

移動体通信を利用した災害対策用GIS

GIS with Mobile Communication for Countermeasure against Natural Disaster

測 図 部 高山 直樹

Topographic Department Naoki TAKAYAMA

要旨

災害発生時の救援・復旧活動の円滑化に資するためのシステムを、GIS上の防災業務支援の一部と位置づけ、被害状況の収集・提供システムとして研究開発した。震災対策のためのGIS構築に必要な基盤的地形図情報について、いくつかの事例に基づいた調査検討を行いながら、地形図情報と空中写真画像との効率的なマッチング手法及び被害状況を表現するためのデジタルマッピング手法を検討した。さらに、災害時の活動体制を的確なものとするため、ネットワーク等で被害情報を迅速に収集・伝達するシステムの検討・開発を行った。この収集・伝達システムにより、従来、現地調査者が無線電話機、若しくは、本部へ戻って報告していた被害状況を、携帯端末と移動体通信を利用した迅速正確な被害情報として、現地から直接送信できるだけでなく、本部に集まった他の情報を受信することも可能となった。

1 はじめに

阪神・淡路大震災（1995）では、GISが被害状況の把握や瓦礫撤去等の復旧事業の一部に利用されたことにより、その有効性が証明されたが、多様な空間データを系統的かつ迅速に処理し、様々な救援活動や災害復旧に必要な情報を即時に伝達する技術の開発は十分とはいえない。

本研究は、地震災害に関する情報、特に災害現況の迅速かつ面的な把握と、情報の共有化に不可欠な空間データの円滑な収集・伝達・管理を促進するため、災害現況のマッピング及びその情報の即時提供技術を検討することにより、地震災害時等において救援・復旧活動の円滑化に資することを目的として行ったものである。

阪神・淡路大震災では、震災直後の様々な情報が混乱・錯綜する中であって、デジタル化された地図に必要な情報を属性として結びつけられるGISは、検索や解析が短時間で可能になるものであり、被害状況の把握や救援・復旧活動の計画支援に大いに役立つシステムとして注目を浴びた。

本報告では、災害発生時の救援・復旧活動の円滑化に資するためのシステムを開発することを目的に行った災害現況マッピングに必要な地形図データ及び空中写真画像データの検討、災害現況のデジタルマップ作成手法並びに迅速なデータ伝達手法の検討についての内容と、開発したGISシステムについて述べる。

2 被害情報の収集

(1) 空中写真画像と地図情報のマッチング

空中写真画像と地図情報のマッチングは、本部に設置したGISのパソコン上で行うことを想定し、作業対象として神戸市長田地区周辺の空中写真と空間データを選定した。また、空中写真画像（中心投影）と地図情報データ（正射投影）について、DEM（数値標高モデル）を用いた幾何補正を行って、双方を重ね合わせた被害情報の取得手法を検証した。

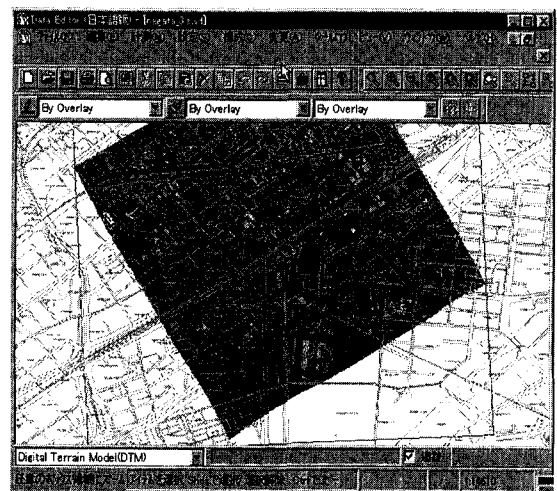
空中写真の鮮明な画像を得るためには、400DPI程度の解像度が望ましい。ただし、400DPIで空中写真を入力した場合、デジタル画像の出来上がりサイズは約3000pixel×3000pixelと100DPIの約900pixel×900pixelに比較して、かなり大きくなる。データ量と利用目的を考えた場合、200～300DPIが妥当と思われる。

写真画像を地形図と重ね合わせるためのアフィン変換による二次元の幾何補正では、山地部でずれが大きくなるため、DEMにより補正を行った。

画像の幾何補正を行う場合には、少なくとも4点の基準点が必要であり、その基準点は写真画像全体にほぼ均等に分散することが望ましい。ここでいう基準点は、写真画像上と地図情報上の明確な同一地点のことである。

(2) 被害情報データ取得機能の開発

災害発生後の被害状況をデータとして取得し、GIS上



図一 空中写真画像と地図情報とのマッチング

にデータベース化することにより、各種情報の重ね合わせ表示や必要な情報のみの抽出、情報の速やかな検索・集計・分析等が可能となり、被害情報の共有もできる。そこで、被害情報としての登録に必要な項目を検討し、各項目ごとに登録するデータの形状及び状況を把握するための属性内容を決定した上で、機能の開発を行った。

現地で調査した被害情報は、携帯端末上での入力が容易なメニュー形式とし、検討した収集内容の細部項目をペンタッチにより選択できるようにした。ソフトウェアの開発は、市販のGISソフトをカスタマイズする形で行った。入力画面の例は、図-2から図-6のとおりである。入力した情報項目は、一目でわかるようにアイコン化し、これをクリックすることにより、その属性内容が表示される。また、デジタルカメラによる写真画像の情報も入力できるようにした。

(3) 被害情報収集内容の検討

空中写真画像（1/5,000相当）から判読可能な被害情報は、家屋、道路、河川、鉄道の被害状況及び液状化の状態程度であると考えられる。これらの項目の詳細な被害状況や上下水道、ガス、電力、電話等の被害状況は、空中写真からは判読できないが、現地での確認収集は可能である。

そこで、本部GIS上で空中写真画像をもとに被害情報を収集する方法と、現場GISを用いて現地で直接被害情

報を収集する方法を想定し、収集項目の検討及び情報入力機能の開発を行った。

現地で調査確認できる被害情報項目について、表-1のように分類した。また、パソコン上で理解しやすいように、各項目を点・線・面に分類し、アイコン化、色区分するとともに、被害箇所、被害状況、被害数量、復興状況等をさらに細分化したものを、メニュー項目に設定できるようにした（表-3）。

3 被害情報伝達システム

(1) 通信手段の検討

調査した被害状況をコンピュータに入力し、現場から携帯電話等の通信手段により、リアルタイムに本部GISに転送することは、現場の被害状況を速やかにし、かつ正確に把握できるため、救援・復旧対策に有効である。本研究では、携帯電話を利用したシステムとしたが、災害等緊急時に有効な通信手段とそれぞれの転送速度を検討した（表-2）。

本部GIS（デスクトップ型パソコン）に現場GIS（ペンパソコン）から被害情報を転送するための主な通信手段として、公衆電話、携帯電話、PHS、衛星電話、防災無線が考えられる。

検討の結果、現状では携帯電話（デジタル方式）が最も簡単で信頼性が高く、安定したデータ通信が可能で

表-1 被害情報項目と入力方法

収集項目	空中写真画像から入力	現地で入力
家 屋	焼失の場合のみ判読可能 △	全壊、半壊等の詳細状況入力可能 ○
道 路	大規模の被害であれば、判読可能 △	陥没、隆起、地割れ等の詳細状況入力可能 ○
河 川	大規模の被害であれば、判読可能 △	決壊、浸水等の詳細状況入力可能 ○
鉄 道	大規模の被害であれば、判読可能 △	陥没、隆起、地割れ等の詳細状況入力可能 ○
上水道	判読不可能 ×	コメント入力可能 ○
下水道	判読不可能 ×	コメント入力可能 ○
ガ ス	判読不可能 ×	コメント入力可能 ○
電 力	判読不可能 ×	被害内容入力可能 ○
NTT	判読不可能 ×	被害内容入力可能 ○
液状化	液状化の範囲を把握するのに有効 ○	液状化の範囲と状況コメント入力可能 ○
その他	判読不可能 ×	その他特記事項入力可能 ○
撮影位置	— —	撮影位置入力可能 ○
メ モ	メモによる記録が可能 △	メモによる記録が可能 ○

表-2 各通信手段比較表

検討項目	公衆電話	携帯電話	PHS	PHS(PIAFS)	衛星電話	防災無線
回線	アナログ	デジタル	アナログ	デジタル	デジタル	アナログ
通信速度 (bps)	9600	9600	2400~4800	32000	4800	設備により異なる
	△	△	×	○	×	△
伝送品質	安定	安定	バラツキ有	安定	安定	設備により異なる
	○	○	×	○	○	△
災害に対する通信力の強度	やや弱い	やや弱い	やや弱い	やや弱い	やや弱い	強い
	△	△	△	△	△	○
携帯性	—	良い	良い	良い	難	難
	○	○	○	○	×	×
接続方法	PC→電話機	PC→モデム→電話機	PC→モデム→電話機	PC→モデム→電話機	PC→モデム→PB1 ネット→NCU→衛星 無線機	PC→無線機
通信費用	安価	やや高価	安価	安価	やや高価	安価
	○	△	○	○	△	○
ハードウェア費用	—	安価	安価	安価	高価	高価
	○	○	○	○	×	×
送受信の可能性	可	可	可	可	可	可
	○	○	○	○	○	○

あった。従って、本研究作業のデータ通信機能の開発では、携帯電話を通信手段として採用した。しかし、実運用を想定した場合、携帯電話では電波が届かない場所からの発信が不可能であり、さらに公衆回線の寸断、交換局自体の被災や回線の輻輳等の問題がある。このような問題を全てクリアする通信手段は、現状ではほとんどないといっても過言でないが、サービス提供開始となった新しいデジタル通信規格プロトコル(PIAFS)を採用するPHS端末機器について検討する必要があるかもしれない。データ転送速度が32kbps(実行通信速度29.2kbps)というのは非常に魅力的であり、写真画像等の大きなデータを転送する場合に期待できる。

(2) 通信機能の開発

調査した被害情報等を伝達する手段として、携帯電話を利用した通信機能の開発を行った。GISソフト上に通信メニューを用意し、データ転送ボタンを選択することにより、送受信が可能となるようにカスタマイズした。なお、コンピュータ間接続の通信規格であるTCP/IPプロトコルによる接続形態を実現するものとする。

一般的に、現地からデータを送信する場合は、本部GIS側のパソコンにダイアルアップし、自動的に共有ディレクトリにデータが転送されることになる。

本研究で開発しようとするようなシステムにおける通信は、1対1(本部GIS用パソコン1台と現場GIS用パソコン1台)の場合と、1対N(本部GIS用パソコン1台と現場GIS用パソコンN台)の場合を想定する必要があると思われる。しかし、開発する通信ソフトや通信の

難易度が大きくなるため、今回は通信機能のプロトタイプとして位置づけ、1対1での通信を可能とする機能の開発を行った。

(3) 被害情報の送受信実験

本研究での送受信実験では、災害現場で使用する携帯端末(ペンコンピュータ)上で被害の状況を入力し、本部GIS側パソコンに転送することにより、本部のGISの受信内容を確認するとともに、転送時間を計測して実用の可能性を検討した。

送受信実験において確認した事項は、次のとおりである。

- ・本部GISパソコンにログインできるか。
- ・Windowsに標準搭載されたダイアルアップネットワークソフトにより、送信側パソコンと受信側パソコンが通信回線で接続できるか。
- ・被害情報ファイルを本部GISパソコンに転送できるか。
- ・現地GISパソコンから転送された被害情報データを本部GISパソコンで表示できるか。

この実験では、これら確認事項の全てに良好な結果が得られた。

また、開発した被害情報データ収集システムを使用し、被害情報の転送時間を計測した。携帯電話の通信速度9600bpsでは、情報1件で17秒、10件で166秒、20件で330秒であった。

限られた通信速度での転送効率を上げるため、送信時に情報ファイルを自動圧縮するシステムに改良したこと

表-3 被害情報収集項目一覧表

項 目	レイ NO.	図 形			属 性 内 容 (メニュー画面により選択)
		構造	形状	色	
家 屋	01	点		赤	被害状況：全壊，半壊，一部損壊，焼失，その他
					復興状況：取り壊し，再建，補修，その他
		面			コメント
道 路	02	点		灰色	被害箇所：車道，歩道，分離帯，法面，側溝， 橋梁，トンネル，各種施設，その他
		線			被害状況：陥没，隆起，地割れ，崩壊，その他
		面			被害数量：m，平方m コメント
河 川	03	点		青	被害箇所：堤防，河川敷，水門，堰，池，その他
		線			被害状況：決壊，浸水，施設損壊，その他
		面			被害数量：m，平方m コメント
鉄 道	04	点		黄緑	被害箇所：レール，架線，駅舎，電車庫，鉄道橋，その他
		線			被害状況：陥没，隆起，崩壊，寸断，その他
					被害数量：m，平方m コメント
上 水	05	点		水色	コメント
下 水	06	点		茶	コメント
		線			
ガ ス	07	点		紫	コメント
		線			
電 力	08	点		緑	被害箇所：電柱，架線，地中送電線，その他
		線			コメント
NTT	09	点		黄	被害箇所：電柱，架線，地中，その他
		線			コメント
液状化	10	面		紺	コメント
その他	11	点		黒	コメント
		線			
撮影位置	12	点		ピンク	写真番号（テンキー入力）
		線 イメージ			コメント
メ モ	13	イメージ		黒	なし

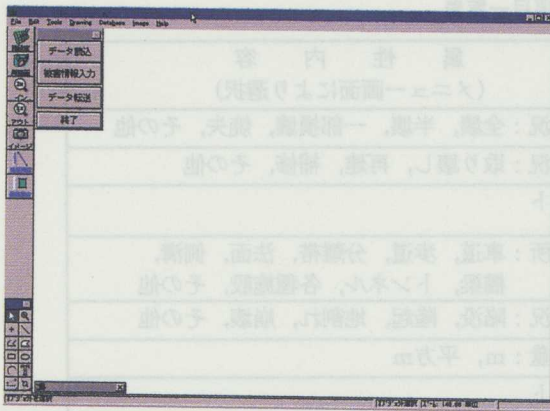


図-2 初期画面

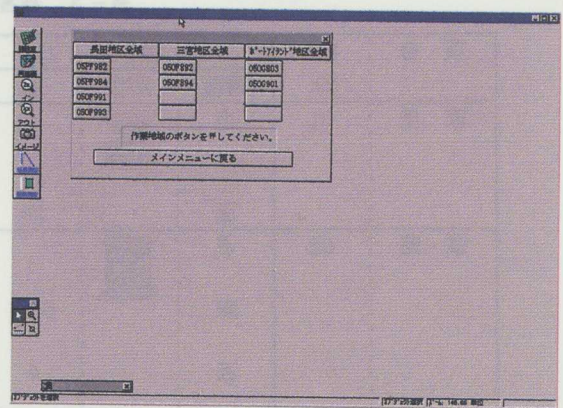


図-3 地図データ読み込み画面

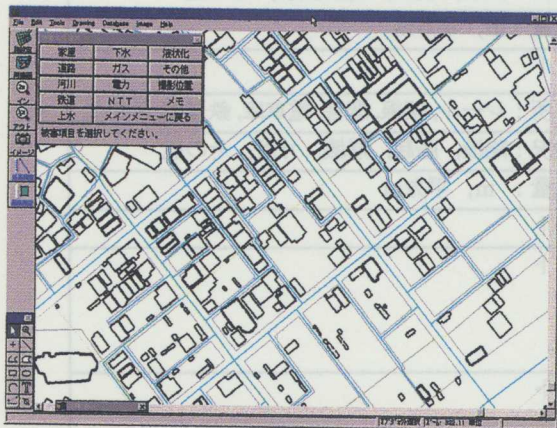


図-4 地図データ表示画面

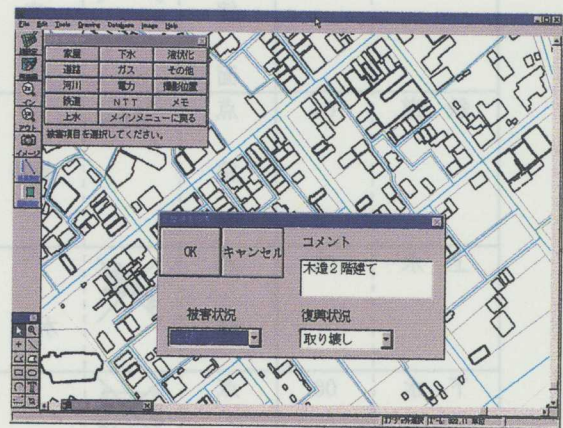


図-5 被害状況入力画面

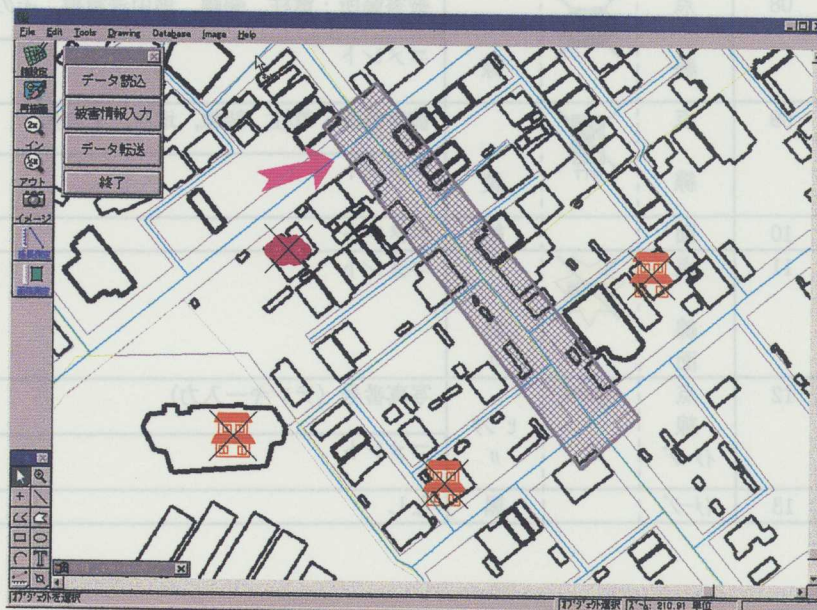


図-6 入力情報表示画面

により、通信時間は大幅に短縮された。

4 今後の課題

(1) 被害情報収集システム

1) システムの操作性

本研究では、システムに必要な機能として、空中写真画像と地図情報のマッチング機能、被害情報等の収集機能と、それらの伝達機能について、市販のGISソフトウェアをカスタマイズすることにより開発した。使用したハードウェアやベースとなるGISソフトウェアの制限及びプロトタイプの位置づけで開発していることもあり、操作性の良いシステムとは言い難い。さらに、操作が容易で、より実用化を意識したシステムへのバージョンアップが必要である。

2) 被害情報収集機能の拡張

現場に携帯端末を持ち込み、直接の被害状況データ等を入力する際には、調査担当者のいる地点が画面上のどの位置（付近）なのかを判断する必要がある。そこで、現場GIS側のコンピュータにGPSレシーバを接続し、画面上に表示する機能が必要となってくる。この機能は、現地に詳しくない調査担当者の場合、特に有効である。

また、携帯端末を現場GIS用としているが、現場でのマウスによる操作の煩わしさや携帯性の面を考慮してペンコンピュータを使用することとした。ペンコンピュータとは、マウスの代わりにペンを使用することによってオペレーションを行うパソコンで、ペントッチによる操作が可能である。

3) 空中写真画像と地図情報のマッチング

対象とした神戸市長田地区周辺は比較的平坦地で、正射変換することによりズレはある程度補正されたが、起伏のある地域では、良い結果は得られない。また、最も問題になるのが「隠蔽（オクルージョン）」である。写真画像が中心投影であるため、高層建築が乱立する大都市圏では、ビルが写真の中心から外側に倒れて写し込まれることにより倒壊家屋の判読を困難にさせるととも

に、オクルージョンが生じるため、判読できない部分が多くなる。

(2) 被害情報伝達システム

1) 送受信システム

本研究では、1対1の送受信システムとして開発したが、災害発生時は複数の調査者が現地に入り、一斉に情報を送信することが予想されるため、これに対応できるシステムが必要である。

そのためには、通信回線や本部の受信システムを増やすとともに、受信ファイルが混同しないような一意のファイル名とする、複数のファイルをマージできる仕組みを取り入れる等も要求される。

2) 通信手段の見直し

本研究では、被害情報の転送に携帯電話を使用した。現状では最も信頼性の高い安定した情報転送が可能である。しかし、転送時間については9600bpsのスピードしかなく、特にデータ量の大きい写真画像等を転送する際に問題となってくる。例えば、容量1MBのファイルを転送した場合、20分程度を要する。ただし、圧縮ファイルで送信することにより、圧縮率に応じた時間短縮となる。また、通信回線の切断、輻輳にも対応できる幾つかの通信手段選択機能も取り入れるべきである。

5 おわりに

ここで開発したシステムは、緊急測量訓練の一環として掛川・つくば間で、被害情報、状況写真の送受信実験を行い、一応の成果を得ることができた。現実に災害が起こった場合は、文中にも述べているが、その時の電話回線の状況、複数の端末機との送受信の対応、現地の最新地図情報の整備状況等、改善、検討すべき点も多い。

ただし、迅速さ、正確さからいえば、従来の無線等による情報伝達方法に比べ、大きな進歩といえることから、実利用に耐えうるシステムとして、さらなる研究開発が望まれる。