

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画
(第3次) の推進について
(案)

序文

我が国は世界でも有数の地震・火山噴火の多発国であり、阪神・淡路大震災や東日本大震災のような巨大な地震災害をはじめ、雲仙岳噴火災害や御嶽山噴火災害など、地震や火山噴火による災害にたびたび見舞われてきた。平成28年熊本地震、平成30年北海道胆振東部地震による災害も記憶に新しい。地震や火山噴火の発生そのものは避けられないが、地震や火山噴火現象の科学的理解を進め、それに起因する災害に関する知見を深めることにより、災害の軽減への道筋がひらける。これらに関する研究は、地震・火山学分野だけでなく工学分野や人文学・社会科学分野を含めた災害科学として学際的に研究を進める必要がある。

科学技術・学術審議会では、地震や火山及びそれに起因する災害に関する学術研究を推進し、その成果の活用により災害の軽減に貢献することを目標として、平成31年1月に「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～令和5年度の5か年計画）を建議し、それに基づく観測研究が関係機関により実施されてきた。災害軽減への貢献をさらに推し進めるためには、観測研究を国民の生命とくらしを守る災害科学の一部として推進する方針を引き続き堅持し、関連分野の連携をさらに深めつつ、総合知を活用して研究を着実に進めることが必要であることから、このたび、令和6年度からの5年間に実施する観測研究計画として「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）」を取りまとめた。

本計画では、基礎研究の継続・深化に基づく科学的アプローチをもって防災・減災につなげる姿勢を明確化し、社会における成果の利活用を意識した理学、工学、人文学・社会科学の効果的連携を進める。また、観測網などの研究基盤の維持・整備、次世代を担う人材の育成等についても長期的視点に基づいて取り組む。本計画に参加する機関間の緊密な連携に加え、地震本部及び新たに設けられる火山本部など関連する組織やプロジェクトとの連携をさらに進める。以上の取組を通じて得られる学術研究の成果による積極的な社会貢献を目指す。

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）案

I. 現状の認識と長期的な方針

1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯と位置づけ
 - 1-1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯
 - 1-2. 地震火山観測研究計画の位置づけ
2. 「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）」の成果と課題
 - 2-1. 「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）」の成果
 - 2-2. 「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）」における課題とその対応
3. 地震火山観測研究の長期的な方針
 - 3-1. 基本方針
 - 3-2. 当面の取組の方向性と進め方
 - 3-3. 観測研究計画実施体制の整備と計画の推進

II. 本計画策定の基本的な考え方と計画の概要

1. 本計画策定の基本的な考え方
2. 本計画の概要
 - 2-1. 地震・火山現象の解明のための研究
 - 2-2. 地震・火山噴火の予測のための研究
 - 2-3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
 - 2-4. 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
 - 2-5. 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
 - 2-6. 観測基盤と研究推進体制の整備

III. 計画の実施内容

1. 地震火山現象の解明のための研究
 - (1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
 - ア. 史料の収集・分析とデータベース化
 - イ. 考古データの収集・集成と分析
 - ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
 - (2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
 - (3) 地震発生過程の解明とモデル化
 - (4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
 - (5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
 - ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

- イ. 内陸地震
- ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
- エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
- 2. 地震・火山噴火の予測のための研究
 - (1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
 - ア. プレート境界巨大地震の長期予測
 - イ. 内陸地震の長期予測
 - (2) 地震発生確率の時間更新予測
 - ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
 - イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
 - (3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
- 3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
 - (1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
 - ア. 強震動の事前評価手法
 - イ. 津波の事前評価手法
 - ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
 - エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
 - (2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
 - ア. 地震動の即時予測手法
 - イ. 津波の即時予測手法
 - (3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
 - (4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災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
 - (1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
 - (2) 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
- 5. 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
 - (1) 南海トラフ沿いの巨大地震
 - (2) 首都直下地震
 - (3) 千島海溝沿いの巨大地震
 - (4) 内陸で発生する被害地震
 - (5) 大規模火山噴火
 - (6) 高リスク小規模火山噴火
- 6. 観測基盤と研究推進体制の整備
 - (1) 観測研究基盤の開発・整備
 - ア. 観測基盤の整備
 - イ. 観測・解析技術の開発

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

(2) 推進体制の整備

(3) 関連研究分野との連携強化

(4) 国際共同研究・国際協力

(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

(6) 次世代を担う研究者，技術者，防災業務・防災対応に携わる人材の育成

I. 現状の認識と長期的な方針

1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯と位置づけ

1-1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯

【観測研究計画の歴史】プレート*沈み込み帯に位置し、古来大地震や火山噴火に見舞われてきた我が国では、地震及び火山噴火の予知の実現を通じた災害の軽減を目指し、測地学審議会（現在の科学技術・学術審議会測地学分科会）の建議に基づいて、昭和40年度から地震予知計画が、昭和49年度から火山噴火予知計画が開始され、複数回の5か年計画として実施されてきた。

地震予知計画については、高感度の地震観測点や地殻変動観測点の整備とデータ蓄積が進み、地震現象の理解は大きく進展したものの、平成7年の阪神・淡路大震災を契機に行われた総括で、前兆現象の捕捉のみに基づく地震予知には限界があると結論づけられた。これを受けて平成11年度からは方針を転換し、地震発生の物理過程の解明とモデル化に基づき地殻活動の推移予測を目指す「地震予知のための新たな観測研究計画」を開始した。

火山噴火予知計画については、平成20年の第7次計画終了時までには、活動的火山における高密度・高感度・多項目の観測網の整備が進んだ。火山体内部構造やマグマの上昇・脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進展した結果、観測体制が充実した火山においては噴火時期をある程度予測できるようになった。平成12年の有珠山と三宅島の噴火は過去の経験則に基づいて噴火前の情報発信に成功した事例であるが、噴火発生の物理・化学モデルは確立しておらず、噴火様式や規模あるいは推移までは正確に予測できなかった。

地震と火山現象は、地球科学的背景や観測研究手法に共通する部分が多い。必要な観測網とデータを有効活用しつつ、地震と火山の相互作用や物理過程の理解を深めるため、平成21年度から両予知計画を「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」に統合した。

以上のような長年の取組により観測体制の整備が進み、発生機構などの理解は大きく進んだものの、信頼性の高い地震・火山噴火の発生予測は簡単ではないことが次第に明らかになった。地震については、その規模や一定期間内の発生確率を予測する長期評価には大きな不確実性が伴い、短期的な発生予測も実現していない。火山現象についても、経験則が成立する場合以外は、噴火の規模・様式・推移の予測は依然として困難であった。

こうした状況下で、平成23年に東北地方太平洋沖地震が発生し、死者・行方不明者が約2万人にのぼるなど大きな被害をもたらされた。それまでの観測研究計画では、このような超巨大地震の発生はある程度検討され、強震動や津波など、災害を及ぼす外力たる「災害誘因」に関する研究も行われていたが、結果的には十分でなかった。平成24年10月にまとめられた外部評価では、地震や火山噴火に関する観測研究への社会的な要請自体は極

* 用語解説に掲載している用語に、下線（破線）を付記している。

めて強いとされたが、それまでの計画では社会の防災・減災に十分に貢献できておらず、国民の命を守る実用科学としての研究の推進、低頻度かつ大規模な地震及び火山噴火の研究の充実、中長期的なロードマップの提示、社会要請を踏まえた研究と社会への関わり方の改善などが求められた。これを受け、5か年計画途中の平成24年11月に計画内容の部分的見直しを建議した。さらに、「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（建議）」（平成25年1月）では、地震・火山学分野だけでなく工学分野や人文学・社会科学分野を含めた災害科学としての学際的研究の必要性が指摘された。これに基づいて平成26年度に抜本的な見直しを行い、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（以下、「第1次計画」）を開始した。

第1次計画では、機器による観測が導入される以前の地震・火山噴火の解明のために、歴史学・考古学分野の研究者、災害や防災に関連する工学や人文学・社会科学分野の研究者が新たに参加した。従来からの地震学・火山学研究者との連携により、地震・火山現象の理解に加えて、それらがもたらす災害誘因を知り、研究成果を災害の軽減につなげることを目指した。また、東北地方太平洋沖地震、南海トラフの巨大地震、首都直下地震、桜島火山噴火については、研究区分を横断して総合的に実施することとした。

第1次計画初年度の平成26年に発生した御嶽山噴火は、死者・行方不明者63人という戦後最悪の火山災害となった。これを受け測地学分科会地震火山部会では、突発的な水蒸気噴火に対処するために必要な課題を整理し、以後の火山観測研究の体制や、方向性、戦略を「御嶽山の噴火を踏まえた火山観測研究の課題と対応について」にとりまとめた（平成26年11月）。なお、火山の観測研究については、令和元年度に新設した火山研究推進委員会で検討し、令和2年8月の「火山研究の推進のために早期に取り組むべき課題について（提言）」において、機動観測を円滑に実施するためのマネジメントの必要性とその方策を提言した。

第1次計画の実施状況に関して平成29年にとりまとめたレビュー報告書と外部評価に基づき、「重点的に取り組む研究」の設定、「分野横断型の総合的研究」の拡充、「防災リテラシー向上のための研究」の創設などの改善を加えた上で、平成31年1月に「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）」（以下、「第2次計画」）を建議した。令和3年度までの実施内容については、令和4年2月にレビュー報告書をとりとまとめた。同年7月に受けた外部評価では、計画の妥当性、達成度、学術的意義、社会的貢献、改善事項などの観点から評価が示され、次期計画においても災害の軽減に貢献するための地震・火山観測研究をより一層推進し、基礎研究の継続と深化を前提とした科学的アプローチをもって防災・減災につなげる姿勢で臨むべきと総括されたところである。

1-2. 地震火山観測研究計画の位置づけ

【ボトムアップの総合的学際研究】第1次計画以降の観測研究計画は、成果を地震・火山災害の軽減に活用する観点から、地震学と火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、

工学，人文学・社会科学などの分野を含んだ総合的・学際的な枠組みで実施している。本計画は，研究者の内在的動機に基づく学術的研究と，国の研究・行政機関等が業務として実施する基盤的な観測・調査・研究を一体的に推進し，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。

【国による地震の調査研究と本計画の関係】一方，我が国の政府による地震の調査研究は，地震調査研究推進本部（以下，「地震本部」）の下で一元的に推進されており，特に地震防災対策の強化や被害の軽減に資する調査研究の推進を目的としている。本計画による基礎的研究は，こうした地震本部の調査研究の科学的・技術的裏付けとなっている。地震本部による「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（第3期）―」（以下，「第3期総合基本施策」）（令和元年5月）には，「地震本部の取組は，科学技術・学術審議会により建議された観測研究計画のもと，大学や研究開発法人等により生み出された基礎的研究の成果も取り入れながら推進されてきた」「建議に基づく基礎的研究の成果のうち，地震本部において活用できるものについては既にかなり活用が進んでいる中で，地震本部としても，今後の事業の高度化に向けて，新たな基礎研究成果の創出が期待されている」と明記されている。また，本計画の成果は気象庁が地震に関して発出する防災情報などにも活かされている。

【国による火山の調査研究と本計画の関係】火山の調査研究については，本計画で得られた火山活動や噴火機構，観測技術などに関する長年の基礎的な研究成果が，火山噴火予知連絡会における火山活動の評価，気象庁の火山監視業務や噴火警報の発表，活動火山対策特別措置法に基づいて地方自治体が設置する火山防災協議会における活用など，国や地方自治体の施策に活かされている。また，文部科学省は，本計画の基礎的研究の成果等も活用し，我が国の火山観測研究をさらに飛躍させるとともに火山災害軽減への貢献を目指す「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」を平成28年度より，噴火発生等の緊急時に迅速かつ効率的な機動観測を実現するための体制構築を目指す「火山機動観測実証研究事業」を令和3年度より実施している。なお，令和6年4月には，活動火山対策特別措置法の一部を改正する法律が施行され，文部科学省に，火山に関する観測，測量，調査及び研究を一元的に推進するための火山調査研究推進本部（以下，「火山本部」）を設置し，総合的かつ基本的な施策の立案，総合的な調査観測計画の策定，関係行政機関，大学等の調査結果等を収集，整理，分析し，総合的な評価等を実施することとされている。本計画の成果は，火山本部におけるこのような取組等に活用されることが期待される。

このように，本計画で得られた成果は，地震本部，気象庁の南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会，地震予知連絡会，火山噴火予知連絡会，火山防災協議会等における検討に活用されており，国が地震・火山現象に関して行う情報発表や，国や地方自治体の施策の科学的・技術的裏付けになっている。

2. 第2次計画の成果と課題

2-1. 第2次計画の成果

【第2次計画の基本方針】平成31年度からの5か年計画である第2次計画では、第1次計画の大方針を継承しつつ、研究成果を災害情報に活かすための研究や、地震・火山噴火現象及びその災害に対する国民の基本的な理解を深めるための防災リテラシー向上に関する研究にも新たに取り組んでいる。第2次計画は、地震・火山現象の発生機構やその発生場を解明する「地震・火山現象の解明のための研究」、地震・火山噴火の発生や活動推移の予測手法を開発する「地震・火山噴火の予測のための研究」、地震・火山現象に伴う災害誘因を予測し災害情報につなげる「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」、災害の発生機構解明と社会の共通理解を促す手法の確立を目指す「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」、連携強化・観測研究基盤の整備・人材育成などを目指す「研究を推進するための体制の整備」の5つの柱から構成されており、全国から35の機関が参加している。

【5つの柱の成果】現象解明及び発生予測の研究では、観測体制の増強に努めて地震・火山現象や地下の様々な物理・化学的状态に関する知見を蓄積し、地震・火山噴火現象とそれに関わる地殻活動推移のモデル化が進んだ。また、史料・考古データ、地質データに基づいた分析により、過去の事象に関する情報が質・量ともに充実しつつある。災害誘因予測の研究では、観測データと数値シミュレーションの同化による予測手法や、自治体などを対象とした事前情報やリアルタイム情報の発信ツールの開発が進んだ。防災リテラシー向上のための研究では、防災担当者向け研修プログラムなどの手法開発・検証が進んだ。このように、現象解明、発生予測、災害誘因予測、防災リテラシーの各分野の研究で災害軽減につながる道筋が見え始めている。

【重点的に取り組む研究の成果】上記5つの柱で実施する研究内容のうち、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、火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測については、重点的に取り組む研究に設定し、モデルや手法の開発と検証を進めてきた。特に、地震発生の新たな長期予測手法の開発については、過去事例に重きを置いた従来型の予測から、観測データを活かした予測への第一歩を踏み出し、地震本部の長期評価での活用に向けた情報交換が始まっている。モニタリングに基づく地震発生予測では、海陸統合の観測データの活用と、物理・数理モデルに基づく発生確率推定手法の開発及びデータ同化手法の活用が進んだ。火山活動推移モデルの構築においては、多様な観測データに基づき、平常時の火山活動から噴火終息までを一連の過程として捉えることで、その背景にある物理・化学現象の理解が進んだ。

【総合的研究の成果】第1次計画で試行した総合的研究の枠組みを、第2次計画では「分野横断で取り組む総合的研究」と位置づけ、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の5テーマで実施した。それぞれの地震・火山現象の理解が進むとともに、それに基づく災害誘因予測や

リスク評価、災害軽減に資する実践的取組などが展開されている。ただし、第1次計画の研究を発展させて社会での成果活用の道筋までが見え始めているものから、第2次計画で新たに開始され研究の方向性を提示する段階のものまで、各総合的研究でその成熟度には大きな開きも見られる。

【期間中の主な地震・火山噴火とそれらが本計画に投げかけた課題】第2次計画の実施期間中にも、いくつかの注目すべき地震・火山噴火が発生した。令和3年2月には福島県沖でM7.3の地震が発生し、200名近い死傷者と38,000棟を超える住家被害が生じた。さらに令和4年3月にはその近傍でM7.4の地震が発生し、200名を超える死傷者と57,000棟を超える住家被害があった。これらの地震はメカニズムの解析から、平成23年東北地方太平洋沖地震がもたらした応力変化の影響と考えられている。令和2年12月頃から能登半島において地震活動の活発化と地殻変動が観測され、令和3年9月に最大震度5弱、令和4年6月には最大震度6弱、令和5年5月には最大震度6強を記録した。この活動は、電磁探査などから流体の移動が関与している可能性があると考えられているが、令和5年9月時点で継続中でありさらなる研究が必要である。令和3年8月に小笠原諸島の海底火山である福德岡ノ場でVEI4級の大規模噴火が発生し、大量の軽石が沖縄県などの港湾に漂着し漁業や海運に大きな被害を及ぼした。衛星画像解析などから軽石生成のメカニズムが推定され、海域火山の活動監視と災害誘因予測の重要性も改めて認識された。令和4年1月にはトンガの海底火山でVEI5級の大規模な爆発的噴火が発生し、日本各地に到達した津波による漁船の転覆などの被害が出た。空振や地震データの解析から、この津波は噴火に伴う気圧変動に励起されたことが分かり、こうした現象についてさらに研究する必要性が認識された。

2-2. 第2次計画における課題とその対応

【課題の抽出とその対応】第2次計画の実施状況等のレビュー報告書（令和4年2月）では総括的な自己点検が行われ、同計画の課題及び今後の方向性が示された。このレビュー報告書を含む各種資料を踏まえて令和4年7月にまとめられた外部評価では、計画の大方針は適切であり順調に進捗していると評価された一方で、今後改善すべき点として以下の指摘があった。

- ・分野間連携のさらなる強化と災害科学の深化を意識した基礎研究の一層の推進
- ・防災リテラシー向上研究の目標・射程の明確化、情報発信の強化
- ・火山の研究者不足への対応と研究活性化促進のための地震研究との連携の推進
- ・当該学術コミュニティ全体での地震・火山観測研究に関する人材育成への取組
- ・研究成果の社会への発信力強化、データの利活用促進、他施策や関係機関との連携

本計画の立案にあたっては、上記のレビュー及び外部評価を踏まえた5か年計画の検討方針を策定し、II章に示す基本的考え方に基づいて、III章の通り実施内容を具体化した。その過程で、社会や他分野の研究者が本計画に求めるニーズを把握するため、関連学協会

等にも意見を聞き、可能な限りそれらを取り入れるよう努めた。

これらの課題に対応すべく、次の5か年計画（本計画）においては、次に述べる内容を実施する。まず「分野横断で取り組む総合的研究」を柱の一つとして明確化することで、分野間連携及び複数の研究項目に横断的に取り組む体制を強化し、取り扱うテーマも増やす。発生すれば大きな社会的影響が懸念される事象に特化した総合的研究により、具体性の高い研究成果の発信と社会還元につなげることを意図している。重点研究と位置づける3つの項目では、行政機関等との連携を重視して実施することで、社会的要請に応える成果の創出を目指す。また、第2次計画で着手した防災リテラシー向上のための研究の成果を踏まえ、本計画では特に、防災リテラシーの構成要素の検討、知識の体系化・理論化に力を入れるとともに、教育プログラムの開発等における地域の行政機関やステークホルダーとの協働など、新たな展開も指向する。

さらに、将来、研究者不足が進むことも念頭に、人材育成や関連分野の研究者の参画を一層促進する。これまでも、この研究計画を通じて、多くの大学院生が最先端の研究課題に関わり、そこから派生する関連研究にも取り組んできたが、本計画も、将来の研究や観測を担う専門家の育成に積極的に貢献するものである。大学院で学んだ知識やスキルを活かし、災害軽減に関わる社会の様々な分野・職種でも活躍してもらえよう、多様なキャリアパスを開拓することも重要である。このため、インターンシップ等の人材育成に取り組む関連事業との連携、参画機関間の情報共有にもより一層力を入れる。また、整備を進めている各種データベース間に連携機能等を付加して利便性を高めることで、新たな研究者の本計画への参加をさらに容易にしていく。データベースの充実と利用促進を通じて、異分野の研究者による総合知を活用した、より深いレベルでの共同研究を目指すとともに、当該分野の専門家以外にも研究コミュニティの裾野を広げる。従来からサイエンスカフェなどのアウトリーチ活動を定期的実施し成果の発信に努めてきたが、本計画においても広報活動はもちろんのこと、市民参加型研究など様々な方法を通じて社会とのコミュニケーション活動を積極的に展開することで、この取組への理解を広げ、幅広い世代の関心を引き出す。

3. 地震火山観測研究の長期的な方針

3-1. 基本方針

【概要】地震や火山噴火による災害を軽減し、国民の生命とくらしを守るためには、自然現象である地震・火山現象への科学的理解を深め、将来の地震・火山噴火の発生の予測を行うとともに、災害誘因を予測し、災害発生の仕組みの理解を進め、さらに、得られた知見を災害軽減に役立てるための基盤となる社会の防災リテラシー向上を図る必要がある。

【現象理解】地震や火山噴火は、長期的・緩徐な地殻活動を背景とし、その結果として生じる短期的・急激な現象である。地殻活動の長期的・多角的な観測データに基づく地震・

火山現象のメカニズムの解明が、将来の地震・火山噴火の発生や災害誘因の予測の鍵となる。そのため、高品質かつ長期間にわたる観測網の維持・整備とそのデータの保全・流通促進に努める。加えて、先端的な観測技術による新種目のデータの取得にも取り組み、最新の解析手法も取り入れながら地震・火山噴火の発生機構や発生場の解明を目指す。その際、現象のモデル化と観測・調査・分析・実験データとの比較を通じて定量的な理解を深めつつ、史料・考古データ、地形・地質データも最大限に活用し、低頻度かつ大規模な地震や火山噴火についても着実に研究を進める。

【発生予測】地震や火山噴火の予測は、防災対策の立案に役立てられることが期待できるため、予測の精度向上は今後も重要な目標の一つである。数十年以上の時間スケールで地震の発生可能性を評価する長期予測は、社会が災害に備える上での対策立案の起点になる。地形・地質データや史料・考古データの解析に基づいて地震の発生履歴に関する知見を蓄積するのに加えて、現在進行中の地震活動・地殻変動のデータや地震発生の物理モデルを組み合わせ、長期予測の高度化を目指す。地震の中短期予測（数時間から10年程度）は、差し迫ったリスクを示すことにより、事前避難など通常の防災対策より踏み込んだ災害軽減策の決定に寄与する。現時点においては、地震の発生時期や場所・規模を確度高く予測する科学的に確立した手法はないが、海底観測を含めた観測技術の進展と観測網の充実により、プレート境界等で発生している現象の把握は従来よりも高精度でなされるようになってきている。海陸統合の観測データを活用することでプレート境界のすべりの時空間変化を推定し、物理モデルに基づく数値シミュレーションや数理モデルの構築を通して、大地震の発生確率や地震発生可能性の相対的な高まりを評価する手法を構築する。また、地震活動データに基づく地震発生予測モデルや、過去の地震活動や地殻変動等の時間的推移を整理した地震活動事象系統樹を作成し、地震活動予測の新たな手法の開発を進める。

火山噴火の長期予測に関しては、地形・地質データや史料の分析を基に、火山噴火のデータベースの充実を図る。数日から数週間の短期予測、あるいは数ヶ月から数年の中期予測については、長年の多項目観測データの分析に基づき、噴火・噴火未遂・異常現象の事例の比較研究と、マグマや火山性流体の挙動のモデル化を進め、火山活動の評価方法や噴火発生を含む事象分岐の判断基準の構築を進める。近年の観測網の充実により、規模の小さな噴火であっても数時間から数分前に顕著な異常現象が捉えられる事例があることに鑑み、噴火発生メカニズムの総合的な解明に至らずとも災害軽減に結びつく直前予測方法の構築を推し進めることも重要である。

【災害誘因予測】地震の断層運動により生じる地震動や津波、地盤変動、斜面変動、火山噴火により生じる噴石や火山灰、溶岩の噴出、山体崩壊などの災害誘因が、自然・社会の災害素因に働きかけることにより災害が発生する。過去の事例や観測データに基づいて災害誘因の生成メカニズムを解明し、地震・火山現象解明の研究より得られた最新の成果を取り入れながら、将来の地震・火山噴火に対する災害誘因の予測を行うとともに、災害誘因と災害素因の相互作用も考慮して、構造物被害や人的被害等の災害リスクが発生する過

程を研究する。地震や火山噴火現象の発展段階に応じて起こりうる災害誘因や災害リスクの推移を予測することも重要である。災害誘因の即時予測については、地震・火山現象解明の成果を利用するとともに、最新の観測システムの利用や計測・解析技術の開発により予測の精度や迅速性を追求する。災害誘因の予測情報に含まれる不確実性を考慮し、予測情報を災害軽減に有効活用するための研究にも継続して取り組む。

【防災リテラシー】地震・火山噴火による災害の軽減を具体的に図るには、行政、産業界、国民を含む社会全体が事前の防災対策や災害時の避難行動、災害対応などの行動を適切にとる必要がある。そのためには、地震・火山活動、地震・火山噴火災害、それぞれの生活環境における地震・火山災害のリスク、災害時の対応方法などの知識が必要となる。このような防災リテラシーの向上を効果的に進める方法についても研究を進める。

3-2. 当面の取組の方向性と進め方

【長期的方針】地震や火山噴火による災害を軽減するための取組には、比較的短期間で進展し成果が期待できるものから、短期的な実現は難しいが時間をかけて着実に進展させることによって成果が期待できるものが含まれており、それぞれについて計画的に取り組み着実に実現していく必要がある。平成26年から始まった第1次計画では、中長期的な展望の下で体系的に取り組む内容を以下の4項目に整理した。

- (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・減災対応を採ること。

これらの項目は今後の観測研究計画に対しても有効と考えられる。

【達成状況と当面の進め方】(1)については、過去の長年の観測研究計画に基づいて災害事例の知見の蓄積がある程度進んでいたが、近代的な観測が行われる以前の事象については知見が限られていた。第1次及び第2次計画では災害に関する歴史記録や考古データのデータベース化に力を入れたことにより、低頻度かつ大規模な現象に関する知見が大きく上積みされた。研究が進むにつれて、過去の災害の位置や規模、頻度が更新される例も出てきており、起こりうる災害の想定にも影響を与えている。第2次計画より一部で始まっているが、異分野のデータベースの統合や、歴史・考古学と地球科学やその他の人文学・社会科学との協働に基づいた、より正確性の高い解釈などの取り組みが求められる。歴史記録のデータベースは既に公開を始めており、アクセスのしやすい形で公開することで国民

や関係機関に広く知らしめ、災害事例研究に活用するという目標に着実に近づいている。上記の(3)で取り組んでいる災害誘因の予測とその可視化も、災害を広く知らしめるという点に寄与している。

国民や関係機関に効果的に情報を伝え理解してもらうためには社会の共通理解の醸成や防災リテラシー向上が必須であると考え、防災リテラシー向上に関する研究を第2次計画より開始した。この研究はようやく緒に就いた段階であることから、地震・火山噴火現象や災害を扱う分野の研究者と情報伝達を扱う分野の研究者間の連携を徐々に育みながら継続・発展を目指すべきであろう。

一方、最近の地震・火山噴火災害には、監視観測の対象域外からの小規模噴火による災害など、これまであまり想定されていなかったタイプのものも含まれている。そのような現象に対しても迅速に観測研究を展開して災害発生プロセスの解明を進め、国民や関係機関に知見を知らしめていく必要がある。災害現象の解明につながる研究の継続により知見を増やすことは今後も必要であろう。

(2)については、上でも述べたように地震・火山噴火災害に関する史料・考古・地形・地質データの量と質を高める努力が続けられており、これにより、大地震や大規模噴火がどこで、どの程度の規模・頻度で発生するかといった長期予測の信頼性も向上している。地震動や津波、降灰などの災害誘因予測については、発生源となる地震・噴火プロセスの研究、伝播経路モデルや数値シミュレーション手法の高度化により精緻化を進めている。不確実性を考慮した災害誘因・災害リスク評価が試行され、防災計画策定などの目的に応じて評価結果の選択を支援するシステム作りも行われている。また、防災担当機関への研究成果の提供も徐々に進んでいる。

(3)については、以前より実用化されている津波警報に加え、近年、地震や火山噴火の発生直後にその規模を即時的に把握する技術が進展し、緊急地震速報のように実用化がなされたものもある。第1次及び第2次計画を通じて、海底観測網のデータを用いた津波規模の即時把握と浸水予測も実用化に近づきつつある。火山噴火直後に噴煙高度を気象レーダーのデータから推定する手法の開発や、噴煙挙動や火山灰降下などのシミュレーション技術に基づいて噴火直後に災害誘因を予測する技術は着実に進歩している。一方、即時的な予測が実現できている災害誘因はまだ限られ、また精度にばらつきがあり、必ずしも直ちに防災対策に資する情報を提供できるレベルにあるわけではない。即時予測することができる災害誘因の種類を増やすとともに予測精度の向上や予測時間の短縮など、今後克服すべき技術的課題は多い。また、災害誘因の即時予測結果を社会に発信する際には、社会の防災リテラシーがどのような段階にあるかに配慮する必要があり、第2次計画より始まった防災リテラシーの向上に関する研究との連携が欠かせない。

(4)について、地震分野では地殻変動データから推定したひずみ蓄積に基づく内陸地震発生の長期評価予測手法の開発を進め、より信頼性の高い発生確率の予測を目指している。地震の推移という点では、大地震の後には近傍で大きな地震が続くことがあるが、その発

生メカニズムは十分解明されていない。迫りくる南海トラフ沿いの地震が「半割れ」となる可能性もあり、現時点の知見を総動員した推移予測手法の開発が必要である。火山噴火予測に関しては、観測網が充実もしくは多年のデータ蓄積が進んだ火山が増えてきたことから、経験に基づく予測研究として火山活動推移モデルや事象分岐の論理的判断基準が研究されている。ある程度の規模の噴火発生についてはその危険性が定性的に評価されるようになり、気象庁により噴火警戒レベルの発表という形で防災・減災対応が取られている。また、突発的な水蒸気噴火の直前に山体膨張や微動の発現などの前兆現象も捉えることに成功した例もある。現在、防災・減災対応にとって重要な情報である噴火規模や推移予測に関しては経験則に頼っているが、これらの定量的予測にも活用できるよう火山活動推移モデルを発展させていく必要がある。

以上、中長期的展望に記された各項目に関しては、それぞれの達成状況はまちまちであるものの、第1次及び第2次計画を通じて着実に進んでいる。今後も研究成果を社会の課題解決につなげる段階を目指して、異なる専門分野間の連携を強化しつつ研究を着実に継続する必要がある。

3-3. 観測研究計画実施体制の整備と計画の推進

【分野間・項目間の連携】 観測研究計画を災害科学の一部として推進し災害軽減という大きな目標を達成するためには、理学、工学、人文学・社会科学、とりわけ、地球科学、数理科学、情報科学、歴史学、考古学、社会学等の研究者が連携を強化し学際的に研究を進める必要がある。そのため、分野間連携のための合同研究集会や、分野を横断する総合的な研究の枠組みを設定することは有効と考えられる。また、この観測研究計画は機関参加を基本としているが、より広い分野の研究者との連携による萌芽的研究をサポートする体制として、公募研究枠の確保も重要である。

【地震本部、火山本部及び行政機関等との連携】 観測研究計画の成果を災害軽減に効果的に活かすため、関連する諸機関との強い連携の下に適切に研究を実施する体制が求められる。災害軽減に着実につながる研究成果を得るためには、現状の課題を整理した上で、計画全体の目標達成に至るまでの道筋を明確に意識して研究を進める必要がある。そのためには、地震本部や火山本部、地震・火山災害軽減のための課題に取り組んでいる行政機関等と連携して、課題の抽出や研究成果についての情報交換を行うことで、基礎研究の成果を発展させた応用研究・開発研究の方向性や、社会の課題解決に基礎研究の成果を活用する方策について検討すべきである。地震本部が策定した第3期総合基本施策で定められている当面10年間に取り組むべき地震調査研究との整合性を意識して研究を実施することで、この観測研究計画で取り組む基礎研究の成果がそれらの調査研究の進展にも貢献することが期待される。

【観測基盤、観測・解析技術の開発】 観測基盤の継続的な開発・整備なくしては、日本の地震・火山噴火に対する防災施策を進めることは不可能である。関係機関が地震本部によ

る第3期総合基本施策に基づき整備・維持している基盤的観測網は、本観測研究計画の推進をはじめ、我が国の地震防災施策に必要なインフラであるとともに、海外の研究者にもそのデータは活用され国際貢献にも大きく寄与している。このため、基盤的観測網の安定的かつ持続的な運用を図ることが必須である。火山観測網については、気象庁や防災科学技術研究所が観測点や観測項目の拡充を進めた結果、常時観測火山については以前に比べ大幅な進展が見られている。今後、火山本部において策定される総合的な調査観測計画等も踏まえながら、本計画に基づき、多様な火山現象をもれなく観測するための観測項目の充実等を進める必要がある。地震・火山現象を解明して予測につなげるべく、長期的視点に立った継続的な観測、観測対象を広げるための技術開発、低コストで維持・運用が可能な通信網や観測機器や大規模データの効率的処理手法の開発、得られたデータを蓄積し将来にわたって活用するためのデータベース構築なども望まれる。

【国際的観点・社会的多様性への配慮】地震・火山噴火災害は地球規模の課題であり、特に低頻度の地震・火山噴火現象の特徴・多様性の把握や災害研究を進める上では、国際的な視野を持って研究を実施する必要がある。また、計画の実施にあたっては、高齢者、若者、外国人などの社会における多様性の視点、ジェンダーギャップや社会的弱者の観点を意識することが望まれる。

【人材育成】地震や火山噴火が避けられない我が国においては、災害に対する強靱な社会の実現とその持続が求められる。次世代を担う若手研究者や技術者、防災業務・防災対応に携わる人材を継続的に育成するため、長期的な視点に立った取組を幅広く行うことが重要である。

Ⅱ. 本計画策定の基本的な考え方と計画の概要

1. 本計画策定の基本的な考え方

平成31年度に始まった第2次計画では、地震・火山現象の解明と発生予測を目指す観測研究に加え、研究対象を災害誘因（災害をもたらす外力としての地震動、津波、火山噴出物、地すべりなど）の予測に広げるという第1次計画の方針を維持しつつ、新たに地震・火山噴火の防災リテラシーの向上に関する研究にも取り組み、減災への積極的貢献を目指した。従来からの参加分野である理学分野と、第1次計画から新たに加わった工学、人文学・社会科学分野との分野間連携は、第2次計画を通じて一層強化された。その結果、地震・火山現象の発生予測に関する研究だけでなく、その成果を活かして災害の軽減に貢献するという本研究計画の目的の実現を志向した研究が着実に進められた。しかしながら、地震・火山現象は複雑かつ多様であり、その予測には解決すべき課題が未だ多く残されている。また、防災リテラシーの向上に関する研究は、新たな知識体系の構築が進みつつあるが、実践手法の開発・改良に向けた努力も引き続き必要である。

本計画では、第1次計画から継承してきた中長期的展望を踏まえ、観測研究を国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として推進する方針を引き続き堅持しながら、一層強化・推進する。その際、基礎研究の継続とさらなる深化を前提としたうえで、科学的アプローチをもって防災・減災につなげる姿勢をさらに明確化する。本計画の成果が社会において実際に利活用されてこそ災害の軽減につながることを意識し、個々の目標を明確にしてその達成を目指す。その方策の一つとして、本計画では分野横断で取り組む「総合的研究」を計画の項目に据え、理学、工学、人文学・社会科学が効果的に連携できるような体制も充実させ、総合知により成果を創出する。また、社会の課題解決に向けて着実な成果の創出が期待できる研究項目については「重点研究」として特に力を入れる。研究基盤となる観測網の維持・整備と技術開発にも着実に取り組む。研究分野間の偏りを防ぎ連携を促進するために、第1次計画から開始した拠点間連携共同研究の枠組みを活用し本計画を円滑かつ効果的に進める。地震本部、火山本部等との連携や、本計画に参加する機関間の緊密な連携も重要であるため、これらに必要な体制を整える。さらに、国内外の関連研究分野との連携、社会への研究成果の還元、次世代を担う人材の育成等については継続的な取組が必要であり、長期的視点に基づいて様々な角度からの展開を試みる。

以上の基本的考え方に基づき、次の構成で本計画を実施する。

1. 「地震・火山現象の解明のための研究」
2. 「地震・火山噴火の予測のための研究」
3. 「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」
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」
5. 「分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究」
6. 「観測基盤と研究推進体制の整備」

2. 本計画の概要

2-1. 地震・火山現象の解明のための研究

地震・火山現象の発生予測や災害誘因予測の高度化を実現するには、現象そのものの根本的理解が不可欠であるが、地震・火山現象は幅広い時空間スケールを持ち複雑で多様であるという特徴を持つ。そのため、機器による近年の記録だけでなく、より古い時代の情報も合わせた長期間かつ広範囲のデータの収集・分析を進める必要がある。この認識に基づき、第1次計画から史料・考古データの収集・整理を開始するとともに、地形・地質学的な手法も含めて、低頻度かつ大規模な地震・火山現象の解明に取り組んできた。本計画では、それらの継続により過去の事象に関する情報を蓄積することに加えて、多分野が協働して過去の事象に関する情報の質の向上を目指す。一方、現在の現象については、モデル化や予測に向けた現象理解を進める上で、多項目の観測・解析や比較研究が効果的であることが第2次計画までの取組で示された。本計画では、様々な手法で収集される多様な時空間スケールのデータを活用した、地震・火山活動の発生機構の解明、発生場の理解及びそれらのモデル化を、引き続き基盤的研究として着実に実施し、災害予測手法の高度化へとつなげる。

(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合

長期間における地震・火山現象とそれに伴う災害をできる限り正確に把握するために、史料・考古・地形・地質データの収集と解析を継続するとともに、データベースの改訂や機能拡充を行う。また、これまで独立に整備されてきたデータベース間に連携機能も持たせてさらに使いやすい形に発展させることにより、多分野の知見の融合を促し、精度の高い地震像・噴火像に迫ることを目指す。

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

機器による記録のない過去の事象を取り扱うことが可能な研究手法として、史料・考古データの分析や、地形・地質学的調査、地質試料の分析・実験等を実施し、低頻度かつ大規模な地震・火山噴火の発生履歴、準備過程、発生過程に関する情報をできるだけ定量的に収集する。また、これらに基づき、低頻度かつ大規模な地震・火山噴火の長期的な過程、発生機構及び災害誘因の全体像の解明を目指す。

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

断層面やその周辺におけるひずみと応力の蓄積、地震時の断層破壊過程、地殻及びマントルの変形や変形様式の不均質性、地震活動の階層性等に関する研究を通して、地震の発生過程の解明を進める。海域・陸域の地球物理・地球化学的観測、野外観察、室内実験や数値シミュレーションなどを通して、断層面の摩擦特性や地殻流体の挙動等に関する理解を深め、地震発生サイクルモデルの高度化を進める。

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

物理・化学的理解に基づく火山活動の推移や噴火現象のメカニズムの解明は、定量的評価やモデル化の過程を通じて現象予測の基礎となる点で重要である。このため、活動的火山における多項目観測や比較研究に取り組む。また、地球物理・地球化学的観測だけでなく、地質調査、試料分析、数値計算、室内実験、衛星データの活用など多様なアプローチにより、メカニズム解明とモデル化に関する成果の創出を目指す。

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

プレート境界域と海洋プレート内部、陸側プレートの地殻及びマントル内の地震発生域、火山地域等、地質学的な特徴に応じて、震源分布・構造・応力場・ひずみ場・物質分布等を、地球科学的観測と調査、室内・数値実験等により明らかにするとともに、これらのモデル化を進める。また、地震と火山現象の相互作用ならびに場の統合的理解についてもこれまでの観測データや知見を活用しながらモデル化への進展を図る。

2-2. 地震・火山噴火の予測のための研究

地震や火山噴火の発生・活動推移予測技術は未だ実用的な段階とはいえないものの、第2次計画までに発生機構の理解やモデル化の研究では推移予測につながる多くの成果が上がっている。また、史料・考古データに基づき機器観測開始以前の事象に関する知見が増えたことに加え、高時間分解能・高品質の膨大な観測データも日々蓄積されている。本計画では、これらを最大限に活用し、多様なアプローチによる科学的な予測手法の開発とその有効性の検証を進める。現状で予測が難しい対象については、観測データの定量的評価手法の開発に取り組み、予測に資するモデルの構築を目指す。

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）

従来の地震長期予測は、主に地形・地質データや史料・考古データの収集・解析から得られる地震活動履歴に基づき、次の地震発生を統計的に予測する手法が中心であった。本計画では、こうした地震発生履歴に基づく予測手法の高度化に加えて、海陸の測地観測や地震活動データ、室内実験、数値シミュレーションに基づいた物理過程を考慮した予測手法の開発を、長期予測の実用化に向けた重点研究と位置づけて実施する。地震本部の行う長期評価等の防災施策への貢献を目指し、その成果をさらに精緻化していくことも視野に入れる。

(2) 地震発生確率の時間更新予測

観測データが新たに追加されるたびに、地震発生確率を逐次更新して予測する手法の開発と改良を行う。物理モデルに基づく方法として、種々の地殻活動観測からプレート境界や断層面の状態を推定し、データ同化に基づく予測に貢献する。観測データそのものから確率予

測を行う経験的手法として、客観的アルゴリズムによる予測試行を通じたモデルの改善のほか、網羅的な先行現象検出方法の開発に加え、機械学習等を活用した先行現象の探索に関する研究にも取り組む。また、予測情報の社会的有用性についても検討する。

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

既に気象庁による噴火警戒レベルの判定基準等にも観測データに基づく評価が幅広く取り入れられている現状を踏まえ、本計画では「定量的評価」と「予測の試行」を重点研究と位置づけて推進する。噴火の定量的な予測の基礎となるモデルが提案された火山については、観測データに基づいた予測の試行や、過去データを用いた検証及びそれらを通じたモデルの改良に踏み出す。一方、その前段階にある火山については、予測の基礎となる火山活動の定量的評価またはその手法開発などを進める。

2-3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

地震や火山噴火に伴う地震動や津波、火山噴出物、地すべりなどの災害誘因と、自然や社会に潜在的に存在する脆弱性などの災害素因の組み合わせや相互作用により、様々な規模・様相の災害が発生する。そのため、災害誘因の評価や予測は、具体的な災害を想定する上で必要不可欠である。本計画では、第2次計画までの災害誘因予測研究の発展を踏まえ、地震に伴う災害誘因については事前評価と即時予測に分けて手法の高度化を進め、火山噴火に伴う災害誘因については、いくつかの事象に特化して災害誘因評価手法の高度化に取り組む。また、研究成果を防災対策の推進に効果的に結びつけることを目指して、災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究を実施する。なお、拠点間連携共同研究の枠組みも積極的に活用し、理学的アプローチを主軸とした地震学・火山学と、自然災害に関する総合防災学とを連携させて実施する。

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

強震動、津波、斜面変動、地盤変状など、大地震に伴う災害誘因を事前に高精度に評価する手法を開発する。強震動の事前評価では、精緻な地下構造モデルや複雑な断層破壊過程を考慮することで従来の評価手法の改良や高度化に取り組む。津波の事前評価では、最新の津波堆積物調査や歴史地震の調査の知見を取り入れる。斜面変動や地盤変状の事前評価では、その準備過程を捉えるモニタリングに基づく予測も視野に入れ実施する。また、大地震による災害リスクの事前評価手法の開発では、震源から構造物に至る強震観測の連携研究等を推進し、建物被害や人的被害のフラジリティ評価を取り入れるこれまでの取組をさらに発展させる。

(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）

地震が発生した直後の強震動と津波の即時的予測手法を開発・高度化する。本計画では、

観測データを数値シミュレーションに同化させることで予測精度や即時性を向上させる研究をさらに発展させる。また、予測の不確実性も同時に評価する手法や、海陸のリアルタイム観測データの処理・解析に機械学習を活用した予測手法の高度化、地面の揺れのみならず建物被害を予測するための研究にも取り組む。さらに、行政機関等と研究機関の連携を重視し、防災実務での活用につながるような基礎技術開発を行う。

(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

火山噴火に伴い、火砕物の飛散や流出、溶岩流、土石流、山体崩壊、地すべり、津波、火山ガスなど、多種多様な災害誘因が想定される。これらの事象を数値計算で再現・実験する手法は既にある程度開発されており、本計画ではそれらをベースとした災害誘因評価手法の高度化を進める。その際、実データの取得を通じたモデルの検証も含め、特に、火山灰、火山礫、土石流、泥流等の評価手法に焦点を絞って研究に取り組む。

(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究

災害のリスク評価の結果は、発災前の人々の行動のみならず、現場における応急対応や避難、復興等のあらゆる局面における判断に大きな影響を与えるため、その伝え方は特に重要である。また、地域住民、自治体、観光客、登山者など、受け手に応じた効果的な情報提供方法についても研究する必要がある。地震学・火山学が提供する防災情報が必ずしも社会のニーズに充分応えられていない現状を踏まえ、確からしさの情報も含めた災害誘因予測やリスク評価を効果的に防災・減災につなげるための情報提供の方法を研究する。

2-4. 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

災害を軽減するためには、地震・火山現象に関する自然科学的理解を広く共有することと、災害誘因の予測やリスク評価の性能を向上させることに加え、災害の発生に深く関係する人間の自然認識や行動と社会構造を理解することにより、知見や情報の提供が人間の行動変容に働きかける効果を高めることが必要である。第2次計画では、地震・火山噴火災害に対して適切な防災対策や避難行動をとるために必要となる知識とそれらを活用する能力を「防災リテラシー」と定義し、これを効果的に向上させる手法に関する研究を開始した。本計画では、防災リテラシーの構成要素を検討するとともに、その体系化、理論化に力を入れ、災害に対する社会的脆弱性をいかに克服できるかという視座をベースに、人文学・社会科学を中心とした研究を進める。災害誘因と災害素因の関係性に着目した災害発生機構の解明にも引き続き取り組む。防災リテラシー向上に資する実践的な教育・研修プログラムの開発と検証を行い、地域の行政機関やステークホルダー等との協働を通じて、社会の共通理解の醸成と防災リテラシーの向上を図る。

(1) 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、津波、火山噴火の災害事例の分析を基に、地震動や津波、火山噴出物などの災害誘因が、暴露人口、建造物や社会の脆弱性、防災・復興計画などの社会素因に対してどのように作用し被害をもたらすのか、という視点から災害発生メカニズムの解明を進める。また、地域の行政機関やステークホルダーと連携し、防災・減災施策の検討を行い効果的提言に資する要素を抽出する。

(2) 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

災害の発生を抑止または軽減する対策を考えるために必要な情報と要素を明らかにし、体系化を進める。不確実性を含む災害誘因に関する事前情報や、実際に起こった災害が住民の行動に与える影響を解明し、モデル化を目指す。実効的・実践的な防災リテラシー研修プログラムやリスクコミュニケーションツールを開発し、ワークショップ等におけるそれらの試験運用を通じた効果検証と改良に取り組む。

2-5. 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

第1次・第2次計画では、災害科学としての重要性が特に高いテーマについて、複数分野の連携の枠組みで総合的研究を進めてきた。そのいくつかについては具体的かつ大きな成果が得られている。そこで本計画では、研究の方向性をより明確化した上で、この枠組みで取り組む研究を拡充すべく、以下の6項目を実施する。

(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

南海トラフ巨大地震に関する分野横断型の総合的研究を、巨大地震に伴う複合型災害の軽減に向けた学際研究として推進し、リスク評価のスキームを具体化して提示することを目指す。すなわち、観測記録に基づくプレート境界固着や、通常の地震からスロー地震に至る広帯域の地震現象に関する研究、震源モデルに基づく地震・津波波動場に関する研究、構造物の脆弱性も考慮したリスク評価、自治体や住民との連携を通じたリスクコミュニケーションの研究を進める。この項目の実施にあたっては、拠点間連携共同研究の枠組みを積極的に活用し、他の関連プロジェクト等との連携により最新の知見も取り込んだリスク評価スキームの構築を目指す。

(2) 首都直下地震

我が国の政治・経済の中心である首都圏では、その直下で大地震が発生した場合、甚大な社会的影響を伴う災害となることが想定されている。首都直下地震による災害を軽減するには、地震の発生確率や規模の予測のほか、首都圏特有の問題を考慮した被害の予測、避難計画や復旧計画の作成に資する研究など多角的な取組が必要である。本計画では、過去の震災再調査や、現状の課題抽出を行い、震源像を明らかにする研究を通じて、長期予測や被害想定等の科学的根拠となるデータやモデルを提示する。また、想定地震に対する地震動の推定

を行い、情報伝達手法の開発や避難経路の設定、建造物の健全性判定、災害対応訓練などにも活用可能な成果の創出を目指す。なお、経済的中心地となっている他の都市圏で起こる大地震に関する知見も、首都直下地震の災害研究に活用する。

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

千島海溝沿いでは従来から巨大地震が繰り返し発生している。地震本部はM8.8程度以上の地震の発生が切迫していると評価し、中央防災会議は日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震で膨大な死者数を想定している。ここでは、千島海溝沿いで想定される巨大地震による災害の軽減に向けた総合的研究を実施する。地域防災力の向上を目指し、GISやICT技術を活用した避難行動分析や地域性を取り入れた防災教材に関する研究、海陸の諸観測や津波堆積物に基づく地殻活動の把握と震源の多様性の評価、津波や地震動の事前・即時予測の高度化などについて、第2次計画の取組を発展させる。本計画では新たに、北海道・三陸沖後発地震注意情報に関する社会調査や、地震・津波災害の地域産業への影響評価など、社会心理・経済的視点からの災害軽減の研究にも取り組む。

(4) 内陸で発生する被害地震

内陸の地震は、人間の生活圏の近くで発生するため被害が大きくなりやすく、過去にも多くの被害地震が内陸で発生している。そこで本計画では、陸域で発生する被害地震を新たな総合的研究の対象とする。内陸域の大規模地震や群発地震の発生要因、強震動発生メカニズム、歴史地震の研究を通じて、いくつかの地域において今後発生が想定される地震像を提示し、それに基づく強震動等の災害誘因予測を目指す。また、浅部地盤構造調査や建造物モニタリング調査に基づき、リスク評価手法の研究にも取り組む。さらに、社会との情報共有によるリスク低減の方法も検討する。

(5) 大規模火山噴火

大規模噴火の想定に基づき広域避難計画が立案されつつある桜島及び富士山を主対象として、現象解明から避難や帰還に関わる課題までを視野に入れた総合的研究を行う。大規模噴火の予測に資するマグマ供給系の理解と活動推移シナリオの構築、大規模噴火時の観測手法・通信手段の開発、大規模噴火に伴う災害誘因の予測手法の開発、広域避難時の自治体間連携や、避難後の被災地への帰還や移住のための意思決定のあり方などの研究に取り組む。

(6) 高リスク小規模火山噴火

観光地化した火口域からの突然の噴火は、小規模でも大きな災害となりうるが、予測手法は確立していない。小規模噴火の発生履歴が不詳の火山が多いことに加え、火山ごとの特徴や履歴の相違、土地利用状況、さらには噴火リスクに対する人々の知識・考え方にも地域差があり、効果的な情報提供方法を研究する必要がある。第2次計画での検討に基づき、本計

画では登山者・観光客への影響が主となる小規模な噴火・火山活動に特有の問題を分野横断的に取り扱う。小規模噴火の履歴調査に基づく発生頻度の評価、各種観測を通じた危険性評価手法の開発・改良を進める。観測情報・防災情報の効果的な発信・伝達のあり方を検討するため、主たる研究対象となる火山において地元自治体や地域住民を交えたシンポジウムも企画し、総合的研究の成果共有やさらなる課題抽出のための意見交換の場とする。

2-6. 観測基盤と研究推進体制の整備

地震・火山のモニタリングや調査を通じて蓄積されたデータは、未知の現象の発見や発生過程の理解を進展させるとともに、国民に地震・火山現象の現況を報せその安全を守ることにも大きく貢献している。これらのデータは本計画の推進に必要な不可欠な要素であることから、調査・観測の安定的継続及びデータの流通や利活用を促進するための環境整備を進める。その際、センシング技術や情報科学等、関連研究分野の最新の成果も積極的に活用する。本計画に参加する機関や研究者は多数に及び、研究分野は多岐にわたることから、効果的・効率的な研究実施体制を引き続き整えていく。また、防災行政機関などの関係各機関との情報交換や連携を図ることは、研究成果の社会還元という観点のみならず、基礎研究に対する社会のニーズを汲み取る上でも重要である。さらに、本計画が目指す災害軽減に資する観測研究には持続性が求められるため、長期的な視野に立った人材育成の取組を幅広く進める。

(1) 観測研究基盤の開発・整備

本研究計画の成果は、長年にわたり整備が進められてきた観測基盤からのデータに負うところが大きい。発生頻度が低い大規模な地震・火山噴火の解明のためには長期にわたる観測データの蓄積と流通は特に重要であるため、本計画でも行政機関、研究開発法人、全国の大学が協力して観測基盤の着実な運用と計画的な整備を進めていく。一方で、先進的で新たな観測手法・機器の整備だけでなく、既存の観測基盤について効率的な観測技術の開発や持続可能な観測体制の実現に資する低コストで維持・運用が可能な通信網や観測機器、大規模データの効率的処理手法の開発にも注力する。また、データの多様化に対応し、異分野の研究者による自発的な活用促進も目指して、簡便な解析ツールの開発や、一次処理済データの公開体制の構築なども引き続き推進する。

(2) 推進体制の整備

本計画が適正かつ着実に実施されるよう、進捗状況の把握と研究成果の取りまとめを行う。計画の参加機関の連携を促進し効率的・効果的に計画を推進する。本計画の実施にあたっては、その研究成果・技術が災害軽減の施策や業務に反映されるよう、災害・防災対策に係る社会ニーズを的確に把握することに努めつつ、行政機関や、地震本部、火山本部等との役割分担を意識し、技術的・制度的・組織的な連携を重視して進める。また、第1次・第2次計画において研究分野間の連携を促進する仕組みとなっている拠点間連携共同研究を本

計画でも引き続き活用し、発展させる。

(3) 関連研究分野との連携強化

文理融合の総合知を地震・火山噴火の災害軽減に役立てるために、理学、工学、人文学・社会科学の研究者が引き続き研究分野間の相互理解に努め、連携をより一層強化しつつ計画を進める。また、機械学習の適用やビッグデータからの情報抽出、データ伝送・流通の効率化などデジタルトランスフォーメーションの一層の取り込みを意識しつつ、工学系研究者や計算科学研究者の参画など関連分野との連携強化を通じた学際的研究を積極的に推進する。

(4) 国際共同研究・国際協力

地震・火山災害は国内に限らず世界各地で発生することから、国際的な防災・研究機関との連携を通じた組織的な情報収集を進める。また、国際共同研究や国際共同事業を通じて研究事例を増やしそれらを共有することにより、地震・火山噴火とその災害に関わる学理や技術の発展を促進する。さらに、他国における地震・火山災害の軽減に貢献する体制の維持・整備の取組に、本計画の研究成果を積極的に提供する。

(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

地震・火山災害に関する社会との共通理解を促進するため、様々な方法によるコミュニケーション活動を積極的・組織的に展開する。その際、本計画の防災リテラシー向上のための研究成果を活用して、地震・火山災害に関する知識や、災害軽減の対策に必要な知識を社会に効果的に伝える工夫をする。また、本計画の研究で得られた専門的な成果についても、一般にも分かりやすく伝える。

(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

地震や火山噴火が避けられない我が国においては、それらによる災害の軽減や、災害に対する強靱な社会の実現と持続が求められる。そのためには、幅広い分野における研究の進展に加え、安定的な監視観測の維持・発展を担う人材や、関連分野の研究を推進する人材、防災・減災施策の立案や実施に関わる人材など、次世代を担う若手研究者や技術者、行政担当者の継続的な育成が欠かせない。また、専門教育を受けた人材が、防災や科学技術に関わる行政や企業活動、教育に参加することも、持続的な社会を築く上で重要である。国による大学院生や若手研究者の支援施策の拡充は大きな効果が期待される。本計画では、関係機関における専門職ポストの確保や研究員等の枠の充実に努めることは勿論、多分野の協力による幅広い知識やスキルの教育、情報収集や交流を通じた多様なキャリアパスの開拓、大学院進学者を増やす活動など、長期的な視点で様々な取組を行う。こうした活動にあたっては、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト等、本計画と関連が深い事業との連携もこれまで以上に積極的に進める。

Ⅲ. 計画の実施内容

1. 地震・火山現象の解明のための研究

地震・火山災害を軽減するためには、地震・火山現象の根本的な理解を深めることが重要である。過去の地震や火山噴火の規模・発生場所・発生履歴、地震・火山現象の物理・化学過程や、地震発生場の構造、応力、変形などに関する研究を進め、低頻度・大規模な地震や火山噴火が発生する仕組みを解明する。一旦発生すれば甚大な被害をもたらすこれらの現象に関しては、史料・考古・地形・地質データ等の収集・統合・解析を進めて機器による近年の記録との比較研究を行うことで、その特徴や多様性を把握する。また、地震・火山噴火の発生予測やそれらが引き起こす災害誘因の予測を高度化するために、先進的な観測・データ解析・モデリング・実験等に立脚した地震・火山活動の発生機構及び、それらを支配する場の解明とモデル化を進める。

(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合

地震・火山噴火現象に関係する過去の事象を分析・理解し、現在の状況の把握、ならびに将来の活動推移の予測に資するために、史料、考古資料、地形・地質の調査等から得られた情報を活用する。現存する膨大な史料の中から地震・火山活動関連史料を収集し、文献としての信頼性を評価しつつ整理し、信頼性の情報が付与された史料データベースを構築する。考古情報については、これまでに公開されている10万冊以上に及ぶ遺跡発掘の調査報告書から、地震・火山現象に関連する遺物や液状化等の災害痕跡などの資料を収集し、データベース化を継続する。地形・地質情報については、活断層の位置、形状、変位速度及び構造発達過程などの基本属性に関する情報を取得し、過去の活動履歴、地震規模及び断層の連続性を解明する。また、地震・津波に伴う地形・地質学的痕跡を調査し、データの収集・整理・解析手法の高度化を行う。火山噴火に関しては、地形・地質調査により活動的火山の噴火堆積物等の基礎データを蓄積するとともに、海底火山や海洋底の調査も行い、地質・岩石学的データを収集・整理する。さらに、これらの地形・地質情報を史料や考古資料のデータベースからも参照可能にすることで、分野融合的な分析を促進する。

ア. 史料の収集・分析とデータベース化

○大学は、地震・火山関連史料集のデータベースを拡充する。史料に現れる地名に位置情報を与えて視認性や利便性を向上させ、考古学、地質学、地形学など関連分野のデータ及びデータベースとの統合や連携を図る。また、既刊の地震史料集に収録されていない地震・火山関連史料を収集・追加する。データベース化にあたっては校訂作業や再評価を行い、史料の信頼性に関する情報を付与する。これらに基づき歴史地震・火山噴火カタログを改善する。

○大学は、これまで主に用いられてきた文書や日記のほか、年代記など多様な史料に注目し、

災害史料学の視点で分析する。分析にあたっては、地震・火山噴火の直接記録だけでなく、地形・天候などの環境情報も収集し、複合災害の発生メカニズムの解明につなげる。

- 大学は、現代とは異なる社会状況の下で発生した災害のなかでの人々の行動や復興などに関する検討を進める。
- 大学は、過去に同じ地域で繰り返し発生した巨大地震の相違点を明確にし、その地震像解明を目指す。また、史料表現の定量化・数値化の手法を改善し、大地震や中小地震も含めた歴史地震カタログの作成に取り組み、歴史上の地震活動の時空間分布を明らかにする。

イ. 考古データの収集・集成と分析

- 奈良文化財研究所は、「歴史災害痕跡データベース」を拡充するため、考古資料及び歴史資料、地質資料に記録される災害痕跡や地形・地質構造について分類・整理し、データの入力方法の改善によって資料登録件数を大幅に増やす。これらにより、過去の地形と災害を対比検討し、災害発生機構を分析することのできるデータベースを構築する。

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

- 大学は、日本列島を高精度でカバーする活断層の統合トレースデータを作成・公開し、順次更新する。活断層の変位様式・活動性などのメタデータの付加など将来のデータベース拡充に向けた検討を行う。未知の活断層の抽出を含むトレースデータの更新及び活動性の解明に向けた手法開発にも取り組む。また、南海トラフ周辺海域などを対象に、主に海底地形に基づいて海底活断層の分布と変位様式を解明する。
- 大学及び海洋研究開発機構、産業技術総合研究所は、津波堆積物の調査を通じて津波堆積物の認定・対比手法の確立や、年代決定手法の改良を進め、過去の地殻変動の調査、及び関連する史料の調査と合わせ、津波をもたらしたプレート境界巨大地震及び日本海の大地震の発生履歴とその規模の解明を進める。同時に、既存の津波堆積物データの再検討に加え、国内外での堆積物調査を実施する。
- 産業技術総合研究所は、津波による浸水履歴情報や活断層データベースを整備・更新する。また、国内外での活断層調査から、地震時変位量等に基づき過去の連動型地震を復元する手法を改良し、さらに発展させる。
- 産業技術総合研究所は、火山活動の評価と予測のための基礎データとして、日本列島の活動的火山の噴火履歴を調査し火山地質図の整備を進める。高分解能の噴火履歴情報を得るために、新しい火山噴出物に対する効率的かつ高精度な年代測定手法を開発する。
- 大学は、前近代の古絵図や古地図を整理し、これらに基づいて過去の地形の復元を進め、災害の発生状況をより詳細に解明する。現在の災害において過去の地形がどのように影響を及ぼすかを解明するとともに、将来の災害の可能性や、その危険性を周知するための手法も検討する。

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

歴史地震研究や史料に基づく火山噴火研究の成果と、考古学・地形学・地質学や地震学・火山学の最新の知見とを総合的に分析することによって、歴史上の地震・火山噴火現象の規模・発生場所や発生履歴を高精度で推定する。国内外の地震について機器による観測データを解析し、その特徴を手がかりに地震像や発生機構の理解を進める。特に、千島海溝や日本海溝、伊豆・小笠原海溝、南海トラフ、琉球海溝沿いの巨大地震に関する研究を優先的に実施する。カルデラ噴火も対象とし、地質学・岩石鉱物学及び年代学的手法を駆使して、活動的火山の噴火履歴・推移及びマグマ供給系の進化過程を高い時空間解像度で明らかにする。

○大学は、史料から得られる地震・火山噴火やそれらに伴う地形変化などの情報を軸に、関連分野の情報や最新の知見を取り入れて総合的に分析し、歴史上の巨大地震・大地震や火山活動の詳細かつ高精度での把握を目指すとともに、地域の災害史など長期的な視点での分析を行う。また、南海トラフ沿いや西南日本の内陸部など、過去に繰り返し大規模な地震や津波が発生した地域について、海外の史料を含めた新資料の発掘にも努める。

○大学及び産業技術総合研究所は、日本列島周辺の海溝沿いで発生する低頻度かつ大規模な地震について、津波堆積物や海岸地形などの地質学的調査により、発生履歴や過去の地殻変動、津波波源、メカニズムを解明する。

○大学及び防災科学技術研究所は、巨大地震の発生メカニズムの解明や発生予測に資するために、千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝、南海トラフ、琉球海溝等における地震活動や震源過程、海底地殻変動等を調査する。

○大学及び産業技術総合研究所は、十和田、阿蘇、始良等のカルデラ火山を対象として、中長期的なマグマ供給系の進化過程を明らかにするための物質科学的研究を行う。特に、十和田等においては放射非平衡分析を軸とした解析を進め、VEI 6 から 7 クラスの巨大噴火をもたらした珪長質マグマ供給系が再活性化する要因や、次の巨大噴火に向けた現在の準備状況を明らかにする。

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

先進的な地球物理学的観測、データ解析、モデリングによって、プレート境界における詳細なひずみと応力の蓄積・解放過程を把握し、プレート境界地震とその発生場に関する理解をさらに深める。また、地震発生サイクルにおける種々の現象を定量的に説明できる物理モデルを構築する。さらに、内陸地震断層及びプレート境界について、野外観察、室内実験、理論、シミュレーション等による研究を通じて、脆性-塑性遷移領域における変形の不均質性の解明や摩擦構成則の構築と地震発生過程の物理的理解を進める。

○大学は、日本海溝沿いなどにおいてGNSS-A観測などによる海底地殻変動観測を行う。さらに、繰り返し地震と海陸測地観測データも加えた断層すべりのモデリングによって、プレート境界の詳細なすべりの時空間発展を把握するとともに、東北地方太平洋沖地震後の回復過程を明らかにする。

- 大学は、変形・摩擦実験、脆性-塑性遷移実験等に基づいて、地殻及びマントルのレオロジ
...やプレート境界深部の摩擦構成則の解明、脆性-塑性をつなぐ構成則の構築に取り組み、
断層の様々な深度における素過程の基礎的理解を進める。
- 大学は、化学分析、変形実験、理論解析に基づく熱・流体・空隙・すべりが相互作用する
断層運動のモデル化と、粘弾性や熱弾性を考慮した地震時すべり等のシミュレーション手
法の高度化を行う。これにより、地震発生過程の物理的理解を進め、地震発生サイクルの
中での様々な地震活動の推移を統一的に理解できるモデルの構築を目指す。
- 大学は、断層面の微細な不均質構造がすべり挙動に及ぼす影響を系統的なシミュレーショ
ン実験で定量的に調べ、観測の解像度よりも細かな構造を巨視的な摩擦法則として粗視化
することの妥当性やその条件を明らかにする。
- 産業技術総合研究所は、地質調査に基づいて内陸活断層深部の脆性-塑性遷移領域付近に
おける変形の不均質性を明らかにするとともに、岩石変形実験に基づいて断層帯内部にお
ける構造の形成・発展や力学的挙動を明らかにし、断層帯深部における変形の不均質性が
断層の挙動に及ぼす影響を解明する。

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

火山活動・噴火を定量的に把握しモデル化を進めるために、地球物理学・地球化学・物質
科学を総合した多項目の観測・調査・分析を行う。これらの多項目データの統合的解析を通
じて火山活動と噴火のメカニズムの解明を目指す。また、マグマの流動・破碎・脱ガス・結
晶化などの素過程の実験研究や数理モデルによる理論解析を行い、火道内のマグマの振り舞
いから噴火様式の分岐条件を推定する。観測データを統合して火山活動度を定量的に評価す
る手法の高度化を進める一方、既存データの再整理にも取り組む。

- 大学は、霧島山、阿蘇山、浅間山、伊豆大島、弥陀ヶ原、十勝岳、吾妻山等、海域を含む
国内外の活動的火山を対象に、無人航空機や人工衛星の利用も含む多項目観測を行い、噴
火前から噴火終息後まで一連の火山活動の推移把握に努める。
- 防災科学技術研究所は、基盤的観測網やリモートセンシング技術等による多項目の火山観
測データを活用し、火山現象の発生機構の解明や火山災害を把握するための研究開発を進
める。また、既存の観測網を補完する機動的な調査観測を行うほか、火山ガスや火山灰等
の遠隔分析技術の開発を通じて火山現象の定量化を図る。さらに、室内実験や数値計算に
基づいた物理モデルによる火山活動及び火山災害の予測支援技術の開発にも取り組む。
- 大学は、噴火発生の即時検知や機械学習を用いた地震タイプのリアルタイム分類の手法開
発に取り組む。また、観測データに基づく火山活動の定量評価指標を試作し、多項目のモ
ニタリングデータに適用する。
- 大学は、将来の火山モニタリングの高度化に資する研究として、海域火山活動の変色海水
の観測や土壌...濃度連続観測システムの開発に取り組む。
- 大学及び産業技術総合研究所は、桜島、阿蘇山、霧島山、有珠山等から、様々な噴火様式

の火山噴出物を採取し、種々の岩石学的解析を行う。揮発性成分の分析、減圧実験や高温高圧実験なども行い、爆発的噴火の強度や様式の変化を支配する要因を明らかにする。新たな揮発性成分分析手法の開発や既存手法の高度化にも取り組む。

- 海洋研究開発機構は、無人自動観測システムと海底観測機器を組み合わせた海域火山観測システムの開発を行う。また、主に伊豆・小笠原海域を対象とした構造探査、火山体の海底調査、岩石試料の採取を行い、海底火山活動の現状把握とマグマや流体の生成から噴火に至る過程と様式の理解を深める。
- 産業技術総合研究所は、活動的な火山において火山ガスの放出率と組成の観測・分析を行い、観測の高頻度化にも取り組む。大量の火山ガス放出を継続している火山については、噴火様式の支配要因の一つである火山ガス放出過程のモデル化を行う。また、地下浅部に熱水系が卓越する火山については、熱水系とマグマ性ガスの相互作用を明らかにする。
- 北海道立総合研究機構は、北海道内の火山において、火山活動の現況把握を行うために、温泉水や噴気の温度や化学成分、同位体比等の観測を継続的に行う。また、観測結果に加えて、火山体の熱水変質状況などを踏まえて熱水系のモデルを検討し、各火山における適切な観測体制を構築する。

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

地質学的環境の特性に応じて、プレート境界域と海洋プレート内部、大陸プレート内の地震発生域、火山地域に対象を分けて、震源分布・構造・応力場・ひずみ場・物質分布等を、観測、調査、データ解析、室内・数値実験などから明らかにする。プレートの沈み込み帯については、プレート境界すべりの時空間分布を詳細に解明することで、多様なすべり現象の条件・要因について理解を深める。また、内陸域では、地殻内応力や地震活動と地下構造との関係や、応力と断層強度の時間変化に着目した研究を行う。火山周辺地域については、多様な観測データの解析と物質科学的研究、水文学的シミュレーションなどを総合し、熱水系及び火山性流体・マグマの供給系の概念モデルの精緻化や定量化を目指す。

その一方で、地震発生の数値シミュレーション、強震動の事前評価・即時予測手法の高度化などへの活用を念頭に、海域から陸域までを包括した標準的な構造共通モデルや、コミュニティ断層モデルの整備にも取り組む。

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

- 海洋研究開発機構は、海底下の地震活動の現状把握と実態解明のために、広域観測データをリアルタイムで取得する海底地殻変動・地震活動観測技術システムを開発し、3次元地殻構造や地殻活動、断層物性、地震活動履歴等に係る調査を行う。
- 大学は、日本及び海外の沈み込み帯における海域の地震・地殻変動観測を行い、プレート境界すべりの時空間分布を解明するとともに、地震活動や地震学的構造変化との関係を考察する。加えて、海底掘削試料に基づく摩擦実験から、多様なすべり現象の要因を明らか

にする。

- 大学は、海底地質学，地球物理学，地球化学などの分野横断的アプローチにより，巨大地震を引き起こす海底活断層の構造や物性を解明するとともに断層の地震性すべりに影響する流体のモニタリングを行う。
- 大学は，スラブ内地震の発生機構を解明するため，陸域下の二重深発地震面での地震活動を精査しエネルギー収支を見積もるとともに，沈み込んだ後にスラブ内地震の発生場となるアウターライズ断層の活動様式と含水化の関わりを明らかにする。また，岩石変形実験により，スラブ内部で起こる断層形成機構を明らかにする。
- 大学は，日本海溝沈み込み帯周辺において海域及び陸域観測網のデータを活用した広域かつ高分解能の構造解析を行い，浅部から深部までの構造不均質の全体像を明らかにし，日本海溝沈み込み帯の地震発生場及び内部変形過程を解明する。
- 大学は，広域的な外力応答も含めた全球的な変形及び重力場の変化を計算可能にする，新たな球体地球モデルを開発し，海底地殻変動観測や，先進的手法による重力変化の観測などで得られるデータに適用することで，地震発生サイクルモデルの高度化に貢献することを目指す。さらに，GNSS観測結果から海洋変動等による荷重変形を除去する手法を開発し，ゆっくりすべりの検出手法を高度化する。
- 防災科学技術研究所は，国内外の観測データから，通常地震ならびにスロー地震の検出，震源決定，発震機構解・断層モデル等の推定を自動的かつ高精度に実施するための手法の開発・高度化を行う。モニタリングデータに基づいて地震カタログを作成するとともに，得られたカタログについて，地震発生モデル構築及び数値シミュレーションを行う。

イ. 内陸地震

- 大学は，断層帯強度不均質の実態を把握し，大地震の空間的な発生ポテンシャル評価を目指すために，稠密な地震・電磁気・GNSS観測を行う。また，比抵抗や地震波速度等の地下構造と，すべり分布や震源分布等との比較により，過去に発生した大規模な内陸地震について，地下構造と破壊との関係を明らかにする。
- 大学は，東北地方北部から北海道南部を主対象に，海陸の地震観測網のデータを統合する信号処理技術に基づき，浅部地下構造の推定と波形特徴抽出技術の構築を行い，地震発生場の解明を進める。
- 大学及び産業技術総合研究所は，地震データを用いた応力逆解析により，日本列島全域のテクトニックな応力場及びその時間変化を明らかにする。数値シミュレーションを併用して地震の最大規模評価や活動性評価手法を開発するほか，前震-本震-余震型や群発地震型などのクラスター地震の発生における応力と間隙流体圧との関係を調べる。群発地震については，高密度な地震観測と地下構造探査に基づき，対象地域内の断層分布や地殻内流体の分布・存在形態の解明を通じて，活動の推移予測モデルを構築する。
- 大学は，日本及び海外の沈み込み帯で地震観測を行い，プレートの沈み込みや衝突による

地殻・上部マントル構造の発達過程とその周辺で発生する地震の発生機構を調べる。

- 大学は、強震動計算などの地震災害研究や、震源過程のシミュレーションなどの基礎研究に幅広く活用することを目的としたコミュニティ断層モデルを構築し公開する。

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

- 大学は、地震学、測地学、電磁気学、地球化学、物質科学などの観測や分析を行い、個々の火山のマグマ供給系や熱水系の構造を明らかにする。
- 大学は、光ファイバを用いたDAS観測等を実施し、火山の浅部構造の推定に資する観測の超高密度化や次世代化を進める。
- 大学は、火山近傍で発生する地震活動についてデータベースを作成し、群発地震活動や震源メカニズムなどに着目し、火山活動と火山近傍の地震活動との関連性を明らかにする。

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

- 大学は、地質学、地球物理学、地球化学の手法を組み合わせ、地殻・マントルにおける物質分布、温度分布、地下構造、ひずみ分布、応力分布を明らかにし、地震活動、火山活動、またそれらの相互作用についての統一的な理解を目指す。
- 大学は、北海道東部のひずみ集中域において、測地観測や電磁気観測、地震活動調査により地下構造を推定し、内陸地震と火山活動について相互作用を調査する。
- 大学は、地震観測や電磁気観測により、九州の地下におけるマグマ上昇経路、およびマグマから供給される揮発性成分の上昇経路を解明し、地震活動やひずみ集中との関連を調べる。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

災害の軽減や防災対策の立案に貢献するため、地震・火山現象の科学的な理解に基づいた地震発生の予測や火山現象の予測に関する研究を進める。地震発生の予測では、史料・考古・地形・地質データに加えて、地殻変動・地震活動等の観測データ、実験・数値シミュレーションの結果も用いた新たな長期予測手法を開発し、国の長期評価等の防災施策に活用されることを目指す。また、逐次追加される種々の観測データを地震発生の物理モデルあるいは経験的な確率予測モデルに与え、大地震の発生及びその後の推移を定量的に予測する手法を開発・改良する。火山噴火の予測では、地球物理・物質科学的データに基づく定量的指標を用いた火山活動の評価方法を提示する。火山活動推移モデルの構築が進んでいる火山においては、活動予測を試行し、手法を改良しながら予測精度の向上を図る。

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）

主に史料・考古・地形・地質のデータに基づく過去の地震発生履歴を用いた従来の長期予

測では、最新の観測や実験・解析により得られる新たな知見が活かされていく状況にある。そのため、地震発生履歴に加えて、測地観測や地震活動データ、室内実験、数値シミュレーションに基づいた物理過程を考慮した地震発生モデルの構築を通じ、新たな長期予測手法の開発を目指す。海底地殻変動観測や地質調査を行いプレート境界の状態を把握するほか、地震発生過程の断層スケール依存性を明らかにする室内実験及び地震発生サイクルシミュレーションを実施する。また、地殻活動データに基づく内陸地震の長期予測モデルを高度化し、既存の長期予測手法との融合を目指す。

ア. プレート境界巨大地震の長期予測

- 大学は、日本海溝沿いを主対象に、地震発生履歴と近代観測による地震活動及び地殻変動の時空間変化を再現する地震発生サイクルシミュレーションモデルを構築し、東北地方太平洋沖地震後のプレート境界地震の発生時期と規模の予測を試行する。
- 大学は、南海トラフ域において海底地殻変動観測や海底電磁気観測を実施し、プレート境界固着や間隙流体分布を明らかにすることで南海トラフ地震震源域の場の理解を進める。一方で、過去の巨大地震の情報が少ない南西諸島海溝域のプレート境界固着状態を明らかにするための海底地殻変動観測も実施する。
- 大学は、フィリピン海プレート縁辺部を対象に、津波堆積物の現地調査、掘削試料の分析、網羅的な津波数値計算に基づく波源の検討を行い、歴史・先史時代に発生した巨大地震・津波を、史料・考古データも踏まえて統合的に解明する。
- 防災科学技術研究所は、地殻変動や地震・津波等の多様な観測成果と室内実験から得られる知見を組み込んだ大規模地震発生サイクルシミュレーションによって、南海トラフ地震等の巨大地震の長期予測の高度化に資する地震発生モデルを構築する。

イ. 内陸地震の長期予測

- 大学は、活断層帯を対象として、観測データを考慮した地震発生サイクルシミュレーション及び動的破壊シミュレーションと、最近発生した地震の観測データや古地震についての地形学・地質学的調査結果とを比較し、シミュレーションの検証及び改良を行う。
- 大学は、主に長大活断層系を対象に、詳細な変動地形解析と第四紀地質学に基づく古地震調査研究によって、変位速度分布、構造発達過程及び活動履歴の復元を行うとともに、断層のセグメント構造や変動地形、地下構造、地震活動、応力場などに基づいた内陸地震発生モデルを構築する。
- 大学は、構造探査によるプレート構造の推定、震源断層モデルの推定や改訂、震源断層面上に作用する応力の状態等に基づき、プレート間相互作用を考慮した物理モデルによる長期予測手法の開発を進める。
- 大学は、測地観測データや地震活動データに基づいた長期予測モデルの高度化を行うとともに、活断層の長期評価等も含めた複数の予測結果の結合方法を検討する。さらに、地震

やゆっくりすべり等の地殻活動の時間発展を考慮した予測手法の高度化も行う。

- 奈良文化財研究所は、信頼性の高い史料に記された地震被害や有感地震の記述を用いて、前近代に発生した内陸地震の震度分布図を作成する。現行の活断層の調査・研究成果や地震動の数値計算等を組み合わせて、長期予測に資する過去の地震活動の実態を解明する。

(2) 地震発生確率の時間更新予測

観測データを地震発生の物理モデルあるいは経験的な確率予測モデルに追加することで地震発生確率を逐次更新していく予測手法の開発・改良を行う。物理モデルに基づくアプローチでは、様々な地殻活動観測データからプレート境界や断層のすべり速度分布を推定するとともに、応力・すべりの構成則に合うように応力・固着状態・摩擦パラメータを推定して、その延長として今後を予測するデータ同化の考え方に立脚する。観測データに基づく経験的アプローチでは、観測データを入力とする客観的アルゴリズムによる試行予測と検証を行い、予測アルゴリズムを改善する。先行現象を網羅的に検出する方法を開発するほか、機械学習等のデータ駆動科学の導入により、人間の直感では気が付きたい先行現象も探索する。また、時間更新型の予測情報の社会的有用性についても検討する。

ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

- 大学は、繰り返し地震カタログ作成の対象地域を世界に広げ、プレート境界及び内陸断層の固着状態を幅広い時空間スケールでモニタリングする。島しょ部の観測空白域での地震観測も継続する。また、任意の場所の繰り返し地震活動を即時に把握できるシステムを構築し公開する。
- 大学及び産業技術総合研究所、防災科学技術研究所は、地殻活動の継続的な観測を行うとともに、通常地震とスロー地震の検出手法を高度化して、カタログの解析帯域及び解析項目、対象時空間を拡充する。さらに、他機関の定常観測データも用いてプレート境界の固着度をモニターし、それに基づく地震発生のシミュレーションモデルを構築する。
- 海洋研究開発機構は、海域で得られるデータも用いて高精度化した地震発生帯の地下構造モデルに基づき、地震の準備・発生過程のシミュレーション及び地殻活動の解析を高度化する。また、データ同化手法を実データに適用してすべり推移予測を試行する。
- 大学は、豊後水道周辺や琉球地域等でGNSS観測を行う。プレート境界の摩擦特性推定・すべりの推移予測を目指して、プレート形状・粘弾性構造なども考慮したゆっくりすべりのデータ同化モデルを開発し、観測された測地データに適用する。
- 大学は、地震やゆっくりすべり等の地殻活動に伴う応力・応荷レートの時間変化を反映した中期予測に基づき複数の地域でのシナリオを検討する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、ゆっくりすべり発生域での構造探査・重力・電磁気観測等から様々なスロー地震活動の時空間変化を支配する要因を解明し、物理モデルに反映させる。

○大学は、繰り返し地震等を用いて階層的破壊の実像解明を進めるとともに、様々な環境での繰り返し地震を比較して繰り返し性の程度を支配する要因等を探る。また、階層的構造場の破壊シミュレーションを高度化して、現実的な地震発生サイクル計算を目指す。さらに、事例解析に基づき、大地震の前震活動とゆっくりすべりの関連性を考察する。

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

- 大学は、各種先行現象候補に基づく試行予測と地震カタログの比較による予測能力評価を継続・拡充する。電磁気・地球化学データについては独自観測及びデータ収集を継続する。また、海外のグループが取得した衛星観測データの活用を通じて国際共同研究を推進する。
- 大学は、機械学習などのデータ駆動手法も活用して、観測データの特徴づけと異常抽出の手法を高度化する。また、複数の先行現象の情報を組み込んだ確率予測モデルを構築する。
- 大学は、ETASモデルなどの比較的確立された手法について、地震発生確率の予測性能の系統的な事後検証を行うとともに、その予測情報の社会的有用性について検討する。
- 大学は、測地データの機械学習や微小地震活動情報に基づくゆっくりすべりの検出手法を開発し、これを過去の多数の事例に適用することにより、ゆっくりすべり発生後に大地震が発生する確率を求める。
- 大学は、高速な類似波形探索により同一地域での連続波形記録からクラスタ化した微小繰り返し地震を網羅的に検出し、大地震発生との関係を明らかにする。また、既知の不均質構造を持つ試料を用いた室内実験により、微小繰り返し前震の時空間分布を明らかにする。
- 大学は、先行事象の詳細な分析、先行性と地学条件の比較、応力擾乱による地震トリガリングとの比較、室内実験や物理モデリングなどを通して、先行現象の発生機構を探る。

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

地球物理学的観測データや、過去の火山噴出物の物質科学的分析データについて、観測・分析項目毎に評価指標を導入し、火山活動の現況を総合的・定量的に評価する方法を提示する。さらに、噴火に至るまでの火山活動の事象分岐や、噴火発生から噴火様式の変化、噴火の終息までの推移予測手法の構築を図る。多項目観測データの蓄積が進み火山活動推移モデルの構築が進んでいる火山においては、対象とする事象を設定し試行予測を行う。一方、その前段階にある火山については、予測すべき事象や予測スキームの検討も含め、予測の基礎となる火山活動の定量的評価、またはその手法開発を進める。その際、物理・化学観測だけでなく、噴出物モニタリングや、噴火履歴等の地質情報に基づく予測も対象とする。

- 大学や気象庁は、火山近傍における地震・測地・電磁気学的な観測データや物質科学的な分析データに基づいて、火山活動を定量的な指標で示し、それらの指標の時系列を基に、噴火発生予測を含む火山活動の推移予測手法の構築を図る。阿蘇山等の多項目データのある火山においては、試作した予測手法を適用して試行予測を行う。
- 大学は、これまでに提案されている測地データ等を利用した火山活動評価方法を基に、将

来の噴火発生の可能性を評価し、予測を試行する。

- 大学は、火山灰、火山ガス、地下水など火山活動に伴い地表へもたらされる物質の情報を基に事象分岐判断に必要な物理・化学パラメータ（噴出量，噴出率，化学組成など）を高精度で推定することで、火山活動推移評価への物質科学的データの定量的な活用を試みる。

3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

地震・火山噴火による災害は、地震動，津波，火山噴出物，地すべりなど個々の災害誘因が，自然や社会に潜在する脆弱性等の災害素因に働きかけることで引き起こされる。そこで災害を未然に防ぐために災害誘因を事前に評価する手法を研究するとともに，地震・火山噴火発生後の対応で災害を軽減するために災害誘因を即時的に予測する手法の研究を行う。また，大地震による災害リスク評価手法の高度化を進める。災害誘因のうち，地震動，津波，火山噴出物については，即時性と正確性のバランスを考慮した予測手法を高度化する。さらに，情報の受け手に配慮した災害誘因情報の効果的な発信に資する研究を進める。

（1）地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

断層運動の不確かさや，破壊の伝播効果などによる強震動の特性，断層のずれが地表に到達する場合に生成される強震動の特徴などを従来の強震動評価手法に取り込むことで，強震動の事前評価手法を改良する。津波堆積物・歴史地震記録の調査や，想定津波の再検討などに基づき，津波の事前評価手法を高度化する。地震動に起因する斜面変動や地盤変状に関しては，地質調査や地球物理学的観測等により，発生メカニズムを解明し，事前評価手法を開発する。また，強震動や津波，地すべりなどに起因する災害リスクの評価手法に関する研究をさらに進める。

ア．強震動の事前評価手法

- 大学は，地震被害を起こしうる大地震や巨大地震の震源特性を強震記録等により解析し，時空間的に複雑な断層破壊過程と震源近傍の強震動特性の関係を明らかにする。また，過去の地震の断層破壊過程の分析で得られた震源モデルから，将来発生する地震の広帯域強震動予測のための震源モデル設定に有用となる情報を抽出する。
- 大学は，幅広い周波数帯の地震動の高精度な評価を実現するため，平野や盆地の深部地盤から軟弱地盤等を含みうる浅部地盤までの，堆積層全深度に対する地盤構造のモデルを精緻化するとともに，より適切なモデル化手法を開発する。
- 大学は，空隙が多く不均質性が強い表層地盤を対象に，模擬表層地盤に対する繰り返し強震動入力試験や，高空隙率の媒質に対する透過弾性波計測試験を通じて，応答特性のモデル化を行う。

イ. 津波の事前評価手法

- 大学、産業技術総合研究所、海洋研究開発機構及び防災科学技術研究所は、津波堆積物・歴史地震記録の調査、断層モデルの見直し等による想定津波の再検討などを通じて、津波の事前評価手法を高度化する。

ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

- 大学は、大地震のたびに発生する斜面変動の事前評価手法の開発に向けて、地形・地質学的な調査、物理探査、斜面の長期的な状態監視に基づき、その準備過程、発生メカニズム、発生後の影響に至る一連の現象を解明する。
- 大学は、人工震源装置や環境震動を用いた地震波伝播特性のモニタリングから、斜面変動や地盤変状につながる地下水や地盤強度の変化を捉える手法を開発する。

エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

- 大学は、災害リスク評価における脆弱性が高い堆積平野や堆積盆地などを対象に、災害発生機構を解明する。その際、建物や土木施設などの人工構造物の揺れに関する研究と連携し、地震被害リスクの評価を行う。
- 大学は、明瞭な活断層は少ないがひずみ集中帯として認識されている地域における、地震被害想定の不確かさを低減するため、ひずみ集中帯での震源断層の設定、地下構造モデルの充実、地域固有の条件を考慮した構造物被害、リスク評価の高度化を行う。

(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）

大地震によって引き起こされる強震動・長周期地震動・津波などの災害誘因を、陸域及び海域における様々な観測量に基づいて、即時的かつできるだけ高精度に予測する手法を開発・改良する。特に、災害に即応するためには、大地震の発生後できる限り短時間でその規模や断層面の広がりや海面変動を推定または測定することに加え、リアルタイムで観測データを予測に反映させることにより予測精度を高めることが効果的である。本計画では、被害を最小限に抑えるための的確な対応の判断材料となる、予測の確からしさの情報も提示できる手法の開発・改良にも力を入れる。さらに、地震工学・耐震工学分野との連携を強化することで、建造物被害の即時予測も視野に入れる。本研究は、将来の防災実務での活用を目指し、処理の自動化などの実運用も意識して行政機関等と研究機関の連携によって進める。

ア. 地震動の即時予測手法

- 大学は、陸域及び海域のリアルタイム強震観測を活用し、データ同化と機械学習に基づいて、震源域近傍での観測データから広域における強震動や長周期地震動を即時予測する手法を開発するとともに、地面の揺れのみならず建物被害を予測するための研究を進める。
- 気象庁は、地震動の実況把握から地震動予測を行う時間発展型の手法の高度化等に基づき、

震度及び長周期の揺れの予測手法の精度向上のための研究を進める。

イ. 津波の即時予測手法

- 大学は、リアルタイムGNSSや海域での観測量等を用いて、巨大地震の断層すべりをその確からしさも含めて即時的に推定する手法の開発を行い、津波即時推定手法の高度化とその自動化に関する研究を進める。
- 気象庁は、津波波源からの距離に応じた津波即時予測手法の高度化に関する研究を進める。

(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

火山噴出物の挙動を噴火前に評価しておくことで噴火直後の即時的かつ高精度な予測につなげる手法の研究を進める。具体的には、火山噴出物の即時的モニタリング手法の開発、噴出物の輸送の予測、泥石流や土石流発生ポテンシャルの評価手法の開発を行う。

- 大学は、主に桜島を対象として、火山噴出物について広範なサイズ分布に対応したマルチセンシング技術によるモニタリング手法の開発に取り組む。また、実際に採取した噴出物による検証を通じたモニタリング手法の高精度化を行う。
- 大学は、大規模噴火（VEI 4 から 5）による火砕流、溶岩流による災害誘因評価手法の開発を行うとともに、火山噴出物の流下に関するリアルタイムハザードマップを試作する。
- 気象庁は、気象衛星やレーダー等による噴火現象の解析を行い、火山灰濃度予測及び確率予測のモデル開発を行う。
- 大学は、融雪型火山泥流について、雪の融解過程や泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の確立を目指す。
- 大学は、桜島等にて流域周辺における火山砕屑物の堆積や地表面の水の浸透能といった土石流・泥流発生ポテンシャルのパラメータを評価する手法の確立を目指す。

(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究

地震学・火山学の成果としての防災情報は、可視化、定量化、精緻化が進んでいるが、現状では必ずしも社会の防災対策の推進に最適化した形での提供ができていない。これを踏まえ、不確かさを含んだ災害誘因・リスク情報を効果的な防災情報・災害対応につなげるための表現方法や情報伝達技術に関する研究を行う。

- 大学は、情報の受け手に防災意識の向上や適切な防災対策を促す情報のありようを、異なる表現要素に分けて分析することで、社会心理学などの分野とも連携し、防災情報の効果的な表現技法の開発を進める。
- 大学は、自治体震度計ネットワークの利活用を推進し、リアルタイムで震度を把握して災害対応につなげる仕組みを検討する。また、地震動評価及び災害リスク評価の成果を災害実務現場に役立てるための研究を行う。

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・火山現象の理解・予測の研究成果を社会に適切に還元し、それぞれの人が災害からのち・くらしを守るための知識枠組み「防災リテラシー」の構成要素を検討する。過去に発生した地震・火山災害の事例に対して、地震・火山噴火によって引き起こされる地震動や津波、降灰などの災害誘因が避難・防災行動、社会的脆弱性や暴露人口等の社会素因へ与える作用に焦点を当てながら、災害が発生した仕組みや要因を解明する。さらに、社会が被害の発生を抑止、あるいは軽減する対策を考えるために必要な知識要素・知識体系を探索的に検討する。それに基づいて、防災リテラシー向上に資する実践的な教育・研修プログラムを開発し、フィールドでの実践を基に検証する。これらの研究においては、地域の行政機関やステークホルダーなどとも協働しながら、社会の共通理解の醸成と防災リテラシーの向上を図る。

(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

地震動や津波、火山噴出物などの災害誘因が、避難・防災行動の意思決定プロセスや地域の土地利用、コミュニティ構造などの社会素因とどのように関連し被害をもたらすのか。近年発生した地震・津波・火山災害の事例検証と将来の災害予測を通して、その災害発生過程の解明に向けた文理融合による研究を行う。また、地域の行政機関やステークホルダーと連携して、地震・火山研究で得られた知見に基づく被害推定情報が的確に防災対策等に利活用される仕組みを検討する。

- 大学は、災害誘因と土地利用規制の関係等を解明し、地震観測研究の成果を活用した被害想定に基づく土地利用のあり方を検討することで、行政の都市計画・総合計画の改善に資する方策を提案する。
- 大学は、東海地域等を対象として、巨大地震に対するコミュニティの社会的脆弱性を地理的・社会的特性の分析を通して明らかにし、地域固有の地理的・社会的条件を踏まえた、防災リテラシーを向上させるための地域的最適解を提案する。
- 大学は、災害に対する心理バイアス、被災経験、直近の災害発生等の要因を勘案した、災害に対する人々の意思決定のモデルを検討し、観測研究の成果が人々の避難などの防災行動に適切に反映されるための基礎的条件を解明する。
- 防災科学技術研究所は、過去の地震・津波・火山噴火災害による災害誘因予測・リスク評価の成果を統合することで将来の災害における被害状況を推定し、推定結果が実社会で利活用される仕組みを検討する。

(2) 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

地震・火山噴火災害による被害の発生を抑止、あるいは軽減する対策を、社会が主体的に考えるために必要な知識体系を明らかにすることを通じて、政府の科学技術・イノベーション

ン基本計画（国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革）の実現にも貢献することを目指し、特に想定巨大地震や活動的な火山などに対する社会の共通理解醸成のための研究を実施する。防災リテラシーの安定的な知識要素を特定・体系化し、それらを基に防災リテラシーの教育・研修プログラムを設計・開発する。さらに、それらを特定のフィールドで実装して効果を検証し、防災リテラシーそのもののあり方も検証する。また、観測研究の成果が社会システム化していく中で発信される、不確実性を含む災害誘因に関する情報が住民に与える影響について、過去の知見を用いながら解明し、モデル化を目指す。

○大学及び富士山科学研究所は、地震・火山災害についての実効性のある防災対策に必要な知識要素を明らかにした上で体系化し、ニーズ分析に基づき、教育・研修プログラムを設計・開発する。また、それらをいくつかの対象地域で試験的に運用することで効果を検証し、継続的に利用可能なプログラムへの改良を目指す。さらに、地域住民等を対象としたワークショップなどを通じ、教育・研修プログラムの発信手法について検討する。

○大学は、不確かさを含む災害誘因に関する情報が住民等に与える影響を解明し、その後の避難行動から生活再建までの過程における行動パターンを分析し、教育・訓練などで用いる災害シナリオのかたちで住民に研究成果をフィードバックする。

5. 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

本計画には多様な専門分野の研究者が参加している。そのメリットを活かし、地震・火山噴火の災害科学として我が国において現在特に重要と考えられる以下の6つの対象について総合的研究を実施する。これらの総合的研究では、内包される複数の研究項目を統合する問題設定を行い、各分野・項目の研究情報を共有しながら成果創出を目指す。なお、本計画実施中に地震・火山噴火による大きな災害が発生した場合は、必要に応じて測地学分科会での検討に基づき総合的研究の対象とする。

（1）南海トラフ沿いの巨大地震

南海トラフ巨大地震に関する分野横断型総合的研究の連携をより一層強化し、巨大地震に伴う複合型災害の軽減に向けた学際研究を進める。具体的には、海陸の地震・測地観測網で取得される記録を用いた状態監視の高度化、巨大地震の新たな長期予測手法の開発、中短期における巨大地震の発生可能性の相対的な高まりを評価する手法の開発、巨大地震発生後の地震像の即時的把握手法の構築を進める。また、災害軽減に向けて、地震発生から災害誘因予測・被害予測・リスク評価に至るまでのスキームを、分野を横断して強力に連携しつつ構築する。さらに、目的に応じた防災情報の社会への発信及び広域避難計画の策定までの道筋を検討する。これまでに国内外でなされてきた地震・津波防災研究の成果にも着目して、理学、工学、人文学・社会科学を総合した「比較沈み込み帯防災科学」として地域間の比較研究を行い、地域ごとの課題・問題点を整理し、その解決方法を検討する。

- 大学は、将来の巨大地震の震源像の構築及び予測手法の開発を目指して陸域と海域で先進的な地震・測地観測を行い、プレート境界の固着分布を調べる。海山の沈み込みやプレート形状と、プレート境界の固着や巨大地震を含む地震活動との関係を明らかにする。さらに、過去の観測記録や史料のデータベース化・可視化や、史料に記載された災害情報を抽出する手法の開発も進める。
- 気象庁は、プレート境界におけるすべり分布の時間経過を把握する手法の開発と精度向上を目指す。観測データから地震イベントを識別する技術、破壊領域を即時に把握する技術などデータ処理技術を改善する。地殻内のひずみ速度と地震活動の関係性を調べる。地震発生の数値モデルを改善し、プレート境界地震の発生シナリオを構築する。
- 大学は、地盤モデルや水深データを用いて、強震動予測地図と津波浸水予測地図、地震・津波シナリオ、さらにこれらに基づく強震動・津波浸水による被害の結合ハザードマップの作成を自治体と連携して行う。また、地震時表層地盤応答モデルの高度化に向けた手法開発及び調査を行う。
- 大学は、津波堆積物の調査から過去の大津波の発生履歴の解明と波源域モデルを構築する。津波伝播・遡上シミュレーション高精度化のために、周辺の浅海海底地形及び古地形を含む陸上地形の資料収集と計測を行う。震源像の基本想定に基づき、様々な地震の震源過程の不確実性を考慮した確率論的震源モデルによる強震動評価と津波災害の被害評価を行う。
- 大学は、これまでに構築された地震・津波シナリオ及びハザードマップに基づき、建築構造物や地形情報を考慮したリスクシナリオ及びリスクマップを作成する。リスクコミュニケーションの研究として、各自治体が有するM8級の巨大地震に対する行政の対応の現状とニーズの把握に向けたインタビューを実施する。さらに、沿岸地域住民（自主防災組織等）や学校教育関係者からも同様のヒアリングを行う。
- 大学は、これまでのリスクコミュニケーションの取組を体系的に整理した上で、地震津波リスクを抜本的に減らすための方法論を確立する。また、科学的知識が行動変容に寄与する度合いについても明らかにする。
- 大学は、沿岸部の小中学校にIT強震計を設置するとともに津波避難訓練の結果を記録するアプリを活用し、地域の震度モニタリングと津波避難戦略のプランニングを実施する。これにより、防災リテラシーの向上と学校教育・地域防災の教材開発に取り組む。
- 大学は、南海トラフと類似のテクトニクスや防災研究上の課題を抱える、他の国や地域での研究事例との比較研究を実施する。それらの地域に顕在・潜在する課題の把握とその解決策を提案するとともに、地震・津波災害の軽減に向けたモニタリング-モデリング-リスク評価及び成果の社会還元の一連のスキームの高度化を進める。

（２）首都直下地震

歴史地震及び現在の地震活動、震源域の時空間的状态の把握を通して、想定される地震の

メカニズムや発生確率を現状よりも高い精度で推定し、地震動のシミュレーション等を通じて、地震が発生した場合の災害誘因を予測する。また、地盤、建物、都市インフラを考慮した被害想定根拠を提示する。さらに、過去の地震災害の事例から得られる復旧に関する知見の分析や、災害時における情報共有・伝達の最適化に関する研究に取り組み、都市の防災力向上に貢献する。

- 大学は、自ら観測したデータと国の研究機関等が提供する地震波形データ等とを組み合わせ、首都圏における地震活動の推移や発震機構解の分布等を得る。それらから震源域周辺の構造や応力状態、その時間的・空間的变化を検出する手法を開発する。
- 大学と国土地理院は、測地データを解析することで、房総半島沖のゆっくりすべりの発生様式を明らかにするとともに、同期して発生する地震活動の発生要因に関する理解を深める。
- 大学は、首都直下地震発生の切迫度に関する知見を深めるため、歴史地震を含む長期の地震発生履歴の解明を進める。浅部地盤構造や深部プレート構造が地震波形に与える影響を考慮した上で、過去の地震被害地点での地震波形記録等も参照して、被害記述と揺れの強さとの関係の定量化を進める。都市の防災力向上に向けて、揺れの強さの違いを把握し、その情報を広く迅速に伝える手法を開発する。
- 防災科学技術研究所は、首都圏の陸海における地震・測地等の観測記録を収集し、そのデータを全国の研究者にも提供することで、首都直下地震の災害誘因の把握と課題の抽出に貢献し、長期評価の高度化に資する地震発生モデルを構築する。

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

発生の切迫性と被害の甚大さが懸念されている、千島海溝沿いの巨大地震に関する網羅的な研究を関連課題と連携して実施する。積雪期など北海道特有の問題を考慮した津波発生時の避難行動の分析や、津波・地震動の予測における空間分解能や精度の向上、観測や調査による地殻活動モニタリング、地域経済への影響評価、北海道・三陸沖後発地震注意情報に関する調査等を総合的に進め、地震・津波災害の軽減を支える防災リテラシーと地域防災力の向上を目指す。

- 大学は、地理空間情報解析やICT技術を用いた津波避難行動の分析を行う。また、地域性を取り入れた教材の開発等の防災リテラシー向上のための手法を検討する。
- 大学は、津波の地域的な増幅氾濫特性を評価する手法等を検討し、津波予測の空間分解能の向上を目指す。また、地下構造等の地域性を考慮した地震動事前予測手法の高度化を進めるとともに、不安定地盤でのインフラ被害予測手法の検討を行う。
- 大学は、千島海溝や日本海溝北部周辺で海底地殻変動・地震観測等の海陸諸観測や調査を行い、プレート間固着状況などの地殻活動の現況や履歴を把握する。また、地震活動の時間空間特性や震源の多様性評価に関する検討を行う。
- 大学は、北海道・三陸沖後発地震注意情報等の防災情報に関する社会調査を実施する。

- 北海道立総合研究機構は、地震・津波災害が地域産業等に与える影響を評価し、経済的な視点から防災対策を進展させる手法の検討を行う。
- 大学は、研究成果の統合化を図るとともに、普及啓発等も含め、防災対策での活用方法等について関係機関や自治体等と協力して検討する。

(4) 内陸で発生する被害地震

内陸やプレート境界上盤、日本海東縁地域で発生する大規模地震や群発地震を対象として、文理融合の取組を含めた総合的研究を実施する。地震に伴う災害について、応力や地殻内流体の時空間変化と地震活動との関連性の研究、断層近傍の強震動発生メカニズムの研究、歴史地震の研究とその成果を考慮しつつ、リスク評価手法の確立を目指す。都市圏、近年の大規模地震の発生域周辺、群発地震など活発な地震活動域、プレート境界大地震の発生前後の内陸など、高いリスクを生じうる領域において、それぞれの特色に合わせた重点的な観測研究を行う。各地域での研究成果と手法を共有することで、現象の包括的理解を図るとともに、内陸地震を対象とした長期予測、中短期予測、災害誘因予測手法の開発に向けた研究を行う。また、計画期間に発生した内陸被害地震の各種調査を機動的に実施する。

- 大学は、内陸地震について、活断層や過去の大地震震源域周辺で、地震・測地観測、電磁気探査、地盤構造探査、変動地形学的調査、被害調査を実施し、内陸地震が発生する場やその過程を明らかにする。モデリングを交え、それらの観測結果を総合し、史料・考古データの活用も含めて、対象領域内の長期的な地震活動とその被害を解明する。
- 大学及び防災科学技術研究所は、いくつかの領域の大規模地震について想定される震源像を提案して強震動予測を行うとともに、地表まで達する断層面全体をモデル化し、断層変位及び地盤変形と断層近傍での強震動を同時に説明可能なモデルを提案する。得られた強震動予測について、社会との情報共有によるリスク低減の方法も検討する。
- 大学は、DAS等を活用した超高密度地震観測や地盤構造探査等に基づき、災害誘因・リスク評価を高度化する。
- 大学は、群発地震について、場や時系列の理解やそれらに基づく物理・物質科学・数理モデル化を進め、中短期予測の可能性も検討する。また、地震学的モデルによる活動予測が難しい群発地震について、双方向・対話型のリスクコミュニケーションモデルの提案を目指す。
- 大学は、本計画期間中に被害を伴う内陸地震が発生した際に、当該地震及びその被害に関する各種調査を機動的に実施し、実態解明に努める。

(5) 大規模火山噴火

大規模火山噴火の想定に対して広域避難計画が立案されつつある桜島及び富士山を主な対象として、避難及び避難後の帰還や移住を視野に入れた総合的研究を推進する。大規模噴火の予測に最も重要なマグマの移動と蓄積を捉えるため、各種の観測・調査に基づくマグマ

供給系の理解を深化させる。噴火規模の予測と噴火発生直後の噴出物の即時把握を軸とした災害誘因予測の研究を進展させる。また、噴火災害によって長期化する避難生活への対応や、避難後の被災地への帰還や移住政策についての意思決定のあり方を検討する。さらに、他の火山における類似の研究や、地震・津波による広域避難に関する研究とも連携して、地理的及び社会的環境による対策の違いなどにも視点を広げる。なお、本研究で対象とする大規模噴火は、VEI 4 から 5 程度を想定している。

○大学、山梨県富士山科学研究所及び産業技術総合研究所は、桜島、富士山、伊豆大島、浅間山、霧島山などを対象として、地質調査と史料・考古データに基づいて大規模噴火の履歴を高精度で明らかにする。さらに、噴火様式の遷移過程に注目し、既存の噴火事象系統樹を精緻化する。また、調査で明らかになった噴火災害の痕跡を奈良文化財研究所の歴史災害痕跡データベースに順次登録する。

○大学は、ミュオグラフィ、重力、地盤変動の同時観測に基づいて桜島の山体内部の密度変化を明らかにするとともに、火砕物や火山ガスの放出との関係から、マグマからの脱ガス過程や高密度のプラグ形成など噴火様式や規模の支配要因を定量化する。また、中長期的な脱ガスの進行度に基づき、大規模噴火開始時に想定される噴火様式について検討する。

○大学は、桜島等を対象として、地震、地殻変動、空振、映像、電磁気などの観測から、噴火機構の解明とモデル化及びそれらに資する地下構造の解明を進める。また、マグマ貫入に伴う火山構造性地震の群発機構等から、大規模噴火の前駆活動を推定する。以上を総合して、大規模噴火に至る活動推移シナリオを構築する。

○大学と山梨県富士山科学研究所は、富士山と桜島の深部低周波地震の活動と他の火山現象との関係の解明を進める。

○山梨県富士山科学研究所は、富士山の火山性地震の活動を明らかにするとともに、重力の多点連続観測及び地下水観測から、地殻流体の移動検出を試みる。

○大学は、桜島等の大規模噴火を想定し、火山灰移流拡散シミュレーションを用いた広域避難意思決定システムの検討を進める。

○大学は、過去の大規模噴火事例における自治体間の広域連携の実態を調査することで、連携が求められる政策課題を抽出し、桜島及び富士山の大規模噴火における自治体間の連携体制の検討に役立てる。また、長期化が想定される避難生活への対応や、避難後の被災地への帰還や移住政策についての意思決定のあり方を検討する。

○大学及び山梨県富士山科学研究所は、富士山等で、噴火に伴う災害誘因とリスク認識に関する調査を地域住民や登山者を対象に行う。災害誘因が多様であることに起因する火山のハザードマップの複雑性、火山防災マップの適切な表現方法及び災害を認知してもらうための効果的な情報提供方法を検討する。

○大学は、桜島を対象に火山学のオープンサイエンス拠点を構築し、火山災害に関するリスクコミュニケーション手法を開発する。また、住民参加型ワークショップを通じて大規模噴火による複合災害発生時の広域避難プランを検討する。

○大学は、情報通信研究機構と連携して、大規模火山噴火を想定した災害時の通信手段として、自営の無線通信システムの活用について検討する。

(6) 高リスク小規模火山噴火

観光地化した火口域からの突然の水蒸気噴火など、高リスク小規模噴火による災害を軽減するために、監視観測を充実させるだけでなく、過去の小規模噴火の履歴を明らかにした上で、火山の特性を踏まえた危険地帯の特定や多項目データに基づく客観的な火山活動評価を行う。複数の火山を扱うことで、地域ごとに有効な観測や多様な受け手に対する情報伝達の課題や望ましいあり方を対照する。シンポジウム等での情報共有や意見交換を通じて、他火山での課題や取組を知り、地域の特性を再認識する機会とする。本研究では、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトや火山機動観測実証研究事業の成果も積極的に活用する。

○大学は、多項目観測データに基づいた小規模噴火発生の危険性評価を目指して、草津白根山や箱根山、阿蘇山等を対象に、各種の地球物理・地球化学的観測をできるだけ高頻度で行い、可能なものは連続観測でモニタリングする。また、これらの観測データの挙動を統一的に理解する上で有用な概念モデルを構築するために、地下構造の情報を取り入れた熱水流動シミュレーションを行うとともに、必要に応じて地下構造の探査も実施する。

○大学及び山梨県富士山科学研究所は、阿蘇山や草津白根山等を対象に、湖底や湿原の堆積物も活用しながら比較的新しい時代の噴出物層序を詳細に調査する。これに基づき、過去の噴火事象の特定とその時間的推移の解読を進め、高リスク小規模噴火に該当する噴火の発生履歴と規模を各火山で明らかにする。

○大学は、小噴火に関する微量な流体上昇の位置を特定し事前評価に資するため、土壌ガス安定同位体比のマッピング等を草津白根山などで実施する。また、微弱な火山活動の変化を火山ガスの組成や放出率、湖水の化学組成から評価するために、新しい硫化水素測定装置の開発や、ドローン遠隔観測・採水システムの高度化に取り組む。

○大学は、小噴火のリスクに対する登山者の認識を把握するために、御嶽山や阿蘇山等でアンケート調査を行い、登山者の役に立つ情報や効果的なリスク周知方法を研究する。調査結果の分析に基づいて、ステークホルダーとともに情報発信の方法を検討・改善し、その有効性も検証する。

○大学は、本研究の成果を地域住民や自治体などと共有し、高リスク小規模噴火に関する情報伝達等の課題について意見を交換する機会として、シンポジウムを実施する。

6. 観測基盤と研究推進体制の整備

本計画に参加する機関や研究者は多数に及び、研究分野は多岐にわたることから、計画を効果的かつ効率的に推進する体制を整備する。地震・火山現象の観測の安定的継続及びデータの流通や利活用を促進するための環境整備を、関連研究分野の最新の成果も活用しつつ進

める。本計画に参加している理学，工学，人文学・社会科学分野の連携をいっそう強め，災害科学の深化を意識した基礎研究の推進を図る。我が国にとどまらない地震・火山噴火災害に関して，国際共同研究・共同事業への参加を通じて研究事例を増やすとともに，国際協力にも貢献する。研究成果を社会に還元しつつ，基礎研究に対する社会のニーズを汲み取るために，防災行政機関などの関係各機関との情報交換や連携を図る。本計画が目指す災害軽減に資する観測研究には持続性が求められるため，次世代を担う人材育成の取組を幅広く進める。

（１）観測研究基盤の開発・整備

地震・火山現象に係わる地球科学的観測データを安定的かつ継続的に取得するため，陸域，海域，空域，宇宙空間における機動的観測や基盤観測網に係る整備，運用，更新を図る。新たなセンシング技術や解析技術を開発することで，これまで成し得なかった領域における観測や高分解能観測を実施するほか，大規模データのリアルタイム取得，災害時における継続的な観測の実現を目指す。データ流通基盤の整備，維持，機能向上を進め，取得される多項目の記録を関係機関で共有するために流通させる。地震や火山現象に係るデータベースを構築・公開し，研究で利用するほか災害誘因情報としても関係機関で活用する。

地震分野においては，地震本部の調査観測計画に基づき関係機関によって整備・運用されている基盤的調査観測等による観測データも活用して，本計画による研究を進めるとともに，その成果を通して地震本部の調査研究の推進に貢献する。火山分野においては，次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトで構築が進められてきたデータネットワークも活用してデータの共有化を進めるとともに，火山本部とも連携して，火山研究の推進に貢献する。

ア．観測基盤の整備

- 防災科学技術研究所は，陸海統合地震津波火山観測網の安定的運用を行うとともに，関連施設の更新を図る。また，観測を重点的に強化すべき火山について観測施設の整備と運用を推進する。関係機関との観測データの共有や利用促進を図り，国内外の関係機関における研究と業務の遂行，我が国の地震や津波，火山に関する調査研究の進展に貢献する。
- 気象庁は，緊急地震速報や津波警報，地震情報等を適切に発表するため全国に展開している地震計及び震度計，東海地域を中心に展開しているひずみ計などの観測を継続するとともに，文部科学省と協力して，大学，防災科学技術研究所，海洋研究開発機構など関係機関の地震観測データを合わせて一元的に処理し，その結果を大学，関係機関に提供することにより，研究の推進に貢献する。
- 国土地理院は，全国のGNSS連続観測点を平均20キロメートル間隔の配置として維持し，観測を継続する。重点的な観測地域において観測点密度を考慮した観測体制の充実を目指す。また，GNSSの発展・最新のITRF座標系の実現等に伴いGEONETの解析手法の高度化を図る。
- 国土地理院は，日本全国を対象として衛星SARデータを用いた解析を定常的に実施し，日本

国内における地震や火山活動等による地殻・地盤変動を検出する。地震発生や火山活動活発化の際には緊急解析を実施する。打上げ予定の先進レーダー衛星（ALOS-4）によって地殻・地盤変動の監視を継続するため、その体制を維持する。

- 大学は、全国の陸域及び海域に設置された各種観測網から得られるデータを即時的に流通させるシステムを運用するとともに、大容量かつ多項目の観測データを確実に、かつ効率的に流通させるための通信方式等の開発を行う。また、長期的な観測の継続性を保つため、観測データの品質を評価するための基準作成を進める。
- 大学は、大学等のもつ定常観測網の現状に関する情報共有と将来像の検討を行う。
- 大学は、大地震や火山噴火の発生時の迅速な機動的観測や、構造探査等の調査研究観測を実施できるように、必要な観測機材や人的資源を共有できる体制を整備する。
- 気象庁、国土地理院及び海上保安庁は、潮位連続観測を継続し、津波の発生状況を把握・公表する。また、国土交通省の関係機関が所有する潮位データを集約して即時的に共有し、国土交通省防災情報提供センター等において公開する。
- 産業技術総合研究所は、南海トラフ沿いの巨大地震発生予測のため、東海から九州にかけて地下水等総合観測網を整備・運用する。また、気象庁にリアルタイムで観測データを提供する。さらに、観測データのグラフを公開して毎日更新する。
- 気象庁は、地球電磁気学的観測による地殻活動及び火山活動の研究に資するため、精密な地磁気観測データを提供する。地磁気基準点において、数十年～100年スケールにわたる安定した地磁気観測を実施し、精密な磁場データを毎日リアルタイムで提供するとともに、観測データの精度向上及び編集・解析作業の効率化を図る。
- 国土地理院は、航空機SARを利用して全国の活動的な火山における火口等の観測を実施し、地形の情報を蓄積する。また、火山活動活発化の際には迅速に観測を行い、地形の変化を明らかにする。
- 国土地理院は、国際VLBI事業と連携してVLBI測量を、海上保安庁は、国際レーザー測距事業（ILRS）と連携してSLR観測を実施することで、国際測地基準座標系の構築に貢献し、測量の基準となる基準座標系を維持する。
- 国土地理院は、地殻変動連続観測を継続するとともに、観測設備の安定的・継続的な運用を行う。また、活動的な火山等においては、電子基準点を補完するGNSS連続観測を実施する。南海トラフ沿いの地震に関しては水準測量を継続し、地震発生サイクル全過程の地殻変動データの収集を目指す。
- 気象庁は、大学や防災科学技術研究所等関係機関の協力の下、火山噴火予知連絡会で監視・観測体制の充実等が必要とされた50火山において、常時観測を継続する。また、機動観測として、GNSS繰り返し観測、熱観測、火山ガス観測等の調査観測を計画的に実施するとともに、火山活動に異常が認められた場合には、緊急観測を実施して火山活動の詳細を把握する。関係機関による新規観測点のデータのうち火山監視に必要と考えられる観測点についてはデータ交換の対象に追加する。

○国土地理院は、我が国の測位衛星である準天頂衛星システム「みちびき」を活用することで、地殻変動の監視の安定化・高精度化を図る。

イ. 観測・解析技術の開発

○大学及び海洋研究開発機構は、海域での地震・地殻変動観測の高度化のため、超深海を含む海域で、陸上と同等な広帯域地震観測を機動的に行う技術の開発、海底面での水圧測定による上下変動観測と傾斜観測技術の実用化及び定常的な海域観測網の高度化等に引き続き取り組む。

○大学は、火口域での連続多点地震観測手法の高度化や、精密に制御された人工電磁信号を利用した火山の3次元比抵抗構造を常時モニターするシステム、宇宙線を用いた観測手法などの新たな火山活動モニタリング手法の開発を進める。

○大学は、新たな無線通信帯域・技術を活用したデータ伝送システムの開発及びこれを利用した地震・火山活動状況を高精度かつ迅速に把握可能なシステムの開発を進める。

○大学は関連機関と協力し、火口近傍や離島など観測困難域での観測技術の高度化を進めるために、衛星技術やドローンなどの飛行体を用いた観測手法・観測装置を開発する。また、海域での観測手法の開発や、携帯電話通信網を利用した機動観測に適するテレメータ装置の開発、光技術の応用等を進める。

○国土地理院は、東北地方太平洋沖地震の余効変動のモデル化やゆっくりすべりのモニタリング手法の確立とその影響の除去手法の検討などを進める。それらを踏まえ、広域にわたるプレート境界でのひずみの蓄積・解放過程を把握する。

国土地理院は、小型・機動的測地観測装置の要素技術の開発及び施策・評価を行う。

○国土地理院は、大学との共同研究により、地殻変動を即時的・高時間分解能で把握可能な「電子基準点リアルタイム解析システム（REGARD）」を高度化し、災害情報としての活用を推進する。

○大学は、民間GNSS観測点及び臨時GNSS観測網を併用した超稠密観測により、地殻変動把握能力を大幅に向上させる。

○海上保安庁、大学及び海洋研究開発機構は、日本近海の巨大地震の発生が想定される海域においてGNSS-Aや海底間音響測距、海底圧力観測による海底地殻変動観測を継続するとともに、観測・解析技術の高度化のための研究開発を行う。GNSS-A観測精度の向上のために、海中音速場の変動による誤差を低減する解析手法を開発・実証を行い、得られた手法を過去のデータに遡って適用し、プレート境界の挙動解明に貢献する。

○大学及び海洋研究開発機構は、自律観測システムによる観測を動的に最適化できるオペレーション方法を実現し、基盤的な観測網として運用するための体制を整備するとともに、災害時に迅速なデータ取得ができる技術を獲得する。

○防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、海域における地震・地殻変動観測データの解析を高度化するために、海域の不均質な地下構造を考慮した新たな解析手法を開発する。

- 情報通信研究機構は、航空機搭載の先進的なリモートセンシング技術を用いた地震及び火山による被害状況把握技術やモニタリング技術の高度化を行う。
- 大学は、地球内部構造推定、震源過程解析、強震動の事前・即時予測に共通の基盤として、可用性の高い大規模地震波動伝播シミュレーションコードの開発を継続的に実施し、先端的な数値計算技法の実装を継続するとともに、利用促進のための活動も行う。
- 大学は、断層すべりや応力場などの地殻内現象を定量的に理解するために、極限的な環境やインフラの乏しい環境で動作できる地震計・重力計などのセンサを光ファイバで接続し、これまで困難であった地下深部や火山近傍における観測を行う。
- 大学は、現在利用可能な海底ケーブルシステムにDAS技術を適用して、稠密な海底地震観測を定常的に行うシステムを開発するとともに、このシステムを用いて観測域の地殻活動を把握する。
- 大学は、WIN形式データのリアルタイム伝送が機関の枠を超えた全国規模の観測波形データ流通の基盤となっていることを踏まえ、現在から近い将来の観測技術や情報通信環境に最適化した次世代データ伝送システムを試作し、その普及を目指す。
- 大学は、固体地球科学と情報科学の専門家の緊密な連携に基づき、最先端の情報科学技術の固体地球科学分野への浸透を加速させることにより、超大容量データ・超大規模モデル時代に即したデータ解析技術及びモデリング技術を開発する。

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

- 大学は、GNSSや地殻変動連続観測など多項目の比較的サンプリング間隔が長い観測データを全国に流通させるシステムを運用・高度化する。
- 大学は、全国の陸域、海域及び火山周辺に設置された地震などの各種観測網から得られる高サンプリングレートの連続データをリアルタイムに流通させるシステムを運用・高度化し、全国の観測研究のデータ流通基盤を整備・維持するとともに、このシステムで広く用いられているデータ伝送・処理プログラムの機能向上を図る。
- 防災科学技術研究所は、共同研究の促進、研究分野・組織間の連携強化、データの活用促進等に資することを目的として、大学や研究機関等が多項目の火山観測データを迅速に共有・利活用できるシステムを開発する。

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

- 大学は、観測で得られたデータについて、データの効率的な公開と利用の促進を図り、適切な引用や引用履歴の追跡を可能とするため、DOI等の永続的な識別子の付与など国際標準によるデータ公開を引き続き進める。
- 気象庁は、総合的な地震カタログの作成と発震機構解析及び大地震時の震源過程解析を進め、それらの成果を気象庁HP等により公表する。海域観測網の地震波形データを二元化処理へ取り込み、地震波形の分析や震源決定等の処理の改善を進める。また、大学等の検測

- 値を取り込んで過去にさかのぼった震源決定を行い、総合的な地震カタログに反映させる。
- 気象庁は、定常観測点及び調査観測点における地磁気4成分連続観測データを、継続して地磁気観測所データベースに登録・公開するとともに、定常観測点のデータを国際的なデータセンターに提供する。また、地磁気アナログデータのデジタルデータへの変換を継続して実施し、過去に遡ってより長期間のデータ解析が可能な環境を整備する。
 - 気象庁は、常時観測を行っている50火山について常時観測データの収集、解析を行い、蓄積する。また、繰り返し観測などの機動観測により得られたデータや、火山活動に異常が認められた場合の緊急観測データも解析し、蓄積する。各種観測で得られた成果は、防災情報や防災資料の作成に利用するほか、気象庁HP等で公表する。地元自治体による災害対策の意志決定を支援するため、火山防災協議会に対する観測成果の共有を進める。
 - 産業技術総合研究所は、日本国内の活断層、津波、火山に関する最新の知見に基づく地質情報の整備を行い、火山地質図や、活断層データベース、日本の火山データベースとして公表する。また、微小地震の解析に基づき、高い空間分解能を有する全国規模の地殻応力場データベースの整備を進める。
 - 国土地理院は、GNSS、衛星SARデータ等の解析結果をホームページで公開するとともに、地震予知連絡会、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会及び地震防災対策強化地域判定会に適宜報告する。
 - 国土地理院は、監視・観測体制の充実などが必要とされた火山を優先して、火山防災に資する基礎的な地理空間情報を整備する。また、地震災害の軽減に資するため、地形分類情報の整備を進めるほか、全国活断層帯情報（活断層図）を整備する。
 - 海上保安庁は、火山噴火現象の把握及び船舶の航行安全確保のため、日本周辺の海域火山の航空機による定期巡回監視及び測量船による海域火山基礎情報の整備、海域火山データベースの整備及び公表を実施する。
 - 大学は、地震火山研究の基盤となるデータの収集や共有・公開を着実に進めるとともに、新たな観測点データの追加、新たな観測項目への対応、解析機能の追加、既存機能の高機能化などを行う。
 - 大学は、リアルタイムデータ流通が始まり一元的集約が行われる前の火山観測データについて、調査・集約・共有を進め、JVDNでの保存・公開と共同研究の活性化を目指す。

（2）推進体制の整備

本計画を効果的かつ着実に実施するために、測地学分科会は本計画全体の進捗状況の把握や成果の取りまとめを行う。地震本部や火山本部による取組等に研究成果が活用されるために地震本部や火山本部との連携を強化する。地震・火山噴火予知研究協議会（以下、「予知研究協議会」）を通じた各機関との連携強化と計画の円滑な運用を図るとともに、地震予知連絡会や火山噴火予知連絡会とは、観測結果や研究成果について情報を交換する。学際的研究を推進するために、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所の共同利用・共同研究拠点

による拠点間連携共同研究を継続する。

- 測地学分科会は、学術的な研究の動向にも配慮しつつ、各年次の全体計画の立案、進捗状況の把握、成果の取りまとめと公表を行う。3年次には本計画の自己点検を行い、外部評価等を行う。また、計画の進捗状況と成果について地震本部や火山本部と情報共有し、地震本部による地震調査研究の基本施策や、火山本部による取組等との整合性を確認する。なお、各年次の計画立案にあたって、地震・火山防災行政、防災研究全体、特に地震本部や火山本部の施策に本計画がどのように貢献すべきかを十分に踏まえるとともに、本計画の実施項目間が強く連携するように留意する。
- 測地学分科会は、行政機関や地震本部、火山本部等の関係機関との技術的・制度的な連携を進め、本計画による研究成果や観測・解析技術が災害軽減に貢献できるよう、災害・防災対策に係る行政や社会のニーズを踏まえた計画の推進に努める。
- 予知研究協議会は、関係機関と緊密に連携して観測研究計画の推進方法を協議し、計画の有効な推進を図る。そのため、予知研究協議会企画部を中心に観測研究計画を立案して測地学分科会に提案し、計画参加機関間の調整を行う。
- 計画参加機関は、各機関の実施計画及びその進捗について、予知研究協議会での情報交換や、予知協議会企画部が運用する研究成果共有システムなどを通じ、計画の実施項目間及び研究分野間の連携を強化し、効率的に計画を実施する。
- 地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点である東京大学地震研究所と、自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点である京都大学防災研究所は、複合学術領域としての地震・火山噴火に関する災害科学の発展のために、拠点間連携共同研究を推進する。
- 地震予知連絡会は、モニタリング手法の高度化に資する地震活動・地殻変動等の観測結果や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情報交換を行う。
- 火山噴火予知連絡会は、噴火警報・火山情報の質の向上に向けた火山活動の評価や技術的検討を通じて火山防災に資するとともに、研究成果・観測結果の情報交換などを通じて、火山噴火予知研究の推進に寄与する。また、火山本部による取組等を踏まえ、火山噴火予知連絡会の役割について見直しを進める。
- 気象庁は、全国の火山について、噴火警報等の火山防災情報を発表するための火山活動評価を実施する。特に顕著な噴火が近づいた火山や噴火中の火山について、最新の研究成果に基づき噴火様式や噴火活動推移の予測を試みる。

(3) 関連研究分野との連携強化

本計画に参画する多様な研究分野間の連携を強化し、災害科学の深化を意識した基礎研究の推進を図る。また、近年の発展が目覚ましい情報科学分野等の技術の本計画の研究に取り入れるべく、当該分野研究者との連携を積極的に進める。

- 低頻度かつ大規模な地震や火山噴火を理解するために、歴史学、考古学、地形学、地質学を含む学際研究を通じて、過去の地震と火山災害の史料・考古データ、地形・地質データ

等の収集・拡充を継続して進める。史料の収集・解析に関しては東京大学地震火山史料連携機構の機能も活用するなど、全国の関係機関と連携して効率的に研究を推進する。

- 地震・火山噴火による災害誘因と社会や自然に内在する災害素因との相互作用に着目した研究のため、理学・工学と人文学・社会科学分野の研究者がいつもの連携を図り、総合知を活用して地震・火山災害軽減の課題を解決するための学際研究を進める。
- 地震発生、火山噴火、地震動、津波伝播などの大規模数値シミュレーションのさらなる高度化のため、情報科学や計算機・計算科学との連携を図る。

(4) 国際共同研究・国際協力

発生頻度が低い一方で大きな災害をもたらす現象について研究事例を増やし、それらの特徴を理解するために国外における事象の研究も進める。巨大地震発生場の理解のための沈み込み帯における調査研究や、津波堆積物調査を通じた巨大地震像に関する研究を実施し、研究事例を共有する。また、外国や国際的な研究機関との組織的な連携、国際的なデータベース構築への寄与、研究者間の交流等の活動を通じ、本計画に関わる観測研究項目を促進し発展させると同時に、国際貢献にも取り組む。

- 大学は、複雑な断層系の相互作用や断層端の特性を理解するために、複数の活断層で連鎖的に破壊が起きた海外の地震を対象にして国際共同研究を行う。
- 大学は、地震発生過程の理解を深めるために、海外の鉱山等で発生する地震を対象に、震源域における掘削調査及び至近距離における地震観測等を実施する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、プレート境界浅部で発生する津波地震とゆっくりすべりの特徴や発生場の解明を目指して、同様の現象が観測される海外の沈み込み帯において国際共同研究を実施する。
- 大学は、近代の日本では未経験な、VEI 5以上の大規模噴火が発生している海外の火山を対象として、火山活動推移モデル構築及び事象分岐条件設定のための調査観測研究を行う。
- 気象庁は、国際地震センター、米国地質調査所、包括的核実験禁止条約機構、米国大学間地震学研究連合(IRIS)及び近隣国との地震観測データの交換などの組織的な連携・協力を通じて、また、航空路火山灰情報センター及び北西太平洋津波情報センターの国際協力業務や開発途上国における地震・火山の観測や津波警報の発表などの体制整備に必要な技術的な支援を通じて、国際的な研究活動の進展に寄与する。
- 国土地理院は、衛星SARデータを用いた解析を実施することで、世界で発生する主な地震・火山噴火などに関連する地殻変動を検出する。また、VLBIによる国際共同観測を通して、地殻変動やプレート運動の監視基準となる国際測地基準座標系の構築に協力する。
- 国土地理院は、国際GNSS事業(IGS)解析センターとしてGNSS精密暦を継続的に提供し、IGS暦や国際地球基準座標系の算出に貢献する。
- 海上保安庁は、国際レーザー測距事業(ILRS)に参加し、レーザー測距データの提供を継続することにより、日本周辺を含めた広域のプレート相対運動の把握に資するデータを取

得する。

- 大学は、海外の卓越した地震・火山研究者や地震・火山噴火が多発する国の研究者を招聘する取組を行い、本計画の成果を積極的に海外に普及させるとともに、海外の優れた成果を取り込み、計画の効果的な推進を図る。

(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

社会への研究成果の還元を図るために、地震・火山現象とその災害に関する科学的知見を国民や行政の防災担当者と共有する。その際には、本計画で体系化を進める防災リテラシーの知識も積極的に活用する。公開講義やセミナーの開催などを継続して実施するほか、ホームページやパンフレットの発行等を通じた組織的取組を展開する。また、地震、火山、津波に関する防災気象情報や関連する知識の普及と意識の向上に取り組む。なお、研究成果の情報発信にあたっては、研究の進捗や今後の見通しについても説明を加えることを意識する。

- 本計画の参加機関は、自治体の防災担当者や国民に、本計画の科学的知見や、地震・火山の監視体制、予測情報の現状を分かりやすく伝える取組に協力する。
- 大学は、住民、報道関係者、自治体の防災担当者などを対象とした公開講義などを開催し、研究の現状や地震・火山現象の基礎的な理解を深めてもらうための取組を継続的に行う。
- 予知研究協議会は、計画参加機関と連携して、本計画に係るホームページの運営やパンフレットの発行等の組織的な取組を行う。
- 気象庁は、津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、南海トラフ地震に関連する情報、北海道・三陸沖後発地震注意情報、噴火警報、降灰予報などの防災気象情報の発表及び改善のための検討で得られた知見や成果を、大学等関係機関や防災関係機関に広く共有する。
- 気象庁は、国や地方自治体等の防災関係機関、教育機関、大学等研究機関と連携しながら、地震、火山、津波に関する防災気象情報や関連する知識、防災・減災等に対する住民の意識の向上に戦略的に取り組む。
- 地震予知連絡会は、議事内容や重点検討課題、モニタリングにより把握された地殻活動の状況等を社会に発信する。また、地震活動の予測手法の現状を検討し、かつ報告することで、地震発生の予知・予測に関する研究の現状を社会に伝える。
- 火山噴火予知連絡会は、火山噴火予知に関する科学的知見や、噴火警報・火山情報の質の向上に向けた火山活動の評価や技術的検討の結果などを、社会に分かりやすく発信し、各地の火山防災協議会にも提供して防災・減災に貢献する。また、火山本部による取組等を踏まえ、火山噴火予知連絡会の役割について見直しを進める。

(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

次世代を担う若手研究者や技術者、防災業務・防災対応に携わる人材を継続的に育成するため、専門職ポストの確保・充実の努力、情報収集や交流を通じた多様なキャリアパスの開

拓，幅広い知識やスキルの教育，大学院進学者を増やす活動など，長期的な視点に立った取組を幅広く行う。また，本計画と関連が深い事業との連携を通じた人材育成も積極的に進める。さらに，本計画に参画する大学や国の研究機関，行政機関は，計画の推進にあたり自治体等との連携や成果の共有・還元を通じて，防災行政に携わる人材の育成・確保にも貢献する。

○大学等は，観測研究に携わる研究者のキャリアパスを広げるため，若手の教員・専門職ポストの確保や，ポストドクターの採用要件の柔軟な運用，民間企業との共同研究や防災行政との連携を通じた就職先支援等に努める。

○火山研究分野においては，次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト等と連携し，大学や国等の研究機関で火山研究に携わる人材，自然災害の軽減に貢献する国及び地方自治体や民間企業等に就職する火山専門家を育成する。

○本計画の参加機関は，本計画の成果報告会を毎年開催し，研究推進や防災業務の改善，次世代の研究者育成に資する情報を提供する。

○大学は，機動観測の支援を通じて実践的な地震・火山観測を担う人材の育成に努める。また，災害軽減へ貢献することに学生の目を向けさせるため，観測実習やインターンシップを活用する。

用語解説

[用語解説]

アルゴリズム

問題を解いたり、目標を達成したりするための計算手順や処理手順のこと。

一元化処理

気象庁・防災科学技術研究所・大学等の各機関で管理・運営している地震観測データをリアルタイムで収集し、それらを利用して震源の決定等の処理を一元的に行うこと。気象庁において実施している。

衛星画像

人工衛星に搭載されたセンサーによる観測データを可視化して得られた画像。その一つである赤外画像は、地表の温度によって変化する。特に無人離島や大洋上の隔絶された火山島で発生した噴火活動の状況把握に有効である。この他、地震・火山現象に伴う地表の変形等の面的な観測に用いられることが多い。

衛星 SAR

SAR の項を参照。

液状化

地震による振動により、地盤が液体状になる現象。地上の建造物は沈下や傾斜し、地中の水道管などが浮き上がったりする。

応力

岩盤等の物体内部に考えた仮想的な面に作用する、単位面積当たりの力。応力の単位は Pa (パスカル)。面に対して垂直な方向の力を垂直応力または法線応力、面に平行な力をせん断応力とよぶ。物体内部の応力の分布を応力場という。震源域の応力が岩盤または断層の強度に達したときに地震が発生すると考えられている。

応力載荷

プレート運動や近傍での地震発生、非地震性すべりなどによって、断層面にかかるせん断応力が増加すること。

応力擾乱

地震の発生や潮汐などによって、応力場に乱れが生じること。

(地震活動の) 階層性

地震発生場には様々な長さスケールの不均質構造が含まれ断層破壊は複雑であるが、統計的にはフラクタルな性質を持つ。大きな地震も小さな地震も始まりは同じで、破壊が階層的に成長（階層的破壊成長）した場合に大地震になる。このモデルに基づけば、破壊開始時点で地震の大きさを知ることは難しく、地震活動は階層性を示す。このような地震発生場の構造を階層的構造という。

階層的構造

階層性の項を参照。

階層的破壊

階層性の項を参照。

海底圧力観測

海底地殻変動観測 の項を参照。

海底間音響測距

海底地殻変動観測 の項を参照。

海底地殻変動観測

海底の地殻変動を観測すること。以下のような手法がある。

- ・ GNSS-音響測距結合方式：海上の船舶やブイの位置を GNSS によって精密に決定し、それらと海底に設置された音響トランスポンダー（基準局）との距離を、音波を用いて測定することにより、地殻変動による基準局の絶対位置の変化を長期間にわたって観測する手法。GNSS-A と略されることもある。
- ・ 海底間音響測距：音波を用いて海底の基準点間の距離を測定することにより、地殻変動による 2 点間の相対変位を連続的に観測する手法。
- ・ 海底圧力観測：海底の圧力変化を測定することにより、地殻変動による上下方向の相対変位を連続的に観測する手法。
- ・ 孔内観測：海底下に掘削された孔（ボアホール）の内部に設置した機器により、地殻変動による地殻のひずみ・傾斜や、間隙水圧の変化を長期間にわたって連続的に観測する手法。

海洋プレート

プレート の項を参照。

化学組成

ある物質を構成する元素や化合物などの化学成分が、それぞれどのくらいの比率で含まれているかを示したもの。

火砕物

噴火に伴い、破碎されて放出された固体物質のことで、火山砕屑物（さいせつぶつ）ともいう。粒径により、2mm以下は火山灰、2～64mmは火山礫、64mm以上は火山岩塊に分類される。一方で、多孔質で淡灰色のものを軽石、暗色のものをスコリアということもある。

火山ガス

地下のマグマに溶けている揮発性成分が、マグマの上昇に伴う圧力低下などにより発泡して地表に放出されたもの。火山ガスの主成分は水蒸気であり、その他に、二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素、塩化水素、フッ化水素、水素等の成分が含まれる。

火山活動推移モデル

火山噴火に先行する現象、噴火発生、噴火の規模や様式の時間変化、さらに終息までを一連の現象として示したモデルのこと。起こりうる火山活動や噴火現象を網羅的にまとめその時系列を整理した噴火事象系統樹をさらに発展させたものに位置づけられる。

火山機動観測実証研究事業

火山の噴火やその前兆と思われる現象が発生した際に、迅速かつ効率的に機動観測を行える体制を構築する実証研究を行うことを目的として、文部科学省の下で実施されている事業。

火山構造性地震

マグマ溜まりの圧力の増減やマグマの貫入・伸展に伴うひずみの変化などにより、火山体やその周辺の地下の岩盤が破壊して発生する地震。プレート運動による応力が原因で発生する一般的な地震同様に岩盤のせん断破壊（断層すべり）に伴って発生することから火山構造性地震と呼ばれる。A型地震と呼ばれることもある。

火山砕屑物

火山弾、軽石、火山灰など、破碎されて火口から噴出される固形物の総称。

火山性地震

火山体またはその周辺で発生する地震。火山内部の応力場や流体の状態を反映していると考えられている。

火山性流体

マグマに起源をもつ熱水や火山ガスの総称。マグマそのものや、マグマ起源の熱で加熱された天水も含まれる。

火山調査研究推進本部

活動火山対策特別措置法が改正され、政府として火山に関する観測、測量、調査及び研究を一元的に推進するため、令和6年4月に文部科学省に特別の機関として設置される。火山本部と略称されることもある。火山本部の下には、火山調査委員会と政策委員会が設置される。

火山灰

火山噴火により噴出した固体（火山砕屑物）のうち、直径2 mm未満の細かい破片。

火山噴火予知連絡会

火山噴火予知計画（文部省測地学審議会（現文部科学省科学技術・学術審議会）の建議）により、関係機関の研究及び業務に関する成果及び情報の交換、火山現象についての総合的判断を行うこと等を目的として、昭和49年に設置された機関（事務局は気象庁）。

<https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/CCPVE.html>

火山噴出物

火山噴火により噴出した物質の総称。火山噴出物は気体、液体、固体と様々な形態をとり、それぞれの例として火山ガス、溶岩、火山砕屑物が挙げられる。火山砕屑物のうち直径64 mm以上を火山岩塊（噴石）、直径2 mm～64 mmを火山礫、直径2 mm未満の細かい破片を火山灰という。「噴石」に火山礫を含む場合もある。

火山防災協議会

活動火山対策特別措置法に基づき、火山地域の都道府県及び市町村が設置する協議会。関係機関及び火山専門家等によって構成され、「噴火シナリオ」や「火山ハザードマップ」、「噴火警戒レベル」、「避難計画」等の一連の警戒避難体制について協議する。

火山礫

火砕物の項を参照。

活断層

地質時代でいう第四紀後期（数十万年前～現在）に繰り返し地震を発生させ、地表近傍まで食い違い変位を生じさせてきた断層。今後も同様の地震を発生させると考えられる。

(活) 断層の変位様式

断層がすべて生じた変位の様子は、いくつかのタイプに識別される。この異なる変位の様子を変位様式という。断層の型の違いによる識別（正断層／逆断層／横ずれ断層／縦ずれ断層）に加え、断層面の傾斜角の大小による識別（高角／低角）、隆起／沈降した地盤の方位による識別、横ずれ断層の場合は左横ずれ／右横ずれによる識別などがある。

火道

地下のマグマ溜まりから地表へ至るまでのマグマの上昇経路のこと。

カルデラ噴火

カルデラは、大規模な噴火の後に生じる、輪郭が円形またはそれに近い大きな陥没地形のこと。カルデラを形成する噴火様式をカルデラ噴火という。

間隙流体

土や岩石中の粒子間のすきま（間隙）に入り込んだ水などの流体。

間隙流体圧

土や岩石中の粒子間のすきま（間隙）に入り込んだ流体（多くの場合、水）にかかる圧力。間隙水圧ともいう。

機械学習

データ駆動科学 の項を参照。

企画部

地震・火山噴火予知研究協議会の下に設けられた組織。建議に基づく研究全体を円滑に実施するため、研究計画の企画、立案、調整を行う。

キネマティック解析

移動する物体（移動体）の位置をデータサンプリング毎に高精度で決定していく手法。

基盤的観測網

地震調査研究推進本部の「地震に関する基盤的調査観測計画」（平成9年8月）及び「地震に関する基盤的調査観測計画の見直しと重点的な調査観測体制の整備について」（平成13年8月）に基づく、高感度地震計（防災科学技術研究所のHi-net、気象庁及び大学など）、広帯域地震計（防災科学技術研究所のF-net及び大学）、強震計（防災科学技術研究所のK-NET

と KiK-net) の観測網。

基盤的調査観測

地震調査研究推進本部の「地震に関する総合的な調査観測計画～東日本大震災を踏まえて～」(平成 26 年 8 月)に基づく、全国的に偏りなく実施すべき観測や一定の基準で全国的に実施すべき調査。陸域における地震及び地震動(強震)観測, GNSS 連続観測による地殻変動観測, 地域評価に資する活断層調査, ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測, 浅海域及び沿岸陸域の地形調査が位置づけられている。

強震観測

被害を及ぼす強い揺れの地震波形を, 振り切れることなく記録できる強震計を用いる地震観測。これらの観測網のデータ等は, 地震ハザード・被害リスク評価などに役立てられている。

共同利用・共同研究拠点

個々の大学の枠を超えて, 大型の研究設備や大量の資料・データ等を全国の研究者が利用したり, 研究を行うための施設として認定された拠点。互いの得意分野を生かして関連分野の研究を遂行するため, 拠点間連携共同研究を進めている。

拠点間連携共同研究

「地震・火山科学の拠点」である東京大学地震研究所と「自然災害に関する総合防災学の拠点」である京都大学防災研究所が連携して研究を進める仕組み。

緊急地震速報

地震の発生直後に, 観測されたごく初期の地震波をわずかな時間で分析し, 各地での強い揺れの到達時刻や震度を予想し, 可能な限り素早く知らせる情報のこと。気象庁が発表する緊急地震速報は, テレビ, ラジオ, 携帯電話(緊急速報メール)等により伝達される。

空振

空気振動の略で, 空中を音波として伝わる振動のこと。耳に聞こえない低い周波数の音波をさす場合が多い。噴火に伴って火山ガスや噴煙が火口から大気中に放出される際に発生することがよく知られているが, 地震, 津波, 雪崩等の発生時に放出されることもある。

クラスタ

一般には集団や群れのことであるが, ここでは地震が, ある特定の場所, あるいは, 時刻に集中して発生している状態, またはそのような地震の集合体のことを意味する。ある基準に

より、クラスタを形成していると判断される地震群を地震カタログから取り除く操作をデクラスタリングという。

繰り返し地震

発生場所（震源域）、発震機構解、マグニチュードがほぼ同じで、繰り返し発生している地震。発生場所と発震機構がほぼ同一であるため観測波形が良く似ることを利用して検出される。波形の相似性が高いことから、相似地震と呼ばれることもある。また、個々の繰り返し地震が小地震の場合は、小繰り返し地震ということもある。

珪長質マグマ

長石や石英等の珪長質鉱物に富み、やや低温（900℃程度）で粘性の大きなマグマで、その大部分は地殻物質の融解により生成される。これが冷却・固化した火山岩がデイサイトや流紋岩である。

群発地震

同程度の規模の地震が比較的狭い地域で続発する活動のこと。地震が数年にわたり続発することもある。

航空機 SAR

SAR の項を参照。

航空路火山灰情報センター

火山灰による航空機の安全を確保する目的で、民間航空会社、航空関係機関、気象監視局などに火山灰の分布や拡散予測を含む航空路火山灰情報の提供を行う機関のこと。世界に 9 か所設置されており、気象庁は東京航空路火山灰情報センターとして東アジア・北西太平洋及び北極圏の一部を対象とした情報を提供している。

考古データ

考古学の調査・研究によって発見された地震や火山噴火等の痕跡、またそのような痕跡に関する記載。

構成則

応力とひずみ、すべり速度・すべり履歴と摩擦係数といった異なる物理量を関係づける法則。

構造共通モデル

地震や火山噴火を含む多様な地殻活動を定量的に理解することを目的として、これまで蓄

積された日本列島の沈み込み構造に関する知見を統一的に集約し、統合的に構築した共通モデル。

構造探査

爆薬などを震源として人工的に地震波を発生させ、地下で屈折や反射してきた波を多点で観測することにより、地震波の伝播速度や減衰、反射面の分布などの地下の構造を明らかにする調査手法。特に構造内で異なる物質が接する場所は構造境界と呼ばれ、構造調査によって、地震波伝播速度や物質の密度が不連続に変化する場所として把握される。

構造物モニタリング

構造物に設置された地震計データから、地震発生時の構造物の揺れや変形量を迅速に把握し、構造物の損傷状況の分析や耐震安全性に関する情報を得ること。

降灰予報

噴火により、どこにどれだけの量の火山灰が降るか（降灰量分布）や、風に流されて降る小さな噴石の落下範囲の予測を伝える情報。気象庁では平成 20 年から発表を始め、現行の降灰量を含んだ降灰予報は平成 27 年から発表を行っている。

国際レーザー測距事業（ILRS）

ILRS は International Laser Ranging Service の略。各国が協力して人工衛星レーザー測距の観測成果を測地学や地球物理学の研究に有効に活用するため、国際レーザー測距事業が組織されている。ILRS により世界中の衛星レーザー測距データが収集されて共通に解析が行なわれる。これにより、地球回転パラメータ、地球基準座標系などを決める基本的なデータとして利用される。

固着

プレート境界や断層においてずれ運動がない状態のこと。

災害素因

災害誘因を受けた際に生じる被害・損失の規模や様態を左右する、地形・地盤等の自然環境の脆弱性（自然素因）や、人口・建物・施設等の人間社会の脆弱性（社会素因）のこと。

災害誘因

災害をもたらす原因（加害力、外力）のこと。英語ではハザード (hazard) という。地震や火山噴火による災害は、災害誘因である地震動、津波、火山灰や溶岩の噴出等の外力が災害素因に作用することで引き起こされる。

山体崩壊

山体が地震や火山噴火などによって大きな崩壊を起こす現象。

事象系統樹

時間と共に進行する一連の事象（イベント）を網羅的に列挙し、それら相互の関係と時間発展（事象分岐）を樹形図（イベントツリー）として整理したもの。それぞれの分岐には、地質学的情報、観測データ、理論などに基づいて確率が付与されることもある。地震活動に関して作成されたものを地震活動事象系統樹、火山活動に関して作成されたものを噴火事象系統樹という。

事象分岐

事象系統樹 の項を参照。

地震学的構造

主に地震波の解析によって推定される、地震波速度構造や地震波減衰構造など。

地震火山部会

文部科学大臣の諮問に応じて、科学技術の総合的振興に関する重要事項及び学術の振興に関する重要事項を調査審議し、または文部科学大臣に意見を述べる科学技術・学術審議会のうち、測地学及び政府機関における測地事業計画に関する事項を扱う測地学分科会のもとで、地震・火山に関する事項を扱う部会。令和2年2月に地震火山観測研究計画部会に名称を変更した。

地震・火山噴火予知研究協議会

科学技術・学術審議会（測地学分科会）による建議に基づく地震及び火山噴火の観測研究に関して、関係機関の連携を緊密にして観測研究計画を協議し、研究の有効な推進を図ることを目的として東京大学地震研究所に設置されている組織。予知協、予知協議会、あるいは予知研究協議会と略称されることもある。

<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/>

地震カタログ

地震の発生時刻や震源、規模（マグニチュード）等の情報をまとめたデータベースのこと。

地震性すべり

地震波の放射を伴う断層すべり。顕著な地震波の放射を伴わない断層すべりを非地震性す

べりと呼ぶ。

地震調査研究推進本部

地震調査研究推進本部は行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、これを政府として一元的に推進するため、地震防災対策特別措置法に基づき政府の特別の機関として平成7年7月に総理府（現在の所管は文部科学省）に設置された。地震本部と略称されることもある。地震調査委員会は、地震調査研究推進本部の下に設置され、関係行政機関（気象庁、国土地理院など）や大学等の調査結果を収集、整理、分析し、これに基づき地震活動に関して総合的な評価を行う。<https://www.jishin.go.jp/>

地震発生過程

広域の応力によって特定の震源断層に応力が集中し地震の発生に至る物理・化学過程。

地震発生サイクル

地震発生後、断層面の強度が回復するとともに、プレート運動などによる広域応力により再びひずみエネルギーが蓄積され、次の地震が発生するまでの一連の過程。

地震発生帯

地震が特に多く発生する帯状の領域。沈み込むプレートに沿った地域や、内陸でひずみが集中している地域で見られる。

地震防災対策強化地域判定会

東海地域で異常現象が捉えられた場合に大規模な地震との関連性を緊急に検討するために開催される会。わが国の地震研究の第一人者6名に委員が委嘱される。データの異常を判断するためには、普段からデータの変化を把握しておく必要があることから、原則として月1回開催される。

地震予知連絡会

地震予知の実用化を促進する旨の閣議了解（昭和43年5月）及び測地学審議会建議（昭和43年7月）に基づいて、地震予知に関する調査・観測・研究結果等の情報の交換とそれらに基づく学術的な検討を行うため、昭和44年4月に発足した組織。国土地理院が事務局を務める。<https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/>

地すべり

斜面の一部あるいは全部が地下水等の影響と重力によって移動する現象。

次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト

平成 26 年の御嶽山の噴火等を踏まえ、火山災害の軽減に資する火山研究の推進（次世代火山研究推進事業）と、広く社会で活躍する火山研究人材の裾野を拡大するとともに、火山に関する広範な知識と高度な技能を有する火山研究者となる素養のある人材の育成（火山研究人材育成コンソーシアム構築事業）を目的として、文部科学省が平成 28 年度から実施している 10 ヶ年のプロジェクト。<https://www.kazan-pj.jp/>

地盤変状

地下水や資源の採取により地表面がある広がりをもって沈降する広域地盤沈下に対して、局所的な地盤沈下のうち特に狭小な現象をいう。液状化に起因する現象を含む場合もある。不等沈下を伴うことが多く、付近の家屋や道路等の傾斜や亀裂、埋設物の折損をもたらす。

地盤変動

地殻変動のうち、変化の生じる範囲が狭く、変動源が比較的浅いところにあると思われるもの。

シミュレーション

実際の事象を、その事象を支配している法則に基づいてほぼ同様となるように組み立てた模擬空間で再現試行すること。コンピュータを用いた数値シミュレーションを指すことが多い。

社会素因

災害素因のうち、人口・建物・施設など人間・社会にかかわる素因。自然素因と対をなす。

社会的脆弱性

災害素因 の項を参照。

斜面変動

地すべり、崖崩れなど、斜面上で発生する現象の総称。複数の分類があり、その一例には母材（岩石、粗粒土、細粒土）、移動速度（極めてゆっくり、ゆっくり、速い、非常に速い、極めて速い）、運動のメカニズム（すべり、流動、崩落）による分類がある。例えば岩なだれ、土石流、泥流は、運動のメカニズムが流動（flow）で、かつ移動速度が非常に速い点で共通するが、母材の相違（岩なだれ：岩石、土石流：粗粒土、泥流：細粒土）で分類される。

重力

重力（重力加速度）を測定することによって、地球内部及び大気を含む地球全体の質量の分

布や移動等を推定することができる。地表付近の重力値は約 980 Gal (Gal は重力加速度の単位で cm/s^2) であるが、測定点の緯度や標高によって異なる。また、地下の密度不均質による重力異常は数ミリ Gal の程度である。また、月や太陽の引力に伴う潮汐変化は数百マイクロ Gal, 地殻変動や地下水移動, 火山活動に伴う変化は数~数十マイクロ Gal 程度である。

首都直下地震

首都圏の直下を震源として発生する地震の総称で、特定の地震を指すものではない。内閣府の首都直下地震モデル検討会は、近い将来に発生が予想される M7-8 クラスの地震として想定した 20 通り以上の地震による震度分布・津波高等の検討結果を平成 25 年に公表した。

<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutochokkajishinmodel/>

上盤

地殻内部にかかる力の状態は複雑で、その状況によって様々な型の断層運動が生じる。断層面が傾いている場合、断層面を挟んで浅い側を「上盤」、深い側を「下盤」と呼ぶ。断層面を境として両側の岩盤が上下方向に動くときを「縦ずれ断層」と呼び、このうち、上盤側がずり下がる場合を「正断層」、のし上がる場合は「逆断層」と呼ぶ。

史料

歴史時代の地震や火山噴火等の研究の素材となる、古文書、日記、絵図、建築等の総称。

震源

地震時の断層破壊が始まった場所を震源といい、一般に、緯度・経度・深さで表す。断層破壊が始まった場所であることを強調するために、破壊の開始点ということもある。なお、震源断層や震源域、震源過程を概略的に指して震源と呼ぶこともある。

震源域

地震時に破壊された領域全体のこと。

震源過程

地震は震源域において断層面がすべることで生じる。このとき断層面上ですべりが伝播する過程のことを震源過程という。断層面上のすべりの速さや向きの時空間変化をあらかじめ指定する運動学的なものを指す。破壊や摩擦の物理法則と連続体力学を用いて断層のすべり伝播過程を動力的に記述する「動的（地震）破壊過程」とは区別されることが多い。

震源断層

地震時に破壊され、すべりが生じた断層のこと。

震源断層モデル

断層面上におけるすべり量の分布やすべり方向、破壊の伝播様式を表すモデルのこと。

震源特性

応力降下量や断層サイズ、破壊伝播速度など、震源で放射された地震波の特徴を再現するために必要なパラメータ。

震度

地震によって生じる、地表における揺れの強さを表す指標。地震の規模を表すマグニチュードとは異なる。日本では、気象庁の震度階級により、揺れの強さは震度0から震度7までの10段階に区分される。平成8年3月までは、体感及び建物被害等の状況から震度を推定していたが、現在は、計測震度計により算出される。震度と揺れの状況の関係は、気象庁のHPを参照。

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/shindo/index.html>

深発地震

地下深いところで発生する地震で、明確な定義はないが、およそ200 km以深で発生する地震のことをいう。

水準測量

東京湾の平均海面を基準（標高0m）として、日本の土地の高さ（標高）を測る測量のこと。数十m離れた2地点に立てた標尺の目盛を水平に置いた望遠鏡（水準儀）で読み取り、高さの差（比高）を求める。こうした測定をあらかじめ決まった測線に沿って実施し、目的の地点の標高を算出する。全国の主要な道路沿いには日本水準原点（東京都千代田区永田町、標高24.3900m）に基づいて水準測量により標高が求められた水準点が設置されており、その地域において行われる水準測量の基準となる。水準測量をある時間間隔で繰り返すことで、地殻上下変動を検出することができる。

水蒸気噴火

マグマ等の熱によって火山体内部または地表付近の水が気化して体積が膨張することで、水蒸気が急激に噴出する現象のこと。噴火口付近の岩石が砕け、火山砕屑物（火山岩塊や細粒火山灰）が飛散する。噴出物には、新鮮なマグマ由来の物質は含まれない。

スラブ

重い海洋プレートは、大陸プレート等のより軽いプレートの下へ沈み込む。海洋プレートがマントル中に沈み込んだ部分をいう。

スラブ内地震

沈み込んだ海洋プレート（スラブ）内部で発生する地震。海溝軸の近くや、プレート境界地震が起こらないような深い場所で規模の大きな地震が起こる場合がある。

スロー地震

通常の地震のように断層が急激にすべることなく、ゆっくりとすべることによって、蓄積されたひずみエネルギーを解消させる現象。ゆっくり地震ともいう。プレート境界で発生するスロー地震には、周波数が高いものから低いものの順に以下の種類がある。

・低周波微動

数分から数日の間、断続的に微弱な低周波振動（数 Hz～10 Hz）を発生させる現象。低周波地震の重ね合わせと考えられ、プレート境界のゆっくりすべりに伴って発生すると考えられる微動。火山性微動や常時微動とは発生原因が異なり、区別される。テクトニック微動とも呼ばれる。海溝付近の安定すべり域の深部側にある固着域に遷移する領域で発生する浅部低周波微動と、固着域からさらに深部の安定すべり域に遷移する領域で発生する深部低周波微動がある。

・超低周波地震

短周期（高周波）成分がほとんど含まれず長周期（低周波）成分が卓越する地震波を放射する地震で、10～100 秒程度の帯域に卓越した周期を持つもの。浅部低周波微動と同様の場所で発生するものを浅部超低周波地震、深部低周波微動と同様の場所で発生するものを深部超低周波地震という。

・スロースリップイベント（SSE）

プレート境界面等の断層で発生する非地震性すべりで、非定常なゆっくりとしたすべり。ゆっくりすべりともいう。継続時間が数日～10 日程度の深部短期的 SSE と半年～数年程度の長期的 SSE がある。南海トラフの場合、長期的 SSE は固着域の深部側に隣接した遷移領域で、深部短期的 SSE は深部の安定すべり域により近い遷移領域で発生する。

脆性

固体の物体が力を受けたときに、あまり変形しないうちに破壊する性質のこと。固体の物体の変形には、力を取り除くと元の形に戻る弾性変形と、力を取り去っても変形したままの形を保つ塑性変形とがある。塑性変形をほとんど生じないで破壊する場合を脆性破壊という。

脆性—塑性遷移領域

岩石の破壊や断層面での摩擦によって地震が発生する脆性的性質を持つ領域から、地下より深部への温度の上昇によって岩石が連続的に変形する領域へと遷移していく領域。

脆弱性

災害素因 の項を参照。

セグメント

断層で地震が起こる場合には、断層全体が一度に動くとは限らず、幾つかの区分に分かれた振る舞いをすることがある。このように、まとまった振る舞いをする区分をセグメントと呼び、それらの境界のことをセグメント境界という。

先行現象

地震や火山噴火の発生前に、震源域や火山体の内部や周辺で発生するさまざまな異常現象。地盤の隆起・沈降、地震活動の変化、電磁気異常、地下水の変化などが報告されている。前兆現象あるいは先駆現象と呼ばれることもある。

前震，本震，余震

比較的大きな地震が発生すると、それより小さな地震が直後から近くで続発する。この最初の大きな地震のことを本震、その後が続発する地震を余震という。また本震の前に、その震源の近くで本震よりも規模の小さな地震が起ることがあり、これを前震という。目立った地震が発生した直後は、その地震が本震なのか前震なのかなどが分からないため、一連の地震活動の終息後に名付けられる。

素過程

地震や火山噴火における複雑な現象を支配する基本的な物理・化学過程。例えば、「断層面上の摩擦」、「地殻流体の振る舞い」、「マグマの発泡」などがある。室内実験・理論・シミュレーションなどによる研究を通して地震や火山噴火に関する理解を深める上で大切な要素である。

即時予測

地震や火山噴火の発生直後に得られるデータを用いて、強い揺れや津波、火砕噴出物の程度や広がり、到来時刻等の防災に役立つ事項を可能な限り速やかに予測すること。地震動の即時予測でよく知られているものとしては、気象庁で運用されている「緊急地震速報」がある。

測地学分科会

文部科学大臣の諮問に応じて、科学技術や学術の振興に関する調査審議をし、答申をする科学技術・学術審議会の下に設置され、測地学及び政府機関が行う測地事業計画に関する調査審議を行う組織。地震や火山の研究も測地学の一分野としてとらえられている。

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu6/index.htm

脱ガス

マグマに溶け込んでいる揮発性（ガス）成分が、マグマの上昇に伴い圧力が低下するなどして溶解度が下がり、気泡として析出してマグマから分離することをいう。そのガス成分が周辺岩体に浸透・拡散するなどして十分に抜ければ爆発性が低下し、ガス成分が残れば爆発性が高まると考えられている。

地殻

地球の固体部分を構成する大きな成層構造のうち、一番外側の層。地殻の下にはマントルが存在する。地殻は海洋地殻と大陸地殻に分類され、海洋地殻は約 6 km のほぼ均一な厚さであるのに対し、大陸地殻は平均的には 30 km 程度の厚さであるが、安定な大陸地塊等では 60～70 km の厚さに及ぶ場所がある。地殻の浅い部分を上部地殻、深い部分を下部地殻と呼ぶ。上部地殻と下部地殻の間に中部地殻が存在する場所もある。

地殻活動

地殻内で発生する現象全般の総称。

地殻変動

地震等の断層運動やマグマの蓄積・放出等の火山活動によって地表に生じた変位やひずみ、傾斜の変化。地盤変動ということもある。

地殻（内）流体

地殻の内部に含まれる水やマグマ等の流体。地殻内で水は、岩盤の亀裂や岩石の空隙（間隙）、鉱物の粒界などに存在していると考えられている。

地下構造モデル

地震波（P 波，S 波）速度や密度，減衰など構造パラメータの空間分布を記述したモデルのこと。

地下水等総合観測網

産業総合技術研究所が，深部ゆっくりすべりに伴う地下水位変化や深部低周波微動を用い

た南海トラフ沿いの巨大地震の予測手法研究のために整備した、紀伊半島周辺及び四国地方の 16 観測点で構成される観測網。それぞれの観測点に水位計、水温計、歪計、傾斜計、地震計などが設置されている。

地磁気 4 成分連続観測

地殻活動・火山活動を評価するため、磁場データ（偏角D、鉛直分力Z、水平分力H、全磁力F）の変化量を連続的に測定すること。

中央防災会議

内閣の重要政策に関する会議の一つ。防災基本計画の作成や、防災に関する重要事項の審議等を行う。内閣総理大臣をはじめとする全閣僚、指定公共機関の代表者及び学識経験者により構成されている。

長期評価

地震発生可能性の長期評価の略。主要な活断層で繰り返し発生する地震や海溝型地震を対象に、地震の規模や一定期間内に地震が発生する確率を予測したもの。

長周期地震動

規模の大きな地震が発生した場合に生じる、ゆっくりとした揺れのこと。高層ビルや長大橋梁、石油タンク等は固有周期が長く長周期地震動により影響を受けやすい。

長周期地震動に関する情報

震度情報は高層ビルの高層階の揺れの程度を表すには十分でないことや、高層ビル内では長周期の地震動により揺れが大きく長くなることで防災対応が必要になることから、概ね 14、5 階以上の高層ビルを対象に気象庁から発表される情報のこと。地震時の人の体感・行動と室内の状況などをもとに長周期地震動による揺れの大きさを 4 階級に区分した「長周期地震動階級」が導入され、長周期地震動階級 1 以上が観測された場合に観測点の長周期地震動階級に詳細情報を加えた「長周期地震動に関する観測情報」が提供される。また、長周期地震動に関する予測情報としては、長周期地震動階級 3 以上を予想した場合に緊急地震速報（警報）、長周期地震動階級 1 以上を予想した時に緊急地震速報（予報）が発表される。

地理空間情報

空間上の特定の地点又は区域の位置を示す情報、及びそれに関連付けられた情報。

津波警報

地震等の発生後に津波による災害の起こるおそれがある場合に気象庁が発表する警報。各

津波予報区の予想される津波の高さや到達予想時刻等の情報が併せて発表される。

津波地震

地震動から推定される地震の規模（マグニチュード）に比べて大きな津波を生じる地震。

津波シナリオ

津波の波源断層モデルを設定して行った津波計算結果から沖合の水圧変動，予測対象地域の沿岸水位分布，浸水深分布，到着時間を記録したもの。波源断層モデルを様々な設定して予め計算した多数のシナリオにより構築された津波シナリオバンクを用いて即時予測が行われる。

津波浸水予測

津波によって浸水する範囲の浸水開始時刻と水深を予測すること。

津波堆積物

津波によって運ばれた砂や礫などが堆積したもの。これらの調査により，過去の津波の発生年代や浸水規模を推定することができる。

低周波地震

短周期成分がほとんど含まれず長周期成分が卓越する地震波を放射する地震。ただし，超低周波地震に比べて卓越する地震波の周波数は高い（概ね 1～数 Hz）。活火山近傍の下部地殻やモホ面付近等で発生する深部低周波地震，火山噴火に前後して火山体のごく浅い場所で発生する浅部低周波地震がある。

泥流（p. 19, L11）

噴火に伴う火山噴出物が水分と一体となって流下する現象を泥流という。火山泥流ということもある。砂防の分野では，岩塊が卓越し水とともに流下する現象を土石流と呼ぶ。火口から泥状物質が噴出され流れ下るもの，火山噴出物が堆積し多量の降雨により流れ下るもの，積雪地域で噴火が起こり多量の氷雪が溶けるために生じるものなど，成因は複数考えられる。

データ駆動科学

観測や実験によって取得された大量のデータを解析処理することによって知見を得る科学的分野。特に，多くの事例から，人間の手を必要とせずにコンピュータ自らが学習して認識・判断する技術を機械学習と呼ぶ。

データ同化

複雑な現象の高精度予測のために、数値シミュレーションの結果として得られる物理量が観測データをなるべく再現できるように、観測データを用いて各種パラメータを修正しモデルを改良すること。

テクトニクス

地質学における固体地球の大規模な動き（運動）のこと。

テレメータ

地震等の野外観測で得られるデータを、無線通信や有線通信、衛星通信等を介し、大学や研究機関等の観測拠点へ伝送すること。

電子基準点

GEONET の項を参照。

電磁気探査

地下の構造を調べる手法の一つで、電氣的性質を表す電気伝導度や比抵抗（比抵抗 の項を参照。）の地下における分布などを調査すること。

当面 10 年間に取り組むべき地震調査研究

地震本部が、令和元年に取りまとめた「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（第3期）―」において挙げられた、今後 10 年間に取り組むべき調査・研究項目。

https://www.jishin.go.jp/about/activity/policy_revised/

土石流

泥流 の項を参照。

内陸地震

陸のプレート在地殻内で発生する地震。

南海トラフ地震に関連する情報

気象庁が、南海トラフ全体を対象にした地震発生の可能性の高まりについて発表する情報。南海トラフ沿いで異常な現象が観測された場合などに発表される「南海トラフ地震臨時情報」と、「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」の定例会における調査結果を公表する場合などに発表される「南海トラフ地震関連解説情報」がある。

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会

気象庁が「南海トラフ地震に関連する情報」を発表するにあたり、有識者からの助言を得るために開催される会。有識者6名の委員に加え、国土地理院、海上保安庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所が参画する。観測データの状況を平常時から把握するために原則として月1回開催されるほか、観測データに異常が認められた場合には南海トラフ地震との関連性を緊急に評価するために臨時的に開催される。

熱水系

地熱地帯や火山の地下で形成される、熱水が貯留・循環している領域のこと。

熱弾性

温度変化をうけた物体内部に生じる熱応力による変形が弾性変形の範囲内にある場合をいう。

粘弾性

加えられた力に応じて変形し、力を除くともとの形に戻る弾性的性質と、加えられている力に応じた速さで時間とともに変形が進行する粘性的性質をあわせ持つ性質。粘弾性体に加えられた応力が、粘性的性質による変形に伴い減少していく現象を粘弾性緩和という。

爆発的噴火

急激な体積膨張を伴い、岩石や火山灰、ガス等を一気に放出する噴火を爆発的噴火と呼ぶ。噴火が爆発的になるか否か（爆発性）は以下の条件に左右される。一般にマグマの粘性が高い場合やマグマ中に多量の揮発性物質が含まれる場合に、爆発的な噴火になりやすい。また、マグマの熱で地下水が急膨張する水蒸気噴火も爆発的噴火である。マグマの粘性が低い場合やマグマ中の揮発性成分が噴火前に抜けてしまった場合は、爆発を伴わずにマグマが火口から噴出・流出する非爆発的な噴火になりやすい。

ハザードマップ

ある災害に対する危険な区域を示した地図。火山のハザードマップでは、噴石、降灰、火砕流、溶岩流、泥流などの災害を引き起こす現象が波及すると予想される範囲などが図示される。

発震機構解

地震時の断層運動を断層面の向き（走向、傾斜角）と相対すべりの向き（すべり角）によって表現したものをいう。震源域の応力場を知る手がかりとなる観測データである。地

震波の放射パターンなどから求められる。

半割れ

南海トラフ地震の想定震源域において、震源域全体が一度にすべるのではなく、震源域が2つの部分に分かれて別々に明瞭な時間差をもってすべった場合、もしくは、片方の部分がすべり、もう片方の部分はすべっていない状態をいう。南海トラフ沿いでは、1854年に南海トラフの東側で発生した安政東海地震の約30時間後に、その西側で安政南海地震が発生した事例を含めて4例の半割れが知られている。

ひずみ

岩盤（プレート）などの変形の程度をあらわす量。単位長さ当たりの変位量で定義される。ひずみの空間的な分布の状態をひずみ場という。

ひずみ集中帯

ひずみ速度 の項を参照。

ひずみ速度

単位時間当たりのひずみの変化量。ひずみ速度の空間的な分布の状態をひずみ速度場という。測地観測や地形から推定される地殻のひずみ速度が大きい領域はひずみ集中帯と呼ばれる。

比抵抗

単位断面積・単位長さ当たりの電気抵抗値のこと。電気伝導度の逆数。マグマの周辺では高温や流体の存在によって低い比抵抗値を示すことが多いため、地中の比抵抗の分布（比抵抗構造）を調べることで火山噴火の発生ポテンシャルや地下のマグマの状態を把握する研究が進められている。また、地震の破壊領域と地中の比抵抗構造との関連も注目されている。

微動

長時間にわたって継続する、振幅の小さい地震動のこと。地震等が起こらなくても、波浪や風、人間活動などによって定常的に生じる振動を常時微動または雑微動という。プレート境界域で発生する微動については、スロー地震 の項を参照。

表層地盤

地表面近くに堆積した地層のこと。

物質科学的分析

物質の組成，構成鉱物種，同位体比等を，組成分析や同位体分析などの科学的な手法に基づいて明らかにする分析（調査）。

物理探査

物理現象を活用して地下の構造を明らかにすること。人工的な地震波を用いた屈折法や反射法，電磁波を利用した MT 法などの手法がある。

プラグ形成

火道浅部においてマグマが固化するなどして固体もしくは高粘性の蓋ができること。プラグの存在が噴火様式の違いに影響を及ぼす可能性がある。

フラジリティ評価

被害を生じさせた外力の規模と建物や人体に生じた損傷確率との関係を求めること。

プレート

地球表面は，十分に冷却して固くなっている最上部マントルと地殻を合わせた，厚さ 100 km 程度の複数の固い岩石の層で覆われている。この岩石層がプレートと呼ばれ，その動きをプレート運動という。また，隣り合う 2 つのプレートの境界がプレート境界である。プレート境界で発生する地震はプレート境界地震，プレートの内部で発生する地震はプレート内地震と呼ばれる。

プレート間固着

プレート境界においてずれ運動がない状態のこと。

噴火警戒レベル

火山活動の状況に応じて「警戒が必要な範囲（生命に危険を及ぼす範囲）」と防災機関や住民等の「とるべき防災対応」を 5 段階に区分した指標。噴火警戒レベルに応じた「警戒が必要な範囲」と「とるべき防災対応」が地方自治体の地域防災計画に定められた火山において，噴火警報・予報に付して発表される。

噴火警報 (p. 06, L19)

火山噴火に伴い，生命に危険を及ぼす火山現象の発生や危険が及ぶ範囲の拡大が予想される場合に，「警戒が必要な範囲（生命に危険を及ぼす範囲）」を明示して気象庁が発表する警報。噴火警戒レベルが運用されている火山においては，噴火警戒レベルを付して発表する。

噴火堆積物

噴火によって噴煙や火砕流として噴出した火山砕屑物（火山弾、軽石、火山灰など）が地表に堆積した物。テフラとも呼ばれる。

噴火未遂

火山活動の活発化が検知され、噴火の切迫性が高まったとみられたものの、その後は噴火が発生せずに火山活動が終息した、あるいは活発化以前と同様の状態に戻った現象のことをいう。

噴火様式

噴火時にマグマが地表に噴出する際、噴火の様子はマグマの性質や破砕の程度などによって異なり、いくつかのタイプに識別される。その異なる噴火の様子を噴火様式という。主な噴火様式としては、以下のようなものがある。

- ・プリニー式噴火：マグマの粘性が高い火山に見られる噴火様式で、数十分から1日程度にわたり、大量の火山ガスと火砕物（火山灰や軽石）からなる噴煙柱を形成する。噴煙柱の高さは成層圏に達し、広範囲に火砕物を降下させる。細粒の噴出物が成層圏にとどまり、世界の気候に影響を及ぼすこともある。噴煙柱の広がり小さいものは、準プリニー式噴火と呼ばれる。
- ・ブルカノ式噴火：マグマの粘性がやや高い火山に見られる噴火様式で、爆発的な噴火を伴う。火山弾や火山礫を空中高くに噴出し、細粒な火山灰を放出し黒色の噴煙を上げる。
- ・ストロンボリ式噴火：マグマの粘性が低い火山に見られる噴火様式で、比較的小規模で間欠的な爆発を定期的に繰り返す。噴出物のほとんどを、半ば固結した溶岩片が占め、火山灰はほとんど放出しない。噴火が長期にわたって継続することが多い。

噴出物層序

層序とは、地層の重なっている順序のこと。この場合は火山噴火による噴出物が地表に堆積し重なっている順序のことを指す。それを解析することにより、噴火の様式や規模の変化を明らかにすることができる。

噴石

火山噴出物 の項を参照。

変動地形

断層崖や尾根・谷のずれなどの断層変位地形、隆起・傾動した段丘面などの、地殻変動を反映した地形の総称。活断層の位置や地震発生履歴・塑性ひずみ速度などを評価する上で必要な基礎的情報を与える。変動地形を研究する学問を変動地形学という。

防災リテラシー

地震・火山噴火災害に対して適切な防災対策や避難行動をとることができるよう、地震・火山に関する基本的な知識、住む地域の災害リスクの知識、災害情報（警報、注意報）の知識、防災対策や避難方法に関する知識をもち、それらを活用する能力のこと。

放射非平衡

放射性元素が崩壊する過程で生じる中間壊変生成核種の存在比が、堆積・浸食・火山活動等の地学的な過程により、崩壊定数から想定される平衡状態の存在比からずれることがある。これを放射非平衡といい、平衡状態に戻るまでの存在比の変化は時間の関数となる。岩石に含まれる放射非平衡状態の元素の存在比を測定することで、ずれが生じてからの時間を知ることができる。

北海道・三陸沖後発地震注意情報

根室沖から三陸沖にかけての巨大地震の想定震源域と、この想定震源域に影響を与える外側の領域でM7.0以上の地震が発生した場合に発表され、続いて発生するかも知れない地震・津波への防災対応（日頃の備えの再確認と発災後にすぐ避難できる準備）を呼びかける情報。北海道から本州にかけての、津波3m以上または震度6弱以上が想定される地域等を対象に発表される。

マグマ

岩石物質の高温溶融体。噴火によってマグマが地表に出たものを溶岩という。マグマが地殻内で結晶化したり、地殻物質を溶かしこんだりして、多様な組成のマグマができることを、マグマの分化という。それにより、二酸化ケイ素含有量の少ない組成のマグマから、より二酸化ケイ素含有量に富む組成のマグマが生成されていく。マグマの分化によって、一般に粘性が大きくなる。

マグマ貫入

地下のマグマが岩盤に割れ目をつくりながら入り込み移動する現象のこと。

マグマ供給系

地下深部から火口までマグマが供給されるマグマ溜まりや火道を含むシステム全体のことを指す。

摩擦構成則

応力とひずみのように、異なる物理量を関係づける法則を構成則という。摩擦構成則は、摩

摩擦係数を、断層のすべり速度やすべり量、すべりの履歴等の関数として表したものの。

摩擦実験

岩石などにずれ変形を与えて行う実験のこと。室内における地震の模擬的な実験として考えられている。

摩擦特性

断層に作用する応力や断層のすべり速度、周辺の温度、間隙流体圧等に対する、断層の摩擦強度の依存性。

摩擦パラメータ

摩擦構成則で用いられる媒介変数で、これらが摩擦強度の速度依存性などの摩擦の特性を表す。

マントル

地殻の下にある深さ約 2,900km までの固体層。その上部（上部マントル）は、かんらん岩を主成分とする岩石で構成されている。

（水の）浸透能

水を地表面下に浸透させる能力のこと。1時間あたりで浸透させることができる水柱の高さで表される。噴火などで細粒の土砂が地表面を覆うと降水の浸透能が低下し、表面流が生じやすくなる結果、土石流が発生しやすくなると考えられる。

ミュオグラフィ

宇宙線ミュオンを用いた地下の透過イメージング手法のこと。ミュオンは電子と同種の素粒子で、宇宙線が大気中の原子核と反応して生成される二次宇宙線として、地上に絶え間なく降り注いでいる。透過する物質の密度によって宇宙線ミュオンの減衰が異なることを利用して、X線の透視撮影のように地殻内部の密度分布を調べる試み（ミュオグラフィ観測）がなされている。

ゆっくりすべり

スロー地震 の項を参照。

溶岩

火山噴火時に火口から地表に出たマグマ物質。冷え固まって岩石となった後も「溶岩」と呼ばれる。溶岩が連続して地表を流れる現象を溶岩流という。

溶岩流

火山の噴火活動によって地下のマグマが溶けた状態のままで火口から噴出し（溶岩）、地表に沿って流れる現象。

余効変動

地震の後に震源域あるいはその周囲で発生する地殻変動。

ラドン濃度

放射性元素ラドンの濃度。地震発生に先行して地下水や空気中のラドン濃度が増加する可能性があることが報告されている。

陸海統合地震津波火山観測網

防災科学技術研究所が運用する、全国の陸域から海域までを網羅する地震・津波・火山の観測網の総称。略称はMOWLAS（モウラス：Monitoring of Waves on Land and Seafloorの略）。

<https://www.mowlas.bosai.go.jp/mowlas/>

以下の8つの基盤観測網（うち7つは既設，1つは整備中）から構成される。

陸域の基盤観測網

- ・高感度地震観測網（Hi-net）：全国に展開された約800点の高感度地震計からなる坑井式微小地震観測網。<https://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja>
- ・全国強震観測網（K-NET）：全国に、約20 km間隔で設置された1000点以上の地表強震観測点からなる観測網。
- ・基盤強震観測網（KiK-net）：全国に展開された約700点の強震観測点からなる観測網。各観測点で、地表と地中の双方に強震計が設置されている。
<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>
- ・広帯域地震観測網（F-net）：全国に展開された約70点の広帯域地震観測点からなる観測網。<https://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=ja>
- ・基盤的火山観測網（V-net）：全国の16火山に設置された坑井式地震計・傾斜計と広帯域地震計，GNSSなどからなる観測網。<https://www.vnet.bosai.go.jp/>

海域の基盤観測網

- ・日本海溝海底地震津波観測網（S-net）：日本海溝沿いの海底に設置された、地震計と津波計が一体となった観測装置を海底光ケーブルで接続した観測網。観測装置は150カ所、ケーブル総延長は約5,700 kmである。<https://www.seafloor.bosai.go.jp/S-net/>
- ・地震・津波観測監視システム（DONET）：海底に設置された地震計や水圧計等の観測機器ネ

ットワークによって、地殻変動、地震動、津波などを計測する。南海トラフの地震及び津波を常時観測監視するため、熊野灘沖に展開されたシステム（DONET1）と、紀伊水道沖に展開されたシステム（DONET2）からなる。<https://www.seafloor.bosai.go.jp/DONET/>
・南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）：南海トラフ地震の想定震源域のうち、観測網がまだ整備されていない高知県沖から日向灘にかけて設置が計画されているケーブル式海底地震・津波観測システムのこと。
<https://www.jishin.go.jp/main/seisaku/hokoku20a/k84-3-2.pdf>

リスクコミュニケーション

行政、専門家、地域住民、事業者などが、社会活動の中で発生するリスクや災害リスクなどについて情報を共有するとともに考え、出てきた問題点を相互のコミュニケーションによって解決していこうとする行い。

リスク評価

脅威をもたらす現象とその大きさ（ハザード）、発生する可能性のある災害に対する被害の受けやすさと対応能力の低さ（社会の脆弱性）、及び発生確率を組み合わせ、災害によって社会が被る被害の内容とその大きさを評価すること。

リモートセンシング

遠隔観測手法の総称。様々な波長の電波や光を用いて、対象物の形状、温度、物質などを測定する。人工衛星や航空機から測定することによって広い範囲を迅速に測定できる。

レオロジー

物質の変形や流動の大きさや速さと、単位面積あたりに働く力（応力）の関係。

歴史地震

文献史料（古文書、日記など）に記述されている歴史時代の地震、またこれによる被害のこと。

連動型地震

内陸の長い活断層帯を構成する複数の区間が同時に活動して生じる地震や、海溝沿いで複数の隣接する震源域が同時に活動して生じる地震のことをいう。

ALOS-4

合成開口レーダーを搭載し、ALOS-2（だいち2号）の高分解能を引き継ぎながら一度に観測できる範囲を4倍に拡大した先進レーダー衛星（だいち4号）。このことにより観測頻度が

大幅に向上し、高分解能モード（分解能 3 m）で同一地点の観測を 20 回／年の頻度で実施できるようになる（ALOS-2 の同じ分解能では 4 回／年）。

DAS

分散型音響センシング（Distributed Acoustic Sensing）技術の略。光ファイバーケーブルに光パルスを入力すると、ファイバー中の不純物による散乱が生じることを利用して、散乱点のわずかな移動を精密に検出することで、光ファイバーケーブルに沿う方向の変形を短い間隔毎に計測できる。光ファイバーケーブルが敷設されたルート上に極めて短い間隔で多数並ぶ観測点それぞれで、ケーブルが敷設された方向のひずみの変化を測るのと同等のデータが得られる。

DOI

Digital Object Identifier の略。Web 上の電子データに付与される国際的な識別子。URL と異なりリンク切れなどの問題が無い。科学論文などで広く用いられているが、データなどに付与することもできる。

ETAS（モデル）

Epidemic Type Aftershock Sequence の略で、すべての地震が余震を持つと考え、地震活動を数個のパラメータで定量化する統計的地震活動モデルのこと。

GEONET

国土地理院が運用する GNSS 連続観測システムのこと（GNSS の項を参照）。全国に展開された約 1300 ヶ所の電子基準点とつくば市にある GEONET 中央局からなる。

<https://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/eiseisokuchi41012.html>

GIS

地理情報システム（Geographic Information System）の略。地理的位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、時間や空間の面から分析できる技術である。

GNSS

全球測位衛星システム（Global Navigation Satellite System）の略。地球上での位置決めや時刻同期を目的とした電波を発射する人工衛星群、地上の支援システム、及び電波を受信して 3 次元的な地球上の位置や正確な時刻を知る目的で使用する利用者群の総称。米国が構築した GPS、ロシアの GLONASS や、ヨーロッパ連合（EU）の Galileo、日本の QZSS（みちびき）等のシステムがある。

GNSS-A

海底地殻変動観測の項を参照。

IT 強震計

東京大学地震研究所を中心とした産学連携共同研究で開発された、小型・軽量・安価な強震計。計測データはネットワークを利用してリアルタイム伝送される。LAN 接続可能な環境であれば、地下から建物の最上階までのどこにでも設置可能であることから、効果的な耐震対策への活用が期待される。人が感じない微弱な揺れも観測できる。

ITRF

国際地球基準座標系 (International Terrestrial Reference Frame) の略。GNSS, VLBI, SLR 等の宇宙測地観測データに基づき国際協定によって決定・維持されている三次元直交座標系であり、地球の重心を座標の原点としている。これに準拠して位置を定義すれば、プレート運動による 2 地点間の相対的な位置の時間変化を容易に表すことができる。

JVDN

火山観測データ一元化共有システム (Japan Volcanological Data Network) の略で、火山研究の発展と火山防災の推進のため、大学や研究機関、行政機関が持っている観測データの流通・共有を目的として開発されたデータベース。 <https://jvdm.bosai.go.jp/portal/ja>

REGARD

国土地理院が運用する電子基準点リアルタイム解析システム (REaltime GEONET Analysis for Rapid Deformation monitoring) の略で、リアルタイム測位サブシステム、イベント検知サブシステム、断層モデル推定サブシステムの 3 つのサブシステムで構成される。それぞれが、リアルタイム測位による変位時系列の計算、巨大地震発生検出、自動断層モデル推定による地震規模の計算を行っている。

SAR

合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar) の略。レーダーを搭載する人工衛星や航空機の移動中に得たデータを合成することで移動方向の開口面を大きく拡大し、大型アンテナと同等の高い分解能を実現したレーダーシステム。SAR 干渉解析 (Interferometric SAR, InSAR) は、同じ場所を撮影した時期の異なる 2 回の画像の差をとる (干渉させる) ことにより地表面の変動を詳細に捉える手法である。

SLR

人工衛星レーザー測距 (Satellite Laser Ranging) の略。人工衛星に搭載した逆反射鏡に対して、地上基地局からパルス状のレーザー光を発射し、反射され戻ってくるまでの往復時間から衛星と陸上基地局間の距離を高精度に計測する観測。それを繰り返すことによって、人工衛星の軌道と地上基地局の座標を高精度に決定することができる。1 cm 程度もしくはそれより良い精度で地上局の座標が求められる。

VEI

火山爆発指数 (Volcanic Explosivity Index) の略で、火山噴火の規模を表す指数。爆発的噴火に伴い降下した火山砕屑物の体積に基づいて推定される。指数の推定の際、溶岩ドームや溶岩流として噴出したマグマの量は含まれない。VEI は 0 から 8 までの 9 段階に区分される。1 は小噴火、2～3 は中規模噴火、4～5 は大規模噴火、6 はカルデラ形成をともなう巨大噴火、7 以上は地球規模に影響を及ぼす破局的な噴火に対応する。

VLBI

超長基線電波干渉法 (Very Long Baseline Interferometry) の略。はるか遠くにある天体から放射される電波を利用して、アンテナ間の正確な距離を測定する手法。数千キロメートル離れたアンテナ間の距離を、わずか数ミリメートルの誤差で測ることができる。

WIN 形式

東京大学地震研究所が 1980 年代に開発した、観測波形データを伝送・収録・管理するためのバイナリデータフォーマットの名称。各成分 (例えば、ある地震観測点の上下動成分など) ごとのデータが 1 秒長のブロックで管理されており、必要な成分のデータ抽出や他の成分とのデータ結合が容易である。また、秒ブロック内では差分データが収録されるためデータ容量の圧縮が図られている。