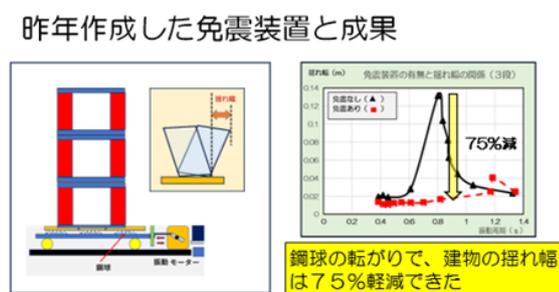


### 共振の脅威



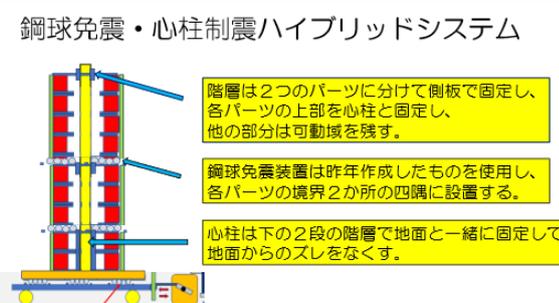
**共振** = 建物固有の振動周期と地震の周期が一致した時に激しく揺れて倒壊につながる。

### 昨年作成した免震装置と成果



鋼球の転がり、建物の揺れ幅は75%軽減できた

### 鋼球免震・心柱制震ハイブリッドシステム

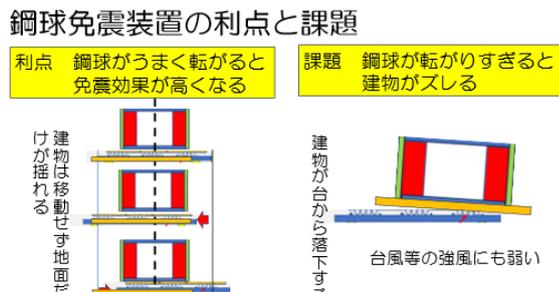


- 階層は2つのパーツに分けて側板で固定し、各パーツの上部を心柱と固定し、他の部分は可動域を残す。
- 鋼球免震装置は昨年作成したのを使用し、各パーツの境界2か所の四隅に設置する。
- 心柱は下の2段の階層で地面と一緒に固定して地面からのスレをなくす。

### 鋼球免震装置の利点と課題

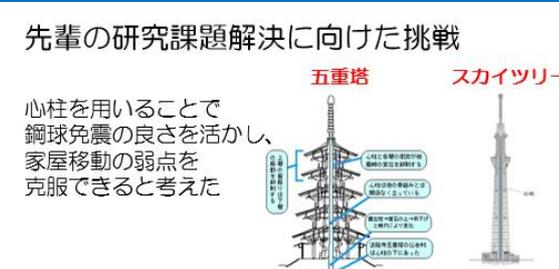
**利点** 鋼球がうまく転がると免震効果が高くなる

**課題** 鋼球が転がりすぎると建物がスレる



### 先輩の研究課題解決に向けた挑戦

心柱を用いることで鋼球免震の良さを活かし、家屋移動の弱点を克服できると考えた



### 実験の仮説

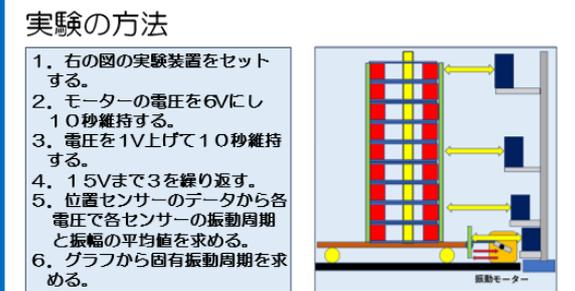
仮説1. 建物の高さが同じであれば、分割の方法に拠らず固有振動周期は変化しない。(実験1で確認)

仮説2. 建物の高さが同じでも、分割の方法が変われば建物の振幅は変化する。(実験2で確認)

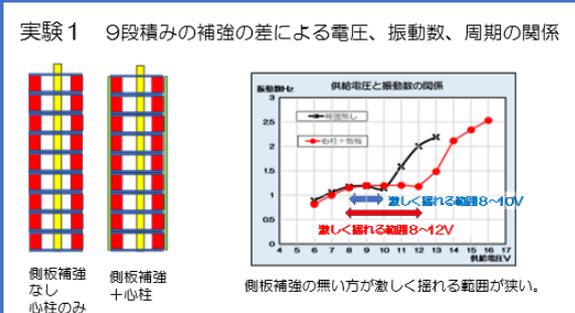
仮説3. 9段積み建物を分割し、心柱で振動を制御し、その境界に免震装置を設置することで、最上階の揺れは軽減する。(実験3で確認)

### 実験の方法

- 右の図の実験装置をセットする。
- モーターの電圧を6Vにし10秒維持する。
- 電圧を1V上げて10秒維持する。
- 15Vまで3を繰り返す。
- 位置センサーのデータから各電圧で各センサーの振動周期と振幅の平均値を求める。
- グラフから固有振動周期を求める。

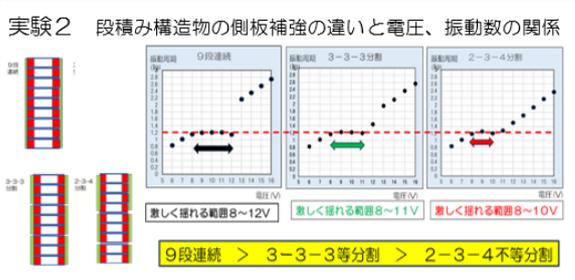


### 実験1 9段積みの補強の差による電圧、振動数、周期の関係



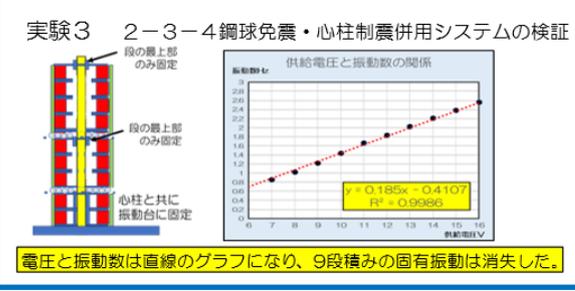
側板補強の無い方が激しく揺れる範囲が狭い。

### 実験2 段積み構造物の側板補強の違いと電圧、振動数の関係



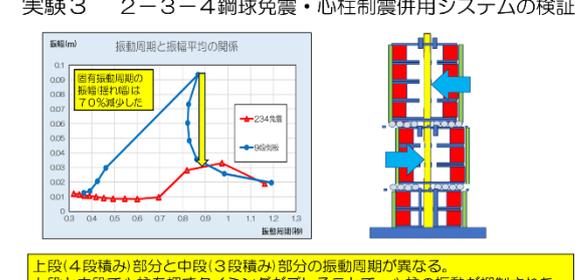
9段連続 > 3-3-3等分割 > 2-3-4不等分割

### 実験3 2-3-4鋼球免震・心柱制震併用システムの検証



電圧と振動数は直線のグラフになり、9段積みの固有振動は消失した。

### 実験3 2-3-4鋼球免震・心柱制震併用システムの検証



上段(4段積み)部分と中段(3段積み)部分の振動周期が異なる。上段と中段で心柱を押しタイミングがスれることで、心柱の振動が抑制された。

### 課題および展望

振動周期の小さい領域での揺れは鋼球が転がり出すまでの摩擦によるものと考えられるので、心柱に負担させる荷重割合を増やす、最下部を地面固定から免震装置を挿入するなど、更なる効果の向上を目指したい。

謝辞  
大阪公立大学の先生方、富田林高等学校の先生方には実験のご指導、研究内容への助言をしていただきました。ありがとうございます。

参考文献  
内閣府HP 阪神・淡路大震災教訓情報資料集  
朝日新聞デジタル 再現阪神・淡路大震災  
日鉄エンジニアリング 耐震・制震・免震システムの違い  
三菱地所HP 大和ハウスHP