

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。東大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 23 年度業務目的

- 1) 平成 22 年度までに設置した 10 箇所で自然地震観測装置を維持・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」にデータを送信し、引き続き観測データの蓄積に資する。
- 2) 平成 22 年度までに明らかになった伊豆衝突帯の速度構造モデルを基本として、「3. 1. 1 中感度地震観測によるプレート構造調査」による中感度地震観測装置からなる観測網(MeSO-net)、神奈川県温泉地学研究所及び他機関の地震観測データとの統合処理による詳細な、震源分布・メカニズム解の分布、S波スプリッティング解析の結果を統合し、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。
- 3) これまでの研究成果から、伊豆半島衝突帯におけるフィリピン海プレートの速度構造モデルおよび震源パラメータを「3. 1. 1 中感度地震観測によるプレート構造調査」に提供し、3. 1. 1 (1)(b)3)の首都圏下のプレート構造の研究成果および3. 1. 1 (1)(b)4)の関東の地震カタログの取りまとめに協力する。

(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	
	主任専門員	伊東 博	
	次長兼管理課長	杉原 英和	
	所長	吉田 明夫	

(2) 平成 23 年度の成果

(a) 業務の要約

- 1) 平成 22 年度までに設置した 10 箇所で自然地震観測装置を維持・管理した。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」にデータを送信し、引き続き観測データの蓄積に資した。

- 2) 平成 22 年度までに明らかになった伊豆衝突帯の速度構造モデルを基本として、「3. 1. 1 中感度地震観測によるプレート構造調査」による中感度地震観測装置からなる観測網(MeSO-net)、神奈川県温泉地学研究所及び他機関の地震観測データとの統合処理による詳細な、震源分布・メカニズム解の分布、S 波スプリッティング解析の結果を統合し、首都圏西部及び伊豆衝突帯のテクトニクス解明を進めた。
- 3) これまでの研究成果から、伊豆半島衝突帯におけるフィリピン海プレートの速度構造モデルおよび震源パラメータを「3. 1. 1 中感度地震観測によるプレート構造調査」に提供し、3. 1. 1 (1)(b)3)の首都圏下のプレート構造の研究成果および3. 1. 1 (1)(b)4)の関東の地震カタログの取りまとめに協力した。

(b) 業務の成果

1) 10箇所での自然地震観測を行う

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。

臨時観測網の地震データも同時に用いた詳細な地震波速度構造解析の結果から、伊豆衝突帯の構造モデルを作成した。解析は、対象領域を図 2 に示すグリッドに分割して行った。対象地域の東側では、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、楔形の低速度領域が存在する。一方、西側においては東側のような明瞭な低速度帯は見られず、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(図 3)。得られた速度構造や、これまでの震源メカニズム、S 波スプリッティング解析の結果を考慮して、東側では沈み込んだ PHS の上盤と本州弧の間に、付加したトラフ充填堆積物がはさみこまれている一方、西側では、丹沢ブロックの上部地殻が剥離し、直接丹沢ブロックと接しているというモデルを構築した(図 4)。震源メカニズムの解析や、S 波スプリッティングの解析から推定される、丹沢山地、足柄平野、箱根などでの応力場の空間的な変化は、このような東西で異なる様式の沈みこみあるいは衝突が起きていることに起因すると考えられる。

また、3月11日の東北地方太平洋沖地震の直後から、誘発地震と考えられる微小地震が特に箱根火山と北伊豆断層帯において多く発生した。これらの地震のメカニズムは、東西に伸張軸を持つ横ずれ型が多く(図 5)、GPS などから推定される伊豆衝突帯周辺の応力変化と調和的である²⁾。この地震による伊豆衝突帯周辺の断層への応力変化の影響を、 Δ CFF を用いて評価した。その結果、三浦半島断層群や北伊豆断層では促進、国府津-松田断層などでは抑制となった。神奈川県西部地震の想定断層モデルでも、若干の促進となった(図 6)。

MeSo-net を用いた震源過程の解析から、本震の際には宮城県沖から茨城県付近まで太平洋プレート境界の広範囲から地震波が放出されたことが明らかとなった。地震波として特に大きなエネルギーを放出したのは、宮城県沖であった(図 7)。破壊の伝播速度は平均するとおよそ 2km/s であるが、実際には震源より南側への破壊の開始が遅れたため、南側のみに注目すると、3km/s 前後でスムーズに破壊が伝播したことが分かった¹⁾。

3) 速度構造モデル、震源パラメータの研究成果の提供。

平成 22 年度までの解析によって得られた伊豆衝突帯の速度構造モデルや震源パラメータについて、勉強会などを通して (1) の担当研究者と議論を行い、首都圏下のプレート構造の研究成果および関東の地震カタログの取りまとめに協力した。

(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。

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。現在、地震波速度構造モデルについては、論文として発表するための準備を進めている。

2011 年東北地方太平洋沖地震は、宮城県沖から茨城沖まで広大な領域を破壊し、東日本全域に大きな応力変化を引き起こした。伊豆衝突帯周辺の断層についても、一部の断層については断層破壊を促進するような応力変化が発生したことが分かった。実際に、北伊豆断層帯や箱根火山では、誘発地震と考えられる微小地震活動が活発化している。これらの状況から、伊豆衝突帯周辺の応力場が大きく影響を受けていると考えられるため、地震防災を考える上では今後も観測を継続し、注意深く地震活動を監視する必要がある。

(d) 引用文献

- 1) Ryou Honda, Yohei Yukutake, Hiroshi Ito, Masatake Harada, Tamotsu Aketagawa, Akio Yoshida, Shin'ichi Sakai, Shigeki Nakagawa, Naoshi Hirata, Kazushige Obara, and Hisanori Kimura: Earth Planets Space, 63, pp.583-588, 2011.
- 2) Youhei Yukutake, Ryou Honda, Masatake Harada, Tamotsu Aketagawa, Hiroshi Ito, and Akio Yoshida: Remotely-triggered seismicity in the Hakone volcano following the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, 63, pp737-740, 2011.

(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
MeSO-net データによる 2011 年東北地方太平洋沖地震震源過程の広帯域イメージング（ポスター）	本多亮,行竹洋平,原田昌武,伊東博,明田川保,吉田明夫,酒井慎一,中川茂樹,平田直,小原一成,木村尚紀	日本地球惑星科学連合 2011 年大会	平成 23 年 5 月	国内
東北地方太平洋沖地震に	行竹洋平,本多亮,	日本地球惑星	平成 23 年	国内

より誘発された箱根火山の地震活動（ポスター）	原田昌武,明田川保,伊東博,吉田明夫	科学連合 2011 年大会	5 月	
MeSO-netのデータから明らかになった 2011年東北地方太平洋沖地震の広帯域破壊伝播イメージ（2）（ポスター）	本多亮・行竹洋平・原田昌武・伊東博・明田川保・吉田明夫・酒井慎一・中川茂樹・平田直・小原一成・木村尚紀・松原誠	日本地震学会 秋季大会	平成 23 年 10 月	国内
東北地方太平洋沖地震の表面波に伴った箱根火山の地震活動（ポスター）	行竹洋平・本多亮・原田昌武・明田川保・伊東博・吉田明夫・坂上実・額縁一起	日本地震学会 秋季大会	平成 23 年 10 月	国内
東北地方太平洋沖地震(M9.0)による神奈川県およびその周辺の想定断層面への影響（ポスター）	原田昌武・本多亮・行竹洋平・明田川保・伊東博・板寺一洋・吉田明夫	日本地震学会 秋季大会	平成 23 年 10 月	国内
A Broad-band rupture image of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake（ポスター）	Ryou Honda, Yohei Yukutake, Hiroshi Ito, Masatake Harada, Tamotsu Aketagawa, Akio Yoshida, Shin'ichi Sakai, Shigeki Nakagawa, Naoshi Hirata, Kazushige Obara, Hisanori Kimura, Makoto Matsubara	AGU Fall Meeting	平成 23 年 12 月	国際
Fluid-induced swarm earthquake sequence revealed by precisely determined hypocenters and focal mechanisms in the 2009 activity at Hakone volcano, Japan（ポスター）	Yohei Yukutake, Hiroshi Ito, Ryou Honda, Masatake Harada, Toshikazu Tanada and Akio Yoshida	AGU Fall Meeting	平成 23 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
----------------	-------	----------------	------	---------

A complex rupture image of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake revealed by the MeSO-net	R. Honda, Y. Yukutake, H. Ito, M. Harada, T. Aketagawa, A. Yoshida, S. Sakai, S. Nakagawa, N. Hirata, K. Obara, H. Kimura.	Earth Planets Space	2011年8月	国際
Remotely-triggered seismicity in the Hakone volcano following the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake	Y. Yukutake, R. Honda, M. Harada, T. Aketagawa, H. Ito, A. Yoshida	Earth Planets Space	2011年8月	国際
S-P時間を用いた再解析によって明らかになった1970年代の箱根群発震源域の特徴-最近の群発震源域との比較-	本多亮・伊東博・行竹洋平・原田昌武・吉田明夫	火山	2011年	国内
神縄・国府津－松田断層帯周辺域における震源分布とメカニズム解の特徴－稠密地震観測データを用いて－	行竹洋平	温地研報告第43巻	2011年	国内
神奈川県およびその周辺の想定断層面に対する2011年東北地方太平洋沖地震の影響評価	原田昌武・行竹洋平・本多亮・明田川保・伊東博・板寺一洋・吉田明夫	温地研報告第43巻	2011年	国内

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

表 1 平成 22 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	神奈川県相模原市緑区根小屋 1580
6	相模原市	青根中学校	神奈川県相模原市緑区青根 1926
7	相模原市	青野原小学校	神奈川県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	神奈川県相模原市緑区三ヶ木 39-7
10	横浜市	平戸小学校	神奈川県横浜市戸塚区平戸町 542

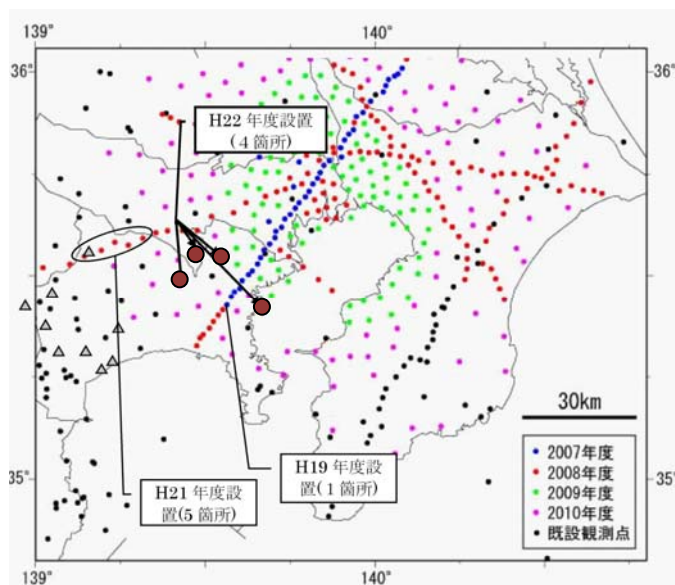


図 1 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト観測点配置と温地研担当観測点

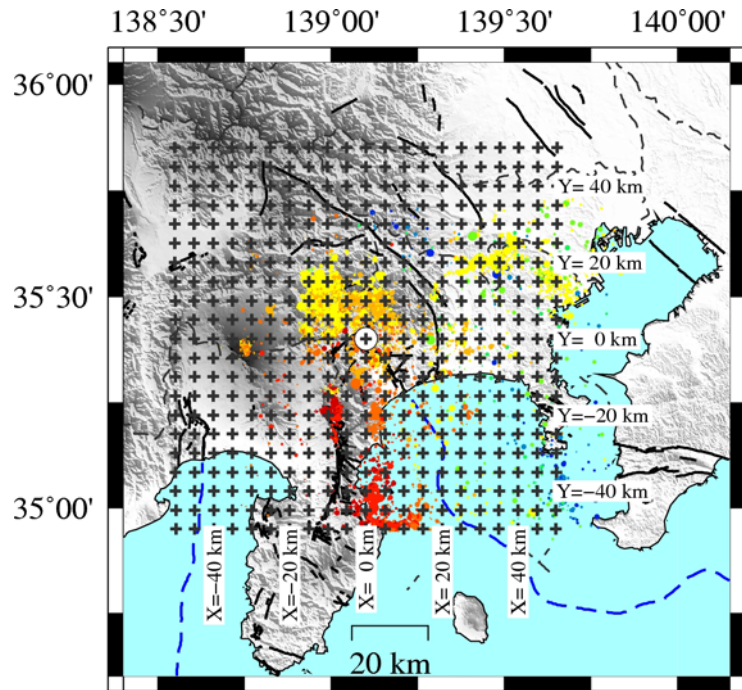


図 2 地震波速度構造モデル解析の為のグリッド

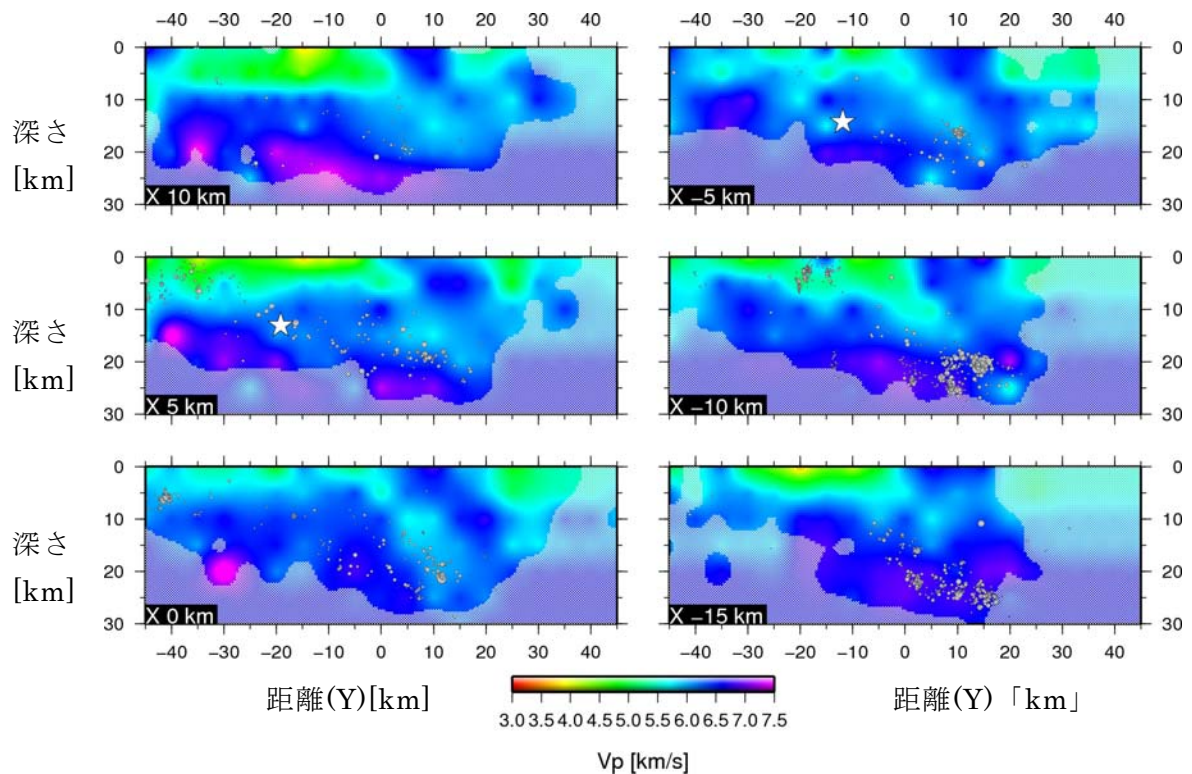


図 3 3次元速度構造の断面図。距離の基準点は、図 2 に○で示す。X=0 から-10km の断面では、北に向かって楔形の低速度帯が存在する。低速度帯は X=-15km 断面より西側では明瞭に見えない。また、震源は X=-15km よりも西寄りでは厚みを持って分布し、東側では低速度帯との境界に分布する。

- 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)!?


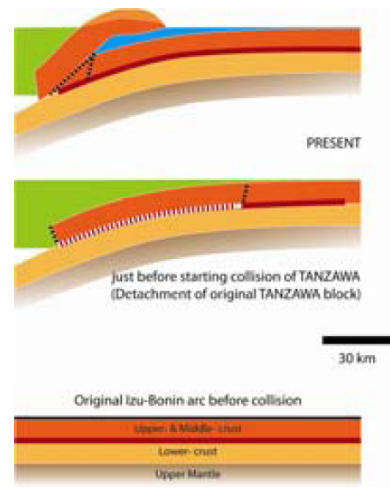



図 4 速度構造の解析結果から推定した、伊豆衝突帯の形成過程モデル

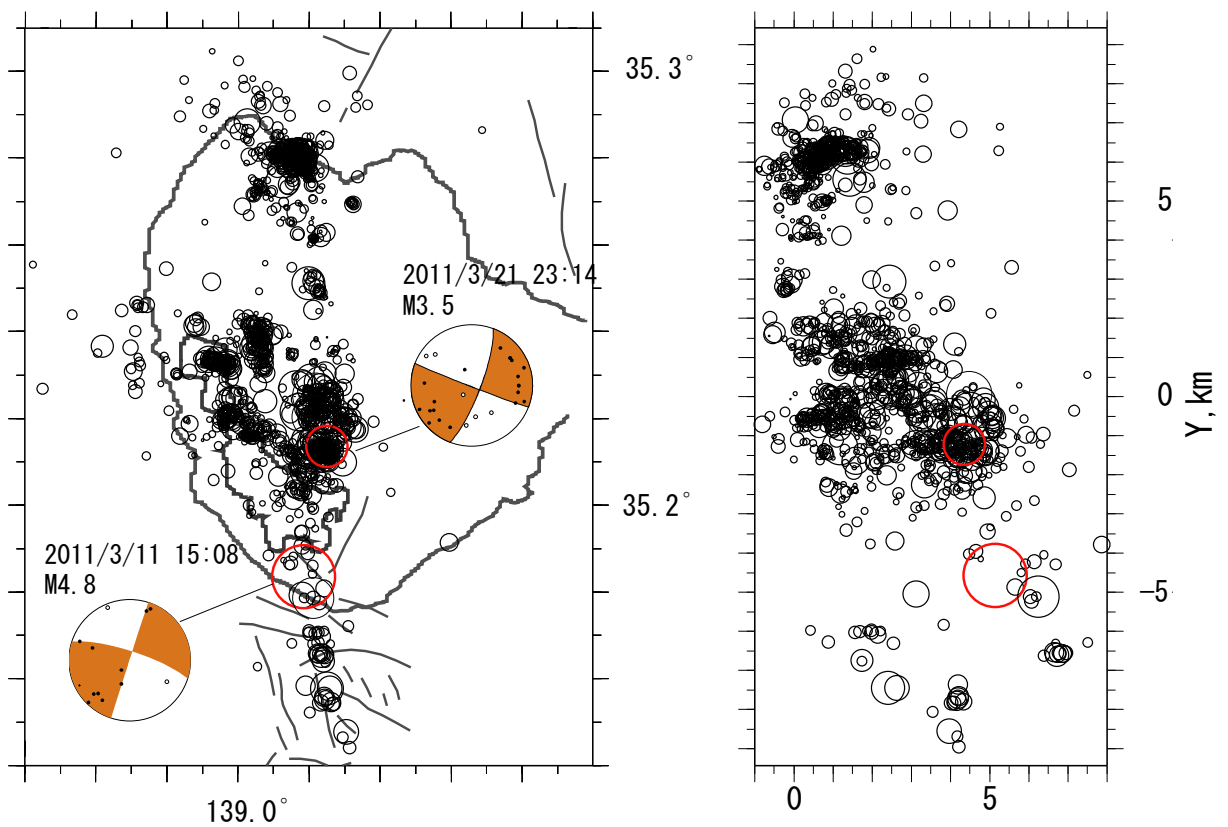
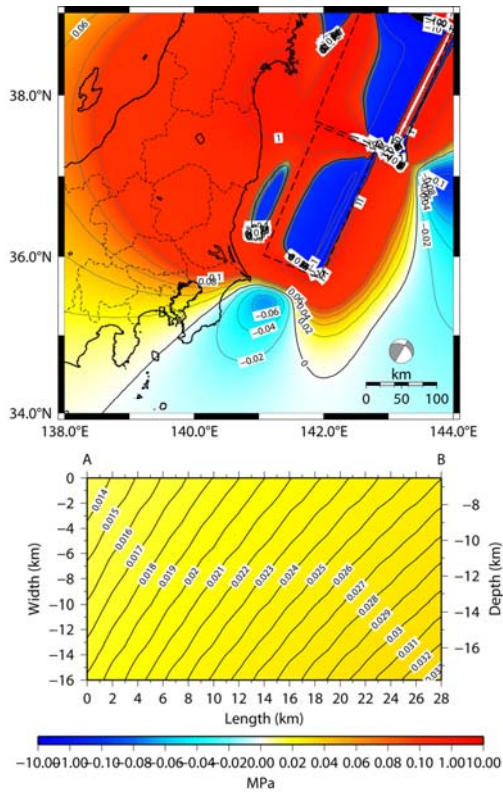
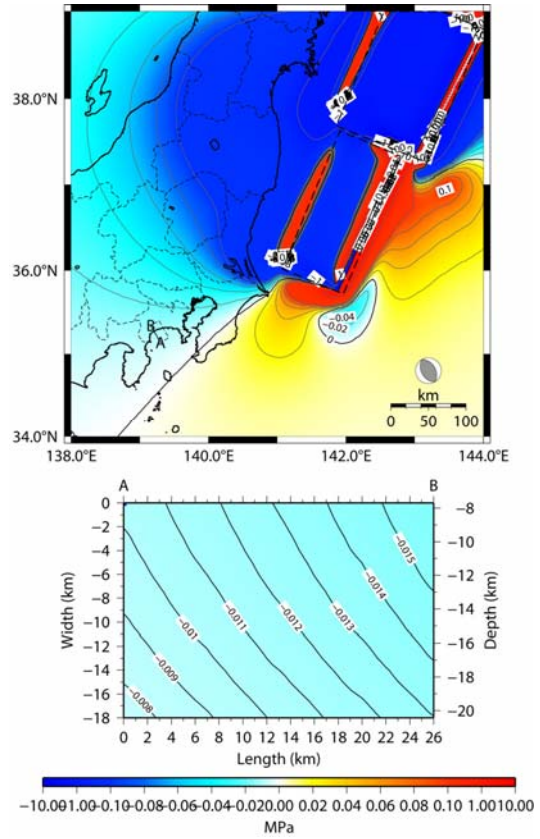


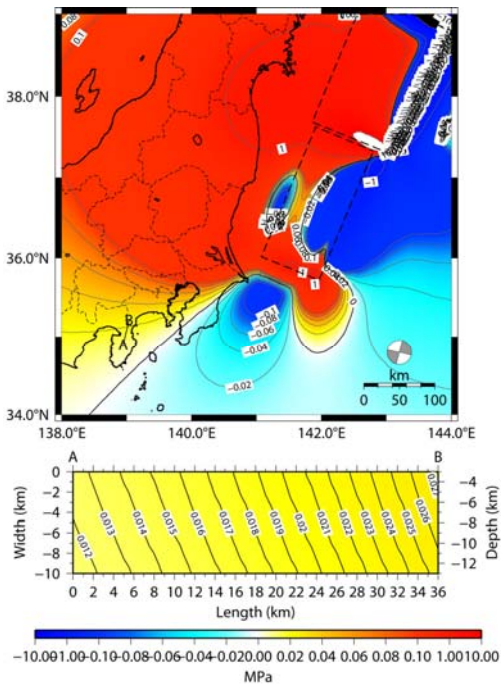
図 5 東北地方太平洋沖地震発生後に誘発された、箱根火山の微小地震の震源分布。誘発地震は最大で M4.8、メカニズムは横ずれ型であった。



(a) 三浦半島断層群



(b) 神奈川県西部地震想定断層



(c) 丹那断層

図 6 2011 年東北地方太平洋沖地震による伊豆衝突帯周辺の断層上の応力変化

(a) 三浦半島断層群、(b)神奈川県西部地震想定断層、(c)丹那断層

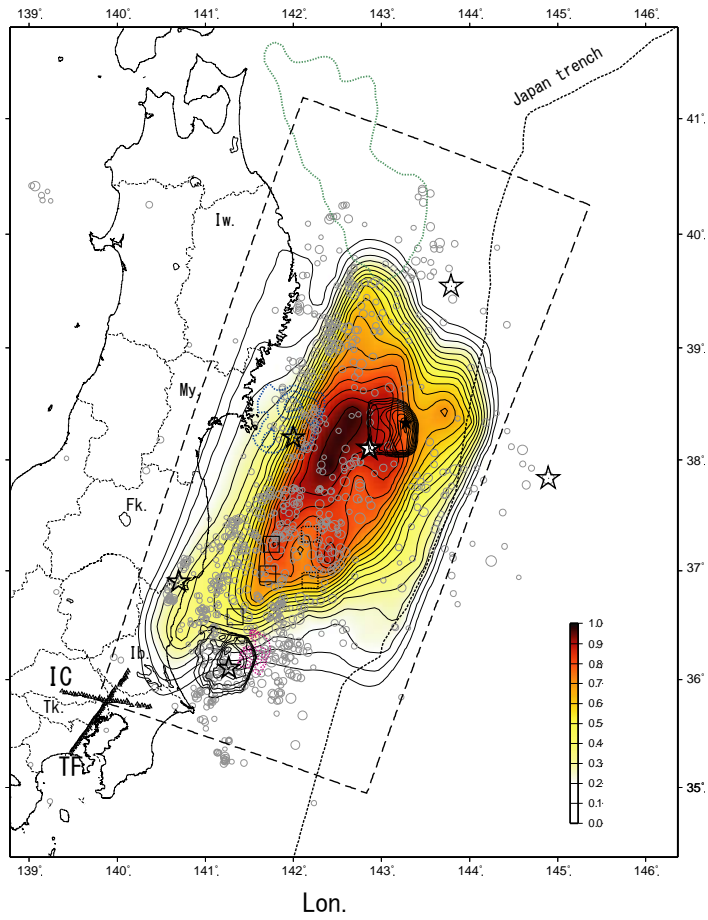


図 7 MeOS-net のつくば - 藤沢アレイと入間 - 銚子アレイの観測データから推定した、2011 年東北地方太平洋沖地震における地震波の放射強度分布