



京都大学

ジュニアキャンパス2007

**高層マンションは大丈夫？
—メキシコ地震に学ぶ—**

9月30日 BC2 10:30~15:30



スケジュール

10:30～10:40 挨拶・デモ実験

10:40～11:10 講義その1:

高層マンションは大丈夫？メキシコ地震に学ぶ

11:10～12:00 班ごとに自己紹介

模型設計／製作

12:00～14:00 休憩

14:00～14:30 模型制作の続き

14:30～15:00 振動実験：揺れを計測しよう

講評

15:00～15:25 講義その2：被災者のこと，メキシコ建築のこと

15:25～15:30 アンケート記入



1995年1月17日 AM5:46

淡路島を震源地とする

マグニチュード7.2の大地震が発生。

耐震性が高いと言われていた
コンクリートや鉄骨の建物も壊れた。

震災のあと、ビルやマンションは
むしろ高く大きくなっている。



こんな高いマンションを建てて
大丈夫？

結論：


阪神淡路大震災を超える巨大
地震でも倒壊はしない。

多分。



でも何だか心配。本当に大丈夫？

地震の揺れ方によっては
高層マンションに
大きな損傷が出る恐れも。
家具が倒れて
大ケガをする恐れも。



実は高い建物は、ゆっくり揺れる地震に弱い。
ゆっくりユ～ラユ～ラ揺れた地震で有名なのが

1985年9月19日メキシコ地震



1985年9月19日メキシコ地震

- マグニチュード 8.1
- 被害は首都メキシコ市に集中
- 死者約1万人(正確な数は不明)
- **震源**はメキシコ市の北西330km
- 倒壊・大破した建物の6割が**6階～15階建**

メキシコ地震と阪神大震災

	メキシコ市	阪神・淡路
マグニチュード	8.1	7.3
震源	330 km北西	ほぼ直下
震度	5強 (メキシコ市)	7
最大加速度	168 gal	818 gal



メキシコの建物はそんなに壊れやすい？



1985年の地震調査団の話

「メキシコ市は**近代的防災都市**」
防災施設が充実し、市民のボランティア意識も高い

被災した10階建ホテルの鉄筋強度をテストしたら
「日本の鉄筋のなんと**2倍**の強度」


メキシコは**地震防災ハイテク国家**



そのメキシコでなぜ大被害？

そのカギは揺れの間隔＝周期に

	メキシコ市	阪神・淡路
揺れの間隔	2秒	0.9秒



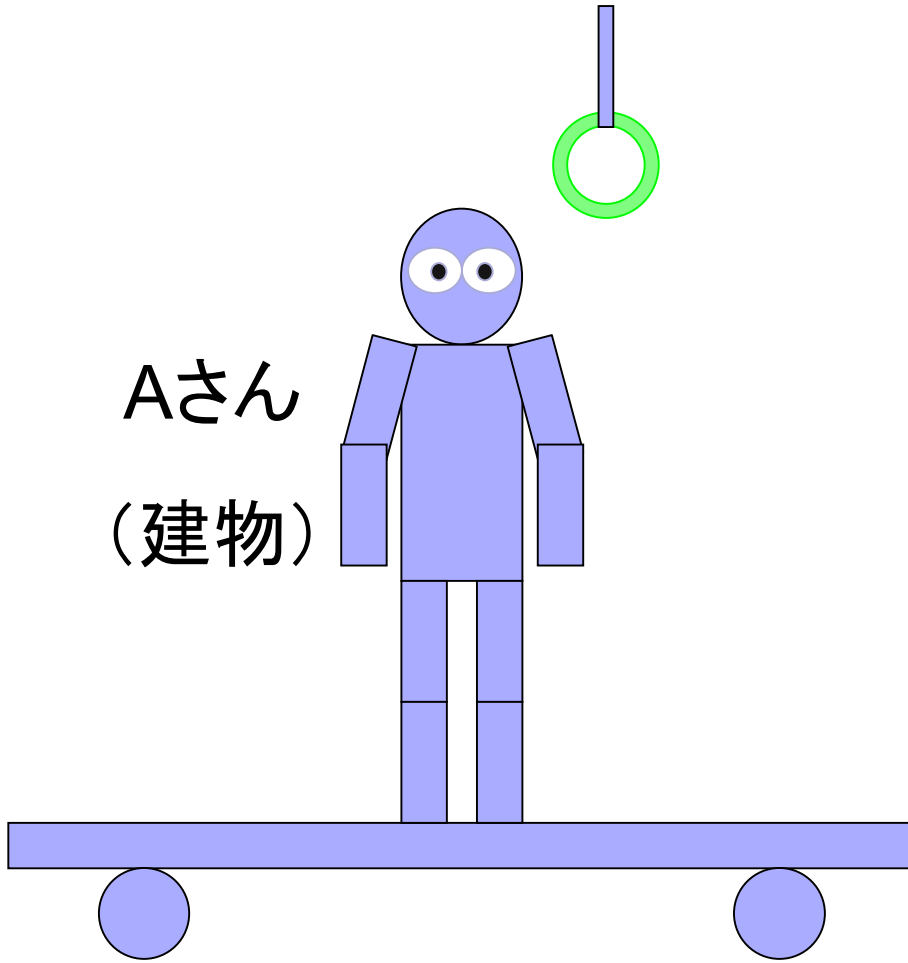
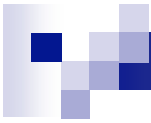
ここで、「周期」の説明をする前に、
なぜ地震で建物が壊れるのか考えてみよう。

慣性力と復元力

例：電車が急に発車すると、
立っている人は転びそうに。

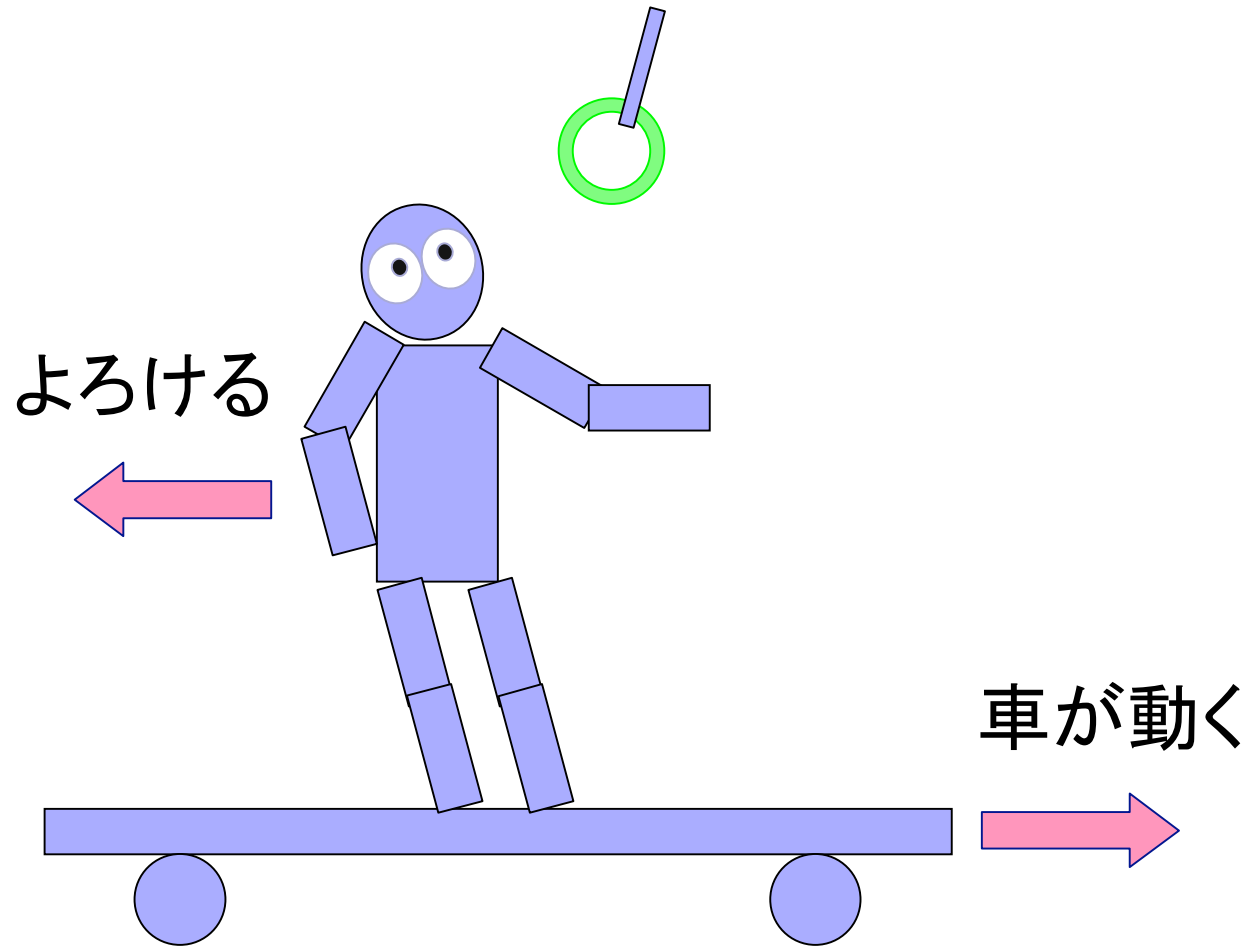


踏ん張る

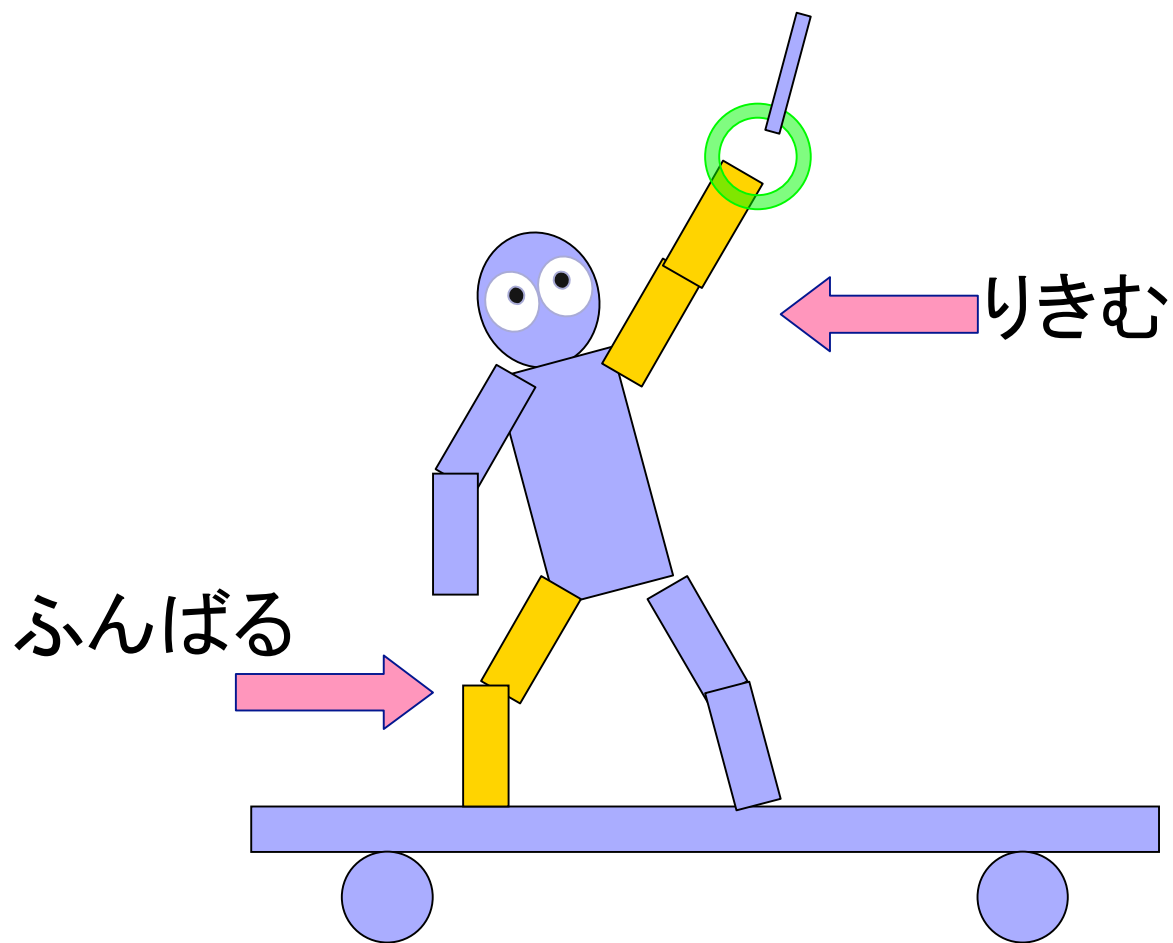


Aさん
(建物)

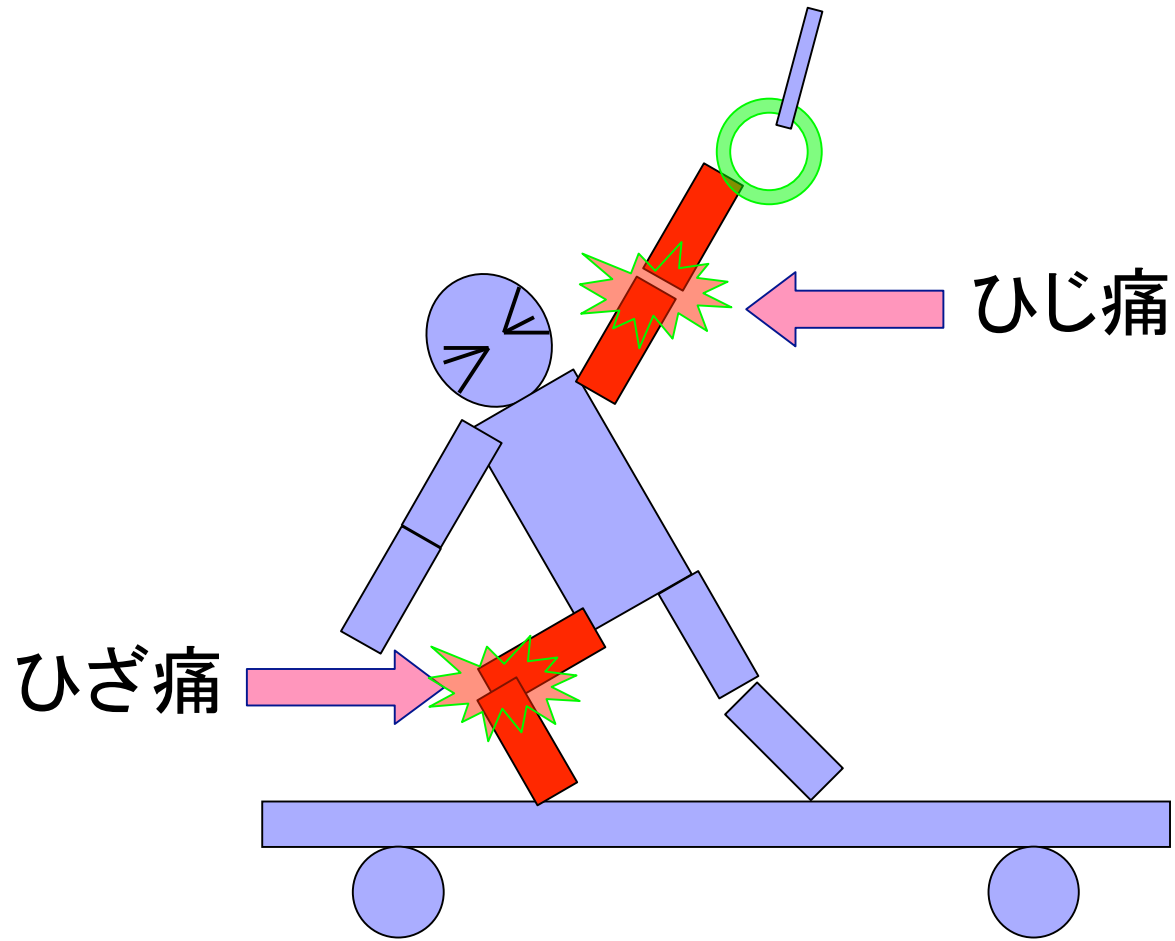
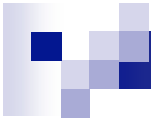
車
(地面)



「よろける」=慣性力のしわざ

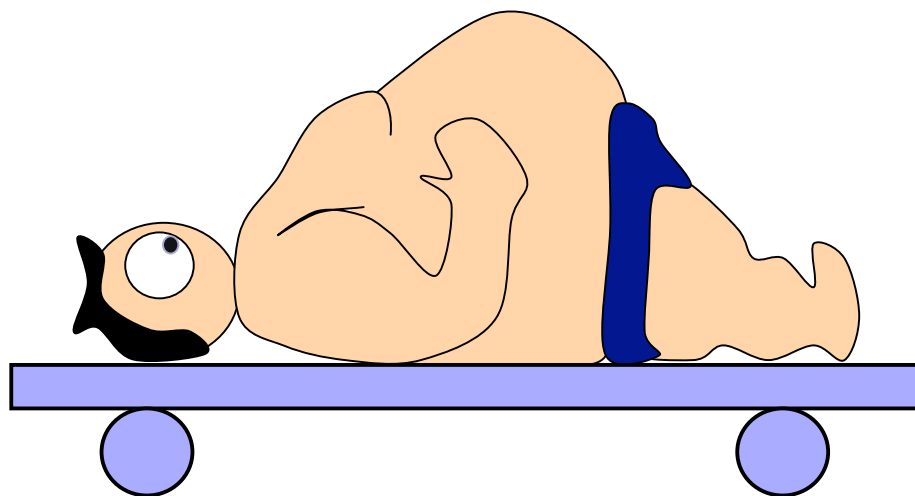


「りきみ」「ふんばり」= 復元力



体の痛み・ケガ＝損傷

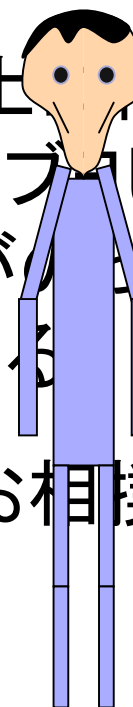
揺れがさらにひどくなる場合がある。

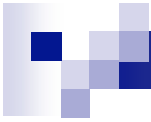


長身で痩せた人が乗るとする。

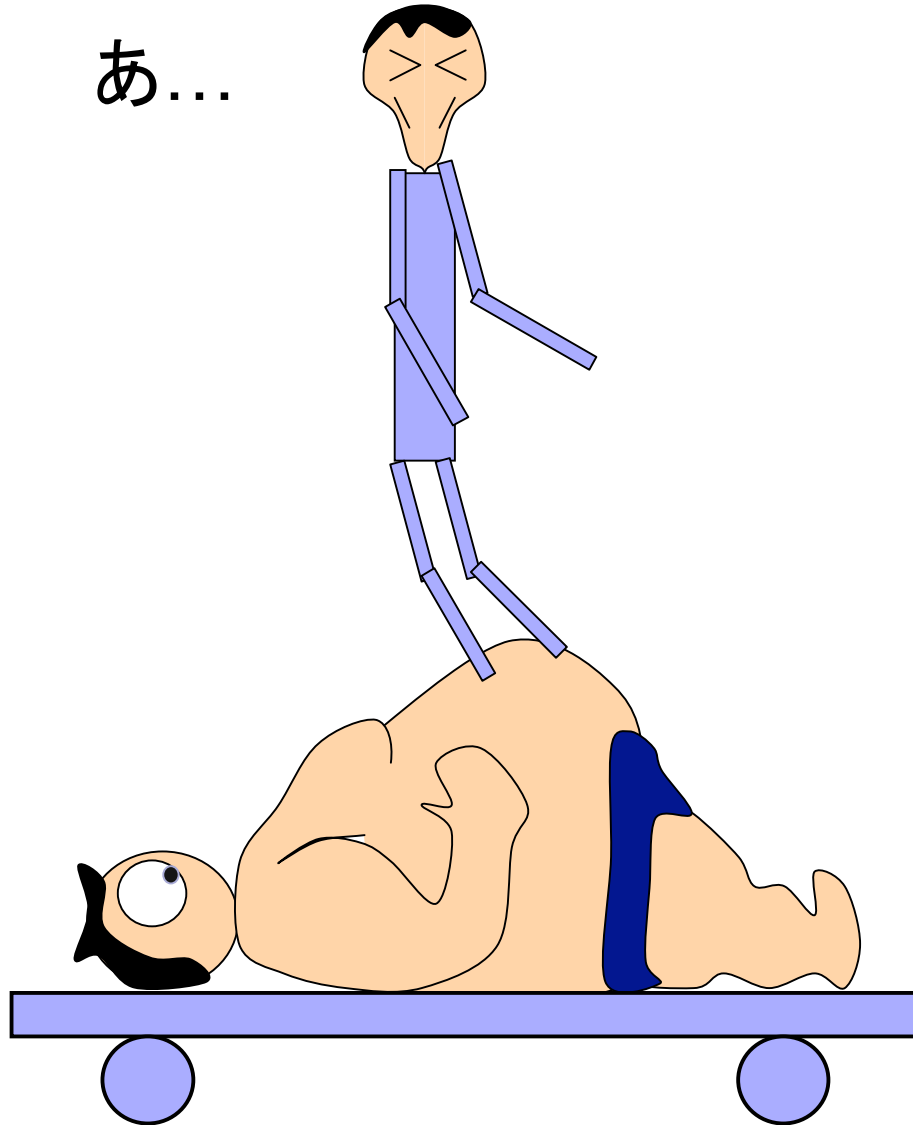
台車の上で何か
だかブヨブヨし
たものがのびて
いるとする

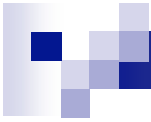
例えばお相撲さ
んの腹



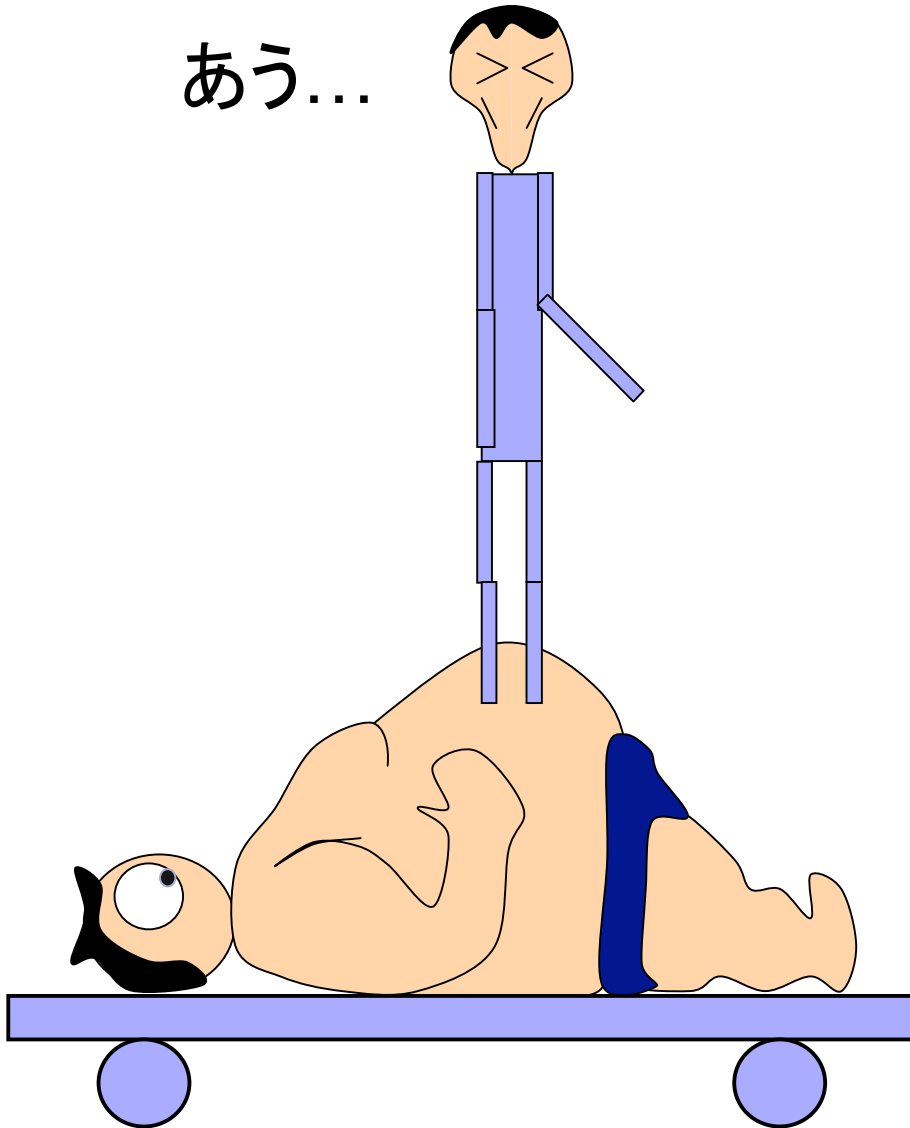


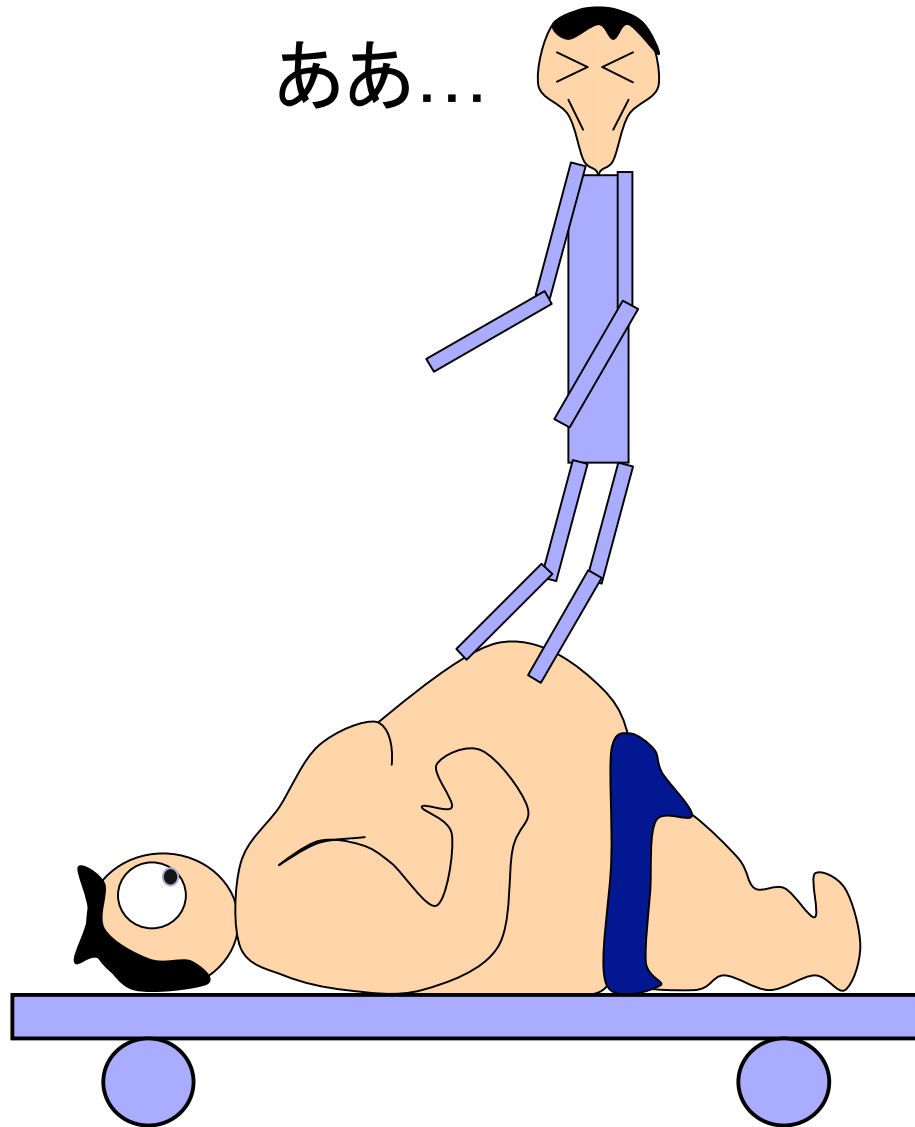
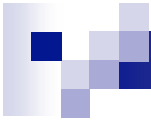
あ...



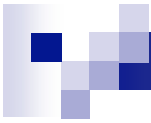


あう...

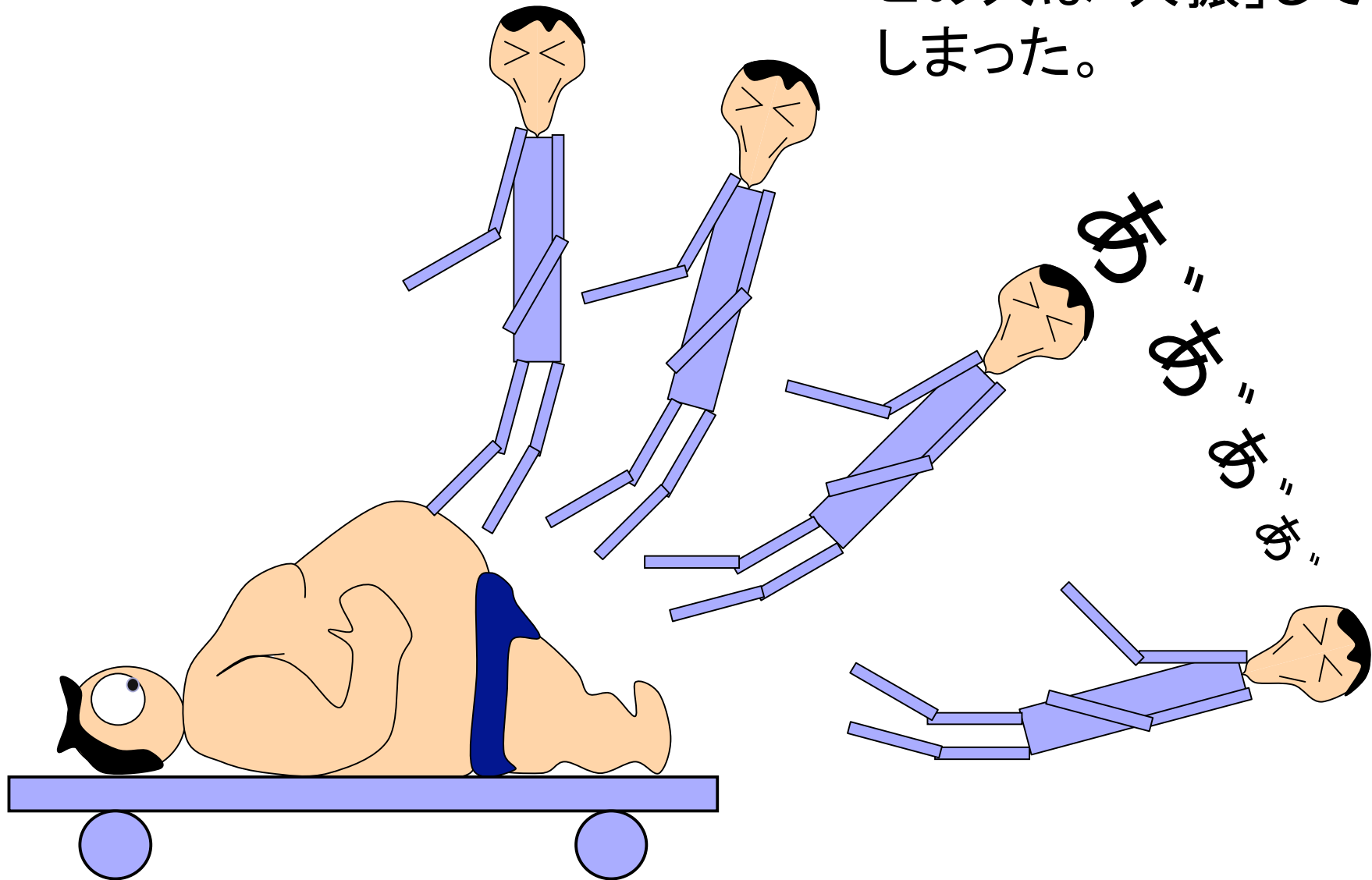




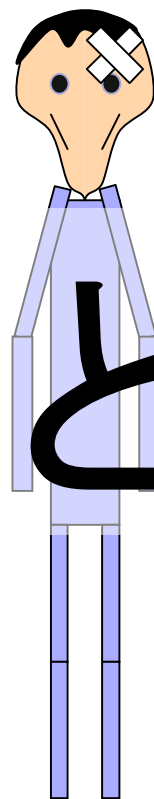
ああ...



この人は「共振」して
しまった。

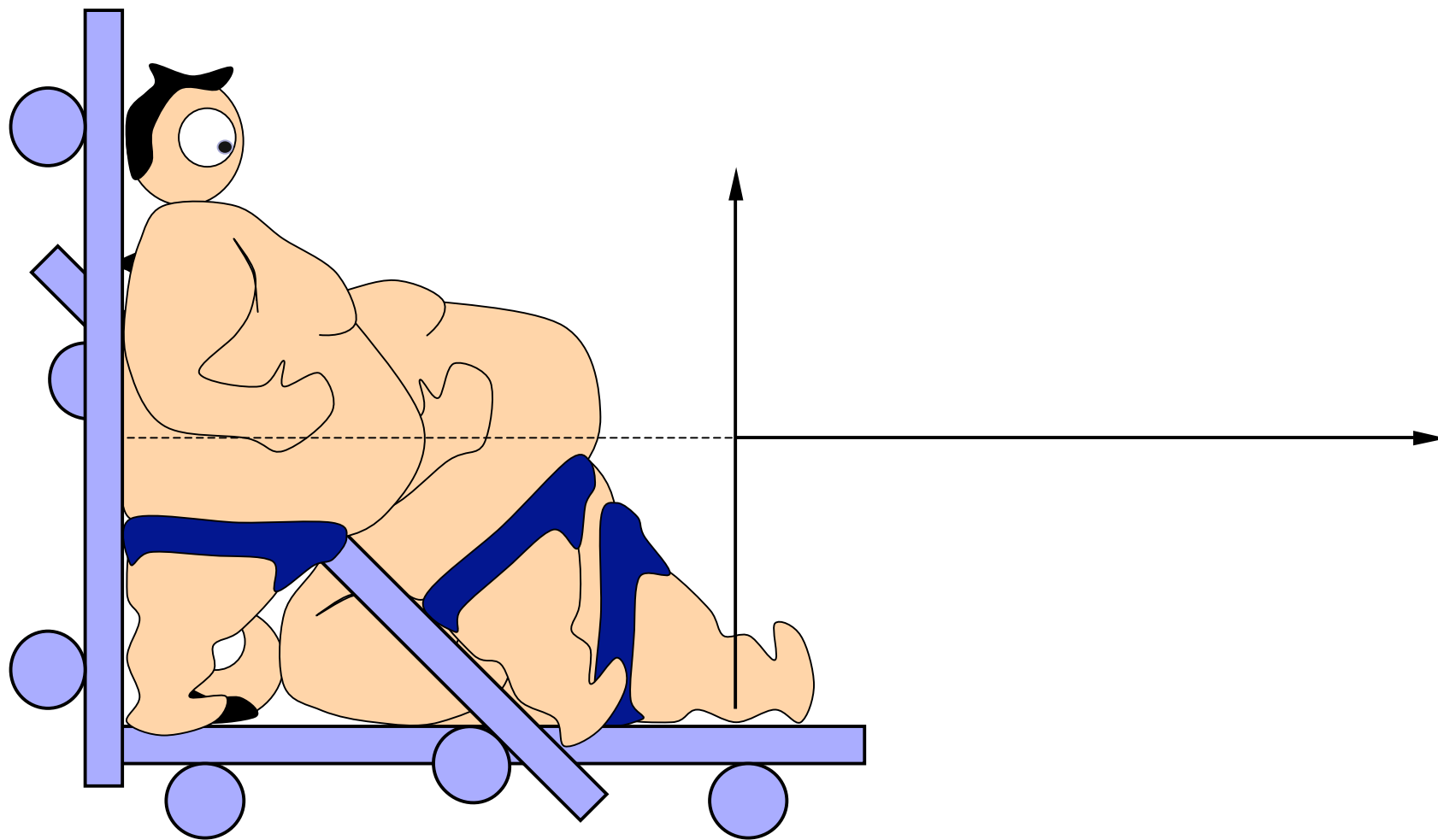


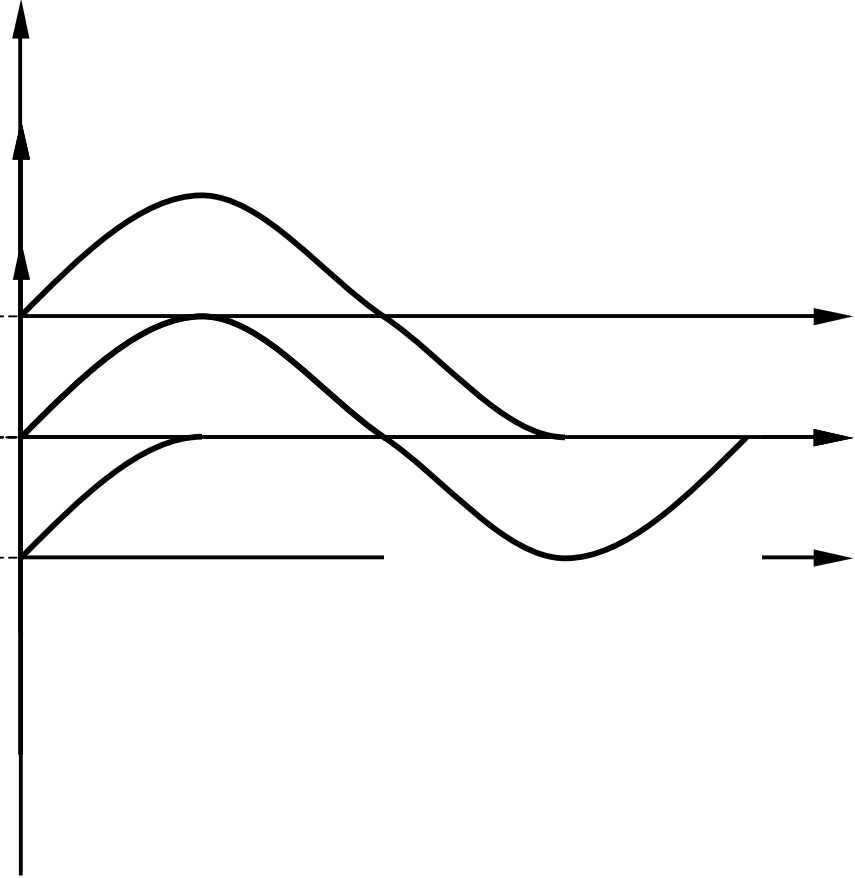
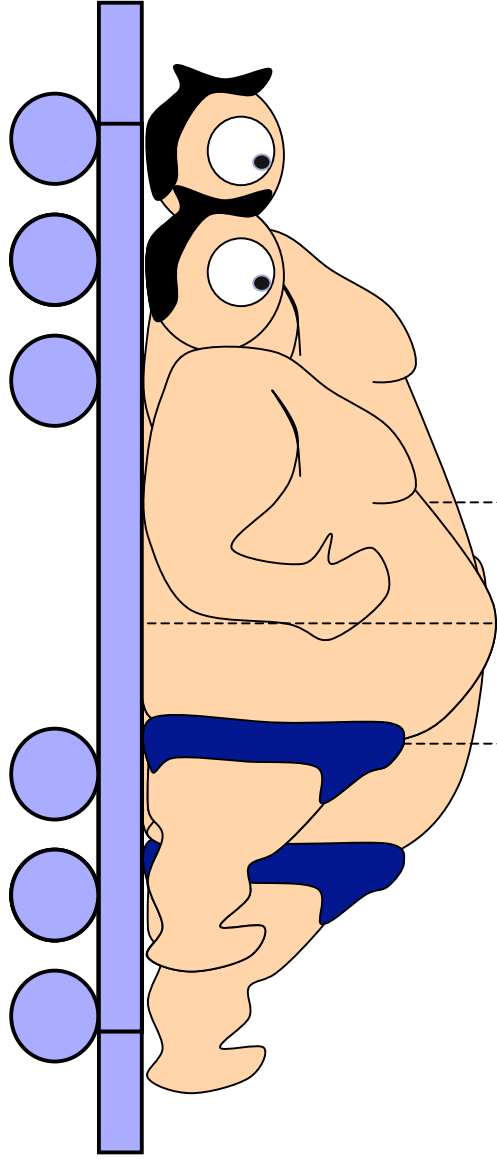
長身で痩せた人

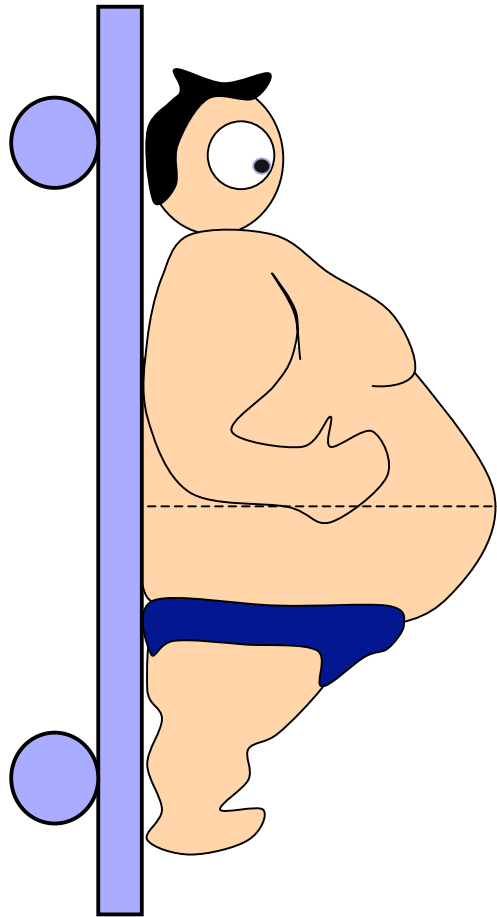
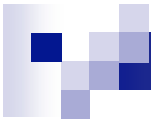


共振とは？

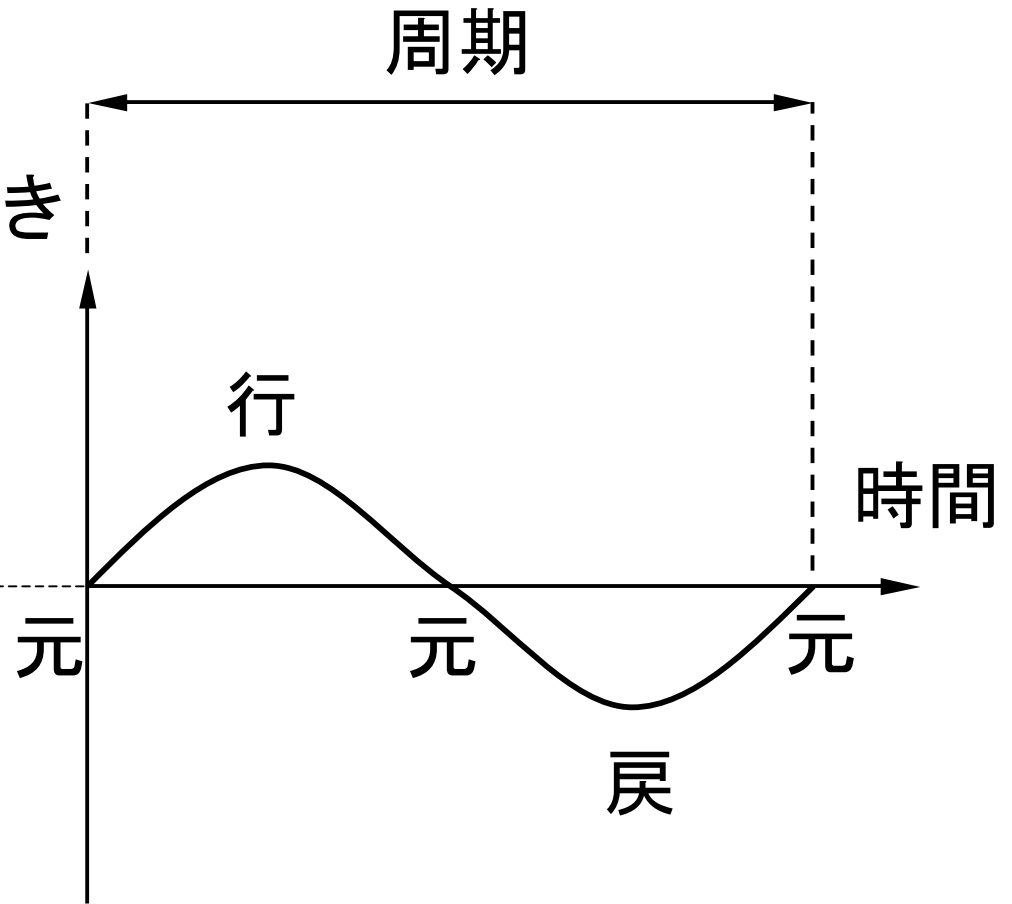
お相撲さんの腹の動きを見よう







腹の動き



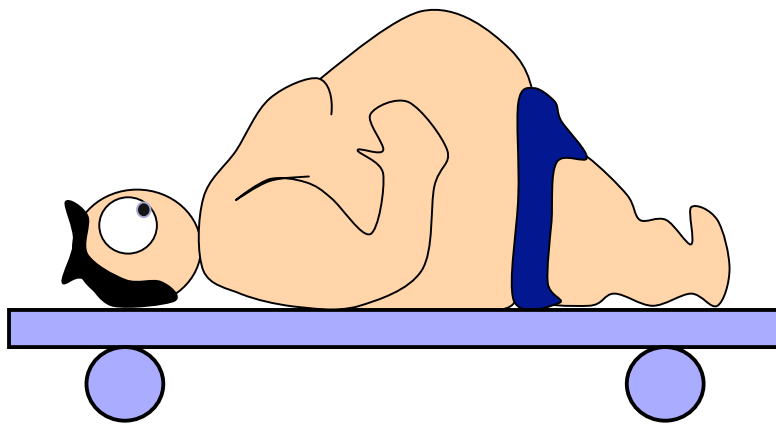
元の位置→行→元→戻→元

この時間を「周期」という。

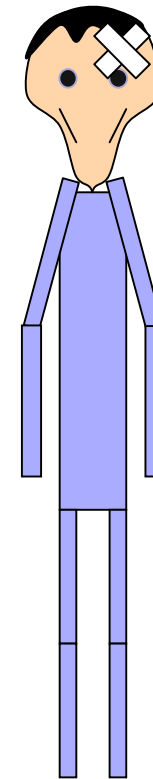
モノには一番揺れやすい周期がある。

これを固有周期という。

お相撲さんの腹
にも固有周期



長身で痩せた
人にも固有周期





モノは

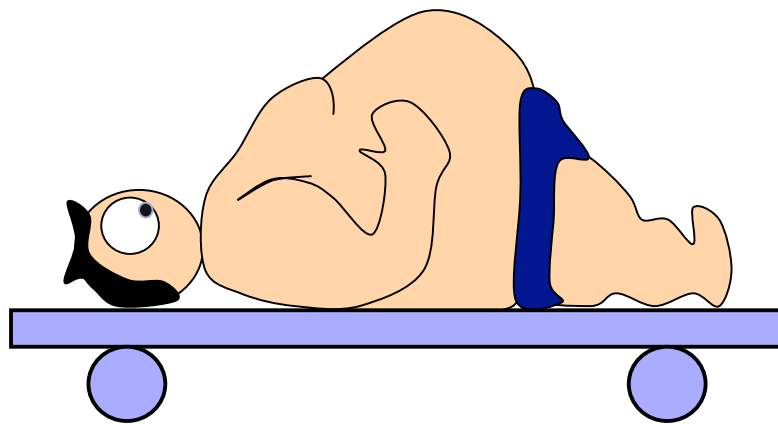
重いほど、やわらかいほど、ユラユラ揺れる

＝固有周期が長い

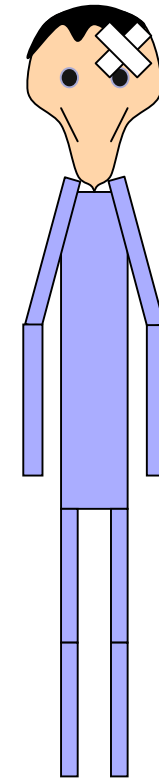
軽いほど、かたいほど、ガタガタ揺れる

＝固有周期が短い

お相撲さんの腹
は**重い**



長身で痩せた人は
やわらかい

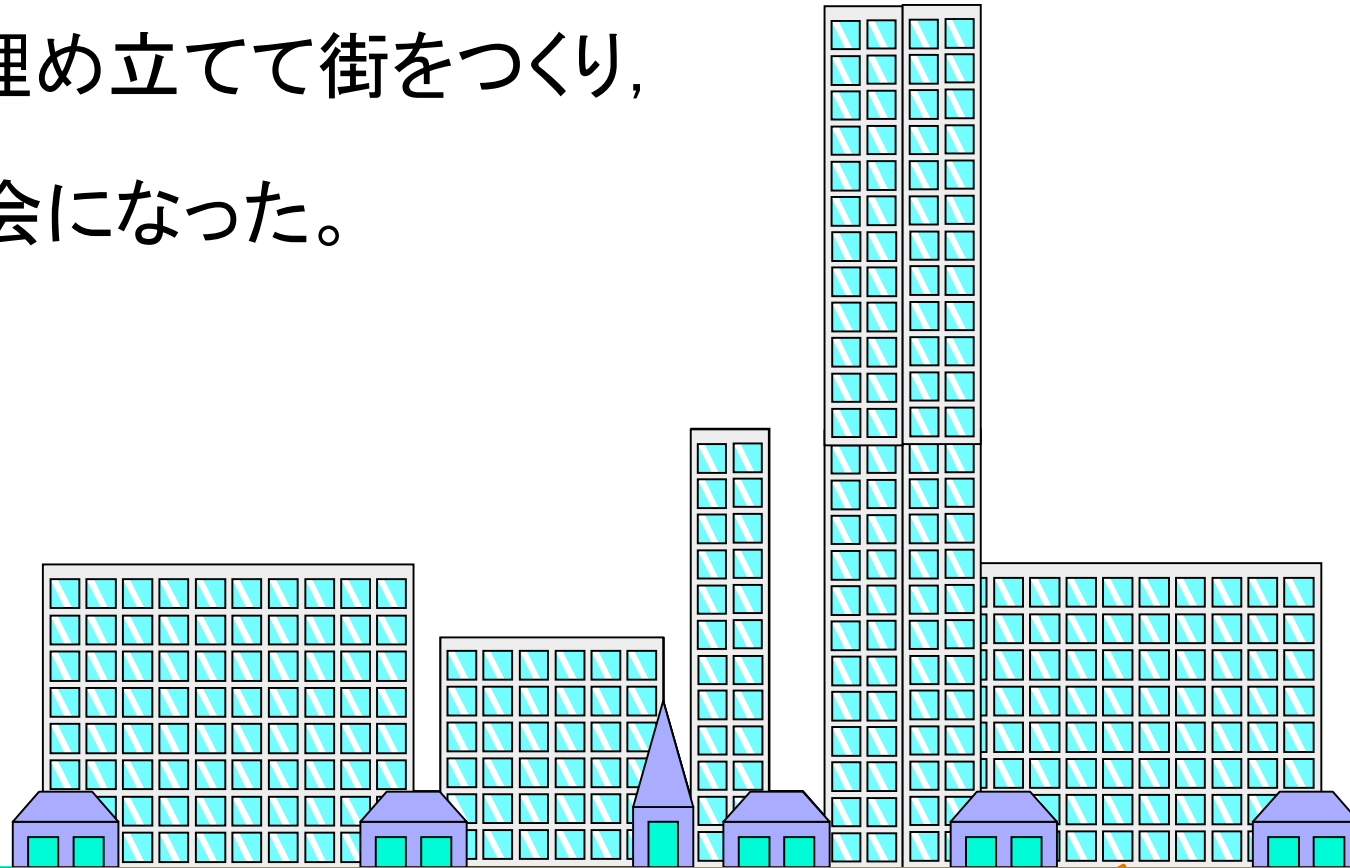


どちらも**固有周期**が長い。だから**共振**した。

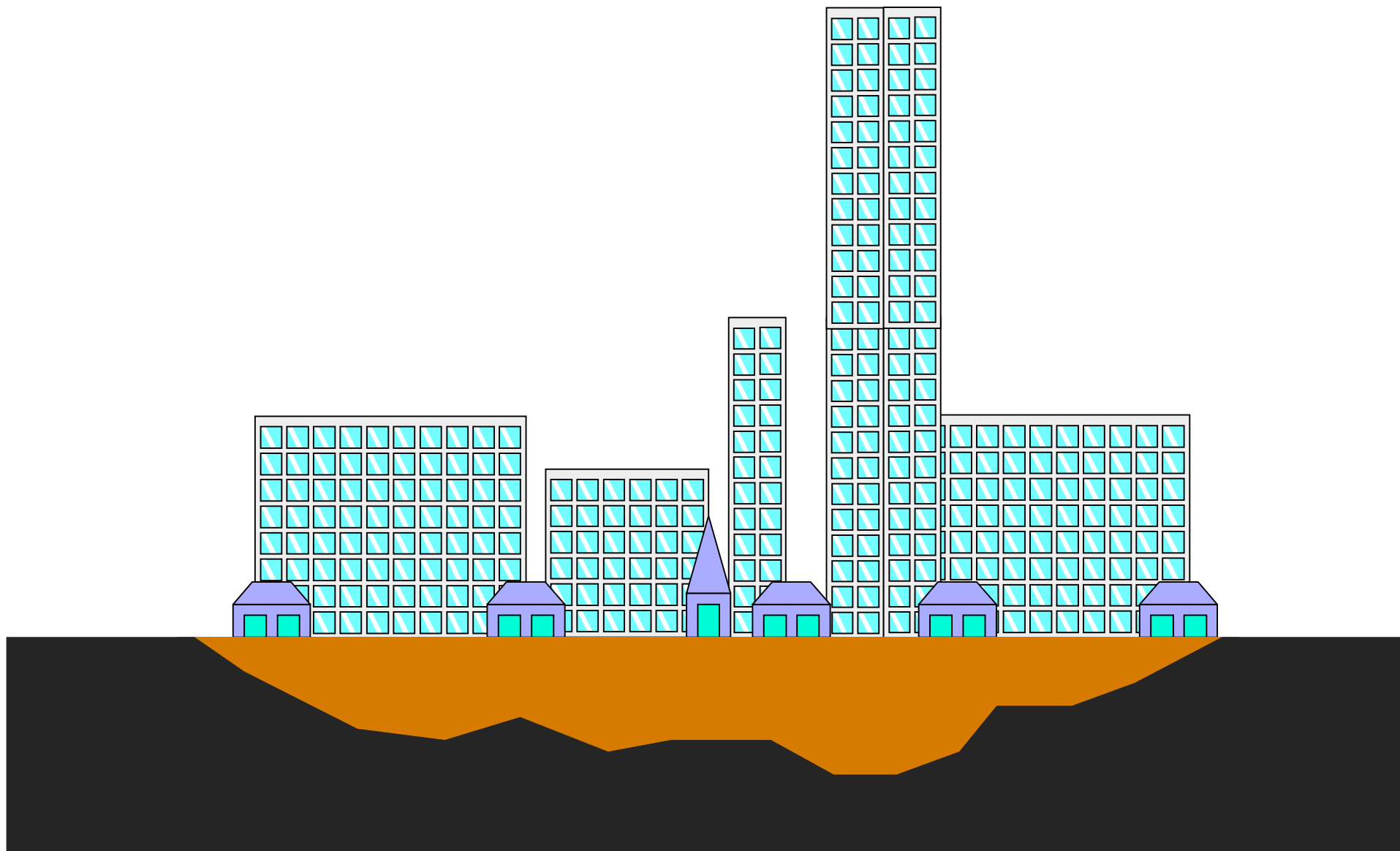
メキシコ市は、500年前まで湖だった。

湖を埋め立てて街をつくり、

大都会になった。

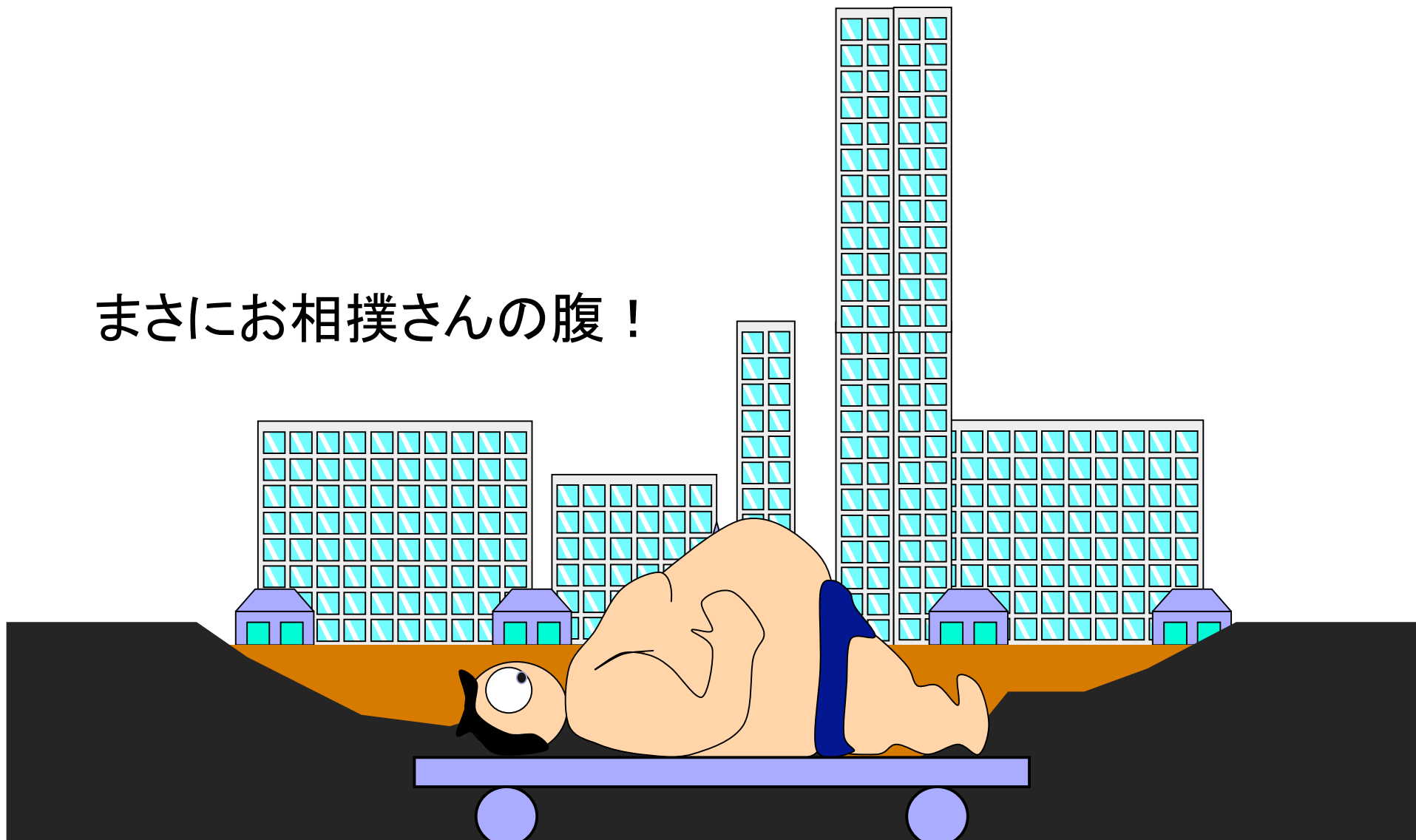


埋め立てた地盤は軟弱で、沈下しやすかった。



しかも揺れやすい！

まさにお相撲さんの腹！

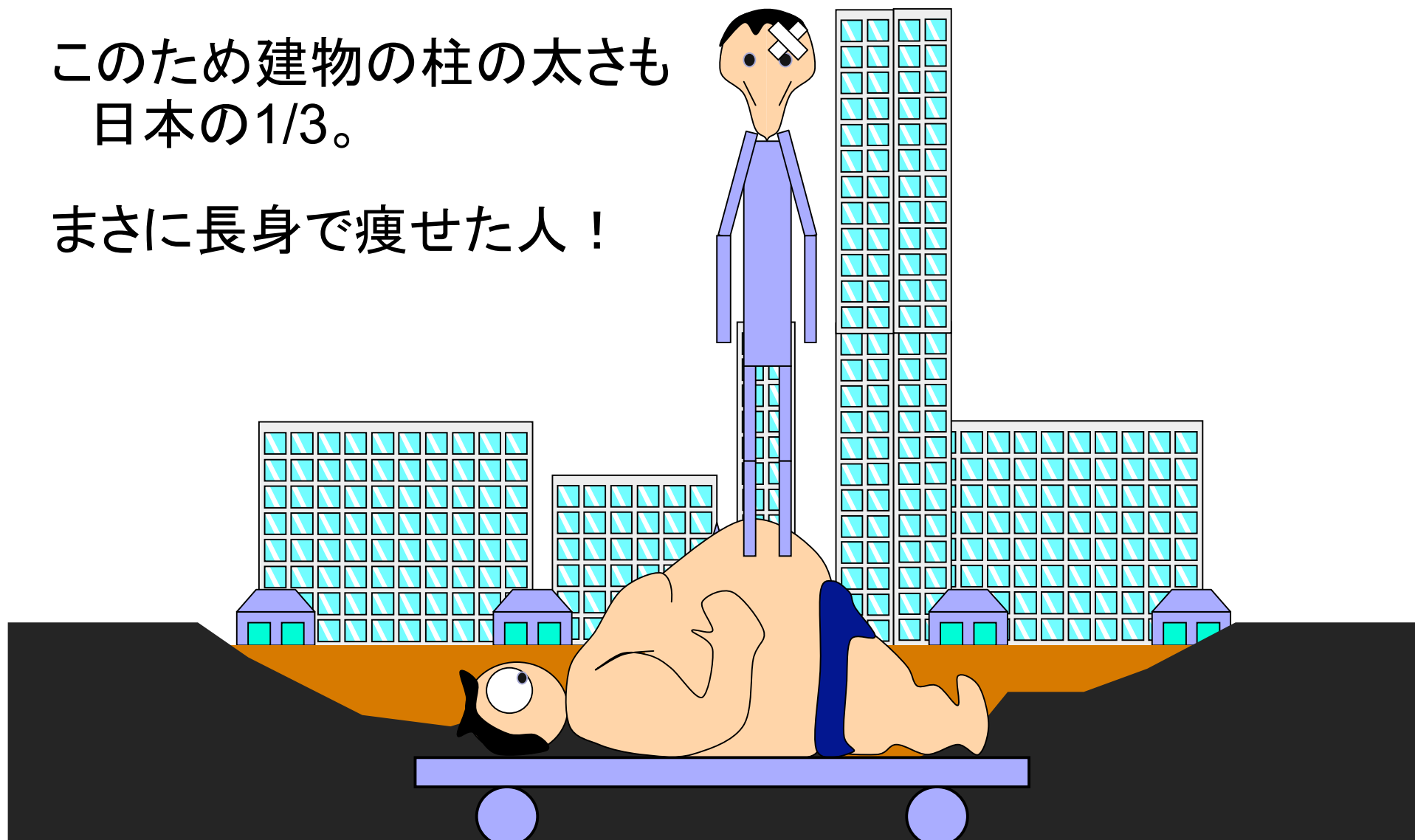


メキシコは地震が多い。

しかし1985年以前の地震は、日本の大地震の1/3の強さ。

このため建物の柱の太さも
日本の1/3。

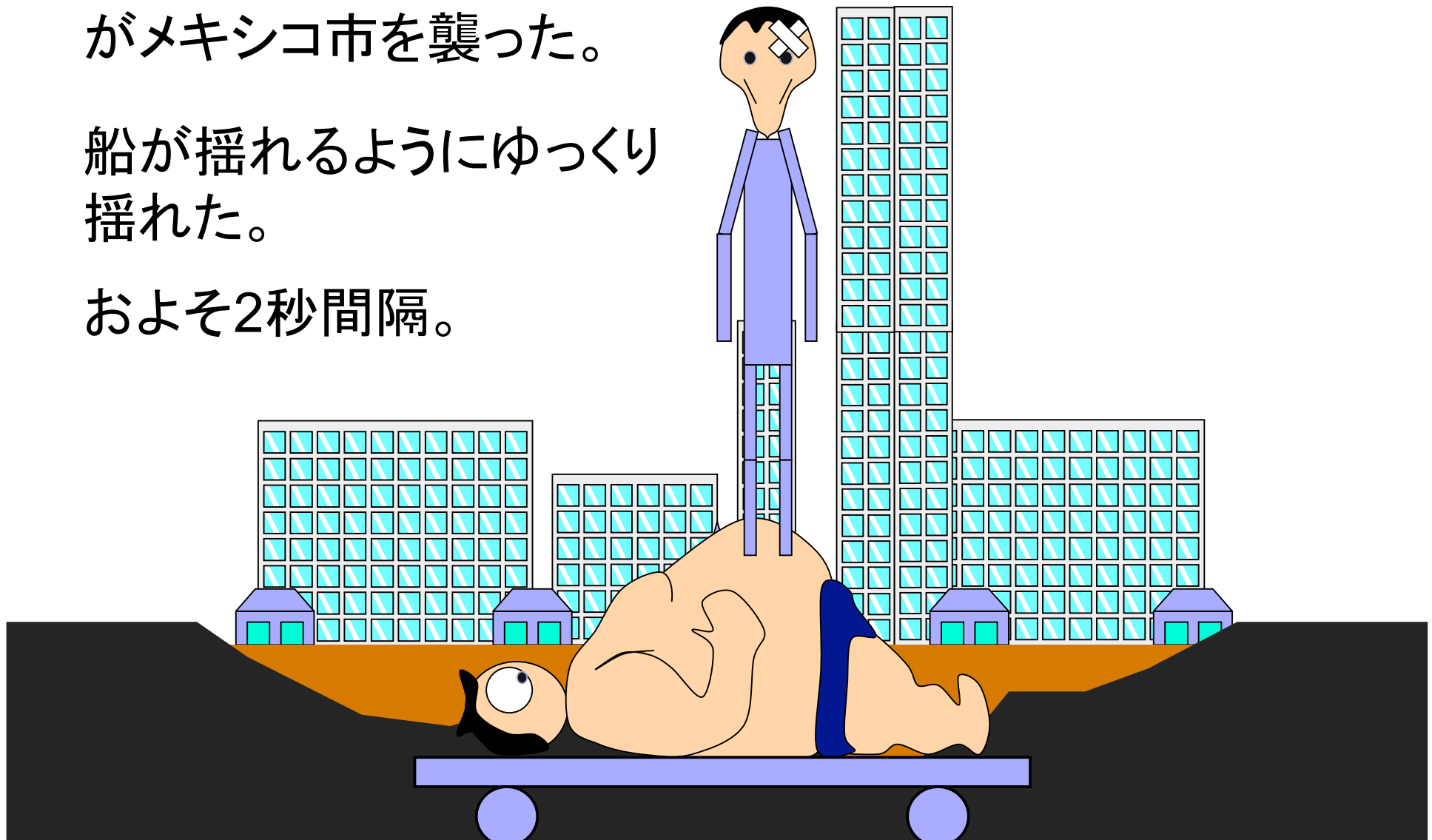
まさに長身で痩せた人！



1985年9月19日，それまでの地震の3倍の強さの地震がメキシコ市を襲った。

船が揺れるようにゆっくり揺れた。

およそ2秒間隔。



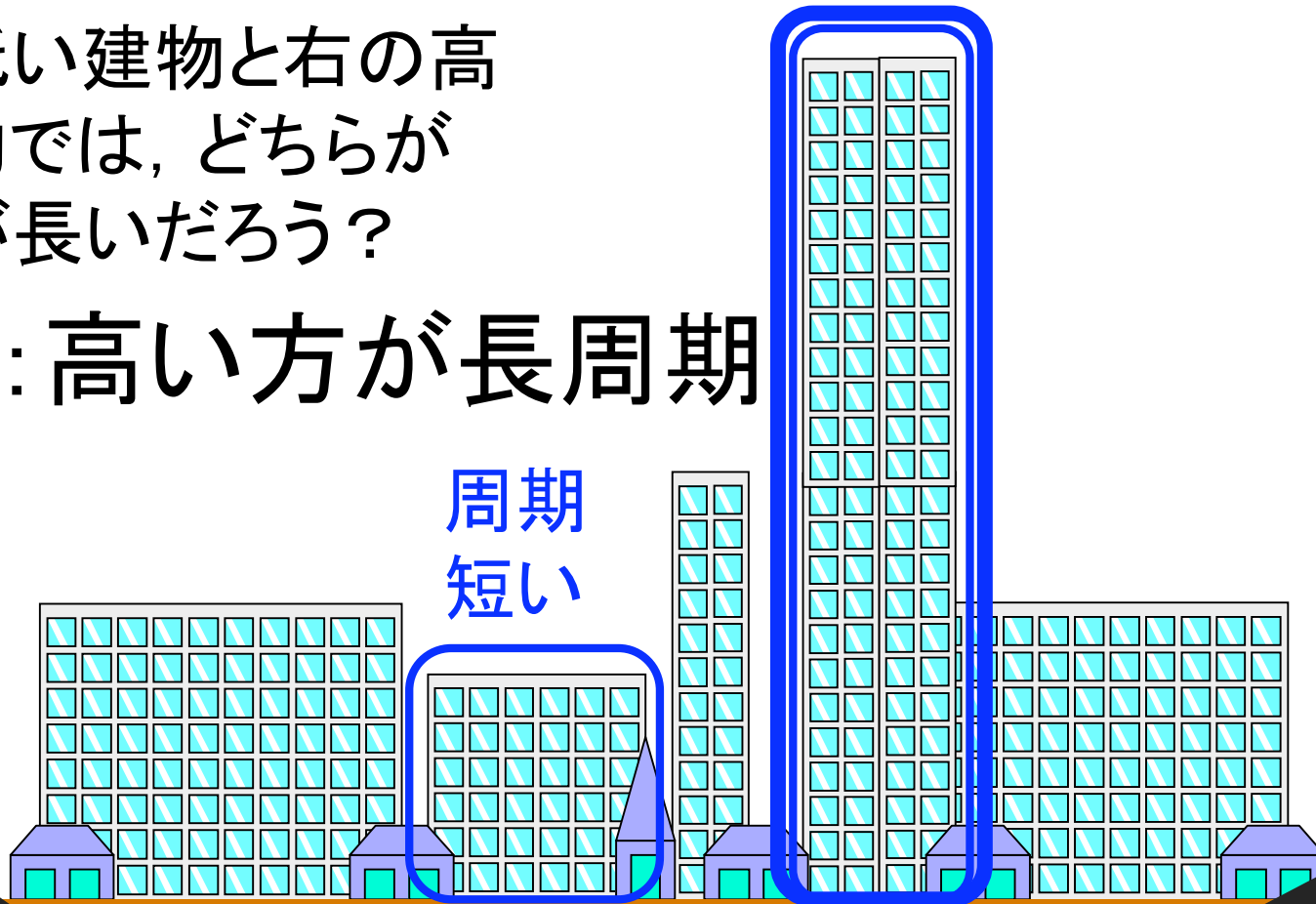
ここでクイズ

左の低い建物と右の高い建物では、どちらが周期が長いだろう？

答え：高い方が長周期

周期長い

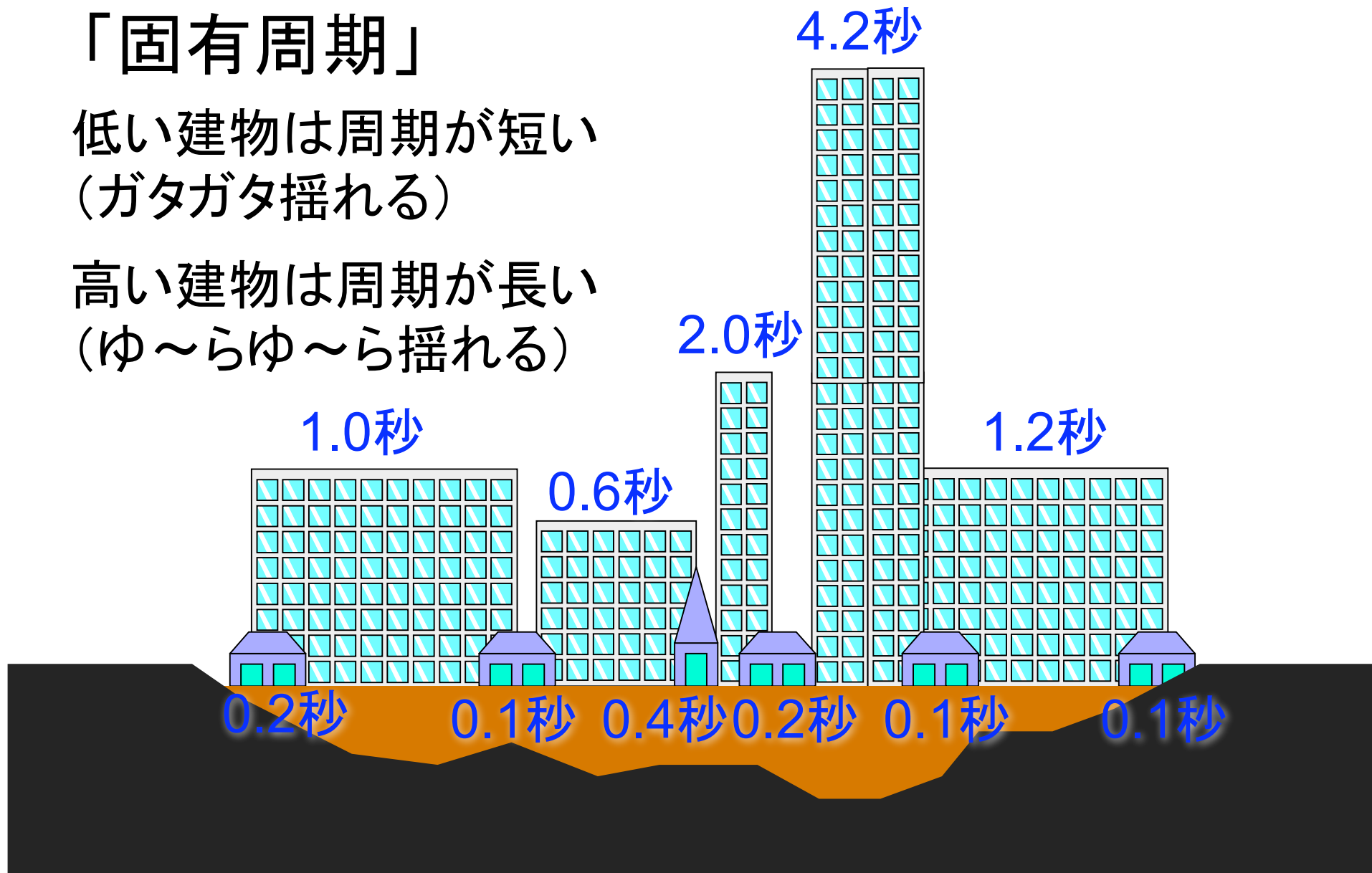
周期
短い



建物にはそれぞれの 「固有周期」

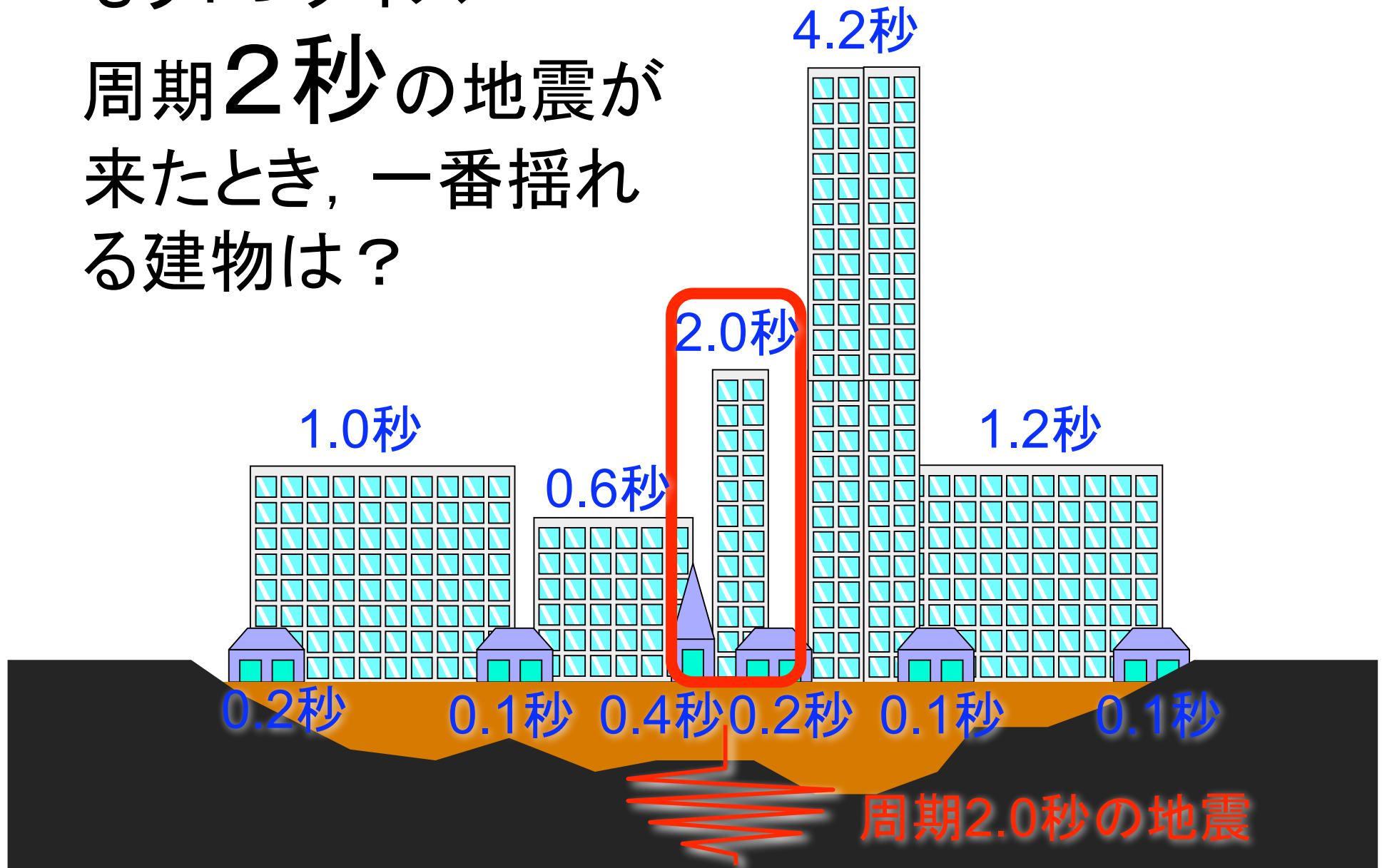
低い建物は周期が短い
(ガタガタ揺れる)

高い建物は周期が長い
(ゆ～らゆ～ら揺れる)



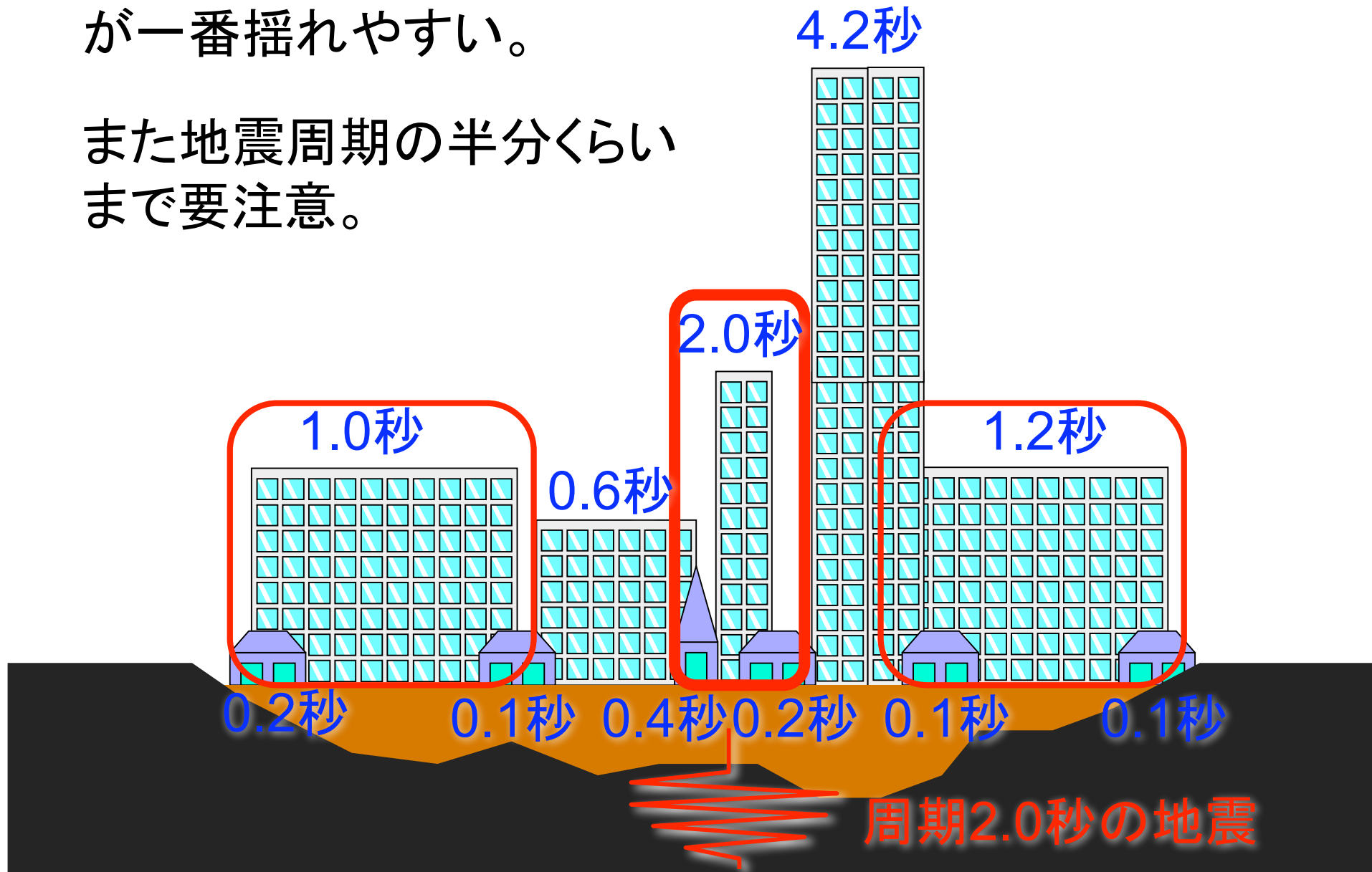
もう1つクイズ

周期2秒の地震が
来たとき、一番揺れ
る建物は？



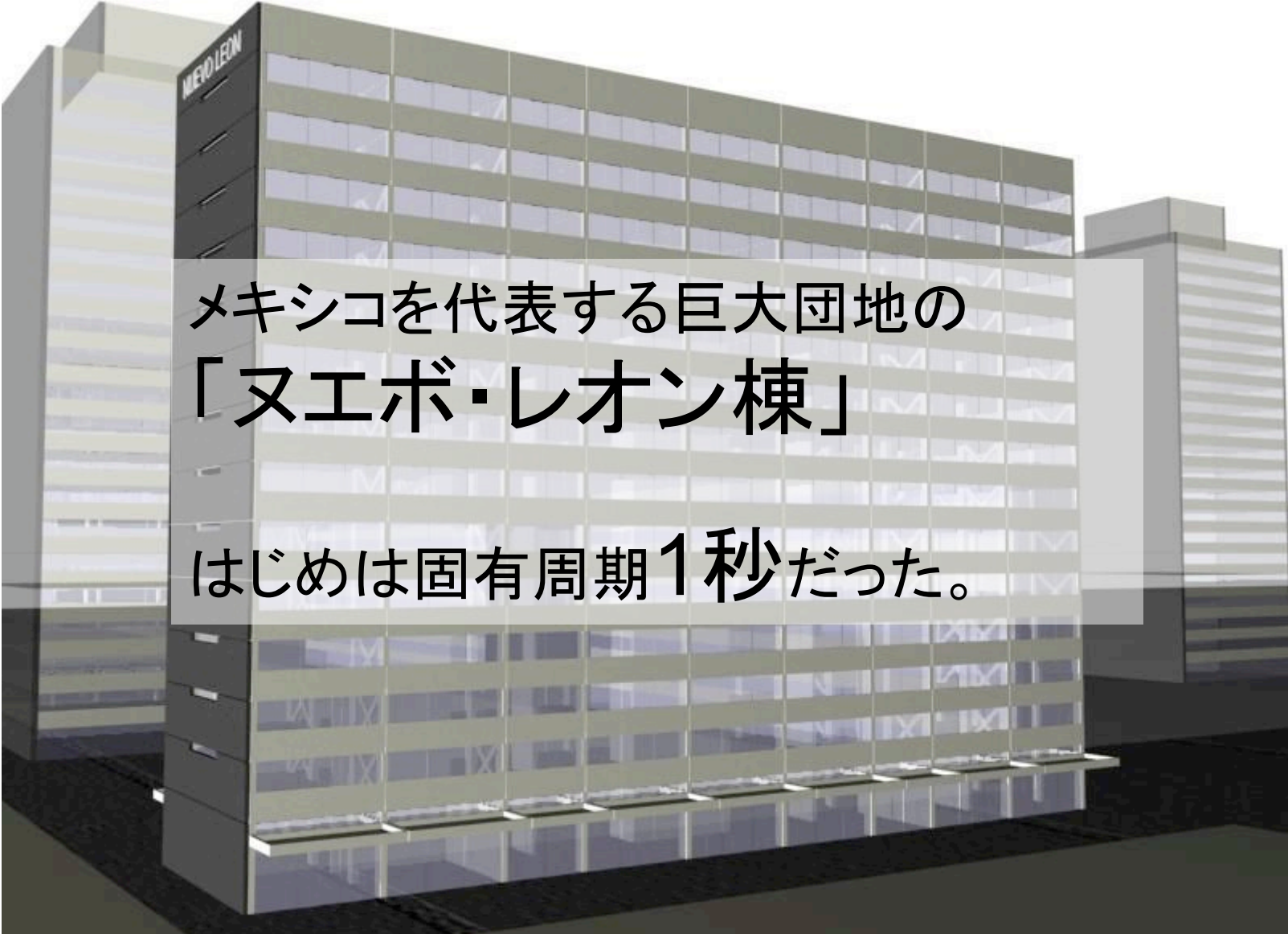
地震と同じ周期2秒の建物が一番揺れやすい。

また地震周期の半分くらいまで要注意。





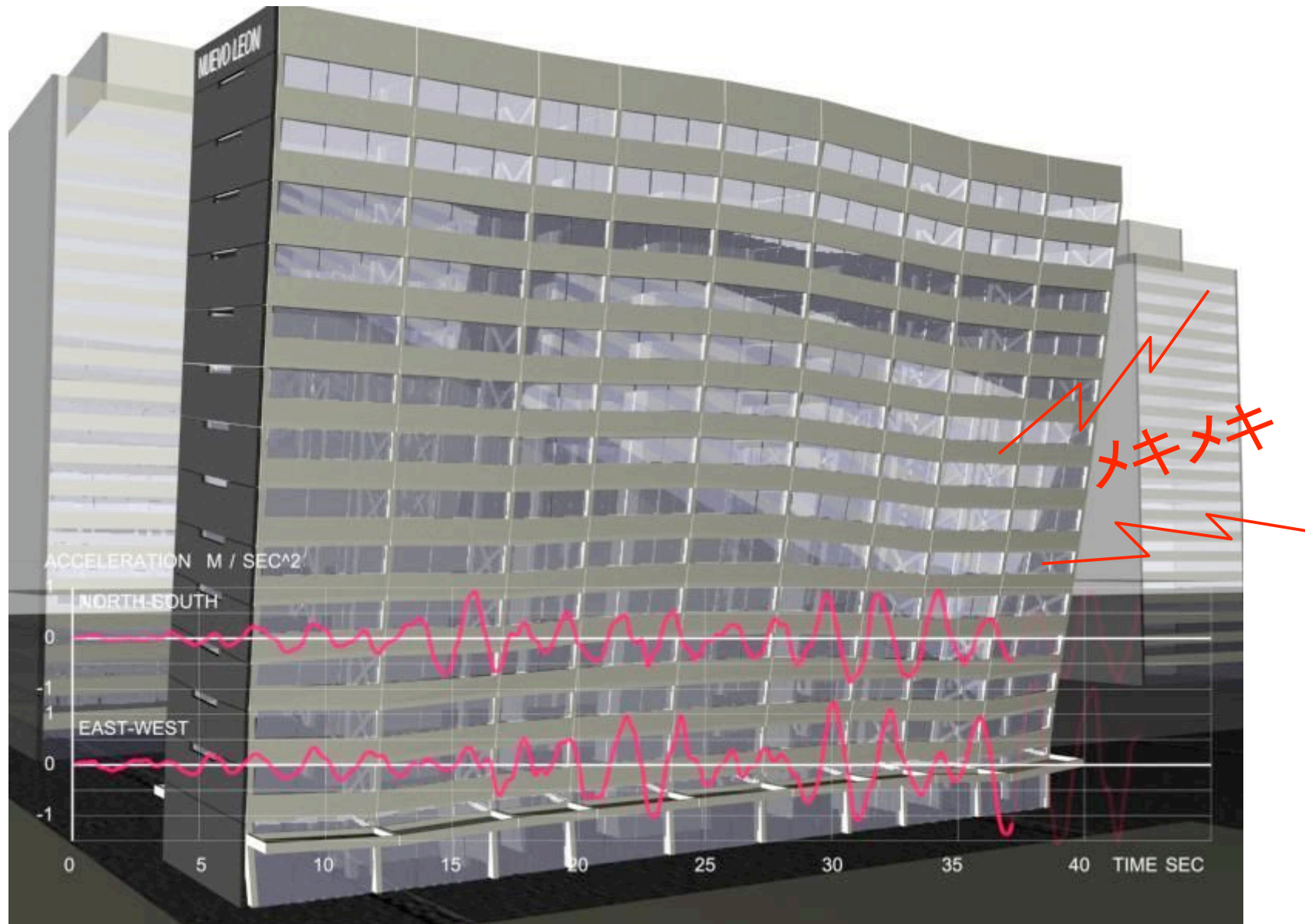
14階建て集合住宅の例



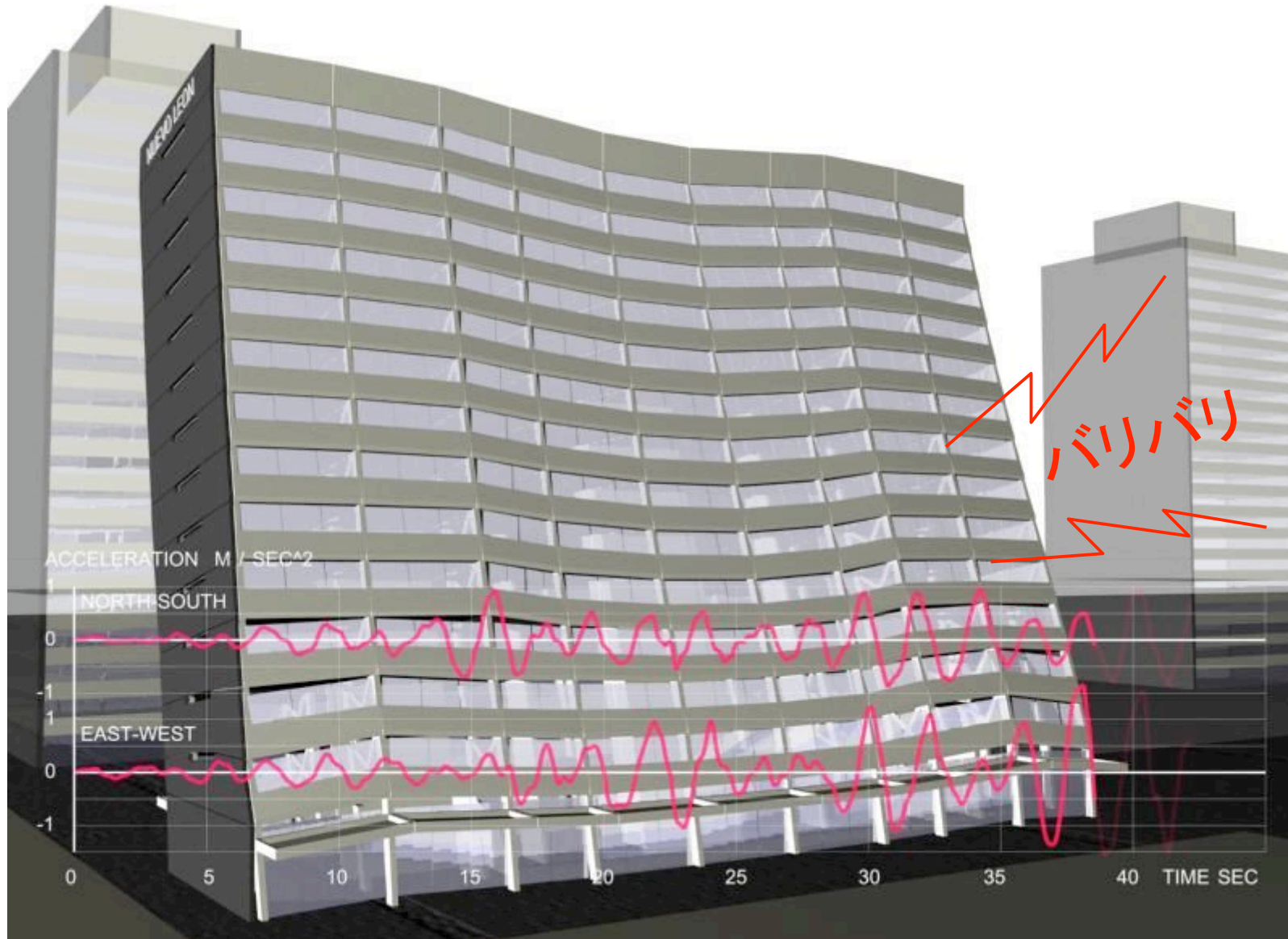
メキシコを代表する巨大団地の
「ヌエボ・レオン棟」

はじめは固有周期**1秒**だった。

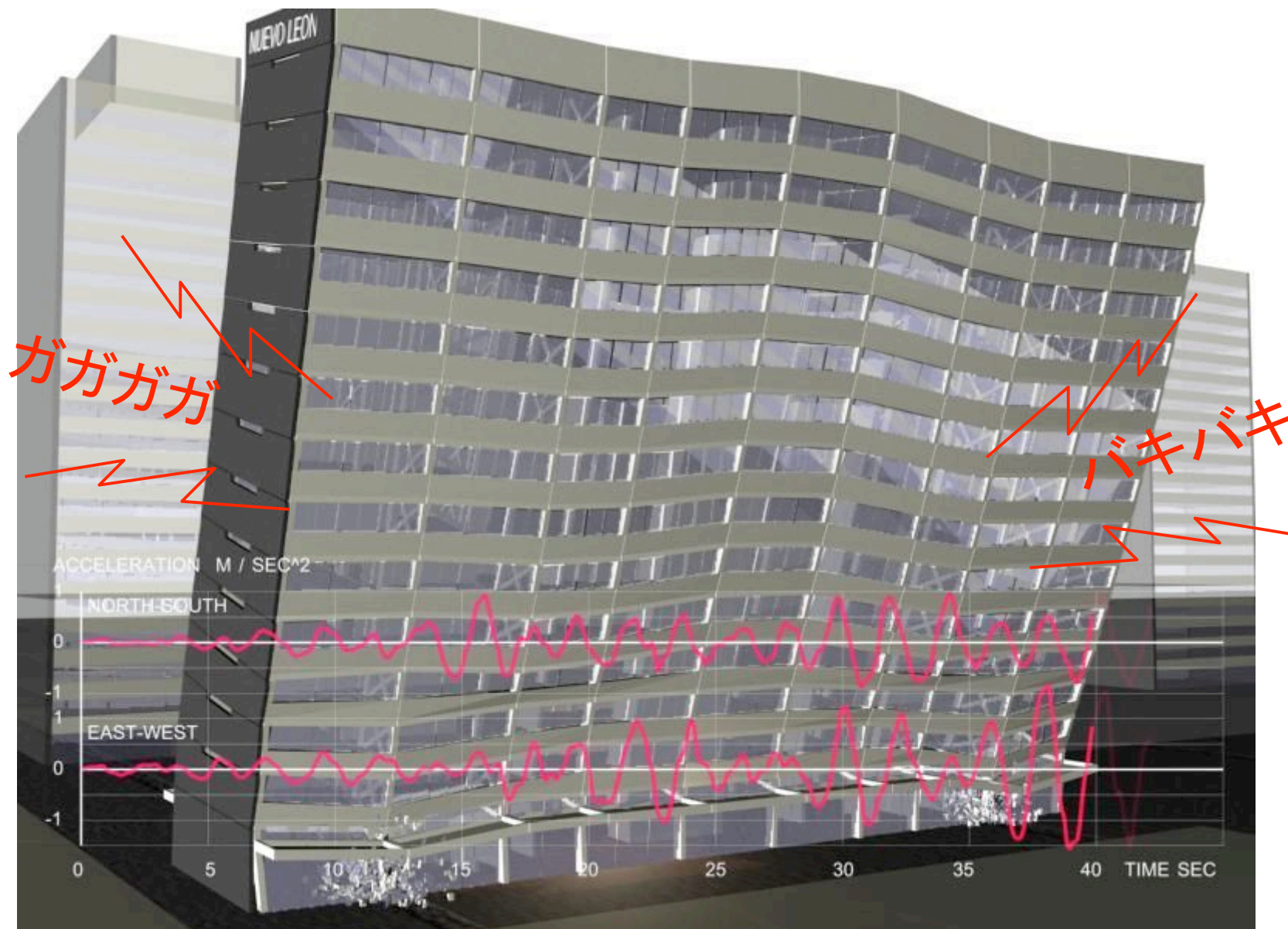
しかし地震で揺さぶられるうちに.....



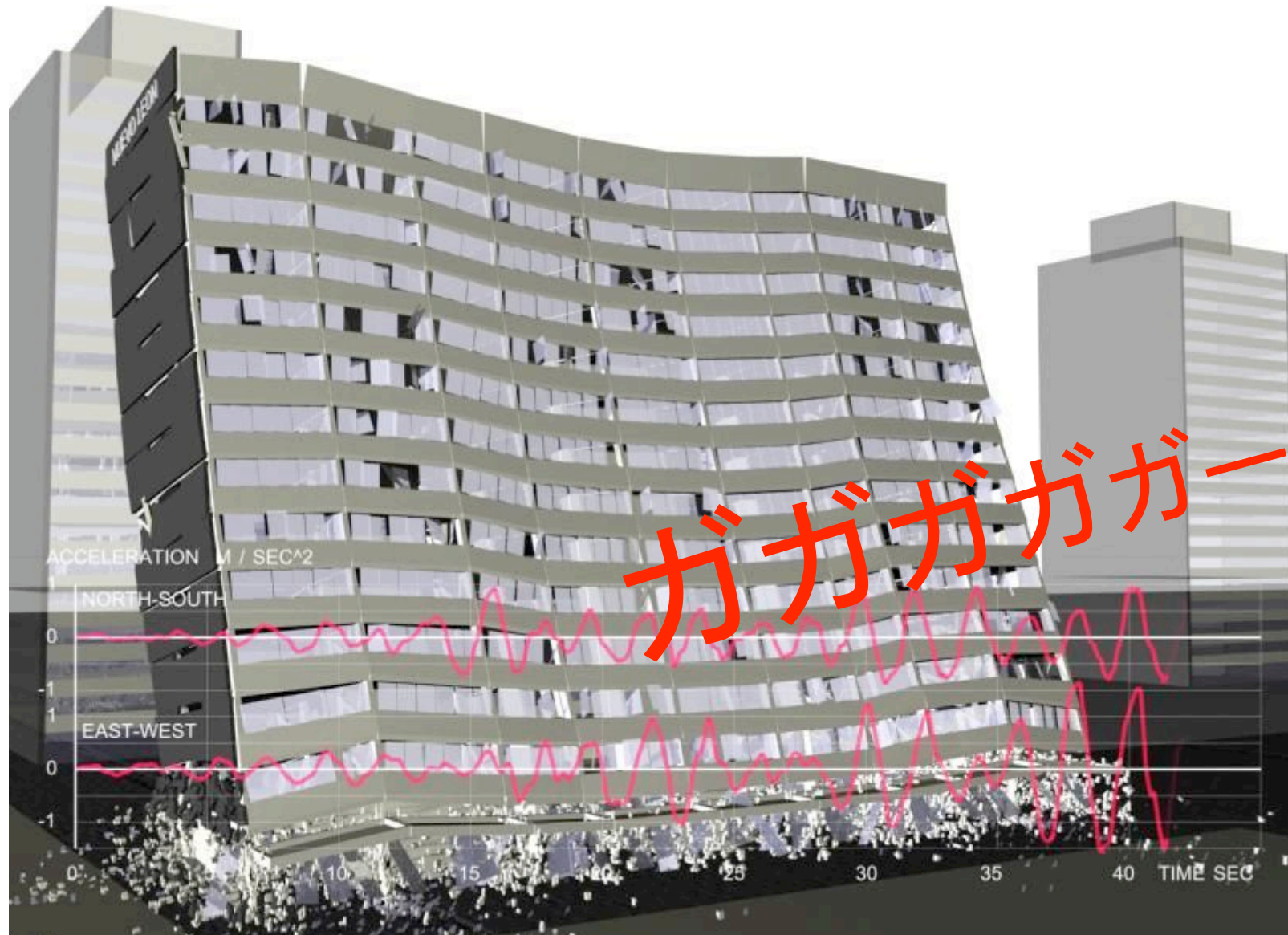
コンクリートにヒビが入って建物がやわらかくなり



複雑骨折した建物の周期が2秒に伸びてしまった！



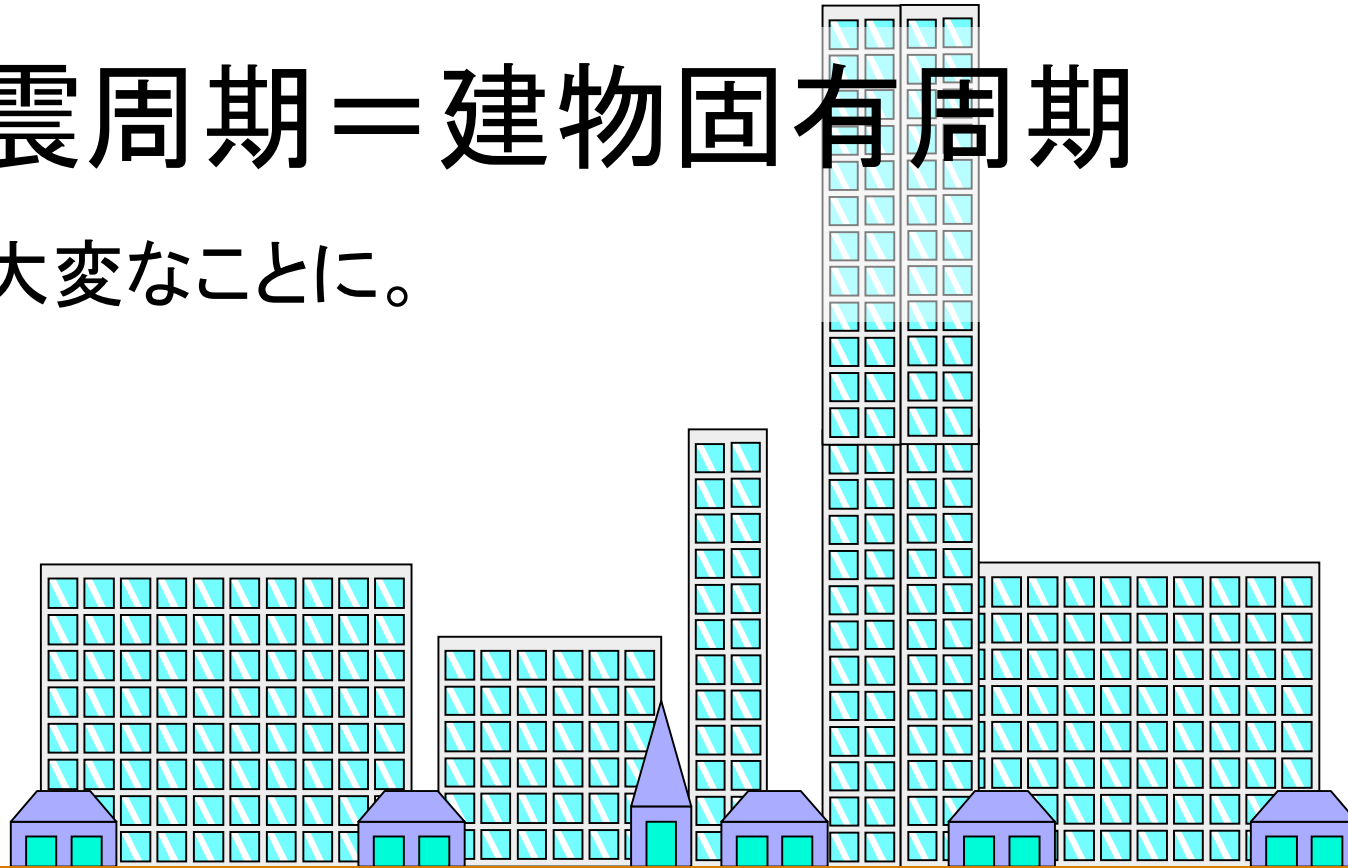
周期2秒の地震と共振して倒壊！




「震度」や「マグニチュード」が小さくても、

地震周期＝建物固有周期

なら大変なことに。





14階建ヌエボ・レオン棟の地震発生後の
固有周期は約2秒だった

日本の建物はどうだろう？

鉄筋コンクリート造マンションの固有周期
＝階数÷15（秒）

ちなみに鉄骨造オフィスビルの固有周期＝階数÷8（秒）

同じ14階建マンションなら、固有周期は
 $14階 \div 15 = 約1秒$



1985年メキシコ地震の周期は約2秒だった


日本で長周期の地震は起こる？

実はもう起きている。

2003年北海道十勝沖地震。
それほど強くないが、周期は3.4秒。

23階建マンションや12階建オフィスビルの
固有周期。


重油タンクが共振し、金属同士の接触による火花で火災発生。



将来起きそうな地震は？

この30年に起きそうな海溝性地震の周期：

大阪	: 4.8秒	(32階)
名古屋	: 3.0秒	(20階)
東京	: 1.5秒～5.3秒	(10～36階)

- 
- 現在のマンションは、柱が太く、鉄筋の量も多い。
(姉齒マンションを除く)
 - コンクリートのひび割れ・破壊が進行しにくく、周期も長くなりにくい。倒壊の可能性は非常に低い。
 - しかし周期がどのくらい変化するか、ひび割れがどの程度でおさまるのか、実はよく分かっていない。
 - 家具の固定、防災グッズの準備、お風呂に水を張る、普段からの近所のコミュニケーション等の対策は怠らないで。