

都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト

サブプロ①首都直下地震の地震ハザード・リスク予測のための調査・研究

1. 南関東の地震像の解明

a. 首都圏での地震発生過程の解明

1) 首都圏主部での地震発生過程の解明

東京大学地震研究所

2) 首都圏南西部での地震発生過程の解明

神奈川県温泉地学研究所

3) 首都圏を含む関東広域の地震発生過程の解明

防災科学技術研究所



1. 南関東の地震像の解明

首都圏地震観測網（MeSO-net）の観測データによって、首都圏のプレート構造の解明を進め、プレートの詳細な構造と2011年3月11日以降活発化した地震活動の関係を解明し、将来発生が予想される首都直下地震の地震像（地震規模、地震発生頻度、発生場所）を解明する。首都圏の地盤の揺れの特性を解明する。

- a. 首都圏での地震発生過程の解明
- b. プレート構造・変形過程と地震発生過程の解明
- c. 首都圏での中小地震と大地震の発生過程の関係の解明
- d. 首都圏の過去の地震活動に基づく地震活動予測手法の確立

a. 首都圏での地震発生過程の解明

a 1. 首都圏主部での地震発生過程の解明

首都圏主部、特に、東京湾域、房総半島域などの地震活動に注目し、詳細なプレート構造を解明するための調査研究。MeSO-netの維持・データアーカイブセンターの運用。 東京大学地震研究所

a 2. 首都圏南西部での地震発生過程の解明

首都圏南西部でのMeSO-netを維持し、観測データを蓄積する。特に、フィリピン海プレートの沈み込み口である相模湾から、本州との衝突帯である丹沢にかけてのプレート構造と地震活動の解明を目的として、定常的な地震活動に加え、周辺で発生した中小規模の地震や低周波地震などの発震機構解の推定、詳細な震源分布などについての解析を行う。 神奈川県温泉地学研究所

a 3. 首都圏を含む関東広域の地震発生過程の解明

MeSO-netとHi-net等の既存データを統合し、関東広域のプレート構造と地震活動の関係の解明。統合データを蓄積してデータベースを構築し、長期・広域の地震活動を解明。 防災科学技術研究所

a. 首都圏での地震発生過程の解明

a 1. 首都圏主部での地震発生過程の解明

首都圏主部、特に、東京湾域、房総半島域などの地震活動に注目し、詳細なプレート構造を解明するための調査研究。MeSO-netの維持・データアーカイブセンターの運用。 東京大学地震研究所

a 2. 首都圏南西部での地震発生過程の解明

首都圏南西部でのMeSO-netを維持し、観測データを蓄積する。特に、フィリピン海プレートの沈み込み口である相模湾から、本州との衝突帯である丹沢にかけてのプレート構造と地震活動の解明を目的として、定常的な地震活動に加え、周辺で発生した中小規模の地震や低周波地震などの発震機構解の推定、詳細な震源分布などについての解析を行う。 神奈川県温泉地学研究所

a 3. 首都圏を含む関東広域の地震発生過程の解明

MeSO-netとHi-net等の既存データを統合し、関東広域のプレート構造と地震活動の関係の解明。統合データを蓄積してデータベースを構築し、長期・広域の地震活動を解明。 防災科学技術研究所

MeSO-netの維持

首都圏及び東京湾に整備された296か所の中感度地震観測点と房総半島に整備された26か所の房総アレイ観測点からなる首都圏地震観測網（MeSO-net）を監視・維持し、自然地震観測を行う。必要に応じて、老朽化した一部設備の補修や移設を行う。

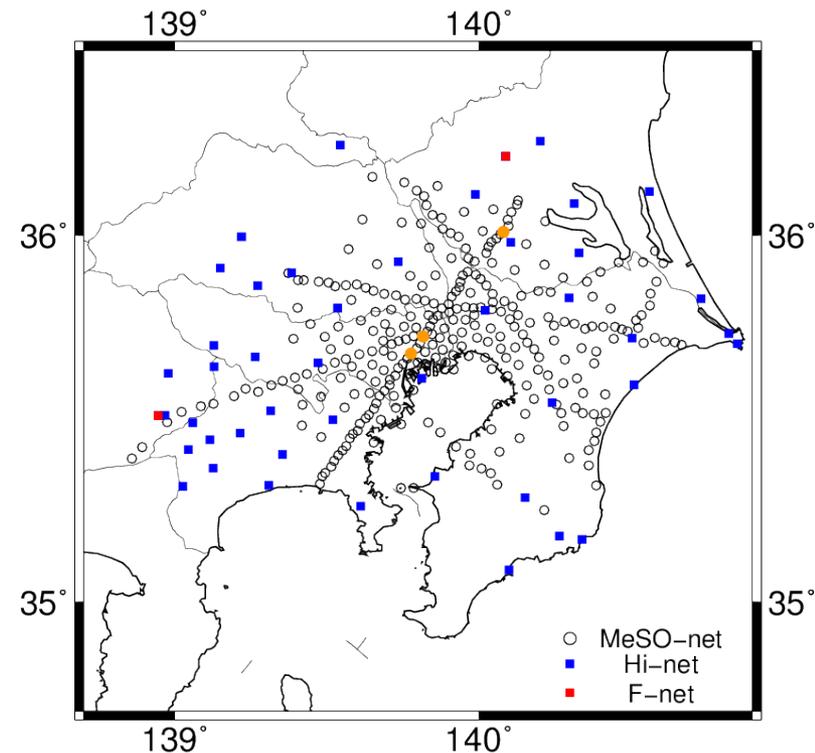
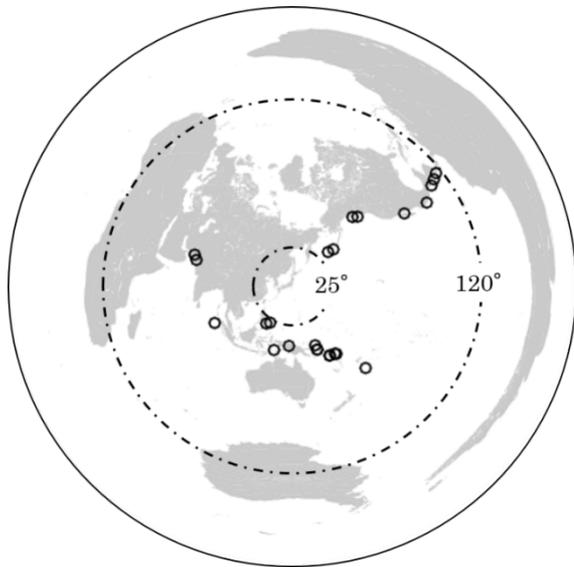
- 監視業務 学術支援専門職員1名による常時監視
 - 地震計の不具合（8観測点 + 12観測点、3観測点交換予定）
 - コントローラーの不具合（1件処理）
 - SDカードの不具合（2件交換）
 - バッテリー液漏れ（59件）
 - ルータ電源ケーブル異常（3件交換、今年度のべ11件）
 - 工事作業のため断線（1件）
 - 電話回線異常（1件）
- 総合点検
249観測点に対して、現地の点検が終了
屋外筐体や引き込み柱にも不具合がみられてきた
- 移設
観測点の移設（世田谷区城山小学校 → 山崎小学校）

MeSO-netの設置方位

- 地震計の設置方位は波動場を用いた解析に必要
- 2007・2008年に設置された観測点については汐見・他(2009)で報告済み
- 2009年以降に設置された122観測点について検討した

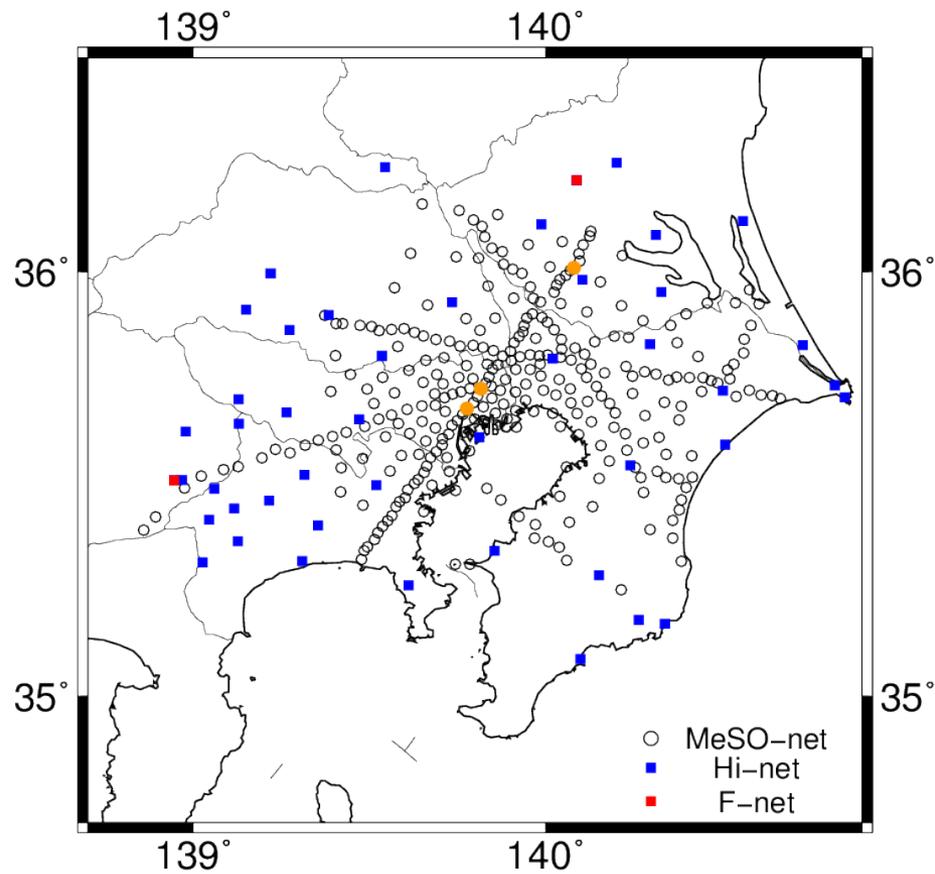
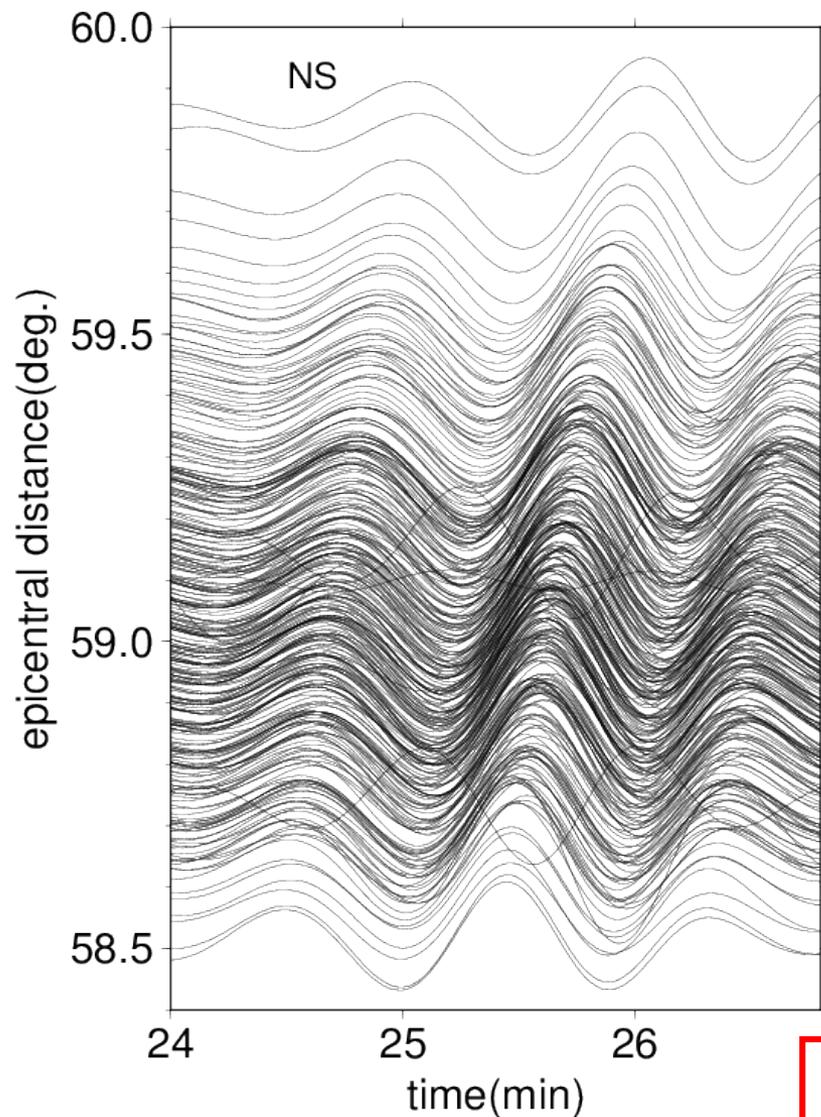
☆ MeSO-net地震計と、Hi-net傾斜計・F-net広帯域地震計との相互相関を用いて検証

☆ 遠地地震の長周期成分を使用



MeSO-netの設置方位

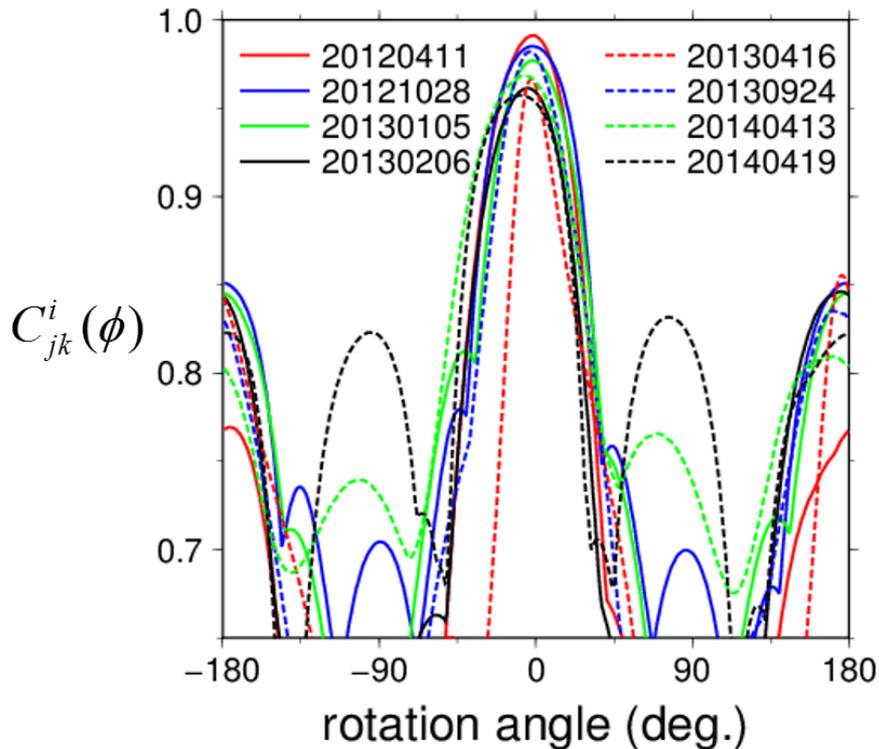
- 2013/01/05のアラスカでの地震の観測波形 (0.01-0.02Hz)
波長 (約300-600km)



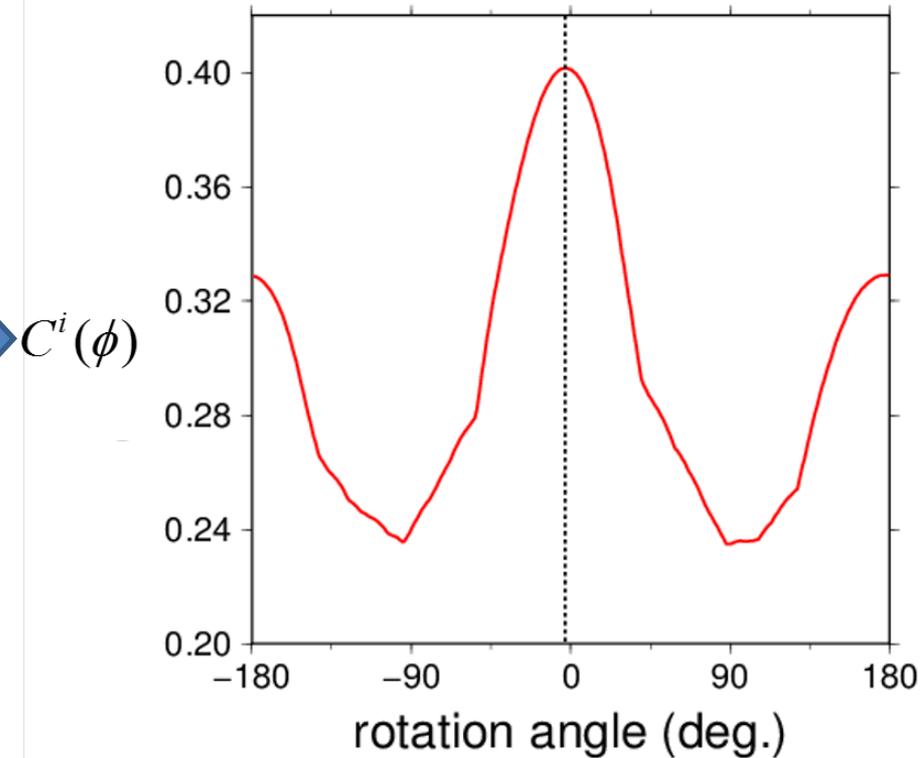
反転している観測点●は3点のみ

MeSO-netの設置方位

MeSO-net観測波形を $-179^\circ \sim 180^\circ$ 回転させ、近傍のHi-netやF-net観測点での波形との相関係数が大きくなる角度を求める。



相関係数の計算例 (HNOM観測点)
真北からの角度 (時計回りを正)

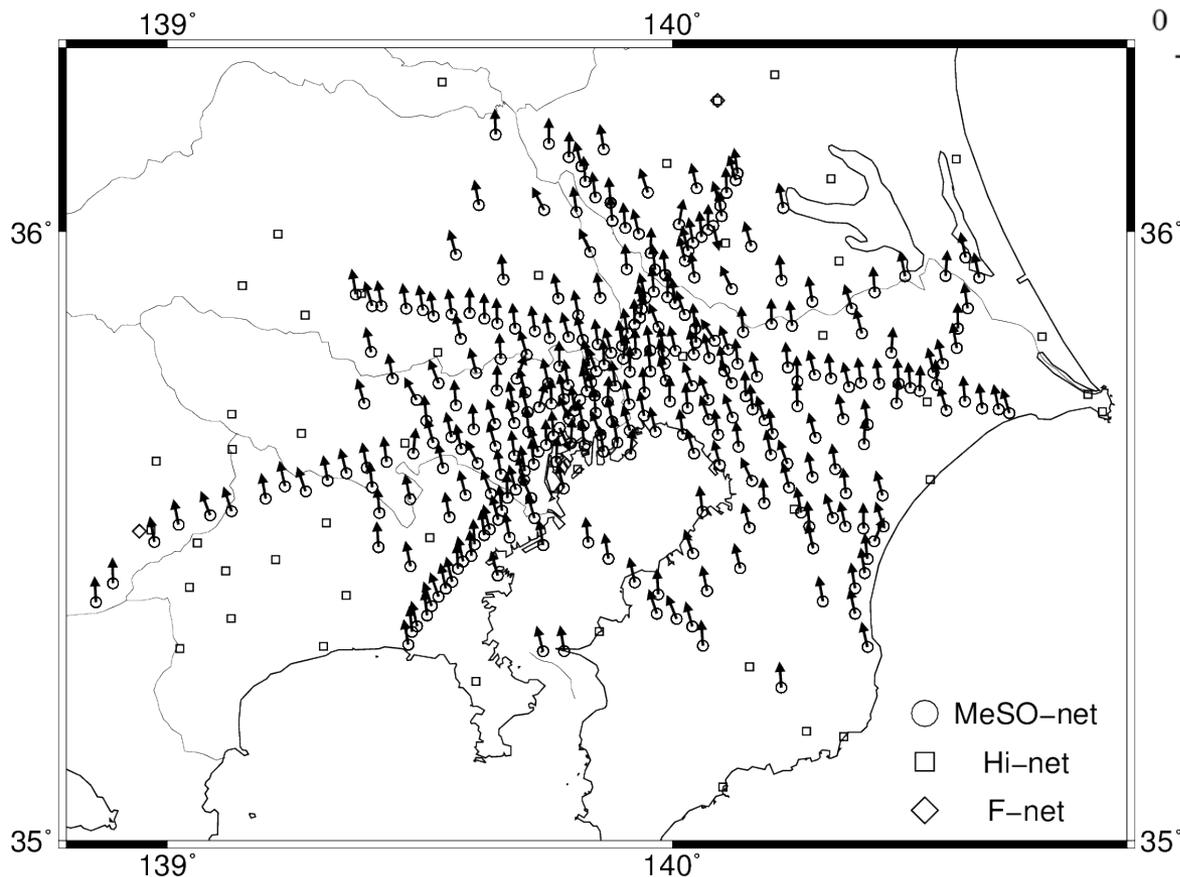
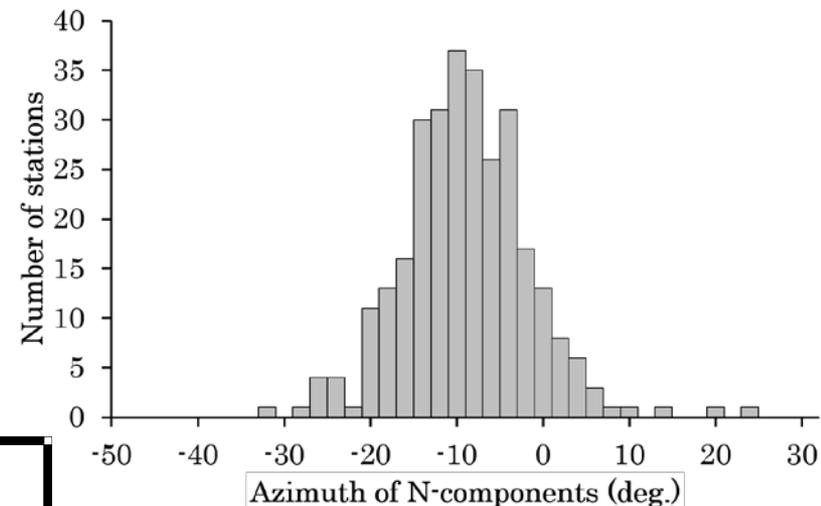


相関係数の計算例 (HNOM観測点)
すべての地震に対して重み付き平均
をしたもの

MeSO-netの設置方位

MeSO-net 全296観測点

- 磁北 $\pm 10^\circ$ 以内 248観測点 (84%)
- 磁北 $\pm 20^\circ$ 以上 11観測点
うち磁北 $\pm 90^\circ$ 以上 3観測点



MeSO-netの設置方位

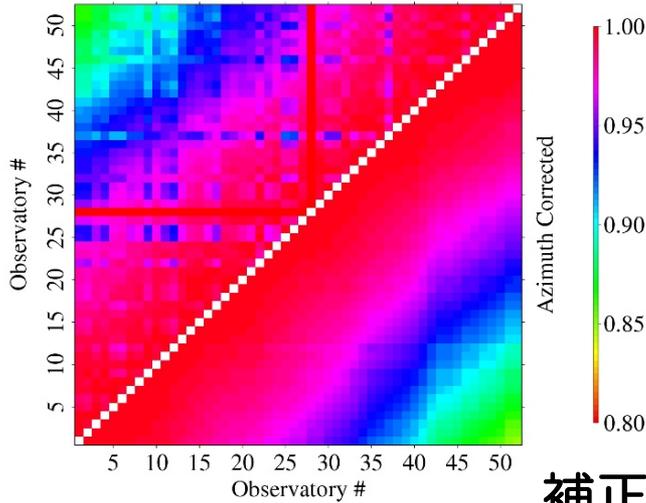
方位補正による相関の改善

2012/04/11スマトラ地震 (Mw 8.6)

補正前

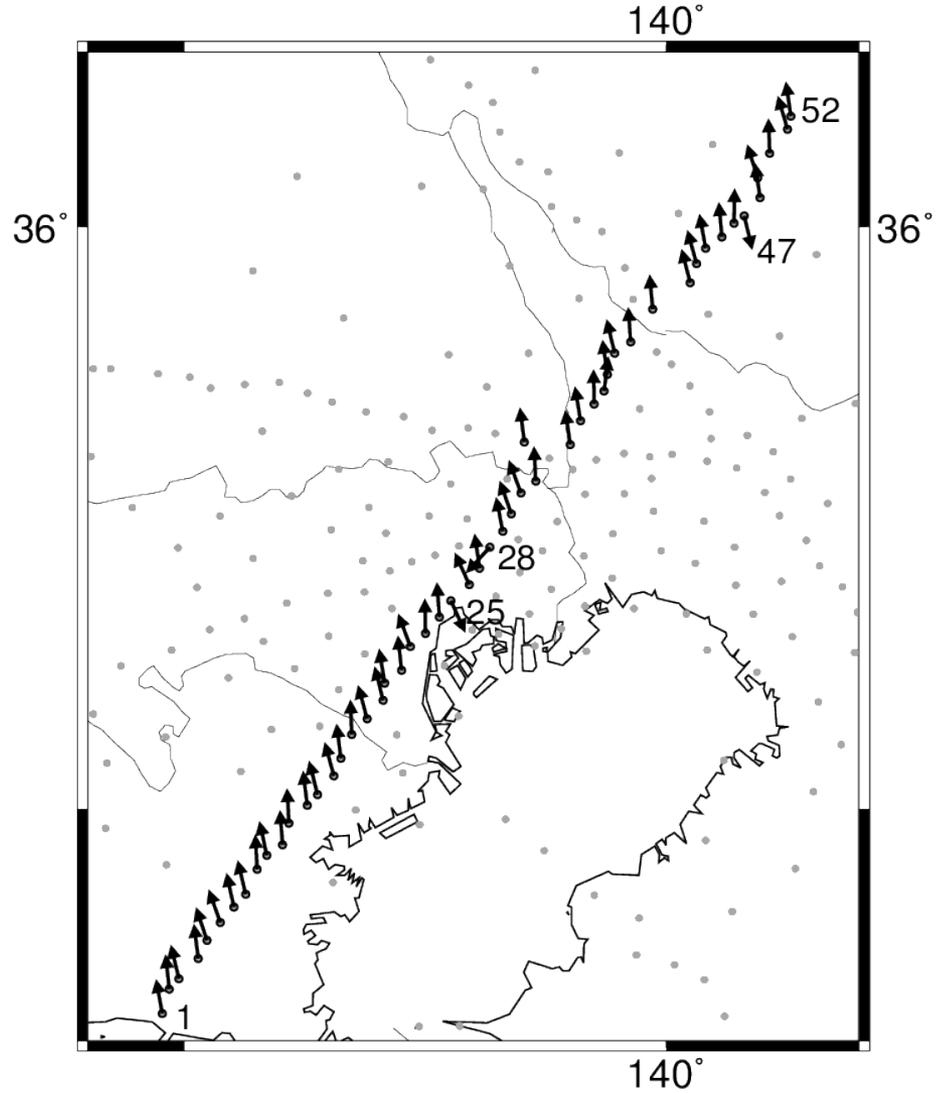
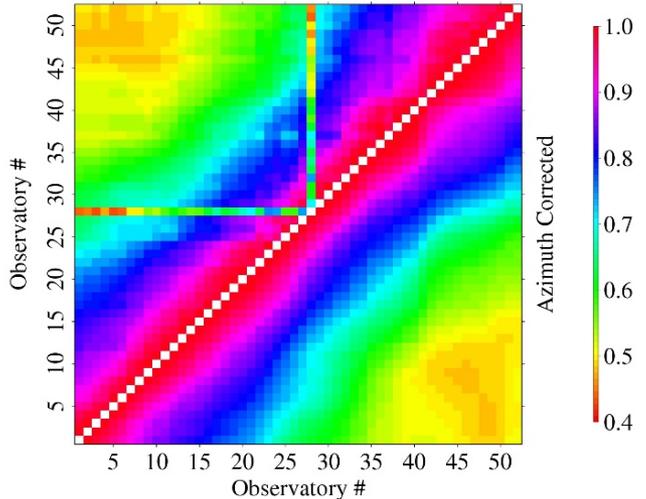
0.01 - 0.02 Hz
Azimuth Uncorrected

コヒーレンス



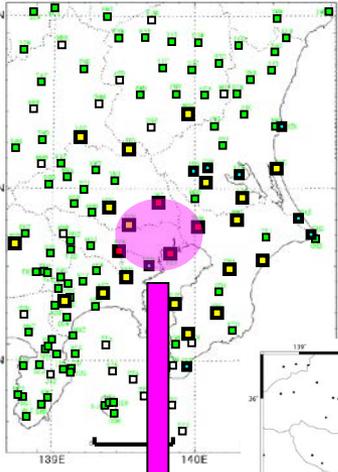
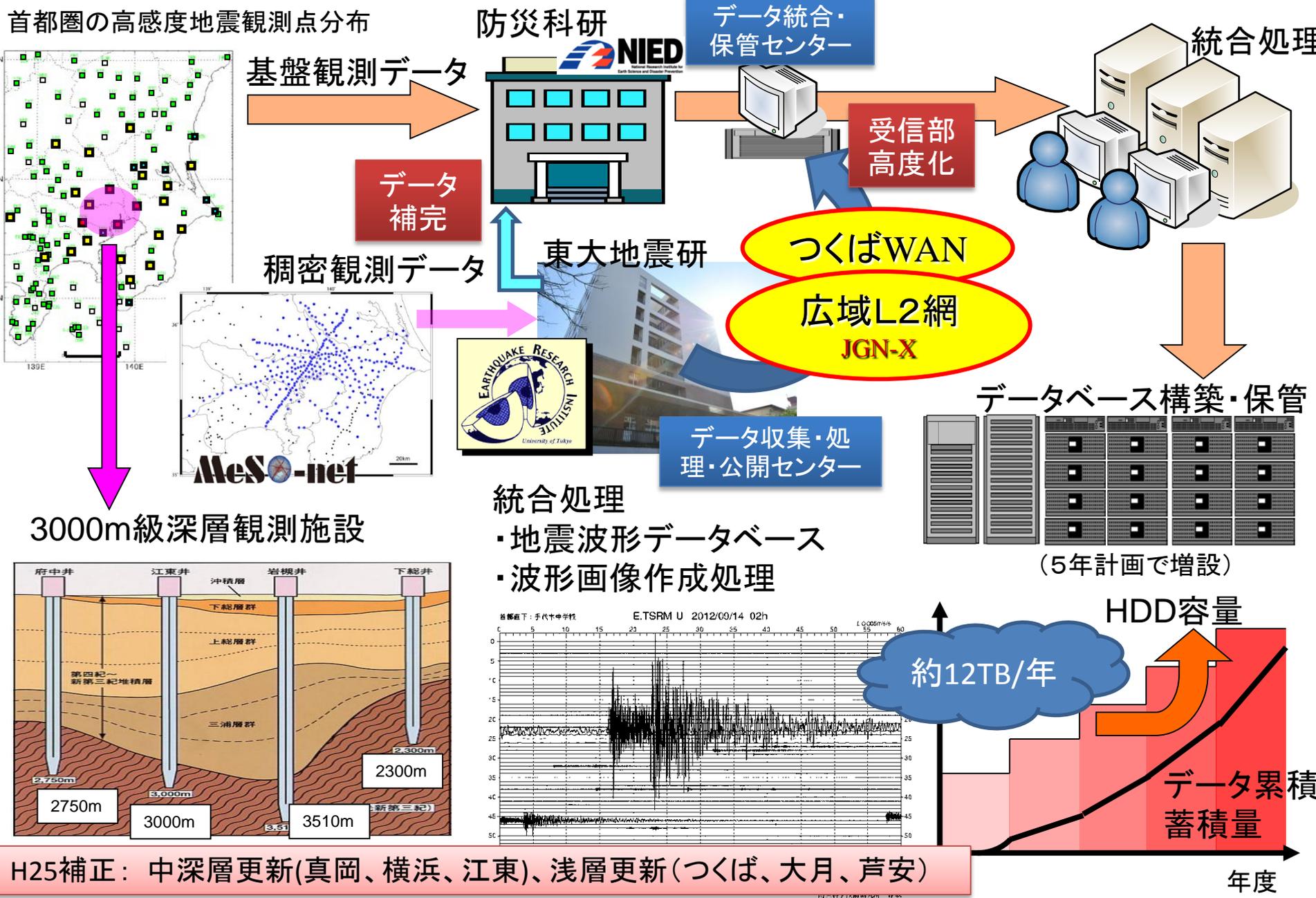
補正後

0.01 - 0.10 Hz
Azimuth Uncorrected



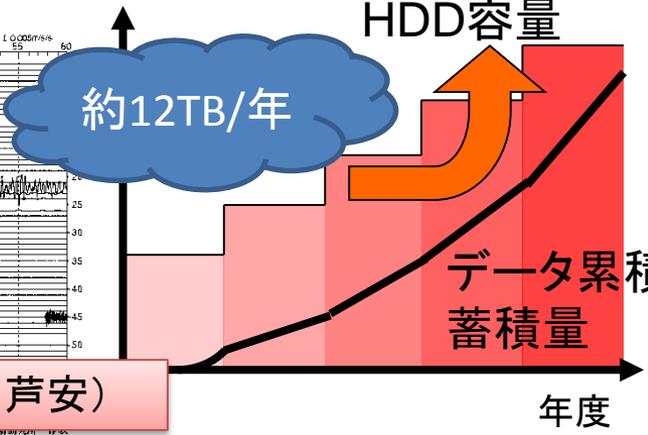
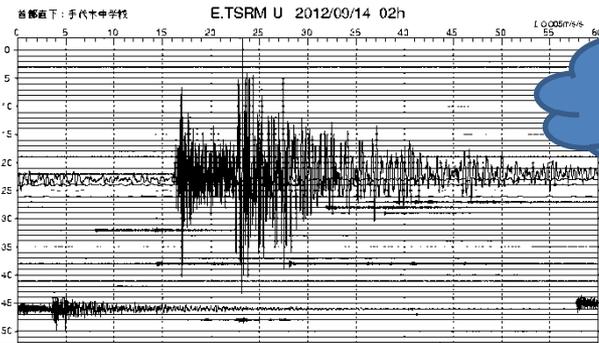
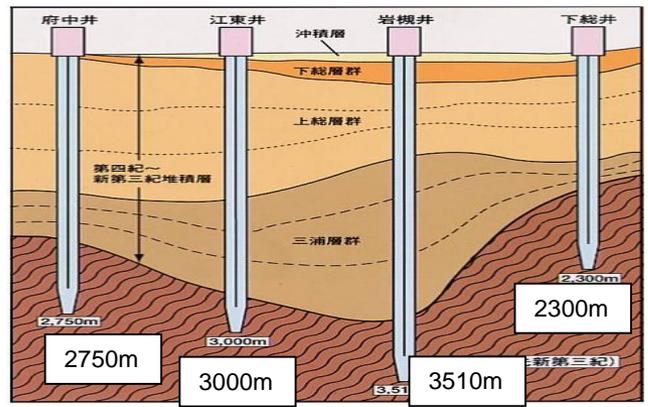
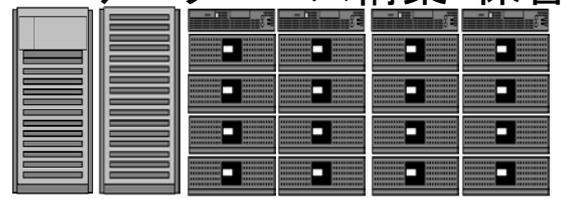
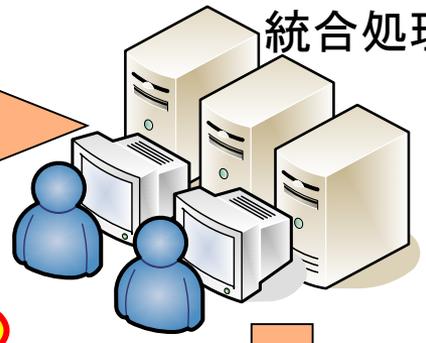
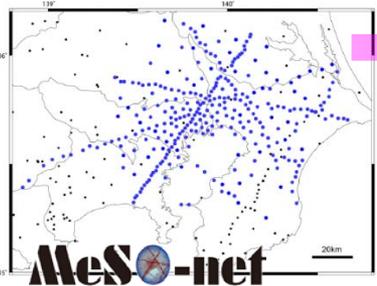
2km間隔に設置されているつくば-藤沢の観測点同士で波形の相関を見た。

既存地震観測データとの統合処理による自然地震波形データベース構築及び保管



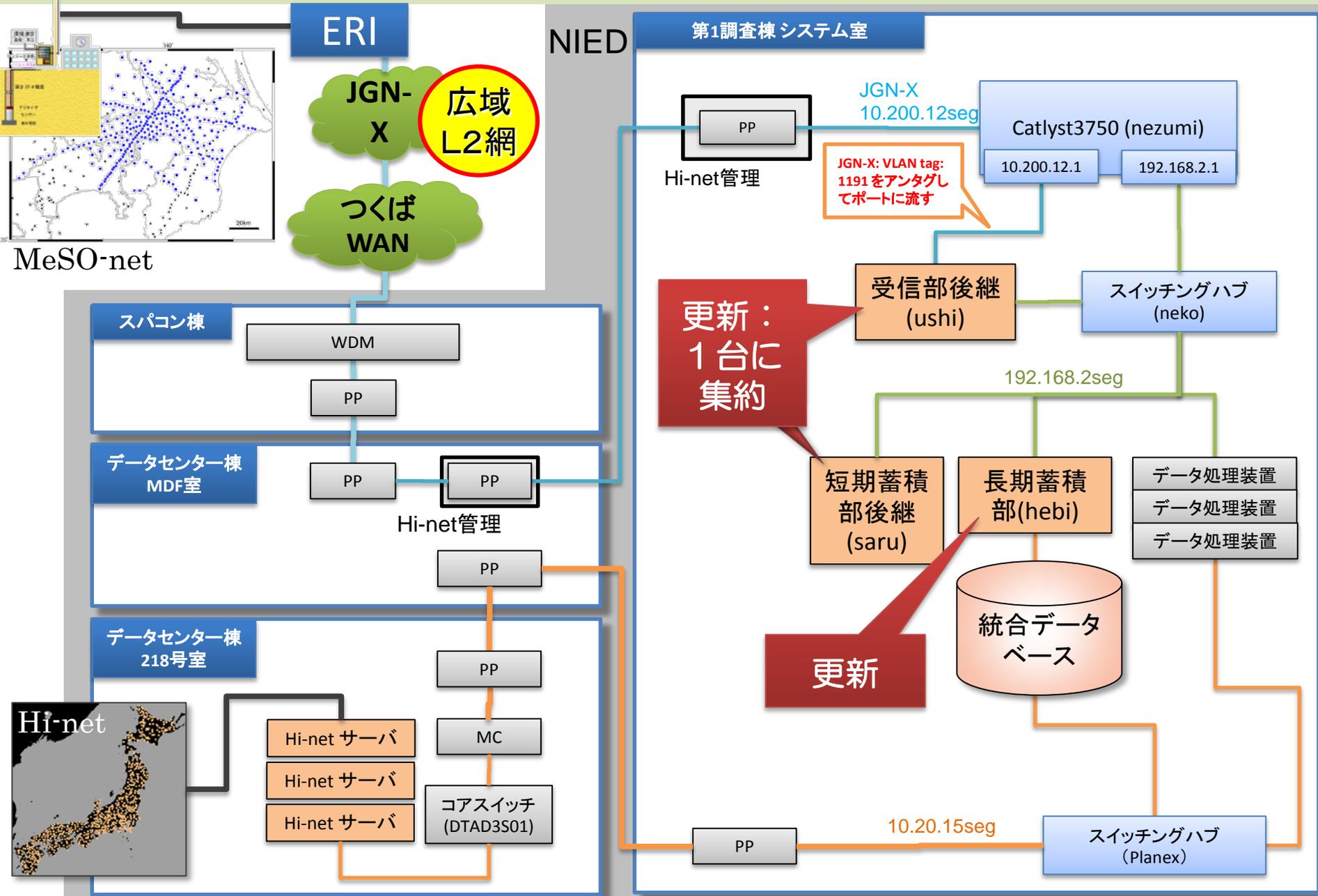
基盤観測データ

稠密観測データ



H25補正: 中深層更新(真岡、横浜、江東)、浅層更新(つくば、大月、芦安)

首都直下システムデータ流通：老朽化した機器の更新

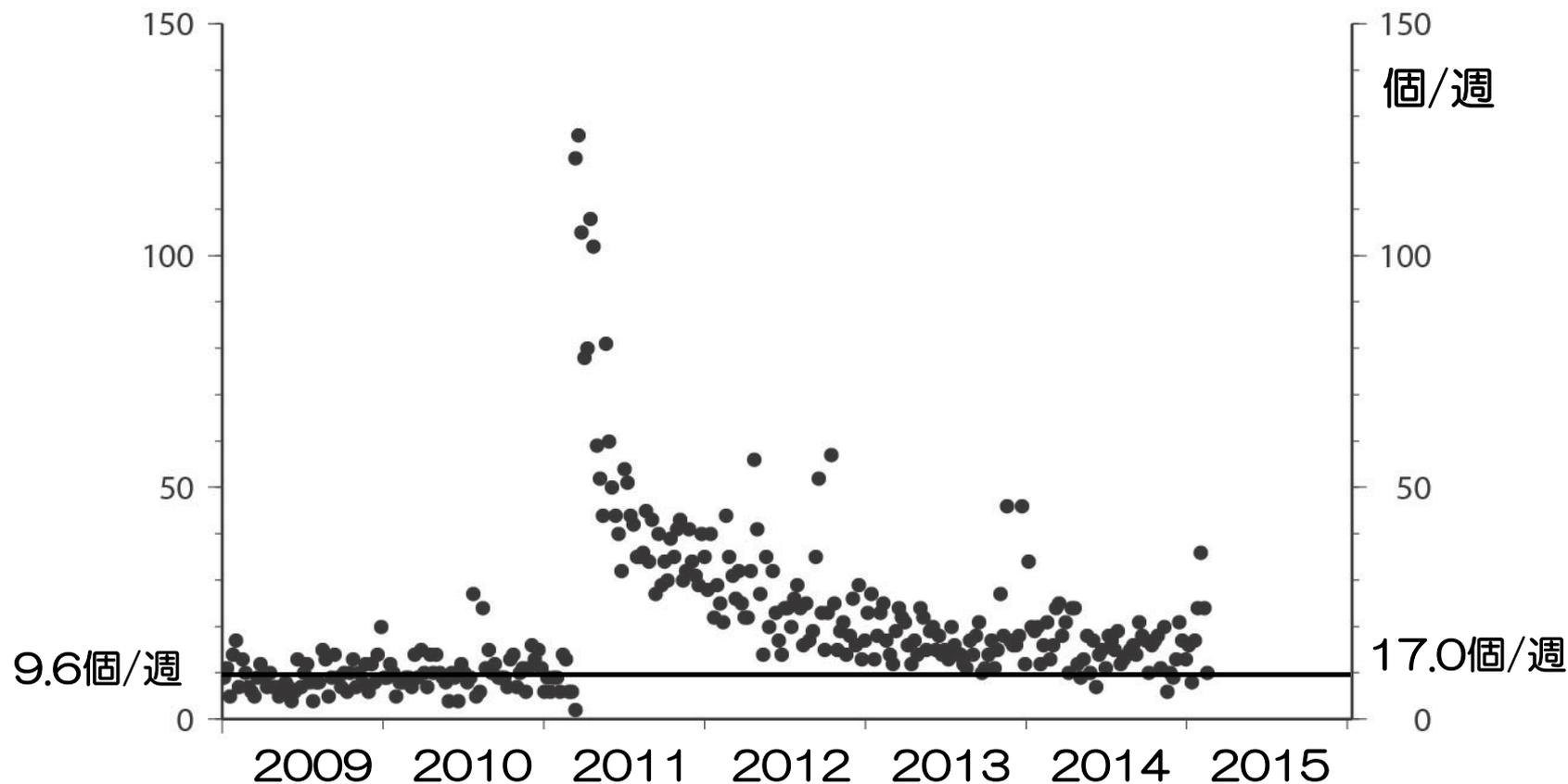


収録状況

首都圏の地震活動度の推移

地震研究所の「データ収集・処理・公開センター」の整備を進めて、MeSO-netの自然地震観測データを収集・処理する。

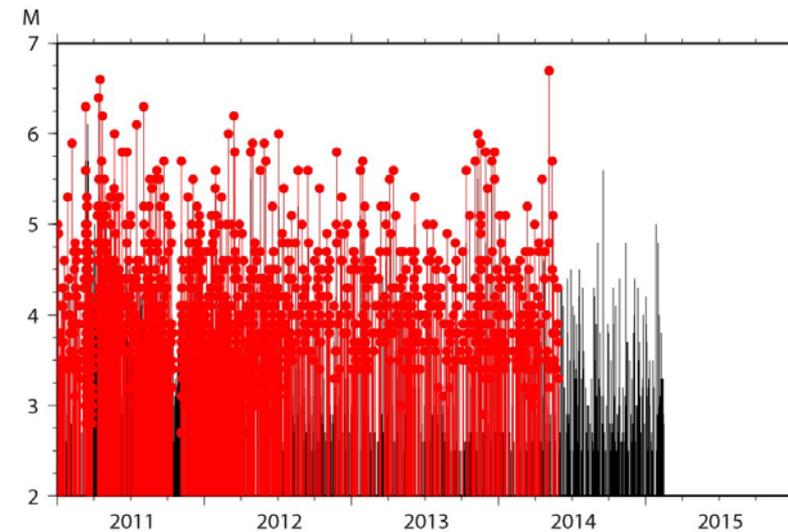
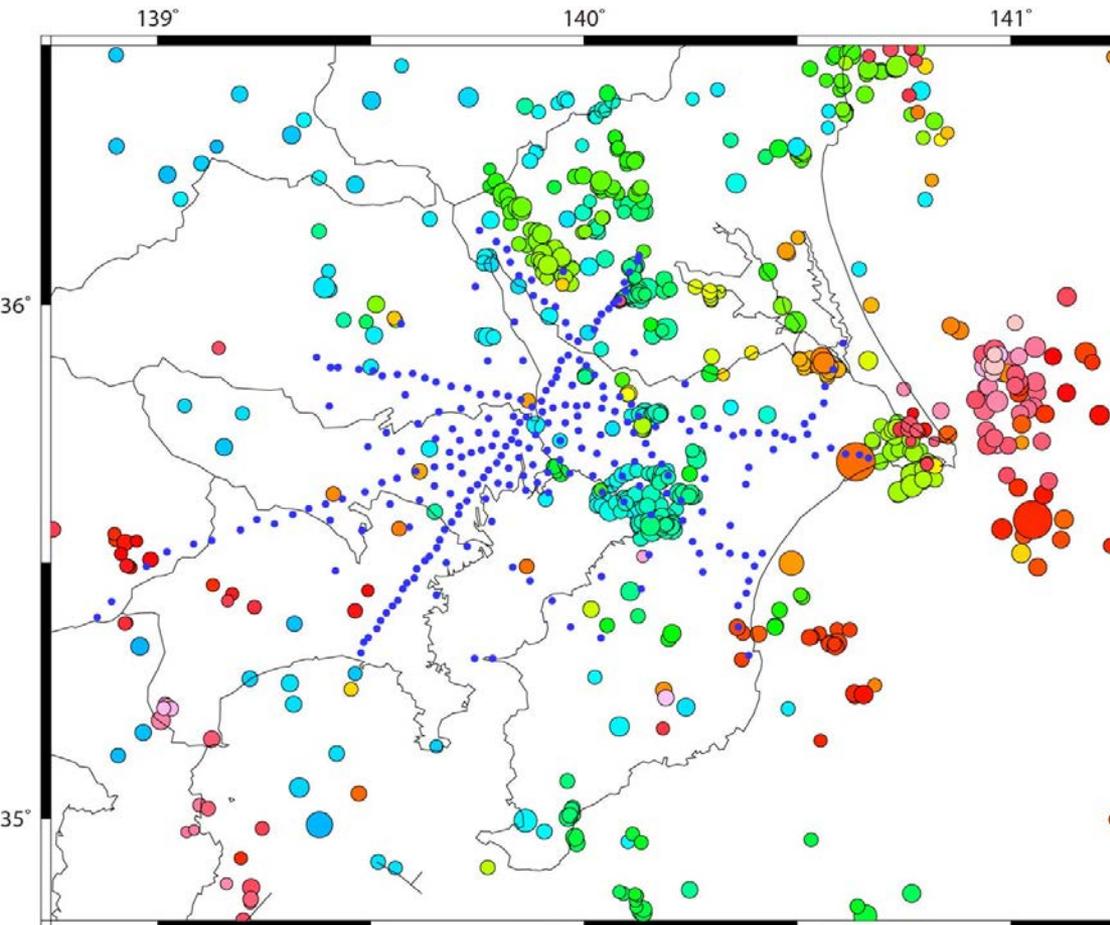
- 大規模な欠測は無く、観測データは順調に収集・処理されている



収録状況・処理状況

2) 地震研究所の「データ収集・処理・公開センター」の整備を進めて、MeSO-netの自然地震観測データを収集・処理する。

- 大規模な欠測は無く、観測データは順調に収集・処理されている



赤：処理済み

首都圏のプレート構造と地震発生過程

首都圏主部での地震発生過程の解明

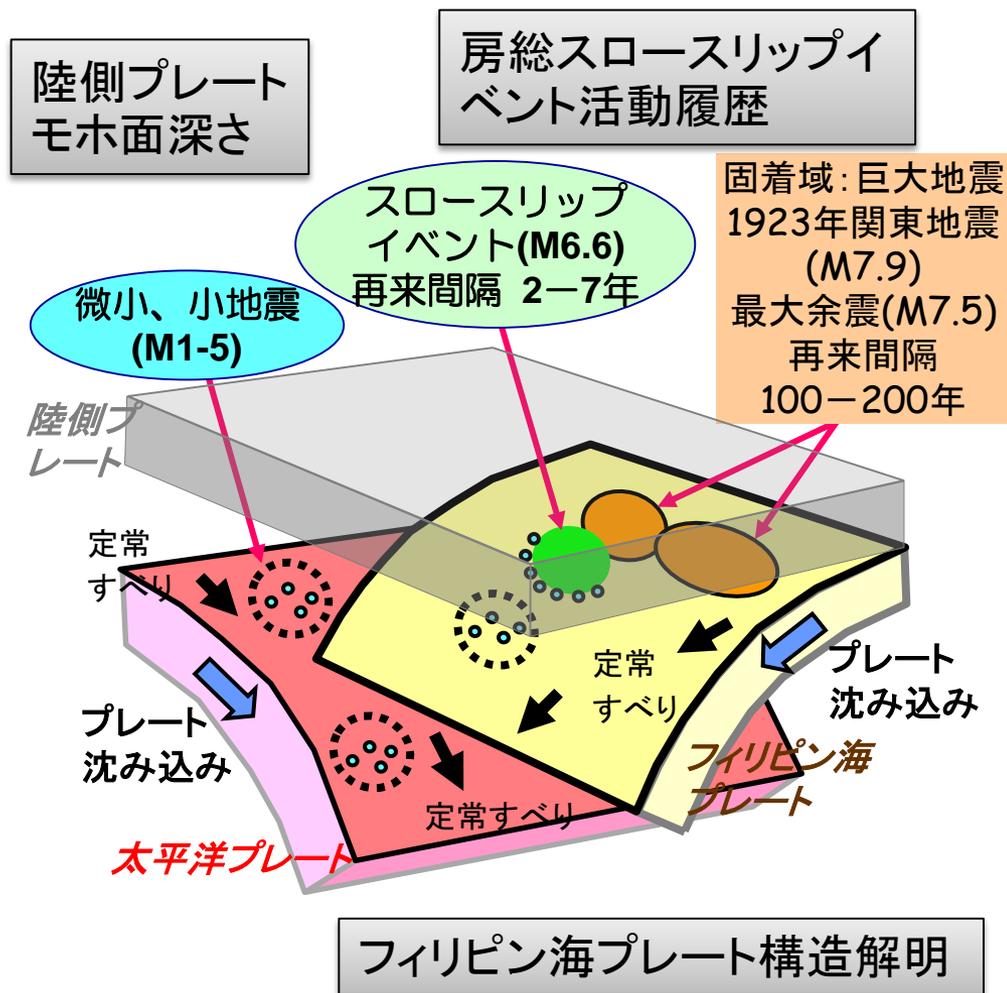
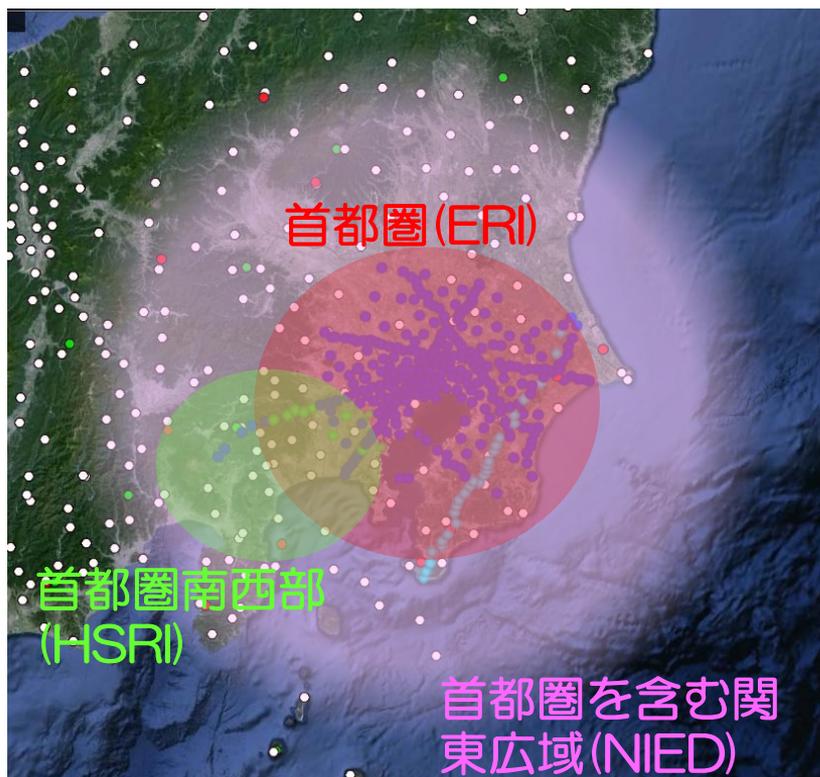
首都圏南西部での地震発生過程の解明

首都圏を含む関東広域の地震発生過程の解明

東京大学地震研究所

神奈川県温泉地学研究所

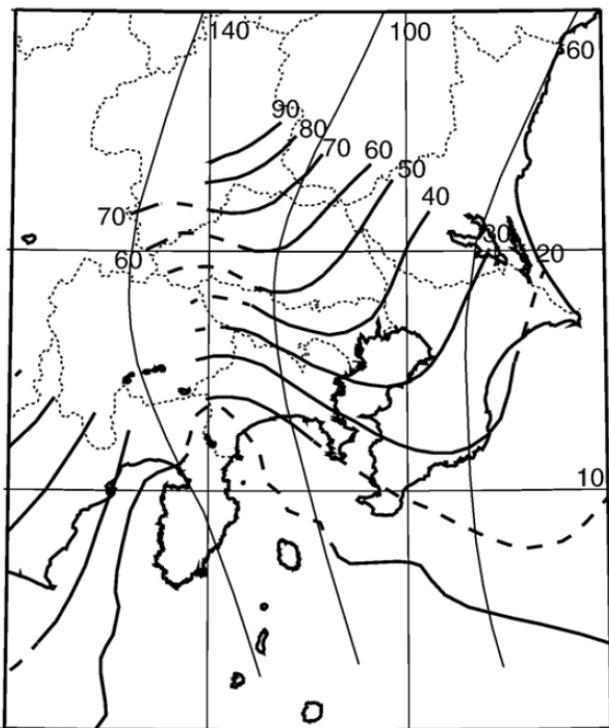
防災科学技術研究所



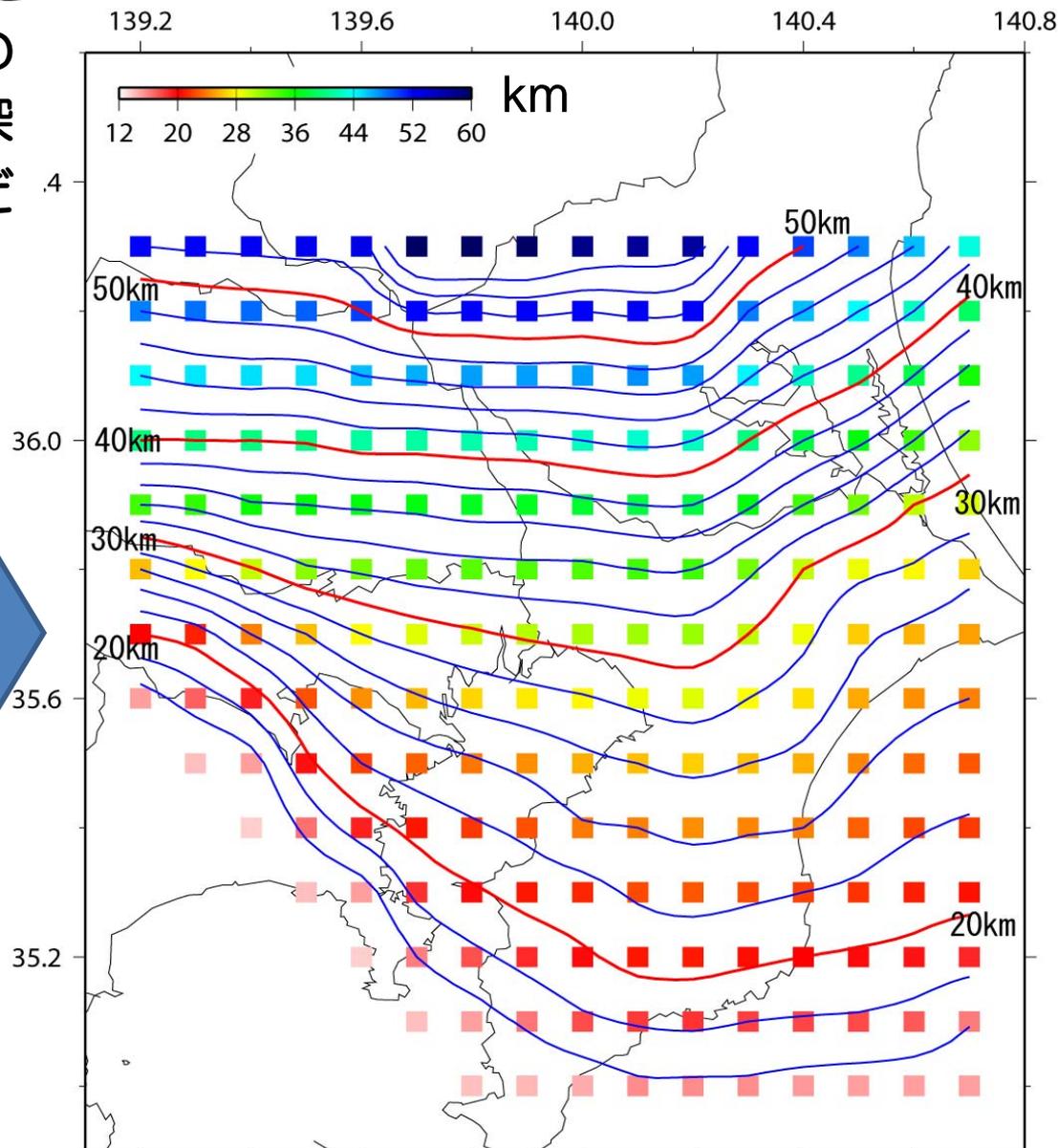
首都圏主部

フィリピン海プレートの等深度線

MeSO-netのデータを用いた速度構造トモグラフィ解析の結果、新しいプレートの等深度面は、これまでより、なだらかで、やや浅くなった。

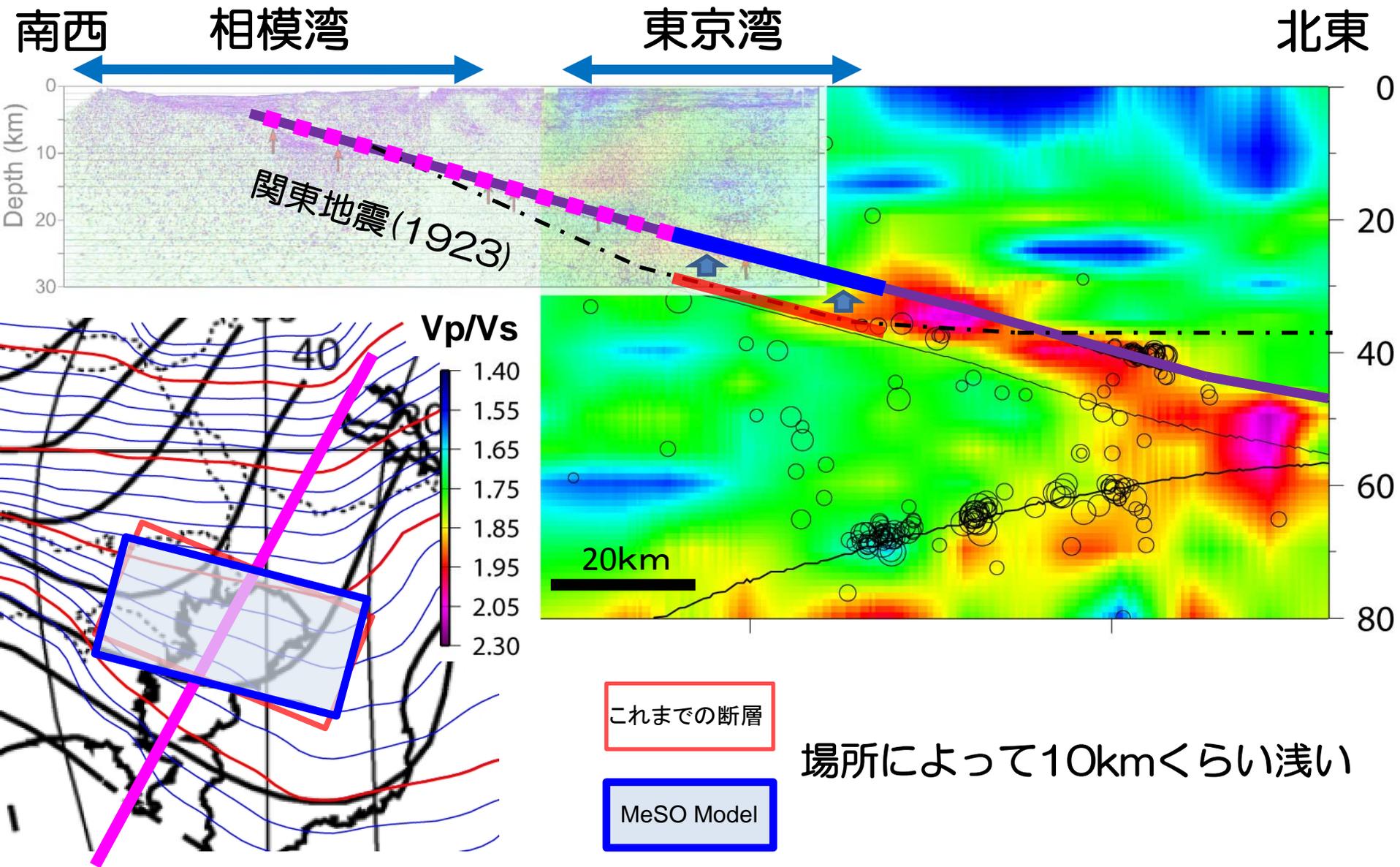


Ishida (1992)



首都圏主部

フィリピン海プレートの等深度線

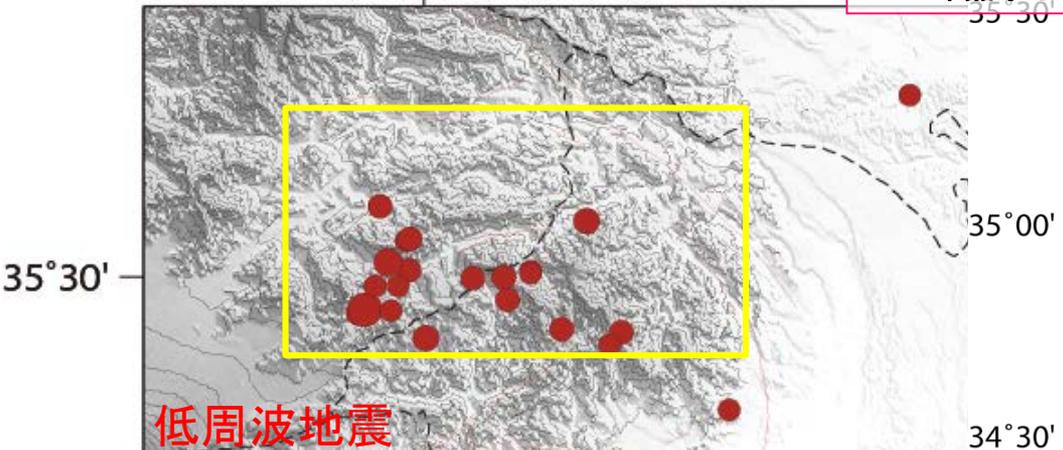
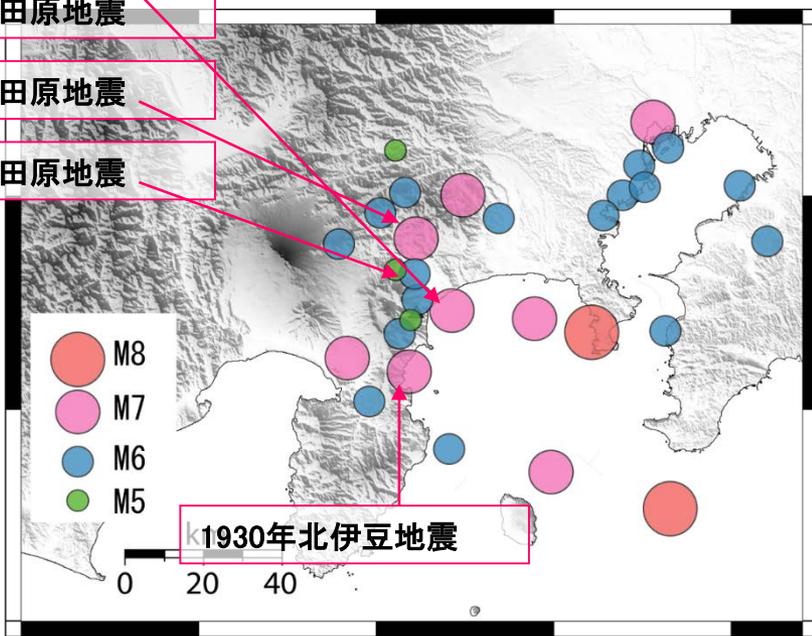


首都圏南西部

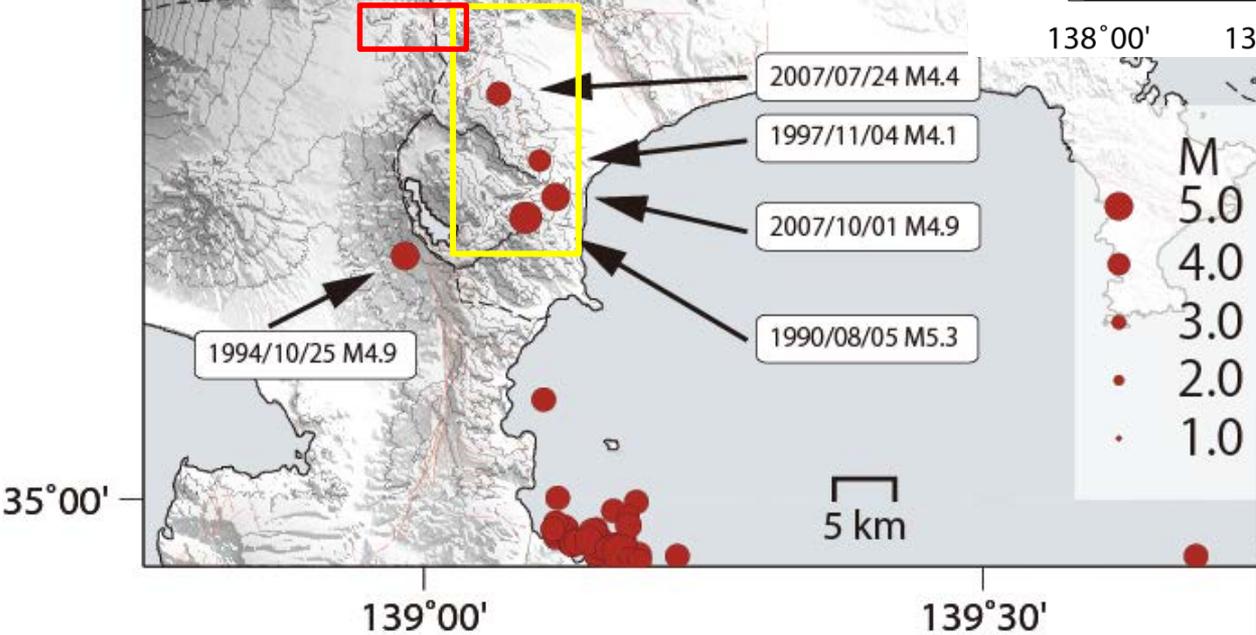
神奈川県温泉地学研究所

気象庁一元化震源
1990 -- 2009 (M>4)

- 1633年寛永小田原地震
- 1782年天明小田原地震
- 1853年嘉永小田原地震

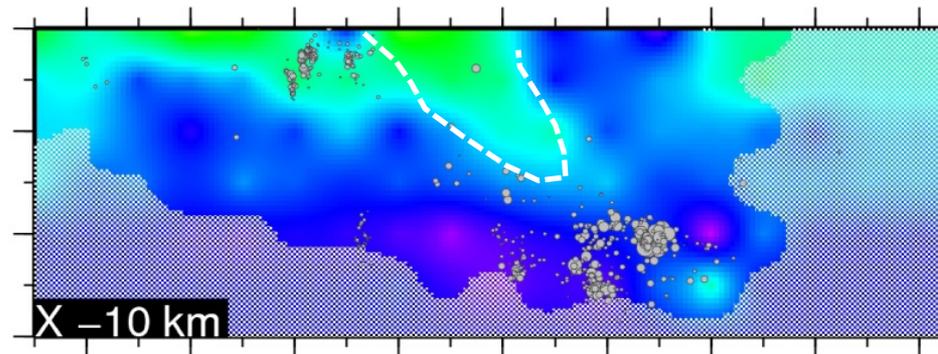
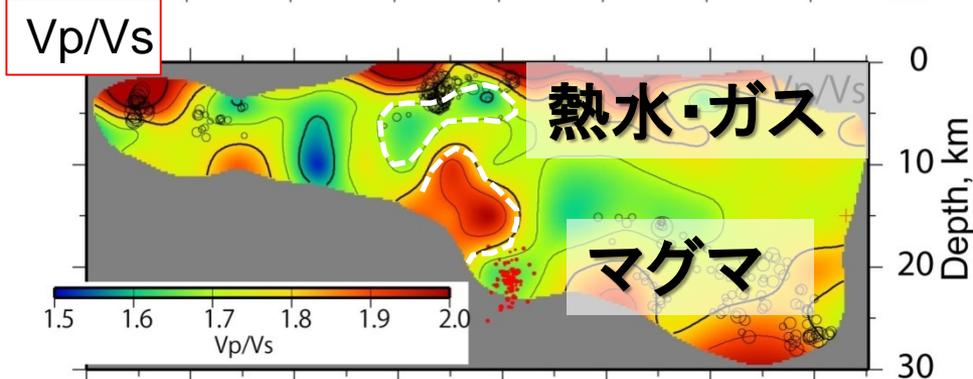
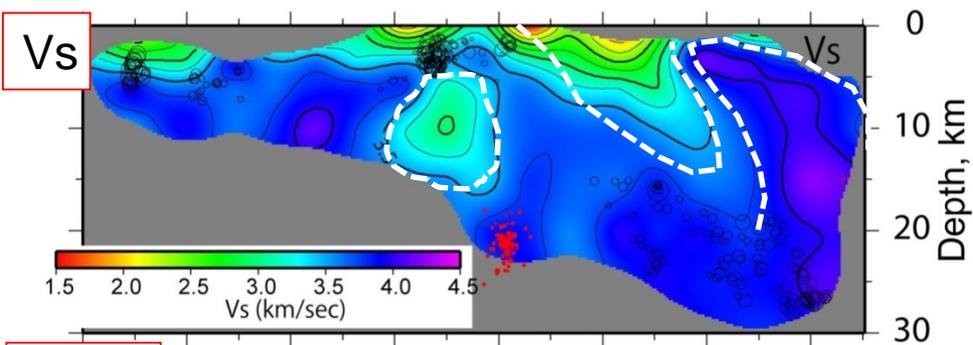
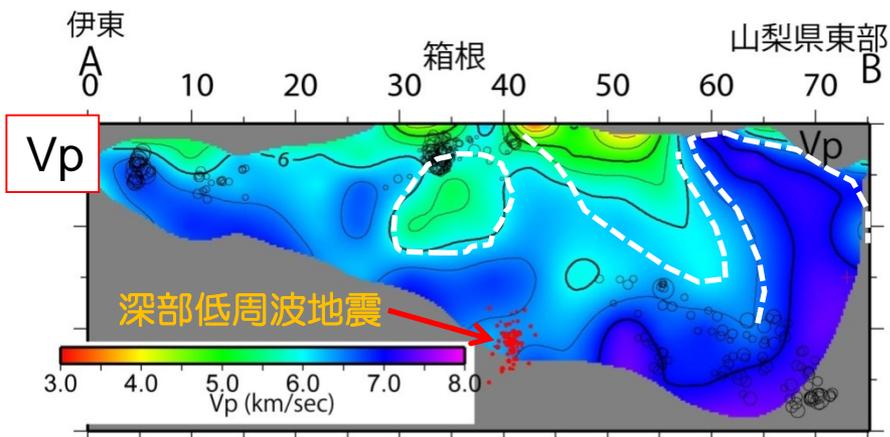


低周波地震

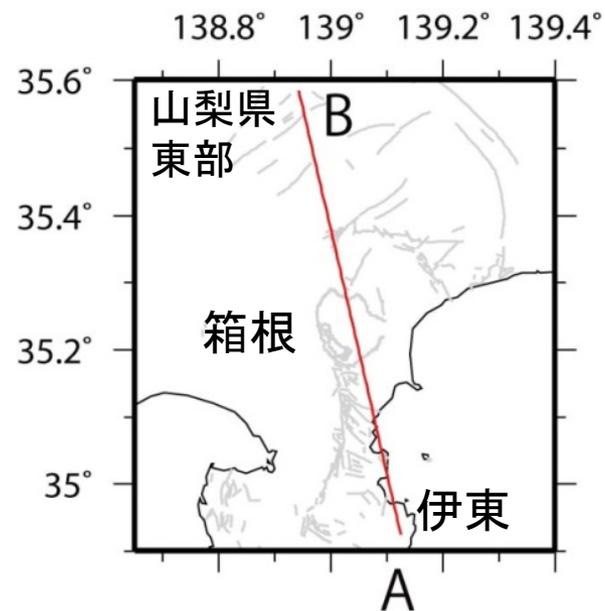


関東地震の西縁
首都圏の地震の西縁
を規定する地域

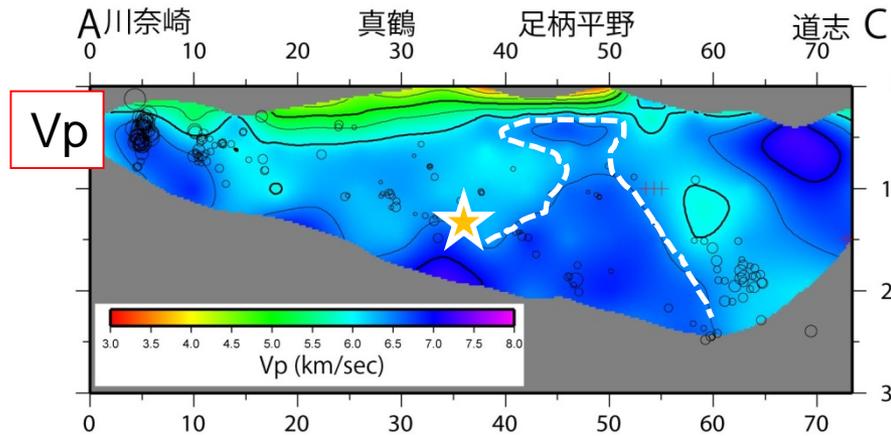
首都圏南西部 断面図：伊東—箱根—山梨県東部



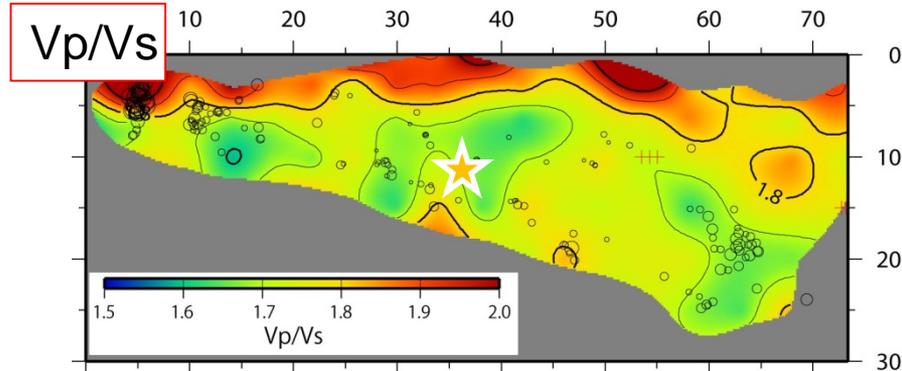
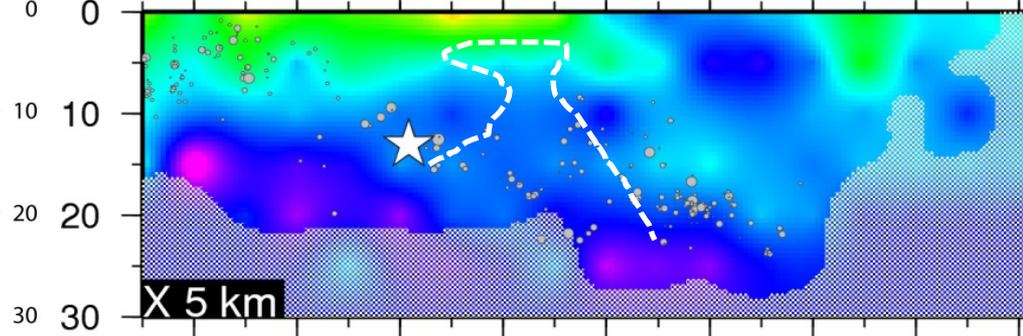
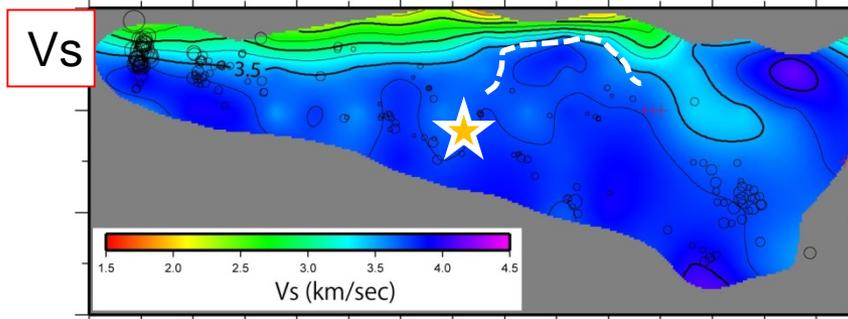
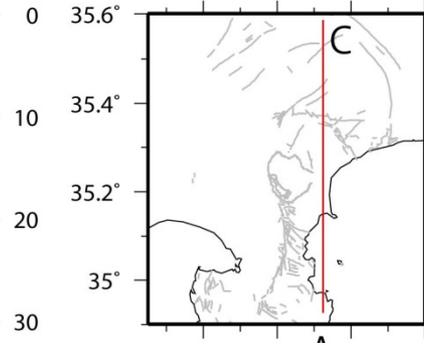
温泉地学研究所 (2012)



首都圏南西部 断面図：伊東—真鶴—道志

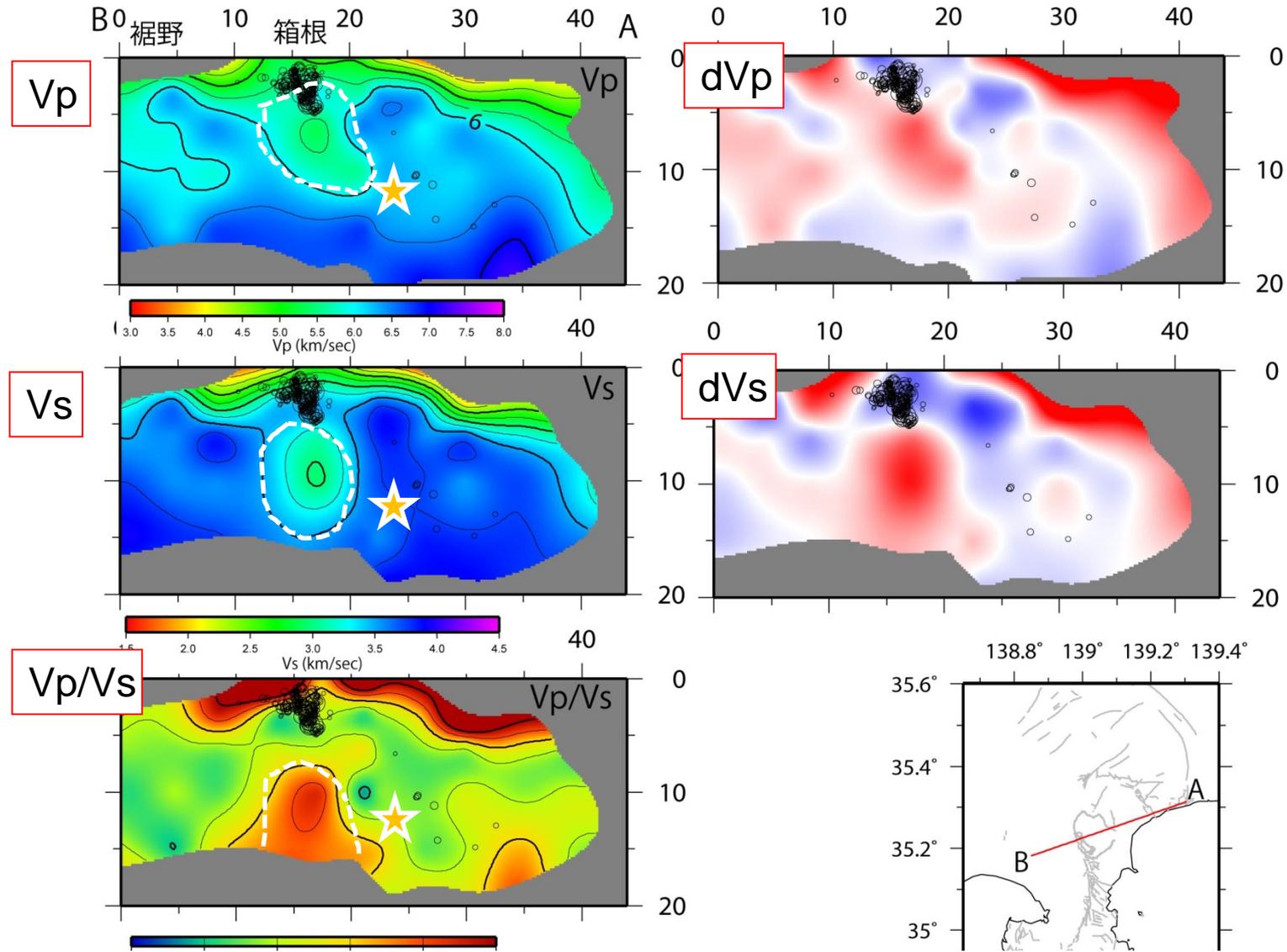


138.8° 139° 139.2° 139.4°



温泉地学研究所 (2012)

首都圏南西部 断面図：裾野—箱根—大磯

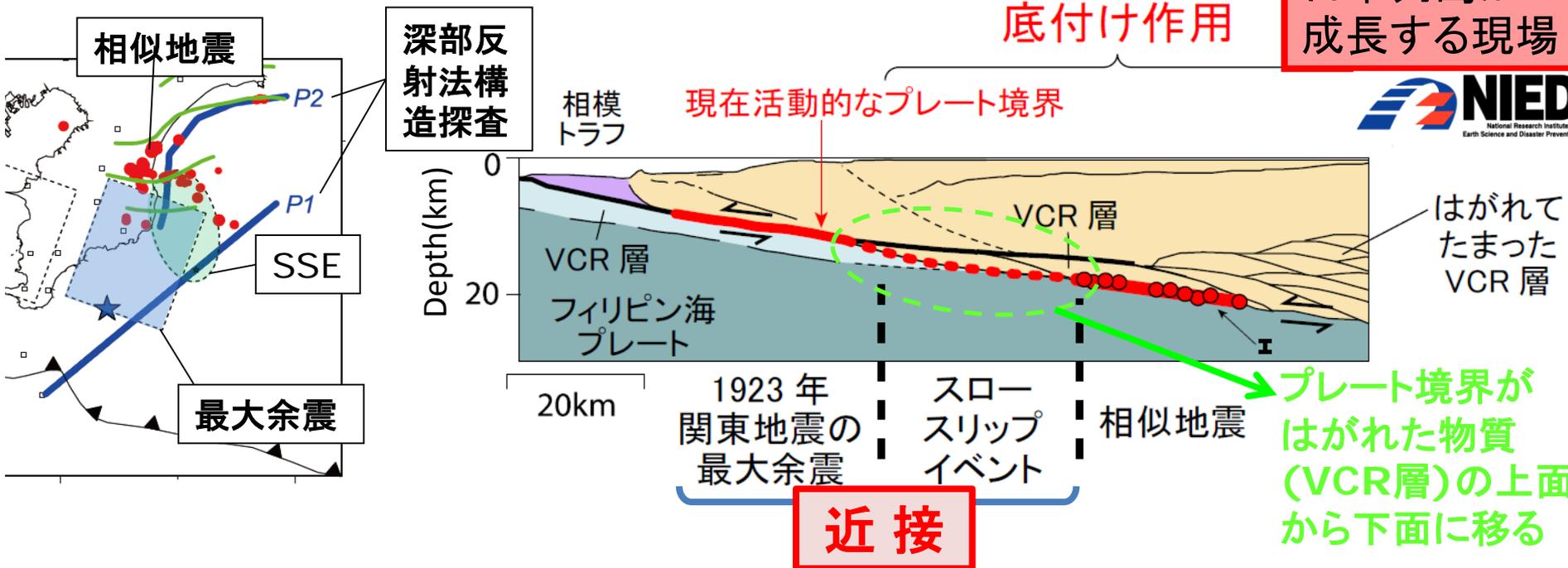


M5クラスの地震の震源域は、マグマの存在する領域に隣接
 地震発生領域の西縁は、マグマの存在で規定されると考えられる

首都圏東部

房総半島

日本列島が
成長する現場



- 深部反射法構造探査： フィリピン海プレート最上部に火山性碎屑物・火山岩の層 (VCR層)
- 房総沖では、プレート運動の指標とみなせる小繰り返し地震と深部構造探査との比較により、フィリピン海プレート最上部の地殻物質が現在底付けされつつあることが明らかとなった (Kimura et al., 2010).
- 銚子付近では10km以深で顕著な反射体がイメージングされ、過去に底付けされた物質が蓄積された可能性がある (Kimura et al., 2010).

Kimura et al. (2010) Seismic Evidence for Active Underplating Below the Megathrust Earthquake Zone in Japan, *Science*, 329, 210-212.

首都圏東部

後続位相解析によるプレート構造

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

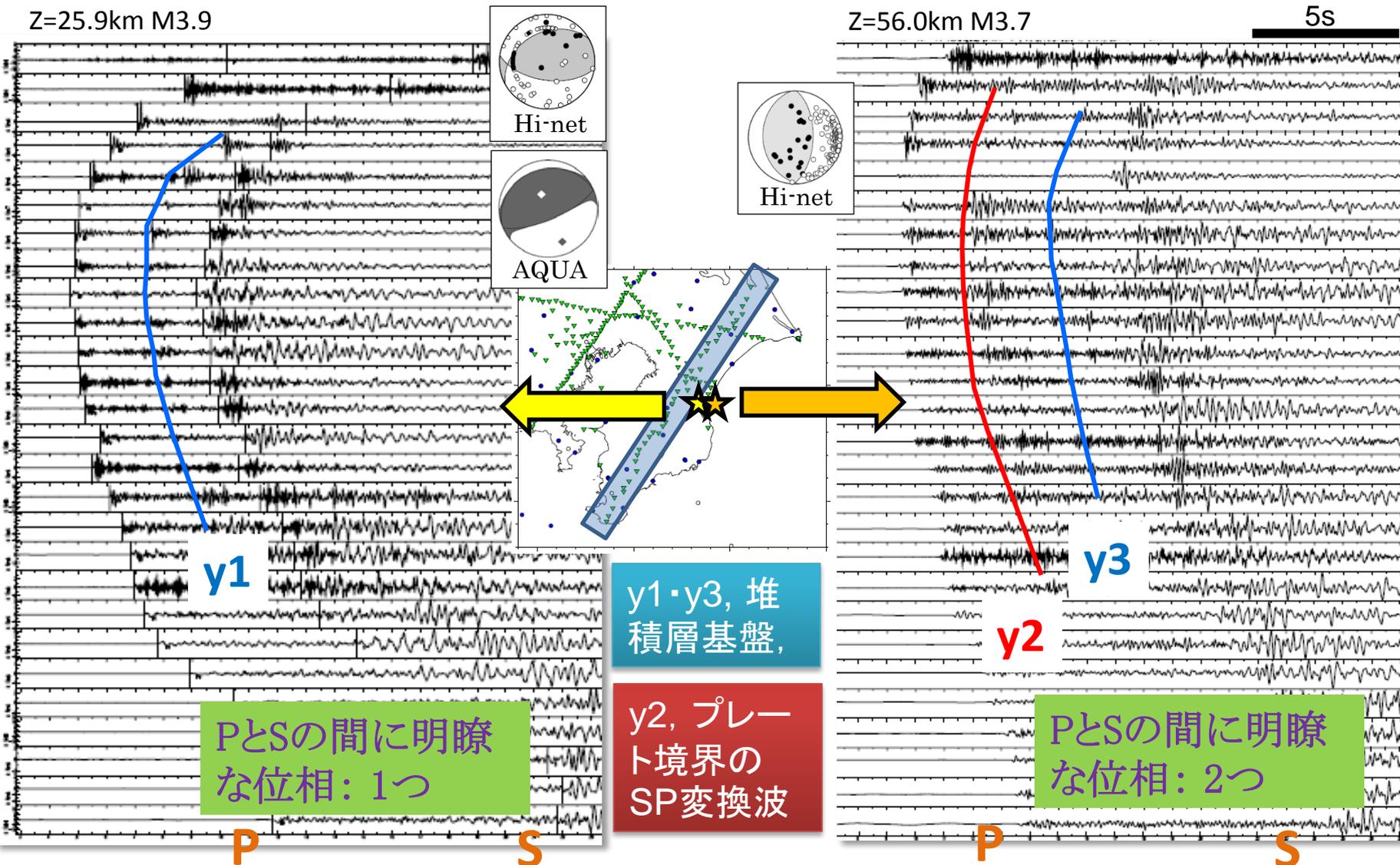
房総アレイ
上下動成分

深い地震(太平洋プレート)

20091222 05:49 140.416E 35.408N
Z=56.0km M3.7

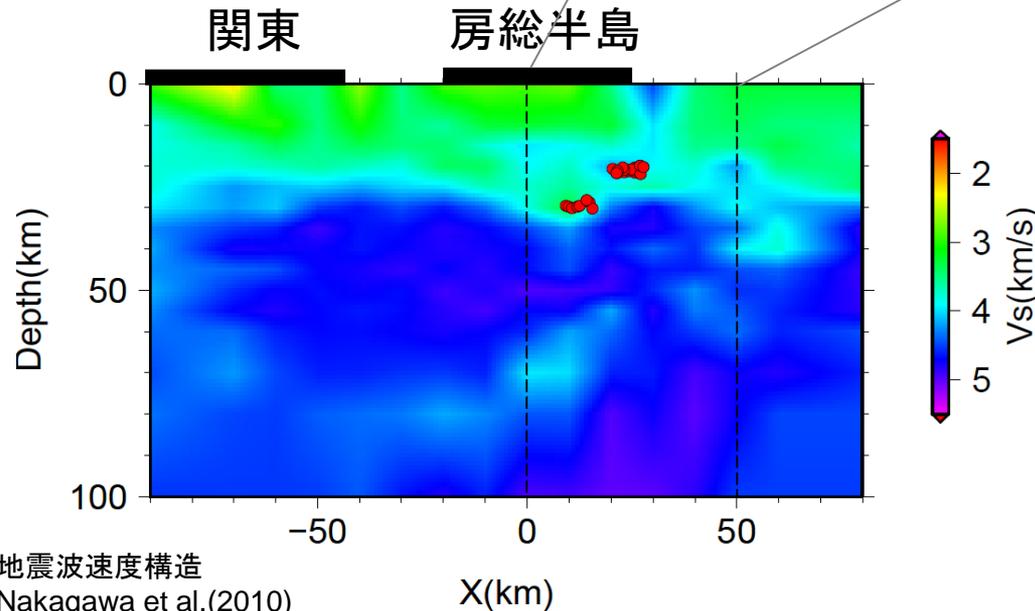
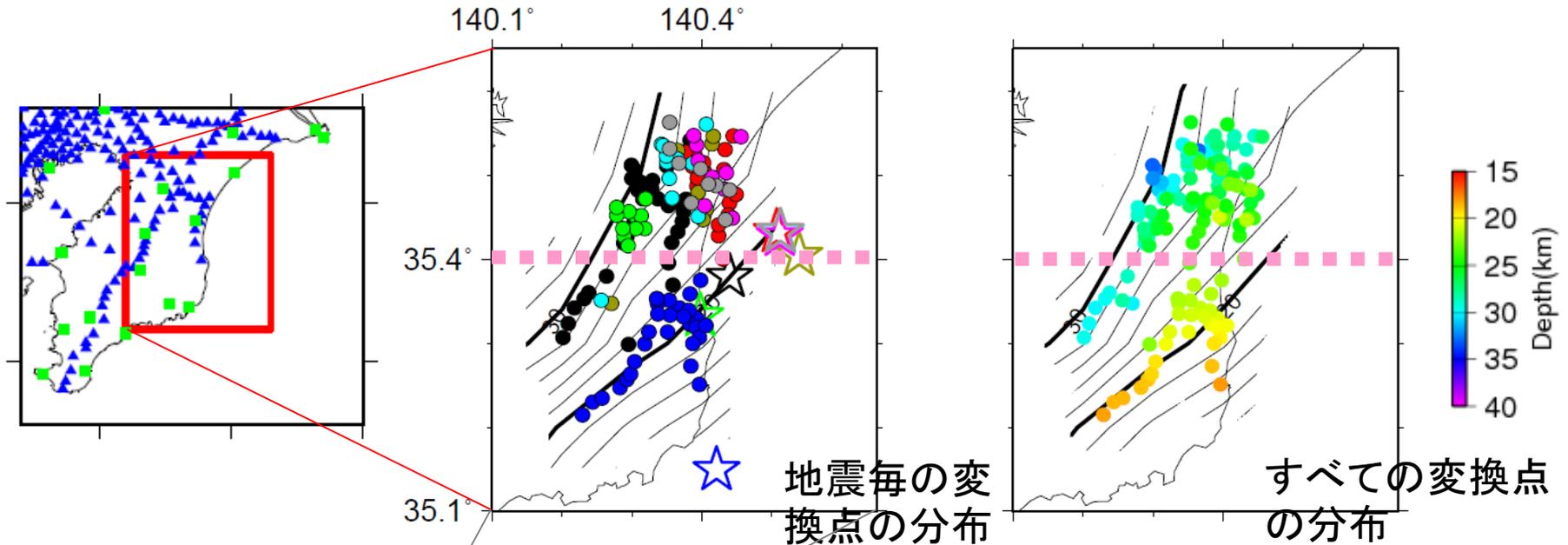
5s

N
↑



首都圏東部

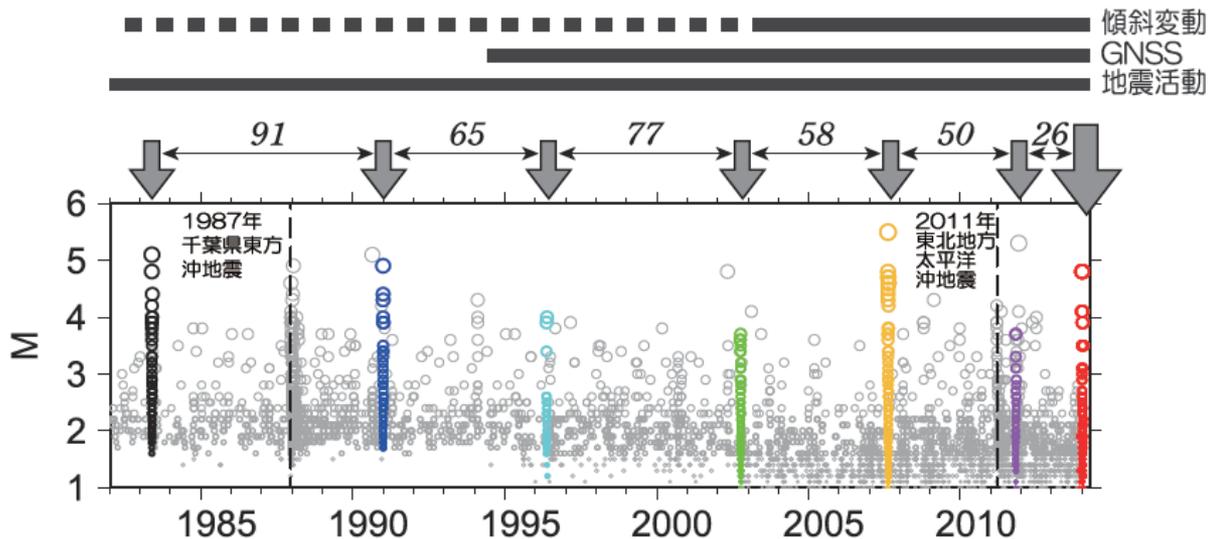
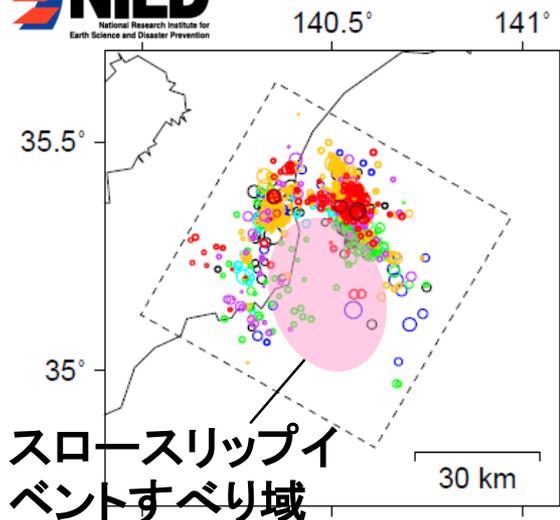
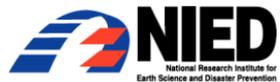
プレート境界面上での変換点の分布



- MeSO-netデータを取り込むための手法開発
- 房総半島直下に変換面を決定
- 今後:
 - 解析イベント追加
 - 読み取り誤差評価・解析手法・対象領域を検討

首都圏東部

房総スロースリップモニタリング



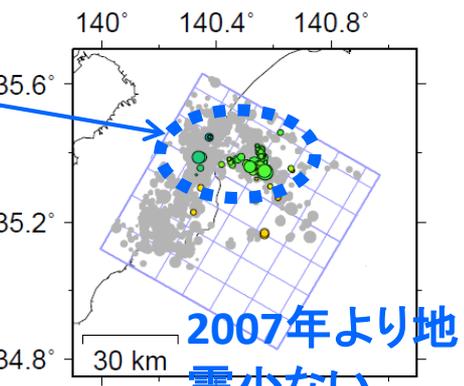
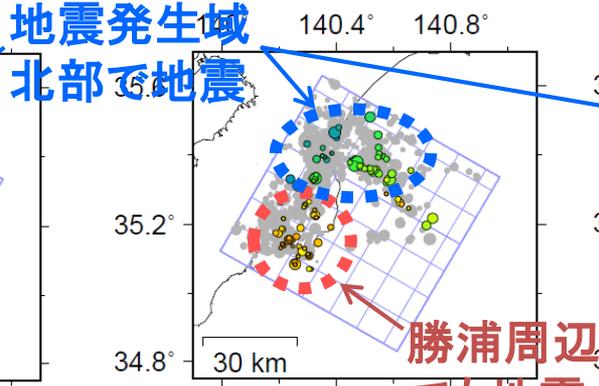
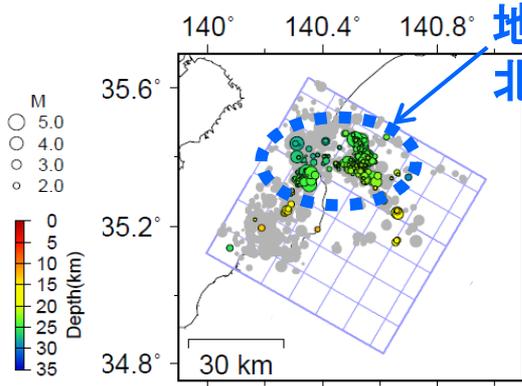
- ・地震活動を伴うことが特徴
- ・地震活動: 1週間以上継続 空間的広がり: 40×50km

最新の活動: 2013年末～2014年1月
 これまでで最短の2年2ヶ月で再来

2007年
 20070811 - 20070910 N=333

2011年
 20111021 - 20111120 N=123

2014年
 20131228 - 20140127 N=108



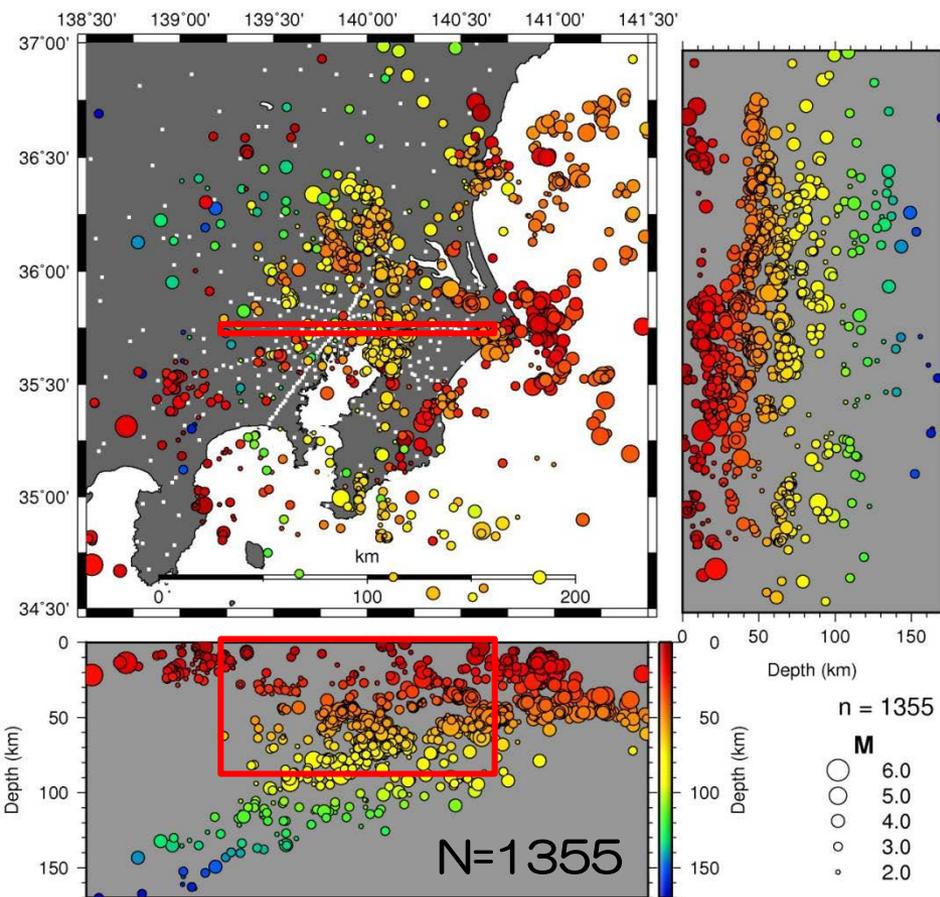
DD法による詳細震源分布

- ・2014年: 2007年より地震少ない
- ・2011年: 勝浦周辺でも地震発生

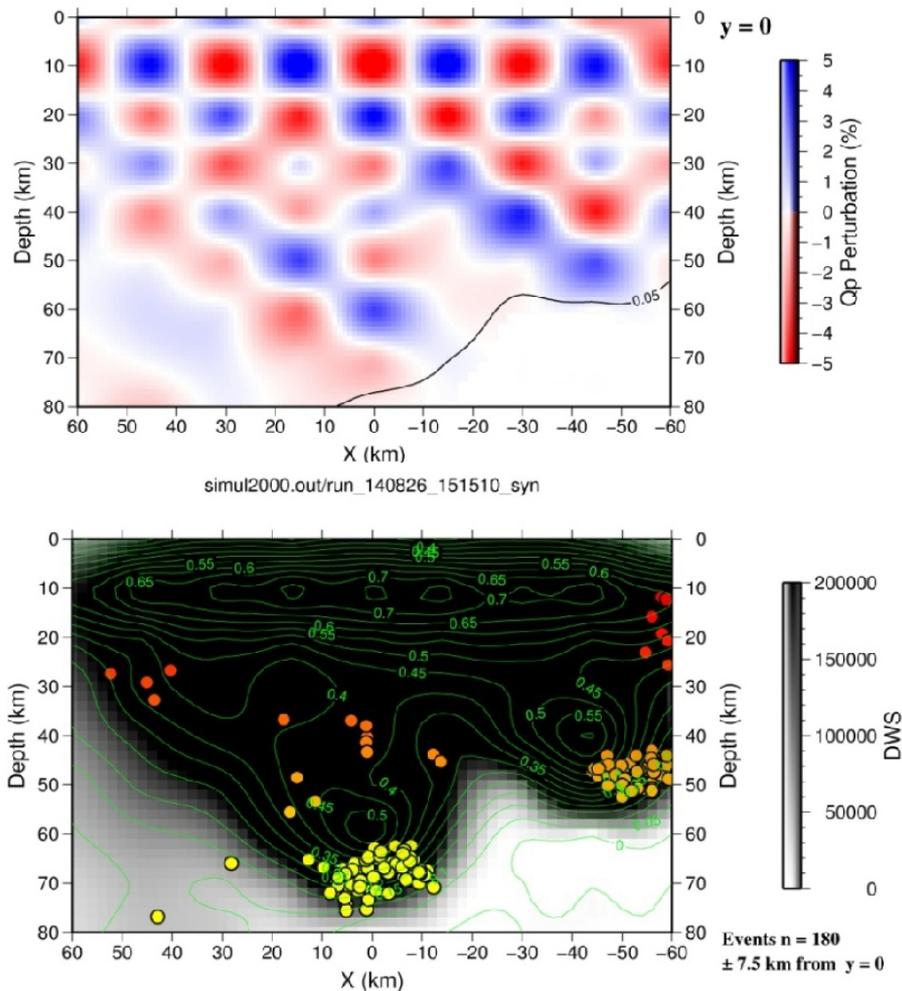
地震波減衰トモグラフィ解析

- 解析コード
SIMUL2000 (Thurber)
- 格子点間隔
水平方向15km、深さ方向10km

2008年4月1日から2013年10月2日



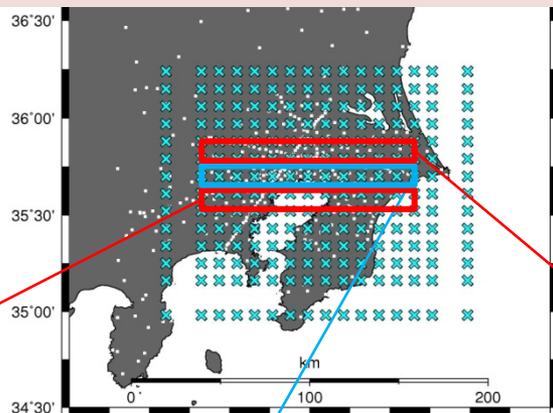
- 速度構造
3次元構造 (Hirata et al. 2012, AGU)
- 初期減衰構造
水平方向一様
深さ0km $Q = 116$



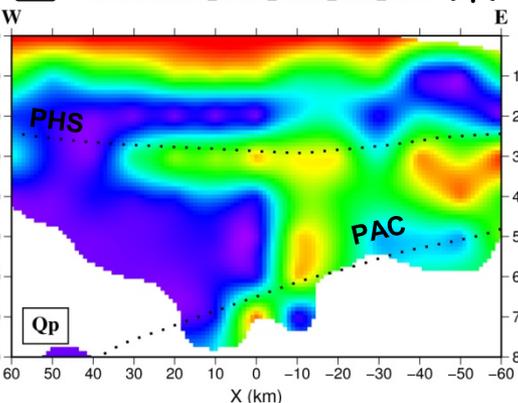
三次元減衰構造

Qp: 東西断面

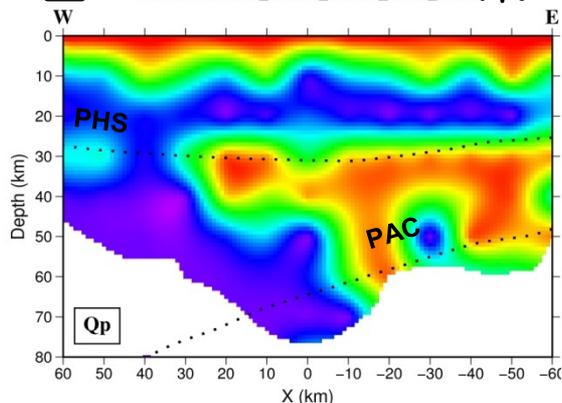
格子点10km/10km



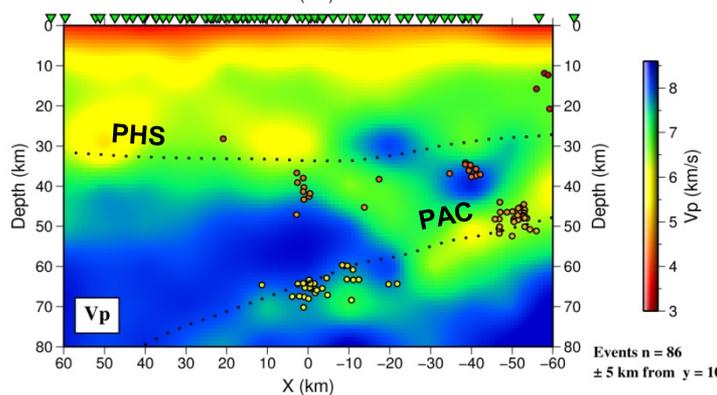
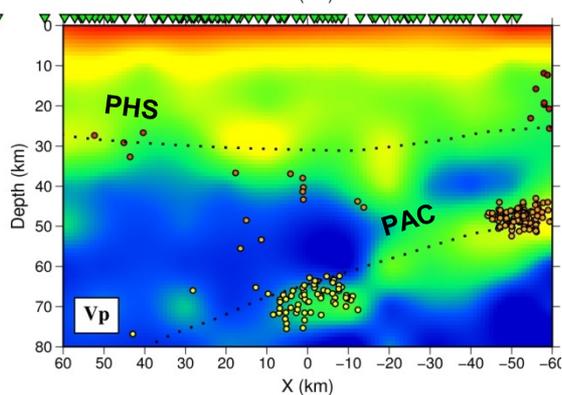
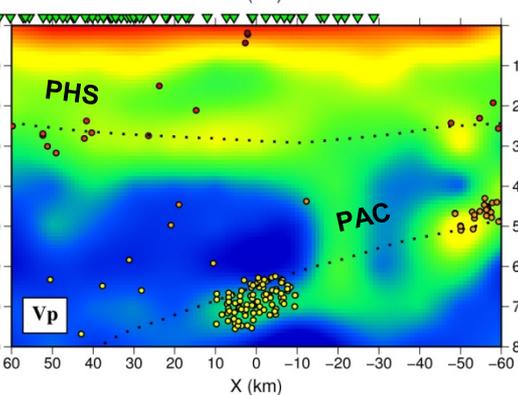
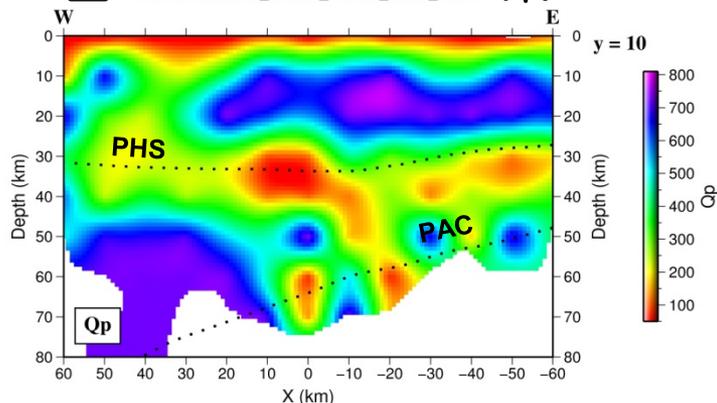
西 東
simul2000.out/run_140826_101010_w0.05_corU2



西 東
simul2000.out/run_140826_101010_w0.05_corU2



西 東
simul2000.out/run_140826_101010_w0.05_corU2

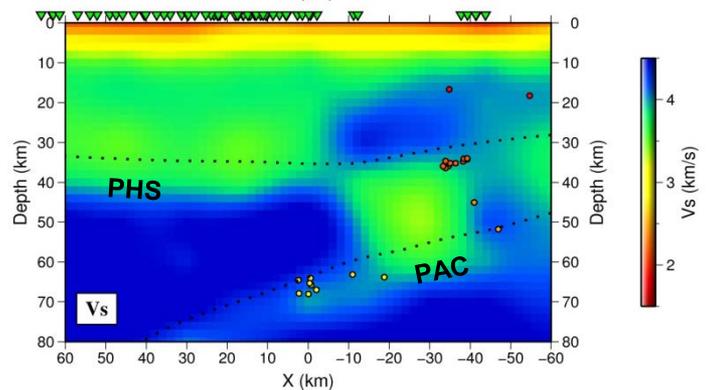
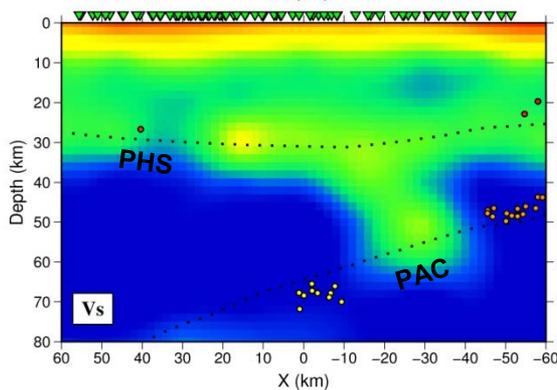
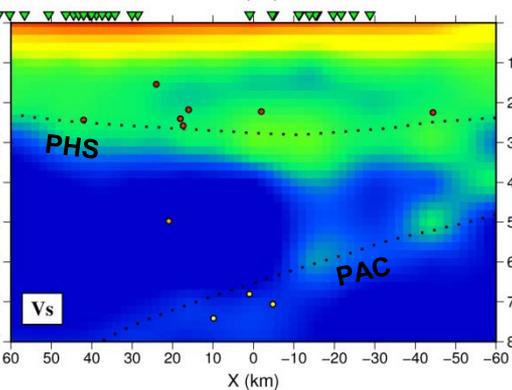
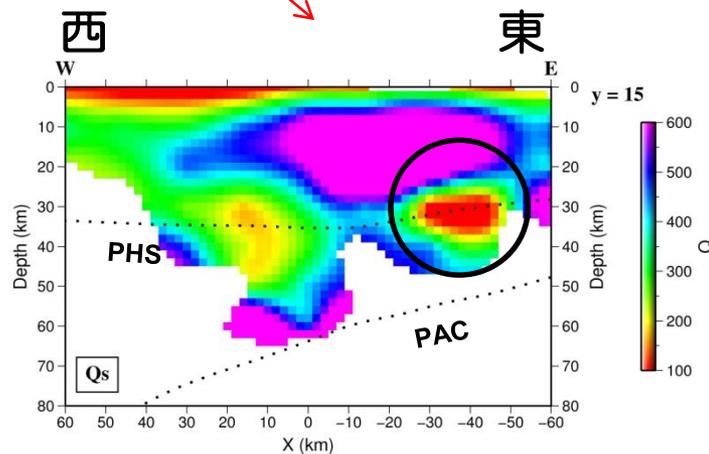
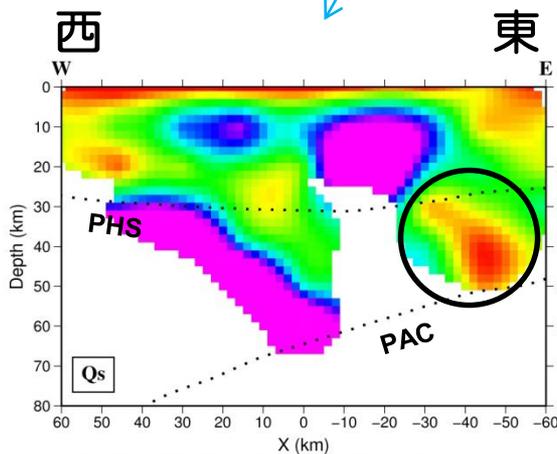
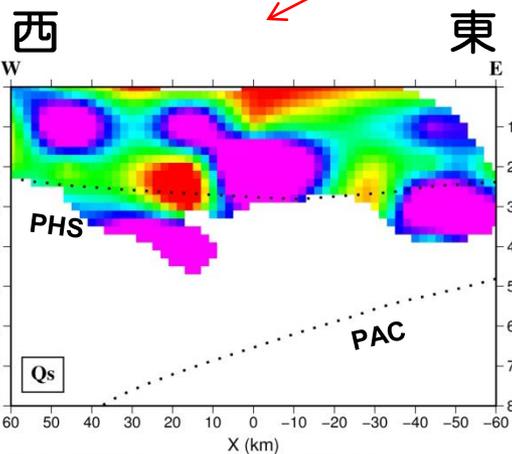
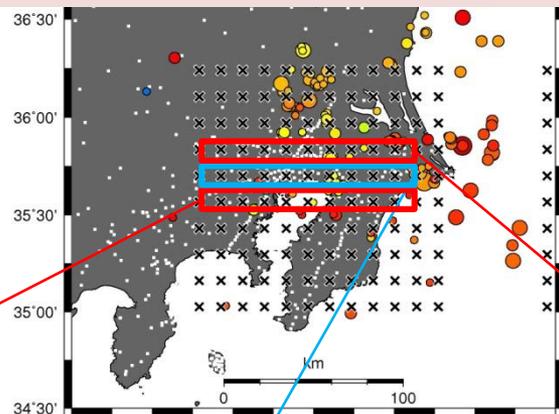


Events n = 86
± 5 km from y = 10

三次元減衰構造

Qs : 東西断面

格子点15km/10km



首都圏での地震発生過程の解明

収集処理されたデータを既存観測点のデータと併せ、震源決定法・地震波トモグラフィ法等の手法を用いて、震源分布や地震波速度と非弾性定数の三次元的分布、首都圏下のプレート構造モデルの精度向上のための解析を進める。

- 地震波トモグラフィによる地下構造
- 三次元速度構造による震源分布
- 非弾性定数の三次元的分布

3次元不均質速度構造および
非弾性定数を用いた地震動の推定

統合地殻活動
モデル

新たな地震像

MeSO-netで観測され
た地震動の分布

史料から推定された歴史
地震の震度分布
(1-cより)

震源位置の推定

