

石川県能登地方の地震活動の評価

- 石川県能登地方の地殻内では 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っており、2021 年 7 月頃からさらに活発になっていた。2020 年 12 月 1 日から 2023 年 6 月 8 日 08 時までに震度 1 以上を観測する地震が 437 回、このうち震度 3 以上を観測する地震が 63 回発生した。
一連の地震活動において最大の地震は、2023 年 5 月 5 日 14 時 42 分に能登半島沖（注 1）で発生したマグニチュード(M)6.5 の地震である。この地震により石川県で最大震度 6 強を観測し、被害を伴った。
石川県では長周期地震動階級 3 を観測、また輪島港（港湾局）、珠洲（すず）市長橋（気象庁）観測点でそれぞれ 10cm と 4 cm の津波を観測した。この地震の発震機構は北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。
- M6.5 の地震発生以前の一連の地震活動は、主に 4 つの地震活動域で見られていた。特に能登半島の北側と東側の地震活動域で地震活動が活発であった。地震活動は概ね南東傾斜の震源分布が複数見られ、時間の経過とともに深部から浅部へ広がっていた。なお、M6.5 の地震発生以前の最大の地震は 2022 年 6 月 19 日の M5.4 の地震であった。
M6.5 の地震はこの地震活動域のうち東側の北部で発生し、その後の地震活動は、M6.5 の地震発生以前の活動域よりもさらに北から東側の海域にも広がっている。
- M6.5 の地震の発生以降、6 月 8 日 08 時までに最大震度 1 以上を観測した地震は 124 回発生した。6 月 8 日 08 時までの最大の地震は、5 月 5 日 21 時 58 分に発生した M5.9 の地震で、石川県で最大震度 5 強を観測した。地震活動は時間の経過とともに減衰しつつも、M6.5 の地震が発生する前と比較して活発な状態が続いている。
- GNSS（注 2）観測の結果によると、2020 年 12 月頃から、M6.5 の地震発生前までに石川県珠洲市の珠洲観測点で南南東に累積で 1 cm を超える移動及び 4 cm 程度の隆起、能登町の能都（のと）観測点で南南西に累積で 1 cm を超える移動が見られるなど、地殻変動が観測されていた。
- 2023 年 5 月 5 日の M6.5 の地震に伴って、珠洲市の SZMT 観測点（京都大学防災研究所）で西南西方向に 10 cm 程度、M 珠洲笹波観測点（国土地理院）で南西方向に 9 cm 程度の移動、珠洲市の SZHK 観測点（金沢大学）で 18cm 程度、M 珠洲狼煙観測点（国土地理院）で 13 cm 程度の隆起などの地殻変動が観測された。また、陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」が観測した合成開口レーダー画像の解析結果によると、M6.5 の地震の震央周辺で最大 20cm 程度の隆起が検出された。

M6.5の地震後は、複数の観測点で水平上下成分ともにゆっくりとした変動が見られている。

- 2023年5月5日のM6.5の地震の発震機構と地震活動の分布、GNSS観測、陸域観測技術衛星2号「だいち2号」の解析及び地震波の解析結果から推定される震源断層は、北東－南西に延びる南東傾斜の逆断層であり、断層面上のすべりは震源から浅部側へ進行したと考えられる。
- 能登半島の周辺では、これまでも被害を伴う規模の大きな地震が発生している。2007年3月25日には「平成19年（2007年）能登半島地震」（M6.9）が発生し、最大震度6強を観測した。また、1993年には2023年5月5日のM6.5の地震活動域の北方でM6.6の地震が発生した。この他、今回のM6.5の地震活動域付近で被害を伴った地震として、1729年にM6.6～7.0の地震、1896年にM5.7の地震などが知られている。
- 能登半島の北岸沖の海底には、活断層が存在することが知られている。これらの活断層は、概ね北東－南西の走向で、南東傾斜の逆断層であると推定されている。
- 地殻変動域の変化、地震活動の浅部への移動、電気伝導度の分布などから、一連の活動には、流体の移動が関与している可能性がある。これまでの地震活動及び地殻変動の状況を踏まえると、一連の地震活動は当分続くと考えられる。強い揺れや津波には引き続き注意が必要である。

注1：気象庁が情報発表で用いた震央地名は「石川県能登地方」である。

注2：GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

石川県能登地方の地震活動

(1) 概要

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た。このような中で、2023年5月5日14時42分に能登半島沖^(注1)の深さ12kmでM6.5の地震(今回の地震①)が発生し、石川県珠洲市で震度6強を観測したほか、東北地方から中国・四国地方にかけて震度5強～1を観測した。また、石川県能登で長周期地震動階級3を観測したほか、北陸地方及び長野県で長周期地震動階級2～1を観測した。気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検知から7.3秒後の14時42分14.2秒に緊急地震速報(警報)を発表した。この地震により、石川県の珠洲市長橋で4cm、輪島港(港湾局)で10cmの津波を観測した。

また、今回の地震①の発生から約7時間後の同日21時58分に能登半島沖^(注1)の深さ14kmでM5.9の地震(今回の地震②)が発生し、石川県珠洲市で震度5強を観測したほか、東北地方から四国地方にかけて震度5弱～1を観測した。また、この地震により、石川県能登で長周期地震動階級2を観測したほか、新潟県、石川県及び長野県で長周期地震動階級1を観測した。気象庁はこの地震に対して、21時58分14.2秒及び21時58分16.9秒に緊急地震速報(警報)を発表した(この地震に対する緊急地震速報の発表状況の詳細は39～43ページを参照)。

今回の地震①及び②は地殻内で発生した。発震機構(CMT解)はともに北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

これらの地震の震源付近では、5月1日から6月8日08時までに震度1以上を観測した地震が125回(震度6強:1回、震度5強:1回、震度4:5回、震度3:10回、震度2:37回、震度1:71回)^(注2)発生した。

これらの地震により、死者1人、重傷者2人、軽傷者46人、住家全壊30棟、半壊169棟、一部破損535棟の被害が生じた(2023年6月7日13時00分現在、総務省消防庁による)。

金沢地方気象台は、震度5強以上を観測した震度観測点について点検を実施し、震度観測点の観測環境が地震によって変化していないことを確認した。また、震度観測点周辺の被害や揺れの状況について確認した。

被害状況を表1-1に、最大震度別地震回数表を表1-2に、2020年12月以降の震度1以上の月別地震回数グラフを図1-1に、今回の地震①の発生以降の震度1以上の日別地震回数グラフを図1-2に示す。

(注1) 情報発表に用いた震央地名は〔石川県能登地方〕である。

(注2) 能登半島沖及び富山湾で発生した地震を含む。

表1-1 2023年5月5日の能登半島沖の地震による被害状況
(2023年6月7日13時00分現在、総務省消防庁による)

都道府 県名	死者	行方 不明	人的被害				住家被害			
			負傷者			合計	全壊	半壊	一部 破損	合計
			重傷	軽傷	小計					
人	人	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	
富山県				1	1	1				
石川県	1		2	45	47	48	30	169	535	734
合 計	1		2	46	48	49	30	169	535	734

表 1-2 震度 1 以上の期間別最大震度別地震回数表
(2020年12月 1 日～2023年 6 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		備考
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	回数	累計	
2020/12/1 - 12/31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021/1/1 - 1/31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2/1 - 2/28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3/1 - 3/31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
4/1 - 4/30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5/1 - 5/31	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5
6/1 - 6/30	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	9
7/1 - 7/31	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7	16
8/1 - 8/31	9	3	2	0	0	0	0	0	0	0	14	30
9/1 - 9/30	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8	38
10/1 - 10/31	8	2	3	0	0	0	0	0	0	0	13	51
11/1 - 11/30	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	10	61
12/1 - 12/31	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	9	70
2022/1/1 - 1/31	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	76
2/1 - 2/28	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	82
3/1 - 3/31	11	6	3	2	0	0	0	0	0	0	22	104
4/1 - 4/30	7	8	1	2	0	0	0	0	0	0	18	122
5/1 - 5/31	11	1	3	0	0	0	0	0	0	0	15	137
6/1 - 6/30	30	9	3	1	0	1	1	0	0	0	45	182
7/1 - 7/31	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	191
8/1 - 8/31	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	10	201
9/1 - 9/30	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	16	217
10/1 - 10/31	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	227
11/1 - 11/30	18	3	3	1	0	0	0	0	0	0	25	252
12/1 - 12/31	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	13	265
2023/1/1 - 1/31	7	3	1	1	0	0	0	0	0	0	12	277
2/1 - 2/28	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9	286
3/1 - 3/31	12	1	3	0	0	0	0	0	0	0	16	302
4/1 - 4/30	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10	312
5/1 - 5/31	69	35	10	5	0	1	0	1	0	0	121	433
6/1 -	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	437
総計(2020/12/1～)	272	102	45	13	1	2	1	1	0			437
【参考】 令和5年5月5日 14時42分の地震 (最大震度6強)以降	70	37	10	5	0	1	0	1	0			124

【令和5年5月1日以降の日別発生回数】

日別	最大震度別回数									震度1以上を観測した回数		備考
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	回数	累計	
5/1 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5/2 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5/3 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5/4 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5/5 00時-24時	27	20	7	2	0	1	0	1	0	0	58	59
5/6 00時-24時	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12	71
5/7 00時-24時	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	79
5/8 00時-24時	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	83
5/9 00時-24時	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6	89
5/10 00時-24時	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	93
5/11 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	95
5/12 00時-24時	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
5/13 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	102
5/14 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
5/15 00時-24時	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	105
5/16 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105
5/17 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	106
5/18 00時-24時	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	107
5/19 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
5/20 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
5/21 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	109
5/22 00時-24時	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	115
5/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
5/24 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	117
5/25 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/26 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/27 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/28 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/29 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/30 00時-24時	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	120
5/31 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	121
6/1 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	122
6/2 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
6/3 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	123
6/4 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	124
6/5 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	125
6/6 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
6/7 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
6/8 00時-08時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
総計(5月1日～)	71	37	10	5	0	1	0	1	0			125

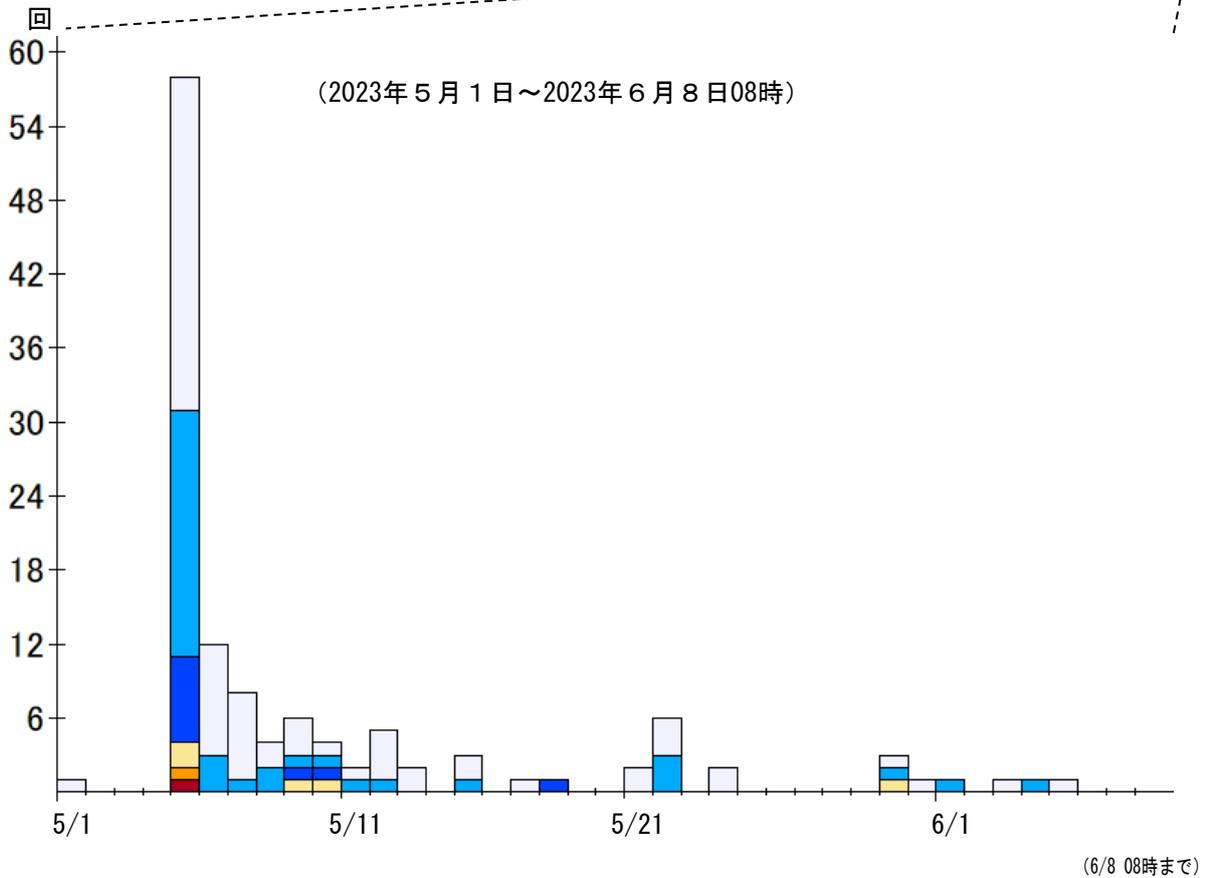
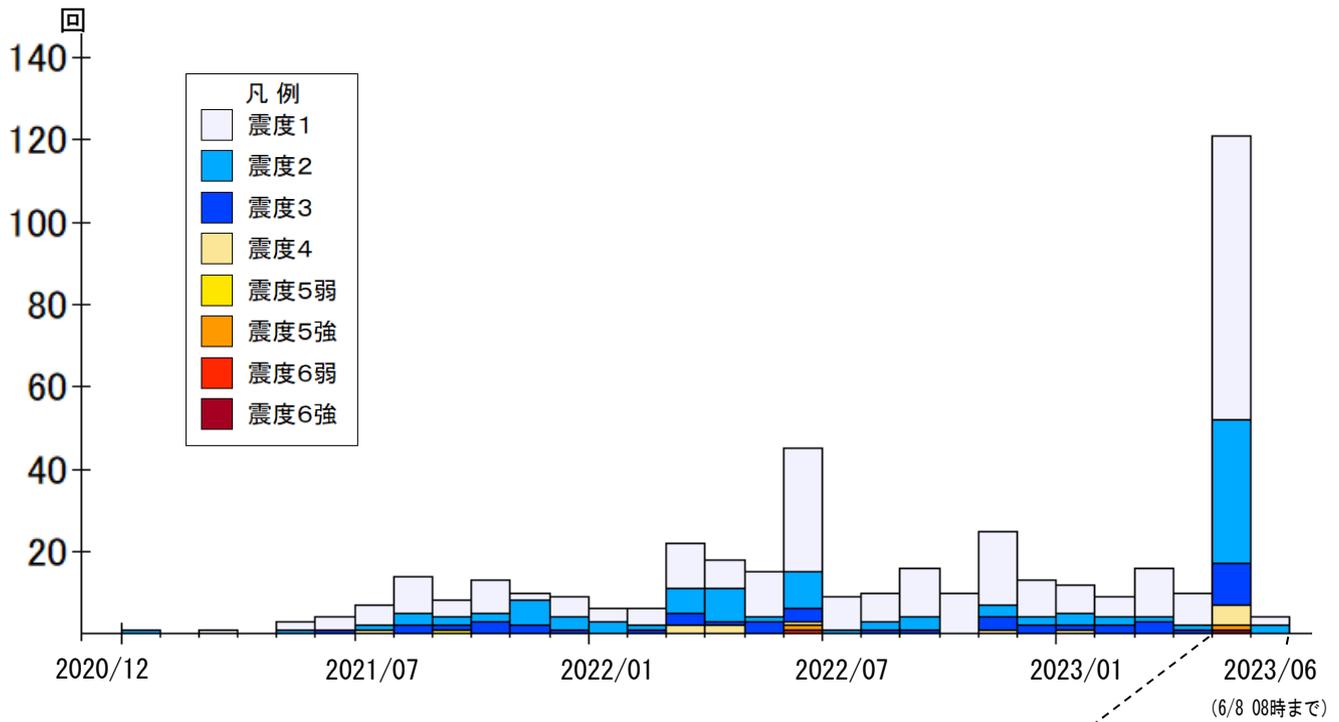


図1-1 震度1以上の月別地震回数グラフ
(2020年12月1日～2023年6月8日08時)

(2) 地震活動

ア. 石川県能登地方の地震活動

石川県能登地方（図2-1の破線矩形内）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た。このような中で、2023年5月5日14時42分に深さ12kmでM6.5の地震（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。また、今回の地震①の発生から約7時間後の同日21時58分に深さ14kmでM5.9の地震（最大震度5強、今回の地震②）が発生した。今回の地震①及び②はともに地殻内で発生した。発震機構（CMT解）はともに北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

2020年12月以降の地震活動をみると、最初に領域bで活動が活発になり、続いて領域cで、さらに2021年半ば頃からは領域a及びdでも活動が活発になった（図2-3）。特に領域a及びdで地震活動が活発であり、今回の地震①は領域dで、今回の地震②は領域aで発生した。

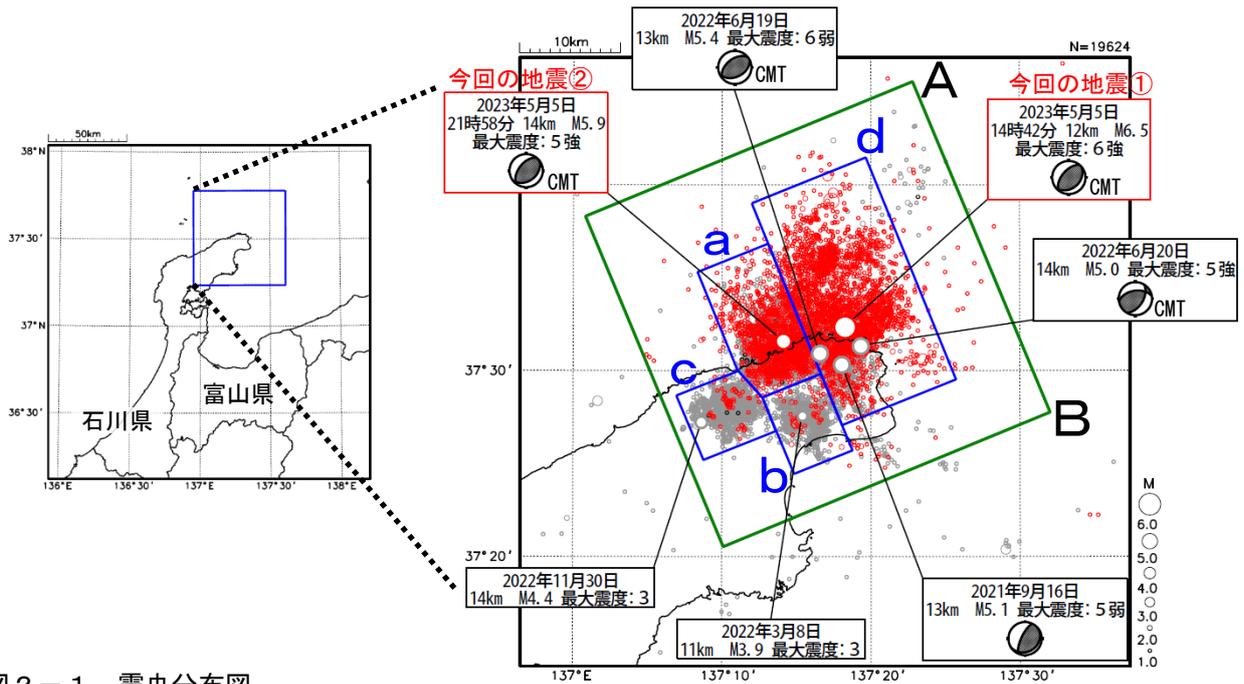


図2-1 震央分布図

(2020年12月1日~2023年5月31日、深さ0~25km、 $M \geq 1.0$)

領域a~dの各領域内で最大規模の地震及び最大震度5弱以上の地震に吹き出しを付加
2023年4月以前の地震を薄く、2023年5月1日から今回の地震①の発生前までを濃く、
それ以降を赤色で表示

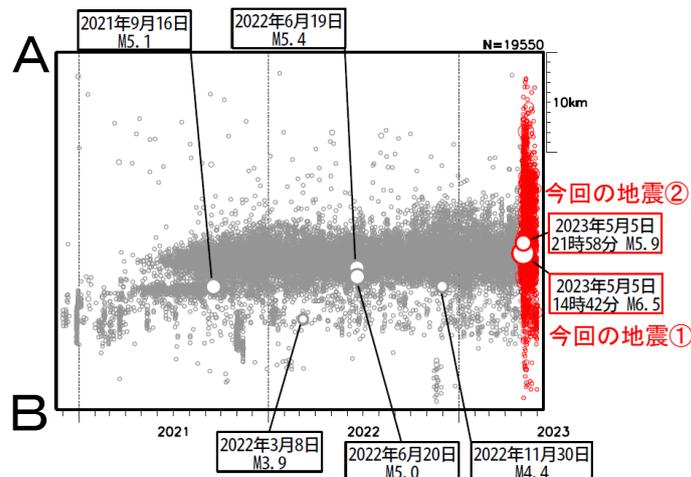


図2-2 図2-1の緑色矩形内の時空間分布図（A-B投影）
吹き出しは図2-1と同じ

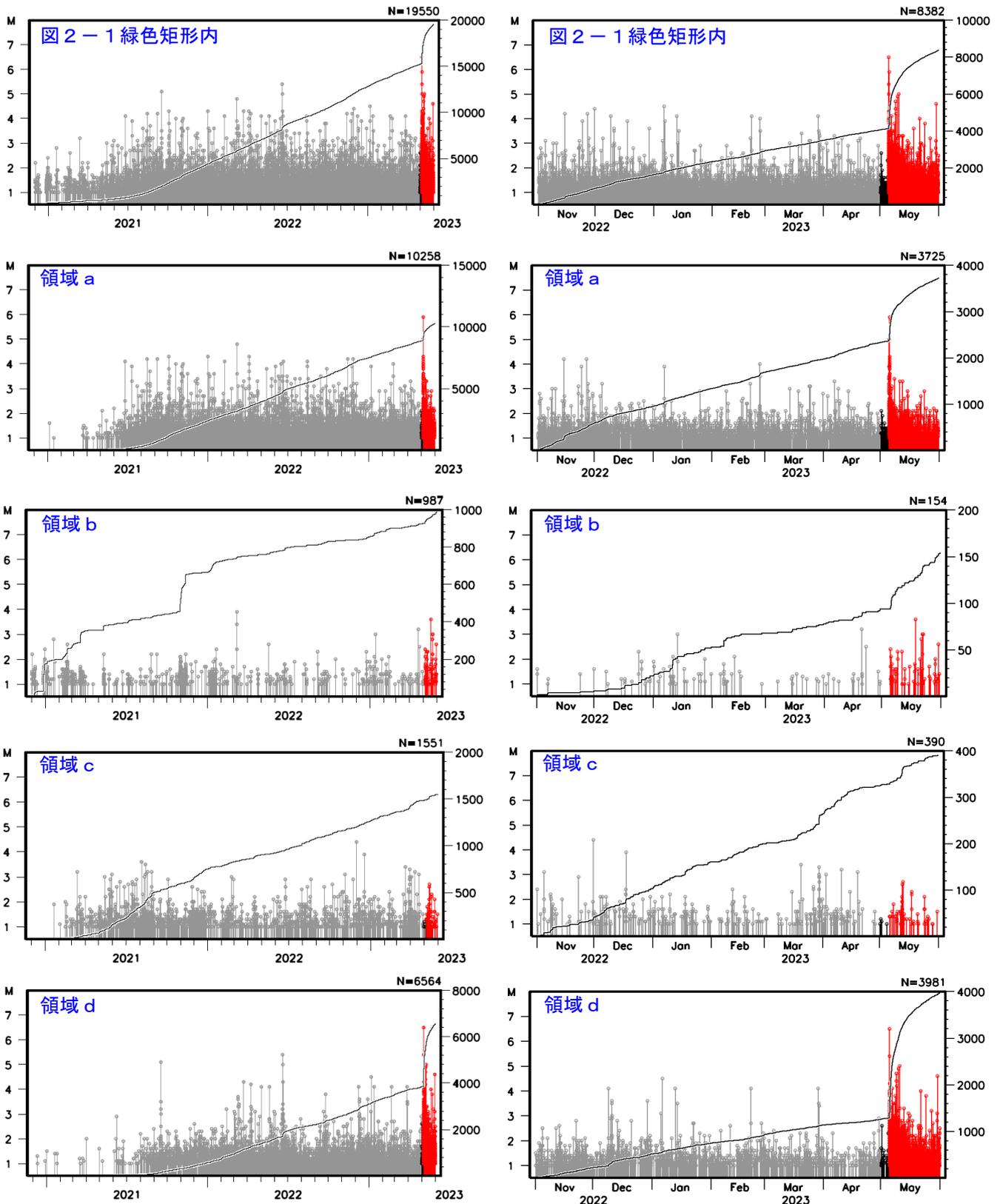


図 2 - 3 図 2 - 1 の緑色矩形内及び領域 a ~ d 内の M-T 図及び回数積算図
 左 : 2020 年 12 月 1 日 ~ 2023 年 5 月 31 日
 右 : 2022 年 11 月 1 日 ~ 2023 年 5 月 31 日

イ. 発震機構

2020年12月から2023年5月までに発生した地震の発震機構を図2-4に示す。今回の地震の震源付近では、逆断層型の地震が多く発生している。

また、図2-5に、図2-4の領域内の地震の発震機構の型及び圧力軸の分布を示す。

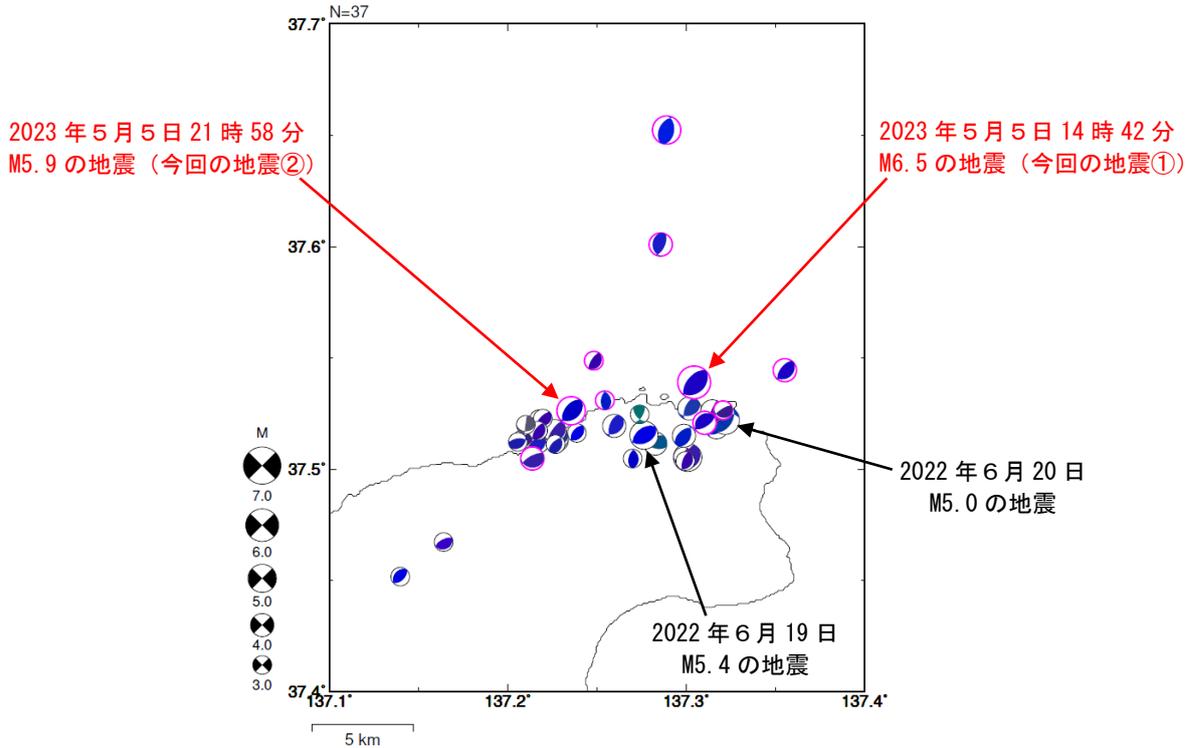


図2-4 発震機構分布図

(2020年12月1日～2023年5月31日、深さ0km～25km、 $M \geq 3.0$)

逆断層型の地震を青色、正断層型の地震を赤色、横ずれ断層型を緑色で表示 (Frohlich (2001) による分類)。

ピンク色の丸囲みで表示している地震は2023年5月5日14時42分以降の地震。

CMT解を表示している地震：2022年6月19日のM5.4の地震、2022年6月20日のM5.0の地震、2023年5月5日14時42分のM6.5の地震 (今回の地震①)、同日21時58分のM5.9の地震 (今回の地震②)、2023年5月9日のM4.7の地震、2023年5月10日07時14分のM4.9の地震及び同日21時54分のM5.0。

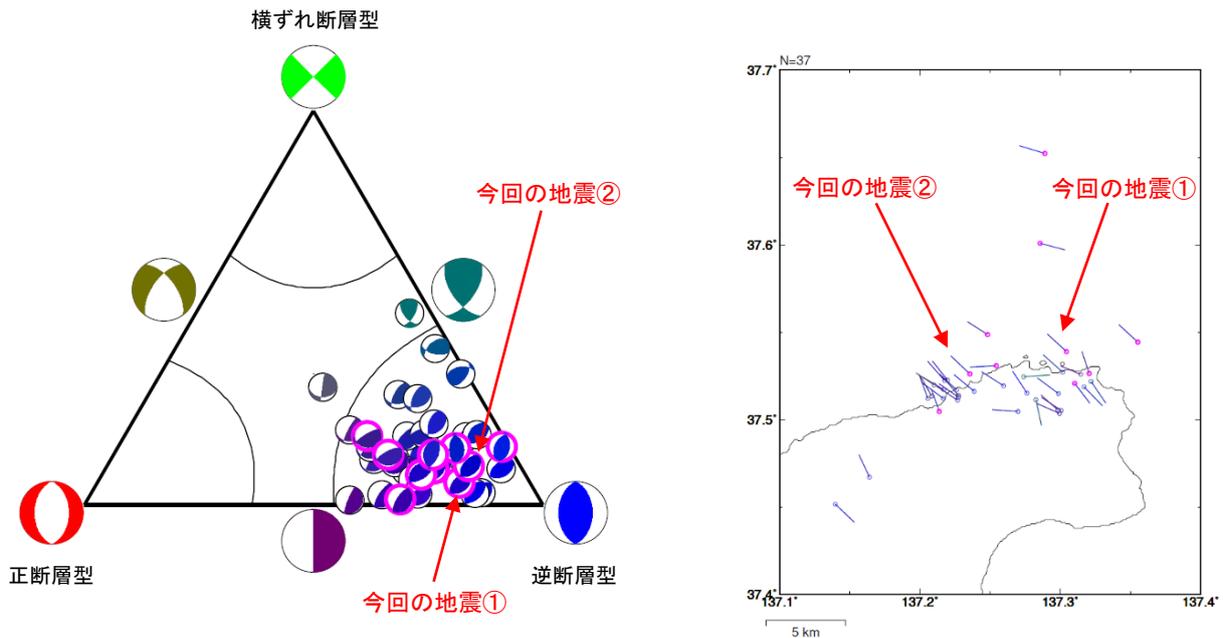


図2-5 図2-4の領域内の地震の発震機構の型の分布 (左) と発震機構の圧力軸の分布 (右)

逆断層型の地震を青色、正断層型の地震を赤色、横ずれ断層型を緑色で表示 (Frohlich (2001) による分類)。

ピンク色の丸囲みで表示している地震は2023年5月5日14時42分以降の地震。

(6) 津波

2023年5月5日14時42分に発生した能登半島沖の地震(M6.5)により、石川県の珠洲市長橋で4cm、輪島港(港湾局)で10cmの津波を観測した。

表6-1 津波観測値

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ(cm)
石川県	珠洲市長橋	気象庁	05日 14:46	05日 14:50	4
	輪島港	国土交通省港湾局	05日 15:04	05日 15:26	10

※観測値は後日の精査により変更される場合がある
 ※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が読み取った値
 - は値が決定できないことを示す

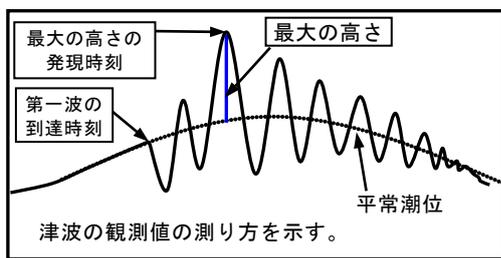


図6-1 津波の測り方の模式

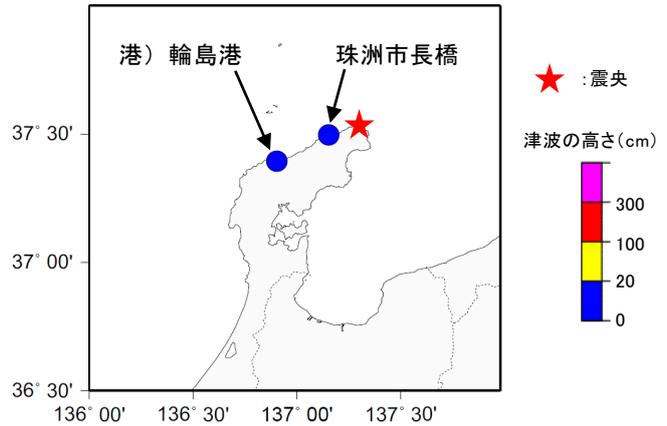


図6-2 津波を観測した地点

※ 港)は国土交通省港湾局の所属であることを示す。

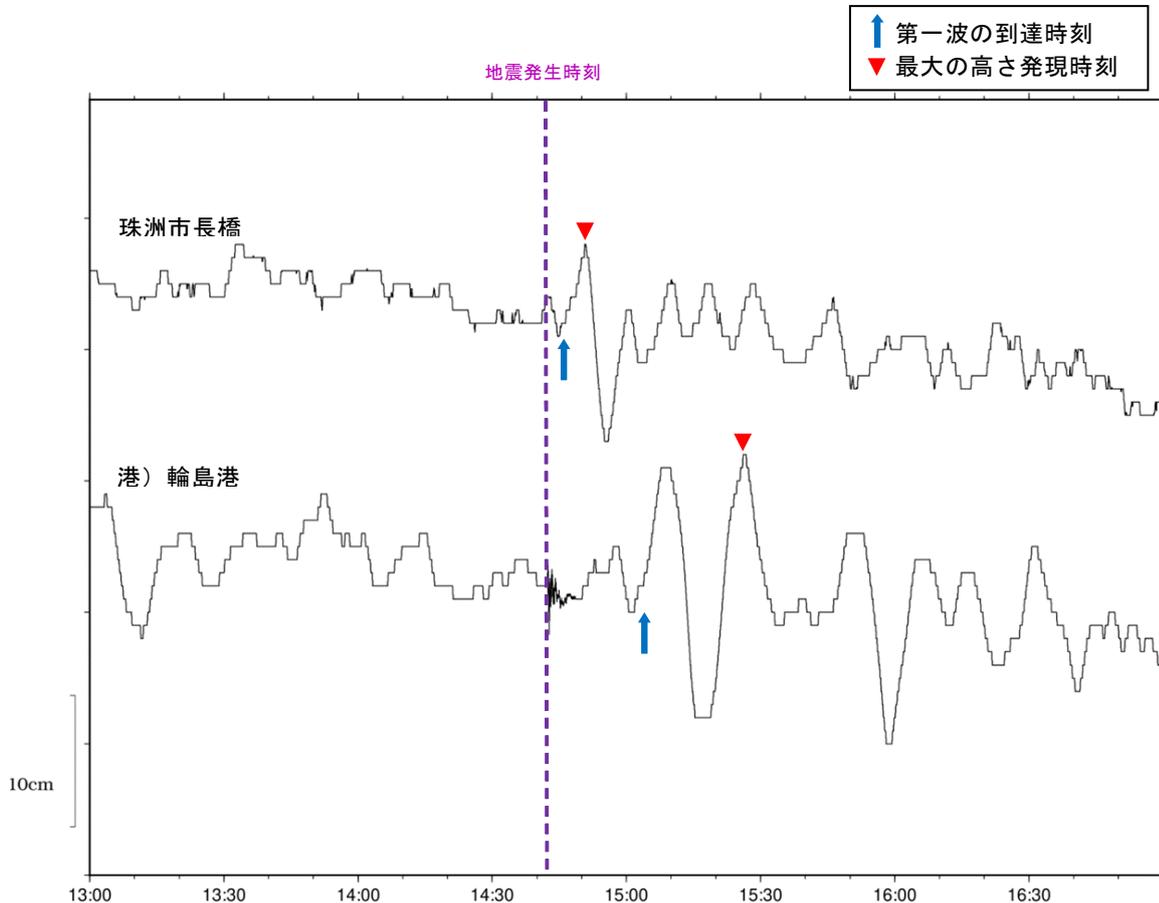


図6-3 津波波形

※ 港)は国土交通省港湾局の所属であることを示す。

石川県能登地方の地震活動の検出・震源再決定

使用した連続波形データ : 2023年5月5日~10日,
2022年6月19日~21日

観測点数 : 17点

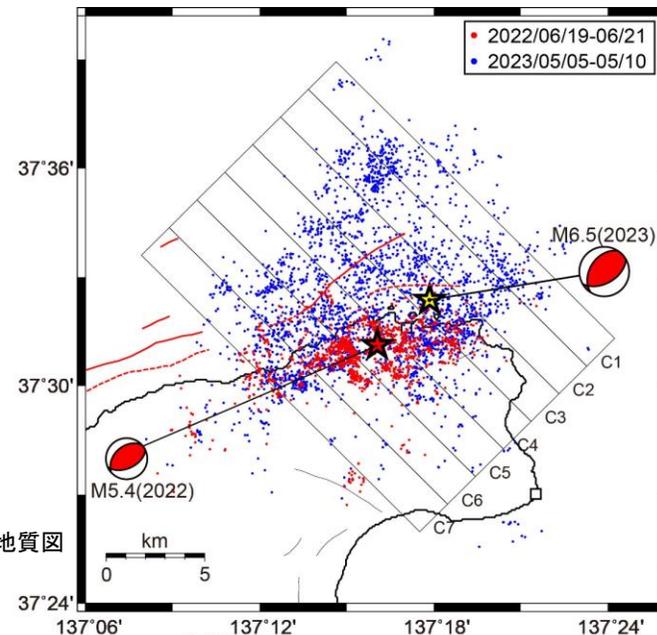
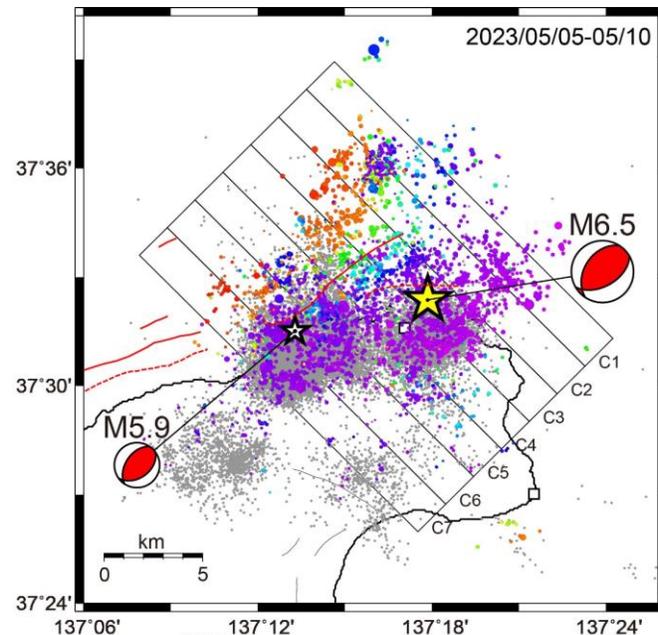
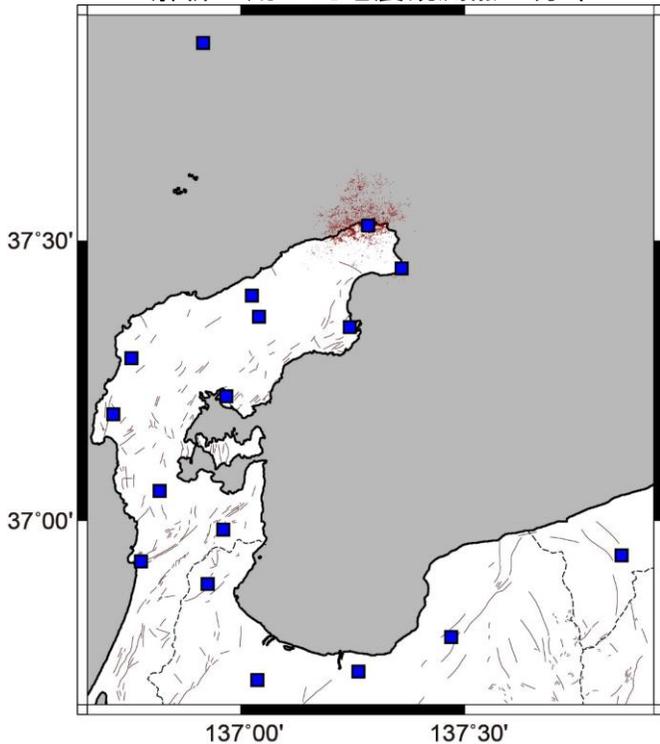
読み取り : Phasenet (Zhu et al. 2019)

イベント検出 : REAL (Zhang et al. 2019)

震源再決定 : DD法 (Zhang & Thurber 2003)

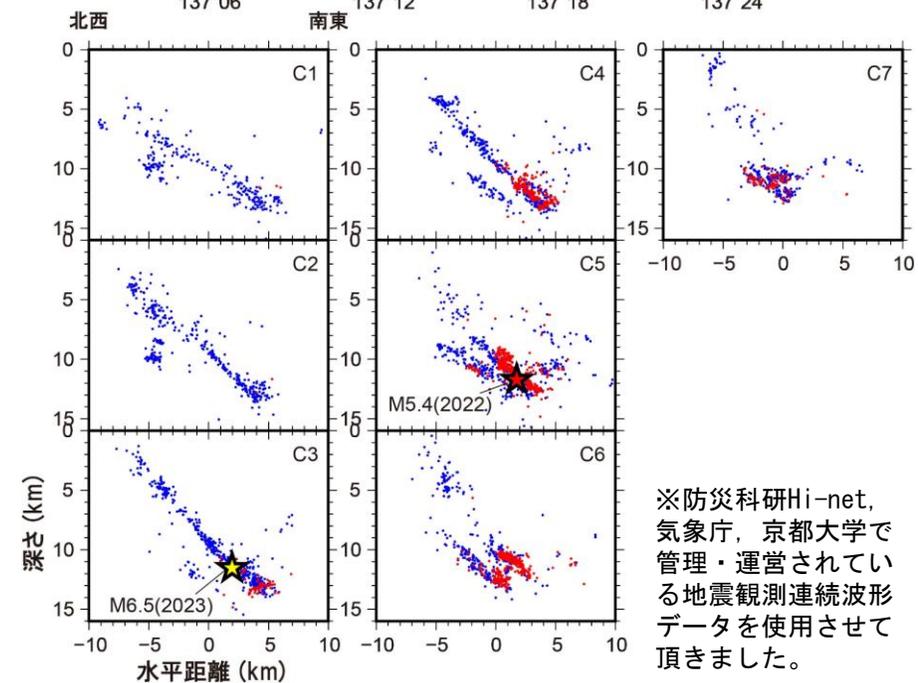
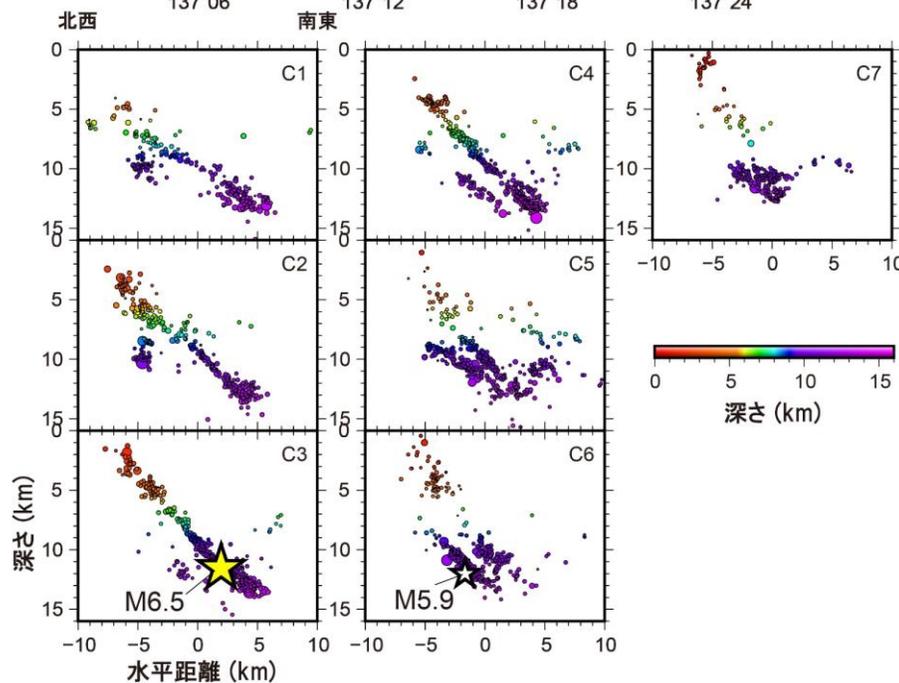
震源数 : 2022年 (1292個), 2023年 (2798個)

解析に用いた地震観測点の分布



発震機構解:
防災科研AQUA

海域活断層:
産総研シームレス地質図



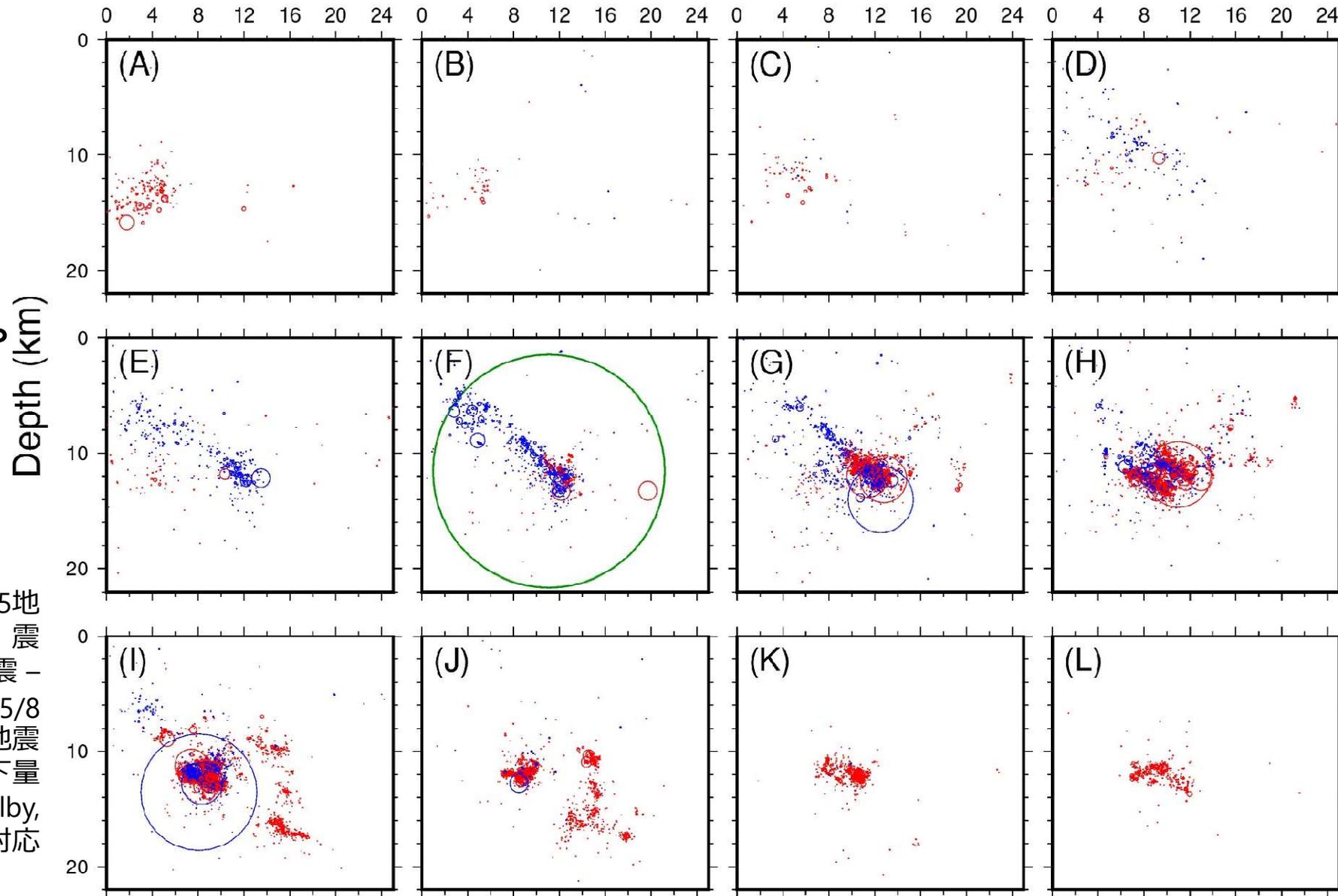
※防災科研Hi-net,
気象庁, 京都大学で
管理・運営されてい
る地震観測連続波形
データを使用させて
頂きました。

断面図

Distance (km)

東北大・金沢大資料

M6.5地震震源は、これまで活動が活発だった南東傾斜断層系の浅部側に位置。更に浅部延長で活発な余震活動

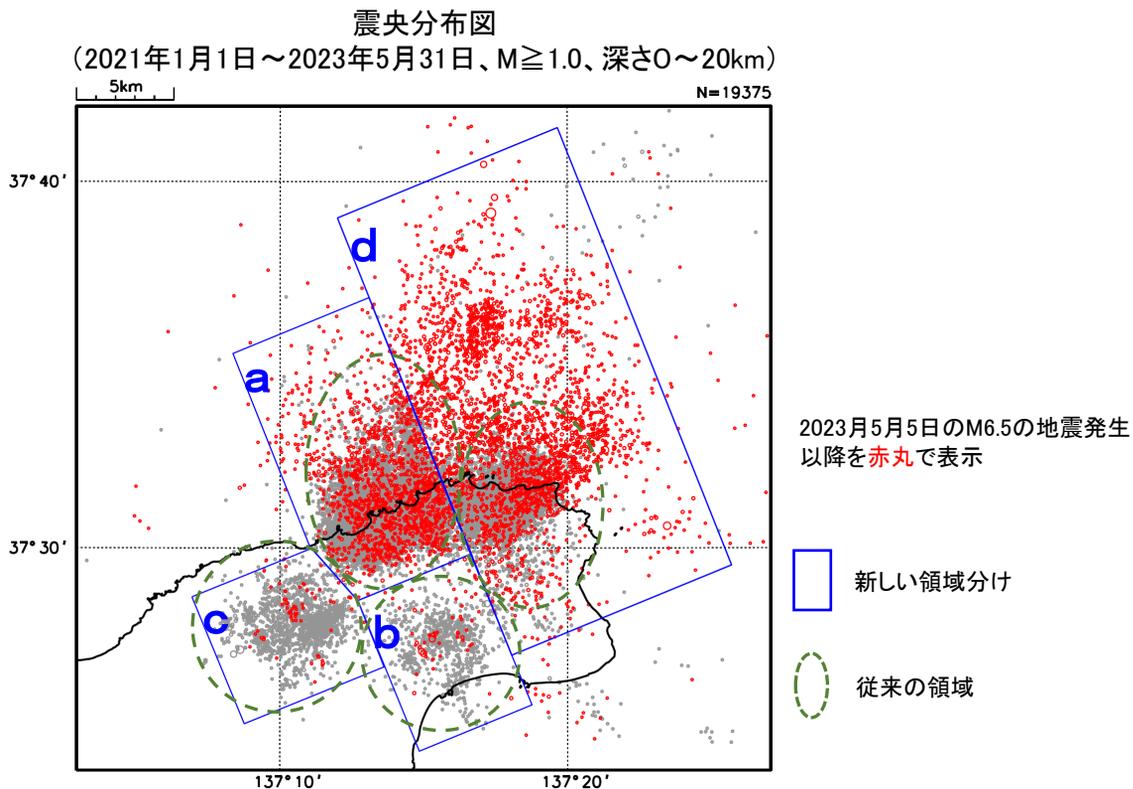


緑： 2023年 5月 5日M6.5地震
青： 2023年M6.5地震 - 2023/5/8
赤： 2003- 2023年M6.5地震
丸のサイズは応力降下量 3MPaの円形断層 (Eshelby, 1957)サイズに対応

石川県能登地方の地震活動 領域分けの変更

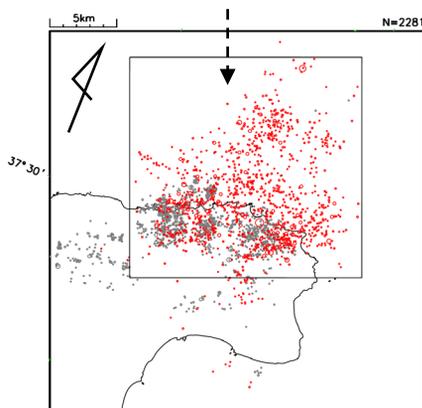
(参考)

2023年5月5日のM6.5の地震発生以降、地震活動域が広がったことから、領域を下記の様に再設定した。基本的に従来同様、今後も主にa~dの4領域に分けて監視・評価を行う。



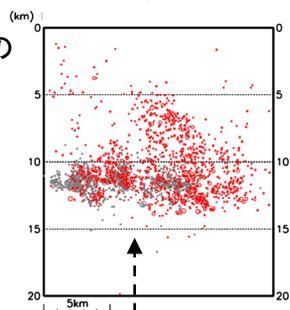
領域分けの検討

震央分布図
(上図の震央分布図を時計回りに22°回転)



2023年5月5日のM6.5の地震発生以降も、領域aとdの間(左図中の矢印)に明瞭なギャップがあり、ここに境界を設定。

上図矩形内の断面図

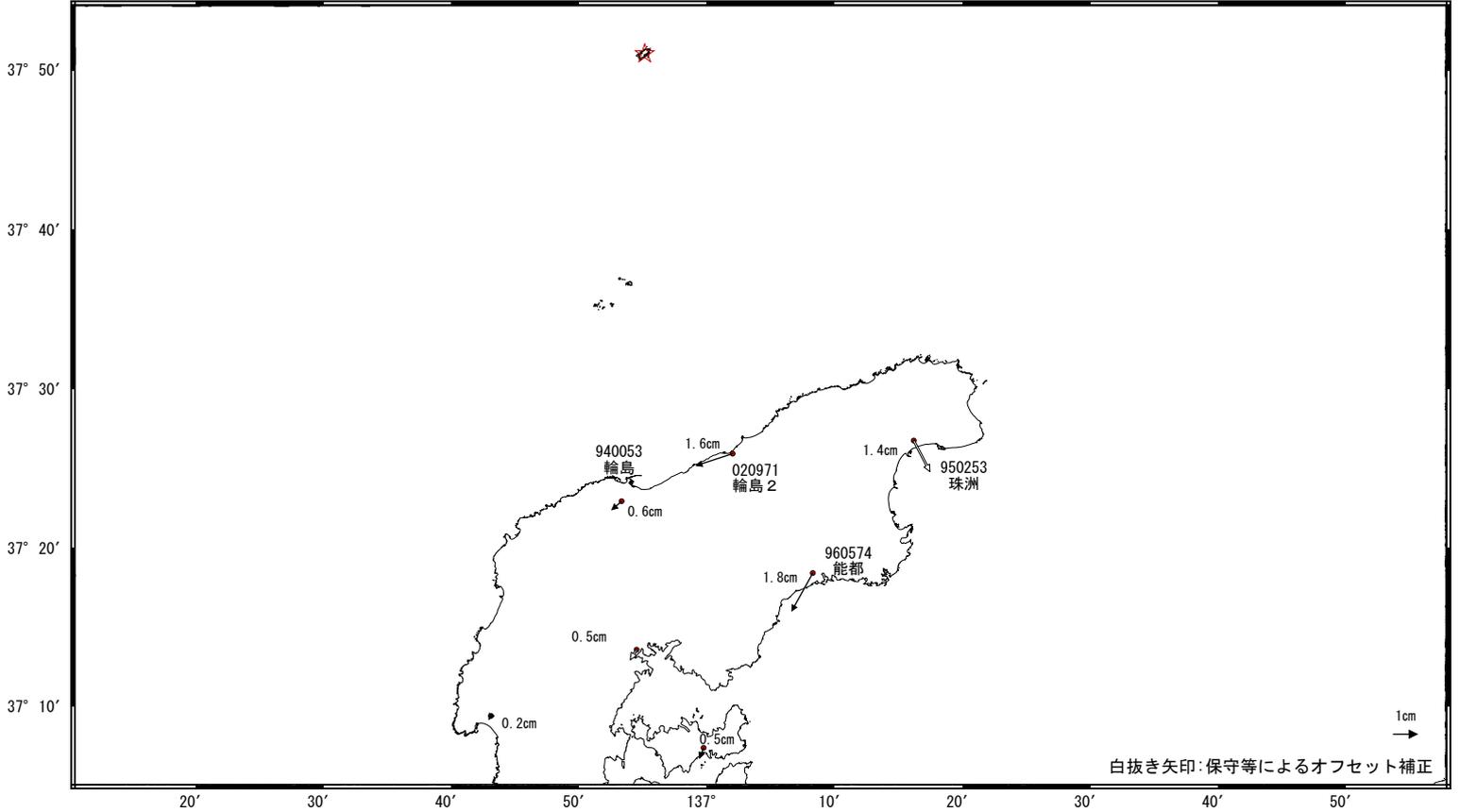


石川県能登地方の地震（2023年5月5日 M6.5）前の観測データ

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：2023-04-28～2023-05-04 [F5:最終解]

計算期間：2017-09-01～2020-09-01

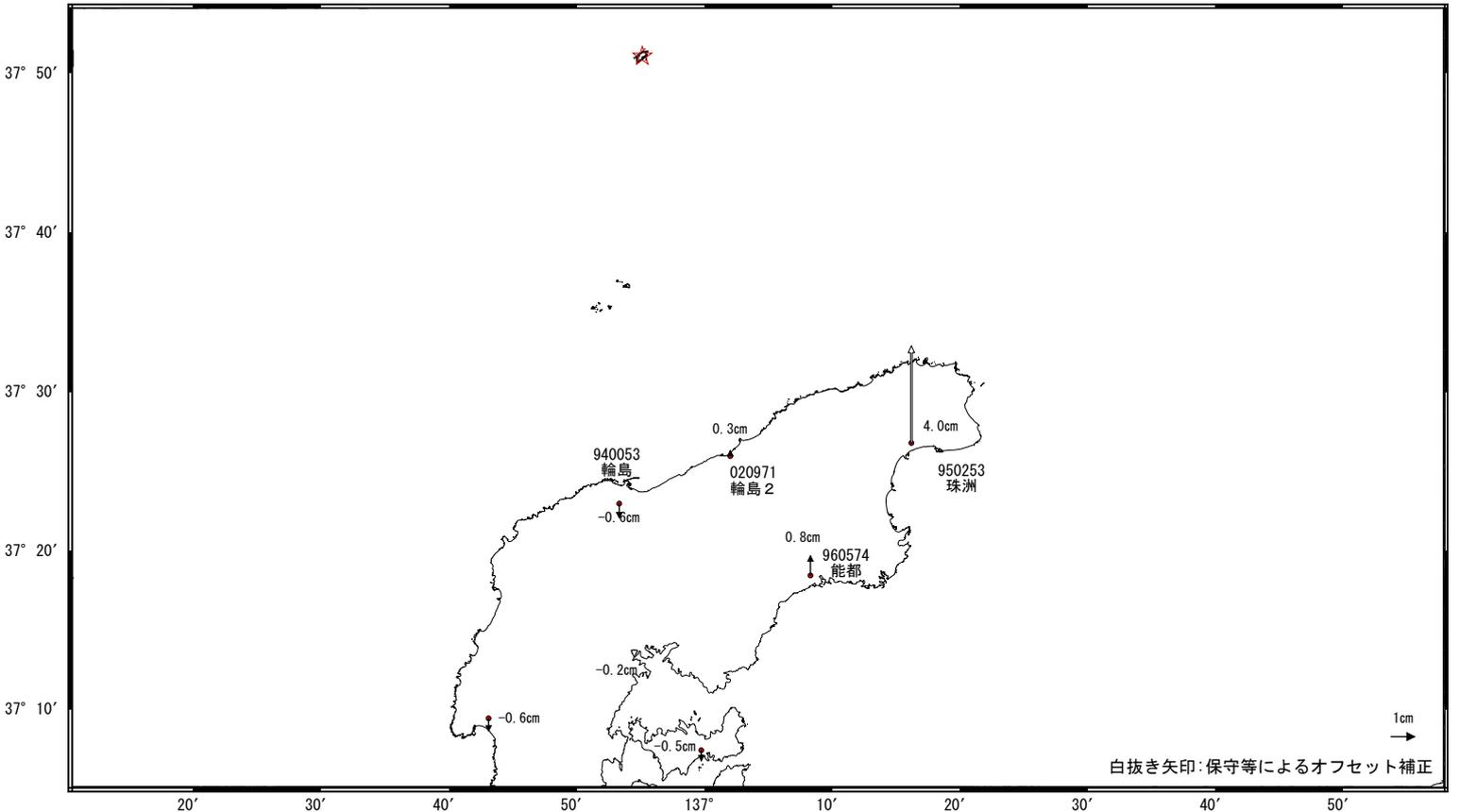


☆ 固定局: 舳倉島 (950252)

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：2023-04-28～2023-05-04 [F5:最終解]

計算期間：2017-09-01～2020-09-01



☆ 固定局: 舳倉島 (950252)

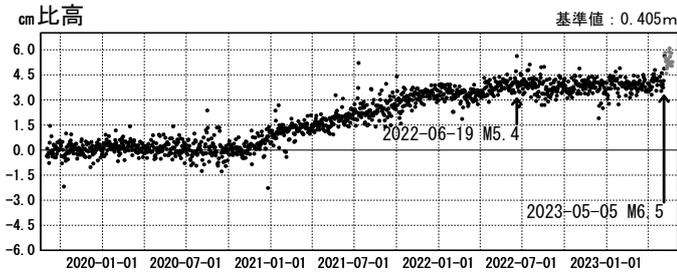
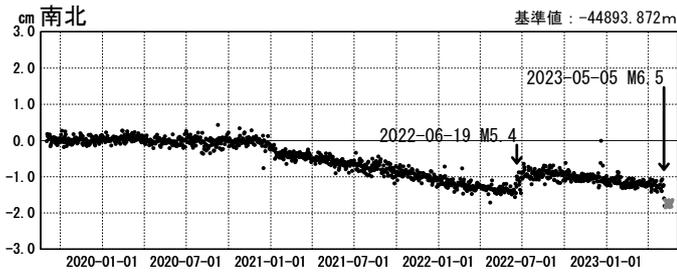
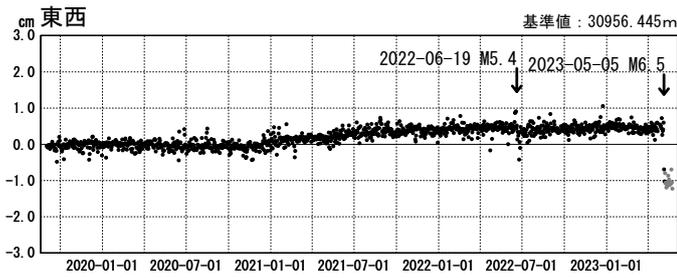
※電子基準点「珠洲」の位置が、地震（2022-06-19 M5.4）に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

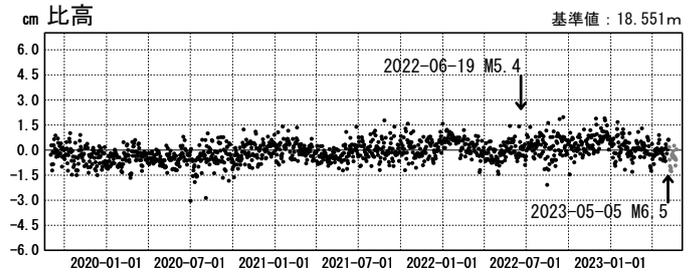
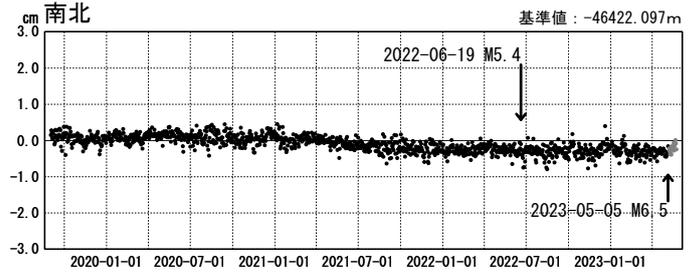
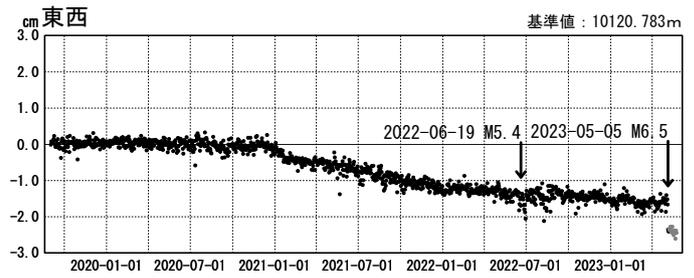
成分変化グラフ（一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

期間：2019-09-01～2023-05-23 JST 計算期間：2017-09-01～2020-09-01

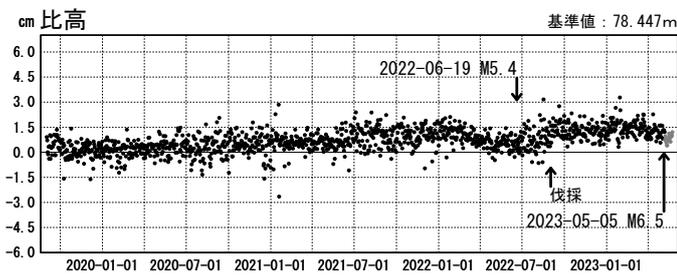
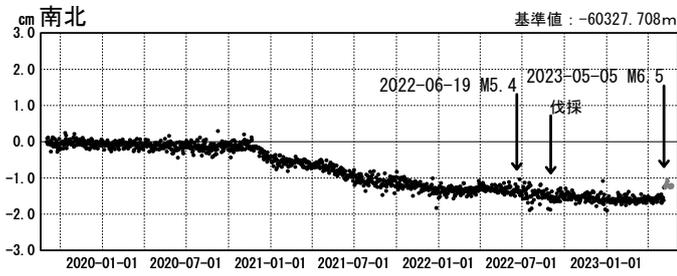
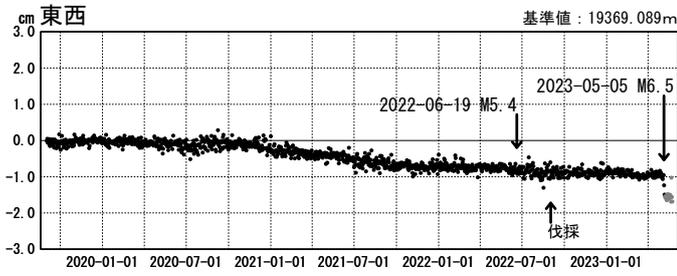
(1) 舢倉島(950252)→珠洲(950253)



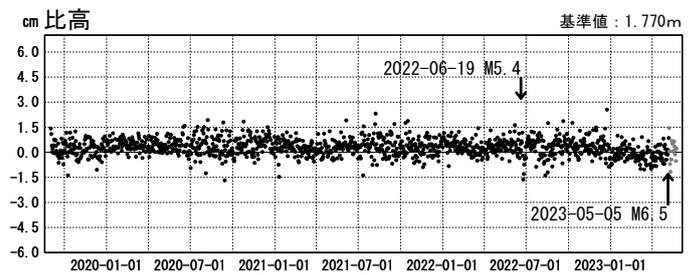
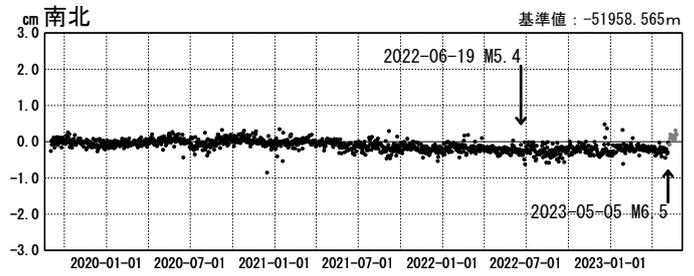
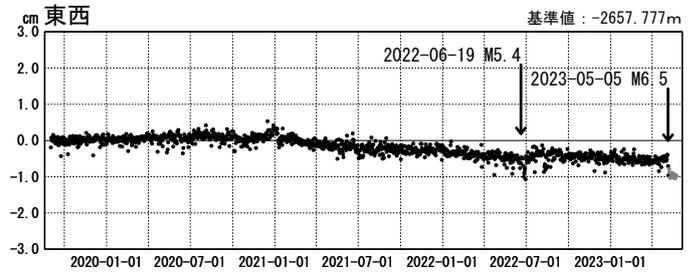
(2) 舢倉島(950252)→輪島2(020971)



(3) 舢倉島(950252)→能都(960574)



(4) 舢倉島(950252)→輪島(940053)



●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

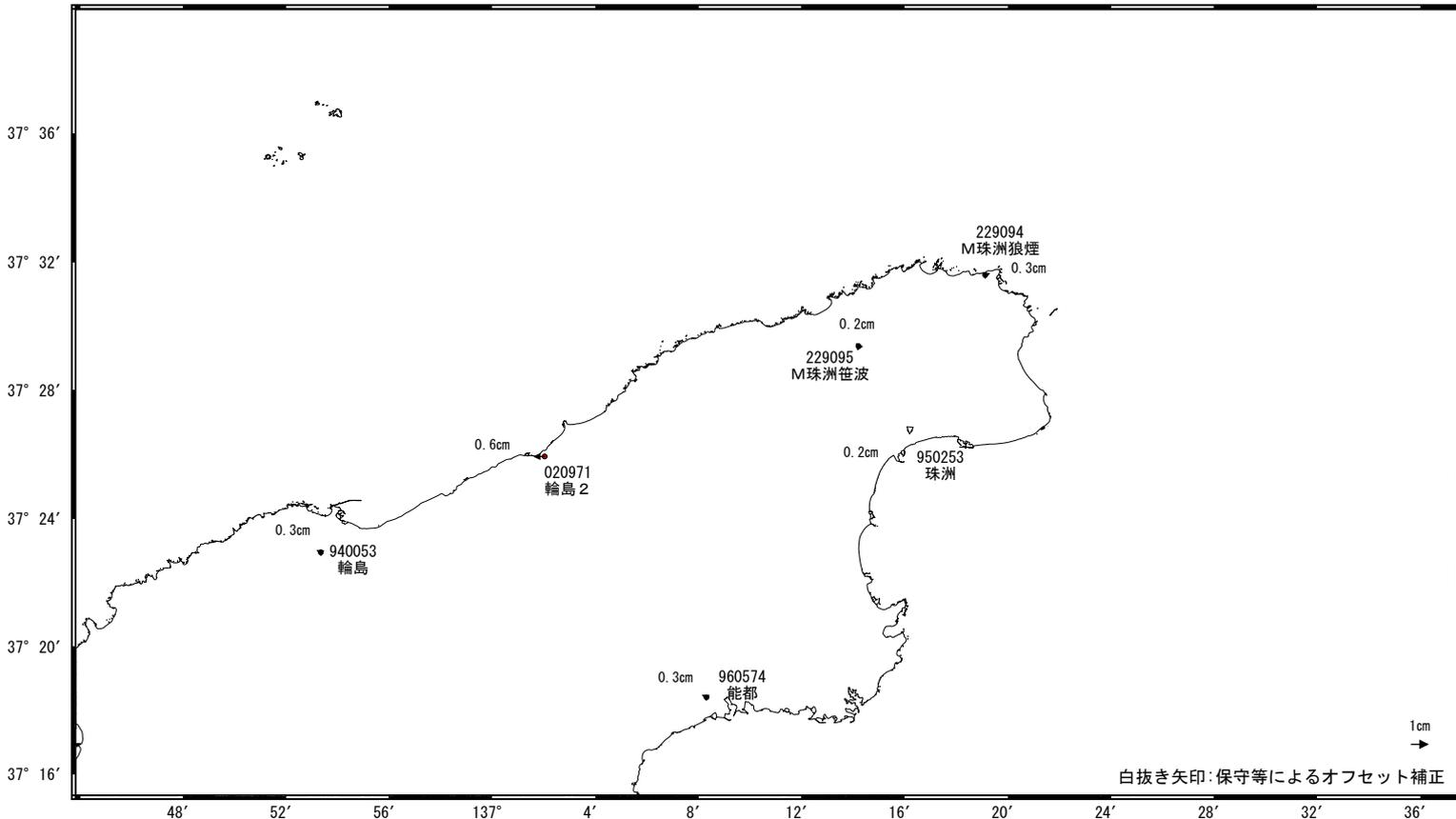
※電子基準点「珠洲」の位置が、地震（2022-06-19 M5.4）に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

石川県能登地方の地震（2023年5月5日）前の観測データ

— 可搬型GNSS連続観測装置（REGMOS）設置後の地殻変動 — ベクトル図（水平）

基準期間：2022-09-01～2022-09-07 [F5:最終解]

比較期間：2023-04-28～2023-05-04 [F5:最終解]

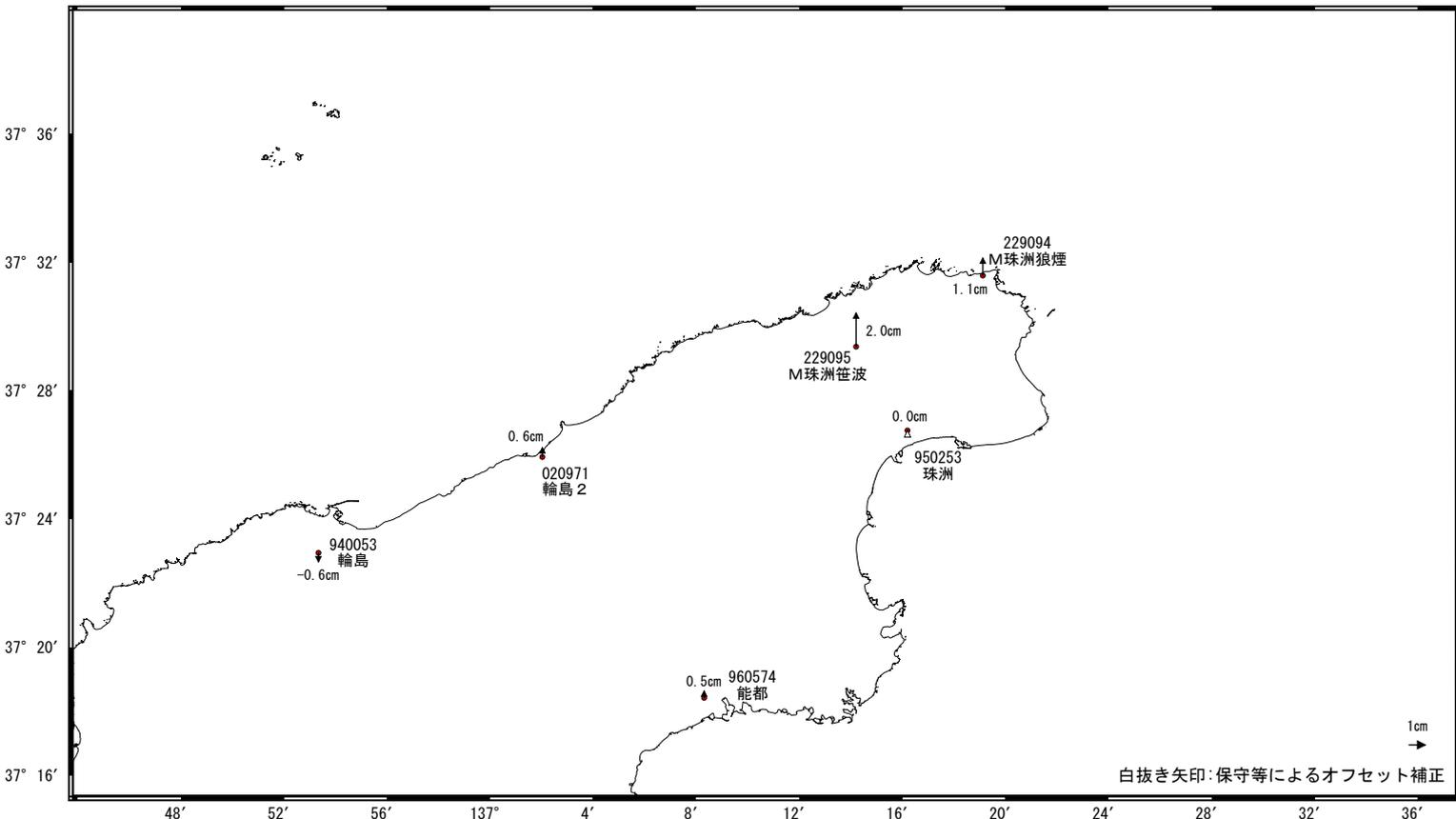


☆ 固定局: 舩倉島 (950252)

ベクトル図（上下）

基準期間：2022-09-01～2022-09-07 [F5:最終解]

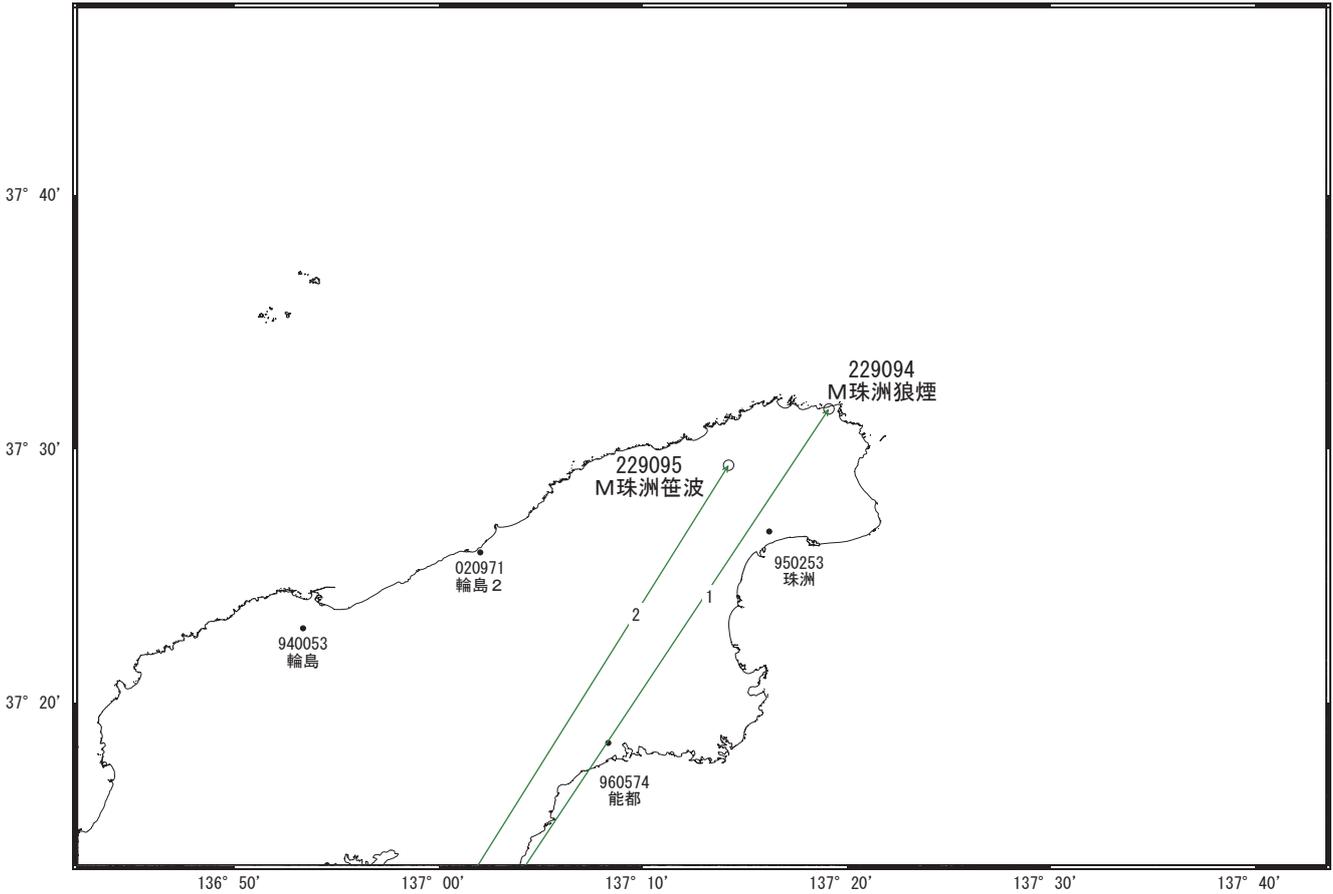
比較期間：2023-04-28～2023-05-04 [F5:最終解]



☆ 固定局: 舩倉島 (950252)

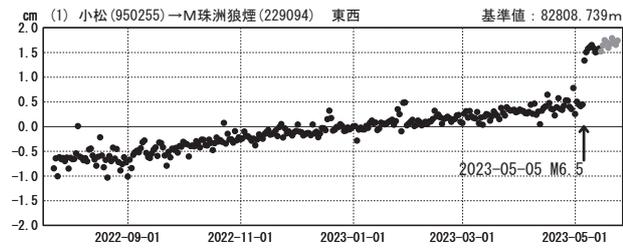
石川県能登地方の地殻変動（暫定）

— 可搬型GNSS連続観測装置（REGMOS）による観測結果 —
基線図



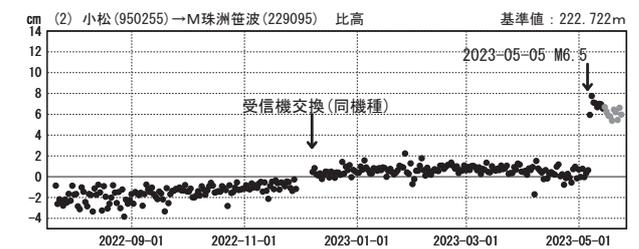
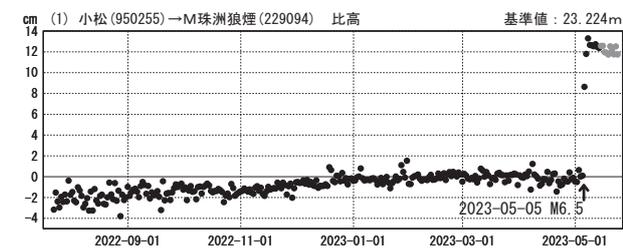
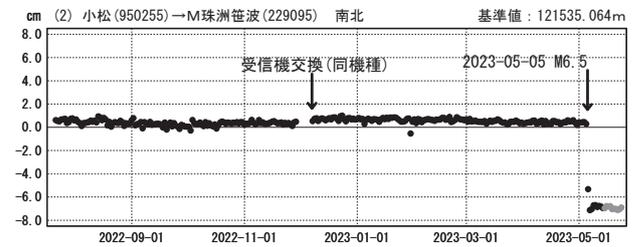
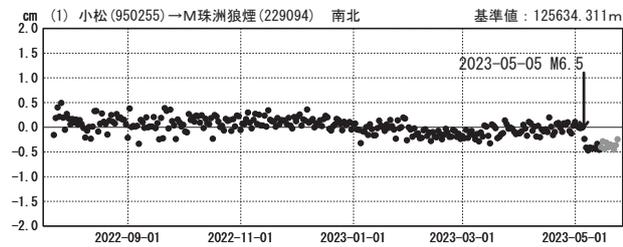
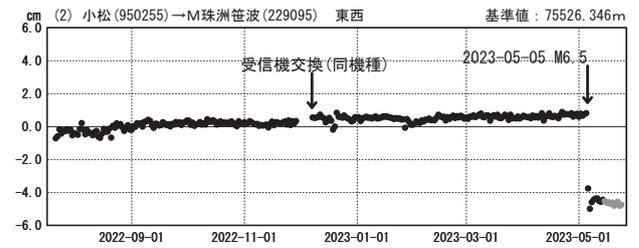
成分変化グラフ

期間：2022-07-20～2023-05-23 JST



成分変化グラフ

期間：2022-07-20～2023-05-23 JST



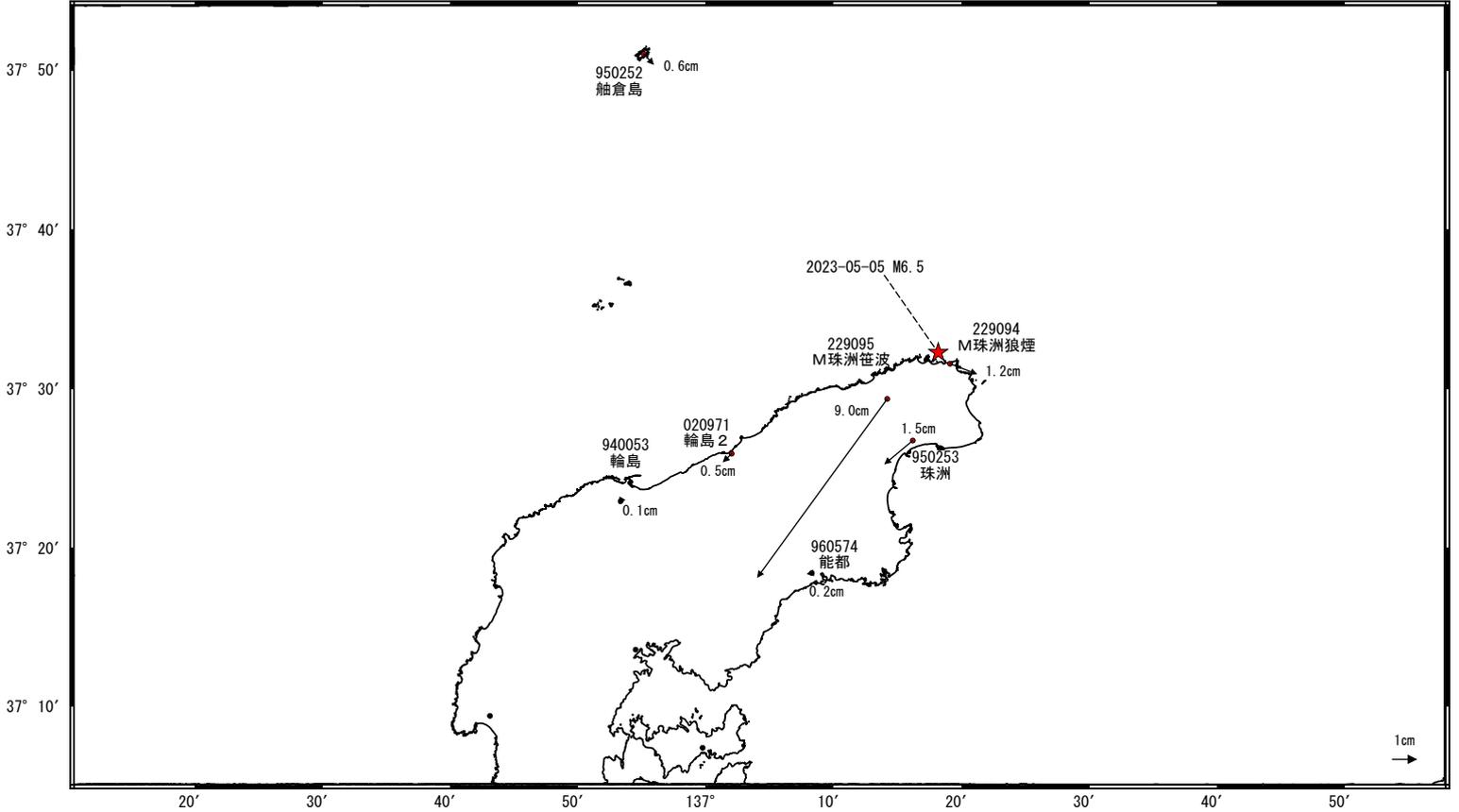
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

石川県能登地方の地震(5月5日 M6.5)前後の観測データ(暫定)

この地震に伴い地殻変動が観測された。

地殻変動(水平)

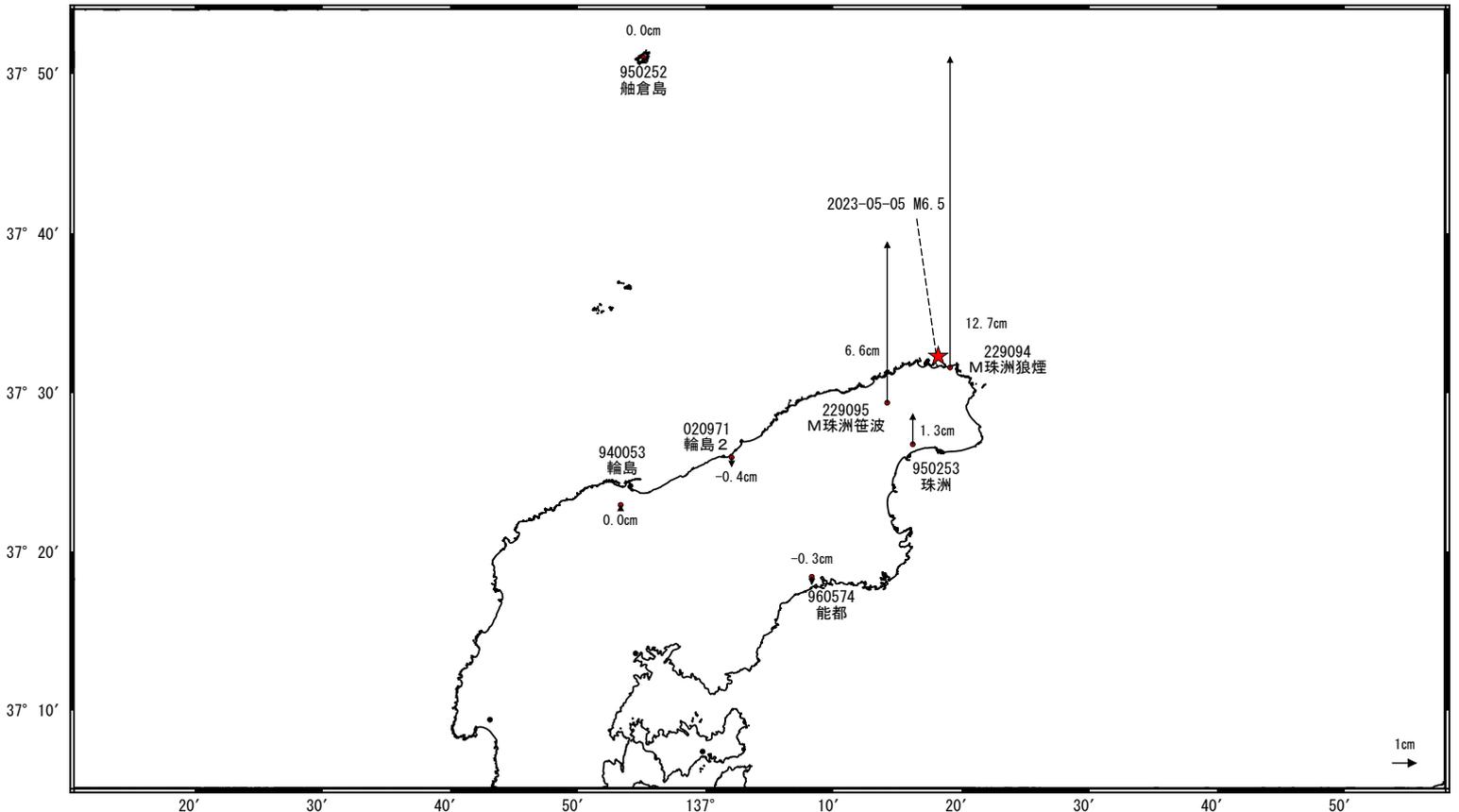
基準期間: 2023-04-26~2023-05-03 [F5: 最終解]
比較期間: 2023-05-06~2023-05-12 [F5: 最終解]



☆ 固定局: 小松 (950255) ★ 震央

地殻変動(上下)

基準期間: 2023-04-26~2023-05-03 [F5: 最終解]
比較期間: 2023-05-06~2023-05-12 [F5: 最終解]

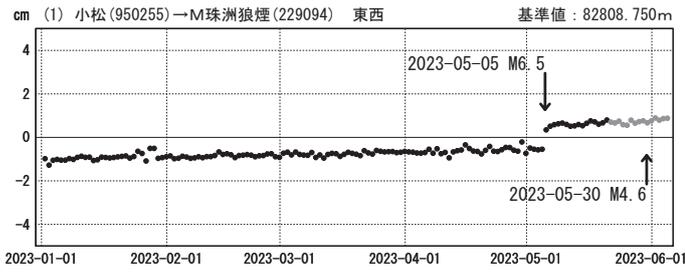


☆ 固定局: 小松 (950255) ★ 震央

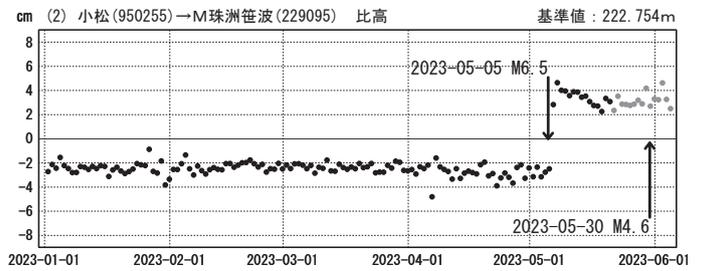
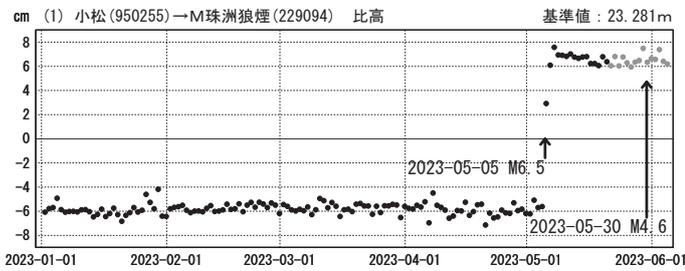
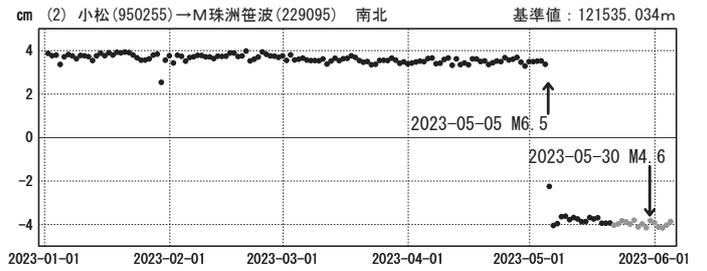
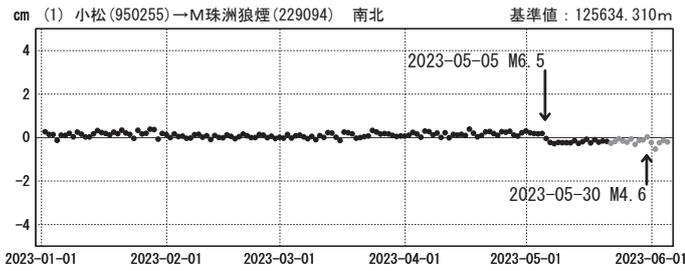
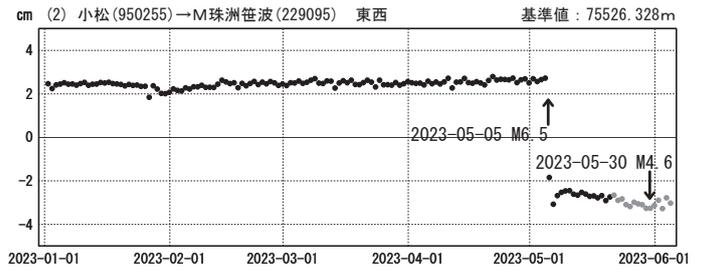
石川県能登地方の地震(5月5日 M6.5)前後の観測データ(暫定)

成分変化グラフ

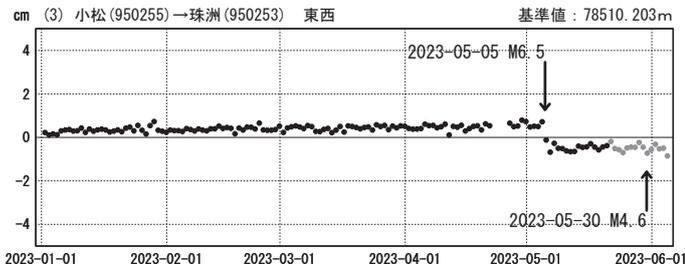
期間: 2023-01-01~2023-06-04 JST



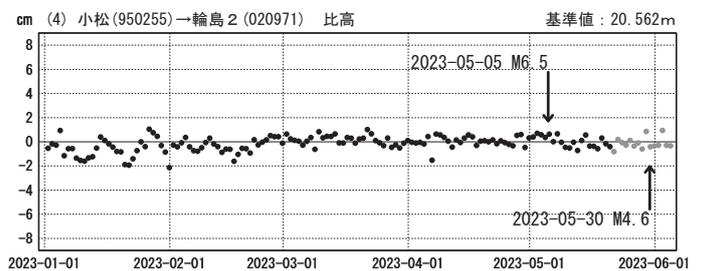
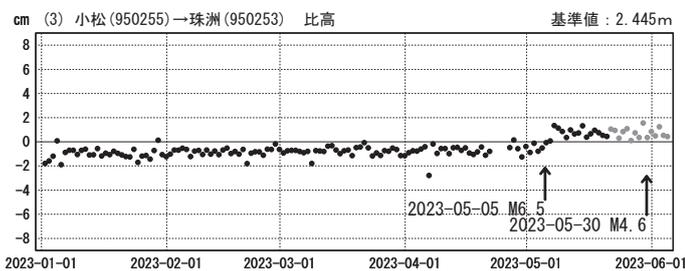
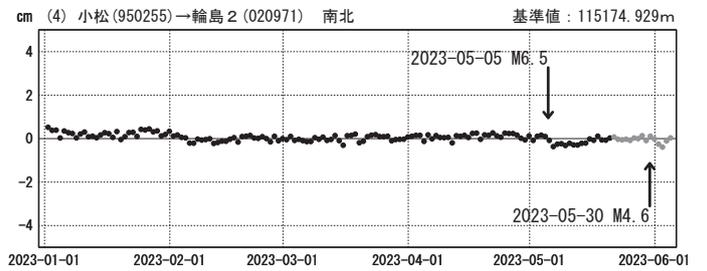
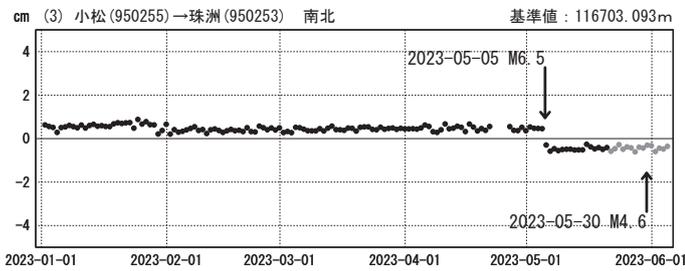
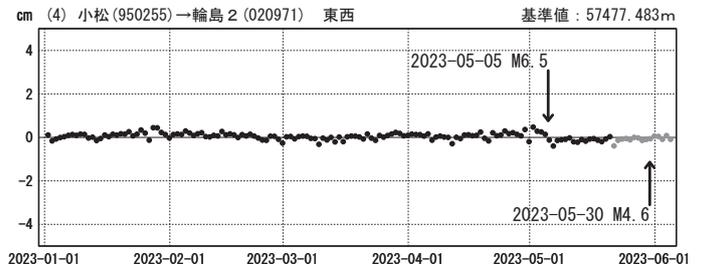
期間: 2023-01-01~2023-06-04 JST



期間: 2023-01-01~2023-06-04 JST



期間: 2023-01-01~2023-06-04 JST

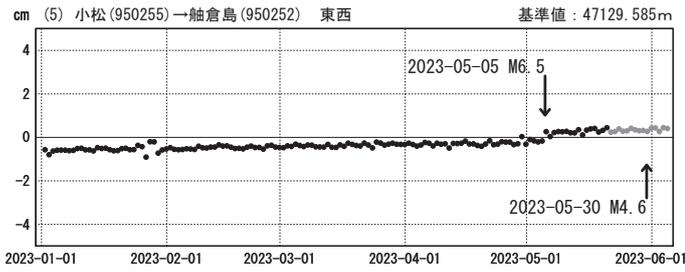


●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

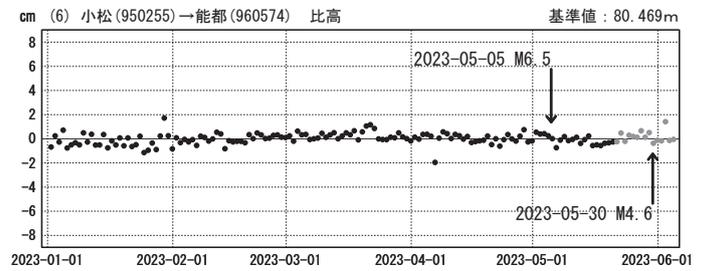
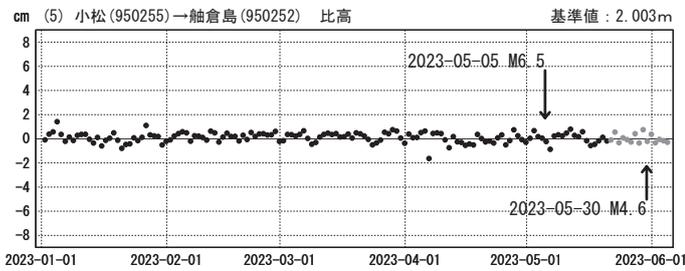
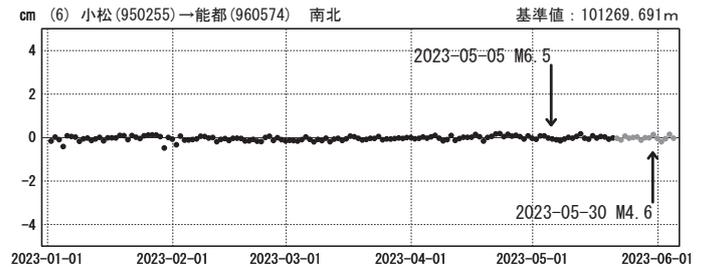
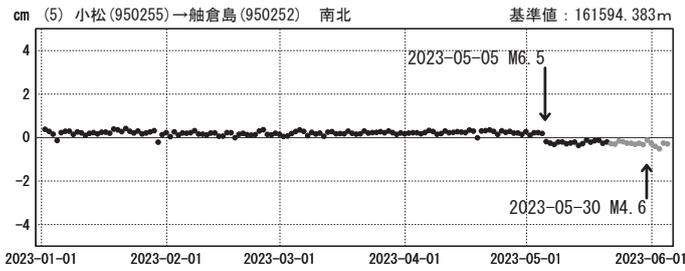
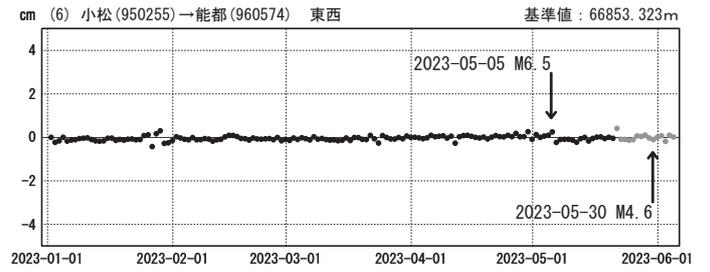
石川県能登地方の地震(5月5日 M6.5)前後の観測データ(暫定)

成分変化グラフ

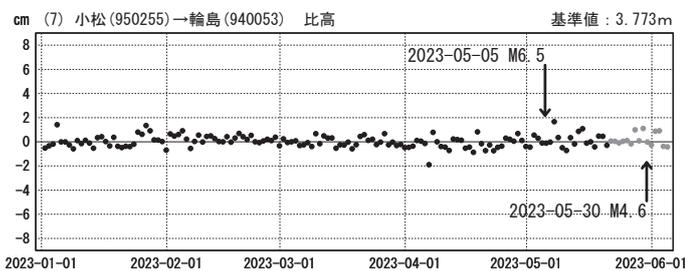
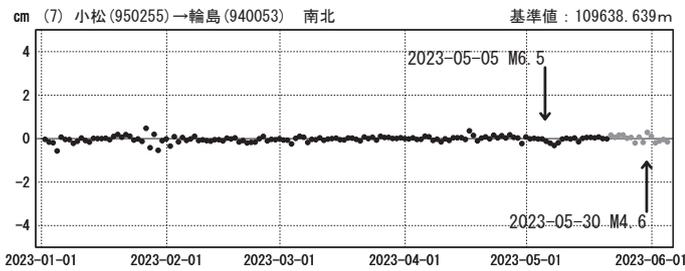
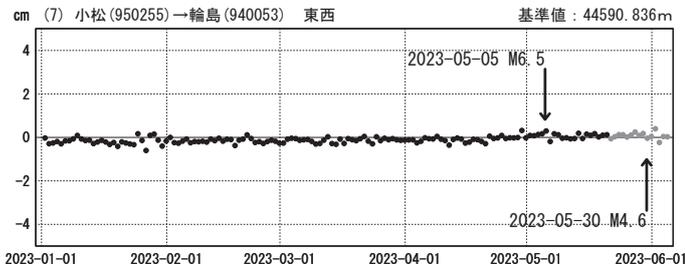
期間: 2023-01-01~2023-06-04 JST



期間: 2023-01-01~2023-06-04 JST



期間: 2023-01-01~2023-06-04 JST

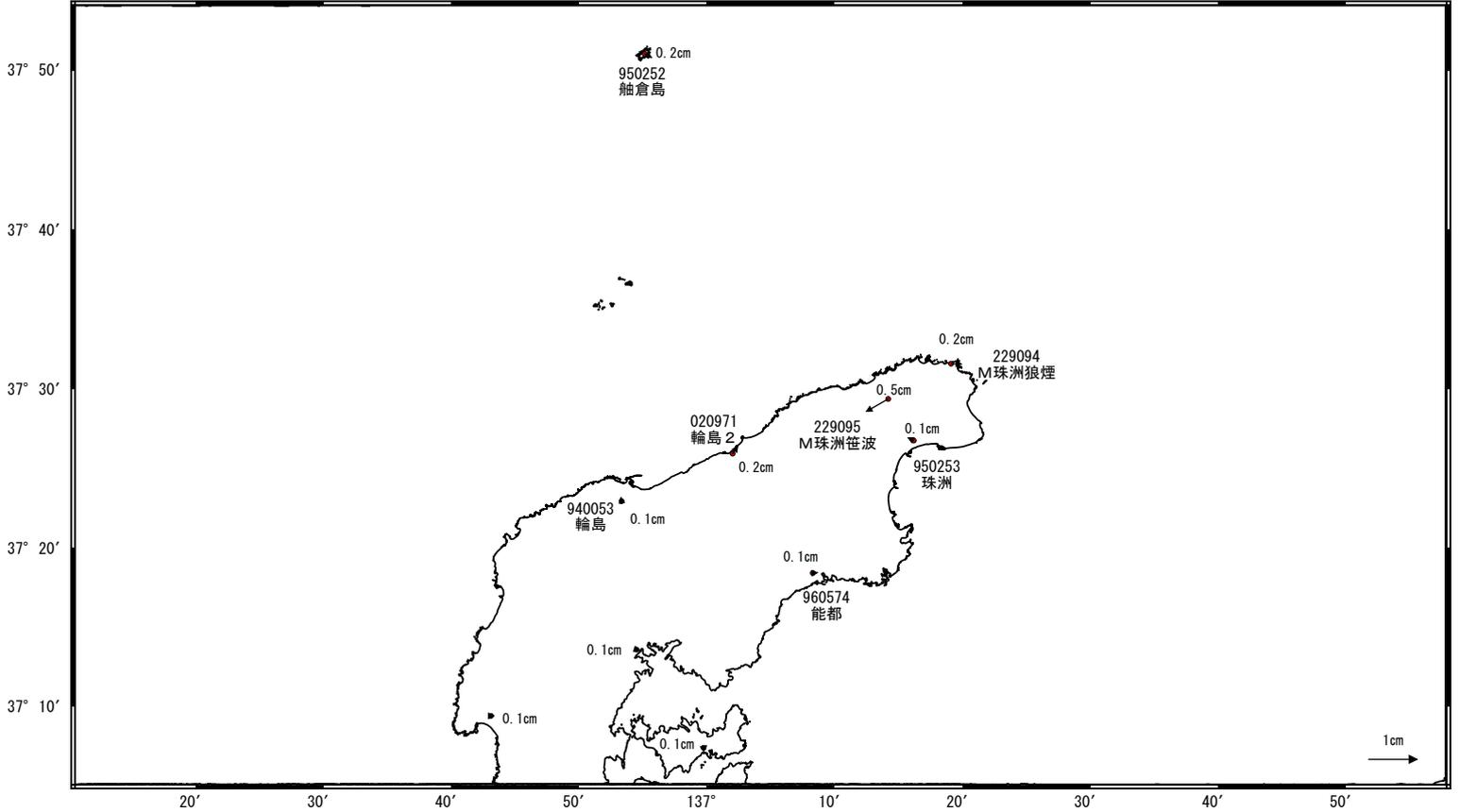


●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

石川県能登地方の地震(2023年5月5日)後の観測データ(暫定)

ベクトル図(水平)

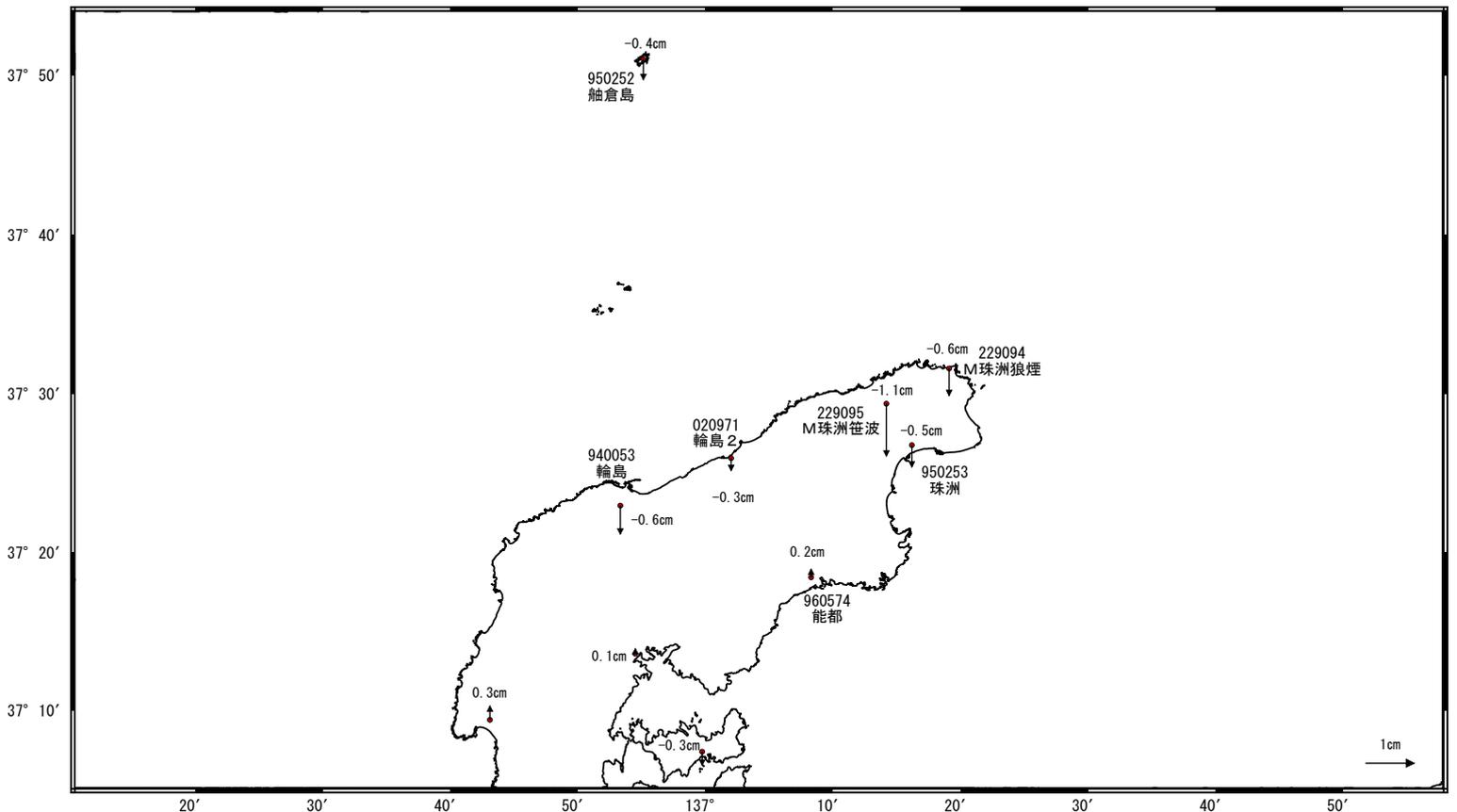
基準期間: 2023-05-07~2023-05-09 [F5: 最終解]
比較期間: 2023-05-31~2023-06-06 [R5: 速報解]



☆ 固定局: 小松 (950255)

ベクトル図(上下)

基準期間: 2023-05-07~2023-05-09 [F5: 最終解]
比較期間: 2023-05-31~2023-06-06 [R5: 速報解]



☆ 固定局: 小松 (950255)

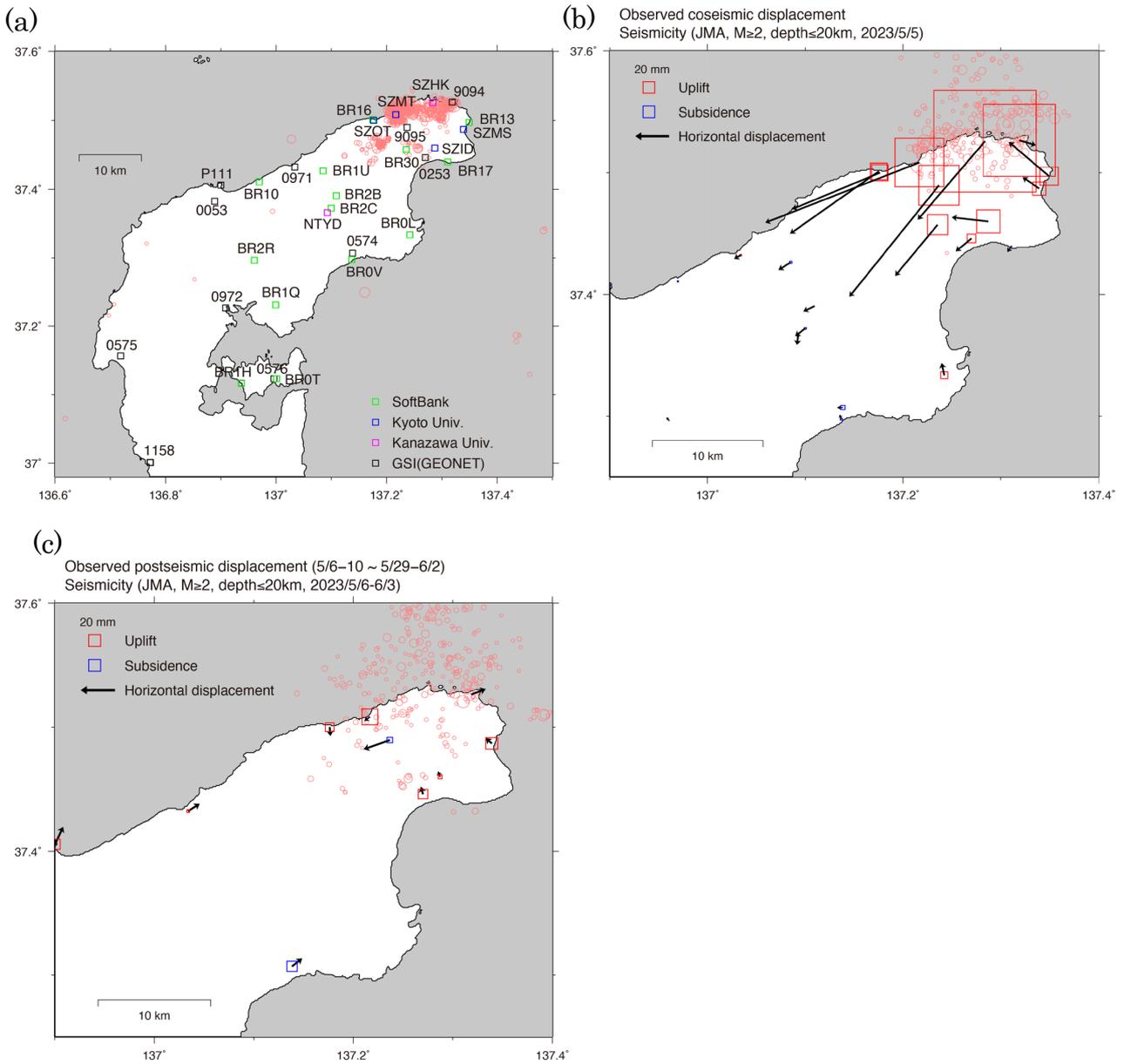


図1 ソフトバンク、大学、国土地理院のGNSS観測点統合解析結果。赤丸は気象庁一元化震源 ($M \geq 2$, 深さ $\leq 20 \text{ km}$) を表す。(a) 解析に用いたGNSS観測点のID。BRから始まる観測点がデータ提供を受けたソフトバンクの観測点。SZOT、SZMS、SZMT、SZID及びSZHK、NTYDは、それぞれ京大防災研と金沢大の観測点。P111と数字4桁は、GEONET観測点。(b) 2023年5月5日の地震($M6.5$)に伴う地震時地殻変動ベクトル図(速報暦使用、固定局1158)。赤青の四角は上下変動を表す。(c) 2023年5月5日の地震後の地殻変動ベクトル図(速報暦使用、固定局1158)。5月6-10日から5月29日-6月2日まで。

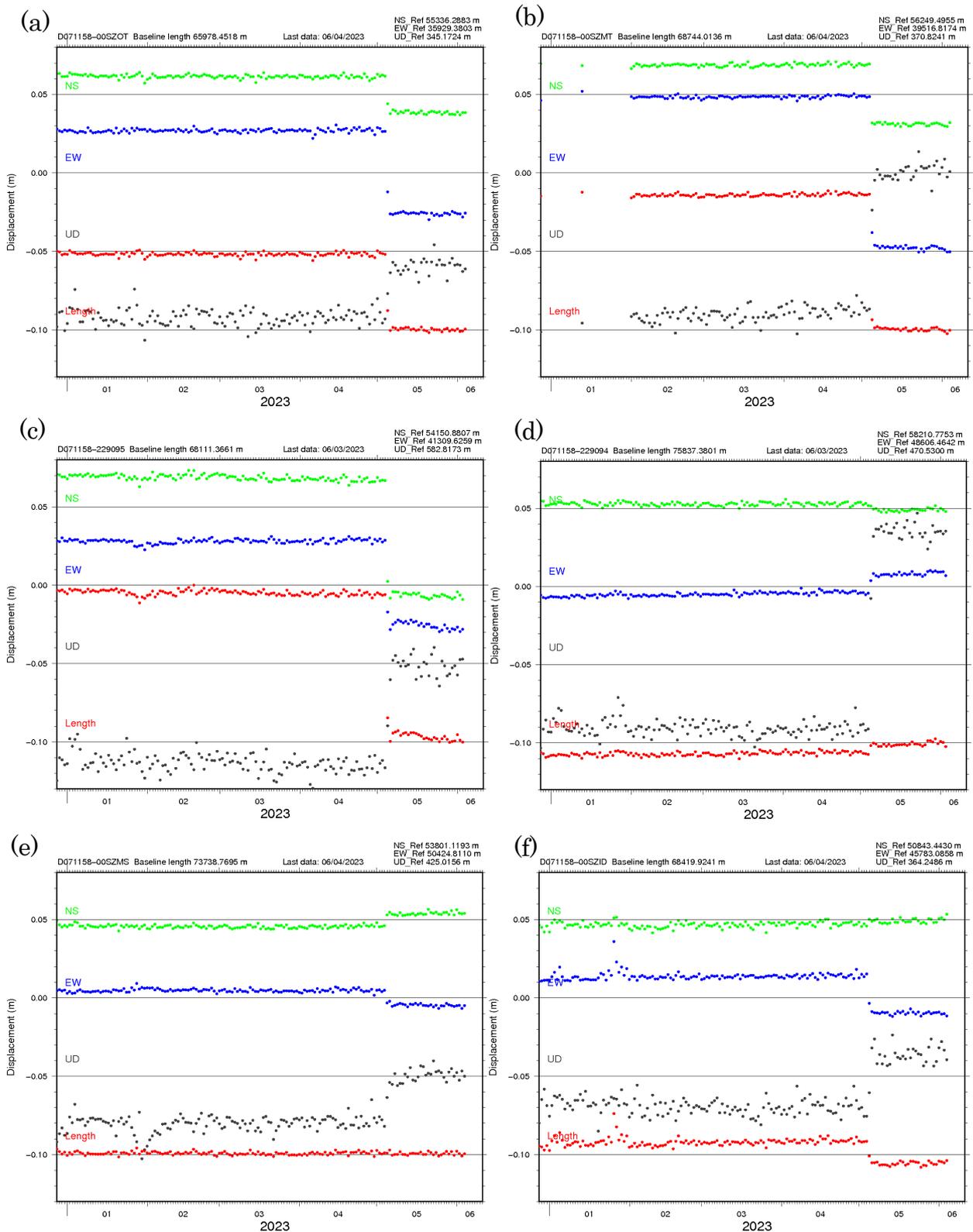
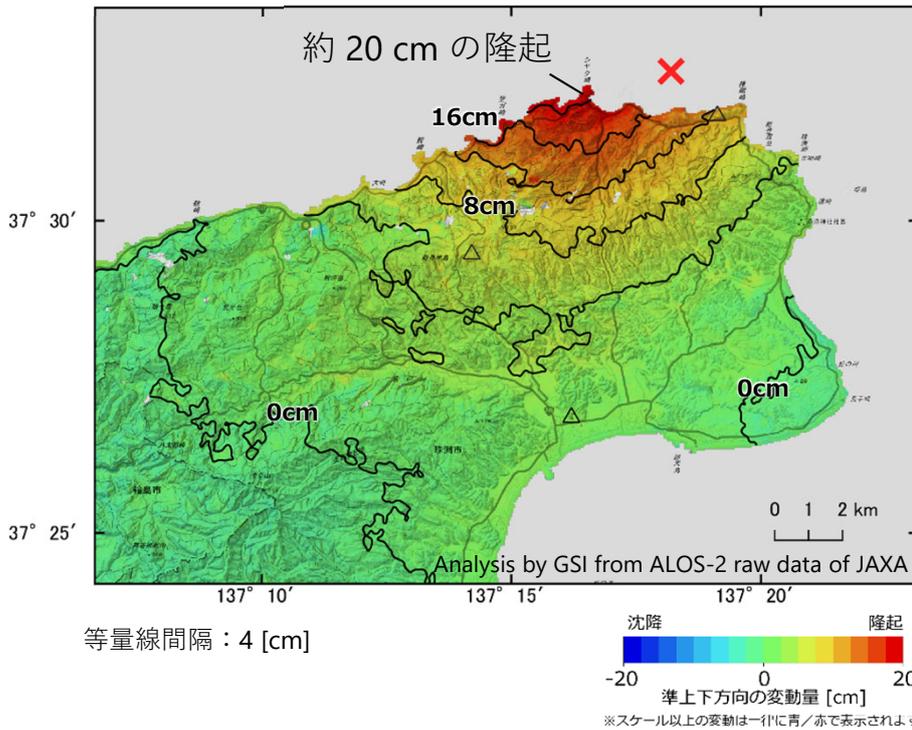


図4 各基線における日座標値の時間変化（速報暦使用）。トレンド補正及びノイズ軽減処理は行っていない。(a) 1158-SZOT。(b) 1158-SZMT。(c) 1158-9095。(d) 1158-9094。(e) 1158-SZMS。(f) 1158-SZID。

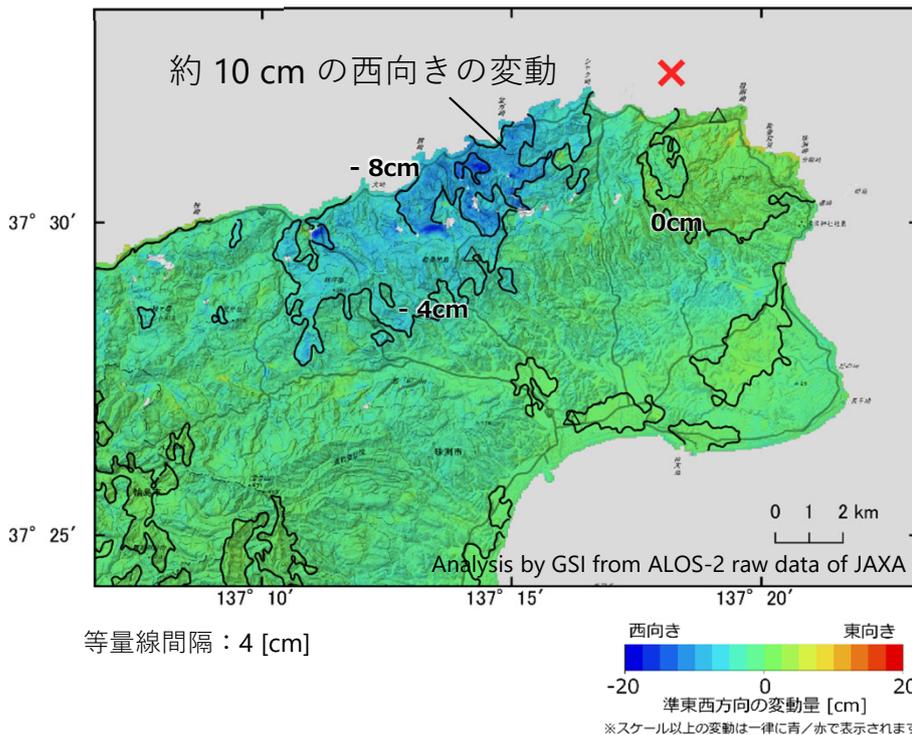
「だいち2号」観測データの干渉解析による 石川県能登地方の地震（2023年5月5日）に伴う地殻変動（2.5次元解析）

珠洲市北部で最大約20cmの隆起、最大約10cmの西向きの変動（暫定値）が見られます。山地等では局所的な変動も見られます。

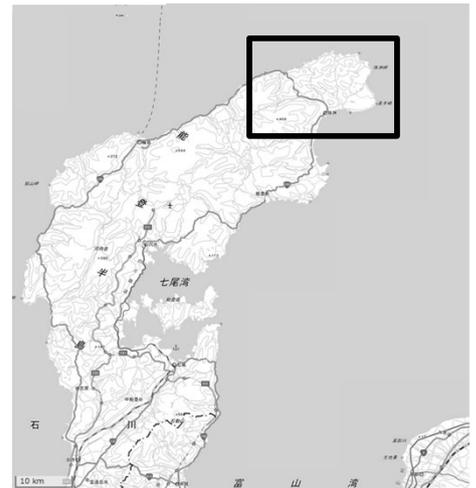
準上下方向



準東西方向



表示範囲



衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2023-04-21 2023-05-05 23:45頃 (14日間)	2023-04-09 2023-05-07 11:56頃 (28日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	35.8°	36.5°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 74 m	- 193 m

* U：高分解能(3m)モード

△ 国土地理院GNSS観測点

× 震央 2023-05-05 14:42
深さ12km M6.5 (気象庁発表)

背景：地理院地図
標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

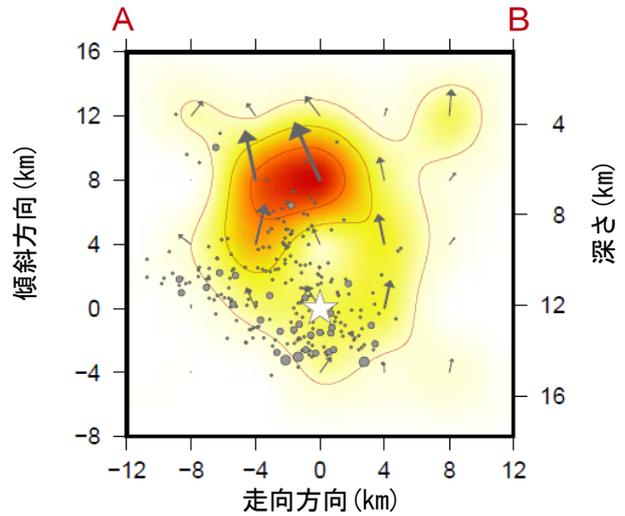
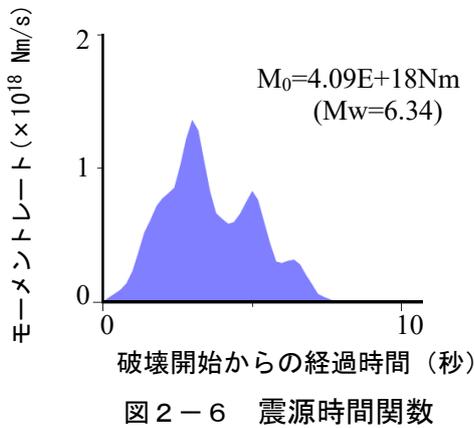
ウ. 近地強震波形による震源過程解析

2023年5月5日14時42分（日本時間）に能登半島沖で発生した地震（ $M_{JMA}6.5$ ）について、国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET、KiK-net）及び気象庁震度計の近地強震波形を用いた震源過程解析（暫定）を行った。

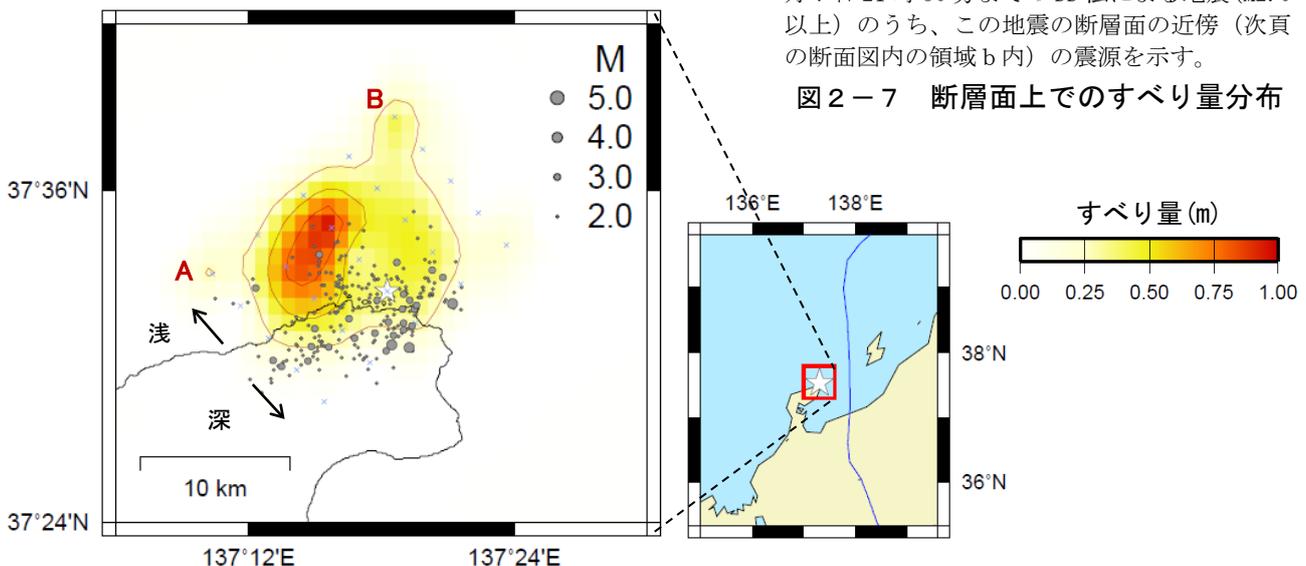
破壊開始点は、気象庁による震源の位置（ $37^{\circ} 32.3' N$ 、 $137^{\circ} 18.2' E$ 、深さ 12km）とした。断層面は走向 49° 、傾斜 45° を仮定して解析した。走向は気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち南東傾斜の面、傾斜は DD 法による震源分布の傾斜とした。最大破壊伝播速度は 2.7km/s とした。理論波形の計算には、Koketsu et al. (2012)の結果から設定した地下構造モデルを用いた。主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

- ・ 主なすべり域の大きさは走向方向に約 10km、傾斜方向に約 10km であった。
- ・ 主なすべりは破壊開始点から北西のやや浅い領域に広がり、最大すべり量は 1.0m であった（周辺の構造から剛性率を 31GPa として計算）。
- ・ 主な破壊継続時間は約 10 秒であった。
- ・ モーメントマグニチュードは 6.3 であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/sourceprocess/about_srcproc.html を参照。



星印は破壊開始点、矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す。灰色丸はこの地震発生から 5 月 7 日 21 時 30 分までの DD 法による地震 ($M2.0$ 以上)のうち、この地震の断層面の近傍（次頁の断面図内の領域 b 内）の震源を示す。



星印は破壊開始点を示す。灰色丸はこの地震発生から 5 月 7 日 21 時 30 分までの DD 法による地震 ($M2.0$ 以上)の震央を示す。

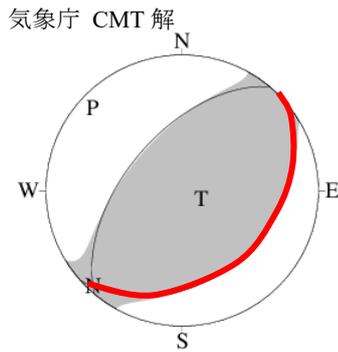
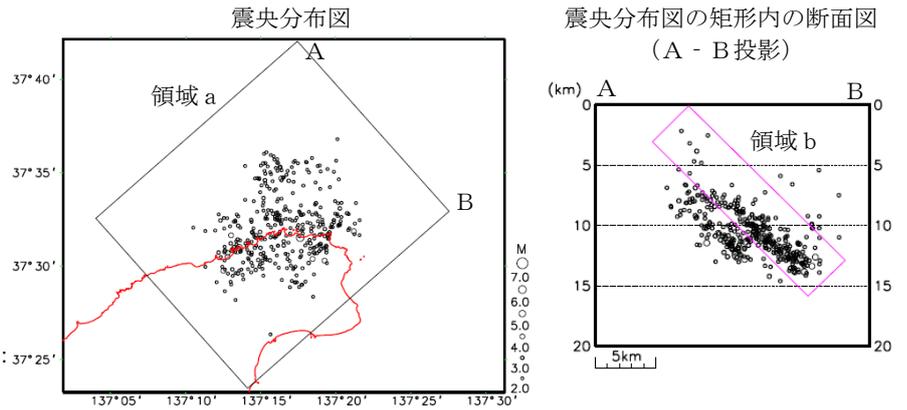


図 2-9 解析に用いた断層パラメータ
 走向 49°, 傾斜 45°, すべり角 97°
 走向とすべり角は気象庁 CMT 解の値
 を用いた。解析に用いた断層パラメータ
 を震源球の赤線で示す。



傾斜は DD 法による震源分布の傾斜を用いた。

図 2-10 DD 法による震源分布
 (2023 年 5 月 5 日 14 時 42 分 ~ 5 月 7 日 21 時 30 分)

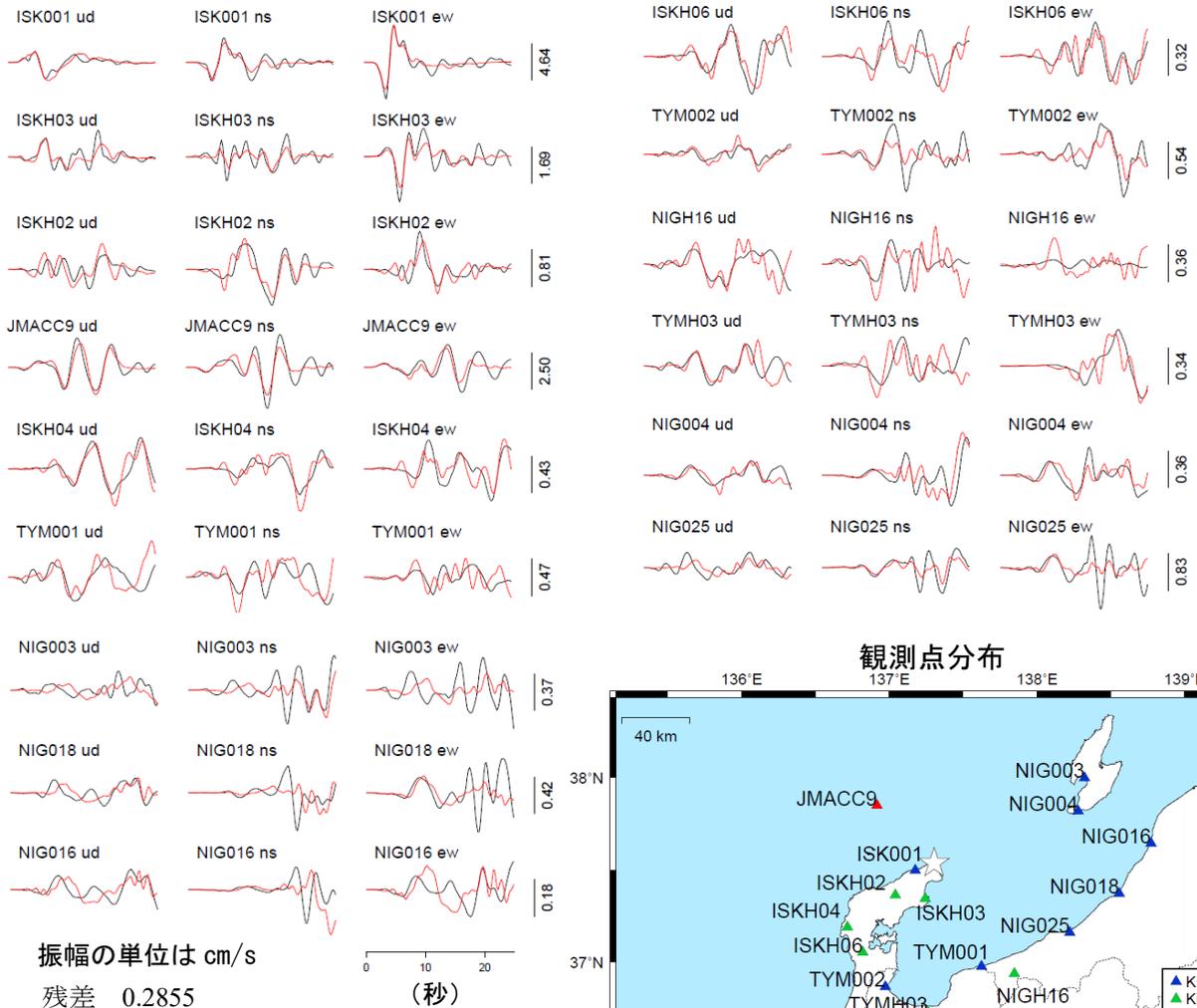


図 2-11 観測波形 (黒 : 0.05Hz-0.2Hz) と理論波形 (赤) の比較

謝辞 国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網 (K-NET、KiK-net) を使用しました。

参考文献

Koketsu, K., H. Miyake and H. Suzuki, Japan Integrated Velocity Structure Model Version 1, paper no. 1773. Paper Presented at the 15th World Conference on Earthquake Engineering, International Association for Earthquake Engineering, Lisbon, 24-28 Sept. 2012.

2023年5月5日能登半島の地震活動の震源断層モデル（暫定）

基準期間: 2023/04/28 09:00:00~2023/05/05 08:59:59[R5:速報解]JST
 比較期間: 2023/05/06 09:00:00~2023/05/10 08:59:59[R5:速報解]JST
 固定局:小松(950255)

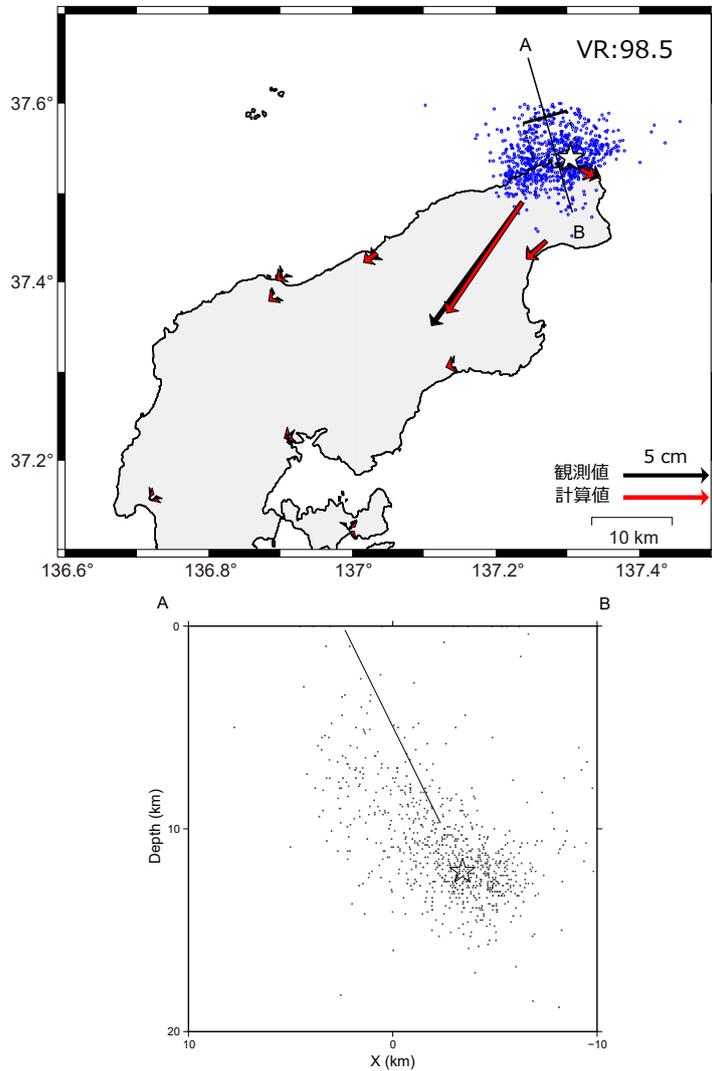


図 推定された震源断層モデル

(上) 矩形実線は震源断層モデルを地表に投影した位置で、太い実線が断層上端。矢印は観測値（黒）及び計算値（赤）の水平成分。
 (下) 傾斜方向(A-B)に射影した断層面（太線）及び震源分布（点）。横軸は傾き下がる方向を正にとっている。

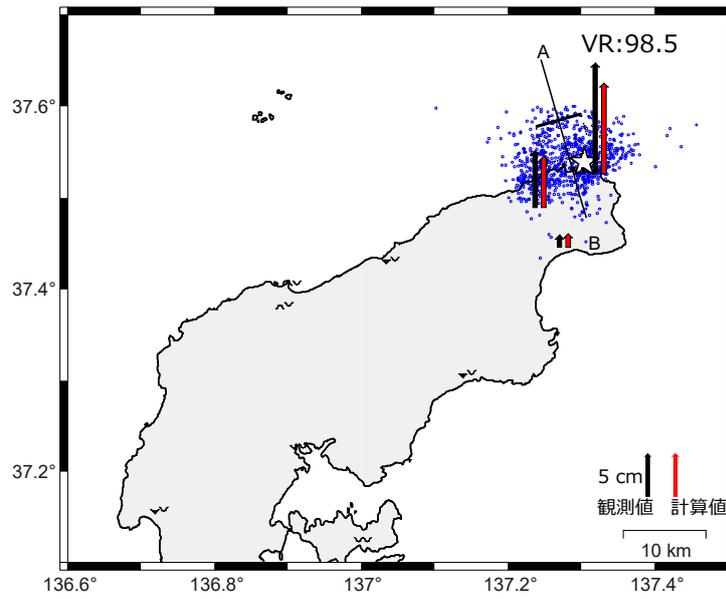
☆印は震央、点は震源分布（気象庁一元化震源）、2023年5月05日14時42分~5月5日23時59分。

表 推定された震源断層モデルパラメータ

経度 [°]	緯度 [°]	上端深さ [km]	長さ [km]	幅 [km]	走向 [°]	傾斜 [°]	すべり角 [°]	すべり量 [m]	M _w
137.238 (0.003)	37.578 (0.002)	0.2 (0.2)	5.6 (0.4)	10.6 (0.2)	74.2 (2.5)	63.9 (1.4)	110.3 (1.1)	1.7 (0.2)	6.25

- ・ マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法を用いてモデルパラメータを推定した。
- ・ 位置は断層の左上端を示す。括弧内は誤差 (1σ) を示す。
- ・ M_w と断層面積がスケーリング則 (Thingbaijam et al., 2017) に近づくように拘束した。
- ・ M_w の計算においては、剛性率を 30 GPa と仮定

【参考】鉛直成分



矢印は観測値（黒）及び計算値（赤）の鉛直成分。

【参考】2023年5月5日能登半島の地震活動の震源断層モデル（暫定）

基準期間: 2023/04/28 09:00:00~2023/05/05 08:59:59[R5:速報解]JST
 比較期間: 2023/05/06 09:00:00~2023/05/10 08:59:59[R5:速報解]JST
 固定局:小松(950255)

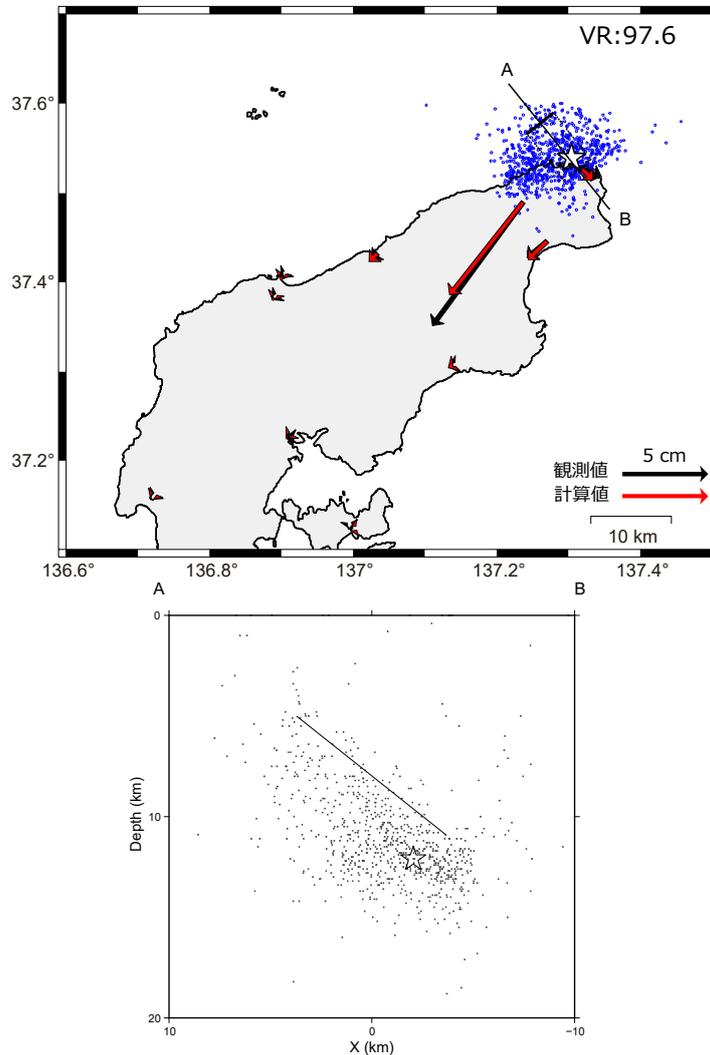


図 推定された震源断層モデル

(上) 矩形実線は震源断層モデルを地表に投影した位置で、太い実線が断層上端。矢印は観測値（黒）及び計算値（赤）の水平成分。
 (下) 傾斜方向(A-B)に射影した断層面（太線）及び震源分布（点）。横軸は傾き下がる方向を正にとっている。

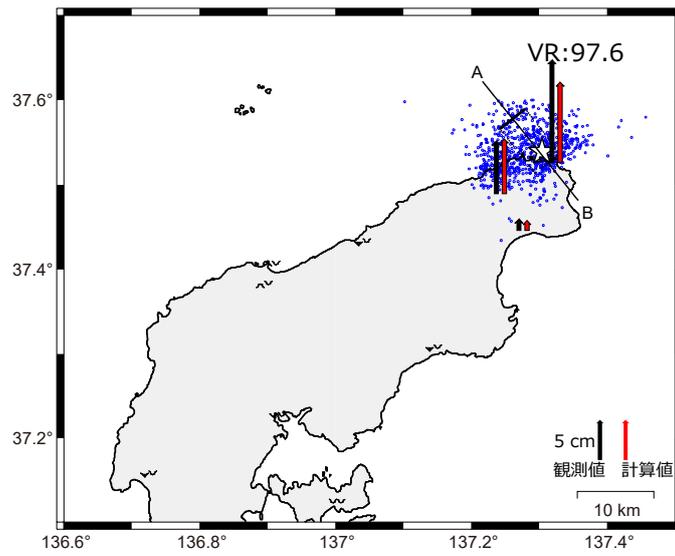
☆印は震央、点は震源分布（気象庁一元化震源）、2023年5月05日14時42分~5月5日23時59分。

表 推定された震源断層モデルパラメータ

経度 [°]	緯度 [°]	上端深さ [km]	長さ [km]	幅 [km]	走向 [°]	傾斜 [°]	すべり角 [°]	すべり量 [m]	M _w
137.242 (0.002)	37.566 (0.002)	5.0	4.2 (0.3)	9.5 (0.2)	51.4 (1.9)	38.7 (0.4)	103.2 (1.6)	2.6 (0.2)	6.26

- ・ マルコフ連鎖モンテカルロ（MCMC）法を用いてモデルパラメータを推定した。
- ・ 位置は断層の左上端を示す。括弧内は誤差（1σ）を示す。上端深さは5kmに固定。
- ・ M_wと断層面積がスケーリング則(Thingbaijam et al., 2017)に近づくように拘束した。
- ・ M_wの計算においては、剛性率を30 GPaと仮定

【参考】鉛直成分



矢印は観測値（黒）及び計算値（赤）の鉛直成分。

エ. 周辺の過去の地震活動

1700年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域e）では、M5.0以上の地震が時々発生している。2007年3月25日には「平成19年（2007年）能登半島地震」が発生し、石川県珠洲市で22cmの津波を観測した。領域e内の地震により石川県で生じた主な被害を下の表に示す。

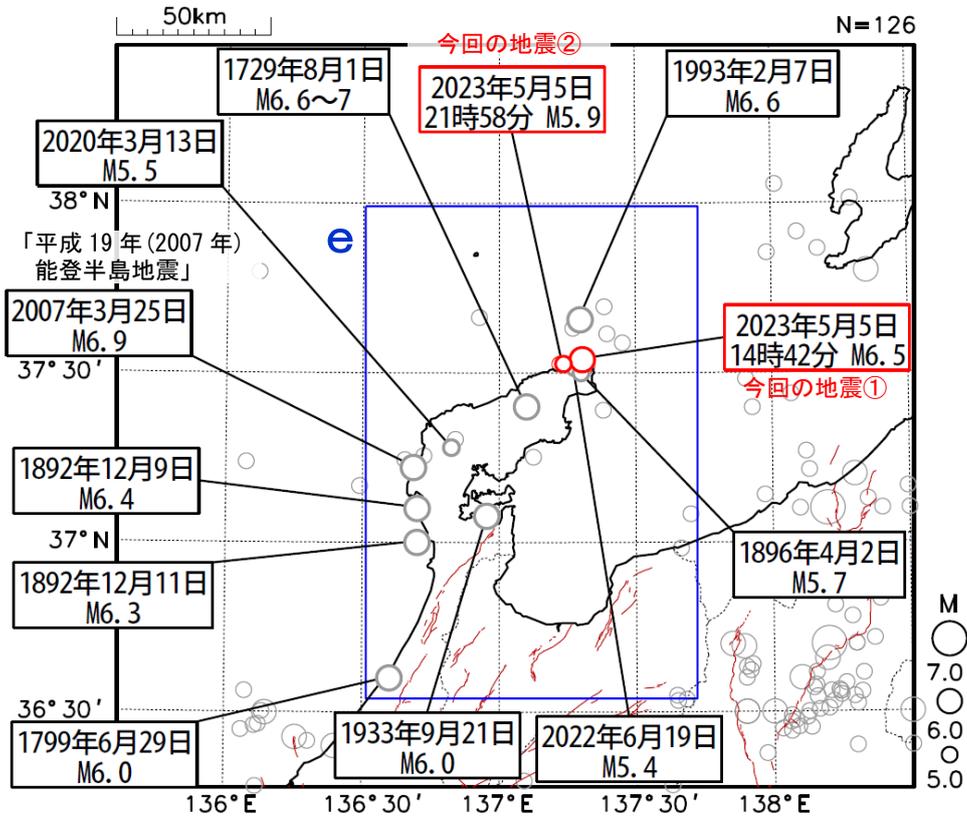


図2-12 震央分布図

(1700年1月1日～2023年5月31日、深さ0～50km、M≥5.0)

2023年5月の地震を赤色で表示

震央分布図中の茶色の実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、1700～1884年は理科年表、1885年～1918年は茅野・宇津（2001）、宇津（1982、1985）による*。

表2-1 領域e内の地震により石川県で生じた主な被害（注1）

年月日	マグニチュード	主な被害
1729年8月1日	6.6～7.0	珠洲郡、鳳至郡で死者5人、家屋全壊・同損壊791棟、輪島村で家屋全壊28棟。能登半島先端で被害が大きい。
1799年6月29日	6.0	金沢城下で家屋全壊26棟、能美・石川・河北郡で家屋全壊964棟、死者は全体で21人
1892年12月9日	6.4	羽咋郡高浜町・火打谷村で家屋破損あり。堀松村末吉で、死者1人、負傷者5人、家屋全壊2棟。（12月11日にも同程度の地震あり。）
1896年4月2日	5.7	土蔵倒潰など（注2）
1933年9月21日	6.0	死者3人、負傷者55人、住家全壊2棟。
1993年2月7日	6.6	負傷者30人（重傷者1人、軽傷者29人〔うち1人は新潟県〕）
2007年3月25日	6.9	死者1人、負傷者356人、住家全壊686棟（注3）
2020年3月13日	5.5	軽傷者2人（注3）
2022年6月19日	5.4	軽傷者6人（注3）

（注1）「日本の地震活動」（第2版），地震調査委員会 に加筆

（注2）被害は「日本被害地震総覧」による。

（注3）被害は総務省消防庁による。

*宇津徳治，日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表：1885年～1980年，震研彙報，56，401-463，1982。

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

茅野一郎・宇津徳治，日本の主な地震の表，「地震の事典」第2版，朝倉書店，2001，657pp。

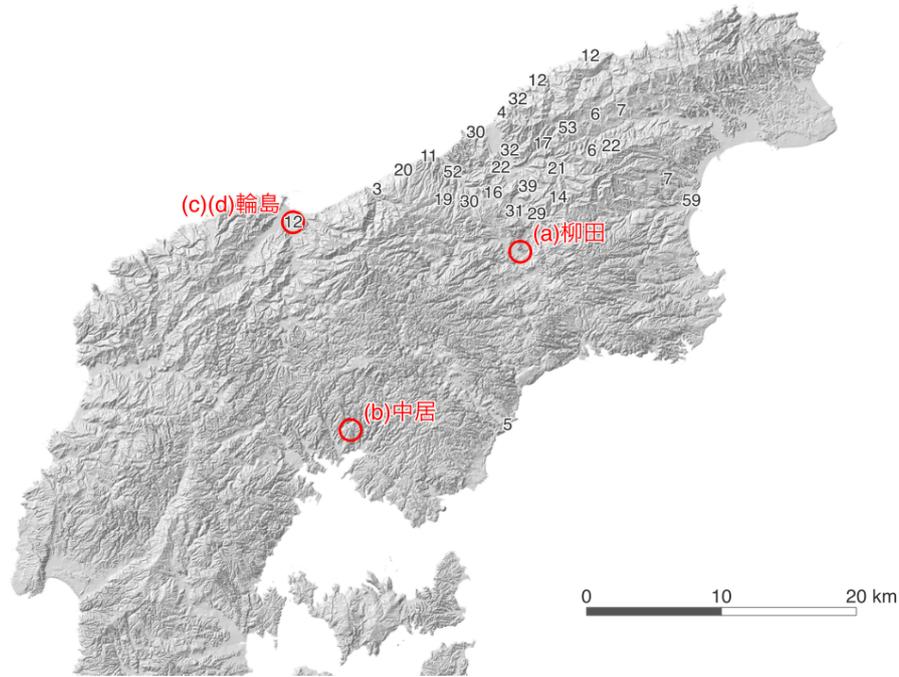


図 1. 1729 年 8 月 1 日（享保十四年七月七日）以降の地震の記録地点（赤丸）と倒壊率分布（数字、%）。倒壊率は『真偽一統誌』に書かれた被害状況をもとに、（全潰軒数+半潰軒数÷2）÷総軒数として計算されたもので、宇佐美（2020）による。

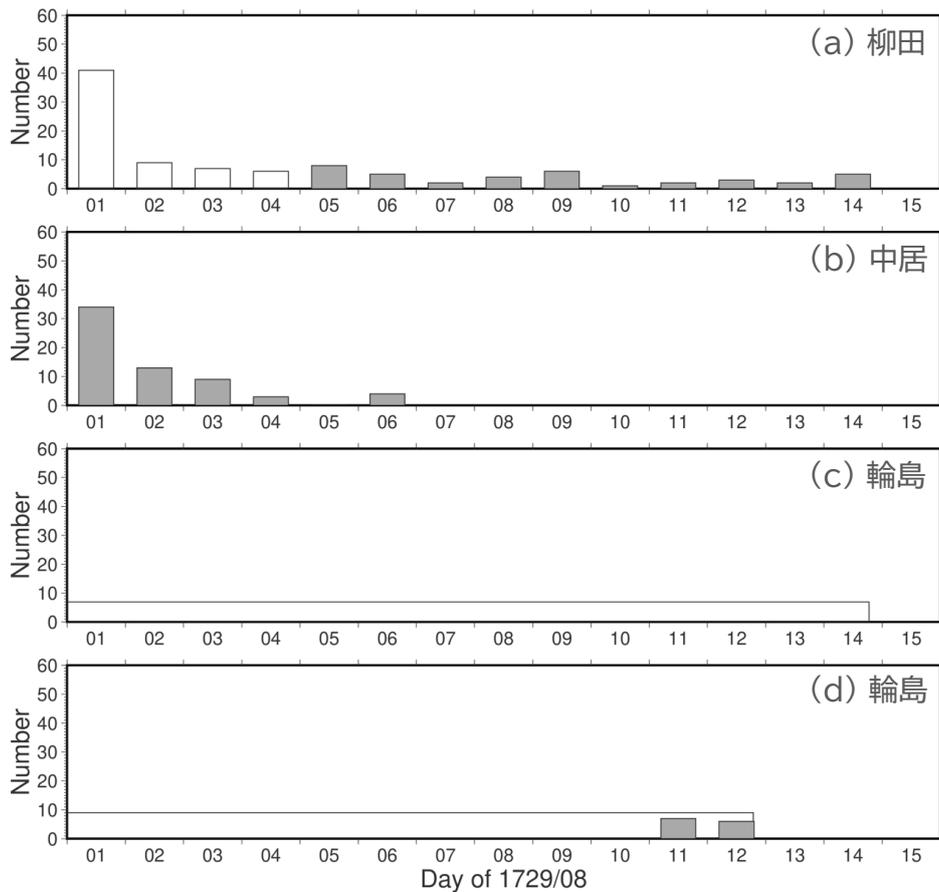


図 2. 1729 年 8 月 1 日（享保十四年七月七日）以降の地震発生数（有感記録数）。

- (a) 能登町柳田（『真念寺鬼籍帳』『柳田村史』）
- (b) 穴水町中居（『加賀藩記事類編』『菅家見聞集』）
- (c) 輪島市（『重蔵宮奉加帳』）
- (d) 輪島市（『加賀藩記事類編』『菅家見聞集』）

灰色の棒グラフは史料中に地震発生数が明記されているもの。6~7 回などと記されている場合は多いほうをとった。白色は「一日中」「折々」などと定性的に書かれているものや、ある期間の回数を 1 日あたりの回数に換算したもの。輪島市（『重蔵宮奉加帳』）では毎日 4~7 回、輪島市（『加賀藩記事類編』）では 1 日から 12 日まで大小 100 回余りと書かれている。

珠洲沖セグメント北側の伏在断層と反射断面位置

