

災害時における意思決定支援システム

A Decision Support System for Emergency Operation

野中 久典
Hisanori Nonaka

(株)日立製作所 日立研究所 情報制御第二研究部
The 2nd Department of Systems Research, Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.
nonaka@hrl.hitachi.co.jp

正嶋 博
Hiroshi Shoujima

(同 上)
shojima@hrl.hitachi.co.jp

Keywords: decision support system, emergency operation system, expert system, groupware.

1. はじめに

1995 年の阪神・淡路大震災以来、官庁や各地の自治体の防災関連機関などでは防災情報システムの重要性に対する認識が高まり、積極的にシステムの整備・導入が進められている。防災情報システムとは、防災関連機関における災害対策業務を支援する目的で使用される情報システムの総称であり、具体的には、気象情報システムや GIS（地理情報システム）を始めとした防災情報データベース、各種防災シミュレーションシステム、防災通信ネットワークなどが含まれる [早速 96, 香取 90, 小澤 98]。

今回の解説では、官庁や自治体の防災センタなどで用いられる次世代型の防災情報システムとして提案した、災害対策業務の迅速で確実な実行を支援する方式およびシステムについて説明する。

以下ではまず、防災業務と従来の防災情報システムについて概観し、その課題を明らかにする。次にこの課題を解決するために知識工学的手法の適用を図り、災害の状況に応じて適切な業務ガイダンスをユーザに提供する能動型意思決定支援方式を提案する。さらに、提案方式を踏まえて開発した、意思決定と情報共有の統合支援システムである災害対策ナビゲーションシステムの概要について説明する。

後述するように提案システムは、エキスパートシステム（知的業務支援システム）としての側面と、グループウェア（データと状況の共有システム）としての側面を有する。本解説では、その各々の側面について説明を行う。また、本システムを効果的に運用するための周辺システムについても言及する。

本解説では防災情報システムを一つの事例として説明を行うが、提案する方式およびシステムはコンテンツを変更することにより、一般の業務支援の分野にも適用可能なものである。

2. 防災情報システム

2.1 従来の防災情報システム

本稿では防災情報システムを大きく、(1) 各種テレメータ（震度計、雨量計など）や携帯端末などから構成される情報収集系、(2) 防災センタなどにおける情報の蓄積・管理・解析を行う情報処理系、(3) 住民・職員・関係機関などに対して各種の指示連絡や整理された災害関連情報を提供する情報提供系、および (4) 情報交換基盤としての通信系の各サブシステムに分類する。

各サブシステムについては、各々多くの研究・開発が行われているが、本研究では上記 (2) の防災センタなどで用いられる情報処理系の防災情報システムを対象とする。災害時における防災センタの主な業務は、収集された災害情報を管理・分析し、各種の災害対策マニュアルに記載された規約や手順に基づいて必要な対策（連絡、報告、調達など）を決定し具体的に実施する、あるいは実施の指示を出すという、いわゆる災害時の意思決定業務である。従って情報処理系システムは、災害時の意思決定支援システム [Sage 91] としての機能を有することが求められる。

表 1 に一般的な意思決定支援システムの機能による分類を示す [Alter 80, 戸田 94]。本表における「データ検索・分析」や「シミュレーション」に対応する防災業務向けのシステムやツールは、従来から数多く提案・開発されている。

例えば「データ検索・分析」のためのシステムとして、気象情報や救援物資の備蓄情報など防災に係わる多様なデータや、電子化した災害対策マニュアルなどを蓄積・管理する防災情報データベース、地域の地理情報と行政界・道路施設などに係わる属性情報とを一元管理し利用可能とする地理情報システム [角本 97]、地震活動の履歴情報に対するデータマイニングにより危険区域を推定する手法 [大澤 00] などが提案・開発されている。また「シ

表 1 意思決定支援システムの機能による分類 [Alter 80]

データ指向 (Data-Oriented)	データ検索 (Data Retrieval)	ファイルキャビネットシステム (File Drawer Systems) * 個別情報の検索
	データ分析 (Data Analysis)	データ分析システム (Data Analysis Systems) * 特定のデータ分析手段の提供 分析情報システム (Analysis Information Systems) * データの要約, ドキュメント化
モデル指向 (Model-Oriented)	シミュレーション (Simulation)	会計モデル (Accounting Systems) * シミュレーションと評価
		因果関係モデル (Representation Model) * シミュレーションのモデル化機能
	決定示唆 (Suggestion)	最適化モデル (Optimization Model) * 最適解の計算 決定示唆モデル (Suggestion Model) * 意思決定プロセスの支援

シミュレーション」に係るシステムとしては、火災延焼シミュレーションや地震被害予測システム [清水 97] などがある。

これらのシステムは、基本的には各々のシステム固有の機能やサービスを提供する単機能型のシステムである。

2.2 災害対策実施上の課題

災害時には、ユーザ（ここでは防災センタの職員）は、災害および対策の状況を観察し、災害対策マニュアルに記載された規約に基づき、必要に応じて前述したような各種のシステムを使い分けて対策を実施することが求められる。しかし、このときユーザの立場からは次のような災害対策実施上の課題が発生する。

(1) 行うべき措置が多く複雑

業務情報の検索・利用に関する課題である。災害発生時（特に初動時期）の対策や意思決定は、地域防災計画書およびこれに基礎を置く要綱や手順書といった、いわゆる防災マニュアルに沿って実施される [防災研 97]。しかし、防災マニュアルに記載される対策項目は非常に多く、また実施の順序などが複雑に絡み合っており、項目によっては数分冊の関連マニュアルを相互に参照しなくてはならない場合もある。また、時間的な余裕がないこともあって、ユーザの肉体的・心理的な負担が大きい。

(2) 必要なデータやシステムが多く散在

データやシステムの統合に関する課題である。災害対策業務の実施に当たって参照すべきデータや利用すべきシステムは、通常は種別や機能ごとに分類された独立のデータベースあるいはシステムとして構築・運用される。そのため、ユーザはどのタイミングでどのデータを見るべきか、またどのシステムを用いるべきかを自主的に判断しなくてはならず、ユーザの負担が大きい。

(3) 多数のユーザ、多数の機関が関与

グループワークに関する課題である。一般に災害時に

は多数のユーザ、多数の機関が連携を取りながら対策を実施する。例えば、地震や風水害の際には、災害の規模が大きくなるにつれて、現地担当部署、市町村、県、さらには国および各々の関係機関が連携して対策にあたることになり、これらの活動主体間における情報の連携が課題となる。

以上のような課題は、従来の単機能型の防災情報システムでは必ずしも十分に考慮されておらず、教育・訓練および実務を通して災害対策の熟練者を養成するというユーザサイドの運用力強化策が採られていた。

ところが災害という状況を考慮すると、特に災害の規模が大きい場合、災害対策業務およびシステム操作に精通した熟練者が防災センタに参集できない可能性がある。この場合、非熟練者が対応せざるを得ない状況が発生し、(1)~(3)の課題はますます深刻になる。

また、災害対策に関する知識・ノウハウの伝承がシステムの支援されていないため、熟練者が異動した場合に、一時的に組織の対応力が低下する可能性もある。

このような課題は、コンテンツや程度の差こそあれ、自治体、企業体などの組織の定型業務遂行において共通に存在する。以下では、災害対策を念頭に置きつつ、これらの課題を改善・解決する支援方式およびシステムについて検討する。

3. 能動型意思決定支援の考え方と機能

3.1 開発システムのコンセプト

前章で述べた(1)~(3)の課題を解決するためには、従来の防災情報システムが有する機能に加えて、各々の課題に対して次のような支援機能が求められる。

(1) 業務情報の検索・利用支援機能

表1の「決定示唆」に対応する機能を持ち、ユーザが行う業務プロセスそのものを統合的に支援する機能。

(2) 関連システムやデータベースの統合利用支援機能

業務の実施に当たって参照すべき関連システムやデータベースへの迅速なアクセスを支援する機能。

(3) グループワーク支援機能

複数のユーザ、複数の機関が相互の情報を共有しながら業務を遂行することを支援する機能。

上記(1)および(2)の機能に対して本研究では、オンラインまたはマニュアル操作で入力された客観的な（記号化された）状況情報と、電子化された業務マニュアルに基づいて、システムがユーザに対して、業務の実施に関する必要なガイダンスおよび関連情報をタイミング良く提供するシステムを提案する。ここで状況情報とは、外界の状況を表す客観的な数値データばかりでなく、各々の活動主体の現在状況や意図を表す情報も含むものである。

すなわち本システムは、記号化された状況情報を業務マニュアルに沿って解釈し、採るべき行動のガイダンスをユーザに提供する。別の言い方をすると、状況と行動

との橋渡しという知的支援を行う。ユーザはシステムが提供するガイダンスや関連情報を参照しながら業務を遂行し、措置の指示や承認などをシステムに入力する。これによりユーザは業務の実施に必要な情報を得るための操作に忙殺されることなく、本来の意思決定に専念することができる。

従来の情報処理系システムが、業務の実施に必要な情報をユーザが探しに行くことを前提としたデータベース中心の「受動型」システムであるのに対して、本システムはユーザを中心に考え、必要な情報をユーザに「能動的」に提供することを特徴とする。以下では本システムを「能動型意思決定支援システム」と呼称する。

また(3)の機能は、複数の部署に分散配置された能動型意思決定支援システムが、ネットワークを介して状況情報をリアルタイムで共有することにより実現する。複数のユーザ、複数の部署・機関は、本システムが提供するネットワーク機能を用いて外界や相互の活動状況を共有することが可能になる。

このように、能動型意思決定支援システムは、いわゆるエキスパートシステム [飯島 93, 溝口 93] としての側面と、グループウェア [石井 94, 西垣 92] としての側面とを併せ持つ。

本システムが対象とするのは基本的には定型的な業務プロセスの支援であり、この点に着目すると本システムはワークフロー管理システム [速水 98, 戸田 98] の一形態であるとも言える。一般的なワークフロー管理システムは、ドキュメントや情報の流れをあらかじめ定義し、これを自動化することに重点を置くデータ中心主義的な考え方に立脚しており、またそのワークフロー系列は事前に定義されるという意味で固定的である。これに対して提案システムは、ユーザ中心主義的な考え方にに基づき、状況情報（外界の状況、あるいは現時点までに実施された他の業務の結果など）に応じて、個々のユーザや部署が実施すべきワークフロー系列を動的に構成し、これを実行するためのガイダンスを提示する。

すなわち、本システムは「状況に応じて適切なワークフロー系列を自動的に構成する」というメタレベルのワークフロー機能を提供すると言することができる。

以下ではまず、エキスパートシステムとしての能動型意思決定支援システムについて説明し、次にグループウェアとしての本システムについて説明を加える。

3.2 業務プロセスの知的支援機能

以下ではまず、エキスパートシステムとしての能動型意思決定支援システムに求められる機能要件および具体的な実現方法を説明する。

(1) 自動ガイダンス機能

本システムにおけるガイダンスとは、現在の状況下で「何をすべきか」、および具体的に「どうすれば良いか」を示す情報であり、その内容は予め定められた業務マニ

アルに準拠するものとする。一般に業務マニュアルに記載された規約の多くは「～の場合には～する」といった形式を持っており、IF-THEN 型のルールで表現して電子化することが可能である。

能動型意思決定支援システムは、このルールに基づいて動作する。すなわち、システムは記号化された現在の状況を常時監視し、いずれかのルールの IF 部が成立した場合に、そのルールの THEN 部に記述されたガイダンスをユーザに提示し、必要に応じてユーザの指示や判断を求める。この際、システムはメッセージの送信や措置履歴の管理といった定型的な処理は自動的に実行するが、意思決定の主体はあくまで人間である。

(2) 関連情報や関連システムの統合機能

例えばガイダンスに基づいてユーザが意思決定や措置の実施を行う際に、ユーザはガイダンスに関連する特定の文書やデータなどの情報を参照したい場合がある。しかし前述したように、従来は求める情報を得るために、ユーザが他システムの起動やデータの検索といった一切の操作を行わなくてはならず、これがユーザの負担増の一つの原因となっていた。

これに対して、本システムでは関連情報の参照を効率化する目的でハイパーリンク型の情報提供方式を採用する。すなわち、ルールの THEN 部に記述されるガイダンス文中に現れるキーワードに対して、あらかじめ適切なファイルや関連したシステムへのリンクを定義しておき、ユーザが必要に応じてこれらのキーワードをシステムの画面上で指定することによってファイルの内容表示や関連システムの起動、あるいは定型処理の実行を行う。

このハイパーリンク機能によりユーザは適切なタイミングで必要な情報へ迅速にアクセスできる。すなわち本システムはユーザにとってのポータル（各種データにアクセスするための入り口）としての役割を担う。また本システムは、このガイダンス文中からのハイパーリンクを介して既存のシステムやデータベースを統合することができる。

(3) 意思決定の流れを反映した操作画面

ユーザが心理的なストレスの高い状況下でも迅速かつ確実にシステムの操作が行えるようなユーザインタフェースを実現するために、提案システムでは操作画面に意思決定のプロセスモデル [古田 98, 飯島 93] を反映することを考えた。

最も基本的な意思決定のプロセスは図 1 に示すように、Plan（計画）-Do（実行）-See（観察）という三つのフェーズから構成されるサイクルと見ることが出来る。各フェーズでユーザが行うべき処理は下記の通りである。

- ① See のフェーズ：状況の検索と確認
- ② Plan のフェーズ：実施項目の検討と選択
- ③ Do のフェーズ：業務の実施、意思決定

本システムは、上記の各フェーズに対応した情報を見やすく表示した操作画面を提供し、ユーザが円滑に意思

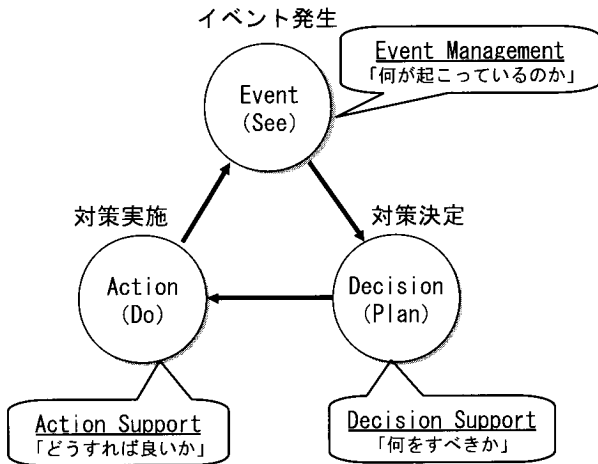


図1 意思決定サイクル

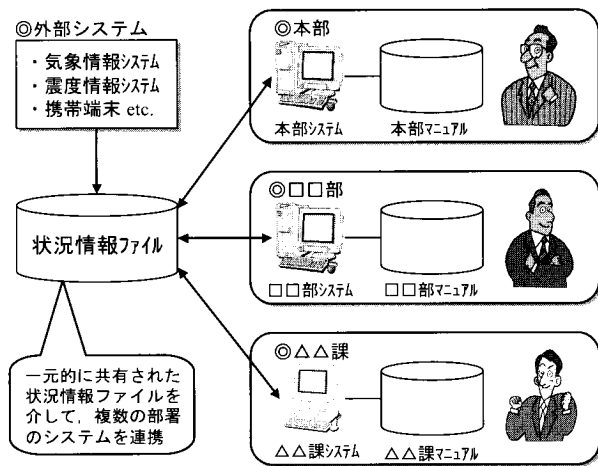


図2 基本なネットワーク構成

決定が行えるように支援する。

3.3 グループワークの支援機能

次にグループウェアとしての能動型意思決定支援システムに求められる機能要件および具体的な実現方法を説明する。

ここではグループウェアを、複数のユーザや部署がネットワーク上で連携して業務を遂行するために状況情報の共有を支援するシステムであると定義する。また、連携のレベルとしては、異なる行動規範（業務マニュアル）に従って行動する複数の部署や機関を連携する「部署間連携」、および共通の行動規範に従って行動する複数のユーザを連携する「部署内連携」の二つのレベルを想定している。

(1) 部署間連携支援機能

業務マニュアルの内容は組織によっても、また一つの組織の中でも担当部署によって異なる。一方、観測データや措置履歴などの状況情報は、関係部署間で共有されるべきものである。すなわち開発システムには部署間で

状況情報を共有しながら分散して対策を実行することを支援するための機能が求められる。

これに対応して各部署の能動型意思決定支援システムは、図2に示すようなネットワーク構成において、共有された状況情報と各部署専用の業務マニュアル（ルール）に従ってガイダンスを生成し、また各部署の業務の処理結果は、新規の状況情報として全ての関係部署間で共有する、という分散協調的な処理を行うものとした。

これにより、例えばある部署が任意の業務に関する意思決定の結果を状況情報としてシステムに入力した場合に、別の部署がこの状況情報とその部署のルールに基づいて先の業務に続く業務を開始するといった横の連携が実現できる。また上位部署から抽象度の高い指示が状況情報として与えられた場合に、複数の下位部署がこの指示を具体的な実行レベルに展開して並列的に実施するといった縦の連携を図ることも可能となる。

(2) 部署内連携支援機能

ここでは、各部署は各々の部署の業務マニュアルに沿って業務を実施することを想定している。一方、実際の運用においては、各々の部署に属する複数のユーザが協力して業務の遂行に当たると考えられる。このような状況に対応するために開発システムには、同部署の複数のユーザ間における業務の分担状況やアクセス権を管理するクライアントサーバ型の機能が求められる。

この場合、一つの業務に関する措置や意思決定を複数のユーザが独立して実施し、措置の重複や意思決定の矛盾を招く可能性がある。このような問題が発生しないように、開発システムには各業務のユーザへの割り当て状況を管理し、重複割り当てを防止する機能が必要である。

以上の機能要件を考慮して、本システムは、部署を単位として見た場合に分散協調型のネットワーク構成を採り、一つの部署内ではクライアントサーバ型のネットワーク構成を採る。

4. 災害対策ナビゲーションシステム

前章で述べた能動型意思決定支援システムの考え方に基づき、自治体の防災センターにおける災害対策業務を効果的に支援することを目的として災害対策ナビゲーションシステムを開発した。本システムは、各自治体の地域防災計画書などの防災マニュアルを電子化したIF-THEN型のルールに基づいて動作する。以下では本システムの概要について説明する。

4.1 システムの動作

本節ではまず、災害対策ナビゲーションシステムの第1の側面であるエキスパートシステムとしての機能を説明する。本システムの構成図を図3に示す。以下では本図を用いてシステムの動作を説明する。

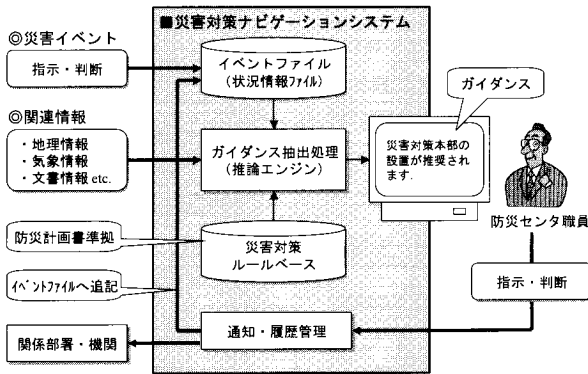


図3 システムの構成と処理

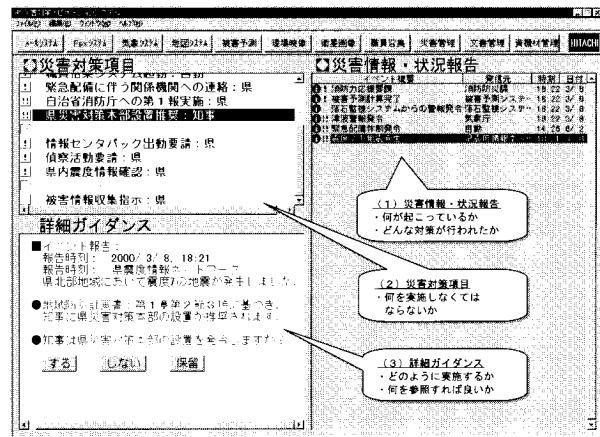


図4 システムの操作画面例

(1) 災害イベントの入力

気象庁やテレメータ設備などから「地震発生」や「大雨警報発令」といった各種注警報、震度情報、気象情報などの観測情報が、また、関係機関からは「第2号配備体制発令」、「近隣県への救援要請発令」といった対策の状況に関する情報が、所定のフォーマットで記号化されTCP/IP ベースのイベント情報としてネットワーク経由で本システムのイベントファイルに時々刻々入力される。

(2) 災害対策項目の抽出

災害対策ルールベースは地域防災計画書に準拠しており、例えば「県内で震度5の地震が発生した場合には、知事または責任部署の判断により、災害対策本部を設置する」といった意思決定に関する規約、また「災害対策本部を設置した場合には、これを所定の関係機関に報告する」といった措置実施に関する規約がIF-THEN型のルールとして記録されている。

ガイダンス抽出処理部(推論エンジン)は、イベントファイルを常時監視しており、ここに新規イベントが書き込まれた場合に、災害対策ルールベースのIF部(条件部)のAND/OR/NOTロジックを検査し、現在の状況下で発火した(IF部のロジックが成立した)災害対策ルールの有無をチェックする。また発火したルールに対応する災害対策項目リストを作成し、ユーザに表示する。

(3) ガイダンスの提供

ユーザは災害対策の重要度情報などを参考に、災害対策項目リストから実施すべき対策を選択する。システムはユーザが選択した対策項目に対応するガイダンスを、災害対策ルールのTHEN部(詳細ガイダンス部)から抽出してユーザに表示する。

ガイダンスは、例えば「県内で震度5の地震が発生しました。災害対策本部の設置を発令しますか?」といったシステムからユーザへの問いかけや、「災害対策本部の設置を所定の関係機関に報告してください。」といった指示の形で提供される。

ここで例えばガイダンス文中の「地震が発生」というキーワードには震度情報が、「災害対策本部」というキーワードには文書情報(地域防災計画書)が、また「所定

の関係機関」というキーワードには、各機関の電話/FAX番号やメールアドレスなどのデータ(ベース)がリンク付けられており、ユーザはキーワードを指定することによりこれらの関連情報を直ちに参照することができる。

ここでは災害対策本部の設置に関するシステムからの問いかけに対し、ユーザは「設置する」という意思決定を行い、これをシステムに入力したとする。

(4) イベントの通知と再利用

以上の処理の結果生成された「災害対策本部設置発令」という新規イベントは、関係部署や関係機関に通知されるとともにイベントファイルに追記される。この新規イベントの入力により、さらに別の災害対策ルールが発火し、これに対応するガイダンスが提供される場合もある。例えば「災害対策本部設置発令」に対して、次に災害対策本部の具体的な設置手順(本部室の準備や関係機関への連絡など)に関するガイダンスが提供されることもある。

このように、提案のシステムは、イベント情報を介して(1)~(4)のステップを連鎖的に繰り返す、イベント駆動型のガイダンス提供処理を行う。

また前述したように、イベントファイルには、外部から入力される災害の状況を表すイベントおよび対策の状況を表すイベントが記録される。すなわちイベントファイルは災害対策履歴そのものであると言える。

4.2 ユーザインタフェース

図4に本システムの基本的な操作画面例を示す。本システムの基本画面は、意思決定プロセスを反映して大きく以下の三つのウィンドウに分けられる。

(1) 災害情報・状況報告ウィンドウ

地震や津波の発生、発令された体制、指示など、災害の客観的状況を表すウィンドウであり、システムのイベントファイルに入力された災害イベントの名称、発信元、発信時刻などが時系列順にリスト表示される。すなわちこのウィンドウで「現在、何が起きているのか」、「今までにどんな判断が行われたか」といった災害の状況や

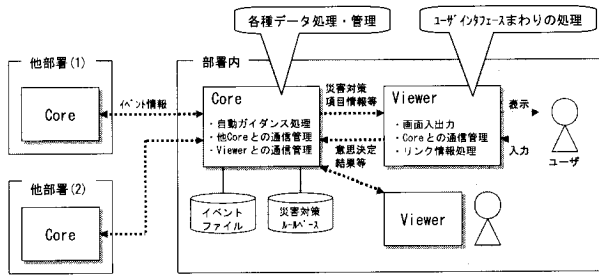


図 5 システムのモジュール構成

災害対策の履歴を確認することができる。

(2) 災害対策項目ウィンドウ

現在の災害状況下において対応部署で「何をしなくてはならないか」、すなわち実施すべき災害対策項目名と対応すべき部署名（あるいは役職名）が重要度マーク付きでリスト表示される。ユーザが項目リストの中から任意の項目を指定することにより、この項目の実施に関するガイダンスが詳細ガイダンスウィンドウに表示される。処理が完了した項目は薄色で表示される。

(3) 詳細ガイダンスウィンドウ

選択された災害対策項目を具体的に「どのように実施するか」、「何を判断すれば良いか」、「何を参照すれば良いか」といったガイダンスを表示するウィンドウであり、災害対策ルールの詳細ガイダンス部に記述された内容が表示される。ガイダンス文中に青色表示されたキーワードを指定することにより、このキーワードにリンク付けられた関連ファイルやアプリケーションを起動することができる。

このように、図4の画面を用いて、ユーザは「現在、何が起きているか (See)」、「何をしなくてはならないか (Plan)」、「具体的にどのように実施するか (Do)」という意思決定の流れに沿って提示された情報を一覽し、基本的にはガイダンスに従い、また必要に応じて関連情報を参照しながら災害対策および意思決定を円滑に実施することができる。

4.3 グループワーク支援機能

3章で述べたグループワーク支援の考え方にに基づき、本システムは「部署間連携支援」と「部署内連携支援」の二つの機能を持つ。具体的には図5に示すように、ネットワーク機能から見て本システムを、各種災害対策関連データの処理と管理を行う Core と、ユーザインタフェースまわりの処理を行う Viewer と呼ぶ二つのモジュールとに分割し、これら二つのモジュールの協調処理により「部署間連携支援」と「部署内連携支援」を実現する。Core と Viewer は部署内ネットワークにおいてはサーバとクライアントに対応する。

(1) Core モジュール

基本的に1部署に1モジュールが置かれ、その部署の災害対策ルールベースを管理すると共に、部署間連携と

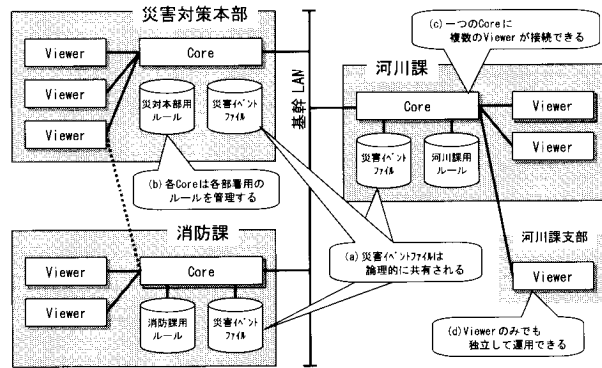


図 6 ネットワークの構築例

部署内連携の要となるサービスを提供するデータ管理モジュールである。具体的には次の処理を行う。

(a) 自動ガイダンス処理

図2におけるイベントファイルと災害対策ルールベースの管理、およびガイダンス抽出処理を行う（処理の詳細については4.1節参照のこと）。

(b) 部署間連携処理

災害対策に関する他部署（一般には複数部署）の Core と災害イベントの共有処理を行う。災害イベントの共有は、基本的には予め登録された他部署の Core との接続状況を常時管理しておき、自部署で発生した災害イベントを他部署の Core に即時配信する形式で行う。すなわち、災害イベントを物理的に一元管理する特定のサーバ等は置かず、イベントは論理的に共有される。これには、機能の分散化によりシステムの災害耐性を高める目的もある。自部署の Core が新規に起動する際には、稼動中の他部署の Core から現在までのイベント情報の配信を受ける形でイベントファイルの同期処理を実行する。

(c) 部署内連携処理

通常、一つの Core は複数の Viewer と接続して動作するため、Viewer との接続管理、通信管理が必要になる。また、複数の Viewer で同時に一つの災害対策項目を実施することのないように、全ての項目の割り当て状況を監視し、二重割り当てを防止するよう排他的な実行権の制御を行う。

(2) Viewer モジュール

Core から配信される災害イベントや災害対策項目、詳細ガイダンスなどの情報を受信して図4の画面形式で表示し、またユーザからの入力を受けて、Core に対して詳細ガイダンスの要求メッセージや意思決定の結果情報を送信する。

また、ユーザが画面上で指定したガイダンス文中のキーワードにリンク付けられた関連ファイルの内容表示や関連システムの起動、あるいは定型処理の実行といった処理を実施する。

図6に、上述した Core/Viewer を用いた本システムのネットワーク構成の一例を示す。また、本システムのネットワークの特徴的なポイントを下記にまとめる。

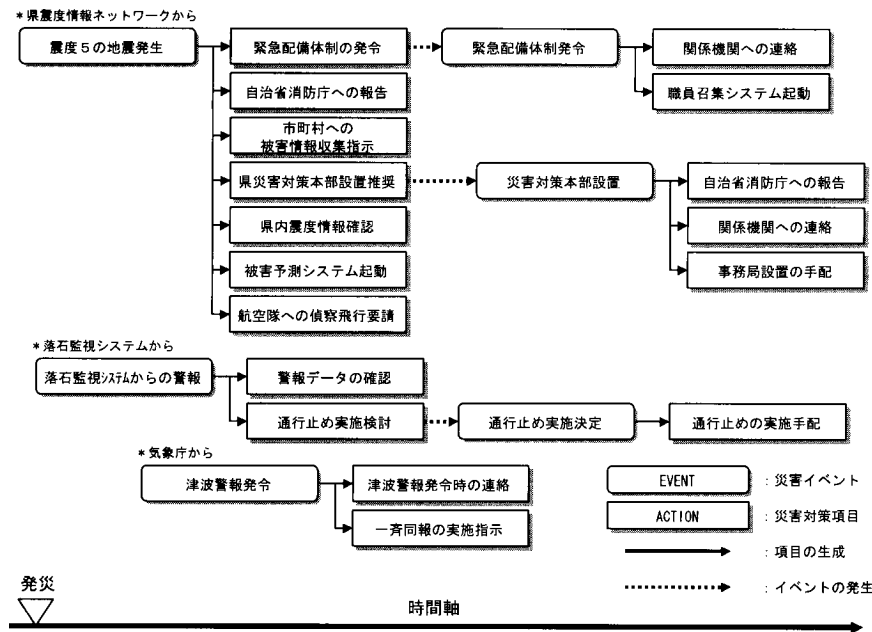


図 7 災害対策シナリオの例

(a) 災害イベントファイルは論理的に共有される

部署間連携のために、災害イベントファイルは全ての部署の Core 間で論理的に共有される。新規の災害イベントは、全ての Core に対して配信される。

(b) 各 Core は各部署用の災害対策ルールベースを持つ

災害対策ルールは各部署単位で作成・管理される。すなわち各部署の Core が提供する災害対策項目は、各々の部署のルールに依存する。

(c) 一つの Core に複数の Viewer が接続できる

各 Core は各々の部署の災害対策に関する状況情報を一元管理する。その部署に所属する複数のユーザは Viewer を介して自部署の災害対策状況を共有することができる。

(d) Viewer のみでも独立して運用できる

Viewer は独立したプログラムである。Core にリモート接続できるネットワーク環境があれば、遠隔地にある PC で Viewer を稼働させることができる。

(e) Viewer は他部署の Core にも接続できる

アクセス権限があれば、例えば災害対策本部の Viewer から消防課の Core に接続して、そこでの災害対策の進捗状況を見ることが可能である。

4.4 ルールエディタ

本システムは基本的に電子化された災害対策マニュアル、すなわち災害対策ルールに基づいて動作する。

本システムの災害対策ルールは前述のように IF-THEN 型のルールであり、より具体的には IF 部にルール発火のロジック、THEN 部に災害対策実施や意思決定のガイダンスや関連情報へのリンク情報などを記述した HTML 類似のフォーマットを採用している。

ユーザはテキストエディタを用いて直接的に災害対策ルールを作成・編集することも可能であるが、個々のル

ルの作成・編集およびルール群に関する管理情報の参照・編集をより容易に行えるように、本システムの周辺機能の一つとして専用エディタを開発している。このエディタを用いてユーザが災害対策ルールのメンテナンスを行うことで、災害対策マニュアルの更新などの際にルールベースの内容を最新に保つことができる。

実際には、災害対策マニュアルを機械的にルールに変換することは困難であり、専用エディタによるルール記述作業より、むしろルール化を目的とした災害対策マニュアルのコンテンツの分析・整理作業に労力がかかる。具体的には、重複する業務や矛盾する業務の排除、必要な業務の新設、抽象度の高い表現の具体化・詳細化、類似した業務の統合といった災害対策業務プロセスのリエンジニアリングを行う必要がある。

現在は、災害対策マニュアルの分析・整理作業は手作業で実施しているが、この作業効率向上およびルールの実用性向上のために、特定の災害事象の発生を想定し、そこから想起される対策シナリオを描き、これに沿って必要とされる災害対策項目およびその実施条件、ガイダンス内容、関連情報、項目の分割や統合などを検討するというシナリオプランニング的なアプローチ [郷 00, McGraw 97, 高元 00] を採っている。

図 7 に県の防災センターにおける地震発生時の対応シナリオ（初動期）の例を示す。このシナリオプランニングに基づくルール化作業を支援するためのビジュアルツールの開発も検討している。

また、最低限のルールベースが作成された後には、訓練や実際の運用を通してルールの精度を上げるという作業フェーズが存在する。今後、この作業フェーズを支援し、運用評価の結果をルールベースに迅速に反映するための機能も検討する。

5. まとめと今後の課題

災害対策業務の迅速で確実な実行を支援するための方式として能動型意思決定支援方式を提案し、本方式に基づいて災害対策ナビゲーションシステムを開発した。本システムの特徴機能は下記の通りである。

- (a) 電子化された災害対策マニュアルに基づくイベント駆動型の自動ガイダンス機能
- (b) ガイダンスに関連する情報やシステムへのアクセスを容易化する情報統合化機能
- (c) 意思決定プロセスを反映した使いやすいユーザインタフェース機能
- (d) 複数の部署やユーザが連携して対策を実施することを支援するグループワーク支援機能

ユーザの肉体的・心理的ストレスの高い災害状況下における災害対策業務を円滑に進める上で、本システムの提供するこれらの機能は有効と考える。

本稿から分かるように、本システムは独自の方法論や機能を提案するものではない。ユーザ中心の考え方に基いて既存の手法を適切に組み合わせる、すなわち業務マニュアルに基づく知的支援の機能をベースに、既存のシステムやデータベースを有機的に統合化するための機能、および状況情報を活動主体間で共有するための機能を加味することで、ユーザの業務効率と使い勝手向上を図るというシンプルで現実的なアプローチを採っている。

一方で、現在の本システムは一般的なエキスパートシステムと同様に、災害対策マニュアルに記述されないような非定型な処理を支援することはできない。今後、想定外事象に対するシステムティックな支援方式を検討する必要がある。例えば、ある想定外事象に対してユーザが実施した対策を、想定外事象と対応付けてルール化するといった学習機能の開発が考えられる。

また現在の本システムは、特に災害対策の初動時期に利用されることを想定しているが、今後は平常時からのシームレスな運用形態およびそのための支援機能を提案することが課題である。このためには、ワークフロー管理システムやデータベースなどとのさらに密接な連携を実現するためのインタフェースが鍵となると考えている。

コンピュータシステムとしては、さらに広域な防災情報連携を可能とするために、本システムを WWW (World Wide Web) ベースのシステムへと移行する予定である。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Alter 80] S.L.Alter: Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges 73/93, Addison-Wesley (1980)
- [防災研 97] 京都大学防災研究所編: 地域防災計画の実務, 鹿島出版会 (1997)
- [古田 98] 古田一雄: ヒューマンモデリングの現状と課題, 人工知能学会誌, Vol.13, No.3, pp.356-363 (1998)
- [郷 00] 郷 健太郎, 今宮淳美: ユーザの視点を取り入れる技術: システム開発におけるシナリオの役割, 情報処理学会誌, Vol.41,

- No.1, pp.82-87 (2000)
- [早速 96] 早速倫章, 酒井邦造, 角本 繁, 出口哲郎, 吉田尚史: 総合危機管理を目指した災害対策情報システム, 日立評論, Vol.78, No.3, pp.13-18 (1996)
- [速水 98] 速水治夫: ここまで来たワークフロー管理システム (1) ワークフロー入門, 情報処理学会誌, Vol.39, No.11, pp.1160-1165 (1998)
- [飯島 93] 飯島淳一: 意思決定支援システムとエキスパートシステム, 共立出版 (1993)
- [石井 94] 石井 裕: グループウェアのデザイン, 共立出版 (1994)
- [角本 97] 角本 繁: 地理情報システムによる危機管理—阪神・淡路大震災の経験から, 計測と制御, Vol.36, No.1, pp.25-28 (1997)
- [香取 90] 香取義重: 防災情報システムの現状と動向, 電気学会論文誌 D, Vol.110, No.9, pp.939-940 (1990)
- [McGraw 97] K. McGraw and K. Harbison: User-Centered Requirements: The Scenario-Based Engineering Process, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ (1997)
- [溝口 93] 溝口理一郎: エキスパートシステム II 技術の動向, 朝倉書店 (1993)
- [西垣 92] 西垣 通編: 組織とグループウェア, NTT 出版 (1992)
- [大澤 00] 大澤幸生: 地震履歴データマイニングによる危険断層の発見, 人工知能学会誌, Vol.15, No.1, pp.57-60 (2000)
- [小澤 98] 小澤秀雄, 野中久典, 栗原昌宏, 梅北泰輔: 地震などの災害対策に貢献する災害対応システム, 日立評論, Vol.80, No.3, pp.47-52 (1998)
- [Sage 91] P. A. Sage: Decision Support System Engineering, John Wiley & Sons, New York (1991)
- [清水 97] 清水善久: 早期地震時被害想定システム SIGNAL, 計測と制御, Vol.36, No.1, pp.41-44 (1997)
- [高元 00] 高元政典, 正嶋 博, 小林康弘: 社会システム論的観点による情報システムの知識獲得支援手法, 計測自動制御学会第 20 回システム工学会部研究会梗概集, pp.45-50 (2000)
- [戸田 94] 戸田光彦, 山口高平, 新谷虎松: 知能化技術と意思決定支援システム, 計測自動制御学会 (1994)
- [戸田 98] 戸田保一, 飯島淳一, 速水治夫, 堀内正博: ワークフロー ビジネスプロセスの変革に向けて, 日科技連 (1998)

2000 年 3 月 9 日 受理

著 者 紹 介

野中 久典 (正会員)



1984 年大阪大学工学部原子力工学科卒業。1986 年同大学院工学研究科原子力工学専攻修了。同年 (株) 日立製作所入社。同社日立研究所に所属。防災情報システム、意思決定支援システム等の研究に従事。情報処理学会、日本 OR 学会各会員。

正嶋 博



1979 年九州大学工学部電気工学科卒業。1981 年同大学院総合理工学研究科修士課程エネルギー変換工学専攻修了。同年 (株) 日立製作所入社。同社日立研究所に所属。ベン入力、カーナビゲーション、社会セキュリティ等のシステム研究に従事。情報処理学会会員。