

地震防災ダイナミックデータベースの基本設計

三浦房紀¹・清野純史²・田中貴光³

¹正会員 工学博士 山口大学教授 知能情報システム工学科 (〒755 宇部市常盤台 2557)

²正会員 工学博士 京都大学助教授 工学研究科土木システム工学専攻 (〒606-01 京都市左京区吉田本町)

³NTT(株) 中国支社広島支店 (〒730 広島市中区基町6-77)

本研究は、地震防災情報システムの構築を目指して、その第1歩として地震防災ダイナミックデータベースの基本設計を行ったものである。この地震防災ダイナミックデータベースは、「事前情報サブシステム」と発震後の情報を取り入れて時々刻々処理した情報を提供する「動的な情報サブシステム」に大別される。本研究では、人的被害を最小にするためのシステム設計を考えた。まず「事前情報サブシステム」では、対象とする地域の人的被害に関係する地盤条件、家屋数、人口などのDBの構築を行った。「動的な情報サブシステム」では、限られた情報からCokriging法を用いて対象地域全域にわたる被害状況を推定するアルゴリズムを構築した。そしてこれらの結果をGIS上に表示するシステム構成とした。なお、システムの設計は後の変更、拡充が容易なオブジェクト指向に基づいて行った。

Key Words: *dynamic database, personal computer network, object oriented method, earthquake disaster reduction*

1. はじめに

地震による被害を最小限に食い止めるには、事前に予測される被害とそれに関する情報をデータベース化し、地震発生後は時々刻々と変化する状況に応じて的確な被害状況を提供するダイナミックな情報システムが有効と考えられる。

本研究は、このような地震防災情報システムの構築を目指して、その第一歩として地震防災ダイナミックデータベース（以下 DB）の構築を目指すものである。この地震防災ダイナミックデータベースシステムの内容は、“事前情報を主とするシステム”と“発震後の情報を取り入れて、動的に情報の提供を行うシステム”の2つに大きく分けられる。

“事前情報を主とするシステム”では、まず対象とする地域の情報（各町丁の人口、面積、地盤データ等）や、過

去の地震災害の経験と教訓、被害想定、その対応等を予め準備しておく事前情報DBの構築を行う。この事前情報DBを用いて実際に地震が発生した瞬間に被害推定を行い、初動体制をすばやく決定するための情報を提供する。

次に“発震後の情報を取り入れて、動的に情報の提供を行うシステム”では、発震後の被害の情報をDBに格納し、この情報を用いてより精度の高い被害推定を行うことを試みるものである。発震後の被害の情報は、地震の規模が大きくなればなるほど困難であり、限られた情報しか入手できなくなる。したがって、時々刻々と変化する被害状況を把握するためには、その限られた情報を用いて精度よく被害推定を行っていく必要がある。そのため本研究では、データ数が限られる場合にそれと相関性の強い別の確率場のデータから、対象とするデータの空間分布を推定する手法であるCokriging法を用いて被害の推定を試みる。

目指すシステムが実際に機能するためには非常に幅広い範囲にわたるきめ細かいデータベースの整備が必要となるが、本研究ではその第一歩として、家屋被害、火災被害、人的被害を対象としてDB化を計った。発震後、最も重要な対応は人命救助であると考えたからである。この情報の提供に関しては、可能な限りの視覚化を行う。つまり地理情報システム（以下GIS）化する。これにより、地震が起こった際に初動を起こすための情報を視覚的な面からも提供することができ、より早い被害状況の把握にもつながる。

2. オブジェクト指向によるシステムのモデル化

本研究ではオブジェクト指向を用いて、地震防災ダイナミックDBのモデル化を行った。モデル化を行うには、まず分析を行わなければならない。この分析は、問題記述から始まる。

次に“問題記述よりオブジェクトクラスを識別し、そのオブジェクトクラス間の関連を導き出し、その属性を識別し、継承により洗練する”という流れを繰り返す¹⁾。

この分析過程を繰り返すことによって得られた本研究における地震防災ダイナミックDBシステムのオブジェクトモデルを図2.1に示す。

図2.2は属性値を付加したオブジェクトモデル図である。これらのオブジェクトモデル図を基にシステムを構築していくことになるが、本研究ではGIS管理システムと災害管理システムの構築を先行し意思決定支援システムの構築はまだ着手していない。

3. 地震防災ダイナミックDBシステムの構築

(1) システムのコンセプト

従来、地震防災の問題に関しては、暗黙的に大都市をその対象としている感が強いが、中小都市においても都市防災問題は存在し、本研究の対象とする都市はこのような都市である。このような規模の都市は全国に多く存在しており、予算規模はそれほど多くないのが現状である。そこで本研究ではこのような中規模以下の都市において実現可能なように、パーソナルコンピュータをベースとしたネットワークで管理するシステムの開発を試みる。

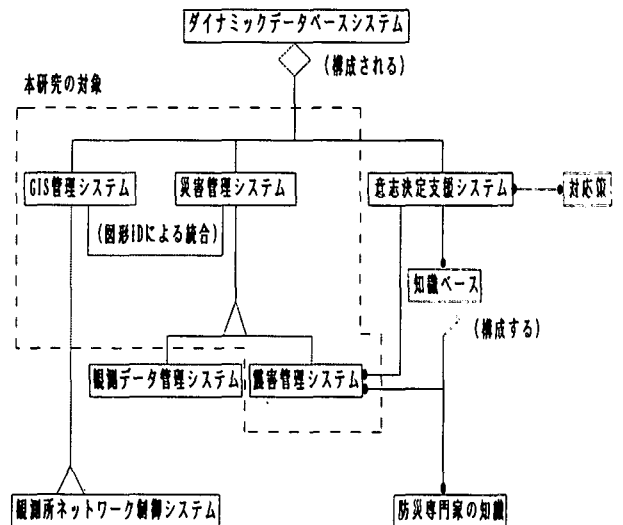


図 2.1 地震防災ダイナミックデータベースシステムのオブジェクトモデル図

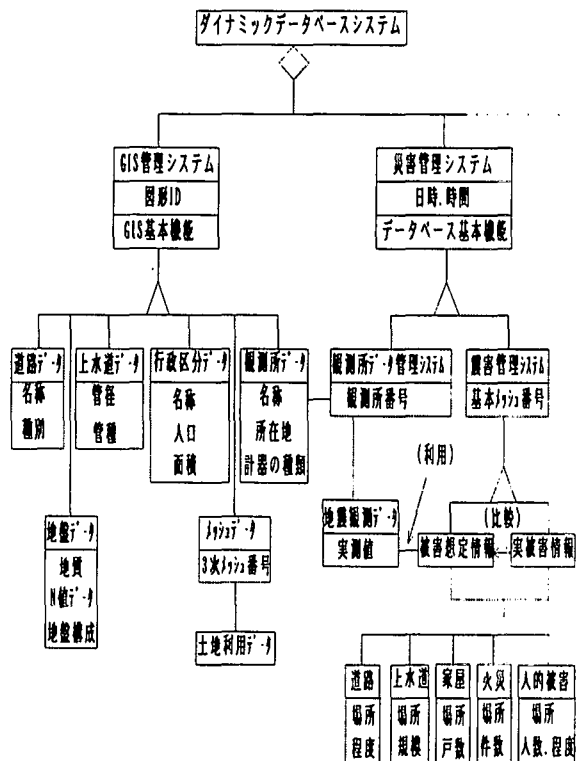


図 2.2 属性値を付加した地震防災ダイナミックデータベースシステムのオブジェクトモデル図

パーソナルコンピュータのネットワークを基本とするシステムであれば、それほど高額にならず導入することが可能となるからである。

本システムは、GISソフトウェアであるMapfolder（日立ソフト社製，Ver2.5）をプラットフォームとするシステムとして構築を行っている。このMapfolder上で被害推定の計算、表示、DBの検索、参照等の一連の動作を行っている。また、データベースを管理するソフトウェアとしてADABAS D（Software AG/ピーコンインフォメーションテクノロジー社）を用いている。さらに、Button機能等を用いてできる限り単純化を計っている。これにより、それほどパソコンに詳しくないものでもこのシステムを操作することが可能である。

図 3.1 にソフトウェア、およびハードウェアの構成を示す。

(2) 各サブシステムの役割

以下に実際に構築を行ったGIS管理システム、および災害管理システムについてその概要を述べる。

GIS管理システムはDBの管理を主な役割としている。このGIS管理システムが行うことは大きく2つに分けることができる。1つは地理情報、つまり空間情報を管理することであり、もう1つはシステム全体で必要とされる情報、つまり属性情報を管理することである。この空間情報

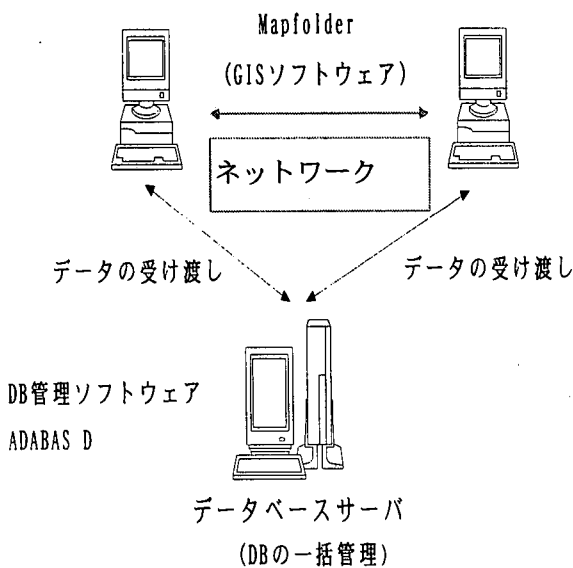


図 3.1 ハードウェア、ソフトウェアの構成

報と属性情報はID番号で管理を行っており、地図上の空間的な位置における属性値はこのID番号を通して関連付けを行っている。それゆえ、空間情報と属性情報は個別に管理を行うにもかかわらずお互いに参照することが可能になっている。

災害管理システムは、被害推定を行う部門を担当するシステムである。本研究において行われる被害推定は2段階の推定から構成されている。1段階目は事前情報を用いて被害関数から各種被害を推定するものである。2段階目は、地震が起こった後に入手される被害の状況を用いた被害推定である。前者は、発震後即座に被害推定を行うことにより、大まかな被害の状況を推定し、初動体制を決定するための情報を与えるものである。後者は、発震後の実際の被害の状況を入手し、その情報を用いて被害の推定を行うものである。本文ではこれ以降、前者の被害推定を第1次被害推定、後者の被害推定を第2次被害推定と呼ぶことにする。

図 3.2 にそのシステムのフローを示す。このフロー図に示すように、逐次入って来る情報を用いて、被害推定を繰り返すことによって、より確度の高い被害分布、被害状況を把握することができる。

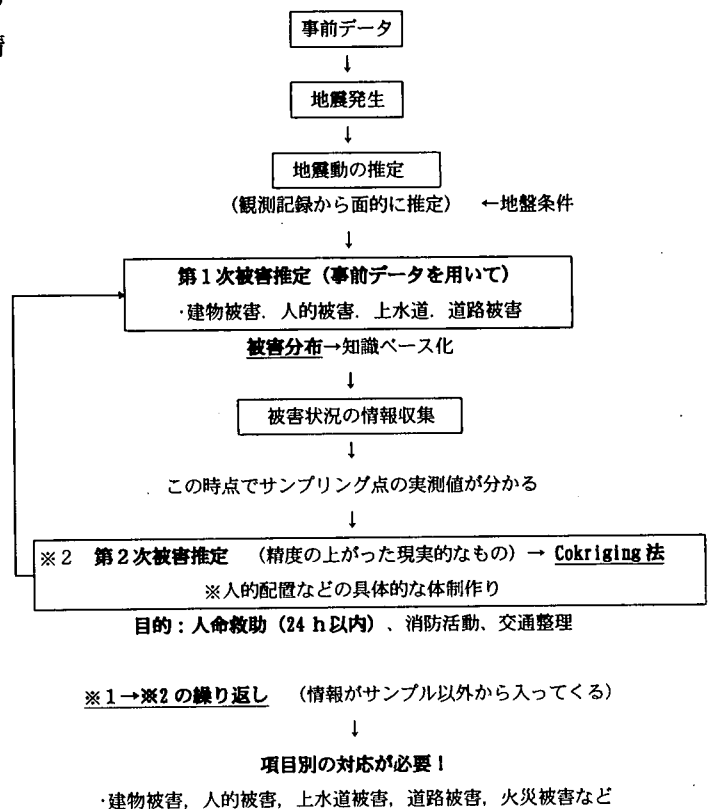
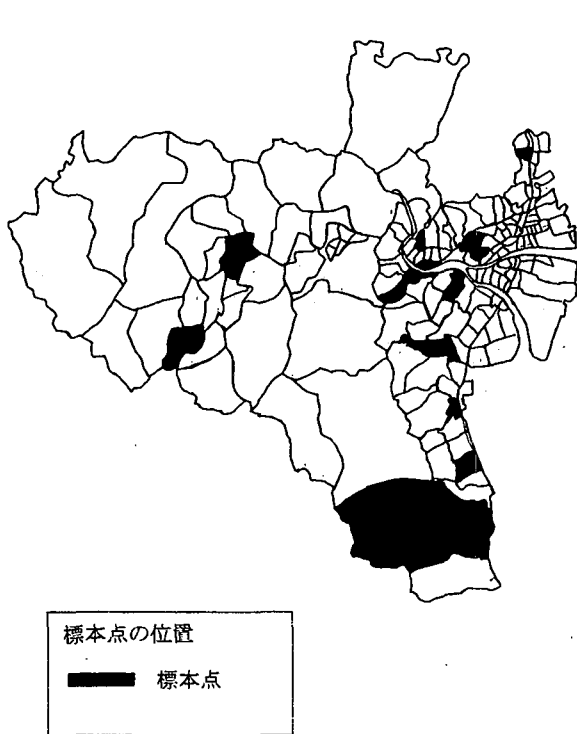


図 3.2 災害管理システムのシステムフロー

4. Cokriging 法による2次被害推定

本研究では、Cokriging 法²⁾を用いて地震被害の2次推定を行うことを試みた。具体的には、木造家屋の全壊率の推定を行った。Cokriging 法を適用するにあたり、木造被害の全壊率と相関があると思われる地震動の地表面加速度を有用な情報として用いることとした。この推定において実測値は存在していないので、ここでは山口県岩国市における被害想定の結果を被害情報の実測値³⁾と仮定し、地震動の地表面加速度と木造家屋の全壊率のデータから岩国市の全壊率を推定した。

図 4.1 に標本点を示す。対象とした町丁数は 96 あり、標本点はその中から任意に 13 点を取り出したものである。推定誤差の分布を図 4.2 に示す。83 ヶ所の推定のうち、15 ヶ所については $\pm 2\sigma$ 以上の誤差を有していた。残りの地域に関しては推定誤差は $\pm 2\sigma$ 以下であり比較的精度の良い推定を行うことができたといえる。



標本点の位置
 ■ 標本点

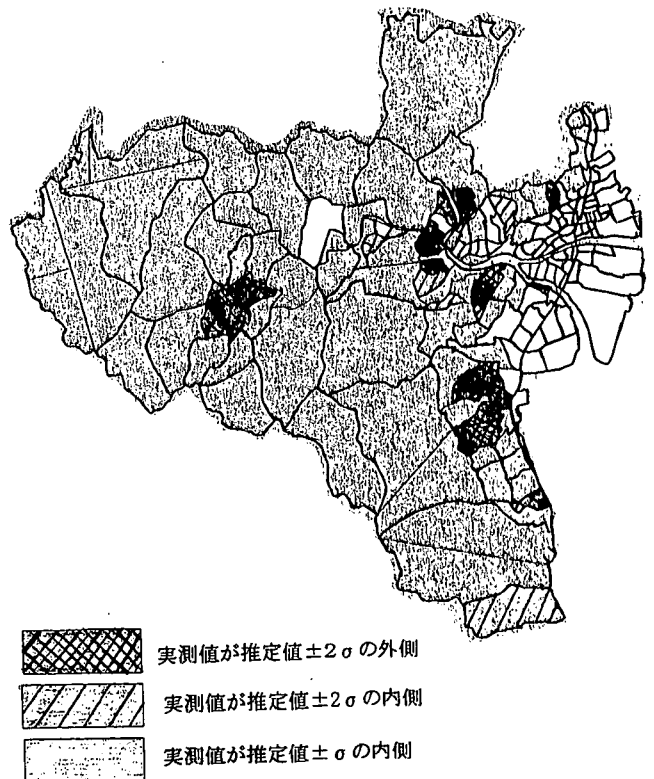
図 4.1 標本点

ここでは木造家屋の全壊率についてのみの推定であったが、今後は木造家屋の半壊率や非木造家屋被害、その他の項目にも応用していく予定である。

謝辞： 本研究を進めるに当たり、日立電子(株)、(株)日立ソフトウェアエンジニアリングの多くの方々に大変お世話になりました。深謝の意を表します。

参考文献

- 1) J・ランポー他著，羽生田栄一監修；オブジェクト指向方法論 OMT，トッパン，1992
- 2) 本多真他，Cokriging のためのモデル化と基礎地盤面推定への適用，土木学会論文集，第 3 部門，1996
- 3) 山口県；山口県地震被害想定調査中間報告書，1996



■ 実測値が推定値 $\pm 2\sigma$ の外側
 ▨ 実測値が推定値 $\pm 2\sigma$ の内側
 ■ 実測値が推定値 $\pm \sigma$ の内側

図 4.2 推定誤差の分布