用し、前年の画像との比較から平均で約5割の建物が全半壊していることが分かったという。1995年の阪神・淡路大震災では人手で約10日間かかった作業を15分に短縮できている。

その他、各種災害における被害の判読や計測に関する研究例の紹介としては文献4)が参考になる。

(4) 災害救助支援

阪神・淡路大震災では、倒壊した家屋やビルなどから被災者を発見することの難しさが再認識された。そこから被災者発見を支援するレスキューシステムとしてロボットを役立てようという動きが生まれた。たとえば2002年には研究者、企業、地方自治体などが参加した特定非営利活動法人(NPO法人)「国際レスキューシステム研究機構」が設立されている(<http://www.rescuesystem.org/>)。メンバの活動として、これまでに瓦礫内探索ロボット(クローラ機構を持つモジュールを連結したヘビ型ロボット)、防災用インテリジェントエアロボットなどが開発されている。またロボットによる救助支援を継続的に支援するための国際的なコンテストの場としてRoboCup-Rescue(ロボカップ・レスキュー)プロジェクトがある(<http://www.rescuesystem.org/robocuprescue/index-j.html>)。

なお、情報システムではないが、救助用ロボットとしてはT-5援竜が実用化に近いものとして注目を集めている(図-3, <http://www.enryu.jp>を参照)。これは全高

3.45m、全幅2.4m、重量5tのガンダム型ロボットで、8自由度を持つ2本の腕(左右腕部全開長約10m)を使って人と同じような動作で障害物などの除去作業を行える(片腕の把持力は約500kg)。頭部、腕部、胴部の前後左右に7つのカメラ(超高感度暗視カメラ1台を含む)を搭載し、SS無線およびPHS方式による遠隔制御も可能である。

(5) その他

アジア防災センターと宇宙開発事業団は、可搬型IP-VSATを持った防災担当者が被災地に入り、カメラなどで撮影した映像を人工衛星Superbird B2を用いて長距離伝送する実験を行っている。2002年の実験(有珠山噴火を想定した北海道虻田町、東海地震を想定した静岡県御前崎)では、ヘルメット装着のデジタルカメラ、GPS、OFDMアンテナを背負った実験者から1.5Mbpsで画像(家屋の火災や救急搬送などの訓練の様子)と音声を送り、離れた防災専門家まで伝送している。まだ可搬局が大きく重いこと、映像の配信に若干のタイムラグがあることなどが課題とされている。宇宙開発事業団が2005年までに計画している超高速インターネット衛星WINDSの打ち上げに合わせて実用化を目指す。

総務省の外郭団体や家電メーカーなどで構成するユビキタスネットワークフォーラム(<http://www.ubiquitous-forum.jp/index2.html>)は、地震の被災地にヘリコプタで無線機能付き小型センサ(1~2cm角で、ガス濃度、温度、振動、音などの複数の検知装置を取り付ける)を撒き、ガス漏れや火災の発生、被災者の有無などの情報を収集する構想を公表している。検知装置の精度向上、小型化、センサ間通信の干渉防止などの課題解決に取り組み、2007年度の実用化を目指す。

情報管理

(1) 携帯電話、携帯電話メールなど

NTTドコモではこれまで、被災地で急増する安否確認、見舞、問合せなどの電話利用からサーバを守るために、災害時の携帯電話および携帯電話メールサービスは通話制限の対象であった。たとえば2003年5月の三陸南地震では、全国から東北への通話は最大75%制限された。これに対応するために、1998年3月より「災害用伝言ダイヤル」が用いられている。これは、被災地から全国への発信回線、および被災地外間の回線に余裕があることを利用して、被災地内の電話番号をメールボックスとして使用するボイスメールで、一般電話や公衆電話から「171」を最初にダイヤルすることで利用できる。震度6弱以上の地震発生時、地震・噴火等の発生により被災地への通話が増加した場合に、NTTが提供する。

しかしこのサービスは認知度が低いことなどの理由で



(a)へび型瓦礫内探索ロボット



(b)ガンダム型救急救助ロボット

図-3 救急救助ロボットの例

利用度はあまり高くはない。そこで2004年4月より音声通話とパケット通信の管理を分けた。災害時でも携帯電話メールは音声に比べて通じやすくなっている。

またNTTドコモでは2004年1月よりiモード災害用伝言板サービスを開始した。これは大災害発生時にのみ開設される電子掲示板サービスで、リストからの簡単なステータス（無事、被害あり、など）の選択と、安否情報などの自由コメントの記入が可能である。

安否情報については、インターネット技術研究プロジェクトのWIDEと通信総合研究所が開発、運営しているIAA(I am alive)システムからも提供される(<http://www.iaa-alliance.net/>)。ユーザがインターネットの被災者登録検索画面から自分や他人の生存情報を入力すると、データベースに登録され、他者がインターネットから検索できる。阪神・淡路大震災をきっかけに構築され、さまざまな大規模災害で使用されている。

一方、各自治体では、携帯電話インターネットサービスによる災害情報提供サービスを開始している。たとえば神戸市は2004年4月より、政令指定都市では初めて

本サービスを稼働させた(<http://www.city.kobe.jp/m1/>)。あらかじめ登録した市職員が災害現場にて携帯電話から即時入力する最新情報を提供する。1時間に7万件のアクセスにまで対応できる。

(2) 災害対策室

災害時にすべての対策活動の中心となるのは、被災地の都道府県や市町村に設置される災害対策室である。災害対策室には、首長以下関係者が会議を行うスペースが確保され、そこにさまざまな情報機器が設置されていることが多い。災害対策室の機能は①各種情報の収集・処理・伝達機能、②災害対策の審議・決定機能、③災害応急活動の指揮・指令機能、である。

災害対策室の災害対応支援システムは県レベルと市町村レベルで機能が多少異なる。県の災害対応支援システムの基本的な構成を図-4に示す。システムの主な機能としては表-1のようなものがある。災害準備期から災害復旧期に至る広範囲をカバーするために非常に多機能化しており、またインターネット／イントラネットによって外部／内部に適切な範囲の情報が提供されるようになってきている。これにより、中央の情報を携帯電話などのモバイル情報端末の画面を通じて現場と共有できるようになりつつある。ボランティア管理や避難所管理が重要視されてきているのも最近の傾向である。最近の特徴的な設備としては、50インチ以上の大型画面を組み合わせで中央情報表示装置を構成し、さまざまな情報（現場映像、降雨量などのグラフや表、地図、天気図）を表示して関係者間で共有するというのが主流となっている。

今後は広域防災拠点、防災センタ、ボランティア、民間企業などとの協調体制が重視される。そのため、災害対策室には情報共有、情報提供機能の強化が求められる。一方、広域が被災する可能性のある東南海・南海地震などの場合には、自助活動を柱として、被災地域が独力で応急対策を実施できるようにする必要がある。このような状況では、従来のように一極集中で意思決定を行うことは難しい。むしろ各小地域が分散協調型で応急対応できることが望ましい。被災地域の行政、住民、企業を組織化・情報化して、それぞれが収集した情報を流通させて、それぞれが個別に判断するのを支援する、情報ハブ的機能を災害対策室が持つことが求められるのではないだろうか。その場合、組織間で情報をやりとりする際のインタフェース（情報の種類、形式、通信方針など）の統一が今まで以上に求められるだろう。

緊急時分散協調体制の下では、各意思決定主体の間で、活動の意図の正しい相互理解や、提供される情報の意味の適切な解釈が重要となる。このようなコミュニケーションの問題点を明らかにし、組織内／間の円滑なコミュニケーションを権限、義務、責任、知識という観

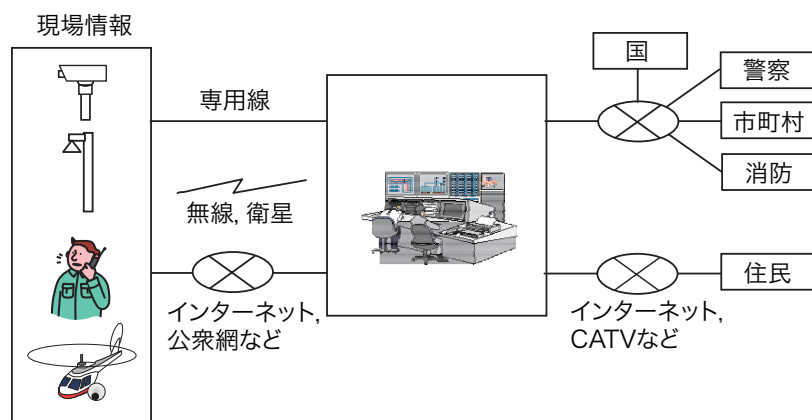


図-4 県レベルの災害対応支援システム

機能名称	内 容
災害情報処理	- 被害情報, 措置情報, 防災施設情報, 避難所人数情報, 静止画情報を送受信 - データを内部情報用と一般公開表示用に分けて, インターネットのWebサイトとして提供 - 災害対策室の大型画面の地図(GIS)上に映像や各種データを表示
災害情報管理	- ハザードマップの管理, 提供 - 洪水などの災害シミュレーション - 災害時要支援者に関する情報の管理
被害情報管理	管内の被害状況を地図上に被害シンボルとして登録・管理するとともに, 被害内容を集計し, 被害分布状況の把握, 被害数の把握等に役立てる
措置情報処理	実施した措置情報を管理し, 被害に対する措置実施状況の把握, 措置実施計画立案を支援
物資・資機材管理	備蓄物資や資機材の在庫状況を確認
避難所管理	避難者の人数を避難所ごとに管理することで, 避難者数の把握と物資・資機材の配備計画立案を支援
ボランティア情報管理	ボランティアの名簿管理, 依頼状況や対応状況を検索・登録
安否情報提供	- 避難者のパソコンを用いて, 避難者の安否情報を登録 - 登録された避難者の安否情報を検索
広報情報提供	行政からのお知らせを各種メディアを通じて報知
インターネット機能	作成された災害情報Webサイトをイントラネットやインターネット経由でアクセスしてきたユーザに公開
セキュリティ機能	ファイアウォールによるインターネット(外部)からの不正アクセスの禁止と, パスワード管理によるユーザの特定
アクセス記録管理	インターネットを通じてアクセスしてきたユーザのログを登録管理
音声ガイダンス	操作に不慣れな職員の機器操作を支援するため, 操作ガイダンスを音声で流す

表-1 災害対策室の基本性能

点から支援するシステムの研究が行われている⁵⁾。今後このような研究は重要性を増すと思われる。

なお一般的に、災害対策システムの使い勝手の悪さが指摘されることが少なくない。その原因の1つとして、多くの機能は実現されているが、機能間の関係を示す情報や機能間の優先度の考慮が不足していること、特にどのような場面でどのような機能が必要なのか、使えるの

かが分かりづらいことが挙げられる。ルーチン的な機能、少し高度な機能、試行錯誤的対応が必要な場合に使う機能などを整理して提供することが重要であろう。

災害対策室システムとは異なるが、災害時に住民からの情報の入手窓口の1つになるのが消防指令システム(119番通報受令)である。消防指令システムは平常時にも使用されるが、災害時にも多数の情報が寄せられる。

たとえば大阪市の指令センターシステムは、1978年に全国に先駆けたシステム化を行い、1989年に今のシステムになり、一部更新をしている（図-5）。システムとしては古いが、全国のシステムの手本とされている点では基本となるシステムである。市内のすべてのコールを受け、車両情報管理システムや車両動態管理システムなどのデータに基づいて、市内全体の消防車両のバランスに偏りが発生しないようにシステムが各消防署に所属する各種車両を組み合わせでチーム編成を自動作成、提案する。また3台の高所カメラの映像はモニターや大画面に表示できるが、自動旋回中には、画面中央に相当する地番が画面上に自動重畳表示される。車両動態管理システムは、デジタル無線を介してGPSで管理された車両位置情報を収集、中央や緊急車両にて参照できるが、火災現場を入力すると、周辺の消火栓の位置と容量を表示する機能を持つ。その他、最適経路探索システム、図面管理システム、地震や火災の被害予測シミュレーションシステムを持つ。車両にも車載端末があり、地図情報、病院情報、他車両情報などをタッチパネル形式で参照できる。中央との通信はデジタル無線を使用している。

これまでは災害対策室システムと消防指令システムは、果たすべき機能が異なるということで連携していなかったが、情報の一元化・共有化のために、両者を接続し、災害対策室システムに消防指令システムの情報を取り込めるようにする動きが出てきている。

(3) 地震防災情報システム

内閣府は、地形、地盤、人口、建物、防災施設などの情報をGIS上で管理する地震防災情報システム（Disaster Information System : DIS）の整備を進めている。DISは予防、応急、復旧の全期間に対応できるシステムとして、①地震発生時の被害の想定の実施や被害想定に基づいた地震に強いまちづくり計画の作成等の支援、②地震発生後に送られてくる震度情報に基づく被害推計による被害規模の概略把握や被災地の被害情報に基づいた緊急輸送、救助・医療、避難、ライフライン、ボランティアなどの各種応急対策計画の策定の支援、③公共施設や輸送機関などの復旧・復興に有用な情報の提供や復旧・復興計画の進捗状況の適切な管理、などを行う。そのために、全国の1/25,000地図および1/2,500詳細地図をGISとして使用し、地質や活断層などの自然条件、社会条件（人口・世帯数、高層建築物、地下街）、公共土木施設（道路、鉄道、港湾、飛行場など）、防災関連施設（行政機関、警察、消防、自衛隊、病院など）の情報を管理している。

DISのサブシステムとして地震被害早期評価システム（Early Estimation System for Earthquake Disasters : EES）と応急対策支援システム（Emergency Measures Support System : EMS）がある。EESは、地震発生直後の被害規



図-5 大阪市消防指令システム

模の概要を短時間に推定するシステムで、1996年より稼働している。1997年からは重傷者、重篤患者、避難者数なども推定している。EMSは、防災関連施設データベース、地震被害情報、各種応急対策の準備状況や実施状況などの情報を集約・整理し、関係省庁で共有するシステムである。

(4) 緊急支援情報システム

阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、国内で発生した大規模災害時における消防活動を効率的に行うため、全国の消防機関相互の迅速な援助体制として、1995年に緊急消防援助隊が発足した。2003年5月時点では、2,210隊（隊員数約3万1,000人規模）の体制（登録制）となっている。緊急消防援助隊の活動を支援するための情報システムとして、緊急支援情報システムが2001年より消防庁で運用されている。緊急支援情報システムは、広域応援支援システム、緊急消防援助隊動態情報システム、ヘリ映像等による被災状況把握システムから構成される。

広域応援支援システムは、消防広域応援を準備するために必要な情報を関係する消防本部などで共有するためのシステムである。消防広域応援に必要な被災状況、被災地域の水利などの情報をGIS上に表示し、緊急消防援助隊の編成、出動などを支援する。共有情報としては、消防関係機関、航空隊、市町村などの組織情報、特殊車両などの装備情報、防火水槽などの関連施設情報、緊急輸送道路や備蓄物資倉庫などの消防活動支援情報、災害発生位置・範囲などの被害関連情報、車両部署位置や警戒区域設定状況などの現地活動状況、応援要請情報などがある。都道府県および消防本部の端末から消防庁のサーバにダイヤルアップ接続によりアクセスし、データの交換を行う。

緊急消防援助隊動態情報システムは、緊急消防援助隊の派遣車両の位置をGPSにより特定し、この情報を派遣

車両間、消防庁、関係消防本部等で共有するシステムである。車両動態を携帯電話により消防庁に設置したサーバに送信し、広域応援支援システムの地図上にシンボルで表示する。携帯電話の不感地帯では自動的に低軌道衛星回線に切り替える。また、派遣車両と消防本部の間で文字情報連絡（命令、報告、災害情報などの伝達）を行うための文字通信機能（最大全角44文字）を備える。

これらのシステムが有効に機能するためには、管理データの適切な更新管理、災害時の通信網の確保、消防の内部・外部から入手可能な現場画像の有効活用などが重要となる。

(5) その他

阪神・淡路大震災で大きな被害を被った兵庫県は、県と県内全市町村を結ぶ災害情報システム（フェニックス防災システム）を構築した。すべての災害を対象とし、災害情報や気象観測情報などの情報収集機能、被害予測、実被害報告や災害状況の統括管理機能、インターネットなどによる情報提供機能などを有する最先端のシステムである。平常時にも各種行政情報の提供などに利用されている。ところが、2004年の台風23号において、円山川氾濫に関する情報を始めとして、必要な情報が入手できないという事態が発生した。これは、被災地である11市町が現場対応を優先したことにより、システムに情報を入力する時間も人員もなかったことが原因とされている。情報入力的重要性は理解できても、そのような余裕が自治体にはなかなかないという現状を理解し、入力の自動化を図ったり、必要な業務の中にうまく組み込むなど、現場が利用できるシステムが望まれる。

大規模災害時には行政も被害者になる可能性が高い。2004年の新潟・福井豪雨でも、役場が被害に遭い、計算機が動かなくなって、被災証明の発行も遅れたという。このように、被災した行政をどのように復旧させるか、あるいは災害時に最低限度の行政機能をどのように維持するかは、非常に重要な課題である。計算機システムについて、浸水・振動・停電などへのハードウェア面の対策はもとより、分散処理技術を始めとするソフトウェア面での対策が期待される。

避難所管理では、ICタグ（RF-ID）を用いて、どの避難者（およびペットの動物）がどの避難所に避難しているかを管理し、避難者に対して公平に救援物資を配布する作業の支援に利用しようという試みがある。また避難所関連で管理すべき情報として重要なものとして、在宅介護者、障害者、通院患者がどのようなケアや治療を必要としているかがある。人命にかかわる情報であるが、どの災害においても問題とされており、解決されていない。これもICタグで日頃から個人情報（電子カルテなど）として所持管理しておくことで災害時にも利用できるだろ

う。さらにICタグを地下街やビルの出入り口や避難誘導灯などに配置しておき、ICタグ読み取り装置を持った救助活動中の消防隊員の現在位置を本部で把握することなどが考えられている。店舗情報や危険物情報などもICタグに記憶させて建物側に設置しておく。

緊急時の緊急車両の通行可能性は対応の遅速に決定的な影響を与える。しかし現場の情報の入手が困難な状況では、なかなか最短経路、最適経路を選択することは難しい。研究としては増えてきているが、今後、リアルタイム道路交通情報収集と関連づけた研究が必要になるだろう。これについてはたとえば、路側の交通流計測装置が地震で使えない場合にも、車両間無線通信により道路情報を散布・伝播させることが考えられている。

また、救急患者の救命率の向上にとってクリティカルな医療支援について、医療機関の被害情報を収集し、健全な病院を中心とした救急医療病院ネットワークを再構築し、緊急患者の選別、治療、転送を効率よく実施するための救急・災害医療支援モデルの研究が行われている⁶⁾。

情報提供

(1) 土砂災害情報相互通報システム

土砂災害から人命を守るためには、避難が最も有効である。しかし広域を対象とした気象情報だけでは市町村が避難勧告などの判断をすることが難しい。特に災害ポテンシャルが高まっている時期の情報を、地域レベルで共有することが重要である。そこで内閣府、消防庁、気象庁では、細かな地域レベルで把握できるようになった気象情報を、インターネット、ブロードバンド通信、携帯電話（メール）、地上波ディジタル放送などの通信手段により防災情報を市町村、地域防災リーダー、ボランティアで共有するシステムを構築することを計画している。

特に、より細かな区域での自助という観点からは、地域防災リーダー（区長、消防団員など）の自主的な判断を支援することが重要である。たとえば市町村役場と住民との間で土砂災害情報を共有するシステムとして土砂災害情報相互通報システムの整備が国土交通省整備事業として進められている。土砂災害警戒情報や雨量情報を防災無線システムや電話応答システムで提供する片方向システムが多いが、インターネットを通じて、地域防災リーダーから山や川の異変を通報してもらい、関連情報（地質データ、ハザードマップなど）やその後の調査対応結果などを地域防災リーダーに提供する北海道南茅部町のGISベースの双方向システムもある。通信にはISDN、一般電話回線などを使用し、FAXや電話からも通報を受け付けられるようになっている。従来からインターネットで提供されている気象情報や河川情報などは比較的に広い地域を対象としており、地域の詳細な情報は土砂災害情

報相互通報システムなどに依存することになる。

(2) 防災情報提供システム

国土交通省の防災情報提供センターが2003年より、インターネットのWebサイトで各種災害情報を提供している (<http://www.bosaijoho.go.jp/>)。トップページから見ることでできる固定的なリアルタイム情報は、河川局、道路局、気象庁が観測した雨量とレーダー画像だけであるが、リンクの張られた国土交通省防災情報Webサイトから「リアルタイム川の防災情報」 (<http://www.river.go.jp/>) や、地方整備局が河川に整備したカメラのリアルタイム画像 (<http://www.mlit.go.jp/river/movie.html>) を見ることができる。一部のカメラはユーザが時間制限のある制御権を持つことができる。新たに発生した災害に関する速報(災害の進展、対策の履歴、被害状況など)や過去の観測情報(気象・河川・海岸のデータ、地殻変動データ、主な風水害の情報、主な地震・火山災害の情報)も見ることができる。

(株)レスキューナウ・ドット・ネットでは、危機管理情報総合サイト www.rescuenow.net を通じて、最新の災害情報のインターネットでの提供、危機管理情報を個人向けにカスタマイズして携帯電話に電子メールとして配信する「マイレスキュー」の提供、企業／行政向けの安否確認サービスなどを行っている (<http://www.rescuenow.net/>)。マイレスキューでは、申し込み者に無償で「緊急リレーメッセージ」機能を提供している。これは、聴覚や発話に障害のある利用者が緊急連絡を取りたい場合に、レスキューナウのオペレーションセンターが代理連絡を行うもので、携帯電話の電子メールで発信された文字メッセージを、レスキューナウのオペレータが、あらかじめ登録された連絡先へ、本人に代わって電話により連絡する。今後はこのようなバリアフリーな情報提供や、日本語の分からない人たちへの情報提供が重要になってくるものと思われる。また企業／行政向けの安否確認サービスでは、社員の安否確認を携帯電話に電子メールで行うサービスのほかに、緊急時の非常呼集の一斉配信、24時間災害情報提供などを行っている。企業にとって防災への投資は、利用場面が限られるという理由から二の足を踏みがちであるが、このようなASP (Application Service Provider) による方法や、平常時の機能の防災への転用などが有効であろう。

(3) 避難支援

災害発生直後の避難には不確定要素が大きい。避難路が寸断されていたり、避難所が倒壊している可能性もある。避難途中に二次災害に遭遇するかもしれない。夜間の災害では、停電になった駅、地下街、ビルなどでは不安感や恐怖も増す。事前避難の場合には、限られた時間で安全な避難所に避難するという迅速さが求められるが、

事後避難の場合には、安全と「思われる」場所に、安全と「思われる」避難路を通して緊急避難することが求められる。適切な避難を実現するためには、「何が起きているのか」という災害情報や、「どこが安全なのか」という被災状況に関する情報が必要不可欠である。阪神・淡路大震災のときには、地震発生直後の町は早朝ということもあって静まりかえり、被災地には何の情報もなかった。被災者は判断するための情報がなく、対応のしようがなかった。このようなときに、人手による情報収集と情報提供には限界がある。地震計、水位計、カメラなどのセンサが異常を検出したときには、それらの情報をさまざまな手段を使って自動的に配信する仕組みを作ることが必要であろう。

個人向け情報提供システムは、ITSにおける歩行者情報提供システムと枠組みを統一する必要があるだろう。そのようなシステムとしては、避難ルートナビゲーション、ハザードマップ、DIG (Disaster Imagination Game: 災害図上訓練)⁷⁾ で抽出された危険情報、最新の映像やセンサ情報などが地図上に表示されるようなものが考えられる。緊急時には余裕がなくなり、十分に考え抜いた判断が難しいことから、できれば何を考えればよいか、何に注意しなければならないか、などのヒントを提示できれば有効であろう。

携帯電話やインターネットなどの個人向け情報提供手段が使えなくなる可能性も考慮して、街角に公共情報を提供する情報ステーションを整備したり、企業の屋外広告表示装置に行政から情報提供できるようにするなどの工夫が考えられる。神戸市では、1999年より、電光掲示板付き自動販売機にパソコン端末から、一斉同報のポケットベル電波を利用して、観光・イベント情報を流しているが、災害時には緊急情報を流す。

避難経路上での狭い地域に限った避難支援として、特定の場所(交差点など)に滞在して、通行する人の情報端末に次々と自律的に移動し、情報収集と情報提供を行うNomadicAgent⁸⁾ や、20度という非常に限られた角度内でのみ音声を送放できる超指向性スピーカシステムを用いて地下街やビルの特定の出口に避難者を誘導する方法などが考えられる。

(4) その他

応急対応期の情報提供は、最も切実なニーズがあるにもかかわらず、現時点では最も技術的に手薄な分野でもある。最近ではインターネットを通じた情報提供が盛んであるが、高齢者、障害者、療養者、海外からの旅行者など、日本語インターネットからうまく情報を得ることが難しい人たちがいる。その人たちは一般的に災害弱者と呼ばれている人たちと重なる。災害弱者は情報弱者でもあるのだ。災害情報のバリアフリー化が強く求められる。

また、突然おそってくる災害に対して、インターネットなどの、被災者が能動的に情報を探索するプル型の情報提供手段では役に立たないことがある。被災者側にそのような余裕がないからである。被災者に対して強制的に広報するプッシュ型の情報提供手段が有効である。今何が起きているのかを逐次広報し、対応を指示したり、被災者の自主的判断を支援したり、安心感を与えることが重要である。プル型の情報提供手段が効果を発揮するのは、時間的、心理的に余裕のある災害準備期および復旧・復興期と考えるべきであろう。

プッシュ型の情報提供が重要となるのは自宅だけではない。平日昼間に大規模地震が発生した場合には、帰宅を急ぐ会社員や学生が駅に集中する。しかし鉄道は地震時には運行停止するため、多数の帰宅困難者が駅周辺に滞留することになる^{☆2}。携帯電話や電子メールによる情報収集だけでは限度があるため、きめ細かな情報提供を鉄道会社や行政から行う必要がある。車利用者については、道路情報に特化したチャンネルをラジオに設けることや、ETC (Electronic Toll Collection system) で用いられている DSRC (Dedicated Short Range Communication) 狭域通信を用いた情報提供システムや VICS (Vehicle Information and Communication System) などの道路情報提供メディアの活用が考えられる。

引率すべき多数の若年者や高齢者を抱える学校の先生やケアセンタなどへのきめ細かな情報提供も重要である。阪神・淡路大震災のときには、神戸の小学校教職員は、自ら被災者でありながら、避難所の管理運営を突然担わされることになり、学校が救援物資の一時保管場所として、遺体安置所として、情報や医療拠点として機能することが求められた。真っ先になすべき生徒の安否確認をする時間もなく、急激に変化する事態に、避難所の運営主体として、新たなコミュニティ作りのリーダーとして、不慣れな判断を強いられたのである。このようなときには、全体の状況把握や関連諸機関との意見交換が重要であり、適切な情報交換や情報共有がなされていれば、教職員の精神的ストレスが大幅に軽減されたに違いない。このような機能を果たす情報システムが求められる。

減災とは直接関係はないが、マスコミへの広報、国への報告がこの時期の自治体にとって非常に負担になっていることを最後に指摘しておきたい。

復旧・復興期のシステム

復旧・復興期は、米国で最初に減災が注目された時期であり、社会的観点から見ると、混乱と過渡的安定を終えて、将来を見据えた対応が求められる時期である。計画作成支援、スケジューリング、物資輸送経路探索、GIS応用など、情報処理技術の適用がさまざまに考えられる。しかしこれまで注目度が低く、特別な支援システムの研究開発は多くない。むしろ通常時に使用されている地下埋設物（ガス管、水道など）位置管理システムなどを利用した復旧工事支援などが行われてきている。また復旧・復興計画の策定およびスケジューリングや、個々の被災者の支援については、試行錯誤的な側面が強く、ボランティアを始めとする人手によることが多かった。

災害対応支援システムには復旧期の支援システムとして、生活支援物資や復旧用資材の管理機能などを持つものがある（表-1参照）。しかし実際の復旧、復興は経験に基づいて試行錯誤で行われることがほとんどであり、効果的な情報システムを用いて体系的に実施されることはないのが現状である。被災地域の社会状況や歴史は異なるため、復旧や復興が一定の手順や原理に基づいて行われるとは考えにくい。いくつかのパターンは想定できるのではないかと。社会科学的な研究と、それに基づく情報システムの検討が待たれる。

阪神・淡路大震災の教訓から、神戸市ではさまざまな復旧・復興支援システムの検討を行っている（http://www.city.kobe.jp/cityoffice/02/040/keikaku/jishin/index_jishin.html）。表-2に地震について検討されたシステムの項目を挙げる。これらのすべてが情報システムとして検討されているわけではなく、体制作りが主である。しかし体制が効果的に機能するためには情報システムが重要な役割を果たすと考えられるため、今後必要とされる情報システムを考える上で参考になる。ライフライン復旧対策のシステムなど、稼働しているシステムも少なくないが、最近のゲリラ型豪雨のように災害の傾向が変化してきており、それに追従するための機能拡張・変更などが随時行われている。

復興支援のための意思決定支援システムの例として、復興街づくり計画策定プロセスのシナリオ化・メニュー類型化と、住宅再建および地区復興の対話型シミュレーションに基づいて、復興計画支援や合意形成支援を行う研究がある⁹⁾。また、住宅再建を支援する行政の窓口支援システムなども重要である。

☆2 駅での帰宅困難者数は東京都 371 万人（1997 年東京都予測）、名古屋市 47 万人（2003 年愛知県予測）、大阪市 133 万人（2000 年昼間流入人口）と予想されている。東京駅や大阪駅では数万人が滞留者となる。

種 別	システム名称
救助・救援医療体制	災害時救助システム 災害時救急医療システム
救援・救護対策	救援物資の受け入れ・供給システム
廃棄物処理計画	廃棄物の収集・処理情報システム
被災地安全確保対策	被災建築物応急危険度判定システム 被災地環境保全・管理システム
ライフライン復旧対策	災害時ライフライン情報システム 水道施設復旧システム 下水道復旧システム 電力施設復旧システム ガス施設復旧システム 通信施設復旧システム
交通規制・緊急輸送対策	災害時交通規制システム 海上交通規制システム
生活安定対策	り災証明発行システム 災害見舞金等配分システム 義援金受け入れ・配分システム 災害応急資金融資システム 物価の調査・監視システム
ボランティア活動支援	災害ボランティア活動支援システム

表 -2 神戸市地域防災計画で検討された
復旧・復興支援情報システムの例

災害では農業も大きな損害を被る。市町村および土地改良区等の各拠点と本庁（出先事務所）をネットワークで結び、災害の報告や各種申請、復旧計画の報告・変更、補助金の申請・交付・補助率増高申請・繰越申請・年度終了報告・実績報告など、多岐にわたる事務作業を支援するシステムが開発されている（http://www.ksi.co.jp/solution/sis/02_11.html）。

復旧と復興とは異なるという指摘がある。復旧は文字通りに災害前に復することであるが、復興は都市、経済、生活が新たな出発を始めることである。これまでの我が国は復旧に注力してきたが、阪神・淡路大震災のように、都市のほぼ全域が壊滅した場合には、都市をとりまくさまざまな状況が大きく変わってしまうことがあるため、被災前とは異なる町のあり方を模索する復興を行う必要がある。復興のベースとなるのは、立ち直ろう、新たな生活を始めようとする住民の意思であり、そのためには、住民個々の人生の立て直しや被災経験の心理的な乗り越えなどが課題となる。筆者らは、災害によって過去の楽しい思い出や記念の品を失くしてしまうことが立ち直りへの意思をなかなか持てない一因との認識から、被災者が計算機上に思い出を再構築するための枠組みを検討している。被災者にさまざまなきっかけを与え、それによって想起する思い出を断片としてでも記録し、歩んできた

人生の足跡を確認することから、心理的な復興が始まることを期待している。

今後の展望

減災情報システムの重要性和現状、および研究開発動向について、災害準備期、応急対応期、復旧・復興期に分けて紹介した。これまで「防災」という用語の下に情報システムの構築が行われてきたが、「減災」という特化した位置付けを与えられることで、情報システムの役割が明確になるのではないだろうか。情報システムで災害そのものを防ぐことは難しい。しかし発生した災害による被害を軽減することは可能であるし、二次災害を防ぐことや、早期の復旧や復興を促進することも可能である。

研究・開発の進め方としては、まずは必要とされる情報システムやそのための技術を開発しなければならない。しかしある段階でそれらを、災害準備期、応急対応期、復旧・復興期にまたがってトータルに支援する減災情報システムとして、他システムと有機的に統合する必要がある。全体像を念頭に置きながら、個々のシステムを開発するという姿勢が重要である。

また、重要な視点としては、日常業務との連続性がある。災害時にだけ使用するようなシステムでは、いざと

いうときに使い方が分からなかったり、操作ミスをしたり、連絡すべき相手に連絡しなかったりする事態が生まれやすい。日常的に利用するシステムに組み込んだかたちで設計し運用することが求められる。コスト面でも日常業務との連続性は重要である。今回紹介したシステムではGISが使われることが多い。地図データは短期間で更新されるべきものであり、更新コストは無視できない。日常業務で使用するシステムとGISを統合利用するなどの方法によりコスト削減が図れる。

災害は社会を構成するさまざまなシステムと関連するが、それらのすべてを本文で触れることはかなわなかった。たとえば金融は災害と深い関係がある。防災計画、事前復興計画、復旧・復興支援の各段階で資金という観点が重要な役割を果たし、その基礎には情報分析が存在する。リスク評価、与信、証憑などを目的とした情報システムは、金融機関の災害時業務継続とともに、もっと注目されてよいだろう。ほかに、生産、流通、保管などの製造・流通業、交通システム、農業・漁業・林業、学校システム、マスコミ、地域コミュニティ、福祉など、さまざまな要素システムを防災や減災という観点から見直すことで、新たな情報システムの可能性や必要性が発見されるであろう。たとえば、道路を対象とする雪氷作業（降雪・凍結検知、除雪作業など）の支援システムや高潮時の越波検知システムなどは、一般的には日常的な道路維持管理の一環としてとらえられるが、減災のための重要な情報システムと見ることができる。誌面の都合で割愛した点をお断りしておく。

福祉という観点については、一般的な福祉という観点も重要であるが、より広い視野も必要である。災害の危険性のある地域や災害の発生した地域において、そこに住む人、そこで働く人、たまたまそこを訪問していた人などのすべての人が潜在的な被災者となる。そういう意味では、災害弱者に対するバリアフリーであることはもちろん、ユニバーサルでなければならない。このような視点で現在の防災・減災を見直したとき、手のつけられていない課題は山積み状態である。特に、広域災害における関連機関の間の連携支援、さまざまな属性を持つ住民への迅速で的確な情報提供手段、効果的な避難誘導支援、避難所の運営支援、復旧・復興支援などは大きなテーマである。

大規模災害では、企業の力が効果的である。阪神・淡路大震災でも行政より早く被災者支援を始めたのは、自らも被災者であったスーパーマーケット・チェーンであった。被災地の企業が自らの被災を最小限に抑え、自らが持つ資源を活用して救援活動をしたり、復旧・復興を支援することは、被災者となる可能性の高い行政の機能を補い、被災者に勇気を与える。これまでは企業内の

問題としてあまり注目されてこなかった企業の防災力だが、地域との関係で見直されている。企業も、自らを守る防災だけではなく、「自らが拠って立つ地域を守る防災」という視点で防災力の強化を図る必要があるだろう。企業内情報システムを有効活用した情報の収集・分析・提供、救援物資の手配・配送スケジュールリング・在庫管理、人材データベースによる人材支援と就業管理などの多方面にわたる支援が期待される。

課題解決のためには、情報処理に関するさまざまな技術が適用できるであろう。文部科学省では科学技術振興費・新世紀重点研究創世プラン（リサーチ・レボリューション・2002）の「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」においてさまざまな減災対策関連研究を推進しており、その中のいくつかについては本稿でも紹介した。立命館大学においても、ハitek・リサーチ・センターなどで、都市構造などを考慮した大規模センサシステム、災害に強い交通・情報ネットワークなどの研究を実施している。今後、多くの研究者の参画により、多種多様で効果的な減災情報システムの研究開発が展開されることを期待している。

参考文献

- 1) 渡邊充隆: 無線アドホックネットワーク下で協調的な意思決定を実現するNoroshiアーキテクチャの提案, UNISYS TECHNOLOGY REVIEW, 第78号, pp.103-113 (Aug. 2003).
- 2) 野々山泰匡, 井尻昌男, 前田佳子: ヘリコプター位置映像表示システム, 三菱電機技報, Vol.78, No.5, pp.59-65 (2004).
- 3) Nakamura, M., Sakamoto, M., Kakumoto, S. and Kosugi, Y.: Stabilizing the Accuracy of Change Detection from Geographic Images by Multi-leveled Exploration and Selective Smoothing, Proceedings of the Global Conference and Exhibition on Geospatial Technology, Tools and Solutions (GIS2003) (2003).
- 4) 竹田 厚, 宝 馨, 立川康人(企画総括): 自然災害防止・軽減のためのリモートセンシング技術の可能性, 自然災害科学, 20-2, pp.1331-160 (2001).
- 5) 森本康聖, 仲谷美江, 西田正吾: 組織連携のための緊急時コミュニケーション支援システム, 電気学会論文誌C, Vol.124, No.5, pp.1058-1067 (2004).
- 6) 石田勝彦: 震災等大災害時の救急医療機能損傷評価と医療機関ネットワーク救急・災害医療支援モデルとその活用, 日本災害情報学会第5回研究発表大会予稿集, pp.7-14 (2003).
- 7) 高橋秀治: 災害図上訓練への取り組みー自主防災活動としての第一歩, 海岸, Vol.43, No.2, pp.26-29 (2004).
- 8) 菊池聡敏, 八木啓介, 加藤泰子, 屋代智之: NomadicAgentの提案と応用, 情報処理学会研究報告2004-ITS-16, pp.7-14 (2004).
- 9) 中林一樹: 防災まちづくりの計画手法, 月刊自治フォーラム, Vol.514, pp.22-28 (2002).

(平成16年10月26日受付)

