

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4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

【概要】

多角的・戦略的アプローチにより、多様な火山現象・災害過程のメカニズムを解明し、火山災害軽減に向けた対策手法に関する研究を進める。

【目的】

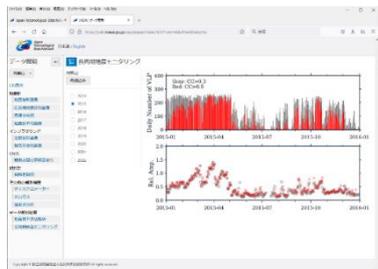
火山活動の把握と災害軽減のための「観測」「予測」「対策」技術を集中的に投資することによって課題解決を図るためのストラテジーを確立する。

【目標】

基盤的火山観測網を有する火山のうち、特に対象火山（阿蘇山・伊豆大島・硫黄島等）において多項目観測・ポテンシャル評価を踏まえての対策情報発信の提案を行う。

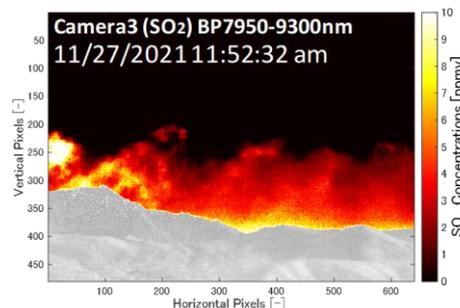
①多項目観測データによる火山現象・災害過程の把握のための研究

マッチドフィルター法による阿蘇山の長周期地震の検知結果の表示機能を新たに加えた。



②火山リモートセンシング技術の開発研究

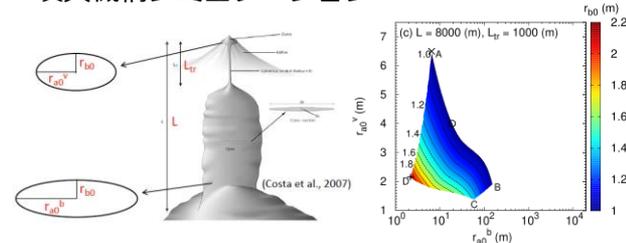
望遠分光装置 (G-STIC, SPIC-P) の開発



推定したSO2日発生量推定：1800~3000tons/day
(気象庁DOAS観測SO2日発生量推定：2000~3000tons/day)

③噴火・災害ポテンシャル評価のためのモデリング研究

噴火機構シミュレーション



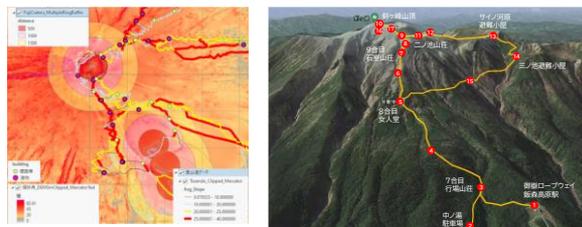
サブプリニー式噴火をもたらす火道形状条件を特定

降灰調査データのSIP4D共有



内閣府の「降灰調査データ共有スキーム」に基づき、降灰調査データを地方自治体でも災害時に活用できるように、SIP4Dに自動送信する仕組みを構築した。

④火山災害軽減のためのリスクコミュニケーションに関する研究



富士山登山者・登山道データ

御嶽山チャレンジ

噴火ハザードシミュレーション



各シミュレーションモジュール組込と計算結果のDB化 (ドリルマップ作成)

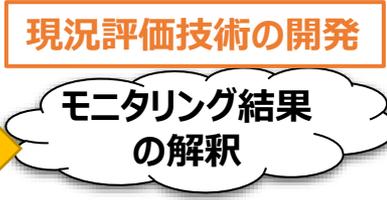
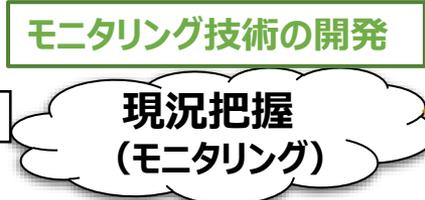
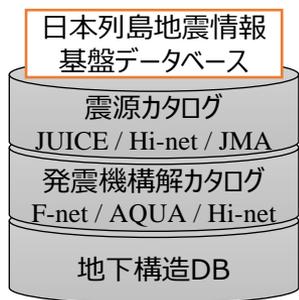
- 簡易版降灰シミュレーション(PUFF), 詳細版降灰シミュレーション (JMA-ATM), 噴煙柱シミュレーション(SK-3D), 詳細版溶岩流シミュレーション (LavaSIM), 詳細版火砕流シミュレーション(SKs), 噴石シミュレーション (Ballista) 等
- 状態遷移図・火山災害イベントツリーにおける分岐判断の定量化

生きる、を支える科学技術

NIED02 地震・津波予測技術の戦略的高度化研究

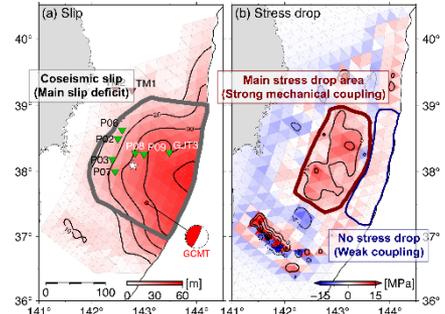
【目的】観測データに基づく地震発生の長期評価の高度化に資する研究開発の実施

地震発生領域・規模の評価と地震活動の現況把握



巨大地震のすべり域の適確な把握

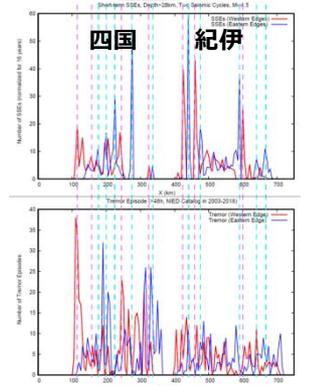
- 震源直上の水圧計データと海陸の地殻変動観測データを用いて断層モデル推定を実施
- 海溝軸でピークすべり (~53 m)
- 深部 (>10 km) の応力降下量が大 (= 力学的に固着)
 - ⇒ 浅部は力学的に固着していなくても、深部の力学的固着によってすべり欠損が生じる



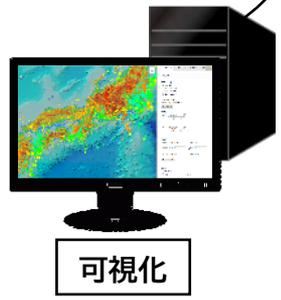
東北地方太平洋沖地震時の地震時すべり (左) と応力降下量 (右)
Kubota et al. (2022; PEPS)

計算機上での深部スロー地震活動の再現

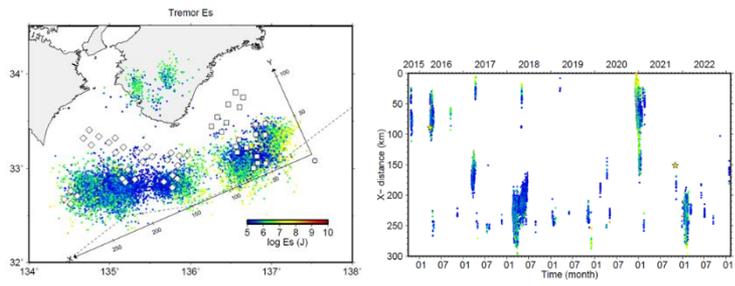
- 数値シミュレーション結果から、一定の条件のもとで、短期的SSEのセグメント境界を抽出
 - 四国中部などの主なピークは一致 ⇒ 短期的SSE領域の幅がセグメント形成をコントロールしている可能性
 - 紀伊半島北部・中部などにおいては、実際の微動活動では幅広くセグメント境界が分布 ⇒ さらなる不均質性が存在している可能性



松澤・芝崎 (2022) 短期的SSEシミュレーション (上) と深部低周波波動 (下) のセグメント境界端部の分布



南海トラフ沿いの浅部微動モニタリング



微動エネルギーの分布 (左) とその時空間分布 (右)

- DONETデータを用いて、紀伊半島沖周辺で発生する微動エネルギー及びエネルギーレートの空間的特徴を把握
 - 主な活動域は、紀伊半島南東沖、潮岬沖、紀伊水道～室戸沖
 - エピソード的な活動で、プレート沈み込み走向方向に明瞭な震源移動を伴う
 - 紀伊水道沖は、相対的に活動度もエネルギーも低い

太田・他 (2022)

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

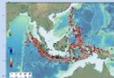
地震発生場に関する研究

- ・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



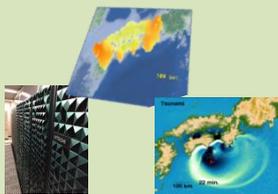
海外の巨大地震に関する研究

- ・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



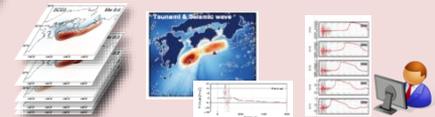
大規模シミュレーション研究

- ・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

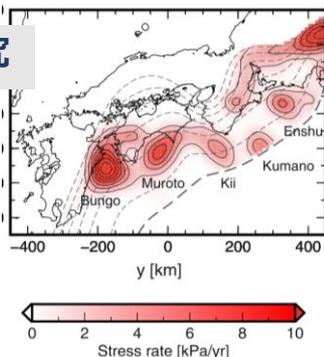
断層破壊の基本法則・摩擦則

統合

地震発生場に関する研究

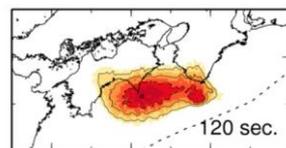
衛星測位データ解析による力学的固着域(剪断応力蓄積速度分布)の推定

Saito & Noda (2022 JGR)

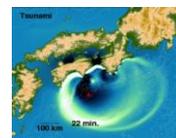
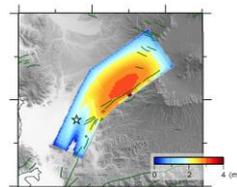


大規模シミュレーション研究

海溝型地震・内陸地震の動力学破壊シミュレーション 地震動と津波が重畳する合成記録

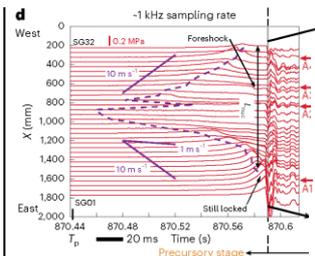
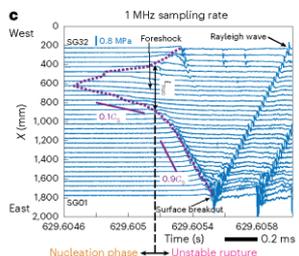


Urata et al. (2017 EPS)



Saito and Kubota (2020 Annual Rev.)

破壊基本法則に関する室内実験と基礎研究



均質な断層

- ・比較的低い断層強度
- ・スムーズで単発的な震源核形成
- ・S波速度を超えない断層破壊伝播

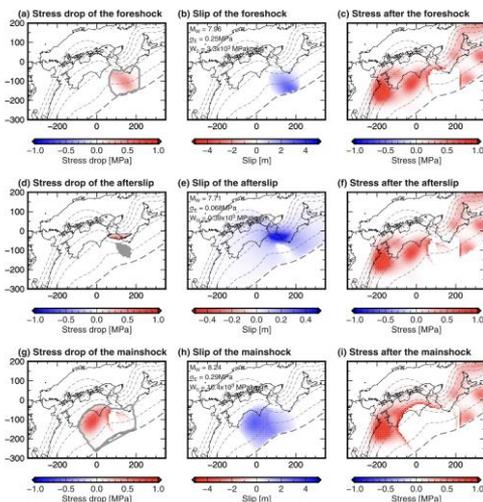
不均質な断層

- ・比較的高い断層強度
- ・途中停止を含む複雑な震源核形成
- ・S波速度を超える破壊伝播から非常にゆっくりとした伝播までの4桁に渡る多様な破壊伝播速度

Xu, Fukuyama, Yamashita et al. (2023 Nature Geoscience)

巨大地震発生シナリオ

前震・余効すべり・本震シナリオの作成



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

- 南海トラフ沿いで過去に発生したことが知られている半割れケースを対象とした南海トラフ地震臨時情報による事前避難を考慮した人的被害の条件付きリスクを試算した。
- 東側が先行する場合には事前避難により全体で概ね10%程度の死者数が減少する暫定的な結果を得た。

◆ 半割れケースの位置づけ

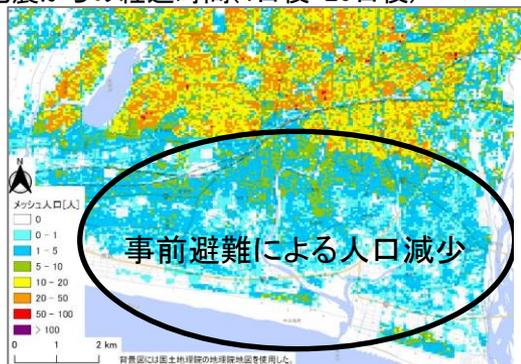
- 過去の南海トラフ地震の発生パターン
 - 広域が同時に破壊(宝永型)
 - 潮岬を境に2回に分かれて破壊(半割れ)
- 確率論的ハザード評価での重み
 - 地震調査委員会(2021)では約半分の重みを付与
- 南海トラフ地震臨時情報
 - 発生後の事前避難の呼びかけ(内閣府, 2021)

→ 半割れケースは発生の可能性が比較的高いと評価され、防災対応の面でもニーズが高い

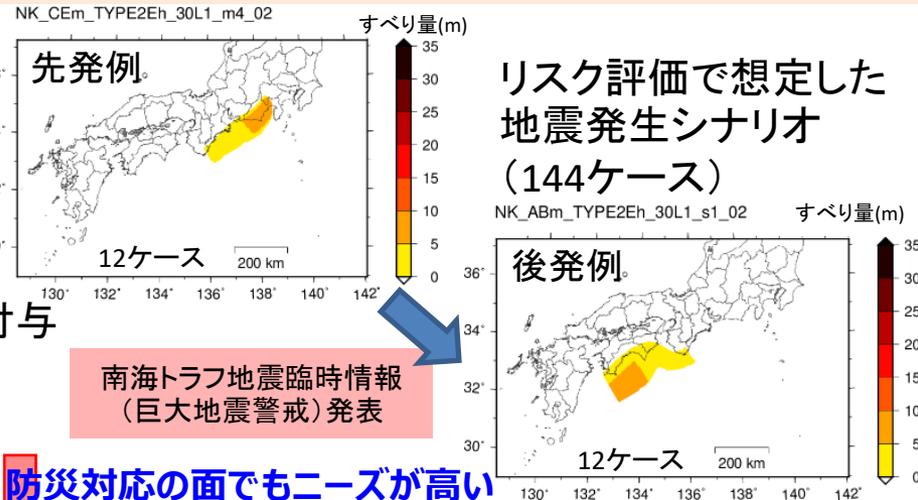
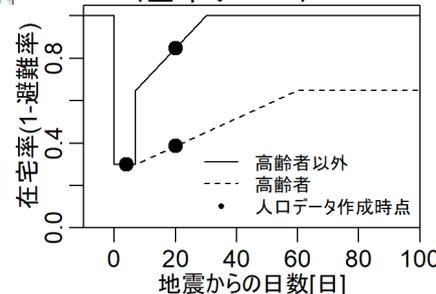
◆ 臨時情報発表後の曝露人口モデル

作成した曝露人口モデルのケース

- 地震発生時刻(夜間・昼間)
- 複数の避難率ケース(基本・高避難・低避難)
- 地震からの経過時間(4日後・20日後)

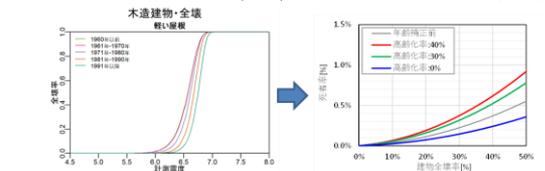


時間毎の事前避難率モデル (基本ケース)

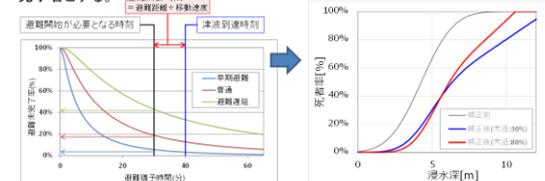


◆ 人的被害推定手法

- 地震動
 - 建物被害関数: 清水ほか(2019)
 - 人的被害関数: 藤原ほか(2018)



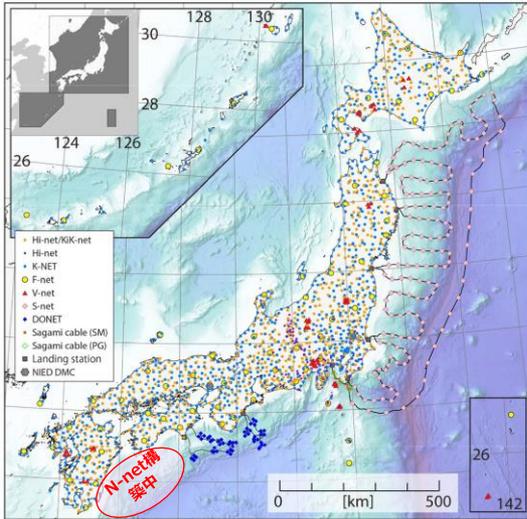
- 津波
 - 避難未完了者数推定: 津波到達時刻から避難所要時間を引いた時刻までに避難を開始しなかった人を避難未完了者とする。
 - 津波人的被害関数: 浸水深で死者数を推定、建物流失率で死者数を補正



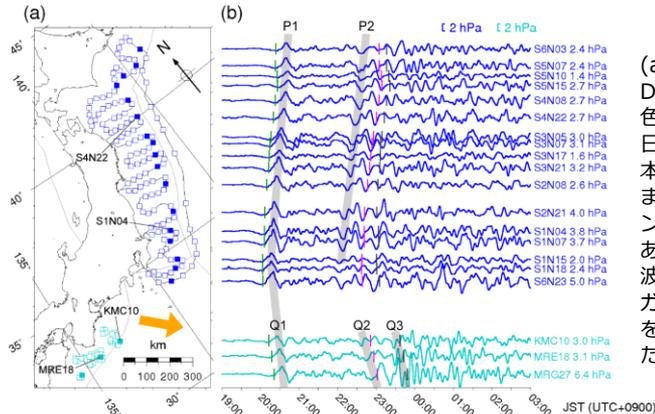
人的リスク評価(暫定)

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)

2022年1月15日 トンガ諸島周辺の火山噴火



S-net及びDONETの海底圧力計データを用いて、2022年トンガ火山噴火に伴って日本周辺に到来した海洋波の詳細を明らかにした。また、噴火から1週間分の観測された海底圧力観測記録をデータベースサイト (doi:10.17598/NIED.0008-2022-001)より公開した。



(a) 観測点地図。S-netの観測点を青色の四角で、DONETの観測点をシアン色の四角で示す。オレンジ色の矢印は北から時計回りに140度の方向を示し、日本から見たトンガの方向とほぼ一致する。(b) 日本時間2022年1月15日20時から2022年1月16日3時までの海底圧力波形記録。青色の線はS-net、シアン色の線はDONETの記録を示す。顕著なフェーズであるP1・P2・Q1・Q2・Q3を灰色で示す。黒線は津波の理論到達時刻を示す。緑とピンクの線はトンガ・トンガ・フンガ・ハアパイ火山からの大円経路をそれぞれ300 m/sと220 m/sの速度で伝播してきたと仮定した場合の理論到達時刻を示す。

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



宮崎県に完成した
新設陸上局舎

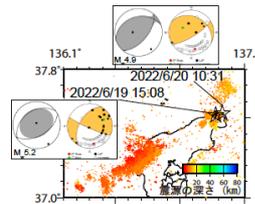


海底観測機器の製造に入る前に水圧計の長期信頼性確認等のための確認試験を実施した。宮崎県串間市の新設陸上局舎では、陸上装置等を設置するための局舎建物も完成した。高知県室戸市の陸上局舎では、既存のDONET2の局舎を共用するための局舎内および周辺の整備工事を実施している。

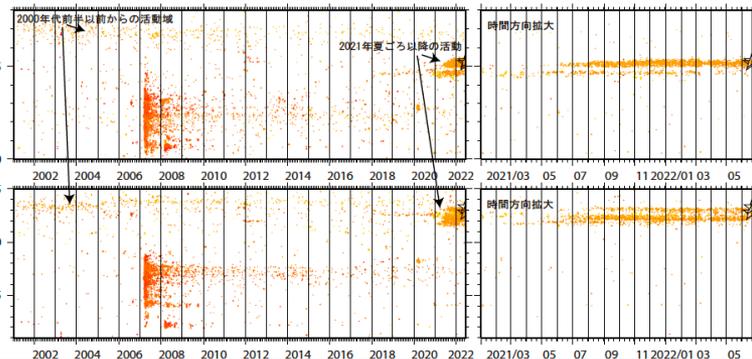
2022年6月19日石川県能登地方の地震 (M5.4)

地震調査委員会臨時会で報告

- 2022年6月19日15:08にM5.4 (気象庁暫定値)、20日10:31にM5.0 (気象庁速報値)の地震が発生。
- これらの地震は、2000年代前半以前の活動域の南に位置するとともに、大局的には2021年夏ごろからの地震活動域内で発生 (第1図～第2図参照)。
- この2021年夏ごろ以降の活動域において、比較的地震活動が低調であった場所で19日15:08の地震が発生し、その後その東側で20日10:31の地震が発生



第1図. 石川県能登地方における震源分布。2001年から2022年6月20日午前11時までの期間内に発生したM_s1.5以上の地震の活動域を丸印で示す (ただし、6月13日以降は未検測のイベントあり)。カラースケールは震源の深さを表す。2022年6月19日以降に発生した地震を黒いシンボルで示し、M5以上のイベントを星印でそれぞれ示す。これらの地震について防災科研Hi-net 初動解およびF-net MT 解を併せて示す。



第2図. 震源の時空間分布。第1図中の地震について、上段に緯度分布、下段に経度分布をそれぞれ示す。黒いシンボルはM5以上のイベントのみを星印で示す。