

### 3 - 2 東北地方の地殻変動

#### Crustal Deformations in the Tohoku District

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[GNSS 東北地方太平洋沖地震後の変動ベクトル及び等変動量線図]

第 1～3 図は、平成 23 年東北地方太平洋沖地震後における水平・上下の地殻変動について、全期間の累積の変動を、福江観測点を固定局として示したものである。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 6 月 23 日岩手県沖の地震 (M6.9, 最大震度 5 弱, 地殻変動東方向に約 1.5cm), 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している。東日本全体で平成 23 年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。岩手川崎 A 観測点における変動量は約 169cm である。

第 2～3 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。奥羽脊梁山脈付近で沈降が見られる一方、岩手県南部から千葉県の太平洋沿岸では隆起傾向が見られる。M 牡鹿観測点は、2022 年 3 月 16 日の福島県沖の地震に伴って約 2cm 隆起し、累計で約 83cm の隆起となっている。

[GNSS 連続観測 東北地方太平洋沖地震後]

第 4～6 図は、平成 23 年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 4 図の地図に示した太平洋岸の観測点 8 点について、第 5 図以降に平成 23 年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。

第 5～6 図の各観測点の時系列では、平成 23 年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 4 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。

上下成分については、(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。

[変位速度のプレート収束方向に関する水平勾配 北海道～関東地方]

第 7～9 図は、GEONET の最終解 (F5) から得られる変位速度分布から、プレート収束方向に関する水平勾配を計算し、北海道地方から関東地方まで千島海溝と日本海溝の平均走向に沿った水平勾配の分布を示したものである。各観測点について最近 5 年間の時系列から年周・半年周成分と

地震時等のオフセットを推定、除去し、最近 1 年間における水平、上下方向の変位の線形速度を求め、プレート収束方向に沿った帯状領域毎に、水平方向（プレート収束方向）及び上下方向の変位速度の空間分布から水平勾配を計算する。

この地域にある観測点は陸側プレート上だけに分布しているため、一般に、地震間でプレート間固着していると、海溝に近いほど陸向きの速度が大きくかつ沈降速度が大きくなる。

第 7 図は、最近 1 年間における帯状領域毎の水平勾配のプロファイルである。水平方向の勾配は、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の震源に近いごく一部でほぼゼロになっているが、それ以外の場所では概ね陸側ほど海溝方向の速度が大きい傾向が見られる。房総半島では、2024 年 2～3 月にかけて発生したゆっくりすべりの影響で、海溝側ほど海溝方向の速度が大きい傾向が見られる。一方、上下方向では、東北地方から関東地方にかけて広い範囲で海溝側ほど隆起の速度が大きい傾向が見られる。

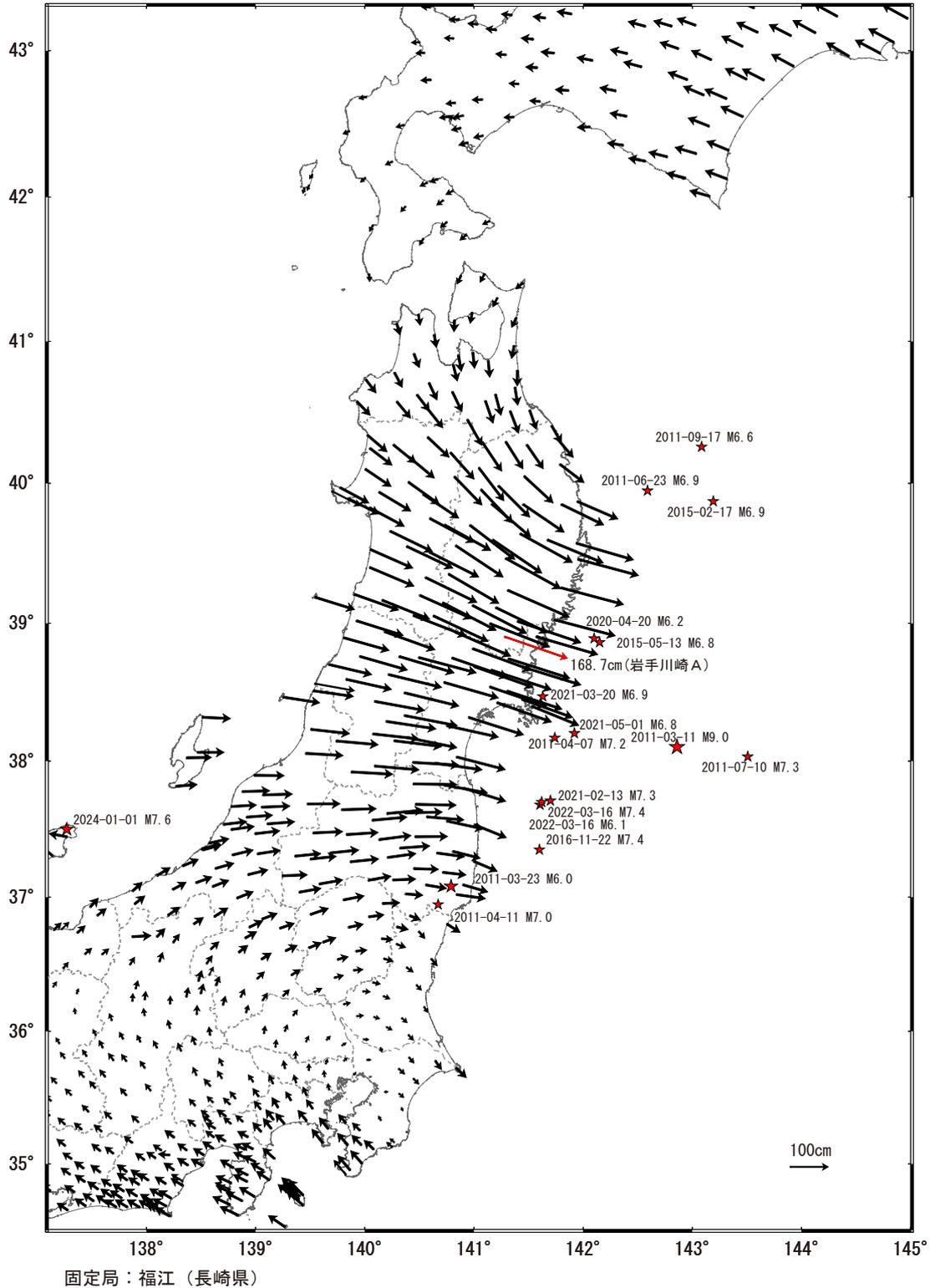
第 8 図は、水平勾配の時空間変化である。2011 年以降、水平方向は北緯  $38^{\circ}$  ～  $41^{\circ}$  付近、上下方向は  $37^{\circ}$  ～  $40^{\circ}$  付近で負から正に変化し、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響と考えられる。ただし、北緯  $38^{\circ}$  ～  $41^{\circ}$  付近の正の領域は、2023 年以降あまり明瞭ではなくなっている。一方、北緯  $36^{\circ}$  ～  $38^{\circ}$  付近の水平方向では、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の後に一時正となった後、負に変化しており、余効変動（粘性緩和）の影響とともに固着の回復が重なって見えている可能性がある。

第 9 図の平成 23 年東北地方太平洋沖地震の前、及び直後の時期の結果と比較すると、第 7 図の最近の結果では、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の余効変動は小さくなっているが、広い範囲においていまだ地震前の状態には戻っていないことが分かる。

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 [F 5 : 最終解]

比較期間 : 2024-09-29 -- 2024-10-05 [F 5 : 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).

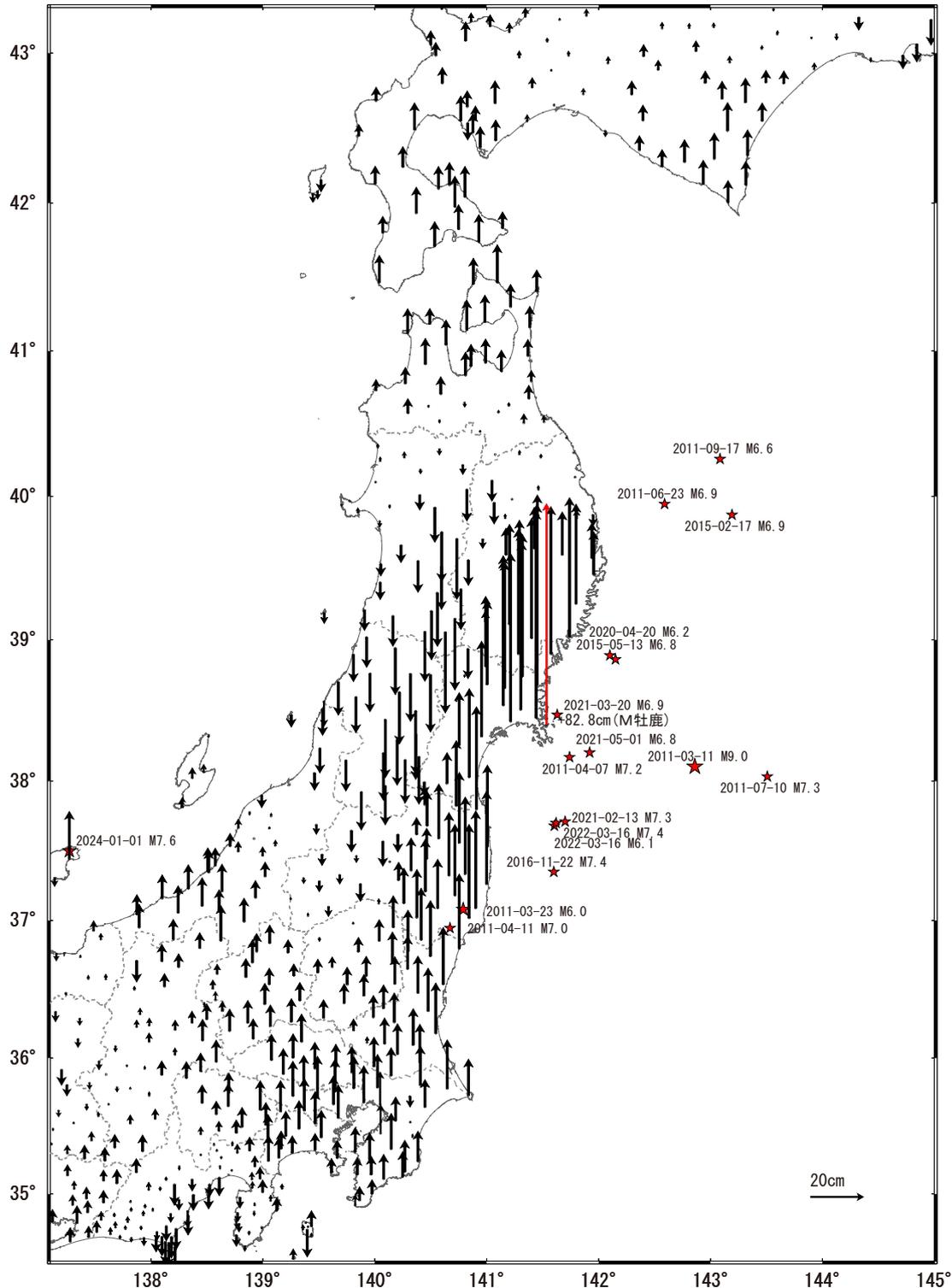
東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) — 累積 —

岩手県南部から千葉県にかけて太平洋沖沿岸に隆起が、奥羽脊梁山脈付近に沈降が見られる。

関東甲信地方及び青森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 [ F 5 : 最終解 ]

比較期間 : 2024-09-29 — 2024-10-05 [ F 5 : 最終解 ]



固定局 : 福江 (長崎県)

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).

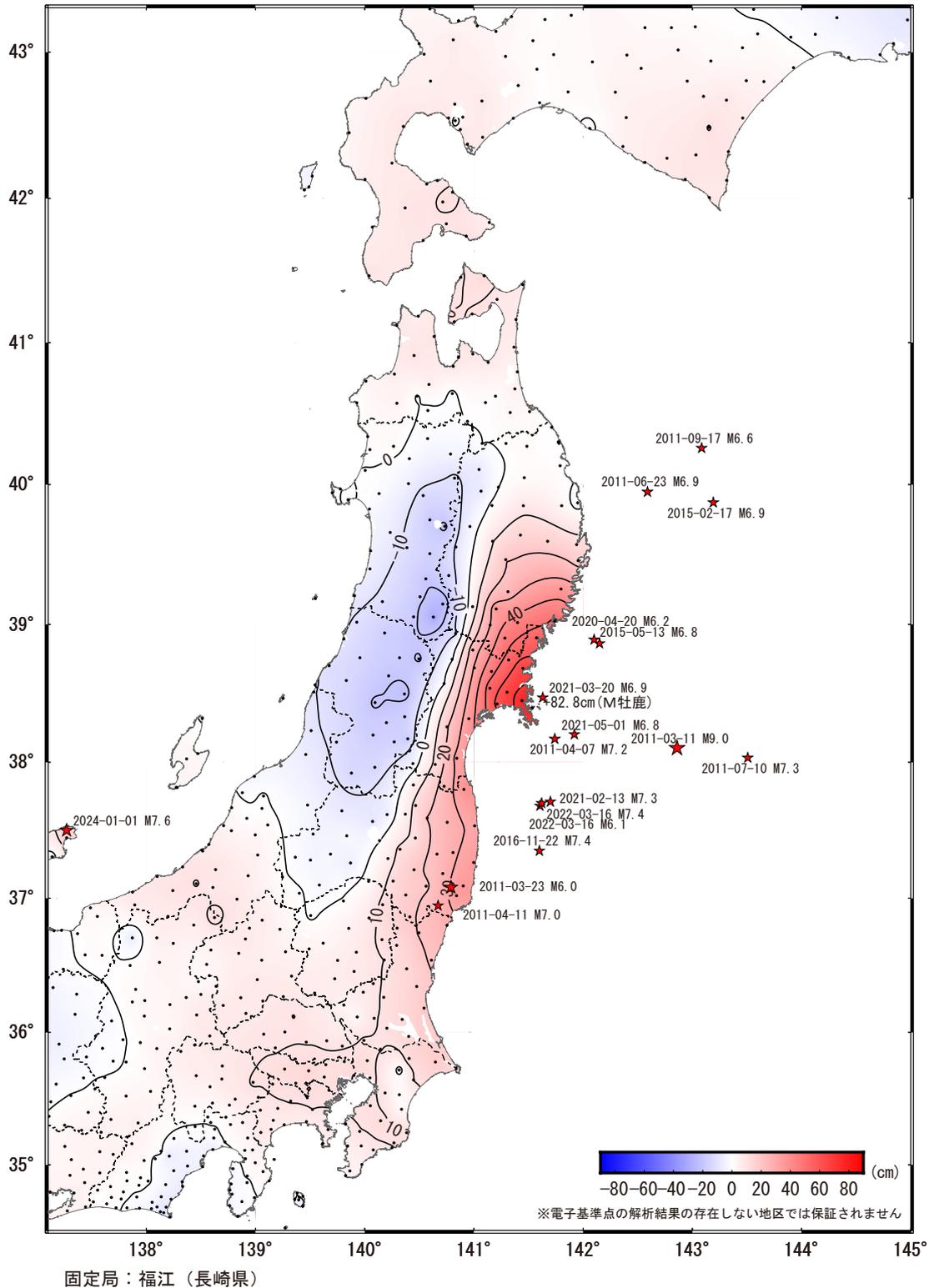
東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) 一累積一

岩手県南部から千葉県にかけて太平洋沖沿岸に隆起が、奥羽脊梁山脈付近に沈降が見られる。

関東甲信地方及び青森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 [F5 : 最終解]

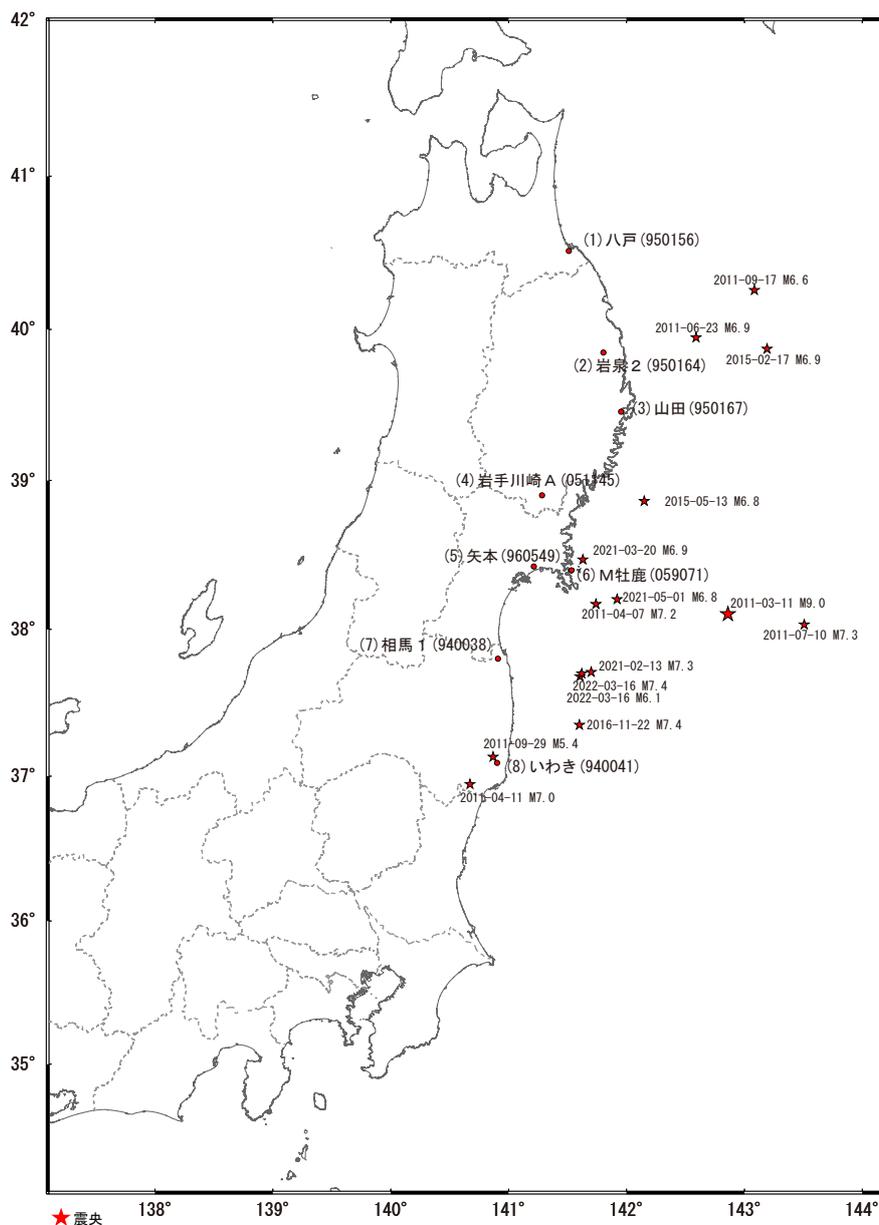
比較期間 : 2024-09-29 -- 2024-10-05 [F5 : 最終解]



第 3 図 2011 年東北地方太平洋沖地震後の累積地殻変動 (上下、コンター)

Fig. 3 Accumulated crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (vertical, contour).

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	点番号	点名	日付	保守内容
950156	八戸	2012-09-25	アンテナ更新・受信機更新	059071	M牡鹿	2016-02-18	受信機更新
		2018-01-20	アンテナ交換			2019-09-04	周辺伐採
		2020-10-06	アンテナ更新・レドーム交換			2019-09-24	受信機交換
		2021-10-14	受信機更新			2019-10-16	受信機更新
		2024-08-21	レドーム開閉			2019-10-31	周辺伐採
950164	岩泉2	2012-02-09	アンテナ更新	2020-11-17	アンテナ交換・レドーム交換		
		2016-11-29	受信機更新	2022-10-24	アンテナ更新・受信機更新		
		2024-09-01	レドーム開閉	2023-05-12	受信機交換		
		2024-09-01	レドーム開閉				
950167	山田	2012-02-04	アンテナ更新・受信機更新	940038	相馬1	2012-01-12	アンテナ更新・受信機更新
		2018-11-28	受信機更新			2014-11-20	受信機交換
		2024-09-03	レドーム開閉			2019-02-01	受信機更新
		2024-09-03	レドーム開閉			2024-08-22	レドーム開閉
051145	岩手川崎A	2012-01-25	アンテナ更新・受信機更新	940041	いわき	2011-12-13	アンテナ更新
		2019-02-14	受信機更新			2013-12-05	レドーム開閉
		2024-08-26	レドーム開閉			2017-11-01	受信機更新
		2024-08-26	レドーム開閉			2024-09-11	レドーム開閉
960549	矢本	2011-12-16	アンテナ更新	950462	福江	2012-11-07	アンテナ更新
		2016-02-19	周辺伐採			2016-02-17	受信機更新
		2016-12-02	受信機更新			2021-02-04	受信機更新
		2019-11-13	周辺伐採			2024-10-07	レドーム開閉
		2024-09-07	レドーム開閉				

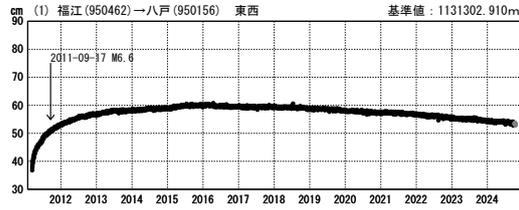
第 4 図 東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動（時系列） 配点図及び保守状況

Fig. 4 Crustal deformation timeseries before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Site location map and history of maintenance).

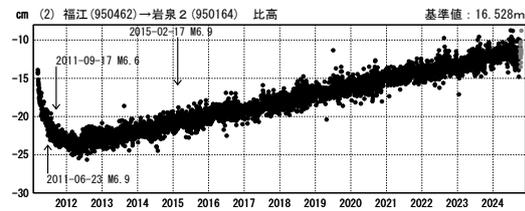
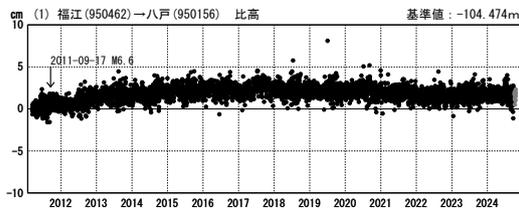
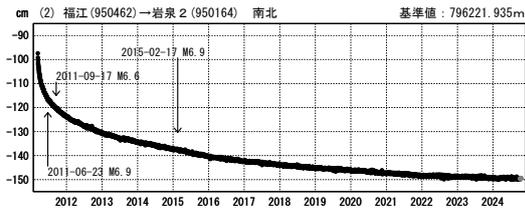
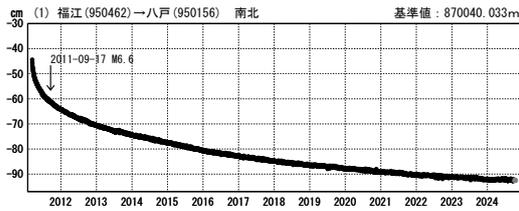
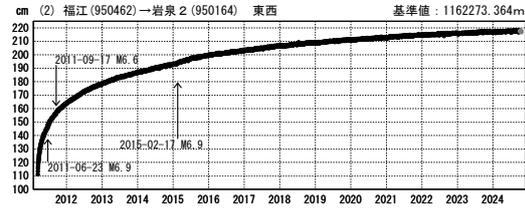
## 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（1）

### 成分変化グラフ

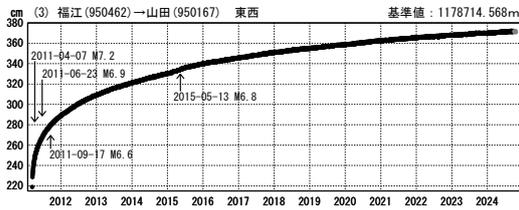
期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



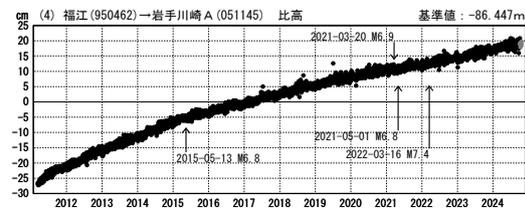
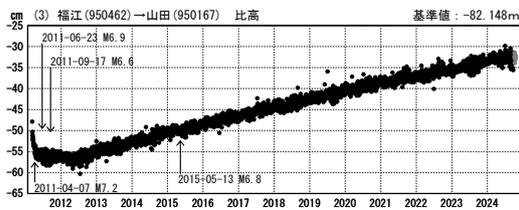
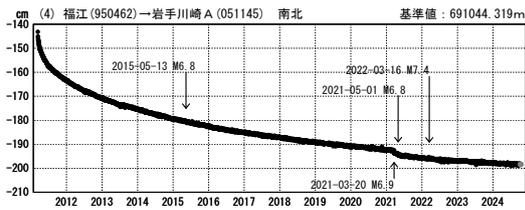
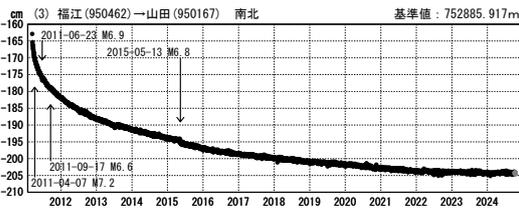
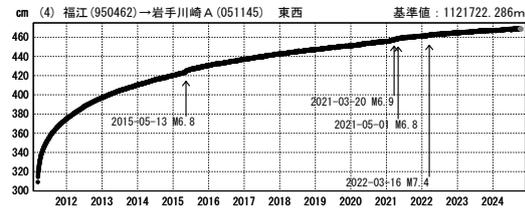
期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



● ---[F5:最終解] ● ---[R5:速報解]

※グラフの縦軸は2011-03-10の値を0cmとした。

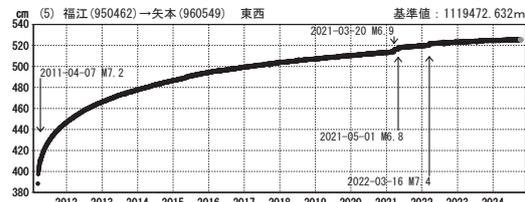
第 5 図 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動

Fig. 5 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

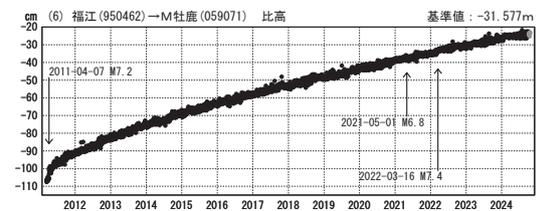
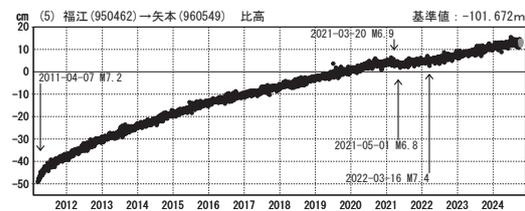
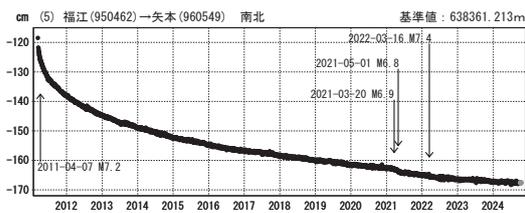
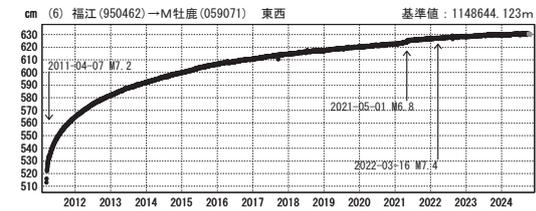
平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（2）

成分変化グラフ

期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



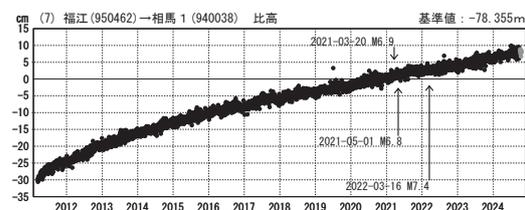
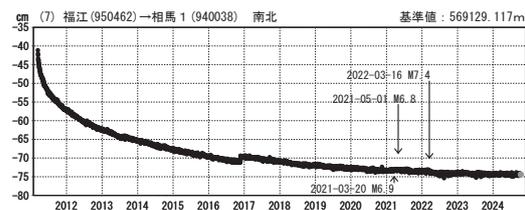
期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



期間：2011-03-12～2024-10-19 JST



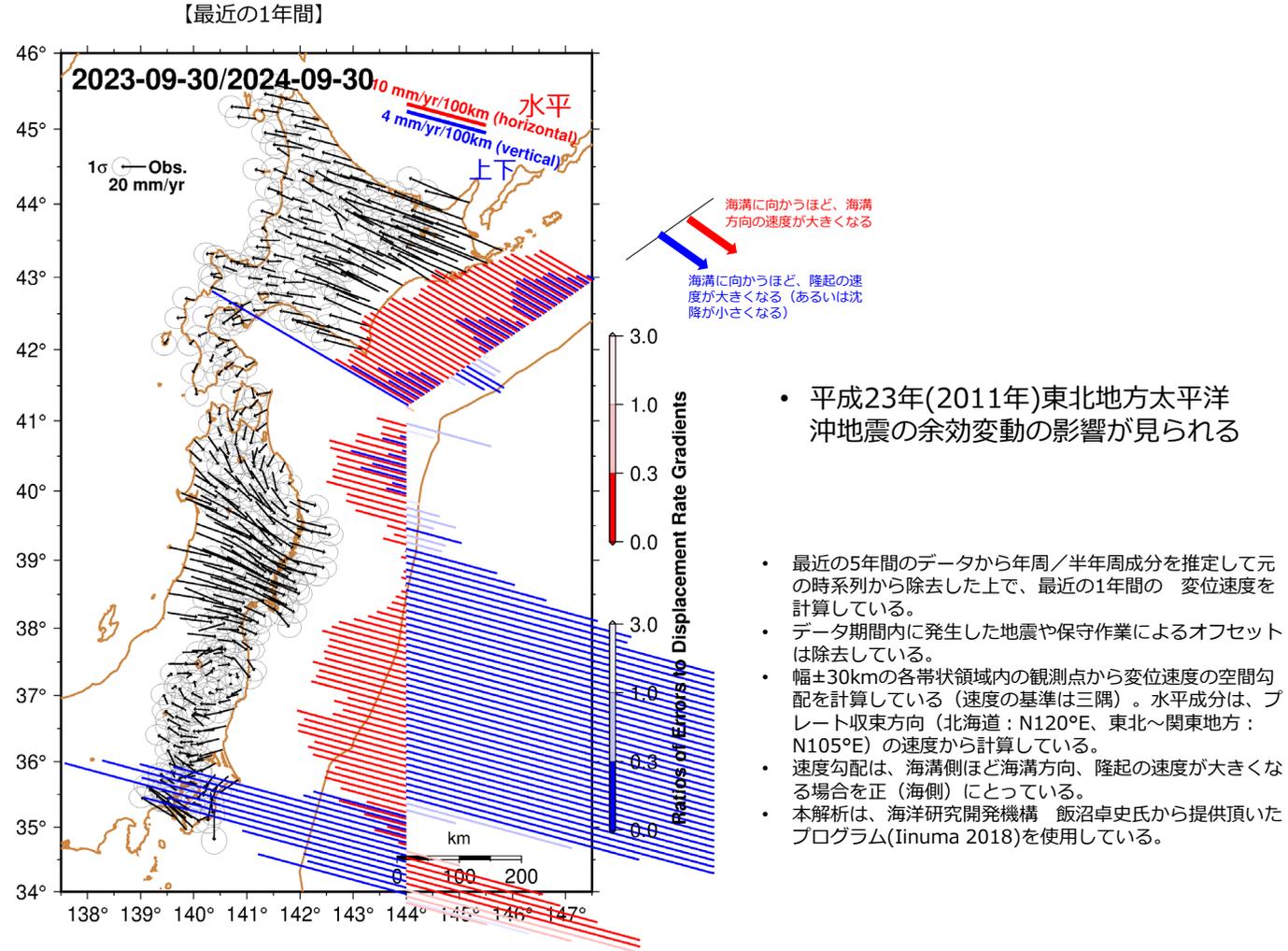
● ---[F5:最終解] ● ---[R5:速報解]

※グラフの縦軸は2011-03-10の値を0cmとした。

第 6 図 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（つづき）

Fig. 6 Crustal deformation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (continued).

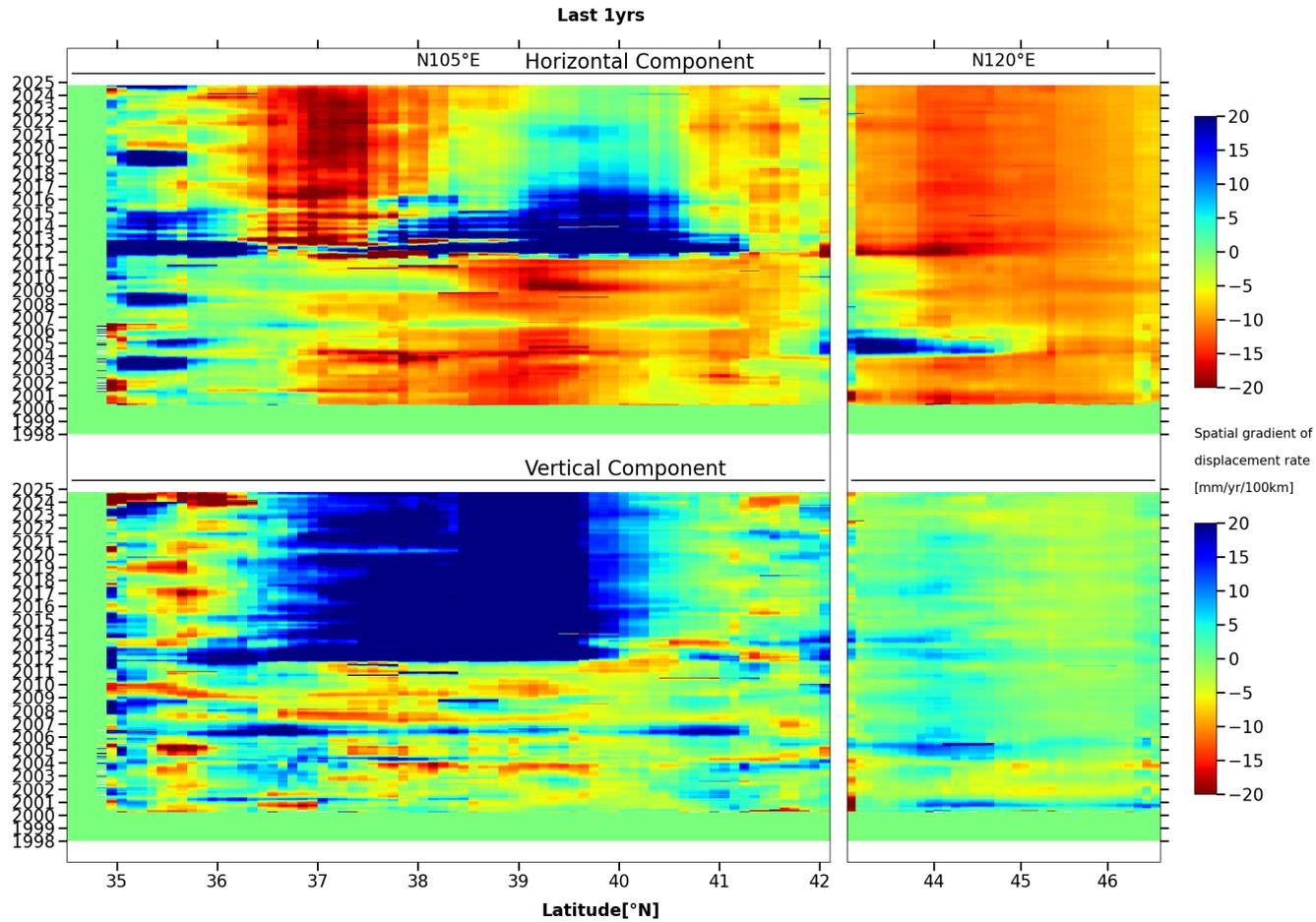
# 変位速度のプレート収束方向に関する水平勾配 (北海道～関東地方)



第7図 変位速度のプレート収束方向に関する水平勾配

Fig. 7 Spatial (trench-parallel) variations of the displacement rate gradients in the direction of plate convergence: horizontal and vertical rate components are shown with bars in red and blue, respectively.

### 変位速度のプレート収束方向に関する水平勾配の時系列 (北海道～関東地方)

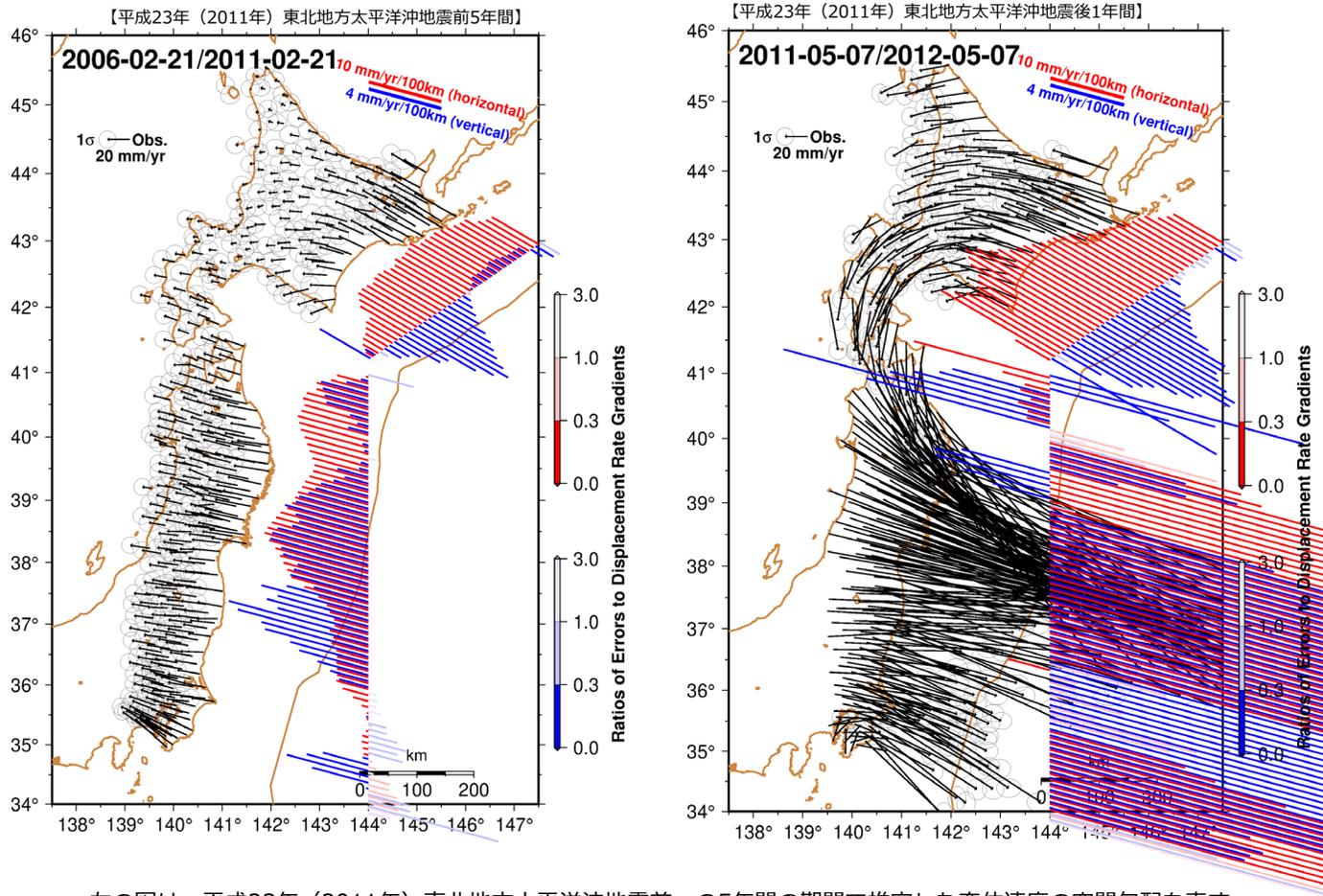


- 各帯状領域の中心線が経度140°と交わる点の緯度を、横軸にとっている
- 海溝側ほど海溝方向、隆起の速度が大きくなる場合を正にとっている。

第 8 図 変位速度のプレート収束方向に関する水平勾配 (時系列)

Fig. 8 Spatio-temporal variations of the displacement rate gradients in the direction of plate convergence: horizontal (vertical) rate components are shown on top (bottom) panel.

変位速度のプレート収束方向に関する水平勾配  
(北海道～関東地方) 比較用



- 左の図は、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震前 の5年間の期間で推定した変位速度の空間勾配を表す。
- 右の図は、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震直後の1年間の期間で推定した変位速度の空間勾配を表す。

第9図 変位速度のプレート収束方向に関する水平勾配（比較用）

Fig. 9 Spatial (trench-parallel) variations of the displacement rate gradients in the direction of plate convergence: (left) during five-year before the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, and (right) during one-year immediately after the earthquake.