

# 「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【機関別】（案）

# 目 次

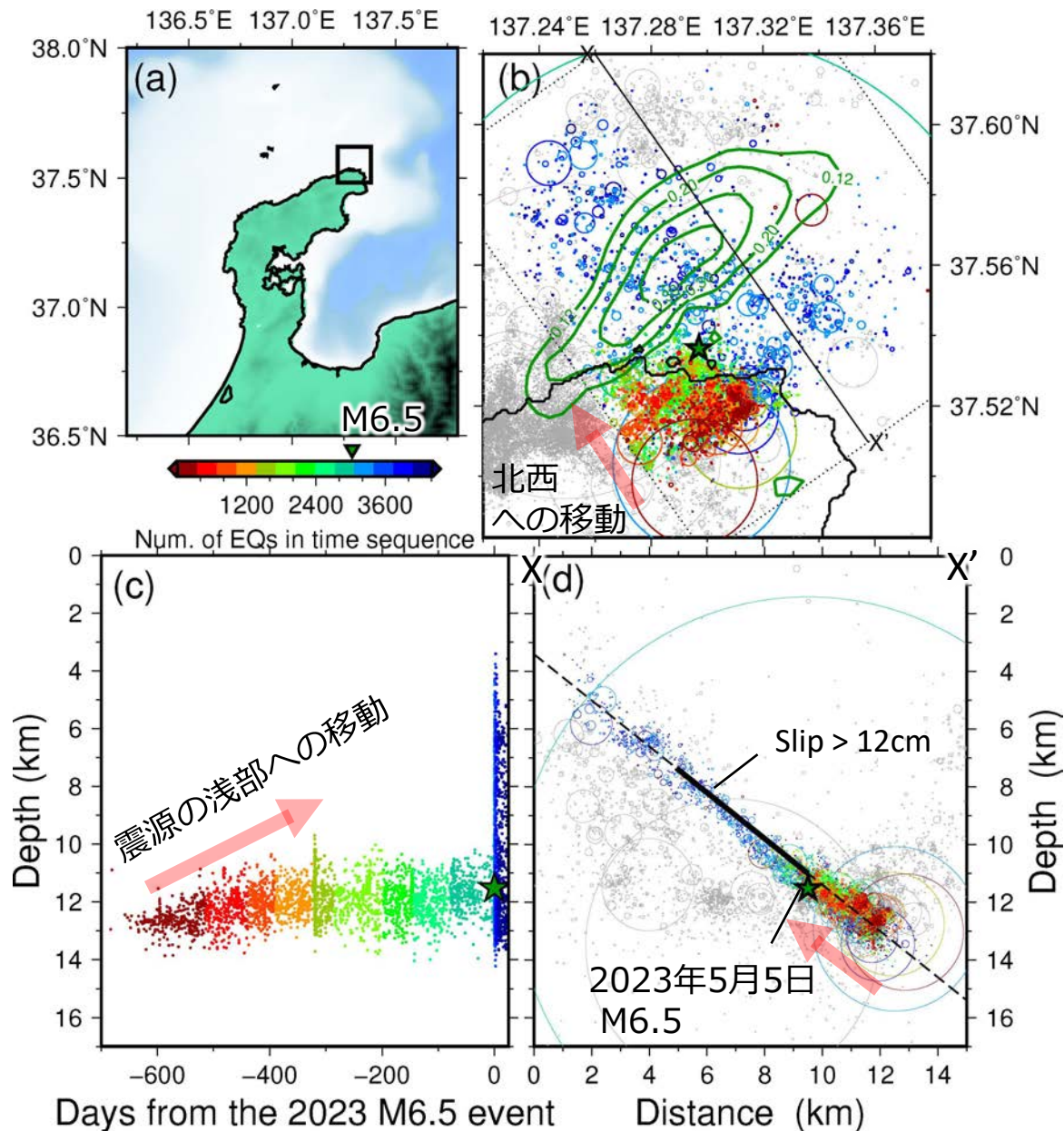
- ・ 大学 . . . . . P3
- ・ 国立研究開発法人情報通信研究機構 . . . . . P13
- ・ 国立研究開発法人防災科学技術研究所 . . . . . P18
- ・ 国立研究開発法人海洋研究開発機構 . . . . . P24
- ・ 国立研究開発法人産業技術総合研究所  
地質調査総合センター . . . . . P31
- ・ 国土地理院 . . . . . P43
- ・ 気象庁 . . . . . P54
- ・ 海上保安庁 . . . . . P65
- ・ 地方独立行政法人北海道立総合研究機構  
産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所 . . . P70
- ・ 山梨県富士山科学研究所 . . . . . P74

# 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)

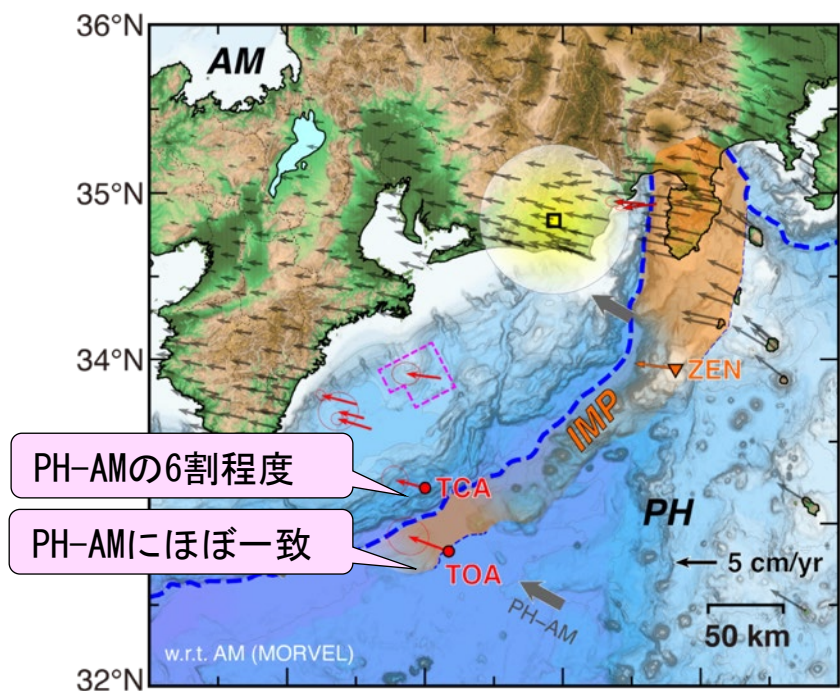
## 令和4年度年次報告

### 大学

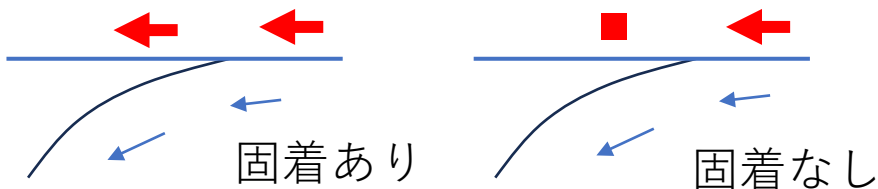
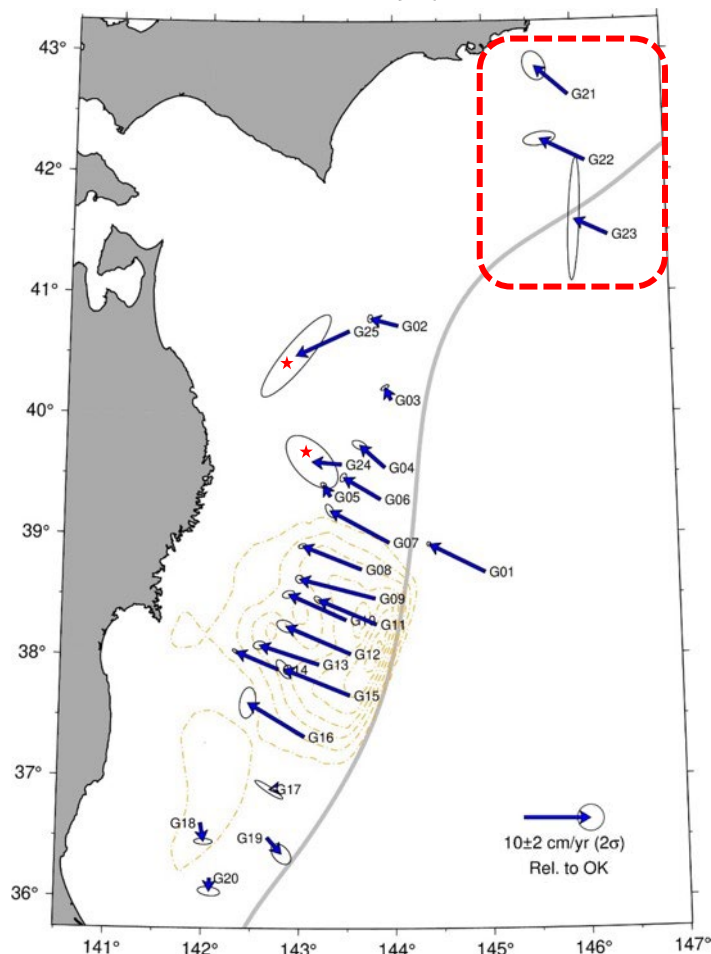
- 2020年末ごろから能登半島北東部で発生している群発地震の震源分布を高精度に決定し、それらの地震が面構造を用いて深部から浅部へ移動していたことを明らかにした。
- (2023年5月5日M6.5の地震以降はさらに浅部に地震活動が拡大。)



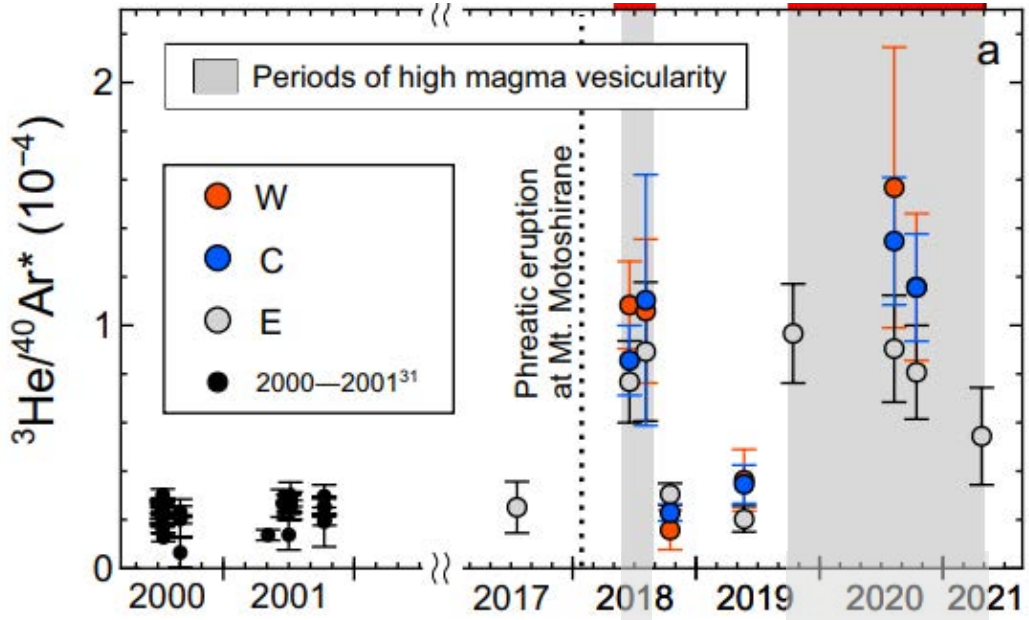
### 南海トラフ域の変形



### 千島弧の変形

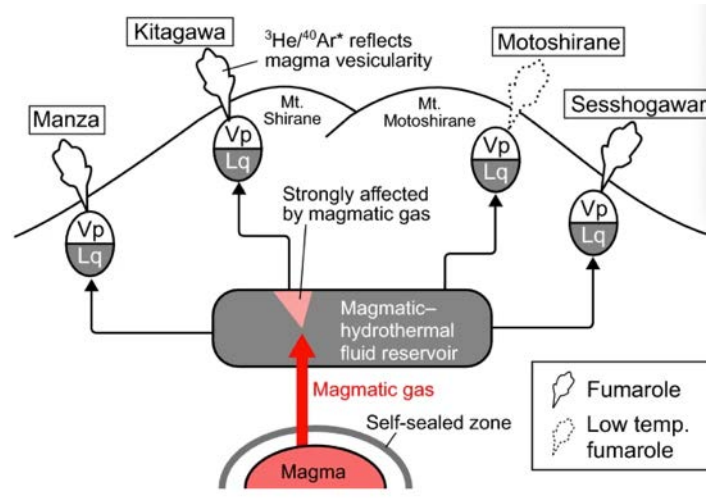
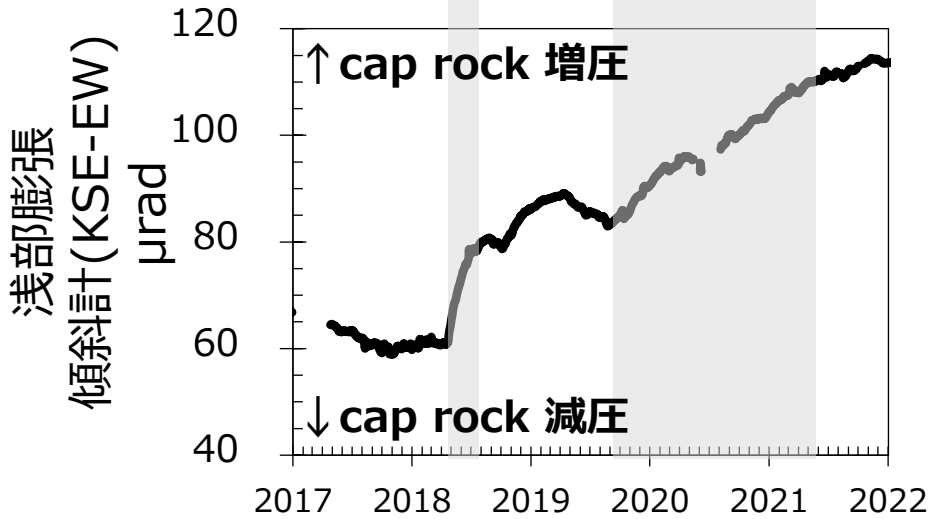


- 海溝・トラフ近傍において新しい海底測地観測により比較的高い固着が推定された。
- 南海トラフ域のトラフ近傍の固着率は70%

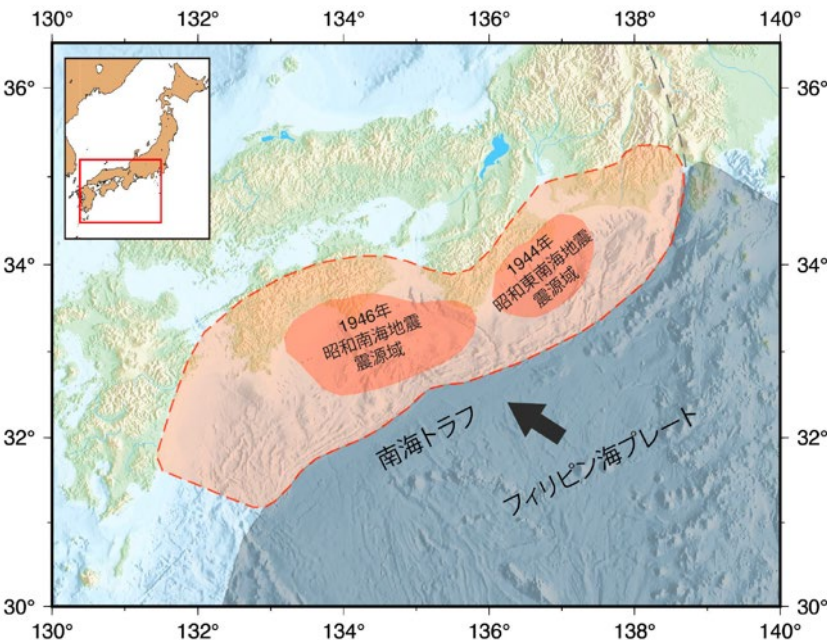


- これまで、マグマ起源の  $^3\text{He}/\text{Ar}^*$  の変動原因は、マグマ発泡と関係していることが示されている。
- $^3\text{He}/\text{Ar}^*$  というこれまで使われていなかった指標が火山活動活発化と関係していることを示した。さらにマグマの発泡で説明できることを示した。

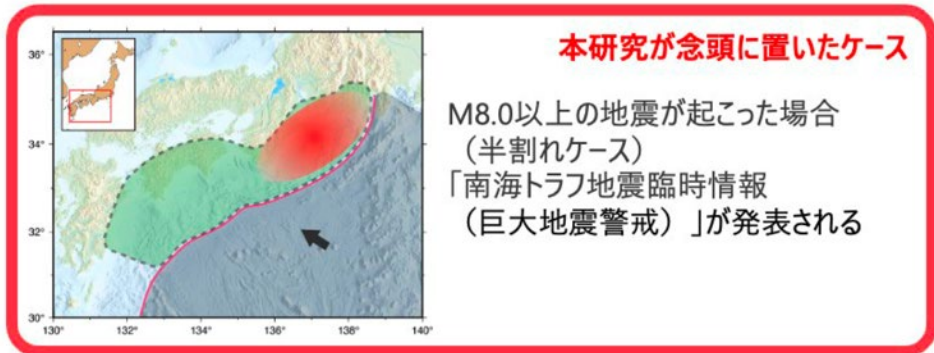
深・浅部が対応しているように見える



Obase et al. (Sci. Rep. 2022)



Successive Occurrence	1361	1498	1605	1707	1854	1944-46
Yes or No	Yes	No	No	No	Yes	Yes



	6時間以内	12時間以内	1日以内	3日以内
<b>確率</b>	1.0% - 53%	1.3% - 60%	1.4% - 64%	1.8% - 72%
<b>確率利得</b>	1,300倍 - 70,000倍	860倍 - 40,000倍	460倍 - 21,000倍	200倍 - 7,900倍
	1週間以内	2週間以内	1ヶ月以内	3年以内
<b>確率</b>	2.1% - 77%	2.3% - 81%	2.6% - 85%	4.3% - 96%
<b>確率利得</b>	99倍 - 3,600倍	54倍 - 2,000倍	28倍 - 910倍	1.3倍 - 29倍

**不確実性は大きい・直後ほど要警戒**

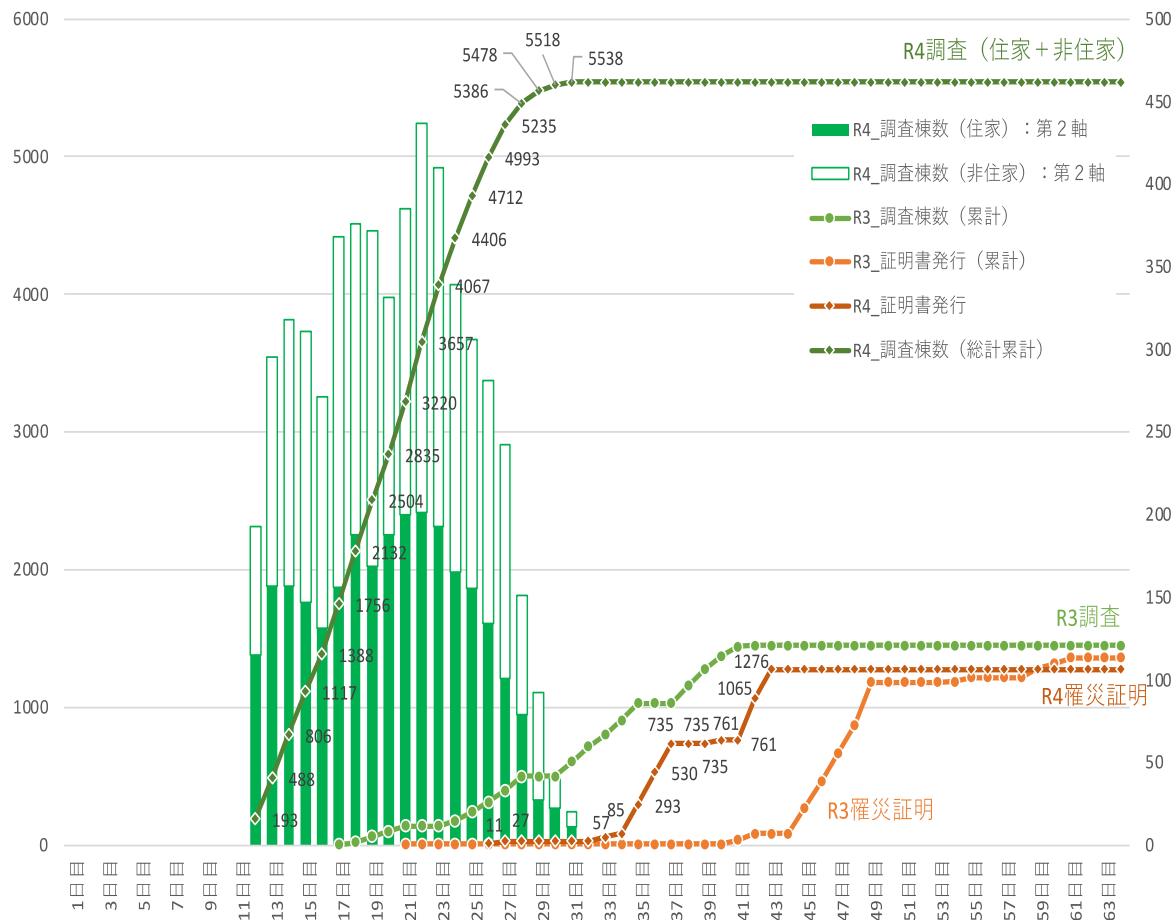
Fukushima, Y., T. Nishikawa, and Y. Kano, "High probability of successive occurrence of Nankai megathrust earthquakes", Scientific Reports, 10.1038/s41598-022-26455-w, 2023

- 100年超にわたる世界の地震統計データ、および、過去の南海トラフ地震発生履歴を組み合わせ、南海トラフ地震が連続発生する確率を、先発地震からの経過時間ごとに算出。
- 例えば1週間以内に後発地震が発生する確率は、約2%~77%(平時の約100~3,600倍)となる。



調査手法、調査ツールに関する知識を深める講義型研修と、調査員の目線をあわせる現場実地研修を含めた効果的な研修を実施

R3福島県沖地震とR4福島県沖地震の実績比較



- 2022年3月の福島県沖地震で、新地町で、研修を受講した共通理解の下で効率的な被害認定調査が実施され、1年前の災害時の調査と比較して調査の開始も早く、日別調査件数も多く、現場において効率的に調査ができたことが確認された。



## 宝永地震

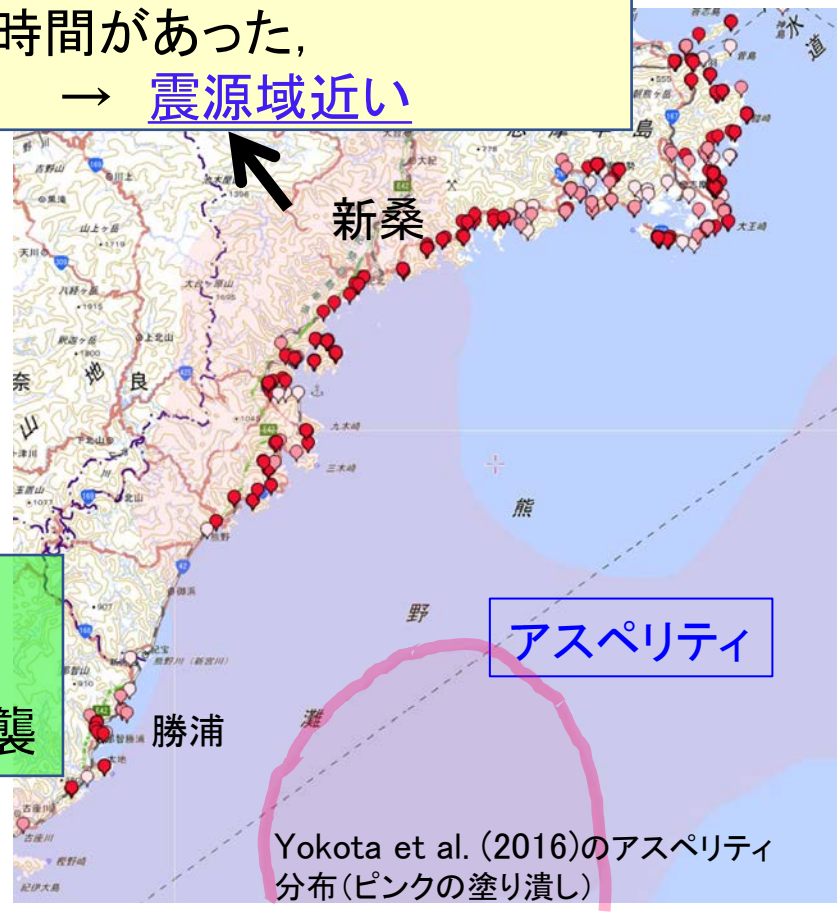
津波到来まで釜の飯を炊くほどの時間があった。

→ 震源域やや遠い

## 安政東海地震

津波到来まで煙草4・5ふく位の時間があった，

→ 震源域近い



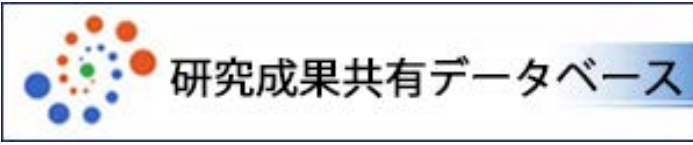
地震後  
間もなく  
津波来襲

- e-コミマップで宝永地震, 安政東海地震の津波被害に関する史料を整理
- 安政東海では少なくとも紀北以南に近いところにあるアスぺリティが滑ったが, 宝永地震では滑らなかった可能性がある。

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3年度 (2021年度) 調査・観測等一覧

ご注意: 本一覧は各課題の報告書の緯度経度を元にしており、必ずしもすべての調査・観測等を網羅しているわけではありません。【課題一覧】  
>>> 表で表示 <<<

課題番号	KOB013
調査・観測・ソフトウェアの項目等:	火山: 地球化学: 噴気ガス・土壌ガス
調査・観測・ソフトウェアの項目等その他	
調査・観測・アプリケーションの概要	ガス試料の採取を実施した。
既存データベースとの関係JVDN等	
既存データベースとの関係URL・DOI	
調査・観測地域 都道府県名	北海道
調査・観測地域 市町村名	弟子屈町
調査・観測地域 地域名	摩周周辺
調査・観測期間開始	2021/7/8
調査・観測期間終了	2021/7/9
保存や公開の状況	公開留保中 (公開時期・ポリシー未定)
公開先のURLやDOI	



<http://evrrss.eri.u-tokyo.ac.jp/database/index.html>

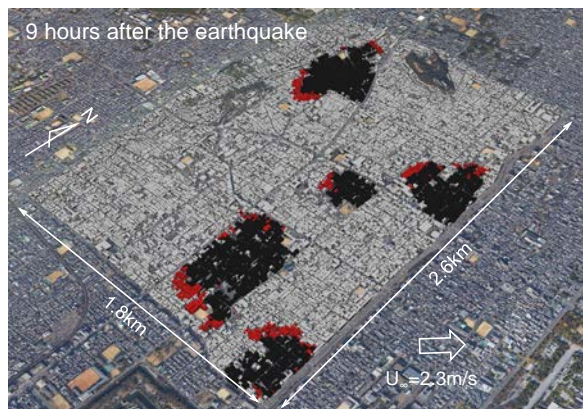
災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第2次)  
令和3年度 (2021年度) 開発したソフトウェア等一覧

ご注意: 本一覧は各課題の報告書を元にしており、必ずしもすべてのソフトウェア等を網羅しているわけではありません。

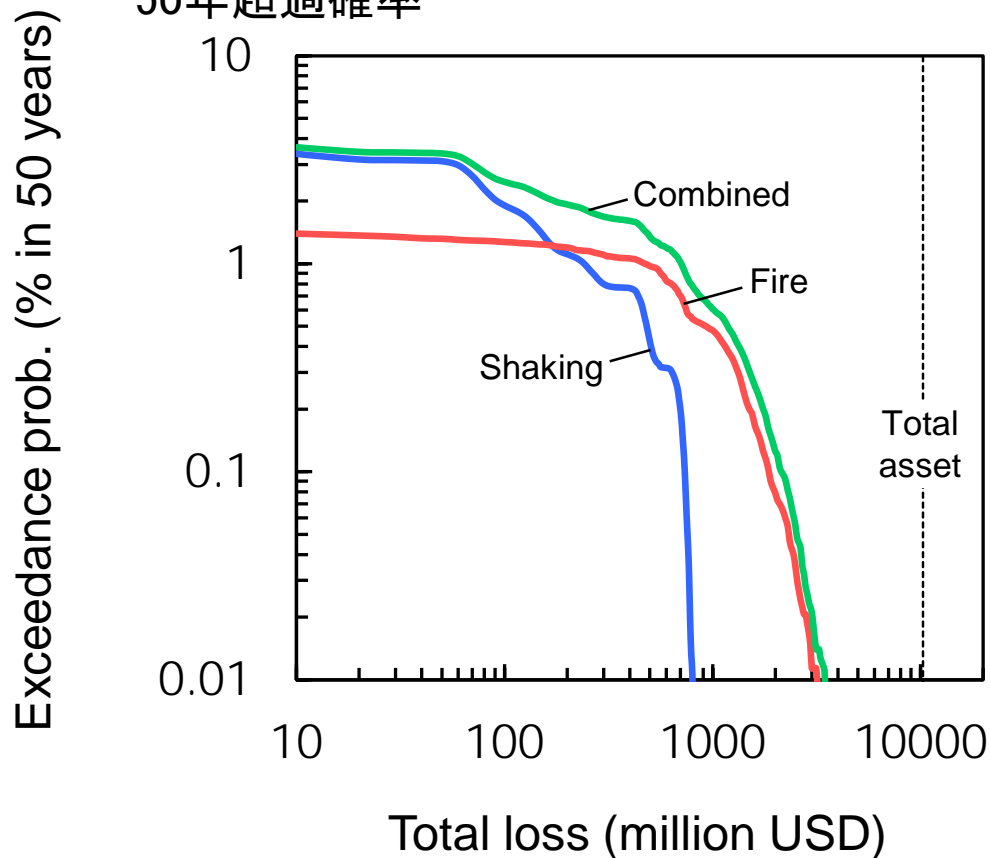
課題番号	調査・観測・ソフトウェアの項目等	調査・観測・ソフトウェアの項目等その他	調査・観測・アプリケーションの概要	既存データベースとの関係JVDN等	既存データベースとの関係URL・DOI	調査・観測地域 都道府県名	調査・観測地域 市町村名	調査・観測地域 地域名	調査・観測地域 緯度	調査・観測地域 経度	調査・観測期間開始	調査・観測期間終了	保存や公開の状況	公開先のURLやDOI
THK12	ソフトウェア開発 (解析)		迅速に断層モデルの推定不確実性を含めて推定するリアルタイムMCMC解析コード (RUNE) を開発した。										公開留保中 (公開時期・ポリシー未定)	
ERL01	ソフトウェア開発 (作図等解析支援)		「気象庁地震月報震度データ検査」気象庁の地震月報(カタログ幅)の震度データを検査、表示できるようにした。								2021/10/	次年度も継続予定	公開中 (データベース・データリポジトリ・Web)	<a href="https://idps.utkozisn.org/">https://idps.utkozisn.org/</a>
ERL01	ソフトウェア開発 (その他)		みんなで時刻に歴史資料を登録した。								昨年度より継続	次年度も継続予定	公開中 (データベース・データリポジトリ・Web)	<a href="https://honkoku.org/">https://honkoku.org/</a>
ERL24	ソフトウェア開発 (解析)		対話検測ソフトウェアを試作した										公開留保中 (協議のうえ共同研究として提供可)	
UTS03	ソフトウェア開発 (解析)		破壊開始点とセントロイドの同時推定法 NccPy										公開中 (データベース・データリポジトリ・Web)	<a href="https://github.com/tchangssu/NccPy">https://github.com/tchangssu/NccPy</a>
UTH01	ソフトウェア開発 (データベース)			地震史料テキストデータベース	<a href="https://materials.utkozisn.org/">https://materials.utkozisn.org/</a>								公開中 (データベース・データリポジトリ・Web)	<a href="https://materials.utkozisn.org/">https://materials.utkozisn.org/</a>
HMEV01	ソフトウェア開発 (データベース)		既刊地震史料集の電子テキスト化を行い様々な検索を可能にした。他のデータベースとの連携のためのAPIを実装している。	UTokyo Repository	doi:10.15083/0002002833									

- 成果の取りまとめの際の収集情報に、メタ情報を追加。
- 地図および表形式で毎年の研究成果を公表開始
- 成果報告書にもリンク

出火確率と消防効果を含む建物棟間火災延焼メカニズムを考慮した物理に基づくモデルによる火災延焼シミュレーション結果

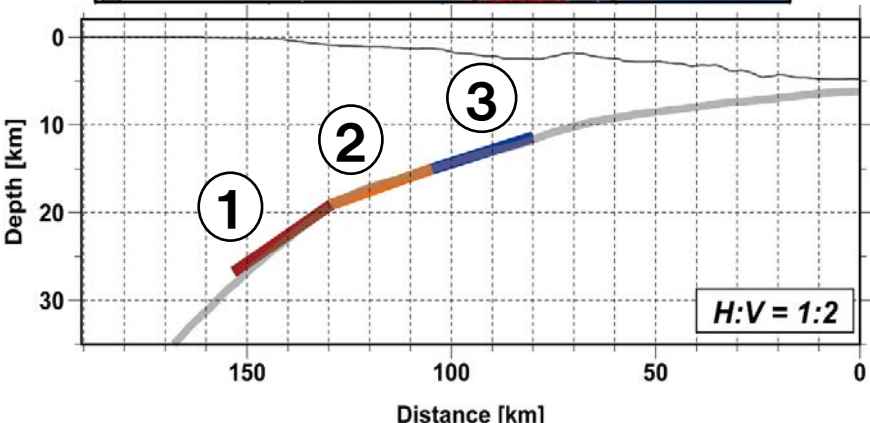
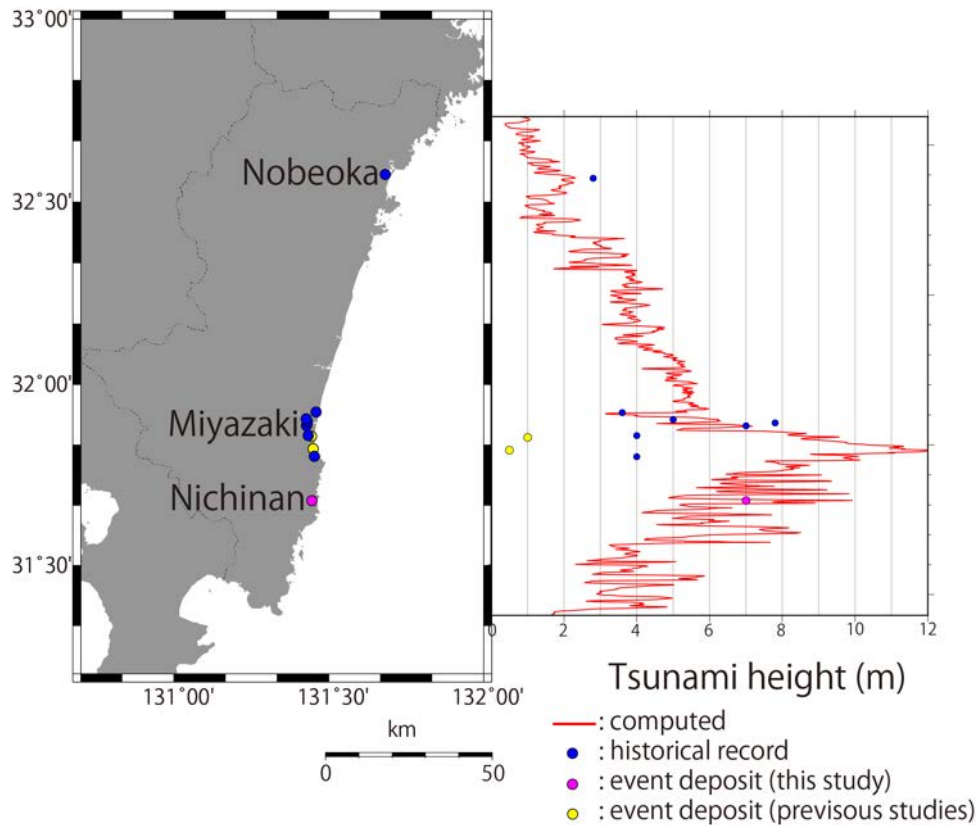
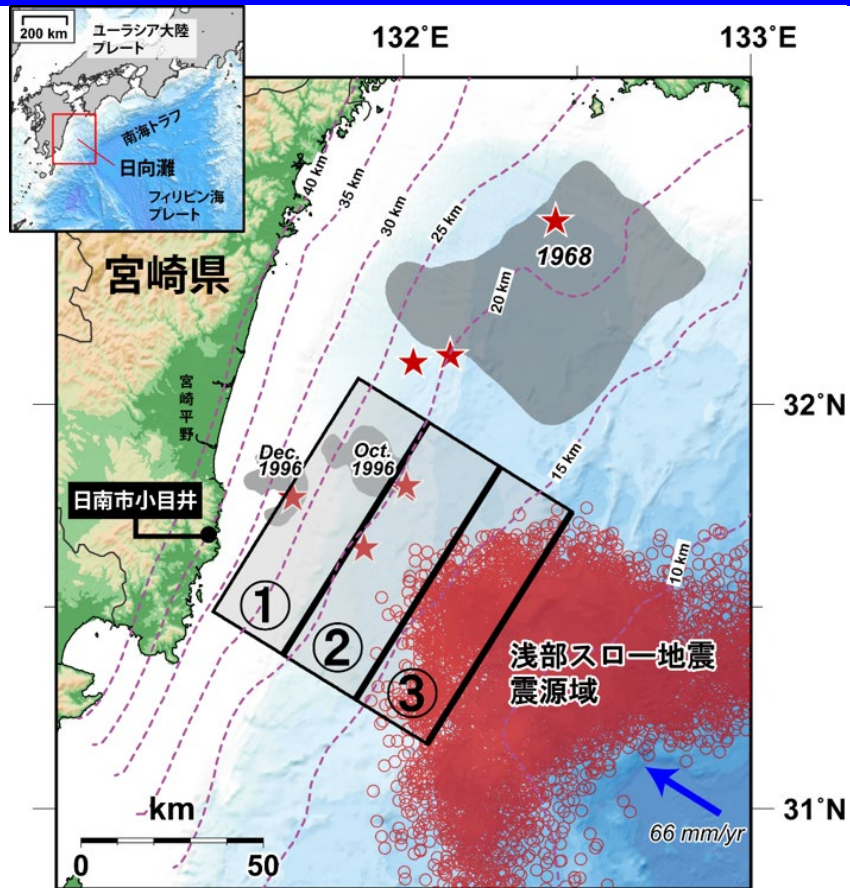


複数のシミュレーションから推定された建物損失額の50年超過確率



- 地震動だけを考慮した従来のシングルハザードのリスク評価では、損失の超過確率が過小評価され、特に、頻繁には起こらないものの地震後の火災が地域に壊滅的なインパクトを及ぼし得る点が見落とされることになる。この結果は、マルチハザードリスク評価の重要性を強調している。

# 1662年日向灘地震の規模推定



- 宮崎県沿岸部における津波堆積物の調査結果と断層モデルを用いた津波による浸水シミュレーションにより、1662年日向灘の地震がM8級巨大地震であった可能性を示した。
- 日向灘の地震活動の長期評価に反映されている

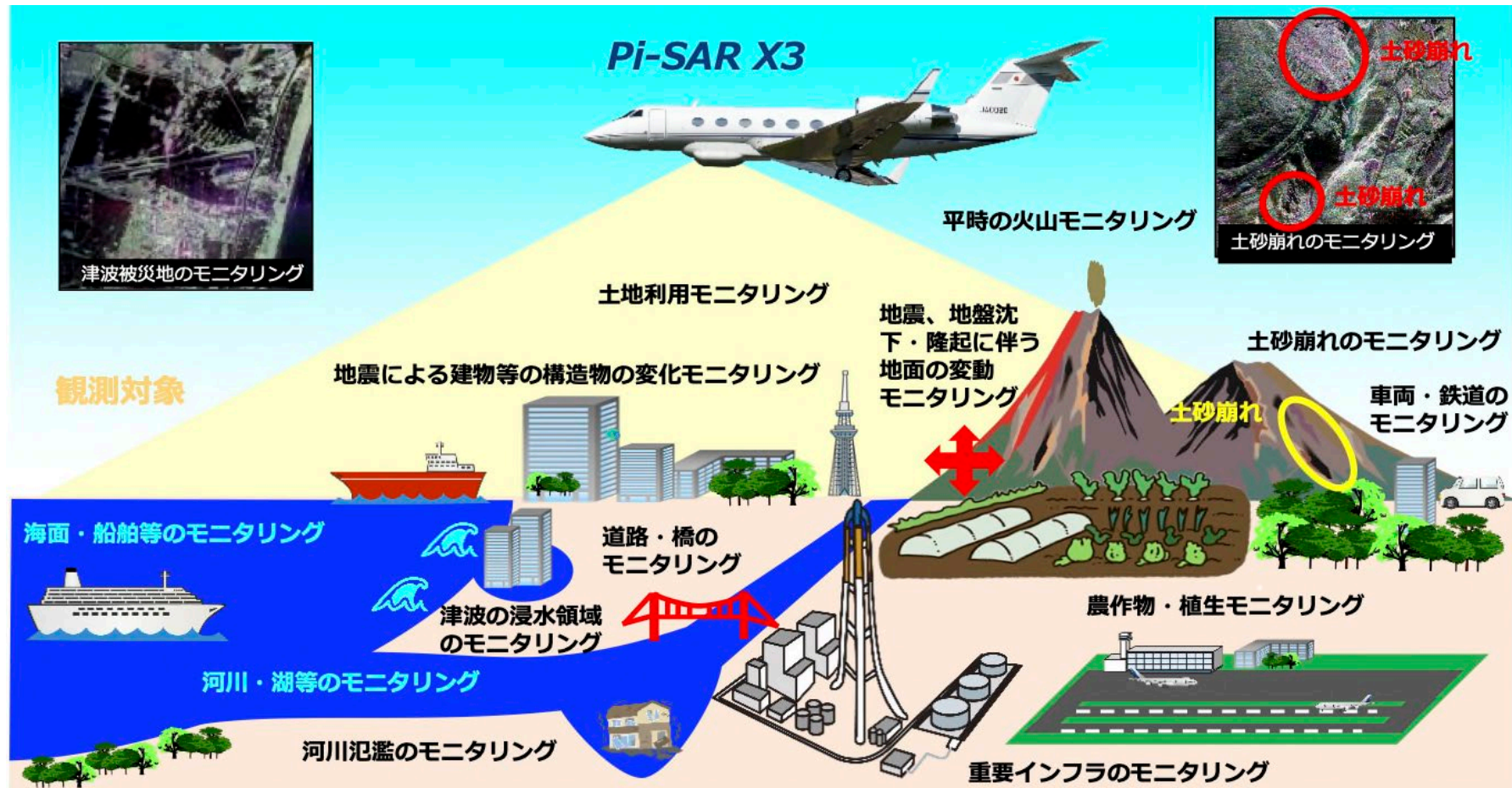
# 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 令和4年度年次報告

課題：先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化

国立研究開発法人 情報通信研究機構

# 令和4年度の実施内容の概要

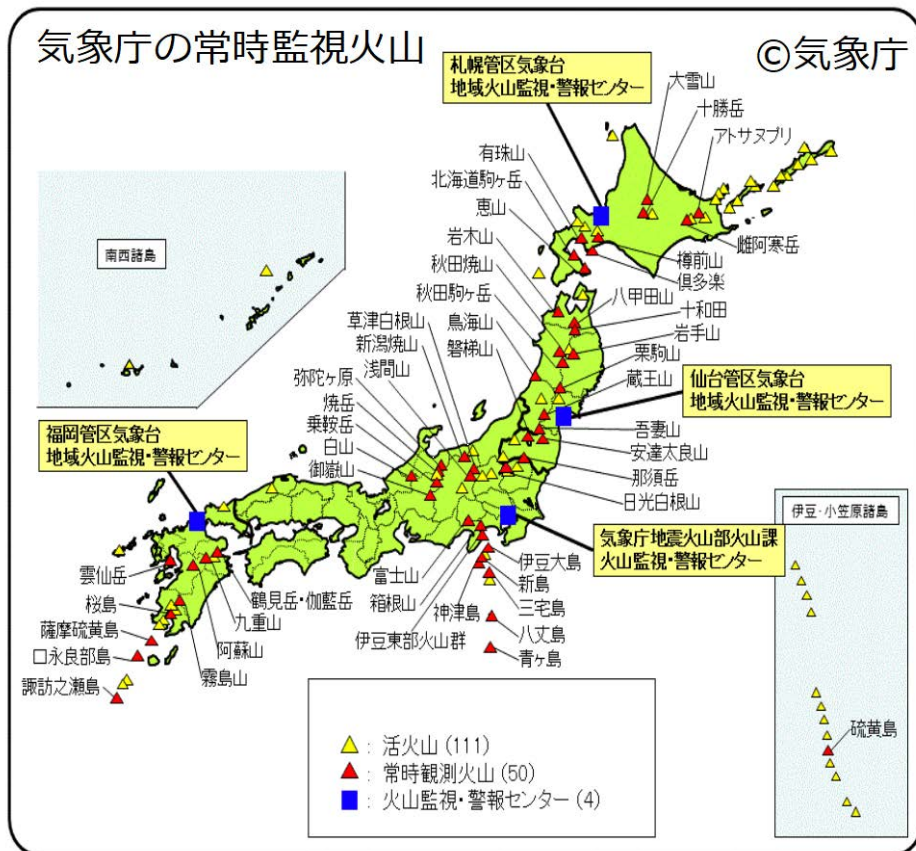
情報通信研究機構は、世界最高分解能15cmを有した高精細航空機搭載合成開口レーダー（Pi-SAR X3）を開発し、下図に示す環境・災害モニタリングを実現するための実証実験を令和4年度から開始した。



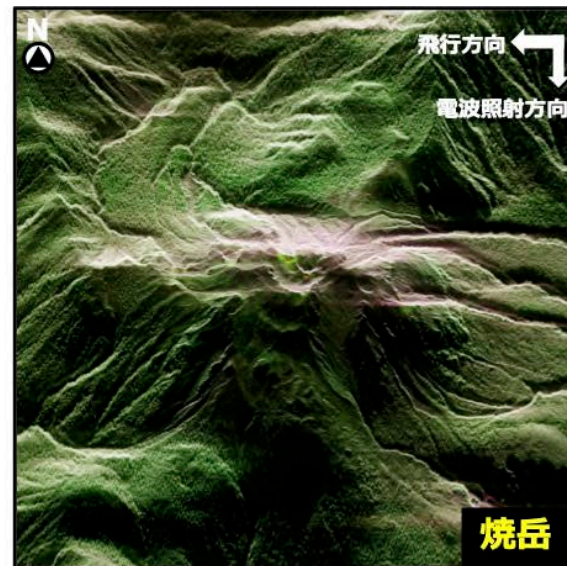
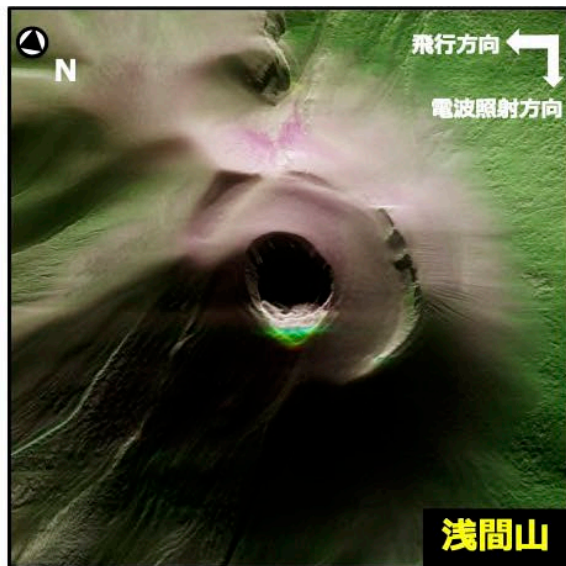
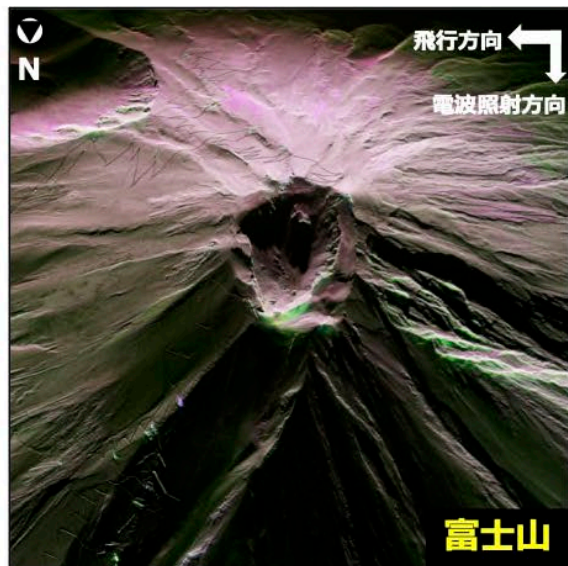
# 令和4年度の実施内容1

令和4年度については、以下の項目について実施。

- Pi-SAR・Pi-SAR2データ検索・公開システムを運用し、取得済み観測データを公開した。令和4年度については、329件の利用があった。
- Pi-SAR X3システムの最適化と15cm分解能による地表面観測技術確立に向けた試験観測と実証観測を開始した。



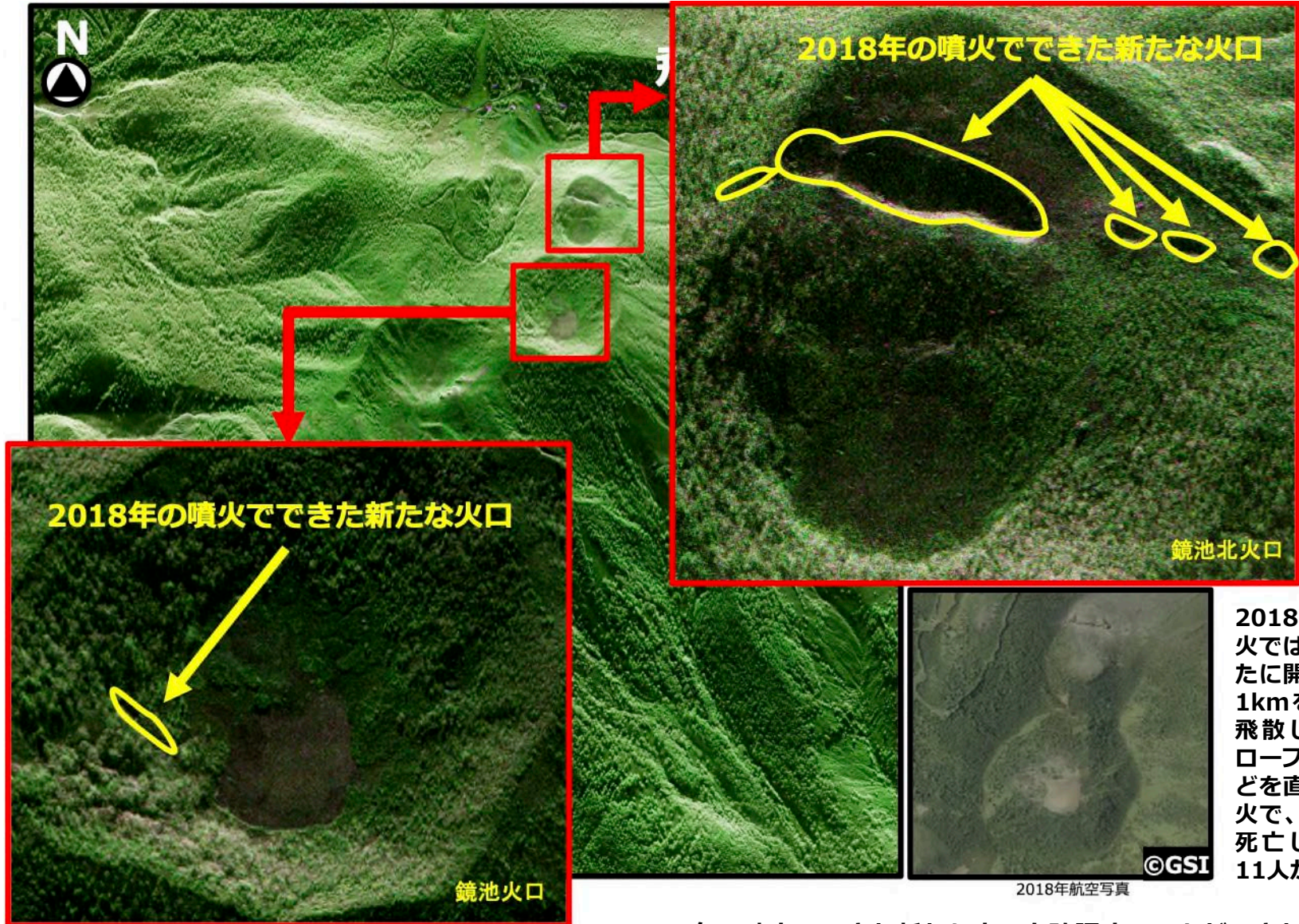
- また、試験観測や実証観測の合間に、左図に示す火山（111箇所）の平常時における火山観測を行い、噴火した際の基礎データを整備していく予定。令和4年度は、富士山、浅間山、草津白根山、焼岳の4つの火山の観測を実施した。
- なお、噴火後は可能な限り観測を行い、噴火前の観測データと比較・解析することで、新しい火口や地形変化等の情報抽出を行う予定。



- 上図は、令和4年度のPi-SAR X3による火山の試験観測で得られた富士山（上左図）、浅間山（上中図）および焼岳（上右図）のSAR画像（3km四方）を示している。
- 今回の試験観測から、火山によってレーダーシャドウの影響で地表面の様子を確認できない部分があり、複数の方向から観測することでレーダーシャドウの影響を軽減させることが必要であることがわかった。
- また、火口が深い場合には、レーダーシャドウの影響で火口内部の地形変化を抽出できない場合がある。例えば、桜島南岳のような火口が深い火山の火口内部の観測は難しい。ただし、溶岩ドームが火口内で成長し、レーダーシャドウの影響がないところまで成長した場合には、観測することができる。



# 令和4年度の実施内容3 (草津白根山)



2018年1月23日の噴火では、山頂近くに新たに開いた火口列から1kmを超えて噴石が飛散し、スキー客やロープウェイの乗客などを直撃した。この噴火で、自衛隊員1人が死亡し、観光客など11人が負傷した。

- 2018年の噴火でできた新たな火口を確認することができた。

# 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】

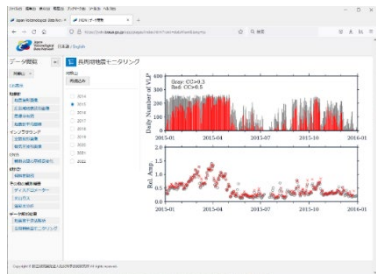
火山活動の把握と災害軽減のための「観測」「予測」「対策」技術を集中的に投資することによって課題解決を図るための戦略を確立する。

## 【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。

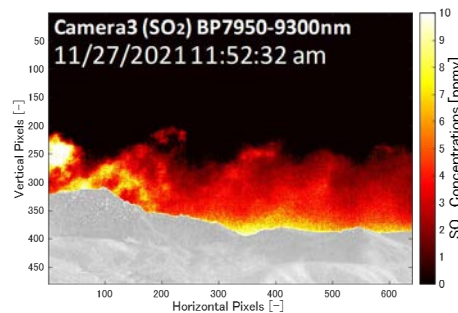
### ①多項目観測データによる火山現象・災害過程の把握のための研究

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

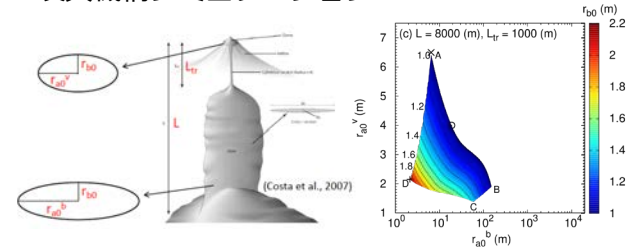
望遠分光装置 (G-STIC, SPIC-P) の開発



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)

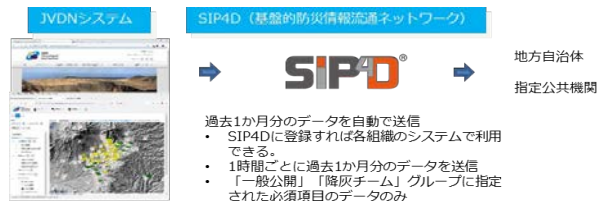
### ③噴火・災害ポテンシャル評価のためのモデリング研究

噴火機構シミュレーション



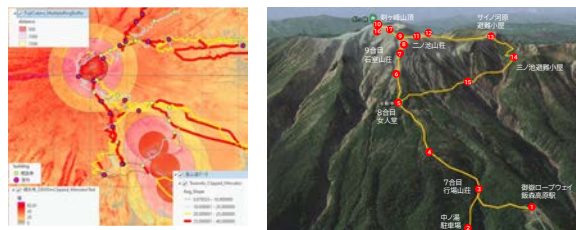
サブプリニー式噴火をもたらす火道形状条件を特定

### 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)

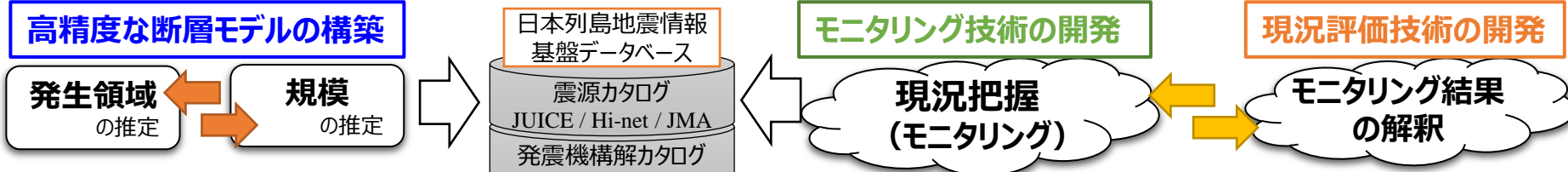
- 簡易版降灰シミュレーション(PUFF), 詳細版降灰シミュレーション (JMA-ATM), 噴煙柱シミュレーション(SK-3D), 詳細版溶岩流シミュレーション (LavaSIM), 詳細版火砕流シミュレーション(SKS), 噴石シミュレーション (Ballista) 等
- 状態遷移図・火山災害イベントツリーにおける分岐判断の定量化

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

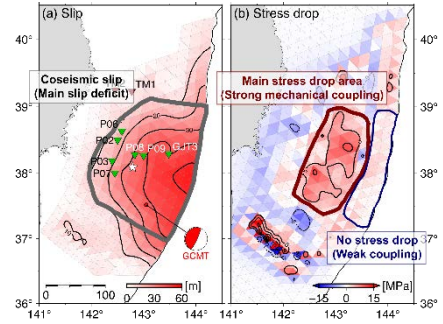
【目的】観測データに基づく地震発生の長期評価の高度化に資する研究開発の実施

## 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



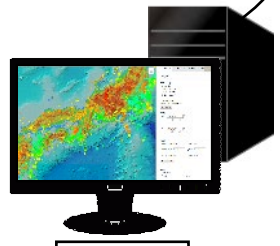
東北地方太平洋沖地震時の地震時すべり (左) と応力降下量 (右)  
Kubota et al. (2022; PEPS)

日本列島地震情報  
基盤データベース

震源カタログ  
JUICE / Hi-net / JMA

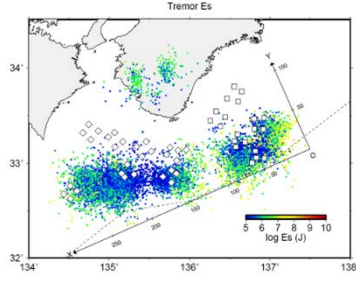
発震機構解カタログ  
F-net / AQUA / Hi-net

地下構造DB



可視化

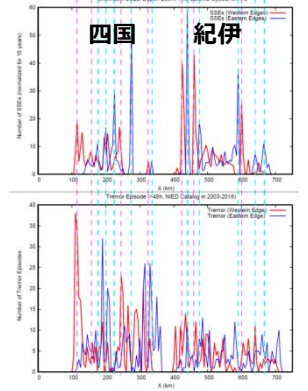
### 南海トラフ沿いの浅部微動モニタリング



微動エネルギーの分布 (左) とその時空間分布 (右)

### 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) と深部低周波微動 (下) のセグメント境界端部の分布

- 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

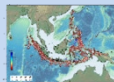
## 地震発生場に関する研究

- ・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



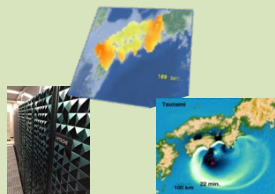
## 海外の巨大地震に関する研究

- ・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



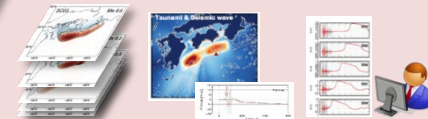
## 大規模シミュレーション研究

- ・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

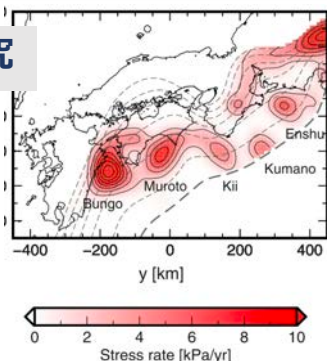
断層破壊の基本法則・摩擦則

統合

## 地震発生場に関する研究

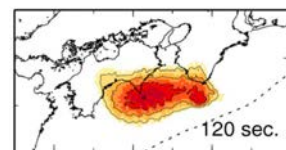
衛星測位データ解析による力学的固着域(剪断応力蓄積速度分布)の推定

Saito & Noda (2022 JGR)

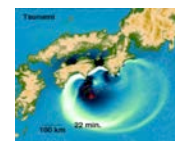
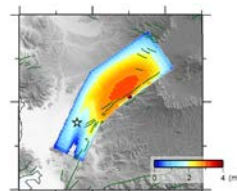


## 大規模シミュレーション研究

海溝型地震・内陸地震の動力学的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

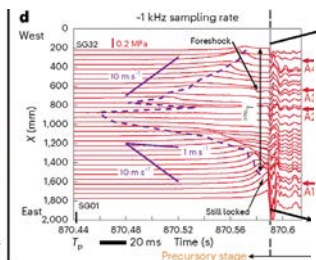
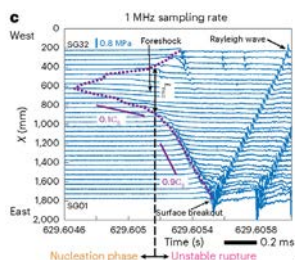


Urata et al. (2017 EPS)



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

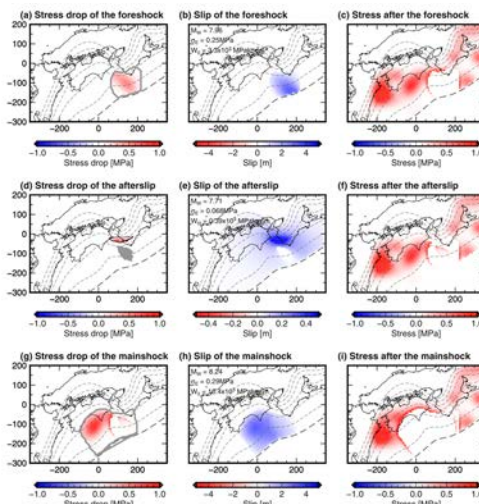
### 不均質な断層

- ・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

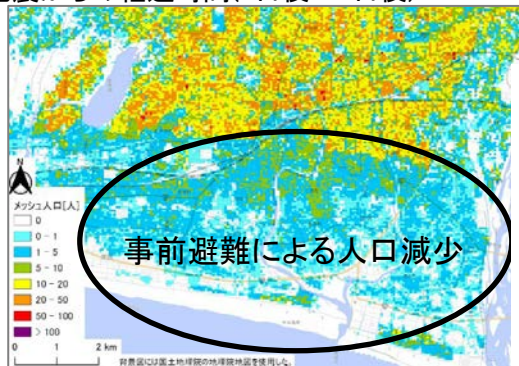
- 過去の南海トラフ地震の発生パターン
  - 広域が同時に破壊(宝永型)
  - 潮岬を境に2回に分かれて破壊(半割れ)
- 確率論的ハザード評価での重み
  - 地震調査委員会(2021)では約半分の重みを付与
- 南海トラフ地震臨時情報
  - 発生後の事前避難の呼びかけ(内閣府, 2021)

→ 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

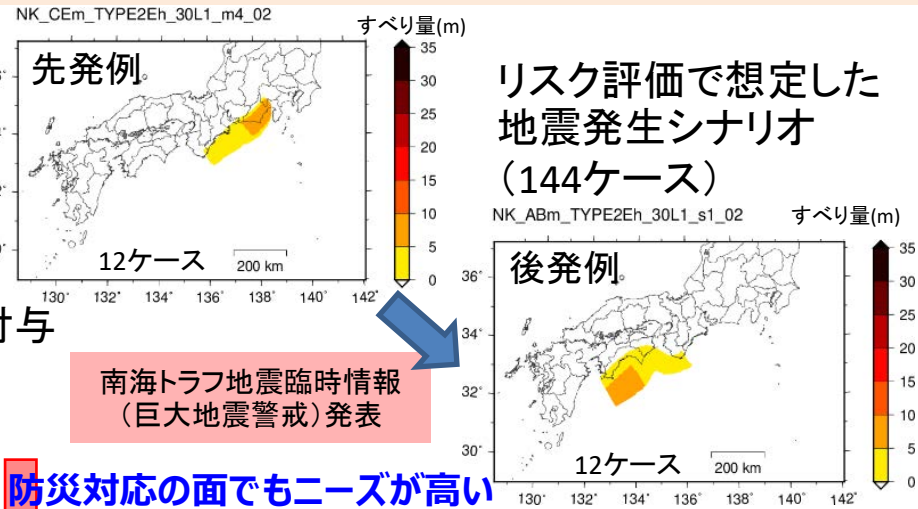
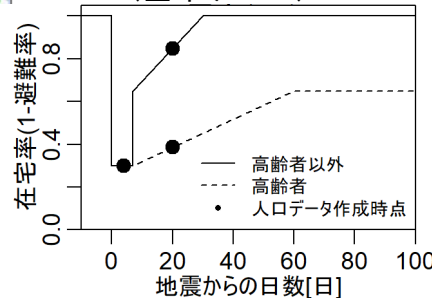
## ◆ 臨時情報発表後の曝露人口モデル

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)

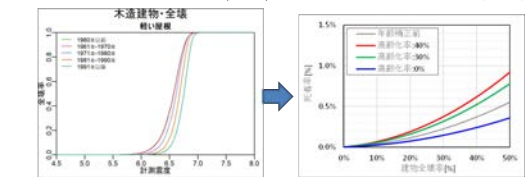


時間毎の事前避難率モデル (基本ケース)



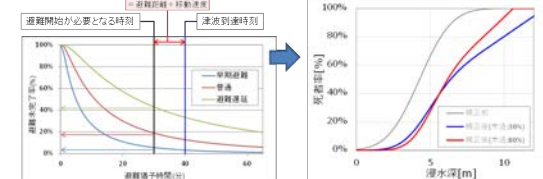
## ◆ 人的被害推定手法

- 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。

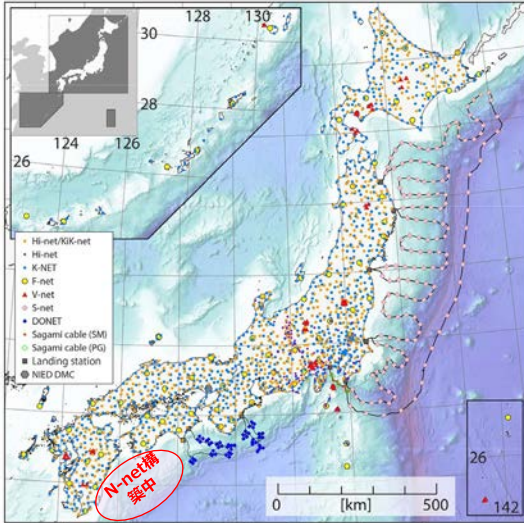
津波人的被害関数  
浸水深で死者率を推定  
建物流失率で死者率を補正



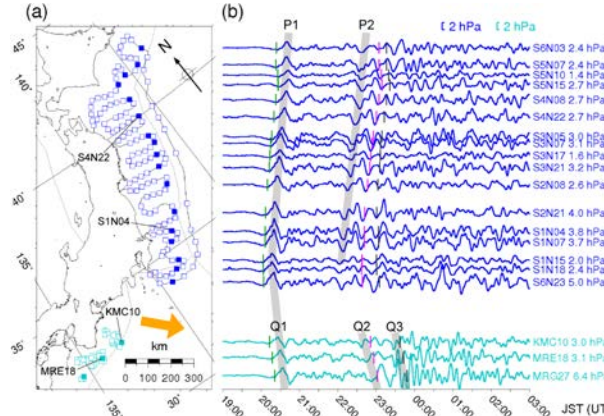
人的リスク評価(暫定)

## 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



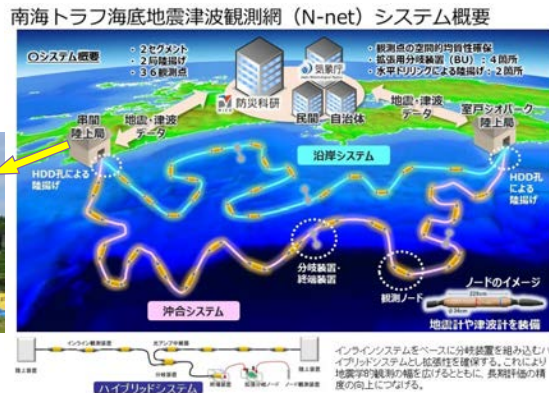
S-net及びDONETの海底圧力計データを用いて、2022年トンガ火山噴火に伴って日本周辺に到来した海洋波の詳細を明らかにした。また、噴火から1週間分の観測された海底圧力観測記録をデータベースサイト (doi:10.17598/NIED.0008-2022-001)より公開した。



(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

## 2022年6月19日石川県能登地方の地震 (M5.4)



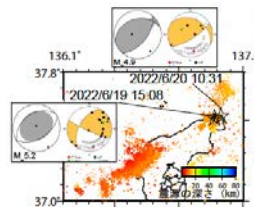
宮崎県に完成した  
新設陸上局舎



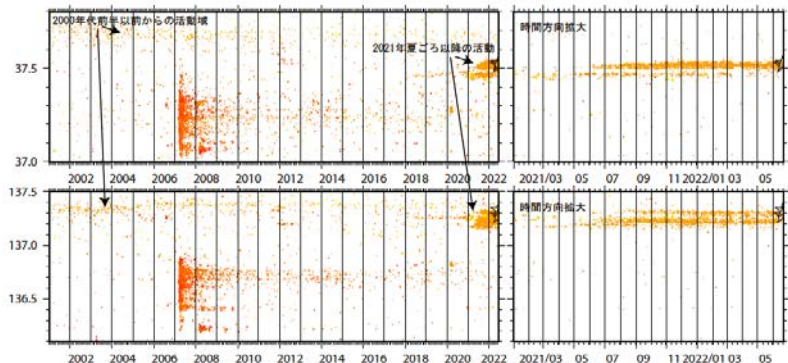
海底観測機器の製造に入る前に水圧計の長期信頼性確認等のための確認試験を実施した。宮崎県串間市の新設陸上局舎では、陸上装置等を設置するための局舎建物 completed。高知県室戸市の陸上局舎では、既存のDONET2の局舎を共用するための局舎内および周辺の整備工事を実施している。

### 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年代前半以前から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M1.5以上の地震の自動検出震源を黒印で示す (ただし、6月13日以降は未検出のイベントあり)。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以上のイベントを黒印でそれぞれ示す。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黒印で示す。

**JAMS01 : 地震発生帯モデリング研究**

**JAMS02 : 海底広域変動観測研究**

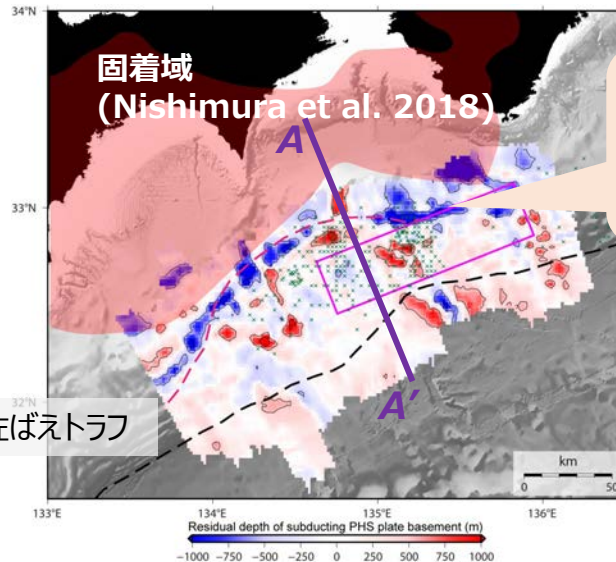
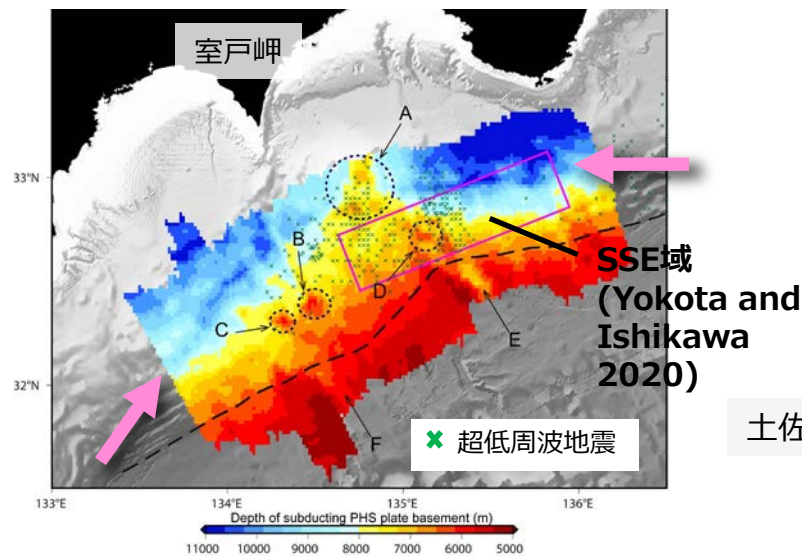
**JAMS03 : 海底火山観測研究**



## 地震発生帯の実態把握：上盤プレート構造の不均質と固着分布の関係

成果：プレート固着／浅部スロー地震発生域の境界部に**構造異常**を見出した。その構造異常は**上盤プレート内の構造不均質**によるものであることを確認した。

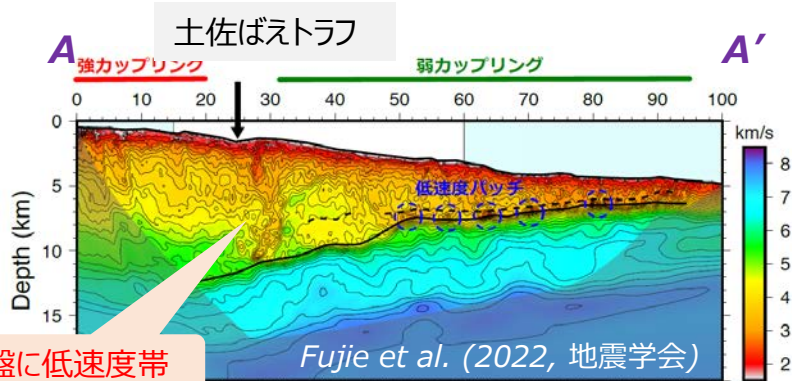
### 反射法探査によるプレート境界面深度マップとプレート境界面起伏



プレート境界のくぼみ  
→二つの可能性  
・断層面の凹み  
・上盤が低速度

Nakamura et al. (2022)

### 屈折法探査による速度構造



- ✓ 固着域と浅部スロー地震発生域の境界に構造異常
- ✓ 土佐ばえトラフ下のプレート境界形状は滑らか
- ✓ 土佐ばえトラフ下の上盤プレート内に低速度帯

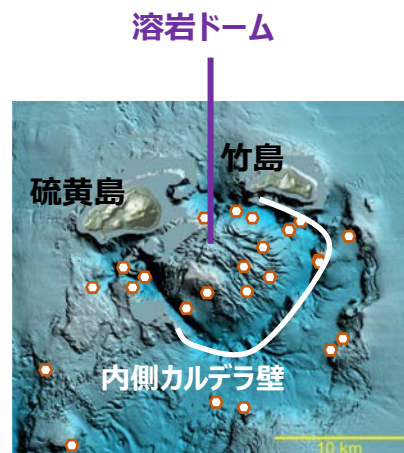
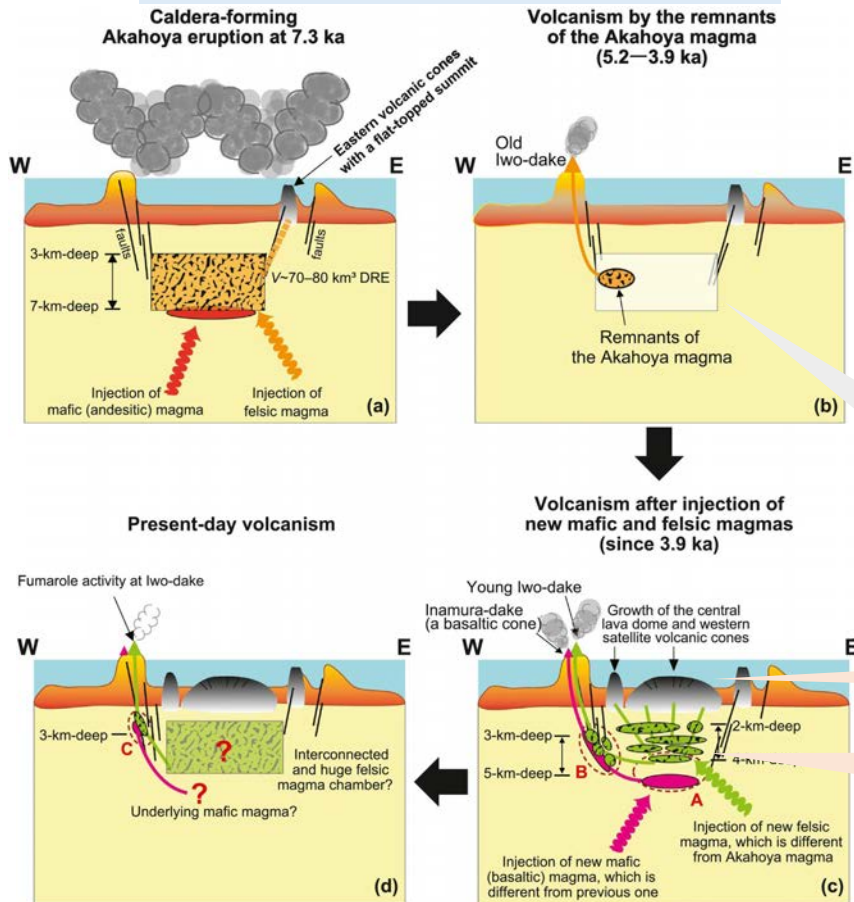
今後、低速度帯の広がりを把握するとともに成因についての議論を進める。

# 海底火山の調査による活動履歴の理解と現状把握：鬼界海底カルデラ物質研究

成果：海底溶岩の化学組成・鉱物組成から火山活動の推移を明らかにした。

- ✓ 溶岩ドームは7300年前のアカホヤ噴火後の少なくとも3900年前以降に形成
- ✓ 溶岩ドーム下の流紋岩質マグマの温度は約900 °Cと高温、深度は3~5km
- ✓ アカホヤ噴火時と同等の深さにアカホヤ噴火とは異なる組成のマグマが供給されている

## カルデラ～ポストカルデラ活動推移

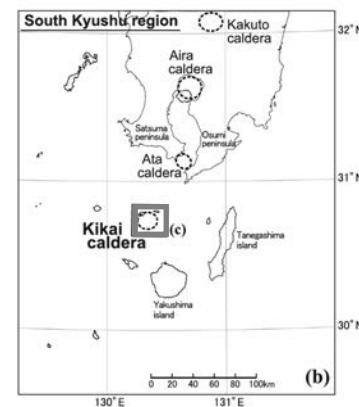


○ 岩石、堆積物採取地点

アカホヤ噴火の残りが噴出

3900年前以降に溶岩ドームの形成

アカホヤ噴火とは異なる組成のマグマ  
深さはアカホヤ噴火と同等



鬼界カルデラ：  
7300年前に巨大噴火  
(アカホヤ噴火)

Hamada et al. (2023)

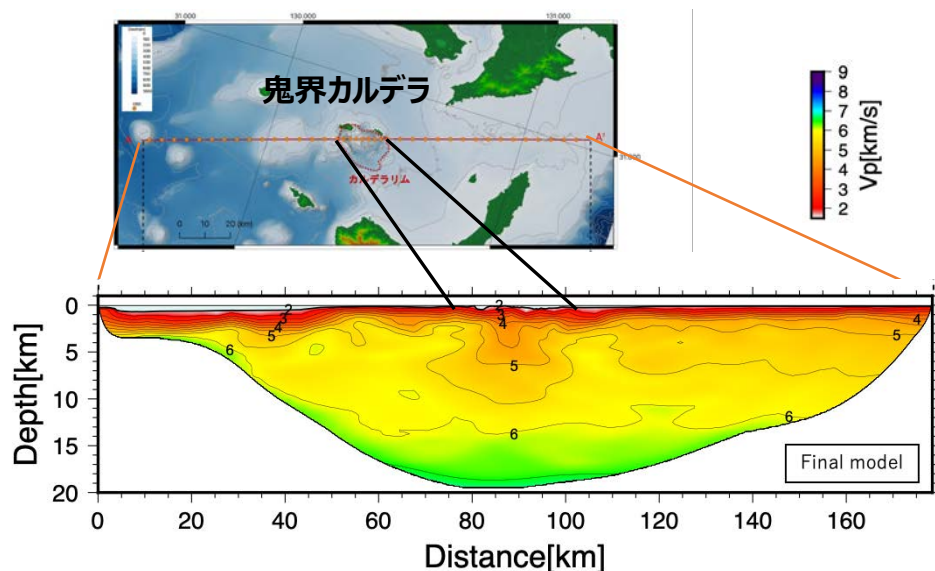
## 海底火山の調査による活動履歴の理解と現状把握：鬼界海底カルデラ構造研究

成果1：地震探査により鬼界カルデラ直下に地震波低速度異常を検出した。

- ✓ カルデラ直下の深さ約10km以浅に低速度領域
- ✓ 中央部では周囲よりも約20%低速度

成果2：DAS観測により鬼界カルデラ直下に地震波減衰異常を見出した。

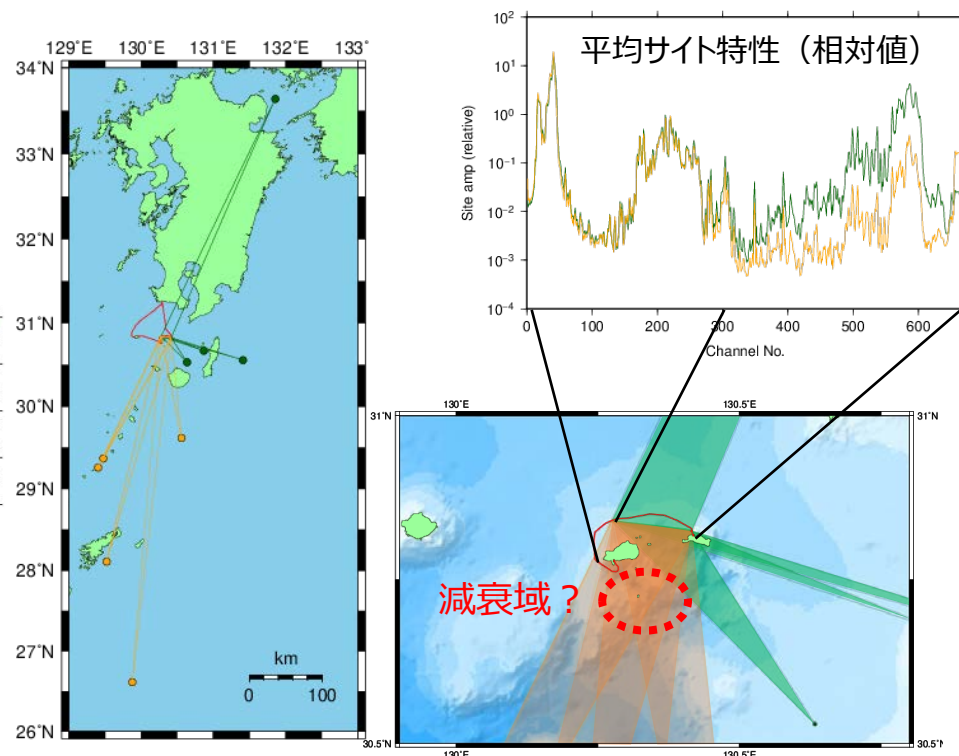
- ✓ 自然地震からDAS測線上のサイト特性を推定
- ✓ カルデラ下を通る波線で顕著な地震波の減衰を検出



低速度異常を説明するモデル

- 1) 温度のみ：2000°C以上→非現実的な値のため、溶融を考慮する必要あり
- 2) 溶融：溶融率が最大10%で説明可能

長屋・他 (2022、地震学会、火山学会、海と地球のシンポジウム)



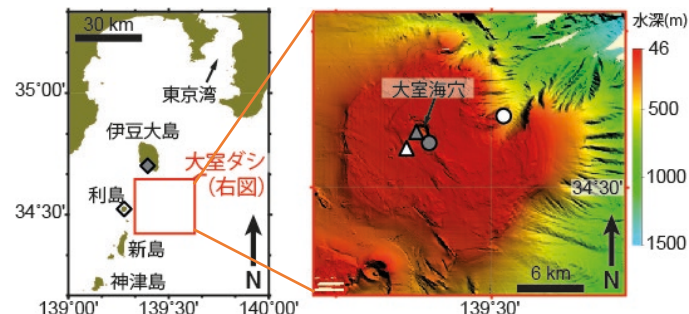
中野・他

今後も観測と解析を続行し、マグマ供給系を3次元イメージングする。

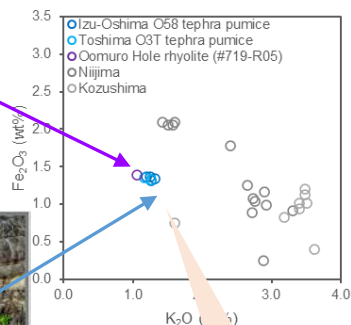
## 海底火山の調査による活動履歴の理解と現状把握：大室ダシ海底火山研究

成果：大室ダシの火山活動履歴を解明するとともに過去一万年以内の噴火活動を確認した。

- ✓ 陸上火山灰層と海底溶岩の化学組成から**13,500年前に爆発的な海底噴火を起こしたことを確認**
- ✓ 海底から採取した岩石の年代を**溶岩に含まれる水の濃度を用いて推定する新手法を開発**
- ✓ **約7,000~10,000年前にも海底噴火を起こしていたことを確認**



### 約13,500年前の爆発的噴火

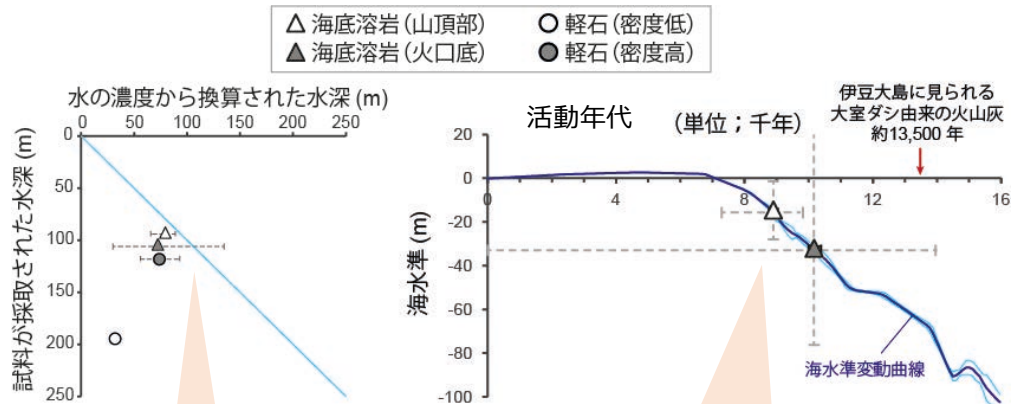


伊豆大島O58テフラ

(上下のテフラから約13,500年前のものと制約)

化学組成の一致

### 海底溶岩の水の量から推定される水深と採取水深



採取水深の不一致

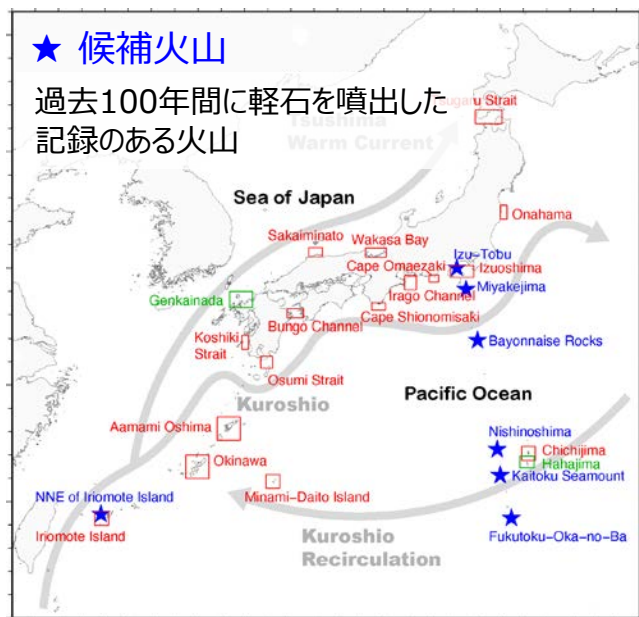
海面の低かった  
7,000~10,000年前にも溶岩噴出

## 海底火山の調査による活動履歴の理解と現状把握：軽石の漂流シミュレーション

成果：海域火山漂流軽石の**事前ハザード評価**に向けた可視化システムを試作した。

- ✓ 噴火前のシミュレーションにより軽石漂着までの期間やその量を**あらかじめ見積もることが可能**
- ✓ 2023/1/26に噴火警報が発表された明神礁について本土沿岸部への軽石漂着リスクを噴火予知連へ報告
- ✓ 可視化システムをWeb上で公開予定

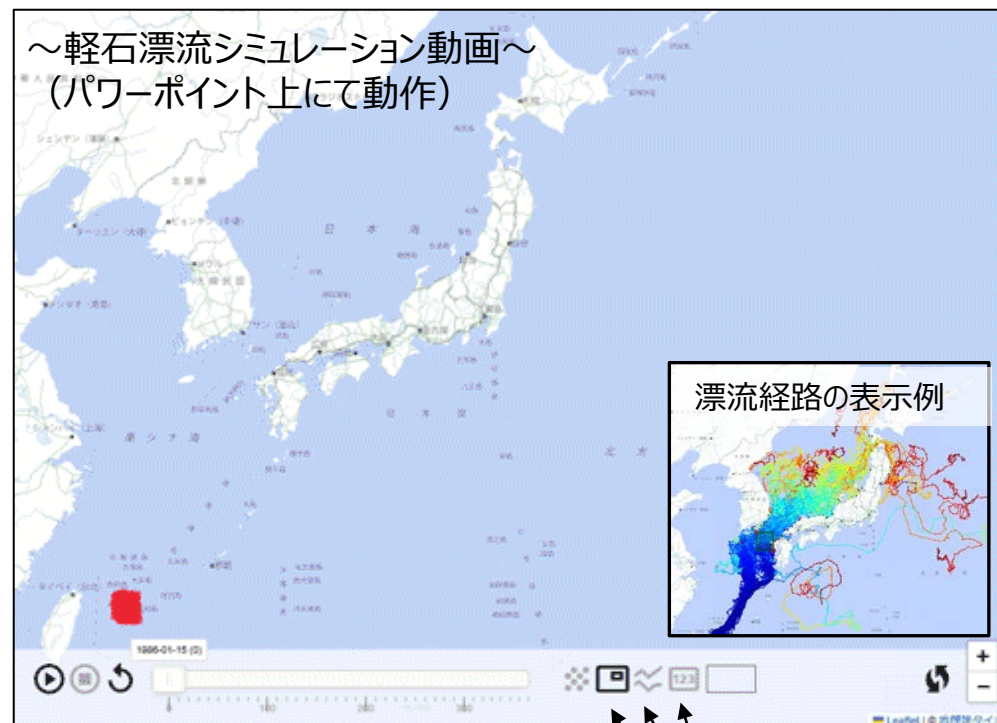
候補火山



Nishikawa et al. (2023)

今後、自治体や企業などが自由に見られるWebサイト作成に取り組む。

西表島沖北北東海底火山



噴火からの日数

漂流・漂着個数表示  
漂流経路詳細表示  
軽石選択

## 地球内部活動の現状把握と変動予測：マントル対流数値シミュレーション研究

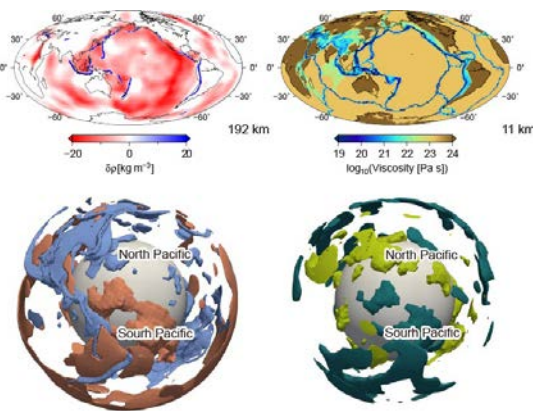
成果：上部マントルの速い流れが太平洋プレート運動の主要な駆動力であることを示した。

- ✓ 地球科学的観測データを最大活用した全球マントル対流の数値シミュレーションを実施
- ✓ 深さ300kmより浅い上部マントル（アセノスフェア）内に低密度領域（高温領域）を設定
- ✓ 太平洋プレートの運動方向と運動速度を再現
- ✓ プレート運動速度より有意に速いアセノスフェアの水平方向の流れが必要

### 計算モデル

密度異常

粘性率構造



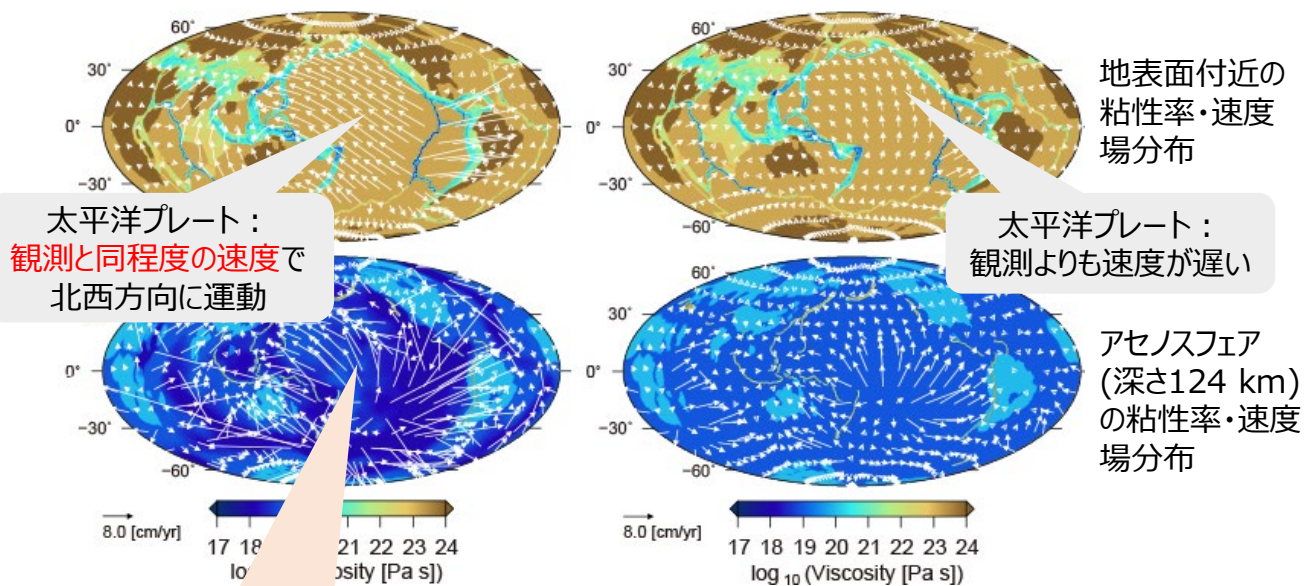
物理的なパラメータや条件が異なる数多くのマントルの内部構造モデルを作成して、マントルの流れをシミュレートし、プレート運動(NNR-MORVEL56)を再現するモデルを探索。

Yoshida (2023)

### 低密度異常領域の存在の効果

あり：観測を説明できる

なし：観測を説明できない



太平洋プレート：  
観測と同程度の速度で  
北西方向に運動

太平洋プレート：  
観測よりも速度が遅い

地表面付近の  
粘性率・速度  
場分布

アセノスフェア  
(深さ124 km)  
の粘性率・速度  
場分布

プレート運動より有意に速い  
アセノスフェアの流れ

# 「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年度成果概要

## 産業技術総合研究所

AIST01: 活断層データベースの整備

AIST02: 主要活断層帯から生じる連動型地震の古地震学的研究

AIST03: 地質調査に基づく火山活動履歴の解明と年代測定手法の高度化

AIST04: 津波浸水履歴情報の整備

AIST05: 地質調査と実験に基づく、断層の力学挙動についての三次元モデルの構築

AIST06: 火山性流体観測に基づく噴火発生過程および火山活動推移の解明

AIST07: 高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究

AIST08: 海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明

AIST09: 地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上

AIST10: 噴出物の物質科学的解析に基づくマグマ供給系-火道システム発達と  
噴火推移過程のモデル化

AIST11: アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備

# AIST01: 活断層データベースの整備

## 1. 新規データの入力

- 産総研が実施した「地域評価のための活断層調査 成果報告書」13編(平成25～平成30年度)及び学術雑誌掲載論文17編に含まれる調査地情報(約100地点)についてデータ入力した。

## 2. 表示システムの改善

- 詳細な活断層図(縮尺約5万分の1)を公開できるように、指定された活動セグメントのみについてマップのズームレベルを変更できるように表示システムの改修を進めた。
- マップに表示させた調査地点をクリックした時に現れる吹き出しについて、調査地点の属性に関わるいくつかの項目を表示できるようにした。

## 3. 位置精度向上に関わるデータ更新

- 詳細な活断層図の公開に向けて、調査地(436地点)と活断層線(30セグメント)について、位置精度を確認し、必要に応じて修正する作業を実施した。



表示縮尺を2.5万分の1の地図画像等で表示

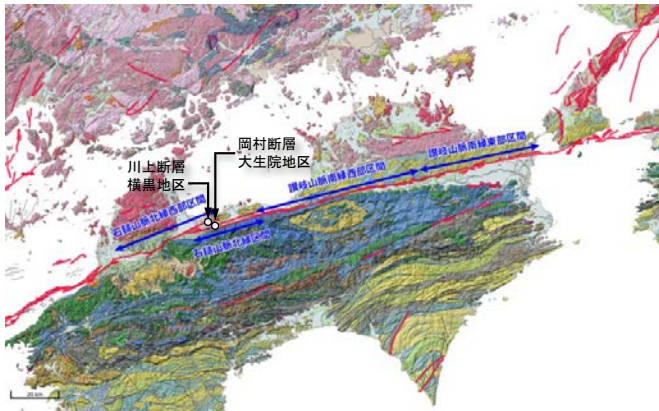
ワンクリックで断層パラメータを表示

断層のずれの種類や断層面の傾斜方向が一目で分かる

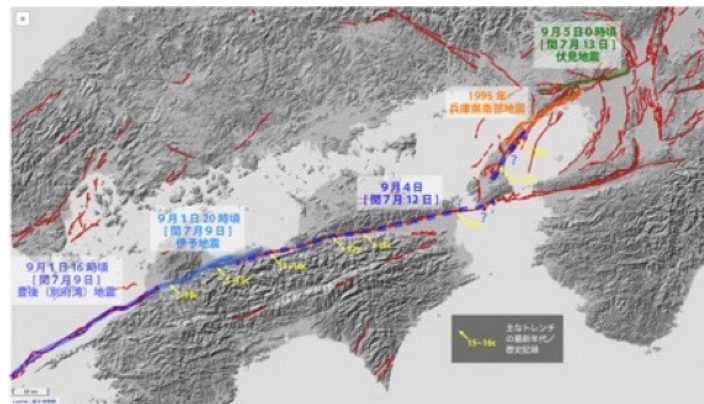


# AIST02: 主要活断層帯から生じる連動型地震の古地震学的研究

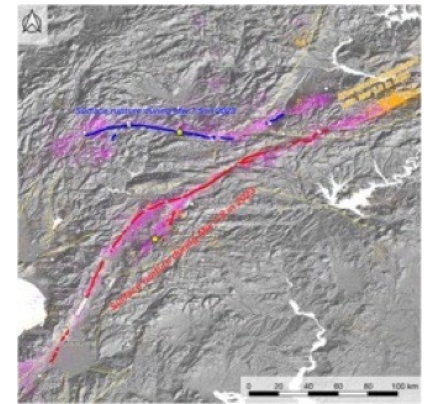
- ・中央構造線断層帯の四国陸域区間を対象に、地震時変位量等に基づく連動型巨大地震の調査研究を実施した。
- ・石鎚山脈北縁区間・岡村断層等において3Dトレンチ調査等を実施し、過去2回の活動時期と地震時変位量を復元した。
- ・4つの活動区間を対象とした変位履歴調査の結果をとりまとめ、連動型イベントの判別と発生確率の試算をおこなった。
- ・トルコ・東アナトリア断層系で発生したMw7.8およびMw7.5の大地震(2023/2)に伴う地表地震断層と変位量分布を明らかにした。



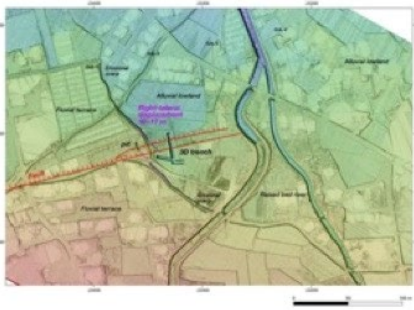
四国陸域の活動区間(地震本部地震調査委員会, 2017)  
基図は産総研・活断層DB及び地質図Navi、国土地理院・地形陰影図



四国陸域の活動区間と1596年文禄地震に伴う連動範囲



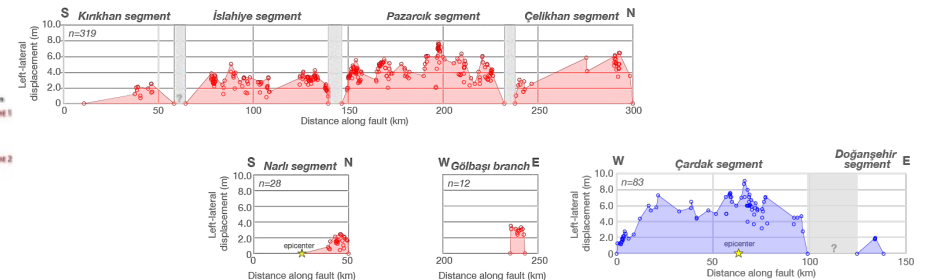
トルコ: Mw7.8・Mw7.5の  
地表地震断層と震源分布



大生院地区のトレンチ掘削位置



大生院地区のトレンチ壁面とイベント

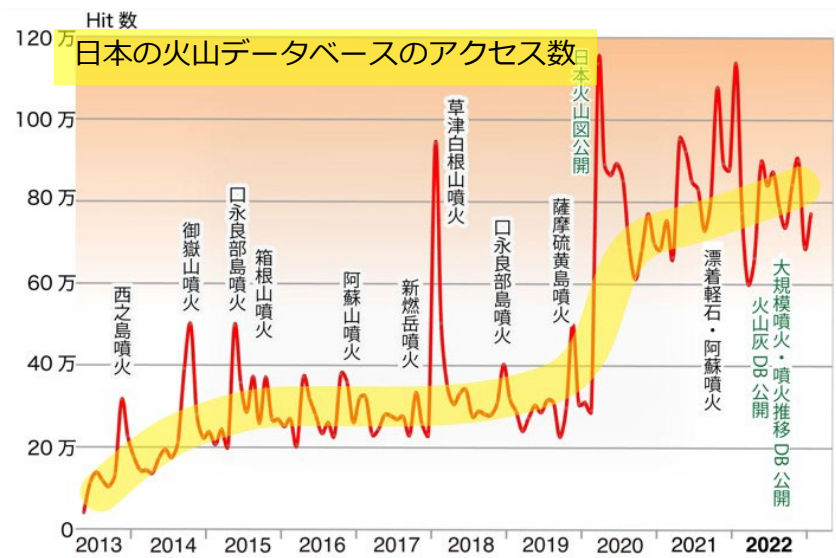
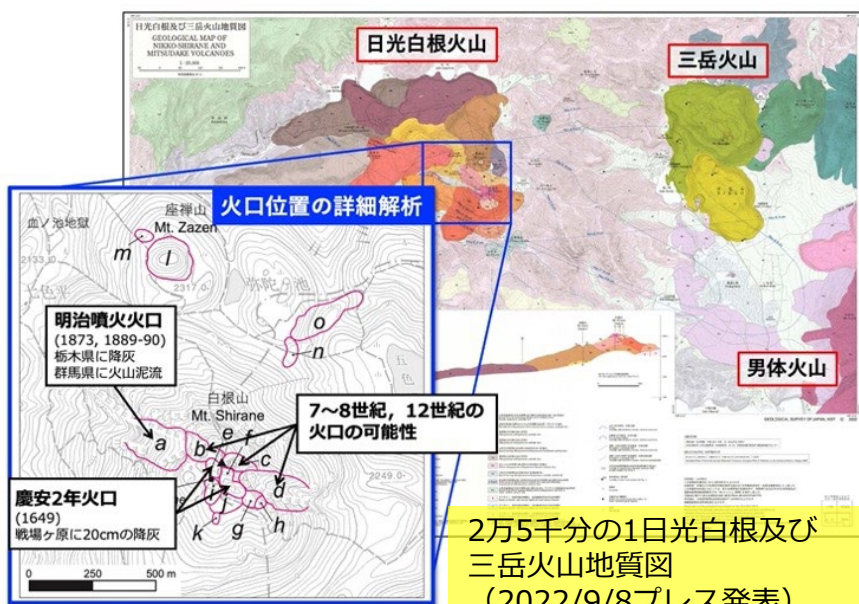


トルコ: Mw7.8およびMw7.5の地震に伴う左横ずれ変位量の分布

成果公表: 木村・他(2022), 文科省委託事業「連動型地震の発生予測のための活断層調査研究」R4年度成果報告書の一部、産総研-GSJウェブサイト等で公表した。

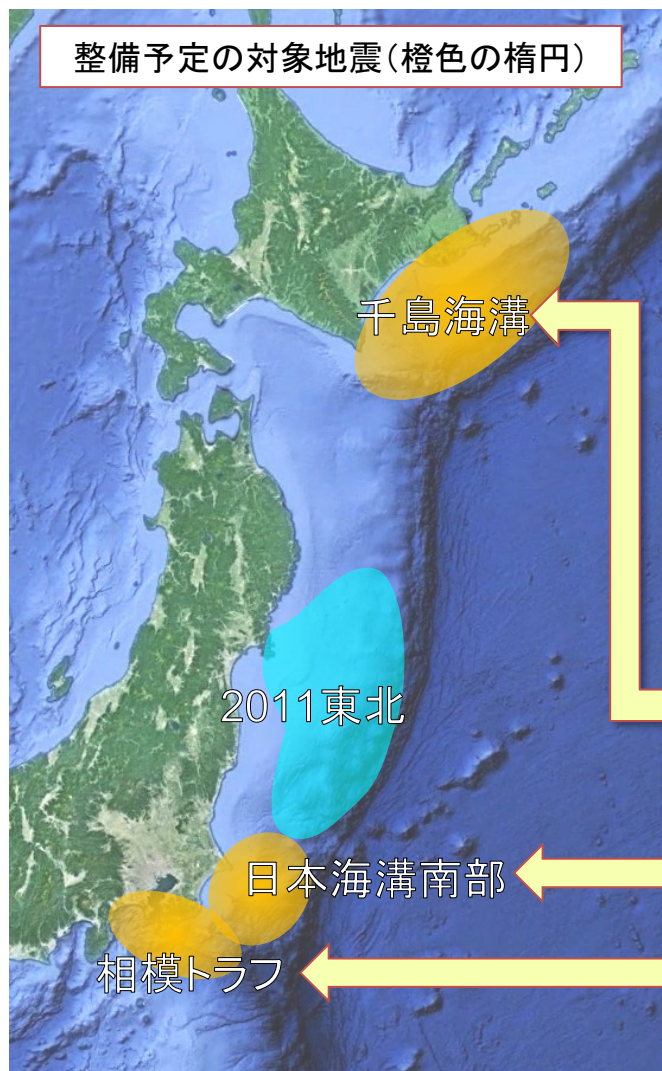
# AIST03：地質調査に基づく火山活動履歴の解明と年代測定手法の高度化

- 将来噴火する可能性の高い活火山の中長期的活動評価と予測のための火山地質図作成を進め、日光白根及び三岳火山地質図を出版し(2022/9/8)、秋田焼山火山の地質図を取りまとめた。伊豆大島では陸域と海域をつなぐ沿岸部水深400 m程度までの範囲での浅海レーザ測量及び水中ドローンによる海底地形及び海底地質調査を実施した。また、雌阿寒岳、岩木山、御嶽山では地表踏査による噴火履歴調査を継続した。
- 大規模火砕流分布図シリーズとして「支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図」を公開した(2022/12/26)。
- 活動的火山で高分解能な噴火履歴を解明するために、御嶽山の岩石試料を対象とした K-Ar 及び Ar/Ar 年代測定を実施し、10万年前より若い火山噴出物の噴火年代を明らかにした。
- 日本列島の火山の基礎情報を最新の知見に基づいて収集・整理するため、日本の火山データベースのコンテンツを追加・更新した。



・災害発生等により火山の基礎情報が広く求められた時期に利用が増加

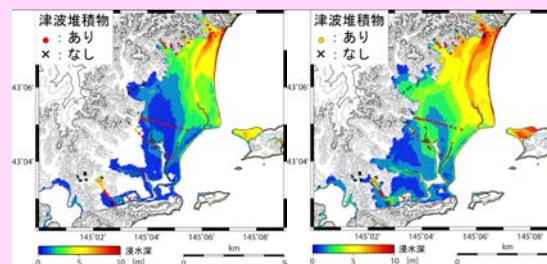
# AIST04: 津波浸水履歴情報の整備



## 整備予定の津波浸水履歴情報(仮)

特に大きな被害をもたらさうる特定の津波に関する地質情報とそれに基づいた波源モデルの構築およびその過程で検証した浸水シミュレーションの情報を学術誌に公表したのち、それらをわかりやすくまとめたパッケージとして提示

### 地質調査の結果と浸水シミュレーションの比較



17世紀に発生した巨大津波(左)と13世紀頃に発生した巨大津波(右)の例(伊尾木ほか, 2022 地震学会)

#### 地震本部の長期評価で切迫性が高いとされた超巨大地震

- 古地形の正確な復元による浸水域の見直し
- 上記に基づいた波源モデルの構築

#### 2011年東北地震の破壊域の南側で起こりうる巨大地震

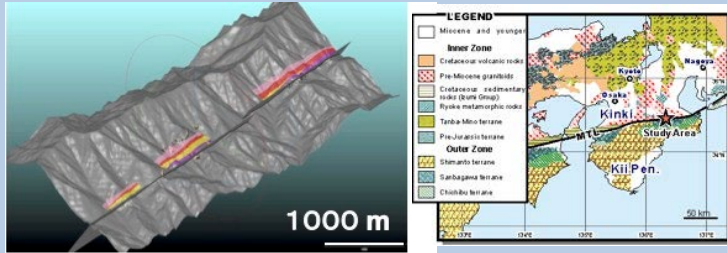
- これまで報告のない過去の巨大津波に関する地質情報の収集
- 上記に基づいた波源モデルの構築

#### 首都圏に大きく影響する巨大地震

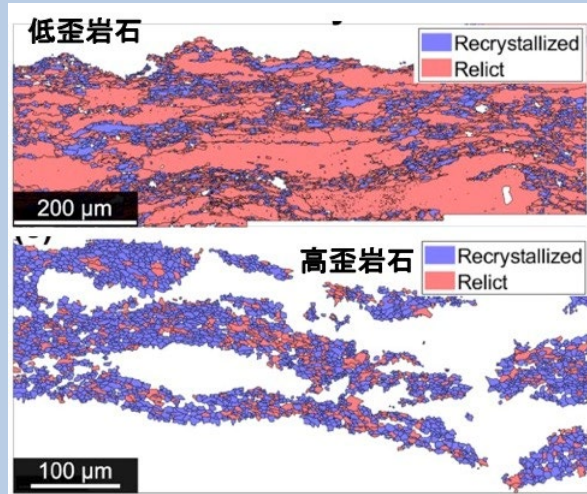
- 地形解析等、新たな手法による履歴の見直し
- 広域での史料、地形・地質情報による地震像の見直し
- 上記に基づいた波源モデルの構築

# AIST05: 地質調査と実験に基づく、断層の力学挙動について三次元モデルの構築

## 1. 変形した岩石からの応力・歪情報の抽出



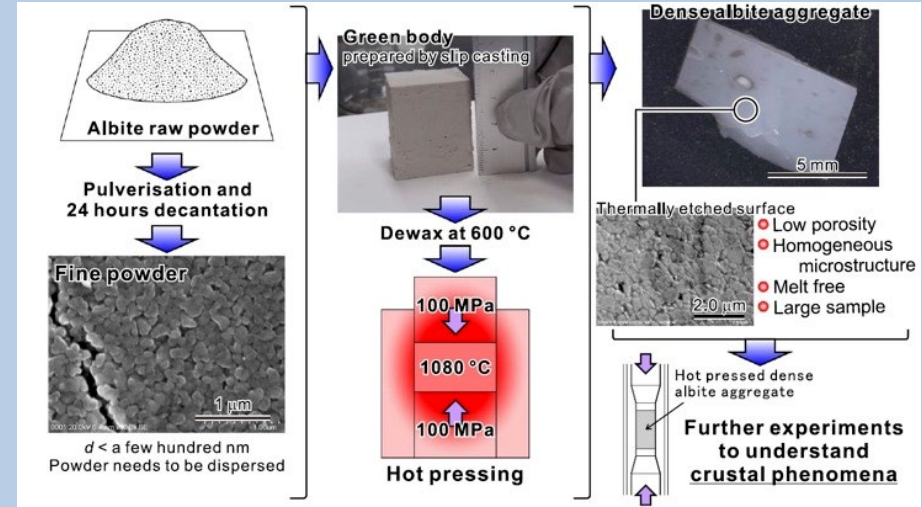
混合ガウスモデルを走査型電子顕微鏡・後方散乱電子線回折による個々の粒子の歪みを表す量に対して適用



断層内部の応力・歪の不均質の説明が可能に

## 2. 曹長石の焼結方法

焼結による曹長石 (斜長石Na端成分) 緻密体合成方法を確立



長石は地殻構成物質として最も多い。斜長石のレオロジーは重要性のわりに不明な点が多い。

地震を含む様々な地殻プロセス解明のための実験に  
出発物質を提供可能に

1. 変形した岩石から可視化に必要な応力・歪情報の抽出方法を確立 (Yeo et al. 2023 JSG).
2. 地殻主要構成鉱物である斜長石について、焼結による曹長石 (斜長石Na端成分) 緻密体合成方法の確立 (Shigematsu et al. 2022 PEPS).

# AIST06:火山性流体観測に基づく噴火発生過程および火山活動推移の解明

## 令和4年度の主な成果

### 火山ガス組成・放出率観測

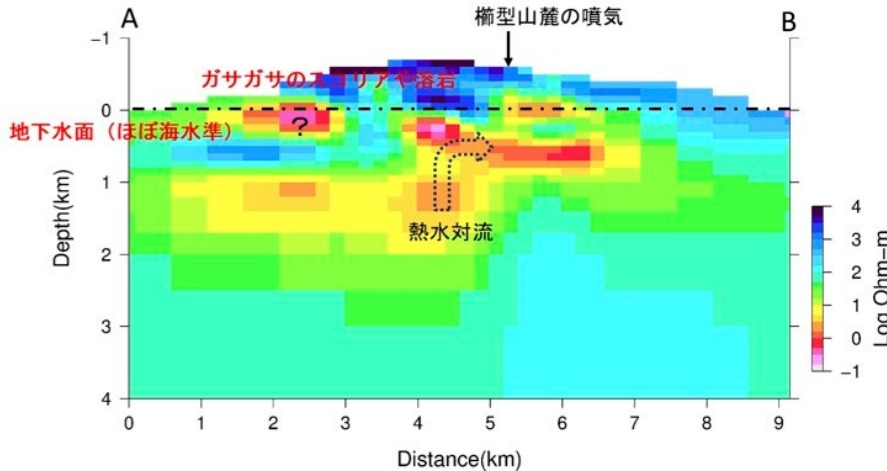
- 焼岳にてMulti-GASを用いた観測
- Masaya火山で実施した火山ガス組成観測結果を解析

### 伊豆大島での電磁気学的観測

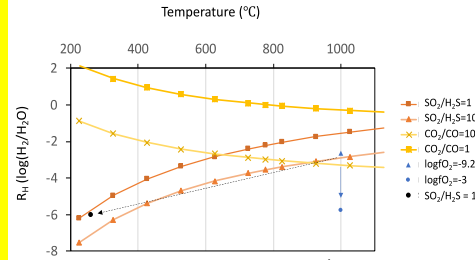
- 自然電位・地中温度連続観測
- 比抵抗構造と熱水系の数値シミュレーション

### 伊豆大島の比抵抗構造

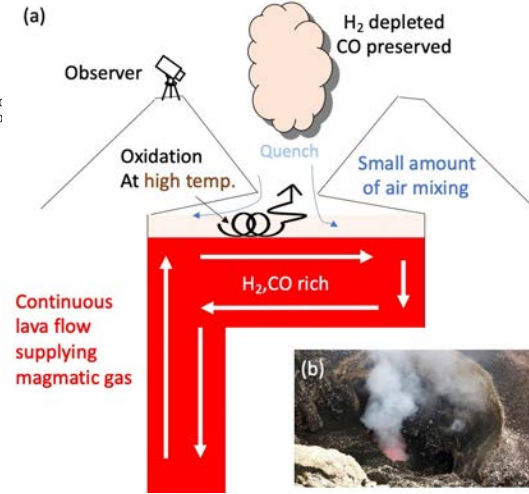
- 地下水面より上部では全体的に高比抵抗 ← 空隙が空気を含むため
- 地下水面下の低比抵抗域は水平方向へ広がる
- 一部は楕型山麓の噴気帯の下へと続く
- よって、低比抵抗域は熱水の流動域と考えられる



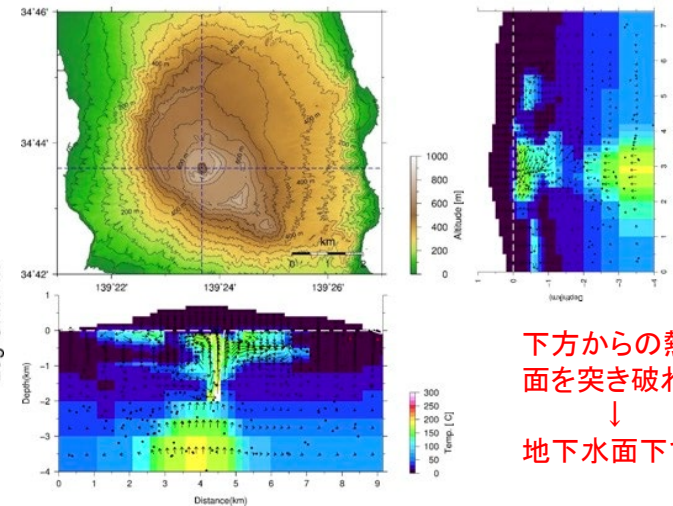
### Masaya火山で実施した火山ガス組成観測結果



Masaya火山(ニカラグア)での火山ガス観測はH<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, COに乏しい火山ガス組成を示した。マグマ(岩石学)から見積もられる酸化還元状態との差異から大気中での火山ガス酸化作用によるH<sub>2</sub>減少を提唱した。



### 伊豆大島の3次元の熱水系シミュレーション



雨水浸透に加えて深部より高温ガスを注入したときの計算結果。深部より高温ガス(約340 °C)を  $4.8 \times 10^2 \text{ kg/s}$  で注入。

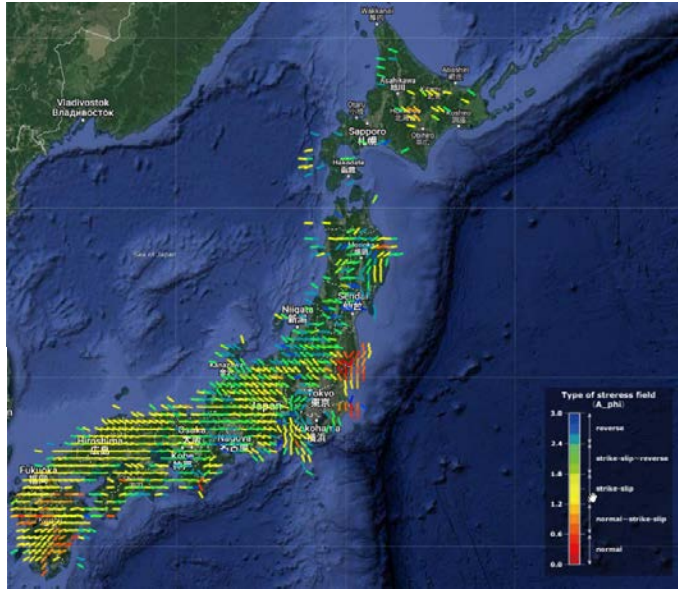
下方からの熱水の流動は地下水面を突き破れない  
↓  
地下水面下で水平方向に拡大

# AIST07: 高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究

- 日本列島陸域及び沿岸海域の応力マップをオンライン公開 (2022/6/17公開)



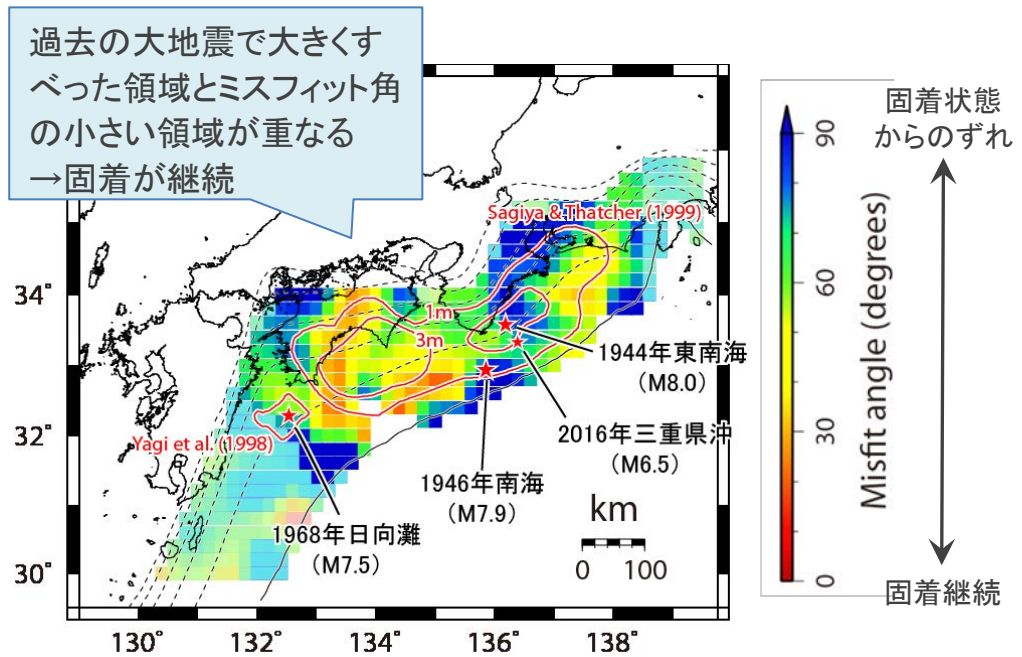
<https://gbank.gsj.jp/crstress/>



推定結果: Uchide et al. (2022, JGR)

- 地震データと地殻変動データを組合せたプレート間固着状態の推定 (今西・野田, 日本地震学会2022年度秋季大会)

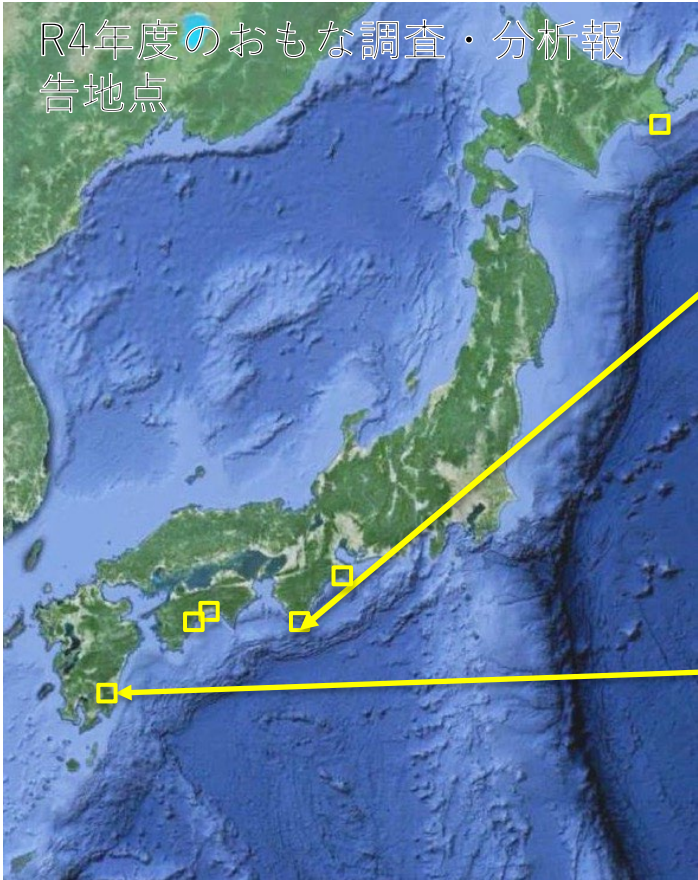
スラブ内地震の震源メカニズム解がプレート間固着により作られる応力場に調和的かどうかを判定する方法



## 令和4年度の成果

- ・AI深層学習により推定した21万個余りの震源メカニズム解をもとに作成した応力マップをオンライン公開(左図)
- ・スラブ内地震の震源メカニズム解とプレート間固着の情報から、南海トラフの固着状態を推定(右図)

# AIST08: 海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明



R4年度のおもな調査・分析報告地点

## 南海トラフ

### 和歌山県串本町橋杭岩の巨礫

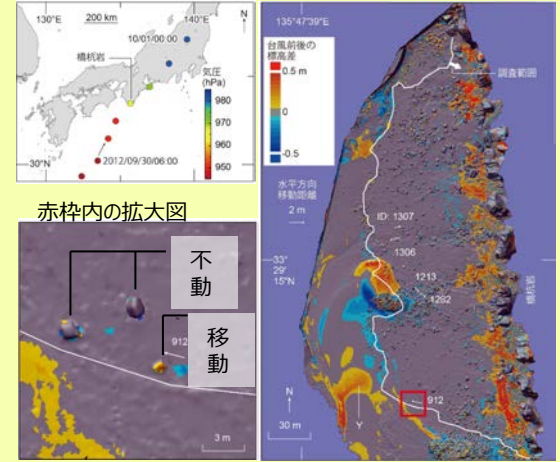
・台風の前や航空写真の比較を行ったところ、台風による大きな巨礫の移動は確認できず

既往最大とされている1707年宝永地震による津波を計算

・質量が大きな巨礫の中には宝永地震津波では動かないものが存在  
 ・宝永地震の津波よりも大きな津波が過去に襲ったと推定

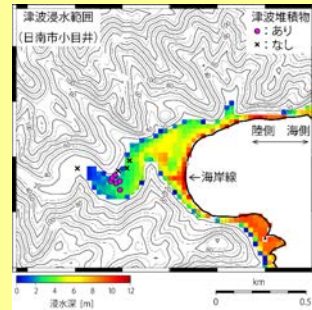
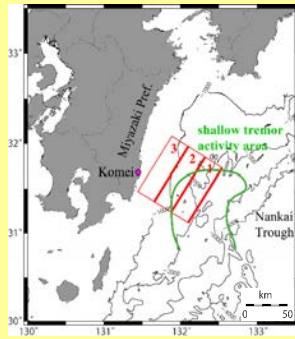
2012年台風17号

台風前後のレーザースキャン結果



Namegaya et al. (2022) Tectonophysics

## 南海トラフ 1662年日向灘地震の断層モデル



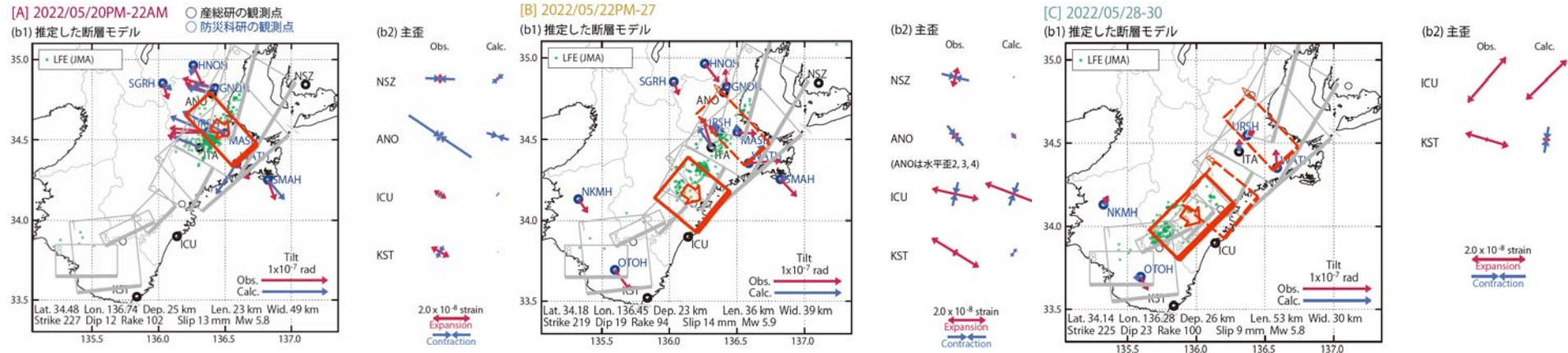
・過去にM7クラスの地震が発生した領域(小断層2,3)、浅部スロー地震の領域(小断層1)を加えたモデルを仮定  
 ・津波堆積物の分布と歴史記録を説明可能

確認された津波堆積物  
 標高約7 m  
 海岸線からの距離約450 m

Ioki et al. (2022) PAGEOPH

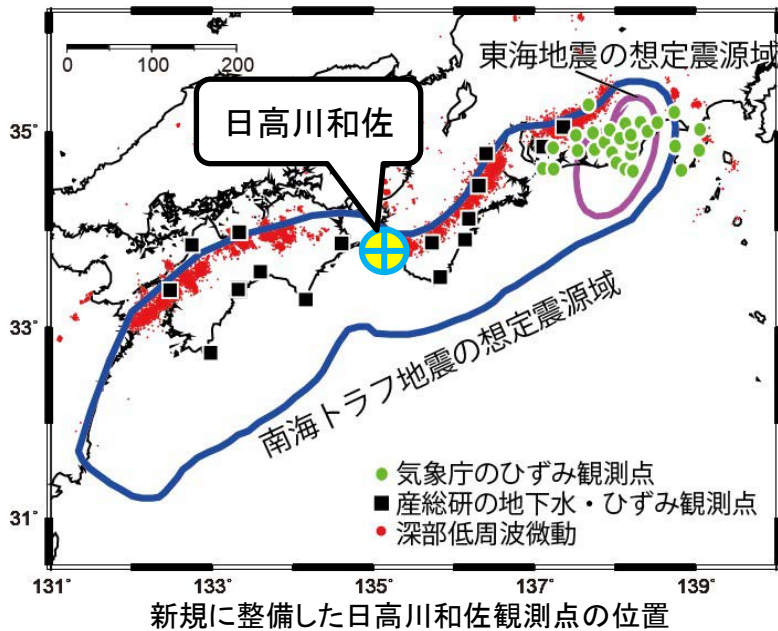
- ・ 千島・日本海溝: 17世紀千島超巨大地震の津波浸水時の地形復元に関する調査を実施
- ・ 南海トラフ: 三重、高知、和歌山、宮崎で津波堆積物調査や地中レーダ探査などを実施

# AIST09 : 地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上



A)2022年5月20日午後～2022年5月22日午前、[B]2022年5月22日午後～2022年5月27日、[C] 2022年5月28日～2022年5月30日の期間に産総研・防災科研のひずみ・傾斜データにより決定した短期的ゆっくりすべりの断層モデルの位置(落・他, 2023)。緑色の丸は同期間の気象庁一元化震源カタログによる深部低周波地震の震源位置。

- 産総研と防災科研および気象庁との共同研究に基づき、3機関のひずみ・地下水・傾斜データをリアルタイムで共有して南海トラフ周辺地域の短期的ゆっくりすべり(SSE)を解析するシステムの運用を継続した。2021年11月～2022年10月(1年間) で計46イベントを検出した。SSE断層モデルの推定結果は地震予知連絡会報に掲載した(落・他(産総研・防災科研), 2022; 2023)。
- 南海トラフ地震モニタリングのための地下水等総合観測施設の整備に関しては、今年度は日高川和佐観測点を新たに完成させた。



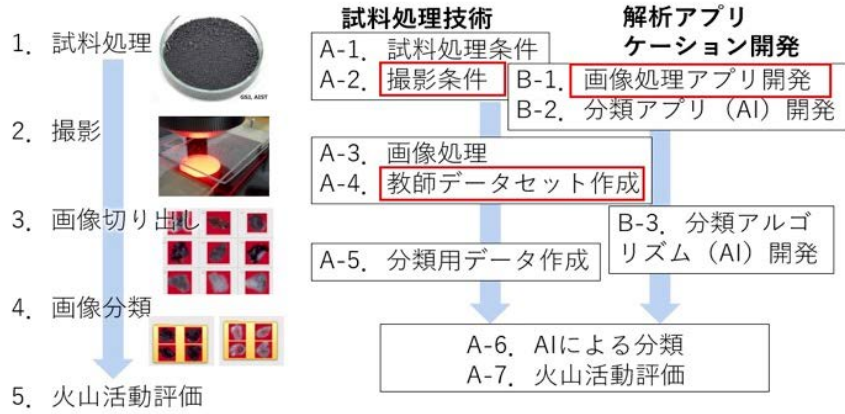


# AIST10: 噴出物の物質科学的解析に基づくマグマ供給系-火道システム発達と噴火推移過程のモデル化

- 火山灰画像データを中心とした「火山灰データベース」の公開とデータの拡充
- 火山灰画像データの粒子自動分類アルゴリズムの構築. 火山灰データベースを用いた教師データ群の作成
- 未知試料に対する分類の自動化・高速化. 噴火推移に即応した解析を実現

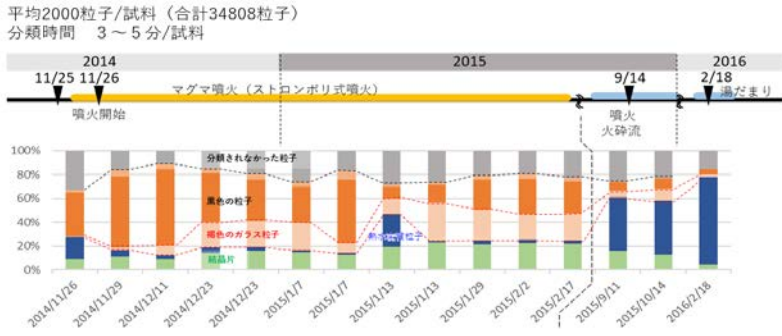


火山灰試料の画像データを中心とした火山灰データベースの公開・データ拡充. 時系列表示機能付加.



火山灰画像のデータの自動分類アルゴリズムの作成. 火山灰データベースを用いた教師データセットの作成とそれに基づく自動分類

## 未知試料 (阿蘇2014-2016年火山灰) 自動分類結果



阿蘇2014-2015年噴出物、桜島2017年噴出物などへの自動分類の試行人間が分類するよりも多量の粒子を自動分類し、噴火推移に対応した粒子変化の抽出に成功

火山灰データベースによる教師データの提供と、粒子分類アルゴリズムの作成により、火山灰構成粒子の自動解析が可能に。噴出物の高速処理により、噴火様式・観測データ等との時系列比較が可能となる。噴火時間推移の把握や噴火メカニズム解析に貢献。

# AIST11: アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備



**大規模噴火データベース**  
 大規模噴火データベース（特徴、推移、長期・短期的前駆活動、後カルデラ活動情報）の一般公開を開始  
[\[https://gbank.gsj.jp/volcano/ledb/\]](https://gbank.gsj.jp/volcano/ledb/)



**噴火推移データベース**  
 噴火推移データベース（目撃観測情報がある火砕噴火の中長期的・短期的前駆現象、噴火推移情報）の一般公開を開始  
[\[https://gbank.gsj.jp/volcano/esdb/\]](https://gbank.gsj.jp/volcano/esdb/)



大規模噴火及び噴火推移データベースを公開  
 (2022年7月15日～)  
 東・東南地域を“アジア火山地域地質ハザード情報システム”として整備公開  
[\[https://ccop-gsi.org/gsi/geohazard/\]](https://ccop-gsi.org/gsi/geohazard/)

**噴火エピソードL**  
 Eruptive Episode L  
 年代: 15.5 cal ka  
 年代手法: <sup>14</sup>C年代  
 年代文献: Horiiuchi et al. (2007)  
 噴出源: 十和田カルデラ  
 総噴出量: 見かけ体積 56 km<sup>3</sup>, 21 km<sup>3</sup> DRE

**十和田八戸降下テフラ**  
 とわだはちのへこうかてふら  
 Towada Hachinohe Tephra Fall  
 名称出典: 辻野ほか (2018)  
 別名・呼称: HP (早川, 1983a; Hayakawa, 1985)

▼ 噴火推移・概要: 水蒸気プリニー式噴火→大規模火砕流（噴煙柱崩壊型）（カルデラ形成）  
 十和田火山には、36 cal kaに発生した噴火エピソードN (VEI 6) によりカルデラが既に存在し、湖が形成されていた (早川, 1983a; Hayakawa, 1990)。十和田-八戸火砕流噴火は、この湖水と珪



十和田八戸降下テフラの等層厚線図の例

火山活動強度指数（火山活動強度の推移変化を比較可能）  
 6-7: cataclysmic  
 3-5: “Small to moderate eruptions”  
 1-2: 非噴火現象

