

「防災情報システムにおける地図の利活用」

竹内治男 島村秀樹 岡嶋雅夫  
株式会社パスコ

宮田兼吉  
東京都総務局災害対策本部

佐治篤  
日本IBM

過去数回の大地震を経験してきた日本の首都東京は、近年の人口過密やオープンスペースの不足から、災害に弱い都市として潜在的な危険を持ち合わせている。都民の生活と財産を守り、都市機能を維持して行く使命を持つ都は、本庁舎の移転に合わせて、防災活動の指令塔としての「防災センター」を設置し、さらにセンター機能を支援するために防災情報システムを開発した。このシステムの一部である地図情報システムにARC/INFOが採用され、災害時の応急対策の立案支援を行っている。この報告では、災害に関する情報の地図の展開を交えて、開発された地図情報システムの概要を紹介する。

PRACTICAL USE OF MAPS IN THE DISASTER  
PREVENTION INFORMATION SYSTEM

Haruo Takeuchi Hideki Shimamura Masao Okajima  
PASCO Corporation

Kenkichi Miyata  
The Disaster Prevention Division, Bureau of General Affairs,  
Tokyo Metropolitan Government

Atsushi Saji  
IBM Japan

Tokyo, the capital of Japan, has been experienced several serious earthquakes in the past. With the mission of protecting the lives and assets of the people, and the smooth operation of the city; "Disaster Prevention Center" was established. This function as a control tower for disaster prevention activities and is supported by a specially designed Disaster Information System. Map Information System, which is a part of the system, adopts ARC/INFO to support the decision-making process for emergency procedures against disasters. This report illustrates the general idea of the newly-developed Map Information System and how it develops disaster related information into maps.

## 1. まえがき

東京都では、本庁舎の移転にともない、大地震や風水害などの自然災害から都民を守るために防災活動の指令塔としての防災センターを設置した。この防災センターは、災害時において区市町村及び防災関係機関との緊密な連携のもとに、総合的な災害対策活動を迅速かつ的確に実施する中枢的役割を担うものである。このためセンターは、最新の情報処理技術や通信技法を駆使し、データ通信や画像伝送などによる防災行政無線ネットワークの拡充整備、正確で迅速な災害情報の情報処理システム、ヘリコプター映像による地震被害判読システム、延焼や浸水の被害予測シミュレーションシステムなどを開発し、導入した。この一つとして、東京都防災地図情報システムの構築がある。

そこで本報告では、東京都の防災地図情報システムの紹介とその地図の利活用について報告する。

## 2. 応急対策と地理情報システム

発災型大規模地震災害の場合、各応急対策の実施時期は災害状況の時間的推移から発震期・避難

期・救援期・応急復旧期・復旧期に分類される。例えば、災害発生直後（避難・救援期）には、被災者の救援と避難に対策が講じられ、そのために近隣の避難所の確保や交通規制を行うなどの確な避難誘導が指示されなければならない。また同時に火災などの拡大を防止する処置を進めていく必要がある。災害による被害が収束してきたころ（応急復旧期）からは、新たな生活基盤を回復するためにライフラインの復旧や仮設住宅の設営などの対策が検討されていく過程がある。

このような応急対策を立案していくためには、刻々と変化し続ける災害の状況を把握することが重要となる。避難誘導を例にあげると、被災者の数をはじめとして避難所の有無とその収容量、避難経路の安全性、生活物資の有無など多数の情報をとらえ、かつ延焼などの災害拡大の危険性の有無を考慮するなど総合的な判断を下していかなければならない。

しかしながら、突発的にかつ広域に複数の災害が同時に発生した場合、それらの状況を把握しつつ個々の対策を検討してゆくことは非常に困難な

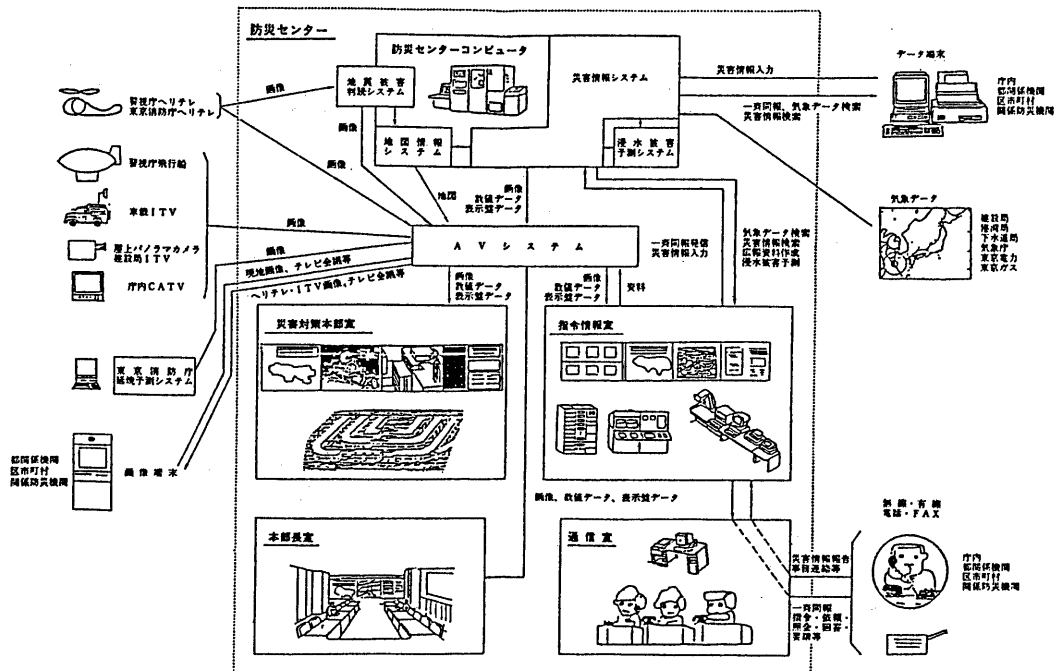


表-1 防災情報システム

ことである。対策立案のためには情報収集手段もさることながら、災害現場の位置、その状況さらに現場付近の状況が把握され、しかもそれらの情報が対策立案者に判断のできる形で提示される必要がある。この情報提供の媒体として最も適したものとして地図があげられる。そして、刻々と変化し続ける災害を的確に捉え、地図として迅速に視覚化するために地理情報システム（GIS）の支援が期待されている。

### 3. 東京都防災地図情報システムの概要

地図情報システムは、図-1に示すように地震被害判読システム及び災害情報システムの2つのシステムと連動しており、両システムから送られてくる現場の被害・措置状況を地図として視覚化するシステムである。

地震被害判読システムは、大地震発生直後に生ずる情報の空白期に、ヘリコプターを用いて空から迅速に被害の全容を把握するシステムである。ヘリコプターにはカラー映像及び赤外線映像カメラが搭載され、GPSによる航行位置の情報を加えた画像データを防災センターに伝送する。センターではオペレーターが送られてくる映像を見て、被害地域の地図座標と被害の種別・程度をコンピュータ画面上で入力する。

一方、時間の経過とともに、災害時に区市町村などの防災関係機関に設置されているデータ端末から入力されてくる被害措置に関する情報をオンラインで処理集計するシステムとして、災害情報システムがある。

この2系統で入力された災害情報を受取り、地図として視覚化するものが防災地図情報システムの役割となる。

#### 3-1. ハードウェア構成とソフトウェア構成

地図情報システムは、IBM3090を専有で使用し、地震被害判読システムや災害情報システムとはネットワークにより結ばれている。災害対策本部室、指令情報室には地図端末のセットが置かれ、地図を随時表示することができる。地図端末としてIB

M5080を用い、帳票などの出力用としてPS55を用いている。

IBM3090のOSにはVM/SP(CMS)を用い、地図情報処理ソフトウェアとしてARC/INFOを起動させている。ARC/INFOの地図表示機能(ARC PLOT)を基盤にAML(ARC/INFOのマクロ言語)とプルダウンなどのメニューを用い、地図表示までの手続きを容易にするマンマシンインターフェイスを作り上げている。また、災害情報システムなどから送られてくるデータを地図に展開するために、バッチ用プログラムを用いている。

#### 3-2. システムの特徴

- 1) メニュー方式：応急対策の現場で必要となる情報は、災害の状況や対策の方法によって大きく異なる。目的に応じた地図表示を行うためにメニュー方式を採用し、オペレーターが任意に地図情報を選択表示できる。
- 2) マルチステージ方式：マクロ的視野からミクロ的に災害の状況を把握できるように、3種類の縮尺の地図を用意している。
- 3) 地図表示：地図の骨格（背景）となる行政界、道路、河川、鉄道を選択表示するとともに、区市町村及び防災関係機関から伝送されてくる被害・措置の状況をランキングマップの形で表示できる。また、防災関係機関の位置やヘリコプターから得られた被害エリアを背景地図に重ねて表示する。さらに、防災関係機関及び防災施設に対してユニークなマークを用い、それらの位置を表示する。
- 4) 被害人口推計シミュレーション：昼間及び夜間の人口データをもとに、ヘリコプターで得られた被害エリアの人口を算出する。町丁目毎の行政界データに昼間及び夜間の人口密度を属性として準備しておき、ヘリコプターから得られる被害エリアをオーバーレイ処理することにより、被害エリア内の面積、さらにそこに含まれる人口を推計する。
- 5) 属性検索：被害あるいは措置に関する地図の表示の上に避難場所などの防災関係機関を同

時に表示することができ、さらに随時その属性を検索することができる。検索される内容は、施設の名称や電話番号をはじめとして、病院では診断項目及びベッド数などがある。

- 6) 履歴管理：最新の被害措置情報と一世代前（例えば1時間前）の情報の選択を可能とし、時系列の比較ができる。

#### 4. 防災地図データの構成

##### 4-1. 防災地図データのレイヤー構成

本システムでは、被害・措置情報の表示用の図形データ、防災関係機関の位置情報、さらに注記や等高線、地図記号などを個別にデータベースに登録している（表2、3）。そして、個々のレイヤーを適宜選択して地図表示を行っている。

##### 4-2. マルチステージ方式

###### 1) 縮尺による図形的相違

地図の縮尺が変わると地物の図形も変わってく

表-3 防災関係機関のステージによる相違

| レイヤー番号 | レイヤー項目   | 表示ステージ |   |   | 補 足                                                                        |
|--------|----------|--------|---|---|----------------------------------------------------------------------------|
|        |          | 1      | 2 | 3 |                                                                            |
| 106    | 広域避難場所   | ○      | ○ | ○ | 避難所開設の動的情報あり。<br>役所・警察・消防<br>ベッド数200以上                                     |
| 107    | 避難所      | —      | ○ | ○ |                                                                            |
| 201    | 防災関係機関   | —      | ○ | ○ |                                                                            |
| 202    | 病院       | —      | — | ○ |                                                                            |
| 203    | 福祉施設     | —      | — | ○ | 関係機関の事務所や<br>事業所の位置。<br>//<br>//<br>//<br>//<br>//<br>//<br>//<br>//<br>// |
| 204    | 公園       | —      | — | ○ |                                                                            |
| 205    | 学校       | —      | — | ○ |                                                                            |
| 206    | 水道施設     | —      | — | ○ |                                                                            |
| 207    | 下水道施設    | —      | — | ○ |                                                                            |
| 208    | ガス施設     | —      | — | ○ |                                                                            |
| 209    | 電気施設     | —      | — | ○ |                                                                            |
| 210    | NTT/KDD  | —      | — | ○ |                                                                            |
| 211    | 高圧ガス等    | —      | — | ○ |                                                                            |
| 212    | 毒物・劇物    | —      | — | ○ |                                                                            |
| 213    | 放射線施設    | —      | — | ○ | 動的情報の表示あり                                                                  |
| 214    | 大量石油類    | —      | — | ○ |                                                                            |
| 215    | 火薬類      | —      | — | ○ |                                                                            |
| 216    | 給水拠点     | ○      | ○ | — |                                                                            |
| 217    | 輸送基地・拠点  | ○      | ○ | — |                                                                            |
| 218    | ダム施設等    | ○      | ○ | — |                                                                            |
| 219    | 備蓄倉庫     | ○      | ○ | — |                                                                            |
| 220    | 水防倉庫     | ○      | ○ | — |                                                                            |
| 221    | 超高層建築物   | —      | ○ | ○ |                                                                            |
| 222    | 地下街      | —      | ○ | ○ |                                                                            |
| 223    | ヘリ臨時発着地  | —      | ○ | — |                                                                            |
| 224    | 生活必需品集積地 | —      | ○ | — |                                                                            |
| 225    | 死体収容所等   | —      | ○ | — |                                                                            |
| 226    | 空港港湾施設位置 | —      | ○ | — |                                                                            |
| 227    | 接岸可能位置   | —      | ○ | — |                                                                            |
| 228    | 清掃施設     | —      | ○ | — |                                                                            |
| 229    | 水門・排水機場  | —      | ○ | — |                                                                            |
| 230    | 人工急傾斜地   | —      | ○ | — |                                                                            |
| 231    | 自然急傾斜地   | —      | ○ | — |                                                                            |
| 232    | 保育所      | —      | — | ○ |                                                                            |
| 233    | 郵便局本局    | —      | — | ○ |                                                                            |

表-2 防災地図データの構成

| レイヤー番号 | 地図データファイル項目  | ステージ |   |   | 動的情報の種類 |
|--------|--------------|------|---|---|---------|
|        |              | 1    | 2 | 3 |         |
| 100    | 行政界          | ○    | ○ | ○ | 属性      |
| 101    | 河川（背景）       | ○    | ○ | ○ | —       |
| 102    | 河川（区間）       | ○    | ○ | ○ | 属性      |
| 103    | 道路           | ○    | ○ | ○ | 属性      |
| 104    | 高速道路         | ○    | ○ | ○ | 属性      |
| 105    | 鉄道           | ○    | ○ | ○ | 属性      |
| 106    | 広域避難場所       | ○    | ○ | ○ | 属性      |
| 107    | 避難所          | —    | ○ | ○ | 属性      |
| 108    | 避難所割当        | —    | ○ | ○ | —       |
| 109    | 建物           | —    | — | ○ | —       |
| 110    | 等高線          | —    | — | ○ | —       |
| 111    | 建物注記         | —    | — | ○ | —       |
| 112    | 一般注記         | —    | — | ○ | —       |
| 113    | 基準点          | —    | — | ○ | —       |
| 114    | 海上交通安全施設     | ○    | ○ | — | 属性      |
| 115    | 海上交通安全施設（注記） | ○    | ○ | — | —       |
| 116    | 交通規制         | ○    | ○ | — | —       |
| 201    |              |      |   |   |         |
| ～      |              |      |   |   |         |
| 233    | 施設関係         |      |   |   | 表3参照    |

る。例えば、小縮尺の地図では線図形であった道路が大縮尺では面図形で表される。また、河川の場合、小縮尺では被害の位置を点で表すだけのものが、大縮尺の河川地図は二条（河の兩岸の線のある）となり、右岸・左岸の被害を表示できる。ステージ2・3での行政界は、町丁目単位でデータが作成されているが、ステージ1では区市町村境界のデータのみとしている。これは、ステージ1が広域的かつ概略的な被害・措置の状況を把握するためのものであり、表示図形の概括化を行った結果でもある。

1/2500地図を接合させて表示することにより各ステージの図形を作成することが可能であるが、その時の表示速度の問題と前述の各ステージ毎の地図の役割を考慮して、図形を選択して地図データを整備している。

###### 2) 各ステージでの情報の有無

マルチステージで同じ情報がそれぞれの縮尺で表示されるのが原則となっているが、一部例外がある。それは、おもに防災関係機関のデータである。マクロ的に検討を要する輸送基地の位置などは、ステージ1から表示することに意義があるが、福祉施設や学校などは、生徒などの避難につてミクロ的視野のもとで検討されるものである。そのため、各ステージに納めるレイヤーを区分してい

る(表3)。

#### 4-3. 静的情報と動的情報

地図データは一般的に図形ファイルと属性ファイルから構成されている。本システムでは、災害情報を地図に展開するために動的情報と静的情報の2つに分類を新たに加えた。動的情報とは災害の状況により図形または属性が変化することを意味し、静的情報はそれによって影響を受けない情報である。

災害情報システムから入る被害・措置情報は、町丁目コードや道路路線区間コードとともにその被害・措置が表現されている。地図にもそのコードが属性データとして入力されており、両者を接合し地図として表現できるようにしている。この場合、被害・措置情報は地図データの属性ファイルに格納される。そして、この属性ファイルを本システムでは、動的情報と呼んでいる。

また、この動的情報は、属性ファイルだけでなく図形ファイルの場合もある。地震被害判読システムにおけるヘリコプターから得られる被害エリアの情報は図形データであり、図形が災害の状況変化してゆく。

静的情報は、被害によって変化することのない道路や河川や行政界などの図形や防災関係機関のデータのことである。

#### 5. 地図データ管理の技法

地図データは一般的に図形情報と属性情報を別々のファイルとして保管され、両者が関係付けられて地図表示・解析処理が行われる。また、地図はその図形の形態によって複数のレイヤーに分割される。例えば、河川は河川のためのレイヤーとして格納される。そして、多種類のレイヤーが組み合わせられ最終的な地図が表現される。これらの同一地域のレイヤーをまとめて取り扱う概念として、ワークスペースがある(図2)。ワークスペースは各ステージにより異なるが、ステージ1では23区・多摩・島しょ単位、ステージ2では各区市町村単位、ステージ3では1/2500地形図の図郭単

位としている。

そして、本システムの地図データベースには、約3万件のレイヤーが存在する。これは、データベース上で見た件数で、図形・属性ファイルをはじめ、データベースを管理するファイルなどを含めると実際にはその10倍のOSのファイルが存在する。そこで、本システムではこれらの大量のファイルを管理していくために、ファイル名称、ワークスペース名称、ディスクの分割などの技法を用いて系統的にデータファイルを整理、格納している。

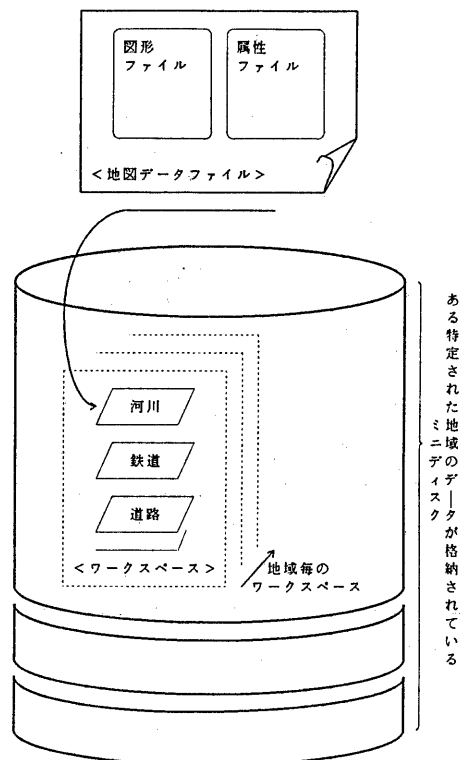


図-2 地図データの管理概念図

##### 5-1. 測地座標による管理

本システムで用いる地図データは、公共座標系に統一している。そして、1/2500の地図は東京都をメッシュ状に分割して整備されていること、すべての地図の大きさが同じであることを利用して、管理している。東京都本土は36x36個の1/2500地形図で構成されており、X方向・Y方向の左

下隅の座標をそれぞれ36進数(0,1,2,3,...A,B,C,...X,Y,Z)に変換し、それによりファイル名を規定している。

また、測地座標を用いることにより、ステージ1・2など1/2500の地図とは表示する範囲が違うデータ上からでも検索したい箇所の座標を得ることにより、その地域を覆う1/2500の地図を検索表示することができる。

## 5-2. ファイル名称による管理

VM/CMSでは、ファイルを<ファイル名>\_<ファイルタイプ>\_<ファイルモード>として名称づけている。本システムではこれを利用して、

| FILE.NAME      | FILE.TYPE | FILE.MODE |
|----------------|-----------|-----------|
| ①②③④⑤⑥⑦⑧_●●●_A |           |           |
| ・ファイル名         |           |           |
| 1バイト目          | : ステージ    |           |
| 2~4バイト目        | : レイヤー番号  |           |
| 5~7バイト目        | : 地図図郭番号  |           |
| (8バイト目         | : ファイル区分) |           |
| ・ファイルタイプ       |           |           |
| ワークスペース名称      |           |           |

と設定している。例えば、23区の行政界の地図ファイル名は、「A10123K\_23K\_A」となる。ステージ2の千代田区の道路ファイルは、地図図郭番号とワークスペース名称が区市町村コードとなり、「B103101\_101\_A」となる。また、ステージ3の河川は、「C101-ASD\_A」となる。

同一地域のレイヤーを同一ワークスペースに格納することにより、地図表示の時のファイルの検索が容易になる。また、地図データの年次修正作業の場合にワークスペース単位で作業ができるため、効率的にデータを管理できる。

## 5-3. ディスクによる管理

ステージ3(1/2500)の地図は東京都内で約9百枚ある。これを一つのディスクに格納すると、ファイル管理の為にメモリを消費し、プログラムのメモリーを圧迫する。また、ファイルアクセス

も遅くなり、地図表示速度を劣化させる原因となる。そこで、ステージ3のデータは、図3のように縦方向のカラムを利用して、同一カラムに存在するワークスペースを一つのディスクに格納している。ディスクには横方向の座標を示す名称を設定しておき、必要な時のみディスクをリンクして地図データファイルを読みだす。このとき他のディスクは切り離されているためメモリーの消費もない。

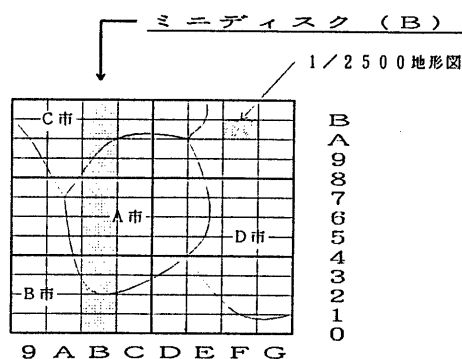


図-3 1/2500地形図の管理模式図

## 6. 今後の展望

近年の地理情報システムは、3次元処理などその機能向上に重点が置かれている。デジタル化された地図情報を図形的処理を加え、大いにその貢献度が認められている。しかしながら、応急対策業務に於いて重要となることは、処理・表示の迅速性である。ハードウェアの処理速度の向上もさることながら、ソフトウェアさらにデータの改善を考慮する必要が生じている。以下は、応急対策業務に於ける地図及び地理情報システムのあり方の議論をおこなう。

### 6-1. 表示速度の向上

表示速度の向上に対するハードウェア的改善は、今後のハードメーカーとともに研究してゆくテーマとし、ここではソフト面とくにデータの質の議論をおこなう。

まず、応急対策業務のなかで地図らしい地図が

必要なのか。地図を表現するためには、フォントなどを用いて様々な装飾を加えてゆく。測量的概念から図形の位置的精度を吟味しなければならない。しかしながら、応急対策業務では、地図らしく装飾を加えた地図でなくとも、その図形が何を意味し、また勘違いのない地図であれば良いはずである。応急対策時に建物と道路の距離が数cmずれているため対策が行えないことはまずない。要するに地図情報システムの要件としては、どのような被害がどこで発生しているかを表示することなのである。1/2500地図上には全ての家屋が掲載されているが、土地感を得るためには主要となる建物だけで用が足りるものである。

以上のことから、速度向上のために次のことを考慮しなければならない。

- 地図表示は単純な図形で表示し、フォントなどを使用しない。
- 図形の歪みはやむを得ないものとして、座標点数を抑える。
- 小さな建物などの微小な図形を削除する。
- 建物などの背景情報は、オペレータが判断し、必要と思われるときのみ表示をする。

現在のところ、どの程度までの図形を単純化し、表示すれば本来の防災業務に適用できるかが問題となっている。

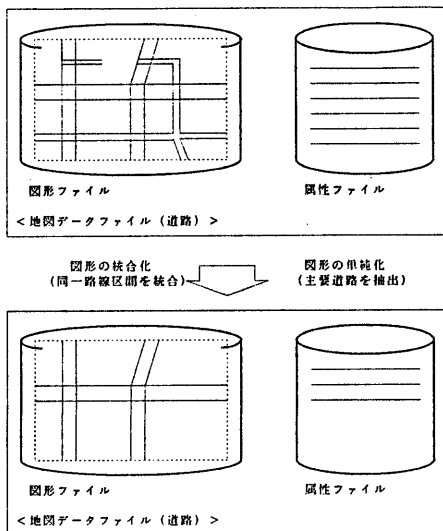


図-4 地図データの単純化と統合化

## 6-2. 地図展開速度の向上

災害情報を図形上に展開するためには個々の地図データファイルと災害情報をファイル接合しなければならない。むやみに細分かされている地図データでは、レコード件数も多くファイル接合上多大な時間を要する。現在、本システム内の道路データの場合、袋小路など災害情報が入ってこない図形までを登録している。細分された図形を統合化し、ファイル件数の削減を実施する必要がある。

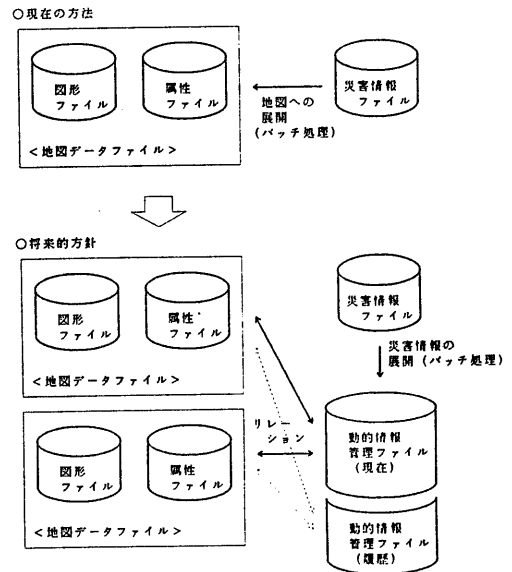


図-5 災害情報の一括管理

## 6-3. 動的情報の管理

現在、災害情報の展開は地図データに直接行われている。本システムの地図データの件数が多く、すべてのファイルに対して接合処理をかけている。したがって、かなり時間のかかる処理となっている。将来的には、動的情報を地図データから完全に分離し、独立した形で管理することを検討している（図5）。災害情報の表示の時には、RDBの機能により地図データと動的情報ファイルを連結して表示する。この場合、表示時間が遅くなることが考えられるが、災害情報を地図展開する場合の各ステージの各ワークスペース内の地図データファイルに更新と比較すると、意義があると思

われる。また、履歴についても災害情報管理ファイルの時系列管理すれば、少ないファイル数で表現できることになる。

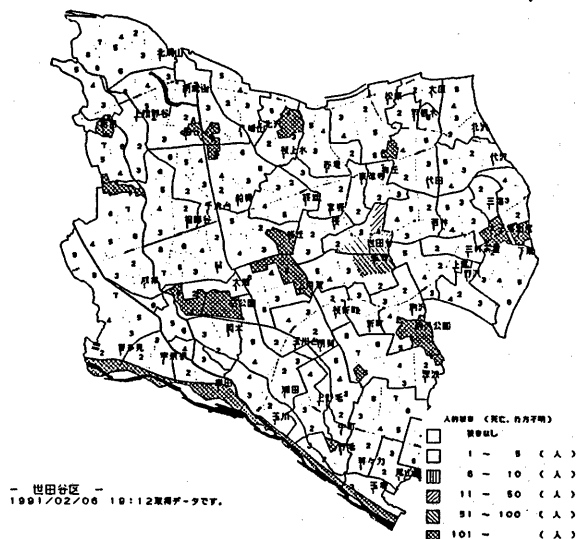
## 7. あとがき

防災地区情報システムは、災害情報システム・延焼予測システム・浸水予測システム・AVシステムとともに、新都庁の防災センターで稼働中である。防災センターは都民の生命・財産を災害から守るという使命を最優先に考え、災害時でなく

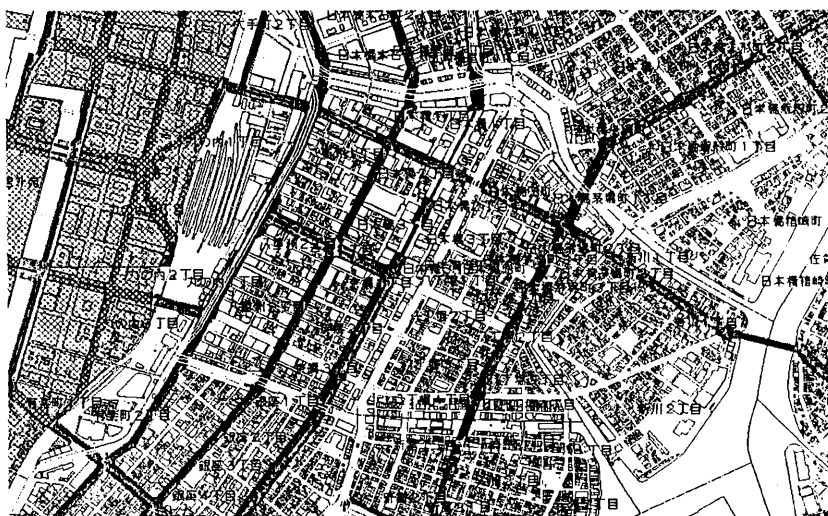
とも施設を利用して都民に対する講演会・デモンストレーション等をおこない、防災意識の普及啓発に努めている。しかしながら、これで充分であるというゴールがないのが実態であり、今後も最新の技術を駆使し防災体制の強化に努めなければならない。

最後に、東京都総務局応急対策課及びIBM基礎研究所の方々のご助言とご協力に感謝いたします。

資料：システム出力の例



資料1 世田谷区の人的被害 (Stage 2)



資料2 1/2500地形図の表示 (Stage 3)