

担当者と協働して構築するPOS型現場調査支援システムの開発 —平常時の国道調査支援システム構築とその緊急時への応用事例—

Joint Development of POS-Type Field Survey Support System with Local Practitioners
-An Application of Survey Support System for Day-to-day Operations to Emergency-

浦川 豪¹, 吉富 望², 林 春男²

Go URAKAWA¹, Nozomu YOSHITOMI², Haruo HAYASHI²

¹京都大学 生存基盤科学研究ユニット

Institute of Sustainability Science, Kyoto University

²京都大学 防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

We had built an emergency field survey support system (POS System) using PDA, GPS and GIS through the experience of activities on site at Niigata-ken Chuetsu Earthquake, Oct.23, 2004. POS System is an applicable tool for various emergency field surveys and we also pointed out the importance of the information processing based on work flow. The purpose of research is to build an advanced version of POS system that is a survey support system for national road for day-to-day operation and emergency based on analysis of work flow with local practitioners on site and also suggest how to define an upper process for building an effective information system for emergency response.

Key Words : POS system, GIS, information processing, local practitioners, upper process

1. はじめに

日本の地震防災の転換期となった阪神・淡路大震災から約10年が経過した。平成17年には東南海・南海地震に係わる地震対策特別措置法が制定されるとともに、多くの都道府県、市町村が防災対策推進地域として指定された。

中央防災会議の東南海・南海地震等に関する専門調査会は、東南海・南海地震の被害想定結果を公表した。また、東海地震は今後30年以内に発生する確率が80%と報告されている。このような状況下、様々な関係機関では、災害発生後のハザードの状況、災害の規模や被害の情報をリアルタイムまたは早期に収集することによって、被害が深刻か否かを判断し、初動期における迅速な災害対応を可能とする情報システム構築に関する多くの先駆的な研究が進められてきた¹⁾²⁾。国家レベルにおいても、被災の全体像の早期把握、初動期の対応（避難勧告・指示や救命・救助活動等被災地の人命に係わる対応）、被災状況等の各関係機関間での情報・状況認識の共有、マスコミや被災者への情報発信等を可能とする防災情報共有プラットフォーム構築を進めており³⁾、情報共有による被害の軽減が期待されている。

平成16年10月23日には、新潟県中越地震が発生した。筆者らは最も甚大な被害を受けた小千谷市において家屋被害認定調査業務及び罹災証明発行業務の支援活動を行った。家屋被害認定調査業務では、PDAとGPSユニットを使用したデータ入力アプリケーションのプロトタイプを開発し家屋被害認定調査業務を効率化することを試みた⁴⁾。罹災証明発行業務では、GISを基盤とした罹災証明

発行業務支援アプリケーションを開発し、短期間で膨大な罹災証明書を発行することができた⁵⁾。被災地での活動を通して危機発生後の情報システムの担うべき役割は以下のように大きく2つであることが分かった。

①エクスターナルユース

先に述べた防災情報共有プラットフォーム等、危機発生後に各関連機関や被災地外の組織が共通の状況認識を得るための情報共有ポータルサイトを構築すること⁶⁾。

②インターナルユース

GIS等の情報技術を利用し、被災地の自治体職員等がこれまで経験したことのない新しく発生する危機対応業務を支援すること。筆者らが小千谷市の災害対応業務を支援したことは、その一例である。

先に述べたように①に関する取り組みは映像送信システムや衛星画像、航空写真、GPS搭載の携帯電話等最新技術を利用した情報共有システムが今後も積極的に進められるであろう。しかし、②の被災地における危機対応業務を効果的に支援する情報システム及びその活用方策の事例⁷⁾は少なく、阪神・淡路大震災から約10年が経過した現在でも確立していないのが現状である。

井ノ口らによると⁸⁾、新潟中越地震発生後、先に述べた家屋被害認定調査業務、罹災証明発行業務や仮設住宅の設置業務等、自治体等の職員は平常時に経験したことのない数多くの災害対応業務に直面し、被災地は長期に渡り災害対応業務を遂行することとなる。被災地における災害対応業務を効果的に支援できる情報システムを構築するためには、災害対応業務に根ざし、情報収集から集約、共有等に至る情報処理過程を分析することが必要

不可欠となる。

これまでの防災情報システムでは、平常時との連続性が提案された⁹⁾。しかし、提案されている防災情報システムの平常時での活用法は、防災訓練等での利用が多い。その他の提案では、防災情報システムの開発者側（技術者側）の理想を述べ、そのシステムが平常時に利用できることを示唆したものにとどまっている。これらは、平常時の業務従事者と協働した情報システム構築プロセスが欠如していた。

本研究では、筆者らが新潟県中越地震発生後、被災地における災害対応業務の支援活動を通して得られた知見に基づき構築した緊急被害調査業務支援システム（以降 POS System: Point of Survey System と呼ぶ）を利用し、平常時の国道調査支援システムを構築し、その緊急時への応用事例を実践的に示す。さらに、これら情報システム構築とともに、現場の業務従事者と協働した業務に根ざした情報システム構築手法を提案し、今後の自治体等の効果的な危機対応を可能とする情報システム導入に寄与するものである。

2. 研究の概要

筆者らは緊急被害調査に着目し、PDA、GPS と GIS を利用した POS System を構築している⁴⁾。POS System は図 1 に示すように、緊急被害調査に着目し、被災現場での被害状況・情報の収集（PDA、GPS を利用した調査対象物の位置や入力データ等調査データの収集とデジタルカメラを利用した調査写真の収集）を行い、現場調査後、調査データとデジタルカメラの写真データをデータ登録支援ツールを利用し蓄積・管理し、さらに地図や帳票へ情報集約するといった被災地においてボトルネックとなっていた情報処理過程を効率化、一元化した情報システムである。POS System は以下の要件を満たすものである。

- ・調査員が現在地をリアルタイムで確認できること。
- ・調査項目を簡単に設定できること。
- ・被災場所や被災状況を現場で簡単に入力できること。
- ・デジタルカメラで撮影した写真を簡単に整理できる

こと。

- ・撮影した写真と位置を簡単に関連づけできること。
- ・必要な情報（地図）を素早く地図に表示できること。
- ・反復調査のための履歴管理が可能であること。
- ・登録した情報を報告書にレイアウトできること。

本研究では、POS System を基盤とし、平常時の国道や国道に関連する構造物及び施設の調査に着目した情報システムを構築する。また、その緊急時への応用事例を実践的に示すことによって、平常時と緊急時の継続性のある情報システムを提案する。さらに、現場の業務従事者と協働した情報システム構築プロセス及びその手法を明らかにする。

まず、危機対応業務を効率化する情報システムにとどまらず全ての情報システムを構築するための情報システム開発プロセスに準拠し、現場の業務従事者と協働したシステム構築のために必要な技術体系とそのプロセスを整理する。次に、平常時の国道の点検業務を効率的に進めるための国道点検業務支援システムを現場の業務従事者と協働で構築し、その応用事例として地震災害発生後に実施される国道異常（地震）時巡回支援システムを構築する。最後に、POS System が平常時の段階から多くの自治体等の職員に利用されることを目指し、屋外調査業務において最も主要な機能に絞り込んだ標準的な屋外調査支援システムを開発し、自治体職員とのケーススタディを通して、その有用性及び活用方法を検証した。

本研究は、国道の平常時の現場調査支援システムとその緊急時における応用事例を現場の業務従事者と協働した実践的な事例として示し、効果的な危機対応を可能とする情報システム構築及びその構築プロセスを提案するものである。

3. 現場の業務に根ざした情報システム構築のために必要な技術体系

多くの情報システムを構築するためのシステム開発は、一般的に発注者と受注者の 2 者間で行われる。

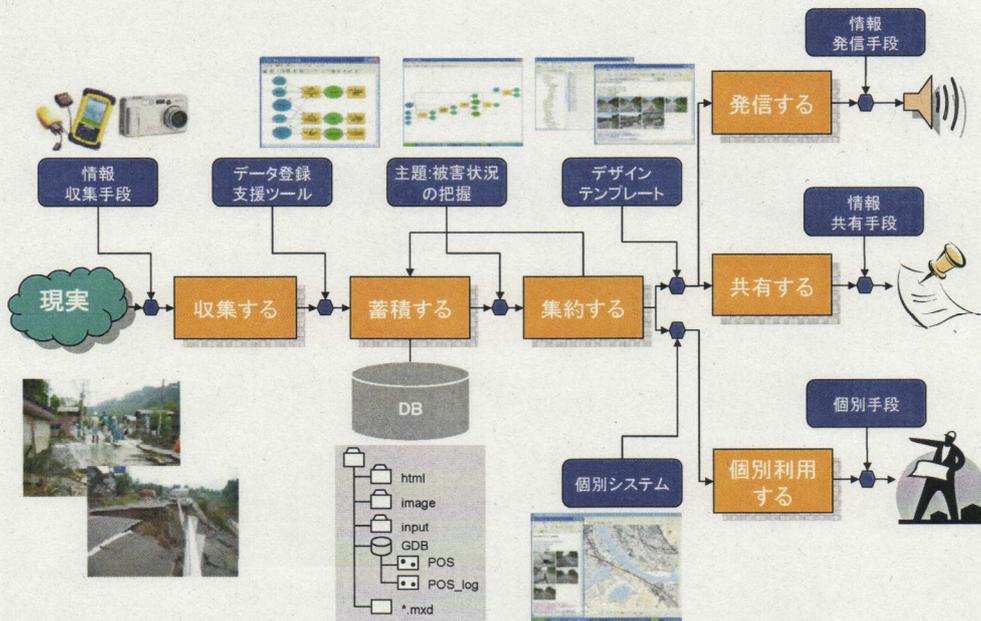


図1 POS Systemの情報処理過程

まず、受注者は発注者（ユーザ）の求める漠然とした情報システムに求めることを整理し（要件定義を行い）、発注者の要望に沿って基本設計を行う。この行程は一般的に情報システムの上流工程と呼ばれている^(10),11)。上流工程の成果物はコンピュータシステムに関して素人であるユーザにとって分かりやすいものであると同時に、その後の詳細設計、構築・テストといった下流工程を担うプログラマとの相互理解が可能なものとなる。要件定義は、ユーザの情報システムに求める大まかな要求を整理したものであるが、基本設計は図2に示すように発注者の業務フローが分析されてはじめてデータベースの設計のための基となるデータモデル、情報システムの実行するための基となる機能モデル、そして業務モデルをまとめることができ、基本設計が適切な情報システムを導入するための最も重要な工程となる。

業務フローを整理する概念設計の工程は、発注者と受注者が協働で進めることが必要不可欠となる。

下流工程の技術体系はプログラミング言語等であり、これらの実装技術を駆使して情報システムが開発される。しかし、先に述べた業務フローの分析からはじまる上流工程の技術体系は確立していない。自治体職員等の平常時の業務、特に現場での調査では、様々な判断等（住民からの苦情・要望に対する施設修繕の必要性の判断等）が個人の経験や技量に委ねられていることが多く、これらの業務フローが下流工程に上手く受け渡してきていないのが現状である。図3に示すように上流工程の中で最も重要と位置づけている業務フローは、業務の手続きを示すフローチャートや業務の中に含まれる仕事ができるようなモノや情報を取り扱うのかを示すデータフローダイアグラム（DFD⁽¹¹⁾）を使って表現・整理することができる。フローチャートやDFDを記述することによって、下流工程側の開発者は容易にUML⁽²⁾のActivity図、Sequence図、Class図等を作成し、プログラミング言語等の実装技術を駆使して情報システムを開発できる。

本稿で着目している被災地で新たに発生する危機対応業務は他の一般的な平常時の業務と異なり、実務者が未経験の業務であるため「誰が」、「どのような状況で」、「どのような手順を踏むのか」といった業務フローが明確ではない場合が多い。先に述べたように、危機対応業務の業務フローが整理されない状況では業務を効率化する情報システムを構築することはできない。つまり、危機対応業務フローを分析していない状況で導入された情報システムは役に立たないということを意味し、その業務フローが明確ではないことが自治体等において効果的な危機対応を可能にする情報システムが導入されない原因であると考えられる。しかし、従事者が未経験の危機対応業務の全てが危機対応に特化した業務ではなく、平常時の業務と共通する業務内容、情報処理過程が存在するのではないかと考えられる。例えば、被害情報収集業務は平常時の施設点検業務、罹災証明発行業務は窓口対応の業務に相当すると考えられる。

本稿では以降の章において、業務従事者の業務に着目し、業務の内容や進め方をヒアリング調査を通して明らかにし、上流工程の技術体系を利用した平常時と緊急時を考慮した国道の現場調査業務を効率化するための情報システム構築する。また、図3で示したその技術体系を利用した情報システム構築プロセスについて述べるものである。

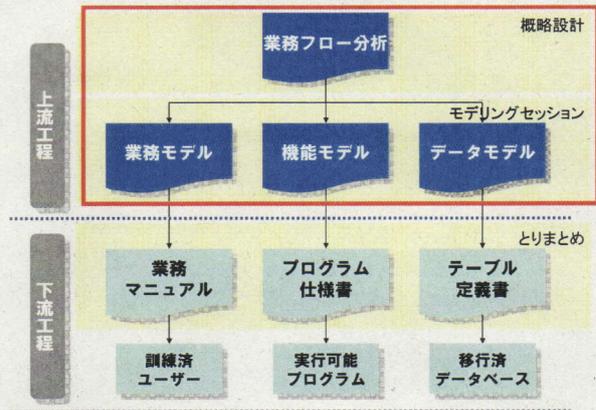


図2 情報システムの基本設計⁽¹⁰⁾

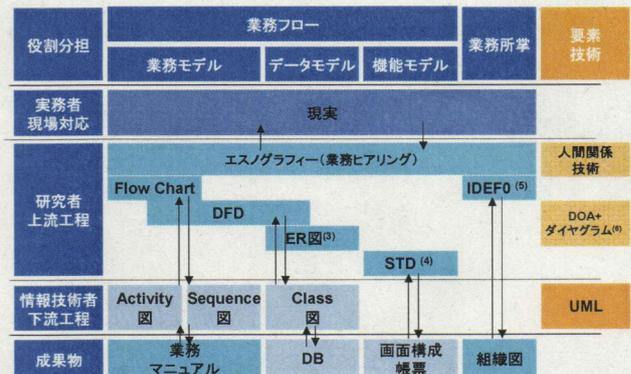


図3 現場の業務に根ざした情報システム構築のために必要な技術体系

4. POS System を基盤とした平常時の国道調査支援システム構築とその緊急時への応用事例

本章では、国道の現場調査業務に焦点を当て、業務ヒアリングを通してPOS Systemを基盤とした平常時の国道点検業務支援システムを構築した。また、その応用事例として緊急時の国道異常（地震）時巡回支援システムを構築した。ここでは、国道現場調査の平常時と緊急時の業務内容、情報の流れを現場の業務に根ざした情報システム構築のために必要な技術体系を用いて分析し、具体的な情報システムを構築する。

(1) 国道点検業務（平常時）

北陸地方整備局の協力を得、新潟国道事務所水原維持出張所管内の国道49号線をフィールドとし、平常時の国道点検業務の業務内容、情報処理等をヒアリング調査や国道点検業務の現場に同行することで明らかにした。

a) 調査概要

日時：2005年10月27-28日

2005年11月15-16日

対応者：北陸地整・企画部、北陸地整・道路部、新潟国道事務所、新潟国道事務所・水原維持出張所

b) 調査内容

① 平常時国道点検業務

新潟国道事務所管轄の一般国道49号の平常時国道点検業務は水原維持出張所の職員が実施する。本点検業務は、毎日（午前・午後1回ずつ）、運転手1名、点検者1名の構成で実施される。点検業務では、必ず点検すべき国道の関連施設（占用施設や危険崖等）の点検と不確定に

発生する道路上の障害物（動物の死骸や落下物等）の発見・除去等の対応を行う。

②平常時国道点検業務の情報処理

水原維持出張所では、既に平常時の国道点検業務を効率化するための情報システム、ARMS (Advanced Road Management System) を導入している。ARMS では、デスクトップ PC、タブレット PC、デジタルカメラを利用して、点検者は ARMS がセットアップされたタブレット PC を点検車両に持ち運び、点検箇所に向かい車内でデータ入力する。入力項目は点検対象物に応じて、路面の異常、道路施設の異常、作業、工事状況、交通状況、気象状況、資産、苦情、その他が設定されている。点検移動中に道路や道路関連施設に異常を発見した場合、車両を停止し、関連情報のデータ入力を行う。屋外での点検終了後、維持出張所において、デスクトップ PC に点検結果のデータを移動する。また、デジタルカメラの写真をデスクトップ PC にコピーし、手で写真を登録する。最後に図 4 のように調査箇所全体の概要版と詳細版の帳票を出力し 1 日の国道点検業務は終了する。また概要版の帳票には、自動取得された固定点における車両通過時刻が記録される。現状の課題として点検員から機動性の低いデバイス（タブレット PC）やメンテナンスコストの問題点が指摘されたが、ここで着目する情報処理面の課題としては、デジタルカメラの写真の処理を効率化すること、地図と点検結果を参照できること、蓄積された点検結果を簡易に検索できること等があげられた。

(2) 国道異常（地震）時巡回（緊急時）

国道異常（地震）時巡回支援システム構築のために北陸地方整備局の協力を得、新潟中越地震発生後の本調査業務の状況、問題点等のヒアリング調査を実施した。

a) 調査概要

日時：2005 年 5 月 11 日

対応者：北陸地方整備局・企画部防災対策官、道路部道路管理課

b) 調査内容

①国道異常（地震）時巡回業務内容

国道異常（地震）時巡回は、近隣の各地方気象台で、震度 4 以上の地震を観測した場合、又は局部地震で被災（津波等を含む）の恐れがあると判断したときに実施する調査であり、地震発生による被害の状況を迅速に把握し、被災地内外の関連機関に被害や交通規制に関する情報を提供すること、応急修理により緊急輸送路や一般道路の交通機能を確保することを目的としている。調査は、管理区間を片道 1 時間以内で巡回できる区間に区切り、迅速に巡回できるように、各協力業者の巡回区間をあらかじめ決めておき、管理区間を往路 1 時間以内で巡回するものである。

②調査主体

原則として、維持出張所の職員が実施する。ただし、地震規模等により、緊急を要する場合、又は職員による出動体制が整うまでに時間を要する場合は、「災害時にこえる道路の災害応急対策業務に関する協定」等に基づき業者等の協力を得て迅速に実施する。

③調査項目

点検項目は、国道異常（地震）時巡回チェックリストにより実施される。巡回点検施設は道路構造物本体（道路、橋梁、トンネル、洞門・スノーシェド、横断歩道橋、地下横断歩道、キャブ・電線共同溝）、道路構造物本体以外（沿道施設、占用施設、その他）であり、それぞれ

の構造物の被害を車内からの目視、必要に応じて徒歩によりチェックする。

④新潟中越地震における情報処理の課題

調査は国道異常（地震）時巡回チェックリストの紙媒体を持ち出し、構造物の被害を入力する。巡回者は異常が発見されると、その内容を維持出張所長等へ報告する。維持出張所長等はすみやかに交通規制等の措置を講ずる。新潟中越地震における調査では、情報収集に時間を要した。図 5 のように地震発生後から約 4 時間後に災害発生情報第 1 報が関連組織に発信された。これらの情報をもとにホームページで道路被害の状況、規制状況を公開した¹²⁾。地震により被害が無い又は小規模な場合は、規定の 1 時間以内で巡回を終了できるが、大規模な被害の場合は、1 時間以内で巡回を終了することは困難であること、協力業者との具体的な情報収集方法が確立していなかったこと等の体制的な課題の他、現場の情報処理の課題として以下の点があげられた。

・変更する調査項目

調査の入力項目はチェックリストや道路震災対策便覧¹³⁾に定められていたが、現場では状況に応じて調査項目や入力項目を変更して対応した。

・デジタルカメラで撮影された写真の処理

最も重要な課題はデジタルカメラで撮影された写真の処理であった。それぞれの調査員が撮影した写真そのものの管理、写真の撮影場所の特定等ヒアリング調査当日においてもこれらの写真は未だ整理されておらず、報告書等作成のために該当する写真を検索することに多大な労力を要していた。

・収集した情報と対応策

収集した被害情報をもとに交通規制等の対応策を講じるための情報システムの機能が求められていた。

日時	路線情報	項目	状況	措置・方針	備考	写真
2005.05.11	1号線	橋脚	異常	通行止め		
2005.05.11	2号線	橋脚	異常	通行止め		
2005.05.11	3号線	橋脚	異常	通行止め		
2005.05.11	4号線	橋脚	異常	通行止め		

図 4 国道点検結果の帳票（概要版）

国土交通省 北陸地方整備局 長岡国道事務所からの図表です。
(平成16年10月23日 21:00現在)

災害発生情報（第1報）

平成16年10月23日 21:00現在

【通知内容】

10月23日18時00分頃の新潟県上越地方を震源とする地震発生に伴い、管内全域で震度4以上が観測されたため、国土交通省 長岡国道事務所は 災害発生情報1号を18時00分に発信しました。

管内の道路を閉鎖しました。

国道0号 尼崎市上野池地先～中之島市長島新町地先(50km) 通行止め

国道4号 長岡市大野町地先 龍宮橋(49km) 通行止め

国道6号 柏崎市寺地先 比内町地先(91.5km) 通行止め 23100 通行止め

国道17号 堀之内町野原地先 赤南町1号(237km) 通行止め

国道17号 小千谷市三仏生地先 小千谷大橋～龍の大橋(269km) 通行止め

国道17号 長岡市高畑地先(281km)～小千谷方面通行止め

※通行止めされる方は関係員の指示に従ってください。災害後の道路情報、気象情報に御注意下さい。

図 5 災害発生情報（第1報）

(3) 平常時の国道点検業務支援システム構築とその緊急時への応用

平常時と緊急時における国道の点検業務に関するヒアリング調査を行い、さらに実際の平常時の国道点検業務に立ちあい、現場業務従事者と協働でその業務内容と情報処理過程を整理した。これらの内容に基づき、国道点検業務支援システムを構築し、さらにその応用として国道異常（地震）時巡回支援システムを構築した。

筆者らは新潟中越地震発生後、GIS を利用した被災地支援活動を行い、そこで得られた教訓を基に緊急被害調査に着目した POS System を構築した。その情報処理過程は、現場でのデータ収集、現場調査後のデジタルカメラ写真の整理と帳票作成という流れである。調査員は現場で位置と調査内容を入力し、デジタルカメラで写真を撮影する。調査後、調査員はデジタルカメラの写真をデータベースに簡易に登録できるとともに、写真と位置、調査内容との関連性を確立し、html ファイル、帳票を自動的に作成することができる。国道点検業務支援システムと国道異常（地震）時巡回支援システムも同様の情報処理過程となることがヒアリング調査等で明らかとなり、POS System を拡張した情報システムとした。

a) 要件定義

国道の平常時と緊急時の調査業務支援システム構築に向けた要件定義を表 1 に示す。POS System の要件定義に加え、国道の平常時と緊急時の現場調査業務支援システムには、国道名が簡単に特定できること、調査地点が kp (キロポスト) により特定ができること、調査地点の所在地 (町) が特定できることが求められる。更に平常時では点検パトロール車両の通過時間が固定地点で記録できること、緊急時では収集した調査地点の被害情報から道路の交通規制の措置に展開できることが求められる。

b) 業務フローの分析

3 章で述べた情報システム構築のための技術体系において業務フローを分析するために有効な図法である DFD を用いて平常時と緊急時の国道点検業務を記述した。

図 6 で示すように、平常時の国道点検業務では、平日の業務時間が開始されると維持出張所職員が地図や情報入力チェックシート（水原維持出張所の場合は、地図、チェックシートを登載した ARMS）を持参し、定められた点検箇所を点検する。巡回員は現場での点検情報を収集後、維持出張所に戻り点検情報と点検写真をデータベース（データストア）に登録する。さらに巡回員は指定された帳票を作成し、国道事務所へ報告するという業務の流れとなる。

表 1 国道の調査業務支援システム構築のための要件定義

用途	要件定義	国道点検業務支援システム	国道異常(地震)時巡回支援システム
現場での情報収集(PDA)	POS Systemの要件定義	調査員が現在地をリアルタイムで確認できること。	調査項目を簡単に設定・変更できること。
		現場で簡単に情報(地図等)を入力できること。	デジタルカメラで撮影した写真を簡単に整理できること。
現場調査後の情報処理(デスクトップPC/ラップトップPC)	拡張要件	撮影した写真と位置を簡単に関連づけできること。	必要な情報(地図)を素早く地図に表示できること。
		反復調査のための履歴管理が可能であること。	登録した情報を報告書にレイアウトできること。
		国道名が簡単に特定できること。	調査地点がkp(キロポスト)により特定ができること。
		調査地点の所在地(町)が特定できること。	固定地点の車両通過時間が記録できること。
			調査地点の被害状況を道路の交通規制状況に反映できること。

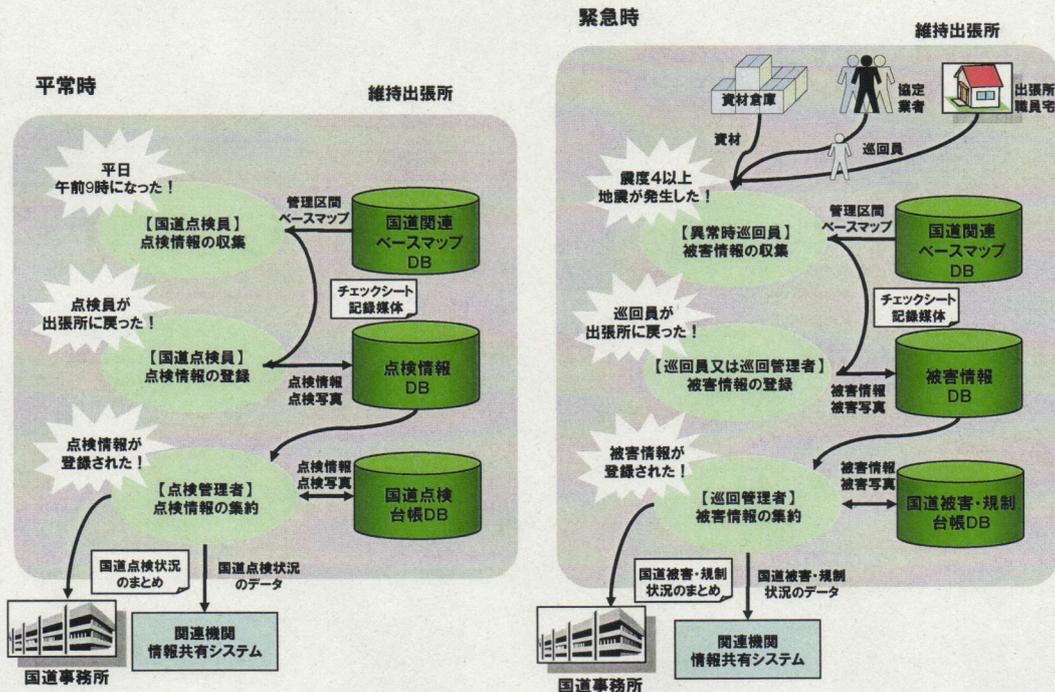


図 6 国道の調査業務フロー (DFD)

国道異常（地震）時巡回では、維持出張所職員及び協定業者が巡回員となり、パトロール車両等の交通手段及び必要な資機材を調達する。巡回員は地図や情報入力チェックシートを持参し被災現場に向かい、被害情報を収集する。被害情報収集後、巡回員は維持出張所に戻る。巡回員又は巡回管理者は、被害情報と被害写真等をデータベース（データストア）に登録する。巡回管理者は、複数の巡回員によって登録された被害情報をもとに、被害全体像の集計やリスト作成、報告書等の被害情報の集約業務を行う。これら集約された情報は国道事務所等の関連機関に速報や報告書として提出される。また、維持出張所、国道事務所、地方整備局、国土交通省等の関連機関で情報共有システムを構築している場合は、そのシステムを利用し集約した情報を共有する。今回利用したDFDに記述することで、平常時と緊急時の国道調査業務フローが明確となるとともに、情報だけではなく、人とモノの流れも把握することができる。また、このプロセスでこれまで職員の暗黙の経験やノウハウでしか実行できないと思われていた業務（不定形業務）が定型化業務として遂行できるか否かを議論することにもつながり、業務を統括する組織にとって有益なものとなる。

緊急時の国道調査業務フローは、平常時の業務フローに人の確保、資機材の調達等人やモノの流れを考慮することで成立することが図6から分かる。つまり、情報の収集業務、蓄積業務、集約業務といった情報の流れに着目した業務フローは同様の形態（パターン）である。これらの業務フローのパターンを明示化し、整理することは、本稿で述べる平常の業務と緊急時への応用の事例等複数の業務を包括的に効率化できる情報システム構築にとっては重要となる。また、図6のDFDは、情報の流れと同時に緊急時の巡回員やパトロール車両、オートバイ、その他資機材の確保といった人やモノの流れを記述しており、調査業務を遂行するための体制確立、物的資源確保等の必要性を示している。

このように国道の現場調査業務フローは、平常時と緊急時双方で同じパターンで進められることが分かる。それぞれの業務で個別に情報システムを構築するよりも、両者の調査業務を同時に効率化できる包括的な情報システムを構築する方が望ましいということが容易に理解できる。

c) 平常時の情報システムの構築と緊急時への応用

ここでは、平常時と緊急時の国道調査業務を効率化するための要件定義、業務フローに基づき、データモデル、機能モデルを検討し、国道点検業務支援システムを構築し、さらにその応用として国道異常（地震）時巡回支援システムを構築した。データモデルは、緊急被害調査のためのPOS Systemのテーブル定義を用いた⁴⁾。データモ

デルは、PDAとGISを用いて収集する情報（自動取得：ID、調査日時、更新フラグ等、調査員が追加：調査結果等）とその後のデータの登録・集約のための情報（htmlリンクパス、写真リンクパス等）とで構成されるテーブル定義である。機能モデルは、PDA側は調査項目、入力リストを設定し、簡易に現場でデータ入力可能なデータエントリーツールとした。現場調査後のデスクトップPC/ラップトップPC側はArcGIS9モデルビルダー⁷⁾を利用し、入力データと情報処理機能、派生データから構成される情報処理過程をフローチャート形式で記述・実行できるユーザーインターフェイスとした。

表2に、国道点検業務支援システムと国道異常（地震）時巡回支援システムの実装機能を整理した。要件定義と業務フローの分析に基づき、現場調査ではデータエントリーツールを実装し、現場調査後は、両システムに共通な機能となる位置情報と写真の同期機能、地図と写真の表示機能、写真と調査結果を閲覧するためのhtml作成機能、写真と調査結果を整理するための帳票作成機能に加え、平常時では固定地点の車両通過時間取得機能を拡張することによって国道点検業務支援システムを構築できる。同様に、緊急時では被害情報による交通規制分析機能を拡張することによって異常（地震）時巡回支援システムを構築できる。

① 国道点検業務支援システムの構築

国道点検業務支援システムでは、PDAとデータエントリーツールを利用し、図7のように現場で点検情報を入力する。同時にデジタルカメラで被害写真を撮影する。現場での点検終了後、維持出張所において図8の情報処理プロセスを実行することによって緊急時の情報システム同様にデータベースへの登録、位置情報と写真の同期、htmlファイルの作成（図9）、帳票が完了する。国道点検業務ではヒアリング調査結果に基づき、普段から点検員が利用している2種の帳票、一覧帳票（代表写真を含む帳票：図10）と詳細帳票を出力している。また、同様に拡張した情報処理プロセスを実行することにより図8のように固定地点の車両通過時間取得することができる。この機能はPDAで情報収集する際に、接続しているGPSユニットから10秒ごとに通過地点のトラックログ（位置情報と時間）を取得し、あらかじめ準備している固定地点と最も近い通過地点の通過時間の情報を取得し、自動的に地図と帳票に表示させる仕組みである。図10の帳票に自動算出される調査地点の所在地とkp（キロポスト）は、調査地点のデータとあらかじめ準備されているベスマップの市町村界のデータを空間的に結合し、調査地点の所在データを抽出し、さらにリニアリファレンス機能を用い調査地点データと道路データから調査地点のkpを自動算出し、帳票内に表示される。

表2 国道の調査業務支援システムの機能

用途	実装機能	国道点検業務支援システム	国道異常(地震)時巡回支援システム	
現場での情報収集(PDA)	POS Systemの実装機能	現在位置参照機能		
		調査項目及び調査リスト作成機能		
位置情報(点・線・面)及び調査結果入力機能				
位置情報と写真の同期機能				
関連した位置情報に基づく写真の登録機能				
地図と写真の表示機能				
写真と調査結果を閲覧するためのhtml作成機能				
写真と調査結果を整理するための帳票作成機能				
現場調査後の情報処理(デスクトップPC/ラップトップPC)		拡張実装機能	国道名の自動取得機能	
			調査地点のkp(キロポスト)自動算出機能	
	調査地点の所在地の自動取得機能			
	固定地点の車両通過時間取得機能		被害情報による交通規制分析機能	

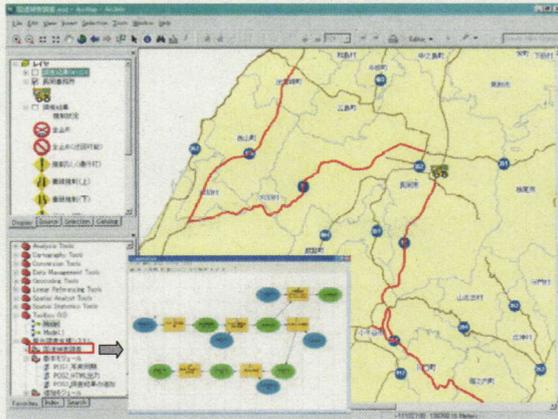


図 11 交通規制分析

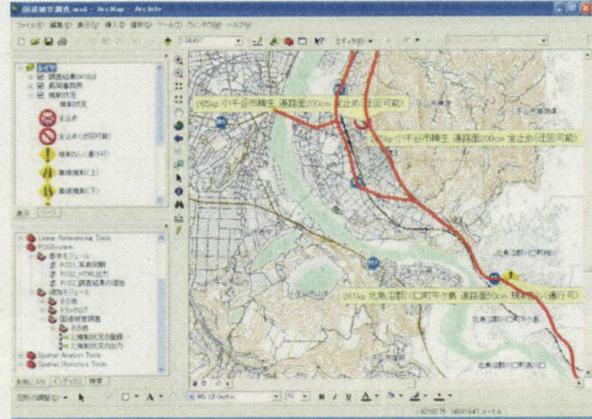


図 12 調査地点の情報表示

5. 緊急被害調査業務支援システムの標準化

前章では、平常時と緊急時の国道の現場調査業務を効果的に遂行するための情報システムを上流工程の技術体系を利用し現場の業務従事者と協働で構築した。危機対応業務の中でも、国道の異常時巡回業務のような被害情報の収集、蓄積、集約業務は危機発生後、被災自治体等多くの組織で実施される業務であり、そこで得られた情報はその後の危機対応業務に深く影響を及ぼす。例えば、被災自治体が地震発生後に実施する建物の被害認定調査結果（情報収集業務）は罹災証明発行業務（窓口業務）遂行のための必要不可欠な情報となる³⁾。平常時においても、自治体等では施設管理のための調査等多くの現場での情報収集業務を遂行している。先に述べた平常時と緊急時の連続性を考慮し、効果的にその業務を効率化する情報システムが多くの自治体等に導入されることが望まれる。その一方で、本情報システムが不特定多数の自治体等の職員の平常時の調査業務に簡易に利用されることも重要であると考えた。ここでは、平常時から多くの屋外調査従事者が簡易に利用可能な情報システムを屋外調査支援システムとして標準化した。また、標準化した屋外調査支援システムの活用方策を宇治市の河川占用施設調査において検証した。

(1) 屋外調査支援システム（標準化）

POS System は多くの緊急被害調査を効率化するための情報システムとして構築している。また、前章で述べたように国道調査業務等、それぞれの調査内容に応じて拡張することができる。ここでは POS System の基本的な機能を多くの屋外調査従事者が平常時から利用できる環境を整備するための標準化を試みた。筆者等は自治体等における従事者と協働で、様々な種別の屋外調査での利用可能性を検討した。その取り組みの中で、頻りに利用され、これまでの調査業務でボトルネック（非効率的）となっていた屋外でのデータ入力、調査後のデジタルカメラで撮影された写真と位置情報との同期、帳票の出力に絞り込んだ機能を屋外調査支援システムの機能とし、ダウンロード可能な環境を整備した¹²⁾。また、POS System の反復調査を考慮した履歴管理の仕組みのためのデータモデル及びデータベース構造は、準備段階としての煩雑な手続きを要し（データベースを作成する等）、利用者側の作業に負荷を与えることが分かり、屋外（PDA）で取得した情報を煩雑な手続き無しで利用できる環境（屋外で収集したデータをそのまま利用できる環

境）とした。

(2) 京都府宇治市における屋外調査支援システムの検証

ここでは、標準化した屋外調査支援システムを利用し、京都府宇治市の河川占有施設調査を実施することによって、その活用方策等を検討した。

a) 調査概要

日時：2005年12月7日～8日

対応者：宇治市役所建設総務課，IT推進課

b) 調査内容

平成17年度より、地方分権の流れを受け京都府の業務であった河川占有施設調査及び施設管理を市町村が実施することになった。宇治市役所建設総務課にとっては、これまで未経験の業務であり、職員数や予算等は従来の枠組みのまま本業務を実施することが求められた。いわば危機発生後の調査業務に近い状況が設定されていた。宇治市役所建設総務課は、屋外調査支援システムを利用し業務の効率化を試みた。京都府より紙媒体の資料が送付され、宇治市では Excel の形式で必要な情報を入力していた。また、宇治市では、GIS を基盤とした情報共有システム・エンタープライズ GIS¹³⁾を導入しており、全庁的な情報共有システムと屋外調査支援システムを利用した河川占有施設調査業務を実施した。

b) 調査業務の実施手順

京都府から受け渡された河川占有施設の紙媒体の情報について、施設がその位置にあるのか否か、記載されている情報が正しいのか否かを全ての施設について調査することが求められていた。既に施設の所在（住所）等施設情報を入力した Excel 形式のデータを作成しており、全庁的なエンタープライズ GIS を利用し、住所マッチングにより施設の所在する点の位置情報と関連情報を作成した。図13のように、PDA を用いて入力する調査項目と入力項目を設定した。エンタープライズGISに格納されているベースマップと施設情報をPDAに移し、170箇所の施設を調査した。（現場では住所マッチングで作成した街区レベルの位置情報を目標に施設に向かい、現場で位置情報を移動させることで、精度の高い施設の情報を作成した。）屋外での調査後、デジタルカメラで撮影された写真と位置情報との同期、帳票の出力を調査日単位で実施した。表3に調査結果を示す。先に述べたように本調査業務に業務時間の多くを費やすことができない状況が前提とした調査の性格上、1日あたり平均1.3時間の調査時間、約15日で調査業務を完了できた。



図 13 河川占有施設の調査項目、入力リスト
表 3 調査結果の概要

調査期間	2006年12月1日～2007年1月30日
実労日数	15日
実労時間	19.9時間
実労時間/日	1.3時間/日
調査箇所数	170箇所
箇所数/h	8.6箇所/時間

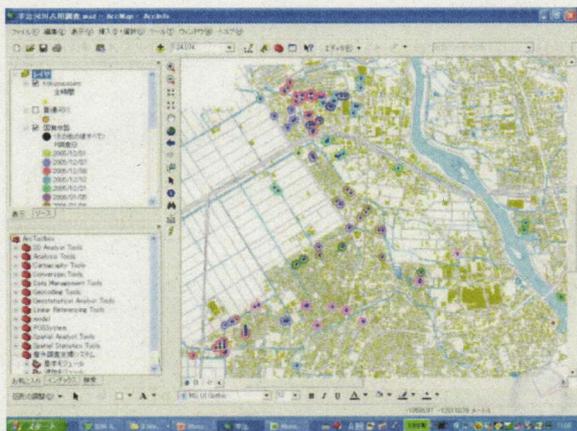


図 14 調査結果の地図

調査従事者からの意見を含め本調査業務を支援することで得られた成果は以下である。

- ・目標施設の位置情報を事前に作成することで、図 14 のように施設が集中するエリアを絞り込み、戦略的に日常業務の合間を見て調査することができた。
- ・未経験の調査業務であったため（不定形の調査業務）、調査データを入力する際の調査員の判断基準が不明確であった。日々の調査結果を簡易に帳票に出力し、判断基準について議論することができた。
- ・調査業務終了後は施設に対する使用料徴収等他の業務に関連するデータとなる。日時や場所等の情報で検索可能な、関連する業務に活用できるデータが調査業務遂行と並行して作成することができた。
- ・調査当初は紙媒体の情報も持参していたが、PDA に場所と関連する情報を入れておくことで、紙媒体が不要となった。

・地域の地理的な情報に精通している自治体職員であっても、施設単位での地理的情報は把握しておらず、GPS ユニットによる目標施設までの位置参照機能は非常に役に立った。

これらの成果から、標準化した屋外調査支援システム有効性は確認できた。宇治市の河川占有施設調査では、限られた時間と人的資源で効率的に調査業務を遂行する、いわば問題解決型の業務形態を実施したことになる。この業務形態は、危機対応業務に近い状況であり、平常業務の中で多くの自治体職員等が屋外調査支援システム等の情報システムを上手く利用した問題解決型の業務を遂行することが望まれる。

6. まとめ

本研究では、POS Systemを利用した国道の平常時の調査支援システム構築とその緊急時における応用事例を現場の業務従事者と協働した実践的な事例として示し、効果的な危機対応を可能とする情報システムの構築及びその構築プロセスを実践的に示した。

以下に本研究で得られた成果をまとめる。

- ①危機対応業務にとどまらず効果的に業務を遂行するための情報システム構築のためには、要件定義、基本設計、詳細設計そして構築・テストという情報システムの構築プロセスを考慮しなければならない。さらに、危機対応業務は従事者にとって未経験の新しい業務である。そのため、情報システム構築の上流工程の最も重要な工程となる業務フローの分析を業務従事者と協働で行うことが重要である。ここでは、情報システム構築のための上流工程を業務従事者と協働で実施するために必要な技術体系を整理することができた。
 - ②現場における業務ヒアリング調査等実践的な取り組みを通して POS 型の国道点検業務支援システムを構築し、さらにその応用システムとして平常時の業務との連続性を考慮した国道異常（地震）時巡回支援システムを構築することができた。そのシステムの構築プロセスにおいて、業務従事者とともその業務フローを DFD を用いて分析し、平常時と緊急時の業務フローをパターン化することができた。DFD で記述した業務フローの分析結果は情報システムのデータベース設計及び機能設計に反映される。国道現場調査支援システムは、平常時と非常時の国道調査業務にとって共通の機能、それぞれに特化した機能を 1 つの情報システム内に設計することによって、平常時と緊急時の連続性を確保した情報システムとして構築することができた。
 - ③POS System の基本的な機能を多くの屋外調査従事者が平常時から利用できる環境を整備することを目指した標準化（屋外調査支援システム構築）を試み、宇治市の河川占有施設調査において屋外調査支援システムが簡易に様々な屋外調査に利用できることが確認できた。
- 本研究では、現場での情報収集から集約業務を事例とした平常時と緊急時の情報システム構築を行った。今後は、被害認定調査と罹災証明発行業務のような、収集、集約した情報を他の窓口業務で利用する場合、共有する場合等を考慮した自治体の日常業務の全体像を考慮した情報システム構築方策について研究を進める。

謝辞

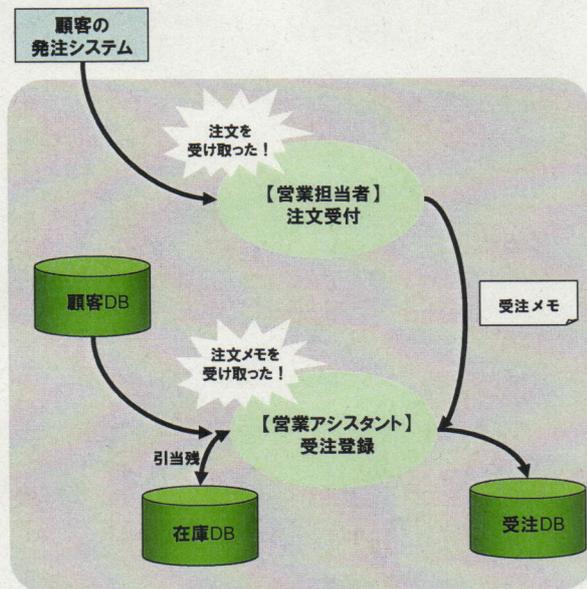
本研究は、文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクトⅢ-3 第5課題「新公共経営（New Public Management）の枠組みにもとづく地震災害対応シミュレーターによる災害対応力向上」（研究代表者：林春男 京都大学）によるものである。

また、本研究を推進する上で ESRI ジャパン株式会社名和裕司氏、セントラル・コンピュータ・サービス株式会社大村径氏には多大な協力を頂きました。また、国道調査支援システム構築にあたり協力して頂いた国土交通省北陸整備局、長岡国道事務所、水原維持出張所の方々、本研究を進める上で協力して頂いた全ての方々に深く御礼申し上げます。

補注

(1) DFD (データフローダイアグラム)

ある目的を達成するための業務と情報の流れを視覚的に図式化したもの。付図1で示すように、データストアは「ドラム」で表され、プロセスが起動するトリガーを「強調フキダシ」として追加される。また、「外部システム」との対応関係が明確にされ、情報の流れる方向が矢印で表されている。



付図1 DFDの一例

(2) UML (Unified Modeling Language)

オブジェクト指向のソフトウェア開発における、プログラム設計図の統一表記法。クラス図、ユースケース図、シーケンス図やアクティビティ図等のUMLダイアグラムがある。

(3) ER図 (Entity Relationship Diagram)

業務で用いられている画面や帳票のデータ項目、つまり現実世界の情報をエンティティ（実体・管理対象）とリレーションシップ（関係）で整理したもの。

(4) STD (Screen Transition Diagram)

画面遷移図と呼ばれ、画面の構成を表す図のひとつで、画面がそのような順序で表示されるか、あるいは画面どうしがそのような関連性を持っているのかを示した図解のことである

(5) IDEFO

業務フローの処理(Activity)、入力、出力、制約、機構の各機能をモデル化する図法。

(6) DOA⁺

Data Oriented Approach（データ構造を設計して、それを前提としてプロセスを設計する）に基づき、データ構造と業務を設計して、それを前提として機能を設計する手法。

(7) ArcGIS9 モデルビルダーは、入力データを決め GIS の機能を実行し、派生したデータが作成される空間情報の処理プロセスであり、フローチャート形式で記述できる。

参考文献

- 1) 中山 渉：超高密度リアルタイム地震防災システム (SUPREME) の開発, GITA-JAPAN GIS と危機管理, pp.48-51, 2004
- 2) 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, 地域安全学会論文集, No.4, pp.159-165, 2002
- 3) 内閣府・中央防災会議・防災情報共有に関する専門調査委員会：<http://www.bousai.go.jp/jishin/johokyouyu/index.html>
- 4) 浦川豪・吉富望・林春男・堀江啓・石本常・大村径：モバイルデバイスを利用した緊急被害調査業務支援システムの構築-ArcPAD を利用した Authoring System の開発-, 地域安全学会論文集, No.7, pp.53-62, 2005
- 5) 吉富望・林春男・浦川豪・重川希志依・田中聡・堀江啓・松岡克行・名護屋豊・藤春兼久：災害対応業務の効率化を目指したり災証明書発行支援システムの開発-新潟県中越地震災害を事例とした新しい被災者台帳データベース構築の提案-, 地域安全学会論文集, No.7, pp.141-150, 2005
- 6) 澤田雅浩・八木英夫・林春男：震災発生時における関連情報集約とその提供手法に関する研究-新潟中越地震復旧・復興 GIS プロジェクトの取り組みを通じて-, 地域安全学会論文集, No.7, pp.97-102, 2005
- 7) 山田博幸・古戸孝・角本繁：新潟県中越地震での自治体復旧業務支援における情報課題解決による減災に関する実証, 地域安全学会論文集, No.7, pp.87-96, 2005
- 8) 井ノ口宗成・林春男・浦川豪・佐藤翔輔：Incident Command System に照らしたわが国の災害対応における情報処理過程の分析評価-2004 年新潟県中越地震災害の小千谷市災害対策本部の活動を事例として-, 地域安全学会論文集, No.7, pp.103-112, 2005
- 9) 畑山満則・角本繁：リスク対応型自治体情報管理システムの開発と神戸市長田区総合防災訓練での適応実験, 地域安全学会論文集, No.5, pp.155-160, 2003
- 10) 渡辺幸三：業務システムのための上流工程入門, 日本実業出版社, 2003
- 11) トム・デマルコ：構造化分析とシステム仕様, 日系 BP, 2005
- 12) 屋外調査支援システムダウンロード URL <http://www.esrij.com/solution/homelandsecurity/pos/index.shtml>
- 13) 浦川豪・吉富望・林春男：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-, 地域安全学会論文集, No.6, pp.305-314, 2004