

図2 東北地方太平洋沖地震の震源過程解析（近地強震波形を用いた解析）

左図

断層面積：約450km×150km

最大すべり量 約38m

$M_0=3.4E+22Nm$ ($M_w9.0$)

右図

0~40秒：初期破壊開始点付近

40~80秒：海溝軸側（東~北東方向の浅い場所）

＝津波の大きな要因（強波源域：図中水色枠）

80秒～：福島県沖から茨城県沖の海溝軸側

課題番号： 7007

○実施機関名：気象庁

○研究課題（または観測項目）名：日本域における地磁気の基準値観測

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：福井 敬一

○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伴い、「いわき」「北浦」「柿岡」（地磁気観測所）、「江刺」「原町」「鹿野山」（国土地理院）、「八ヶ岳」（東京大学）の観測点で、全磁力値が減少する異常な地磁気変動がみられることを明らかにした（図1）。

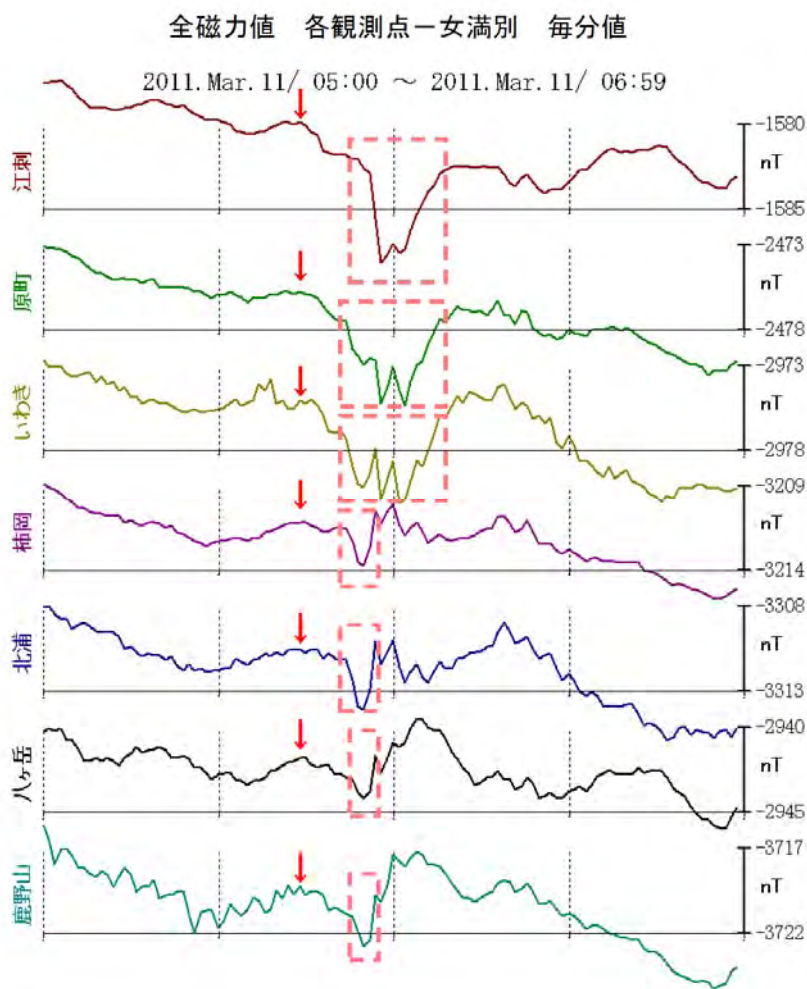


図1 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震前後の地磁気変化

女満別との全磁力値の差で示す。↓は地震発生時刻 (UTC)。

各観測点で地震 発生後に地磁気が減少し、元の水準に戻る変化が記録された。

課題番号： 7008

○実施機関名：気象庁

○研究課題（または観測項目）名：自己浮上式海底地震計観測による宮城県沖の地震活動

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：齋藤 誠

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

平成23年度は、東北地方太平洋沖地震の発生を受け、当初予定されていた想定宮城県沖地震の震源域周辺に加え、文部科学省の科学研究費補助金（特別研究促進費）による「2011年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査」と連携し、海底地震計等による観測を実施している。

海底地震計等の設置・回収作業は、4月、5月に気象庁と東北大学との共同で実施されており、東北地方太平洋沖地震を含む期間の観測データも回収された。

回収された観測データについては東北大学において解析が進められている。

課題番号： 7012

○実施機関名：気象庁

○研究課題（または観測項目）名：地震活動の特徴抽出による地震発生予測の研究

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：前田 憲二

○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ついて、本震、前震活動、余震活動、誘発地震活動の概要について調査し、取りまとめた（図）。

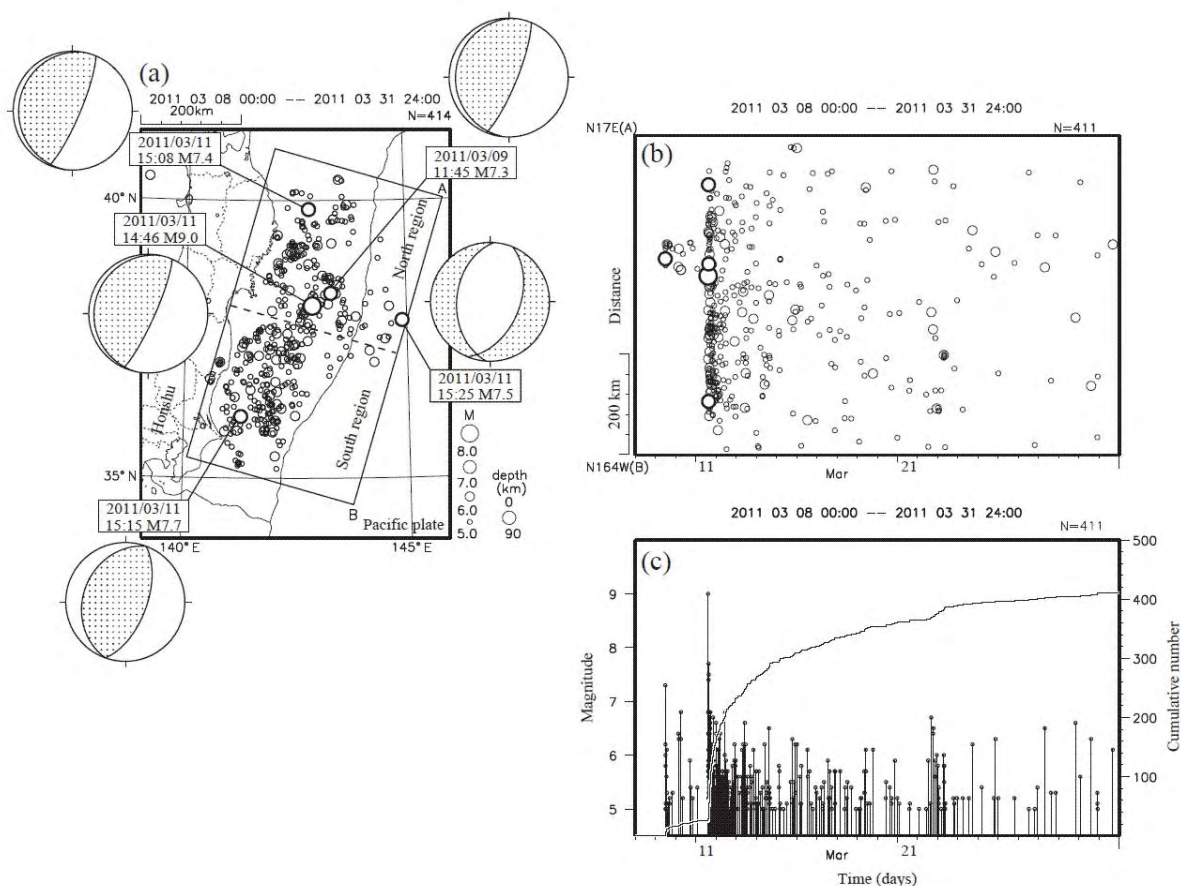


図 2011 年東北地方太平洋沖地震および前後の地震活動 (Hirose et al., 2011 より)

(a) 2011 年3月8日～3月31日に発生したM5.0以上、深さ90km以浅の震央分布図。M7.0以上の地震の発生時刻、深さ、規模およびCMT解（下半球等積投影）も表示。約500 km × 200 kmの矩形は本震後一週間以内に発生したM5.0以上の余震活動から我々が定義した余震域。

(b) 図(a)の矩形内のイベントをA-B線に投影した時空間分布図。

(c) 図(a)の矩形内のイベントの発生時間に対する規模と累積数。

課題番号： 7021

○実施機関名： 気象庁

○研究課題（または観測項目）名：

沖合・沿岸津波観測等による津波の高精度予測に関する研究

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者： 前田 憲二

○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津波に対して、沖合津波波形の逆解析に基づく津波予測手法を適用し、東北地方太平洋沿岸に実際の津波が到来する少なくとも 5 分前には、同地域への 10 m を超える大津波の襲来を予測できる可能性があることを示した。
- ・ 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波浸水高の分布について、気象庁、各地気象台とともに実施した現地調査結果の概要を速報した。気象研究所では、茨城県と千葉県の一部を担当した。
- ・ 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波波源域を、沖合の観測施設で観測された津波到達時刻からの逆伝播によって求め、震源の東側の海域に、地震に伴う海面上昇が大きい箇所があった可能性を指摘した(図 1、図 2、図 3)。

20 minutes after the earthquake

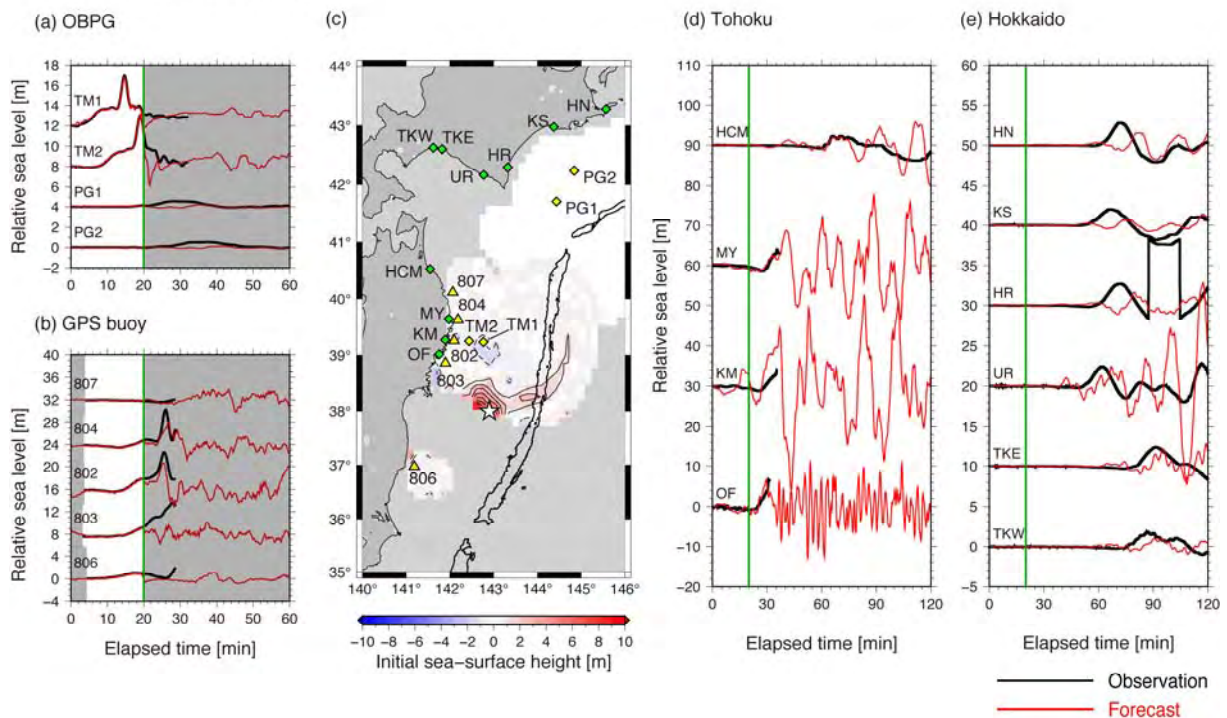
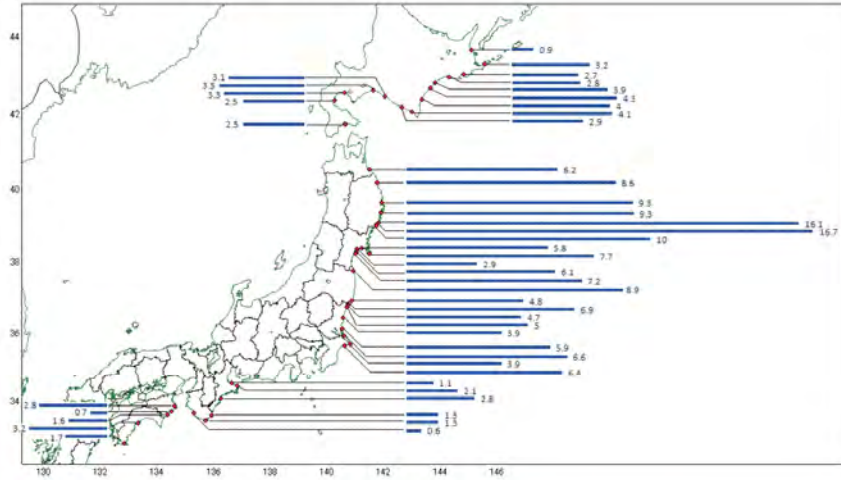


図 1 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波に対する地震発生後 20 分の予測結果(Tsushima et al., 2011)。

(a) がケーブル式海底水圧計、(b) が GPS 波浪計における観測波形(黒線)と計算波形(赤線)の比較。(c) 逆解析により推定された初期波高分布。推定値をカラースケールおよびコンタ(1 m 間隔)で示した。(d)、(e) (c) に示した波源から波形合成した予測津波波形(赤線)と観測津波波形(黒線)の比較。(d) が東北地方北部、(e) が北海道の太平洋沿岸における津波観測点での比較。(a)、(b)、(d)、(e)の緑線は予測を行う時刻を示す。(c)の星印は震央位置を示し、逆解析におけるダンブ拘束の基準位置として用いた。

(a) 主な地点における津波の痕跡から推定した津波の高さ (m)



(b) 津波観測施設における津波の高さと痕跡高の関係

※ 現地調査における津波の高さと、津波がない場合の潮位(平常潮位)から、津波によって海面が上昇した高さの差を言う。平常潮位の推定には、最寄りの検潮所における津波の最大波が観測された日時の潮位の予測値(天文潮位)を用いており、現地調査で確認した津波の痕跡までの高さの差を痕跡高としている。

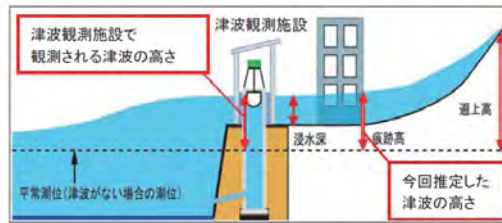


図2 津波現地調査により得られた2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震による津波の高さの分布(気象庁地震・火山月報(防災編)(2011)の図をもとに作成)

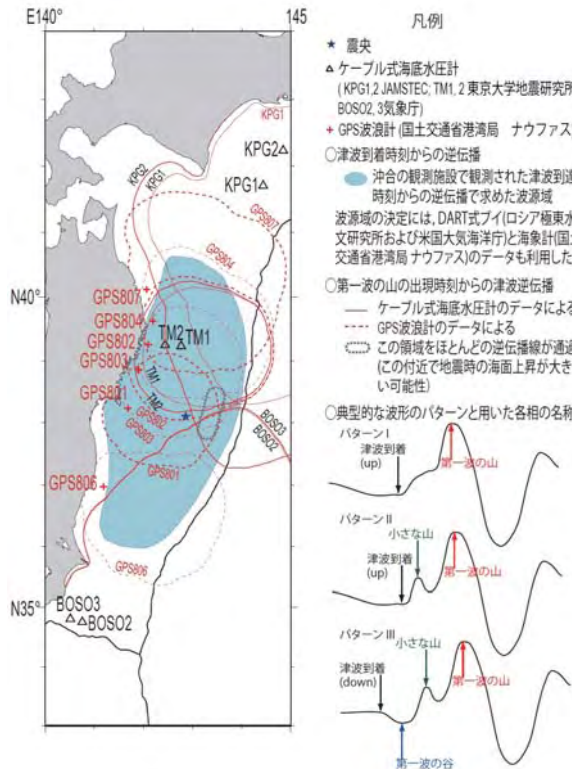


図3 沖合の観測施設での津波到達時刻からの逆伝播で求めた2011年東北地方太平洋沖地震の津波波源域(Hayashi et al. (2011)と林・他(2011)の図をもとに作成)

課題番号： 7024

○実施機関名：気象庁

○研究課題（または観測項目）名：海溝沿い巨大地震の地震像の即時的把握に関する研究

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：勝間田 明男

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

- ・強震計の記録を用い巨大地震である平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の震源過程を解析し、宮城県沖の海溝付近で30mを超える大きなすべりが起きていること及び破壊の継続時間は約160秒であることを明らかにした(図2)。
- ・短周期エンベロープの規格化振幅分布を利用した震動源探索手法により平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の高周波励起源のイメージングを実施し、少なくとも3系列(宮城県沖の2系列と茨城・福島県境沖)の励起源の存在を明らかにした。

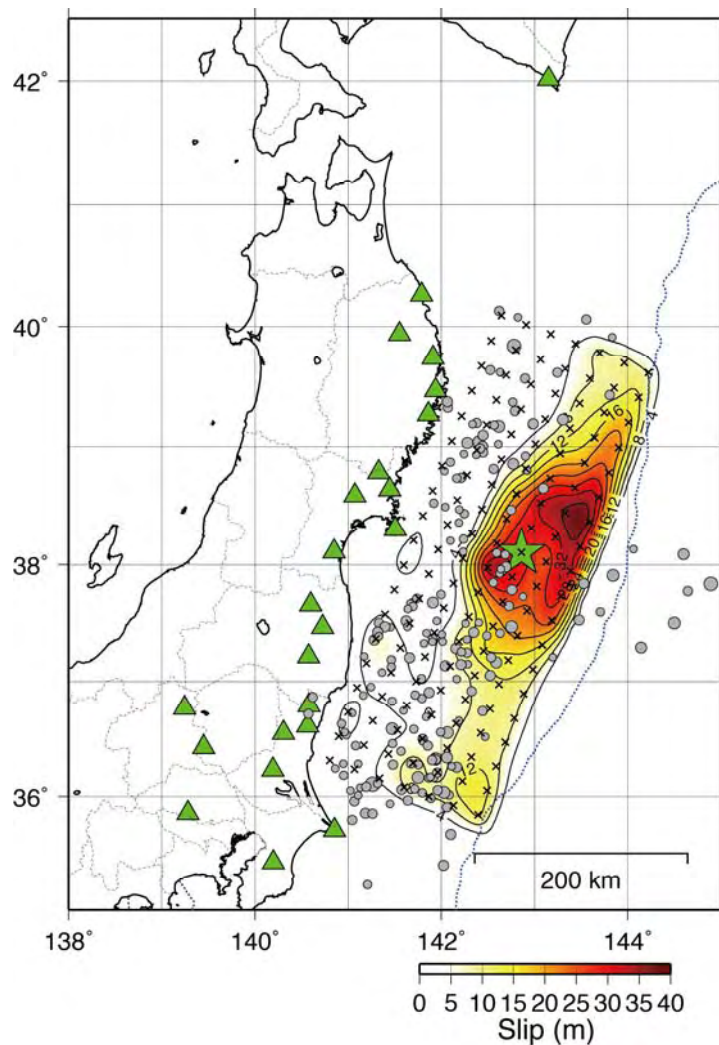


図2 「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」のすべり分布

カラーマップはすべりの大きさの分布を表すが、宮城県沖の海溝付近で30mを超える大きなすべりが起きている。

課題番号： 8001

○実施機関名：海上保安庁

○研究課題（または観測項目）名：験潮

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：熊谷 武

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

験潮による潮汐から平均水面を求め、成果を海岸昇降検知センターへ提出し、日本全国の地殻変動監視に供している。験潮観測を実施し、国土交通省河川局および港湾局、国土地理院、気象庁と連携し、ホームページによる験潮データのリアルタイム公開を実施している。

平成23年3月11日14時46分頃（日本時）に三陸沖で発生した平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による津波が日本各地において観測された。海上保安庁所管の験潮所で観測された主な潮位変化は、下記のとおりである。なお、表およびグラフの時刻は日本時間であり、描画データ間隔は30秒である。

験潮所	第一波	最大の高さの波(13日24:00まで)
竜飛	16:09	16:32 49cm(3/11 18:15~3/11 17:44の風穴潮)
釜石	14:50	15:22 421cm超(以降欠測)
横須賀	15:52	17:17 163cm
三宅	15:27	15:40 66cm
八丈島	15:35	15:46 131cm
神津島	15:40	12日 00:31 87cm
大泊	17:28	12日 06:52 98cm
西之表	17:20	23:45 87cm
中之島	17:24	12日 05:30 75cm
名瀬	17:30	12日 03:52 53cm

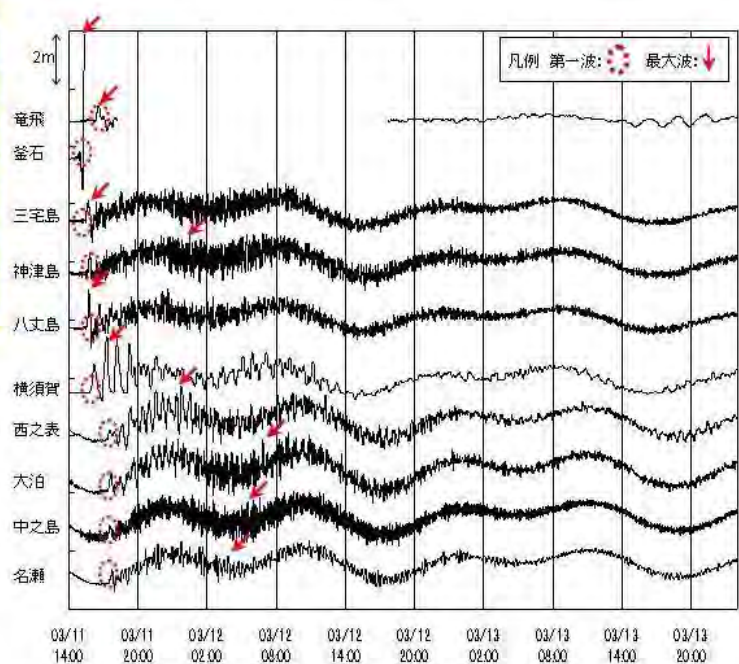
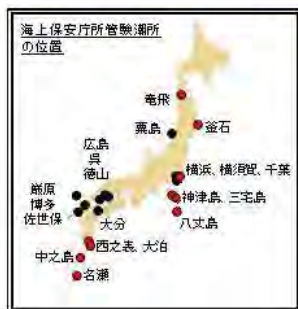


図 東北地方太平洋沖地震による津波

平成23年3月11日14時46分頃（日本時）に三陸沖で発生した平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による津波について、海上保安庁所管の験潮所で観測された主な潮位変化を示す。なお、表およびグラフの時刻は日本時間であり、描画データ間隔は30秒である。

課題番号： 8002

○実施機関名：海上保安庁

○研究課題（または観測項目）名：地殻変動監視観測

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：佐藤 まりこ

○平成 23 年度のこれまでの成果の概要：

海上保安庁のDGPS 局等において通年の観測を実施し、得られた結果について地震調査委員会、地震予知連絡会及び火山噴火予知連絡会に報告した。

「平成23 年東北地方太平洋沖地震」に伴う地殻変動を図 1 に示す。北海道から九州にかけての広範囲にわたって地震による地殻変動が検出された。なお、金華山DGPS 局は、地震直後から4 月13 日04:48 (UTC) までデータが取得できなかったことから、比較期間を4 月13 日とした。そのため、約1ヶ月の余効変動を含んでいる。

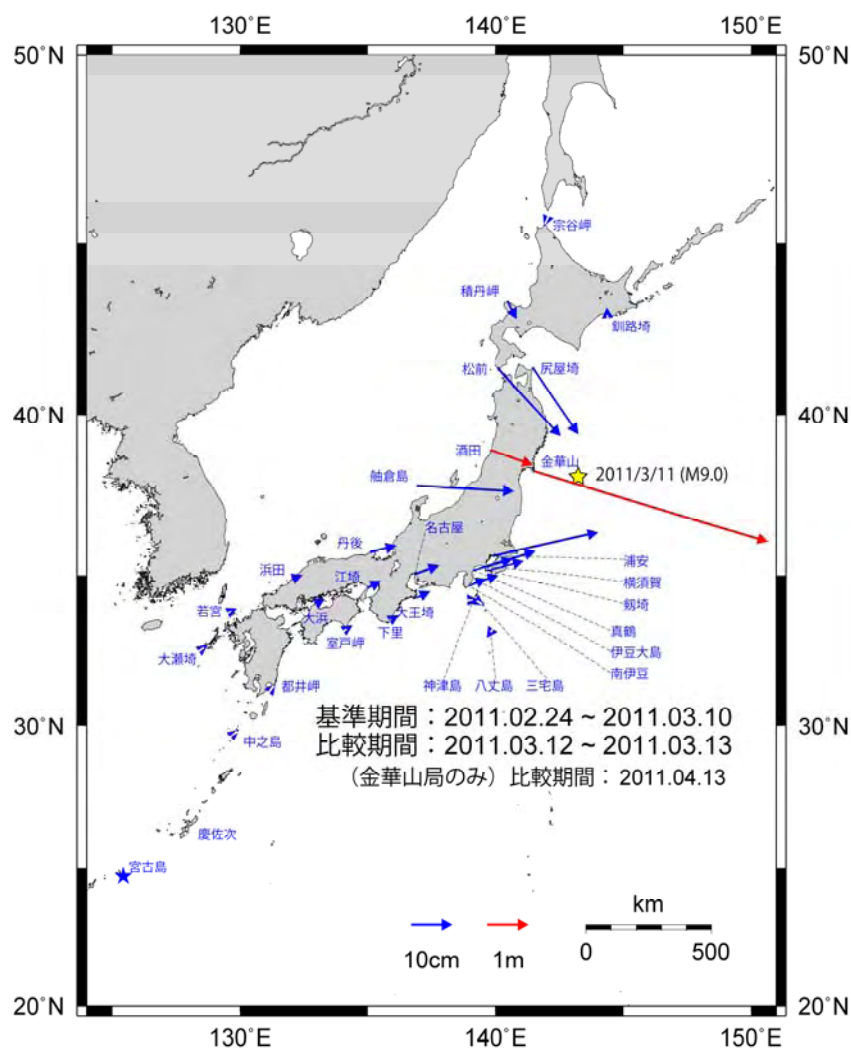


図 1 東北地方太平洋沖地震に伴うDGPS 局等の地殻変動（固定局：宮古島）

課題番号： 8006

○実施機関名：海上保安庁

○研究課題（または観測項目）名：海底地殻変動観測

○この研究課題（または観測項目）の連絡担当者：佐藤 まりこ

○平成23年度のこれまでの成果の概要：

3月11日に発生した「平成23年東北地方太平洋沖地震」後、日本海溝沿いに設置した海底基準点において、海底局の被害状況調査のための緊急観測を実施し、観測可能であった海底局から得られたデータの解析を行い、地震前後の海底基準点の変動量を求めた(図1)。

観測の結果、全ての海底基準点で地震による東南東への移動が検出された。特に、震央付近に位置する「宮城沖1」海底基準点は、地震前は5～6cm/年の速度で西北西に移動していたが(22年度年次報告参照)、地震後の観測では、地震前と比べて東南東へ約24m移動し、約3m隆起したことがわかった。24mという水平変動量は陸上で観測された最大変動量(電子基準点「牡鹿」で約5.3m(国土地理院))の4倍以上に相当する。海底基準点「宮城沖1」及び「宮城沖2」の観測結果と電子基準点「牡鹿」の観測値を比較すると、陸側から海溝側に向かい水平変動量が増加していることがわかる。また、上下変動は「宮城沖2」と「宮城沖1」の間で「沈降」から「隆起」へと変化しており、ヒンジラインが両基準点の間に存在していると考えられる。さらに、「宮城沖1」から約70km北に位置する「釜石沖1」においても約23mという大きい変動が観測されたことから、震源周辺の広い範囲において大きな滑りがあったことが示唆される。

なお、その後の観測では、余効変動と見られるような顕著な変動は検出されていない。

海底基準点	方位角	速度	観測期間 (観測回数)
宮城沖1	299°	7.6cm/年	2002.5～2005.8 (10回)
	296°	5.6cm/年	2006.12～2010.11 (8回)
宮城沖2	276°	5.4cm/年	2006.12～2010.11 (9回)
福島沖	266°	1.7cm/年	2002.7～2010.11 (11回)
相模湾	317°	3.8cm/年	2003.1～2010.8 (10回)
東海沖1	305°	4.5cm/年	2006.8～2010.8 (7回)
東海沖2	278°	5.4cm/年	2007.8～2010.8 (8回)
能野灘	250°	1.9cm/年	2007.8～2010.8 (6回)
潮岬沖1	300°	2.5cm/年	2006.6～2010.8 (9回)
潮岬沖2	311°	3.7cm/年	2006.9～2010.8 (8回)
室戸岬沖	295°	2.0cm/年	2006.9～2010.8 (8回)

第1 表各海底基準点における速度 (ユーラシアプレート固定)

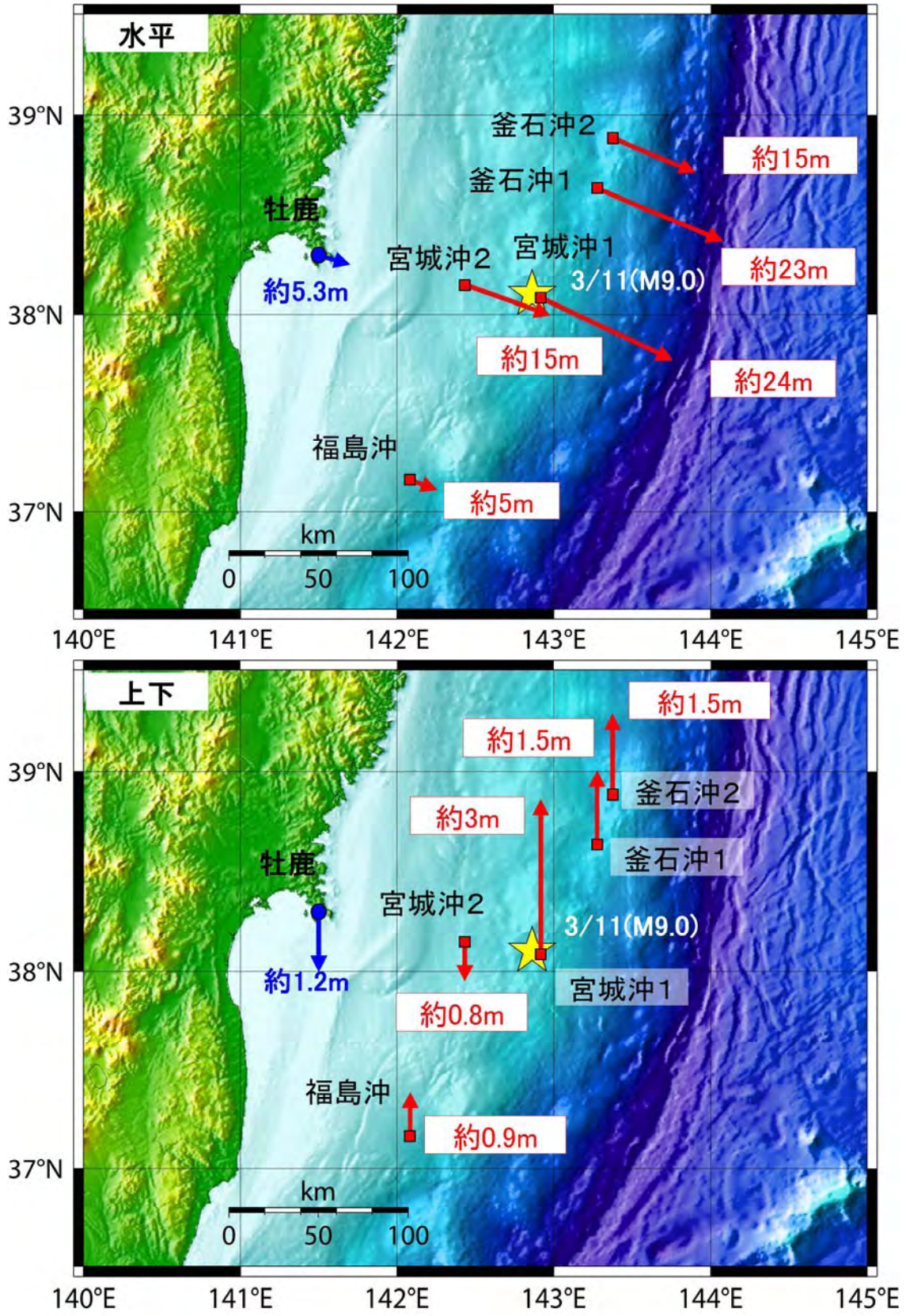


図1：東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動
 (宮城沖及び福島沖は2011/3 と、2011/2 の観測との比較、釜石沖は2011/4 の観測と2010/11 の観測との比較。
 観測精度は数十cm 程度。「牡鹿」観測点の移動量は国土地理院の観測結果。)

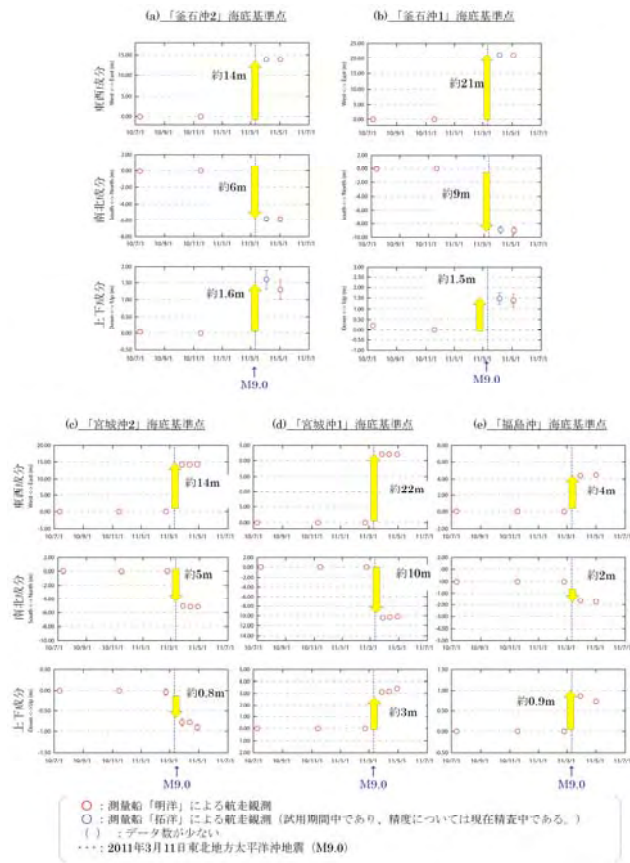


図2 地震前後の各海底基準点の位置変化

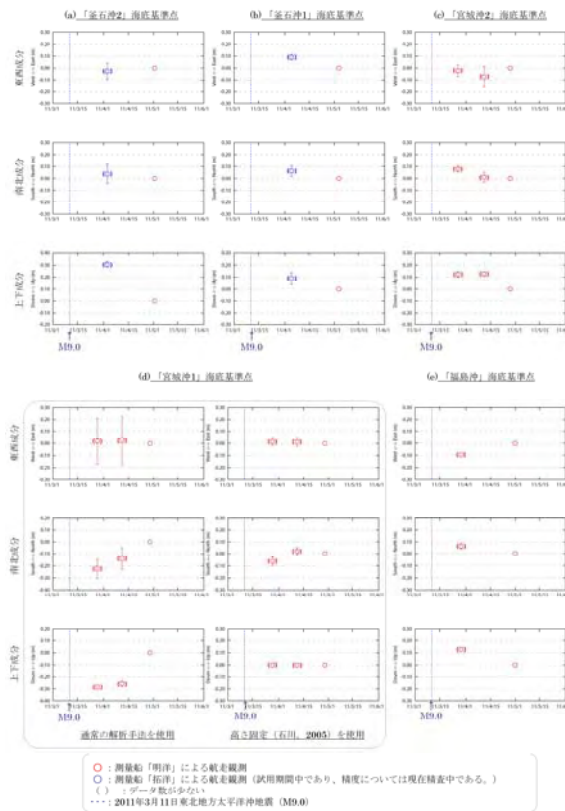


図3 地震後の各海底基準点の位置変化