

### 3. 1. 2 統合処理によるプレート構造調査研究及びデータ保管

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

新たに設置される中感度稠密地震観測データと、首都圏内において深さ 3000m の基盤岩に達する深層地震観測を含む既存の高感度地震観測データとの統合処理を行い、自然地震波形データベースを構築・保管すると共に、高精度震源・メカニズム解決定に基づく地震クラスターの分類、3次元地震波速度・減衰構造、地震波形解析に基づくプレート境界面形状及び浅部地震基盤構造を明らかにし、首都直下におけるプレートモデルを構築する。

##### (b) 平成 20 年度業務目的

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行う。また、昨年度の茨城県南西部の地震クラスターの詳細解析や房総沖で発生した群発地震活動の詳細活動の解析に基づき、本年度は房総沖の相似地震やスロースリップイベントの再解析によるプレート形状の推定、プレート内外のサイスマテクトニクスを解明するための高精度相対震源決定法の改良および地震クラスターへの詳細分析、高精度 3次元地震波速度・減衰構造トモグラフィー手法を用いた予備的解析、首都圏直下の複雑な構造に対応するレシーバ関数解析等の地震波形解析に基づくプレート境界性状の予備的解析等、基盤観測網との統合処理によるプレート構造調査に向けた開発・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
独立行政法人 防災科学技術研究所 地震観測データセンター	データセンター長	小原一成	
同 地震研究部	部長	堀貞喜	
同 地震研究部	総括主任研究員	関口渉次	
同 地震研究部	総括主任研究員	野口伸一	
同 地震研究部	主任研究員	木村尚紀	
同 地震研究部	主任研究員	汐見勝彦	
同 地震研究部	研究員	武田哲也	
同 地震研究部	研究員	浅野陽一	
同 地震研究部	研究員	松原誠	
同 地震研究部	研究員	関根秀太郎	

#### (2) 平成 20 年度の成果

##### (a) 業務の要約

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行った。また、昨年度の茨城県南西部の地震クラスターの詳細解析や房総沖で発生した群発地震活動の詳細活動の解析に基づき、本年度は房総沖の相似地震やスロースリップイベントの再解析によるプレート形状の推定、プレート内外のサイスモテクトニクスを解明するための高精度相対震源決定法の改良および地震クラスターへの詳細分析、高精度 3 次元地震波速度・減衰構造トモグラフィ手法を用いた予備的解析、首都圏直下の複雑な構造に対応するレシーバ関数解析等の地震波形解析に基づくプレート境界性状の予備的解析等、基盤観測網との統合処理によるプレート構造調査に向けた開発・解析を進めた。

## (b) 業務の成果

### 1) サブテーマ① 既存時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および保管

首都直下地震防災・減災プロジェクト（以下首都直下プロジェクト）において各観測点において観測された波形データは地震研究所に集められたのち、防災科学技術研究所に転送され蓄積される。本年度は、昨年度に構築された蓄積システムの維持を行うとともに、データ量の増加による処理サーバおよびハードディスクドライブ（HDD）の増設を行った。

首都直下プロジェクトにおける観測点数は 400 観測点を計画しており、首都直下プロジェクトのデータ収集においては、大学間の地震波形データが流れている JDXnet を用いている。首都直下データの収集を円滑に進めるため、受信部においてデータが正常に流通しているかどうかを確認している。その状態は Web 上で閲覧することができる（図 1）。この図においては、安定的にデータは配送されていることが見て取れる。なおデータ量が急激に増加している箇所があるが、有感地震が発生したことによるデータ量の増加に伴う変化である。その影響は一時的なものであるため、グラフ上では急激に増加したように見える。

つくば WAN を経由して送られてきたデータはサーバ上に蓄えられるが、データ量が増加したため、ラックおよび HDD を増設した（写真 1）。今年度設置した機器は、昨年度構築したシステムと接続され処理の一部を担当している。

また、関東で発生した M3 以上の 109 個の地震に関して、房総半島に線上に設置してある観測点での読み取り業務を行った。表 1 にその震源要素を示す。これらの読み取りは、研究に非常に重要であり、震源分布の精度の向上に役立つ。

### 2) サブテーマ② 首都直下地震クラスターの解明

関東地方では、数多くの地震クラスターが存在している。特にクラスターに含まれる相似地震はプレート間すべりの位置と量を把握する指標となり得る。今年度は 2007 年 8 月に発生した房総スロースリップイベント（SSE）に伴う相似地震の群発的な活動の特徴について調べ、相似地震のデータ解析からすべり量の推定を試みた。

#### a) 房総 SSE に伴う相似地震活動

##### i) はじめに

陸域の稠密な地殻変動観測網の整備に伴い、房総沖において SSE の発生が確認されて

いる<sup>5,8)</sup>。房総沖では傾斜計や GPS の観測データから 1983 年以降およそ 6 年間隔で SSE が発生することが知られており<sup>6,7)</sup>、最新の活動は 2007 年 8 月に前回から約 5 年の再来間隔を経て発生した。この 2007 年の SSE による地殻変動は、防災科研 Hi-net 高感度加速度計（傾斜計）等により多数の点で捉えられており<sup>1,9)</sup>、傾斜計および GPS データを基にしたすべり量とモーメント解放量の推定では、それぞれが 15.6 cm および Mw6.6 であった<sup>9)</sup>。

房総 SSE は、群発地震活動を伴う点が特徴的であり、その地震活動には相似地震も数多く検出されている。相似地震とは、波形の相似性が極めて高く、通常はほぼ一定の規模・間隔で繰り返すことから、プレート境界上の安定すべり域に分布した微小なパッチでの破壊の繰り返しと考えられる。すなわち相似地震がプレート境界でのすべりモニタリングの指標として利用できる。地震データは、関東・東海地域において 1985 年頃から密に整備された地震観測網のデータがあるため、過去の房総 SSE 活動の時間変化を把握することが可能である。またこれ以前についても 1983 年 5 月時点では房総半島周辺の観測点数はほぼ変わらず、同様の検知能力が期待される。さらに、2007 年房総 SSE では、相似地震データと測地データの双方ですべり変化を検出できているため、測地データから得られた結果との比較によって、相似地震の解析によるすべり量推定手法を評価することができる。

そこで過去の房総 SSE の際の相似地震の特徴を調べ、活動の時間変化について報告する。さらに 2007 年房総 SSE の相似地震データからすべり量の推定を試み、その結果を測地データから得られている結果と比較した。

## ii) 手法

解析期間に 2007 年房総 SSE が含まれるため、未解析であった 2002 年から 2008 年の期間について既存研究<sup>3,4)</sup>に従い、相似地震の追加解析を行った。防災科研 Hi-net による M2.0 以上のイベントについて既存研究<sup>3,4)</sup>で得られた結果と比較した。解析には 2002 年 9 月 1 日から 2008 年 9 月 30 日までの防災科研 Hi-net による波形データを用いた。一方、既存研究は防災科研 関東東海観測網(KT-net)による波形データを用いている。Hi-net (100 Hz サンプリング)と KT-net (80 Hz サンプリング)の波形データを比較する際は、後者を前者のサンプリングレートに合わせてリサンプルして用いた。KT-net は Hi-net のような最新の観測網に比べて、ダイナミックレンジが狭く、また地震検出能力も劣るため、本研究で対象とする地震はマグニチュードが 2~5 のものに限られる。解析手法および相似地震と判定する条件は Kimura et al. (2006)<sup>3)</sup>と同じである。

得られた結果を元に、すべり履歴とすべり分布を推定した。個々の相似地震のすべり量は個々のイベントのマグニチュードから Kimura et al. (2006)<sup>3)</sup>と同じ手法で推定した。Uchida et al. (2003)<sup>10)</sup>の手法にならい個々の相似地震グループについて求められたすべり履歴を特定の領域および期間について積算し平均した。すべり分布は個々の相似地震グループについて求めたすべり履歴をそれぞれのムービングウィンドウ内で積算および平均することで得た。0.2° × 0.2° の大きさのムービングウィンドウを 0.1° 間隔で動かした。個々のウィンドウ内に 2 個以上の相似地震グループが含まれる場合に、得られたすべり量をムービングウィンドウの中心に 0.1 × 0.1° の大きさの四角形としてプロットした。得られたすべり分布をもとにモーメント解放量  $M_0$  (Nm) を以下のように推定した。

$$M_o = \sum_i \mu S_i d_i \quad (1)$$

ここで、 $S_i$  および  $d_i$  は  $i$  番目のウィンドウの面積とすべり量を示す。 $\mu$  は剛性率で、ここでは  $4.4 \times 10^{10}$  Pa の値を用いた。

### iii) 房総 SSE 時の相似地震活動

2007 年房総 SSE に伴う相似地震は、顕著な地殻変動が観測されている時期に発生した(図 2)。相似地震活動ははじめ東側の A 領域で発生し次いで西側の B 領域でも活動が始まった(図 2)。Hirose et al. (2008)<sup>1)</sup> による傾斜計・GPS データをもとに推定された SSE のすべりの時空間分布によると、すべりは南東側で始まり、東側北部で大きなすべりが起き、西側の B 領域でも遅れてすべりが開始した。相似地震の活動と比較すると A・B それぞれの領域で大きなすべりの起きた時にほぼ同期して活動が開始した(図 2)。SSE のすべりと相似地震の活動が時間・空間的に良く一致することから相似地震は SSE のすべりによって誘発されたと推測される。相似地震以外の群発地震活動は、東側では相似地震の活動とほぼ同時に、西側では相似地震活動よりやや遅れて開始している。また、東・西側それぞれの領域で、相似地震活動と同様に南北方向への拡大が見られた。東側で活動域が最も拡大した頃の 8 月 16 日 4 時 15 分に最大の地震(Mw5.3)が発生した(図 2)。一連の群発地震活動も SSE のすべりと時間・空間的に良く一致することから、SSE のすべりによって誘発されたと推測される。

相似地震の震央分布を Sekine et al. (2007)<sup>9)</sup>による断層モデルと比較すると、相似地震は断層モデルの深部(北端)境界付近に分布する(図 2)。鉛直断面では、相似地震は北西方向に緩やかに傾斜した平面状に分布し、その他の群発地震の分布と重なり、断層モデルともよく一致する(図 3)。これにより、相似地震と SSE のすべりは連続した面状で起きたと推測される。

続けて、これまでの房総 SSE に伴う活動を詳しく比較すると、相似地震の活動域はほぼ重なる(図 4)。しかし、1983 年と 1990 年では活動域の西側の B 領域で発生数が多く、1983 年、1990 年、および 2007 年では北部で相似地震の発生数が多いといった違いがある。また 2002 年では南東部での発生数がやや多い。1996 年は全体に相似地震の発生数が少なかった。活動の時系列は、基本的に東側で活動が始まり西側に拡大していくという傾向が見られる。しかし、1983 年および 2002 年では東側の南部から始まり北に拡大したのに対し、1990 年、1996 年および 2007 年では東側北部から活動が開始した。このような違いは相似地震の分布域での SSE のすべり過程の違いを反映していると考えられる。Hirose et al. (2008)<sup>1)</sup>によると、2007 年ではすべりは南東側で始まり、北側および西側に拡大した。前述したようにすべりが東側北部および西側で始まったのとほぼ同期して相似地震活動が始まった。このことは、相似地震活動の推移が SSE のすべり推移を反映していることを支持している。

### iv) 相似地震から推定した 2007 年房総 SSE すべり量分布

2007 年房総 SSE について、前述 ii)での相似地震データ解析により、すべり分布を推定し、さらにモーメント解放量を求めた(図 5)。すべり分布は、北部から南東部および南西部

と地殻変動データから推定された断層面を取り囲む範囲で大きなすべりが推測された。モーメント解放量はモーメントマグニチュード(Mw)で 6.2 となった。Hirose et al. (2008)<sup>11)</sup>による地殻変動データから推定された結果と比較すると、その結果においても北部から南東部で大きなすべりが推定されており、すべり分布の空間パターンについては調和的な結果が得られている。1)によると西側の内陸部でもやや大きめのすべりが推定されており調和的である。但し、相似地震では南西部で大きなすべりが推定されており、その位置は約 10km 南にずれが認められる。これは、 $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ}$  のサイズのムービングウィンドウを  $0.1^{\circ}$  ずつ動かしているため細かいスケールのすべり分布にはこの程度の誤差があるためと考えられる。逆に、この程度の誤差範囲内ではすべり分布を十分推定できたと言える。モーメント解放量については、地殻変動データからの推定値は Mw6.6 で相似地震からの推定値(Mw6.2)よりやや大きい。これは相似地震が SSE のすべり領域の中心部には存在せず、その周囲にのみ分布しているため、中心部のすべり分を反映できていないためだと考えられる。これは、手法上やむを得ない面があるが、Mw6 を越える活動としての規模は再現されている。また、2007 年房総 SSE に伴う最大の地震は Mw5.3(2007/8/16, 4:15)であったが、これより十分大きなモーメントが非地震性すべりで解放されたことを示しており、モーメントの主要な部分が非地震性すべりとして解放される SSE としての特徴は再現されている。今後、推定手法の高度化を図るとともに、手法の適用範囲に留意しつつ、過去の房総 SSE についてもすべり分布・規模の推定を行う予定である。

### 3) サブテーマ③ 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

#### i) はじめに

関東地域における三次元減衰構造は Sekiguchi (1991)<sup>11)</sup> や Sekine (2005)<sup>12)</sup> などの研究から求められてきているが、関東地域において詳細な波形計算を行う際には、さらに精密な解像度を必要とする。首都直下地震防災・減災プロジェクトにより、従来よりもさらに密な観測網 (MeSO-net 観測点) が構築されつつある。2 枚のプレートが沈み込んでいく首都圏における震度の予測などを行なうことは本プロジェクトにおいて重要な課題であり、それを求める際には、速度構造と共に減衰構造も重要なデータとして必要になってくる。本項では現在までの MeSO-net 観測点から得られた加速度振幅データのみを用いて、振幅トモグラフィーによって関東地方における減衰構造を求めた。

#### ii) データおよび手法

北緯 34.5 度から 37.0 度、東経 138.5 度から 141.5 度の範囲で 2008 年 4 月から 11 月までに発生した 291 個の地震について、同地域にある MeSO-net の観測点 (46 点) で観測された加速度波形にバンドパスフィルターをかけ、読み取りが行われた P 波、S 波それぞれの初動到達から 2 秒以内の上下動成分の最大振幅値をデータとして用いた。本項における減衰構造の推定手法は P 波、および S 波を別々に求めるために、Sekine (2005)<sup>12)</sup> の手法に基づいて計算を行うこととする。トモグラフィーに使った波線の数は、2,856 本である。なお計算する際のグリッド間隔は、以前の研究と比較をするために、水平方向では  $0.1$  度  $\times$   $0.1$  度、深さ方向は 50km までは 5km 間隔、それ以深は 10km~15km 間隔であり、計算する際に必要な関東地方の速度構造は、Matsubara et al. (2005)<sup>13)</sup>を用いている。ま

た減衰構造の初期構造は  $Q=400$  としている。

### iii) 結果および考察

図 6 に深さ 30km における P 波の減衰構造の水平断面図を、図 7 に減衰構造を求める際に用いた三次元速度構造および  $V_p/V_s$  比の深さ 30km における水平断面図を示す。また、図 8 は、関根・他 (2006) で求められた Hi-net の速度振幅データによる深さ 30km における P 波の減衰構造の水平平面図である。つくば・藤沢ラインに沿った東京湾直下にフィリピン海プレート起源のものと推定される低減衰 (High-Q) の領域が存在する。この領域は速度構造の高速度領域でもあり、結果は調和的である。また、東京、千葉、埼玉県境付近において、周囲よりも高減衰 (Low-Q) の領域が存在する。この地域は、速度構造においても低速度および高  $V_p/V_s$  比を示している地域であり、さらに、Sekine (2005)<sup>12)</sup> による Hi-net の最大速度振幅データによる減衰構造の解析や Nakamura et al. (2006)<sup>14)</sup> における防災科研 K-net、KiK-net の解析においても、周囲より Low-Q が確認されている場所である。この地域は、Matsubara et al. (2005)<sup>13)</sup> や Kamiya et al. (2000)<sup>15)</sup> によって蛇紋岩の存在が推定されている地域であり、速度構造のみでなく減衰構造からも特徴的な構造が示されることが判明した。また、違う帯域および違う観測網の解析によっても、同様の構造が出てくることにより、構造の信頼性が上がっていると考えられる。

今後は、MeSO-net の観測点が面上に増加し、さらに地震データが増えることにより、より詳細な減衰構造が解明されることが期待される。

## 4) サブテーマ④ 地震波形解析に基づくプレート境界性状調査

一般に、沈み込むプレートに起因する媒質とその周辺では、地震波伝播速度が異なる。地震波速度に不連続が存在する場合、地震波はその速度境界面で P 波から S 波、あるいは S 波から P 波に変換することがある。変換波を観測波形から抽出、解析することにより、プレート境界の位置や境界付近の性状を推定することが可能である。このような地震波を用いた解析をする場合、水平動 2 成分の記録から動径方向 (radial) 成分とそれに直交する成分 (transverse 成分) を合成することが重要となるが、MeSO-net のように孔底設置型の地震計の場合、水平動 2 成分の設置方位が必ずしも明確ではないという問題がある。本年は、MeSO-net 観測記録を用いた変換波解析等を実施するための予備的解析として、遠地地震動の長周期成分の波形相関にもとづいて、2007 年度に整備された MeSO-net 46 観測点の水平動地震計の設置方位の推定を行った。

解析は、防災科研 Hi-net の地中地震計設置方位推定方法<sup>16)</sup>にしたがって実施した。ただし、本解析では、MeSO-net および基準として用いた防災科研 F-net / Hi-net とも、観測された波形を変位波形に変換した後、50 秒から 100 秒の帯域通過フィルタを適用し、用いた。以下、MeSO-net における変位波形を参照波形、F-net / Hi-net における波形を基準波形と称する。F-net つくば観測点では、広帯域地震計設置時に地震計の N 成分を真北に向けて設置している。Hi-net 観測点については、防災科研 Hi-net のホームページ記載の設置方位情報<sup>17)</sup>を用いて南北および東西成分波形を合成し、基準波形とした。観測記録を基準波形として使用した観測点 (以下、基準観測点という) のリストおよび各観測点の N 成分の設置方位を表 2 に示す。解析においては、地震波の相関を計算する観測点間の距離に対して震央位置が十分に遠いことが求められる。本解析では、方位推定誤差の目標を

5°とし、観測点の組から震源を見たときの方位差が5°未満となるような地震・観測点ペアを対象とすることとした。周期50秒以上の観測波に対してこの条件を満足するためには、MeSO-net観測網から250km以上離れている地震を対象とし、基準観測点は方位推定対象観測点から22km以内にあることが求められる。解析に使用した地震を、表3に示す。震源情報は、いずれも米国地質調査所(USGS)の地震速報値(Preliminary Earthquake Report)による。

参照波形を1度ずつ回転させながら、基準波形に対する相互相関係数を計算した。各MeSO-net観測点において、地震ごと基準観測点ごとに計算された相互相関係数の重み付き平均を求め、この値が最大となる回転角を、その観測点の設置方位であるとした。なお、MeSO-net観測点建設にあたっては、地中地震計のN成分が磁北方向を向くように設置されている<sup>18)</sup>が、本解析により求められる設置方位は、真北方向からの差異である。

一例として、図9にE.YYIM観測点、図10にE.SKMM観測点の推定の様子を示す。E.YYIM観測点では、Hi-netのN.KOTH(江東)およびN.TKRH(所沢)両観測点で収録された波形との相関解析を行った。その結果、いずれの地震および観測点組についてもほぼ同等の方位で相関係数が高くなる傾向にあり、-3°(N357°E)で最大値を取る。ただし、2008/11/17の地震の相関係数は最大値でも1.7程度であり、他の地震よりも明らかに小さい(図9)。これは、遠地地震の解析をする場合、Mw7.5程度の地震であってもS/N的には不十分であることを意味する。一方、E.SKMM観測点については、観測点から22km以内に位置する基準観測点はN.KOTHのみであり、また、四川省東部の地震の記録は使用していない(図10)。相関係数の分布から、本観測点のN成分はN155°Eを向いていると推定出来る。佐々木らは、2008年岩手県北部の地震による初動方位と震央方位角の角度差から地震計設置方位の推定を試みた結果、N153.4°Eという結果を得た<sup>18)</sup>。両解析結果は非常に良い一致を示しており、当該観測点の水平動成分を用いた波形解析を実施する際には注意が必要であると結論出来る。

表4に推定された地震計の設置方位角を佐々木らによる推定結果<sup>18)</sup>とあわせて示す。本解析の結果、E.SKMMおよびE.YTBM両観測点のN成分がほぼ南を、E.MKJM観測点のN成分は南西方向を向いていることが明らかになった。それ以外の観測点は、磁北に対して±15度程度以内の差異であった。

本結果は、P波初動を用いた佐々木らによる結果と調和的である。しかし、茨城から東京北東部の観測点において、本解析の結果の方が佐々木らの結果に対して、7度程度時計周りに回転するといった系統的な差異が存在する。これに対し、観測網西部(139.75°E以西)におけるデータ(15観測点)の差はほぼランダムに分布している(図11)。汐見ら<sup>16)</sup>は、北海道の日高山脈や釧路湿原周辺のHi-net観測点において、近地地震P波初動方位と震源位置の関係から求めた設置方位と遠地地震表面波の波形相関から求めた設置方位の間に系統的な差分が存在することを示し、地下構造の影響によりP波初動が回折している可能性を指摘した。関東地方北東部における差分についても、岩手県東部から太平洋スラブを伝播した地震波の回折の影響が反映されている可能性がある。解析に用いた地震の違いによる「地中地震計設置方位角」の差分は、関東地方下に存在する太平洋スラブ形状の同定に寄与する情報となり得るかもしれない。

### (c) 結論ならびに今後の課題

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行った。また、昨年度の茨城県南西部の地震クラスターの詳細解析や房総沖で発生した群発地震活動の詳細活動の解析に基づき、本年度は房総沖の相似地震やスロースリップイベントの再解析によるプレート形状の推定、プレート内外のサイスマテクトニクスを解明するための高精度相対震源決定法の改良および地震クラスターへの詳細分析、高精度3次元地震波速度・減衰構造トモグラフィ手法を用いた予備的解析、首都圏直下の複雑な構造に対応するレシーバ関数解析等の地震波形解析に基づくプレート境界性状の予備的解析等、基盤観測網との統合処理によるプレート構造調査に向けた開発・解析を進めた。

### (d) 引用文献

- 1) Hirose, H., Sekine, S., Kimura, H., and Obara, K.: Source Process of the 2007 Boso Slow Slip Event With an Earthquake Swarm From Tiltmeter Data, *Eos Trans. AGU* 89 (53), U32A-02, 2008.
- 2) 木村尚紀・笠原敬司・平田直・五十嵐俊博: 相似地震活動から推定した関東地方におけるフィリピン海プレート上面の滑り分布, 地球惑星科学関連学会講演予稿集, S045-P015, 2004.
- 3) Kimura, H., Kasahara, K., Igarashi, T., and Hirata, N.: Repeating earthquake activities associated with the Philippine Sea plate subduction in the Kanto district, central Japan: a new plate configuration revealed by interplate aseismic slips. *Tectonophysics*, 417, 101–118, 2006.
- 4) Kimura, H., Kasahara, K., and Takeda, T.: Subduction process of the Philippine Sea plate off the Kanto district, central Japan, as revealed by plate structure and repeating earthquakes, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2008.05.012 (in press, available online).
- 5) 岡田義光・山本英二・島田誠一・木村尚紀: 千葉県九十九里浜沖のスローアースクエイクの可能性, 日本地震学会講演予稿集, A05, 1996.
- 6) Ozawa, S., Miyazaki, S., Hatanaka, Y., Imakiire, T., Kaidzu, M., and Murakami, M.: Characteristic silent earthquakes in the eastern part of the Boso peninsula, Central Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 30(6), 1283, doi:10.1029/2002GL016665, 2003.
- 7) Ozawa, S., Suito, H., and Tobita, M.: Occurrence of quasi-periodic slow-slip off the east coast of the Boso peninsula, Central Japan, *Earth Planets Space*, 59, 1241-1245, 2007.
- 8) Sagiya T.: Interplate Coupling in the Kanto District, Central Japan, and the Boso Peninsula Silent Earthquake in May 1996. *Pure appl. geophys.* 161, 2327–2342, 2004.



- 9) Sekine, S., Hirose, H., Kimura, H., and Obara, K.: The 2007 Boso Slow Slip Event and the associated earthquake swarm, *Eos Trans. AGU*, 88(52), Fall Meet. Suppl., Abstract T21A-0363, 2007.
- 10) Uchida, N., Matsuzawa, T., Igarashi, T., and Hasegawa, A.: Interplate quasi-static slip off Sanriku, NE Japan, estimated from repeating earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 30(15), 1801, doi:10.1029/2003GL017452, 2003.
- 11) Sekiguchi, S., Three-dimensional Q structure beneath the Kanto-Tokai district, Japan, *Tectonophys.*, 195, 83-104, 1991.
- 12) Sekine, S., Tomographic Inversion of Ground Motion Amplitudes for the 3-D Attenuation Structure beneath the Japanese Islands, 防災科学研究所研究報告, 68, 137-174, 2005.
- 13) Matsubara, M., Hayashi, H., Obara, K., and Kasahara, K.: Low-velocity oceanic crust at the top of the Philippine Sea and Pacific plates beneath the Kanto region, central Japan, imaged by seismic tomography, *J. Geophys. Res.*, 110, B12304, doi:10.1029/2005JB003673, 2005.
- 14) Nakamura, R., K. Satake, S., Toda, T. Uetake, and S. Kamiya, Three-dimensional attenuation ( $Q_s$ ) structure beneath the Kanto district, Japan, as inferred from strong motion records, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L21304, doi:10.1029/2006GL027352, 2006.
- 15) Kamiya, K., and Y. Kobayashi, Seismological evidence for the existence of serpentinized wedge mantle, *grl* 27, 819-822, 2000.
- 16) 汐見勝彦, 小原一成, 青井真, 笠原敬司: Hi-net/KiK-net 観測点における地中地震計設置方位の推定, *地震第2輯*, 56, 99-110, 2003.
- 17) 防災科研高感度地震観測網ホームページ: <http://www.hinet.bosai.go.jp/REGS/direc> .
- 18) Sasaki, S., K. Kasahara, S. Sakai, S. Nakagawa, Y. Morita, H. Tsuruoka, N. Hirata, K. Shiomi, S. Sekine, K. Obara, T. Tanada: Estimation of orientation of the MeSO-net borehole seismometers based on the orbit of P wave first motion, Programme and Abstracts the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission, X3-097, 2008.

(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	発表者氏名	発表場所	発表時期	国際・国内の別
2007年8月の房総半島沖のスロースリップイベントと群発地	関根秀太郎	地球惑星科学関連学会合同大会	2008年5月	国内

震活動				
Detailed distribution and activity of small repeating earthquakes at the Kanto region, central Japan	Kimura, H., T. Takeda, Y. Yukutake, K. Obara, K. Kasahara	7th Joint Meeting of UJNR Panel on Earthquake Research	2008年10月	国際
Detailed hypocentral distribution and activity of small repeating earthquakes at the Kanto region, central Japan	Kimura, H., T. Takeda, Y. Yukutake, K. Obara, K. Kasahara	AGU fall meeting 2008	2008年12月	国際

学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

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 21 年度業務計画案

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行う。また、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る地震クラスター解析、首都圏を含めた広域三次元地震波速度構造トモグラフィー、減衰構造トモグラフィー、散乱解析、変換波解析等に基づき、基盤観測網との統合処理によるプレート境界性状解明に向けた開発・解析を進めるとともに、首都圏直下の厚い堆積層に対応するレーザ関数解析処理方法および地震計設置方位推定方法の検討を行なう。