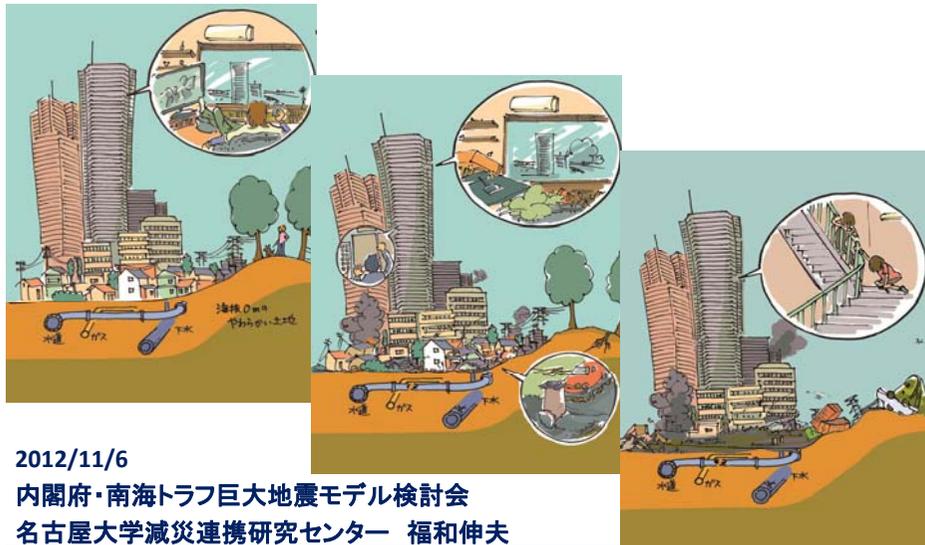




長周期地震動と建築物

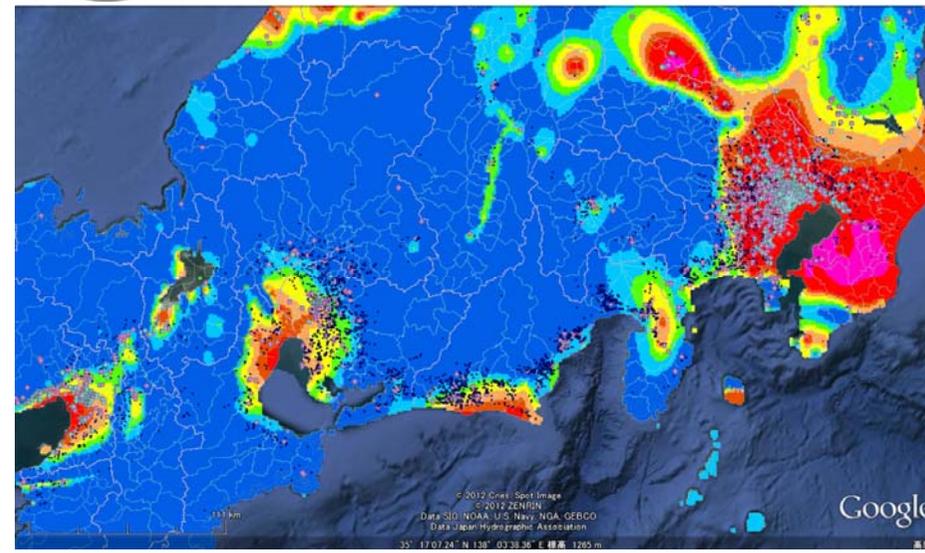


2012/11/6

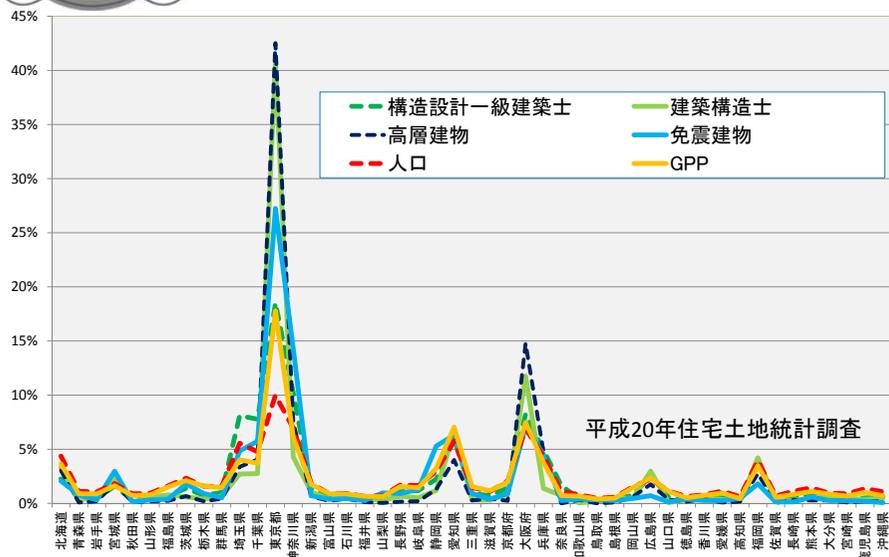
内閣府・南海トラフ巨大地震モデル検討会
名古屋大学減災連携研究センター 福和伸夫



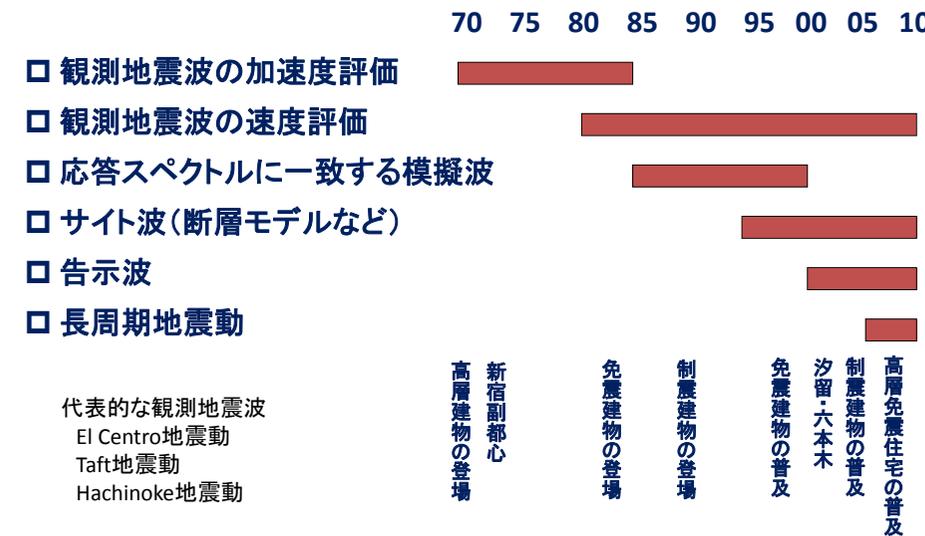
長周期建築物の分布



各都道府県の全国割合

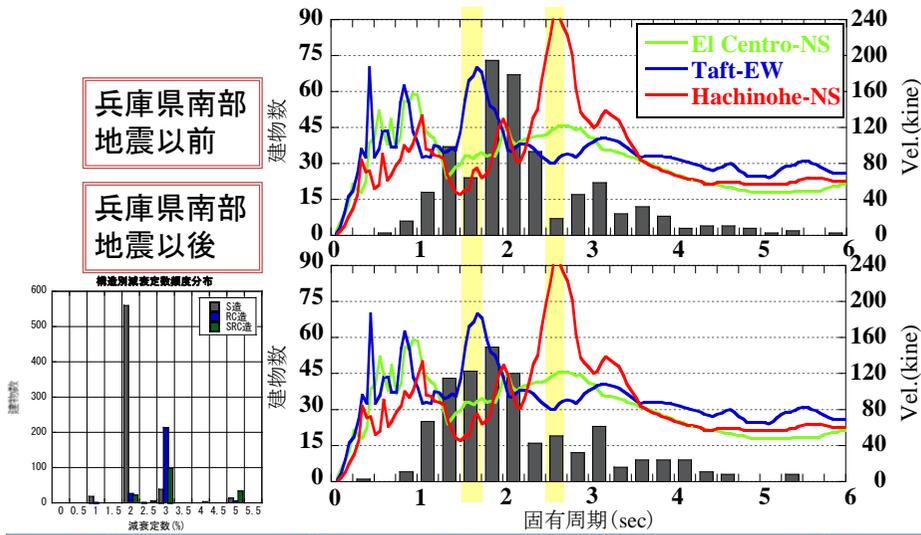


高層建物の設計用入力地震動





高層建物の設計固有周期



長周期地震動

震源

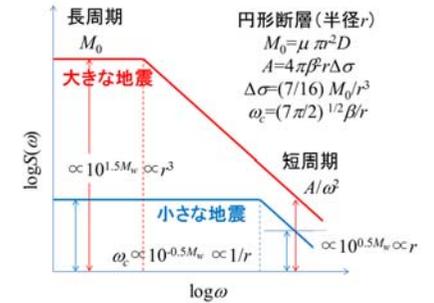
- 大きな地震: 短周期に比べ長周期はたっぷり
- アスペリティサイズとディレクティビティ効果

伝播と距離減衰

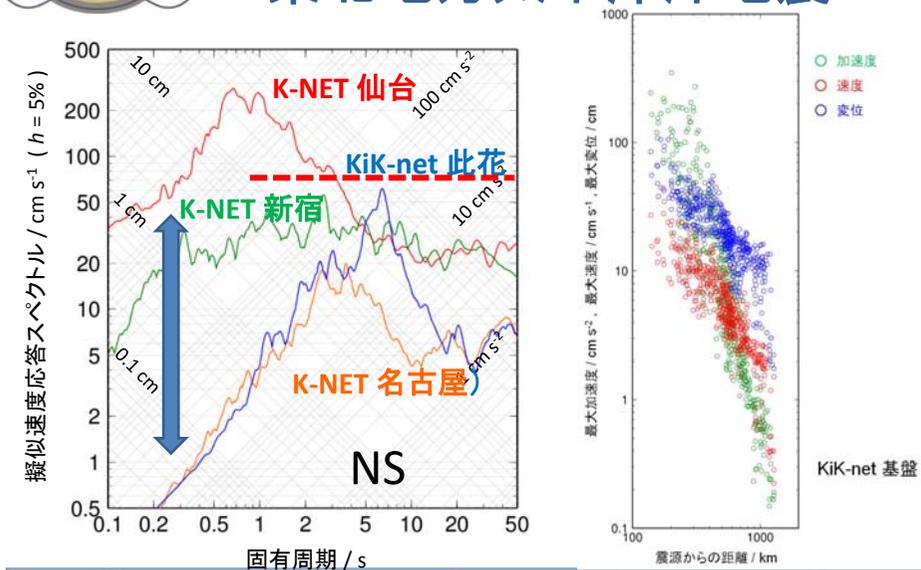
- 波長が長いと減衰しにくい
- 表面波の幾何減衰は小さい

堆積盆地内の増幅・伸長

- 平野固有の周期での増幅
- トラップされ波動による伸長



東北地方太平洋沖地震



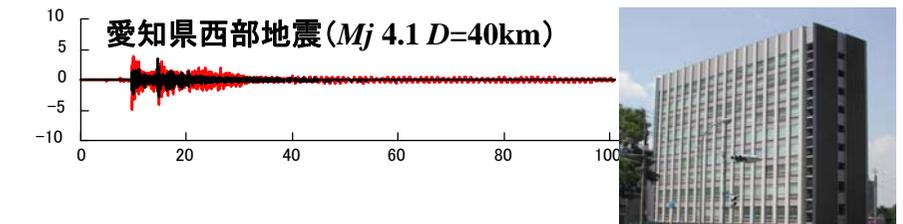
遠くの大きな地震で良く揺れる

IB電子情報館 黒:1階 赤:屋上

東海道沖地震 ($M_j 5.1 D=40\text{km}$)



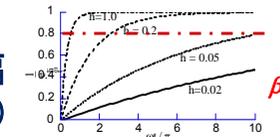
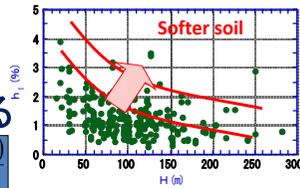
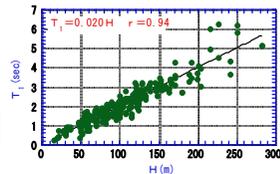
愛知県西部地震 ($M_j 4.1 D=40\text{km}$)





建築物の応答特性

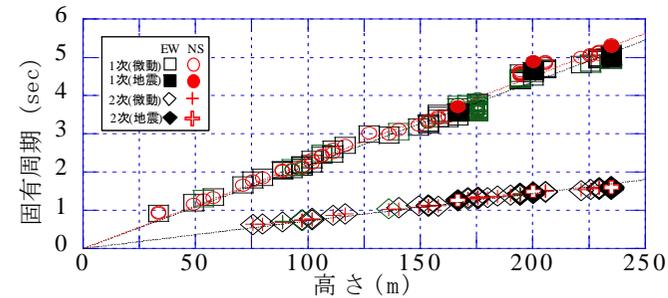
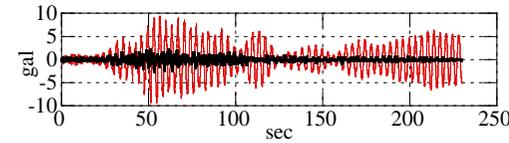
- 建物高さに周期は比例、減衰は逆比例
- 軟弱な地盤では、周期と減衰が増大 (動的相互作用効果、逸散減衰)
- 低減衰・長周期は共振に時間がかかる (地震動継続時間の重要性) $n = -\frac{\ln(1-\beta)}{2\pi h}$
- パルスの地震動に対しては、建物周期よりやや長周期の入力で2~3倍に増幅 (パルス周期の重要性、減衰の効果小)
- 高層建物の設計想定変位応答は建物高さの1%、速度応答は2~3m/s程度



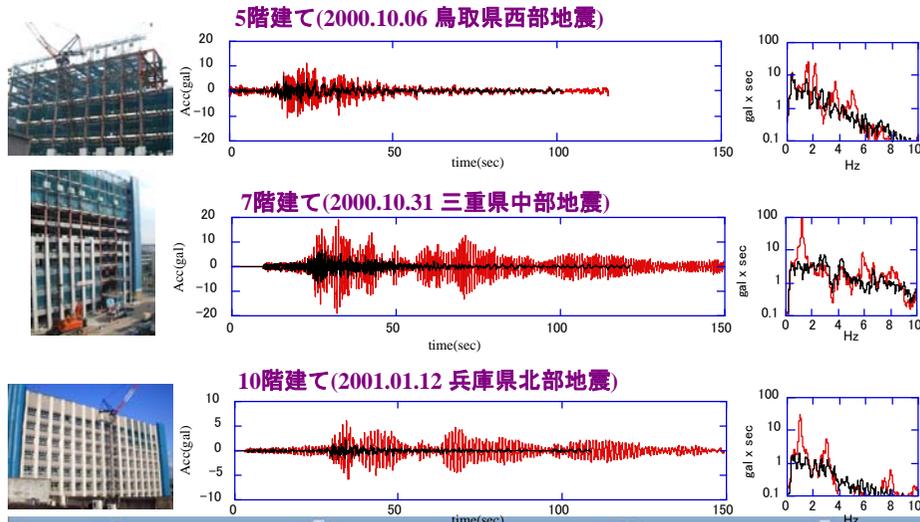
$$\dot{y}_{max} = \begin{cases} 2 & T = \frac{2\pi}{\omega} \leq T_0 \\ 2\sin\frac{\omega T_0}{4} & T = \frac{2\pi}{\omega} > T_0 \end{cases}$$



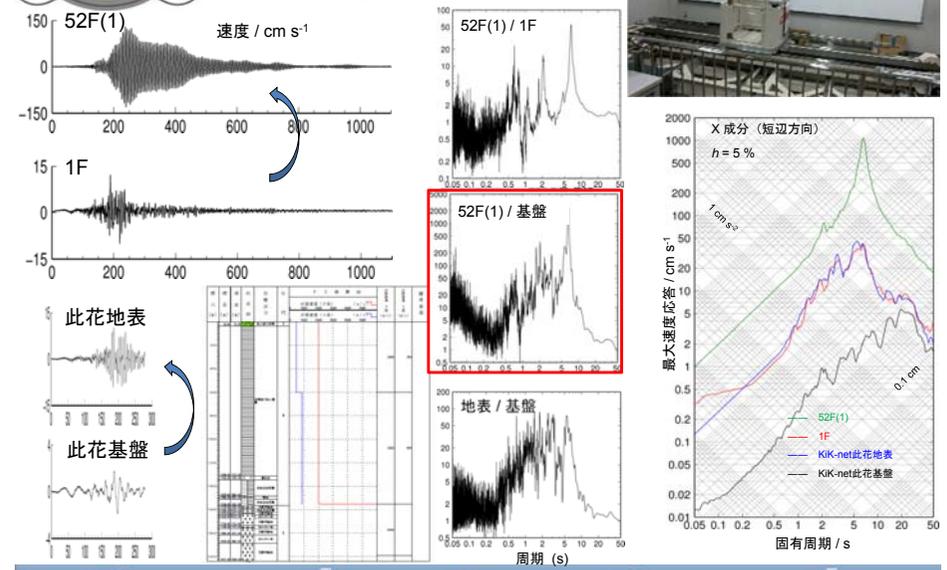
建物が高くなると周期が長くなる



建物が高くなると揺れやすくなる (地下逸散減衰低下)

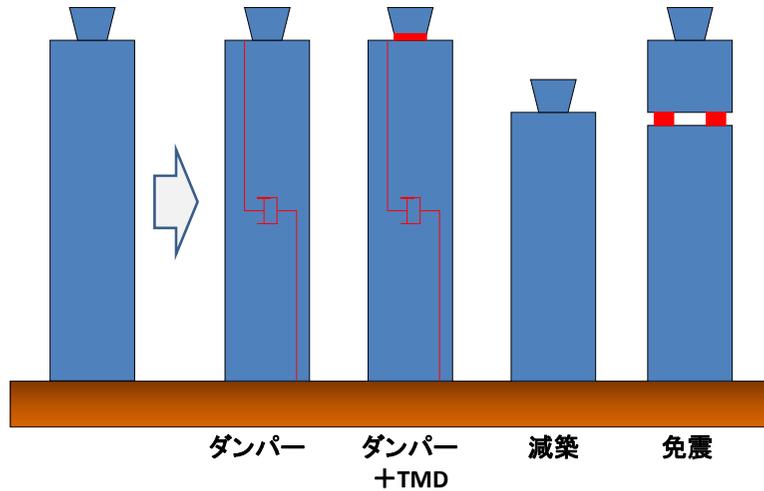


咲洲庁舎の揺れ



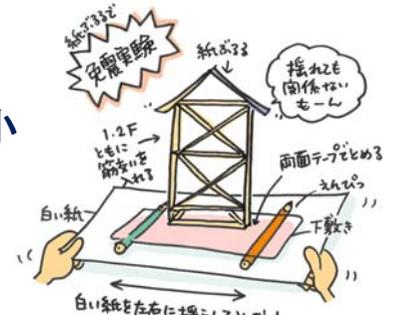


どうやって直す？ 減衰増と周期隔離

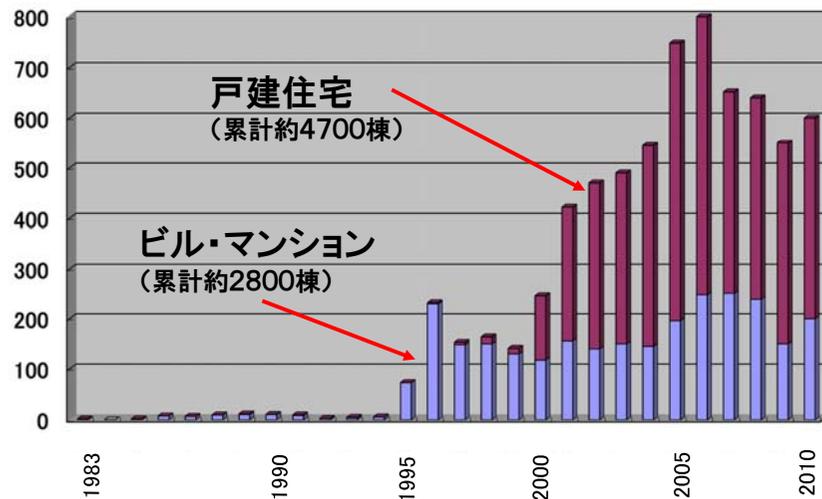


免震と制震

- **免震**は建物周期を地盤の揺れの周期から隔離。建物下に積層ゴムとダンパー、**低層建物**に適す。
- 免震層の変形が想定を超えると擁壁に衝突
- 地盤の周期と近接すると却って危険
- 長周期地震動には効果は小
- **制震**: 揺れを押さえる。ダンパーを設置、**高層建物**に適す。
- **コスト重視で免・制震前提に躯体を削ることもある。**



免震件数推移 (日本免震構造協会統計)



高居家のものがたり

