

3-4 東北地方の地殻変動

Crustal Movements in the Tohoku District

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[GNSS 地震後の変動ベクトル及び等変動量線図]

第1～5図は、東北地方太平洋沖地震後の期間における水平・上下の地殻変動について、全期間の累積及び最近3ヶ月間の変動を、福江観測点を固定局として示したものである。第1～3図に示す地震後の累積の図には、2011年4月7日宮城県沖の地震（M7.2, 最大震度6強, 深さ約66km, 逆断層・スラブ内地震, 地殻変動GNSSで水平約3cm西南西と約5cmの隆起）、2011年4月11日福島県浜通りの地震（M7.0, 最大震度6弱, 深さ約6km, 正断層, 地殻変動GNSSで約30cm水平と約50cmの沈降, SARで約2m）、2011年4月12日長野県北部の地震（M5.6, 最大震度5弱, 深さ約0km, 横ずれ, 地殻変動北東へ約2.6cm）、2011年4月12日千葉県東方沖の地震（M6.4, 最大震度5弱, 深さ約26km, 右横ずれ, 地殻変動約1cm）、2011年6月23日岩手県沖の地震（M6.9, 最大震度5弱, 深さ約26km, 右横ずれ, 地殻変動約1cm）、2011年7月10日三陸沖の地震（M7.3, 深さ34km, 最大震度4, 地殻変動西方向に約5mm, 左横ずれ）、2011年9月17日岩手県沖の地震（M6.6, 最大震度4, プレート境界逆断層, 地殻変動東方向に数mm）等の影響が震源近傍の観測点で見られる。

第1図は地震後の全期間における水平変動の累積を示す。東日本全体で東北地方太平洋沖地震の震源域に向かう余効変動が観測されている。最大の変動量は、岩手川崎A観測点における約139cmである。

第2図及び第3図は、地震後の全期間における上下変動の累積を、それぞれ、変動ベクトル図及び等値線図で示したものである。岩手県三陸沿岸と奥羽脊梁山脈付近で沈降が見られる一方、宮城県から千葉県の太平洋沿岸では隆起傾向が見られる。M牡鹿観測点の約54cmの隆起のうちの約5cmは、2011年4月7日の宮城県沖の地震によるものである。

第4図の最近3ヶ月間の水平ベクトルには、東日本全体で東北地方太平洋沖地震の震源域に向かう変動が見られ、余効変動が継続していることが分かる。この期間における岩手川崎A観測点の変動量は1.5cmとなっている。

第5図に最近3ヶ月間の上下変動を示す。全体的に沈降が見られるが、固定局の福江観測点の解析結果のばらつきの影響を受けている可能性がある。牡鹿半島周辺にわずかな隆起が見られるが、その他の地域では上下変動は小さくなってきており、3ヶ月間の変動ではノイズとの見分けがつきにくくなっている。

[GNSS 連続観測 地震後]

第6～11図は、東北地方太平洋沖地震後の東日本におけるGNSS連続観測時系列である。第6図の地図に示した太平洋岸の観測点10点と、その西側の観測点10点の合計20観測点について、第7図以降に東北地方太平洋沖地震後の期間の時系列を示す。各成分の縦軸は、本震直前の値をゼロとしており、地震時及び地震後の累積の変動量を表している。そのため、沈降した地盤が地震前の高さに戻るかどうかは、上下成分がゼロに回復するかどうかで判断できる。

第7～11図の各観測点の時系列では、東北地方太平洋沖地震の余効変動が減衰しながらも継続している様子が見られる。また、第6図の地図に示した各地震の影響が、震源近傍の観測点で見られる。

第7～9図上段に示す太平洋岸の10観測点では、(2)岩泉2観測点と(3)山田観測点を除き、地震直後から隆起が継続している。なお、岩泉2観測点及び山田観測点についても、2013年以降はそれまでの沈降傾向が反転し、隆起となっている。

第9図下段から第11図の西側の観測点10点では、地震直後からの沈降、または隆起が減衰しながらも継続している。

[GNSS 東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動速度]

第12～17図は、三隅観測点に対する宮古、山田、矢本、相馬1、銚子、皆瀬観測点の変位と変動速度を時系列で示したものである。どの観測点についても、水平変動速度は徐々に減衰しつつあるが、地震前のレベルには戻っておらず、余効変動が継続していることが分かる。上下変動速度は、銚子観測点については元の速度に戻りつつあるが、その他の宮古、山田、矢本、相馬1観測点については隆起傾向、皆瀬観測点は沈降傾向が続いている。

第12図の三隅－宮古基線及び第13図の三隅－山田基線の東西成分の速度に2015年初頭に見られる一時的な変化は、2015年2月17日に発生した三陸沖の地震及び2015年5月13日に発生した宮城県沖の地震によるものである。

第15図の三隅－相馬1基線の東西成分・南北成分の速度に2016年末頃に見られる一時的な変化は、2016年11月22日に発生した福島県沖の地震によるものである。

第16図に示される三隅－銚子基線の変化のうち、南北成分の速度に2011年秋及び2014年初頭に見られる一時的な変化は、2011年10月下旬頃から11月上旬頃までの期間及び2014年月上旬頃に発生したスロースリップイベント（SSE）に伴う地殻変動の影響、東西成分速度の2012年3月頃に見られる一時的な変化は、2012年3月14日に発生した千葉県東方沖の地震（M6.1）によるものである。

[GNSS 東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験]

第18～22図は、東北地方太平洋沖地震の余効変動の予測実験に関する資料である。GEONETのF3解による地殻変動3成分（東西、南北、上下）の時系列データに対して関数近似を行い、これを外挿することで、余効変動の予測を試みる取り組みで、時定数の異なる対数関数と指数関数を組み合わせた混合モデルによる近似結果と予測結果を報告している。ただし、こうした余効変動の予測は非常に困難で、かつ研究初期段階にあり、その手法は確立していない。

地震後の上下変動の推移が異なる各地域を代表する4つの観測点、宮城県の「矢本」（隆起の後、隆起）、千葉県の「銚子」（隆起の後、停滞）、岩手県の「宮古」（沈降の後、隆起）、秋田県の「皆瀬」（沈降の後、沈降）について、それぞれ地震後2年間のデータによる関数フィッティングの結果と、その後現在までの（約6.6年間の）予測能力の評価を示した。

今回はモデル(3)（ダブル対数・指数モデル）の資料を掲載している。第19～22図は、前回同様地震後2年間の近似期間による予測（赤）と地震後6.6年間の観測値（灰色）の比較を示している。図から分かるように、地殻変動は、概ね予測の範囲内で進行しており、モデル(3)の予測能力が良好であると同時に、顕著なずれは見られないことが確認できる。なお、各図の下に掲

載している関数近似結果及び予測部分の標準誤差は、モデル(3)全体（4観測点同時・3成分同時推定）での値である。

長期的な変動速度は定常速度に近づくことになるため、定常速度は余効変動予測において重要である。しかし残念ながら、関数近似の際の非線形最小二乗推定において定常速度を推定パラメータに含めると、グローバル解を安定的に得ることが難しい。そのため、ここではグローバル解を得るために、定常速度は推定せず、1997年4月から2000年3月の各観測点の平均速度と同じであると仮定し与えている。今後、余効変動の実データによる検証を行うことによって、これらの余効変動予測モデルの実力が分かると同時に、定常速度が地震サイクルの中で一定であるかどうか分かる可能性がある。

[水準測量]

第23図は、2017年5～10月に実施された水準点改測作業の環閉合差を示す。全体的に括弧内の制限値と比較して、環閉合差は小さく良好な水準測量が実施されている。今回は、赤い線で示した路線の上下変動を報告する。

第24図は、秋田県能代市から秋田市・由利本荘市を經由して山形県酒田市に至る南北の路線の水準測量結果である。東北地方太平洋沖地震の余効変動等の影響で、酒田市側で約5cmの沈降が見られる。

第25図は、秋田県能代市から岩手県滝沢市に至る東西の路線の水準測量結果である。鹿角市から八幡平市にかけて沈降、滝沢市側で隆起が見られる。鹿角市から八幡平市にかけての沈降で谷が2つあるのは、水準路線の屈曲の影響と見られる。

第26図は、秋田県秋田市から横手市を經由して岩手県北上市に至る東西の路線の水準測量結果である。大仙市から横手市、西和賀町にかけて沈降、北上市側で隆起が見られる。

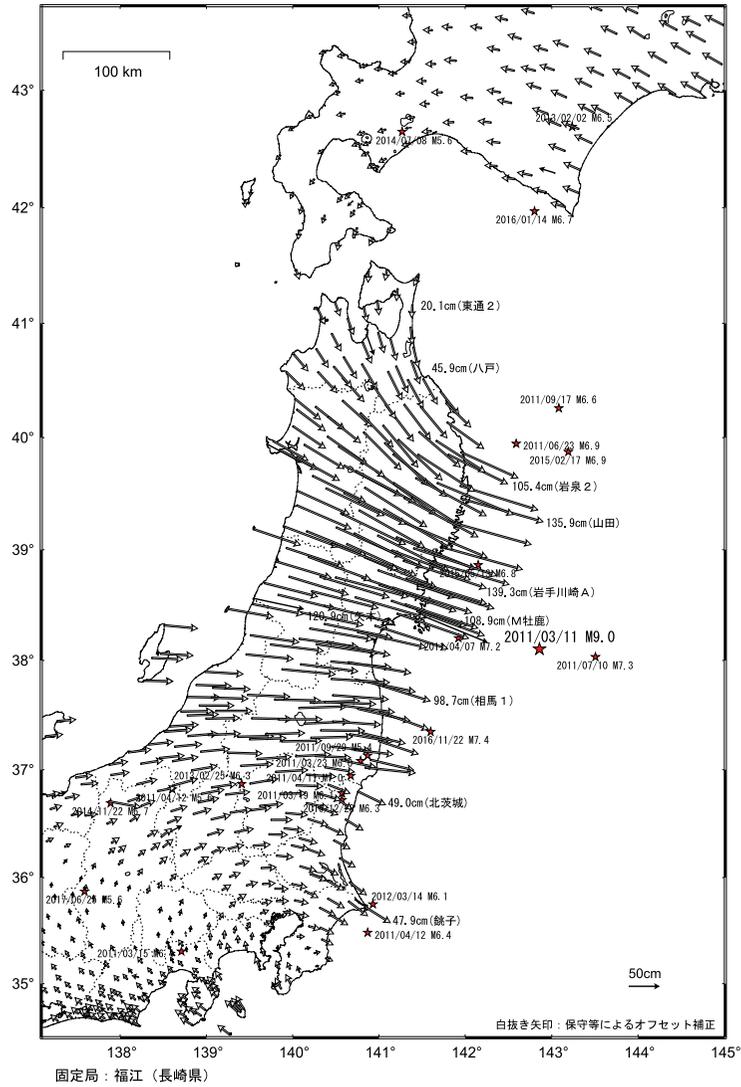
第27図は、山形県酒田市から新庄市・東根市を經由して宮城県仙台市に至る路線の水準測量結果である。庄内町から村山市にかけて約4cmの沈降、仙台市付近で約14cmの隆起が見られる。

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) —累積—

東北地方から関東甲信越にかけて東向きの変動が見られる。

基準期間：2011/03/12 — 2011/03/12 [F3：最終解]

比較期間：2017/10/15 — 2017/10/21 [F3：最終解]

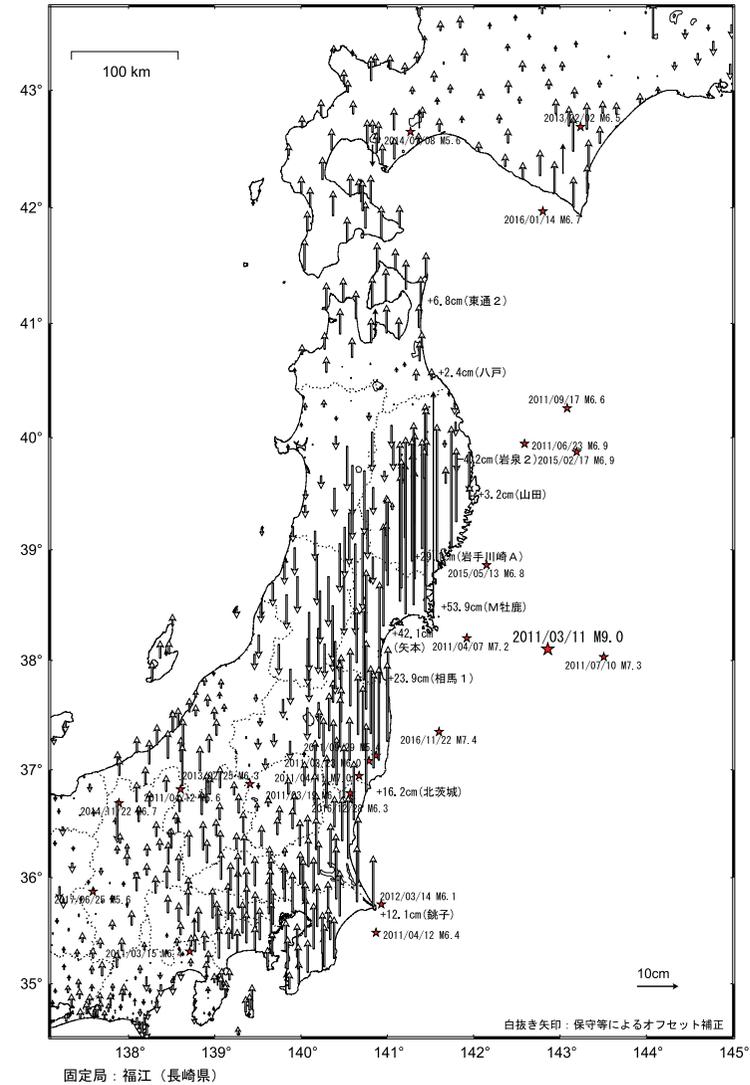


東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) —累積—

宮城県から千葉県にかけての太平洋沿岸に隆起が。岩手県沿岸と奥羽脊梁山脈付近に沈降が見られる。
 関東甲信越地方及び千葉県から北海道の襟裳岬付近にかけた地域に隆起が見られる。

基準期間：2011/03/12 — 2011/03/12 [F3：最終解]

比較期間：2017/10/15 — 2017/10/21 [F3：最終解]



第1図 2011年東北地方太平洋沖地震後の累積地殻変動 (水平)

Fig. 1 Accumulated crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (horizontal).

第2図 2011年東北地方太平洋沖地震後の累積地殻変動 (上下)

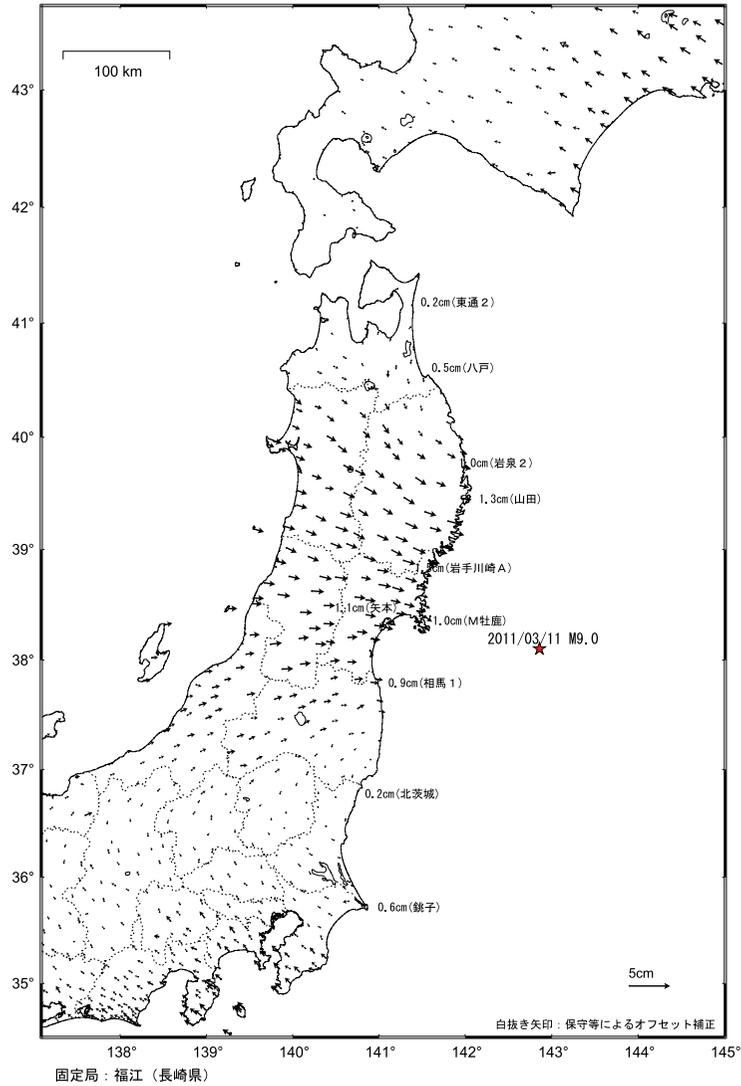
Fig. 2 Accumulated crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (vertical).

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) - 3ヶ月 -

東北地方を中心に東向きの変動が見られる。

基準期間 : 2017/07/15 - 2017/07/21 [F3 : 最終解]

比較期間 : 2017/10/15 - 2017/10/21 [F3 : 最終解]

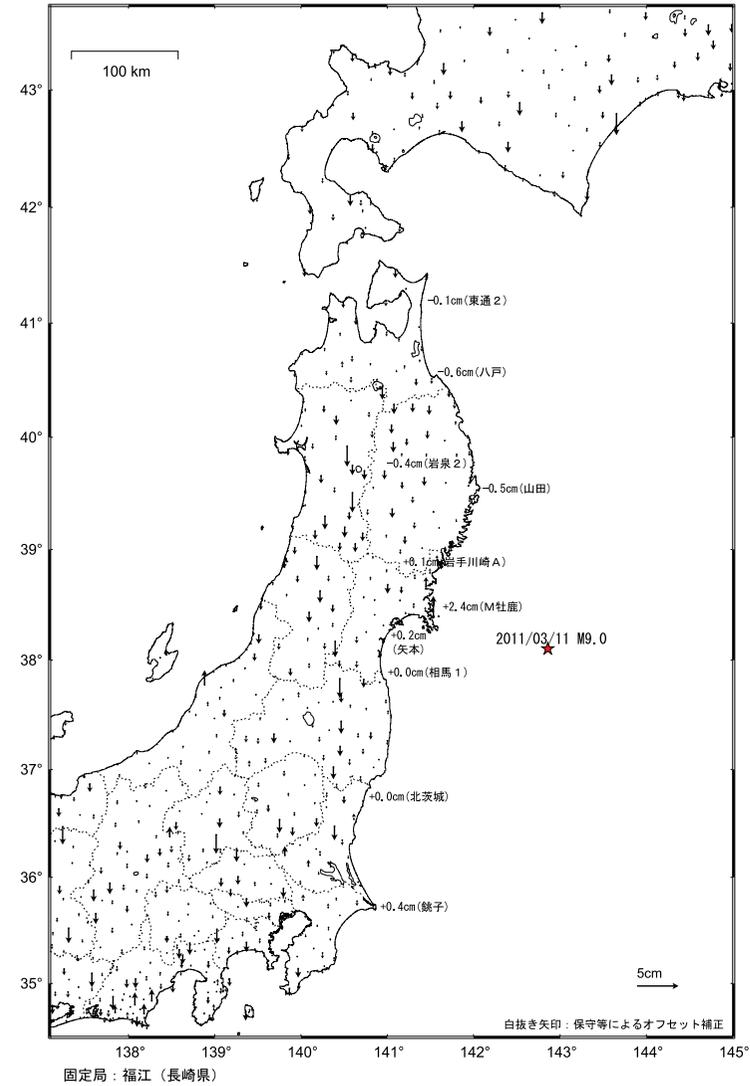


東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) - 3ヶ月 -

宮城県付近の一部観測局で隆起傾向が見られるが、その大きさは小さくなってきている。

基準期間 : 2017/07/15 - 2017/07/21 [F3 : 最終解]

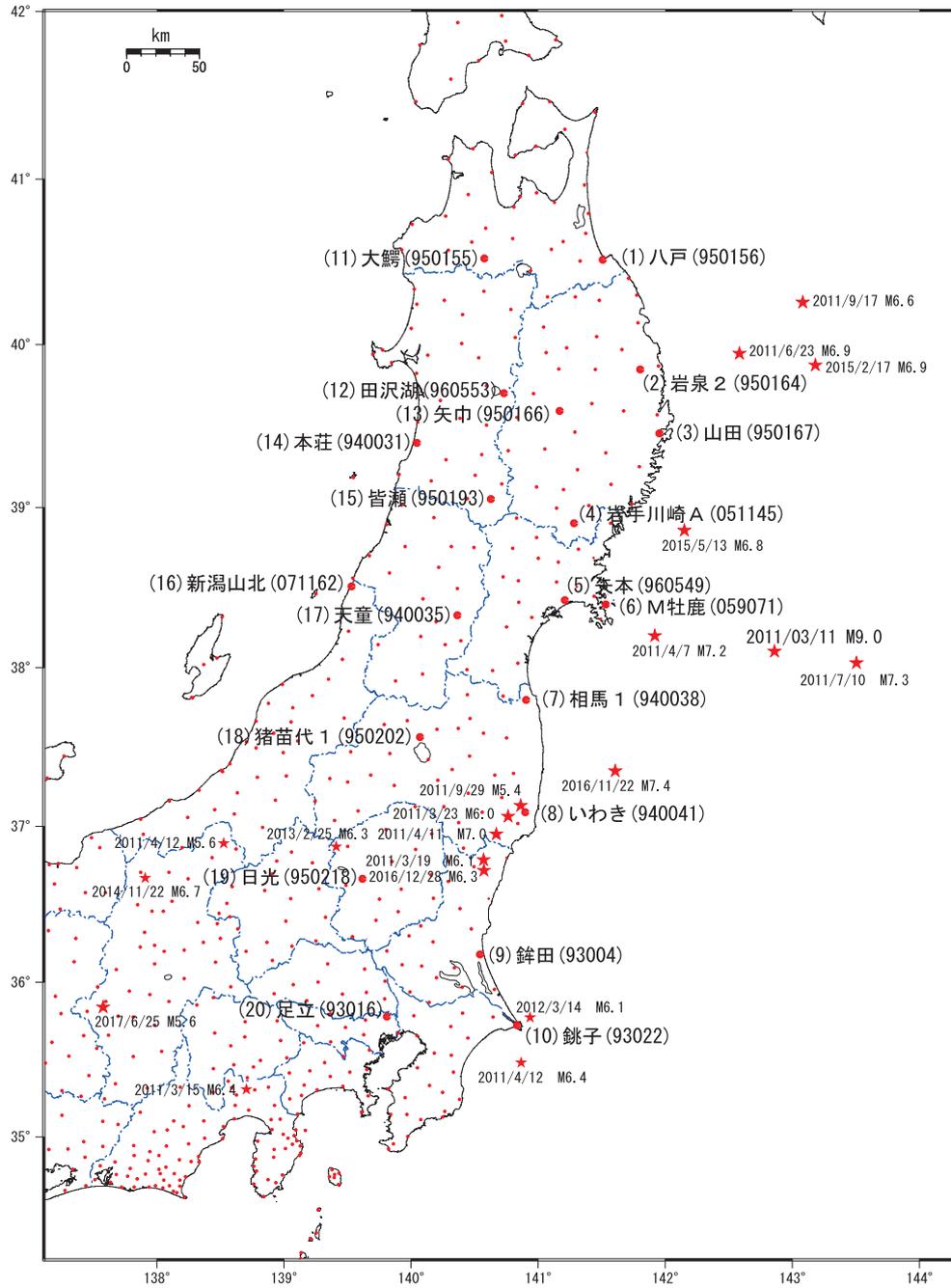
比較期間 : 2017/10/15 - 2017/10/21 [F3 : 最終解]



第4図 2011年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動 (最近3ヶ月, 水平)
Fig. 4 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (three months, horizontal displacement).

第5図 2011年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動 (最近3ヶ月, 上下)
Fig. 5 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (three months, vertical displacement).

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（時系列） 配点図



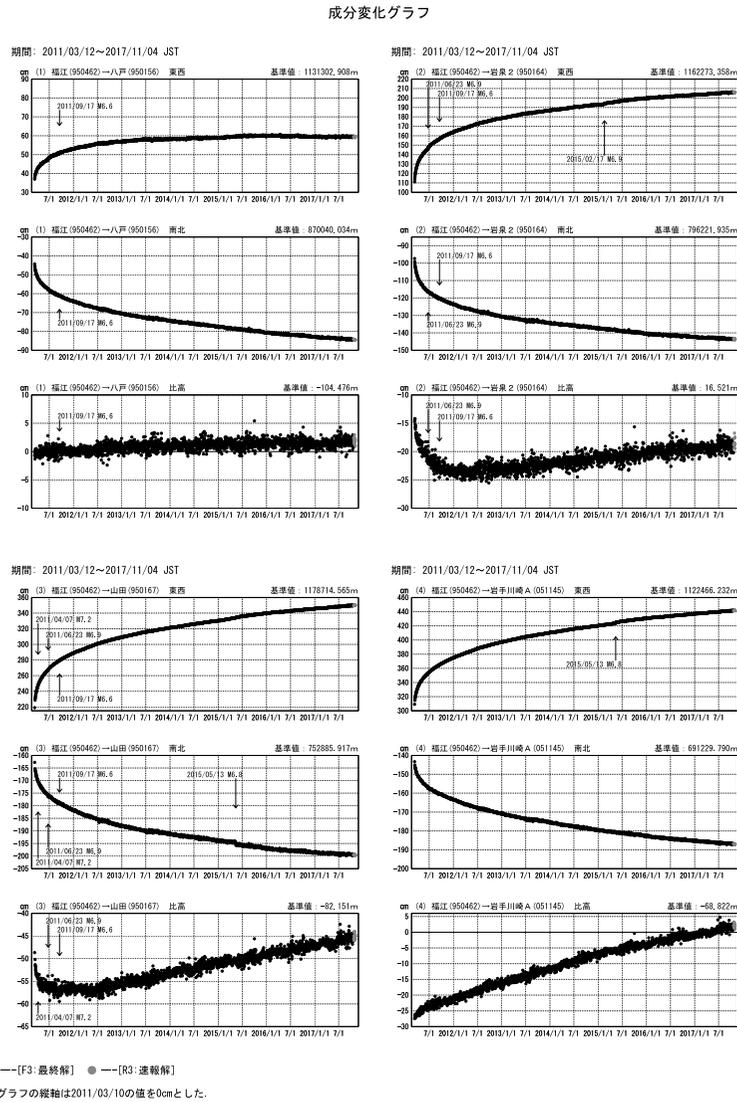
各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
950156	八戸	2012/09/25	アンテナ更新
950164	岩泉2	2012/02/09	アンテナ更新
950167	山田	2012/02/04	アンテナ更新
051145	岩手川崎A	2012/01/25	アンテナ更新
960549	矢本	2011/12/16	アンテナ更新
		2016/12/02	受信機交換
940038	相馬1	2012/01/12	アンテナ更新
		2014/11/20	受信機交換
940041	いわき	2011/12/13	アンテナ更新
		2013/12/05	レドーム開閉
93004	銚田	2012/02/16	アンテナ更新
93022	銚子	2012/02/21	アンテナ更新
950155	大鰐	2012/10/02	アンテナ更新
960553	田沢湖	2012/09/14	アンテナ更新
950166	矢巾	2012/01/26	アンテナ更新
940031	本荘	2012/02/04	アンテナ更新
950193	皆瀬	2012/03/10	アンテナ更新
		2016/11/17	周辺伐採
059071	M牡鹿	2016/02/18	受信機交換
071162	新潟山北	2012/09/05	アンテナ更新
		2016/12/01	受信機交換
940035	天童	2012/08/21	アンテナ更新
950202	猪苗代1	2012/01/13	アンテナ更新
		2015/04/06	アンテナ交換
950218	日光	2012/11/13	アンテナ更新
93016	足立	2012/12/11	アンテナ更新
		2016/12/28	アンテナ交換
950462	福江	2012/11/07	アンテナ更新
		2016/02/17	受信機交換

第6図 東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動（時系列） 配点図及び保守状況

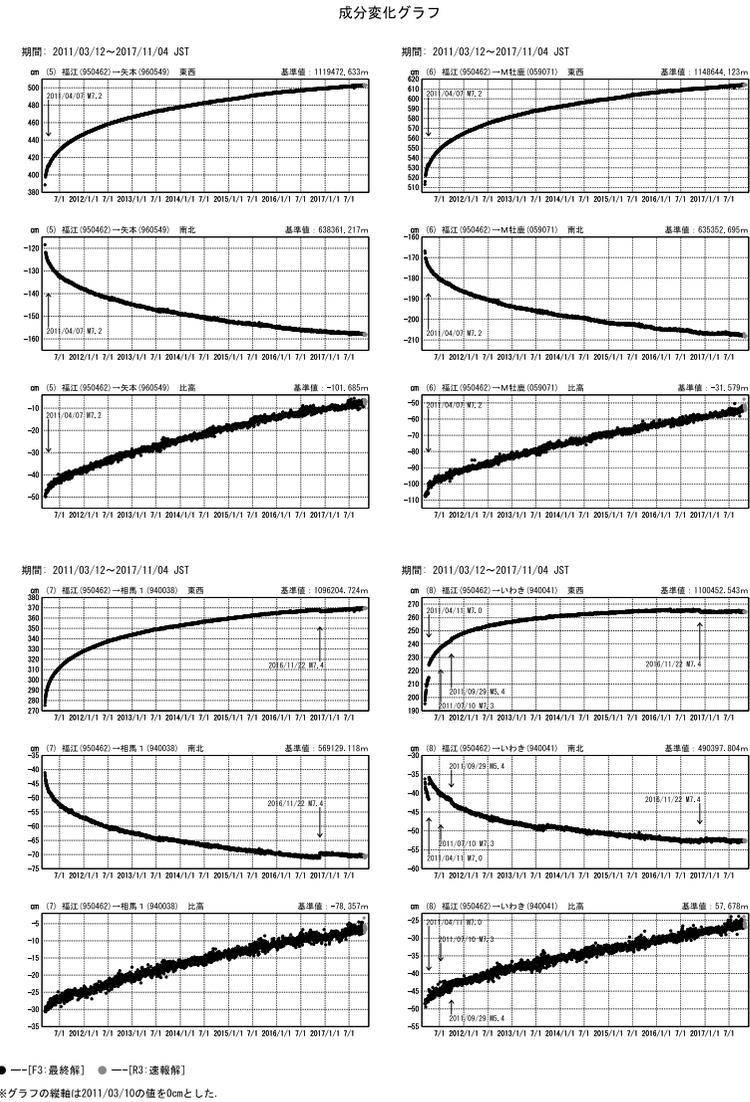
Fig. 6 Time series of crustal deformation before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Site location map and history of maintenance).

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（1）



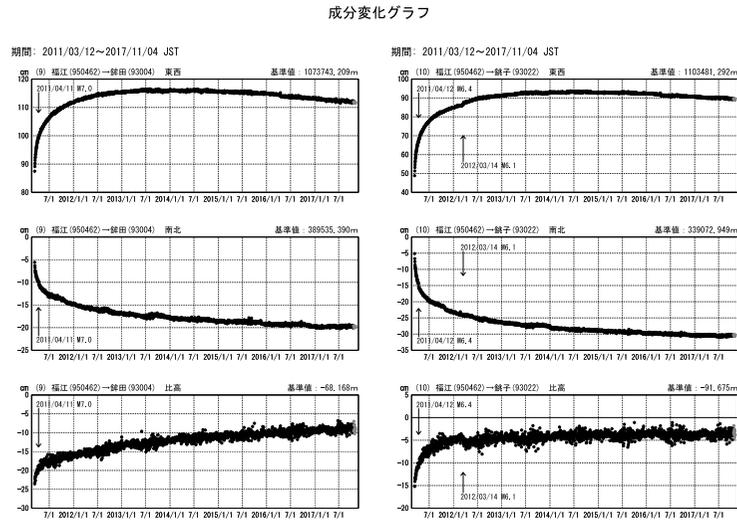
第7図 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動
Fig. 7 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (1/5).

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（2）

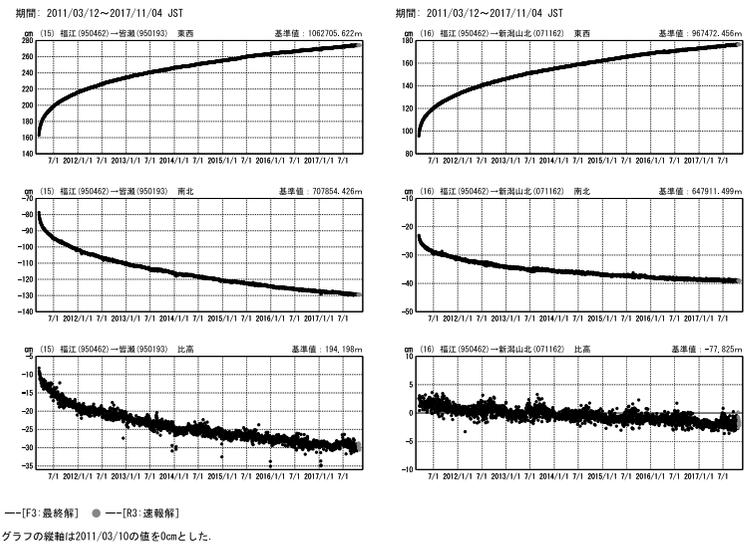
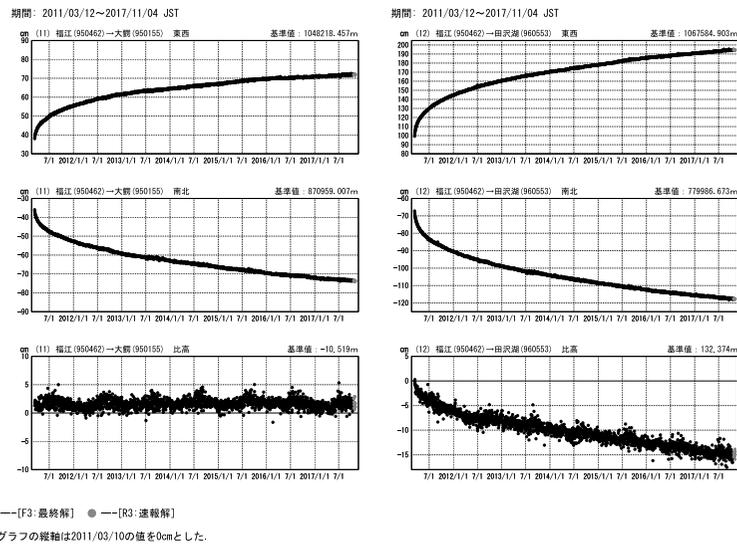
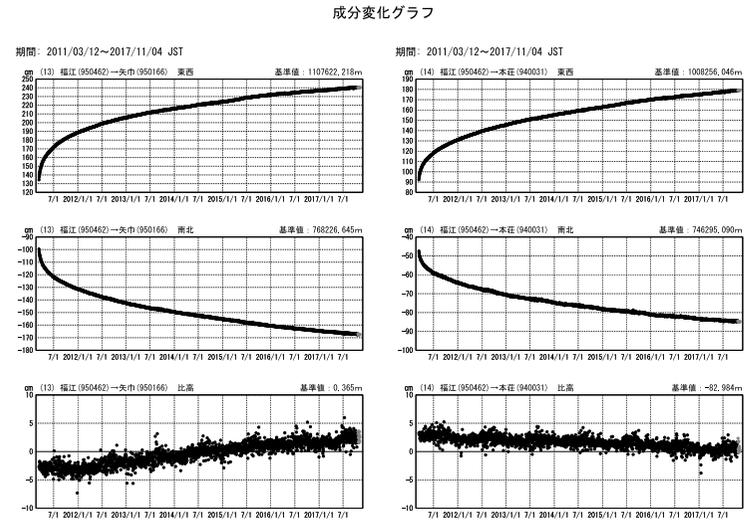


第8図 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動
Fig. 8 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (2/5).

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（3）



平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（4）



第9図 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動
Fig. 9 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (3/5).

第10図 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動
Fig. 10 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (4/5).

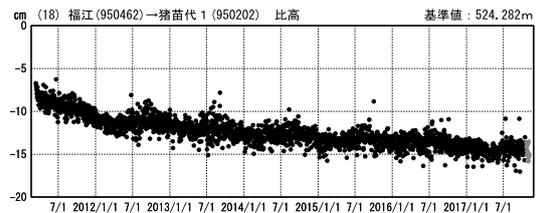
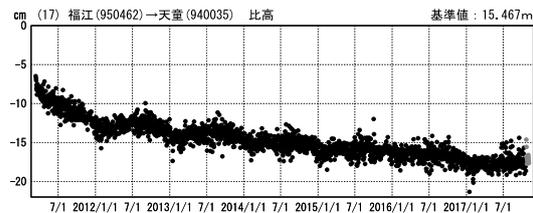
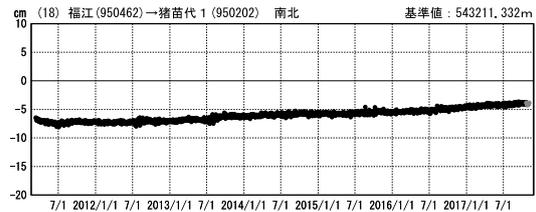
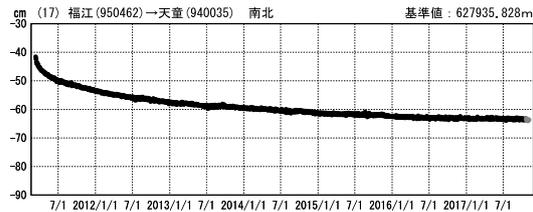
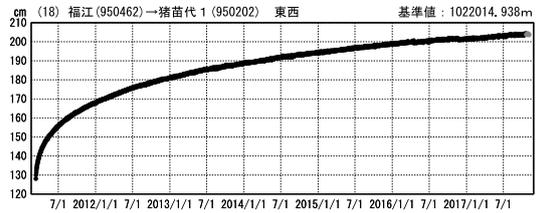
平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（5）

成分変化グラフ

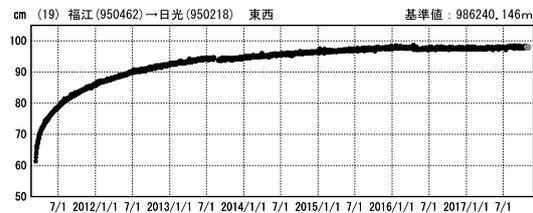
期間：2011/03/12～2017/11/04 JST



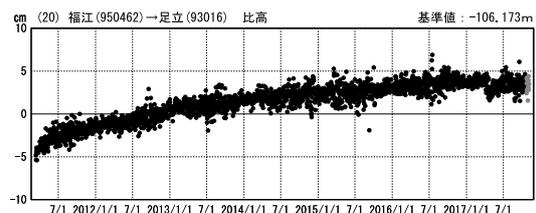
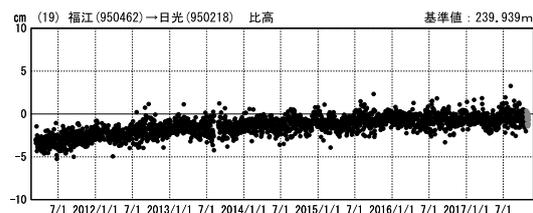
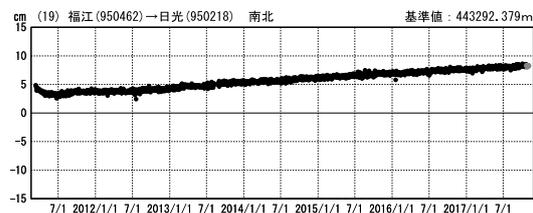
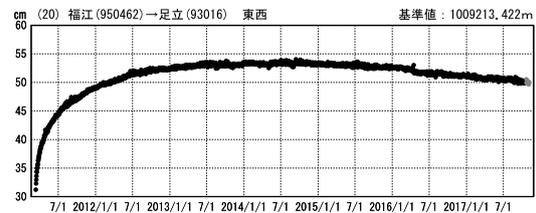
期間：2011/03/12～2017/11/04 JST



期間：2011/03/12～2017/11/04 JST



期間：2011/03/12～2017/11/04 JST

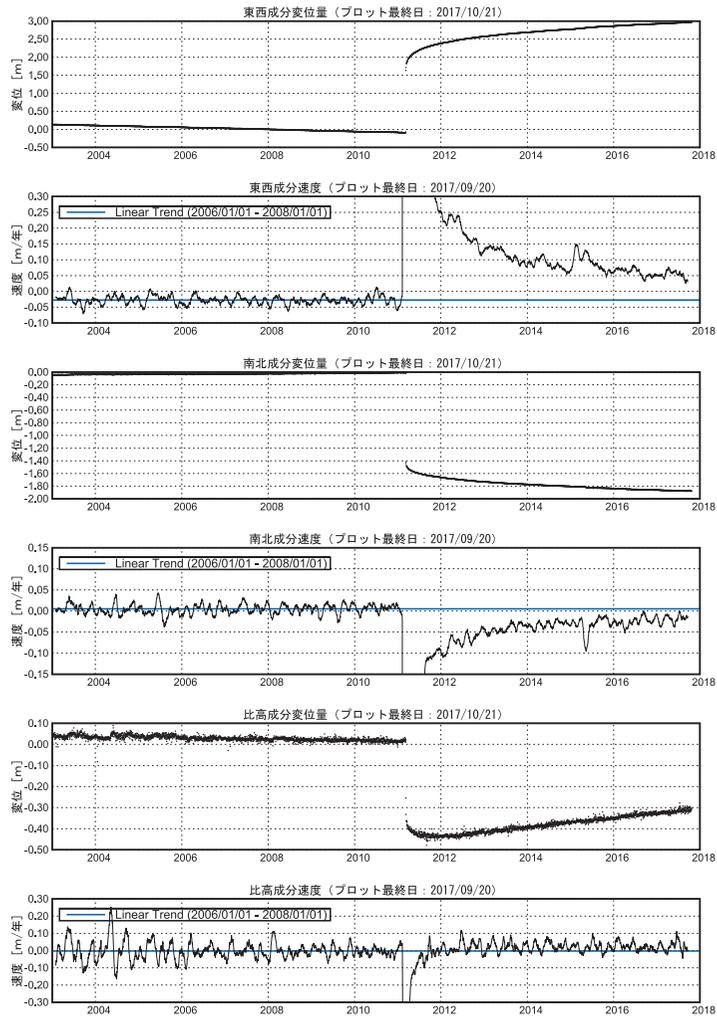


● — [F3:最終解] ○ — [R3:速報解]
 ※グラフの縦軸は2011/03/10の値を0cmとした.

第 11 図 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動
 Fig. 11 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (5/5).

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震後に沈降し、その後隆起に転じた。
 2015年2月17日に発生した三陸沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 2015年5月13日に発生した宮城県沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 三隅 (950388) -- 宮古 (940028) 間の成分変位と速度グラフ



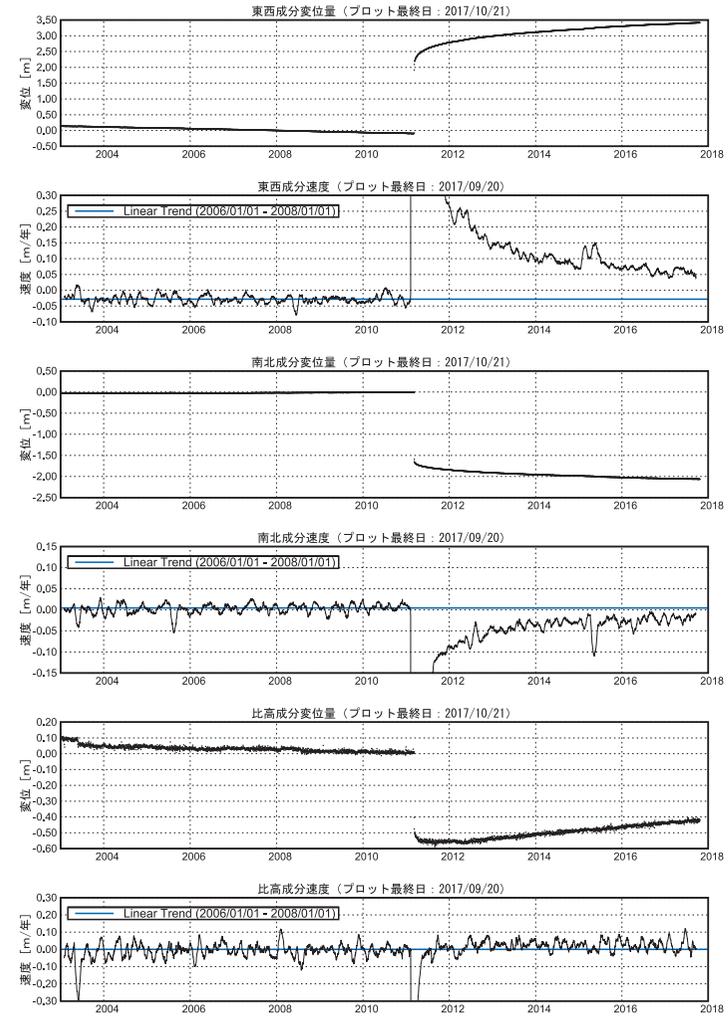
※成分変化率は60日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)

第12図 東北地方太平洋岸のGEONET観測点における地殻変動速度の変化 (宮古観測点・時系列)

Fig. 12 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Tohoku area (Time series at Miyako site) (1/6).

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震後に沈降し、その後隆起に転じた。
 2015年2月17日に発生した三陸沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 2015年5月13日に発生した宮城県沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 三隅 (950388) -- 山田 (950167) 間の成分変位と速度グラフ



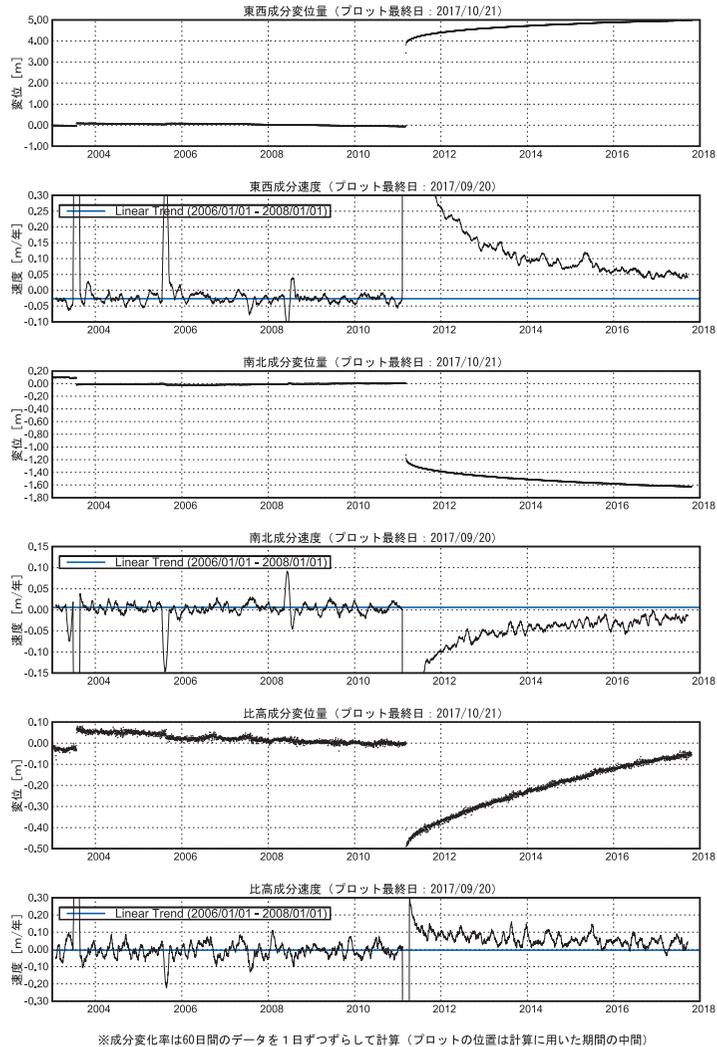
※成分変化率は60日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)

第13図 東北地方太平洋岸のGEONET観測点における地殻変動速度の変化 (山田観測点・時系列)

Fig. 13 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Tohoku area (Time series at Yamada site) (2/6).

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震発生前の変動速度には戻っていない。
 2015年5月13日に発生した宮城県沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 三隅 (950388) — 矢本 (960549) 間の成分変位と速度グラフ



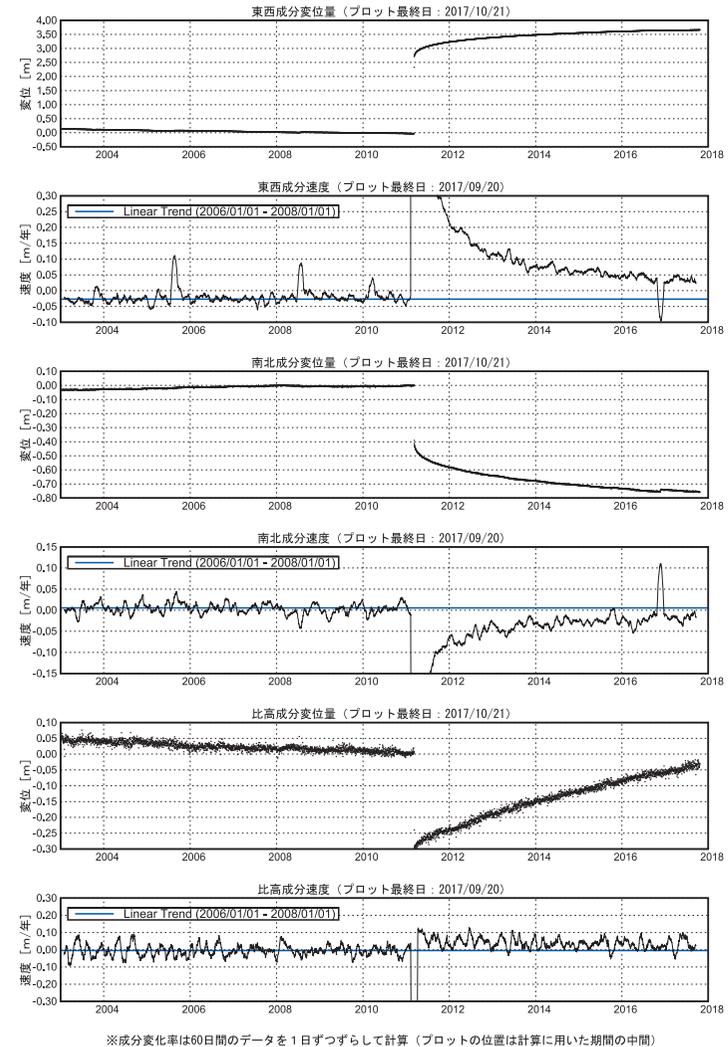
※成分変化率は60日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)

第 14 図 東北地方太平洋岸の GEONET 観測点における地殻変動速度の変化 (矢本観測点・時系列)

Fig. 14 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Tohoku area (Time series at Yamoto site) (3/6).

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震発生前の変動速度には戻っていない。
 2016年11月22日に発生した福島県沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 三隅 (950388) — 相馬 1 (940038) 間の成分変位と速度グラフ



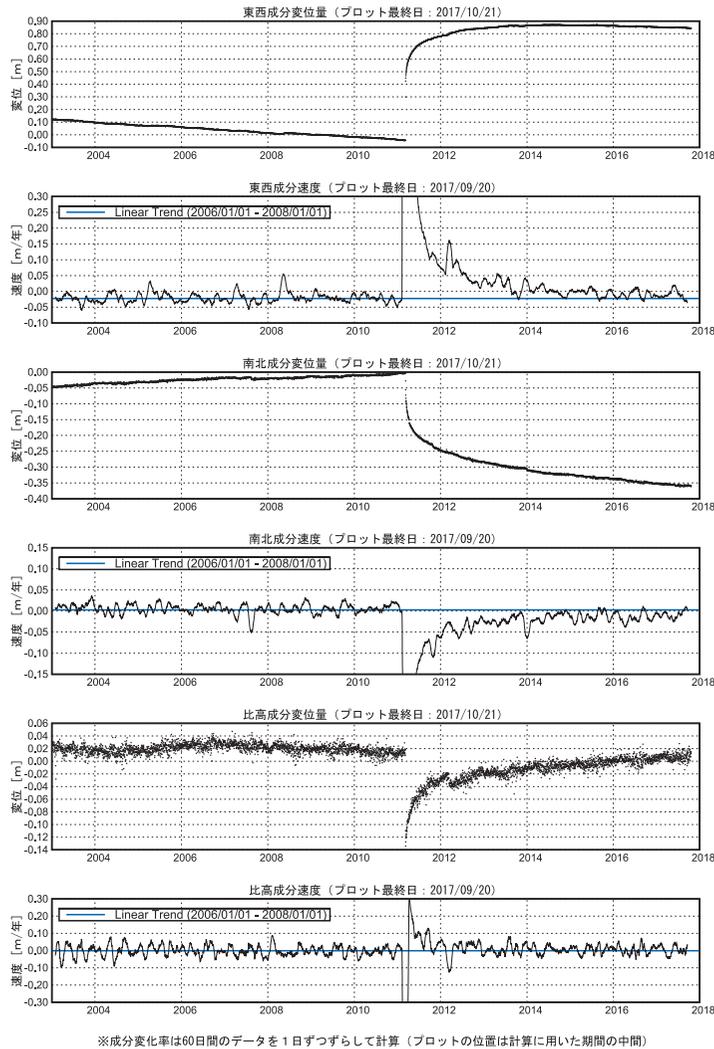
※成分変化率は60日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)

第 15 図 東北地方太平洋岸の GEONET 観測点における地殻変動速度の変化 (相馬 1 観測点・時系列)

Fig. 15 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Tohoku area (Time series at Souma 1 site) (4/6).

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動

上下成分については東北地方太平洋沖地震発生前の変動速度に戻ってきたが、水平成分については戻っていない。
 2011年10月下旬から11月上旬頃、2014年1月上旬頃に発生したスロースリップ現象に伴う非定常な地殻変動の影響が見られる。
 2012年3月14日に発生した千葉県東方沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 三隅(950388) - 銚子(93022) 間の成分変位と速度グラフ

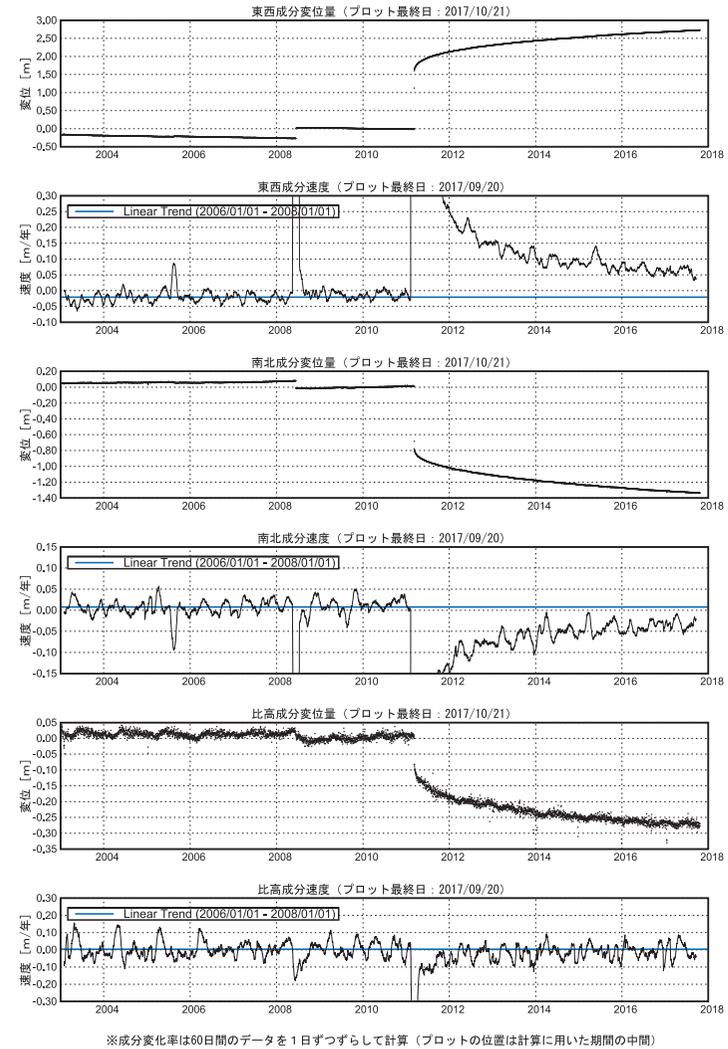


第 16 図 東北地方太平洋岸の GEONET 観測点における地殻変動速度の変化 (銚子観測点・時系列)

Fig. 16 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Tohoku area (Time series at Choshi site) (5/6).

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震発生前の変動速度には戻っていない。
 2015年5月13日に発生した宮城県沖の地震に伴う地殻変動の影響が見られる。
 三隅(950388) - 皆瀬(950193) 間の成分変位と速度グラフ



第 17 図 東北地方太平洋岸の GEONET 観測点における地殻変動速度の変化 (皆瀬観測点・時系列)

Fig. 17 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Tohoku area (Time series at Minase site) (6/6).

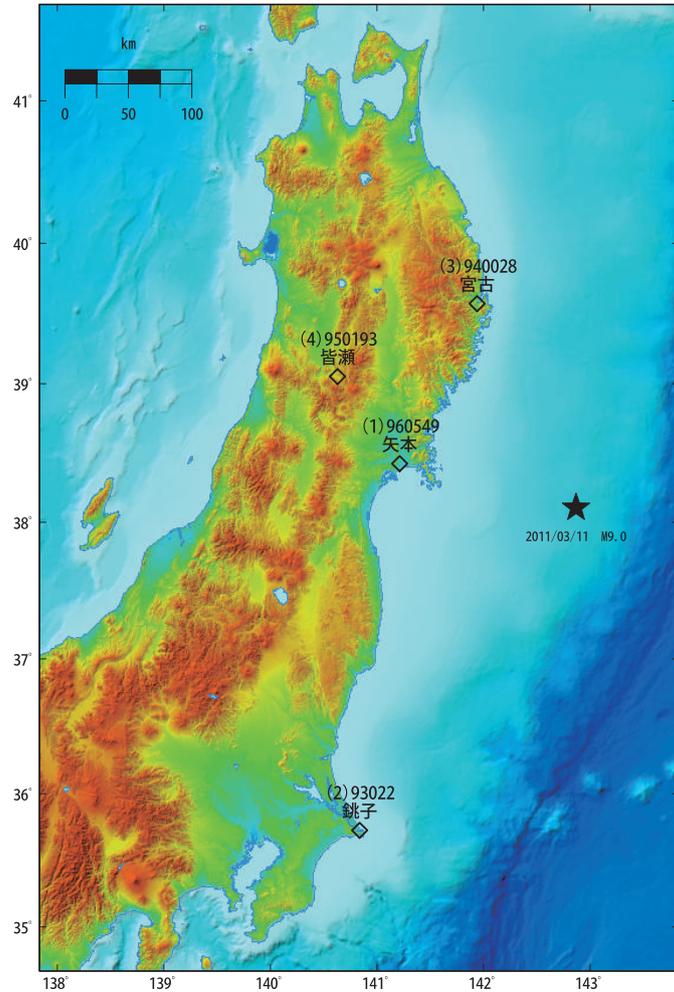
東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験（説明）

モデル一覧

	モデル名	モデル式	資料ページ	
			予測値と観測値の比較	20年予測
1	対数 + 指数混合	$D(t) = a \ln\left(1 + \frac{t}{b}\right) + c - d \exp\left(-\frac{t}{e}\right) + Vt$	—	—
2	ダブル対数 + 指数	$D(t) = a \ln\left(1 + \frac{t}{b}\right) + c + d \ln\left(1 + \frac{t}{e}\right) - f \exp\left(-\frac{t}{g}\right) + Vt$	第19図-第22図	—
3	対数 + ダブル指数	$D(t) = a \ln\left(1 + \frac{t}{b}\right) + c - d \exp\left(-\frac{t}{e}\right) - f \exp\left(-\frac{t}{g}\right) + Vt$	—	—

観測点一覧

(1) 矢本 (960549) (2) 銚子 (93022) (3) 宮古 (940028) (4) 皆瀬 (950193)



※ 本図は地理院地図を使用して作成している。なお、海域部は海上保安庁海洋情報部の資料を使用している。

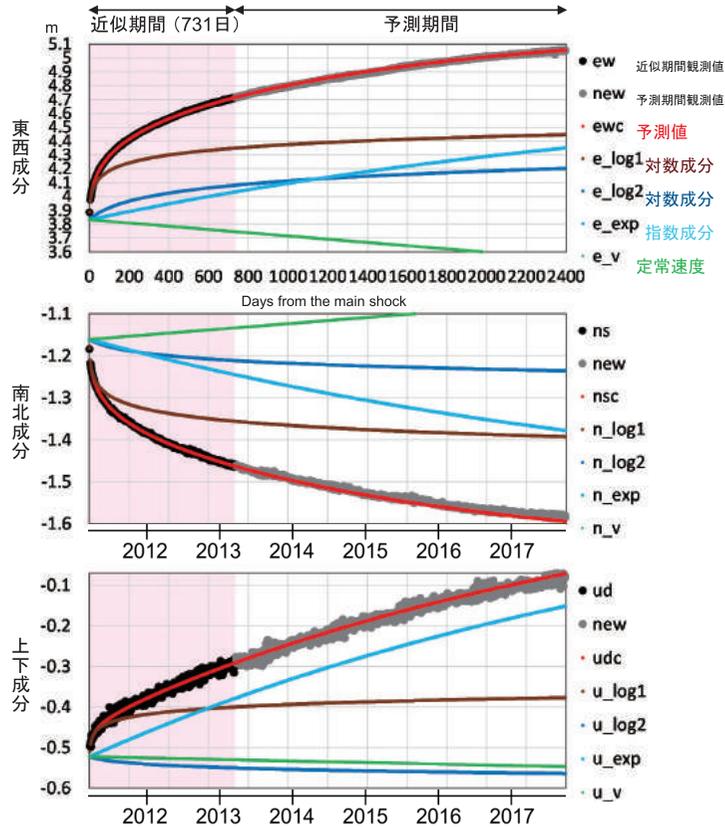
第18図 東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験（説明）

Fig. 18 Experimental forecast of postseismic deformation associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (explanation).

東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験(1)

近似期間 2011/03/12-2013/03/11(731日) 最終データ 2017/09/30【F3解】
 福江(950462)-矢本(960549) 4観測点同時・3成分同時推定 ダブル対数+指数モデル

ダブル対数+指数関数モデルによる2年間のデータに基づく予測は依然良好。



関数近似結果	標準偏差	AIC	対数時定数b	対数時定数e	指数時定数g
	4.72 mm	-93865	1.4 日	82.0 日	3217.0 日
予測期間		- 2015/06/29	- 2015/10/17	- 2016/12/24	- 2017/09/30
予測結果の標準誤差	8.3 mm		8.6 mm	10.4 mm	11.8 mm

- ・ダブル対数+指数モデル式 $D(t) = a \ln(1+t/b) + c + d \ln(1+t/e) - f \exp(-t/g) + Vt$
- ・時定数 b, e, g をそれぞれ、4観測点・3成分(東西・南北・上下)共通として推定。
- ・定常速度 V は、1997/4/1-2000/3/31観測値の近似直線の傾きの値で固定。

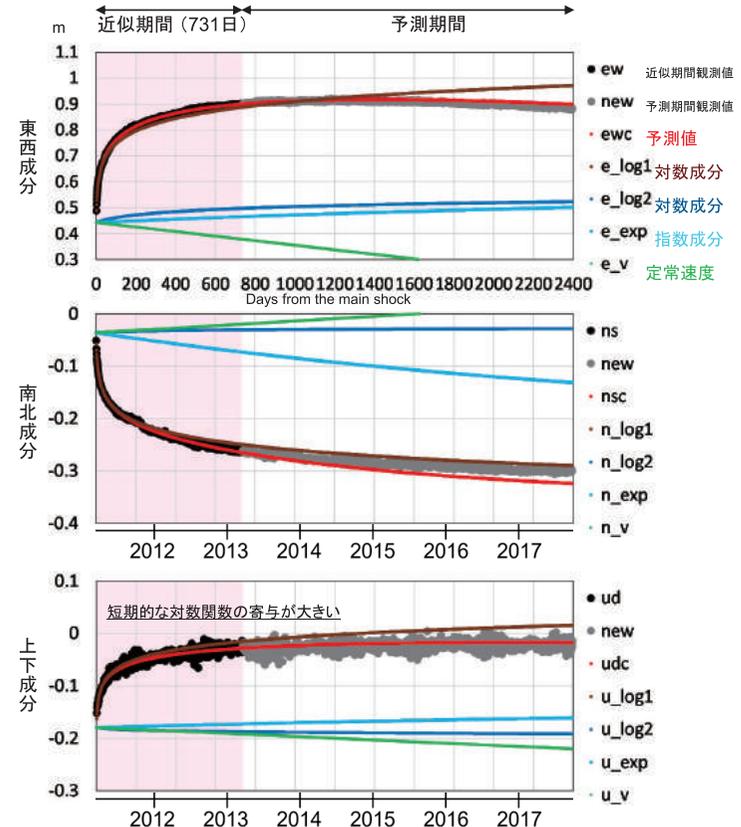
第 19 図 東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験

Fig. 19 Experimental forecast of postseismic deformation associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (1/4).

東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験(2)

近似期間 2011/03/12-2013/03/11(731日) 最終データ 2017/09/30【F3解】
 福江(950462)-餓子(93022) 4観測点同時・3成分同時推定 ダブル対数+指数モデル

短期的な対数関数の寄与が大きいの。わずかに過大予測傾向。



関数近似結果	標準偏差	AIC	対数時定数b	対数時定数e	指数時定数g
	4.72 mm	-93865	1.4 日	82.0 日	3217.0 日
予測期間		- 2015/06/29	- 2015/10/17	- 2016/12/24	- 2017/09/30
予測結果の標準誤差	8.3 mm		8.6 mm	10.4 mm	11.8 mm

- ・ダブル対数+指数モデル式 $D(t) = a \ln(1+t/b) + c + d \ln(1+t/e) - f \exp(-t/g) + Vt$
- ・時定数 b, e, g をそれぞれ、4観測点・3成分(東西・南北・上下)共通として推定。
- ・定常速度 V は、1997/4/1-2000/3/31観測値の近似直線の傾きの値で固定。

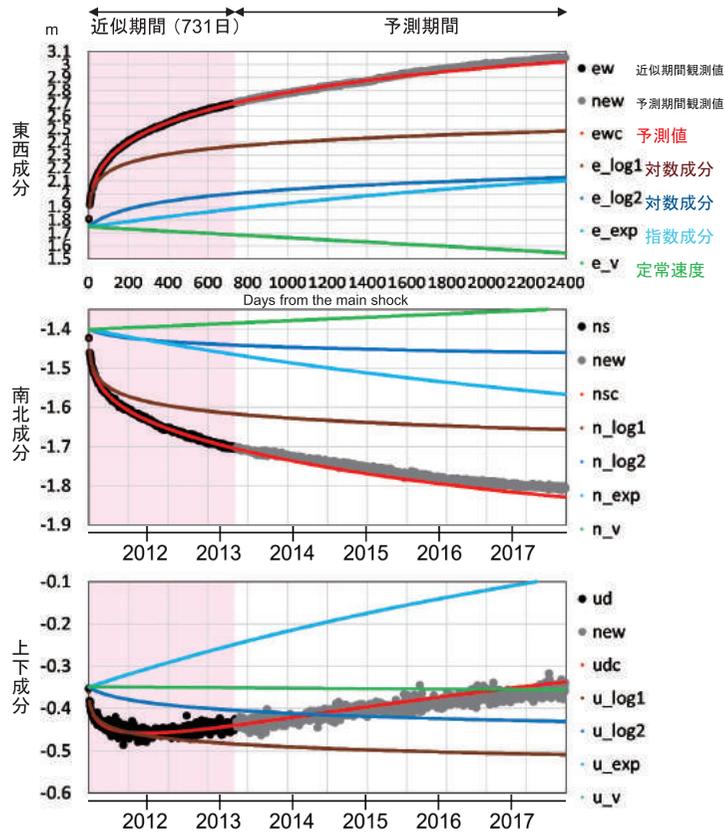
第 20 図 東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験

Fig. 20 Experimental forecast of postseismic deformation associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (2/4).

東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験(3)

近似期間 2011/03/12-2013/03/11(731日) 最終データ 2017/09/30【F3解】
 福江(950462)-宮古(940028) 4観測点同時・3成分同時推定 ダブル対数+指数モデル

予測は依然良好。短期的な沈降と指数による長期的隆起で説明。



関数近似結果	標準偏差	AIC	対数時定数b	対数時定数e	指数時定数g
	4.72 mm	-93865	1.4 日	82.0 日	3217.0 日
予測期間		- 2015/06/29	- 2015/10/17	- 2016/12/24	- 2017/09/30
予測結果の標準誤差	8.3 mm		8.6 mm	10.4 mm	11.8 mm

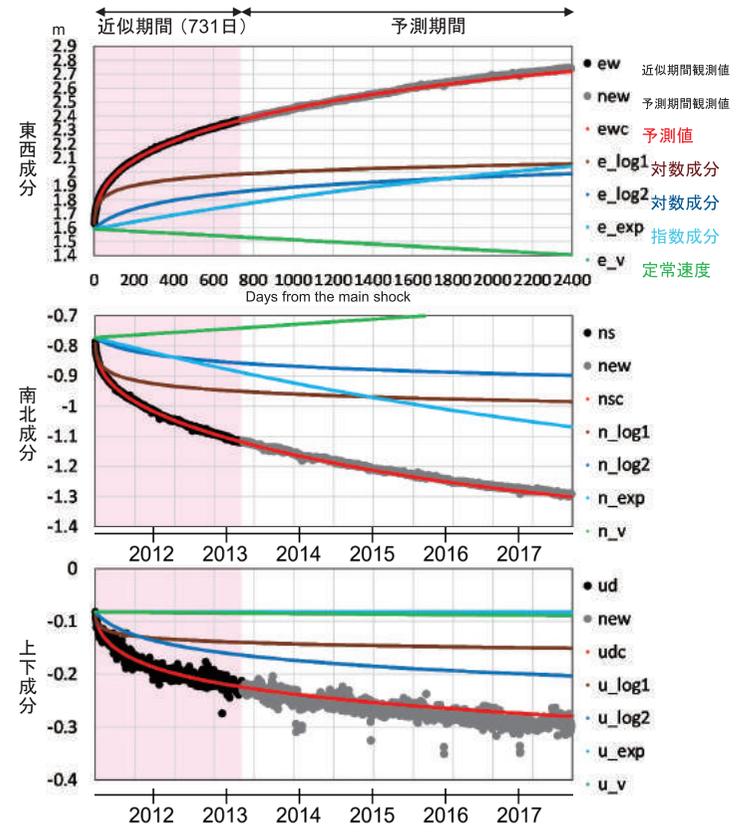
- ・ダブル対数+指数モデル式 $D(t) = a \ln(1+t/b) + c + d \ln(1+t/e) - f \exp(-t/g) + Vt$
- ・時定数 b, e, g をそれぞれ、4観測点・3成分(東西・南北・上下)共通として推定。
- ・定常速度 V は、1997/4/1-2000/3/31観測値の近似直線の傾きの値で固定。

第 21 図 東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験
 Fig. 21 Experimental forecast of postseismic deformation associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (3/4).

東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験(4)

近似期間 2011/03/12-2013/03/11(731日) 最終データ 2017/09/30【F3解】
 福江(950462)-皆瀬(950193) 4観測点同時・3成分同時推定 ダブル対数+指数モデル

予測は依然良好。短期も中期も沈降。

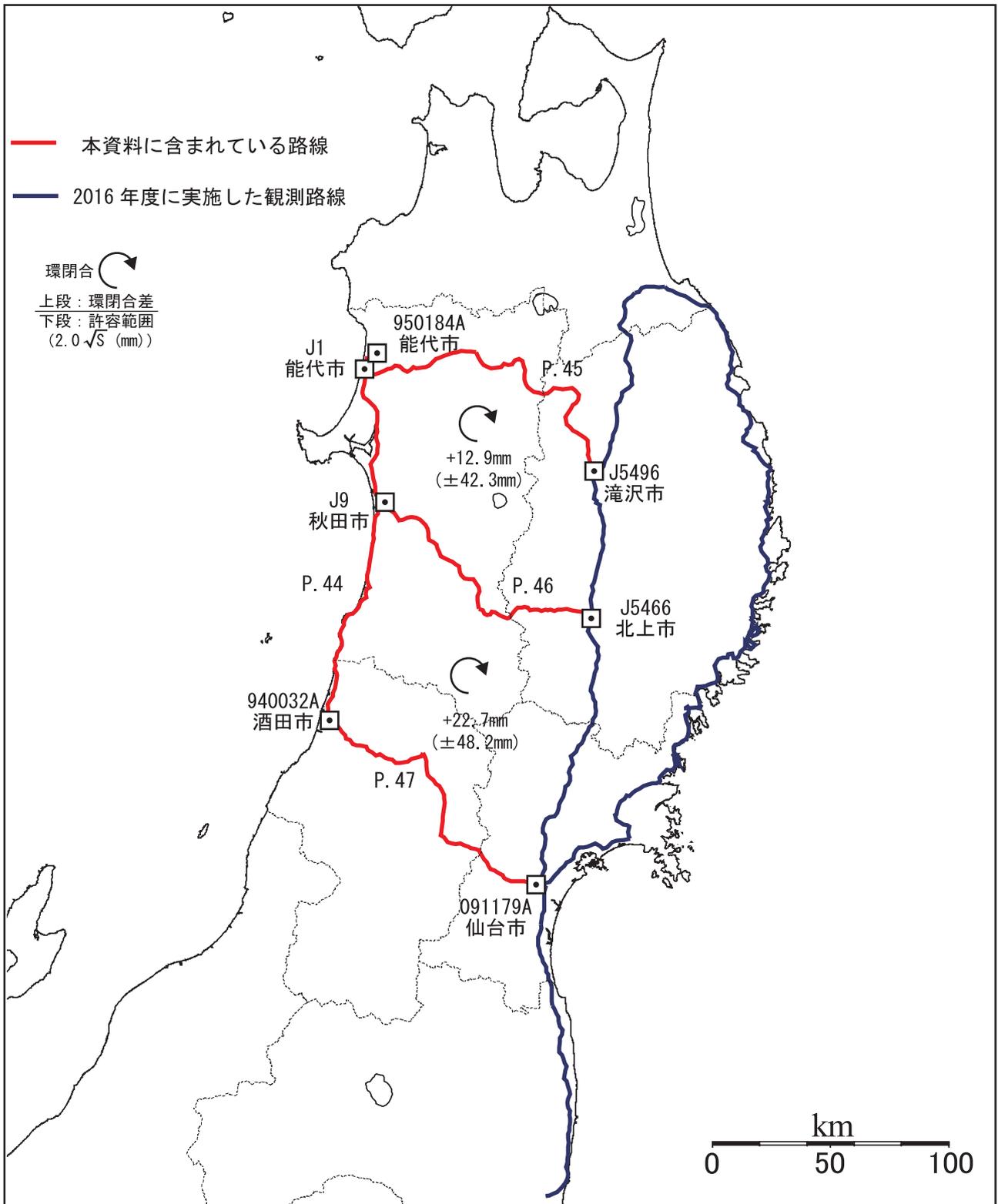


関数近似結果	標準偏差	AIC	対数時定数b	対数時定数e	指数時定数g
	4.72 mm	-93865	1.4 日	82.0 日	3217.0 日
予測期間		- 2015/06/29	- 2015/10/17	- 2016/12/24	- 2017/09/30
予測結果の標準誤差	8.3 mm		8.6 mm	10.4 mm	11.8 mm

- ・ダブル対数+指数モデル式 $D(t) = a \ln(1+t/b) + c + d \ln(1+t/e) - f \exp(-t/g) + Vt$
- ・時定数 b, e, g をそれぞれ、4観測点・3成分(東西・南北・上下)共通として推定。
- ・定常速度 V は、1997/4/1-2000/3/31観測値の近似直線の傾きの値で固定。

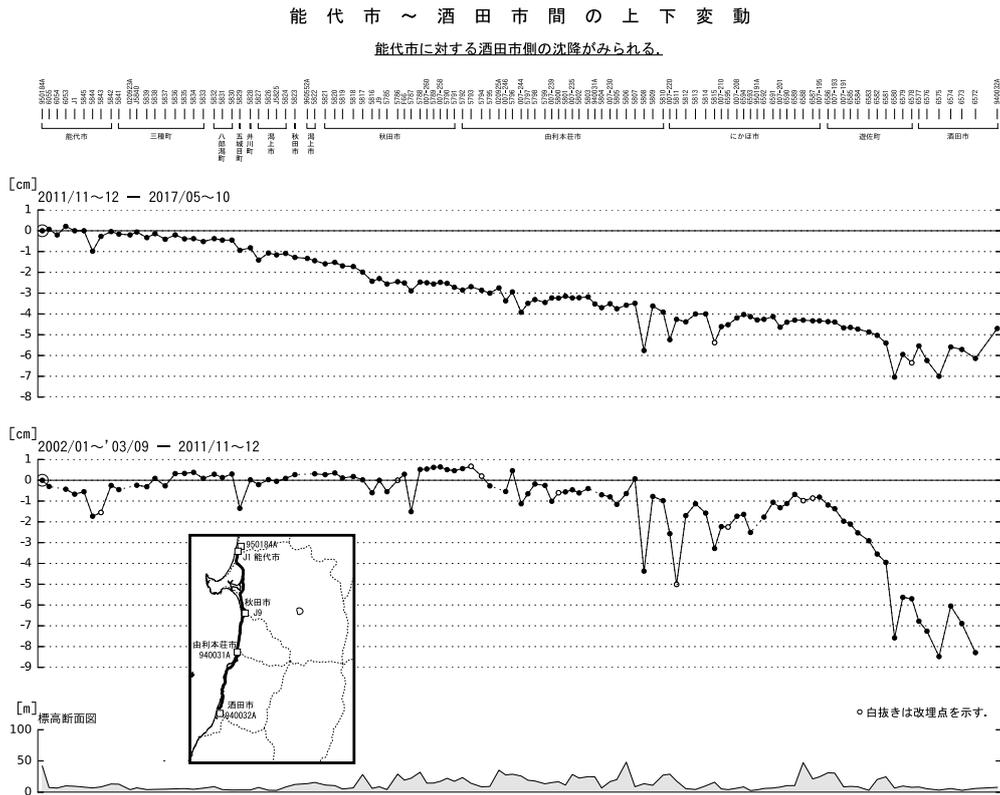
第 22 図 東北地方太平洋沖地震余効変動の予測実験
 Fig. 22 Experimental forecast of postseismic deformation associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (4/4).

東北地方水準測量 環閉合図

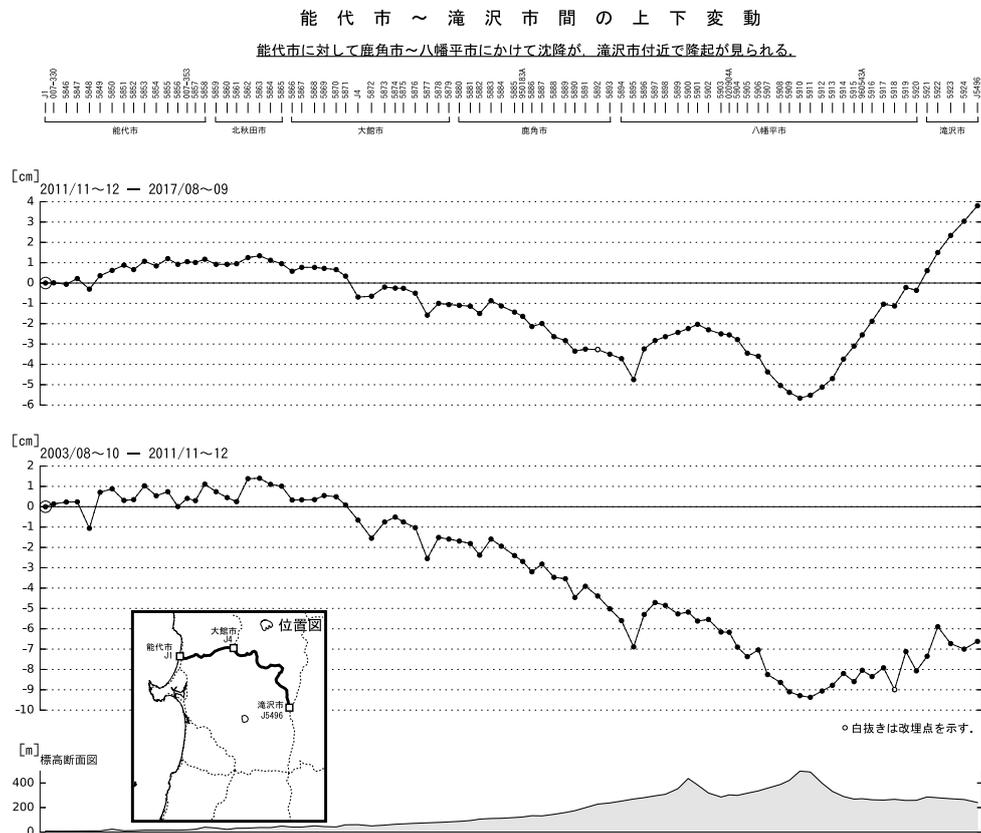


第23図 東北地方水準測量 路線図

Fig. 23 The route of leveling surveys of Tohoku district.



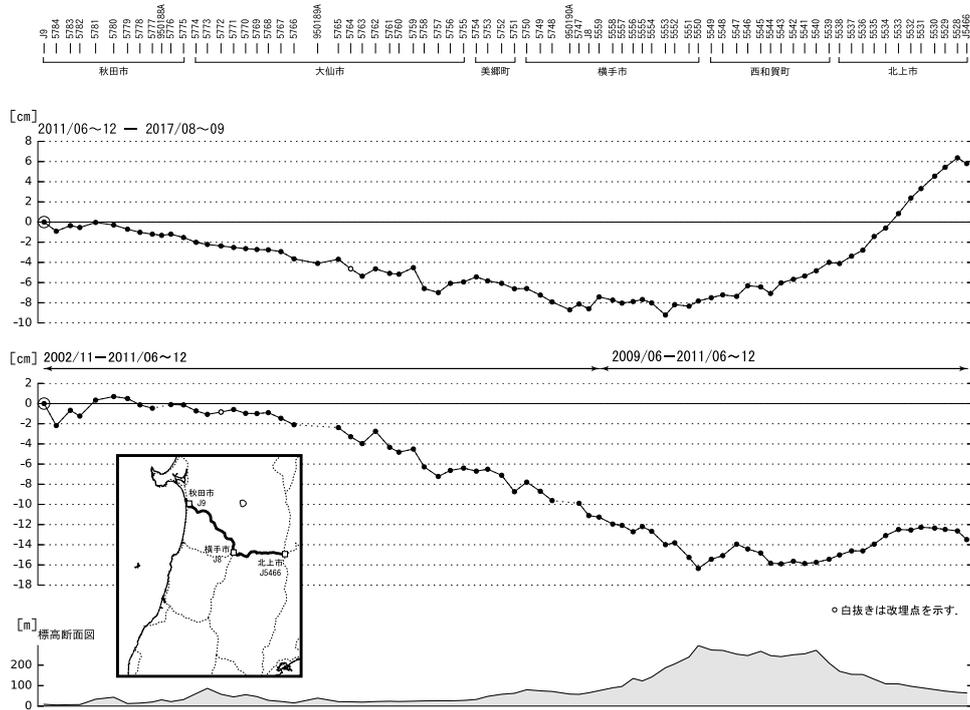
第24図 能代市～酒田市間の上下変動
Fig. 24 Results of leveling survey from Noshiro city to Sakata city.



第25図 能代市～滝沢市間の上下変動
Fig. 25 Results of leveling survey from Noshiro city to Takizawa city.

秋田市～北上市間の上下変動

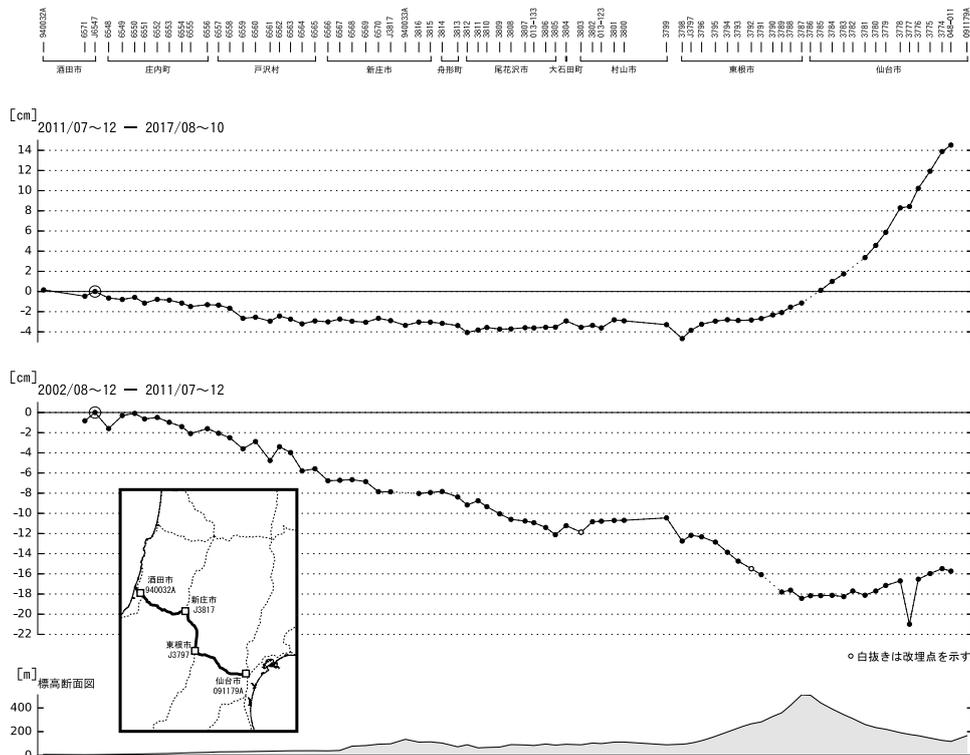
秋田市に対して大仙市～西和賀町にかけて沈降が、北上市付近で隆起が見られる。



第26図 秋田市～北上市間の上下変動
Fig. 26 Results of leveling survey from Akita city to Kitakami city.

酒田市～仙台市間の上下変動

酒田市に対して庄内町～村山市にかけて沈降が、東根市～仙台市にかけて隆起が見られる。



第27図 酒田市～仙台市間の上下変動
Fig. 27 Results of leveling survey from Sakata city to Sendai city.