

# 災害対応シミュレータの概念設計

## Concept design of a disaster response simulator

東田 光裕<sup>1</sup>, 牧 紀男<sup>1</sup>, 林 春男<sup>1,2</sup>

Mitsuhiro HIGASHIDA<sup>1</sup>, Norio MAKI<sup>1</sup> and Haruo HAYASHI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所地震防災フロンティア研究センター

Earthquake Disaster Mitigation Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

<sup>2</sup> 京都大学防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

From the lessons of the 1995 Hanshin-Awaji Earthquake Disaster that initial response was delayed, government organizations have established disaster response support system using computer network for collecting damage data. However, a disaster response is continuous problem solving or decision-making, which needs various kinds of information not only damage situation. This paper proposes the appropriate disaster response support system and the concept design of a disaster response simulator.

**Key Words:** disaster management, disaster response, support system, and simulator

### 1. はじめに

防災における情報の重要性を広く認識させたのは、1995年に発生した兵庫県南部地震である。その後、内閣府に移行した国土庁防災局をはじめとする中央官庁や、地方自治体で防災情報システムが導入されるようになった。導入の背景には「今回の過ちを二度と繰り返さない」という想いがある。地震災害は突発災害であり、すべての災害対応活動は災害発生直後からしか始めることができないという制約が存在する。そのため地震災害発生直後からの初動体制をいかに迅速化するか、有効化するかが災害対応活動の質を規定する重要な要因であるという認識が生まれた。災害発生直後の特徴の一つに「情報空白期」がある。災害によって生まれた新しい現実を認識するためには信頼性の高い情報を短期間に膨大に収集・解析し、全体像を決像させる必要がある。しかし、災害発生直後の混乱はそのための情報の収集と伝達を困難なものにするために、情報空白期の存在は避けがたい。そのため、情報空白期をいかに短縮できるかが重要な課題となった。これらの経験を踏まえ、国や防災に熱心な地方自治体をはじめさまざまな機関で現在までに災害対応支援を目的とする情報システムの導入や災害対応訓練がおこなわれてきた。

平成14年度から文部科学省は総合科学技術会議の戦略構想<sup>1)</sup>に沿って「新世紀重点研究創生プラン(Research Renaissance 2002)」として、「ライフサイエンス」「情報通信」「環境」「ナノテクノロジー・材料」「防災」の5分野を対象とした新規の大型研究プロジェクトを開始した。防災分野では「大都市大震災被害軽減化」を目標とした研究プロジェクトが、今後5年にわたって展開

することになった。このプロジェクトが防災の研究者にとって持つ意味は極めて大きい。第1に、「防災」研究が科学技術立国を目指すのが国の重点研究創生分野の一翼として位置付けられたことである。一般的に言えば、科学技術が安全と安心の確立のために貢献することをわが国が強く希望するというメッセージが発せられていた点である。第2に、年間32億円程度の競争的研究資金が防災研究に保証されたことも大きな価値を持つ。第3に、これがカスタマーニーズに端を発する研究資金であることである。社会の側が大震災による大都市の被害の軽減を行うための技術開発を求めるという明確な達成目標が明示されたことが新しい。第4に、MBO方式のプロジェクト募集がなされていることである。MBOとはManagement by objectiveの略で、成果主義的なマネジメントシステムで用いられる「目標の達成と追跡」の方法である。今回のプロジェクトは「あらかじめ課題等を設定して、研究開発を実施する機関を公募等により選定する委託事業」と説明され、MBOにもとづいた制度設計になっている。これまでは科学研究費補助金であれ、振興調整費であれ、研究者側のイニシアティブによって研究課題が設定され、ピアレビューによって採択が決まるという方式がとられている。それに対して今回は、あらかじめ設定された到達目標に達成できるだけの力を持つ研究を選択する。この違いは一見わずかなものに見えるが、研究推進方法を根本から改革するほどのインパクトを持ちうるものである。そして第5に、個々の研究者ではなく、研究組織としての研究推進が求められている。

「大規模大震災被害軽減化プロジェクト」における重要課題として、「大規模地殻構造調査研究」「震動台による耐震性向上」「地震防災統合化研究」とならんで、

「災害対応戦略研究」があげられている。「災害対応戦略研究」を形作る要素として、「レスキューロボット等の高度な次世代防災インフラ構築」と並んで、「震災総合シミュレーションシステムの開発」「大都市特性を反映する先端的な災害シミュレーションの技術開発」、「シミュレーション活用手法の開発」の3項目が具体的な研究課題として設定されており、地震防災にせまく限定せずに、防災全般について効果的に「災害対応シミュレーション」を活用して、被害軽減を図ることが期待されている。

「大都市大震災被害軽減化プロジェクト」が社会の要請に対する防災研究を組織レベルで展開する「マーケットインの防災」の嚆矢となるためには、少なくとも「災害対応シミュレーション」を効果的に活用して被害軽減を図れるようにするために、何をすべきかが問われなければならない。達成すべき理想の姿はなにか、これまでにどのような実績が蓄積されているのか、残された問題点はなにか、今後どのような問題を解決すればいいのか、についてプロジェクトに参加する研究者間で基本的な認識の共有がなされることが、まず必要となる課題が中心的研究課題として設定されている。

コンピュータを使い災害時に発生する物理的な現象(家の倒壊、避難行動等)の再現や疑似体験による防災力の向上を図るためには非常に有効である。しかし、単なる物理的現象の再現だけでは防災力を向上させるには十分とは言えない。特に、研究対象を自治体の防災担当者に限定したとき求められる能力とは、災害過程において発生する様々な出来事に関して限られた時間内に、適切な意思決定を迅速に行うことである。現在、防災分野においてこの種の研究<sup>2)</sup>が進められているが、本研究では、地震災害だけでなくあらゆる災害を対象とした災害対応に共通に求められるさまざまな能力について分析を行い、特に災害対応における意思決定を行うために必要とされる概念の抽出を行う。また、その能力の向上を図るための災害対応シミュレータの概念設計を行うことを目的とする。

## 2. 災害対策の現状

### (1) 防災情報システム

阪神・淡路大震災では災害対応の初動体制の確立に問題があったとの指摘を受け、発災直後に発生する情報空白期において、迅速に被害状況を把握し、防災担当機関が即時に初動体制を確立できるような支援を主眼としたシステムが構築されている。防災情報システムとは、自治体によってその機能は異なるが、現在の防災情報システムに共通する仕様は次のようになっている。平常時は、危険とおもわれる個所に設置したカメラからの映像や、土砂センサ・水位センサなどにより監視(定点監視システム)を行い、危険個所や避難所などの各種情報を地図上に表示(地理情報システム)させる。地震などの災害の発生とともに職員を招集(災害対策支援システム)し、震源や地震規模あるいは強震計の観測記録(観測情報収集システム)をもとに、被害総量と発生位置を推定(被害予測システム)する。それに加えて、被災地からの映像(被害状況収集システム)によって被害状況や対応の状況について把握する。これらの情報を対策本部の大画面モニター(映像情報表示システム)や各地の端末のモニターに配信する。

要するに、災害が発生したという知らせを受けて「何が起きているのか」を知るためのシステムが構築されてきたのである。前述したように、情報を把握することに主眼がおかれているために、防災担当者などが行う意思決定は自動的に状況把握さえできればできるものと考えられている。災害対応の現場ではいろんな場面で迅速かつ的確な意思決定が要求される。そのため今後は、意思決定を含めた防災情報システムの構築が必要である。

### (2) 災害シミュレーションシステム

地震などの災害発生直後の初動体制にあたり迅速かつ的確な判断を行うための情報を提供するため現在多くの災害シミュレーションシステムが開発されている(表1)。これらの推定結果は、被害状況などと合わせて災害対応の意思決定を行うための判断材料として有効である。ただ、あくまでも補助的な情報であり、最終的な決定は判断する人の能力に依存している。

表1 既存の災害シミュレーションシステム

| システム名                 | 開発・運用主体      | シミュレーションの対象      |
|-----------------------|--------------|------------------|
| 震度予測システム              | 地方公共団体<br>民間 | 震度               |
| 建物被害予測システム            | 地方公共団体<br>民間 | 建物被害             |
| 延焼シミュレーションシステム        | 地方公共団体<br>民間 | 延焼図像             |
| 人的被害予測システム            | 地方公共団体<br>民間 | 死傷者・負傷者          |
| 避難シミュレーション            | 地方公共団体<br>民間 | 避難時間             |
| 道路閉塞予測・貨物輸送ルート最適化システム | 地方公共団体<br>民間 | 最適ルート            |
| 簡易型地震被害想定システム         | 総務省消防庁       | 木造家屋被害、出火件数、死者数  |
| 地震被害想定支援マニュアル         | 内閣府          | 震度、建物被害、人的被害     |
| EES(地震被害早期推計システム)     | 内閣府          | 震度分布・建築物被害・人的被害  |
| EMS(地震対策支援システム)       | 内閣府          | 最適ルート            |
| 地震活動等総合監視システム(EPOS)   | 気象庁          | 地震発生時刻、震源、地震の規模  |
| 固の震度予測システム            | 気象庁          | 固の震度             |
| 地震津波監視システム(ETOS)      | 気象庁          | 津波の高さ・到達時間       |
| ナウキャスト地震情報提供システム      | 気象庁          | 主要動の到達時刻や推定震度等   |
| ユレダス/ハラス              | 鉄道会社         | 被害:新幹線を減速        |
| ガス供給施設被害予測システム        | ガス会社         | 被害:ガス供給停止の判断     |
| 電力供給施設被害予測システム        | 電力会社         | 電柱、電線、変圧器等の施設の被害 |
| 水道管被害予測システム           | 地方公共団体       | 水道管路の被害          |
| 通信施設被害予測システム          | 電話・通信会社      | 被災状況             |
| 耐震設計システム              | 建設会社         | 耐震設計方法           |

### (3) 防災訓練

#### a) 情報伝達を目的とする防災訓練

自治体などでは防災担当者やその他関係機関を対象とした防災訓練が毎年必ず数回、多いところでは十数回にわたり行われている。しかしそのほとんどが、

- ・ 情報収集・伝達訓練
- ・ 職員参集訓練
- ・ 消火訓練
- ・ 避難訓練
- ・ 端末の操作訓練
- ・ 防災機器の操作訓練 等

といった内容に限られる。中には、訓練のために綿密なシナリオを作成して現実さながらの状況付与を行っている場合もある。しかし、多くが与えられた情報について地域防災計画や行動マニュアル等に記載された内容にできるだけ忠実にそして迅速に伝達していくことを目的とした情報伝達訓練に終わっている。表2、表3に平成13年度兵庫県で行われた防災情報システムを用いた防災訓練の一部を示す。

表2 操作訓練の一覧

| 開催日        | 開催回数<br>(回) | 受講者数<br>(人) | 対 象              | 開催場所  |
|------------|-------------|-------------|------------------|-------|
| 4月4日-9日    | 10          | 30          | 県民局防災担当          | 総合庁舎等 |
| 4月17日-18日  | 2           | 56          | 初動要員(災害待機宿舎居住職員) | 県庁    |
| 4月26日-27日  | 2           | 16          | 防災局転入者           | 県庁    |
| 5月10日-6月8日 | 28          | 245         | 防災端末設置全機関        | 県庁    |
| 7月6日-9日    | 2           | 56          | 初動要員(災害待機宿舎居住職員) | 県庁    |
| 10月3日-23日  | 19          | 107         | 防災端末設置全機関        | 総合庁舎等 |
| 合計         | 63          | 510         |                  |       |

表3 防災訓練の一覧

| 実施日    | 訓 練 名                | 実施場所                       | 参加機関等                                                          | 備 考    |
|--------|----------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|
| 6月12日  | 六甲山系土砂災害情報伝達訓練       | 災害対策センター                   | 防災企画課、農地整備課、治山課、砂防課、河川課、道路係全課、重機係等課、神戸・阪神南・阪神北県民局及び管内土木事務所、警備等 | 情報伝達訓練 |
| 6月29日  | 尼崎市総合防災訓練            | 尼崎市                        | 阪神南県民局、尼崎市、第35普通科道隊                                            | 情報伝達訓練 |
| 9月4日   | 兵庫県防災総合訓練            | 災害対策センター、明石市、西播磨・但馬広域防災拠点他 | 県、明石市、北播磨・東播磨県民局及び管内市町村                                        | 情報伝達訓練 |
| 9月8日   | 「防災の日」非常通信訓練         | 災害対策センター                   | 防災企画課、各県民局                                                     | 情報伝達訓練 |
| 9月28日  | 徳山市防災総合訓練            | 徳山市                        | 丹波県民局、徳山市                                                      | 情報伝達訓練 |
| 10月3日  | 阪神北部広域防災情報伝達訓練       | 災害対策センター                   | 阪神北県民局、伊丹市、川西市、播磨川町、宝塚市                                        | 情報伝達訓練 |
| 11月18日 | 西播磨地域広域防災総合訓練        | 中・西播磨県民局                   | 中・西播磨県民局及び管内4市21町                                              | 情報伝達訓練 |
| 12月4日  | 災害対策丹波地方本部防災総合訓練     | 丹波県民局                      | 丹波県民局、春日町、水上郡広域消防本部                                            | 情報伝達訓練 |
| 3月5日   | 淡路地域防災訓練             | 淡路県民局                      | 淡路県民局、及び管内1市10町                                                | 情報伝達訓練 |
| 3月19日  | 中播磨・西播磨地域防災対策推進協議会訓練 | 中播磨・西播磨地域防災対策推進協議会         | 中播磨・西播磨県民局及び管内全市町、消防本部、警備等                                     | 情報伝達訓練 |

## b) 状況分析を必要とする防災訓練

## I) 河川情報センターによる訓練

訓練手法のひとつに(財)河川情報センターが行っているロールプレイング方式による危機管理演習<sup>3),4)</sup>がある。この訓練では、訓練を行う側(コントローラ)と訓練を受ける側(プレーヤ)に分かれ、予め作成されたシナリオに従い訓練を進める。プレーヤ側はコントローラ側から次々に付与される被害状況に対して、情報の収集、選択、判断、実行などのアクションを疑似体験する。時には、プレーヤ側からコントローラ側に問合せをすることもあり、その場合もコントローラ側はシナリオに従いその時点での状況に応じた回答(情報)を与える。また、災害対策本部の設置に関する訓練や設置後の対応を中心とした訓練など、どの段階から訓練をはじめるかは自由に設定できる。訓練の規模はかなり大きく、プレーヤ側とコントローラ側を合わせて数百名が参加する場合もある。ロールプレイング方式による危機管理演習の概要を図1に示す。また、これまでに行われた主な演習の実績を表4に示す。

## II) DIGによる訓練

図上訓練DIG(Disaster Imagination Game)<sup>5)</sup>は自衛隊が行う指揮所演習(CPX: Commanding Post Exercises)などのノウハウを応用した地図と透明シートを用いて実際に地図に書き込みを加えながら行う災害救助に関するブレインストーミングである。この訓練の目的は、参加者が防災に関する意識をたかめることにある。特徴としては、準備が簡単で経費もさほどかからないことがあげられる。また、地図へ直接書き込むことにより地域の特徴などを

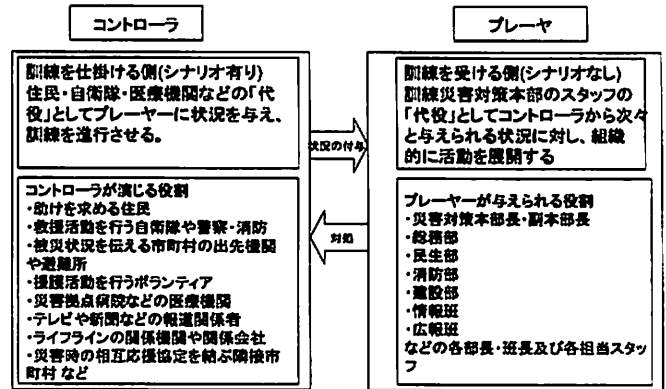


図1 危機管理演習の概要

表4 これまでに行われた演習の実績

| No. | 年月    | 訓練対象災害            | 演習等名        |
|-----|-------|-------------------|-------------|
| 1   | 10.1  | 地震 都市直下型          | (財)河川情報センター |
| 2   | 10.12 | 水害 土砂災害           | 建設大学校       |
| 3   | 11.1  | 水害 洪水災害           | 危機管理研修      |
| 4   | 11.5  | 水害 土砂災害 洪水災害      | 建設省河川局      |
| 5   | 11.12 | 水害 土砂災害           | 建設大学校       |
| 6   | 12.1  | 地震 都市直下型          | 危機管理研修      |
| 7   | 12.1  | 地震 都市直下型          | 内閣危機管理センター  |
| 8   | 12.5  | 水害 洪水災害           | 中部地方建設局     |
| 9   | 12.6  | 水害 洪水災害 土砂災害 道路災害 | 中部地方建設局     |
| 10  | 12.7  | 水害 台風災害 土砂災害      | 四国防災トップセミナー |
| 11  | 12.9  | 水害 洪水災害 土砂災害      | 東北地方建設局     |
| 12  | 12.10 | 地震 南海沖地震          | 近畿地方建設局     |
| 13  | 12.12 | 水害 土砂災害           | 建設大学校       |
| 14  | 12.12 | 水害 洪水災害           | 九州地方建設局     |
| 15  | 13.1  | 地震 都市直下型          | 危機管理研修      |
| 16  | 13.2  | 水害 洪水災害           | 中部地方建設局     |
| 17  | 13.2  | 地震 都市直下型          | 関東地方整備局     |
| 18  | 13.8  | 水害 台風災害 洪水災害      | 中国地方整備局     |
| 19  | 13.10 | 水害 洪水災害           | 北海道開発局      |
| 20  | 14.2  | 地震 都市直下型          | 近畿地方整備局     |

イメージしやすくなり意識の向上を図ることができる。先のロールプレイング方式による危機管理演習と比べると規模は小さく数十名程度でおこなわれる。

## (4) 自治体における防災担当者数

災害発生時などの緊急時に対応の中心となるのは自治体の防災担当者である。実際に名古屋市を除く愛知県下87市町村(30市57町村)を対象におこなった防災担当者数の調査結果を図2に示す。X軸には、集計上の都合により専任の防災担当職員と兼任の防災担当職員の区別を行うため、各市町村において防災に関わる専任職員を1人配置している場合は1人と考え、兼任職員を1人配置している場合は0.5人として計算を行った。Y軸は、その市町村数を表している。図2からもわかるように、愛知県下の市町村では防災担当者が2名相当数より少ない場合がほとんど(全体の72%)であることがわかる。また、市・町村別の専任職員数と兼任職員数の関係を表5、表6に示す。職員の配置パターンとして、市では専任職員1人と兼任職員2人の場合が7市(市全体の約23%)、町村においては専任職員を置かず兼任職員1もしくは2人の場合が各15町村(町村全体の約52%)となっているところが最も多い。このような結果からもわかるように市町村に共通する事実は、

- ① 防災担当者を置いていない市町村はない
- ② 町村では専任の防災担当者を置いていないところ(約25%)は少ない

ということである。今回は愛知県を例に紹介したが他の都道府県でも同じような現状が推測される。しかし、

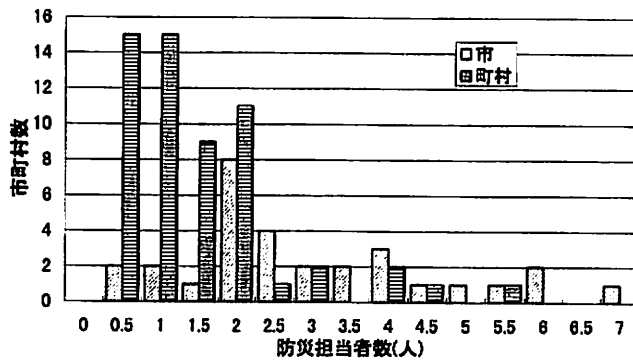


図2 愛知県における防災担当者数

表5 愛知県下30市における防災担当者数の内訳

| 専任職員数(人) | 兼任職員数(人) |      |      |      |       |       |       |       | 割合    |
|----------|----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | 7        | 6    | 5    | 4    | 3     | 2     | 1     | 0     |       |
| 7        |          |      |      |      |       |       |       | 1     | 3.3%  |
| 6        |          |      |      |      |       |       |       | 2     | 6.7%  |
| 5        |          |      |      |      |       |       |       | 1     | 3.3%  |
| 4        |          |      |      |      |       |       |       | 0     | 0.0%  |
| 3        |          |      | 1    |      | 3     |       |       | 4     | 13.3% |
| 2        |          |      |      |      | 1     |       | 2     | 3     | 20.0% |
| 1        | 1        |      |      | 1    | 1     | 7     |       | 11    | 36.7% |
| 0        | 1        |      |      |      | 1     | 1     | 2     | 5     | 16.7% |
|          | 2        | 0    | 1    | 1    | 3     | 11    | 4     | 8     | 30    |
|          | 6.7%     | 0.0% | 3.3% | 3.3% | 10.0% | 36.7% | 13.3% | 26.7% |       |

表6 愛知県下57町村における防災担当者数の内訳

| 専任職員数(人) | 兼任職員数(人) |      |      |      |       |       |       |      | 0  | 0.0% |   |      |       |
|----------|----------|------|------|------|-------|-------|-------|------|----|------|---|------|-------|
|          | 7        | 6    | 5    | 4    | 3     | 2     | 1     | 0    |    |      |   |      |       |
|          | 7        |      |      |      |       |       |       |      |    |      | 0 | 0.0% |       |
|          | 6        |      |      |      |       |       |       |      |    |      | 0 | 0.0% |       |
|          | 5        |      |      |      |       |       |       |      |    |      | 0 | 0.0% |       |
|          | 4        |      |      |      |       |       |       |      |    |      | 0 | 0.0% |       |
|          | 3        |      |      | 1    |       |       | 1     |      |    |      | 1 | 3    | 5.3%  |
|          | 2        |      |      | 1    |       |       | 1     |      |    |      | 1 | 3    | 5.3%  |
|          | 1        |      | 1    |      |       |       | 6     |      |    |      | 1 | 8    | 14.0% |
|          | 0        |      |      | 1    | 4     | 8     | 15    | 15   |    |      |   | 43   | 75.4% |
|          | 0        | 1    | 3    | 4    | 8     | 23    | 16    | 2    | 57 |      |   |      |       |
|          | 0.0%     | 1.8% | 5.3% | 7.0% | 14.0% | 40.4% | 28.1% | 3.5% |    |      |   |      |       |

「災害は忘れたころにやってくる」といわれるように頻繁に起るとは考えられない。そのため自治体の限られたリソースの中から災害対応に専任の防災担当者を配置するのは不可能である。結果、防災業務を兼任として担当することになる。さらに、多くの自治体では数年毎に人事異動があり担当者かわるという問題を抱えている。このような現実を考えたとしても、防災業務を兼任で担当している防災担当者の災害対応能力の向上を図るために、防災業務を支援するシステムの存在が重要になってくる事がわかる。

### 3. 近年の災害に対する自治体の対応

#### (1) 東海豪雨の事例

2000年9月に発生した東海豪雨による被害は死者・行方不明者10名、床上床下浸水合わせて7万棟以上という大きな被害となった。今回のような大雨等による水害の特徴は、地震災害とは異なり災害の発生をある程度予測できその対応によって、結果受ける被害が異なってくることである。このような状況下で最も必要なのは、現在起っている現実から必要とする情報をどれだけ早く抽出

表7 避難勧告の発令時間

| 日時         | 勧告・指示/雨量・水位                            |
|------------|----------------------------------------|
| 9/11 17:20 | 三重県四日市市富田地区全域にて4,234世帯、11,130人に対して避難勧告 |
| 18:00      | 徳島県：最大1時間降水量78mm                       |
|            | 三重県高岡町波瀬地区にて2世帯、8人に対して避難勧告             |
| 19:00      | 名古屋：最大1時間降水量93mm 東海：最大1時間降水量114mm      |
| 19:15      | 名古屋：最大1時間降水量170mmに対して避難勧告              |
| 19:30      | 愛知県東浦町の264世帯に対して避難勧告                   |
| 19:50      | 天白川水位(8.86m)超過                         |
| 19:55      | 岐阜県大垣市東蒲地区にて2,115世帯、6,719人に対して避難勧告     |
| 21:10      | 愛知県名古屋市の151,347世帯380,515人に対して避難勧告      |
| 21:20      | 天白川水位(10.19m)                          |
| 22:30      | 愛知県東浦町31世帯120人に対して避難勧告                 |
|            | 岐阜県岐阜市織田、玉井町他にて430世帯、約1,300人に対して避難勧告   |
| 22:45      |                                        |
| 23:00      | 愛知県小牧市24世帯95人に対して避難勧告                  |
| 23:32      | 愛知県刈谷市の1,000世帯に避難勧告                    |
| 23:55      | 愛知県西枇杷島町の8,800世帯に対して避難勧告               |
| 9/12 0:10  | 愛知県新川町に対して避難勧告                         |
| 0:30       | 愛知県箕面町850世帯1,800人に対して避難勧告              |
| 0:50       | 愛知県清洲町4,100世帯10,544世帯に対して避難勧告          |
| 1:00       | 愛知県西郷町の12,304世帯33,381人に対して避難指示         |
| 1:00       | 愛知県立市に対して避難勧告                          |
| 1:40       | 愛知県春日町1,810人に対して避難勧告                   |
| 1:55       | 岐阜県多治見市331世帯、881人に対して避難勧告              |
| 2:00       | 愛知県大治町に対して避難勧告                         |
| 2:20       | 庄内川水位(9.18m)超過                         |
|            | 岐阜県美濃加茂市加茂川町・草町・深田町21世帯57人に対して避難勧告     |
| 3:00       |                                        |
| 3:05       | 長野県平谷村全域に対して避難勧告                       |
| 3:08       | 愛知県大山市蔵曾洞地区13世帯38人に対して避難勧告             |
| 3:30       | 愛知県津島町158世帯513人に対して避難勧告                |
| 3:30       | 愛知県稲沢町に対して避難勧告                         |
| 3:48       | 岐阜県上矢作町の887世帯2,943人に対して避難勧告            |
| 4:30       | 庄内川水位(9.46m)                           |
| 5:30       | 岐阜県岐阜市43世帯134人に対して避難勧告                 |
| 5:50       | 愛知県小牧市85世帯230人に対して避難勧告                 |
| 6:00       | 愛知県旭町に対して避難勧告                          |
| 6:10       | 岐阜県中津川市78世帯310人に対して避難勧告                |
| 6:45       | 愛知県稲沢町に対して避難勧告                         |
| 7:30       | 岐阜県岐阜市258世帯913人に対して避難勧告                |
| 8:00       | 愛知県豊田市に対して避難勧告                         |
| 22:30      | 愛知県岡崎町に対して避難勧告                         |
| 9/16 10:48 | 愛知県名古屋市中区1世帯3人に対して避難勧告                 |
| 18:25      | 愛知県名古屋市中区297世帯に対して避難勧告                 |
| 19:00      | 愛知県西枇杷島町808世帯に対して避難勧告                  |

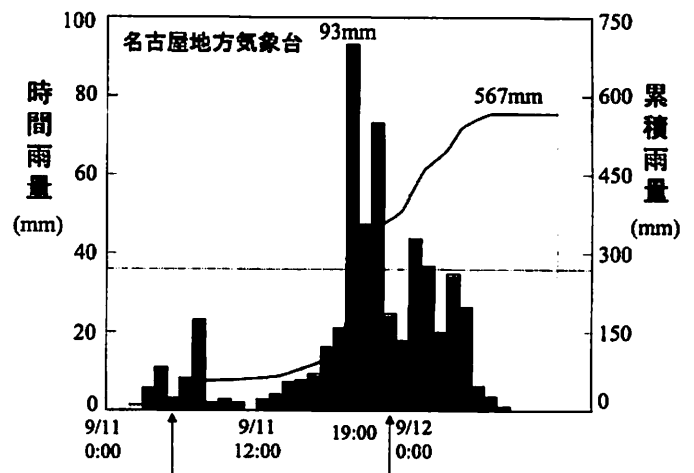


図3 名古屋での時間雨量と累積雨量

できるかである。避難勧告の発令時間(表7)を例にとってみると、9月11日19時時点で名古屋の1時間雨量(図3)<sup>6)</sup>が90mmを超え、さらに庄内川や天白川の水位が危険水位を超えている現実を考慮した上で、「どういう処置をとればいいのか」「将来どんなことがありそうか」といった予想を行うことが必要である。しかし、規模の小さい自治体では、先の調査結果から、ほとんど専任の防災担当者がいない、かつ数年で担当者かわるという現実が明らかになった。防災担当といえども災害対応に関しては素人同然である。このことを考慮すると、短時間での意思決定を伴う災害対応は非常に困難であると考えられる。

表 8 鳥取県西部地震、芸予地震の主な災害対応

|    | 日     | 広島県                                                                             | 広島市                                                                                     | 呉市                                                                                                                | 三原市                                            | 日      | 鳥取県                                                          | 日野町                                                                    |
|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 0  | 3月24日 | 県対策本部、支部設置<br>陸上自衛隊に依頼要請<br>海上自衛隊に依頼要請<br>海上保安庁に依頼要請<br>自衛隊に災害派遣要請<br>川尻町への給水要請 | 市災害対策本部設置<br>(自動設置)<br>区災害対策本部設置<br>(自動設置)<br>防災無線で全市一斉緊急放送<br>被害情報の収集開始<br>ビニールシート緊急調達 | 地震発生<br>市災害本部<br>消防局警備本部設置<br>避難所開設<br>防災資材配布開始<br>(土のう、ビニールシート)<br>県に自衛隊派遣(給水等)依頼<br>市営住宅入居者受け入れ開始<br>給水車による給水開始 | 災害対策本部設置<br>(消防本部)                             | 10月6日  | 災害対策本部設置<br>西部本部の立ち上げ<br>自衛隊は災害派遣要請<br>米子市、西伯町、日野町に<br>救助法適用 | 地震発生<br>災害対策本部設置<br>被害状況確認開始<br>県へ職員、給水車の派遣要請<br>自衛隊へ炊き出し、風呂等の<br>支援要請 |
| 1  | 3月25日 | 中国地方警備局に給水要請                                                                    | ボランティア本部設置                                                                              | 消防局被害調査開始<br>災害ゴミ受け入れ開始<br>災害ボランティアセンター設置                                                                         | ブルーシート無料配布<br>避難勧告                             | 10月7日  | 災害ボランティアセンター開設<br>溝口町に災害救助法適用                                |                                                                        |
| 2  | 3月26日 | 自衛隊に対し依頼要請                                                                      | 各区に被害実態調査を指示<br>市営住宅への優先入居を広報                                                           | 被災証明<br>井戸水等水質検査実施                                                                                                | 被災証明発行開始<br>土産品配布開始<br>応急危険度判定開始<br>ボランティア派遣要請 | 10月8日  | 境港、倉見町に<br>災害救助法適用                                           |                                                                        |
| 3  | 3月27日 | 自衛隊に対し給水支援<br>の徴収要請<br>河内町へ保護婦2人派遣                                              |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 10月9日  | 境港市に支援法適用                                                    | 大原のため町対策本部<br>全県体制指示                                                   |
| 4  | 3月28日 |                                                                                 | 災害対策本部一審成本部                                                                             | 呉市災害危険地対策本部設置                                                                                                     | 罹災宅地応急危険度判定開始                                  | 10月10日 | 米子市、日野町に<br>支援法適用                                            | 郵便局に避難金口座                                                              |
| 5  | 3月29日 | 災害救助法適用                                                                         | 災害救助法適用                                                                                 | 災害救助法適用                                                                                                           | 災害救助法適用                                        |        |                                                              |                                                                        |
| 6  | 3月30日 |                                                                                 |                                                                                         | 復旧相談窓口設置<br>31地区に避難勧告<br>避難勧告解除(全地区)                                                                              |                                                | 10月12日 | 鳥取県全域に支援法適用                                                  | 支援法適用                                                                  |
| 7  | 3月31日 |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 10月13日 |                                                              | ライフライン復旧                                                               |
| 8  | 4月1日  |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 10月14日 |                                                              |                                                                        |
| 9  | 4月2日  |                                                                                 |                                                                                         | 支援法適用決定                                                                                                           |                                                | 10月15日 |                                                              |                                                                        |
| 10 | 4月3日  |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 10月16日 |                                                              | 小中学校再開                                                                 |
| 11 | 4月4日  |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 10月17日 |                                                              | 職員健康診断<br>(災害対応に伴う)                                                    |
| 12 | 4月5日  |                                                                                 |                                                                                         | 被災証明発行開始<br>税減免対象調査開始<br>見舞金<br>罹災資金交付<br>被災者支援法<br>健康相談・介護保険減免<br>受付開始                                           |                                                | 10月18日 | 罹災復興補助金決定                                                    |                                                                        |
| 13 | 4月6日  |                                                                                 | ボランティア本部閉鎖                                                                              |                                                                                                                   | 災害対策本部一審成体制<br>法律相談会開催                         |        |                                                              |                                                                        |
| 14 | 4月7日  |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                |        |                                                              |                                                                        |
| 15 | 4月8日  |                                                                                 |                                                                                         | ボランティアセンター廃止                                                                                                      |                                                |        |                                                              |                                                                        |
| 16 | 4月11日 |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                |        |                                                              |                                                                        |
| 17 | 4月12日 |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                |        |                                                              |                                                                        |
| 20 | 4月13日 | 災害対策本部一復興本部                                                                     | 審成本部廃止                                                                                  | 災害対策本部一災害復興本部                                                                                                     |                                                |        |                                                              |                                                                        |
| 25 |       |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 10月31日 |                                                              | 町職員宿直体制終了                                                              |
| 26 |       |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 11月1日  |                                                              | 地震災害復興本部設置                                                             |
| 27 |       |                                                                                 |                                                                                         |                                                                                                                   |                                                | 11月2日  | 災害復興本部設置                                                     |                                                                        |

## (2) 鳥取県西部地震・芸予地震の事例

2000年10月6日に中国地方を襲った鳥取県西部地震は、負傷者182人、家屋損壊約2万棟という大きな被害をもたらした。震源地は鳥取県西部でマグニチュード(M)7.3であった。また、2001年3月24日に芸予灘を震源にM6.7の地震が発生した。この地震では、先の阪神・淡路大震災とほぼ同じ規模の地震であったにもかかわらず震源が深かったために被害は比較的小さくすんだ。死者2人、負傷者287人、家屋損壊約5万等の被害を出した。表8は、それぞれの地震における各自治体の主な対応内容を時系列にまとめたものである。<sup>注1)</sup>この表からもわかるように、災害対応では、職員の招集や災害対策本部設置といった初動期だけでなく特に発災後72時間

(3日)が生存救出の限界とされている時期に必要とされる自衛隊の派遣依頼などの人命救助を目的とした「緊急対策」、そして、避難所などの日常生活を守るための「応急対策」へと移っていく。それから、忘れてはならないのが災害救助法適用や罹災証明発行といった被害を受けた人たちの人生を再建し、地域を再建する「再建対策」である。このように災害対応には多種多様な対応が含まれその時必ず意思決定が必要となる。

## 4. 災害対応に求められるもの

### (1) 現実把握システムの充実

阪神・淡路大震災を契機として多くの自治体で導入された「防災情報システム」により、災害発生の際を受けて被害状況、対応状況、処置状況といった「何が起っている」を知るための現実把握システムが構築された。このようなシステムが現在多くの自治体で導入されている。

しかし、現状把握さえできれば、災害対応は可能であるという幻想をいだいてはならない。あくまでも現実把握は効果的な災害対応の必要条件にすぎない。これらから得られた情報によってどのような災害対応を行うのか決定することが重要である。

### (2) 制約条件のデータベース化

災害対応に関する意思決定をしていくためには、被害に関する情報だけでは不十分である。そのためには、更に「何ができるのか、何をすべきか」というとるべき行動に関する情報も必要になる。つまり、防災計画や防災関連法制度である。たとえば、ナホトカ号の重油抽出事件のとき、対応計画はできていたが実際の計画書の厚さが3cmもあった。現実問題として緊急を要する時にその計画書を瞬時に読み、理解し、現実の対応へと応用できるだろうか。それを考慮するとやはり必要な事項へすぐにアクセスできるような情報のデータベース化が必要になってくる。

### (3) 知恵・前例の利用

意思決定の質を決めるものに経験の豊富さがある。以前に似たような場面で行った意思決定とその結果を参照して、今回に臨めるからである。しかし災害は発生頻度も低く、自治体の防災担当者も数年ごとに人事異動する慣習があるため、わが国には実践経験の豊かな防災担当者や専門家の数は少ない。

また、災害対応において初動期が大切なことは論を待たないが、同時にそれは長い災害対応過程のごく一部に過ぎないことを忘れてはいけない。情報空白期の後には、長い情報洪水期が控えている。多様な情報源から集まる膨大な断片情報、その大部分が質の悪い情報であるとい

う状況の中から、意思決定に役立つ情報だけを選別・評価する必要がある。そのためには、専門的知識を持つ人の労力と十分な処理時間が必要となる。しかし、現実には実戦経験や専門的な知識に乏しい担当者が「迅速かつ的確に」情報を処理していく必要がある。それを可能にするには、これまで個々の災害対応者が試行錯誤で得てきた成功事例を系統的に収集し、その際のワークフローを解析し、防災に関わる専門的な知識や過去の経験の体系化を行う必要がある。こうした試みは災害エスノグラフィの構築とよばれる。<sup>7)~12)</sup> こうした試みの成果を反映する必要がある。

こういった背景を踏まえ、筆者らのグループは、阪神・淡路大震災を事例として、過去に発生した災害時の対応が時系列的に参照できる DPSS (Disaster Process Simulation System) の開発を行っている(図 4)。本システムは、1995 年 1 月 17 日から 1996 年 1 月 17 日までの 1 年間について、災害対応の経験を 1)被害(死者数、行方不明者数、負傷者数、家屋倒壊棟数、救出者数)、2)組織(国、県、市町村)、3)対応(復興に関わる事業)といった項目に分けて 1 日毎にまとめたものである。本システムを参照することにより阪神・淡路大震災において、どの時期(タイミング)で、どのような対応が行われたかを知ることができる。



図 4 DPSS の画面例

#### (4) 災害対応における意思決定

災害には、1)まったく同じ災害は二度と起らない、2)災害はいつも新しい顔を持つ、という特徴がある。従って、災害のたびに発生する新しい状況にどれだけ柔軟に対応できるかが要となる。<sup>13),14),15)</sup> 災害対応には意思決定が必要になる。知事や市町村長といった首長の意思決定もあれば、現場の指揮者の意思決定や、地元住民個々の意思決定もありうる。担当者が適切な意思決定ができるように支援することが災害対応シミュレータには求められている。しかし、災害時に必要な意思決定とは具体的にどのような内容なのか詳しく検討する必要がある。特に災害対応時には、時々刻々変化する混乱した状況の中で、その変化に速やかにしかも正しく対応できなければならない。こういう環境下に置かれている防災担当者にはさまざまな能力が要求される。中でも合理的な思考力はとりわけ大切である。それは「現実」「制約」「知恵」という 3 つの情報の収集とその情報を有効に活用する能力、つまり意思決定能力である。防災対策は英語で

Disaster Management と訳す。つまり防災とは Management の問題である。Management は企業などの組織でも日常的に使用されている。C.H.ケプラーと B.B.トリゴーはさまざまな問題を解決するための思考手順を基本的な 4 つの思考パターンにまとめている(図 5)。<sup>16)</sup> これらを災害対応時に発生する問題に適用してみる。

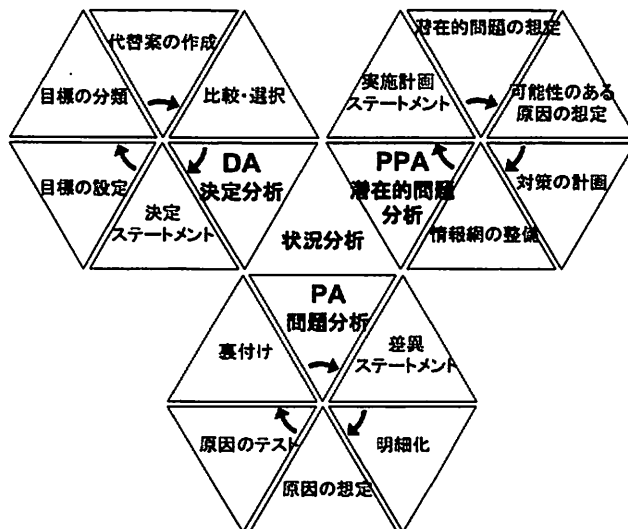


図 5 問題を解決するための 4 つの思考パターン

#### a) 状況分析

最初に行わなければならないことは、「現実には何が起こっているのか」「被害はどれくらい出ているのか」等の状況分析である。先にも述べたように阪神・淡路大震災の教訓から多くの自治体が状況分析を目的としたコンピューターシステムを導入している。しかし、最も状況分析において重要なことは、それらの得られた情報を正確に理解することである。そのために次の 4 つのステップを踏まなければならない。

- ① 問題を認識する
- ② 管理可能な部分に分離する
- ③ 優先順位を決定する
- ④ 解決に向けて方向付ける

これらを行ったときに初めて状況分析が完了するのである。これらの分析の後、次に示す具体的な対応が成立するのである。しかし、現在導入されている防災情報システムや防災訓練では状況の分析がほとんどおこなわれていない。

#### b) 問題分析

状況分析によって問題が認識された場合、その問題について更に詳しく検討する必要がある。そのとき重要な点は、

- ① 問題を明確にする
- ② 問題の対象・発生場所・日時・程度といった視点から問題を説明する
- ③ 考えられる原因を想定する
- ④ 想定した原因についてテストする
- ⑤ 原因の裏づけをする

である。上記の内容について詳しく検討することにより真の原因を突き止めることができるのである。

### c) 決定分析

時にはある問題に対して行動をおこすのかそれともおこさないのかといった決定を行わなければならないときがある。分析の主なステップは、

- ① 選択が行われねばならないという事実を認識する
  - ② 選択が成功するために必要な要因を検討する
  - ③ どのような処置によって要因が満たされるかを決定する
  - ④ 最終的に選んだ処置のリスクを検討する
- である。

### d) 潜在的問題分析

状況分析と決定分析は、現在置かれている現実的な課題について問題を解決するための手法である。このような現実の問題だけではなく、将来起るかもしれない不確実な問題に対して事前に対策をおこない、もしくは軽減をおこなう積極的な行動である。分析には、現在行われている活動、計画において

- ① どんな不都合が起りうるのか
  - ② それに対して今何ができるのか
- を考慮しておく必要がある。この分析を行うことによって将来起るかもしれない潜在的問題を明確にすることができる。

### e) 災害対応への適用

東海豪雨を例に考えてみる。「9月11日19時45分の段階で愛知県西部に大雨洪水警報が出され、1時間に名古屋で93mm、東海で114mmの観測史上第1位の雨を観測した。」という状況に対してどのような意思決定を行わなければならないのか。この場合もっとも重要な意思決定項目のひとつが、「避難勧告の発令」である。実際の対応でも避難勧告の発令では、表7からもわかるように市町村で発令に時期がまちまちであった。最終的に発令をしなかったところもある。この場合のあるべき姿(Should)とは、1)十分時間的な余裕を持って避難勧告を発令する、2)避難者が安全に避難できる、ことである。しかし現実(Is)は、出水してから避難勧告を発令した例も少なくない。このあるべき姿と現実との差異が問題となる。早い時期に避難勧告を発令した自治体を分析した結果、1)避難勧告の発令基準となる雨量や水位等の現状把握、2)今後予想される雨量等の参照、3)避難勧告の発令後に発生する行動の事前対策、が短時間のうちに行われていたことがわかった。「避難勧告の発令」に関する、問題分析のフローを図6に示す。まず、現状での雨量情報や河川の水位情報、そして3時間雨量予測等の情報を用いて氾濫シミュレーションを行うことで被害の規模の推定を行う。その結果、避難が必要とされる地域の状況を確認した上で、1)避難所の開設、2)自治会長への連絡、3)避難困難者対応、4)迂回路の設定(避難の被害が想定された場合)、等の事前対策を行った後に避難勧告を発令する必要がある。そして、広報車やマスコミを通して住民への広報を行う。このような対応を行うことにより、安全な避難が完了する。このようにしてあらゆる災害対応について行動内容と判断基準の明確化、その対応時間の短縮を行うことが災害対応シミュレータの最も重要な目的の1つである。

### (5) 質の高い情報発信

災害対応は単一の機関だけで完遂できない。どうして

も関係機関相互や関係部局間相互の連絡調整が必要となる。しかし効果的な連絡調整はだれもが必要性を認めることであるが、実行が困難な課題である。また、関係者間に認識の共有がなければ実効ある調整は不可能である。調整の第一歩は関係各機関が各自の状況認識・意思決定について情報発信することである。

現実の災害対応では、情報を収集することには熱心だが、自ら情報を発信することで関係部局間や住民と情報の共有を行うことを忘れていた機関や部局が多い。とくに情報共有すべき対象が、防災関係者だけでなく、被災地にいるすべての人々であるという認識は低い。インターネットの普及によって情報発信の民主化がすすみ、災害に関しても多くの個人や組織が情報源となり、さまざまな情報が発信されるようになった。こうした傾向は一層進み、ある意味では情報洪水を助長する危険性すらある。そのとき防災担当機関の責務として、信頼性の高い情報を迅速・正確・個別具体的に、豊富に提供し続けることは、効率的な災害対応を進めるための大前提となる。災害に関わるすべての人を対象に、災害に関する統一見解を、必要な頻度で定期的に提供する責務と権利を防災関係機関は持つと自覚し、その仕組みの確立が必要である。<sup>17)</sup>

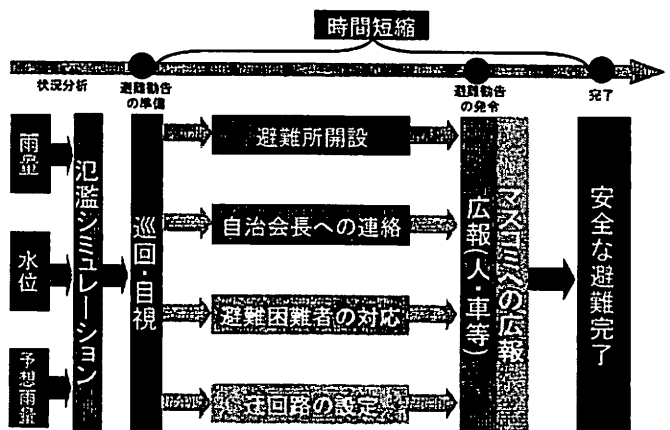


図6 問題分析のフロー

## 5. まとめ

これまで述べてきたように、災害対応とは緊急対策・応急対策・再建対策といった様々な対応を範囲とする。その中で、防災担当者は数々の意思決定を行う必要がある。これまでは、現実把握ができれば災害対応はできると考えられていた。しかし、求められている災害対応とは「現実把握」だけでなく法制度といった「制約条件」や専門家の意見や経験などの「知恵・前例」という情報すべてを有効に活用し、さらにそれらを合理的な判断力によって「意思決定」することである。そして忘れてはならないことは、その「情報を共有」することである。以上の内容をまとめた災害対応シミュレータの概念を図7に示す。これまでのシミュレーションシステムの多くは物理的な現象の再現や疑似体験、また人的被害や建物被害等の推定を目的としているのに対して、本研究では避難勧告の発令を例に、災害対応を行う自治体の防災担当者に必要な概念の抽出を行い、あるべき姿と現実との差異の明確化(問題の明確化)によりその原因を明らかにし、

問題を解決するといった問題分析を行うことにより、意思決定の支援を目的とする災害対応シミュレータの概念設計を行った。今後は、一連の災害対応について必要な概念の抽出を行いあらゆる災害に対応した災害対応シミュレータの開発を行う予定である。

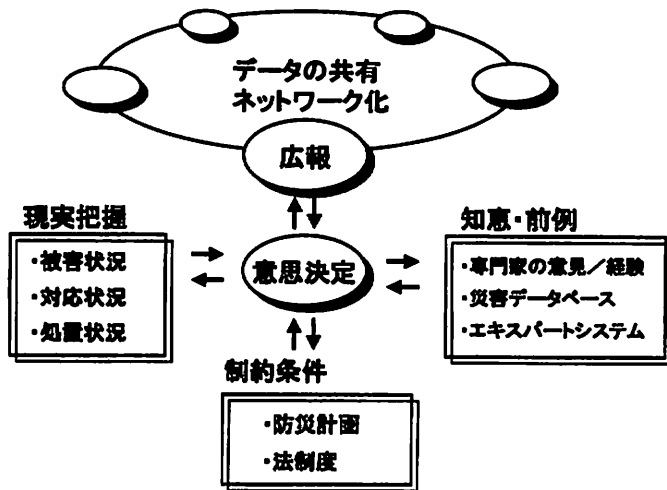


図7 災害対応シミュレータの概念

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり、(財)河川情報センターより資料の提供をうけた。鳥取県西部地震と芸予地震については、広島県・広島市・呉市・三原市・島根県・日野町より資料の提供をうけた。ここに記して感謝いたします。

## 補注

- (1) 表8は、表中に示した広島県、広島市、呉市、三原市、島根県、日野町より提供していただいた資料に基づいて作成したものである。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：大都市大震災軽減化特別プロジェクト，[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/14/02/020213fa.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/14/02/020213fa.htm).
- 2) 目黒公郎：大規模地震の動的被害予測モデル，地学雑誌，日本地学協会，Vol.110，NO.6，pp.900-914，2001.12.
- 3) (財)河川情報センター：危機管理演習について，<http://www.river.or.jp/kiki/index.html>.
- 4) 災害危機管理研究会：ロールプレイングマニュアル BOOK，pp.24，2001.
- 5) 小村隆史，平野昌：図上訓練 DIG(Disaster Imagination Game) について，地域安全学会論文報告集，No.7，pp.136-139，1997.
- 6) 国土交通省河川局：災害列島 2000—都市型水害を考える，pp.8-22，1999.
- 7) 林春男，重川希志依：災害エスノグラフィーから災害エスノロジーへ，地域安全学会論文報告集，No.7，pp.376-379，1997.
- 8) 田中聡ほか：災害エスノグラフィーの標準化手法の開発 —インタビュー・ケースの編集・コード化・災害過程の同定—，地域安全学会論文集，No.2，pp.267-276，2000.
- 9) 田中聡・林春男：災害人類学の構築に向けての試み —災害民族誌の試作とその体系化—，地域安全学会論文報告集，No.8，pp.14-19，1998.
- 10) 田中聡・林春男・重川希志依：被災者の対応行動にもとづく災害過程の時系列展開に関する考察，自然災害科学，No.18，Vol.1，pp.21-29，1999.
- 11) 齊野文江ほか：阪神・淡路大震災における被災者の対応行動に関する研究 —西宮市を事例として—，地域安全学会論文報告集，No.8，pp.36-39，1998.
- 12) 田中聡ほか：災害エスノグラフィーをもちいた災害過程における共通構造に関する考察，地域安全学会論文集，No.3，pp.181-188，2001.
- 13) 林春男，河田恵昭，田中聡：災害時の空間総合管理システムの開発，成果報告書，1998.
- 14) 林春男：情報システム—防災 CALS の確立—，自然災害科学，15-2，pp.93-102，1996.
- 15) 林春男：災害対応の意思決定モデル，京都大学防災研究所年報，第39号 B-2，1996.
- 16) C.H.ケプラー，B.B.トリゴー：新・管理者の判断力，産能大学出版社，1985.
- 17) 林春男，東田光裕：国土防災と情報技術，土木学会誌，vol.86，2001.3.

(原稿受付 2002.6.6)