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）（平成31年度～35年度）について

加藤尚之
（東京大学地震研究所　地震・火山噴火予知研究協議会　企画部）

地震火山観測研究計画の経緯

地震予知研究計画
S40−H20（複数次）

地震サイクルの全過程の理解，地殻活動のモニタリング，地震発生の物理モデルに基づく地震発生予測を目指す．

火山噴火予知研究計画
S49−H20（複数次）

火山体構造，先行現象，噴火の物理・化学過程の解明により火山噴火の予測を目指す．

↓ 統合

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
H21−H25

2011年東北地方太平洋沖地震（H23）→

低頻度大規模地震・火山噴火の研究が不十分
地震・火山の現象理解を災害軽減に活用するための研究の重要性

↓

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画
H26−H30

地震・火山噴火の現象解明と予測のための研究に加え，低頻度大規模地震・火山噴火に関する研究を強化し，自然災害に関して工学，人文・社会科学の研究者との連携を強めた．

↓

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）
H31−H35

地震・火山噴火の発生予測とともに，災害誘因の発生・推移の予測も目指し，災害の軽減に貢献することを目標とする考え方をさらに推し進める．理学的研究を引き続き発展させるとともに，工学や人文・社会科学の研究者との連携をより一層強め，災害誘因の予測研究について進展させる．

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）の概要

東北地方太平洋沖地震が与えた影響

東日本大震災を踏まえた
今後の科学技術・学術政策の在り方
について（H25.1建議）

［社会のための，社会の中の科学技術」
→人文・社会科学も含めた
研究体制の構築など
総合的かつ学際的な推進

第１次計画

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画
（H26～30）（H25.11建議）

長期的視点に立ち災害科学の一部として推進

地震・火山現象の解明のための観測研究	地震・火山噴火の予測のための観測研究	地震・火山噴火の災害誘因予測のための観測研究

研究を推進するための体制の整備

前計画への評価「方向性の継続とさらなる発展」

外部評価報告書（H29.7）

評価された事項
- 世界の地震学・火山学をリードする研究成果を生み出している
- 災害科学としての一歩を踏み出した

指摘された事項
- 災害の軽減に貢献するための研究の一層の推進
- 理学，工学，人文・社会科学の研究者間のより一層の連携強化
- 研究目標と目標に対する達成度の明確化
- 社会や他分野の研究者のニーズ把握とそれに合致した研究の推進
- 火山の観測研究を安定して実施する体制の整備

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）H31-35

地震・火山噴火及びこれらによって引き起こされる災害の科学的解明等を通じて災害軽減に貢献

体制と目標

- 地震学・火山学を中核として，理学，工学，人文・社会科学の防災関連研究者が連携
- 地震・火山現象を解明し，予測の高度化を推進するとともに，その成果を活用して地震や火山噴火による災害の軽減につながる研究を推進
- 将来の社会実装を目指し達成目標を明示して進める「**重点的な研究**」，地震学・火山学・災害科学的な重要性に鑑み分野横断で取り組む「**総合的な研究**」

①地震・火山現象の解明のための研究

地震や火山噴火の過去の発生事例，物理・化学過程等の研究を進め，地震・火山現象の根本的理解を深化。
史料，考古・地質データに基づき低頻度大規模の地震・火山現象の特徴・多様性を把握。
- 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

地震や火山現象の科学的理解を踏まえ，地震発生や火山噴火の長期から短期にわたる予測のための研究を推進。
観測とシミュレーションによるプレート境界地震の予測手法を開発。
噴火事象系統樹に物理・化学過程の理解を導入した火山噴火予測手法を開発。
- 地震発生の新たな長期予測
- 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測
- 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
- 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

重点的な研究
（下線の項目）

③地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

災害誘因の事前予測手法及び大地震による災害リスク評価手法の高度化。
地震動，津波，火山噴出物の即時的予測手法の高度化。
災害誘因情報の受け取り側に配慮した効果的な発信方法に関する研究の推進。
- 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

分野横断　　研究成果

社会的要請の高い
地震・火山噴火による
災害リスクに対する
研究の実施・成果の発信

総合的な研究
- 南海トラフ沿いの巨大地震
- 首都直下地震
- 千島海溝沿いの巨大地震
- 桜島大規模火山噴火
- 高リスク小規模火山噴火

分野横断

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

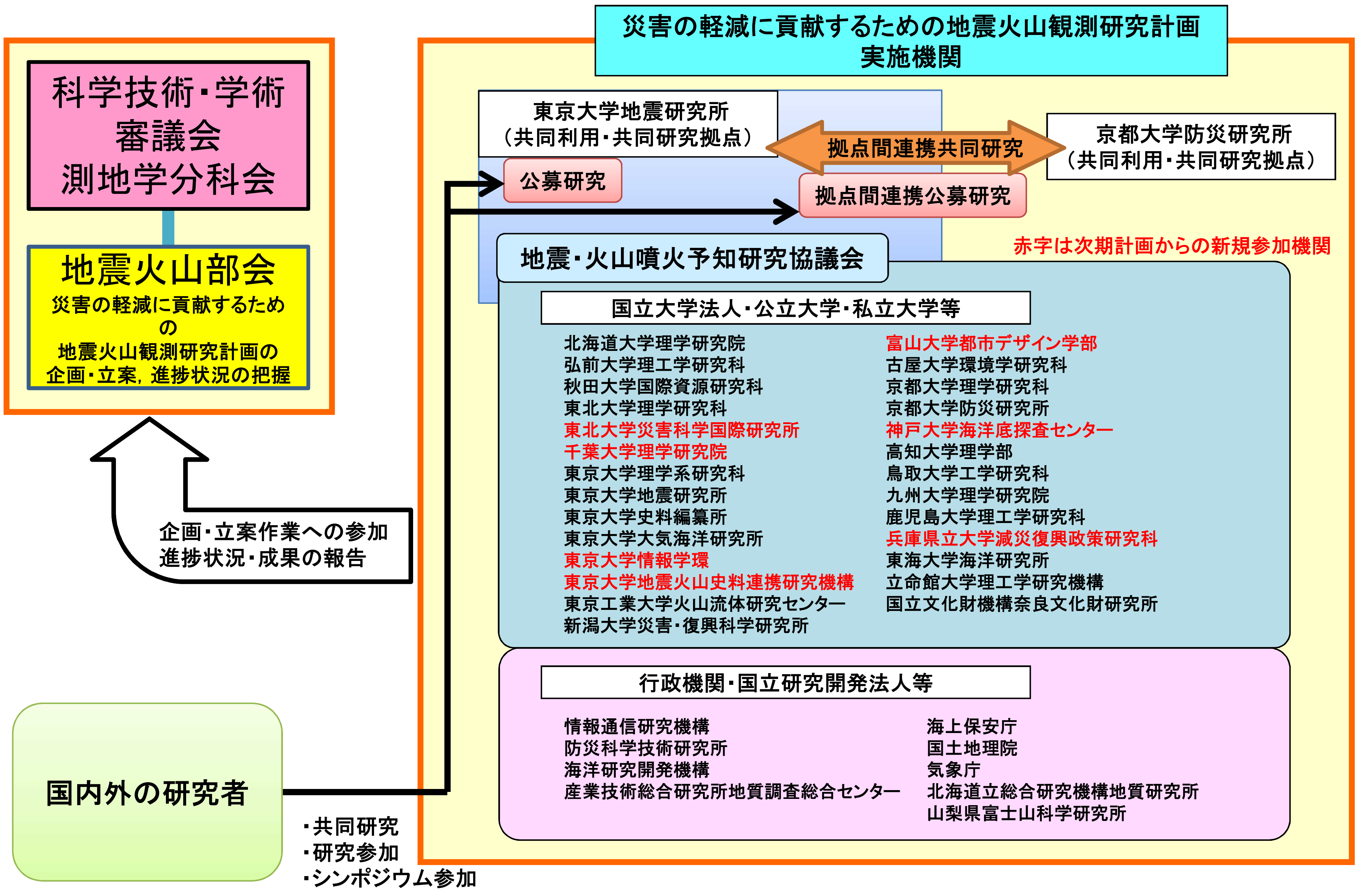
地震・火山災害事例に関して災害発生機構や要因を解明。社会における防災リテラシーの実態調査等に基づき，災害軽減に対して効果的な知識体系要素を探求。
- 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
- 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

社会的要請の高い
共通理解の醸成・人材育成
に対する
研究の実施・取組の強化

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	研究基盤の開発・整備	国内外の関連分野との連携	研究成果への理解醸成と教育
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	研究基盤の開発・整備	関連研究分野との連携強化／国際共同研究・国際協力	社会との共通理解醸成と災害教育／次世代を担う人材の育成

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）実施体制

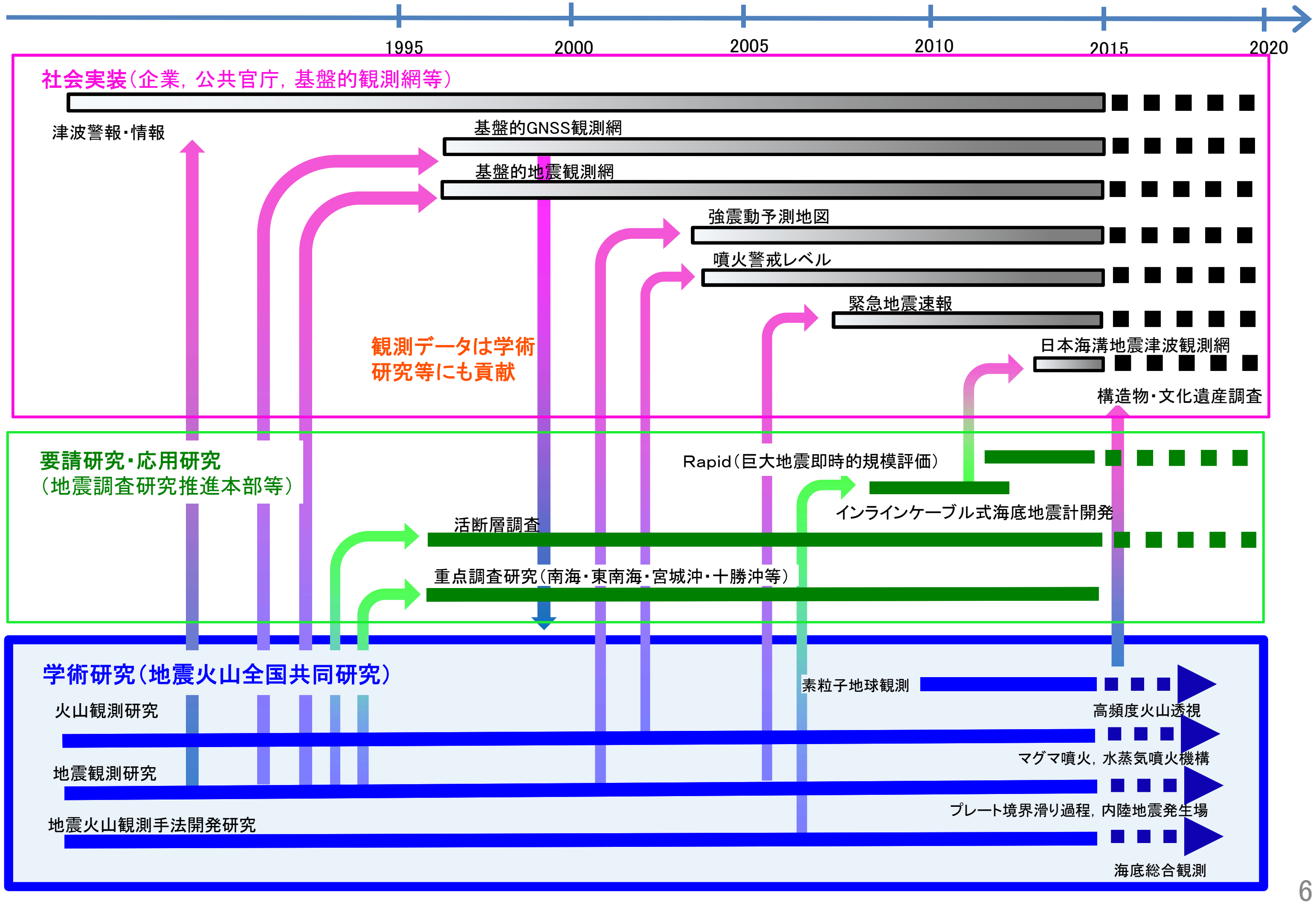


地震火山観測研究計画の位置づけ
（次期計画（案）から抜粋）

地震や火山噴火に関する新たな観測・解析手法の開発や，新たな地球科学現象の発見とモデル構築の多くは，研究者の自由な発想に基づく学術研究によって進展してきた。本計画は，このような研究者の内在的動機に基づく学術研究を推進し，その成果に基づき地震・火山噴火による災害の軽減に貢献することを目的としている。その実現のため，全国の大学，行政機関，国の研究機関等が連携して，本計画に基づく様々な観測研究を実施している。（中略）地震本部の調査研究の科学的・技術的な裏付けとなるのが，本計画による基礎的研究であり，地震本部の調査研究が今後も持続的に高度化されるためには，地震調査研究における課題を理解した上での学術研究が必要不可欠である。地震本部による「新たな地震調査研究の推進について －地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策－」（平成21年4月，平成24年9月改訂）では，地震の調査研究は，科学技術・学術審議会測地学分科会（以下，「測地学分科会」）での議論の上で策定されてきた本計画による基礎的研究の積み重ねに基づいて実施されており，基礎的研究の進展なしには達成できないと述べられている。

波及効果

地震火山の観測研究は，全国の研究者が連携して継続的に実施することにより，政府による課題解決のための要請研究の推進や，社会実装に繋げられてきた．

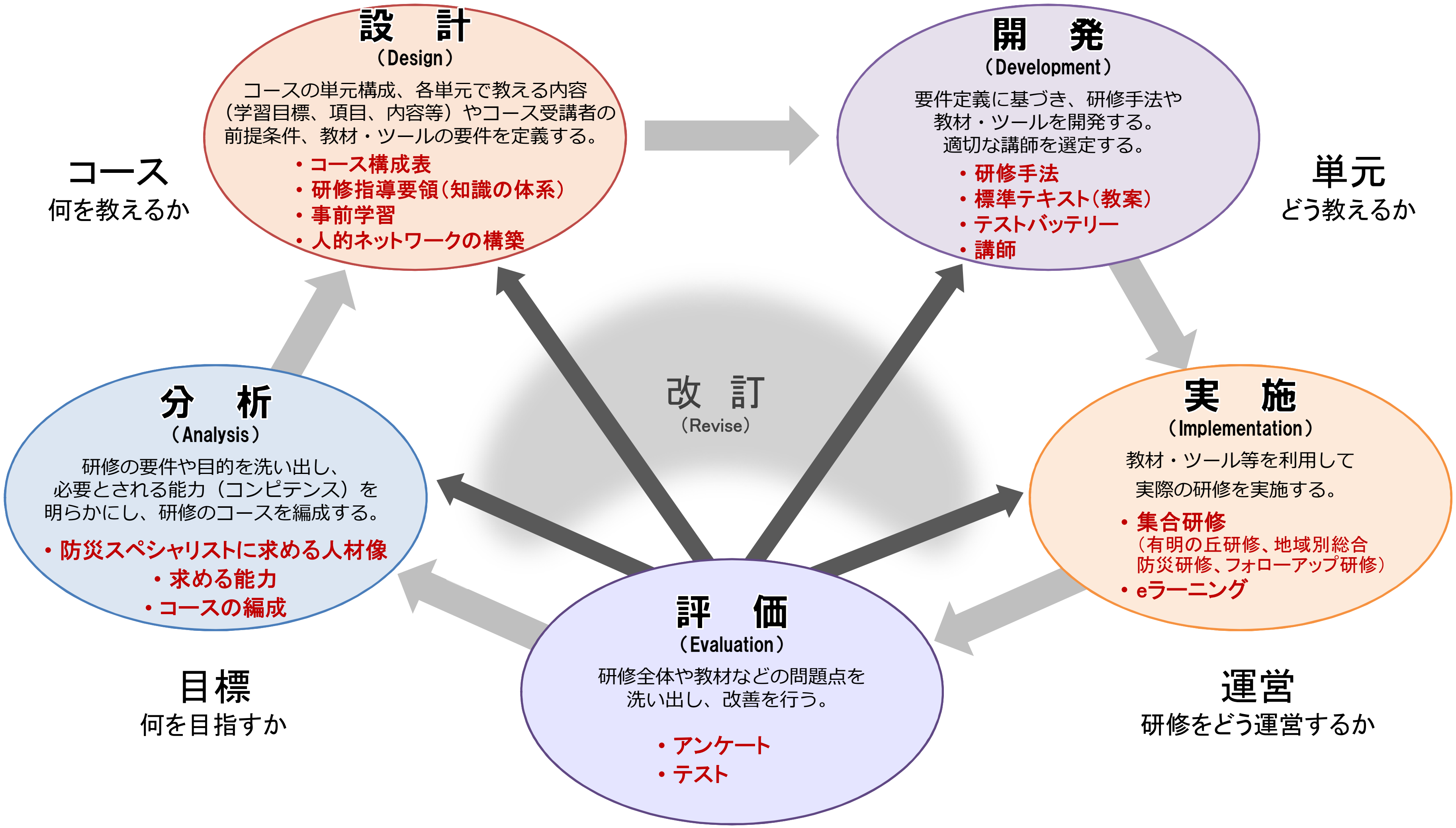


長期的方針に基づく当面の取組の方向性と進め方（次期計画（案）から抜粋）

(1) 地震や火山噴火が引き起こす災害にはどのようなものがあるかを解明し，国民や関係機関に広く知らしめること，
(2) 地震や火山噴火が，どこで，どの程度の頻度・規模で発生し，それらによる地震動，地盤変形，津波，噴火様式等がどのようなものかを想定して，長期的な防災・減災対策の基礎とすること，
(3) 地震や火山噴火の発生直後に，地震動や津波，火砕流や降灰，溶岩流などの災害を予測することにより対策に役立てること，
(4) 地震の発生や火山噴火の発生とその推移を事前に予測することにより有効な防災・減災対応を取ること。

新規実施項目：防災リテラシー向上のための研究

インストラクショナルデザイン理論（ADDIEモデル）に基づき
防災スペシャリスト養成研修の改善を実施



新規実施項目：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

現状

地震学の研究成果としての災害情報
地震の発生確率，地震動予測，被害想定など

シーズとニーズの不一致
コミュニケーションギャップ

市民・社会の防災対策
行政：注意警戒体制，避難指示・勧告

実施内容

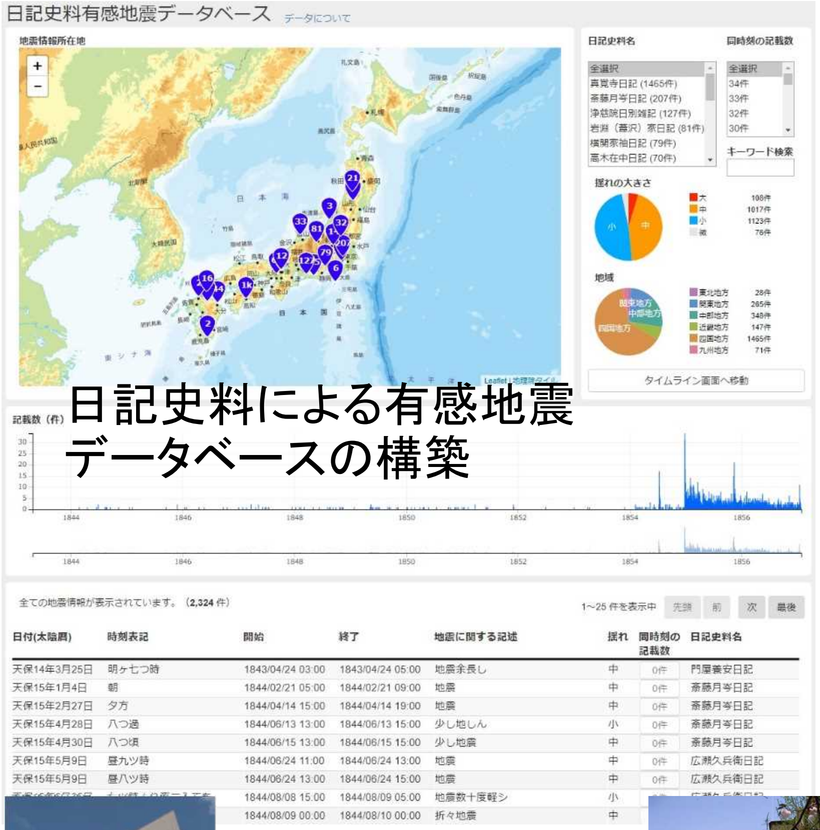
1．住民には，災害の発生確率，被害想定，災害後の情報はセットで理解されている。一体不分離な知識体系となっている認知構造を把握する。
地方公共団体や企業においては，災害の発生確率，被害想定，災害後の状況をどのよう掌握し，組織対応としてどう活用しているかを知識体系として総体的に把握する。
2.「住民が理解しうる」「企業や地方公共団体が活用しうる」情報体系を考案する。

南海トラフ地震や首都直下地震等の想定災害において，多様なステークスホルダーを対象に，災害の発生確率，被害想定，関連する災害情報をどのよう理解・掌握して活用しているかなど情報の理解の現状を調査する。

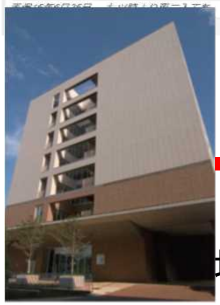
現行計画（H26-30）から実施されている内容

史料・考古データに基づく地震・火山現象の解明

近代的観測以前の地震や火山噴火の特性を解明には不可欠。



日記史料による有感地震データベースの構築

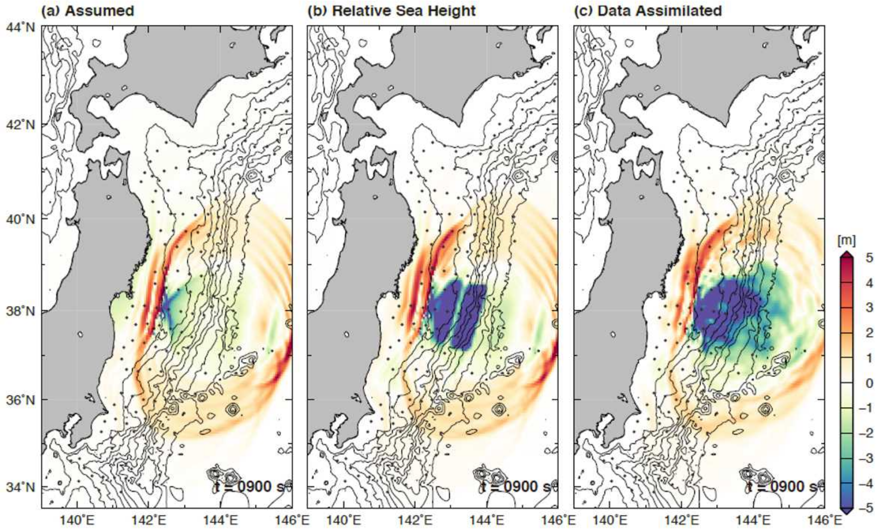


東京大学地震火山史料連携研究機構

地震研究所　　史料編纂所

災害誘因の事前・即時予測

避難や防災行動に直接的に結びつき，その精度向上は短期的には最も効果が高いと思われる。
GNSS連続観測網の観測データから地震に伴う地殻変動をリアルタイムで自動検出し、断層モデルを即時推定する手法は社会実装につながっている。



Maeda et al. (2015)

データ同化による津波波動場即時把握

観測・解析技術の開発も計画の重要な要素

東大地震研・京大防災研の拠点間連携による理工連携研究を実施

重点的な研究

将来の社会実装に向けて着実に研究の進展が期待できることから，本計画の5年間に重点的に取り組む。

・観測データを利用した地震発生の新たな長期予測

専ら過去の大地震の発生履歴に頼っていた地震の長期評価手法に，地震・地殻変動等の観測データと物理・統計モデルを導入することにより，新たな長期予測手法を開発する。

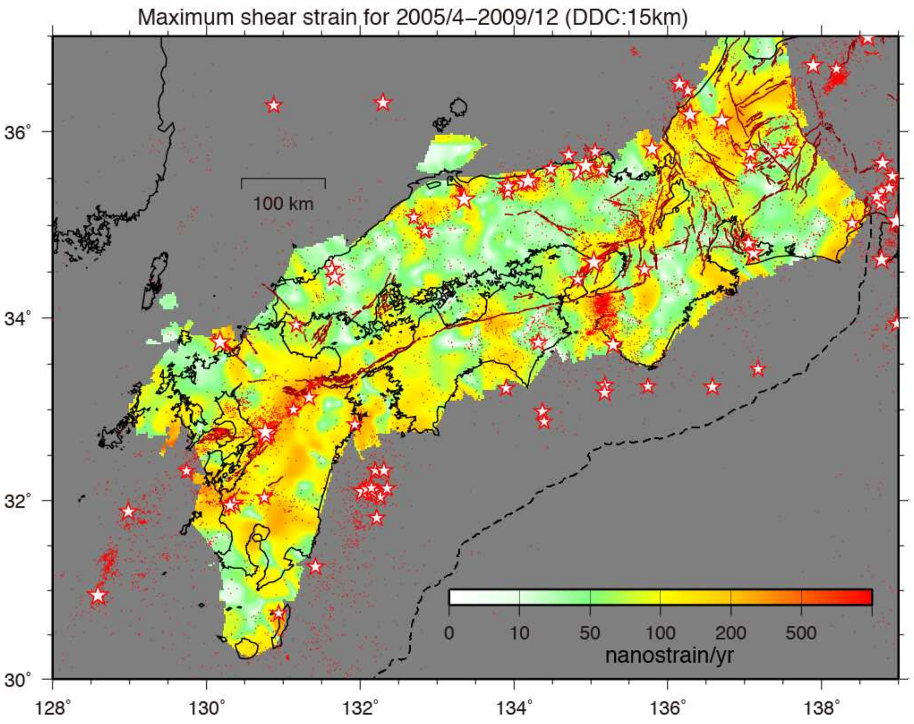
・地殻活動モニタリングと物理モデルに基づく地震発生中短期予測

陸域及び海域における観測データ等を用いて地殻活動をモニタリングし，プレート境界の滑りの時空間変化や地震先行現象などに基づいて中短期の大地震の発生確率を計算する手法を開発し，実際のデータを利用した予測実験の試行をもとに手法の有効性を検証する。

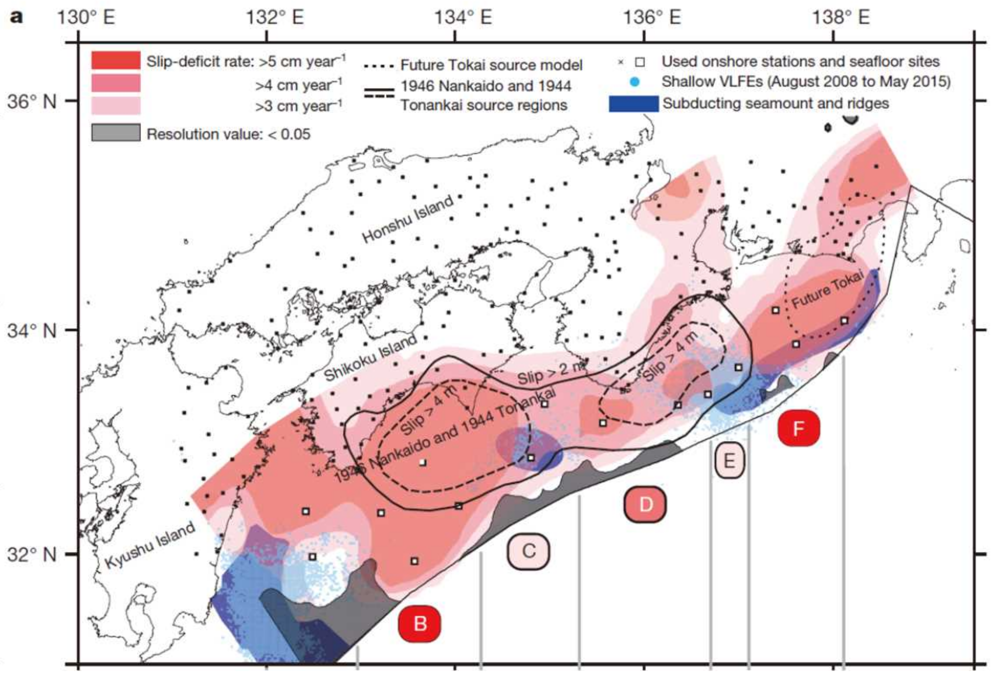
・火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

観測データや理論等による噴火推移の支配要因の理解に基づき，噴火の準備過程から噴火の発生，終息までを記述する火山活動推移モデルを開発し，これを利用した火山噴火予測の定量化を目指す。

重点研究：観測データを利用した地震発生の新たな長期予測



西村（2017）



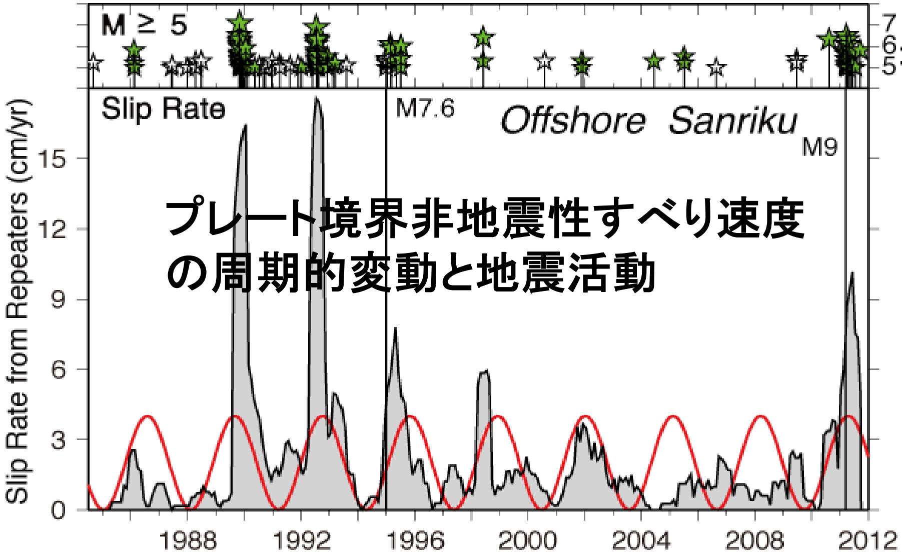
Yokota et al. (2016)

・プレート沈み込みの影響を取り除くと，高歪速度域と活断層・過去の大地震発生域は良い対応を示す。
・測地データから歪速度が大きい領域を特定し，これまで活用されていなかった観測データを利用した新たな長期予測手法を開発する。

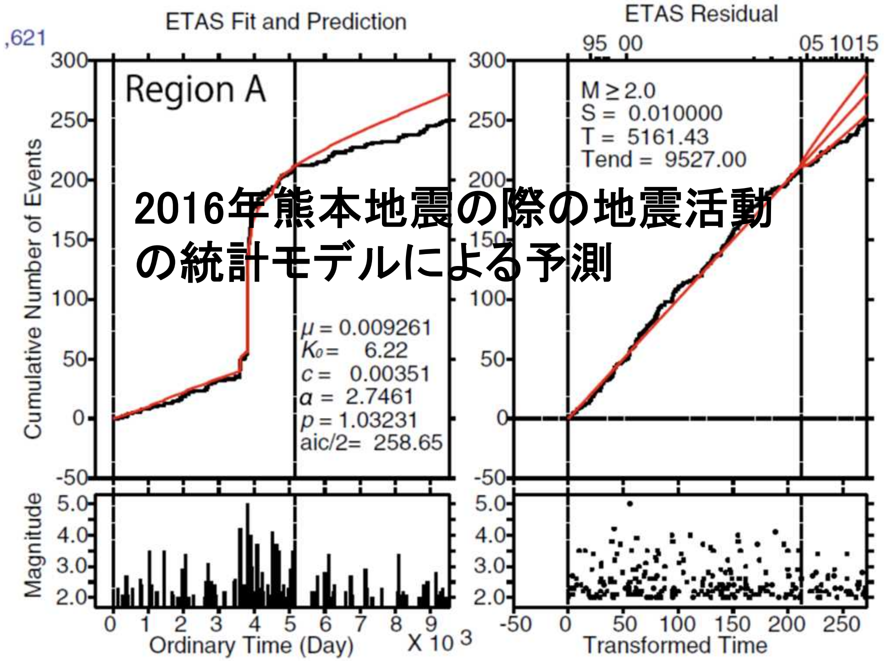
・プレート境界面上の固着域の詳細分布から，地震発生ポテンシャルがある領域が特定できるようになってきた。
・固着分布の観測データと物理モデルから，どのような地震が発生し得るかを数値シミュレーションできるようになっている。

観測データ・物理モデル・数値シミュレーションを利用した長期予測手法を開発

重点研究：地殻活動モニタリングと物理モデルに基づく地震発生中短期予測



Uchida et al. (2016)



Kumazawa et al. (2017)

・測地データ，小繰り返し地震等のデータから，プレート境界のすべりや応力の変動をモニタリング。
・物理モデルに基づきデータ同化手法により物理量等を推定。数値シミュレーションによりプレート境界すべりの時空間発展を予測することが目標。

・地震活動データに基づく地震発生予測モデルを用いて地震活動の予測を行い，統計的手法に基づいて予測性能を評価する。
・中短期の地震先行現象の統計的評価に基づき大地震の発生確率を推定する手法を開発する。

観測データ・物理モデル・数値シミュレーションを利用した手法，および地震活動・先行現象評価に基づく予測手法を開発し，予測の試行，予測性能の評価を行う。

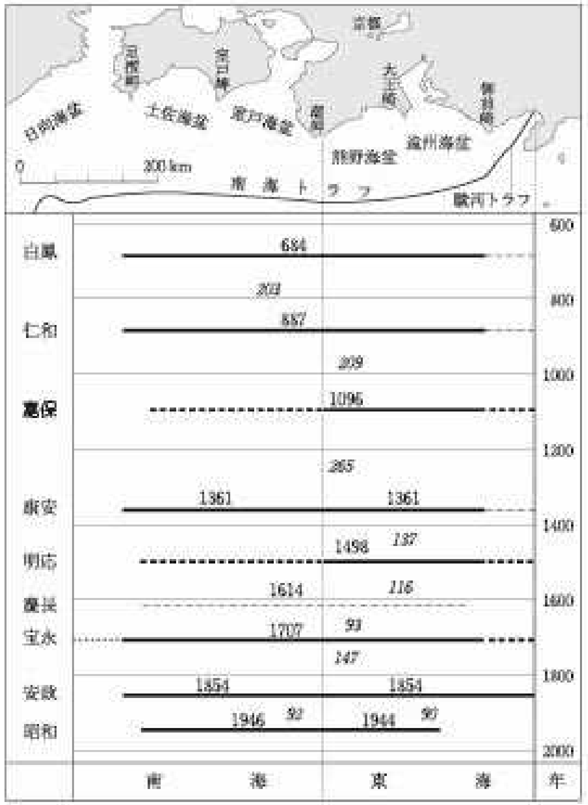
総合的な研究

災害誘因と災害素因の相互作用により地震・火山災害が発生することを考慮して，本計画では災害科学として重要な対象を選定し，地震学・火山学の研究者と災害や防災に関連する理学，工学，人文・社会科学などの分野の研究者の協力のもと総合的な研究に取り組む。総合的な研究を通して，専門分野の枠を超えた学際連携を現状よりも一層進め，地震学・火山学の成果を災害の軽減につなげるための方策を提案する。

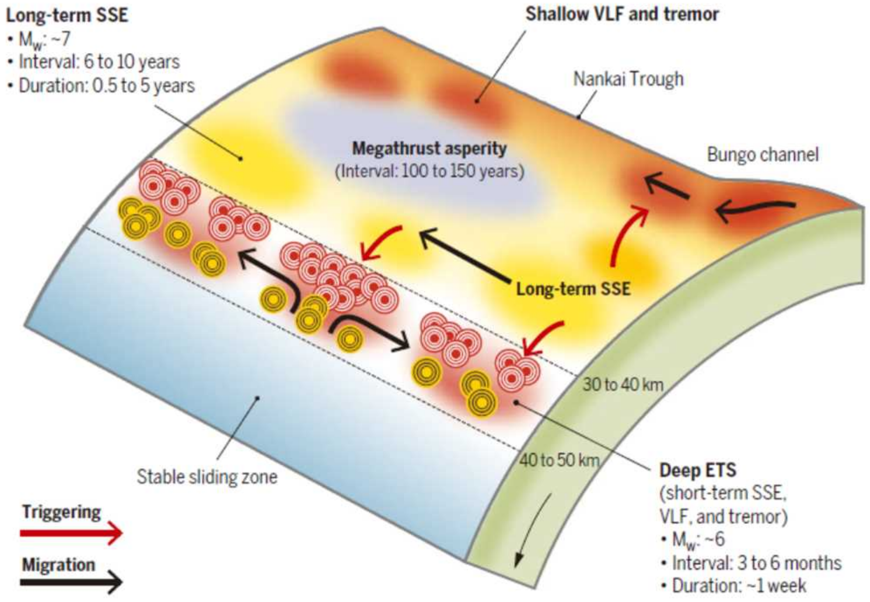
- **南海トラフ沿いの巨大地震**
- **首都直下地震**
- **千島海溝沿いの巨大地震**
- **桜島大規模火山噴火**
- **高リスク小規模火山噴火**

総合研究：南海トラフ沿いの巨大地震

発生しうる巨大地震の震源像を、過去の記録（史料，津波堆積物等）や現在のプレート境界（測地データから推定されるプレート境界固着分布，スロー地震の発生状況等）の状態から推定



石橋（2018）



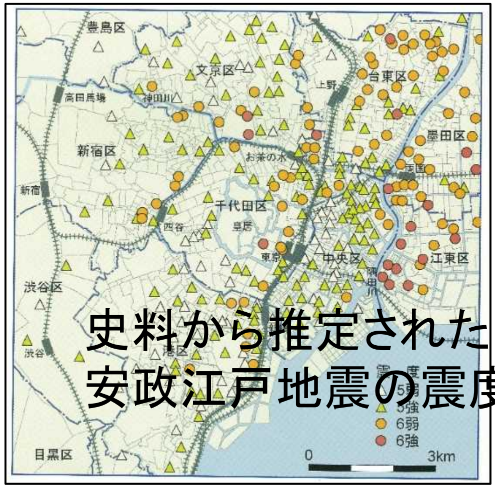
Obara and Kato (2016)

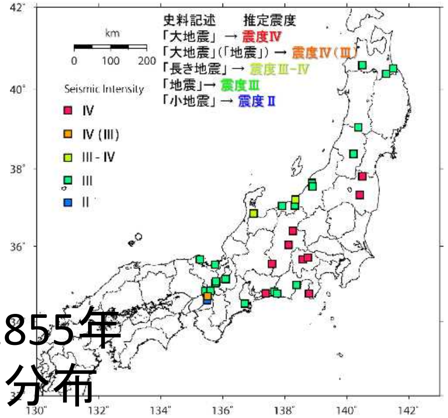
物理モデルに基づく数値シミュレーションにより，過去の巨大地震発生パターンの理解も進める。また，明らかになった震源像を利用して，地震動や津波の数値シミュレーションも実施する。成果は南海トラフ巨大地震のリスク評価研究で活用する。

総合研究：首都直下地震

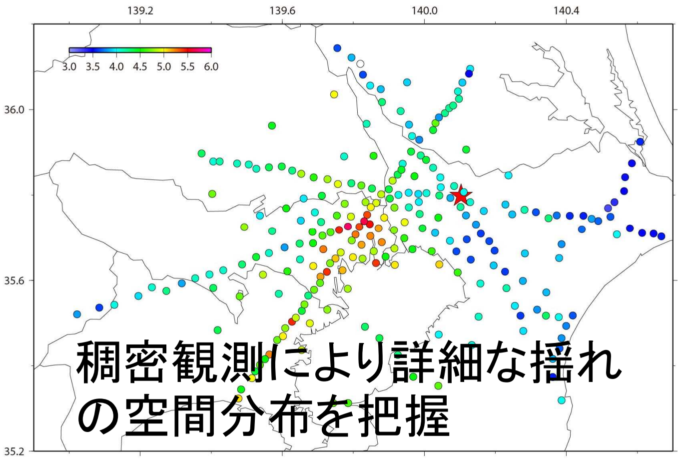
首都直下で発生する可能性がある多様な地震について，過去の地震の記録や構造から，地震像をできるだけ明確にする。

3次元地震波速度・減衰構造の精緻化，数値シミュレーション，地すべり現象の発生ポテンシャル評価などにより，地震動による災害の予測精度向上につながる研究を進める。

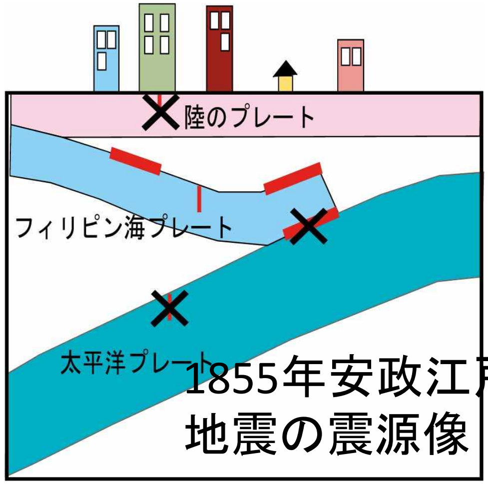




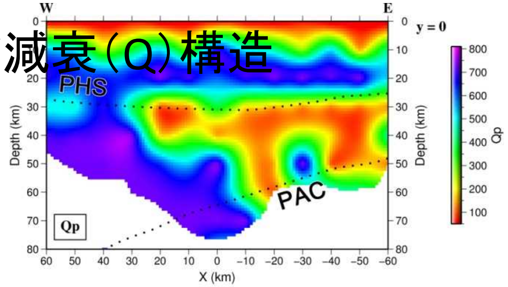
史料から推定された1855年安政江戸地震の震度分布



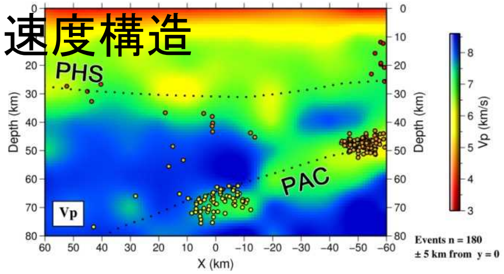
稠密観測により詳細な揺れの空間分布を把握



1855年安政江戸地震の震源像



P波減衰（Q）構造



P波速度構造

総合研究：千島海溝沿いの巨大地震

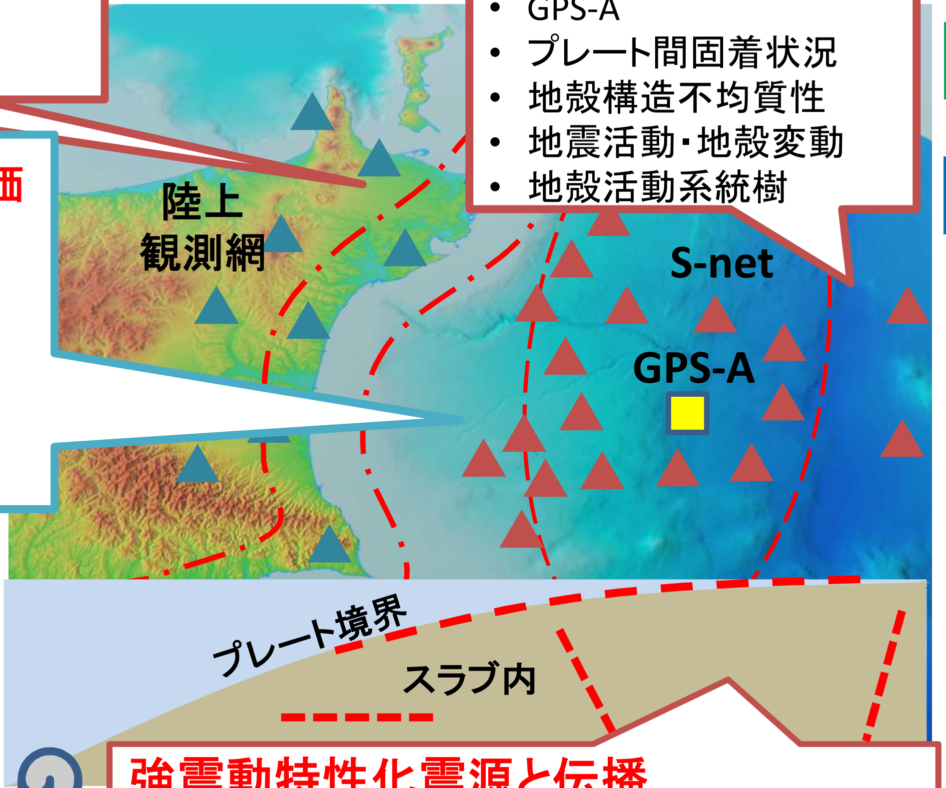
古地震・津波履歴
- 津波堆積物調査の高度化
- 津波堆積物の広域比較

強震動事前評価・津波浸水事前評価
即時津波浸水予測・避難計画
- 震源＋地盤→強震動評価
- 液状化予測
- プレート固着→事前津波予測
- S-net波形→即時津波浸水予測
- GIS避難計画

関連情報の整理と**社会実装**
- ロバストな津波浸水予測
- 最適な避難経路
- モニタリング情報の共有

ユーザー
- **市町村**（防災計画・避難計画・都市計画）
- **道**（市町村支援，津波想定，被害想定，警戒区域設定）
- 国（長期評価・津波法）

震源域の現況評価
- GPS-A
- プレート間固着状況
- 地殻構造不均質性
- 地震活動・地殻変動
- 地殻活動系統樹



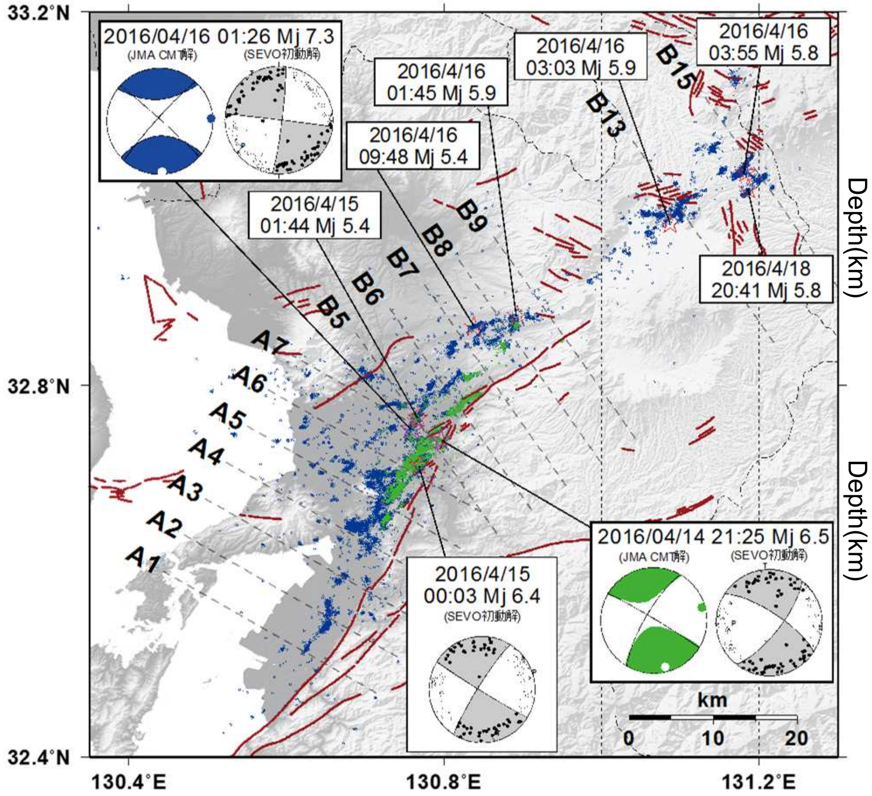
強震動特性化震源と伝播
- プレート境界超巨大地震
- プレート内・アウターライズ地震
- 不均質伝播構造

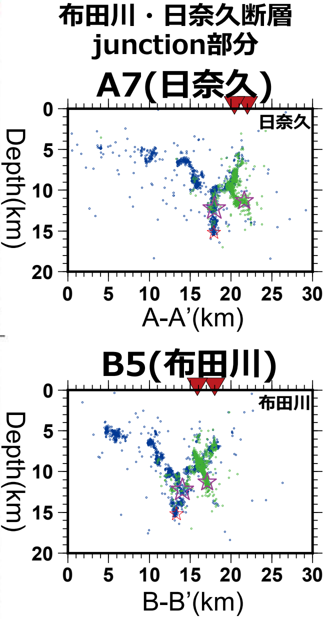
長期変動・広域地殻活動監視
- 長期地殻変動と粘弾性構造
- 千島～カムチャツカの地殻活動

災害軽減
↑
即時予測
↑
避難計画
↑
事前予測
↑
震源評価
↑
現況評価
↑
過去履歴

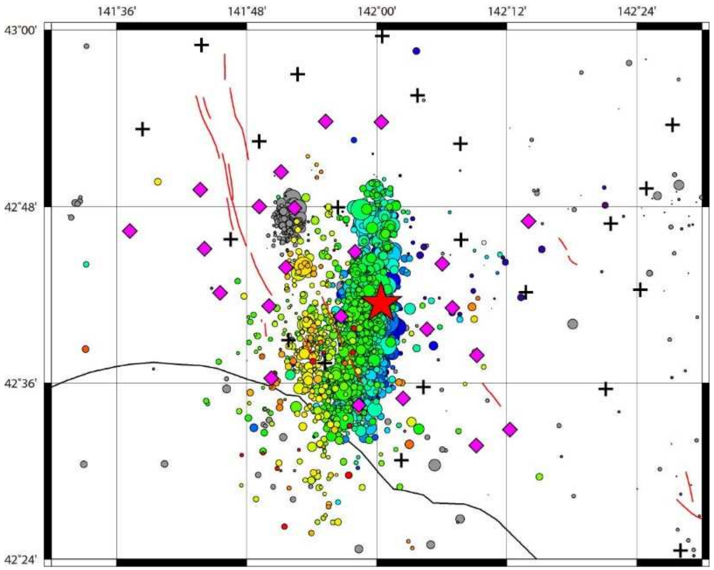
地震の評価に有用な研究成果

2016年熊本地震　臨時観測による詳細な震源分布





2018年北海道胆振東部地震
臨時観測



大地震が発生時には，地震・火山噴火予知研究協議会企画部が中心となって緊急研究の実施を計画する．大学の研究者を中心とする研究グループが臨時観測を実施し，詳細な余震分布の決定などに基づいて，地震発生過程の研究が行われる．解析結果は，地震調査委員会に報告される．

研究集会

シンポジウム・研究集会の例
（研究者だけでなく一般にも公開）

熊本地震シンポジウム
平成28年10月26日　熊本市国際交流会館

次期計画検討シンポジウム
平成29年5月1-2日　東京大学　武田先端知ビル内・武田ホール

南海トラフ巨大地震の予測に向けた観測と研究
平成28年9月30日　東京大学　武田先端知ビル内・武田ホール

平成29年度成果報告シンポジウム
平成30年3月14-16日　東京大学　武田先端知ビル内・武田ホール