

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

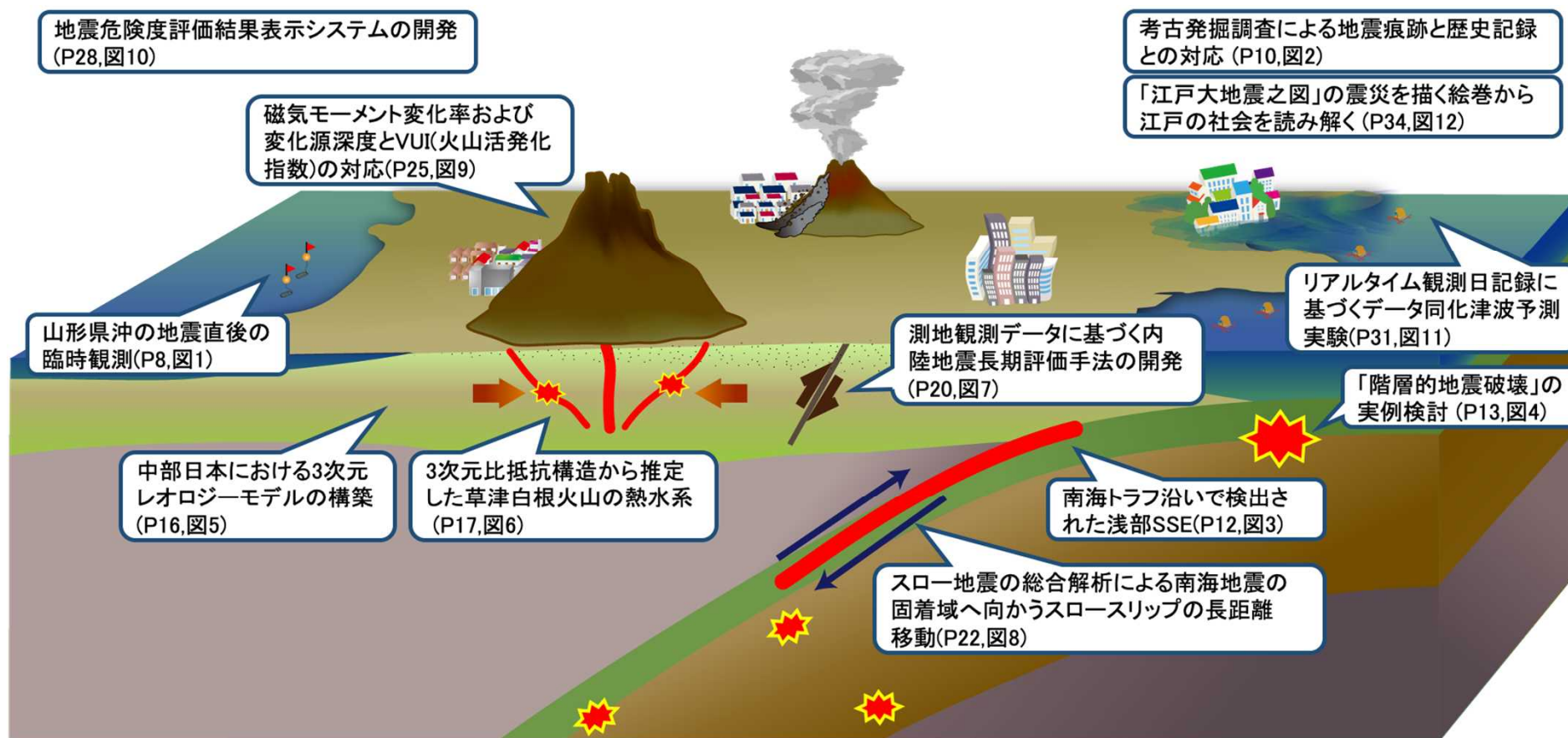
研究成果への理解醸成と人材育成

- 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

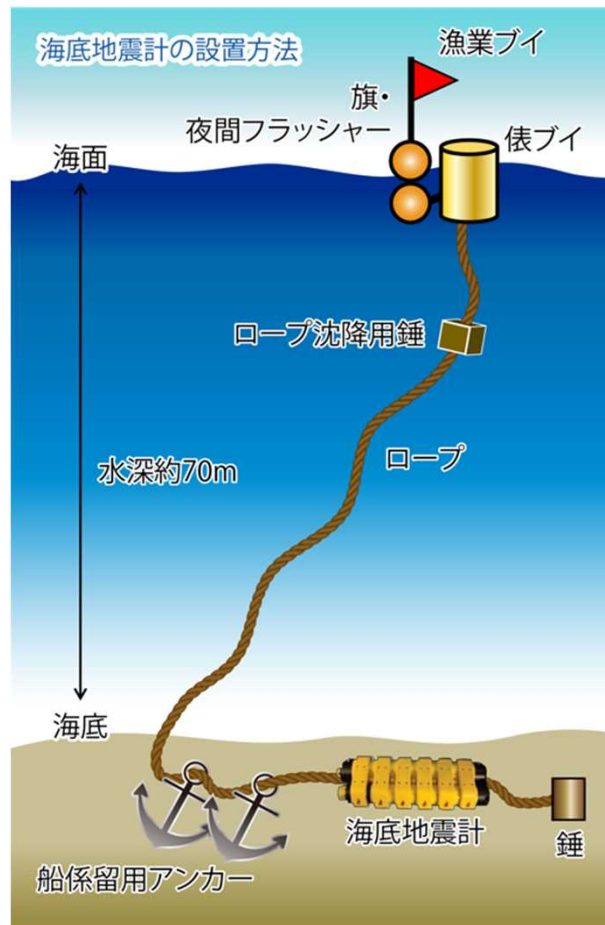
※ 計画の実施機関

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

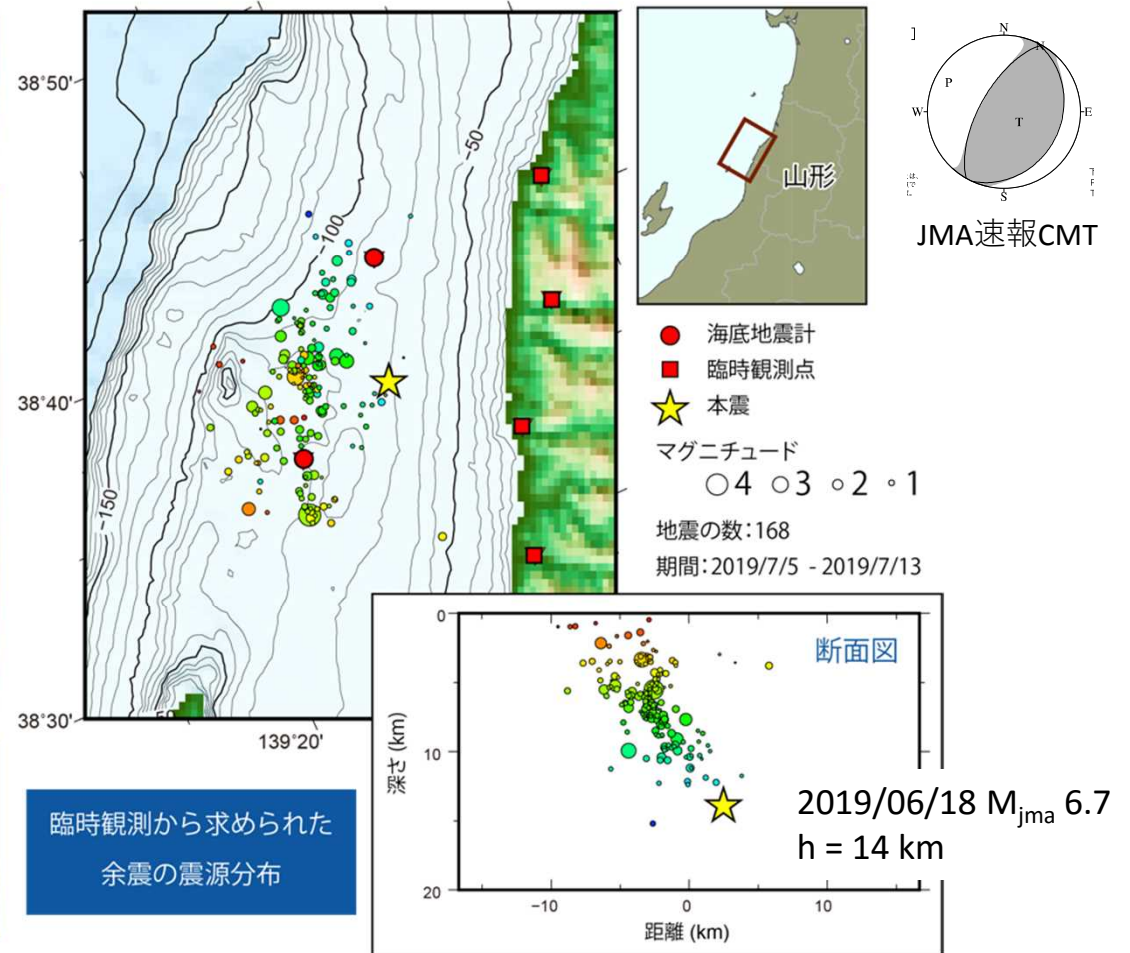
2019（令和元）年度の主な成果



山形県沖の地震直後の臨時観測



浅海域用観測システム



海陸観測点のデータを併合処理

発震機構解と整合する面状の余震分布

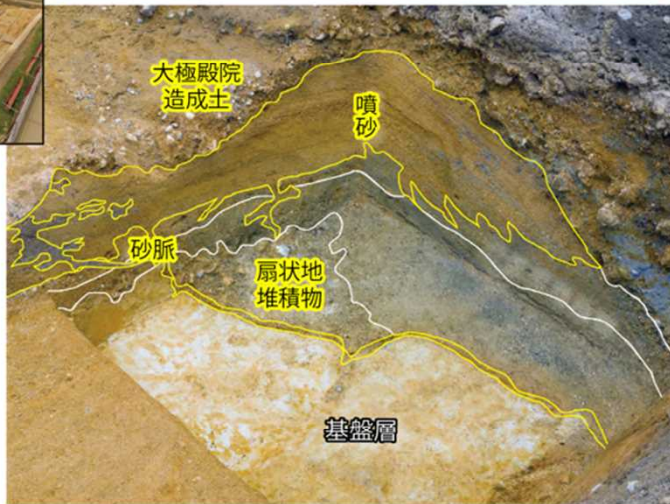
構造探査で多く見つかる海底下断層と異なる傾斜方向

日本海東縁部における断層分布の複雑さ

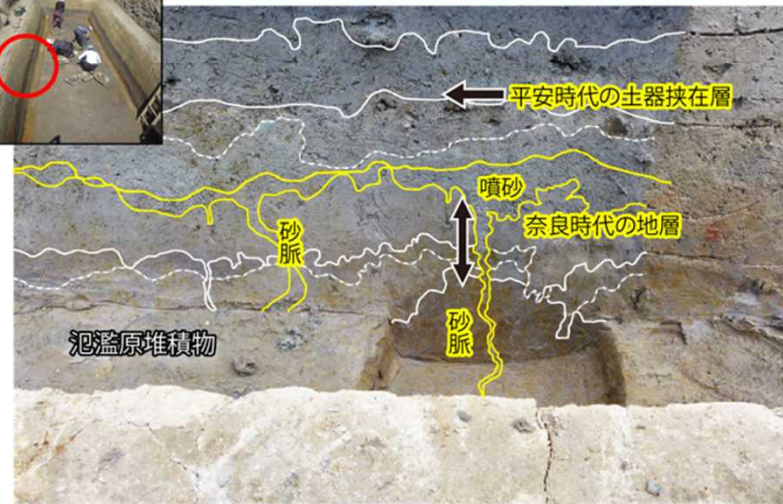
考古発掘調査による地震痕跡と歴史記録との対応



平城第612次発掘調査
(平城宮跡大極殿院地区)



平城第613次発掘調査
(法華寺阿弥陀朝堂院南西部)



平城京・京跡や藤原宮・京跡の
発掘調査から砂脈や噴砂の痕跡を発見



近畿地方の歴史記録から
どの地震か候補を特定

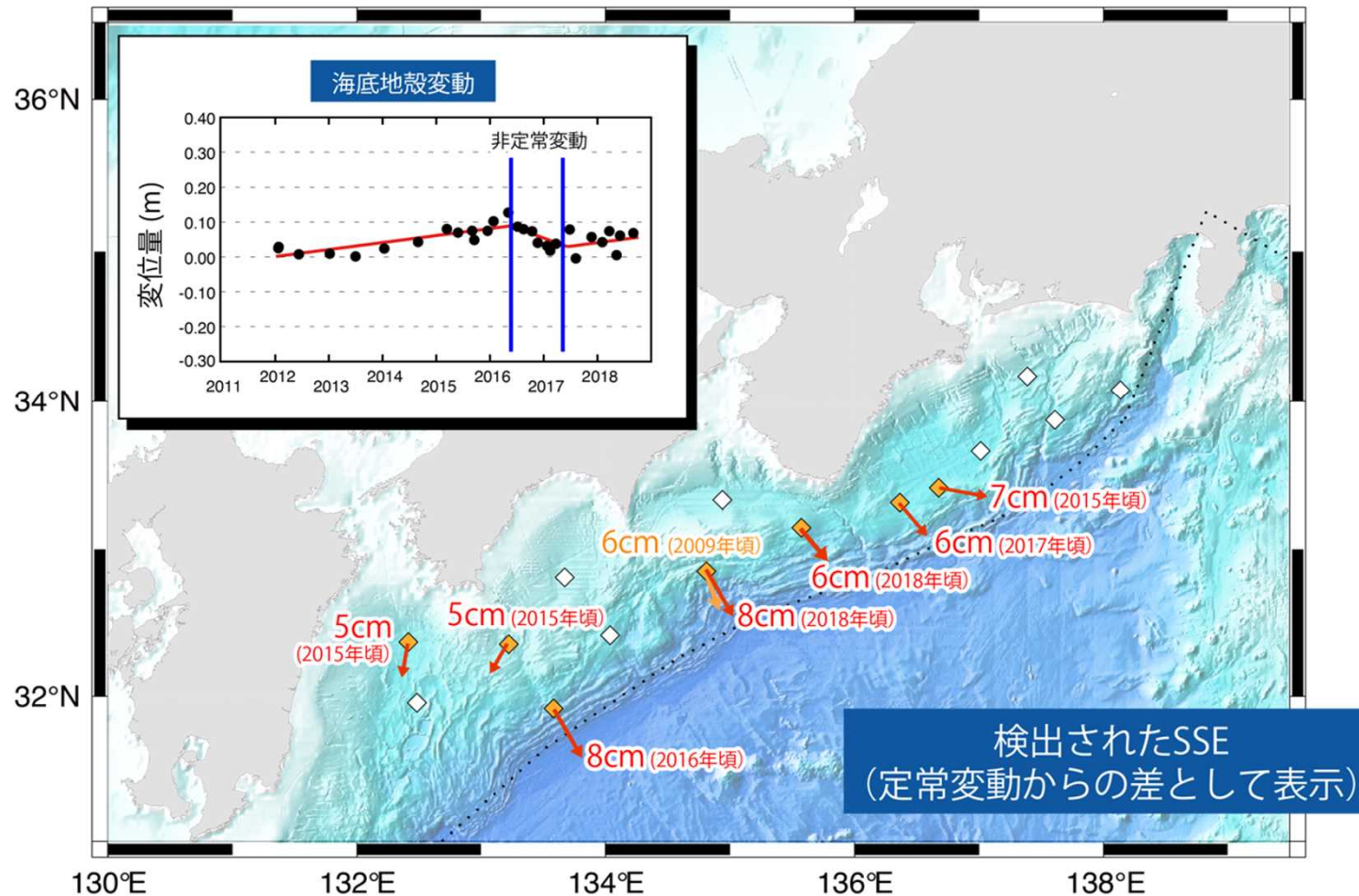
候補1：827年京都地震 (天長4年)

候補2：855年奈良地震 (斉衝2年)

→ データベース作成が着実に進捗

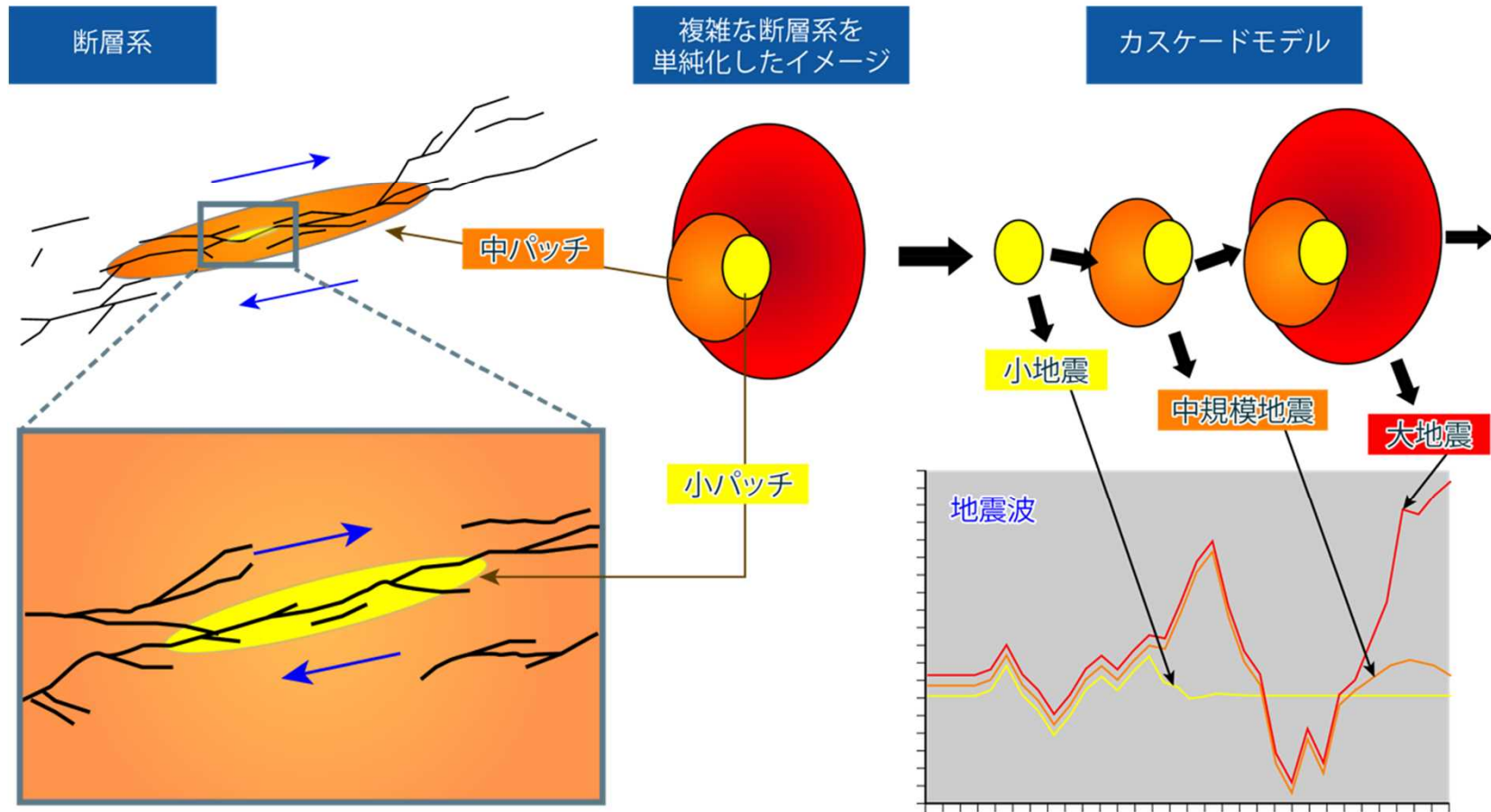
→ 観測データのない時代の地震像に迫れる可能性

南海トラフ沿いで検出された浅部SSE



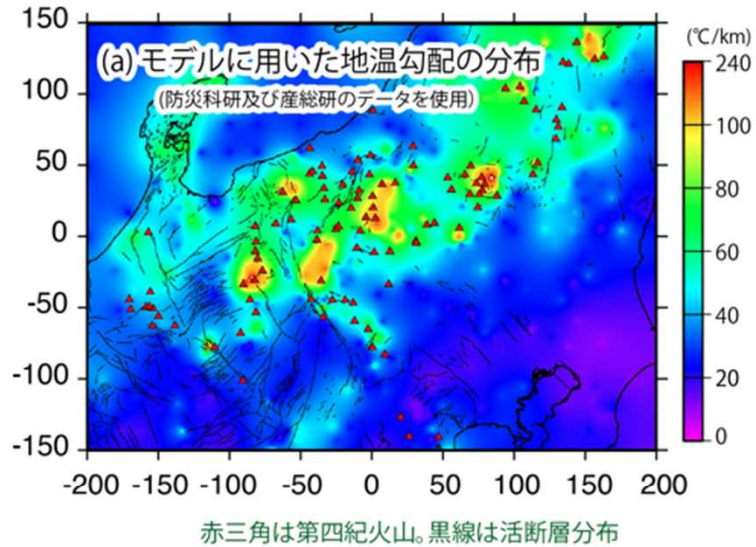
- GNSS-A海底地殻変動観測を高頻度で行うことで非定常地殻変動を検知
- 浅部SSEによるものとして解釈される
 - **巨大地震発生帯の浅部側の固着・すべり状態に関する新たな知見**

「階層的地震破壊」の実例検討



日本海溝～千島海溝のM4.5以上の大地震とM4以下の中小地震の波形を比較
→ 多くの大地震の開始部は中小地震と同じ
→ カスケードモデルを支持

中部日本における3次元レオロジーモデルの構築



地温勾配 (°C/km)

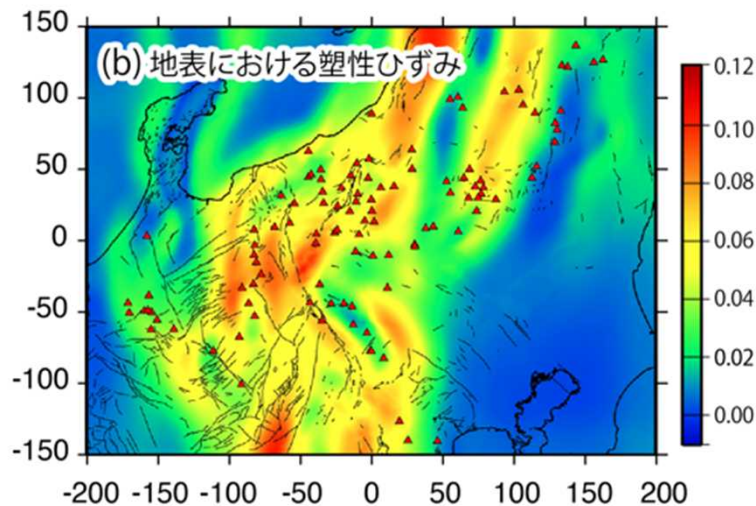
中部日本の地殻レオロジー構造モデルを作成

- ・ 温度構造 (地表面での地温勾配)
- ・ 地殻内の流体分布
- ・ 地質構造

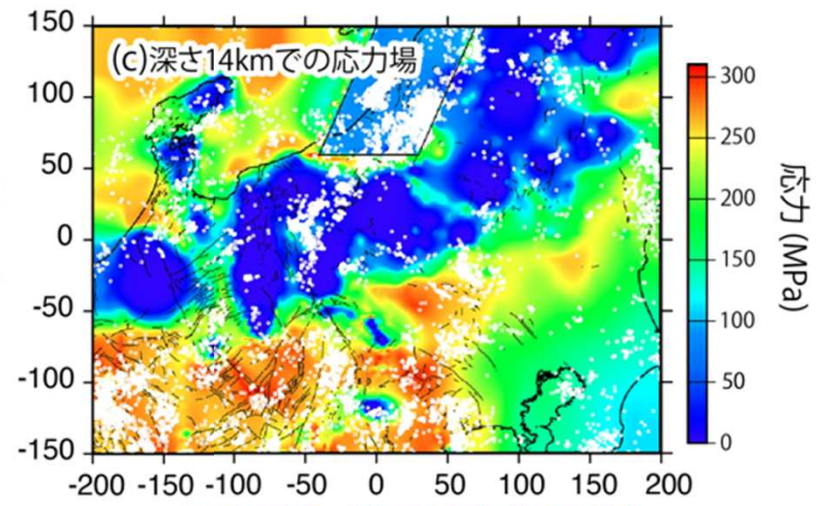
モデルに東西圧縮を印加

- 新潟-飛騨山脈の歪集中帯を再現
- 高応力 (脆性) 域で高地震活動
低応力 (延性) 域で低地震活動

内陸地震発生場の状態をモデル化



塑性ひずみ

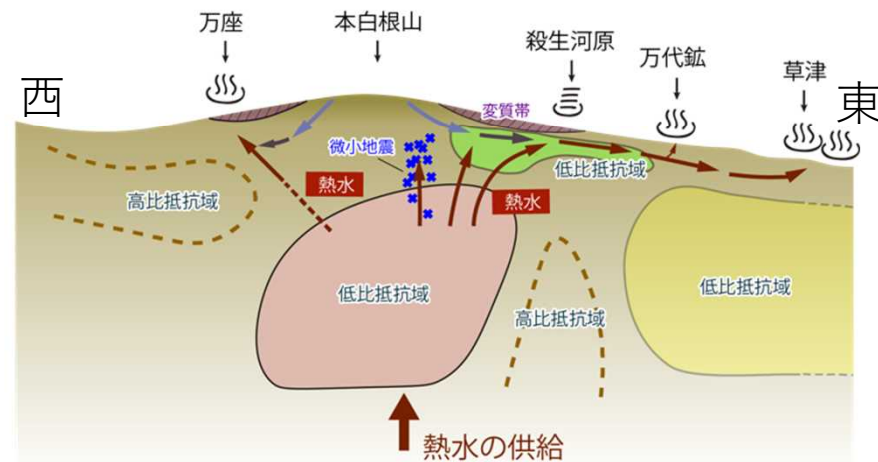
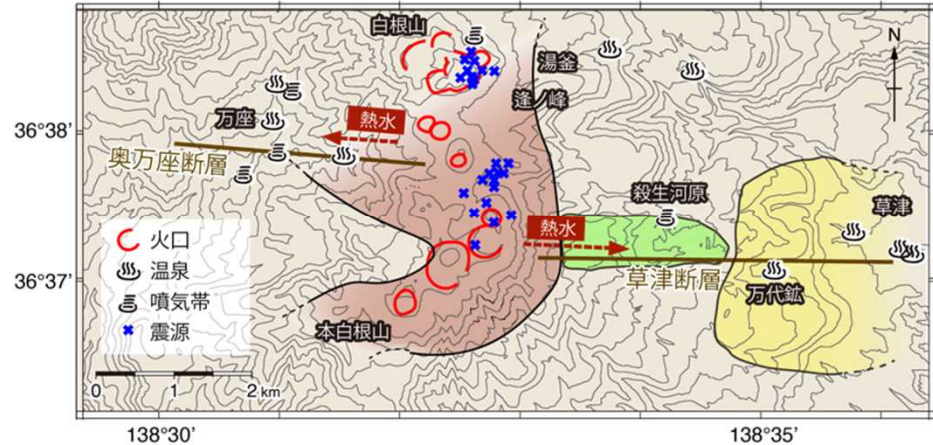
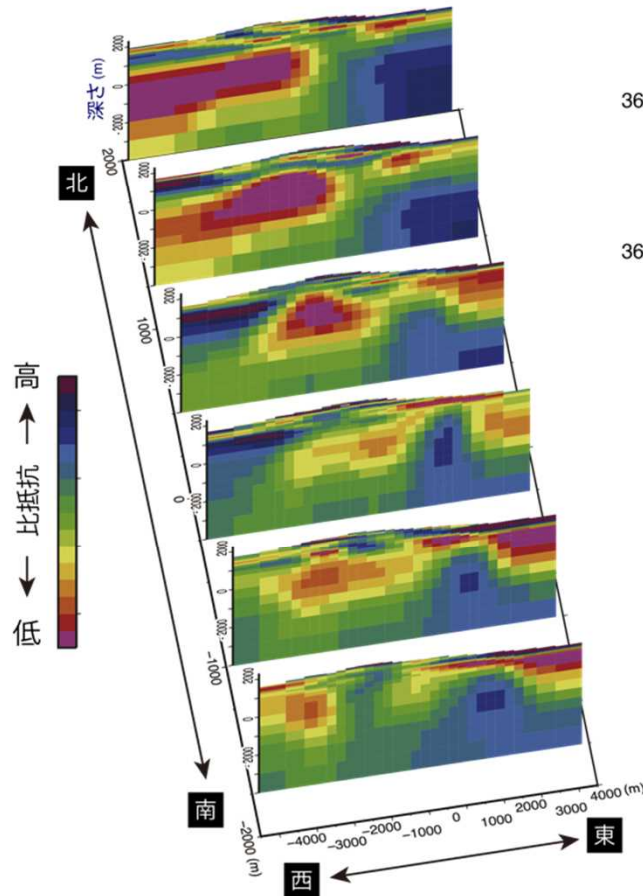


応力 (MPa)

白点は深さ13-15kmの震源(気象庁)を示す。
実線で囲んだ部分に対して低摩擦係数を設定することで、中越地域のひずみ集中過程(b)を再現。

3次元比抵抗構造から推定した草津白根火山の熱水系

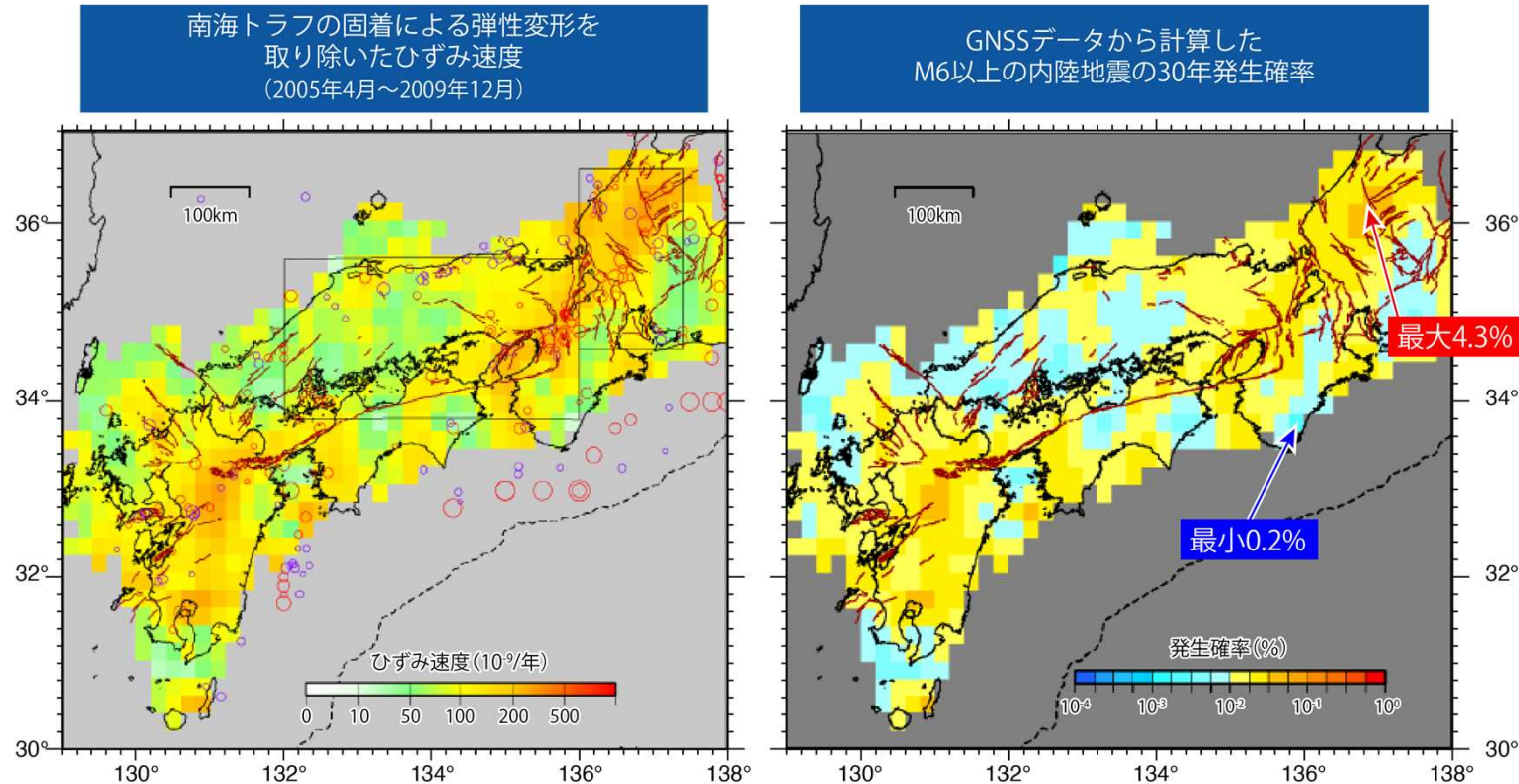
広帯域MT観測で得られた比抵抗構造



2018年1月に噴火した本白根山周辺にも広帯域MT探査を広げて実施

- 1~3km深に熱水系と思われる低比抵抗域を確認
- 湯釜火口や山麓の温泉への熱水供給源か

測地観測データに基づく内陸地震長期評価手法の開発



測地学的観測(x) → 弾性ひずみ速度(x) → モーメント速度(x) → **G-R式の $a(x)$ $b(x)$** ← 地震カタログ

測地学的観測 = 弾性成分 + 非弾性成分
 弾性ひずみ速度 = $\frac{\text{弾性成分}}{\text{観測}} \times \text{観測}$
 弾性成分 ← $\frac{\text{モーメント速度}}{\text{歴史地震カタログ}}$

領域平均

ポアソン過程

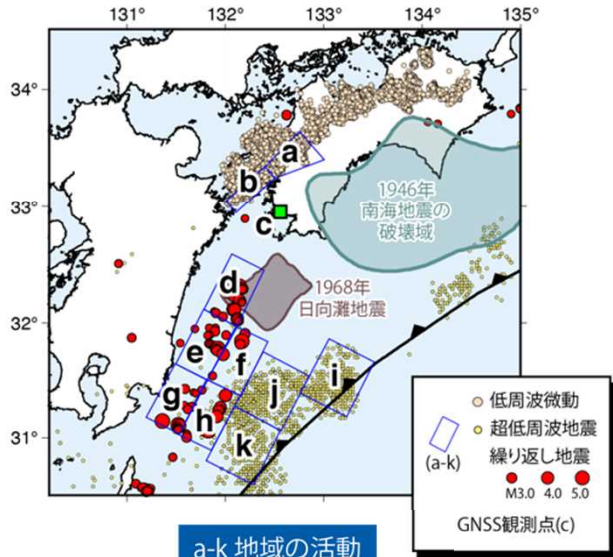
内陸地震の発生確率(x)

位置の関数

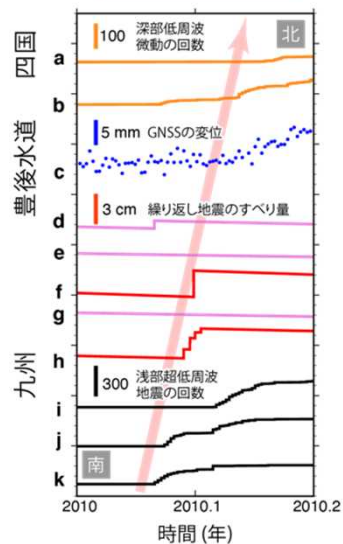
地震の活動履歴に (あまり) 依らない新たな長期予測手法の試行

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

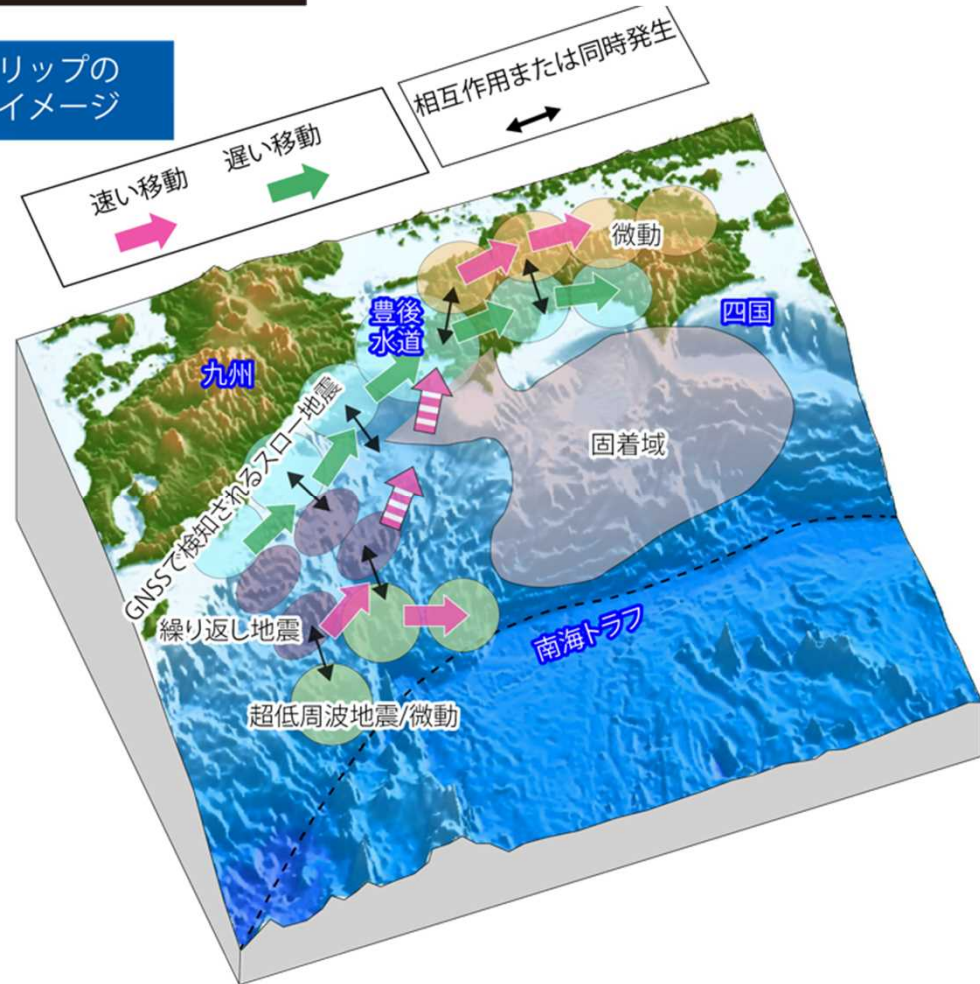
スロー地震の発生場所



a-k 地域の活動



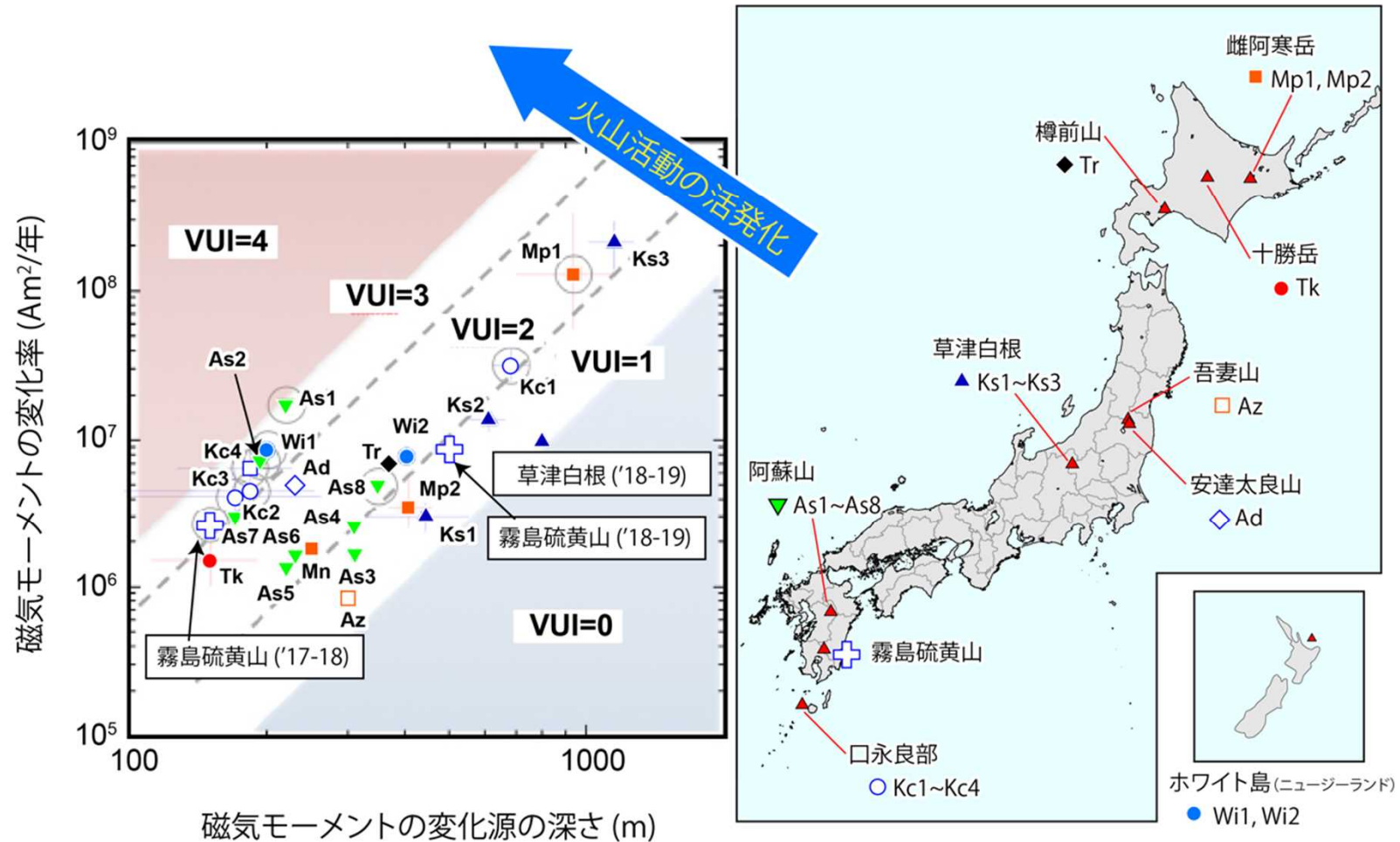
スロースリップの
移動のイメージ



異なる種類のスロー地震が相互作用しながら、固着域の外側（浅部側 + 深部側）で発生域が移動していく

多項目の観測量のモニタリングでゆっくり滑りの全貌を捉える

磁気モーメント変化率および変化源深度と VUI (火山活発化指数) の対応



非噴火時の火山活動の活発化 (アンレスト) を定量的に評価する試み

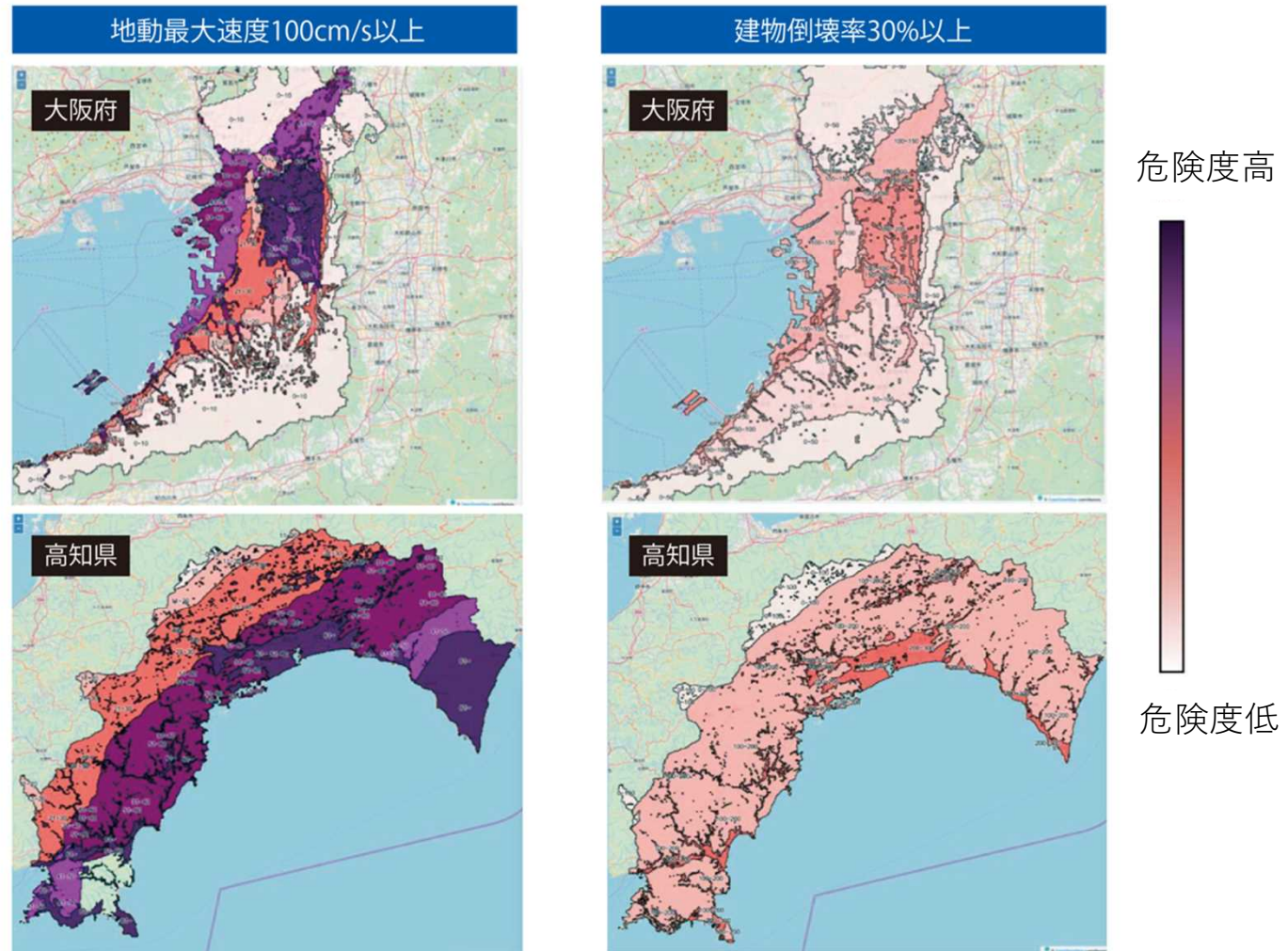
→ **アンレスト事例を蓄積すれば確率評価にもつなげる可能性**

→ 個々の火山について多項目データで評価するためのパーツのひとつ



地震危険度評価結果表示システムの開発

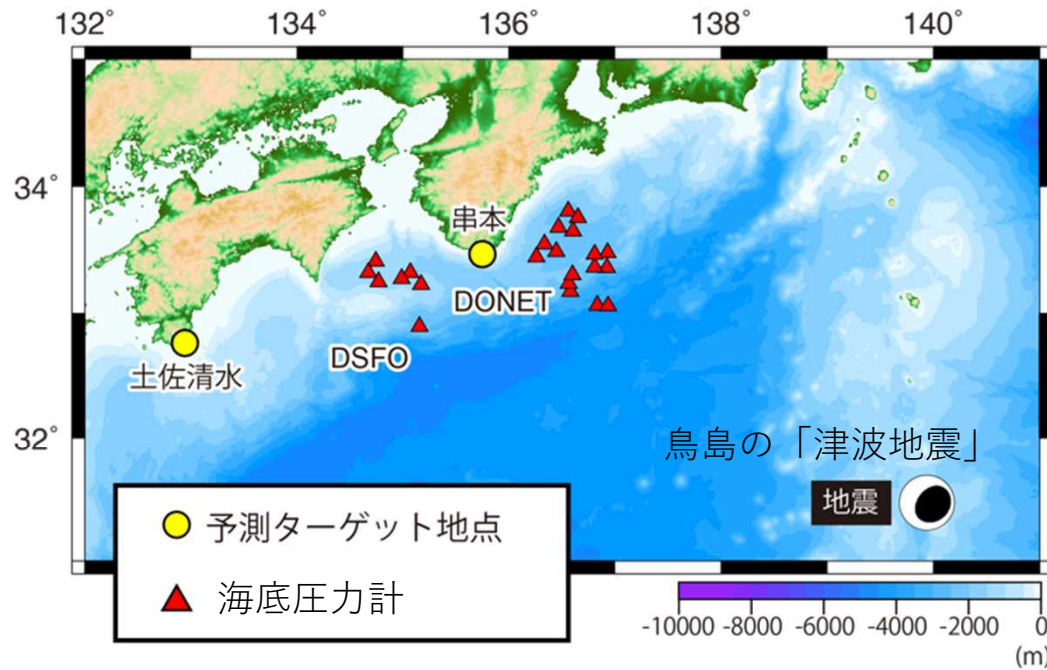
1万通りの試行
数値実験の結果



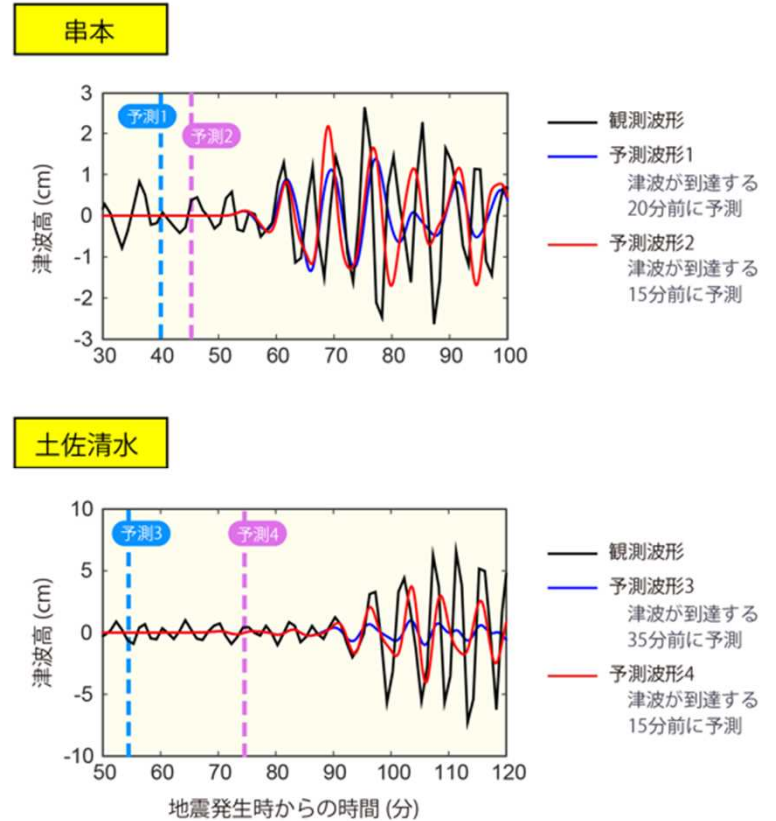
地震シナリオや計算手法の違いによるばらつきも含め危険度を表示するシステムを開発

→ 予測の不確定性も織り込んで防災計画に反映できる可能性

リアルタイム観測実記録に基づくデータ同化津波予測実験



縦点線の時点における津波予測と観測記録との比較



地震動データによる震源情報を使わず海底圧力計のデータからリアルタイムで津波を予測できるかを、過去のイベントで検証

→ 地震観測から予測困難な「津波地震」による津波には特に有効

「江戸大地震之図」の震災を描く絵巻から江戸の社会を読み解く

絵巻：1855年安政江戸地震の様子

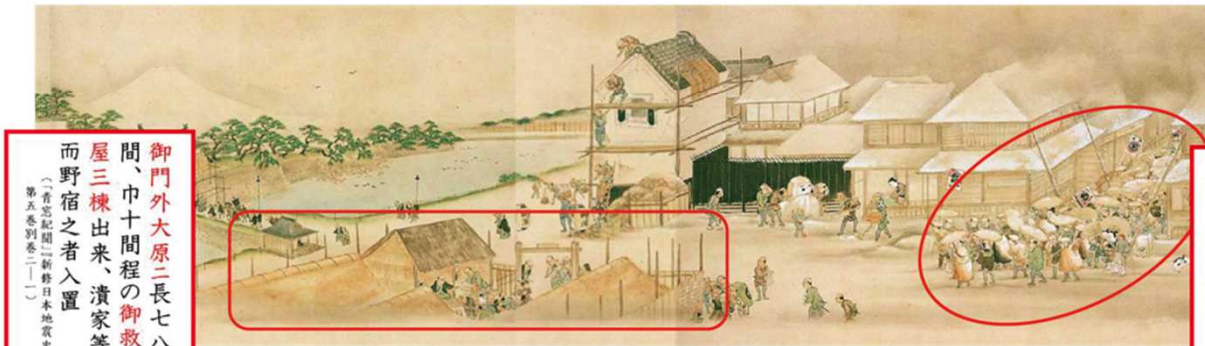
今晚四ツ時頃大地震二付
太守様御初 御総容様、
無御差障御数寄屋原江御
布屋を被為張、右江終夜
被為入候
(東京大学総合図書館蔵
「江戸地震縣宅破損之図」)

薩摩藩主の被災



表長屋一棟潰并外
構練塀所々倒、其
外長屋・土蔵等大破
(東京大学総合図書館蔵
「江戸地震縣宅破損之図」)

長屋の倒壊



御門外大原二長七八十
間、中十間程の御救小
屋三棟出来、潰家等二
而野宿之者入置
(『寛政編年』新修日本地震史料
第五巻別巻二一)

仮屋の建設

此度地震二付、其日稼
之者家内人数二応御救
被下候間、各様御書出
有之候人別之分志軒
別二当人米入物致用意、
(中略)尤成丈当人罷出、
(『江戸町触集成』一五七七四)

米の配給

東大史料編纂所蔵

絵巻に描かれた内容を文献と照合し史料としての信頼度を確認

- 被害や人々の対応、復興過程の実態を見る手がかり
- 温故知新で防災・復興施策の検討にも活用可能な事例

まとめ（要約）

「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）」は、第1次計画の基本方針を踏襲しつつ、関連研究分野間のさらなる連携強化を図ることで、観測研究の成果を活用して災害軽減に役立てる方策の研究を推進するものとなっている。

地震発生と火山噴火の予測に関する **3つの重点課題** は、幅広く展開されている観測研究の成果を **予測情報の高度化** という具体的な目標に集約することを意識して新たに設定された。一方、観測研究の成果を災害軽減に効果的に活用することを目指し、知識や情報の受け手となる人々の地震噴火災害に関する理解（**防災リテラシー**） **向上のための研究** が本格的に始動した。そして、本研究を構成する様々な研究分野の連携を促進するしくみとして、大地震や火山噴火を意識した **5つの総合研究グループ** が設けられた。

地震発生長期予測は、これまで地震発生履歴に強く依存してきた。とりわけ、発生頻度が低く活動履歴に関する情報に乏しい内陸の活断層の活動予測の定量化は重要な課題であった。**内陸地震発生の新たな長期予測**の手段として、測地観測から得られる**ひずみ速度場**をもとに、**特定の地域において大地震が発生する確率**を計算する試みが始められた。**地殻活動のモニタリング**により、南海トラフにおける**スロースリップの長距離移動**が発見されたことで、プレート境界での滑りの時空間変化を検知した新たな事例が蓄積された。これを海溝型地震の予測性能向上にどのようにつなげるかが、今後の重要な課題であろう。地震発生場の地下構造や応力状態と多様な断層滑り現象とその分布を記述するモデルの構築・提案が本計画の課題の中でも進められており、それらを活用することで、地殻活動の現況に基づく地震発生予測に向かうことが期待される。

近年、噴火事象系統樹が多くの火山で作成されるにつれ、想定される噴火事象の種類や発生頻度の事前把握だけでなく、予測にも役立てようとする機運が高まってきた。新たな重点課題「**火山活動推移モデルの構築**」は、最終的には、これまで蓄積されてきた多様な観測データを様々なアプローチで援用しつつ、**事象間の連関や各種観測の関係にも目を向ける**ことで、一連の火山活動の予測に有用な準拠モデルの提案を目指している。各地での継続的な多項目観測はその基盤をなす。今年度はとりわけ、噴出物の含水率・温度・微結晶量等の変遷と噴火様式の対応、火山ガスの継続的サンプリング・化学分析や、二酸化硫黄放出率の自動観測など、**物質科学分野での成果**が多数上がっている。測定技術の開発が進んだことで、これらの一部は地震計等による物理観測と同様、もはや火山のモニタリング項目として不可欠な存在となりつつある。

防災リテラシー向上を目指した研究では、社会における防災リテラシーの実態や、地震火山に関連して発信される情報に対するニーズの把握は重要である。地震火山災害に関する理解や情報活用可能性には個人差が大きいと考えられるが、認知科学などによりこれを理解する研究が始まっており、リテラシー向上に向けた重要な基礎情報が得られると期待される。防災減災でのキーパーソンとなる**実務者や有志市民を対象とした研修プログラムの開発**や**市民ボランティア参加型の研究**も進められている。こうした取組は、社会全体としての防災リテラシー向上に効果が期待できる。

総合研究グループのうち、「**千島海溝沿いの巨大地震**」と「**高リスク小規模噴火**」は、本計画から活動を開始した。前者は、地震発生からの長期予測から地震発生後の津波ハザード即時予測といった複数の時間スケールでの予測手法の研究に加え、長期予測と即時予測がどのように住民の避難行動を変容させるか、という観点での社会科学的な研究が展開されている。今年度、千島海溝近くでのプレート間固着状態を推定するための**海底地殻変動観測が開始**され、データの蓄積によって、ここで発生する巨大地震に関する**長期評価の精度向上**が期待される。後者は、**観光客や登山者の火山災害リスク**を念頭に置いたもので、今年度はまず、5年間の目標設定、課題の洗い出し、とるべきアプローチの検討が行われた。現象解明に軸足を置いた研究方法のみではなく、**社会科学的アプローチの必要性**が認識されている。今後、研究集会を通じて既存課題の成果を集約・活用する方法も探る。