

マルチハザード社会の安全・安心を守るためのGISの活用方策 —Enterprise GISを基盤としたCombat GIS—

Generic Strategy for Protecting Safety and Society by Using GIS
- Combat GIS Based on Enterprise GIS -

浦川 豪¹, 吉富 望¹, 林 春男¹

Go URAKAWA¹, Nozomu YOSHITOMI¹ and Haruo HAYASHI¹

¹京都大学 防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

We are exposed to various kinds of Multi-hazards due to natural disasters, terrorist attacks and epidemic's outbreak. In any of these crises, national and local governments have to implement emergency response and management effectively. Since Hanshin Awaji Greate Earthquake, GIS was recognized as powerful tool for disaster reduction and many GIS systems have been introduced by local governments. These systems are tools for estimating damage, and GIS is not still used well post-event consequence for management. In this paper, we introduced as a Combat GIS comprehensive emergency management system based on GIS. CombatGIS makes use of Enterprise GIS as information infrastructure for local government. This paper shows a strategy to implement Combat GIS.

Key Words : Multi-hazards, GIS, Emergency Management, Combat GIS, Enterprise GIS, Strategy

1. はじめに

我が国は地震災害、風水害や火山災害等の自然災害、近年では新型肺炎 SARS 発生による疫病感染、2001 年 9 月 11 日に発生したニューヨーク世界貿易センタービルの特ロリズムを契機とした特ロリズムの脅威や鳥インフルエンザ感染等予測不可能な様々なハザードにさらされている。地震災害では、1923 年関東大震災、1995 年阪神・淡路大震災等の大規模地震で被災し、東海・東南海・南海地震による広域巨大地震発生が切迫していることも報告されている。

このような状況の中、自治体を中心とした現行の防災対策は被害抑止力向上のための物理的な防災対策施設建設や危機対応能力向上のための訓練の実施や震災復興マニュアルの作成等、阪神淡路大震災で明らかになった教訓を考慮した対策が実施されている。しかし、これらの対策は主に単一のハザードに着目した防災対策であり、様々なハザードに対応するための一元的な危機管理方策としては不十分である。様々なハザードによって引き起こされる危機的状況に対し、如何に対応し、社会的な混乱を最小限度にとどめ、早期に社会的な秩序を回復できるかという危機管理対応能力が問われている。

マルチハザードにおける危機対応の共通課題は、①命を守る対策（緊急対策）、②社会フローの復旧（応急対策）、③社会ストックの再建（復旧・復興対策）、④そのための情報や資源を全般的に管理していくロジスティック（情報・資源管理）という4種類の課題が存在すると言われている。¹⁾ 各自治体では緊急対策の局面での災害対応能力の向上のため、自衛隊経験者等の指導のもと、

ロールプレイング型の危機管理演習²⁾や図上訓練を実施している。また、一元的な危機管理体制構築のために、災害発生後の時間的推移にともなう災害対応業務の記述形式を標準化・データベース化することが効果的であると報告されている。³⁾

自治体の危機管理対応能力向上には、情報処理能力、特に状況把握能力の向上が不可欠である。そこで自治体では、情報 IT（情報技術）を活用した防災システムを導入している。特に、阪神・淡路大震災を契機とし、地理情報システム（GIS）は防災対策システムの基盤となるソフトウェアであるとの認識が高まり、多くの自治体においてGISを利用した防災システムが導入されている。これらの防災システムは地震動予測・建物倒壊予測・洪水氾濫予測等自然災害発生にともなう、被害の絶対量を想定する被害想定システム⁴⁾であり、様々なハザードによる危機対応、危機的状況の発生からの時々刻々と変化する状況下での危機対応に活用することは困難である。

GISを基盤とした災害対応支援では、地震災害に関する多くのレイヤを時系列で整理する手法⁵⁾や災害対応能力向上のための知識共有の枠組み⁶⁾、緊急対応局面において短期的に被害情報を収集し、被害の状況や面的広がりを把握する支援システム⁷⁾等が報告されている。しかし、これらの仕組みは限られた自然災害の災害対応におけるGIS活用の可能性を示したにとどまり、危機管理対応主体である自治体の職員や組織を含めた実践的な危機管理体制・仕組みの構築、GISの戦略的な活用方策の提言にはいたっていないのが現状である。

本研究では、いかなる危機的状況においても、危機対応の主体である自治体が、効果的な危機管理対応を図る

ためのGISを基盤とした包括的な危機管理システムを提案し、住民の安全・安心を守ることに寄与することを目的とする。その際、時間的推移にともなう状況の変化をデータベース化、可視化、共有化できる等優れた機能を有するGISを活用することが効果的であると考え、その実践的な活用方策を提案するものである。

2. 研究の概要

本研究では、自治体の危機対応に着目し、GISを基盤とした包括的な危機管理システムをCombat GIS (GIS on the Site) と位置づける。すなわちCombat GISとは、自然災害、人的災害等人間の社会生活に混乱や大きな影響を及ぼす危機的な状況が発生した際、危機が発生した場所（自然災害では被災地）において、GISを基盤とし緊急対応、情報配信等様々な危機対応を支援できる情報基盤、緊急対応支援ツール等を含む包括的な仕組みである。つまり、Combat GISは、“いつ”、“どこで”、“どのような”危機が発生したとしても、現場においてGISを活用し危機対応を支援することを目指すものである。

Combat GISを実現するためにはデータ、データベースや運用体制等のGISを核とした情報基盤構築が必要であり、自治体のGISを核とした一元化（統合化）された情報基盤をEnterprise GISと位置づける。

米国ではGISを効果的に利用するための取り組みが積極的に進められており⁸⁾まず本稿では、危機対応におけるGISの活用の成功事例と報告されている2001年米国・ニューヨークのワールドトレードセンター（WTC）の同時多発テロ事件と2003年南カリフォルニアで発生した大規模森林火災の2事例における危機対応へのGISの活用を調査し、災害対応におけるGISを活用するための着眼点を整理した。次に、Combat GISの構成要素や機能等を定義づけるとともにCombat GISを実現するための情報基盤となるEnterprise GISとの関連性を考察した。また、Enterprise GIS構築のために、現状の日本の統合的なGISの活用状況をヒアリングによって明らかにし、日本社会におけるEnterprise GIS構築の方策を検討した。最後に、本研究のケーススタディーとして京都府宇治市をフィールドとし、Enterprise GIS構築に向けたプロセス、Combat GISに関する実践的な取り組みを実施し、社会の安全・安心を守るための総合的なGISの活用方策を提示した。

3. 危機対応におけるGISの活用事例

日本社会では、これまでに危機対応局面においてGISを効果的に活用した成功事例が存在しない。本章では、日本社会におけるCombat GISを実現するために、その先駆的な事例として2001年WTCの同時多発テロ事件及び2003年南カリフォルニアで発生した大規模森林火災におけるGISを基盤とした危機対応の状況を調査した。

(1) 危機対応におけるGISの活用事例

a) ニューヨーク WTCの同時多発テロ事件

2001年9月1日、米国・ニューヨーク・世界貿易センターで航空機を利用したテロ事件が発生し大きな被害をもたらした。テロリズムという予測不可能な外力による事件ではあったが、各関連機関の救命・救急活動、情報収集や被災者への対応等の危機対応は自然災害を含むあらゆる外力に対する危機対応の教訓になると報告されている。⁹⁾ さらに時間推移にともなう危機対応において一元

的な危機管理対応に基づきGISが効果的に利用されたことも報告されている。¹⁰⁾¹¹⁾ さらにWTCのテロ事件におけるGISの活用は、1995年のノースリッジ地震におけるGISの活用等から発展したものであり、様々な外力に対する危機対応局面においてGISが効果的に利用できることも報告されている。¹²⁾

① ベースマップ⁽¹⁾と状況把握

ニューヨーク市のEOC (Emergency Operation Centers) はWTC第7ビルに立地していたため、ビル崩壊にともないこれまでに構築してきた全てのGISデータ、ハードウェア、ソフトウェア等最新のGISシステムを失った。図1に示すように、FEMA (連邦危機管理庁)、NYS (ニューヨーク州)、NYC (ニューヨーク市)、NYFD (ニューヨーク消防局)といった危機対応の主体となる組織が事件発生直後から、ベースマップを入手するために奔走していたことがわかる。特に、WTCの事件では建物周辺の状況だけではなく、救助活動を支援するために建物内部の状況を把握する必要性があり、建物平面図のデータも必要だった。建物平面図のデータは、事件発生直後は観光用の地図を利用した。約1週間でCADデータを入手し、燃料タンク等の危険物、被災者の生存している可能性が高い場所（エレベーターシャフト等空洞となっている場所）の位置特定をおこなった。また、GISで主に利用するベクトルデータだけではなく、事件発生直後からオルソ画像⁽²⁾や衛星画像の重要性が協議され、ニューヨーク州技術局 (OFT: Office for Technology) は、迅速にこれらのデータを保有する民間企業との契約を結び、現在の画像と過去のGISデータと重ねあわせた地図 (As Was Maps) を作成し時々刻々と変化する状況を把握した。さらに、WTCビル倒壊によって大量の粉塵等が発生し、崩壊現場の状況を把握することが困難だったためLIDARデータ⁽³⁾と熱センサーによる温熱画像を利用した3次元地図を作成し、崩壊現場の火災延焼等の状況を把握することができた。ベースマップの作成では、様々な情報元からデータを入手したため、建物の位置を特定するための情報となる住所や建物識別番号が統一されておらず、これらを統合する必要性も明らかになった。

② 崩壊現場での救助活動等緊急対応の支援

応急救助活動の局面では先に述べた、建物平面図やオルソ画像のデータを重ねあわせた地図が危険物を回避し生存者を救出する活動の役に立った。事件発生から3日目には、75フィートのグリッドによる位置参照方式を確立し危険物の有無、被災状況の変化、救援隊員の作業エリアの割当・作業進捗状況の把握、遺体や発見物の場所の特定に利用された。事件発生から約10日後にはGPSを利用し、犠牲者の遺品等の発見場所の特定と管理を行う犠牲者トラッキングシステムを運用した。

③ 情報共有・提供

前述のように事件発生直後から被害等の状況把握のための地図が作成された。被災状況や救助活動を支援するための詳細な地図だけではなく、事件発生後2日目には立ち入り禁止区域の地図、3日目には電気停止区域、交通規制等の地図が作成され、状況の変化にともない更新された。5日目には膨大な地図作成業務の効率化を目的とし、アイコンやレイアウトテンプレート等を標準化したスタンダードマップセットを準備した。前述のようにベースマップと状況把握のためのレイヤが危機対応を行う複数の機関で収集・作成された。事件発生後6日目にはこれらのデータの共有について協議され、その2日後には各関連機関で所持する地図データのフォーマット等の標準化を行い、翌日に情報共有・蓄積のための新しい空

間データサーバを構築した。空間データサーバでは、Spatial Database Engine (ESRI社SDE)を利用し、複数ユーザーによるレイヤーの修正・変更に対するルールや権限、変更内容がデータ及びデータベースに反映されるか等を設定した。空間データサーバは、過去のデータの更新履歴を蓄積することができ、時間的推移にともない絶えず状況が変化する危機対応において重要な情報基盤となった。また、各関連機関からの地図に対するニーズが

殺到し、5日目に地図リクエストの用紙を作成し、11日後にはオンラインの地図リクエストサービスを開始し、地図に対するニーズを考慮し地図を作成した。さらにインターネット、WebGISを利用し、車両・歩行者進入禁止区域、地下鉄の運行状況やライフラインの供給停止区域等住民の日常生活に関わる情報を提供するとともに各関連機関ではWebGISの拡張として、発行したGISデータとデータセットをオンラインで共有した。

	9/11	9/18(1W)	9/25(2W)
ベースマップ	- NYC MAPからのデータ抽出:NYC - 航空写真を企業に問い合わせ:NYC "As Was" Mapsの出力:NYC - 保持するイメージデータの分析:NYC - ビルの住所と3Dの統合が問題化:NYC	- 観光用地図からビル形状をスキャン:FEMA - ビル平面図をイメージ出力:FDNY - 地下部平面図をスキャン:FEMA - デジタルのビル平面図入手:FEMA "As Was" Maps出力:NYC - 燃料タンク、フロン、エレベータの位置確認を要請:NYC - 病院・医療施設の出力:FEMA - 入手可能なデータの探索:FEMA - 地下部CADデータ入手:FEMA	- 深層インフラチーム結成:NYC - 燃料タンクをCAD・熱センサーから地図化:NYC
状況把握	- 市長から地図提供要請:NYC - OFTは画像の必要性協議:NYC - SPOT Data撮影 - IKONOS/LANDSAT7 Data撮影 - 立ち入り禁止区域図出力:FEMA - NY Timesより衛星写真入手:NYC - 電気・電話停止、被害域等地図作成:NYC 4セクターのグリッドを確立:FDNY	- 全壊したビルの状況図出力:FEMA - 電気停止区域等出力:FEMA - OFTはOrtho/LIDAR/熱センサーのデータの契約完了:NYC - OFTは画像・LIDARデータ取得:NYC - 状況図 - ほぼ毎日更新:NYC - OFTは熱データを取得:NYC	- 捜索救助状況・Safety Map作成:FEMA - ビルの状況(写真含む)を出力:FEMA - ビル倒壊による地盤の沈下状況分析の要請:FEMA
救助活動・復旧	- 堆積物を貫通し被害者・隙間を特定できる3Dシステムの要請:NYFD - ミネソタ DNR (Department of Natural Resource) にサポート要請(FEMA) - ネットワーク DNR から MapMobile (GISの機材を搭載した自動車) 到着	- Ground Zero のデータ収集協議 - GPSを利用したデータ収集:NYFD	犠牲者 Tracking System を利用し、犠牲者の遺物等を見出し位置とともに管理するシステムを利用:NYFD
体制・その他	- 州政府の危機管理室が活動開始:NYC - FEMA本部サポート部門24時間体制 - ビルの調査開始:NYC - GISコンタクトリスト入手:FEMA - Webサイトで地図情報配信:NYC - 地図データftpサイト立ち上げ:NYC	- EOC埠頭No92に移動:NYC - 地図出力の効率化のためのスタンダードマップセットを用意:NYC - 地図リクエスト用紙準備:NYC - FEMAとNYCはデータ共有について協議	- オフラインの地図リクエストの件数97:NYC - 各関連機関の地図標準化確立:FEMA - インターネット地図リクエスト開始:NYC - イメージデータのメタデータ配信:NYC - 新しいSpatial Data Serverの構築:NYC

図1 GISを活用した危機対応の時系列分布

④組織

ニューヨーク市EOCは、活動拠点やGISシステム等の全てを失った。事件発生直後4日目に埠頭No92に拠点を移し本格的な活動を開始した。FEMAでは、3日後にGISの専門技術を持つ人材のリストを入手し主に臨時の職員によって様々なGISを利用した危機対応を支援した。

図2に事件発生当日から危機対応業務に携わったGISスタッフの動向を示す。NYFDは、消防局の消防活動を支援する明確な役割のもと数名の人員が長期的に配属されている。NYSでは、事件発生直後から15名程度の人員を配属し、州知事および州政府機関、市の危機対応を支援した。その中での、先に述べたOFTはリモートセンシングの衛星データの契約や統括を行い、運輸局写真測量部門では、入手したデータの解析を行い、平常的な業務の延長として危機対応を支援していたことがわかる。NYCでは、事件発生直後は7名の人員から活動を開始し4日目の活動拠点移行後、人員を増強し、長期に渡り常時35名程度の人員を配置している。NYCは、膨大な情報を処理・分析し、市長および全ての市の関係機関の情報・データ・地図を提供した。同時に、市民やマスメディアへの情報・地図の提供も行った。FEMAは州・市の緊急対応、復旧等総合的に危機対応を支援した。最初の仕事はGIS関連組織間のコーディネーションを行い、US&R (Urban Search & Rescue: 都市探索救助隊) に対する地図作成支援、災害現場の指揮所や医療活動を効果的に実施するための火災による熱や瓦礫等の変化を監視する等様々な危機対応を支援した。FEMAはGIS専門技術者の人員の増減を柔軟に増減できる仕組みを持ち、全国に非常勤の人員を確保していた。約2週間後以降、探索救助

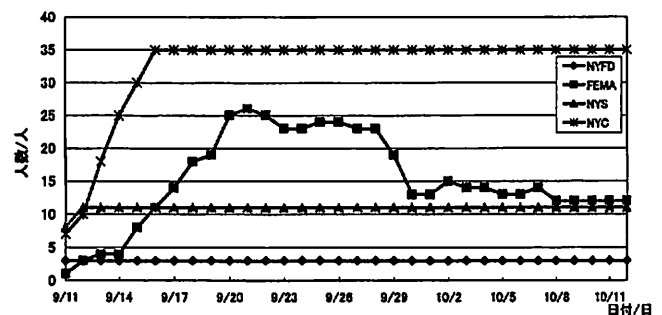


図2 GISスタッフの動向

活動から復旧段階に移る時期でFEMAは人員を減少させていることがわかる。事件発生後の混乱状態からそれぞれの関連機関の役割が明確化し、役割に応じたGIS人員の配属が行われていたことがわかる。

WTCの事件では、予測不可能な事件が発生し、数年にわたりNYCが構築してきた全てのGISシステムを失った地点から各関連機関が連携し、危機対応を遂行した。

GISを利用したモデリングやシミュレーション、3D地図の作成、リモートセンシング等最新の技術が利用されたが、GISの最も基礎的な機能である重ね合わせによる地図作成が最も役に立ったことが再確認されるとともにGISを利用し様々な危機対応を支援するための体制や仕組み構築の“速度:迅速性”と長期的な“時間:持続性”の重要性が明らかになった。

b) 南カリフォルニア森林火災

2003年10月アメリカ・南カリフォルニアにおいて大規模な森林火災が発生した。火災発生地域が広域かつ数箇所の郡で発生し⁽⁴⁾、Santa Ana windsの影響を受け約1週間火災は延焼し、消火活動や住民の避難等様々な危機対応が行われた。危機対応の重要なツールとなったのがGISであり、現地の対策本部・ICP's (Incident Command Posts) の割当、モバイルデバイスを利用した現地での情報収集、被害予測、避難場所の割当、州知事・関連機関および住民への情報提供等様々な局面で利用された。ここでは、最新のGIS技術が利用されたことと同時に多くの機関が参画した事前の取り組みが効果的な危機対応を支援した事例であり、WTCのテロ事件におけるGISの活用から、さらに進化した形であると考えている。

①事前対策

大規模火災発生以前にサンパナディーノ郡とリバーサイド郡では、政府機関、自治体、民間企業とボランティア組織等によるMAST⁽⁵⁾ (Mountain Agency Safety Taskforce)が組織化され⁽³⁾、GISを利用した事前対策を行っていた。MASTのGISミッションは、森林火災対策におけるGISの活用、避難路・避難場所・ICP's設定・森林火災に影響する朽ちた木の伐採の優先順位の決定・廃棄場所の設定とWebGISを利用した住民への情報公開である。これらのミッションを遂行するために、大規模火災発生以前から18ヶ月をかけて、火災発生危険度や避難場所の地図を作成するとともに、森林火災対策に関する計画を策定していた。同時に、6ヶ月をかけGISを活用するためのデータベースを構築していた。また、GISの最新機能であるフローチャートを利用したモデリング技術⁽⁶⁾を利用し、朽ちた木の伐採の優先順位を決定した。組織間連携によるGISを活用した事前対策が、このエリアで発生したGrand Prix Fire、Old Fireによる被害を軽減することができた。同時に発生したサンディエゴ周辺の火災と比較して、住民の居住地の境界線が火災延焼を抑止し、死傷者等の被害を軽減した。⁽⁷⁾

②消火活動等危機対応

消火活動では、消防士は割り当てられたICP'sの管轄エリアの地図に基づき活動した。指揮本部ではGISを用い現状の火災状況を把握し、今後の延焼状況を予測し、現地の消火活動を支援した。また、風向、風量等のリアルタイムの気象データを利用し、人体に悪影響をおよぼす煙の影響範囲、影響度合いを分析した。同時に、カリフォルニア州知事等への情報提供を3D地図を作成し報告するとともに、MASTや各関連機関のHPから火災の状況、火災による被害の状況等の情報提供を行った。火災による被害の状況調査では、モバイルデバイスとGPSによる支援ツールが効果的であった。

(2) 危機対応におけるGISの活用のための着眼点

WTCのテロ事件と南カリフォルニアの森林火災におけるGISを活用した危機対応は、マルチハザードによる危機発生に対し、GISを活用するための着眼的を以下のように与えてくれた。

- ①統合的にGISを活用するための情報基盤の整備
- ②ライフライン等災害で重要となるデータの整備
- ③被害予測等のモデリング技術の開発
- ④情報(地図)を素早く提供できるシステムの確立
- ⑤災害発生後のリアルタイムでのデータ収集方法の確立
- ⑥セキュリティを重視した共有可能なデータの整備
- ⑦データのバックアップ
- ⑧組織間連携

これらの着眼点を含むGISを基盤とした包括的な危機管理システムがCombat GISであり、日本社会に適したGISの活用方策を実践的に検討することが求められている。

4. 日本社会におけるEnterprise GISを基盤としたCombat GIS

(1) Combat GIS

Combat GISは自然災害、事件等危機的な状況が発生した際、被災地において、GISを基盤とし様々な局面の災害対応を支援するGISを基盤とした包括的な危機管理システムであり、大きく分けて以下の点が求められる。

- ①時々刻々変化する被災地の状況を把握すること(状況把握、意思決定支援)
- ②危機対応支援ツール等を利用し戦略的・効果的な災害対応を支援すること(緊急対応支援)
- ③状況把握とともに将来的な危機の推移を予測すること(将来予測)
- ④防災関係機関や市民に効果的に情報を提供すること(情報提供)
- ⑤事前対策から応急対策、復旧・復興対策といった時間推移にともなう危機対応業務の変化を支援可能な一元化された包括的な情報共有システムを構築すること(情報共有)

この5つの点は、危機対応を支援する特殊な技術と平常時の仕組みに分けられる。

状況把握、緊急対応支援や被害予測は危機対応局面でのGISの活用方法であり、モバイルデバイスを使用した情報収集ツール、リモートセンシングによりリアルタイムデータの解析、被害拡大予測等のシミュレーションである。情報提供や包括的な情報基盤を利用した情報共有は、危機対応の主体である自治体の平常時からの取り組みが生かされるものであり、ベースマップの整備、地図作成のためのテンプレートの準備、情報共有のための共有空間データベースの構築、WebGISを利用した住民への情報提供等である。図3のように平常時からの統合的なGISの活用(Enterprise GIS)が基盤となり、災害対応局面においてGISが効果的に活用できると考えている。同時に、総合的な危機管理対応のためには、ICS⁽⁸⁾に代表される危機管理体制とともに、GISの技術者育成や人材の最適配置等組織の体制整備、国・県・市町村、警察や消防等の関連機関との組織間連携が重要となる。

(2) Enterprise GIS

危機対応局面での特殊な技術(シミュレーション等)は、大学機関や民間企業によって開発され、危機対応主体の自治体に導入されている。しかし、これらのシステムはスタンドアロン型の特化したGISシステムとしてのみ導入されており、自治体全体の情報基盤とは連動していない。Combat GISを実現するための日本社会に適したGISの活用方策を考える上で最も重要な点は、自治体において平常時から統合的にGISを基盤とした環境を整備することであり、この情報基盤に基づきシミュレーション等の技術と連動することが求められる。3章で述べたように、いつ、どこで発生するか分からない危機に直面した際、GISを利用した危機対応支援は、最も基礎的な機能を迅速に利用することが求められる。すなわち、危機対応の主体である自治体はGISを基盤とした基礎的体力が備わっているか否かが問われる。

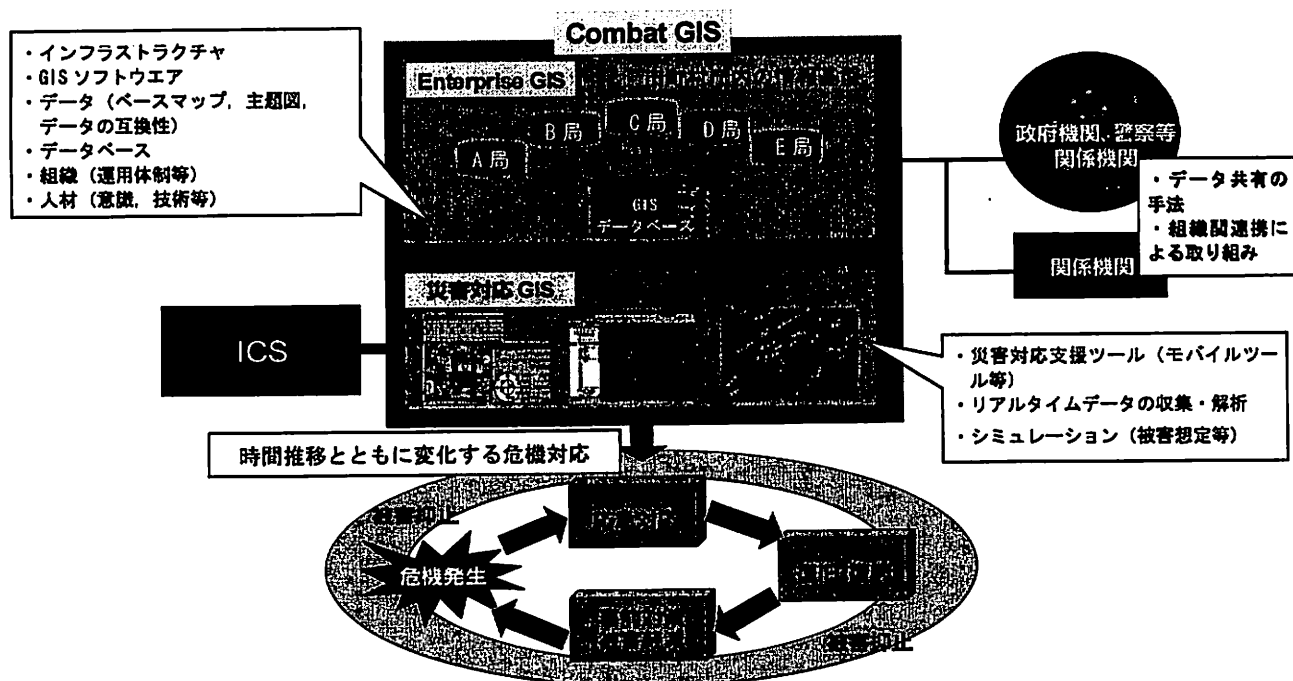


図3 危機対応においてGISを活用するための概念図

平常時から統合的にGISを活用するための情報基盤がEnterprise GISであり、大きく以下の要素で構成される。

- ①インフラストラクチャ：ハードウェア、OSやネットワーク等の情報インフラストラクチャ
- ②GISソフトウェア等：GISソフトウェア、WebGISソフトウェアやデータベース等GISに関連するソフトウェア
- ③データ：ベースマップやレイヤ等の空間データ及びデータの相互運用性
- ④データベース：リレーショナルデータベース、空間情報データベース
- ⑤アプリケーション：WebGISアプリケーションや各部署の目的に応じたアプリケーション
- ⑥組織：統合的にGISを活用するための組織体制
- ⑦人材：GISに関する基礎的技術・知識や意識

特に、組織づくりやEnterprise GISを継続的に運営する人材の意識は平常時から統合的にGISを活用するために重要であり、危機対応局面で効果的にGISを活用できるか否かに直接的に関連すると考えている。すなわち、平常時の自治体の業務遂行においてGISが効果的に利用できることを認識し、上記7つの点を考慮し、組織内でGISを統合的に活用する方策を実行することが日本社会でCombat GISを実現できる方策であると考えている。

日本社会における自治体を中心としたGISの活用状況では、1995年の阪神・淡路大震災を契機に、国家政策として基盤データの整備、相互運用性のための空間データの標準化が進められた。そして、本格的なGISの普及を目指し、自治体における統合型GISの推進を行った。⁽⁹⁾ 現在では、住民サービスの向上、地域活性化を目指した地図サービスを提供するためのGISの利用法が促進されている。ここで述べている従来の統合型GISは本稿で述べるEnterprise GISと統合的にGISを活用できる情報基盤を整備すると言う点で同義である。しかし、これまでの統合型GISは自治体の平常業務に地図を利用する頻度の高い部局（土木、税務、都市計画、上水道や下水道業務等のヘビーユーザー）を対象としたものであり、後述する初期コストの面等今後統合的にGISを活用する情報基盤の構築を望む多くの自治体には大きな障害となる。本

稿でのEnterprise GISとは従来の統合型GISとは異なるプロセスや考え方であってもCombat GISを実現するための情報基盤となりうることを示したものである。他方、研究機関等では、防災分野を対象とし、自治体のGISの活用状況に関する調査⁽¹⁰⁾が行われている。この調査結果からも、本研究の目指すCombat GIS実現のためのEnterprise GIS構築の具体的方策を見出すのは困難である。

ここでは、積極的にGISを利用している自治体の状況をヒアリングを通して把握するとともに、京都府宇治市を実践的なフィールドとして設定しEnterprise GIS構築のための実践的な方策を検討する。統合的にGISを活用している自治体へのヒアリングは兵庫県西宮市（人口438,105人：平成12年国政調査）、大阪府豊中市（人口391,726人：同調査）、京都府城陽市（人口82,828人：平成16年4月現在）で実施し、Enterprise GIS構築のためのフィールドを京都府宇治市（人口188,332人：平成14年4月現在）とした。⁽¹⁰⁾ 人口20万人未満の市町村は全国の約97%（3,230の市町村中3,123市町村：平成12年国政調査）を占め、中規模、小規模な自治体の統合的なGISの活用方策を検討することが日本社会においてCombat GISを実現するために重要であると考えた。

a) 自治体の統合的なGISの活用に関する取り組み

ヒアリングは、統合的なGISの活用のために必要だと考えられる項目を設定した。⁽¹¹⁾ 今回のヒアリングは、自治体のGISの活用状況を定量的に把握・比較する調査ではなく、先駆的に統合的なGISの活用を進めている自治体の考え方・プロセス・失敗例・成功例を具体的にヒアリングし、新たなフィールドにおけるEnterprise GIS構築のための実践的な方策を検討するためのものである。

①経緯・目的：1990年代初頭から統合的にGISを利用する方策を検討した。導入目的は、市庁舎内の業務の効率化、地図の重複作成の回避であり、都市計画基礎調査、道路台帳や固定資産税評価のためのベースマップを整備することが出発点となった。

②システム概要：市庁舎内イントラネットの共有空間データベースの構築し、WebGIS等を利用し市庁舎内での利用から現在では住民サービスのための地図検索、情報

民やライトユーザーを意識した馴染み易い地図を利用する。②の統合的なGISシステムで利用するベースマップはヘビーユーザーのニーズには見合わないことが考えられる。Enterprise GIS導入により、いかに業務が効率化するのか等が不明瞭な状態での予算確保は困難であり、ここで提案するライトユーザー指向のEnterprise GISを導入し、その効果、必要性等を認識し、ヘビーユーザーのニーズに見合う高精度なベースマップの必要性・作成方法や更新方法を議論することが重要である。宇治市での取り組みにおいて、将来的に独自で高精度なベースマップを作成し、その間利用していたベースマップを切り替えた場合においても、高精度なベースマップの更新費用よりもコスト面では低い(500万円以下)と考えている。

④共有空間データベース：イントラネットでの地図情報の単純な共有だけではなく、ネットワーク上での地図の書き込みや更新が管理可能なバージョン機能重視する。⁽¹³⁾

⑤組織：Enterprise GIS協議会を設立し、ヘビーユーザーだけではなくライトユーザーを参画させ、その意識を高めるとともに、運営やデータ作成等の役割を分担する。

⑥コスト：初期の投資コストを少なくし、組織の能力に見合った段階的なシステム構築とする。宇治市の場合、ベースマップの利用、システム構築を含め3ヵ年で約3000万の予算でのEnterprise GISを目指している。

つまり、自治体が、まずEnterprise GIS導入による効果をそのプロセスの中で認識し、意識・技術・体制の強化とともにシステムを成長させるための方策を検討することが重要である。宇治市内においても、先に述べたヘビーユーザー（五大業務）において、業務支援の目的でスタンドアロン型のGISシステムが導入され、ベースマップは民間企業の利用制約付きのデータ等、異なるベースマップを利用しているのが現状である。ヒアリングでも明らかになったように、ヘビーユーザーのニーズを満たすための測量法に基づくベースマップの作成・更新には多くの費用や技術・知識が必要になり、投資費用に見合うEnterprise GISの効果を認識するとともに、運用するための組織づくりを実践的に確立することが自治体における継続的なGISの活用につながる。

このような自治体における実践的な取り組み・プロセスに携わり、成功事例を生み出すことが日本社会におけるEnterprise GIS構築の新しい方策を示すこととなる。GISを統合的に活用する基盤を持ち、その意識の高い自治体が増えることが、危機的状況が発生した際に迅速かつ持続的にGISを利用できること(Combat GIS)につながると考えている。

5. Combat GISに関する実践的な取り組み

前章で述べた宇治市におけるエンタープライズGIS構築への実践的取り組みを実施する中で、平成15年12月18日に宇治市の小学校に不審者が乱入し、児童に傷害を与える事件が発生した。また、平成16年2月下旬に京都府丹波町の畜産農家において、鳥インフルエンザ感染が発覚し、時間経過にともない感染エリアが拡大し、近畿圏だけではなく日本全国での社会問題となった。本章ではCombat GISの実践的な取り組みとして2つの危機的状況発生に対するGISを活用した取り組みを述べる。

宇治小学校の児童傷害事件では、校門の開閉状況や警報機の作動状況等の不手際がマスメディア等によって指摘された。しかし、警報機器や監視カメラ設置等のハ-

ド面の対策を整備することだけではなく、地域住民やPTA等で地域の安全性を確保する取り組みが必要であると考えた。事件発生当初は、住民、自治体やマスメディアの関心が高く、約1ヶ月でWebGISを利用した情報共有サイト（“宇治あんぜん・あんしんマップ”¹⁵⁾）を立ち上げた。“宇治あんぜん・あんしんマップ”の仕組みは宇治市を拠点とした宇治市利用技術検討協議会⁽¹³⁾が主体となり開発した。本情報サイトは、児童がいつ、どこで、どのような危険な目に遭っているのかという情報を地図の情報に基づき蓄積し犯罪発生 of 未然防止を目的としたものである。すなわち、警察に通報されないような「ひやりとした」、「はっとした」体験を共有し地域住民自身が安全・安心な街をつくることに参画できる仕組みである。宇治市利用技術検討協議会では、これまでに「eまちづくり」（2004年4月より「eタウンうじ」として本格稼働）として双方向のWebGISの技術を利用し、市民団体の活動内容等の情報を蓄積、共有する仕組みを構築していた。WebGISのエンジンは協議会の一員である(株)ワオネットのHAYATEを利用した。“宇治あんぜん・あんしんマップ”は、GISを基盤とした宇治市の平常時からの取り組みを活用したものであり、本稿で述べたCombat GISの実践的取り組みとすることが出来る。図5は初期画面、図6は閲覧画面を示す。地図上で任意の場所を特定し、入力されたテキスト、画像等を閲覧することができる。図7は入力画面を示す。入力者は被害に遭った地点を地図上に落とし、性別、年代、小学校区や被害種別（つきまとわれた、声をかけられた、殴られた、脅された、金品を奪われた、体をさわられた、物を壊された、その他）等と相手の特徴を選択し、被害に遭った状況を説明するテキストを入力する。個人の誹謗・中傷等の書き込みを防ぎ情報の質を均一にするため、書き込まれた情報は宇治市利用技術検討協議会によって確認し、1日に1度更新される。これらの双方向のWebGISを利用した取り組みは、先に述べた宇治市のEnterprise GISとの統合化を図り、庁内で利用されているベースマップを利用し、インターネットを介した住民への情報サービスを継続的に実施可能な仕組みとする。

鳥インフルエンザ感染による社会的混乱は平成16年2月下旬に感染が発覚後、終息宣言が出された同年4月13日まで続いた。¹⁶⁾丹波町においてウイルス感染発覚後、近隣の畜産農家に感染し、自治体ではウイルスの発生源となった丹波町の農家を中心とした鶏肉の移動自粛範囲を30kmに設定した。移動制限区域から清浄区域へ感染を拡大させないための移動制限区域付近での消毒ポイントの設置、感染した養鶏の廃棄場所の確保と処理等多くの迅速な対応を求められる中、ウイルスがカラスに2次感染していることが次々と発覚し、社会的混乱状況が続いた。この事件では、移動自粛範囲30kmやウイルス感染発覚場所、2次感染したカラスの発覚場所、カラスの移動距離10km等位置的情報にもとづくものが多く、時事刻々と変化する状況を地図化し状況把握することによって多くの対応を支援できると考えた。対応にあたった自治体では移動自粛範囲30kmの養鶏農家を抽出するのに時間を費やした。¹⁷⁾先に述べたEnterprise GISの中で平常時から養鶏農家のレイヤを作成し、基本的なGISの機能を利用し任意のエリア内の対象物の選択ができていれば迅速に危機対応を図ることができたと考えている。ここでは自主的な取り組みとして、住民等にウイルス感染発覚場所や自治体の対応状況等の情報を提供するCombat GISの1つの要素である情報提供の側面を実施した。新聞記事等により現在の状況、位置を特定し、GISを利用したデー

タ作成，テンプレート化，地図の配信を行った。図8に示すように，時事刻々と変化する感染状況・対応状況を地図化するためのテンプレートを作成し，関連する情報を更新した。¹⁸⁾

この事件では，都道府県や市町村の畜産分野の部局が危機対応の主体となる。ウイルス感染エリアの把握や畜産農家の消毒作業の実施状況，消毒ポイントの設置，感染した養鶏の廃棄場所の選定や処分，住民への情報提供等GISの基本的な機能が効果的に利用可能であると考えられる対応業務が多く，平常時は先に述べたGISのライトユーザーである畜産分野の部局等も含めた本稿で述べたEnterprise GISを基盤としたCombatGISに関する取り組みが効果的な危機対応支援につながると考えている。



図5 初期画面



図6 閲覧画面

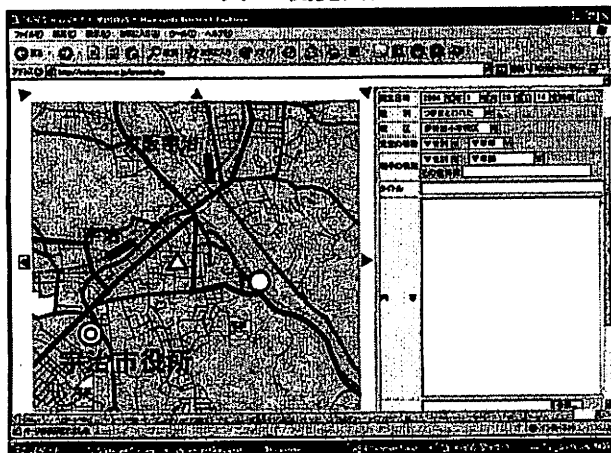


図7 入力画面

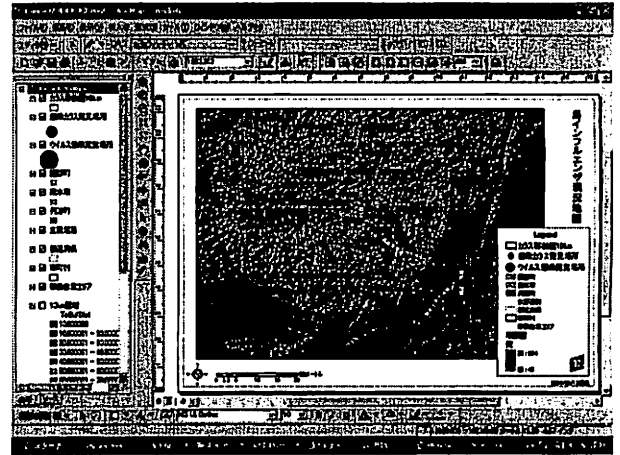


図8 鳥インフルエンザ現況地図テンプレート

6. まとめ

本研究では，GISを基盤とした包括的な危機管理システムをCombat GISと位置づけ，いかなる危機的状況発生に際しても，主体となる自治体が危機発生現場においてGISを活用し効果的，継続的な危機対応を実施するための方策を示した。

以下に本研究で得られた成果をまとめる。

①危機対応局面におけるGISの活用事例として2001年WTCの同時多発テロ事件及び2003年南カリフォルニアで発生した大規模森林火災を調査した。事前対策，応急対応，復旧・復興という時間推移にともなう危機対応業務の中でGISが効果的なツールとなることが分かるとともに，最新のデータや処理技術，機能だけではなく，基盤となる基礎的データの整備や情報共有の仕組み等の統合的にGISを活用するための情報基盤（Enterprise GIS）が最も重要であることが明らかになった。

②日本社会におけるCombat GIS 実現のための情報基盤となるEnterprise GIS構築のために先駆的な自治体の取り組みを調べた。これまでの自治体の統合型GISの構築プロセスは，ヘビーユーザーを主体とした統合的なGISの活用を目指すものであり，ベースマップの整備・更新費用や運営方法等新しく統合的にGISを導入する意識を持つ自治体にとっては第一段階で大きな負担となる。Enterprise GIS構築に対する意識の高い中規模の自治体である宇治市において実践的なEnterprise GIS構築のための方策を検討し，インターネットやイントラネットを介した情報共有を出発点とする，いわばライトユーザーを対象とした段階的なプロセスの重要性を示した。

③宇治市におけるEnterprise GIS構築を進めると同時に，同地域で発生した児童傷害事件，鳥インフルエンザ感染問題においてGISを活用した実践的危機対応を試みた。GISに関する宇治市や関連組織の平常時からの取り組みを活用し，地域の安全・安心を守るための情報共有システムを短期間で構築することができた。

本稿では，あらゆる危機対応局面においてGISを効果的に活用するための方策と実践的に取り組みについて述べた。日本のどこで起こる予測できない危機に対して，危機対応の主体となる多くの自治体がEnterprise GISを基盤とした危機対応を実践することが最終目標となるが，GISを活用した危機対応は1つの組織だけでは充分な対応が困難である。以下に，今後の課題・方向性を示す。

①組織間連携

警察や近隣の自治体においても、GISを利用した取り組みが進められている。近隣の自治体や大学機関等の取り組みについて情報交換を行う場（地域のGISコミュニティ形成の場）の形成や環境問題等行政界を越えた問題解決のためのプロジェクトを実施することが効果的である。また、市町村におけるベースマップの整備では、都道府県における取り組みとの整合性を図りベースマップの重複投資の回避やデータの流通促進を目指すことが求められる。つまり都道府県が主に必要とする中・小縮尺のベースマップと市町村が主に必要とする大縮尺の地図を都道府県と市町村が協力し整備することが求められる。本稿では宇治市を実践的なCombatGIS、EnterpriseGIS構築のためのフィールドとした。宇治市における実践的な取り組みの中で、京都府警察近隣の城陽市等の取り組みを情報交換でき、今後は具体的なプロジェクトの進行、行政界を越えたGISコミュニティの形成を目指す。また、民間企業では先駆的なGISデータ等の共有サービスを進めており⁽¹⁴⁾、特にベースマップが未整備の自治体やWTCのテロ事件のように危機発生によってデータを失った場合は、これらの仕組みを活用することも効果的である。

②応急電子地図作成協議会の設立

本稿では、米国のGISを活用した危機対応の事例の中でGIS専門技術者を確保する国家的な仕組みを述べた。

日本社会では、災害対応の主体となる自治体組織の中にGISを上手く利用できる人材が不足している。また、危機的状況発生の規模が大きいく程、長期間に渡りGIS専門技術者の人数も必要となり、自治体や関連機関だけでは効果的な対応は困難である。日本社会で危機的状況の規模にかかわらずCombatGISを実践するためには、現地で柔軟に働けるGIS専門技術者を確保することが求められる。民間企業、研究機関等に所属するGIS専門技術者を確保するための組織づくりが必要である。図9には応急電子地図作成協議会を設立に向けた組織像を示す。人、もの（ハードウェア等）、データと資金を流通させる仕組みが必要となる。日本社会において危機対応にGISを効果的に活用するためには、応急電子地図作成協議会のような明確な目的を持つ組織を設立し、危機発生地域にGIS専門技術者を派遣する仕組みが必要であると考えられる。

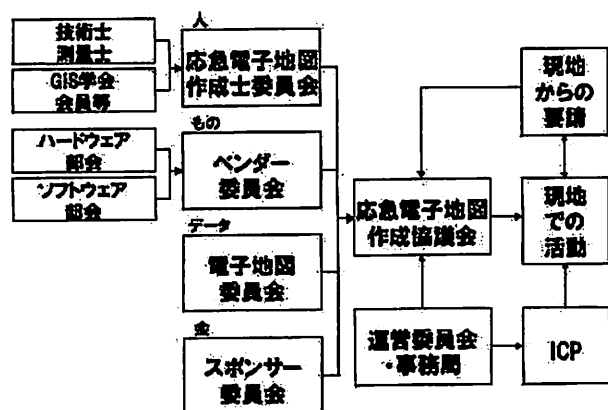


図9 応急電子地図作成協議会の仕組み

本稿では自然災害や事件等の危機対応にGISを効果的に活用するためのEnterpriseGISを基盤としたCombatGISについて実践的な方策を述べた。自然災害や事件等の危機対応だけでなく、地域のイベント等平常時の社会生

活の中で危機的状況に近似した事象は多く、これらの事象においてGISを活用した業務を遂行することが災害対応主体の自治体のGISに関する基礎的な体力を蓄積することにつながる。

日本社会の危機対応の仕組みや、危機対応の主体となる自治体の状況等を考慮し、本稿で述べた戦略的なGISの活用方策を実施することがGISを活用した効果的な危機対応を実現すると考えている。

謝辞

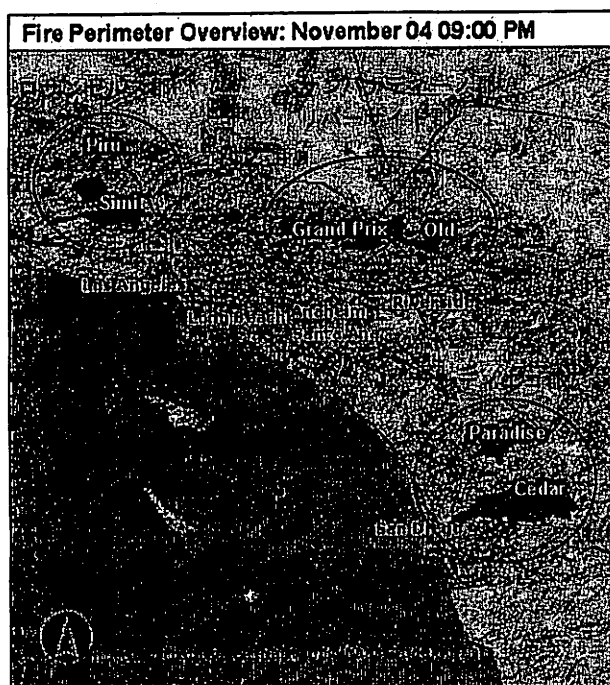
本研究は、文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクトⅢ-3第5課題「新公共経営（New Public Management）の枠組みにもとづく地震災害対応シミュレーターによる災害対応力向上」（研究代表者：林春男 京都大学）および文部科学省科学技術振興調整費 先導的研究等の推進「日本社会に適した危機管理システム基礎構築」（研究代表者：林春男 京都大学）によるものである。

また、自治体の統合的なGISの活用状況を把握するためのヒアリングでは、協力して頂いた担当部局の方々に深く御礼申し上げます。

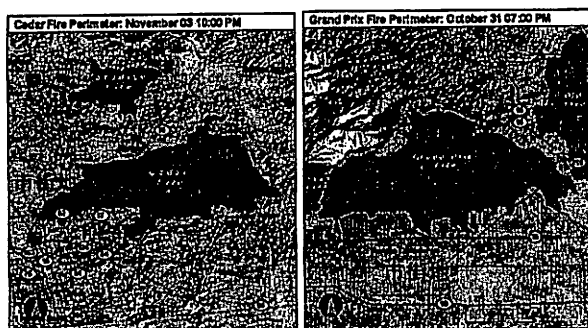
補注

- (1) 道路中心線や街区，河川等地図の骨格となる基盤地図。
- (2) 航空写真などの中心投影した画像を既存の地図と標高データを用いて正射影変換処理した画像。
- (3) 高精度のレーダー測量データで，地表面の起伏等の状況を把握することができる。
- (4) 付図1のように森林火災がサンディエゴ郡，リバーサイド郡，サンパナディーノ郡で同時に発生した。
- (5) 政府，州，郡，市，公共施設会社・民間企業，ボランティア団体で構成され，サンパナディーノ郡では19組織，リバーサイド郡では27組織が参画し山火事対策を実施している。
- (6) GISデータやモデリング手法による処理プロセスをフローチャート化した技術。処理プロセスの可視化により多くのユーザーがそのプロセスを容易に理解でき，フローチャートを共有することにより同じモデルを簡単に利用できる。
- (7) 付図2の左付図がサンディエゴ郡の火災，右付図がサンパナディーノ郡の火災を示す。サンディエゴ郡の火災は市街地部に延焼拡大していることがわかる。
- (8) FEMAによれば Incident Command System は，緊急時における危機対応の本質的な仕組みを示し，いかなる災害および緊急事態にも適応可能な組織体系の構築を目指すものとされている。
- (9) 総務省ではGISの普及期として平成12年度からGISモデル地区実証実験を7都道府県地区（岐阜県地区，静岡県地区，大阪府地区，高知県地区，福岡県地区，大分県地区，沖縄県地区）を対象に実施した。
- (10) 京都府宇治市はGISの統合的な利用を目指す一方，その方策を模索していた。本研究のEnterpriseGIS構築のフィールドとして最適であると考えた。
- (11) 質問項目は，導入経緯・目的，導入システム・データベース共有空間データベース・ベースマップ等のデータ・導入コスト等のシステム概要，人材・運用体制・運用費用等のシステム運用等の項目である。
- (12) 共有空間データベースのバージョン機能とは，データ・レイヤーを多くのユーザーが同時に編集し，更新するルール等を設定する機能等である。

- (13) 宇治市では、平成 13 年 4 月に通信放送機構（平成 16 年 4 月より独立行政法人 情報通信研究機構）「宇治 GIS 研究開発支援センター」が併用開始され、宇治市 GIS 利用技術検討協議会を設立し、産・官・学による GIS を基盤とした新しい情報共有の方法を検討している。GIS 利用技術検討協議会へは宇治市、京都大学防災研究所や地元 IT 企業が参画している。（会長：京都大学防災研究所 林春男）
- (14) Geography Network 構築は、ESRI ジャパン株式会社が設立した GIS データの検索・ダウンロードが可能な GIS データに関するポータルサイトである。また、本サイトにおいて用意されたデータセットを利用することにより、独自に作成したデータを重ねあわせること等が可能である先駆的な取り組みである。



付図 1 森林火災の発生状況



付図 2 森林火災の延焼状況

- 4) 損害保険料率算定会：地震被害想定資料集「地震保険調査報告」，損害保険料率算定会，1998
- 5) 渡邊紀子，浦川豪，佐土原聡，村上處直「地震災害危険度の面から見た都市の地域特性マクロ評価手法に関する研究」地域安全学会論文報告集 No.1，pp.173-178，1999
- 6) 有村陽介・川崎昭如・吉田聡・佐土原聡：GIS を基盤とする震災対応ナレッジマネジメントシステムの概念設計，地域安全学会論文報告集，No.5，pp.105-112，2003
- 7) 秋本和紀・浦川豪・佐土原聡・西山寿美生：GPS 搭載の携帯電話による被害情報把握システムの開発，地域安全学会論文報告集，No.4，pp.159-165，2002
- 8) 稲垣景子，佐土原聡，村上處直：自治体における GIS 利用状況とその背景－日米比較を通して－，地域安全学会論文報告集，No.8，pp.108-201，1998 年 10 月
- 9) 河田恵昭ら：「米国世界貿易センタービルの被害拡大過程，被災者対応等に関する緊急調査研究」，平成 13 年度科学技術振興調整費緊急研究開発等
- 10) R.w.Greene, Confronting Catastrophe, ESRI Press, 2002.6
- 11) 川崎昭如・奥村真子・吉田聡・佐土原聡・林春男：2001 年ニューヨーク WTC ビル崩壊災害における GIS の活用に関する調査研究の概要－危機管理対応 GIS の開発 その 1－地域安全学会梗概集，No.13，pp.109-110，2003
- 12) Gary Amdahl, Disaster Response GIS for Public Safety, ESRI Press, 2001
- 13) MAST URL: <http://www.calmast.org/mast/public/index.html>
- 14) 佐土原聡・目黒公郎・稲垣景子他（地域安全学会調査企画委員会 A グループ）：自治体・消防における GIS を用いた災害情報の活用環境に関するアンケート調査，地域安全学会梗概集 No.10，pp.81-84，2000 年 11 月
- 15) "宇治あんぜん・あんしんマップ"
URL: <http://safety.wao.or.jp/index.html>
- 16) 京都新聞トリインフルエンザ関連記事 URL:
<http://www.kyoto-np.co.jp/kp/topics/kanren/influenza/index.html>
- 17) 兵庫県公報 平成 15 年 2 月 29 日 号外
- 18) 鳥インフルエンザ現況地図配信
URL: http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/projects/bird_flu_2004/

参考文献

- 1) 林春男：率先市民主義 防災ボランティア講義ノート，晃洋書房，2001
- 2) 災害危機管理研究会：ロールプレイングマニュアル BOOK，毎日新聞社，2001
- 3) 田口母子・林春男：FC-IDEFO による災害応急対策の標準化手法の開発-事例研究：神戸市地域防災計画-，No.5，pp.203-212，2003