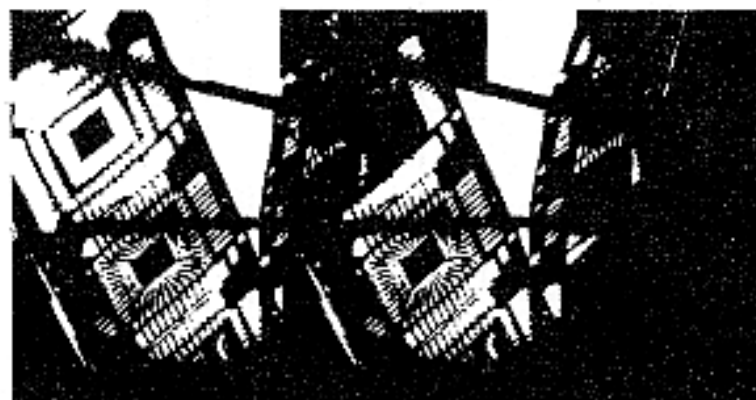


防災／日常の情報課題の連携と 地理情報システム(GIS)の活用

—リスク対応型地域空間情報システムの提言—

亀田弘行*



1 はじめに

阪神・淡路大震災の衝撃の経験から

筆者の元来の専門は地震工学であり、特にライフライン地震工学を核として、都市地震防災の様々な課題に関わってきた。こうした活動の一環として、1992年頃から、地理情報システム(GIS: Geographic Information System)を基本ツールとして災害研究のための情報システムを構築する研究会を有志ではじめ、災害時の緊急対応の手段として防災GISの概念を成立させる方向に議論が展開していった。このような議論を行っていた途上で阪神・淡路大震災が発生しことにより、それまでのいわば「想定された」議論の枠組ではなく、震災という「逃れようのない事実」を前に行ったその後の活動の経験が、災害情報管理におけるGISの可能性と解決すべき課題について、筆者

に多くの教訓を与えてくれた。

上記の研究会で育ってきたGISをDiMSIS(Disaster Management Spatial Information System)と名付け、このツールを震災からの復旧・復興に役立てるため、多くの模索を行った。例えば、国土地理院が刊行した構造物被災データと毎日新聞が調査した死者の発生箇所データのGIS表示を行い¹⁾、発災直後の情報空白期を埋めるためにGISの活用が大いに助けになる可能性を示した。この結果を筆者も専門委員として関わった防災基本計画改訂の議論で提示し、新しい防災基本計画の中でGISの積極的な活用が明示されることとなった。

筆者にとってさらに重要な活動となったのは、神戸市長田区役所において、DiMSISを中核とするパソコンシステムにより、倒壊家屋解体業務の情報処理を行った経験である²⁾。この活動は、被災住民に直接接するという、災害対応の最前線に位置する自治体部門における情報システムのあり方に大きな課題を提起することとなり、その検証

*かめだ ひろゆき/京都大学防災研究所教授/理化学研究所
地震防災フロンティア研究センター長

と教訓の普遍化という作業を経て、平常時と災害緊急時の連携・空間情報の時間管理・分散した自立システム（相互参照／共有化）を基本とする「リスク対応型地域空間情報システム（RARMIS: Risk-Adaptive Regional Management Information System）」の概念を提唱するに至った。そこでは、防災研究とシステム開発研究に、行政実務からの意見を組み込むという、防災情報課題の概念構築とそのためにあるべき現実システムの作成という課題に、取り組むことができるようなチームが構成され、RARMIS概念の実現に向けてDiMSISを発展・再構築するという、理想と現実を兼ね備えた研究・開発の努力が続けられている。

震災から4年を経たいま、GISは防災課題における空間情報を扱うツールとしてごく常識的に受け入れられるようになってきた。しかし、概念的な可能性の大きさや華やかさの陰には、現実の防災情報課題のストレートな実現を阻む壁が存在し、それらがコストの圧力やデータ共有化への障壁となって、GISの普及を妨げている面も無視できない。それらを克服する努力も今後おぼろげに強く続けなければならない。

以上に述べたような経験に基づき、本稿では、災害情報管理におけるGIS活用の現実と課題について、筆者の見解を述べることにする。特に、RARMIS概念が目指すところとその一つの実現形としてのDiMSIS-EXの意義を基調として、問題提起を行いたい。

2 GISの概念

GISは、従来紙地図により表現されていた地理情報（空間データとその属性データ）をデジタル情報の形で計算機上に構成することにより、紙地図では得られなかった多様な分析・表現能力を持たせた電子システムである³⁾。

GISを定義する言葉は人により様々であるが⁴⁾、例えば、GISを「空間データモデルに基づきコンピュータ上に生成された地理的仮想空間に対して、

操作的な時空間解析とこれを支えるデータベース管理の機能を備えた情報処理システム」と表現することができる。GISは、多様な時空間情報に関するデータ収集・管理・検索・重畳・統計的分析・位相学的分析・選択的な空間図形表示などの機能を持ち、都市診断・空間設計・都市施設の管理・災害時緊急対応など、影響要因が複雑であったり時間的に切迫する空間的課題の解決を支援するツールとして、またこうした課題に関する研究手段として有用である。

GISソフトは多くのプロバイダーから商品として(Arc/Info, Arc View, Mapinfo, SIS, Earth Finder, Geodataなど)発売されており、一般ユーザーはそれらを利用することになるが、GISはまだ発展途上のシステムであり、次世代GISへ向けての開発も活発に進められつつある。

GISの基盤となるデジタル地図は、国土院作成の数値地図（(財)日本地図センターから発売）の他に、企業・団体からも発売されている⁵⁾。

3 GISの防災応用の意義

自然災害は地震・台風・豪雨のような広域的な外力のもとで発生するから、その影響を空間的に把握し、またその時間的変化を捉えることが重要となる。このような目的のため、近年GISの活用が著しく進展した。特に、1995年の阪神・淡路大震災の発生により、大規模な複合都市災害のもとで、物理的課題と社会的課題のインターフェースとして情報課題がきわめて重要であることが示されたこと⁶⁾に加え、災害緊急対応という時間との勝負の中で、災害関連情報の時空間分布を多角的に把握し、そこに操作的な分析処理を施すための強力な手段としてGISの有用性が注目を集めた。

災害時の緊急対応では、発災後の段階に従って中心課題が変化していく。地震災害においては、発災時刻からみて、

- i) リアルタイム（同時～分）、
- ii) 準リアルタイム（時間）、
- iii) 緊急対応期（日～月）、

表1 既存の防災情報システムの例と阪神・淡路大震災後の実践事例

機能	震災前の既存システム	阪神・淡路大震災後の実践・開発
地震動モニタリング/ 震源推定 (リアルタイム)	UrEDAS(JR)、CUBE(米国)、 * SIGNAL(東ガス)、気象庁、 関西強震観測協議会	大阪ガス地震動モニタリング、 強震ネット(k-net:科学技術庁) * 航空写真のデータ処理(国土地理院等)、
発災時の被害推定/ 早期把握 (準リアルタイム)	HERAS(JR)、* EPEDAT(米国)、 * 川崎市、* 神奈川県、 * 東京都消防局	* 防災情報システム(DIS:国土庁)、 * 兵庫県(フェニックス)、* 大阪府 * 被災家屋解体情報処理(京大防災研)、
災害対応における情報 処理・管理 (緊急対応期)	* 水道・ガス・電力等のライフライン 事業者の管理システム	* リスク対応型地域空間情報システム (RARMIS:神戸市長田区) * 建物被害データベース(建築研究所)、
災害情報データベース (安定達成期:復興支援 ・研究)		* 瓦礫撤去・建物復興データベース(奈良大学)、 * 建物被災情報GIS(神戸大学) * ライフラインの復旧過程 (関西ライフライン研究会)

注) *印: GIS上の展開を前提としたもの

iv) 安定達成期(年)、

v) 平常期(年以上)

と推移し、次の災害に備えるサイクルに入る。こうした循環の中で、各段階における情報課題に対応して、的確な情報システムづくりが必要となる。こうした活動は阪神・淡路大震災以前から行われてきたが、震災後特に活発になった。この状況を表1にまとめた。

発災直後(リアルタイム/準リアルタイム期)における情報課題では、①警報・自動遮断を中心とするリアルタイム制御と、②準リアルタイム領域における災害の早期把握を目的として、(条件付)シミュレーションの機能を持つ情報システムが必要とされる。地震災害におけるこうした分野を「リアルタイム地震防災」と呼び、最近の約10年間に発展してきた⁹⁾。特に阪神・淡路大震災の後、リアルタイムから準リアルタイム段階に対応するための情報システムの開発が盛んである。これは、発災時の情報の空白期を埋め、災害対応に有効な初動体制を立ち上げるための努力の一環であり、その結果、「リアルタイム情報システム」の整備は格段に進んだ。国土庁のDISや兵庫県のフェニックス情報システムなどがその典型例である。

ところが一方、緊急対応期に有効な情報システ

ムの構築については、取り組みが進んでいない。この時期には災害廃棄物の撤去、避難所の運営、復興状況の把握など、災害対応から生み出される多くの情報を把握して、次の対応に的確に生かすことが要請されるが、こうした機能を主に担うのは、災害対応の最先端にある市区町村の自治体であり、その災害緊急対応を支える情報システムの整備がきわめて不十分な状況にある。この問題を解決するには、平常時と災害緊急時の機能が相補的に連携する平常時用GISの整備が今後推進されねばならない¹⁰⁾。

本稿の表題に「リスク対応型地域空間情報システムの提言」なる副題を付けたのは、この問題の重要性を指摘し、多くの方に関心を持って頂くことを目的としている。今後この観点から議論が高まることを期待したい。

4 災害対応における情報の処理・管理支援システム(緊急対応期)における「リスク対応型地域空間情報システム」(RARMIS)の必要性

災害下の緊急対応時には、救命・救急、避難所運営、重要施設の機能回復、緊急輸送、最低限の生活基盤の確保、災害廃棄物処理、ライフライン

の復旧など、多くの課題が時間との競争の中で発生する。これらの課題の多くは、平常時には日常の行政サービスを業務とする一般自治体の担当者によって担われるものであり、災害発生とともに、日常性とかけ離れた災害対応に関わることになる。しかも阪神・淡路大震災のような巨大災害では、多くの場合、行政担当者自身が被災者となる。この状況は、災害時こそ本来の機能を発揮すべき機会である緊急対応の専門機関（国土庁や気象庁の防災部局・自衛隊・消防・警察など）や自己施設の管理を専門とするライフライン事業者と根本的に異なる。

自治体の行政担当者が直面する災害対応の情報課題では、地域防災計画に基づく災害対応行動のマニュアル、緊急避難所や災害備蓄などの災害時特有の情報とともに、住民台帳や固定資産台帳など、地域の状況を示す正確なデータが必要となる。すなわち、災害緊急対応においても、平常時に集積されている地域情報を目的に応じて的確に活用できる体制が不可欠である。このことから、日常性と災害緊急時の活動が連携する情報システムを日頃から整備しておくことが重要であり、日常情報システムの中に災害対応機能を組み込んだRARMISの概念が、自治体情報システムの姿として求められる⁹⁾。

RARMISの概念を図1に示した。中核にGISを持つRARMISの基本機能は以下の3点に要約さ

れる。

- (1) 平常時の機能と災害時の機能が連携する情報システムであること；平常時に使われているシステムの中に、災害対応の機能が組み込まれていること。
- (2) 空間データの時間管理が徹底していること；デジタル地図と対応する座標系をあわせ持つ空間データとして関連行政データが整備されていること、属性の変化に対応してオブジェクトごとにデータをリアルタイム更新する仕組みを持つこと。
- (3) 分散した自立システムにより災害緊急時にデータの相互参照を実現すること；クライアント・サーバー型のようなデータを一極集中管理する統合型システムではなく、分散管理されたデータを必要に応じて相互参照するシステム構造を備えていること。

いくつかの先進的な自治体ではこれまでにGISをコアとする「全庁システム」導入が行われており、またGIS導入を検討中の自治体も多い¹⁰⁾。日常業務へのGIS導入は、災害時にも破綻することのないシステムとして実現するべきであり、ここで述べたRARMISの概念は、そのための条件を示すものである。

5 RARMIS概念におけるGIS技術と空間データ整備の課題

一つの実現形としてのDIMISIS-EX

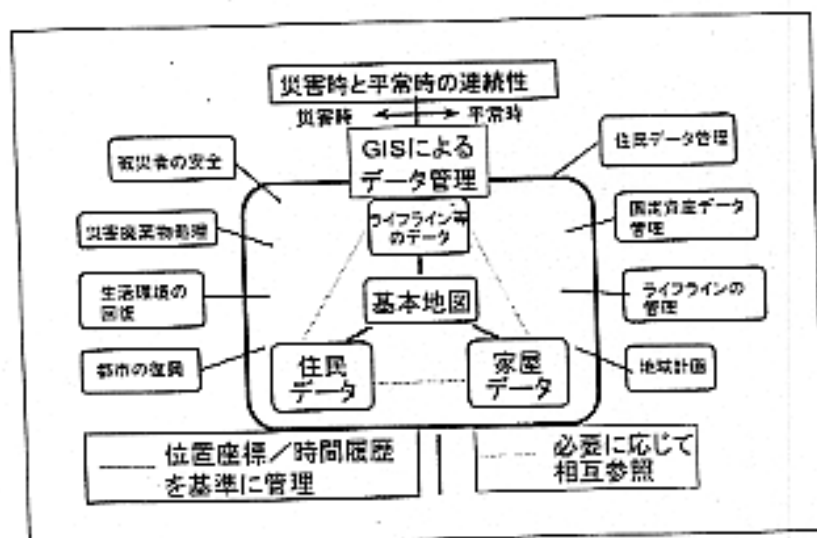


図1 RARMISの概念

防災課題におけるGIS応用の価値は高い。また、計算機技術の発達により、かつてEWS（ワークステーション）上でのみ作動したGISはPC（パソコン）上で十分機能するようになった。これにより、GISは今後一層身近なツールとして、防災行政の場にも、防災研究の場にも普及する可能性が高い。しかしながら、我々が商品として手にすることができるGISは、まだ理想的な姿からは遠い存在で

あることも現実である。ユーザー側からは何が問題となるのか、2～3の側面から、GISが今後向かうべき方向を論じておく¹⁹⁾。

まず、現在商品として入手できるGISの間では、それぞれのシステム内で生成される空間データの間に原則として互換性がない。これは、研究的に多種のデータを扱う場合に大きな障害となる。この点をカバーするためにデータ交換の規約が作られているが、割眼が多い。このことは、自治体など行政へのGIS導入のさいに大きな妨げになる。行政の業務は多様であり、異なる部署に相応しいGISはそれぞれ異なるものとなる場合が多い。しかしながら、部署間のデータ参照の機能を持たせようとすると、結局はじめに採用したシステムをいつまでも使い続けるという硬直した運営となり、かつデータ更新はシステムの専門家に全面的に頼るという機動力に欠けた姿にならざるを得ない。

こうした点を打開するためには、GISのデータ構造を公開して、GIS商品間の競争はそれらが持つ機能的な付加価値で競うよう環境が整備されるべきである。我が国が世界をリードしているカーナビゲーション用の空間データベースはこの方向に向かいつつあり、ISO/TC204で標準化の作業が進み、その仕様書（検討形式のコード名：KIWI）も作成されている²⁰⁾。

次に、空間データの更新に関する課題がある。現在市販のGISでは、空間データの更新は、各データセット（レイヤー）ごとの一括更新（バッチ方式）の方法がとられている。しかしながら、この方式がGISにおける空間データ管理の労力とコストを押し上げ、GISの普及を妨げる一つの原因となっている。特に、自治体の業務のように日々情報が更新されている現場では、バッチ方式では、GISデータが常に陳腐化された状態で存在することになるから、バッチ方式で全庁システムを作っても、それは日々の業務には使えないという矛盾を抱えることになる。このことは特に、時間が切迫する災害緊急時の情報処理において重大な機能的欠陥となる。

この問題を解消する一つの有効な方法は、空間

データのオブジェクトごとに、時間履歴を残す形でデータを更新することである。この方法により、任意の時間断面を指定すれば、その状況の空間データが構築される。阪神・淡路大震災の際に神戸市長田区で倒壊家屋の解体撤去業務の情報処理支援を行った経験から生まれたGISであるDiMSISやそこから発展したDiMSIS-EXのデータ構造は、このようにオブジェクトごとの時空間管理を行うという思想で構築されている。すなわち、(立体)+(時間)の4次元の情報を効率的に扱う4次元GISの概念²¹⁾を実現するものとして構想された。

従来GISでは点(ポイント)/線(ライン)/面(ポリゴン)を用いて空間データを固定的に定義していたのに対し、DiMSIS/DiMSIS-EXでは、図形情報を形成する線分(ベクトルエレメント)と属性情報を関連付ける代表点(コネクタエレメント)によってオブジェクト間の接続関係を明示しないで空間データを記述し、これに接続を算出するデータ処理機構を組み合わせることで、時間が指定された段階で空間の定義を操作的に自動生成する方式をとっている²²⁾。前述のカーナビゲーション用のKIWIもこれに近い考え方で構築されている。これにより、空間データの時間管理や、分散した自律システムを可能とするに十分なデータ量の圧縮などの技術課題が克服され、RARMIS概念の実現が技術的な裏付けを獲得して行った。

現在DiMSIS-EXは、長田区のまちづくり推進課において、住民からの種々の要望・苦情への対応の支援システムとして、すべての案件の処理履歴を保存することができるシステム特性を生かして運用されている。こうした平常時機能の個別アプリケーションは、緊急時のアプリケーションでの利用を考慮したデータ管理を行うよう設計されている。一方、災害対策本部モード・災害現場モード・避難所モードからなる緊急時アプリケーションも開発された。これらは平常時に管理している情報の一部を有効利用することで動作するように構築されている。その実効性を平成9年、10年の長田区総合防災訓練で実証するとともに、さら

に防災福祉コミュニティとの協力のもとに、その検証を進めている¹⁴⁾。

6 むすび

次なる巨大災害に備えて

阪神・淡路大震災を契に、防災情報システムの整備は大いに関心を呼び、その整備も進んだ。しかしながら、その大部分はリアルタイム地震防災を中心とする「災害専用システム」における状況であり、災害対応に携わる自治体最先端における情報システムでは、整備は遅々として進んでいない。このレベルにおいては、日常性との連携が特に必要であるところから、災害用は災害の専門家に任せればよい、という考えを脱したより広い観点からの議論が必要である。本稿では、こうした観点から問題点を検証した。「治（平常時）に居て乱（災害時）を忘れぬ」仕組みとは何か、あらためて幅広い議論が行われることを望んで止まない。

この問題を突破する一つの答えとして、RARMISの概念を提案した。また、その実現を明示的に意識した一つの開発成果として、DiMSIS-EXを紹介した。DiMSIS-EXの開発は、その社会的意義に賛同する研究者・行政実務者・企業技術者からなる「神戸コンソーシアム」によって推進されてきた。また、包括概念としてのRARMIS概念の構築については、防災研究・地域研究・システム研究が連携する、より広範なメンバーからなる「RARMIS研究会」によって討議が行われている。これらはいずれも阪神・淡路大震災の悲劇を繰り返さないという使命感に支えられた活動である。それは決して排他的なクラブではない。志を共有する一人でも多くの人々が、それぞれの専門領域から参加して頂くことを切望している。

阪神・淡路大震災の過酷な体験から生まれたこれらの成果が広く関心を呼び、利用者側の導入のインセンティブとプロバイダー側の開発のインセンティブに結びついていくことを期待したい。さもなくば、どこかで起こるに違いない次なる阪神

・淡路大震災において、再び災害対応の最先端における情報の大混乱を招くことは避け得ないであろう。

参考文献

- 1) Kameda, H., Kakumoto, S., Iwai, S., Hayashi, H., and Usui T.: DiMSIS: a geographic information system for disaster information management of the Hyogoken-nanbu Earthquake, *Natural Disaster Science*, Vol.16, No.2, 1995, pp.89-94.
- 2) 亀田弘行・角本 繁・大野茂樹・細山満則・谷口時寛・岩井 哲：阪神・淡路大震災下の長田区段階における行政対応の情報化作業とその効果分析—リスク対応型地域空間情報システムの提言—、総合防災研究報告、第1号、京都大学防災研究所総合防災研究部門、1997.3.
- 3) 坂内正夫・角本 繁ほか：コンピュータマッピング、昭晃堂、1992年。
- 4) 藤井純行：GIS電子地図革命、東洋経済新報社、1997年。
- 5) 文部省緊急プロジェクト「兵庫県南部地震をふまえた大都市災害に対する総合防災対策の研究」報告書（研究代表者：亀田弘行）、京都大学防災研究所、1995年3月。
- 6) 山崎文雄：リアルタイム地震防災システムの現状と展望、土木学会論文集、No.577/1-41、1997.10、pp.1-16.
- 7) 亀田弘行・角本 繁・細山満則・岩井 哲：リスク対応型地域空間情報システムの構築へ向けて—神戸市長田区での災害情報処理の経験から—、日本リスク研究学会、研究発表会論文集第10巻、1997.11、pp.124-129.
- 8) 亀田弘行・角本 繁・細山満則：災害緊急時と平常時の連携による総合防災情報システムの構築—リスク対応型地域空間情報システムの実現に向けて（1）—、地理情報システム学会講演論文集、Vol.7、1998.10、pp.29-32.
- 9) 横倉孝三・田中清次・富沢武夫他：地方公共団体におけるGIS共有効果に関する研究、地理情報システム学会講演論文集、Vol.6、1997.10、pp.101-104.
- 10) 角本 繁・亀田弘行・細山満則：空間データベースから時空間データベースへの転換と総合防災情報システムの構築—リスク対応型地域空間情報システムの実現に向けて（2）—、地理情報システム学会講演論文集、Vol.7、1998.10、pp.33-36.
- 11) KIWI検討委員会：KIWI Format Ver.1.10カーナビゲーション用地図・地理データベース構築（国際標準化に向けた提案）、1998.5.
- 12) 角本 繁：地形解析のための地図データベースシステム、計測と制御、30巻、9号、1991.12、pp.788-791.
- 13) 細山満則・松野文彦・角本 繁・亀田弘行：4次元地理情報システムDiMSIS-EXの開発、GIS—理論と応用、地理情報システム学会（1999年裁予定）。
- 14) 細山満則・正賀 伸・永井 毅・角本 繁・亀田弘行：GISを応用した総合防災情報システムの地域防災活動への導入—リスク対応型地域空間情報システムの実現に向けて（3）—、地理情報システム学会講演論文集、Vol.7、1998.10、pp.37-40.