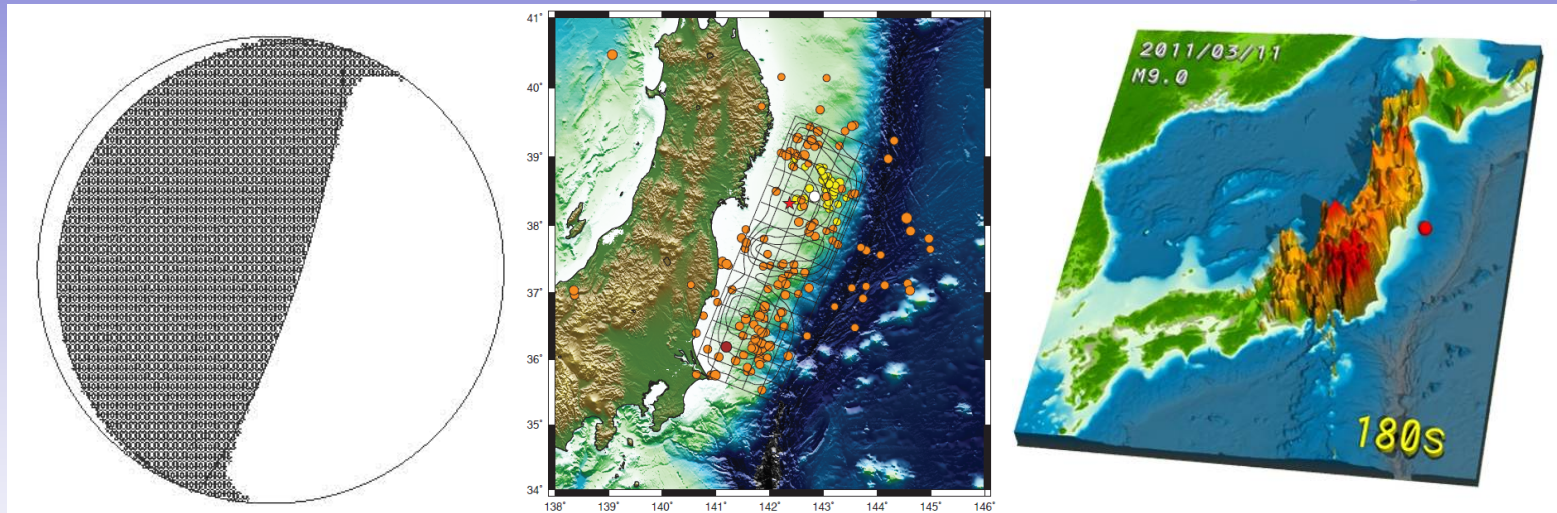


2011年東北地方太平洋沖地震の 震源過程と強震動

Source Process and Strong Ground Motion for the
2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake



災害科学系研究部門 Division of Disaster Mitigation Science

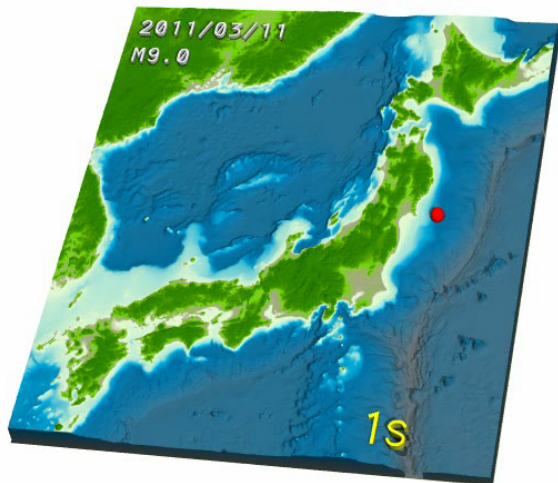
三宅・纈纈・Pojata・横田・司・川添・尹・Mak・Ibrahim

古村・野口・前田・武村・竹本・坂上

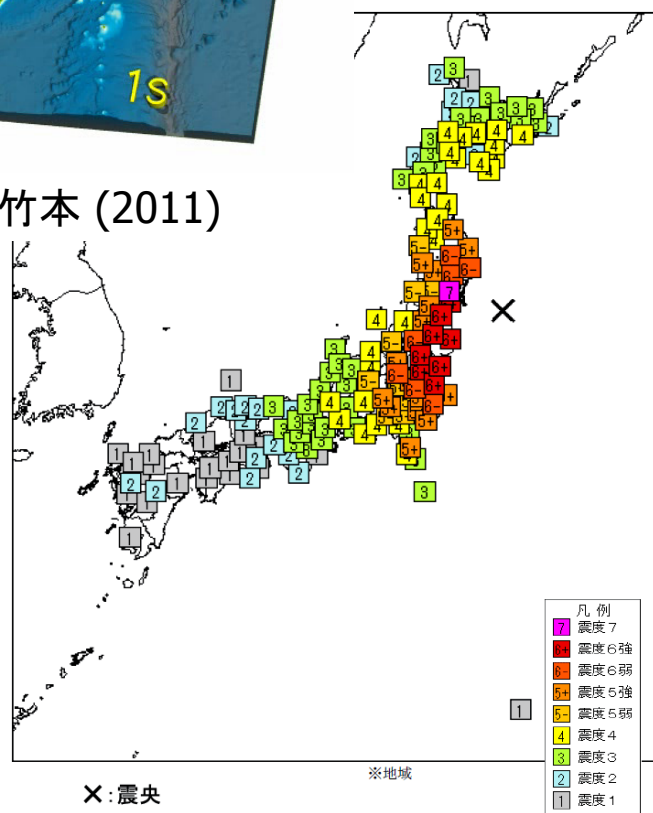
謝辞: 気象庁・USGS・IRIS・防災科研・国総研・建研・港空研・京大防災研

2011年東北地方太平洋沖地震 (M_{JMA} 9.0)

2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake



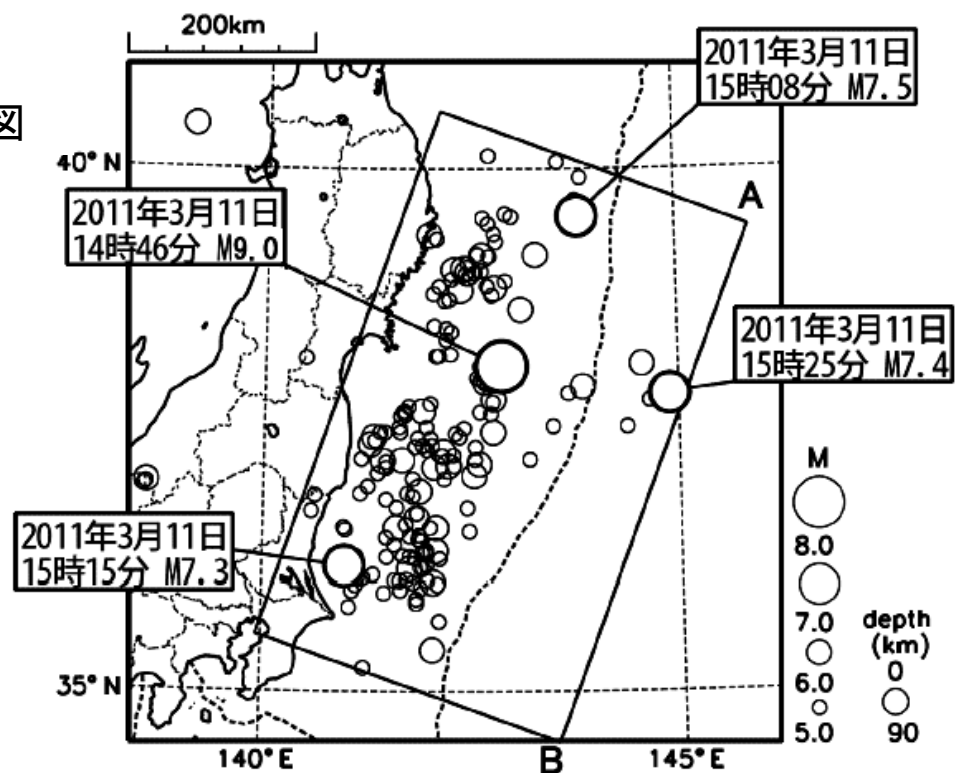
気象庁震度分布図



気象庁作成

震央分布図

(2011年3月11日12時00分~13日07時00分、深さ90km以浅、M≥5.0)



丸の大きさはマグニチュードの大きさを表す。

M7.0以上の地震に吹き出しをつけている

古村・武村・竹本 (2011)

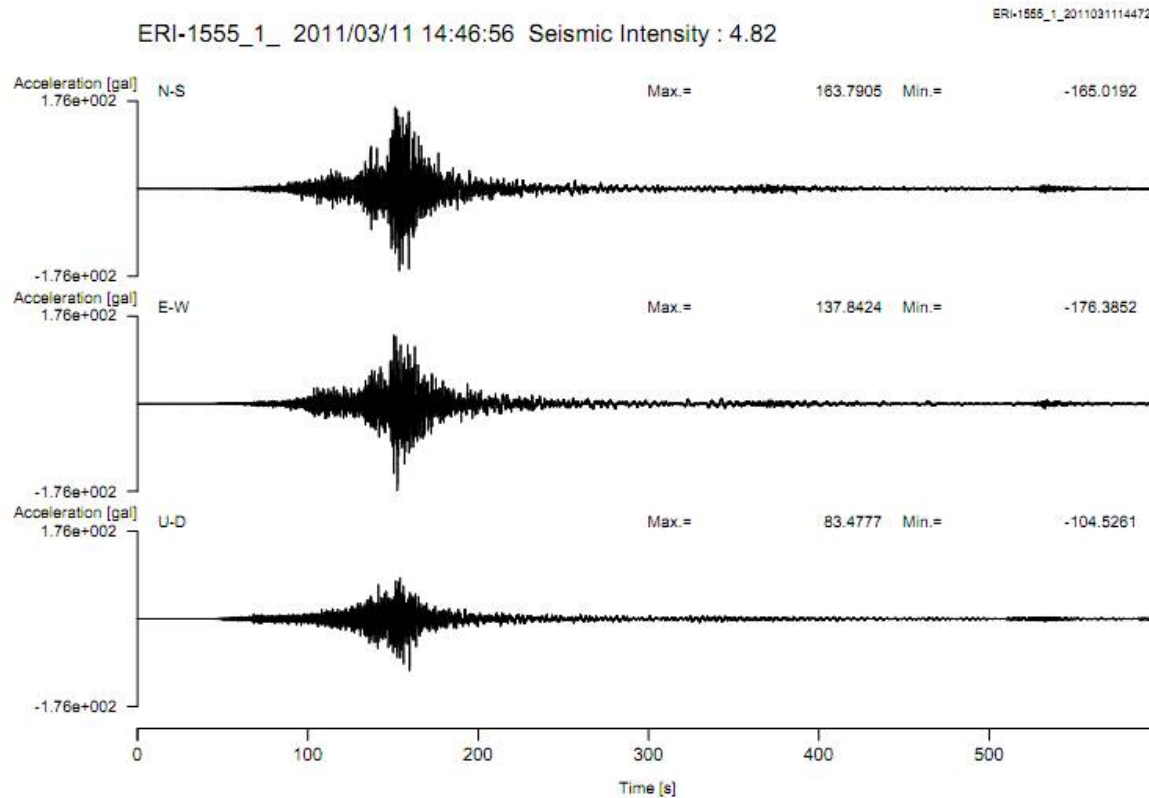
気象庁 (2011)

地震研究所で記録された強震動 (震度相当値5弱)

Strong Ground Motion at ERI

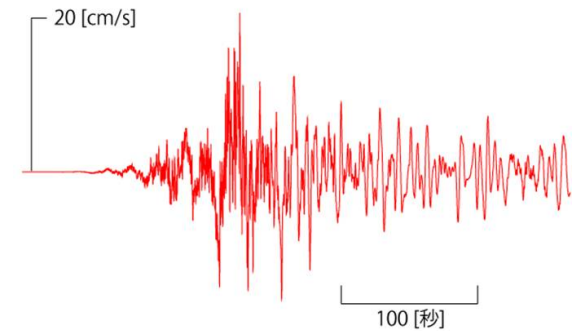
古村・武村 (2011)

地表加速度 (テニスコート)

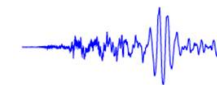


速度波形

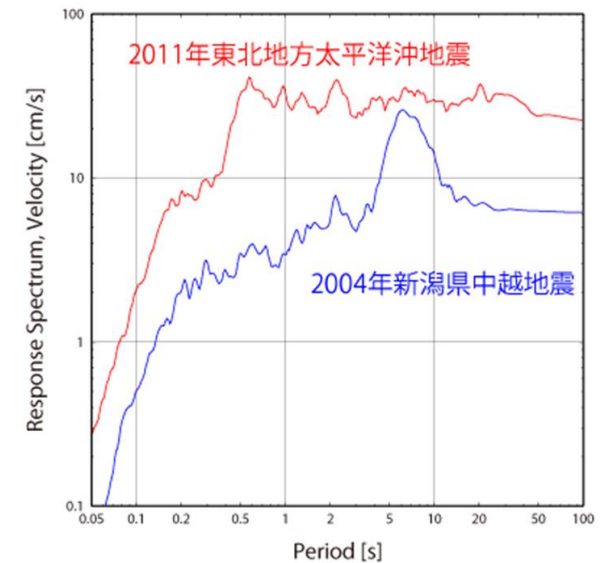
2011年東北地方太平洋沖地震 地震研究所



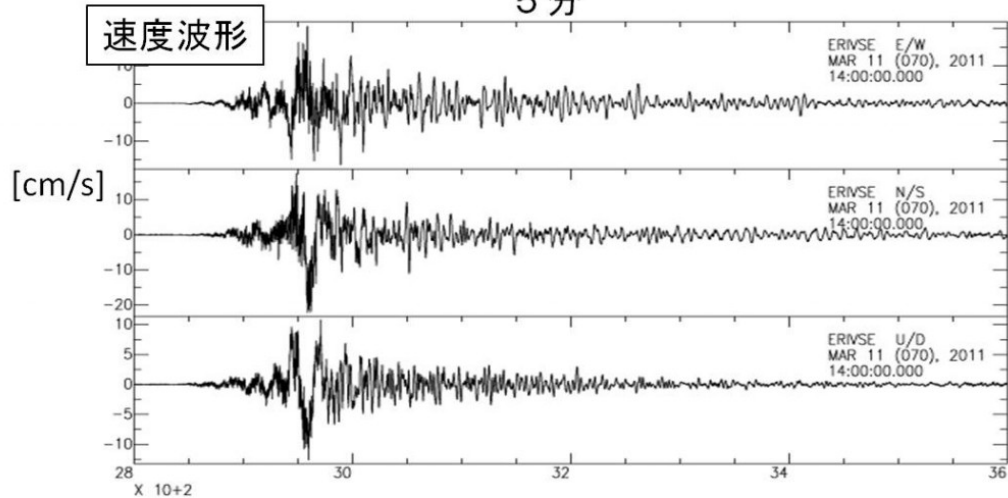
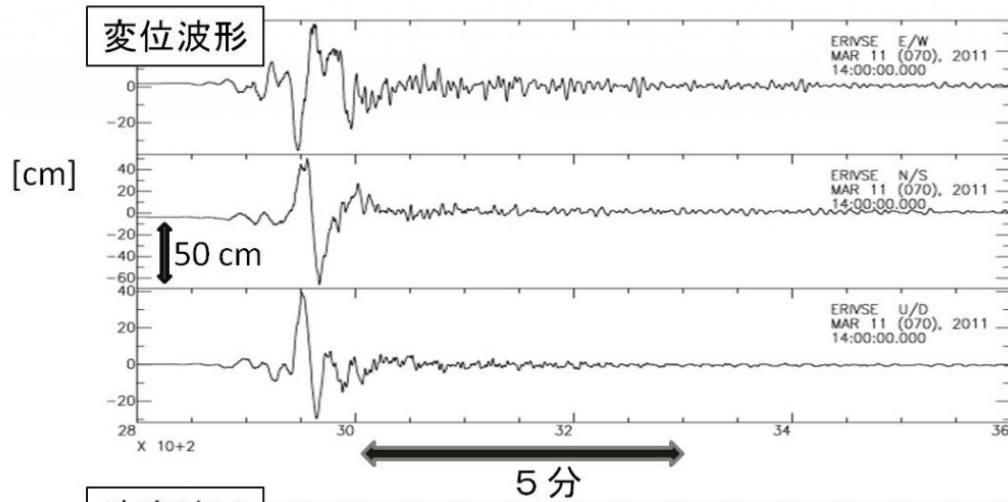
2004年新潟県中越地震 新宿



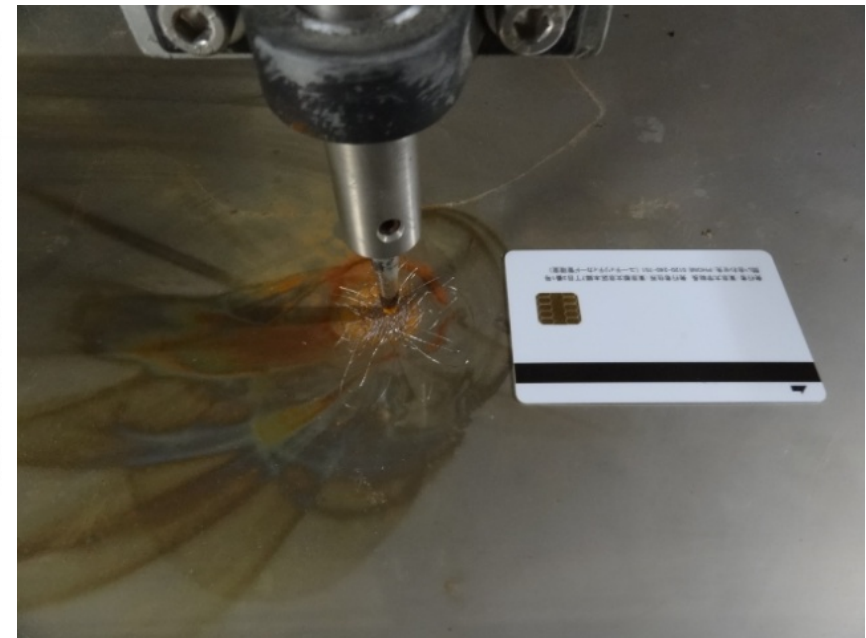
速度応答スペクトル



地震研究所で記録された強震動 (震度相当値5弱) Strong Ground Motion at ERI

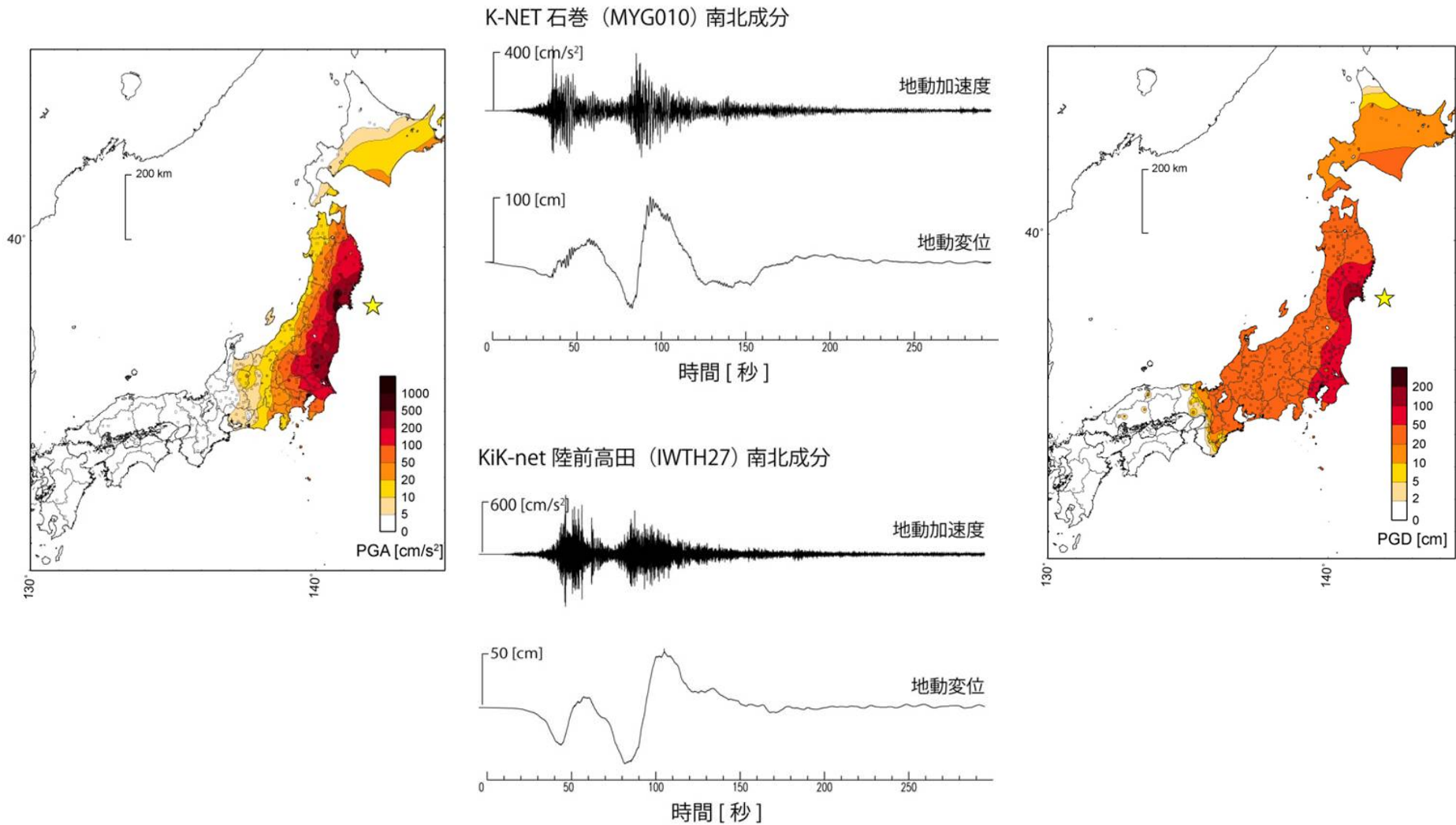


地震研1号館の免震層
変位計(相対変位)
鷹野さん撮影



古村・武村 (2011)

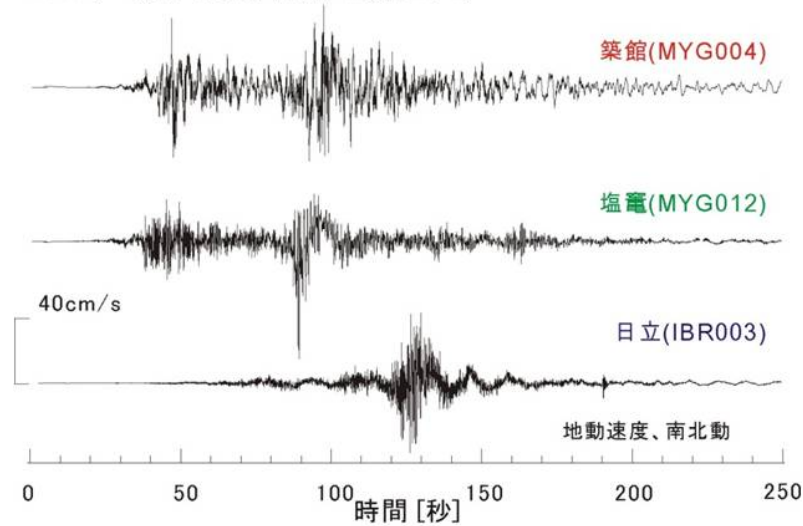
強震動分布(最大加速度と最大変位) Peak Ground Acceleration and Displacement



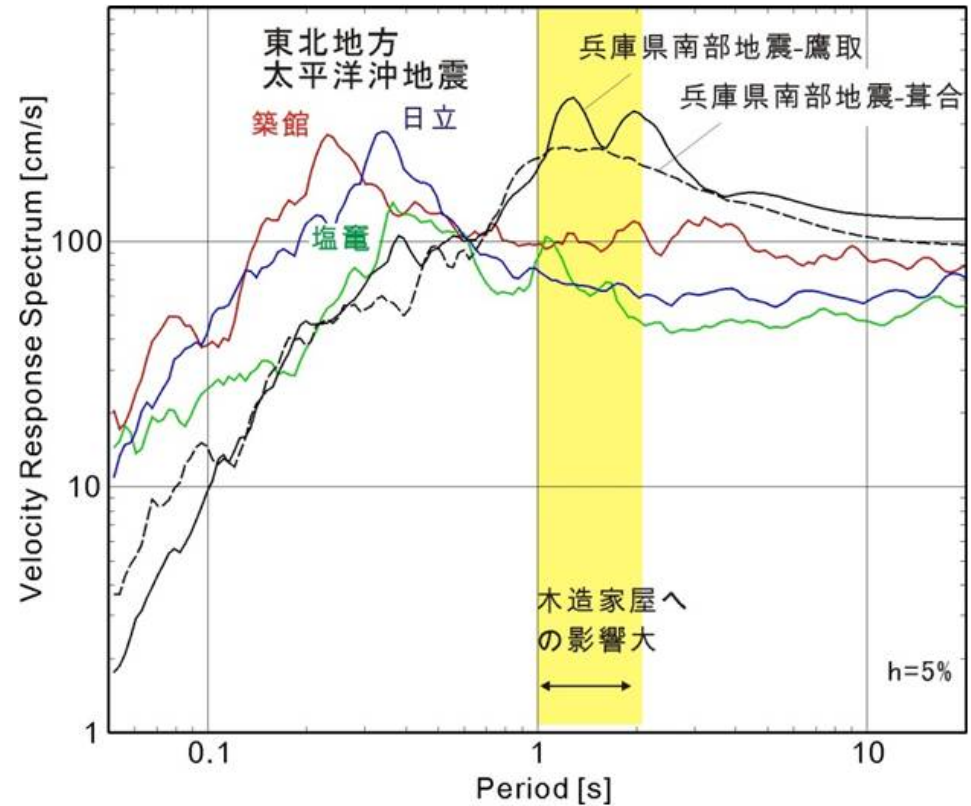
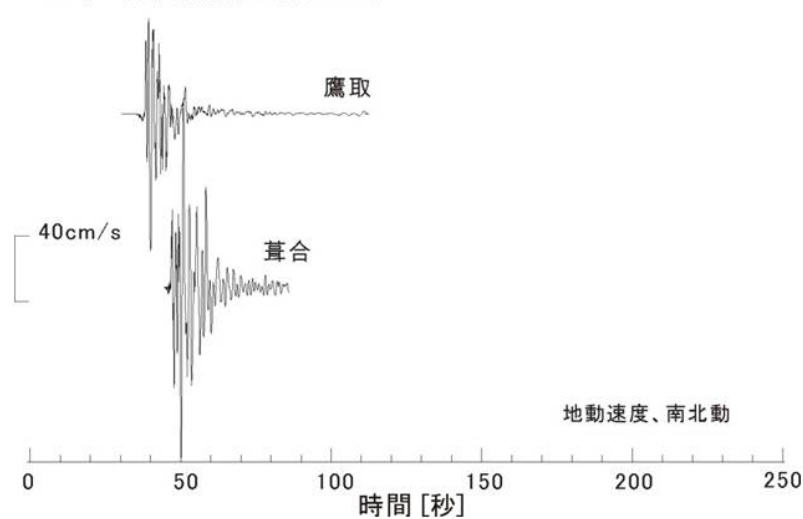
速度波形と速度応答スペクトル

Ground Velocity and Velocity Response Spectra

2011年 東北地方太平洋沖地震(M9.0)

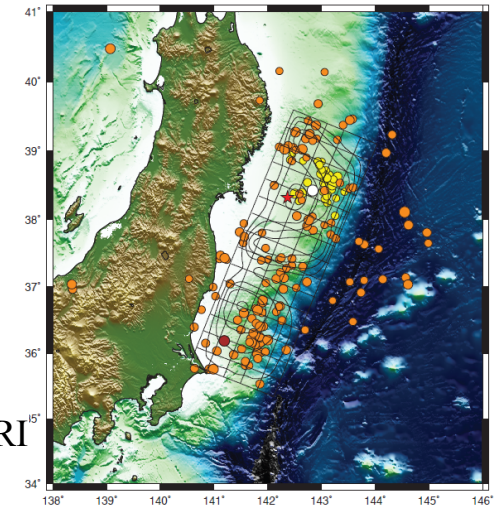
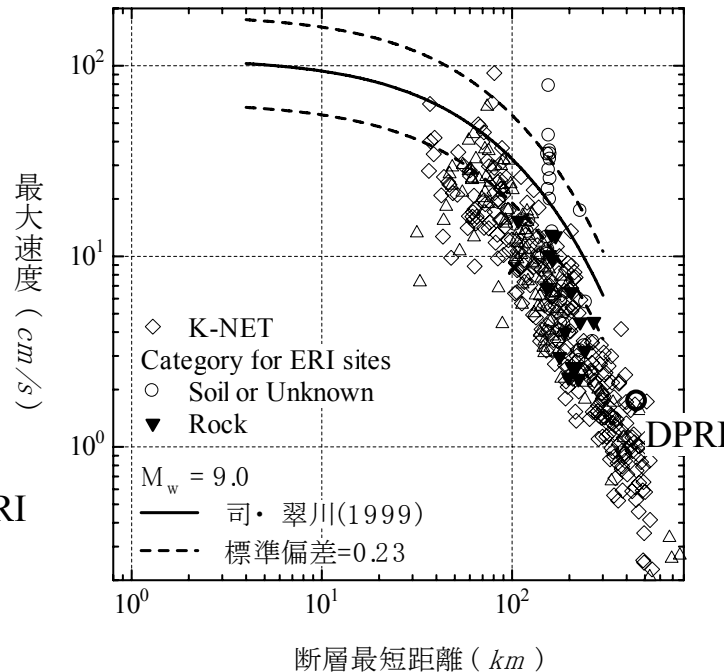
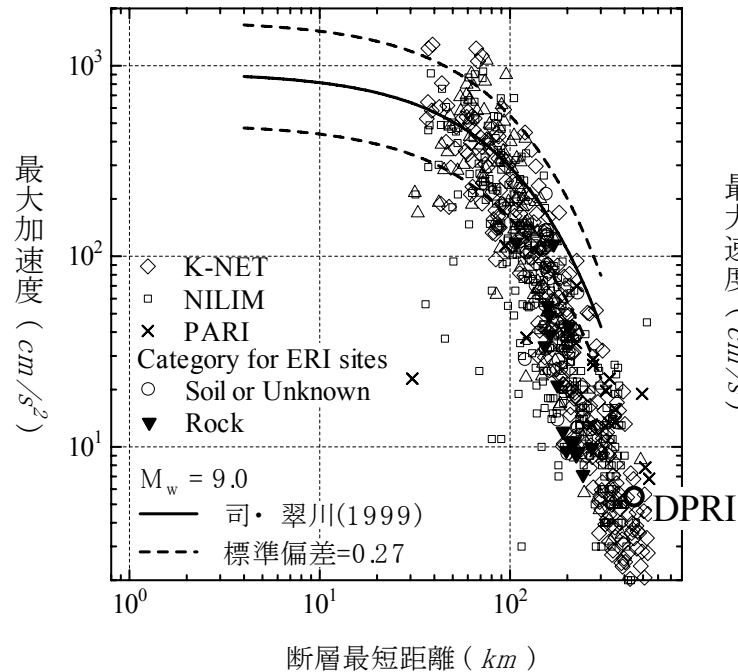


1995年 兵庫県南部地震(M7.3)



古村 (2011)

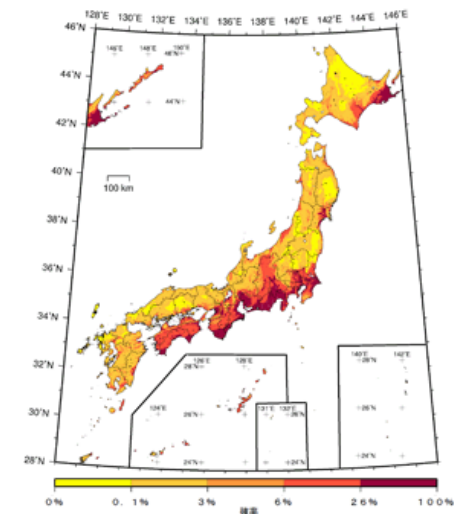
最大加速度と最大速度の距離減衰 Attenuation Relationship for PGA and PGV



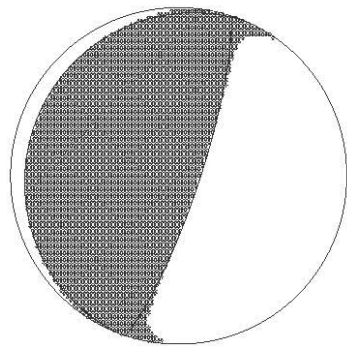
地震本部・全国地震動予測地図

- ERI Wphase moment solutionにより $M_w=9.0$ としている。
- 東大地震研による断層モデルをもとに断層最短距離を推定した。
- 地震タイプはプレート間地震とした。距離減衰式は司・翠川(1999)を外挿
- NIED, ERI提供データの最大加速度、最大速度は0.1~10Hzのバンドパスフィルター
- Nilim、PAWIは国総研、港空研のデータリストに載せている数値である。
- ERIの観測点が固い地盤上のものが比較的多い。

司 (2011)

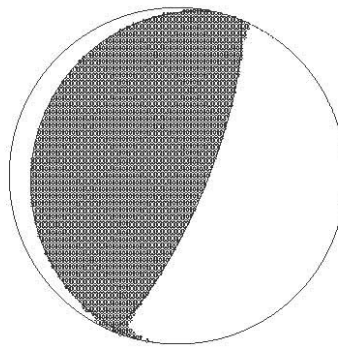


ERI W-Phase: Mw 9.0 の低角逆断層



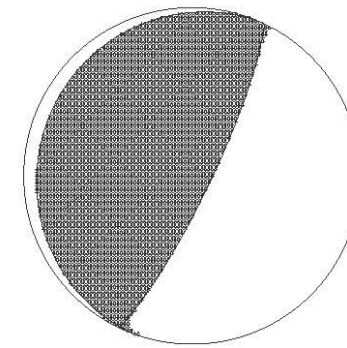
ERI

Eigenvalues: 43.79763 1.63442 -45.43205 (Mw = 9.03)
 Best nodal planes: 202.3/10.1/ 94.0 18.3/79.9/ 89.3
 Best Depth: 24 km
 Best half duration time: 70 s



USGS

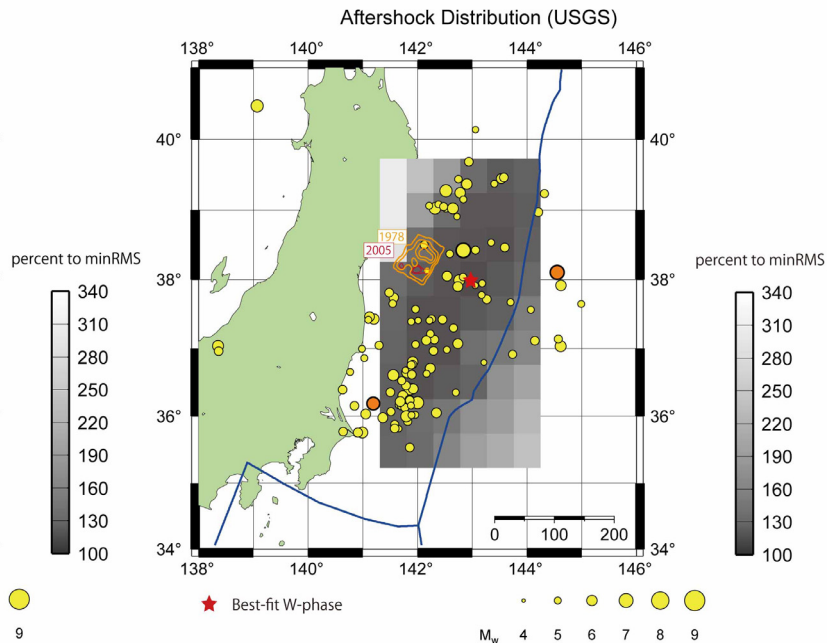
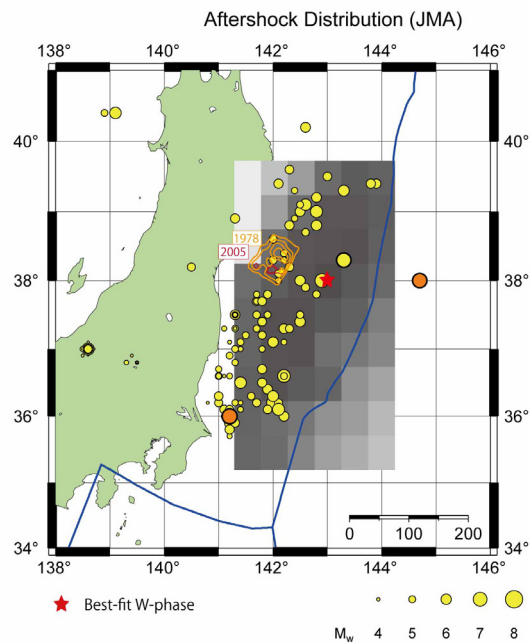
Eigenvalues: 38.85821 0.38527 -39.24349 (Mw = 8.99)
 Best nodal planes: 22.3/75.9/ 92.3 193.1/14.2/ 81.1



GCMT

Eigenvalues: 60.18778 0.28023 -60.43801 (Mw = 9.12)
 Best nodal planes: 25.6/80.9/ 90.8 200.6/ 9.1/ 85.0

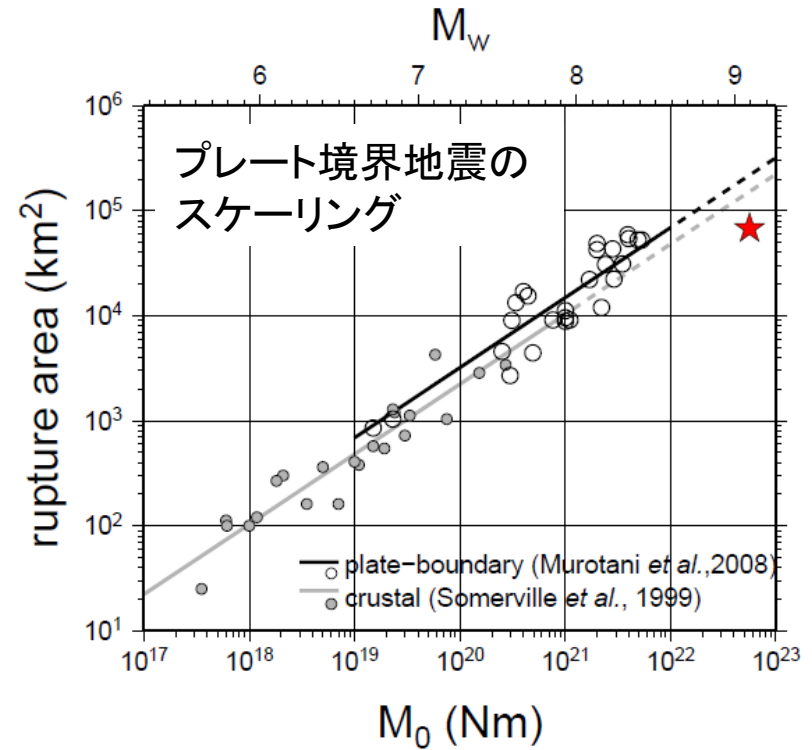
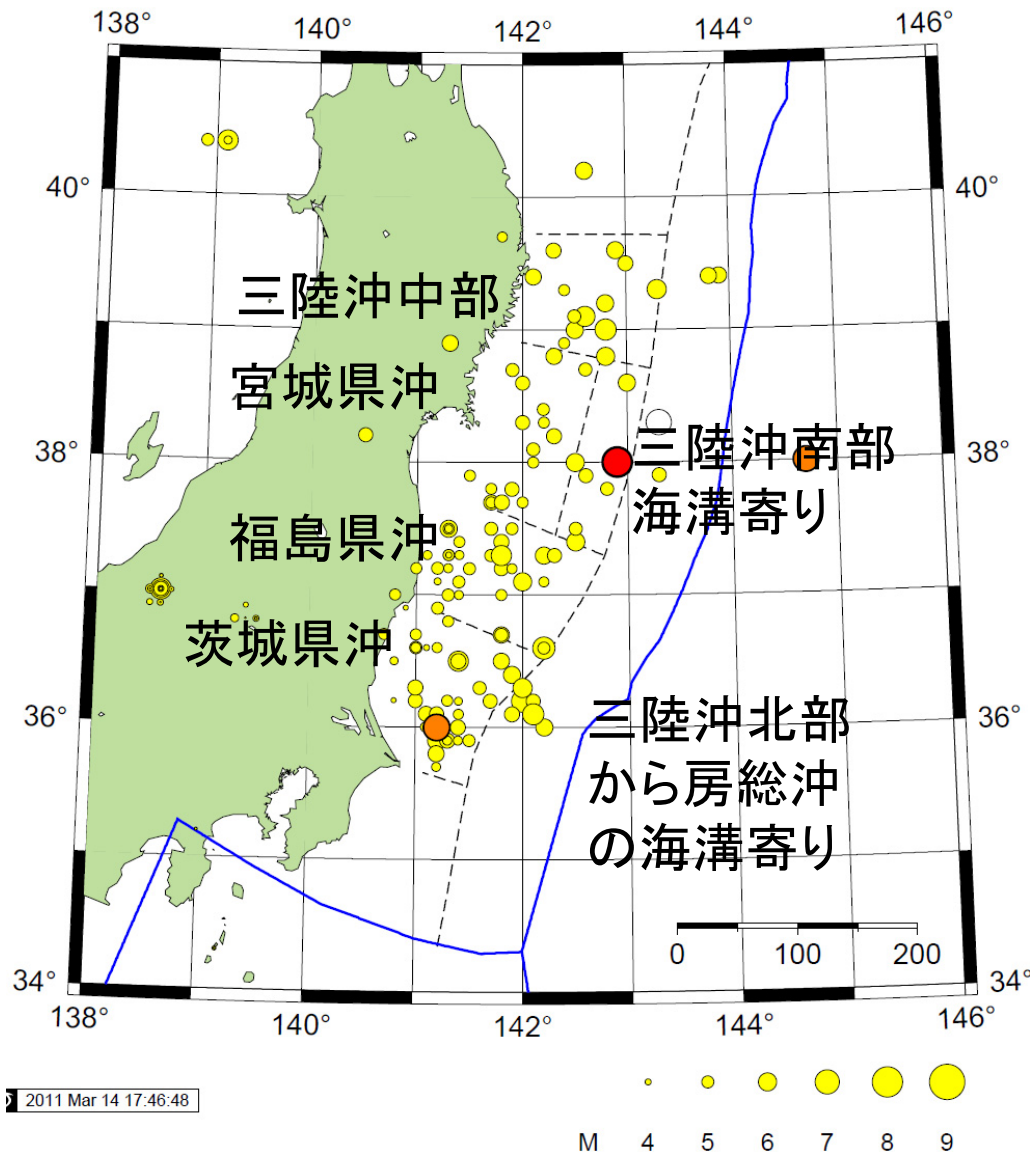
Grid search area VS Miyagi-oki 1978 & 2005



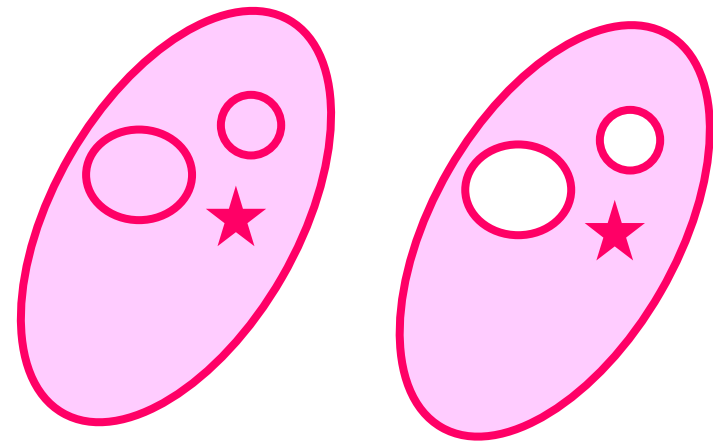
横田 (2011)

震源域は? Where is the Rupture Area?

24 h Aftershock Distribution (JMA)

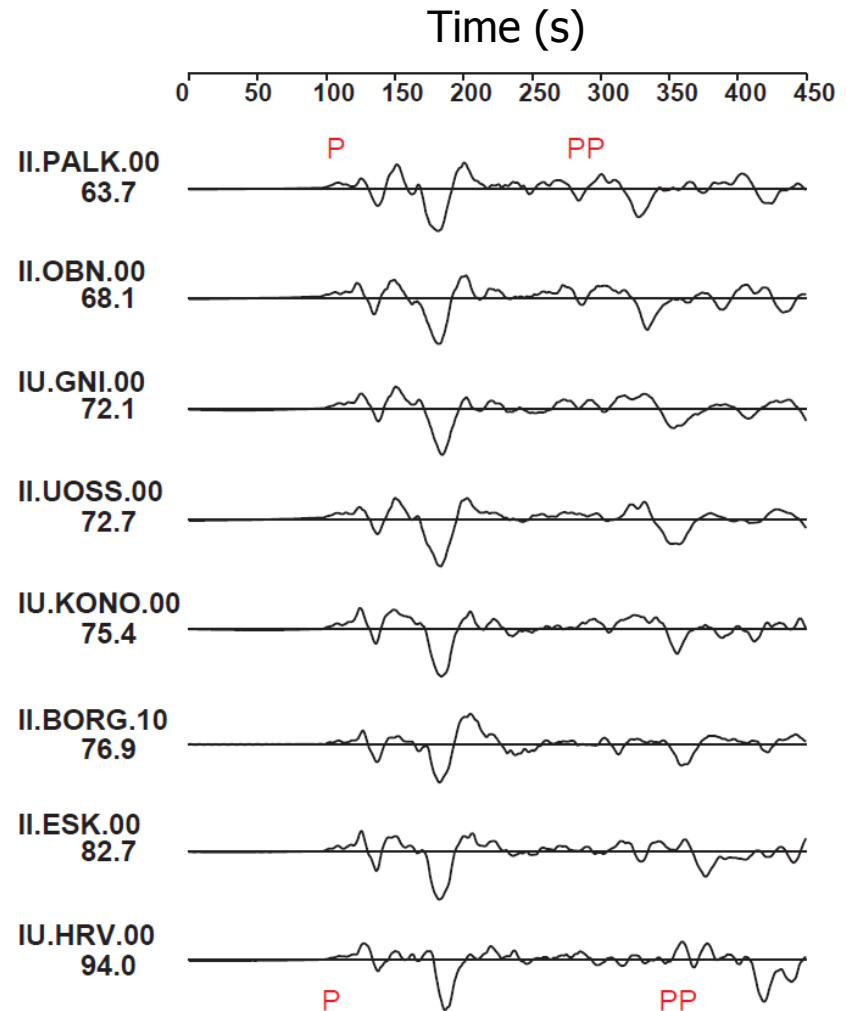


連動型地震の震源像



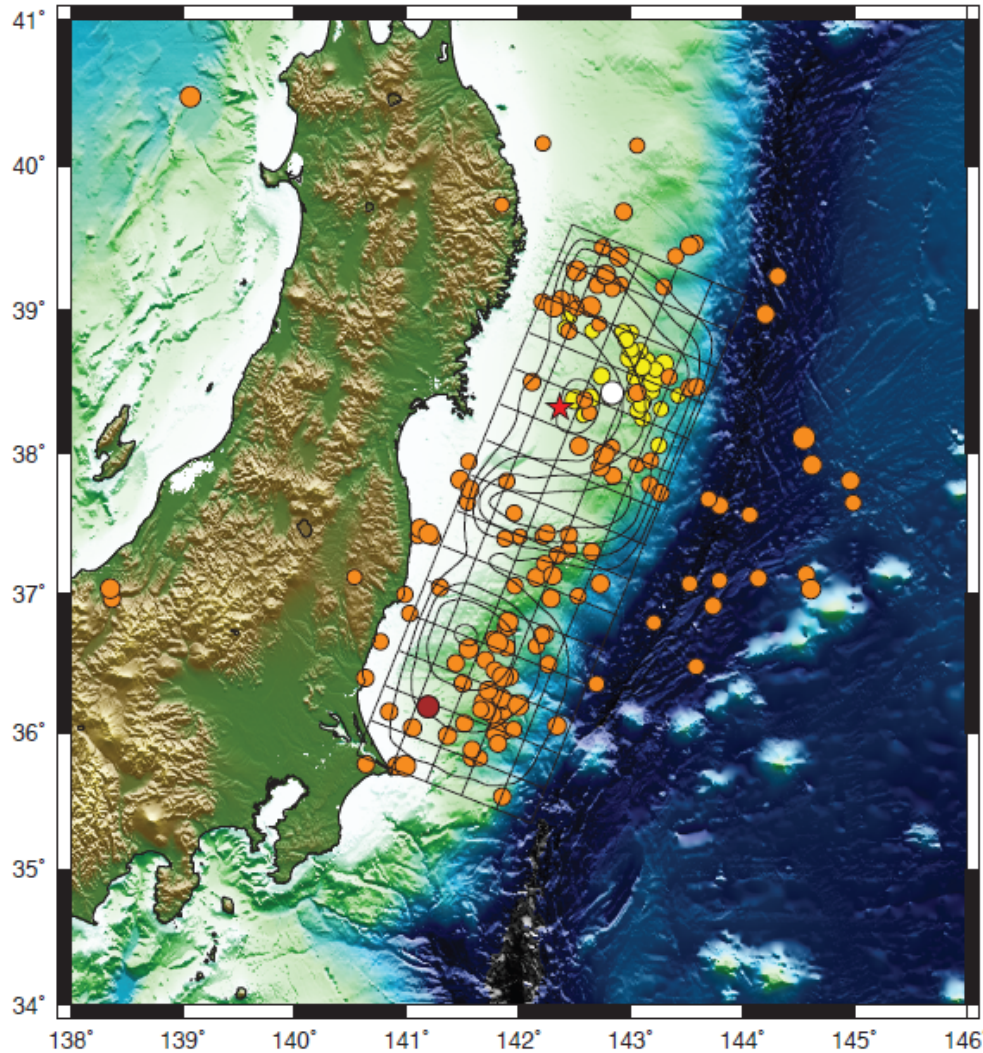
遠地波形インバージョンによる震源過程: 点震源 Teleseismic Source Inversion: Point Source

遠地変位 (teleseismic displacement)



遠地波形インバージョンによる震源過程: 面震源

Teleseismic Source Inversion: Finite Source

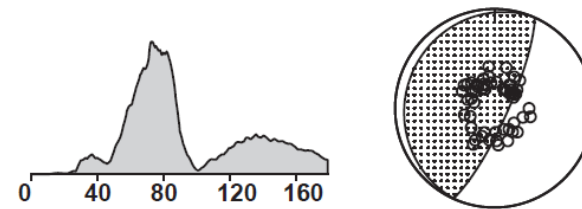


Mw 8.93, USGS震源
Vr = 1.8 km/s, Dmax = 19 m
長さ 450 km x 幅 150 km

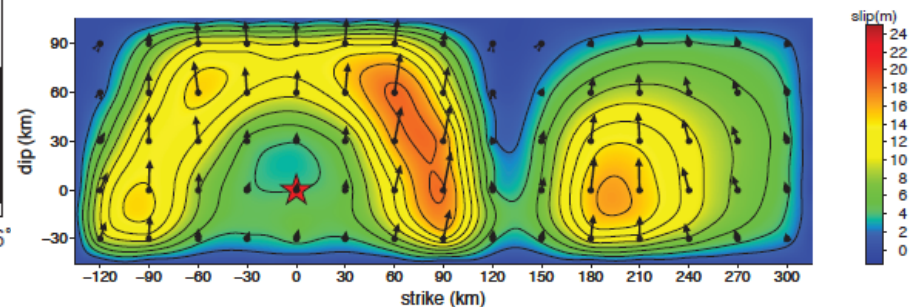
Sanriku, Japan 11/03/11

Mo = 0.315E+23 Nm Mw = 8.93

H = 24.4km T = 30. s var. = 0.3217 Dmax = 19 m

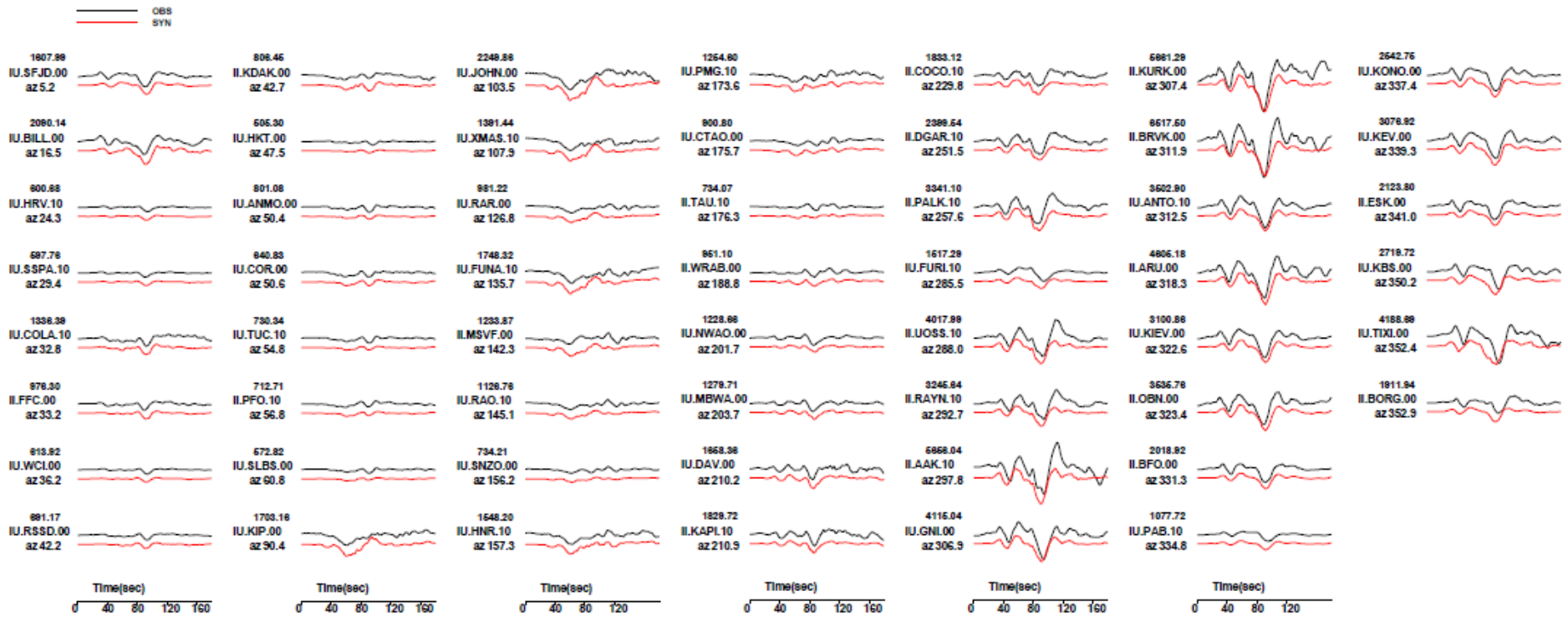


(202.,11., 88.)



Poiata et al. (2011)

Sanriku, Japan 11/03/11

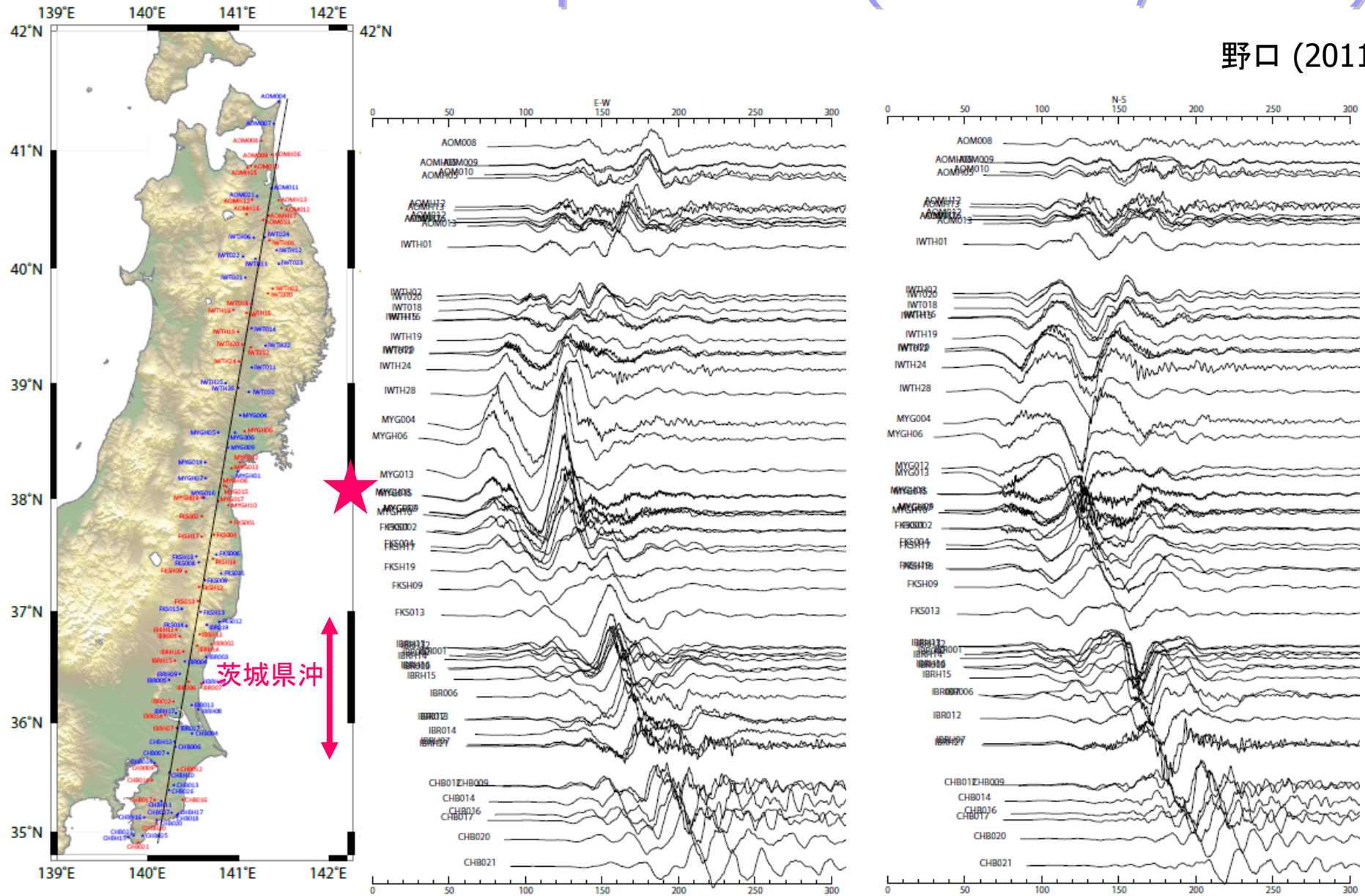


Poiata et al. (2011)

強震波形 (変位EW & NS; 1-50 s)

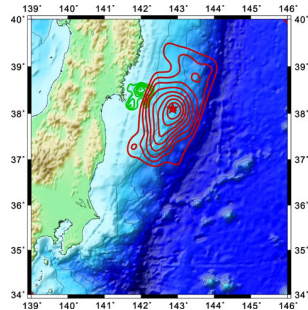
Ground Motion Displacement (EW & NS; 1-50 s)

野口 (2011)

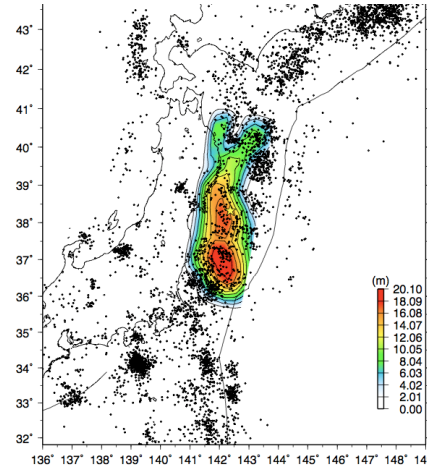


遠地波形インバージョンの比較

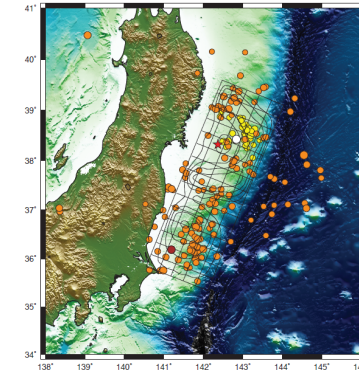
Comparison of Teleseismic Source Inversions



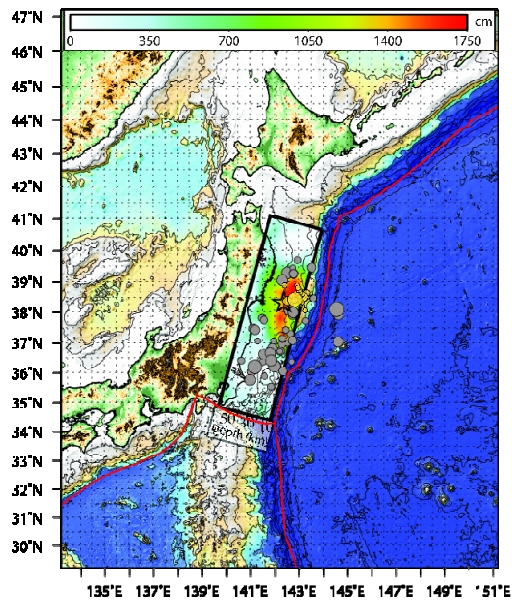
山中 (2011) Mw 8.8



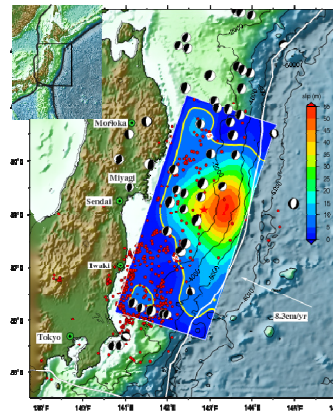
八木・西村 (2011) Ver. 1
Mw 9.0, Vr 2.5 km/s



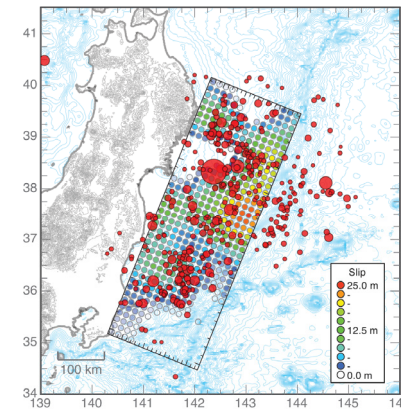
ERI Mw 8.9, Vr 1.8 km/s



Hayes (2011)
Mw 9.0, Vr 0.5-3.5 km/s



Shao et al. (2011) Ver. 3
with GPS Mw 9.1



Ammon et al. (2011)
Mw 8.9, Vr 2.0 km/s

まとめ Summary

- 2011年東北地方太平洋沖地震は Mw 9.0 程度の低角逆断層のプレート境界地震であったと考えられる.
- M9 クラスの巨大地震において稠密な強震および GPS データが得られた初めてのケースである.
- 現段階の震源インバージョン結果の特徴は以下の通りである.

- (1) 宮城県沖のすべりは顕著ではない
- (2) 海溝軸に近い浅い部分に大きなすべりが見られる
- (3) 遠地・近地波形解析より, 茨城県沖にも破壊が及んでいた可能性がある
- (4) 破壊伝播速度が $V_r = 1.8 \text{ km/s}$ ($\sim 0.6 V_s$) 程度と非常に遅い

