

# 第1章 防災研究設備の導入、配備状況・運営実績

## 1. 地域防災研究センターの設備

地域防災研究センターには、1階に拠点形成技術支援室があり、防災に関する展示物や各種の装置によって、防災に関する学習・体験をすることができます。

パネル紹介として、本プロジェクトの概要・地震計設置点・緊急地震速報ネットワーク・企業防災ウェブ・開発した地震計などを紹介しています（写真1）。その他に、災害調査パネルとして、福井県水害調査、中越地震の断層調査・中越地震の建物被害調査など、地震や水害に関する研究報告を紹介しています。

緊急地震速報端末は、実際に企業に設置されている装置と同一のもので緊急地震速報の配信画面や地震発生時のデモ画面を見ることができます（写真2）。観測用地震計は、当センター建物の8ヶ所に設置されている地震計のうちの一つで、床のガラス越しに見ることが出来るよう、工夫されています（写真3）。建物倒壊を防ぐために有効な2種類の筋交い方法と、本学と企業が共同開発した木造住宅用免震装置も展示しています（写真4）。本学にて地震に関する研究をされていた飯田波事先生所蔵の貴重本を展示しているため地震の歴史にも触れることができます。体験コーナーとして自走ぶるると手回しぶるるがあります。自走ぶるるは、長周期地震動を実際に体験できる装置です（写真5）。現在は、十勝沖地震、中越地震、兵庫県南部地震などの揺れを体験することが出来ます。手回しぶるるは、自分で振動を起こし、振動台上の建物の特性を見る装置です（写真6）。これによって免震建物と非免震建物の特性の違いがわかります。以上の展示物の他にも、セミナーや講義をするスペースを設け、研究発表や勉強会に利用しています。

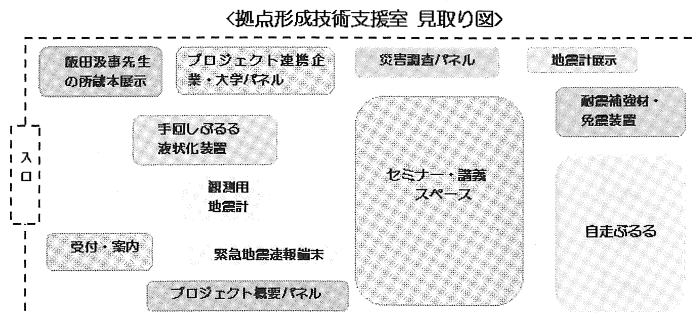


写真1 プロジェクト概要パネル

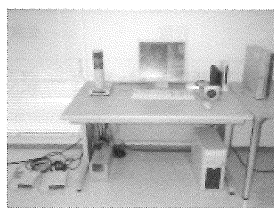


写真2 緊急地震速報端末

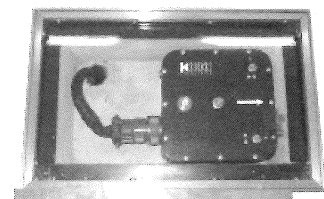


写真3 観測用地震計



写真4 免震装置・耐震補強材

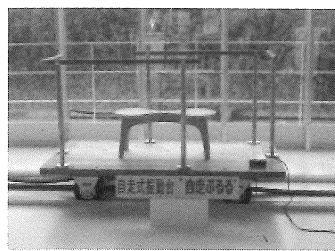


写真5 自走ぶるる



写真6 手回しぶるる

## 1. 平成 17 年度 地域防災研究センター見学者数

当センターが、6月に開所してから3月末までに、合計1141名の見学者がありました。

図1は月ごとの見学者数を示したグラフで、開所した翌月の7月をピークに多くの見学者が訪れており、平均毎月100名近くの見学者がセンターを訪れています。

図2は見学者の所属の内訳です。見学者の多くが学校関係であり、その中でも高校生が多くを占めています。「その他」は、町内会や市民ボランティア団体などであり、センターの活動に対する一般市民の関心がかかなり高いことがわかります。

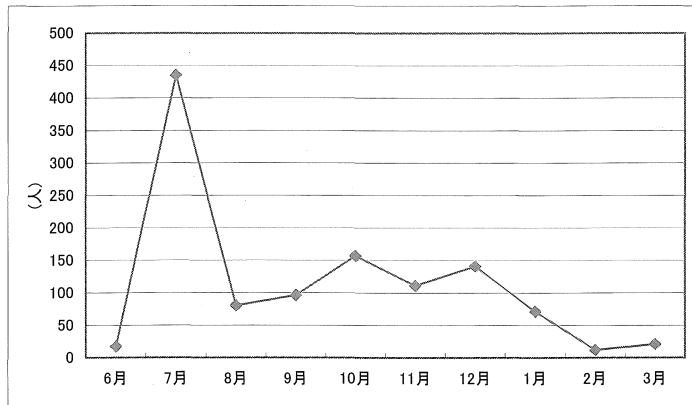


図1 平成17年度 地域防災研究センター見学者数（月間）

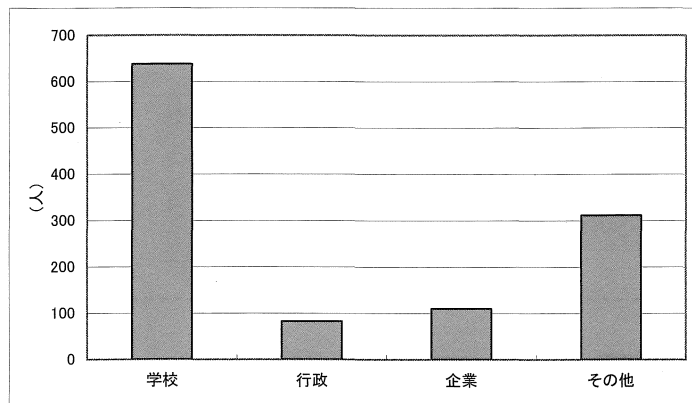


図2 平成17年度 地域防災研究センター見学者数（グループ別）

## 2. 地震防災コンソシアムメールマガジンの配信

地震防災コンソシアムでは、月間のメールマガジンで、下記のような内容を定期的に配信しています。

### ●地域防災研究センター情報配信

地域防災研究センターでの行事や新しい活動などの様々な情報を案内しています。

### ●ポータルサイト情報配信

地震防災コンソシアムのポータルサイトの新着・更新情報を配信しています。

### ●その他の情報配信

その他、地震防災コンソシアムや、地震に関連する情報を配信しています。

## 2. Ai-net (地震観測網) や地震情報 (緊急地震速報) 受信端末の配備と観測状況

小出栄治

三河地区の地震性状を把握することを目的に地震観測網 (Ai-net) を整備した。Ai-net では、写真 1 に示すような高精度な地震計 (AIN) を、図 1 の丸印に示すように 5 ~ 10 km 程度の間隔で 30 地点設置した。地震計は、写真 2 に示すように地域防災研究センターの 2 階に整備したサーバと、PHS もしくは ISDN 経由で継続している。地域防災研究センターのサーバでは、気象庁発信の震度情報メールを受信しており、その情報をもとに三河地域で有感地震が発生したのを感知し、全地点に対してダイヤルアップ接続をし、波形データを回収、演算する仕組みとした。

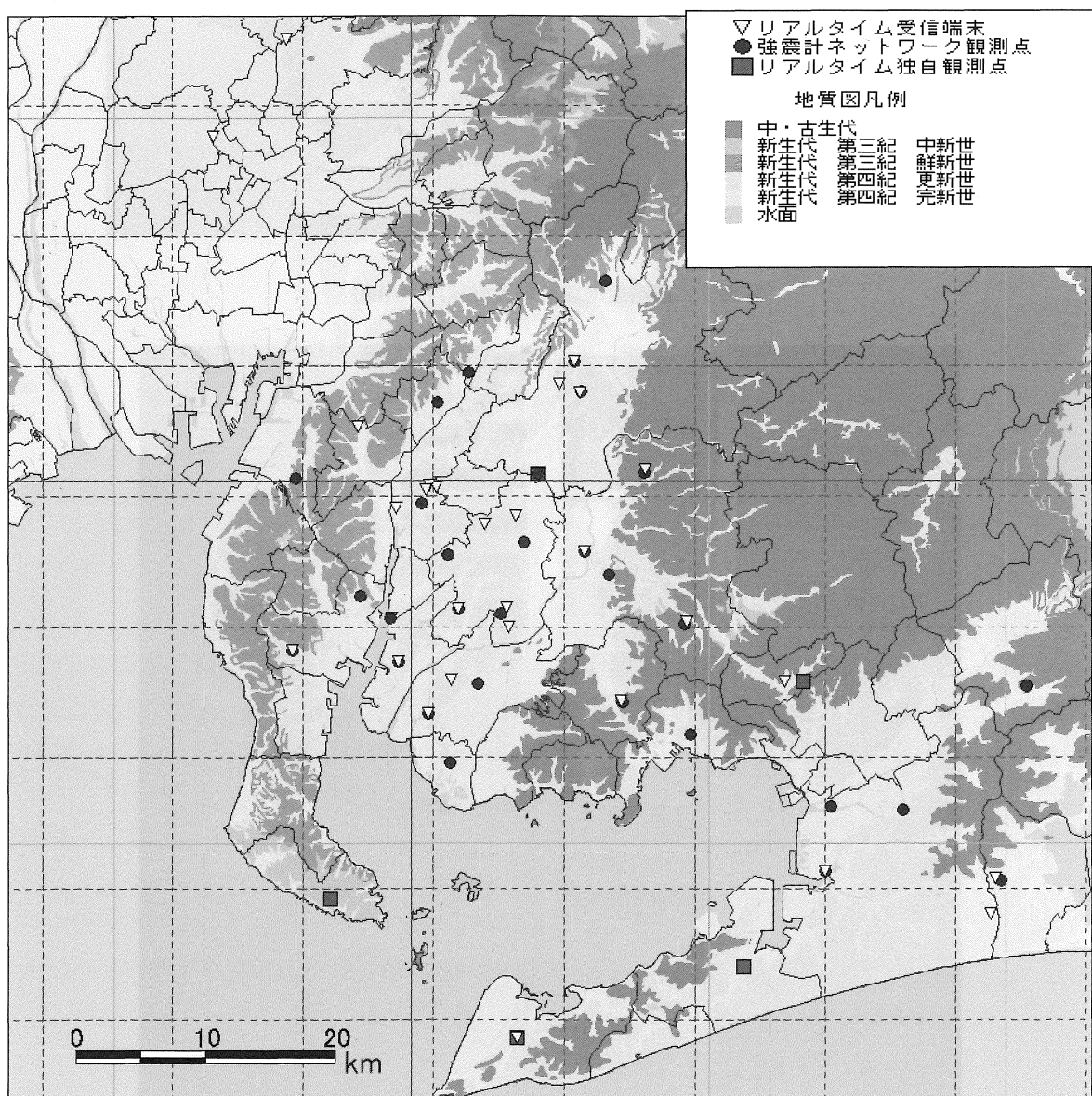


図 1 地震計やリアルタイム地震情報端末装置の分布図



写真1 高精度地震計の設置状況 (AIN)



写真2 地域防災研究センターにおけるサーバ群の設置状況

Ai-net のほか、図 1 の三角で示すように、本プロジェクトに協力する企業 21 社 30 箇所に、企業の地震防災力の向上に資することを目的にしたリアルタイム地震情報端末装置を配備した。写真 3 に示すように、リアルタイム地震情報端末装置は、パソコン端末 1 台、警報装置（回転灯、接点 BOX など）1 台、小型地震計 2 台（AIE）、ネットワークカメラ 2 台から構成した。愛知工業大学が、気象庁から IP-VPN により地域防災研究センターのリアルタイム地震情報サーバで緊急地震速報を受信し、インターネット経由でこれを参加企業に配信することで、可能な範囲で実際に大きな揺れが到達する前に知らせる仕組みとした。また、平常時にはこの装置を介して、第 2 章で述べるような地震防災力の向上につながる情報について、産学間で情報交換が行える仕組みとした。



防災端末



小型地震計(2)



カメラ(2)



回転灯

写真 3 リアルタイム地震情報装置の設置状況 (AIE)

このほかに図 1 の四角で示すように、三河地区を囲む南知多、渥美、田原、音羽、豊田南の 5 地点に、愛知工業大学にインターネット経由で逐次データが送れるリアルタイム独自地震計 (AIR) を設置した (図 1 参照)。愛知工業大学では、気象庁からの緊急地震速報に加え、独自の観測による付加情報を流すことが可能となり、地震時に企業が行うべき多面的な判断に利用することができると思う。

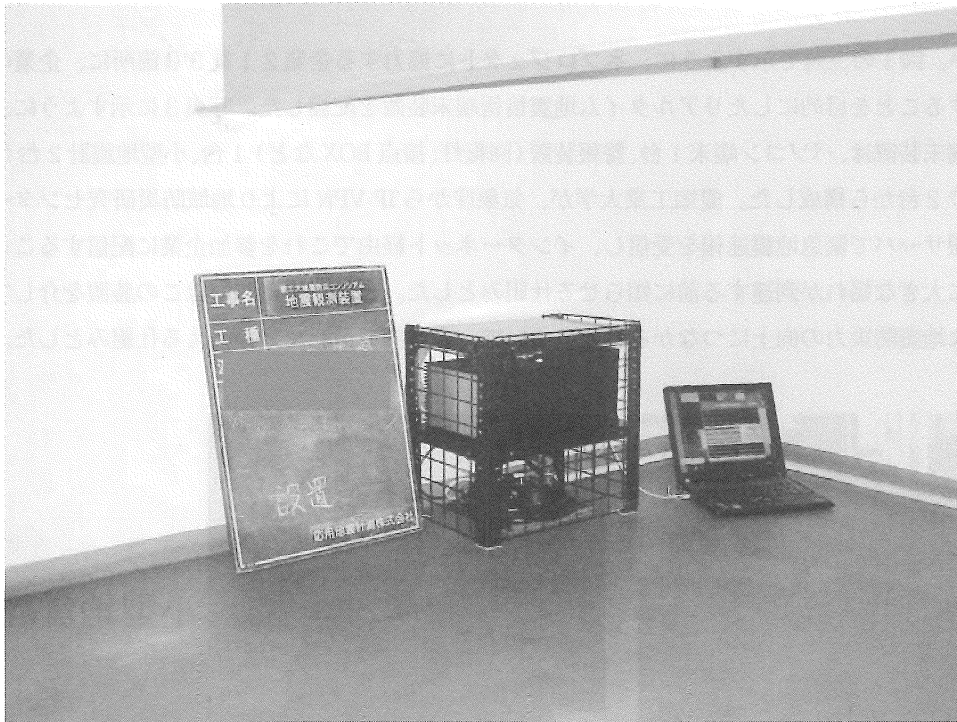


写真4 リアルタイム独自地震計の設置状況 (AIR)

表1にこれらの地震計群により観測された地震のデータ数を示す。今後はこのデータに基づいた研究が進むものとする。

表1 整備した地震計群で観測した地震

発生日時	震源位置	規模	震源深さ	最大震度		AIN	AIE	AIR
200501091859	愛知県西部(35.3N 136.9E)	M4.4	0km	震度4	岐阜県 可児市広見	7	0	0
200501292324	伊勢湾(34.8N 136.7E)	M3.9	10km	震度2	愛知県 常滑市新開町	10	0	0
200506010534	静岡県西部(34.8N 137.5E)	M3.4	40km	震度1	長野県 売木村役場	0	0	3
200506030047	長野県南部(35.8N 137.5E)	M3.4	10km	震度2	長野県 王滝村鈴ヶ沢	0	0	3
200506201404	岐阜県美濃中西部(35.7N 136.9E)	M4.5	10km	震度3	福井県 福井和泉村川合	11	0	3
200506202138	岐阜県美濃中西部(35.7N 136.9E)	M3.9	10km	震度2	福井県 福井市大手	0	0	3
200507111118	愛知県西部(34.9N 136.9E)	M3.3	10km	震度2	愛知県 刈谷市寿町	5	0	2
200507231635	千葉県北西部(35.5N 140.2E)	M5.7	90km	震度5弱	埼玉県 八潮市中央	0	0	3
200507260144	愛知県西部(34.9N 136.9E)	M3.2	10km	震度2	愛知県 刈谷市寿町	3	2	3
200508161146	宮城県沖(38.1N 142.4E)	M6.8	20km	震度6弱	宮城県 宮城川崎町前川	11	2	3
200510192044	茨城県沖(36.4N 141.0E)	M6.2	40km	震度5弱	茨城県 鉾田町鉾田	0	0	4
200510231909	日本海中部(37.4N 134.7E)	M6.3	390km	震度2	北海道 帯広市東4条	0	0	3
200511011247	紀伊水道(33.8N 135.1E)	M4.5	50km	震度4	和歌山県 日高川町土生	0	0	3
200511220036	種子島近海(30.9N 130.3E)	M6.0	150km	震度3	高知県 高知夜須町坪井	0	0	4
200512031039	紀伊半島沖(33.3N 137.0E)	M4.6	10km	震度1	愛知県 豊田市小原町	0	0	5
200512031101	紀伊半島沖(33.2N 137.0E)	M4.5	10km	震度1	三重県 伊勢市桶部町	0	0	3
200512220007	三重県北部(34.9N 136.5E)	M3.7	40km	震度1	愛知県 一宮市緑	1	0	5
200512241102	愛知県西部(35.2N 136.8E)	M4.8	50km	震度4	愛知県 名古屋西区八筋町	29	41	5
200512281118	三重県中部(34.6N 136.2E)	M3.9	50km	震度3	三重県 名張市鴻之台	0	0	3
200512281452	愛知県西部(35.2N 136.7E)	M4.1	20km	震度2	岐阜県 大垣市丸の内	9	13	5
200601012256	福井県嶺北地方(35.9N 136.8E)	M4.0	10km	震度3	福井県 大野市川合	0	0	5
200601091448	愛知県東部(35.0N 137.4E)	M3.8	40km	震度2	愛知県 岡崎市伝馬通	11	6	5
200601151954	滋賀県北部(35.4N 136.3E)	M3.8	40km	震度2	岐阜県 揖斐川町東津波	0	0	5
200602031337	茨城県沖(36.2N 141.7E)	M5.9	30km	震度3	宮城県 右巻町桃生町	0	0	4
200602162310	岐阜県美濃中西部(35.7N 136.4E)	M4.6	10km	震度4	岐阜県 揖斐川町東杉原	7	7	5
200602181621	岐阜県美濃中西部(35.6N 136.4E)	M4.3	10km	震度4	岐阜県 揖斐川町東杉原	4	4	5
200603050339	東海道沖(33.9N 137.9E)	M5.2	350km	震度2	福島県 福島双葉町新山	0	0	5
200603160624	岐阜県美濃東部(35.3N 137.1E)	M3.9	40km	震度2	岐阜県 多治見市三笠町	22	31	5

※AIRは、小さな揺れの地震についても、後から手動により波形データを切り出すことができるため、データが存在している。

なお、緊急地震速報システム、及び企業に設置した地震情報端末装置の構成は、本プロジェクトに参加する名古屋大学で開発された技術を応用したものである。また、当プロジェクトに対してご賛同を頂き、参加いただいている企業・団体においても、機器設置などに多大なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

### 3. 地震情報（緊急地震速報）受信端末の動作概要

小出栄治・落合鋭充

企業に設置した受信端末では、気象庁から愛知工業大学を經由した「緊急地震速報」を受け取った場合に図1に示す画面が自動的に表示される。“端末設置場所と震源との距離”と“地震のマグニチュード”から、端末設置場所での揺れの大きさ（予想震度）と到達時間が推定され、地図および情報窓で地震波の到来を示す。



図1 緊急地震速報に基づく地震波到来状況の表示例

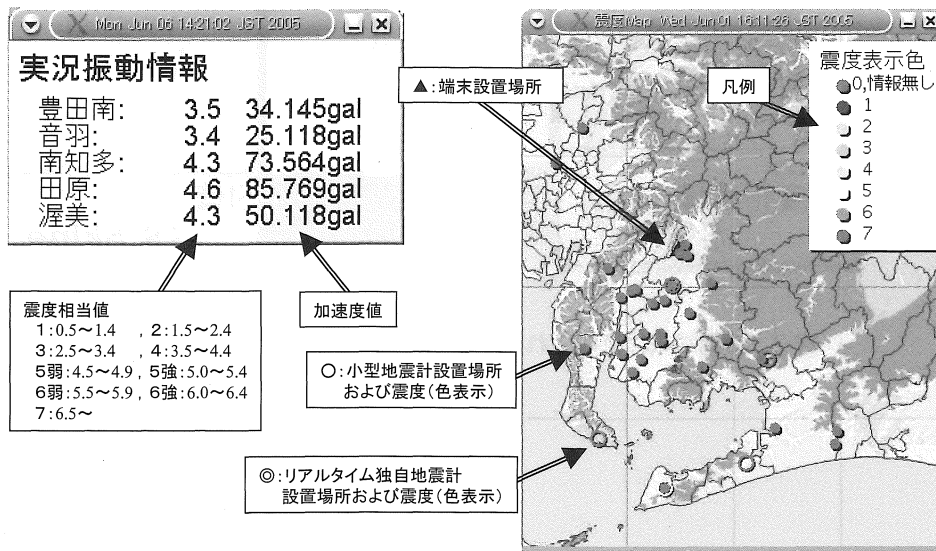


図2 各地のリアルタイム地震計の振動情報および小型地震計の震度分布の表示例

図2に示すように、リアルタイム独自地震計5箇所の数値情報は常時閲覧することができ、端末と併設されている小型地震計30箇所の情報が地震発生時には分布図としても表示される。これにより、図1の緊急地震速報による地震発生に伴う波動の伝達状況を実際に感知した値と同時に監視することができ、より付加的な2次情報を得ることができるようになっている。また、地震が実際に到来した場合、図3のように端末と併設された2台の小型地震計の1秒毎の震動情報（最大値）がグラフ表示される。

端末にはそのほかネットワークカメラが2台設置されており、図4に示すように常時の映像を監視することが可能であり、地震時の一定時間の画像情報が保存される。さらに、接点装置と3色回転灯（赤、黄、緑）が準備されており、地震の発生を光とブザー音で知らせることが可能である。図5に示すような閾値を設定することにより、接点装置が動作する。なお、接点装置には2ポート予備端子が用意されており、企業内の緊急放送などに活用可能である。

端末では常時の稼動状況を監視するために受信端末稼動状況監視システムが稼動しており、端末側で通信異常などが発生した場合、受信端末管理者へメールが来る仕組みとなっている。HDDや通信の異常が確認されることがあるが、電話連絡などにより各企業の防災担当者に復旧処理を依頼することで復旧作業を行うとともに、必要に応じてファルコン又は応用地震計測の担当者が現地赶赴して管理を行う体制をとっている。

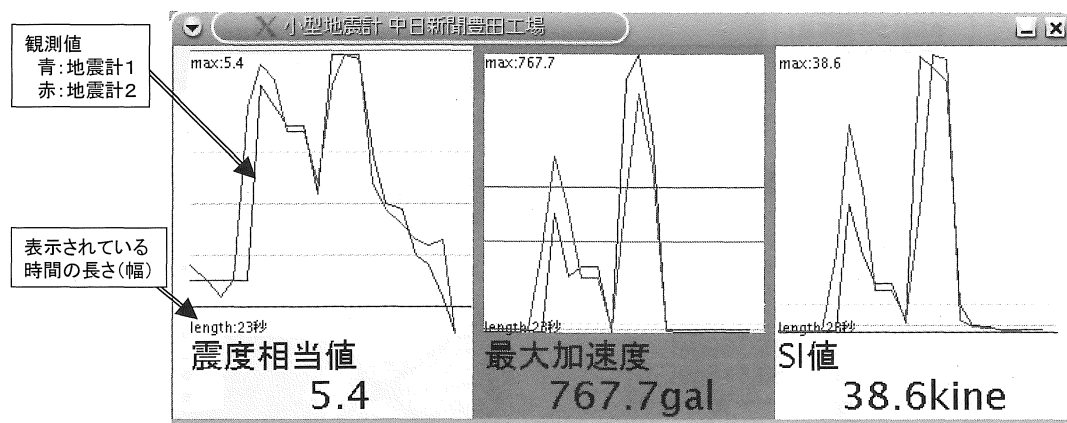


図3 受信端末に併設された小型地震計の振動情報の表示例





図4 受信端末に併設されたネットワークカメラの映像の表示例

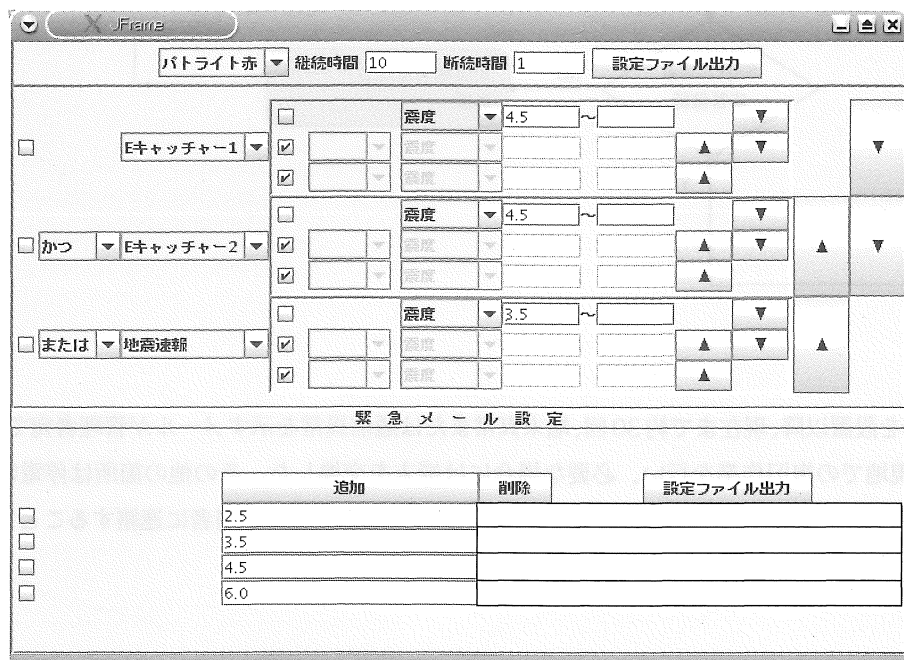


図5 回転灯など制御する接点装置の設定画面例

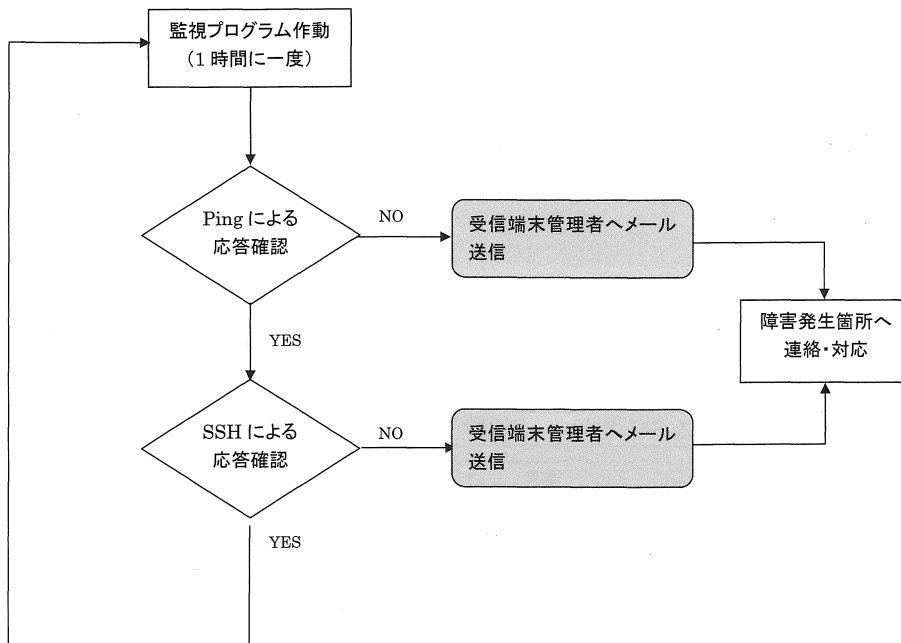
・受信端末稼動状況監視システム（以下、監視システム）について

設置の完了している 30 ヶ所の緊急地震速報受信端末（以下、受信端末）に対する監視システムが稼動している。

監視項目は以下の 2 点になる。

1. 受信端末に対する通信の監視
2. 受信端末の稼動監視

監視システムの動作フローを以下に記す。



このシステムを設置以降、現在まで約 30 回、端末異常または通信異常を示すメールが管理者宛てに送信された。うち、15 回は現地での復旧作業を行い、必要な場合には端末を交換した。その他の箇所は停電による端末の停止や、ルータの接続障害などであったため、端末の遠隔操作または企業の担当者に連絡することで復旧作業を完了した。

#### 4. センター建屋の免震構造評価実験および低価格地震計性能実験

正木和明・小出栄治・伊藤貴盛・林能成

##### 1. 免震構造評価システム

図1に示す位置に地震計を設置した。免震ピット床面 (B1)、1階床面 (1F)、2階天井 (TOP) の位置に、建物中央位置には3成分、建物北位置にはEWおよびUD成分、建物東位置にはNS成分の記録が取れるよう合計17成分のセンサーを設置した。また、建屋から5mはなれた地表面 (GL) にも3成分設置した。これらの設置点における記録と、学内2号館に設置してある地表面、地下18m、地下34mの地震計記録とを統合する事により、免震建屋の地震時挙動を評価する事が可能となった。

図2は収録された2005年8月16日の宮城県沖地震の記録例である。地震動が小さいことから免震効果が現れていないが、今後大きな地震の場合について評価する予定である。

図3は、建屋の震動性状の3次元震動モードをモニターに表示するシステム (本システムはIT強震計研究会の成果を利用して作成されている) である。地盤および免震ピット床面の東西変位に比べ建屋1階床変位が明らかに小さく免震構造が機能して事が分かる。

##### 2. 低価格地震計の設置

本プロジェクトで開発された低価格地震計 (E-Catcher) を建屋2階のサーバー室に設置し、緊急地震速報端末の一部として性能評価を継続している。

## 免震建物地震観測システム

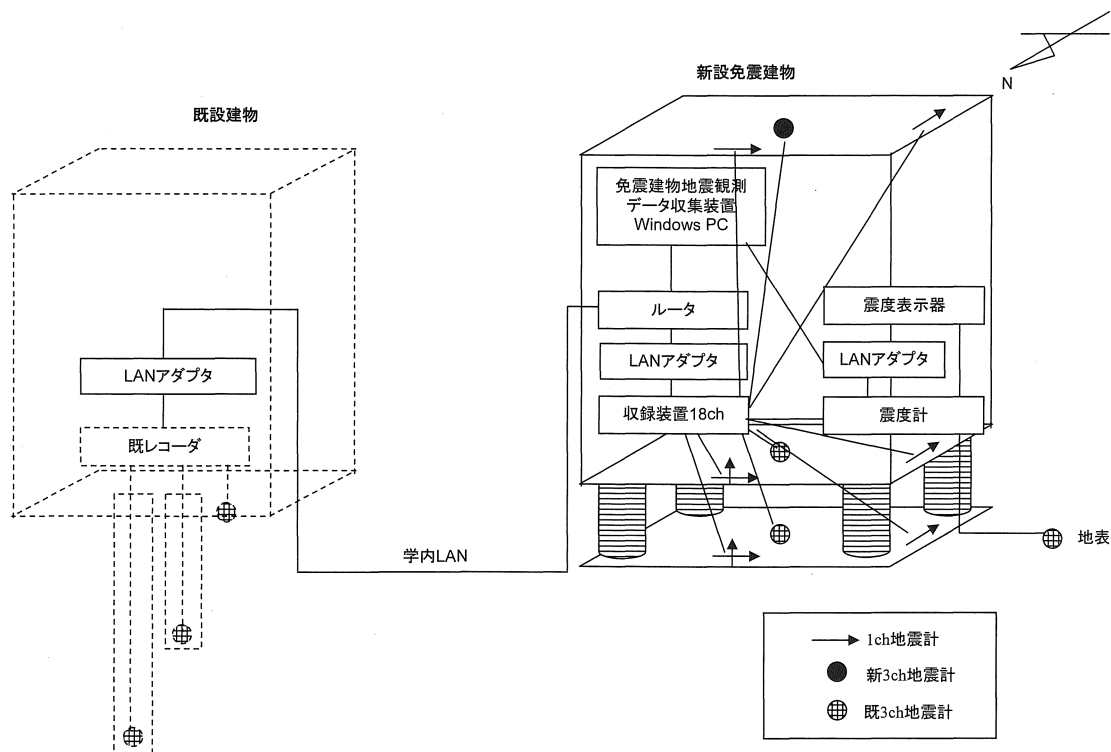


図1 建屋免震評価システム (地震計の設置位置)

# 地域防災研究センター(免震)の記録 (2005/8/16)

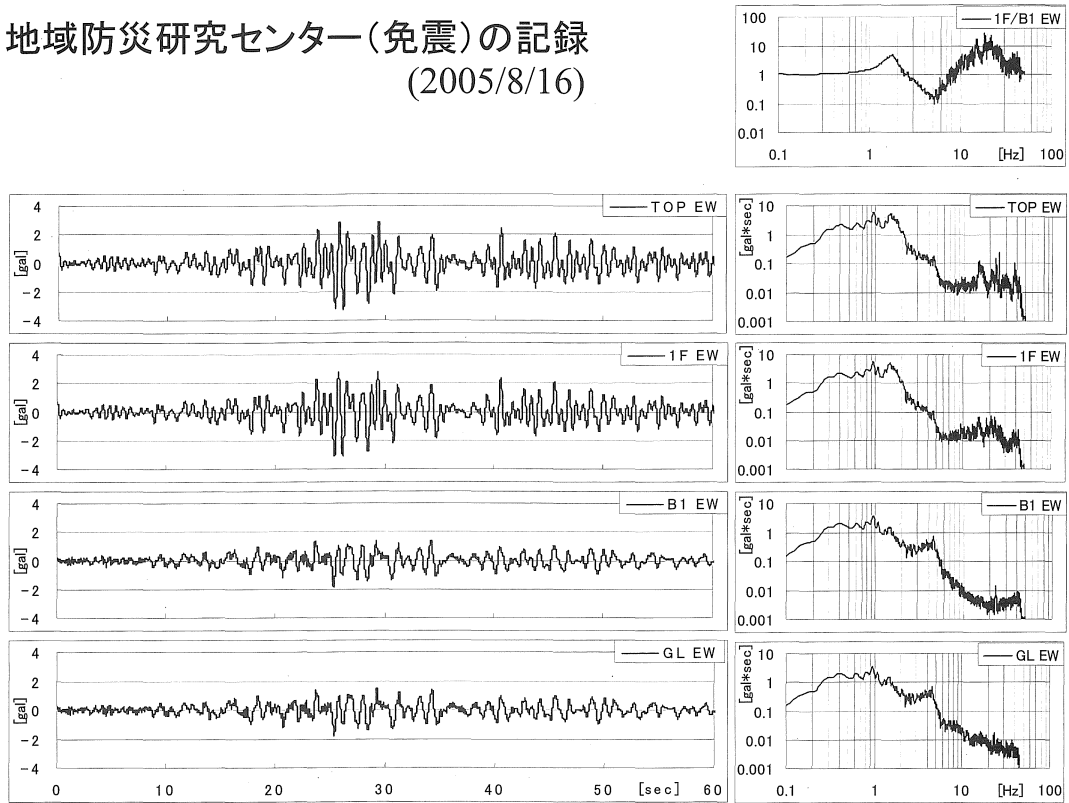


図2 2005年8月16日宮城県沖地震の記録例

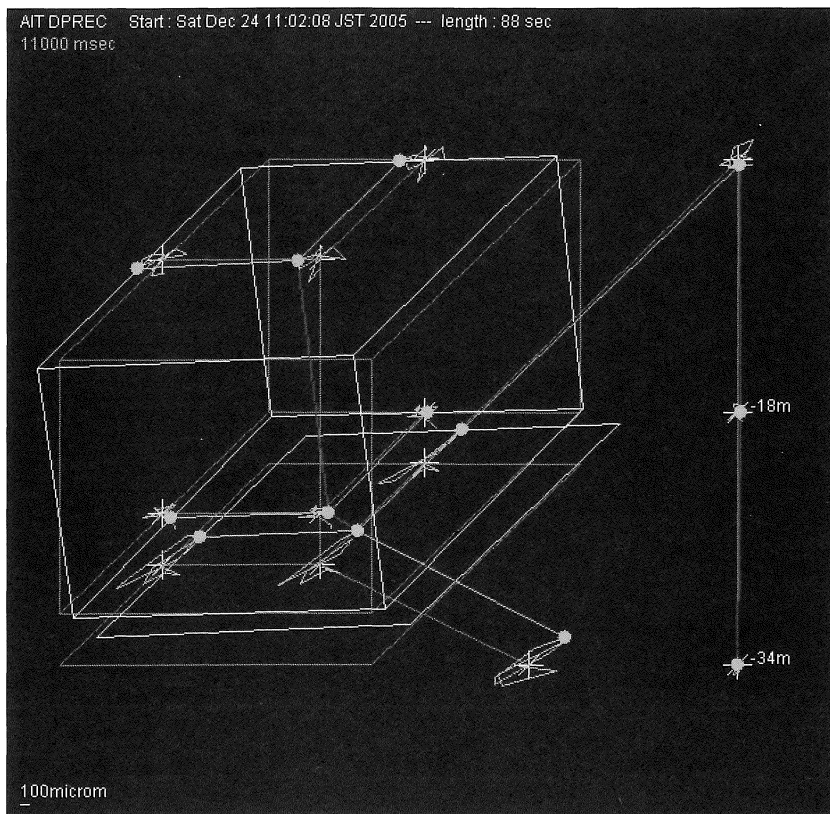


図3 3次元震動モード表示システム (2005年12月24日愛知県西部地震の例)

## 5. 自走式振動台の設備

太田賢治・小出栄治

自走式地震動シミュレータとも呼ぶべき地震動体験のための振動台である。大人2名を乗せて、震度6弱程度までの地震動を体験する能力がある。

この振動台の特徴は、取り扱いが簡単で、軽量ながら、過去の地震波形を容易に再現することができる事にある。これまで振動台用の駆動装置として一般的に使われてきた油圧モーターや、ACサーボモーター、導電式モーターではなく、パルスモーターを採用した事でこのような軽量かつ簡易なシステムを実現した。

パルスモーター：オリエンタルモーター社製 AS 9 8 AA-N50

最大トルク：60 Nm 最大回転速度60 rpm

このモーターを4台使い、4輪駆動の構成とすることで、パワーを上げている。パルスモーターでは、複数のモーターを同期して稼働する事が容易であり、システムをシンプルにする事が可能となった。パルスモーターの制御はWindowsXP上のVC++言語で書かれた制御ソフトで行い、ハードディスク上に保存されている地震動変位データを読み込み、これによりモーターを駆動する。現在、神戸・十勝沖・メキシコ・中越の各地震波形が用意されているが、テキストデータを読み込ませることによって、作成した地震波形を入力・作動させる事ができる。図1は、振動台に小型地震計E-catcherを乗せて、中越地震の波形を入力したときの再現波形を記録したものである。

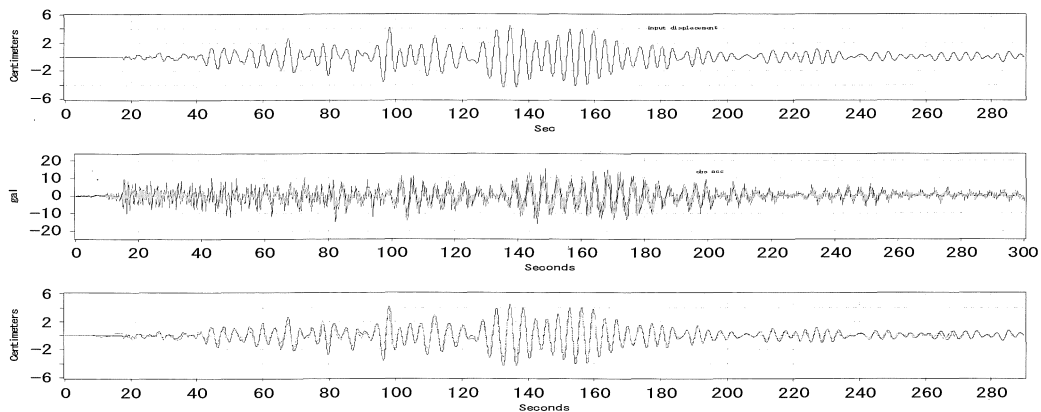


図1 E-catcherで観測した振動台で再現された波形  
上段：入力変位波形  
中段：観測加速度波形 下段：加速度を2階積分した変位波形（緑）と入力変位（黒）



写真1 自走式振動台の動作風景

## 6. MTS 製 25tf 加振装置利用実績 2005 年度

鈴木森晶・青木徹彦

### 1. 鉄道架線耐震性能実験（JR東海）

幅 12 m 高さ 10 m の実物大鉄道架線の耐震実験である。

この実験では MTS 製 25tf アクチュエータ 2 基を直列に接続し、1 基の性能以上の加速度、速度、変位を実現し、従来の性能限界をクリアすることが可能となった。当実験によりこの種の構造物に関する耐震性能が明らかとなり、今後の対策方法の一助となった。（図 1, 2）

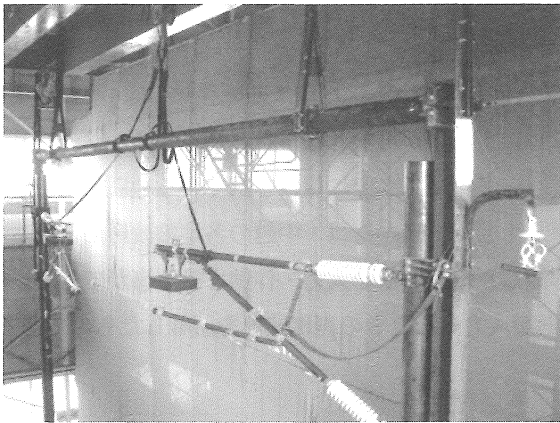


図 1 実物大鉄道架線の耐震実験

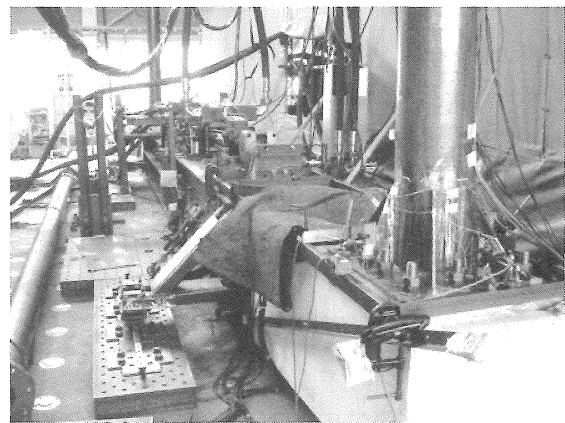


図 2 MTS 製 25tf アクチュエータ設置状況

### 2. 住宅免震装置耐震実験（ホームリサーチ）

住宅の小型免震装置の X、Y 2 方向の戴荷実験である。

従来は 1 方向のみであったが、2 方向加振が可能となり、実験可能な戴荷パターンの幅が格段に広がった。これによって新開発の免震装置性能の確認を行うことができた。（図 3）

### 3. 墓石転倒防止装置耐震実験（石のすぎた）

墓石転倒防止装置付き墓石の耐震実験

特殊な方式で墓石を接続することによって転倒を防止するものであり、その効果が実証された。（図 4）



図 3 小型免震装置の戴荷実験

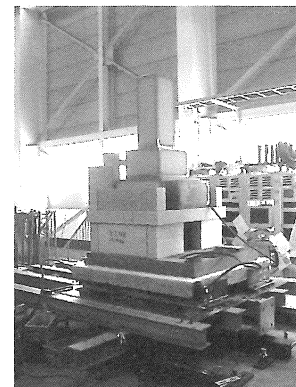


図 4 墓石の耐震実験

#### 4. オープンキャンパス（愛知工業大学）

毎年、夏と秋に実施しているオープンキャンパスである。6畳間程度の大きさの振動台を製作し、MTS製25tfアクチュエータにより、兵庫県南部地震など震度7までの地震を再現し、参加者が体験する。毎回200名程度の参加者がある。（図5, 6）



図5 オープンキャンパス1



図6 オープンキャンパス2

#### 5. 防災用発電装置の耐震実験（三友工業）

災害が発生時に利用する、緊急用発電装置の耐震性能実験である。

MTS製25tfアクチュエータは任意の波形を再現できる性能を有している。この実験では、正弦3波を急激に与えるなど、通常地震波に加えて特殊な形状の波形を入力した。実験後に正常に動作することなど耐震性能を確認した。（図7, 8）

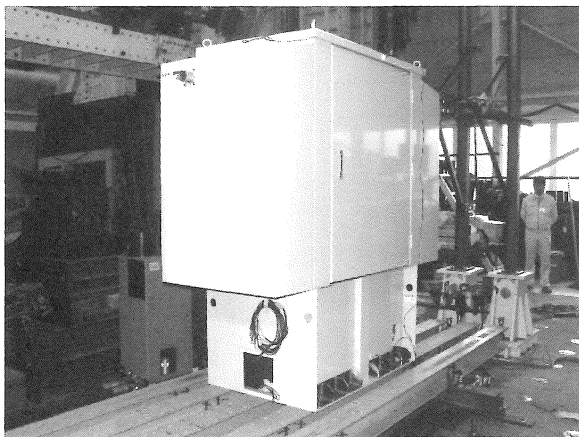


図7 発電装置の耐震実験

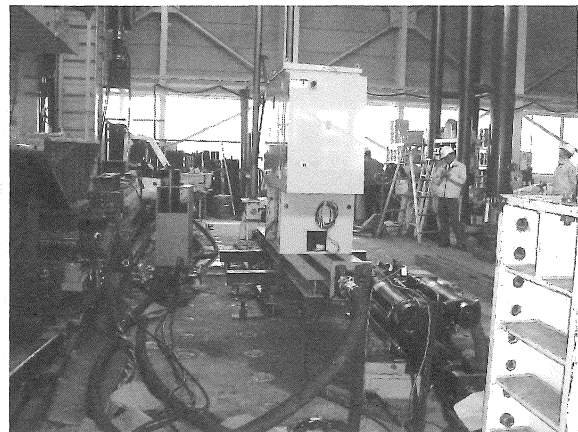


図8 MTS製25tfアクチュエータ設置状況

以上の他に、最近では事業所等から小型装置の加振実験の問い合わせが多い。今後は常設の2方向加振可能な装置の製作について検討を開始している。

## 7. 企業防災担当者向けセミナーの開催

地震防災コンソシアムでは、2005年12月15日・16日、2006年1月11日の計3日間、地域防災研究センター1F拠点形成技術支援室を会場として、地震防災端末を設置する三河地域計30カ所に立地する企業の防災担当者を対象として、当コンソシアムが提供を開始した企業防災サービスに関する説明会を開催した。

3日間の内容は同一で、緊急地震速報の活用に関する説明(情報の限界などの注意点についての説明を含む)、防災端末の取り扱い説明、安否情報確認サービスの説明、緊急地震速報の取り扱いに関する説明、HPの紹介や今後予定しているサービスについての説明が行われた。また、センター内に設置されているデモ端末の動作、緊急地震速報・地震計データを相互に配信するサーバなどの動作状況、センター施設の免震装置などについての見学が行われた。

今後、緊急地震速報の利用を含む企業防災事例などについての情報交換、この地域の企業が共通して関わるインフラ・自治体などの防災対策の状況・これまでに発生した災害での企業の対応などの事例などについての勉強会など、企業経営者・防災担当者が交流進める場として「地震に強いものづくり会」(仮称)を設立する。企業が主体となって会の活動・運営を行う体制作りをコンソシアムが支援することで、地域全体の企業防災力の向上に向けた活動を強化していく予定である。なお当日は、東海地域の企業防災に関わる番組取材のため、NHK名古屋による説明会の取材・参加者へのインタビューなどが行われた。



写真1 緊急地震速報の利用に関する企業向け説明



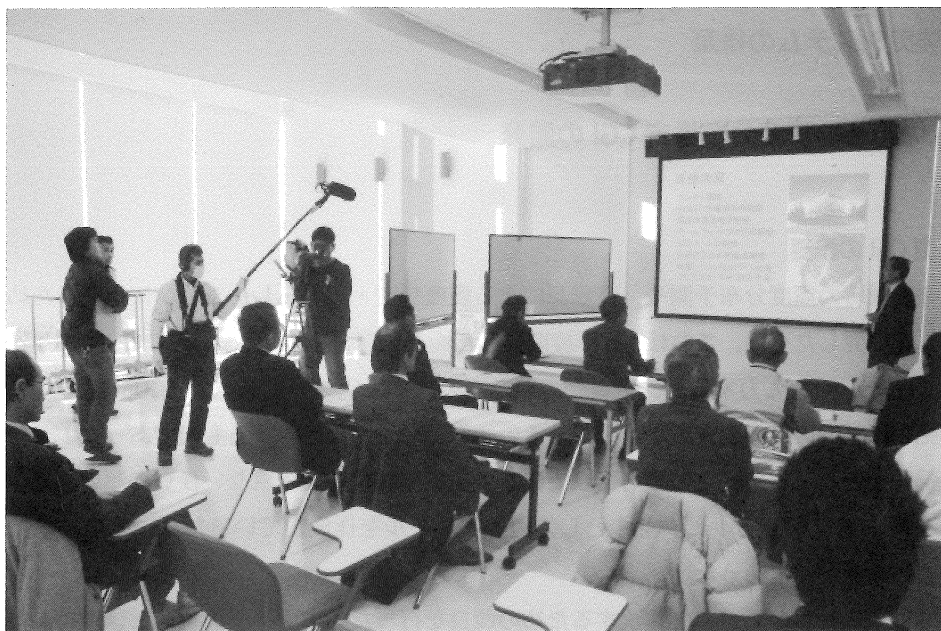


写真2 NHK 名古屋（東海地方企業防災特番）による説明会の取材・撮影



写真3 企業防災担当者に対するセンター2階に設置されたサーバの動作説明