

3.2.6.2 即時的地震情報を活用した市民のための地震情報収集・提供システムの開発

目 次

(1) 業務の内容大

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5 ヶ年の年次実効計画
- (e) 平成 1 4 年度業務目的

(2) 平成 1 4 年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
 - 1) ウェブページによるイラスト型アンケート調査システム (Pub-Info システム) の開発
 - 2) 被災地における実被害情報収集システム (Pro-Info システム) の開発
- (c) 業務の成果
 - 1) ウェブページによるイラスト型アンケート調査システム (Pub-Info システム) の開発
 - 2) 被災地における実被害情報収集システム (Pro-Info システム) の開発
 -) システムの構成と特徴
 -) システムの使用方法
 -) 本システムを用いた路上実験
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表
 - 1) 論文発表
 - 2) 口頭発表
 - 2) 解説・パネルディスカッション講演など
- (g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成 1 5 年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

即時的地震情報を活用した市民のための地震情報収集・提供システムの開発

(b) 担当者

久田嘉章（工学院大学助教授 地震防災・環境研究センター）統括

村上正浩（工学院大学講師 地震防災・環境研究センター）地震情報収集・提供システムの開発

柴山明寛（工学院大学博士課程学生）地震情報収集・提供システムの開発

(c) 業務の目的

1995年の阪神淡路大震災以降、震災の教訓から様々な地震防災システムが開発されている。主な事例として、横浜市のREADY 1)やJRのUrEDAS 2)、気象庁の気象庁計測震度やナウキャスト 3)、東京ガスのSUPREME 4)、内閣府のEES 5)などのである。これらのシステムでは地震後速やかに地震動や被害を推定し、初動体制の確立に役立てることを目的としている。しかしながら被害推定には簡易な経験式が用いられており、推定被害と実際の被害とには大きな差異が生じると考えられる。2000年鳥取県西部地震のEESで見られたように、一般に被害想定は過大に評価される傾向にある⁶⁾。このため実際に広域な大規模地震災害が発生した場合、多くの自治体の救援要請により人材が不足し、実際に必要とされる被災地には救援を送れなくなる可能性などが危惧される。従って被災地から実際の被害情報を効率的に収集するシステムの開発が望まれる。実被害を把握するシステムはあまり多くはないが、代表的なものとしては消防庁消防研究所の消防活動支援情報システム⁷⁾や名古屋大学の安震君⁸⁾などがある。両システムとも被災地域の自治会などが被害収集用の端末を持ち、現地で被害情報を収集するものである。しかしながら収集担当者や担当場所をあらかじめ決めており、大量に人員を動因することは前提としていない。また担当者が被災者になり身動きがとれなくなる可能性もある。

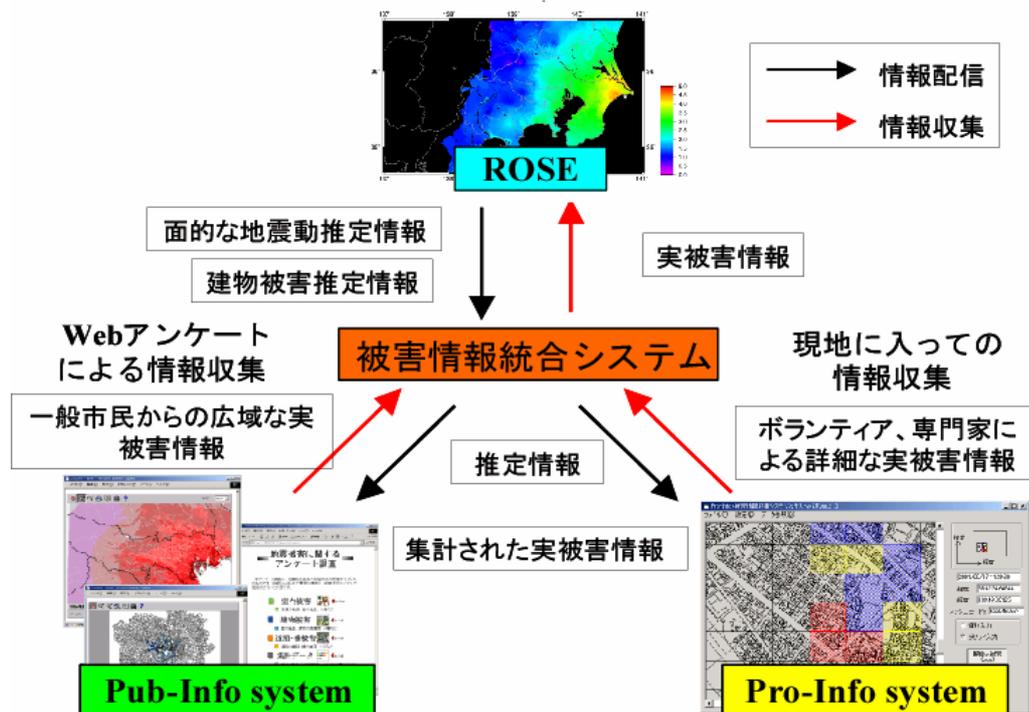


図1 被害推定システム（ROSE）を基礎とした2種の被害情報収集システムの説明図

以上の背景を鑑み、本プロジェクトでは図1に示すように、震災直後の地震推定結果（地震情報伝達システム：ROSE）9),10)をもとに、効率的に被害情報を収集する2種類のシステムを開発する。最初のシステムはPCや携帯電話のウェブページによるイラスト型アンケート調査方法を用いた広域な地域を対象とした被害情報の収集システムである（Pub-Infoシステム）。このシステムでは一般の市民やボランティアなどから、被災地域やその周辺から被害情報の発信を期待する。2番目のシステムは甚大な被害が予想される地域で、地元または周辺地域の防災専門家やボランティアが被災地に入り、収集端末を用いて実際の被害情報を効率的に行うシステムである（Pro-Infoシステム）。震災直後の早期の初動調査から学術調査、復旧復興期における応急危険度判定、被災区分判定など、様々な状況に応じた被害情報を速やかに収集する早期被害情報把握システムである。本プロジェクトでは両システムの試作版を作成し、様々な実験により有効性を検証する。

(d) 5ヵ年の年次実効計画

- 平成14年度：地震情報収集・提供システム試作版の開発

PCや携帯電話のウェブページによるイラスト型アンケート調査方法を用いた広域な地域を対象とした被害情報の収集システム（Pub-Infoシステム）及び、収集端末を用いて実際の被害情報を現地で効率的に行うシステム（Pro-Infoシステム）の試作版ソフトウェアを開発する。開発したソフトは様々な状況を想定した路上実験を行い、その有効性を検証する。

- 平成15年度：地震情報収集・提供システムの開発と検証

上記のシステムを用いて大規模な路上実験を実施し、システムのブラッシュアップを行う。すなわち東京都北区の自治会（上十条五丁目）の協力を頂き、当地にて行われる地震防災訓練の際に現地で模擬の地震被害を設定し、Pro-Infoシステムによる情報収集に加え、参加した市民による情報収集を行い、効率的な被災マップの作成法を探る。一方、レーザー計測計とGISを組み合わせた遠隔地から効率的に被害情報を収集するシステムの開発も試みる。

- 平成16年度：地震情報収集・提供システムの開発と検証

前年度に引き続き、当システムを用いて大規模な路上実験を実施し、データの効率的な収集法を中心としたシステムのブラッシュアップを行う。前年同様に自治会（北区上十条五丁目）の協力を頂き、当地にて行われる地震防災訓練の際に現地で模擬の地震被害を設定し、Pro-Infoシステムによる情報収集に加え、参加した市民による情報収集を行い、効率的な被災マップの作成法を探る。一方、レーザー計測計とGISを組み合わせた遠隔地から効率的に被害情報を収集するシステムを用いて路上実験を行い、その有効性を検証する。

- 平成17年度：地震情報収集・提供システムの開発と検証

前年度に引き続き、当システムを用いて大規模な路上実験を実施し、システムの完成を目指す。自治会（上十条五丁目）の協力を頂き、当地にて行われる地震防災訓練の際に現地で模擬の地震被害を設定し、Pro-Infoシステムによる情報収集に加え、参加した市民による情報収集を行い、効率的な被災マップの作成法を探る。レーザー計測計とGISを組み合わせた遠隔地から効率的に被害情報を収集するシステムを用いて様々な状況を想定した路上実験を行い、その有効性を検証する。

- 平成 18 年度：地震情報収集・提供システムの完成と公開
当システムを完成させ、ソフトウェアを一般公開する。

(e) 平成 14 年度業務目的

震災直後の被害推定結果をもとに、効率的に被害情報を収集する 2 種類のシステムの試作版を開発する。始めのシステムは PC や携帯電話のウェブページによるイラスト型アンケート調査方法を用いた広域的な被害情報の収集システムであり、一般の市民やボランティアなどが被災地域やその周辺から被害情報の発信を期待する。本システムでは高い精度や被災地からの情報は期待できないが、広範囲の地域からすみやかな情報収集が期待でき、次の被災地における被害情報収集システムのための補助的な情報となると期待される。2 番目のシステムは甚大な被害が予想される地域において、地元又は周辺地域の防災専門家やボランティアが被災地に入り、収集端末を用いて実被害情報を効率的に収集するシステムである。調査項目として、震災直後の早期の被害把握から学術調査、復旧支援として応急危険度判定や被災区分判定など、様々なものを想定している。本プロジェクトで収集システムの試作版を作成し、様々な路上実験を行い、従来の紙地図とノートを用いる情報収集に比べて、効率的な情報収集・伝達・マッピングができることを確認する。

(2) 平成 14 年度の成果

(a) 業務の要約

震災直後の被害推定結果をもとに、効率的に被害情報を収集する 2 種類のシステムの試作版を開発した。始めのシステムは PC や携帯電話のウェブページによるイラスト型アンケート調査方法を用いた広域的な被害情報の収集システムであり、一般の市民やボランティアなどが被災地域やその周辺から被害情報の発信を期待する。2 番目のシステムは甚大な被害が予想される地域において、地元又は周辺地域の防災専門家やボランティアが被災地に入り、収集端末を用いて実被害情報を効率的に収集するシステムである。調査項目として、震災直後の早期の被害把握から学術調査、復旧支援として応急危険度判定や被災区分判定など、様々なものを想定した。試作版を用いて様々な路上実験を行い、従来の紙地図とノートを用いる情報収集に比べて、効率的な情報収集・伝達・マッピングができることを確認した。

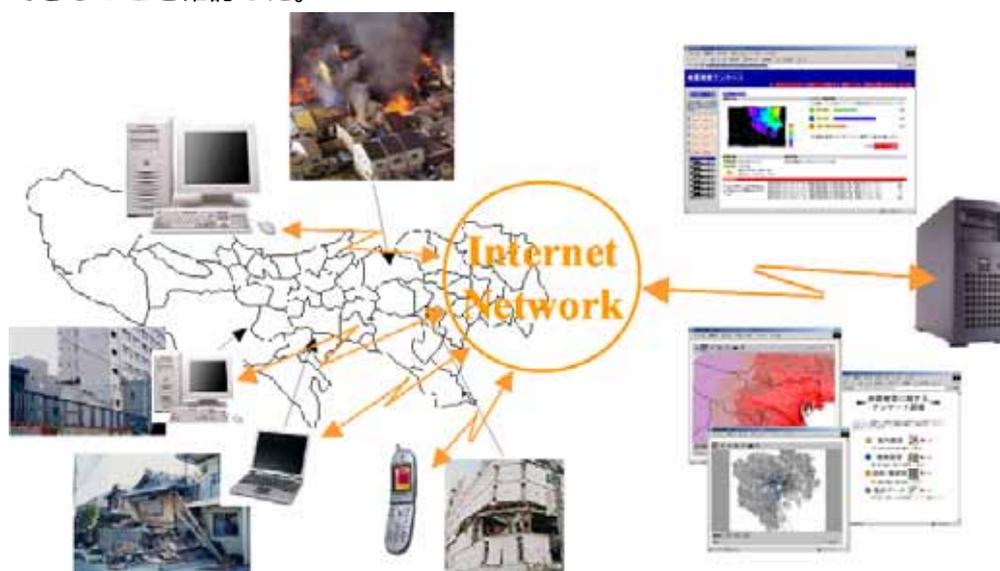


図 2 ウェブによるイラスト型アンケート調査システム (Pub-Info システム) の説明図

(b) 業務の実施方法

1) ウェブページによるイラスト型アンケート調査システム (Pub-Info システム) の開発

地震被害直後の実被害情報を速やかに収集するため、図 2 に示すように一般市民による簡易な情報提供を期待したウェブページによるイラスト型アンケート調査システムを試作する。ユーザーの端末として PC と携帯電話を想定し、Web 画面からの位置・時間情報と被害に関する情報の提供を期待し、システムを構築する。位置情報はユーザーからの能動的な入力のほか、GPS 付き携帯電話の場合、GPS による位置データを入力できるようなメニュー構成とする。

2) 被災地における実被害情報収集システム (Pro-Info システム) の開発

イラスト型アンケート調査システムは広範囲な情報収集が期待できるものの、精度や信頼性に劣り、被災地からの情報入手は期待できない。従って正確な実被災情報は現地から速やかに収集する必要がある。一方、必要となる情報には、地震直後における簡易な初動調査から応急危険度判定の調査、学会などの学術調査、復旧・復興期の被災度区分判定の調査など時間とともに変化する。以上のことから、本プロジェクトではノート PC や GPS、デジカメ、携帯電話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、誰でも簡単に使用でき、かつ初動調査から被災度区分判定など様々な情報収集にも対応できる実被害情報収集システムの試作版を開発する。同時に試作版を用いて様々な場面を想定した路上実験を行い、従来の紙地図とノートを用いる情報収集に比較検討を行う。

(c) 業務の成果

1) ウェブページによるイラスト型アンケート調査システム (Pub-Info システム) の開発

地震被害直後の実被害情報を速やかに収集するため一般市民による情報提供を期待したウェブページによるイラスト型アンケート調査システムを試作した。図 3 は PC 版システムの Web 画面の一例である。収集する被害情報には位置・時間情報と被害に関する情報が必要であるが、まず図 3 (a) は情報提供者による位置情報の入力画面である。プルダウンメニュー、または直接地図をクリックすることにより、都道府県、市町村、町丁目までの情報が選択できる (試作版は東京のみ)。図 3 (b) はアンケート調査の選択画面であり、室内状況、建物被害、道路・橋の被害などから該当するものを選択する。図 3 (c) は屋外の建物被害、図 3 (d) は室内被害に関する選択画面である。この情報収集システムはできるだけ速やかに、必要最低限の情報を入手することを目的としており、既存のアンケート震度を求めるシステム 11), 12) のように詳細な情報は期待せず、図 3 のようにイラストにより簡単に選択できるようにしている。全情報を入力し、送信ボタンを押すと、被災情報がサーバーに送られる。本システムでは被害情報が被災地から来ることは期待できないため、被災地周辺の情報やデータが来ない地域 (被災地候補) を特定する場合などに利用できると考えている。

一方、図 4 は携帯電話版におけるメニュー画面の例である。被害の選択メニュー画面は PC 版と同様であるが、図 5 に示すように位置入力には PC 版と同様なプルダウンメニューに加えて、GPS 付き携帯の場合は GPS による位置データを入力できるようにしている (現在は AU のみに対応)。

表 1 に示すように GPS に関して、繁華街や住宅地など様々な場所で携帯電話による位置情報の精度の調査実験を行った。その結果、中層以上の建物の裏など、電波の受信に障害が起こる場所では数十メートル~数百メートルの誤差が出てしまうこともあったが、郊外の住宅地では誤差が 10m ほどにとどまり、被害情報収集時にも十分に活用できることが確認した。携帯電話版による情報提供

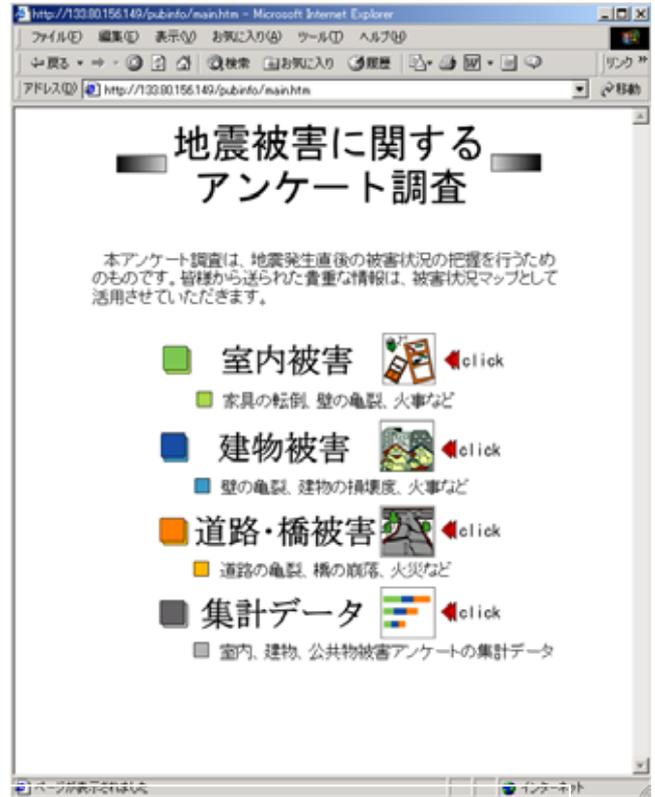
は、当然ながら携帯電話が使えることを前提としており、やはり被災地から直接情報が入るとは考え難い。従って PC 版と同様に周辺地域の情報やデータが来ない地域（被災地候補）の特定などに利用できると考えている。

表1 GPS 携帯による位置データに関する実験の結果の比較

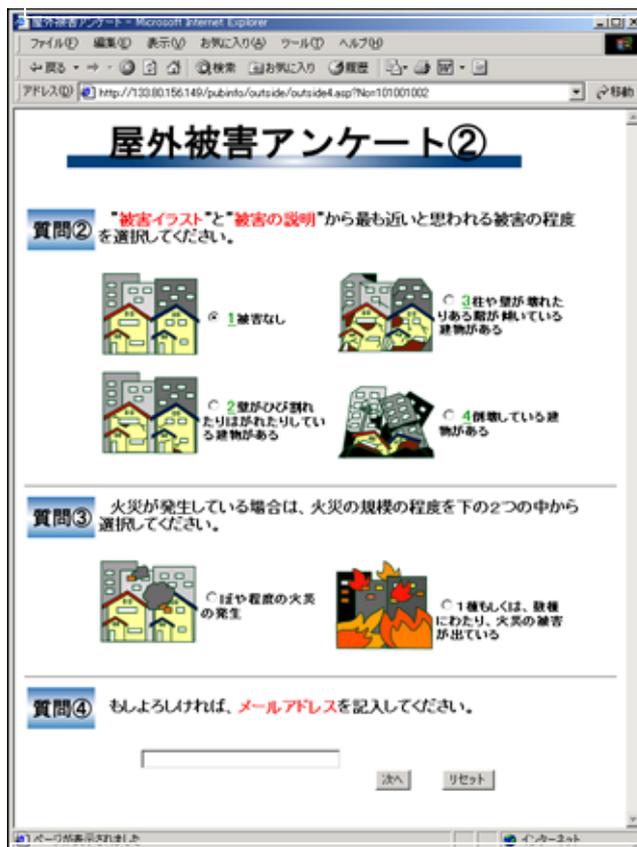
実験場所	平均離散距離(m)
新宿・繁華街	47.03
新宿・住宅街	22.19
八王子・住宅街	13
八王子・公園	12.15



(a) 位置情報の入力画面



(b) 被害情報の選択画面

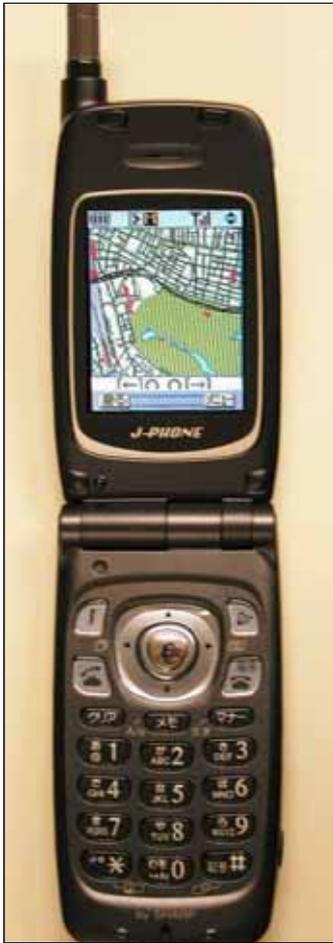


(c) 屋外被害情報の入力画面



(d) 屋内被害情報の入力画面

図3 ウェブページによるイラスト型アンケート調査システムによる画面例 (PC版)



(a) 携帯電話画面に表示された地図や情報入力画面

<p>屋内被害: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.被害なし 2.座りの悪い置物などが倒れる 3.大きな家具などが移動・転倒する 4.柱や壁が壊れ屋内に大きな被害を生じる</p>	<p>屋外被害: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.被害なし 2.壁がひび割れたりよがれ落ちる 3.柱や壁が壊れたりある階が大きく傾く 4.壊滅状態又はある階がつぶれる</p>	<p>道路・橋被害: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.被害なし 2.地盤のひびわれ 3.地盤沈下 4.土砂崩れ 5.建物で道でふさがる 6.橋の崩落</p>	<p>火災発生状況: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.ほや程度の火災の発生 2.火災の発生 3.火災なし</p>	<p>「屋外被害」の質問で 答えた建物についてお 答えてください。 ▽建物の種別</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 一戸建て <input type="radio"/> アパート <input type="radio"/> マンション <input type="radio"/> オフィス <input type="radio"/> 工場 <input type="radio"/> その他 <p>▽現在あなたのいる建 物は何階建てですか？ 1階</p> <p>▽現在あなたのいる場 所は何階ですか？ 1階</p> <p>▽よろしければメールア ドレスをお書きください。</p> <p>送信 リセット</p>
--	---	--	--	--

(b) 各種の被害情報と建物情報の入力画面

図4 ウェブページによるイラスト型アンケート調査システムによる画面例(携帯電話版)

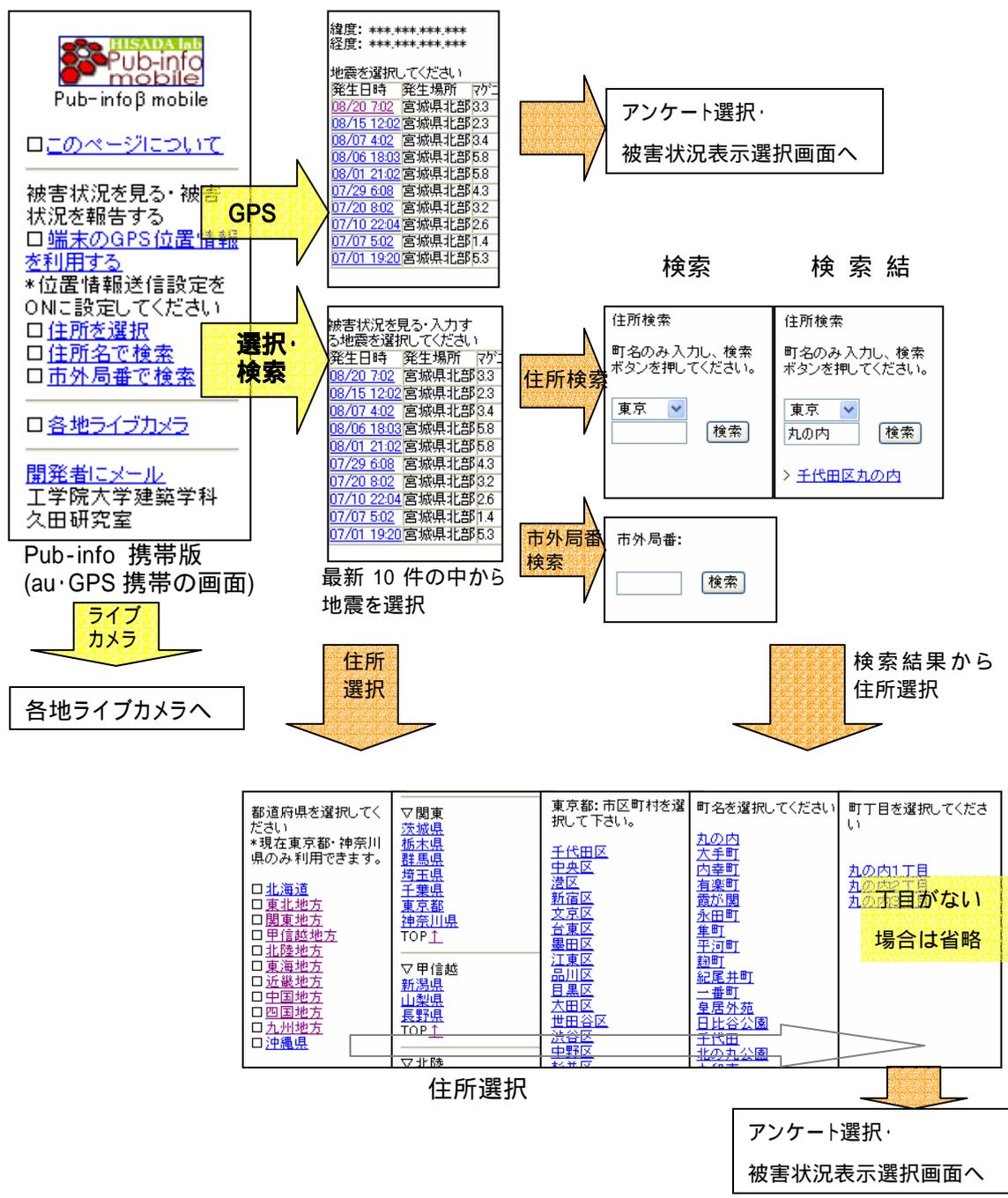
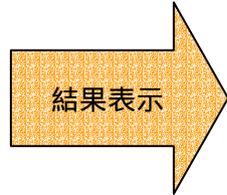


図5 携帯電話版 Pub-Info システムによるアンケートの流れ

アンケート選択・

被害状況表示選択画面

千代田区丸の内1丁目
▼アンケートによる被害状況を見る
 地図で被害状況を見る
[1/25000](#)
[1/75000](#)
[1/500000](#)
 数値で被害状況を見る
▼被害状況を入力するアンケートにご協力ください
 屋内の被害
 屋外被害
 全体被害
 木道被害
 非木道被害
 道路・橋被害
すべて被害なし
工目・町・市町村変更
[トップページ](#)



[-] [] [+]
[↑] [] [↓]
移動
- [] +
縮小・拡大
建物中被害
表示項目変更

アンケート結果による被害情報
この地域(丸の内1丁目)での回答数:12
▼屋内被害
1:被害なし
2:座りの悪い置物などが倒れる
3:大きな家具などが移動・転倒する
4:柱や壁が壊れ屋内に大きな被害を生じる
1:57%(4/7)
2:14%(1/7)
3:29%(2/7)
4:0%(0/7)
火災:0%(0/7)
ほや:86%(6/7)
▼屋外被害
1:被害なし
2:壁がひび割れたりしがれ落ちる
3:柱や壁が壊れたりある階が大きく傾く
4:壊滅状態又はある階がつぶれる
1:33%(1/3)
2:33%(1/3)

結果表示(地図に色付け表示・数値を表示)



<p>屋内被害: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.被害なし 2.座りの悪い置物などが倒れる 3.大きな家具などが移動・転倒する 4.柱や壁が壊れ屋内に大きな被害を生じる</p>	<p>屋外被害: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.被害なし 2.壁がひび割れたりしがれ落ちる 3.柱や壁が壊れたりある階が大きく傾く 4.壊滅状態又はある階がつぶれる</p>	<p>道路・橋被害: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.被害なし 2.地盤のひびわれ 3.地盤沈下 4.土砂崩れ 5.建物で道でふさがる 6.橋の崩落</p>	<p>火災発生状況: 近いものを選択して下さい</p> <p>1.ほや程度の火災の発生 2.火災の発生 3.火災なし</p>	<p>「屋外被害」の質問で答えた建物についてお答えください。 ▽建物の種別 <input checked="" type="radio"/> 一戸建て <input type="radio"/> アパート <input type="radio"/> マンション <input type="radio"/> オフィス <input type="radio"/> 工場 <input type="radio"/> その他 ▽現在あなたのいる建物は何階建てですか? 1階 ▽現在あなたのいる場所は何階ですか? 1階 ▽よろしければメールアドレスをお書きください。 送信 リセット</p>	<p>被害情報を登録しました。 住所: 千代田区丸の内1丁目 項目: 建物中被害 被害状況: 被害なし 火災状況: ほや程度 2003/01/07 2:23:35 <input type="checkbox"/> 地図で被害状況を見る 1/25000 1/75000 1/500000 *アンケート入力から最低3分経過しないと地図表示に結果は反映されません。 <input type="checkbox"/> 数値で被害状況を見る <input type="checkbox"/> 同じ地域の他の被害状況も提供する トップへ戻る</p>
--	---	--	--	---	---

アンケート (屋内、屋外、道路・橋被害) 火災発生状況 場所(屋内のみ・メールアドレス)

登録確認画面

図5 (続き)

2) 被災地における実被害情報収集システム (Pro-Info システム) の開発

) システムの構成と特徴

上記のイラスト型アンケート調査システムは広範囲な情報収集が期待できるものの、精度や信頼性に劣り、被災地からの情報入手は期待できない。従って正確な実被災情報は現地から速やかに収集する必要がある。一方、必要となる情報には、地震直後における簡易な初動調査から応急危険度判定の調査、学会などの学術調査、復旧・復興期の被災度区分判定の調査など時間とともに変化する。以上のことから、本プロジェクトではノート PC や GPS、デジカメ、携帯電話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、誰でも簡単に使用でき、かつ初動調査から被災度区分判定など様々な情報収集にも対応できる実被害情報収集システムの試作版を開発した。

図 6 に示すように、本システムの基本構成はノート PC (またはパーム PC) や GPS、デジカメ、携帯電話・PHS、無線 LAN などから構成される (このうち PC 以外は全てオプションで、PC 単体でも使用可能)。本システムの特徴は以下の通りである。

被害収集に特化した簡易型 GIS (地理情報システム)

災害時期に応じた調査項目の変更が可能

収集・集計などの用途に応じた使い分けが可能

地図と連動した GPS ナビゲーションが可能

汎用地図(ベクトル、ラスタ)の利用が可能

特殊機器を用いることなく汎用パソコンで使用が可能

操作はマウス、タブレット、キーボードで可能 (図 6)

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

商用目的以外はライセンスフリーでソフト配布が自由

(本システムのアドレス : http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/pro_info/index.html)

さらに本システムの大きな特徴として、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、なども挙げられる。

現地被害情報収集システムのアプリケーション本体は Microsoft Visual Basic 6.0 SP5 を用いて開発を行った。パソコンは一般的に市販されているデスクトップ型、ノートブック型、タブレット型で使用可能である。現在では Windows 95 以上のオペレーティングシステムで、CPU は Pentium MMX 200MHz 以上、メモリは 64MB 以上、ハードディスクは 20MB 以上の空き、モニタは 256 色以上で動作するパソコンで使用可能である (地図の大きさによってはそれ以上の性能が必要)。



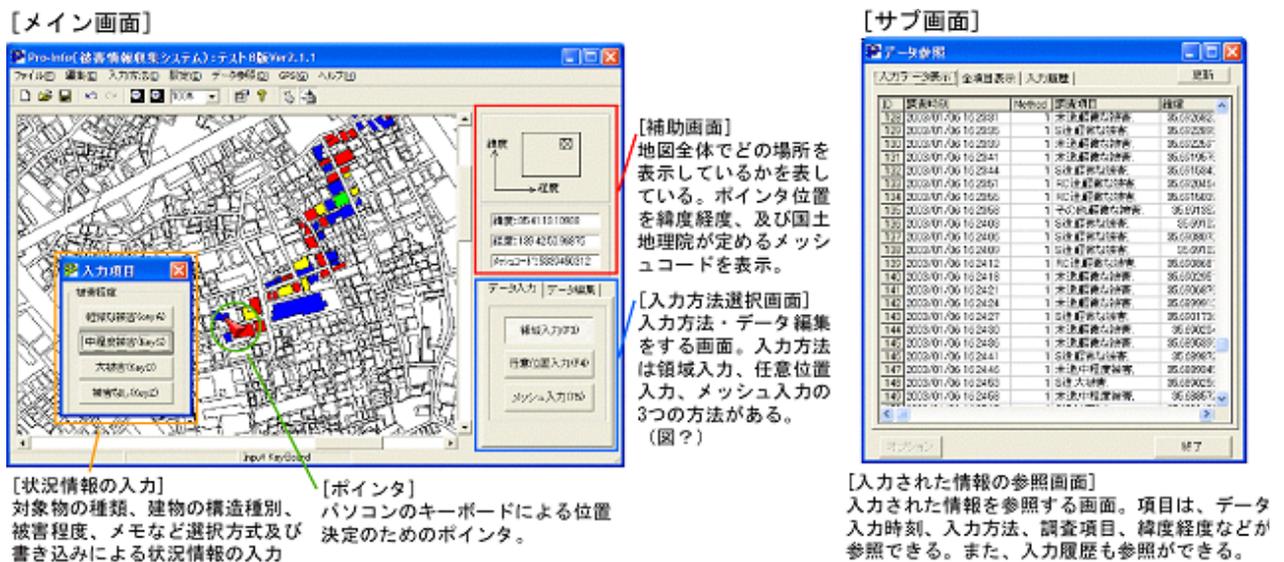
図6 現地被害情報収集システム(Pro-Infoシステム)の機器構成(右)と使用方法(左)

また現地で被害調査を行う場合、軽量なノートブック型パソコンもしくはタブレット型パソコンで、一方、情報収集拠点や災害対策本部など作業の場合、デスクトップ型パソコンで使用が可能である。地図データは、ベクトル・ラスターデータの両方の使用が可能で、ベクトルデータとしては、国土地理院発行の数値地図 2500、もしくは MapInfo Corporation 社の MapInfo アウトプット形式に対応している。一方、ラスターデータは、Windows の BMP 形式、JPEG 形式、GIF 形式に対応している。

本システムは、状況に応じて様々な機器と連携が可能である。まず情報の相互交換を行うための携帯電話、PHS、無線 LAN もしくは有線 LAN などの様々な通信機器との接続が可能である。さらに被災地での調査員の位置把握を行うための GPS (Global Positioning System) の使用が可能である。GPS 端末に関しては、現在では GARMIN 社製のハンドヘルド GPS 端末に対応している。さらに被害状況を撮影するためのデジタルカメラも使用可能である。



(a) 位置情報に関する各種入力方法 (左: 建物・街区単位、中: 任意ポイント、右: メッシュ)



(b) メイン画面 (左) と補助画面 (右)

図7 現地被害情報収集システム (Pro-Info システム) のデータ入力方法

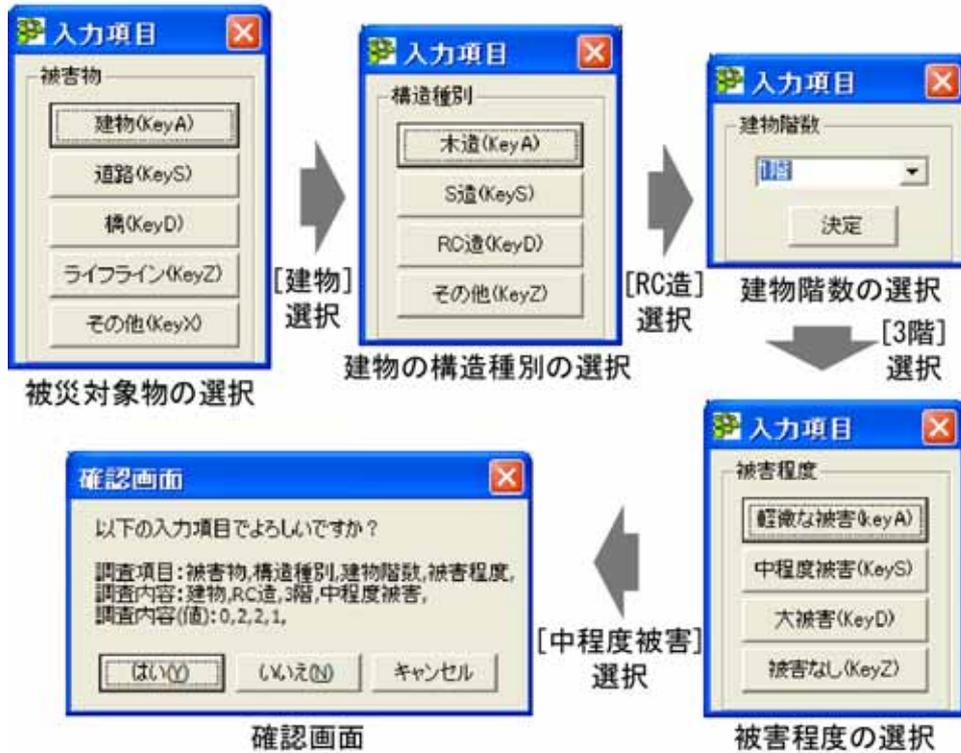


図8 初動調査を想定した被害情報のデータ入力画面

木造建築物の応急危険度判定

被災建物概要

1. 建物名称 [住宅1] 1. 建物番号 [] 2. 建築物所在地 [東京都新宿区西新宿] 2. 1住宅地区管理番号 []

3. 建築物用途 戸建専用建物 長屋住宅 共同住宅 併用住宅 店舗 事務所 旅館・ホテル 庁舎等公共施設 病院・診療所 保育所 工場 倉庫 学校 体育館 劇場・演劇場等 その他

4. 構造形式 在来(軸組)構法 枠組壁構法(ツーバイフォー) プレファブ その他

5. 階数 [4階] 6. 建築物規模 [約10m] [×20m]

調査(1. 概観調査のみ実施 2. 内観調査もあわせて実施)

1. 一見して危険と判定される

建築物全体又は一部の崩壊・倒壊 基礎の著しい陥没、上部構造との著しいずれ 建築物全体又は一部の著しい傾斜 その他

2. 隣接建築物・周辺地盤等及び構造躯体に関する危険

① 隣接建築物・周辺地盤の破壊による危険 危険無し 危険あり 不明確

② 隣接建築物・周辺地盤等及び構造躯体に関する危険度

③ 基礎の被害 無し又は軽微 著しい(床、屋根の落ち込み、浮き上がり) 小規模の崩壊、床全体の沈下

④ 建築物の1階の傾斜 無被害 部分的 著しい(崩壊あり)

⑤ 壁の被害 1/60以下 1/60~1/20 1/20超

⑥ 腐食、剥離の有無 軽微なひび割れ 大きな亀裂、剥離 落下の危険あり

ほとんど無し 一部の断面欠損 著しい断面欠損

危険度の判定 **要注意**

3. 落下危険物・転倒危険物に関する危険度

① 瓦 ほとんど無被害 著しいずれ 全面的にずれ、脱落

② 窓枠・窓ガラス ほとんど無被害 歪み、ひび割れ 落下の危険あり

③ 外装材(漆塗の場合) ほとんど無被害 部分的なひび割れ、剥離 顕著なひび割れ剥離

④ 外装材(乾式の場合) 目地の亀裂程度 板に隙間が見られる 目地ずれ剥離など

⑤ 石膏板・石膏調 傾斜無し わずかな傾斜 落下の危険あり

⑥ 屋外屋根 傾斜無し わずかな傾斜 明顯な傾斜

危険度の判定 **危険**

総合判定 **危険**

終了

図9 応急危険度判定を想定した被害情報のデータ入力画面

）システムの使用方法

被害情報は、被災対象物の規模、位置情報、被害状況の情報の順に入力を行う。

図7(a)に示すように被災対象物の入力単位は目的用途によって使い分け、初動調査など緊急を要する場合や被災状況がある地域で一様な場合などはメッシュ単位(50m、100m、250mなど)で入力する。また建物全数調査や街区単位で調査を行う場合は、建物・街区単位(住宅地図等の建物または街区の形状が地図上に描かれているものに限る)で行い、対象物が小規模の場合や、地図上に建物形状等がない場合などはポイント単位で決定する。位置情報はアプリケーションの地図上で目標対象物が位置する場所でマウスポインタを合わせクリックすることにより位置が決定される。決定された位置情報は、プログラム内部のX,Y座標を地図の緯度経度に変換を行い保存される(図7(b))。

被害状況の情報は、一問一答形式で情報入力を行う。設問及び設問数に関しては、予めよく使用されると思われる調査項目に関してはシステムに用意されており、また、自由に変更を可能にするためにカスタマイズ機能も設けてある。被害情報の入力としてのハードウェアデバイス(ポインティングデバイス)は、マウス、タブレットからの入力だけでなく、図6に示されるようにキーボードによる入力方法もサポートしている。キーボード入力は、A4、B5サイズもしくはそれ以下のサイズのノートパソコンを災害現場に持ち出し、両手で持ちながら被害情報を入力操作する。キーボードの操作配列は、図6に示すとおりで、キーボードの左右外側で操作ができるように配列を行っている。

収集する情報は、震災時期及び調査目的により変化する。そのため本システムでは、震災直後の初動調査から震災復興の応急危険度判定、被災度区分判定の調査など、震災時期に応じた被害情報の調査項目の変更を可能にした。地震発生初期の調査として簡易調査や詳細調査などがある。簡易調査用は、地震発生直後の早期被害把握を目的としたもので、図8に調査項目の入力例を示す。まず調査対象物として「建物」「道路」「ライフライン」などがあり、次には調査対象物に応じた設問があり、「建物」の場合は構造種別、建物階数、被害程度などを入力する。被害程度としては、「被害なし」「軽微な被害」「中程度の被害」「大被害」から選択する。一方、詳細調査用としては、建物被害の場合、は岡田・高井の建物破壊パターン¹³⁾、及び建物沈下被害は小檜山他のイラスト¹⁴⁾を用いて作成を行った。その他の調査対象物は独自に作成を行った。一方、応急危険度判定は、図9に示すように日本建築防災協会の「被災建築物応急危険度判定マニュアル」の応急危険度判定用の調査表をプログラム上に表現した。分類は鉄筋コンクリート造、鉄骨造、木造、項目内容はマニュアルに準じている。また、危険度判定、総合判定はすべての項目を埋めると自動的に判定結果が表示されるようになっている。

一方、被災度区分判定用に関しても「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針」をもとに作成され、現段階ではテスト段階である。その他に、調査項目をユーザーが変更できるようにカスタマイズ機能を設けてある。

収集された被害情報は集計処理され、速やかに他の防災システムに使用が可能のように地図画像とASCIIデータとして出力が可能である。地図画像は被害情報が付加された状態での画像保存が可能で、WindowsのBMP形式で保存される。収集された被害情報は、調査日時、調査対象物の緯度経度、調査項目などの情報が出力され、汎用フォーマットであるCSV形式(Comma Separated Value)やTXT形式のASCIIデータとして保存される。従ってこれらの保存したデータは、現在市販されているほとんどのGISソフトで読み込むことが可能である。

）本システムを用いた路上実験

災害時において本システムの作業性や有用性を調べるために、従来から行われている紙地図に直接に調査内容を書き込み調査する手法（以下、従来の方法）と本システムを用いた方法との比較実験を行った。調査方法としては、初動調査を想定して、特徴ある建物を抽出する調査、及び、学術調査を想定して、建物の全数調査、の2種類の実験を行った。表2に行った実験の調査結果をまとめている。建物全数調査は、建物1軒1軒の状況を確認しながら入力し、表2のNo1～No5の実験に該当する。このうちNo1,2,4,5に関しては建物構造種別、階数の2項目の調査とし、No3に関しては、建物構造種別、階数、目視で確認できる建物外壁のひび割れ有無に関して調査を行った。従来の方法と同条件で行った実験はNo1,2,3で、No4,5に関しては本システムのみの実験とした。被験者は工学院大学の学生であり、実験開始直前に本システムの使用法を説明し、数回の練習の後に実施した。調査に要した時間は、本システムの5回の平均20.2秒、従来の方法では3回の平均20.1秒で、本システムは初心者でも従来の方法と変わらない時間で調査できることがわかった。一方、初動調査を想定した模擬実験では、ある条件を満たした対象建物の位置を確認して情報を記入する調査実験である。実験はNo6,7に該当し、No6は3階建物を対象建物とし、No7は古い木造家屋で外壁が木であるものを対象建物とした。結果として本システムの3回の平均調査時間は9.4秒、従来の方法では3回の平均調査時間は7.4秒で建物全数調査と同様にほぼ変わらない時間で調査が可能であった。本システムでは収集したデータが既にデジタルでデータベース化されているが、従来方法では実験終了後にデータをデジタル化する作業があるため、本システムの方が作業効率の点で優れていると言える。

表2 本システムの従来の紙地図を用いた方法による路上実験の結果の比較

NO	手法	調査地区	模擬実験内容	使用した地図	面積	調査建物数	調査時間	1軒あたりかかる調査時間
1	現地被害情報収集システム	東京都新宿区西新宿4丁目	建物全数調査	住宅地図	25ha	107棟	33分	18.50秒
2		東京都新宿区西新宿4丁目	建物全数調査	住宅地図	25ha	130棟	44分	20.30秒
3		東京都杉並区阿佐ヶ谷北1丁目	建物全数調査	数値地図2500	14ha	408棟	109分	16.03秒
4		東京都新宿区西新宿4丁目	建物全数調査	数値地図2500	25ha	68棟	26分	22.94秒
5		東京都新宿区西新宿4丁目	建物全数調査	数値地図2500	25ha	65棟	25分	23.08秒
6		東京都渋谷区西原3丁目	初動調査	数値地図2500	17ha	329棟	71分	12.93秒
7		東京都北区上十条5丁目	初動調査	住宅地図	15ha	1103棟	143分	7.78秒
		東京都北区上十条5丁目	初動調査	住宅地図	15ha	1103棟	140分	7.62秒
1	従来の方法 (紙地図による被害調査方法)	東京都新宿区西新宿4丁目	建物全数調査	住宅地図	25ha	102棟	42分	24.71秒
2		東京都新宿区西新宿4丁目	建物全数調査	住宅地図	25ha	130棟	41分	18.92秒
3		東京都杉並区阿佐ヶ谷北1丁目	建物全数調査	住宅地図	14ha	759棟	210分	16.60秒
		東京都北区上十条5丁目	初動調査	住宅地図	15ha	1103棟	140分	7.62秒
		東京都北区上十条5丁目	初動調査	住宅地図	15ha	1103棟	153分	8.32秒
		東京都北区上十条5丁目	初動調査	住宅地図	15ha	1103棟	113分	6.15秒
		東京都北区上十条5丁目	初動調査	住宅地図	15ha	1103棟	113分	6.15秒

(d) 結論ならびに今後の課題

震災直後の被害推定結果をもとに、効率的に被害情報を収集する2種類のシステムの試作版を開発し、各種実験を行って、その有用性を調べた。まずPCや携帯電話のウェブページによるイラスト型アンケート調査システム(Pub-Info System)では、横浜市の例¹¹⁾などに見られるように本システムにより広範囲な地域から速やかに被災情報が収集できる可能性がある。しかしながら本システムによる情報は信頼度に劣り、特に最も情報が必要となる被災地からは得られないと考えられる。従って被災地の周辺の情報や、むしろデータが来ない地域(被災地候補)を特定する場合などに利用できると考えている。今後、携帯電話版ではJavaアプリなどを応用し、簡易な被害情報収集端末としてデータを蓄

え、電話が使用可能位置に移動してデータを送る、などの利用法も考えられる。

一方、被災地における実データ収集システム(Pro-Info システム)では、様々な路上実験を行い、従来の紙地図による方法と比較し、より効率的なデータ収集が可能であることを確認した。一方で、本システムでは、現地の地図データが必要な点、バッテリーを常時用意しておく必要がある点、PCがハングアップした場合、データが消えてしまう可能性がある点、設定したメニュー以外の情報がある場合や用意した地図データが現場と異なる場合などに対して臨機応変な対応が困難な点、炎天下では画面が見にくい点、雨天には使用できない点、などの欠点もあることが分かった。ちなみにPCがハングアップした場合に備え、ある一定時間ごとに自動保存する機能を追加している。今後は様々な状況を想定して、より大規模な路上実験を行いシステムの改良を行う予定である。

(e) 引用文献

- 1) 阿部進・他：横浜市リアルタイム地震防災システムについて、リアルタイム地震防災シンポジウム論文集， pp.11-18, 2000
- 2) 中村豊：世界最初の実用P波警報システム「コレダス」の現状と将来，リアルタイム地震防災シンポジウム論文集， pp.107-112, 2000
- 3) 横田崇：気象庁におけるナウキャスト地震動情報への取り組み，国土セイフティネットシンポジウム， pp.37-47. 2002
- 4) 清水善久・他：超高密度地震防災システム（SUPREME）の開発，国土セイフティネットシンポジウム， pp.17-20, 2002
- 5) 桐山孝晴：国におけるリアルタイム地震防災のあり方，リアルタイム地震防災シンポジウム論文集， pp.143-148, 2000
- 6) 翠川三郎、リアルタイム地震防災システムの現状と利用例、災害部門パネルディスカッション「インフォメーションテクノロジーと地震防災」、2002年日本建築学会大会(北陸) pp.3-4, 2002
- 7) 座間信作・他：地震被害情報の効率的収集方法，第10回日本地震工学シンポジウム， pp.3479-3484, 1998
- 8) 福和伸夫、災害情報整理に基づく双方向災害情報システム「安震システム」の提案，日本建築学会大会学術講演集梗概集， B-2, pp.69-72, 2000
- 9) 石田瑞穂・大井昌弘、地震情報伝達システム ROSE の開発、災害部門パネルディスカッション「インフォメーションテクノロジーと地震防災」、2002年日本建築学会大会(北陸) pp.5-10, 2002、(ホームページ：<http://www.hinet.bosai.go.jp/rose/index.htm>)
- 10) 久保智弘、久田嘉章、柴山明寛、大井昌弘、石田瑞穂、藤原広行、中山圭子、全国地形分類図による表層地盤特性のデータベースを用いた早期地震動推定、第11回日本地震工学シンポジウム， CD-ROM, 2002
- 11) 翠川三郎・他：インターネットを利用したアンケート震度調査，地域安全学会梗概集，No9, pp.44-45, 1999
- 12) 太田裕・他：アンケートによる地震時の震度の推定、北海道大学工学部研究報告92号， pp.117-128
- 13) 岡田成幸・他：地震被害のための建物分類と破壊パターン，日本建築学会学術系論文集， No524, pp.65-72, 1999
- 14) 小檜山雅之・他：災害対応としての建物被害認定過程に関する研究，日本建築学会学術系論文集， No531, pp.189-196, 2000

(f) 成果の発表

1) 論文発表

- 1) 柴山明寛、久田嘉章、早期被害情報把握システムの開発、第 11 回日本地震工学シンポジウム、CD-ROM、2002
- 2) 久保智弘、久田嘉章、柴山明寛、大井昌弘、石田瑞穂、藤原広行、中山圭子、全国地形分類図による表層地盤特性のデータベースを用いた早期地震動推定、第 11 回日本地震工学シンポジウム、CD-ROM、2002
- 3) 久保智弘、久田嘉章、柴山明寛、大井昌弘、石田瑞穂、藤原広行、中山圭子、全国地形分類図による表層地盤特性のデータベース化、及び、面的な早期地震動推定への適用、日本地震学会・地震、2003 (印刷中)

2) 解説・パネルディスカッション講演など

- 1) 久田嘉章、柴山明寛、IT の地震被害調査への活用と課題、災害部門パネルディスカッション「インフォメーションテクノロジーと地震防災」、2002 年日本建築学会大会 (北陸)、pp35-40、2002
- 2) 小谷俊介、久田嘉章、趣旨説明：インフォメーションテクノロジーと地震防災、災害部門パネルディスカッション「インフォメーションテクノロジーと地震防災」、2002 年日本建築学会大会 (北陸)、pp1-2、2002
- 3) 久田嘉章、リアルタイム地震災害情報システムの現状と課題、建築雑誌、Vol.118, No.1503, 日本建築学会、pp36-37、2003

3) 口頭発表

- 1) 柴山明寛、久田嘉章、南栄治郎、早期被害情報把握システム「Pro-Info システム」の開発、地球惑星関連学会 2002 年合同大会、S042-P001、2002
- 2) 久保智弘、久田嘉章、柴山明寛、大井昌弘、石田瑞穂、藤原広行、面的なリアルタイム地震動推定法と有効性の検討、地球惑星関連学会 2002 年合同大会、S081-P011、2002
- 3) 柴山明寛、南栄治郎、久田嘉章、早期地震被害把握システムの被害調査への適用、日本建築学会大会学術講演梗概集、B-2、構造、91-93、2003
- 4) 久保智弘、久田嘉章、全国地形分類図による表層地盤特性のデータベース化、及び、面的な早期地震動推定への適用、日本建築学会大会学術講演梗概集、B-2、構造、83-84、2003
- 5) 柴山明寛、南栄治郎、久田嘉章、早期地震被害把握システムの開発及び被害調査への適用、日本地震学会大会講演予稿集、2002 年度秋季大会、P011、2003

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(c)の1)で説明したようにPC上で簡単に地震情報を収集できる地震被害情報収集ソフトの試作版を作成した。現在精度チェックを行い、一般公開のための準備作業を行っている。プロジェクト終了時にはWEBによる公開を予定している。

(3) 平成15年度業務計画案

平成14年度に開発した試作版システムを用いて大規模な路上実験を実施し、システムの改良を行う予定である。すなわち東京都北区の自治会(上十条五丁目)の協力を頂き、当地にて行われる地震防災訓練の際に現地で模擬の地震被害を設定し、Pro-Infoシステムによる情報収集に加え、参加した市民による情報収集を行い、効率的な被災マップの作成法を探る。一方、レーザー計測計とGISを組み合わせた遠隔地から効率的に被害情報を収集するシステムの開発も試みる予定である。