

# 構造設計Ⅲ

## 第2回 建築物の耐震・制震・免震

# 地震には好きな建物がある



地震が好きな建物はどれじゃ？



低層マンション

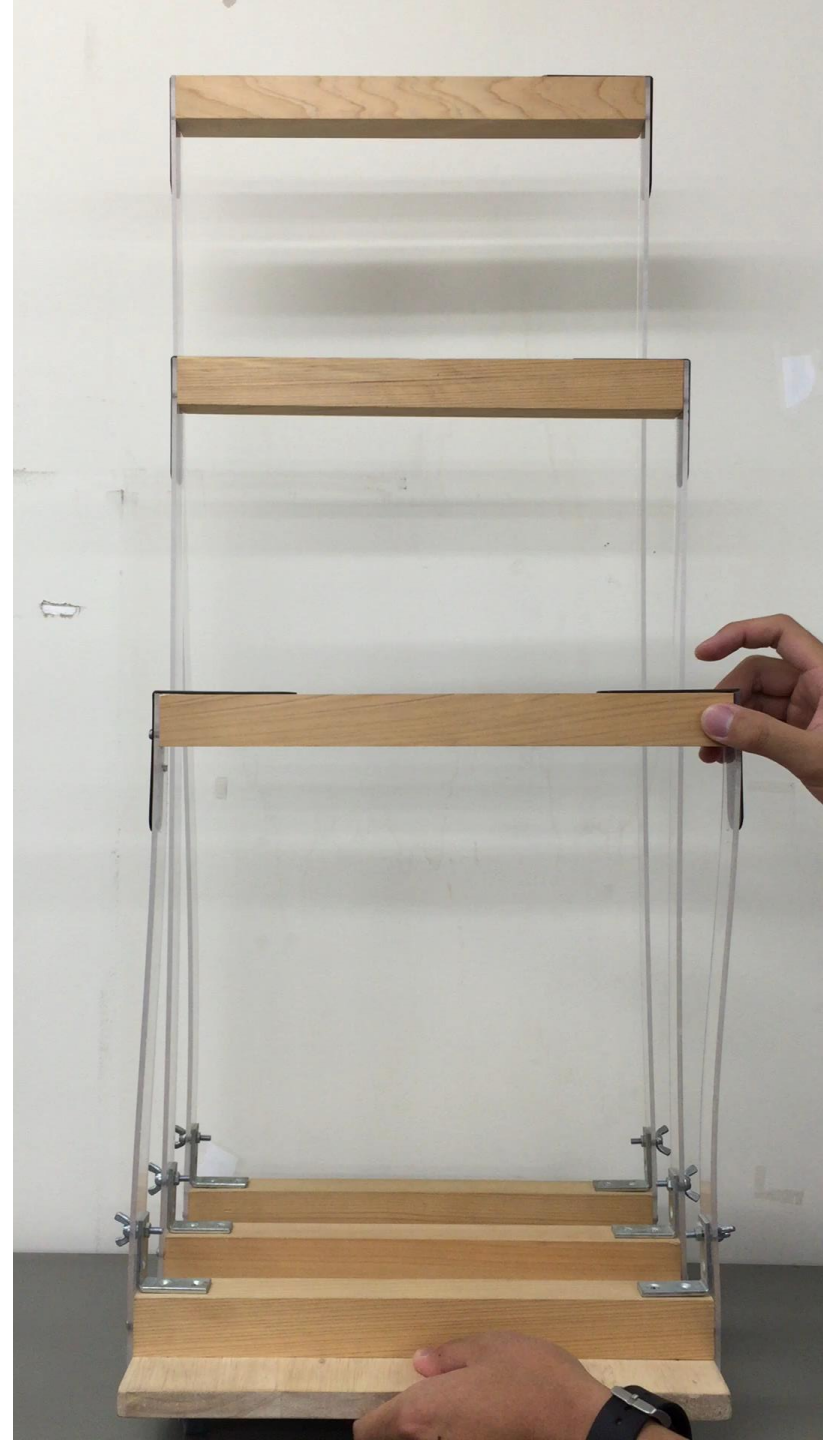
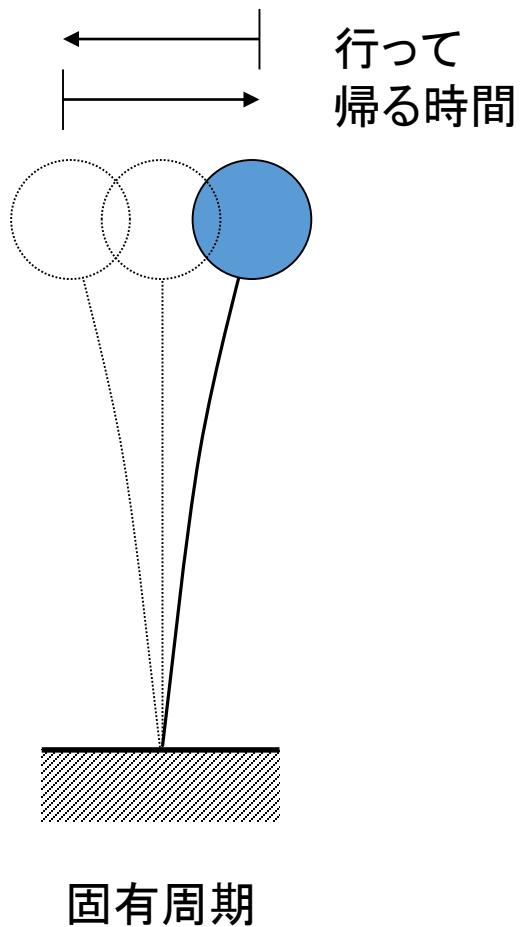


中層マンション



高層マンション

# 建物の振動モデル



# 共振実験 その1

## 一般的な地震動の場合



# 共振実験 その2

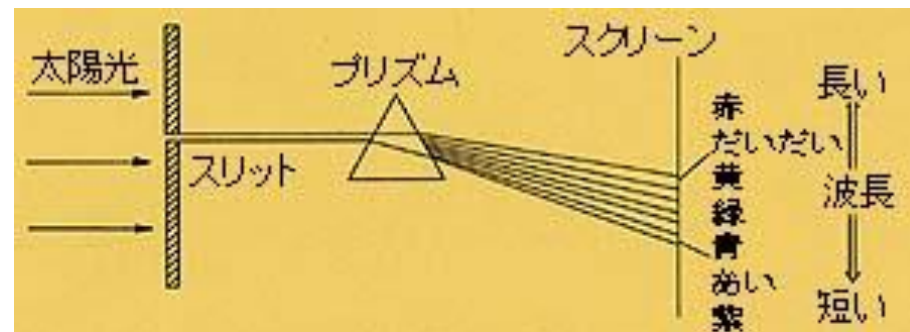
## 長周期地震動の場合



# 共振実験その3 短周期なら？

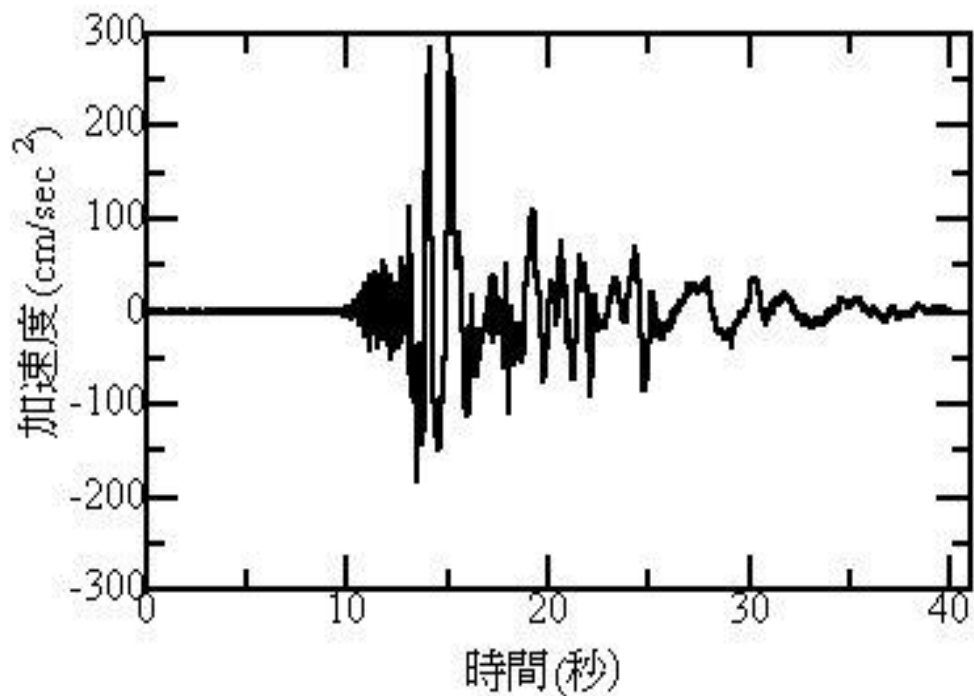


# 地震によるゆれには色々な周波数の波が集まっている

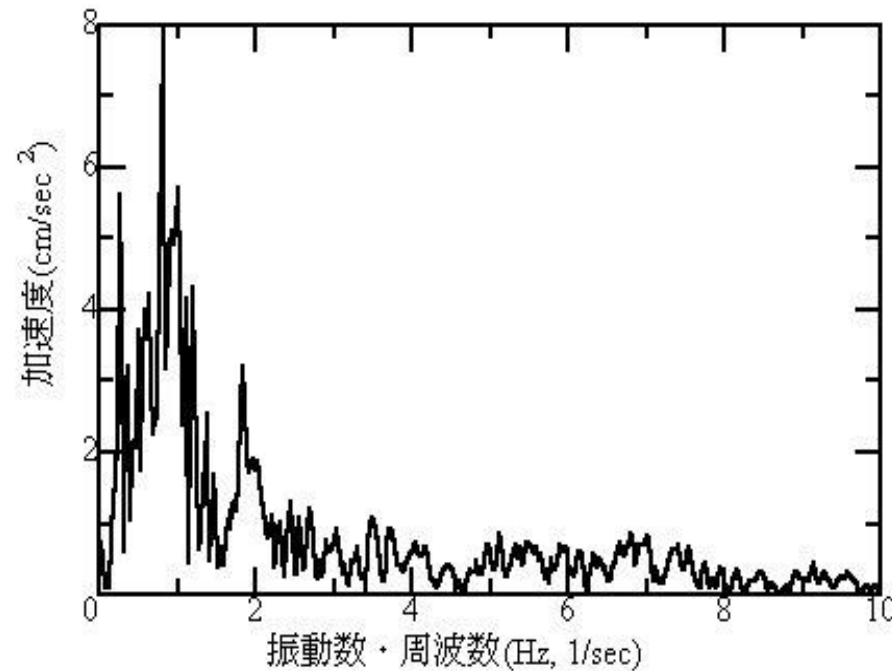


	波長 (nm)	周波数 (THz)
赤	800-650	400-470
橙	640-590	470-520
黄	580-550	520-590
緑	530-490	590-650
青	480-460	650-700
藍	450-440	700-760
紫	430-390	760-800

太陽光も同様

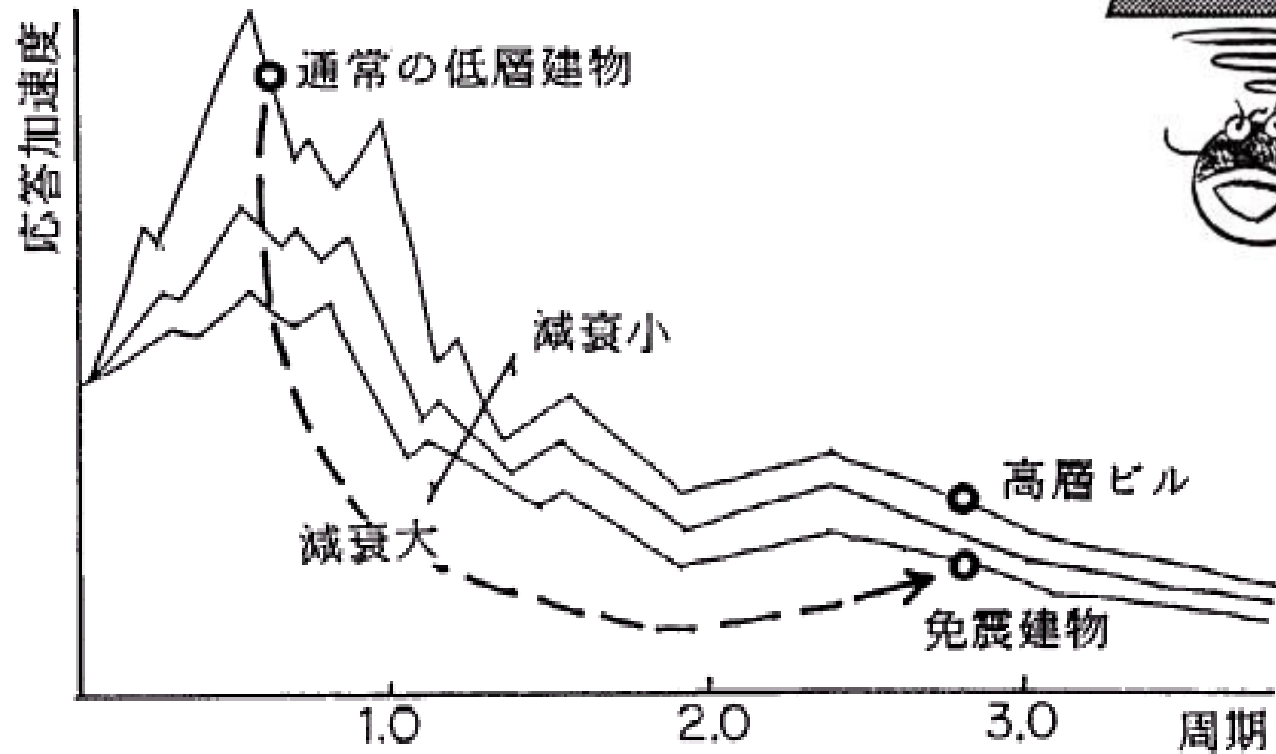


阪神大震災 六甲ポートアイランドのゆれ

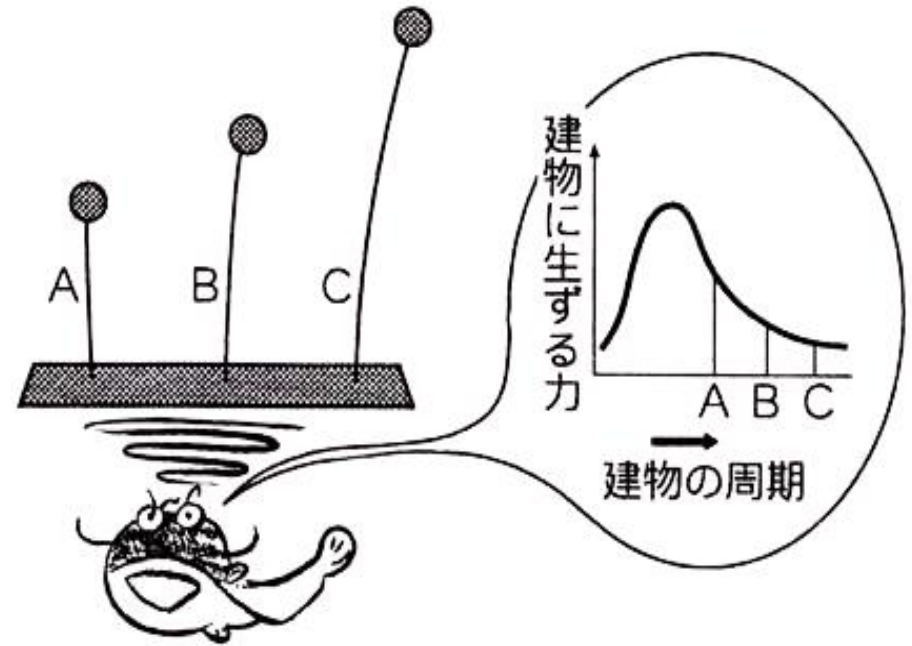


阪神大震災 六甲ポートアイランドのゆれの振動数成分

# 応答スペクトル



色々な周期の建物

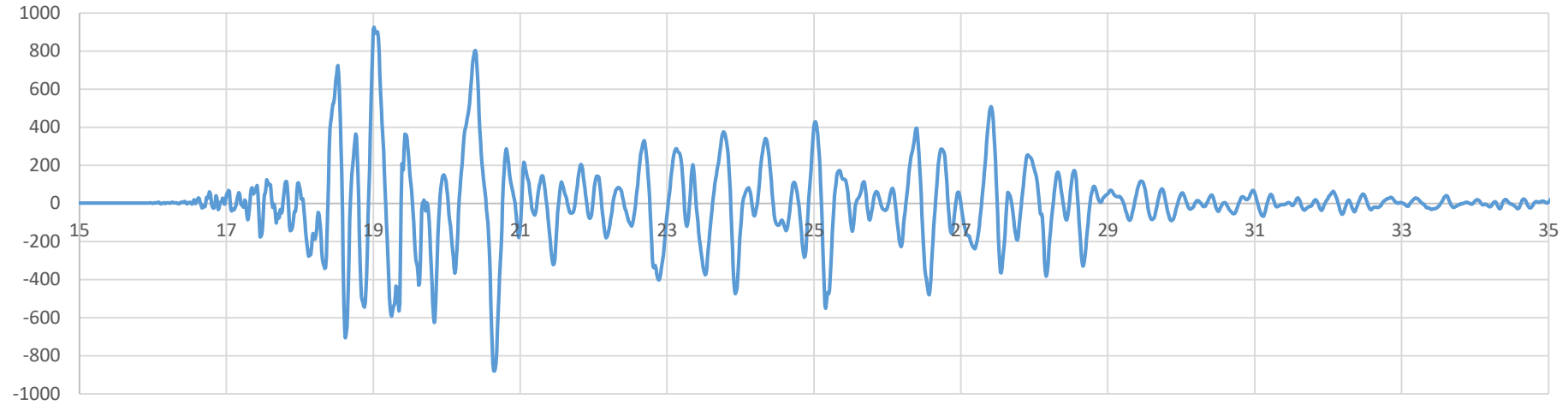


バイクの減衰装置

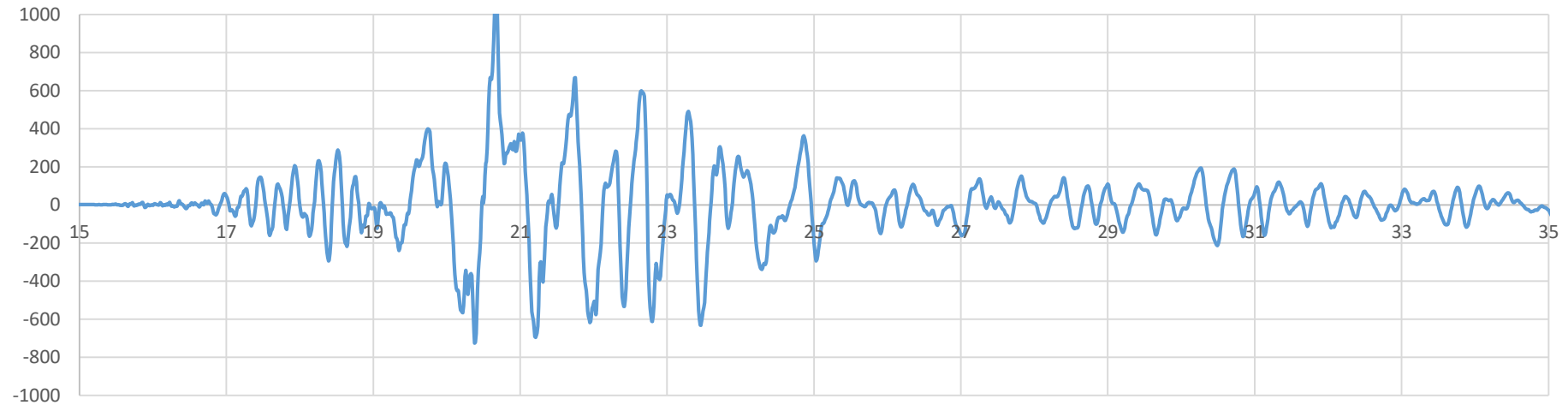


# 2016年熊本地震の前震と本震

4/14前震

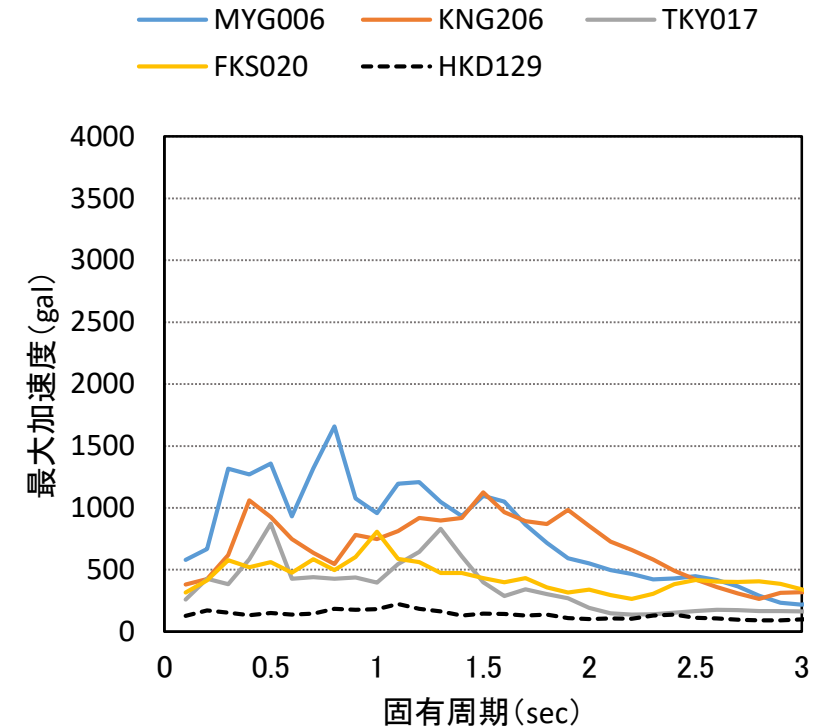
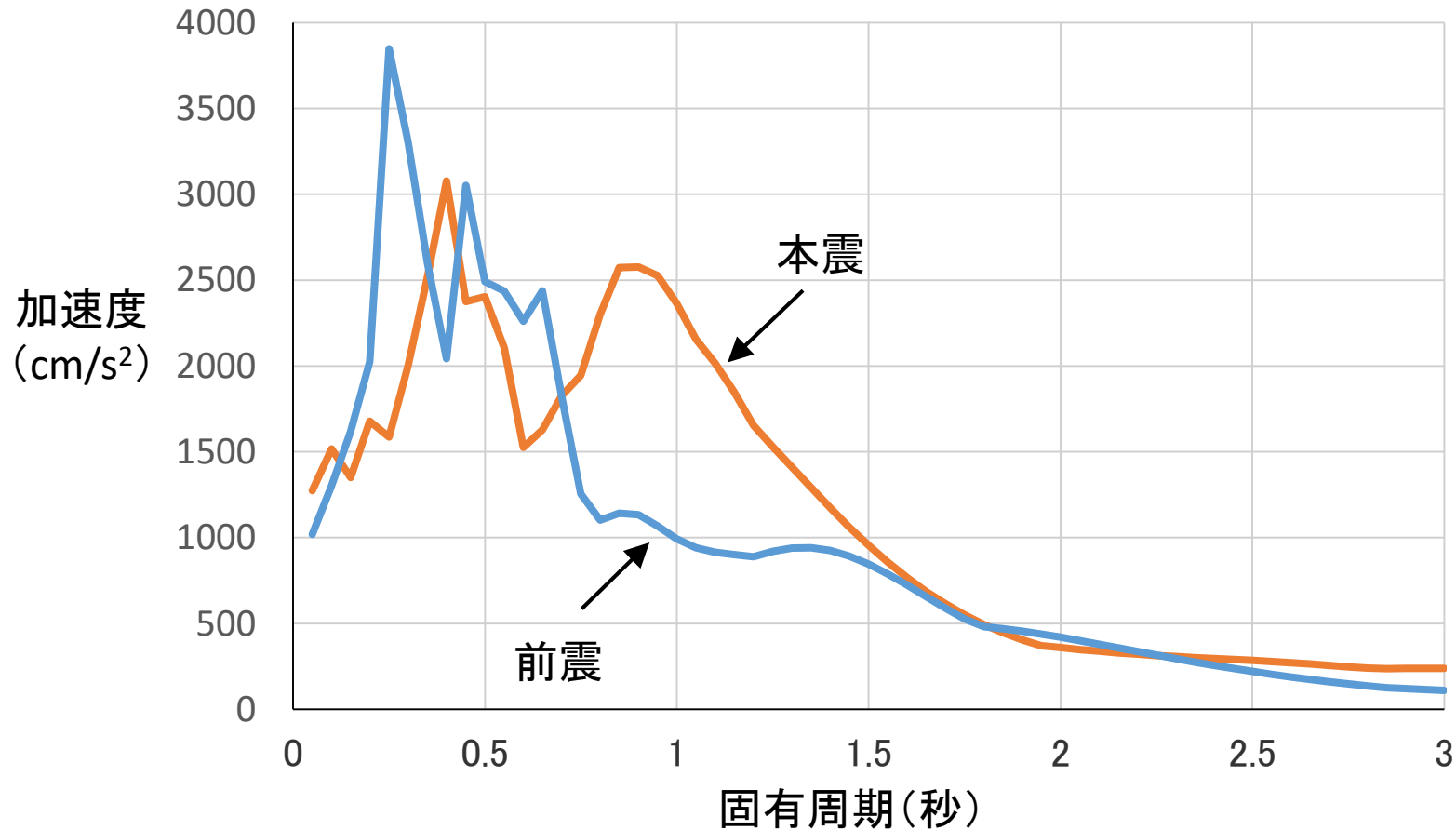


4/16本震



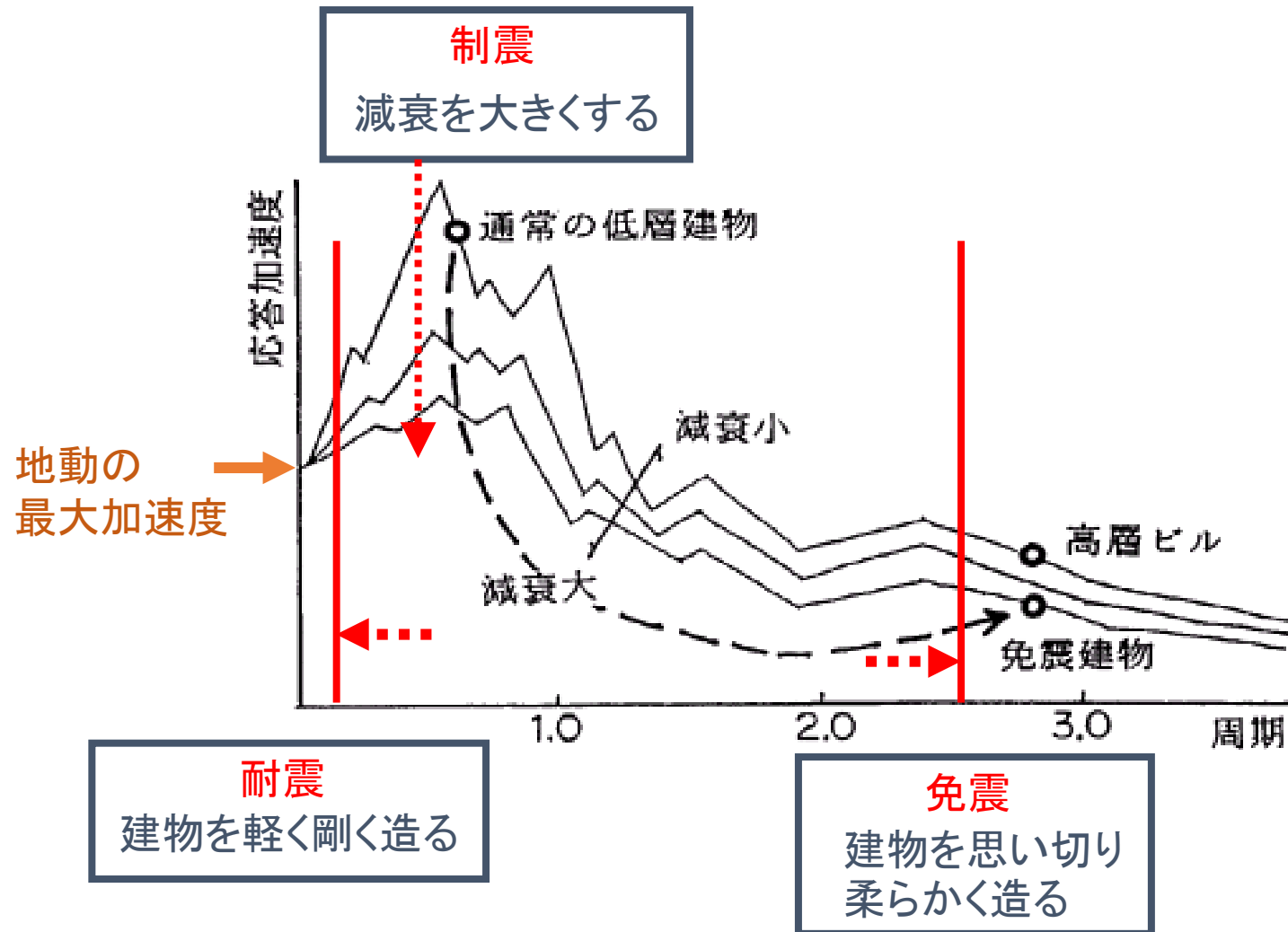
# 2016年熊本地震の加速度応答スペクトル

熊本県益城町

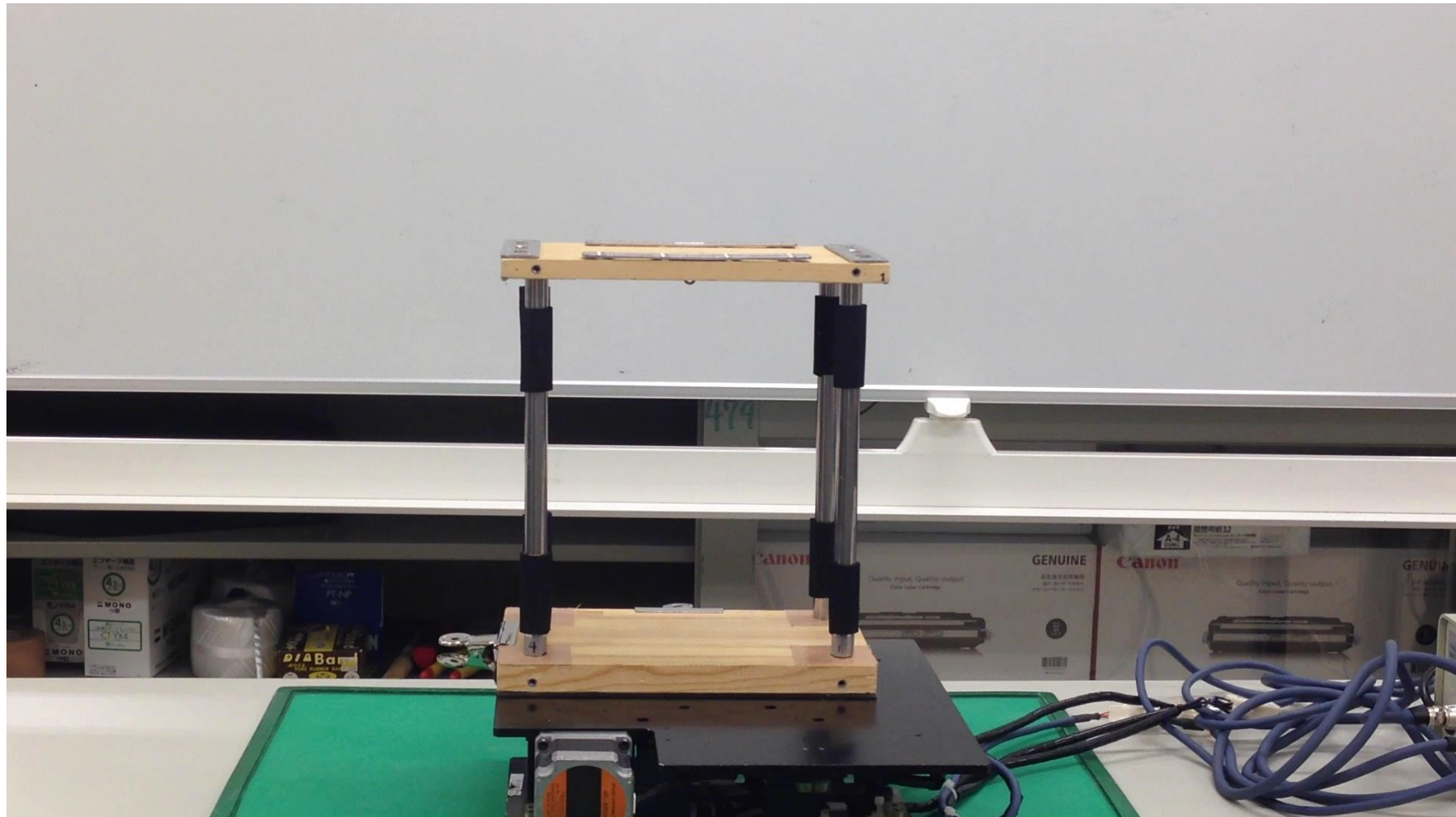


東日本大震災の最大級の  
加速度応答スペクトル

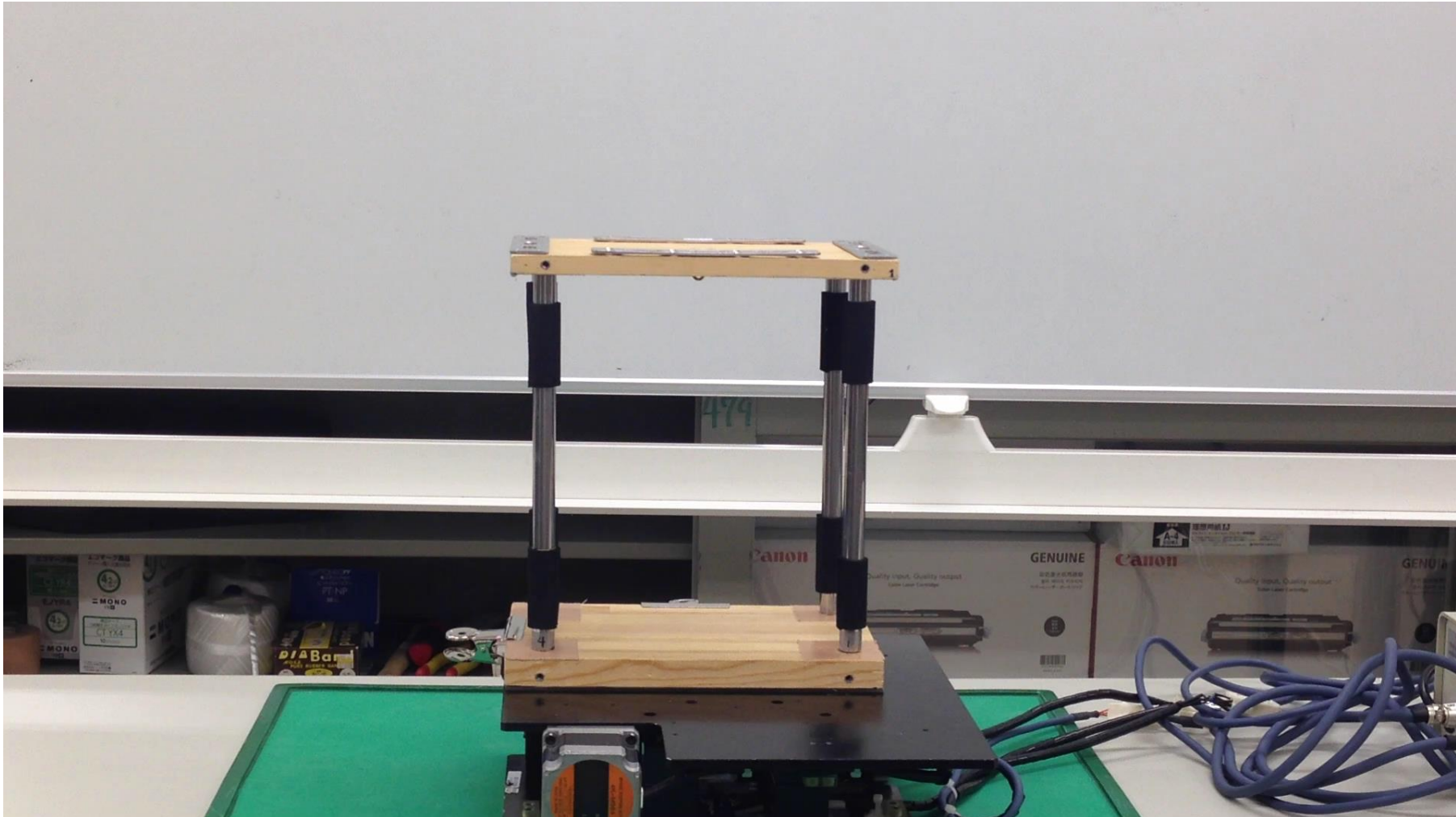
# 建物が地震に耐える3つの技術



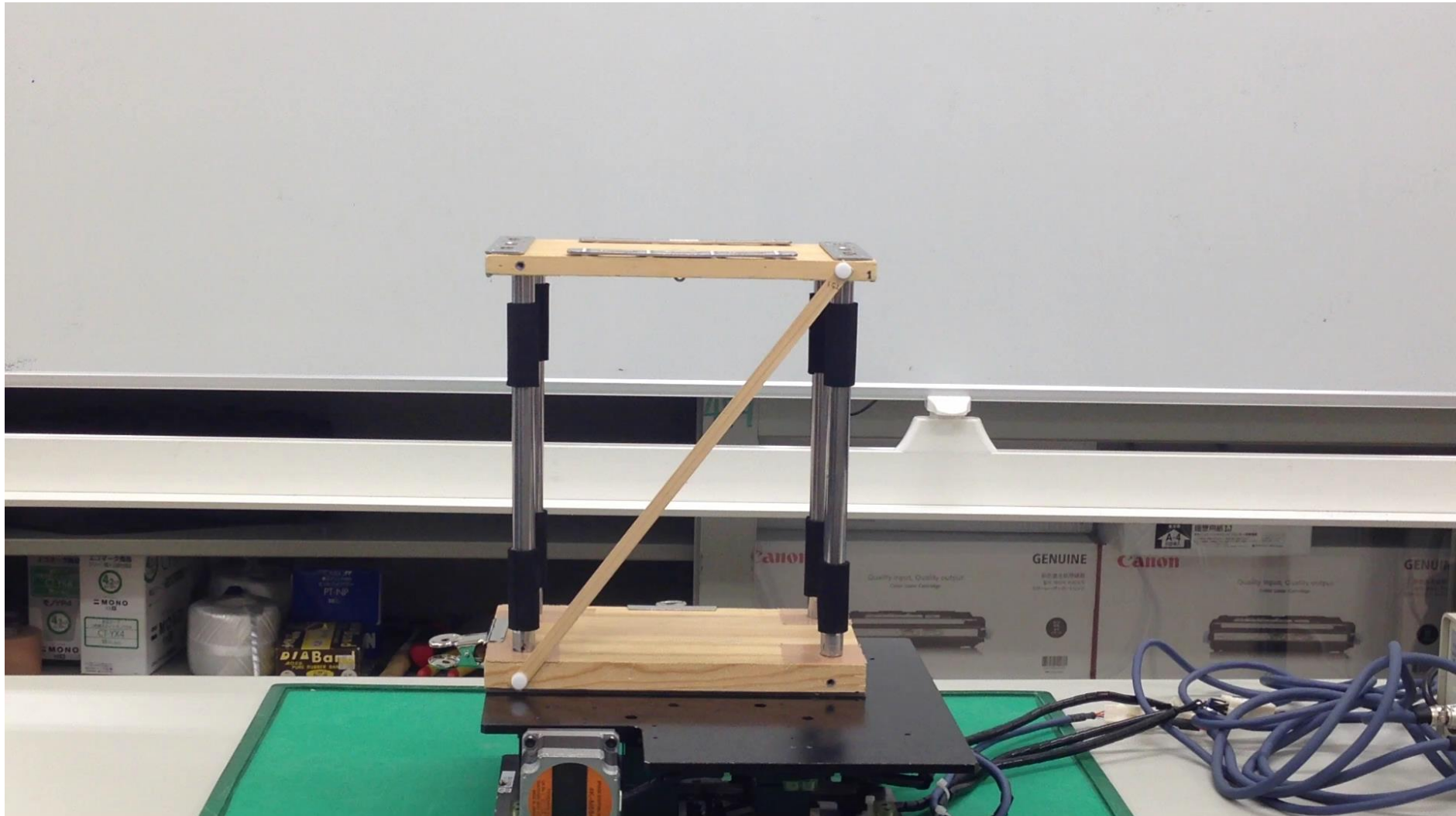
# 耐震実験その1 熊本地震(益城町前震)



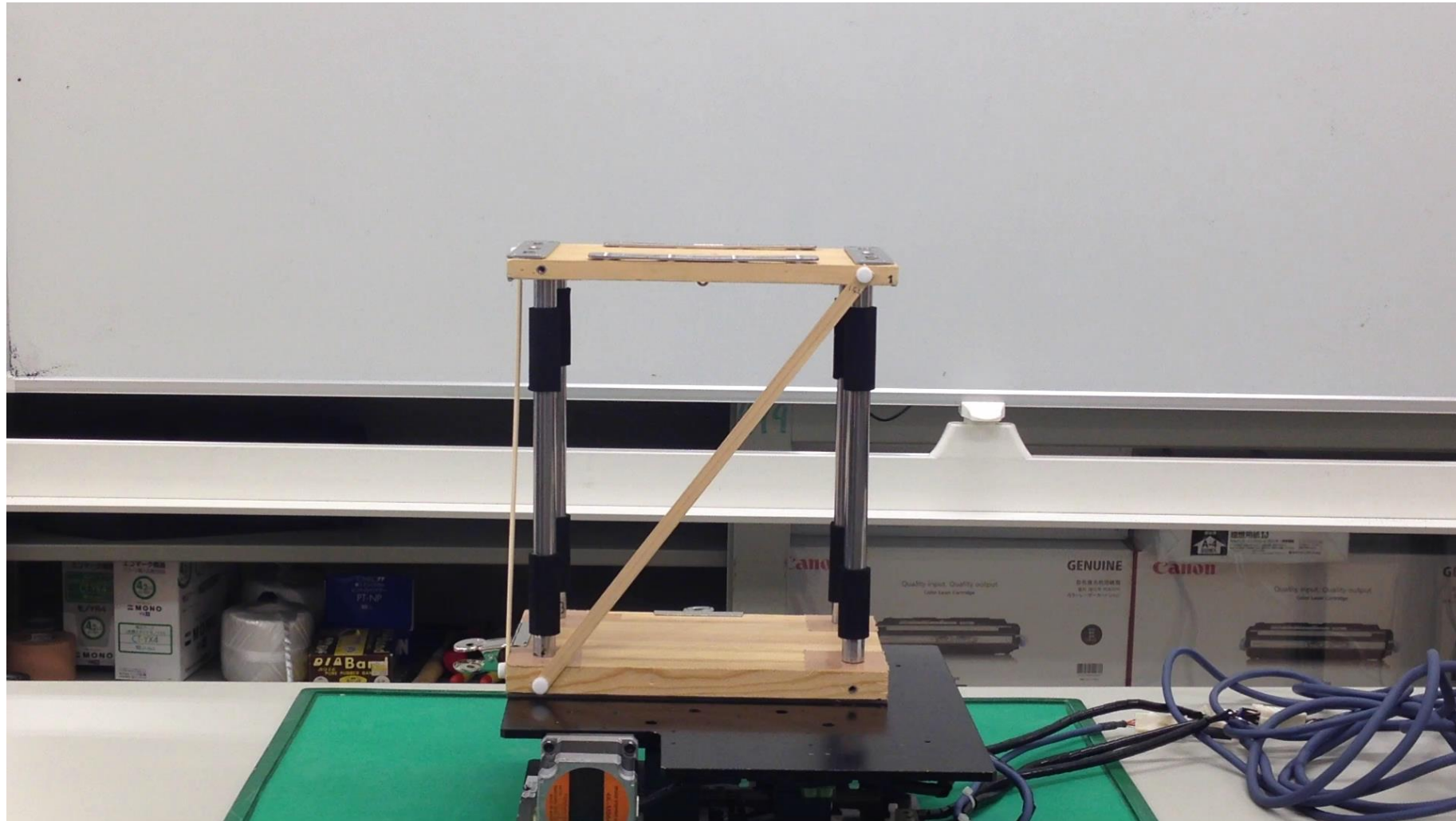
# 耐震実験その2 熊本地震(益城町本震)



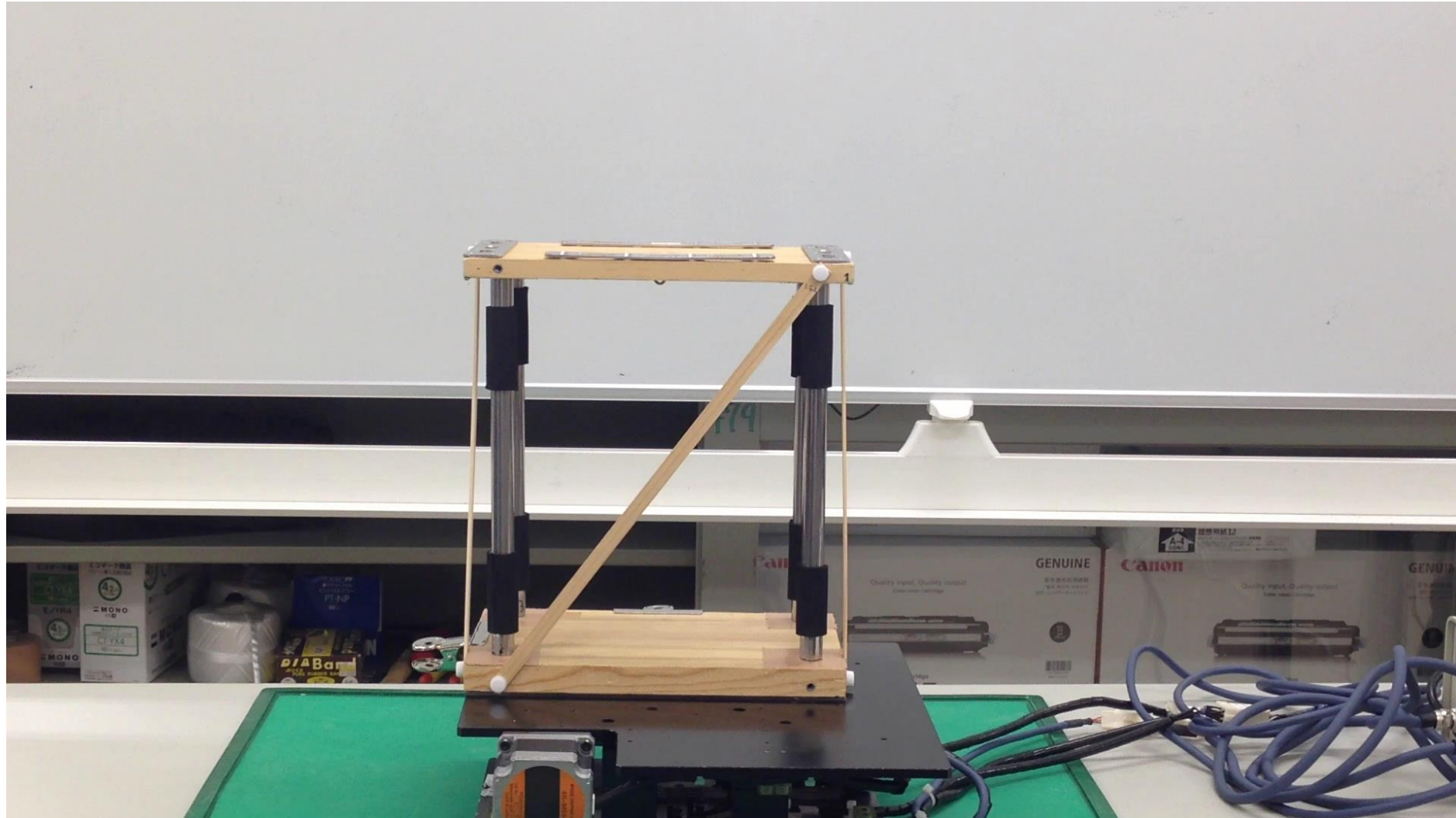
# 耐震実験その3 1方向筋交(益城町前震)



# 耐震実験その4 2方向筋交 (益城町前震)



# 耐震実験その5 3方向筋交 (熊本前震)





昔の建物では筋交（斜材）は用いていない



実は木組の摩擦(制震)によって耐えていた



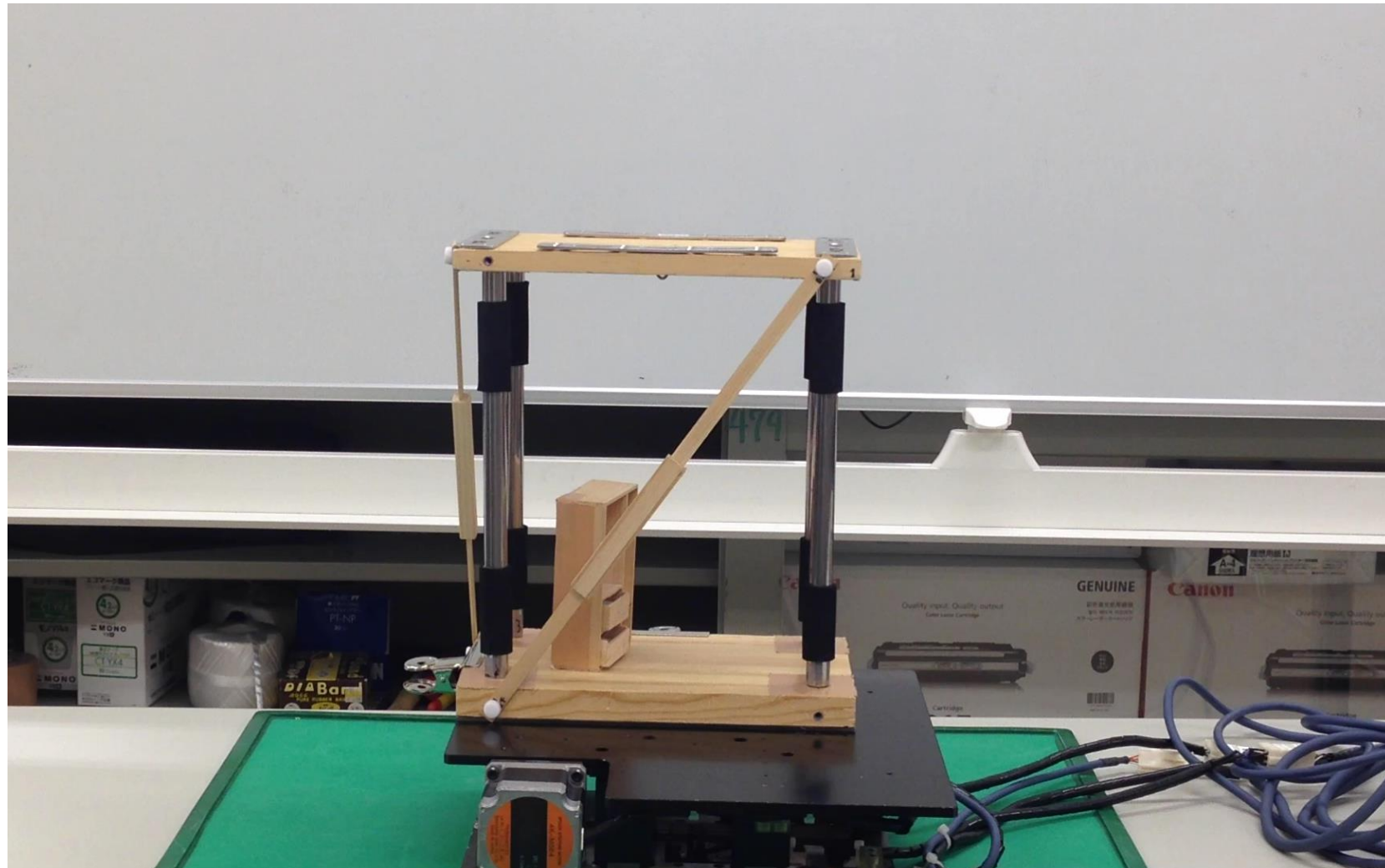
# 現代版の制震装置(戸建住宅)



# 現代版の制震装置(ビル)



# 制震実験 熊本地震(益城町前震)



昔の建物ではさらに高度な業が



# 現代版免震装置

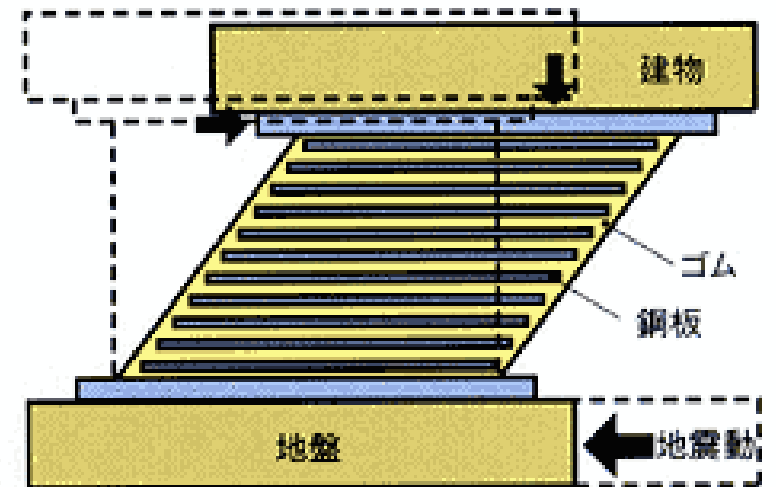


# ビルの場合にはこんな装置



## 積層ゴム

水平方向には柔らかく垂直方向には堅い

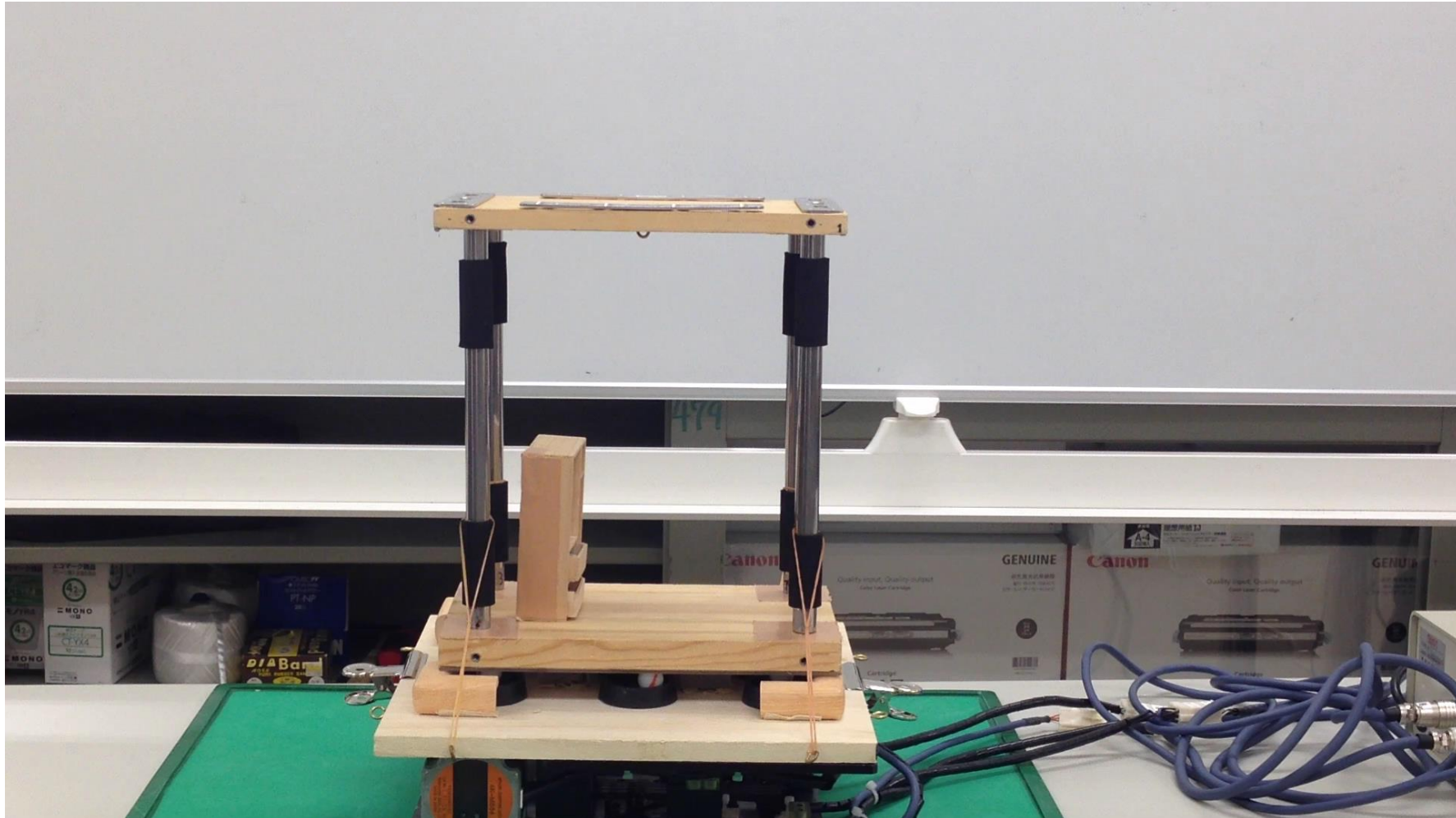




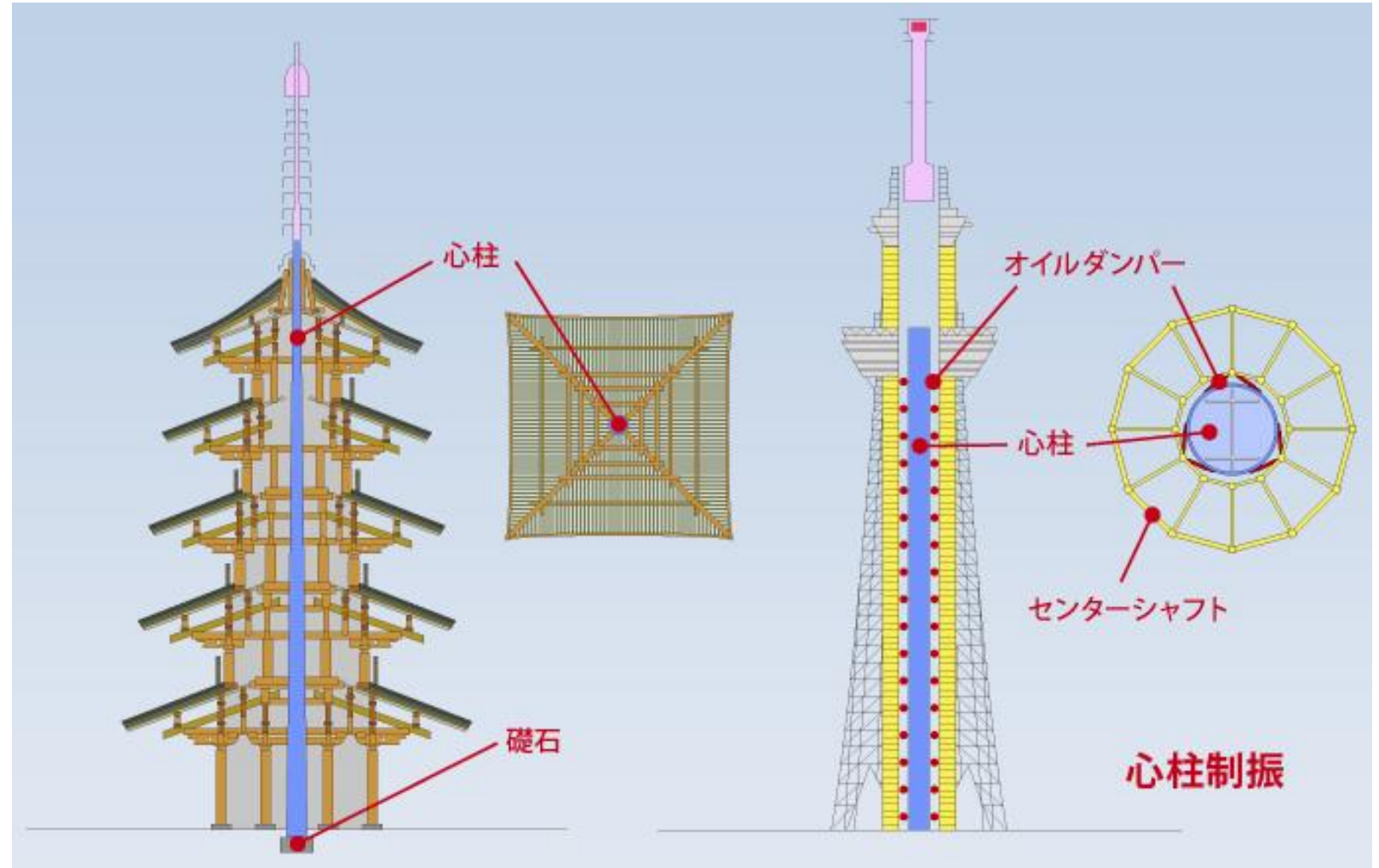
# 手作り免震



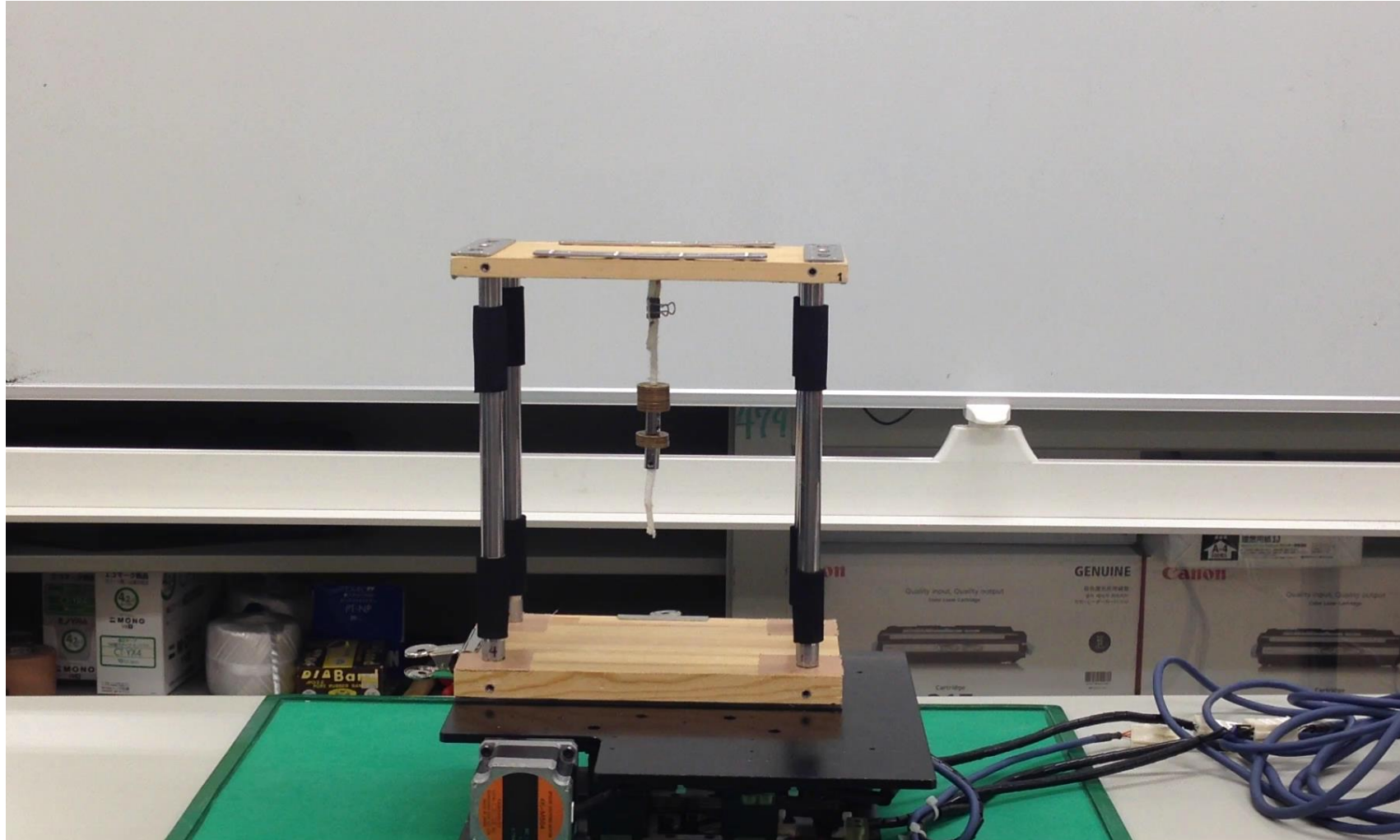
# 免震実験 熊本地震(益城町前震)



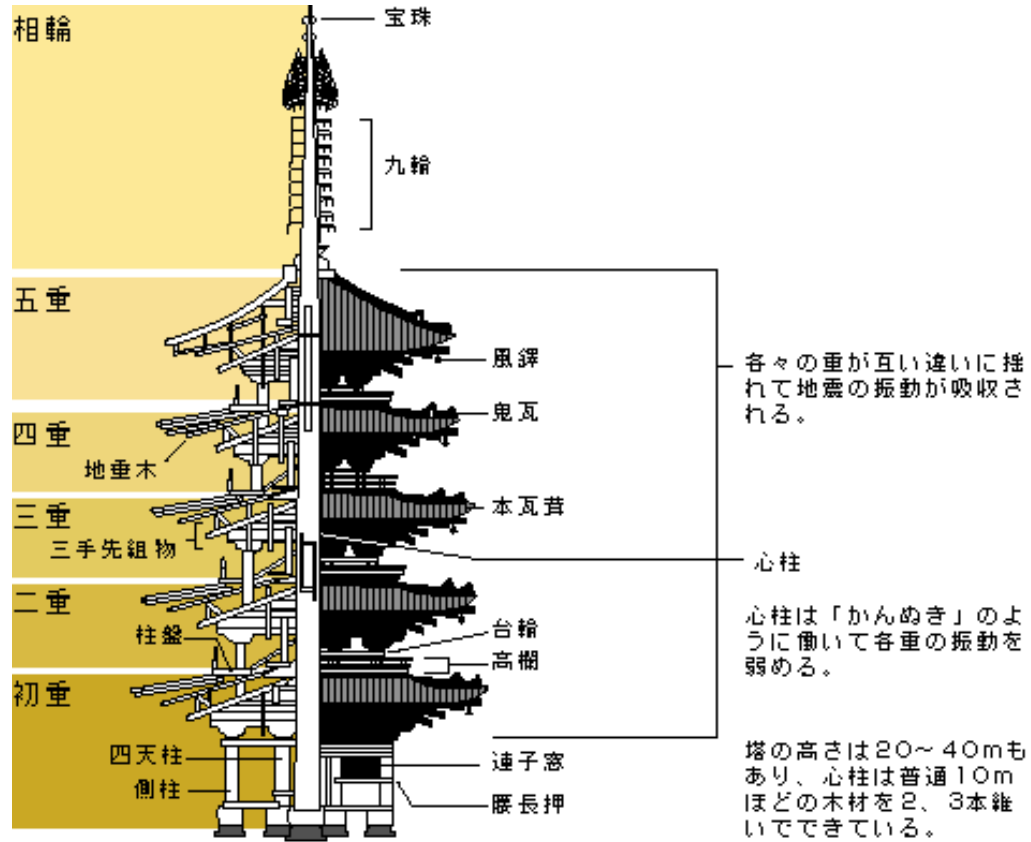
# 五重塔にはさらに高度な制震が！



# 制震実験(マス) 熊本地震(益城町前震)



# 昔の人は偉かった！ 結局は温故知新



京都 醍醐寺

参考資料 上田 篤編「五重塔はなぜ倒れないか」(新潮社)

# やっと理論が追いついた？



昔：職人業の伝承  
人から人へ



現代：知識（理論）の伝承

# まとめ

- 制震、免震は、日本建築では、古くから使われていた手法だが、振動理論が追いついていなかったため、戦後の建築物には用いられなかった。
- 近年、振動理論の発展と、コンピュータによる地震応答シミュレーションが可能になり、制震、免震建築物の動的挙動が解明されるようになった。
- その関係で、最近の建築物では、免震、制震を利用する建築物が増えてきた。