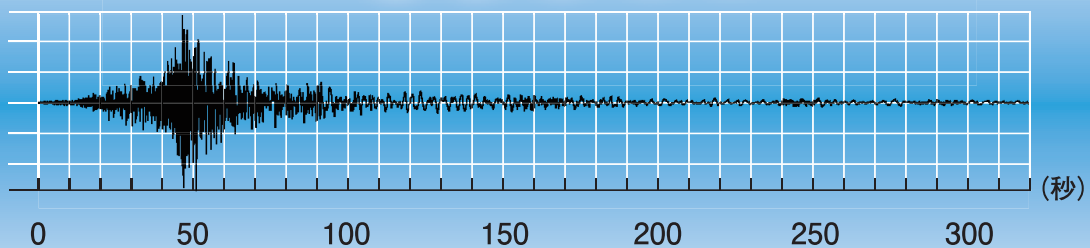
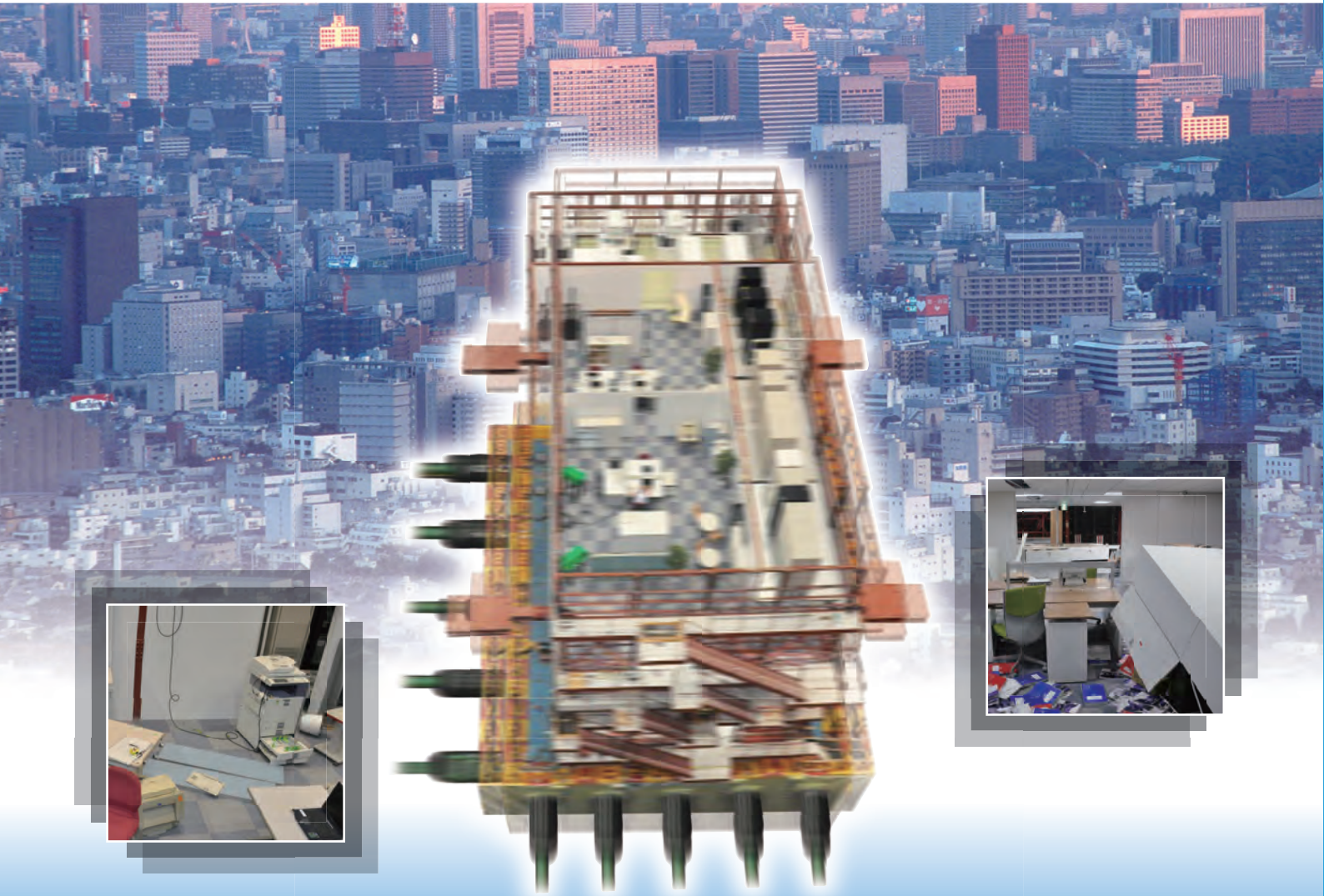


# 地震時の高層ビルの機能維持と 室内安全のための地震対策 Eーディフェンス実験を通して



# 大型振動実験による高層建物の室内安全性を検証

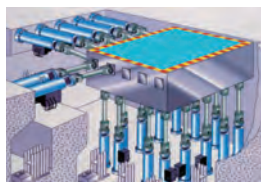
## 文部科学省による首都直下地震プロジェクト

### 文部科学省

文部科学省の主導のもと、平成19年度から平成23年度まで、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の研究開発が実施されました。

サブプロジェクト②「都市施設の耐震性能評価・機能確保に関する研究」では、その一環として、Eーディフェンスによる高層建物モデルの振動実験を行いました。

Eーディフェンスは、兵庫県南部地震における被害を受けて2005年に建設された世界最大の三次元振動台です。重さ1200tの構造物を震度7の地震動で揺さぶることができます。



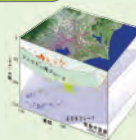
加振装置

### 相互に有機的な連携を図りつつ研究開発を推進

#### サブプロジェクト① 東京大学地震研究所

「首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等」

首都圏での自然地震観測によるプレート構造の推定、地震の震源断層モデル・地下構造モデルの構築により、首都直下地震の姿を明らかにし、地震の長期予測や強震動予測向上に取り組んでいます。



#### サブプロジェクト② 独立行政法人 防災科学技術研究所

「都市施設の耐震性能評価・機能確保に関する研究」

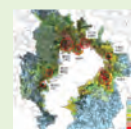
首都直下地震に対する都市施設の直接被害を軽減し、建物の機能を確保していくため、実大三次元震動破壊実験施設(Eーディフェンス)を活用した高層建物や医療施設の防災・減災対策の研究に取り組んでいます。



#### サブプロジェクト③ 京都大学防災研究所

「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」

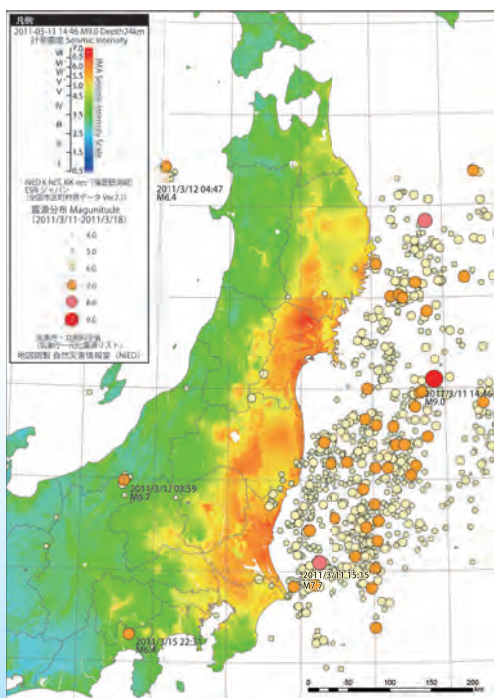
防災後の効率的で迅速な災害対応と被災者の生活再建を実現していくための情報共有のシステムの構築から生活再建支援システムなど、応急対策から復旧・復興対策までの包括的な研究に取り組んでいます。



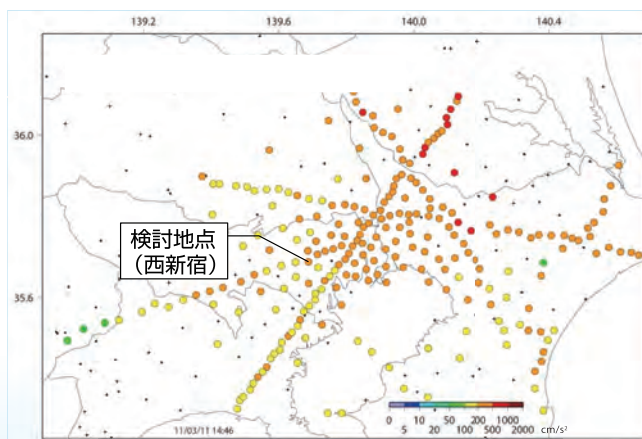
理学・耐震工学・社会科学の各分野の連携により首都直下地震の全体像を解明するとともに、**地震災害の大幅な軽減に資する**

## 東日本大震災の発生をうけて

東日本大震災では首都圏でも震度5弱～5強、最大で震度6強の揺れが観測され、高層建物でも家具の転倒や、天井ボードの落下、設備機器の損傷などが発生しました。これらの東日本大震災での教訓を踏まえ、首都直下地震で想定される高層建物の室内被害を再現する実験を行いました。



本震の計測震度と余震の震源位置



MeSO-netの観測地点と最大加速度

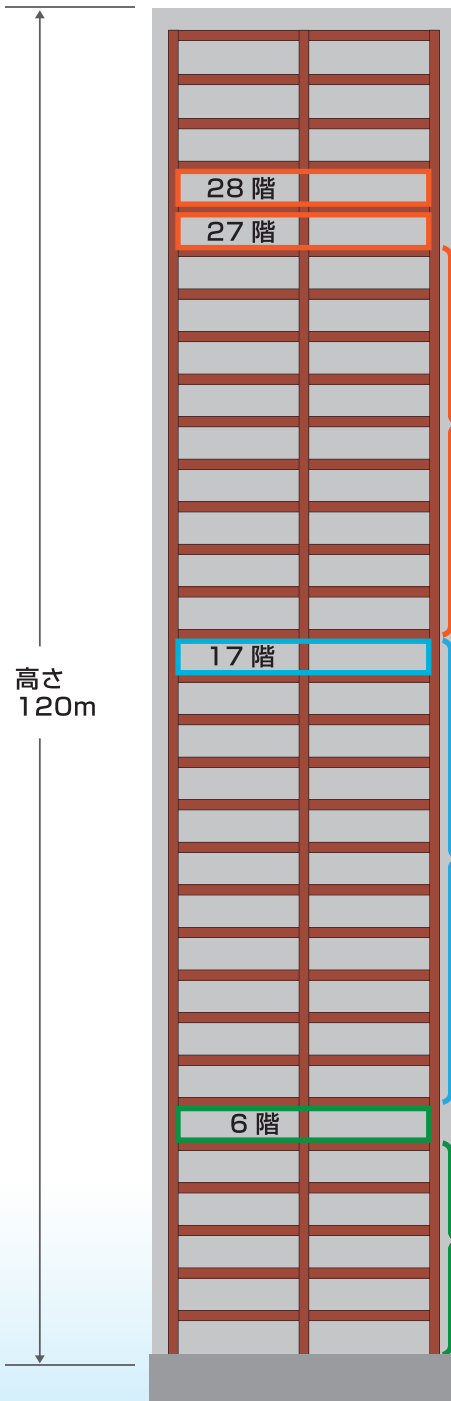
サブプロ①の東京大学地震研究所と連携し、首都圏地震観測網(MeSO-net、サブプロ①で構築した296ヶ所の地震観測網)での観測記録を分析し、想定される入力地震動を検討しました。

振動実験では、東日本大震災の本震の約30分後に発生した茨城県沖の地震(M7.7)の西新宿の観測点での記録を、首都直下地震で想定されるレベルに拡幅して用いました。

# 高さ約 120m 級の高層ビルの実験装置

高さ100~120m程度の30階建ての高層ビルの居室空間の揺れを模擬する実験装置を作りました。平面広さ20m×10m、階高3.8mの実験室を鉄骨造骨組みで作成し、実験室内にオフィスやマンションの居室を再現しました。30階建て建物の地上6階部分と27~28階部分の揺れを同時に模擬するために、実験室の間を積層ゴムとコンクリート版を介して連結し、1次固有周期で3~4秒となるように設計しました。

## 実験装置の概要



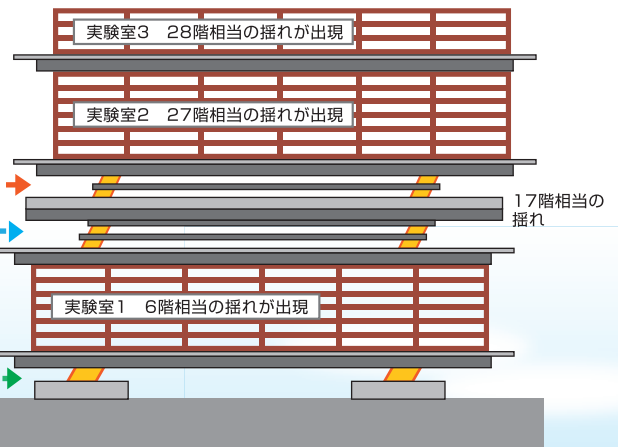
### 実験目的

高層ビルの長周期地震動に対する

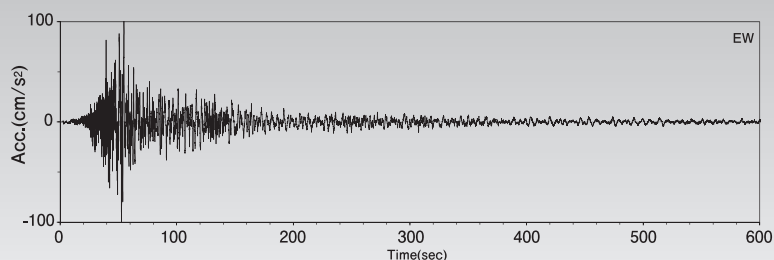
- ・建物機能維持（空調設備、消防設備）
- ・人の安全確保（天井、壁、家具什器）

に関する知見を入手するために、説明力の高い室内空間をモデル化した震動実験を行う。

実験時には積層ゴムの変形により、実験室2・3では片振幅1m程度の大きな変形が発生します。



入力地震動

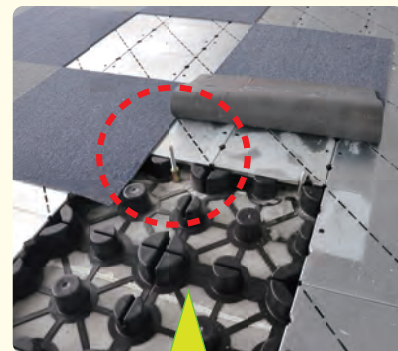
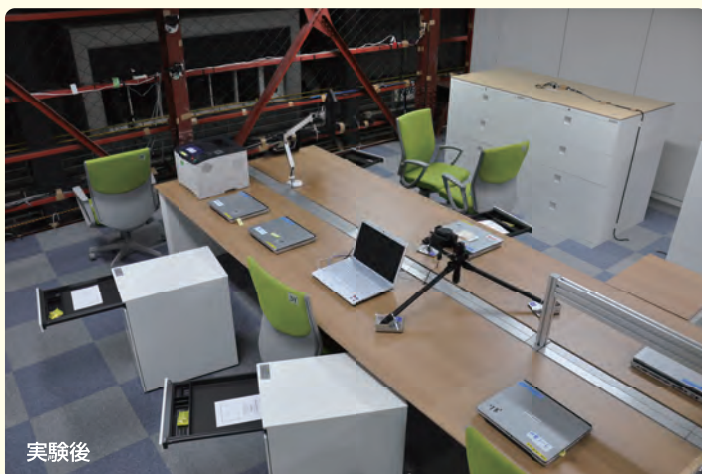


## オフィスの室内安全性

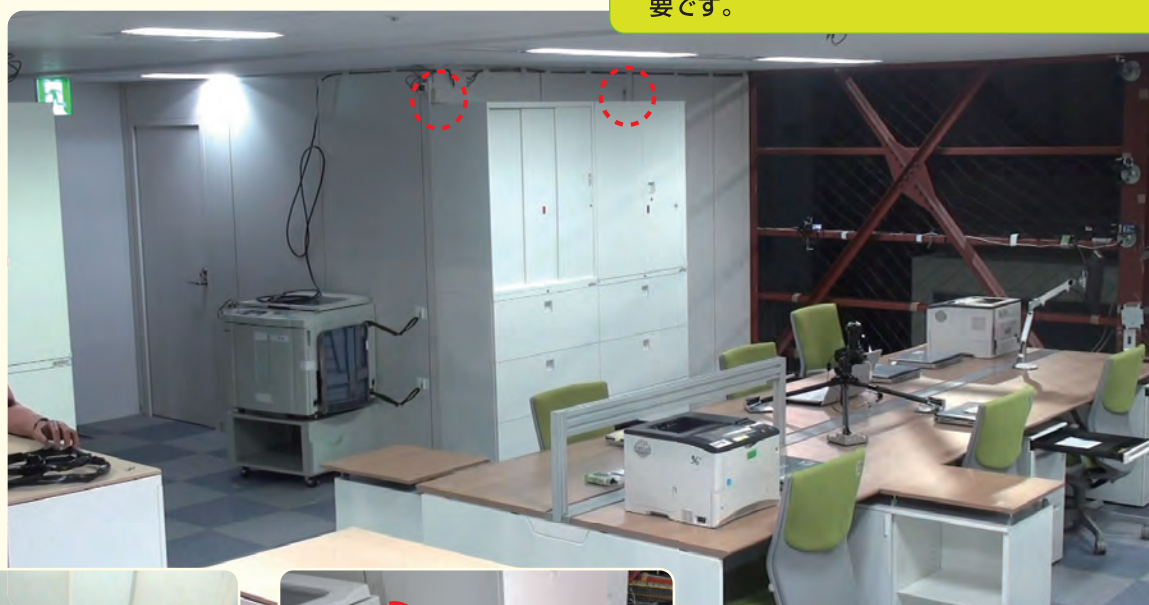
高層建物のオフィスが長周期地震動によって長時間、大きく揺さぶられた場合の室内の安全性を実験で確認しました。キャスター付の家具は室内を動き回りましたが、対策を施したコピー機はその効果が発揮されました。また転倒対策を施した書棚も、その効果が発揮されました。

1

### 家具什器の転倒・移動対策が室内被害を軽減します



重量のある書棚などは壁への固定だけでなく、床面へも固定もします。OAフロアの場合には、仕上げの下の**コンクリートスラブ**への固定が必要です。



100kg以上の重量のコピー機も、壁への**バンド固定**により、大きな移動を抑えることができました。

天井空間には照明や空調機の建築設備をはじめ、消防設備のスプリンクラー等が組み込まれています。天井の地震時の安全性は、地震による揺れの最中よりも、地震後の安全な避難行動を確保するためにも重要です。

## 天井から建築設備、消防設備の対策も重要です



天井下地に**ブレース**を配することで、天井の耐震性を向上させ、ボードの落下を防ぎました。空調機やスプリンクラー配管にも振れ止めを設けることで地震時の揺れを低減させ、実験前後で設備の機能が失われないことを確認しました。



システム天井の被害は壁・柱との取り付け部分や、空調機の周辺で天井ボードの破損や落下などが発生しやすいことが報告されています。この実験ではシステム天井を支える軽鉄の下地や空調機に振れ止めのブレースを施すことにより、システム天井の被害を軽減できることが解りました。

## 人体ダミーを用いた人が受けるダメージの検証

家具・什器の転倒や移動が、室内の人の損傷に与える影響を評価するために、自動車の衝突実験で用いられる人体ダミー（前面衝突用 Hybrid-III規格）を実験室内に設置して、頭部や胸部で発生する加速度を計測しました。

### 2 多数回の大きな揺れの中で避難が困難になる恐れがあります



長周期地震動で大きく揺さぶられる高層階では、キャスター付きの椅子と一緒に体を持っていかれる可能性があります。

背後にあるキャビネットに頭をぶつかけたり、揺れによっては引き出しが飛び出すなど、安全な避難行動に支障を来す可能性があることが判りました。



長周期地震動で建物が大きくゆっくり揺さぶられると、立っていることが難しくなります。コピー機等の移動対策を施さないと、衝突により怪我をする可能性が高くなります。

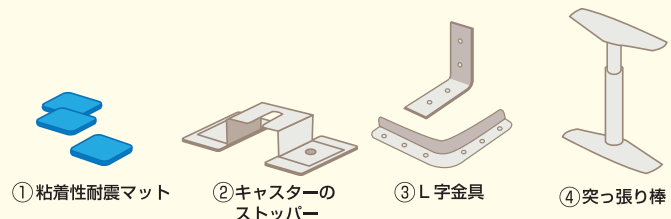


## 高層マンションの室内安全性

高層マンションが長周期地震動によって長時間、大きく揺さぶられた場合の室内の安全性を実験で確認しました。キャスター付のテレビ台は室内を動き回り、転倒対策を施していない書棚や食器棚は一斉に転倒しました。一方、転倒対策を施した棚類の転倒は防止され、室内被害は軽減されました。

3

### まず、家具の転倒対策が、室内での安全確保につながります



粘着シートを貼ったL字型の金物で、書棚を壁に固定するだけでも、転倒防止効果が発揮されました。

#### サブプロジェクト②「都市施設の耐震性能評価・機能確保に関する研究」

##### 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発 平成23年度実験

実験統括…………… 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター

研究推進WG…………… 建築研究所、東京理科大学、名古屋大学、大林組、鹿島建設、清水建設、大成建設、竹中工務店

#### 実験協力機関

非構造部材WG…………… ロックウール工業会、岡村製作所

設備機器WG…………… 空研工業、新晃工業、テラル、特許機器、テクノフレックス、ダイキン工業、暖冷工業、千住スプリンクラー、三井化学産資、アサヒ産業

情報機器WG…………… NTTファシリティーズ、ヤクモ

家具什器WG…………… 岡村製作所、北川工業、サガワ、シャープ、プロセブン、ビジネス機械・情報システム産業協会、建築研究所、千葉大学

消防WG…………… 総務省消防庁、日本火災報知機工業会、日本照明器具工業会、日本消火装置工業会

防災センターWG…………… セコム、三菱電機

モニタリングWG…………… 東京測振、白山工業、京都大学、名古屋大学

本研究の成果は、1.設計者が建物の所有者および使用者に被害様相を説明する、2.設計者が所有者および使用者に地震対策の効果を説明する、3.防災機関が一般市民に被害様相を伝える、4.防災機関が一般市民に対策による被害軽減効果を伝える、等の場面で有効に活用されるよう、防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センターのウェブサイトにおいて公開しています。



**独立行政法人 防災科学技術研究所**

E-ディフェンス 兵庫耐震工学研究センター

〒673-0515 兵庫県三木市志染町三津田西亀屋 1501-21

TEL : 0794-85-8211 FAX : 0794-85-7994

URL : <http://www.bosai.go.jp/hyogo/index.html>