

長周期地震動への備え

～六本木ヒルズ森タワーの事例～



事例 六本木ヒルズ森タワーの概要

小さい長周期地震動の影響

～エレベーター管制 P S 検知しない？

大きな長周期地震動の影響

～東日本震災 さらに南海・相模トラフに備える

～地震後の健全度をモニタリングする

事例 六本木ヒルズ森タワーの概要



制振構造

階数 : 54階、地下6階

高さ : 238m

構造 : 鉄骨造

阪神大震災



構造設計でのハード面の対策

大地震後も使い続けられる高い耐震性能

逃げ込めるまちを目指して

地震時の**変形**を厳しく制限

	森ビル主要物件	一般的な超高層ビル (行政指導値)
大地震時	1/150以下	1/100以下

層間変形角 (変形の程度を示す指標)

地震時の**損傷**を厳しく制限

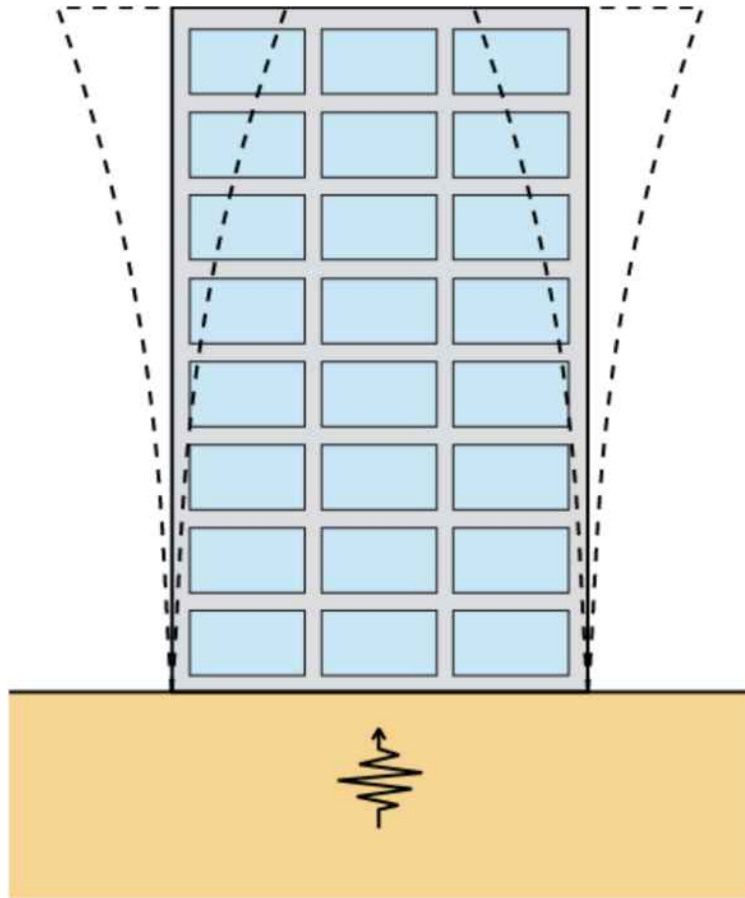
	森ビル主要物件	一般的な超高層ビル (行政指導値)
大地震時	1.0以下	2.0以下

塑性率 (損傷の程度を示す指標)



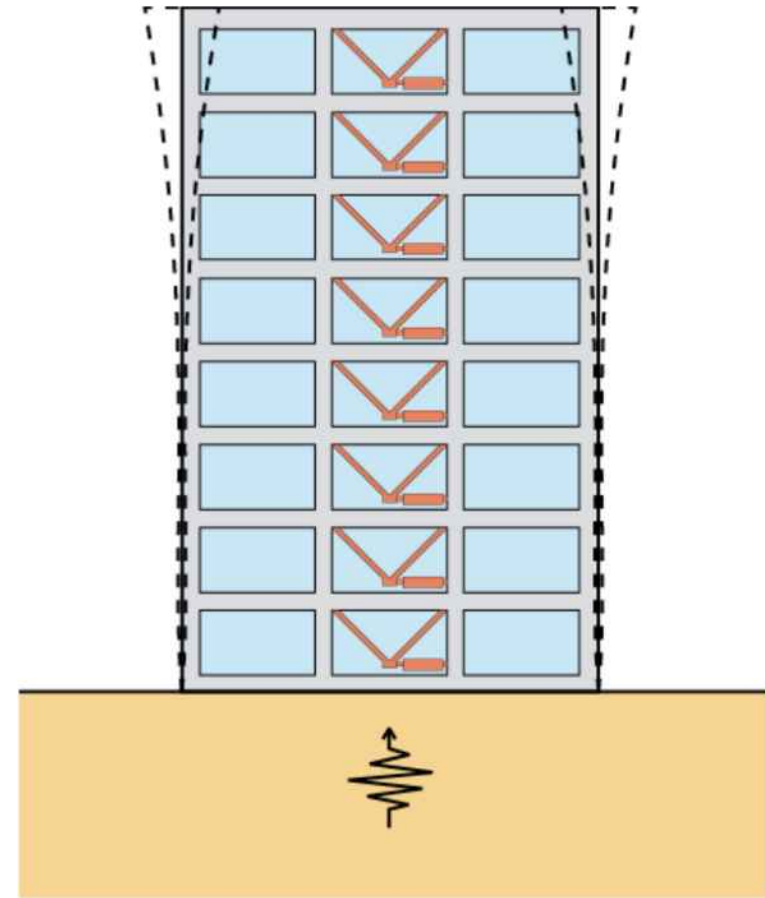
制振の積極使用

制振装置により建物のゆれを制御



一般的な建物

ゆれが大きく、柱や梁に損傷が生じることがある



制振構造の建物

制振装置によりゆれを制御し、建物を安全に保つ

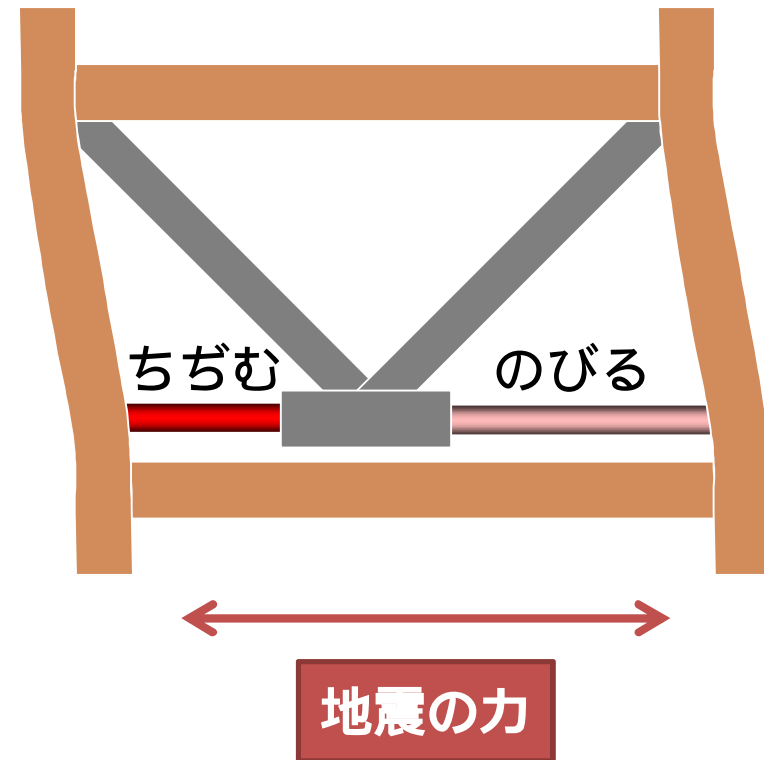
変形することで地震時のエネルギーを吸収

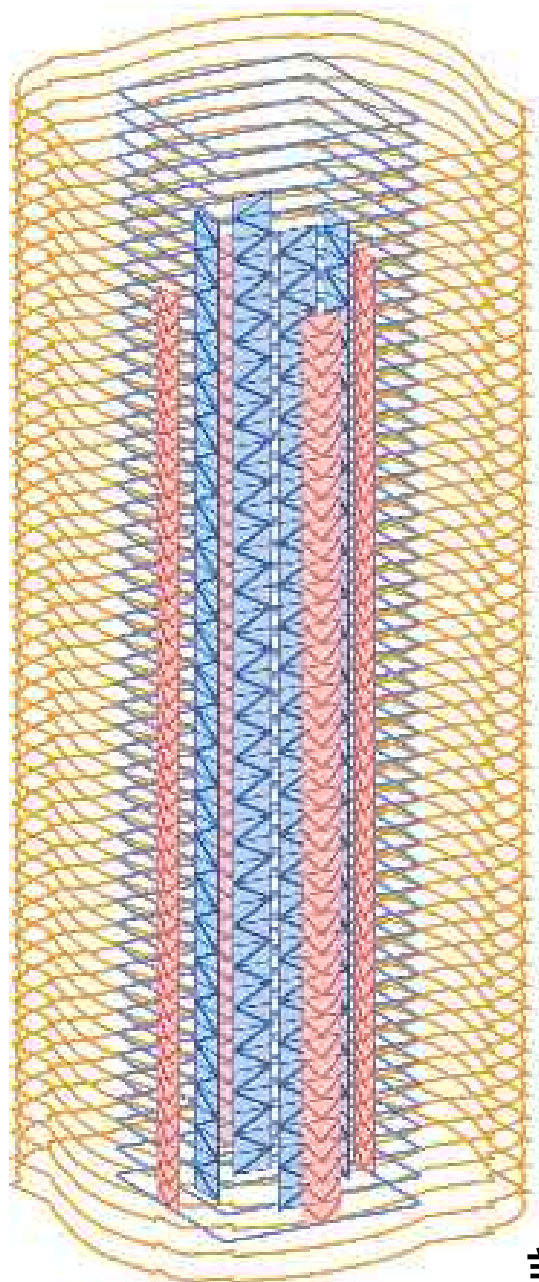
虎ノ門ヒルズ森タワー



「制振装置」

地震が起きたとき





オイルダンパー

設置数：356基



アンボンドブレース

設置数：192基



計：548基

制振装置には大きく分けて2種類のタイプがあります

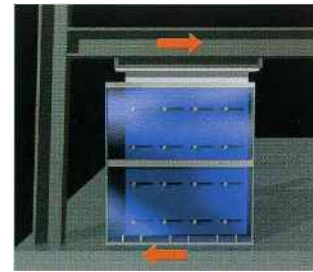
制振装置

粘性系ダンパー

(風揺れ～大地震まで有効)

鋼材系ダンパー

(大地震で有効、安価)



粘性体制震壁



オイルダンパー



低降伏点鋼制振壁

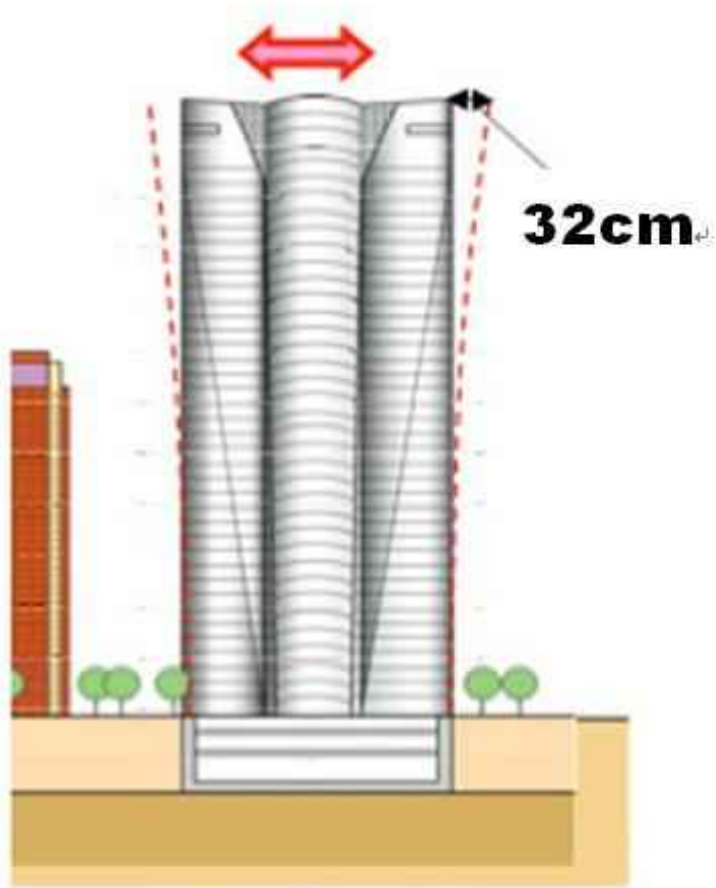


アンボンドブレース

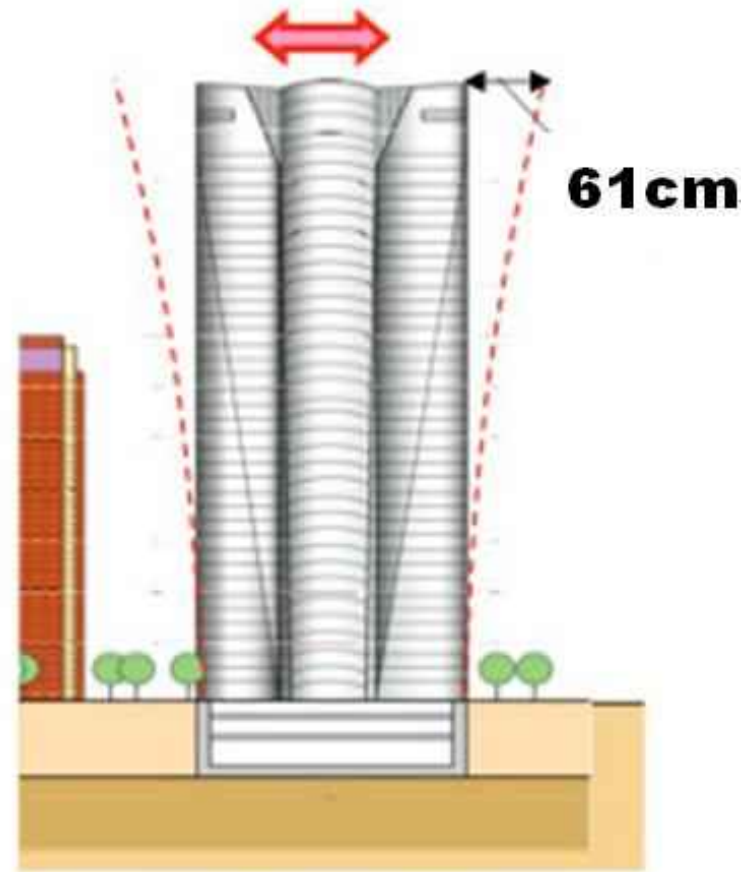
制振装置は、いつから効く？

3.11港区

	震度1	震度2	震度3	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
粘性系									
鋼材系									



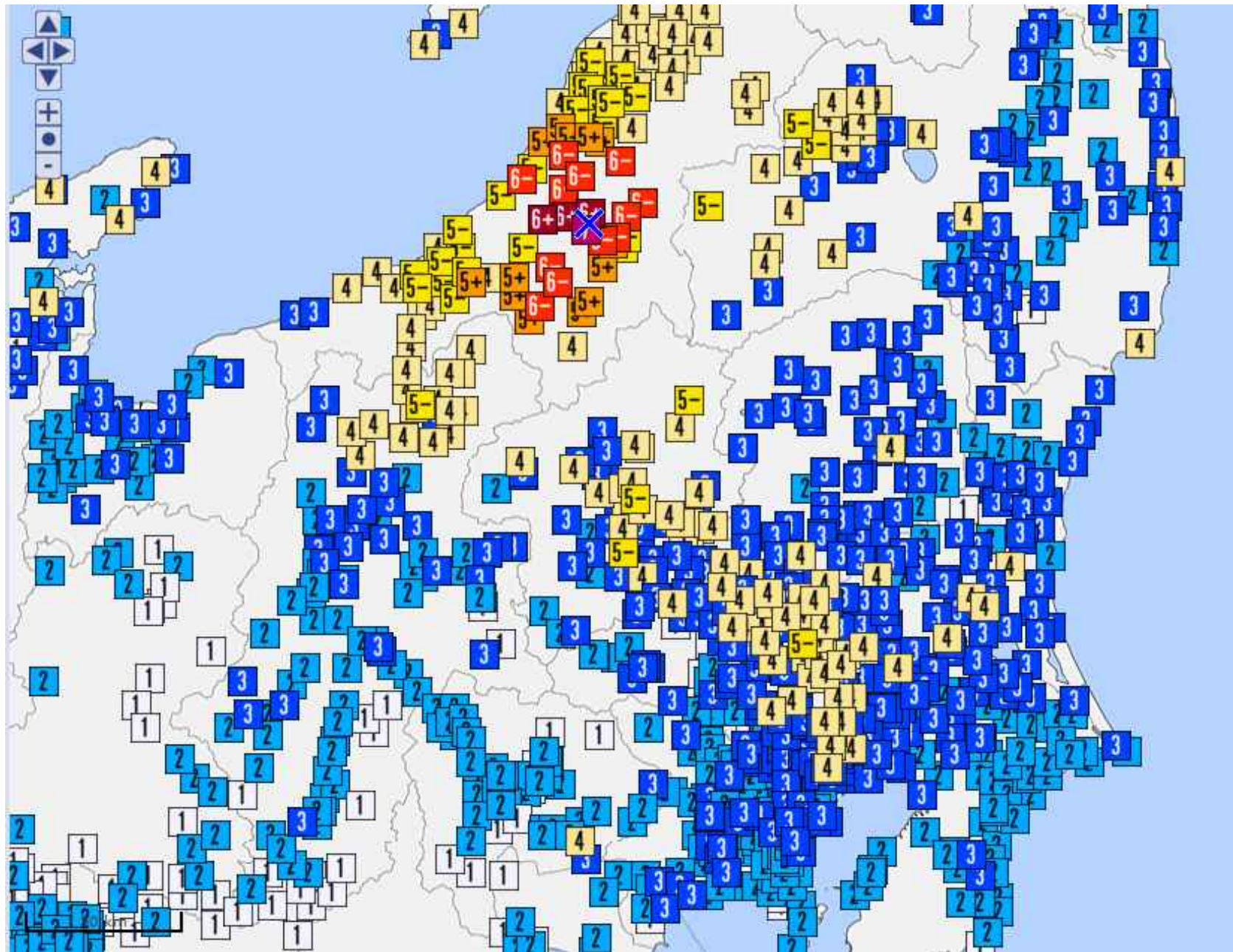
制振装置あり

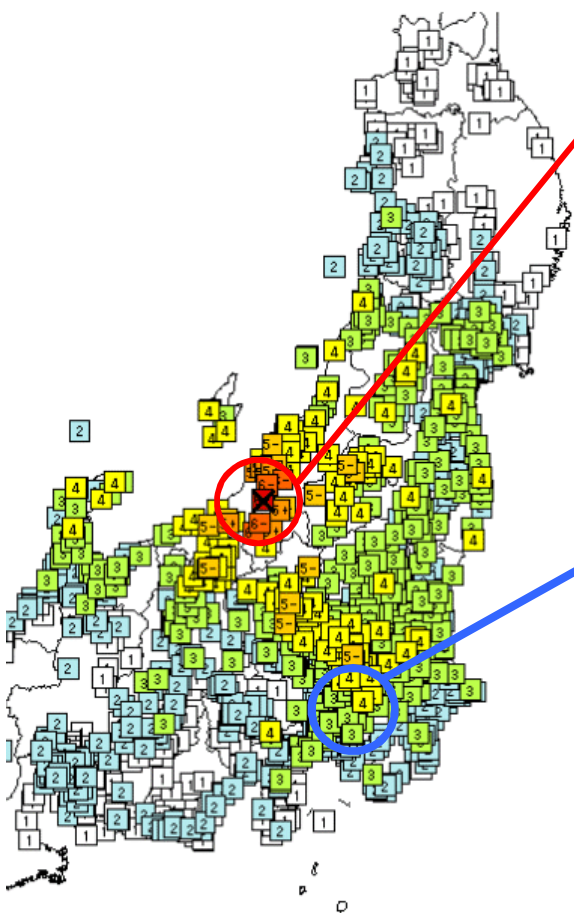


制振装置なし

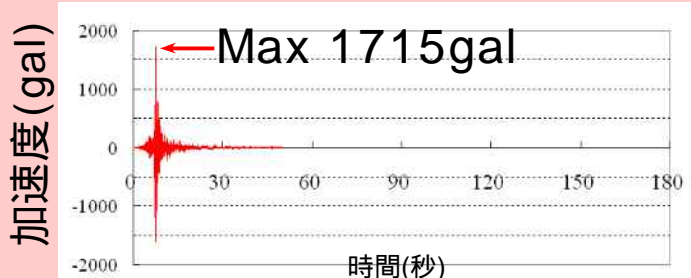
小さい長周期地震動の影響

～エレベーター管制　P S 検知しない？



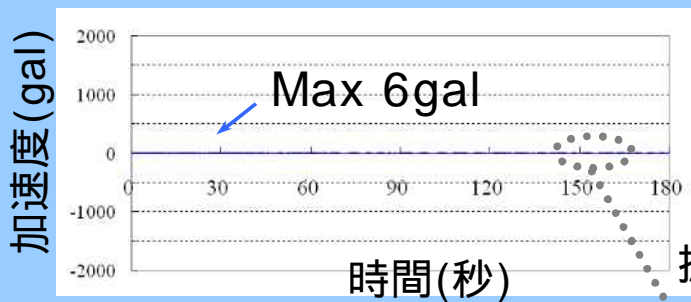


十日町(震源地)の加速度



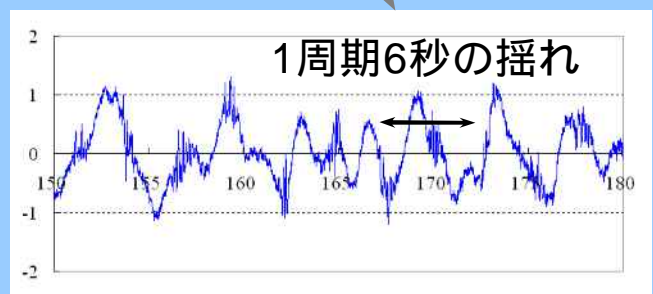
継続時間が短い
激しい揺れ

森タワー1階(東京)の加速度



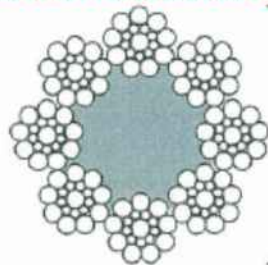
継続時間が長い
小さい揺れ

拡大すると



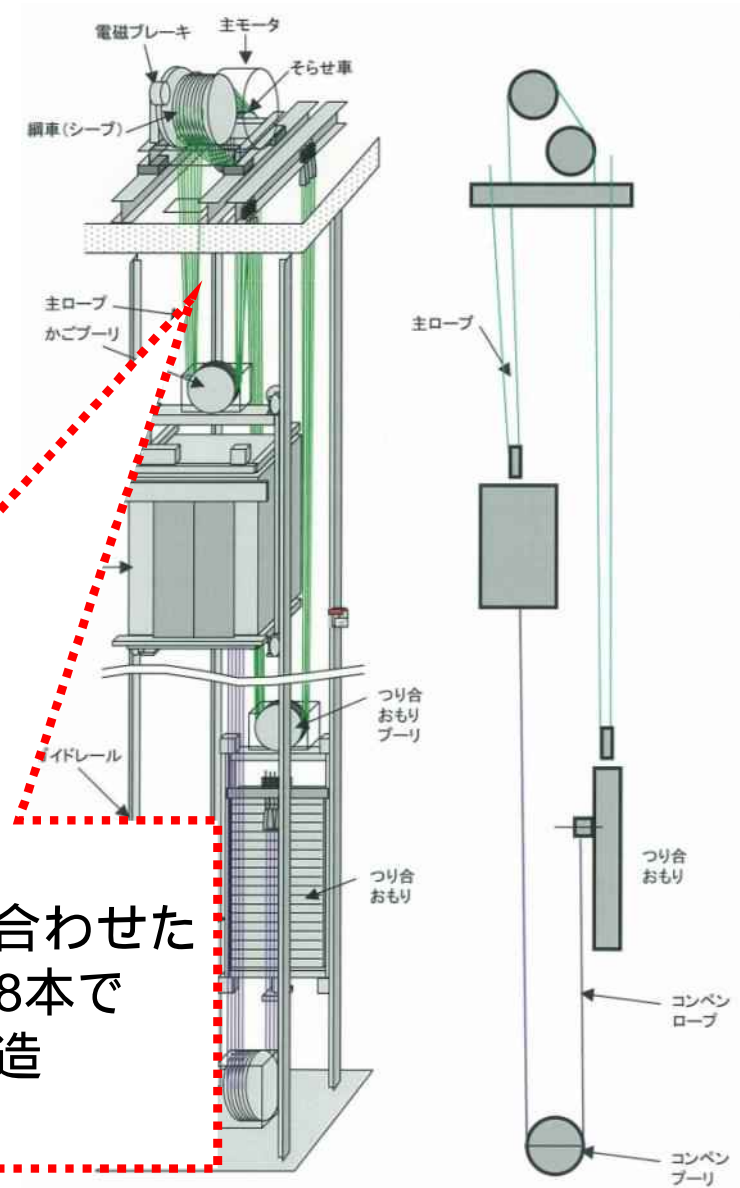
長周期地震動にエレベーターロープが共振し、被害が発生
(建物自体はそれほどゆれていない)

エレベーターの昇降路内



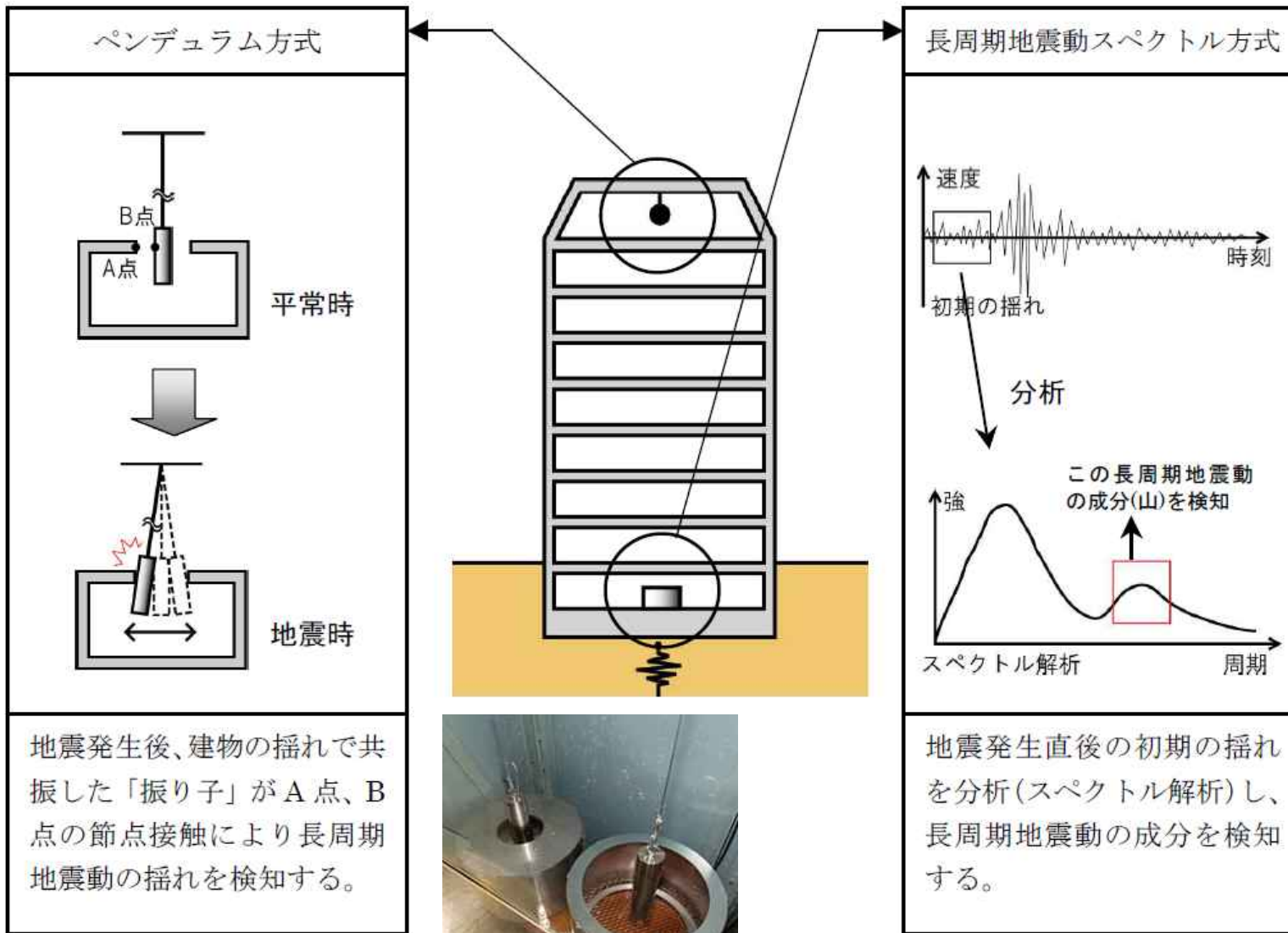
ロープ断面図

細い鋼鉄製のワイヤを組み合わせた直径12mmのロープ(左図) 8本でエレベーター1台を支える構造



ロープ式エレベーターの構造例

2種類の検知方式



ペンデュラム方式

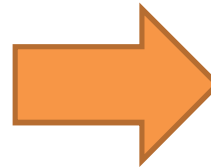
2003年竣工

六本木ヒルズ森タワー



独自開発

その後



エレベーター各社の開発へ

A社

B社

C社

...

大きな長周期地震動の影響

～東日本震災 さらに南海・相模トラフに備える

～地震後の健全度をモニタリングする



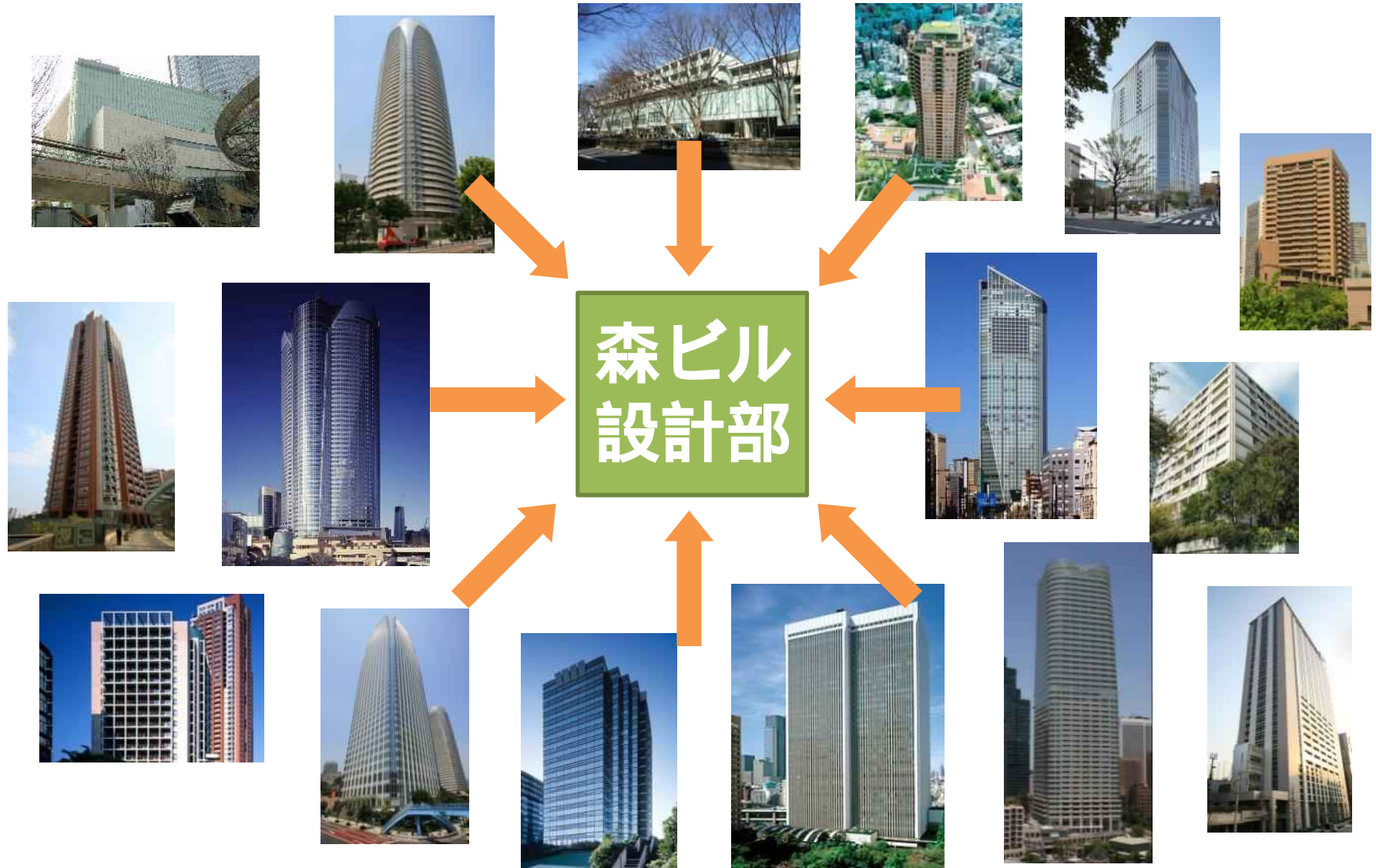
大量の帰宅困難者 建物損傷の早期確認は困難

建物を使い続けて良いのか？



建物被害の早期把握が必要

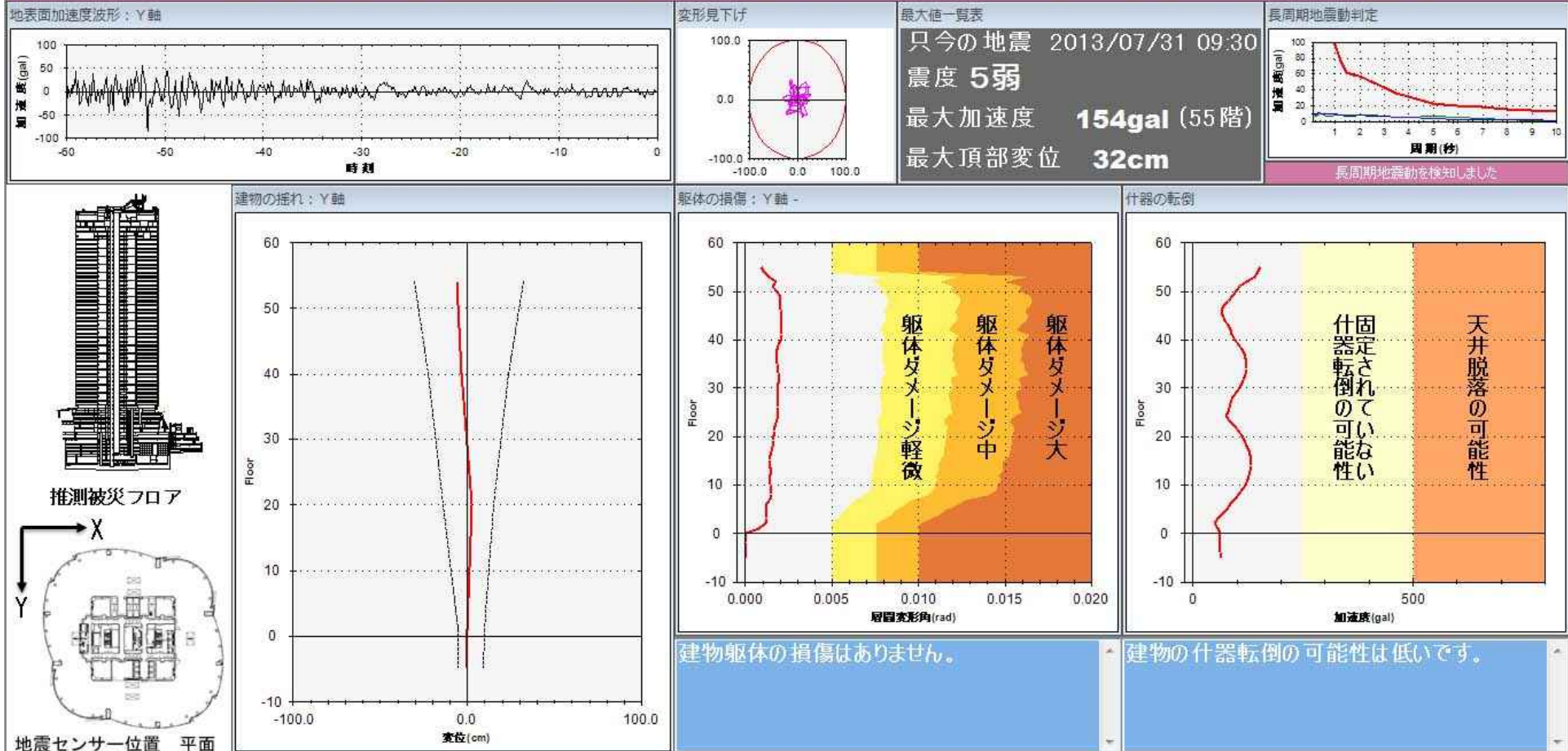
地震時における各ビルの地震計計測結果を収集





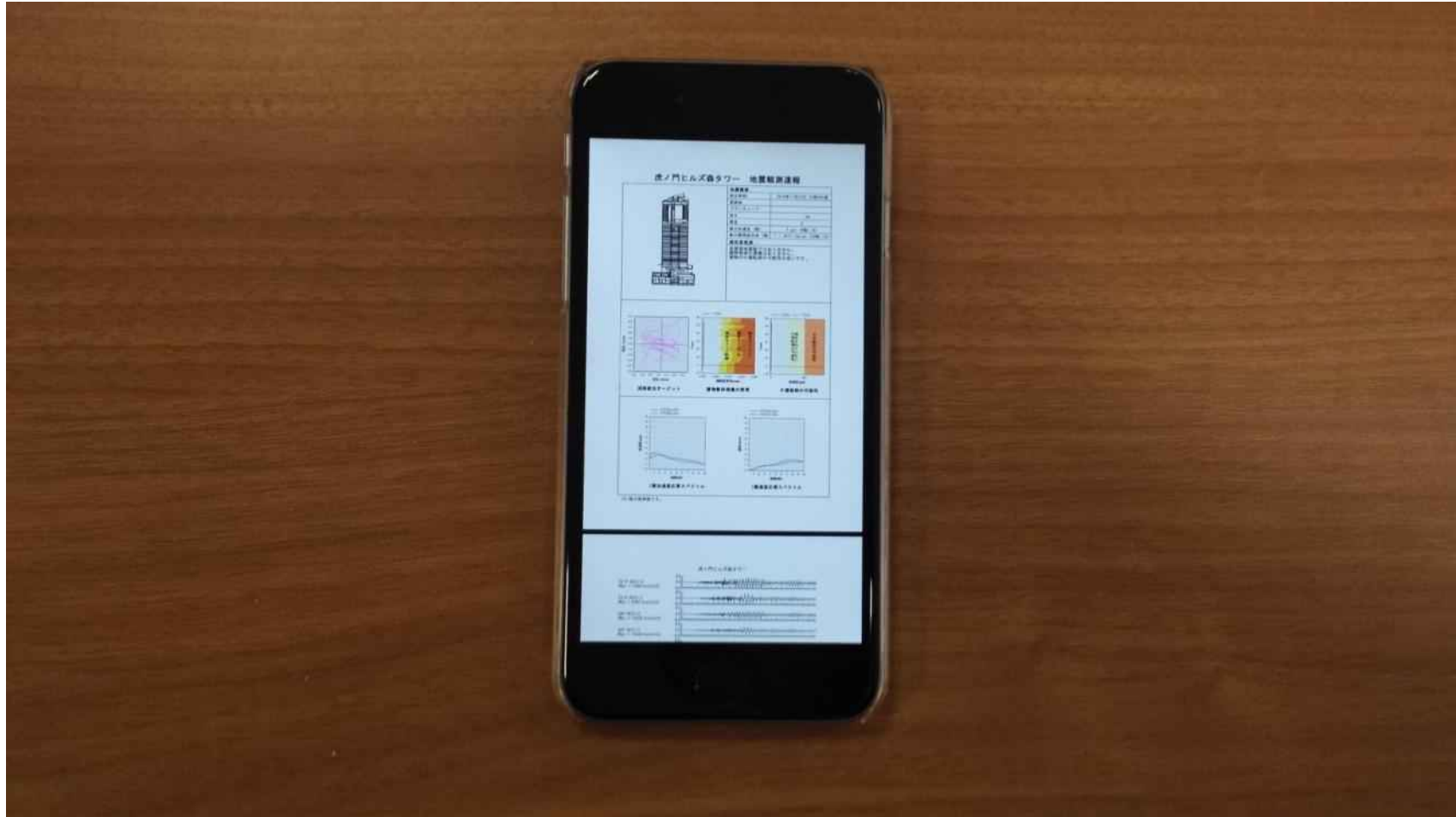
リアルタイムで建物の被災状況を把握可能

震度5弱。長周期地震動を検知しました。地震の継続時間が長く、建物上層階の変位が大きくなる可能性があります。

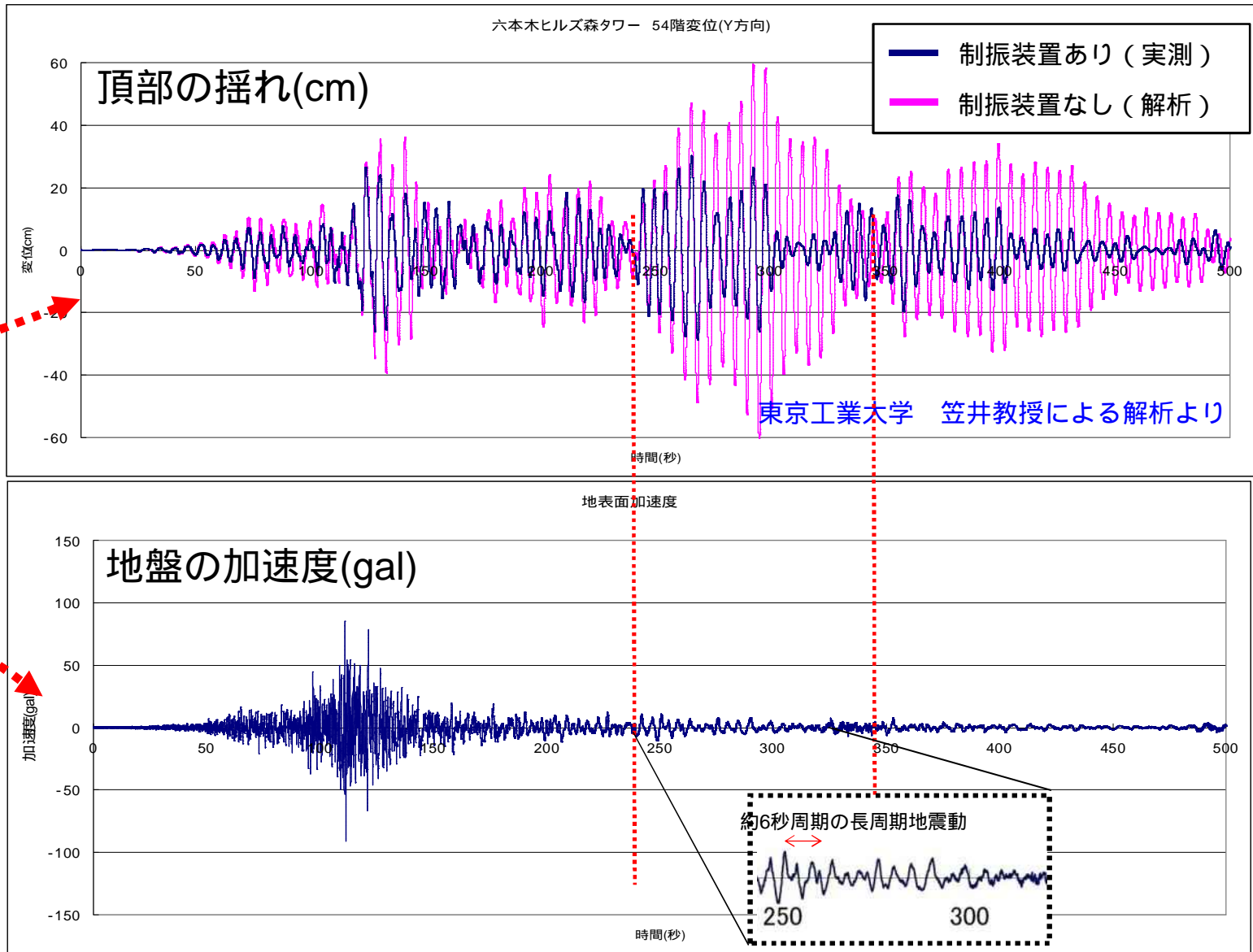


画面を元に戻す モードの切替 累積 X Y

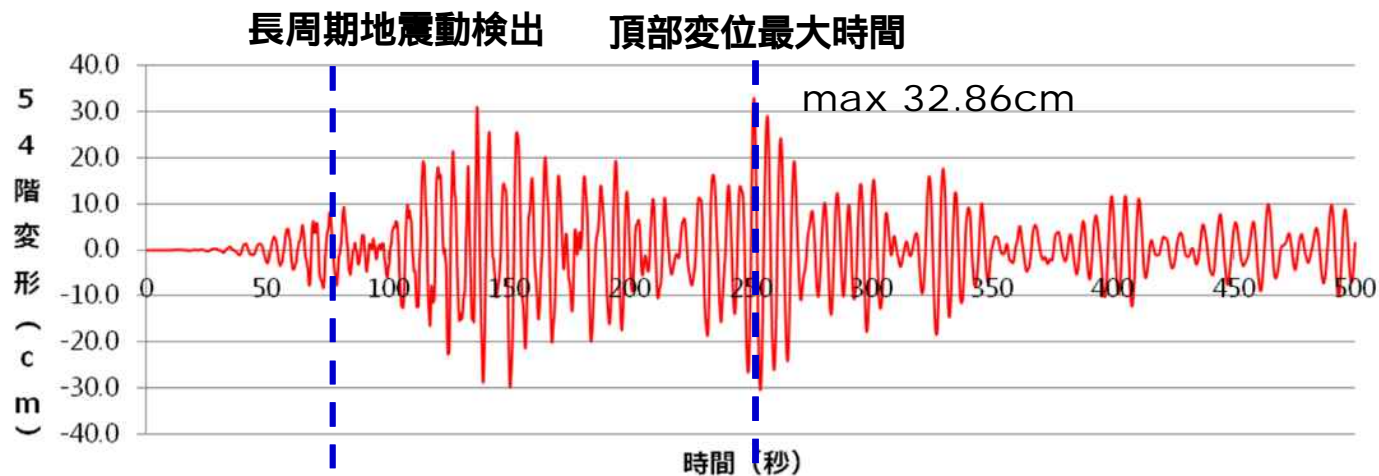




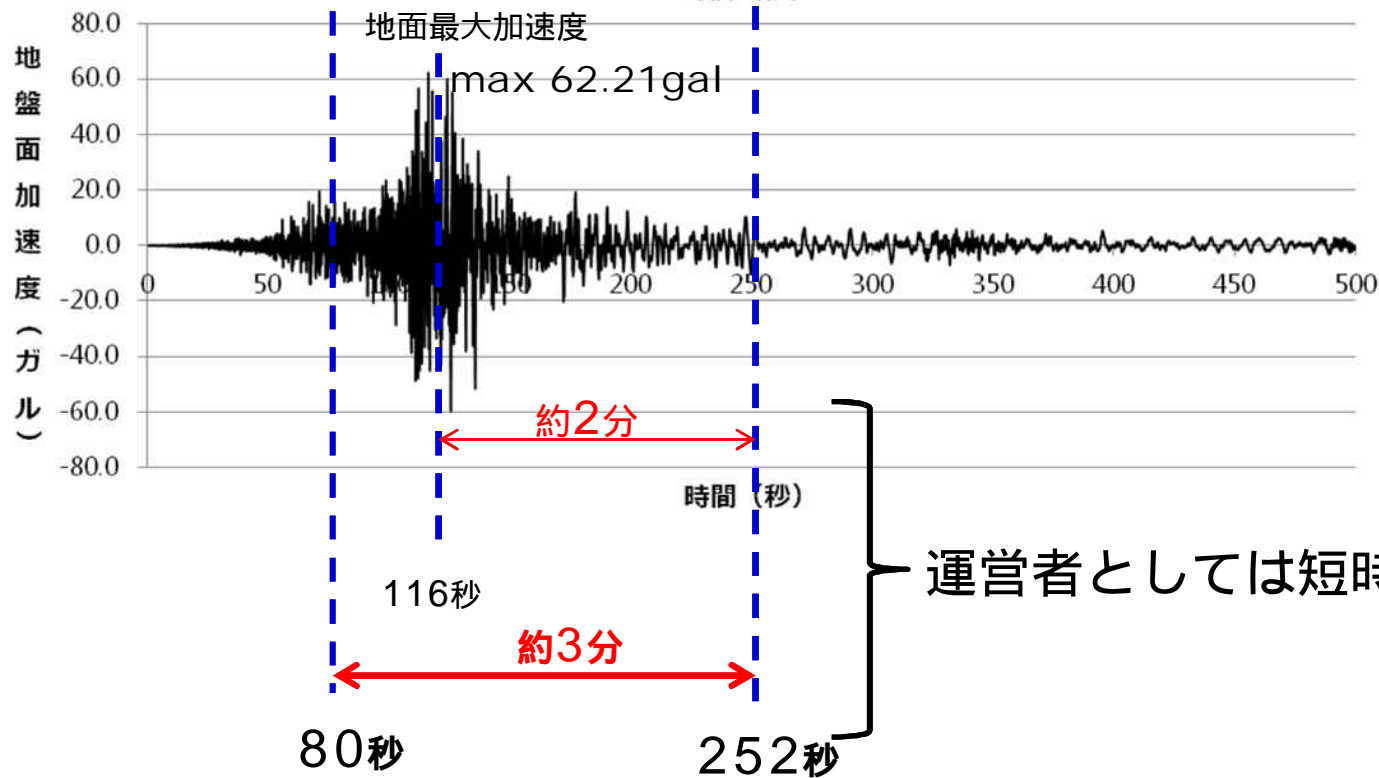
スマートフォンなどに被災度速報を自動送信
どこにいてもビルの被災度を即時把握



頂部の揺れ(cm)

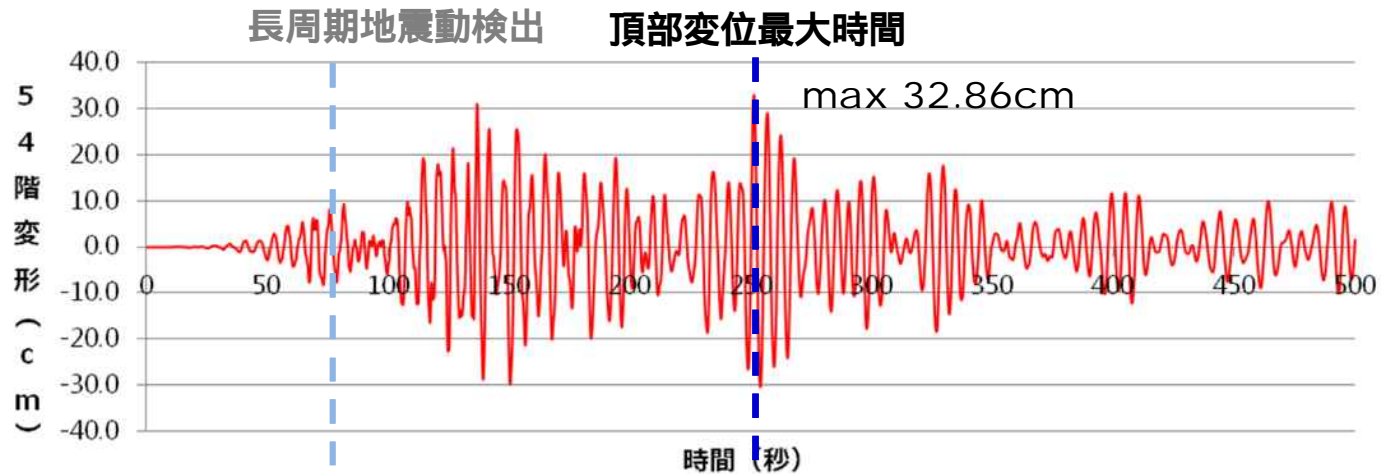


地表の加速度 (gal)

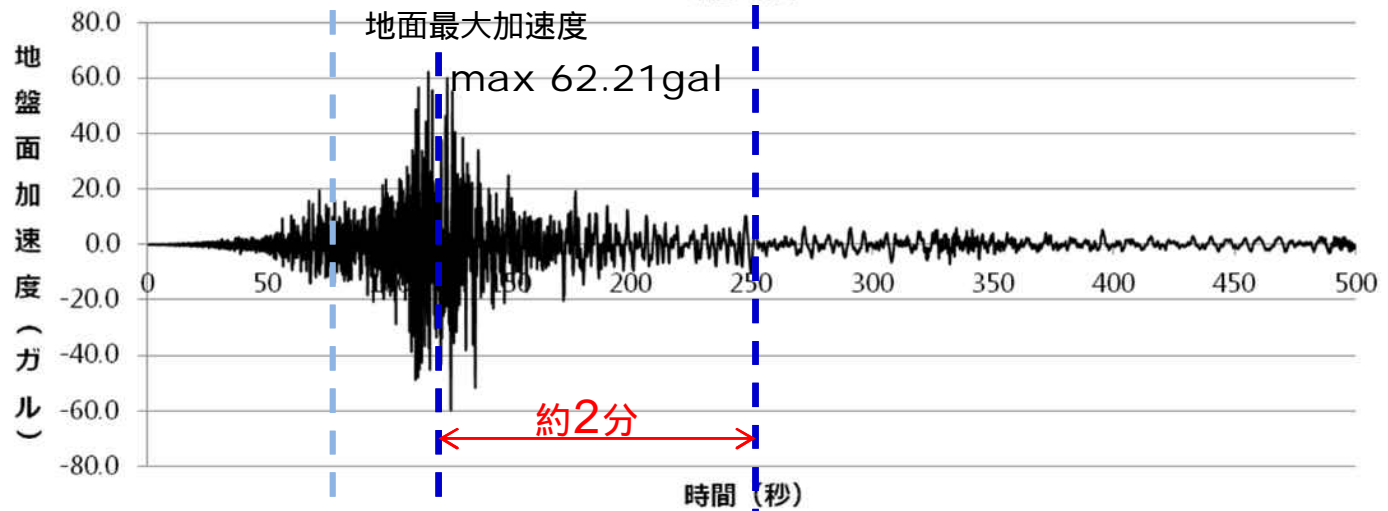


緊急地震速報
(長周期)

頂部の揺れ(cm)



地表の加速度 (gal)



116秒

5分?

80秒

252秒



END