

今回の地震の特性

堀宗朗

東京大学地震研究所／社会基盤学専攻

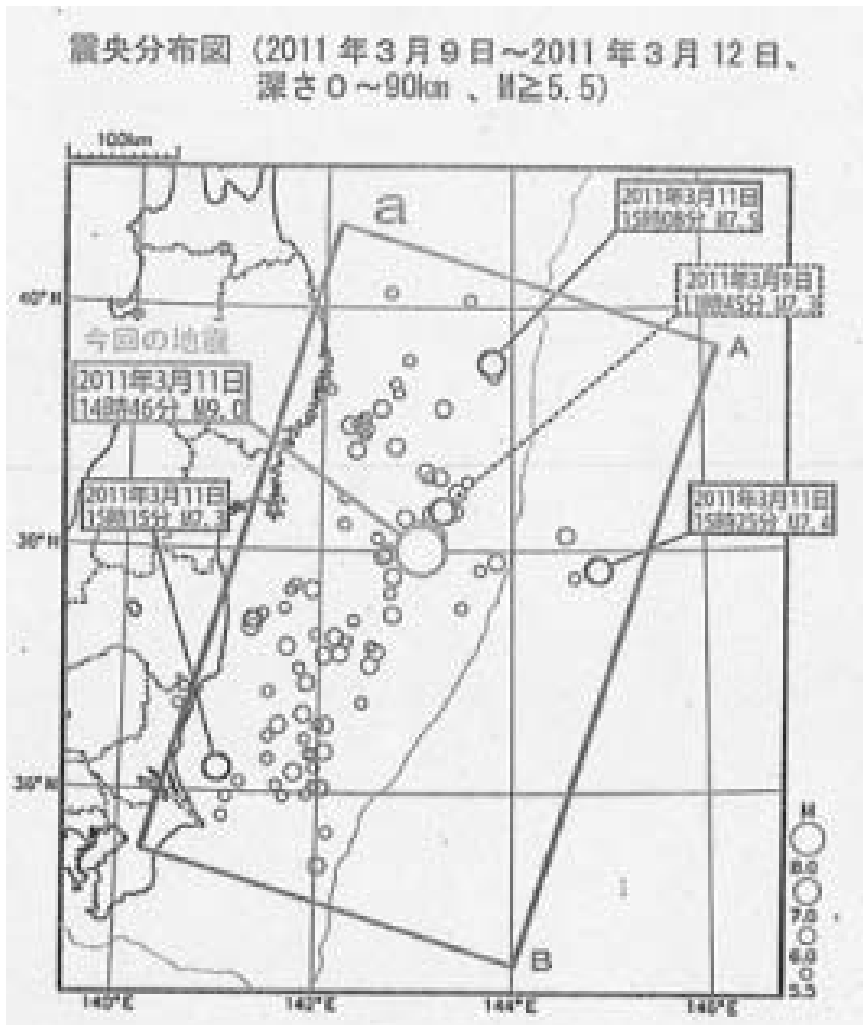
原資料は東京大学地震研究所ホームページ

http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/

資料の利用に関しては、同研究所の大木助教，加藤准教授，瀨
瀨教授，佐竹教授，古村教授，三宅助教のご了解をいただいた

東北地方太平洋沖地震

- 発生日時: 3月11日14時46分
- 震源地: 三陸沖
北緯 37度49分
東経 143度3分
深さ 24km
- $M_w=9.0$
- 最大震度7: 宮城県栗原市



西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型

[CMT解]

$M_w=9.0$

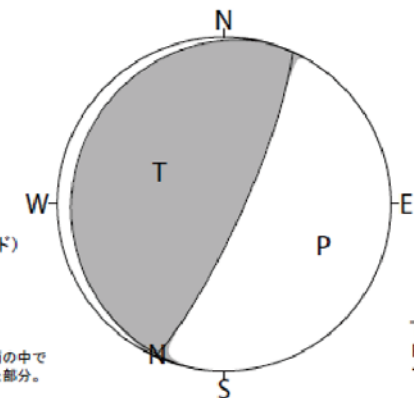
震源 (セントロイド)

北緯 37度49分

東経 143度3分

深さ 約10km

※セントロイドとは、
地震を起こした断層面の中で
地震動を最も放出した部分。

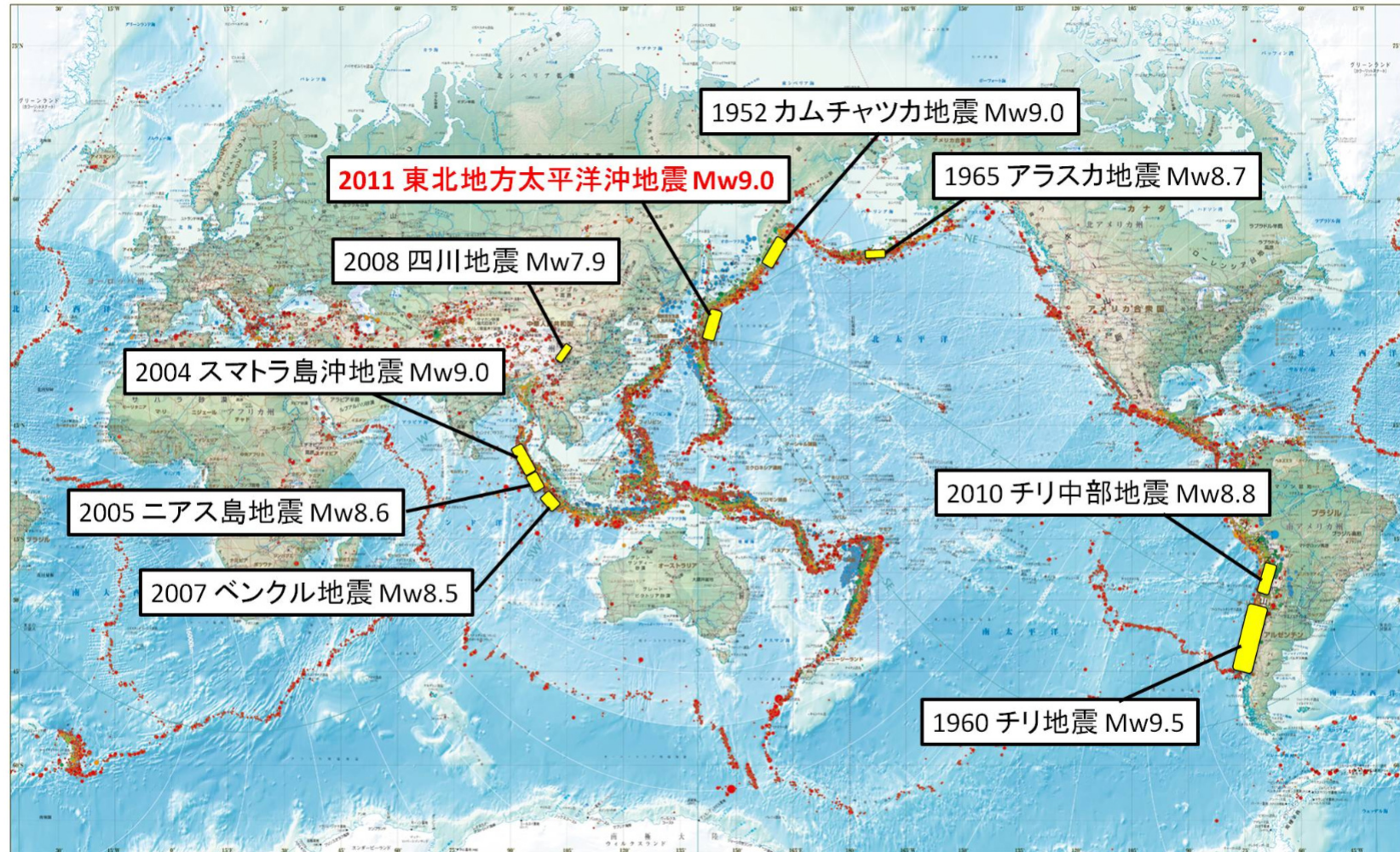


下半球等積投影法で描画
P: 圧力軸の方向
T: 張力軸の方向

世界の震源分布

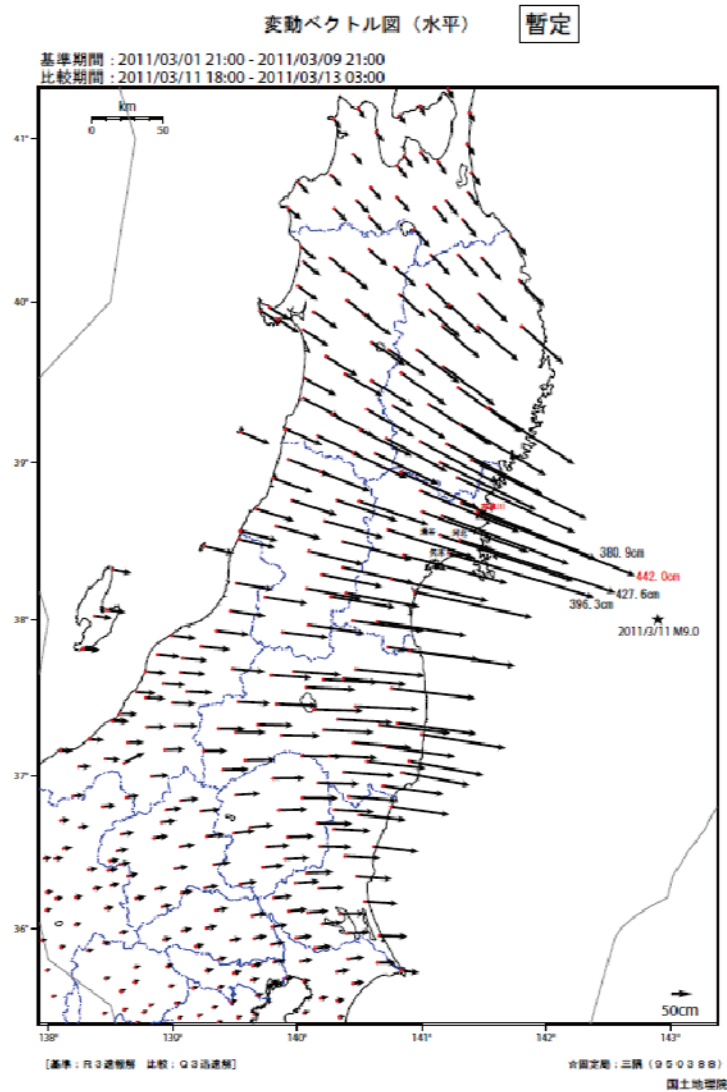
世界の震源分布 (2010年版)

東京大学 地震研究所

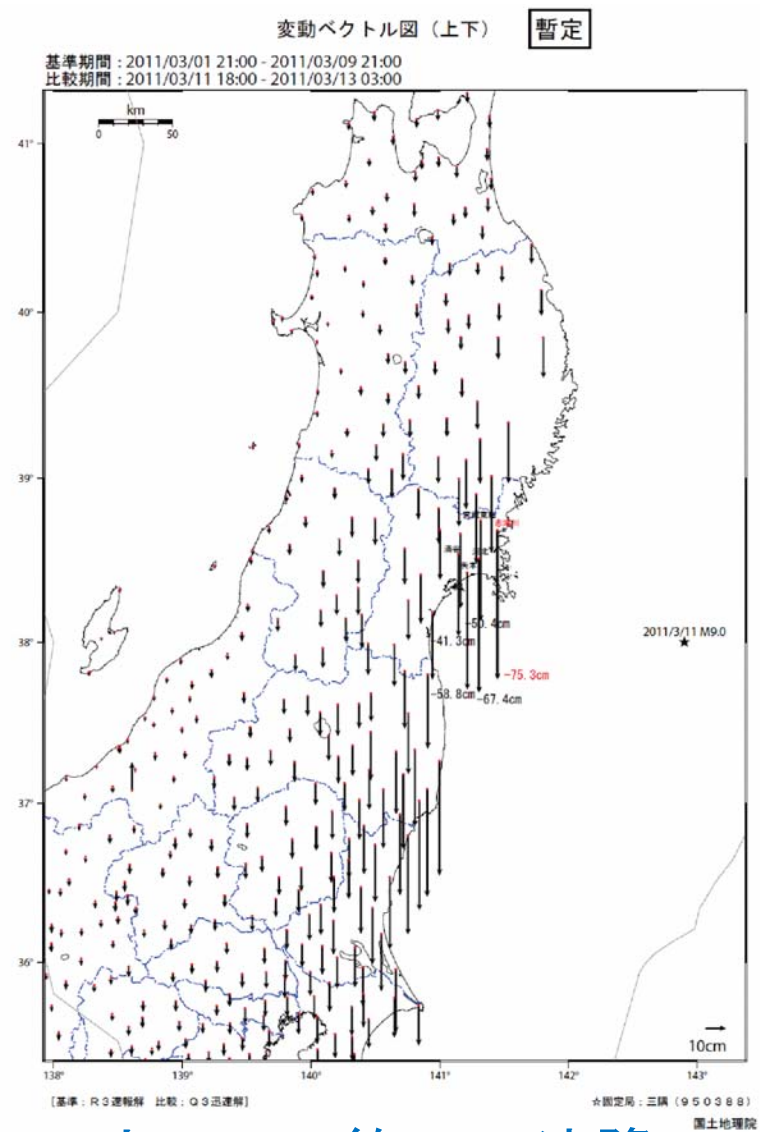


マグニチュードは理科年表による

GPS観測



水平Max約4m

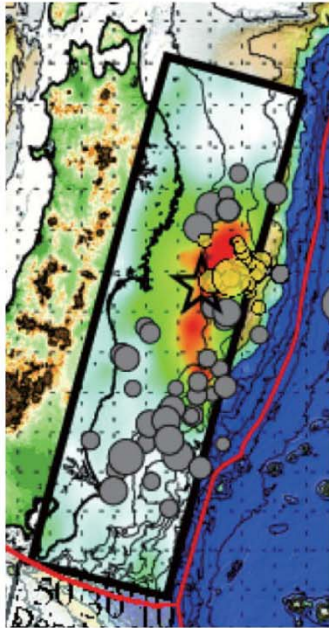


上下Max約75cm沈降

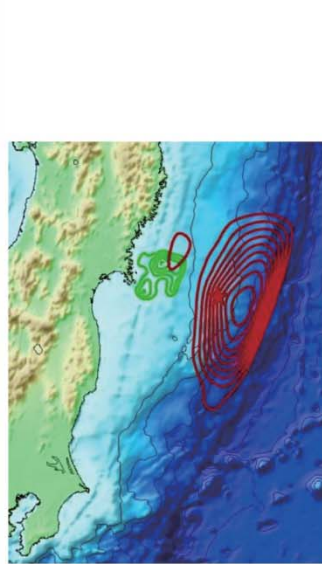
断層モデル(1)

平成 23 年東北地方太平洋沖地震のすべり分布

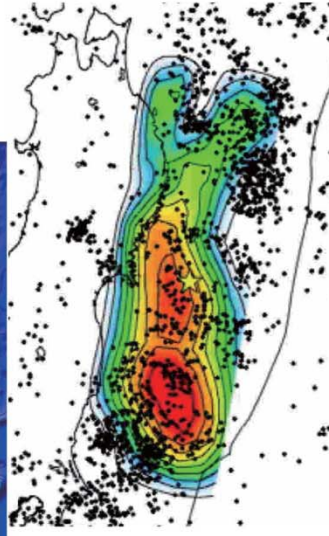
事務局作成



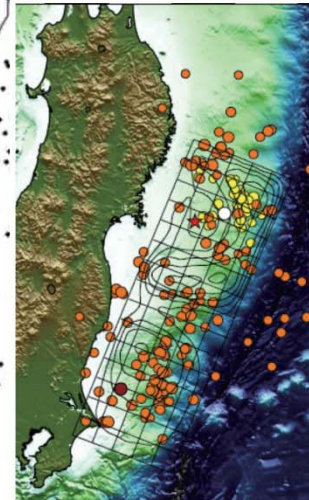
USGS



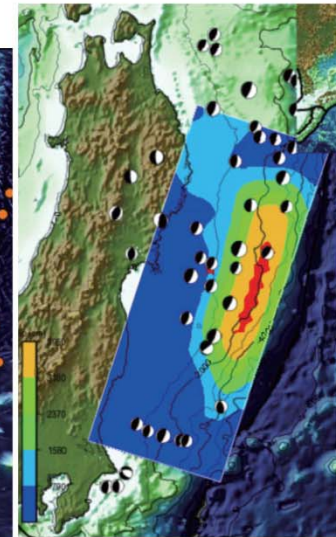
山中（名古屋大学）



八木（筑波大）



横田ほか（東大地震研）

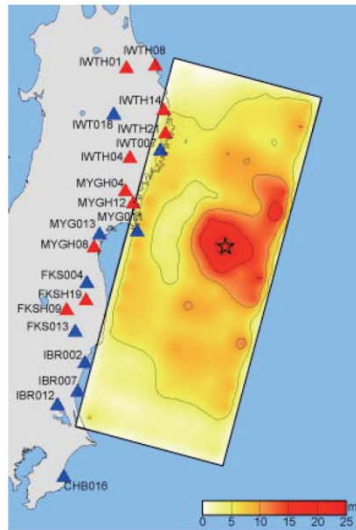


Shao et al. (UCSB)

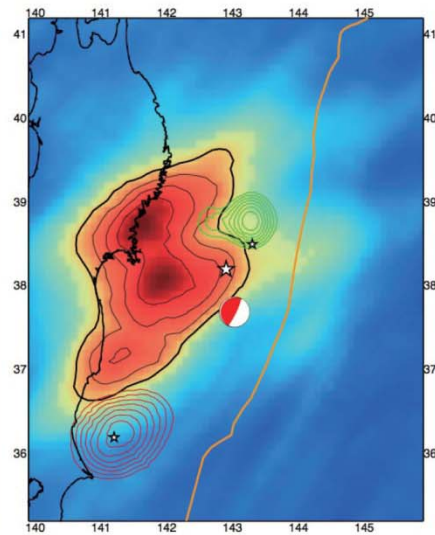
地震波形

断層モデル(2)

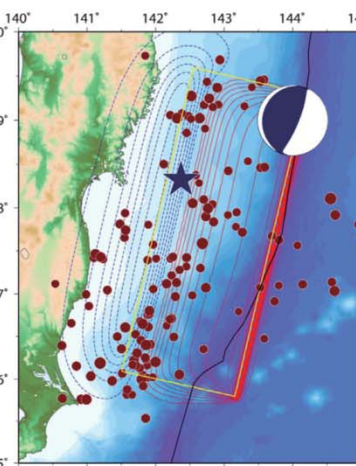
平成 23 年東北地方太平洋沖地震のすべり分布



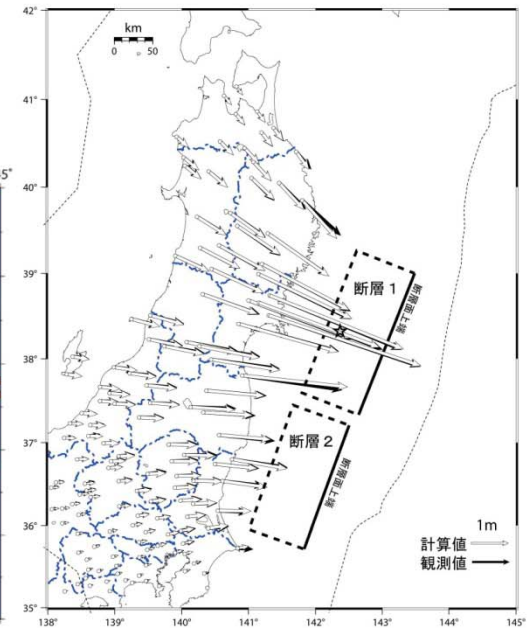
防災科学技術研究所



Ishii (Harvard Univ.)



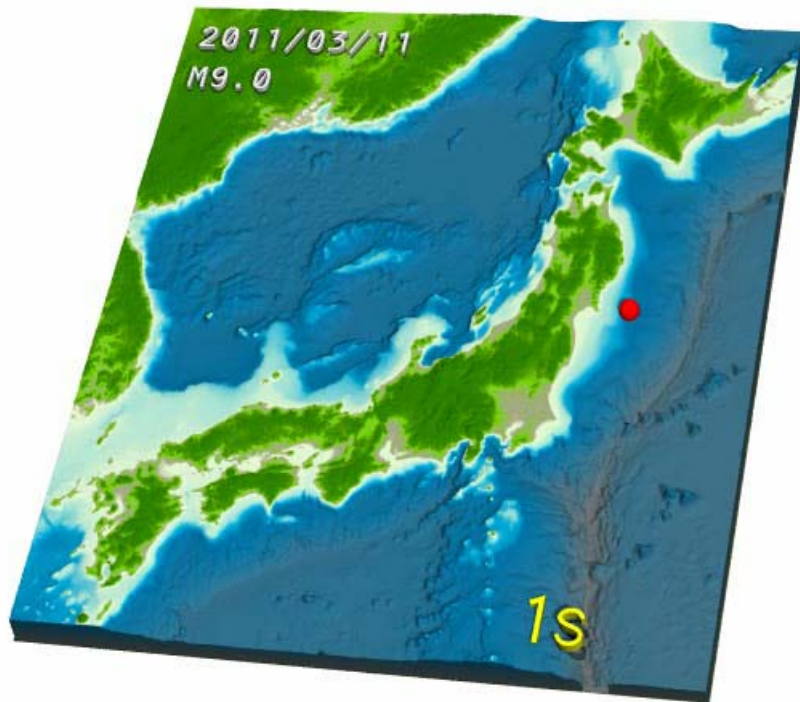
藤井（建築研）・佐竹（東大地震研）



国土地理院

強震記録・アレイデータ・津波・GPS

観測とシミュレーション

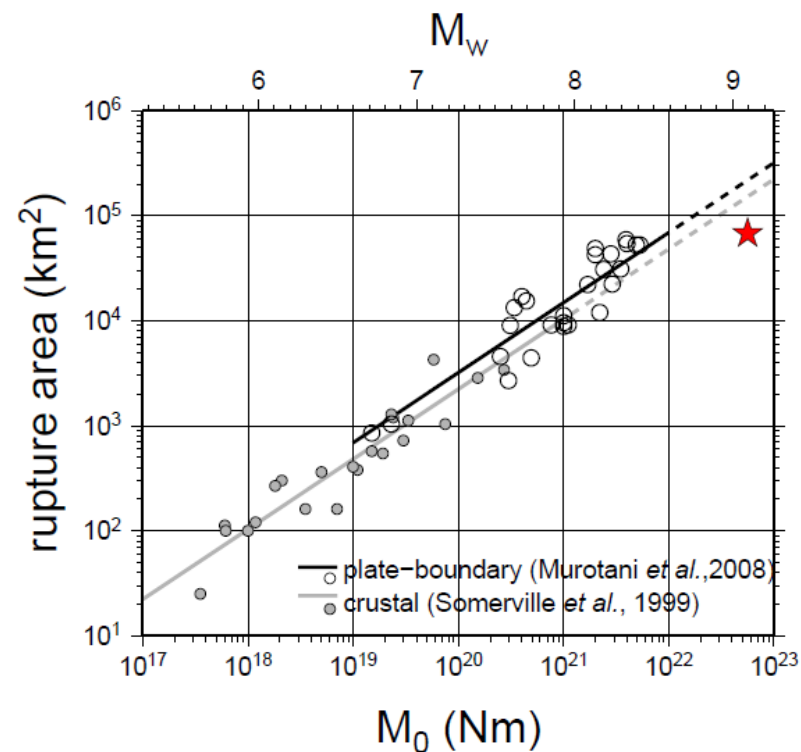
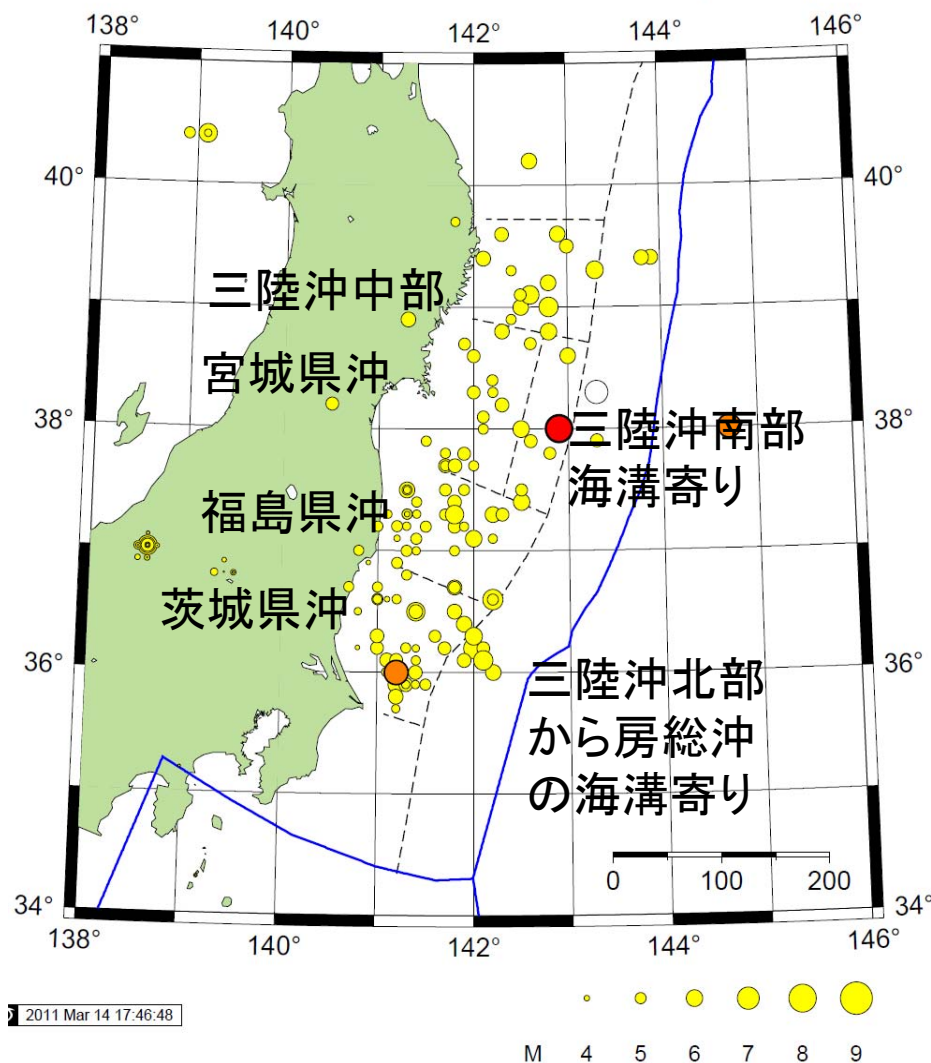


地震評価(抜粋)

- 3月11日に三陸沖の深さ約25kmでマグニチュード9.0の地震が発生。今回の本震の規模はこれまでに**日本国内で観測された最大の地震**。この地震により宮城県栗原市で最大震度7を観測。
- 発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型。**太平洋プレートと陸のプレートの境界**で発生。
- 余震域は南北約500km。今後も規模の大きな余震が発生する恐れ。
- GPS観測によると、志津川観測点(宮城県)が約4.4m東南東に移動するなどの地殻変動。岩手県から福島県にかけての沿岸で最大約75cmの沈降。
- 今回の地震の震源域は、岩手県沖から茨城県沖まで。地震波及び地殻変動などによる様々な解析結果があるが、その長さは約400km、幅は約200kmで、最大の滑り量は約20m以上であったと推定。**地震調査委員会で評価している宮城県沖・その東の三陸沖南部海溝寄り、福島県沖、茨城県沖の領域を震源域**としたと考えられるが、更に三陸沖中部や、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの一部にまで及んでいる可能性もある。

震源域

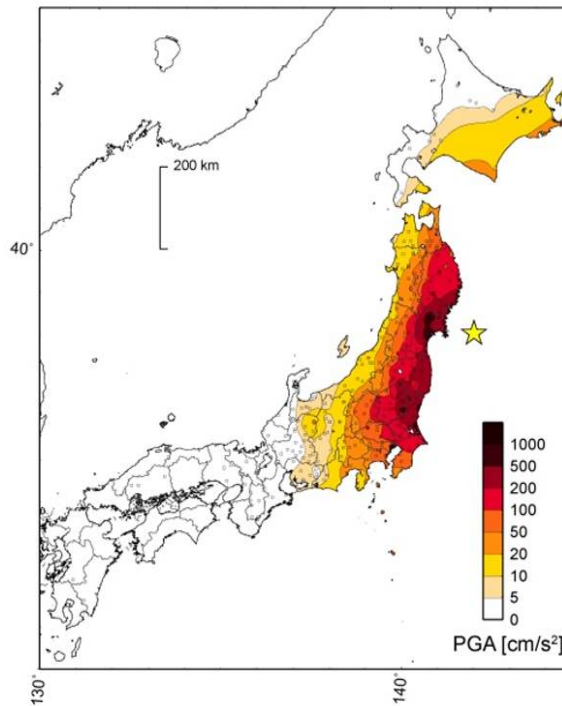
24 h Aftershock Distribution (JMA)



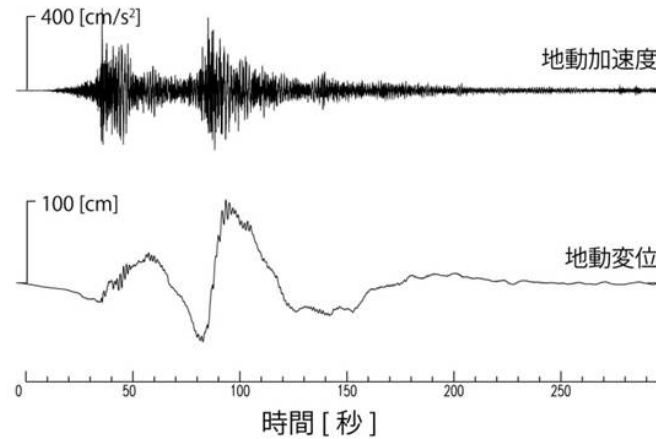
プレート境界地震のスケーリング

1. 三陸沖中部
2. 宮城県沖
3. 福島県沖
4. 茨城県沖
5. 三陸沖南部海溝寄り
6. 三陸沖北部から房総沖の海溝寄り

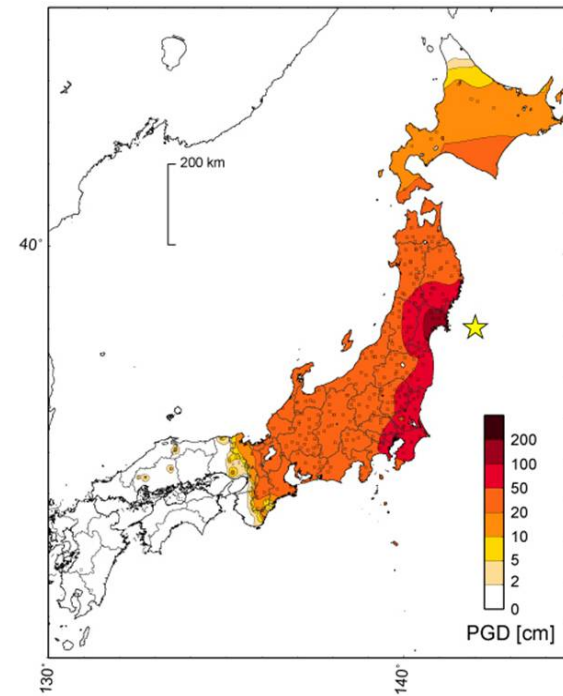
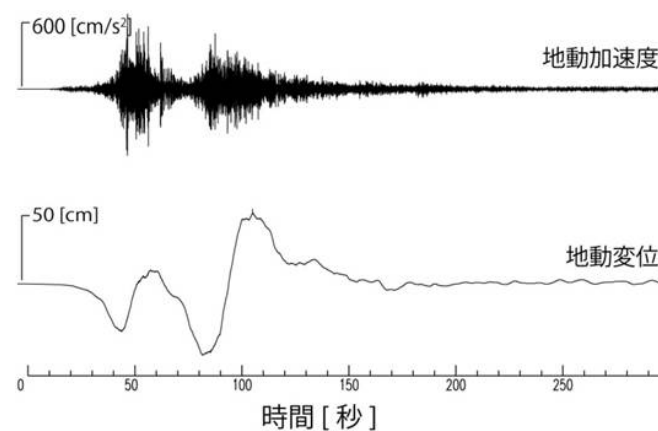
強震動分布



K-NET 石巻 (MYG010) 南北成分

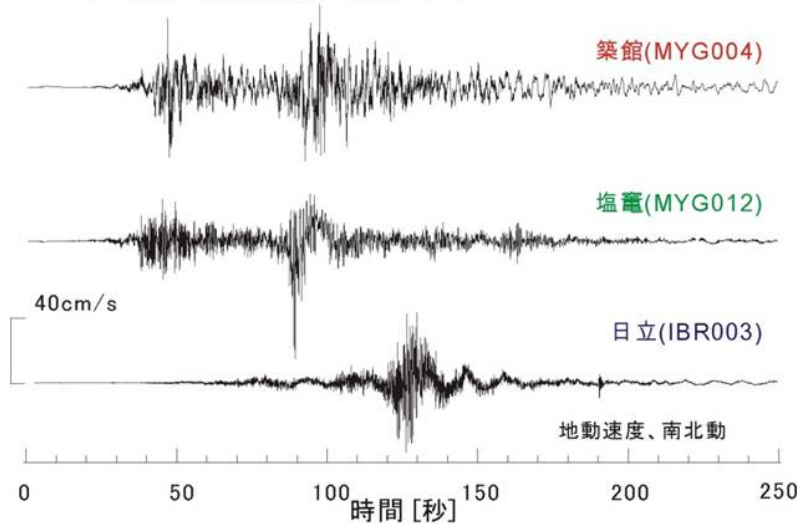


KiK-net 陸前高田 (IWTH27) 南北成分

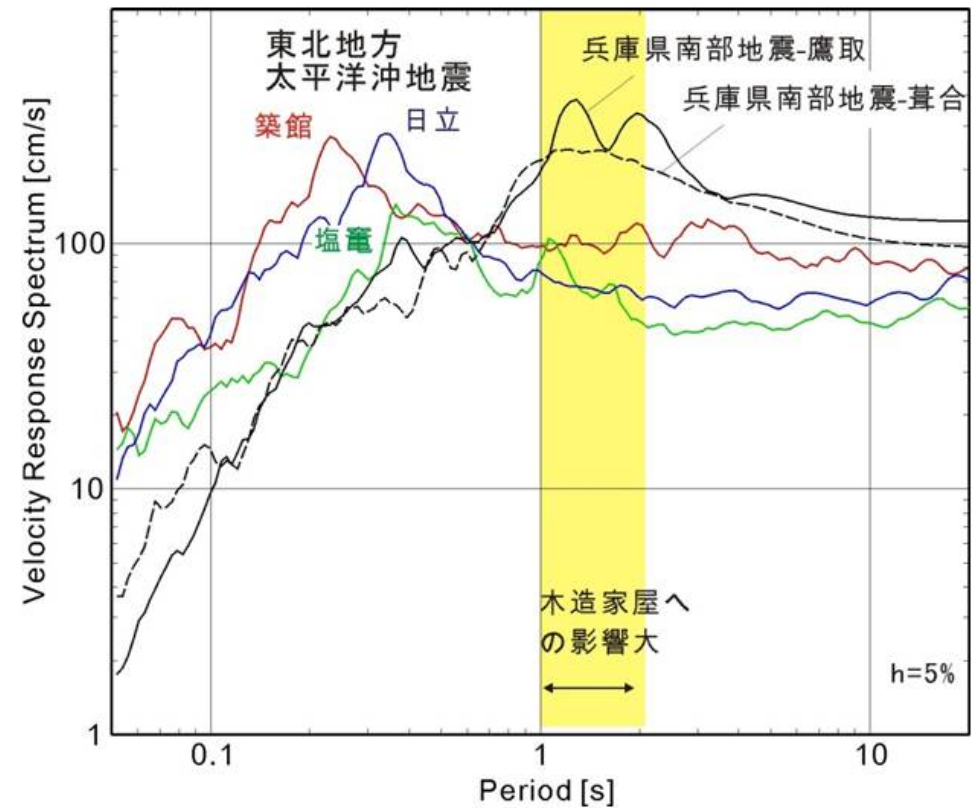
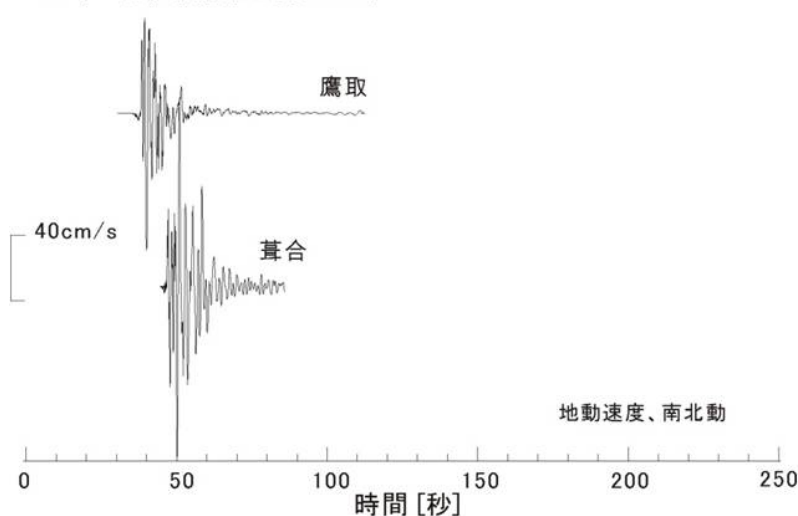


速度波形と速度応答スペクトル

2011年 東北地方太平洋沖地震(M9.0)



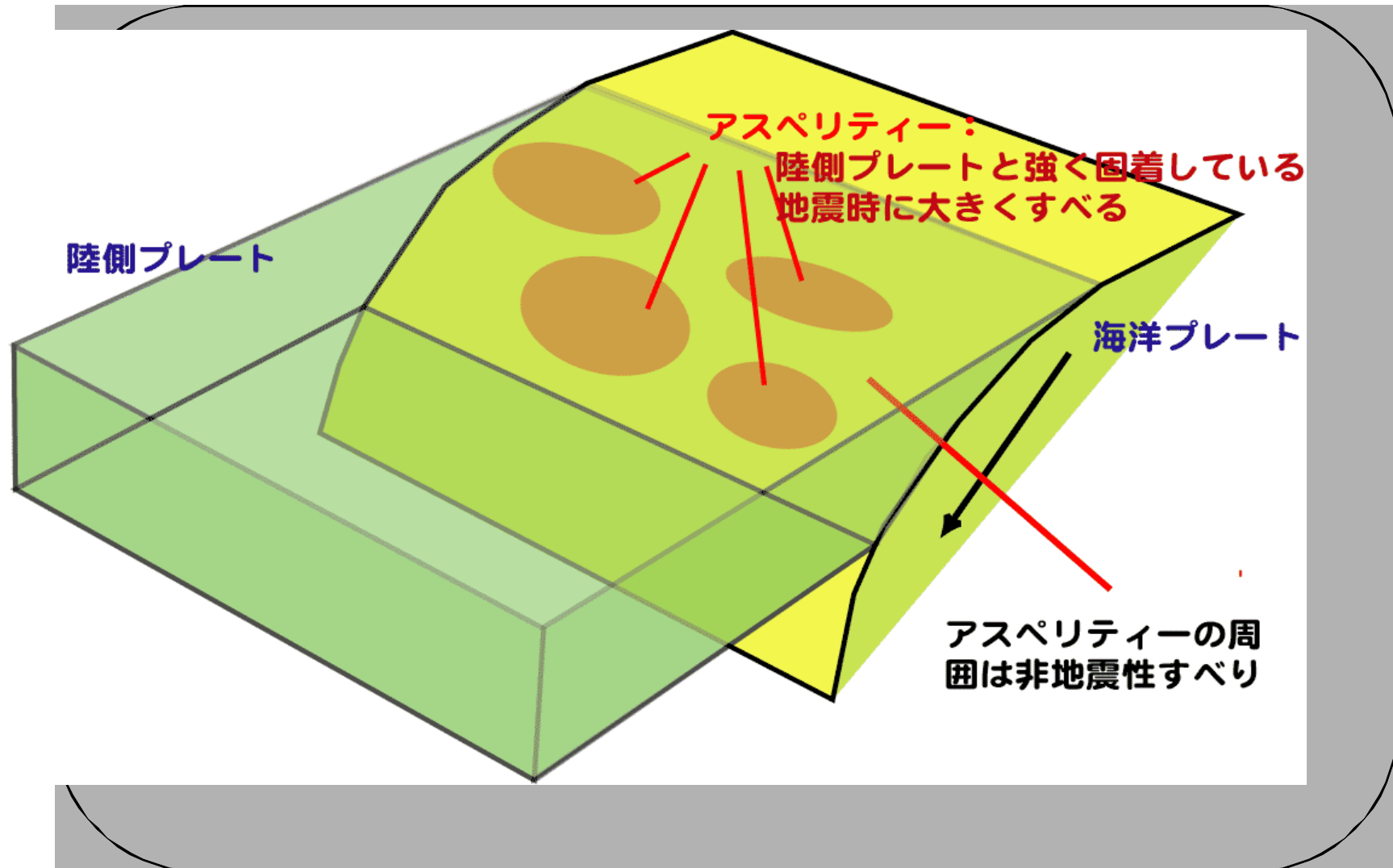
1995年 兵庫県南部地震(M7.3)



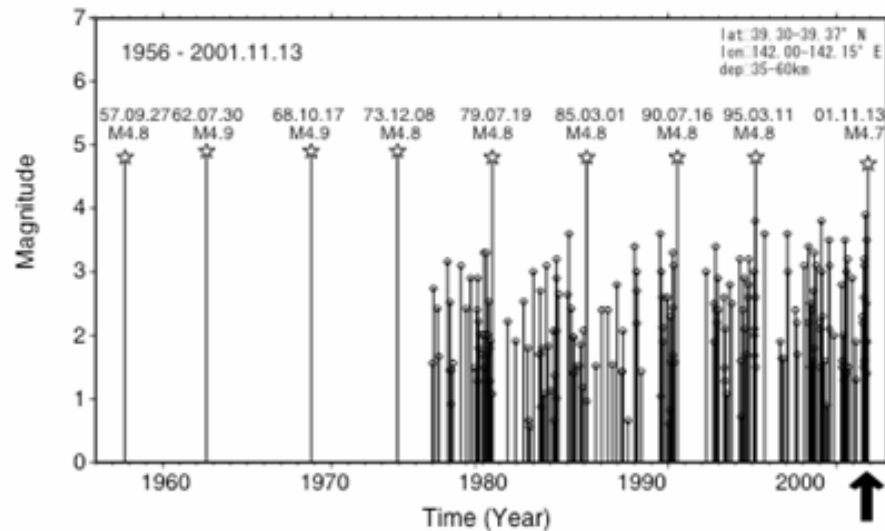
超巨大海溝型地震

- 過去の知られている大地震のアスペリティの単なる連動破壊では、M9.0(M_w9.1)の地震のすべり量をまかなうことができない？
- アスペリティモデルの限界？
- 連動性が指摘されている東海・東南海・南海地震の見直し？

アスペリティモデル



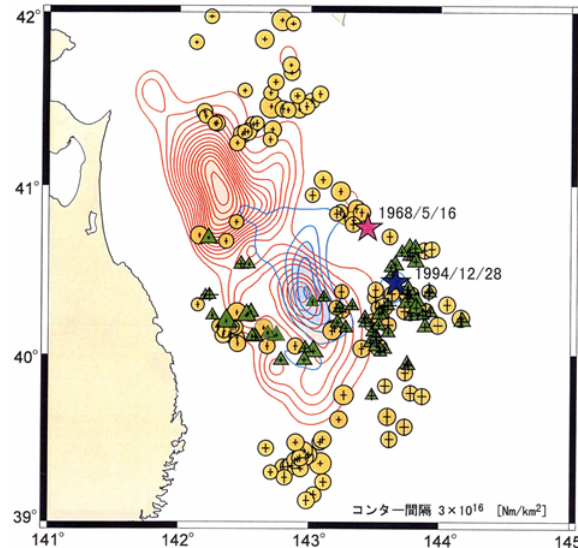
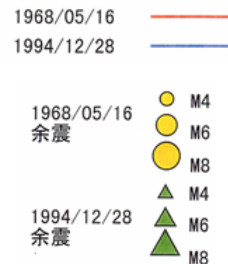
アスペリティの保存性：釜石沖



アスペリティが繰り返し破壊していることを示す顕著な例が岩手県の釜石沖で発見.

ここでは、アスペリティの破壊が1957年から1995年まで、ほぼ周期的に8回繰り返したことが確認された.

その活動に基づき、「次の地震は2001年11月末までに99%の確率で発生し、その大きさは $M4.8 \pm 0.1$ である」と1999年に予測.



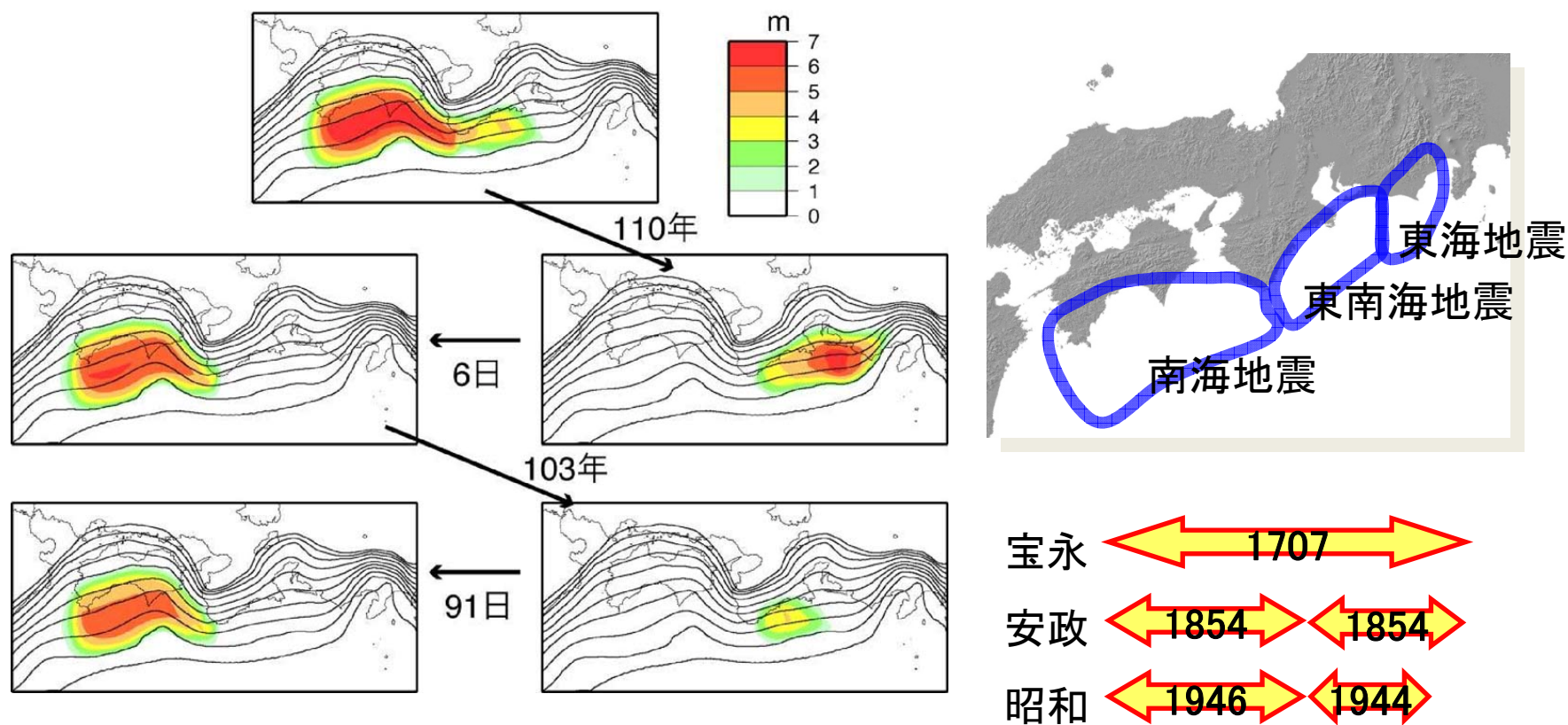
Nagai et al., 2001

2001年11月13日に予測通りM4.7の地震が発生.

アスペリティーのサイズは1km程度と小規模. 1995年と2001年の地震のすべり量分布がほぼ一致.

Matsuzawa, et al., 2002

東海・東南海・南海の連動性



Hori et al. 2005

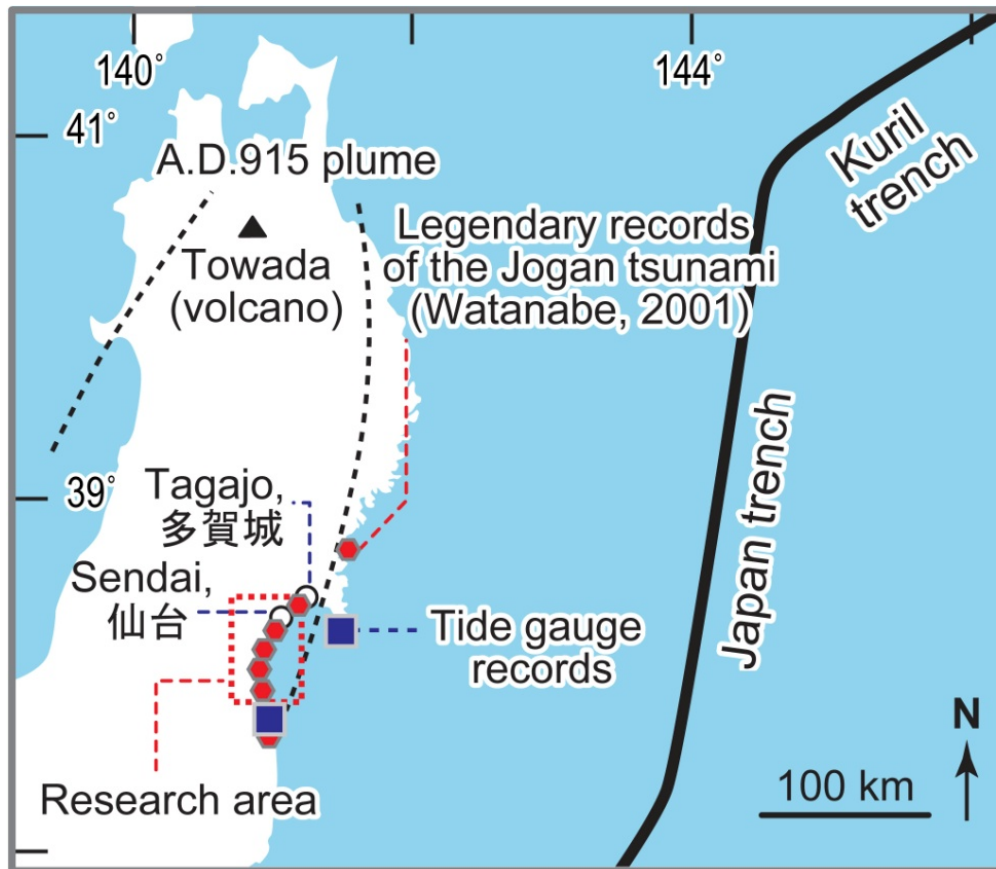
西暦869年の貞観地震・津波について

- 〔日本三代実録〕
(貞観十一年五月廿六日) 869年 年7月 9日
- 陸奥國地大震動、流光如晝隱映、頃之、人民叫呼、伏不能起、或屋仆壓死、或地裂埋殪、馬牛駭奔、或相昇踏、城＝倉庫、門櫓牆壁、頽落顛覆、不知其數、海口哮吼、聲似雷霆、驚濤涌潮、泝＝漲長、忽至城下、去海數十百里、浩々不弁其涯＝、原野道路、惣為滄溟、乘船不遑、登山難及、溺死者千許、資産苗稼、殆無子遺焉、(古代・中世 地震・噴火史料データベースによる)
- 陸奥国の地、大いに震動す。流光、昼の如く隠映す。このころ、人民叫呼して、伏して起きることあたわず。あるいは屋たおれて、圧死し、あるいは地裂けて埋死す。馬牛は駭奔(驚き走る)し、あるいは互いに昇踏す。城郭・倉庫、門櫓・牆壁など頽落して顛覆すること、その数を知らず、海口は哮吼し、その聲、雷霆に似る。驚濤は涌潮し、泝_(さかのぼる)し、漲長す。たちまちに城下にいたり、海を去ること数十百里、浩々としてその涯を弁ぜず。原野道路、すべて滄溟となり、船に乗るいとまあらず、山に登るも及びがたし、溺死するもの千ばかり、資産苗稼、ほとんどひとつとして遺ることなし。

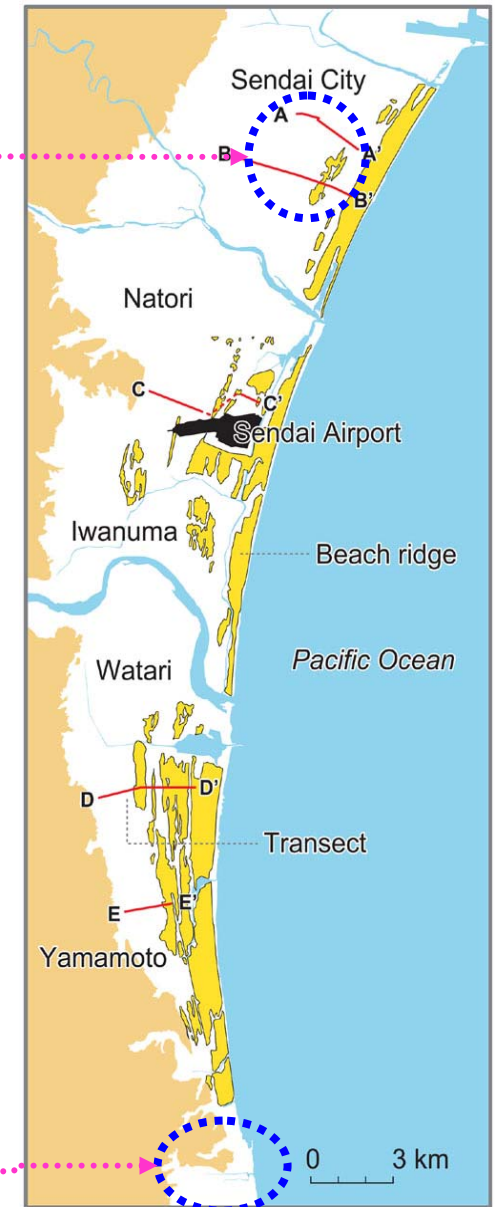
過去の調査

Abe et al. (1990)

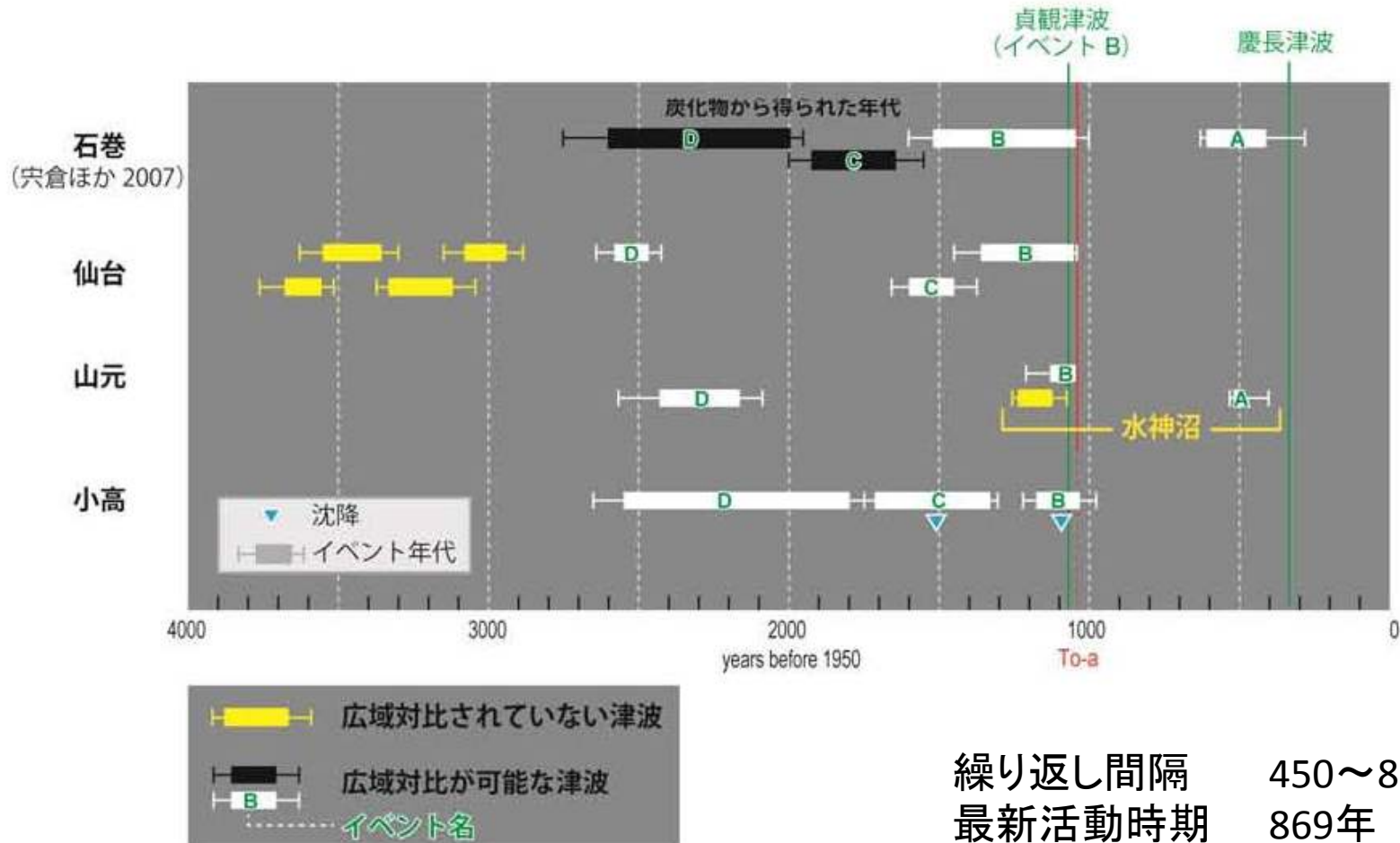
Minoura and Nakaya (1991)



Sugawara et al. (2001)



津波堆積物からの繰り返し間隔



まとめ

- 地震は，日本の観測史上，最大
地震計ネットワーク，GPS，SARが計測
- 地震動
長時間，広範囲，大振幅
キラーパルスではない

地震は外挿が必要，地震動は(継続時間を除き)内挿可？