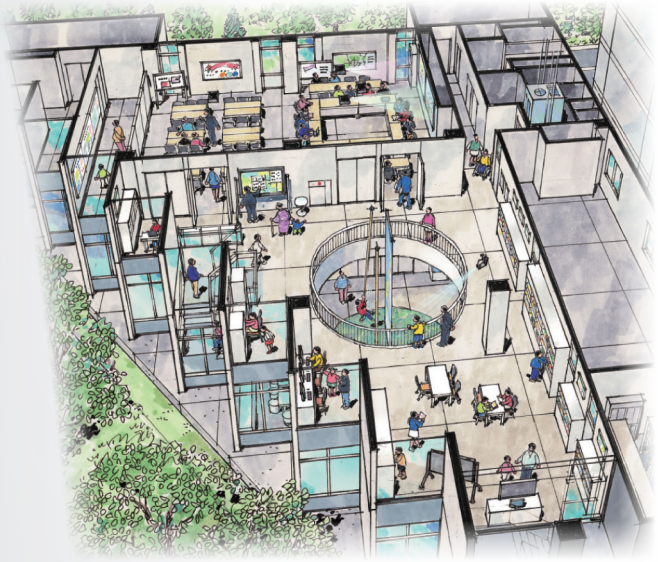
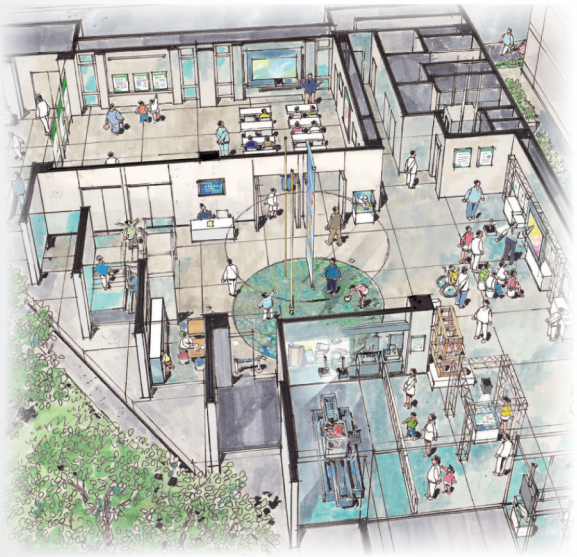
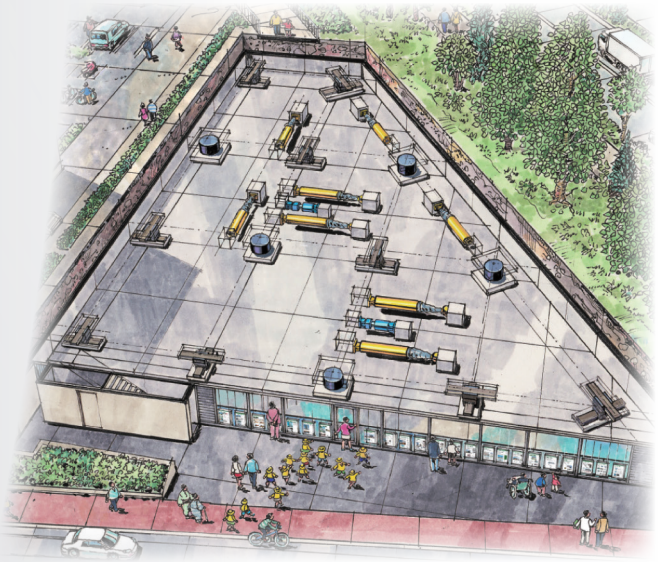






減災館

Disaster Mitigation Research Building

～減災のための研究・備え・対応の拠点～

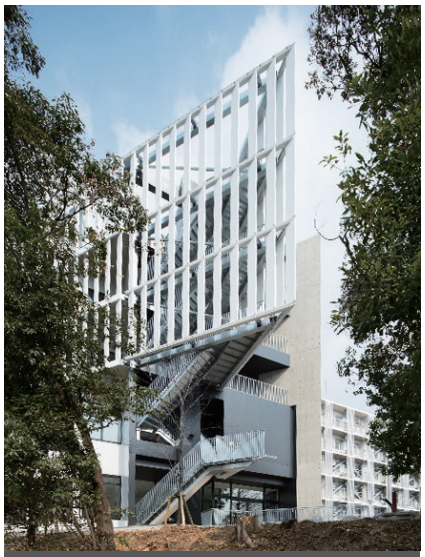
名古屋大学 | 減災連携研究センター
災害対策室

建物の概要

彫が深く、西日遮蔽を考慮したルーバーと雁行壁により、非常時に遠方から認識しやすい特徴ある外観になっている。



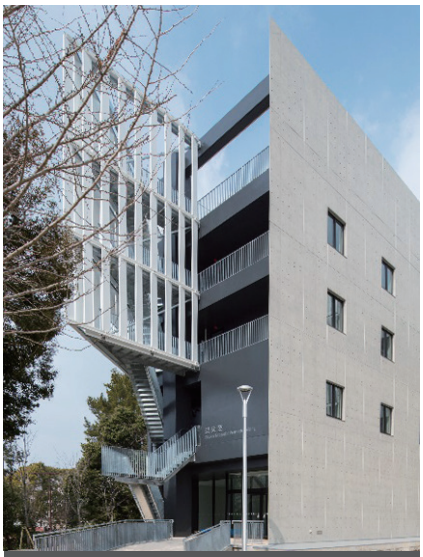
西側外観



西南側外観



南面エントランス廻りと西面雁行壁



南東側外観

建物概要

建物名称：名古屋大学　減災館
所 在 地：名古屋市千種区不老町
主な用途：大学
建築面積：　731.10㎡
延床面積：2,897.83㎡
建 築 主：名古屋大学
設　　計：名古屋大学施設管理部
　　株式会社　日建設計
監　　理：名古屋大学施設管理部
施　　工：清水建設株式会社（建築）
工　　期：2013年5月～2014年3月
規　　模：地上5階
高　　さ：SGL＋25.65 m
構造種別：鉄筋コンクリート造
　　基礎免震構造



南側外観

「減災館」の3つの役割

「減災館」には、名古屋大学の災害被害を減ずるための災害対策室と、地域の様々な主体と連携し減災社会を実現する減災連携研究センターの２つの組織が入居しており、下記３つの役割を担っている。

1 自然災害や防災・減災に関する「先端的研究施設」

建物全館が耐震・免震・制振技術に関する研究開発の実践・実証の場となっている。屋上階にも免震構造の実験施設を乗せた弾性免震構造とし、各種のセンサーを設置することで、様々な研究開発や実証実験が可能な環境を整えている。

2 備えを促す「防災啓発・人材育成施設」

何時でも誰でも免震装置を見ることができる免震ギャラリーを始め、触れて学べる各種の耐震実験教材や揺れの体験装置を備え、耐震・免震に関する体感型の学習をすると共に、市民向けに様々な講演会・セミナーを定期開催している。

3 災害時に地域を守る「災害対応施設」

大規模災害時の東海地域の災害対応拠点として、災害対策本部室を配置し、高性能の免震システムに加え、災害時に機能維持するための様々な設備・資機材を準備している。



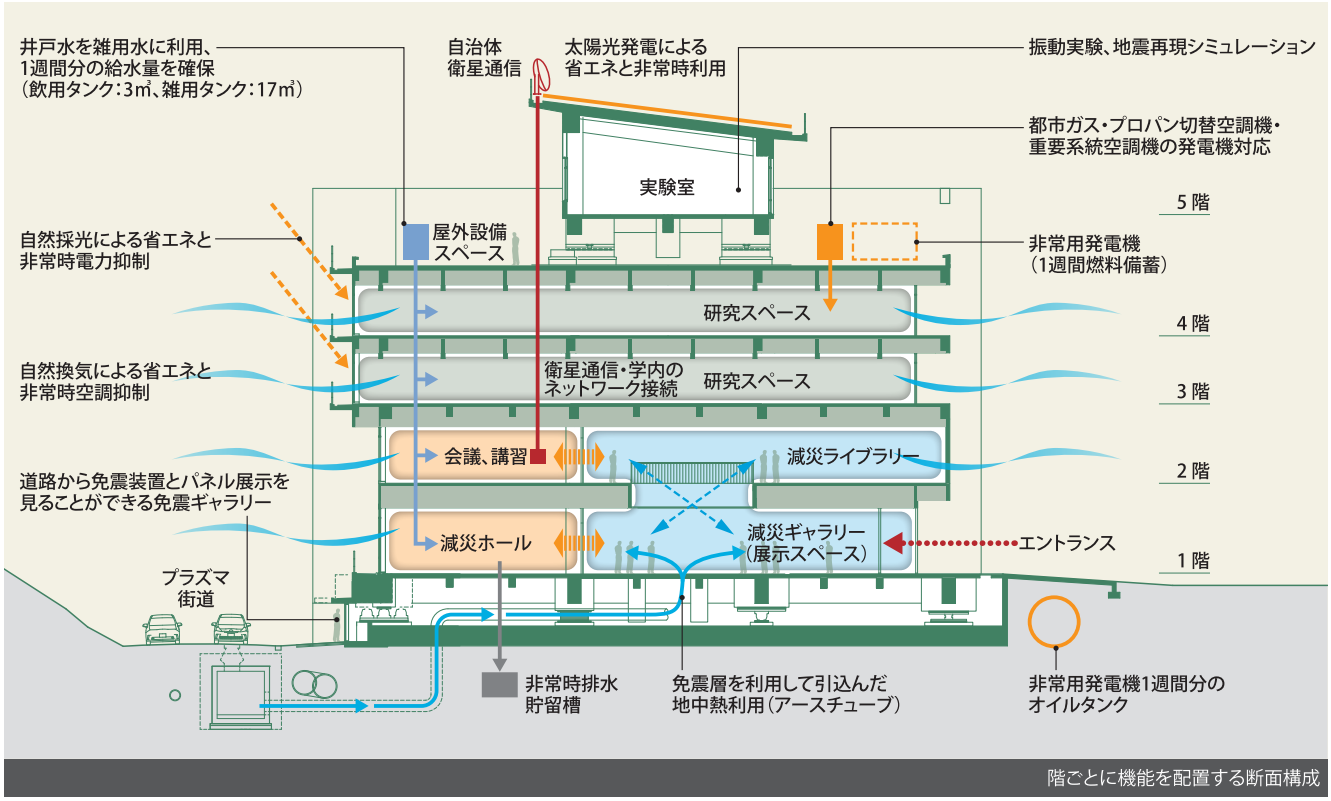


減災館パンフレットより

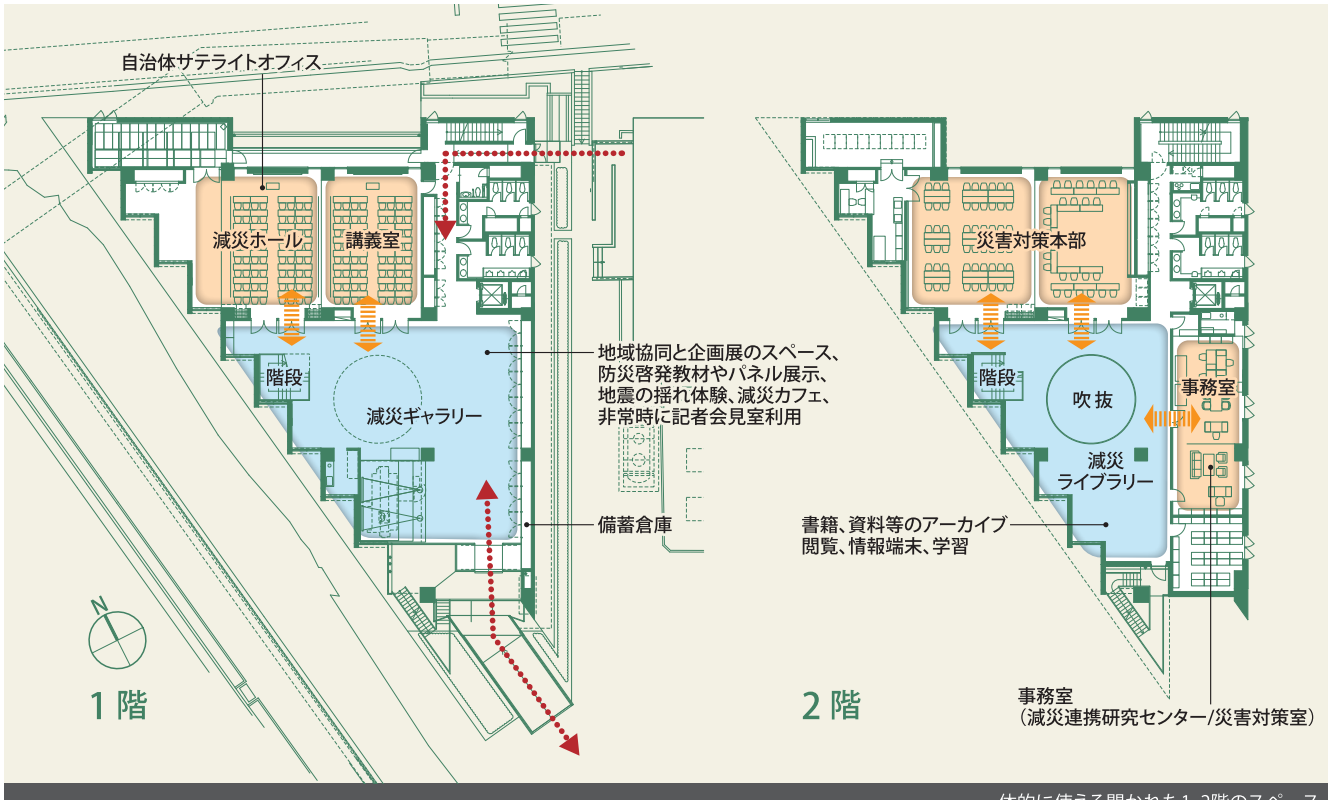
建築計画の特徴

平時は開かれた減災の教育・啓発・研究の場、非常時には災害拠点として、１階を体験と学びのゾーン、２階を調べ学習と対策のゾーン、3・4階を研究のゾーンと位置づけ、フロア毎を明快にゾーニングしている。

また、西面の雁行型の平面形状を活かし、展示スペースや研究室を配置している。災害発生時には、１階は地域の行政とマスメディアに開放し、２階は名古屋大学の災害対応の場、３～４階は全国の研究者の被害調査の拠点として活用する予定である。



階ごとに機能を配置する断面構成

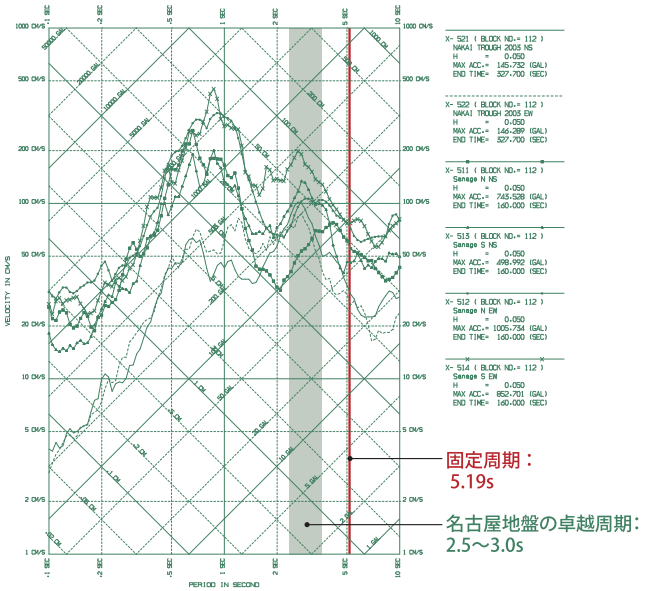


一体的に使える開かれた1・2階のスペース

「減災館」の免震構造の特徴

免震層の復元力特性を線形化した固有周期5.2秒の免震構造

- 敷地地盤の長周期成分の卓越周期(2.5～3秒)を避け、建物の固有周期を5秒程度(約5.2秒)とすることで、建物の応答低減効果を高めた。
- 免震部材には天然ゴム系積層ゴム、直動転がり支承、オイルダンパーを採用し、免震層の復元力特性を線形化することで振動特性を明快にし、将来の技術開発に柔軟に対応できるようにした。
- 万一の共振に備え、クリアランスは90cm、等価減衰は30%程度とした。
- レベル2地震動として、通常の1.5倍の地震動と、最大クラスの南海トラフ巨大地震を考え、安全性を確認した。
- 弾性免震ゆえの低い初期剛性の性質を利用し、免震層をジャッキで加力し、自由振動実験をできるようにした。




積層ゴムアイソレーターΦ1,400mm


オイルダンパー


直動転がり支承

免震ギャラリーで免震構造をアピール

- 敷地の高低差を利用して、免震層を常時見ることができる免震ギャラリーとした。ギャラリーのガラス面には耐震・免震・制振の技術開発の歴史を学ぶパネルを展示している。


免震ギャラリー

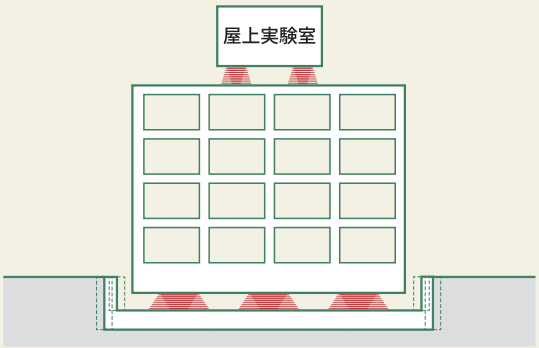
基礎部と屋上部の免震で揺れを抑える技術を開発する

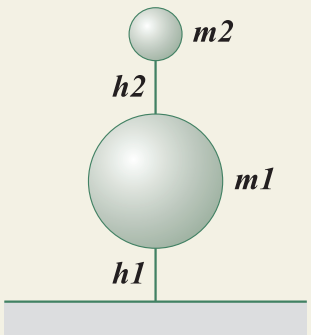
建物全体を耐震・免震・制振実験施設にすることで、揺れを抑える技術を開発する。具体的には、

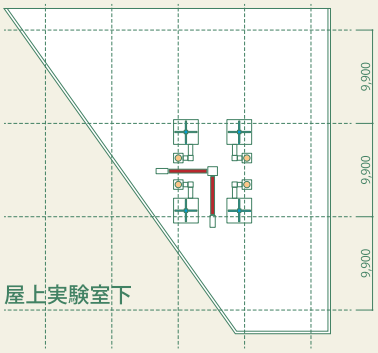

屋上の減災・体感実験室

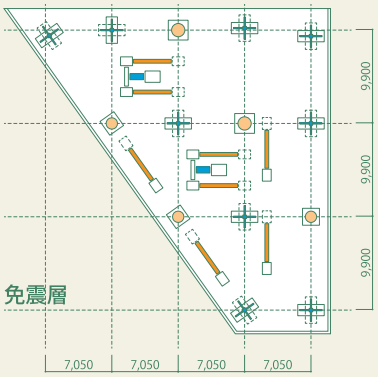
- 基礎免震と同じ周期を持つ周期5.2秒・重量410トンの免震建物（普段はシアピンで固定されている）を屋上に設置し、アクチュエータにより加振できる振動台として減災・体感実験室に利用する。
- 屋上実験室の揺れを、免震周期で共振させて育てることで、小加力で100ガル程度の揺れを生成し、50トン程度の起振力を生み出す。これにより、5,000トン強の建物を10ガル程度で揺り、建物全体の振動実験を実現する。
- 将来的に、屋上実験室にオイルダンパーを追加設置し、台風対策用のTMDとして利用した場合のTMD付き免震構造物の制振効果を実証する。
- さらに、モニタリング用のセンサーとアクチュエータを活用することで、AMD付き免震構造物の有効性の実証実験を行う。
- 免震層のジャッキを利用して、建物全体を強制的に自由振動させ、本体建物と屋上実験室を地盤と建物に見立てた共振実験を行い、共振対策用制振装置の研究開発を行う。

屋上実験室下と免震層の免震装置配置計画









直動転がり支承
屋上実験室下：CLB133
免震層：CLB500、780

天然ゴム系積層ゴムアイソレータ
屋上実験室下：400Φ×2段積
免震層：1,200Φ、1,400Φ

アクチュエーター
定格推力：81kN、88kN

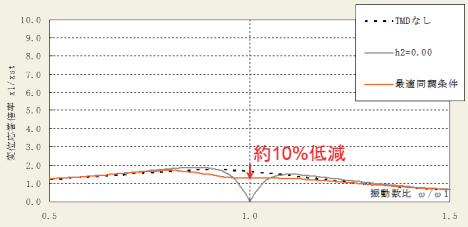
オイルダンパー
免震層：1,000kN

ジャッキ X方向2台

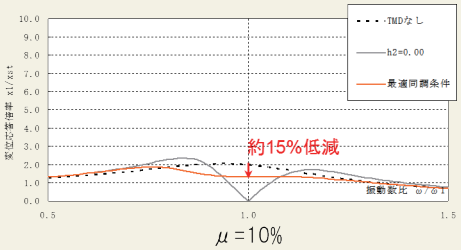

屋上実験室のアクチュエータ


免震層のジャッキ

TMD 応答低減効果の検証（本体の構造減衰：h1＝30%の場合）



μ=5%



μ=10%

Den Hartogの最適同調条件

$$T_2=(1+\mu)\cdot T_1$$

$$h_2=\sqrt{\frac{3\mu}{8\cdot(1+\mu)^3}}$$

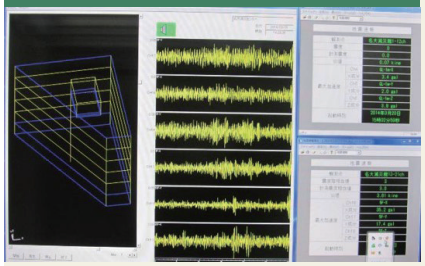
TMD　応答低減効果の検証

研究の拠点　2. 揺れる建物で新たな技術を開発する

揺れる建物を利用して、建物の耐震性能・振動性状の評価、免震装置の経年変化・耐久性評価、振動ヘルスモニタリング技術の開発などを実施する。

- 減災館には複数の種類の高精度加速度計、変位計、土圧計を設置し、地震時及び建物強制加振時の建物振動・土圧を観測する体制を整えている。加力源が明らかな振動実験が可能なので、特に従来未解明だった免震層部擁壁部の地震時動土圧の性状を明らかにすることができると期待している。
- 屋上実験室を用いた多数回加振実験により、支持部の免震装置の経年劣化・疲労データを蓄積する。
- 免震層での定期的強制変位自由振動試験により、免震装置の経年変化データを蓄積する。
- 複数の種類の安価なセンサーネットワークを利用し、ライフサイクルモニタリング技術を開発する。

揺れ：振動モニタリング画面（リアルタイム表示）



土圧：土圧計（壁の裏で土に接している）



免震層変位：変位計（糸が張られている）





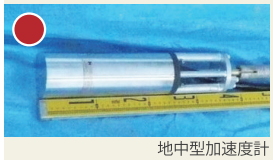
機動型加速度計



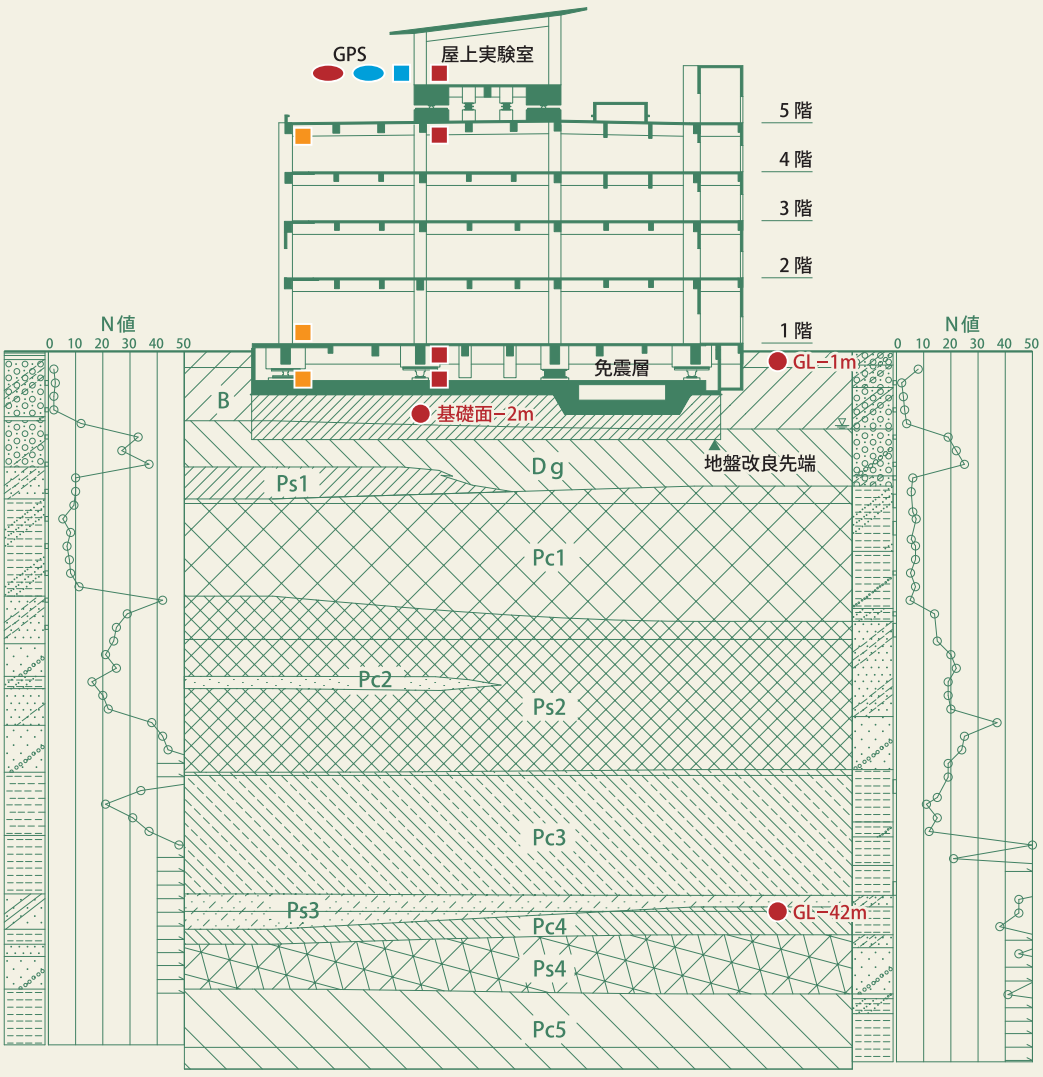
小型加速度計



床置型加速度計



地中型加速度計

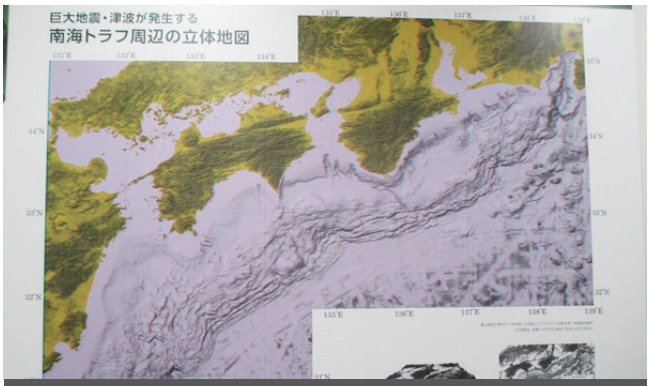


減災館モニタリングシステム

備えの拠点　1. 座学と実物で地震と耐震・免震を学習する

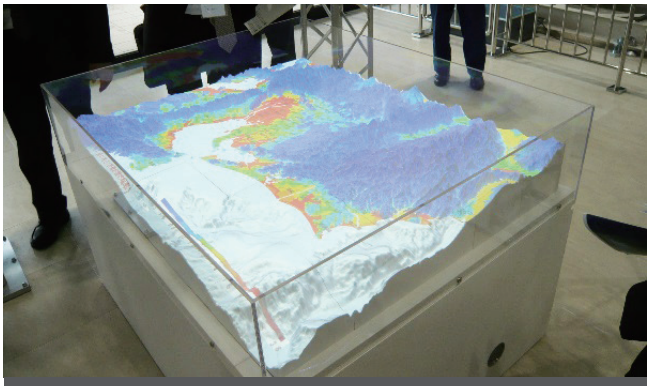
減災館では、地震や耐震・免震・制振の実物を見て、その大事さを実感し、様々なセミナーや人材育成プログラムを通し学習できる。

- 毎週火曜日～土曜日の午後１時から４時に一般公開し、日替わりのギャラリートークを毎日行っている。
- 建物北面の免震ギャラリーでは、実物の免震装置を見ながら耐震・免震・制振の原理や歴史を学べる。
- 減災館の揺れる模型を通して、免震・制振・共振の原理を学べる。
- 陸上・海底地形のアナグリフを通して南海トラフや活断層の存在を実感し、地震発生確率を学べる。
- 1586年天正地震での液状化跡を、遺跡発掘調査による実物はぎ取り地盤で実感し、1610年清洲越での名古屋への高台移転の歴史を学べる。
- 日本や愛知の地震や水害の歴史、県内の地震に関わる史跡を学べる。
- 市民向けの「防災アカデミー」と「減災カフェ」、学内向けの「減災まなび舎」、技術者向けの「ESPER」、メディア・行政向けの「NSL」などを毎月定期開催し、東海地区の耐震化を下支えしている。
- 産官学民が連携して「あいち防災・減災カレッジ」を年に２回開催したり、高大連携の「高校生防災セミナー」をしたり、建築技術者向けに「耐震化アドバイザー養成講座」を開催するなど、地域の防災人材の育成の場となっている。



陸上・海底地形の立体視


1586年天正地震での清洲城の地盤液状化のはぎ取り


プロジェクションマッピングによるハザード情報の3Dビジュアライズ


名古屋大学防災アカデミー


減災カフェ

備えの拠点　2. 実験をしながら耐震と揺れを体感する

減災ギャラリーでは、耐震化を進めるための様々の教材を使って、地震や揺れ、耐震・免震・制振を体感し、地震に強い建物作りを学習することができる。

- プレート境界地震、揺れの伝播、津波、液状化、緊急地震速報などの実験道具を通して、地震の発生から、伝播、地震動までを体感学習できる。
- 木造軸組模型、耐震補強模型、被害家屋模型などを通し建物の構造と地震被害を学習できる。
- 長周期の揺れを再現できるロングストローク長周期振動台BiCURIや、長さ6mののぼり綱を使った長周期振り子などを通して建物応答を体感する。
- 耐震実験教材「ぶるる」を通して、構造的バランスや屋根重量による耐震性の違い、地盤の揺れの増幅、地盤と建物の共振応答を体感学習する。
- 台車型振動台を使って、家具の転倒防止の大切さを学習する。
- 子供向けのキッズコーナーでは「紙ぶるる」やストローとクリップを使った「ストローハウス」などの工作、紙芝居、防災カルタなどを使って、親子で耐震学習をする。
- 屋上にある減災・体感実験室で、地震時の揺れ・映像・音響体験し、減災行動を誘発する。


屋上実験室での地震時の揺れ・映像・音響体験

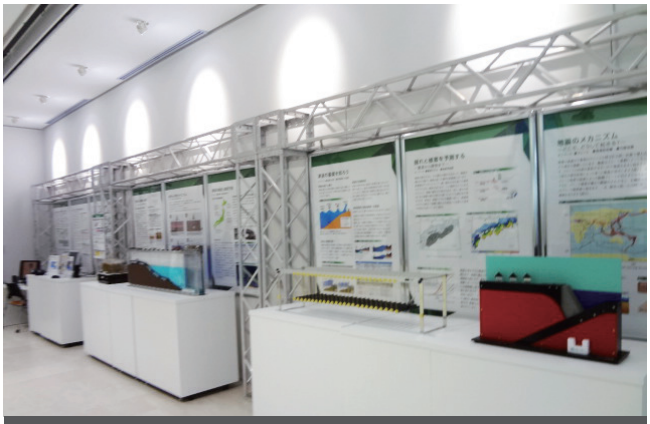

長周期地震動を体感することができる振動台


耐震実験教材「ぶるる」


地震時の地盤と建物の揺れ方を再現する実験教材



WEBを利用した「紙ぶるる」の展開


地震や津波などに関する体験教材とパネル展示

備えの拠点　3. 建設敷地に関わる様々な情報を調べる

減災館２階の減災ライブラリーでは、様々な資料を活用して、耐震設計の前提となる建設敷地についての様々な情報を調べることができる。

- 東海４県の市町村史、地域防災計画、ハザードマップが集積されており、各市町村の災害の歴史や地震危険度・水害危険度を調べることができる。
- 古地図・古い写真・浮世絵・図会・地名の由来などの資料が集積されており、建設敷地の土地利用の変遷などを調べることができる。また、これらをGIS化した今昔マップシステムにより、地形やハザード情報との関連も調べることができる。
- 東海地域を中心に歴史地震に関わる資料が集積されており、古文書データはスキャンし、DB化されている。
- 東海地域の約10万本のボーリングデータが集積されており、建設敷地周辺の地下構造の概要を調べることができる。
- 十数年に及ぶ100回余りの防災アカデミーの講義ビデオを視聴することができる。
- 十数年に及ぶ地震・防災・耐震に関わる記事等が集積されている。合わせて新聞記事検索システムも用意されており、過去の番組や記事を調べることができる。
- 防災・減災に関わる入門書・報告書を閲覧できる。


地域を知るための市町村史コーナー


土地利用の変遷を学ぶ今昔マップシステム


地域の災害史を学ぶ歴史地震コーナー



減災ライブラリーの全景

災害対応の拠点

東海地域及び名古屋大学の災害対応の拠点としての機能を備えると共に、災害対応拠点が具備すべき設備の事例紹介を行っている。

- 災害対策本部の機能を果たすため、免震構造の採用に加え、1週間連続稼働できる150kVAのディーゼル発電機、10kWの太陽光発電装置、都市ガス・プロパン切換え型ガス空調、電源車接続用電源盤などを設置し、災害時のエネルギー確保を図っている。
- 100人×10日分に相当する3㎥の飲用水タンク、17㎥の雑用水タンク、排水槽などを準備し上下水の確保を図っている。食料、寝具、各種装備品、医薬品なども十分に備蓄している。
- 自治体衛星通信用パラボラアンテナ、中部地方整備局と結ぶ長距離無線LANなどを設置し、災害時の情報確保を図っている。
- 2階には24,000人の教職員・学生を守る名古屋大学災害対策本部室を設置し、地震観測情報を始め種々の災害情報を収集しつつ、全学放送設備などを利用して的確な災害対応をする。
- 1階の減災ホール・減災ギャラリーは地域の行政機関やメディアに、また、3～4階は全国から集まる研究者に開放し、災害対応に活用する。
- 他地域での災害時には、情報集約拠点としてのクリアリングハウスの役割を果たす。



災害対策本部室



備蓄食材など防災グッズ



災害対策本部での訓練の様子

給水

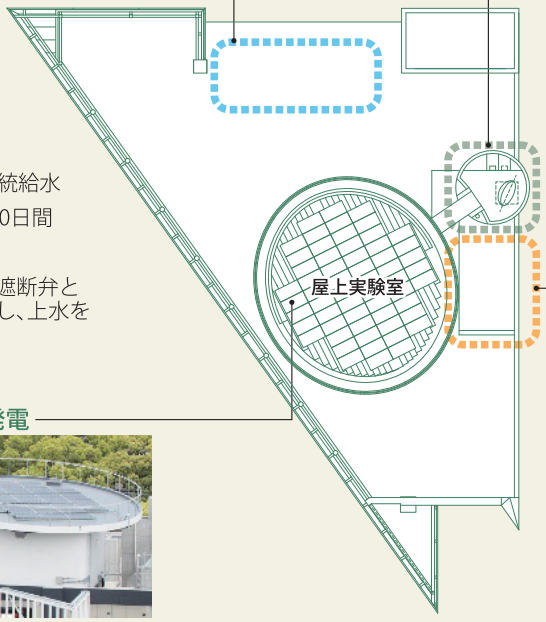


容　量: 飲用3㎥
＋雑用17㎥の２系統給水

災害時: 活動人数100人×10日間

ポンプ: 非常電源対応

その他: 飲用受水槽に緊急遮断弁と採水用水栓を設置し、上水を手動でも利用可能



衛星通信設備



非常用発電機



発 電 量: 150kVA

運転時間: 1週間以上

燃　　料: 軽油、埋設オイルタンク7,000ℓ

起　　動: 10秒程度で発電機が起動、10数秒で給電開始

利用可能階: 1階ホールの一部、2階、3・4階の一部

そ の 他: 太陽光発電は別系統で使用、外部電源車からの供給は切り替えて使用

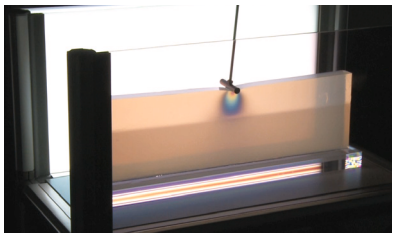
太陽光発電



容　量: 10kW

屋上設備

光弾性体を用いた地震波伝搬の実験装置（1階）



硬い地盤と軟らかい地盤を模擬した2層の光弾性体（寒天模型）の表面を叩いた時に発生する波を観察することで、地盤の中を地震波がどのように伝わるかを視覚的に理解することができる。

砂の締固め実験模型（1階）





砂は振動を与えることで締め固まり、とても強固な材料となることを体感することができ、地盤を強くする締固め工法の原理を学ぶことができる。

地下構造のスケールや地盤・建物の揺れを体感できる逆さ模型（1階）

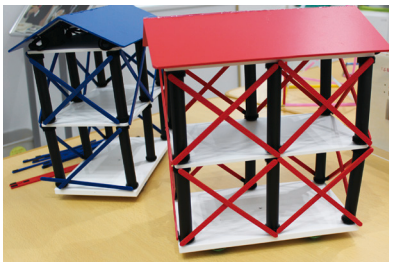


床面の鏡を覗きこむことで、鏡像によって名古屋付近の地下構造のスケール感を得ることができる。「浅い部分の地下構造と活断層の地震深さ」「深い部分の地下構造とプレート境界の地震深さ」が示されている。また、地盤と建物を、2つが繋がった振り子に見立てた上下逆さまの模型で再現し、共振現象を鏡越しに見ることが出来る。









各種の耐震啓発模型の試作展示（1階）

筋交いの補強効果を、実際に揺すって壊すことで感じられる手軽な卓上実験建物模型と、家具固定の効果をわかりやすく実感できる室内模型を展示している。





世界と日本の有名建築物年表と高層タワー・ビルの高さ比較（地下）

世界と日本の有名建築物について、免震層のガラスに帯状の年表を貼り付けてある。建築構造の歴史的な発展を学ぶことができる。また、世界の高層タワー・ビルを並べた図で高さを比較することができる。

展示物の紹介

床面の展示を使った映像投影システム（1階）



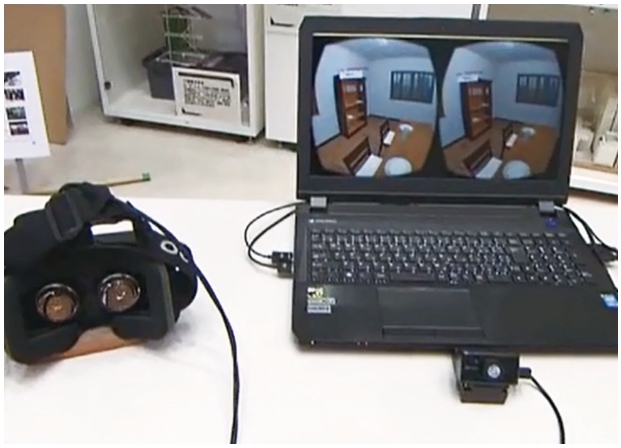


床面空中写真に対して、天井からプロジェクタを投影することにより、ハザードマップや地域の特徴を表す各種データを表示することができる。このシステムを活用し、防災・減災に関するワークショップを行っている。

スマートフォンやヘッドマウントディスプレイを用いたバーチャル地震体感環境（2階）

最新のデバイスを活用し、任意地点、任意建物の地震時の揺れを計算し、3Dモデリングのバーチャル映像として体感できる没入型教材を試作している。





振動体験環境を補強する拡張現実（AR）アプリケーションの開発（屋上）



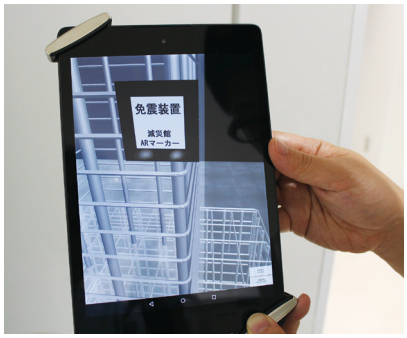
実験室内の映像体験に、人感センサーにより人型モデルを表示する機能を追加した。人型モデルは人間の動きに連動し、家具と接触すると赤くなる等、地震体感がよりリアルなものとなる。

バーチャル振り子実験システム（屋上）



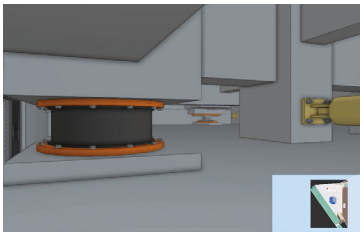
センサーの前で両手をかざすと、低層・中層・高層の3つの建物モデルが表示される。両手を揺すると建物モデルが振動し、共振現象を体感することができる。

減災館の建築構造が透けて見えるバーチャル展示（1階）



タブレット端末を通して減災館1階の床や壁を見ると、柱の中の鉄筋や、床下の免震装置などが透けて見える。

減災館バーチャル展示案内＆振動可視化ソフトウェア（1階）



減災館の3次元設計図面データ（BIM）を活用し、ゲームコントローラーで減災館の内外をバーチャルに歩いて探検できるソフトウェアを試作した。展示物の確認や、振動実験における建物の揺れを見ることが出来る。



名古屋大学 | 減災連携研究センター
災害対策室

〒464-8601 名古屋市千種区不老町 減災館
TEL：052-789-3468　FAX：052-789-5023
http://www.gensai.nagoya-u.ac.jp/

名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY

2019年 4月