

# 地震及び地震動の特性

後藤浩之

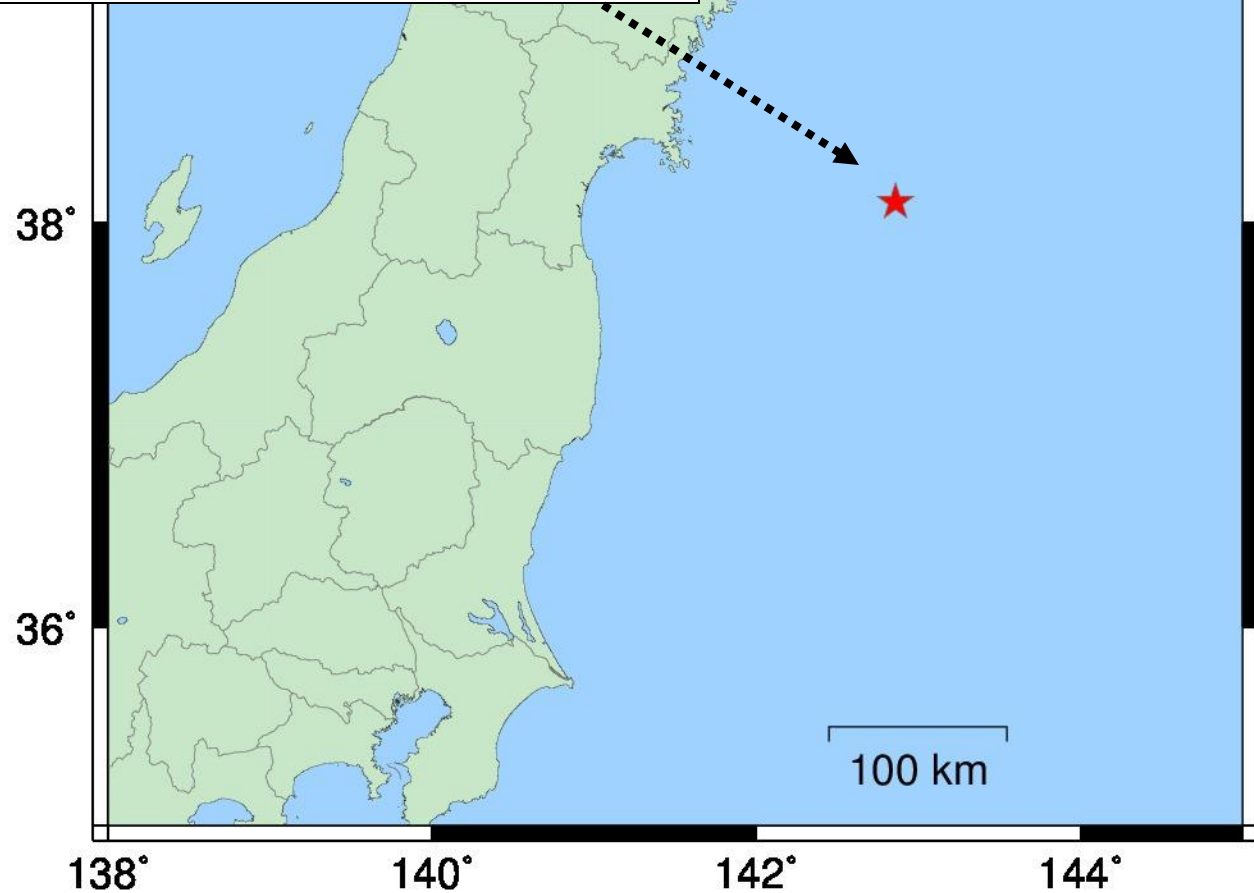
(京都大学 防災研究所)

# 地震の概要

2011年3月11日 14:46

マグニチュード Mw9.0

震源は三陸沖, 深さ24km(気象庁発表)

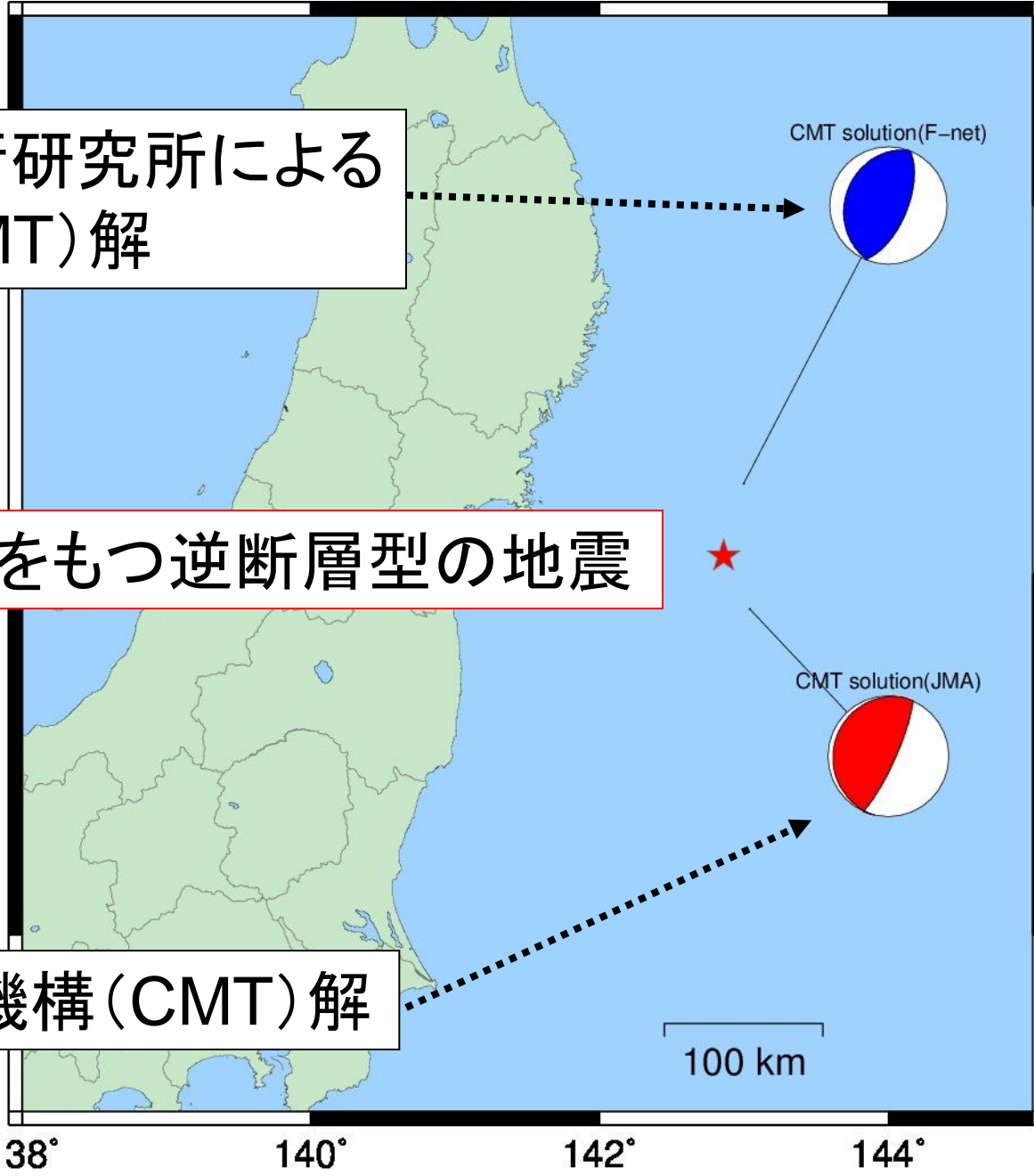


# 地震の概要

防災科学技術研究所による  
発震機構(CMT)解

東西方向に圧縮軸をもつ逆断層型の地震

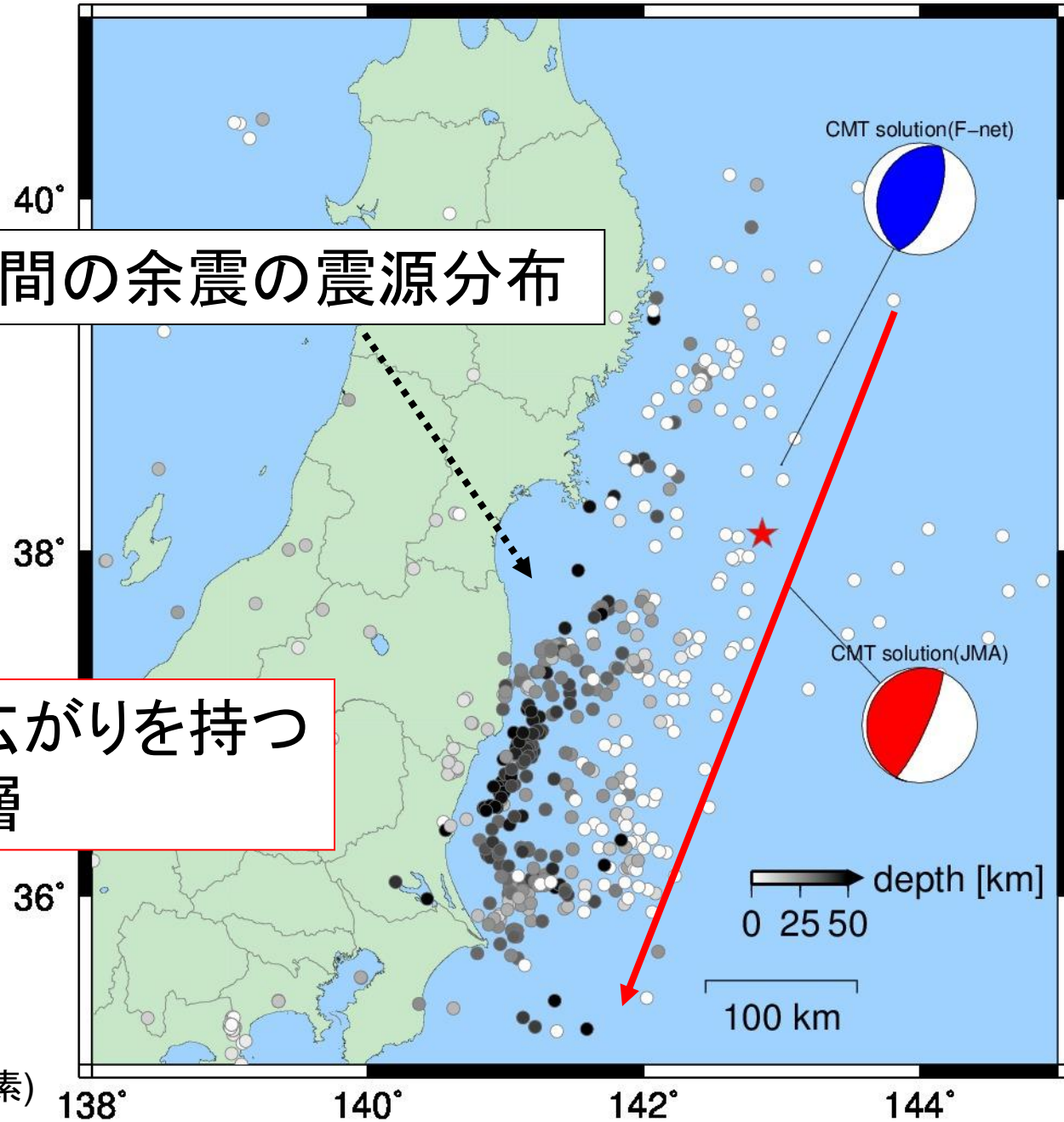
気象庁による発震機構(CMT)解



# 地震の概要

本震後1日間の余震の震源分布

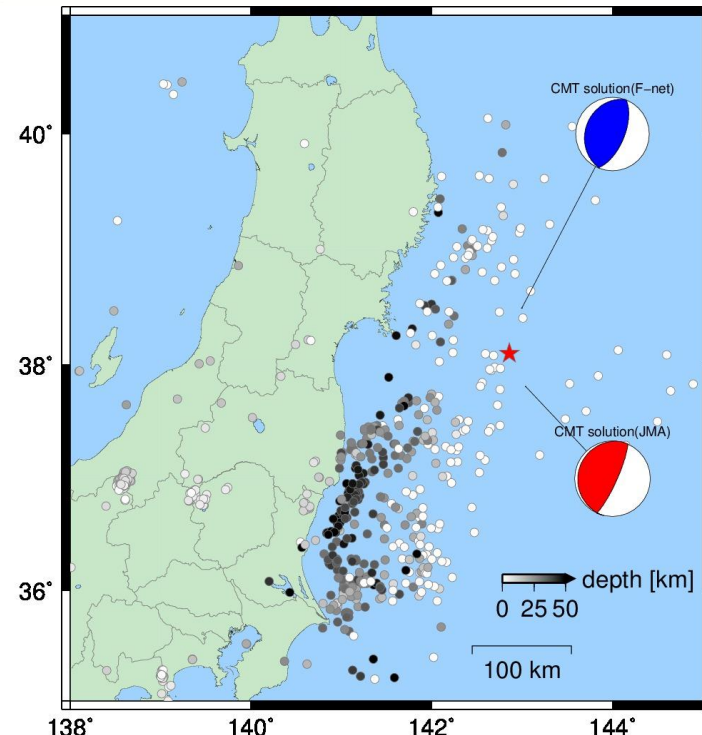
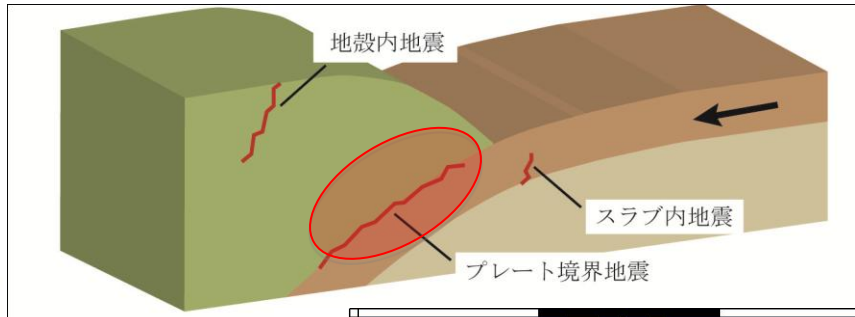
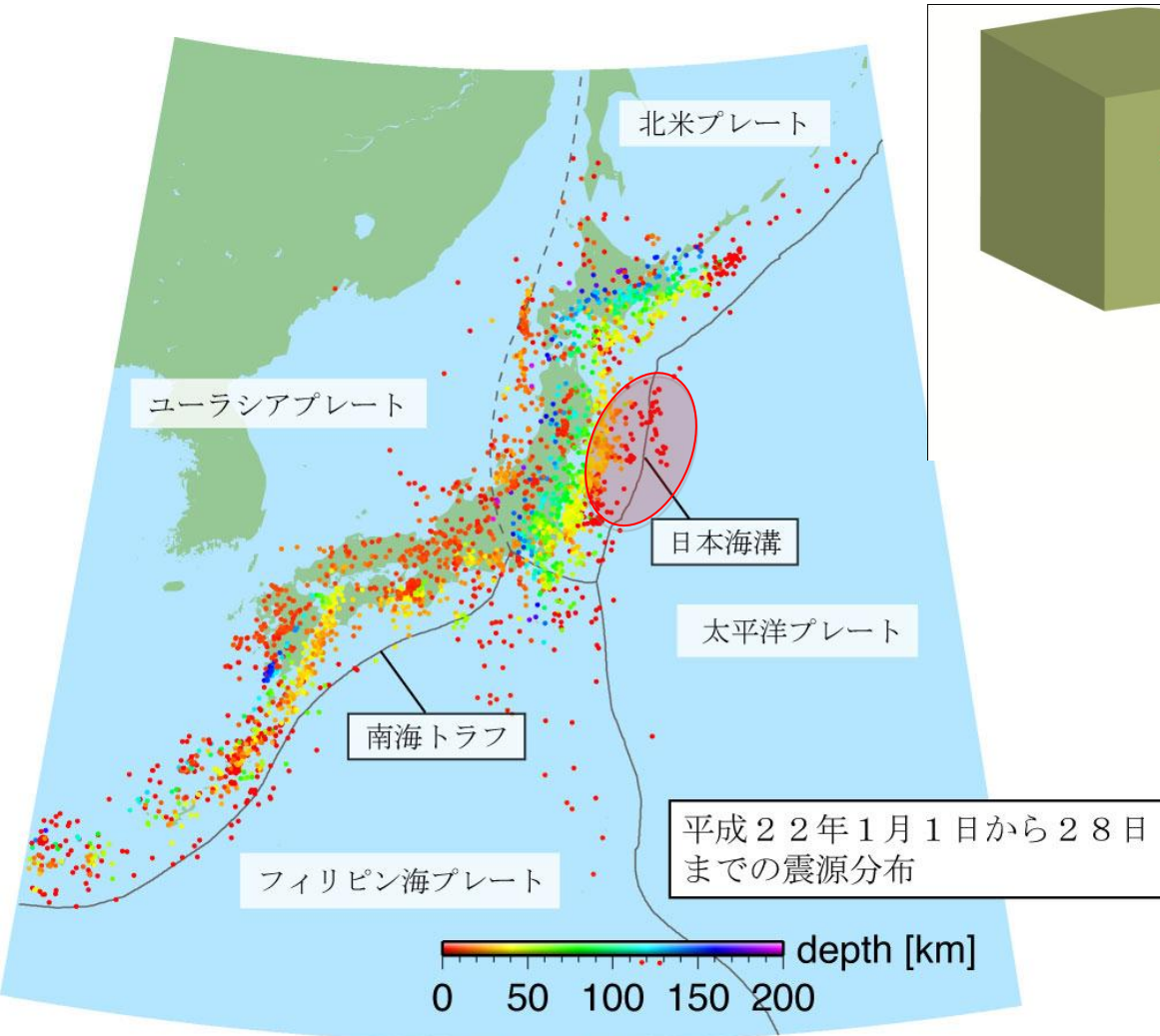
北南方向に広がりを持つ  
西傾斜の断層



(気象庁一元化震源処理要素)

# 地震の概要

北米プレートと太平洋プレートの境界で発生したプレート境界地震



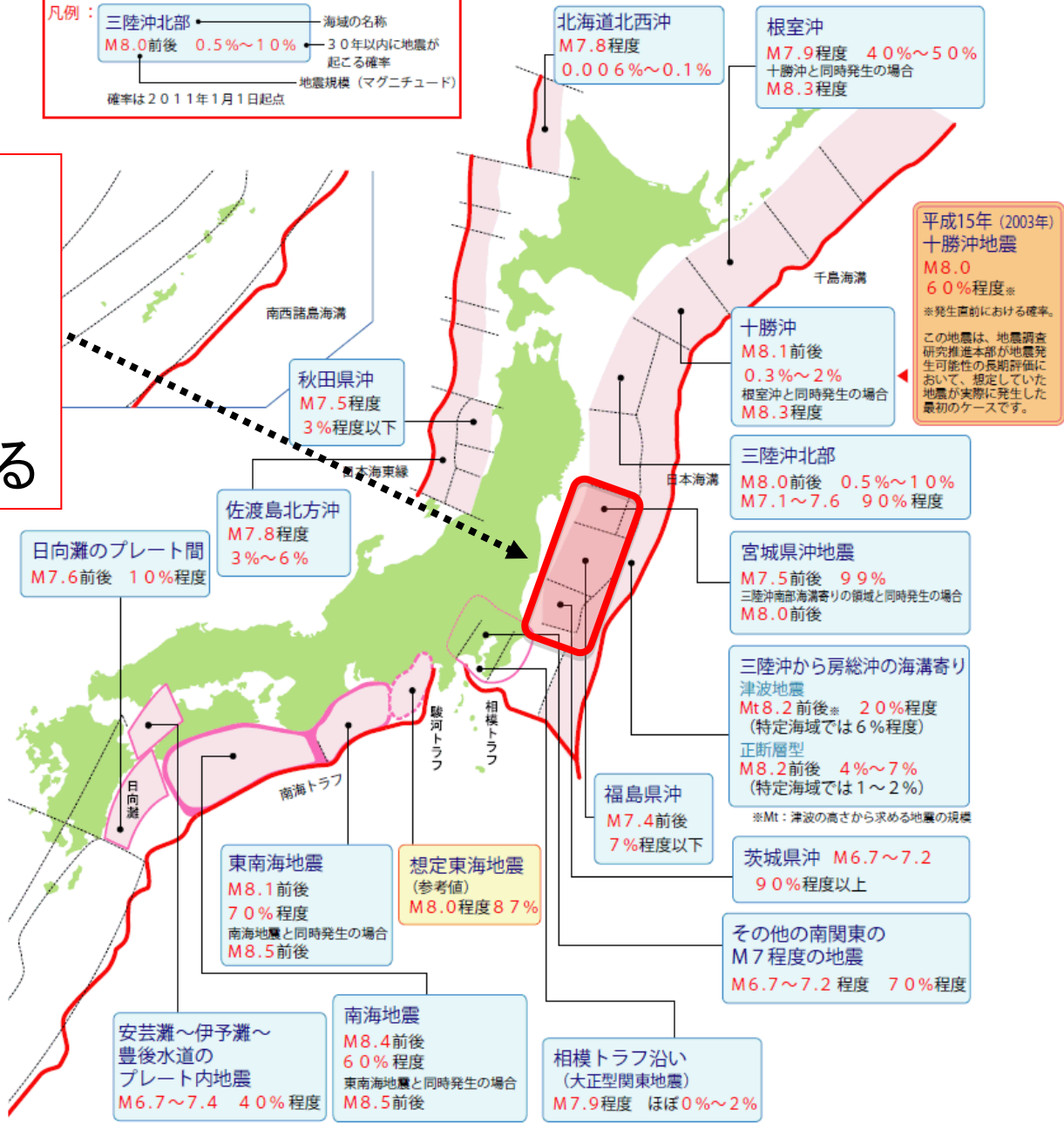
# 地震の概要

2011年1月11日現在

凡例：

- 三陸沖北部
- 海域の名称
- M8.0前後 0.5%~1.0%
- 30年以内に地震が起きる確率
- 地震規模(マグニチュード)
- 確率は2011年1月1日起点

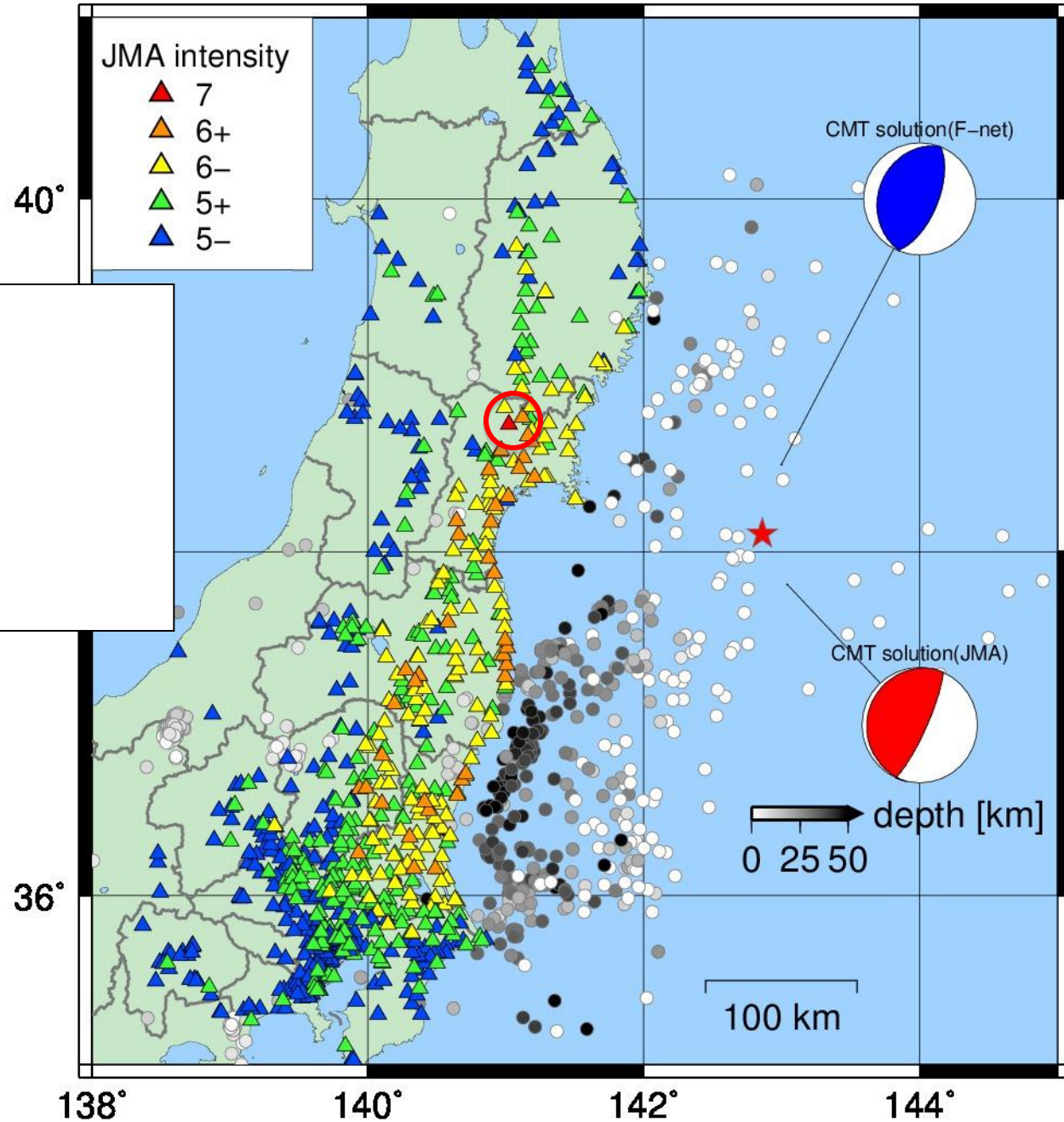
・宮城沖  
 ・三陸沖南部海溝寄り  
 ・福島県沖  
 ・茨城県沖  
 が破壊したとされている



平成15年(2003年)十勝沖地震 M8.0 6.0%程度※  
 ※発生直前における確率。  
 この地震は、地震調査研究推進本部が地震発生可能性の長期評価において、想定していた地震が実際に発生した最初のケースです。

# 震度分布

震度7  
宮城県栗原市築館  
震度6強  
宮城県～栃木県



(気象庁震度情報)

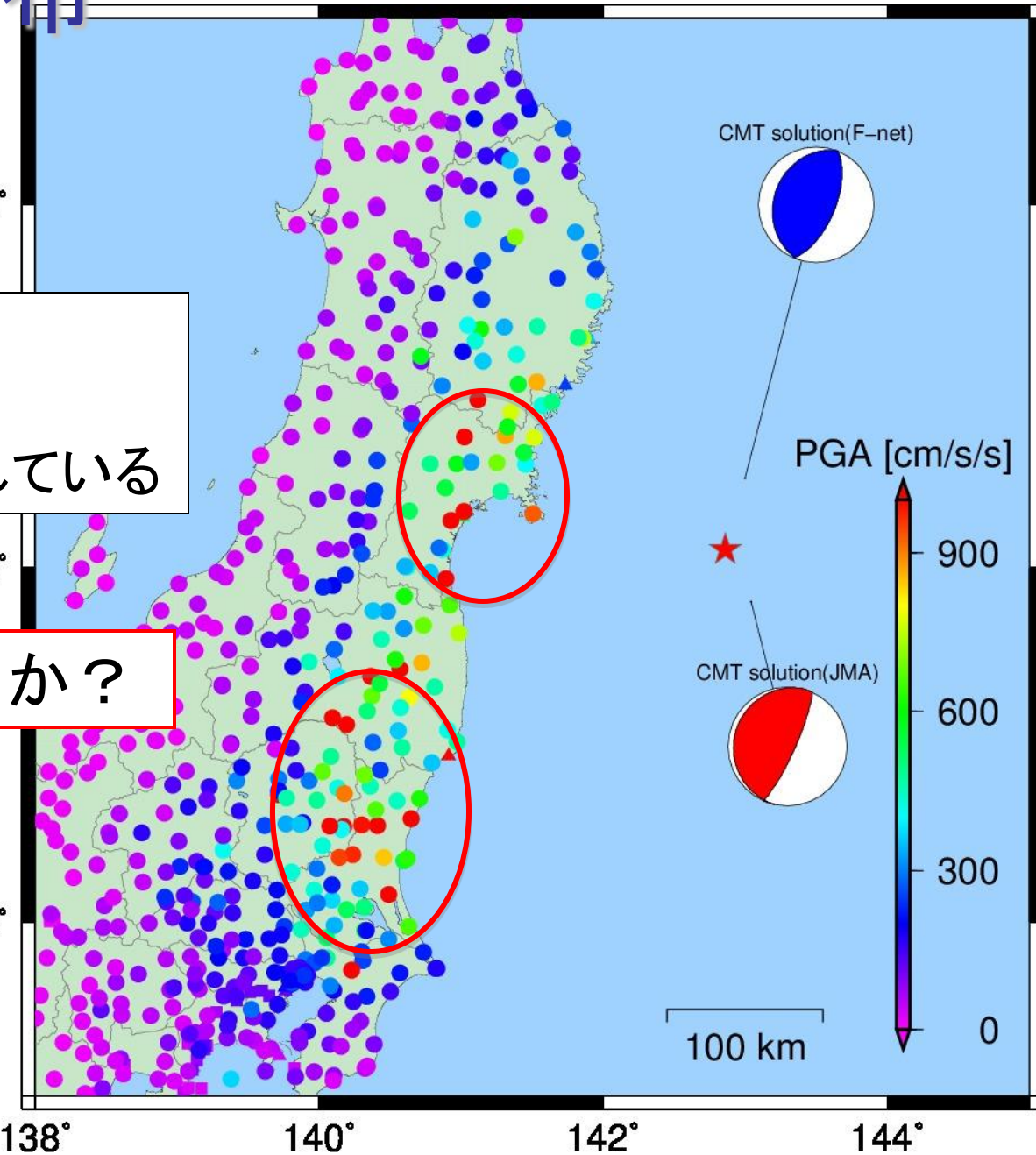
# 最大加速度分布

・宮城県  
・栃木県～茨城県  
で大きなPGAが観測されている



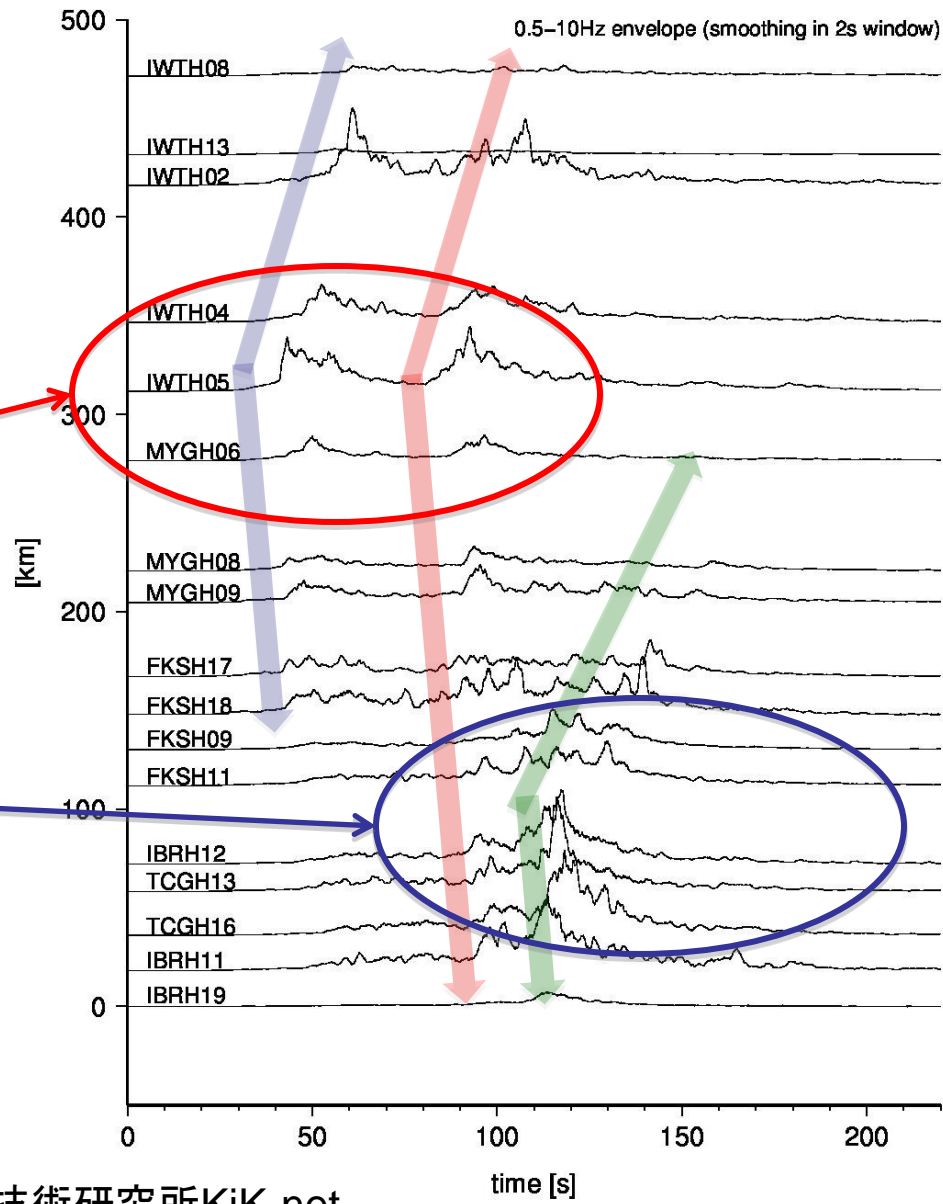
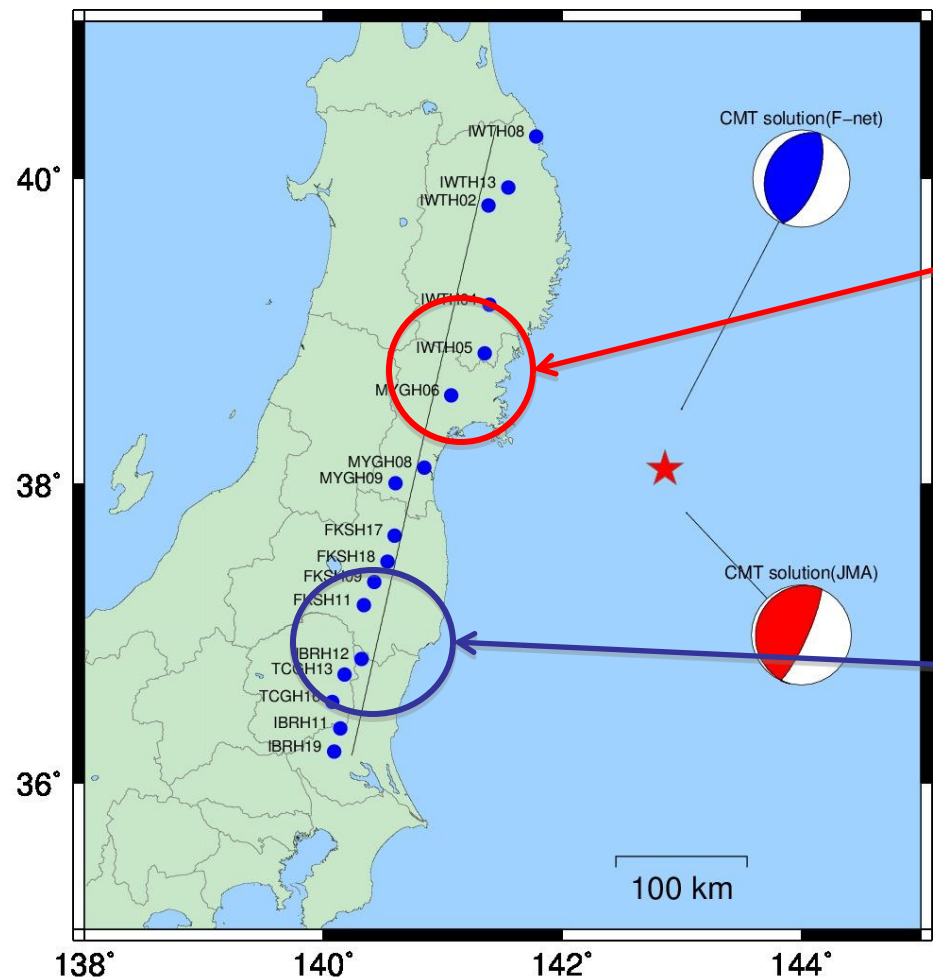
なぜ一様ではないのか？

(防災科学技術研究所K-NET,  
KiK-net, 港湾空港技術研究所,  
東大地震研究所, 産業総合技術  
研究所データより)



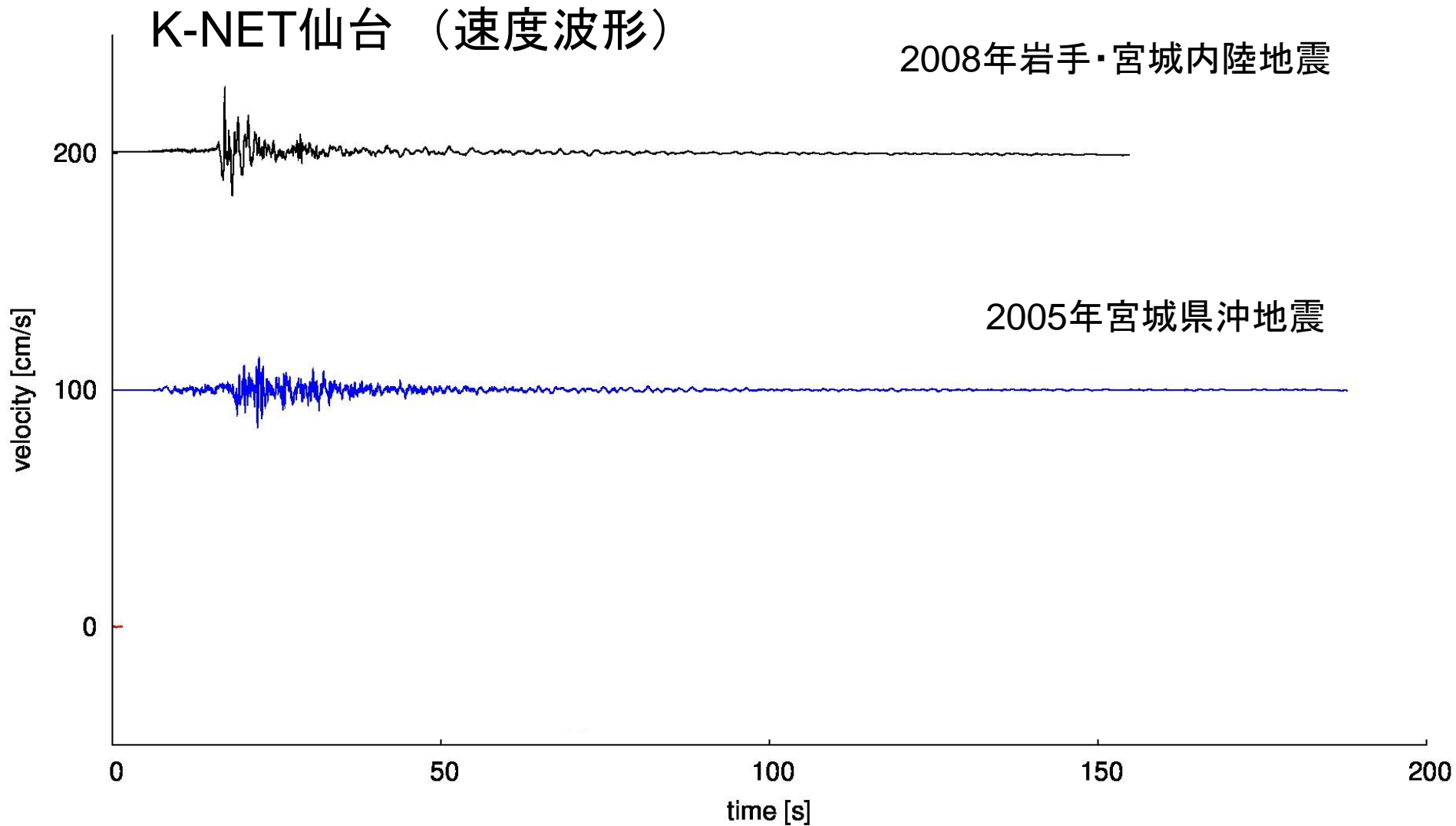


# 3つの破壊

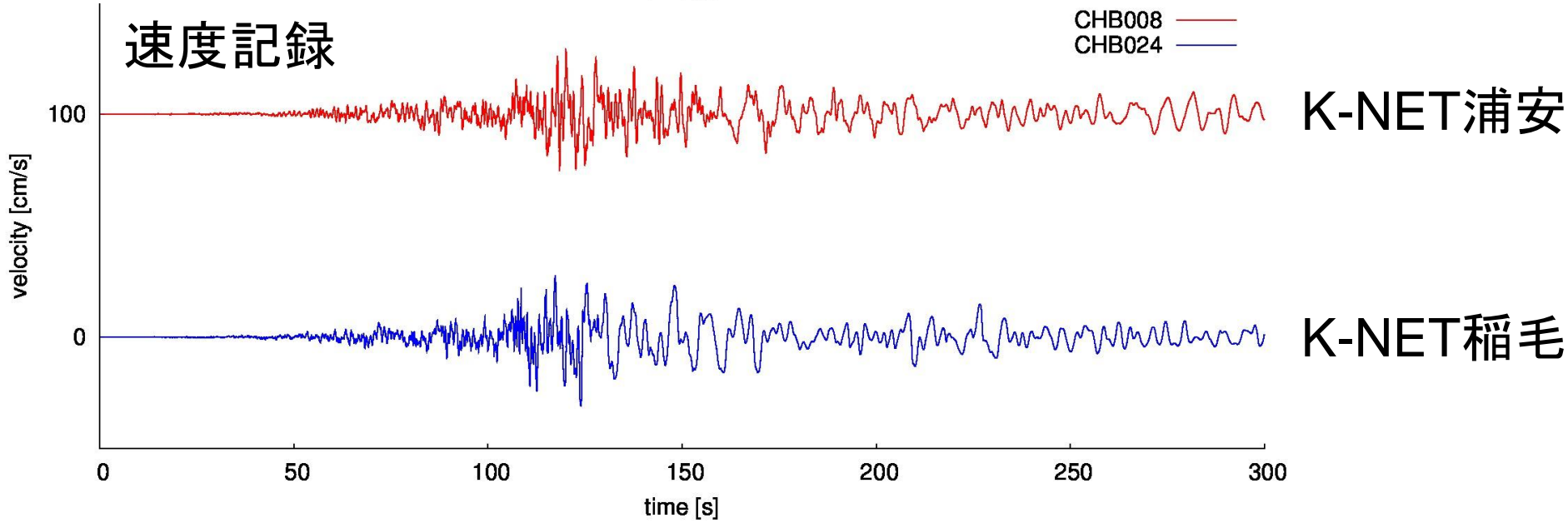
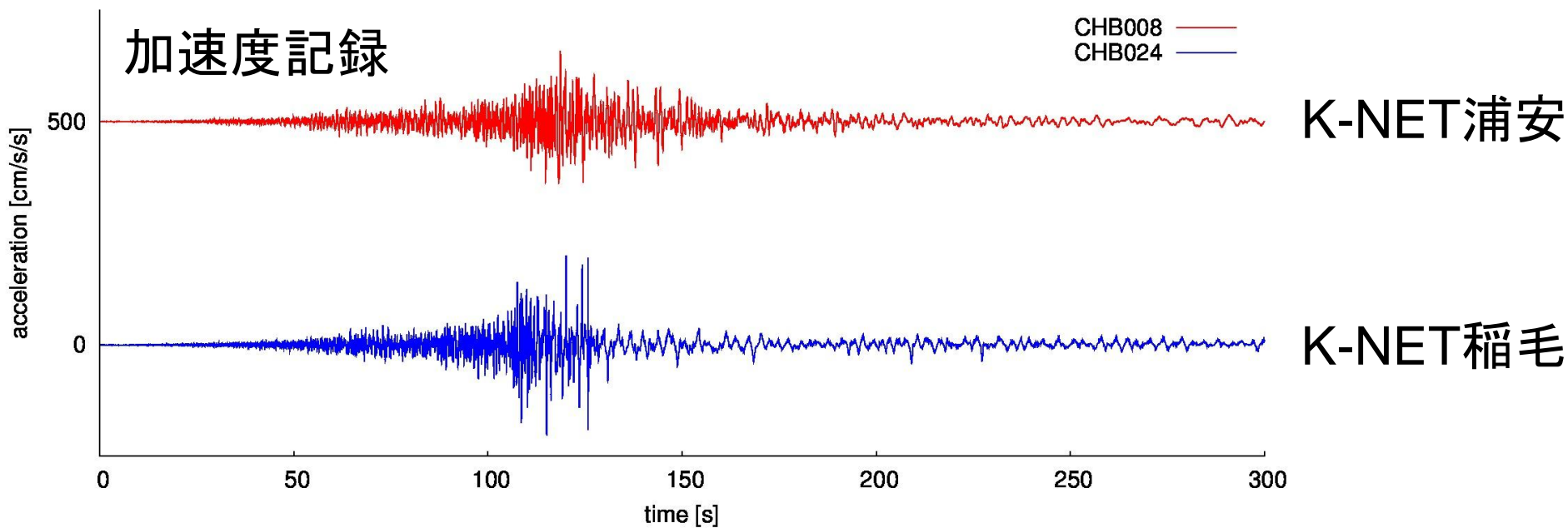


(防災科学技術研究所KiK-net  
地中EW成分のエンベロープ波形)

# 継続時間の長さ



# 東京湾岸の観測記録



# 最大水平加速度 上位記録

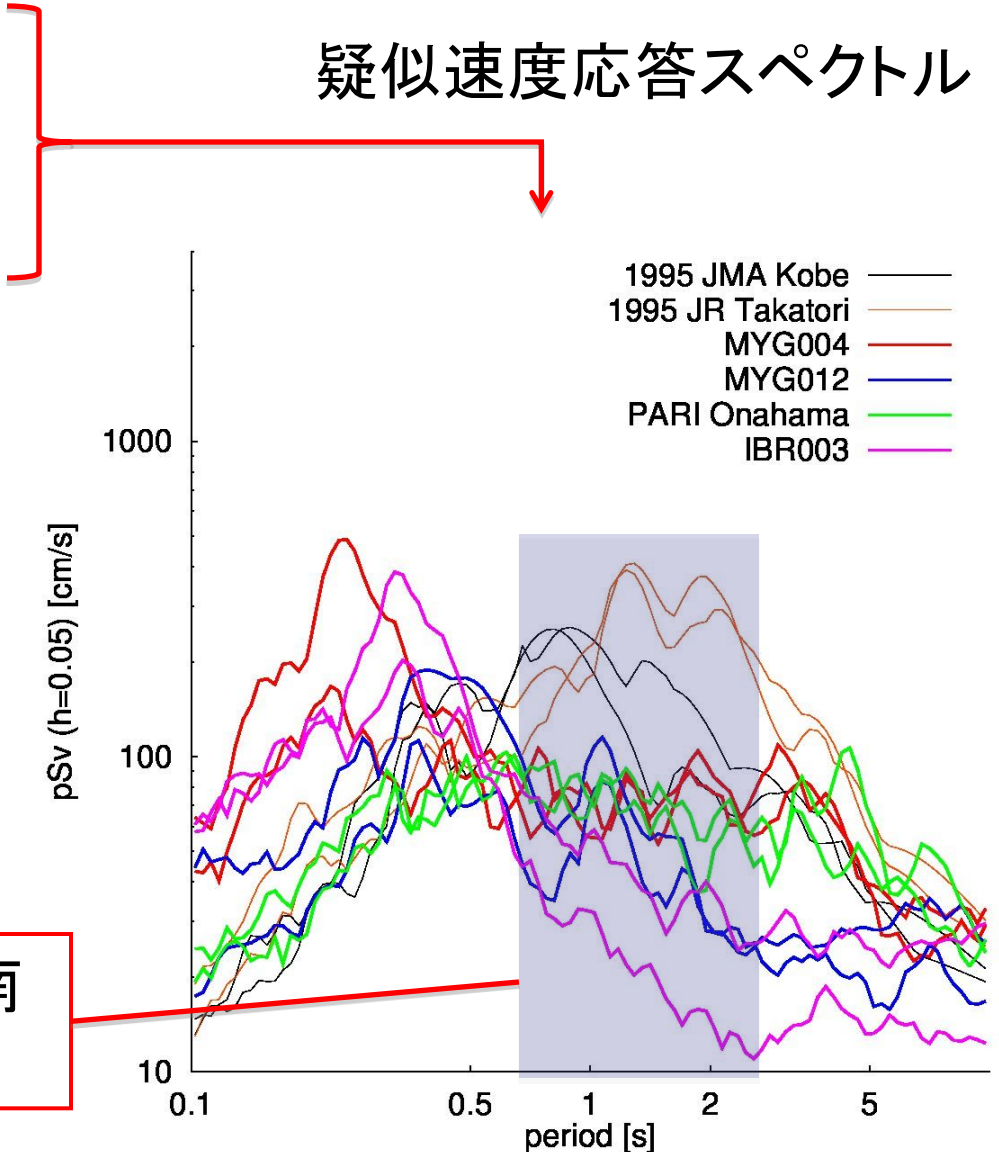
- ・最大水平加速度が1 G (980cm/s<sup>2</sup>) を越える記録は18記録
- ・最大水平加速度の上位8記録

最大水平加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	観測点
2765	K-NET 築館 (MYG004)
1970	K-NET 塩竈 (MYG012)
1913	港湾地域強震観測 小名浜事-G
1844	K-NET 日立 (IBR003)
1807	K-NET 仙台 (MYG013)
1614	K-NET 鉾田 (IBR013)
1425	K-NET 今市 (TCG009)
1425	K-NET 白河 (FKS016)

# 最大水平加速度 上位記録

最大水平加速度(cm/s <sup>2</sup> )	観測点
2765	K-NET築館(MYG004)
1970	K-NET塩竈(MYG012)
1913	港湾地域強震観測 小名浜事-G
1844	K-NET日立(IBR003)
1807	K-NET仙台(MYG013)
1614	K-NET銚田(IBR013)
1425	K-NET今市(TCG009)
1425	K-NET白河(FKS016)

疑似速度応答スペクトル



1-2秒の応答は兵庫県南部地震の記録より小さい

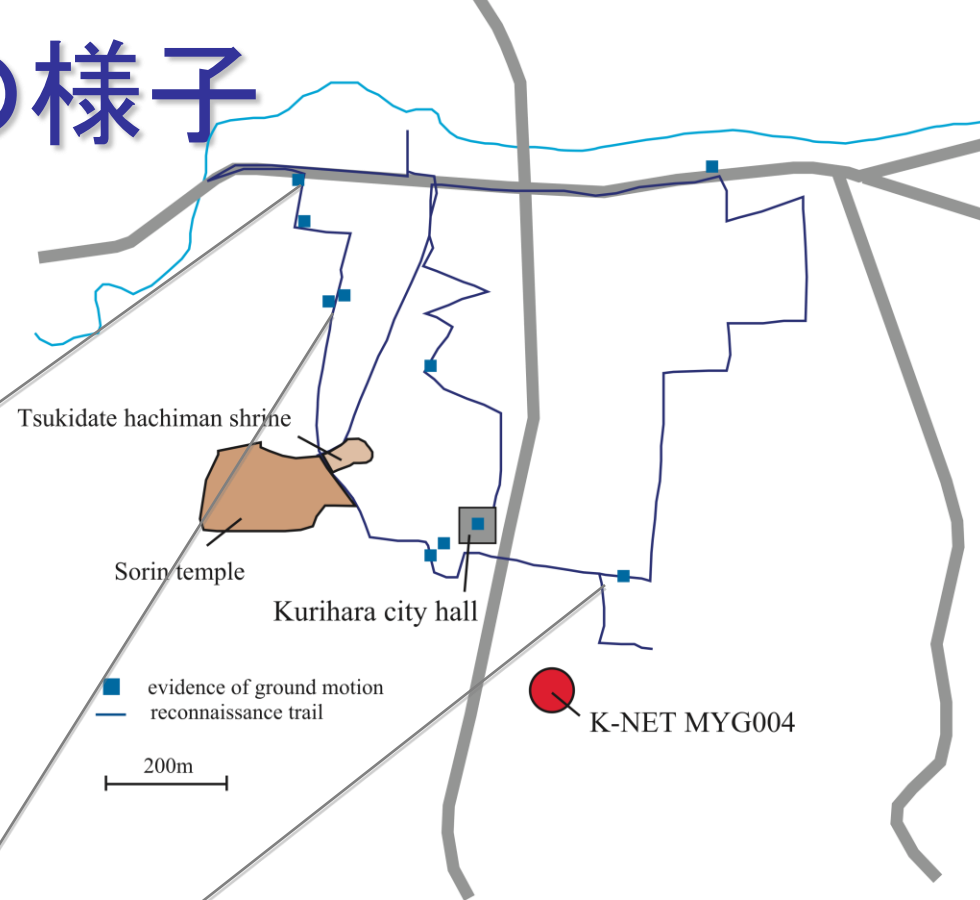
# K-NET 築館周辺の様子

震度7が観測されたが  
軽微な被害が散見される程度

ブロック塀の損傷

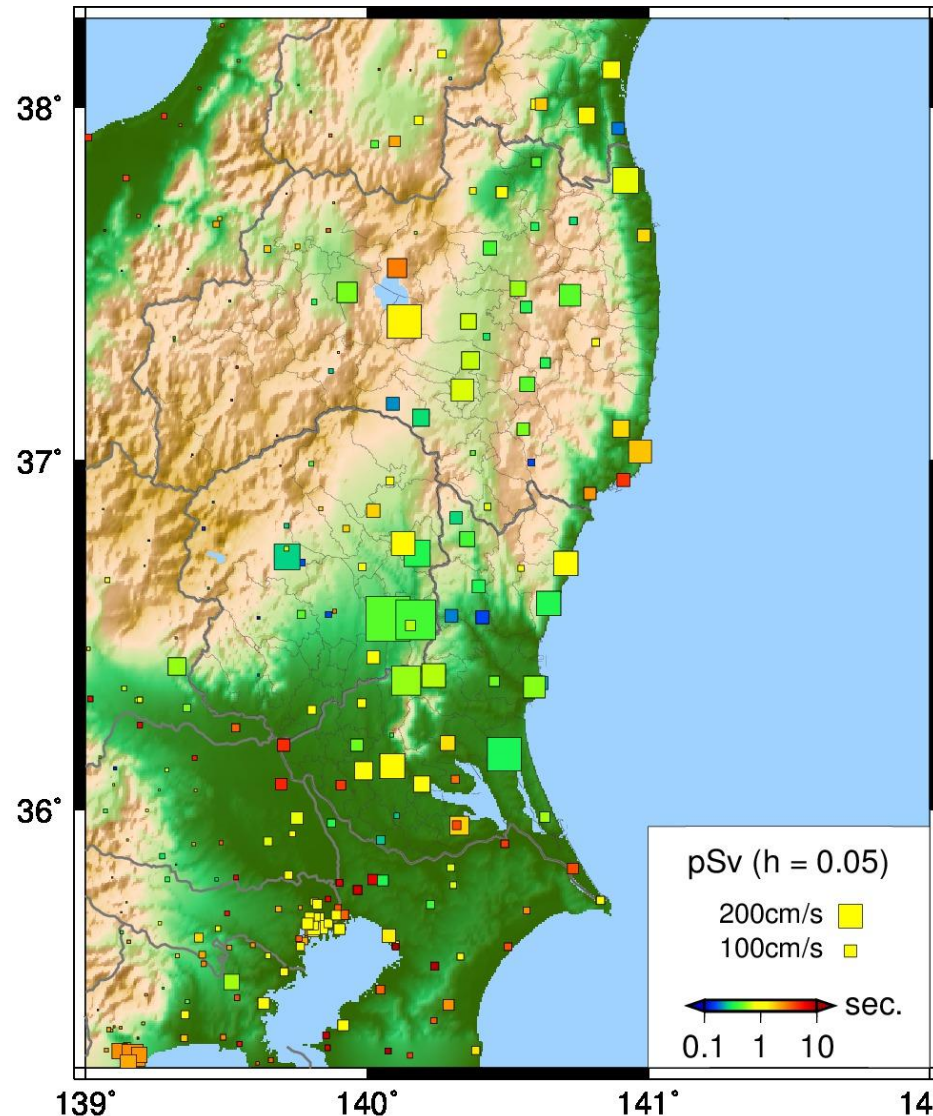
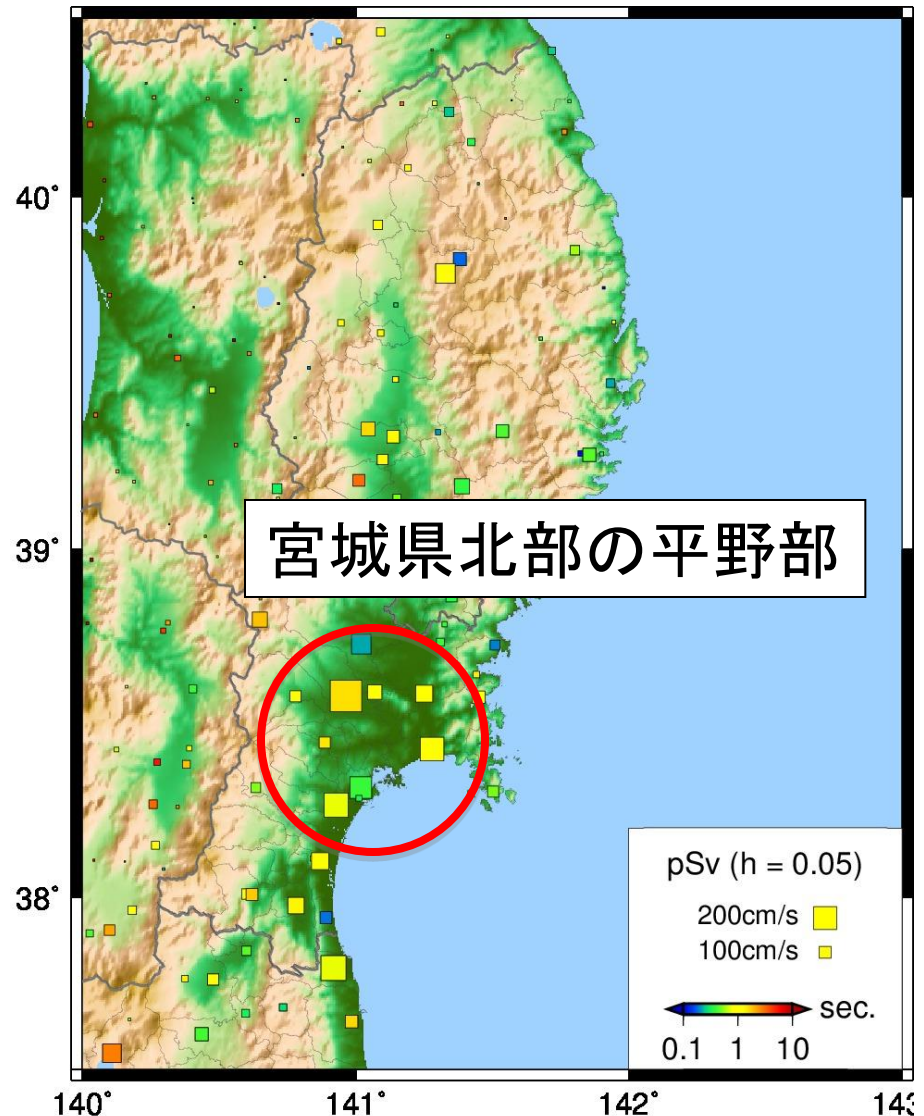


外壁の剥離

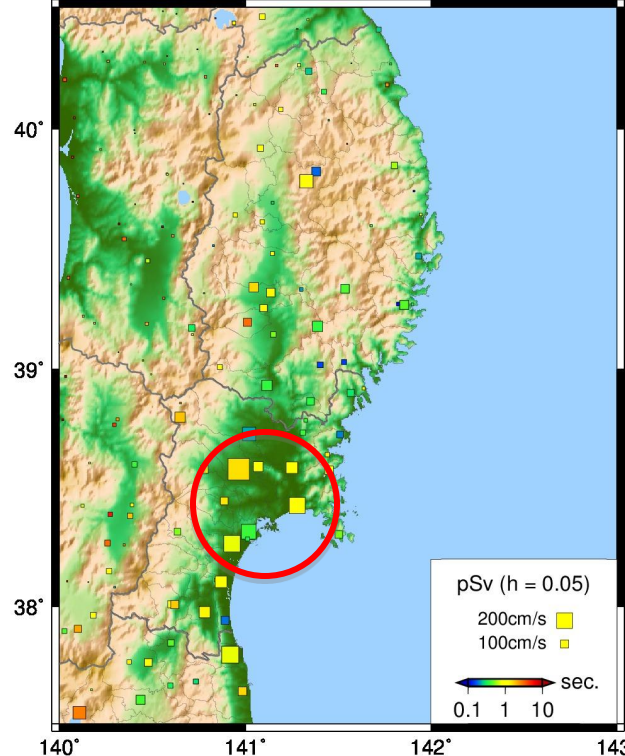
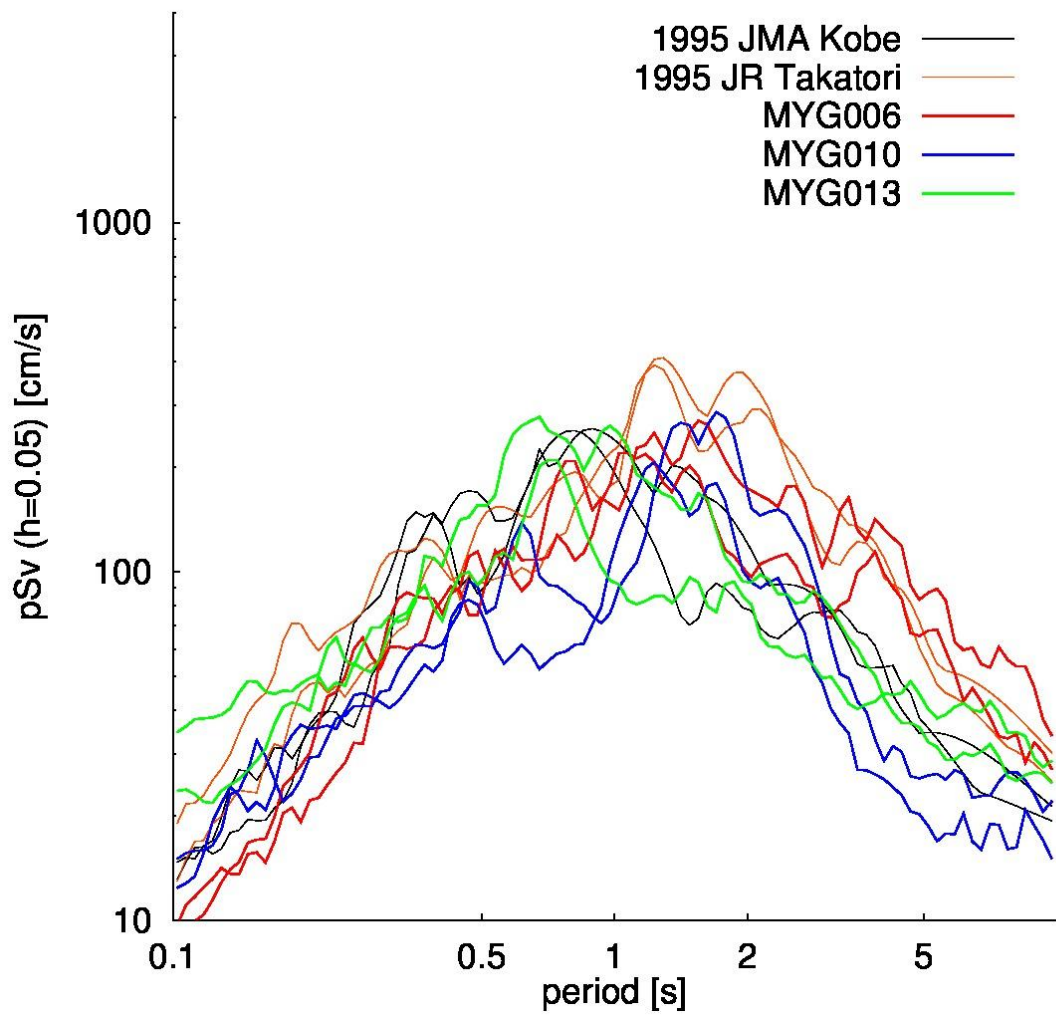


路面の陥没

# 疑似速度応答スペクトル(EW成分)



# 疑似速度応答スペクトル



K-NET古川 (MYG006)  
K-NET石巻 (MYG010)  
K-NET仙台 (MYG013)

兵庫県南部地震の特徴  
によく似たスペクトル



# 古川の様子

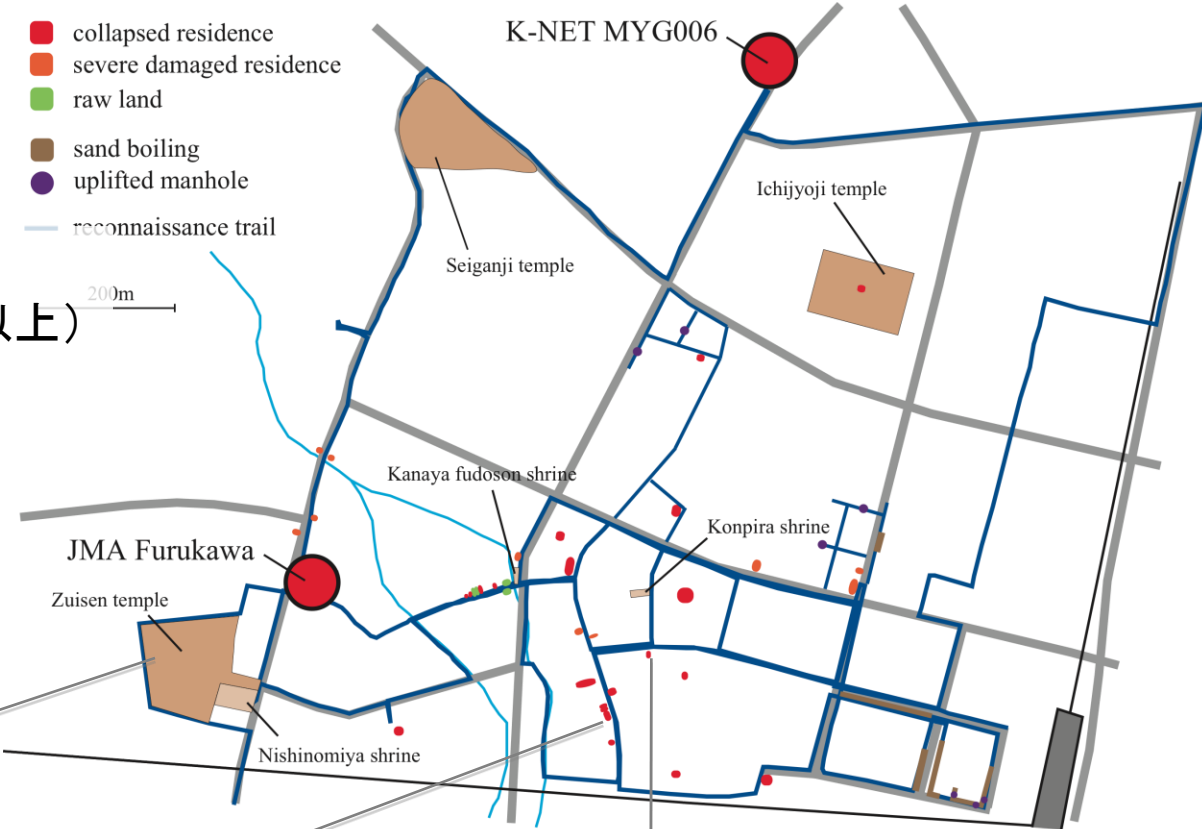
墓石の転倒  
(耐震化されたものも含んで半数以上)



木造家屋の倒壊



- collapsed residence
- severe damaged residence
- raw land
- sand boiling
- uplifted manhole
- reconnaissance trail



(東工大盛川准教授の調査結果を含む)



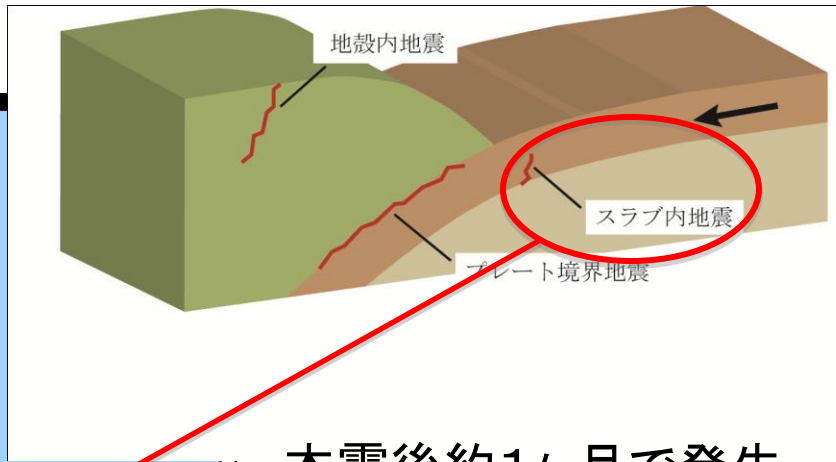
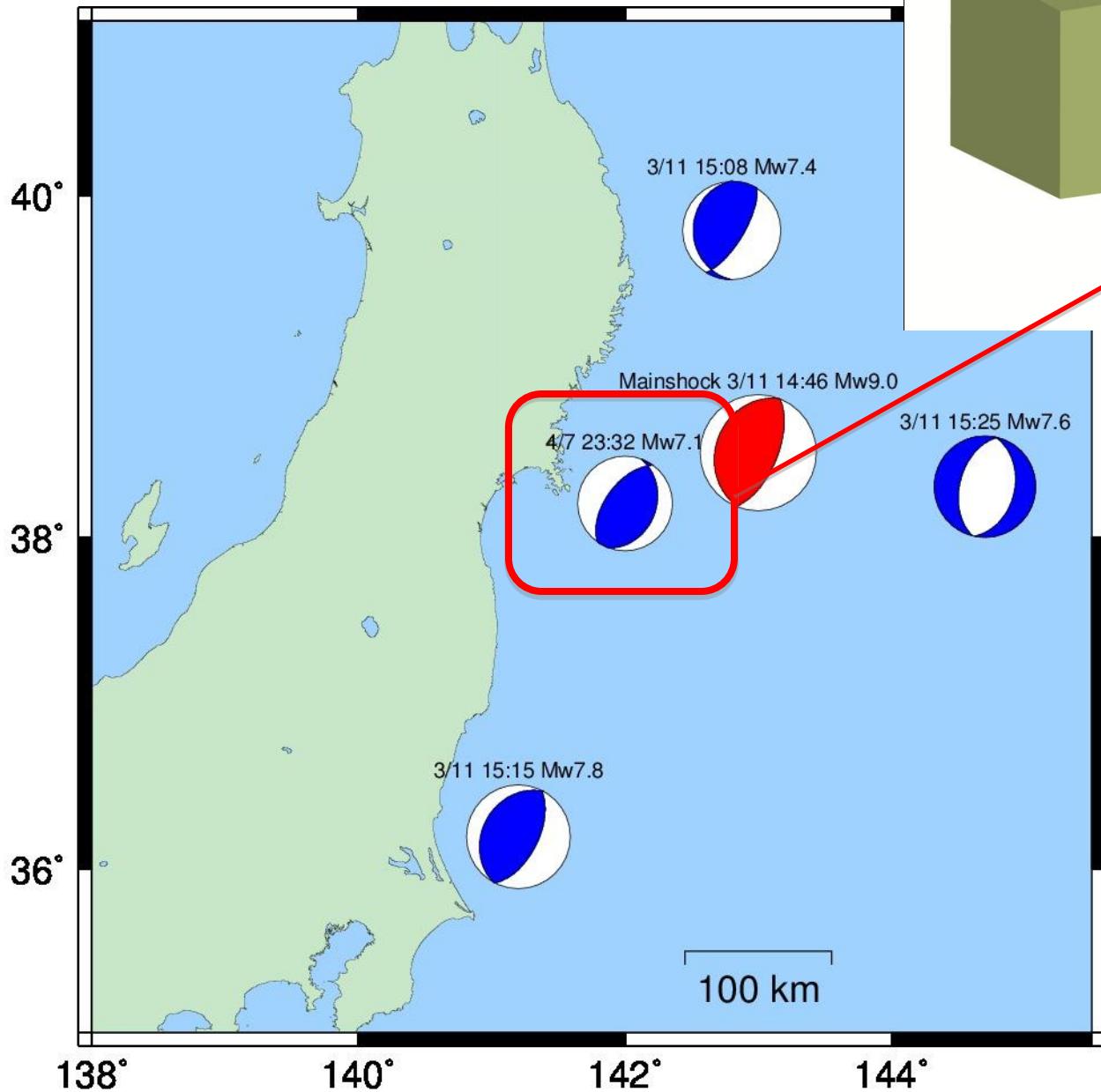
鉄骨店舗兼住家の倒壊

# 仙台宮城野区 (K-NET仙台周辺) の様子

地震動による被害が見られる



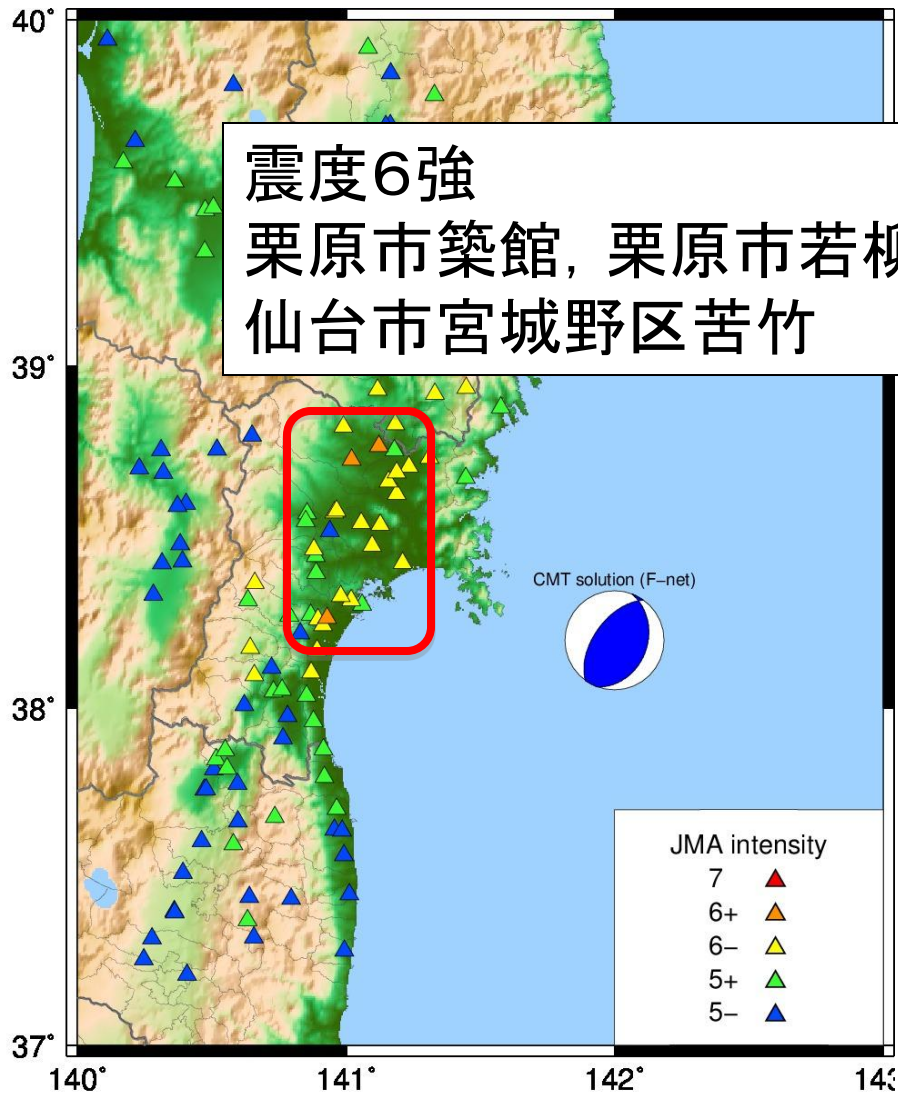
# M7以上の余震



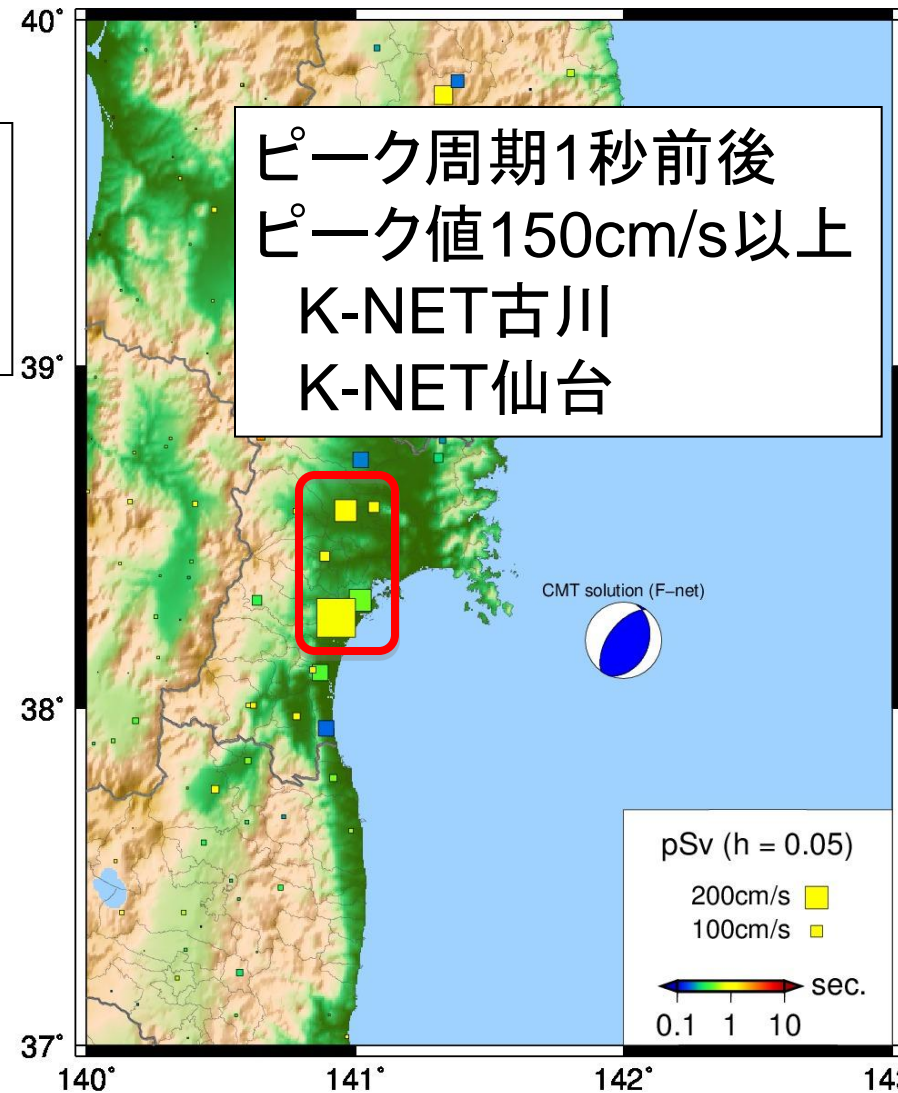
本震後約1ヶ月で発生したスラブ内地震

# 4/7の余震

## 震度分布



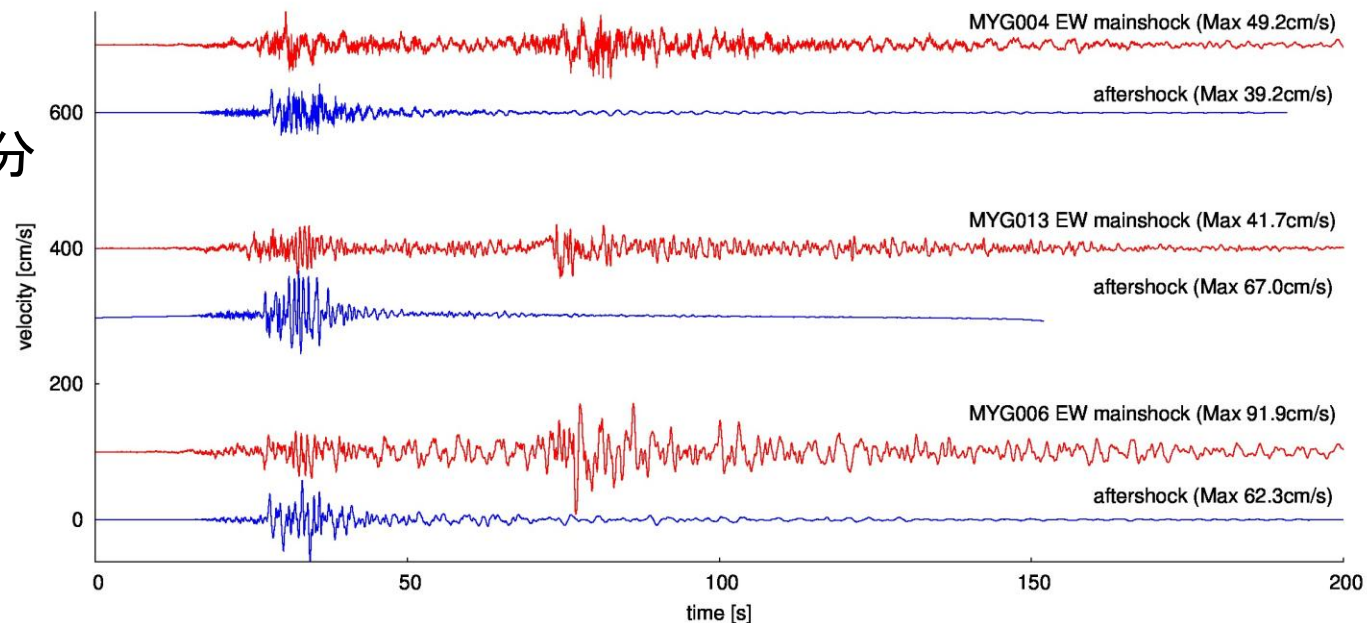
## 疑似速度応答スペクトル



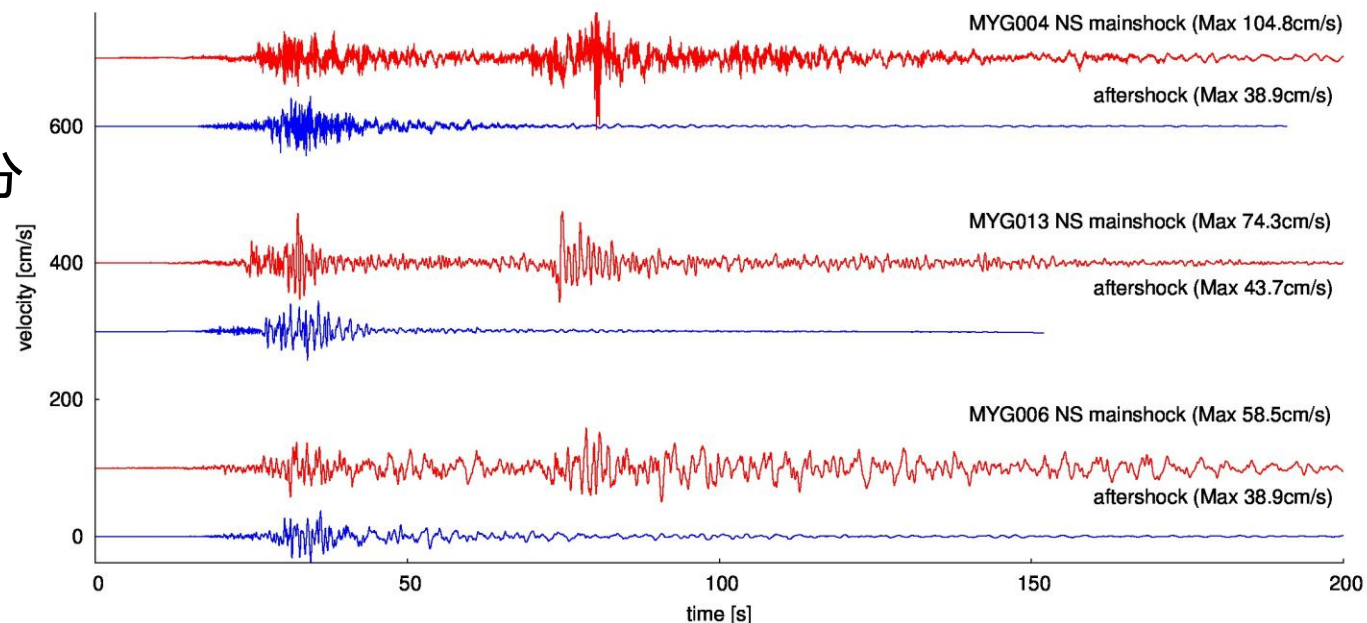
# 波形の比較

本震(3/11) —  
余震(4/7) —

速度波形 EW成分



速度波形 NS成分



# 疑似速度応答スペクトル

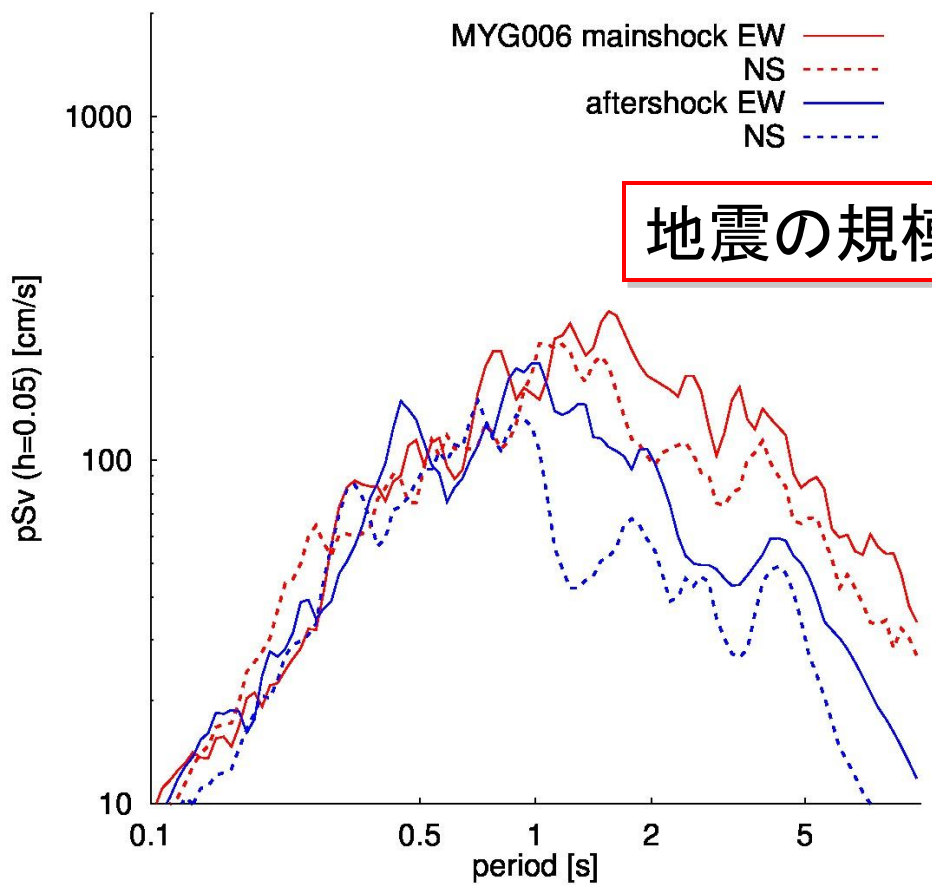
本震(3/11) —  
余震(4/7) —

K-NET古川

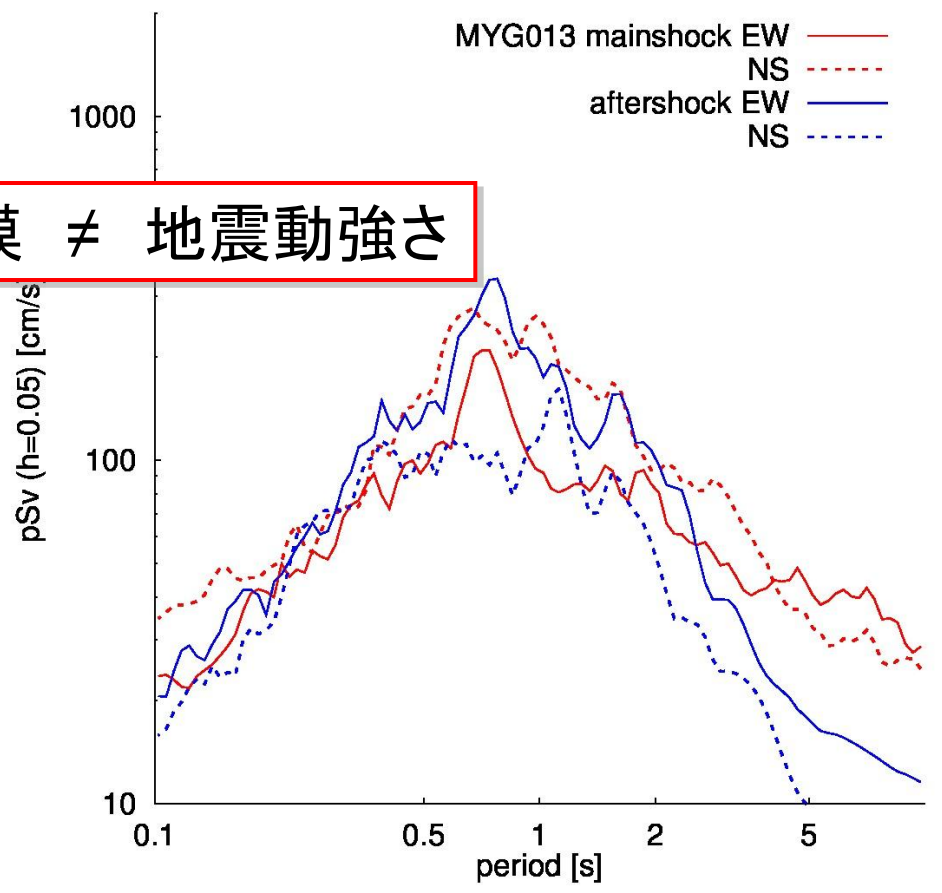
1秒以下の短周期側で本震と似た特性

K-NET仙台

短周期側から2秒付近まで本震と似た特性



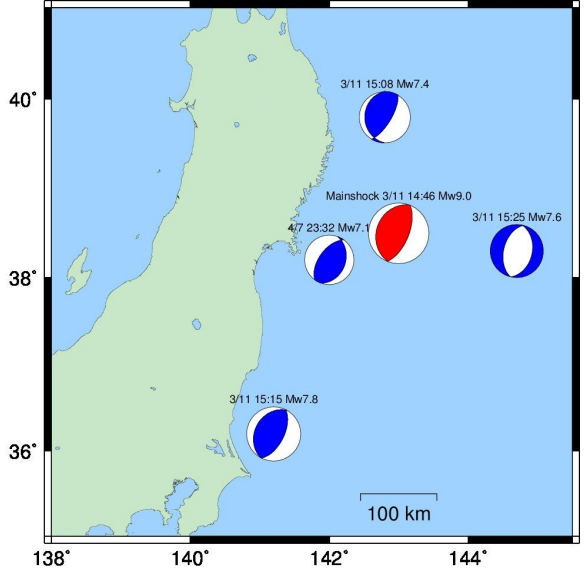
地震の規模 ≠ 地震動強さ



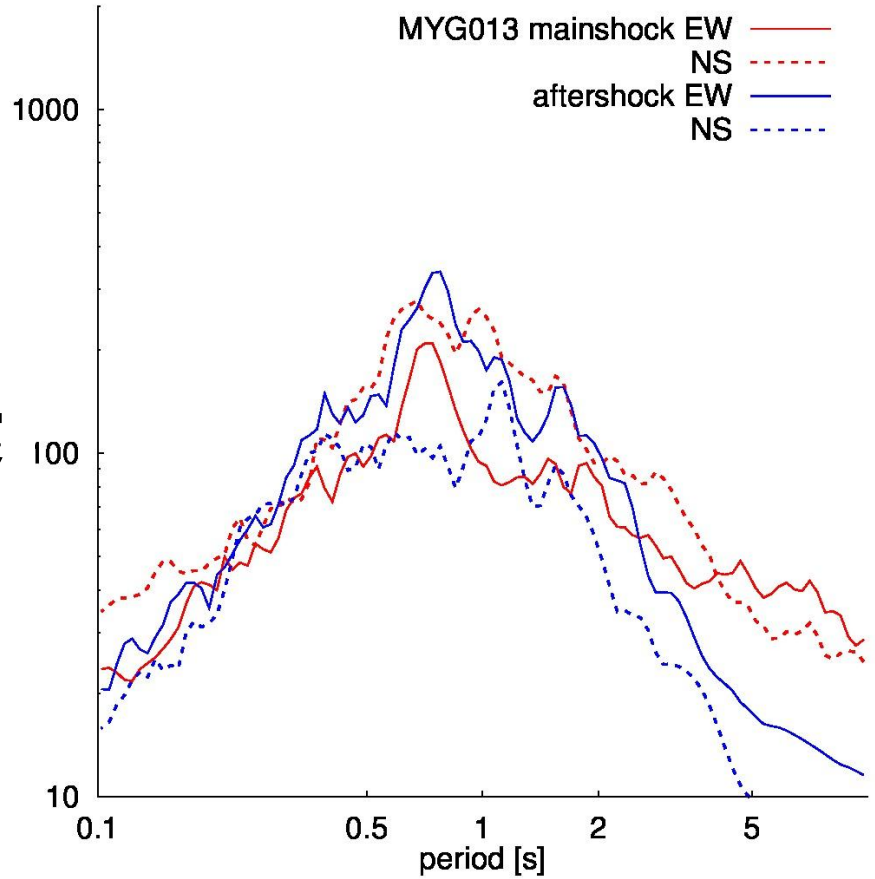
# 疑似速度応答スペクトル

本震(3/11) —  
余震(4/7) —

## 1. 余震の震源が陸域に近い

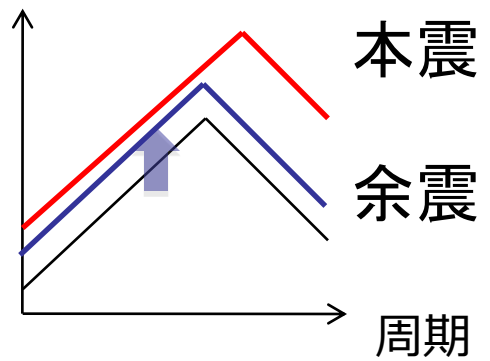


短周期側から2秒付近まで本震と似た特性



## 2. 短周期成分に富むスラブ内地震

速度振幅スペクトル



# 報告のまとめ

## 地震の特徴

- マグニチュード(Mw)9.0で日本では観測史上最大
- 想定されていた宮城県沖を含む複数の領域が連鎖的に破壊
- 3つの破壊が認められ、1つ目と2つ目は主に宮城県に寄与し、3つ目が関東地方に寄与

## 地震動の特徴

- 長い継続時間の波
  - 最大水平加速度の大きい記録はピーク周期が短周期側にあり、1-2秒の応答は兵庫県南部地震の記録より小さい
  - 最大水平加速度が大きく震度7を観測した築館の被害は、確認した限り軽微である
  - 1-2秒の応答が大きい記録が、K-NET古川、K-NET仙台などで得られており、周辺に地震動による被害が認められた。
  - ただし、対象地域が広いために依然として全貌は掴めていない
- 
- 4/7の余震では仙台などで本震に匹敵する地震動が観測されている

## 謝辞

本報告において防災科学技術研究所、港湾空港技術研究所、東大地震研究所、産業技術総合研究所の強震観測記録を使用させていただきました。また、東工大盛川准教授、エイト日本技術開発福島氏に多大なるご支援頂きました。ここに謝意を表します。