

3. 2 地震活動から見たプレート構造解明のための調査研究

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 地震活動から見たプレート構造解明のための調査研究

(b) 担当者

| 所属機関 | 役職 | 氏名 |
|-----------------------------------|-------|-------|
| 国立研究開発法人防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター | 主任研究員 | 松原 誠 |
| 国立研究開発法人防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター | 主任研究員 | 武田 哲也 |
| 国立大学法人東京大学地震研究所 | 准教授 | 蔵下 英司 |
| 国立大学法人東京大学大学院情報学環 | 教授 | 酒井 慎一 |
| 公立大学法人横浜市立大学 | 教授 | 吉本 和生 |

(c) 業務の目的

強震動予測に資する関東地方南部の地殻構造と本断層帯の深部延長に存在する沈み込むフィリピン海プレート上面の形状に関する情報を高度化する。

(d) 3ヵ年の年次実施業務の要約

1) 令和5年度：

これまでに首都圏地震観測網 (MeS0-net) で読み取られた地震波の到達時刻データを確認するとともに、微小地震の震源分布や発震機構解を分析しプレート境界の推定方法を検討した。干渉法等による上盤プレート内の構造解析手法について検討した。

2) 令和6年度：

定常観測網と MeS0-net の観測点における既存の地震波到達時刻データを用いて地震波速度構造予備解析を実施する。MeS0-net のデータを処理し、地震波速度構造解析に資するデータを生成する。干渉法等を用いて、上盤プレート内の構造解析に着手する。

3) 令和7年度：

MeS0-net のデータを処理し、地震波速度構造解析に資するデータを生成し、定常観測網のデータと合わせて三次元地震波速度構造を構築する。速度構造、震源分布、発震機構解などと合わせて、沈み込むフィリピン海プレート上面境界モデルを構築する。干渉法等を用いて、上盤プレート内の構造を高度化する。

(2) 令和5年度の成果

(a) 業務の要約

これまでの首都直下地震防災・減災特別プロジェクトおよび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において2008年4月～2016年4月にMeSO-net観測点や定常観測網で読み取られた地震波の到達時刻データを確認した。微小地震の震源分布や発震機構解を分析し、相模トラフから沈み込むプレート境界の推定方法を検討した。常時観測されている雑音を信号として用いる地震波干渉法等による上盤プレート内の構造解析手法について検討した。

(b) 業務の成果

1) 既往のMeSO-netの到達時刻データ

2008年4月～2016年4月の地震について、首都直下地震防災・減災特別プロジェクトおよび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において東京大学地震研究所により防災科学技術研究所（防災科研）の高感度地震観測網（Hi-net）等を含めた定常観測網とMeSO-net観測点における地震波の到達時刻のデータが読み取られていた。同期間の防災科研Hi-netシステム（防災科研Hi-netや気象庁、国立大学、国立研究開発法人、自治体などの観測点を含めて震源決定するシステム）で捉えられた地震とMeSO-net観測点も含めて読み取られた地震の分布を図1に示す。MeSO-netで捉えられた地震のうち、防災科研Hi-netによる読み取り値と統合した地震の震源分布を図2に示す。地震波速度構造解析には観測網から50km以内の地震を用いるため、地震から一番近い観測点が50km以内の地震の震源分布を図3に示す。

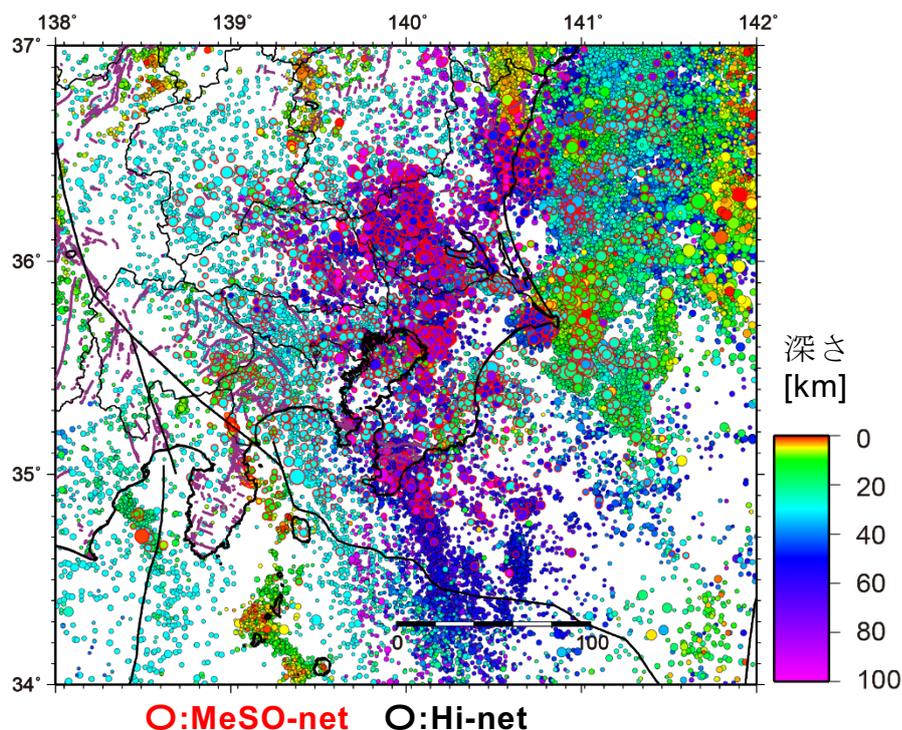


図1 2008年4月～2016年4月に防災科研Hi-netで捉えられた地震とMeSO-netで捉えられた地震の震源分布。

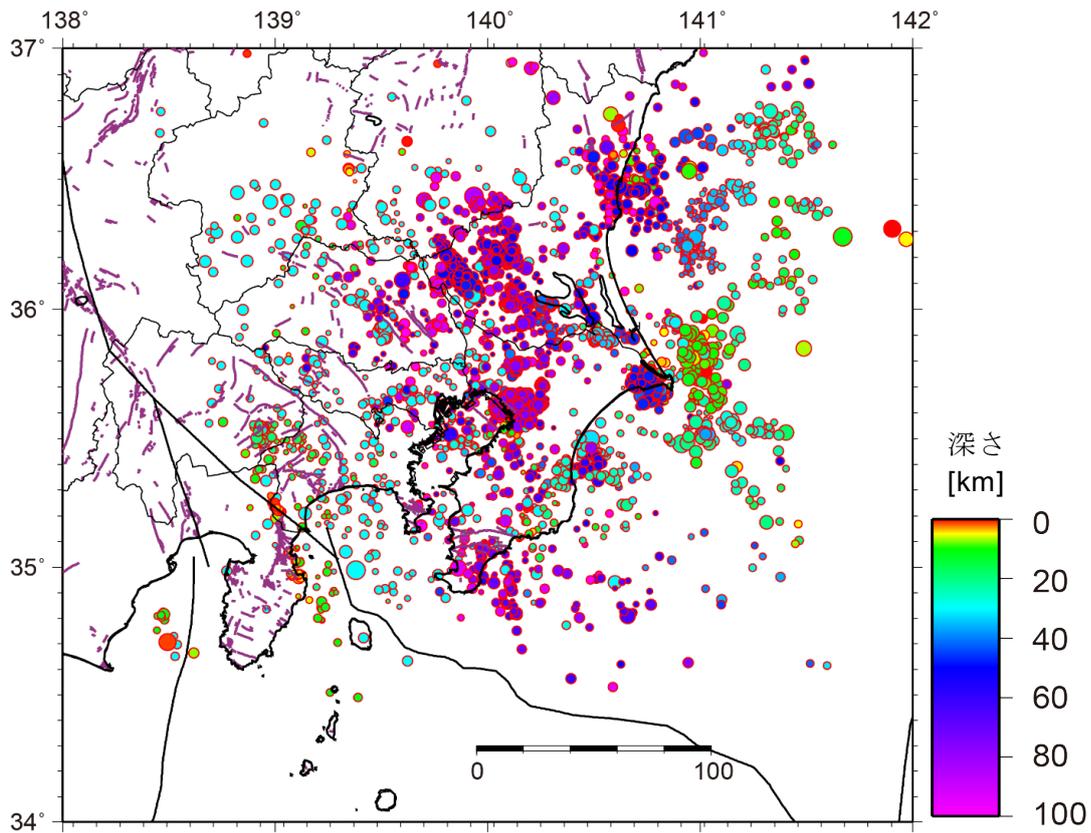


図2 防災科研 Hi-net の読取り値と統合した MeSO-net で捉えられた地震の震源分布。

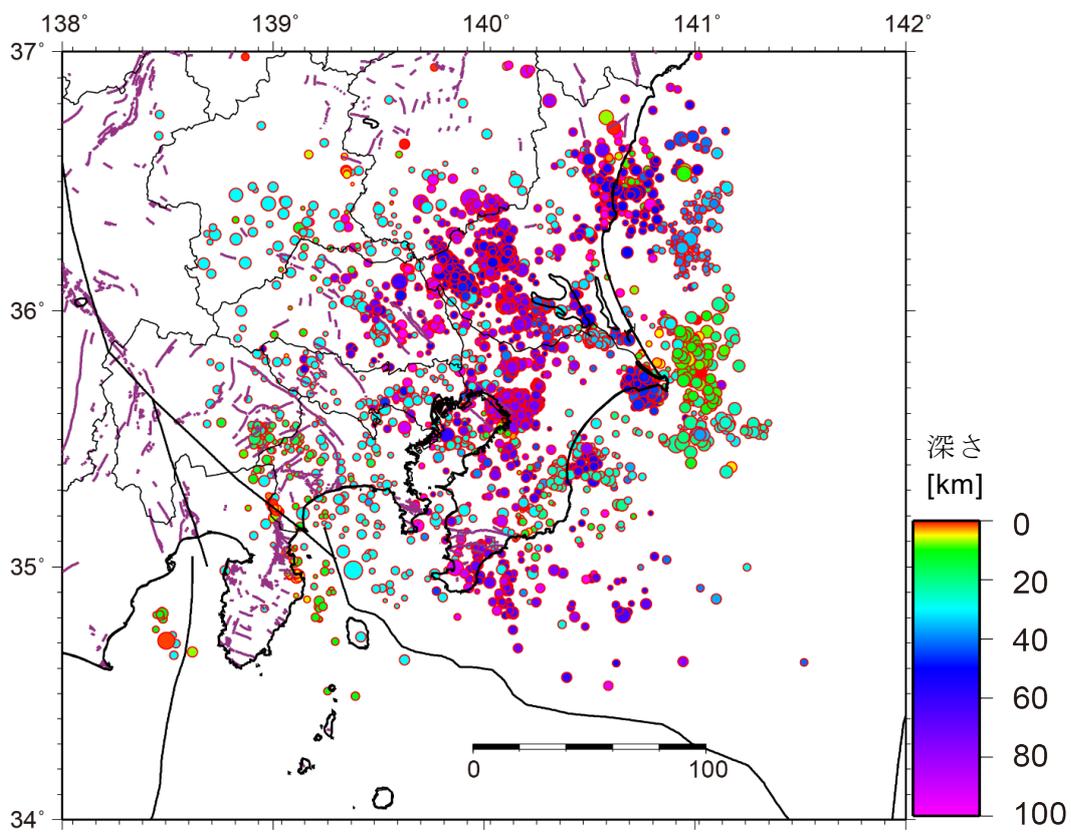


図3 観測網から 50km 以内の地震の震源分布。

2) プレート境界の推定方法の検討

関東地域下の三次元地震波速度構造からは、沈み込むフィリピン海プレートや太平洋プレートの低速度海洋地殻と高速度海洋マントルがイメージされている (Matsubara et al., 2005)。本解析では MeSO-net のデータを加えることにより、地表から沈み込むプレートまでの地震波速度構造が得られることが期待される。その結果から、地震波の P 波速度、S 波速度、 V_p/V_s を参考にして、低速度海洋地殻の分布の推定が可能となると考えられる。

三次元地震波速度構造を用いて震源を再決定することにより、一次元地震波速度楕を用いた震源分布よりも高精度な震源カタログが得られる。また、三次元地震波速度構造を用いた波線から発震機構解も推定可能となる。プレート境界で発生する地震の特徴的な発震機構解は低角逆断層型地震であることから、各鉛直断面における地震波速度構造から得られる低速度海洋地殻の分布、高精度震源分布、低角逆断層型の地震の震源分布を組み合わせることにより、プレート境界の推定が可能となると考えられる。

すべり角が $75^\circ \sim 105^\circ$ の地震の分布を図 4 に示す。そのうち、三浦断層帯を通るフィリピン海プレートの傾斜方向に沿った断面を図 5 に示す。ユーラシアプレートとフィリピン海プレートとの境界付近に逆断層型の地震が分布しており、それらはフィリピン海プレートの沈み込む方向である紙面の直交方向に圧縮軸を持つ。一方、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界付近での地震については東西圧縮であるため鉛直断面図上では右斜め手前から左奥へ方向に圧縮軸を持つ。

すべり角が 15° 以下、または 165° 以上の横ずれ断層型の地震の分布について、三浦断層帯と直交する断面の分布を図 6 に示す。三浦半島断層群周辺の浅い地震は少なく、マグニチュードも小さいため発震機構解が決まっておらず、沈み込むプレート内における地震がプロットされている。

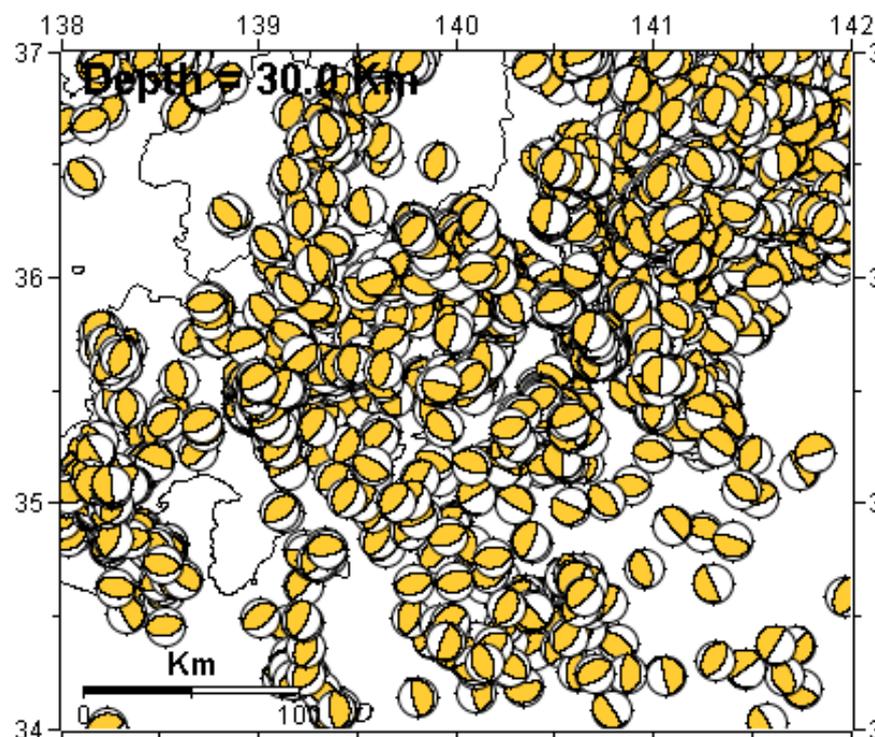


図 4 逆断層型の地震の震央分布。

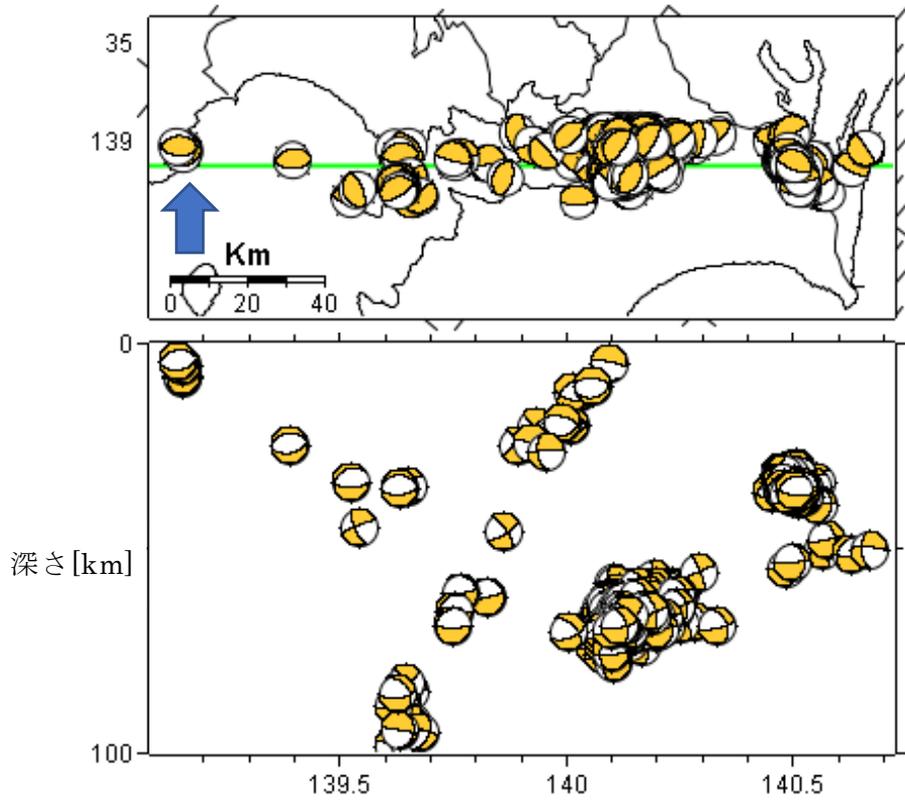


図5 逆断層型地震の三浦半島断層群を通る北東-南西断面。青矢印はフィリピン海プレートが沈み込む進行方向。

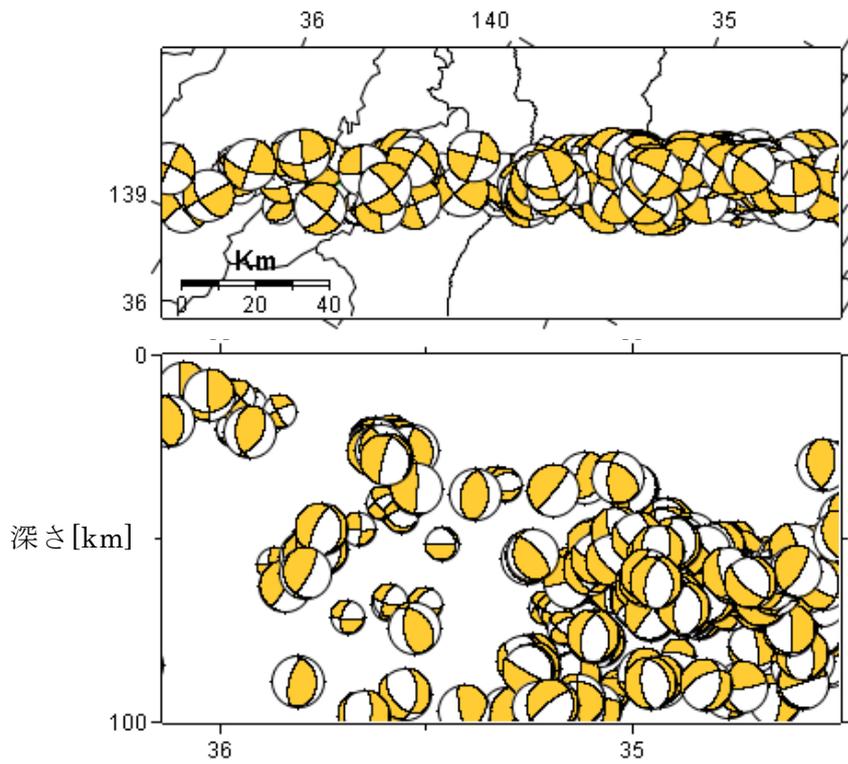


図6 横ずれ断層型の地震の三浦半島断層群と直交する断面。

3) 上盤プレート内の構造解析手法について検討

地震波干渉法を用いることにより、2つの観測点における波動場の相互相関関数の計算から、その2点間のグリーン関数が計算可能である。このグリーン関数に波形解析手法を適用することにより、地下構造のイメージングが可能となる。例えば、表面波の脈動を用いた解析では表面波のトモグラフィ解析が可能となる(Shapiro et al., 2005; Takagi et al., 2006)。また、強振動記録に地震波干渉法を適用することにより、地震基盤構造解析も可能と考えられる。今後、地震波干渉法を用いることにより、三浦半島断層群周辺における上盤プレート内の不均質構造を目指す。

4) 防災科研 Hi-net と防災科研 MeS0-net の波形の統合

2016年4月以降の地震について、今後 MeS0-net 観測点で捉えられた地震波形から P 波・S 波の到達時刻データを読み取り、地震波速度構造解析に用いる予定である。すでに、防災科研 Hi-net では定常観測網の観測点における地震波到達時刻のデータについての読取りが行われている。それらの地震について、MeS0-net のデータを統合し、MeS0-net 観測点における地震波の到達時刻を読み取れるようにする必要がある。そこで、防災科研 Hi-net システムにおいて既に読み取りが行われた地震に対して win システムを用いて MeS0-net の波形を統合し、表示することを試みた。図7のように、既に読み取られた観測点における読取り値を活用しつつ、新たに MeS0-net 観測点における地震波の到達時刻を読み取り、震源決定が可能であることを確認した。

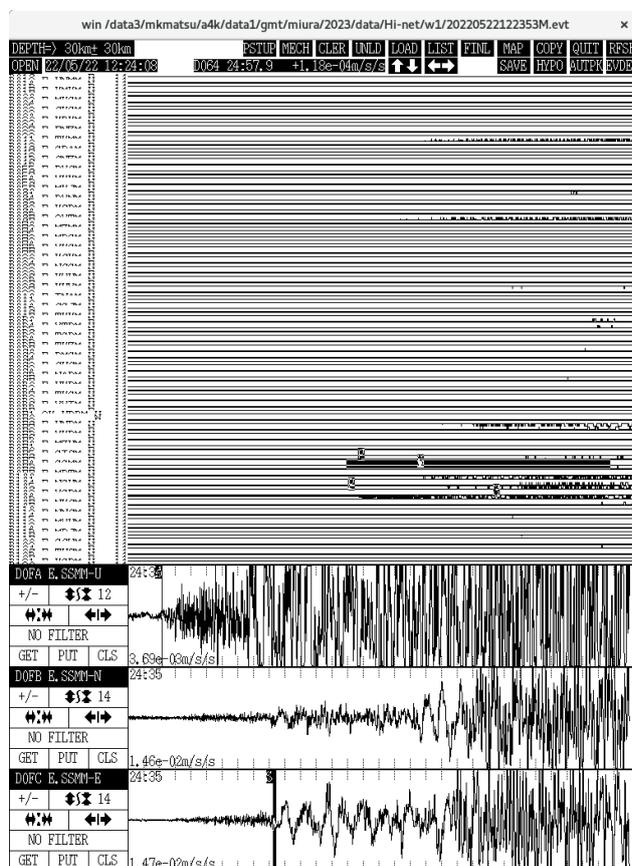


図7 防災科研 Hi-net で捉えられた地震を MeS0-net 観測点の波形から抽出した検測表示。

(c) 結論ならびに今後の課題

既往のMeSO-net観測点で読み取られた地震波の到達時刻のデータを確認し、地震波トモグラフィ解析に用いることが可能であることが確認できた。微小地震の震源分布や発震機構解を分析した。沈み込むフィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界付近では、北東-南西の傾斜方向ではなく、北西-南東のフィリピン海プレートの進行方向に圧縮軸を持つ逆断層型の地震が多く発生している。また、MeSO-net観測点で読み取られていない地震についても、Hi-net等のデータと統合し、定常観測網の既読み取りデータを活用しつつ新たにMeSO-net観測点における地震波の到達時刻を読み取ることが可能であることを確認した。

今後、MeSO-netデータを用いた地震波速度構造解析を実施することにより、関東下における詳細な三次元地震波速度構造モデルが得られることが期待される。また、その構造から沈み込むフィリピン海プレート最上部低速度海洋地殻や三次元地震波速度構造を用いて再決定した震源分布、発震機構解等を考慮して、プレート境界モデルの構築を目指す。

(d) 引用文献

- Matsubara, M., H. Hayashi, K. Obara, K. Kasahara, Low-velocity oceanic crust at the top of the Philippine Sea and Pacific plates beneath the Kanto region, central Japan, imaged by seismic tomography, *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, 110, B12304, doi:10.1029/2005JB00367, 2005.
- Shapiro, N. M., M. Campillo, L. Stehly, and M. H. Ritzwoller, High-resolution surface-wave tomography from ambient seismic noise, *Science*, 307, 1615-1618, 2005.
- Takagi, N., H. Sato, T. Nishimura, and K. Obara, Rayleigh wave group velocity in Japan revealed from the cross-correlation analysis of microseisms excited by typhoons, *The 8th SEGJ International Symposium —Imaging and Interpretation—*, Extended abstract, 207-210, 2006.