

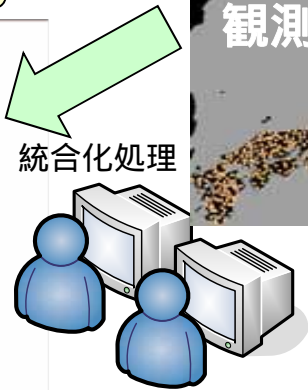
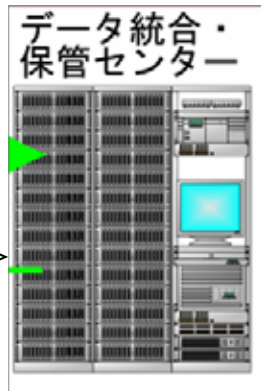
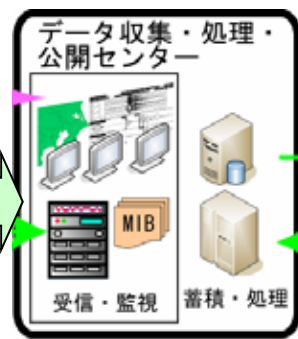
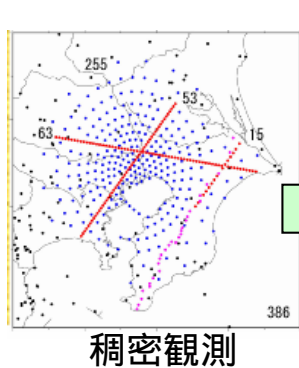
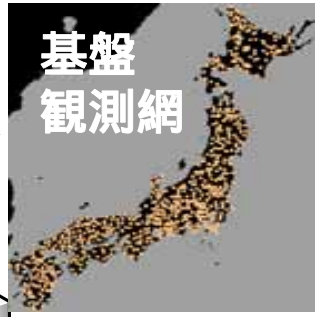
「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」
首都圏でのプレート構造調査，震源断層モデル等の構築等

1 - 3 . 統合処理によるプレート構造調査研究及びデータ保管

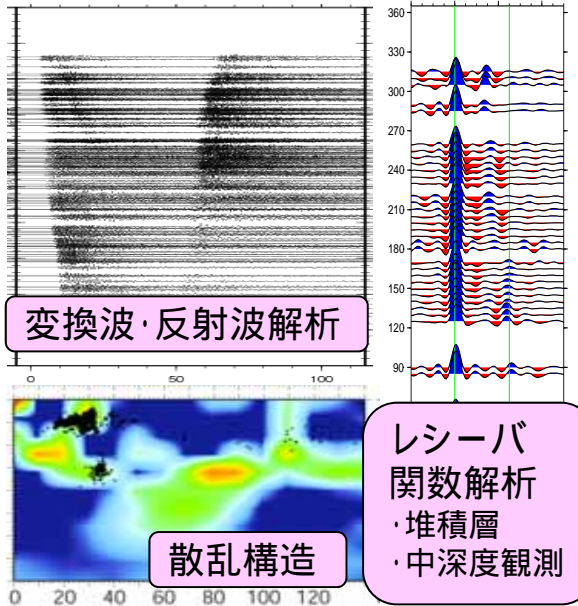
平成22年度第1回運営委員会報告

防災科学技術研究所
木村尚紀

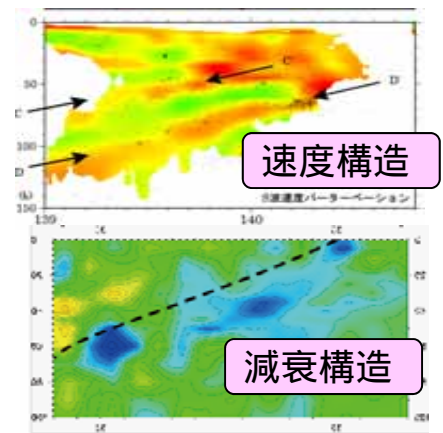
既存地震観測データとの統合処理による自然地震波形データベース構築及び保管



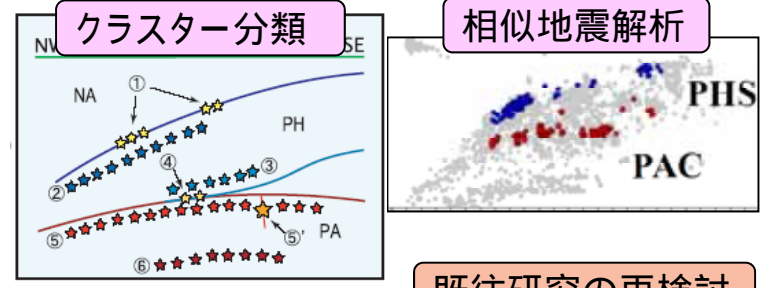
地震波形解析に基づくプレート境界性状調査



高精度3次元地震波速度・減衰トモグラフィーに基づくプレート構造調査



首都直下地震クラスターの解明

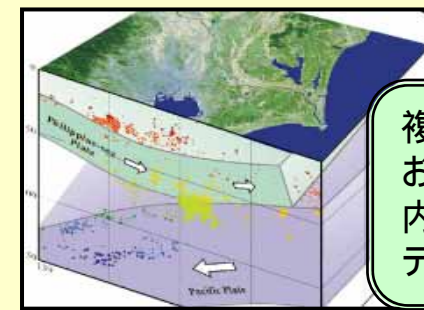


結果の総合化 (Integration of Results)

既往研究の再検討 (Re-examination of Previous Research)

スロースリップ (Slow Slip)

構造探査等 (Structural Exploration, etc.)



複合プレート領域におけるプレート形状、内部構造、サイスモテクトニクスの解明 (Clarification of plate shape, internal structure, and sismotectonics in complex plate areas)

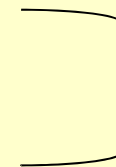
平成21年度までの成果

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

国立大学法人東京大学地震研究所に集約される中感度稠密地震観測データを防災科学技術研究所地震研究部地震観測データセンターに転送し、基盤的地震観測網データと統合的に処理を行い、本プロジェクトの研究基盤となるデータベースの維持及び保管を実施

首都直下地震クラスター

高精度3次元地震波速度・減衰トモグラフィー
地震波形解析



プレート境界性状解明

・地震クラスター解明:

房総沖クラスター, 房総半島東岸, 茨城県南西部, 銚子付近, 相似地震詳細分布(相似地震構成則解明)

・3次元速度構造: MeSO-net で期待される解像度検討・関東下の構造とテクトニクス

・3次元減衰構造: MeSO-net および既存観測点を用いた解析

・地震波形解析:

・相似地震抽出: 関東地方のプレートすべりおよび房総SSE

・MeSO-net 房総アレイで見られる房総半島下地震のプレート境界変換波の同定

・地震波形の相互相関解析に基づくMeSO-net 観測点の地震計設置方位推定

・厚い堆積層に対応するレシーバ関数解析法検討

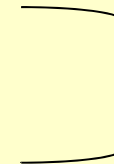
平成22年度業務内容

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

国立大学法人東京大学地震研究所に集約される中感度稠密地震観測データを防災科学技術研究所地震研究部地震観測データセンターに転送し、基盤的地震観測網データと統合的に処理を行い、本プロジェクトの研究基盤となるデータベースの維持及び保管を継続して行う。

首都直下地震クラスター

高精度3次元地震波速度・減衰トモグラフィー
地震波形解析

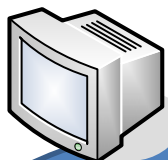
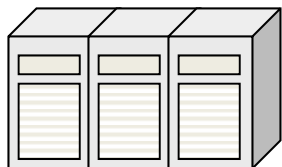


プレート境界性状解明

相似地震活動や群発地震活動の高精度相対震源決定処理により地震クラスターの特徴を解析するとともに、関東地域における広域三次元地震波速度構造トモグラフィ解析を進め、減衰構造トモグラフィの高度化にむけた手法開発、後続波等を用いたプレート境界性状解明に向けた解析を行う。また、これまで開発した手法に基づき、中感度地震計設置方位推定値の検証を行う。

首都直下データ伝送経路

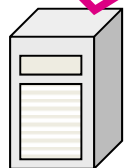
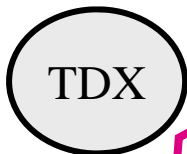
防災科研
データセンター



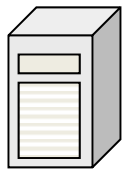
つくばWAN

広域L2網
JGN2

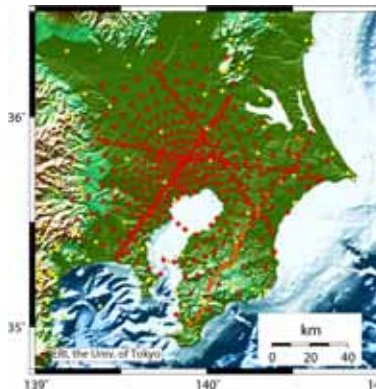
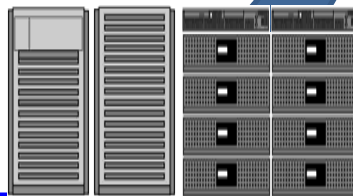
既存の高感度
地震観測データ
流通経路



気象庁各管区



東大地震研



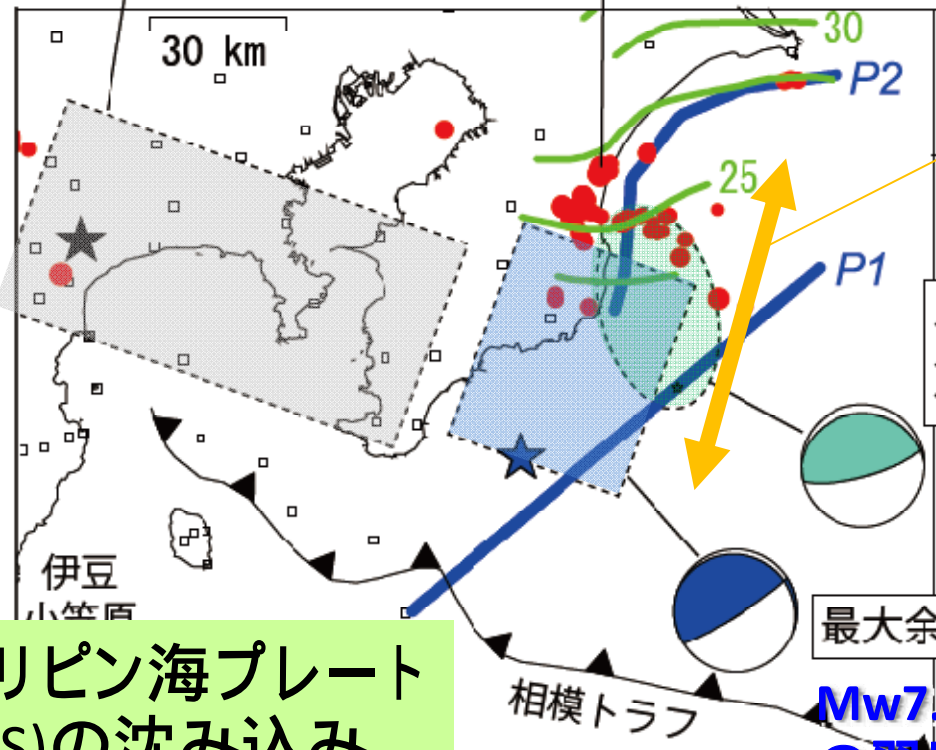
首都直下プロジェクト
400観測点

房総沖：地震クラスター・相似地震も発生
地震波形解析
様々なプレート境界現象：プレート境界性状の解明

Mw7.9
200 - 2000 年
間隔で発生



M2 - 5
数年間隔で
繰り返し発生



浅部から深部に近接して並ぶ

スロースリップイベント

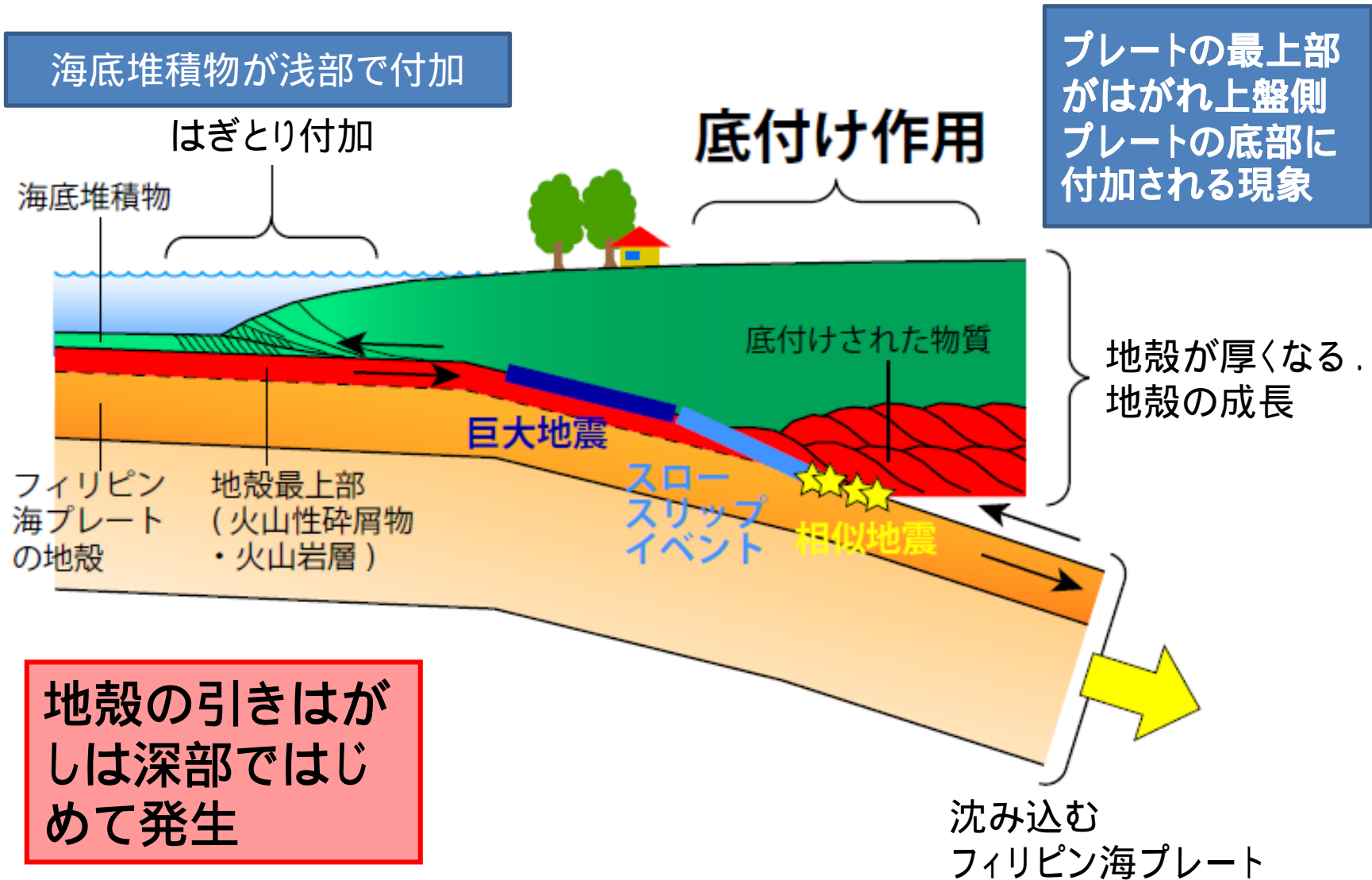
Mw6.6
平均6年間隔
で繰り返す
継続期間：
約10日

最大余震

Mw7.5 関東地震
の翌日に発生

フィリピン海プレート (PHS) の沈み込み

底付け作用：プレート表層のはがれ

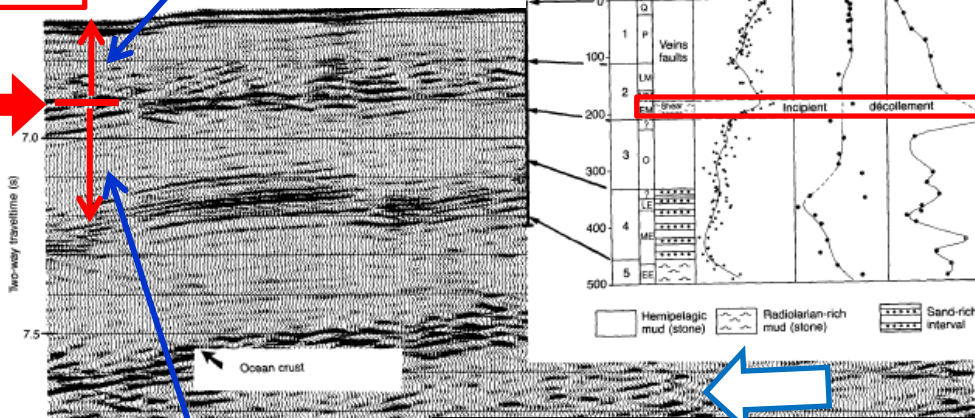


堆積物の底付け

北部バルバドス

デコルマ帯

大きく変形:
はぎとり付加

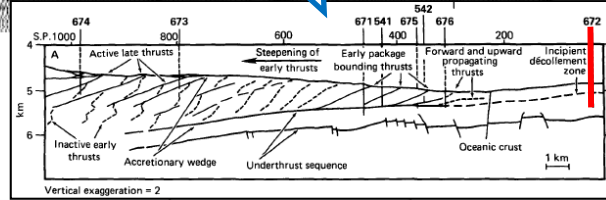


- 深海掘削
デコルマ帯(プレート境界)を貫通
- 3次元反射法構造
探査

堆積物

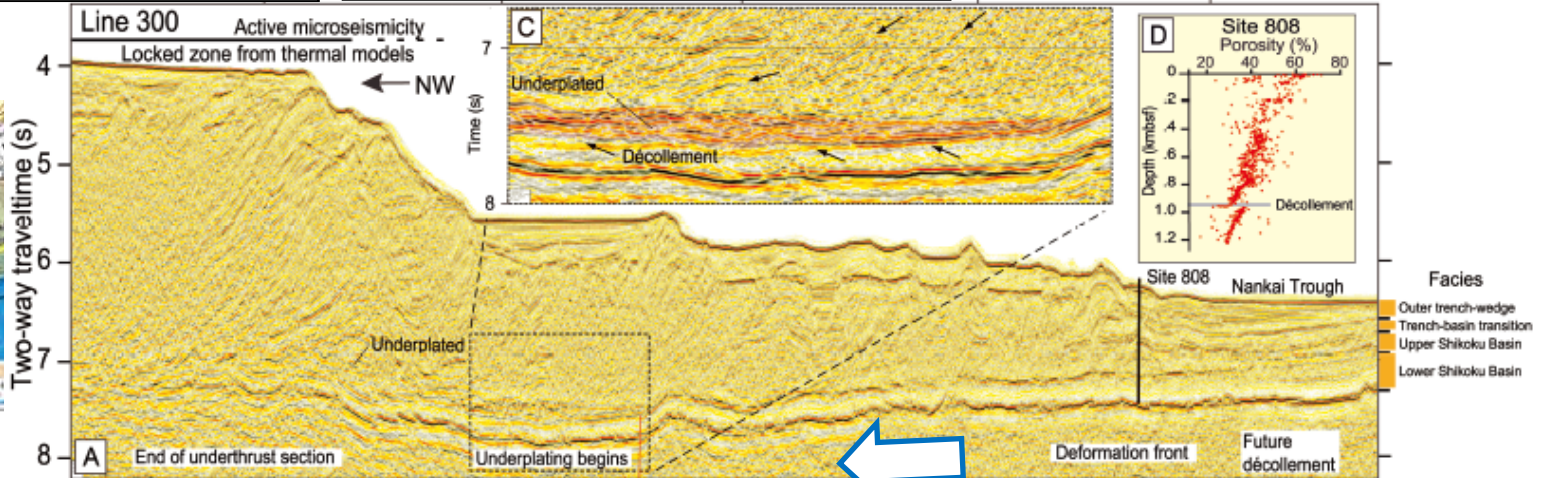
海洋性
地殻

変形なし:
沈み込み・深部
で底付け



詳しく説明

南海トラフ



Bangs *et al.*
(2004)

Moore *et al.*
(1988)

深部の底付け

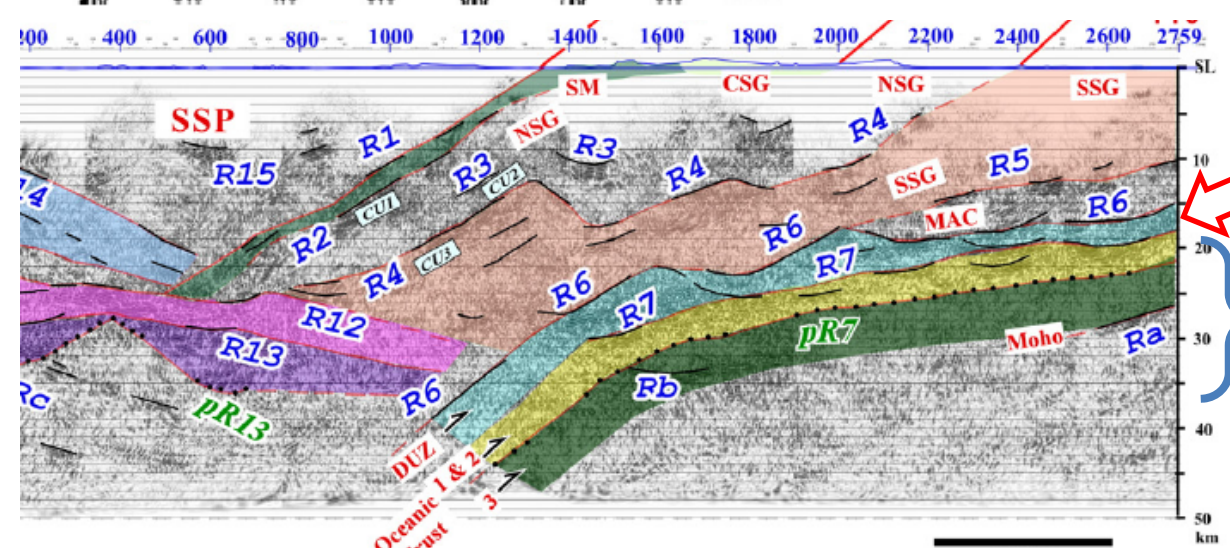
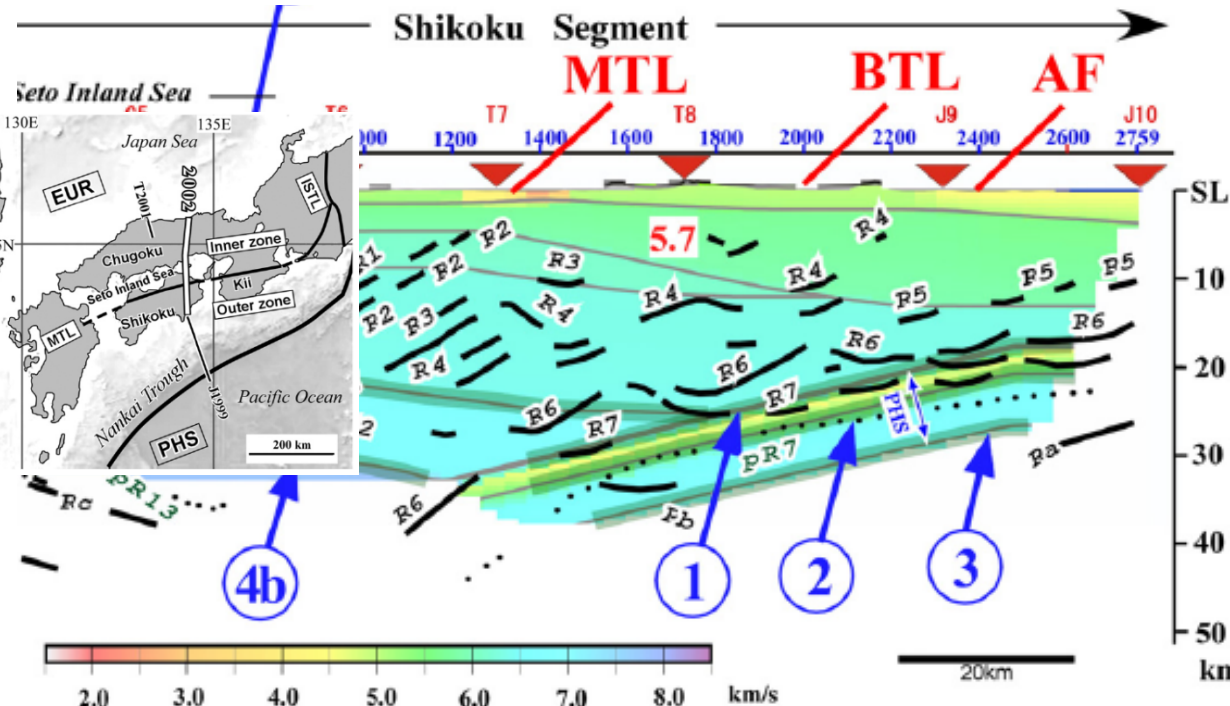
構造探査

- デュープレックス・底付け帯のイメージング

深部底付け作用は間接的に推定されてきた。
 現在活動的な深部底付けは未発見

デュープレックス・底付け帯

フィリピン海プレート



Ito et al. (2009)

相似地震

波形の相似性が良い地震 → 同じ場所、同じメカニズムで発生
短い間隔で周期的に発生 → 定常すべりのモニタリングに利用

大きなアスペリティ

巨大地震が数10年～100年間隔で繰り返し発生する

相似地震

(小さなアスペリティ)

定常的すべり

海洋プレートの沈み込み

定常的すべり

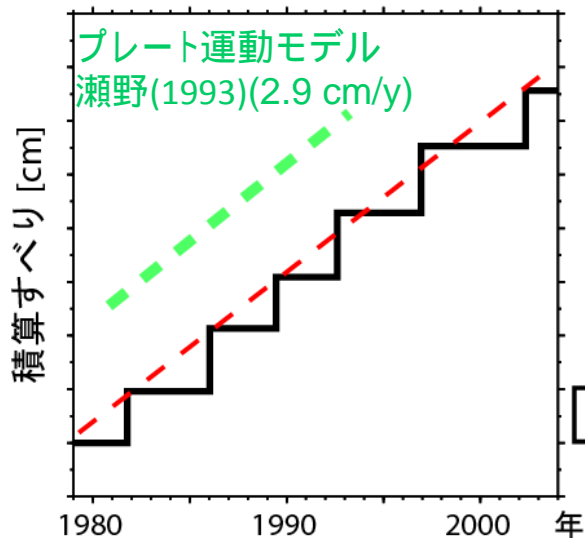
現在活動的なプレート境界の指標

構造探査と比較することで底付けを実証

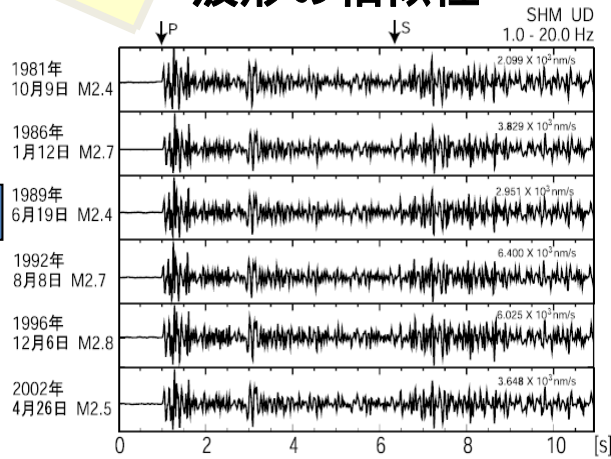
詳細比較：
通常は困難

相対比較を積み重ねる

プレート間すべり推定



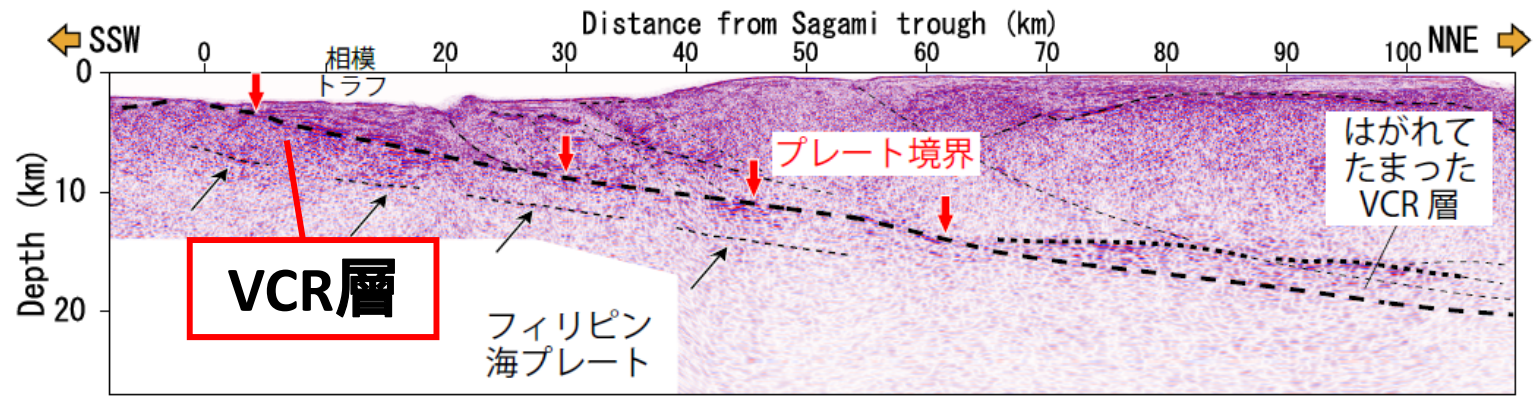
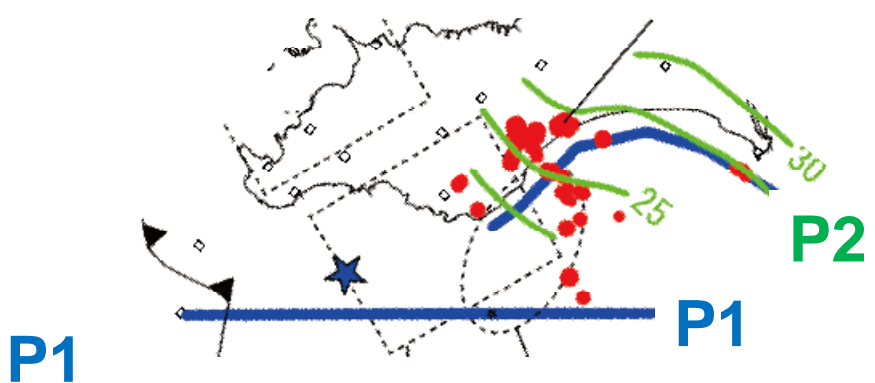
波形の相似性



房総沖の地下構造

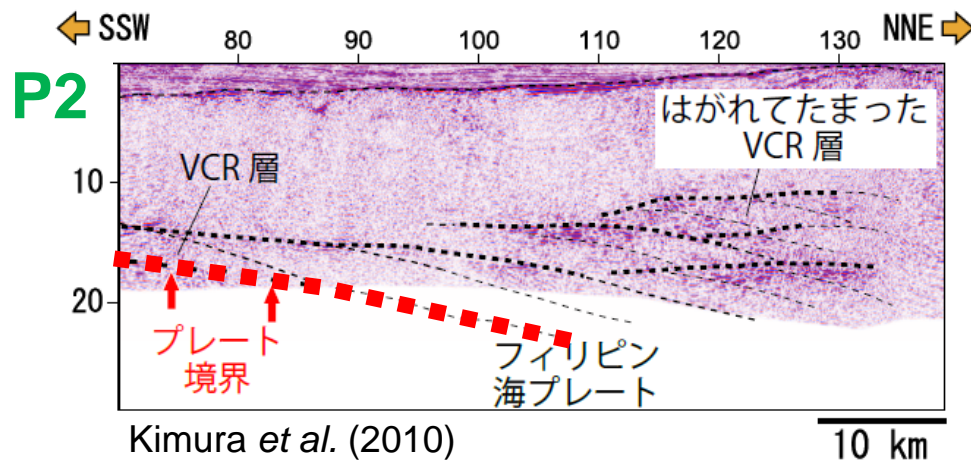
- 深部反射法構造探査：フィリピン海プレートの詳細なイメージング

VCR層：伊豆小笠原島弧の海底火山より噴出された火山性碎屑物および火山岩からなる層



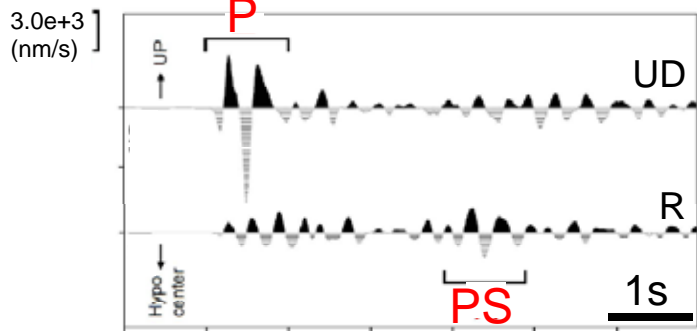
Vp: 5.5km/s
この深さでは低速度層

- 相似地震と詳細比較：相対比較を積み重ねる。
- プレート最上部にVCR層：強反射：大きな地震波速度変化



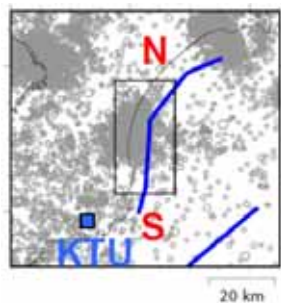
相対位置推定

地震波形解析

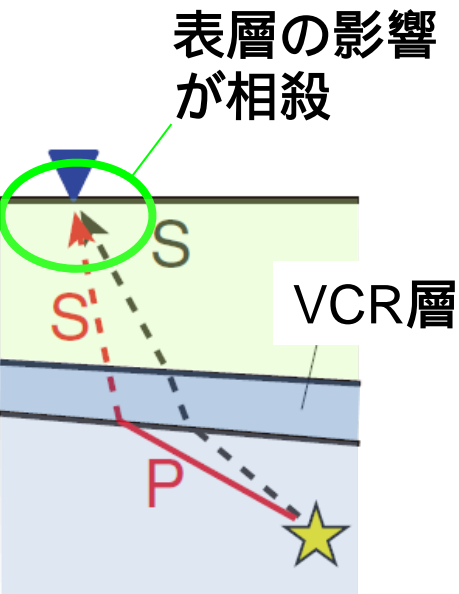
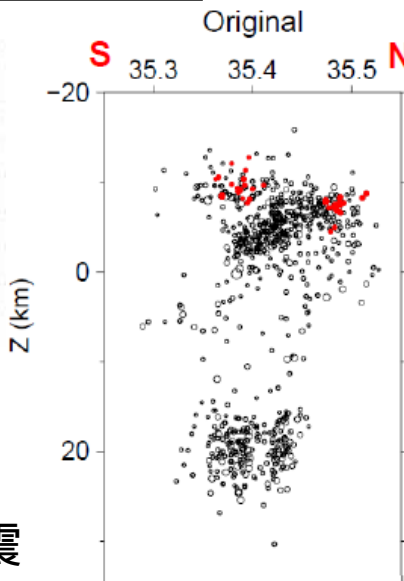


相似地震より深い地震で後続位相:
PとSの間. 動径成分

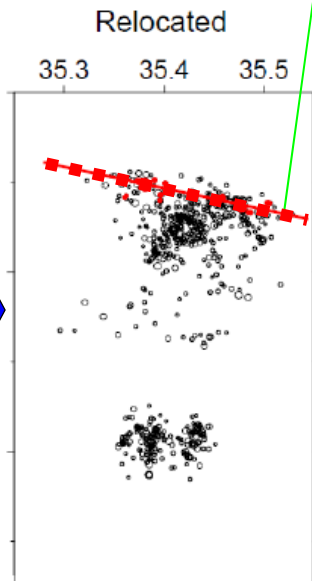
地震クラスター解析



相似地震



相似地震: 面状分布

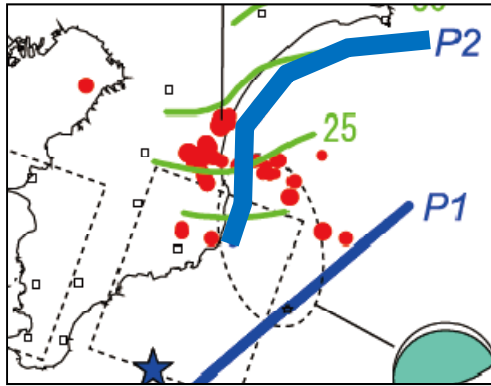


- VCR層下面のPS変換波
 - 変換波と直達S波との走時差
- ↓
- 変換面と地震クラスターの相対位置

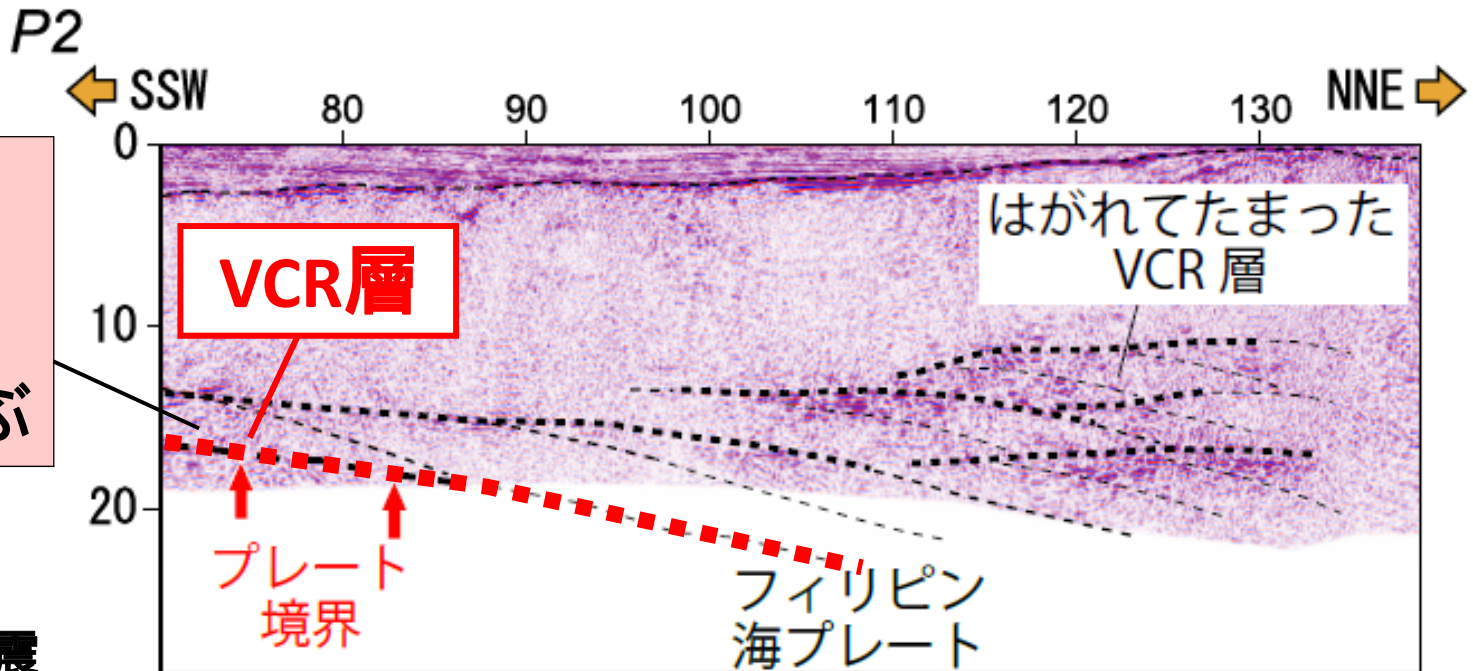
- Double Difference法による波形相関を用いた高精度震源決定
- ↓

- これらの組み合わせにより相似地震の詳細位置を特定

相似地震の詳細位置



- 相似地震がVCR層の下面から1.6 km以内に分布
- 相似地震→プレート境界の指標
- プレート境界がVCR層の下に位置



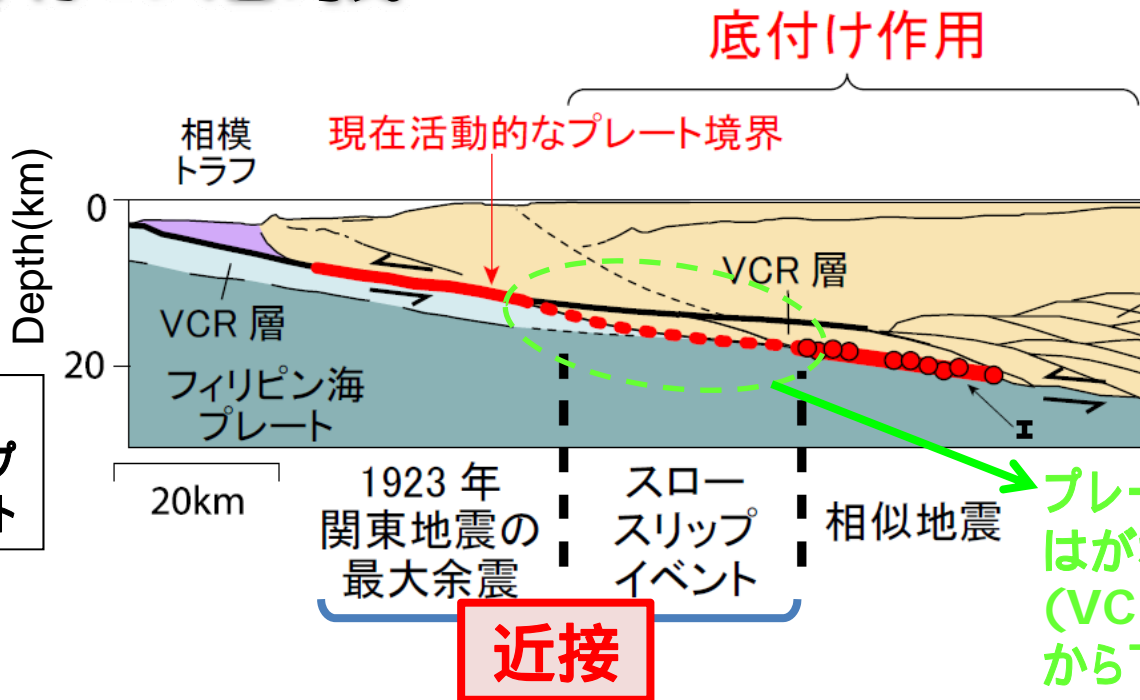
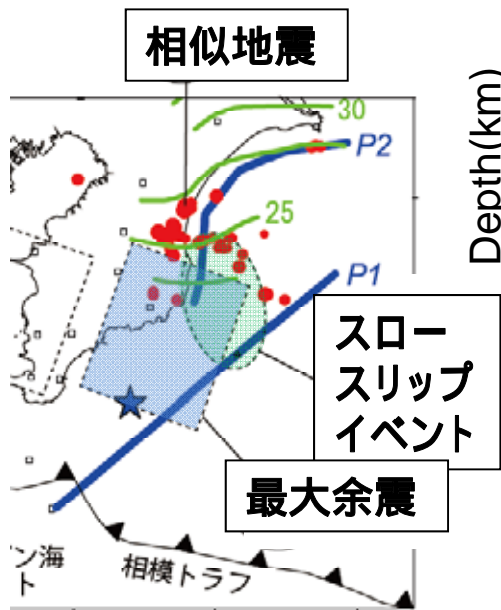
相似地震
がVCR層
下面に
沿って並ぶ

相似地震
通常の地震

Kimura *et al.* (2010)

10 km

底付け作用の意義



日本列島が成長する現場

はがれてたまったVCR層

プレート境界がはがれた物質 (VCR層) の上面から下面に移る

- 相似地震がVCR層の下面に沿って分布することはVCR層の底付けを示す。
- プレート境界が移る領域: スロースリップイベント一致: 底付け作用の間欠的な進行を示唆
- 巨大地震に近接: 発生メカニズムの解明に重要

Science誌に掲載 (2010/7/9)

Seismic Evidence for Active Underplating Below the Megathrust Earthquake Zone in Japan

Hironori Kimura,^{1,2} Tetsuya Takeda,¹ Kazuhiko Ohno,^{3,2} Keiji Kasahara²

Determining the structure of subduction zones is important for understanding mechanisms for the generation of interplate phenomena such as megathrust earthquakes. The peeling off of the uppermost part of a subducting slab and accretion to the bottom of an overlying plate (underplating) at deep regions has been inferred from subducted metamorphic rocks and deep seismic imaging, but direct seismic evidence of this process is lacking. By comparing seismic reflection profiles with microearthquake distributions in central Japan, we show that repeating microearthquakes occur along the bottom interface of the layer peeling off from the subducting Philippine Sea plate. This region coincides with the location of slow-slip events that may serve as signals for monitoring active underplating.

Underplating is a process through which the uppermost part of the subducting plate is peeled off and accreted to the bottom of the overlying plate. In association with underplating, the active plate boundary moves downward from the top interface of the accretion materials to its bottom interface. Deep ocean drilling and three-dimensional seismic imaging has revealed this "rip-down" from the top of the subducting soft sediments to the bottom (1–3), which suggests that active underplating occurs at shallow depths. Underplating at deep regions has been inferred from exhumed high-pressure/low-temperature metamorphic rocks (4–7) and deep seismic imaging (8–11), but both of these provide indirect evidence of underplating. Hence, any reliable example of active deep underplating and its details, such as the behavior on shorter time scales and exact location, remain unknown.

Off the Kanto region, in the central part of Japan, the Philippine Sea plate (PHS) is now subducting below the continental plate (Fig. 1), and the Izu Bonin arc is colliding with the continent (12, 13). The plate boundary and structure of the PHS have been clearly imaged by deep seismic imaging (13) (P1 in Figs. 1 and 2). The PHS plate is thought to have a crustal thickness of 15 to 20 km at the entrance of subduction (Sagami trough) (14, 15). The uppermost layers of the crust consist of a thin sedimentary layer, hundreds of meters thick and a layer of volcaniclastic and volcanic rock (VCR) several kilometers thick (14, 15). At the trench, the soft sediment is scraped off and the VCR layer subducts (17).

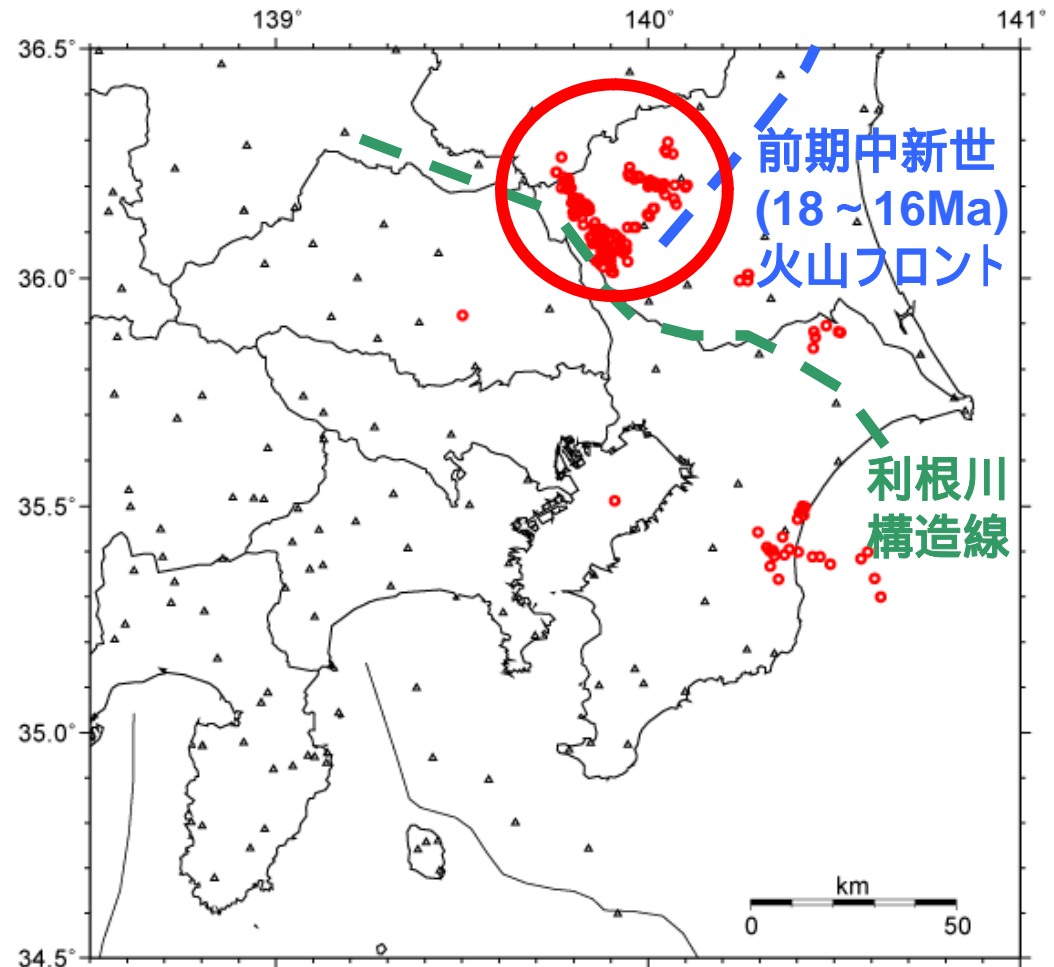
Along this boundary, various seismic and aseismic interplate phenomena have been observed. Megathrust earthquakes occur in the upper locked section (18), followed by slow-slip events (SSEs) (16, 17) and repeating microearthquakes (REMs) (11, 19) at greater depths (Fig. 1). Because REMs represent small fault patches on the plate boundary and are indicators of this interface (18, 19), obtaining the precise locations of REMs may contribute to the detection of the active steps-down. However, direct comparison between seismic imaging and natural underplating on the small scale (<1 km) has been difficult. To overcome this limitation, we have made a series of relative assumptions. We used converted phases of natural earthquakes to image a plate at the base of a low-velocity layer with high-resolution. We used analyses from the conversion plane to reflect images from a seismic profile. Precise location of the interface involved determining high-precision hypocenters of the earthquakes, including the

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED), 1-1 Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8565, Japan. ²Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 1-1-1, Yayoi, Bunkyo, Tokyo 113-0032, Japan.

*To whom correspondence should be addressed. E-mail: kimura@nied.go.jp

相似地震活動と高速度異常域・地質構造

- 茨城県南西部
深さ40 ~ 60km
(Kimura *et al.*, 2006)
- 利根川構造線より
北東側
- 18 ~ 16Maの
火山フロントより
北西側



フィリピン海プレート上面における相似地震
Hi-net観測点

藤岡-九十九里測線

18 ~ 16Maの火山フロント

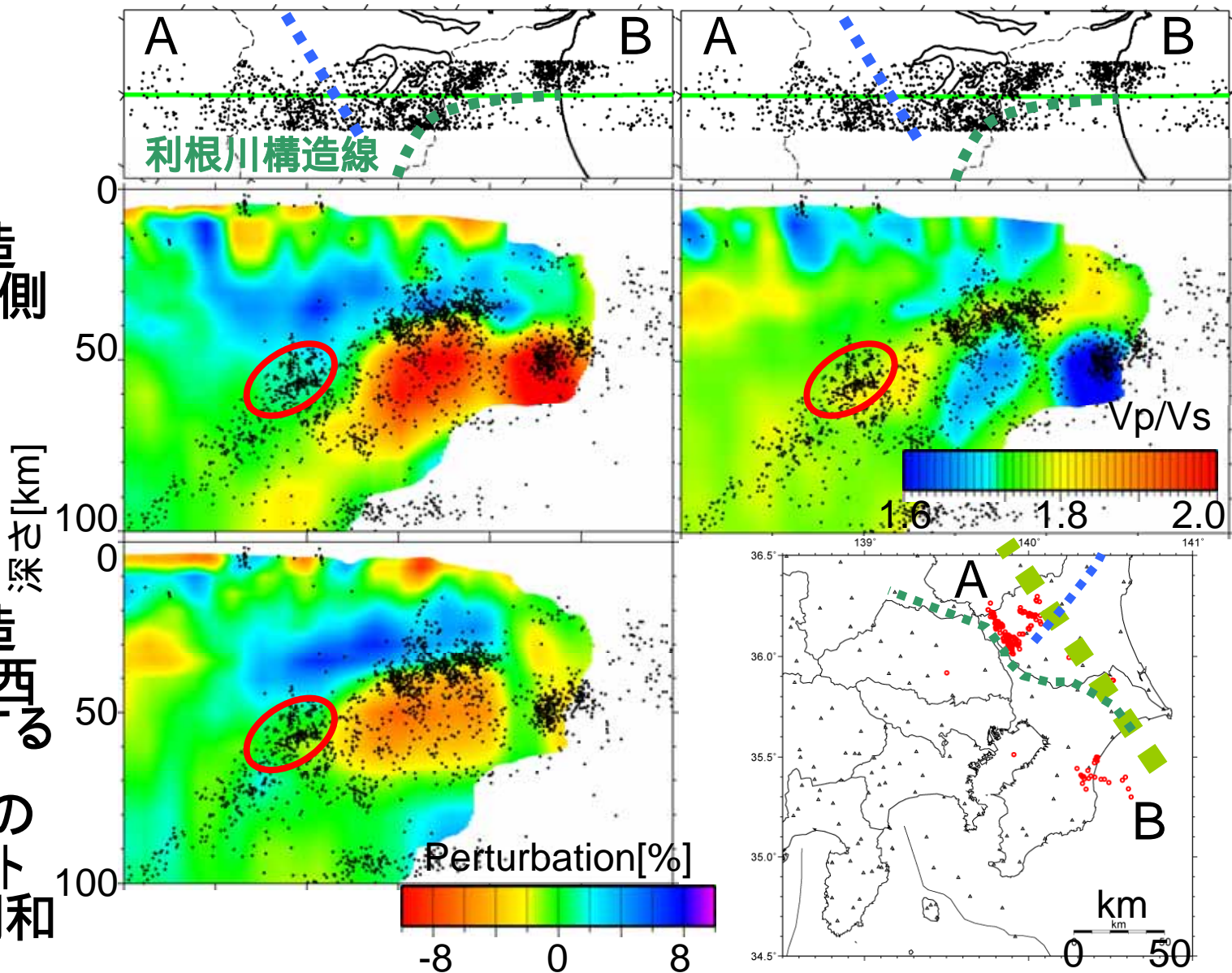
- ユーラシアプレート側

全域が利根川構造線より北東側
高速度

- 相似地震発生域

利根川構造線よりも北西側に位置する

18 ~ 16Maの火山フロントの位置と調和的



フィリピン海プレート高速度域と海洋性地殻

- 利根川構造線
 - 東北日本弧(高速度域)南限
 - 高速度域とは調和的
 - 相似地震の分布とは必ずしも一致していない
- 18 ~ 16Maの火山フロントと調和的
 - 茨城県北部沿岸 ~ 南西部 → 東北脊梁部へ移動
 - 深さ40km付近には旧来の火山フロントの残渣が存在？

平成23年度業務内容

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

国立大学法人東京大学地震研究所に集約される中感度稠密地震観測データを防災科学技術研究所地震研究部地震観測データセンターに転送し、基盤的地震観測網データと統合的に処理を行うとともに、本プロジェクトの研究基盤となるデータベースの維持及び保管を継続して行う。

首都直下地震クラスター

高精度3次元地震波速度・減衰トモグラフィー

地震波形解析

プレート境界性状解明

相似地震活動や群発地震活動の高精度相対震源決定処理により地震クラスターの特徴を解析するとともに、関東地域における広域三次元地震波速度構造トモグラフィ解析を進め、減衰構造トモグラフィの高度化にむけた手法開発、後続波等を用いたプレート境界性状解明に向けた解析を行う。また、これまで開発した手法に基づき、中感度地震計設置方位推定値の検証を行う。