

4.4 地域住民参加による情報収集技術の開発に関する研究（工学院大学）

ウェアラブル PC や GPS など各種 IT 機器と簡易 GIS を活用し、防災専門家から地域住民までが簡単に扱え、情報が共用可能となる効率的な防災情報収集システムを開発する。開発したシステムはテストサイト（東京都北区上十条など）にて実験を行い、実用性の確認を行う。本プロジェクトは以下の3つのシステム開発で構成される。なお本システムの開発及び実用化は消防研究所と連携して行う。

1) 専門家・市民ボランティアによる情報収集システムの開発

ウェアラブル PC や GPS、ジャイロ、簡易 GIS、音声入力装置、デジタルカメラなど各種 IT 機器を活用し、市民ボランティアから消防庁や学会の防災専門家などのハイエンドユーザーにまで柔軟に対応可能で、被災地における各種情報を入力・転送し、共用可能となる効率的な防災情報収集システムを開発する。情報収集システムは、大きく分けて2種類のシステムを開発する。一つは、ウェアラブル PC を用いるシステム、もう一つは、PDA (Personal Digital Assistant) を用いるシステムである。PDA システムに関しては、今後普及すると思われるスマートフォンをターゲットとしたものである。PDA システムは次年度開発に着手する。開発したシステムはテストサイト（東京都北区上十条など）にて実験を行い、実用性の確認を行う。

2) 一般住民による情報収集システムの開発

被災時において最も速やか、かつ正確に被害情報を把握できるのは地元住民である。そこで地域住民（自治会など）が自ら被害情報を収集し、地域被災マップを作成できるシステムを構築する。開発したシステムはテストサイト（東京都北区上十条）において、地元自治会の協力により、防災訓練を利用した実証実験を行い、実用性の確認を行う。一方、インターネットや携帯電話などを活用し、一般市民によるイラスト・アンケート形式による簡易情報収集システムの開発も行う。本システムは 5.3 の応急対応と住民の防災活動支援システム構築と連携し、各種防災情報の受け渡しが行われる。

3) 遠距離情報入力システムの開発

1) の情報収集システムと双眼鏡タイプレーザー距離計との連動させ、火災などで近寄れない遠方の場所や、バイク・車・ヘリコプターなどの移動体から各種情報を入力・転送し、共用可能となる効率的な防災情報収集システムを開発する。

4.4.1 専門家・市民ボランティアによる情報収集システムの開発

(1) システムの概要および特徴

専門家・市民ボランティアによる情報収集システムの構成と特徴を説明する。本システムはウェアラブル PC や GPS、ジャイロ、簡易 GIS、音声入力装置、デジタルカメラ、情報通信端末など様々なモバイルツールと簡易 GIS による地図情報を活用し、市民ボランティアから消防庁や学会の防災専門家などのハイエンドユーザーにまで柔軟に対応可能で、被災地における各種情報を入力・転送し、共用可能となる効率的な防災情報収集システムである（図 4.4.1、写真 4.4-1）。

本システムは、工学院大学が開発した現地被害情報収集システム¹⁾と独立行政法人消防研究所が開発した被害情報収集システム²⁾をベースとし、新たにシステムの開発を行った。システムは、大きく分けて 2 種類のシステムを開発する。一つは、ウェアラブル PC を用いるシステム、もう一つは、PDA (Personal Digital Assistant) を用いるシステムである。PDA システムに関しては、今後普及すると思われるスマートフォンをターゲットとしたものである。PDA システムは次年度開発に着手する。

ウェアラブル PC を用いる情報収集システムの特徴は以下の通りである。

- ①情報収集に特化した簡易型 GIS (地理情報システム)
- ②災害時期に応じた調査項目の変更が可能
- ③収集・集計などの用途に応じた使い分けが可能
- ④地図と連動した GPS ナビゲーションが可能
- ⑤汎用地図(ベクトル、ラスタ)の利用が可能
- ⑥特殊機器を用いることなく汎用パソコンで使用が可能
- ⑦操作はマウス、タブレット、キーボードで可能
- ⑧PC に合わせた最適なフォーム・GUI の配置が可能 (ウェアラブル PC, タブレット PC, ノート PC, デスクトップ PC など)
- ⑨減災情報共有プラットフォームや WebGIS との連携が可能
- ⑩時系列によるデータベース管理
- ⑪ユーザーが独自のアドイン機能の追加が可能
- ⑫パソコンを触ったことがある人なら誰でも直感で使用可能
- ⑬プログラムがオープンソースであり、利用者が独自に修正・改良することが可能
- ⑭商用目的以外はライセンスフリーでソフト配布が自由

特に本システムは、GIS 画面で現在位置が確認できるため、土地感のない外部の人間でも道に迷うことなく使用可能なこと、ライセンスフリーで使用方法が簡単であるため、地震災害時にはボランティアによる調査員の大量動員が可能であること、などが最大の特徴である。また、現地で被害調査を行う場合、ウェアラブル PC もしくは軽量なノート PC, タブレット PC で、一方、情報収集拠点や災害対策本部など作業の場合、より操作性に優れたデスクトップ PC で使用が可能である。そして、パソコンを触ったことがある人なら誰でも直感で操作が可能で、一般市民からハイ

エンドユーザーまで幅広い層で使用が可能である。

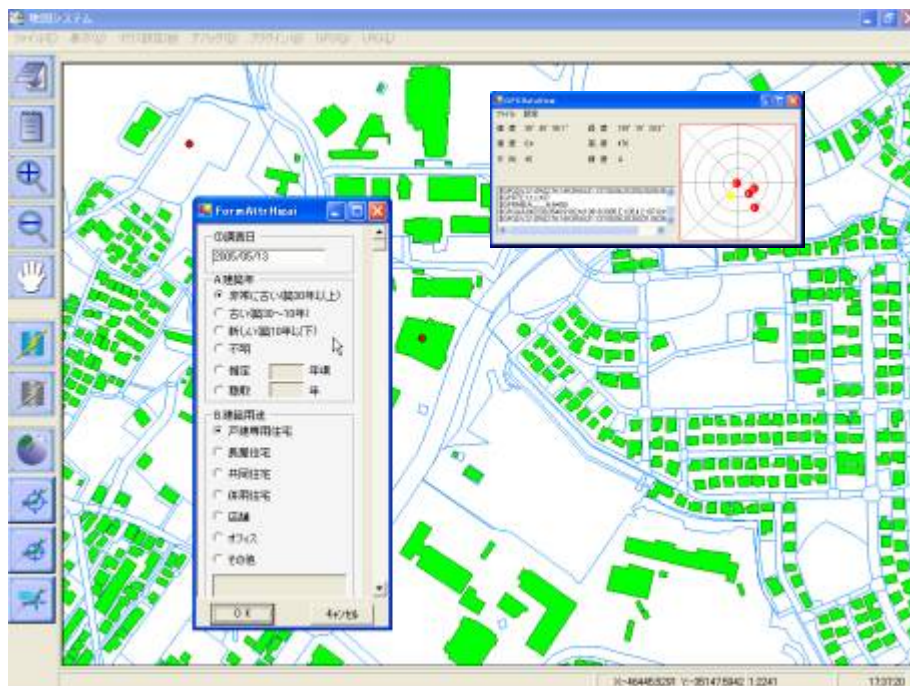


図 4. 4-1 情報収集システムのアプリケーション画面

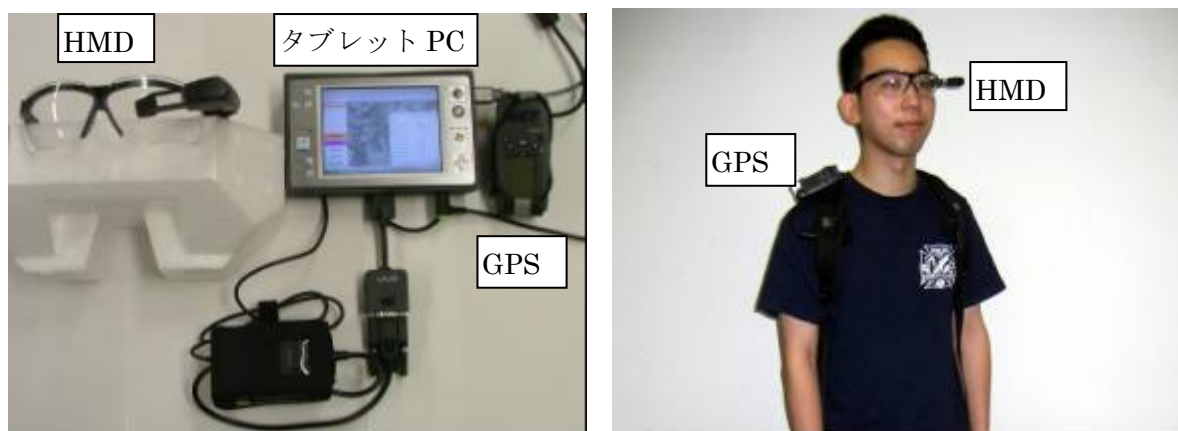


写真 4. 4-1 ウェアラブル PC システム (左), 装着例 (右)

(2) ウェアラブル PC 用いた情報収集システムの開発環境およびハードウェアの必要条件

a) システムの開発環境

- ・ 開発言語 Microsoft VisualStudio.NET C#
- ・ 基本モジュール ESRI MapObjects LT 2.0
- ・ データベース Microsoft Access2000

b) システムのハードウェアの必要条件

- ・ ノート PC, タブレット PC, デスクトップ PC
- ・ Pentium 互換プロセッサを搭載したコンピュータ (Pentium3 500MHz 以上推奨)

- ・ 128MB 以上の RAM (256MB 以上推奨)
- ・ VGA 以上の画面解像度
- ・ 200MB 以上の空き容量のあるハードディスク (フルインストール時)
- ・ Microsoft Windows 2000/XP

(3) システム構成及び機能

a) システム構成

本システムは、GIS エンジンとして ESRI 社製の MapObjects LT 2.0 を用いて開発を行っている。MapObjects LT 2.0 は、地理情報の閲覧を目的とした GIS エンジンで、レイヤー管理、情報の検索などが容易に行えるエンジンである。しかし、閲覧を目的とした GIS エンジンであるため地図上に情報の付加等ができない構造となっている。そこで、MapObjects LT 2.0 と Microsoft 社製の VisualStudio.NET C#を組み合わせ、情報の登録が可能なシステムとした。情報の登録の他にデータベースの管理や GPS の通信モジュールのアドイン、レーザー距離計のアドインなども C#で作成している。本システムは、基本的にオープンソースとなっているが、あくまで C#で作成した部分のみのソース公開で、MapObjects LT 2.0 のモジュールに関しては、商用のため、ソースの公開はしない。また、アドイン以外の基本システムの変更に関しては、MapObjects LT 2.0 のライセンスの取得が必要である。しかし、アドイン機能で柔軟な対応を可能にしているため、基本システムを変更することがほとんど無いような設計となっている。

b) システム機能

図 4.4-2 に地図上への情報登録の方法、図 4.4-3 に情報付加画面を示す。地図上への情報登録方法は、まず情報登録する方法を決め、次に地図上に情報収集した位置を入力し、情報登録を行う。情報登録する方法には複数があり、ポイントで位置のみを登録する方法やエリア（矩形、楕円）を地図上に描き情報を登録する方法、建物形状や街区エリアに直接情報登録する方法などがある。これらの情報登録は、地図の精度や目的用途により、使い分けを行う。情報付加は、収集する内容などによって、入力フォームを切り替えて行う。例としては、災害時などは被災度判定項目を入力できるフォーム、防災マップを作成するための入力フォームなどである。

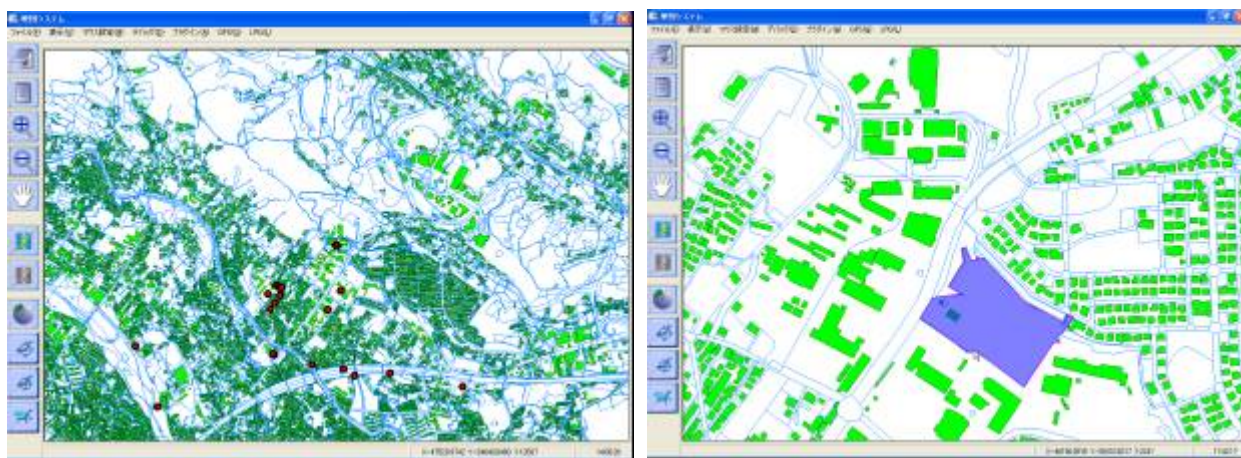


図 4.4-2 地図上への情報登録の方法（左：ポイント、右：矩形）

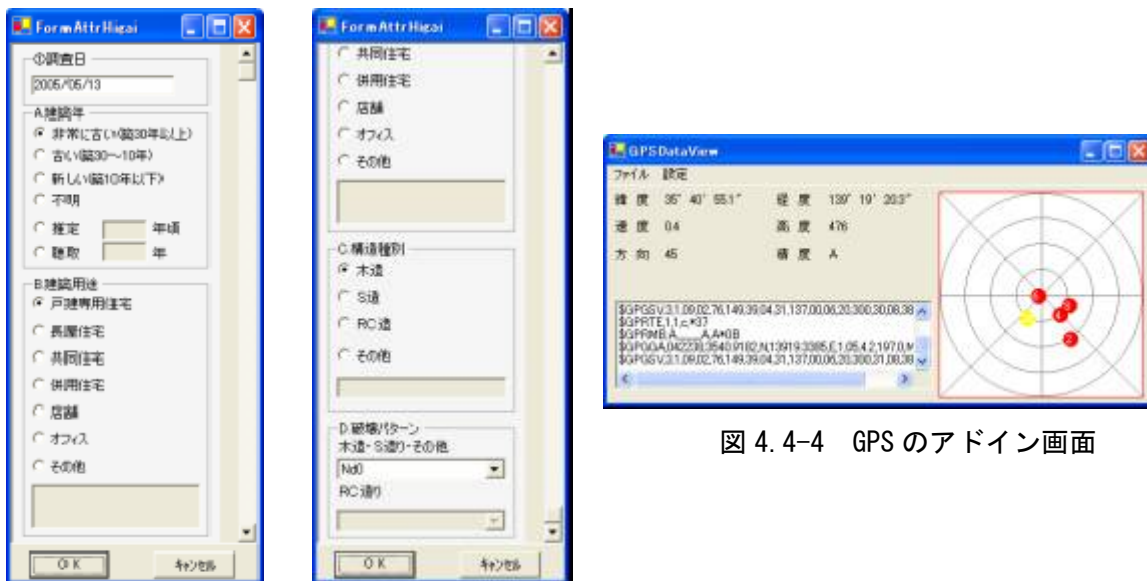


図 4.4-4 GPS のアドイン画面

図 4.4-3 情報付加画面

c) アドイン機能

本システムは、機能追加やサーバと連携システムの追加などができるアドイン機能を備えている。本システムの標準として、GPS のアドイン (図 4.4-4)、レーザー距離計のアドイン、サーバと連携させる情報通信アドインなどがある。減災情報共有プラットフォームに送受信するシステムは、このアドイン機能を用いて行う。これらのアドイン機能は、仕様を公開しており、誰でも自由に作成することが可能になっている。

d) データの入出力

表 4.4-1 にシステムのデータの入出力データ形式を示す。本システムは、地図データとして、ベクトルデータ、及びラスターデータの入出力が可能である。また、地図データと連携させるデータベースや位置情報と属性情報が記載されてデータなどの入出力も可能である。新たに入出力のデータ形式を追加する場合は、アドイン機能で作成することが可能である。

表 4.4-1 システムのデータの入出力データ形式

	データ形式	ファイル形式
入力	ベクトルデータ	ArcView Shape (*.shp), ARC/INFO ガバレッジ形式, CAD ファイル (*.dgn, *.dwg, *.dxf), 数値地図 2500 (*.txt), 数値地図 25000 (*.xml), MapInfo Interchange (*.mif) *対応予定, G-XML 2.0 (*.xml) *対応予定, OpenGIS GML (*.gml) *対応予定
	ラスターデータ	JPEG, MrSID, SVF
	データベース	XML (*.xml), CSV, TXT
出力	ベクトルデータ	ArcView Shape (*.shp), MapInfo Interchange (*.mif) *対応予定, G-XML 2.0 (*.xml) *対応予定, OpenGIS GML (*.gml) *対応予定
	ラスターデータ	JPEG, MrSID, SVF
	データベース	Microsoft Access (*.mdb), XML (*.xml), CSV, TXT

e)ハードウェア及び接続機器

本システムは、Windows が動作するノート PC (写真 4.4-2) ,ウェアラブル PC, タブレット PC (写真 4.4-3), デスクトップ PC などを使用することが可能である。これらのハードウェアは、個々によって入力デバイスが異なるため、本システムでは、プログラム上で使用するハードウェアで最適なフォーム形状、ボタン配置などを変更することが可能である。

本システムを効果的に使用するために、様々な機器を接続することが可能である。調査員の現在位置を把握するための GPS や数百メートル離れている目標物を正確に位置特定するためのレーザー距離計などを接続することが可能である。



写真 4.4-2 小型ノート PC の適用例



写真 4.4-3 タブレット PC の適用例

(4) 実験

本システムの実験として、2003 年イランバム地震の災害調査³⁾として、現地で 2004 年 12 月 10 日の半日で収集実験を行った。実験内容は、建物被害とそれに伴う死傷者の関係の調査するもので、被災者にヒアリングをしながらタブレット PC に情報を入力する実験を行った。入力情報は、あらかじめ調査内容の入力フォームを作成し、タブレット PC のタッチパネルで数字と英語で入力を行った。実験風景を写真 4.4-4 に示す。調査は 20 件行い、紙の調査シートで調査する方法とほとんど調査時間も変わらず調査が可能であった。



写真 4.4-4 実験風景(左：ヒアリング風景, 右：地図から被災場所を特定している風景)

4.4.2 一般住民による情報収集システムの開発

(1) システムの概要および特徴

地域住民（自治会など）が自ら被害情報を収集し、地域被災マップを作成できるシステムを構築する。さらにテストサイト（東京都北区上十条）において、地元自治会の協力により、防災訓練を利用した実証実験を行い、実用性の確認を行った。

(2) 東京都北区上十条五丁目における実験

実験概要（防災訓練）は2004年9月9日（日）の9時から11時30分まで約320名の住民が参加して行われた。地震が9時に発生したという想定で防災サイレンが鳴り、住民が自宅から一時避難場所（王子第3小学校）へ避難をはじめた。自治会の役員12名は情報収集担当者となり、担当地区を巡回し、被害情報を収集する。防災訓練を開始する直前に、住民に分からないように図4.4-5に示す場所に建物被害（12箇所）と火災発生（1箇所）の看板（B2サイズの3面で構成を設置）に電柱に配置した。さらに道路閉塞を3箇所設け、学生が看板を持って立ち、住民には道路を迂回して頂いた。

被害情報の報告及び被災マップは家主名が入った住宅地図を用いた（サイズはA1）。被災マップの作成は、担当者から報告を受けた後、赤（火災）、青（建物被害）、黄（道路閉塞）のシールを地図上に貼り付け、同時に要救助者などに関する情報もシールの横に記入した（写真4.4-5）。被害情報は入力と同時に大画面モニターへ映し出され、他の参加者にも即座に地区内の被害情報が分かるようにした。またこのシステムと連動して東京大学閼沢研究室の延焼シミュレーションシステムを用いて、住民により入力された火災被害情報をもとに延焼シミュレーションを行った。



図 4.4-5 上十条五丁目と防災訓練時の看板設置地点（左）と看板の例（写真）

被災マップは収集開始から約40分と短時間で完成した。但し、図4.4-6に示すように建物被害

では発見ミス（見落とし）が2箇所、報告ミス（位置の間違い）が5箇所あった。発見ミスの原因は、看板の単純な見落としや、巡回ルートから被害情報の設置位置が外れていたことがあげられる。報告ミスの原因は、配布した地図と住民が日常的に利用しているデフォルメされた町内地図とが異なることから、正確な位置が把握できなかった可能性がある。さらに担当者の1人は事前に配布した収集用の地図を自宅に忘れ、記憶のみで被害情報を収集して報告したことによる。



写真 4.4-5 被災マップ作成訓練の様子

(左：住民による被災マップの作成，右：大画面モニターへの表示)

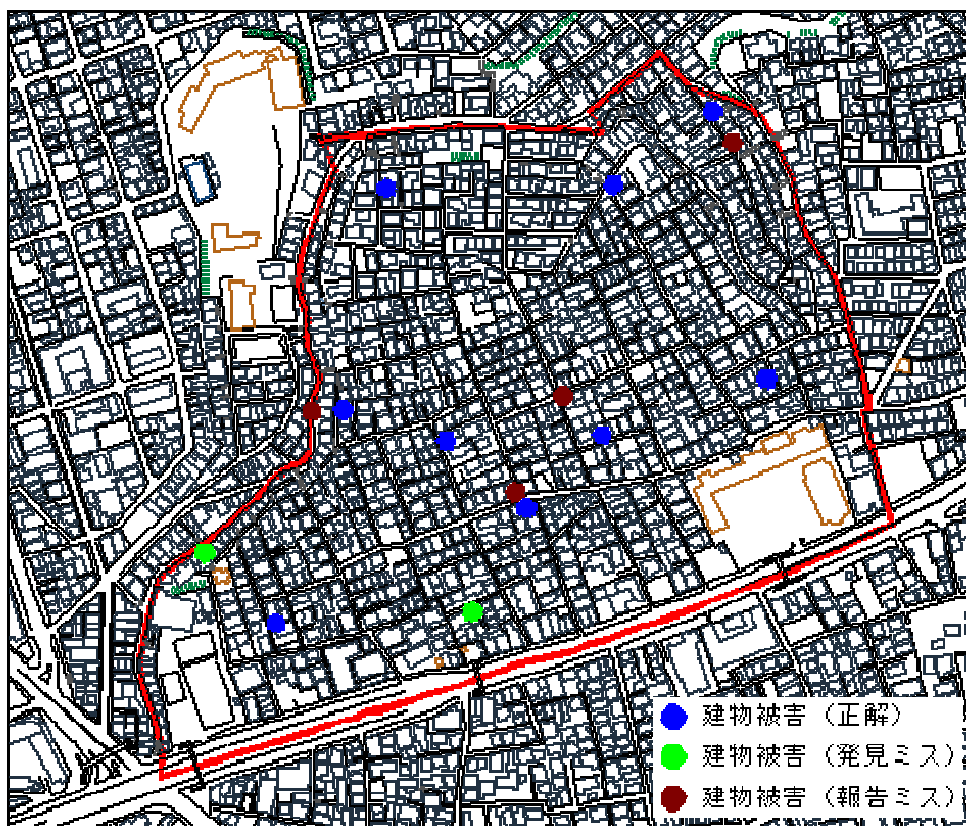


図 4.4-6 建物被害の情報収集結果

4.4.3 遠距離情報入力システムの開発

(1) システムの概要および特徴

4.4.1 の情報収集システムと双眼鏡タイプレーザー距離計との連動させ、火災などで近寄れない遠方の場所や、バイク・車・ヘリコプターなどの移動体から各種情報を入力・転送し、共用可能となる効率的な防災情報収集システムである。双眼鏡タイプレーザー距離計は、情報収集システムのアドインというかたちを取っている。

本システムの特徴は以下の通りである。

- ①被災場所にいかなくとも高所や離れた場所から被災位置などの特定が可能
- ②被災場所に行かないため、調査員の安全確保が容易
- ③一箇所（高所など）から広範囲に観測することが可能

(2) 双眼鏡タイプレーザー距離計の概要

遠距離情報入力システムの双眼鏡タイプレーザー距離計は、米軍、仏軍、自衛隊でも採用されている Leica 社製 VectorIV を用いている。特徴としては、双眼鏡タイプのレーザーファインダーであり、一般的な単眼のレーザーファインダーのように視野角が狭くなく、視野が広いため被災現場の把握には適している。また、距離測定だけでなく、デジタルコンパスが内蔵されているため、ターゲットの方位、双眼鏡の仰角の測定が可能である。

Leica 社製 VectorIV の仕様を表 4.4-2 に示す。測定距離は、最短 5m から最長 4km まで計測が可能であり、計測誤差は±3m 程度である。方位の測定範囲は、360° で±0.6° の精度がある。仰角の測定範囲は、-35° から+35° で±0.2° の精度がある。計測は、双眼鏡の上部に付いている 2 つのボタンを押すことにより計測ができる。計測されたデータは、ファインダー上に表示される他、データケーブルでパソコンにデータ転送することが可能である。本システムでは、計測データを取り込み、遠距離に離れた目標物の位置の特定に用いている。

表 4.4-2 Leica 社製 VectorIV の仕様

内容	仕様
測定距離	5 m to >4 km
距離精度 (1σ)	± 2 m (5 m to 2 Km), 3 m (<50 m / >2 km)
距離最小単位	1 m
高度差分解能	1 m
レーザーダイオード	1550 nm, アイセーフクラス 1 IEC 60825-1 Ed 1.2:200, ANSI Z 136.1(2000)
方位精度 (1σ)	±0.6° , ±10 mils
仰角精度 (1σ)	±0.2° , ±3 mils
仰角測定範囲	- 35° to + 35°
インターフェイス	RS232/1200bps data bits:8 stop bits:1 Optional mode:Protocol to Rockwell GPS PLGR+96

(3) ハードウェア構成

図 4.4-7 に被害情報収集システムと遠距離情報入力システムとの接続例を示す。双眼鏡タイプレーザー距離計の Vector のインターフェイスは、RS-232C で接続される。近年のノート PC には、シリアルポートが無い機種が多く存在するため、汎用性を考え RS-232C から USB の変換する機器を取り付け、ノート PC と接続を行う。GPS についても RS-232C 接続のため、同様に USB の変換器を通して接続を行う。本年度のシステムでは GPS とレーザー距離計のみであるが、次年度には、レーザー距離計にジャイロを装着する予定である。これは、ヘリコプターなどで計測する場合を想定した場合、Vector の仰角測定範囲の 35° では狭く、それ以上の仰角測定範囲が必要となるためである。

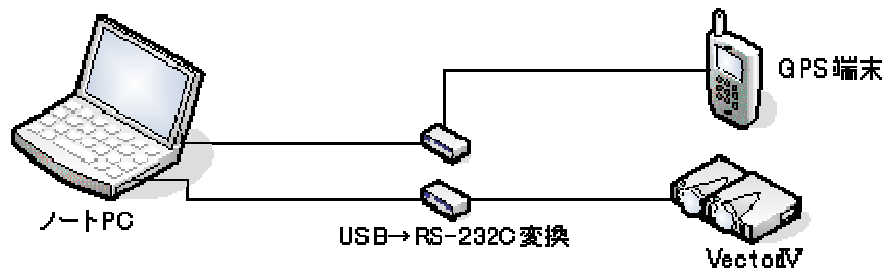


図 4.4-7 被害情報収集システムと遠距離情報入力システムとの接続例

(4) システム詳細

図 4.4-8 に遠距離情報入力システムのアプリケーションを示す。遠距離情報入力システムは、4.4.1 の被害情報収集システムのアドイン機能の一つである。遠距離情報入力システムは、GPS と連動することが可能で計測者の位置情報を GPS から取得し、その位置から目標物の距離を測り位置を特定する。

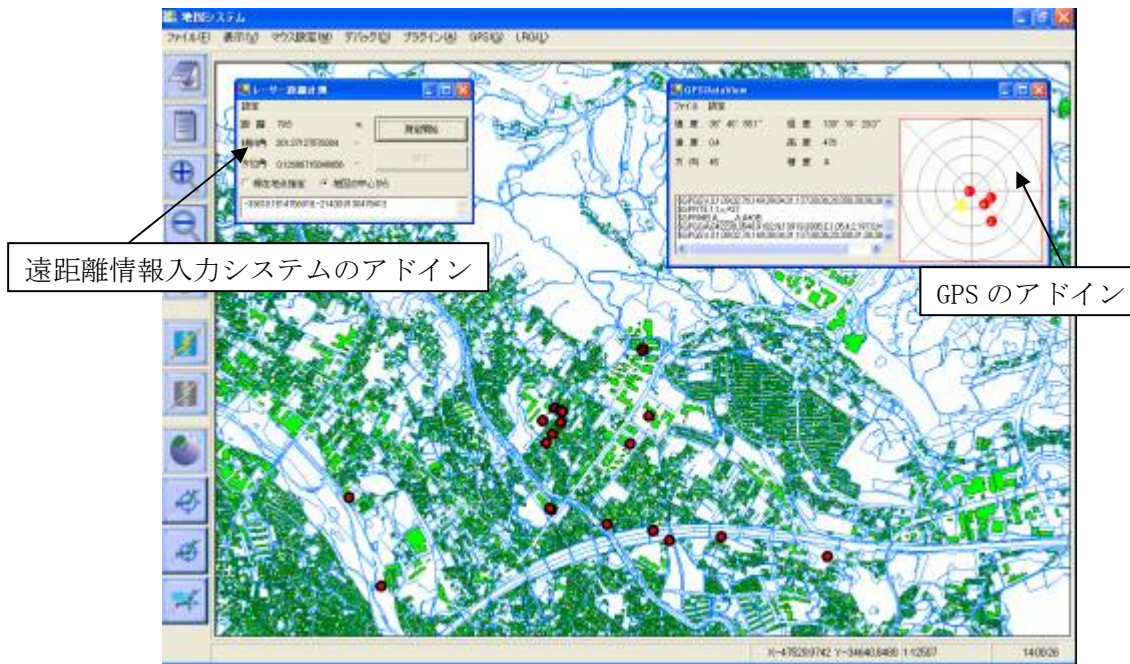


図 4.4-8 遠距離情報入力システムのアプリケーション

目標物の位置の特定は、計測者がいる位置、目標物までの距離、計測者からみた目標物の方位

から位置の特定を行う。また、高所等から見ている場合は、仰角と目標物までの距離から水平距離を計算し、目標物の位置の特定を行う。計算式と図 4.4-9 に模式図を示す。

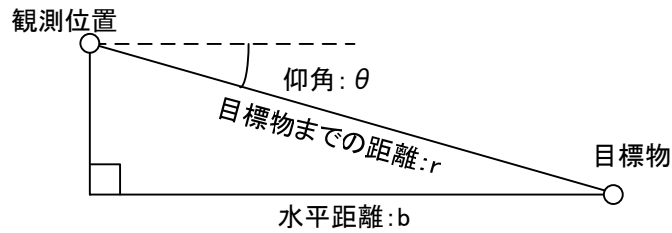


図 4.4-9 模式図

$$b(\text{水平距離}) = r(\text{目標物までの距離}) \times \cos \theta (\text{仰角}) \quad \dots \text{(式 4.4-1)}$$

(5) 遠距離情報入力システムのテスト実験

写真 4.4-6 に遠距離情報入力システムの実験風景を示す。実験は、工学院大学八王子校舎の 3 号館屋上で行われた。実験に用いた地図は、東京都都市基盤データを用いた。本実験の目的は、プログラムの不具合箇所の特定およびユーザーインターフェースの確認である。

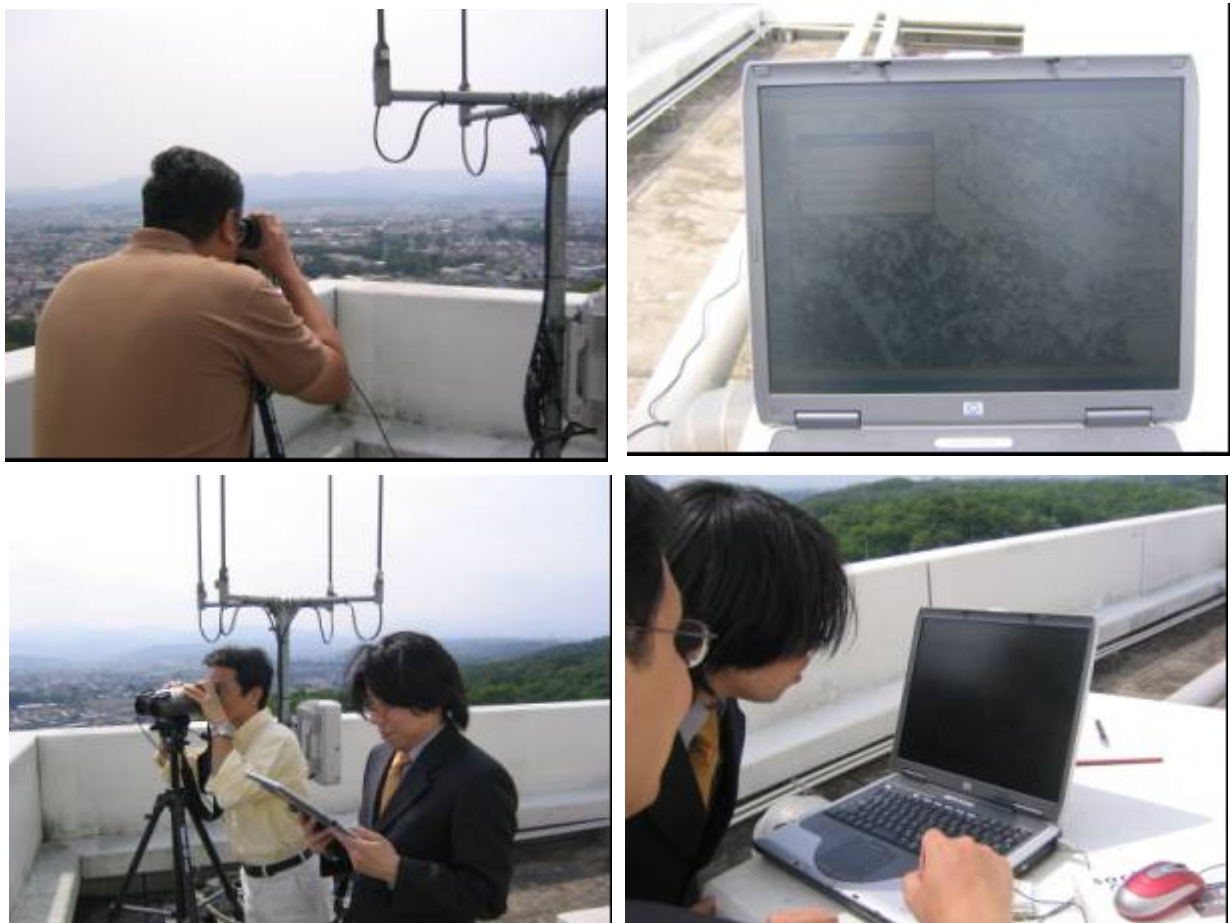


写真 4.4-6 遠距離情報入力システムのテスト風景

実験結果として、システムの不具合等は見つからなかったものの、Vector のデジタルコンパス

が近くにあった PHS 基地局アンテナの電磁波が影響し、方位のずれが生じた。ユーザーインターフェースに関しては、システムから計測のトリガーをかけられない問題点があり、今後システム改良をする予定である。

4.4.3 まとめと今後の課題

本年度、3つのシステムの試作版を開発し、実証実験を行った。

1) 専門家・市民ボランティアによる情報収集システムの開発

IT 機器（ウェアラブル PC, GPS, 簡易 GIS, デジタルカメラなど）を活用し、市民ボランティアから消防庁や学会の防災専門家などのハイエンドユーザーにまで柔軟に対応可能で、被災地における各種情報を入力・転送し、共用可能となる効率的な防災情報収集システムの試作版を開発した。

2) 一般住民による情報収集システムの開発

地域住民（自治会など）が自ら被害情報を収集し、地域被災マップを作成できるシステムを構築した。開発したシステムをテストサイト（東京都北区上十条5丁目）において、防災訓練を利用した実証実験を行い、精度（個別情報の位置の特定）には課題を残したものの、速やか（30分程度）に被災マップを作成できることを確認した。

3) 遠距離情報入力システムの開発

1) の情報収集システムと双眼鏡タイプレーザー距離計との連動させ、火災などで近寄れない遠方の場所や、バイク・車・ヘリコプターなどの移動体から各種情報を入力・転送し、共用可能となる効率的な防災情報収集システムの試作版を開発した。

今後は、より現実に近い条件で実証実験（2005年度は北区上十条と豊橋市を予定）を行い、情報共有プラットフォームと連動させて各システムをブラッシュアップする予定である。

参考文献

- 1) 柴山明寛, 久田嘉章：地震災害時における効率的な現地被害情報収集システムの開発, 地域安全学会論文, No. 5, pp95-pp103, 2003
- 2) 座間信作, 遠藤真, 細川直史, 畑山健, 柴田有子, 原田隆：地震情報収集システムの開発-消防活動支援情報システムの一構成要素として-, 地域安全学会論文報告集, pp113-116, 2001
- 3) 岡田成幸, 鏡味洋史：地震時の建物内死者発生メカニズム解明のためのデータベース構築とデータマイニング, 平成 14~16 年度科学研究費補助金, 基盤研究(B)(2) (課題番号 14404008) 研究成果報告書 b