

2-7 防災インターネット GIS

2-7-1 防災インターネット GIS の目的

地理情報システム (Geographic Information System, GIS) の目的は従来の紙地図に制約されない空間情報データの活用 (データを入力、解析、保存、修正、出力する) にある。ここでいう空間情報データとは、標高、河川等の自然地形、鉄道、道路、建築物、土地利用状況、植生、人口といった人間活動・社会状況等の分布・位置・形状と属性 (名称、種別、数値等) を管理するデータを意味する。空間情報データの任意の重ね合せや凡例 (分類) による視覚化、空間解析を用いた統計処理、影響範囲の抽出 (バッファリング)、最短経路の選定等の GIS 機能を用いることで、ユーザーの意思決定支援、環境や災害の影響評価などを行うことができる。通常 GIS の利用にはソフトウェア、データ及びハードウェアの導入が不可欠だが、インターネット上で GIS を構築することの利点は、ユーザー側で特に GIS ソフトウェアを用意することなくインターネットを通じてデータの解析・表示・取得が可能なシステムを開発できることにある。これが設備投資の抑制と情報共有の容易さにつながり、防災情報を扱う上で重要となる。

アジア防災センターのメンバー国でも国によってインターネット普及度合いの差はまだ大きい。今後のインターネット利用者数の増大、回線の高速化・低価格化は不可避な傾向にある。また、有線の電話回線が利用不可能な場合でも使える衛星回線インターネット接続の普及が進んでおり、緊急時の危機管理システムとしてインターネット GIS の重要性は今後ますます増大すると思われる。

2-7-2 『VENTEN (Vehicle through Electric Network of disaster Geographic information)』の開発・改良

2-7-2-1 『VENTEN』開発の経緯

近年の画像処理技術の進歩に伴う衛星画像情報の信頼性 (精度、解像度) 向上は著しく、場所や時間の制限を受けずリモートセンシングにより様々な情報を抽出し、これを災害軽減に利用することのできる環境が整ってきた。しかし現時点では、災害被害削減の実務に直接結びつくようなシステムが広く普及するには至っていない。これは、衛星画像提供サイドによる技術的なブレークスルーに焦点が集まっており、この分野への防災実務に携わる側の積極的な参加が行なわれてこなかったことと、衛星画像から抽出された情報だけでは実務に活かすことは困難であり、地形・地質といった

自然条件や人口・建物・インフラストラクチャーといった社会情報と共に解析することによって初めて有用な情報になり得ることに原因がある。また、これらの空間情報を解析するプラットフォームである地理情報システム(GIS)を導入するには高いコストと技術が要求されるということも、衛星情報を防災面で利用する上での大きなハードルであった。

このような情勢の中、1999年2月16日～18日の第1回 アジア防災センター専門家会議の中で「技術の利用」と題したワークショップが開催された。ワークショップでは GIS 及びリモートセンシングの防災面への利用に関する議論が集中的に行なわれ、最終的に以下のような結論を得た。

結論 1：全ての国は、GIS 及びリモートセンシングの価値と、情報管理を行う際のメリットを認識している。

結論 2：リアルタイムの衛星画像の入手、より安価な衛星データの入手、GIS 及びリモートセンシングを導入する際の技術的なサポート、防災情報を抽出するための技術の取得が、今後の課題である。

上記のように、各国の防災担当部局でも GIS 及びリモートセンシングに対して非常に高い関心が示されているが、導入コストや習得すべき技術の高さが障害となって利用が進んでいないということがわかった。また、衛星データや地図データを利用する際のコストの高さも指摘された。

アジア防災センターでは、このような問題点を解決するために、近年発達が著しいインターネットを利用し、誰でもどこからでも利用可能な防災インターネット地理情報システム VENTEN(Vehicle through Electric Network of disaster gEographical information)の開発を行った。基本的な開発は、科学技術振興事業団の助成（1998年9月～2001年9月）を受け『アジア地域防災情報ネットワーク・システムの開発研究』プロジェクトの一環として行われた。

2-7-2-2 『アジア地域防災情報ネットワーク・システムの開発研究』概要

アジア防災センターは科学技術振興事業団の助成（計算科学技術活用型特定研究開発推進事業（特定分野：環境・安全分野））を受け、1998年9月～2001年9月までの3年にわたり『アジア地域防災情報ネットワーク・システムの開発研究』プロジェクトを実施した。その一環として防災情報インターネット GIS『VENTEN(Vehicle through Electric Network of disaster gEographical information)』を開発した。

本プロジェクトの主要な成果は以下の2点にまとめられる。

- ・ インターネット GIS の防災情報プラットフォーム『VENTEN』の構築
- ・ 防災情報データベースの構築

本プロジェクト終了時に将来の課題として以下の点が挙げられた。

- ・ データベースの拡充
- ・ 衛星データ利用技術の開発
- ・ リアルタイム防災情報の送受信

開発にともなう関係諸論文は報告書『アジア地域防災情報ネットワーク・システムの開発研究 “VENTEN システム” 最終報告書』(ISBN 4-901614-01-0) にまとめられた。

2-7-2-3 『VENTEN』開発の目的

VENTEN 開発の目的は、システムを提供すること及びデータ（処理結果を含む）を提供することの二つである。システムは、インターネットに接続されたパーソナルコンピュータ及び World Wide Web を閲覧することのできるブラウザを用意するだけで、ユーザーが利用可能となるようにした。

様々な機関が地形や自然環境といった一般的な基本地図データのみならず種々の GIS データを有償・無償で提供しているが、これらの情報を閲覧・解析するためには利用する GIS ソフトウェアに合わせてデータのフォーマットを統一する必要がある。そこで、VENTEN の開発にあたっては収集した様々な GIS データを VENTEN のシステム上で使用可能なフォーマットに変換し、システムと一体のものとして管理することとした。

図 2-7-2-3-1 に、VENTEN の位置付けを示す。図の左側には、様々な宇宙開発・研究機関や航空写真情報作成機関といった情報供給側の組織が位置し、オリジナルの一次データの供給を行っている。この一次データから防災に有用な情報を取り出すためには種々のデータ処理と解析が必要であり、またこれらの情報を防災実務担当者へ届けるパイプが必要となる。防災関連

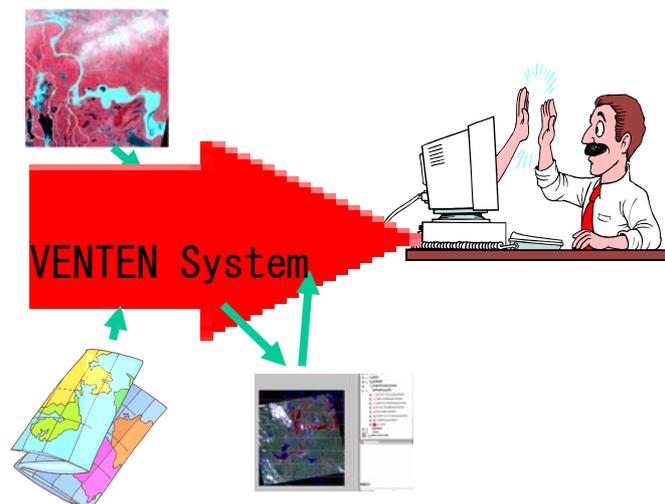


図 2-7-2-3-1 VENTEN の位置付け

の研究者は、VENTEN 上の情報を閲覧・分析し、その結果をさらに VENTEN に反映させることもできる。VENTEN は、防災リモートセンシング情報のデータベース

機能・分析機能を有し、かつ防災実務担当者への情報伝達経路となることで、防災計画の策定や災害現場での救援活動の支援等、実際の業務に直結する場面で防災リモートセンシング・GIS情報を活用することを目的としている。

2-7-2-4 『VENTEN』の概要

(1) 構成

VENTENのシステムは、Webサーバー、GISサーバー及びデータベースサーバーで構成される。VENTENにおける処理のフローを図2-7-2-4-1に示す。ユーザーからの最初のリクエストは、Webサーバーが受け付ける。ここで、WebサーバーはGISサーバーに対し、どの地理情報のどの部分(複数の地理情報可)という形で必要情報を指定する。GISサーバーは(必要があればデータベースサーバーを参照しながら)自身の内部に蓄積された地理情報から対象部分を切り出し、一枚のラスター画像としてWebサーバーへ送る。最終的にWebサーバーが地理情報以外の国選択メニューや防災情報選択メニュー、属性の表示非表示選択ボタン、スケール及び表示位置の変更ボタンなどを追加し、GISサーバーから送られたラスター画像を含むハイパーテキスト文書としてユーザーに送ることになる。

更に、初めて利用するユーザーにも操作しやすいシステム作りを目指し、VENTENメインページからオンラインマニュアルやチュートリアル、データベース等にジャンプできるように

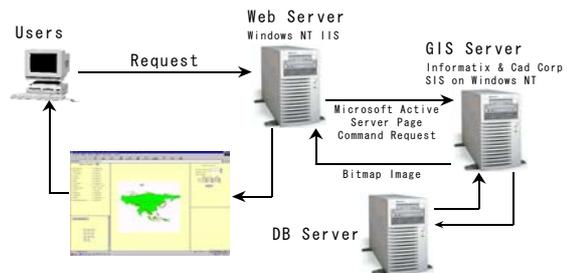


図 2-7-2-4-1 VENTEN における処理のフロー

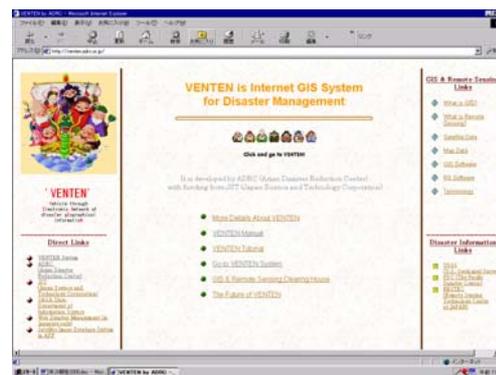


図 2-7-2-4-2 VENTEN メインページ

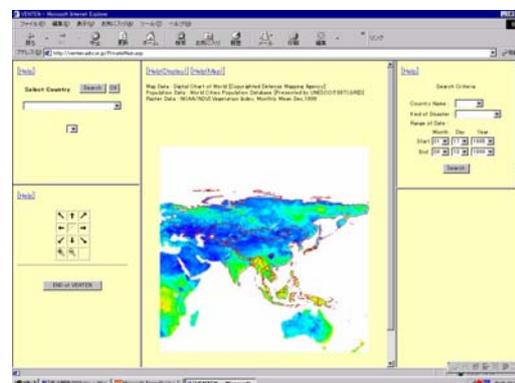


図 2-7-2-4-3 VENTEN システム初期画面

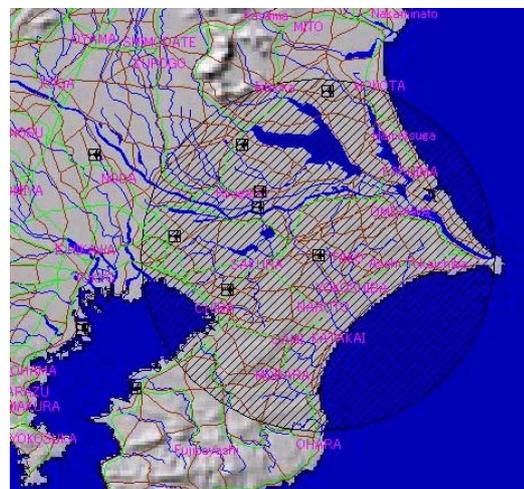
した(図 2-7-2-4-2)。また、植生インデックス (NDVI) 画像、陸域標高画像の表示も可能である。図 2-7-2-4-3 に VENTEN システムの初期画面を示す。

インターネット GIS の形式としては、ユーザーに何らかのアプリケーションプログラムをダウンロードさせるもの、イメージマップをベースとして地理情報の閲覧のみ可能となっているもの等が存在するが、VENTEN で採用している方法は機能的にはそれらの中間に位置する。ユーザーはベクトルデータを VENTEN 上で操作することができるが、ユーザーが得ることができるのはベクトルデータに基づいたラスターデータのみである。これはユーザー側にとってはデータ取得の上での制限となるが、この方式を採用することで、操作の際のネットワーク環境によるレスポンスの違いと、データの著作権の問題を解決している。インターネット GIS ではデータの伝送に伴うネットワークのトラフィックの負荷が常に課題となるが、本システムでは VENTEN の作業画面の中央に現れる 470×470 ピクセルの固定された大きさの画像が伝達されるだけなので、むしろサーバーサイドの計算時間の方が長く、VENTEN からユーザー端末までのネットワーク環境の違いによる影響を受けにくい。また、オリジナルのベクトルデータをユーザーに供給しないことで、多くのデータ供給者の理解を得ることが容易になりやすい。もちろん、最終的にユーザーが入手できるのはラスターデータだけだが、ユーザーはあたかもベクトルデータを直接操作しているように処理を行うことができる。

(2) 機能

VENTEN 上でのシステムの機能としては、通常の GIS の基本機能である「任意部分の任意スケールによる表示」、「バッファリング」、「重ね合せ」、「位置・属性による検索」が可能である。図 2-7-2-4-4 に、バッファを作成し、その中に含まれる都市の人口を抽出した結果を示した。バッファは成田空港を中心とした半径 50km に設定され、この範囲に含まれる都市の名称と人口が、下図に結果として表示されている。

また、最短ルート解析機能により避難路・物資輸送の際の最短ルート



City	Population
Ichihara	241207
Narashino	137415
Funabashi	507905
Sakura	125069
Yachiyo	142402
Abiko	113239
Tsuchuira	119956
TOTAL	1387193
	1387193

図 2-7-2-4-4 VENTEN 上で成田空港から 50km の範囲をバッファとして指定した様子(上)と、バッファ内部に含まれる人口の計算結果(下)

把握などが可能である。具体的には、物資の搬送元などをスタート地点 S、被災地を目的地 E と指定して処理を実行すると、多数のルートの中から最短距離のルートが太線で表示される（図 2-7-2-4-5）。この機能は最短ルートの検索のみではなく、バッファリング機能と組み合わせて通行不能地域を回避したルートの検索といったより現実的な活用



図 2-7-2-4-5 最短ルート解析結果

も可能である。このように、VENTEN は、ユーザーの端末レベルではラスターデータがベースとなっているが、サーバー上のベクトルデータに対しユーザーが様々な処理を要求することができる。

(3) データ

VENTEN では、原則的にはアジア防災センターのメンバー国（2005 年 3 月末現在 24 ケ国）を対象範囲としている。GIS データは地形や自然条件といった特に防災向けの用途には限定されない一般的な基本地図データと、防災に関連する情報が地図に投影された防災地理情報の主に二種類に分けられる。

2002 年度はメンバー国以外のアジア地域の基本地図データも VENTEN に実装した。これは国境付近で発生した自然災害について基本地図データの空白域が発生することを避けるためである。（図 2-7-2-4-6 参照。）

① 基本地図データ

基本地図データに関しては、VENTEN の画面右下に固定メニューを設け、常に表示/非表示を選択することができる。

基本地図データの整備状況は以下の図 2-7-2-4-7、表 2-7-2-4-8、表 2-7-2-4-9 の通りである。

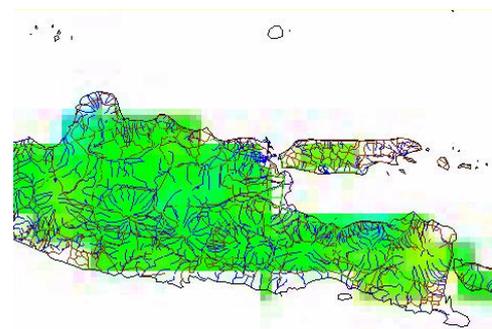
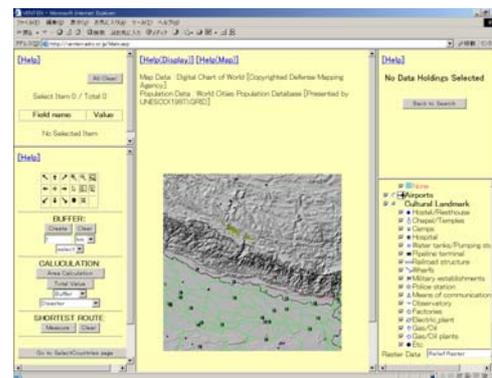


図 2-7-2-4-6 基本地図データの表示画面（上）と植生インデックス画像データを重ね合わせて拡大表示した地図（下）

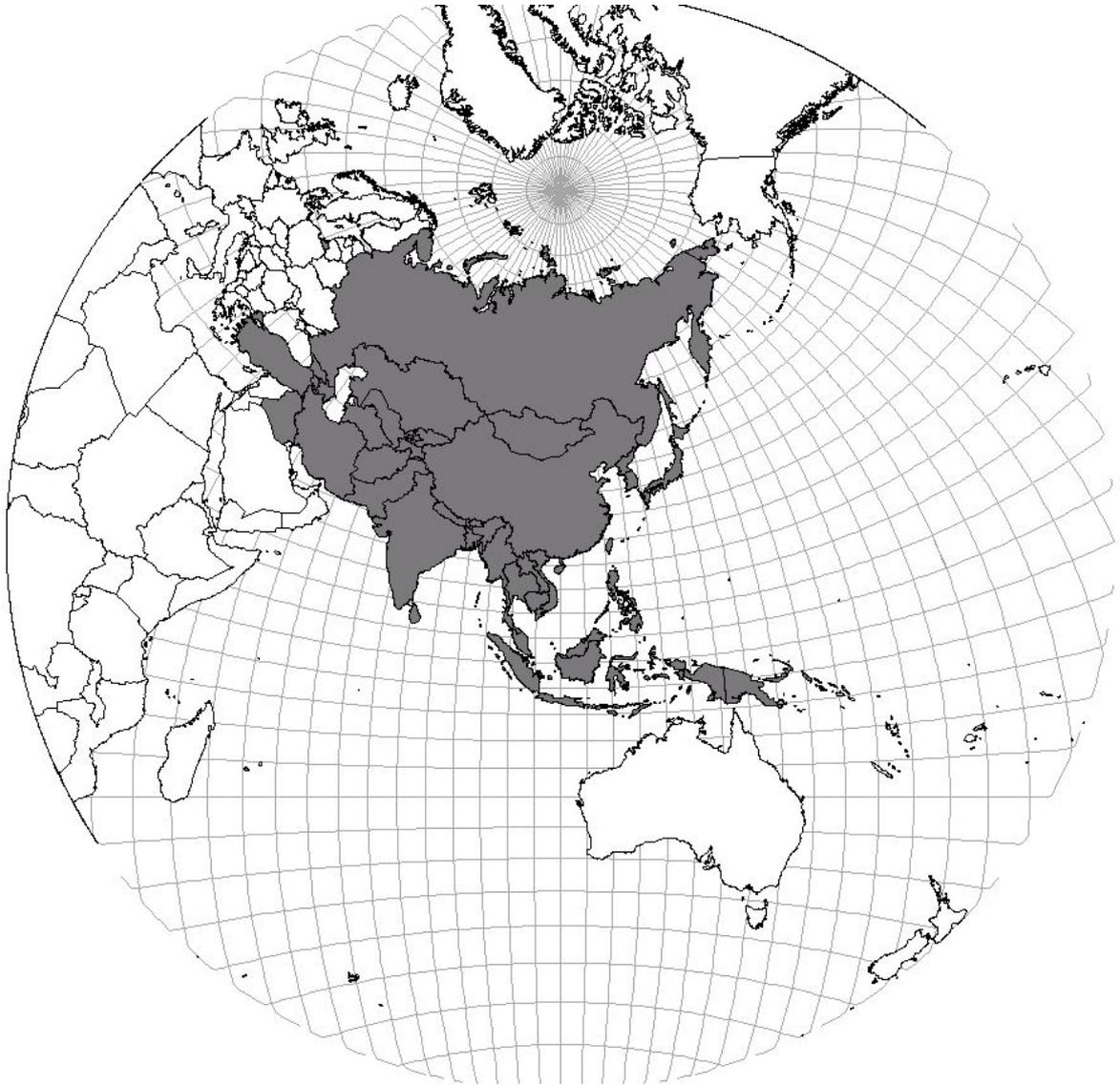


図 2-7-2-4-7 VENTEN 基本地図データ整備済み範囲（暗色部分）

表 2-7-2-4-8 基本地図データの内容（ベクトルデータ）

ファイル名	内容	データ構造
AEPOINT	空港データ	ポイント
CLPOINT	文化施設等データ	ポイント
DNAREA	河川（ポリゴン）データ	ポリゴン
DNLIN	河川（ライン）データ	ライン
LCAREA	土地被覆データ	ポリゴン
POAREA	海岸ラインデータ	ポリゴン
PPPOINT	都市名データ	ポイント
RDLINE	道路データ	ライン
RRLINE	鉄道データ	ライン
TSLINE	輸送施設（ライン）データ	ライン
TSPOINT	輸送施設（ポイント）データ	ポイント

表 2-7-2-4-9 基本地図データの内容（画像データ）

画像ファイル名	画像内容	データ構造
Relief	陰影画像データ	ラスター（約10km 解像度）
	（縮尺によって切替）	ラスター（約1km 解像度）
DEM	標高画像データ	ラスター（約10km 解像度）
Vegetation July, 1998	植生インデックス画像データ（夏期）	ラスター（約15km 解像度）
Vegetation Dec., 1998	植生インデックス画像データ（冬期）	ラスター（約15km 解像度）

② 防災地理情報

- ・1995年阪神・淡路大震災の際の西宮駅周辺の家屋被害状況
- ・1995年阪神・淡路大震災の際の家屋被害調査に基づく町丁目毎の被害状況(建設省建築研究所)
- ・1998年 長江の洪水の被災範囲
- ・活断層分布図（日本、ネパール東部、サハリン（ロシア））

2-7-2-5 『VENTEN』の今後の開発予定

(1) 基本地図データ

現在 VENTEN に実装されている基本地図データは原則として縮尺が 1:1,000,000 のものを基準にしている。実際には国土基本図で 1:50,000~25,000、都市計画（当然ながら防災計画を含む）や防災活動・緊急対応なら 1:5,000~2,500 程度は必要であろう。アジア全地域についてこのスケールで地図データを実装するのは現時点では不可能である。（アジアの多くの国でそこまで詳細なデジタルデータは存在していないし、非居住地域については防災上不必要でもある。）近い将来人工衛星測量による高解像度 GIS データ作成・更新・提供が可能になれば当然連携していくべきである。今後も可能な範囲でデータの適宜更新を行いたい。

(2) 防災地理情報

アジア諸国の活断層の分布把握は地震防災上極めて重要である。しかしながら、厳しい自然環境や経済的・技術的理由などのため実際にデータを整備するのは困難な場合が多い。アジア防災センターでは、日本国内の活断層研究者と共同で地震被害の顕著なメンバー国において航空写真の立体視から地表に現れた活断層位置を読み取るデータ整備プロジェクトを推進中である。この方法の特長は、実際に現地の地質調査を行わずとも顕著な活断層の存在を効率よく把握できる点にある。また、局所的な攪乱にとらわれず大局的な地形構造から判断することにより現地調査のみでは見逃しがちな活断層も特定することができる。整備されたデータは適宜 VENTEN に組み入れる方向で検討中である。

地震のみならず、津波、洪水、火山、土砂崩れ、干ばつといった諸災害についても GIS データを蓄積していく必要がある。他機関作成のデータベースとの連携も視野に入れて検討する予定である。

ハザードマップ、早期警報、実際の被災状況といった防災・災害情報を GIS データ化し VENTEN と関連付けて公開していくことも重要である。現状でも様々な地図が公開されているが、GIS として使えるものはまだ少ない。ハザードマップ等とどのように連携するか、テストケースの検討から開始したい。

(3) 衛星データ供給側との連携

アジア防災センターは現在宇宙航空研究開発機構（JAXA）、通信総合研究所（CRL）、ダイヤモンドエアサービス株式会社（DAS）等と共同で超高速インターネット衛星（WINDS）、リモートセンシング、モバイル技術を駆使した防災情報ネットワークの構築に関する研究を行っている。アジア地域等で大規模災害が発生した場合に航空機

搭載の高解像度カメラによる画像をリアルタイムでアジア防災センター（又は災害対策本部）に伝送し、アジア防災センターのウェブサイトからインターネット上に情報公開することにより被災状況の迅速な共有と国際緊急援助等の展開に貢献するのが目的である。また、現地でカメラマンが撮影した画像をリアルタイムで取得して遠隔地から建築物倒壊危険度を判定するなどの利用が考えられる。当然 GIS との連携が必要であり、VENTEN にどう組み込むかは今後の課題である。

WINDS は 2005 年度打上げ予定であるが、それ以外にも 2005 年度打上げ予定の陸域観測技術衛星（ALOS）のデータを VENTEN で利用する方法について検討中である。ALOS では『地球地図』（Global Mapping）プロジェクト(<http://www.iscgm.org>)への貢献も視野にいられており、高精度の地図データを全世界で共有することが期待できる。

(4) ユーザーインターフェイス・機能の改良

現在の VENTEN はまだエンドユーザーにとって使い易いとはいえない部分を残している。ヘルプ、マニュアル、チュートリアルの実装が必須である。また、アンケートやワークショップ等により改善点を明確にし、計画的に開発を進めていく必要がある。

2-7-3 防災インターネット GIS の動向

アジア防災センターは今後の動向を踏まえつつ機会を捉えてアジア地域で防災インターネット GIS の普及・利用を推し進めるべく活動していく予定である。

2-7-3-1 ハザードマップの作成・公開・利用

20 世紀後半以降の急速な開発、都市化、人口増により世界の各都市で災害に対する脆弱性は増加する傾向にあると思われる。地震に関してはテヘラン、イスタンブール、カトマンズ、マニラ、ウランバートル、東京、横浜など各国の首都や主要都市で相次ぎ被害推定が実施されている。洪水についてもハザードマップの作成が各国で進められてきた。森林火災は例えば ASEAN 諸国で衛星画像やリアルタイム観測も利用した危険度情報の共有がインターネット GIS を利用して整備されている。

今後はハザードマップをどのように都市計画（防災計画）、土地利用規制、建築基準、住民の意識啓蒙などに利用するかを国際協力、中央政府、地域コミュニティなど様々な視点から検討・実践していく必要がある。単に政府から住民にハザードマップを配布するだけでなく、住民の視点を情報更新に反映させる仕組みがなければならない。また、各省庁間の横断的な情報共有、民間企業、研究者、NGO との連携や学校教育での取り組みも重要である。誰でも手軽にアクセスできる防災インターネット GIS の活用はこれらの点からも欠かせない。

2-7-3-2 携帯電話との連携

有線電話システムより比較的安価な設備投資で済む携帯電話の普及は、アジア地域の特に開発途上国で目覚ましい。2005 年には全世界の携帯電話利用者数が 20 億人を突破するという予測もある。携帯電話のショートメールサービス等により早期警報や緊急災害情報のやりとりをしている例は既に多数ある。進行中の高速・大容量回線の普及は携帯電話にも影響を与え、文字や音声のみならず、画像情報のやりとりも今まで以上に一般的になるであろう。携帯電話の小さな画面で GIS 情報を扱うには通常のインターネット GIS とは別のデータ整備が必要になるため、恐らく主要都市圏でのデータ整備が先に進むと思われる。防災のみではなく、都市基盤整備として、日常の社会生活や観光などと共存することによるコスト面への影響も重要である。

また、デジタルカメラや GPS などの高機能を実装した携帯電話の普及は緊急時の現場と災害対策本部の GIS 情報共有をインターネット上で準リアルタイムに実現するツールとなりうる。日常的に住民の防災・安全意識を啓蒙する「住民参加型防災まちづくり」ツールとしても有効であろう。

2-7-3-3 衛星画像・航空写真の利用

ユーザーが地図データを実空間と結び付ける上で衛星画像・航空写真データの利用は有効である。問題点としては衛星画像・航空写真データが高価であること、生データではなく適切なデータ形式でGISに組み込む必要があること(データ変換・管理)、利用したい地域・時期・解像度の衛星画像・航空写真データが往々にして存在していないこと等が挙げられる。

近年国際協力や行政府による衛星画像・航空写真データベースの整備・公開が進みつつある。『地球地図』(Global Mapping)プロジェクトの参加国は2004年3月現在で世界140ヶ国・地域、データ公開国も20ヶ国に達した。このプロジェクトでは小縮尺等の様々な制限はあるもののベクトル地図データのみならず衛星画像データもインターネット上で公開されている。また、日本では国土地理院が三大都市圏(東京大阪、名古屋)の各年代別の航空写真データを試験公開している(日本語のみ。http://mapbrowse.gsi.go.jp/airphoto/indexmap_japan.html)。基本的に国家予算で作成した国土空間情報は国民の共有資産であり、行政主導のこのようなデータベース整備は今後も進められるべきである。