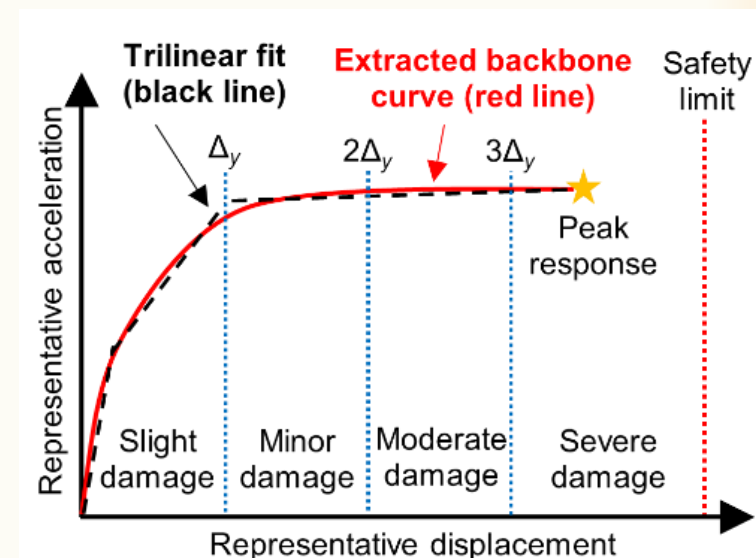
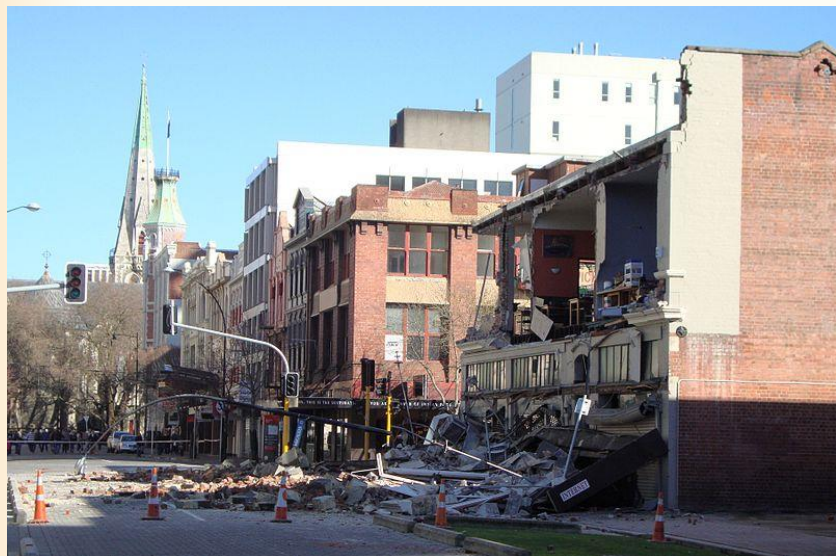


# JSPS Science Dialogue 2022

Senior High School at Komaba, University of Tsukuba, November 12<sup>th</sup>

## Is your building safe after an earthquake?



**Trevor Yeow**

JSPS post-doctoral fellow

Earthquake Research Institute, University of Tokyo  
(東京大学地震研究所、特別研究員)



JAPAN SOCIETY FOR THE PROMOTION OF SCIENCE  
日本学術振興会



# CONTENTS

---

## 1) About myself and New Zealand

2) Earthquakes and its effect

3) Basics of building design

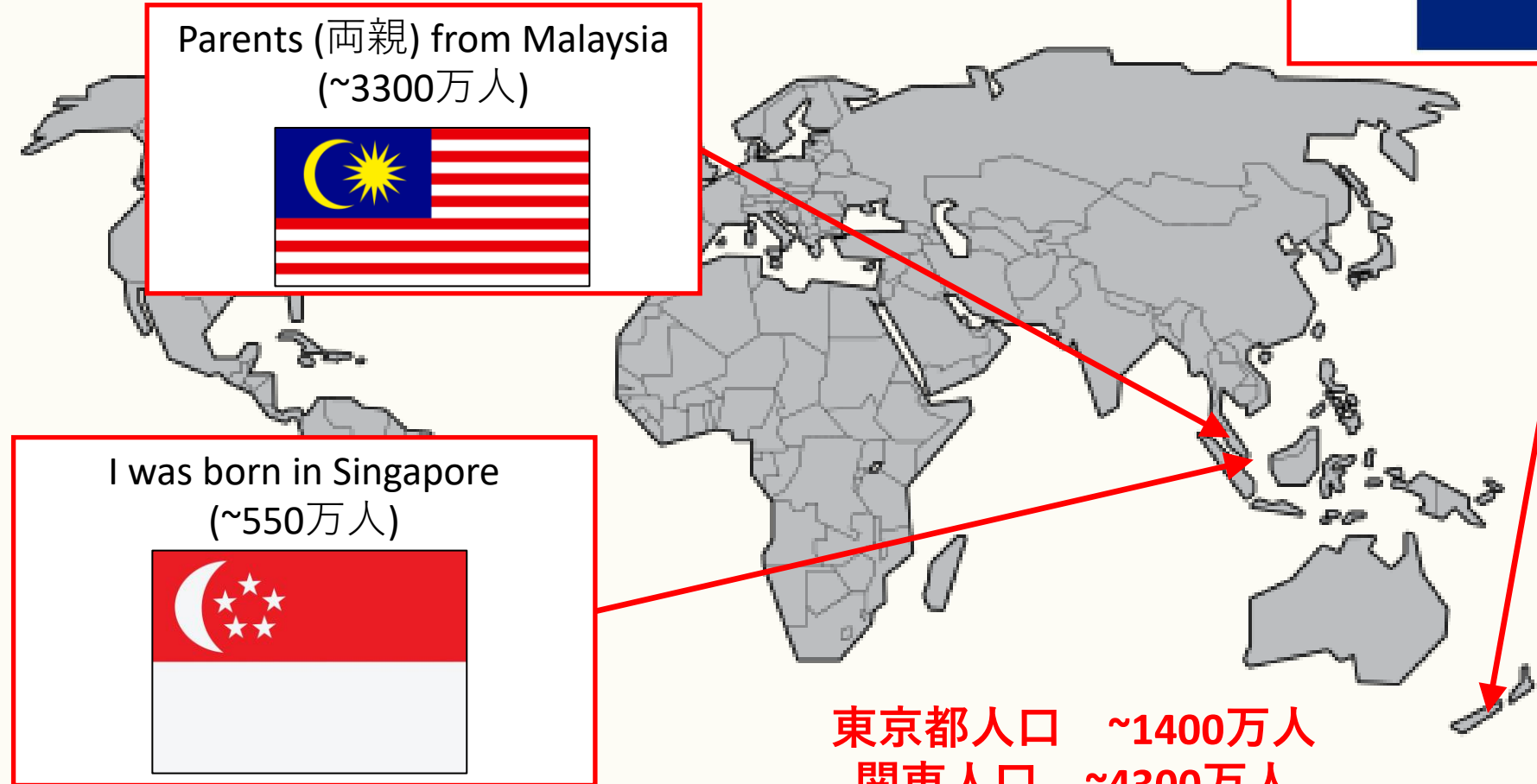
*Break*

4) Structural health monitoring

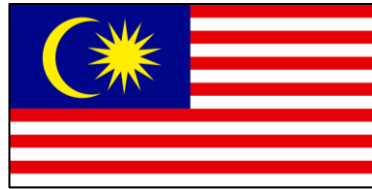
5) Earthquake preparedness

6) Question time

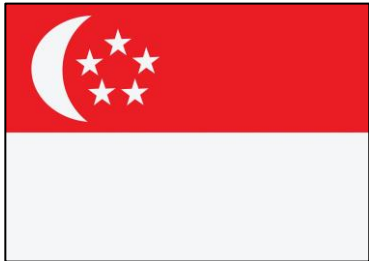
# About myself



Parents (両親) from Malaysia  
(~3300万人)



I was born in Singapore  
(~550万人)



Moved to New Zealand when I  
was 9 years old  
(~510万人)



東京都人口 ~1400万人  
関東人口 ~4300万人  
日本人口 ~13000万人

# About New Zealand: world famous things

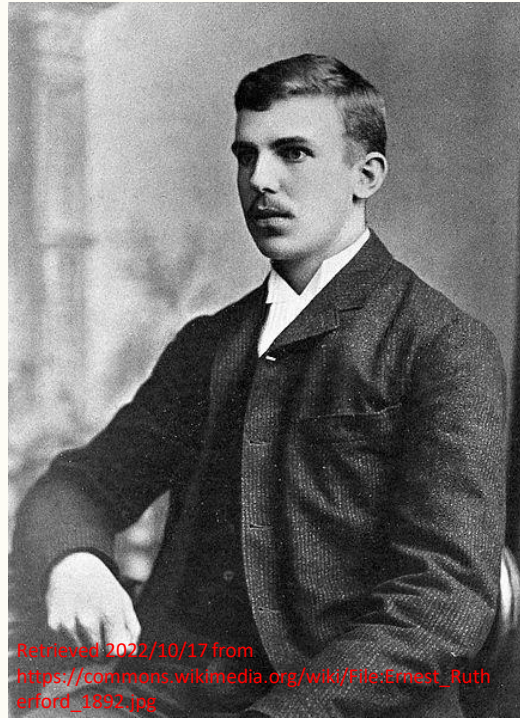


# About New Zealand: important people



Kate Sheppard (1848-1934)

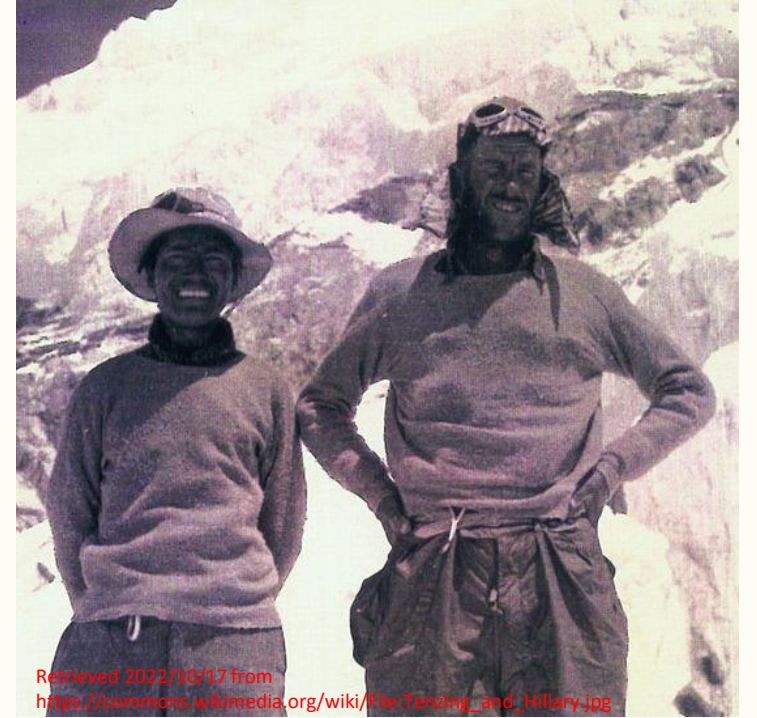
- Key figure behind NZ becoming the first country to allow women to vote



Retrieved 2022/10/17 from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ernest\\_Rutherford\\_1892.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ernest_Rutherford_1892.jpg)

Ernest Rutherford (1871-1937)

- Considered to be the “father” of nuclear physics



Retrieved 2022/10/17 from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenzing\\_and\\_Hillary.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenzing_and_Hillary.jpg)

Sir Edmund Hillary (1919-2008)

- Sir Hillary (right) and Tenzing Norgay (left) were the first confirmed climbers to reach the top of Mount Everest

# About New Zealand: Celebrities

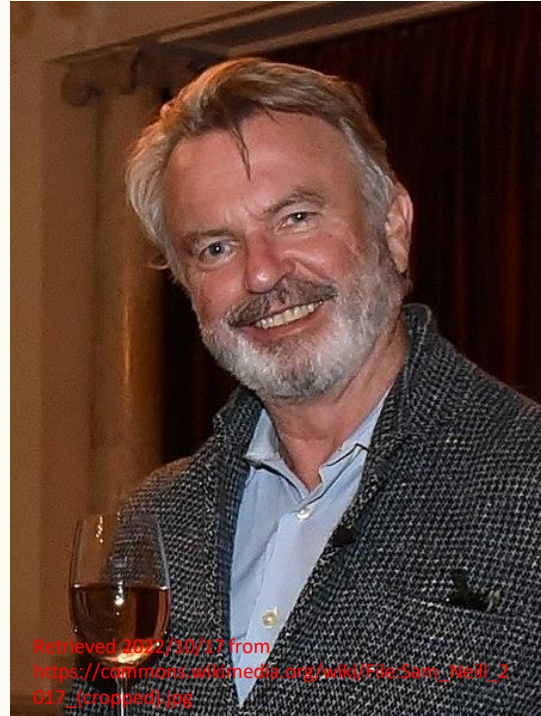


Retrieved 2022/10/17 from  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lorde\\_in\\_Seattle\\_2013\\_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lorde_in_Seattle_2013_1.jpg)

Lorde

- Singer-songwriter
- “Royals” (2013) won Golden Globe for “Song of the Year”

<https://youtu.be/nlclKh6sBtc?t=54>



Retrieved 2022/10/17 from  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sam\\_Neill\\_2017\\_\(cropped\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sam_Neill_2017_(cropped).jpg)

Sam Neill

- Actor
- “Jurassic Park” series

<https://youtu.be/SVDROIEGs94?t=31>



Retrieved 2022/10/17 from  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Taika\\_Waititi\\_2014708533761.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Taika_Waititi_2014708533761.jpg)

Taika Waititi

- Film director and actor
- マイティ・ソーバトルロイヤル

[https://static.wikia.nocookie.net/marvelcinematicuniverse/images/8/80/Korg\\_-\\_Infobox.jpg/revision/latest?cb=20220613151305](https://static.wikia.nocookie.net/marvelcinematicuniverse/images/8/80/Korg_-_Infobox.jpg/revision/latest?cb=20220613151305)

# About New Zealand: Maori culture

- Indigenous Polynesian people of New Zealand (first settled between 1280-1350)
- Tapu – concept was often used to protect sacred resources from over-exploitation
- Nao – a “blessing” to remove Tapu from person or object. E.g., taking off shoes before entering a wharenui (meeting house)
- **Kia ora** (greetings to only 1 person, informal)
- **Tēnā koutou** (greetings to >3 people, formal)
- **Haere mai** (welcome)
- **Tahi, rua, toru, whā** (1, 2, 3, 4)
- **Ka kite (anō)** (see you (again))

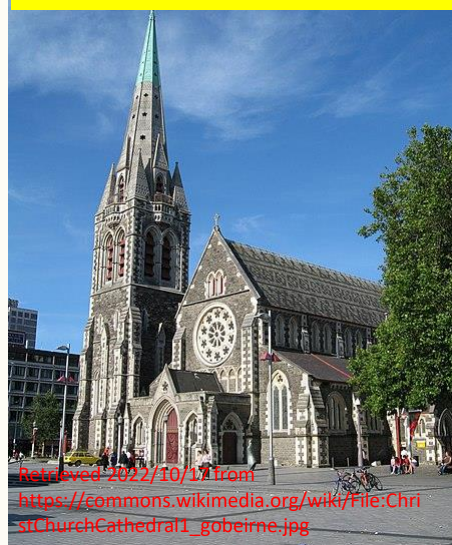


# About New Zealand: my hometown

**Christchurch** ~40万人



**Christchurch Cathedral**



**Antarctic Centre**



**Banks Peninsula**



**University of Canterbury**







# What happened in Christchurch in 2011?

---

[https://www.youtube.com/watch?v=LvNImB\\_hAyw](https://www.youtube.com/watch?v=LvNImB_hAyw)

# About New Zealand: Christchurch earthquakes

- **2010/09/04**

- $M_L$  7.1, occurred 40 km away from Christchurch CBD
- 2 deaths (heart attack, falling)
- \$4 billion NZD worth of damage ( $\sim 3$ 千億円)

- **2011/02/22**

- $M_L$  6.3, occurred 6.7 km away from Christchurch CBD
- 185 deaths
- \$40 billion NZD worth of damage ( $\sim 3$ 兆円)
- Many buildings collapsed (only 2 “modern” buildings) or demolished



# About New Zealand: Christchurch earthquakes

---

- 115 lives were lost in collapse of CTV building
- Includes 12 Japanese students from Toyama College of Foreign Languages
- Japan sent ~70 people to help with search and rescue, but they had to return to Japan urgently shortly after...

**...Because the Tohoku Earthquake disaster occurred on 2011/03/11, only 17 days after the Christchurch earthquake...**





# CONTENTS

---

1) About myself and New Zealand

**2) Earthquakes and its effect**

3) Basics of building design

*Break*

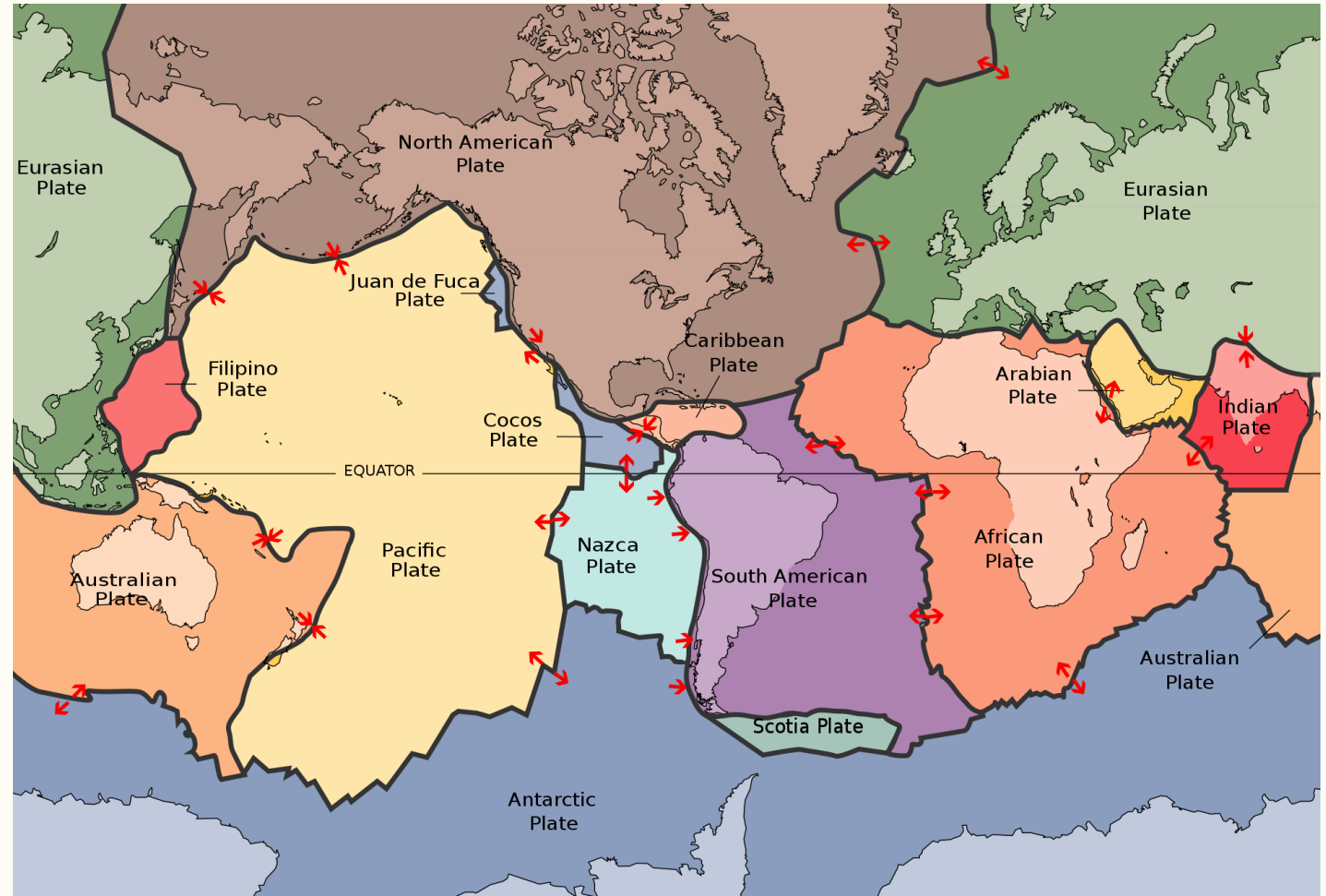
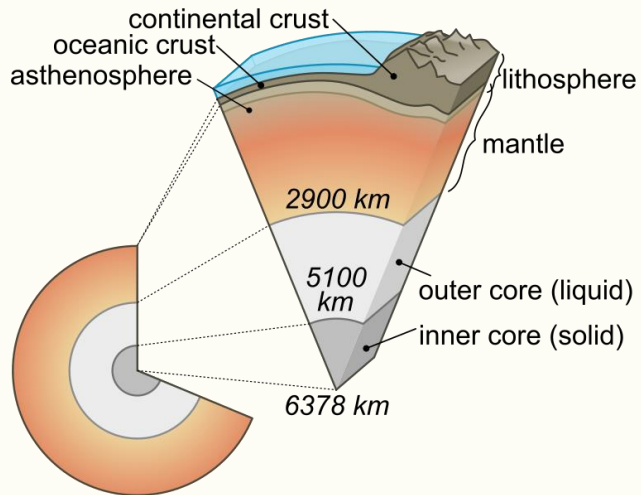
4) Structural health monitoring

5) Earthquake preparedness

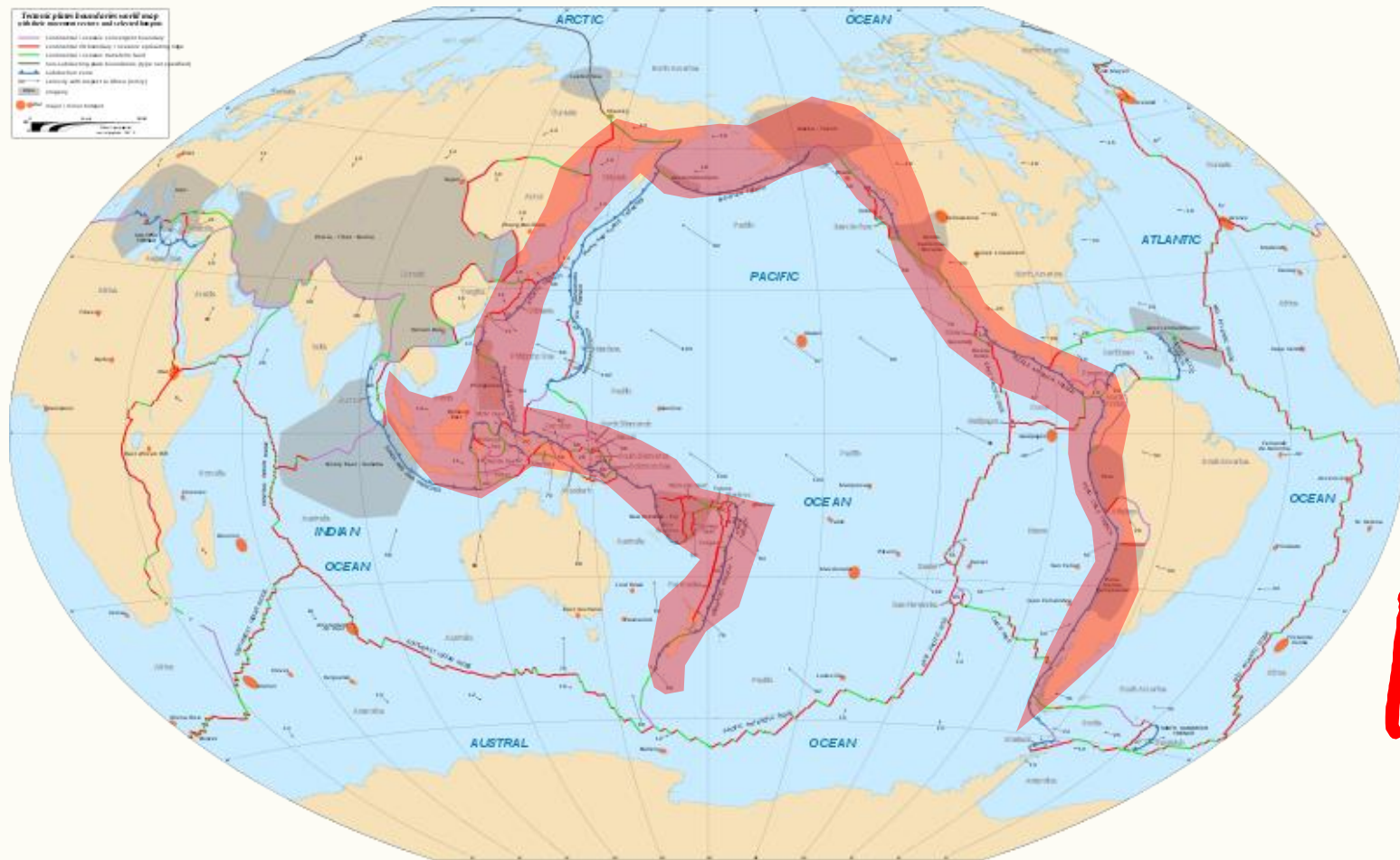
6) Question time

# Tectonic plates

- Earth's lithosphere comprises of several large “tectonic plates”(プレート)
- Tectonic plates may move due to motion of the Earth's mantle layer



# Tectonic plates



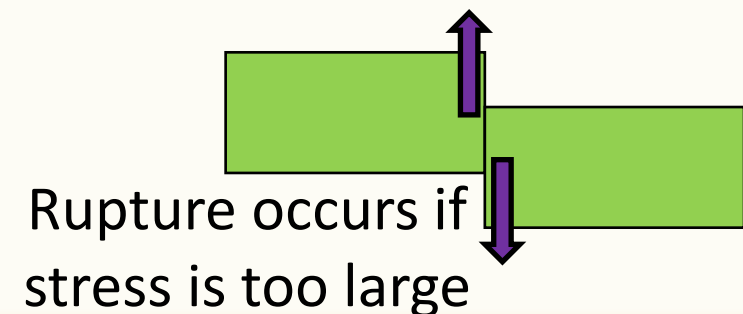
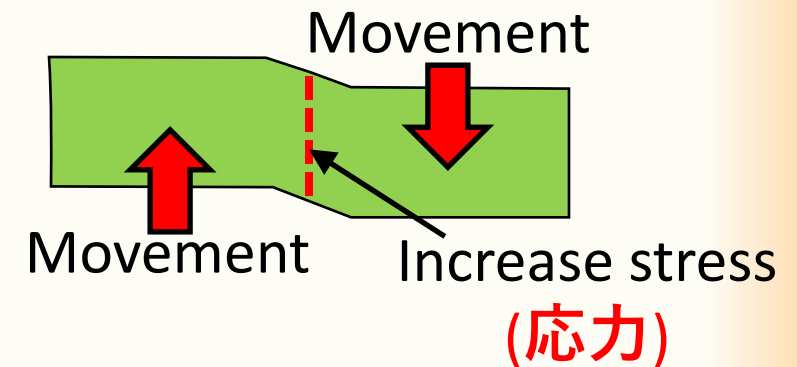
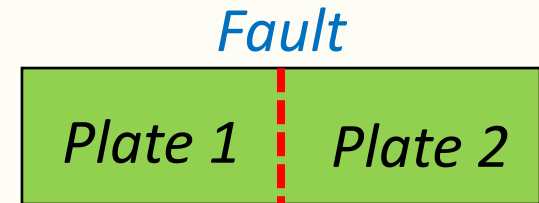
かんたいへいようかざんたい  
環太平洋火山帯

Pacific Rim  
Volcanic Zone

Ring of fire

# What happens during an earthquake?

- Boundaries of tectonic plates are not smooth, and may become “stuck” along a fault
- However, continued movement of other parts of the plate may cause **potential** energy [位置エネルギー] to build up within fault
- If the **stress** at the surface exceeds a certain amount, the stored energy is converted to **kinematic** energy [運動エネルギー]. This may be in the form of seismic waves



# How are earthquakes measured?

- Internationally, earthquake is measured based on the **energy released** during shaking
- However, the effect of an earthquake on an area depends on the **distance** (e.g., people in Kagoshima will unlikely feel an earthquake in Hokkaido)
- Japan measures earthquake based on **intensity** of shaking at the location of interest (**震度**)

震度とゆれの状況

**0** 【震度0】人は揺れを感じない。

**1** 【震度1】室内で静かにしている人の中には、揺れをわずかに感じる人がいる。

**2** 【震度2】室内で静かにしている人の大半が、揺れを感じる。

**3** 【震度3】室内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。

**4** 【震度4】  
●ほとんどの人が驚く。  
●電灯などのつり下げ物は大きく揺れる。  
●座りの悪い置物が、倒れることがある。

**5弱** 【震度5弱】  
●大半の人が、恐怖を覚え、物につまみりたいと感じる。  
●棚にある食器類や本が落ちることがある。  
●固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。

**5強** 【震度5強】  
●物につかまらなさと歩くことが難しい。  
●棚にある食器類や本で落ちるものが多い。  
●固定していない家具が倒れることがある。  
●補強されていないブロック塀が崩れることがある。

**6弱** 【震度6弱】  
●立っていることが困難になる。  
●固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。  
●壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。  
●耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。

**6強** 【震度6強】  
●はわないと動くことができない飛ばされることもある。  
●固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多い。  
●耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多い。  
●大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある。

**7** 【震度7】  
●耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。  
●耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある。  
●耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多い。

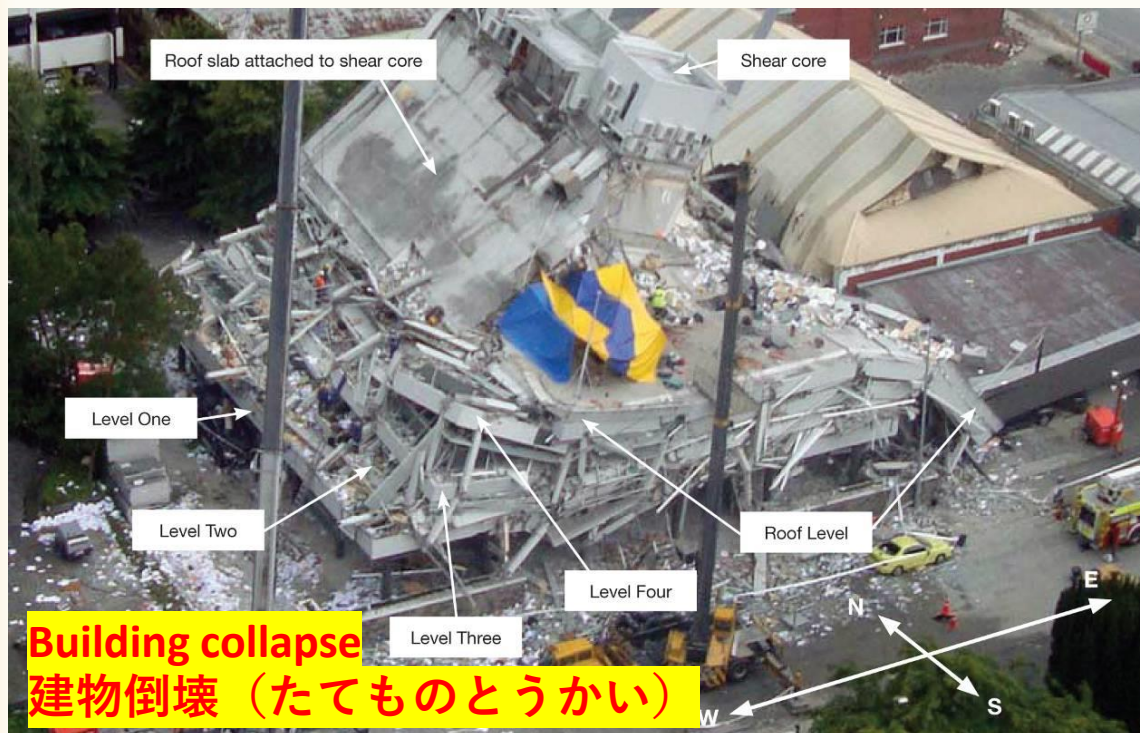
この表は、ある震度が観測された時に、その周辺で発生するゆれなどの現象や被害の目安を示したものです。

詳しい解説は以下の気象庁ホームページに掲載しています。

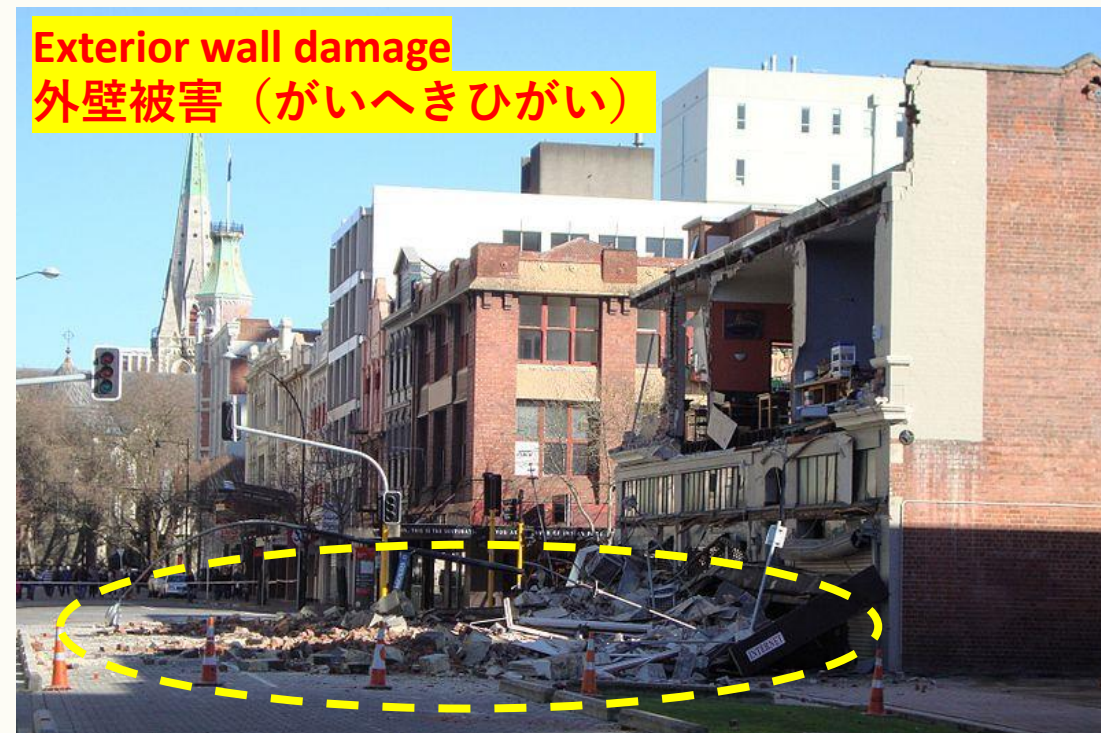


# What are the effects of an earthquake?

## Building Damage (建物の損傷・たてもののそんしょう)



Retrieved on 2022/10/24 from Cooper, M., Carter, R., & Fenwick, R. (2012). Volume 2 – The Performance of Christchurch CBH Buildings: Canterbury Earthquake Royal Commission



Retrieved on 2022/10/24 from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Worcester\\_corner\\_Manchester.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Worcester_corner_Manchester.jpg)

# What are the effects of an earthquake?

Building Damage (建物の損傷・たてもののそんしょう)



# What are the effects of an earthquake?

Infrastructure damage (インフラの損傷・インフラのそんしょう)



**Bridge damage**  
橋の損傷 (はしのそんしょう)



**Manhole/pipe damage**  
マンホール・パイプの損傷

# What are the effects of an earthquake?

Ground damage (地面のダメージ・じめんのだめーじ)



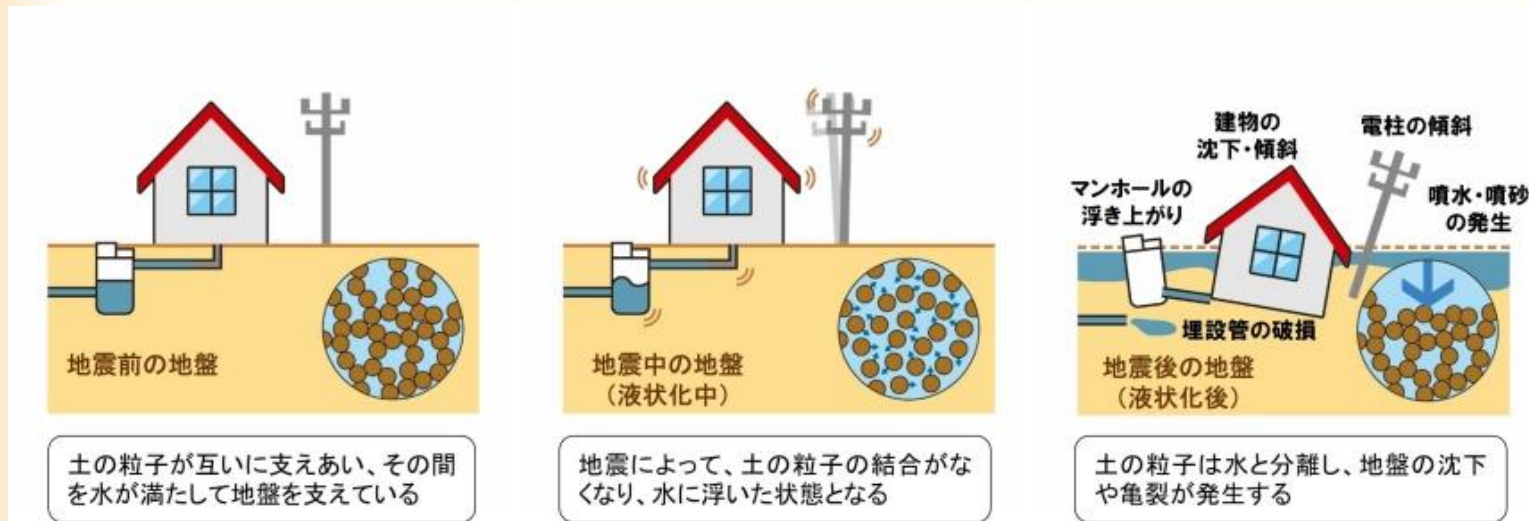
Retrieved on 2022/10/24 from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:54\\_Raekura\\_Place,\\_Redcliffs.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:54_Raekura_Place,_Redcliffs.JPG)



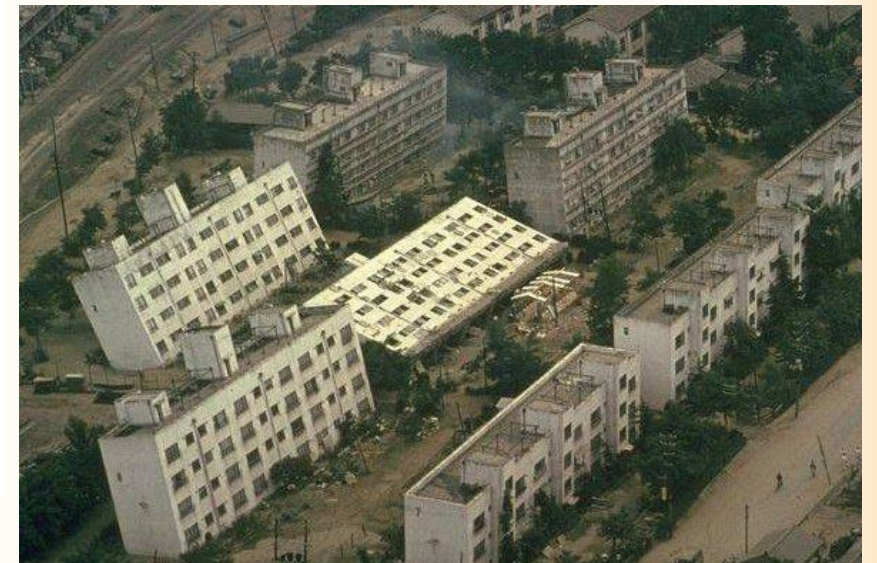
Retrieved on 2022/10/24 from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The\\_Palms\\_in\\_liquefaction.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Palms_in_liquefaction.jpg)

# What are the effects of an earthquake?

Liquefaction (液状化現象、えきじょうかげんしょう)



Retrieved on 2022/11/01 from [https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_fr1\\_000010.html](https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_fr1_000010.html)



Retrieved on 2022/11/01 from <https://depts.washington.edu/liqefy/html/quakes/niigata/niigata.html>

<https://youtu.be/pZ4kH-BJSLO?t=135>

# What are the effects of an earthquake?

---

## Tsunami (津波)



Retrieved on 2022/11/01 from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sendai\\_Airport\\_after\\_the\\_tsunami.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sendai_Airport_after_the_tsunami.jpg)

## Fire (火災)





# CONTENTS

---

1) About myself and New Zealand

2) Earthquakes and its effect

**3) Basics of building design**

*Break*

4) Structural health monitoring

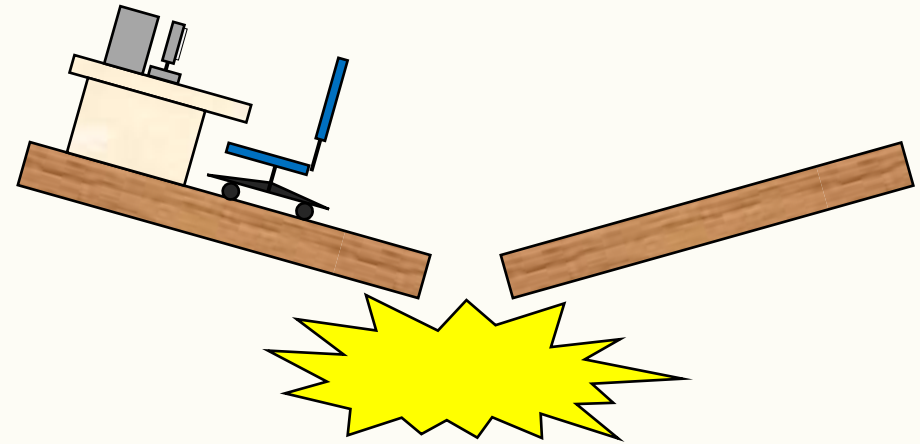
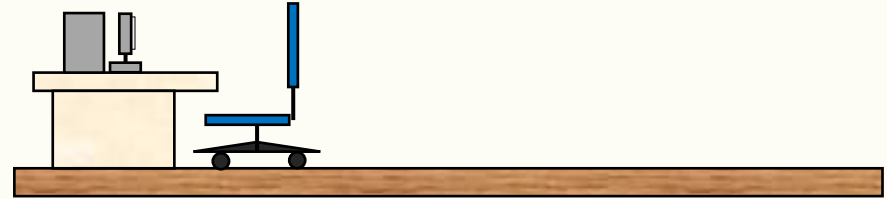
5) Earthquake preparedness

6) Question time

# Building design

What are two things you need to consider when building this floor?

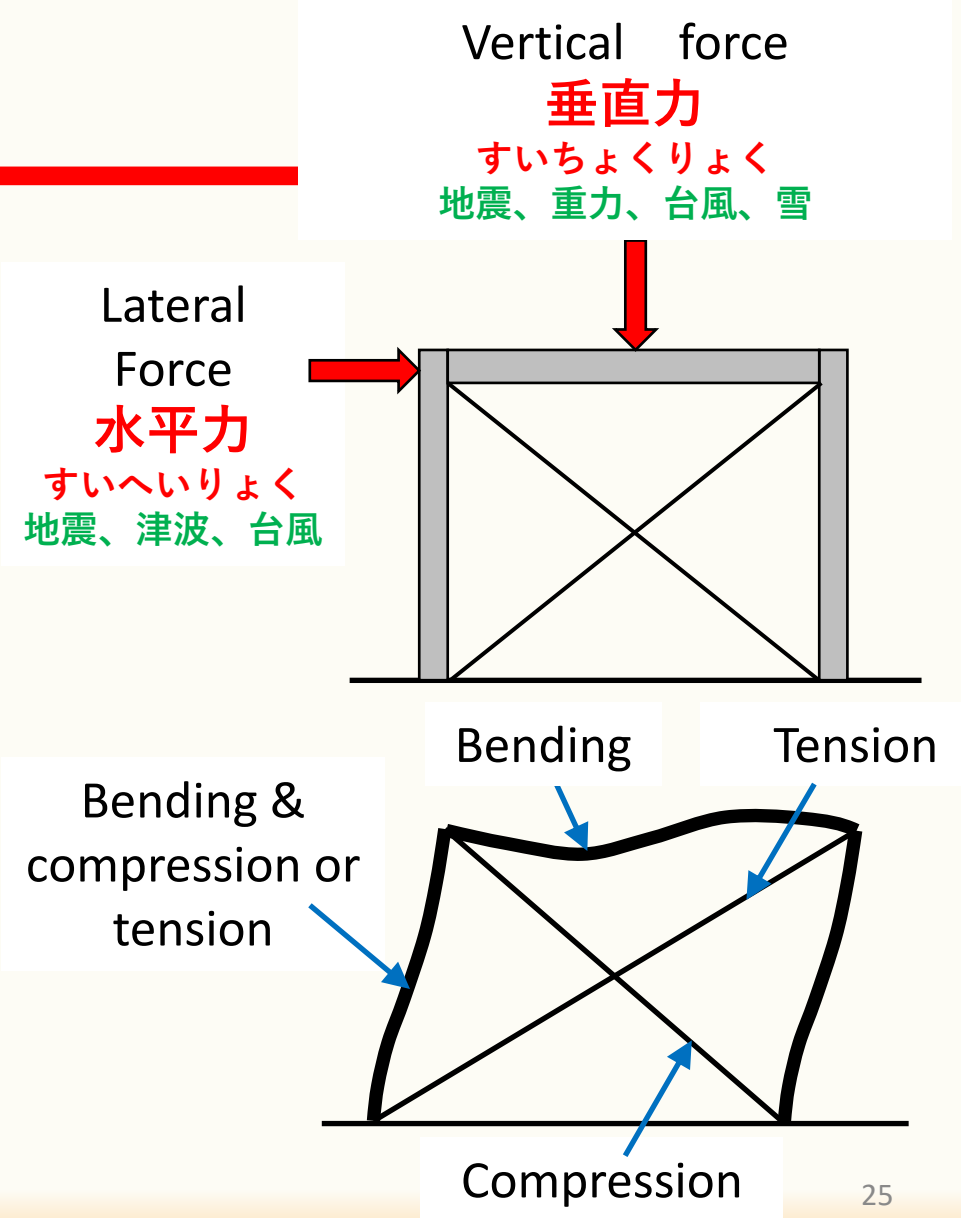
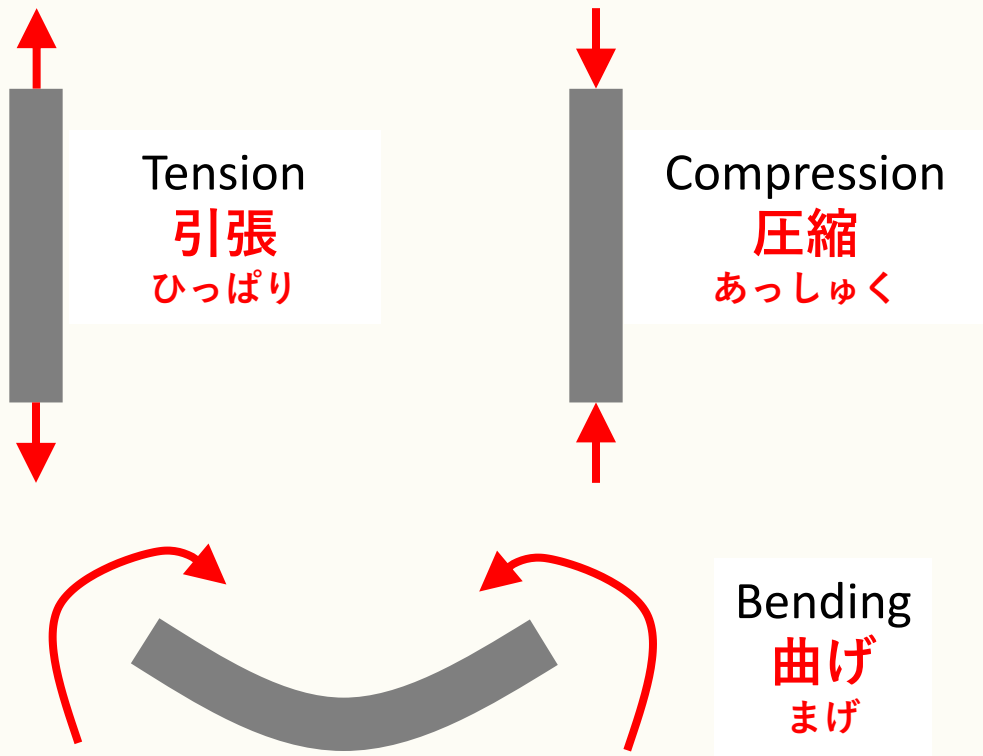
- 1) Floor must have enough **STRENGTH** (力) to not break
- 2) Floor must have enough **STIFFNESS** (剛性、ごうせい) to not deform significantly





# Forces within buildings

## Types of forces

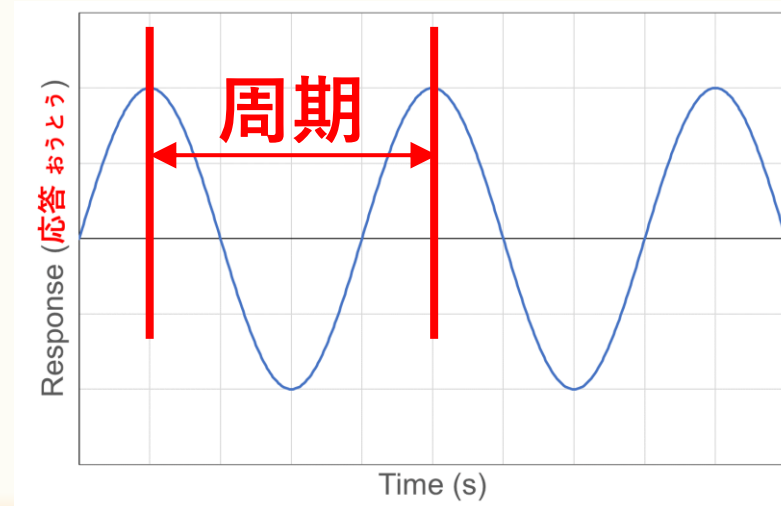
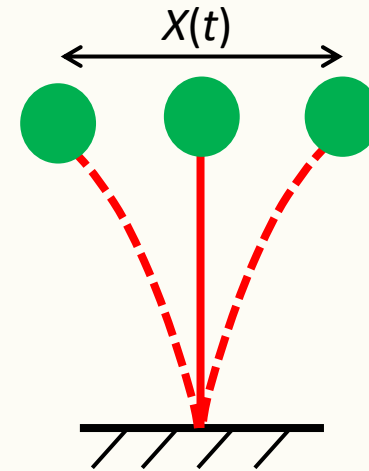


# Dynamic properties of buildings

- Different buildings may respond differently when subjected to the same earthquake
- Period of vibration (time to complete one back-and-forth cycle)

周期 しゅうき

- Depends on many factors:
  - Larger **cross section** (断面 だんめん) would result in **shorter** period
  - Heavier **mass** (質量 しつりょう) and taller **building height** (ビルの高さ) would result in **longer** period
  - **Construction material** (建設・建築材料) may also have an effect





# Resonance (共振 きょうしん)

---

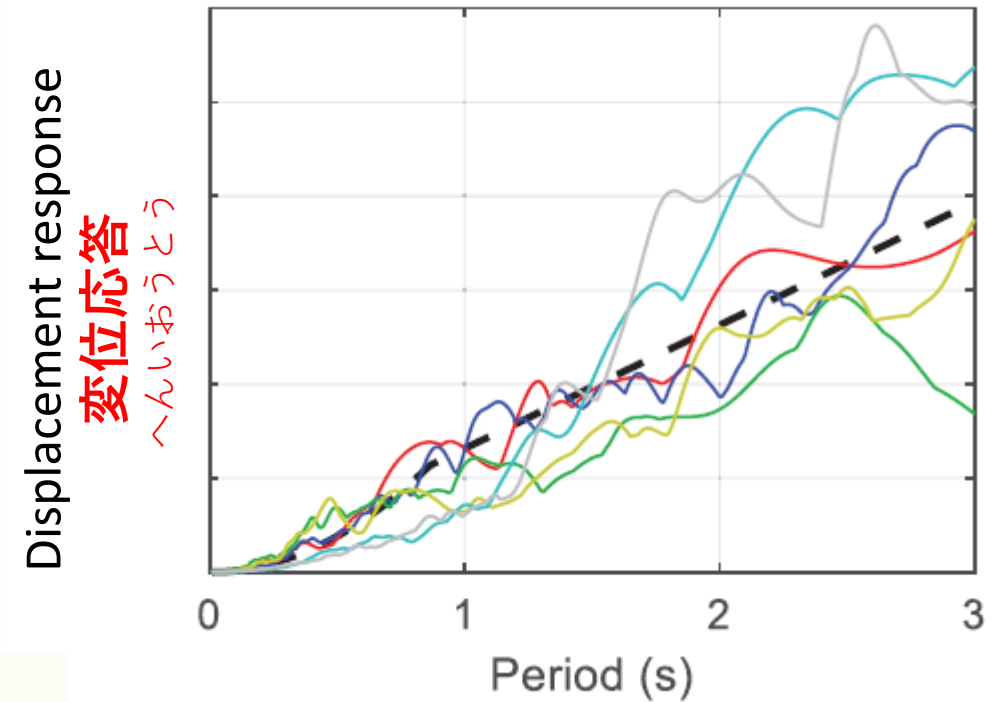
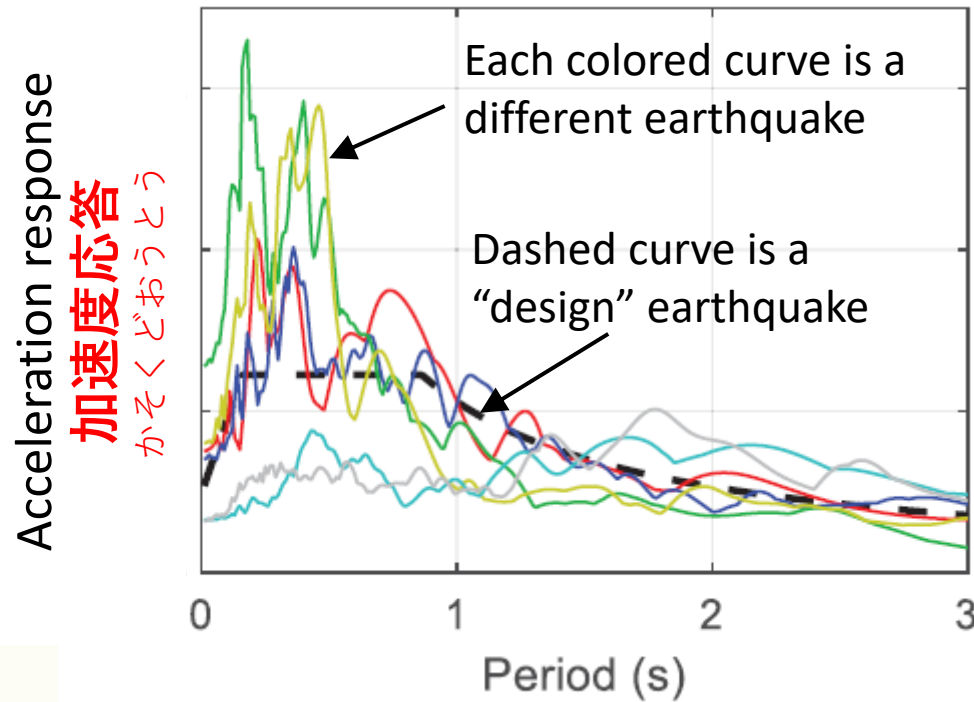
- If excitation demand has similar period to that of the building, resonance can occur

<https://youtu.be/pMr1MzSv044?t=60>

- What happens if we do not properly account for resonance effects?

<https://www.youtube.com/watch?v=kZNjbWy6c7c>

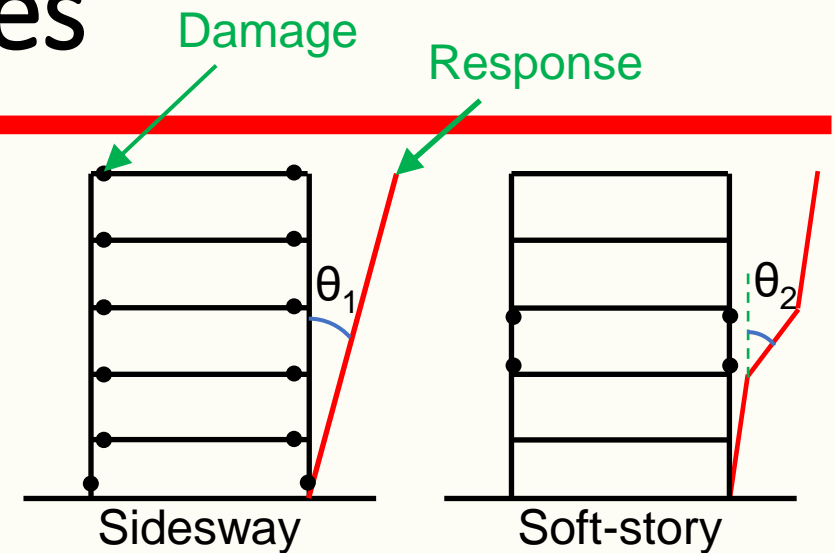
# Earthquake demands



- Different earthquakes and different building periods can result in very different responses
- Most countries have a "standard" curve to use in design

# Building design for earthquakes

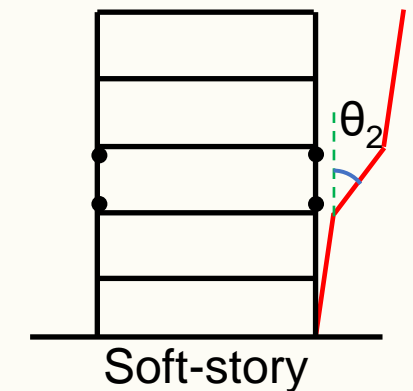
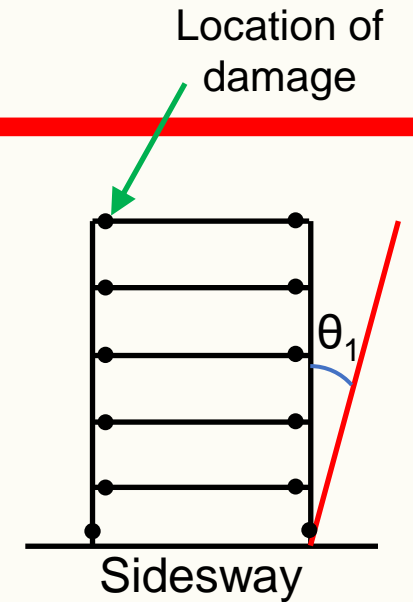
- No matter what earthquake we consider in design, there is always a possibility that stronger earthquakes may occur
- In small-moderate events, building should be functional (継続使用性 けいぞくしょうせい)
- In larger events, we allow damage/deformation, but building should not collapse
  - Control mode of damage (sidesway vs soft-story)
  - Low-damage devices



# Importance of deformation mode



Sidesway - 140% JBSL



# Importance of deformation mode

## Sidesway



## Soft-story



Fig. 20. Kobe City Hall, which collapsed at the sixth floor.

Muguruma H, Nishiyama M and Watanabe F. (1995). Lessons learned from the Kobe Earthquake – A Japanese Perspective, PCI Journal, 40(4): 28-42, <https://doi.org/10.15554/pci.07011995.28.42>

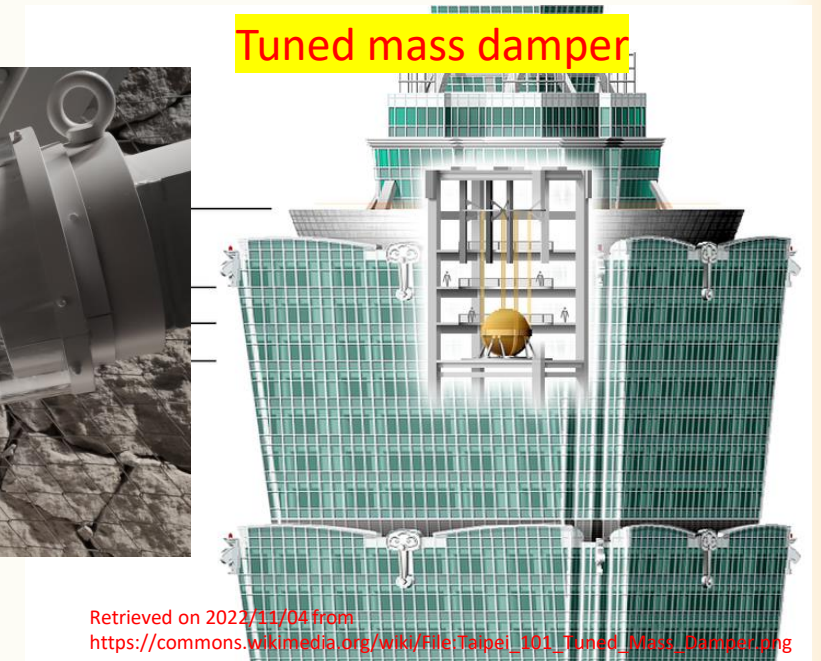
# Low-damage systems



<https://www.youtube.com/watch?v=zLtGR46FUss>



<https://www.youtube.com/watch?v=wqiSz6P5GtQ>



<https://www.youtube.com/watch?v=GzMuF-LMGaM>



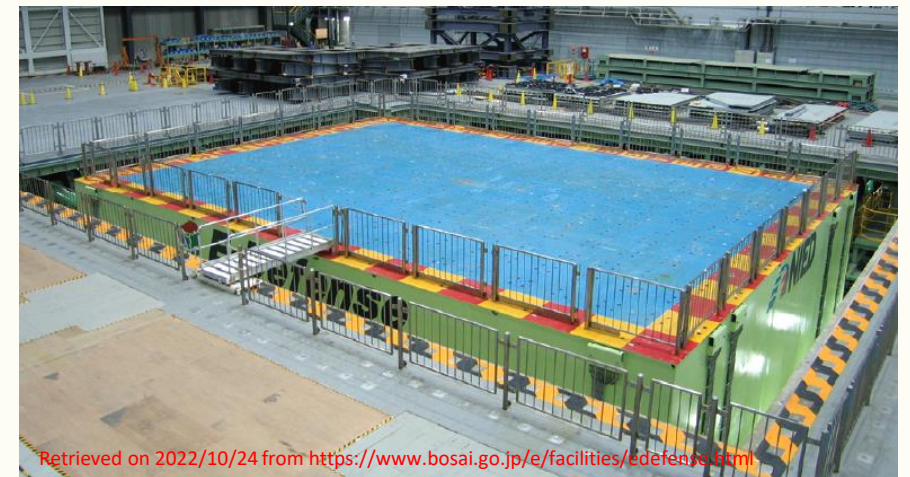
# Large-scale experimental tests

## Shake-table (振動台)

- E-Defense facility in Hyogo prefecture (兵庫県のE-ディフェンス)  
<https://www.bosai.go.jp/hyogo/index.html>
- Largest indoor shake-table in the world (at time of presentation)



Retrieved on 2022/10/24 from <https://www.bosai.go.jp/hyogo/index.html>



Retrieved on 2022/10/24 from <https://www.bosai.go.jp/e/facilities/edefense.html>

# Large-scale experimental tests

---



独立行政法人

NIED

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention



兵庫耐震工学研究センター

実大三次元震動破壊実験施設

E-Defense

E-ディフェンス

Hyogo Earthquake Engineering Research Center



独立行政法人

NIED

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention



兵庫耐震工学研究センター

実大三次元震動破壊実験施設

E-Defense

E-ディフェンス

Hyogo Earthquake Engineering Research Center

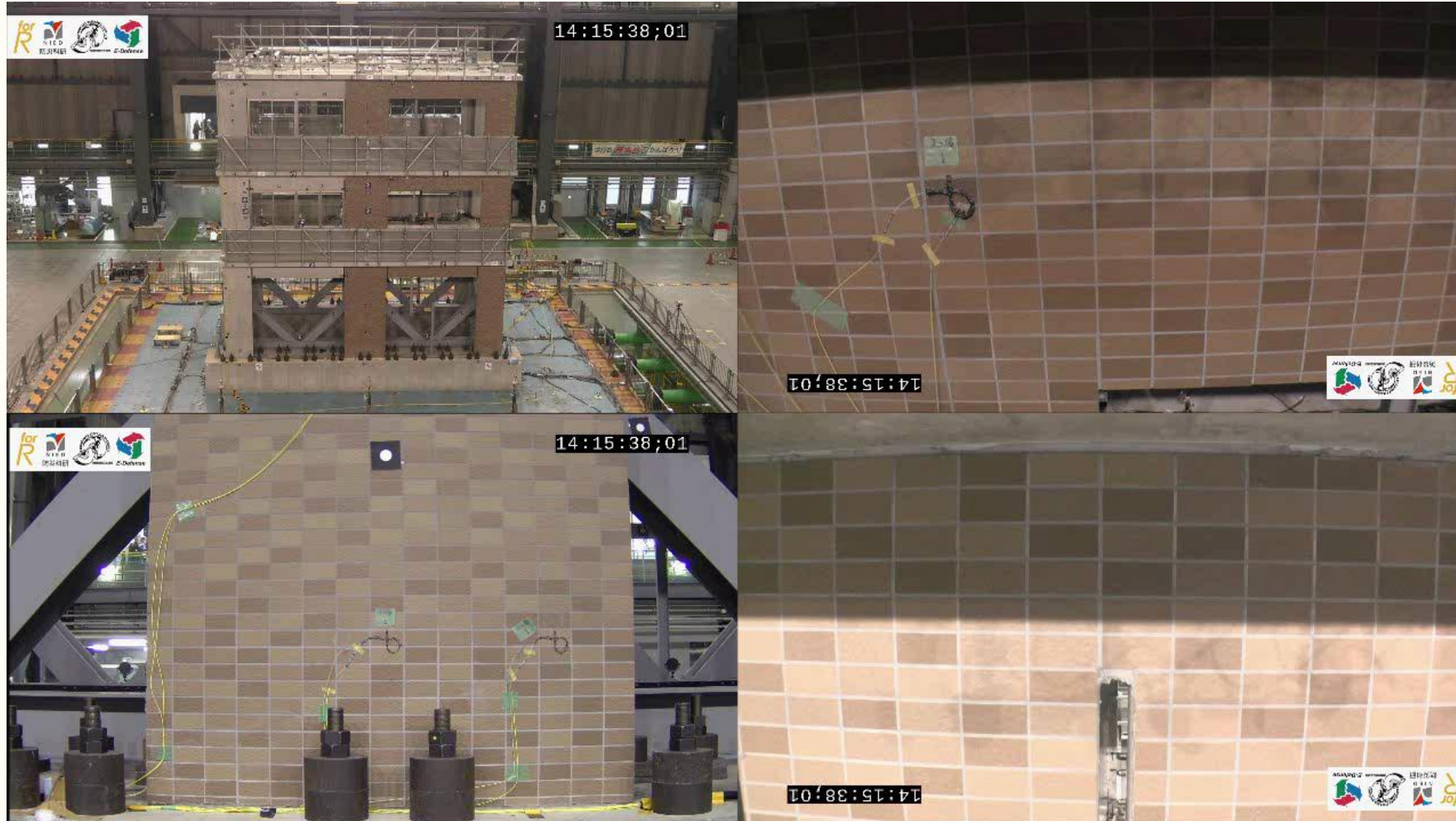
<https://www.bosai.go.jp/hyogo/research/movie/movie-detail.html#10>

# Large-scale experimental tests



<https://www.bosai.go.jp/hyogo/research/movie/movie-detail.html#7>

# Large-scale experimental tests (1.5 times JBSL)





# CONTENTS

---

- 1) About myself and New Zealand
- 2) Earthquakes and its effect
- 3) Basics of building design

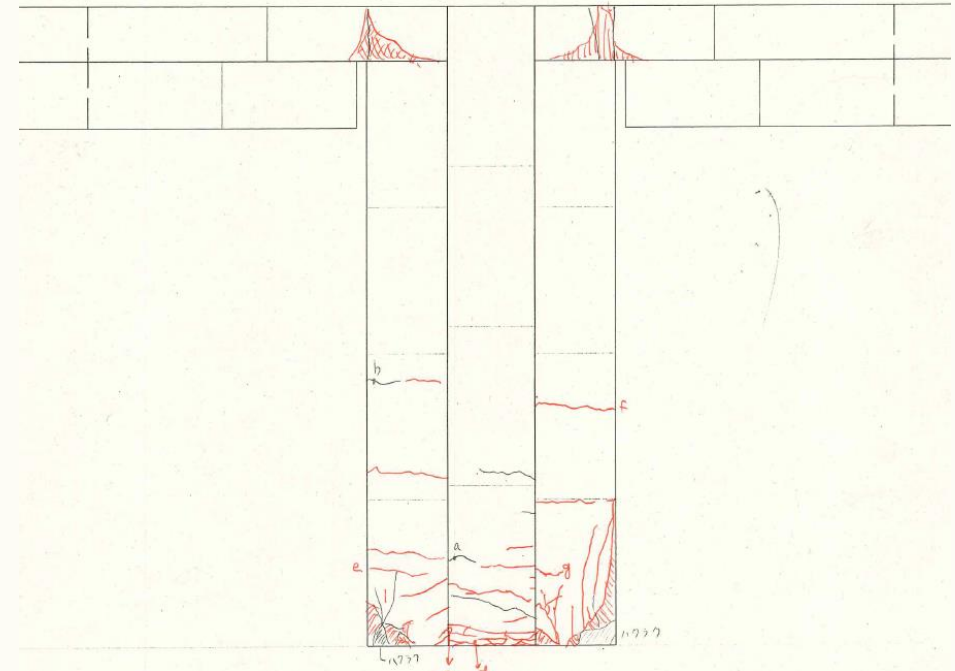
*Break*

## **4) Structural health monitoring**

- 5) Earthquake preparedness
- 6) Question time

# What happens after an earthquake?

- Currently, engineers need to visually inspect building for damage
- For concrete buildings, this is usually based on **crack widths** (ひび割れ幅)



Damage Class	Observed Damage on Structural Members
I	Some cracks are found. Crack width is smaller than 0.2 mm.
II	Cracks of 0.2 - 1 mm wide are found.
III	Heavy cracks of 1 - 2 mm wide are found. Some spalling of concrete is observed.
IV	Many heavy cracks are found. Crack width is larger than 2 mm. Reinforcing bars are exposed due to spalling of the covering concrete.
V	Buckling of reinforcement, crushing of concrete and vertical deformation of columns and/or shear walls are found. Side-sway, subsidence of upper floors, and/or fracture of reinforcing bars are observed in some cases.

# What are the issues with the current method?

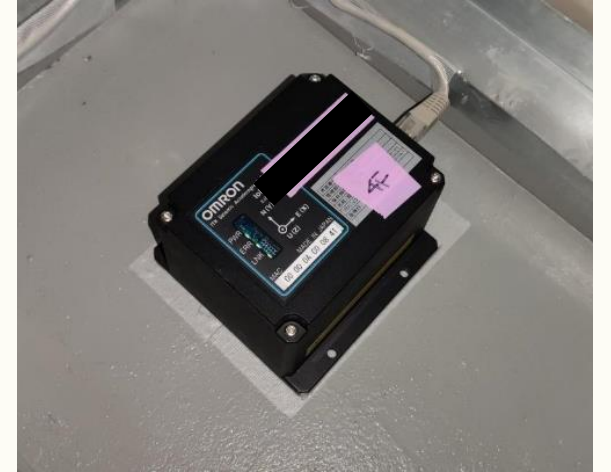
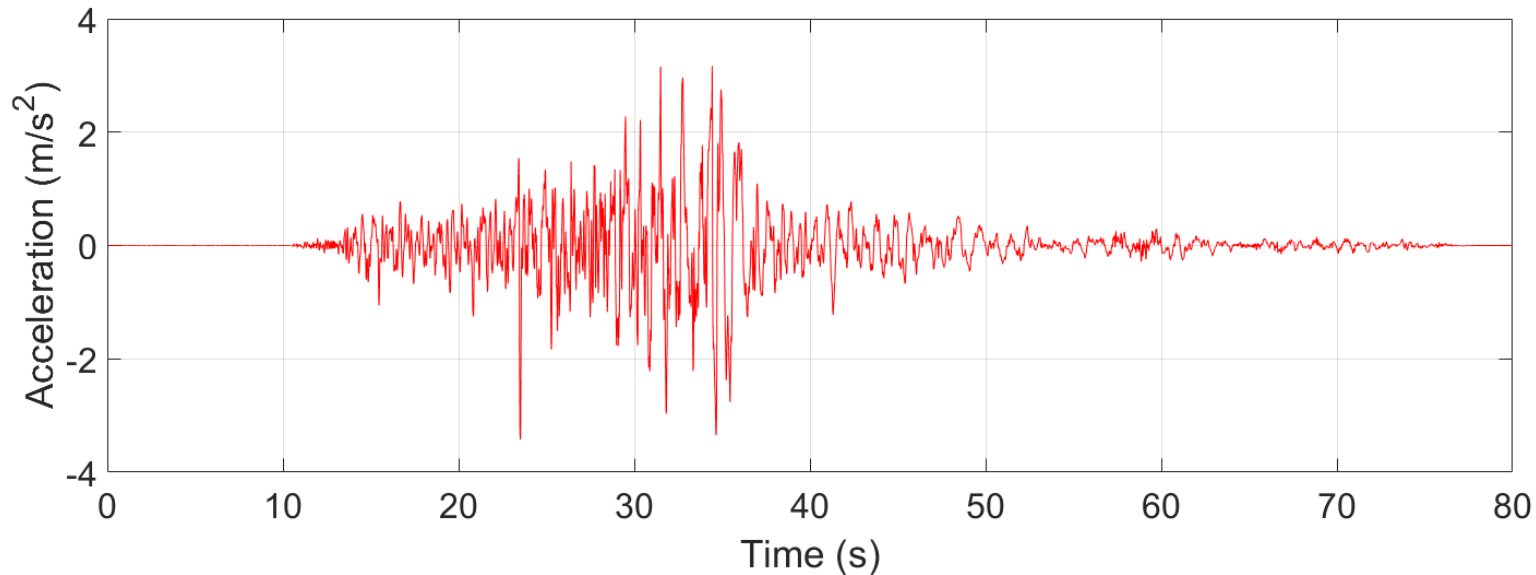
---

- Visual inspections may take a long time to complete
  - People may not be able to use the building even though it may be safe until evaluations are complete
- Damage may be hidden or misidentified
  - Unsafe buildings may be classified as safe and could be used in future earthquakes
  - May result in deaths and injuries.



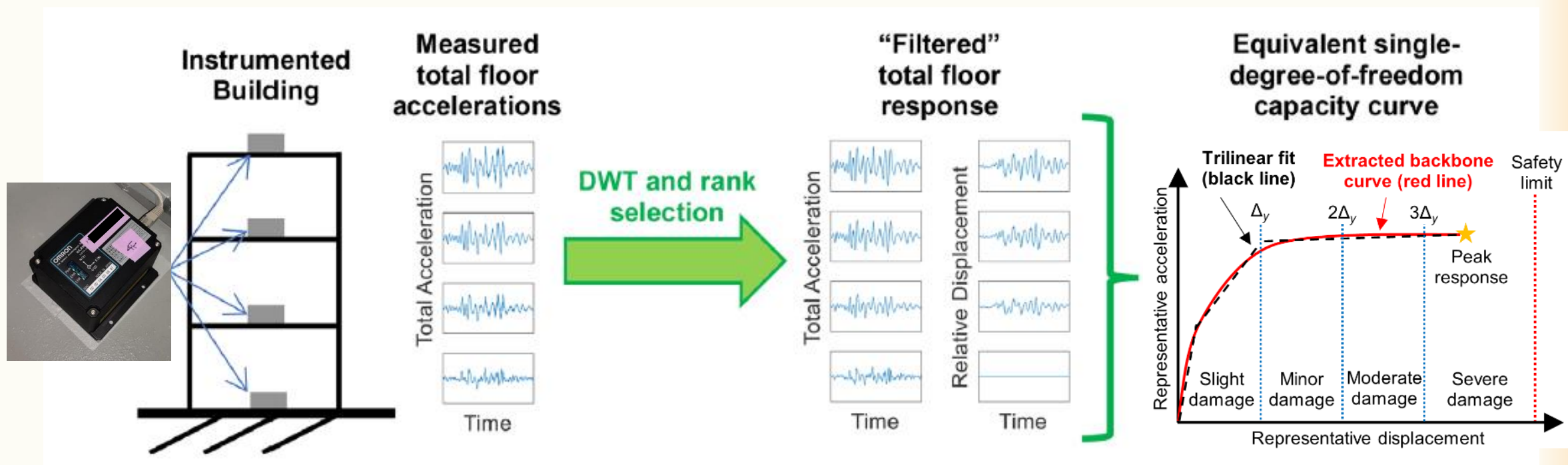
# How can we improve our estimation of damage?

- Structural health monitoring is useful for evaluating damage
- Usually based on **acceleration** data

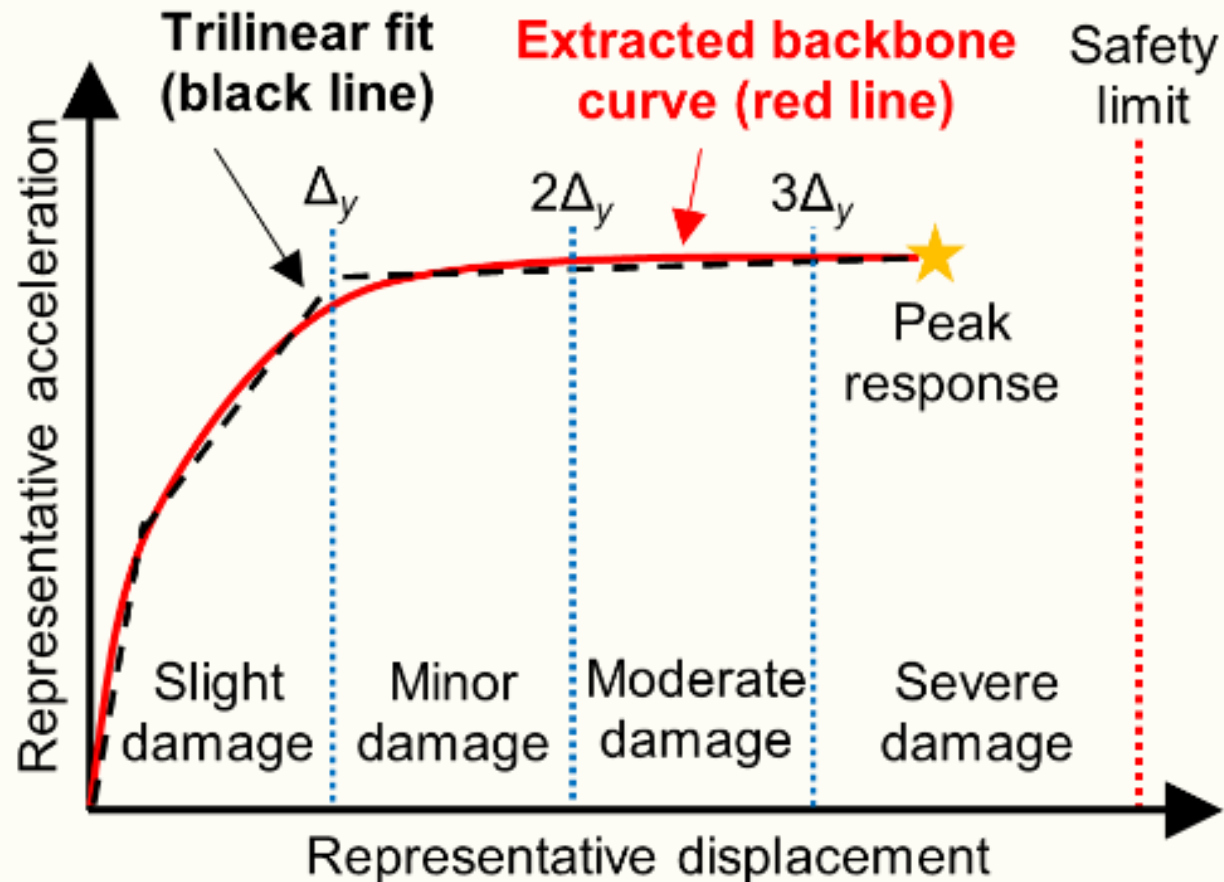




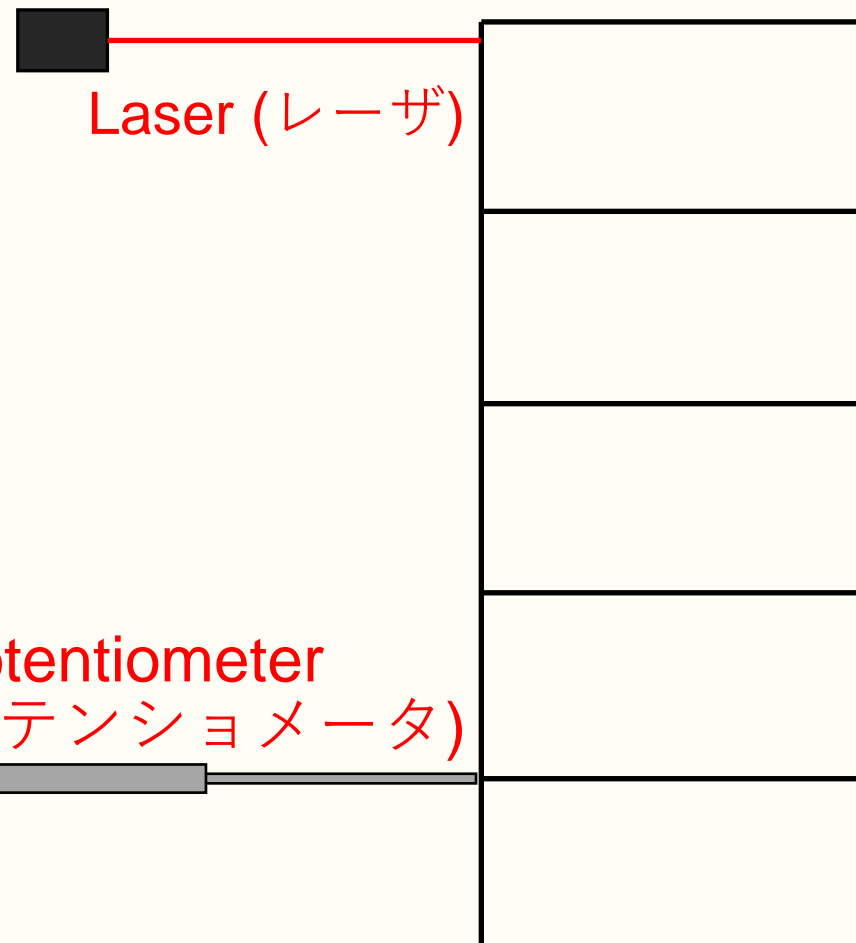
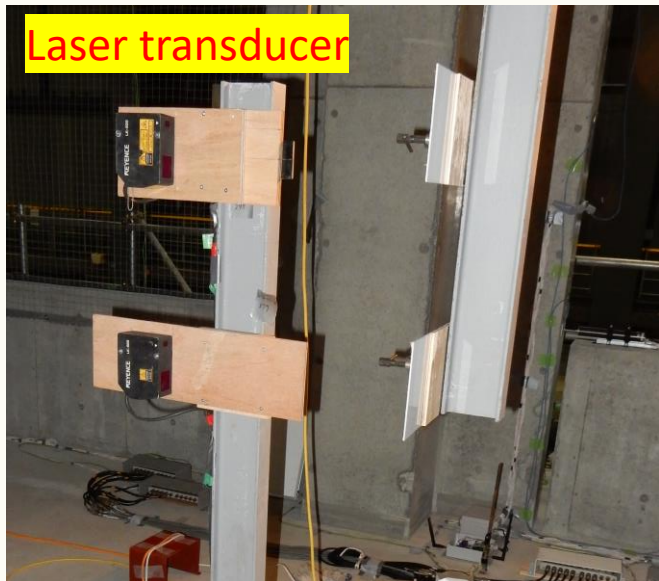
# How does the method work?



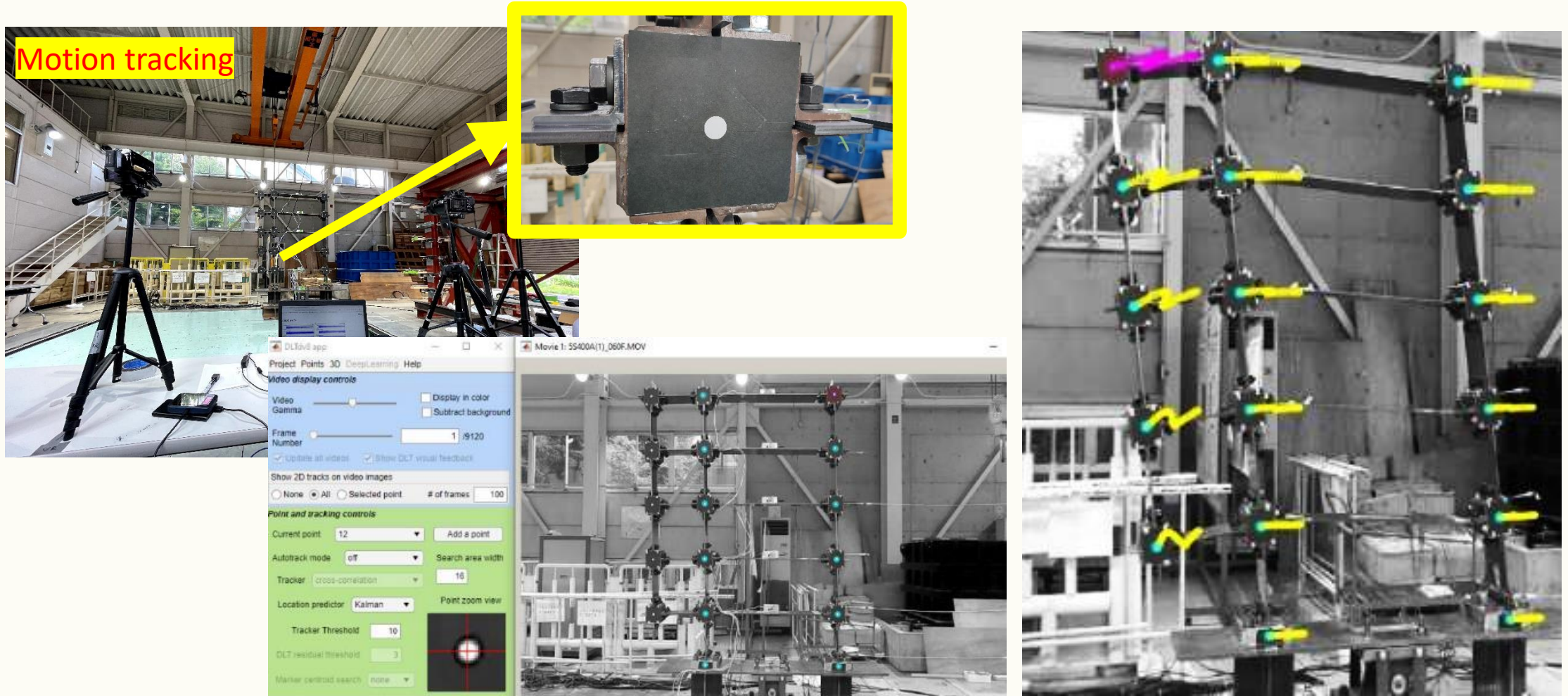
# How do we evaluate damage?



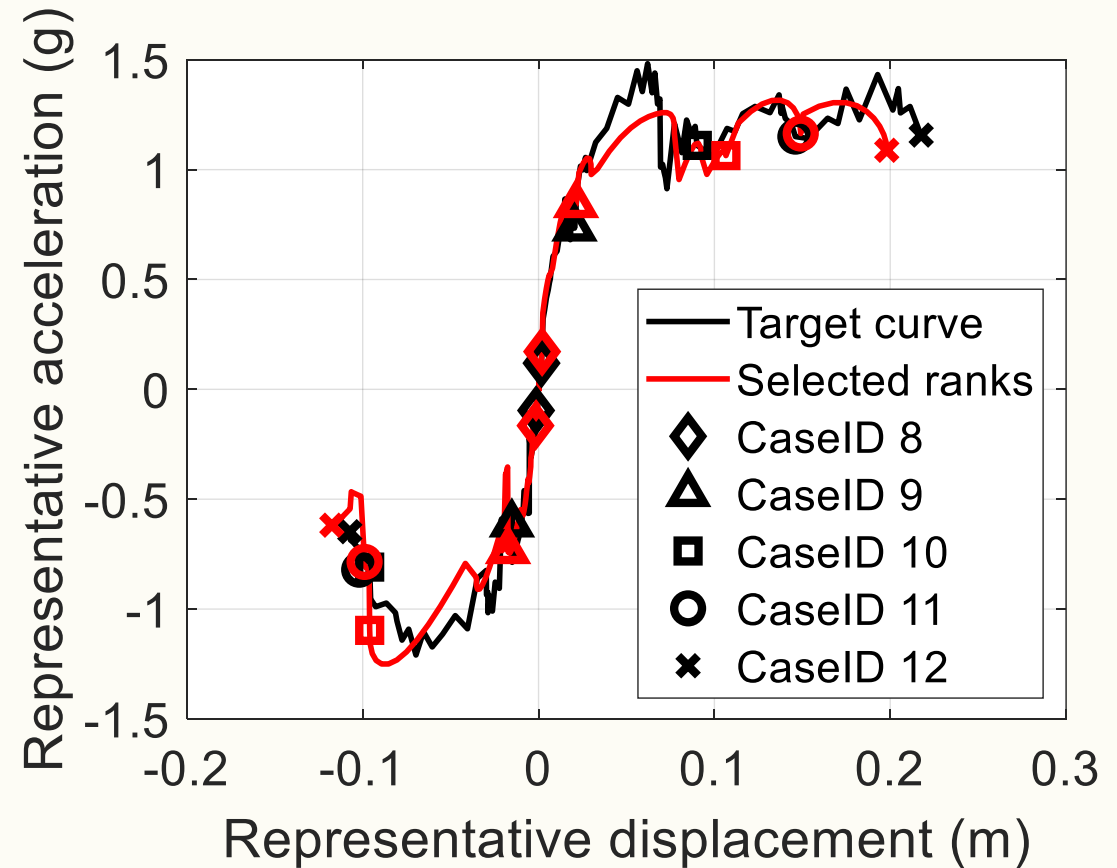
# Validation of method using experimental data



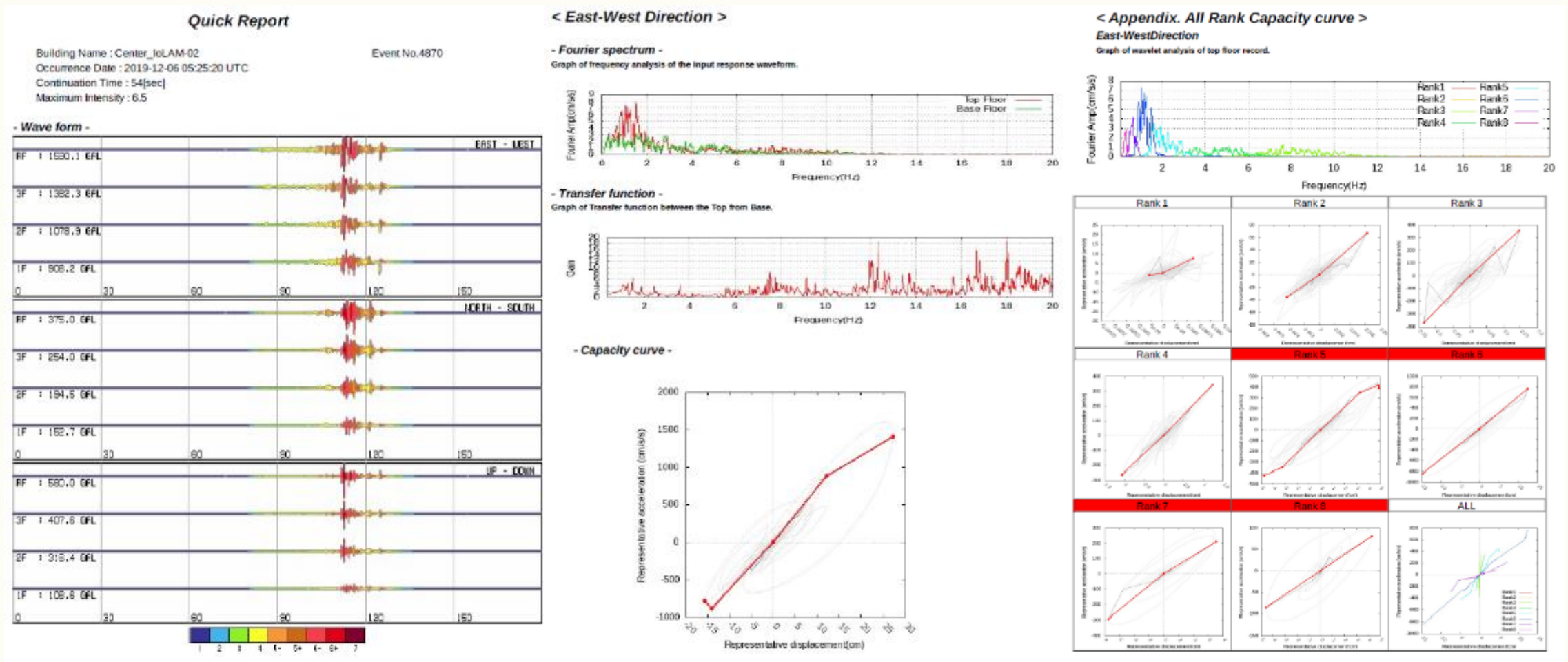
# Validation of method using experimental data



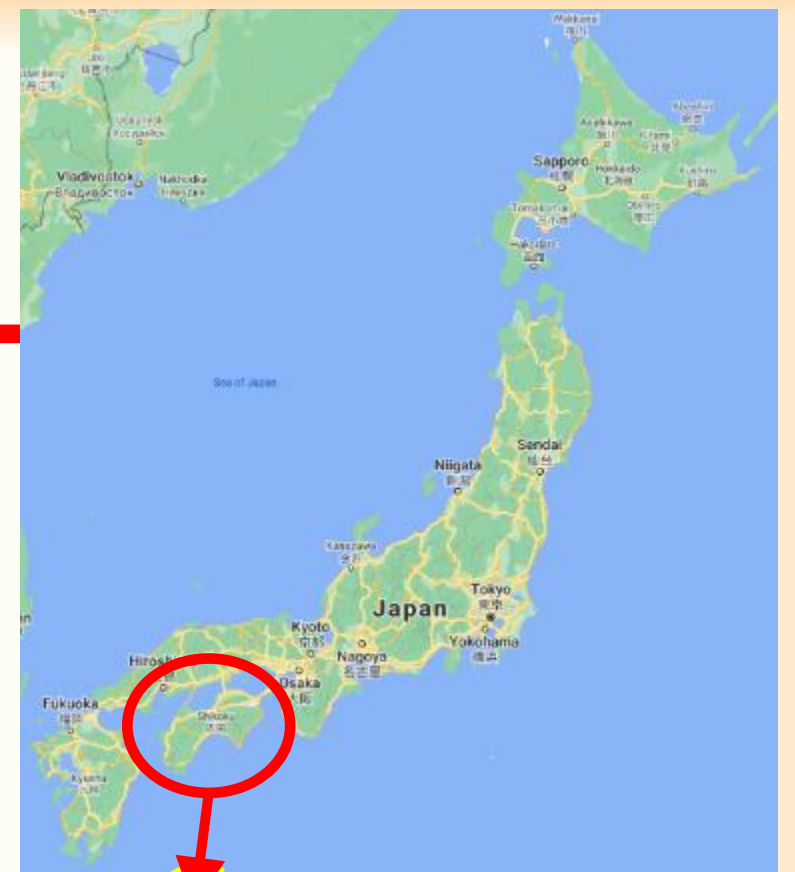
# Validation example



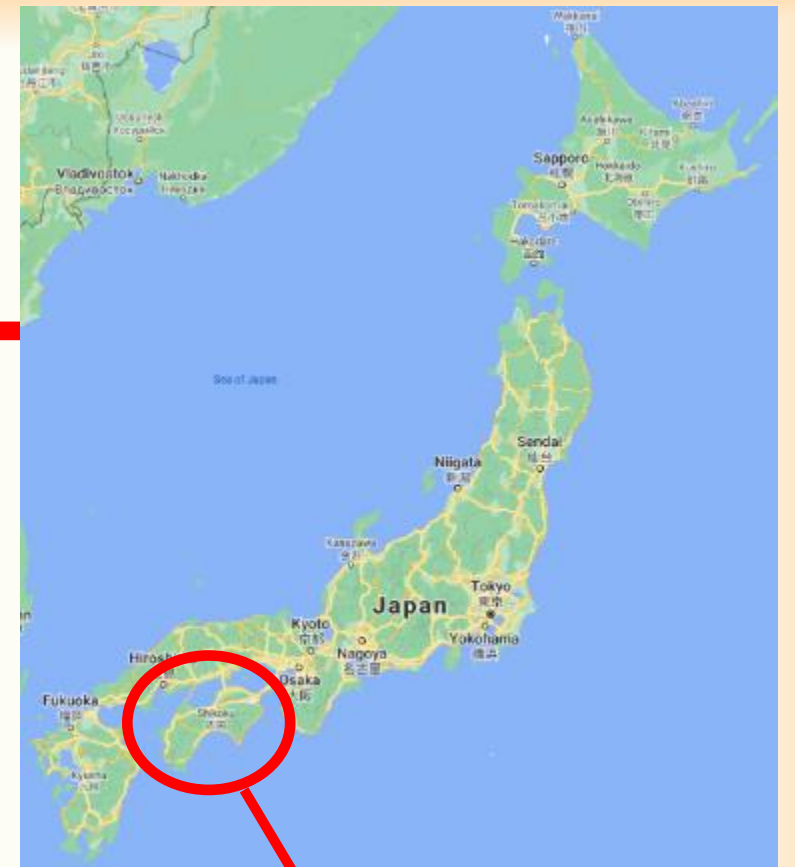
# A few minutes after an earthquake...



# Real applications (本山寺)

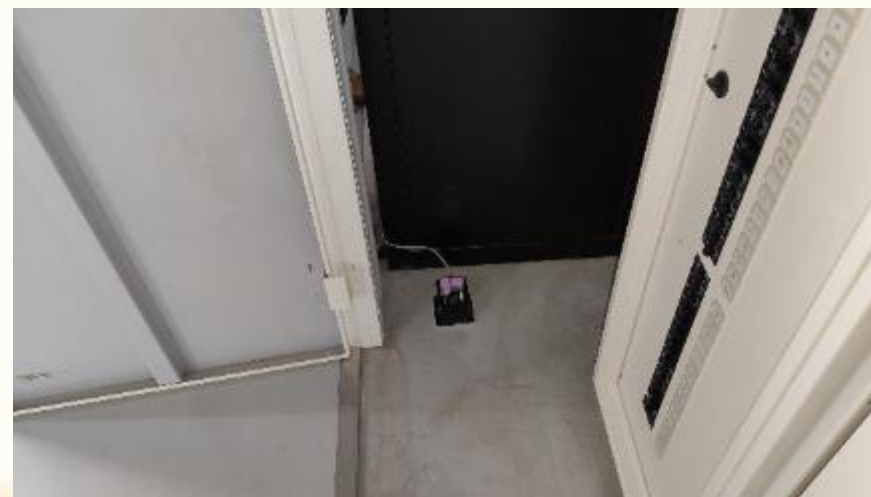
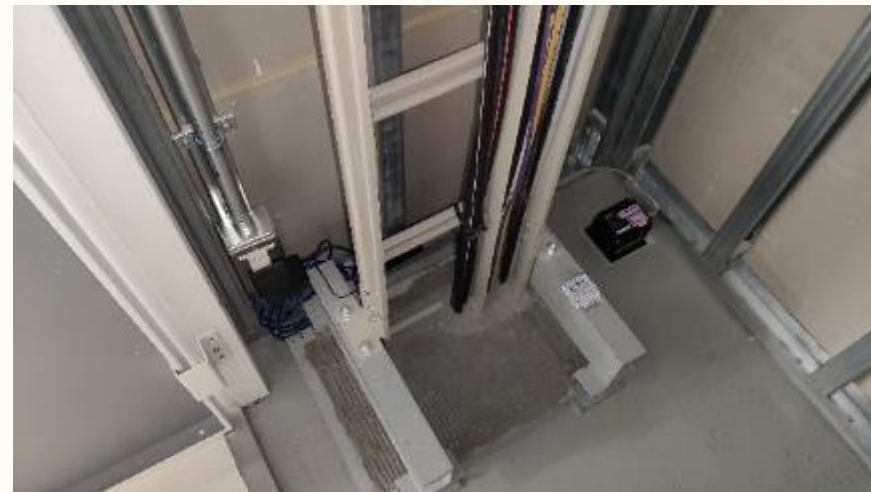


# Real applications (善通寺)





# Real applications (東京大学白金台キャンパス)





# CONTENTS

---

- 1) About myself and New Zealand
- 2) Earthquakes and its effect
- 3) Basics of building design

*Break*

- 4) Structural health monitoring
- 5) Earthquake preparedness**
- 6) Question time





# What happens in buildings during earthquakes?

---

- <https://www.youtube.com/watch?v=MEfnCoqZWYY>
- <https://www.youtube.com/watch?v=z-SzoqXeZjo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=DYkpa3UBOoA>
- <https://youtu.be/GXewtFBeGyU?t=75>

# Earthquake proofing your home

---



# Earthquake preparedness

## Tokyo Fire Department 東京消防著

[https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/bou\\_topic/jisin/sonae10.htm](https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/bou_topic/jisin/sonae10.htm)

### 地震 に対する 10の備え

身の安全の備え

**家具類の転倒・落下・移動防止対策をしておこう**

- けがをしたり、避難に支障がないように家具を配置しておく。
- 家具やテレビ、パソコンなどを固定し、転倒・落下・移動防止措置をしておく。



**けがの防止対策をしておこう**

- 食器棚や窓ガラスなどには、ガラスの飛散防止措置をしておく。
- 停電に備えて懐中電灯をすぐに使える場所に置いておく。
- 散乱物でケガをしないようにスリッパやスニーカーなどを身近に準備しておく。



**家屋や構の強度を確認しておこう**

- 家屋の耐震診断を受け、必要な補強をしておく。
- ブロックやコンクリートなどの壁は、倒れないように補強しておく。



**初動対応の備え**

**消火の備えをしておこう**

火災の発生に備えて消火器の準備や風呂の水のくみ置き（濡れ防止のため子どもだけで浴室に入れないようにする）等しておく。



**火災発生時の早期発見と防止対策をしておこう**

- 火災の早期発見のために、住宅用火災警報器を設置しておく。
- 普段使用しない電気器具は、差込みプラグをコンセントから抜いておく。
- 電気に起因する火災の発生を抑制するため、感震ブレーカー（分電盤型）などの防災機器を設置しておく。



**非常用品を備えておこう**

- 非常用品は、置く場所を決めて準備しておく。
- 冬の寒さなど、季節を考慮した用品を備えておく。
- 車載ジャッキやカーラジオなど、身の周りにあるものの活用を覚えておく。
- スマートフォンの多機能バッテリー（PSEマーク付）など、必要な電源を確保しておく。



**確かな行動の備え**

**家族で話し合っておこう**

- 地震が発生した時の出火防止や初期消火など、家族の役割分担を決めておく。
- 外出中に家族が帰宅困難になったり、離れ離れになった場合の安否確認の方法や集合場所などを決めておく。
- 家族で避難場所や避難経路を確認しておく。
- 台風等の風水害が同時期に発生した場合を想定しておく。
- 普段のつき合いを大切にすると、隣り近所との協力体制を話し合っておく。



**地域の危険性を把握しておこう**

- 自治体の防災マップ等で、自分の住む地域の地域危険度を把握しておく。
- 自宅や学校、職場周辺を実際に歩き、災害時の危険箇所や役立つ施設を把握し、自分用の防災マップを作っておく。



**防災知識を身につけておこう**

- 新聞、テレビ、ラジオやインターネットなどから、防災に関する情報を収集し、知識を身につけておく。
- 消防署などが実施する講演会や座談会に参加し、過去の地震の教訓を学んでおく。
- 大きな地震の後に同程度の地震が発生する可能性があることを理解しておく。



**防災行動力を高めておこう**

日頃から防災訓練に参加して、身体防護、出火防止、初期消火、救出、応急救護、通報連絡、避難要領などを身に付けておく。



54

# Earthquake preparedness

## Prime Minister's Office of Japan 首相官邸

<https://www.kantei.go.jp/jp/headline/bousai/sonae.html>

### 災害の「備え」チェックリスト

災害/内閣府政策統括官(防災担当)、内閣府男女共同参画局

#### 非常用持ち出し袋 避難の際に持ち出すもの!

<input type="checkbox"/> 水	<input type="checkbox"/> 軍手
<input type="checkbox"/> 食品 <small>(ご飯(アルファ米など)、レトルト食品、ビスケット、チョコ、乾パンなど:最低3日分の用意!)</small>	<input type="checkbox"/> 洗面用具
<input type="checkbox"/> 防災用ヘルメット・防災ずきん	<input type="checkbox"/> 歯ブラシ・歯磨き粉
<input type="checkbox"/> 衣類・下着	<input type="checkbox"/> タオル
<input type="checkbox"/> レインウェア	<input type="checkbox"/> ペン・ノート
<input type="checkbox"/> 紐なしのスニーカー	<b>感染症対策にも有効です!!</b>
<input type="checkbox"/> 懐中電灯 <small>(※手動充電式が便利)</small>	<input type="checkbox"/> マスク
<input type="checkbox"/> 携帯ラジオ <small>(※手動充電式が便利)</small>	<input type="checkbox"/> 手指消毒用アルコール
<input type="checkbox"/> 予備電池・携帯充電器	<input type="checkbox"/> 石けん・ハンドソープ
<input type="checkbox"/> マッチ・ろうそく	<input type="checkbox"/> ウェットティッシュ
<input type="checkbox"/> 救急用品 <small>(ばんそうこう、包帯、消毒液、常備薬など)</small>	<input type="checkbox"/> 体温計
<input type="checkbox"/> 使い捨てカイロ	<b>一緒に持ち出そう!!</b>
<input type="checkbox"/> ブランケット	<input type="checkbox"/> 貴重品 <small>(通帳、現金、パスポート、運転免許証、病院の診察券、マイナンバーカードなど)</small>

#### 子供がいる家庭の備え

<input type="checkbox"/> ミルク <small>(キューブタイプ)</small>	<input type="checkbox"/> 子供用紙オムツ	<input type="checkbox"/> 抱っこひも
<input type="checkbox"/> 使い捨て哺乳瓶	<input type="checkbox"/> お尻ふき	<input type="checkbox"/> 子供の靴
<input type="checkbox"/> 離乳食	<input type="checkbox"/> 携帯用お尻洗浄機	
<input type="checkbox"/> 携帯カトラリー	<input type="checkbox"/> ネックライト	

#### 女性の備え

<input type="checkbox"/> 生理用品	<input type="checkbox"/> サニタリーショーツ	<input type="checkbox"/> 防犯ブザー/ホイッスル
<input type="checkbox"/> おりものシート	<input type="checkbox"/> 中身の見えないごみ袋	

#### 高齢者がいる家庭の備え

<input type="checkbox"/> 大人用紙パンツ	<input type="checkbox"/> 介護食	<input type="checkbox"/> デリケートゾーンの洗浄剤
<input type="checkbox"/> 杖	<input type="checkbox"/> 入れ歯・洗浄剤	<input type="checkbox"/> 持病の薬
<input type="checkbox"/> 補聴器	<input type="checkbox"/> 吸水パッド	<input type="checkbox"/> お薬手帳のコピー

#### 備蓄品

お家に備えておくもの!

- 食料や水(最低3日分!できれば1週間分) × 家族分  
賞存期間の長いものを多めに買って置き、消費したら補充するという習慣にしていれば、常に食料の備蓄が可能!
- 生活用品  
例えば、ティッシュ、トイレ用ペーパー、ラップ、ゴミ袋、ポリタンク、携帯用トイレなど

ほかにも、家庭で必要なものは日ごろから備えておきましょう



# CONTENTS

---

- 1) About myself and New Zealand
- 2) Earthquakes and its effect
- 3) Basics of building design

*Break*

- 4) Structural health monitoring
- 5) Earthquake preparedness
- 6) Question time**



# Question time

---

