

総合災害情報システム

Comprehensive Disaster Management System

篠崎 功
T. Shinozaki

山田 富美夫
F. Yamada

下川原 忠彦
T. Shimogawara

阪神・淡路大震災により、都市の災害対策活動における情報のマネジメントの重要性とその手段としての情報処理インフラの構築の必要性が強く認識された。情報インフラとしての総合災害情報システムは、震災、風水害、大規模火災時の災害対策活動での空白期をなくし、総合的な対策支援を実現するシステムである。このシステムの構築には、初動体制の速さを決める要素のシステム化、情報の一元化、システムの信頼性向上、操作環境への配慮などが必要である。また、このシステムは、ソフトウェア技術、ネットワーク技術、マルチメディア応用技術などの多様な要素技術により構成されている。システム事例としては、地震発生時の情報の空白期に有効な意志決定支援情報を提供する震災対策支援システムなどがある。

Following the Great Hanshin Earthquake, it has become evident that the construction of an information infrastructure is needed in order to manage information on countermeasures in the case of a disaster. The comprehensive disaster management system is an information infrastructure which offers effective information resources and reduces confusion in the event of a disaster such as an earthquake, storm, flood, or major fire.

The construction of this system requires many factors to be considered, including the systematization of emergency actions, unification of information, and enhancement of reliability and operation. Many technical elements are also required, including software technologies, network systems, and multimedia applications.

An example of such a system is a support system for earthquake disasters, which offers effective information resources for decisions to be taken on countermeasures immediately after an earthquake has occurred.

1 まえがき

1995年1月17日未明、マグニチュード7.2の都市直下型地震が兵庫県南部で発生し、死者6,300余名、負傷者41,500余名に上り、阪神・淡路大震災と呼ばれる戦後最悪の被害をもたらした。この震災は、わが国で社会経済的な諸機能が高度に集積された都市を直撃した初めての都市災害であった。

阪神・淡路大震災以後、政府、地方自治体などで災害対策のさまざまな検討、見直しが進められている。従来、都市の災害対策としては、道路、ビルなどの都市建築物の耐震強度を向上させるといったハードウェア面に注目したアプローチが採られていた。しかし、阪神・淡路大震災では、被害状況の把握と個々の対応状況の把握が十分にできなかったことが、被害拡大の一要因となったといわれている。また、発災後の緊急対応、応急復旧、復興過程で、次々と処理すべき新しい事象が発生し、その処理能力のいかに災害対策活動の質を強く規定していることがわかった。その結果、災害対策における情報のマネジメントの重要性とその手段としての情報処理インフラ構築の必要性が強く認識されることとなった。

当社は、従来から、このような考えかたを重視し、1987

年から建設省建築研究所との共同研究“都市防災総合情報システム”に参画し、災害状況検知システム、避難誘導支援システムなどの開発を行ってきている。また、1994年に

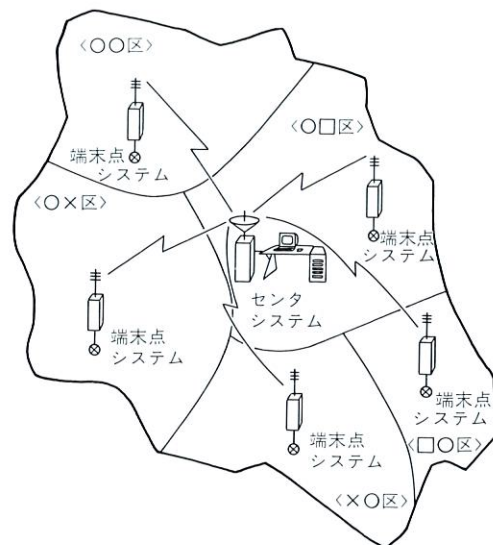


図1. 震災対策支援システム構成例 震災対策支援システムは、地震計などからの観測情報を基に機能する総合災害情報システムの主要システムである。

Example of configuration of system for earthquake disasters

は川崎市の震災対策支援システムの構築を行った。

ここでは、災害対策活動での空白期をなくし、総合的な対策支援を行う情報処理インフラである総合災害情報システムについて紹介する。また、システム事例として地震発生時の情報の空白期に有効な意志決定支援情報を提供する震災対策支援システム(図1)を取り上げ、その機能の概要を述べる。

2 システムの概要

2.1 システムコンセプト

総合災害情報システムは、“情報の空白、時間の空白、意志決定の空白を埋め、防災関係機関の総合的な対策支援を実現する”ことをそのコンセプトとしている。情報の空白、時間の空白、意志決定の空白を埋めることは、災害対策活動での初動体制の早期確立支援や次々に発生する事象への適切な情報を提供することである。また、総合的な対策支援を実現することは、主な都市災害である震災、風水害、大規模火災での緊急対応、応急復旧、復興過程にわたる対策を支援することである。

2.2 システム構築のポイント

総合災害情報システムの構築では、即時性、操作性、信頼性、さらには保守性、経済性などのさまざまな要件が求められる。ここでは、システムコンセプトに基づく要件を中心に、システムが災害時に確実に動作するための要件や地域住民への救済活動支援に必要な要件も整理する。以下に、システム構築に求められる要件のポイントを示す。

- (1) 初動体制の早期確立を支援するため、災害対策活動での初動の速さを決める要素のシステム化を行う。初動の速さを決める要素は、発災時のデータ集計、被害予測、初動体制指示の3要素である(図2)。
- (2) 次々に発生する事象への適切な情報を提供するため、災害時に関係する機関とのネットワーク構築による情報の一元化を行う。また、提供する情報には、大局的な判断ができる統計データや被災地の状況を視覚的に判断できる映像情報を活用する。
- (3) 震災、風水害、大規模火災に対応するため、各種観測網の整備と災害ごとに対策支援システムの構築を行

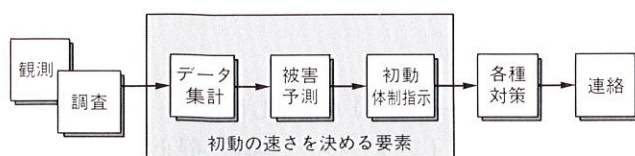


図2. 初動体制を決定する要素 災害対策では、データ集計、被害予測、初動体制指示の3要素が、初動の速さを決定する。

Factors determining initial emergency countermeasures

表1. 信頼性向上の方法

Methods for improving system reliability

項目	方法
センサ	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な設置場所の選定と防護装置 ・複数のセンサによる相互補完 ・自己診断機能 ・センタシステムからの定期診断
ネットワークシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・公衆回線と防災行政無線などの併用による相互バックアップ ・構内LANの二重化(ルーチング自動切換)
データサーバ	<ul style="list-style-type: none"> ・データ・サーバの二重化構成 ・ディスク装置の二重化(ミラーディスク) ・ディスク装置の無停止交換
免震装置	<ul style="list-style-type: none"> ・免震床によるデータサーバなどの保護
電源装置	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用発電装置と無停電電源装置による停電対策 ・太陽光発電の利用
センタシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・サブセンタ併設によるバックアップ

う。また、各対策支援システムには、各災害の被害予測シミュレーションの機能をもたせる。

- (4) 緊急対応、応急復旧、復興過程にわたり対策支援を行うため、災害対策業務に必要なデータベースの構築と各種業務支援ソフトウェアの整備を行う。
- (5) 被災地における情報の欠乏やそれによる混乱を防ぐため、インターネットやパソコン通信を利用して地域住民へ援助や生活に関する情報を提供する。
- (6) 平常時でのシステムの有効活用を図るため、訓練・啓蒙機能などをもたせる。
- (7) 災害時にシステムが確実に動作するよう、構成機器の信頼性を上げてシステムに冗長性(二重化、階層化)をもたせる。システムの信頼性向上の方法を表1に示す。
- (8) 災害時の緊迫状況でも正確な操作ができるように操作の容易性や誤操作防止の配慮を行う。

2.3 システム構成例

総合災害情報システムの全体システム構成例を図3に示す。このシステムは、県の災害対策活動支援を中心に構成されたシステムである。県防災センターでは、防災行政無線などを利用した各種観測網と震災、風水害、大規模火災の各対策支援システムの構築がなされている。また、各行政関係機関と相互にネットワークで接続し、情報の一元化を図っている。その他、AV(Audio and Visual)システムによる映像表示やインターネットによる地域住民への情報の提供も行っている。なお、総合災害情報システムの構築に必要な関連技術については、次章で紹介する。

3 システム関連技術

総合災害情報システムは、幅広くかつ効率的に災害活動支援を実現するため、さまざまな要素技術が必要となる。以下に、このシステムに関連する技術の概要を紹介する。

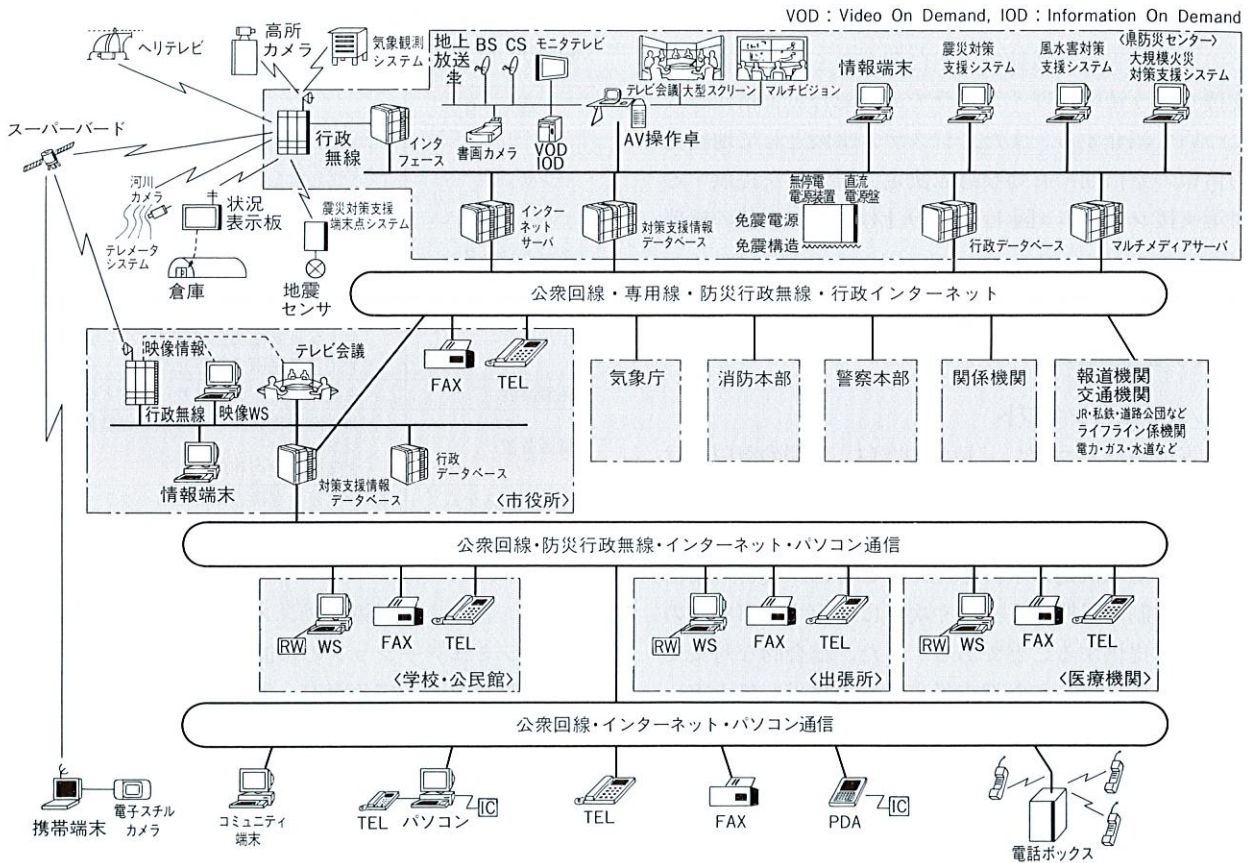


図3. 総合災害情報システムの構成例 総合災害情報システムは多様なサブシステムから構成される。

Example of configuration of comprehensive disaster management system

- (1) 対策支援システム 発災後の初動体制の早期確立を支援する被害予測シミュレーションを中心的な機能として災害対策活動での意志決定支援を行うシステムである。また、このシステムは、災害ごとに構築され、総合災害情報システムの根幹となるシステムである。
- (2) 地図情報システム 被害状況や避難所などの状況をエンジニアリングワークステーション (EWS) の地図上に展開し、被害概況や救援活動状況の把握を行う。また、地図上での被災地や避難所のデータベース検索もでき、災害対策活動の業務全般に活用できる (図4)。
- (3) 防災行政無線 災害対策本部から関連部門への一斉通報、住民への避難勧告や災害現場の情報を収集するために利用する。また、地震計や風向風速計などのセンサ情報のデータ伝送にも利用する。
- (4) AVシステム 被災地の映像や各種シミュレーション結果などを大型スクリーンやマルチスクリーンに表示し、視覚的に判断できる情報を提供する (図5)。
- (5) インターネット 行政機関にWWW (World Wide Web) サーバを構築し地域住民、現地に派遣された職員との情報交換に利用する。また、各関係機関に個別に構築されたネットワークを相互接続したネットワーク



図4. 地図情報システムの画面表示例 災害対策活動全般に地図情報システムは利用される。

Example of geographical information system display

- (行政インターネット) を構築し情報の一元化を図る。
- (6) マルチメディアサーバ 動画、静止画、音声、文字の各種メディアを取り扱うデータサーバである。利用者は電話、パソコン、PDA (Personal Digital Assistant) などの端末機器で、援助活動や生活に必要な情

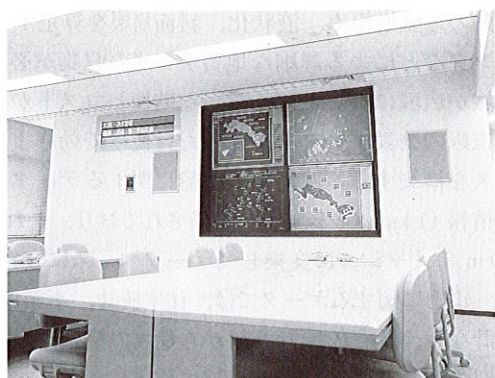


図5. 災害対策本部のAVシステムの外観 災害対策本部では意志決定に必要な情報を大画面に表示する。

View of audio-visual system in disaster countermeasures headquarters

報を取り出すことができる。また、平常時には、行政広報サービスや公共施設利用サービスの案内などにも利用できる。

- (7) PDA 地域住民、ボランティアなどが携帯して救援情報や生活情報を収集する。また、県、市などの責任者が携帯し、災害時の不在のときに情報の収集や職員への指示を行う。
- (8) 携帯端末 現地に派遣された職員が、被災地の情報収集手段として活用する。また、電子スチルカメラで撮影した被災地の画像を携帯端末に取り込み、公衆回線や防災行政無線により災害対策本部へ送信することもできる。
- (9) ICカード ICカードを使い、避難所の避難民のIDカードとして利用する。また、高齢者、病人などの災害弱者の個人データを登録し、避難所での適切な治療・介護の支援に利用できる。

4 システム事例（震災対策支援システム）

総合災害情報システムは、多様な機能があるシステムである。その多様な機能の中で、発災後の情報の空白を埋めて初動体制の早期確立を支援する被害予測シミュレーションの機能は、もっとも重要な機能の一つである。ここでは、地震による被害予測シミュレーションを中心的な機能として、震災時での災害対策活動の意志決定支援を行う震災対策支援システムについて紹介する。

4.1 目的

震災対策支援システムは地震発生を感知した直後に、地震情報の作成と各種被害予測を行い、発災後の情報の空白期に適切な情報を提供することにより、迅速な対処を支援し、被害を最小限に食い止めることを目的に作られたシステムである（システム構成例図1参照）。

4.2 機能概要

このシステムは、災害時には、地震計などからの観測情報を基に、土木、建物、ライフライン、住民などの被害をメッシュ単位（500 m×500 m）や市区町村単位に即時に予測する。また、平常時には、被害予測シミュレーションにより地域防災計画策定や防災訓練のために利用できる。機能的には、災害検知機能、被害予測機能、データベース管理機能から構成されている（図6）。

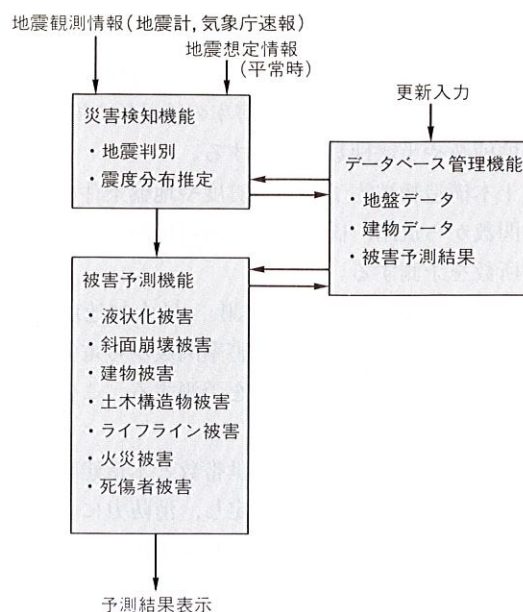


図6. 震災対策支援機能の構成 震災時は地震計からの情報を基にメッシュ単位に被害状況を予測する。

Countermeasures support system for earthquake disasters

4.2.1 災害検知機能 災害検知では、地震観測情報から比較的大きな被害発生の危険があるかどうかを判定し、被害予測に必要なメッシュ単位の震度分布を算定する。

地震時に得られる観測情報としては、気象庁の地震情報や、自治体などで独自に設置する地震計観測値がある。

気象庁の地震情報は、地震発生後約3分で震央、震源深さ、マグニチュード、各地の震度などの速報値が得られる。これに、独自に設置した地震計からの情報を用いてきめ細かく全域の震度分布を算定する。

地震被害は地表面での地震動の強さに左右される。メッシュ単位の地表面地震動分布を推定するためには、震源位置や震源形状から得られる地震基盤上での地震動分布に、地震基盤から地表面への地震動の伝達係数である地盤増幅率を掛けて算定する。

また災害検知では、災害時だけでなく平常時にも活用できるように、過去に発生した地震や想定した地震の情報を入力して、後述の被害予測機能による被害状況をシミュレー

ションできる。

4.2.2 被害予測機能 被害予測では、地震動の強さに基づいて、土木、建物、ライフライン、住民への被害をメッシュ単位に算定する。

以下に主な予測項目と予測方法を示す。

- (1) 液状化被害予測 地形ごとに設定された液状化が発生する地表速度により、地盤の地形から液状化危険度を予測する。
- (2) 斜面崩壊被害予測 過去の地震に斜面崩壊事例を基にした統計的なモデルにより、地盤の傾斜や地形分類などから斜面崩壊危険度を予測する。
- (3) 建物被害予測 建物タイプ(構造種別、階数、建築年度)や最大加速度と被害率の統計的な関数により、全壊棟数や半壊棟数を予測する。
- (4) 土木構造物被害予測 震度や地盤条件により被害率関数から道路、橋りょう、河川堤防の被害度や被害箇所数を予測する。
- (5) ライフライン施設被害予測 最大加速度、地盤条件、施設条件などにより被害率関数から電気、ガス、水道の被害度や被害箇所数を予測する。この画面例を図7に示す。
- (6) 火災被害予測 地域の世帯数と木造建物の全壊率から統計的に出火件数を算定し、消防力による評価を行い、延焼出火点数と焼失棟数を予測する。
- (7) 死傷者被害予測 過去の地震被害からの統計的なモデルにより、全壊・焼失家屋数や地震発生時間帯から死者数と負傷者数を予測する。

4.2.3 データベース管理機能 被害予測に使用する地盤や建物に関するデータは、メッシュ単位で管理するため膨大な量になる。このため、容易にデータベースの登録更新ができる手法を用いる。

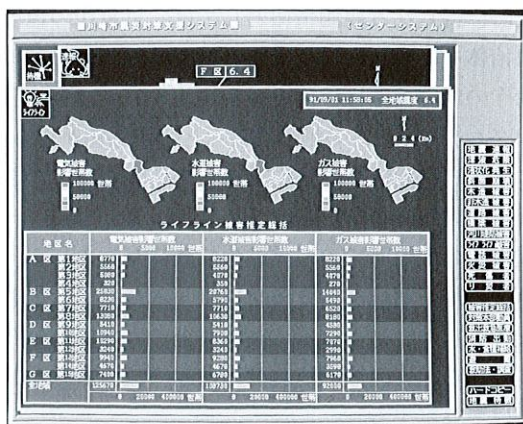


図7. ライフライン施設被害予測の画面表示例 各ライフライン別に被害予測を表示する。

Example of utility damage prediction display

地震動の地盤増幅率、液状化、斜面崩壊を算定するには、ボーリングなどによる詳細な地質データの収集が必要である。地域が広域になるとばくばく時間とコストがかかるため、市販の公表データをできるだけ使って効率よくデータベースを構築する。例えば、地盤に関するデータでは国土数値情報(1kmメッシュ)が整備されており、これを250m~500mのメッシュに変換してデータベースに登録する。

また、建物に関するデータでは、住宅統計、事業所統計、人口統計など、既存の統計資料から建物の構造、階数、建築年度別のデータをメッシュ単位に作成しデータベースに登録する。

5 あとがき

ここでは、関連技術の説明や震災対策支援システムの事例紹介により総合災害情報システムの機能概要について紹介した。総合災害情報システムは、多様な技術を有機的に構成した複合的なシステムである。このシステムの構築には、センサ技術、大規模なデータベース構築技術とこれらを活用するソフトウェア技術、さらにこれらの動作環境を整備するネットワーク技術やAVシステム技術そしてマルチメディア応用技術などが求められる。当社では、これらの技術を活用し、都市の災害対策活動に貢献できる総合災害情報システムを構築していく所存である。

文 献

- (1) 曾我部均, 他: 防災情報システム, 第18回 公共システム研究会, pp.3.1-3.17 (1992)
- (2) 恒川 尚, 他: 都市防災情報システム, 第15回 水道研究会, pp.4.1-4.29 (1989)
- (3) 国土庁編: 平成7年版防災白書, pp.1-117 (1995)
- (4) 亀田弘行: 追跡・阪神淡路大震災, 科学朝日, 1996-2, pp.121-123 (1996)
- (5) 松岡昌志, 他: 国土数値情報とサイスミックスマイクロゾーニング, 日本建築学会第22回地盤震動シンポ, pp.23-34 (1994)



篠崎 功 Tsutomu Shinozaki

官公システム事業部環境・都市システム推進担当。
都市システムのエンジニアリング業務に従事。情報処理学会、日本ファジイ学会会員。
Government & Public Corporation Systems Div.



山田 富美夫 Fumio Yamada

重電技術研究所システム技術開発部制御システム技術担当グループ長。ビル施設制御、都市防災など社会システムの研究開発に従事。電気学会会員。
Heavy Apparatus Engineering Lab.



下川原 忠彦 Tadahiko Shimogawara

東京システムセンター応用システム部。
都市管理、上下水道用計算機システムの設計に従事。情報処理学会会員。
Tokyo System Center