

### 3.1.3 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

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

伊豆衝突帯周辺及び首都圏西部に中感度地震観測点を設置し、自然地震の観測を行う。東京大学地震研究所が設置した観測点などのデータと結合し、精度の高い震源分布、応力分布、速度構造やS波スプリッティングなどを解析し、伊豆衝突帯のフィリピン海プレート内部（スラブ内）の構造を解明する。

##### (b) 平成 22 年度業務目的

- 1) 平成 21 年度までに設置した 10 箇所で自然地震観測を維持・管理する。国立大学法人東京大学地震研究所に設置される「データ収集・処理・公開センター」にデータを引き続き送信する。
- 2) 神奈川県温泉地学研究所の地震観測データとの統合処理をおこない、さらには他機関データを収集し、伊豆衝突帯周辺及び首都圏西部（神奈川県）における精度の高い震源分布やメカニズム解、S波スプリッティングなどの解析を進める。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
神奈川県温泉地学研究所	研究課長	明田川 保	
	技 師	本多 亮	
	技 師	原田 昌武	
	技 師	行竹 洋平	
	専門研究員	伊東 博	
	次長兼管理課長	杉原 英和	
	所長	吉田 明夫	

#### (2) 平成 22 年度の成果

##### (a) 業務の要約

- 1) 平成 21 年度までに設置した神奈川県内小学校等の 10 観測点の維持管理をおこない、観測データを地震研究所へ転送した。
- 2) 上記のデータは地震研究所経由で温泉地学研究所の地震観測処理システムにも転送し、震源分布や発震機構の解析を通して伊豆衝突帯の地震活動およびプレート構造調査を進めた。

##### (b) 業務の成果

- 1) 10 箇所で自然地震観測を行う

平成 19 年度からの観測点データを加えた計 10 箇所（表 1）の観測点データを、地震研究所へ送信した。図 1 に観測点分布を示す。

2) 温泉地学研究所の観測網データと統合し、伊豆衝突帯のフィリピン海プレート内部（スラブ内）の構造を解明する。

伊豆衝突帯の応力場を理解するために、臨時観測網の地震データも同時に用いて、丹沢山地における詳細な震源分布、メカニズム解、地震波速度構造を解析した。図 2 に示した領域を 5km 間隔のグリッドに区切り、地震波速度構造を推定した。その結果、丹沢山地の東経 139 度付近を境界として、東側と西側で異なる特徴を持っていることが分かった。東側では、北北東に向かって沈み込むフィリピン海プレートとみられる高速度帯の上部に、明瞭に楔形の低速度領域が存在し、トラフ充填堆積物であると考えられる（図 3）。また、地震は高速度域と低速度域の境界付近に集中して発生しており、1923 年大正関東地震のメカニズムと同様なメカニズム解をもつものが多い<sup>1)</sup>（図 4、5）。このことから、東側においては大正関東地震と同じ断層面（フィリピン海プレート上面）であると考えられる。一方、西側においては東側のような明瞭な低速帯は見られず、震源の分布も東側に比べてやや深い場所に厚みをもって分布しているように見える。地震のメカニズムは、逆断層型や横ずれ型が混在しており、複雑な地下構造を反映していることが示唆される。

足柄平野付近では、丹沢山地でのメカニズム解とやや P 軸の方向が異なる地震が発生している（図 6）。この領域では、2007 年に M4.9 と M4.4 の地震が発生しており（図 3 の白星）、そのメカニズム解は丹沢の東側領域に近い低角逆断層型であるが、丹沢の地震に比べてやや P 軸が西に傾いている。また、周辺の GPS データから推定される主歪は、神奈川県東部では北北西 - 南南東方向の圧縮が卓越しており、神奈川県西部地域に行くにしたがって北西 - 南東方向の圧縮が卓越し<sup>2)</sup>、S 波スプリッティングの解析結果からも、足柄平野付近で主圧縮軸がやや西寄りになることが指摘されている<sup>4)</sup>。データの蓄積にともない解析を繰り返しているが、このような傾向は定常的にみられる（図 7）。これらのことから、2007 年の二つの地震を含む周辺領域では、震源域から地表付近まである程度の領域でこのような応力場となっていると考えられる。

### (c) 結論ならびに今後の課題

観測網については、本年度は大きなトラブルもなく地震観測データを送信できており、事業計画書で示した年度目標はほぼ達成したと考える。来年度も本年度同様に、安定して地震観測を行うための維持管理に努めることになる。

これまでの研究から、伊豆衝突帯である丹沢山地付近の地震波速度構造や、メカニズム解の分布の特徴等が明らかとなってきた。丹沢山地の東側と西側では、フィリピン海プレートの衝突（あるいは沈みこみ）の様式がやや異なっており、結果として東西のブロックで地震の発生メカニズムも異なったものとなっている。最終年度は、他機関の結果も含めて、総合的に解析結果を検討していく必要がある。また、防災的観点からは、衝突帯付近で発生する、M6~7 級の地震の震源像についての知見も重要である。神奈川県西部地域では、足柄平野付近に震源域があるとされる M7 級の地震（小田原地震）が繰り返し発生し

ており、その断層モデルとしては「西相模湾断裂モデル」<sup>3)</sup>がよく知られている。しかし、本報告で示したように、丹沢から足柄平野にかけて GPS などから推定される応力場に調和的な、やや西寄りの主圧縮軸をもつ低角逆断層の地震が分布することから、2007年に発生したような低角逆断層型の比較的大きな（M6程度の）地震が起きる可能性もあると考えられる。この領域についても、観測データの蓄積に伴い繰り返し解析を行う必要がある。

(d) 引用文献

- 1)行竹洋平、武田哲也、吉田明夫：伊豆衝突帯北縁部における震源及びメカニズム解分布の特徴，神奈川県温泉地学研究所報告，42，9-18,2010.
- 2) Masatake Harada, Makiko Iwakuni and Toshikazu Tanada :Characteristics of Crustal Strain in the Western Kanagawa Prefecture, Japan, International Symposium on GPS/GNSS 2008 Proceedings, 69-77, 2008, 東京都（東京国際交流館）
- 3)石橋克彦：小田原付近に発生した歴史地震とその地学的意義,地学雑誌，Vol102，No.4，1994
- 4)本多亮・棚田俊收：S波スプリッティングの解析から明らかになった神奈川県西部地域の異方性の空間的・時間的变化、神奈川県温泉地学研究所報告、38、47-52、2006

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所 （学会等名）	発表時期	国際・国内の別
首都圏地震観測網（MeSO-net）による関東直下の応力場	加藤 愛太郎、酒井 慎一、笠原 敬司、楠城 一嘉、中川 茂樹、鶴岡 弘、蔵下 英司、五十嵐 俊博、飯高 隆、森田 裕一、平田 直、棚田 俊收、関根 秀太郎、小原 一成	日本地球惑星科学連合 2010 年大会	平成 22 年 5 月	国内
地震波干渉法による首都圏の地震基盤構造の推定：疑似反射断面図	吉本 和生、平田 直、笠原 敬司、酒井 慎一、小原 一成、棚田 俊收、鶴岡 弘、中川 茂樹、中原 恒、木	日本地球惑星科学連合 2010 年大会	平成 22 年 5 月	国内

	下 繁夫、 佐藤 比呂志			
首都圏地震観測網 (MeSO-net: Metropolitan Seismic Observation network) の構築(3)	笠原 敬司、 酒井 慎一、 中川 茂樹、 楠城 一嘉、 鶴岡 弘、 森田 裕一、 平田 直、 小原 一 成、 棚田 俊收、 伊東 明彦	日本地球惑星科学 連合 2010 年大会	平成 22 年 5 月	国内
首都直下の不均質構造 のイメージング(5)	中川 茂樹、 酒井 慎一、 蔵下 英 司、 加藤 愛太 郎、 萩原 弘子、 笠原 敬司、 棚田 俊收、 小原 一成、 平田 直	日本地球惑星科学 連合 2010 年大会	平成 22 年 5 月	国内
伊豆衝突帯北東部にお ける3次元地震波速度 構造と地震活動	永井 悟 棚田 俊收	日本地球惑星科学 連合 2010 年大会	平成 22 年 5 月	国内
箱根火山の震源分布の 時空間変化～伊豆衝突 帯の応力場を映す鏡と して～(ポスター)	本多亮・行竹洋 平・原田昌武・棚 田俊收・伊東博・ 吉田明夫	日本地球惑星科学 連合 2010 年大会	平成 22 年 5 月	国内
箱根カルデラ内および 周辺域の3次元速度構 造 - 稠密地震観測デー タを用いて - (ポスタ ー)	行竹洋平・伊東 博・本多亮・原田 昌武・棚田俊收・ 吉田明夫	日本地球惑星科学 連合 2010 年大会	平成 22 年 5 月	国内
箱根火山の群発地震と 地殻変動(ポスター)	原田昌武・細野耕 司・伊東 博・明田川保・小 林昭夫・本多亮・ 行竹洋平・吉田明 夫	日本火山学会	平成 22 年 10 月	国内
関東周辺のS波異方性 の空間変化(ポスター)	本多亮・行竹洋 平・浅野陽一	日本地震学会秋季 大会	平成 22 年 10 月 27 日	国内
伊豆衝突帯北縁部にお ける詳細な震源及びメ カニズム解分布	行竹洋平・武田哲 也・吉田明夫	日本地震学会秋季 大会	平成 22 年 10 月	国内

箱根火山における地殻歪と浅部地震活動 (ポスター)	原田昌武・小林昭夫・細野耕司・伊東博・明田川保・行竹洋平・本多亮・吉田明夫	日本地震学会秋季大会	平成 22 年 10 月	国内
Detailed spatial distribution of hypocenters and focal mechanisms in the collision zone of the Izu-Bonin arc (ポスター)	Yohei Yukutake, Tetsuya Takeda, Ryou Honda and Akio Yoshida	2010 AGU Fall Meeting	平成 22 年 12 月	国際
Amplification and Attenuation in the Los Angeles and Kanto Sedimentary Basins using the Ambient Seismic Field (口頭)	M. Denolle, G. Prieto, J. F. Lawrence, G. C. Beroza, N. Hirata, S. Nakagawa, H. Miyake, K. Kasahara, S. Sakai, T. Aketagawa, H. Kimura	2010 AGU Fall Meeting	平成 22 年 12 月	国際
Seismic Basement Structure beneath the Tokyo Metropolitan Area Inferred from Seismic Interferometry (ポスター)	K. Yoshimoto, N. Hirata, K. Kasahara, K. Obara, H. Sato, S. Sakai, H. Tsuruoka, S. Nakagawa, H. Kimura, T. Tanada, T. Aketagawa, H. Nakahara, S. Kinoshita	2010 AGU Fall Meeting	平成 22 年 12 月	国際
Relationship between dominant periods of	S. Tsuno, H. Yamanaka, S.	2010 AGU Fall Meeting	平成 22 年 12 月	国際

H/V of coda waves observed by MeSO-net and underground velocity structures in the Tokyo metropolitan area (ポスター)	Sakai, N. Hirata, K. Kasahara, H. Kimura, T. Aketagawa			
Thrust-faulting earthquake induced many normal-faulting aftershocks, in northeastern Chiba Prefecture, Japan(ポスター)	S. Sakai, A. Kato, N. Hirata, S. Nakagawa, K Kasahara, H. Sato, E. Kurashimo, K. Nanjo, Y. Panayotopoulos, K. Obara, T. Aketagawa, H. Kimura	2010 AGU Fall Meeting	平成 22 年 12 月	国際
Heterogeneous Structure and Seismicity beneath the Tokyo Metropolitan Area (ポスター)	S. Nakagawa, A. Kato, S. Sakai, K. Nanjo, Y. Panayotopoulos, E.Kurashimo, K. Obara, K. Kasahara, T. Aketagawa, H. Kimura, N. Hirata	2010 AGU Fall Meeting	平成 22 年 12 月	国際
P wave attenuation structure below the Tokyo Metropolitan area (ポスター)	Y. Panayotopoulos, S. Sakai, S. Nakagawa, K. Kasahara, N. Hirata, T. Aketagawa, H. Kimura, C. Lee	2010 AGU Fall Meeting	平成 22 年 12 月	国際

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文 (論文題目)	発表者氏名	発表場所 (雑誌等名)	発表時期	国際・ 国内の 別
箱根の温泉と群発地震 と伊豆衝突テクトニクス	吉田明夫	温泉地学研究所報告、第42巻	平成22年 12月	国内
伊豆衝突帯北縁部における震源及びメカニズム解の特徴	行竹洋平・武田哲也・吉田明夫	温泉地学研究所報告、第42巻	平成22年 12月	国内
富士山及び箱根火山の膨張歪と低周波地震活動	原田昌武・細野耕司・小林昭夫・行竹洋平・吉田明夫	火山、第55巻第4号	平成22年7 月	国内
地震クラスター抽出手法の改良	明田川保	温泉地学研究所報告、第42巻	平成22年 12月	国内
Fine fracture structures in the geothermal region of Hakone volcano, revealed by well-resolved earthquake hypocenters and focal mechanisms	Yohei Yukutake, Toshikazu Tanada, Ryou Honda, Masatake Harada, Hiroshi Ito and Akio Yoshida	Tectonophysics、Volume 489	平成22年6 月	国際

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1)特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

### (3) 平成 23 年度業務計画案

伊豆衝突帯周辺及び首都圏西部に設置した 10 箇所の中感度地震観測点の維持管理をおこなうとともに、観測されたデータを国立大学法人東京大学地震研究所の「データ収集・処理・公開センター」に送信する。

蓄積される観測データを利用して引き続き地震メカニズムやS波のスプリッティングの解析を行うとともに、これまでの研究成果をまとめ、首都圏西部及び伊豆衝突帯テクトニクスの解明を進め、伊豆衝突帯テクトニクスのモデル化を試みる。



表 1 平成 21 年度までに設置した観測点 ( 10 箇所 )

	所在地	学校名	住 所
1	川崎市	有馬小学校	神奈川県川崎市宮前区東有馬 5-12-1
2	横浜市	北方小学校	神奈川県横浜市中区諏訪町 29
3	横浜市	奈良小学校	神奈川県横浜市青葉区奈良町 1541-2
4	座間市	栗原小学校	神奈川県座間市栗原 6-8-1
5	相模原市	根小屋小学校	相模原市緑区根小屋 1580
6	相模原市	青根中学校	相模原市緑区青根 1926
7	相模原市	青野原小学校	相模原市緑区青野原 1250-1
8	相模原市	二本松小学校	神奈川県相模原市緑区二本松 2-9-1
9	相模原市	津久井中央小学校	相模原市緑区三ヶ木 39-7
10	横浜市	平戸小学校	横浜市戸塚区平戸町 542

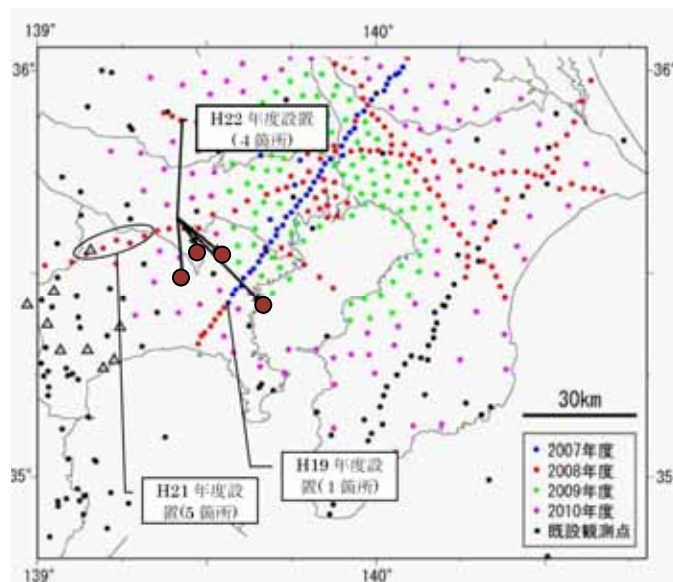


図 1 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト観測点配置と温地研担当観測点

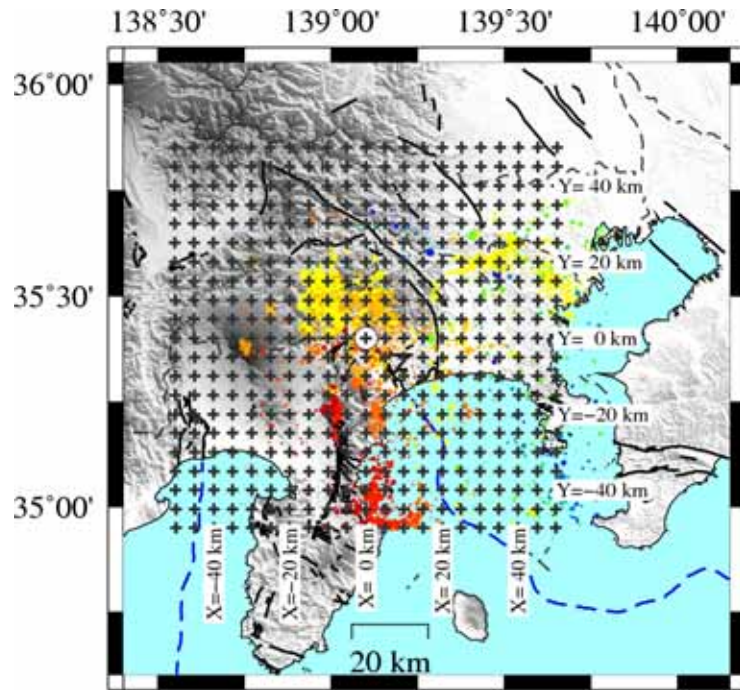


図2 地震波速度構造モデル解析の為のグリッドと観測点配置

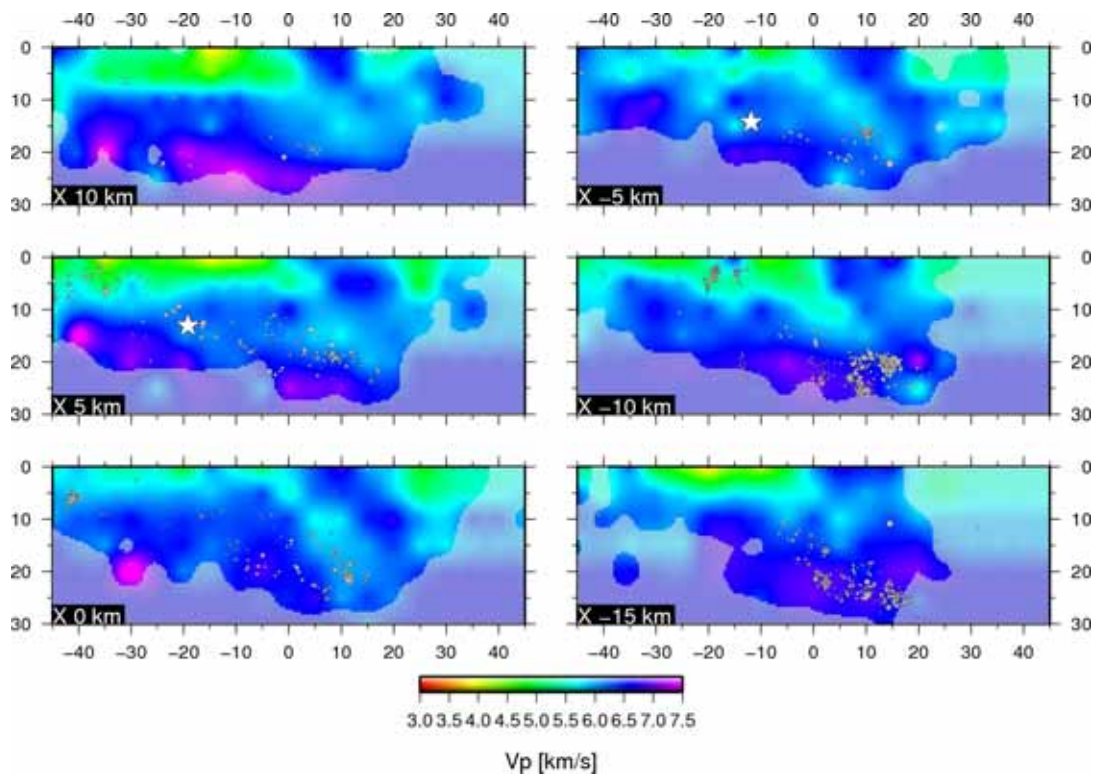


図3 3次元速度構造の断面図。X=0 から -10km の断面では、北に向かって楔形の低速度帯が存在する。低速度帯は X= -15km 断面より西側では明瞭に見えない。また、震源は X= -15km よりも西寄りでは厚みを持って分布し、東側では低速度帯との境界に分布する。

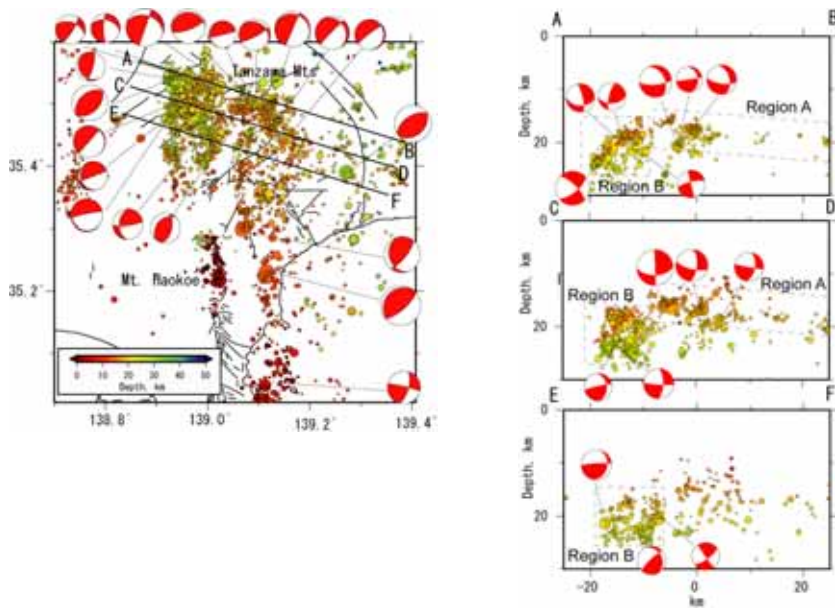
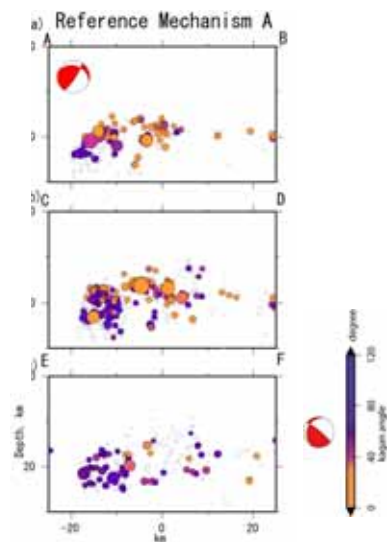


図 4 高精度震源分布とメカニズム解の分布。東側(Region A)については、大正関東地震の震源メカニズムと同様のメカニズムが見られる。西側 (Region B) では横ずれ型や逆断層型のメカニズムが混在する。

図 5 Kagan 角(Kagan,1991)を用いた、プレート境界面で発生した地震の検出。リファレンス解は Matsu'ura (1980)の断層モデル及び、Seno (1993)のプレート沈み込み方向から仮定。Region A では reference 角に一致するが、Region B では Kagan 角がばらついて分布。



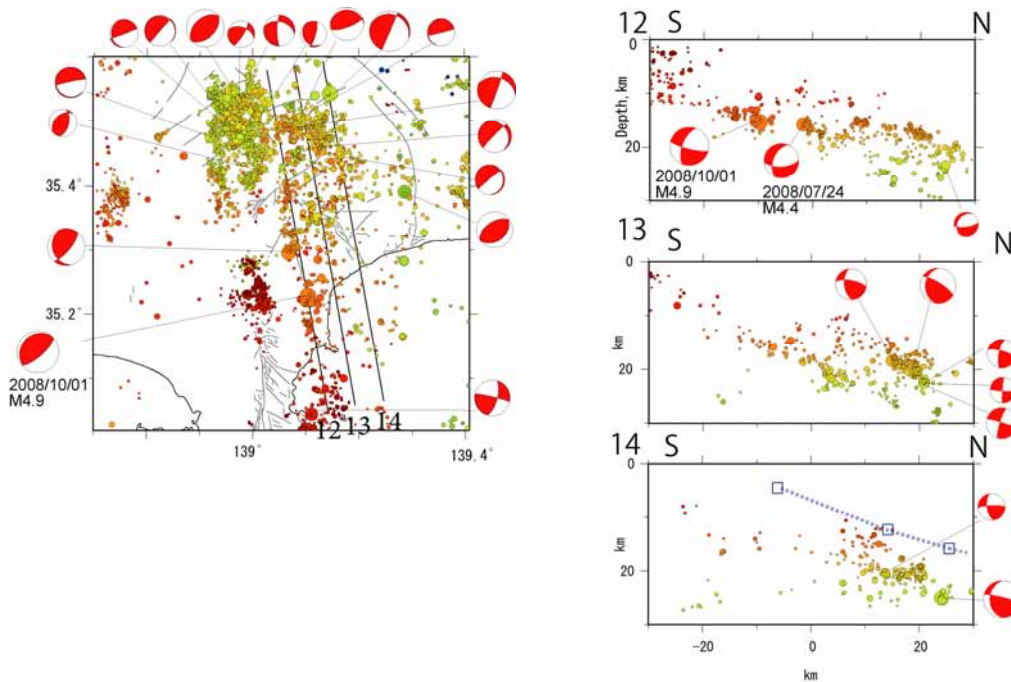


図 6 南北方向の断面図への震源メカニズムの投影。断面 13 に示した地震のメカニズム解は、大正関東地震とほぼ同じメカニズム。一方、その西側の断面 12 ではやや西寄りの P 軸をもつ低角逆断層となる。また、地震の分布する深さも大正関東地震の断層面（プレート境界面）よりも深い。

図 7 S 波スプリッティング解析の結果。丹沢直下を通ってくるパス（赤い の観測点）に比べて、南足柄付近を通ってくるパス（青い の観測点）ではやや西寄りの主圧縮軸を示す LSPD（速い S 波の振動方向）が卓越する。

