

次期観測研究計画案

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. 長期的方針に基づく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. 研究を推進するための体制の整備（計画推進のための体制と観測研究基盤の整備）

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. 海溝型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. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
 - エ. 地震動に起因する斜面崩壊・地盤変状の事前評価手法
 - (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. 研究を推進するための体制の整備（研究を推進するための体制と観測基盤の整備）
- (1) 推進体制の整備
 - (2) 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
- (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

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・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・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を続けており、同年8月に「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

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・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。

一方、我が国の地震の調査研究は、政府の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いる。地震本部の調査研究は、政府が掲げる目標・目的に基づく戦略研究・要請研究である。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（第3期）」（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。

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戒レベルの設定、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年度より実施している。

このように、本計画で得られた成果は、地震本部、内閣府の検討会、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会等への情報提供を通じて、政府が地震・火山現象に関して行う施策の科学的・技術的裏付けになっている。

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

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。

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・化学的状態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。

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。

第1次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。

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月には福島県北部沖合でM7.3の地震が発生し、200名近い死傷者と4500棟を超える建物被害が生じた。メカニズムの解析から、2011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群発地震活動の活発化と地殻変動が観測され、令和4年8月には最大深度6弱を記録した。この活動は、電磁氣的探査などから地下水の関与によるものと考えられているが、現在も進行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大規模噴火が発生し、大量の軽石が沖縄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たが、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った。当時、気象庁の津波警報ではこのような津波発生メカニズムは想定されていなかった

ため、情報発信に混乱が見られたことから、こうした現象の研究必要性が認識された。

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

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）などの資料に基づいて令和4年7月にまとめられた外部評価では、地震・火山現象の解明と発生予測、災害誘因の予測を目指す観測研究に加え、防災・減災への積極的貢献のため、研究対象を地震・火山噴火に対する防災リテラシーの向上に関する研究に広げるという方針は適切であり、これまでの観測や研究の蓄積に応じてそれぞれ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。

- ・理学、工学、人文・社会科学等の分野間の連携を引き続き強化し、災害科学の深化を意識した基礎研究を一層推進すること。
- ・火山研究については、地震研究に比べ研究者が不足していることから、実施体制の強化と研究の充実を図るとともに、火山研究の活性化を促すために、地震研究との連携を一層推進すること。
- ・研究成果の社会に対する発信力強化、データの利活用促進、社会実装に資する他施策や関係機関との連携に努めること。
- ・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について、研究目標とその射程を明確にし、研究のさらなる進展と情報発信の強化を行うこと。
- ・当該学術コミュニティ全体で、地震・火山観測研究に関する人材育成への取組を進めること。

これらを踏まえ、次の5か年計画においては、「分野横断で取り組む総合的研究」を計画の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。地震・火山活動の発生場に関する研究や、災害誘因予測の研究においては、火山研究と地震研究の連携と成果の相互活用を意識する。本計画は研究成果の「社会実装」そのものを行う主体ではないが、即時予測手法の高度化など重点研究と位置づける項目は、行政機関等との連携を重視して実施する。加えて、データの利活用促進についても、他施策や関係機関との連携を強く意識した計画とする。研究成果の発信については、これまでの計画でもサイエンスカフェ等の取組を行ってきたところであるが、次期計画においても様々な方法による社会とのコミュニケーション活動を組織的に展開する。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、次期計画では特に、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。また、地域の行政機関やステークホルダーと共同した研究など、新たな展開も指向する。関連する事業や機関等との連携を通じ、幅広い知識を有する人材育成に取り組むほか、地震・火山観測研究の専門知識を持つ人材がどのような分野・職種で求められているかの情報収集や、多様なキャリアパスの開拓にも努力する。

3. 地震火山観測研究の長期的な方針

3-1. 基本方針

地震や火山噴火による災害を軽減し、国民の生命・財産を守るためには、自然現象である地震・火山噴火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。

地震・火山噴火現象は、永続する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。そのため、地殻活動の長期的・多角的な観測と蓄積されたデータに基づく地震・火山噴火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発生の予測の鍵となる。高品質のデータの解析による地震・火山噴火の発生過程や先行現象の把握や理解を進めるとともに、先端的な観測技術による新しい物理・化学的データの解析により発生機構や発生場の解明を進める。また、計算機技術を活用して地震発生や火山性流体の挙動のモデル化や観測データとの比較を進め、地震や火山現象の定量的な理解を進める。さらに、史料・考古データ、地質データを最大限利用して、長期間における地震や火山活動を理解する。

地震や火山噴火の予測精度の向上は、防災対策の立案に役立てられることが期待できるため、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（数週間から数年、及び、数日から数週間）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関与する。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滑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解明に依存しない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。

地震の断層運動により生じる地震動や津波、地盤変動、斜面崩壊、火山噴火による噴石や火山灰、溶岩の噴出、山体崩壊、津波などの災害誘因が、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。

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を持つことが必要となる。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. 長期的方針に基づく当面の取組の方向性と進め方

地震や火山噴火による災害を軽減するための取り組みには、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。

(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次計画において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ることにより、低頻度大規模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・考古学と理学や人文・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。(3)で述べ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。

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。

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。

(2)については、(1)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、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、観測網が充実したことと多くの火山での多年のデータの蓄積が進んできたことから、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出という形で防災・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、それぞれの進展状態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

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・社会科学、歴史学、考古学、数理科学、情報科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。重点的研究に関しては、特定分野の研究を推進する仕組みとして十分機能していることから、この仕組みのさらなる有効活用を検討すべきである。

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を整備する。災害軽減に着実につながる研究成果を得るためには、地震・火山災害軽減のための課題を整理した上で、研究成果が災害軽減につなが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・火山災害軽減のための課題に直面している地震本部や行政機関等と連携し、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・開発研究の可

能性や、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引き続き検討すべきである。地震本部が策定した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、観測研究計画から得られる基礎研究の成果がそれらの調査研究の進展に貢献することが期待される。

観測基盤の継続的な開発・整備なくしては、本観測研究計画をはじめ、日本の地震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「地震に関する基盤的調査観測計画」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不可欠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。基盤的観測網の安定的かつ持続的な運用を図ることが肝要である。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。今後も、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ために、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、低廉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を進めていく。

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、国際的な視点に立って研究を実施する必要がある。国際的なデータベースフォーマットにも対応していく必要がある。

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。

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「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）」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、地滑りなど）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・火山の防災リテラシーの向上に関する研究にも取組、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・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を目指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められつつあるが、その確立及び実践手法の開発・改良に向けた努力も引き続き必要である。

本計画では上記を踏まえ、第1次計画で示された中長期的展望も念頭に置きながら、地震・火山現象の科学的理解、それらに伴う災害誘因の予測や災害発生の仕組みの理解、得られた知見を災害軽減に役立てるための方策に関する各種研究をさらに深化・発展させる。社会においてその成果が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、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・社会科学が効果的に連携できるよう体制も充実させる。さらに、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。第1次計画から開始した二つの共同利用・共同研究拠点による拠点間連携共同研究の枠組みは、本計画を円滑かつ効果的に進める上で不可欠である。また、本計画の研究成果が行政機関等で将来的に有効活用されるには、関係各機関との緊密な連携も重要であるため、これらに必要な体制の整備を行う。このほか、研究基盤となるシステムや技術の開発・整備、国内外の関連研究分野との連携強化、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となる課題であり、本計画においても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. 「研究を推進するための体制と観測基盤の整備」

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ためには、それら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、歴史学・考古学・地形学・地質学に基づく発生履歴や規模等の諸特性に関する情報も合わせた長期間かつ広範囲のデータの収集・分析を通して、多様な地震・火山現象の把握を進める必要がある。第1次計画から史料・考古データの収集・整理を開始し第2次計画でも順調に進めてきたほか、多項目のモニタリングや共通の観測・解析手法に基づく比較研究が有効であることが示された。本計画ではそれらの調査研究を継続しつつ、情報の量だけでなく、理学・工学の研究者と歴史学・考古学の研究者の協働により、過去の現象に関する情報の質の向上にも力を入れる。このように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、第2次計画までに進めてきた史料・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、文理融合の総合知で精度の高い地震像・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、こうした事象に伴う災害誘因である、地震動や火砕物飛散等の現象を、数値シミュレーションなどを用いて解明する。

(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。本計画でも第2次計画に引き続き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・考古データに基づく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・考古データから得られる地震活動履歴に基づき行われてきた。第2次計画では、海陸の測地データ、地震活動データ、数値シミュレーションなどを活用した新たな予測手法の開発に取り組み予察的な成果を得た。ただし、地震調査研究推進本部の施策への反映には未だ至っていないため、この成果をさらに精緻化して将来の実装を目指す必要がある。本計画では、長期予測の実用化に向けた重点研究と位置づけ、史料・考古・地形・地質データの収集・解析によって得られる地震発生履歴に基づく長期予測に加えて、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長期予測モデルの開発に取り組む。

(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。第2次計画の取組により、定量的な予測の基礎となるモデルが既に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、地滑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「災害誘因評価手法の高度化」という括りで、いくつかの事象に特化して取り組む。また、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し、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す。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、地滑り、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。地滑り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。第2次計画では、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が大きな成果を上げた。本計画ではその方向性をさらに発展させつつ、単点・複数点の観測量に基づく不確実性を含めた予測手法や、海陸のリアルタイム観測データと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。また、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

火山噴火には、火砕物の飛散や流出、溶岩流、土石流、山体崩壊、地滑り、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いるが、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、その情報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は必ずしも社会のニーズに整合していない現状を踏まえ、不確かさを含んだ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や災害誘因の予測、リスク評価を行うことに加え、災害の発生に深く関係する人間の自然認識・行動や社会構造を理解し、人間の行動変容に働きかけ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・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共同を通じて、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情報が住民に与える影響を解明し、モデル化を目指す。リスクコミュニケーションのツールや、社会の共通理解となる枠組みとして実践的な防災リテラシー研修プログラムの開発または効果検証に活用する研究への展開も指向する。

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、地震・火山噴火の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

前計画までの南海トラフ巨大地震に関する分野横断総合研究をベースとして、巨大地震に伴う複合型災害の軽減に向けた学際研究に発展させ、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。観測記録に基づくプレート間固着や、通常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も進める。この項目の実施にあたっては、前計画と同様に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も考慮する。

(2) 首都直下地震

首都圏直下で発生する大地震は、我が国の政治・経済の中心である首都圏特有の問題を是らみ社会的影響が甚大な災害をたらしことが想定されるため、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、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な根拠を提示する。また、想定地震に対する地震動の推定を行い、情報伝達手法開発や避難経路推定、構

造物の健全性判定、災害対応訓練などにも活用する。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数の死者が発生する想定を示した。その災害の軽減に向けた総合研究を実施する。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、海陸における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、前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

過去に発生した被害地震の多くが陸域で発生していることに鑑みれば、内陸地震が社会に与える影響はプレート境界型大地震と比べても決して小さくない。そこで本計画では、これまで総合的研究として取り組まれてこなかった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、対象地域の地震シナリオを提示し、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構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も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と広域避難の意思決定プロセスの検討、広域避難時に自治体間連携を要する政策課題の抽出、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。また、住民参加型のワークショップを通じたリスクコミュニケーション手法の開発研究も一体的に進める。

(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噴火は、小規模でも大きな災害となりうるが、予知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次計画の総合研究における検討

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や火山現象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. 研究を推進するための体制の整備（計画推進のための体制と観測研究基盤の整備）

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不可欠な要素であることから、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）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。本計画による研究成果・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、行政機関の業務・施策や地震本部等の進める要請研究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、中長期的視点に立った安定的な火山観測体制及び研究推進体制のあり方について検討を進める。さらに、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。

（2）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廉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するため、非専門家でも扱うことのできる解析ツールの開発や、専門外の研究者であっても活用できる段階まで処理が済んだ一次処理データの公開体制の構築なども引き続き推進する。

(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・社会科学が、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、機械学習の適用やデータ取得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、本計画の研究成果を活用し、開発途上国における地震・火山災害の軽減に貢献する体制の維持・整備にも協力する。

(5) 社会への研究成果の還元と防災教育（社会との共通理解の醸成と防災教育）

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、市民にも分かりやすく伝える機会を設ける。

(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。さらに、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、長期的な視点に立った取組を幅広く展開する。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、形状に関する情報の取得と、過去の活動履歴・地震規模の解明を行う。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・地質情報に関するデータベース化を進め、史料や考古資料のデータベースとの統合を図り、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、データの統合や関連するデータベースとの連携、可視化を図る。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・追加し、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。
- 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」を基盤として、考古発掘、地質調査から発見される地震・火山噴火災害の痕跡や、歴史資料に見いだされる災害記録について、書誌資料及び調査現場からの情報集成を進める。考古学、民俗学、地形学、地質学などの、より広範な関連分野のデータとの統合的検索を可能にし、過去の地震・火山活動の実態や災害発生メカニズムの解明に資するデータベースの拡充構築を進める。

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、相模トラフおよび南海トラフ周辺海域において、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、津波をもたらした海溝型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く過去の運動型地震復元手法を改良し、さらに発展させる。
- 大学及び山梨県富士山科学研究所は、火山噴火の規模、継続時間、爆発性、噴火活動の推移を評価する上で重要となる噴出量等の基礎データを収集・整理する。特に、噴出物の岩石・鉱物学的解析からマグマ溜まりの深度・温度・含水量等の情報を得る。また、各堆積物の噴火年代、様式推移、噴出量等のデータを基に噴火履歴を高精度で解明し、噴火事象系統樹を精緻化する。
- 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、若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。地震については、国内外の事例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。火山噴火に関しては、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大規模地震について、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、巨大地震の発生との関連を解明するために、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。
- 大学は、霧島山や浅間山等での、プリニー式または準プリニー式大規模噴火を対象として、噴煙柱から火砕流や溶岩噴出への変化など、噴火様式の遷移を地質学的に明らかにする。また、噴出物の物質科学的情報や理論モデルに基づいて、マグマの蓄積条件や上昇過程を含めた噴火様式遷移の物理・化学的要因を明らかにする。
- 大学及び産業技術総合研究所は、屈斜路、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。また、屈斜路等のカルデラ火山においては放射非平衡分析を軸とした解析を進め、大規模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

先進的な地球物理的観測及びデータ解析、モデリングによって、プレート境界における詳

細なひずみの蓄積・解放過程を把握し、海溝型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、内陸地震断層およ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、日本海溝沿いにおいて、観測の空白域となっている海域も含めてGNSS-A方式及び海底間音響測距方式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滑りのモデリングによって、プレート境界の詳細な滑りの時空間発展を把握するとともに、2011年東北地方太平洋沖地震の実相を明らかにする。
- 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スロースリップ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、ブロック断層モデルによる時間依存の地殻変動解析を通じて、広域にわたるプレート境界でのひずみの蓄積・解放過程を把握し、ひずみ収支の観点から海溝型地震の実相を明らかにする。
- 大学は、広域的な外力応答も含めた全球的な変形および重力場の変化が計算可能な新たな球体地球モデルを開発し、海底地殻変動観測や、低軌道衛星、光格子時計を用いた重力場観測等の先進的な測地観測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、スロースリップの検出手法を高度化する。
- 大学は、変形・摩擦実験等に基づいて、海洋地殻及びマンツルのレオロジーの解明、プレート境界深部や脆性-塑性遷移領域における摩擦構成則の構築、滑り弱化プロセスの解明を行い、断層帯における素過程の基礎的理解を進める。さらに、化学分析、変形実験、理論解析に基づく熱・流体・空隙・滑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滑り等のシミュレーション手法の高度化を行い、地震発生過程の物理的理解をさらに進めるとともに、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を構築する。
- 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る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視野に入れた多項目観測を行い、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。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も取り組む。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。
- 大学及び産業技術総合研究所は、桜島、阿蘇山、霧島山、有珠山などの活動的火山や、過去に様々な様式の噴火が発生した火山の噴出物を採取し、種々の岩石学的解析を行う。揮発性成分の分析、減圧実験や高温高压実験なども行い、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。
- 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。

(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、内陸を含む地殻・マントル内の地震発生域、火山地域に対象を分けて、震源分布・構造・応力場・ひずみ場・物質分布等を観測と調査、室内・数値実験から明らかにする。プレートの沈み込み帯においてはプレート間滑りの時空間分布を、実験・物質科学的知見に基づき多様な滑り現象の条件・要因を明らかにする。また、内陸域における構造と地殻内応力、地震活動の比較から、群発地震と地殻内流体との関係に着目した研究を行う。火山周辺地域については、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統合し、熱水系および火山性流体・マグマの供給系を解明する。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を行う。

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。さらに、アジア太平洋地域の地震・津波の実態解明と防災研究推進のための広域的な共同研究体制を構築する。
- 大学は、日本及びニュージーランドにおける海域の地震・地殻変動観測を行い、プレート間滑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。また、海底試料に基づく摩擦実験から多様な滑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滑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。
- 防災科学技術研究所は、国内外の観測データから、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開発・高度化を行い、逐次的なモニタリングによる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およ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するため、稠密な地震・電磁気・GNSS観測を行う。また、比抵抗構造と滑り分布・震源分布との比較により、過去25年間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の海陸地域を対象に、地下構造の推定と広帯域地震波形の特徴を抽出する技術を構築する。また、地震波速度変化の地殻ひずみに対する感度解析を行い、内陸の微小地震活動やその発生場の時間変化、群発地震とその推移などとの関係を明らかにする。
- 産業総合研究所及び大学は、地震データを用いた応力インバージョンにより、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。また、数値シミュレーションを併用した地震の最大規模評価や活動性評価手法の開発や、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。
- 大学は、高密度な地震観測と地下構造探査により、群発地震発生域内の断層分布の解明、

地殻内流体の分布・存在形態の解明，群発地震の発生パターンと地殻内流体との関係性の理解を進め，推移予測モデルの構築を行う。

- 大学は，日本と同様に沈み込み帯に位置するニュージーランドの陸域で地震観測を行い，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，水文学，測地学，地震学，電磁気学，地球化学，物質科学などの手法を用い，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。また，光ファイバーを用いたDAS観測を実施し，火山浅部の微細構造の推定等に資する観測の超稠密化や次世代化を進め
- 大学は，将来の火山モニタリングに資する研究として，海域火山活動の変色海水の組成観測や土壌ラドン濃度連続観測システムの開発に取り組む。
- 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，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。

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，さらに地殻変動・地震活動の観測データ，実験・数値シミュレーションの結果に基づき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。火山現象の予測では，地球物理学的・物質科学的データについての定量的な評価指標に基づいて火山活動・噴火を総合的に評価する方法を提示する。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，予測の試行を行い，手法を改良することで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ない状況にある。そのため、この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開発を通じ、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間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. 海溝型巨大地震の長期予測

- 大学は、日本海溝沿いにおける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サイクルシミュレーションモデルを構築し、2011年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、プレート間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とともに、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間固着状態を明らかにするための海底地殻変動観測を実施する。
- 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に基づく古地震調査研究によって、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ターロン応力変化の推定を軸とした、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、地震やゆっくり滑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。

(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逐次追加することで地震発生確率を更新していくことが目標である。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滑り速度分布を推定、応力-滑りの構成則に合うように応力・固着状態・摩擦パラメタを推定して、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、地震とスロー地震、ゆっくり滑り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間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、新たに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滑り推移予測を試行する。
- 大学は、プレート間の摩擦特性推定・滑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滑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。また、豊後水道周辺や琉球地域でGNSS観測を継続する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、ゆっくり滑り発生域での構造探査・重力・電磁気観測など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、摩擦の物理モデルを高度化して、地震やゆっくり滑り等の地殻活動に伴う応力载荷プレートの時間変化を反映した中期予測について、複数の地域でのシナリオを検討する。
- 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滑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、衛星観測など海外のグループが取得したデータも活用し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、比較的確立された手法による地震発生確率の時系列予測システムを用いて、予測性能の系統的な事後的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。特に社会的影響が大きいと考えられる、中・大規模地震発生後の予測確率の推移は様々な手法・事例について検討する。一方、将来の現象を予測する実験も組織的に継続するとともに、スロー地震や準繰り返し地震の統計的予測モデルを開発する。
- 大学は、測地データの機械学習や微小地震活動情報も利用してゆっくり滑りの検出手法を高度化し、多数の事例に基づいてその後に大地震が起きる確率を求める。さらに、大地震が起きた事例と起きなかった事例を比較する。
- 大学は、高速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、その後に大地震が起きた場合と起きなかった場合を比較する。また、既知の不均質構造を持つ試料を用いた室内実験データに対しても同様の解析を行う。
- 大学は、先行事象の詳細な分析、先行性と地学条件の関係、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、先行現象のメカニズムを探る。

(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）

地球物理学的観測によってこれまでに得られた過去数十年の観測データや過去の火山噴火で得られた物質科学的分析データについて、観測・分析項目毎に定量的な評価指標を導入する。これらの項目の指標を整理・統合することにより、火山活動・噴火活動の現況を総合的に評価する方法を提示する。さらに、火山活動の分岐現象や噴火発生、噴火様式の変化、噴火活動の終息についての予測方法の構築を図る。十分な観測データがあり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、予測すべき火山現象・噴火現象を設定した予測の試行を行う。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明確化に努め、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、火山活動や噴火活動を定量的な指標で示す。それらの指標の時系列を基に、火山活動の推移や噴火発生の予測方法の構築を図る。阿蘇山等十分なデータのある火山においては、試作した予測方法を適用して、火山活動の現況評価および噴火活動の推移予測を試行する。
- 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，これらの自然現象が引き起こす地震動，津波，火山噴出物，地滑りなどの災害誘因が，自然や社会に潜在する脆弱性などの災害素因に働きかけることで引き起こされるため，災害誘因を正確に予測する研究を行う。災害誘因を事前に評価する手法及び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発生後即時かつ可能な限り高精度に予測する手法を高度化する。また，情報の受け手側に配慮した災害誘因情報を効果的に発信するために必要な研究を進める。

（1）地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

断層運動の不確定性や，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。津波堆積物調査，歴史地震データ，津波再検討などに基づき，津波の事前評価手法を高度化する。また，強震動や津波，地滑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。地震動に起因する斜面崩壊・地盤変状に関しては，地質調査や地球物理的観測等により，発生メカニズムを解明し，事前評価手法を開発する。

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域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，平野や盆地の堆積層全深度を対象とした深部地盤から，軟弱地盤等を含みうる浅部地盤までの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

- 大学及び気象庁，産業技術総合研究所，海洋研究開発機構は，津波堆積物調査や歴史地震

データ、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. 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を対象に、災害発生機構を解明する。震源から構造物に至る強震観測の連携強化研究を行い、地震被害リスクについてフラジリティ評価を行う。
- 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。

エ. 地震動に起因する斜面崩壊・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地震時地滑り・斜面崩壊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、長期的な観測に基づき、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、斜面崩壊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。

(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モデルに取り入れて予測精度を高めることが効果的である。本計画では、的確な対応で被害を最小限に抑える判断材料となる、予測の確からしさの情報も含めて提示できる手法の開発・改良にも力を入れて取り組む。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用面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、海域・陸域のリアルタイム強震観測を活用し、観測—計算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遠地の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滑りとその不確実性を適切な拘束条件で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。より具体的には、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、主に桜島を対象に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火山噴出物のモニタリング手法の開発に取り組むとともに、実際に採取した噴出物による検証を通じた高精度化を行う。噴出物の推定堆積分布から土石流ポテンシャル評価手法の開発も進め、観測と予測に基づいた災害誘因評価方法の確立を目指す。
- 大学は、噴火時に火山灰や火山礫などの地質・物質時系列データを高頻度で取得するための試料採取方法の開発及び、火山灰・火山礫の迅速かつ効率的な化学・物性分析とデータ解析手法の高度化に関する研究を実施する。
- 大学は、桜島大規模噴火時の地震動や津波による災害誘因評価手法の開発を行う。
- 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、焼岳を対象にして、火山噴火時の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を確立する。また、桜島やメラピ火山を対象にして、火山噴出物の堆積や流出による土石流や泥流の発生ポテンシャルの時間的変化と流域からの土砂流出過程を予測する手法を確立する。
- 大学は、主に口永良部島の火山体浅部の水環境の規模と経年的性質を定量的に評価し、火山体内部の熱水活動の把握や、土石流の規模や発生予測を目指した研究を実施する。

(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、現状では必ずしも市民・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。研究のシーズと社会のニーズに不一致が生じているこうした現状を踏まえ、不確かさを含んだ災害誘因予測や他の災害誘因との複合災害の可能性を効果的に防災情報につなげるための研究を継続する。また、災害誘因とリスクの違いを明確にすることで、災害リスク評価をより効果的に防災情報につなげる研究にも着手する。

- 大学は、情報の受け手側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、防災情報が受

け手側に効果的に受け取られるような表現技法の開発に関する研究を進める。

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いのち・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。過去から近年までに発生した地震・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共同しながら、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

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、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、地域の土地利用やコミュニティ構造における社会素因とどのように関連し被害をもたらすのか、その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安定して防災対策等に利活用されるような仕組みを検討する。

- 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、東海地域において、地理的・社会的特性の分析を通して南海トラフ地震に対するコミュニティの社会的脆弱性を明らかにし、地域の地理的・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、災害に対する住民の意思決定のモデルを検討し、観測研究の成果が住民の避難行動や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、実社会で利活用されるための仕組みを検討する。

(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

社会が地震・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考えるために必要な知識体系を明らかにすることで、政府の総合科学技術政策（国民の安全と安心）の実現に貢献することを目的に、特に想定巨大地震や活動的な火山などを対象にして、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・開発し、実装することで評価し、継続的に利用可能な教育・研修プログラムを構築する。また、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、不確実性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・生活再建過程における行動パターンを同定し、社会全体の動向についてシミュレーションを実施し、住民に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が参加している。そのメリットを活かし、我が国における地震・火山噴火の災害科学とし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、6つの対象ごとに研究項目間で問題設定の統合化を行い、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理学、工学、人文・社会科学などの分野横断総合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、巨大地震発生後の地震像の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・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、プレート間の固着分布を調べる。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滑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、非弾性変形場と地震活動との関係性を調べる。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方法を研究する。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およ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、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。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も取り組む。
- 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て解析し、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。また、大学と国土地理院は測地データを解析することで、房総半島沖のスロースリップ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、歴史地震を含む長期の地震発生履歴を知ることによって首都直下地震発生の切迫度の推定を試みる。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、揺れの違いを即時的に把握し、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と気象庁は、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、首都直下地震の潜在的な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、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。また、普及啓発等の防災リテラシー向上に関する取り組みを行う。

(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，プレート間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，各課題それぞれの特色による重点的な取組を行う。東北地方中南部・近畿地方・中部地方等，活断層集中地域及び近年の地震発生地域や広域・全国で得られた内陸地震に関連する成果と手法を共有しながら，現象解明，長期予測，中短期予測，災害誘因予測など各研究領域を横断し研究を行う。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，対象領域の大規模地震についてシナリオを提案する。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。DAS等を活用した地盤構造探査や土木構造物モニタリング調査に基づき，災害誘因・リスク評価を高度化する。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，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。一方，モデルによる予測が難しい事例における双方向・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。
- 大学及び気象庁，産業技術総合研究所，防災科学技術研究所，奈良文化財研究所は，得られた成果と手法の共有により，連携してこの総合的研究を推進する。

(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。観光客や住民への火山防災情報発信に関する研究と，避難や交通網の復旧などの対策に資する研究を行い，防災リテラシーの向上を図る。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

で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。

- 大学及び山梨県富士山科学研究所、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。特に、噴煙柱から火砕流及び溶岩噴出への変化といった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、周辺の広域応力場との関係からマグマ貫入に伴う火山構造性地震の群発機構を調べ、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、富士山と桜島を対象として各種地球物理観測を行い、深部低周波地震の活動と他の火山現象との関係を解明する。
- 大学は、桜島等を対象に、マルチセンシングによる火砕物の即時的放出量推定手法とともに、堆積した火砕物の分布から土石流ポテンシャルを評価する手法を開発する。また、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。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。その上で、南海トラフ地震臨時情報発表時や、都市直下型地震発生時の広域避難に関する研究とも連携や比較を行う。
- 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及び情報伝達の課題や望ましいあり方を対照し、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危険性評価を目指して、草津白根山等を対象に、各種の地球物理学・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とモニタリングを草津白根山等で実施する。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。これらの知見に基づき、登山道に設置する看板などの改善を実行した上で、その効果を聞き取り調査などで検証する。
- 大学は、この総合研究で得られた研究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交換する機会を確保することを目的として、シンポジウムを御嶽山などで実施する。

6. 研究を推進するための体制の整備（研究を推進するための体制と観測基盤の整備）

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引き続き整えていく。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・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) 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。地震本部に研究成果が活用されるために地震本部と連携を強化するほか、活動火山対策特別措置法の運用に合わせた対応を行う。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、進捗の把握、取りまとめを行い、毎年研究成果を公表するとともに、3年次に計画全体の自己点検を行い、外部評価等を行う。また、計画進捗、成果についても地震本部と情報交換し、地震本部による地震調査研究の基本施策との整合性を確認する。なお、各年次の全体計画の立案にあたっては、地震・火山防災行政、防災研究全体、特に地震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、本計画の実施項目をそれぞれ独立して推進するのではなく、項目間の連携を強化し、総体的に計画を推進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。
- 活動火山対策特別措置法で火山専門家が各地の火山防災協議会に参加する仕組みが定められ、科学的な知見が現場の火山防災に実践的に活用されるようになってきている。また、火山における観測、測量、調査及び研究を一元的に推進することを目的とした火山調査研究推進本部の設置および火山専門家の育成・確保に向けた法改正の動きがある。測地学分科会は、火山調査研究及びそれを支える研究基盤の整備を国全体として一元的に進める仕組みが、関係機関の協力のもと構築されるよう留意する。
- 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、観測研究計画参加機関の間で調整を行って観測研究の実施を推進する。

- 各実施機関は、それぞれの機関の実施計画及びその進捗について、予知研究協議会において情報交換を行うなど、計画の実施項目間及び研究分野間の連携を強化して、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、地震発生・火山噴火が災害誘因となる事象に関して共同研究を推進し、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、拠点間連携を継続する。
- 地震予知連絡会は、地震活動・地殻変動などに関するモニタリング結果や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情報交換を行うことにより、モニタリング手法の高度化に資する役割を担う。
- 火山噴火予知連絡会は、火山活動の総合評価や、噴火警報・火山情報の質の向上に向けた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、火山観測データの流通・共有の促進、活発化した火山における臨時観測に関する総合的な調整、研究成果の社会への発信などを通じて、火山噴火予知研究の推進に寄与する。
- 気象庁は、防災関係機関の防災活動に資するため、引き続き全国の火山活動の状況について総合的な判断を実施する。特に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現在の状態から火山噴火や噴火終息に至るまでの過程についての噴火推移の予測を試みる。

(2) 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。地震や火山現象に関係す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。

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、津波警報や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、研究の推進に資する。
- 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、衛星SARデータを使用して日本全国のSAR干渉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、地盤沈下等による地殻・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臨時解析を実施する。打上げ予定の先進レーダ衛星（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。
 - 気象庁及び国土地理院、海上保安庁は、潮位連続観測を継続し、地殻変動に伴う地盤の上下動を連続的に観測するとともに、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～紀伊半島～四国周辺で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。
 - 山梨県富士山科学研究所は、富士山における火山性地震のモニタリングを進めて火山性地震の発生状況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の継続を通して、地殻流体の移動検出を目指す。
 - 北海道立総合研究機構は、北海道内の火山において、熱観測、噴気・温泉水に対する地球化学的観測、地殻変動観測、重力観測、地下水位観測を継続し、火山活動の変化を把握する。得られた観測データは気象庁や大学などと共有する。

- 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、防災情報の発信への活用のため引き続き関係機関と潮位データの共有化を行う。活動的な火山においては、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、地震サイクル全過程の地殻変動データの収集を目指す。また、ひずみ集中帯などにおいて水準測量を実施する。
- 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。
- 気象庁は、地震動・津波の即時予測の高精度化のため、地震動のデータ同化、津波予測における津波波源推定や海底・沿岸地形等のモデル要素の改良等、解析技術の高度化を進める。
- 国土地理院は、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の高度化とともに、地殻変動を高時間分解能で把握するための電子基準点キ

ネマティック解析システムについて、解析結果の信頼性及び精度を向上させるための技術開発を行う。また、汎用低価格受信機を用いた地殻変動観測システムの開発を行う。さらに、得られた解析結果の精度向上や異常値を判定する仕組みを構築することで、より信頼性の高い災害関連情報の発信を図る。

- 国土地理院は、東北大学大学院理学研究科との共同研究により「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、日本近海の高圧型巨大地震の発生が想定される海域において GNSS-音響測距結合方式や海底間音響測距、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。
- 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の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、断層滑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、地下深部の極限的な環境や火山近傍の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分散型音響センシング（Distributed Acoustic Sensing）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およびモデリング技術を開発する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、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し、理論と観測による実証を行う。また、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。さらに、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、準基盤観測として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。

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。地殻変動研究の基盤となるデータの収集や共有のみならず、解析システムの構築・運用・高度化を行う。
- 大学は、全国の陸域、海域および火山周辺に設置された地震・地殻変動などの各種観測網から得られる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、それらの成果を公表する。海域観測網の地震波形データを一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。観測データの蓄積にあたっては活火山総覧改訂に活用できるようにデータベース化する。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、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、観測データ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南海トラフ沿い地震防災対策強化地域判定会に

適宜報告する。

- 国土院は、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、地殻変動等の多項目観測データを全国に流通させるシステムを安定的に運用するとともに高機能化し、観測研究の研究基盤とする。データサーバーをセキュアに安定的に運用し、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。

（３）関連研究分野との連携強化

地震・火山噴火の現象に関する理学と、関連する工学、人文・社会科学との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。測定機器のない過去の現象の記録収集や解析を、歴史学、考古学、地質学との連携を通じて継続する。近年の発展が目覚ましい情報科学や計算機科学などの研究成果を積極的に取り入れるべく、当該分野研究者の参画を図る。

- 低頻度大規模な地震や火山噴火現象を理解するために、歴史学、考古学、地質学との学際研究を通じて、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・火山噴火現象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、理学だけではなく、情報科学や計算機・計算科学、工学、人文・社会科学などの関連研究分野との連携を図り、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更なる高度化のため、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、大規模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、低頻度で大規模な大地震の発生履歴・様式を理解するために、海外における津波堆積物調査を実施する。また、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。さらに、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滑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、大規模火山噴火災害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、SAR 干渉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。

○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間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に関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。

○行政機関の防災担当者や国民に、地震・火山現象の科学的知見や、現在の地震・火山の監

視体制，予測情報の現状を知ってもらうため，関連機関が協力して，研究成果を社会に分かりやすく伝えるための取組を強化する。

- 大学は，住民，報道関係者，行政等の防災担当者などを対象とした公開講義やセミナーなどを開催し，地震・火山噴火予測研究の現状や地震・火山噴火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，本計画の取組や成果を広く理解してもらうため，計画参加機関と連携して，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。
- 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情報の改善のための検討で得られた知見や成果を共有する。これにより，関連の研究の推進に資する。
- 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・津波及び火山に関する現象や警報をはじめとする防災気象情報（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）に関する知識，防災・減災等に対する住民の意識の向上に，全庁を挙げて戦略的に取り組む。
- 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それに基づく火山活動の総合評価，噴火警報・火山情報の質の向上に向けた取組などを，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・減災に資する。

（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にも貢献する。

- 大学や研究機関等においては，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。また，大学院生や若手研究者を支える競争的研究資金の獲得に努力するとともに，国による支援制度の拡充にも期待する。
- 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理学分野の学生の目を向けさせるため、観測実習とインターンシップを活用する。