

震害の即時推定にもとづく対策支援情報システム（その1）

— 構想の展開と仕様に関する検討 —

1. はじめに
2. システムの構想
3. 一般構成と基本仕様
4. 設計仕様のあらまし
5. おわりに

太田 裕*
塩野 計司**

要 約

都市における震災事後対策の効果的な展開に寄与するための、支援情報システムの開発に向けて多面的に考察した。このシステムに期待される機能は、地震発生を起点として、地域への地震入力の評価に始まり、被害の推定をへて、直後対策指針の提示に至る一連の処理を即時的に行い、これによって行政体の防災担当者に、必要かつ適切な初期情報を提供するところにある。この報告では、まず、システム期待される地震防災上の役割と、それを果たすのに必要な機能について考察した。つぎに、システムの開発に関わる問題点を整理し、それを克服するための方法について、ハードウェア、ソフトウェアの両面から検討した。

1. はじめに

地震被害の軽減には、自然環境の安定化や人工施設の耐震化により、恒久対策として取り組むのが本筋であるが、その万全が望み得ないところから、事後の応急対策の役割は非常に大きい。環境や施設の安全化が、相当に進んだかに見える現在においても、対策の間隙について発生してくる災害は少なくない。そのような被害の発生に対して

は、事後対応の適切な展開によって、被害の拡大を阻止することが不可欠である。災害は、たとえ発生したとしても、最小限におさえ込まなければならない。

わが国では、市町村レベルの地域行政体が、震害の直後対策を主導する。とりわけ、地域住民を対象とした対応では、市町村レベルの地震防災対策の果たす役割が大きい。市町村にとっての普遍的な特性の一つである地域への密着性は、即応性を旨とすべき事後対策において、市町村がその主

* 東京大学 地震研究所

** 東京都立大学 工学部

体となり得ることを強く支持する。一方、市町村にとって、災害時の住民の保護は、法律によって要求されるところでもある。

しかしながら、災害時の直後対策には、限られた情報にもとづいて、多くの判断と決定を瞬時に下さなければならないという難しさがある。被害の様子が判らない限り、防災の専門家にとってさえ、まちがいのない対応を決めることは不可能に近い。災害の発生後、被害の全体像が見えてくるまでには、相応の時間が必要であり、この間における対策の立ち上げ・展開には、大きな困難がつきまとう。

市町村にとっては、困難はさらに大きい。大方の市町村が、その長のみならず職員の大多数が防災の専門家ではない、という問題をかかえている。災害時の事後対策において、大きな責任と期待を担う一方で、それに応えるに十分な知的資産（専門知識）のないことは決定的な弱みである。

この問題に取り組むには、防災業務管理を専門とする部門を行政体組織内に常設するとともに、防災技術者を育成するのが本筋であろう。しかし、これは一朝一夕にできることではない。長期的な視野に立って、組織の充実と人材の開発を進めるのとは別に、即効性のある方法を導入する必要がある。これに向けて、何らかの具体的進展が求められる。

従来より、地域行政体を単位として、地震被害想定という調査が行われてきた。地震防災計画を立案し、対策の実施について定めるための基礎資料を作成する目的で行われたものである。

しかし、従来の被害想定には、つぎのような問題があった：

1) 被害予測の出発点として、きわめて少数の想定地震（ただ一つという例が大半を占める）を用いている。したがって、発生する被害の分布態様や、時間要因（季節、曜日、時刻）の影響がきわめて限定的にしか捉えられていない。想定された被害には、代表性あるいは現実性の面で十分な正当性を持つか否かが不鮮明であった。

2) 想定された被害が代表性・現実性を欠いているために、それにもとづいて作成された事後対

策のシナリオに実用性が認められない。実際に発生し、それに対して事後対策が求められる被害と、想定被害の間に一定以上の対応関係が期待できる可能性は低い。より根本的な問題として、被害想定と対策計画とが、密接な関係を持つものとして取り扱われているケースが、きわめて少ないことが指摘できる。従来の被害想定調査では、被害に関する結果を出すのが精いっぱいであり、これに引き続くべき、対策に関する検討には至らないのが一般的であった。

筆者らは、既存の調査・研究が抱えていた種々の問題点を克服し、しかも、このような調査を支えてきた地震防災関連の知見と技術を利用しながら、上述の要求に応える方法はないかと考えた。

この研究では、従来の防災計画が内包する問題点の克服を通じ、防災時の事後対策において、市町村が適切な活動を展開するのを支援するために、一つの情報システムの実現について考えてみた。そのシステムは、つぎのような機能を持つものである：

1) 実際に発生した地震を被害評価の出発点におき、地震の襲来と同時に被害を推定する。

2) 推定された被害の態様にもとづいて、事後対策の展開を支援する情報（対策指針）を作成し、それを市町村の防災担当者に提供する。

この報告では、はじめに、対策支援システムの構想について述べ、つぎに、システムの仕様について検討した結果の概要を紹介する。

なお、この報告は、筆者の一人（太田）を代表とする研究グループでの作業および討議の、現時点での到達結果を要約する形で取りまとめられた。この報告では省略した部分（細部記述、関連資料）も含め、研究の成果をより詳しく述べたものとして、下記の報告書がある。参照いただければ有り難い。

震害予測情報システムに関する研究 — 基本構想と実現への考察 — 文部省科学研究費・重点領域研究「自然災害の予測と防災力」研究成果、太田 裕・岡田成幸（編）、平成2年3月、210pp.

2. システムの構想

2.1 システムの役割

ここに提案する対策支援システムは、地震被害の発生にさいし、つぎの2つの情報（対策支援情報）を瞬時的に出力する（図-1）：

- 1) 当該の地震が地域に及ぼす被害の全体像
- 2) 事後対策の在り方に関する参考指針

このような情報が、地域行政体の防災担当者（市町村の長を含む）にとって、きわめて有用であることは、つぎのような点から指摘できる：

1) わが国の市町村では、必ずしも災害の専門家ではない職員が防災の任に当たっていることが多い。このような人々にとって、自らの体感と、自らの視野の中起こった事象だけを手がかりとして、市町村内の被害の全体像を正しく想像することは不可能に近い。市町村の全域にわたる被害の態様について「教えてくれる」何物かが必要である。

2) わが国における現在の災害情報システムの一つに、気象庁のシステムがある。しかしながら、地震があったことを告げる第一報はともかく、一応の地震情報や被害情報が公表されるまでに要する時間は相当に長い。これが事後対策の発動に対して、非常なネックになっている。即時性のある代替手段が求められる。

3) 気象庁のシステムによる情報は、広域的な意味での正確さはともかく、市町村がカバーすべき、数キロメートル～数十キロメートル程度の広がりを持つ地域に対しては、十分な細かさをもつものではない。気象庁からの情報は、一つの市町村のなかで、どのような被害が起こっているのか

を知るための基礎情報としては大まかにすぎる。事後対策において、自らが責任を負うべき地域との関連で、地域に密着した情報の提供が望まれる。

以上からも明らかのように、市町村が災害対策上の責を負うべき地域内についての被害の全体像を、地震発生と機を一にして瞬時的に把握し、最適な対応策の選定に資する情報を提示するための実際的な手段が得られれば、防災行政上の意義は計り知れない。ここに述べるシステムは、これに応えるべく、有力な手段の一つを実現するために提案されている。

2.2 情報のオンライン性

ここにいう「被害想定」は、強震動観測のオンライン・データをすべての処理の出発点に置いており、この点で従来の被害想定と異なっている。すなわち、「たった今起こりつつある災害を問題にする」という考えを、「たった今観測された」地震動を使って「被害想定」を行うことで実現を企画した。まえに示した図-1でも、この点を説明するために、対策支援システムへの入力を「地震記録（観測）」と明示している。

このシステムが、地震計からの出力を直ちに利用し、かつ瞬時的な対策支援情報の提供をめざすものであるため、システム全体の構成がオンライン的なものにならざるを得ない。このオンライン性こそが、対策支援システムの有効性を保証するものになっている。

しかし、「被害想定」のオンライン化にともなって、従来の被害想定では問題になることのなかった、新たな検討事項が発生してくる。地震計や伝送系をはじめとする機器類の性能や、演算処理における時間的制約の問題など、検討・解決すべき

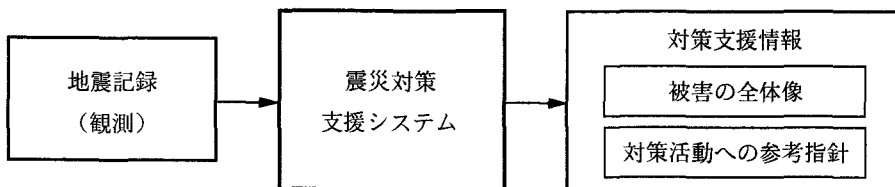


図-1 震災対策支援情報システムの入出力関係

問題は少なくない。

2.3 実現手順

2.3.1 実現へのステップ

震災対策支援システムを実現するための過程を大まかに整理し、図-2に示した。図-2の右半分には、システムを実現していくうえで、とくに重要な事柄をキーワード的に示した。なお、プロトタイプ・モデル(次節)を実現していくさいにも、これらのキーワードに関わる検討を行ったことはいうまでもない。しかし、この報告の対象になっているシステムでは、防災の現場との接点をより密なものとするを意図した。そのためには、防災の実状をあらためて入念に検討してやる必要がある。

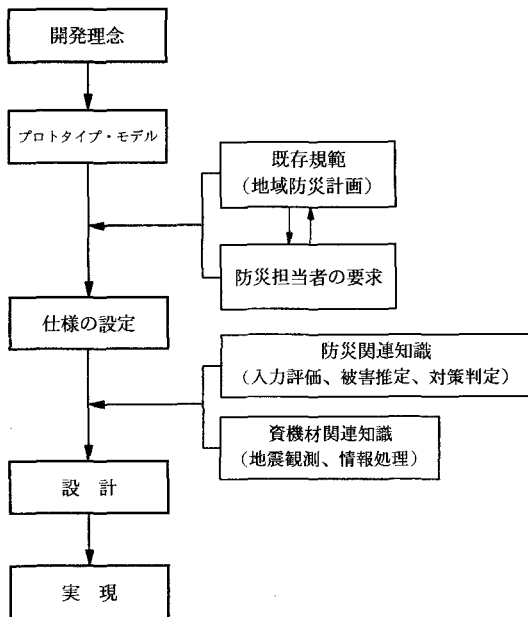


図-2 システム実現へのプロセス

2.3.2 プロトタイプ・モデル

筆者の一人は、すでに震災対策支援システムのプロトタイプ・モデルを「単一点型」として実現している(太田・他, 1987; 後藤・他, 1987)。

プロトタイプ・モデルの開発では、つぎのようなレベルでシステムを実現した:

- 1) 市町村内に置かれた単一の強震観測点での記録を基本入力とする
- 2) つぎの項目について、被害を推定する:
 - a) 建物被害
 - b) 死傷
 - c) 火災
 - d) 供給系(電気、水道、ガス)被害
 - e) 道路被害
 - f) 電話被害
- 3) つぎの項目について、対策支援情報を出力する:
 - a) 災害対策本部の設置
 - b) 職員の動員
 - c) 救出、医療
 - d) 消防
 - e) 避難
 - f) 応急給水

システムはつぎのような機器とソフトウェアで構成した:

- 1) 3成分強震計
- 2) 広ダイナミックレンジ記録装置
- 3) パーソナル・コンピュータ(制御、処理、表示用)
- 4) 被害推定ソフトウェア、対策判定ソフトウェア(パーソナル・コンピュータに内蔵)

プロトタイプ・モデルは、被害の全体像の推定と対策指針の提供を、地震発生後、瞬時的に行うという点で、われわれが指向するシステムの目的の一端を実現した。プロトタイプ・モデルが提供する情報は、行政体の初動対応を円滑に立ち上がらせるという要求を、ある程度まで実現し得たものと判断できた。

プロトタイプ・モデルにとって、最も大きな制約になっているのは「単一点型」という側面である。一点の強震動観測結果だけをもとに、以後の処理を行うため、地域内における各種の事象(震度、被害など)の分布に関わる情報は、いずれも相応の推定(地域環境データを媒介とした)にとどまり、確度の面で不満が残った。対策判定についても、確度の十分でない被害推定情報に基づくものであるために、具体性の面での不満を残した。

しかし、たとえ一点での観測にもとづく結果ではあっても、行政体の管轄地域が小さく、地域内の自然的・社会的な環境が一樣に近い場合には、システムからの出力には相応の代表性と確度が期待できる。「単一点型」のプロトタイプ・モデルといえども、それにふさわしい動作環境が得られれば、相応の実用性を持つものと考えられた。

これに対して、現在、開発している対策支援システムには、より広い適用性が備わること期待している。「単一点型」ではカバーしきれない、広い地域や、地域内の自然的・社会的環境の変化が大きな地域にも通用するシステムを目指している。また、プロトタイプ・モデルで取り扱ったよりも、より多くの被害事象について、よりきめ細かく、しかもより高い確度で被害の推定や対策支援情報の提供を行いたいと考えている。

この開発では、プロトタイプ・モデルの水準を超えた、より高いレベルでのシステムの実現を念頭においた。ただし、所求システムの原点は「単一点型」プロトタイプ・モデルにおいている。

3. 一般構成と基本仕様

3.1 システムの一般構成

プロトタイプ・モデルの実現をへて、対策支援システムの一般的なイメージが具体化されてきた。所求システムの一般構成を図-3に示した。

「たった今、起こりつつある災害を問題とする」という考え方は、観測されたばかりの地震記録（オンラインデータ）にもとづいて以後の処理（震源要素や観測点震度の算定、地域内震度分布の算定、対策指針の提示）を行うことによって実現される。

被害推定の方法には、既往の被害想定で使われてきた手法をほぼそのまま使う。被害想定 of 繰り返しの中で定式化され、改良が重ねられてきた方法を継承し、利用するのが合理的であると判断したからである。また、地震観測から震度分布の算定にいたる部分についても、地震観測、地震工学などの分野で培われてきた知見のなかに、利用できるものが数多く見いだされる。これらについても、積極的に利用する方針を取ることにした。

図-3には、実線で示した部分と、破線で示した部分とがある。実線で示した部分が、システムの基本構成にあたる。実線で示した部分には、地震観測と情報処理を含む各種のオペレーションと、情報処理を行うさいに参照される各種の地域データが含まれている。

一方、破線で示した部分は、地震観測以外の方法によって得られる情報である。筆者らのシステムが、地震計を唯一のセンサーとしている限り（基本構成では、この構成をとる）、破線部分の情報をオンライン的に得ることはできない。これらの情報をシステム内に取り込み、それを利用した処理を行うならば、被害推定の確度、信頼性は向上す

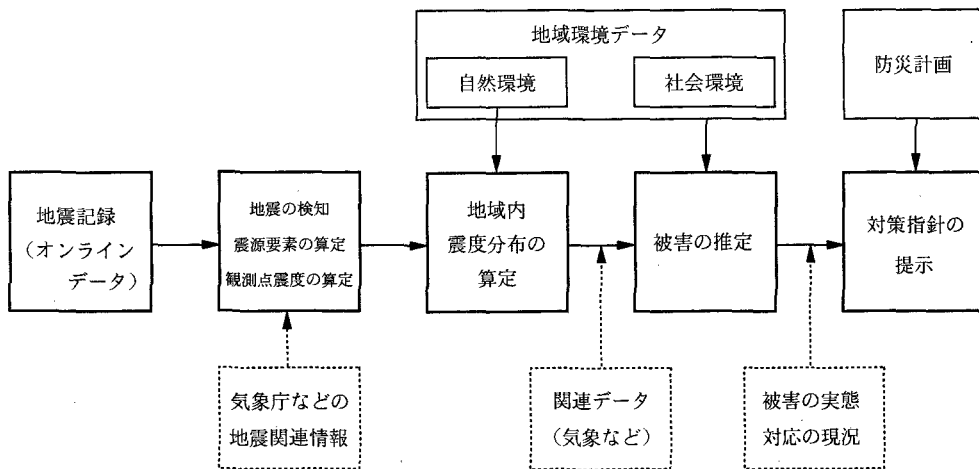


図-3 システムの一般構成（処理の流れ）

る。ただし、そのような情報を、どのようにして取り込むか、また、どのように利用するか、という新たな検討事項が発生する。この報告では、これらの情報についての具体的な取扱いまでは触れていない。

3.2 基本仕様の検討

3.2.1 地域防災計画に関する検討

災害時における地域行政体の活動は、地域防災計画を拠り所として展開されるように定められている。したがって、地域防災計画の内容を分析することにより、以下のような点が明らかになる可能性がある：

- 1) どのような項目について、どのような手順で対策活動を実施するか
- 2) どのような被害情報にもとづいて対策を実施するか

市町村の地域防災計画は、災害対策基本法（昭和36年）を根拠とし、中央防災会議によって定められた防災基本計画（昭和38年）を基準にして作成される。市町村が行うべき防災業務の大枠は、防災基本計画に示された「防災業務計画及び地域防災計画において重点を置くべき事項」（第6章）に示されている。

したがって、市町村に与えられた課題は、防災基本計画に定められた対策項目のそれぞれについて、自らの置かれた環境（被災可能性の大小、対策資源の多少）に見合うような形で、どこまで対策活動の内容を具体化できるか、という点に集約される。この課題がどこまで、地域の実状と被害の実態に即して解決されているかが、計画の有効性を左右するはずである。

しかしながら、今日、各地の市町村が策定している地域防災計画は未整備であり、対策活動の具体的な手引きとするには、不十分な状態にとどまっている。また、このような状態が「すべての」市町村において当てはまるものと言っても、過言とは思われない。市町村が行うべき活動項目についてみれば、防災基本計画に示された事項を引き写しただけの、網羅的なものにとどまっているも

のが大半を占める。災害時の実際の局面においてつねに問題になるであろう、事項間の優先度の問題や、対策資源の確保や利用の方法などについて、対策活動の具体的な内容に言及した例は見られない。

もし、対策活動の具体的なあり方が、地域防災計画の中で十分に展開されていれば、対策支援システムの開発においては、地域防災計画に示された内容をシステムに移植するだけの作業となり、ことはきわめて単純でしる。しかし、地域防災計画が、かくも未整備な状況を見ると、それでは済まないことは自明である。

システムに要求される仕様の検討に、地域防災計画を利用しようとするれば、次のような方法がありうる：対策情報を与えるべき項目の第一次的な候補として、地域防災計画（すなわち、防災基本計画）にリストアップされた対策事項を使うことである。なお、地域防災計画の中に、「if-then」型のルールとして書き表せるような項目が含まれていることも事実である。これに関しては、対策支援システムを開発するさいにも利用できる。しかし、そのようなケースはきわめて限られており、あまり多くを期待することはできない。

3.2.2 防災担当者の意見聴取

地域行政体の職員は、防災活動の当事者である。彼らには、彼らなりに「災害時にほしい情報」のイメージがあるのではないだろうか。市町村が行う対策活動が地域防災計画に乗っ取ったものであるにせよ、防災担当者には、地域防災計画をパラフレイズした形で、独特の視野がはぐくまれているように思われる。したがって、市町村の防災担当者からの意見の聴取は、対策支援システムに対する要求仕様を検討する上で、不可欠のステップと考えられる。

筆者の一人はこの問題を、鏡味・他（1989）と共に、神奈川県川崎市を例として検討したことがある。

震災時の事後対策に関する担当部局員ごとにアンケート調査を行い、つぎのような結果を得た（回答部局数は40）：

- 1) 被害表示項目について

いくつかの特徴的な被害を除くと、当該の被害に対する対策を直接に担当する部局以外からの要望は少なかった。このことは、「なにはともあれ、地域防災計画のもとで自分に与えられた責任を全うする」という考え方の反映であろう。現行の地域防災計画が、対策項目の網羅に終始する傾向が強く、しかも、項目ごとに担当の部局を割り付ける形で作成されていることを考えれば、当然の結果と見ることもできる。

ただし、以下に示す項目については、高い割合で表示の要望が出されていた。防災担当者が、事後対策において重視すべき被害項目や、優先すべき対策活動について、的確な判断を下していることをうかがわせ、システムの仕様を検討するための参考としても重要である。

道路被害：最も多くの部局が要望した（47.5%）。道路被害の状況が、その後の対策の進め方に大きな影響を与えることが認識され、高い関心を集めたものと思われた。

延焼火災：40%の部局が、出力を要望した。大規模な延焼火災が、多方面に強い影響を及ぼすことが認識されている。

人的被害、避難者、り災者：これらの項目に関する表示の要望は、項目の順に30%、27.5%、15%だった。市町村にとって、住民の生命・身体・生活の保全が重要事項となっていることを反映したものと考えられた。

建物被害：木造については16%、非木造については17.5%の部局が表示を要望した。建物の損傷が、もっともイメージしやすい被害として重視されたため、および全体的な被害を一つで代表する指標として注目されたことによるものと考えられた。

2) 対策支援情報について

支援情報に関する要望にみる特徴は、被害情報に関するそれと対をなす形で求められた。すなわち、大方の項目については、それを担当する部局からの要望が出されたにとどまった。また、多くの部局からの要望を集めた項目に、道路の啓開（20%）、消防活動（17.5%）、避難勧告・指示（40%）、医療・救護活動（27.5%）があり、道路被害、延焼火災、人的被害への関心の高さに対応していた。

一方、動員・配備計画（57.5%）や災害対策本部の設置（17.5%）に関する支援情報への要望が強く、体制づくりの重要性を認識した結果と見ることができた。

なお、回答のなかには、実際の被害状況や復旧の進展状況を表示するように要望するものが少なからずあった。このような要望が出されたことは、防災担当者が「被害状況にもとづいて対策をこうじる」という意識を持っていることの現れにはかならない。被害状況の把握から対策の実施へ、という展開の重要性が認識されていることは、この調査を通じて得られた、貴重な結果の一つである。

ただし、上記のような要望をするに当たって、防災担当者たちは、実際の被害状況を調査するために、相応の仕事量と時間を必要とすることを忘れてはいないだろうか。また、彼らには、被害調査に要する時間が、事後対策の円滑な立ち上がりのために、きわめて貴重なものであるとの認識が不足している可能性もある。このような面においては、この対策支援システムは、防災担当者の認識のレベルを超えた次元で企画されている。しかし、被害状況の把握（推定と調査の違いはあるにせよ）から対策の実施へ、というプロセスを重視している点では、防災担当者の意識ときわめてよい整合性を有していることが確認できた。

われわれは、対策支援システムの中に実際の被害情報（被害データ）を取り入れる方向を、将来的には重要な検討事項の一つと考えている。ただし、現段階でのシステムづくりに関しては、その第一義的な目標を、災害発生の「直後」における、対策活動の即応的かつ円滑な立ち上がりの支援にしている。しかも、この目標が、被害調査の効率化のみによっては、十分に達成できないとの考えを持っている。システムの一般的構成を示した図-3でも、将来の実現に向けてのオプションの一つとして、被災の実態や対策の実状を参照した対策支援情報のあり方を書き加えておいた。

3. 2. 3 地震計配置と機器構成

システムの一般構成（図-3）に示したように、被害推定から対策支援情報の提供にいたる処理の

出発点は、実際に観測された当該地震の記録におかれる。したがって、対策支援システムから出力される情報の確かさは、地震動入力をどこまで正確に把握できるかにかかってくる部分が大きい。推定被害の確かさや、対策支援情報の適切さは、地震動評価の確かさに大きく依存する。

地震動評価の確かさは、地域内の観測点の数や配置の問題と深く関わっている。ある地域内にただ一つの観測点しかない場合には、そこでの観測結果だけにもとづいて被害を推定することになる。地域内の震度分布は、震央の方位や地盤の分布から間接的に知るほかはない。これに対し、地域内に複数の観測点があれば、それぞれの観測点が代表する地域を単位として、震度分布を一層正確に捉えることができる。また、多点観測を行うならば、震央方位の決定や震度分布の補間などがより高い確度で行えるという利点もある。

観測点数の増加は、対策支援システムが提供する推定被害情報や対策支援情報の内容に、確かさや深みを与えることにつながる。ここで「深み」と言った内容には、被害推定が正確に行われることによって、対策目標の「初期設定」としての役割を長く保持できること、したがって、推定被害をにらんで行う対策支援情報の作成が念入りに行えることなどが含まれる。「深み」のある対策支援情報の作成方法として、防災担当者対策支援システムとの「マン・マシーン対話」方式による外部情報との接続処理なども考えられる。将来的には実現したい方向の一つである。

複数の地震計を配置することを考えた場合、各観測点にサブ・システムとしての機能を与え、サブ・システムのネットワーク化によって、全体システムを構成するのが自然である。システムの維持管理、災害時の利用形態などから判断して、次のようなネットワーク構成をとるのが適当と思われる：

1) 一つのセンター・システムと複数の端末点システムのそれぞれをサブ・システムと位置づけ、これらのネットワークングによって、全体システムを構成する。観測点の数がきわめて多いシステムの場合には、小数の地域センターを導入し、「中央センター・地域センター・端末点」のような構

成にすることも考えられる。

2) センター・システムは、市町村の災害対策本部を設置するさいに主導的役割を果たす部局に置く。したがって、センター・システムは、市役所あるいは町村役場に設置される。

3) 端末点システムは、行政の出先機関（区役所、出張所など）に置く。

システムには、つぎのような性能を備えていることが要求される：

1) 地震時という異常事態においても、システムの動作に高い信頼性が期待できること。ハードウェア的には、振動・衝撃・強制変位などの外力に対し、十分な抵抗力を持つことが基本になる。ソフトウェア的には、入力情報の一部が欠如した場合にも処理が可能な（精度とのトレードオフにおいて）構成の実現などが必要になる。

2) 導入後の上位化（システムの改善）に容易に対応できるように、系統的・組織的な構成になっていること。ハードウェアについては、必要な機器のビルトイン方式による追加や交換ができること、ソフトウェアについては、モジュール単位の追加や交換ができることによって、システムの上位化が効率よく実現できるはずである。

3.2.4 基本仕様のまとめ

以上に述べてきたことを要約すれば、筆者らの対策支援システムに要求される基本仕様の枠組みは、つぎのようなものになる：

- 1) 市町村を対象とした、地域多点型システムとして構成する。
- 2) 単一点型として実現したプロトタイプ・モデルを、地域多点型システムを検討するための原点におく
- 3) 被害推定の方法には、既往の被害想定で採用されたものを継承する
- 4) システムを構成するハードウェアとソフトウェアが、地震時という異常事態のもとでも動作するよう、高い信頼性を与える。
- 5) システムの上位化に対応できるよう、ハードウェア、ソフトウェアともにモジュール性の高い構成とする。

4. 設計仕様のあらまし

4.1 検討項目の整理

システムの開発に当たって検討すべき事項を抽出し、事項間の階層性に注意して整理した。検討事項は、表-1の左側のはじから順に、階層的に並んでいる。検討事項は、システムに導入するハードウェアとソフトウェアの問題、端末点とセンターの問題などを軸にして階層化した。

4.2 ハードウェアの仕様

4.2.1 全体構成

システムは、つぎの3種類のハードウェア・モジュールで構成する（システム内の情報の流れにしたがって）：

- 1) 端末点
- 2) 伝送系
- 3) センター

各ハードウェア・モジュールの主な機能は：

- 1) 端末点：

- 地震を感知する
- 地動を記録する
- 地震記録を処理し、必要なデータ（震源要素、震度）を算出する
- 算出したデータを、センターに向けて送り出す
- 算出したデータをもとに、当該地域を対象とした被害推定と対策判定を行う
- 被害推定と対策判定の結果を表示、保存する（当該地域）

- 2) 伝送系：

- 端末点・センターの間の情報のやりとりを行う

- 3) センター：

- 端末点からの情報を集め、総合的な入力評価（震度の算定）を行う
- 入力評価の結果をもとに、地域全体を対象とした被害推定と対策判定を行う
- 被害推定と対策判定の結果を表示、保存する（地域全体）

以上の機能を実現するためのハードウェアの一般的構成を図-4に示した。一つのセンター・モジ

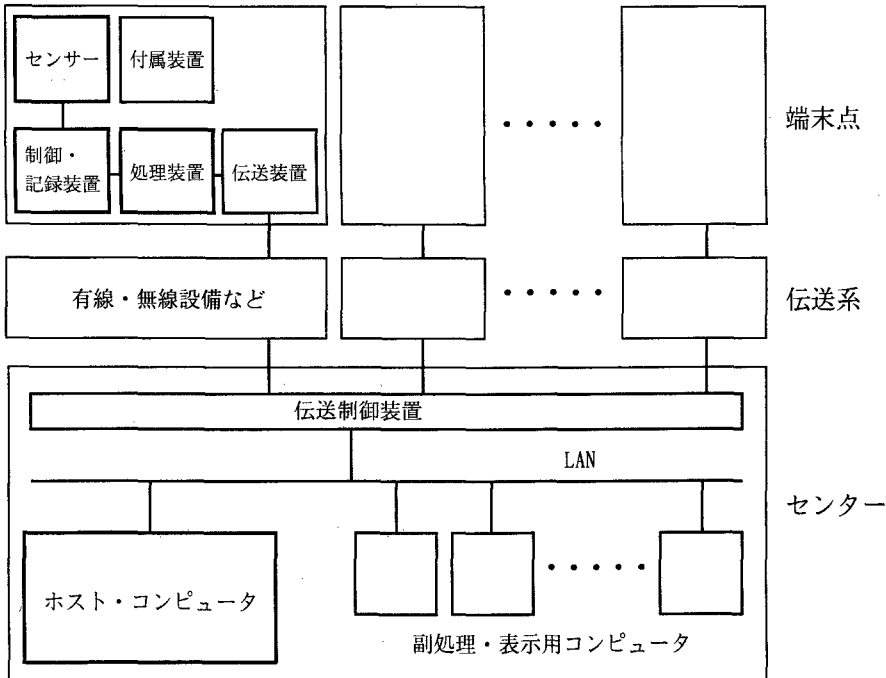


図-4 ハードウェア構成

ジュールを中心として、その周辺に、いくつかの端末点モジュールが配置される。伝送系モジュールは、端末点モジュールと対をなす形で配置され、端末点モジュールとセンター・モジュールをつなぐ。

4.2.2 端末点モジュール

図-4の左上の部分に示したように、端末点モジュールは、以下の装置で構成する(かっこ内に、それぞれの主な機能を示した)：

- 1) センサー (地動を電気信号に変換する)
- 2) 制御・記録装置 (地震を識別し、地動波形を記録する)
- 3) 処理装置 (波形処理をし、必要な情報を抽出するとともに、被害推定と対策判定を行う。また、センターに向けて情報の伝送を行う)
- 4) 付属装置 (電源バックアップや、風・潮位などの関連事象観測を行う)
- 5) 伝送装置 (データの変換やデータ・エラーの検出・修正などを行う)

端末点モジュールを構成する装置の性能について検討し、結果を表-1に示した(「1.観測及び電算処理に関する事柄 1) 端末点」の項)。

4.2.3 センター・モジュール

図-4の下半分に示したように、センター・モジュールは、ホスト・コンピュータを中心として、副処理や表示に用いるコンピュータを分散配置し、それらをネットワークする構成(LAN)とする。

センター・モジュールを構成する装置の性能について検討し、結果を表-1に示した(「1.観測及び電算処理に関する事柄 2) センター」の項)。

4.2.4 伝送系モジュール

伝送系モジュールの設計で注意すべき事項と、伝送する情報量の見積を表-1「2.伝送系に関する事柄」の項に示した。

4.2.5 信頼性

システムの信頼性を確保するために、以下のような方法を導入することが考えられる：

- 1) 稼働状態での診断 (ハードウェア制御、ソフトウェア制御)
- 2) 頑健な機器の導入 (既存製品)、頑健な機器の実現 (新規開発)
- 3) 設置環境の整備
- 4) 故障への対応策

これらの事項に関する検討結果を、表-1「3.信頼性に関する事柄」の項に示した。

4.3 ソフトウェアの仕様

4.3.1 全体構成

すでに、図-3で示したように、地震観測から対応指針の表示にいたる道筋は、いくつかの段階に分解することができる。したがって、ソフトウェアの構成も、その段階ごとにモジュール化したものとするのが合理的である。つぎのような3つのモジュールによって、システムを構成することにした：

- 1) 入力評価モジュール
- 2) 被害推定モジュール
- 3) 対策判定モジュール

なお、図-3の記載がそのまま反映されるようになれば、「起動-前処理」モジュールができることになる。しかし、「起動-前処理」の段階での処理量は、地域内震度分布の算定(入力評価モジュールの主要な機能)に必要な処理に比べ、相当に少ないことが予想される。この点を考慮し、「起動-前処理」の作業を、入力評価モジュールの中に入れて(サブ・モジュール化して)取り扱うことにした。

4.3.2 基本ソフトウェア

オペレーティング・システムと標準プログラム言語の選定、および市販アプリケーション・プログラムの導入について検討し、その結果を表-1「1.観測及び電算処理に関する事柄 2) センター基本ソフトウェア」の項に示した。

4.3.3 入力評価モジュール

入力評価モジュールは、つぎのような機能を持

つ：

端末点（図-5(1)）：

- 1) 地震動を検知し、以後の処理を開始する
（端末点およびセンターの起動）
- 2) 地震計からの出力を処理し、震源要素を算定する
- 3) 地震計からの出力を処理し、観測点震度を算定する
- 4) 観測点震度を入力情報とし、地域環境デー

タ（地盤データ）を媒介として、当該分担地域の震度分布を算定する

- 5) 端末点の被害推定モジュールに、算定結果を受け渡す
 - 6) センターに向けて、算定結果を伝送する
- センター（図-5(2)）：

- 1) 端末点からの信号によって起動する
- 2) 端末点（複数）の計算結果を入力情報とし、地域環境データ（地盤データ）を媒介とし

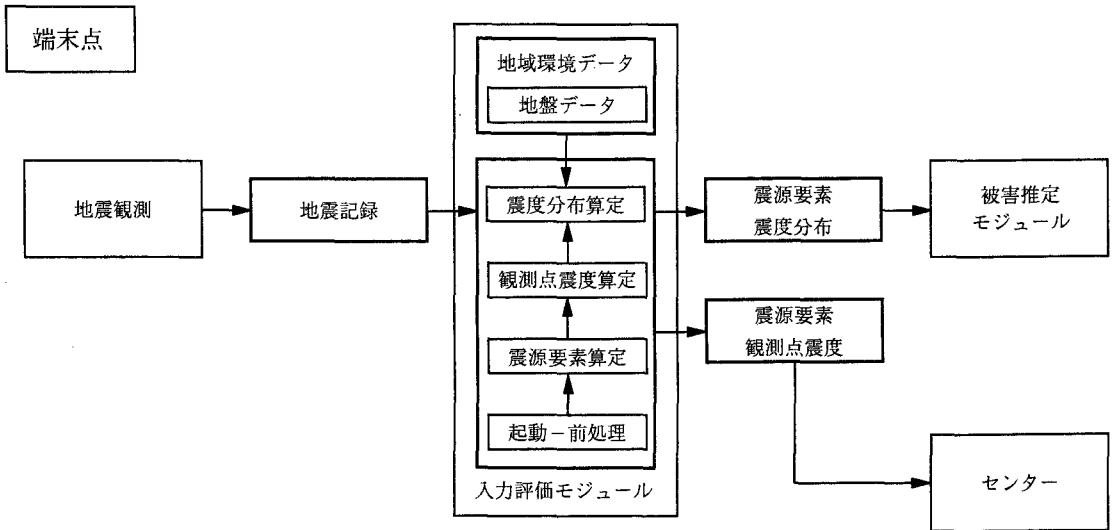


図-5 (1) 端末点における入力評価モジュールの構成

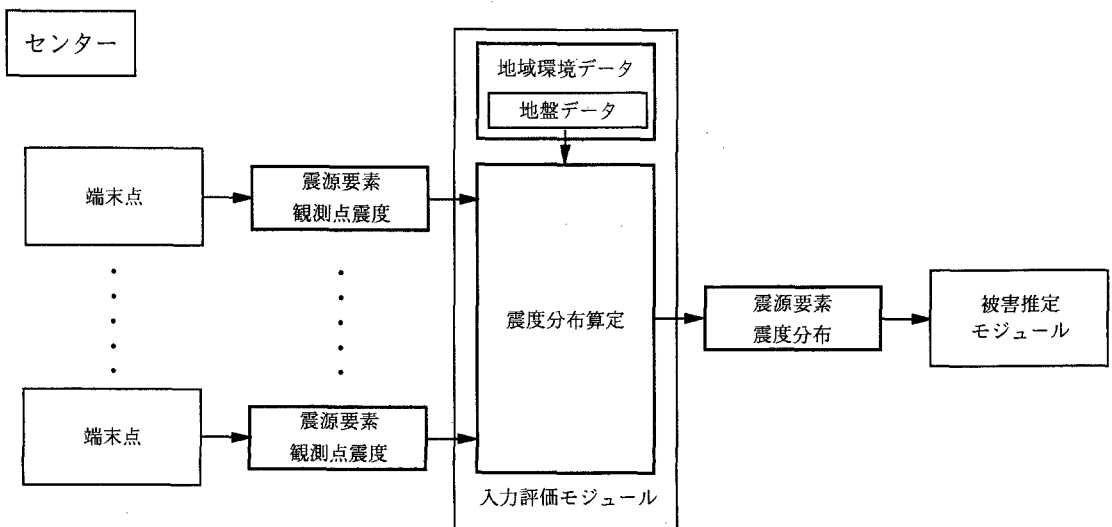


図-5 (2) センターにおける入力評価モジュールの構成

て、地域全体について震度分布を算定する
 3) センターの被害推定モジュールに算定結果を受け渡す

表-1「4.防災ソフトウェアに関する事柄 2) 応用ソフトウェア 前処理、データ伝送、地震情報の算定、震度の算定」の項に、入力評価モジュールの設計において考慮すべき事柄を、やや具体化して示した。

4.3.4 被害推定モジュール

被害推定モジュールでは、入力評価モジュールからの出力(震度分布)を入力情報とし、地域環境データ(自然環境、社会環境)を媒介として、各種の地震被害を算定する。被害推定モジュールの構成を図-6に示した。

表-1「4.防災ソフトウェアに関する事柄 2) 応用ソフトウェア 被害推定」の項に、被害推定モジュールの設計において考慮すべき事柄を、やや具体化して示した。

4.3.5 対策判定モジュール

対策判定モジュールでは、被害推定モジュールの出力(被害情報)を入力情報とし、地域環境データ(自然環境、社会環境)および防災計画関連データ(計画、対策資源の保有状況、知識・経験)を媒介として、地震災害発生の初期段階において行うべき対策活動の選別を行う。対策判定モジュールの構成を図-7に示した。

表-1「4.防災ソフトウェアに関する事柄 2) 応用ソフトウェア 対策判定」の項に、対策判定モジュールの設計において考慮すべき事柄を、やや具体化して示した。

4.4 その他の事項

システムの実現に向けて検討すべき事柄には、ハードウェア、ソフトウェアの設計のみならず、つぎのような事柄も含まれる：

- 1) 地域環境データベース、対策計画データベースの開発

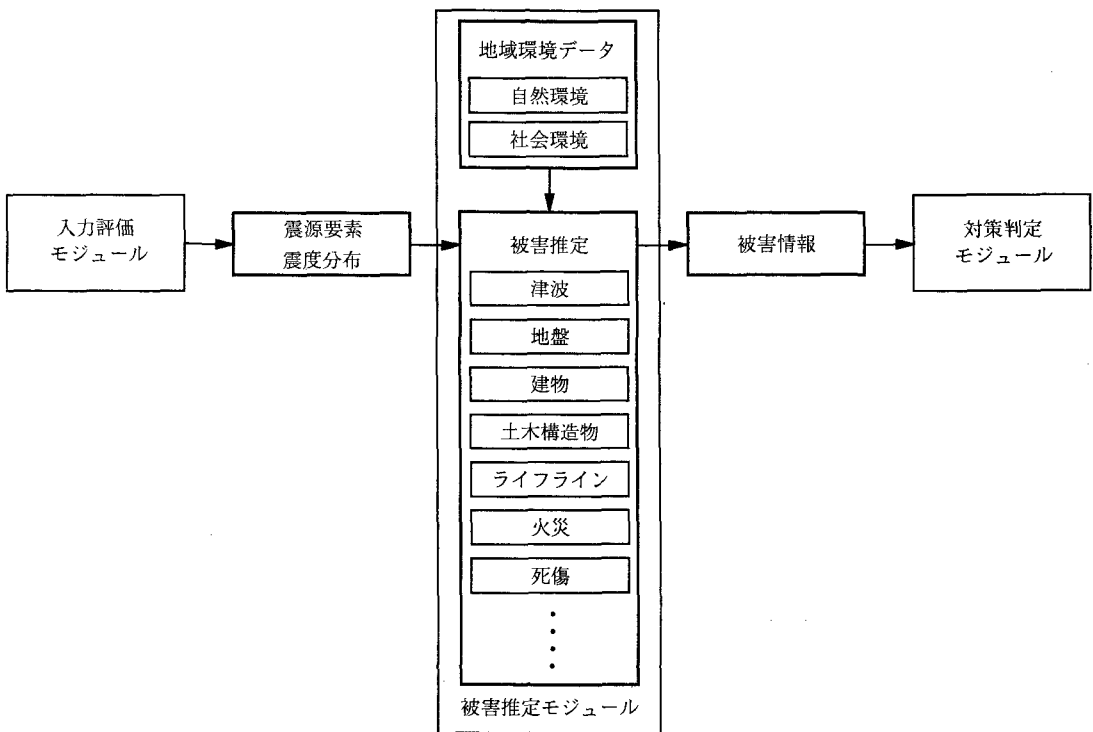


図-6 被害推定モジュールの構成

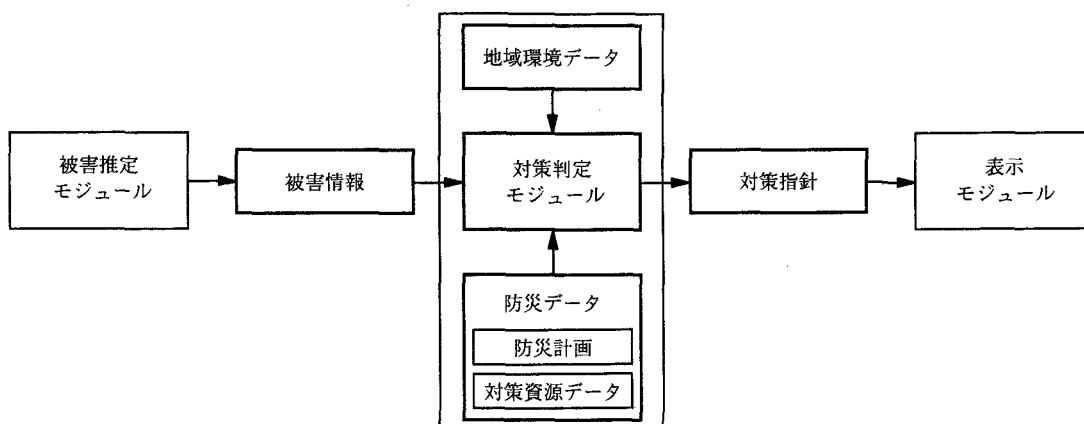


図-7 対策判定モジュールの構成

- 2) 作業手順の策定（スケジューリング、仕事量の見積など）
- 3) 維持管理に関する計画案の作成
- 4) 将来のシステム上位化に関する計画案の作成
- 5) システムの平常時活用（防災教育への応用など）に関する計画と、それを実現するための付加機能（シミュレーション機能など）の開発

表-1には、これらの作業にかかわる留意事項についても、簡単にまとめておいた。該当する部分が、「4.防災ソフトウェアに関する事柄 1) 既存資料」「5.作業手順に関する事柄」「6.その他の事柄」の項にある。

5. おわりに

都市における震災事後対策の効率的な展開に寄与することを目的とし、被害の即時推定にもとづく対策支援情報システムの開発に向けて考察してきた。この開発の出発点には、地域行政体の防災担当者が、適切な事後対策を行うのに必要な初期情報を獲得する手段が未整備であることへの認識と、それを抜本的に改善したいとの願いがあった。

この報告では、まず、一般的な観点から、システムに期待される地震防災上の役割と、それを果たすのに必要な機能について考察した。つぎに、シ

ステムの開発に関わる問題点の整理を行い、それを克服するための方法について、ハードウェア、ソフトウェアの両面から検討した。

検討の対象を、対象地域内に複数の観測点を持つ「地域多点型」とし、「単一点型」のプロトタイプ・モデル（既開発）を発展させるべく考察した。プロトタイプ・モデルを開発した経験から、「地域多点型」システムの実現可能性を強く信じつつも、国内と国外とを問わず、類例のないシステムの開発となるところから、基本的な事項も含め、非常に多くの事項を取り上げ、多面的な検討を加えた。

ただし、現時点での検討結果には、事項間での精粗の差があることは否定できない。一口に言って、システムの前半部分を構成する要素、すなわち、地震観測とそれに続く基本的な記録の処理（震度分布の算定まで）については、多くの研究があり、相当によく検討が進んでいる。これに対し、システムの後半部分に当たる、被害推定と対策判定をへて結果を表示するプロセスには、もう一步、検討を深めるべき部分が多い。

このような違いは、これまでの開発経緯、とりわけ、プロトタイプ・モデルの存在と深い関わりがある。地震観測から震度分布の評価にいたる部分については、プロトタイプ・モデルで採用された考えが、数多く継承できることが判ってきた。これに対し、それ以後の処理、とりわけ、プロトタイプ・モデルよりは1ランク高いレベルで実現する

ことが要求されるセンターでの処理は、いわば未踏の領域に属している。

この領分でのさらなる検討こそが今後の最重要課題である。その結果については次報での報告を期したい。

この報告は、冒頭に述べたように、筆者の一人(太田)を代表とする研究グループでの作業および討議の結果をもとにまとめられた。以下に、筆者らを除くグループのメンバーを紹介すると共に、本システム実現への多年の協力に対して深甚の謝意を表する。

岡田 成 幸 (北海道大学)
鏡 味 洋 史 (北海道大学)
後 藤 典 俊 (室蘭工業大学)
村 上 ひとみ (北海道大学)

文 献 一 覧

- 太田 裕・後藤典俊・石原 亨
1987 「地震防災対策支援即時情報システム
(1) — 基本構想 —」『地震学会講演予稿集』
1987, No.1, p.3.
- 後藤典俊・太田 裕・石原 亨
1987 「地震防災対策支援即時情報システム
(2) — プロトタイプの実現 —」『地震学会
講演予稿集』1987, No.2, p.317.
- 後藤典俊・太田 裕・石原 亨
1988 「地震防災対策支援即時情報システム
(3) — プロトタイプの改善と実用化 —」
『地震学会講演予稿集』1988, No.1, p.334.
- 鏡味洋史・岡田成幸・太田 裕
1989 「地震防災対策支援即時情報システム
(4) — 行政体担当部局の要望調査 —」『地
震学会講演予稿集』1989, No.2, p.38.

Key Words (キー・ワード)

Disaster (災害), Earthquake (地震), Emergency Response (緊急対策), Information System (情報システム), Decision Support (意志決定支援), Rapid Loss Estimation (即時被害推定)

表 - 1 一般的設計仕様

1. 観測および電算処理に関する事柄(ハードウェアおよび基本ソフトウェア)			参照項目
1) 端末点			
地動センサー	観測成分	3成分(水平2、上下1)で観測すること	
	感度	ダイナミックレンジが90 db以上あること (観測対象加速度域:1~2,000 gal)	
	周波数帯域	0.05~25(50)Hz をカバーすること	
	その他の規格	小型、軽量であり、かつ耐久性に優れていること 地中に埋設できること キャリブレーション回路を持つこと	
	信頼性	制御・記録装置からの動作チェックが可能なこと	3. 1)
	対環境性	完全防水であること	3. 2)
	変換方式	サーボ型が望ましい	
制御・記録装置	A/D変換	分解能(ビット数)	16bit(センサー、記録装置のノイズレベルを考慮)
		サンプリング周波数	100HZ以上(観測対象周波数の上限を考慮;25~50HZ)
	トリガー	誤起動を避けるためのインテリジェント・トリガー機能を持つこと	
	記録方式	半導体メモリなどの、可動部を持たないものであること (機械的な動作部分が震動や衝撃に弱いことを考慮)	
	計時機能	絶対時刻±5msecの精度を持つこと(時刻校正機能を持つこと)	
	信頼性	自己診断機能を持つこと	3. 1)
	対環境性	埃、温度(高温、低温)、多湿、振動・衝撃に耐えること	
処理装置	CPU	32bit(最低16bit)であること	
	メモリ	3MB程度の容量を持つこと(プロトタイプモデルが2MBであることを考慮し、若干の余裕をみて設定した)	
	表示装置	CRTとプリンタを備えること	
	信頼性	自己診断機能を持つこと	3. 1)
対環境性	埃、温度(高温、低温)、多湿、振動・衝撃に耐えること 設置環境がよく整わない場合に限って、検討が必要 工場仕様(FA仕様)の小型計算機(PCレベル)が、対環境性に優れており、導入機材の候補として適当である。		3. 2)
付属装置	無停電電源装置	30分以上の動作時間をもつこと 現時点では、システムの第一義な目的を初動支援情報の提供に置いている。したがって、発災から30分程度が、システムがもっとも有効に機能する時間帯であるため、この間の電力供給を保証するものとする。適当な市販品がある。	
	各種センサー(地動センサー以外)	風、温度、湿度、風量、潮位などの観測について検討すること 火災、地盤災害、津波の発生との関連において、オンライン的な観測が望まれる事項である。市販の製品の中に、適当な性能をもつものがある。	
2) センター(ホスト・コンピュータ)			
処理装置	CPU	32bit であること	
	処理速度	5~10MIPS 以上であること	
	メモリ	100MB程度の容量を持つこと 地震時には、外部記憶装置(磁気ディスク装置など)が動作しないことも十分に考えられる。この点を考慮し、プログラムやデータを内部メモリに常駐させる。	
外部記録装置	200~400MB であること(磁気ディスク装置など)		

表示装置	CRT	サイズ、カラー、ドット数について、現時点での標準に達していること 結果の表示が十分に明瞭なことを必要とする。表示事項の選択や、 表示画面の設計とリンクさせて、適当な機材を導入することが必要 になる。	
	プリンタ	動作速度、保守などについて検討すること	
	ハードコピー	動作速度、保守などについて検討すること	
	大型表示装置	画質（明瞭性）などについて検討すること	
付属装置	無停電電源装置	30分～1時間の動作時間を持つこと	1. 1) 付属装置
	その他の装置	以下のような装置について、仕様を検討すること： 副処理・表示用コンピュータ（ホスト・コンピュータとの一体的な 運用に適した機種を選択が必要 LAN機器（ターミナル装置、ケーブル）、伝送制御装置	
基本ソフトウェア	オペレーティング・システム（OS）	ホスト・コンピュータに要求される能力が「ミニコン」のレベルである ことから、このクラスのコンピュータのOSとして、もっとも広く普及 しているUNIXを採用すること	
	標準プログラム言語	OS（UNIX）との関連を考え、応用プログラムの開発には、原則として Cを用いること 特殊な処理に限っては、アセンブラ（ハードウェアの制御に）や理論 型言語（対策支援の演算に）などを用いることにする。	
	汎用アプリケーション	基本的なユーティリティをはじめとして、グラフィックス、データベー ス、AIシェルなどのアプリケーションを、必要に応じて利用すること	
2. 伝送に関する事柄			
1) 伝送システム			
構成、結合	伝送方式を、できるだけ統一すること（保守の面から望ましい） システムの上位化（端末点システムの増設）に対応しやすい、系統的な構成にすること		
伝送方式、手順	情報の伝送量との関係で、採用する伝送方式（有線・無線の別、公衆・専用の別、周波 数帯など）を検討すること 既存設備（すでに稼働中の防災行政無線など）との関連も検討する必要がある。 データ伝送の質（品質）との関係で、採用する伝送手順（プロトコル）を検討すること		
2) 伝送情報			
端末点からセンターへ	以下のような情報を伝送すること： 端末点システムでの処理結果（情報量は100キロ・ビット以下と見込まれる） 地震検知情報 マグニチュード、電源方位 観測点震度 被害推定結果、対策判定結果 地震波形データ（情報量は数メガ・ビット程度） 各種（地震以外）観測データ（情報量は10キロ・ビット以下） システム診断結果（平常時）（情報量は1キロ・ビット以下）		
センターから端末点へ	端末点制御データを伝送すること（情報量は1キロ・ビット以下）		

3. 信頼性に関する事柄					
1) 診断機能	端末点	センサー	制御・記録装置から動作チェックを行うこと (ソフトウェア制御による)	1. 1)	
		制御・記録装置	電源系、メモリー系の自己診断を行うこと 処理装置から、動作チェックを行うこと (ソフトウェア制御による)		
		処理装置	電源系、メモリー系の自己診断を行うこと		
		通信系	処理装置から動作チェックを行うこと (ソフトウェア制御による)		
	伝送系	電源系、回線系の自己診断を行うこと		2.	
	センター	ホスト・コンピュータとその周辺装置	電源系、CPU系、メモリー系、回線系、ネットワーク系、ディスク装置の自己診断およびソフトウェア制御の診断を行うこと	1. 2)	
2) 頑健性	端末点	振動	2G程度まで耐えること	1. 1)	
		衝撃	10G程度まで耐えること		
		水	地動センサーは完全防水であること その他の装置は生活防水であること		
		塵など	ある程度の埃、腐食性ガス、塩に対して耐えること		
		温度	0~50℃で正常に作動すること		
		湿度	20~80%で正常に作動すること		
	センター	設備環境の設備や設置方法の工夫によって、動作の信頼性を確保すること コンピュータを始めとするセンター機器については、原則的に市販品を購入することになる。これらの市販品に特別な頑健性を要求することはむずかしい。		1. 2)	
3) 設置環境	端末点	センサー	ノイズの大きな場所では、ボーリング孔中に設置すること ノイズの小さな場所では、地表に設置する。	1. 1)	
		制御・記録装置 処理装置	安定した電源を供給できること 気温、湿度の極端な変化がないこと		
	センター	建物	耐震性（、免震性）が十分に考慮されていること		1. 2)
		床	設置場所（フリーアクセス床など）を耐震構造、免震構造にすること		
		気温、湿度	コンピュータの動作が保証される程度に安定していること		
		電源	コンピュータの動作が保証される程度に安定していること		
4) 設置方法	端末点	センサー	地震による地盤とのズレが生じないように強固に固定すること	1. 1)	
		制御・記録装置 処理装置	ラックに収納し、転倒・移動防止器具を用いて設置すること		
	無線伝送系	アンテナ	方向の安定性が確保されるよう、適切に設置すること	2.	
	センター	コンピュータとその周辺装置	転倒・移動防止器具を用いて設置すること		1. 2)
		電源、空調機器など	転倒・移動・落下に対する防止措置を施すこと		
5) 故障への対応	ハードウェア	主要機器（CPU、ディスク、LAN、伝送系機器など）を多重構成にすること 定期的保存（診断、清掃など）によって、故障を未然に防ぐこと		1. 1) 2)	
	ソフトウェア	多重構成によって、頑健性の確保と故障防止を図ること モジュール化によって、故障の早期発見と対応を可能にすること		4. 2)	

4. 防災ソフトウェアに関する事柄			
1) 既存資料			
地域環境データ	種別(データ項目)	入力評価・被害推定・対策支援に必要な地域環境データ(自然環境、社会環境)の整備状況を把握すること	
	集計単位	既存地域データの集計単位について調査し、必要な処理(地域単位の変換など)を行うこと 入力評価・被害推定・対策支援の精度や確度は、地域環境データの集計単位(大きさ)に依存する部分が大い。	
	データベース化	収集し、必要に応じて処理したデータをデータベース化すること データの維持管理が容易になるよう、合理的なデータベース管理を行うこと	
対策計画	事項(対策項目)	震災対策関係の計画書(地域防災計画、部局の対策活動要領など)に盛り込まれている対策活動について整理し、データベース化すること	
	活動内容	計画活動に定められた活動内容を整理し、データベース化すること 担当部局の識別、活動ルールの数式化表現などを含む。	
	対策資源	対策資源の保有状況(保有量・場所)をデータベース化すること 地域防災計画の付属資料には、対策資源の保有状況が掲載されている	
2) 応用ソフトウェア			
前処理	端末点	起動および初動検知	地震動の始まりを的確に識別し、以後の処理を円滑に開始すること 設定した起動レベルで起動すること
		停止	地震動の終わりを的確に判定し、以後の処理を円滑に開始すること
		記録	地動センサーからの信号(加速度記録)をメモリに書き込み、保存すること
		波形処理	地動センサーからの信号(加速度記録)を処理装置内で処理し、所望の情報を得ること 波形処理によって得るべき情報は： 初動(P, S)の時刻(S-P時間)、周期、方向、速度記録
	伝送	波形処理の結果と地震情報の算定時間を、センサーに伝送すること 項目ごとの優先度にしたがって、伝送すること 伝送系などへの障害の発生を考慮し、情報伝送を最優先事項(端末点で行う処理のなかで)とすること	
センター	起動	端末点からの起動信号によって起動すること 信号を送ってこない端末点に対して、適当な処理を行うこと	
データ伝送	処理内容	データ伝送を行うソフトウェアは以下の機能を持つサブモジュールによって構成されること： 端末点での送受信、センターでの送受信、伝送されたデータの確認	
	伝送事項の優先順位	端末点からセンターへの情報伝送は、情報が得られた順序のみによらず、情報の重要性を考慮した優先度の順序にしたがって行うこと このような方法をとることによって、「限られた情報だけからでも、所望の事項についての出力を得る(情報量に見合った精度で)」ことを目指し、ソフトウェアの頑健性を向上させる。	
震源要素などの算定	端末点	観測記録と波形処理の結果から、以下の項目について算定すること：震央距離、震央方位、震源深さ、マグニチュード、津波(波高、到達時刻)	
	センター	端末点の地震情報をもとに、より高い精度・確度で、地震要素を確定すること以下の項目について算定すること：震央位置、震源深さ、マグニチュード、津波(波高、到達時刻)	
震度の策定	端末点	次のような震度(地点、地域別)を算定すること： 観測点震度 端末点が分担する区域の代表震度、および区域内の震度分布 全市の代表震度、および全市の震度分布 次のような指標(方法)によって評価し、表示すること： 単一震度(気象庁震度に対応) 周期別震度(短、中、長周期；帯域別) 瞬時震度(単一震度、周期別震度)	
	センター	端末点の地震情報(震度情報を含む)と地域環境データ(地盤)をもとに、確度の高い震度分布を、全市について求めること 次のような指標(方法)によって評価し、表示すること： 単一震度(気象庁震度に対応) 周期別震度(短、中、長周期；帯域別) 瞬時震度(単一震度、周期別震度)	

	被害推定	事項	プロトタイプモデルに採用された項目を出発点として、所望の事項を検討し、必要に応じて追加すること 以下の被害が、主な候補になる： 津波、地盤被害（液状化、斜面崩壊）、建物被害（木造、非木造） 土木構造物被害（道路、橋梁、河川堤防） ライフライン被害（電気、水道、ガス） 火災（出火、延焼）、人的被害（死者、負傷者）	
		処理方法	震度（分布）を入力情報とし、地域環境（自然、社会）データを媒介として、当該地震での被害を瞬時的に推定すること 端末点では、当該担当地域の被害を推定すること；センターでは、市全体の被害（分布を含む）を推定すること 被害種別ごとの処理順序（優先度）を検討すること 被害の推移を評価（時系列表示）する必要性・可能性について検討すること 被害推定には、既存の手法を利用すること 各地の地方行政体が行った被害想定調査で使われた方法の中に、利用できそうなものが多数ある。瞬時性、精度・確度、信頼性などの面において、本システムが要求するレベルを考慮し、適当な方法を選択すること	
	対策判定	事項	プロトタイプモデルに採用された項目を出発点として、所望の事項を検討し、必要に応じて追加すること 以下の活動が、主な候補になる： 本部設置（市、地域＝区など）、職員動員、災害救助法適用申請 救出・救急医療、消防活動、水・食料補給、避難、（津波、火災、斜面崩壊）	
		処理方法	各種被害の推定結果を入力情報とし、地域環境データと防災計画（活動方法、対策資源データ）を媒介として、対策支援情報を出力すること 端末点では、当該担当地域についての対策支援情報を出力すること；センターでは、全市についての対策支援情報（地域別指針を含む）を出力すること センター（市本部での対策支援情報と、端末点（地域本部での対策支援情報のあいだに矛盾が生じないように注意すること 各種の問題解決手法（線形計画法、エキスパートシステムなど）を導入し、意欲的なシステム（ソフトウェア）を開発を行うこと	
	出力（表示）	事項	各ソフトウェア・モジュール（前処理、地震要素・震度評価、被害推定、対策支援）からの出力を表示事項の候補とすること	
		処理方法	端末点では、当該担当地域を対象とし、被害や対策指針の総括的な表示を行うこと；また、図形表示によって出力を構成すること センターでは、市全域を対象とし、被害や対策指針の総括的な表示を行うこと（地域別の出力を含む）；また、図形表示と数値表示を併用すること（数値のみによる表示を避けるのを原則とし、事態の態様を把握することに重点をおくことにする） 出力を利用する防災担当者のちがいを考慮した何種類かの出力を作成すること たとえば、市町村長が利用するのに適した出力、部局の長が利用するのに適した出力、部局間の調整に当たる者が利用するのに適した出力などが考えられる。 表示した内容を磁気記録および可視記録として保存すること	
	既存ソフトウェア		すでにコード化されている地震防災関連のプログラムを発見し、プログラムの機能、容量、使用されたプログラム言語などの面から、利用の可能性を検討すること	
5. 作業手順に関する事柄				
	1) 開発手順		開発スケジュールを策定すること	
	2) 仕事量		仕事の単位化を行い、発生仕事量を評価すること 発生仕事量および開発スケジュールとの関連で、投入人員（技術レベル別）を決定すること	
6. その他の事柄				
	1) 維持管理		システムの監視、維持管理に関する要領を作成すること	
	2) 上位化		システムの上位化に関する計画を起案すること	
	3) 広報、教育活動		震災シミュレータとしての機能を付加することによって、システムの平常時活用の途を拓き、防災教育への応用や、システムの紹介（住民への宣伝を含む）に利用すること	

An Information System for Earthquake Responses As Based on Ground Motion Monitoring and Rapid Loss Estimation - Part1 : Concept and General Structure

Yutaka Ohta* and Keishi Shiono**

* Earthquake Research Institute, University of Tokyo

** Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

Comprehensive Urban Studies, No. 44, 1991, pp. 107~126

First, the need for an information system to support local authorities' response to an earthquake is discussed. The following are the major reasons for such a system: local disaster personnel find it difficult to respond to emergencies, particularly, when the scope of damage is largely unknown. While emergency relief is most effective when initiated immediately after an earthquake, lack of damage information during this phase of a disaster is a major dilemma. Furthermore, local authorities have no disaster specialists among their personnel, although, in an emergency, adequate decisions are even difficult for specialists to make.

Second, we clarified the objectives, function, and general structure of the proposed information system. Reviewing the observations described above, we derived the following features for the system:

Damage information is provided immediately after the occurrence of a disaster.

Damage information is generated by observation of seismic ground motion, and loss estimation takes place rapidly based on the observed ground motion.

Options for emergency response by the local authorities are provided subsequently.

Support information is generated based on written rules (i.e., a response plan and applicable knowledge existing in the field of disaster planning).

The system consists of the following three sub-systems:

- 1) Input Evaluation Sub-System, for the evaluation of ground shaking severity in terms of distribution of seismic intensity.
- 2) Damage Estimation Sub-System, for the estimation of human, material, and functional loss.
- 3) Response Options Sub-System, for the suggestion of optimum development of an emergency response.

Third, specifications defining the desirable performance of the information system are developed. In addition to the examination of both hard- and soft-ware requirements, we paid considerable attention to the distribution of observation points, which affects the reliability of the input evaluation.