

第 395 回 地震調査委員会資料

〈 目 次 〉

- ◆ 広帯域地震計を用いたモーメントテンソル解析結果（2023年12月01日-12月31日） …… 2
- ◆ 紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況（2023年12月） …… 11
- ◆ 四国の深部低周波微動活動状況（2023年12月） …… 12
- ◆ 四国中部の短期的スロースリップ活動状況（2023年12月） …… 13
- ◆ 令和6年能登半島地震 震源分布と主な地震の初動解 …… 14
- ◆ 令和6年能登半島地震の詳細震源分布 …… 15
- ◆ 令和6年能登半島地震三次元地震波速度構造により再決定した震源分布 …… 17
- ◆ 令和6年能登半島地震（F-netによるメカニズム解） …… 18
- ◆ 2024年1月6日能登半島沖の地震による強震動 …… 19
- ◆ 令和6年能登半島地震の震源過程 …… 20
- ◆ 令和6年能登半島地震による高周波エネルギー輻射量 …… 22

令和6年1月15日



国立研究開発法人

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

広帯域地震計を用いたモーメントテンソル解析結果
(2023年12月01日-12月31日)

期間中のイベント数:87

・北海道地方

- 22) 北海道北西沖 (12/15 19:00 Mw4.3 H300km VR81.04/3) 北北東-南南西方向に伸長軸を持つ型
- 26) 根室半島南東沖 (12/17 18:22 Mw4.0 H_35km VR65.78/3) 北西-南東圧縮の逆断層
- 38) 浦河沖 (12/22 18:30 Mw4.0 H_68km VR77.79/3) 西北西-東南東方向に圧縮軸を持つ型
- 49) 十勝支庁中部 (12/24 20:55 Mw4.1 H101km VR63.87/3) 北北西-南南東圧縮の逆断層
- 61) 日本海北部 (12/27 04:10 Mw4.8 H560km VR84.70/3) 北西-南東圧縮の横ずれ断層
- 62) 浦河沖 (12/27 07:53 Mw4.8 H_74km VR53.44/3) 西北西-東南東圧縮の逆断層
- 67) 択捉島付近 (12/28 18:15 Mw6.5 H_35km VR84.98/3) 西北西-東南東圧縮の逆断層
- 68) 択捉島付近 (12/28 21:40 Mw4.7 H_26km VR82.50/3) 西北西-東南東圧縮の逆断層
- 71) 択捉島付近 (12/29 00:04 Mw4.3 H_26km VR81.15/3) 北北西-南南東圧縮の逆断層
- 73) 択捉島付近 (12/29 01:42 Mw4.2 H_32km VR82.34/3) 北北西-南南東伸張の正断層
- 75) 択捉島付近 (12/29 10:11 Mw4.0 H_5km VR61.93/3) 北西-南東圧縮の逆断層
- 81) 日高支庁西部 (12/30 15:07 Mw4.4 H_41km VR69.94/3) 北東-南西圧縮の逆断層
- 87) 択捉島付近 (12/31 13:19 Mw4.0 H_20km VR79.79/3) 北西-南東圧縮の逆断層

・東北地方

- 2) 宮城県沖 (12/01 12:52 Mw4.4 H_56km VR91.18/3) 西北西-東南東圧縮の逆断層
- 27) 福島県沖 (12/18 01:17 Mw4.3 H_5km VR86.83/3) 東西伸張の正断層
- 30) 宮城県沖 (12/21 02:31 Mw4.0 H_20km VR88.85/3) 北東-南西方向に圧縮軸を持つ型
- 37) 岩手県沖 (12/22 10:45 Mw4.5 H_5km VR81.18/3) 東西圧縮の横ずれ断層
- 69) 青森県東方沖 (12/28 22:16 Mw4.4 H_38km VR86.76/3) 西北西-東南東圧縮の逆断層

・関東・中部地方

- 14) 房総半島南東沖 (12/09 16:03 Mw4.5 H_59km VR76.00/3) 西北西-東南東方向に圧縮軸を持つ型
- 25) 栃木県南部 (12/17 14:11 Mw4.3 H_68km VR87.17/3) 東西方向に圧縮軸を持つ型
- 31) 千葉県東方沖 (12/21 20:29 Mw4.8 H_8km VR63.75/3) 北北西-南南東方向に圧縮軸を持つ型
- 32) 千葉県東方沖 (12/21 23:04 Mw5.2 H_17km VR68.92/3) 北北西-南南東方向に圧縮軸を持つ型
- 33) 千葉県東方沖 (12/21 23:17 Mw4.6 H_17km VR61.88/3) 北北西-南南東圧縮の逆断層
- 34) 千葉県東方沖 (12/22 01:11 Mw4.8 H_17km VR74.03/3) 北北西-南南東方向に圧縮軸を持つ型
- 35) 千葉県東方沖 (12/22 03:36 Mw4.0 H_17km VR71.28/3) 北北西-南南東圧縮の逆断層
- 36) 千葉県東方沖 (12/22 05:45 Mw5.0 H_23km VR69.72/3) 北北西-南南東圧縮の逆断層
- 48) 八丈島東方沖 (12/24 20:46 Mw4.5 H_5km VR81.41/3) 西北西-東南東伸張の正断層
- 76) 八丈島東方沖 (12/29 13:38 Mw4.8 H_8km VR67.09/3) 東西圧縮の逆断層
- 82) 八丈島東方沖 (12/30 19:32 Mw4.3 H_5km VR71.94/3) 東西圧縮の逆断層

・小笠原地方

- 18) 鳥島近海 (12/14 10:17 Mw4.2 H_5km VR64.14/3) 西北西-東南東方向に伸長軸を持つ型
- 39) 八丈島近海 (12/22 19:19 Mw4.3 H130km VR86.88/3) 北北西-南南東方向に圧縮軸を持つ型
- 40) 鳥島近海 (12/23 15:46 Mw4.3 H_35km VR77.28/3) 東西伸張の正断層
- 41) 鳥島近海 (12/23 17:13 Mw4.1 H_5km VR70.61/3) 東西方向に伸長軸を持つ型

42) 鳥島近海	(12/23 17:37 Mw4.5 H_5km VR76.27/3)	東西伸張の正断層
44) 鳥島近海	(12/23 19:15 Mw4.8 H_5km VR78.22/3)	東北東—西南西伸張の正断層
45) 鳥島近海	(12/23 21:36 Mw4.1 H_5km VR59.25/3)	東西圧縮の逆断層
59) 鳥島近海	(12/27 00:06 Mw4.8 H_5km VR78.52/3)	西北西—東南東方向に伸長軸を持つ型
・東海道沖		
55) 東海道沖	(12/25 13:49 Mw5.0 H340km VR94.62/3)	西北西—東南東方向に圧縮軸を持つ型
56) 東海道沖	(12/26 15:30 Mw4.9 H460km VR73.84/3)	南北方向に圧縮軸を持つ型
63) 東海道沖	(12/27 08:43 Mw4.4 H270km VR94.58/3)	東西方向に圧縮軸を持つ型
・近畿地方		
10) 熊野灘	(12/07 12:12 Mw4.5 H400km VR69.30/3)	東西圧縮の逆断層
・九州地方		
28) 奄美大島近海	(12/18 20:28 Mw4.1 H_32km VR55.07/3)	北東—南西圧縮の横ずれ断層
58) 奄美大島近海	(12/26 21:13 Mw4.0 H_5km VR82.08/3)	北北東—南南西伸張の横ずれ断層
60) 奄美大島近海	(12/27 02:00 Mw4.0 H_8km VR78.90/3)	北北東—南南西伸張の横ずれ断層
70) 奄美大島近海	(12/28 23:49 Mw4.3 H_65km VR82.58/3)	東西方向に圧縮軸を持つ型
・沖縄地方		
4) 台湾付近	(12/02 07:27 Mw4.3 H_38km VR63.86/2)	東西方向に圧縮軸を持つ型
9) 石垣島南方沖	(12/06 13:07 Mw4.2 H_68km VR56.43/2)	東西圧縮の逆断層
11) 宮古島近海	(12/08 22:11 Mw4.2 H_38km VR72.13/3)	北北西—南南東圧縮の逆断層
12) 沖縄本島近海	(12/09 02:01 Mw4.4 H_17km VR75.60/3)	北西—南東圧縮の逆断層
13) 与那国島近海	(12/09 15:19 Mw4.3 H_92km VR77.45/2)	東北東—西南西方向に圧縮軸を持つ型
29) 宮古島近海	(12/19 23:04 Mw4.2 H_14km VR77.45/2)	北北西—南南東圧縮の逆断層
50) 与那国島近海	(12/24 22:22 Mw4.6 H_5km VR76.73/2)	南北伸張の正断層
51) 与那国島近海	(12/24 22:27 Mw4.6 H_5km VR73.57/2)	南北伸張の正断層
52) 与那国島近海	(12/24 22:45 Mw4.1 H_8km VR62.59/2)	南北伸張の正断層
53) 与那国島近海	(12/24 23:02 Mw4.7 H_8km VR73.08/2)	南北伸張の正断層
57) 沖縄本島近海	(12/26 17:14 Mw4.4 H_35km VR71.37/2)	北西—南東圧縮の逆断層

*Mw4.0以上をリストアップ.

**下線部はMw5.0以上を示す.

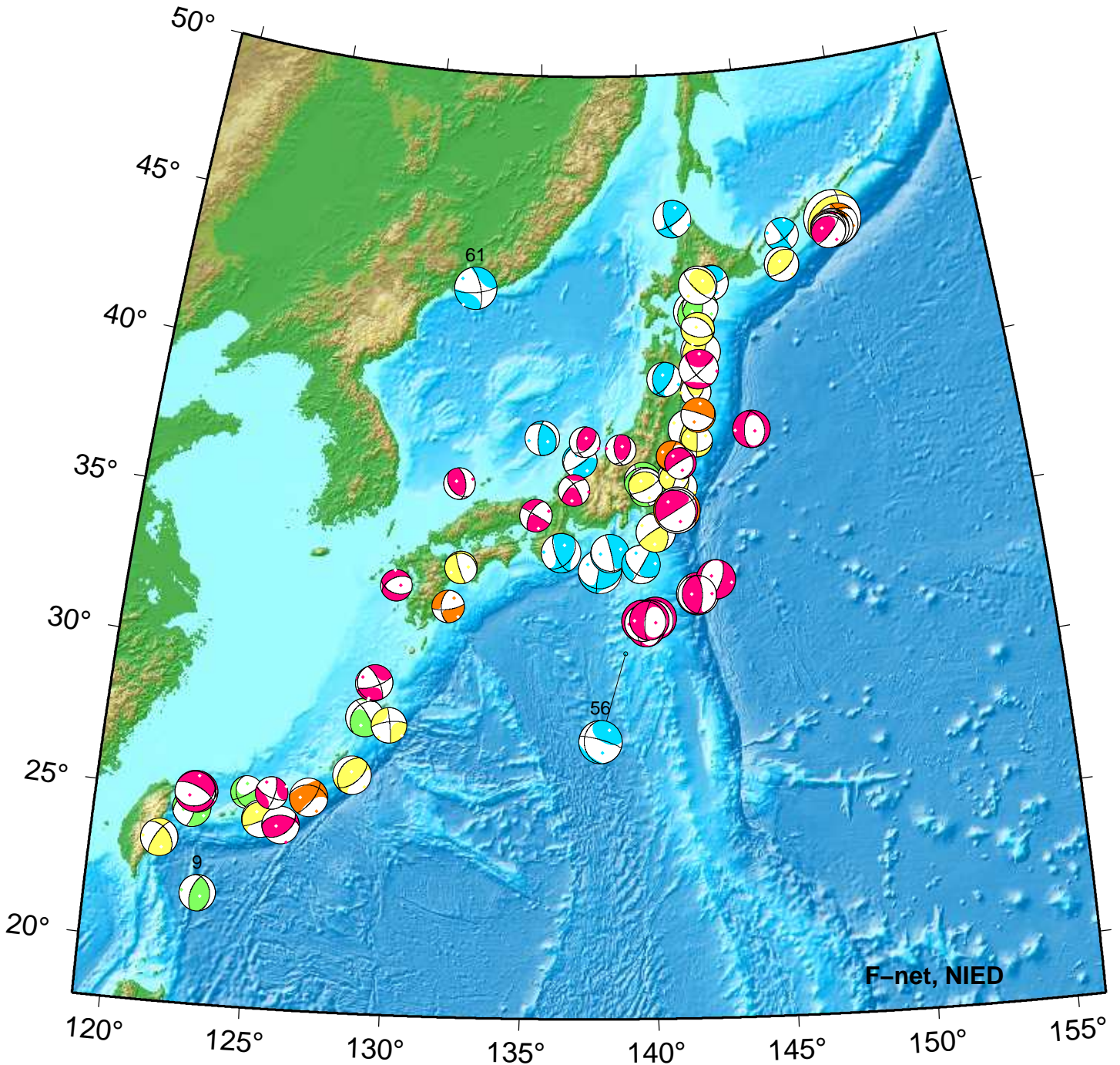
***"VR"欄の"/"の後の数は解析に使用した観測点数を示す.

****断層タイプの分類はFrohlich [1992]による.

謝辞 地形データは海上保安庁のものを使用させて頂きました. 記して感謝いたします

NIED Moment Tensor Solutions

Dec 01, 2023–Dec 31, 2023(JST)



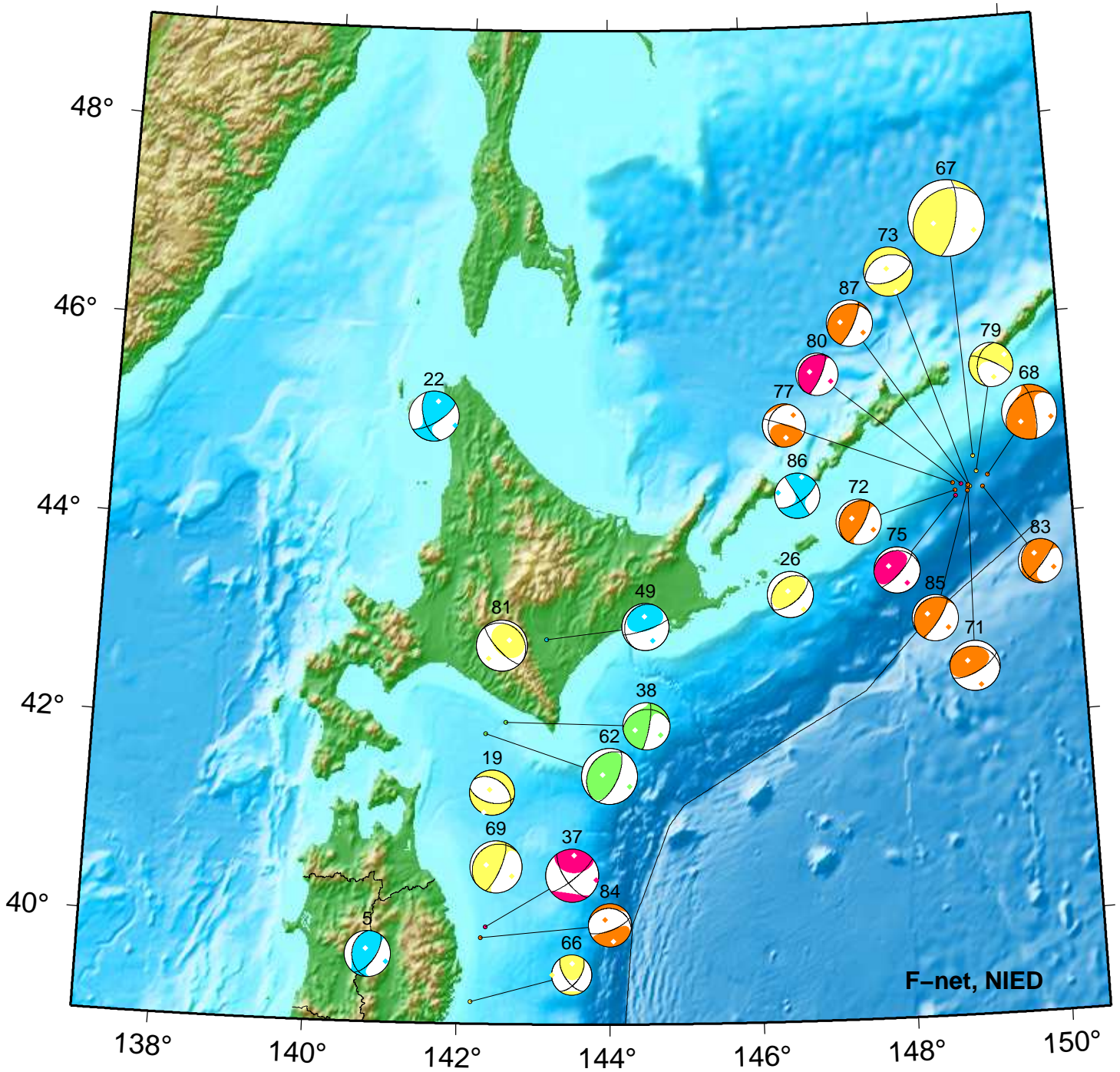
9. 12/06 13:07 Mw4.2 H_68km VR56.4

56. 12/26 15:30 Mw4.9 H460km VR73.8

61. 12/27 04:10 Mw4.8 H560km VR84.7

Hokkaido

Dec 01,2023–Dec 31,2023(JST)



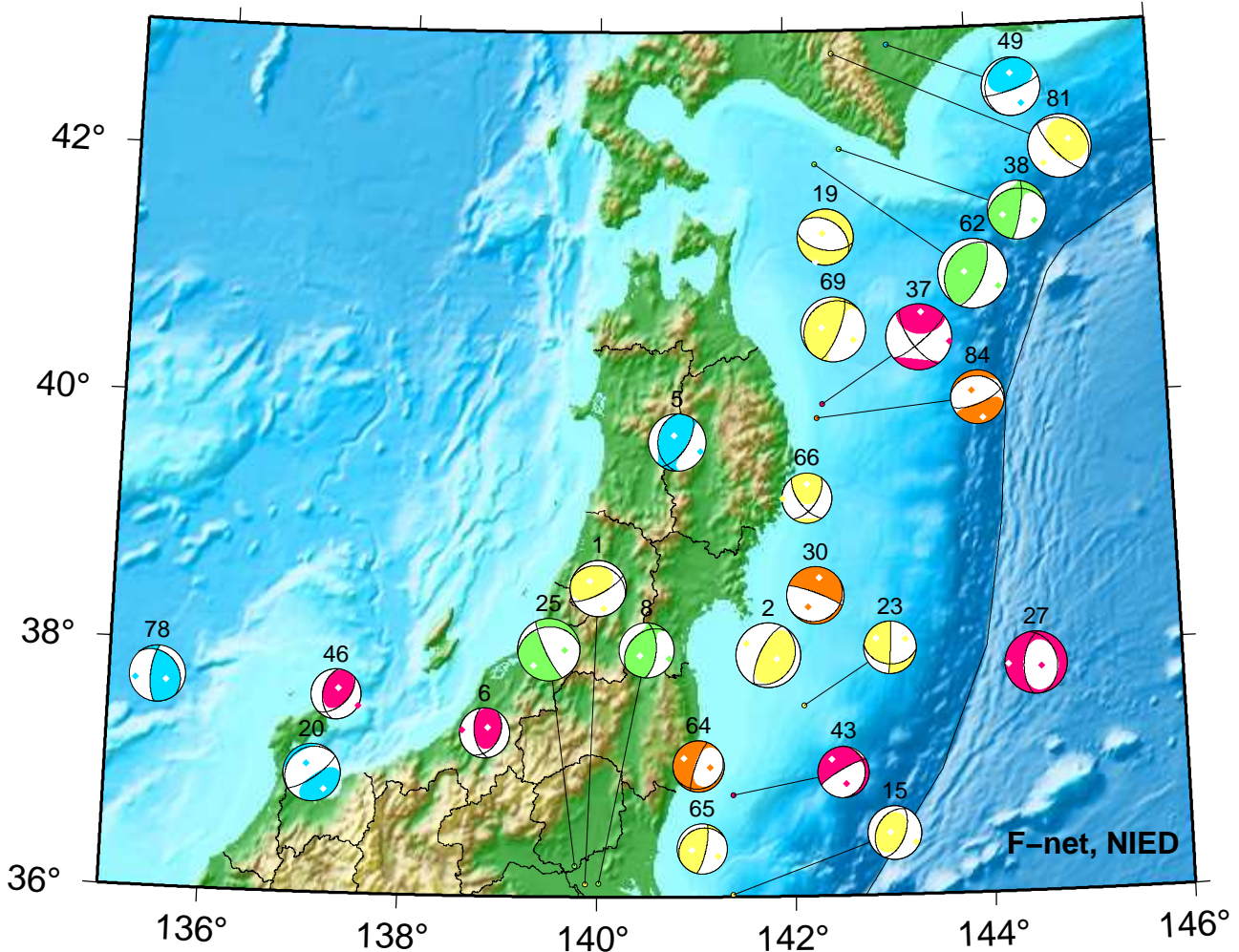
F-net, NIED



5. 12/02 09:35 Mw3.9 H104km VR66.2	67. 12/28 18:15 Mw6.5 H_35km VR85.0	80. 12/30 02:12 Mw3.6 H_11km VR55.5
19. 12/14 18:37 Mw3.9 H_38km VR69.9	68. 12/28 21:40 Mw4.7 H_26km VR82.5	81. 12/30 15:07 Mw4.4 H_41km VR69.9
22. 12/15 19:00 Mw4.3 H300km VR81.0	69. 12/28 22:16 Mw4.4 H_38km VR86.8	83. 12/30 22:59 Mw3.8 H_23km VR78.8
26. 12/17 18:22 Mw4.0 H_35km VR65.8	71. 12/29 00:04 Mw4.3 H_26km VR81.2	84. 12/31 07:39 Mw3.7 H_26km VR62.4
37. 12/22 10:45 Mw4.5 H_5km VR81.2	72. 12/29 00:38 Mw3.9 H_23km VR80.8	85. 12/31 08:55 Mw3.9 H_20km VR77.2
38. 12/22 18:30 Mw4.0 H_68km VR77.8	73. 12/29 01:42 Mw4.2 H_32km VR82.3	86. 12/31 09:10 Mw3.8 H160km VR69.2
49. 12/24 20:55 Mw4.1 H101km VR63.9	75. 12/29 10:11 Mw4.0 H_5km VR61.9	87. 12/31 13:19 Mw4.0 H_20km VR79.8
62. 12/27 07:53 Mw4.8 H_74km VR53.4	77. 12/29 16:19 Mw3.7 H_26km VR66.8	
66. 12/28 17:56 Mw3.5 H_47km VR68.2	79. 12/29 23:29 Mw3.8 H_44km VR64.6	

Tohoku

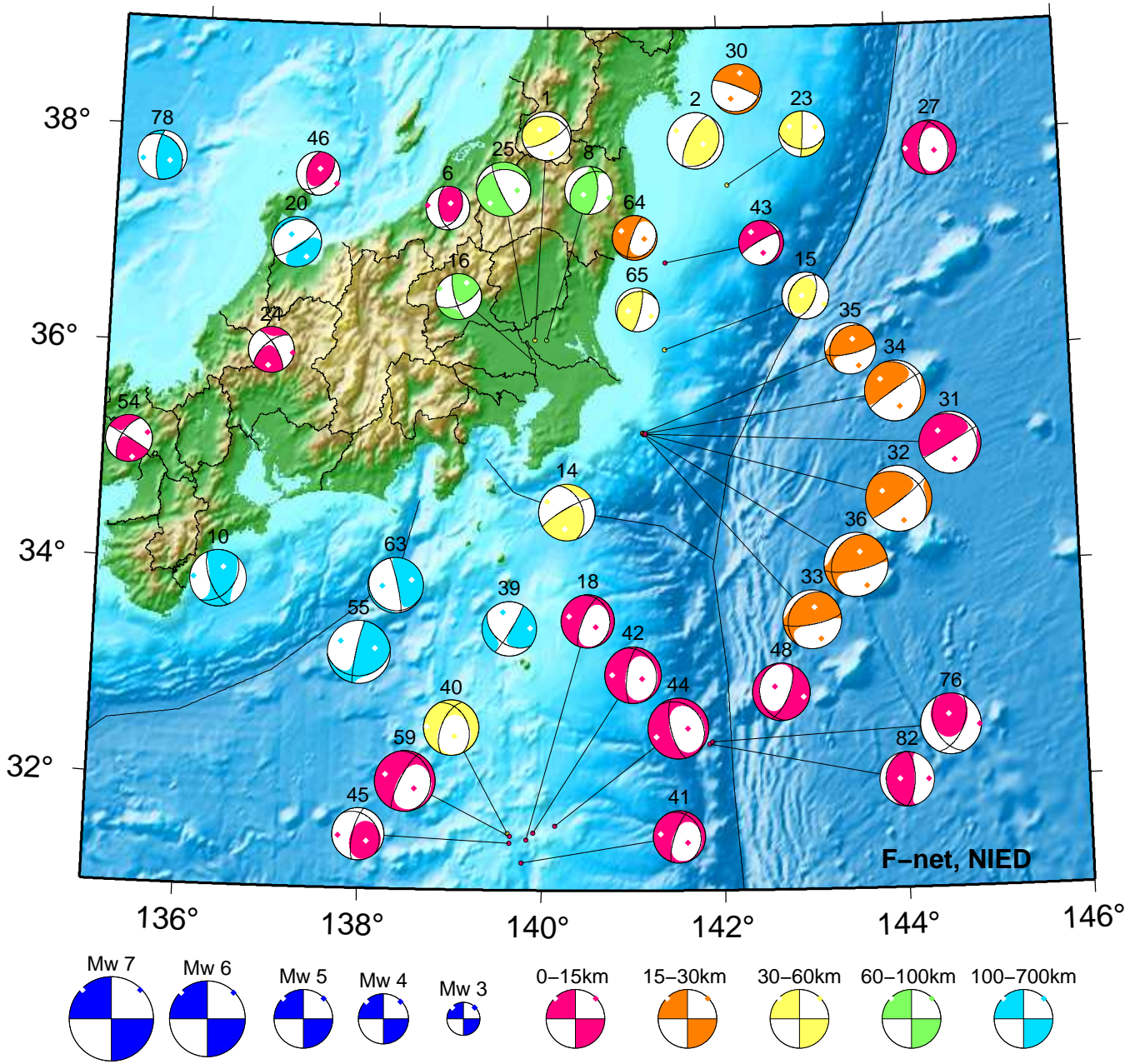
Dec 01,2023–Dec 31,2023(JST)



- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. 12/01 11:14 Mw3.9 H_53km VR55.5 | 25. 12/17 14:11 Mw4.3 H_68km VR87.2 | 64. 12/27 16:08 Mw3.5 H_20km VR64.2 |
| 2. 12/01 12:52 Mw4.4 H_56km VR91.2 | 27. 12/18 01:17 Mw4.3 H_5km VR86.8 | 65. 12/28 16:10 Mw3.4 H_38km VR60.0 |
| 5. 12/02 09:35 Mw3.9 H104km VR66.2 | 30. 12/21 02:31 Mw4.0 H_20km VR88.8 | 66. 12/28 17:56 Mw3.5 H_47km VR68.2 |
| 6. 12/04 20:59 Mw3.4 H_14km VR73.2 | 37. 12/22 10:45 Mw4.5 H_5km VR81.2 | 69. 12/28 22:16 Mw4.4 H_38km VR86.8 |
| 8. 12/06 12:08 Mw3.8 H_71km VR64.5 | 38. 12/22 18:30 Mw4.0 H_68km VR77.8 | 78. 12/29 18:51 Mw3.9 H360km VR60.4 |
| 15. 12/10 03:31 Mw3.7 H_38km VR54.2 | 43. 12/23 18:40 Mw3.6 H_5km VR65.6 | 81. 12/30 15:07 Mw4.4 H_41km VR69.9 |
| 19. 12/14 18:37 Mw3.9 H_38km VR69.9 | 46. 12/24 08:07 Mw3.5 H_5km VR71.5 | 84. 12/31 07:39 Mw3.7 H_26km VR62.4 |
| 20. 12/14 22:52 Mw3.9 H240km VR65.5 | 49. 12/24 20:55 Mw4.1 H101km VR63.9 | |
| 23. 12/16 11:04 Mw3.6 H_32km VR56.9 | 62. 12/27 07:53 Mw4.8 H_74km VR53.4 | |

Kanto-Chubu

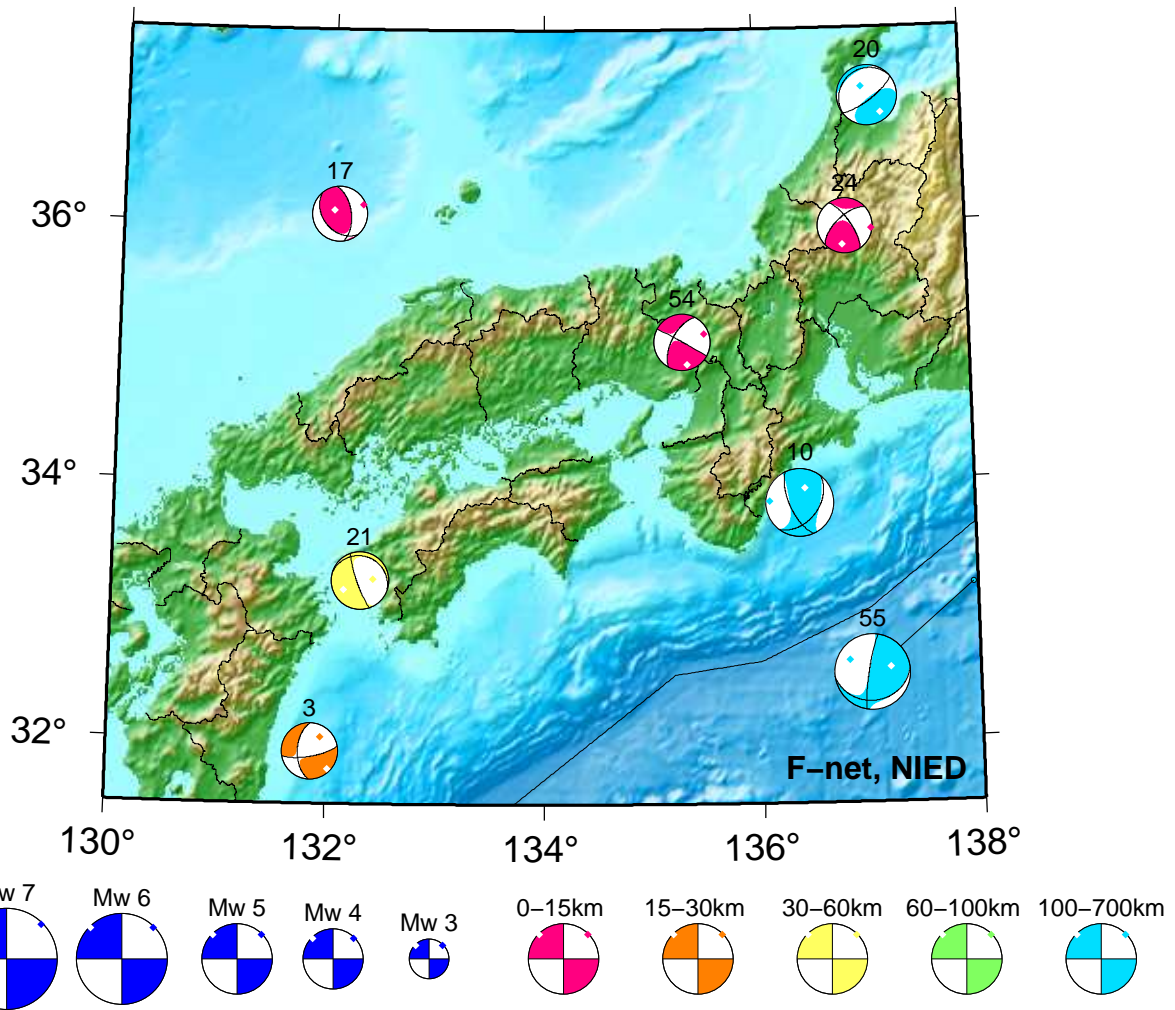
Dec 01,2023-Dec 31,2023(JST)



- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. 12/01 11:14 Mw3.9 H_53km VR55.5 | 27. 12/18 01:17 Mw4.3 H_5km VR86.8 | 44. 12/23 19:15 Mw4.8 H_5km VR78.2 |
| 2. 12/01 12:52 Mw4.4 H_56km VR91.2 | 30. 12/21 02:31 Mw4.0 H_20km VR88.8 | 45. 12/23 21:36 Mw4.1 H_5km VR59.2 |
| 6. 12/04 20:59 Mw3.4 H_14km VR73.2 | 31. 12/21 20:29 Mw4.8 H_8km VR63.8 | 46. 12/24 08:07 Mw3.5 H_5km VR71.5 |
| 8. 12/06 12:08 Mw3.8 H_71km VR64.5 | 32. 12/21 23:04 Mw5.2 H_17km VR68.9 | 48. 12/24 20:46 Mw4.5 H_5km VR81.4 |
| 10. 12/07 12:12 Mw4.5 H400km VR69.3 | 33. 12/21 23:17 Mw4.6 H_17km VR61.9 | 54. 12/25 04:42 Mw3.7 H_8km VR90.4 |
| 14. 12/09 16:03 Mw4.5 H_59km VR76.0 | 34. 12/22 01:11 Mw4.8 H_17km VR74.0 | 55. 12/25 13:49 Mw5.0 H340km VR94.6 |
| 15. 12/10 03:31 Mw3.7 H_38km VR54.2 | 35. 12/22 03:36 Mw4.0 H_17km VR71.3 | 59. 12/27 00:06 Mw4.8 H_5km VR78.5 |
| 16. 12/11 21:28 Mw3.6 H_92km VR66.0 | 36. 12/22 05:45 Mw5.0 H_23km VR69.7 | 63. 12/27 08:43 Mw4.4 H270km VR94.6 |
| 18. 12/14 10:17 Mw4.2 H_5km VR64.1 | 39. 12/22 19:19 Mw4.3 H130km VR86.9 | 64. 12/27 16:08 Mw3.5 H_20km VR64.2 |
| 20. 12/14 22:52 Mw3.9 H240km VR65.5 | 40. 12/23 15:46 Mw4.3 H_35km VR77.3 | 65. 12/28 16:10 Mw3.4 H_38km VR60.0 |
| 23. 12/16 11:04 Mw3.6 H_32km VR56.9 | 41. 12/23 17:13 Mw4.1 H_5km VR70.6 | 76. 12/29 13:38 Mw4.8 H_8km VR67.1 |
| 24. 12/16 11:44 Mw3.6 H_11km VR74.7 | 42. 12/23 17:37 Mw4.5 H_5km VR76.3 | 78. 12/29 18:51 Mw3.9 H360km VR60.4 |
| 25. 12/17 14:11 Mw4.3 H_68km VR87.2 | 43. 12/23 18:40 Mw3.6 H_5km VR65.6 | 82. 12/30 19:32 Mw4.3 H_5km VR71.9 |

Kinki-Chugoku-Shikoku

Dec 01,2023-Dec 31,2023(JST)



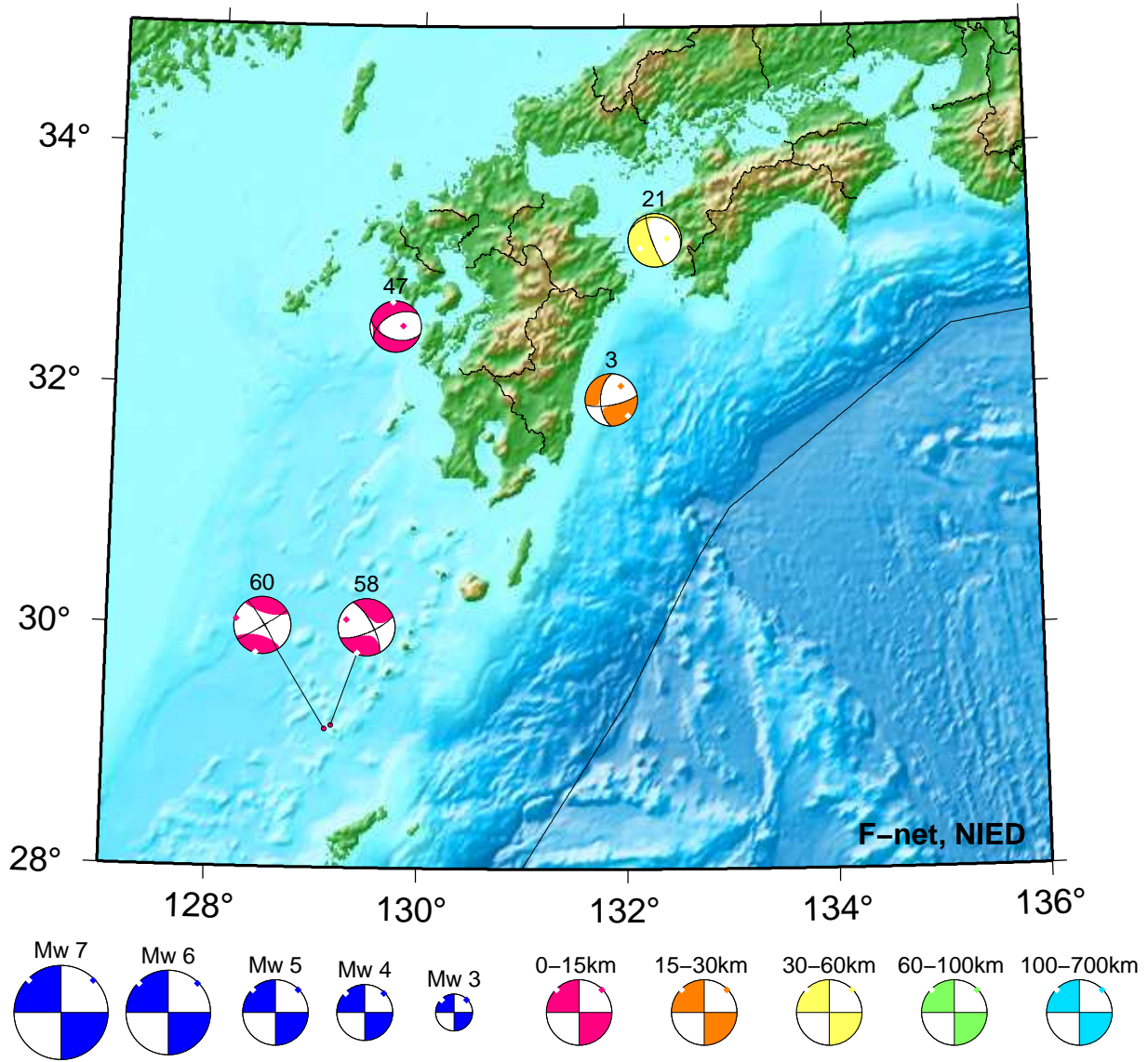
3. 12/01 19:01 Mw3.7 H_29km VR71.1
 10. 12/07 12:12 Mw4.5 H400km VR69.3
 17. 12/14 02:14 Mw3.6 H_14km VR77.9

20. 12/14 22:52 Mw3.9 H240km VR65.5
 21. 12/15 18:04 Mw3.7 H_41km VR69.5
 24. 12/16 11:44 Mw3.6 H_11km VR74.7

54. 12/25 04:42 Mw3.7 H_8km VR90.4
 55. 12/25 13:49 Mw5.0 H340km VR94.6

Kyushu

Dec 01,2023–Dec 31,2023(JST)



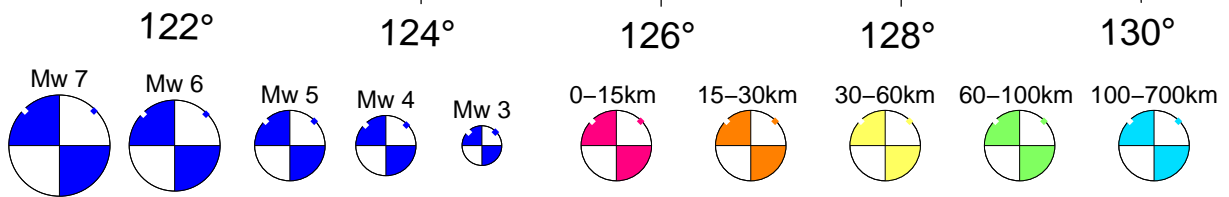
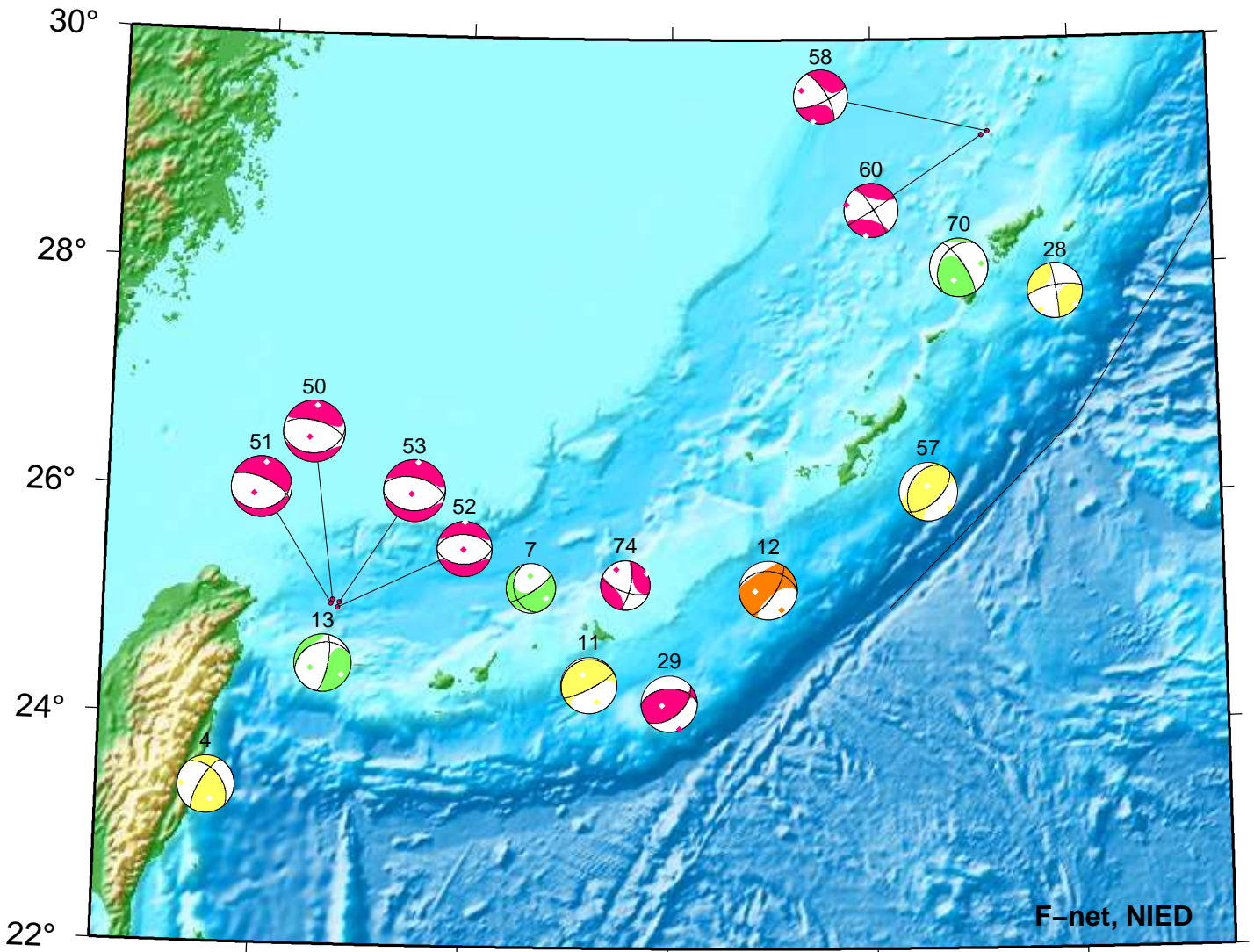
3. 12/01 19:01 Mw3.7 H_29km VR71.1
21. 12/15 18:04 Mw3.7 H_41km VR69.5

47. 12/24 18:58 Mw3.6 H_8km VR81.3
58. 12/26 21:13 Mw4.0 H_5km VR82.1

60. 12/27 02:00 Mw4.0 H_8km VR78.9

Okinawa

Dec 01,2023–Dec 31,2023(JST)



4. 12/02 07:27 Mw4.3 H_38km VR63.9	29. 12/19 23:04 Mw4.2 H_14km VR77.5	58. 12/26 21:13 Mw4.0 H_5km VR82.1
7. 12/04 21:28 Mw3.7 H_98km VR75.8	50. 12/24 22:22 Mw4.6 H_5km VR76.7	60. 12/27 02:00 Mw4.0 H_8km VR78.9
11. 12/08 22:11 Mw4.2 H_38km VR72.1	51. 12/24 22:27 Mw4.6 H_5km VR73.6	70. 12/28 23:49 Mw4.3 H_65km VR82.6
12. 12/09 02:01 Mw4.4 H_17km VR75.6	52. 12/24 22:45 Mw4.1 H_8km VR62.6	74. 12/29 07:39 Mw3.7 H_11km VR52.7
13. 12/09 15:19 Mw4.3 H_92km VR77.5	53. 12/24 23:02 Mw4.7 H_8km VR73.1	
28. 12/18 20:28 Mw4.1 H_32km VR55.1	57. 12/26 17:14 Mw4.4 H_35km VR71.4	

紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況 (2023年12月)

- 12月22日～1月6日頃に東海地方から紀伊半島南部において、活発な微動活動。

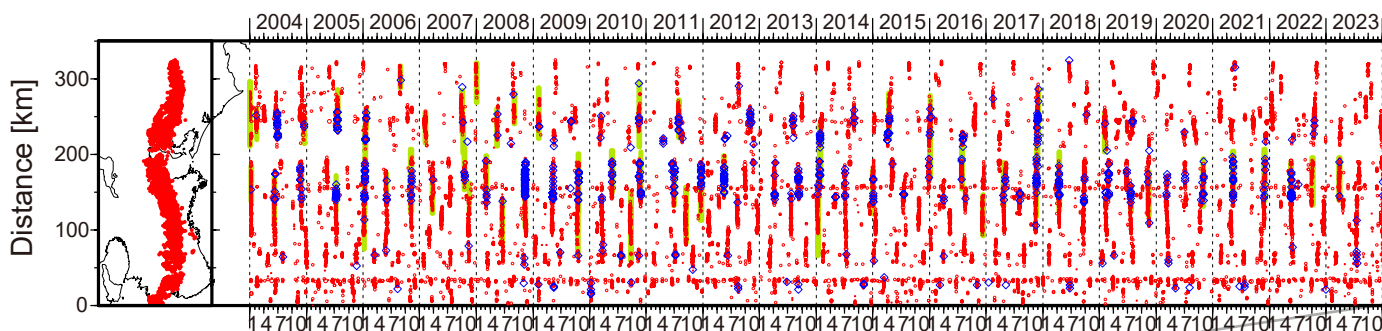


図1. 紀伊半島・東海地域における2004年1月～2024年1月8日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法(Maeda and Obara, 2009)およびクラスタ処理(Obara et al., 2010)によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震(Ito et al., 2007)である. 黄緑色の太線はこれまでに検出された短期的スロースリップイベント(SSE)を示す. 下図は2023年12月を中心とした期間の拡大図である.

12月22日～1月6日頃には、愛知県中部から奈良県南部において活発な活動がみられた。この活動は愛知県中部での開始後、東西方向への活動域の拡大がややみられたのち、27日頃からいったん低調となった。その後12月30日頃から伊勢湾付近で活動が開始し南西方向への活動域の移動がみられた。またこの活動に対し、1月2日頃から奈良県南部で開始した活動が北東方向に移動し、1月4日頃に合流した。12月20～22日頃には三重県南部で小規模な活動がみられた。12月13日頃には和歌山中部において、ごく小規模な活動がみられた。12月2日23:37頃(JST)ミンダナオ島付近で発生したM7.6(USGS)の地震後、クラスタリング処理結果でも1時台に微動源が推定されている。

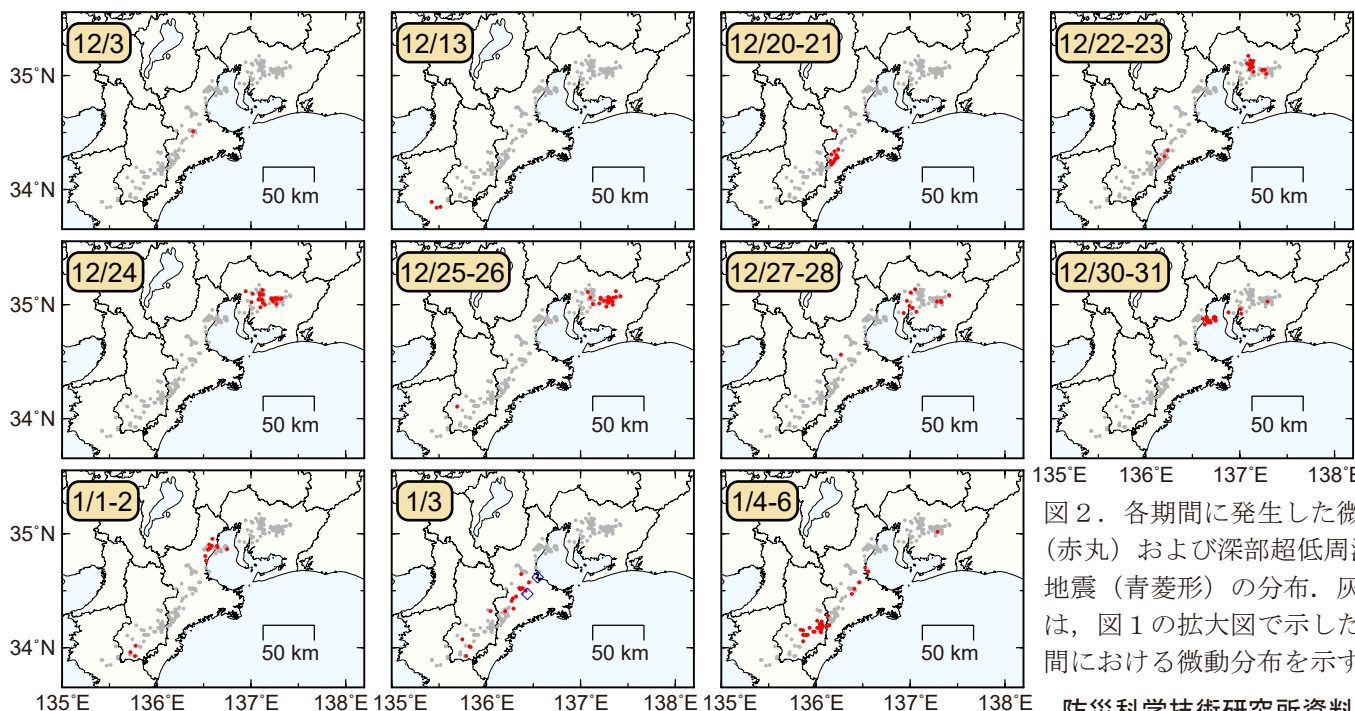


図2. 各期間に発生した微動(赤丸)および深部超低周波地震(青菱形)の分布. 灰丸は、図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す.

- 11月30日～12月13日頃に四国西部から豊後水道において、活発な微動活動。
- 12月23日～1月2日頃に四国中部から西部において、活発な微動活動。

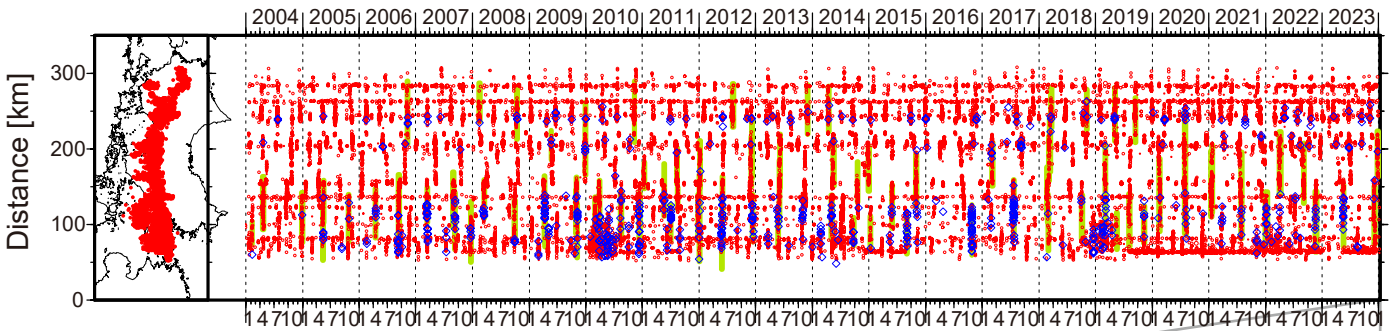


図1. 四国における2004年1月～2024年1月8日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法(Maeda and Obara, 2009)およびクラスタ処理(Obara et al., 2010)によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒

に卓越する超低周波地震(Ito et al., 2007)である. 黄緑色太線は, これまでに検出された短期的スロースリップイベント(SSE)を示す. 下図は2023年12月を中心とした期間の拡大図である. 11月30日～12月13日頃に愛媛県中部から豊後水道において活発な微動活動がみられた. この活動は愛媛県西部で開始した後, 東方向への活動域の移動がみられた. この地域の活動は12月7日頃から低調となる一方, 豊後水道では12月6～13日頃まで活動がみられた. 12月23日～1月2日頃には愛媛・香川・徳島県境付近から愛媛県中部において, 活発な活動がみられた. この活動は愛媛県中部で開始した後, 東西両方向にやや活動域の拡大がみられた. この2つの活発な活動に際し, 傾斜変動から短期的SSEの断層モデルもそれぞれ推定されている. 12月30日頃に愛媛・香川・徳島県境付近で活動がみられたのち, 活動は低調となった. 12月16日頃には香川県付近において, ごく小規模な活動がみられた.

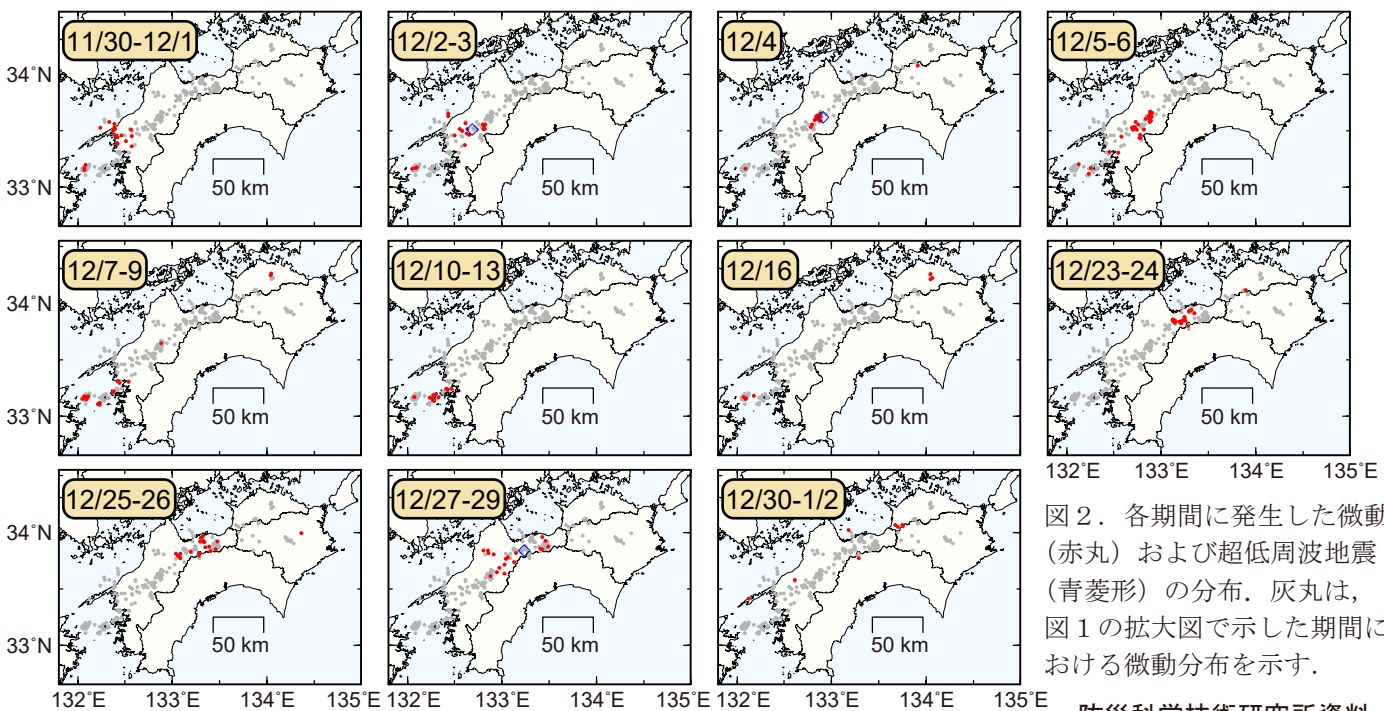
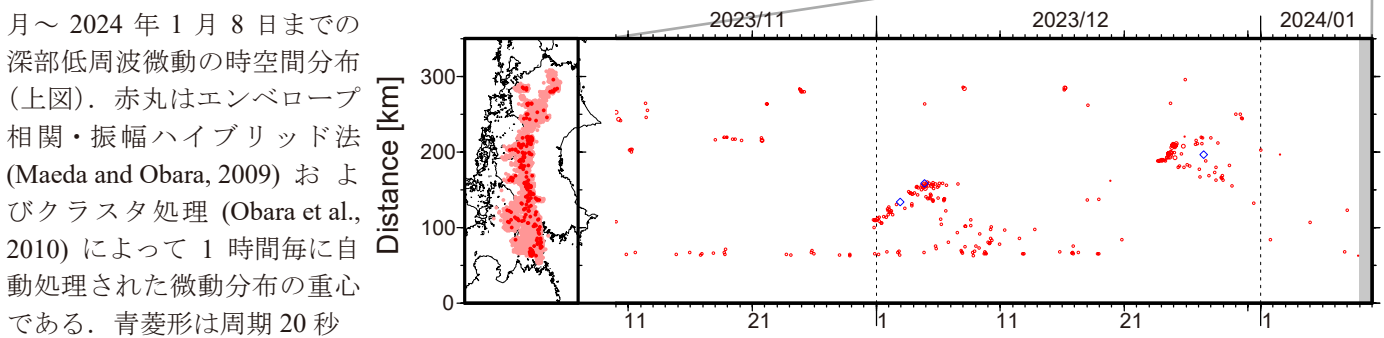


図2. 各期間に発生した微動(赤丸)および超低周波地震(青菱形)の分布. 灰丸は, 図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す.

四国中部の短期的スロースリップ活動状況 (2023年12月)

- ・ 四国中部を活動域とする短期的スロースリップイベント (M_w 6.1)
- ・ 2022年9月 (M_w 5.8, 四国中西部) 以来約1年3ヶ月ぶり

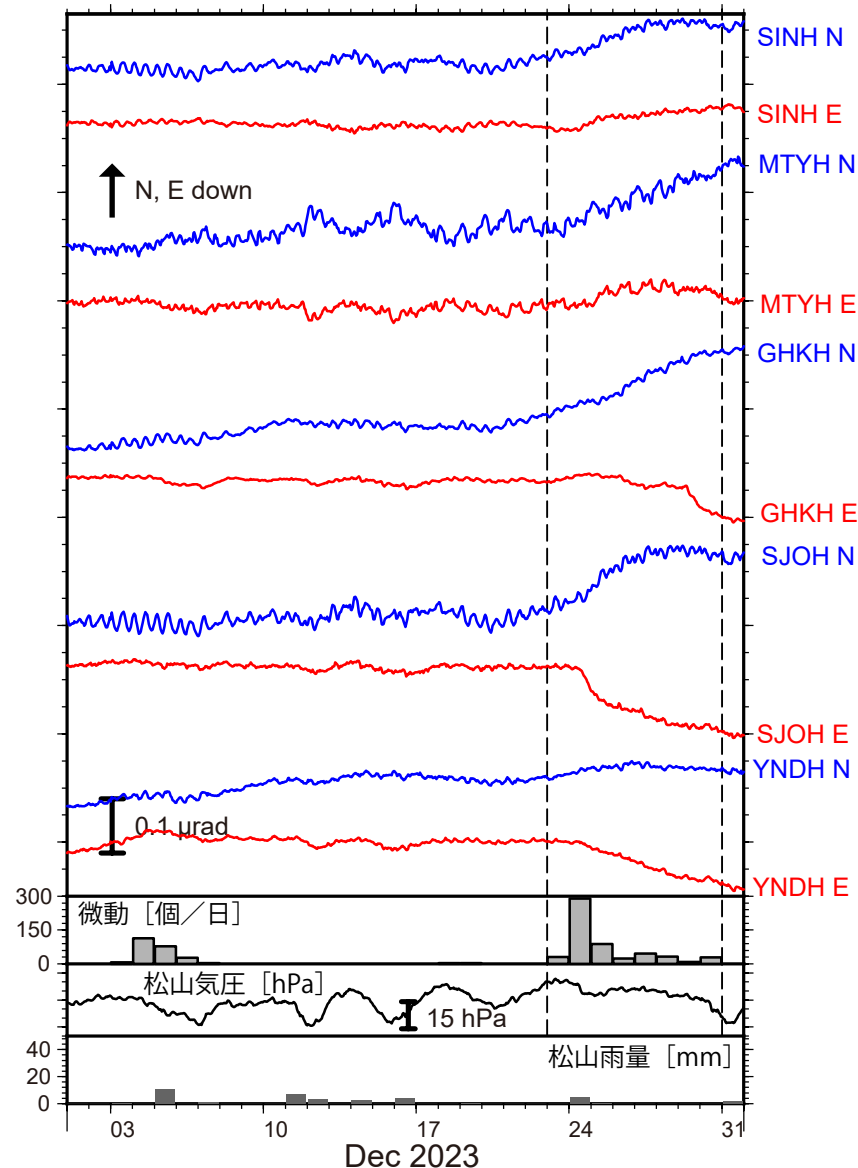


図1: 2023年12月1日~12月31日の傾斜時系列. 上方向への変化が北・東下がり傾斜変動を表し, BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した. 12月23日~12月30日の傾斜変化ベクトルを図2に示す. 四国中部での微動活動度・気象庁松山観測点の気圧・雨量をあわせて示す.

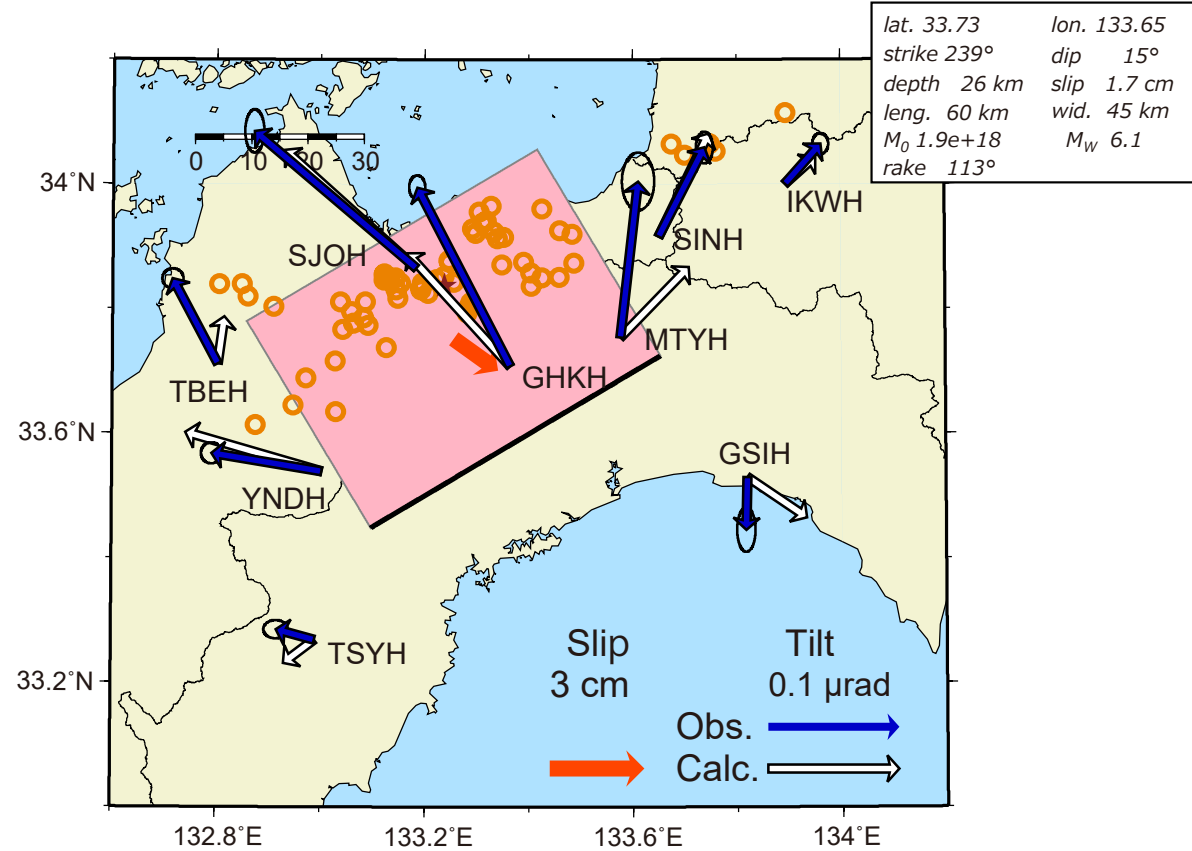
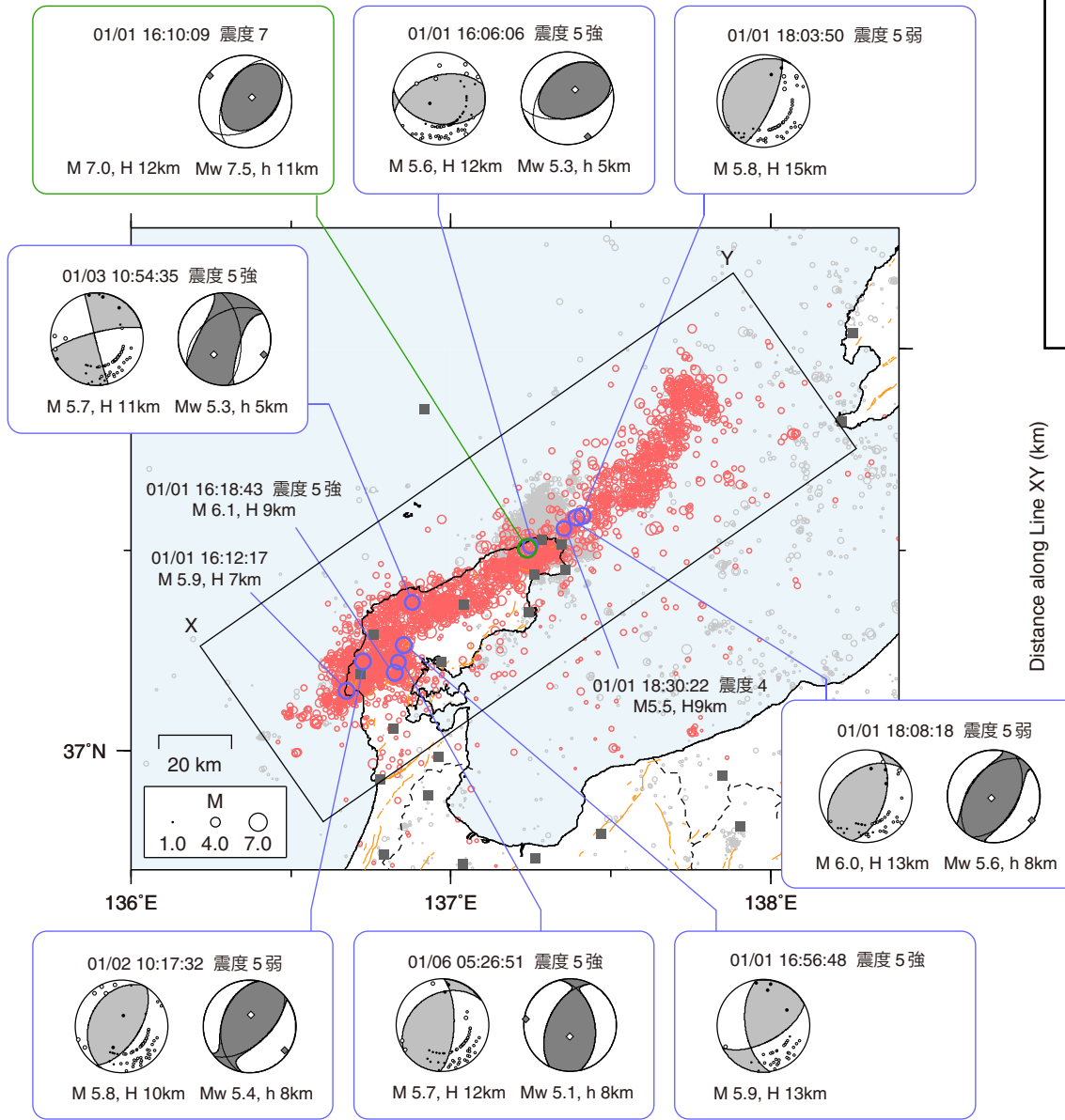


図2: 12月23日~12月30日に観測された傾斜変化ベクトル(青矢印), 推定されたスロースリップイベントの断層モデル(赤矩形・矢印), モデルから計算される傾斜変化ベクトル(白抜き矢印)を示す. 1時間ごとの微動エネルギーの重心位置(橙丸), 深部超低周波地震(茶星印)もあわせて示す. すべり角はプレート相対運動方向に固定している.

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.

令和6年能登半島地震 震源分布と主な地震の初動解



- 2024年1月1日16時10分頃に石川県能登地方でMj 7.6 (気象庁)の地震が発生
- 防災科研 F-net によるMT解は逆断層型, その前後の主な地震の初動解も逆断層型
- その後の地震活動は北東-南西方向約160kmにわたって分布

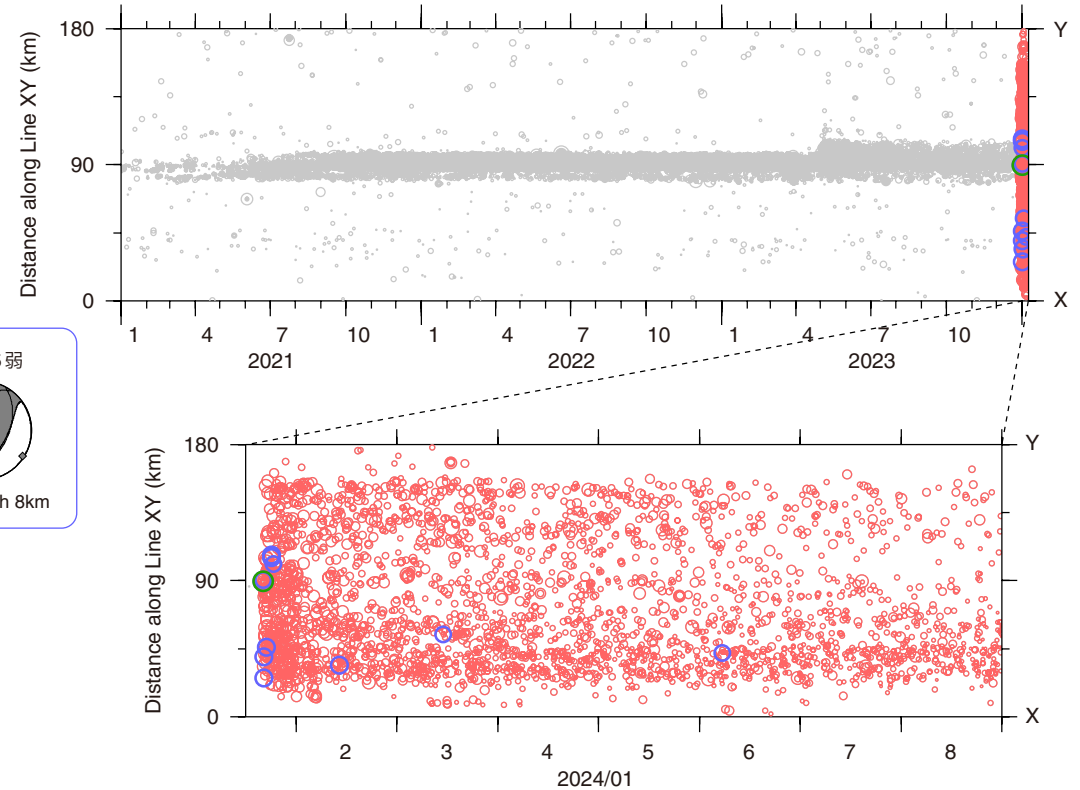


図. (左) 防災科研 Hi-net による震央分布(2021年1月1日~2024年1月8日, 深さ30 km以浅, 手動および自動検測震源)と主な地震の初動解. F-netによるMT解も併せて示す. 橙線は活断層研究会(1991)による断層線, 四角は観測点, 破線は県境. (右) 左図矩形領域内の地震の時空間分布. 縦軸は震央を直線XYに投影した水平位置. 緑丸は2024年1月1日16時10分の地震, 青丸(M5.5以上)および赤丸はそれ以外の2024年1月16時以降の地震, 灰丸はそれ以前の地震.

謝辞: 解析には気象庁, 東京大学, 京都大学の記録も使用させていただきました.

令和6年能登半島地震の詳細震源分布

- 本震近くの震源分布は南東に向かって深くなる傾向を示す
- 本震近くの震源分布を浅部に延長すると能登半島の沖合10km付近に位置する

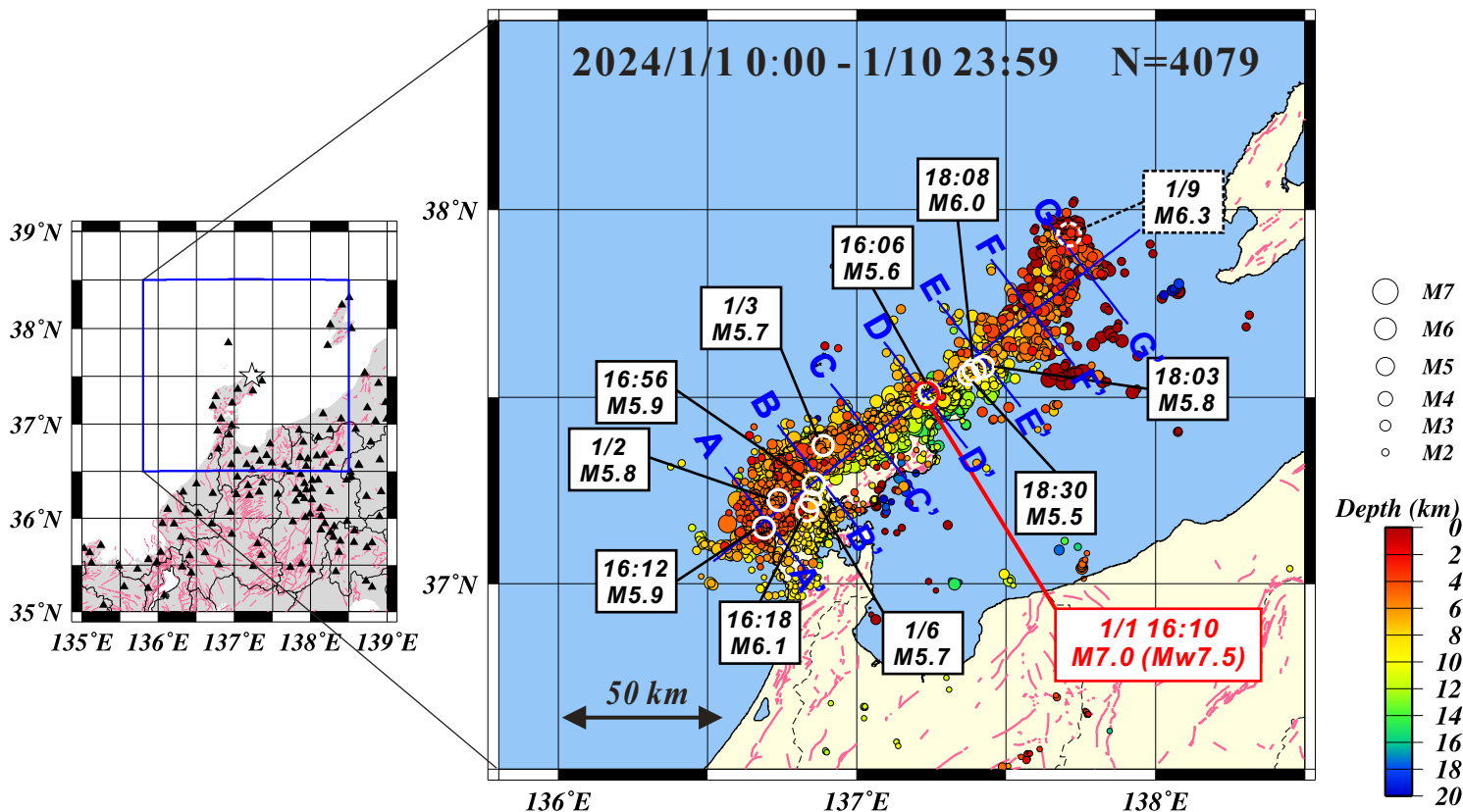


図1 波形相関データを用いたDD法 (Waldhauser and Ellsworth, 2002)による詳細震央分布。但し、初期震源として自動処理震源を含む。M5.5以上の地震を太い丸で囲む(本震は赤丸で囲む)。但し、1月9日17:59に発生した地震(M6.3)については震源再決定できなかったため初期震源を示す。時分のみを記載した地震は1月1日に発生したものである。左上の地図中の三角は解析に使用した観測点を、ピンク線は活断層(活断層研究会, 1991)の位置を示す。

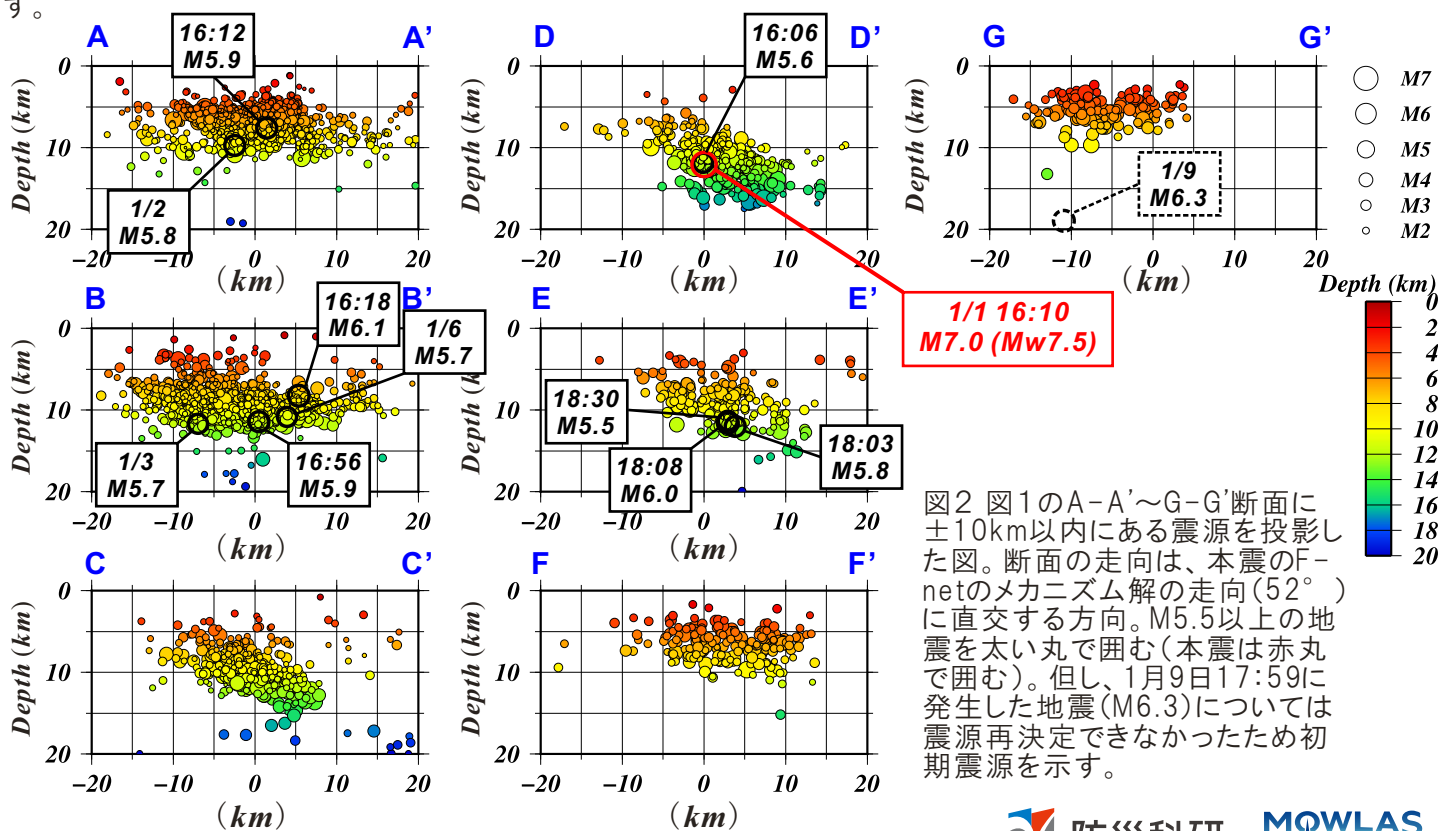


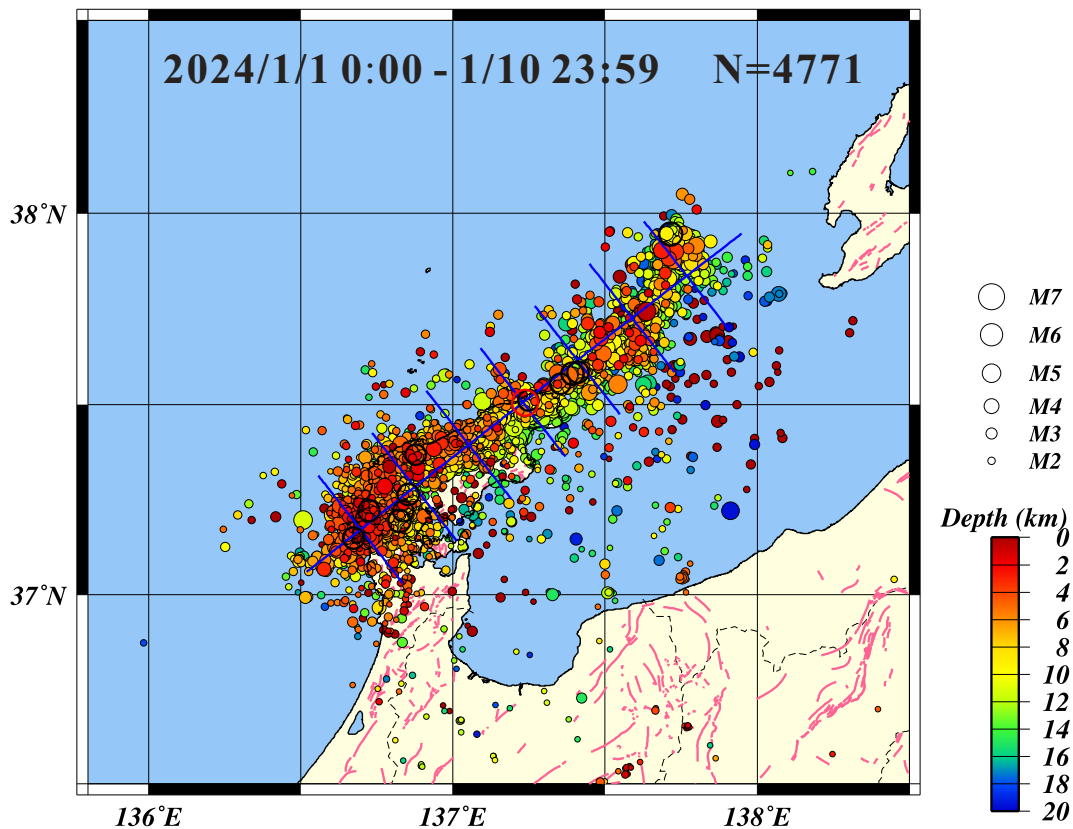
図2 図1のA-A'~G-G'断面に±10km以内にある震源を投影した図。断面の走向は、本震のF-netのメカニズム解の走向(52°)に直交する方向。M5.5以上の地震を太い丸で囲む(本震は赤丸で囲む)。但し、1月9日17:59に発生した地震(M6.3)については震源再決定できなかったため初期震源を示す。

謝辞: 解析に気象庁と東京大学と京都大学と東北大学のデータを使用させて頂きました。

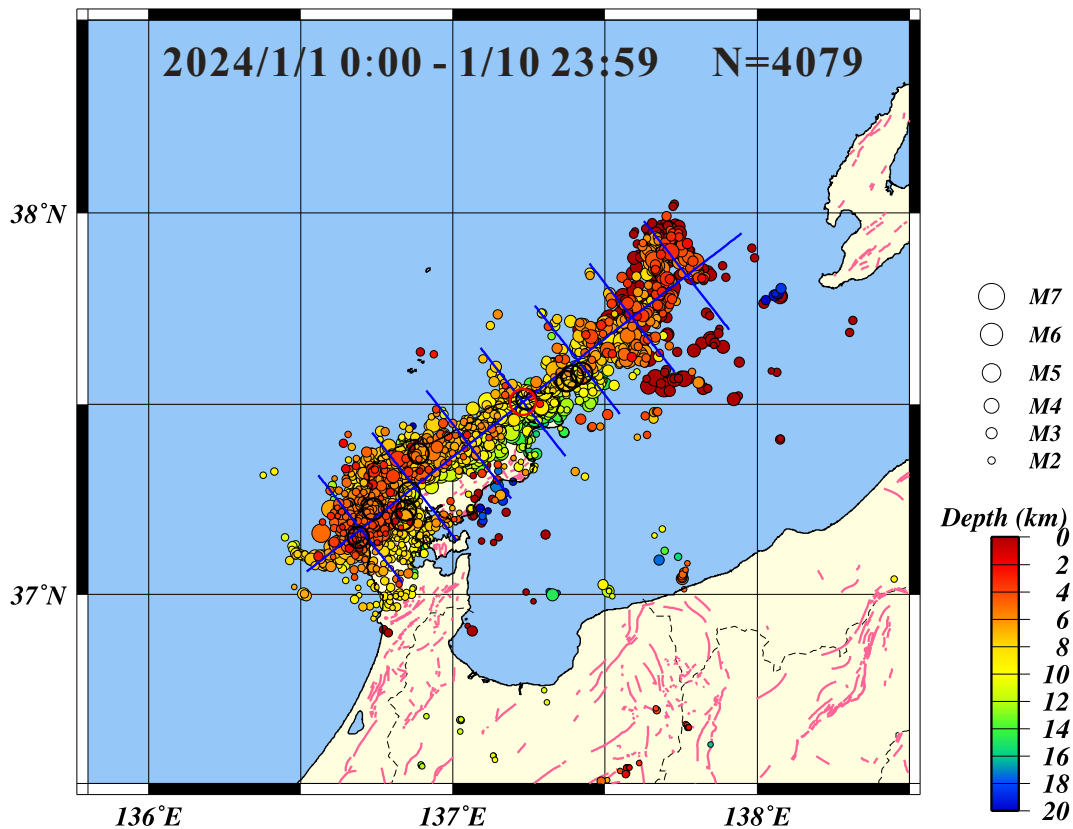
防災科学技術研究所資料

(参考)

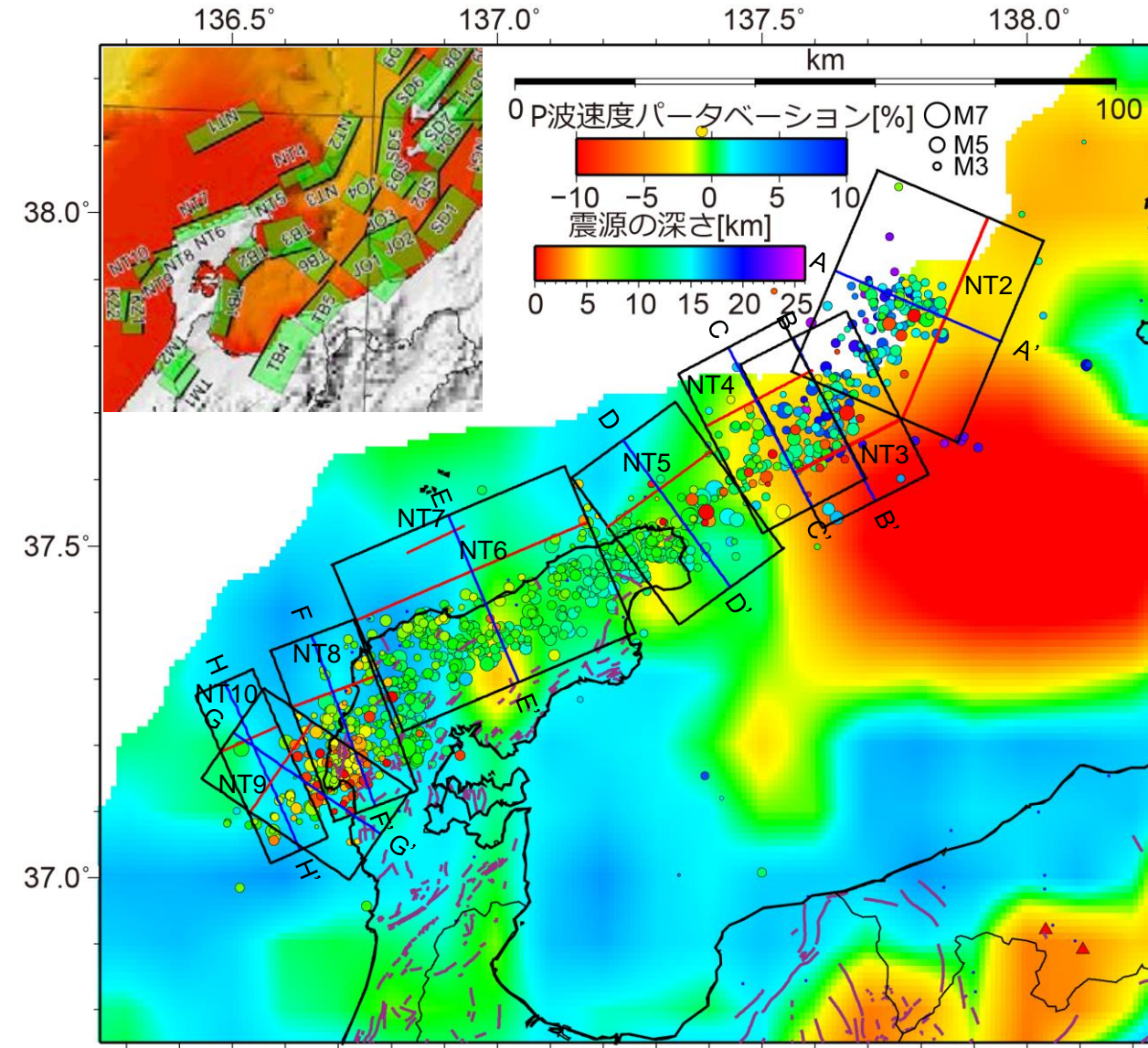
初期震源



再決定後震源



令和6年能登半島地震三次元地震波速度構造により再決定した震源分布



- 本震のNT5, 西側のNT6では本震直後から活発な南東傾斜の分布
- 東側のNT2, NT3では本震の約30分後から北西傾斜の分布

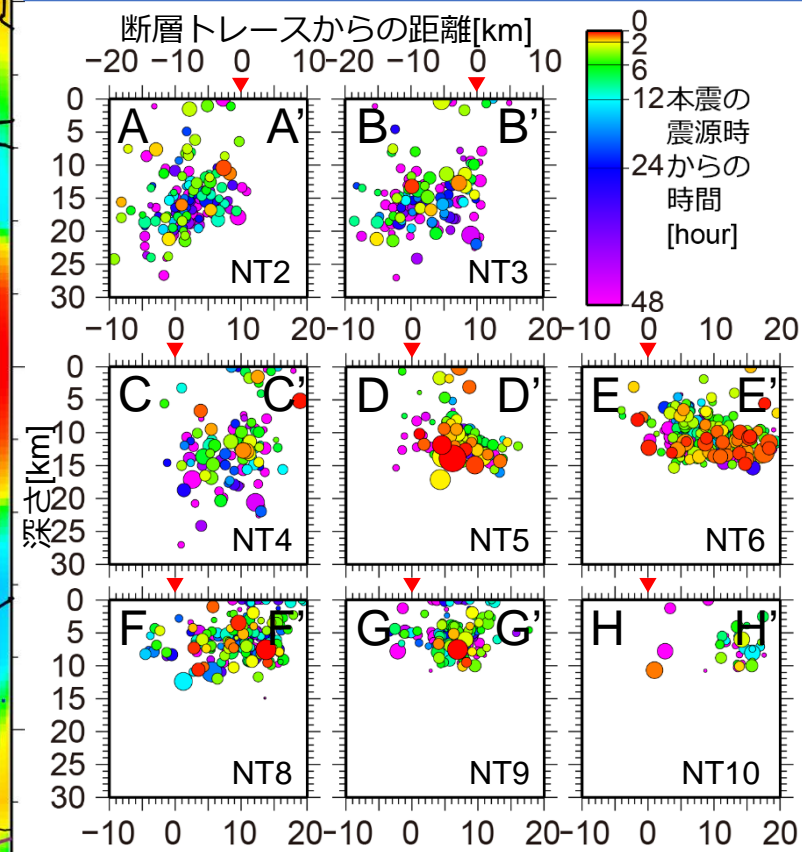


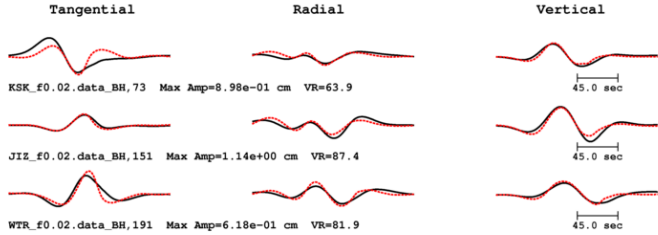
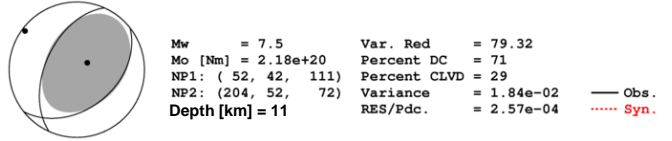
図2 各断層毎の断面図 色は本震からの時間を示す。赤三角は断層トレースの位置を示す。

図1 三次元地震波速度構造で再決定した震源分布と震源断層矩形モデル（赤線と左上挿入図）と深さ10 kmのP波速度パータベーション
 2024年1月1日～1月8日までの手動再検測済の地震を再決定した。色は深さを示す。赤線は日本海地震・津波調査プロジェクトで構築された矩形震源断層モデル（佐藤・他2021）の上端の位置を示す。紫は活断層（活断層研究会, 1991）を示す。三次元地震波速度構造はMatsubara et al. (2022)による。

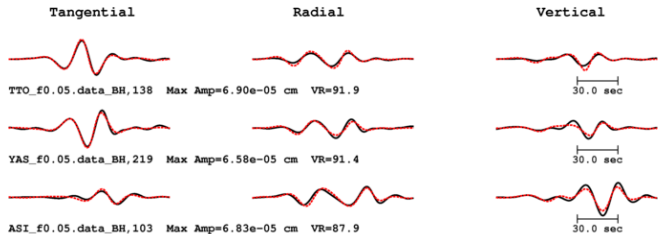
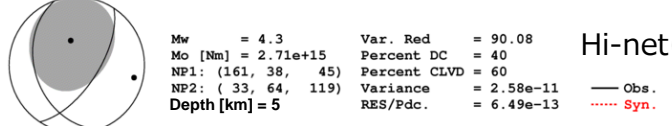
令和6年能登半島地震 (F-netによるメカニズム解)

2024/01/01 16:10 (Mw 7.5)

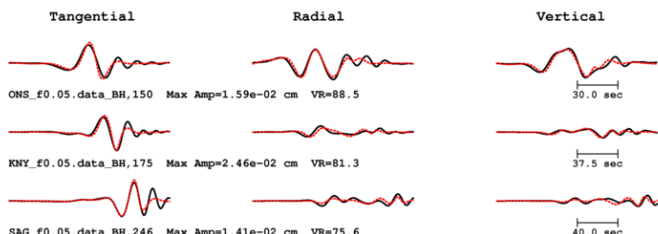
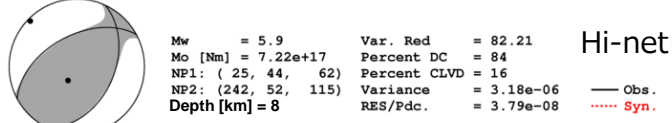
F-netメカニズム解カタログによる2023年までの周辺の活動



2024/01/06 23:20 (Mw 4.3)



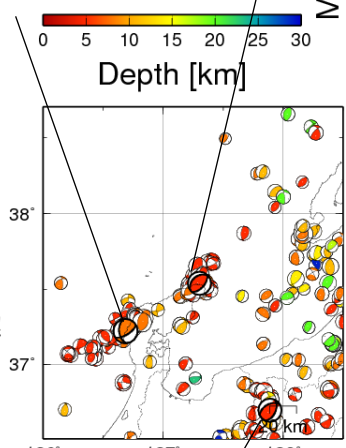
2024/01/09 17:59 (Mw 5.9)



01/01 16:10 (Mw7.5)

2023/05/05 (Mw6.2)

2007/03/25 (Mw6.7)

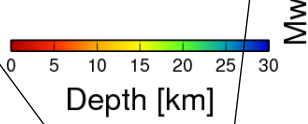


2014/11/22 (Mw6.3)

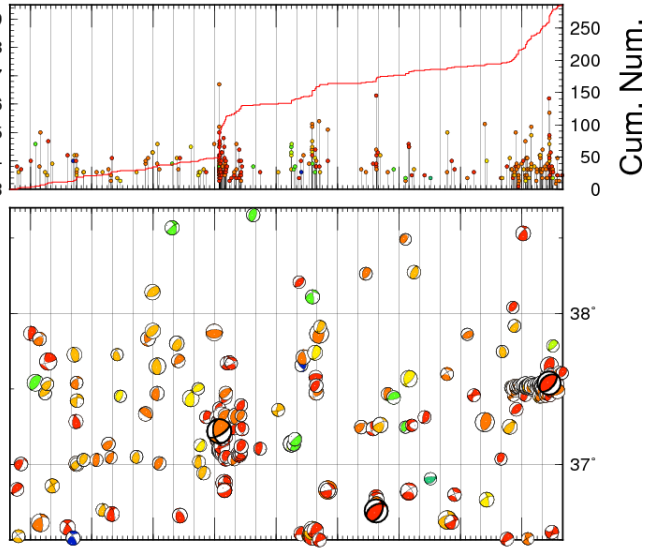
F-netメカニズム解カタログによる2024年1月1日~9日の周辺の活動

01/01 18:08 (Mw5.6)

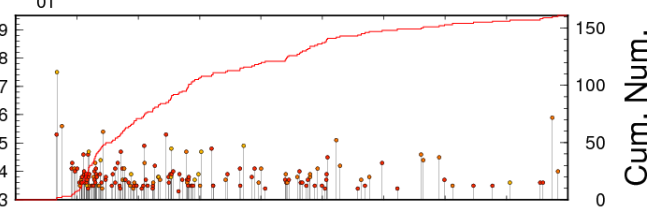
01/09 17:59 (Mw5.9)



1998 2001 2004 2007 2010 2013 2016 2019 2022



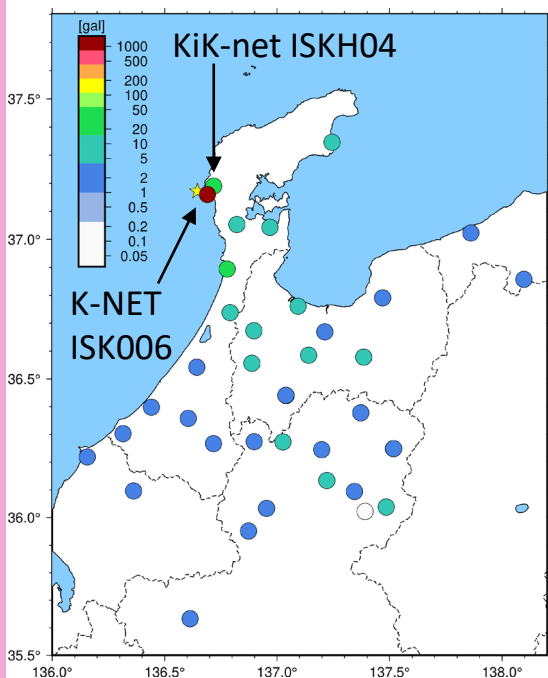
※Mw6.0以上の地震の発生時刻を表示



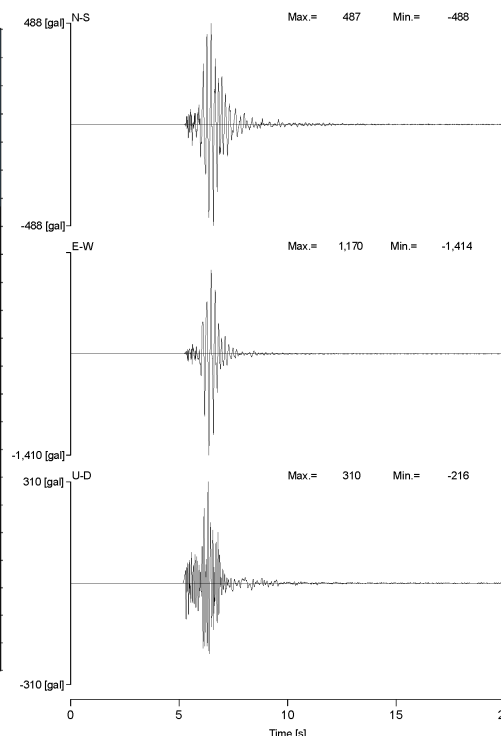
2024年1月6日23時20分、深さ10km, M4.4 (気象庁暫定値)

K-NET富来 (ISK006) で3成分合成最大加速度1,493 gal、計測震度5.6を観測
約4 km離れたKiK-net富来 (ISKH04、最大加速度47 gal、計測震度3.2) との比較

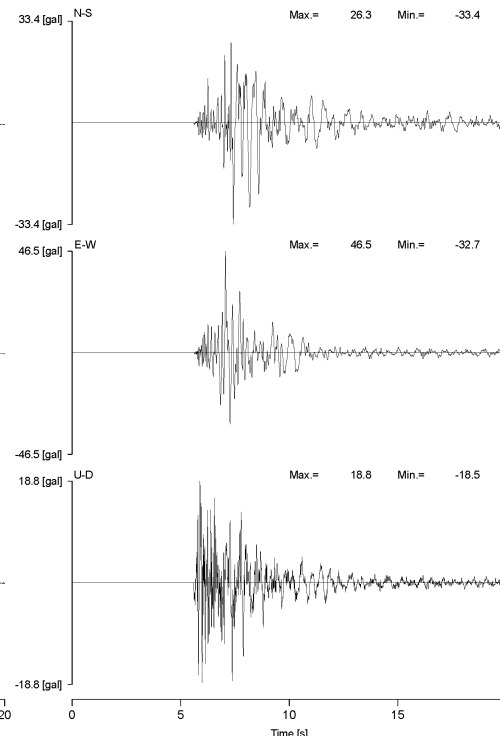
最大加速度分布



K-NET富来 (ISK006)

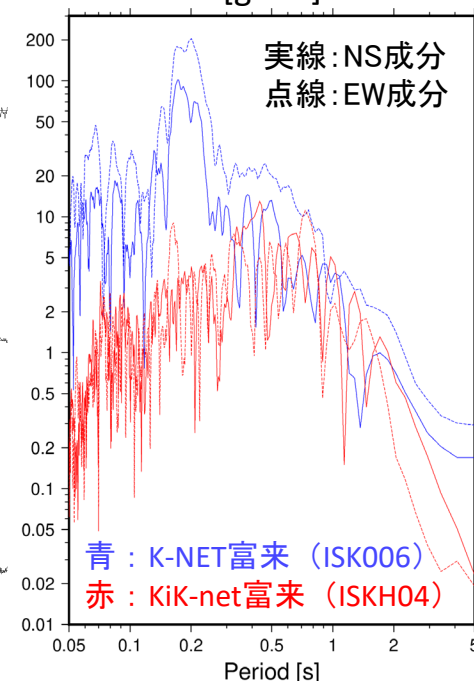


KiK-net富来 (ISKH04)



それぞれ2024/01/06 23:20:19より描画

水平成分のフーリエ
加速度振幅スペクトル
[gal*s]



スペクトル計算区間は波形描画区間と同じ

K-NET富来の記録の特徴：P波到達時刻が早く、S-P時間が短い⇒K-NETにより近い場所で地震が発生
スペクトルは0.3秒程度より短周期帯域で大きく、0.2秒付近にピークを持つ

2024年1月1日16時10分頃に石川県能登半島地方で発生した地震（Mj 7.6; 気象庁）について、強震波形記録を用いた震源インバージョン解析を行った。

- 記録：K-NET・KiK-net・F-netの24観測点における速度波形三成分のS波部分（0.02–0.2 Hz）
* 気象庁一元化震源記載の発震時刻より約13秒前の地震を含めて一連のイベントとして解析を実施
- 解析手法：マルチタイムウィンドウ線形波形インバージョン
（小断層8 km×6 km、5秒幅のタイムウィンドウを2.5秒ずらして10個並べる）
- 断層面設定：走向47°・傾斜46°（AQUA CMT解による）、大きさ144 km×24 km、破壊開始点はHi-net震源位置（深さ12.1 km）、Vftw 2.4 km/s
* ここで設定した断層面は解析の都合上仮定したものであり、必ずしも実際の断層面を反映しているわけではないことに留意
- 推定結果： $M_0=4.4 \times 10^{20}$ Nm (M_w 7.7)、最大すべり量8.6 m

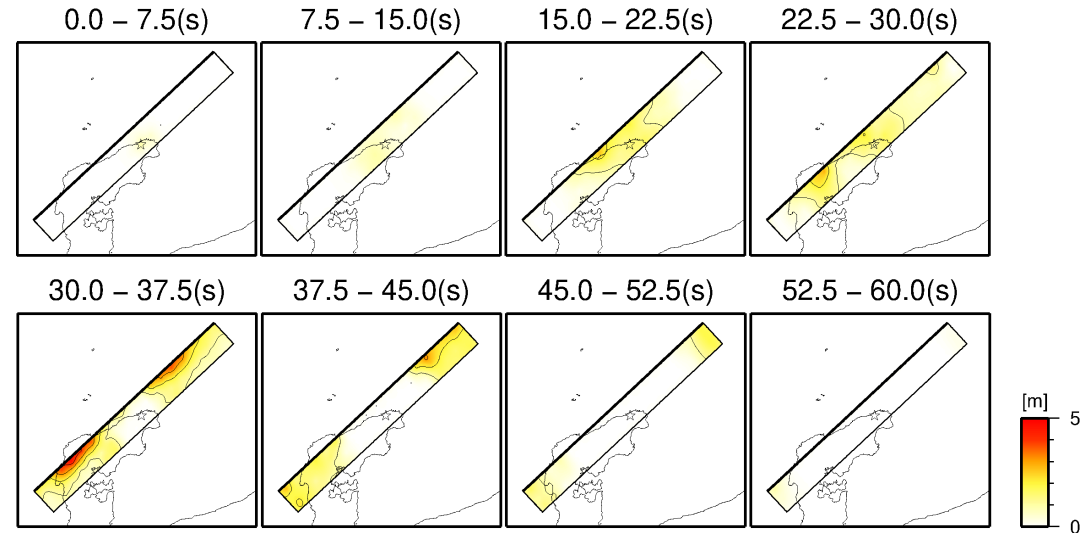
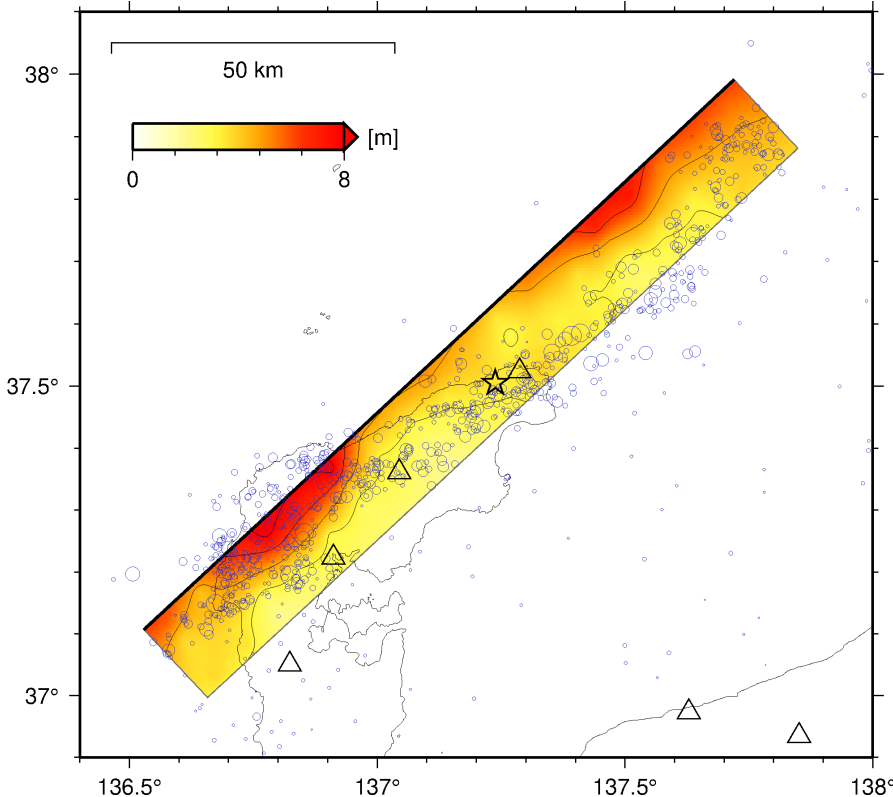


図2：破壊の時間進展過程。
7.5秒ごとのすべり分布を地表投影している。

図1：令和6年能登半島地震のすべり分布の地表投影をカラーで、破壊開始点を灰色星で、同地震発生後1日間の地震の震央分布を青丸で示す。

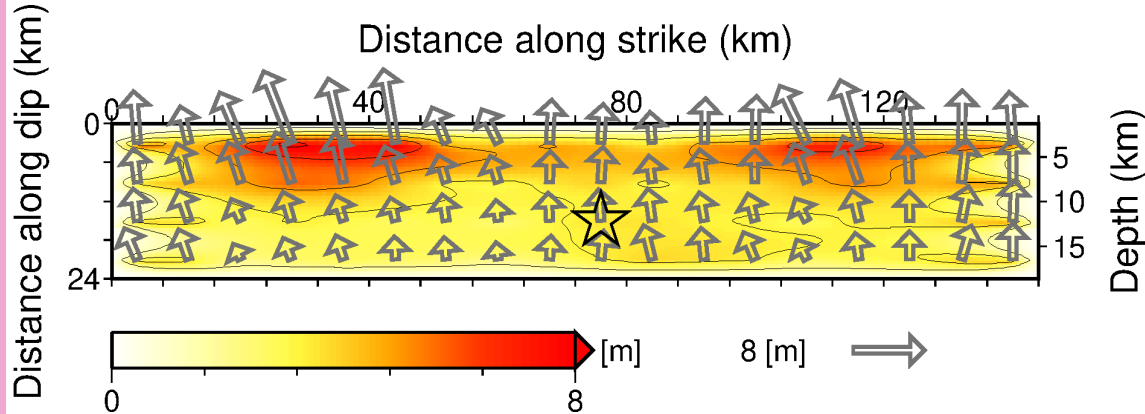


図3：断層面上の最終すべり分布図。ベクトルは上盤のすべり方向とすべり量を、星印は破壊開始点を示す。

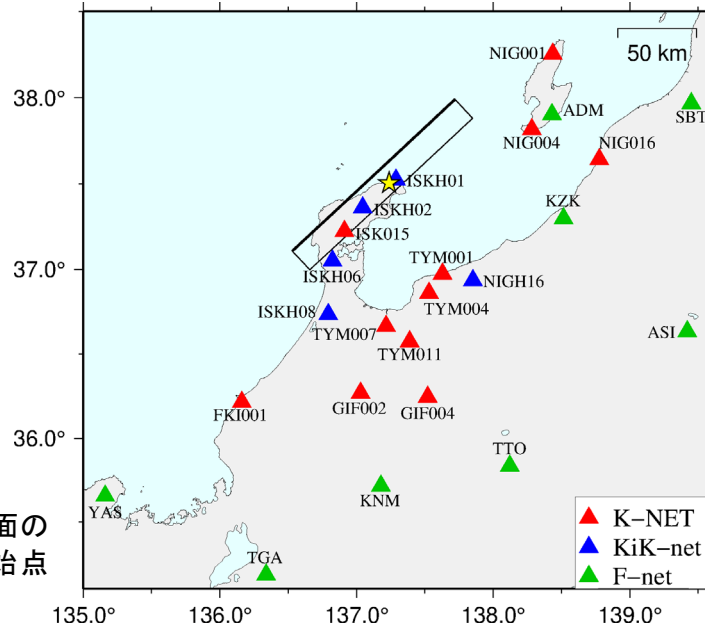


図4：観測点の分布と断層面の地表投影。星印は破壊開始点を示す。

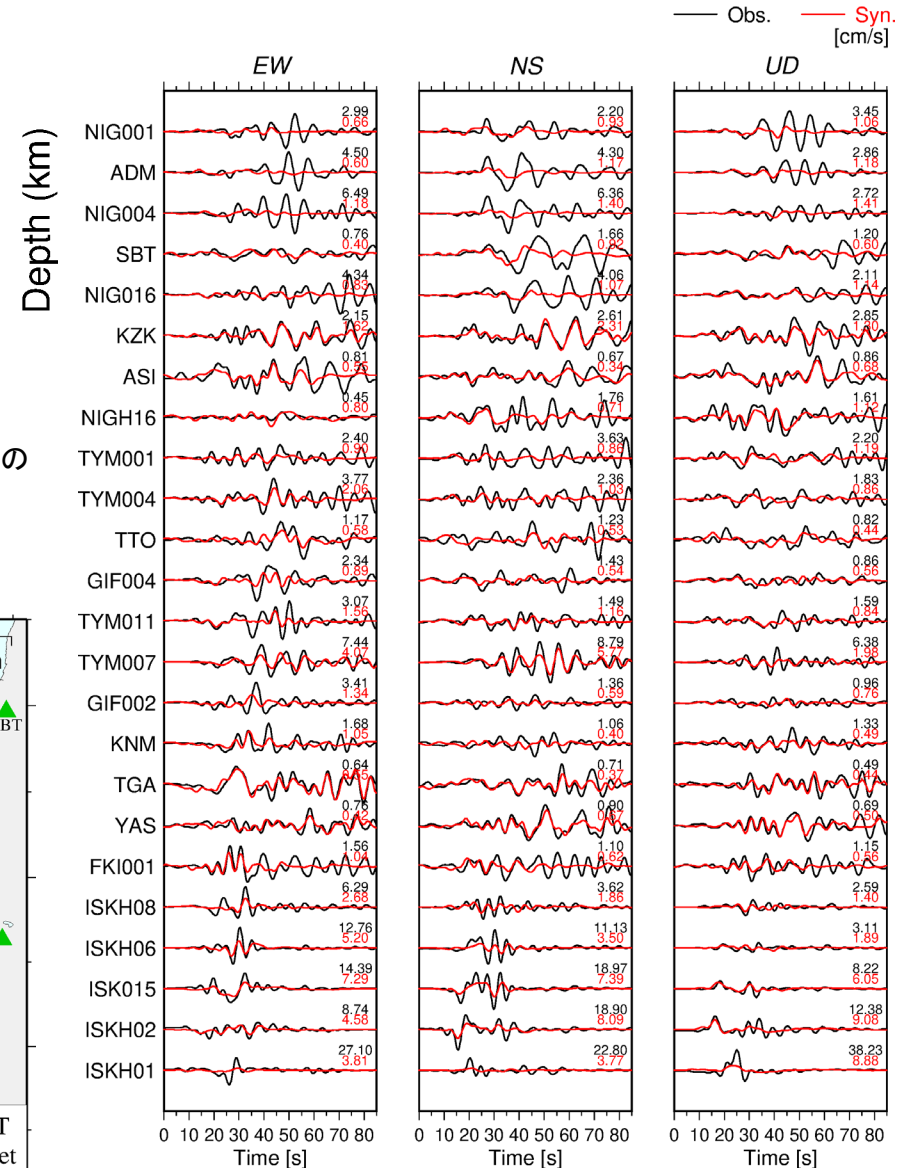


図5：観測波形（黒線）と理論波形（赤線）の比較。波形の右上にそれぞれの最大値を示す。

令和6年能登半島地震による高周波エネルギー輻射量

- Hi-netの3成分合成地震波形エンベロープから、能登半島地震 ($M_{Hi}7.0$) 後8日間のエネルギー輻射量 (4-20Hz) を推定 (Sawazaki et al., 2016)
- 地震発生から8日後の時点で、本震のエネルギー輻射量に対する余震からの積算エネルギー輻射量の割合は4.6%

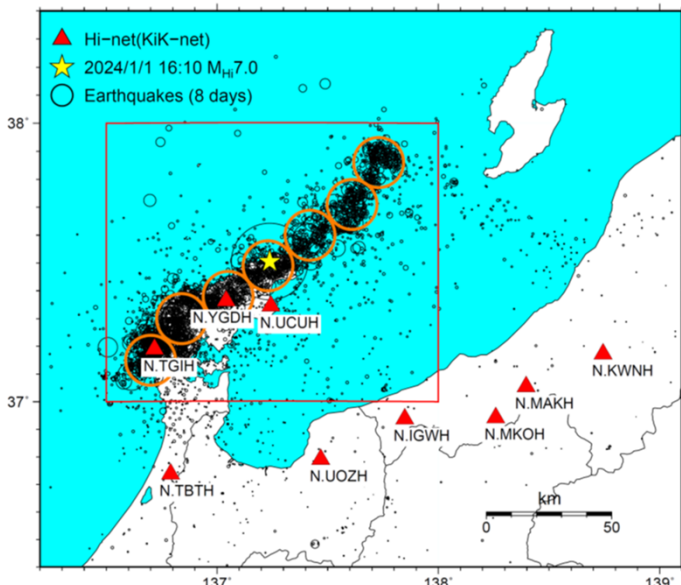


図1: Hi-net震源の分布 (黒丸)、およびエネルギー輻射量推定に用いた Hi-net観測点 (三角)。飽和が見られた波形については併設のKiK-net観測記録を使用。黄星印は今回の地震の震央。エネルギー輻射位置は、余震分布を考慮し橙丸の位置 (深さ10km) とした。

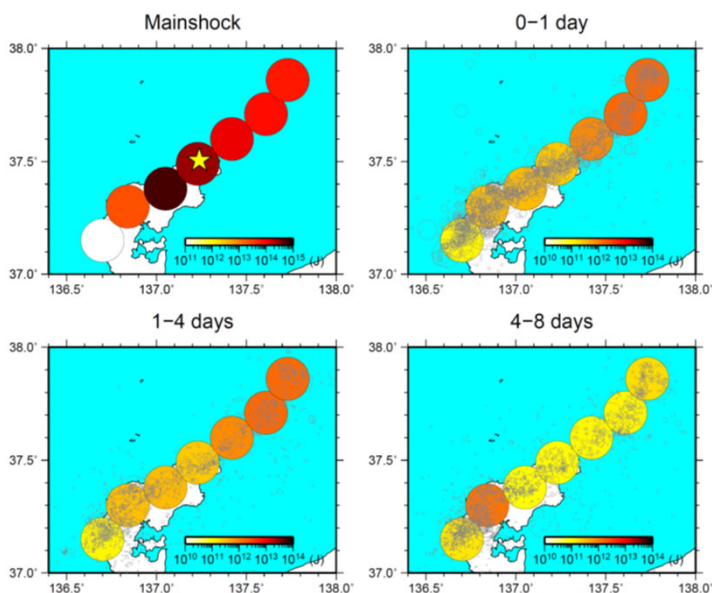


図2: 本震および、0-1日後、1-4日後、4-8日後の余震による総エネルギー輻射量 (4-20Hz) の分布。

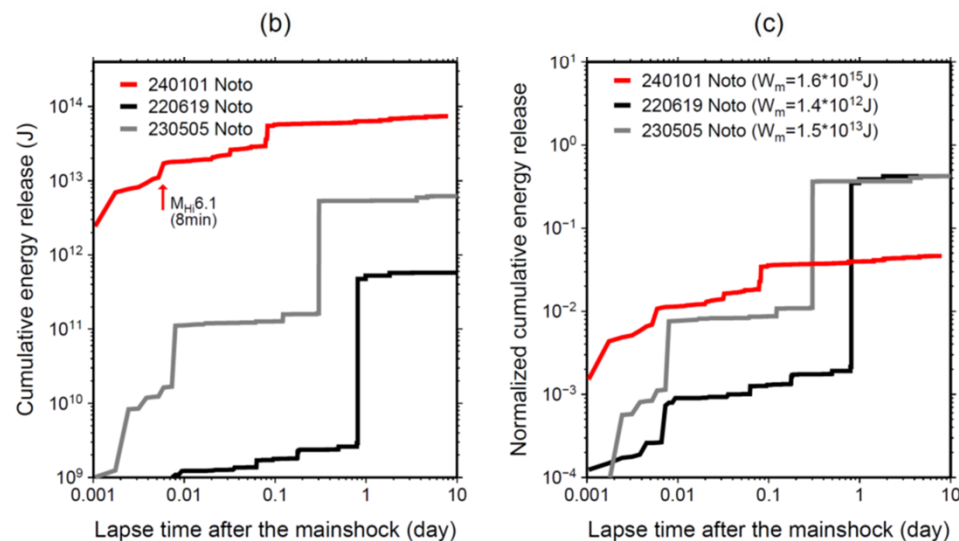
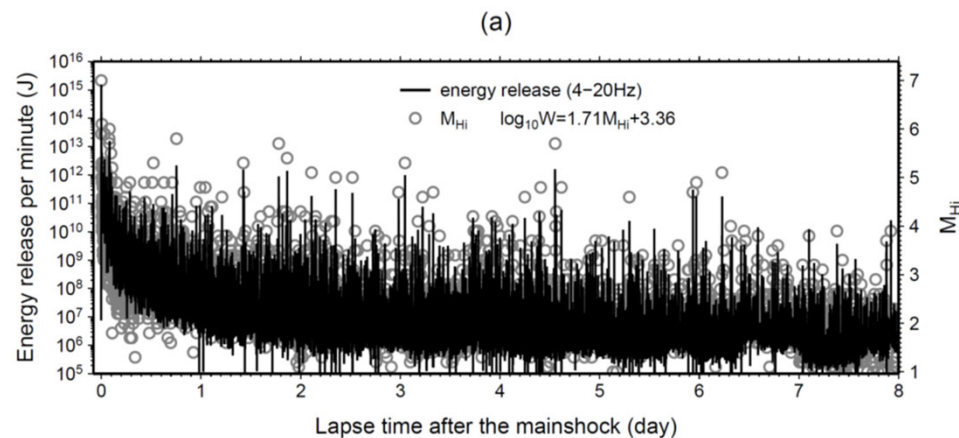


図3: (a) 黒線: 地震発生から8日後までのエネルギー輻射量 W (4-20Hz) の推移。灰色丸: Hi-net震源をもとに作成したM-T図。図中のMとWの関係式は、図1の赤線で囲まれた領域で発生した $1.5 \leq M_{Hi} < 4.5$ の地震について、最小二乗法により係数を推定して作成。(b) 赤、黒、灰色線は、それぞれ今回の地震、2022年能登地方の地震 ($M_{Hi}5.6$)、2023年能登地方の地震 ($M_{Hi}6.3$) 後の余震による積算エネルギー輻射量 (4-20Hz) の推移。(c) 相対積算エネルギー輻射量 (余震の積算エネルギー輻射量 ÷ それぞれの「本震」によるエネルギー輻射量 W_m) の推移。