

3. 1. 1. 2 首都圏南西部での地震発生過程の解明

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

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と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。

(b) 平成 25 年度業務目的

- 1) 首都圏地震観測網 (MeSO-net) のうち、神奈川県内に整備された 10 点について、設備を維持・管理し、引き続き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。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所より送信される MeSO-net のデータと、神奈川県温泉地学研究所および神奈川県温泉地学研究所で監視している他機関の地震データの統合処理を行い、震源及びメカニズム解の決定を行う。
- 3) 首都圏南西部およびその周辺で発生した中小規模の地震について詳細な解析を行い、既存の速度構造モデルなども参照しつつ、そのテクトニックな意味を検討し、プレート構造モデルの精度向上を図る。

(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	所長	里村幹夫	
	研究課長	宮岡一樹	
	主任研究員	本多亮	
	技師	行竹洋平	
	技師	原田昌武	

(2) 平成 25 年度の成果

(a) 業務の要約

- 1) 首都圏地震観測網 (MeSO-net) のうち、神奈川県内に整備された 10 点について、設備を維持・管理し、引き続き自然地震観測を行った。必要に応じて、老朽化した一部設備の補修や移設を行った。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所より送信される MeSO-net のデータと、神奈川県温泉地学研究所および神奈川県温泉地学研究所で監視している他機関の地震データの統合処理を行い、震源及びメカニズム解の決定を行った。
- 3) 首都圏南西部およびその周辺で発生した中小規模の地震について詳細な解析を行い、既存の速度構造モデルなども参照しつつ、そのテクトニックな意味を検討し、プレート構造モデルの精度向上を図った。

(b) 業務の成果

1) 首都圏地震観測網 (MeSO-net) による自然地震観測

神奈川県温泉地学研究所が維持管理を行う MeSO-net 10 観測点 (表 1、P.35) のうち、6 観測点 (有馬小学校、北方小学校、奈良小学校、栗原小学校、根古屋小学校、二本松小学校) について、老朽化したバッテリーを交換し、内部機器 (コントローラ、電源制御装置、ルーター、温度センサー、避雷器、AC 端子台等) の動作確認、商用電源確認、電源出力確認、バッテリー電圧確認を行った。

2) 地震データの統合処理

東京大学地震研究所より送信されている MeSO-net データは、神奈川県温泉地学研究所および神奈川県温泉地学研究所で監視している他機関の地震データと統合処理され、震源決定に使用されている。通常発生する微小地震については、この処理によって初動押し引きによるメカニズム解のチェックが行われた。M4 程度以上の中規模地震について、その詳細な発生メカニズムの解明のために、統合処理されたデータを用いて、より詳細な震源分布やメカニズム解の推定を行った。

3) データ解析

フィリピン海プレートの沈み込み帯に位置する小田原を中心とした神奈川県西部地域は、およそ 80 年程度に一度の割合で、大規模な地震災害にみまわれてきた。それらの地震のうちいくつかは小田原市付近に震源がある M7 級の地震と考えられており、小田原地震と呼ばれている。これらの地震は、フィリピン海プレートの収束テクトニクスと関係づけられて、小田原付近にフィリピン海プレートを二つの領域 (伊豆半島を乗せる浮揚性地殻と、相模トラフから北北西に沈み込む非火山性スラブ) に分ける「西相模湾断裂」 (例えば、石橋, 1988¹⁾) といったモデルも提唱されている。一方で、その震源域については現在も様々な研究が行われており、必ずしも小田原直下の地震ではないとする考え方もある (例えば、植竹・他, 2010²⁾)。想定されている M7 級の地震はこれまでのところ発生していないが、湯本付近を震源とした M5 級の地震が 1990 年と 2007 年に発生している。これらはいずれも逆断層タイプの地震であり、その震源域周辺では M4 級の地震や群発的な地震活動がときおり発生している。1990 年や 2007 年に発生した中規模地震は、周辺の応力場や地殻構造を反映すると考えられることから、この地域での地震ハザードを考えるうえで、過去の M7 級地震との関係も含めて、これらの地震の特徴を知ることは重要である。

2007 年および 1990 年に湯本直下付近で発生した M5 クラスの地震について、バックプロジェクション法 (以下、B.P.法) を用いた震源過程解析を行った。1990 年に発生した M5.1 の地震は、気象庁カタログによれば深さ 13.5km (図 1、P.35) で、2007 年とほぼ同じであるが、サイト補正を行って再決定した Ishida and Kikuchi (1992)³⁾ による深さは 17km 付近である。今回の解析では、Ishida and Kikuchi (1992)³⁾ の震源を採用した。断層モデルは Ishida and Kikuchi (1992)³⁾ による、やや高角な逆断層モデルを採用した (図 2、P.36)。2007 年に発生した M4.9 の地震のメカニズム解は低角逆断層であり、余震の震源分布もプレート境界とほぼ平行であるように見える。そこで、図 2 (P.36) に示すような断層面を仮定した。観測された加速度波形を 1 回積分し 0.5-5.0Hz のバンドパスフィルターをかけた、上下動の速度波形を使用した。後続波の影響を避けるため、観測波形の P 波部分およそ 1 秒間について、解析をおこなった。使用した観測点の分布を図 2 (P.36) に示す。B.P.

法による解析の結果、2つの地震の震源域は数キロ程度しか離れていないものの、2007年の地震では複数の地震波放射域をもち複雑な破壊をした（図 3、P.36）のに対し、1990年の地震では、震源付近で短時間に強い地震波を放射する単純な破壊であった（図 4、P.37）ことが分かった。1990年の地震は震源付近に放射強度の強い領域が集中しており、Ishida and Kikuchi (1992)³⁾が指摘する通り、比較的応力降下量が大きかったことが示唆される。これらの地震は逆断層型であるが、いずれも関東地震の震源断層（プレート境界）よりも数キロ深く、地震波速度構造（温泉地学研究所、2012⁴⁾）と比較すると V_p が 6km/s 程度の領域で発生していることから、伊豆地殻内で発生した地震であろうと考えられる（図 5、P.37）。また、2007年はプレート境界とほぼ平行な面で発生したのに対し、1990年はやや高角であることから、この地域では様々な傾斜をもった弱面が存在し、そこで地震が発生している可能性がある。これは、伊豆半島の衝突の影響を反映しているのかもしれない。また、2007年の地震では、破壊が北西もしくは南西方向に進行し、箱根カルデラの直下付近で停止していることから、この地域の応力の蓄積過程において箱根火山の存在が何らかの影響を与えている可能性もある。

(c) 結論ならびに今後の課題

MeSO-net による自然地震の観測およびデータ統合による震源決定、メカニズム解の推定については、特に問題なく順調にデータを蓄積することができた。過去の M7 級の地震の震源域と推定されている付近で発生した二つの中規模地震の解析からは、ごく近傍で発生した地震にもかかわらず、断層面の傾斜や破壊の様相が大きく異なることが分かった。このことは、この領域の応力蓄積過程において伊豆の衝突や箱根火山の存在などが強く影響していることを示唆する。過去に発生した M7 級の被害地震の震源断層も、必ずしも同じ断層面の破壊によるものであるとは限らないのかもしれない。以上の結果を踏まえて、今後は箱根火山も含めた震源域周辺の速度構造について再検討を行い、沈み込み口付近のプレート構造モデルを構築していく必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 石橋克彦: “神奈川県西部地震”と地震予知 I, 科学, 58, pp. 537-547, 1988.
- 2) 植竹富一, 野口厚子, 中村操: 天明相模の地震及び嘉永小田原地震の被害分布と震源位置, vol 25, pp. 39-62, 2010.
- 3) Ishida, M. and Kikuchi, M.: A possible foreshock of a future large earthquake near Odawara, center Japan, Geophys. Res. Lett., vol 19, pp. 1695-1698, 1992.
- 4) 温泉地学研究所: 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, 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト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 成果報告書, pp. 65-74, 2012.

(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
Evaluation of the slip-tendency of active faults in the Japanese islands (ポスター)	Yohei Yukutake, Tetsuya Takeda and Akio Yoshida	AGU Fall Meeting 2013 (サンフランシスコ)	2013 年 12 月	国際
箱根火山及びその周辺域の速度構造 (ポスター)	行竹洋平・本多亮・原田昌武・里村幹夫	日本地震学会 2013 年秋季大会 (横浜市)	2013 年 10 月	国内
箱根火山群発活動に先行する G P S 変化の検出 (ポスター)	宮岡一樹・原田昌武・道家涼介	日本地震学会 2013 年秋季大会 (横浜市)	2013 年 10 月	国内
Remotely triggered seismic activity in Hakone volcano during and after the passage of surface waves from the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake (口頭)	Yohei Yukutake, Masatoshi Miyazawa, Ryou Honda, Masatake Harada, Hiroshi Ito, Kazuki Koketsu, Akio Yoshida	IAVCEI 2013 (鹿児島市)	2013 年 7 月	国際
2013 年 1 月以降の箱根火山における群発地震活動の精密震源分布 (ポスター)	行竹洋平・宮岡一樹・原田昌武・本多亮・伊東博・吉田明夫	日本地球惑星科学連合 2013 年大会 (千葉市)	2013 年 5 月	国内
現在の応力場と活断層の活動度との関係 (口頭)	行竹洋平・武田哲也・吉田明夫	日本地球惑星科学連合 2013 年大会 (千葉市)	2013 年 5 月	国内
2013 年箱根火山の群発地震活動に伴う地殻変動とその変動源の推定 (ポスター)	宮岡一樹・本多亮・原田昌武・行竹洋平	日本地球惑星科学連合 2013 年大会 (千葉市)	2013 年 5 月	国内
箱根火山における群発地震活動と地殻歪	原田昌武・宮岡一樹・行竹洋平・小	日本地球惑星科学連合 2013	2013 年 5 月	国内

(口頭)	林昭夫・本多亮・板寺一洋・伊東博・明田川保・吉田明夫	年大会 (千葉市)		
2001 年箱根群発地震活動以後に活発化した大涌谷北側斜面の新噴気について (ポスター)	原田昌武・寺田暁彦・小田原啓・代田寧・板寺一洋・行竹洋平・松沢親悟	日本地球惑星科学連合 2013 年大会 (千葉市)	2013 年 5 月	国内
箱根火山で発生した群発地震活動の特徴比較 (ポスター)	原田昌武・行竹洋平・宮岡一樹・本多亮・板寺一洋・道家涼介・里村幹夫・吉田明夫	日本地震学会 2013 年秋季大会 (横浜市)	2013 年 10 月	国内
群発地震活動に伴う地殻変動に起因する異方性強度の時空間変化 (口頭)	本多亮・行竹洋平・原田昌武・宮岡一樹・里村幹夫	日本地震学会 2013 年秋季大会 (横浜市)	2013 年 10 月	国内
フィリピン海プレート沈み込み帯付近で発生した二つの中規模地震について (ポスター)	本多亮・行竹洋平・原田昌武・宮岡一樹・道家涼介・里村幹夫	日本地震学会 2013 年秋季大会 (横浜市)	2013 年 10 月	国内

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
Remotely triggered seismic activity in Hakone volcano during and after the passage of surface waves from the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake	Yukutake Y., Miyazawa M., Honda R., Harada M., Ito H., Sakaue M., Koketsu K., Yoshida A.	Earth and Planetary Science Letters	2013 年 5 月	国際
箱根火山における群発地震活動の分類	原田昌武・行竹洋平・宮岡一樹・本多亮・板寺一洋・道家涼介・里村幹夫・吉田明夫	温泉地学研究 所報告	2013 年 12 月	国内
神奈川県を対象とした	道家涼介・原田昌	温泉地学研究	2013 年 12	国内

Bernese による GPS 統合 解析表示システムの構築	武・宮岡一樹・里 村幹夫	所報告	月	
-----------------------------------	-----------------	-----	---	--

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 26 年度業務計画案

- 1) 首都圏地震観測網 (MeSO-net) のうち、神奈川県内に整備された 10 点について、設備を維持・管理し、引き続き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。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所より送信される MeSO-net のデータと、神奈川県温泉地学研究所および神奈川県温泉地学研究所で監視している他機関の地震データの統合処理を行い、震源及びメカニズム解の決定を行う。
- 3) 首都圏南西部およびその周辺で発生した M5~7 クラスの地震の詳細な解析を継続する。また、これらの地震や同地域で発生する低周波地震も含めた震源域周辺の高解像度の速度構造を推定し、首都圏南西部のプレート構造モデルの精度向上を図る。

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

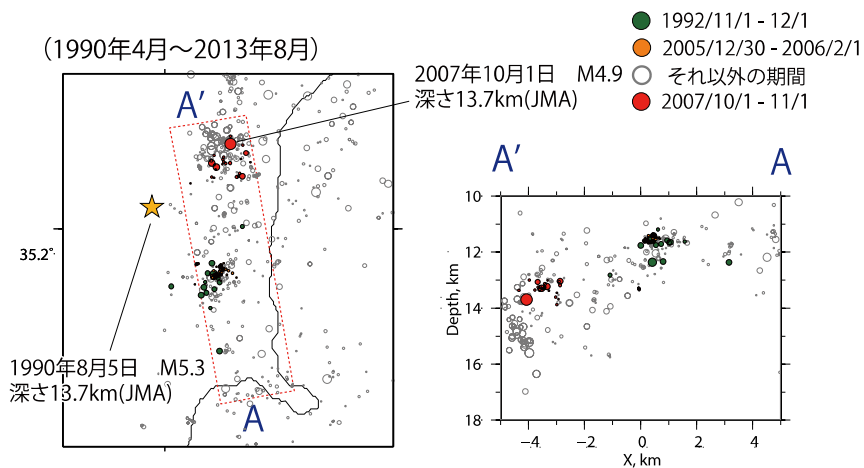


図 1 1990 年と 2007 年に湯本付近で発生した M5 クラスの地震の震源域。

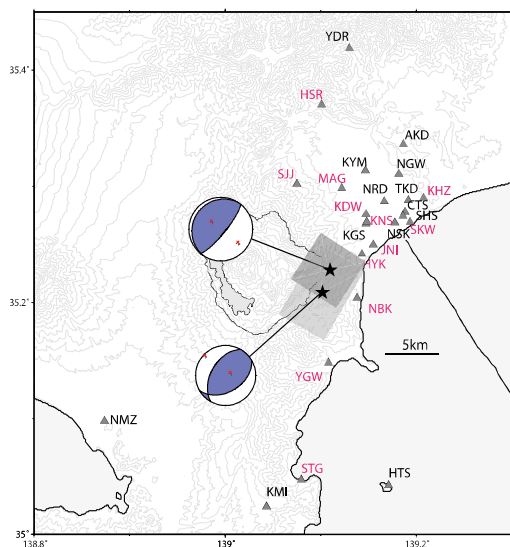


図2 観測点配置図。

▲は強震観測点(東大地震研究所)。★は震央、薄い□は仮定した断層面。それぞれの断層面を決める際に採用したメカニズム解を示してある。

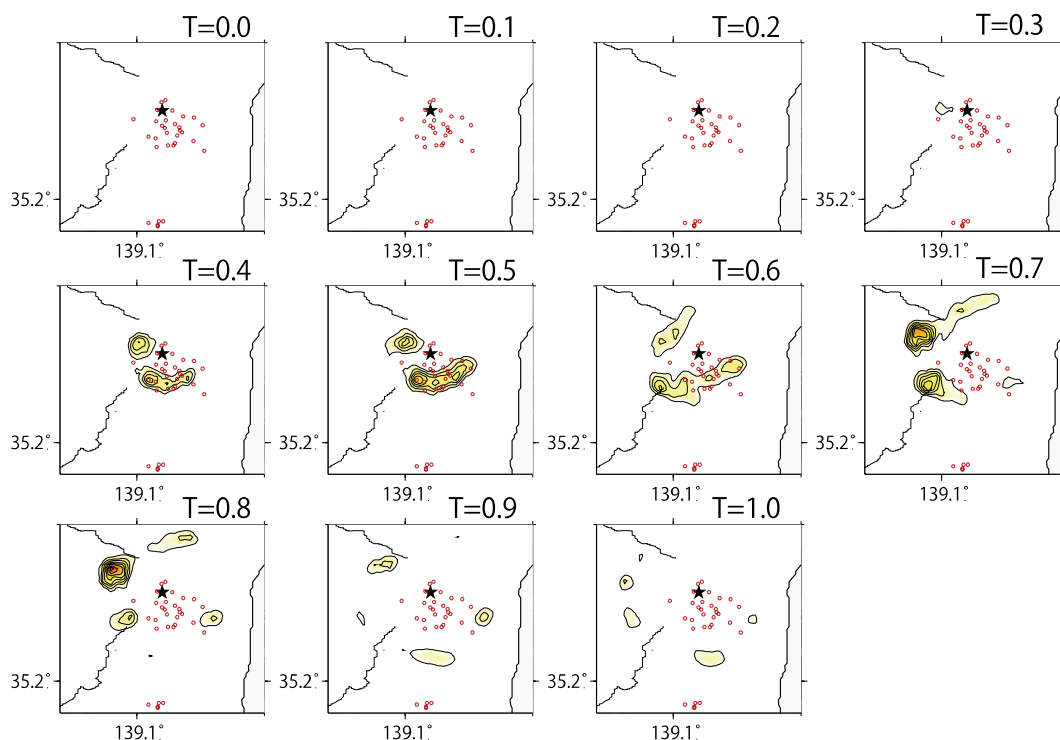


図3 バックプロジェクション法で推定した破壊伝播の様子(2007年)。

各パネル右上に、破壊開始からの経過時間を秒で示す。震源付近ではほとんど強い地震波は放出されておらず、震源の北西および南西付近に強いピークがみられる。

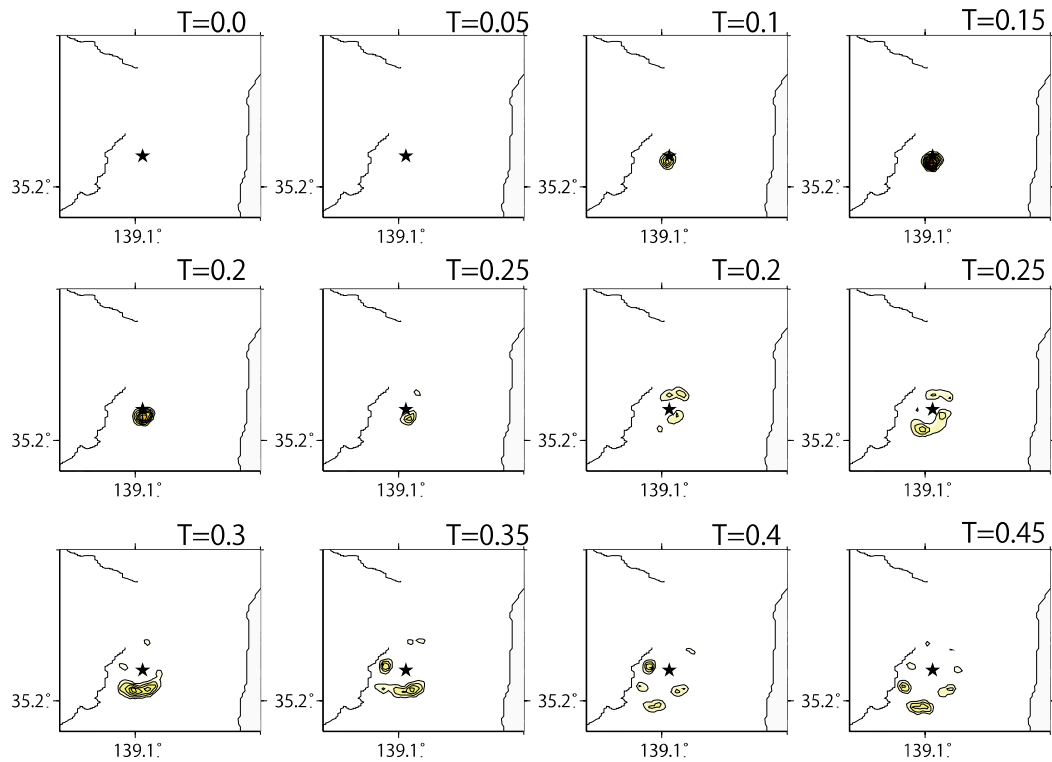


図 4 バックプロジェクション法で推定した破壊伝播の様子（1990 年）。
各パネル右上に、破壊開始からの経過時間を秒で示す。震源周辺に強い地震波を出した領域が集中している。

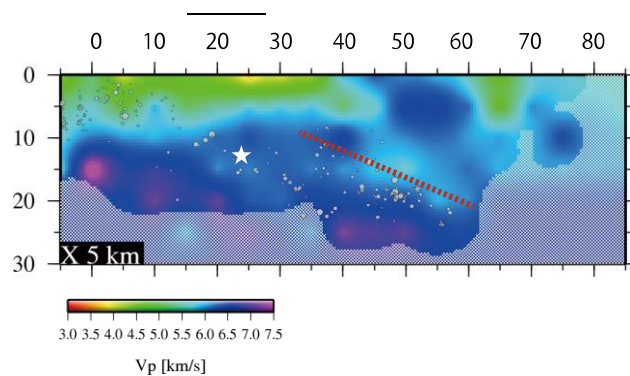


図 5 2007 年の地震の震源と温泉地学研究所（2012）⁴⁾による地震波速度構造。
図 1（P.35）の範囲は、図の上部に棒線で示してある。赤い点線は、地震のメカニズムや速度構造から推定されるおよそのプレート境界の深さ。