

第9回(平成23年度第1回)首都直下地震防災・減災特別プロジェクト運営委員会
サブプロジェクト①「首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等」

- (1) 地震計を用いた自然地震観測による
プレート構造調査
- (5) サブプロ①の管理・運営
- (6) 統合処理によるプレート構造調査研究
及びデータ保管
- (8) 伊豆衝突帯の地震活動調査による
プレート構造調査研究



東京大学地震研究所
防災科学技術研究所
神奈川県温泉地学研究所

プロジェクト① :

首都圏周辺でのプレート構造調査・震源断層モデル構築

(1) 地震計を用いた自然地震観測によるプレート構造調査

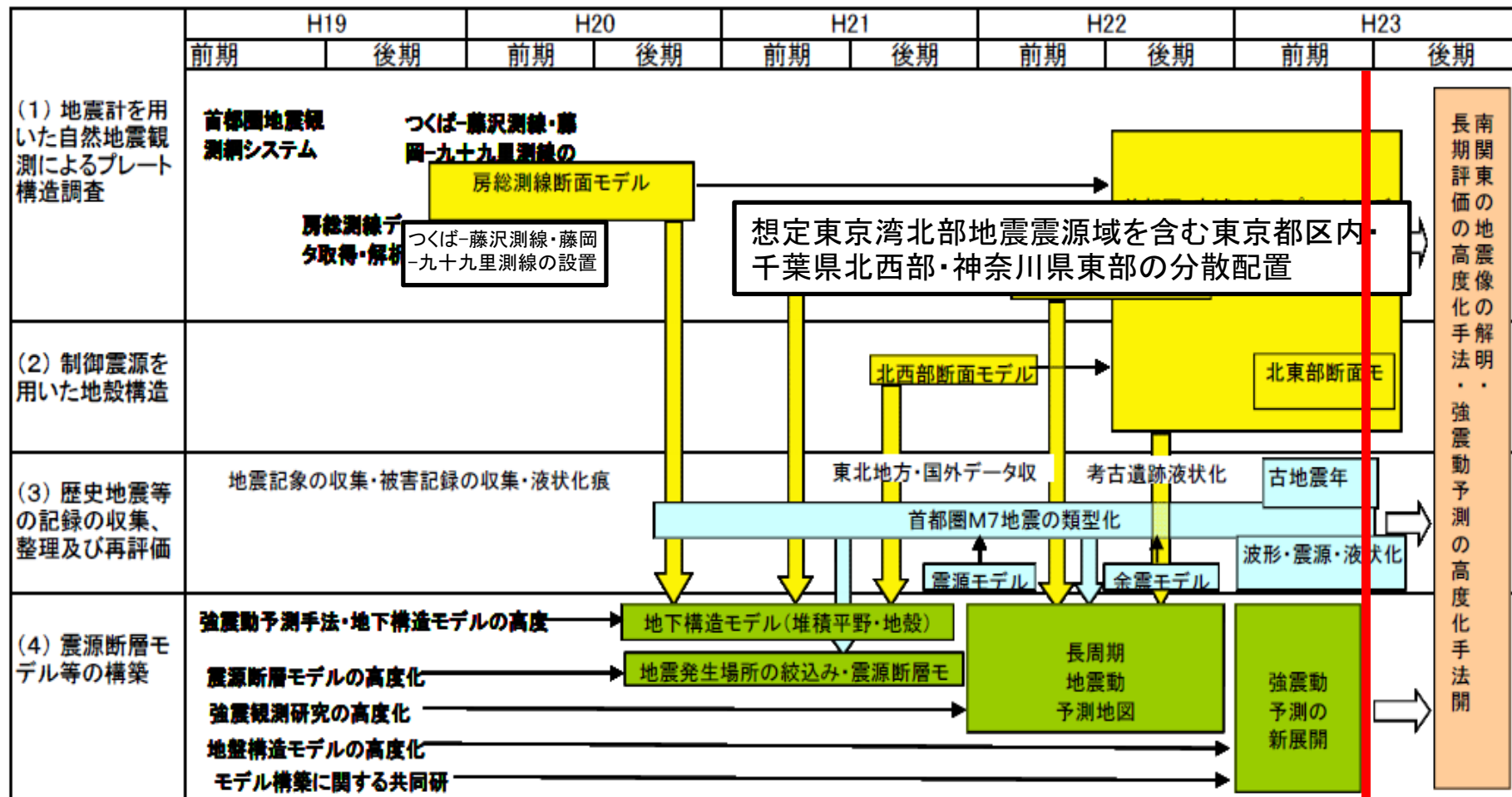
(2) 制御震源を用いた地殻構造調査

(3) 歴史地震等の記録収集、整理、再評価

(4) 震源断層モデル等の構築

南関東で発生するM7程度の地震の全体像を解明
長期的な地震発生時期・地震規模、強震動の予測精度を向上

「①首都圏でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等」全体実施計画図



現在

平成22年度の成果の概要

(1)地震計を用いた自然地震観測によるプレート構造調査(地震研)

- 観測網の設置(23箇所観測点選定、協力依頼、設置工事)
- 249観測点からのデータ収集・処理センターの構築
- プレート構造解明のための速度構造解析
- 関東の地震カタログを整理
- 震源断層モデル構築のための断層面の提供
- 学校教育に活かすためのメイリングリストの運用
- 統計地震学国際ワークショップ等に参加

(5)サブプロ①の管理・運営(地震研)

- 運営委員会開催、サブプロ間連携の推進、作業部会の開催、地震情報等のHPで公開、南カリフォルニア地震センターとの研究協力

(6)統合処理によるプレート構造調査研究及びデータ保管(防災科研)

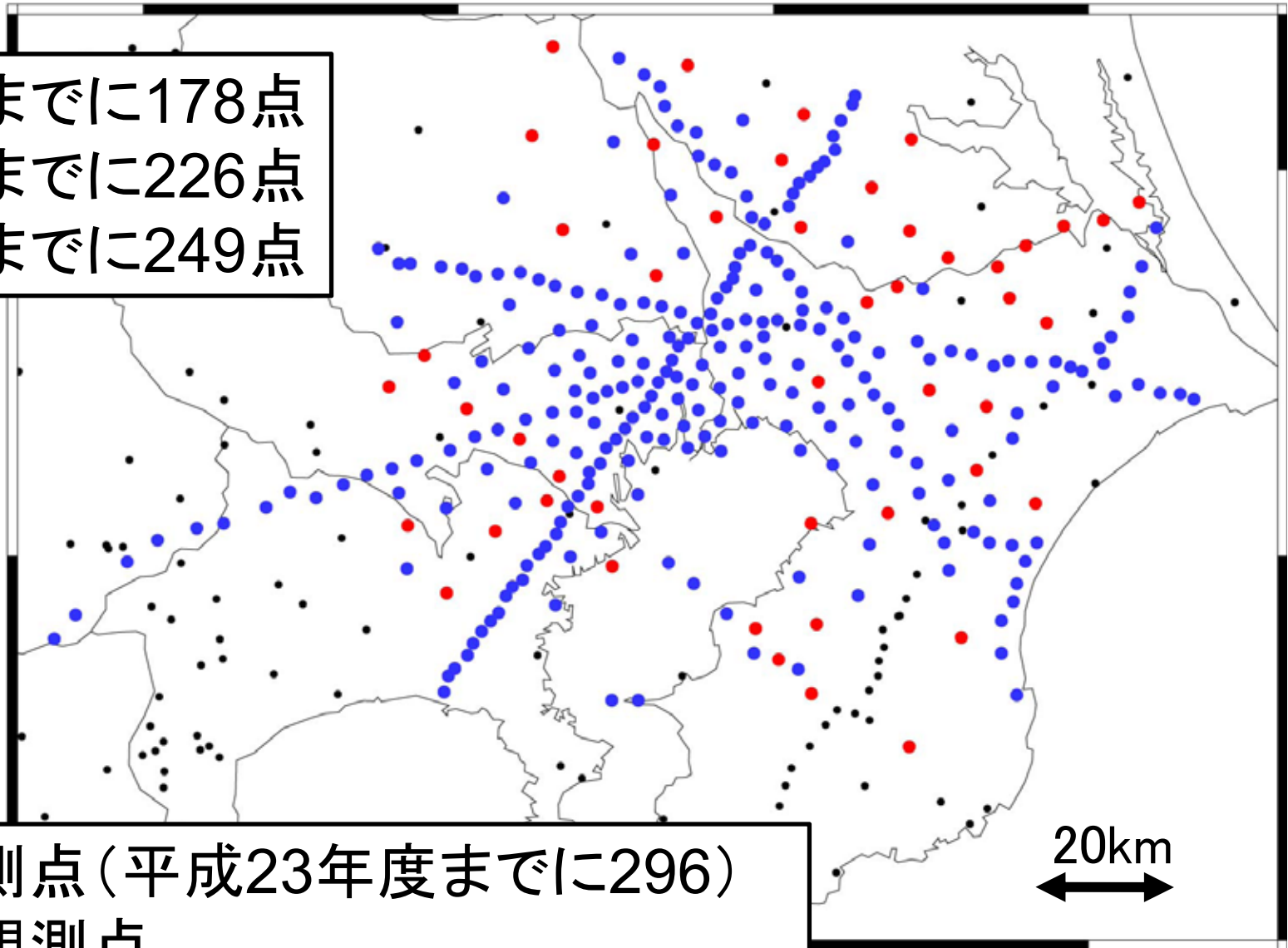
- 周辺観測データとの統合処理およびデータベースの保管
- 地震クラスター、地震波速度および減衰構造、後続波等によるプレート構造の解明

(8)伊豆衝突帯の地震活動調査によるプレート構造調査研究(温地研)

- 10観測点の維持およびデータ送信と蓄積
- 震源分布や応力分布等による首都圏西部及び伊豆衝突帯のテクトニクスの解明

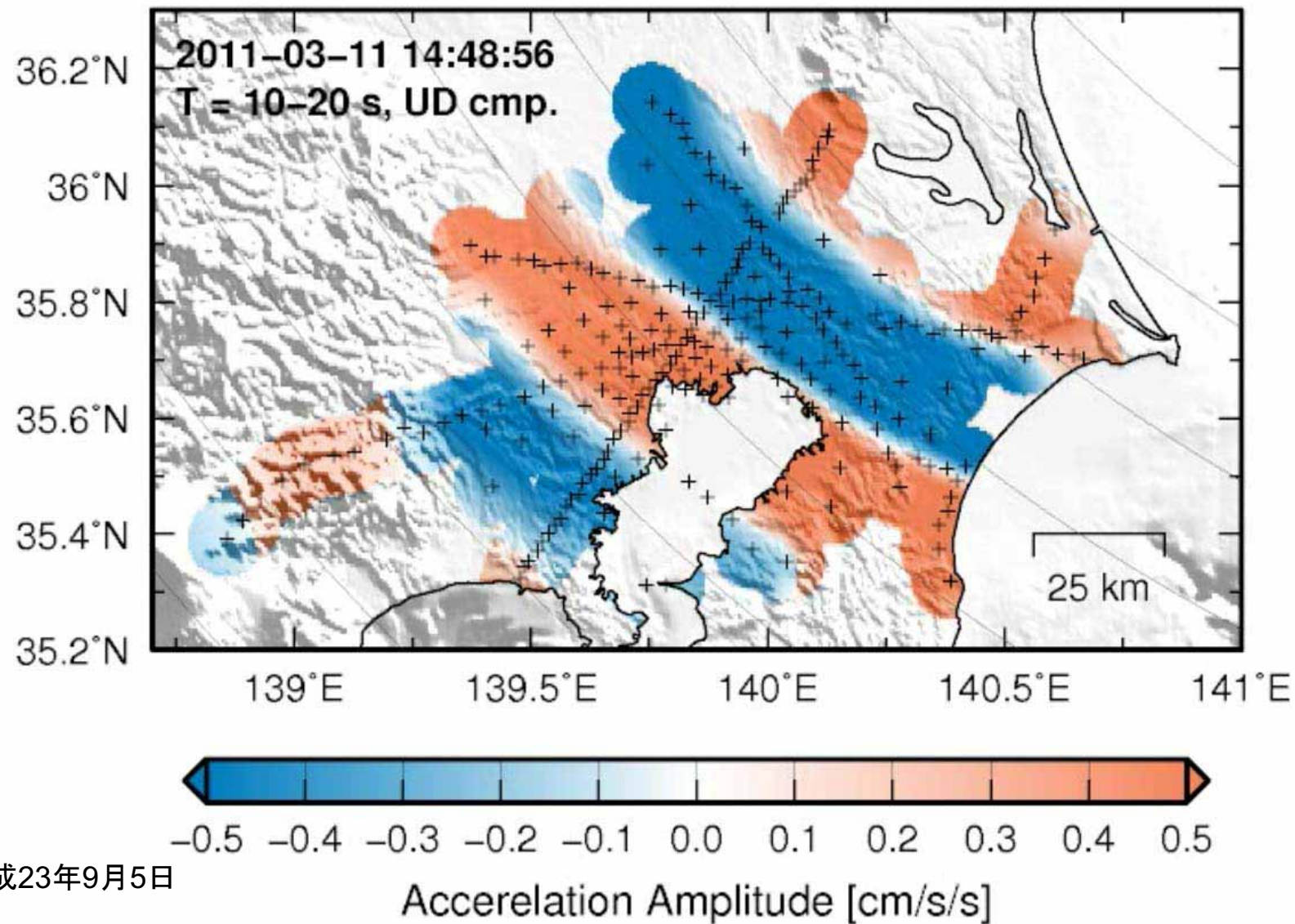
世界初の大都市圏稠密地震観測網の設計・構築

H20年度までに178点
H21年度までに226点
H22年度までに249点

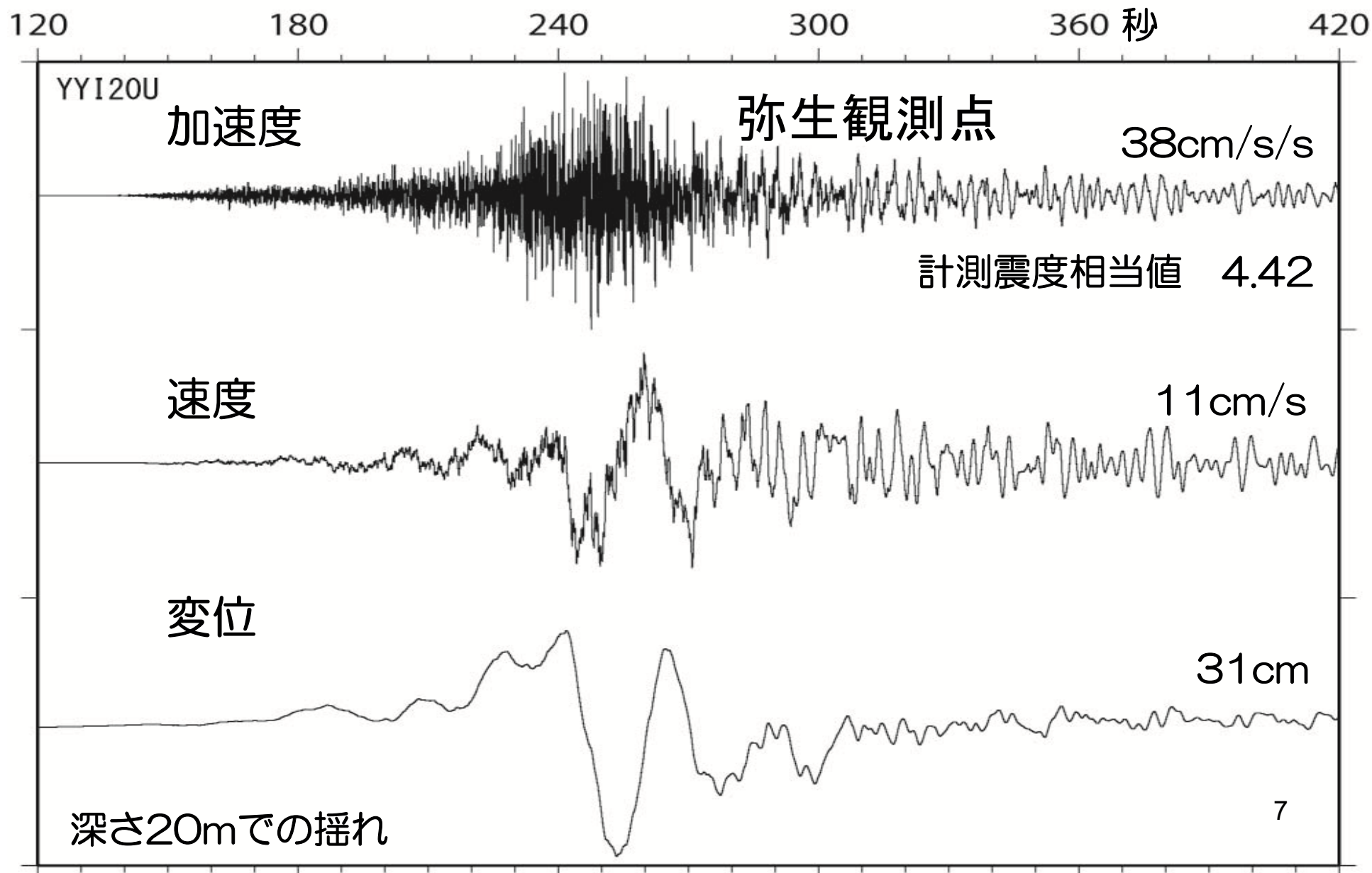


- 新観測点(平成23年度までに296)
- 既存観測点

MeSO-netデータによる東北地方太平洋沖地震

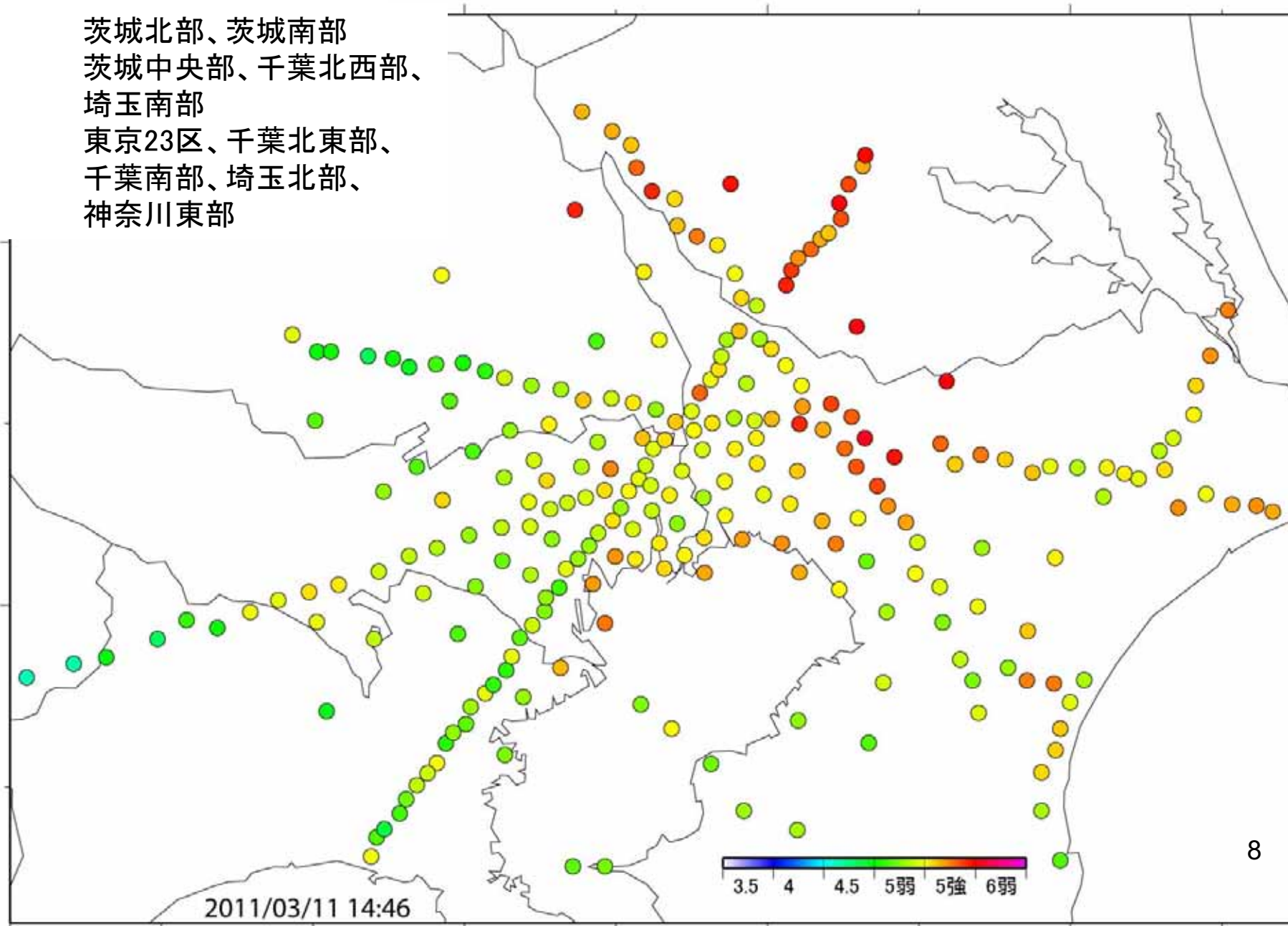


2011年東北地方太平洋沖地震の本震(M9.0)の 波形データを全観測点で取得



首都圏の震度分布

- 6強 茨城北部、茨城南部
- 6弱 茨城中央部、千葉北西部、
埼玉南部
- 5強 東京23区、千葉北東部、
千葉南部、埼玉北部、
神奈川東部

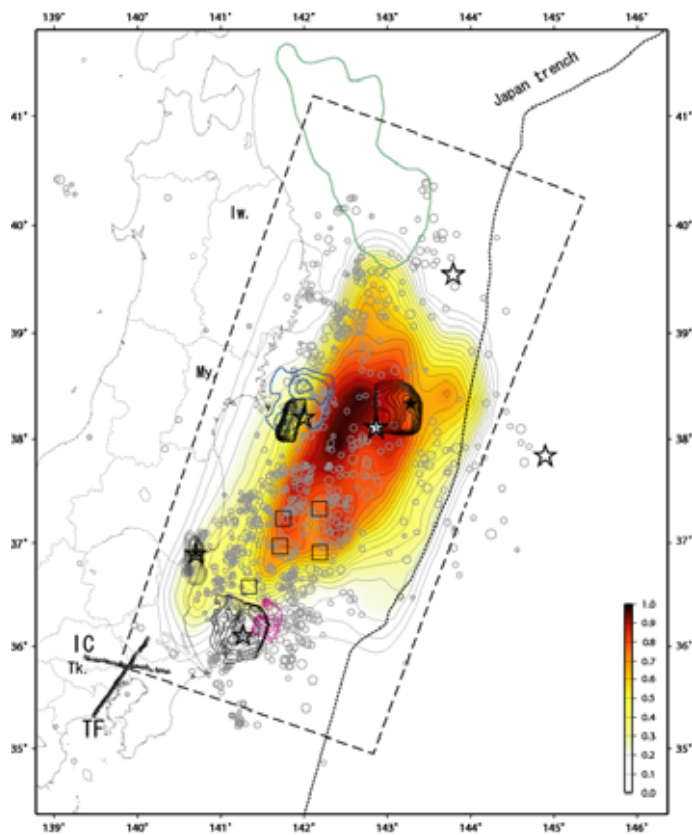


MeSo-netデータによる 東北地方太平洋沖地震の震源過程解析



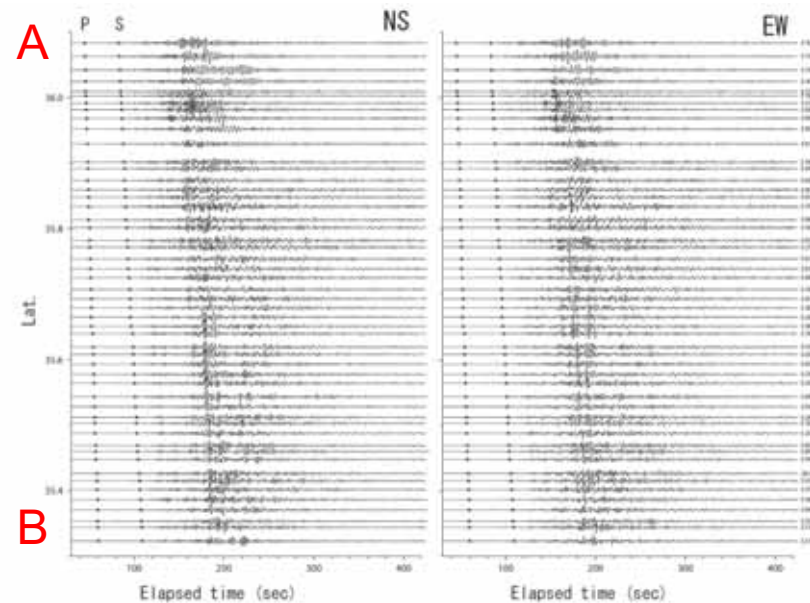
宮城県沖の日本海溝付近から強い地震波が放出された(大きな滑りがあった)ことを示す

震源から放出されたエネルギー分布



稠密観測点による
アレイ解析の例

つくば—藤沢測線(A-B)の記録(0.05-0.5Hz)

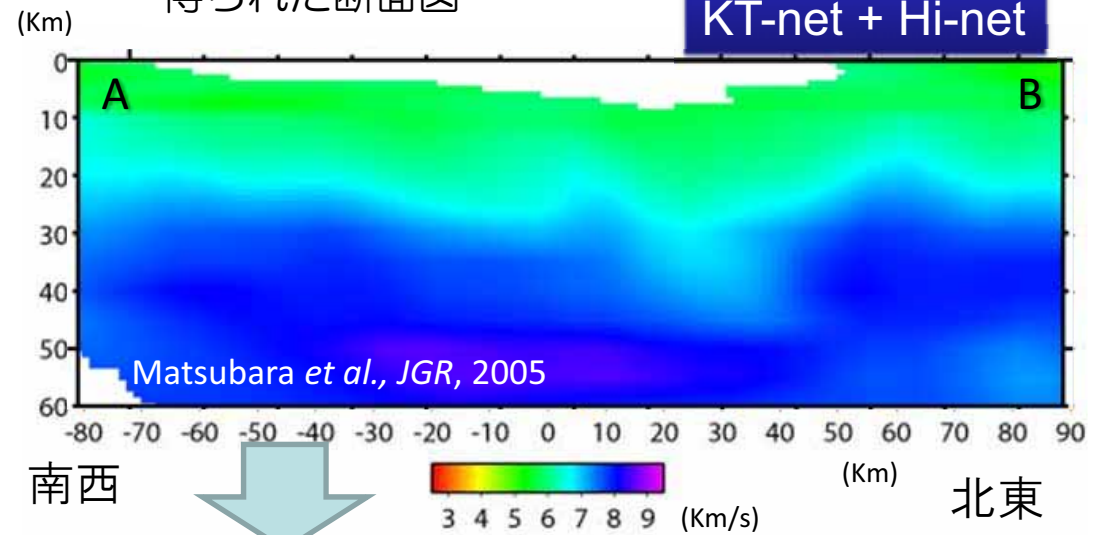


地震波トモグラフィ

H22年度までの226点のデータ

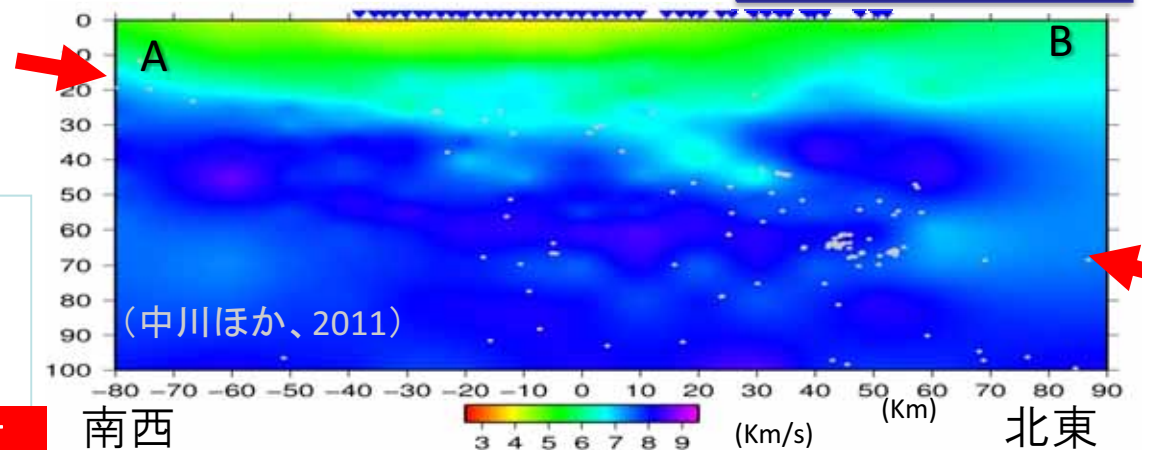
既存観測網（20km間隔）データで
得られた断面図

KT-net + Hi-net



2008年度設置のMeSO-net観測点のデータを加えて
得られた詳細断面図

MeSO-net 2010



226点の結果

首都圏下のプレート構造 (P波速度の分布)

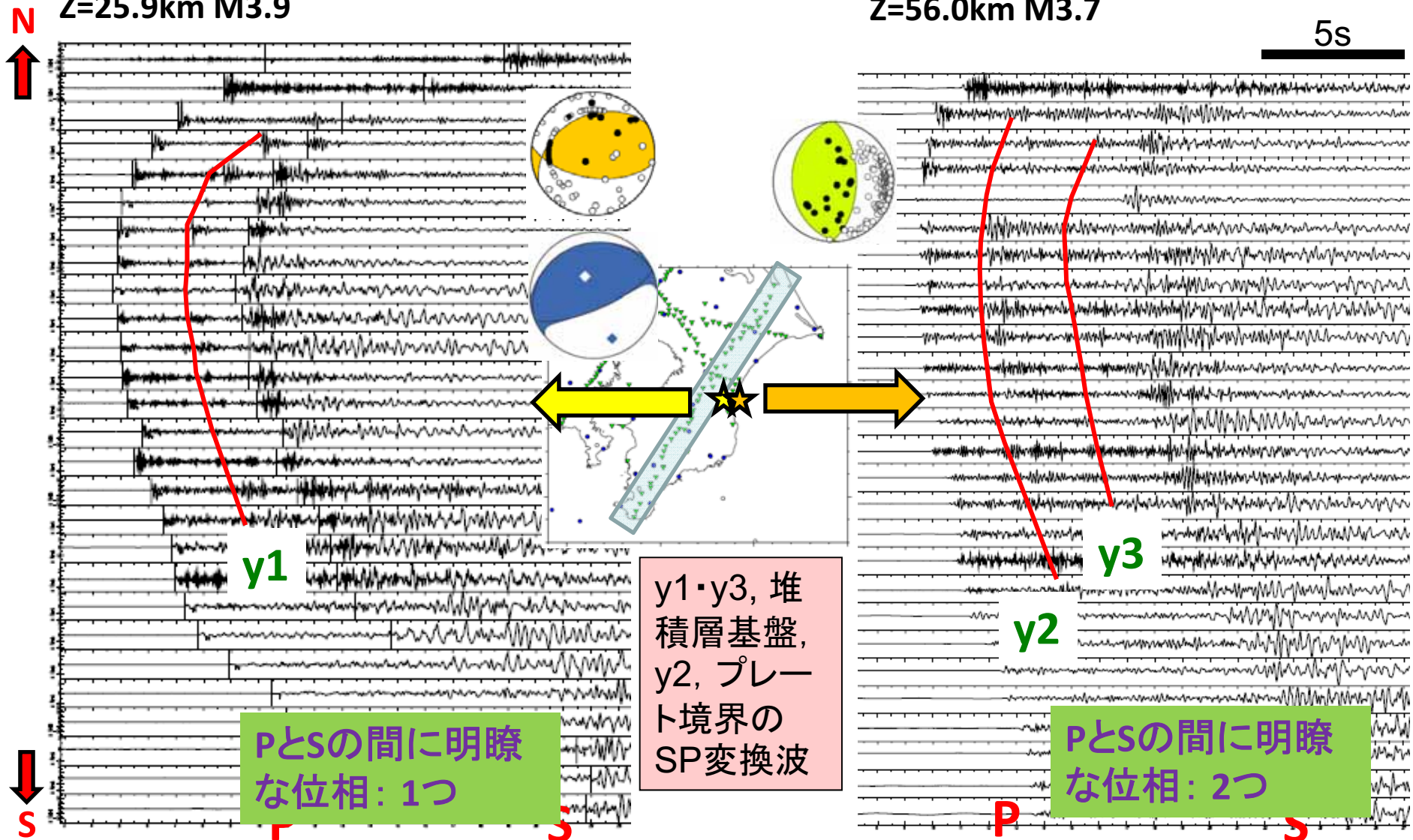
- 2008年度以降のMeSO-net観測点のデータを加えると、もっと詳細に見えてくる

フィリピン海プレート上面

房総アレイによる波形例：上下動成分

フィリピン海プレート境界の地震
 20081016 09:23 140.328E 35.405N
 Z=25.9km M3.9

プレート境界より深い地震
 20091222 05:49 140.416E 35.408N
 Z=56.0km M3.7



PとSの間に明瞭な位相: 1つ

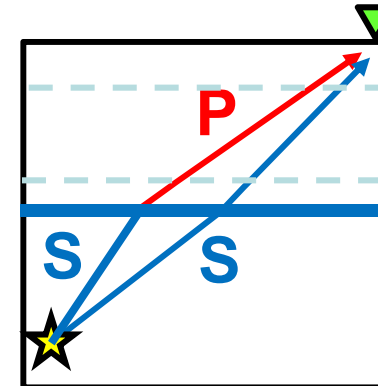
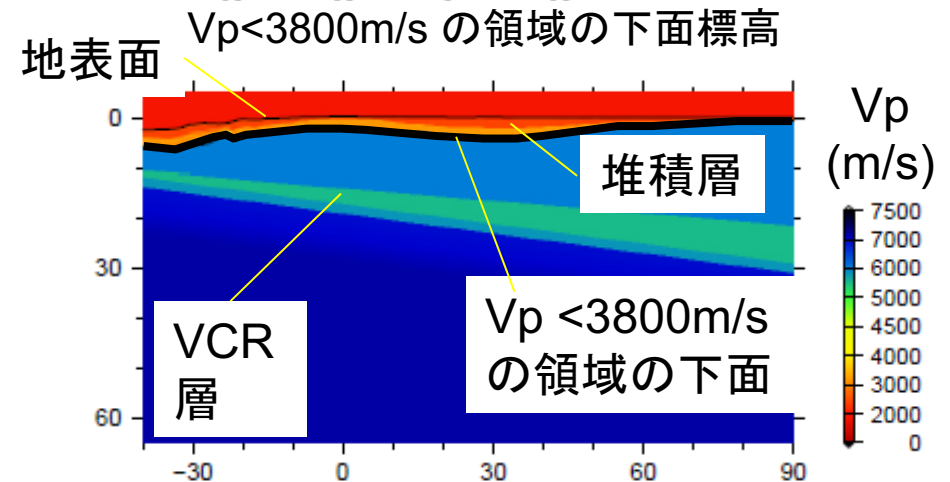
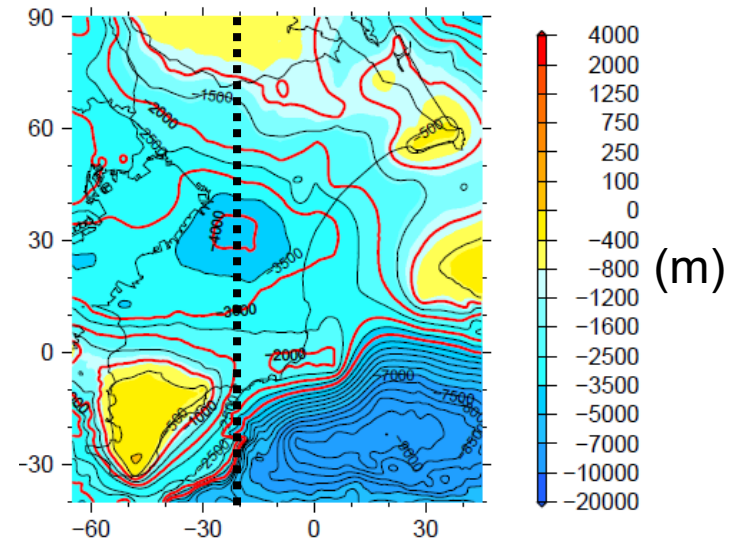
y1・y3, 堆積層基盤, y2, プレート境界のSP変換波

PとSの間に明瞭な位相: 2つ

変換面形状推定 走時計算

- 差分法走時計算 (Zelt and Barton, 1998)
- フィリピン海プレート境界・最上部の火山性碎屑物・火山岩(VCR)層: 深部反射法構造探査の結果を使用(Kimura et al., 2009)
- フィリピン海プレートの構造: 沈み込む前の構造探査(Suyehiro et al., 1996)
- 堆積層
 - J-SHIS 深部地盤構造
 - $V_p < 3800 \text{ m/s}$ の層を置き換える
- グリッドサイズ: 200m

S波との走時差を比較:
変換面より下ではS波として進行。
直達Sとの走時差をとることにより
震源・変換面より深部の構造による影響を相殺

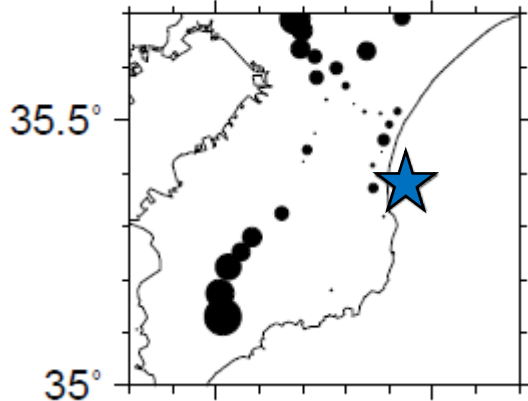


変換面形状推定：結果1



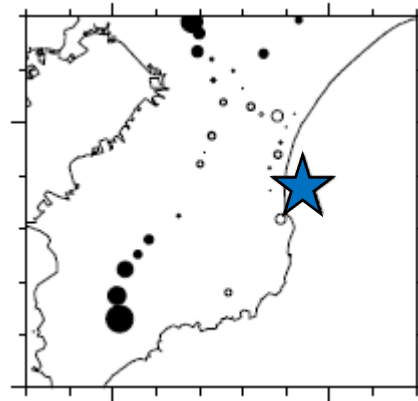
初期モデル

Dz: 0 / S=39.7
140° 140.5°



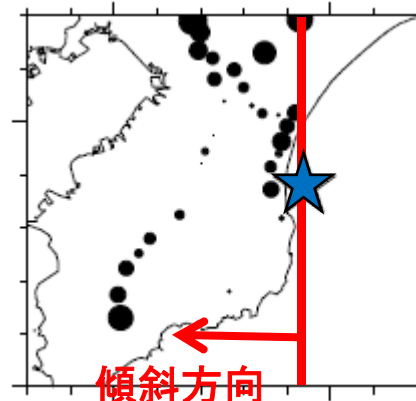
深さ+5km

Dz=+5 / S=16.5



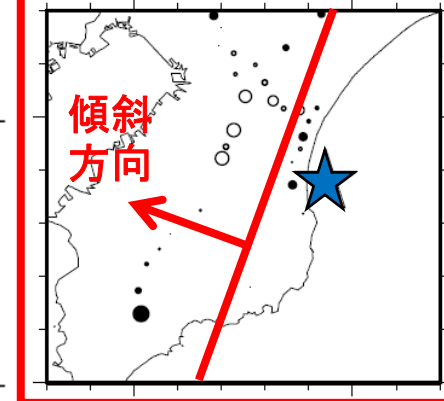
西傾斜

θ : 30 / S=33.9



北西傾斜

θ : 45 / S=7.93



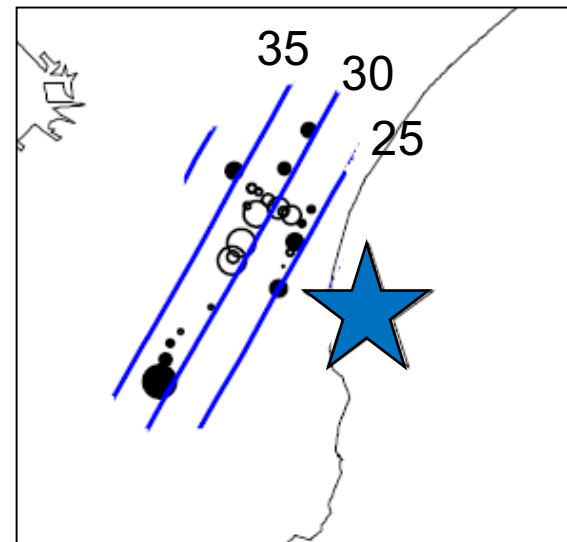
残差(s): 観測
点にプロット

○ ○ ● ●
-2 -1 +1 +2

S: 残差2乗和

残差2乗和最小:
最適解

- 最適モデル：変換点は水平方向の広がりがあり変換面が良く求まっている
- 房総中部に局地的に残差の大きい観測点
 - ・表層モデルの影響?



コンター：変換
面形状(深さ:
km)

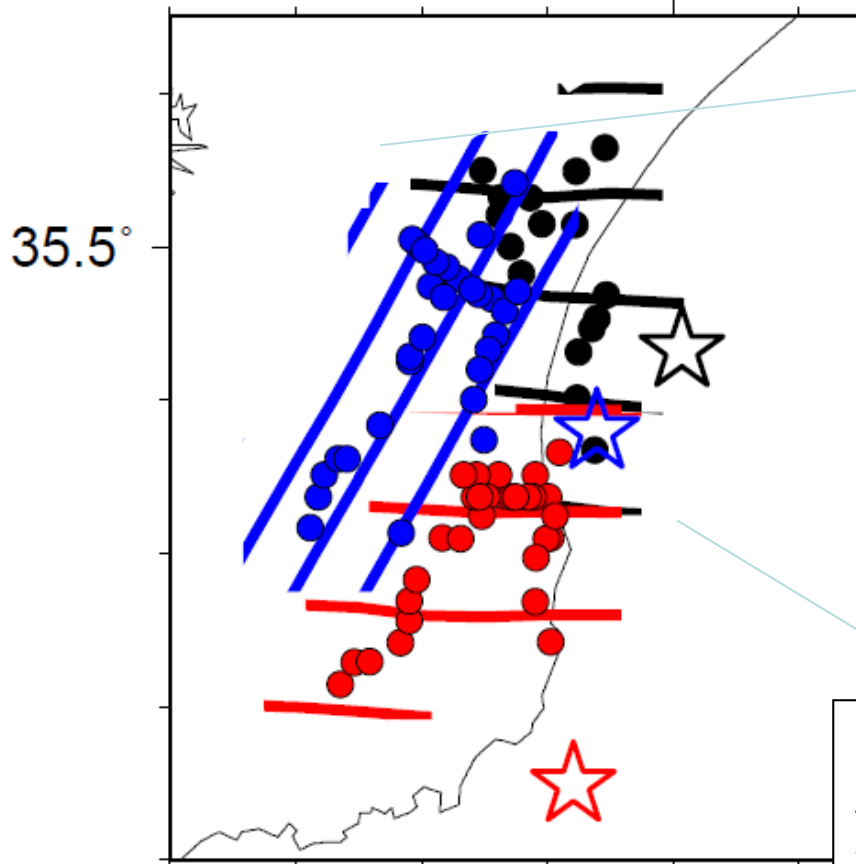
残差(s): 変換
点にプロット

○ ●
-1 +1

変換面形状推定：結果2

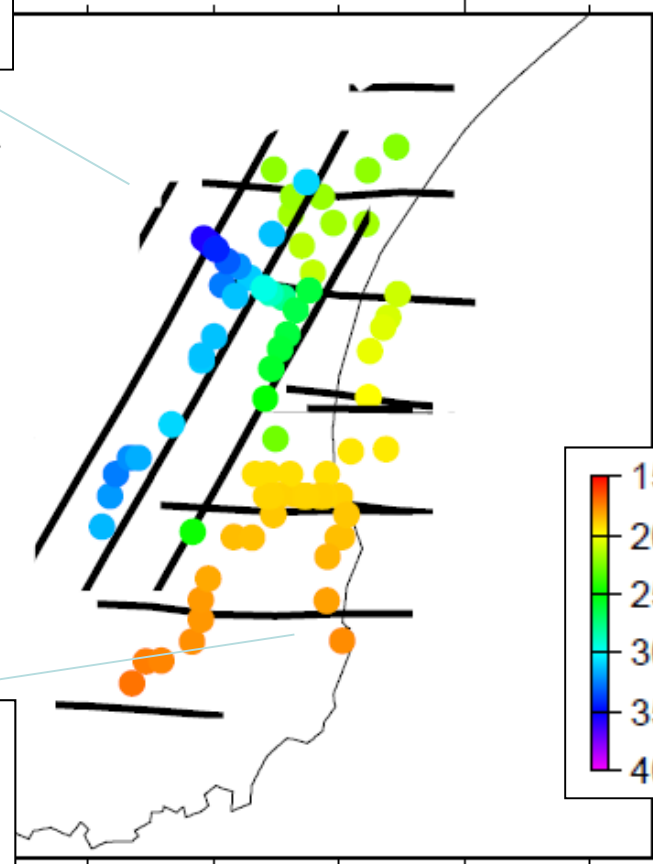
変換点の分布・変換面形状

140.5°



北西-西
北西方向
に傾斜

変換点の深さ分布



ほぼ水平
北方向に緩
やかに傾斜

コンター： 変換面
コンター間隔： 1km (青:5km)
☆： 解析に用いた地震

- 房総半島東岸から南東岸： ほぼ水平・北方向に緩やかに傾斜： 反射断面と深さ調和的
- 房総半島中央： 北西-西北西方向に傾斜

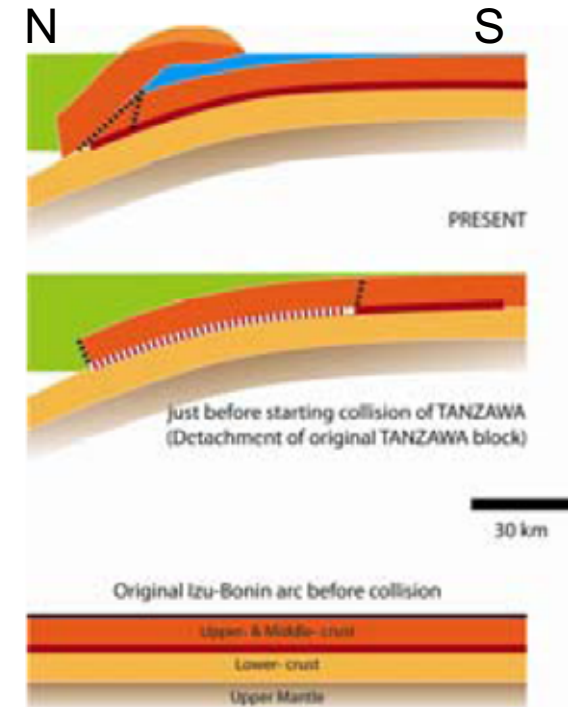
温泉地学研究所 平成23年度業務進捗状況



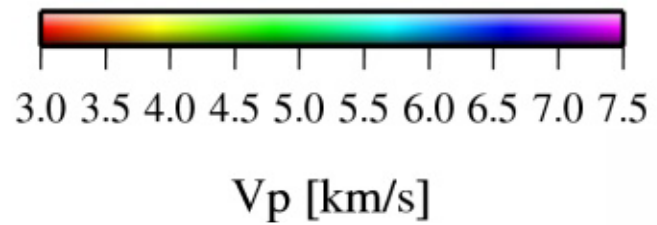
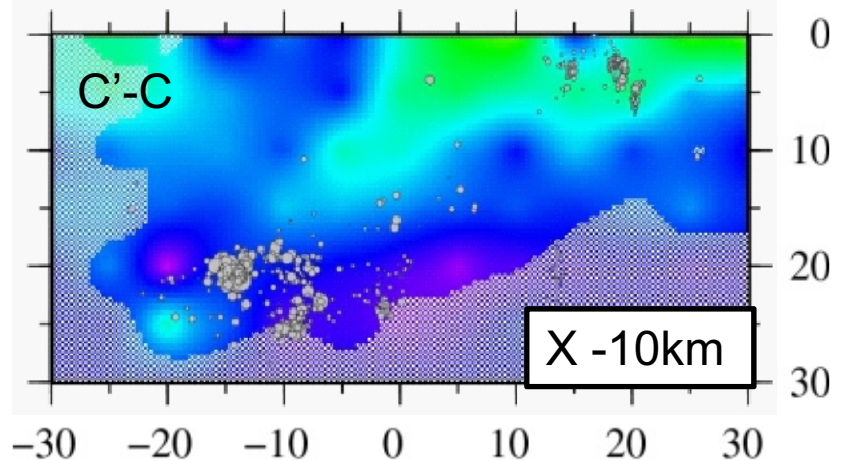
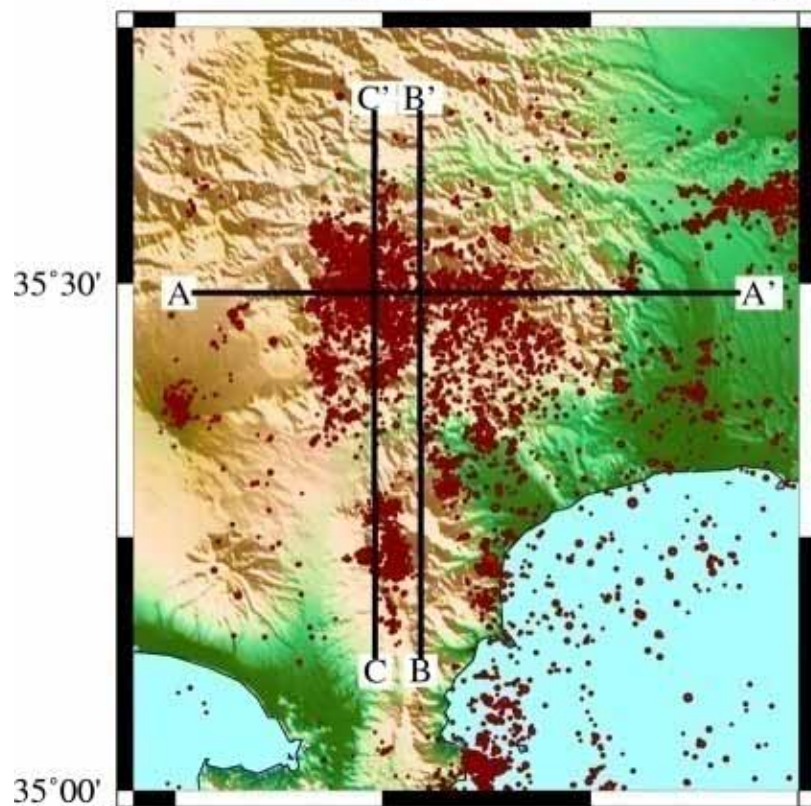
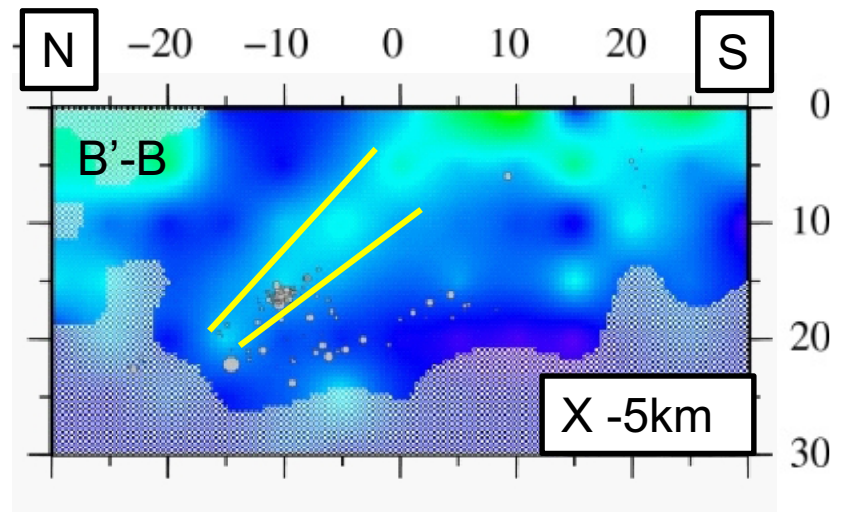
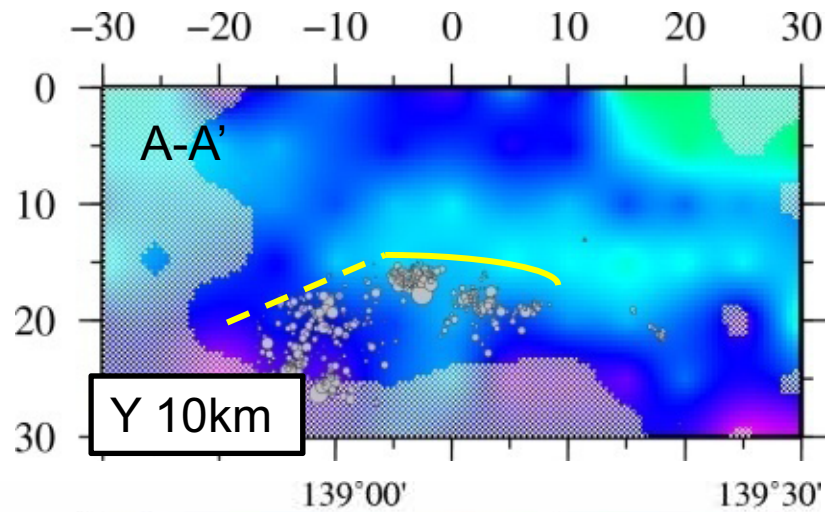
- 平成21年度までに設置した観測点の維持・管理および東大へのデータ送信
 - 大きなトラブルはなく、順調にデータを送信中。
- MeSO-netと温地研他のデータを統合して、首都圏西部及び伊豆衝突帯のテクトニクス解明を進める
 - 速度構造モデルや、地震メカニズムについての解析を行い、モデルを構築して一部は論文投稿中。

• 丹沢地塊:現在の丹沢山地下の地震活動よりも西側のPSP上にあった

- 丹沢⇔平塚:約30km
 - NA-PSPの収束速度:約3cm/yr
 - 丹沢の衝突:5-3Ma
- TZB衝突過程以後にTZBの完全剥離が起きたとすると...説明できる!
 - TZB自体の変形(e.g. 褶曲)!!

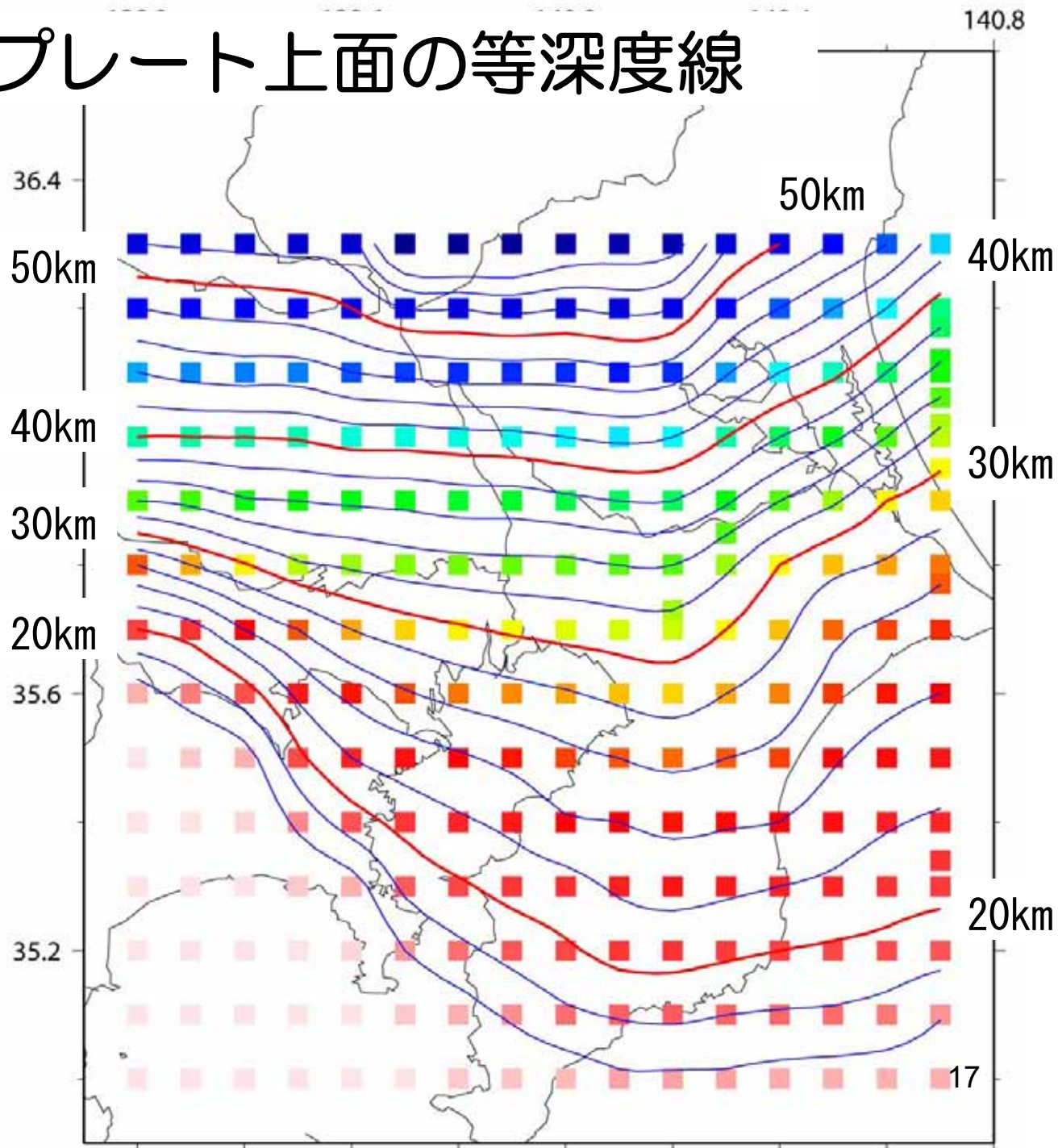


3月11日の地震による、フィリピン海プレートへの影響を評価するため、MeSO-netデータを用いた震源過程の解析を実施。

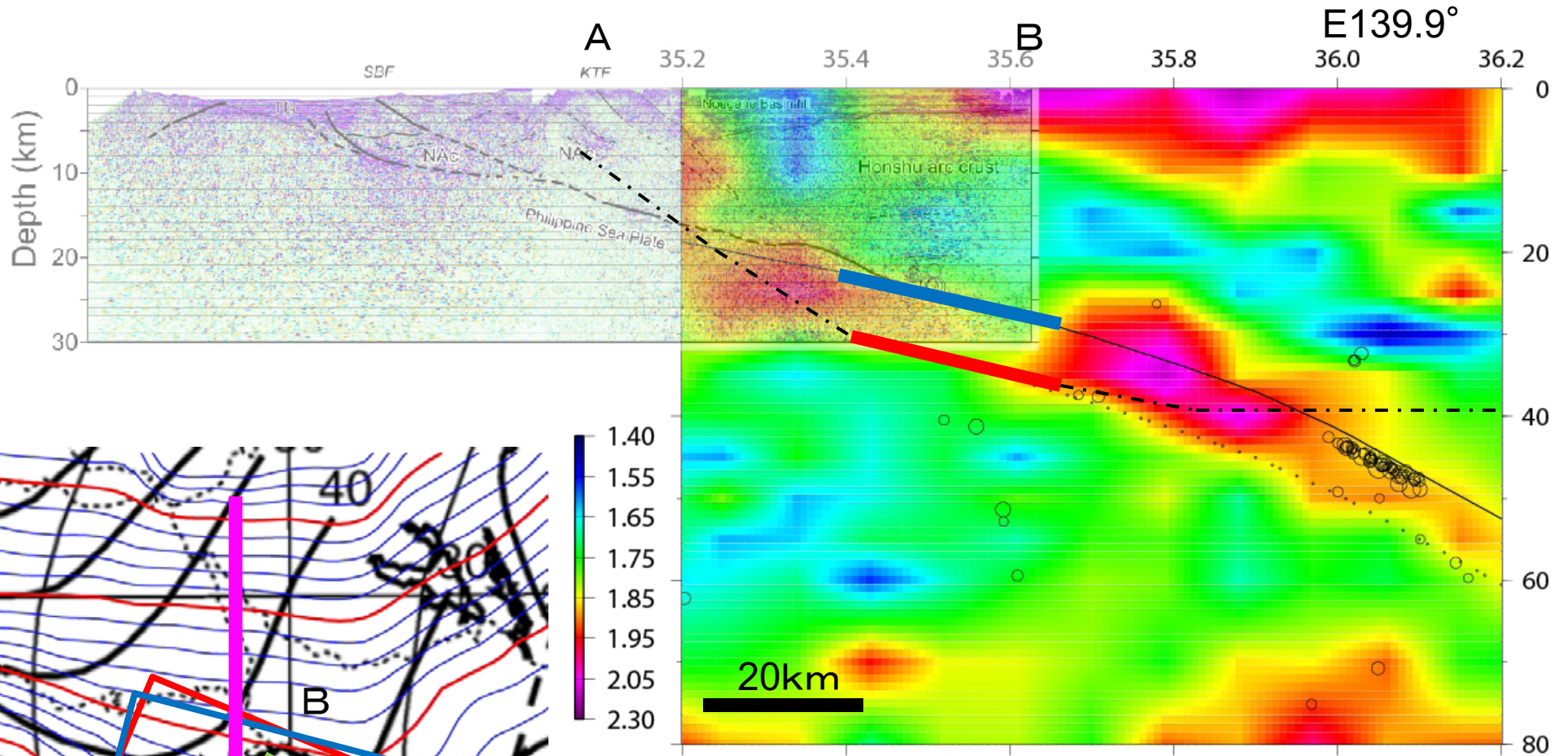


フィリピン海プレート上面の等深度線

防災科研の成果および
温地研の成果をふまえて
プレート上面の等深度線
を求めた。



東京湾北部の地震 (フィリピン海プレート上面)



中防モデル

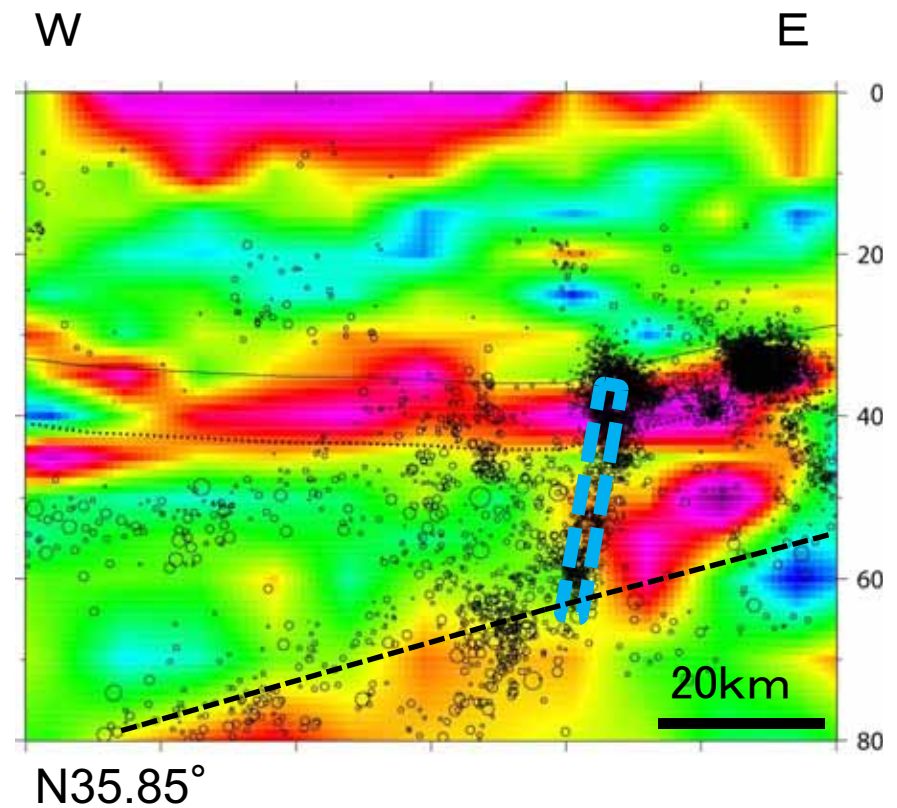
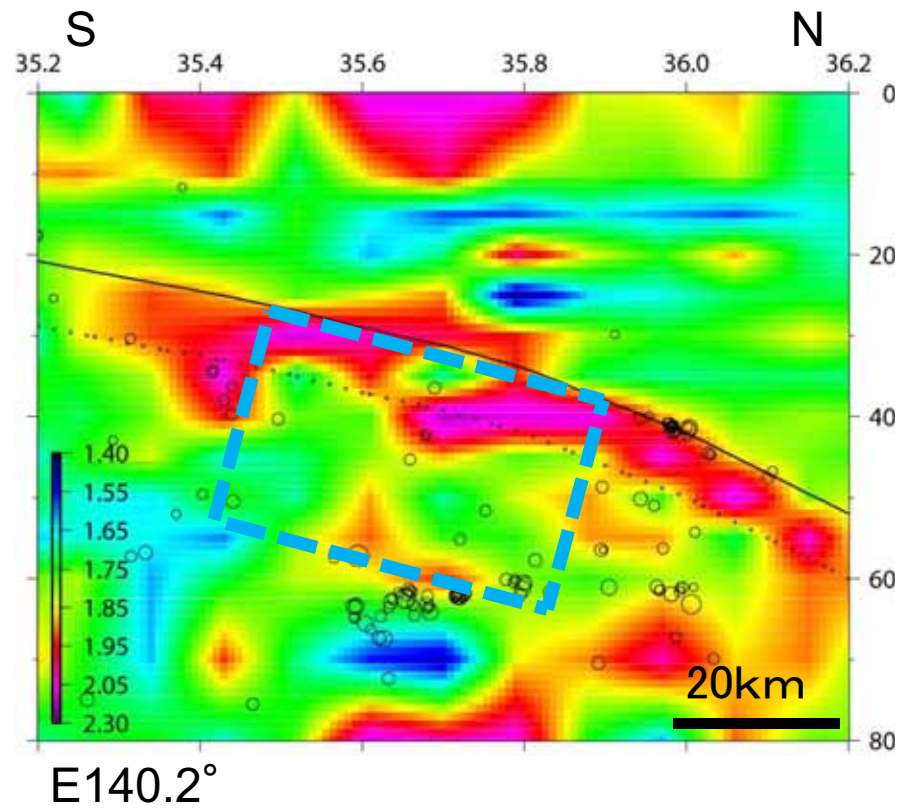
MeSOモデル

中央防災会議のモデルより
約10km浅い

プレート内地震

(想定)千葉県中央部の地震(M6.9)

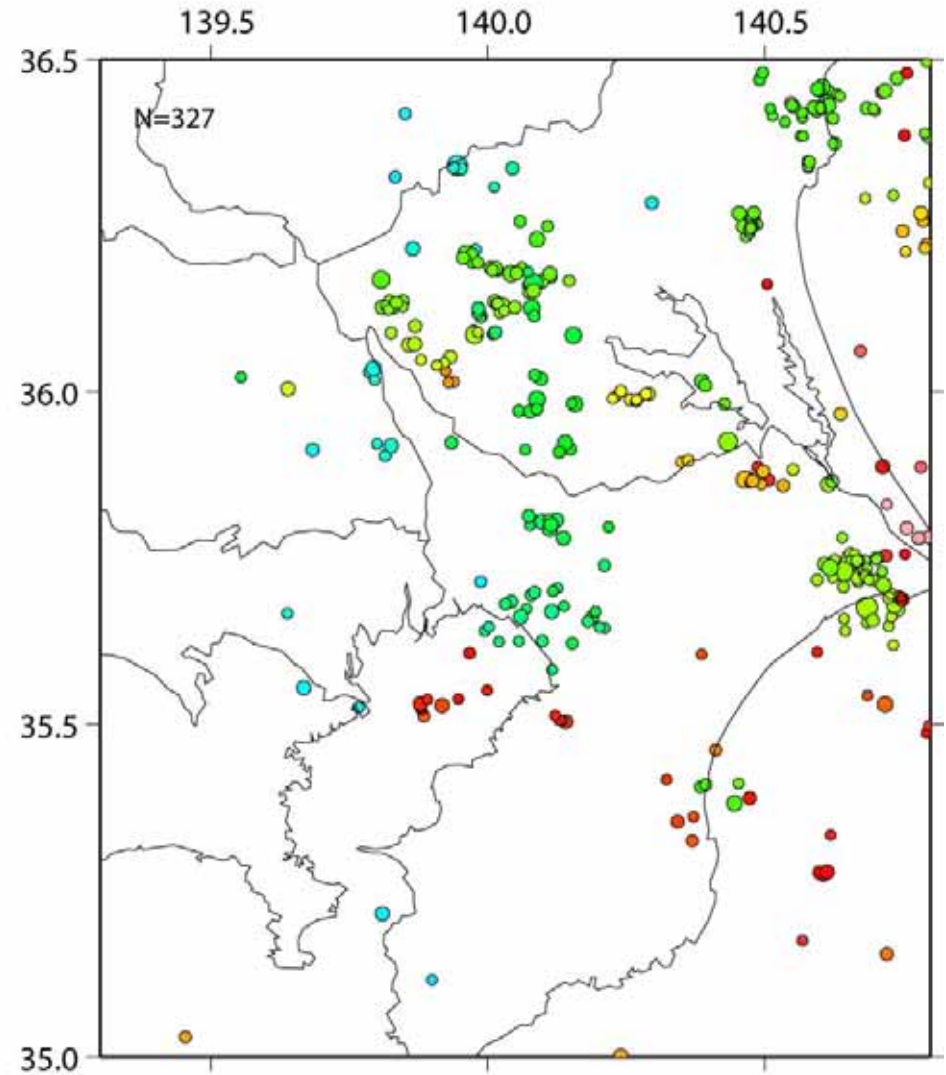
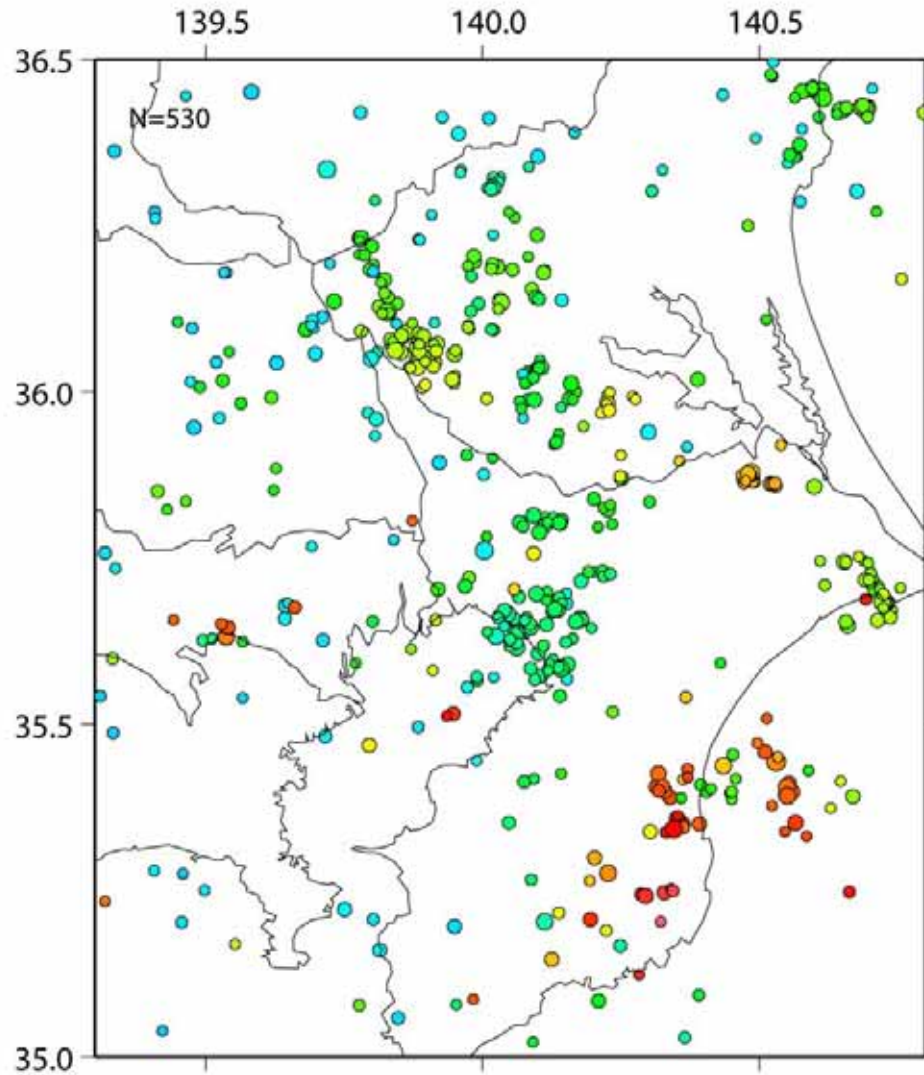
上端の深さ 25km
下端の深さ 65km
走向 5度
傾斜 80度
長さ 40km
幅 25km



首都圏の地震活動の変化

2006/1/1-2011/3/10 (1895日間)

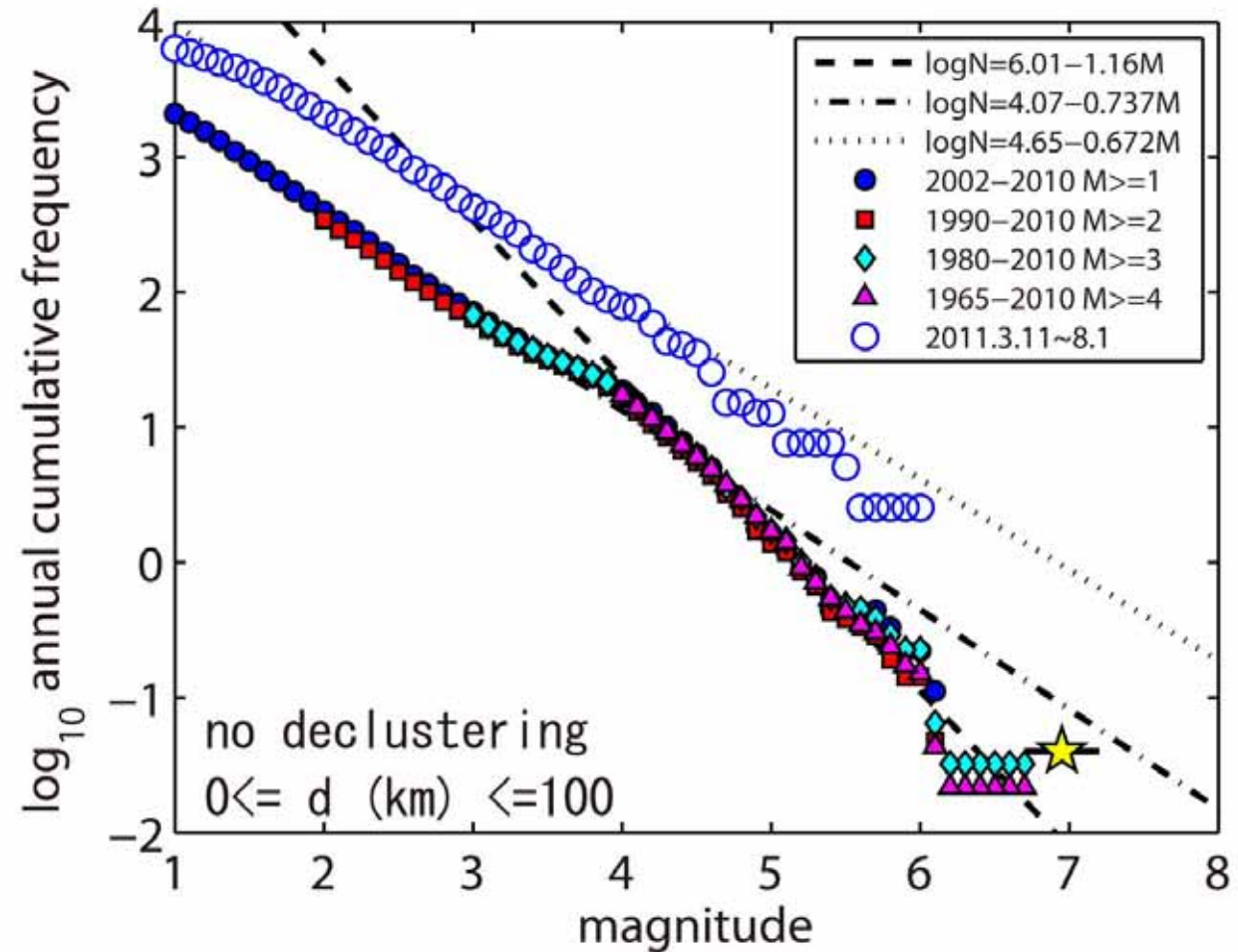
2011/3/11-2011/8/20 (163日間)



3.11以前の5年間に比べて地震発生率は約7倍

気象庁一元化震源

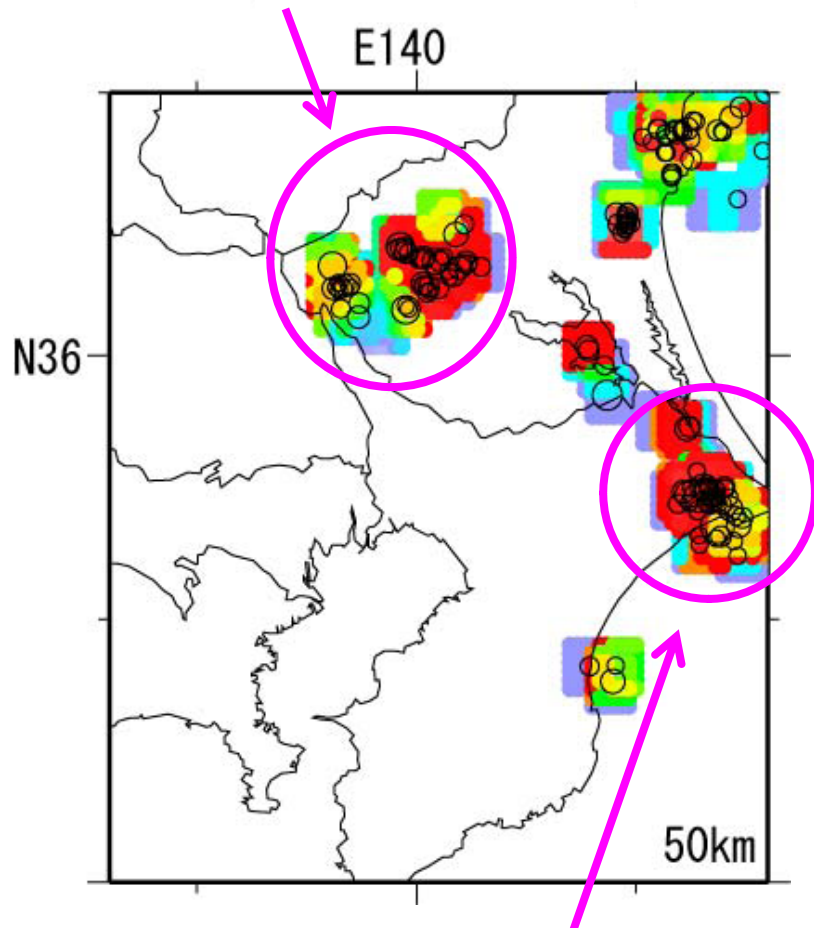
首都圏の地震活動



- M1程度の小地震まで加えてb値を求めた
- 3.11の地震以降の活動度が高くなっている
- b値には大きな変化は見られない(約0.7)

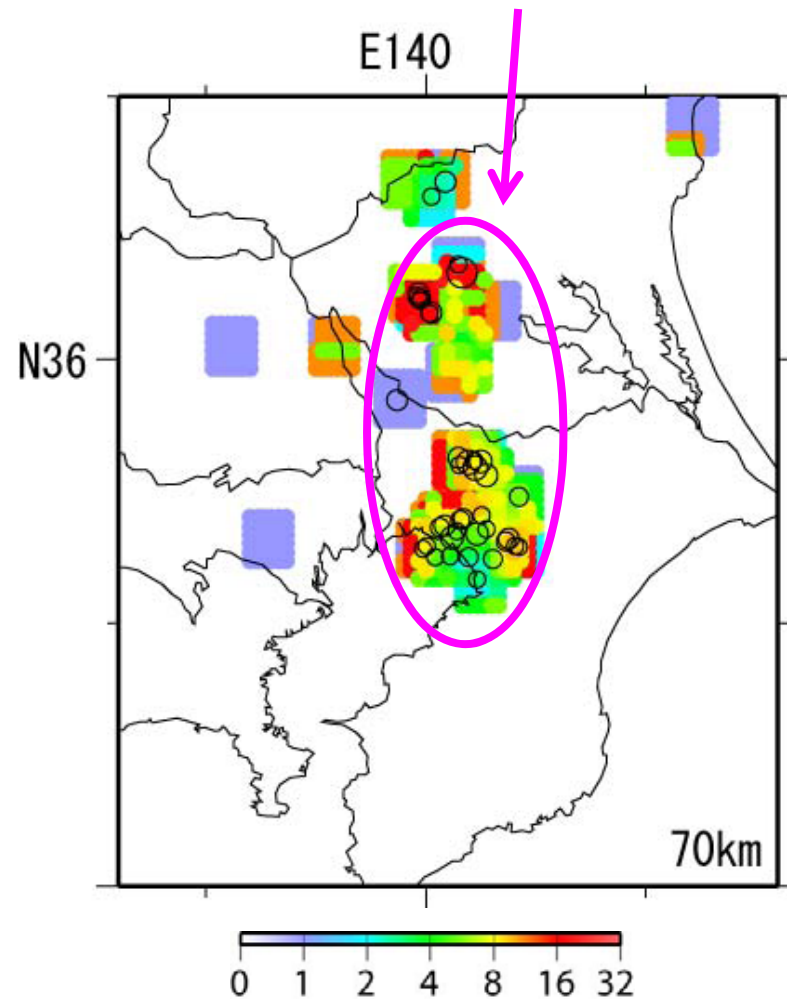
地震活動度の変化(地域ごと)

フィリピン海プレートの上面の地震

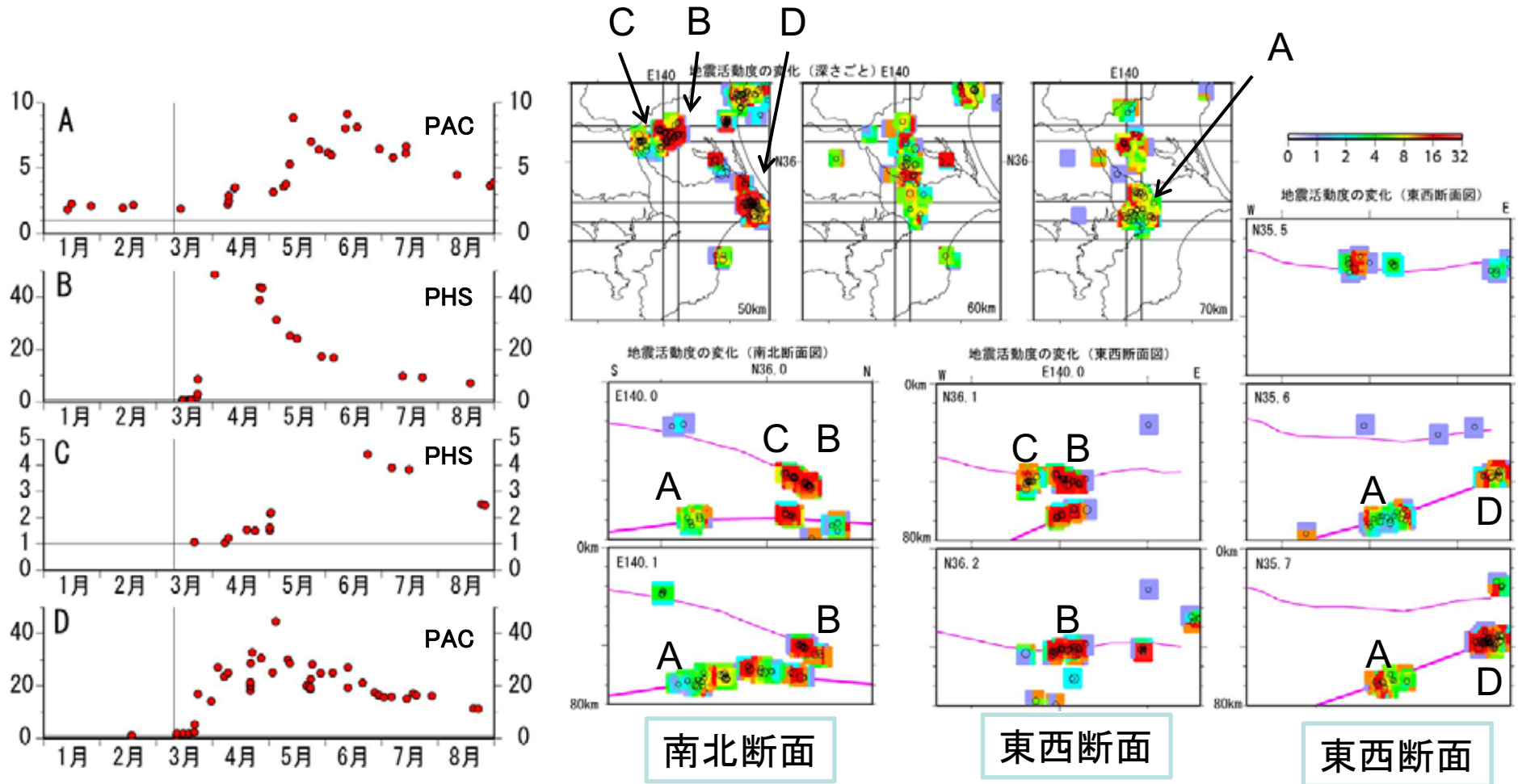


太平洋プレートの上面の地震

太平洋プレートの上面の地震

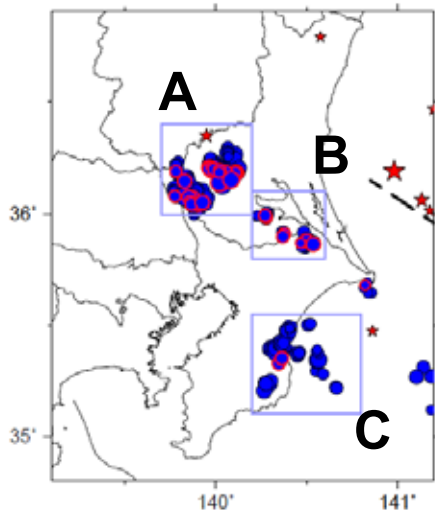


3月11日後に活発化した地震活動

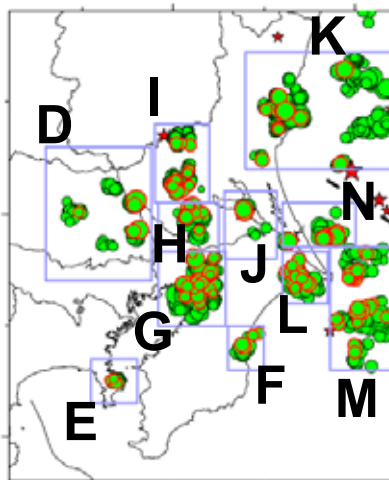


相似地震活動変化

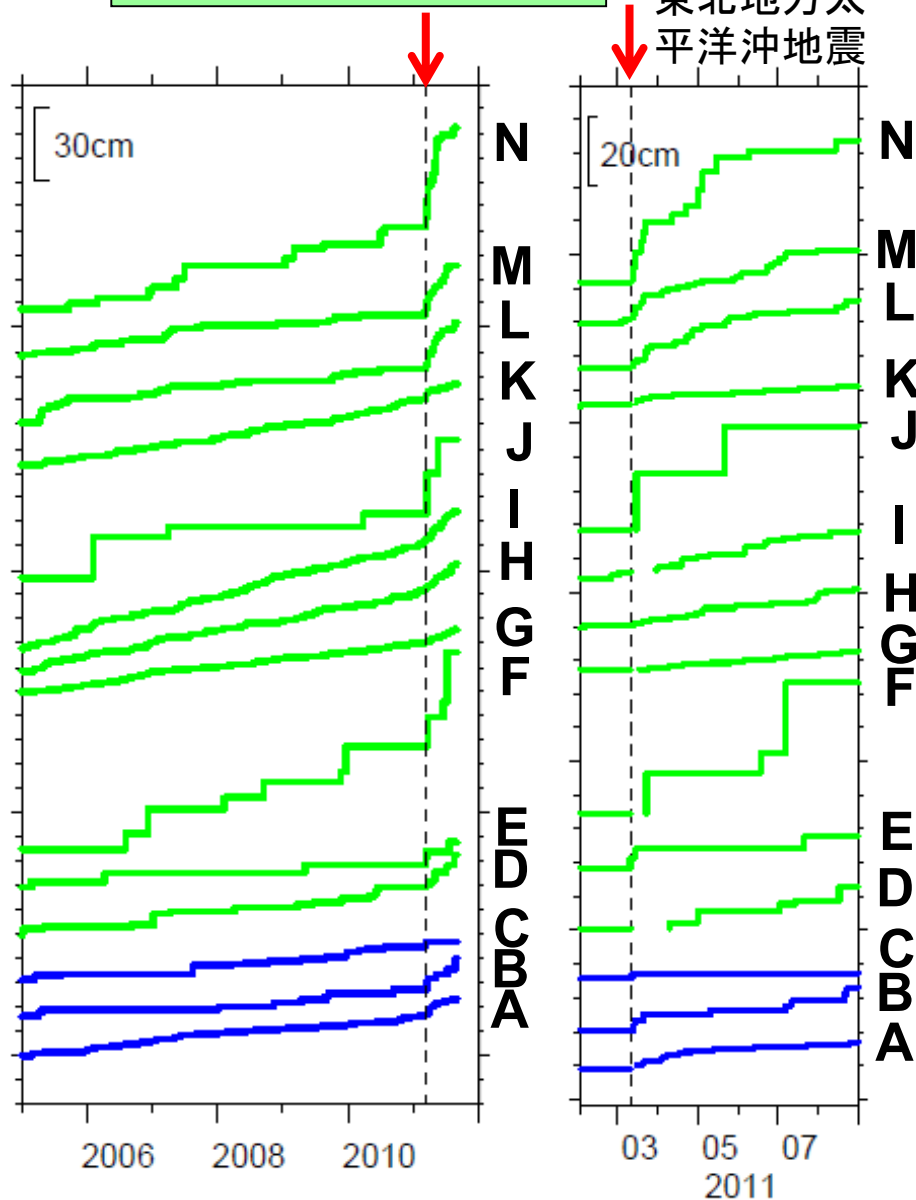
フィリピン海プレート



太平洋プレート



相似地震すべり履歴



東北地方太平洋沖地震

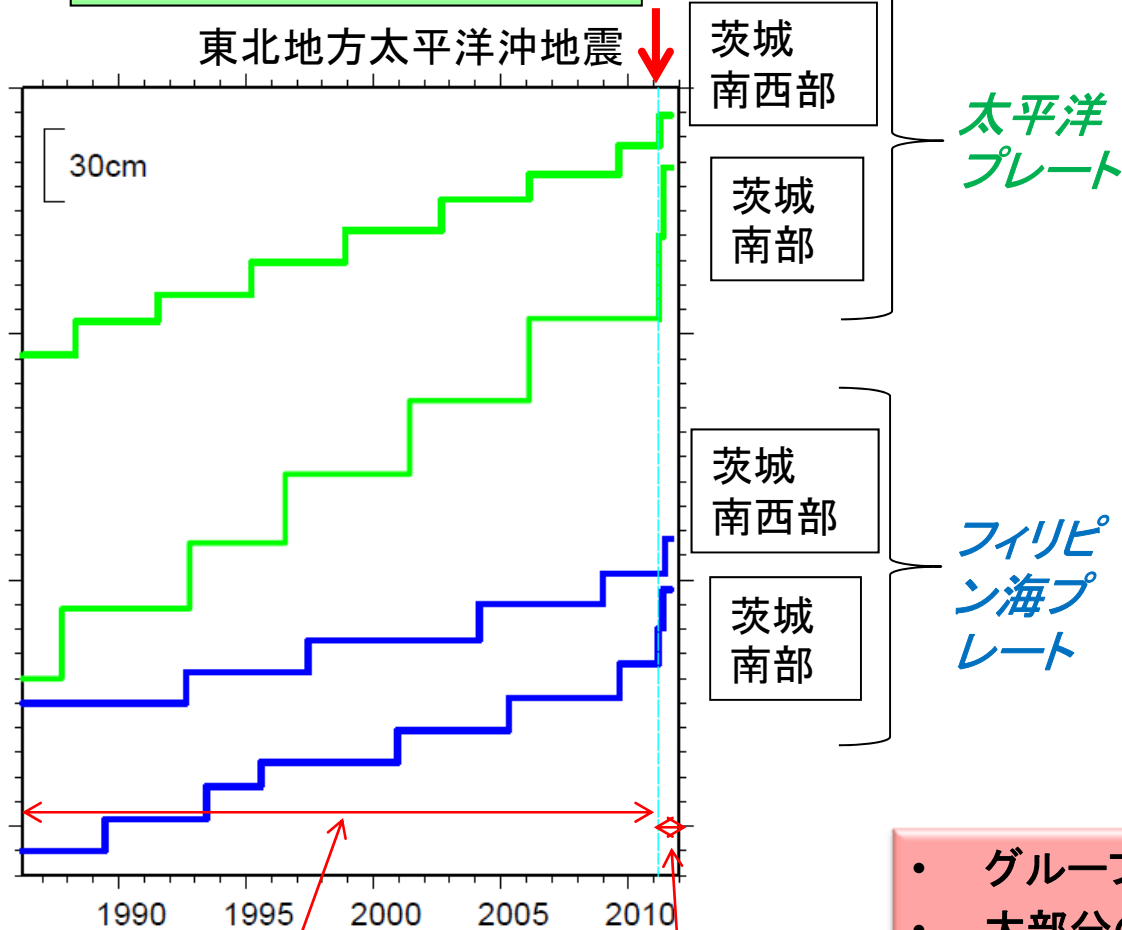
- すべり履歴
- フィリピン海プレート:
 - ・茨城県南部から南西部 (A, B) で加速が顕著
- 太平洋プレート:
 - ・ほぼ全域ですべりが加速
 - ・房総沖, 茨城県南部, 銚子付近 (F, J, L-N) で特に顕著

相似地震 繰り返し間隔の変化



グループ毎のすべり履歴

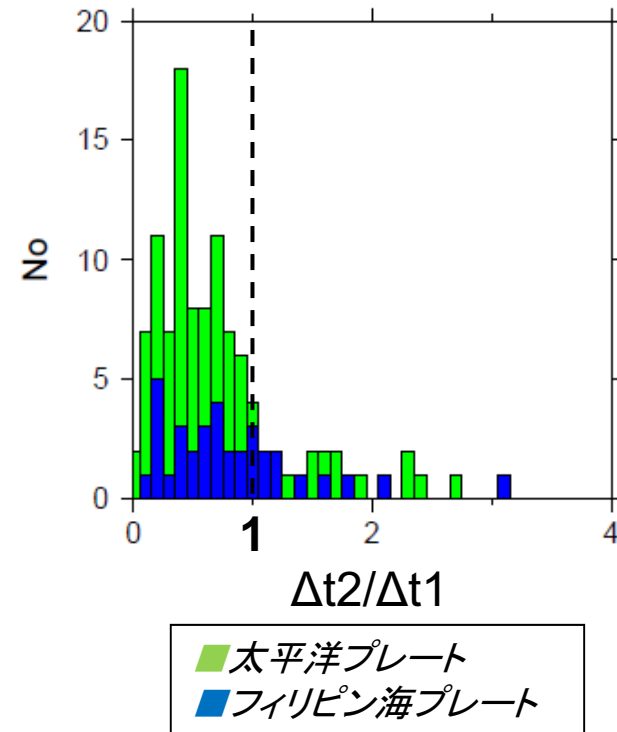
東北地方太平洋沖地震



・東北地方太平洋沖地震前の平均繰り返し間隔: Δt_1

・地震後の平均繰り返し間隔: Δt_2

グループ毎繰り返し間隔変化の頻度分布



- ・グループ毎の繰り返し間隔の変化
- ・大部分のグループで $\Delta t_2 / \Delta t_1$ が1より小さい: 繰り返し間隔が短くなった→すべりの加速
- ・1より大きいグループが少数ある。東北地方太平洋沖地震直後に未検出の相似地震があるため?

平成23年度の計画

(1)地震計を用いた自然地震観測によるプレート構造調査(地震研)

- 観測網の設置(47箇所観測点選定、協力依頼、設置工事)
- 296観測点からのデータ収集・処理センターの構築
- プレート構造解明のための速度構造・Q構造解析
- 関東の地震カタログを整理
- 震源断層モデル構築のための断層面の提供
- 学校教育に活かすためのメイリングリストの運用
- 統計地震学国際ワークショップ等に参加

(5)サブプロ①の管理・運営(地震研)

- 運営委員会開催、サブプロ間連携の推進、作業部会の開催、地震情報等のHPで公開、南カリフォルニア地震センターとの研究協力

(6)統合処理によるプレート構造調査研究及びデータ保管(防災科研)

- 周辺観測データとの統合処理およびデータベースの保管
- 地震クラスター、地震波速度および減衰構造、後続波等によるプレート構造の解明

(8)伊豆衝突帯の地震活動調査によるプレート構造調査研究(温地研)

- 10観測点の維持およびデータ送信と蓄積
- 震源分布や応力分布等による首都圏西部及び伊豆衝突帯のテクトニクスの解明