

「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）」 の令和5年度年次報告【成果の概要】（案）に関する説明資料

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究

① 地震・火山現象の解明のための研究

- 地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析
- 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明
- 地震発生過程の解明とモデル化
- 火山現象の解明とモデル化
- 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

② 地震・火山噴火の予測のための研究

- 重点的な研究** 地震発生の新たな長期予測
- 重点的な研究** 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測
- 重点的な研究** 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測
- 先行現象に基づく地震発生の確率予測
- 中長期的な火山活動の評価

③ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

- 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化
- 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化
- 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究

④ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

- 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
- 地震・火山噴火に関する社会の共通理解醸成のための研究

⑤ 研究を推進するための体制の整備

研究推進体制の整備

- 推進体制の整備
- 分野横断で取り組む
総合的研究の推進体制

- ▶ 南海トラフ ▶ 首都直下
- ▶ 千島海溝 ▶ 桜島大規模噴火
- ▶ 高リスク小規模噴火

研究基盤の開発

- 研究基盤の開発・整備

国内外の関連分野との連携

- 関連研究分野との連携強化
- 国際共同研究・国際協力

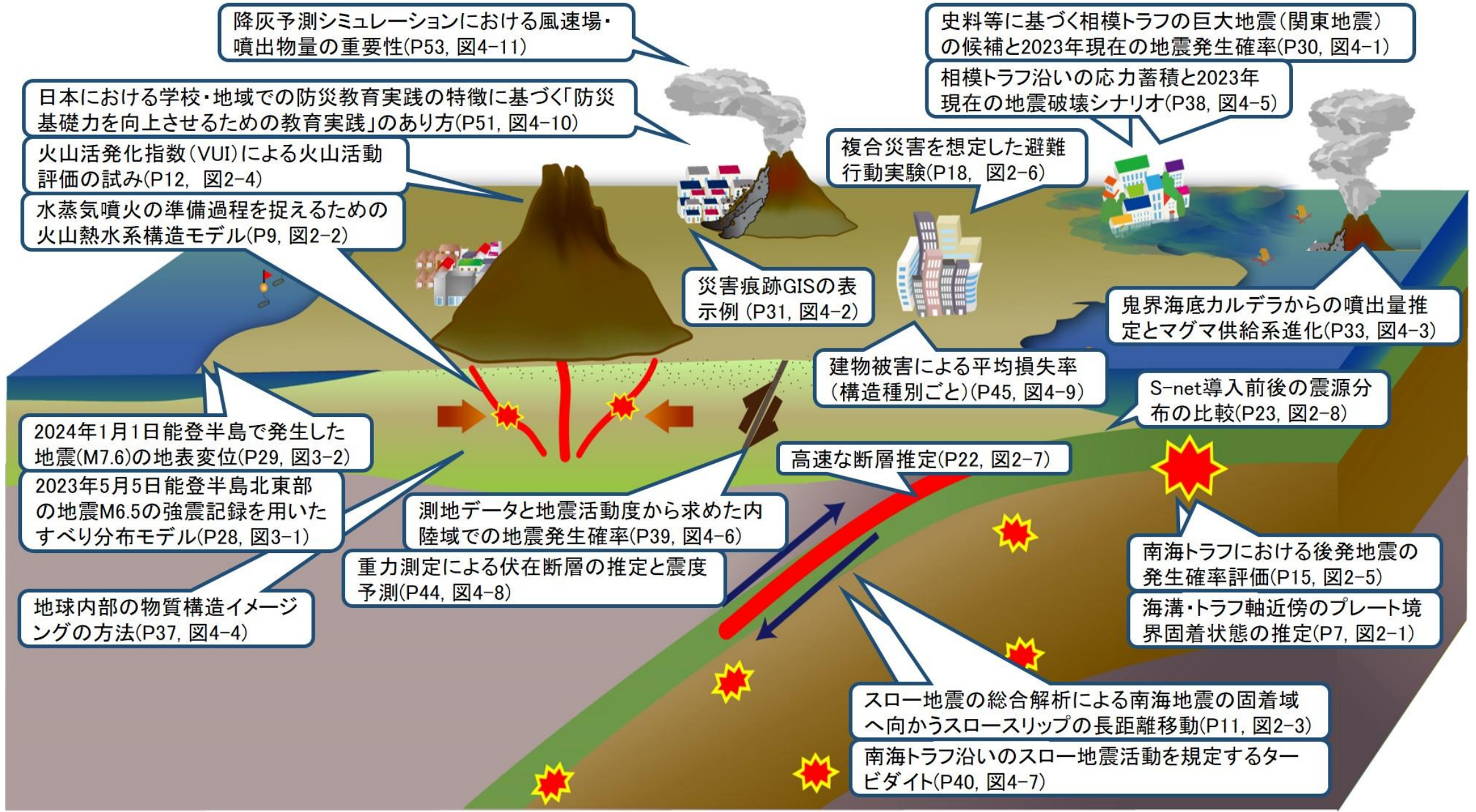
研究成果への理解醸成と人材育成

- 社会との共通理解の醸成と
災害教育
- 次世代を担う人材の育成

※ 計画の実施機関

総務省・文部科学省・経済産業省・
国土交通省及びこれらが所管する国
立研究開発法人、国立大学法人等

令和5(2025)年度の主な成果



【成果の概要】

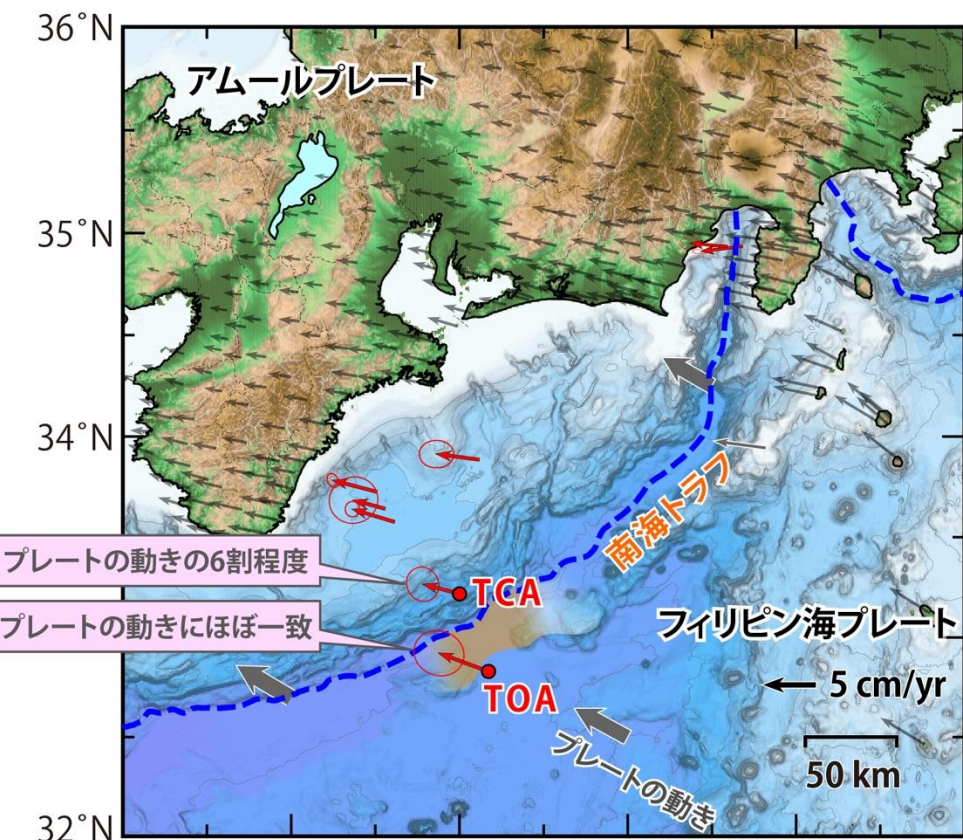
章の構成

1. はじめに
2. 5 年間の研究成果
3. 令和 5 年度に発生した顕著な地震に関して得られた重要な成果
『**能登半島の地殻変動と地震活動**』
4. 令和 5 年度の成果の概要
5. まとめ

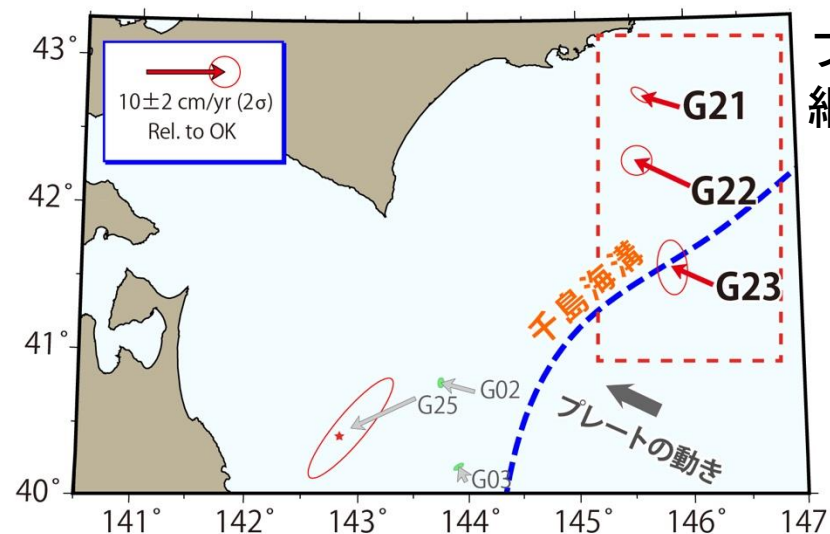
海溝・トラフ軸近傍のプレート境界固着状態の推定

海溝周辺から陸域までのプレート境界の固着状況の把握を実現した

南海トラフ域の変形



千島弧の変形

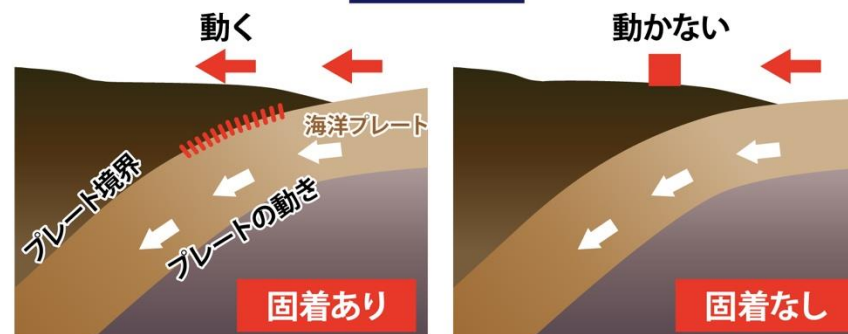


プレート境界周辺海域において、継続的な海底地殻変動観測を実施

左：南海トラフより内側（北西側）でプレート相対運動の約6割程度の移動を観測

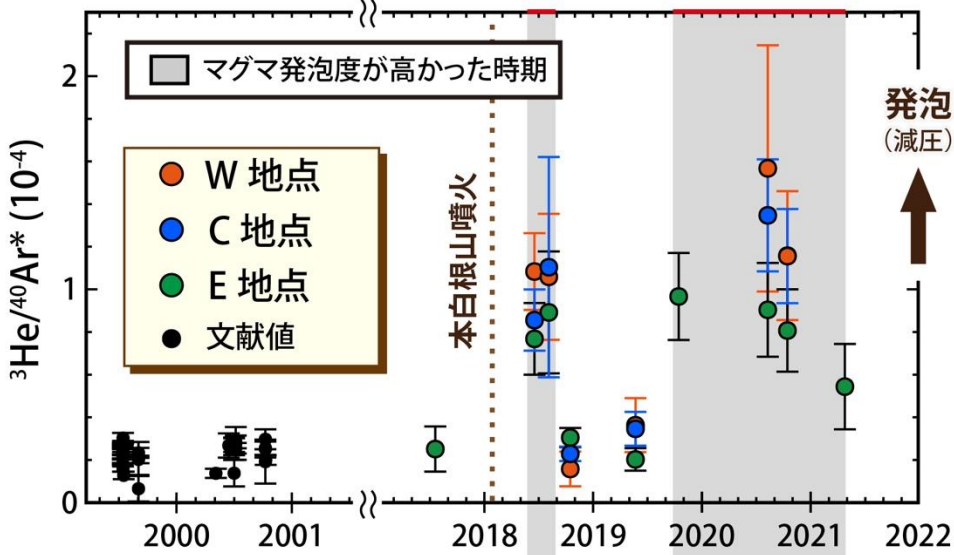
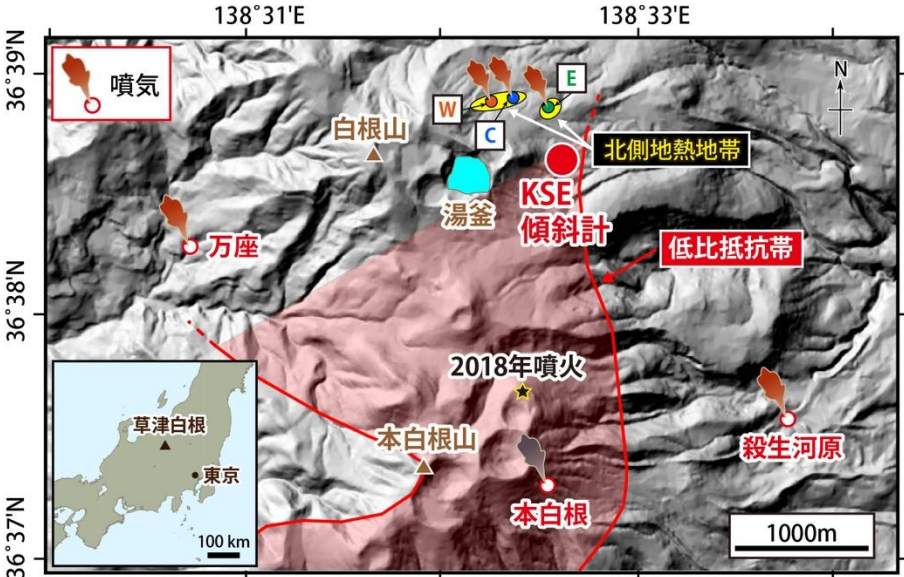
右：千島海溝より内側（北西側）でプレート収束速度と同程度の年間約7 cmの移動を観測

断面図



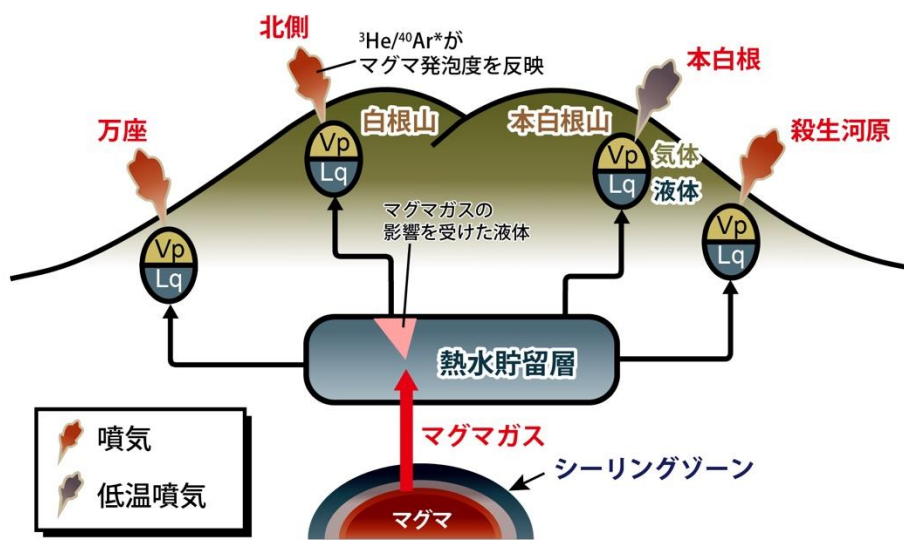
水蒸気噴火の準備過程を捉えるための火山熱水系構造モデル

火山活動モニタリング指標としての希ガス比 $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ の活用可能性を示した



草津白根山周辺において、水蒸気噴火の準備過程を捉えるための火山熱水系構造モデルを作成

深部でのマグマ発泡を示唆するの $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ 比増加と、浅部圧力源の増圧の同期を確認



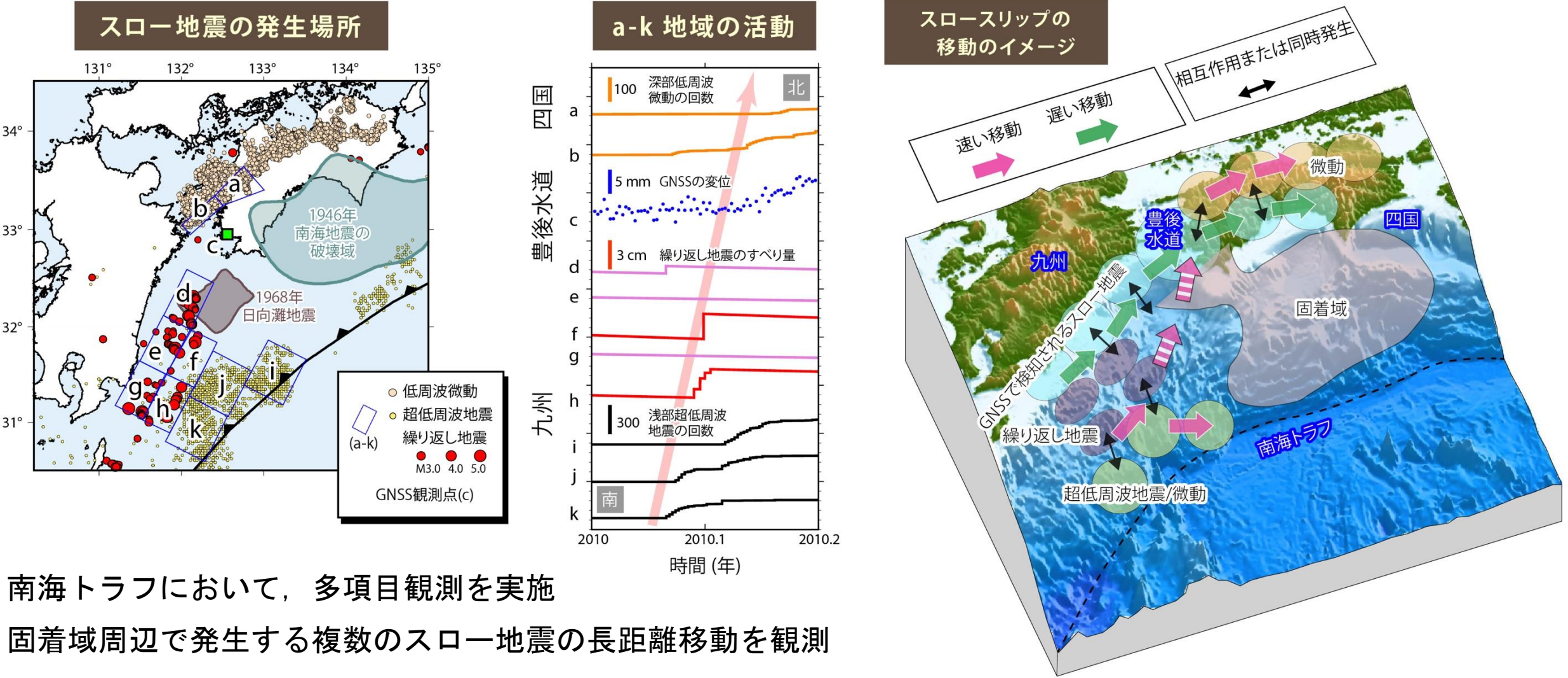
深・浅部が対応しているように見える



深部の情報を直接反映する希ガスデータの火山モニタリングへの活用

●スロー地震の総合解析による南海地震の固着域へ向かうスロースリップの長距離移動

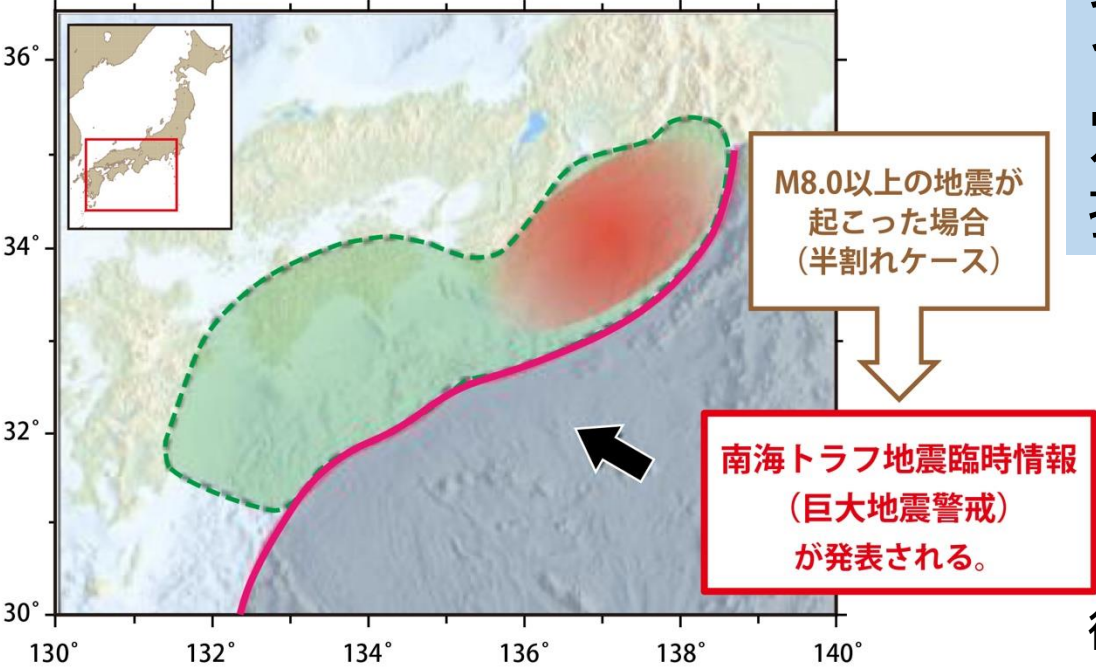
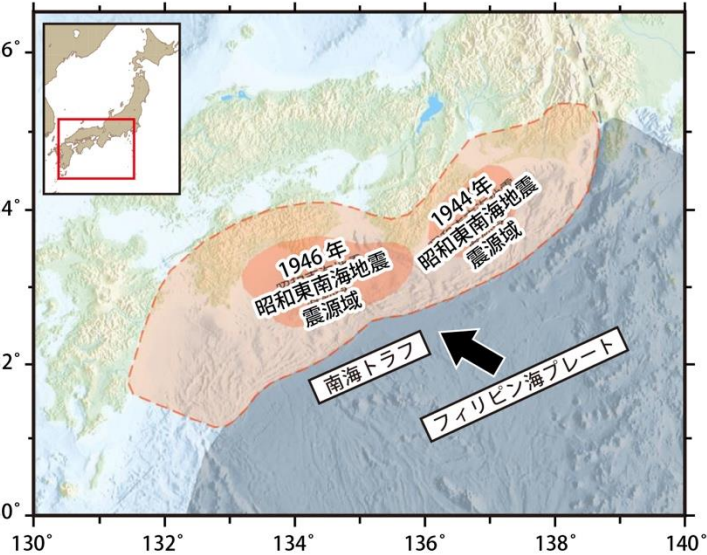
各地のスロー地震の発生様式について理解が大きく前進した



8

南海トラフにおける後発地震の発生確率評価

本研究が念頭に置いたケース



災害誘因予測につながる災害情報を定量的な数値で提供した

先発地震からの経過時間ごとの後発地震発生確率および確率利得

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

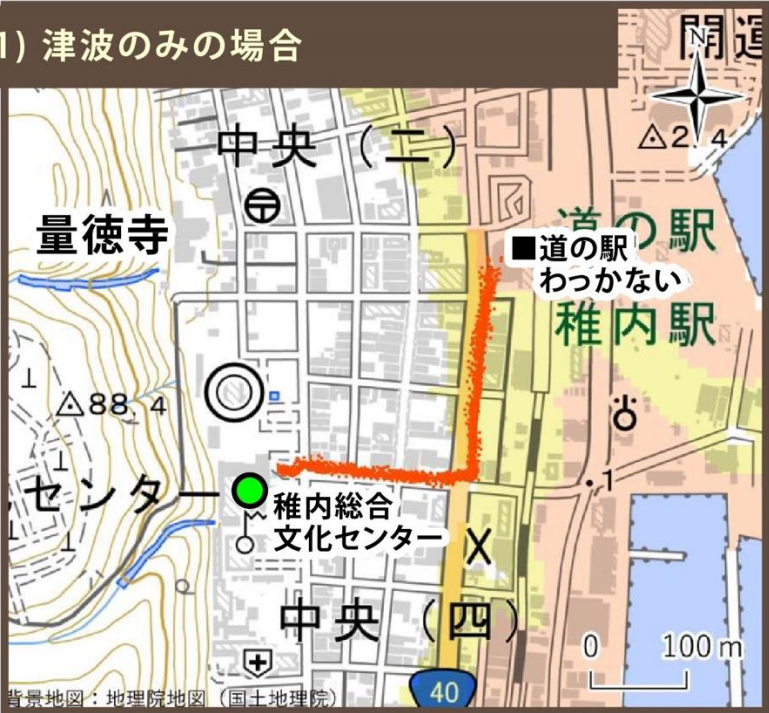
後発地震についての発生確率を定量的に算出

南海トラフで発生した地震から1週間以内にM8以上の後発地震が発生する確率
例：M8以上の後発地震発生確率
約2%～77%
(平時の約100～3,600倍)

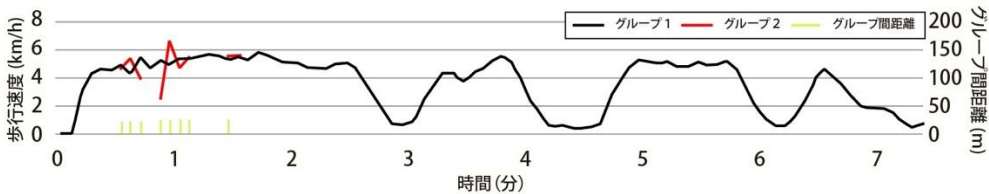
複合災害を想定した避難行動実験

GISなどの情報技術を活かした実践的な防災リテラシー向上に取り組んだ

(1) 津波のみの場合



避難経路

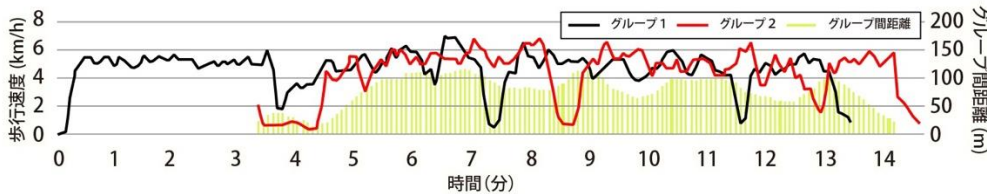


平均歩行速度および分断発生時のグループ間距離

(2) 津波と土砂崩れ(複合災害)の場合



避難経路



平均歩行速度および分断発生時のグループ間距離

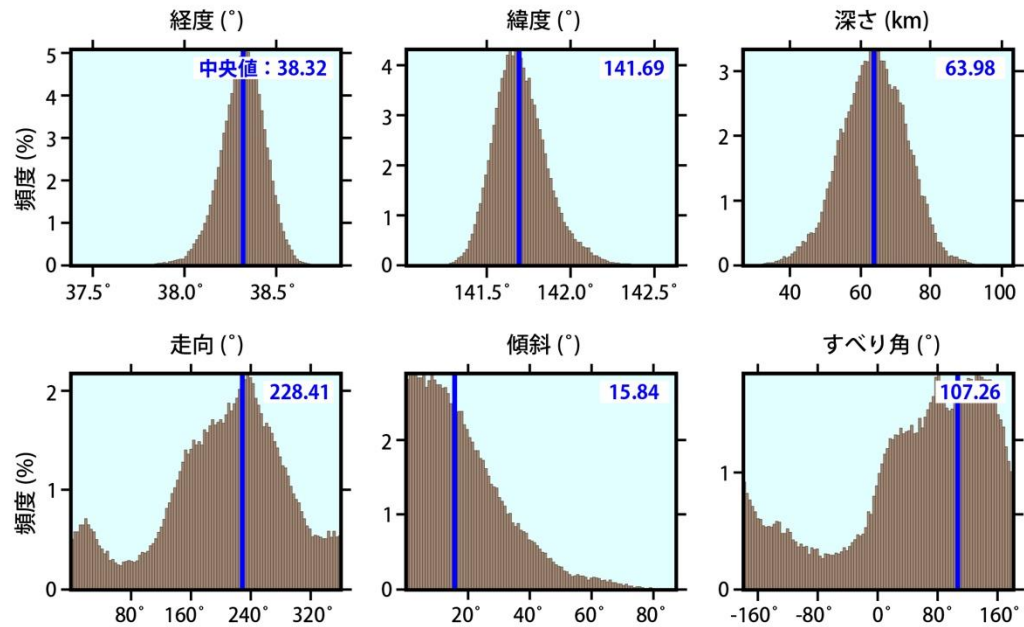
- ・ 津波のみ
- ・ 津波と土砂災害(複合災害)が発生した場合のそれぞれの避難行動実験を実施



複合災害による新たな課題を確認。
結果の可視化が参加者の意識を変化。

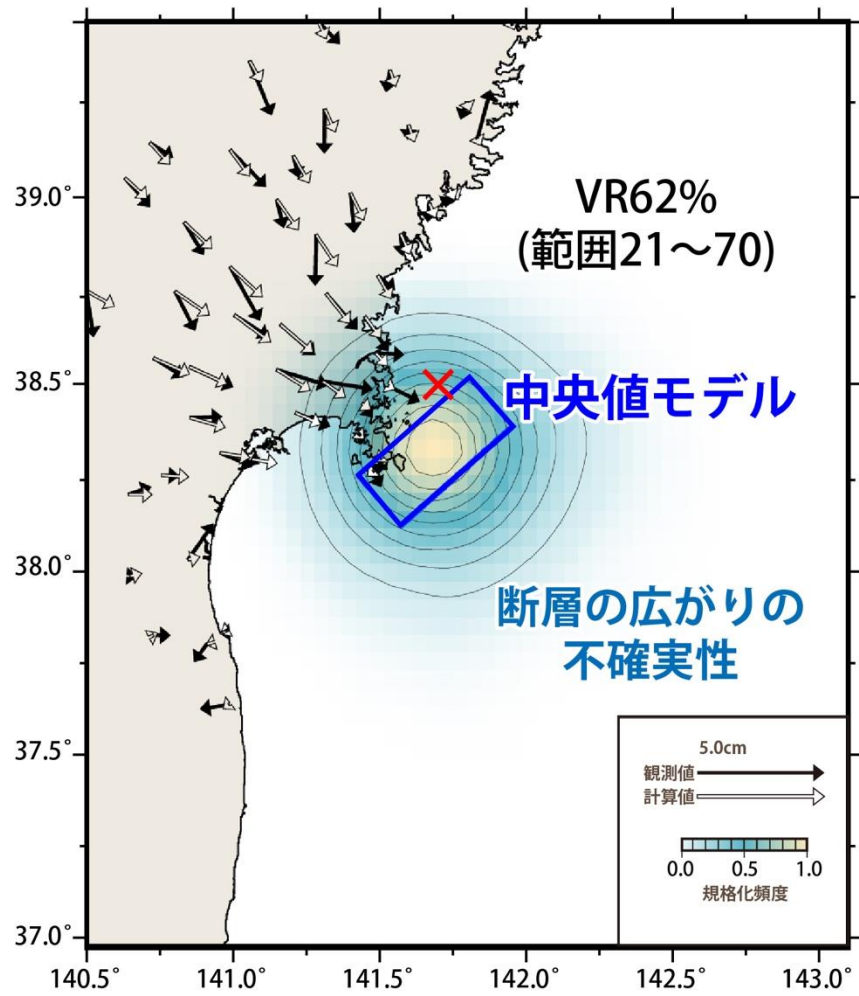
高速な断層推定

断層パラメータの事後確率分布



宮城県沖の地震 (2021年3月20日)

推定矩形断層モデル



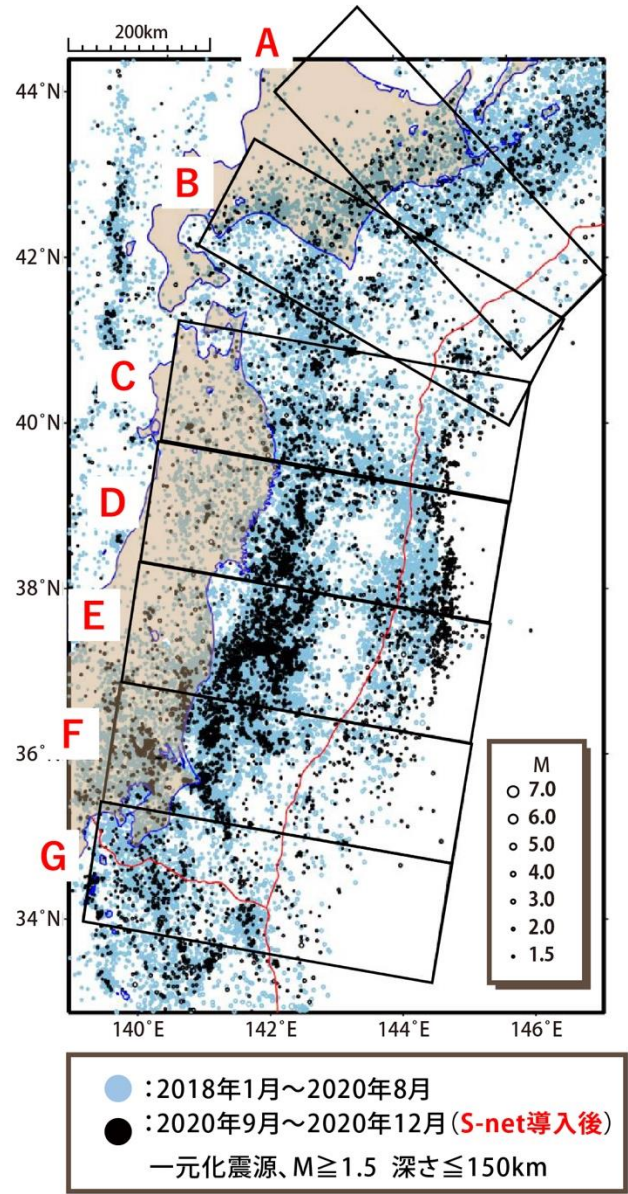
リアルタイム断層推定を実用化し、開発・改良を進展させた

電子基準点リアルタイム解析システム (REGARD) を高度化

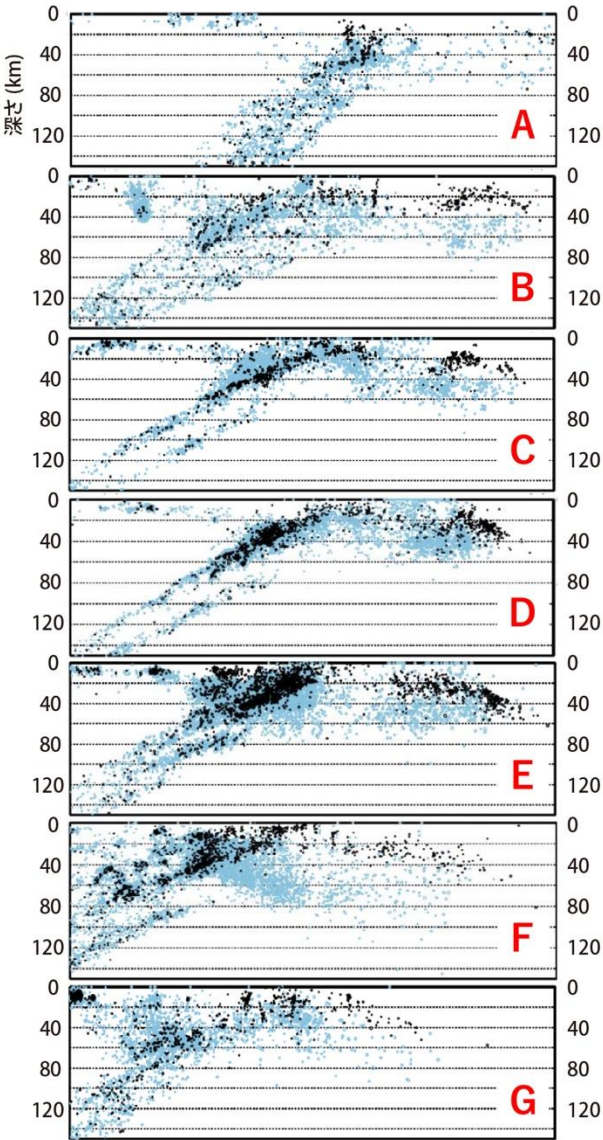
2021年3月20日
宮城沖地震の推定例：
不確実性も含めた
断層パラメータを推定

S-net導入前後の震源分布の比較

2018年1月1日 00:00 ~ 2020年12月31日 24:00



各矩形領域の断面図(長辺投影)



海域の地震観測網整備により
震源決定精度が向上した

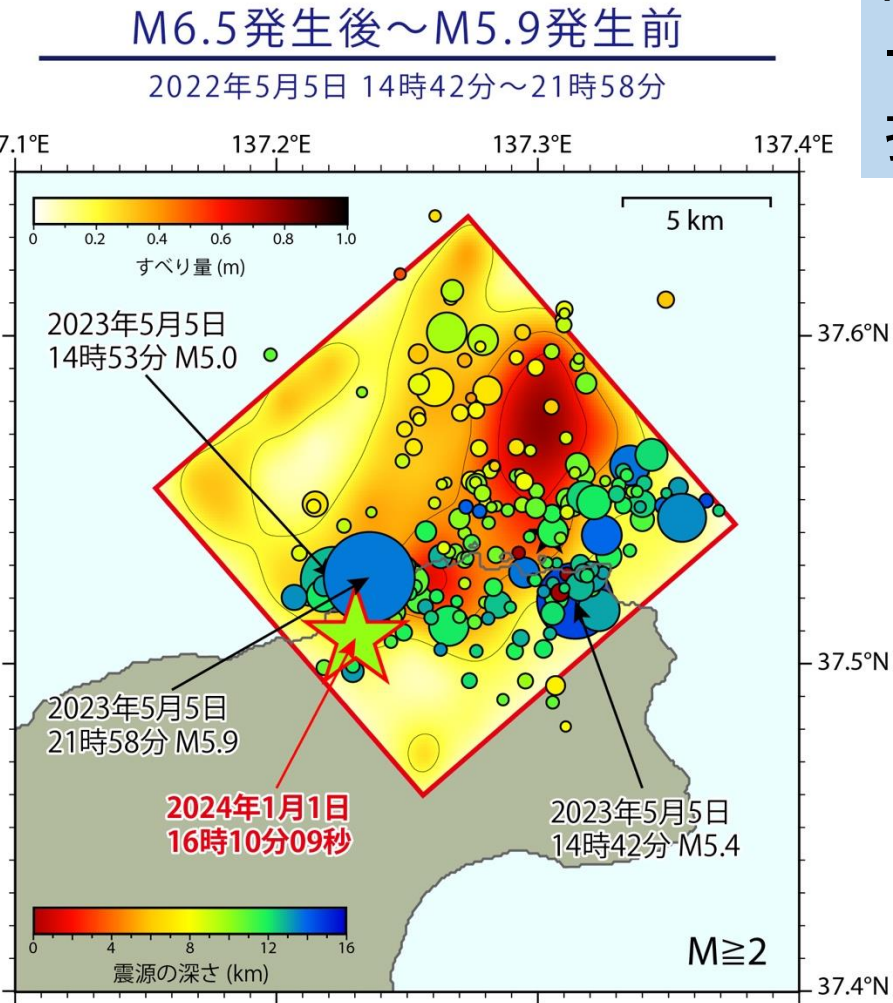
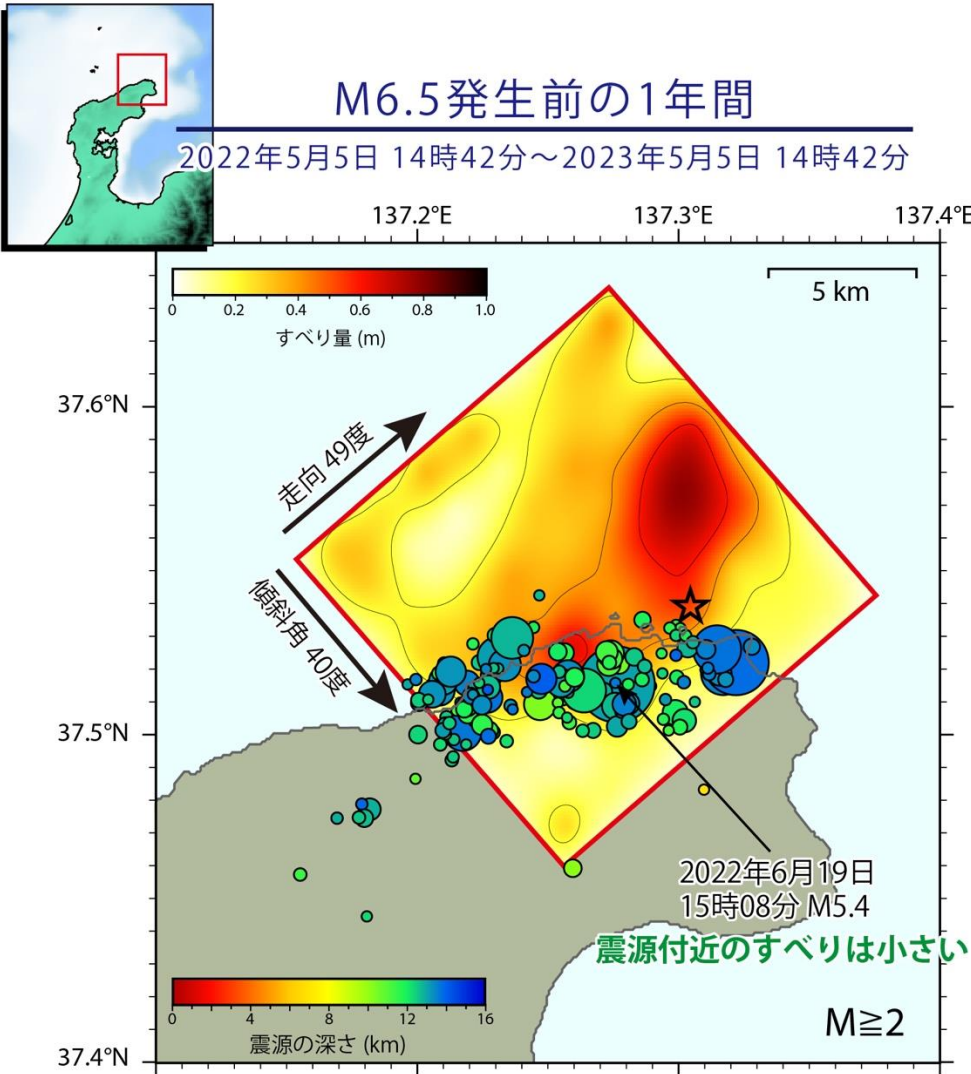
2020年9月より震源決定処理に
海域観測網 (S-net, DONET2) の
活用を開始

震源の深さが特に海域で浅くなる
ことを確認

3. 5年度に発生した顕著な地震に関して得られた重要な成果:能登半島の地殻変動と地震活動 (図3-1)

2023年5月5日能登半島北東部の地震M6.5の強震記録を用いたすべり分布モデル

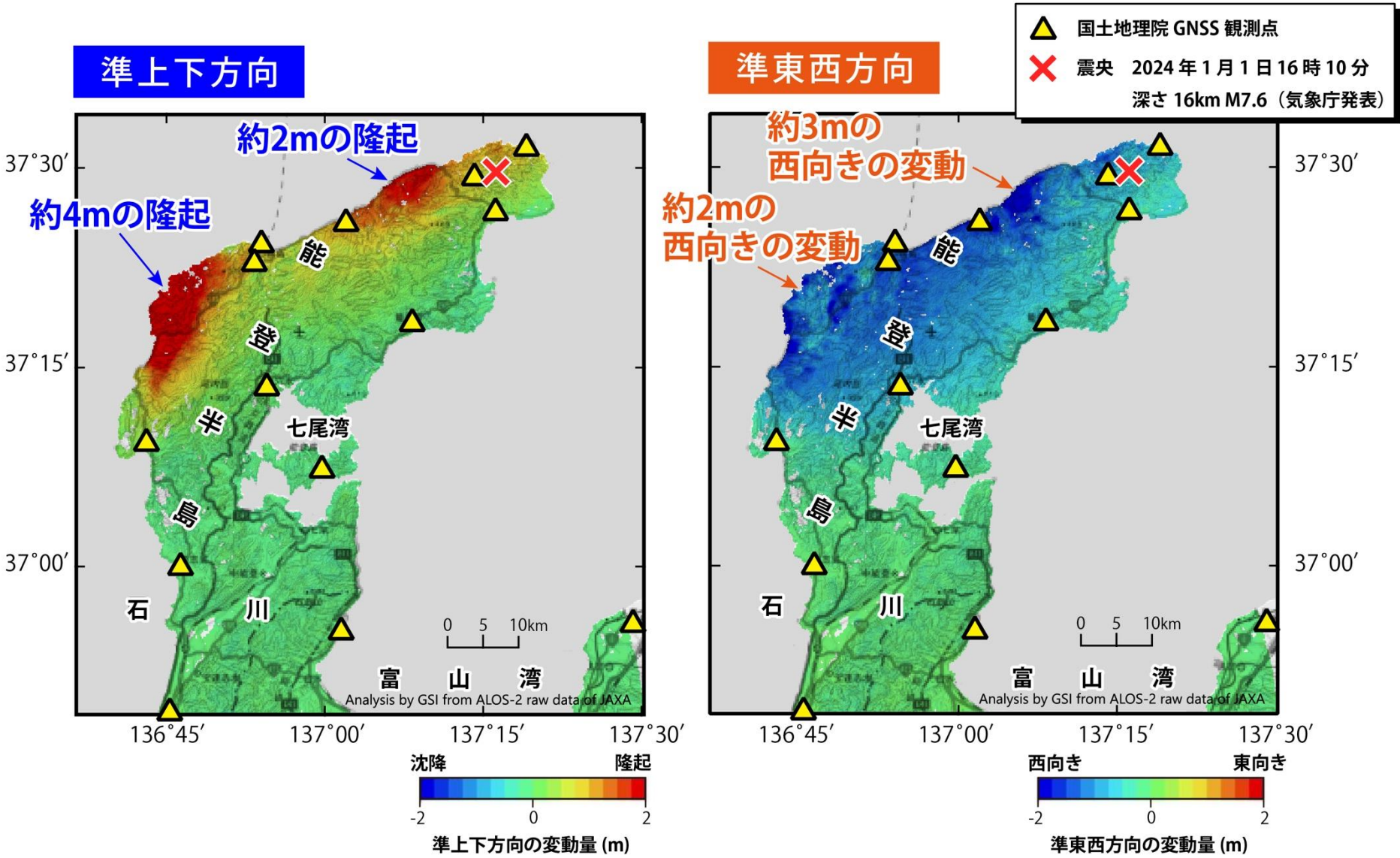
M6.5地震前後の一連の地震活動推移を把握した



- 2023年5月5日の地震 (M6.5) のすべり分布を推定し、その前後の地震活動と比較
- 主破壊域は南部から北部、深部から浅部へ進行
 - 同日に発生したM5.9の地震と同じ断層面で発生
 - この地震の前後で震源の深さが変化

3. 5年度に発生した顕著な地震に関して得られた重要な成果:能登半島の地殻変動と地震活動 (図3-2)

2024年1月1日能登半島で発生した地震(M7.6)の地表変位



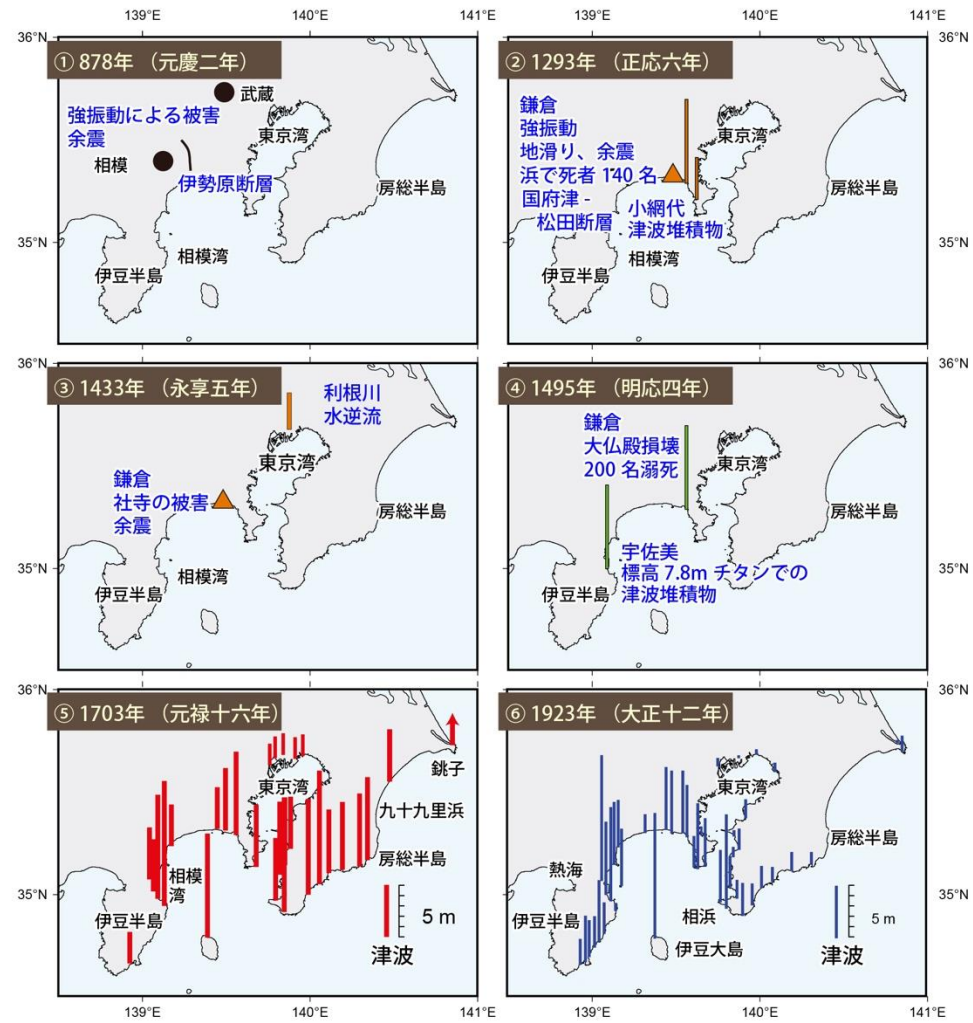
大地震による面的な
地表変位分布の
詳細を明らかにした

- M7.6の地震に対して
干渉SARの2.5次元解析を実施
- ・ 能登半島の北側沿岸部の
広域で隆起を観測
 - ・ 沿岸の海岸隆起調査の
結果とよい一致

4-1. 地震・火山現象の解明のための研究 (図4-1)

● 史料等に基づく相模トラフの巨大地震(関東地震)の候補と2023年現在の地震発生確率

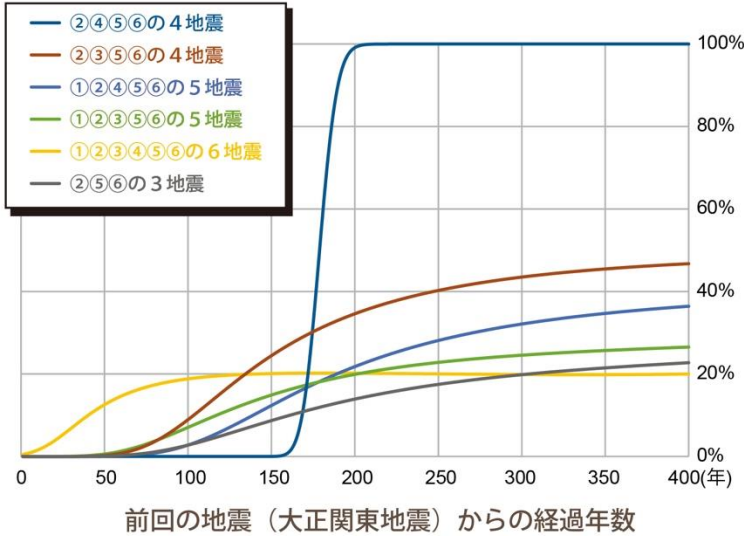
(a) 各地震についての記録の例



(b) 記録から推定した地震の大きさ

元号	①元慶	②正応	③永享	④明応	⑤元禄	⑥大正
西暦	878	1923	1433	1495	1703	1923
間隔		415	140	62	208	220
M	7.4	7-7.5	≤ 7	-	7.9-8.2	7.9

(c) 30 年以内の発生確率の変化



史料による長期間の地震活動の情報が、地震発生確率推定に拘束を与えられる可能性を示した

史料等に基づく関東地震の可能性がある地震の組合せから今後30年間の関東地震の発生確率及びその時間変化を計算

6地震全てを考慮した場合
→ 発生間隔は 209 ± 117 年
現時点(地震発生後100年)で既に19 %

災害痕跡GISの表示例

奈良文化財研究所 歴史災害痕跡データベース <https://hde-gis.nabunken.go.jp/>

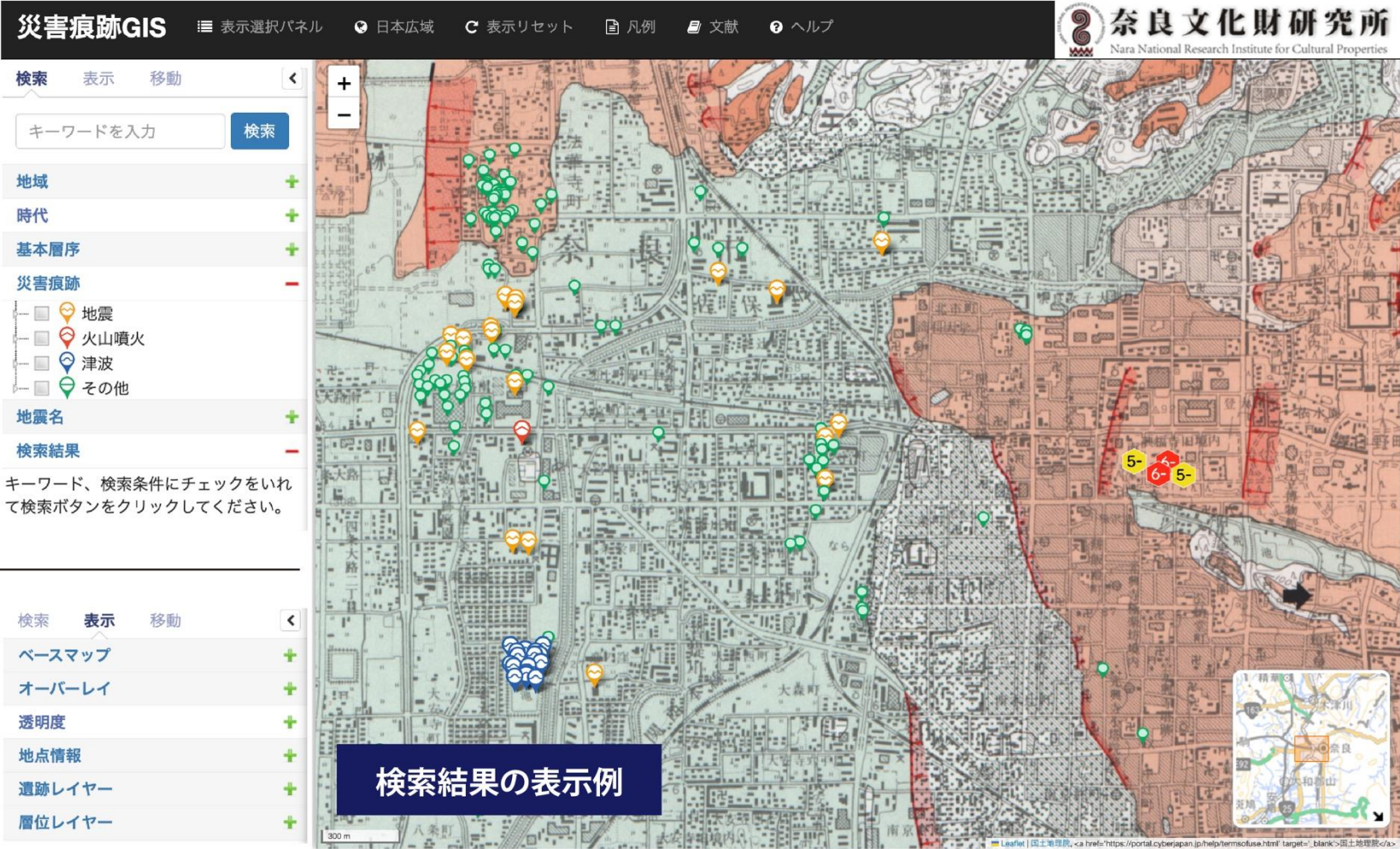


考古資料に基づく
歴史災害のデータを
可視化し、利便性を
高めた

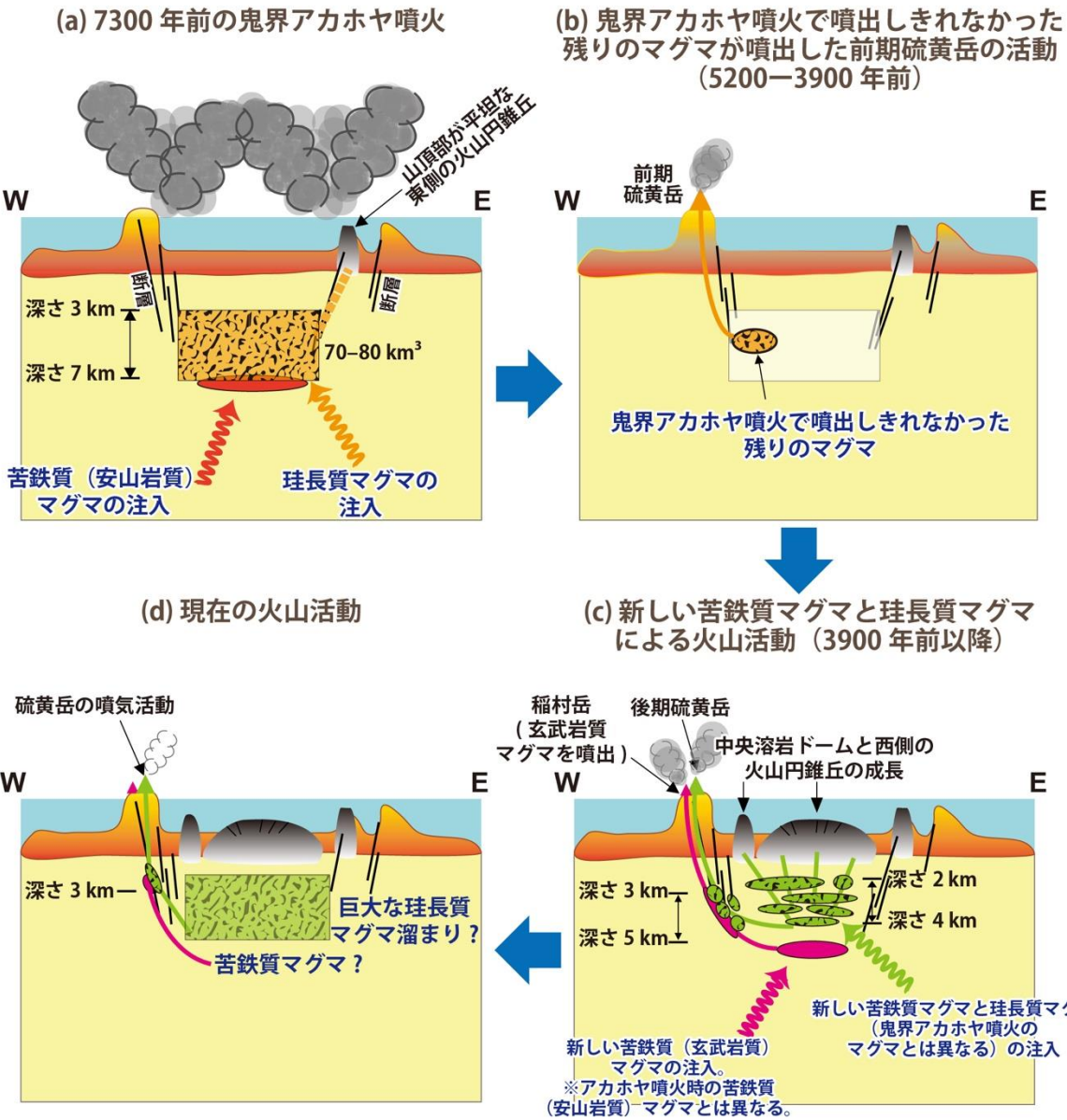
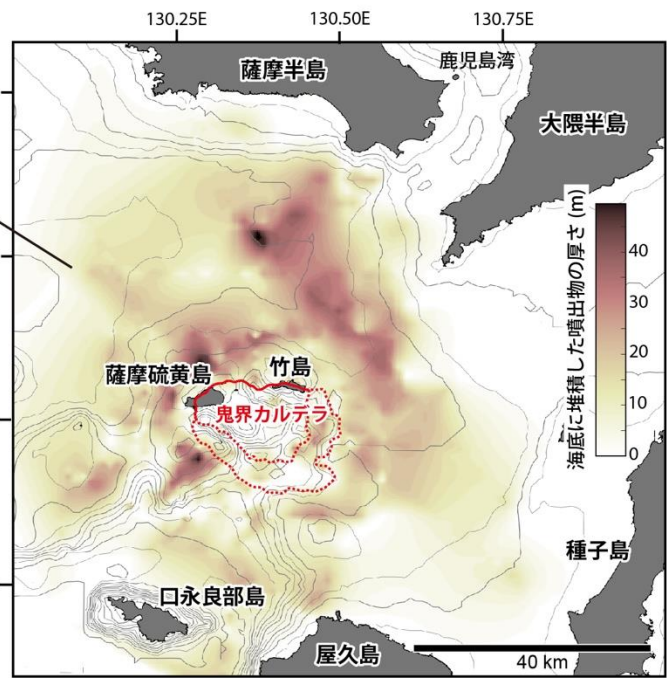
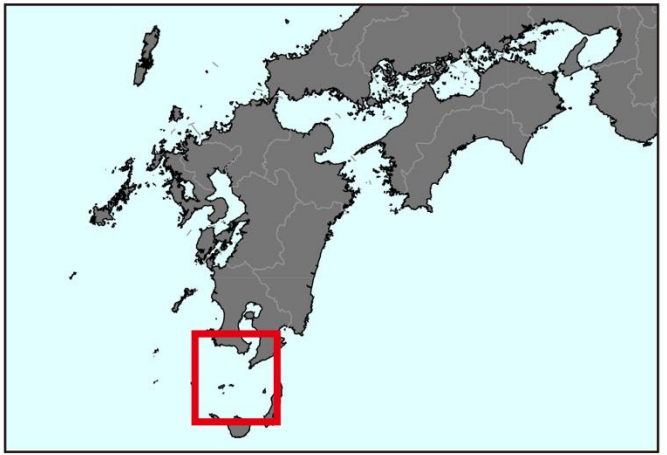
全国の考古発掘調査に伴って
検出される災害痕跡を集成し
データベースとして公開を開始

検索できるキーワードの種類

検索結果の表示方法
(選択可能)



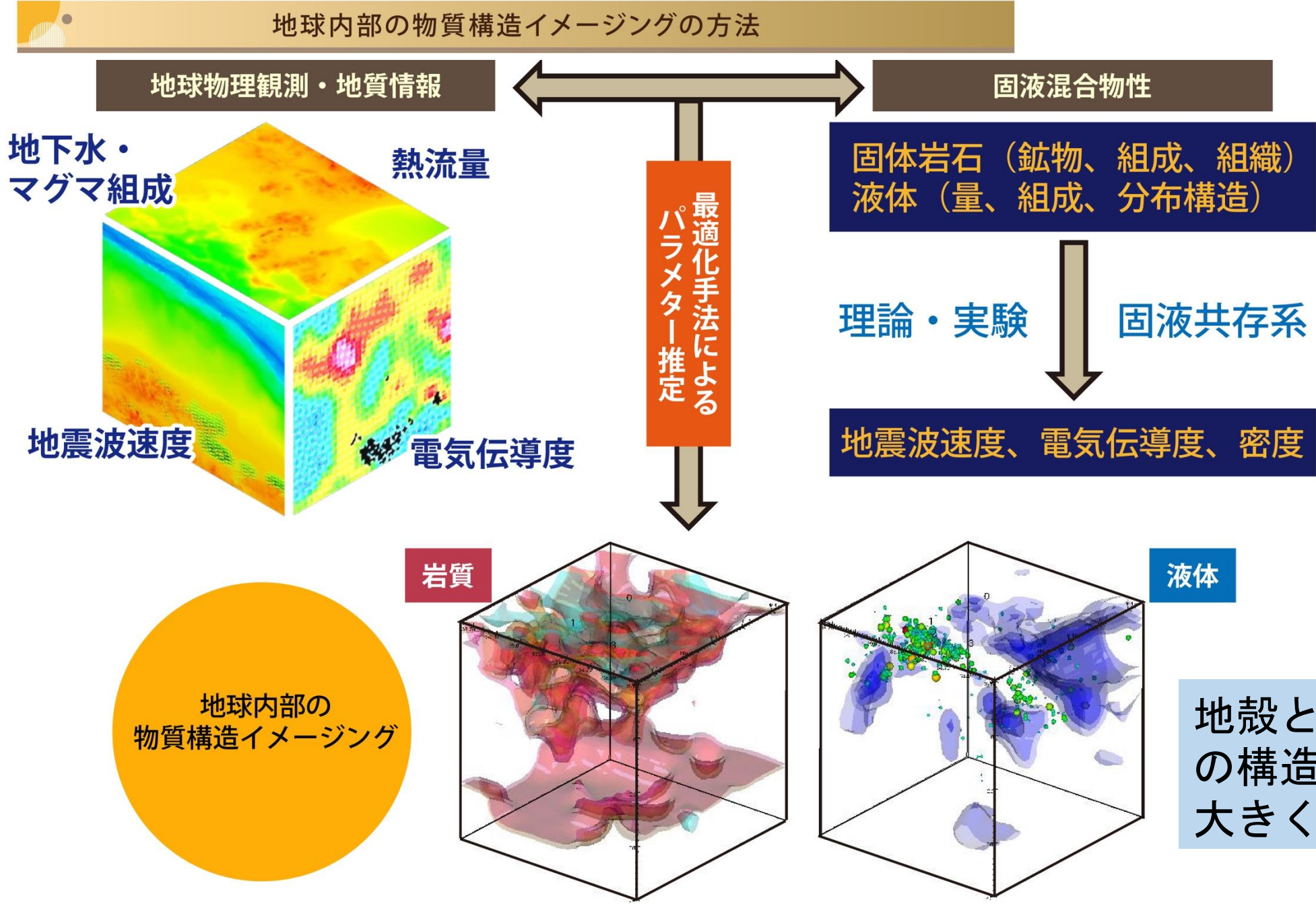
鬼界海底カルデラからの噴出量推定とマグマ供給系進化



カルデラ噴火後のマグマ供給系の変遷過程を解明した

反射法地震探査とコア試料分析により大規模火砕流の噴出量と流動堆積過程を推定

- ・ 2 回の大規模火砕流噴火に相当する堆積物が海底に厚く堆積
- ・ 噴出量は71 km³以上であると推定



地球内部の地震波伝播速度と電気伝導度を統合解析

岩石と液体の種類、量比、分布形状を推定する手法を開発

地殻とマントル最上部の構造イメージングが大きく前進した

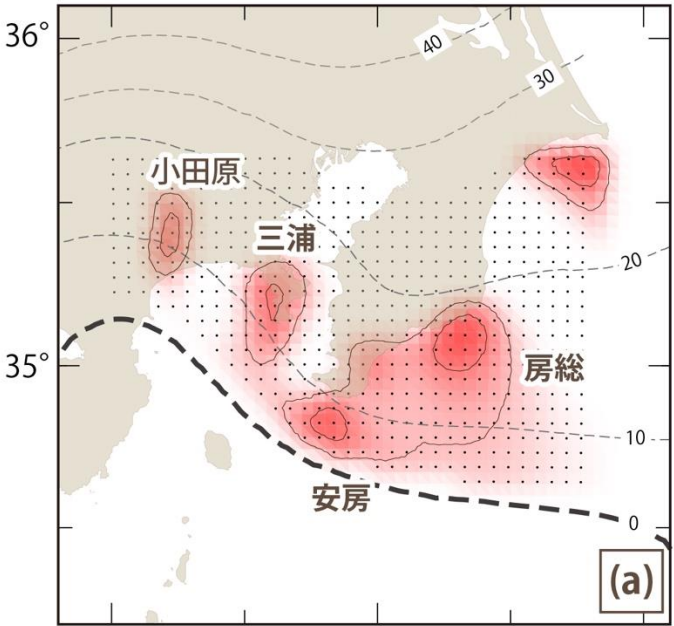
相模トラフ沿いの応力蓄積と2023年現在の地震破壊シナリオ

相模トラフにおいて将来起こりうる大地震の破壊シナリオを提案した

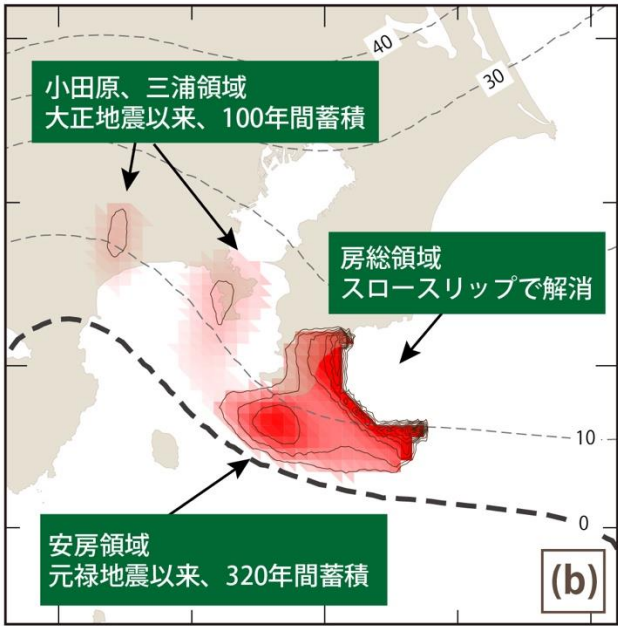
GNSSデータから推定された
応力蓄積速度

過去の大地震を考慮した
2023年時点での応力蓄積分布

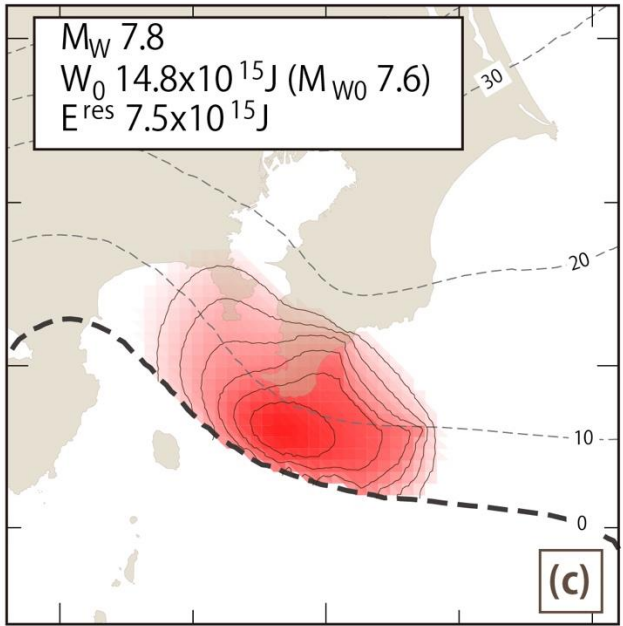
2023年時点で発生しうる
地震のすべり分布



応力蓄積速度 (MPa/year)



応力蓄積量 (MPa)



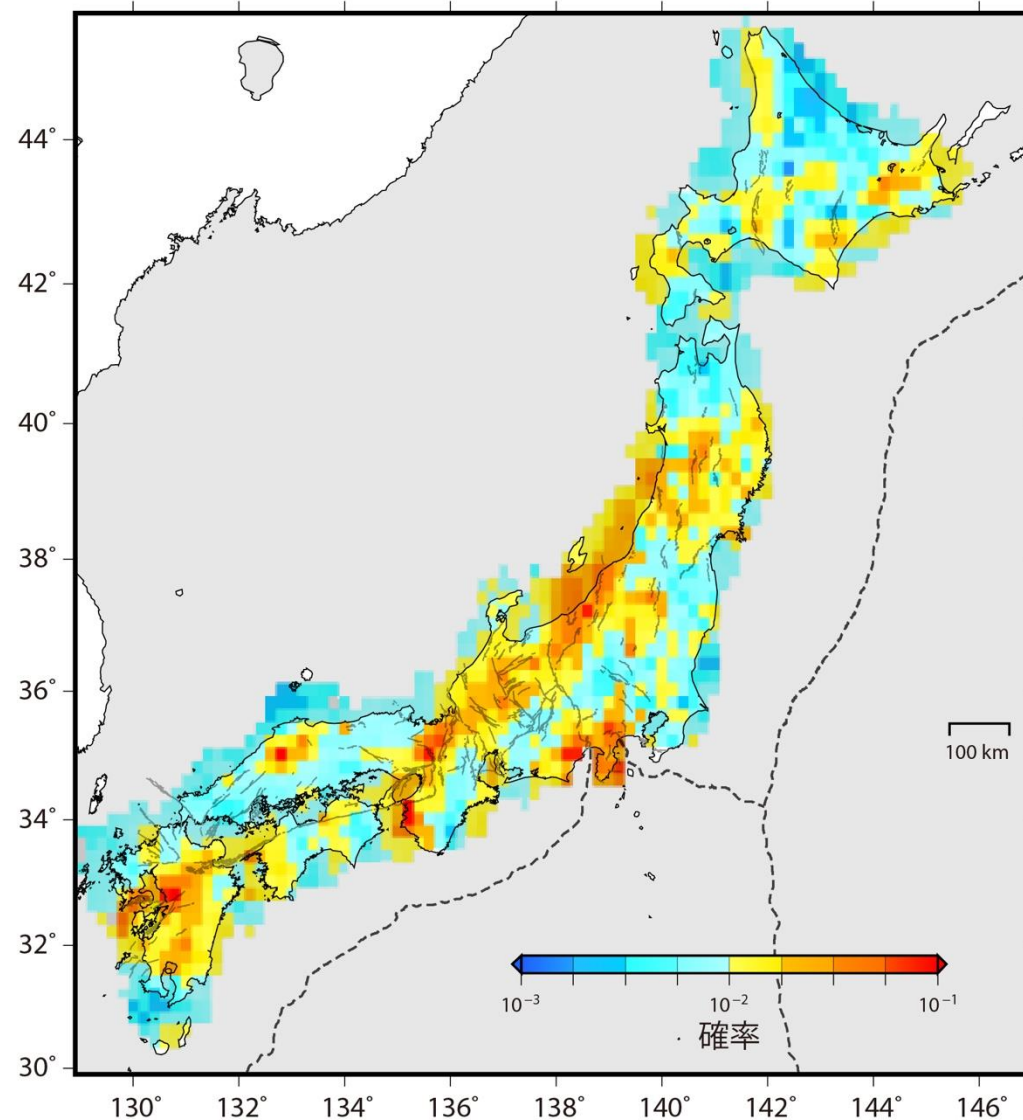
すべり量 (m)

GNSSデータから
応力蓄積速度
(力学的固着分布) を
求め、2023年時点での
状態を推定

元禄地震以来320年
経過している安房
パッチに応力が蓄積

測地データと地震活動度から求めた内陸域での地震発生確率

地殻内地震の新たな地震発生確率モデルとして提案した



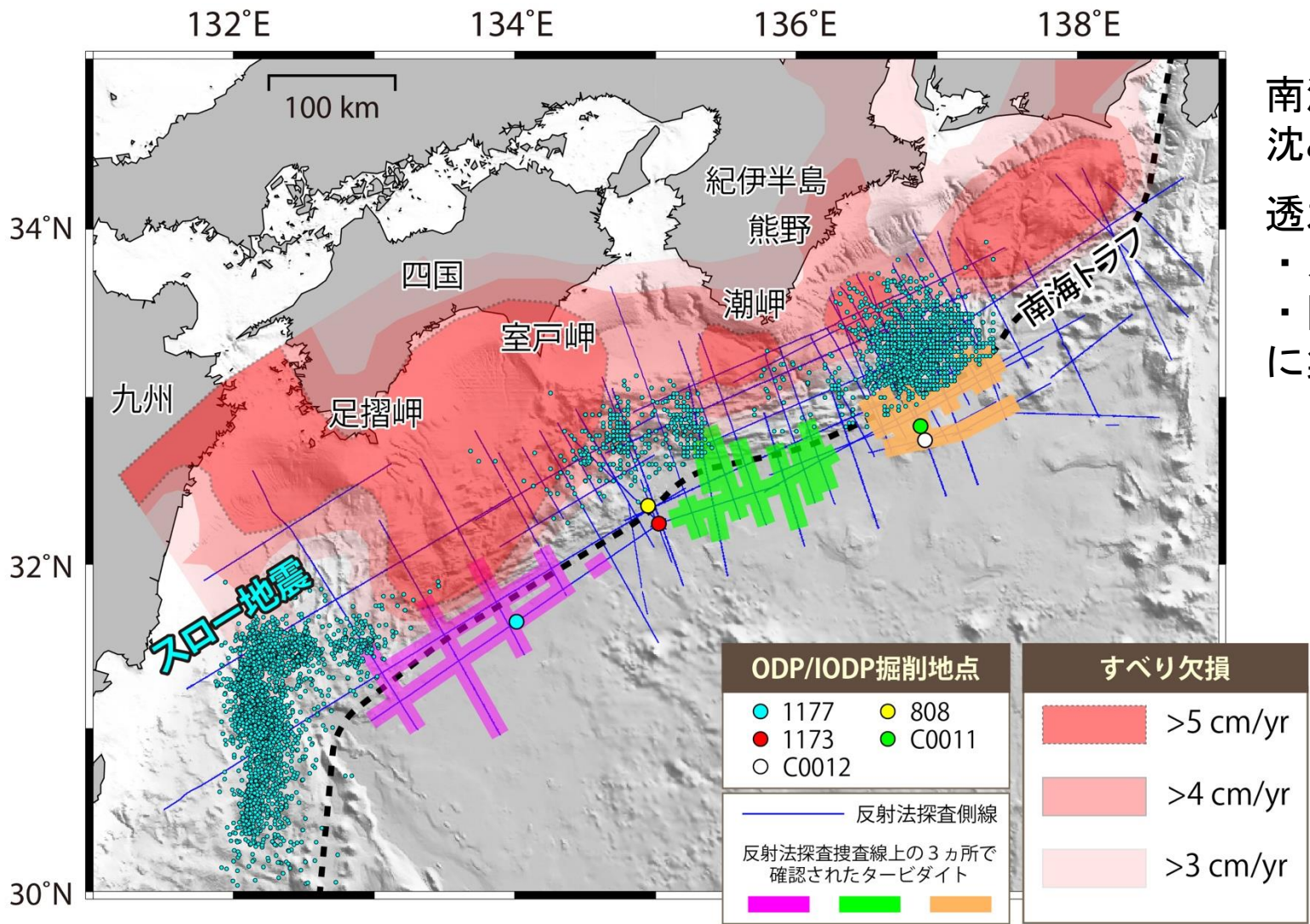
本計画の重点研究の1つ
「地震発生の新たな長期予測」の成果

GNSSデータと背景地震活動データから日本列島の
 $M_{JMA} 6.0$ 以上の地殻内地震の30年発生確率を計算

- ・ 測地データに基づく全国の地震発生確率を可視化
- ・ 「ひずみ集中帯」と呼ばれる地域で高い確率

南海トラフ沿いのスロー地震活動を規定するタービダイト

タービダイトの存在がSSEの活動を抑制している可能性を示唆した

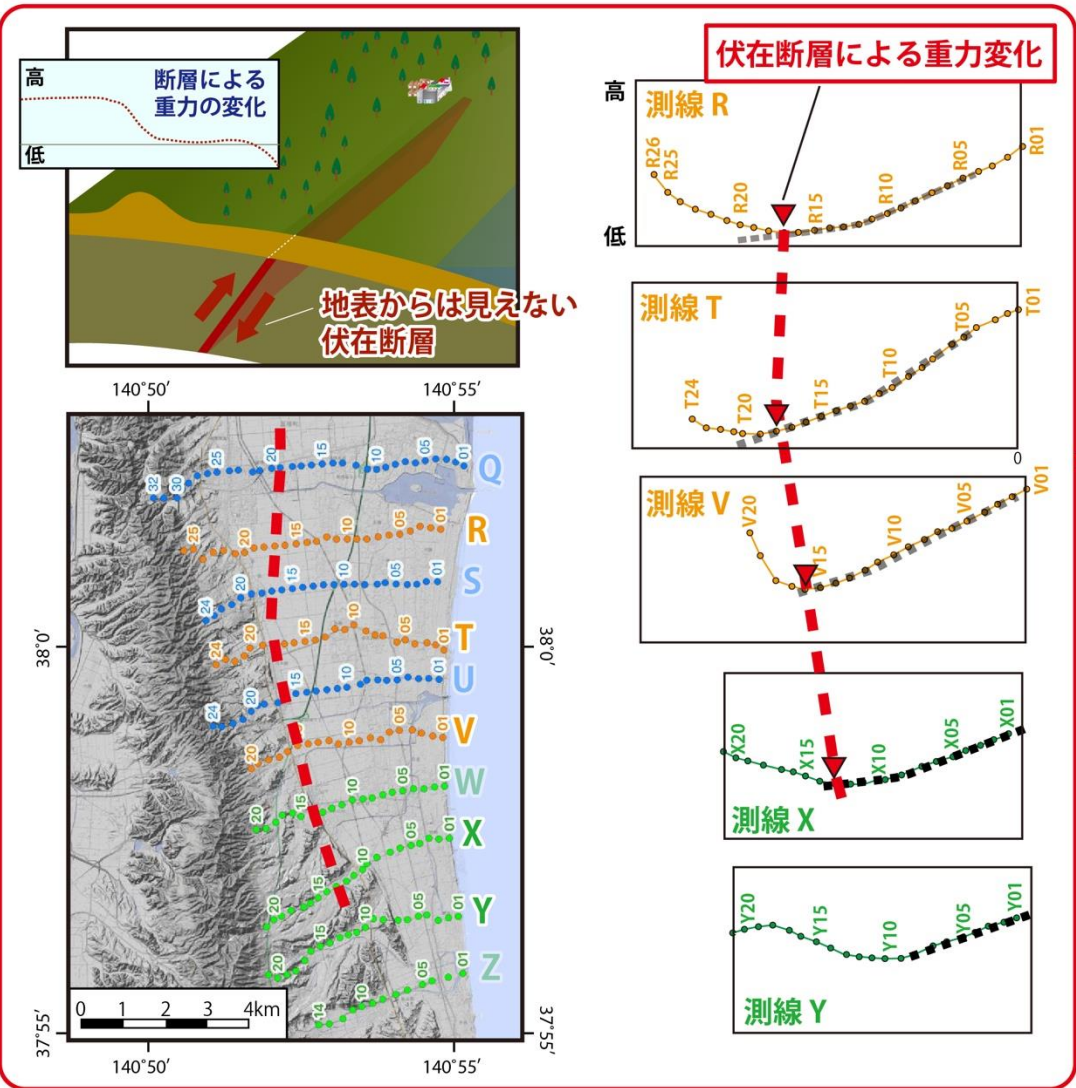


南海トラフに沿って
沈み込む深海堆積物を調査

透水性の高いタービダイト（桃，緑，橙）が

- ・スロー地震活動が少ない地域
- ・固着域（すべり欠損が大きい地域）に集中して分布

重力測定による伏在断層の推定と震度予測



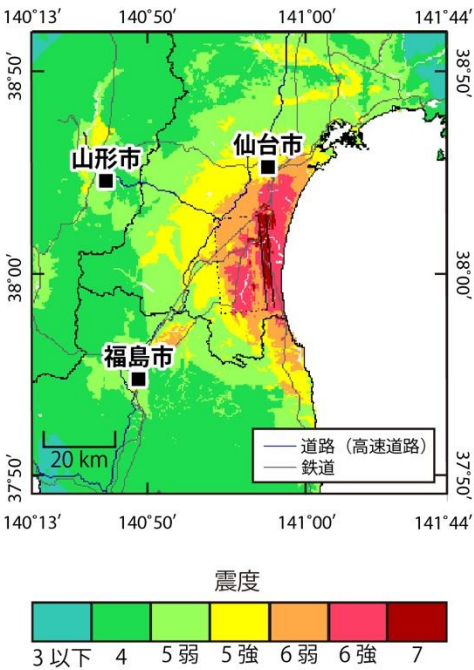
伏在断層の分布を明らかにすることで、地震規模推定や地震動予測を可能にした

反射法地震探査で確認されている伏在断層周辺で重力変化を調査

- ・宮城県南部での断層の連続性、南端を確認

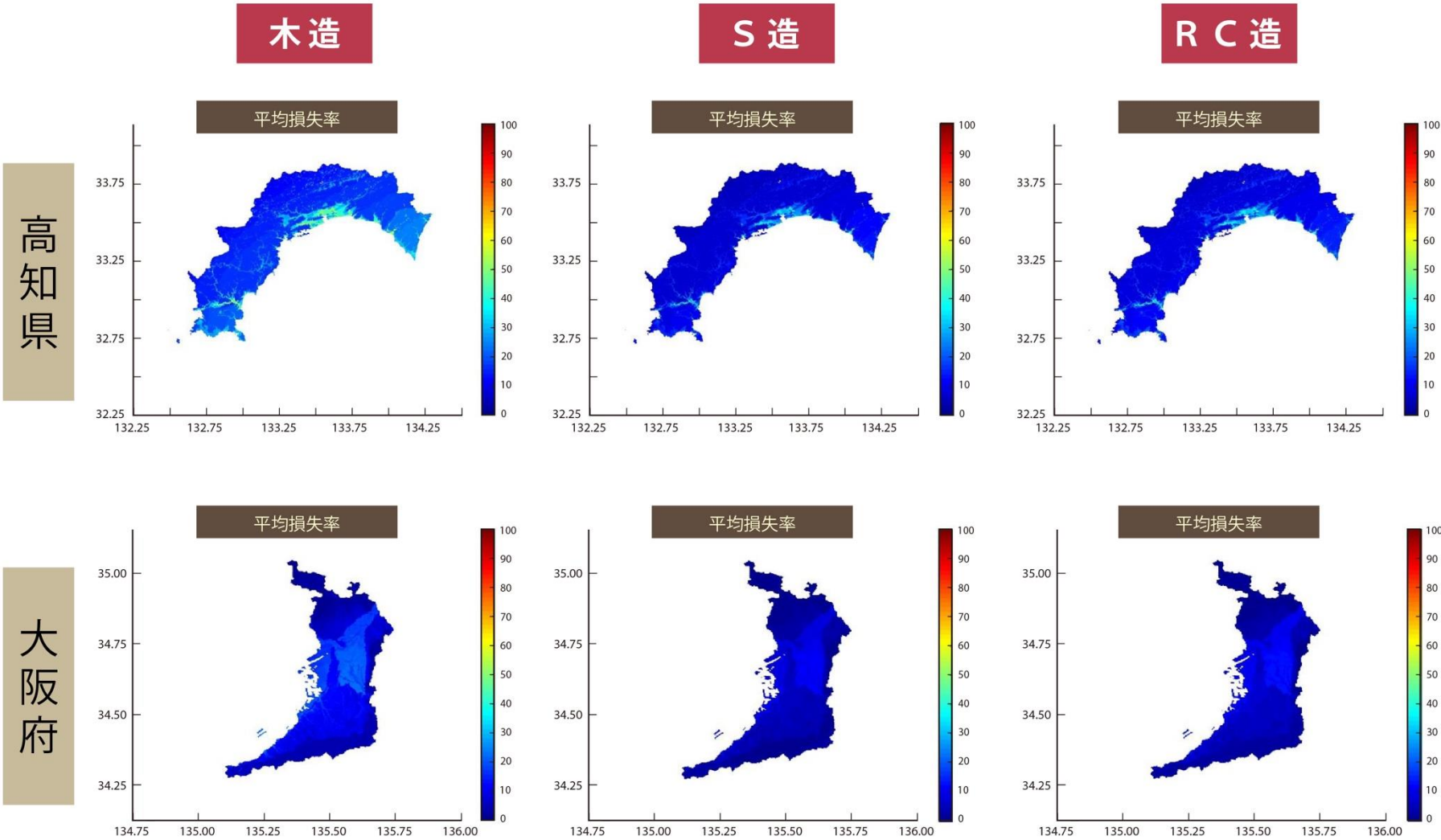
この断層活動を想定した震度を予測

- ・震度7になる地域があることを把握



建物被害による平均損失率（構造種別ごと）

建物の構造の違いによる建物損失率の定量的な推定から，差異の比較が可能となった



南海トラフ沿いの巨大地震を想定して高知県・大阪府の構造種別ごとの建物損失率を算出

高知県
木造：最大 60 %
RC造・S造：最大 30 %

大阪府
木造：最大 35 %
RC造・S造：最大 25 %

日本における学校・地域での防災教育実践の特徴に基づく
「防災基礎力を向上させるための教育実践」のあり方

防災基礎力を向上させるための教育実践のあり方を提案した

防災基礎力を構成する8つの能力別に見た
防災教育実践の現状

- 知る
- 備える
- 行動する
- 1.地震・津波・火山を科学的に理解する

2.気象災害を過去の被害を踏まえて理解する

3.災害時に発生する課題を知る

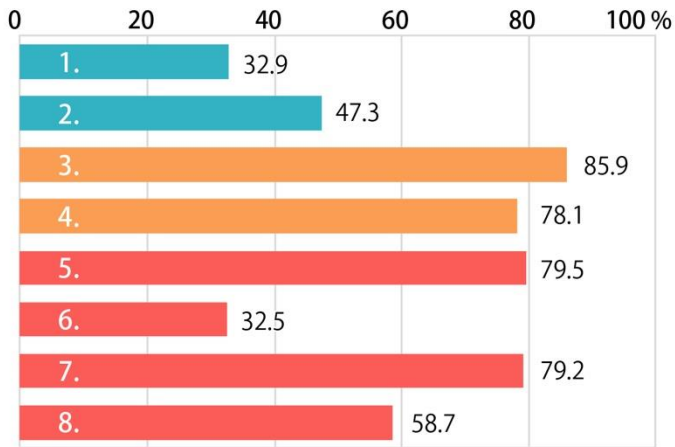
4.災害教訓を知って対策に生かす

5.災害時の身の安全を確保する方法を知る

6.平時に被害を出さない対策を知る

7.被害を小さくする共助・公助のあり方を知る

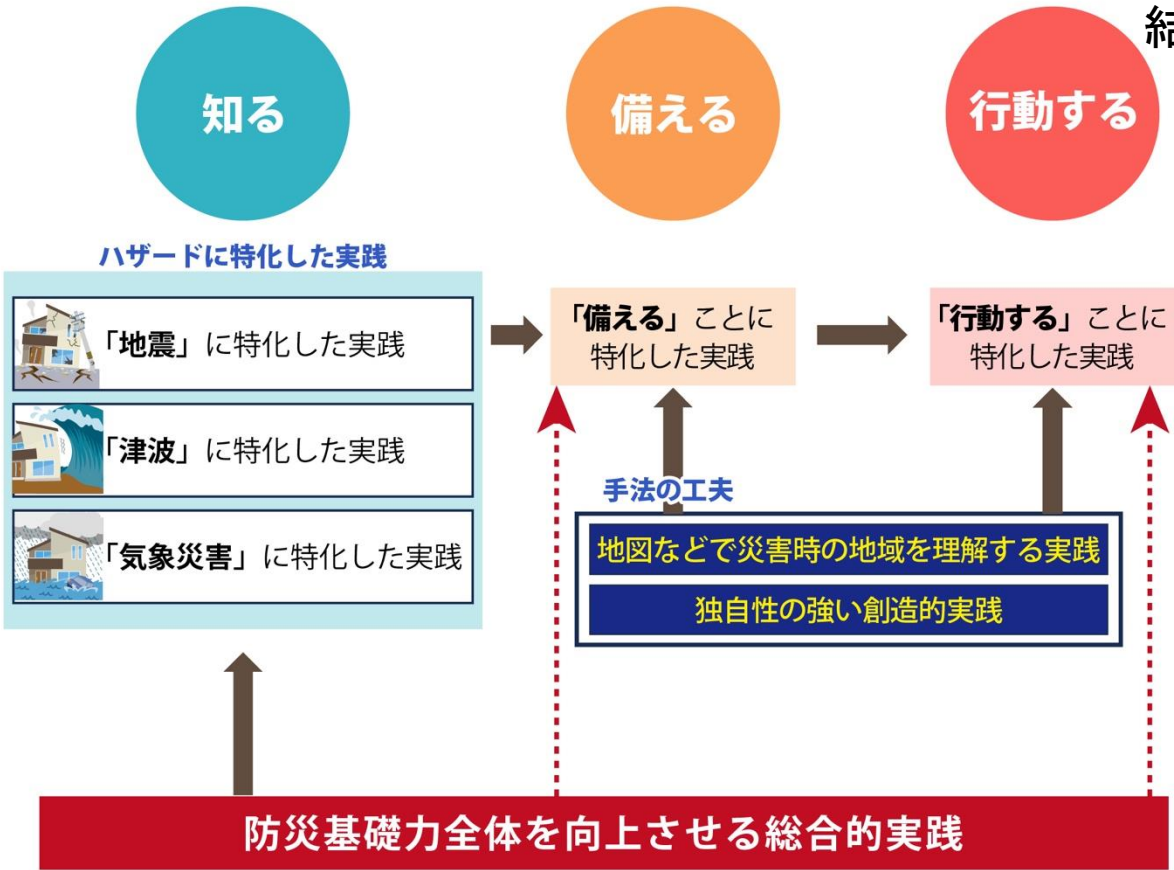
8.地図などを用いて地域で起こる災害を知る



N=283

※1つの実践が複数項目に該当する場合もある

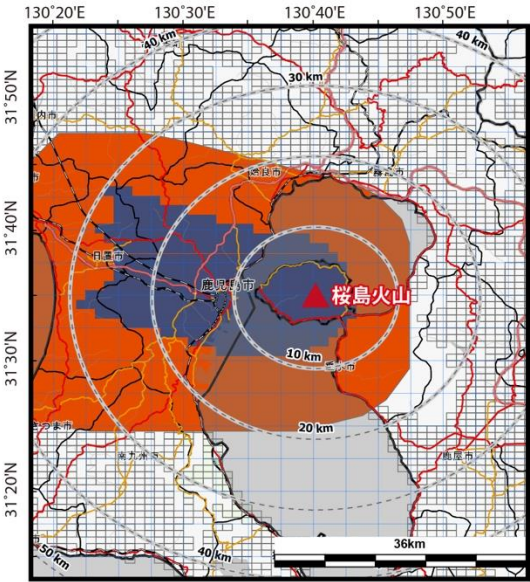
防災基礎力を向上させるための教育実践のあり方



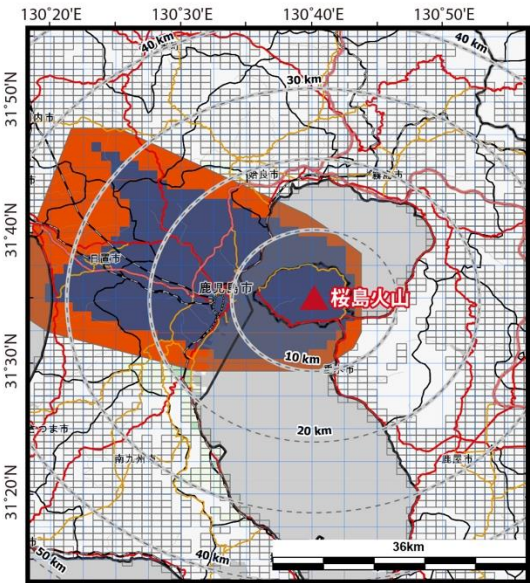
防災の基礎となる8つの能力について、現在学校や地域で実践されている防災教育を調査し、結果を体系化

降灰予測シミュレーションにおける風速場・噴出物量の重要性

風速場 24時間前



風速場 噴火開始時刻



気象データの活用が
広域避難の避難域設定に
重要であることを示した

噴出物量 大正噴火の半分

大規模噴火時の噴出量と風速場を想定し
市街地への降灰危険度予測を実施

2018年7月15日の風速場を事例に桜島
南岳山頂火口での大規模噴火を想定。
噴火時点の風速場, 定量的な噴出物量
を入力することで, 避難すべき地域の
余長域が狭くなる。

噴出物量 大正噴火の2倍

まとめ

「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)」最終年度

- 5年間でこれまでの研究の進展による多くの成果
新たな取組の成果
 - 実践的な防災リテラシー向上のための仕組みづくりや整備
 - 社会の共通理解の醸成と防災リテラシーの向上のための様々なデータ, 手法の活用方策の確立

3つの重点研究

- 地震発生 of 新たな長期予測
測地データによる地殻ひずみ場や背景地震活動度を用いた内陸の地震発生確率モデルを新たに提案
全国の地震活動に関する評価の担い手である地震本部との連携を深化
- 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測
陸海の地震・測地観測により, スロー地震検出手法の高度化・新たな現象の把握
数値シミュレーションや構造探査などを通して, 様々な地震の発生様式について理解が大きく前進
- 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測
多項目観測データに基づく火山活発化指数による火山活動度評価
- 物質科学的データの解析・分析結果も取り入れた火山活動推移のモデル化
- 噴火事象系統樹の分岐判断指標の作成, 分岐基準判断事象の理解を深化

まとめ(続き1)

- 人文学・社会科学 研究との連携強化・分野間の融合研究
 - 現象解明の研究
史料・考古・地質データの整理・分析により, 過去の事象を裏付ける情報が充実, 確度が向上
 - 防災リテラシー向上のための研究
史料からの地震・火山噴火災害の復元, 近年の災害事例に基づく社会的課題の整理, 自治体などとの連携による今後の災害に備えるための情報共有などが進展
 - 5つの総合的研究
それぞれにおいて現象の理解, それに基づく災害誘因予測やリスク評価, 災害軽減を意識した防災対策の提案や実践的取組など, 各分野の英知を持ち寄った研究を遂行
- 本研究計画期間中の顕著な地震活動
 - 2021年2月, 2022年3月福島県沖(M7.3, M7.4)
東北沖地震から10年以上経過した現在でも潜在的な影響がおよぶことを認識
 - 2020年12月からの能登半島の一連の地震活動「令和6年能登半島地震」
多項目観測による地震活動と流体移動の関係, M7.6の地震の詳細な現象の把握, 文化財保護に本計画の研究を役立てる活動も迅速に数項

まとめ(続き2)

- 本研究計画期間中の顕著な火山活動
 - 2021年8月の小笠原諸島の海底火山, 福徳岡ノ場で発生したVEI4級の大噴火, 2022年1月のトンガの海底火山噴火(VEI5越え)
海域など遠隔地の噴火活動における衛星モニタリングの重要性が示された
 - 2021年10月阿蘇山中岳第一火口の小規模噴火
多項目観測による噴火前後の火山活動の詳細を把握
 - 2020年6月桜島の噴火
(33年ぶりに居住地近傍に火山岩塊の落下を確認, 2022年7月には噴火警戒レベル5)
噴火警戒レベルの理解度に関する意識調査を実施し, 噴火警戒レベルについて住民の理解の状況を調査

そのほか

- 基盤観測網の整備・増強
 - 海域観測網の地震データの活用による海域の震源分布の精度向上
 - GEONETのリアルタイム解析システムによる震源断層即時推定手法による高度化と実用化

現計画で明らかになった課題に対応しつつ, 新技術の導入や分野横断で実施する総合的研究を積極的に取り組むことで, 災害の軽減に貢献する成果が多く得られることを期待