

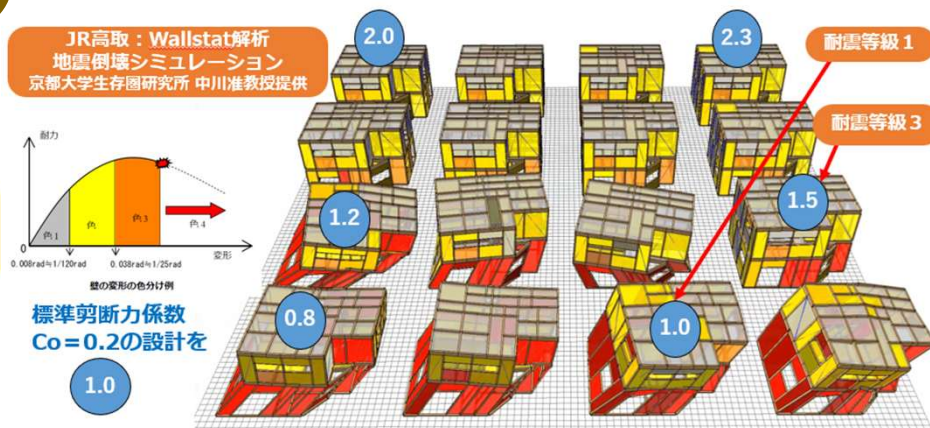
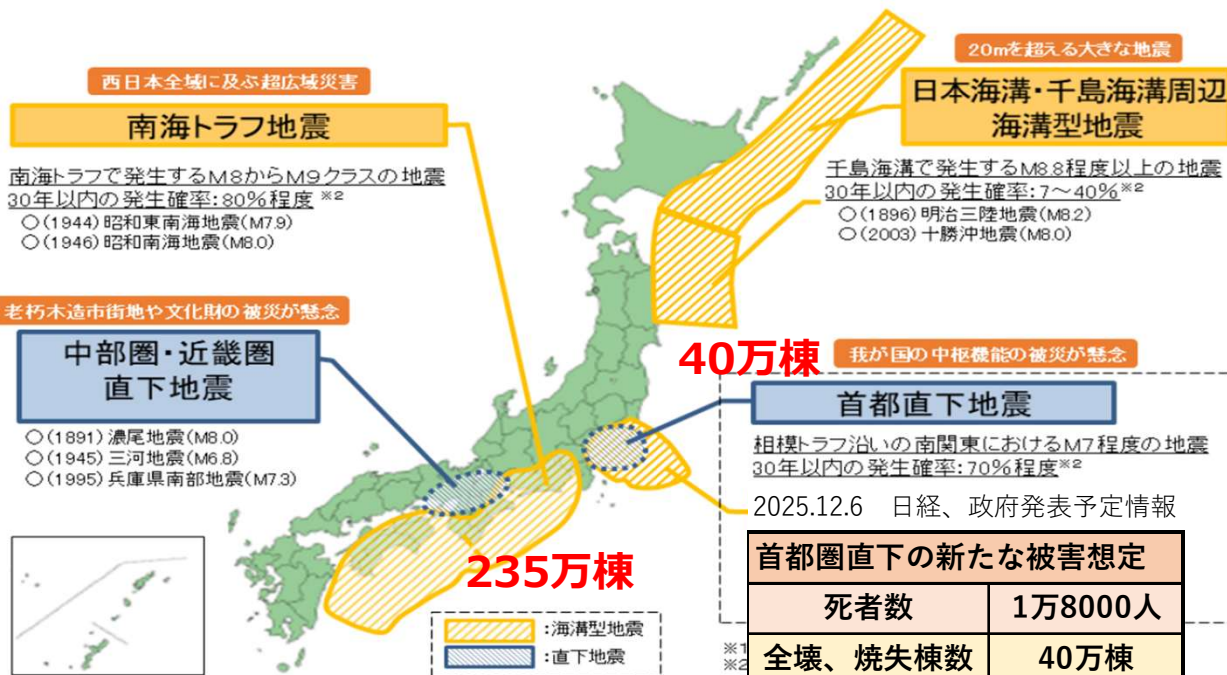
# 政府 地震被害想定

# 耐震設計の限界シミュレーション

政府想定南海トラフ地震は、  
死者29.8万人、建物倒壊235万棟、  
首都直下地震は、死者1.8万人、建物全壊40万棟

学者たちのシミュレーションは  
耐震基準だけでは危険と警鐘している

発生確率・切迫性が高い、経済・社会への影響が大きいなどの観点から対象とする地震を選定※1



## 【日本地質工学会】耐震等級別シミュレーション

等級	概要	震度7の地震で倒壊する確率 (※1、日本地質工学会「耐震等級」)
耐震等級3	耐震等級1の1.5倍の耐震性を備えている。 消防署や警察署など災害復興の拠点となる 建物に求められる水準。	3.5%
耐震等級2	耐震等級1の1.25倍の耐震性を備えている。 病院や学校などの避難所や長期優良住宅に 求められる水準。	7.9%
耐震等級1	震度5程度までは軽微なひび程度にとどまり、 震度6強程度でも即座に倒壊・崩壊しない。 現行の建築基準法を満たす水準。	28%

被害発生確率を用いた耐震  
等級の説明の有効性(日本  
地質工学会論文第7巻第6  
号2007) 2階建て木造建物  
の2質点系モデル(各等級  
の最低値)に地震動900波を  
入力して時刻歴応答解析を  
して最大層間変形角が  
1/15rad以上を倒壊と判定

南海トラフ地震被害想定	2025.3.31	政府発表
被害額は最大292兆円		
死者数 29万8000人	建物消失 235万棟	建物倒壊 127万9000棟

2016年 熊本地震震源地 益城町  
2000年以降 新築建物40%損壊

実験動画



SMRC株式会社  
技術顧問 半澤和夫

共同研究者:  
東洋大学 香取教授  
東京工科大学 天野教授  
京都大学 中川准教授

スマーク  
SMRC株式会社  
STRUCTURE of MESH REINFORCED CONCRETE

〒166-0015 東京都杉並区成田東5-39-11  
ビジネスハイツ阿佐ヶ谷306  
TEL;6276-9350 FAX;03-3392-9351  
URL;http://www.smr-ci.jp

営業・設計者も構造に強くなろう  
 $Co(0.2)$ と地震加速度 $0.2g$ は同じ扱い  
 $0.2 \times \text{建物荷重} = \text{地震力} F$

地震力は壁剛比（硬さ、壁倍率）に比例

制振壁の地震力の負担

「ダンパー壁倍率/全壁倍率」

耐震設計には、構造バランス、耐久性、メンテ

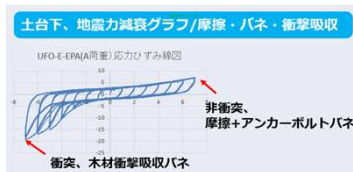
免震は物理現象（地震力 > 滑り抵抗）→ 免震に限界なし  
 古建築は地震力の力を逃がす「減衰」が沢山  
 摩擦とバネの減衰で地震エネルギーは消滅

法隆寺五重塔

重量：1200 t  
 高さ：32.55m  
 上部：720 t 木組減衰

鎌倉の大仏  
 重量：121 t  
 高さ：11m  
 ステンレス板免震  
 $\mu \approx 0.4$ 、  
 加速度 $0.4g$ （震度  
 6弱）で免震

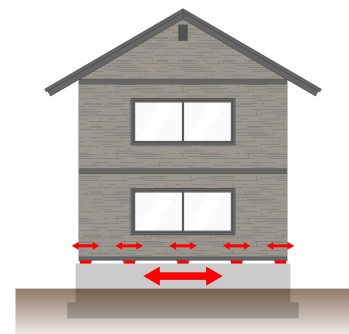
$\mu$ ：摩擦係数 = 免震加速度



被害0

約4万棟の実績

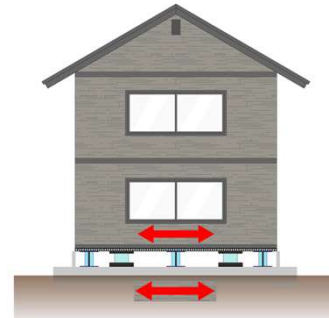
ねこ土台型免震  
 重量： $\approx 50$  t  
 上部：15 t 壁負担



ねこ土台免震： $\mu \approx 0.3$   
 加速度 $0.3g$ （震度5強）免震  
 土台下減衰：摩擦、バネ、衝撃吸収

約5千棟の実績

ビル型住宅免震  
 重量： $\approx 50$  t  
 上部：10 t 壁負担



ビル型免震： $\mu \approx 0.2$   
 加速度 $0.2g$ （震度4）免震

重量： $\approx 50$  t  
 上部：木壁減衰 &  
 ダンパー減衰



土台固定

制振ダンパー  
 重量： $\approx 50$  t  
 上部：ダンパー減衰  
 50%以上負担が理想

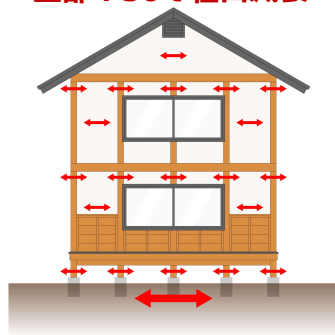


土台固定

オイルダンパー  
 大地震、短周期地震  
 には大反力で木材に  
 補強材又は緩衝材

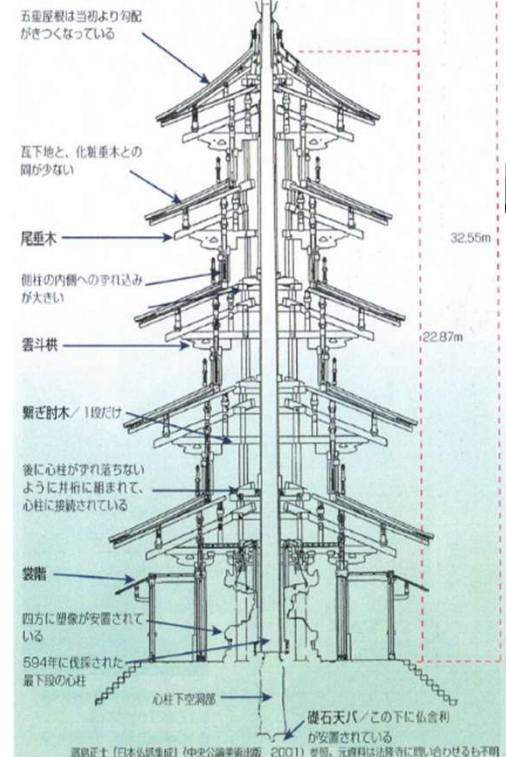


石場建免震、古建築  
 重量： $\approx 50$  t  
 上部：30 t 仕口減衰



礎石免震： $\mu \approx 0.6$   
 加速度 $0.6g$ （震度6強）免震

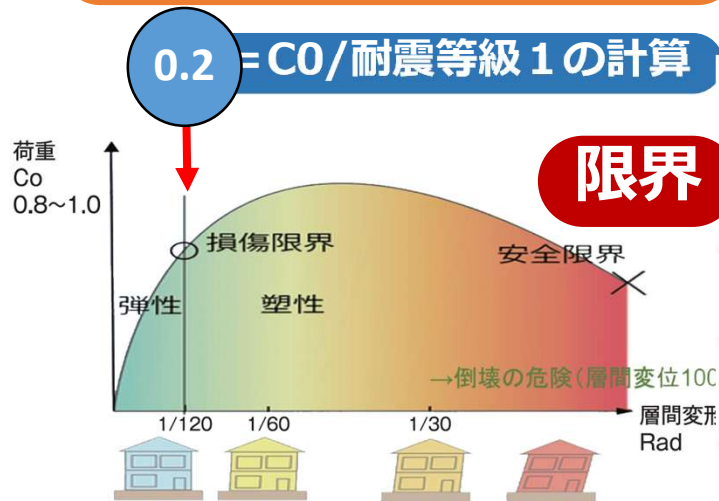
礎石免震 摩擦係数 $\mu \approx 0.6$   
 加速度 $0.6g$ （震度6強）で免震



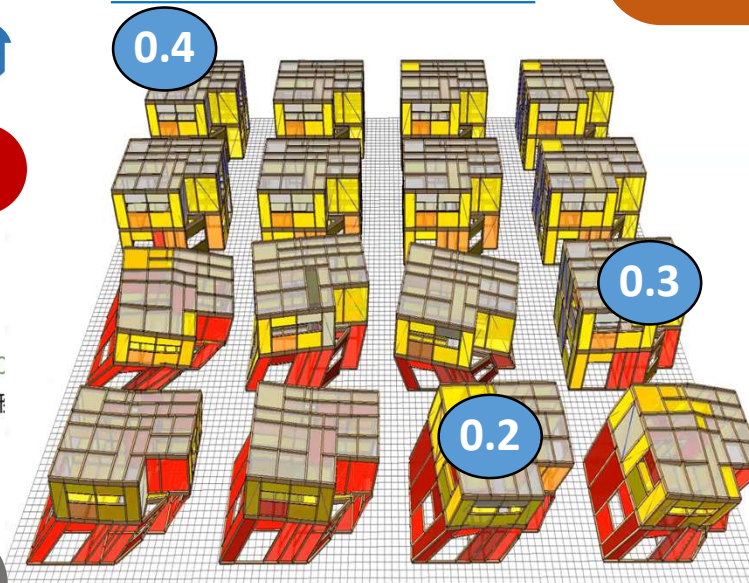


# 営業・設計者も構造に強くなろう

## 木造倒壊層間変位グラフ



## 【Wallstat】Co別設計 倒壊シミュレーション



剛性、固有周期、が違うダンパー-類の  
混合は、構造バランス、せん断集中に注意  
して設計しましょう

## 間違い情報に惑わされない

重量：≒50 t  
上部：木壁減衰



土台固定

重量：≒50 t  
上部：木壁減衰 &  
ダンパー減衰



土台固定

## 制振ダンパー

重量：≒50 t  
上部：ダンパー減衰  
50%以上負担が理想



土台固定

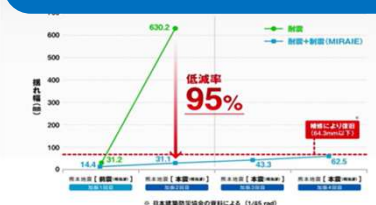
オイルダンパー  
大地震、短周期地震  
には大反力で木材に  
補強材又は緩衝材



比較実験結果【加振2回目】



## ゴム+ブレース 強度不明

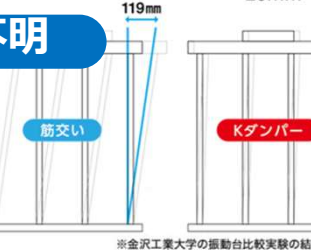
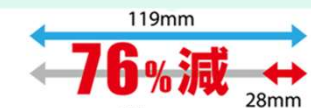


## 耐震性能

国土交通大臣認定  
壁倍率最大 3.3倍

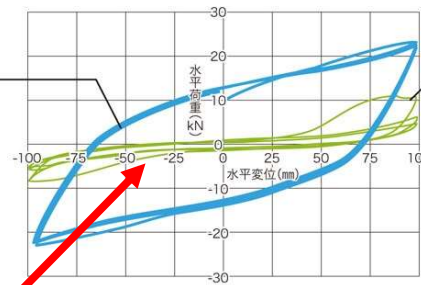
## 制震性能

建物の変形を最大 76%(※)低減

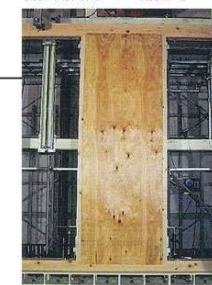


※金沢工業大学の振動台比較実験の結果による

## 【延樹・ブランチによる制振壁】



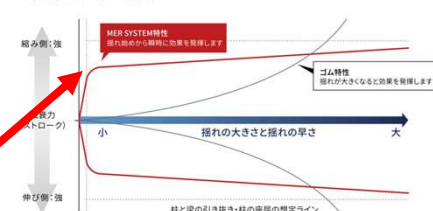
## 【構造用合板による耐震壁】



弱過ぎ

強過ぎ

大きな地震や繰り返される余震の揺れはもちろん、交通振動などあらゆる揺れに対して瞬時に効果を発揮し、建物の損傷を防ぎます。また、抵抗力を速打ちにするリニア機構を搭載していますので、躯体を傷めしてしまう恐れもありません(バリエータ特性)。



速度依存型→反力 (不明)



# カビにご用心

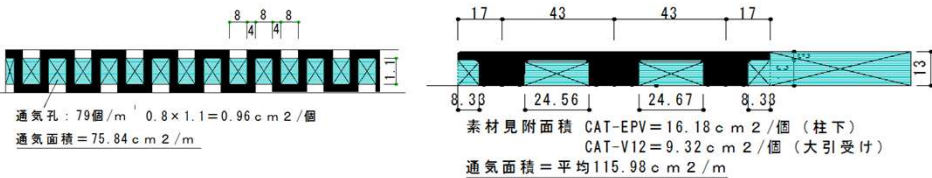
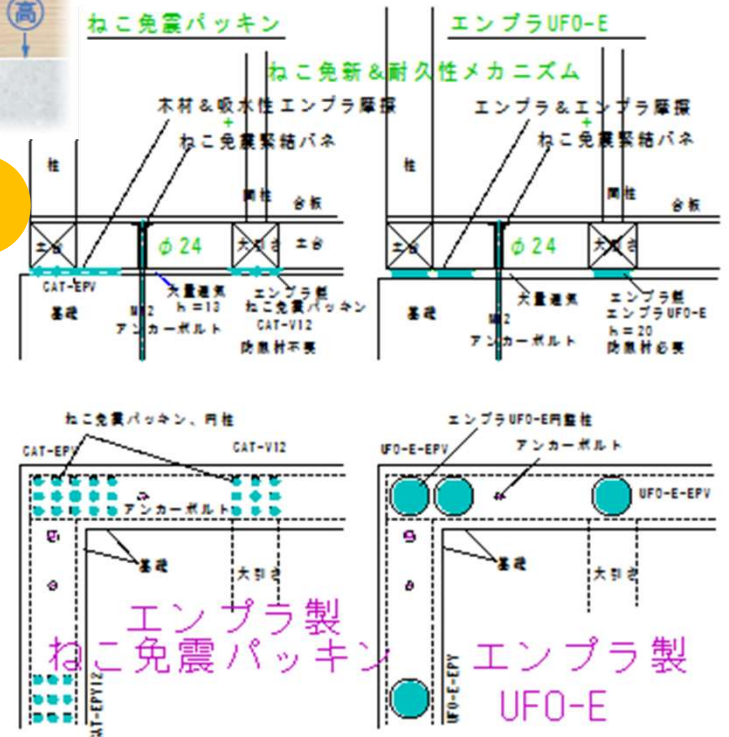
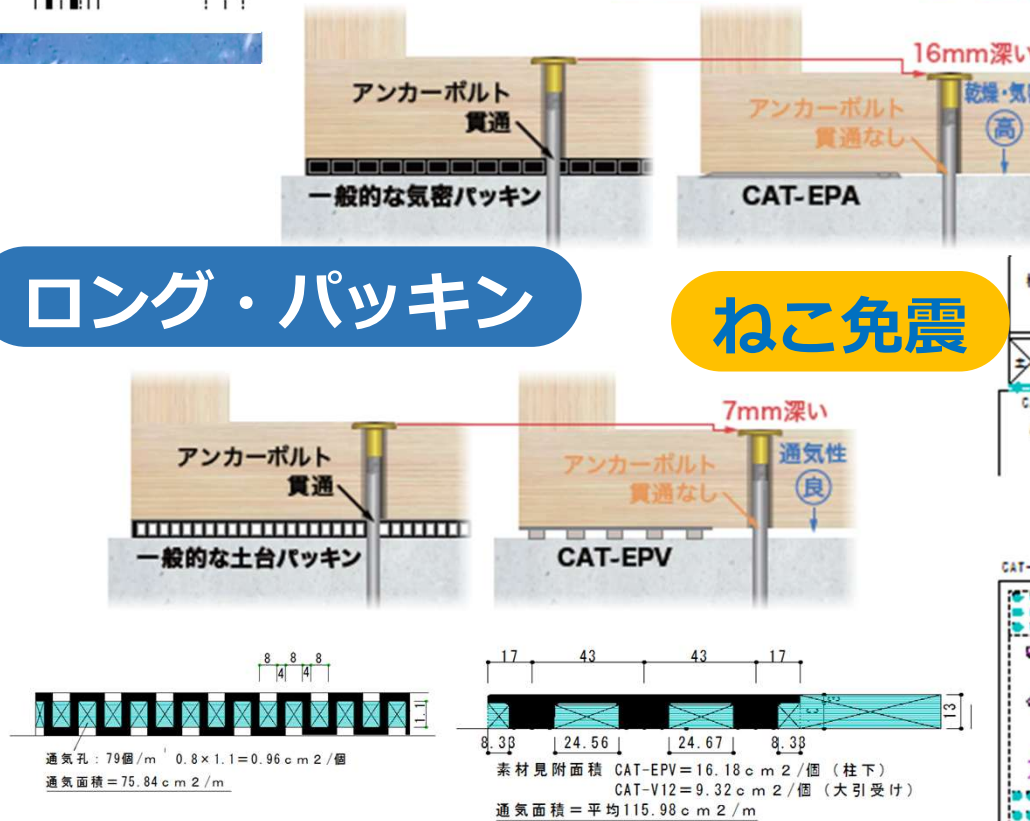
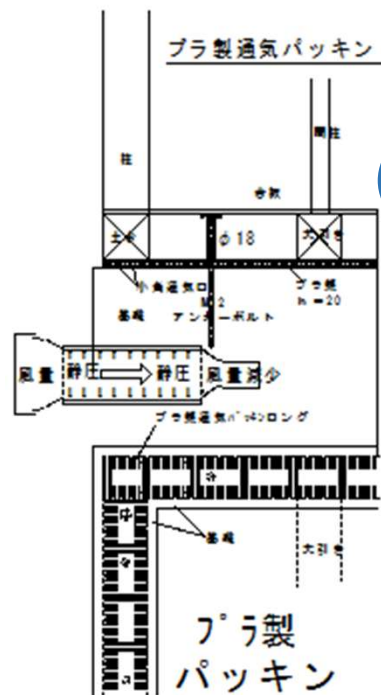
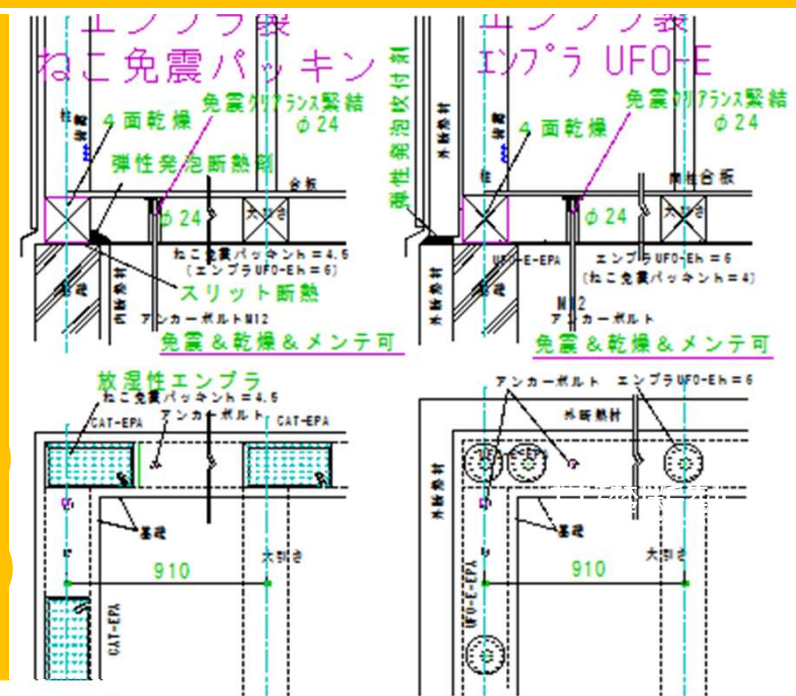
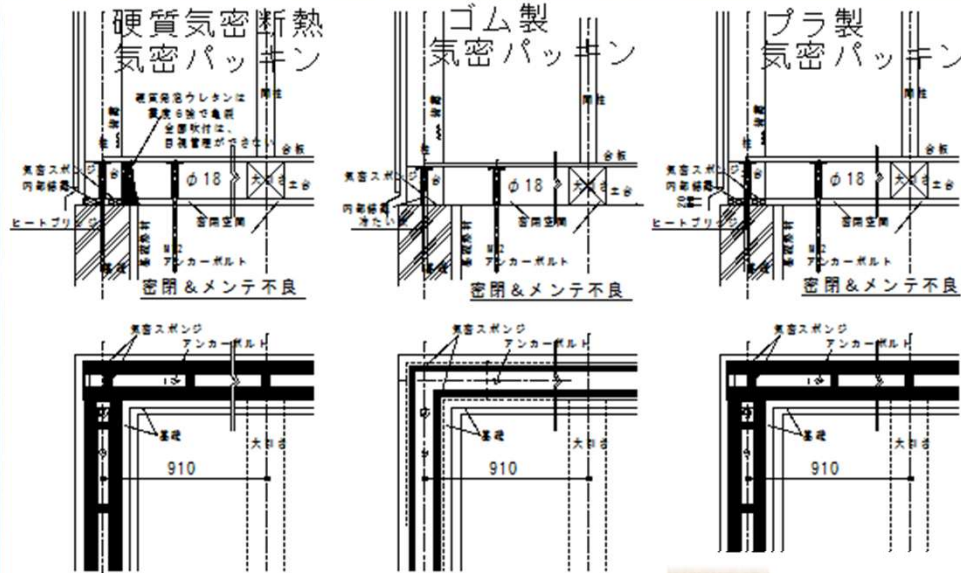
## 結露

4面  
乾燥

免震+耐久性

ロング・パッキン

ねこ免震

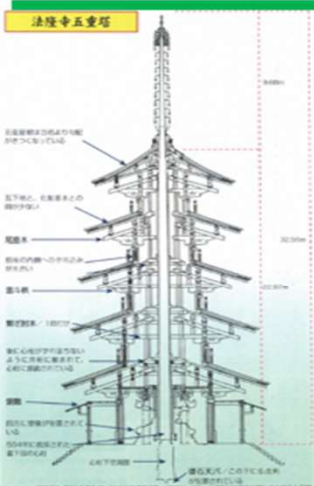
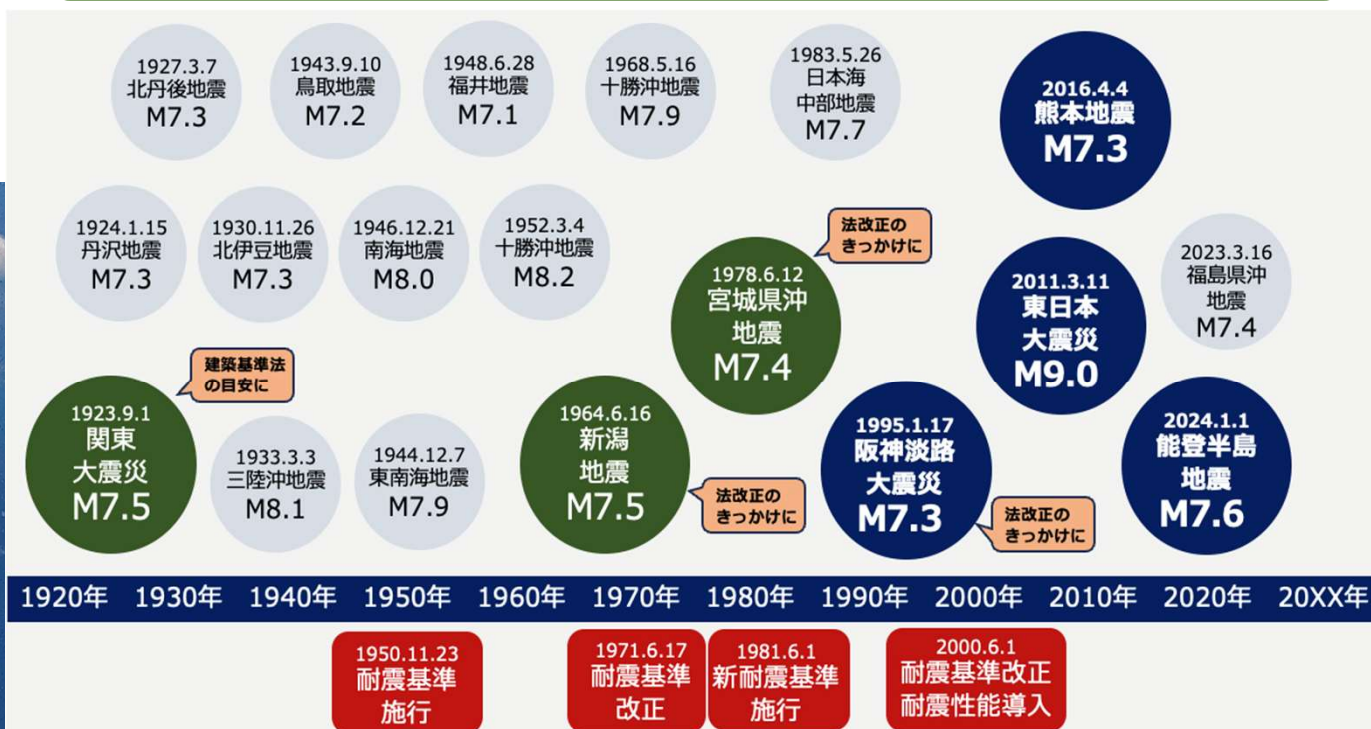




南海トラフ地震、相模トラフ地震  
(首都圏直下)は100~150年で来  
てるが、1300年前の五重塔が現存し  
ている。先人の知恵が  
「ねこ土台型免震」の原点

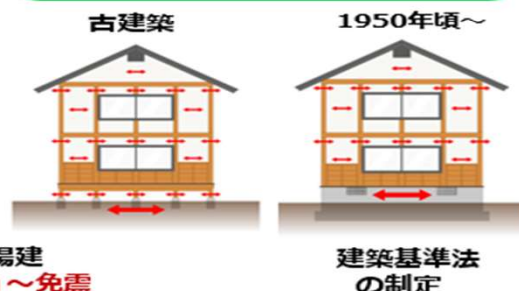


巨大地震は必ず来る。東北大地震。能登半島地震では耐震  
基準の10~15倍の地震加速度、被害0は免震系だけ

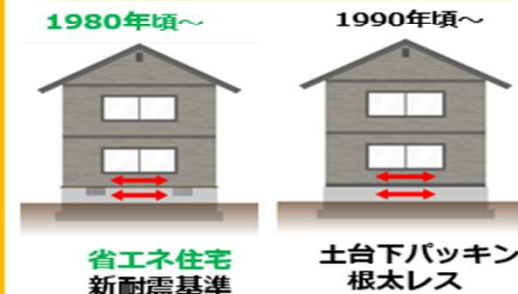


## 日本の木造住宅耐震の歴史

### 木造被害リスク小



### 木造被害リスク大



### 阪神淡路 大被害



約5,000棟

### 大手HM 30社



ローコスト  
免震/被害0  
新築/リフォーム

約40,000棟

### SMRC





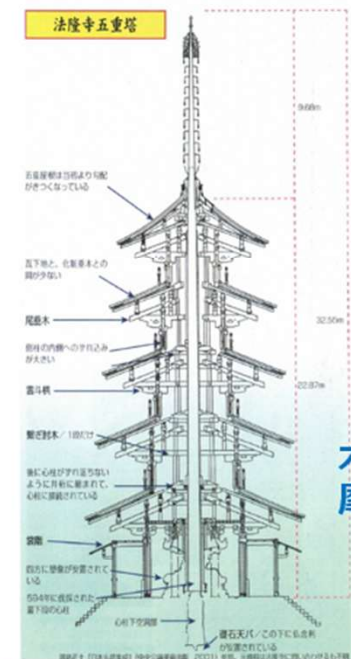
### 3、エネルギー保存の法則が振動力学（応答解析）、静的力学（許容応力度計算）を支配している。

南海トラフ地震の政府の想定は最悪マグニチュード9を超えており、東北大地震ではM9で2.7g、能登半島地震の震源地とされる志賀町では2.9gの加速度をそれぞれ記憶した。変遷する木造住宅の耐震性を構造的に比較した。

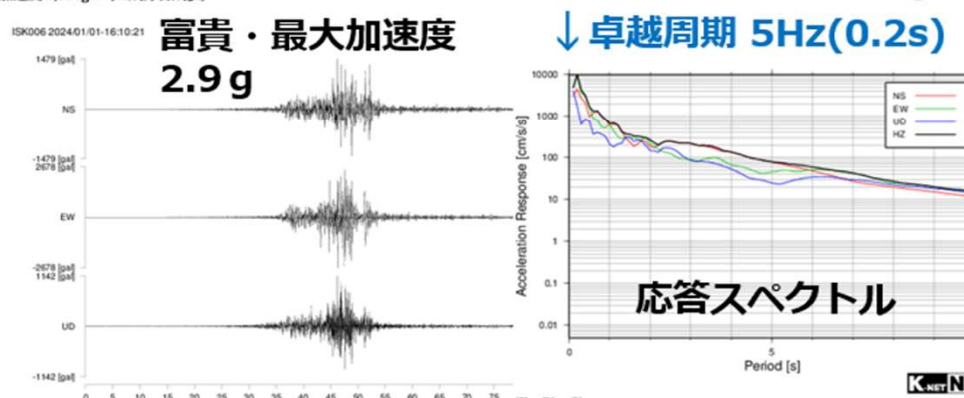
石場建、ビル型免震は、絶縁面で摩擦抵抗を地震力が超えたときに免震し、免震を超えた地震力は地盤の減衰振動で消滅する。1999年発売のねこ土台免震は、土台下の摩擦、金属バネ、木材バネ、地盤の減衰振動で地震力は消滅するが、省エネ住宅とともに普及始めた耐震壁構造は荷重の3倍の水平荷重を受けることとなる。

## 能登半島地震の震源地同等の3gの地震加速度が来たら

荷重：1200t × 0.6g  
最大720tを  
約1万個の木組の摩擦と  
バネで吸収→0



K-NET 富来 (ISK006) 観測点の強震動波形  
最大加速度 2.828gal (三成分合成値)  
(耐震基準のCo=0.2は約地震加速度0.2g、3gは15倍の加速度、ギネス登録加速度は、4.2g)



富貴・最大加速度  
2.9g  
荷重：50t × 0.6g  
最大30tを 仕口の摩擦  
とバネと壁で吸収→0

↓卓越周期 5Hz(0.2s)  
応答スペクトル  
荷重：50t × 0.2g  
最大10tを  
壁の耐力で吸収→0

地震名称	震源地	マグニチュード	最大加速度	卓越周期
東北大地震	栗原市 (築館)	M9	2.7g	0.1s
熊本地震・前震	益城町	M6.5	1.6g	0.2s
能登半島地震	志賀町 (富貴)	M7.6	2.9g	0.2s



ねこ免震の  
土台下減衰グラフ  
UFO-E-EPA(A荷重)  
応力-ひずみ線図  
衝突、衝撃吸収バネ  
非衝突、摩擦+バネ  
荷重：50t × 0.3g  
最大15tを  
壁の耐力で吸収→0  
ランダム波で非共振

2.9g、5Hz(0.2s) 2度目の応答  
ねこ免震の免震グラフ  
加速度 3g  
免震  
0.3g  
震度5強  
荷重：50t × 3g  
最大150t  
耐震基準の15倍  
を壁の耐力で吸収→0  
破壊の可能性

木組減衰  
摩擦・バネ

劣化  
チェック



摩擦係数  $\mu=0.6$  石場建 免震  
0.6g~2.4g  
地盤の減衰振動→0

$\mu=0.6$  石場建 免震  
0.6g~2.4g  
地盤の減衰振動→0

$\mu=0.2$  床下免震  
0.2g~2.8g  
地盤の減衰振動→0

$\mu=0.3$  ねこ土台 免震  
0.3g~2.7g  
土台内、摩擦・バネ減衰、  
地盤の振動減衰→0

$\mu=0.5$  固定土台  
0g~3g 建物躯体  
で減衰→0

0.5gは振幅は5Hz前後と小さく、石場建が脱落し難い

ねこ免震のクリアランスは、構造計算上緩み防止付きのピンヒンジで、4 2 条 2 の緊結条項に抵触しない。

## 理論構築に大切な、現地調査

東洋大学香取教授、東京MXTV合同、熊本地震被害調査



## ねこ土台免震仕様全30棟、地震被害

1F内部被害0



外観被害0

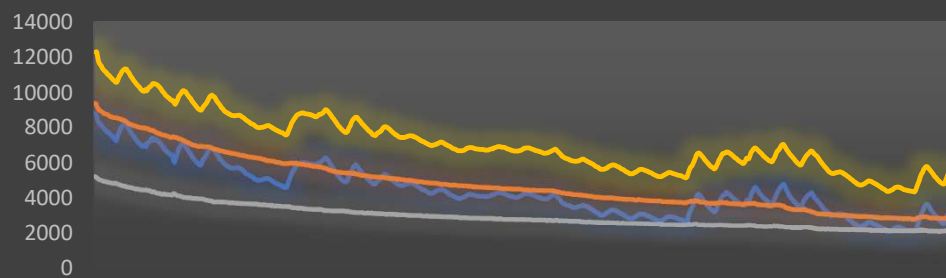


施行中被害0



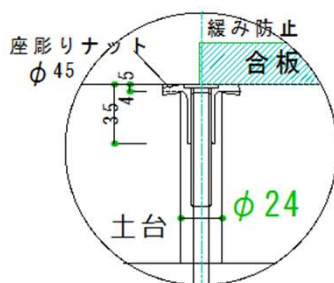
ひずみゲージ推定 応力緩和グラフ (N)  
30日

— 系列1 — 系列2 — 系列3 — 系列4

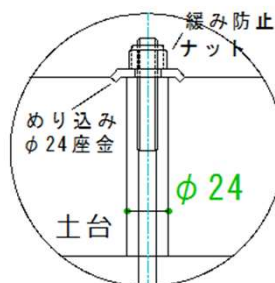


東洋大学工業技術研究所ではこの応力緩和を裏付ける実験をしているが、平均最大軸力（短期軸力）8.9 k Nは約1/3の2.8 k Nまで緩和されており、残存軸力による摩擦抵抗は無視して良いことが分かる。

## 緊結ピンヒンジ 免震クリアランス



座彫りナット



めり込み座金

Φ24、Φ28、削孔径はバラつき範囲で差が無い

## 外部論の証明

東京都立産業技術研究センター  
研究報告，第10号，2015年

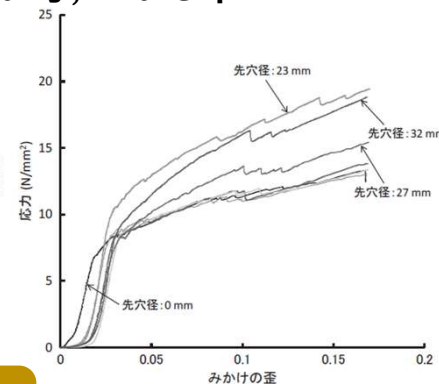
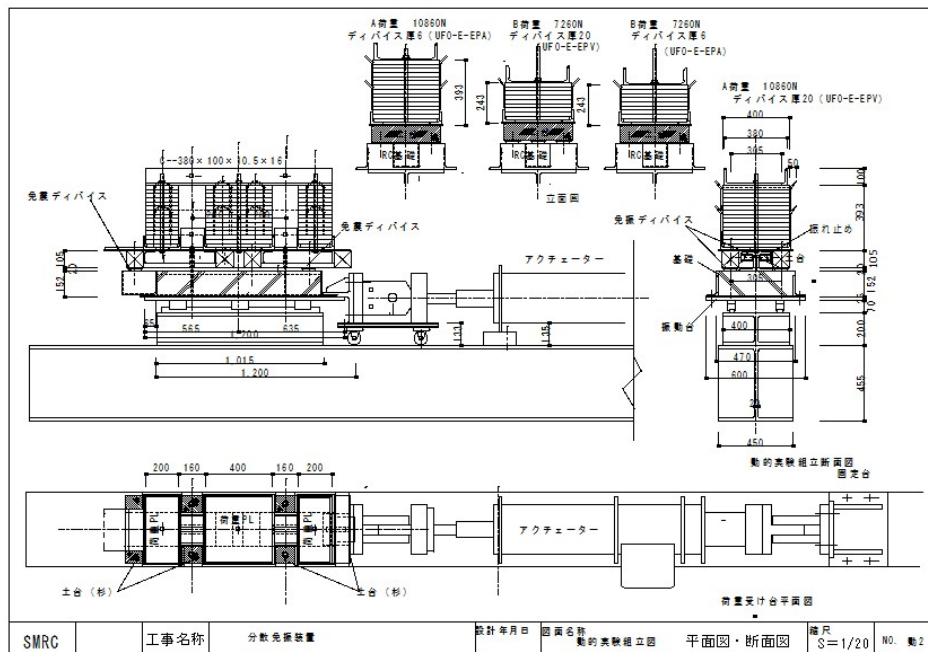


図3. 応力-みかけの歪曲線



# 免震は物理現象（地震力＞滑り抵抗）あらゆる素材で成立 免震クリアランスで大量減衰：摩擦抵抗+金属バネ+木材衝撃吸収



**理論構築には  
1 質点系実験装置**  
は全ての住宅に当てはまる  
300回を超える実験を実施  
免震グラフ、減衰グラフは全  
エネルギー保存の法則に合致

**実物大実験は形状が異  
なる為理論構築が困難**

## 免震クリアランスφ24ー地震力＞摩擦抵抗ー免震比較・応答加速度グラフ



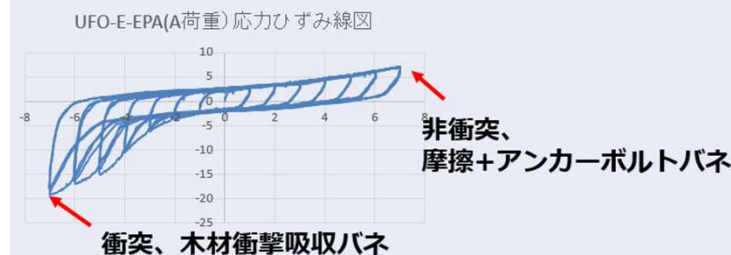
一般ラック/土台 摩擦

インフラ/土台 摩擦

インフラ/インフラ 摩擦

※入力条件によりバラツキがあっても、応答加速度は物理現象の為比較的安定しているのが特徴

## 土台下、地震力減衰グラフ/摩擦・バネ・衝撃吸収





# 【耐震壁】→【耐震壁+免震】

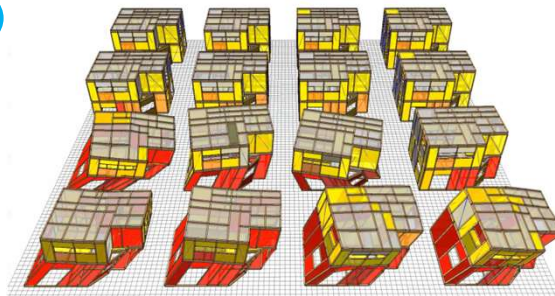
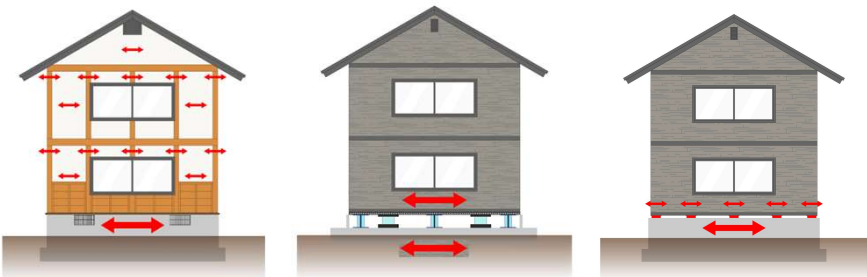
# 【効果的な耐震判定/Wallstat】

1000年耐久インフラ

真壁造

ビル型免震

ねこ土台免震

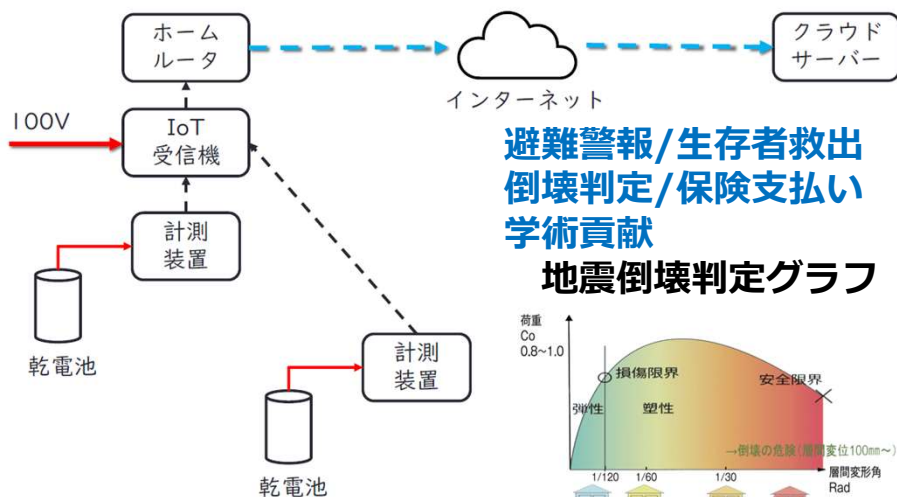


熊本地震で被害0の地震対策商品「UFO-E」と1000年耐久列柱で支える馬橋稲荷の社殿は1g耐震設計

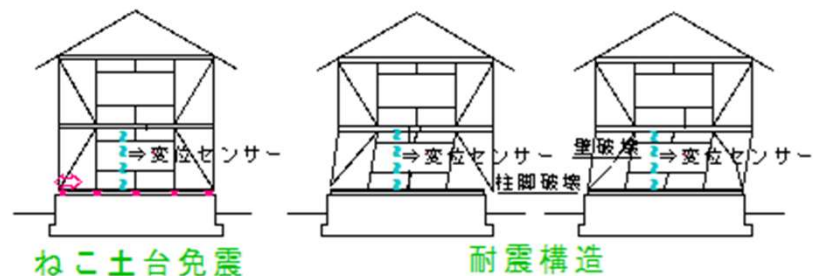
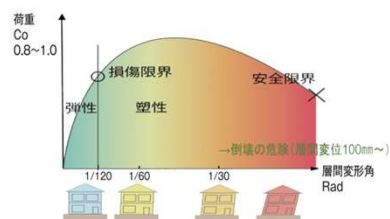


## 地震被害0プロジェクト

### 【IoT地震被害センシングシステム】



地震倒壊判定グラフ

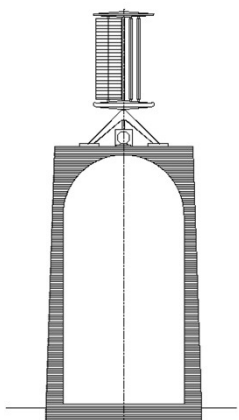


災害対策

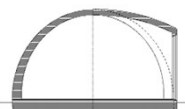
情報

耐久性

新型風力発電+津波シェルター



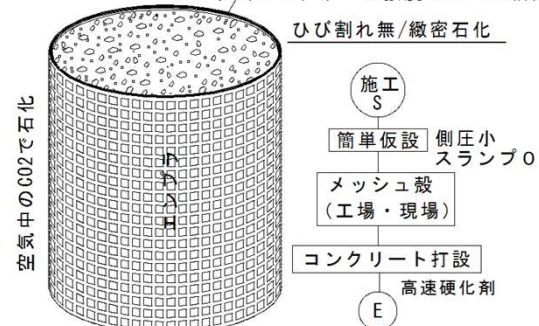
水平避難  
防災シェルター



CO2、耐久性の元凶、鉄筋をメッシュ殻に

メッシュ殻恒久コンクリート

炭酸カルシウム（石灰岩） → 高強度  
1000年～耐久 メッシュ殻（有孔チューブ）エンブラ（コンクリート強度の5～10倍）



高速施工トンネル断面略図



高速施工トンネル

トンネル掘削で発生する複雑な土圧を鋼製シールドと裏込め材で受け、ロボットフォームがエンブラメッシュ殻を取付ながら早強覆工コンクリートの強度上昇に合わせて進行する。