

2018.06.08
8:50～10:20
金曜1限

地球環境史・現代地球科学

8回目

地殻変動による災害：地震・津波・火山

担当： 岡田真介
災害科学国際研究所

地殻変動による災害：地震・津波・火山

★ プレート境界型の巨大地震と地殻変動，津波

- ・ プレート境界周辺で発生する地震のタイプ
- ・ 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動
- ・ 海溝型地震による海底地殻変動と津波

★ 活断層による地震と地殻変動

- ・ 活断層のタイプ，活断層の分布
- ・ 2011年長野県北部の地震
- ・ 2014年熊本地震

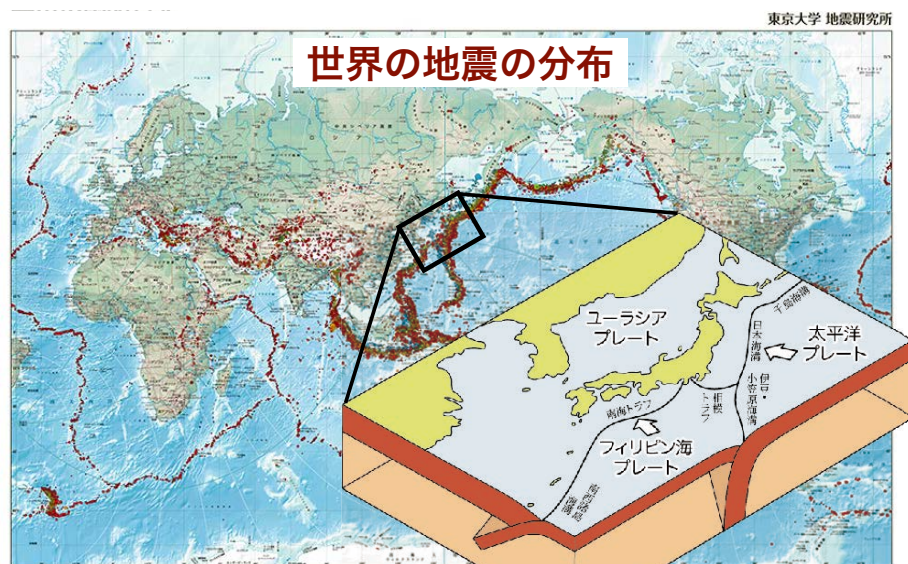
地殻変動の測地学的検出方法：
験潮記録，水準測量，三角測量，
GNSS測量，InSAR, etc.
各項目で一部紹介。

★ アイソスタシーによる地殻変動

(↑長期間・長波長の変動で直接的には災害にならない)

★ 火山活動による地殻変動

(↑比較的小規模かつ人がいないことが多いので，地殻変動が災害にならない)



日本の周辺はプレートに囲まれていて、
プレートの沈み込みによって，地震が多く発生する。

プレート境界周辺で発生する地震のタイプ

島弧の下に沈み込む海側のプレートの
力によって、プレート境界や島弧地殻
に歪みが蓄積され、地震によって解放
される。



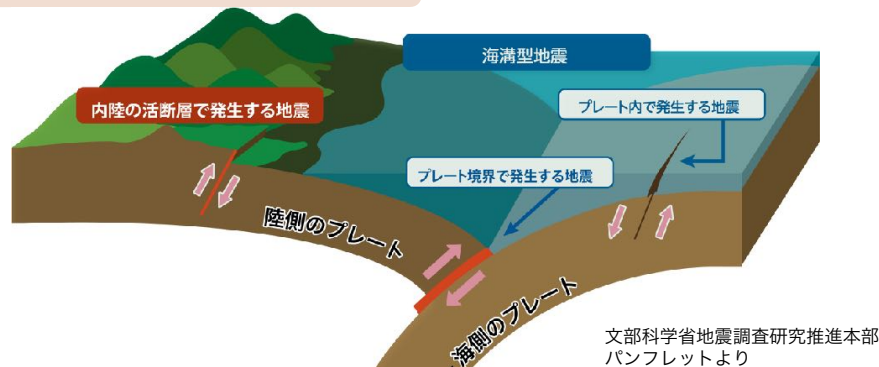
沈み込み周辺で発生する地震の特徴

内陸の活断層による地震

- 地震の規模は大きくないが、人間生活の直下で発生する。
- 地表地震断層が出現することがあり、断層に沿って変位や変形が発生。→被害の集中が起こる。
- 緊急地震速報などの情報が間に合わない。急に大きな揺れがおそってくる。
- 千年～数万年程度の間隔で活動する。
- いつ起こるか(現在の科学では)予測が難しい。

海溝型地震

- 地震の規模が大きく、広域にわたる被害が発生する場合がある。
- 津波を発生させることがある。
- 緊急地震速報などの情報が有効。
- 沿岸部では広域に渡って隆起/沈降が発生。
- 発生間隔は内陸の活断層よりも一般的に短い(数十年～数百年間隔)。



島弧造山運動と海溝型巨大地震

プレート収束帯における島弧全体の歪み蓄積プロセス

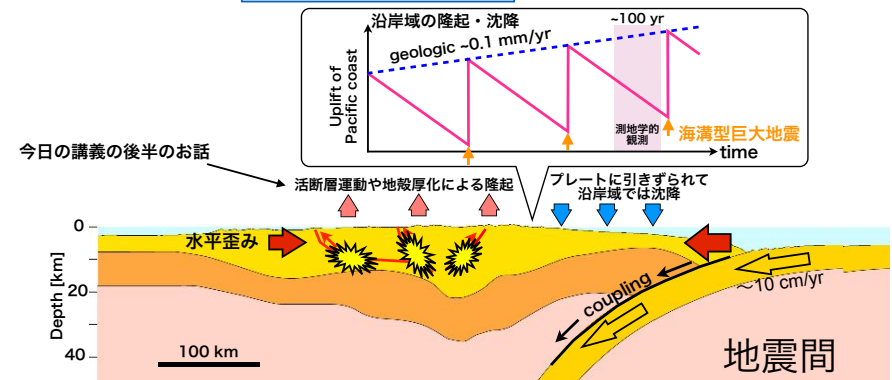
内陸地域に蓄積する歪み

- 非弾性歪み(永久変形)**
- 内陸の活断層運動によって蓄積
 - 地学的な観測でのみ、見積もることができる
 - 島弧地殻の短縮
 - 島弧造山運動

プレート境界で生じる歪みの蓄積と解放

弾性歪み(元に戻る)

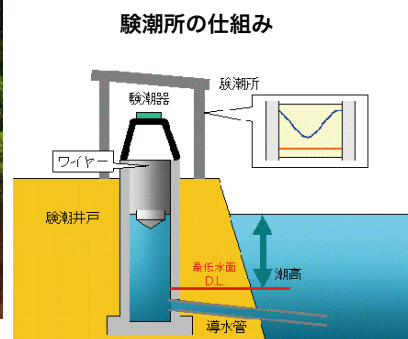
- プレート境界での固着と海溝型巨大地震による歪みの解放
- 測地学的観測(約100年)が行われてきた。



験潮記録によっても地殻変動を捉えることができる(上下動)



油壺験潮場
(国土地理院HPより)

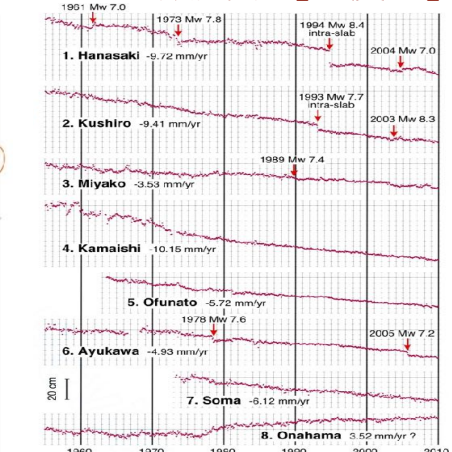
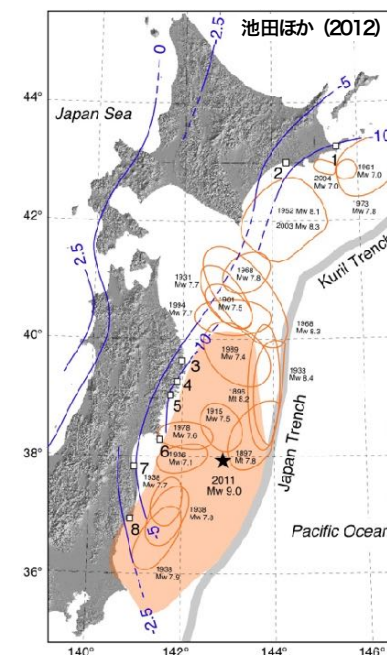


海上保安庁HPより

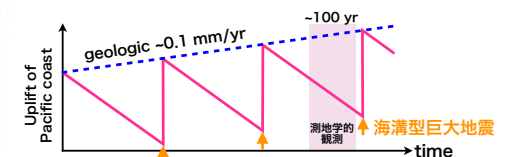
<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN7/kencyo7/whatistos/gaiyo.html>

潮の満ち引きによって、たえず潮位は変動しているが、長期間測定すると、地殻変動を捉えることができる。

東北地方太平洋沖地震による地殻変動【地震前】



池田ほか (2012)



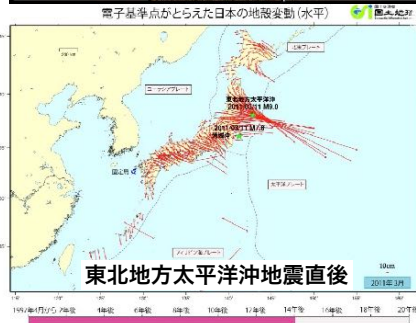
東北地方太平洋沖地震による地殻変動

GNSS測量による地殻変動の観測

電子基準点の例（国土地理院HPより）

GNSS：Global Navigation Satellite System（全球測位衛星システム）、GPS（米国）、GLONASS（ロシア）、Galileo（欧州）などの衛星測システムの総称。

国土地理院では、広域の地殻変動観測のために全国に約1,300点の電子基準点を設置し、GNSS測量を行っている（平均20 km間隔）。

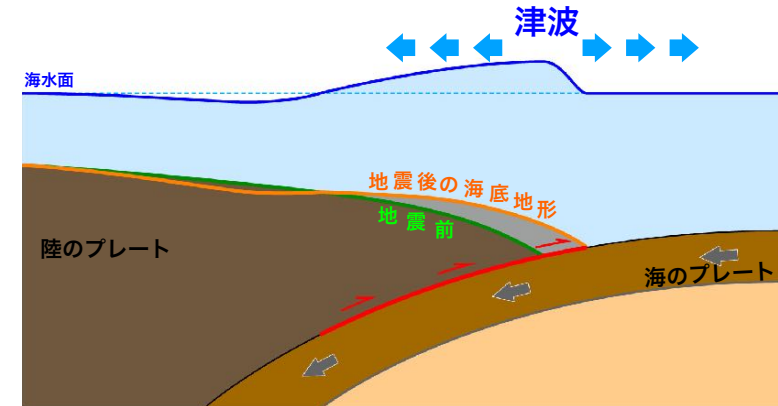


↑ 国土地理院HPより <<http://www.gsi.go.jp/common/000151438.wmv>>

海溝型巨大地震による海底地殻変動と津波

海底の地殻変動が、海水を押し上げ、津波を発生させる。

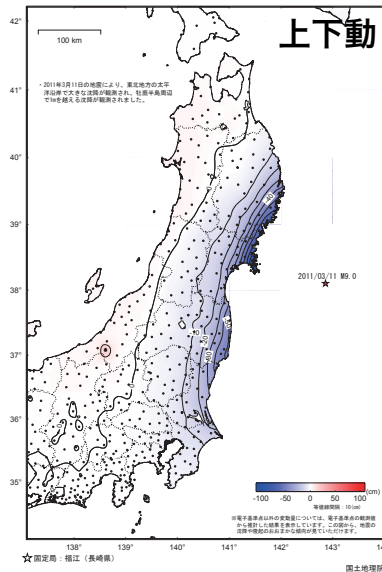
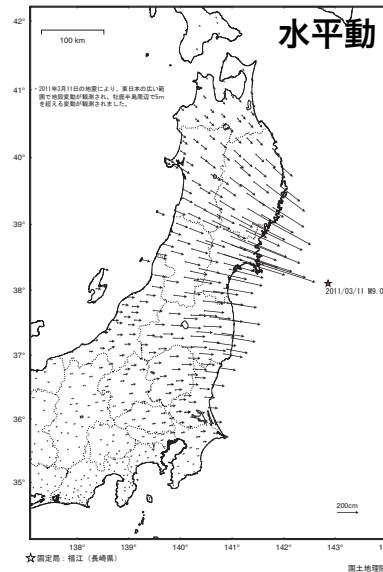
地震によるゆれで津波が発生するわけではない。



東北地方太平洋沖地震による地殻変動

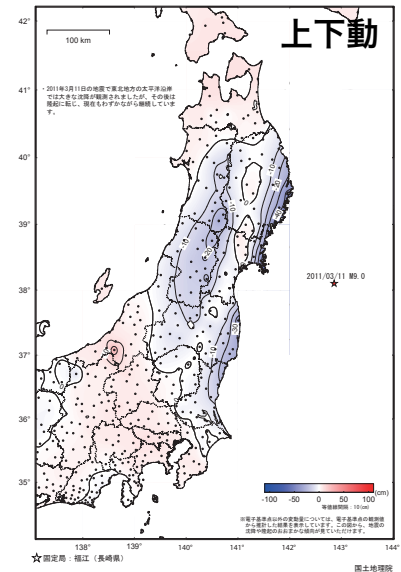
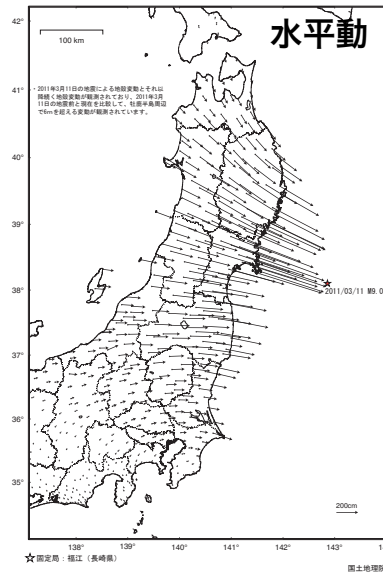
地震前後

牡鹿半島では、東南東へ5.4 mの水平動、約1.1 mの沈降が生じた。

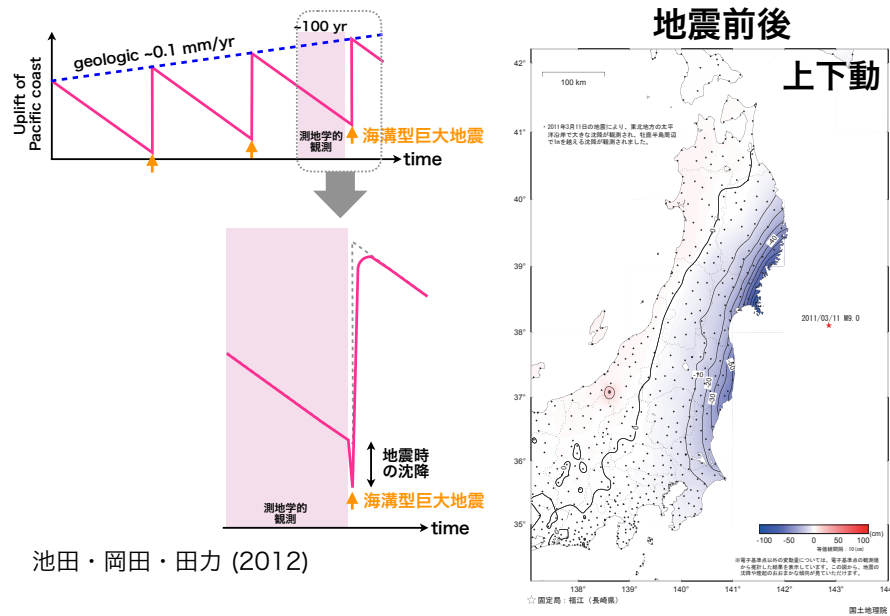


東北地方太平洋沖地震による地殻変動

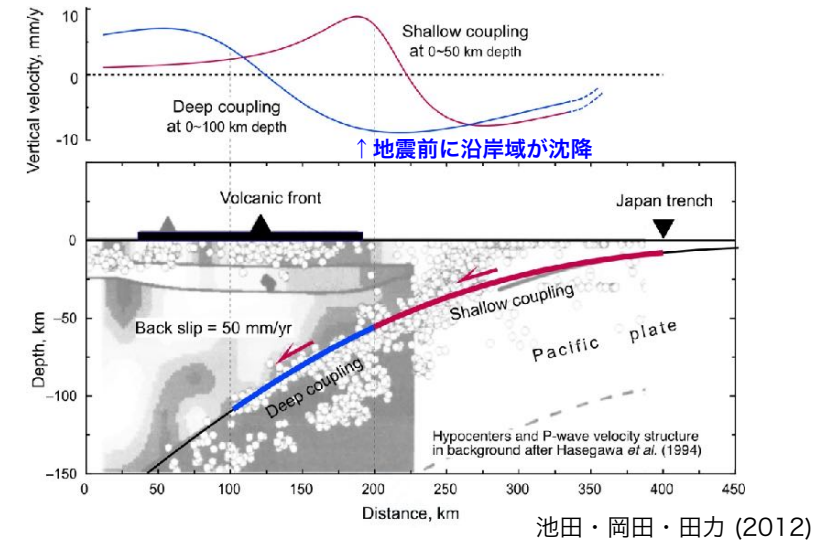
地震前～7年間の累積



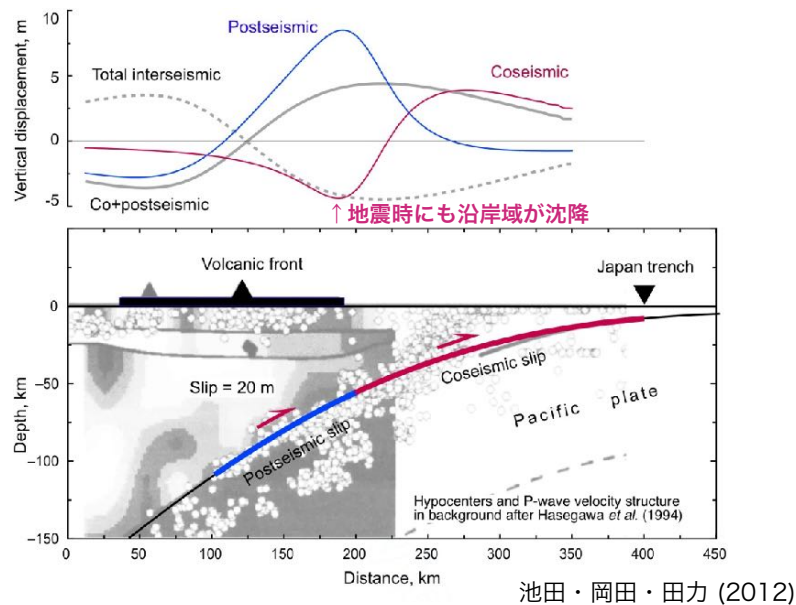
東北地方太平洋沖地震では地震時にも沿岸域で沈降



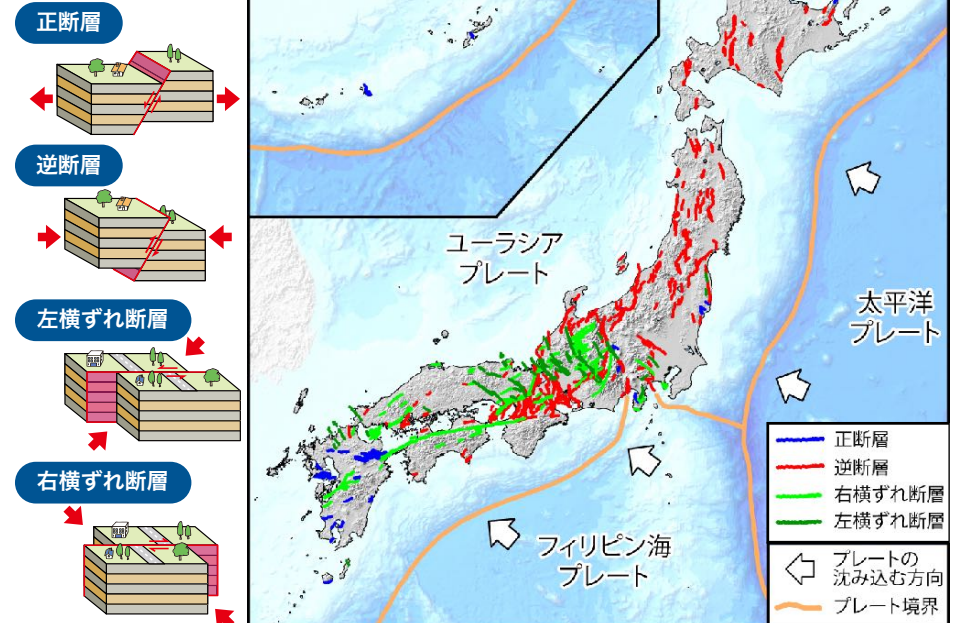
東北日本弧は深部までcouplingしている



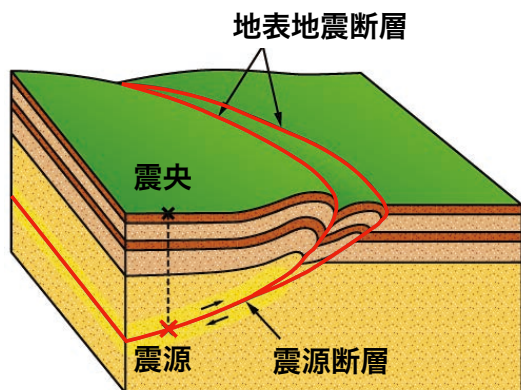
地震時にも沿岸域で沈降が生じた



日本の活断層分布



震源および震源断層と地表地震断層



図は、
文部科学省
地震調査研究推進本部
パンフレットより引用

地表地震断層は、地震にともなって、地表に現れた断層。震源断層の一部あるいは大部分が地表まで達したものの。

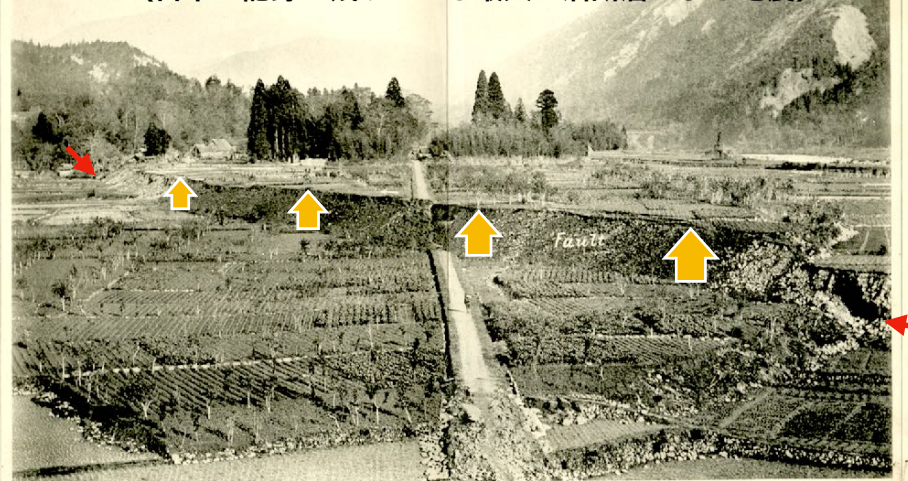
1927年北丹後地震：郷村断層（兵庫県京丹後市）約2.6 m左横ずれ
(中央気象台及び京都府測候所, 1927)



活断層が定義されて、今年で90+1年です。

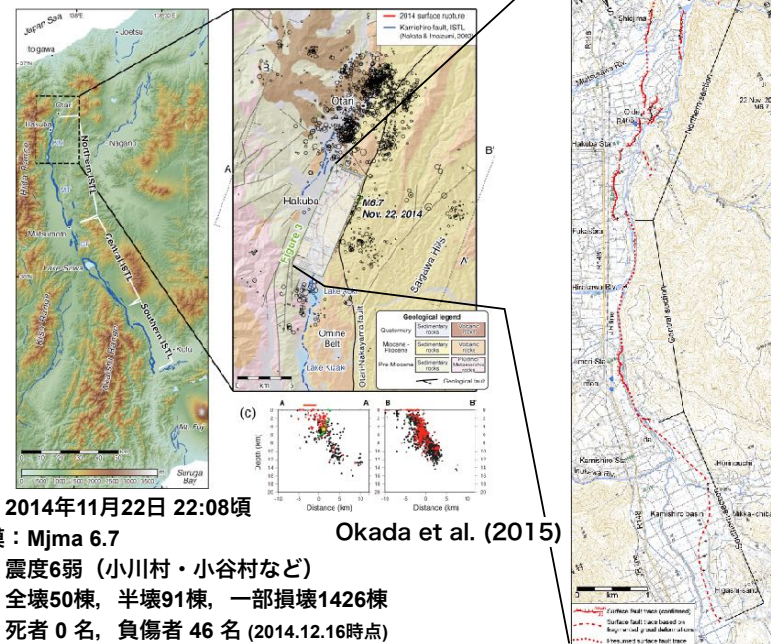
「極めて近き時代迄地殻運動を繰返した断層であり、今後も尚活動す可き可能性の大なる断層を活断層と云う」(多田文男, 1927, 地理学評論)

1891年 濃尾地震 M8.0：根尾谷断層（岐阜県本巣市, 旧根尾村）
上下 約6 m, 左横ずれ約3 m
(日本で記録に残っている最大の活断層による地震)

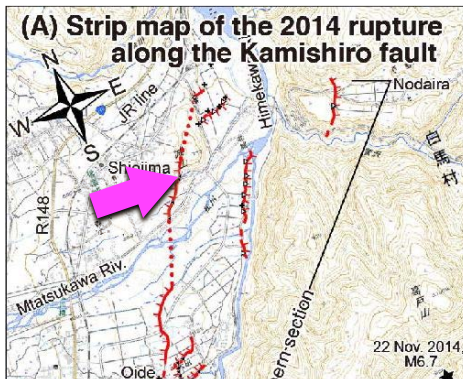


Koto, B., 1893. On the cause of the great earthquake in central Japan, J. Coll. of Sci. Imp. Univ. Tokyo, 5 295-353.

2014年 長野県北部の地震

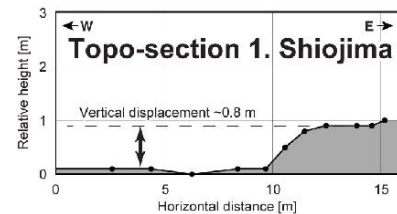


Okada et al. (2015)

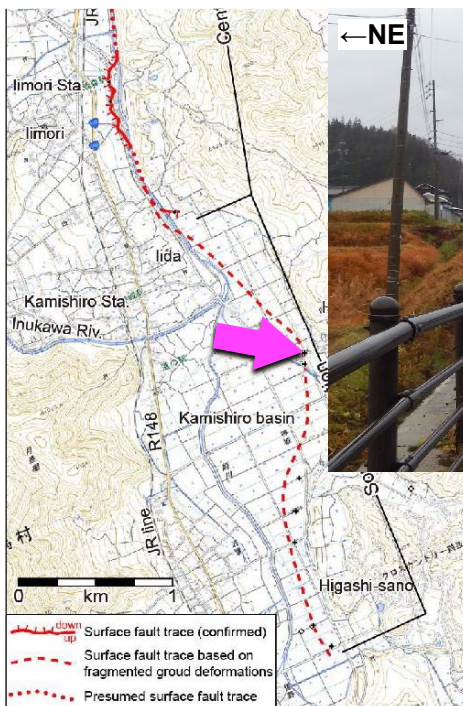


塩島地区に出現した地表地震断層

水田・畑を断層が横切る。
~0.8 mの上下変位を確認。



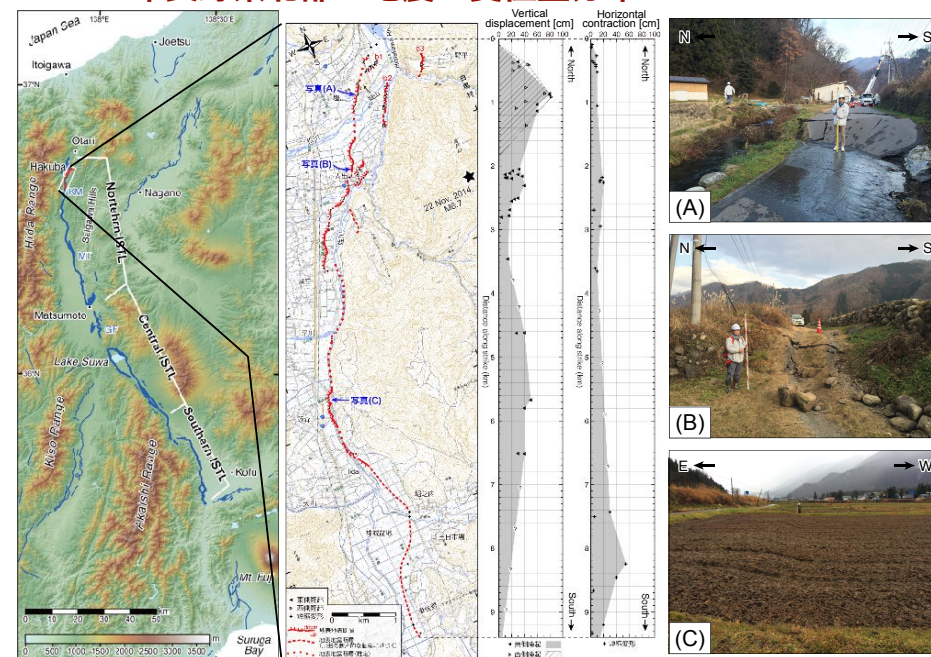
飯森駅東側に出現した地表地震断層
断層が低角であるため、地表トレースが蛇行している。



道路沿いの柵が水平短縮により折れ曲がっている。~0.3 mの短縮。

2014年長野県北部の地震の変位量分布

Okada et al. (2015), SRL



InSAR (干渉SAR) の原理と地殻変動

InSAR ; **I**nterferometric **S**ynthetic **A**pperture **R**adar

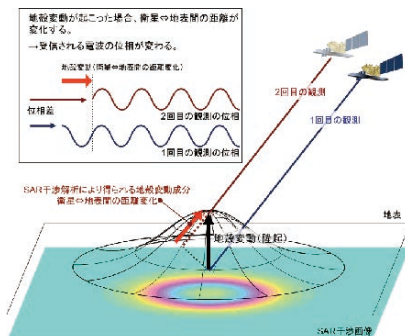
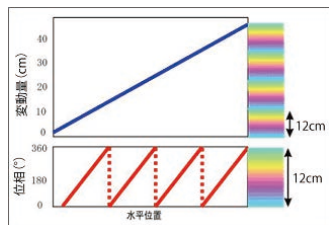


だいち 2号 (ALOS-2)

人工衛星から、電波を発射し、地殻変動の前後で観測されたデータの差をとることにより地殻変動を捉える手法。

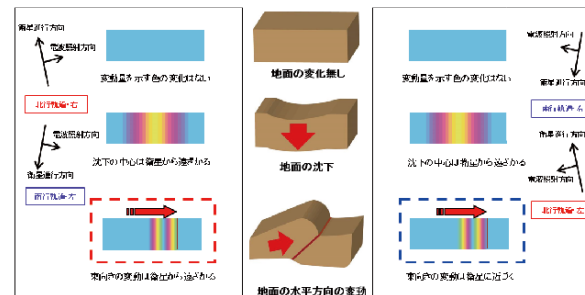
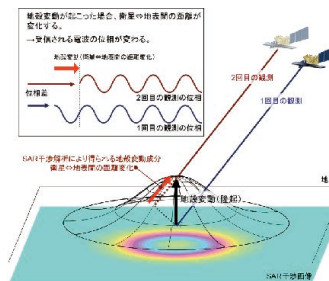
表、地表変動観測での干渉SARとGNSSの違い

	InSAR	GNSS
地上観測施設	不要	要
面的情報	可能	不可
連続観測	不可	可能
変動量の絶対値	直接求められない	観測可能
測定量の方法	1次元	3次元
観測時間	十数日	24時間可能

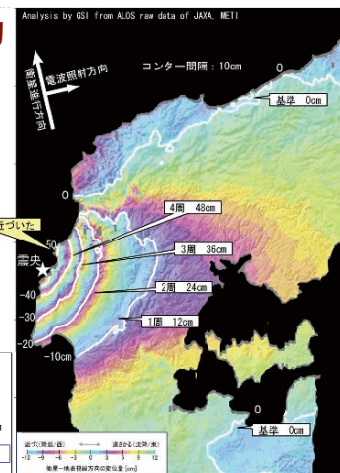
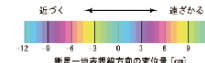


国土地理院HP (http://www.gsi.go.jp/uchusokuchi/sar_mechanism.html) より

InSAR (干渉SAR) の原理と地殻変動

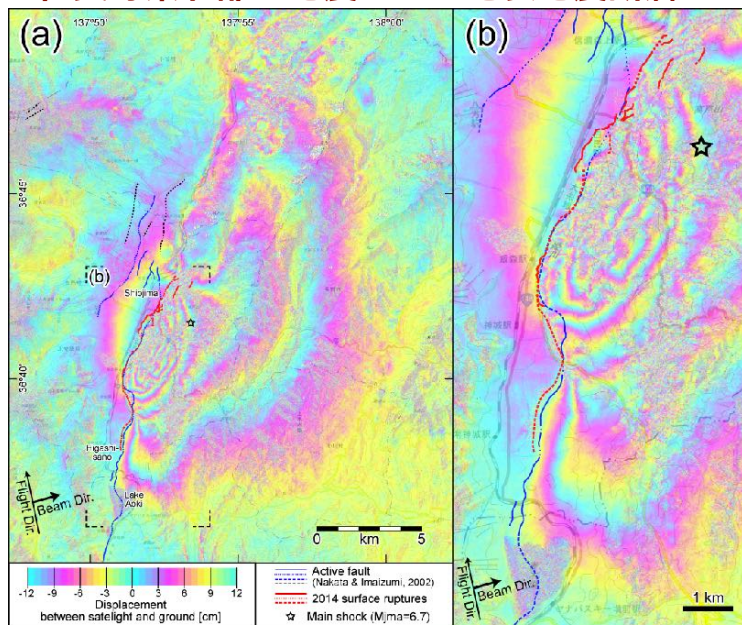


国土地理院HPより



衛星との距離が近づいているか、遠ざかっているかが分かる。電波の照射方向への地殻変動を読み取ることができる。

2014年 長野県北部の地震による地表地震断層とInSAR



ALOS-2, 2014/09/19-2014/11/28

Analysis by GSI from ALOS-2 raw data of JAXA, METI.

2016年熊本地震：熊本県西原村、正断層、約1.0 m



ふ た が わ ま し き どうぞん
2016年熊本地震：布田川断層帯（熊本県益城町堂園）約2 m右横ずれ。



ふ た が わ
2016年熊本地震：布田川断層帯（熊本県西原村）右ずれ約70cm, 北側隆起20cm

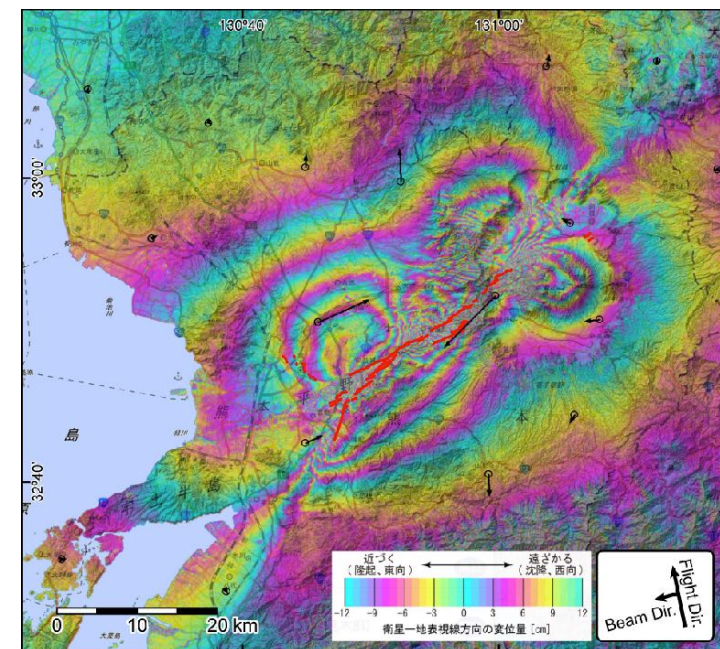


ふ た が わ ひ な ぐ
2016年熊本地震：布田川-日奈久断層帯周辺の被害の様子



益城町では、地表地震断層に沿って幅500 m程度の地域で、建物の被害が著しく多かった（渡辺ほか, 2016など）。

2016年 熊本地震の地表地震断層と地殻変動



2016/01/26
～
2016/04/19
地理院地図より
作製

アイソスタシーによる地殻変動 (グレイシャルアイソスタシー)

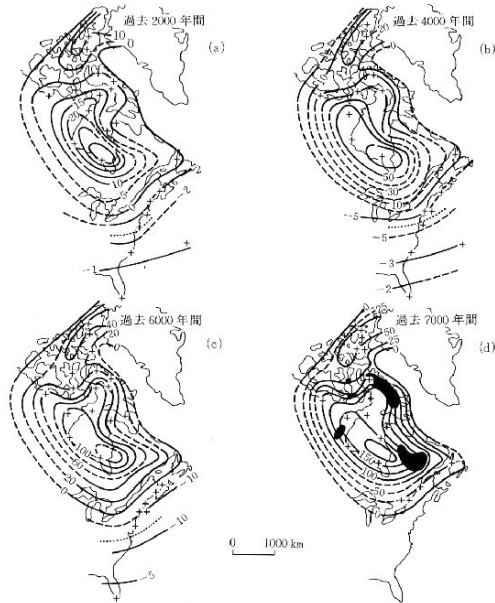
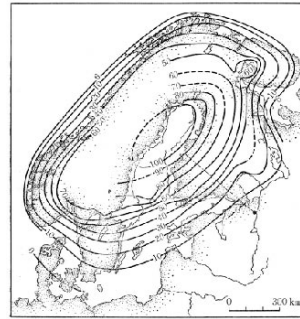


図 3.8 ローレンタイド地域における過去の海岸線の上昇量(単位は m) (Walcott, 1972 による)。(a), (b), (c) の上昇量は、ほぼ地殻の隆起量と一致する。(d) では、海水量の変化分 10 m を加えると、地殻の隆起量が得られる。黒色はまだ水床でおおわれている部分を、また、+印は測定点を示す

図説地球科学より引用



↑スカンジナビア半島周辺の海岸線の上昇。単位は m。(McConnell, 1968 による) 岩波・地球科学より

