

地震災害軽減のための防災システム

名古屋大学大学院環境学研究科 福和伸夫

1. はじめに

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、巨大災害が都市社会に与える影響をまざまざと見せつけた。もしも、被災地が田園地帯であったなら、災害の度合いは相当異なっていたと想像される。都市の密度や都市社会の相互依存性などが災害を拡大させる。ここでは、都市の地震災害軽減のためのシステム化技術について考えてみる。

兵庫県南部地震では、地震が早朝6時前に発生したにも拘らず、首相が被害の深刻さを知ったのは午後になってからであり、地元自治体やライフライン企業も初動体制を確立するのに手間取った。このため、危機管理能力の問題がクローズアップされた。

一方、戦後50年間に蓄積された耐震性に問題のある社会ストックの量は膨大であり、これらの早期改修・改築は困難な状況にある。このため、神戸級の揺れの再来に対しては、建物被害を前提にした対策を立てざるをえず、ハード面の対策に加え、被害波及を最小限にするための、情報活用によるソフト的な対処法を構築する必要がある。

災害規模が巨大になるほど情報の重要性が増し、「危機管理」のための情報整理のウェイトが高くなる。兵庫県南部地震、トルコ・コジャエリ地震、台湾・集集地震などの巨大地震災害、東海村の原子力災害、オウム心理教や毒劇物などの社会的災害などで、発災時の危機管理の重要性が改めて認識された。危機管理には原則として2つの方策がある。これらは、発災前の事前対策（災害の予防計画）と、発災後の事後対策（災害の応急計画・復興計画）である。事前対策としては、建物の耐震設計、耐震診断・改修、地震被害想定、防災拠点の整備、防災物資の備蓄などが考えられる。しかし、先に述べたように事前対策を行うには時間的にも財政的にも限界がある。このため、発災の最中及び直後対策として、リアルタイム地震防災という考え方が着目されるようになった。

2. 兵庫県南部地震における被害と反省

兵庫県南部地震による災害「阪神・淡路大震災」の被害を要約すると以下ようになる。

- 死者6,430人（理科年表） 負傷者41,521人
死因は、圧迫死88%、焼死10%など、60歳以上の高齢者が約半数

- 住家全壊100,209棟、住家半壊107,074棟
- 焼失家屋7,608棟、焼失面積659,401m²
出火原因は、ガス系14%、電気・ガス系14%、電気系38%、石油系10%など
- 鉄道被害：13社638.1キロで地震後不通。6月1日時点では22.3キロまで回復。
- 道路被害：名神高速道路、中国自動車道、阪神高速道路、国道27路線で交通止め。
- 港湾被害：神戸港、尼崎西宮芦屋港など24港で埠頭の沈下などの被害が発生。
- 電気：約100万戸停電、1月23日仮復旧
- 電話：約48万回線不通、1月31日仮復旧
- 水道：約123万戸断水、2月28日仮復旧
- ガス：約86万戸供給停止、4月11日仮復旧
- 被害額：9兆6千億円
内訳は、建築物等6兆3千億、交通基盤施設2兆2千億、ライフライン施設6千億

このように、被災地では人的な被害に加え物的な損壊も多く、それに伴う生活環境の悪化や雇用問題が地震後深刻となった。我が国の東西を結ぶ交通の要衝が遮断されたためその影響は被災地に留まらず、全国各地に工場停止に追い込まれた事業所が存在する。被害額の多さは過去の震災と比較して圧倒的に大きく、近代都市の地震被害が世界規模の経済的波及を与える可能性を示唆した。大都市は、農村社会の持つ自律性に乏しく、都市を構成する多面的な要素が相互に依存することにより成り立っている。このため、被害量が閾値を超えると相互連鎖が拡大し、危機状態に陥る可能性を持っている。

このように防災の問題は単視眼的に一事象のみを考えるのではなく、災害発生の変遷構造の中で複眼的に捉えていく必要がある。総合的な判断・視野の下での社会工学的アプローチが必要となる。兵庫県南部地震直後に、文部省の緊急プロジェクトとして防災研究者56人がブレインストーミングを行い、今後の大都市の地震災害を軽減するための総合防災対策課題を体系的に整理した。その結果を図1¹⁾に示す。図の横軸は地震の発生前後の時間軸、縦軸は上から社会的課題・情報・物理的課題の研究分野軸となっている。自然現象の理解に基づく事前対策に力点を置いていた従来の考え方から、社会現象を理解しながら情報分野の知見を取り入れて発災後の被害波及の軽減を図るといった考え方に軸足を移しつつある

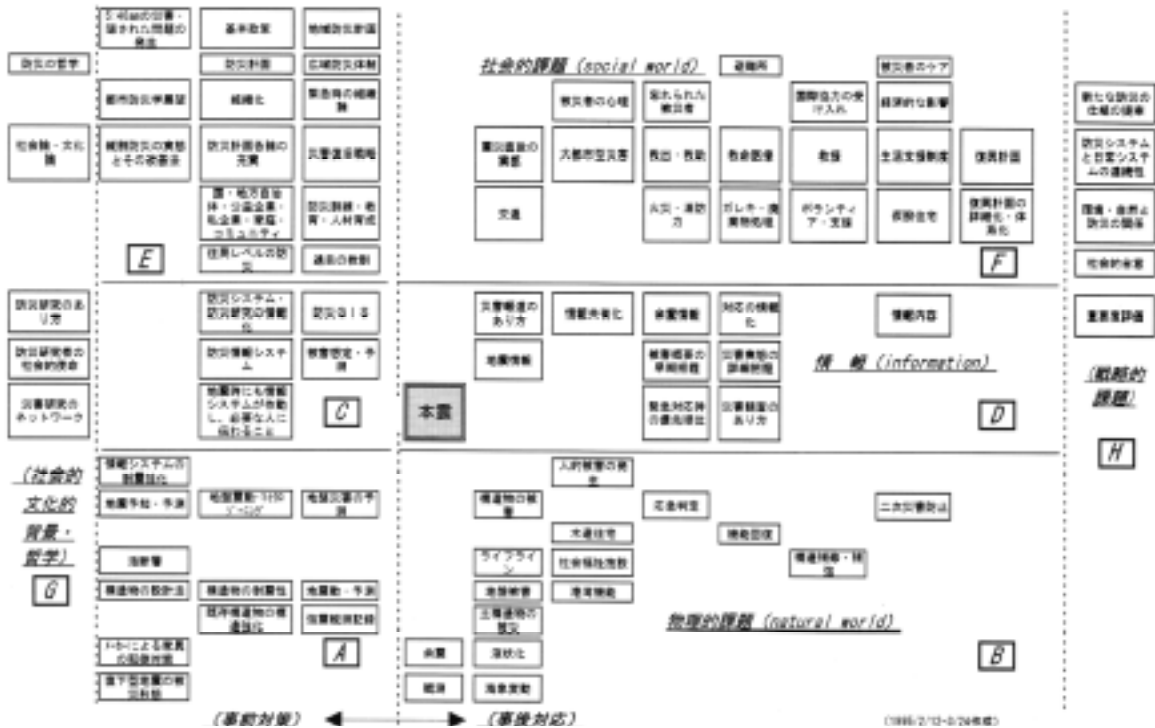


図1 防災研究者による大都市の地震災害を軽減するための総合防災対策課題

様子が分かる。ここには、つぎの3つの視点の重要性が指摘されている。

- (1) 自然科学と社会科学の両方の視点
- (2) 事前対策と事後対策
- (3) 総合的戦略、情報処理、防災哲学

地震の発生、揺れ、建物などの直接被害を予測し被害を軽減することは防災の基本である。しかし、被災地住民の生活や災害波及を考えると社会的課題も重要となる。発災後の社会的な制約や、被災地の人の行動について分析してみると、被災地における人・命・生活の視点の重要性が分かり、発災期（発災後1日）、避難救援期（発災後1週間）、応急復旧期（発災後1ヶ月）の3つの時間断面で、求められる対応が変化している。発災後の時間経過と共に、被災者の関心事は命の問題から生活の問題に変化し、心理的状況も地震直後の災害ユートピア的心理状況から、生活要求の個人差から発生する被災者間の心理的ストレス状況を経て、復旧・復興期における生活・雇用不安からくる心理的ストレス状況へと変化し、心のケアの問題が発生する。

従来より震前対策として行われてきた、耐震設計・耐震改修・地震被害想定などのハード・ソフト両面での災害軽減対策の重要性は今も変わらない。しかし、耐震性に問題がある建物は全国で千数百万棟に達するとも言われており、早期に建物の耐震性を改善するのは困難である。このため、兵庫県南部地震と同様の揺れを受けた場合、建物などの直接的被害の発生は避けられず、被害発生を前提とした対

処が必要となる。すなわち、地震発生後の適切な対応によって被害を最小限に留め、他への波及を極小化するという震後対策の重要度が増す。震後と言っても時間経過によって必要とされる事柄は変化する。発災直後(1~3日)には生命の安全確保・災害医療・消火活動、1週間程度の緊急対応時には仮設住宅・道路/交通制御・情報提供・救急医療、1ヶ月程度の仮復旧期には復旧計画・インフラ復旧・生活支援、半年程度の復旧期には心のケア・がれき撤去・復興計画、それ以降の復興期には生活再建を前提にした対応が必要とされる。兵庫県南部地震で顕在化した仮設住宅・トイレ・入浴・がれき撤去・ボランティア・避難所運営・マスコミ報道などの問題はどれも震後の問題であり、

- 応急仮設住宅：48,300戸、住宅の規模2K：26m²
- 避難者数：兵庫県内ピーク時1138施設、31万7千人、5月25日現在3万1千人
- 仮設トイレ：ピーク時3,900基設置
- 災害廃棄物処理（兵庫県分）：解体対象家屋約13万棟、ガレキ発生量約1,300万t
- 全国からの各種派遣・人的支援：自衛隊約210万人、警察約37万人、ボランティア約118万人のような実態となっている。

防災を考えるには様々な要素技術を組み合わせ、戦略を持って総合的に扱う視点が必要である。これを支える要素技術は、地震の発生や活動度に関わる地震学に始まり、地震動評価や地震応答解析・耐震設計などを包含する地震工学、避難経路・避難場所・

防火帯・輸送経路などを計画する都市計画学、住民意識・ボランティア・知識伝達・情報（報道）を扱う社会学、地震時のパニック・デマや心のケアなどの心理学、コストと安全・地震保険・経済波及を扱う経済学、都市行政・危機管理・自主防災・安全保障に関わる政治学、法規制・建築基準法などの不遑及や最低基準の原則に関わる法律学、許容リスク・安全の社会合意・扶助／自助／互助のバランスを考える際の哲学など、その範囲は余りにも広い。このような幅広い知見に加え、基礎となるデータも莫大であり、最新の情報処理技術や知識工学の成果を取り入れて行くことが重要となる。

改めて、兵庫県南部地震でクローズアップされた課題を箇条書きで示すと以下ようになる。

- 生活：上下水・電気・ガス・電話、収入、病気
- 住：避難所の数と運営、仮設住宅の数・質・立地
- 環境：衛生、便所、火葬
- 心理：PTSD・心のケアの問題
- 医療：災害医療とトリアージ
- 報道・情報：災害報道のあり方、情報伝達の問題
- 援助：ボランティアの問題、応急危険度判定
- 産業・経済：物流途絶、被災地経済、他地域波及
- 行政：危機管理能力、情報伝達、責任の所在
- 都市：交通・ライフライン復旧、瓦礫、企業連携
- 法律：支援、既存不適格
- 社会：自助・互助・扶助のバランス
- 研究：予知と防災、ハードとソフト、事前と事後

3．地域防災計画と地震防災対策

わが国の防災行政は 1959 年伊勢湾台風を契機として 1961 年に制定された災害対策基本法を基礎にしており、政府に中央防災会議を設けると共に、地方公共団体は防災会議を設け、地域防災計画を策定することとされている。地域防災計画は事前対策としての災害予防計画を主眼として策定するもので、自治体としての恒久的な対策が示されており、都市計画策定の基礎にもなっている。

地域防災計画の基礎資料となるのが地震被害想定結果である。各地域の地震活動度に応じて、地域の地震対策上念頭におくべき地震像を想定し、それに対する地域の被害を推定することにより、地域が持つ地震被災危険度を定量化し、防災対策立案の基礎を与える。一般に、地震被害想定においては、想定すべき地震の設定に始まり、地盤震動、構造物被害、火災、人的被害などの予測が実施される。以下に主な被害想定項目を示す。

- (1) 基礎データの構築・収集
- (2) 想定地震の決定

- (3) 基盤地震動の推定
- (4) 地表地震動の予測と液状化検討
- (5) 津波の予測
- (6) 建物被害の予測
- (7) 土木構造物・ライフライン施設の被害予測
- (8) 地震火災の予測
- (9) 人的被害の予測
- (10) 様々な間接被害の予測

災害予防計画では、この被害想定結果に基づいて、地域防災計画を立案し、都市施設の耐震性向上（耐震・免震・制震・改修）や、防災拠点・防災物資などの整備を行う。災害予防計画に加え、わが国の防災施策の柱になるのが、東海地震を対象とした地震予知（警戒宣言に伴う対応措置）と、発災後の事後対策である災害応急計画・復興計画である。地震予知に関しては、当面、駿河湾で発生が予想される東海地震に対してのみ、予知の可能性があるとされており、他の地震に対しては有効ではないと言われている。また、事前対策である災害予防の実現には、膨大なお金と期間が必要とされる。このため、早期に状況を改善することは困難である。そこで、地震発生後の事後対策に重点をおいた災害応急計画の重要度が高まっている。以下に示す防災システム技術は、地震の発生を前提にその災害波及を最小限にするために行う事後対策の一つであり、最新の情報処理技術を活用して、発災時の初動体制を充実させようとするものである。

4．防災システム技術

兵庫県南部地震では、地震が早朝 6 時前に発生したにもかかわらず、村山首相（当時）が被害の深刻さを知ったのは午後であり、政府が緊急対策本部の初会合を開いたのは 2 日後であった。気象庁も震度 VI の発表が遅れ（震度 VII は被害状況に基づくため数日後に発表された）、地元自治体も自衛隊への出動要請が遅れた。また、ガスの供給停止が遅滞すると共に、早期の通電が地震後の出火を助長した。このように兵庫県南部地震は危機管理上の多くの問題を露呈した。被災者の生存確率は時間の経過と共に急速に低下するので、発災後の空白の時間を短縮することが救命・救助の上で最も効果があり、発災直後の適切な応急対処が重要である。

一方、耐震性に問題のある建築物は未だ膨大に存在しており、これらの早期改修・改築は困難なため、兵庫県南部地震級の揺れの再来に対しては、相当量の被害の発生を覚悟する必要がある。現在の耐震基準は、1923 年関東地震の時の東京本郷での揺れ程度に対して終局強度型の設計をしており、概ね 300～

400 ガルぐらいの揺れに対して人命を守ることを目標にしている。しかし、神戸で経験した揺れは 1000 ガルにも及ぶものであり、現在の耐震設計の想定レベルを遙かに越えるものであった。今後、性能設計の悪い面が現れ、建物の贅肉を落とし耐力の余裕を減じた場合には、現行耐震基準の建物でも多大の被害がでることが予想される。幸い、兵庫県南部地震時には、多くの建物が計算耐力以上の耐力を保有していたため、現行の設計基準により設計された建物の被害は大きいものではなかった。

一方、現行の耐震基準が施行される以前の旧基準に準拠した建物（既存不適格建築物）の被害は甚大なものであった。現存する既存不適格建築物の数は全国に 1000 万棟のオーダーで存在すると考えられており、我が国の一級建築士の数が総数で 25 万人強であることを勘案すると、早期に耐震診断し改修を実施することが困難であることは自明であり、神戸級の揺れの再来に対しては、建物被害を前提にした対策を立てる必要が有ることが分かる。この場合、八・ド面の対策だけでは限界が有り、被害波及を最小限にするための、情報活用によるソフト的な対処が必要になってくる。

以上のような背景のもと、兵庫県南部地震以降、初動体制の確立などの危機管理能力を向上させるため、様々な防災システムが開発されるようになった。状況把握の遅れが主な原因であったとの判断から、早期に被害状況や地震動強さを把握することを目的にしたシステムが多い。

兵庫県南部地震では、震災地の地震動強さが早期に把握できなかったことに加え、震度 地域での揺れが殆ど観測されず被害原因究明の基礎データ不足を招いたことなどの反省から、地震後膨大な数の強震計が全国に設置された。また、被災自治体の地域防災計画では震度 や といった揺れが想定されていなかったこともあり、地震後全国の自治体で地震被害想定が行われた。その結果、被害予測に必要な様々な基礎データが各地域で整備された。さらに、兵庫県南部地震後の瓦礫撤去や被害分析などに地理情報システム（GIS: Geographic Information System）が有効活用されたことから、地震防災への GIS 利用が拡大された。また、インターネットを活用した電子メールや WWW の普及、携帯電話や PHS などの移動通信機、モバイルコンピュータ、デジタルカメラ、GPS（Global Positioning System）などの普及は、最新の情報・通信技術の利用を念頭においた防災システム作りの必要性を示している。

以上のような背景のもと、いわゆるリアルタイム防災システムの開発が各所で行われた。これらのシ

ステムは、地震発生後、地震波到着直前に情報を知ることを利用した直前対策、地震時の揺れの情報に基づく地震最中の瞬時の対応、地震後の早期状況把握による直後対策など、地震発生との時間的対応のなかで、直前・最中・直後システムに分類することができる²⁾。なお、地震予知は地震の発生以前に地震発生を予知するものであり、直前システムよりもさらに前の時間を対象にしたものである。

(1) 直前システム

リアルタイム防災の基本的考え方は、明治維新の年 1868 年にクーパー氏によって紹介された震源での揺れを電信で伝えるというアイデアに遡る（1868 年 11 月 3 日: San Francisco Daily Evening Bulletin）、わが国でも、伯野元彦博士などにより 10 秒前大地震警報システムが提案され、海底地震計で揺れをキャッチし都市に地震波が到達して揺れ出す前に地震情報を提供するアイデアが示されていた。

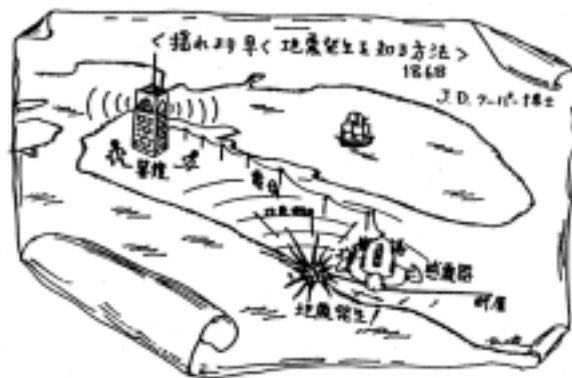


図2 クーパーによる早期検知警報システム

これらは何れも、地震発生直後に、震源に近い位置で揺れを検知し、震源から離れた都市に地震波が到達する前に地震発生情報を提供するもので、直前システムとして位置付けることができる。図3に直前システムの大まかな概念を示す。地震動の主要動である S 波は 3~4km/s の速度で、初期微動に当たる P 波は 6km/s 程度の速度で伝播する。従って震源に近い地点に地震計を設置すれば、都市との距離分の時間を稼ぐ（ $t = \text{距離} \div 3 \sim 4 \text{km/s}$ ）システムが実現できる。もう一つは、P 波と S 波の到達時刻の差を利用するもので、この場合には震源近くの地震計は不要で、予測地点に設置した地震計で検知した P 波初動によりシステムを起動する。稼ぐことができる時間は $t = \text{距離} \div 6 \text{km/s}$ であり、新幹線の自動停止システムとして利用されているユレダスシステムが代表例である。これらの直前システムは、何れも地震発生情報をキャッチして震源（或いは震源近傍の観測点）との距離によって確保できる時間を活用しようとするものであり、海の地震のように震源が離

れている場合に有効である。しかし、内陸の活断層のように震源が直近の場合には無力である。

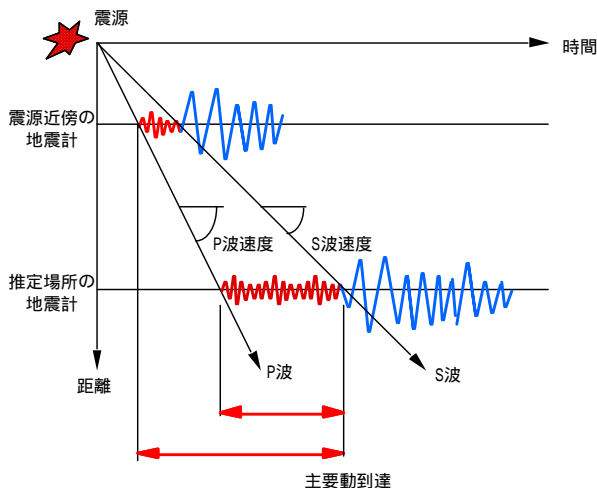


図3 直前システムの概念図

(2) 最中システム

発電所などの重要施設、エレベータなどの設備、ガス供給施設などのように、地震時に緊急停止させる必要のある設備では、地震時の揺れを検知して瞬間的に制御・緊急停止をするシステムが利用されている。従来は、確実な動作を期待して落球式の地震計が利用される場合が多かったが、今後は、全国的に整備された地震計の情報を有効活用することが期待される。この場合に問題になるのは伝送速度と確実性になるであろう。また、利用する情報を震度や最大値などの振幅情報とするのか、波形やスペクトル情報も利用するのかの選択が必要となる。ガス供給の自動遮断を目指した地震時導管網警報システム SIGNAL はこの種のシステムの先駆的な事例である。

(3) 直後システム

地震直後に被害状況を早期に把握、あるいは予測することにより、初動体制を速やかに整え、救急救命活動や消防活動などを支援するためのシステムが自治体を中心に整えられつつある。その端緒となったのが川崎市による震災対策支援システムである。これらのシステムでは、地域の揺れを地震直後に推定し、あらかじめ用意してある都市データを利用して物的・人的被害を推定し、さらには初動体制確立の支援をする。システムは地震観測と地震被害想定技術の組み合わせることにより実現されている。鍵になるのは揺れの予測を短時間で行うことであり、2つの方法がある。複数点の地震観測記録に基づいて震源の位置や地震規模を推定しこれから域内の揺れを予測する方法と、域内に展開した地震観測網の記録を平面的に補間することによる方法である。前者では複数点の波形情報を用いて震源の推定を行うことを基本とする。しかし、広がりをもった震源域の

推定を即時に行うことは現状では困難なため、点震源仮定の下での距離減衰式と地盤の増幅特性を用いて地表の揺れを予測する。気象庁が決定した震源情報を衛星通信などで入手し揺れを予測する方式が取られる場合もある。後者は、多点の地震観測記録を平面的に補間することを基本にするので、地震観測点の数が精度確保の上で重要となる。波形の転送に時間がかかるため、最大加速度などの最大値情報のみを転送し、あらかじめ用意した地盤情報を利用して域内の揺れの補間を行う。

自治体では、このような地震被害予測システムに加え、高所監視カメラや防災ヘリコプターなどの画像情報、同報通信システムなどの情報通信システムを組みあわせて、総合的な災害情報支援システムを構築している。被害情報の収集システムやインターネットを介した災害情報の提供システムなども開発されつつある。

5. 災害情報システム構築時の留意事項

(1) ローテクと日常利用の促進

大地震発生時のような非常時には、システムに精通した人間がシステムを利用するとは限らない。むしろ小規模な自治体では、システムに精通した若手は外部での活動を期待され、システムに不慣れな幹部が庁舎に残り端末の操作をする可能性が高い。このため、親和性の高い、ローテクで使えるような印象を与えるシステムを構築しておく必要がある。また、日常利用の促進がいざというときのためには重要であり、防災訓練のみならず、環境・福祉・ごみ問題などにも転用できる街の診断システムのようにしておく必要がある。

(2) 冗長性

発災時には思いもかけない被害の連鎖がある。そのため、システムを構成する様々な要素を多重化して冗長性を増しておく必要がある。通信の二重化などのバックアップはその一例である。

(3) 他機関・部局のシステムとの連携と双方向性

言わずもがなであるが、総合調整機能が最重要である防災では、官庁の縦割・横割的体質を脱することが基本であり、国・県・市の各種システムの相互乗入れや、防災関連部局とのネットワーク化、各種ライフライン企業体のシステムとの連携などが強く期待される。被害予測システムが他部局の日常システムと連携し、データベースが日々自動更新されていくことが理想である。また、周辺都市の被害予測も行い、他都市への応援に利用することも必要である。これらを達成するには、異なる機関や階層間での双方向の情報伝達が行えるようにする必要があり、日常の人間ネットの構築も必須である。

(4) 様々な時間局面での活用：教育から復旧・復興まで

被害予測システムは防災情報システムの一部を担うものであり、日常から発災直後さらには復旧・復興過程に至る全プロセスの中で有効に機能する必要がある。現状は発災直後を主眼に開発された事例が多いが、今後は、防災意識向上のための日常利用や、救急救命支援システム、被害情報収集システム、復旧支援システム、復興計画システムなどといった他の個別システムとの総合化が必要になってくる。

(5) 防災意識向上への活用

地域の防災意識を向上させるには、災害の発生危険性や自治体が持っている災害抑止力を市民に正確に伝えることが基本となる。このためには、被害予測システムを小中学校における災害教育に積極的に利用すると共に、常時WWW上で利用できるようにして情報開示に努める必要がある。また、発災時には、災害対策本部で得た情報を、インターネットを介して積極的に開示し、多数の市民が被災情報を共有できる体制を作る必要がある。さらには、各地区毎のきめ細やかな危険度を知らせる手段として、地区ごとの防災カルテや処方箋を作り、これを開示することも日常の災害対策を促す意味で有用である。

(6) 予測精度の向上

現状の被害予測システムは、限られた現有データや、現在の学問レベルの下で、現状の計算機・通信能力を勘案して構築されたものである。しかし、現在、各地で活断層調査・深部地盤調査・地震動予測地図作成・地盤情報収集・耐震診断/改修などが精力的に行われ、様々なデータの蓄積が進んでおり、神戸以降の地震工学的知見の蓄積や、モバイル計算機・通信技術の飛躍的進展などを考えると、早晚時代遅れのシステムになると考えられる。このため、システムの予測精度の改善を不断に行う必要があり、データや予測手法、ハード・ソフトの進展に合わせてシステムが成長していけるようにしておく必要がある。また、不足のデータについては自主的に獲得していく努力をすることも大事である。

(7) 地域の特性を活かしたシステム作り

地域の防災を考えるには、地域の有する特性を活かしたシステム作りが必要になる。特に首都圏を除く地方都市での防災システムの難しさは、人的資源の不足、基礎データの不足、専門情報の不

足、行政の地域振興重視、防災意識の低さ、マスキの弱さ、などに起因している。こういった周辺条件を勘案した上で、地域で真に有効に働くシステムを構築していく必要がある。さらには、システム作りが地域の抱える防災上の課題を克服していく一助となるように方向付けることも大事だと思われる。下記に示す安震システムはこれらの留意点を踏まえて新たに開発した災害情報システムである。

6. 安震システムの提案

大規模な災害時の迅速・的確な対応のためには、被災地の情報を早期にきめ細かく収集することが要求される。兵庫県南部地震などの近年の大規模都市災害では、行政の情報収集の不備が対応の遅れに直結した。また住民の側も、地域の災害危険度や災害時の対処について平日頃無関心であり、行政からの情報がないことも相俟って、災害時の適切な対応ができず被害を大きくする例が多い。このような経験から、災害情報の流れとして行政中心のトップダウン的な情報管理だけでなく、住民からのボトムアップ的な情報を加えた、双方向性での情報伝達手段を確保することが有用であると考えられる。また、平常時の防災から災害発生後の直後対応、その後の復旧・復興まで、時間経過に応じて様々な局面で活用できることや、広範で多岐にわたる利用者に適した形式で情報提供できることも重要である。

このような背景の下で開発した「安震システム」(AnSHIn System: Anti Seismic Hazard Information System) は、地域災害情報を収集・整理・共有・発信するための双方向災害情報システムである。インターネットやモバイル技術とGIS やGPS などの空間

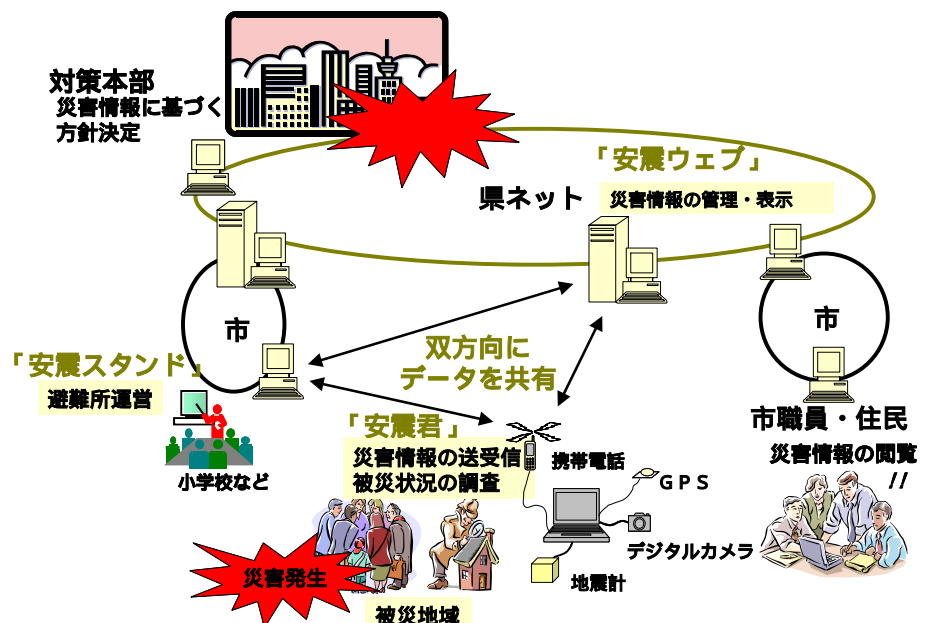


図4 安震システムの概念

情報技術を利用し、リアルタイムの災害情報把握・整理・発信をはじめとして、平常時の防災情報の整理や災害意識啓発、理科・防災教育にも活用することを想定している。具体的には、図4に示す3要素：「安震ウェブ」・「安震スタンド」・「安震君」で構成される。

(1) ウェブGIS システム「安震ウェブ」³⁾

安震ウェブは、WWW により防災情報を提供するGISサーバーであり、行政側のシステム・データと協調することを想定している。JAVA によるWebGIS により、利用側に特別なソフトがなくても一般的なブラウザによりネットワーク経由で手軽に利用できる。また、モバイル端末側からの位置、画像、その他入力情報をPHS 等を経由して受信し、リアルタイムにデータベースに反映することができる。サーバーには地図、震源や地震動、地盤、建物、都市施設など各種防災情報や都市計画、被害推定結果などが一元管理されている。平常時には、行政側は災害予測や防災計画などに活用できる。一方、住民は地域の防災情報を得ることができ、防災関係技術者は行政側の持つ技術情報を建築設計や防災業務等に活用できる。表示例を図5に示す。



図5 安震ウェブ・ウェブGIS画面

(2) 地域防災拠点システム「安震スタンド」

安震スタンドは、地域の防災拠点となる小中学校などの避難所施設に設置する。具体的には、市役所・区役所などと専用線や無線で接続したサブサーバーを備え、公衆回線が使用できない場合に端末とサーバーをつないで地域情報の送受信を担うとともに、端末のスペア部品やバッテリーなども常備し機器メンテナンスを行う。さらに大型スクリーンやプロジェクタを備え、災害時の避難所運営支援や、平常時の小中学校における防災教育や理科・社会教育等に活用する。

(3) 携帯型災害情報端末「安震君」

安震君 (AnSHInKUn : Anti Seismic Hazard

Information Keeping Unit) は、多面的な防災・災害情報の収集と活用のための携帯端末であり、町内会長などの地域代表者、建築技術者、自治体職員やライフライン事業者職員などに貸与することを想定している。安震君は、図6に示すように、携帯型のパソコンに移動通信インターフェイス、デジタルカメラ、GPS などを備え、通常はこれに固定設置された超小型地震計や周辺機器を接続している端末である。災害情報を送受信する専用ソフトに加え、GIS、ナビゲーション、データベースなどのソフトを備えている。地震災害時には、まず客観データである地震記録を即時送信することにより、高密度リアルタイム地震観測システムとして機能する。次に簡単なアンケート送信、さらに端末を携帯してGPS ナビゲーションや移動体通信を活用した情報収集端末として使用する。



図6 安震君の構成

「安震君」は、表1 に示すように、平常時から災害後の時間経過に応じて様々な機能を発揮する。平時は、町会の代表者などの家庭に常備し「安震ドック」にセットして、安震ウェブを参照しながら町内の安全チェックや防災訓練をしたり、自治体の広報や日常業務のやり取りの道具としてファックス・電話代わりに活用する。発災時には、「安震ドック」に内蔵した超小型地震計による震度情報を市役所の災害対策本部等に自動発信し、直後情報報告用の帳票

表1 災害発生前後の安震君の機能変化

時間経過	発信/受信	機能
平常時		広報・日常連絡
		防災訓練(被害想定)
		日常チェック(防災カルテ・処方箋)
!地震発生!		超小型地震計に基づく簡易計測震度情報の自動発信
		発災直後の利用者安否確認と簡易状況報告
被災直後		簡易計測震度に基づく周辺の簡易被害想定
		防災カルテ情報に基づく危険物等の町内調査・報告
		(防災カルテチェックリスト、GPS、数値地図の利用)
避難救援期		周辺の震度分布
		町内の個別建物被害度・安否情報の収集報告
		(個別建物被害度、安否チェックリスト、GPS、数値地図の利用)
応急復旧期		全体被害状況の受信
		避難所・救急医療・救援物資・安否情報の送受信
		住宅・交通・心身ケア・職場情報の受信
復興期		各種行政手続き情報の受信
		復興計画策定の情報

を自動生成する。この帳票は極く簡単なもので、町会代表者の安否確認と最低限の状況をチェック形式で発信する。行政側は町会レベルの震度情報と直後報告に基づき、被害状況の早期把握に役立てる。

つぎに、「安震君」が内蔵する地区情報「防災カルテ」情報と揺れの強さを用いて簡易被害予測を行い、これを参考にして町内の状況調査を行う。町会代表者は「安震君」を「安震ドック」から切り離し、防災カルテ情報に基づいて町内を一巡して被害の一次情報を報告する。防災カルテには町内の危険物や重要拠点などの非常時チェック項目が地図上に表示され、ナビゲーションシステムが調査を支援する。その際に、内蔵のデジタルカメラで映像情報も取得する。映像情報には、GPSによる位置・時間情報が自動添付される。

一方、「安震ウェブ」上には自治体の震度情報ネットや町会レベルの震度情報が添付され始めているので、安震君から被害の全体状況が把握できる。町会代表者は口コミでこの種の情報を周囲に伝達する。次の段階は、やや詳細な状況調査へと移る。「安震君」には防災カルテ上に各町会毎の世帯・建物情報が格納されているので、町会代表者はナビゲーションシステムの援助を受けながら各建物の被災状況、各世帯の安否情報を調査する。調査結果は市役所等へと送信すると共に、「安震スタンド」のある避難拠点にも報告する。これにより、行政側は早期に被害状況・安否情報を把握でき、「安震ウェブ」を介してきめ細やかな情報提供が可能となる。

「安震ウェブ」上では、時間の経過と共に、安否情報に加え、避難所、救援物資、給水、救急医療、交通などの、救急・避難時期に必要な情報を提供し始め、「安震スタンド」や「安震君」が被災住民と行政とをつなぐ情報のパイプとなって機能する。その後の応急復旧段階では、応急仮設住宅、罹災証明などの様々な行政手続き情報を3つのシステムを介して送受信できる体制を整える。

ここで示した安震システムは、従来のトップダウ

的な情報流通とは逆のボトムアップ的な災害情報流通を含んだフレームワークを提示したものであり、これにより災害情報の流通・整理の状況を変え、地域住民・行政担当者・技術者の防災意識改革に結びつけることも意図している。「安震君」は、行政職員や建築技術者にとっても、応急危険度判定や罹災証明発行、被害調査集計などの業務に有用である。また、日常時の「安震君」の利用を通して、市民や一般行政職員の防災意識を平時から醸成できるというメリットもある。「安震ウェブ」「安震スタンド」「安震君」から構成される「安震システム」は、各々自治体・学区・町会といった日常時の町の運営単位に対応している。したがって、これらは相互に補完しながら機能し、災害時にもシステムの冗長性と情報伝達の双方向性を確保することができ、たとえ行政によるトップダウン的対応が破綻しても、ボトムアップ的に情報を流通できる。

なお、最近では、仮想現実感（VR）を利用した地震シミュレータも開発され、災害時のイメージトレーニングの道具としても活用されている。地震活動期を迎え、南海トラフでの巨大地震と共に、内陸活断層に伴う直下地震の活動が懸念される状況の中で、今後、様々な情報・通信・計算機技術を取り入れた防災技術を構築し、十分な備えをしていくことが必要であろう。

参考文献

- 1) 亀田弘行代表：文部省緊急プロジェクト・兵庫県南部地震をふまえた大都市災害に対する総合防災対策の研究報告書，1995
- 2) 太田裕：リアルタイム地震防災について・期待と課題・，建築防災，1996.7
- 3) 福和伸夫，高井博雄，飛田潤：双方向災害情報システム「安震システム」と携帯型災害情報端末「安震君」，日本建築学会技術報告集，第12号，pp.227-232，2001.1



図7 安震君の表示画面の例