

令和4年8月29日

地震予知連絡会

地殻活動モニタリングに関する検討結果等について

－地震予知連絡会 第236回定例会（2022年8月）－

地震予知連絡会は8月29日、第236回定例会を開催し、令和4年5月から令和4年7月の地殻活動を主としたモニタリング結果に対する検討を実施しました。また、重点検討課題「光ファイバーセンシング技術の地震・測地学への応用」についての検討も実施しました。

本定例会はオンライン会議併用形式で実施されました。記者会見につきましても、新型コロナウイルスの感染拡大防止対応のため、オンライン会議併用形式で実施いたします。

添付資料を含む一式の資料については、後日以下のURLに掲載いたします。

<<https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/activity/236/236.html>>



■地殻活動モニタリングの検討結果

1. 地殻活動の概況

(1) 全国の地震活動について

日本とその周辺で2022年5月から7月までの3か月間に発生したM5.0以上の地震は46回であった。このうち、震度5弱以上を観測した地震は3回発生した（気象庁・資料2頁）。

(2) 日本周辺における浅部超低周波地震活動

2022年5月から7月までの間に掲載基準を満たす超低周波地震活動は検出されなかった（防災科学技術研究所・資料3頁）。

(3) 日本列島のひずみ変化

GNSS連続観測によると、最近1年間の日本列島のひずみには、東北地方太平洋沖地震及び熊本地震の余効変動の影響が見られる。また、福島県沖の地震及び石川県能登地方の地震活動の影響が見られる（国土地理院・資料4頁）。

2. プレート境界の固着状態とその変化

(1) 駿河トラフ・南海トラフ・南西諸島海溝周辺

○西南日本の深部低周波微動・短期的スロースリップ活動状況

短期的スロースリップイベントを伴う顕著な微動活動が、紀伊半島北部および南部において、5月19日から30日に発生した。これ以外の主な深部微動活動は、四国東部（5月1日から11日、7月26日から30日）、四国中部（6月15日から23日）、四国西部（6月13日から17日）及び四国西部から豊後水道（7月8日から16日）で観測された（防災科学技術研究所・資料5-6頁）。

○室戸沖～紀伊水道沖の浅部低周波微動

室戸沖（5月4日から6日頃）、紀伊水道沖（7月3日から4日頃）及び潮岬沖（7月13日から14日頃）に小規模な微動活動を観測した（防災科学技術研究所・資料7頁）。

○紀伊半島西部・四国東部の非定常的な地殻変動

GNSS連続観測によって、紀伊半島西部・四国東部で2020年夏頃から捉えられている非定常的な地殻変動は、2022年春頃からすべりが鈍化しているように見える（国土地理院・資料8頁）。

○四国中部の非定常的な地殻変動

GNSS連続観測によって、四国中部で2019年春頃から開始した非定常的な地殻変動が引き続き捉えられた。プレート間のすべりを推定した結果、四国中部で最大25cmのすべりが推定された（国土地理院・資料9頁）。

○九州地域の非定常的な地殻変動

GNSS連続観測によって、九州南部で2020年夏頃から捉えられている非定常的な地殻変動は、2021年秋頃から停滞していたが、2022年春頃からは停滞前の状態に戻りつつあるように見える（国土地理院・資料10頁）。

3. その他

(1) 上川地方北部*の地震（8月11日 M5.2、M5.4）

*気象庁が情報発表に用いた震央地名は〔宗谷地方北部〕である。

2022年8月11日00時53分に上川地方北部の深さ5kmでM5.4の地震（最大震度5強）が発生した。また、この地震の発生前の同日00時35分にほぼ同じ場所の深さ2kmでM5.2の地震（最大震度5弱）が発生した。これらの地震は、ともに地殻内で発生した。発震機構は、00時53分に発生した地震が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型、00時35分に発生した地震が西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である（気象庁・資料11-12頁）。この地震に伴い、上川地方北部とその周辺のGNSS連続観測点でごくわずかな水平変動が観測された（国土地理院・資料13頁）。

(2) 石川県能登地方の地震活動（最大規模の地震：2022年6月19日 M5.4）

（6月19日 M5.4、6月20日 M5.0）

石川県能登地方では、2018年頃から地震回数が増加傾向にあり、2020年12月から地震活動が活発になり、2021年7月頃からさらに活発になっている。最近もその傾向は継続している。活動の全期間を通じて最大規模の地震は、2022年6月19日15時08分

に深さ13kmで発生したM5.4の地震（最大震度6弱）である。この地震の発震機構（CMT解）は北北西－南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。また、6月20日10時31分に深さ14kmでM5.0の地震（最大震度5強）が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。いずれの地震も地殻内で発生した。（気象庁・資料14-15頁）。この地震活動の開始以降、震源域に近い能登半島のGNSS連続観測点で南南西方向に最大1cmを超える水平変動や、最大4cmを超える隆起などの地殻変動が観測されている（国土地理院・資料16-20頁）。

（3）茨城県沖の地震（5月22日 M6.0）

2022年5月22日12時24分に茨城県沖の深さ5kmでM6.0の地震（最大震度5弱）が発生した。この地震は陸のプレートの地殻内で発生した。発震機構（CMT解）は、東西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である（気象庁・資料21頁）。

（4）熊本県熊本地方の地震（6月26日 M4.7）

2022年6月26日21時44分に熊本県熊本地方の深さ9kmでM4.7の地震（最大震度5弱）が発生した。この地震は地殻内で発生した。この地震の発震機構は、北北西－南南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である（気象庁・資料22頁）。

（5）沖縄本島北西沖の地震活動（最大規模の地震：3月17日・6月3日 M5.9）

沖縄本島北西沖では、2022年1月30日から地震活動が活発になり、その後消長を繰り返しながら継続している。活動の全期間を通じて、最大規模の地震は3月17日及び6月3日のM5.9の地震（いずれも最大震度2）、最大震度を観測した地震は3月30日のM5.5の地震（最大震度3）であった。この地震活動は、沖縄トラフの活動で陸のプレート内で発生している（気象庁・資料23頁）。この地震活動の開始以降、震源域に近い久米島のGNSS連続観測点で南東方向に1cmを超える地殻変動が観測されている（国土地理院・資料24頁）。

■重点検討課題の検討 概要

モニタリング手法の高度化の検討を目的に、地震予知研究にとって興味深い現象や問題等を「重点検討課題」として選定し、集中的な検討を行っています。

<第236回定例会 重点検討課題>

課題名 「光ファイバーセンシング技術の地震・測地学への応用」について（資料26頁）

コンビナー 篠原 雅尚 委員（東京大学地震研究所）

報告課題、報告者（敬称略）

1. 光ファイバーケーブルとDASによる火山観測（資料28頁）

西村 太志（東北大学）

2. 陸域での光ファイバーを用いたSlow&Fast地震の検出（資料29頁）

加藤 愛太郎（東京大学地震研究所）

3. DASを利用した断裂系探査システムの開発と今後の展望（資料30頁）

青木 直史（地球科学総合研究所）

4. 海域での光ファイバーを用いた広帯域地震・地殻変動観測の現在と展望（資料31頁）

荒木 英一郎（海洋研究開発機構）

議論概要については、地震予知連絡会ウェブサイトの活動報告に掲載いたします。

地震予知連絡会 <<https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/>>

（問い合わせ先）

○地震予知連絡会事務局

国土地理院地理地殻活動研究センター 研究管理課長補佐 堤 隆司

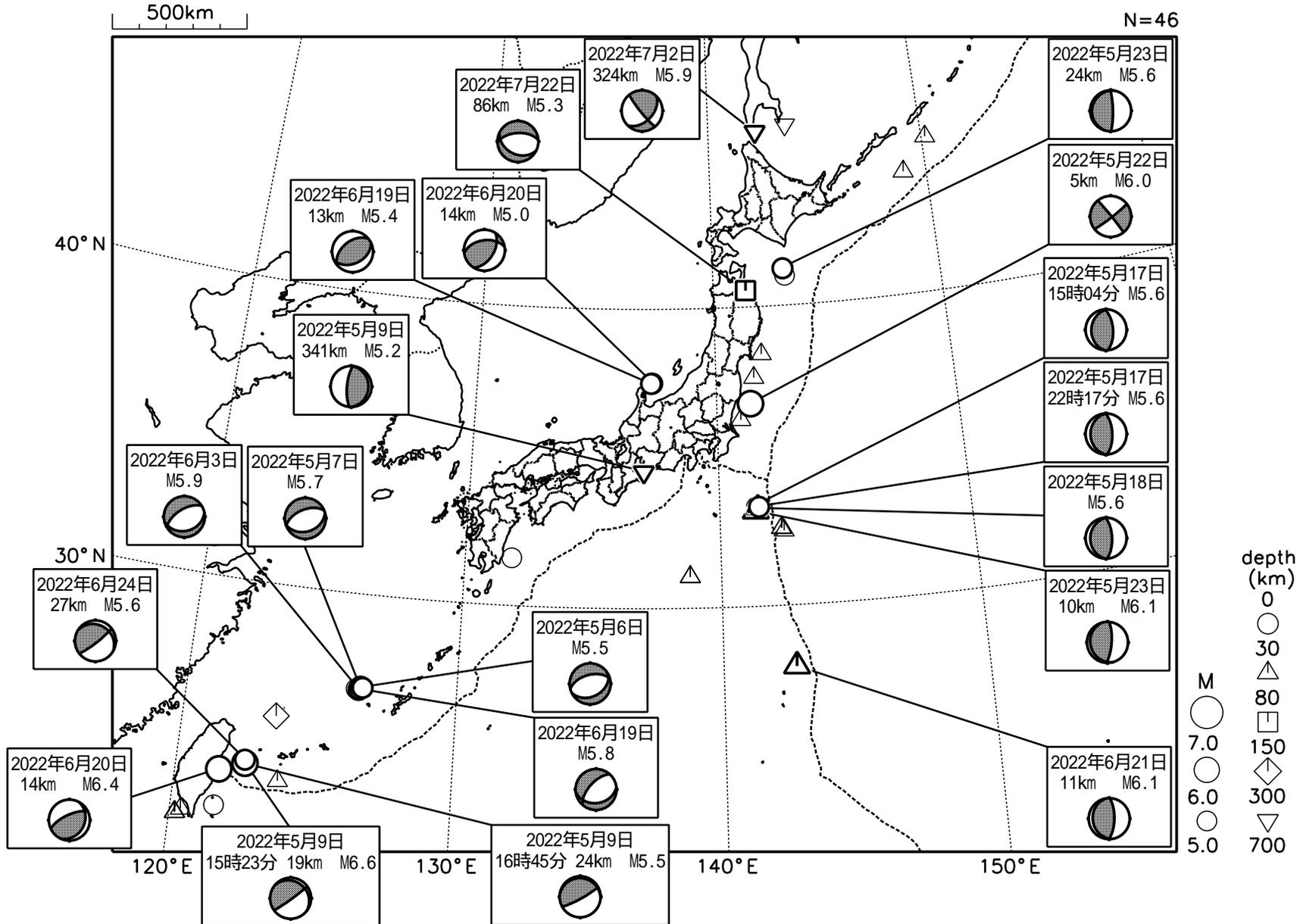
Tel : 029-864-5954（直通） Fax : 029-864-2655



地殻活動モニタリングに 関する検討

日本とその周辺の地震活動（2022年5月～2022年7月、M 5.0）

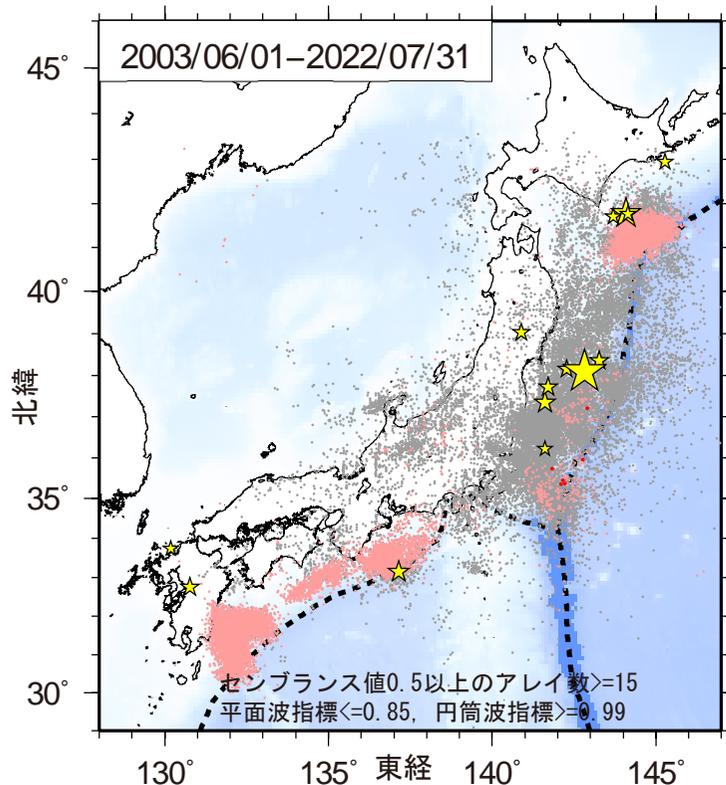
2022 05 01 00:00 -- 2022 07 31 24:00



発震機構は気象庁によるCMT解
 深さはCMT解による
 図中の吹き出しは、陸域M5.0以上・海域（台湾付近を含む）M5.5以上

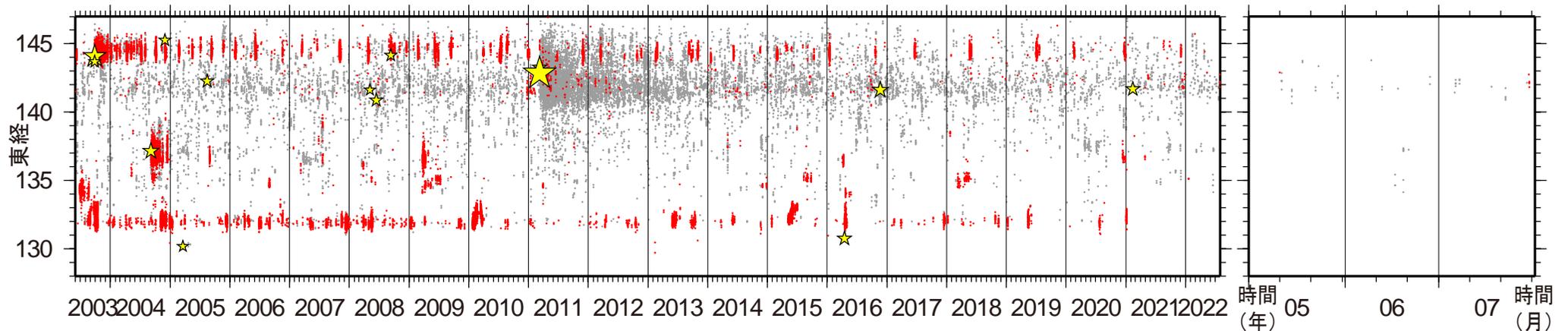
気象庁作成

日本周辺における浅部超低周波地震活動（2022年5月～7月）



●本解析において、期間内に基準を満たす活動は検出されなかった。

第1図. 2003年6月1日から2022年7月31日までの期間にアレイ解析によって検出されたイベントの震央分布. 検出イベントを防災科研 Hi-net の手動または自動検測震源と照合し, 対応する地震が見出されたイベントを灰色で, それ以外を桃色 (2022年4月30日以前), および赤色 (5月1日以降) の点でそれぞれ示す. これらは主として周期10秒以上に卓越する超低周波地震を表すが, 東北地方太平洋沖地震の発生以降は, 除去しきれない通常地震を含む. 期間内に発生したM7以上の地震 (ただし, 2011年～2015年の期間は東北地方太平洋沖地震の本震のみ) の震央を黄色星印で示す.



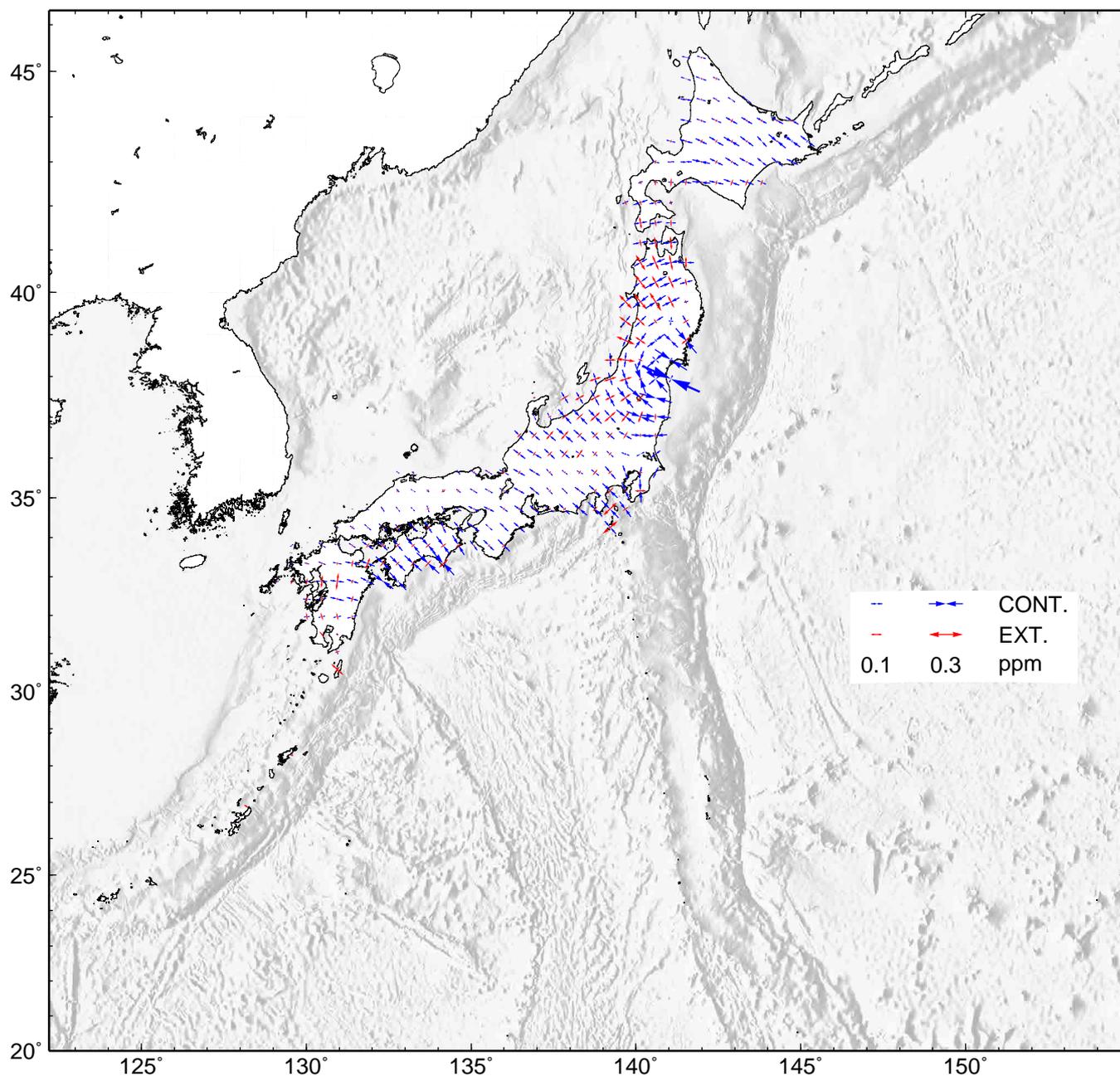
第2図. 2003年6月1日から2022年7月31日までの期間 (左) および直近約3か月間 (右) に検出されたイベントの時空間分布. 検出されたイベントを防災科研 Hi-net 手動または自動検測震源と照合し, 対応する地震が見出されたイベントを灰色で, それ以外を赤色の点でそれぞれ示す. その他は第1図に同じ.

GNSS 連続観測から推定した日本列島のひずみ変化

- ・平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響によるひずみが見られる。
- ・平成 28 年（2016 年）熊本地震の余効変動の影響によるひずみが見られる。
- ・2022 年 3 月 16 日の福島県沖の地震の影響によるひずみが見られる。
- ・石川県能登地方で 2020 年 12 月から活発になっている地震活動とほぼ同期した地殻変動の影響によるひずみが見られる。

基準期間：2021/07/02 – 2021/07/16 [F 5：最終解]

比較期間：2022/07/02 – 2022/07/16 [F 5：最終解]



- ・GNSS 連続観測による変位ベクトルからひずみ変化図を作成した。
- ・海底地形データは ETOPO1 (Amante, C.&B.W.Eakins, 2009) を使用した。

西南日本の深部低周波微動・短期的スロースリップ活動状況 (2022年5月～7月) その1



防災科研



- 短期的スロースリップイベントを伴う顕著な微動活動：紀伊半島北部および南部，5月19日～30日。
- 上記以外の主な微動活動：四国東部，5月1日～11日，7月26～30日。四国中部，6月15日～23日。四国西部，6月13日～17日。四国西部から豊後水道，7月8日～16日。

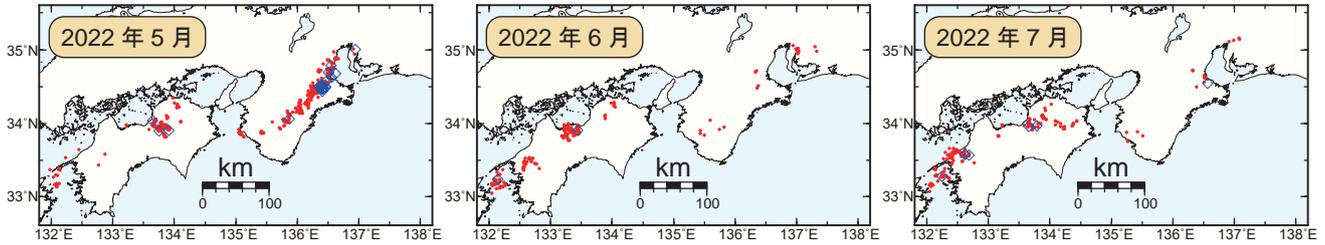


図1. 西南日本における2022年5月～7月の月毎の深部低周波微動活動。赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) において，1時間毎に自動処理された微動分布の重心である。青菱形は周期20秒に卓越する深部超低周波地震 (Ito et al., 2007) である。

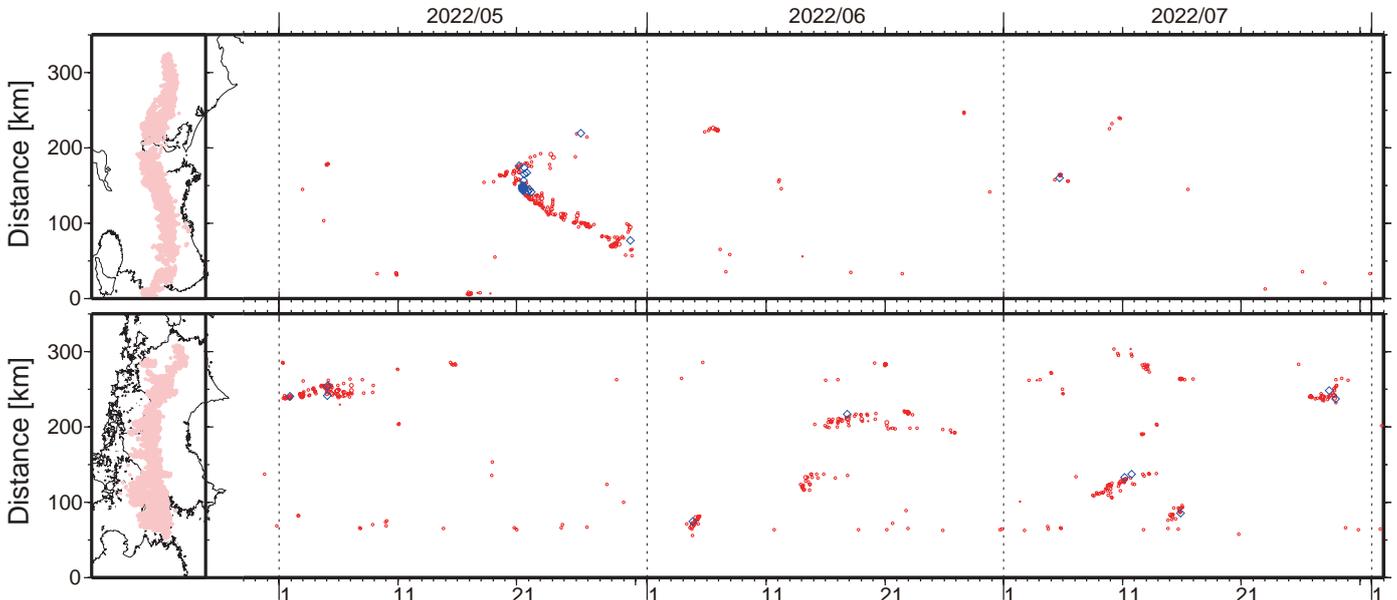


図2. 2022年4月28日～8月1日の深部低周波微動 (赤) および，深部超低周波地震 (青菱形) の時空間分布。

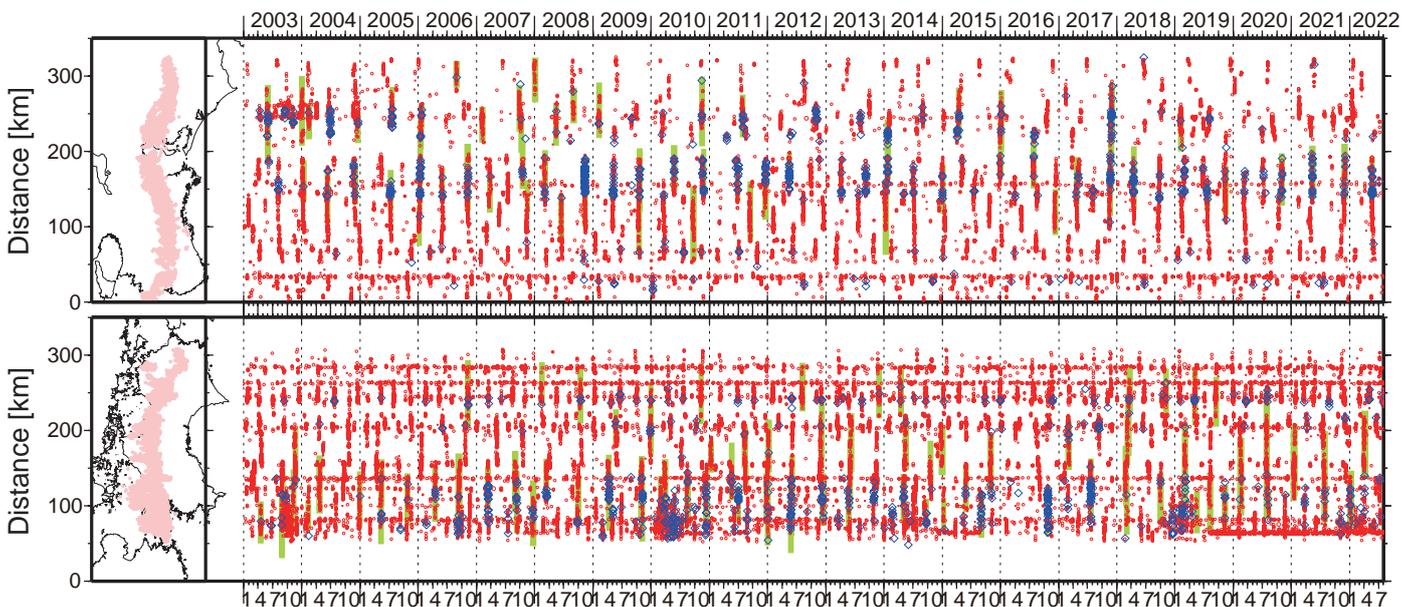


図3. 2003年1月～2022年8月1日までの深部低周波微動 (赤) および，深部超低周波地震 (青菱形) の時空間分布。緑太線は，傾斜変動から検出された短期的スロースリップイベント。

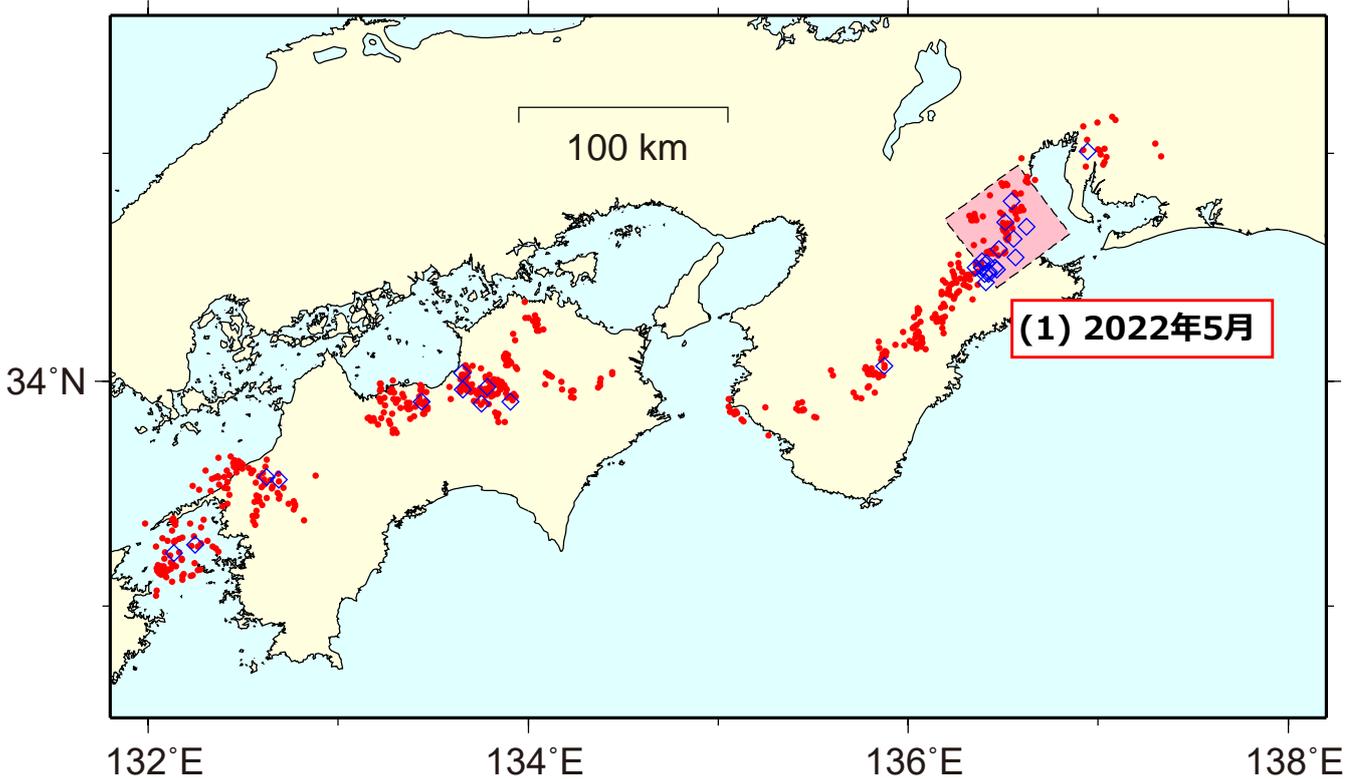


図1：2022年5月1日～2022年7月31日の深部低周波微動（赤点），深部超低周波地震（青菱形），短期的スロースリップイベント（SSE：ピンク四角）。

1. 2022年5月 紀伊半島北部（M_w 6.0）

2021年11～12月紀伊半島北部（M_w 6.1）以来約5ヶ月ぶり

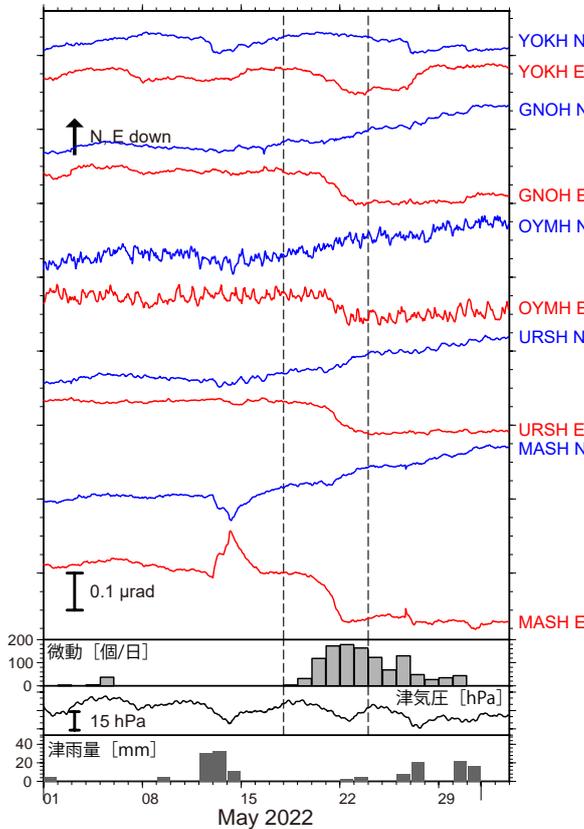


図2：2022年5月1日～6月2日の傾斜時系列。上方方向への変化が北・東下りの傾斜変動を表し，BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。5月18日～5月23日の傾斜変化ベクトルを図3に示す。紀伊半島～愛知県での微動活動度・気象庁津観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

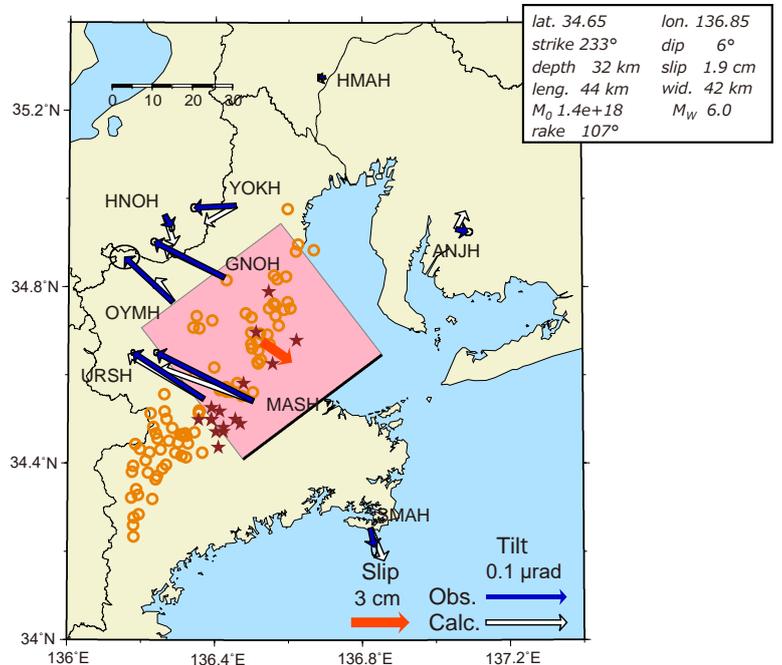


図3：2022年5月18日～5月23日に観測された傾斜変化ベクトル（青矢印），推定されたスロースリップイベントの断層モデル（赤矩形・矢印），モデルから計算される傾斜変化ベクトル（白抜き矢印）を示す。1時間ごとの微動エネルギーの重心位置（橙丸），深部超低周波地震の震央（茶星印）もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

謝辞

気象庁のWEBページで公開されている気象データを使用させて頂きました。記して感謝いたします。

南海トラフ浅部の微動活動（2022年5月～7月）

- ・ 5月4-6日頃、室戸沖で小規模な活動.
- ・ 7月3-4日頃、紀伊水道沖で小規模な活動.
- ・ 7月13-14日頃、潮岬沖で小規模な活動.

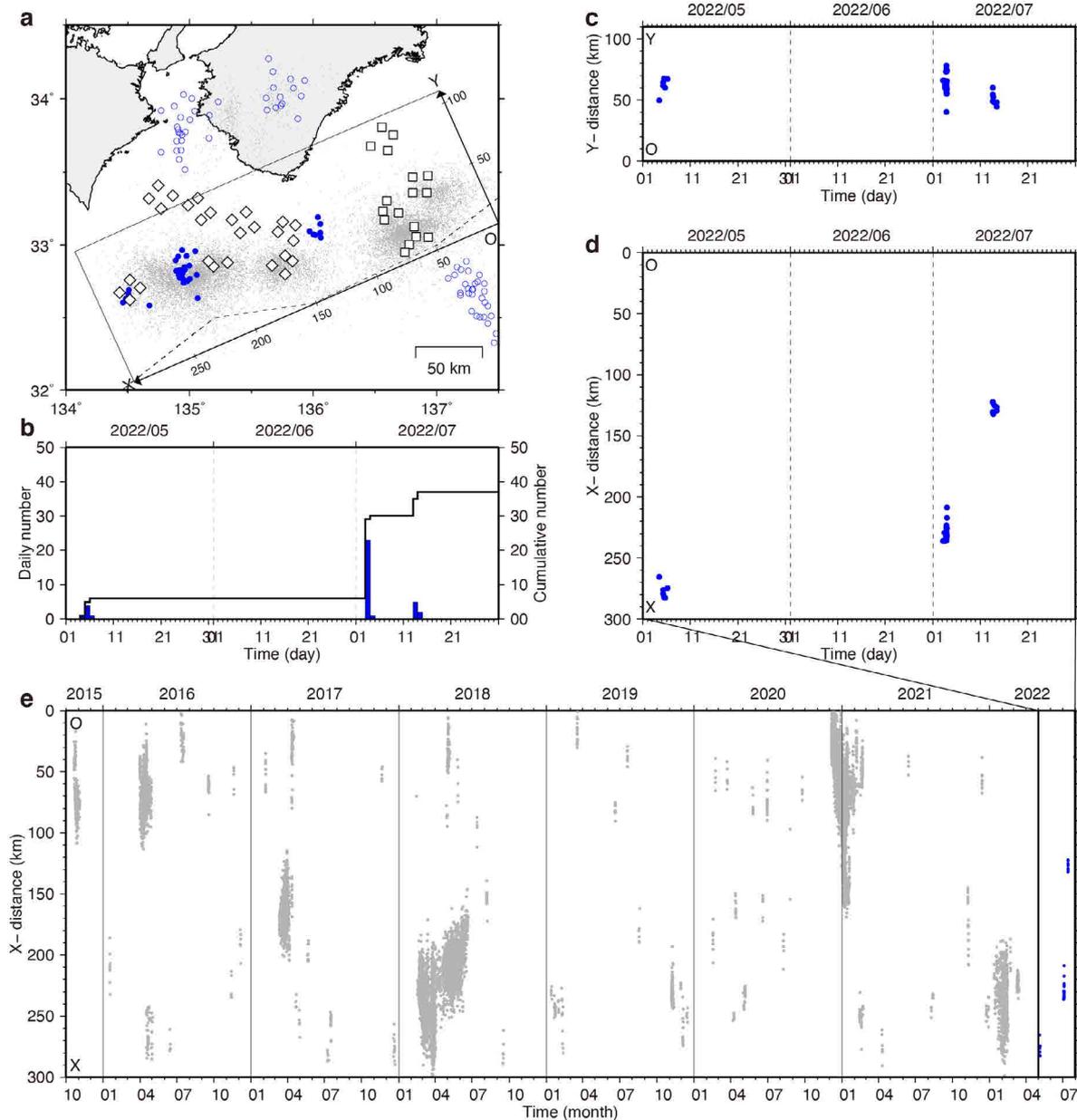
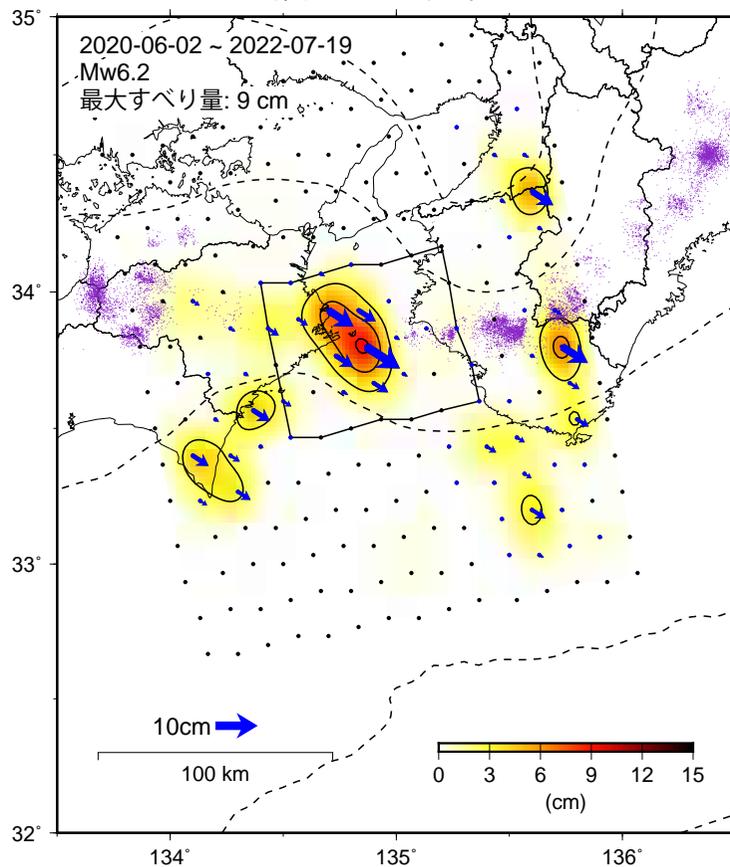


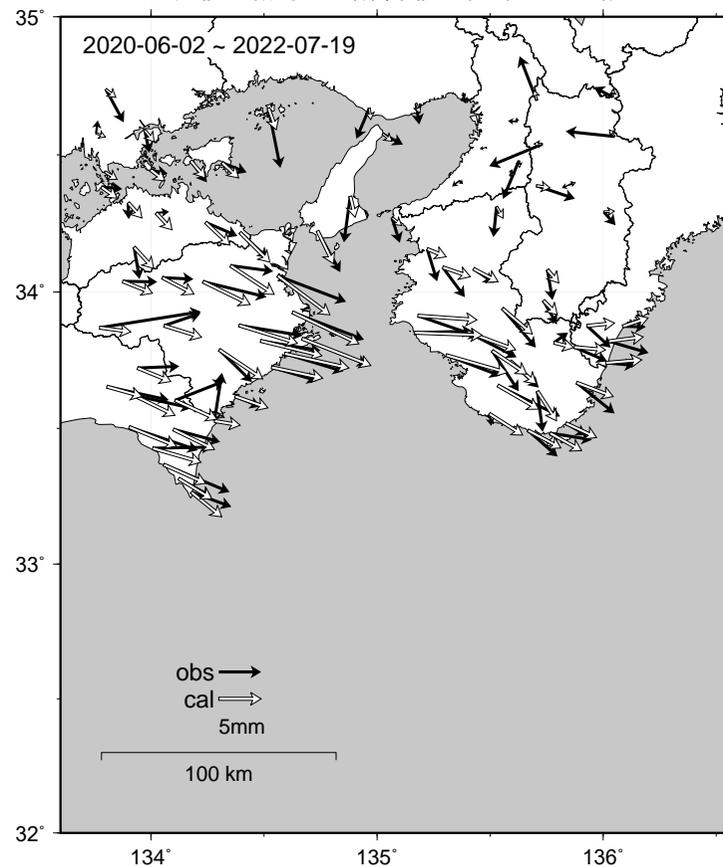
図1：微動の時空間分布. 2015年10月1日から2022年7月31日までの処理結果. (a)微動の震央分布. 2022年5月1日以降の微動を青丸(矩形領域外は白抜き), それ以前の微動を灰色の点で示す. □◇はそれぞれDONET1, DONET2観測点. 点線は海溝軸. 微動の検出・震源決定にはエンベロープ相関法(Ide, 2010; Ohta et al., 2019)を用い, DONET1およびDONET2の水平2成分速度波形(2-6Hz)を使用. 5月4-6日に室戸沖, 7月3-4日に紀伊水道沖, 7月13-14日に潮岬沖でそれぞれ小規模な活動. (b)検出数の日別ヒストグラムと累積. (c)震央の時空間分布. 沈み込み傾斜方向(Y軸)に投影. (d)沈み込み走向方向(X軸)に投影. (e)全期間の微動の時空間分布(X軸投影).

GNSS データから推定された紀伊水道の長期的ゆっくりすべり (暫定)

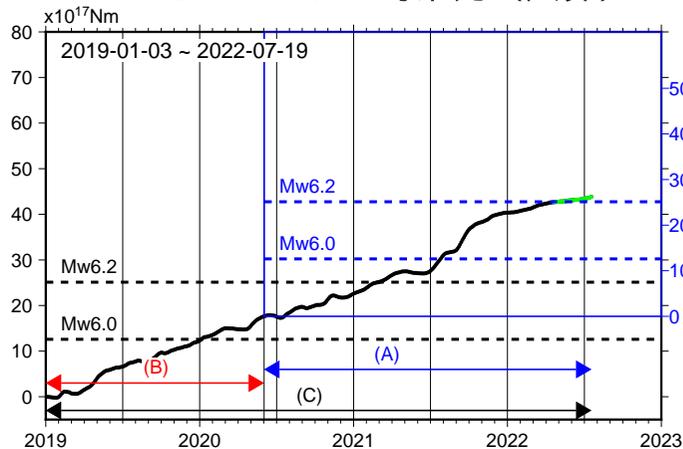
推定すべり分布



観測値 (黒) と計算値 (白) の比較



モーメント ※ 時系列 (試算)



Mw 及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載。
すべり量 (カラー) 及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示す。
推定したすべり量が標準偏差 (σ) の3倍以上のグリッドを青色表示している。

紫丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間：2020-06-02~2022-07-19)

使用したデータ：GEONET による日々の座標値 (F5、R5 解)

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

トレンド期間：2017-01-01~2018-01-01 (年周・半年周成分は2017-01-01~最新のデータで補正)

モーメント計算範囲：左図の黒枠内側

観測値：3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値

黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (Hirose et al., 2008)

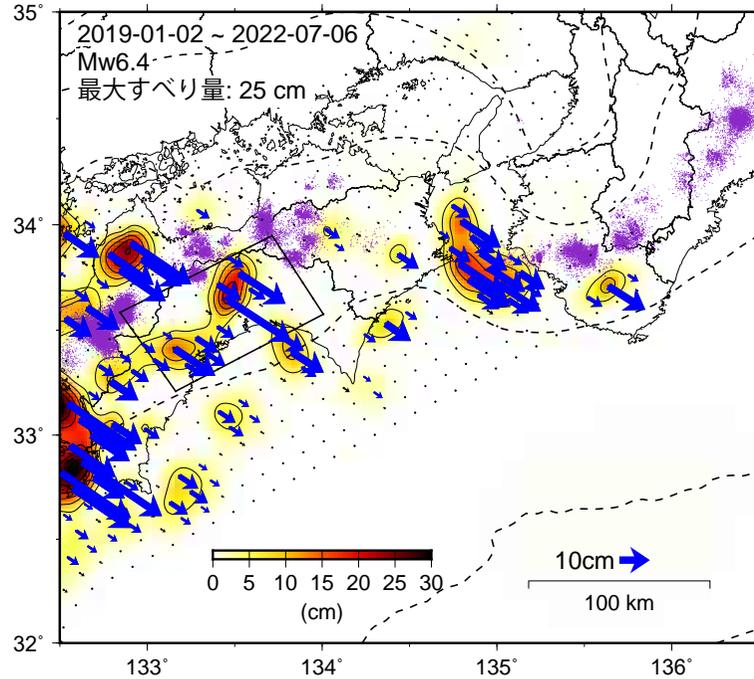
すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束

固定局：網野

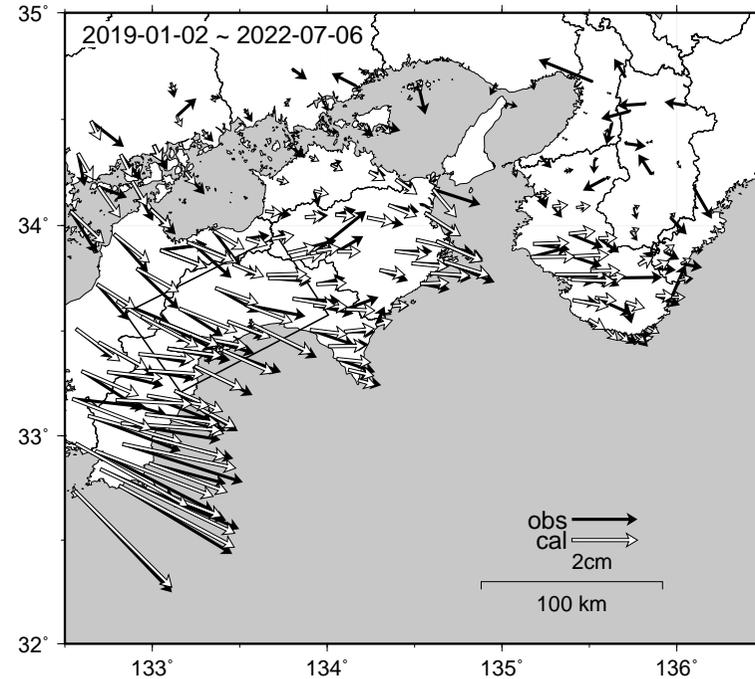
※共通誤差成分を推定し、補正

GNSS データから推定された四国中部の長期的ゆっくりすべり (暫定)

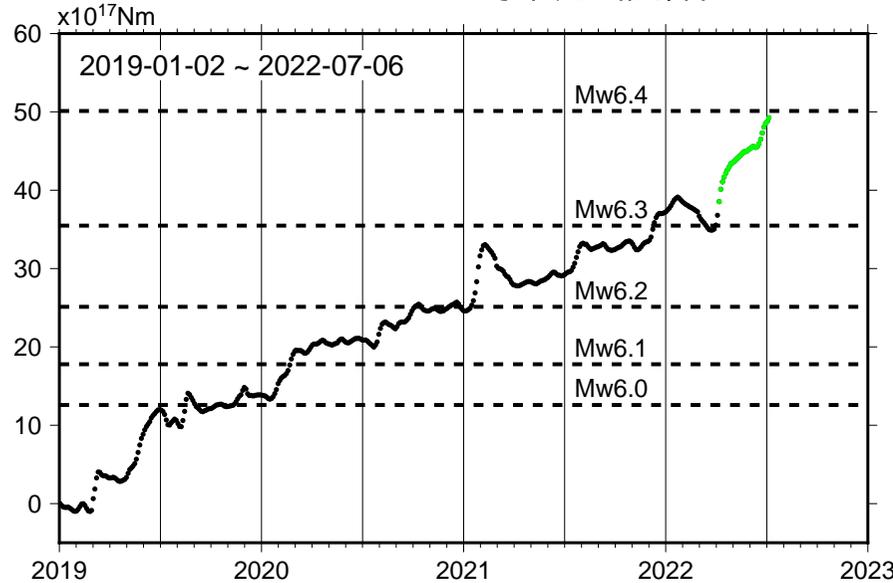
推定すべり分布



観測値 (黒) と計算値 (白) の比較



モーメント ※ 時系列 (試算)



Mw 及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載。
すべり量 (カラー) 及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示す。
推定したすべり量が標準偏差 (σ) の3倍以上のグリッドを青色表示している。

紫丸: 低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間: 2019-01-02~2022-07-06)

使用したデータ: GEONET による日々の座標値 (F5、R5 解)

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

トレンド期間: 2017-01-01~2018-01-01 (年周・半年周成分は 2017-01-01 ~ 最新のデータで補正)

モーメント計算範囲: 左図の黒枠内側

観測値: 3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値
黒破線: フィリピン海プレート上面の等深線 (Hirose et al., 2008)

すべり方向: プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束

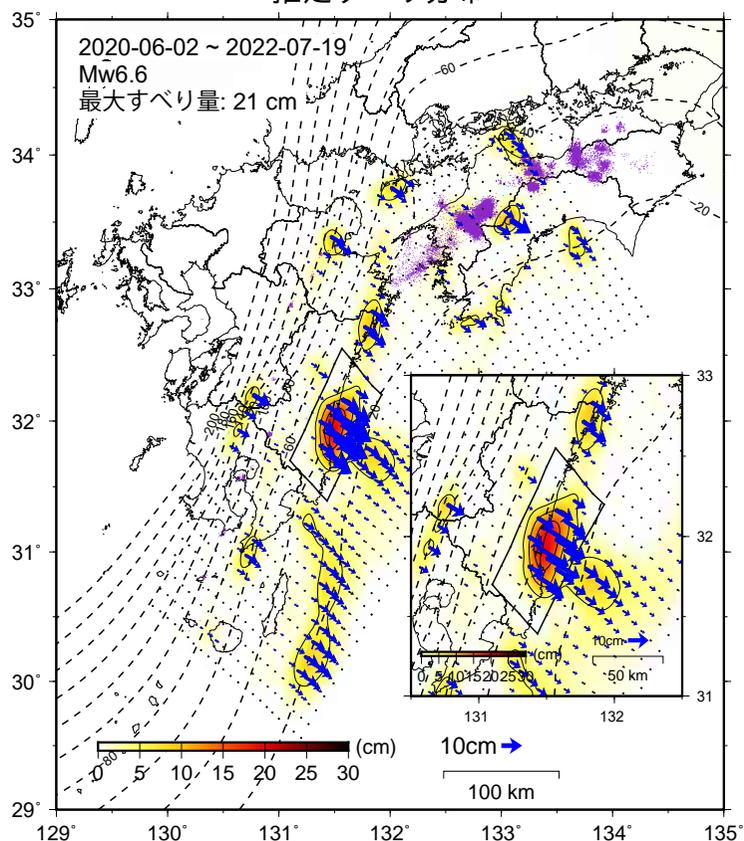
固定局: 網野

※共通誤差成分を推定し、補正

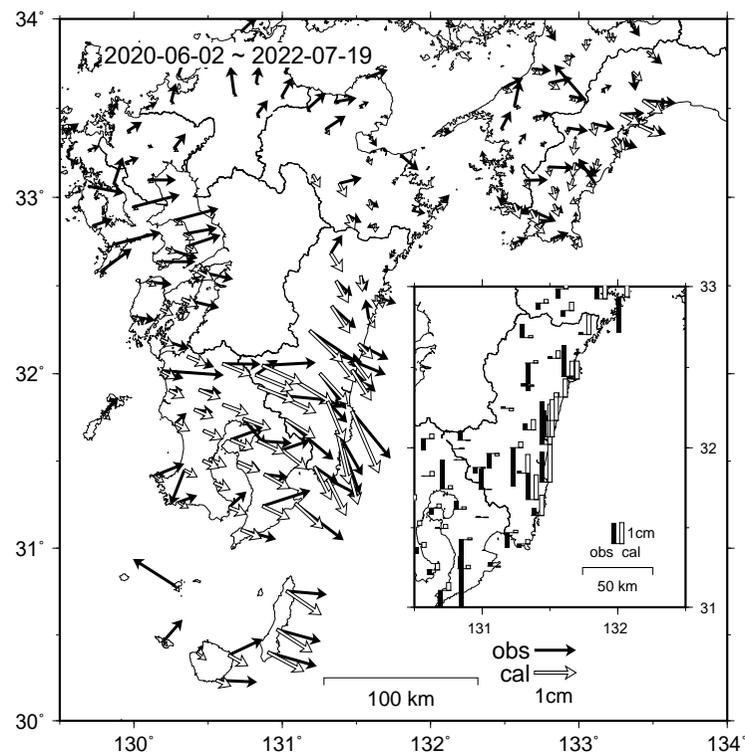
国土地理院

GNSS データから推定された日向灘南部の長期的ゆっくりすべり（暫定）

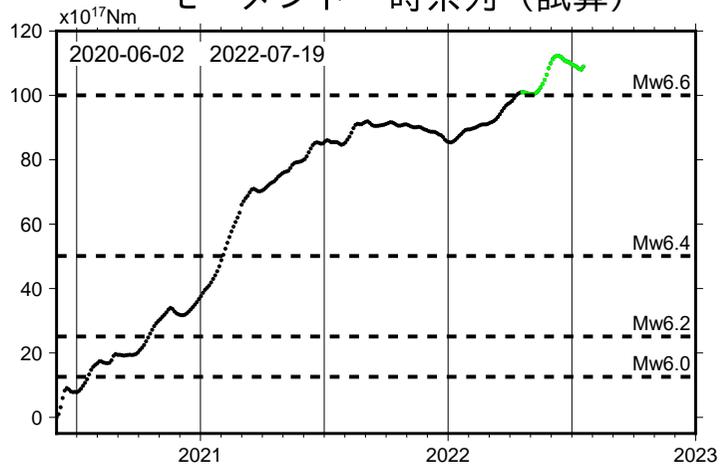
推定すべり分布



観測値（黒）と計算値（白）の比較



モーメント※時系列（試算）



Mw 及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載。
すべり量（カラー）及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示す。
推定したすべり量が標準偏差（ σ ）の3倍以上のグリッドを青色表示している。

紫丸：低周波地震（気象庁一元化震源）（期間：2020-06-02～2022-07-19）

使用したデータ：GEONET による日々の座標値（F5、R5 解）

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

※平成 28 年（2016 年）熊本地震の余効変動等が顕著に見られる観測点は除外している。

※日向灘の地震（2022-01-22, Mw6.6）の地震時変動を除去している。

トレンド期間：2012-01-01～2013-03-01（年周・半年周成分は補正無し）

モーメント計算範囲：左図の黒枠内側

観測値：3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値

黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線（Hirose et al., 2008）

すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束

固定局：三隅

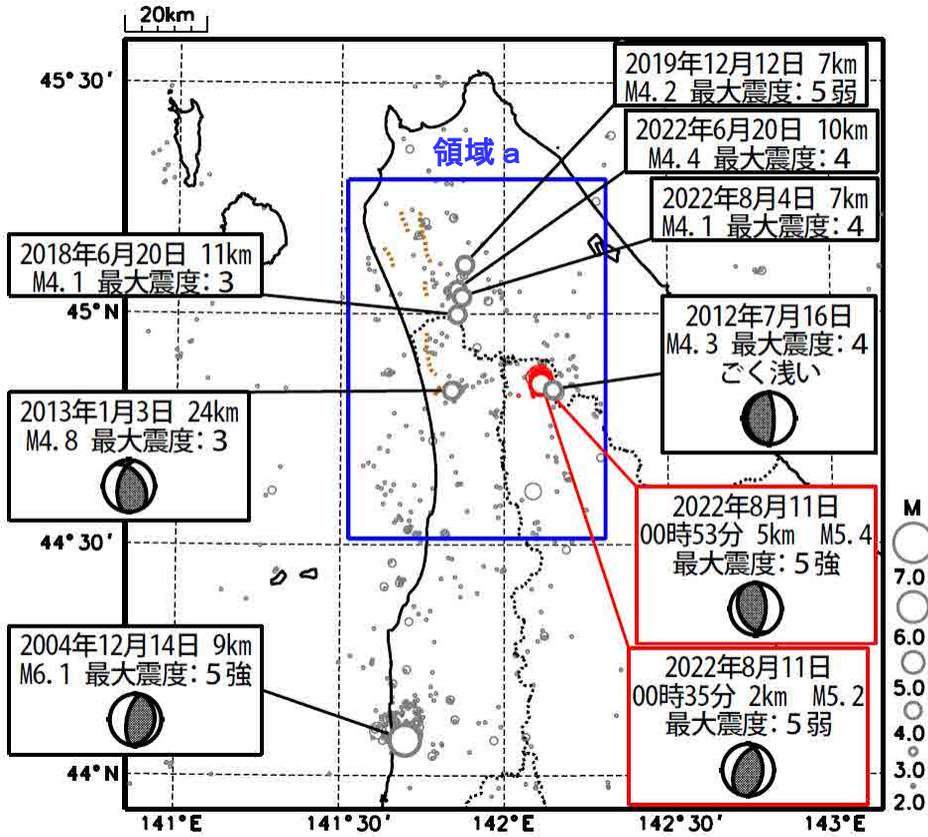
※共通誤差成分を推定し、補正

8月11日 上川地方北部の地震

情報発表に用いた震央地名は〔宗谷地方北部〕である。

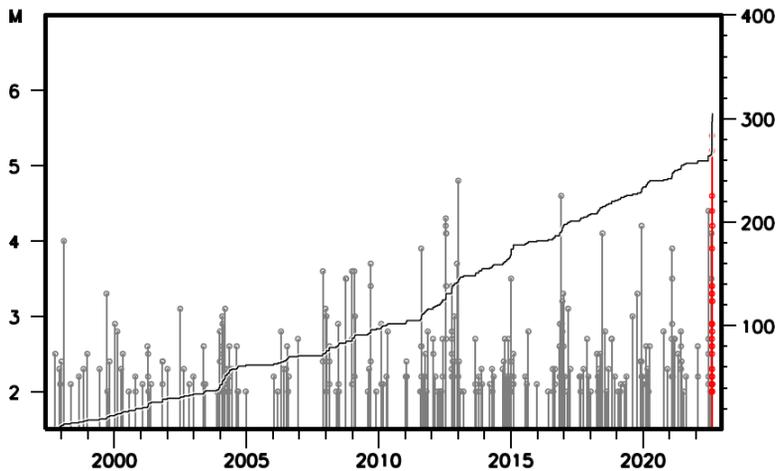
震央分布図

(1997年10月1日～2022年8月17日、深さ0～40km、M2.0以上)
2022年8月11日以降の地震を赤色で表示



震央分布図中の茶色の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による主要活断層帯を示す

領域a内のM-T図及び回数積算図



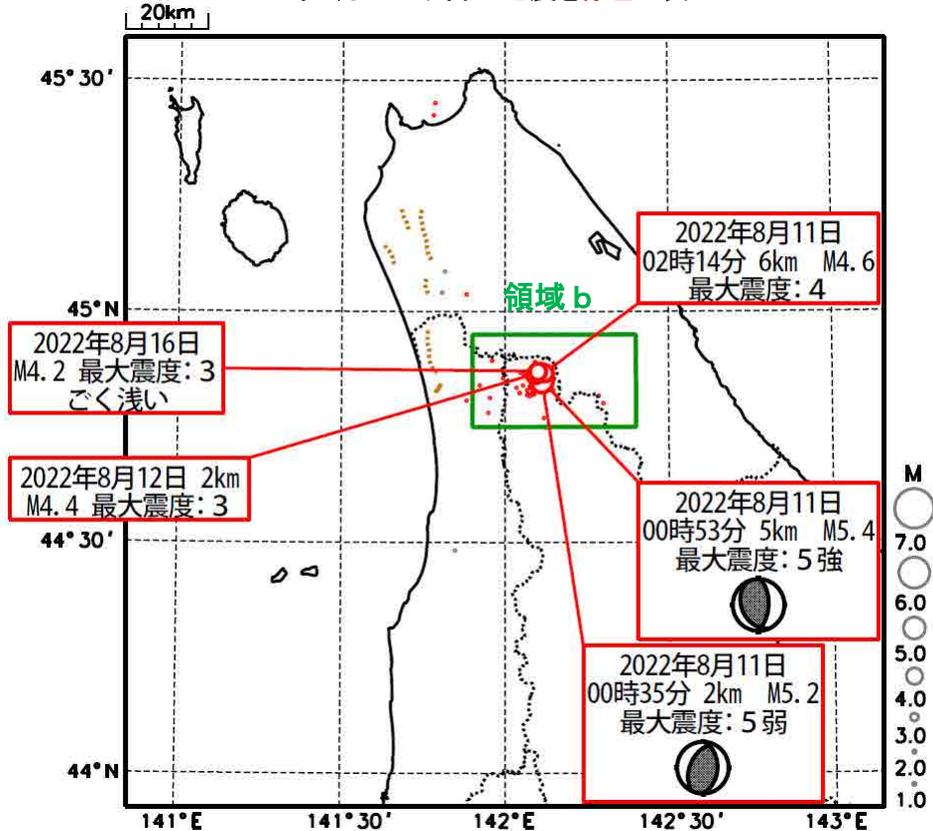
8月11日 上川地方北部の地震

情報発表に用いた震央地名は〔宗谷地方北部〕である。

震央分布図

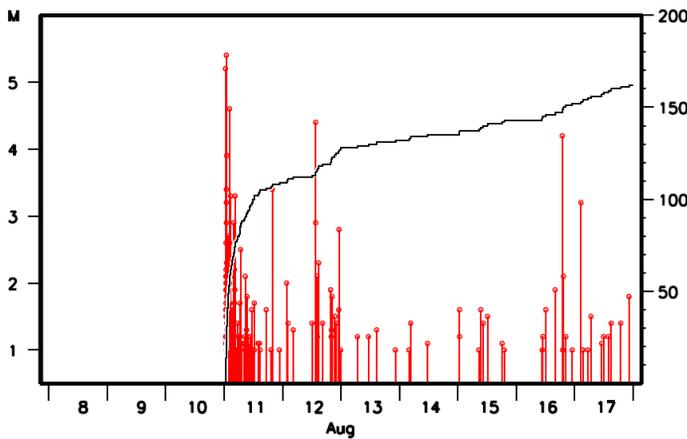
(2022年8月8日～17日、深さ0～40km、M1.0以上)

2022年8月11日以降の地震を赤色で表示

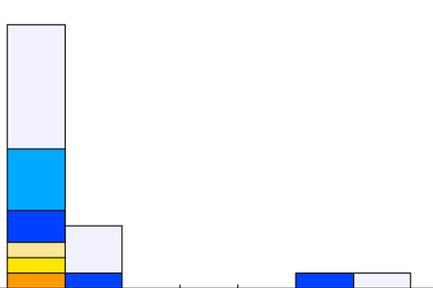
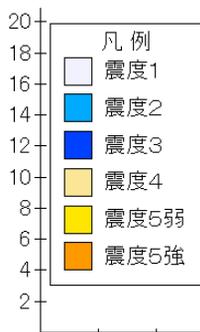


震央分布図中の茶色の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による主要活断層帯を示す

領域b内のM-T図及び回数積算図



領域b内の日別・震度別地震回数



	震度1	震度2	震度3	震度4	震度5弱	震度5強	合計
8月11日	8	4	2	1	1	1	17
8月12日	3	0	1	0	0	0	4
8月13日	0	0	0	0	0	0	0
8月14日	0	0	0	0	0	0	0
8月15日	0	0	0	0	0	0	0
8月16日	0	0	1	0	0	0	1
8月17日	1	0	0	0	0	0	1
合計	12	4	4	1	1	1	23

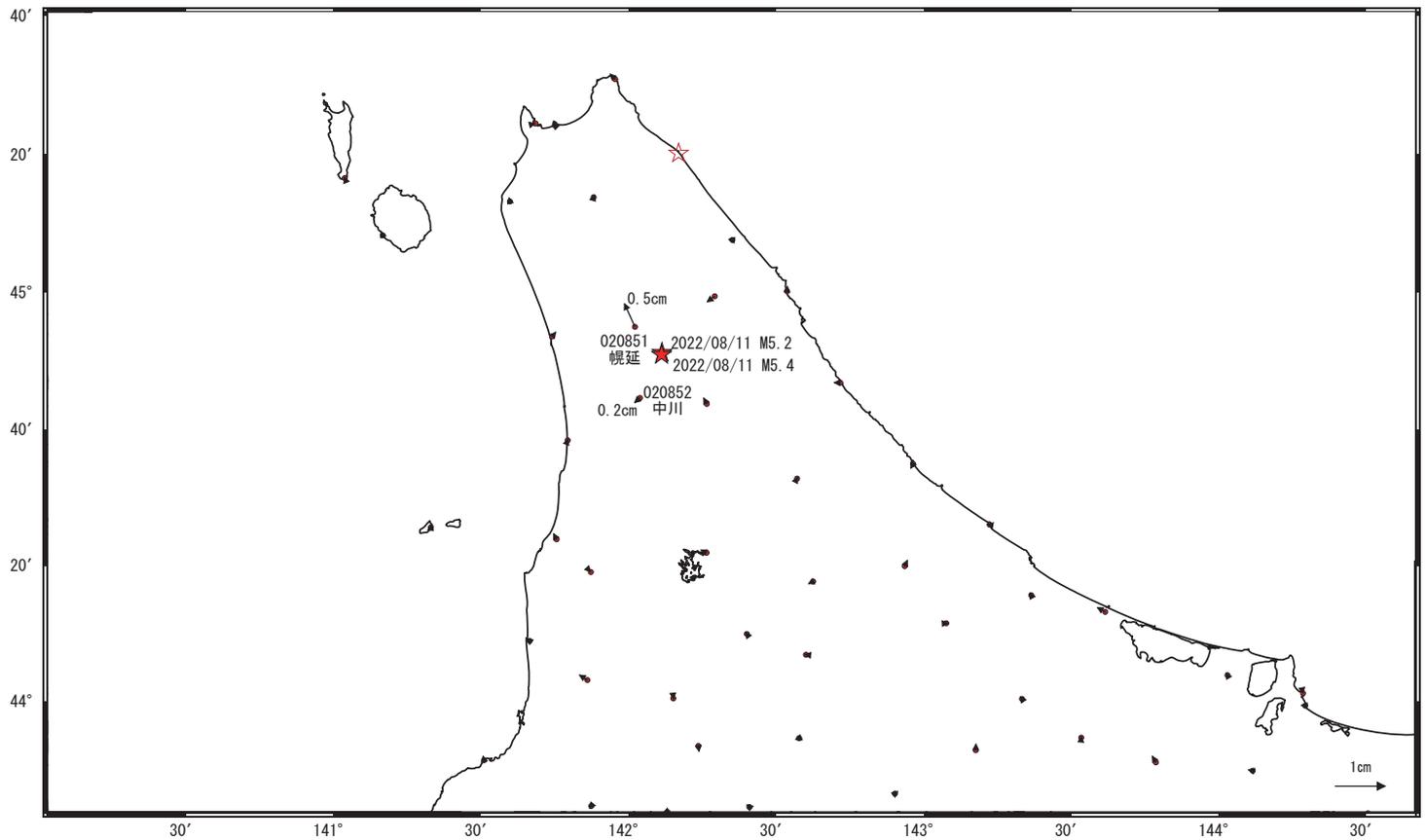
気象庁作成

上川地方北部の地震(最大地震8月11日 M5.4)前後の観測データ (暫定)

この地震に伴いごくわずかな地殻変動が観測された。

地殻変動(水平)

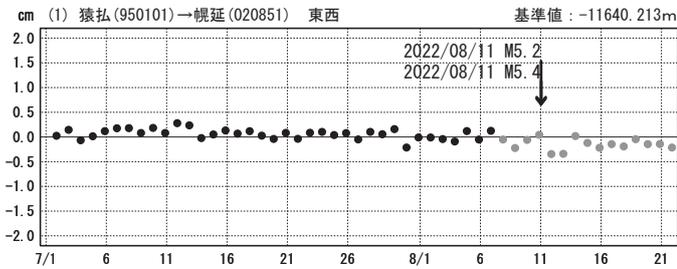
基準期間: 2022/08/04~2022/08/10 [F5: 最終解]
比較期間: 2022/08/12~2022/08/18 [R5: 速報解]



☆ 固定局: 猿払 (950101) ★ 震央

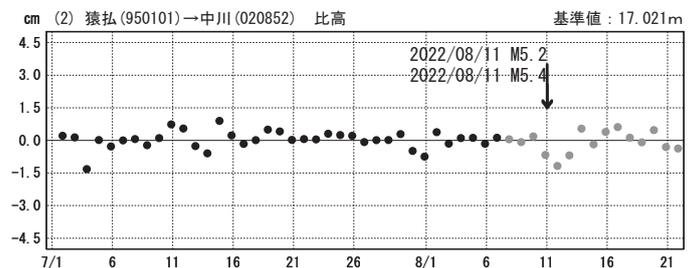
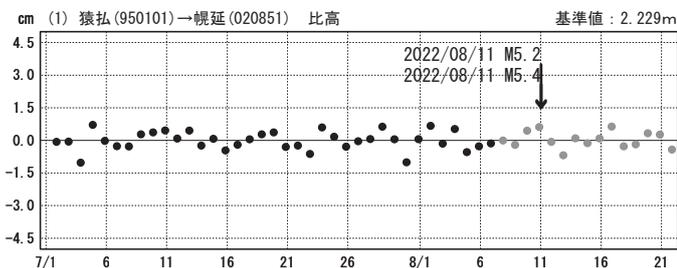
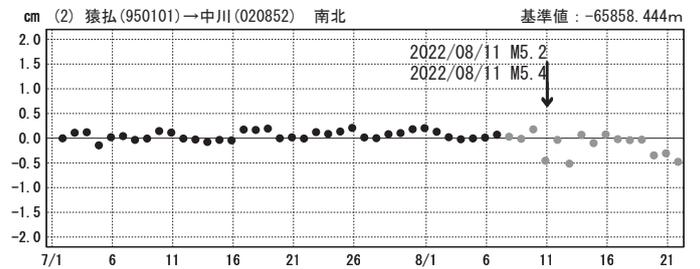
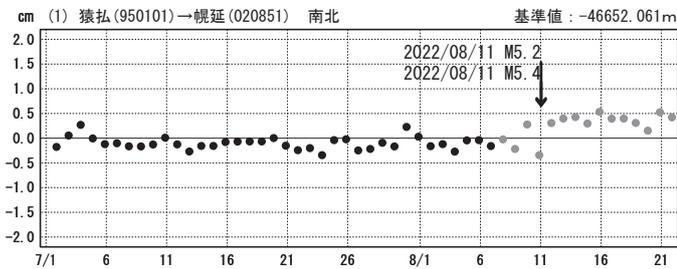
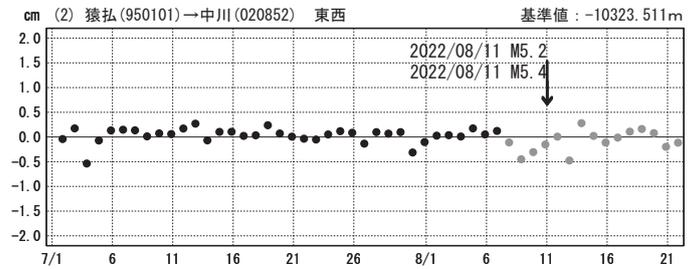
成分変化グラフ

期間: 2022/07/01~2022/08/21 JST



成分変化グラフ

期間: 2022/07/01~2022/08/21 JST



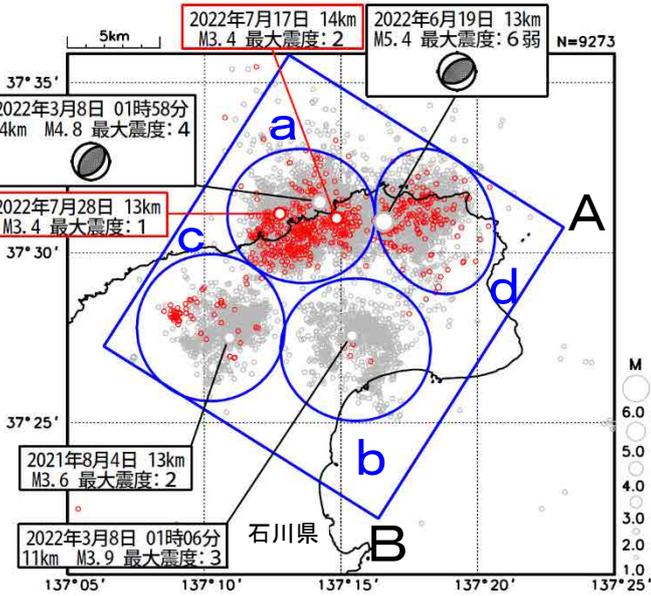
●---[F5: 最終解] ●---[R5: 速報解]

石川県能登地方の地震活動

震央分布図

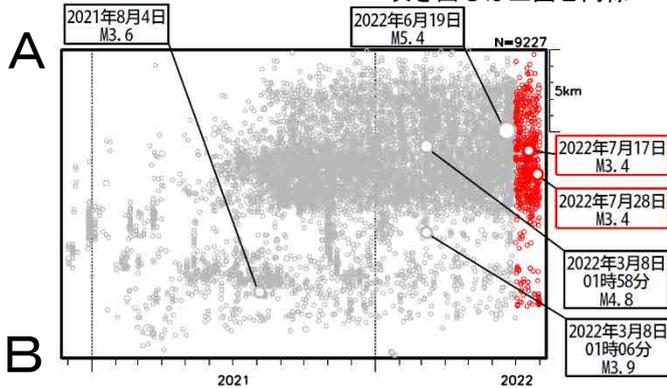
(2020年12月1日～2022年7月31日、
深さ0～25km、M≥1.0)

黒色の吹き出しは領域a～dの各領域内で最大規模の地震
赤色の吹き出しは矩形内で2022年7月中の最大規模の地震
2022年7月の地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解



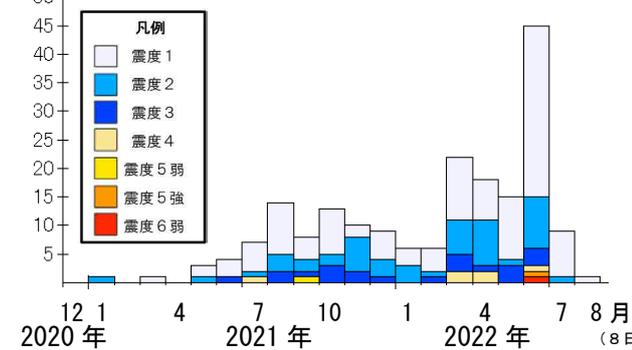
上図矩形内の時空間分布図 (A-B投影)

吹き出しは上図と同様



矩形内の地震の月別震度別発生回数

(2020年12月1日～2022年8月8日08時)



期間別・震度別の地震発生回数表

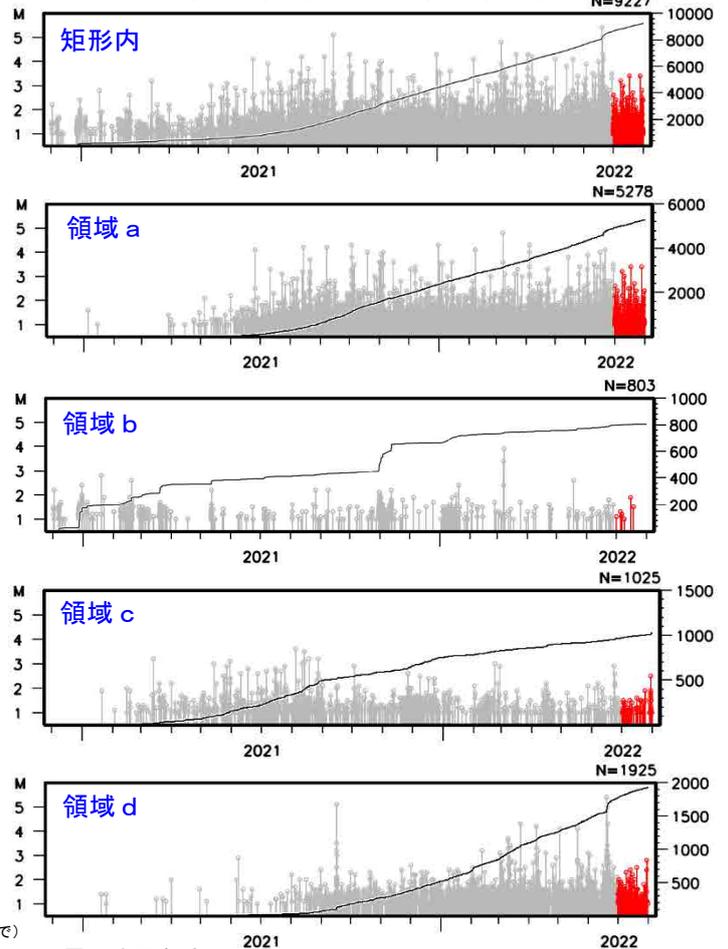
期間	最大震度別回数							計
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	
2020年12月1日 ～2022年6月30日	105	47	21	6	1	1	1	182
2022年7月1日～31日	8	1	0	0	0	0	0	9
2022年8月1日～8日08時	1	0	0	0	0	0	0	1
計	114	48	21	6	1	1	1	192

石川県能登地方 (矩形内) では、2018年頃から地震回数が増加傾向にあり、2020年12月から地震活動が活発になり、2021年7月頃からさらに活発になっている。2022年7月中もその傾向は継続している。2022年7月中の最大規模の地震は、17日に能登半島沖で発生したM3.4の地震 (最大震度2) 及び28日に能登半島沖で発生したM3.4の地震 (最大震度1) である。なお、活動の全期間を通じて最大規模の地震は、2022年6月19日に発生したM5.4の地震 (最大震度6弱) である。

2020年12月以降の領域別の地震活動をみると、最初に活発化した領域bの活動は、2021年4月以降鈍化傾向であるが、2021年11月初頭前後、2022年1月頃及び3月頃に一時的に活発になった。領域bに続き活発化した領域cの活動も、2021年9月以降鈍化傾向であるが、2021年12月にやや活発になった。一方、遅れて2021年半ば頃から活発化した領域a及び領域dの活動は依然活発である。矩形領域内で震度1以上を観測した地震の回数は期間別・震度別の地震発生回数表のとおり。

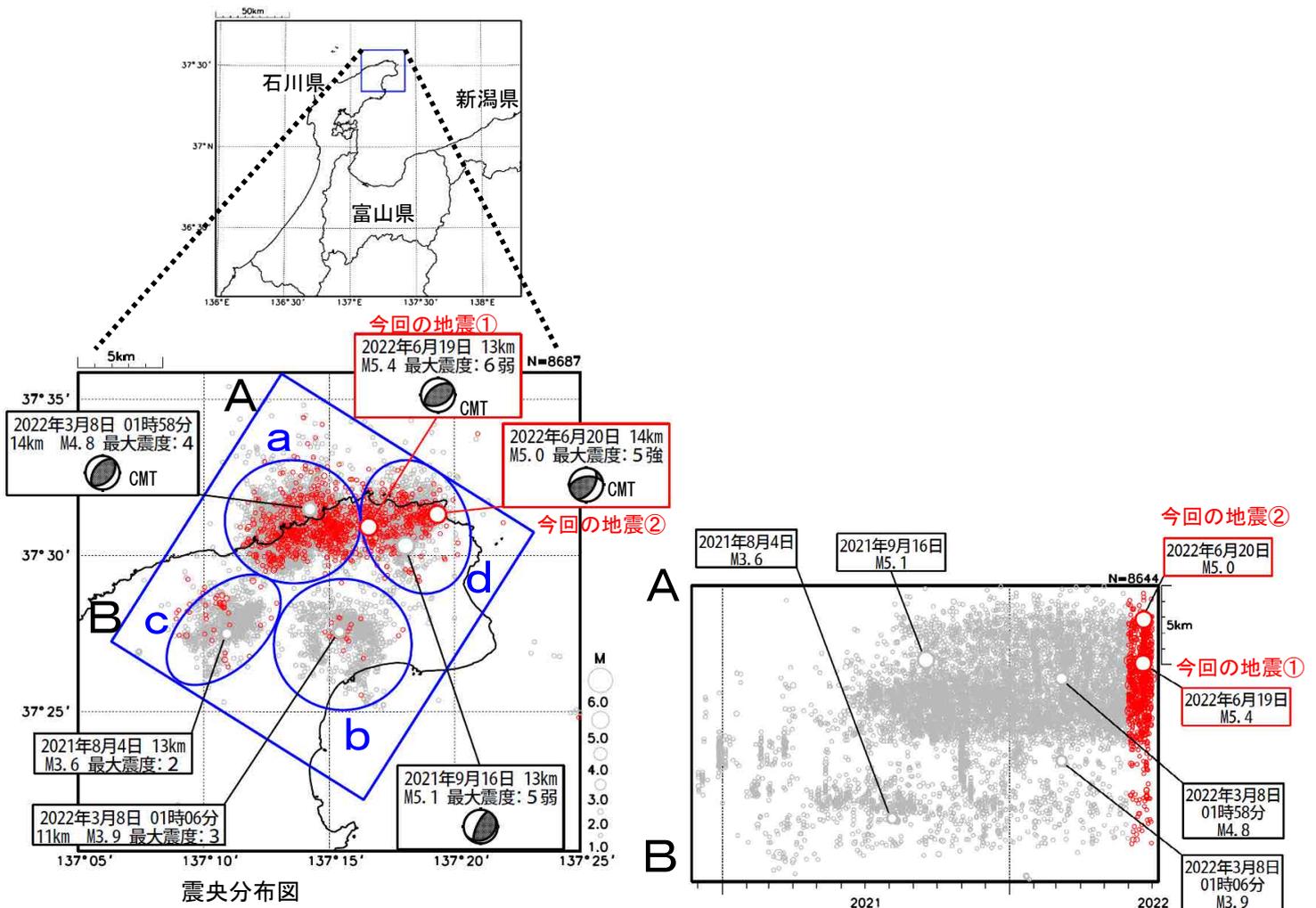
左図矩形内及び領域a～d内のM-T図及び回数積算図

(2020年12月1日～2022年7月31日)



6月19日、20日 石川県能登地方の地震

2022年6月19日15時08分に深さ13kmでM5.4の地震（最大震度6弱、今回の地震①）が発生した。この地震は活動の全期間を通じて最大規模の地震である。この地震の発震機構（CMT解）は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。この地震により、軽傷者7人などの被害が生じた（2022年7月1日17時00分現在、総務省消防庁による）。また、6月20日10時31分に深さ14kmでM5.0の地震（最大震度5強、今回の地震②）が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。いずれの地震も地殻内で発生した。



震央分布図
 (2020年12月1日~2022年6月30日、
 深さ0~25km、 $M \geq 1.0$)
 黒色の吹き出しは領域a~dの各領域内で
 最大規模の地震及び最大震度5弱以上の地震
 2022年6月の地震を赤色で表示

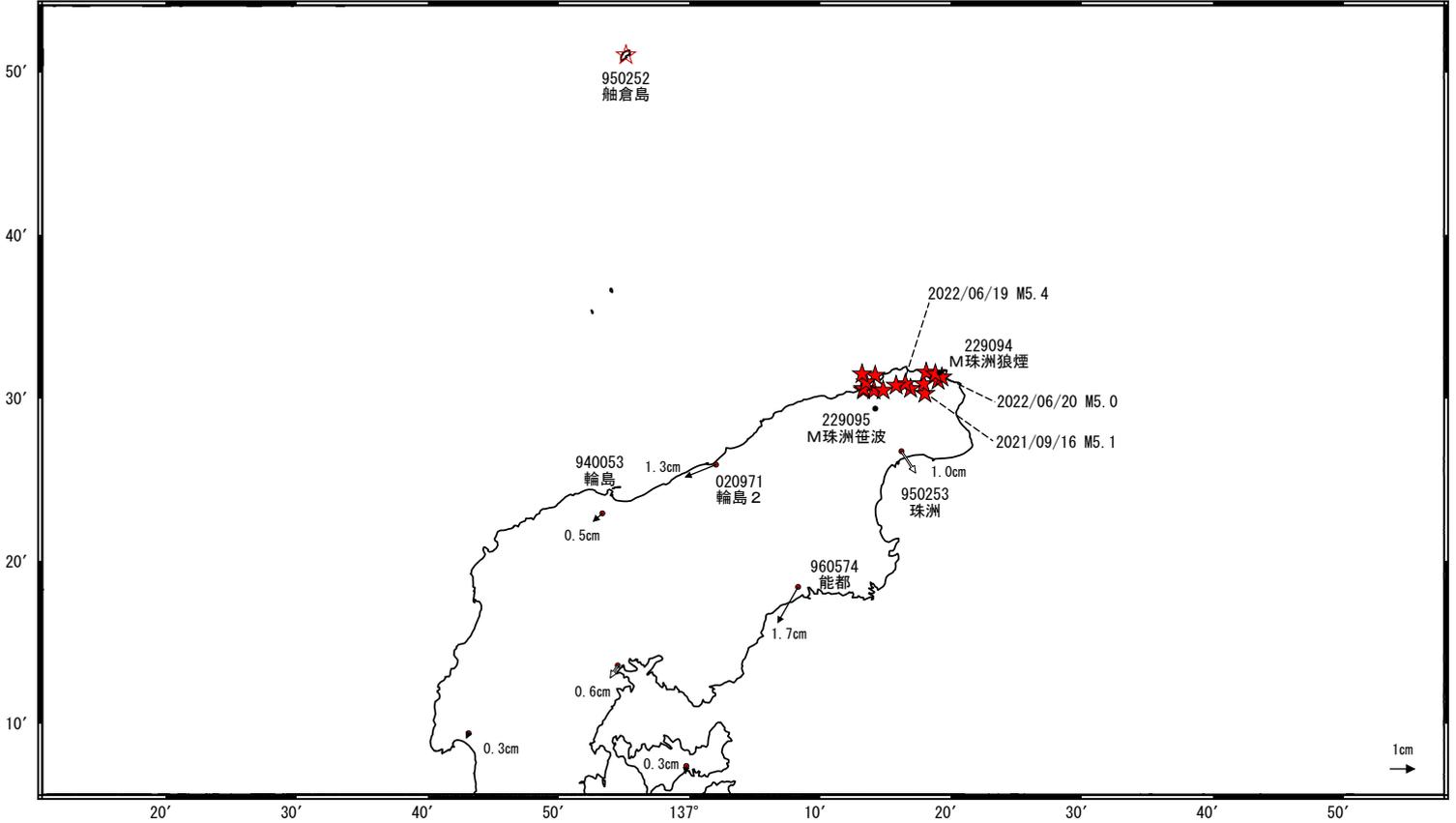
左図矩形内の時空間分布図 (A-B投影)
 吹き出しは図2-1と同じ

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

ベクトル図（水平） （一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

基準期間：2020/11/01～2020/11/07 [F5:最終解]
比較期間：2022/08/15～2022/08/21 [R5:速報解]

計算期間：2017/09/01～2020/09/01

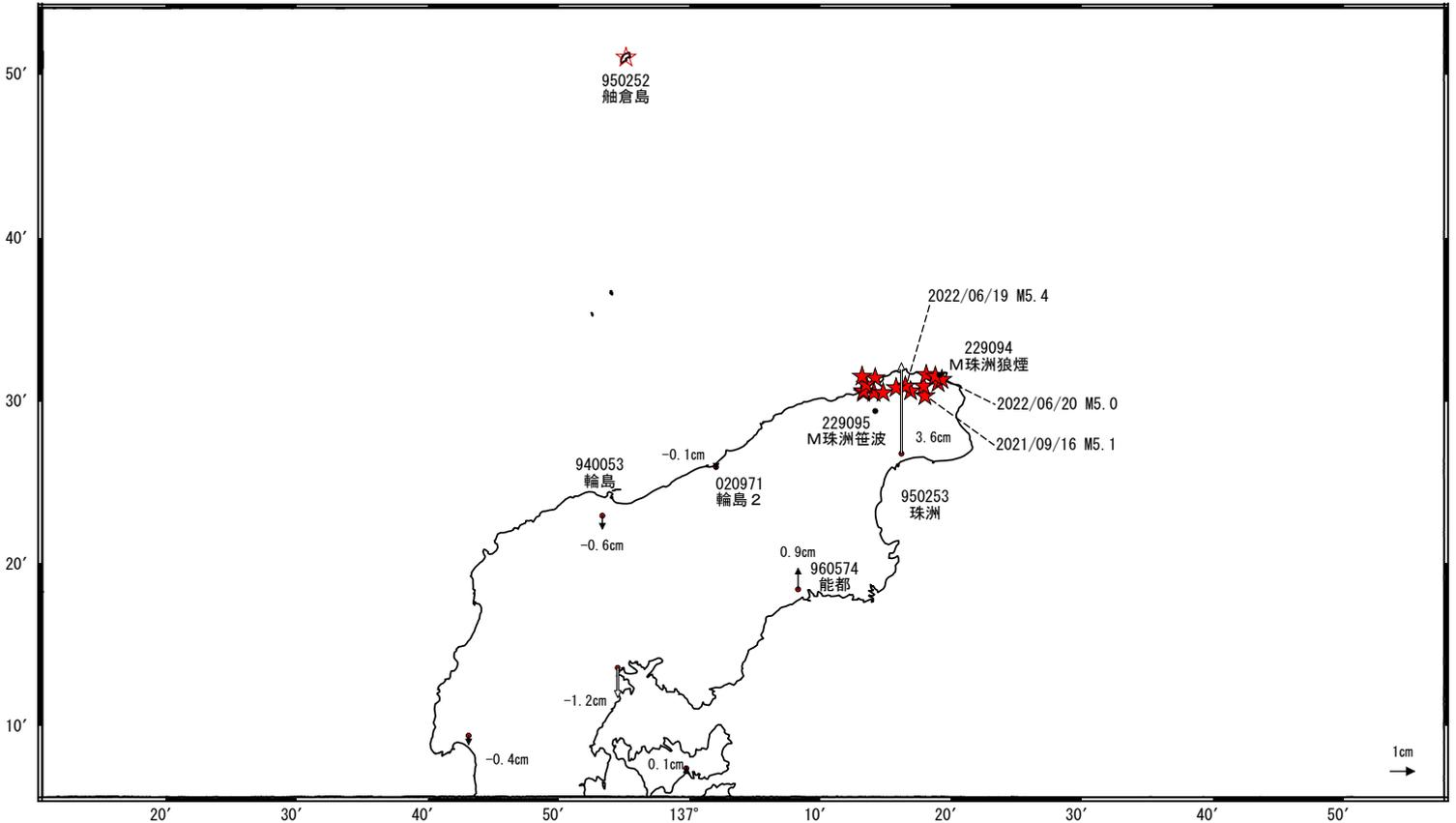


☆ 固定局：舳倉島 (950252)

ベクトル図（上下） （一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

基準期間：2020/11/01～2020/11/07 [F5:最終解]
比較期間：2022/08/15～2022/08/21 [R5:速報解]

計算期間：2017/09/01～2020/09/01



☆ 固定局：舳倉島 (950252)

※電子基準点「珠洲」の位置が、地震 (2022/06/19 M5.4) に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

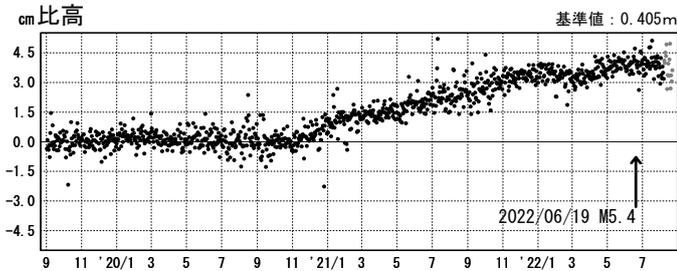
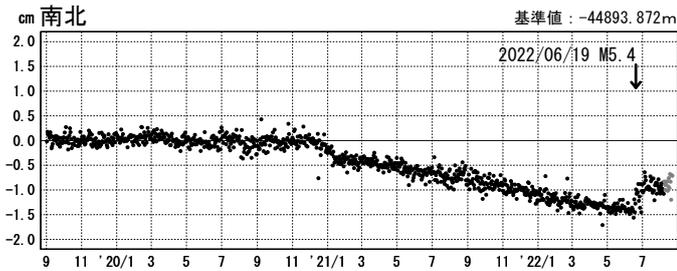
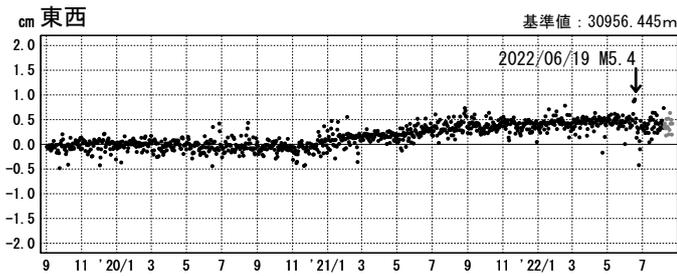
★ 震央 (2020年11月以降 M>4.0)

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

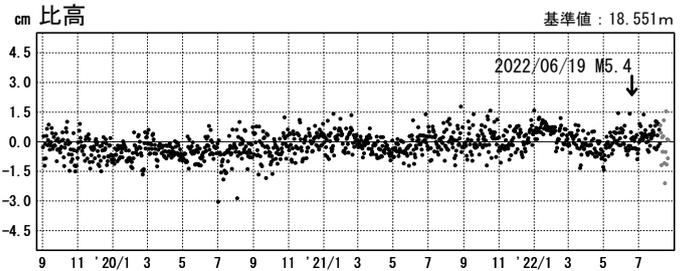
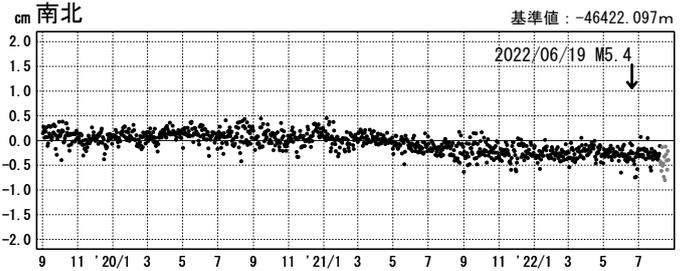
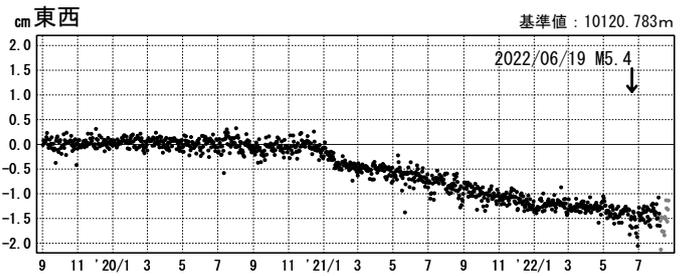
一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間：2019/09/01～2022/08/21 JST 計算期間：2017/09/01～2020/09/01

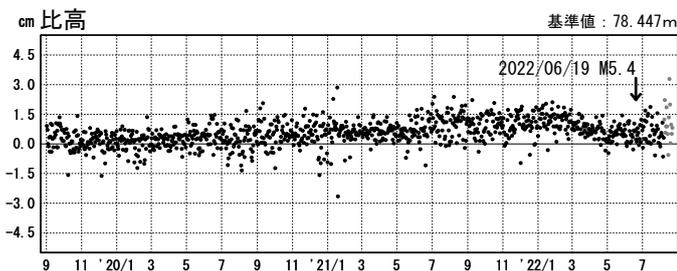
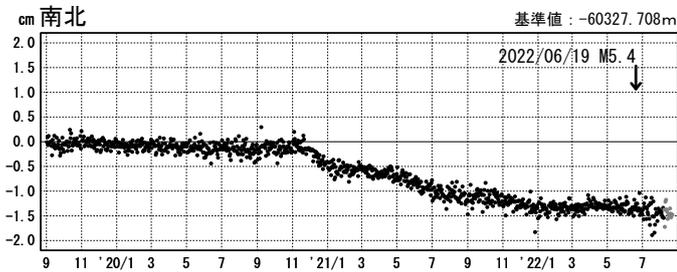
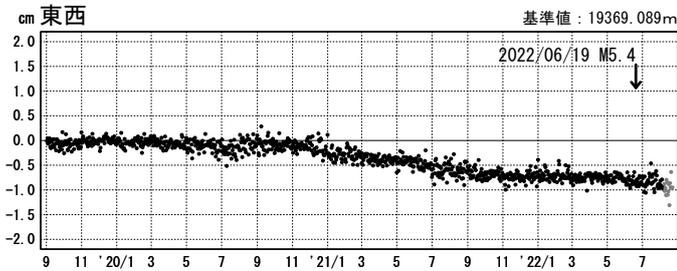
(1) 舳倉島(950252)→珠洲(950253)



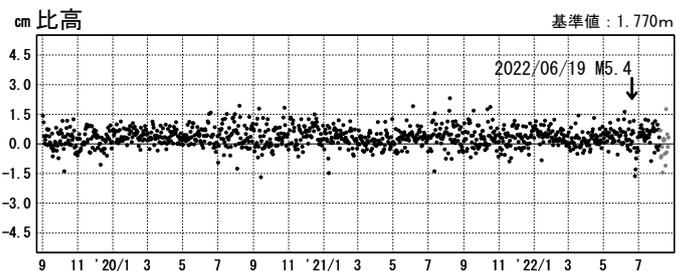
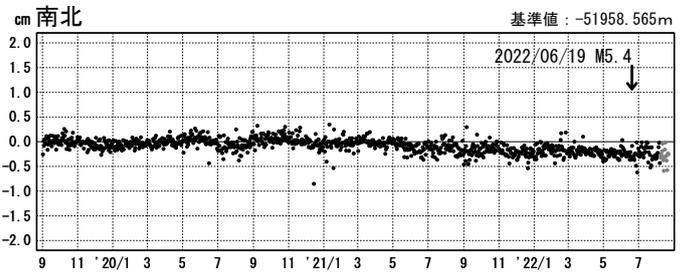
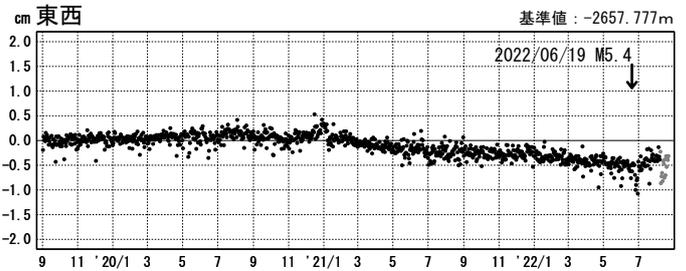
(2) 舳倉島(950252)→輪島2(020971)



(3) 舳倉島(950252)→能都(960574)



(4) 舳倉島(950252)→輪島(940053)

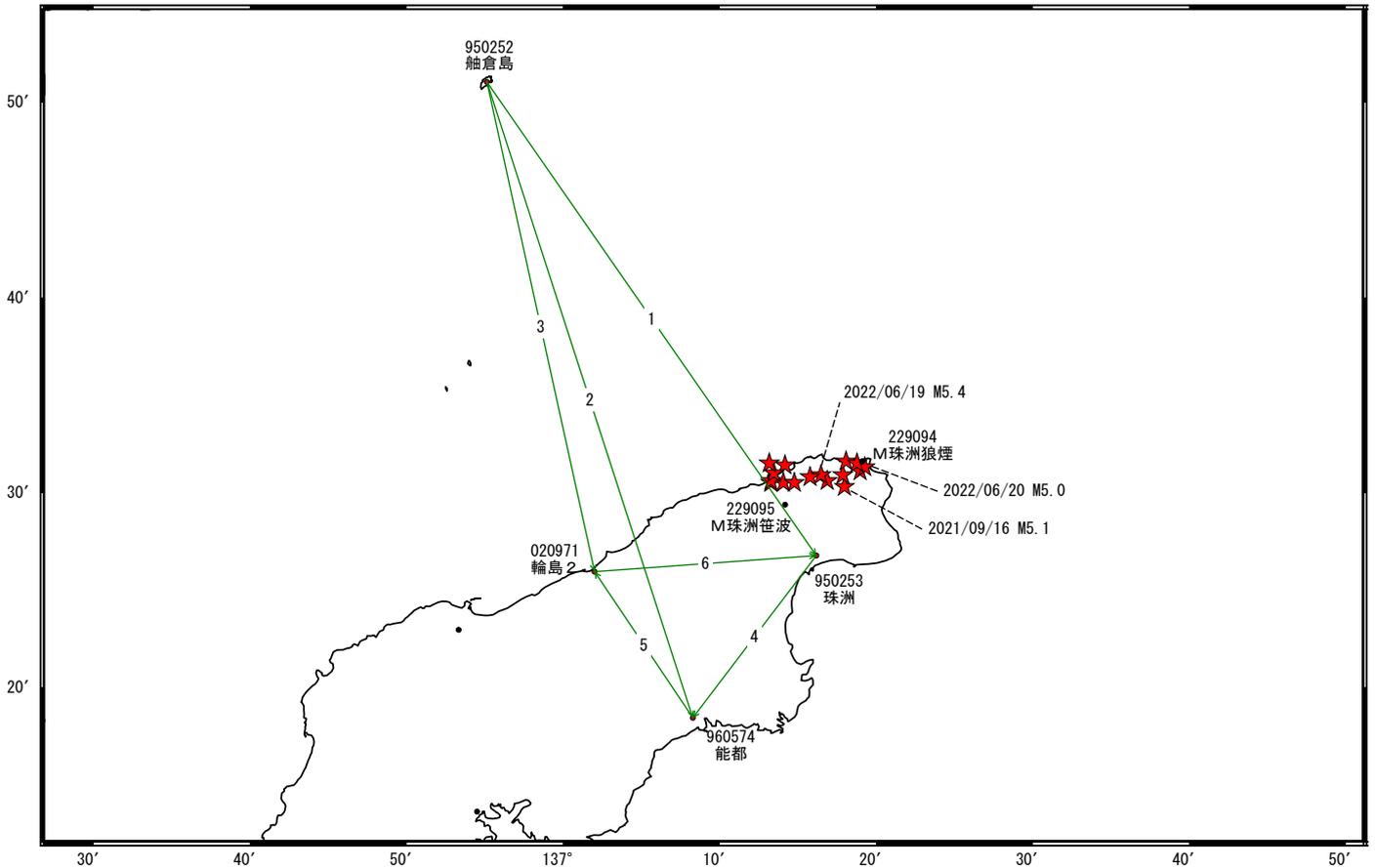


●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

※電子基準点「珠洲」の位置が、地震（2022/06/19 M5.4）に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

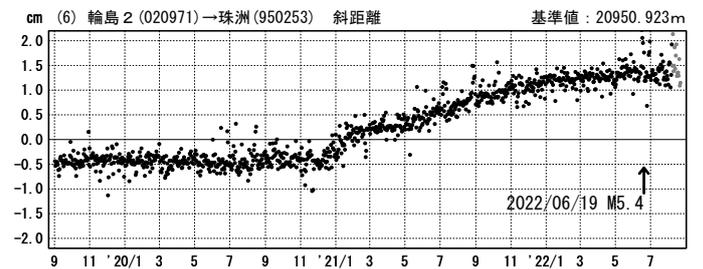
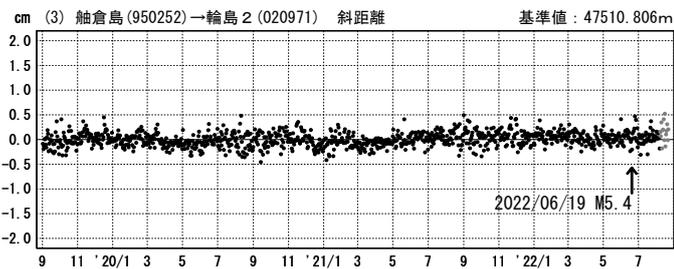
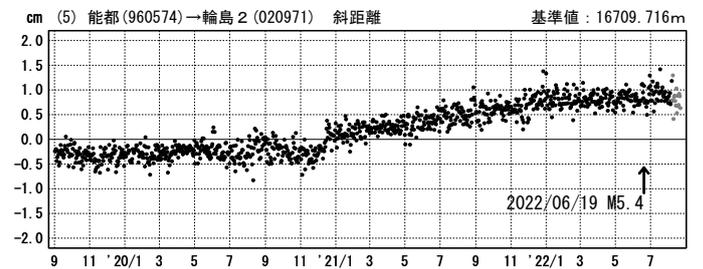
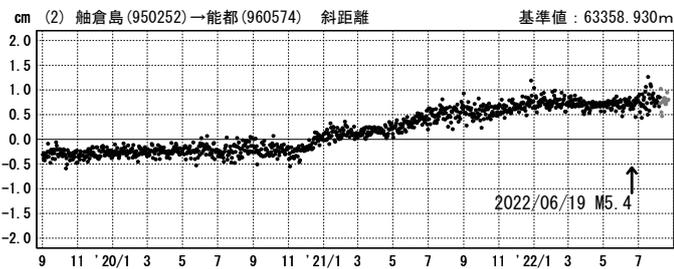
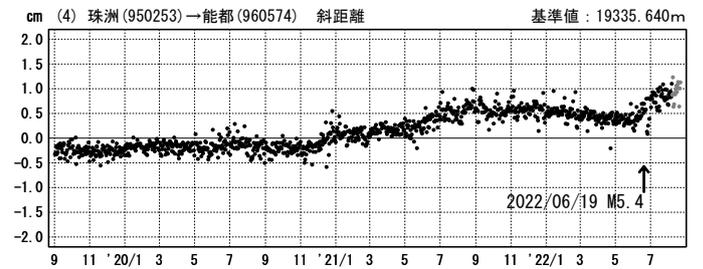
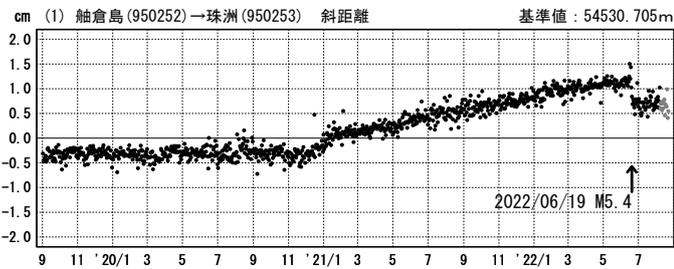
基線図



★ 震央（2020年11月以降 M>4.0）

斜距離（一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

期間：2019/09/01～2022/08/21 JST 計算期間：2017/09/01～2020/09/01

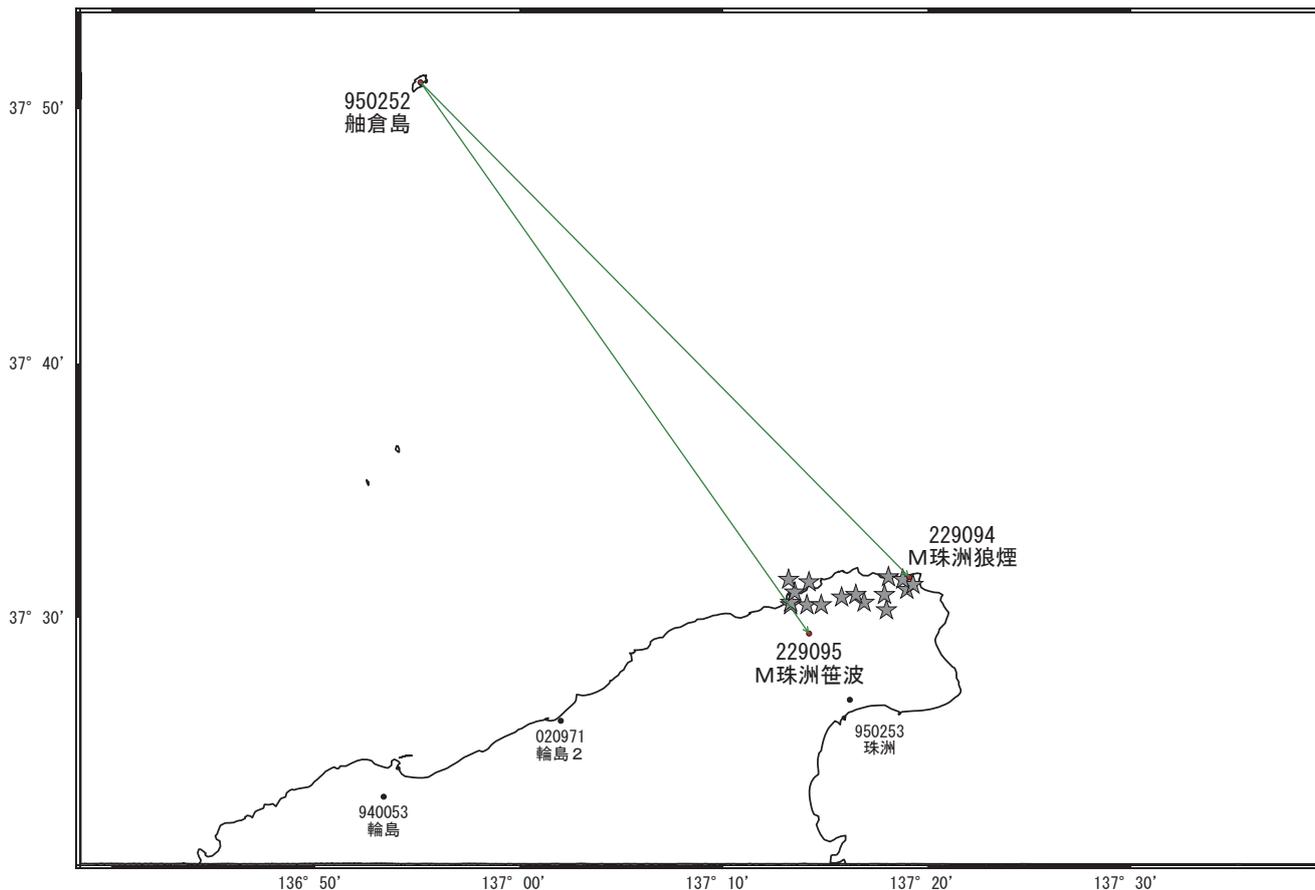


●—[F5:最終解] ●—[R5:速報解]

※電子基準点「珠洲」の位置が、地震（2022/06/19 M5.4）に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

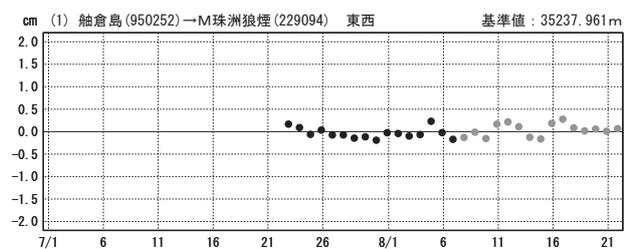
— 可搬型GNSS連続観測装置（REGMOS）による観測結果 —
 基線図



★ 震央（2020年11月以降 M>4.0）

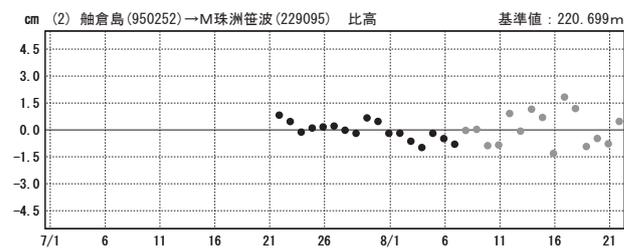
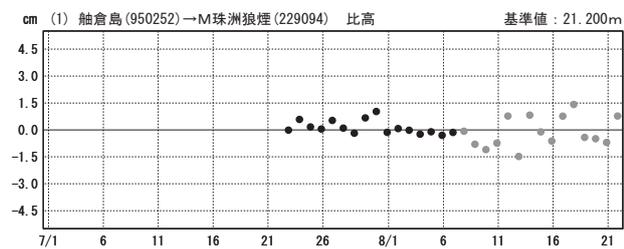
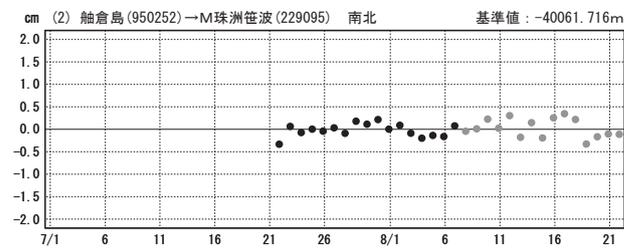
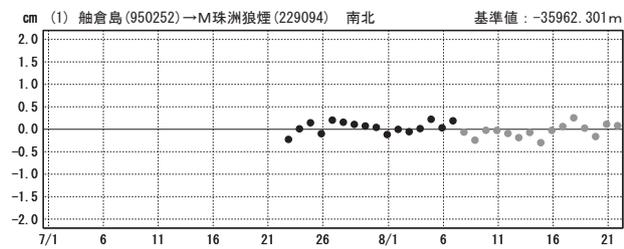
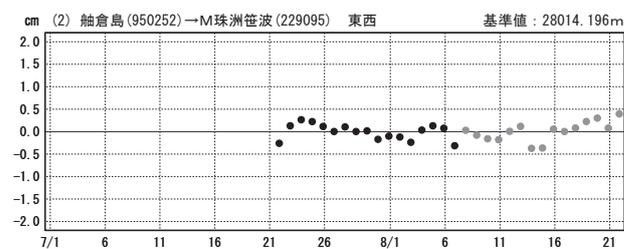
成分変化グラフ

期間：2022/07/01～2022/08/21 JST



成分変化グラフ

期間：2022/07/01～2022/08/21 JST

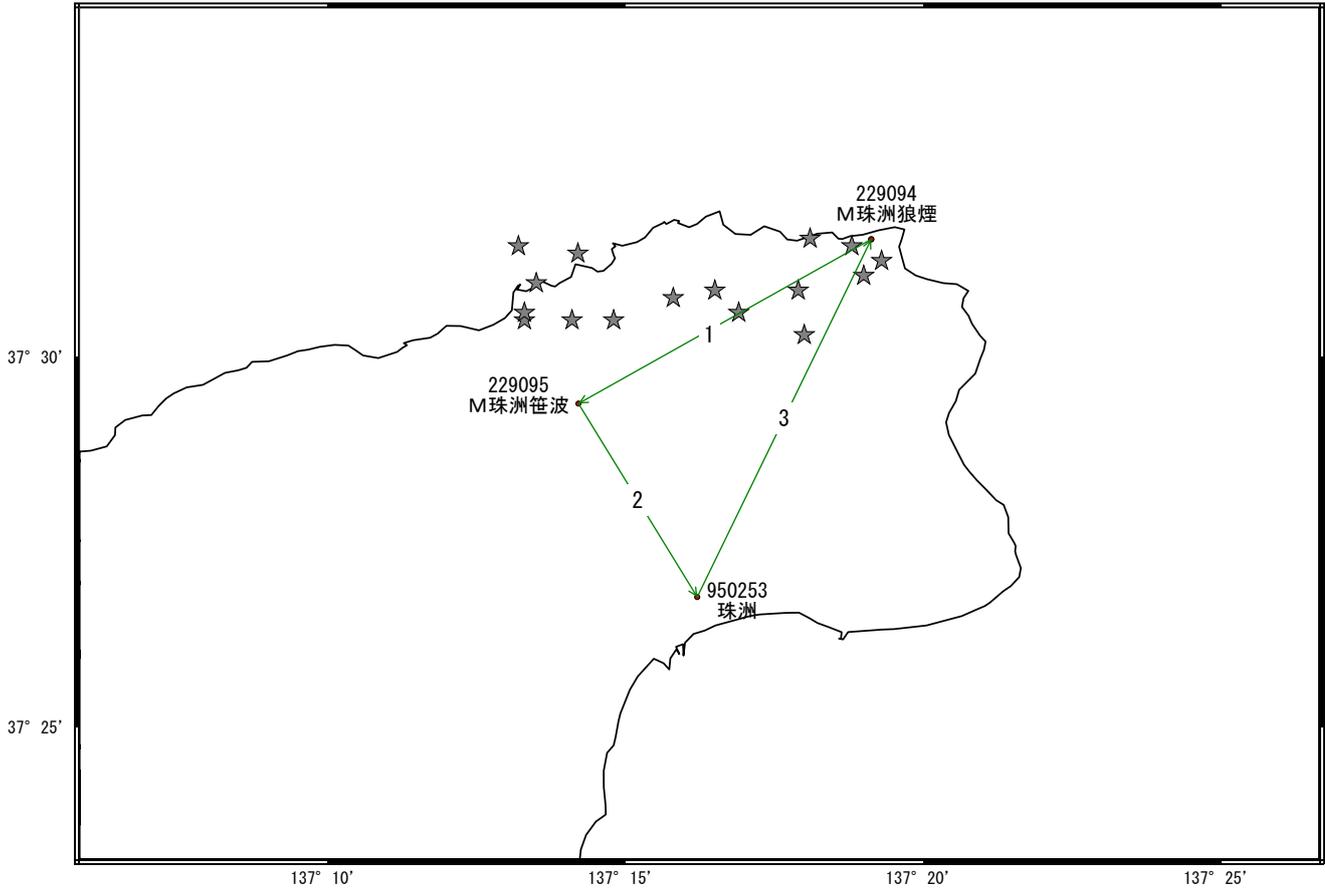


●— [F5:最終解] ●— [R5:速報解]

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

— 可搬型GNSS連続観測装置（REGMOS）による観測結果 —

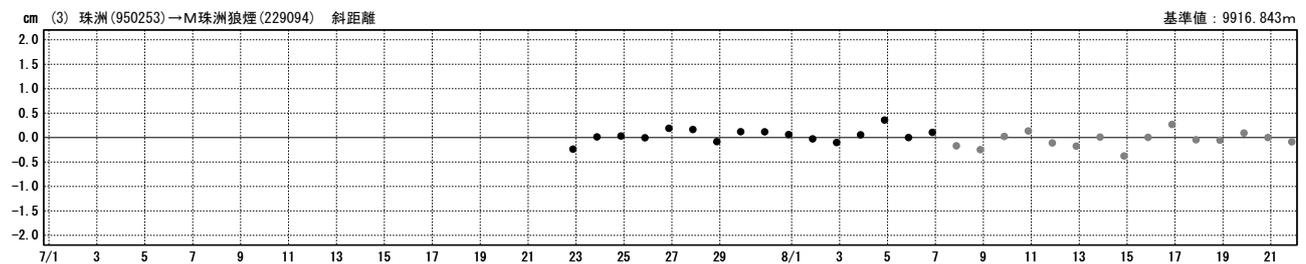
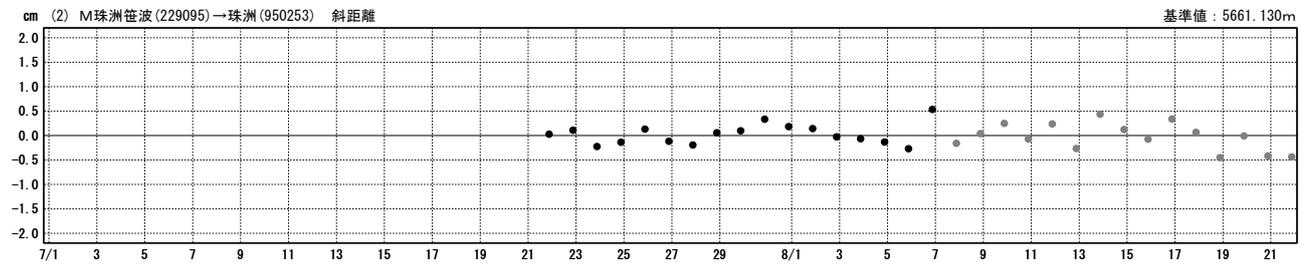
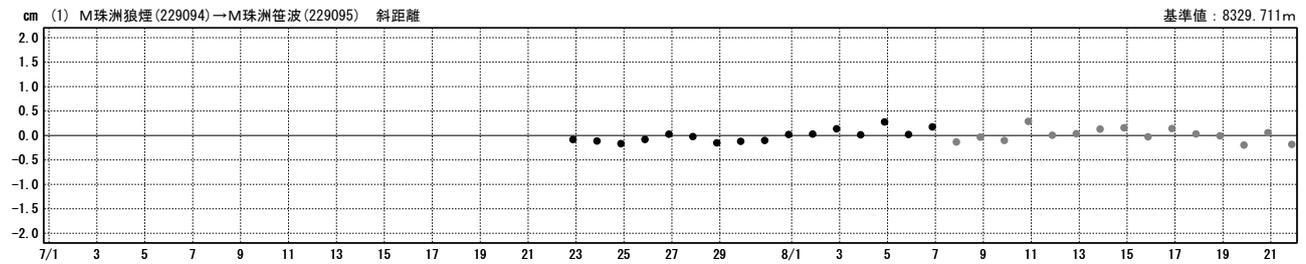
基線図



★ 震央（2020年11月以降 M>4.0）

基線変化グラフ

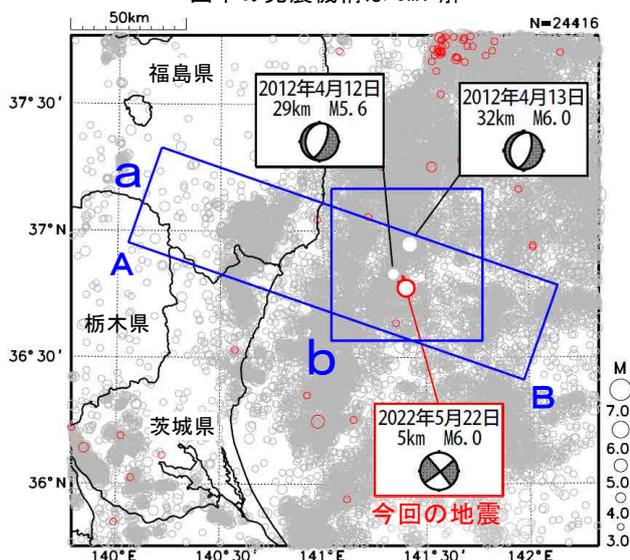
期間：2022/07/01～2022/08/21 JST



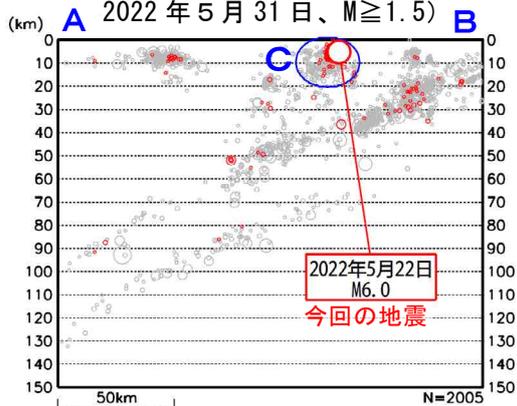
●— [F5: 最終解] ●— [R5: 速報解]

5月22日 茨城県沖の地震

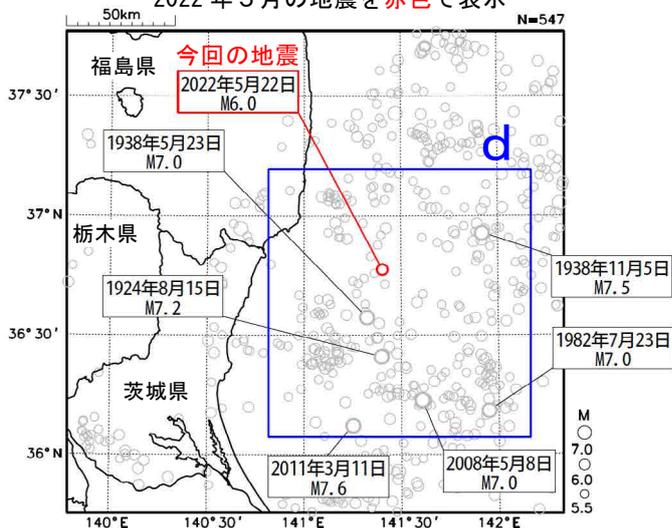
震央分布図
(1997年10月1日～2022年5月31日、
深さ0～150km、 $M \geq 3.0$)
2022年5月の地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解



領域a内の断面図
(A-B投影、2020年9月1日～
2022年5月31日、 $M \geq 1.5$)



震央分布図
(1919年1月1日～2022年5月31日、
深さ0～150km、 $M \geq 5.5$)
2022年5月の地震を赤色で表示

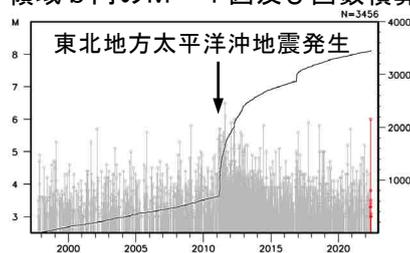


2022年5月22日12時24分に茨城県沖の深さ5kmでM6.0の地震(最大震度5弱)が発生した。この地震により、長周期地震動階級2を観測した。この地震は陸のプレートの地殻内で発生した。発震機構(CMT解)は、東西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。今回の地震により住家一部破損1棟などの被害が生じた(5月30日17時00分現在、総務省消防庁による)。

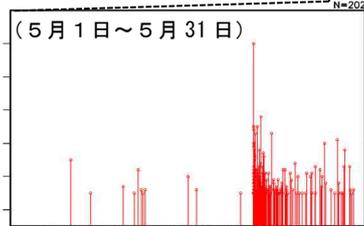
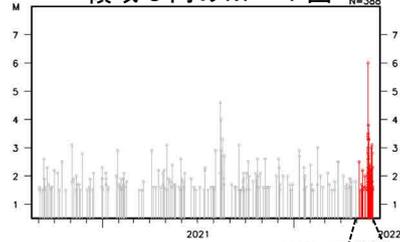
1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域b)では、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の発生以降、地震の発生数が増加し、M5.0以上の地震がしばしば発生している。2012年には、4月12日から福島県南部と茨城県北部の沖合いでまとまった地震活動が発生し、13日のM6.0の地震が最大規模の地震であった。

1919年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域d)では、M6.0以上の地震がしばしば発生している。1938年5月23日に発生したM7.0の地震では、福島県小名浜で83cm(全振幅)の津波が観測された(「日本被害地震総覧」による)。また、2011年3月11日15時15分に発生したM7.6の地震(最大震度6強)は、東北地方太平洋沖地震の最大余震である。

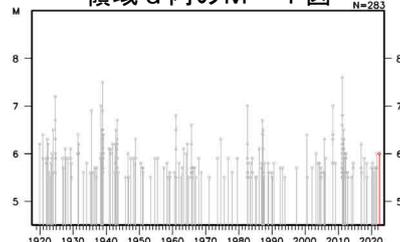
領域b内のM-T図及び回数積算図



領域c内のM-T図



領域d内のM-T図



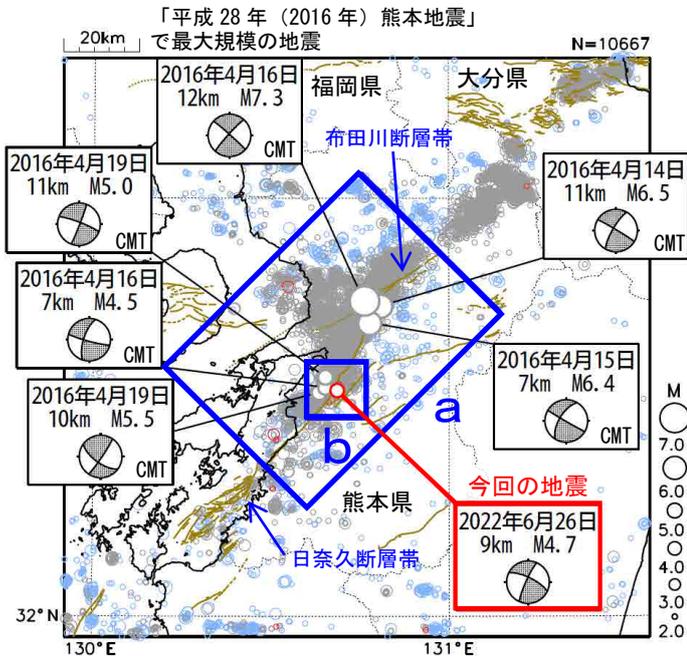
気象庁作成

6月26日 熊本県熊本地方の地震

震央分布図

(2000年10月1日～2022年6月30日、
深さ0～20km、M \geq 2.0)

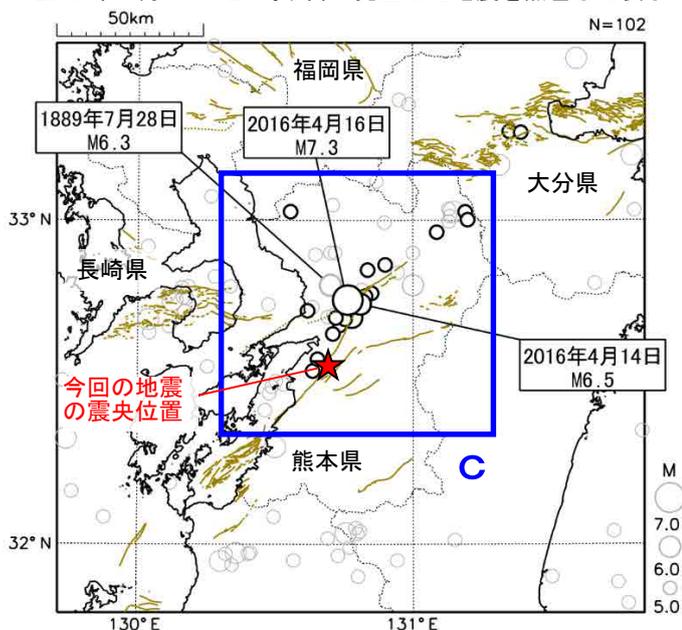
2016年4月14日21時より前に発生した地震を薄青色○、
2016年4月14日21時以降に発生した地震を灰色○、
2022年6月に発生した地震を赤色○で表示



震央分布図

(1885年1月1日～2022年6月30日、
深さ0～50km、M \geq 5.0)

2016年4月14日21時より前に発生した地震を灰色○、
2016年4月14日21時以降に発生した地震を黒色○で表示



図中の茶色の線は地震調査研究推進本部の
長期評価による活断層を示す

(震源要素は、1885年～1918年は茅野・宇津
(2001)、宇津(1982, 1985)による*)

※宇津徳治(1982): 日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表: 1885年～1980年, 震研彙報, 56, 401-463.

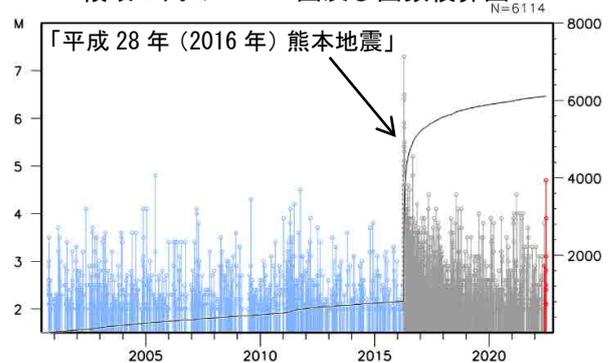
宇津徳治(1985): 日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表: 1885年～1980年(訂正と追加), 震研彙報, 60, 639-642.

2022年6月26日21時44分に熊本県熊本地方の深さ9kmでM4.7の地震(最大震度5弱)が発生した。この地震は地殻内で発生した。この地震の発震機構は、北北西-南南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。

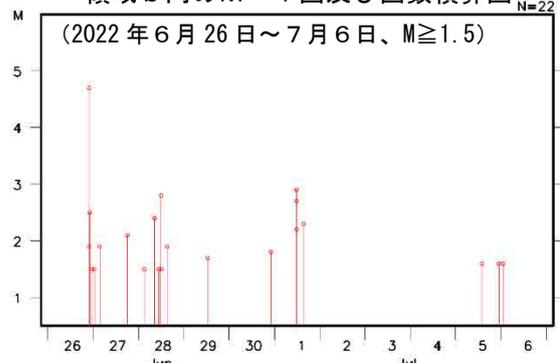
この地震の震央付近(領域a)では「平成28年(2016年)熊本地震」が発生している。この地震により、熊本県で死者273人、大分県で死者3人などの被害が生じた(熊本県は2022年6月13日現在、熊本県による、その他は2019年4月12日現在、総務省消防庁による)。

1885年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M5.0以上の地震が時々発生している。このうち、1889年7月28日にはM6.3の地震が発生し、熊本市を中心に熊本県で死者19人、家屋全倒234棟などの被害が生じた(「日本被害地震総覧」による)。

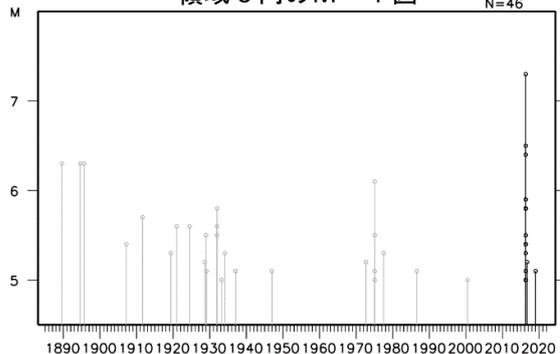
領域a内のM-T図及び回数積算図



領域b内のM-T図及び回数積算図



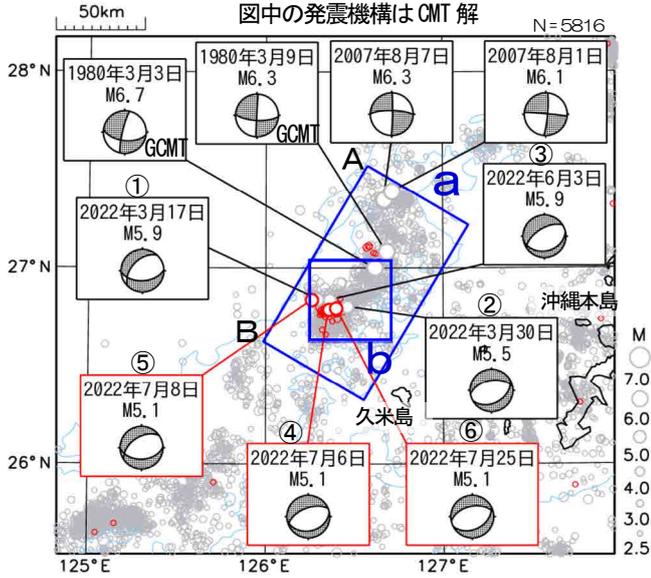
領域c内のM-T図



沖縄本島北西沖の地震活動

震央分布図

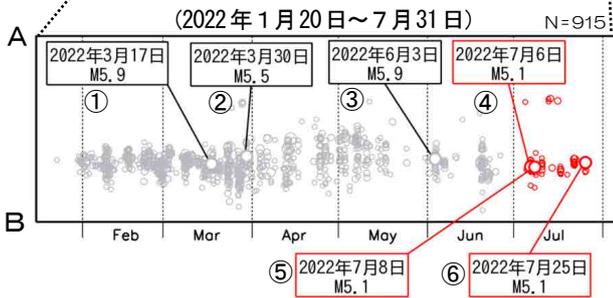
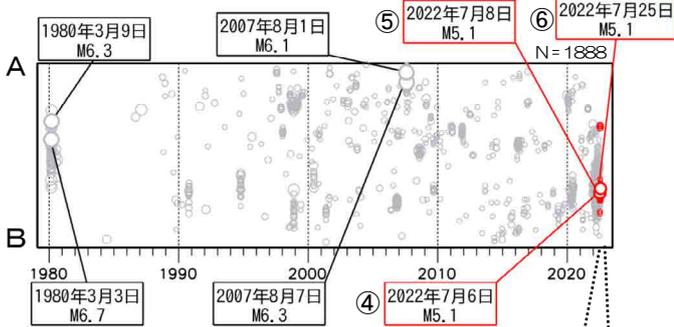
(1980年1月1日～2022年7月31日、
深さ0km～60km、 $M \geq 2.5$)
2022年7月の地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解



図中の水色の等値線は水深1500mを示す。
※1980年3月3日および3月9日の地震の発震機構はGlobal CMT

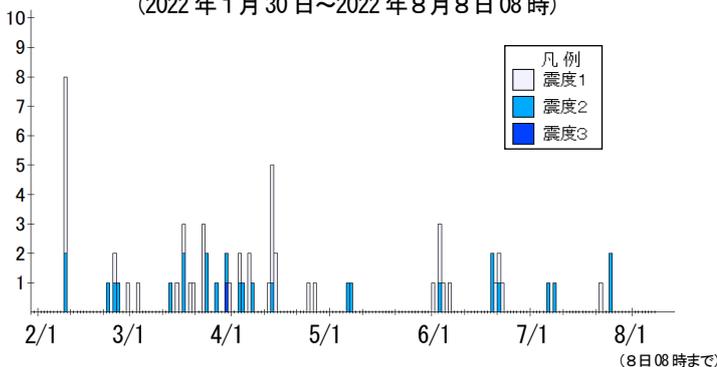
領域a内の時空間分布図 (A-B投影)

(1980年1月1日～2022年7月31日)



震度1以上の日別最大震度別地震回数図

(2022年1月30日～2022年8月8日08時)



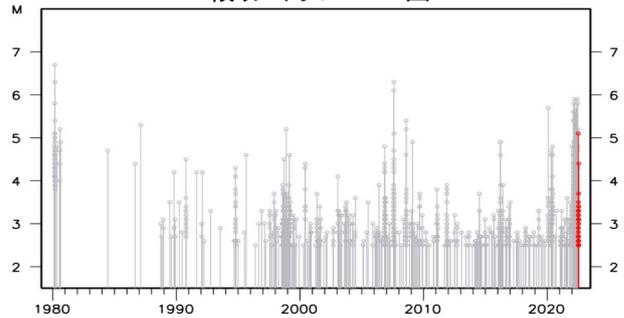
沖縄本島北西沖では、2022年1月30日から地震活動が活発になり、その後消長を繰り返しながら継続している。7月中旬に震度1以上を観測する地震が5回 (震度2：4回、震度1：1回) 発生した。7月中旬の最大規模の地震は、6日、8日及び25日に発生したM5.1の地震 (いずれも最大震度2、それぞれ図中④、⑤、⑥) であった。これらの地震の発震機構 (CMT解) は、北北西-南南東方向に張力軸を持つ正断層型である。

活動の全期間を通じて、最大規模の地震は3月17日及び6月3日のM5.9の地震 (いずれも最大震度2、それぞれ図中①、③)、最大震度を観測した地震は3月30日のM5.5の地震 (最大震度3、図中②) であった。この地震活動は、沖縄トラフの活動で陸のプレート内で発生している。

1980年1月以降の活動をみると、今回の震央周辺 (領域a) では、M5.0以上を最大規模とした地震活動が時々みられる。1980年2月から3月にかけて活発化した際には、同年3月3日にM6.7の地震 (最大震度3) が発生した。

領域a内のM-T図

N=1888

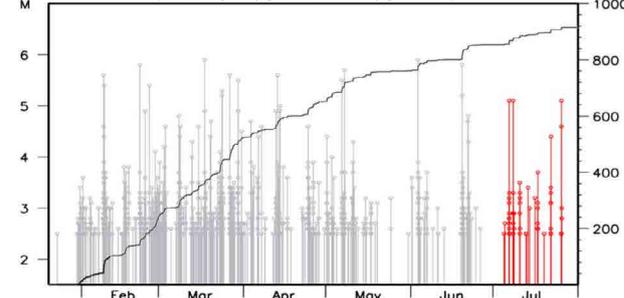


(この期間の検知能力は低い)

領域b内のM-T図及び回数積算図

(2022年1月20日～7月31日)

N=915



震度1以上の最大震度別地震回数表

(2022年1月30日～2022年8月8日08時)

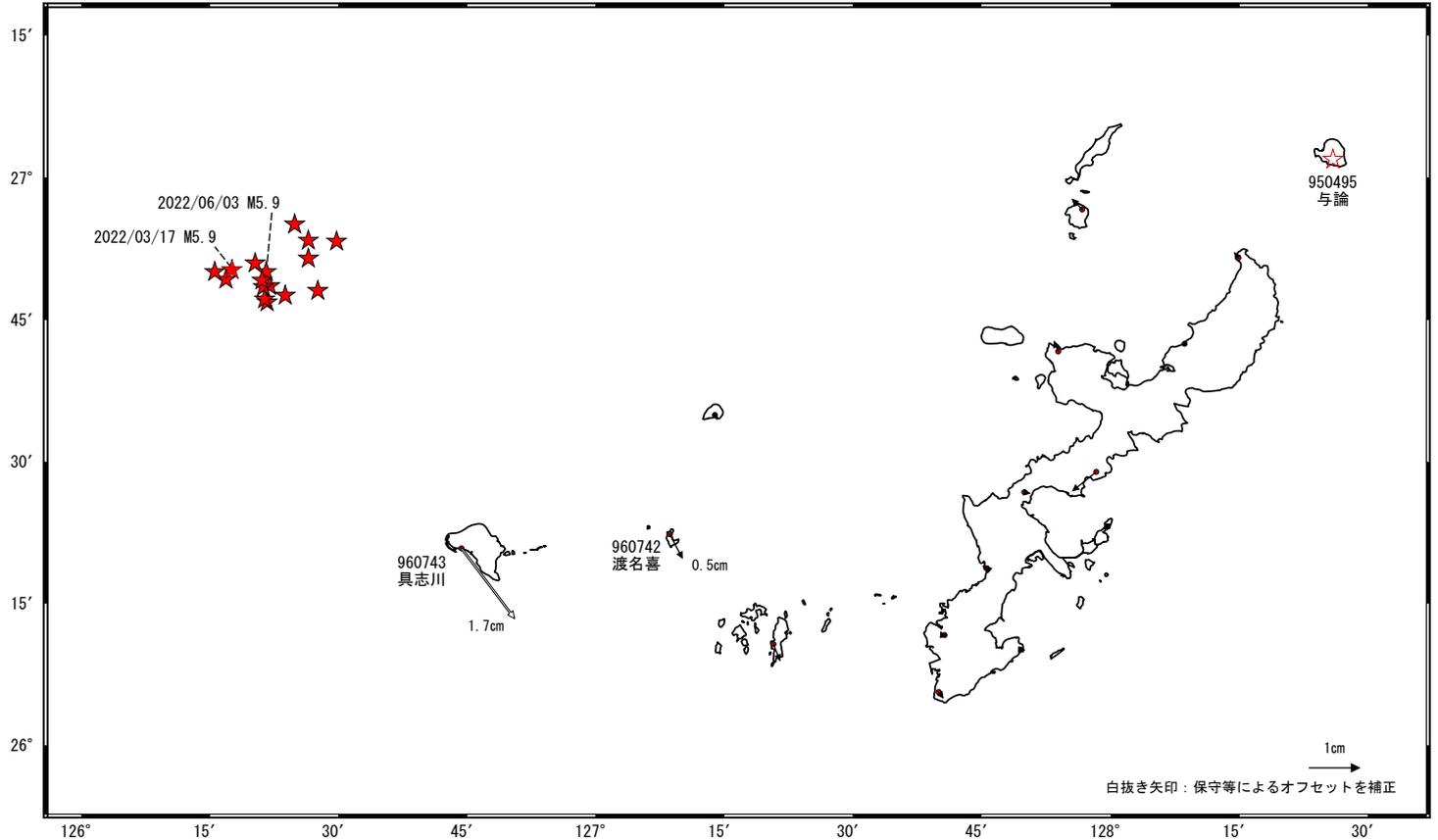
月別	最大震度別回数			震度1以上を観測した回数	累計
	震度1	震度2	震度3		
1月30、31日	0	0	0	0	0
2月1日～28日	8	5	0	13	13
3月1日～31日	9	7	1	17	30
4月1日～30日	12	4	0	16	46
5月1日～31日	0	2	0	2	48
6月1日～30日	8	4	0	12	60
7月1日～31日	1	4	0	5	65
8月1日～8日08時	0	0	0	0	65
総計	38	26	1		65

久米島周辺の地殻変動（暫定）

地殻変動(水平) (一次トレンド除去後)

基準期間: 2022/01/22~2022/01/28 [F5: 最終解]
比較期間: 2022/07/19~2022/07/25 [R5: 速報解]

計算期間: 2021/01/01~2021/12/31

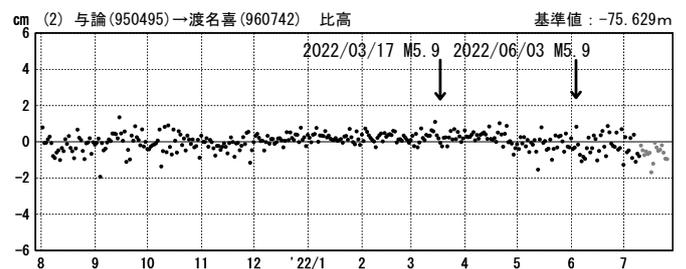
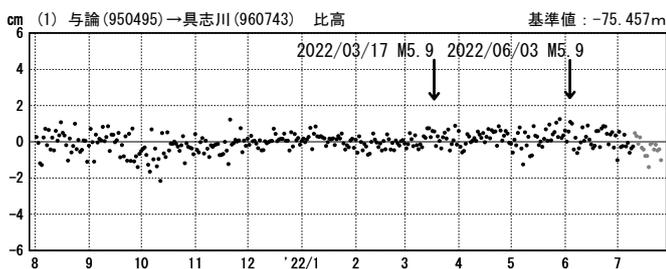
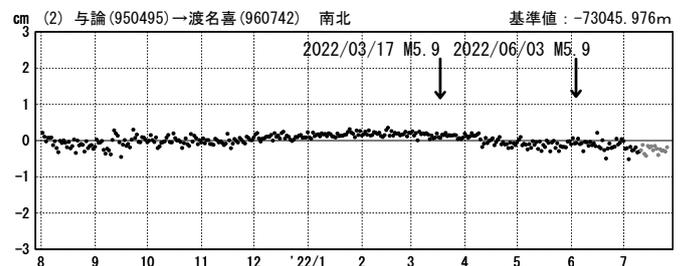
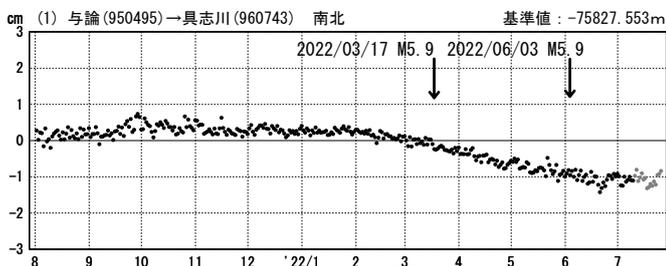
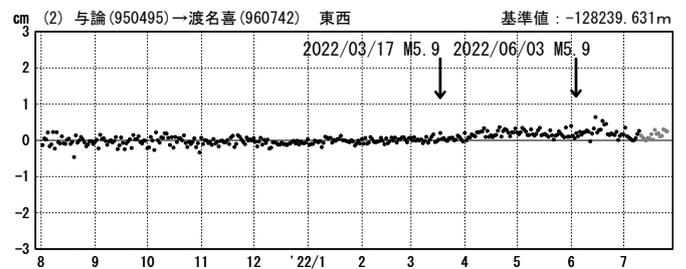
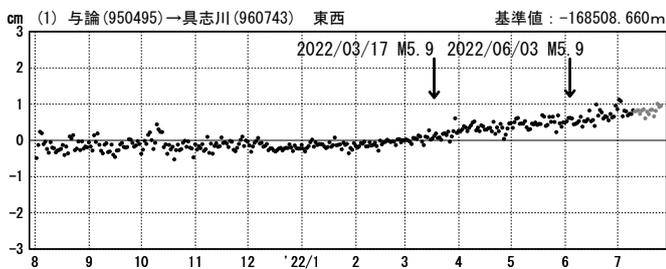


☆ 固定局: 与論 (950495) ★ 震央

1次トレンド除去後グラフ

期間: 2021/08/01~2022/07/25 JST

期間: 2021/08/01~2022/07/25 JST 計算期間: 2021/01/01~2022/01/01



●--- [F5: 最終解] ●--- [R5: 速報解]

重点検討課題の検討

「光ファイバーセンシング技術の
地震・測地学への応用」
について

第 236 回地震予知連絡会 重点検討課題 趣旨説明

「光ファイバーセンシング技術の地震・測地学への応用」

「Application of optical fiber sensing technology to seismology and geodesy」

コンビーナ 東京大学地震研究所 篠原雅尚

1. 背景

光ファイバーセンシング技術は、光ファイバー自身をセンサとして用いて、歪や振動を検知する。このうち、短周期の歪振動を検知できる分散型音響センシング(Distributed Acoustic Sensing, 以下 DAS)計測は、セキュリティ監視やパイプラインのモニタリングを目的に使われ始め、その後資源探査の分野で Vertical Seismic Profiling などの地震探査に使われた。さらに、海域や陸上における自然地震観測にも適用されている。DAS 計測は空間的に高密度なデータを長距離に渡って取得できることが特長である。また、測地帯域においては、光ファイバーによる歪計測技術開発が進められている。

2. 課題

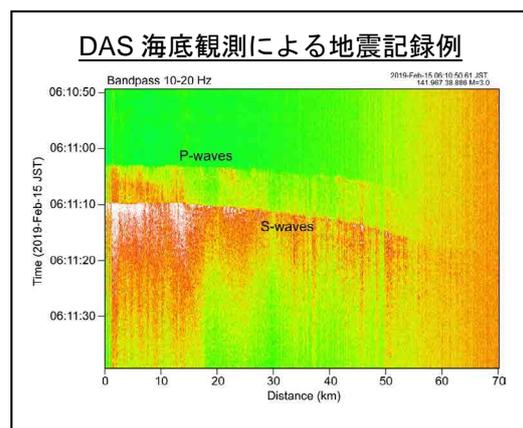
国内における DAS 計測による地震探査や地震観測の事例はまだ少ない。通常地震計が地動の加速度、速度、変位を計測することに比べて、DAS 計測はファイバ方向の歪を計測しており、計測されたデータについての評価、データ処理手法についての検討が必要である。また、DAS 計測データの S/N 改善や光ファイバーセンシング技術の測地帯域への応用のためにはさらなる技術開発が必要である。

3. 報告

- ① DAS 計測の主に火山分野への応用
- ② DAS 計測の主に地震分野への応用
- ③ DAS 計測の主に探査分野への応用
- ④ 海域における光ファイバーセンシング技術開発

4. 論点

- ・ 測地・地震帯域における検出限界を低下し、さらに高感度化することができるか？
- ・ 光ファイバーセンシング技術は、各分野において、どのような観測に有効か？
- ・ 従来の測地・地震学的手法・解釈をどこまで光計測技術に応用可能か？光計測データに厳密に適用できる手法や解釈がどの程度必要とされるか？
- ・ 観測時に生成される大量のデータをどのように処理するか？
- ・ 測地・地震観測に利用可能な光ファイバーをどのように確保するか？



話題提供者〔敬称略〕

1. 光ファイバーケーブルと DAS による火山観測

東北大学 西村 太志

2. 陸域での光ファイバーを用いた Slow&Fast 地震の検出

東京大学地震研究所 加藤 愛太郎

3. DASを利用した断裂系探査システムの開発と今後の展望

地球科学総合研究所 青木 直史

4. 海域での光ファイバーを用いた広帯域地震・地殻変動観測の現在と展望

海洋研究開発機構 荒木 英一郎

光ファイバーケーブルと DAS による火山観測

西村太志 (東北大学)

ポイント

- 光ファイバーケーブルを利用した分散型音響計測器 (DAS) を利用した火山観測は、噴火継続中でも火口付近の地震観測を安定して行うことが可能であると考えられている。
- 吾妻山および蔵王山で DAS 観測を 1 ヶ月ほど実施した。
- 溶岩流や火砕堆積物、降雨による浸食地形など火山体微細構造を地盤増幅特性で評価することができた (図 2)。
- 従来震源決定の難しかった、P 波、S 波の立ち上がりが不明瞭な火山性地震の震源決定を行えることを示した (図 3)。

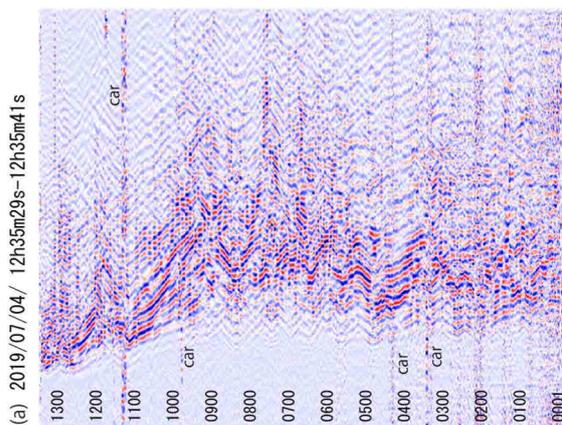


図 1. DAS による火山性地震の波形例。

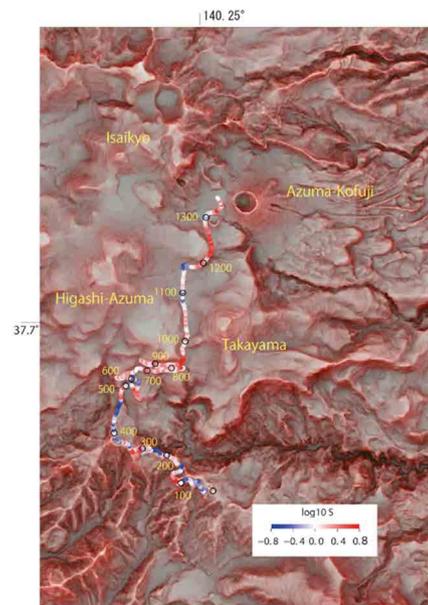
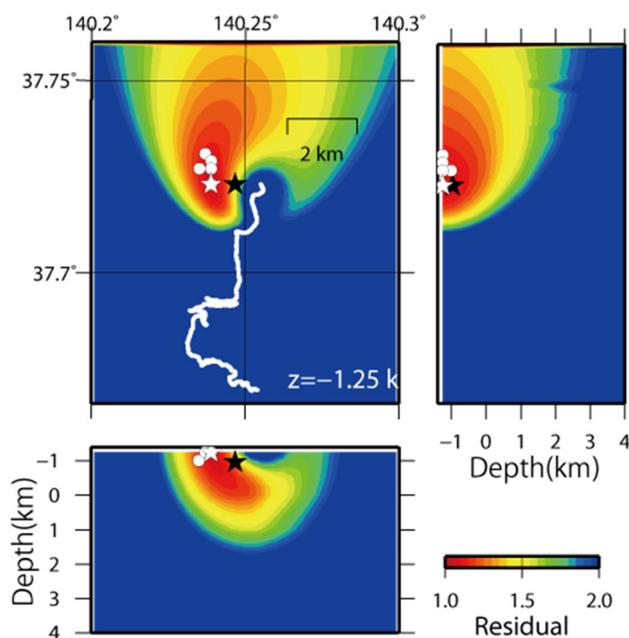


図 2. 地盤増幅係数の空間分布。赤色は地盤増幅係数が高い軟弱な地盤、青色は地盤増幅係数が小さい比較的固い地盤。地形の傾斜を強調した赤色立体地図上にプロットした。

図 3. 吾妻山で記録された 6 個の火山性地震の震源決定の結果 (白丸)。白線は光ケーブルの位置、色コンターは残差分布。

陸域での光ファイバーを用いた Slow & Fast 地震の検出

加藤愛太郎（東京大学地震研究所）

ポイント

- 四国中央部の光ファイバーケーブルを用いて長期間の地震モニタリングを実施
- 光ファイバーのカップリング状況の空間変化を把握
- 測線近傍で発生した地殻内の微小地震(M<1)による波動場の可視化と震源再決定を実現
- 測線のほぼ直下で発生した深部低周波地震による波動場の可視化・震源再決定に成功

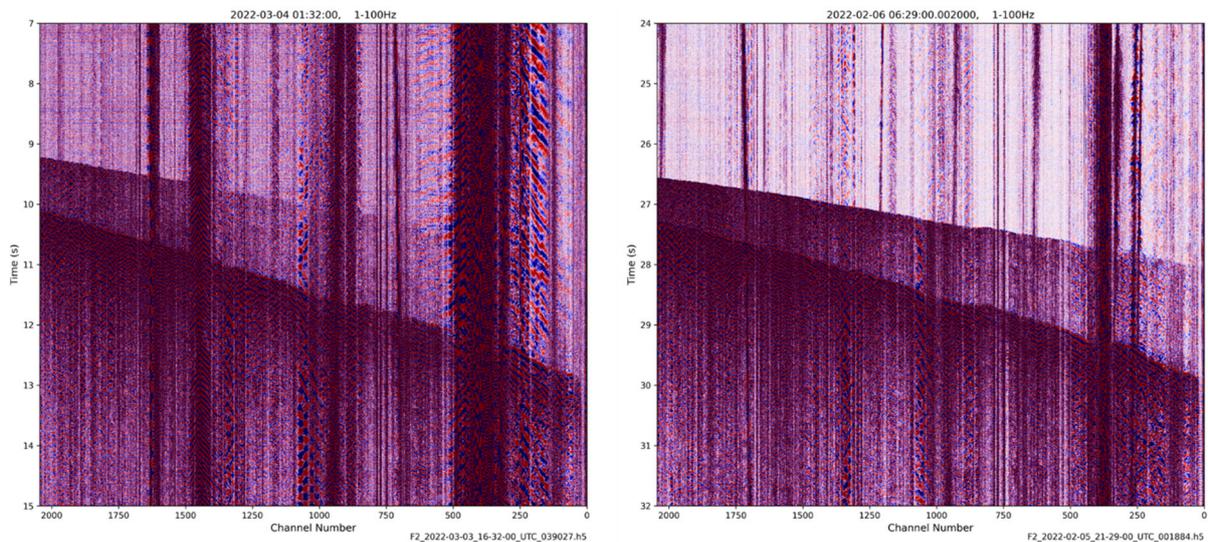


図1. 測線の近傍（西側延長部）で発生した地殻内の微小地震（M<1）の波形トレース. 左) M0.6（深さ約7.5 km）、右) M0.9（深さ約7.0 km）. P波とS波の波動場をシームレスに追うことができる.

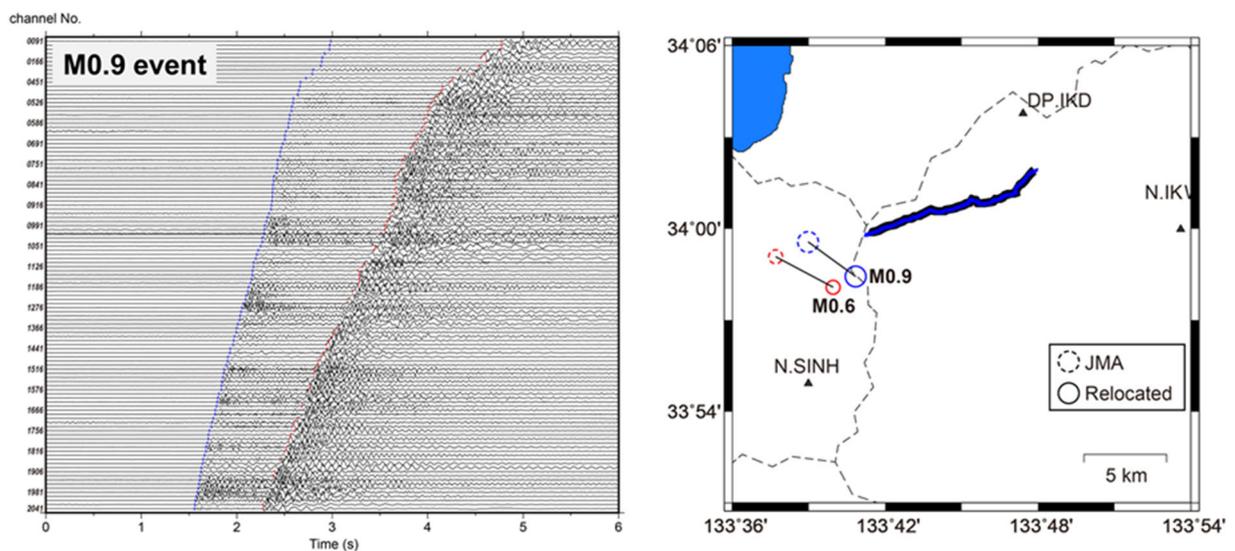


図2. 左) M0.9の地震波形トレース(15チャンネルの間引き後). P波とS波の読み取り位置を青色・赤色の線で示す. 右) DASデータを用いて再決定した2つの微小地震と気象庁カタログとの震央比較. DAS Interrogatorを測線の東橋に設置して計測を実施した.

DAS を利用した断裂系探査システムの開発と今後の展望

青木直史 ((株) 地球科学総合研究所)

(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) の地熱探査の技術開発において、坑井近傍の断裂系を探索するシステムの試験が進められている。坑井内に分布型光ファイバ音響センサ (DAS) を設置し、開口断裂などで弾性波の通過に伴い発生する回折波を観測し、その発生源のイメージングを通して周辺域の断裂の発達状況を捕捉する方式が採用されている。300°Cに対応した光ファイバの使用により、探査対象に近い高温の地熱井内からの探索を実現した。地熱開発に役立つ断裂系の3次元モデルの精緻化への貢献や、定常震源と組み合わせた貯留層変動モニタリングシステムへの応用が期待される。

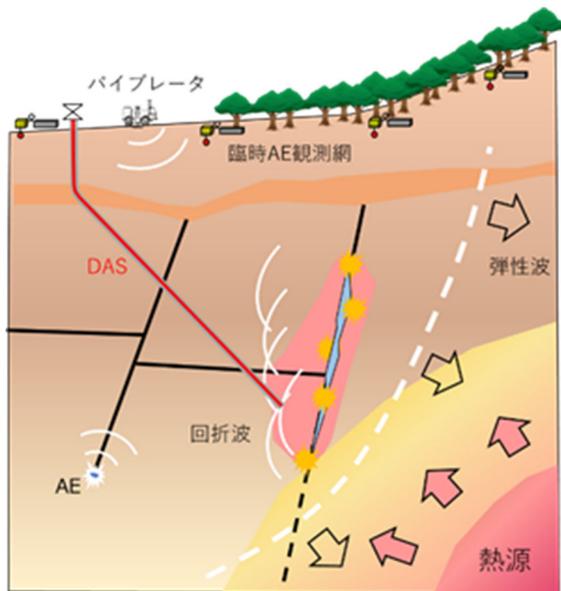


図1 開口断裂系探査法のデータ取得模式図。受振系は DAS と臨時 AE 観測網で構成され、一次震源には AE または人工震源を利用する。

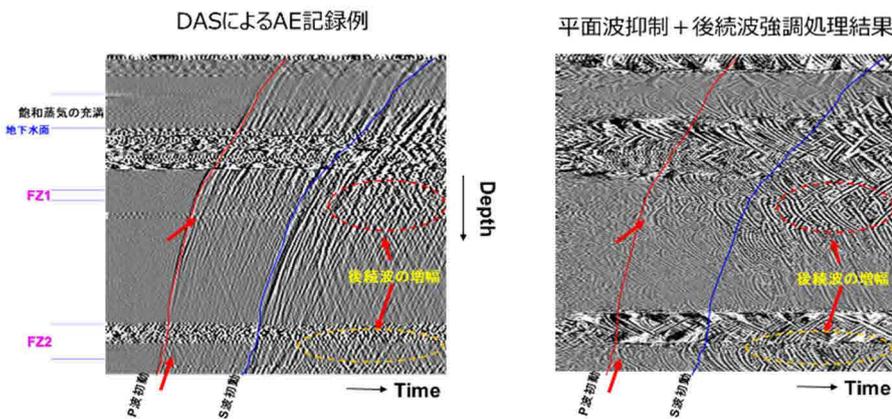


図2 DAS による AE 記録 (左) と回折波抽出・強調処理結果 (右)。時間原点は震源決定された AE 発生時刻を表す。

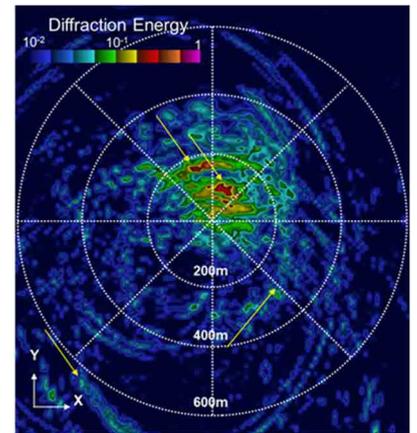


図3 坑井近傍の回折強度分布。等深度面を表示しており、中心が坑井の位置にあたる。

【参考資料】 JOGMEC 地熱資源情報 「坑井近傍探査システムのガイドライン」

(株) 地球科学総合研究所 青木 直史 資料

海域での光ファイバーを用いた広帯域地震・地殻変動観測の現在と展望

荒木 英一郎(JAMSTEC)

- ・海域でのゆっくり地震・ゆっくり滑りの発生状況の把握や、地震発生時の地震のメカニズムや周辺での地殻変動量の把握を目標に光ファイバーの歪を用いた海底での広帯域地震・地殻変動観測にとりこんでいる。
- ・観測手法は、1) 光ファイバー歪計 2) 長基線光ファイバー計測 3) 光ファイバーセンシング (DAS, TW-COTDR) 等があり、室戸沖などの海域で計測を実施している(図1)。
- ・観測手法の改良等によって、光ファイバー歪計ではゆっくり地震・ゆっくり滑りが捉えられているほか、他の手法においても広帯域地震観測や海底地殻変動のリアルタイム観測に大いに期待できる結果 (図2, 図3)が得られている。
- ・今後、解決が必要な課題としては、海底の温度変化の影響が大きいことや、海底ケーブルと地殻の長期間かつ地震時の安定なカップリング、また、沖合での観測実現のための観測技術がある。

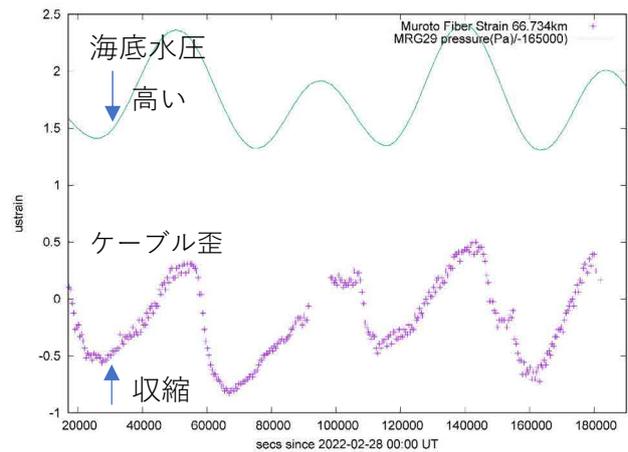
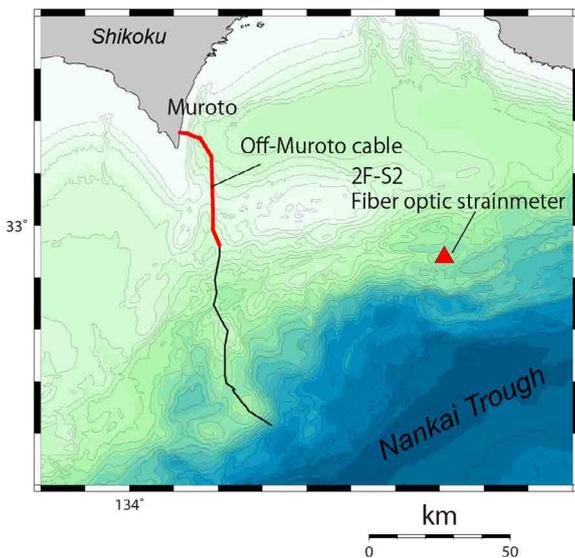


図1 光ファイバーセンシングの試験を行っている室戸沖海底光ファイバーケーブルと、DONETに接続・観測を行っている光ファイバー歪計(2F-S2)位置

図2 室戸沖海底ケーブル66.7km点でTW-COTDR光ファイバーセンシングによって得られた歪とDONETによる海底水圧の比較

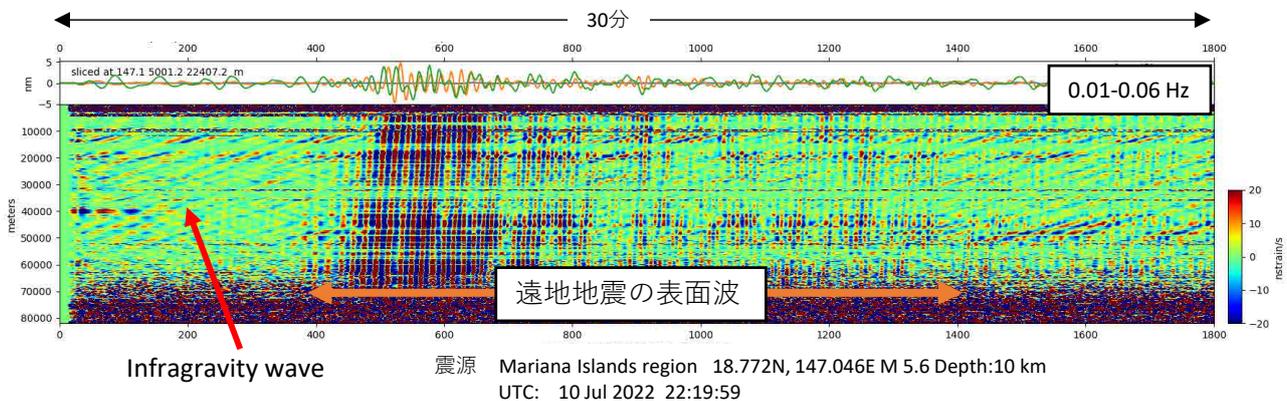


図3 室戸沖海底ケーブルで改良したDAS光ファイバーセンシングによって得られた沖合80kmまでの遠地地震長周期地震動記録例 Infragravity wave も明瞭に観測出来ている。

第 237 回地震予知連絡会 重点検討課題 趣旨説明

「内陸地震の長期予測」 “Long-term forecast of crustal earthquakes”

コンビーナ 京都大学防災研究所 西村卓也

1. 背景

我が国における内陸地震の長期予測は、1995年の阪神淡路大震災以降、地震調査研究推進本部（地震本部）による「主要活断層帯の長期評価」として実施されており、防災対策の基礎資料として活用されている。現在では、全国の陸域における主要活断層帯の長期評価は一通りの評価が終了し、新たな知見や大地震の発生による更新や海域の活断層の評価が行われている。一方、2014年長野県北部の地震(M6.7)、2016年熊本地震(M7.3)や2018年大阪府北部地震(M6.1)、2018年北海道胆振東部地震(M6.7)などの内陸被害地震の発生により、活断層評価に基づく内陸地震の長期予測の有効性や課題が明らかになりつつある。

2. 課題

現在実施されている「主要活断層帯の長期評価」では、M7以上の地震を引き起こす可能性のある主要活断層帯のみが評価対象であり、それより小さな内陸地震は評価対象外となっているが、M6-7程度の内陸地震でも多くの被害が発生している。また、活断層の一部のみがずれる地震や地表に痕跡を残さない伏在断層で生じる内陸地震を評価できないという問題点もある。地震本部ではこれらの問題点を踏まえて、「活断層の地域評価」を実施しているが、まだ全国の評価は終了していない。

一般的に地震の長期予測には、地震活動や活断層データが用いられことが多いが、最近では測地観測に基づく地殻変動データを用いた予測モデルも提案されている。米国カリフォルニア州では、これら3種のデータを組み合わせた長期予測も実施されており、我が国でも地震活動や測地データを用いた大地震の予測研究が試みられている状況にある。

3. 報告(予定)

- ①活断層を用いた内陸地震の長期予測とその課題
- ②背景地震活動度を用いた内陸地震の長期予測
- ③測地データを用いた内陸地震の長期予測
- ④ターロン応力変化と速度状態依存摩擦則を用いた地震発生予測

4. 論点(予定)

- 活断層評価に基づく長期予測の今後の展開は？
- 地震活動や測地データを用いた長期予測の有効性とその課題は何か？
- 複数の予測手法を組み合わせる手法について
- 長期予測から現状評価に基づく中短期の予測に発展させるためには何が必要か？

令和4年度第1回 運営検討部会報告

1. 令和5年度前期重点検討課題の選定

令和5年度前期の重点検討課題名（予定）を以下のとおり選定した。

地震予知連絡会	コンビーナ	課 題 名
第239回(2023/05)	今西 委員	群発地震（仮）
第240回(2023/08)	佐竹 委員	関東地震（仮）

令和4年8月29日
予測実験WG事務局

予測実験WGの活動状況

令和4年5月16日地震予知連絡会本会議での「予測実験WG」設置承認を経て、下記の活動を実施した。

1. 活動報告

- ・第1回予測実験WG会議（オンライン）を実施。内容は2に記す。

2. 第1回予測実験WG会議報告とWGからの提案

- ・令和4年7月8日（金）14時～15時半
- ・参加者：遠田委員（主査）、尾形委員、松澤委員、西村委員、堀委員
- ・合議した提案事項
 - モニタリング枠の最後10分を使って、下記2点を報告頂く。
 - 1) 昨年11月に紹介した4手法のうち1つを報告（5分）
（過去の1年間の予測結果の検証を行う）
 - 2) 最近3ヵ月間のイベント、地震活動に関するモデルの紹介（5分）
（事前に「予測」の観点から各機関から話題募集。複数の場合、WGが事前選定）
 - 従来通り11月の本会議重点検討課題にて、予測関連の話題を報告（モニタリング枠で議論されたモデルや、新規予測モデル、最近の研究動向の紹介を中心に）
 - 4手法（案）
 - 地殻変動予測：東北沖地震の余効変動
 - 気象庁震度データベースを用いた地震予測
 - 群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測手法
 - 階層的時空間ETASモデルなどによる短期・中期の地震確率予測と検証評価

3. 今後の予定

- ・8月29日（月）午前の運営検討部会にて、上記提案の承認を仰ぐ。
- ・8月29日（月）午後の本会議にて、上記提案の承認を仰ぐ。
- ・10月に第2回WG会議を実施し、11月25日予知連絡会本会議への準備（2.に示したモニタリング枠の最後10分を使った報告内容）と来年2月以降の本会議に向けた実験項目の具体的実施案・体制を確定させる。