

課題番号： 1439

○実施機関名：東京大学地震研究所

○研究課題（または観測項目）名：小型絶対重力計の開発

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：新谷 昌人

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

2011年3月11日に起こった東北地方太平洋沖地震に伴う重力変動を観測するため、本課題で開発された絶対重力計を用いて国立天文台江刺地球潮汐観測施設（岩手県奥州市）の絶対重力値を継続的に測定している。2011年4月6-7日の測定では重力値の低下が認められ、地殻変動沈降量と逆センスの変化となっていた。翌5月上旬の結果は地震前のレベル近くまで上昇したが、やはり沈降量とは矛盾している。地下水変動等ローカルな要因の評価とともに、地殻変動量や理論値の再検討も並行して実施し、合理的な観測量の説明をめざす。平成23年度製作予定の小型重力計は設計作業がほぼ終了し、各ユニットのくみ上げ・調整作業を行っている。

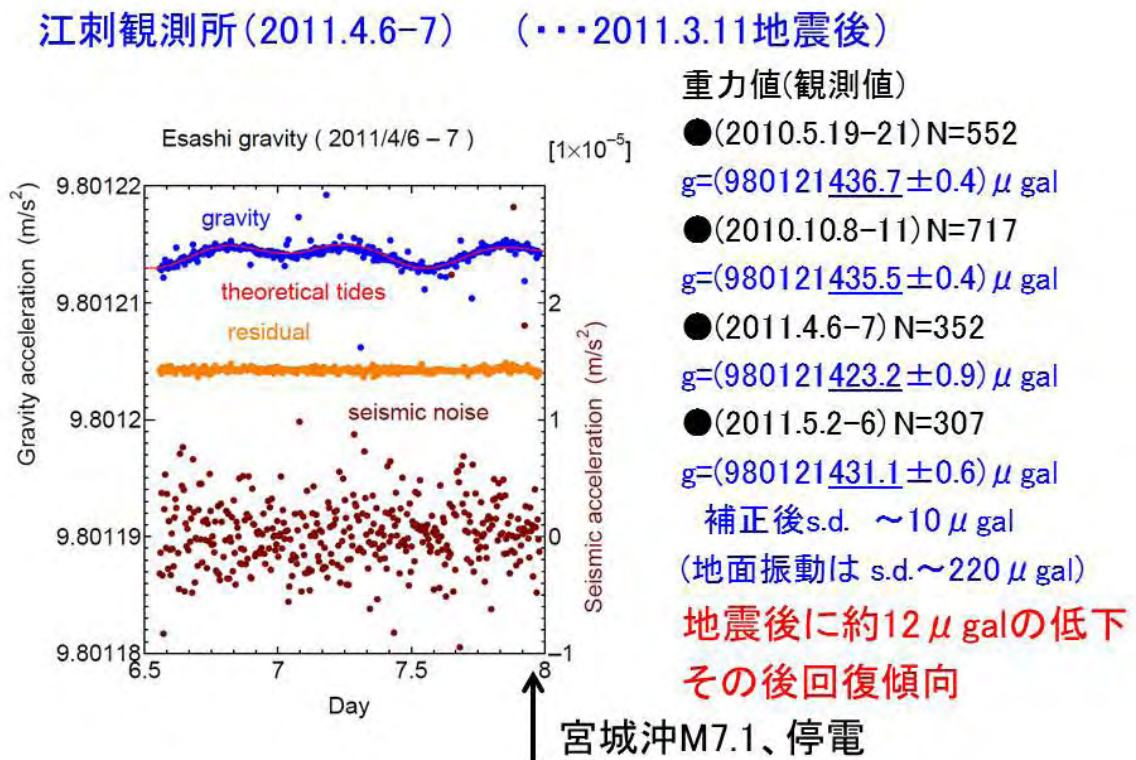


図3 東北地方太平洋沖地震後の絶対重力測定結果

2011年4月6-7日の江刺地球潮汐観測施設（岩手県奥州市）における観測結果。余震の多い状況での測定であったが、 $1 \mu \text{ gal}$ 以下の精度で絶対重力値を決定できた。

課題番号： 9001

○実施機関名：東京大学地震研究所

○研究課題（または観測項目）名：  
平成23年福島県浜通りの地震の地表地震断層調査

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：  
石山達也・佐藤比呂志・加藤直子（地震予知研究センター）

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

4月11日17時16分頃に福島県浜通りの深さ約5 kmでマグニチュード(M)7.0(暫定)の地震が発生した(気象庁、2011)。この地震に伴う地表地震断層について、地震発生翌日の12日から15日にかけて現地調査を行った。その結果、いわき市遠野町綱木から同田人(たびと)町旅人(たびうど)にかけての約11 kmの区間で、今回の地震に伴って出現した地表地震断層を見いだした。変動崖の走向は一般にN10°W前後を示し、上下変位量は西側低下で約0.8-2.3 m、横ずれ変位量が0.3-0.5 mである。断層露頭や地表変状の特徴から、これらは震源断層である正断層の上方延長で形成されたと考えられる。この地震の発震機構は西南西-東北東方向に張力軸を持つ正断層型で、地殻内の浅い地震である。通例、この地域は地震活動の低調な地域であり、正断層型の震源メカニズムを持つ地震活動は、東北太平洋沖地震発生後に活発化した。東北地方に分布する活断層は、そのほとんどが逆断層型であり、正断層型の大規模な地表地震断層が東北地方で見いだされたのは今回が初めてである。これはM9のきわめて規模の大きなメガスラストの運動に伴って、上盤側で特異な伸張性の応力状態になったものと理解される。

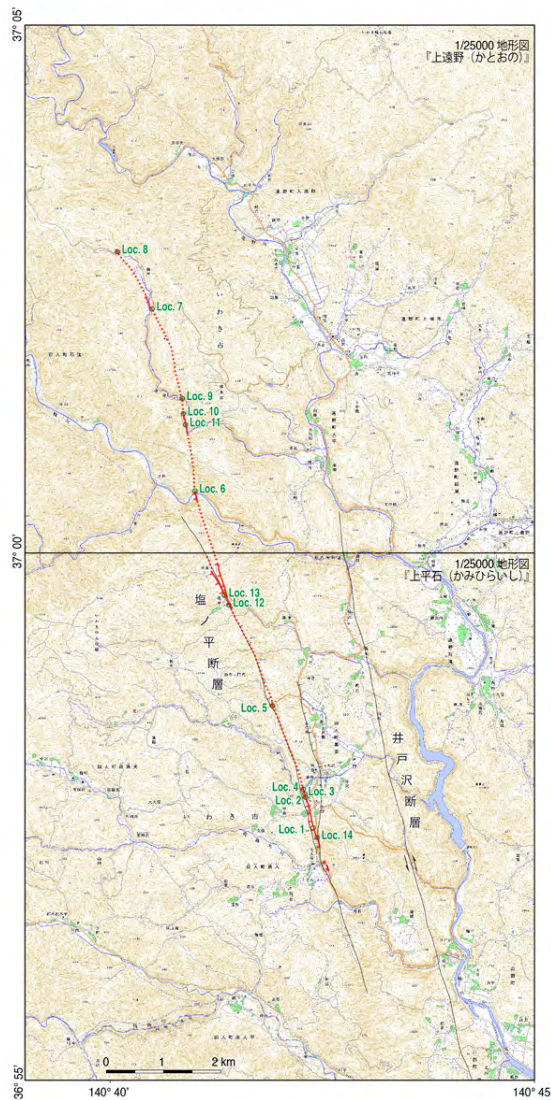


図1 2011年4月11日の福島県浜通りの地震 (M7.0) に伴う地表地震断層の分布。赤実線は4/12-14の調査で見出した地表地震断層の分布を、赤点線は主に地形から推定される地表地震断層の位置を、緑色の丸印は地表地震断層を確認した地点を示す。オレンジ色の線は踏査ルートを示す。また、黒線は中田・今泉 (2002) による推定活断層の位置を示す。基図は国土地理院発行の1/25000地形図を用いた。地点番号横の数値はV(m)：上下変位置量、R(m)：右横ずれ量、L(m)：左横ずれ量。



図2 Loc 13. いわき市田人町塩ノ平 Loc 12 の地表地震断層の北北西延長にあたる。地震断層は右雁行しながら2条に分岐し、水田を切断する。2条の断層がオーバーラップする部分について合算した上下変位置量は約2.3m、左横ずれ変位置量は約0.5 m。

課題番号：9100

○実施機関名：東京大学地震研究所

○研究課題（または観測項目）名：

2011年東北地方太平洋沖地震に関する緊急研究－陸域観測－  
サブテーマ2. 巨大地震に誘発された地震活動に関する調査

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：小原一成・加藤愛太郎（東大地震研）

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

2011年3月11日、東北地方太平洋沖でM9.0の巨大地震とそれに伴う津波が発生し、多くの人命が失われ、多くの国民の財産が失われた。このような巨大地震の発生は、全世界でも100年に数回しか発生せず、我が国の東北地方においては貞観地震（869年）以来約1150年ぶりの巨大地震・津波災害であると考えられている。このような超巨大地震が発生したメカニズムを解明することは、学術上、防災上極めて重要である。また、この地震の発生を契機として、長野県北部、長野県西部、静岡県東部、茨城県北部、福島県南東部など日本国中の様々な場所で地震活動が明らかに高まっている。これまでも巨大地震（1896年6月15日明治三陸地震）発生直後に内陸で大地震（同年8月31日陸羽地震）が発生した例は、歴史の上では残されているが、その関連は解明されていない。

このような超巨大地震とそれに伴う現象は、世界的に見てもまれであるが、日本のように比較的観測網の充実した地域で発生した例はない。特に、この巨大地震に誘発された日本全土にわたる地震活動の活発化は顕著である。このような巨大地震に伴う周辺地震活動の活発化については、これまでもその存在が指摘されてきたが、日本のような高精度の観測網が整備された場所で発生した例はほとんどない。誘発地震に伴う二次災害を防ぐためにも、地震活動の誘発に関する研究を推進する必要がある。陸域の臨時観測により、この超巨大地震による周辺地域での地震活動を解明する。

これまでに、東北地方太平洋沖地震の発生後に内陸部で活発化した地震活動域及びその周辺に、計100点程度の臨時地震観測点を設置し、誘発地震活動モニタリングを行っている。茨城県北部・福島県南東部の地域には約5km間隔で47か所にオフライン地震計を設置したほか、3か所にテレメータ観測点を設置した。長野県北部・新潟県南部の地域では、2か所にオフライン観測点、2か所にオンライン観測点を設置し、モニタリングを継続している。岩手・秋田県内には24か所、福島県西部・山形県北部には12か所のオフライン観測点を設置し、連続観測を継続している。これらの収録データに基づき、ダブルディファレンス法、波形相関などによる高精度震源・メカニズム解決定を行い、震源分布の3次元的形状と断層面解、トモグラフィ解析による3次元地下構造、及び活断層との対応関係を明らかにする予定である。さらに、本震の震源断層モデルに基づいた広域な静的応力変化を推定し、日本列島に存在する既存の断層に対する影響を評価するとともに、本震地震波動による動的応力変化の影響を評価する。



課題番号： 1503

○実施機関名：東京大学理学系研究科

○研究課題（または観測項目）名：  
動的破壊と非地震性すべりの不均質性とスケール法則の解明

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：井出 哲

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

3月11日の東北地方太平洋沖地震（以下東北沖地震と略す）は、日本史上最大のマグニチュード9という巨大地震であった。地震発生時に、海底下の岩盤で破壊すべりはどのように進行したのか？これを解明することは、今回の地震による災害から未来への教訓を得るために、まず解決しなければならない問題である。当研究室は世界各地の地震波データを解析し、東北沖地震の全体的な破壊プロセスを解明した。今回主に用いたのは全世界のデジタル地震観測網で観測された地震波記録である。

地震波記録の分析によって、破壊すべりは次のように進行したことがわかった（図1が結果、図2が概念図）。最初の3秒の初期破壊（①）の後、次の40秒間はプレート境界深部、陸地方向へ向かって破壊すべりが進展する（②）。このときに宮城県を中心に最初の大きな地震波が到達する。一方プレート境界浅部ではこの時点まではあまり破壊すべりが進行していないが、約60秒に一番浅い部分、つまり海溝の岩盤を一度に破壊するような大きなすべりが起きる（③）。このすべりに伴う海底面の変動が巨大津波を引き起こした主要因である。その直後、破壊すべり（注1）はプレート境界を深部へ、陸地に向かって再び進展し、約90秒で海岸線近くに達する（④）。つまり上方（東向き）から下方（西向き）へと破壊すべりの進行方向転換が起きるのである（注：すべる領域が変化するのであり、陸側が海側に乗り上げるという運動は変化しない）。これもあまりこれまでに報告例の少ない奇妙な振る舞いである。最大すべり量は30メートル（数値には倍半分程度の不確定性あり）である。大きなすべりの領域を取り囲むように余震が起きていて、これは東北沖地震に限らず巨大地震一般でよく知られた観察事実である。但し大きなすべりの領域は地震発生直後の報道で伝えられたほど大きなものではなく、むしろ海溝近傍に集中したコンパクト（それでも差し渡し300キロメートル超）なものである。

地震に伴う災害は主に津波によって引き起こされた。その津波を引き起こしたのが③の海溝付近の大きなすべりである。このすべりは地震以前に蓄えられていた力を100%解放するだけでなく、動的な運動によって過剰にすべったために、大きな津波を引き起こした。これがダイナミックオーバーシュート（動的過剰すべり）と呼ばれる現象である。東北沖地震のダイナミックオーバーシュートはもうひとつの奇妙な現象となって現れている。沈み込み帯の地震ではプレート境界をはきんで陸側が海側に乗り上げる（逆断層地震）。その反対、陸側が海側に対してずり落ちるような地震（正断層地震）はまず起きない。ところが地震直後マグニチュード6程度の正断層地震が2つ発生した。すべり過ぎた分のおつりとしてずるずると戻ったようである。このような報告例は未だかつてない。今回ダイナミックオーバーシュートがいかにか大きかったかが示唆される。

4つの段階のうち①と③は主にプレート境界浅部、②と④は深部で起きた。日本列島で観測された地震波のうち特に、体を感じるような高周波の地震波はこのうち②と④の深部の破壊すべりからしか放射されていない。そして海溝近傍での最大のすべりからはこのような地震波はあまり放出されなかった。これが東北沖地震の性質を決定づける二面性である。

東北沖地震は、浅部での静かだが大きなすべりと深部での短周期地震波放出の共存する現象であった。

このことは今後の、沈み込むプレート境界での地震の発生パターンを予測する際の鍵を握る。基本的には、このすべりの性質の違いは境界面の摩擦特性と応力場の特徴を反映したものであろう。但し両者が互いに影響するかしないかで起きる地震の振る舞いは大きく異なる。東北沖地震は、深部のガタガタすべりが浅部の静かなすべりを誘発したかもしれない。両方が存在したために全部まとめてみると普通の地震に見える点も奇妙である。(一方浅部の静かなすべりだけが起きた地震として知られているのが1896年明治三陸地震(マグニチュード8程度)、深部のガタガタすべりだけが起きる地震で有名なのは釜石沖で何度も起きている繰り返し地震、東北沖とは逆に浅部が深部を誘発したのが1994年三陸はるか沖地震、とその起こり方は多様である。)プレート境界の性質に対するこのようなイメージはこれまでも漠然と考えていた研究者はいるだろうが、まだ十分理解されていない。今後重要な研究対象となるだろう。

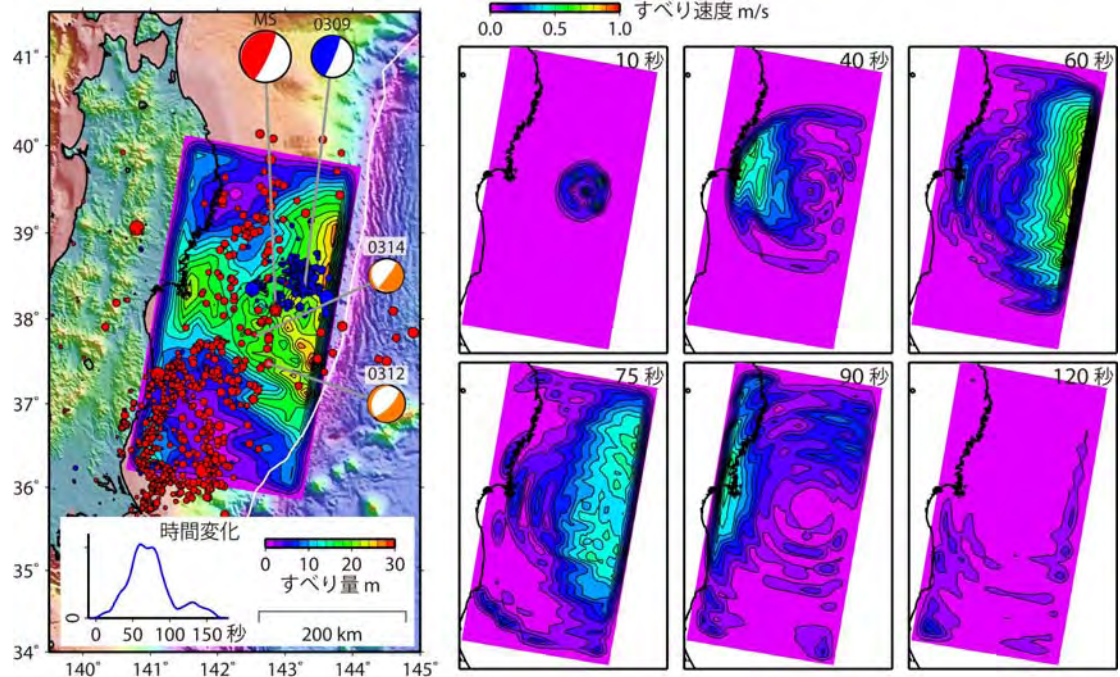


図1 破壊プロセスの分析結果。左は最終的なすべり量、右は6つの時刻でのすべり速度の分布を表す。左図の下に全体的な時間変化を示す。左図白い線が海溝の位置。

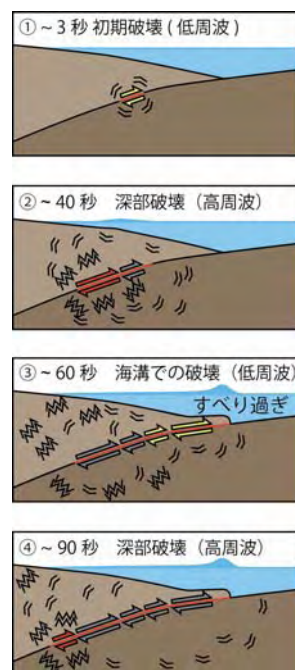


図2 4つの段階の概念図

課題番号： 1704

○実施機関名：名古屋大学

○研究課題（または観測項目）名：

活断層の地表形状・ずれ量データにもとづく地震発生予測

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：鈴木 康弘

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

東北地方太平洋沖地震による津波被害の全容を詳細かつ迅速に把握するため、地震後に撮影された空中写真（国土地理院がweb で公開）を実体視判読し、津波の遡上範囲を縮尺1/25、000 の地形図に記してweb で公開した。家屋流出等の甚大な被害を受けた範囲もあわせて示した。地震後に撮影された空中写真が公開されていない地域についてもGoogle Earth 等の衛星画像を判読しマップを作成した。さらに「電子国土web システム」および「e コミマップ」でもマップを閲覧できるようにした。以上は日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チームにおける共同作業である。4月には宮古市や石巻市、女川町、仙台平野等の現地踏査を実施し、作成したマップの確認や津波痕跡高の計測等を行って、津波の挙動に関する地形学的検討を行った。

課題番号： 1802

○実施機関名：京都大学防災研究所

○研究課題（または観測項目）名：地震発生頻度のリアルタイム予測

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者： James Mori

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

東北地方太平洋沖地震の破壊過程の推定のために、USArray で観測されたデータを用いてバックプロジェクション解析を行った（図）。破壊伝播速度と方向から、高周波の地震波の発生源はふたつの部分に分けられる。まず1.0-1.5 km/s という比較的遅い破壊伝播速度をもち北西に伝播した。つぎに破壊は南西に進展し、最初1.5 km/s だった伝播速度が約3.0 km/s まで加速した。また、0.2-1.0 Hz のバンドパスフィルタおよび0.2 Hz のローパスフィルタを施した波形についても同様のバックプロジェクション解析をおこない、低周波数では海溝近くに発生源が求まった。低周波と高周波の地震波は断層の異なる場所から放射されたことを明瞭に示している。

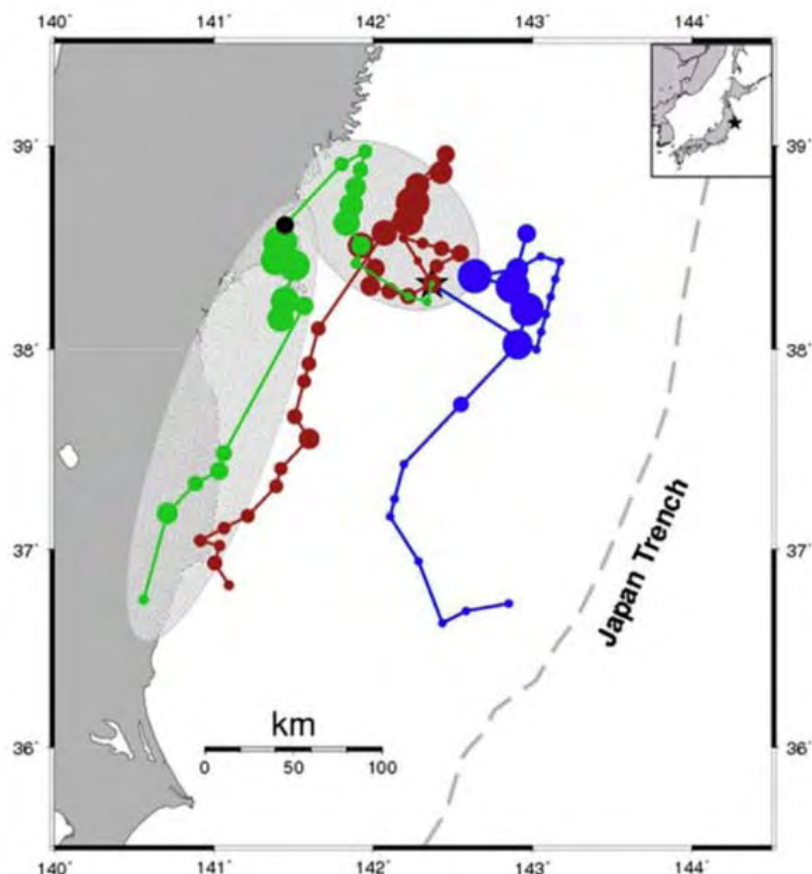


図 バックプロジェクション解析の結果。緑は1.0 Hz のハイパスフィルタ、赤は0.2-1.0 Hz のバンドパスフィルタ、青は0.2 Hz のローパスフィルタを施した波形に対する解析結果である。高周波は発生源は海岸に近い一方で、低周波の発生源は海溝側に求まる。



課題番号： 1806

○実施機関名：京都大学防災研究所

○研究課題（または観測項目）名：飛騨山脈における地殻流体の動きの解明

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：飯尾 能久

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

平成11年東北地方太平洋沖地震に連動して発生した、飛騨山脈脊梁部の活発な地震活動の解析を行った。平成22年11月に焼岳周辺に展開した、臨時観測点6点により、これらの活動を、活動当初より、詳細にとらえることができた。また、5月に手持ちのボアホール用地震計を山麓観測点に設置し、地震活動の監視能力が格段に向上した。3月からの地震活動は、東北地方太平洋沖地震本震の約10分後から始まり、4月半ばで一応の終息をみた。震源は、当初、焼岳北麓と、焼岳、乗鞍岳の中間付近に集中していたが、後者は数日で終息し、焼岳北麓の活動が継続した。M4.5を超える地震が3月11日と3月21日に発生した。発生メカニズムは、当地域の広域応力場を反映する、北西～南東圧縮のストライクスリップ、ないしはこれに逆断層成分が加わるものが主体であった。また、火山活動に関連して、メカニズム解の時間変化を注視していたが、活動期間中に顕著な変化はなく、マグマ貫入等のイベントはなかったことが推測された。

課題番号： 1812

○実施機関名：京都大学防災研究所

○研究課題（または観測項目）名：アスペリティと強震動生成過程の関係に関する研究

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：岩田 知孝

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

3月11日の東北地方太平洋沖地震について、地震被害に直結する周期帯域(0.1 - 10 秒)の生成に関係した強震動生成領域(SMGA)の推定を行った。東北～関東の強震観測点の加速度記録を並べると、福島県北部以北の記録には主たる波群が2つ見えるのに対して、それより南の観測点には1つの顕著な波群が見られた。これらのことから、3つのSMGAによって観測記録を説明するようなモデルを構築した。観測波形より波群S波の初動を求め、それぞれの破壊開始点の位置を推定した。波形シミュレーションは経験的グリーン関数法を用い、SMGAのサイズ、相対的な破壊開始点の位置を加速度エンベロープと変位波形のマッチングから求めた。宮城沖に2つのSMGA、福島-茨城県境の沿岸付近に1つのSMGAが求められた。波形インバージョンで得られている時間進展と比較すると、1つ目の破壊は、波形インバージョンの結果とSMGAの破壊が時空間的に一致しているように見える。2つめのSMGA破壊は、海溝軸側のすべりの端に位置しているように見える。3つめのSMGAはインバージョンのすべりの大きい位置とは対応していない。しかしながらSMGAにおけるすべり量を見積もられた地震モーメントと面積から割り出すと、5 m程度であり、波形インバージョンのすべりコンターの中に埋もれてしまうほどの数値であることがわかる。

課題番号： 1813

○実施機関名：京都大学防災研究所

○研究課題（または観測項目）名：

プレート境界巨大地震による堆積盆地の広帯域強震動の予測に関する研究

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：関口 春子

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

3月11日の東北地方太平洋沖地震では、震源に近い東日本のみならず、西日本においても広い範囲で有感となった。大阪平野や関東平野において、10分以上にわたり震動が継続していたという報告もあり、長周期地震動に起因すると考えられる超高層ビルでのエレベーターの長時間停止や内装の損傷等の被害も報道された（例：大阪旧WTCビル）。このようなM9の超巨大地震により励起される大規模堆積盆地の長周期地震動特性を分析した。

対象地域を大阪平野とし、震源域から約500km以上離れた大阪平野における観測記録を収集し、長周期地震動特性を調べた。

2011年東北地方太平洋沖地震の観測強震記録を収集し、周期毎の震動特性を調べた。広域にみれば、岩田・浅野(2005)で示した2004年紀伊半島沖地震時と同様、大阪平野内は周期6秒程度で周囲に比べて際だって揺れていたことが分かった。

次に詳細な検討を行った。此花(OSKH02)における2004年紀伊半島沖地震本震と2011年東北地方太平洋沖地震の卓越周期は、それぞれ6秒及び6.5秒であった。またそれらの卓越周期より長周期側では、東北地方太平洋沖地震の震幅が大きかった。このことは、大規模堆積盆地によるサイト固有の「増幅」特性に、巨大地震の震源での「励起」特性によって変わる盆地への入力地震動の特性が加味されることによって、観測される応答のピーク周期が移動したと考えられる。したがって、単にサイトの固有周期のみの議論では長周期地震動対策として不十分である可能性が示唆できる。比較検討を今後も継続していく。

課題番号： 3001

○実施機関名：防災科学技術研究所

○研究課題（または観測項目）名：地殻活動総合モニタリング

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：汐見 勝彦

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

[基盤的地震観測網の整備・維持管理・更新]

東北地方太平洋沖地震発生直後の通信回線障害により、リアルタイム収集が出来なかった Hi-net/F-net 波形データについて、回線復帰後、現地設置機器へのftp 等により、停電後約20 時間分のデータを回収し、本震発生直後の高精度な余震活動状況把握に活用した。

[地震活動モニタリング]

運用中のAQUA システムの処理対象にF-net の速度型強震計を組み込み、M9 級の地震も想定したパラメータチューニングを行った。さらに、海域の地震で初期震源となる地震の規模が過小評価される傾向が見られたため、初期震源の不確定性に対応したアルゴリズムを組み込み、MT 解およびCMT解の検知能力を向上させた。

[相似地震モニタリング]

東北地方太平洋沖地震発生後、関東地方下の太平洋プレート境界およびフィリピン海プレート境界の両方で相似地震が増加していることを検出した。

[地殻変動モニタリング]

防災科研Hi-net 併設の高感度加速度計（傾斜計）による東北地方太平洋沖地震前の先駆的な地殻変動は、時間～数10 日間程度の時間スケールでは観測されなかった。太平洋プレート上面でのすべりの検知能力を調べたところ、Mw6.2 より大きいすべりがないと検出できないことが分かった。



課題番号： 3008

○実施機関名：防災科学技術研究所

○研究課題（または観測項目）名：

地震波速度・減衰・熱・温度・地質等総合データベースの構築

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：松原 誠

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

防災科研 Hi-net の観測網外である海域で発生した地震についても、防災科研 F-net によるモーメントテンソル解析により決められた震源の深さを使うことにより、トモグラフィーに活用することが可能になった。その結果、Hi-net の網外の速度構造についても推定することができるようになり、現在防災科研から公開されている標準モデルよりも広範囲の領域の速度構造が推定可能となった。そのデータの公開の準備を進めている。

課題番号： 3011

○実施機関名：防災科学技術研究所

○研究課題（または観測項目）名：

プレート境界すべり及び内陸地震活動評価に関する研究

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：廣瀬 仁、浅野 陽一

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

#### 相似地震構成則の解明

相似地震モニタリングシステムにより、東北地方太平洋沖地震の発生後、関東地方のフィリピン海プレートおよび太平洋プレート上面付近で多数の相似地震が見出された。関東地方の相似地震はプレート運動の指標と見なせることから、これらの活動はプレート間すべりの加速を示すと考えられる。太平洋プレートのすべりの加速は余効すべりを示すと考えられ、余効すべりはフィリピン海プレートの北限(上野他、2008)を越えて関東地方の直下でも見られた。さらに、太平洋プレートの上に位置するフィリピン海プレートでもすべりの加速が見られた。

#### 内陸地震活動の解明と活断層評価

東北地方太平洋沖地震発生後、震源域から離れた内陸域においても浅発地震活動が活発化した(長野県・新潟県県境付近、静岡県東部、茨城県北部、福島県東部など)。特に、3月12日に発生した長野県・新潟県県境付近を震源とする地震(M6.7:気象庁暫定値)については、この地震発生以前より稠密なオフライン地震観測網が展開されており、そのデータを速やかに回収するとともに、精密震源決定を行った。その結果、本震の震源の深さは約8km、余震は本震を中心とする約17kmの範囲で発生し、深さは概ね4~10kmに分布することが分かった。また、余震域の北東部では南東傾斜の面状分布をなすのに対し、南西側では面状分布が不明瞭であることも分かった。北東部の余震に見られる南東傾斜の分布はM6.7の地震のF-net MT解とも調和的であり、これらの余震はM6.7の地震の断層に沿った活動と考えられる。一方、南西部の余震は、その不明瞭な分布からこれと異なる断層における活動と解釈される。

#### その他

東北地方太平洋沖地震の前後の地震についてCMT解析を行い、発震機構解の空間分布を調べた。その結果、前震活動を含む本震発生前の地震は、主にプレート境界付近で発生する低角逆断層型(以下、プレート境界型)であったのに対して、地震後の余震にはさまざまな発震機構解タイプが見られることが分かった。特に、プレート境界型の余震は本震の地震時すべりが大きかった領域を避けており、この領域が本震前に蓄積されていたひずみエネルギーを十分に解放したために、プレート境界型の余震を起こせないということが考えられる(図5)。

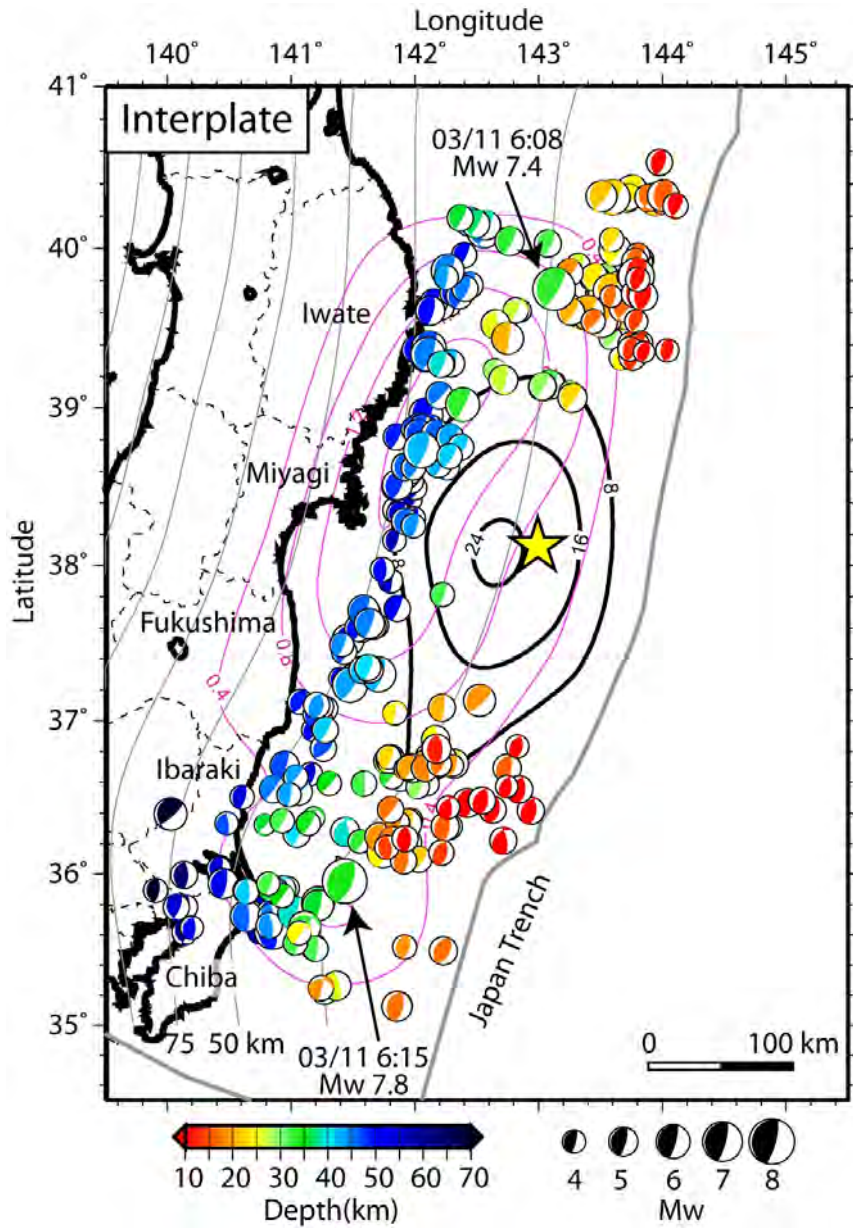


図5 東北地方太平洋沖地震の余震のうち低角逆断層型の発震機構解を持つものと本震時・余効すべり分布との比較。

課題番号： 3013

○実施機関名：防災科学技術研究所

○研究課題（または観測項目）名：強震波形データを利用した震源過程の推定

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：青井 真

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

防災科研K-NET およびKiK-net の強震波形記録を用いて平成23年東北地方太平洋沖地震の震源過程解析を行い、すべりの大きい領域が宮城県沖の破壊開始点付近から海溝軸付近の断層面の浅い領域にかけて広がることが推定された。



課題番号： 3017

○実施機関名：防災科学技術研究所

○研究課題（または観測項目）名：

SAR 干渉解析による地殻変動把握技術の高度化およびその活用に関する研究

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：小澤 拓

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

陸域観測技術衛星「だいち」のPALSARデータを用いたSAR 干渉解析を実施し、東北地方太平洋沖地震に関する地殻変動を検出した。また、検出された地殻変動を用いたインバージョン解析により、断層すべり分布を推定したところ、震央付近に最大すべり（18m）が求まった。モーメントマグニチュードは9.0と求まった。さらに、観測値と計算値の残差から、内陸の浅部で発生した誘発地震に伴う地殻変動の分布を明らかにしたほか、東北、関東北部の火山周辺において、沈降を示唆する変化を検出した。

課題番号： 4002

○実施機関名：海洋研究開発機構

○研究課題（または観測項目）名：収束型プレート境界での地殻進化メカニズムの解明

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：巽 好幸

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

東北日本に沈み込む直前の海洋プレートの地震学的特徴が明らかになってきた。沈み込みの屈曲を示すアウターライズにおいて多くの断層を生じていること、またそれらの断層はリソスフェアマントルまで到達していることなどが明らかになってきた。それと同時に、沈み込む直前の地殻マントル境界（モホ面）は不明瞭となりマントルの地震波速度が急激に減少している。これらの結果は、海洋プレートが沈み込み直前にアウターライズにおいて加水され、プレートを形成するマントルかんらん岩が蛇紋岩へと変化していることを示唆する。この事実は沈み込み帯のマグマの成因において大きなインパクトを持つ。なぜなら、従来は堆積物と海洋地殻のみの脱水作用が沈み込み帯のマントルウェッジに水を供給し、その結果マントルが部分融解してマグマが生成すると考えられていた。しかし、モホ面の下に蛇紋岩が存在するのであれば、従来考えられていたより深い深度でより大量の水が、マントルウェッジに供給されるからである。

一方、沈み込み帯火山の地球化学的・岩石学的研究においても、この地震学的特徴と整合的な事実が明らかになってきた。こちらは伊豆小笠原マリアナ弧のNW Rota-1 火山であるが、未分化な玄武岩マグマが採取され、玄武岩質の初生マグマが二種類識別された。一つの火山に二つの初生マグマが存在することが明らかになったが、さらに、考察を進めると、この二種類の初生マグマを生じるためには大量の水の存在下において沈み込む堆積物を溶かすことが必要となってきた。堆積物中の水および海洋地殻の水は高温高压によってすでにNW Rota-1 直下のスラブには存在しない。そこで堆積物を溶かすには沈み込むマントルから水を供給しなければいけない。この現象はflush melting と呼ばれているが、現実の火山岩の分析・解析からflush melting の必要性が提示された。これは沈み込むスラブのかんらん岩が蛇紋岩化しているという考えと非常に整合的である。

課題番号： 9100

○実施機関名：海洋研究開発機構

○研究課題（または観測項目）名：

「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」の地震発生域内プレート境界の詳細イメージング

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：

地震津波・防災研究プロジェクト 地球内部ダイナミクス領域

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

東北地方太平洋沖地震の震源域におけるプレート境界のイメージを長大ストリーマーを用いたマルチチャンネル反射法探査により取得するとともに、高分解能反射法探査システムも併用して破壊した断層面の特徴を記述した。なお、この調査結果は、今後の掘削計画の事前調査として位置づけられている。

課題番号： 5002

○実施機関名：産業技術総合研究所

○研究課題（または観測項目）名：地下水等総合観測による地震予測精度の向上

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：小泉 尚嗣

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

2011 年東北地方太平洋沖地震に伴って、東海～四国の広範囲で地下水変化・地殻ひずみ変化を検出した。得られた地震時の地殻ひずみ変化（ひずみステップ）から推定した本震の断層モデルはGPS・地震波の観測データから求められたモデルと調和的だった。



課題番号： 5004

○実施機関名：産業技術総合研究所

○研究課題（または観測項目）名：地震や火山活動に関する地質情報データベース

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：小泉 尚嗣

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

2011 年東北地方太平洋沖地震に関する観測結果や調査結果を、地震に関する地下水観測データベースや活断層データベースに掲載した。2011 年 4、5 月の 2 ヶ月でのアクセス数が、地震に関する地下水観測データベースで 10 万件、活断層データベースで 100 万件に達した。これは通常時の約 5 倍である。

課題番号： 5006

○実施機関名：産業技術総合研究所

○研究課題（または観測項目）名：連動海溝型地震の履歴とメカニズム解明

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：宍倉 正展

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

平成22年度までの成果として、869年貞観地震が、宮城県沖から福島県沖のプレート境界にける少なくとも長さ200 kmの断層から発生し、M8.4以上であったこと、またそこから発生する津波が、仙台平野や石巻平野の内陸3~4kmまで浸水していたことを解明していた。また同様の規模の津波を伴う地震が、450~800年の間隔で生じていたことも明らかになっていた。このため、貞観地震のような大きな津波を伴う地震の、近い将来の発生が危惧されていた。2011年東北地方太平洋沖地震は、まさにそのような場所を含む範囲で起こった地震である。

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波によって運ばれた堆積物について、仙台平野や石巻平野において観察した結果、海岸線からおおよそ3~4 kmまで達していたことが明らかになった。さらに津波の水自体はそこから1~2 km内陸まで達していた。貞観地震における津波堆積物の分布と比べると、海岸線からの到達距離で見れば、両者はほぼ同程度の規模であったことが明らかになった。

今回の津波堆積物の観察から明らかになった、堆積物の到達距離に対して水がさらに1~2 km先まで浸水するという事実は、貞観地震をはじめとする、堆積物から推定された過去の津波の浸水域も、実際にはもっと内陸まで浸水していた可能性が高いことを示唆する。今後、今回の津波浸水データに基づいて、貞観地震の津波浸水域および震源断層モデルの再評価を行う必要がある。

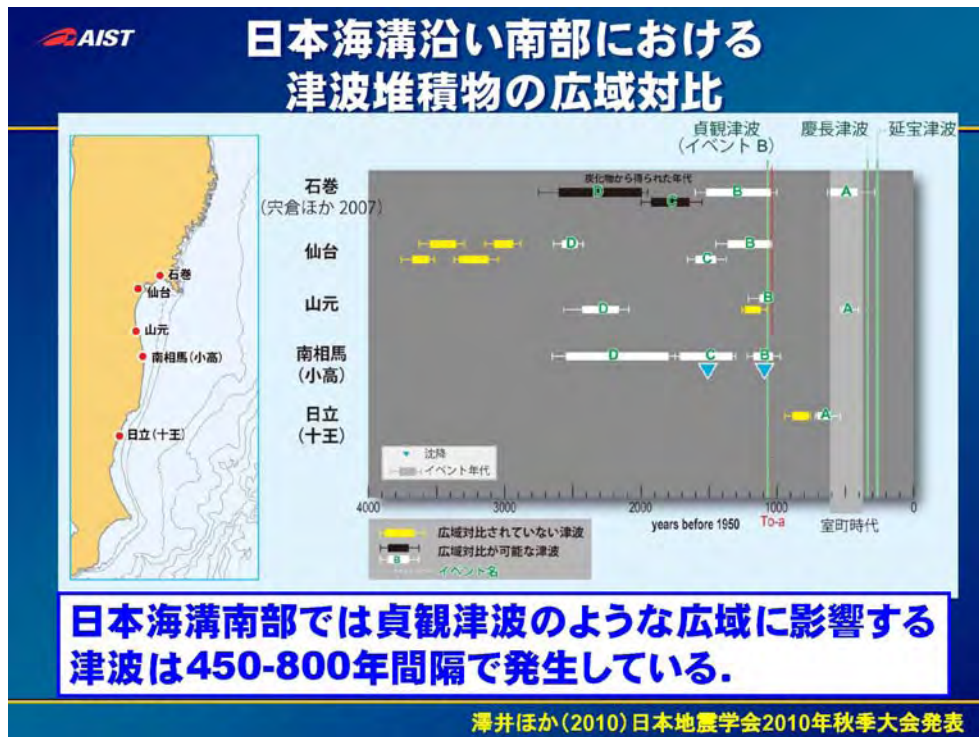


図 1

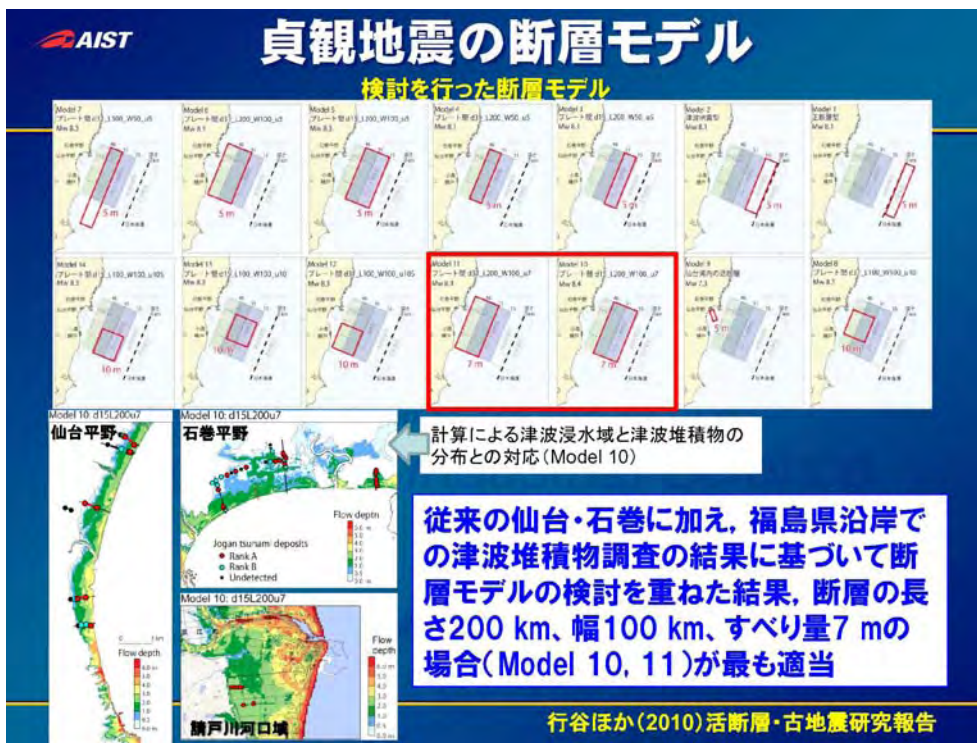


図2



図3 仙台平野中～北部における2011年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域 (国土地理院, 2011) と津波堆積物 (砂質および泥質堆積物) の分布限界位置、および津波堆積物の分布から推定された869年貞観地震の津波浸水域計算による浸水域 (行谷ほか, 2010 のmodel 10)



課題番号： 6001

○実施機関名：国土地理院

○研究課題（または観測項目）名：GPS 連続観測(GEONET)

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：飛田 幹男

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

GEONET で、平成23 年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動、余効変動、余震や誘発地震に伴う地殻変動を観測した。

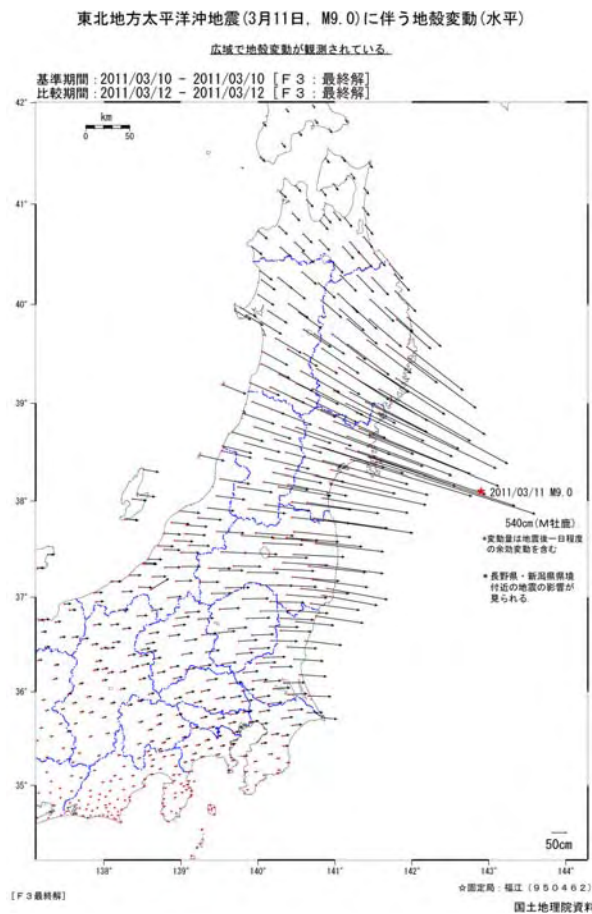


図1 東北地方太平洋沖地震の変動ベクトル図(水平)

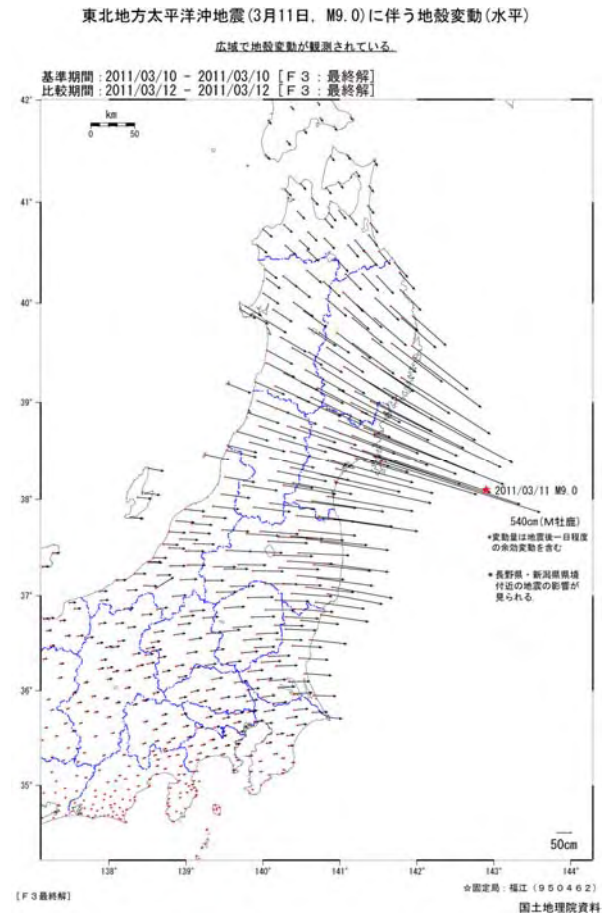


図2 東北地方太平洋沖地震の変動ベクトル図(上下)

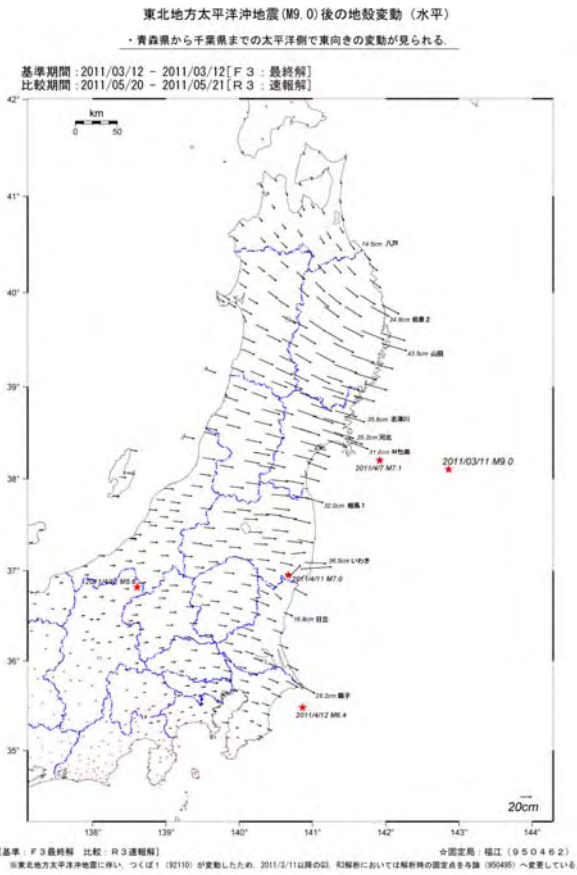


図3 東北地方太平洋沖地震後の変動ベクトル図(水平)

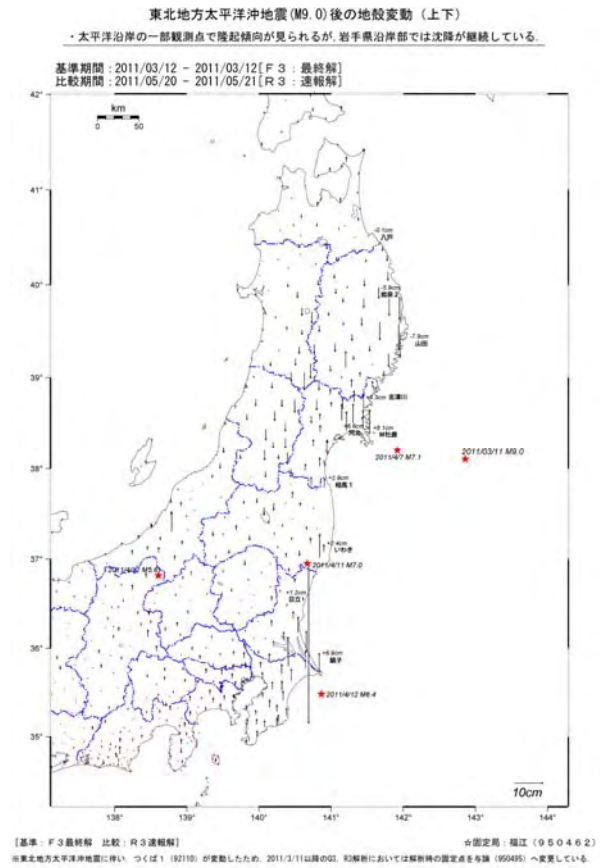


図4 東北地方太平洋沖地震後の変動ベクトル図(上下)

課題番号： 6005

○実施機関名：国土地理院

○研究課題（または観測項目）名：潮位連続観測

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：飛田 幹男

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

図 2 に示す 16 箇所の験潮場で、平成 23 年東北地方太平洋沖地震による津波を観測した。

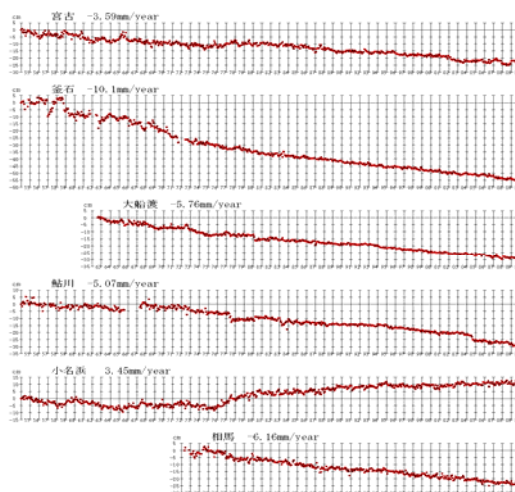


図 1 加藤&津村の解析方法による、各験潮場の上下変動

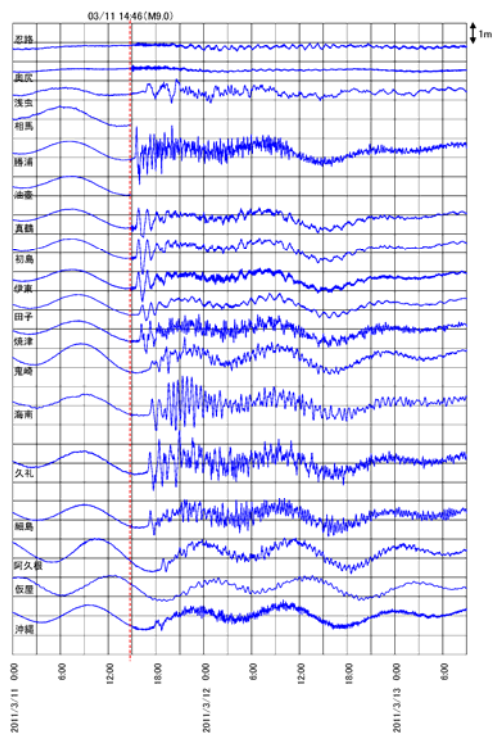


図 2 国土地理院の験潮場で観測された東北地方太平洋沖地震に伴う津波