

災害情報端末「安震君」を用いた 双方向災害情報システム「安震システム」の提案

高井博雄^{*1}・福和伸夫^{*2}・飛田潤^{*3}・河村康弘^{*4}

*1 非会員 修士(工学) 名古屋大学大学院工学研究科 建築学専攻

*2 正会員 工博 名古屋大学先端技術共同研究センター

*3 正会員 工博 名古屋大学工学部 社会環境工学科

*4 非会員 修士(工学) 元名古屋大学大学院工学研究科 建築学専攻

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

兵庫県南部地震以降、情報の問題が防災の要であることが共通認識され、時(発災前後の時間経過)・場(研究・設計・ものづくりと言った情報活用場所)・人(人間の素養・性格・役割)に応じた災害情報の双方向伝達の実現が急務となっている。

そこで本論では、膨大な災害関連情報を交通整理することの重要性を「災害情報整理」という立場で強調しその具現化の方法としての防災カルテ・処方箋の位置づけを述べた上で、双方向情報伝達のフレームワーク「安震システム」と携帯災害情報端末「安震君」の基本概念を提示する。この防災端末の導入により、従前のトップダウン的防災対応(行政中心)からボトムアップ的対応(住民中心)への展開を目指す。

Key Words: arrangement of disaster information, interactive information system, mobile disaster information unit, AnSHIn-system, AnSHIn-KUn

1.はじめに

最近の国内外の甚大な地震災害を受け、地震被害軽減に向けた研究・提案が数多くなされてきた。中でも防災のような広大なフィールドで、多くのシステムが複雑に絡み合った総合的な問題の解決には、情報がキーになると考えられている。第1回本シンポジウムでも、情報、情報システムに関する問題提起が数多くなされている。本論においても、情報の問題に着目して議論を進める。

被害の波及を最小限に抑えるには、時と場と人に応じて必要最小限の情報を双方向で発信・受信することが重要である。時とは発災の前後という時間経過を意味し、場とは研究・設計・ものづくりと言った情報活用場所を、人とは情報を欲する人間の素養・性格・役割・行動に関係する。本論では、これら時・場・人の構成を基本において災害情報の双方向伝達を実現するシステム¹⁾に関する提案を行う。

情報の問題を考えるときに、情報のもつ構造を分析することは、情報利用に際して有益である。そこで、ヒト・コト・モノの3つの側面から地震災害を見てみる。図1に示すように、自然災害の構成要素は「自然」、「人工物」、「人」であり、各々、コト・モノ・ヒトに対応する。「自然」現象である地震によって地盤が揺れることが、建物や都市等により構成される「人工物」の物的被害を誘引し、「人」の死傷・心身両面の疾病・被災者を作り出す。地震時には「自然」、「人工物」、「人」を構成する様々な要因が相互に関連して災害を形作る。この連関度

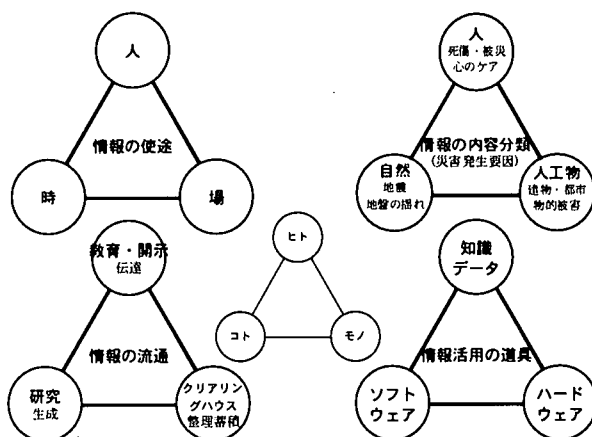


図1 情報の交通整理の例

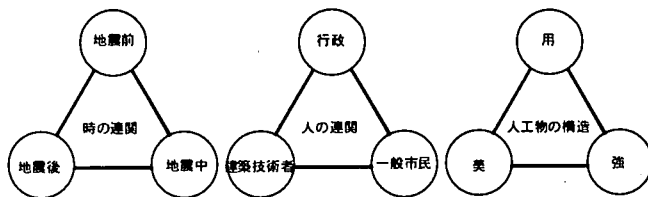


図2 頂点の構造整理

は成熟した都市ほど強く、交錯度合も複雑になるが、自然・社会・人に類別することにより情報の対象が単純化され見通しが良くなる。情報の流通については、人への情報伝達である「教育と情報開示」、新たな情報を生み出す「研究」、情報を蓄え整理する「クリアリングハウス」が構成要素になる。また、情報活用の道具には、「知識・データ」、「ソフトウェア」、「ハードウェア」が必要となる。

さらにこの三角構造の頂点を分析することが可能である。頂点「人」、「時」や「人工物」を分析すると、図2の三角構造ようになる。人の連関は人間の素養に相当し「行政」、「建築技術者」、「一般市民」の構造に分類することにより捉えやすくなる。時の連関は大きく「地震前」、「地震中」、「地震後」に分類する必要がある。そして建築技術者などにより創造された人工物は「用」、「強」、「美」により構成され表現が可能である。

これらの三角構造は、情報の問題を考えるときの切り口に他ならず、各頂点の情報を整理し構造化すると共に、頂点間を結ぶ線を双方向に明確にし太くすることが情報活用の上で重要である。

本論ではこれら情報の切り口をふまえた上で、膨大な災害関連情報を交通整理することの重要性を「災害情報整理」という新たな立場で述べる。さらに、その具現化の方法としての防災カルテ・防災処方箋の位置づけを述べた上で、双方向情報伝達のフレームワーク「安震システム」と携帯災害情報端末「安震君(ANti Seismic Hazard INformation Keeping UNit, AnSHIn-KUn)」の提案を行う。

2. 災害情報整理

実際の災害時に適切な情報が発信されなかったり、発信された情報が必ずしも有効に機能していないことが、これまで数々指摘されてきた。しかし兵庫県南部地震において東大生研が主導したKOBENet²⁾や、トルコ・コジャエリ地震や台湾・集集地震において建築学会災害委員会が実施した災害情報インターネット³⁾は、情報クリアリングハウスの重要性とその有効性を強く認識させた。情報の作り手である発信者と利用者である受信者の意識のギャップを埋めるために、両者の間で情報を整理し通訳したことが、情報の適切な流通を促したと考えられる。昨年度より建築学会に設置された地震情報対応小委員会(久保哲夫主査)も、科学技術庁等から発信される地震情報関連に対して建築学会としてどのように対応し、一般建築技術者に有益な情報として受け渡すかを主に議論している⁴⁾。

この様に、危機状態における災害対応では、情報の整理と咀嚼が重要であり、各情報の本質を捉えながら情報を取捨選択する枠組みを作っていく必要がある。この際に、外部情報と内部情報を区分し、情報間の関係を明示的に示すことができるオブジェクト指向の考え方⁵⁾に基づくモデル化が有効である。

このモデルは3つの側面を持っており、前述の三角構造を用いて図3に示す。オブジェクトモデルはシステムの静的、構造的、「データの」な側面を表現しておりデータ構造(属性)と振る舞い(操作・機能)を内在するオブジェクトを単位として問題を構成する。動的モデルはシステムの時間的、動作的、「制御的」な側面を表現し

ている。機能モデルはシステムの変換的、関数的、「機能的」な側面を表現している。これら3つの側面をバランスよく構成する事が重要である。これは従来のプロセス(手順)を中心とした考え方とは

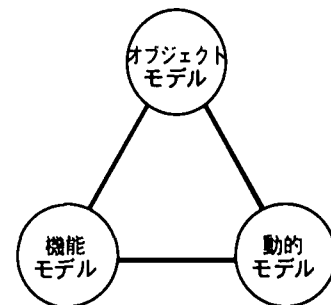


図3 オブジェクト指向モデル
対照的に、物(実体)を中心とした考え方から成り立っており、問題構造の分析、知識整理に適している。

先にも述べたように地震災害との接し方(時・場・人)によって、欲する情報は著しく異なる。例えば、同じ地震被害想定結果に対し行政・建築技術者・一般市民とでは随分異なった形で情報を欲し、受けとめ利用する。これらのことは研究分野でも同様で、地震の発生機構などを扱う自然科学、建物の地震による影響を扱う地震工学、地震が社会に与える影響を扱う社会学等、様々な分野で独自に研究が行われ、独自の分野で成果が出されている。そして、それぞれの研究成果は、他の分野または一般市民の有効利用が可能ない提供されることは希である。これら各々のギャップは大きく、その間を埋める必要がある。

また市町村と町内会では、その立場の違いにより欲する情報が異なってくるはずである。前者は市町村全体、もしくは隣接する市町村を含んだマクロな防災情報を欲し、後者は建物一棟ごと、街区ごと等のミクロな防災情報を必要としている。そのため、現在マクロ・ミクロの情報それぞれ独自に提供されておりそこには連続性がみられない、しかし本来これらは一連の情報として扱われる必要がある。

ここで注目しなければならないのは、これらの基盤となる知識・データの多くは共通しているということである。必要とする知識・データの殆どは共通しているのに、目的・用途が異なるために解析手法や結果の表現手段が異なっているにすぎない。

このような現状をふまえ、本論ではここに災害情報整理の視点を導入する。これは、防災・災害に関連する情報を収集・統合・整理することを基本とし、これにより全ての地震防災に携わるものにとって共通の基盤データを作り上げる。その方法として問題を構成する知識やデータの相互関係をオブジェクト指向分析することにより知識とデータの静的・動的構造を明確にし、知識・データの整理箱を構築しておく。このような手法により構造化された防災を取り巻く全体像を図4-(a)に示す。また一例として災害時に重要な役割を果たす「学校」に関わるオブジェクトを分析した例を図5に示す。図は、人

が「学校」と教育の場として結び付く場合（平常時）と学区を通して避難所として結びつく場合（災害時）を同時に表現している。また避難の問題を考えるのであれば人や物の移動に関係する問題を考える必要がある、図6に「道路」に関わるオブジェクト図の例を示す。この図により「道路」と

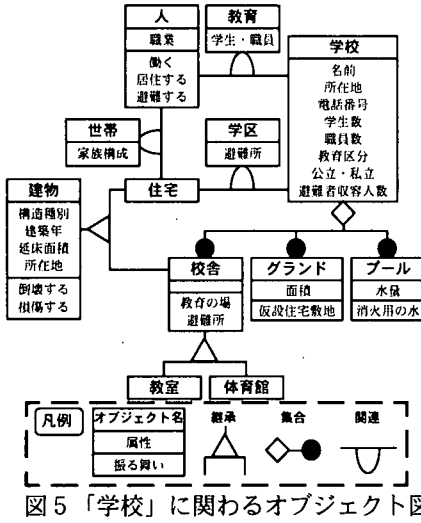


図5 「学校」に関わるオブジェクト図

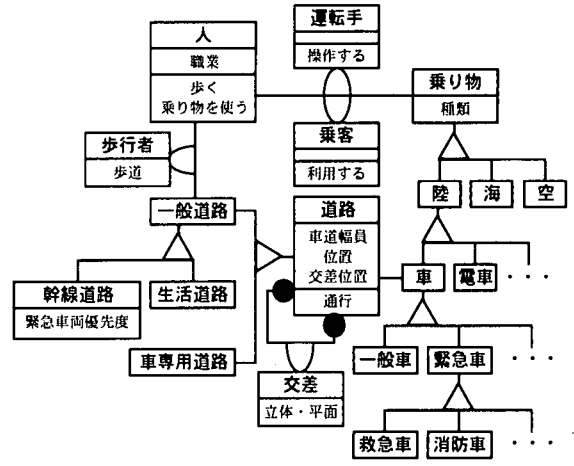


図6 「道路」に関わるオブジェクト図

「人」の多様な関わりを表現することが可能である。

この様にオブジェクト指向により構造化された知識・データの整理箱から、利用者の意向や時間局面に応じた形（便益指向）で必要な情報を抽出し（不要な情報を隠蔽した上で）、情報を翻訳・変換して利用者に提供するインターフェースを介させれば、目的に応じた情報提供が可能となる。そこで、ユーザーとのインターフェースとして以下に示す防災カルテシステムを提案する。

3. 防災カルテシステム

3-1. 防災カルテ

現在の地震被害想定は、地域防災計画立案の一連として行われ、自治体が被害の概要、危険地域などを把握し、事前対策を実施するために主に用いられる。被害想定を基に、地域住民に対しては被害状況、危険地域や行政機関、避難所などの位置情報を示したものを、防災マップという紙のデータで配布する場合もある。ごく一部ではウェブを介して防災マップ情報の開示も行われているが稀なことである。これらは、脆弱地域・危険地域に関する情報を記述した防災カルテと呼ばれるものの一部である。

これまでも、地域の防災力向上には行政側からのトップダウン型の対策だけでは不十分であり、地域住民の防災活動の啓発・活発化を含むボトムアップ型の対策が不可欠であることが多々指摘されてきた⁷⁾。しかし、多くの防災マップは、市や区の単位で紙の情報として提供されているため、その情報は一面からのみ捉えられた平面的なものである。そのため地域住民は何が重要な情報で、地域住民がどのような対策を行えばよいか等身近な問題として捉えづらいのが現実である。

3-2. 防災処方箋

この様にこれまで防災カルテは、脆弱地域・危険地域の抽出にとどまっており、その具体的な原因や効果的な対応策を示しているものは稀であった。これは防災カルテが、ある特定の基礎情報（データ）のみを用いて行政中心に定性的な情報として作成されているためである。また利用する立場の違い（一般地域住民・建築技術者等）・利用する時期の違い（事前対策・直後対応・復興対策）等に対応した定量化された情報になっていないことにも起因している。

本論では前述の災害情報整理を踏まえた、すなわち構

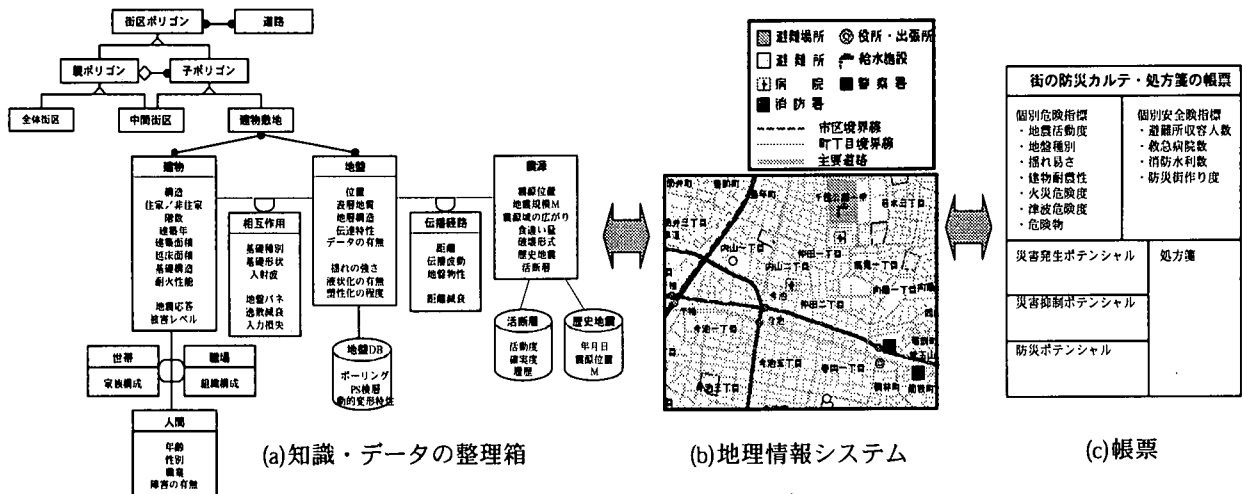


図4 「防災カルテシステム」の概念

造化したデータ・知識の整理箱を利用する。この構造化された情報を元に、災害の発生要因を「災害発生ポテンシャル」、災害抑止要因を「災害抑止ポテンシャル」と定義し、原因分析を行いその定量化をする。さらに定量化された各要因を重み付けし積和した情報を総合的な地震危険度として「防災ポテンシャル」を定義する。この「防災ポテンシャル」により、脆弱地域抽出およびその原因の分析を定量的に行い、具体的な対策案を明示する「防災処方箋」を作成する。この時利用する基礎情報には、住民等から提供されたボトムアップ型のデータも含まれていることが重要である。この「防災処方箋」を参照することにより、それぞれの立場において、最も有効な対策・対応を見出すことが可能となる。これにより、防災対策が身近なものとなり、行政・建築技術者・一般地域住民の防災意識の向上を促しボトムアップ型も含めた双方向の防災対策に結びつく。

3-3. 防災カルテシステム

本論ではこれら「防災カルテ」「防災処方箋」を包含するシステムを実現する方法として災害情報整理に基づく「防災カルテシステム」を提案する。「防災カルテシステム」では構造化したデータ・知識の整理箱を参照しながら、震源・地盤・建物データ等の生データと、これから得られた安全や危険に関わる定量化された素因情報（地盤の揺れや物的被害数量などの科学的情報）をこれまでの紙面による防災マップという形ではなく、地理情報システム(GIS)(図4-(b))上でビジュアルに提供する。さらに、各素因情報の個別指標に加え利用者の要求に応じて各指標を重み付け積和した情報(防災ポテンシャル等)を前述の防災処方箋の形で脆弱性の原因とその対策を明示し帳票化(図4-(c))することを意図している。ユーザーに応じて、抽出すべき個別指標や重みを変更することにより、これまでの画一的な防災カルテとは違い、利用者の様々な要求に応えることができる。図4に防災カルテシステムの概念図を示す。

4. 双方向災害情報システム「安震システム」

ここ数年のインターネット技術の進歩により、様々な研究分野でIT(Information Technology)の応用が進んでいる。地震工学の分野においても同様である。

神戸やトルコ・台湾の地震後の状況を観察すると、大規模災害における発災直後の情報の重要性、トップダウン的な情報収集の限界、インターネットの情報伝達能力の高さなどが見て取れる。インターネット(WWW)の大きな魅力として、情報伝達の即時性、同時性、多量性、広範囲性と情報の分散性等があり、モバイル技術と併せて用いることでどこでもその情報が利用可能となる。災害時のように、短期間で広範囲に情報伝達をしなければいけない問題には、このインターネット・モバイル技術を用いた双方向情報伝達システムの利用価値は高い。

また情報伝達と同時に、情報収集の問題も考慮しなければならない。災害発生時のリアルタイム情報を迅速かつ正確に収集するには、近年急速に普及したGPS、PHS、携帯パソコンと言った先にも述べたモバイル技術の利用が考えられこれまでもいくつかのシステムが提案されてきている^{8)・11)}。しかし、これらのシステムは基本的に災害時の利用を念頭に、被害状況の収集、被害推定のための基礎データ収集に主眼がおかれている。緊急時にも確実に働くシステムを構築するには、日常時の利用や、誰でもが簡単に使えるシステムの親和性を重視する必要がある。これらの実現には地理情報を階層化して管理・表現可能なGIS技術を利用した、常時可動型のシステムが不可欠である。

そこで、本論では、地震などの災害時に町会レベルのきめ細かい災害情報を迅速に送受信し、発災前後のあらゆる時間局面(図11)で誰もが利用できる双方向性を持った災害情報伝達システム「安震システム」を提案する。これは前述の防災カルテシステムの考えに基づくもので、平常時から市民が身近な防災問題に主体的に関与できる仕組みがあれば、住民の防災意識向上(ボトムアップ型の防災)に有用であると考えられる。

本システムは、インターネット技術・モバイル技術・GIS技術をベースとして、リアルタイムな災害情報の把握と発信、被害予測、リスクマネジメント、日常的な防災情報の整備と教育、災害情報に限らない幅広い情報の提供と共有化をねらいとしている。図7に本システムを構成する3つの要素を示す。

・「安震ウェブ」: WWWにより防災情報を提供するGISサーバーである。図8に示すように「安震ウェブ」では防災カルテシステムを稼働させ、手軽なインターネットブラウザ上で誰でもが使える環境を実現する。

ウェブGISはコンピュータプラットフォームに依存しないJAVAで記述し、モバイル端末からのPHSなどでの利用でもストレスを感じない実行速度を確保する。自治体は災害時はもとより平常時においても、サーバーに蓄積された情報を元に都市計画案の策定など日常業務を運営することが可能である。

・「安震スタンド」: 現在の我が国の地域防

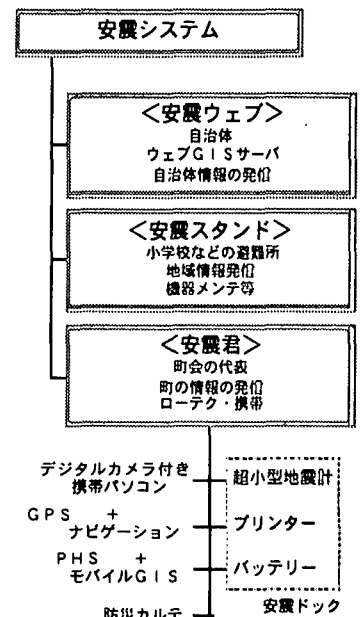


図7 「安震システム」の基本構成

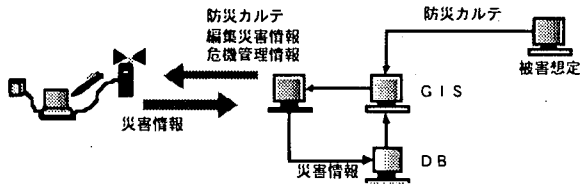


図8「安震ウェブ」の概念

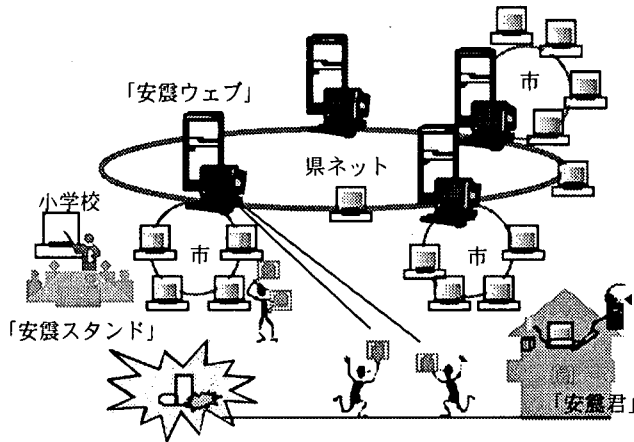


図9「安震システム」の相互連関

災を考える上で、小学校区は重要な役割を果たしている。また全国の小学校において、インターネット環境の整備と教育が進められている。ここではこの点に着目して「安震スタンド」を地域の防災拠点となる小学校などの避難所施設に設置する。市役所・区役所などと専用線や無線で結んだサーバーとともに、次項にあげる「安震君」のスペア部品やバッテリーなどを常備し、公衆回線が使用できない場合の地域情報発信および機器メンテナンスの拠点とする。さらに、これまでは紙の情報であった掲示板を、「安震システム」の利用により電子掲示板化することが可能となり、重複のない最新の情報が逐次公開可能である。

また平常時には、住民が「安震スタンド」に設置された端末により「防災カルテシステム」を利用して地域の防災情報を得ることが可能である。

・「安震君」：多面的な防災・災害情報の収集・活用のための携帯型災害情報端末であり、町内会長など地域の代表者、一般建築技術者や自治体職員に貸与することを想定する。発災時には現場に持ち出してPHSなどで通信しながらモバイル端末として利用する。次章にその詳細を記述する。

以上「安震ウェブ」、「安震スタンド」、「安震君」は、自治体・学区・町会の既存単位に対応しており、図9に示すように相互に関連しながら機能する。これにより平常時を含め、災害時にもシステムの冗長性と情報伝達の双方向性を確保することができる。これによりたとえ行政によるトップダウン的対応が破綻しても、ボトムアップ的に情報を流通することが可能である。住民主体の防災対策の実現には不可欠なシステムである。

5. 携帯災害情報端末「安震君」

携帯災害情報端末「安震君」は、GPS、デジタルカメラ、携帯通信インターフェイス、GIS、ナビゲーションソフトウェア、データベース機能などを備えたモバイルパソコンに、超小型地震計、プリンター、バッテリーからなる据え置き「安震ドック」を組み合わせたもので、図10.11に示すように発災前後の時間経過に応じて様々な機能を発揮する。時系列でその機能を説明する。

「安震君」は、町会の代表者などの家庭に常備することを想定しており、平常時は「安震ドック」にセットして、安震ウェブを参照しながら町内の安全チェックや防災訓練をしたり、自治体の広報や日常業務のやり取りの道具としてファックス・電話代わりに活用する。ここで入力された情報は、「安震システム」により自治体・他の町内会等との共有の情報として保持され重要な基礎データとなる。

発災時には、「安震ドック」に内蔵した超小型地震計による揺れの検知に基づき、震度情報を災害対策本部に自動発信すると共に、直後情報を伝達する帳票を自動生成する。この帳票は極く簡単なもので、町会代表者の安否確認と最低限の状況報告を目的にチェック形式で発信する。本部側は町会レベルの震度情報と直後報告に基づき、被害状況の早期把握に役立てる。この時、超小型地震計による震度と「安震君」本体に実装されている防災カルテシステムを利用して、町内会の簡易被害推定を行うことが可能である。その後、町会代表者は「安震君」を「安震ドック」から分離し、前述の簡易被害想定と内蔵の防災カルテ情報に基づき町内を一巡して被害の一次情報を報告する。防災カルテには町内の危険物や重要拠点などの非常時チェック項目が地図上に表示され、帳票を表示すると共にGPSナビゲーションシステムが調査を支援する。その際に、付帯のデジタルカメラで映像情報も取得する。GPSによる位置・時間情報が映像情報に自動添付される。

一方、「安震ウェブ」上には自治体の震度情報ネットや町会レベルの震度情報等が先述の防災カルテシステム

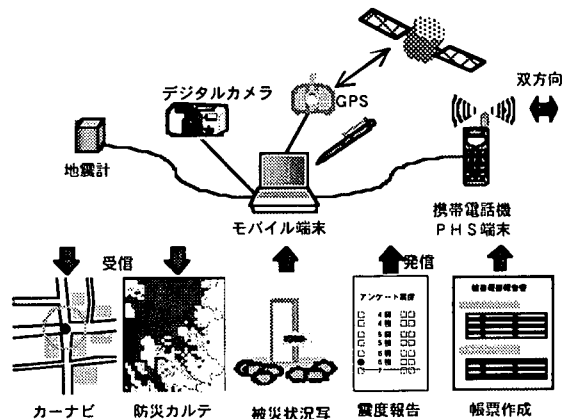


図10「安震君」の主な役割

の考えに基づき、利用者の立場に応じた有効な形で開示され始めているので、安震君からも全体状況の把握が可能となる。町会代表者は口コミでこの種の情報を周囲に流布する。

次の段階は、やや詳細な状況調査へと移る。「安震君」には防災カルテ上に各町内毎の世帯・建物情報が格納されているので、町会代表者はGPSナビゲーションシステムの援助を受けながら各建物の被災状況、各世帯の安否情報を調査する。調査結果は災害対策本部へと送信すると共に、「安震スタンド」のある避難拠点にも報告する。これにより、本部側でも早期に被害状況・安否情報を把握し、広く情報を提供することが可能となる。必要なものは安震ウェブ上に情報開示する。

「安震ウェブ」上では、時間の経過と共に、安否情報に加え、避難所、救援物資、給水、救急医療、交通などの、救急・避難時期の情報を提供し始めるので、「安震スタンド」や「安震君」が被災住民と行政をつなぐ情報のパイプとなる。特に避難所となる小学校における「安震スタンド」のこの時期の役割は大きく、誤った情報によって避難住民に混乱が生じることを避けることが可能である。その後の応急復旧段階では、応急仮設住宅、罹災証明などの様々な行政手続き情報を3つのシステムを介して送受信できる体制を整える。

さらに復興期においては、「安震君」により得られた要解体家屋の存在、住民の転出状況など震災後の情報と、震災前に蓄積されていた情報をもとに、地域の復興計画を「安震ウェブ」を介して住民とともに策定する事が可能である。

ここで特記すべきことは「安震君」が、本体に平常時より逐次更新され蓄えられたデータに基づく防災カルテシステムを実装していることである。外界との通信が不可能であっても「安震君」および「安震ドック」によって、被害の推定、被害量の把握調査等を行うことが可能である。町会代表者はそれらのデータを収集した「安震君」を避難所にある「安震スタンド」に持ち込むことによって、「安震ウェブ」と相互に情報を交換することが可能である。

なお、「安震君」は、上に述べたような市民レベルの利用に加え、行政職員や建築技術者にとっても、災害後の応急危険度判定や罹災証明発行、さらには被害調査集計などの業務にも利用できる。

6. まとめ

本論では、最近のインターネット技術、モバイル技術、GIS技術を活用して、日常時から災害発生時に至るあらゆる時間局面で活用できる双方向災害情報伝達システム「安震システム」の概念を提案した。このシステムは、自治体による情報提供の場である「安震ウェブ」、市民の

時間経過	発信	受信	機能
平常時	○	○	広報・日常連絡
	○	○	防災訓練(被害想定)
	○	○	日常チェック(防災カルテ・処方箋)
地震発生!	○	○	超小型地震計に基づく震度情報の自動発信
	○	○	発災直後の利用者安否確認と簡易状況報告
被災直後	○	○	防災カルテ情報に基づく危険物等の町内調査・報告 (防災カルテチェックリスト, GPS, 数値地図の利用)
		○	周辺の震度分布
避難・救援期	○	○	町内の個別建物被害度・安否情報の収集報告 (個別建物被害度, 安否チェックリスト, GPS, 数値地図の利用)
		○	全体被害状況の受信
		○	避難所・救急医療・救援物資・安否情報の受信
応急復旧期		○	住宅・交通・心身ケア・職場情報の受信
		○	各種行政手続き情報の受信
復興期	○	○	復興計画策定の情報

図 11 時間経過に応じた「安震君」の機能

双方向情報伝達手段となる携帯災害情報端末「安震君」、両者の間で避難拠点に設置する「安震スタンド」の3つから構成される。これらにより、災害発生時の細やかで迅速な情報収集と情報提供の実現、市民の日頃からの防災意識の高揚による災害対応の充実が期待される。すなわち本論の提案は単なるシステム・機器の開発ではなく、過去の災害の経験と熟成した電子通信技術を前提として、従来とは逆のボトムアップ的な災害時情報流通のフレームワークを提示するものであり、これにより災害情報の流通・整理の形態を変え、住民・行政・技術者の防災意識改革に結びつけることも意図している。なお、シンポジウムではプロトタイプシステムを呈示する予定である。

参考文献

- 1) 福和伸夫他：災害情報端末「安震君」を用いた粗放校災害情報システム「安震システム」の提案、日本建築学会東海支部研究報告集, pp.265-268, 2000.2
- 2) KOBEnet 東京：KOBEnet 活動記録集, 1998.8
- 3) 建築学会災害委員会：http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Saigai/, http://www.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/saigai/index.html
- 4) 久保哲夫：今後の取り組みの方向・地震情報対応策小委員会、提言とその後の取り組み、建築雑誌, Vol.113, No.1423, pp.28-29, 1998.6
- 5) James Rumbaugh 他、羽生田栄一監訳：オブジェクト指向方法論 OMT モデル化と設計、トッパン, 1992
- 6) 千代田火災海上保険株式会社：http://www.chiyoda-fire.co.jp/
- 7) “科学”編集部：地震学を社会に生かすための条件、科学, 第70巻, 第1号, pp24-29, 岩波書店, 2000.1
- 8) 糸井川栄一他：兵庫県南部地震における建築物被災情報等のGIS化の問題点と電子野帳の開発、地域安全学会論文集, No.6, pp.269-277, 1996
- 9) 碓井照子、橋本潤治：電子地図とGPS登載の携帯型パソコンGISの開発、地理情報システム学会論文集, No.5, pp.39-42, 1996
- 10) 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
- 11) 鏡味洋史代表：電子記録方式導入による地震被害現地調査のシステム化、平成9年度科研費報告書, 94pp., 1996