

生きる、を支える科学技術



防災科研

災害の軽減に貢献するための 地震火山観測研究計画（第2次）

令和5年度年次報告

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

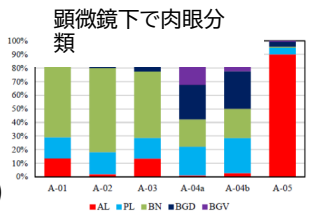
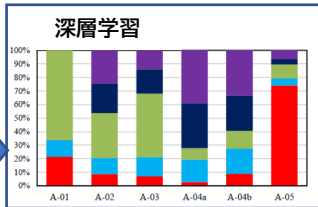
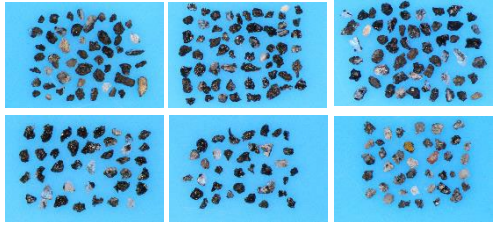
NIED01 多角的火山活動評価に関する研究

目的:研究分野や組織を超えた連携により、噴火災害を迅速に把握する技術や火山活動の推移を予測する技術の実現、さらにその成果を社会に提供することにより、各主体の火山災害に対するレジリエンス能力の向上を目指して研究開発に取り組む。

火山灰粒子画像の自動分類ソフトウェアを開発

火山灰粒子の自動分類技術

阿蘇の火山灰粒子の顕微鏡写真



深層学習から阿蘇の火山灰粒子の迅速自動分類に成功 (Miwa et al., 2023紀要)

火山灰の微粒子の画像をAIにて分析することにより、火山灰の分類を自動で行うことを可能にした。
火山灰を自動で採取して画像を撮影する火山灰自動採取・可搬型分析装置(VOLCAT)と組み合わせることにより、火山灰のリアルタイムモニタリングが可能になる。

硫黄島での調査観測を実施

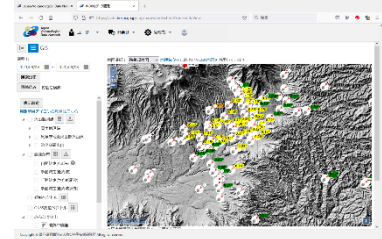
翁浜沖でのマグマ噴火



硫黄島の南海岸沖で、2022年より観測史上初めてとなるマグマ噴火が断続的に発生し、2023年には新島が形成された。
火山観測網の維持に努めるとともに、噴出物調査、火山ガスの調査などを行った。調査結果は、火山噴火予知連絡会や現地へ提供した。

降灰の把握と予測技術

JVDNシステム



ディストロメータ

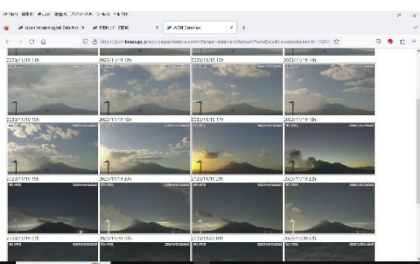


JVDNシステムのデータ共有機能を利用し、「降灰調査チーム」と連携して、噴火時の降灰データの迅速な共有の訓練を行った。また、訓練の結果を改良に反映した。

無人による即時的な降灰把握を目指して、ディストロメータとシミュレーションによる降灰把握技術の開発を進めた。

JVDNシステムによるデータ統合

気象庁の遠望カメラ画像

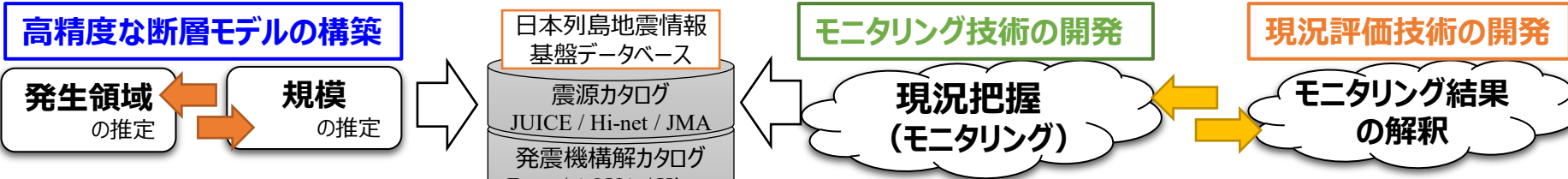


火山活動の評価や推移予測に活用するため、噴煙レーダ、火山ガス画像、気象庁の遠望カメラ画像などのデータ統合を進めた。火山調査研究推進本部のデータベースとして活用されることになった。

NIED02 地震・津波予測技術の戦略的高度化研究

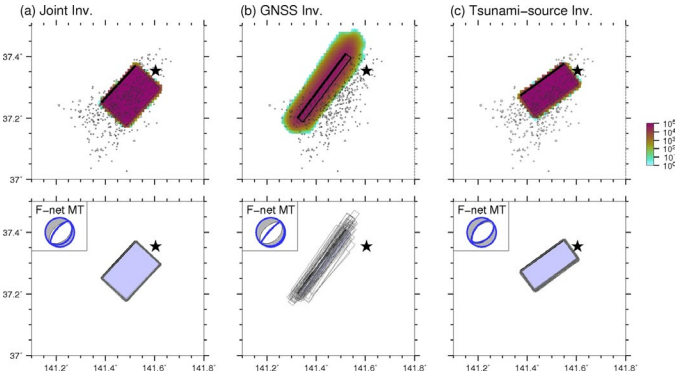
【目的】観測データに基づく地震発生の長期評価の高度化に資する研究開発の実施

地震発生領域・規模の評価と地震活動の現況把握



津波計を用いた震源断層モデル 高分解能推定技術の開発

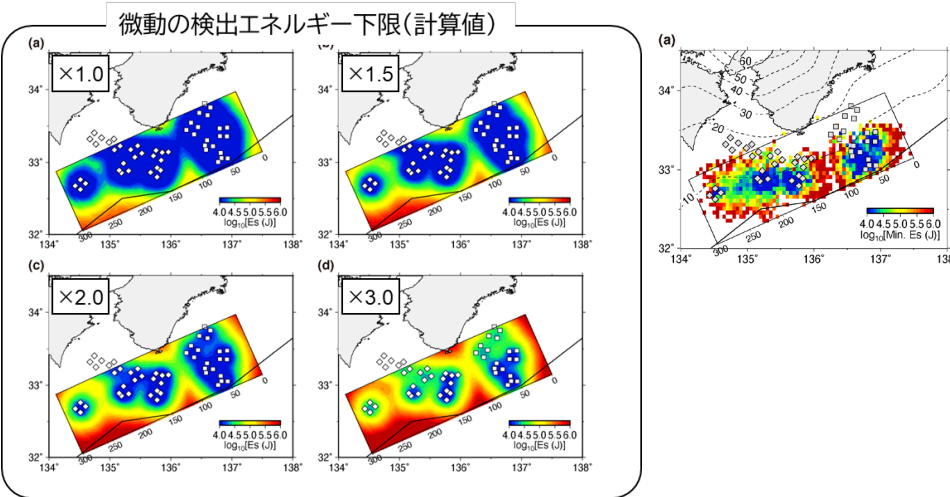
- 陸上測地データに津波波形記録から得られる震源域直上の鉛直変位データ(津波波源データ)を加えることにより、沖合で発生する地震の断層モデルの推定精度を向上させることに成功
⇒地震直後の断層破壊域推定への効果に期待



2016年11月に福島県沖で発生したMw7.0の地震に対する断層モデル推定結果。
(a) GNSSデータと津波波源データ、(b) GNSSデータのみ、(c)津波波源データのみを使用した結果 (Kubo et al., 2023; EPS)

南海トラフ浅部微動検知エネルギー下限の評価

- DONET各点のノイズレベル(2-8 Hz)とサイト特性を考慮し、プレート境界面上の微動源位置で期待される微動の検出下限値を計算により導出
➢ 実際に観測されたエネルギー下限と比較した結果、検出下限をノイズレベルの2倍程度と見なしたケースと良く一致することを確認
⇒浅部微動活動の定量評価へ



左) DONET各点のノイズレベルから推定した検出下限の分布。右) 実データ解析から検出された微動の最小エネルギー (太田, 2023; 地震学会秋季大会)

生きる、を支える科学技術

NIED03 巨大地震による潜在的ハザードの把握に関する研究

【目的】 室内実験・大規模シミュレーション等を活用し、巨大地震の実態解明を目的とした研究を推進

- ・プレート境界及び内陸地殻に蓄積されている応力・歪みエネルギーの定量化・可視化
- ・巨大地震の実態解明による南海トラフ巨大地震等の発生シナリオの作成

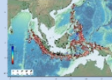
地震発生場に関する研究

- ・応力分布モデル作成
- ・地下構造時空間変化推定
- ・震源過程メカニズム解明



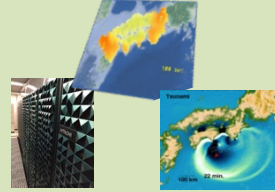
海外の巨大地震に関する研究

- ・海外巨大地震津波即時解析
- ・巨大地震の知見獲得
- ・国際協力の推進



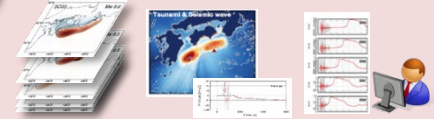
大規模シミュレーション研究

- ・大規模シミュレーションによる知見の統合
- ・多様な発生様式を考慮した巨大地震発生シナリオ構築



アウトプット

- 応力分布モデル
- 巨大地震発生シナリオ
- 巨大地震津波の模擬観測記録



破壊の基本法則に関する室内実験

- ・長大岩石摩擦実験
- ・数値シミュレーション
- ・断層破壊の基本法則解明



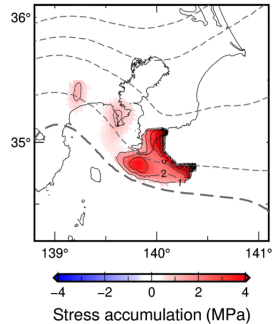
巨大地震の知見・スケーリング

地震発生場・発生機構モデル

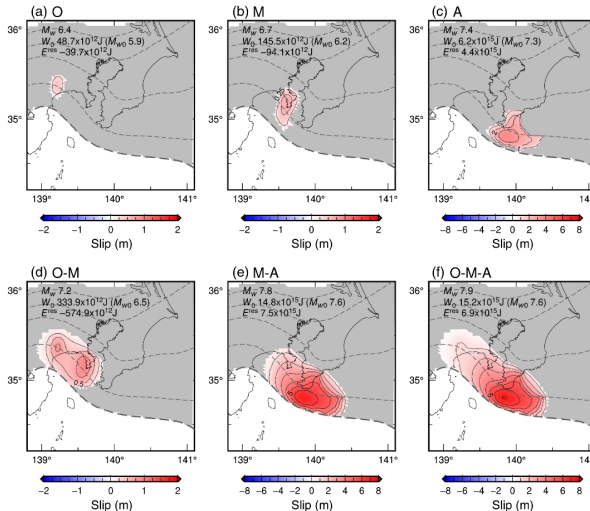
断層破壊の基本法則・摩擦則

統合

プレート境界の固着域



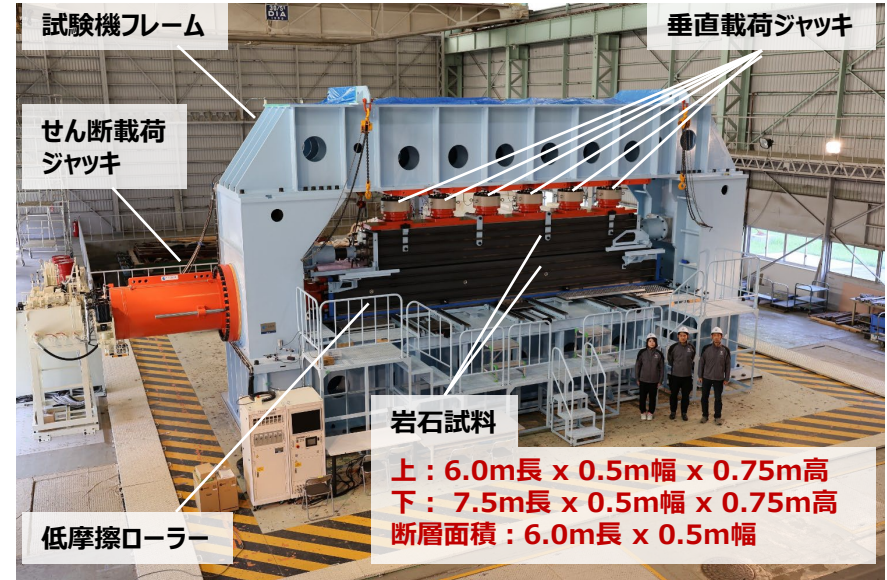
多様な巨大地震の破壊シナリオ



Saito & Noda (2023; BSSA)

- ・GNSS記録解析と過去の大地震の震源域から、3つの力学的固着域およびその応力蓄積量を推定
- ・固着域の破壊の組み合わせ・応力解放量をもとに、将来起こりうる6つの大地震の破壊シナリオを作成

新たに開発した巨大岩石摩擦試験機の動作試験並びに基礎実験の実施



試験機フレーム

垂直荷重ジャッキ

せん断荷重ジャッキ

岩石試料

低摩擦ローラー

上：6.0m長 x 0.5m幅 x 0.75m高
下：7.5m長 x 0.5m幅 x 0.75m高
断層面積：6.0m長 x 0.5m幅

- ・本試験機を用いた実験により、摩擦特性の断層スケール依存性や地震連鎖のメカニズム解明に向けた実験研究を推進
- ・国内外の研究機関と本試験機を用いた共同研究を推進

NIED04 自然災害ハザード・リスク評価と情報の利活用に関する研究

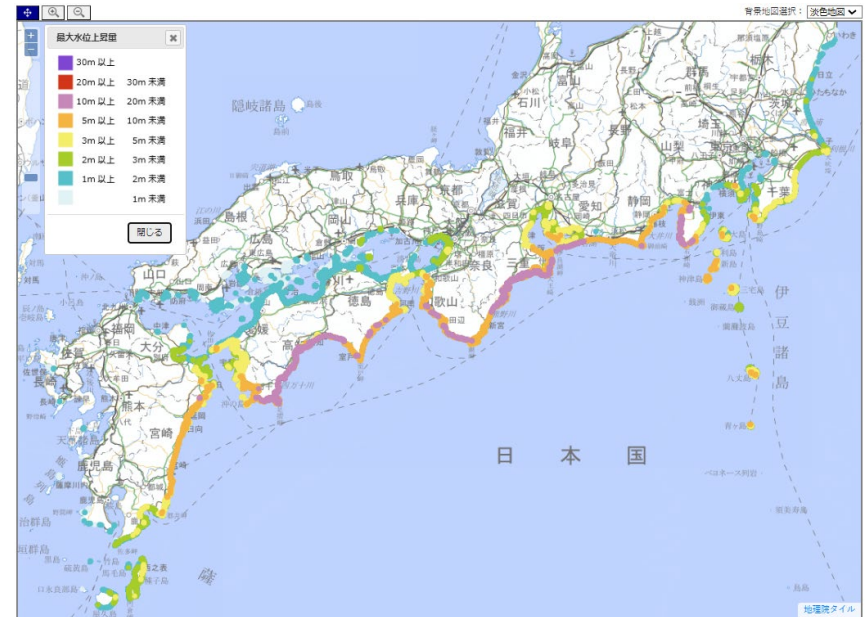
- 確率論的な津波ハザード情報を提供するシステム「津波ハザードステーション (J-THIS)」を開発し、2020年2月に運用を開始した。これまで、地震調査委員会が2020年1月に公表した「南海トラフ沿いで発生する大地震の確率論的津波評価」に関する詳細な情報を提供してきた。
- 利用者がそれぞれのニーズに応じて、適切に津波ハザード情報を利活用できることを目的として、J-THISに「J-THIS Labs」を2023年12月に新設し、「南海トラフ沿いの地震に対する確率論的津波ハザード評価」に関する津波ハザード情報を、最大クラスを考慮する等により更に充実させ、公開した (<https://www.j-this.bosai.go.jp/>)。

30年超過確率分布



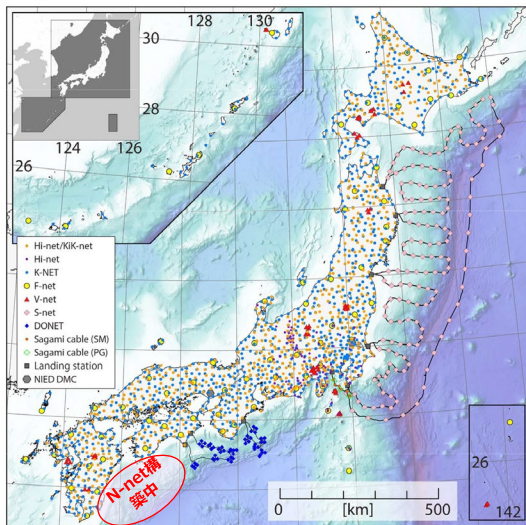
南海トラフ沿いで発生する大地震によって今後30年以内に最大水位上昇量3m以上の津波が海岸に来襲する確率を示した超過確率分布図。最大水位上昇量を3m、5m、10m、評価基準日を2020年1月1日、2021年1月1日、2022年1月1日、2023年1月1日、配色方法を3色表示、6色表示から選択可能。

確率論的な最大水位上昇量分布



今後30年以内の南海トラフ地震に対する超過確率が3%となる場合の、海岸に来襲する津波の最大水位上昇量分布図。評価基準日を2020年1月1日、2021年1月1日、2022年1月1日、2023年1月1日から選択可能。

7つの基盤的観測網の統合運用 MOWLAS (陸海統合地震津波火山観測網)



2023年10月9日鳥島近海地震の観測波形

2023年10月9日午前5時～6時半頃に鳥島近海においてM4～5地震が10回以上発生し、関東から沖縄の広い範囲で津波が観測された。F-net広帯域地震計の記録は、2～6 Hzの帯域では直達波に比べてTフェーズが顕著であるという特徴を持つことを示した。DONET及びS-netでは地震規模から予想されるよりも大きな振幅の水圧変動が記録された。

2023年10月9日鳥島近海地震 (F-netによるメカニズム解)

2023/10/09 06:00 (暫定解)
CLVD成分の大きさ [N]

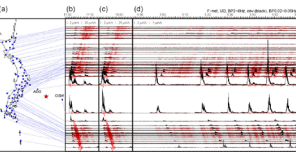
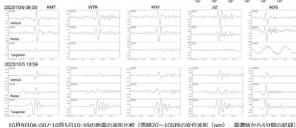


図2: 防災科研 F-netの広帯域地震観測システムによる観測された、鳥島近海地震の震源パラメータとメカニズム解。メカニズム解は、メカニズム解の成分 (CLVD) の大きさ [N] を示す。メカニズム解の成分 (CLVD) の大きさは、メカニズム解の成分 (CLVD) の大きさ [N] を示す。メカニズム解の成分 (CLVD) の大きさは、メカニズム解の成分 (CLVD) の大きさ [N] を示す。

2023年10月9日 鳥島近海地震のDONET・S-net水圧観測波形

2023 (令和5) 年10月9日の午前5時25分 (JST) に発生した鳥島近海地震 (mb 4.9, USGS; Fig. 1 白線) に伴う津波を、DONETとS-netの水圧計が記録した (Fig. 2)。DONETは変動が速く、その変動は津波予想時刻 (Fig. 2 赤線) の前後に始まり、それから約1時間遅れて振幅が最大になった。S-netでは南側の震央に近い観測点で変動が大きく、なおかつ、設置水深が浅い観測点で振幅が大きかった。今回の地震の近傍では2015年にMw 5.7 (USGS) の地震が発生しており (Fig. 1 黒線)、その津波がDONETで記録されている (中村、2018, Fig. 2 青線)。2015年の地震の津波の規模は大きくも限らず、今回の津波のほうが最大振幅は数倍は大きかった。大振幅の津波を生じた何らかのイベントが、5時25分よりも遅れて起こった可能性が示唆される。

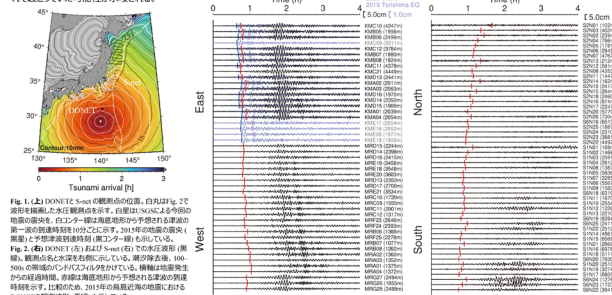
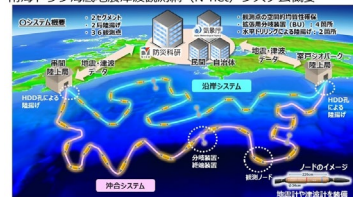


図1: (上) DONETとS-netの観測点の位置。白丸はFig. 2で波源を抽出した水圧観測点を示す。白線は500m以上の水深の地震の震源。右のグラフは地震の震源から観測点までの距離 (震源) と水圧観測点の距離 (距離) を示す。2015年の地震の震源 (黒線) と水圧観測点の距離 (距離) を示す。2015年の地震の震源 (黒線) と水圧観測点の距離 (距離) を示す。2015年の地震の震源 (黒線) と水圧観測点の距離 (距離) を示す。

南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net) の開発・整備

南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net) システム概要



ケーブル敷設船へのN-net観測装置積込みの様子



敷設船内に格納されたN-net観測装置

N-netにおいては、沖合システムと沿岸システムの2つのシステムのうち、沖合システム18台において製造を終え、積み込み前に観測機器とケーブルを接続した状態でのシステムアセンブリ試験を実施した上で、10月よりケーブル敷設船に積み込み、海底への敷設を実施した。また、串間および室戸ジオパーク陸上局内に陸上部機器を設置しシステムの動作確認をし、海底からのデータ取得が可能になった。

敷設船から海中へ繰り出される観測装置

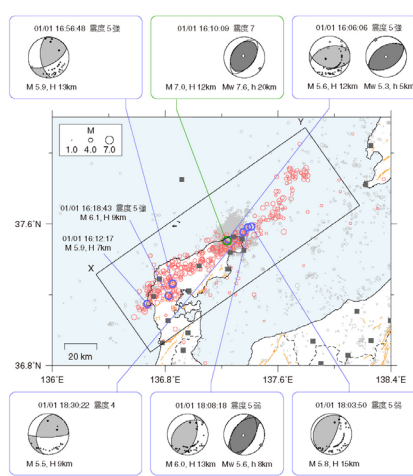


ケーブル陸揚げ作業 (宮崎県串間市)

2024年1月1日令和6年能登半島地震 (M5.4)

地震調査委員会臨時会で報告

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 (気象庁暫定値) 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160 kmにわたって分布

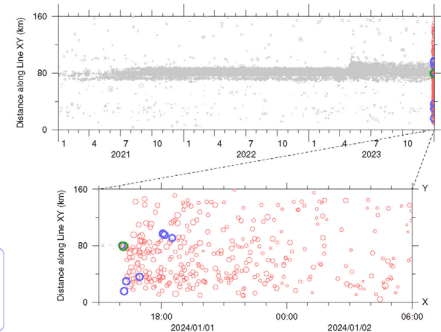


図 (左) 防災科研 Hi-net による震央分布 (2021年1月1日～2024年1月2日6時、深さ30 km以浅、手動および自動検測装置) と主な地震の初動解。F-netによるMT解も併せて示す。緑線は活断層研究会 (1991) による新断層、四角は観測点、破線は断層。 (右) 左図矩形領域内の地震の時空間分布。縦軸は震央を直線XYに投影した水平位置、緑丸は2024年1月1日16時10分の地震、青丸 (M5.5以上) および赤丸はそれ以外の2024年1月16日以降の地震、灰丸はそれ以前の地震。

編註: 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