

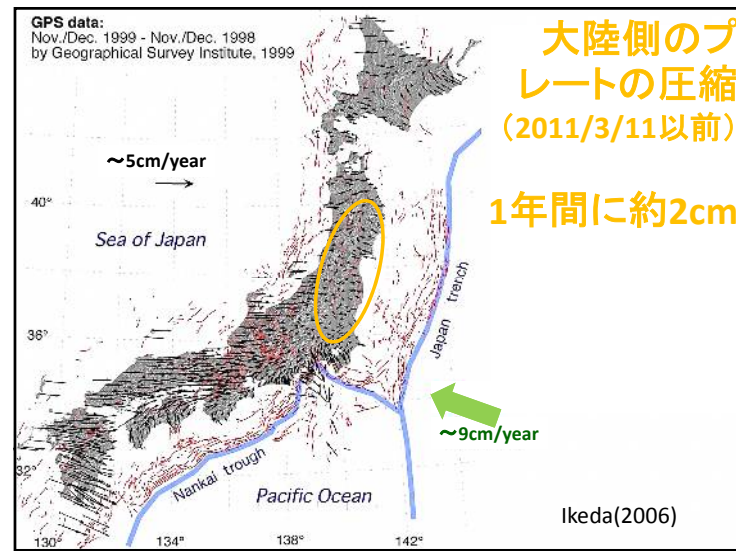
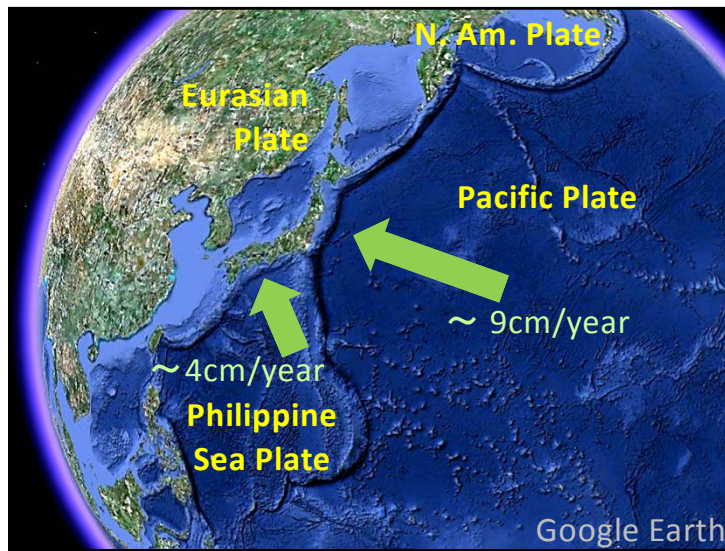
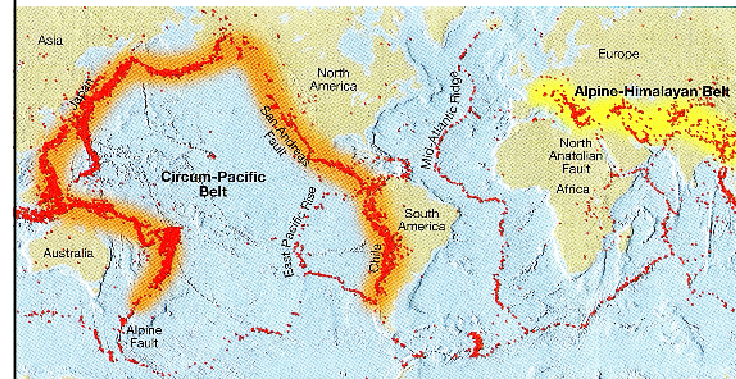
# 地学概論 A

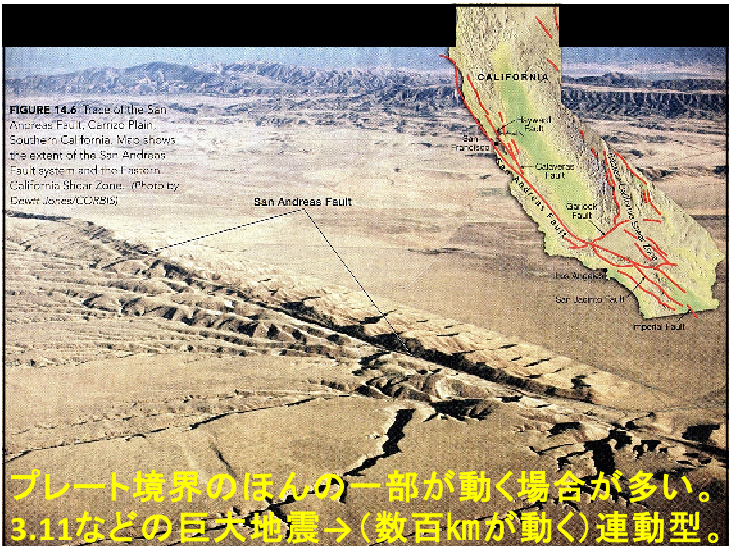
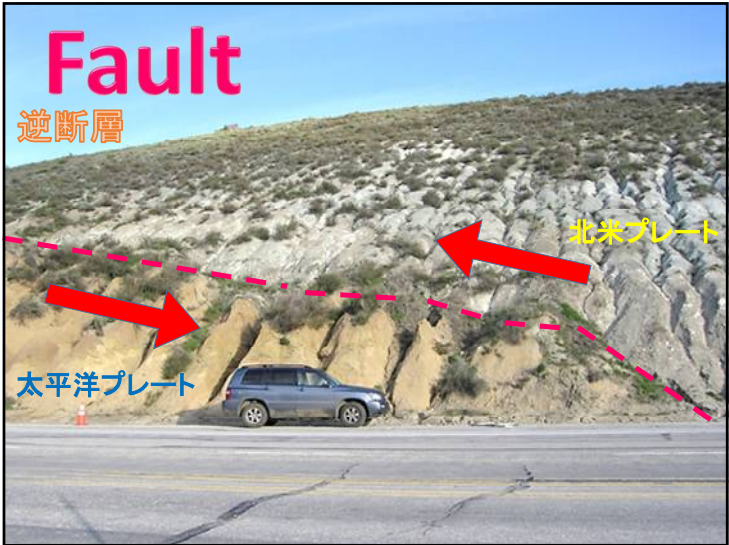
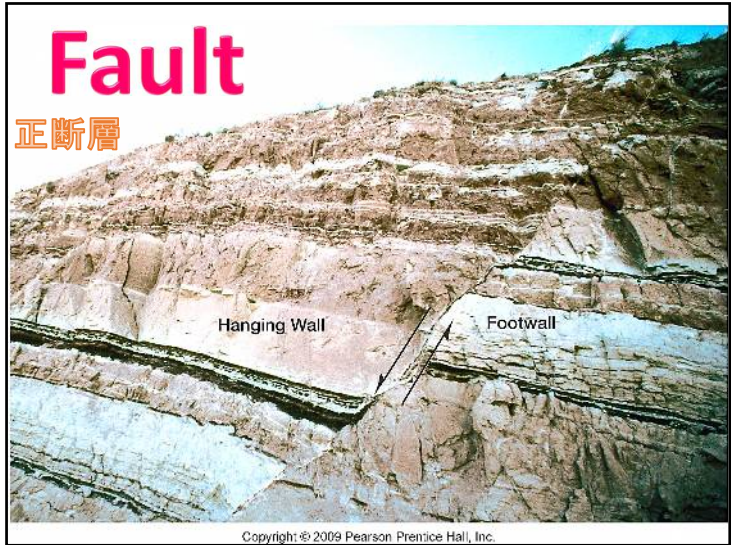
Principles of Earth Science A

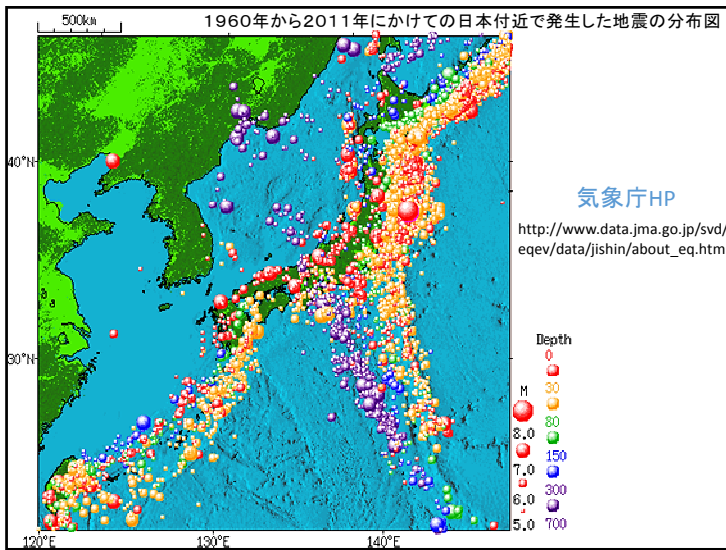
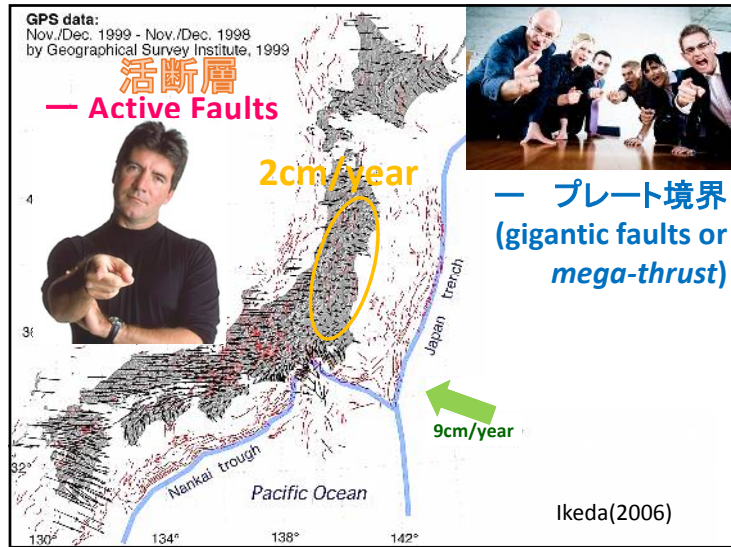
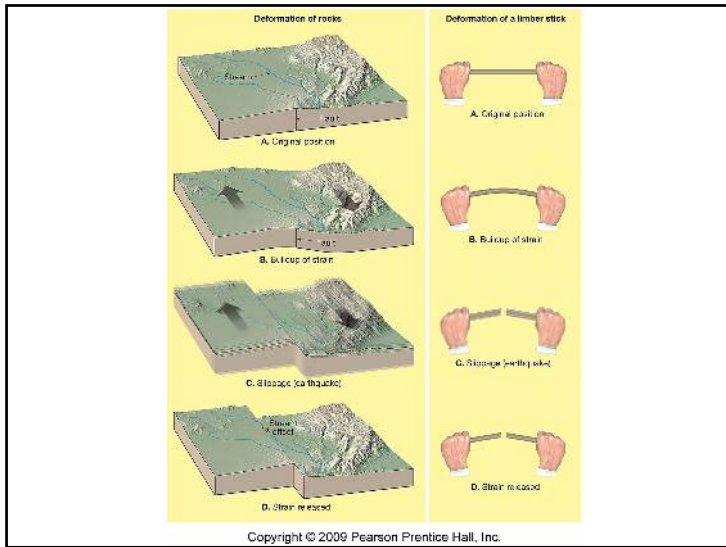
第10回 地震と災害



## 地震の発生しやすい場所







## 断層の用語・分類は様々 (Wiki)

テキスト p.93-94

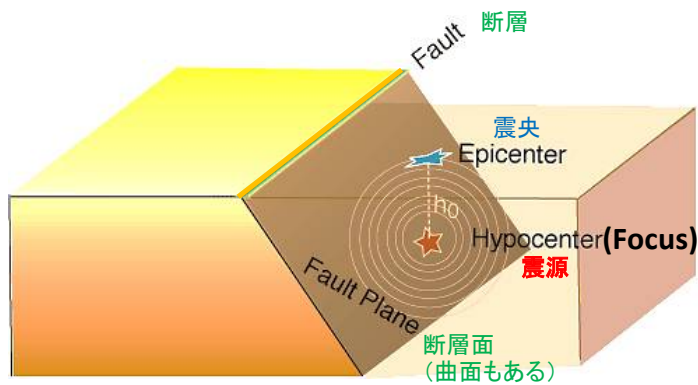
**活断層**: 極めて近き時代まで地殻運動を繰り返した断層のうち、今後もなお活動すべき可能性のあるもの。

「極めて近き時代」→ (新生代) **第四紀**  
 狭義には、「過去数十万年」を指す場合もあるが、これは便宜的なものであり、その曖昧さが指摘されている。

別の定義によれば、「現在の応力場の下で地震を起こし得る断層のうち、断層面が地表まで達しているもの(地表断層)に限る。

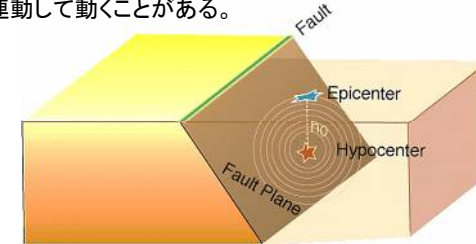
活断層では地震が過去に繰り返し発生しており、また今後も地震が発生すると考えられているため、**活断層の活動度の評価は、そこを震源として発生する地震の予知に役立つと考えられている。**

## 地震発生のメカニズム



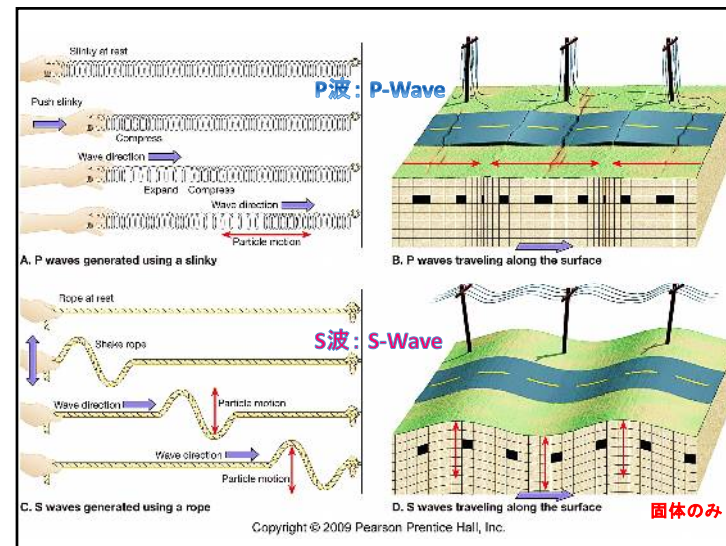
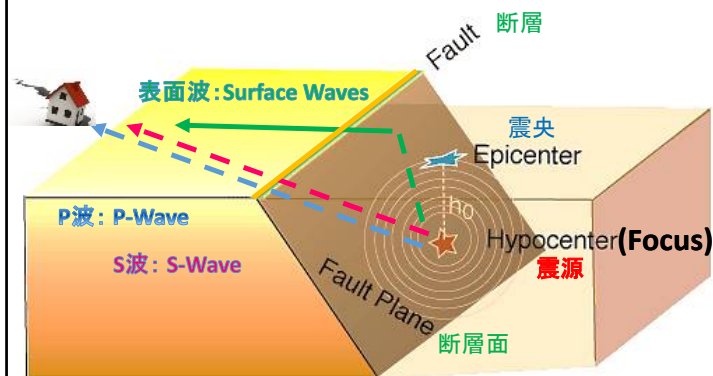
## 断層の用語・分類は様々 (Wiki) テキスト p.93-94

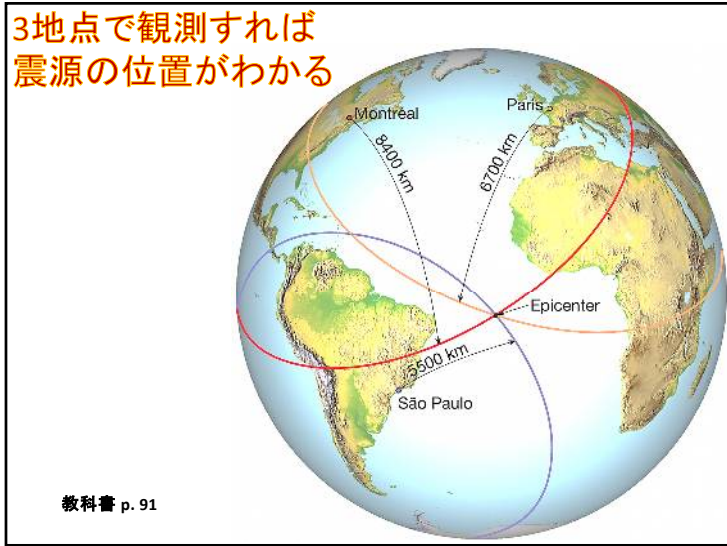
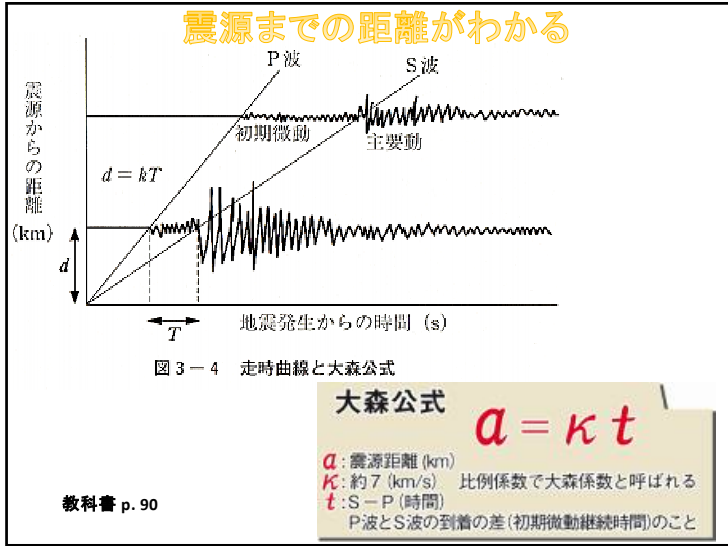
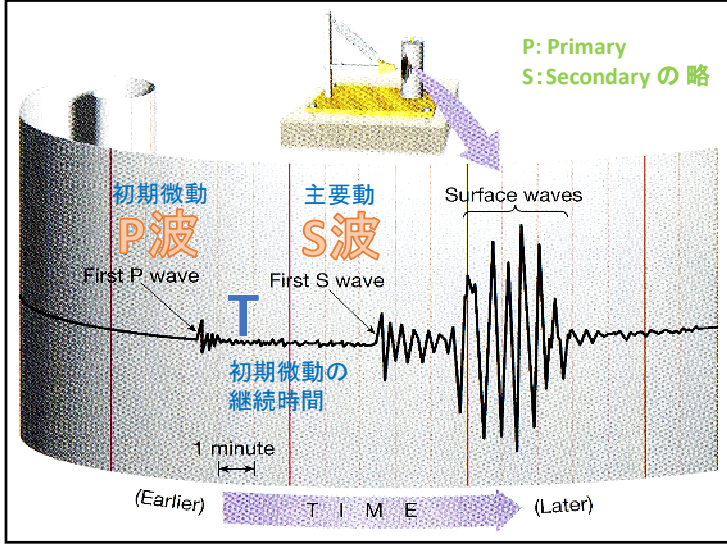
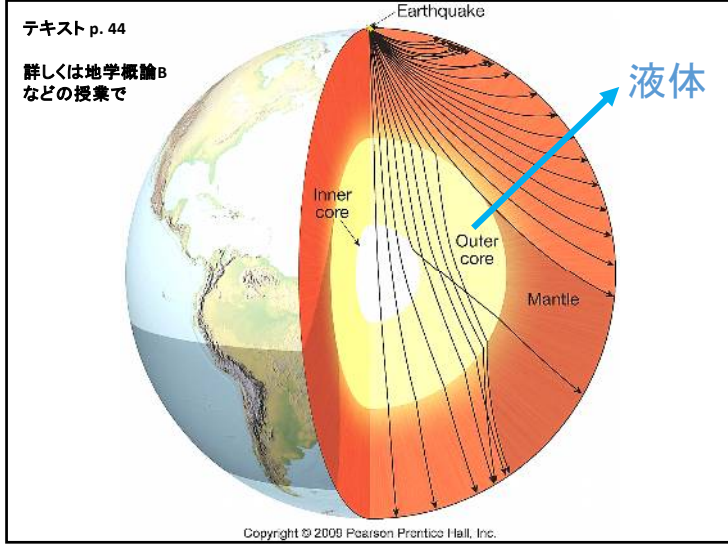
**震源断層**: 地震を起こした断層のこと。通常は地下にある。大きな地震では複数の断層が運動して動くことがある。

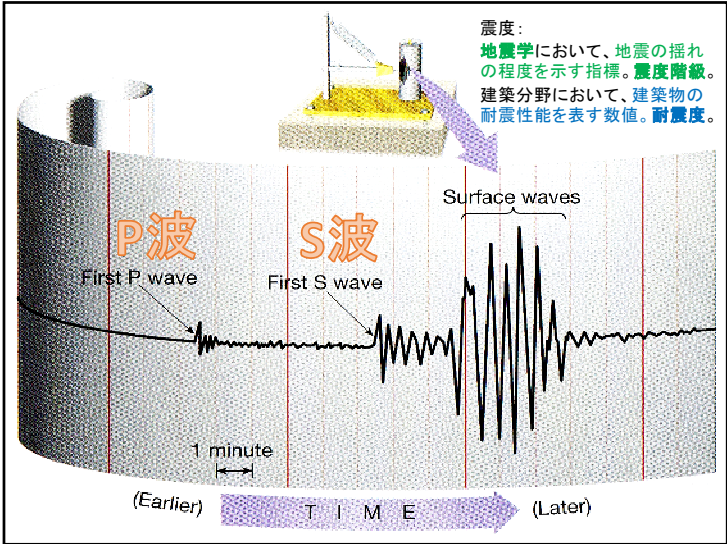
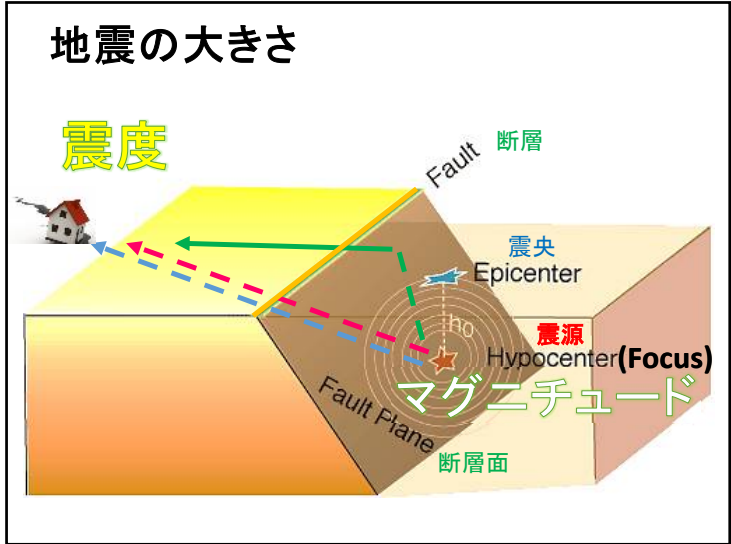


**地震断層**: 地震時に地上に出現した連続した割れ目やずれのこと。通常は震源断層の上端に相当する。地表地震断層とも言う。震源断層と混同されることが多い。地震により生じた二次的な小規模の断層は、地表地震断層とは呼ばない。

## 3種の地震波の発生







**震度階級** (Wiki): 震度階級に国際標準はなく、それぞれの国や地域が採用したものが使われている。

**気象庁震度階級** (JMA seismic intensity scale)  
1884年に成立。現在は1996年に計測震度計によるものに改訂されたものが使用 (2008年に解説表が改訂)されており、0-7の10段階 (5と6が2段階ずつある)。日本で使用。

**メルカリ震度階級** (Mercalli intensity scale)  
1902年に成立。後に何度か修正が重ねられ、現在では**改正メルカリ震度階級** (Modified Mercalli intensity scale, MMI scale)という。I-XIIの12段階。アメリカ、韓国などで使用。

**マドヴェーデフ・シュボンホイアー・カルニク震度階級** (Medvedev-Sponheuer-Kárník scale, MSK scale)  
1964年成立。I-XIIの12段階。CIS諸国、東欧諸国、イスラエル、インドなどで使用。

**地震烈度** (China seismic intensity scale, CSIS)  
1980年成立、1999年改正。I-XIIの12段階。中国で使用。

**ヨーロッパ震度階級** (European Macroseismic Scale)  
1988年成立。現在、1998年に修正されたものが使用されている。1-12の12段階。ヨーロッパ各国で使用。

**台湾**は2000年から、1996年9月30日以前の旧気象庁震度階級を参考にした、0-7の8段階の震度階級を使用。

各国の気象機関で公式に使用する震度を定めていないところも多いが、メルカリ震度階級を使用するところが多い。

それぞれの震度階級の間で、数式等を用いて対応関係を示すことは難しい。また同じ震度階級でも機関によって運用や基準が異なり、単純に同じとはみなせない場合がある。

### 気象庁震度階級 (JMA seismic intensity scale)

震度	計測震度
0	0.5未満のすべて
1	0.5以上1.5未満
2	1.5以上2.5未満
3	2.5以上3.5未満
4	3.5以上4.5未満
5弱	4.5以上5.0未満
5強	5.0以上5.5未満
6弱	5.5以上6.0未満
6強	6.0以上6.5未満
7	6.5以上のすべて

震度	加速度
0	0.8以下
1	0.8 - 2.5
2	2.5 - 8.0
3	8.0 - 25
4	25 - 80
5	80 - 250
6	250 - 400
7	400以上

ガル (gal, 記号:Gal) は、CGS単位系における加速度の単位。その名はガリレオ・ガリレイにちなむもので、単位名をガリレオ (galileo) としている地域もある。

1 Gal = 1 cm/s<sup>2</sup> = 0.01 m/s<sup>2</sup>

地球表面の重力加速度は 約 981 Gal。

世界最大の地震による加速度は、岩手・宮城内陸地震 (2008年6月14日) の際に岩手県一関市巖美町祭時で観測した 4022 Gal である。

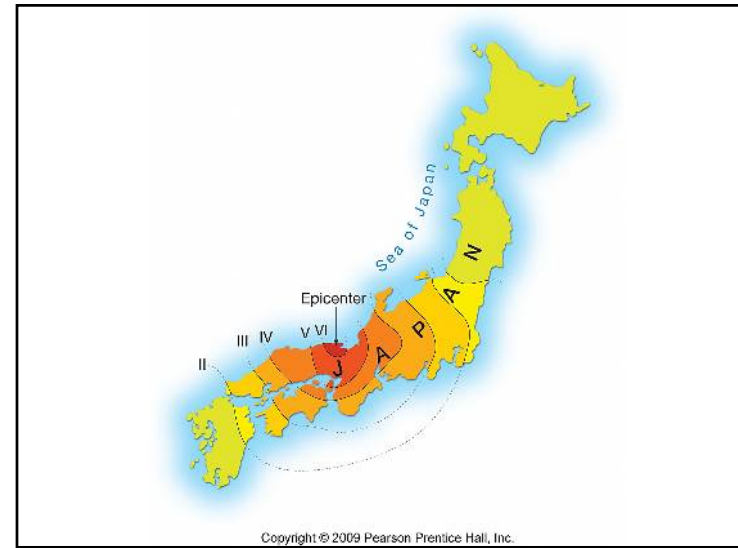
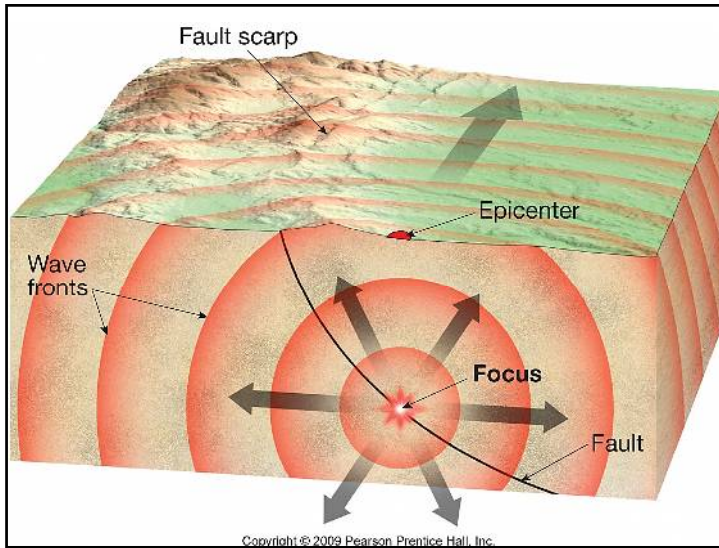
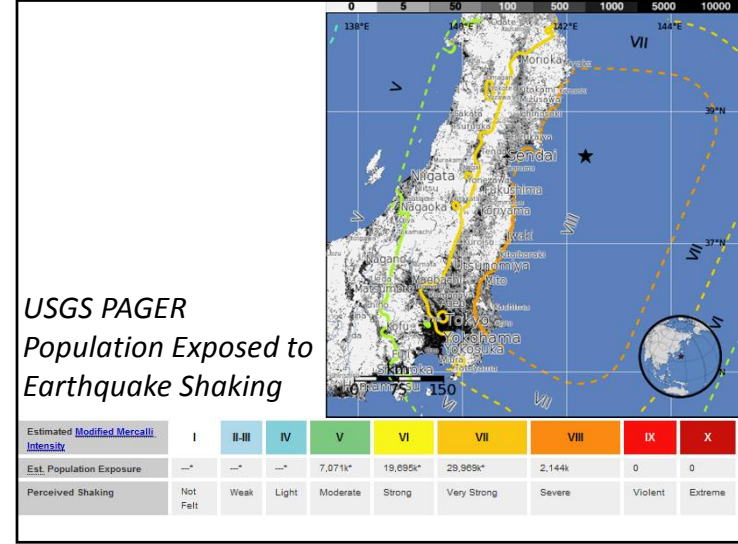
教科書 p. 92の表と比較すること

### 改正メルカリ震度階級

- Modified Mercalli Intensity Scale (MMI: 米国, 韓国など)

I から XII (12階級)

震度階級	揺れによる影響	加減圧
I. 非常に弱い	ほとんどの人は揺れを感じない。	1.0gal以下
II. 非常に弱い	高い建物の上層階にのみ、安静にしている状態の人が揺れを感じる。	1.0 - 2.1 gal
III. 弱い	高い建物の上層階にいる多くの人が揺れを感じる。停車されている自動車わずかに揺れる。	2.1 - 5.0gal
IV. やや弱い	国内にいる人の多くが揺れを感じる。眠っている人の一部が目覚めます。食器類がカタカタと揺れる。	5.0 - 10gal
V. やや強い	多くの人が揺れを感じる。寝ている人の多くが目覚めます。窓ガラスが割れ、床が揺れる。	10 - 21 gal
VI. 強い	ほとんどの人が揺れを感じる。多くの人が不安を感じ、まっすぐに歩くことができない。本物のら本が倒れる。	21 - 44 gal
VII. 非常に強い	立てることが難しい。軽い家具が転倒し、強い揺れで建物の一部が壊れる。自動車が揺動している人の多くが揺れを感じる。	44 - 94 gal
VIII. 非常に強い	重い家具が転倒し、多くの建物が一部壊れる。	94 - 202 gal
IX. 破壊的	多くの人が混乱に陥る。頑丈な建物が一部壊れ、多くの建物が半壊する。	202 - 432 gal
X. 破壊的	頑丈な建物が半壊し、多くの建物が全壊する。	
XI. 壊滅的	頑丈な建物が全壊し、骨が崩壊する。	432 gal以上
XII. 壊滅的	あらゆるものが崩壊する。	



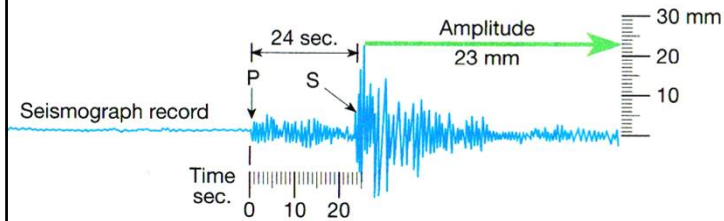
## マグニチュード (Magnitude) の計算

マグニチュード: 震源での地震エネルギーの大きさ

○ Richter Magnitude (Richter Scale **リヒター** スケール):

1 - 10, 対数スケール

レクターが正しい英語の発音

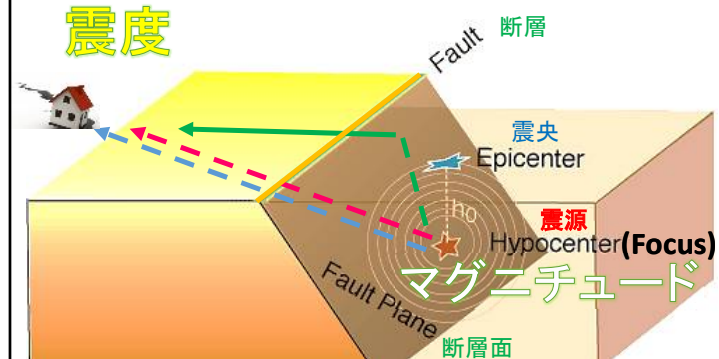


○ モーメント・マグニチュード Momentum Magnitude ( $M_w$ ):

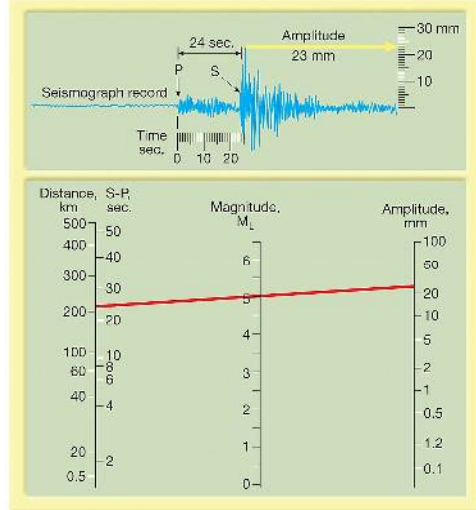
1 - 10, 対数スケール

Richter Magnitude (リヒター・スケール)  
一点から地震波が発生したと仮定

震度



計算が早く簡単。小中規模の地震に有効。大地震でも地震速報(マグニチュードの計算と震源決定)に使う



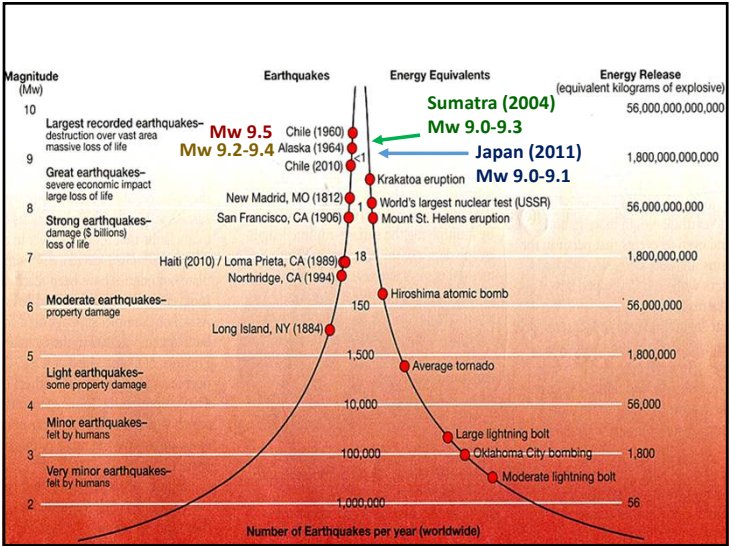
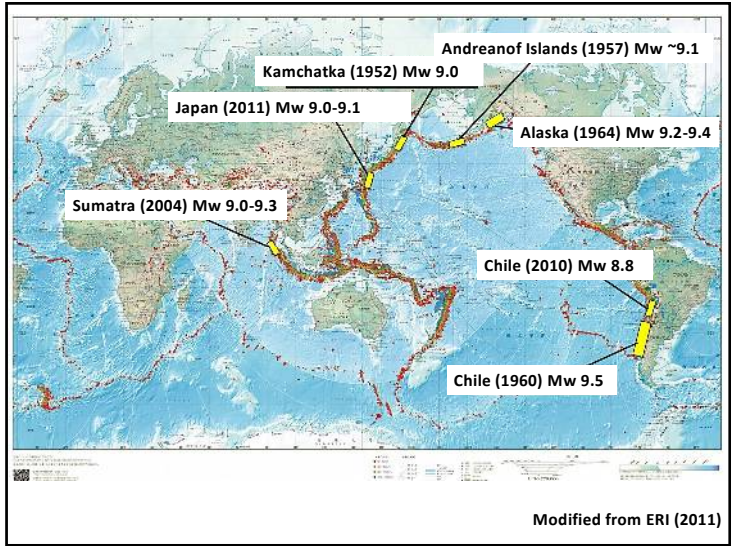
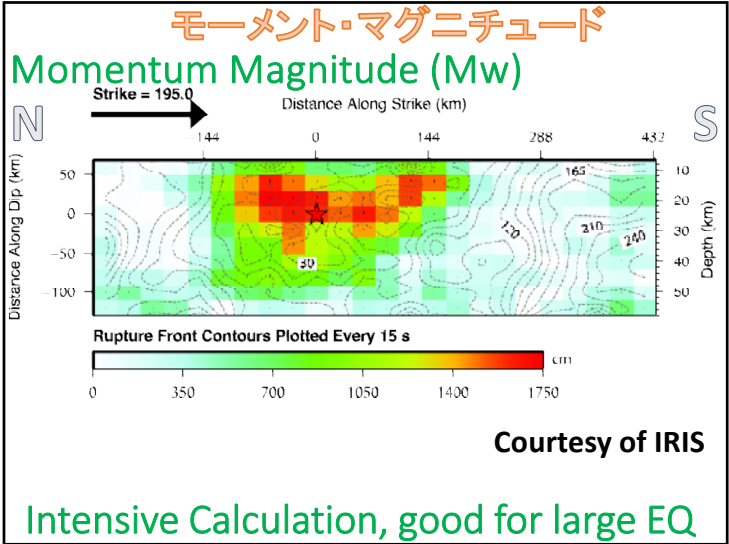
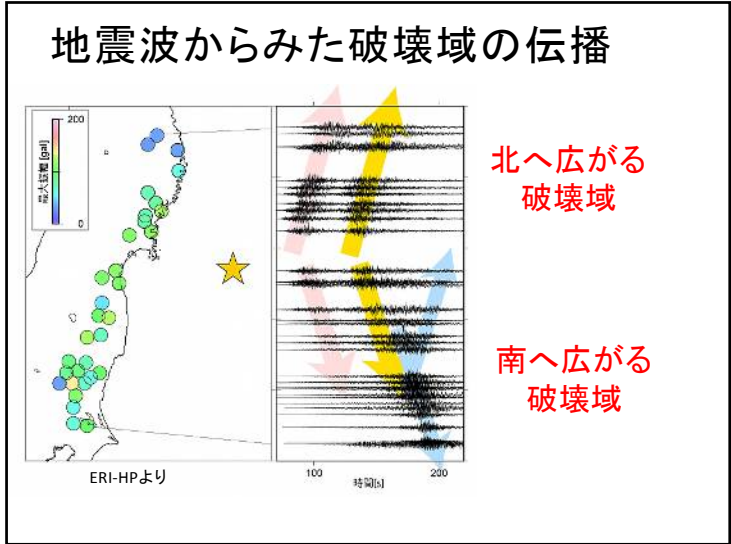
Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

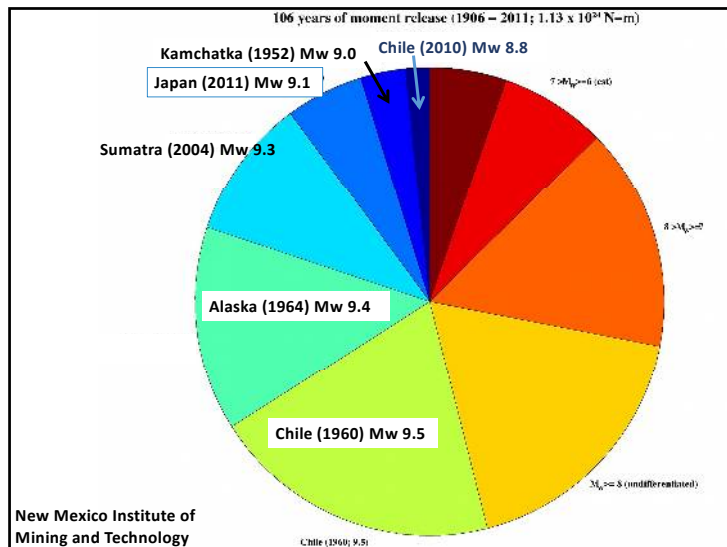
Richter Magnitude (リヒター・スケール)  
一点から地震波が発生したと仮定

大地震では断層面上に複数の震源がある



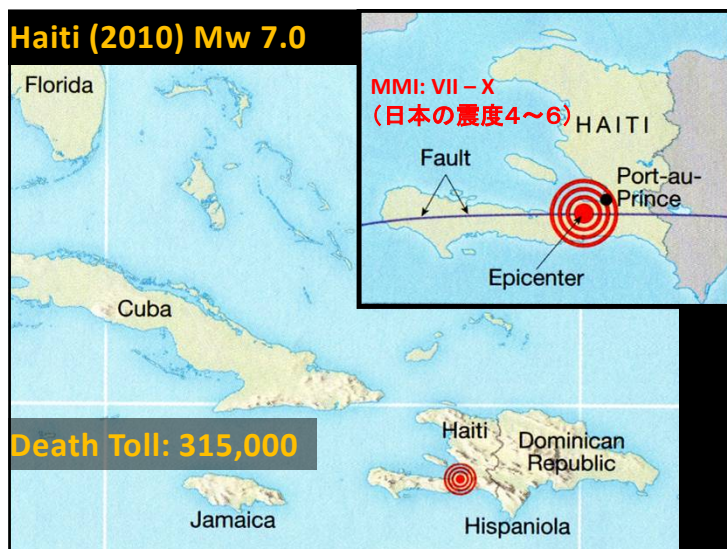






ある地点での震度(地震計で観測された値を含む)を決定するのは

- 震源のエネルギー(マグニチュード)
- 震源からの距離
- 地盤などの強さ
  - \* 固い岩石: 安定 (花崗岩など)
  - \* 未固結の堆積物: 不安定 (埋立地など)
- 建物の強さも影響



地震に伴う災害

- 火災
- 地すべり
- 液状化
- 地盤の沈降・隆起
- 津波
- 火山活動の活発化・噴火

## 地震の予知は出来るか？ 主に2分野で研究中

### 近代地震学 (Seismology)

- 地震活動の観測・監視
- 秒・分・時・日～年単位で地震・地殻変動などの統計解析
- 数値シミュレーション
- 短期 & 長期予測
- ラドン・電磁波など(新分野)



Randy Marsh

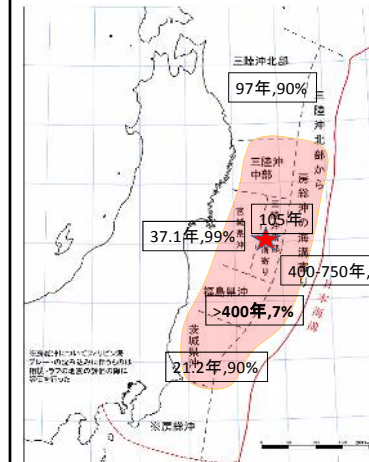
### 古地震学 (Paleo-Seismology)

- 地層・活断層の解析(露頭、トレンチなど)
- 学際的
- 歴史学/考古学
- 長期予測



Archaeologist

## Multi-Segment Mega-Earthquake (連動型地震)



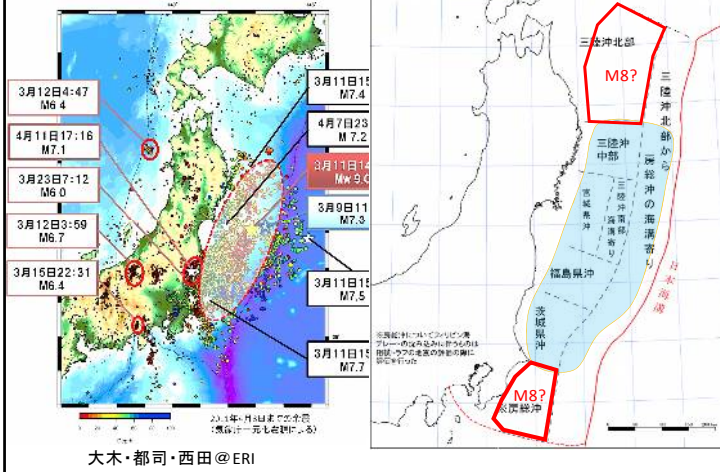
2011前の予測:  
プレート境界(断層面)  
の各部位を個々に評価

M 7-8 Class

結果(2011. 3.11):  
複数の部位で  
ほぼ同時に地震  
発生  
→ 連動型地震

地震調査推進本部(2000)に加筆

## 余震活動 (Mw8クラスの危険)



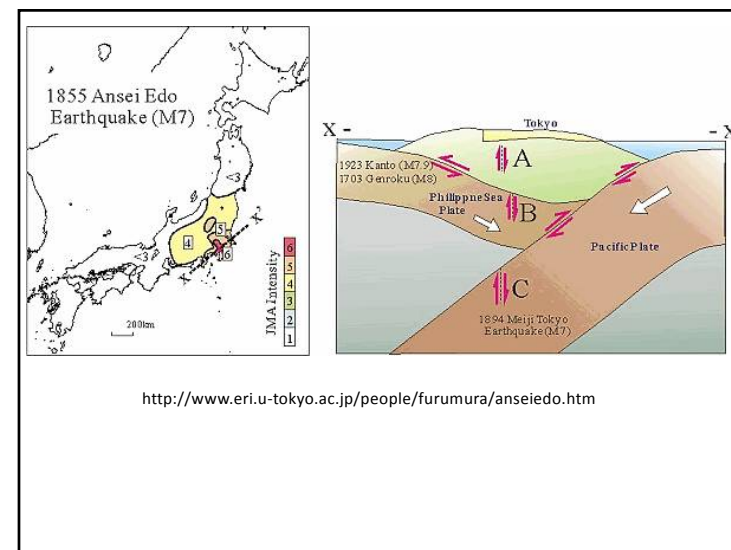
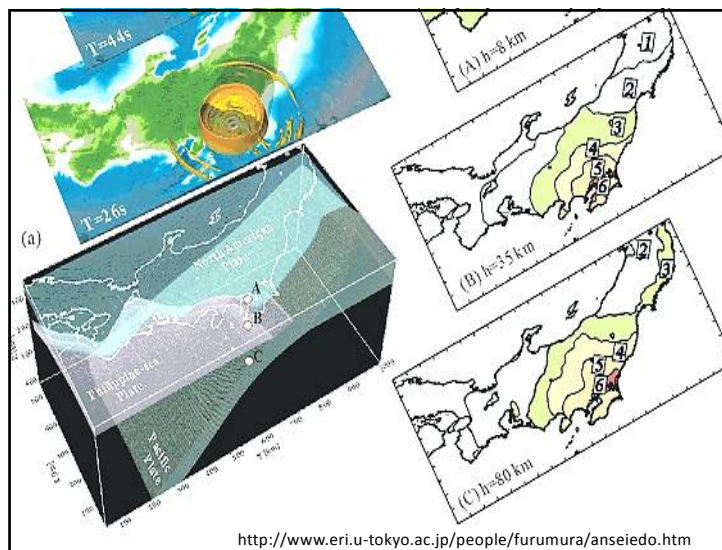
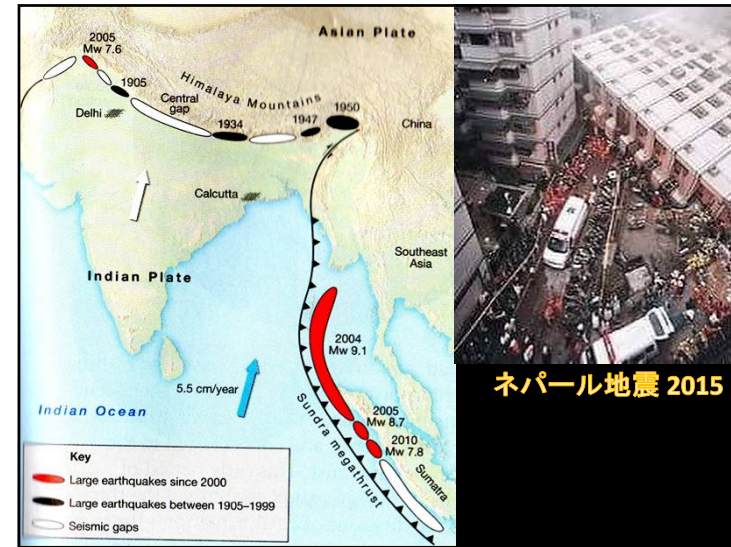
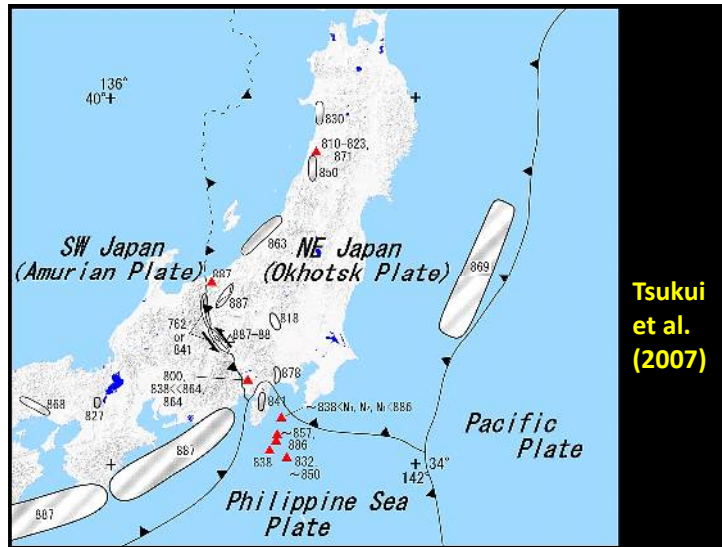
大木・都司・西田@ERI

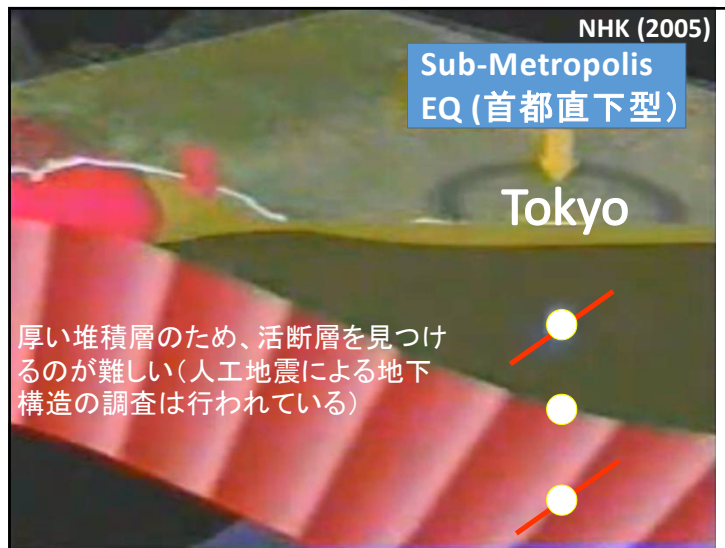
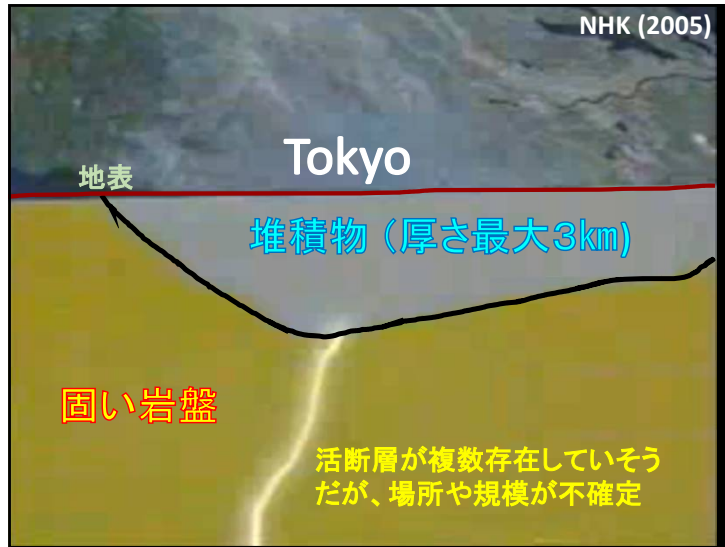


1707宝永地震を  
最後に連動型地  
震は起きていな  
い。

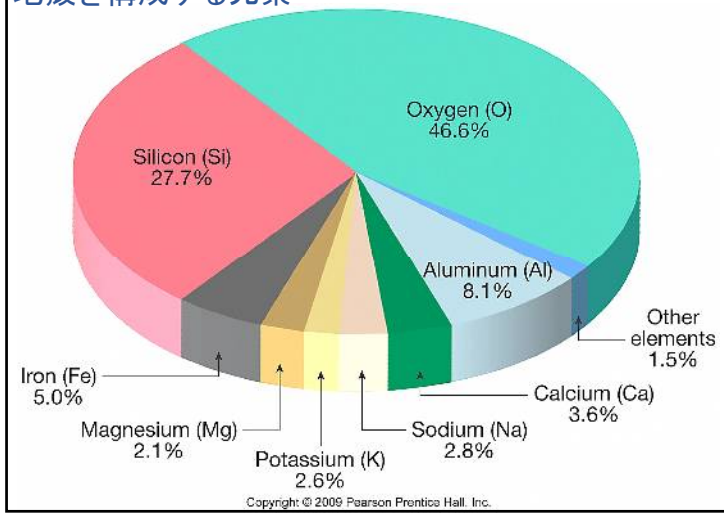
Last Tokai EQ:  
1854

地震調査推進本部(2001)に加筆

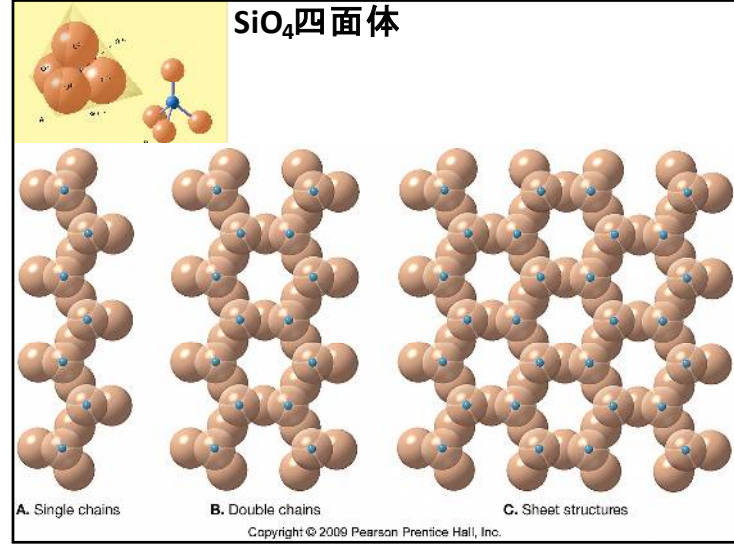




### 地殻を構成する元素



### SiO<sub>4</sub>四面体

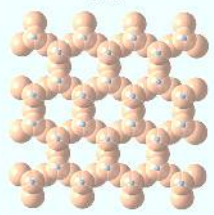
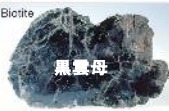



Negative Ions		Positive Ions					
							0 1 2 3 Angstroms
-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	Ionic charge

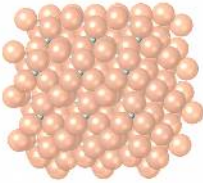


Copyright © 2009 Pearson Prentice Hall, Inc.

Mineral/Formula	Cleavage	Silicate Structure	Example
Olivine group (Mg, Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	None	Independent tetrahedron	かんらん石  Olivine
Pyroxene group (Augite) (Mg, Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>6</sub>	Two planes at right angles	Single chains	Augite 普通輝石  オ
Amphibole group (Hornblende) Ca <sub>2</sub> (Fe, Mg) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Two planes at 60° and 120°	Double chains	ホルンブレンド  Hornblende 普通角閃石

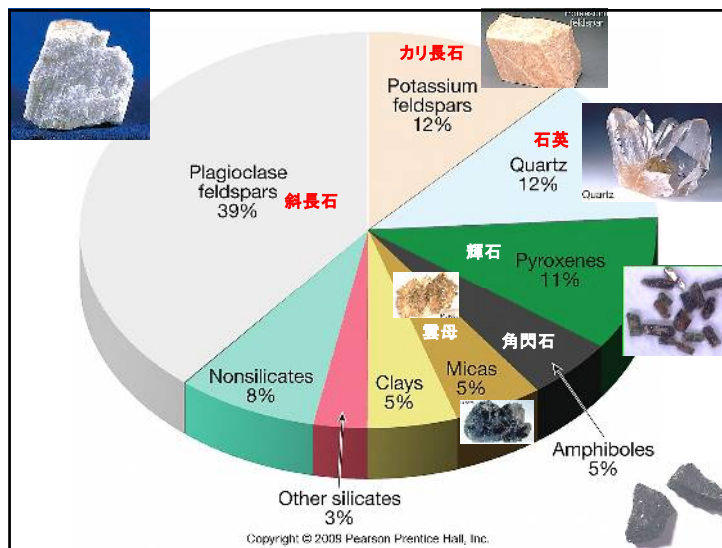
Copyright © 2009 Pearson Prentice Hall, Inc.

Micas	Biotite $K(Mg, Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$	Sheets 	Biotite 黒雲母 
	Muscovite $KAl_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$		白雲母 Muscovite 
	One plane		

Copyright © 2009 Pearson Prentice Hall, Inc.

Feldspars	Potassium feldspar (Orthoclase) $KAlSi_3O_8$	Two planes at 90°	Three-dimensional networks 	Potassium feldspar カリ長石 
	Plagioclase feldspar $(Ca, Na)AlSi_3O_8$			石英 Quartz 
	Quartz $SiO_2$	None		

Copyright © 2009 Pearson Prentice Hall, Inc.



## 来週の予定: 地震と津波

- テキスト第3章、p. 96-97
- 第7章、p. 234-235

鉱物(本日の続き)