

令和6年能登半島地震（M7.6）

地震動

京都大学 防災研究所

DPRI Kyoto University

後藤浩之

Hiroyuki Goto

本地震の犠牲者に哀悼の意を表しますとともに、被害に遭われた皆様に1日でも早い支援が届きますことを願っております。

本報告では、気象庁、防災科学技術研究所 K-NET、KiK-net、および港湾地域強震観測の地震記録を利用いたしました。
感謝申し上げます。

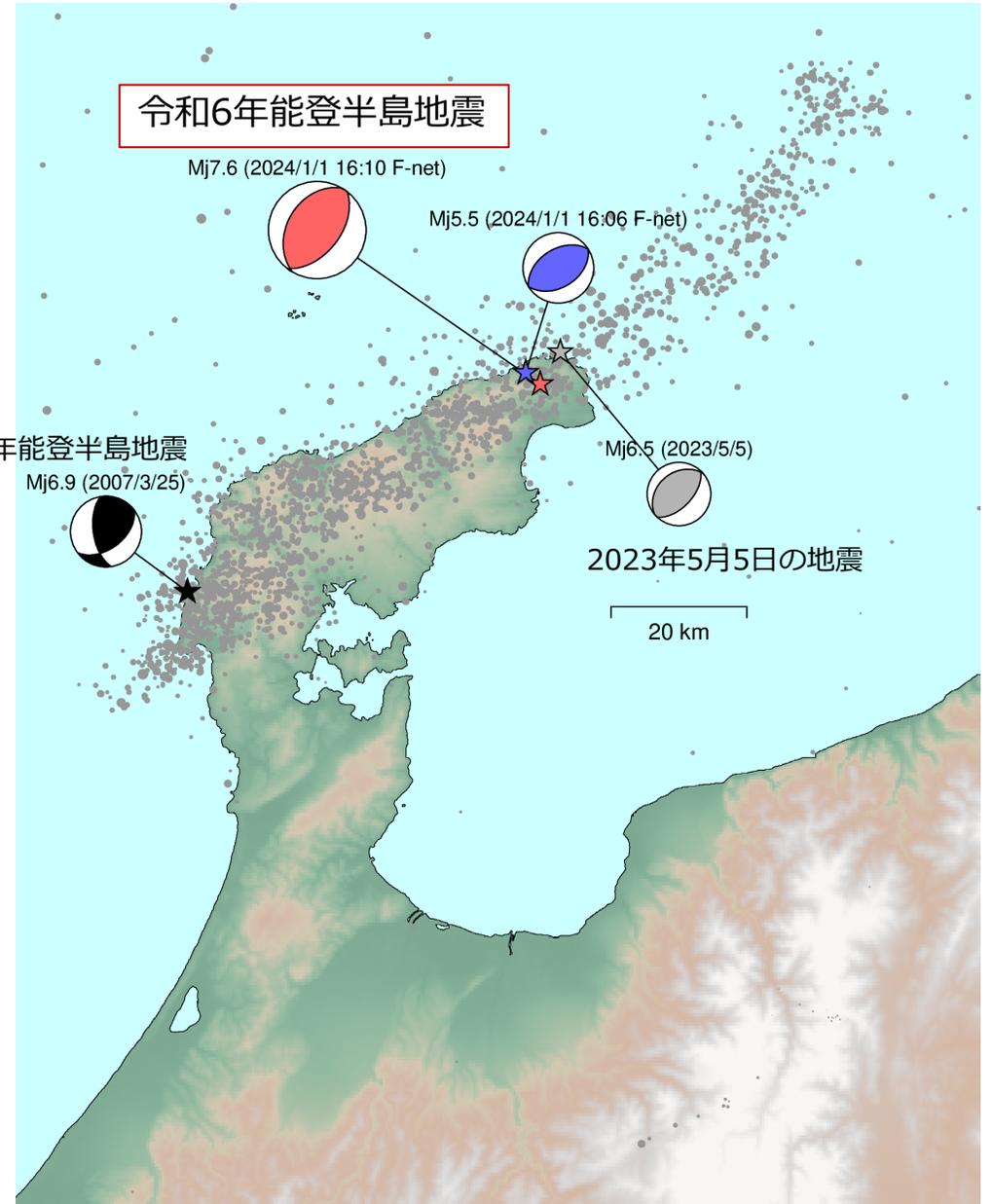
令和6年能登半島地震

本震後24時間の余震分布

- 令和6年1月1日 16時10分頃
石川県能登地方を震源とする Mj7.6の地震
- 震源深さ 16km
- 逆断層型の地殻内地震

➤ 最大震度 7

震度 7 志賀町香能
震度 6強 七尾市 輪島市
珠洲市 穴水町



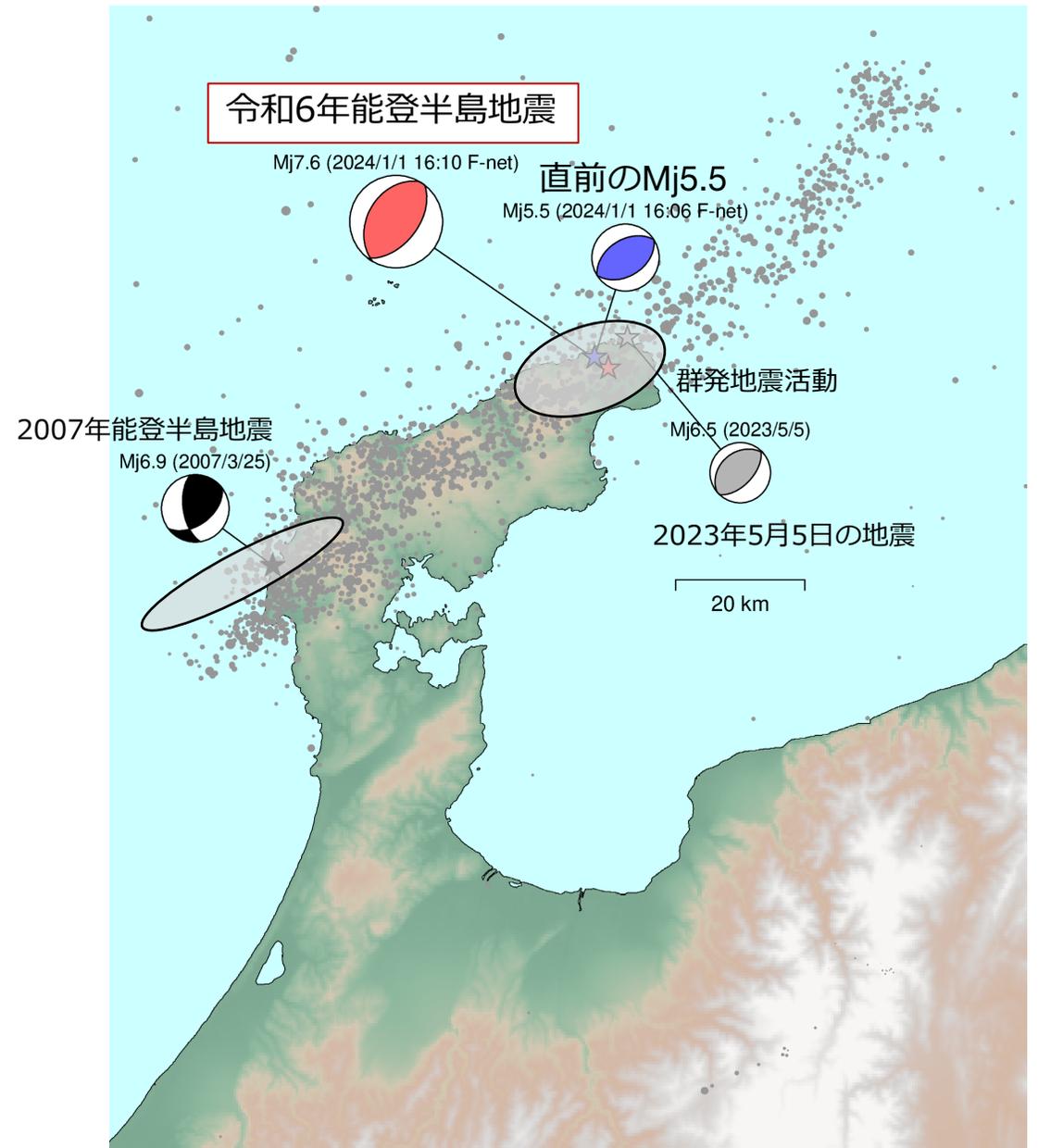
令和6年能登半島地震

➤ 令和6年1月1日 16時10分頃
石川県能登地方を震源とする Mj7.6の地震

➤ 近年の顕著な地震活動
2007年能登半島地震 (Mj6.9)
2023年5月5日に発生した地震 (Mj6.5)

➤ 直前 (2-4分前) にMj5.5の地震が発生

北東から南西にかけて
能登半島を横断するように余震活動が見られる



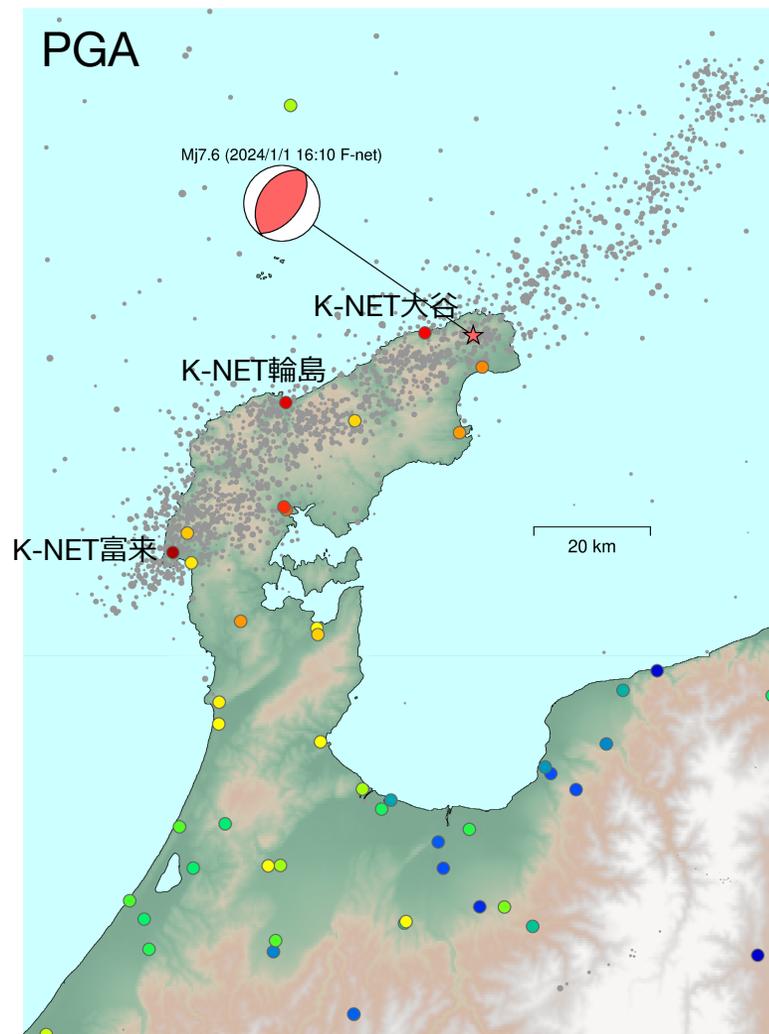
最大加速度／最大速度分布

PGA and PGV in horizontal motions

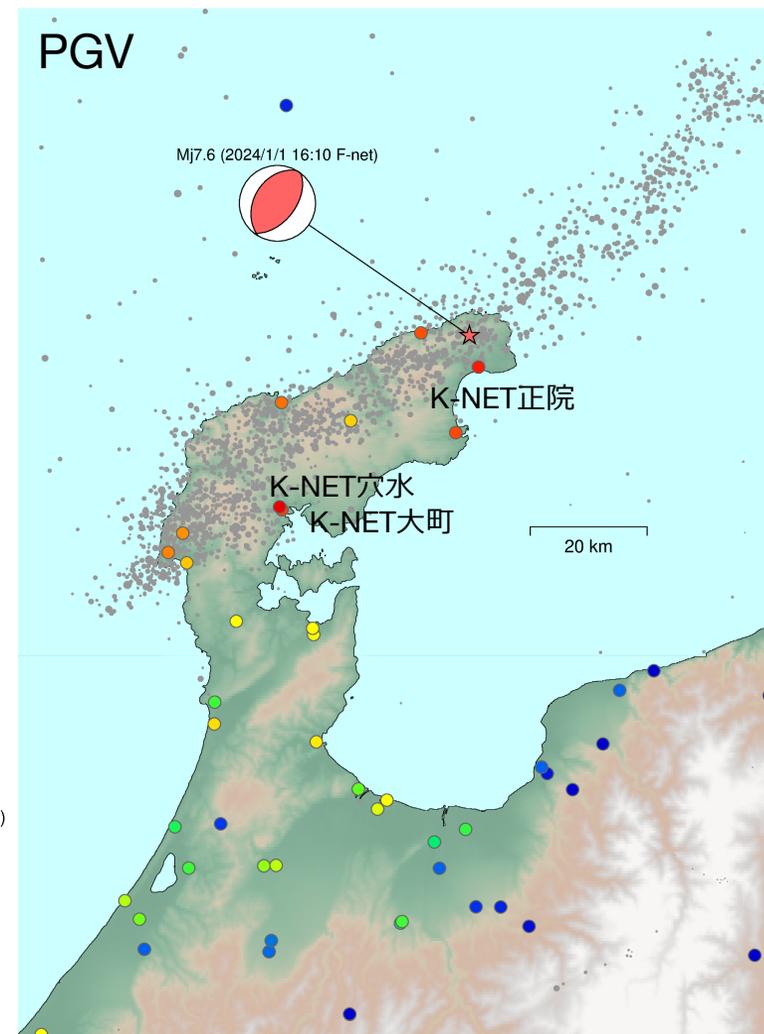
| 観測点 | 最大加速度 PGA |
|------------------|-----------------------|
| K-NET富来 (ISK006) | 27.3 m/s ² |
| K-NET輪島 (ISK003) | 16.3 m/s ² |
| K-NET大谷 (ISK001) | 14.7 m/s ² |

| 観測点 | 最大速度 PGV |
|------------------|----------|
| K-NET穴水 (ISK005) | 1.59 m/s |
| K-NET正院 (ISK002) | 1.31 m/s |
| K-NET大町 (ISK015) | 1.13 m/s |

最大加速度 (水平2成分合成)

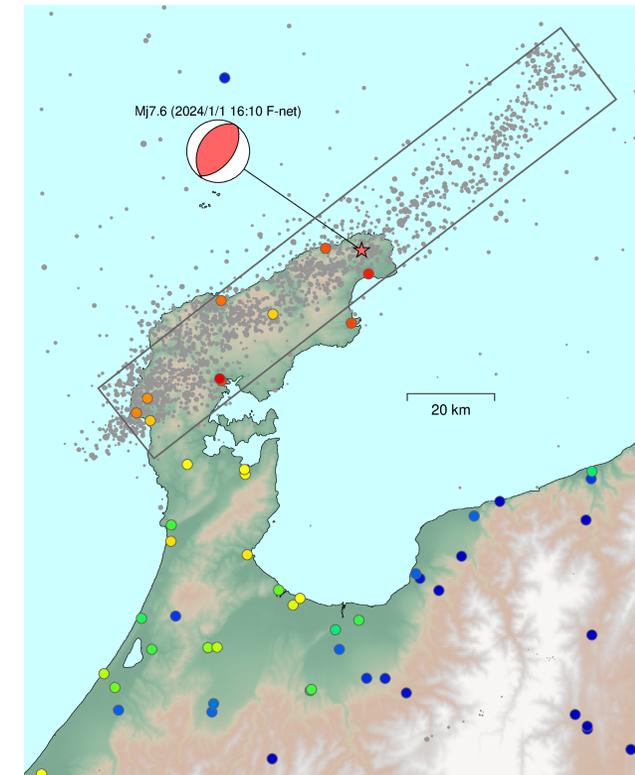
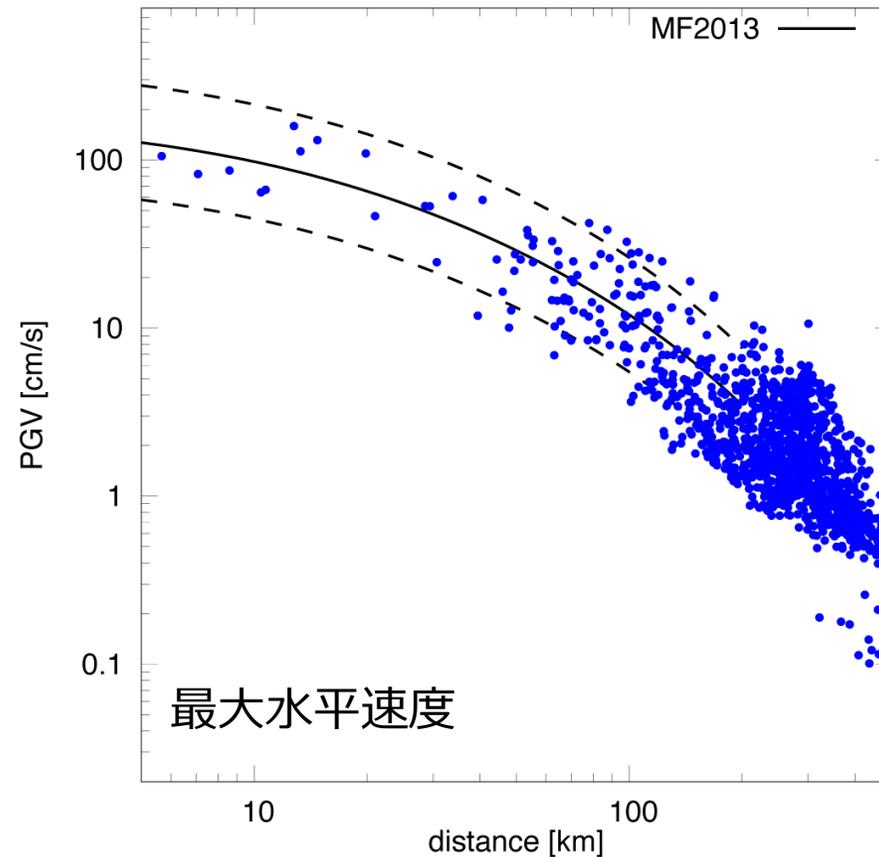
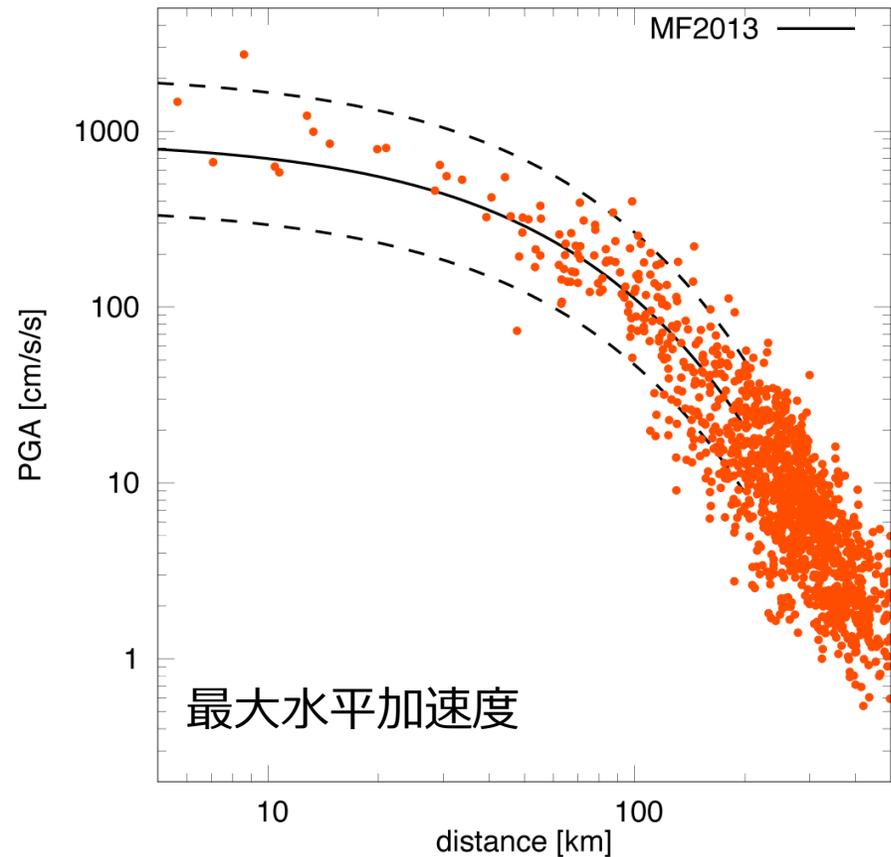


最大速度 (水平2成分合成)



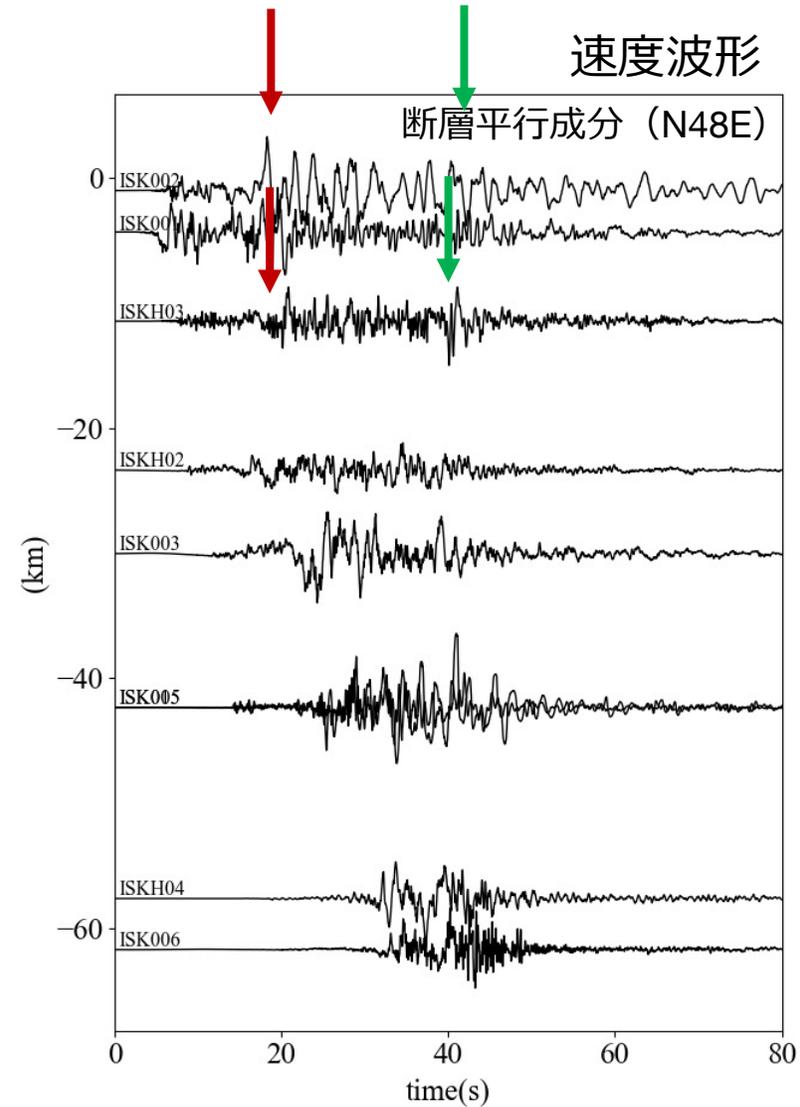
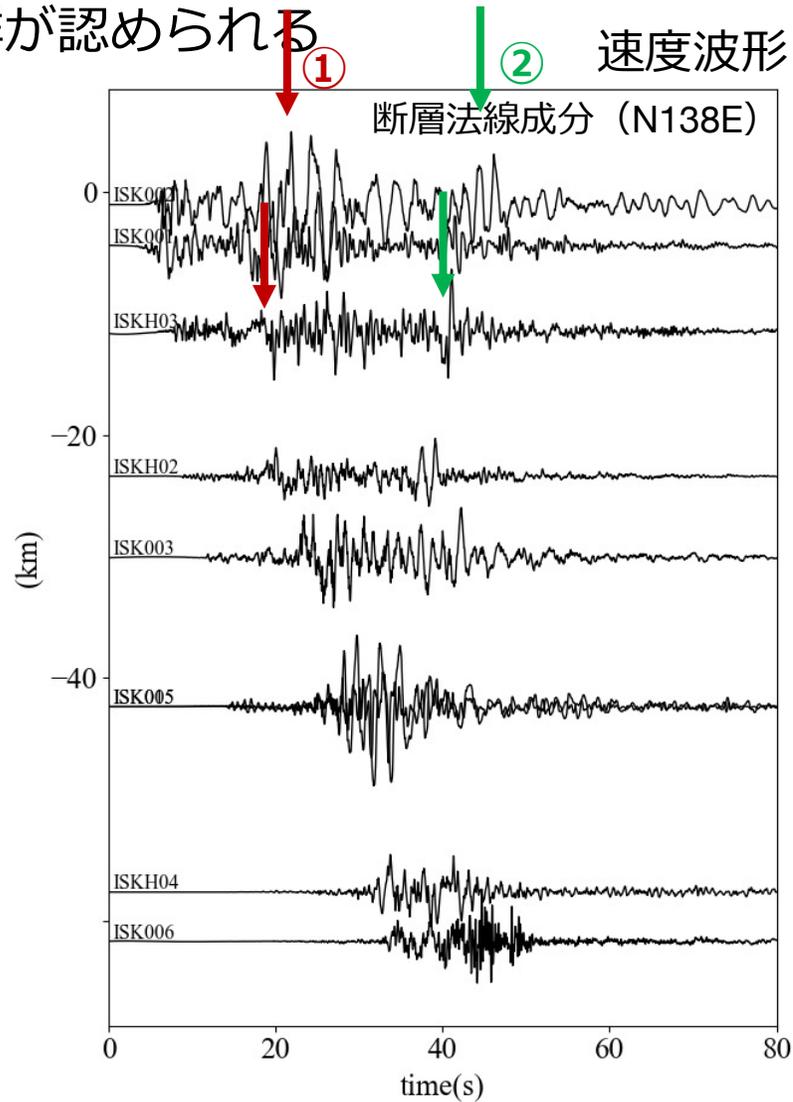
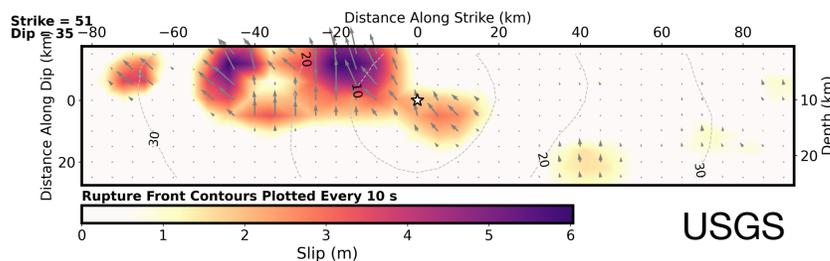
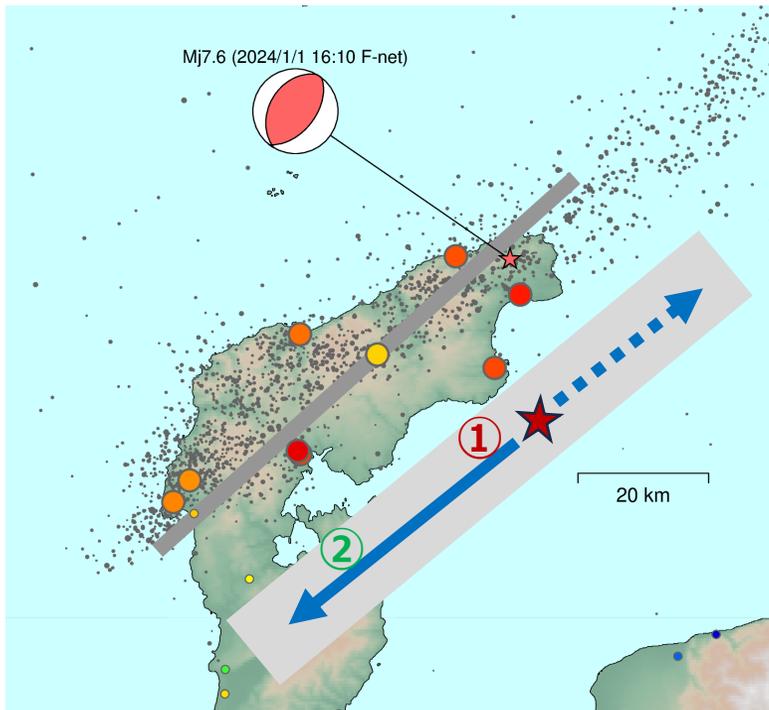
地震動の距離減衰特性

- 観測値と既存GMM (Morikawa and Fujiwara, 2013) の比較
($V_{s30} = 350\text{m/s}$, $D_{1400} = 250\text{m}$, 火山フロントの補正なし)
 - これまでに経験してきた 内陸地震の特徴と概ね整合 する



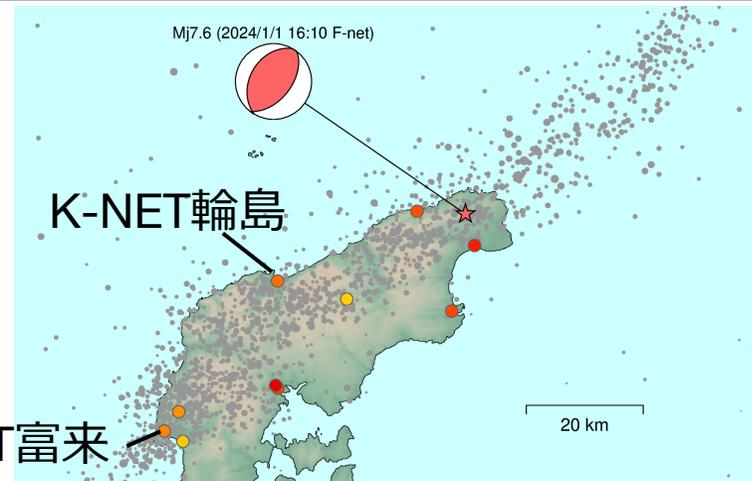
震源域の波形と断層破壊

- 震源から北東と南西方向に破壊が伝播。能登半島では主に南西方向に破壊。
- 震源付近で少なくとも2つの波群が認められる
2つ目は南西側から伝播



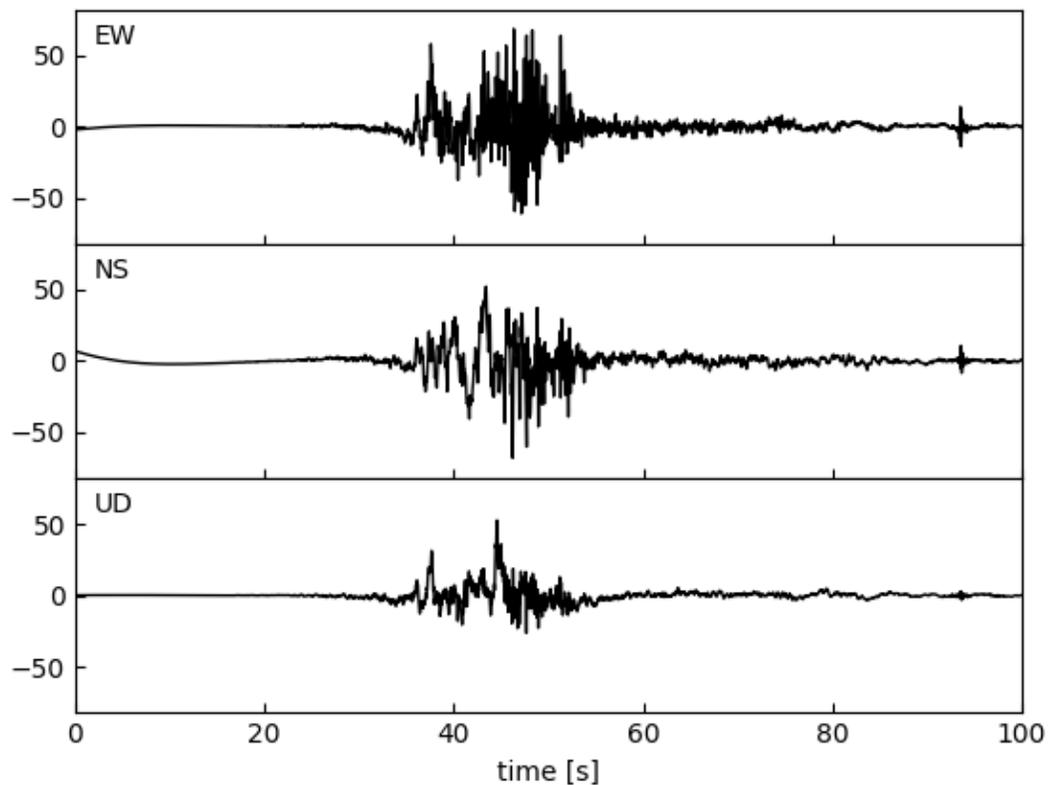
速度波形 (0.05Hz-50Hz)

- 20秒程度大きな揺れが継続
- K-NET富来は、短周期成分に富む波形
- K-NET輪島は、南北動と上下動に長周期パルスが見られる



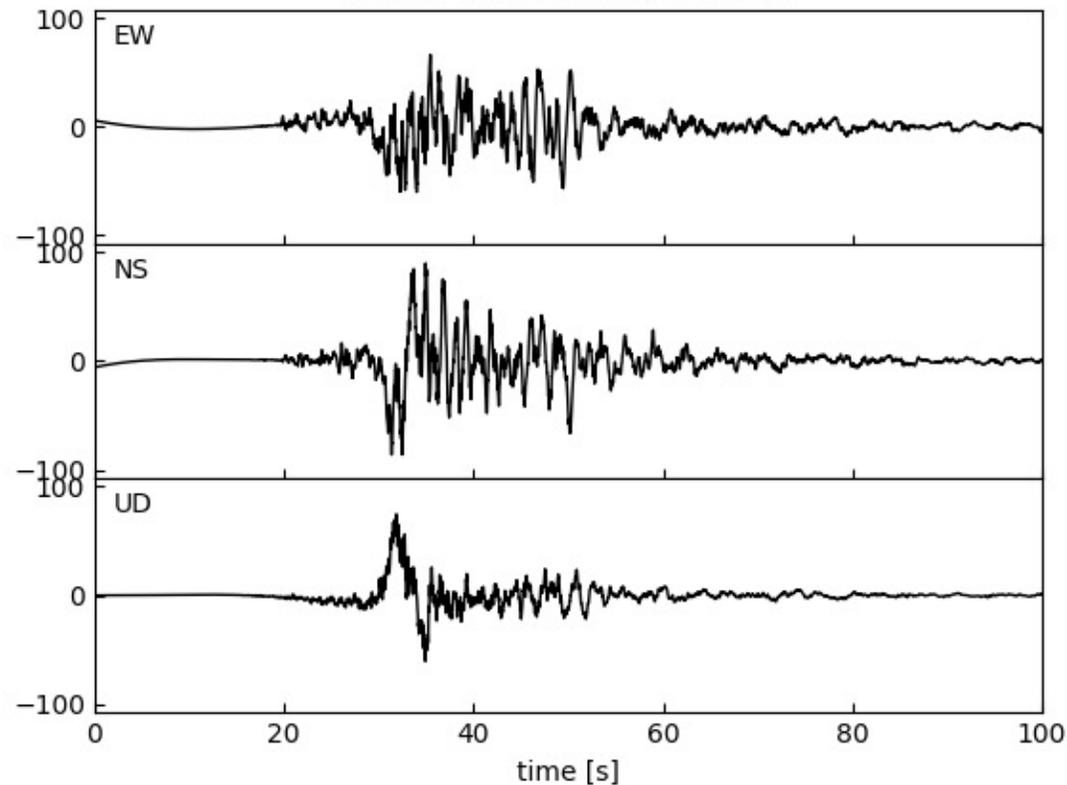
K-NET 富来

ISK006 2024/01/01 16:10:06



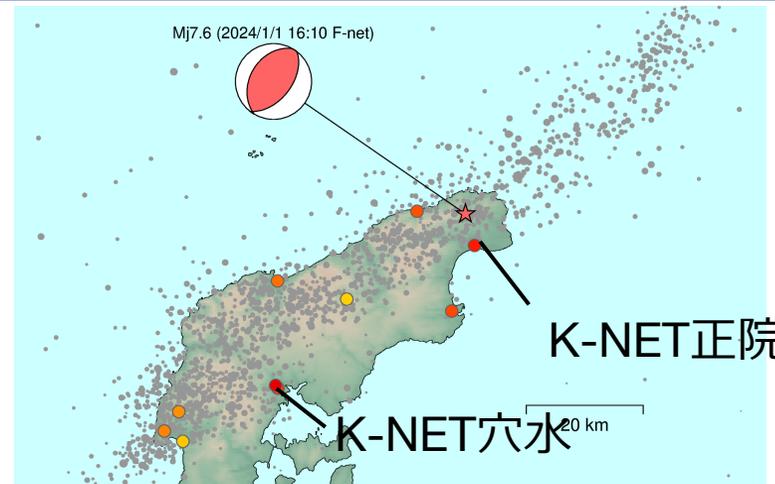
K-NET 輪島

ISK003 2024/01/01 16:10:01



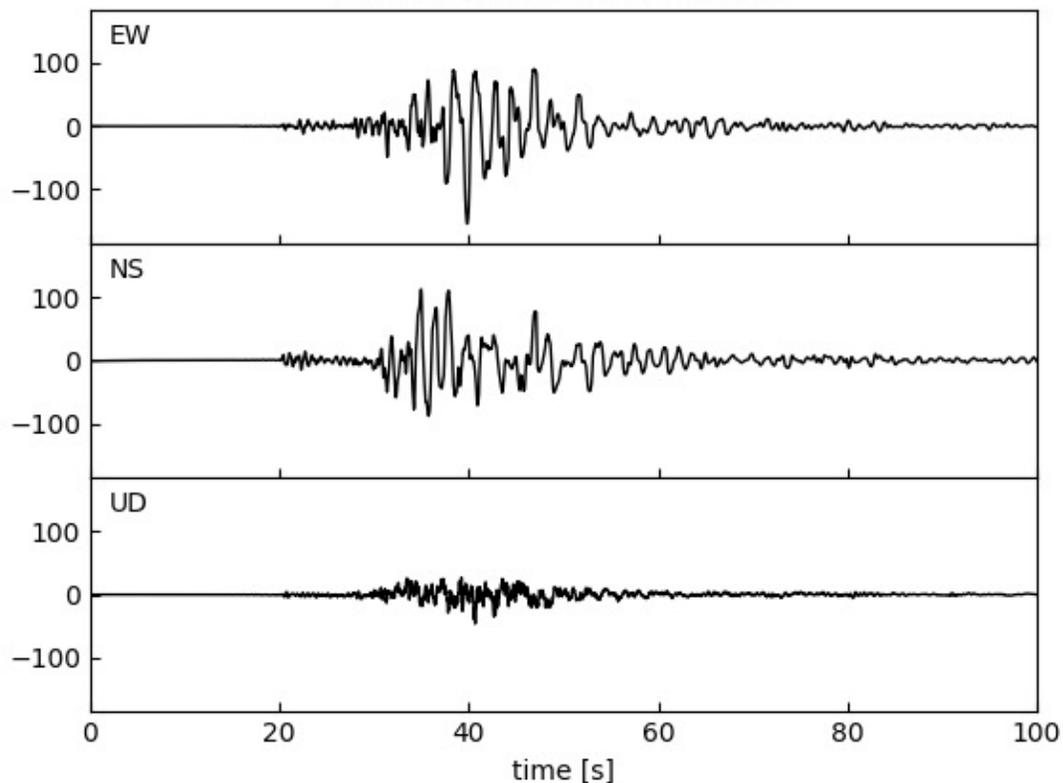
速度波形 (0.05Hz-50Hz)

- 20秒以上大きな揺れが継続
- K-NET穴水と正院は水平成分が優勢
周期1秒程度の揺れが継続



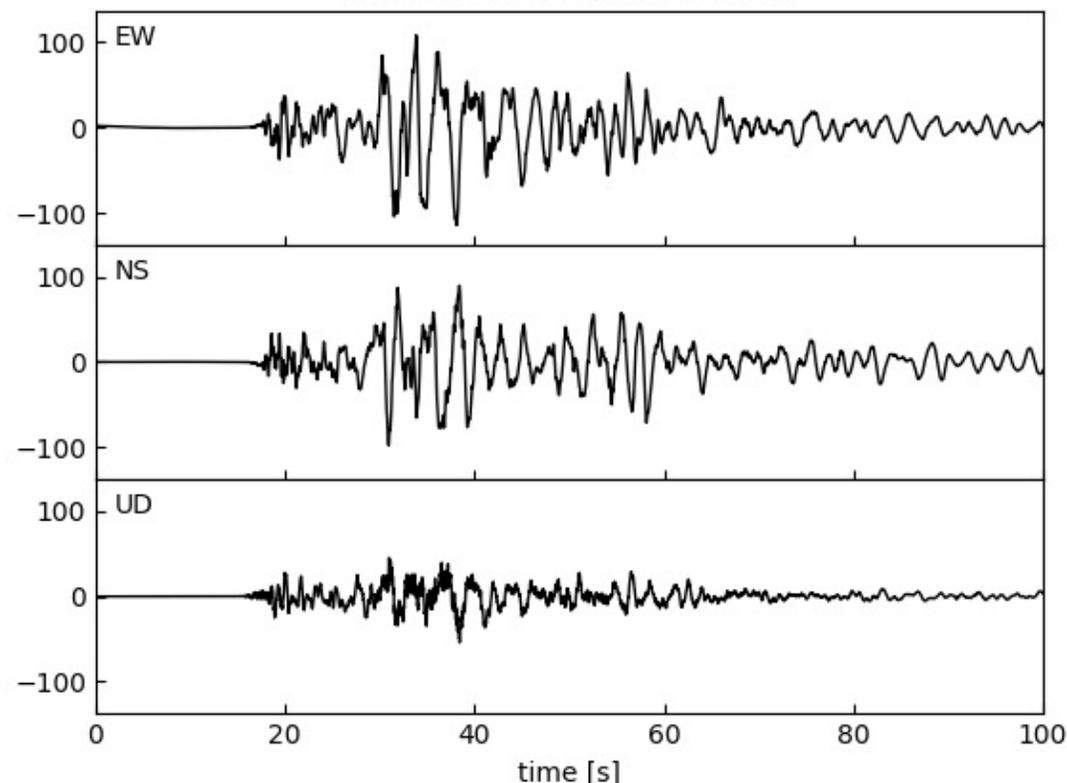
K-NET 穴水

ISK005 2024/01/01 16:10:03



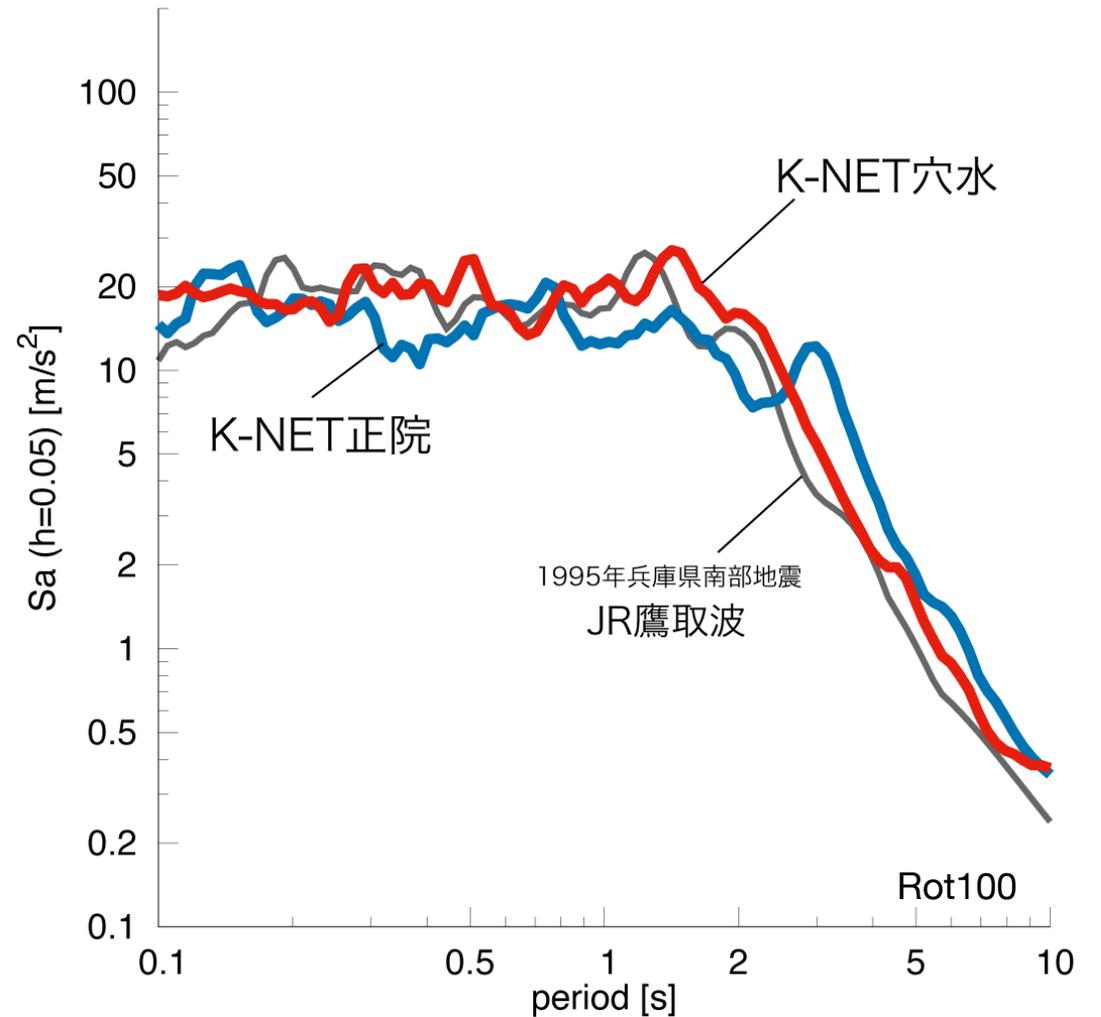
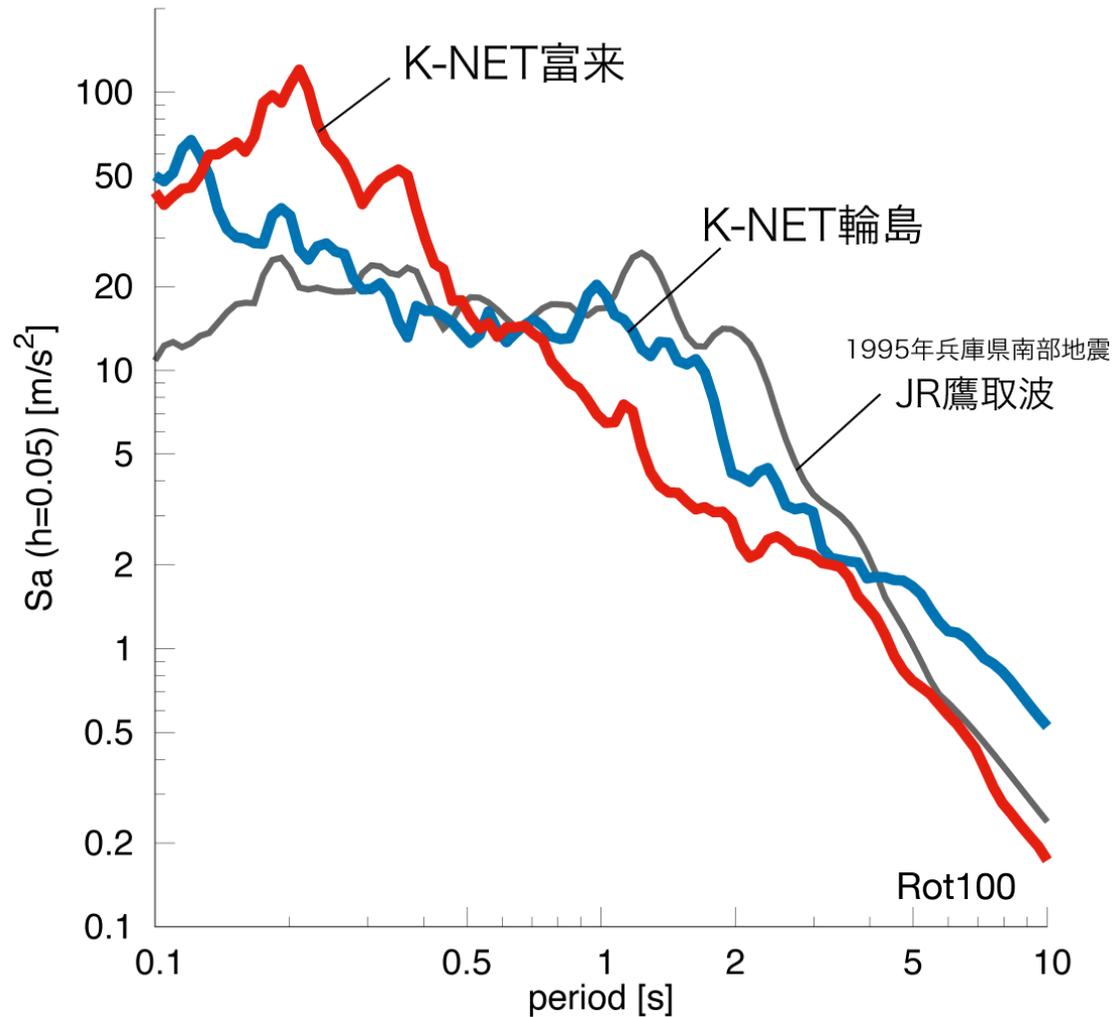
K-NET 正院

ISK002 2024/01/01 16:09:57



加速度応答スペクトル

- K-NET富来は短周期成分が卓越
- K-NET輪島, K-NET穴水, K-NET正院は1秒付近の応答がJR鷹取波レベル



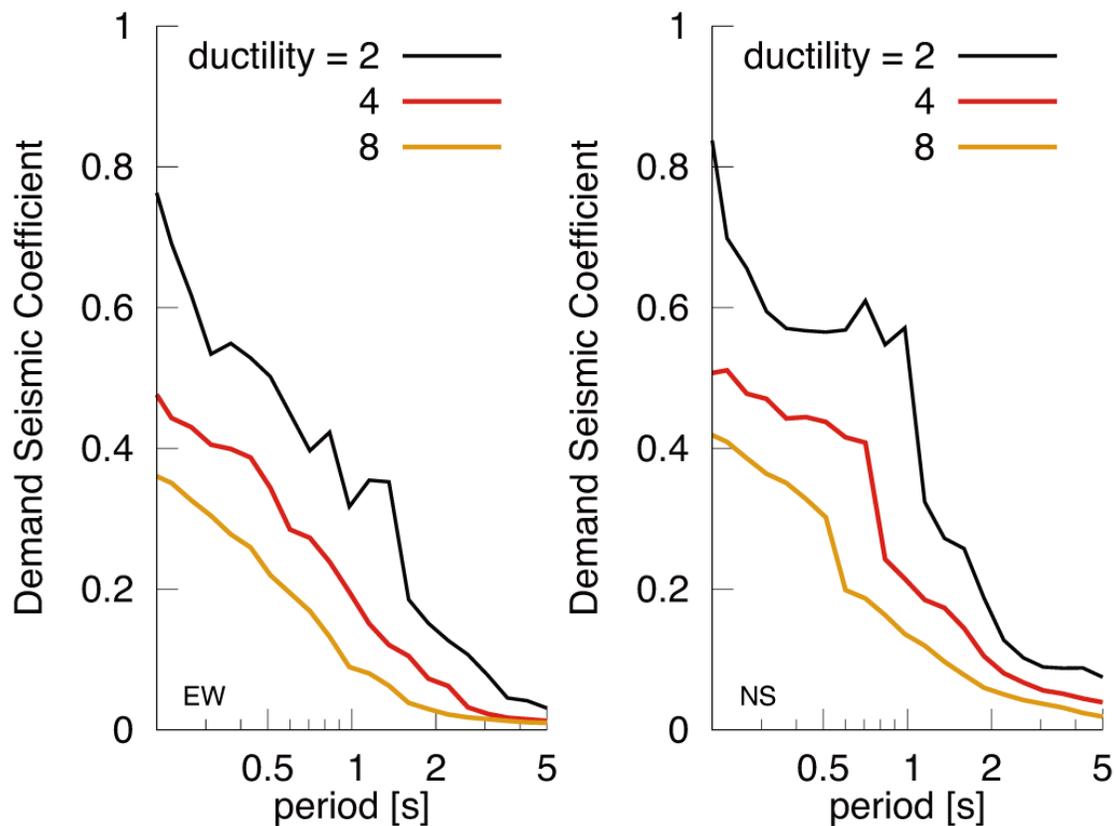
非線形応答スペクトル

非線形応答スペクトル (必要強度スペクトル, 縦軸: 必要降伏震度)

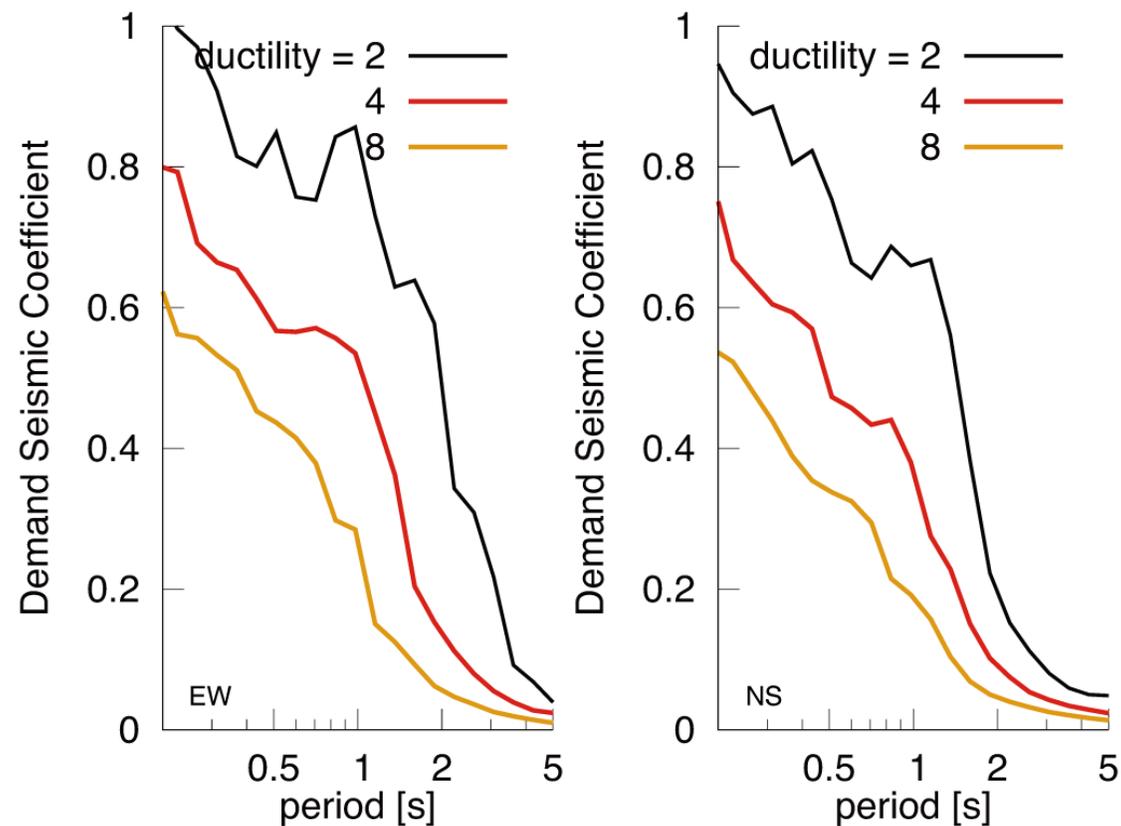
Clough型, 2次剛性なし, 減衰10%

➤ 塑性率4・(初期)固有周期0.5秒において, 降伏震度0.4-0.6程度

K-NET輪島

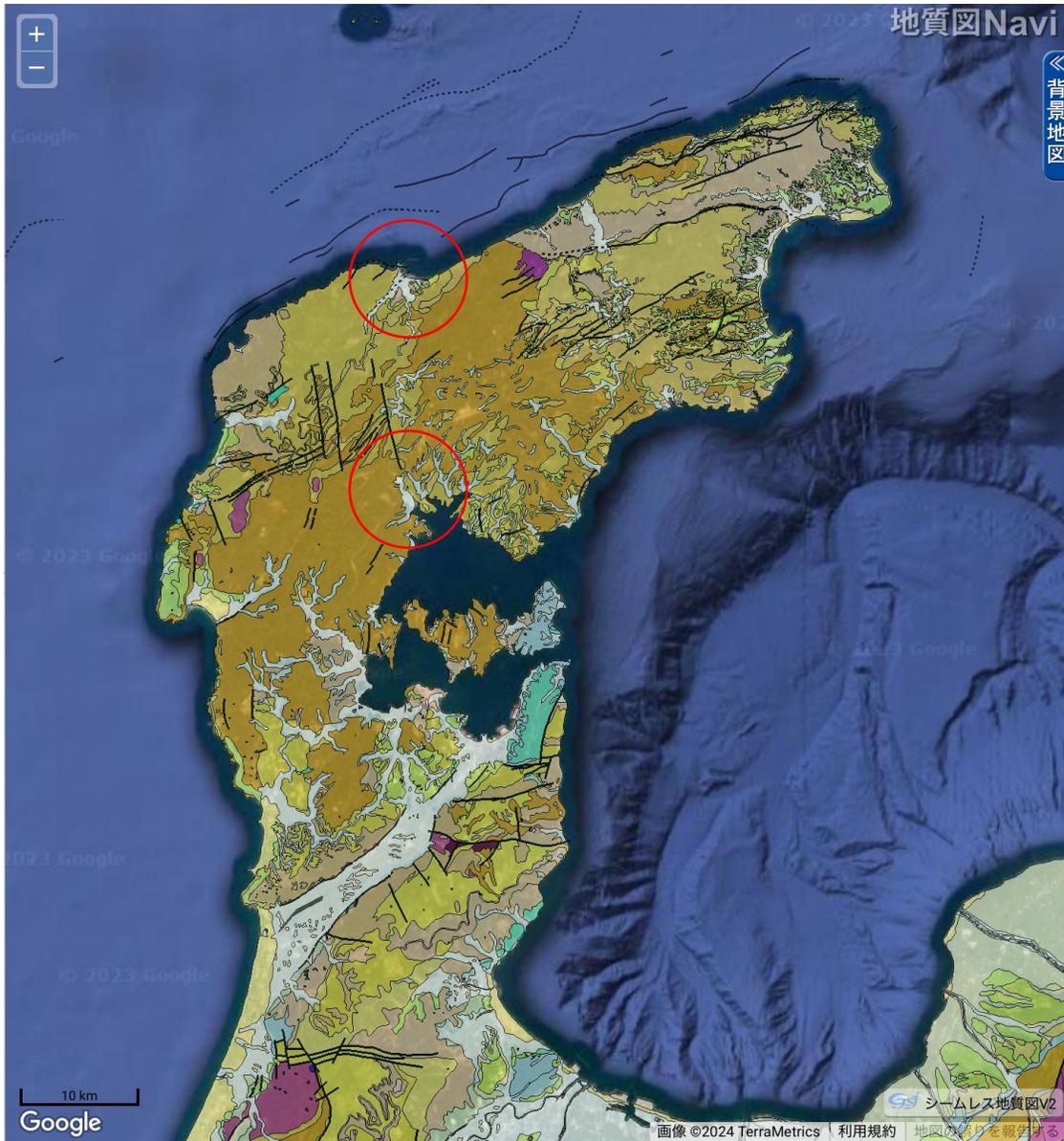


K-NET穴水



能登半島の地質・地盤

産業総合技術研究所 シームレス地質図



輪島市 市街地
第三紀泥岩上の
堆積層

穴水町 市街地
第三紀安山岩上の
堆積層

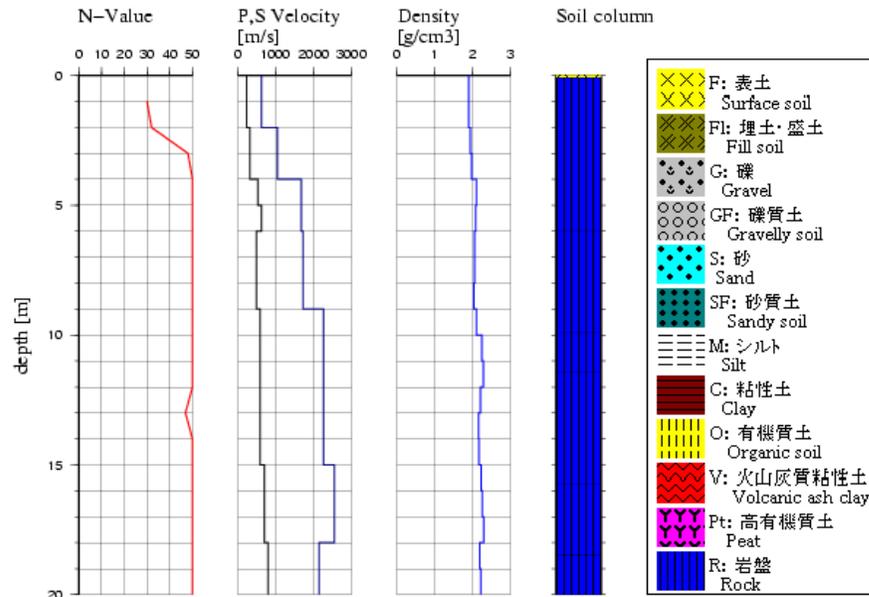
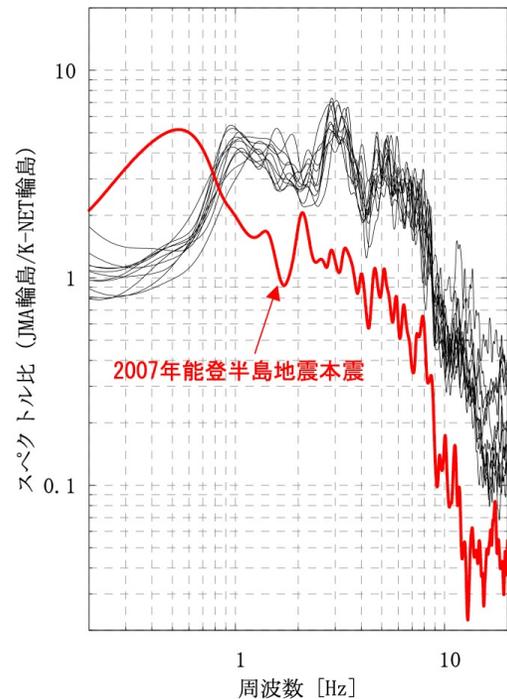


輪島市の地盤震動特性

- K-NET輪島の設置箇所は市内でも地盤の良い場所
- 気象庁輪島市鳳至町 (震度6強) の記録は主要動を含まない波形であるため地震動特性の分析は難しい
- 一方, 過去の地震記録の分析から, 地盤震動特性の違いが明らかとなっている

福島他, 2007

[doi:10.11532/proee2005a.29.168](https://doi.org/10.11532/proee2005a.29.168)



NIED 独立行政法人防災科学技術研究所
Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.

K-NET輪島

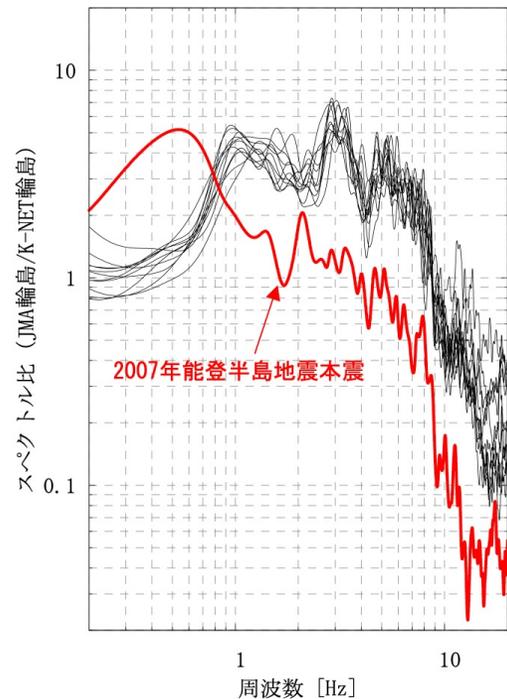


輪島市の地盤震動特性

- K-NET輪島の設置箇所は市内でも地盤の良い場所
- 気象庁輪島市鳳至町 (震度6強) の記録は主要動を含まない波形であるため地震動特性の分析は難しい
- 一方, 過去の地震記録の分析から, 地盤震動特性の違いが明らかとなっている

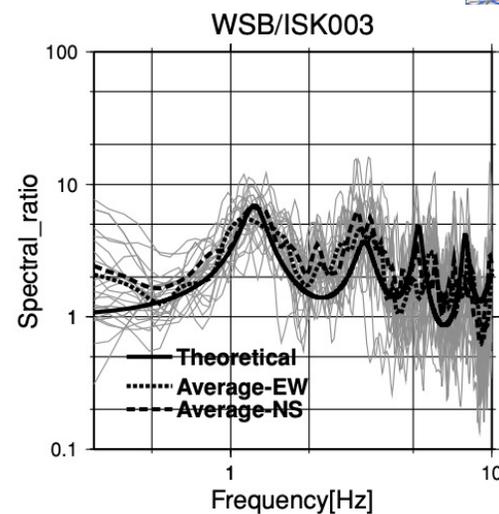
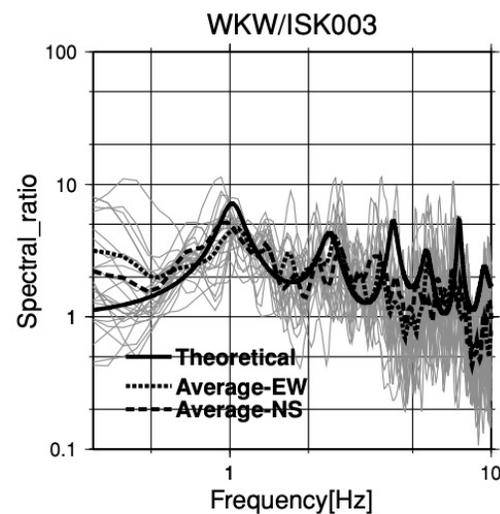
福島他, 2007

[doi:10.11532/proee2005a.29.168](https://doi.org/10.11532/proee2005a.29.168)



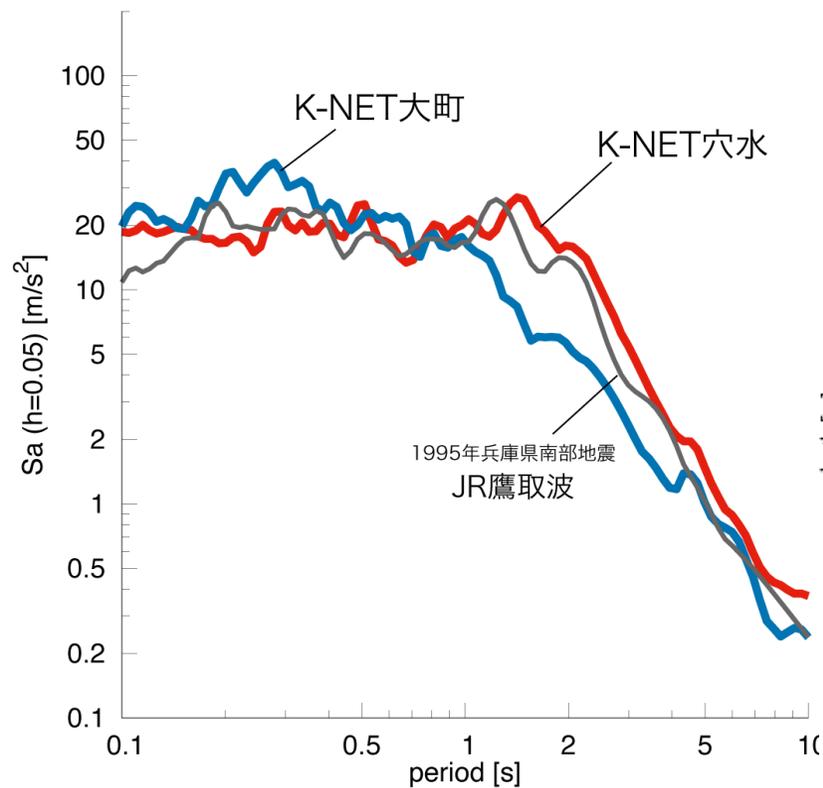
Yoshimi and Yoshida, 2008

[doi:10.1186/BF03352779](https://doi.org/10.1186/BF03352779)

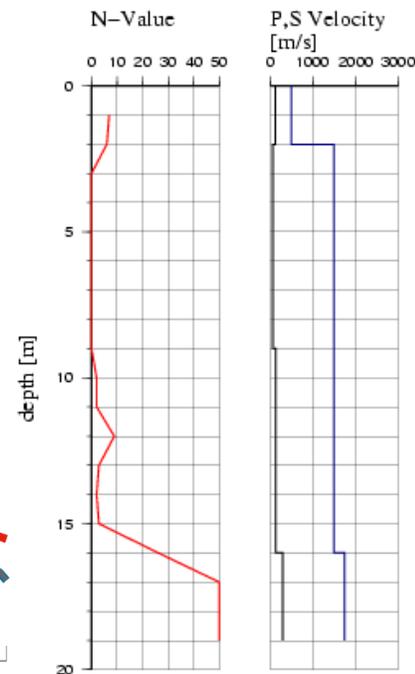


穴水町の地盤震動特性

- K-NET穴水とK-NET大町は地震動特性が異なる
- K-NET穴水は軟弱地盤上の観測点

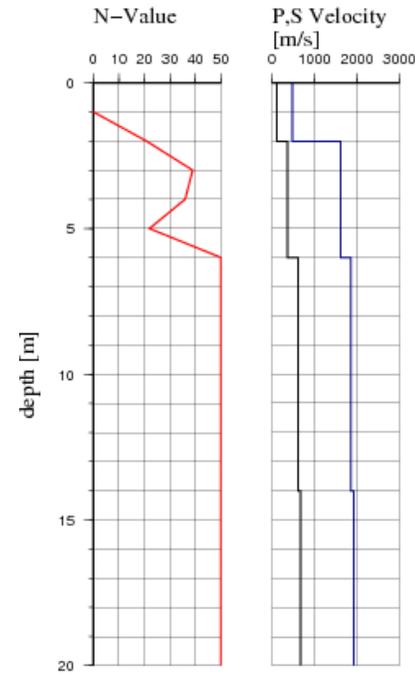


K-NET穴水



Copyright (c) National Research

K-NET大町



Copyright (c) National Research In

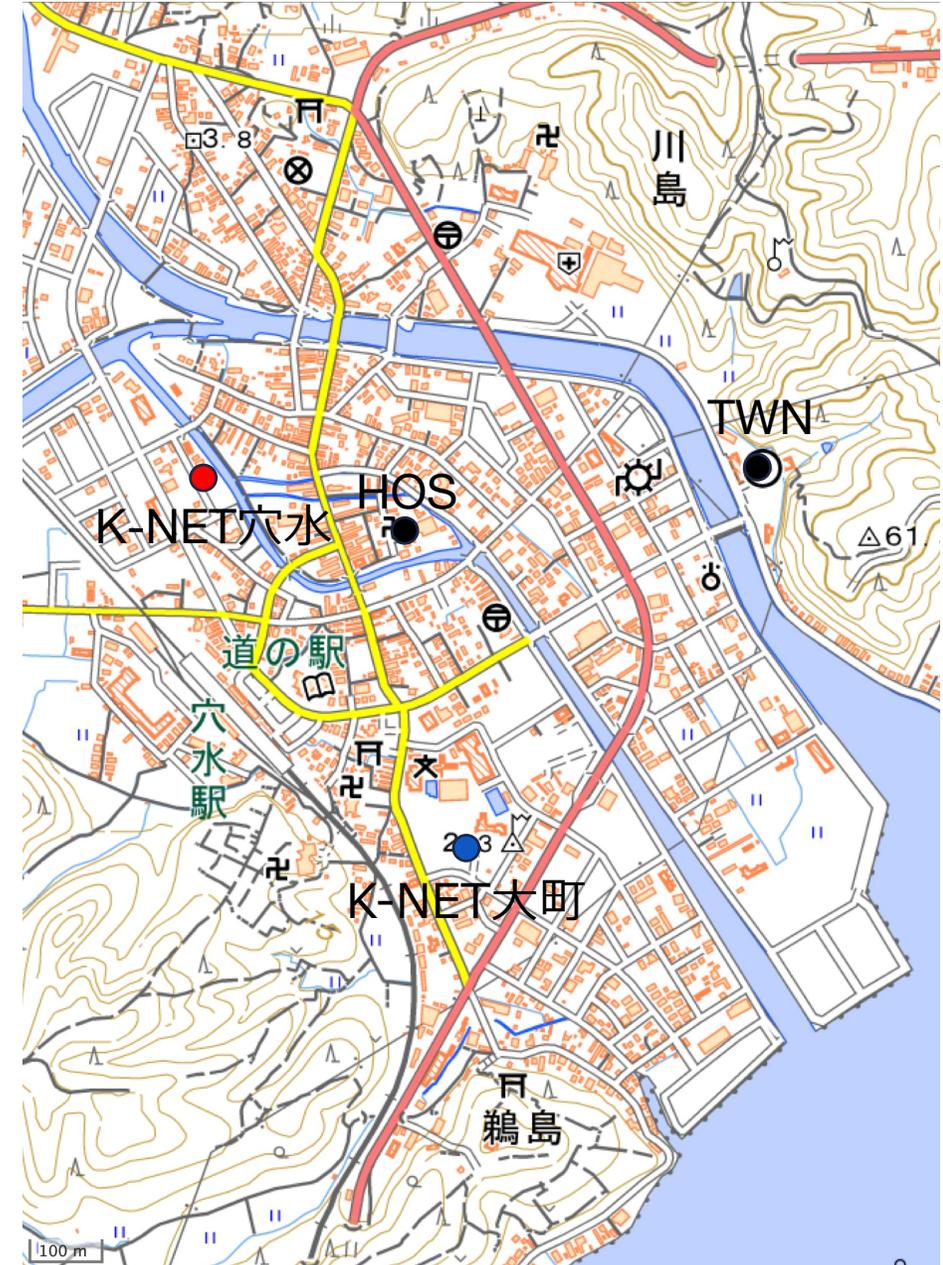
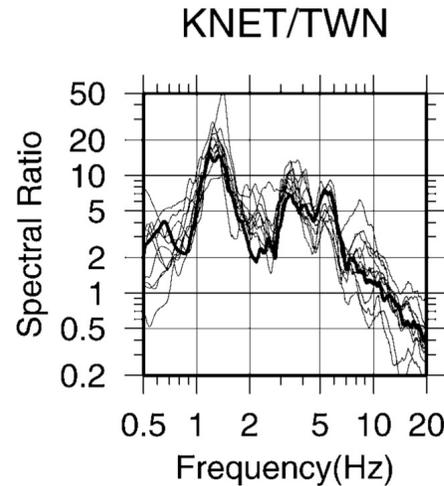
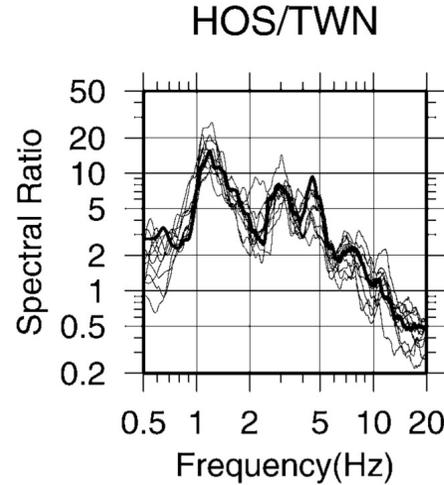
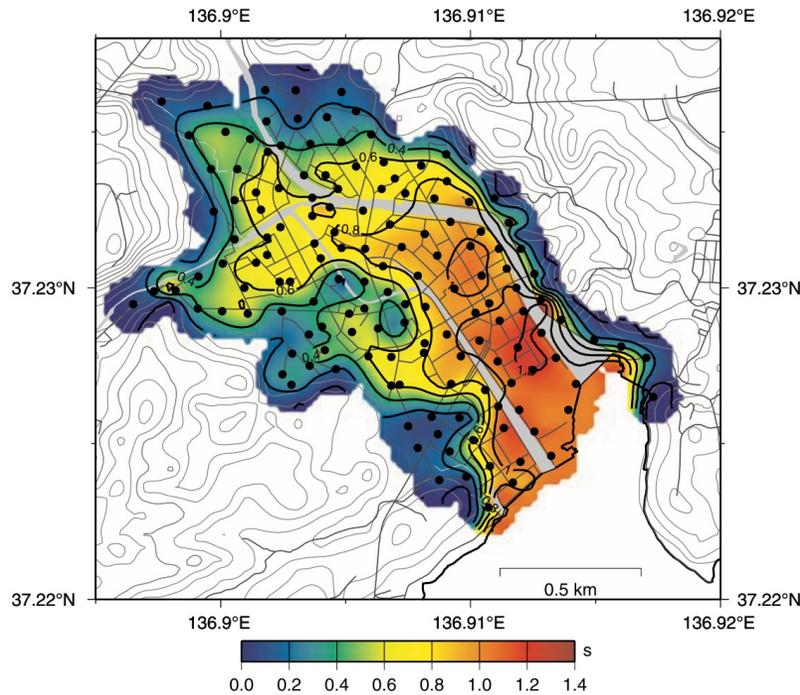


穴水町の地盤震動特性

- K-NET穴水とK-NET大町は地震動特性が異なる
- K-NET穴水は軟弱地盤上の観測点
- 市街地中心部は地震動の増幅が認められる

浅野他, 2009

[doi:10.4294/zisin.62.121](https://doi.org/10.4294/zisin.62.121)



まとめ（速報）

- ✓ 能登半島北部は、ほぼ全域が震源断層の直上に位置する
- ✓ 震源域においても強い揺れは20秒以上継続

- ✓ 複数の地点（輪島、穴水、正院）で鷹取波相当の応答スペクトルが観測されている
- ✓ K-NET輪島とK-NET穴水は、塑性率4・(初期)固有周期0.5秒において降伏震度0.4-0.6程度

- ✓ 海沿いの沖積平野では地震動の増幅が考えられる
 - K-NET輪島は、比較的地盤の良い箇所記録 → 市街地はより強い地震動の可能性
 - K-NET穴水は、比較的地盤の悪い箇所記録