

11. リアルタイム観測システムから防災へ

11.1 はじめに

ここまで述べてきた観測技術により得られる記録からは、将来の建築設計に活用される知見が得られるが、9章でも述べたように最近の技術により振動記録をほぼリアルタイムでネットワーク経由で転送することができるようになり、防災の観点からの活用も可能になっている。さらに、振動記録だけでなくライブカメラの画像も組み合わせて、地震発生時の建物挙動を総合的に観測するシステムを構築した。インターネットを利用することにより、遠隔地であってもほぼリアルタイムの観測ができるため、広域の建物群の状況把握という意味合いでも有効である。

本章では、このような背景から開発を進めた地域防災協働体制を支援するためのシステム群と、それをもとにした防災拠点の構築について述べる。

東海地域は明治以降だけでも濃尾地震・東南海地震・三河地震という死者千人を越す大震災に繰り返し見舞われ、また伊勢湾台風・東海豪雨という甚大な風水害も経験するなど、歴史的に幾多の大災害を被ってきた。さらに東海地震・東南海地震に近い将来に発生する可能性があり、東海地域全域にわたる激甚災害に備えての対応が国・県レベルで急速に進められている。このような広域巨大災害のための防災対策は、行政によるトップダウン的対応だけでは不足であり、地域社会が一体となったボトムアップ的な取り組みが不可欠である。すなわち行政、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による防災活動の重要さが認識されてきている。そのためにはヒト（地域防災を支える人づくり・人間関係作り）・コト（地域に根ざした情報、知見、研究など）・モノ（拠点、道具、システムなど）の各側面からの充実が欠かせない。本論で扱うのは、ヒト・コトの展開のベースとなる各種システムであり、またそれを利用した活動の場としての拠点整備である。

筆者らはこれまでにネットワークを利用した強震観測システムの開発^{1), 2)}を通じてモニタリング技術の基礎を検討し、また双方向災害情報システムの枠組みを提示し、インターネット・モバイル技術を用いたシステムの設計・開発を行っている^{3)~7)}。ここではそれらの技術を集約し、地域防災に関わるさまざまな立場の人々の協働態勢を推進するためのシステム群の開発を行う。またそれらのシステムを利用し、さらに多様な資料・展示物・教材⁸⁾・プログラムなどを備えた地域防災活動の拠点を名古屋大学内に整備している。

11.2 システムの全体構成

図 11.1 にシステムの全体概要を示す。これは大別して図中太字の 5 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。

11.2.1 自治体衛星通信網接続

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、パラボラアンテナ（1800mmφ）、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。

11.2.2 総合的災害対応マルチビューア

既往の各種災害情報システムのサーバやウェブサーバ等（1~7）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イ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、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。

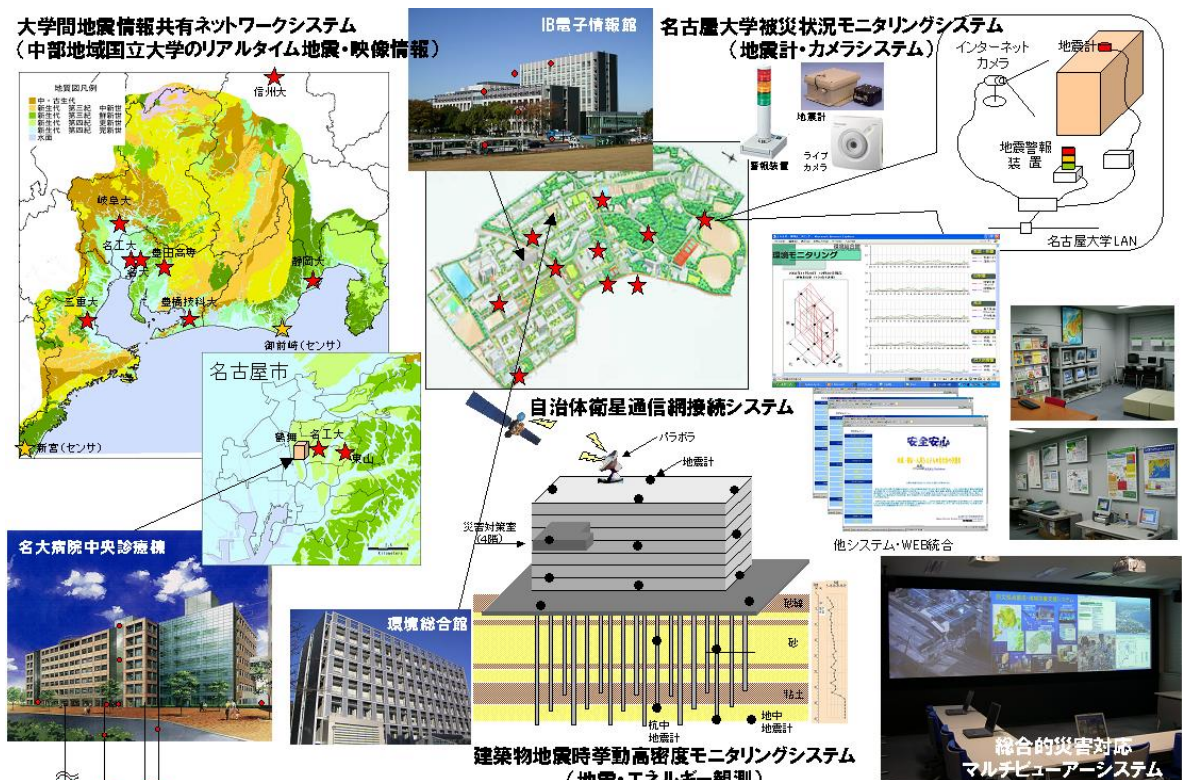


図 11.1 防災拠点創成・地域協働支援システムの全体構成

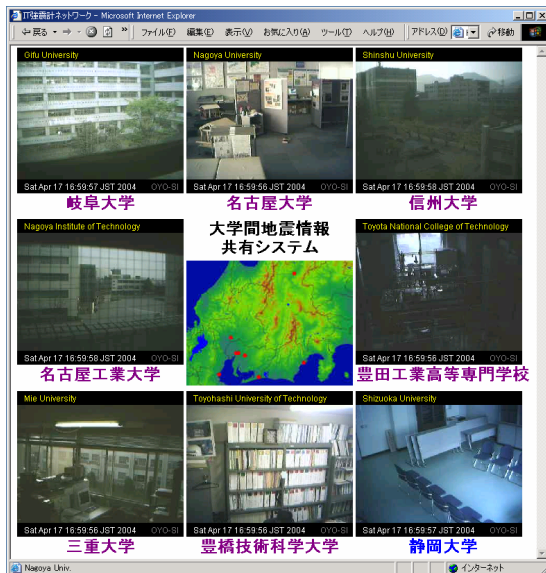
11.2.3 大学間地震情報共有ネットワーク

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）にネットワーク接続された地震計・ライブカメラ・地震警報受信装置を設置し，振動波形と映像のデータを名古屋大のサーバに送信してリアルタイムモニタリングを可能にするとともに，地震警報の受信と表示を行う。

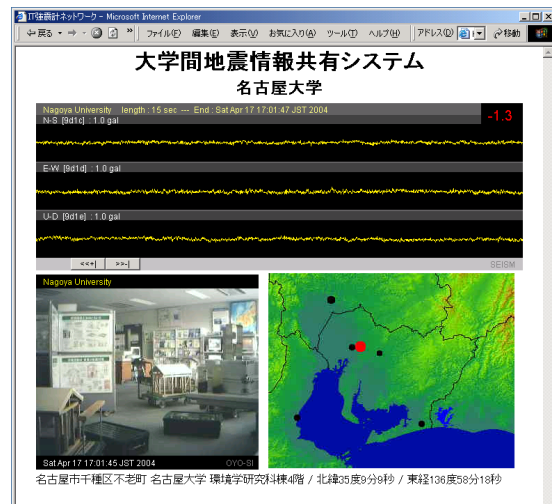
モニタリング表示はウェブインターフェイスとなっており，図 11.2 に全地点のカメラによる同時映像表示と，各地点の振動・映像表示画面を示す。各地点のサーバには過去一定時間の映像が保存され，地震計トリガ作動時には地震記録と同時にスキップバック映像も保存される。これらは名古屋大学のサーバに転送されて確認できるほか，災害によるネットワーク切断時にも各地点のディスクに保存され，停電時でも無停電電源装置（UPS）により数十分間は動作する。

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。なお，これらの情報を PC 画面上でわかりやすく表示する常駐ソフトウェアの開発も進めている。

以上のシステムは，中部地域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。



(a) 全地点の映像表示画面



(b) 各地点の振動・映像表示画面

図 11.2 ネットワークカメラと地震計のデータ表示例

11.2.4 名古屋大学リアルタイムモニタリング

前項で用いたシステムを、そのまま大学キャンパス内にも配置し主要な地点や建物内外の状況確認に用いる。大学内はネットワーク環境が整っているため、設置の際の配線工事等は最小限で十分な場合が多い。状況表示はウェブで行われ、特別なソフトウェアを必要としないため、事務系部署への普及の障害も少ない。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。さらに地震警報装置に関しては、実験室などを中心に、大学などの研究機関に特有の危険な個所や、逆に迅速な対応を要求される事務部署などに試験的に設置を進め、テストを行っている。

11.2.5 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。

- (1) 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・工学的基盤9成分の加速度計を設置。常時の振動を多点で観測し，建物の立体挙動として表示。
- (2) 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成分の加速度計を準備。振動の状況は映像や警報と合わせて病院事務室等で確認できる予定。
- (3) 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，フォースバランス型加速度センサー，フルスケール2G，収録機は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，別建物のサーバで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も考えられる。

さらに(1)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，振動も加えたトータルな環境モニタリングシステムを構築した。モニタリング画面例を図11.3に示す。ブラウザの全画面表示によるウェブ画面であり，立体振動の表示にはVRML (Virtual Reality Modeling Language) を用い，自由な視点から望むことが可能である。これらのモニタリングは地震応答・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，1階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。

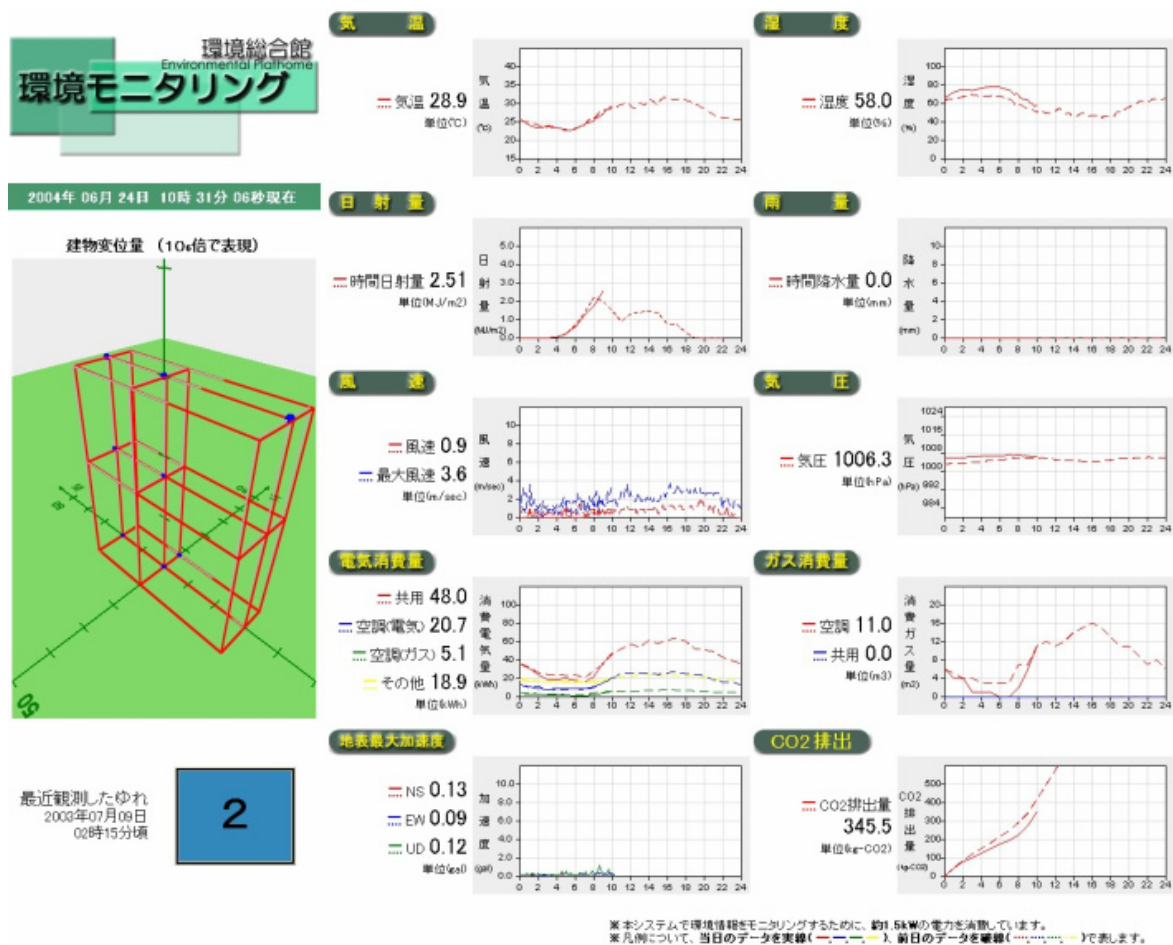


図 11.3 総合環境モニタリングの表示画面

11.3 システムを構成する技術の展望

本システムにおいては、衛星通信以外は主にインターネットによる情報通信を利用して開発している。インターネットは、平常時から災害時まで連続して、広域にわたる多機関・多様な利用者が活用できる柔軟なシステムを、安価かつ安定して維持するために有用な通信手段のひとつと考えられる。大学内は従来から LAN 接続環境が整備されており、利用は容易であったが、昨今の常時接続の普及により一般家庭への応用も十分可能となった。激甚災害時には必ずしもすべての接続が安定するとは限らないが、サーバの分散多重化などにより広域でバックアップ体制を取る、映像のスキップバックデータを一定時間残すことで接続が維持できない場合でも切断直前までの状況確認が行えるようにするなど、システム開発上の工夫も行っている。

またウェブインターフェイスの標準化も一般ユーザーを対象にする際は特に重要な技術であり、表示のための特別なソフトウェアを必要としないことで、利用性が高まる。そのほかにも長期安定稼働、データ保護、動作レスポンス確保、通信容量の制約への対応、インターフェ

イスの検討、セキュリティ確保、将来的な汎用性など、本システムで開発した各種システム技術に関しては、個々のシステムの詳細とともに稿を改めて順次報告する予定である。

非常時の問題のひとつは電源確保である。一般の大学建物は非常電源設備を備える余裕がなく、また緊急時の設備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環境総合館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。

11.4 地域防災拠点の整備

先に述べた地域防災に関わるヒト・コト・モノ作りを総合的に進めるために、地域防災交流拠点を名古屋大学環境総合館に整備している。図 11.4 に部屋の全体配置などを示した。これらは地域と学内に開放し、多くの人々の交流を通じて防災活動の活性化を図るために計画されている。地域防災交流ホールのミーティングスペースには 3 面マルチスクリーンと衛星通信設備端末、各種映像機器などが設置され、30～50 人程度までの利用が可能である。通常は防災に関連する集会や交流に使用し（図 11.5）、災害時には情報収集・災害対応の検討などを行う場となる。

展示スペースは、防災に関する各種資料、システム、教材、パネル、グッズなどを備え、防災学習や意識啓発の場となる。たとえば振動教材「ぶるる」⁸⁾などを実際に試してみることもできる。さらには展示物をもとに各自の防災活動へ活用するための独自の資料や教材を工夫するなど、単に展示を見るだけでなく、コミュニケーションを通じて利用者が能動的に活用するための設定も試みつつある。

災害アーカイブは災害関係資料を集積・整理するものである。特に東海地域の災害資料の充実を目指し、書籍だけではなく、一般に入手しにくい報告書や自治体等のパンフレット類、写真・映像、データや物品なども重視している。地域に残る過去の災害の教訓を取材・整理する活動も行っており、資料+インタビューなどの情報もある。このような多岐に渡る資料を効率的に活用するために、画像その他を含んだデータベースシステムを整備中である。本報告の前半で述べた各種システムの主要部も、この部屋に収められている。

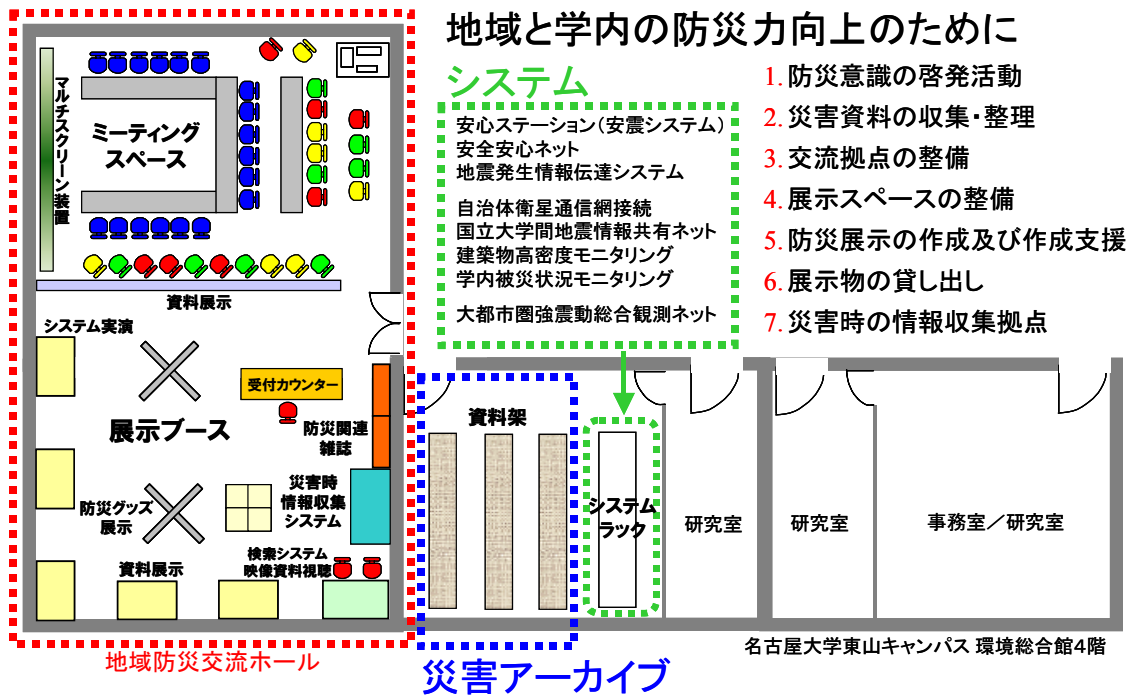


図 11.4 地域防災拠点整備



図 11.5 マルチスクリーンを利用したミーティング



図 11.6 地域防災交流ホールの情報コーナー

11.5 まとめ

平常時から災害時まで有効に機能して地域の協働体制の構築を強力にバックアップし、また啓発活動などにも活用しうる各種システムの開発概要を述べた。大規模災害時にはこのような拠点システムを用いて、大学の地震・地理・土木・建築・社会・心理などの分野の専門家の連携による災害情報収集・分析力を活かし、行政や専門家のための情報・知見の提供を行うことになる。また、環境総合館を国内外に向けたクリアリングハウスとすることも検討されている。

平常時には、マルチスクリーンをはじめとする本システムを備えた地域防災交流ホールは、行政担当者、防災関係技術者、研究者、教育、マスメディア、ボランティア・NPO、そして児童・学生や地域住民などに活発に利用され、研究会・勉強会・集会など日常の様々な交流が行われている。大学の専門家が脇にいて様々なプログラムを提供できることも含めて、従来、地域にも大学にもなかったタイプの拠点として認められつつある。このような機能は、将来的には第三セクターによるシンクタンクなどへと発展してゆくことが考えられ、大学は現状でその中継ぎとしての役割を担っている。

謝辞

システム開発に当り原徹夫氏・小出栄治氏・伊藤貴盛氏（㈱応用地震計測）、古瀬勇一氏・座光寺勇氏（㈱ファルコン）ほか多数のご協力を得た。また大学間地震情報共有ネットワーク開発においては、三重大学・川口淳助教授、岐阜大学・能島暢呂助教授、信州大学・田守伸一郎助教授、名古屋工業大学・井戸田秀樹助教授、豊橋技術科学大学・倉本洋助教授、豊田工業高等専門学校・今岡克也教授、静岡大学・里村幹夫教授、ほかのご協力を得た。記して謝意を表す。地域防災拠点の構築に当たっては名古屋大学大学院環境学研究科および名古屋大学災害対策室とともに進めている。

参考文献

- 1) 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, pp.41-46, 1996.12.
- 2) 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, pp.158-162, 1997.12.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 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, 2002.
- 6) 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」, 日本建築学会大会梗概集, B-2, pp.115-116, 2003.
- 7) 小島宏章・福和伸夫・飛田潤・中野優: 建物強震観測DB公開用webシステムの構築, 日本建築学会技術報告集, 第17号, pp.553-558, 2003.
- 8) 福和伸夫・原徹夫・小出栄治・生田領野: 携帯手回し振動台「ぶるる」の開発, 日本建築学会技術報告集, 第17号, pp.83-86, 2003.