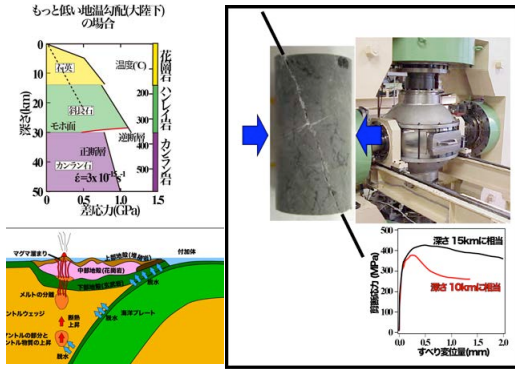


# 惑星地球科学 1 地震とその予知

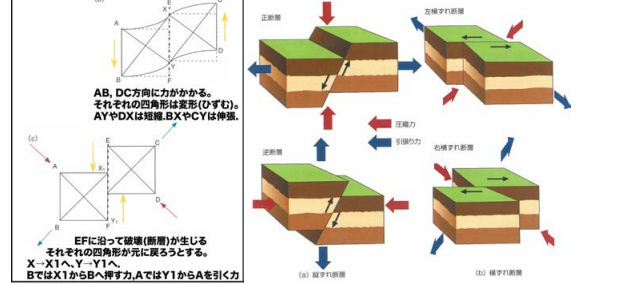
(第五回目)

## 地殻の構造, 応力と破壊



# 地殻変動と地震

- 地震: 地震波が放出される地球内部の破壊現象、地震波は断層の両側の岩盤が急激にずれることにより放出
- 力がかかり、ひずみが蓄積されて破壊が起りそれが解放される。
- 断層には4タイプ。



### 野島断層 兵庫県南部地震(阪神大震災)

六甲一淡路島断層系

0.5-1.2m  
0.2-0.4m  
1-2m

2-2.1万年  
9.5m (上下), 20m (右ずれ)  
→兵庫県南部地震(約1m(上下), 2m(右ずれ))  
→2000年周期

### 濃尾地震(1891)

6mのずれ

### 断層と交通網+都市

断層の分布と都市・交通網の位置関係を示す地図。

①震源(ずれが開始した点)と震央  
②マグニチュード: 地震の強さ(エネルギーの大きさ)を表す(Mが2増加で1000倍, 1なら32倍, 0.2の時2倍)  
 $\log_{10} E = 4.8 + 1.5 M, E(J) = 6.3 \times 10^{15} \times 5^M$   
モーメントマグニチュード: 断層運動の規模(金森博雄)  
 $M_w = (\log M_0 - 9.2) / 1.5$  ( $M_0 = \mu \times D \times S$ )  
S: 震源断層面積, D: 平均変位量,  $\mu$ : 剛性率( $2-4 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ )  
リヒター(最初にマグニチュードを定義), 表面波, 実体波, 気象庁マグニチュード(震源(震央)からの距離と最大振幅)  
③震度: 地震の揺れの程度を表した指標(日本は10段階)

震度とマグニチュード  
震度: ある場所がどれだけ揺れたか ⇨ M: 地震自体のエネルギー

マグニチュード, 断層からの距離と震度

水平方向の最大加速度(g)

断層までの距離[km]

地震波

P波 S波 表面波

速度振幅[cm]

時間[s]

軟弱地盤  
やや柔らかい地盤  
やや固い地盤

### 陸上で見られるプレート境界(サンアンドレアス断層)

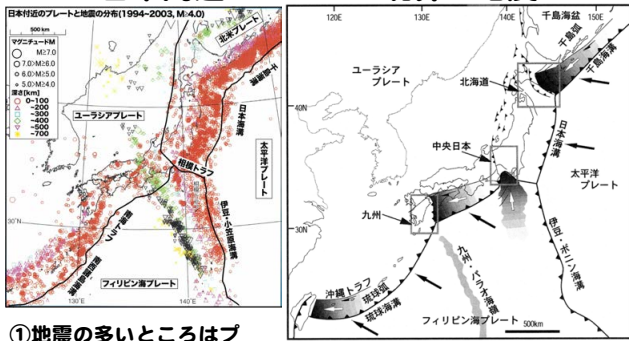
断層の地形学的特徴とプレート境界の位置を示す図。

Hollister

NOTICE  
THIS BUILDING HAS BEEN DETERMINED TO BE LOCATED ON AN EARTHQUAKE FAULT. ENTER THE BUILDING AT YOUR OWN RISK

写真3-12 ロサンゼルス市内の大学の地盤断層上に位置しているため、危

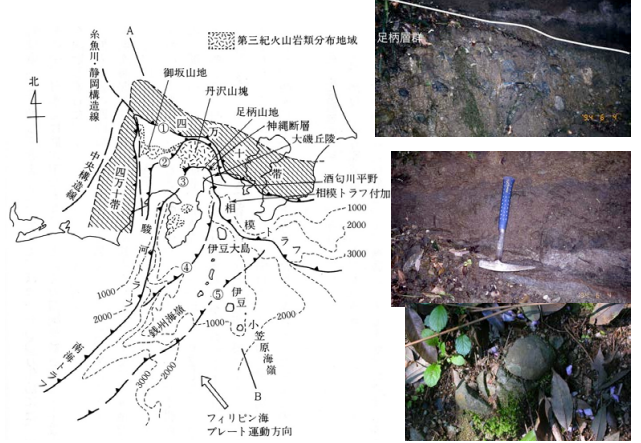
# 日本周辺のプレート境界と地震



- ①地震の多いところはプレート境界
- ②しかし、内陸や沈み込むプレート内でも地震あり

図 12-9 日本列島における高島隆起部

# 神縄断層



# 沈み込み帯と地震の種類

- ①沈み込み帯直前の海洋プレートのたわみ
- ②大陸プレートと海洋プレートとの間の滑り
- ③大陸プレートの内の圧縮によるずれ

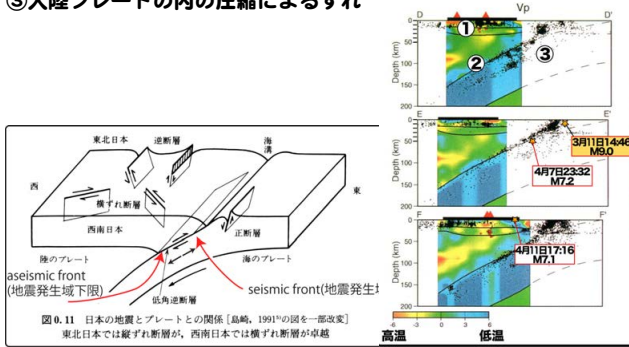
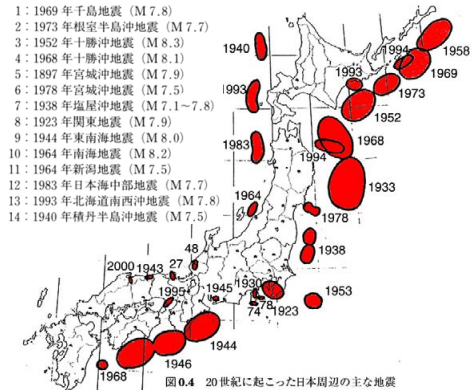


図 0.11 日本の地震とプレートとの関係 [島崎, 1991] の図を一部改良  
東北日本では縦ずれ断層が、西南日本では横ずれ断層が卓越

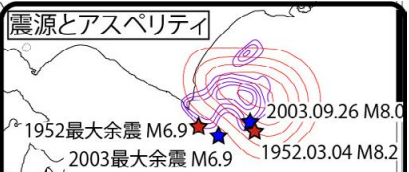
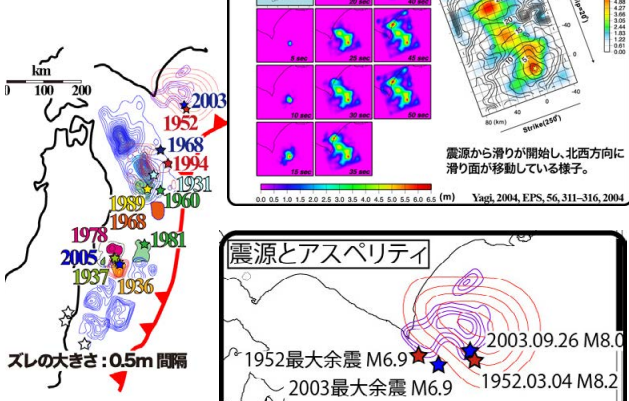
# 日本周辺の大地震



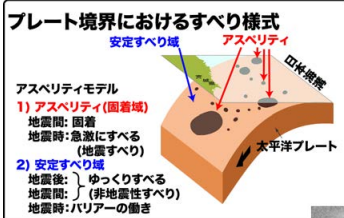
- 1: 1969年千島地震 (M 7.8)
- 2: 1973年根室半島沖地震 (M 7.7)
- 3: 1952年十勝沖地震 (M 8.3)
- 4: 1968年十勝沖地震 (M 8.1)
- 5: 1897年宮城沖地震 (M 7.9)
- 6: 1978年宮城沖地震 (M 7.5)
- 7: 1938年塩屋沖地震 (M 7.1~7.8)
- 8: 1923年関東地震 (M 7.9)
- 9: 1944年東南海地震 (M 8.0)
- 10: 1964年南海地震 (M 8.2)
- 11: 1964年新潟地震 (M 7.5)
- 12: 1983年日本海中部地震 (M 7.7)
- 13: 1993年北海道南西沖地震 (M 7.8)
- 14: 1940年積丹半島沖地震 (M 7.5)

図 0.4 20世紀に起こった日本周辺の主な地震

# 震源やすべり分布



# アスペリティモデル



震源分布とアスペリティ  
アスペリティ: ずれの特に大きい所  
→アスペリティの位置は一定  
→通常は何か引っかかっていて、あまり動かず、引っかかりがはずれて、突然動き  
→大地震へ

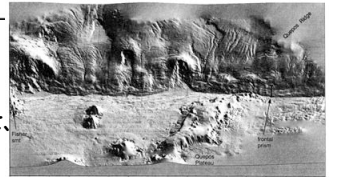
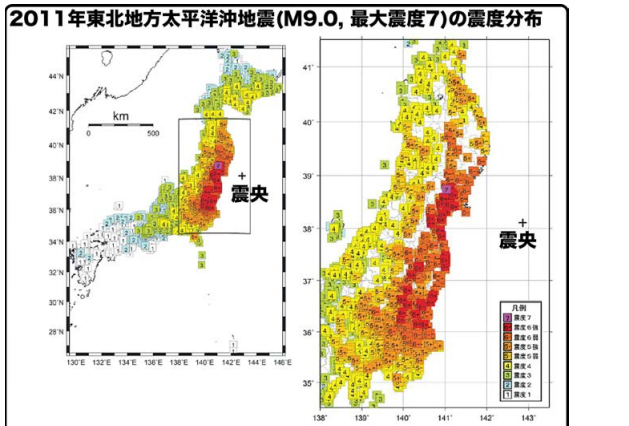
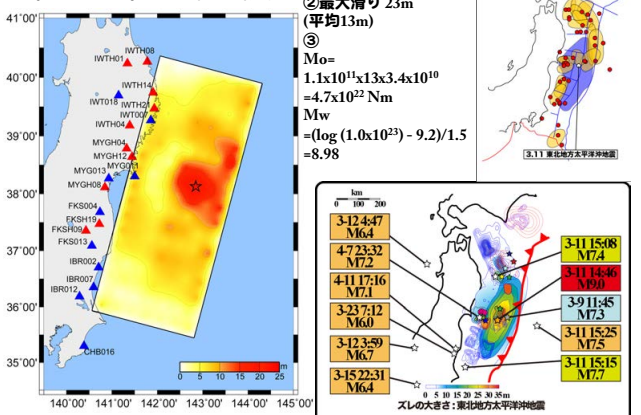


図 7.5 コスタリカ沖の海山の沈み込みと斜高断層など断層域の表面現象 (本文参照) [Ranero and van Pligne, 2003]

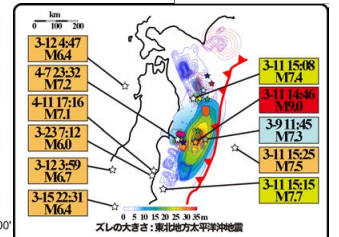
# 東北太平洋沖地震



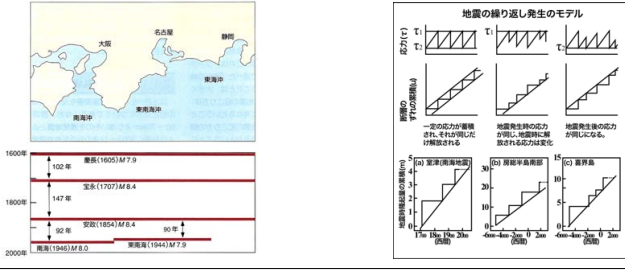
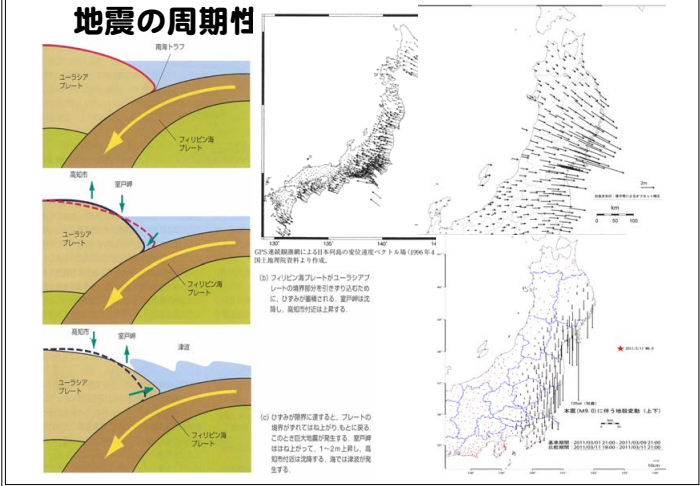
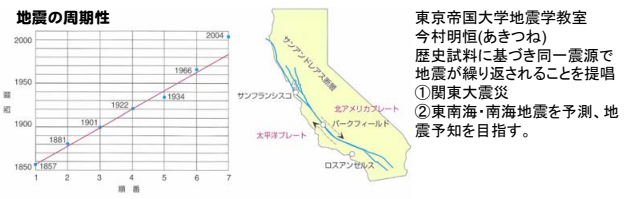
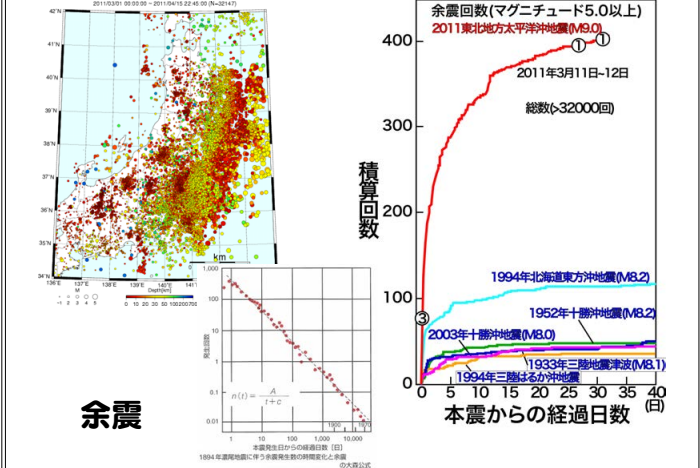
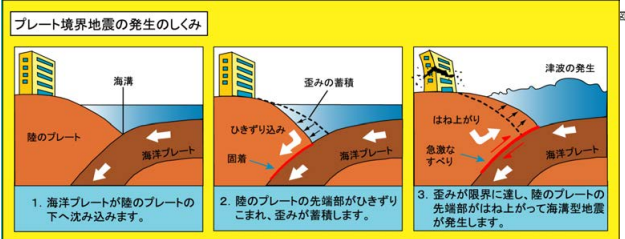
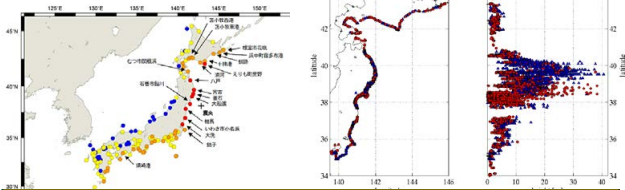
# 東北太平洋沖地震



- ①断層面の大きさ 510x210km<sup>2</sup>=1.1x10<sup>11</sup> m<sup>2</sup>
- ②最大滑り 23m (平均13m)
- ③ Mo= 1.1x10<sup>14</sup> x 1.3x3.4x10<sup>10</sup> = 4.7x10<sup>22</sup> Nm  
Mw = -(log (1.0x10<sup>23</sup>) - 9.2)/1.5 = 8.98

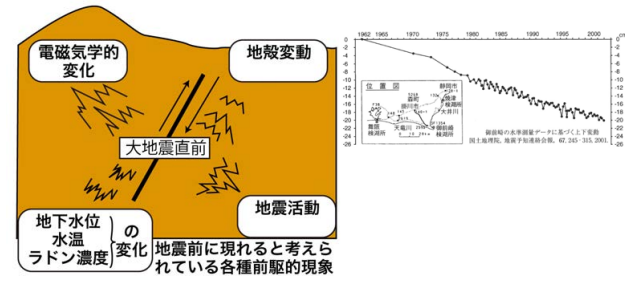


### 東北太平洋沖地震：津波



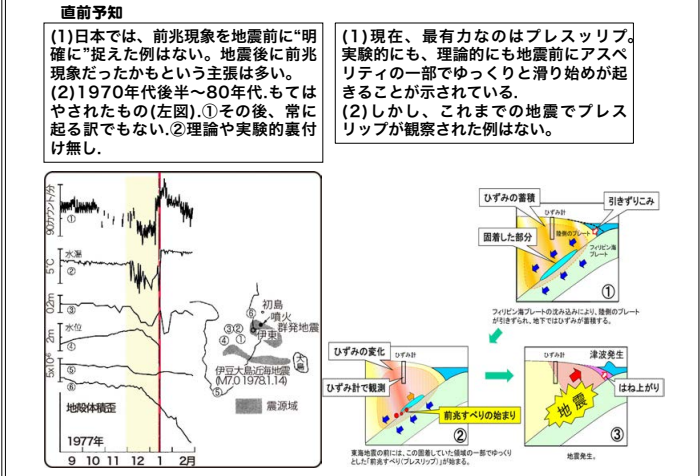
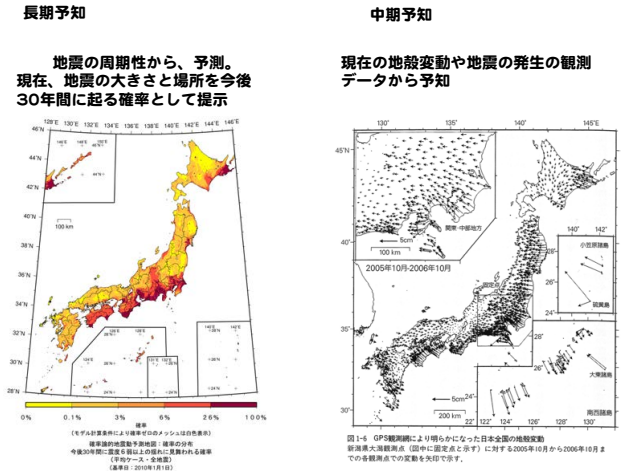
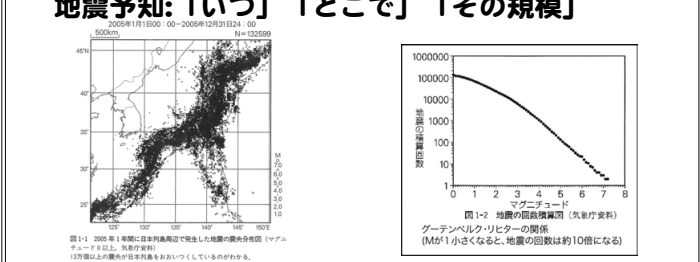
### 地震予知

予知の成功例：中国遼寧省海城地震(1975年)  
→午前10時に地震警報発令、午後7時過ぎにM7.3の地震  
→微小地震、地殻変動(傾斜)、地電流、井戸水の水位変化、動物の異常行動  
日本では東海地震の予知を目指して“いた”。



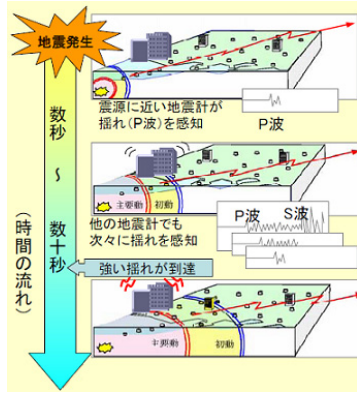
### 地震予知

地震予知の分類と手法	時間スケール	手法
長期予知	数百年～数十年	過去の地震発生履歴を用いて統計的に予測
中期予知	数十年～数ヶ月	現在の観測データと物理モデルを用いてシミュレーションによって予測
直前予知	数ヶ月～数週間	地震発生前に現れる現象(前兆現象)を捉えて予測
地震速報	数秒～数十秒前	地震発生後に震源から離れた場所に地震の規模と到達時刻を知らせる

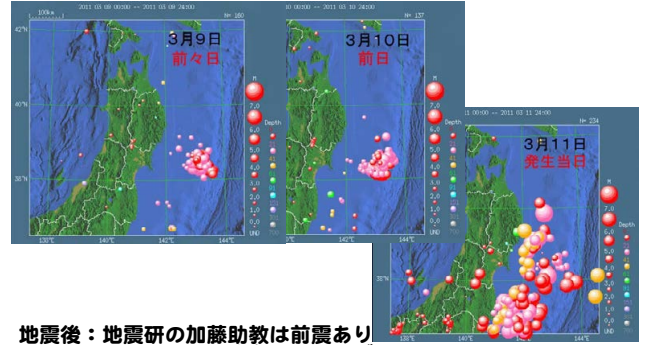


### 緊急地震速報

現在の地殻変動  
や地震の発生の  
観測データから  
予知



### 東日本大震災に前震はあったのか？

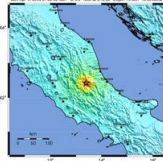


地震後：地震研の加藤助教は前震あり  
2/16にM5.5、3月上旬にM2~4が80回、  
3/9にM7.3、その後、震災までに250回の地震。  
地震前：東北大地震・噴火予知研究観測センターの松沢教授は  
3/9の時点でM7.3の地震は来るべき大地震とは関係無し

### 前震と判定するのは難しい。

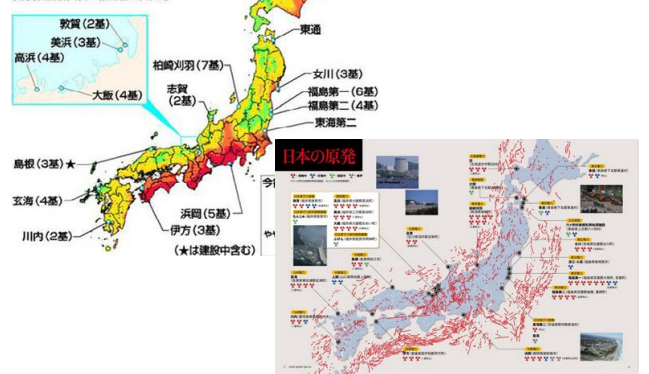
イタリア中部ラクイアで起きた群発地震  
(2009年1月~4月)

- ①この間、多数の地震が発生。
- ②3/31の科学者らの専門家による委員会  
『大地震が発生する「公算はほとんどない」ただ可能性が全くないとは言いきれない』
- ③この発言で、油断した？
- ④4/6に最大地震(M6.3)  
309人の死者
- ⑤その後も、M5以上が4回

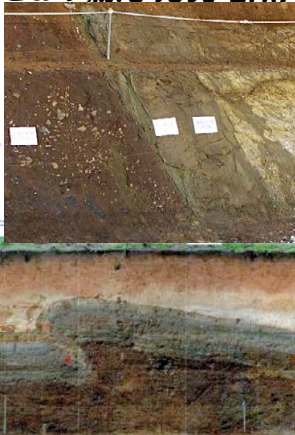
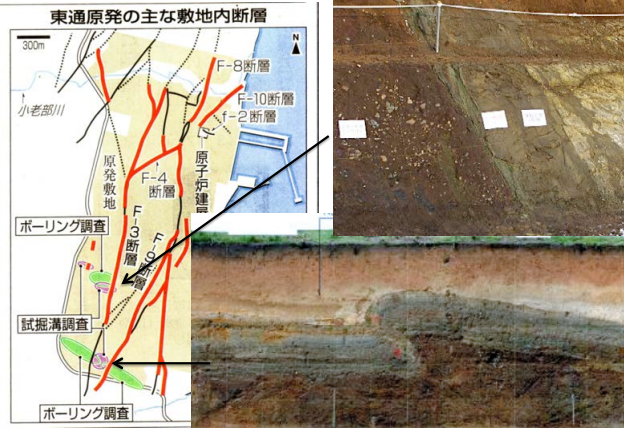


### 地震と原発

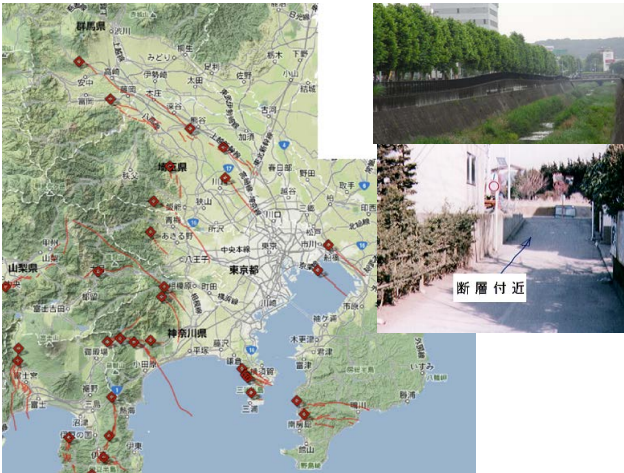
震度6弱以下の地震確率分布図と  
日本の原発の場所  
(地震調査委員会の報告書から作成)



### 地震と原発(東通,ひがしどおり,原子力発電所)



### 地震と原発(大飯,おおい,原子力発電所)



### 過去の津波堆積物の調査

