

# 双方向災害対応ネットワークによる 災害情報インテグレーション

平成 16～18 年度 文部科学省科学研究費補助金  
基盤研究(B) 研究課題番号 16360274  
研究成果報告書



平成 19 年 3 月

研究代表者 飛田 潤

(名古屋大学大学院環境学研究科)



## はじめに

本報告書では、地域防災を様々な面から支えるための災害情報システムの展開と、それを用いた活動について述べている。その背景となっているのは、地元である東海地域の災害環境と、防災に取り組む社会の状況である。

東海地域は歴史的に見ても地震や台風など様々な大災害に見舞われてきた。地震災害については、改めて言うまでもなく南海トラフの巨大地震に繰り返しおそわれ、また濃尾地震・三河地震といった内陸活断層地震も多数経験した。しかし最近の発生からいずれも60年以上が経過し、住民の災害に対する意識は薄れ、またその後の社会状況の著しい変化から災害危険度はむしろ高まっている。予測される広域巨大災害に対して、特に住宅耐震化や地域防災力向上をそれぞれの立場で進めることが重要課題と考えられているが、全体としては住民や行政の意識は必ずしも高いとは言えず、対策も十分には進んでいない（現状の分析は、福和・飛田・鈴木：地域安全学会論文集, No.6, pp.223-232, 2004.11 に詳しい）。

一方で、東海地震の強化地域見直し（2002）以降の地震防災対策推進や、兵庫県南部地震と東海豪雨（2000）を原点とするボランティアを中心とした市民防災の盛り上がりなど、専門家と市民がそれぞれの立場で取り組み、特色ある地域防災活動の芽が伸びつつあることも確かである（時事通信社刊：防災でも元気印「恐るべし名古屋！」その仕掛け人たち、を参照いただきたい）。このように地域の様々な人がそれぞれの立場で防災活動を推進する際には、活動に向かわせる意識の向上と、それを支える生きた知識や情報、効果的な資料や教材、そして人のつながりが必須である。これに対して大学からは、各分野の専門家だけのものであった情報を共有し、自発的な情報利用や共有のためのコンテンツやインターフェースを整備して、さらにそれらを利用した活動の枠組みや拠点の整備などを進めることを提示した。すなわち、ヒト・コト・モノの各側面のバランスがとれた防災活動の推進である。

研究代表者・分担者らは10年以上にわたり、建築・防災などに関わる研究者、技術者、行政担当者、そして一般住民のための地域災害情報の整備と、それらを収集・整理・活用するための情報システムに取り組んでいる。2003年秋の本課題の申請時までには、独自開発のGISによる地震動推定や被害想定、地域情報に基づく防災カルテ開発やワークショップの展開、地域の地盤・地震動・常時微動データの収集と統合、オンライン地震観測システムの開発、さらには個人が扱う防災情報端末「安震君」を核とした地域防災情報システムの提案などを進めていた。これらの研究成果や開発の流れの上で、地域防災に活用できる災害情報システムを目指して、申請書では目的を以下のように記載している。

「災害に関連した多岐にわたる情報を収集・整理・共有・発信・利用するための枠組みを検討し、かつ実際のシステムや拠点の構築を行う（これを災害情報インテグレーションと呼ぶ）」  
また、基本的な方針として、従来のトップダウン情報に加えてボトムアップの情報を重視し、双方向災害情報システムを目指す、多様な利用者を想定してコンテンツやインターフェースを整備する、災害時の情報だけでなく、平常時の情報収集・利用を重視して防災意識啓発を促進する、の3点をあげた。これらを通じて、地域防災を支える情報のあり方、様々な立場の人が地域防災活動を積極的に進めるために必要な環境、情報、資料、教材、活動、支援など、ヒト・コト・モノの各側面を有機的に整備する目標を「インテグレーション」という語に託している。

このような方針は、本課題の半年ほど後に愛知県・名古屋市・名古屋大学が中心となって提案し、文部科学省に採択された防災研究成果普及事業「行政・住民のための地域ハザード受容最適化モデル創出事業」(平成 16～18 年度)にも活かされており、本課題による基礎的な検討やプロトタイプ構築が実際的な事業の基礎となっている。またそれらを支えた研究・開発グループや行政・技術者・市民のつながり、さらに様々なシステムや教材のベースは、平成 14 年度から名古屋大学環境学研究科が進めている文部科学省地域貢献特別推進事業「中京圏における地震防災ホームドクター計画」などの活動により、地道に構築されてきたものである(現在も大学予算で継続中)。本課題はこれらの大きな流れの上で実施されたものであることを明記しておきたい。

このように、様々な成果の有機的な統合にむけて、不足する要素の新たな開拓と、ヒト・コト・モノのインテグレーションが必要である。新たな要素技術の開発・展開は、大勢の方々が多様な分野で得意技を出し合って行われた。分野ごとにみると、高解像度ハザードマップの技術開発については分担者の鈴木教授と高橋広人氏(応用地質中部支社)、ウェブ GIS をベースとした情報システム構築は古瀬勇一氏・坂上寛之氏をはじめとするファルコンの方々、モニタリングシステムに関しては原徹夫氏・小出栄治氏をはじめとする応用地震計測の方々、建物シミュレーションは花井勉氏・皆川隆之氏(えびす建築研究所)と河尻出氏(日本システム設計)、そしてコンテンツは新井伸夫氏(日本気象協会)、実際の市民へのアプローチは栗田暢之氏(レスキューストックヤード)などの方々が大きな役割を果たされている。並行して進んだ事業として、地域貢献特別支援事業では環境学研究科安全安心プロジェクト、防災研究成果普及事業ではあいち地震防災力向上協議会の諸氏と協働した。そして名古屋大学環境学研究科の福和・護・飛田研究室の大学院生・学生は、膨大な実測、データ整理、分析、教材開発、ウェブコンテンツ開発などを分担した。

これらの新たなアイデアや枠組みの展開、研究・開発グループの構築など、最も重要なヒトのインテグレーションは本課題の分担者である福和教授の成果である。これは、各章の参考文献にあげた一連の研究成果からもおわかりいただけるであろう。私(飛田)はそれらの具体的な展開に参画し、コトのインテグレーションを考えてきた。また、災害情報に関するモノのインテグレーションは、ウェブ GIS 技術を核として進められた。このようなインテグレーションにより、個々の理論・知見・技術・データなどが、社会で活用される成果として還元できる。

本報告書は以上の流れの中から、本課題で行われた検討を中心として、前後の成果も含めつつ、いくつかのトピックの位置づけを意識的に示しながらまとめたものであることをご理解いただきたい。もちろん、現在も多数のプロジェクトが地域とともに進行中である。お気づきの点やご叱責をいただければ幸いです。

平成 19 年 3 月  
名古屋大学大学院環境学研究科  
飛 田 潤

## 研究組織

研究代表者：飛田 潤（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山・防災研究センター  
助教授）

研究分担者：福和伸夫（名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻 教授）  
鈴木康弘（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山・防災研究センター  
教授）

研究協力者：護 雅史（名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻 助教授）  
新井伸夫（（財）日本気象協会）  
高橋広人（応用地質（株）中部支社）  
古瀬勇一（（株）ファルコン）

所属は平成 19 年 3 月時点

## 研究経費

平成 16 年度	5,800	千円
平成 17 年度	2,300	千円
平成 18 年度	2,500	千円
計	10,600	千円

## 研究発表

### (1)審査論文等

福和伸夫，飛田潤，鈴木康弘：中京圏における地震防災力向上のための大学研究者による実践研究，地域安全学会論文集，No.6，pp.223-232，2004.11

飛田潤，福和伸夫，中野優：地域防災協働態勢を支援するシステムと防災拠点の構築，日本建築学会技術報告集，第 20 号，pp.367-370，2004.12

高橋広人，福和伸夫，飛田潤，古瀬勇一：防災・安全情報を提供する施設管理システムの構築，日本建築学会技術報告集，第 22 号，pp.559-562，2005.12

飛田潤，福和伸夫：Web-GIS による自発的地域防災情報構築システム，第 12 回日本地震工学シンポジウム，pp.1410-1413，2006.11

飛田潤，福和伸夫，高橋広人：ウェブ GIS による堆積平野の深部地盤構造データベース，日本建築学会技術報告集，第 24 号，pp.435-438，2006.12

倉田和己，福和伸夫，飛田潤：耐震化促進 e ラーニングのための自然言語インターフェース開発，日本建築学会技術報告集，第 25 号，pp.331-336，2007.6

福和伸夫，坂上寛之，花井勉，高橋広人，飛田潤，鈴木康弘：耐震化を促進するための地域防災力向上シミュレータ，日本地震工学会論文集，第 7 巻，第 4 号，pp.5-22，2007.7

## (2)口頭発表等

J.Tobita, and N.Fukuwa: Systems and Programs for Community Disaster Mitigation Activities, 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, Paper No. 899, 2004.8

飛田潤, 福和伸夫, 中野優: 地域防災協働態勢を支援する防災拠点のためのシステム群, 日本建築学会学術講演梗概集, Vol.B2, pp.1025-2026, 2004.9

倉田和己, 福和伸夫, 飛田潤: 地震防災情報ポータル Web サイトの開発, 日本建築学会学術講演梗概集, Vol.A2, pp.529-530, 2004.9

J.Tobita, H.Kojima and N.Fukuwa : Web Based Online Monitoring and Database Systems for Dynamic Response of Structures and Ground, Structural Engineering (AESE 2005), pp.687-694, 2005.7

倉田和己, 福和伸夫, 飛田潤: 自然言語インターフェースを用いた耐震 e ラーニングの開発, 建築学会東海支部研究報告集, 2006.2

飛田潤, 福和伸夫: WebLog・Wiki と WebGIS の連携による自発的地域防災情報構築システム, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.131-132, 2006.9

J. Tobita and N. Fukuwa : On-line Monitoring for Dynamic Response and Environmental Conditions of Buildings with Web-based Interface and Database, Asia-Pacific Workshop on Structural Health Monitoring, CD-ROM, 2006.12

## (3)著書

J. Tobita and N. Fukuwa : Emergency Response Systems, Telegeoinformatics - Location-based Computing and Services (ed. Karimi & Hammad), CRC Press LLC, pp.263-286, 2004.

## 目 次

はじめに	1
研究組織等	3
1. 双方向災害情報システムの萌芽	7
1.1 システムの経緯と位置づけ	
1.2 安震システムの概要と機能	
1.3 地域防災拠点システム（安震ステーション）	
1.4 災害図上訓練・地域防災マップ作成システム「安震 DIG」	
2. 多様なセンサーと災害情報のインテグレーション	15
2.1 センサーをベースとした災害情報システムの展開	
2.2 防災拠点創成・地域協働支援システム	
2.3 ネットワーク接続の強震観測システムの展開	
2.4 他機関の強震観測ネットワークとの接続による波形データ収集	
3. ウェブ GIS による地域情報のインテグレーション	23
3.1 地域情報システムの基盤技術としてのウェブ GIS	
3.2 都市域の地震動予測のための表層地盤モデルの構築	
3.3 地形改変を含む洪積丘陵地の高解像度表層地盤モデルの構築	
3.4 大規模堆積平野の深部地盤構造モデルのためのウェブ GIS	
4. 地域の防災力向上にむけた自発的活動を支援するシステム	29
4.1 住宅の耐震化促進のための地域防災力向上シミュレータ	
4.2 高解像度ハザードマップと地盤応答シミュレータ	
4.3 建物倒壊・家具転倒シミュレータ	

5. 耐震化促進にむけたコンテンツのインテグレーション	35
5.1 住宅の耐震化促進のための体感型学習ツール	
5.2 家具転倒防止効果の確認振動実験と啓発用ウェブページ	
5.3 eラーニングコンテンツの展開	
6. 耐震化促進 eラーニングのためのインターフェース	39
6.1 eラーニングの特性とインターフェースの役割および重要性	
6.2 eラーニングの課題を解決する会話型インターフェースの開発	
6.3 会話型インターフェースの活用例と展開	
7. 地域情報と防災知識の自発的インテグレーション	45
7.1 住民の自発的な活動のためのシステムインターフェース	
7.2 Weblog と Wiki の技術と特徴	
7.3 Weblog と Wiki による自発的地域防災情報構築システム	
7.4 システム運用と将来の展望	
8. 地域防災力向上のための人のネットワーク	51
8.1 地域防災活動における人のネットワークの重要性	
8.2 耐震化と地域防災活動を推進するためのワークショップ	
8.3 地域防災の人のつながりをつくる防災フェスタ	

## 1. 双方向災害情報システムの萌芽

・・・双方向災害情報システム「安震システム」の提案と展開

### 1.1 システムの経緯と位置づけ

1995年兵庫県南部地震や2000年東海豪雨など近年の災害において、災害発生前後の状況に関する情報伝達の問題がクローズアップされた。その後、様々な災害情報伝達のあり方が検討され、また実用システムの開発が行われてきており、2007年現在では災害研究の大きな流れの一つとなっている。その際に重要なことの一つは災害の独自性をふまえた情報の整理であり、その上で時と場合と対象者を考慮した情報の共有と理解のための方策である。

筆者らは東海豪雨の前後に、従来の行政や専門家から住民へのトップダウン型災害情報伝達のみならず、住民自ら災害情報を収集・発信するボトムアップ型地域災害情報の発信を加えた双方向災害情報流通の枠組みを検討している。「安震システム」と名付けたこれらの災害情報システムは、インターネットやモバイル通信技術、GISやGPSなどの空間情報技術を活用し、リアルタイムの双方向災害情報流通を目指したものである。携帯型の災害情報端末「安震君」を用いて、住民自ら地域の災害情報を収集・整理・発信する一方、情報を集約する行政等のサーバー「安震ウェブ」では災害情報整理の構造化を行い、情報が必要とされる時と場合や情報の利用者を考慮したインターフェースで提供するものである。サーバー側では、既存の情報収集や観測システムとも連携して、災害情報の一元化を行うことを目指している。

さらにこれらの一連の災害情報システムにおいて、行政や大学でマクロに全体を捉えるサーバー側と、地域住民や技術者の持つミクロな情報を扱う端末の間をつなぎ、平常時から災害時にわたる一連の地域防災活動および防災教育の拠点を形成・運用するための地域防災拠点システム「安震（安心）ステーション」を提示した。これは災害時の避難所となる小学校などに設置され、行政側のシステムに対するサテライトとして地域の災害情報を集約し、また地域住民や児童・生徒が日頃から防災情報に接する機会を支援することにより、災害時の対応活動と平常時の防災活動、さらには防災を含む理科・社会科・環境等の教育の中核となるものである。本システムを持つ多数の拠点を画像・振動・気象等の情報を収集して安震ウェブに集約し、ネットワーク経由でどこからでも参照できるようにすることにより、高密度環境モニタリングシステムとしても機能する。さらにこのシステムに加えて、DIGをサポートする情報システムの開発なども行った。

安震システムは、ウェブGISベース、多様な立場による情報共有、様々なセンサーやカメラ映像などの統合、地域防災拠点やワークショップ支援機能など、その後の防災・災害情報システムの研究につながるアイデアを含んでいる。

### 1.2 安震システムの概要と機能

図1-1に、安震システムの全体概要を示す。具体的には以下の3要素で構成される。

#### (1)ウェブGISシステム「安震ウェブ」

WWWにより防災情報を提供するGISサーバーであり、基本的に行政側のシステム・データと協調することを想定する。利用側に特別なソフトがなくても一般的なブラウザによりネットワーク経由で手軽に利用できる。また、モバイル端末側からの位置、画像、その他入力情報をPHS等を経由して受信し、リアルタイムにデータベースに反映することができる。サーバーには地図、

震源や地震動、地盤、建物、都市施設など各種防災情報や都市計画、被害推定結果などが一元管理され、平常時には行政側は災害予測や防災計画などに活用できる。一方、住民は地域の防災情報を得ることができ、防災関係技術者は行政側の持つ技術情報を建築設計や防災業務等に活用できる。

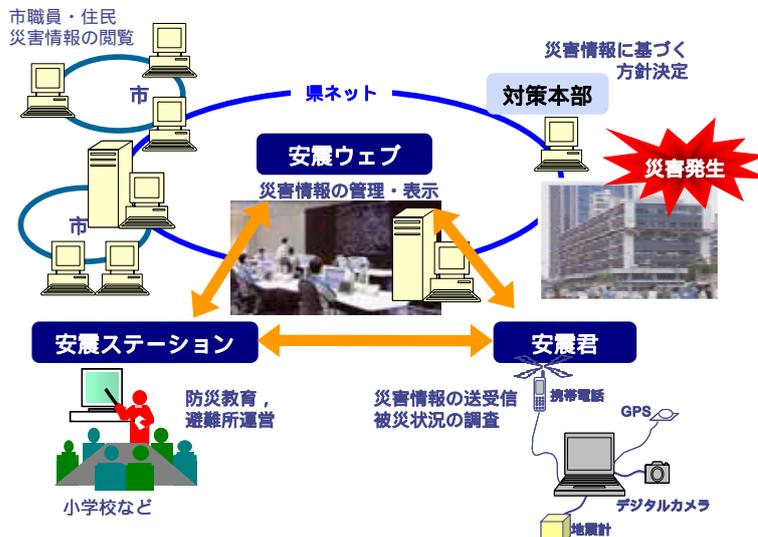


図 1-1 安震システムの全体構成

(2)携帯型災害情報端末「安震君」

安震君 ( ANti Seismic Hazard INformation Keeping UNit ) の構成を図 1-2 に示す。多面的な防災・災害情報の収集と活用のための携帯端末であり、町内会長などの地域代表者、建築技術者、自治体職員やライフライン事業体職員などに貸与することを想定している。携帯型のパソコンに移動通信インターフェース、デジタルカメラ、GPSなどを備え、通常はこれに固定設置された超小型地震計や周辺機器を接続している端末である。災害情報を送受信する専用ソフトに加え、GIS、ナビゲーション、データベースなどのソフトを備える。地震災害時には、まず客観データである地震記録を即時送信することにより、高密度リアルタイム地震観測システムとして機能する。次に簡単なアンケート送信、さらに端末を携帯してGPSナビゲーションや移動体通信を活用した情報収集端末として使用する。このほかに表 1-1 に示すように、平常時から災害後の時間経過に応じて様々な機能を発揮する。



図 1-2 安震君の構成

表 1-1 時系列で整理した安震君の機能

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簡易計測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
			簡易計測震度に基づく周辺の簡易被害想定
			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)
避難救援期			周辺の震度分布
			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
応急復旧期			避難所・救急医療・救援物資・安否情報の送受信
			住宅・交通・心身ケア・職場情報の受信
復興期			各種行政手続き情報の受信
			復興計画策定の情報

### (3)地域防災拠点システム「安震（安心）ステーション」

安震ステーションの構成を図 1-3 に示す。地域の防災拠点となる小中学校などの避難所施設に設置する。具体的には、市役所・区役所などと専用線や無線で接続したサブサーバーを備え、公衆回線が使用できない場合に端末とサーバーをつないで地域情報の送受信を担うとともに、端末のスペア部品やバッテリーなども常備し機器メンテナンスを行う。さらにスクリーンやプロジェクタを備え、災害時の避難所運営支援や、平常時の小中学校における防災教育や理科・社会教育等に活用する。これはこの後のシステム開発に関連する要素を含むので、次節で詳述する。

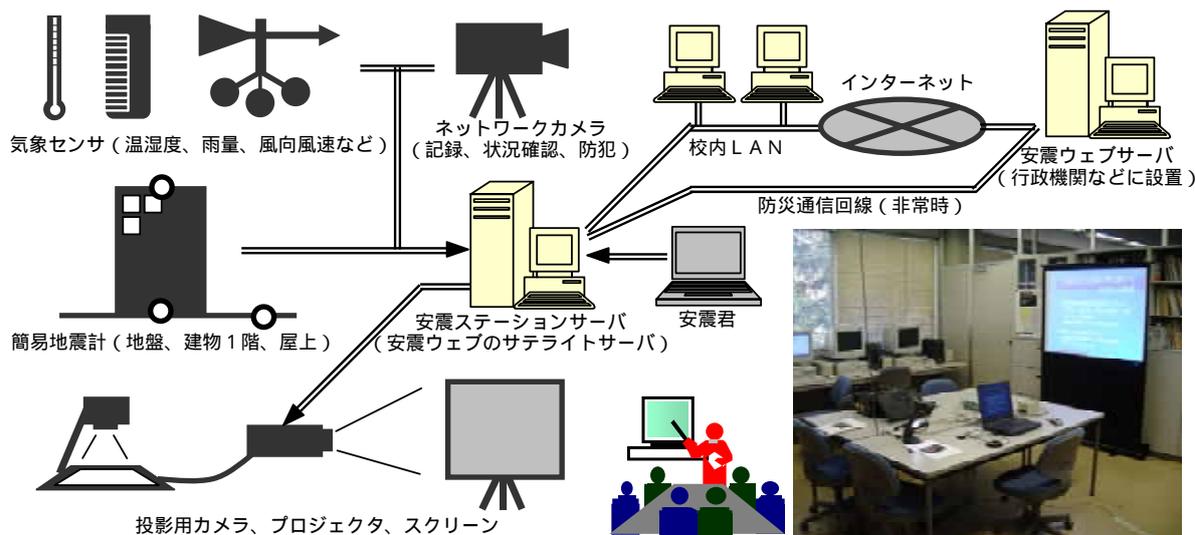


図 1-3 安震（安心）ステーションの構成

## 1.3 地域防災拠点システム（安震ステーション）

### (1) 安震ステーションの構成

図 1-3 に沿って、システムの構成を解説する。

安震ステーションサーバは、地域防災拠点システムの処理を行うサーバであり、県庁・市役所・区役所などに設置される安震ウェブサーバのサテライトサーバの位置づけとなる。平常時には以下に示すカメラや種々のセンサによる情報収集を行い、ネットワーク経由で逐次発信する。また安震ウェブサーバの地域防災情報システムを利用するためのインターフェースを装備し、地域の防災活動や教育に利用する。災害時には強震データや安震君で収集された情報の整理・発信を行い、また種々の災害情報を受信・伝達する。さらに長期に渡り避難所を円滑に運営するための総合的システムとしても機能する。

ネットワークカメラは施設の周囲や内外の様子を監視・記録する。災害時には刻々と変化する周辺状況の監視に用いるとともに、避難所となった施設の建物被害状況や人の行動状況の情報を得ることもできる。地震時の映像は地震計のトリガにより自動的に記録される。平常時には施設内外の映像をリアルタイムで公開することにより、防犯システムとしても活用できる。

簡易型地震計は、地盤、建物の1階と屋上などに設置され、地震発生時には波形記録を速やかに収集する。地盤の記録は震度などの指標を計算した上で安震サーバに転送することにより、多くの拠点における情報を集約して、地域のきめ細かい地震動特性の分布に関する情報収集が行われる。建物の記録については、応答の最大値や建物の固有周期の変化などを計算することにより、

建物の被害状況を推定し、避難所等に使用する際の安全性の確認などに使用される。平常時には、小地震についても自動的に地盤震動・建物応答特性を記録・分析して、地盤特性や建物の初期振動特性に関する資料を蓄積できる。これらを安震ウェブサーバーで整理することにより、地盤については広域の詳細なサイト震動特性マップが得られ、建物については振動特性変化から災害時の被害や劣化の判断材料になる。また、多くの小学校の類似の建物で振動特性に関する資料を蓄積し、耐震診断データベースと照合することにより、校舎建物一般の耐震性能に関する知見を得ることも考えている。さらに平常時の微小レベルの振動を連続して記録することにより、環境振動モニタリングシステムとしても機能する。

気象関係のセンサは、気温・湿度・風向・風速・気圧・降水量・日射などの計測を行い、連続的にデータ収集・発信を行う。ネットワーク経由で広域のきめ細かな気象情報分布にアクセスでき、安震ウェブ側で多くの拠点における情報を整理することにより、高密度気象モニタリングシステムとして機能する。豪雨・強風などの気象災害時には、ネットワークカメラの画像情報と組み合わせて災害発生状況を的確に伝達できる。また平常時には、児童・生徒の理科・環境教育に活用することができる。

プロジェクタ、スクリーン、投影カメラなどは、情報を多人数で同時に確認するために用いる。災害時の避難所運営における情報の効率的伝達や、平常時は授業に用いることを想定し、状況に応じて場所を設営できるように可搬性に優れたコンパクトなものとしている。通信設備は、平常時はインターネット常時接続を利用し、非常時に通信インフラが被災した際にはデジタル無線などの防災用の非常通信設備で市役所・区役所等と接続されることを想定する。激甚災害時に災害情報端末「安震君」のモバイル通信が利用できない場合には、本システムの通信設備を経由して収集した情報を安震ウェブに転送する機能を有する。

## (2)システムの活用方法

本システムの特徴は双方向情報伝達の要となることであり、また平常時から災害時まで状況に応じた連続的かつ多面的な利用を目指すことである。様々な局面における利用状況を述べる。

平常時の地域防災活動：地域防災活動の要点は、地域の状況調査に基づく被災ポテンシャルの適切な評価と防災処方箋の作成、住民の防災意識向上および人のネットワークづくりであろう。本システムから安震サーバにアクセスして、行政が持つ地域防災情報を受信・活用できる。また住民自らが安震システムのガイドに基づいて地域の安全をチェックし、GIS上で入力していくことにより、災害可能性の検討と防災処方箋を作成することを目指している。このようなシステムを用いた活動に積極的に関わることにより地域住民の防災意識の向上が期待でき、自主防災組織やボランティアなども含めた地域の連携体制の基礎を固めることができる。

平常時の学校教育：環境や災害に関する教育は、理科や社会科などを総合的に扱い、自分自身で考え解決していく能力を育てることが必要である。この際に本システムは、学習者の興味を喚起し、多くの学校をネットワークでつなぐことにより、地域の特徴がマクロな自然や社会においてどのような位置づけにあるかを考えることができる。システムへのアクセスは、インターネット経由でウェブブラウザを用いて行い、専用の端末などを用意する必要はなく、すでに学校に多数設置されたパソコンにより多くの児童・生徒が任意の時間に自由に利用できる。もちろん家庭からインターネットによるアクセスも可能である。また、ネットワークカメラにアクセスすることにより父兄が学校の様子を随時知ることができ、防犯面でも活用できるであろう。

災害時の双方向災害情報伝達：災害発生直後における現場の情報収集は、迅速かつ適切な災害対応のために必須である。災害情報端末「安震君」や強震計・ネットワークカメラなどを用いて収集された情報は安震ウェブサーバーに送られ、データベース化されて災害対応に利用される。安震君を長時間に渡って災害情報収集に利用し続けるためのバッテリーなど各種補充用品も準備されている。避難所が設営された時点で、本システムは行政との間で相互に災害情報を伝達するインフラとなる。気象災害などの予測できる災害の場合は、事前の災害情報収集に基づいて避難勧告を出すところから本システムが活用される。東海地震の警戒宣言の場合も同様である。

災害時の避難所運営：避難所を運営する際には、災害後の時間の経過に従って、救急医療、安否確認、物資輸送、生活支援、被災状況確認・集計、ボランティア受け入れ、健康維持管理、復旧・復興支援など、長期に渡って多くの活動が必要とされる。これらの運営に当たり本システムは、各種災害情報へのアクセスと避難者への効率的な情報伝達、地域の被災データベース作成支援、被災状況集計結果の行政への報告と各種要望の伝達、ネットワークカメラによる避難所の生活・健康状況の確認などに多面的に活用される。

#### 1.4 災害図上訓練・地域防災マップ作成システム「安震 DIG」

##### (1)安震 DIG の位置づけと構成

安震システムのサブシステムとして、地域の災害情報を扱い、防災活動をサポートするシステムを構築している。図 1-4 に位置づけを、図 1-5 に構成イメージを示す。この「安震 DIG」は地域住民が「自分で」地域の安全に関わる情報に接し、それについて考え、「自主的に」情報収集を行うための支援システムであり、安震システムの中では地域住民と災害情報のインターフェースと位置づけられる。内容は、優れた防災活動手法として近年注目されている簡易型災害図上訓練 DIG を電子化して、防災マップ作りのデータ収集・保存機能を持たせたものといえる。

DIG (Disaster Imagination Game) は、地域での災害発生を想定し、グループで地図に災害状況と対応策を書き込みながらイメージトレーニングを行う図上訓練である。そのプロセスは人材育成に大きな効果があるが、地図に書き込まれた災害対応策や防災情報は保存・共有・伝達・再利用が困難である。安震 DIG では紙の地図の代わりに GIS を使い、DIG の過程で整理された情報をそのままデータベース化する。入力と情報共有の容易さやシステムが簡易で発展性があることから、ウェブインターフェースによるオンライン GIS (ウェブ GIS) を用いる。

図 1-5 に示すように、複数の参加者が互いに議論・確認しながら同時に書き込みできるように複数のパソコンを無線 LAN を介して接続し、プロジェクタと大型スクリーンで表示する。入力デバイスは一般的なマウスでもよいが、親しみやすさやフリーハンド入力への対応を考慮して液晶ペンタブレットも利用する。図 1-6 に安震 DIG の画面を示す。ウェブ GIS を利用し、さらに地図に不慣れな利用者にも極力わかりやすいように、対象地域外をマスクする機能や、学区から建物レベルまで適切な縮尺を簡単に選べる機能などを含む。またフリーハンド入力、防災情報アイコンのドラッグ&ドロップによる入力、アイコン項目の目的に応じたカスタマイズなど、ウェブクライアント上の簡単な操作のみで対応することにより、住民独自の防災マップを自力で作成できる。

以上により作成されたデータは、地域情報が豊富なボトムアップ型防災マップとして、自治体が住民に向けて配布するトップダウン型防災マップと相互に補完し、また他地域のマップとも容易に連携できる。地域に深く根ざした情報はプライバシーの問題があるが、自治体や他地域と共

有する（してよい）データとそれ以外の明確な区別が容易にできるため、十分対応できる。

(2)地域（小学校区）における各組織の役割分担と連携

安震 DIG の活用単位は小学校区を想定している。学区に関係する「町内会」、「小中学校」、「高校・大学」で安震システムを用いた連携の枠組みの例を図 1-7 に示す。

「小中学校」の児童生徒に対しては防災教育として位置づけ、防災情報収集役として活動してもらう。例えば総合学習の時間を使って地域の防災探検を行い、収集した情報で防災マップづくりをさせることが考えられる。子供の成果は各家庭を通して地域に広めやすい利点があり、将来的には親子参加型防災訓練などの形に発展させることにより、家庭内の安全性向上、災害情報収集と意識啓発が効率的に行える。

「高校・大学」は一般に地域に関与する機会が少ないが、安震 DIG で周辺地域の状況を知ることにより、地域の救援ボランティア育成を狙い、自発的な防災活動への関与を意識させる効果が期待できる。小中学校から継続して防災教育を行えば、各個人が成長していく過程で防災意識を深めることにつながるはずである。

「町内会」は、「小中学校」、「高校・大学」が書き込んだ情報を集約整理すると共に、自身も積極的に安震 DIG を活用し、学区の中心として他学区とも人材やデータの交流を行う。安震 DIG の DIG 機能は防災対策以外にも総合的なまちづくりの手段になる。このように各組織が相互連携することで地域防災力の向上に相乗効果をもたらすことが期待できる。

一方、行政は安震ウェブを介して情報や経験を効率的に収集し、防災対策に役立てることができ。例えばミクロな被害想定に欠かせないブロック塀、自動販売機、危険物、看板などの落下危険物といった地域の詳細データの収集をきめ細かく行うことができる。

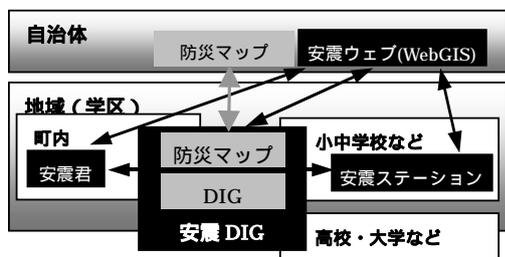


図 1-4 安震システムにおける安震 DIG の位置づけ

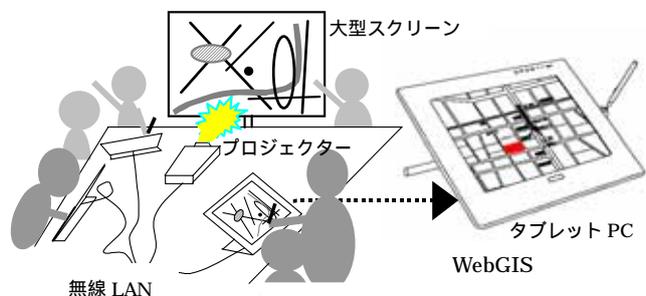


図 1-5 安震 DIG の利用イメージ



図 1-6 ウェブ GIS による安震 DIG 画面表示例

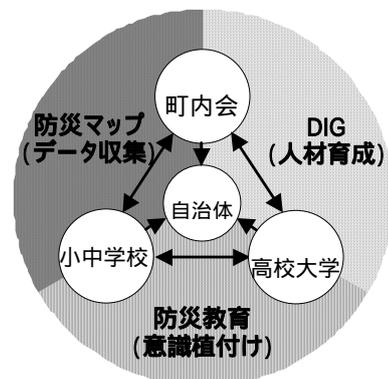


図 1-7 安震 DIG を用いた地域の役割分担

## 1章の参考文献

- 福和伸夫, 高井博雄, 飛田潤: 双方向災害情報システム「安震システム」と携帯型災害情報端末「安震君」, 日本建築学会技術報告集, 第 12 号, pp.227-232, 2001.1
- 飛田潤, 福和伸夫: 地域防災拠点システム「安震ステーション」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2, pp.93-94, 2002.8
- 飛田潤, 福和伸夫: 双方向災害情報伝達に基づく地域防災拠点支援システム, 第 11 回日本地震工学シンポジウム論文集, 2002.11
- 飛田潤, 森裕史, 福和伸夫, 小島宏章: 災害図上訓練・地域防災マップ作成システム「安震 DIG」, 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp.115-116, 2003.9



## 2. 多様なセンサーと災害情報のインテグレーション

・・・防災拠点創成・地域協働支援システム

### 2.1 センサーをベースとした災害情報システムの展開

ここで扱うシステムは、1.3 節をさらに発展させ、「地域社会が一体となったボトムアップ的な取り組み」にむけて、行政、住民、技術者、研究者、ボランティア・NPO、マスメディア、教育者など、さまざまな立場での連携・協働による防災活動をサポートするシステム群である。2003年に整備されたもので、その大きな柱は、地震計、ネットワークカメラ、気象センサなどを含む多様なセンサー情報のインターネット接続によるデータ統合であり、もう一つはそれらをベースとしてさらに多様な資料・展示物・教材・プログラムなどを備えた地域防災活動の拠点を整備し、あわせて人的ネットワークの展開に活用したことである。ここでは観測システムについて述べる。

地震計のネットワーク接続については、1995年のLANを用いた地震計ネットワークの構築、1996年に同じ技術を用いた学内環境振動モニタリングシステムの構築、2000年に東海地域の自治体・ライフライン企業・大学などが保有する観測ネットの波形データを統合した「大都市圏強震動総合観測ネットワークシステム」の構築などを行っている。この流れは、2005年の簡易・安価なネットワーク接続地震計「E-catcher」の開発、2006年の次世代インターネット接続型震度計「SWING」の開発などにつながっている。

### 2.2 防災拠点創成・地域協働支援システム

#### (1)システム全体概要

図 2-1 にシステムの全体概要を示す。図中太字の5つのサブシステムからなるもので、それぞれ以下に概要を説明する。

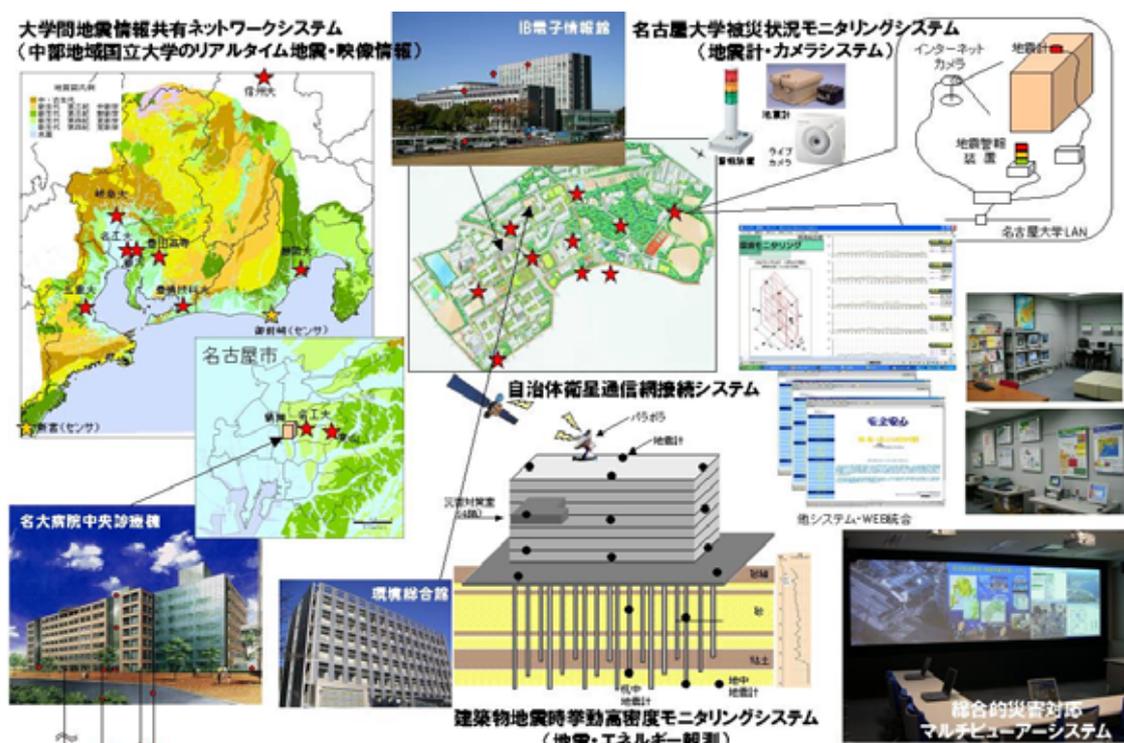


図 2-1 防災拠点創成・地域協働支援システムの全体構成

## (2)自治体衛星通信システムとマルチスクリーン

自治体衛星通信網接続システムは、愛知県の自治体衛星通信網の子局のひとつとして整備されており、市町村などが備えるものと同等で、図 2-2 のパラボラアンテナ（1800mm）各種通信装置、映像・音声装置などからなる。災害時には映像等の各種情報の送受信やホットラインなどに用い、平常時は、自治体に対する映像を含む情報配信や講義等にも積極的に活用することにより、自治体と研究機関の協働を推進する役割も果たす。

総合的災害対応マルチビューアは、既往の各種災害情報システムのサーバーやウェブサーバー等を統合し、衛星通信や後述するネットワークカメラ、地震警報なども加え、さらにインターフェースの統一などにより、中部圏における防災情報を一望できるシステムを構築している。情報表示部として、図 2-3 の 100 インチ×3 面マルチスクリーンを設置し、情報の総合的な判断や評価を行う。マルチスクリーンはマルチモニタに対応した PC と 3 台の液晶プロジェクタにより構成され、一般の大型マルチスクリーンよりはるかに安価に実現されている。PC、テレビ放送、VTR、衛星通信、書画カメラなどの各種情報ソースを自在に切り替えるマトリクススイッチャを備え、横 3 面連続、3 面独立、さらに細分化など柔軟な画面構成での表示が可能である。後述する防災拠点のミーティングスペースに設置され、平常時は災害研究に関する情報収集のほか、研究会・勉強会や集会等に利用され、災害時は多様な情報の表示による災害対応に用いられる。



図 2-2 自治体衛星通信用パラボラアンテナ



図 2-3 マルチスクリーンを利用した研究会

## (3)大学間地震情報共有ネットワークと名古屋大学内リアルタイムモニタリング

これらはいずれも同じ技術を用いており、各観測点にネットワーク接続された地震計、ネットワークカメラ、そして地震警報受信装置を設置して、振動波形と映像のデータをサーバーに常時送信してリアルタイムモニタリングを行うとともに、緊急地震速報による警報の受信・表示を行う。図 2-4 に各表示例と観測機器を示す。

同図の(a)は各地点のモニタリング画面であり、リアルタイムの波形と映像、および位置などが示される。(b)は名古屋大学内の映像の同時表示、(c)は中部圏の大学の映像の同時表示である。これらの表示はいずれも JAVA を利用してウェブブラウザのみで表示できるようになっており、特別なソフトウェアなしに利用できる点が特徴である。また(d)はネットワーク接続された地震計、(e)はマイクロ PC とシグナルタワーによるネットワーク接続型警報装置、そして(f)はネットワークカメラと接続 PC、UPS などを示している。各地点のサーバーには過去一定時間の映像が保存され、地震計トリガ作動時には地震記録と同時にスキップバック映像も保存される。これらは名古

屋大学のサーバーに転送されて確認できるほか、災害によるネットワーク切断時にも各地点のディスクに保存され、停電時でも無停電電源装置（UPS）により数十分間は動作する。地震警報装置については、気象庁からのナウキャスト情報を名古屋大学でテスト受信しており、それに名古屋大学独自の観測点（東海・東南海地震を対象とした静岡県御前崎と和歌山県新宮）のデータを加えて警報信号を生成する。警報表示はネットワーク経由で警報信号を受信し、3色のシグナルタワー一点滅および警報音で知らせる。

中部圏の大学等（現状では名古屋大学、名古屋工業大学、三重大学、岐阜大学、静岡大学、信州大学、豊橋技術科学大学、豊田工業高等専門学校）に設置された端末からは、広域の地震被災状況をモニタリングするために活用されるとともに、相互に状況確認できるシステムの設置を通して大学間の平常時からの協働態勢の構築を意図したものである。一方、名古屋大学のキャンパス内モニタリングについては、主要な地点や建物内外の状況確認に用いるとともに、地震警報装置については、大学内の実験室や危険物取り扱い部署、病院の手術室など危険性の高い箇所での利用が考えられる。さらにこれらのシステムの設置による大学構成員の防災対策意識の向上も重要であり、実験器具や家具の固定などの安全対策も同時に提案・相談することが多い。平常時には、カメラは防犯に、また振動センサは環境振動監視・対策に活用することもできる。



図 2-4 インターネット接続による振動・映像のリアルタイムモニタリングと地震警報システム

#### (4)建築物地震時挙動高密度モニタリング

名古屋大学内の建築的に特徴のある以下の3建物について高密度強震観測システムを構築した。環境総合館、PCaPC造7階建、既製杭。上部構造15成分、杭中12成分、周辺地表・工学的基礎盤9成分の加速度計を設置。そのほかに環境モニタリング（後述）も設置。

附属病院中央診療棟、基礎免震、SRC-RC8階建、場所打杭。上部構造、免震ピット下など建物

19 成分、杭中 18 成分、地表・地中 GL-100m に 9 成分の加速度計を設置。

IB 電子情報館、既設の S 造 10 階建に加え、SRC 造 7 階建、RC 造 5 階建などが隣接して増築された。既設棟 10 成分、増築棟 19 成分、地表 3 成分の加速度計を設置。構造、高さの異なる建物の挙動や隣棟間相互作用の影響などを検討できる。

以上の観測は主に、フォースバランス型加速度センサー、20bitA/D 変換、サンプリング 100Hz である。収録機はすべてネットワーク接続されており、自動データ収集やオンラインメンテナンスができる。マニュアルトリガによる常時微動計測も可能な精度を有しており、長期にわたる連続観測による建物の変化やヘルスマニタリングへの応用が可能である。

このような多点同時観測結果は、複雑な立体振動の解明に極めて有効である。特に 環境総合館では、図 2-5 に示すように地盤・杭・建物系で合計 16 点 39 成分の観測がなされているが、そのうち上部構造に関しては図 2-4(d)に示すインターネット接続装置を用いてリアルタイム観測がなされ、図 2-6(a)のようにウェブインターフェース立体振動の表示も開発している (2003)。またオフライン表示のためには、FLASH アニメーションを用いて図 2-6(b)に示すソフトウェアを開発した。これは 附属病院中央診療棟の免震建物における地震観測記録の表示例であり、観測され

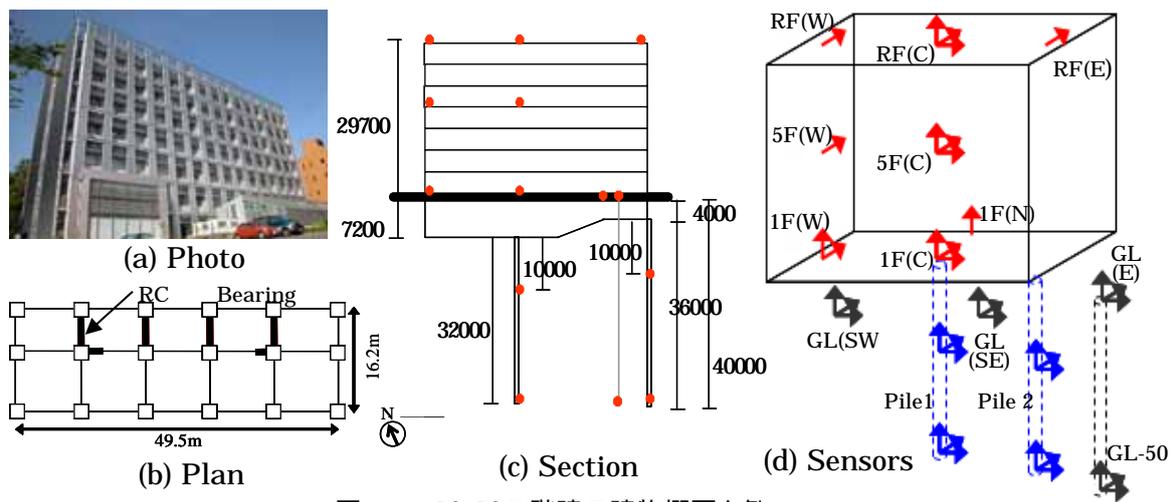
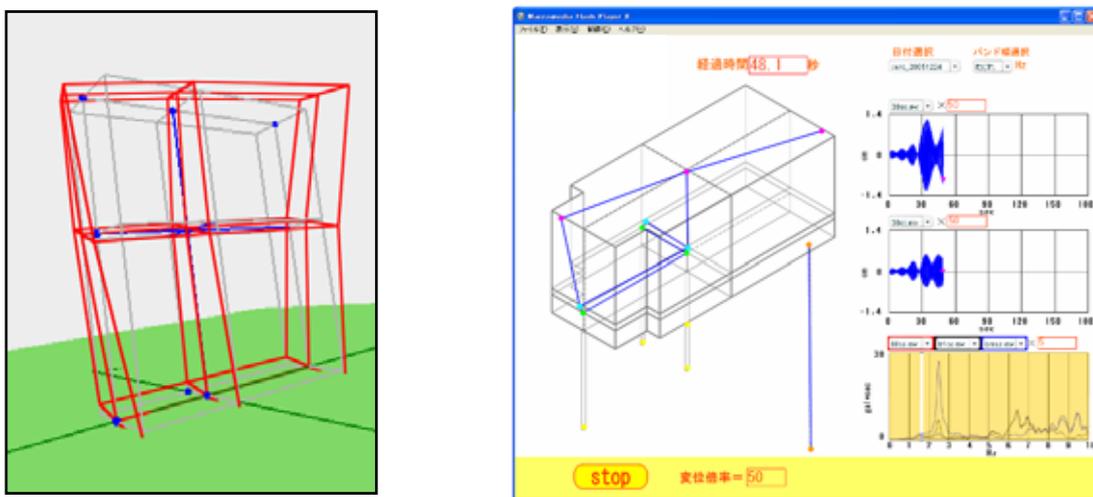


図 2-5 PCaPC 7 階建の建物概要と観測点配直



(a)リアルタイム立体振動モニタによる常時微動 (b)オフライン立体振動解析モニタによる免震建物の地震応答

図 2-6 建物の多点同時記録から立体振動特性を表示するモニタ

た波形を読み込んでスペクトルを表示し、任意の周波数範囲にフィルタをかけて特定のモードを抽出し、立体表示で応答特性を確認することもできる。このようなインターフェースにより、建物の複雑な振動特性を直感的に理解でき、振動を扱い慣れた研究者ですら新たな発見につながることもある。図 2-6 はいずれも整形な建物のねじれ振動の様子を表示しており、常時微動では風の影響によりねじれが卓越する時があること、免震建物の地震応答においても明らかにねじれ振動モードが存在し、その際に免震層だけでなく上部構造でもねじれ成分が増幅していること、などの詳細な特性がよくわかる。

#### (4)建物内外の環境総合モニタリング

先に述べた 環境総合館では、気温、湿度、風向風速、降雨量、日射量などの気象観測、建物内の電力・ガス消費のリアルタイムモニタリングも行っており、先に述べたリアルタイム立体振動、環境振動レベル、さらに最近観測された地震動の震度なども加えたトータルな環境モニタリングシステムを、各センサーをネットワーク接続することにより構築している。モニタリング画面例を図 2-7 に示す。気象観測については、日射以外は市販の教育用インターネット接続型電子百葉箱を使用し、電力・ガス消費に関してはネットワーク接続可能なロガーが一般建築設備用に市販されているため、それらのデータを自動的に読み込むサーバーを開発した。表示はネットワーク接続されたクライアントでウェブブラウザの全画面表示により行っている。このシステムは地震応答・環境振動特性の研究、エネルギー消費の監視などに活用されると同時に、建物ロビーに表示画面を設置することにより、リアルタイムモニタによる環境・防災意識啓発にも活用されている。特に気温表示は一般の建物利用者の関心が高く、それらと同時に他の表示も行われることで、注目を集める効果がある。気象観測について当日と前日の時間変化が表示されているが、別途、図 2-7(b)のような長期にわたる気象データベースがウェブ上で公開されている。さらに(3)で述べた緊急地震速報も、図 2-7(c)のようにウェブ画面上で統合することができる。また、図 2-8 のような解説パネルを掲示しており、見学者にも好評である。

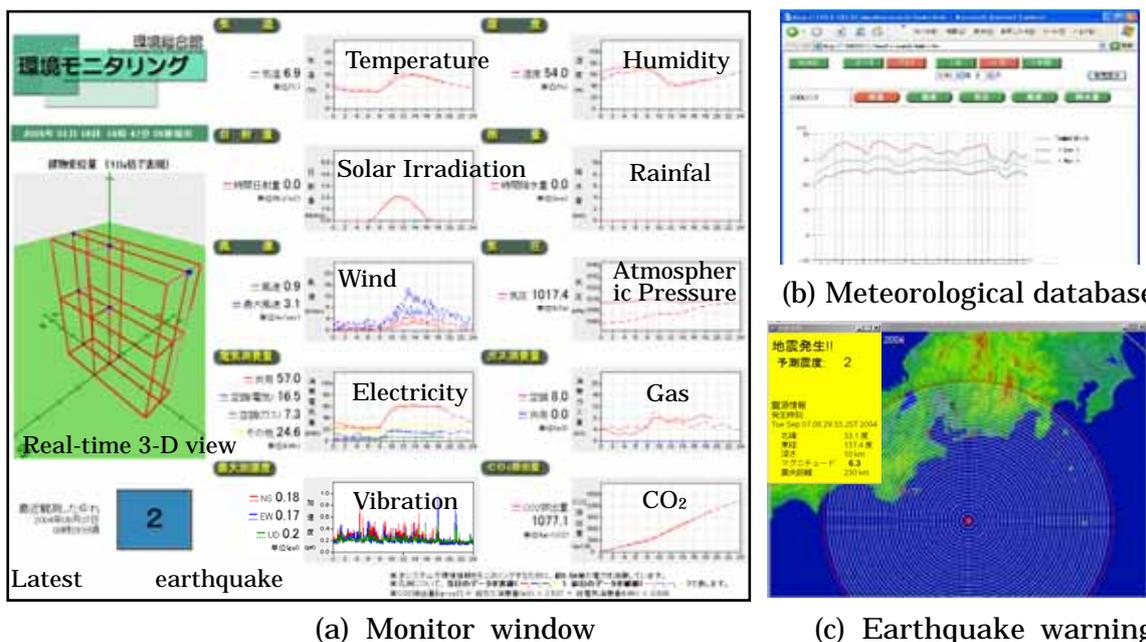


図 2-7 建物内外の環境・振動総合モニタリングシステムの画面と気象データベース・緊急地震速報の画面

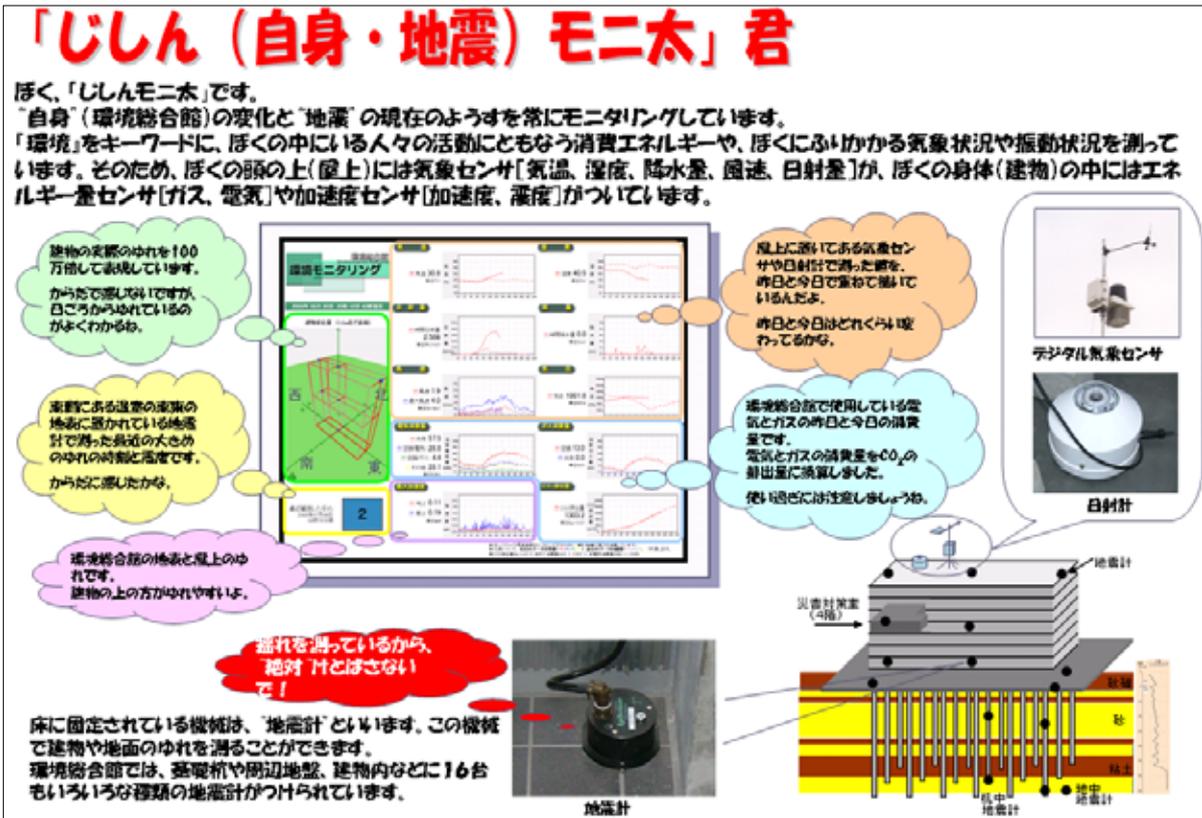


図 2-8 モニタリングシステムを紹介するパネル（モニター表示と並べて掲示）

### (5)非常時の電源確保

常時稼働するモニタリングシステムやネットワークの維持において、電源の安定確保は極めて重要である。一般の大学建物は非常電源設備を備えるには空間・資金両面の余裕がなく、また緊急時の設備を整備することに対する必要性の説明も困難である。本システムの主要部を設置する建物では、井水ポンプと共用した自家発電設備により、災害直後に通信設備や照明等に最低限の電力供給を続けるところまでは対応されている。重要機器には UPS も準備され、停電によるデータ破損を防いでいる。

### 2.3 ネットワーク接続の強震観測システムの展開

1990年代まで、強震計はスタンドアロンで用いられるか、あるいはリモートでのメンテナンスやデータ回収が必要な場合は低速な電話回線に頼っていた。兵庫県南部地震以降に全国で急速に整備された観測システムである K-NET（防災科研）や自治体震度計測網（当時の自治省）も、それぞれ全国で千点以上あるが、ほぼすべてが一般電話回線により接続されている。9600bps では多量の波形データを回収するには無理があり、K-NET は速報性を犠牲にして時間をかけて波形データの回収を行い、自治体震度計は計測震度の速報に目的を絞っているため波形は回収しないことが一般的である。

一方、建築物の強震観測の立場からは、地震災害時に多数の観測対象で波形データを速やかに収集することが求められる。また電話回線を個別に用いることは通信コストの面からも負担が大きく、将来的なネットワークの発展を考えれば、強震計のネットワーク接続を開拓する必要があった。そこで、兵庫県南部地震の直後の段階で、LAN が整備されつつあったキャンパス内の建物

の強震観測のために、ネットワーク接続された強震観測システムの開発を行っている。また翌年には、キャンパス内を通る地下鉄や都市高速道路のトンネル工事に伴う環境振動が超精密機器に及ぼす影響の監視のため、同じ技術を用いてキャンパス内のオンライン振動監視装置を構築している。

これらのシステムは、一般的な強震計とノート PC をシリアル接続し、Windows のネットワークファイル共有機能により強震計のコントロールやデータ転送を行うソフトウェアを、UNIX ワークステーション上で独自に開発したものであった。すなわちノート PC を強震計シリアルポートと LAN の変換インターフェースとして用いていることになる。これによりネットワーク環境が整っている範囲では、強震計のオンライン化を容易に行い示し、その利点を生かした先進的な観測システムを構築している。一方で、当時の Windows95 はネットワーク機能が必ずしも安定しておらず、環境により原因不明の通信不良に悩まされた。また、強震計と PC の間がシリアル接続である以上、9600bps あるいはその倍程度の速度しか出せなかった。

これらのシステムは、約 10 年にわたって小変更を加えながら稼働した。その後、2000 年頃にはシリアルポートと LAN を直接接続できるインターフェースが市販され、より簡単に強震計を LAN 接続できるようになったが、それでもネットワーク環境に敏感で、動作が不安定なことが少なくなかった。このときのネットワーク接続に関する様々な経験が、その後のネットワーク接続型強震計の開発に活かされている。

#### 2.4 他機関の強震観測ネットワークとの接続による波形データ収集

大都市圏強震動総合観測ネットワークは、東海地域の様々な機関による計測震度計・強震計の観測ネットワークを統合したスーパーネットワークであり、参加機関は自治体（計測震度ネットや防災用システム）、ライフライン機関、大学などである。1998 年からオフラインでのデータ収集を始め、2000 年からシステム同士のオンライン接続による自動データ回収を開始し、観測結果はウェブページで公開されている（<http://houei.seis.nagoya-u.ac.jp/>）。

本システムの目的は、東海地域の地震観測記録について、特に波形データの散逸を防ぎ、強震動研究のみならず建築設計や防災にも利用できるようにデータベース化することにある。従って、速報性は重視しておらず、自動データ回収は相手先機関によっては地震発生後 1～2 日を要する。そのほかに現地でのデータ回収作業が必要な地点や、各機関で回収したデータをメディアで提供いただくなど、オフラインのデータ回収地点もある。観測地点数は年々増加しており、平成 18 年度には新たに愛知工業大学（西三河を中心に 119 地点）、静岡県（計測震度計 78 地点）、名古屋高速道路公社（高架道路と周辺地盤 18 地点）などを加えて大幅に増加し、オフライン回収地点を含めると全体で約 620 地点になっている。東海 4 県の観測点配置を示すウェブページと、観測機関のリストを図 2-9 に示す。特に西三河から名古屋市、濃尾平野にわたる地域では、K-NET より遙かに高密度の観測点配置になっていることがわかる。

2006 年 1～12 月には、愛知・岐阜・三重・静岡の範囲で震度 1 以上を観測した 89 地震で、のべ 2237 記録が得られた。この期間に東海地域に大きな影響を及ぼす地震は発生していないが、それでも、同期間・同範囲（東海 4 県）の K-NET は約 1000 記録、KiK-net が約 500 記録であるから、それらの 2 倍近い数の記録をコンスタントに蓄積していることになる。このように高密度の観測ネットで多数の記録が蓄積されていることから、防災のための広域の詳細地震動分布の予測や、

任意のサイトにおける建築物設計用入力地震動の推定などに活用できる。名古屋市周辺では数 km ごとに観測点があり、さらに愛知県内は深部地盤構造データが整備され、名古屋市域では表層地盤データも充実しているため、それらを用いてより高密度の強震動予測を行うことも可能になる。

今後の展開として、3章に述べるウェブ GIS を用いて地盤データのみならず地域データ全般と強震観測記録を統合し、地域防災に有効活用できるシステムへと発展させる予定である。またセンサーのインテグレーションという面からは、現状のシステム全体が数年～10年経過しているため、その後の新たな通信・接続機器や方法を前提にして、主にネットワーク接続を前提とした回収を行う必要があると考えている。

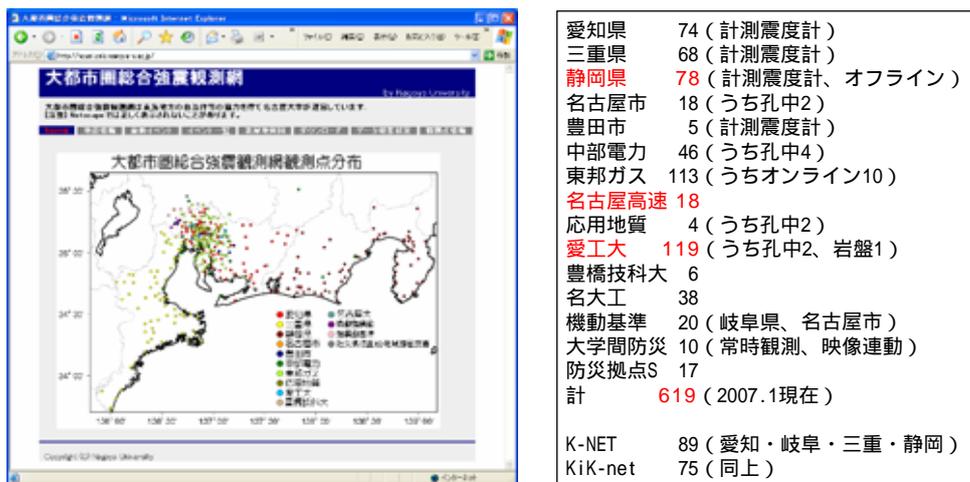


図 2-9 東海 4 県の観測点分布と機関別地点数

## 2 章の参考文献

飛田潤, 福和伸夫, 中野優: 地域防災協働態勢を支援するシステムと防災拠点の構築, 日本建築学会技術報告集, 第 20 号, pp.367-370, 2004.12

J. Tobita, H. Kojima and N. Fukuwa: Web Based Online Monitoring and Database Systems for Dynamic Response of Structures and Ground, Structural Engineering (AESE 2005), pp.687-694, 2005.7

J. Tobita and N. Fukuwa: On-line Monitoring for Dynamic Response and Environmental Conditions of Buildings with Web-based Interface and Database, Asia-Pacific Workshop on Structural Health Monitoring, 2006.12

福和伸夫, 山田耕司, 石田栄介, 森保宏, 辻本誠, 松井徹哉: オンライン強震観測・地震被害想定・振動実験システムの構築, 日本建築学会技術報告集, 第 3 号, 1996.12, pp.41-46

福和伸夫, 飛田潤, 西阪理永: 学内 LAN の利用による環境振動モニタリングシステム, 日本建築学会技術報告集, 第 5 号, 1997.12, pp.158-162

飛田潤, 福和伸夫, 中野優, 山岡耕春: オンライン強震波形データ収集システムの構築と既存強震計・震度計のネットワーク化, 日本建築学会技術報告集, 第 13 号, pp.49-52, 2001.7

### 3. ウェブ GIS による地域情報のインテグレーション

・・・地盤データの統合から高解像度ハザードマップへ

#### 3.1 地域情報システムの基盤技術としてのウェブ GIS

地域の防災・災害等の情報を扱うには、自然や社会に関する位置や空間情報の整理・分析・表示が必須と言っても良い。このために発展しているのが地理情報システム (GIS) であり、電子的な地図の表示のみならず、多様な情報を位置や空間分布と対応づけて整理し、またその特徴を分析し、あるいはわかりやすく可視化する技術である。近年では、一般のウェブブラウザによりネットワーク経由で利用できるウェブ GIS の開発が進んでいる。これにより専用ソフトウェアが不要になり、またインターフェースも整理されることで、専門知識がなくても容易に利用できる環境が整いつつある。防災に限らず多様な分野でごく一般的に利用されており、気軽に利用できる地域情報のプラットフォームとして認識されている。

筆者の一人は当初、オブジェクト指向技術によるデータ構造分析に基づいて、防災情報の統合利用を目指した地震防災 GIS を独自に開発した (1996)。さらに、発展しつつあったインターネット環境を利用して、JAVA の技術を用いたウェブ GIS の端緒を独自に開拓している (1997)。またこれにより、多様な都市防災情報に加えて、地震動評価や地盤モデル構築、地震危険度評価などの新たな活用も提示している。この当時のシステムは、ウェブサーバーも含めて UNIX ワークステーション上で開発されていたが、ソフトウェア開発を主目的としていない大学の一研究室では、独自システムの開発・メンテナンスを続けることは難しい面もあった。

これらの流れの延長上で、1章で述べた安震システムなどの地域防災情報システムのアイデアが展開された。その際に (株) ファルコンの独自開発によるウェブ GIS 技術と連携して、種々の地域防災情報を統合し始めた。このシステムは、WMS によりインターネット上の GIS 情報の動的な連携が可能であり、多様な地域防災情報をインテグレートするためのプラットフォームとして適している。WMS は Web Map Service の略で、Open GIS Consortium により策定された地図情報配信の世界規格である。

現状ではこの技術をベースに、本章で述べるような多様な地盤情報の統合による詳細な地盤モデルと、それに基づく高解像度ハザードマップの構築、さらにピンポイントでの地震動予測や一人一人の住宅の状況を反映した耐震性の判断などを含むトータルシステムとして展開しつつある (次章で地域防災力向上シミュレータとして記述)。すなわち、ウェブ GIS を利用して、住民、行政、技術者などにとってわかりやすく、活用しやすく、かつ自らの持つ情報を発信しやすいシステム環境を目的としたものである。

#### 3.2 都市域の地震動予測のための表層地盤モデルの構築

都市域における地震ハザードを適切に評価するためには、表層地盤の詳細な情報に基づく強震動予測が必要になる。多くの場合、地震ハザードの空間分布は一般にメッシュごとに評価が行われるが、その際に表層地盤の変化や住宅の密集度などから、従来多用された 500m ~ 1km メッシュでは特に都市域で不足であり、50m メッシュ程度は必要である。そこで名古屋市を対象として、50m メッシュ単位で表層地盤のモデル化を試み、既存の調査データや地質構造、地形改変による切土・盛土分布を反映した表層地盤の S 波速度構造のモデル構築方法を提示している。これは名古屋

屋市の地震マップ作成に当たって検討された結果である。

表層地盤モデル化の流れを図 3-1 に示す。名古屋市内で 50m メッシュが約 126,000、ボーリングが 40,000 本強、PS 検層は 300 本強の状況で、N 値の分布に主に着目して層構造の推定を行い(図 3-2) 空間的に補間して 3 次元の層境界を求め、S 波速度構造は地域性や地質年代を考慮した N-Vs の回帰式から求めている。人工地形改変は、1/25000 の地形図を用いて 10m 間隔の DEM を求め、昭和 10 年～平成 13 年の変化を調べている。盛土・切土は主に名古屋市東部の丘陵地に分布する。

得られたモデルの検証は、常時微動による H/V スペクトルの形状などにより行った。日本の都市部では、ボーリングデータに加え、地盤図等の形で表層地盤の地質構造が整理されており、本手法は他地域の都市部の地震ハザードマップ作成に適用可能である。

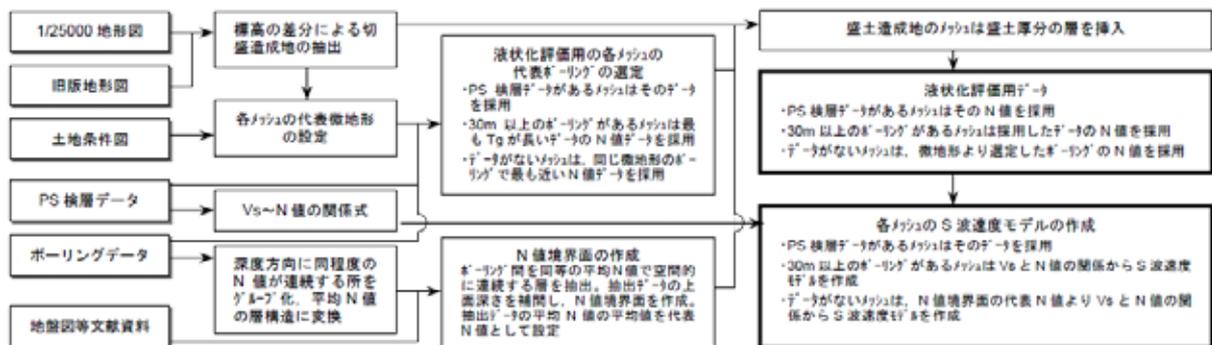


図 3-1 表層地盤モデル化の手順

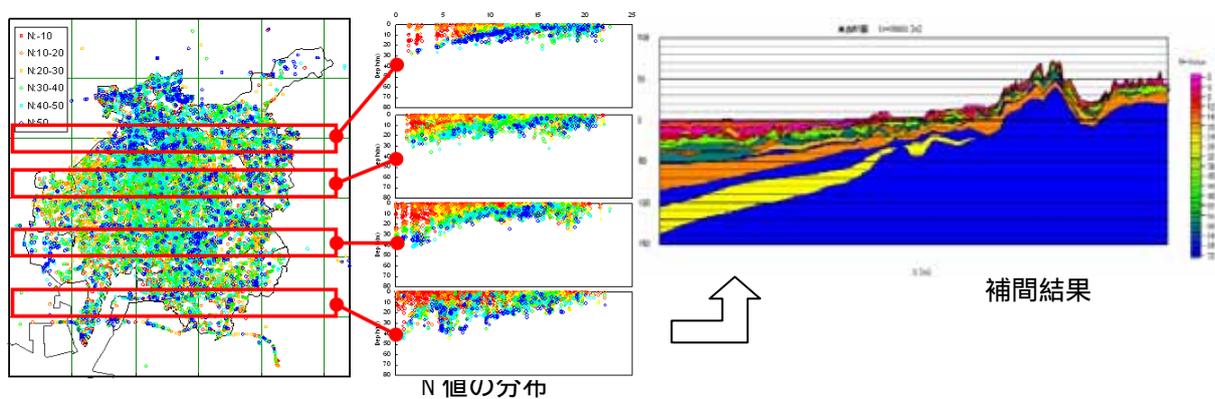


図 3-2 N 値に基づく表層地盤の 3 次元層構成の推定

### 3.3 地形改変を含む洪積丘陵地の高解像度表層地盤モデルの構築

ここでいう「高解像度」とは、住民に身近なスケールで地震危険度を伝えることを目指した概念であり、家一軒一軒がわかる程度の高い空間分解能に加えて過去の地形改変との関連を示すなど、わがこととしてリアリティをもって受け止められることが重要である。そのためには、前節で示した 50m メッシュでは十分ではなく、さらに細かなメッシュによる詳細な地盤モデルや切土・盛土分布が必要になり、一方で最大加速度や震度などの推定はごく表層の地盤のモデル化による増幅特性で大きく左右されるため、適切かつ明解な表層地盤のモデル化が極めて重要になる。

名古屋市においては、図 3-2 からわかるように、東部の丘陵地で表層地盤の変化が大きく、人工地形改変の影響も大きい。このような地域での高解像度表層地盤モデルの構築のために、空中写真を活用した地形分類及び切土・盛土分布の推定、微動探査やボーリング資料を組み合わせ

て表層地盤の詳細なモデル化を行う手法を検討した。空中写真資料の整備は、一般には1950年代後半以降になるが、都市域においては、旧日本陸軍（1930年代）や米軍（1940年代）の空中写真があり、地形改変前の詳細な地形区分を推定できる可能性がある。

名古屋市東部の洪積丘陵地に位置する名古屋大学東山キャンパス周辺で検討した結果を示す。この地域の都市計画基本図は1950年代後半に整備されているが、造成は戦前から始まっている。そこで旧日本陸軍による1930年代の空中写真（図3-3）から写真測量を行い、図3-4のように人工地形改変前の標高を推定した。この結果から表層地盤の切土・盛土を推定できれば、地震工学や防災に重要な10Hz以下程度の周波数範囲であれば十分な精度と考えられる。

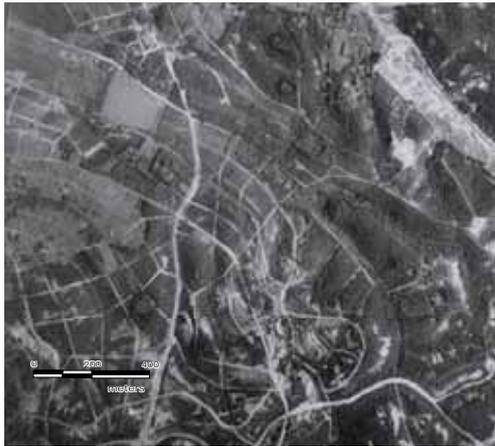


図 3-3 対象地域の空中写真（1930年代）

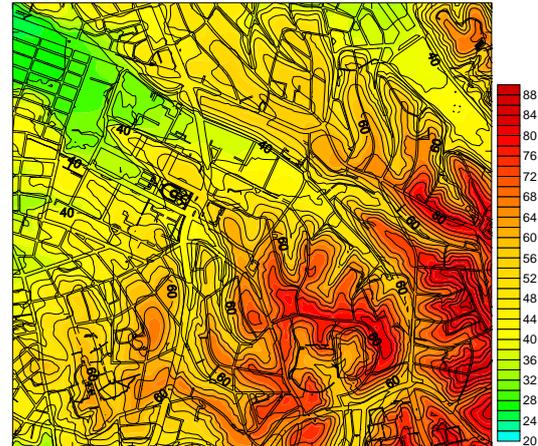


図 3-4 空中写真による地形改変前の標高

以上のように都市計画図や地形図が必ずしもそろわない場合でも、空中写真の利用などにより詳細な表層地盤モデルは作成できる場合があることは重要である。これは、都市部以外の地域でボーリングなどの地盤データが乏しい場合にも有効であり、データの量や質に応じた高解像度地盤モデルとハザードマップの構築に結びつく。

#### 3.4 大規模堆積平野の深部地盤構造モデルのためのウェブ GIS

大規模堆積平野における精度の高い強震動予測を行うためには、高度な予測手法の開発・展開と同時に、平野全体にわたる深部地盤構造や表層地盤に関するデータを蓄積・整理し、適切にモデル化することが重要になる。表層地盤に関しては前節までに述べたので、本節では深部地盤構造に関する情報のウェブ GIS による統合についてまとめる。

兵庫県南部地震以降は、国と地方自治体による大規模な深部地盤調査が主要な平野や盆地などで実施され、既存の地盤調査結果の収集・整理も行われている。東海地域では、平成11年から愛知県による濃尾平野の深部地盤構造調査が開始され、その後、岡崎・豊橋平野を含む三河地域、三重県による伊勢平野の調査が実施され、報告にまとめられている。これらの堆積平野の深部地盤構造調査結果は、既存の調査研究資料、新たに実施した調査結果、強震観測記録との整合性など、多岐にわたる検討結果をまとめて総合的に判断されたものであり、将来の東海・東南海地震による地震災害、特に長周期地震動の予測には不可欠な情報である。しかし、複数の報告書に散在する内容を、全体像を把握した上で、理論背景も理解しながら統合的に活用することは、一般の技術者にとって決して容易ではない。

以上の背景に基づき、愛知県・三重県の堆積平野周辺地域の深部地盤構造に関するウェブ GIS の構築を行った。強震動予測や防災に活用することを想定して、広域にわたる深部地盤の層構造と、その根拠となる調査・分析結果の資料を統合した。ウェブ GIS の利点を活かし、これまでに構築した浅部地盤構造や各種地盤調査結果、強震観測記録などのデータベースとも有機的に連携できる。図 3-5 にウェブ GIS 画面の例を示す。具体的には以下の項目を統合した。

深部地盤の各層の上面深度分布。地震動予測や地震被害想定等のために、地下構造の平均的な変化をデータ化したものであり、深さ数 km に及ぶ地震基盤の情報に加えて、以浅の主要な層（3～4層）の上面の深度分布が 1km あるいはさらに細かなメッシュ単位で与えられる。

各種深部地盤調査結果。上記の深部地盤構造を推定するため行われた反射法・屈折法探査、微動アレイ調査などに加えて、既往の大深度ボーリング、爆破探査、重力異常などの調査資料を、地図上の調査地点・調査測線と対応付けてデータベース化している。

浅部地盤構造と地盤調査結果。工学的基盤以浅の表層地盤について、ボーリングデータと新旧地形図の変化などにより切盛による地形改変も含めたモデル化を行った（3.2、3.3 節）。ウェブ GIS で表示する際には、表示範囲（縮尺）に応じて深部地盤構造とシームレスに扱う。

地震観測点と観測記録。2.6 節で述べた大都市圏強震動総合観測ネットワークで、GIS 上で観測点とリンクし、各地点の地盤や観測情報、得られた地震波形やスペクトルの情報を整理した。

常時微動観測結果。筆者らが平成 7～11 年に名古屋市周辺 341 地点で実施した地盤の単点常時微動計測について、観測点の地盤データや観測結果（波形、フーリエスペクトル、H/V スペクトル、卓越周期）が整理されている。

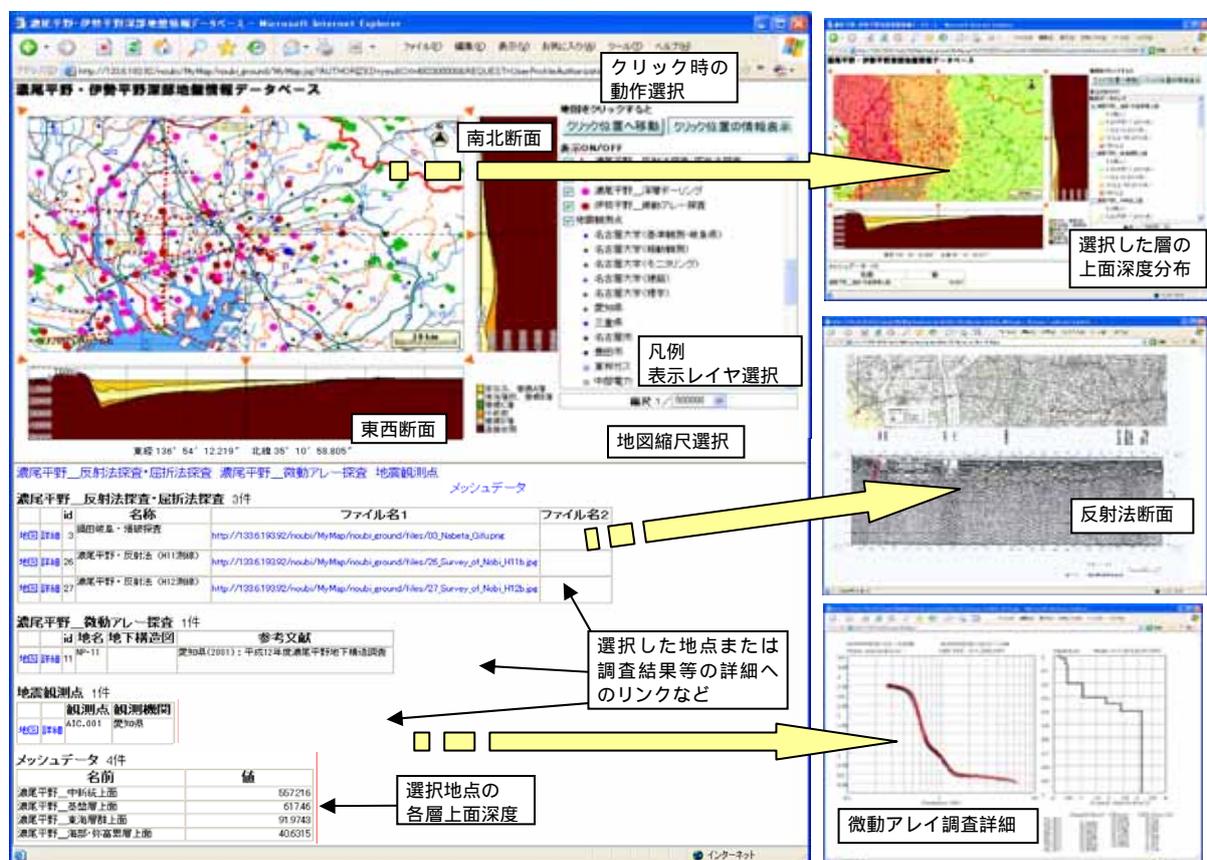


図 3-5 ウェブ GIS による堆積平野深部地盤構造データベース

次に、以上の情報のうち、地層境界面の3次元形状を可視化することを試みた。これは、複雑な形状となる堆積平野の基盤構造を理解するために有効であり、例えば濃尾平野西縁の養老断層における基盤段差が兵庫県南部地震の震災の帯と同様な現象の原因になる可能性があることなど、見逃してはいけない特徴を確認することにもなる。図3-6に濃尾-伊勢平野付近の深部地盤構造の3次元表示例を示す。左図は複数の層を異なる色で表示しており、地表の地図とあわせて平野規模の地下構造を把握できる。また右図は、地表と地震基盤上面のみにして視点を変えて表示した様子であり、濃尾平野西端にある養老断層の基盤段差の形状を様々な方向から確認することができる。

これらはMatrixEngineによりウェブブラウザ上でリアルタイム3Dコンテンツを表示しており、ボタンのクリック操作による表示切替やマウドラッグによる3D表示の移動・回転・視点の変更・ズームなどが可能で、自由な角度から対象を検討することができる。また任意の地層境界の表示の有無、地表面表示の透明度の変更など細かな操作もできる。この描画エンジンは、ウェブGISと同様にネットワークを経由してデータを利用するものであり、クライアント側PCは専用ソフトウェアを必要とせず、一般的なウェブブラウザでアクセスして簡単な操作でプラグインをインストール(初回のみ)するだけで利用できる。サーバー側では、表示の縮尺に応じて転送データ密度を調整するなどの工夫がなされ、3D表示とマウスによる画面操作は、現在の普通のPCとブロードバンド環境であれば十分スムーズで、ストレスなく自由に立体を扱うことのできるレベルに達している。同様の技術により地表面地形や切り盛りによる地形変化、航空写真データなどに基づく市街地イメージなども表示でき、直感的な理解を助けるために有効である。

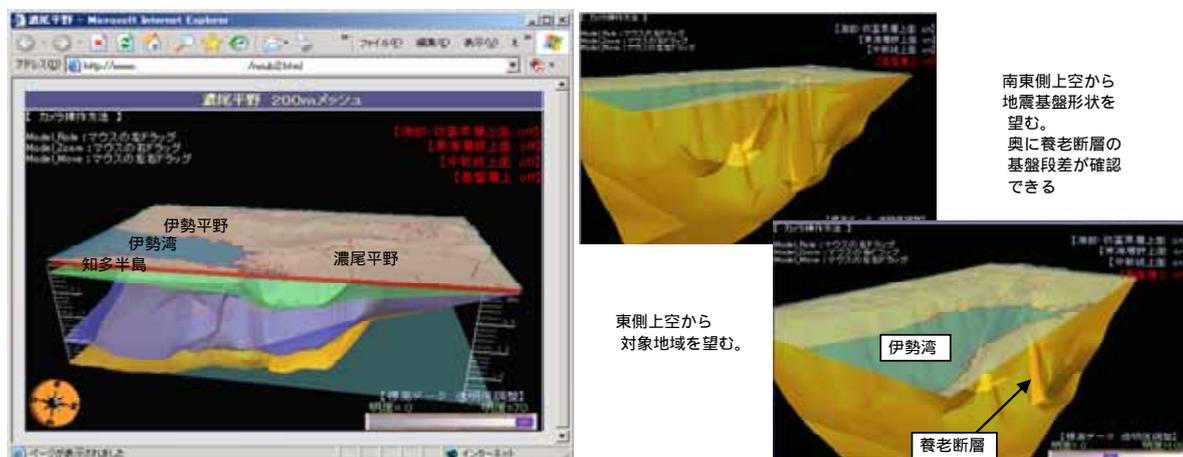


図3-6 濃尾平野西部～伊勢平野付近の深部地盤構造のウェブインターフェース3D表示

### 3章の参考文献

- 石田栄介, 福和伸夫: JAVAによる都市防災情報統合GISのインターネットへの展開, 日本建築学会技術報告集, 第5号, 1997.12, pp.287-291
- 福和伸夫, 飯田正憲, 西阪理永, 河村康弘, 飛田潤: 地震動評価地理情報システム"QuSE"の構築, 日本建築学会技術報告集, 第6号, 1998.10, pp.225-229
- 福和伸夫, 銭傑, 飯田正憲, 西阪理永, 飛田潤, 河村康弘: 地震危険度評価に及ぼす各種要因の

- 影響に関する研究～GISを用いた東海地域の地震危険度評価～，第10回日本地震工学シンポジウム論文集，1998.12，pp.495-500
- 福和伸夫，荒川政知，小出栄治，石田栄介：GISを用いた既存地盤資料を活用した都市域の動的地盤モデル構築，日本建築学会技術報告集，第9号，1999.12，pp.249-254
- N. Fukuwa, J. Tobita, H. Takai and E. Ishida: Effective Application of Geographic Information System in the Field of Earthquake Engineering and Disaster Prevention, 12th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No.2229, 8p, 2000.1
- 福和伸夫，飛田潤，中野優，高橋広人，飯田正憲，石田理永：名古屋市域の地盤・強震動・微動記録のコンパイルと震動性状区分，日本建築学会技術報告集，第10号，pp.41-46，2000.6
- 高橋広人，福和伸夫：地震動予測のための表層地盤のモデル化手法の提案と検証，日本建築学会構造系論文集，No.599，pp.51-59，2006.1
- 高橋広人，福和伸夫，林宏一，飛田潤：地盤モデルに基づく2地点間の伝達関数と地震観測記録を用いた任意地点における地震動の推定，日本建築学会構造系論文集，第609号，pp.81～88，2006.11
- 飛田潤，福和伸夫，高橋広人：ウェブGISによる堆積平野の深部地盤構造データベース，日本建築学会技術報告集，第24号，pp.435-438，2006.12

## 4. 地域の防災力向上にむけた自発的活動を支援するシステム

・・・地域防災力向上シミュレータの開発

### 4.1 住宅の耐震化促進のための域防災力向上シミュレータ

#### (1) システムの目的と全体構成

建物の耐震化や室内の安全対策、地域での協働体制の構築や継続的な防災活動など、地域の地震防災力向上のためにすべきことは明確だが、実際にはなかなか進まない。それは地震災害を自分の身に起こることとして実感できず、またその理由や対処法がわからないことが大きな要因と考えられる。本論で述べる「地域防災力向上シミュレータ」は、このような住民ひとりひとりのために、意識啓発と知識の伝達から自発的な行動までをサポートする一連のシステムであり、住宅耐震化を抜本的に進めるために様々な教材や活動と連動して発展している。

図 4-1 に地域防災力向上シミュレータの利用の流れと、関連する教材や活動などをまとめて示す。システムはウェブ GIS をベースとしてウェブインターフェースで統一され、インターネット経由で必要な部分をいつでも自由に利用できる。大枠としては「気づき」「学び」「実践」のステップがあり、利用者レベルに応じて異なるメニューが用意されているが、初心者はまずはシナリオに沿って全体を経験することを推奨している。一般習熟者用はコースを示しながら随時スキップができ、専門家用は全メニューを自由に選べるようになっている。

#### (2) 地盤と建物の状況から自分自身のハザードに気づく

まず自分自身の災害危険度を具体的に知る「気づき」のために、ウェブ GIS による詳細なハザードマップが用意されている。過去から現在までの地形図や航空写真などに基づいて、一軒一軒の家が区別できる高解像度の地図で地盤状況の変化や盛土・切土の分布などが表示でき、地形とその変化を鳥瞰する 3 次元表示も使える。たとえば、かつての池や水田を盛土した場所では、震度や液化危険度が大きいことがよくわかる。ある地点の地下構造から東海・東南海地震における揺れの様子も計算でき、震源から地震波が伝播してくる様子から地盤の揺れ方までアニメーションで表示される。

家屋や室内の安全性については、家屋の概要や家具配置を入力すれば耐震診断や家具転倒危険性の判定ができ、地盤の揺れから計算した実際の建物の揺れや倒壊、家具の転倒のようすがアニメーションで表示される。これにより将来の地震でまさに自分の家とわが身に起こる状況を実感できる。

以上の機能を PC で利用するのみならず、体感した方が楽しく有効である。振動台（ルンルンぶるる）に地震動を入力すれば、自分の家の揺れを体験することができる。また、持ち運び可能な卓上 2 軸振動台も開発しており、実際の数分の一の振幅で 2 次元の揺れを目で見ることできる。さらに「ぶるる」シリーズなどの教材を実際に動かしてみれば、体感で理解も深まる。

#### (3) ハザードの理由と対処法を学ぶ

我が身の危険性に気づいたときに、それを正しく理解する知識や具体的な対処方法が同時に提供されることで、自発的な行動に結びつくか否かが大きく左右される。このための「学び」の機能として、地震、地盤、建物、防災などの基礎知識、建物耐震診断や家具転倒防止に関するコンテンツや様々なリンクが準備されている。初心者や興味のない人から専門家まで多様な利用者の効果的な「学び」を誘導するために、e ラーニングを中心としたコンテンツの充実のみならず、

## 実感できる防災行動支援ツール 地域防災力向上シミュレータ

ハザード情報を住民に分かりやすく伝え、  
防災力向上のための自助・共助を促進する。



図 4-1 地域防災力向上シミュレータの全体概要

インターフェース等にも新たな試みを行っている。例えば、講演会のビデオはプレゼンテーション資料と連動してウェブ上で利用できるし、家具転倒実験のビデオは、多様な家具固定法の詳細な説明とセットで提供されている（5章）。また自然言語を用いてウェブ上のキャラクターを相手に会話をしながら情報を引き出すインターフェースの開発も進んでいる（6章）。これらの技術は、防災以外でも活用可能であるが、一方で、防災啓発に用いる前提でシステム特性やコンテンツをチューンしていることも、住民に有効に利用してもらうためには重要である。

### (4) ワークショップや地域防災行事での活用と実践の展開

ハザードの理解に続いて、防災対策の実践が重要である。個人住宅の対応についても、実施率を向上させ、かつ持続させるためには、地域をあげた防災行動に展開することが有効である。そこで本システムは、ワークショップ支援ツールとしても開発されている。

さらに多様な年齢層や関心の有無、PC 利用スキルの差などに対応するため、あらかじめやる気のある住民にシステムの扱いを覚えてもらい、その人を中心に隣近所のグループでワークショップ形式の利用を試みたところ、各自の家の状況を比べつつ話が弾んだ。操作に慣れたファシリテータを養成することで、システム利用の敷居を低くし、お年寄りなど PC に不慣れでも問題なく、かつグループ参加により積極性や関心を高めることに成功した（8章）。

このような地域での利用のために、様々な知識や情報は Wiki や Weblog を用いてウェブページやウェブ GIS に入力できるようにし、地域の電子情報マップやデータベース構築を率先して実施する有志や専門家の活動をサポートしている（5章）。

以上の開発経験をふまえて「防災フェスタ 2007 in 名古屋大学」を 2007 年 3 月 4 日に開催した。

この行事は、ボランティアや防災リーダー、地元の町内会、学生、建築士、行政などの協働で企画され、本システムの利用を含めた様々な地域防災のアイデアを集めたものである。当日はスタッフも含めて1000人近い参加があり、シミュレータの利用や振動台によるわが家の揺れ体験、耐震診断相談などに加えて、防災に関連する様々な企画が行われ、地域ぐるみの防災活動の展開に関する新たなモデルを示すことができた(8章)。

現状では詳細データがすべてそろっているのは名古屋市のごく一部であるが、システムやデータの構成は他の地域に展開しうるプロトタイプとなっており、今後はさらに広域のデータ整備や利用など実用化に向けて検討が進められる予定である。

#### 4.2 高解像度ハザードマップと地盤応答シミュレータ

地域防災力向上シミュレータにおいて、自分自身の災害危険度を具体的に知る「気づき」のために、ウェブGISによる高解像度の各種ハザードマップが用意されている。これは3章で述べた技術やデータがベースになっており、アニメーションや実際の教材などとの連携も含めて「実感できる」ことが重要なポイントである。コンテンツの具体例を図4-2に示す。過去から現在までの地形図や航空写真の変化、詳細な地形分類などの多様な情報を、一軒一軒の家が区別できる高解像度の地図をベースとして自由に操作することができる。たとえば図4-2(c)からは、画面中央の池の東半分が埋め立てられていることがわかり、(d)から、この池が東から西へ下る丘陵地の中の谷に位置しており、池の西側を中心に液状化危険度が高いことがわかる。さらに切盛分布を求



図4-2 地域防災力向上シミュレータ・高解像度ハザードマップの画面例

めると、地形改変の状況もわかる。

高解像度ハザード情報によって災害危険度の理解は可能となるが、地域住民の対策意識に結びつくためには、地震時の揺れを直接的に理解するシステムがあるとよい。そこで、地盤応答シミュレータの開発を行った。図 4-3 に動作画面を示す。ウェブ GIS 上の任意点をクリックすると、応答計算サーバーにおいて該地点の地盤モデルと工学的基盤の地震動波形データを検索し、表層地盤の非線形地震応答解析を実行する。計算結果はアニメーション表示されるとともに、人が乗れる振動台に地盤応答解析結果の波形を入力することで、揺れを体験することもできる。現在名古屋大学で準備している振動台は、1軸で最大で±3m、500kine、2000gal の加振能力を持つので、地盤の揺れだけでなく建物の床応答も体験できる。今後は2軸振動台の開発につなげることを予定している。このように、自宅の揺れを意識することで、地域住民は対策の必要性に気づき、続いて学習のステップ、実践のステップへと自発的に進むことができる。

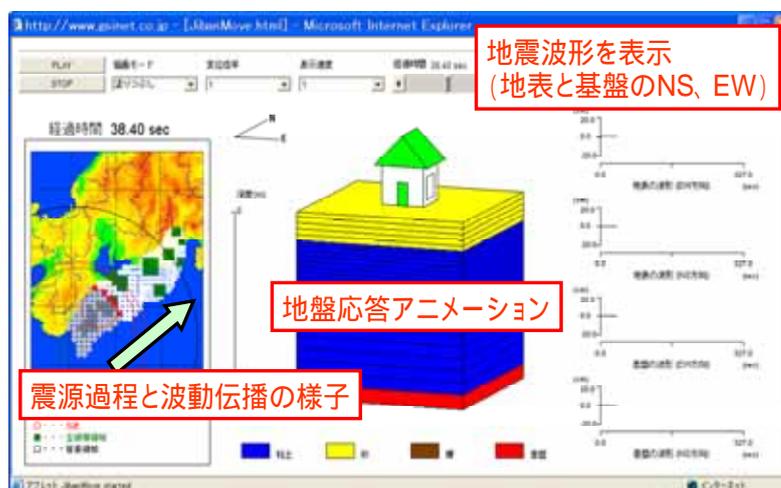


図 4-3 地盤応答シミュレータの動作画面

#### 4.3 建物倒壊・家具転倒シミュレータ

高解像度ハザードマップで様々な災害の状況を身近なものとして感じ、地盤応答シミュレータで具体的な地震のすがたを実感した利用者は、自分の家は、自分の家族は、そして自分はどうかを知りたいと思うのが自然である。そこで、自宅の建物情報をウェブ上で入力し、建設敷地での地震動を用いた建物応答解析や家具転倒解析を行い、アニメーションで表示するシステムが必要になる。家庭のパソコンで自宅の位置を選び、地震動を推定し、そして建物がどうかを簡単に確認でき、わかりやすい映像で家族にも理解してもらえれば、結果として自分のなすべき防災対策を納得させることができ、一人一人の防災行動を推進することができる。したがって、まず対象とするのは、耐震化が喫緊の課題となっている在来木造2階建ての住宅とする。

一般的な木造住宅の場合、詳細な設計資料があれば地震応答や倒壊の有無をシミュレートすることは可能であるが、耐震診断相当の資料の準備とデータ入力をすべての一般利用者に期待するには無理がある。したがって利用者の耐震化に関する理解レベルに応じて、選択式入力の簡易版と、詳細入力が可能な CAD 版の2種類のインターフェースを準備している。

建物倒壊シミュレータの簡易版について、図 4-4 に入力画面の例を示す。地盤応答シミュレータにより自宅の場所の揺れを計算してから開始する。入建物の状況に関する入力画面はわかりや

すさを重んじて写真・絵による選択方式を主とし、数値の入力は築年や建物寸法など最小限としている。入力された仕様・数値から一般耐震診断の診断用数値に換算し、地盤の揺れは計測震度を用いて建築基準法の要求レベル（震度 6 強～）に対するサイト倍率を求め、地域係数  $Z$  に反映させている。

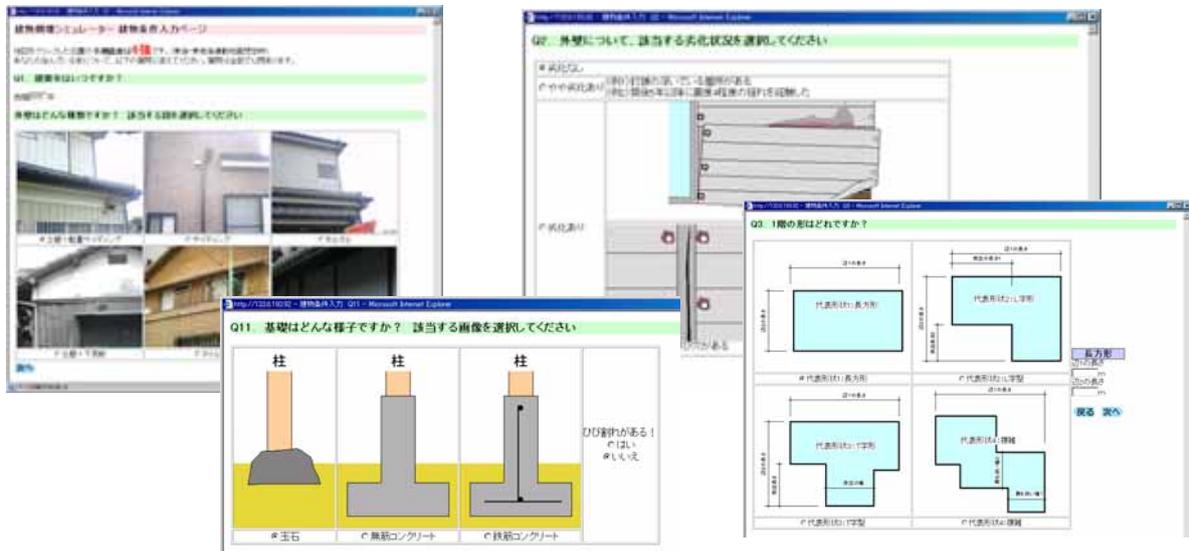


図 4-4 簡易版建物倒壊シミュレータの入力画面

このように簡易版では詳細な建物情報を用いないため、その都度時刻歴解析は行わず、予め地震動レベル 4 種類とモデルプラン 3 種類（1つのプランで壁量を調整）の組み合わせでの応答計算した結果の映像を用意しておき、その建物の計測震度、判定値に近いものを表示するようにした。したがって解析及び映像は事前に用意するので、応答解析やアニメーションは時間をかけて詳細に行うことができる。具体的には、建物構成部材の 1 つ 1 つをモデル化して応答解析を行い、これに面要素のテクスチャーを加えてリアルに見えるように映像化している。結果の表示例を図 4-5 に示す。建物の外観だけでなく、内観や室内の家具の転倒状況も同時に表示している。ここに映っている建物は自宅とは異なるものの、柱が折れて倒れていく様子などは実際に近く、テクスチャも配慮されていて臨場感がある。結果に応じて耐震診断・改修や家具固定などのウェブページへのリンクが表示される。

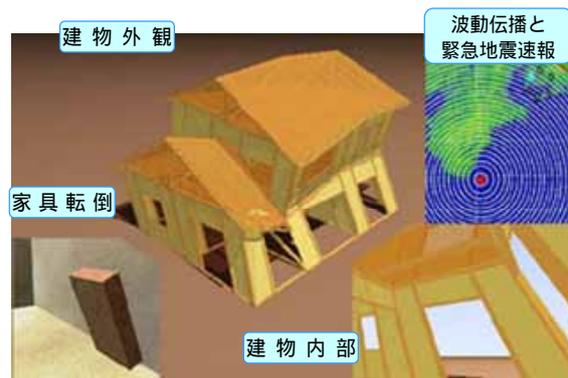


図 4-5 シミュレータ出力画面例

より実際の応答解析や耐震診断のためには、詳細な入力が必要であり、そのために一般的な CAD に近いインターフェースの開発を進めている。入力された建物情報に基づいて 2 質点せん断・ねじれ系にモデル化し、耐震要素情報はバイリニア+スリップモデルで表現して、水平 2 方向のサイト地震動波形を用いて応答解析を行う。建物形状やドア・窓など自宅の特徴を忠実に再現されるため、リアリティは高い。入力画面で補強要素を入力して応答解析結果を確認すれば、耐震改修の有効性を実感することも容易にできるはずである。

最後に家具転倒シミュレータについては、家具の寸法・重量、床仕様等の設置条件を入力し、

床応答に対して剛体転倒解析を行い、結果をアニメーションで表示する。わが家に関する評価結果であることを極力リアルに伝えることで、家具転倒防止の必要性をより具体的に体感できる。

#### 4章の参考文献

福和伸夫，坂上寛之，花井勉，高橋広人，飛田潤，鈴木康弘：耐震化を促進するための地域防災力向上シミュレータ，日本地震工学会論文集 第7巻，第4号，pp.5-22，2007.7

飛田潤，福和伸夫，護雅史，鈴木康弘：地域住民による自発的な住宅耐震化と防災活動促進のためのシステム（その1）地域防災力向上シミュレータの概要と活用事例，日本建築学会学術講演梗概集，2007.8

倉田和己，高橋広人，福和伸夫，鈴木康弘，飛田潤：地域住民による自発的な住宅耐震化と防災活動促進のためのシステム（その2）実感できる高解像度ハザードマップと地盤応答シミュレータ，日本建築学会学術講演梗概集，2007.8

皆川隆之，河尻出，花井勉，福和伸夫，飛田潤，護雅史：地域住民による自発的な住宅耐震化と防災活動推進のためのシステム（その3）オンライン建物倒壊・家具転倒シミュレータ，日本建築学会学術講演梗概集，2007.8

## 5. 耐震化促進にむけたコンテンツのインテグレーション

・・・主体的な「学び」のためのツールや教材

### 5.1 住宅の耐震化促進のための体感型学習ツール

前章までで示した高解像度ハザードマップや地盤応答・建物倒壊・家具転倒シミュレータにより耐震化や室内安全の重要性に気づいた住民にとって、次のステップは「学び」である。ネットワーク上での学びはeラーニングで実現されるのが一般的であるが、それに加えて実体のある教材も組み合わせ、能動的に操作しつつ体感することにより、主体的に学ぶためのツールを開発している。これらはシミュレータの結果を詳しく説明し、あるいは不足を補完し、そしてどのように対処したらよいかを見てすぐ理解できるように工夫されている。これらを含む「ぶるるシリーズ」はウェブページに整理されている。( <http://www.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/bururu/> )

ごく一般的な木造2階建て家屋について、その振動状態を理解し、耐震性を左右するポイントを実感することは、一般の人が耐震改修を実行に移す後押しをする意味で極めて重要である。このためのツールとして、持ち運び可能な手回し振動台「ぶるる」や、モーター駆動による「電動ぶるる」、親しみやすいペーパークラフトの「かみぶるる」、大型の模型による「台車ぶるる」などがある。これらは利用者やシチュエーションに応じて順次開発が進められてきたものであり、壁や筋交いの量とバランス、屋根の重さ、仕口の補強、地盤の影響などが基本的な建物振動性状に及ぼす影響や、耐震性能を左右するポイントを、わかりやすくかつ楽しく学ぶことができる。

さらに建物倒壊までを実感させる教材として、木造倒壊模型も開発されている(図5-1)。これは実際の在来木造2階建ての構造と部材をほぼ忠実に縮小した組み立て模型であり、耐震性が異なる2棟を並べて台車に乗せて振動させ、倒壊の状況を観察するものである。部材の仕口や補強の状況も実物と対応するようにつくられているため、倒壊の様子も実にリアルであり、筋交いの偏在や屋根の重さの影響、仕口の破損・抜けだしと補強金物の効果など、耐震性を大きく左右するポイントの良否が2棟の比較で明確に再現される。デモとしては、実際に倒壊するところを見るのが最も効果的であるが、準備に時間を要すること(組み立てに建築の学生数名で1時間程度以上)、一瞬で倒壊してしまうため要点をすべて見るのが難しいことなどから、主にVTR収録映像を教材として用いている。全体の動きと細部の破損状況を同時に見比べ、何度も再生でき、必要に応じてスロー再生もできることなどの利点は大きい。さらにこの映像をパラパラ漫画にしたものもある。原始的ではあるが動きはスムーズで十分よく見え、一切の機材が不要でなじみやすく、子供でも楽しめる。また大人や専門家にとっても、倒壊過程をコマ送りでゆっくり見ることによる発見があるなど、思いがけない効果が得られる。



図 5-1 木造倒壊模型とパラパラ漫画

## 5.2 家具転倒防止効果の確認振動実験と啓発用ウェブページ

住宅の耐震化と室内の安全確保（特に家具転倒被害の防止）は、地震時の人的被害軽減のために必須の両輪である。住宅耐震化に比べて家具固定は実施が容易であり、場合によっては居住者が自ら行うことも可能で、費用もさほどかからない。危険性の少ない場所に家具を移動すれば良いこともある。しかし、実施率は必ずしも高くなく、また不適切な実施により効果が薄い場合もある。その理由として、固定方法や費用、そして実際の効果に関する知識が不足であることが一因と考えられる。そこで、耐震化の場合と同様に、家具についても実際の地震時の様子を観察することで、転倒する様子や転倒防止対策の効果を実感することが、理解と行動のための近道である。

ここでは、最も対策が急がれる一般戸建て住宅を考え、実際の仕様に従って床・壁・天井をもつ室内実大模型を振動台上に構築して、震度6強～7レベルでの種々の家具の転倒状況や、各種転倒防止方法の有効性検討を行った。実験は住宅メーカーと大学の共同実施である。また実験の状況はVTR収録され、室内・家具・転倒防止対策の詳細な説明とともにウェブコンテンツ化されている。

実験は軽量鉄骨の平屋建物の一部（平面1.83×1.83m）を振動台上に構築して行った。中央に耐震パネルの内壁を設置して分割し、両側をフローリングとカーペットの床として、背中合わせで2通りの加振を同時に行うことができる。試験体は、本棚（高さの異なるもの数種）、大型テレビ、冷蔵庫、洗濯機、ピアノなどを用いた。また、固定方法については、無固定の場合を基本に、一般に使用されているもの、市販されているもの、および新たに開発したものなど、それぞれの家具で2～数種を比較検討している。加振方法は水平または水平+上下加振であり、加振波は観測波を震度6強～7を目安に拡大したもので、最大加速度が約1200gal、計測震度が約6.5である。

ここでは実験結果に関する詳細は省略するが、要点をまとめると、家具固定法の有効性の評価は複雑で、結果として転倒したか否かということだけでなく、転倒するプロセスを明確にすることが重要と言える。これは、転倒のメカニズムによっては、今回の実験では転倒しなかったものの、条件次第で転倒する可能性もある、といったことが考えられる。万全の固定法と考えていたものが、思いもかけないところから破損して転倒することもあった。固定器具だけでなく家具や室内仕上げが破損するケースも多く、さらに施工の良否により結果が大きく左右される。

このような結果を見ると、ベストな固定器具・固定方法は一概に決められるものではなく、経験を持った技術者の知識やノウハウを知ることが重要であることがわかる。それは、一般の住民にとって必ずしも容易ではないが、今回の実験の状況をわかりやすく整理すれば、実物の映像を見て実感できるため、理解に有効と考えられる。図5-3にウェブコンテンツの例を示す。固定方法の詳細と、その実験結果のビデオ、さらに要注意点がまとめて表示されており、無固定の場合との比較もあるため、転倒の危険性と固定の効果も含めて理解できる。このようなコンテンツをきっかけとして、室内安全対策の関心が高まることが最も重要と考えられる。

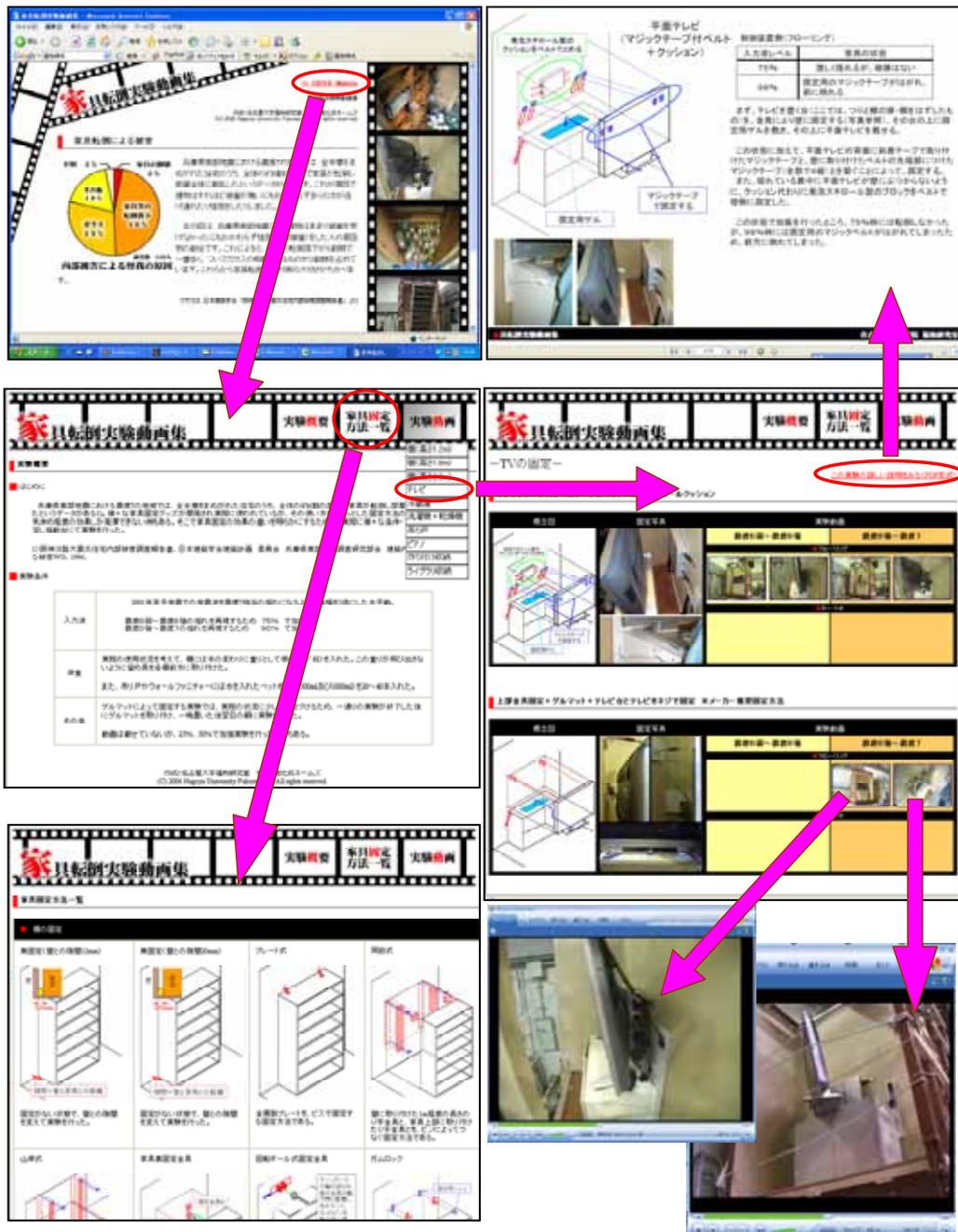


図 5-3 家具転倒防止に関するウェブコンテンツ

### 5.3 eラーニングコンテンツの展開

昨今、防災に関する講演・講義は頻繁に行われており、専門家がそれぞれの得意な内容に関する有益な話を展開している。しかしこれらは、その場に参加した人以外は内容を知ることができず、せっかくの内容が限定された範囲にしか活かされない。講義録やビデオ収録を参照する方法もあるが、ここではさらに進めて、講演の映像をプレゼンテーション資料と連動させて閲覧できるシステムを構築した。図 5-4 に画面例を示す。興味のある内容を時間・場所の制約を受けずにウェブ上で受講できるし、連続講演などでは欠席者のフォローにも有効である。またこのコンテンツから実際の講演会への出かける行動にもつながる。講演者の了解を得た上で、このようなコンテンツを充実させることにより、eラーニングカリキュラムの編成を試みる予定である。



図 5-4 講演会の映像とプレゼンテーション資料を連動させた e ラーニングコンテンツの例

## 5 章の参考文献

- 酒入行男, 山岸秀之, 中田信治, 花井勉, 鈴木章弘, 福和伸夫: 家具転倒防止促進のための振動実験・シミュレータ WEB の作成(その1)実験の概要, 日本建築学会学術講演梗概集, 2007.8
- 山口由紀, 酒入行男, 鶴田庸介, 牧原慎一郎, 花井勉, 福和伸夫: 家具転倒防止促進のための振動実験・シミュレータ WEB の作成(その3)実験結果の実用面の評価と WEB 公開, 日本建築学会学術講演梗概集, 2007.8

## 6. 耐震化促進 e ラーニングのためのインターフェース

・・・自然言語インターフェースの災害情報システムへの適用

### 6.1 e ラーニングの特性とインターフェースの役割および重要性

e ラーニングとは、現在では主にインターネットを活用した教育方法の総称となっている。多くのシステムにおいてその特徴は、情報の双方向通信が可能であること、不特定多数を対象とし大規模な教育を実現できること、それぞれのユーザに対して個別教育が可能であること等として挙げられている。ユーザは時間・場所を選ばず何度でも学べるため、従来型の教育よりも形態に制限がない点で効率的な学習が期待できるほか、先述の地域防災力向上シミュレータで示したとおりコンテンツ次第でひとりひとりのユーザに併せた展開が可能であるなど、地震防災の分野においても新たな教育・啓発としての展開の可能性がある。その反面、e ラーニングはユーザが自分から進んでコンテンツへアクセスしない限り成立しないという欠点もあり、そのような能動性をユーザに求める点では、継続的な学習を行う上での実質的なハードルが存在しているといえる。

現在、そのような問題に対応すべく、e ラーニングにおいても従来の教育と同様にコミュニケーションが必要であるとの考え方が広まりつつある。例えば早稲田大学の e スクールは、通信教育を主体とする e ラーニングでありながら、ウェブの掲示板やメールを用いたやりとりや、スクーリング（面接授業）による教員と学生の実際のコミュニケーションを重要視し実践している。

以上のような状況を踏まえ、筆者らは地域防災力向上シミュレータのコンテンツ群を最大限に活かすために、ユーザー一人一人の 5W1H に合わせたナビゲートを実現するような仕組みが必要であると考え、ユーザとのコミュニケーションをキーワードにインターフェースの開発を行った。インターフェースのイメージは、質問に答えてくれたり、コンテンツの利用をガイドしてくれたりするウェブ上の専門家という位置づけである。専門家との会話を通じたコンサルティングを受けながら学習するように、個人の属性に応じた双方向のやりとりに基づく e ラーニングを目指した。

### 6.2 e ラーニングの課題を解決する会話型インターフェースの開発

#### (1) 会話型インターフェースを実現するためのシステム概要

以上のような背景のもとで、自然言語による会話型インターフェースの開発を目指し、自然言語インターフェースに関する基礎的な調査を行った上で、まずはインターフェース機能を提供するシステムを整備した。

自然言語による会話機能をコンピュータに実装する試みは 1960 年代後半から盛んに取り組みられ、現在も研究が進む分野であるが、現実世界の曖昧さ・複雑さを備えた問題を扱うのは未だ困難な状況にある。本論の開発では地震防災の特に耐震化の分野について、自然言語の会話による質問への適切な応答とナビゲーション能力を実現するため、学習すべき内容や知識構造の分析に基づいた技術的なアプローチを考え、それらを試みる為のインターフェース機能をシステムとして実装した。

図 6-1 に初期のウェブインターフェース画面とその動作を示す。ユーザが質問文を入力して送信ボタンを押すと、システムがその内容を解釈し、画面のキャラクターを通じて回答を返すものである。図 6-2 にシステム全体の概要を示す。ユーザから送信されたデータはウェブサーバを介

して専用の質問回答サーバに送られ、そこで形態素解析・意味解析を行い、知識データベースの中から適切な回答を検索してウェブサーバに返す。ウェブサーバは送信されてきたデータをキャラクターの台詞として表示させる。ここでやっている自然言語の解析や知識データベースの検索・照合等には、市販の自然言語処理エンジンの技術を用いている。

(2)初期型の知識データベース実装と課題抽出

開発初期段階の目標は、この会話型インターフェースのシステムを用いた会話型の耐震 Q&A の実現とし、そのために質問文と回答文の対（エンティティ）を集積した形の知識データベースの構築を行った。知識データベース構築に当たっては耐震に関するウェブの掲示板や一般向け書籍、あるいは想定ユーザの方々への直接の聞き取り等により、耐震化に関する学習者の立場からの質問を約 200 種類収集した。それらの質問にそれぞれ対応する回答文を設定することにより、エンティティ群を知識データベースとして実装した。表 6-1 に、質問内容の大まかな傾向と分類を示す。

こうしての作成した初期型のコンテンツを 3ヶ月間試験公開し、様々な属性のユーザに利用してもらった上でシステムのログを分析した。分析の結果、システムがユーザの質問内容を解析して定義づけ、何らかの応答を返す割合がおよそ 8 割であり、そのうちユーザの期待する回答であると判断できる割合は 2 割程度であった。これは Q&A のコンテンツとして見ても不十分な結果と言える。また知識データベースの内容と照らし合わせたところ、用意したエンティティのうちの大部分は使われていなかったことが明らかになった。

主な原因としては、システムとユーザの連続した会話のやりとりに対応できなかった点、すなわち会話シナリオの設計が不十分であった点にあると考察される。例えば、一つめのユーザ質問にシステムが答えることが出来た場合でも、ユーザがその回答に対してさらに具体的な説明（例：「なぜ、そのような被害になるの？」）を求めると、それ以前のやりとりの内容を加味しないこと

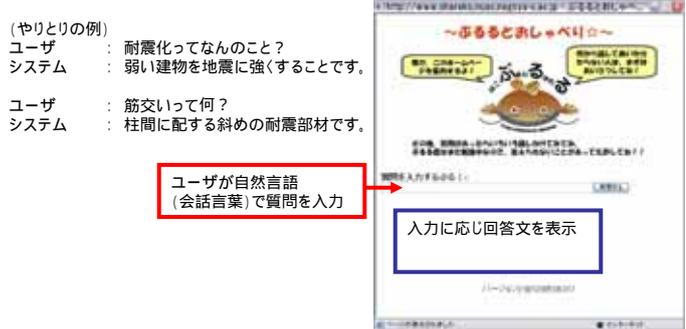


図 6-1 初期段階の会話型インターフェースの画面例

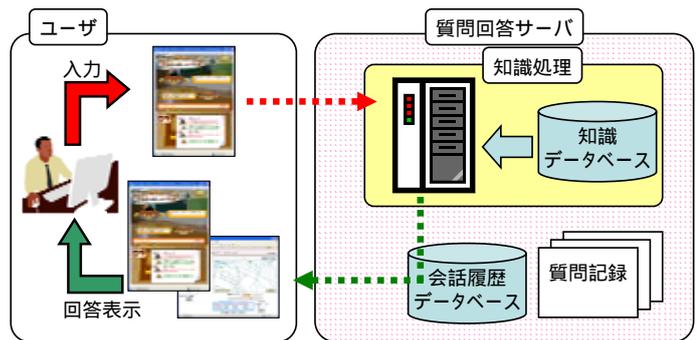


図 6-2 会話型インターフェースのシステム構成

表 6-1 ユーザー質問の整理

質問内容	リスク評価	用語	理論	対策法
曖昧な質問の例	・地震ではどんな危険があるの？ ・うちは地震が起きたらどうなるの？ (約20項目)	(該当なし)	(該当なし)	・地震対策は何をしりたいの？ ・地震のときはどこへ逃げたら良いの？ (約20項目)
具体的な質問の例	・うちは震度いくつまで耐えられる？ ・東海地震は予知できるの？ (約20項目)	・筋交いって何？ ・免震って何？ ・液状化って何？ (約50項目)	・どうして壁が少ない家は弱い？ ・免震はどんな仕組みなの？ (約30項目)	・家具はどうやって固定するの？ ・補助金を申請したいんだけど？ (約60項目)

にはユーザ質問の意味を解析できず、応答できないか辻褃が合わない回答となる場合がほとんどであった。これを改善するには、耐震化に関するユーザとの会話シナリオを予測して設計する必要があると考え、次節以降で示す知識データベースの構造化と、シナリオを誘導するためのインターフェースの改良を行うことになった。

### (3)知識データベースの検討と耐震化知識の構造化

知識データベースの構造化を目的とし、耐震化知識の分析・整理を行った。前項の知見から、ユーザとシステムとの連続的なコミュニケーションの内容をシナリオ化することを目指した。図6-3に初期型(Q&A)のデータベース構造と、シナリオ型のデータベース構造をそれぞれ図式化した結果を示す。この図から分かるように、シナリオ型のコミュニケーションを実現するためには、それぞれの知識同士の繋がりを構造化する必要がある。

第一のアプローチとして、前項で収集したユーザ質問集を、シナリオ中のどの段階で出現するかという位置づけに基づいて分析したところ、地震防災に対するユーザ意識の変化を連続的な四つの段階に分類することができた。図6-4にその分類と段階的な話題の移り変わりの概念を示す。

の領域は住民レベルの問題意識であり、例えば「地震では何が危ないの？」など曖昧な質問しか出来ず、この状態では自学が不可能な段階である。の領域は専門家レベルの問題意識であり、科学的・理論的な事実に基づいた回答が可能な段階である。の領域は専門家レベルの課題意識であるが、地域住民が対策行動を取るためには自分を主体とした具体的な行動についての疑問が生じる。ここで取るべき対策方法を理解することで、初めて対策意識を持ったの領域に導くことができる。からへ進むにはリスクの理解が必要であり、からへ進むには理論の理解が必要であり、からへと進むには一人一人に合わせた対策方法の理解が必要である。このような、ユーザ意識の変化の段階を踏んだシナリオの展開に基づいてナビゲーションを行うことで、体系的学習の実現に繋がると考えた。

第二のアプローチとして、ユーザ意識だけでなく提供すべき知識の側面からの整理も必要であると考え、耐震化知識の整理・構造化を行った。具体的には、知識を専用のWikiサイトに投入していくことで、知識同士の関係を実験的に明らかにしていった。Wikiとは、オンライン型の辞書的な知識データベースを実現するCMS(コンテンツマネジメントシステム)の一種であり、登録した知識の本文に含まれるキーワードについて同タイトルの解説ページが構築されている場合、キーワードに自動的にリンクを生成することで、知識同士に多次元的な繋がりを持たせることが出来る点

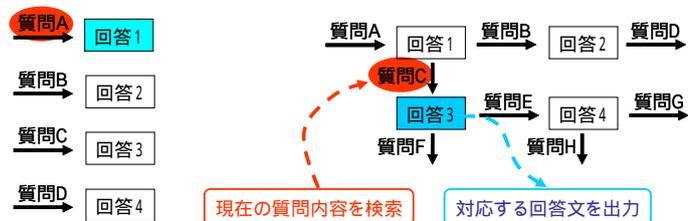


図6-3 Q&A型とシナリオ型の知識データベースの違い

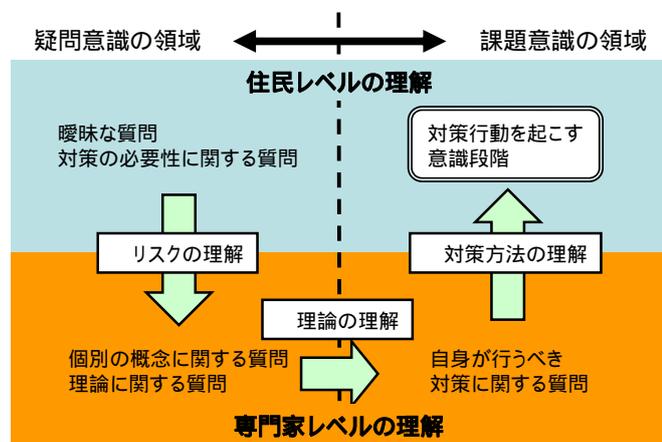


図6-4 学習者(ユーザー)意識の分類の概念

に特徴がある。Wiki を活用することで、有る程度の文章量によってシナリオ的な解説が必要な知識と、多くのシナリオに引用されるキーワードとしての辞書的な知識を、実験的なプロセスのもとで分類することが出来た。

第三のアプローチとして、知識整理の学問であるオントロジーの各種文献を参照し、知識整理に関する既存の概念や分類手法を参考にした。知識構造化の例を図 6-5 に示す。既存の整理技術に耐震の専門的な視点を導入することで、概念同士の上下関係や関連名による知識のネットワークが表現可能となり、知識データベースの構造を理論的かつ明快なものにしていくツールとして利用した。

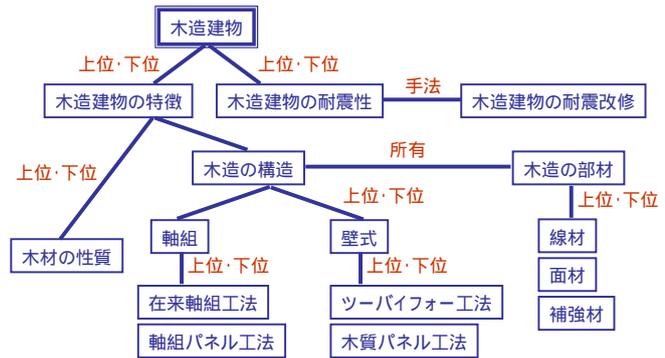


図 6-5 知識構造化の例（木造建物に関する知識）

#### (4)知識実装時の工夫とインターフェース画面の改良

以上のようにユーザ側（質問）とシステム側（回答知識）の両面から整理と検討を行った上で、それらに基づいたコミュニケーションのシナリオを試作し、改良型の知識データベースとして実装した。シナリオのテーマは、先に収集した質問リストから頻出のものを参考に選定した。作成したシナリオの基本フローを図 6-6 に示す。曖昧な質問を具体化するよう誘導し、さらに 5W1H の補足を与えることで場合に応じた知識の使い分けを提示するなど、回答に併せて関連した話題を積極的に提案するような構造を新たに導入している。また、シナリオ展開の基本ロジックを図 6-7 に示す。基本的には質問内容を加味してユーザを次の関連シナリオに誘導しつつ、ユーザの自由な発想にも応えられるよう常時関連しない質問でも応答できるようなロジックとした。これにより、シナリオ展開を協調しすぎて学習の自由度を下げることなく、体系的な学習の流れへとユーザを誘導していけるような枠組みとする事が出来た。

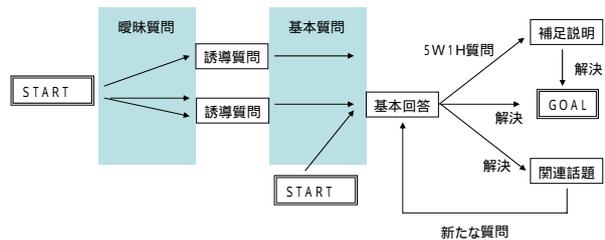


図 6-6 耐震化知識データベースの基本

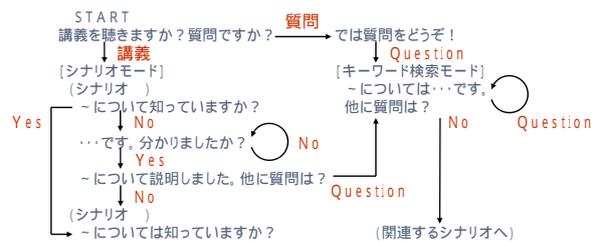


図 6-7 シナリオの基本ロジック



図 6-8 改良型のインターフェース

以上のような工夫に基づくコミュニケーションをより効果的に実現するため、インターフェー

スとなるウェブ画面でも以下のような改良を施した。一つは文章による回答に連動したウェブページのポップアップ機能を実装し、回答と併せてシミュレータコンテンツへの誘導を促す場合に、単純にリンク先を静的提示するだけでなく、コンテンツそのものを自動的に表示させることが可能となった。これにより、ユーザの利便性が高まると共に、ナビゲーションによる積極的な提案を表現できるようになった。

また質問に反応するキャラクターを二体に増やし、それぞれに「ユーザに知識を提供する役割」と「ユーザと同じ側に立って質問を誘導する役割」を与えることで、システム側からユーザの能動的な質問を引き出すことを可能にした。これは、「何を質問したらいいのかわからない」という、学習初期段階のユーザの声を反映した結果であり、次に質問すべき内容のヒントを提案していくものである。さらに画面下部には、ユーザとキャラクター2体の会話ログを表示し、体系的な学習の流れを振り返ることが出来るようにするなど、利用面での利便性にも配慮した。改良型の画面を図 6-8 に示す。

### 6-3 会話型インターフェースの活用例と展開

開発したインターフェースを通じた具体的なコミュニケーションと地域防災力向上シミュレータ利用ナビゲートの例を図 6-9 に示す。自発的な質問を誘いながら学習シナリオへ誘導し、シナリオを通じて体系的な理解の筋道を示し、ユーザの目的に一致したシミュレータのコンテンツへと誘導出来ることが分かる。

こうして改良したインターフェースは、知識データベースの構造化により、初期型の物と比較して遙かに連続した会話のやりとりが可能になったことが確認できた。しかし、今回開発したインターフェースのテキスト文章によって、ユーザの望む全ての情報を提供することは困難であり、当初の通りあくまで地域防災力向上シミュレータにおいてユーザ利用をナビゲーションする事が目的である。その意味では、会話型インターフェースが誘導先のコンテンツと有機的に連係することが最も重要と言える。今後はシミュレータコンテンツの改良や追加に伴って、その内容に応じた知識データベースと誘導シナリオを会話型インターフェースに加えていくような開発サイクルが考えられる。また会話型インターフェースのより高度な活用として、パソコン端末に接続したマイクからの音声認識技術との組み合わせによる、キーボードやマウスの使えない



図 6-9 具体的なコミュニケーションとナビゲート例

災害時要援護者向けの音声 e ラーニングの実現や、コミュニケーション内容ログの分析によるコンテンツのユーザ利用傾向・学習効果の測定などが考えられる。

筆者らは、実感できるコンテンツによる地域住民の気づきと学びを喚起し、自助努力を引き出すツールまでを統合した地域防災力向上シミュレータを開発してきた。ここではシミュレータの体系的かつ有効な利用を実現するために、ユーザとのコミュニケーションを念頭おいた自然言語インターフェースの開発を行った。シミュレータのコンセプトである一人一人の立場に併せた情報の提供を行うために、ユーザの意識に基づくシナリオ分析と耐震化に関する知識の構造化を試み、5W1H の状況に応じた会話型ナビゲーションを可能とする知識データベース開発を行った点等に開発の工夫がある。これらの開発は、筆者らが地域防災の現場において地域住民との協働から得た経験や教訓に基づいており、耐震化と地域防災の促進のために真に役立つ道具として、発展・改良を加えていく予定である。

## 6 章の参考文献

倉田和己、福和伸夫、飛田潤：耐震化促進 e ラーニングのための自然言語インターフェース開発，  
日本建築学会技術報告集，第 25 号，pp.331-336，2007.6

## 7. 地域情報と防災知識の自発的インテグレーション

・・・Weblog と Wiki による災害情報インターフェース

### 7.1 住民の自発的な活動のためのシステムインターフェース

ここまで述べてきた一連の研究とシステム開発において、地域の防災情報の利用と同時に、その情報を継続的に収集・整理する枠組みと、地域住民の取り組みの重要性が認識されている。そこで本章では、住民の自発的な活動によるきめ細かな地域防災情報の蓄積と活用のためのシステムを新たに提示し、プロトタイプ of 構築と運用を通して、有効性と課題を明らかにする。提案するシステムは、ウェブ GIS 技術による地域防災マップをベースとして、地域住民による参加型の防災データ構築のために、近年急速に発展したウェブ技術である Weblog と Wiki を導入したものである。

地域の自発的な活動が根付くためには、日々気づいたことやまちの変化を常に意識する習慣や、毎日の積み重ねの成果が地域の財産として蓄積され、活用できるようになることが重要であり、そのためには Weblog のインターフェースが有効である。また、防災対策の推進には正しい知識の習得が必須であり、そのために多くの住民や住民を支える専門家の持つ情報を効率的に蓄積していく枠組みが重要になる。このためには Wiki が活用できる。これらの汎用ウェブ技術の導入により、一般性を持った扱いやすいインターフェースやウェブデータ構造が実現できる。

本システムによる地域防災情報の構築は、後述するように必ずしも地域全員が参加することを想定するものではなく、むしろ地域をリードする立場の積極的な住民や、住民を支える専門家などの普段の活動を強力に支援することを主に意図している。一方、構築された情報は、地域住民が自らのことと実感しつつ活用できることが必要である。

### 7.2 Weblog と Wiki の技術と特徴

#### (1) 地域防災マップと住民参加型ウェブ GIS

住民が身近な情報として実感できるような地域の防災情報マップは、広く一般に作成され、活用されている。これらは利用者にとって有用であるばかりでなく、住民が自ら調べて作成することで地域の状況を正確に把握し、関連して必要な知識を得ることにより、防災意識の向上に大きく寄与することが重要と考えられている。また、これらをワークショップ形式で実施することも多い。小中学校の総合学習における防災タウンウォッチングなど、行事として楽しみながら防災マップを作成することを通じて、地域住民の交流を図ることも有効である。

一方、このような防災マップは多くは紙ベースで、作成は容易であるが継続的な情報収集や管理・更新には適さない。そのため、地理情報システム (GIS) の利用が有効である。住民自らデータを作成する場合は参加型 GIS と呼ばれ、防災に限らず地域の情報収集・整理に用いられている。さらに GIS をネットワーク経由でウェブブラウザにより利用できるようにしたウェブ GIS は、特別なソフトウェア環境がなくても利用でき、インターネットにより活用の範囲と自由度が高まるため、急速に普及が進んでいる。自治体が地域情報をウェブ GIS で公開する例が増え、住民との情報共有とコミュニケーションの手段と認識されつつある。地形の 3 次元表示や航空写真によるテクスチャ、建物情報の付加など、リアリティや親しみやすさについても展開が著しい。住民参加型ウェブ GIS を防災に使用する例もあるが、入力する情報の自由度が少ない、情報の蓄積の

過程や更新状況が明確に記録されない、などの問題がある。またインターフェースは一般的なウェブ技術に沿った統一性があることが望ましい。

以上の状況に基づいて、本論文のシステムでは、住民参加型ウェブ GIS に次に述べる汎用ウェブ技術を組み合わせて用いることにより、インターフェースやデータ構造、情報の整理・更新などの利用性の向上を意図したものである。

### (2)Weblog

Weblog と次節の Wiki は、いずれもウェブインターフェースを用いた情報整理・公開のためのツールであり、従来のコンテンツ作成・管理ソフトウェアに比べて比較的容易に扱える特徴がある。非商用の開発が進められ、現状で広く一般に使用されており、インターフェースやウェブデータ構造が一般性をもつことがシステム活用に当たって大きな利点となる。

Weblog (ウェブログ, ブログ) は名称どおりウェブ上の「日誌」であり、作成者の特徴を反映した意見や情報のコンテンツを頻繁に更新しつつ、時系列やジャンルで整理して蓄積・公開するウェブサイトといえる。一般的なウェブブラウザから容易に入力や管理が可能で、継続的に更新や情報蓄積を続けるための労力は小さい。また画像や関連する情報のリンクを含む記事を整理できること、読者がコメントを入力でき、さらにトラックバックと呼ばれる他のサイトとの情報連携機能を有することで、ネットワーク上に散在する意見や情報を自律的に集約・整理するツールとしての側面も持っている。大手サービスが普及し、サイトの構築は容易なため、さまざまな特徴的コンテンツを提供するサイトが爆発的に増加し、それらに対する関心も高い。防災に特化したサイトも存在するが、一般的なサイトにおいて、多様な情報のひとつとして日常的な防災活動や意識が記述される場合も興味深い。

新潟県中越地震では、地域の災害状況やボランティアの活動内容などを詳細かつ継続的に発信する Weblog サイトが構築され、活発に運用されたことは記憶に新しい。しかし被災状況下での利用には、技術を持つボランティアの支えが必要になる。また、時系列を追った情報管理の性格から、状況変化の経過を記録することには適するが、現状を全体的に把握する情報として整理するには、コンテンツ構築と整理に工夫が必要と思われる。むしろ、平時の長期にわたる取り組みの経過を記録することに適している。

### (3)Wiki

Wiki (ウィキ) はウェブブラウザにより容易にコンテンツを作成・編集・管理できるシステムである。Weblog がコンテンツを時系列で追加・蓄積していくことを基本とするのに対して、Wiki ではコンテンツの削除も含めた修正を重ねていく形式であり、時系列の整理は主ではなく、むしろ複数の管理者が連携してコンテンツを構築することが想定されている。ウェブページを整形する機能が充実しており、見出し語を自動的にリンクとして扱えること、ユーザーが自由に修正・変更できること、逆にパスワードで変更を制限したり、完成したページは個別に凍結できることなどの機能をもつことから、大勢が参加して知識をまとめたサイトを構築することにも使われており、この場合は一種のコラボレーション環境とも言える。Wikipedia はこのような Wiki の特徴を生かしたウェブ上の電子百科事典プロジェクトの例であり、管理者グループのコントロールにより一般の参加者が項目を執筆する形で発展を続けている。「地震」の項目はすでに充実した内容を持っている。また、このような一般性の高い内容を明確な情報構造のもとに構築するものでなくても、知識をとりあえずまとめて、随時改訂しながら提供するような目的に適している。

### 7.3 Weblog と Wiki による自発的地域防災情報構築システム

#### (1) ウェブ GIS と Weblog による防災マップシステム

前節までにまとめた背景・目的に沿って、Weblog をインターフェースとした参加型ウェブ GIS による地域防災マップ作成システムを構築した。図 7-1 にプロトタイプ画面を示す。左上のウェブ GIS 画面で、ID とパスワード認証によりその地域の情報の参照と追加ができる。これまで述べてきたウェブ GIS と連携しているため、任意の地図情報や防災関連情報を選択して表示でき、表示範囲やスケールなどは自在に調整できる。地図上で情報入力したい地点をポイントすると左下の入力画面となり、アイコンを選んで防災情報を入力できる。このインターフェースからわかるように情報は Weblog の記事として入力することになり、その結果は右上のように地図上にアイコンとして反映される。文章のほかに任意の図やウェブ GIS と連携した地図を記入することができ、またそれを読んだ人がコメントを加えたり、ほかの Weblog サイトで関連があればトラックバックにより関連を整理しておくこともできる。これらの使い勝手は、一般的に用いられる Weblog と共通しており、ある程度なれた利用者であれば利用は容易である。

Weblog による記事は時系列で保管されるとともに、地図上の位置や内容に応じた整理がなされる。すなわち、地図情報と記事が相互に連携をもち、時系列の変化（改善）がわかる形で蓄積されることになる。このように地域防災に関する情報を扱う観点からは、日々の情報の継続的な蓄積が目に見えることと双方向コミュニケーションの場になることが重要であり、防災活動に興味をもって情報構築に参加するインセンティブとなりうる。さらに自発的活動による防災力の向上の経過が時系列で記録される点も重要であり、あとから見る人にも変化・向上の過程がわかる。

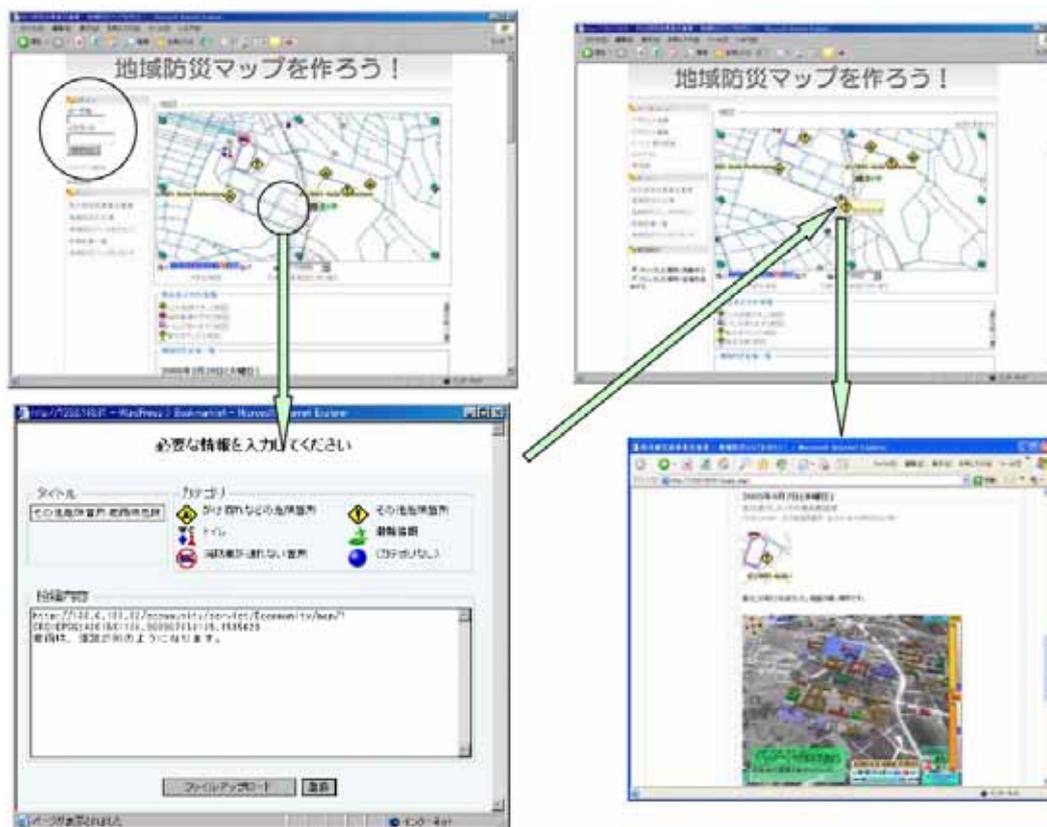


図 7-1 WebLog をインターフェースにした防災マップシステム

また、内容によっては公開することができれば、トラックバックも利用でき、さらに他地域での情報活用も期待できる。具体的名称を伏せた上で利用すれば、さまざまなノウハウの蓄積を次の事例で活用することも可能であろう。本システムはネットワーク経由で一般的なウェブブラウザからすべての操作を行うことができ、端末 PC には専用ソフトウェアが不要なため、汎用性が高い。

## (2) Wiki による防災知識情報サイト構築

地域住民の自発的な防災行動を支えるためには基礎となる知識が必要であり、地域によりその項目も異なる。たとえば東海地域では東海地震・東南海地震による揺れなどの詳細な説明が期待される。限られた地域のみで重要性を持つ情報も存在する。したがって情報サイトの整備も地域住民を含む多様なメンバーにより継続的に行われることが望ましい。

このような目的のためには Wiki が有効であり、多くの人の連携分担で徐々に知識を構築し、最後は固定化するか、あるいは定期的に更新することになる。ここでは Wiki をインターフェースとして地域防災知識情報を構築するシステムを開発した。図 7-2 にシステムの画面を示す。

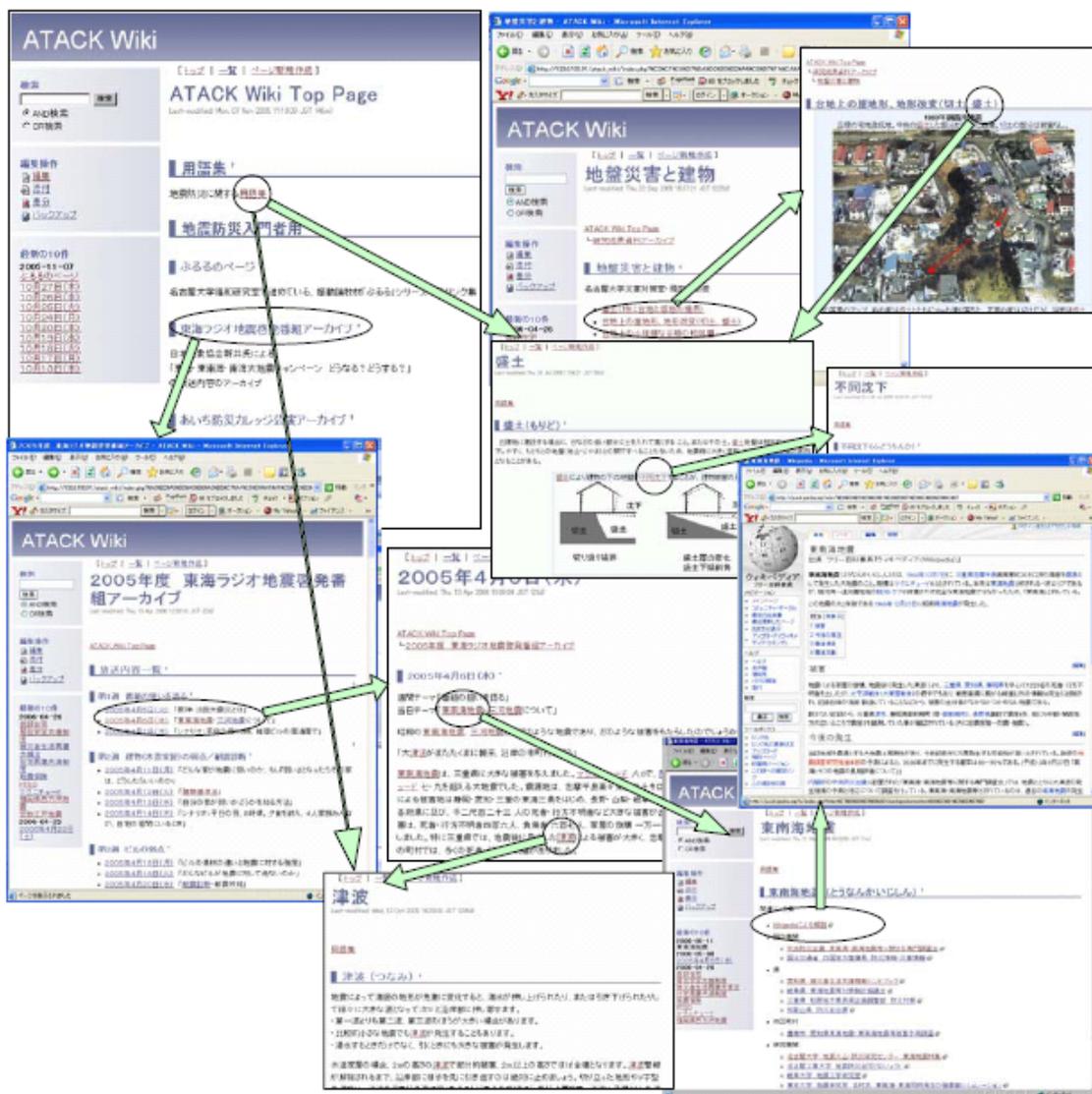


図 7-2 Wiki を用いた知識ベースの構築と利用

図中で左上はトップページ，右上は専門家による地震災害の解説ページの例，左下はある防災ラジオ番組のプログラムを整理して内容をウェブ上で情報化した例である．すでに項目のある語句は Wiki により自動的にリンクが形成されるため，項目間の有機的なつながりができる．関連項目のリンクをたどり続けるだけでも興味深い学習ができることもある．すなわち e ラーニングコンテンツとしても有効である．同様にウェブ GIS による地図へのリンクを簡易に生成できる機能を組み合わせ，地域の地図情報との連携も実現している．

このシステムを用いて，共通性の高い知識情報は項目や階層性も含めて大学等の専門機関で構築し，一方で技術者，教育者，ボランティアなどが立場に応じた特徴的なノウハウ的知識を蓄積することで，地域を限定しない利用が見込める．Weblog で蓄積された情報を，定期的に Wiki で整理・蓄積するなどすれば，地域特有の知識ベースが構築できる．すなわち，専門家による知識の統合だけでなく，地域の人による地域の情報構築につながる．このように，さまざまな立場の参加者グループによる柔軟な運用が行えるところも Wiki の特徴である．

#### 7.4 システム運用と将来の展望

本論で提案したシステムについて，さまざまな利用者層に対するテストを行い，また実際の防災まちづくり活動などで利用して，改良を進めている．システム利用効果の定量評価と，それに基づくフィードバックが今後の課題であるが，ここでは，現在までのテスト経験を踏まえて，明らかになってきた運用のポイントや将来の展開を考察する．

本システムは Weblog や Wiki など汎用ネットワーク技術の自然な応用で構成されているため，他のウェブ情報技術との共通性や整合性が高く，統合化したポータルサイトの構築に適する．同様な技術として，サイト構築環境の XOOPS や，地図情報の Google Map など，新たな要素技術が急速に開発されており，利用を検討する価値がある．これらは将来にわたって改善や展開が期待でき，情報技術としては利用の敷居も低い．基本となるデータの再利用性に注意すれば，継続にかかる負担はさほど大きくない．一方で，地図をはじめとする基盤データの更新が問題となる．運用主体となる行政側の体制整備や，国土地理院の電子国土システムの利用などを検討する必要がある．

防災情報システムに関しては，住民全員が扱えるか，高齢者の利用の障害が情報格差につながるかといった議論も多い．先にも述べたように，本論で提示するシステムによる地域情報の構築は，必ずしも「地域のだれもが等しく参加できる」ものではない．むしろ自発的な防災力向上に向けた活動を促進・支援する枠組みであり，地域住民が広く利用するためだけでなく，地域防災を盛り上げていくリーダーや特定分野で積極的に参画する人を想定し，その活動を誘導・支援することを狙っている．ワークショップのコーディネータが利用する形式も想定される．

蓄積された情報は地域で広く利用してゆくことが大切で，そのためにはさらに具体的な表示やわかりやすいインターフェースが必要である．コンピュータ表示にこだわらなくても，紙に印刷したほうが有効な場合もあることが，利用者の感想で明らかになっている．紙メディアは誰でも利用でき，目に触れやすく，形として残ることなどの利点があり，それを作成することによる意識向上の効果も見込める．ウェブインターフェースシステムは印刷整形機能が十分でない場合が多いが，本システムでは定型用紙に見やすいフォーマットで出力する機能の実装を検討している．以上のように，情報を蓄積・整理する人と，それによる恩恵をさらに展開する人など，立場や興

味,能力などに応じて協働する体制が,長続きする地域防災活動に有効と考えられる.もちろん,防災に限らず地域の安全安心情報から,さらに広範なまちづくり情報を扱うことも望まれる.ここまでは主に平時の防災活動への活用であるが,災害時対応への展開も同様に考えられる.ただし,災害時に必要とされる情報とその更新頻度の高さや有効期限の短さを考慮すると,被災地で自ら運用することは容易ではなく,運用技術者はむしろ災害地域外で分担するのが現実的である.行政や専門家も含めた体制としては平常時から災害時に連続する体制とシステムが望まれるが,本論で考察してきた平常時の住民の自発的行動を促進するための機能において,災害時との連続性は今後の課題といえる.

## 7章の参考文献

飛田潤、福和伸夫：Web-GISによる自発的地域防災情報構築システム，第12回日本地震工学シンポジウム，pp.1410-1413，2006.11

## 8. 地域防災力向上のための人のネットワーク

### ・・・耐震化ワークショップと防災フェスタ

#### 8.1 地域防災活動における人のネットワークの重要性

ここまで述べてきた地域防災力向上シミュレータをはじめとする様々なシステム、データ、教材などは、住民一人一人が自らの災害リスクを正しく理解し、その理由を知り、自発的な防災行動に結びつけるために作られている。しかし、これらの支援ツール、さらに加えて専門家などのサポートをもってしても、自発的・主体的に防災行動を実行することは、住民にとって決して容易ではない。また、防災活動は短期集中でやるばかりではなく、むしろ日常生活の中で継続的に行うことが重要である。従って、長続きさせるための方策が重要になる。

このために最も重要なことは、家庭内や地域の人のつながりであり、そしてそれを活かして楽しく（少なくとも嫌々ではなく）取り組む体制の構築である。地域内の人のつながりを作るためには、皆で集まって互いの問題を話し合う場の設定が有効であり、その場を盛り上げるリーダーと、リーダーの活動をサポートするシステムやデータがあればさらによい。地域防災力向上シミュレータは、地域防災ワークショップにおけるファシリテータのサポートとして有効な機能を持ち、また7章で述べたように地域で協力して活動するための機能も装備している。

本章では、システム等を活用しながら実際に地域で開催したワークショップや行事について、概要をまとめ、人のつながりの重要性を述べる。

#### 8.2 耐震化と地域防災活動を推進するためのワークショップ

地域のハザードと各自の建物について考えてもらうことを目的として、名古屋大学の近隣学区の住民による地域防災ワークショップを開催した。図 8-1 に当日の様子を示す。平成 18 年度末までに 3 回開催し、1 回について 30 人程度の参加があった。本報告書で述べてきた地域防災力向上シミュレータなどの情報システムをフル活用することを前提としているため、ネットワーク環境に恵まれた名古屋大学を会場としたが、将来的にはどこでもできるようにする必要がある。また、システムの操作は決して難しくはないが、初めての人の利用を効果的にするために、あらかじめ関心の高い住民を対象に利用法の講習会を行い、ワークショップ当日はこれらの人たちがグループをリードした。パソコンに不慣れで一人ではシミュレータの利用が難しい人でも、グループで利用すれば慣れた人が操作してくれるのでまったく問題ない。グループは数人程度の単位で、なるべく近所の人でまとまるようにすると話が弾んで良い。

このようなワークショップも含めて、住民にシミュレータを利用してもらい、その効果についてアンケートを実施した。全体に好評であったが、その中で特徴的な結果として、図 8-2 に示すようにシミュレータに関心を持つ人ほど耐震改修にむけた意識も高まる傾向があった。シミュレータの操作については難しいと言う意見も多かったが、パソコンの操作に慣れた人であれば十分利用できることもわかった。さらに、操作や表示でわかりにくい点や、より見やすく楽しくするアイデアなど多数の意見をいただき、システム開発にフィードバックした。ハザードに関する詳細かつリアルなアニメーション表現による情報提供については、ショックが大きすぎるという意見もごく一部にあったが、グループで楽しく取り組む限りは予想以上に好意的に受け止められ、むしろ真剣な対応を引き出す効果があったと思われる。



図 8-1 近隣学区の参加者による地域防災ワークショップ

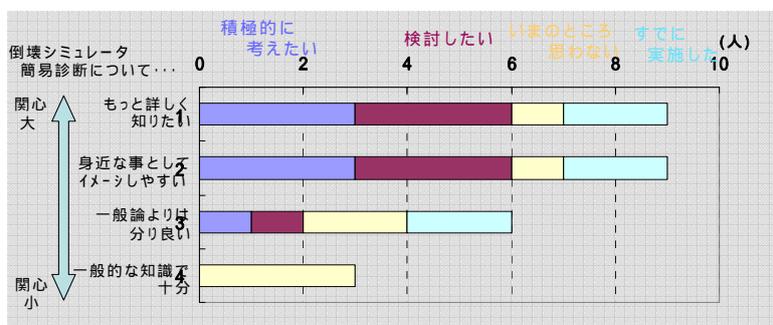


図 8-2 ワークショップ参加者（終了後）のアンケートから

### 8.3 地域防災の人のつながりをつくる防災フェスタ

先に述べたワークショップは、隣近所のつながりをつくり、防災活動の必要性を確認して、日頃から協力し合う関係にむけて有効であった。さらにより広域の防災活動を結びつけることにより、自発的な地域防災活動の展開に活かすことを考えて、「防災フェスタ 2007in 名古屋大学」を開催した。これは名古屋周辺で防災を積極的に推進している人やグループの連携を目的とし、さらに大学や各種団体、近隣住民との交流も含めて、地域防災力向上のための活動を楽しく進めるためのお祭りである。

中心となったのは、愛知県が主催する「あいち防災カレッジ」の卒業生である防災リーダー、なごや災害ボランティア連絡会、そのほかのボランティア団体や一般市民である。当日の様子を図 8-3 に示す。多様なブースや出し物が丸一日かけて行われた。皆でアイデアを持ち寄り、まとめて試すことでその様子を共有し、将来の各地域での防災活動におけるヒントとすることを意図している。

ここでも地域防災力向上シミュレータの利用は重要なポイントであり、システムと連携して利用体験や講習会、1軸振動台と連動した揺れ体験、近隣街区の地形ウォッチングなどを実施した。そのほか、講演会やパネルディスカッション、手作りの防災グッズや防災教材による多様なブース、防災ゲームコーナー、防災運動会、ボランティアの多数参加による防災コント、専門家と気軽に議論する防災カフェ、大学内の防災施設ツアー、救急救命訓練講習、近隣学区消防団の機

材展示、そしてお昼には炊きだしなどが行われた。近隣からの参加も多く、ブース担当などの運営側も大勢なので、一般を含めて参加者は1000人近くにのぼった。

本章で述べた「ひとのつながり」のための行事は、個人の自発的な防災力向上活動を地域で後押しする効果大きい。災害情報システムは、そのサポートができるような構成やインターフェースを当初から計画すべきであることがわかる。



図 8-3 防災フェスタ当日の様子

## 8章の参考文献

時事通信社防災リスクマネジメント Web 編集部編：防災でも元気印「恐るべし名古屋！」その仕掛け人たち，2007.3