

3. 科学技術・学術審議会（旧：測地学審議会）関係資料

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直しについて（建議）

2012年11月 科学技術・学術審議会

I. 地震及び火山噴火予知のための観測研究の推進の基本的考え

（東北地方太平洋沖地震の検証と計画見直しについて）

平成23年3月11日にマグニチュード（M）9クラスの超巨大地震である東北地方太平洋沖地震が発生し、多くの尊い人命が失われ、大きな被害がもたらされた。測地学分科会では、事前に超巨大地震発生の可能性を追究できなかったことを真摯に反省し、関係学会などにおける議論も踏まえた上で、現行計画の総点検を行った。これまでの研究により、地震活動の特性や地震発生の仕組みなどに関する理解が進み、地震発生の長期評価などに役立てられるようになったが、一般的に、「いつ（時期）」、「どこで（場所）」、「どの程度の大きさ（規模）」の地震が起こるかを地震発生前に予測することは、現在の科学技術の水準では困難であることを改めて認識した。このため、測地学分科会では、地震発生のメカニズムを理解するための基礎研究を一層推進すべく、これまでに得られた教訓や課題について整理をするとともに、今後の研究の方向性について検討を行った。

（地震と火山噴火予知研究の経緯）

昭和40年に始まった地震予知計画においては、平成10年度の第7次計画まで、地震活動の地域ごとの特徴、地震発生の仕組みなどに関する知見が蓄積されたが、地震の前兆現象の観測に基づく手法だけでは、予知の実現は難しいことも分かってきた。このため、平成11年度に始まった「地震予知のための新たな観測研究計画」（第1次新計画）では、地震の発生に関する基礎的研究を進め、地震発生に至る地殻活動をモデル化し、モニタリングとモデルに基づいて地殻活動の推移予測を行うことを新たな目標として掲げ、平成16年度からの第2次新計画では、地震発生の準備過程の解明を進め、地殻活動の推移予測を目的とした現実的な物理モデルに基づいた数値シミュレーションモデルを開発することを目指し計画を推進してきた。しかしながら、現状の地震予知は、中・小規模の繰り返し地震や特定の領域の群発地震については、その発生予測と検証が進んでいるが、短期予知の観点や発生頻度の低い大規模な地震の中・長期予測についてはその手法の確立に至っていない。

一方、火山噴火予知計画は、昭和49年度の第1次計画から5か年ごとに平成20年度の第7次計画まで推進

され、マグマ供給系・熱水系がモデル化された火山では、観測データから噴火に先立つ流体移動の把握が可能となった。また、適切な観測体制が取られた火山では噴火時期をある程度予測できるようになり、活動的な火山については、活動度の把握に基づいて噴火警戒レベルを設定することができるようになった。しかし、噴火の様式や規模等の噴火推移予測については、経験則に基づく予測が成立する場合以外は依然として困難な状況にある。

地震及び火山噴火は、同じ地球科学的背景を持つ自然現象であり、測地学的・地震学的手法による共同での観測研究は、それぞれの現象解明に有効である。現行の計画では、これまで独立の計画としてきた地震予知研究と火山噴火予知研究を発展的に統合した計画として推進しており、「予測システムの開発」をより明瞭に指向した研究に重点を置くこととして、「地震・火山現象予測のための観測研究」、「地震・火山現象解明のための観測研究」、「新たな観測技術の開発」、「計画推進のための体制の強化」の4項目を柱として推進してきた。

（超巨大地震を予測できなかった理由）

地震発生に関するシミュレーション技術は急速に進歩し、過去に発生した地震についてその発生の特徴を再現することが可能なレベルに達しているものの、発生履歴が詳しく知られていない地震については、その規模や発生間隔を推定することすら基本的に困難である。東北地方太平洋沖において地震の発生を説明できるとされていた従来のアスペリティ（用語解説参照）モデルは、東北地方太平洋沖のプレート境界の広い範囲が一度に滑るような超巨大地震を発生させ得るモデルとはなっていない。この事実は、様々な規模の地震の発生を説明し、地震発生を予測するモデルの構築がまだ研究の課題であること示している。

海溝軸付近のプレート境界における固着や滑りに関しては、地震の解析やシミュレーションのために必要なプレート境界の海溝側の境界条件の確立ができていなかった。その要因として、阪神淡路大震災以降に整備された陸上の観測網だけでは十分な分解能を持ったデータが得られていなかったことや、近年実用的な運用がなされてきた海底地殻変動観測についても、必要な時空間分解能を得るだけの十分な観測網が整備されていなかったことが挙げられる。そのため、海溝軸付近は太平洋プレートの固着が弱く、常にずるずると滑っているため地震時には大きく滑らないという仮定の基に、地震の解析やシミュレーションの検討が進められていた。

また、変動地形学的、古地震学的、地質学的手法を

用いた超巨大地震の発生履歴に関する研究成果を取り入れる努力が不足していた。古文書などに残っている地震の詳細な記録は、そのほとんどが江戸時代以降のため、東北地方太平洋沖地震のように発生間隔の非常に長い地震の場合、情報の欠落などにより、精度の高い情報を得ることは困難であった。また、津波堆積物や地質調査による地震発生履歴調査については、異なった場所での年代測定の結果に系統的な差異があることもあり、信頼性の高いデータを得ることはなかなか容易ではない。そのため、精度の高い近代的な観測データと、信頼性の評価が困難なこれらの調査結果を併合して、超巨大地震の発生可能性を評価する取組が不足していた。

このように、単純なアスペリティモデルにとらわれすぎていたこと、海溝軸付近のプレート境界に関する知見が不足していたこと、さらに、現行の計画では津波堆積物調査等を含む古地震調査の研究の観点不足していたことなどが主な問題となって、東北地方太平洋沖の広い範囲で一度に滑るような超巨大地震について発生可能性の指摘ができなかったことが明らかになった。

(東北地方太平洋沖地震の発生により明らかになったこと)

東北地方太平洋沖地震については、その発生直後から内外の多くの研究者・研究機関が地震発生過程の解析を進め、その結果、この地震で何が起きたかが明らかになってきた。これらのほとんどの研究には、我が国がこれまで計画的に整備をしてきた陸上の地震計及び GPS 観測によるデータが利用されているほか、近年に整備された海域の津波計・波浪計、さらに、実用的な計測が可能となった海底における地殻変動観測によるデータが用いられており、海底下で発生した地震としては、これまでに世界中で発生したいかなる地震よりも精緻な研究結果が得られている。これらの研究結果は、関連研究組織や学協会によるシンポジウム、さらに、建議に基づき設置された地震予知連絡会などを通じて早期から検討が進められ、学術誌を通じて国内外に広く発信されている。このような検討作業の結果、従来にない精度と分解能で東北地方太平洋沖におけるプレート境界での滑りの発展過程が明らかになるとともに、少なくとも海溝付近において 50m 以上の急激な滑りがあったことがほぼ確実であることがわかった。今回の地震で明らかになったプレート境界での滑りの特徴は、今後の地震・津波防災対策にとって非常に重要な知見である。

(地震発生予測研究の現状と限界)

今回の東北太平洋沖地震の発生前にもプレート境界の地震発生については精力的な観測研究が行われていた。プレート境界面の摩擦則を用いたシミュレーション

技術の向上が図られ、繰り返し発生する巨大地震や大地震の特徴が再現できるようになっていた。また、地震計や GPS などの観測網が充実し、それらのデータ処理や解析技術の進展により、地震時の断層運動だけでなく、ゆっくり滑りについても観測できるようになっていた。これらシミュレーションと観測の双方から、プレート間滑りの多様性に関する理解が進み、プレート境界の滑りと固着についてのモニタリングとそれを用いたシミュレーションが進められていた。特に、南海トラフ沿いのプレート境界深部で短期的な微動・ゆっくり滑りや長期的なゆっくり滑りが発生していることが分かるようになり、大地震発生過程を考える上で重要な情報が得られてきている。

一方、日本海溝沿いでは、過去に何度か発生した大地震の滑り分布などから、その地震発生の時間的・空間的特徴が次第に明らかになってきていた。その結果、非地震性滑りの進行により固着領域（アスペリティ）に応力が集中し、やがて地震発生に至るとするモデル（アスペリティモデル）が有力であるとされ、M8 程度以下の地震の発生場所と規模を説明することが可能であるとされていた。しかし、観測研究計画推進委員会を中心とした研究者らにより企画されたシンポジウムで指摘されたように、100 年程度の短期間のデータにより比較的単純なモデルでプレート境界の仕組みを理解しようとしたこと、陸域の観測データにより海溝近くの固着状態を推定していたため、東北地方太平洋沖の地域において超巨大地震の発生可能性について十分検討していなかったこと等から、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生を予測することが出来なかった。また、日本地震学会でも、特別シンポジウムなどの場で、同様の指摘がなされたほか、現在も災害軽減における地震学の果たすべき役割について真剣な議論が行われている。測地学分科会としても、超巨大地震発生の可能性を追究できなかったことについて真摯に反省し、以下のように今後の課題として反省点を整理した。

(今後の課題)

今回の地震の発生機構、すなわち、なぜこのように大きな滑りにまで発展したのかという原因については、いまだ最終的な結論には至っていない。例えば、比較的海溝に近いプレート境界の固着が強く、大きなひずみエネルギーを蓄積していたという考え方や、滑りによる摩擦熱によって間隙水圧が上昇し、摩擦の度合いが極端に減少し、大きな滑りに至ったという考え方など、多くの地震発生モデルが提唱され、現在もまだ議論が続いている。プレート間の摩擦特性の物理的メカニズムを解明すると共に、その地学的理解を深化させる観測研究も必要で

ある。また、地震発生履歴を解明するためには、沿岸域の津波堆積物調査のみならず直接深海底において地形・地質学的調査をすることが必要である。このような超巨大地震の発生機構を解明することは、今後、ほかの地域で発生の可能性がある超巨大地震による災害を軽減する上でも非常に重要な課題となる。

測地学分科会では、このような事態を真摯に受け止め、今回の計画見直しにより、これまで地震の発生機構の基本的考え方であったアスペリティモデルを再検討するとともに、他の多様なモデルについても検討を行い、古地震調査等の研究も含めて超巨大地震の発生の可能性について徹底的に検討することとする。本計画の研究課題の内容を見直し、超巨大地震の研究に研究資源を集中させるために、地震破壊過程の項目などに係る個別課題のうち3課題については中止し、地震発生予測システムなどに係る課題については大幅な計画の縮小を行い、超巨大地震の発生機構の解明とこの地震に起因する地殻活動に関する観測研究を強く推し進めることが必要と判断した。超巨大地震に関する観測研究の最終的な目標は、東日本大震災のような甚大な地震・津波災害の軽減に資することである。このため、社会学、考古学、歴史学等の人文・社会科学系を含む様々な分野の知見を統合して推進することが重要である。得られた成果については、社会に対してより速やかに伝える必要があるとともに、国内でも関係する機関の協力を広げ、国際的に広く意見交換を行うなどして我が国にとどまらない英知の結集を図る必要がある。さらに、今後の計画策定については、海外の専門家からの意見も取り入れ、地質学や電磁気学的観点など、研究の可能性の幅を広げる努力も必要である。なお、超巨大地震に起因する余効的な地殻変動や誘発された地震活動などは、現在も進行中の現象であることから、これらの研究成果を踏まえた検証作業は引き続き行い、外部評価も加えた計画全体の再構築に向けて今後更に検討を行うこととする。

II. 基本的方針

(1) 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

地震・火山噴火予知のためには、観測を通じて地殻やマントルで進行している諸過程を迅速に把握し、地殻活動を予測する数値シミュレーションへのデータ同化、又は噴火シナリオに基づく火山活動の予測を行う必要がある。このために、地震・火山現象のモニタリングシステムを整備し、高度化する。同時に、地震・火山現象を予測するシステムをそれぞれ構築し、さらに、地震・火山現象のデータベースを構築して、情報の統合化を図る。

《地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化》

日本列島全域に整備された稠密（ちゅうみつ）な地震・地殻変動等の観測網及び全国の火山に配備された地震・地殻変動・熱・全磁力等の火山活動観測網から得られるデータを活用し、地震活動・地殻変動及び火山活動を的確にモニターするとともに、活動の予測に有用な情報の収集に努める。このために必要な観測網の維持・強化や常時観測体制の整備を行うとともに、活動の的確な把握と評価に役立つ新たな観測手法等の導入を進めて、モニタリングシステムの性能向上を図る。さらに、大地震の発生や火山噴火の可能性の高い地域では、活動の予測に有用な情報を数多く収集することが必要であり、地震現象・火山現象モニタリングの観測項目の多項目化、観測点の高密度化や観測データの実時間処理システムの一層の整備に努める。本計画では、地殻活動予測シミュレーションへのデータ同化とシミュレーション結果の検証及び噴火シナリオに基づく火山現象の予測を行うために、地震・火山現象の組織的なモニタリングを行う。

《地震・火山現象に関する予測システムの構築》

(地震発生予測システム)

地震発生に至る物理・化学過程の理解に基づいて、プレート境界の応力・ひずみ等の推移を予測するシミュレーションモデルを構築する。常時モニタリングシステムによって得られる観測データを予測シミュレーションモデルに取り込む手法を開発して、データ同化実験を行い、予測を試行する。同時に、これらのシミュレーションを継続的に高度化していくために、地震発生の物理・化学過程に関する基礎的なシミュレーション研究を推進する。統計モデルや物理モデルに基づいて地震活動を評価し、時空間的に高分解能な地震活動評価を行う手法を確立するために、地震活動予測手法の妥当性を評価・検証する枠組みを構築する。

(火山噴火予測システム)

これまでの火山噴火予知研究の成果に加え、地質調査・解析による噴火履歴の解明等に基づき、噴火シナリオを我が国の主要な活火山について順次作成する。モニタリングシステムによって得られた観測データから火山活動の評価を行い、噴火シナリオに基づいた火山活動の推移予測を試行する。さらに、過去の噴火活動時の観測データの詳細な検討や研究成果に基づいて噴火シナリオの高度化を図る。

《地震・火山現象に関するデータベースの構築》

地震・火山活動を解明して予測するために、日本列島及びその周辺域の地震・火山現象の基礎データベースを

構築するとともにデータの流通を図る。また、それらの情報を統合化し、地殻活動予測シミュレーションに活用するとともに、噴火シナリオに基づく噴火予測に活用することを旨とする。

(2) 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

地震・火山現象の予測システムの構築のためには、地殻やマントルで進行している諸過程の正しい理解とそのモデル化が不可欠である。このために、日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象、地震・火山噴火に至る準備過程、地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程、地震発生・火山噴火素過程の解明のための観測研究を推進する。

《日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象》

日本列島及びその周辺域の地震・火山現象は、列島とその周辺に位置する複数のプレートの相互作用に起因する応力・ひずみ場やマグマの挙動に支配されている。したがって、長期的あるいは広域の地震・火山現象を解明するために、日本列島及びその周辺域で、長期的なプレート運動とそれに伴う応力場を明らかにし、上部マントルにおける水の供給・輸送過程とマグマの生成・上昇機構を明らかにする研究を推進する。これらの研究に加え、マグマ等の地殻流体の分布を含む広域の地殻・上部マントル構造を明らかにすることや、地震現象と火山現象に共通する原因であるプレート運動の影響を正確に評価するために、地震活動と火山活動の相互作用に関する研究を推進する。また、地震現象の予測精度向上に不可欠な地震発生サイクルに関する理解を深めるために、アスペリティやセグメントの破壊様式についての過去の活動履歴を明らかにする。同時に、長期的な内陸の地殻ひずみの時空間分布を解明する。

《地震・火山噴火に至る準備過程》

(地震準備過程)

地震発生の準備過程を解明するために、地殻とマントルで応力が特定の領域に集中し地震発生に至る過程を明らかにする観測研究を実施する。プレート境界地震に関しては、プレート境界面上で進行する非地震性滑りの時空間変化を高精度に把握するとともに、地震性滑りとの関係を明らかにする。アスペリティの分布やアスペリティ間の相互作用を含む破壊過程の特徴を精査し、アスペリティの概念に基づいた地震発生モデルを再検討する。また、超巨大地震も対象とする統合的な地震発生モデルの構築を目指すため、地震発生メカニズムの多様性についての理解を深め、当面はその特性を組み込んだ複数の地震発生モデルの研究を進める。さらに、地殻及

びマントルの性質や境界面の形状と滑り特性との関係の調査を進める。内陸地震に関しては、地震発生層である上部地殻と下部地殻・最上部マントルの不均質とその変形の空間分布を把握し、ひずみ集中帯の形成・発達と地震発生に至る過程に関する定量的なモデルの構築を目指す。また、スラブ内地震の発生機構を解明するため、スラブ内の震源分布や地震波速度構造を詳細に明らかにすることにより、スラブ内に取り込まれた流体の地下深部における分布と挙動の解明を図る。

(火山噴火準備過程)

火山下の地殻内における多様なマグマの上昇・蓄積過程を解明するために、複数の火山において多項目の観測や探査を実施して、火山体構造とマグマ供給系及び火山体浅部における火山流体の状態と変動を把握する。噴火履歴とマグマの発達過程を解明するために、地質調査や岩石学的研究により、高精度の噴火履歴を復元し、噴火の推移及びマグマ供給系の変遷の把握を行う。

《地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程》

(地震発生先行過程)

地震発生予測の時間精度を高め、短期予測を可能にするためには、地震発生の直前に発生する不可逆的な物理・化学過程（直前過程）を理解して、予測シミュレーションモデルにそれらの知見を反映させ、直前過程に伴う現象を的確に捕捉して活動の推移を予測する必要がある。このために、地震に先行する地殻やマントルの諸過程を地震発生先行過程と位置付けて研究し、その発生機構を明らかにして、特定の先行過程が地震準備過程や直前過程のどの段階にあるかを評価する研究を行う。

(地震破壊過程と強震動)

大地震の断層面の不均質性と動的破壊特性及び強震動・津波の生成・伝播（でんぱ）過程を理解するために、震源解析及び震源物理に基づく破壊過程の研究を一層推進し、震源モデルや地下構造モデルの高度化を図る。

(火山噴火過程)

噴火機構の解明のためには、火道浅部におけるマグマの移動・発泡や物性変化などの噴火過程の詳細を高時空間分解能で明らかにして、爆発的噴火のモデル化を行う。また、噴火現象の総合的な観測に基づき、噴火推移の多様性を支配する要因を理解することを目指す。

《地震発生・火山噴火素過程》

地殻・上部マントル構成物質の変形・破壊について、実験・理論的手法により従来よりも広い条件範囲にわ

たつて物理的・化学的素過程を明らかにする。地下深部の岩石の物性及び環境をリモートセンシングにより推定することができるようにするため、可観測量との関係を様々な条件の下で定量的に求める。さらに、室内実験で得られた知見を実際の自然現象に適用できるようにするため規模依存性を明らかにする。また、火山噴火のモデル化のために、マグマの分化・発泡・脱ガス過程を明らかにするとともに、それらのパラメータを取り込んだマグマ上昇の数値モデルを作成することを目指す。

(3) 新たな観測技術の開発

新たな観測技術の開発や既存技術の高度化により、従来にない質・量の観測データが得られると、地震・火山現象に関する理解が飛躍的に進む。そのため、海底における観測技術の開発をはじめとして、地下の状態のモニタリングや噴火活動域における観測技術の高度化、宇宙技術等の利用の高度化を進める。

《海底における観測技術の開発と高度化》

日本列島周辺の海域では、多くのプレート境界地震が発生しており、さらに、活動的な火山島も存在する。このため、海底における地殻変動をはじめとした各種観測データを安定して取得するための技術開発が、地震及び火山噴火予知に有用な観測データを取得するために必要である。海底における地殻変動観測技術及び地震観測技術の高度化と海底における各種データを実時間で利用できるシステムの開発を図る。

《宇宙技術等の利用の高度化》

GPS や衛星搭載合成開口レーダー（SAR）等の宇宙測地技術を利用した解析技術の高度化を図る。地震や火山活動をより高い精度で面的に把握する人工衛星や航空機を用いたリモートセンシング手法の実現を目指す。

《観測技術の継続的・高度化》

地震発生場や火山などにおいて、地下の状態をモニタリングする技術や、センサー技術や観測ネットワーク技術など、データを量・質的に増大させる技術開発を進める。断層面の固着状態、マグマなどの地殻流体の移動、またそれらに付随する現象のモニタリングのために、精密に制御された弾性波震源・電流源、宇宙線等を用いた技術の高度化を図る。地震活動の高い地域や噴火活動域近傍でのデータは非常に貴重な情報をもたらす。このために、山間地・離島・火山近傍など電源・通信事情の不十分な場所における効率的データ取得のためのセンサー技術やネットワーク技術の高度化を図る。また、気象変化による擾乱（じょうらん）や人工的な雑音から離れ、

高品質のデータを取得するため、大深度ボアホールにおける計測技術の開発が必要である。

(4) 計画推進のための体制の強化

《計画を推進する体制の整備》

本計画に基づいた計画遂行を担う各大学や関係機関が、それぞれの機能に応じた役割分担と密接な協力・連携の下に、計画全体を組織的に推進する体制の確立及び評価体制の充実を図る。このために、観測研究計画推進委員会を充実し、地震予知連絡会の役割を明確化する。さらに、地震調査研究推進本部が策定する「新しい総合的かつ基本的な施策」に、本計画に盛り込まれる実施内容が反映されることを期待する。また、火山監視観測網の整備と火山観測研究の充実を図るために、火山噴火予知連絡会の機能強化を行う。

《基礎的な観測研究体制の強化》

長期にわたる継続的かつ基礎的な観測研究の主な担い手である国立大学法人が、本計画を推進するために、個々の法人の枠を超え全国の国公立大学の研究者が連携して拠点を形成し、観測研究を実施していく必要性がある。関係する全国の国公立大学間及び研究機関間の継続的連携・協力の一層の強化が不可欠であり、同時に工学・人文社会科学等の他の研究分野との共同研究を促進する必要がある。したがって、全国共同利用の役割はこれまで以上に重要なものとなることから、例えば、地震・火山噴火予知研究協議会が置かれている東京大学地震研究所を中核的な研究拠点として、各大学の地震・噴火予知関連研究センターとの連携を一層強化することが必要である。

《計画を実施するための予算的措置》

国、各大学及び関係機関においては、地震予知研究及び火山噴火予知研究が本計画に沿って着実に推進されるよう、予算・人材面での適切な措置を講じるべきである。特に国立大学法人については、全国共同利用による人的・物的資源の効率化を図りつつ、必要な経費を運営費交付金等により支援されることが望まれる。また、本計画は長期間を見通しつつ、段階的に予知の実現を目指すものであるため、特に萌芽（ぼうが）的な研究や基礎基盤的な研究等に対する予算的配慮が期待される。

《人材の確保、特に若手研究者の養成》

地震・火山噴火の予知の実現という最終目標を達成するためには、長期的な観測研究が不可欠である。このため、大学は、教育研究環境の向上を図るなど、長期的な視野に立って大学院生の確保に努めるとともに、観測研

究を生かした教育活動を継続して若手研究者の育成に努力する。研究者のキャリアパスの確保と若手研究者支援の方策を検討し、研究資金制度の充実などを通じて、研究者が十分に活躍できる環境をつくることに努める。

《国際共同研究・国際協力の推進》

地震や火山噴火に関する事例を効率的に集積し、地震予知及び火山噴火予知の研究を推進するためには、国内外を問わず多様な地震・火山活動の比較研究及び緊急時の国際共同調査研究による研究成果・知識の交換が必要である。このため、国際共同研究の推進、研究者の交流等による研究成果の普及・発信、緊急調査体制の整備、観測データの継続的な交換と技術支援等に取り組む。

《研究成果の社会への還元》

本計画を進めることによって得られる知見は地震や火山噴火に対する防災・減災に有益であるため、積極的に研究成果を社会に伝える必要がある。研究成果の普及は、防災意識の向上のためにも重要であり、本計画推進への理解を得るためにも積極的に進める必要がある。このため、地震・火山に関する普及活動を組織的に推進する。また、地震、火山噴火による被害軽減に資するため、情報や報道発表内容の質的向上を図り、的確かつ迅速に提供するように努める。

(5) 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

現行の計画では、今回発生した平成 23 年東北地方太平洋沖地震のような M9 クラスの地震（超巨大地震）の発生予測の観測研究の推進が十分ではなかった。超巨大地震やそれに起因する現象を予測するためには、基礎的な研究を進める必要がある。このため本見直し計画では、超巨大地震の発生機構とそれに起因する現象を解明するために速やかに実施すべき観測研究を推進し、次に、超巨大地震やそれに起因する現象を予測するための観測研究に着手する。さらに、これら解明と予測のための観測研究に必要な新技術の開発を行う。

《超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究》

超巨大地震の発生機構とそれに起因する現象を解明するための観測研究を進める。超巨大地震の発生機構を理解するには、地震発生サイクル、震源域の大きさや滑り量について、超巨大地震とこれまで知られている大地震の関係性を解明する必要がある。このために、幅広い規模にわたる地震の発生サイクルや震源域の時空間的な階層性についての研究を進める。超巨大地震発生に先行し

て現れた現象について調査研究を行う。平成 23 年東北地方太平洋沖地震発生後は余震活動が活発であり、M7 クラスの余震も発生している。震源域付近ではプレートがゆっくり滑る余効的な地殻変動が継続し、新たな大地震の発生の可能性もある。超巨大地震の発生に伴い、日本列島の応力場が変化したことが原因と考えられる。日本列島の内陸や火山周辺で地震活動が活発になる現象が見られており、これらを理解するための観測研究を推進する。

《超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究》

超巨大地震やそれに起因する現象を予測するために、地殻活動の現状把握のためのモニタリングや過去の地震発生履歴の調査を強化する。超巨大地震は低頻度の現象のため、その発生予測には、新しい統計的な手法を用いた予測手法の開発を行うことが必要である。また、超巨大地震の発生に伴う津波について予測手法を開発する研究を進める。

《超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発》

超巨大地震とそれに起因する現象を解明して予測するには、陸域からの観測だけでは精度が不足しており、海溝軸付近の地殻変動や地震活動等を即時的に精度よく観測する必要がある。深海底での観測には、既存の海底観測技術を高度化するための技術開発が必要である。さらに、沈み込み帯で発生する超巨大地震の発生履歴を理解するためには、沿岸域での古地震調査だけでは限界がある。海溝軸付近の深海底における、地震活動履歴を明らかにすることのできる技術を開発する。

Ⅲ. 計画の実施内容

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

○地震現象と火山現象の予測精度を向上させるためには、日本列島域を対象としたモニタリングシステムに加え、大地震の発生が予想される特定の地域や火山噴火の可能性の高い地域における地震・火山現象モニタリングが重要である。そのため、高密度かつ多項目の諸観測を一層整備するとともに、既存の観測網の着実な維持・更新を行う必要がある。こうした地域では、活動の予測に有用な情報を数多く収集することが必要であり、より詳細かつ定量的な活動の把握と評価を行うことができるよう、モニタリングシステムの高度化を推し進める。地震発生の可能性が高い地域の中でも、

東海・東南海・南海地域は、その切迫性が極めて高く、この地域における地震予知への取組は、社会的要請に応えるという観点からも大きな意味を持っており、以下ではこれらを分けて記述する。

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

2-1 地震発生予測システム

- 地震発生予測システムを構築するために、これまで、地震発生に至る物理・化学過程の理解に基づいて、プレート境界の応力・ひずみ等の推移を予測するシミュレーションモデルを開発してきた。この開発した予測シミュレーションモデルに実際の観測データを取り入れることにより、定量的な地殻活動予測を行うことを目指す。予測シミュレーションモデルとモニタリングを総合化したものとしての予測システムの構築を目指す。
- 「地殻活動」とは、ひずみエネルギーの蓄積・応力の集中から大地震の発生に至る一連の過程及びそれに付随する諸現象のことを指す。大地震発生に至る一連の物理過程を理解・再現する延長上で大地震を予測する「地殻活動予測」が目標である。こうした目的のために、地殻活動予測シミュレーションの改良、シミュレーションに観測情報を取り込むためのデータ同化手法の開発を進め、実データと予測シミュレーションを結合させたデータ同化実験を実施する。また、モデルパラメータや観測情報の不確かさによる予測シミュレーションの誤差を適切に評価するための手法を開発する。さらに、現在の大規模予測シミュレーションでは考慮されていない物理過程や破壊の非線形性・規模依存性等を考慮した地震発生の数値モデルを構築することにより、大規模シミュレーションモデル高度化のための研究を進める。内陸の活断層についても、予測シミュレーションに向けての研究を行う。
- 地震活動のデータに基づく確率論的な予測を行うために、地震発生の準備過程や素過程を考慮した新しい地震活動予測手法を開発し、これを用いて地震活動の予測実験を行う。また、地震・火山現象に関するデータベースの構築と連携して、予測の性能を評価するために必要な地震活動データを整備する。その際、同種の研究を行っているアメリカ、ヨーロッパ等の研究グループとの国際連携を図る。

2-2 火山噴火予測システム

- より高度な火山噴火予知を目指して、噴火規模、様式、推移の予測を行うためには、噴火シナリオ（予想される噴火前駆現象や噴火活動推移を網羅した噴火事象系統樹）を作成することが有用である。そのため、地

震・火山現象に関するデータベースを活用するとともに、地質調査・解析によって明らかにされた噴火履歴を参照して、噴火シナリオを我が国の主要な活火山について順次作成する。また、過去の噴火時の観測データの再検証や研究成果を取り入れて噴火シナリオを高度化する。活動的な火山について、観測データと噴火シナリオに基づき、火山活動の現状を評価し推移予測を試行する。

(3) 地震・火山現象に関するデータベースの構築

- 地震現象や火山現象に関する予測のために必要な基礎データベースを構築するとともに、それらに関する情報の統合化を図り、「地震・火山現象に関するデータベース」として体系化することを目指す。すなわち、関係機関が長期にわたって蓄積してきた素材的データや、モニタリングシステム及び観測研究で新たに得られるデータを集積・流通させ、利用しやすい基礎データベースを構築する。これから、地震発生や火山噴火の予測に用いられるデータが作られる。さらに、基礎データと研究成果の統合化により、プレート構造データベース・地震破壊過程データベース、火山地質図などの統合データベースを作成する。

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

- 日本列島の周辺で発生する地震現象や火山現象の予測にとって基本的に重要である長期的なプレート運動とそれに伴う広域の応力場を明らかにする。また、上部マントルにおけるマグマの生成・上昇機構を解明する。これらに加え、マグマ等の地殻流体の分布を含む広域の地殻・上部マントル構造を明らかにする研究や、地震活動と火山活動の相互作用に関する研究を推進して、プレートの沈み込みがどのように地震現象・火山現象全体に影響するかを統一的に理解する研究を進める。

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

2-1 地震準備過程

- プレート境界の地震発生の準備過程を理解するために、海洋及び陸側の地殻とマントルで応力が特定の領域に集中し地震発生に至る過程を明らかにする観測研究を実施する。M7～M8クラスの大地震の発生領域を調査してアスペリティの分布を解明し、アスペリティ間の相互作用を含む破壊過程の特徴を精査する。また、大地震から超巨大地震までの様々な規模の地震の発生様式を解明し、アスペリティモデルを用いた地震発生モデルが適用できる時空間的範囲を再検討す

る。さらに、地震発生の準備過程の多様性についての理解を深め、その特性を組み込んだ複数の地震発生モデルの研究を進める。同時に、地殻とマンツルの境界面の形状と滑り特性との関係を明らかにする観測的及び理論的研究を実施する。内陸地震については、広域の応力によって非弾性的な変形が進行して、特定の震源断層に応力が集中する過程を定量的にモデル化する。そのために、ひずみ集中帯の観測を強化し、地殻・マンツルの不均質構造と変形様式を詳細に明らかにすることで、ひずみの集中機構を解明する。また、スラブ内地震の発生機構を理解するために、スラブ内に取り込まれた流体の分布と挙動を明らかにする。

2-2 火山噴火準備過程

- 観測に基づき火山活動の現状を評価し、噴火の時期と規模を予測するために、複数の火山において多項目の地球物理学的観測や探査及び地質調査を実施して、マグマ上昇・蓄積過程の多様性の理解とモデル化を目指した研究を推進する。また、これらのマグマ上昇・蓄積を支配する火山体構造や、水蒸気爆発の準備過程の理解に必要な火山体浅部における火山流体の状態と変動についても解明を進める。
- 噴火間隔、規模、様式についての規則性や時間的変化を理解するため、全国の活火山の地質調査・岩石学的研究を実施して精度の高い噴火履歴を解読するとともに、マグマ溜まりにおけるマグマの分化や混合などのマグマ発達過程を解明することを目指す。

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

3-1 地震発生先行過程

- 地震発生の予測の時間精度を高め、短期予測を可能にするためには、地震発生の直前に発生する非可逆的な物理・化学過程（直前過程）を理解して、予測シミュレーションモデルにそれらの知見を反映させ、直前過程に伴う現象を的確に捕捉して活動の推移を予測する必要がある。これまでの研究によって、地震に先行して発生する現象は多種多様であり、地震発生準備過程から直前過程にまたがって発生する現象の理解を進める必要性が認識されてきた。このために、①地震に先行する地殻等の諸過程を地震発生先行過程と位置付けて研究し、②そのメカニズムを明らかにして、特定の先行過程が地震準備過程や直前過程のどの段階にあるかを評価し、③数値モデルを作成し、④モデルを予測シミュレーションシステムに組み込む必要がある。地震発生予測システムの研究で行う③と④の研究に資するために、地震発生先行過程に関する研究では、上記のうち①と②を実施する。

3-2 地震破壊過程と強震動

- 大地震の断層面の不均質性と動的破壊特性及び強震動・津波の生成・伝播（でんぱ）過程を理解するために、震源解析及び震源物理に基づく破壊過程の研究を推進する。プレート境界のアスペリティ分布及び内陸活断層やスラブ内地震の強震動生成域を事前に推定するために、強震動生成域と地震活動や地殻不均質構造等との関連性を調査する。短周期強震動の生成に関わる、断層滑りの動的特性とアスペリティ内の微細構造との関連を重点的に調査する。不均質な地下構造や詳細な海底地形及び断層破壊の動的特性を正しく評価した震源モデルを用いて、強震動及び津波の大規模数値シミュレーションを行い、マグニチュード（M）8クラスの海溝型地震からM6クラスの内陸地震まで、幅広い規模の地震に用いることができる強震動・津波の予測手法の開発を目指す。

3-3 火山噴火過程

- 火山噴火の規模や爆発性を支配する要因を理解するために、火山浅部でのマグマの上昇と火山爆発現象のモデル化を行うことを目標とする。そのために、繰り返し発生する噴火を対象として集中的な地球物理学・物質科学的観測を行い、火道浅部におけるマグマの移動、発泡、脱ガス等に伴う諸過程やマグマの物性変化を高時空間分解能で明らかにする。
- また、噴火の推移を支配する物理・化学的要因を理解するために、新たに噴火が発生した火山において地球物理学・地球化学・物質科学的観測を実施する。さらに、火道の構造やマグマの動態を理解するために、ボーリング探査を実施する。これらの観測結果や地質学的情報に基づいて、噴火推移に関する定量的な噴火シナリオの開発研究を行う。

(4) 地震発生・火山噴火素過程

- 地球構成物質の変形・破壊の特性を、広い条件範囲にわたって実験的に明らかにする。地下深部の岩石の変形・破壊特性を推定するために、地震波速度や比抵抗等の地球物理学的観測による推定が可能な物理量と変形・破壊特性との定量的関係を室内実験により解明する。地震発生モデルで利用するために、変形・破壊の物理・化学的素過程を理解して、実験結果の実験条件範囲外での適用可能性について検討する。様々な規模の地震破壊を至近距離で観察できる鉦山の誘発地震等を用いて、変形・破壊現象の規模依存性を明らかにするための実験・観測研究を行う。さらに、火山噴火においては、変形・破壊以外に、マグマの性質と挙動を理解することが不可欠であるので、噴出物

の分析・解析や室内実験を行うとともに、それらの結果を考慮した噴火過程の検討を行う。

3. 新たな観測技術の開発

(1) 海底における観測技術の開発と高度化

- 日本列島は海に囲まれており、巨大地震のほとんどは海域で起こるほか、伊豆諸島をはじめ多くの活動的な火山島が海域に存在する。そのため、海域においても、陸域の観測網と同等のデータを取得する必要がある。地殻変動帯域から地震帯域までの広い周波数帯域で、高ダイナミックレンジの観測を実施する必要がある。しかし、現在の観測技術では、海域で陸域と同じ観測を行うことは難しい。そこで、海底における諸観測技術、特に地殻変動と地震観測技術の開発と一層の高度化を行う。
- 日本周辺のプレート境界における地震活動及び固着状態を高精度でモニターするためには、海域における地殻変動及び地震活動の実時間観測が不可欠である。海底での実時間観測と実時間データ伝送に関する技術の開発を行う。

(2) 宇宙技術等の利用の高度化

- GPS や衛星搭載 SAR 等の宇宙技術は、地震及び火山活動を深く理解するとともにそれらの活動を的確に把握するための観測手段として重要な役割を果たしている。それらのデータを利用した解析技術の高度化を図ることにより、より高精度な測地手法の実現や様々な地震や火山活動をより高い精度で把握するリモートセンシング手法の実現を目指す。特に、「だいち」などによる衛星観測は、国内国外の地震・火山現象の解明に有用なデータを提供しており、地球観測衛星が継続して打ち上げられることが極めて重要である。

(3) 観測技術の継続的・高度化

- 地震・火山噴火予知研究では、従来の観測手法の高度化により、地震活動・地殻変動や火山活動に関する質・量的に新たな情報を得ることが可能となり、飛躍的な進歩を遂げてきた。そのため、新たな観測技術の開発と同時に継続的な高度化が必要である。特にプレート境界面あるいは断層面の結合状態、マグマや流体の移動、また、それらに付随する地殻現象のモニタリング技術の高度化が必須である。そのために、自然の信号源である地震波や宇宙線を用いた方法に加え、人工的に精密に制御された弾性波震源や電流源等を用いる技術の開発と高度化を推進する。
- また、地震活動の活発な地域や噴火活動域において地震・測地・地球電磁気観測等の多項目観測データ

を広域かつ稠密に取得するために、山間地・離島・火口近傍等の電源や通信事情が不十分な場所でデータを効率よく取得する技術を開発する。さらに、首都圏をはじめとする人工的雑音の多い地域や堆積層が厚い地域での観測、降雨等の気象の影響を避けた高精度の地震活動・地殻変動の観測を行うために大深度ボアホール内観測の高度化を図る。

4. 計画推進のための体制の強化

(1) 計画を推進する体制の整備

(観測研究計画推進委員会の充実及び関係機関の役割の明確化)

- 地震・火山現象を理解し、予測するためには、長期間にわたる継続的な観測データの取得が不可欠であるとともに、今後発生する事象については、可能な限り高精度のデータを取得することが重要であることから、国として、継続的な観測とそれを実現する体制の更なる整備が必要である。
- 現在、測地学分科会地震火山部会の下に設置された観測研究計画推進委員会は、地震及び火山噴火予知のための観測研究に関する①計画の進捗状況の把握、②計画の達成度の評価、③計画の実施に関する問題点と今後の課題の整理、④各機関の実行計画に関する情報交換及び協力・連携体制の検討を目的とし、その目的達成に向けて関係各機関が協力して、定期的な進捗状況の把握、実施計画及び研究成果の取りまとめ、研究の評価を実施する。
- 一方、地震予知連絡会については、設立当初からこれまでの活動を積極的に評価し、今後は、観測研究計画推進委員会と適切に連携・協力しつつ、「1 地震・火山現象予測のための観測研究の推進」を図るために、地震活動・地殻変動等に関するモニタリング結果を中心とした情報交換を行い、モニタリング手法の高度化を検討する場として、その役割を明確化した上で充実する。
- 大学は、引き続き地震・火山噴火予知研究協議会の機能を強化して、関係機関とのより緊密な連携の下、主として、基礎的な観測研究の推進を図り、観測研究計画推進委員会の活動に貢献する。

(地震調査研究推進本部が策定する新しい総合的かつ基本的な施策への反映)

- 本計画は、予知の実用化を目指し、研究者の自由な発想に基づいた議論の上で策定され、地震予知研究、火山噴火予知研究を大学や関係機関が役割分担をしながら推進するための計画であるのに対して、地震本部が策定作業を進めている「新しい総合的かつ基本的な

施策」は、国として今後 10 年間に推進すべき地震調査研究の基本を定めるトップダウン型の計画である

- これまでの地震予知研究の推進により、特に海溝型地震の理解が進み、物理モデルに基づく中期予測も視野に入りつつある。また、南海トラフにおける巨大地震の連動性などの理解も進んでおり、さらに、ひずみ集中帯、糸魚川－静岡構造線断層帯、首都直下地震、海溝型地震を対象とした地震本部の重点調査観測において、基礎研究面を中心として連携を図ってきた。今後も引き続き、本計画に盛り込まれる実施内容が、「新しい総合的かつ基本的な施策」の策定に際して、十分に反映されることを期待する。

(火山監視観測網の整備と火山観測研究の充実、火山噴火予知連絡会の機能強化)

- 気象庁は我が国の 47 の火山において連続監視を実施しているが、今後も、火山噴火予知連絡会の検討結果・提言を踏まえて、監視観測網の強化に努める。その上で、各大学、研究機関は、火山研究予算の厳しい状況等も直視しつつ、火山噴火予知の高度化を目指して、観測機器等の研究資源を特定の火山に集中するなど、観測研究の効率化・重点化を図ることを検討する。
- さらに、このような重点化を受け、例えば防災科学技術研究所等の研究機関において、大学の観測研究の支援を目的とした共通基盤的な観測体制を整備すること等についても検討する。その際、観測点数や観測項目等を含む整備計画の立案に関しては、火山噴火予知連絡会が積極的な役割を果たしていくことを期待する。
- また、火山噴火発生時に的確な予測を行い、火山災害を軽減するための情報を発表するために、火山噴火予知連絡会の機能の更なる充実を図る。具体的には、火山の監視・観測データに基づく火山活動の総合的評価、成果・情報の交換及び発信、ハザードマップや噴火シナリオ作成、緊急時の観測研究体制の整備等がよりの確に行われるよう努める。

(2) 基礎的な観測研究体制の強化

- 地震・火山現象を理解し、予測するためには、長期にわたる継続的かつ基礎的な観測研究が不可欠である。これまでの継続的な観測研究によって多くの新事実が発見され、新しい概念と新モデルの創出が図られた。その主な担い手は国立大学であり、これまで全国共同利用研究所や附属研究センター等を中心に整備が図られてきたところであるが、平成 16 年の法人化により

各大学の自主的・自律的判断の下、大学全体の運営方針の中で位置付けられることとなり、より競争的な研究環境となった。

- 一方、本計画の推進には、継続的かつ基礎的な観測研究を個々の法人の枠を超え全国の国公私立大学及び研究機関の研究者が連携して拠点を形成して実施して行く必要性がますます高まっている。そのための制度的な位置付けを明確化する必要がある。
- また、災害及び防災に関する総合研究に資するため、工学・人文社会科学等の他の研究分野との共同研究を促進する。防災科学の共同利用・共同研究拠点としての京都大学防災研究所の役割を活用して、地震学・火山学と地震工学、地盤工学、砂防工学、社会科学的な総合防災研究を行う必要がある。
- このような状況においては、全国共同利用研究所の役割はこれまで以上に重要なものとなることから、例えば、地震・火山噴火予知研究協議会が置かれている東京大学地震研究所を中核的な研究拠点として、各大学の地震・噴火予知関連研究センターとの連携を一層強化することが必要である。

(3) 計画を実施するための予算的措置

- 国、各大学及び関係機関においては、地震予知研究及び火山噴火予知研究が本計画にのっとり着実に推進されるよう、予算・人材面での適切な措置を講じるべきである。特に国立大学法人については、全国共同利用による人的・物的資源の効率化を図りつつ、必要な経費を運営費交付金等により支援されることや、関係機関における共通基盤的な観測網の整備及び維持について、国による予算的な配慮が必要である。
- また、本研究は、短期間で目標を達成できるようなものではないことに留意する必要がある。研究者の自由な発想に基づく個々の基礎的研究の果たす役割が大きく、それらの着実な積み重ねにより、より長期間を見通しつつ、段階的に予知の実現を目指すものである。このため、本計画のうち、特に萌芽（ぼうが）的な研究や基礎基盤的な研究等に対して、国として支援を行うための研究資金制度等の充実を期待する。

(4) 人材の確保、特に若手研究者の養成

- 大学は、教育研究環境の向上を図るなど、長期的な視野に立って大学院生の確保に努めるとともに、観測研究を生かした教育活動を継続して若手研究者の育成に努力する。また、地震予知研究及び火山噴火予知研究に携わる次世代の人材を確保するため、国、大学及び研究機関、更には研究者自身が、関連する他分野との連携を図り、高等学校や大学等での地学等関連する

教育の充実・強化に努める。

- 大学や研究機関等においては、地震予知研究及び火山噴火予知研究に携わる研究者のキャリアパスを確保するため、若手の准教授、助教等のポストの確保や、ポストドクターの年齢制限等採用要件の柔軟な運用、民間企業等との共同研究を通じた就職先支援等の具体策を講じるよう努力する。また、若手研究者の研究資金を確保するため、国において、特に若手研究者を対象とした競争的研究資金制度等の充実を期待する。

(5) 国際共同研究・国際協力の推進

- 地震・火山現象に関する理解を深め、地震予知及び火山噴火予知の研究を推進し、災害軽減に資するためには、国内外の地震・火山活動に関する国際共同観測・比較研究、多国間の観測データの持続的交換、知識・経験の交換・共有、技術の交換・支援や人材の交流・育成が有効かつ不可欠である。そこで、関係機関は、それぞれの実績や機能を踏まえ、かつ、相互に連携を図りながら、これらの実施に当たる。相互に連携して国際共同研究・国際協力を推進するため、当面は地震・火山噴火予知研究協議会、自然災害研究協議会、防災研究フォーラム等の既存の組織を活用しつつ、新たな連携の仕組みの構築を目指す。
- 大学は、全国共同利用の地震研究所の国際地震・火山研究推進室の機能を活用して継続的に研究者の招聘（しょうへい）・派遣を行い、地震・火山噴火予知研究に関する国際共同研究を推進する。諸外国で発生する大規模な地震・津波・火山活動に対する緊急調査のために必要な体制の整備を図りつつ、機動的に調査を実施する。また、地震・火山噴火予知研究に関する我が国での国際シンポジウムの開催、及び諸外国で開催される国際会議の企画や研究者の派遣を行う。さらに、留学生や研修生の受入れ等により国際的な人材の育成に努め、国際共同研究推進の基礎を作る。
- 防災科学技術研究所は、アジア・太平洋・中南米の開発途上国において、地震・火山噴火にかかわる災害軽減のための国際共同研究や観測網整備・運用に対する技術支援を行う。
- 海洋研究開発機構は、環太平洋及びインド洋における地震発生帯研究推進のため、米国、カナダ並びにインドネシア等の大学研究機関との共同研究・連携研究を実施する。また、米国、カナダ及び欧州の国際的な海底観測ネットワークの研究グループと連携を図り、海底観測の技術開発並びにデータ活用を推進する。
- 産業技術総合研究所は、アジア太平洋地域を中心に東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）などを通じて、地震・火山情報の共有化のための研究集

会などを行う。

- 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を継続するとともに、組織的な連携・協力を行う。また、航空路火山灰情報センター、北西太平洋津波情報センター及びインド洋津波監視情報関連の業務を引き続き行う。さらに、開発途上国における地震・火山の観測体制や、津波の警報体制の整備に対して技術的な支援を行う。
- 国土地理院は、国際 GNSS 事業（IGS）に参加し、IGS 観測局の運用・データの IGS データセンターへの提供を継続することにより、プレート運動や地殻変動の高精度な監視に必要な GPS 衛星の精密軌道の決定に貢献するとともに、国際 VLBI 事業に参加し VLBI 国際共同観測を定常的に実施することで、地殻変動やプレート運動監視の基準となる ITRF 座標系の構築等に貢献する。また、アジア太平洋地域の広域地殻変動を把握するため、アジア太平洋 GIS 基盤常置委員会を通じて、当該地域の国家測量機関と連携した測地観測データの交換・収集を行う。
- 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、日本周辺のプレート運動を把握する。
- 建築研究所は、開発途上国の地震災害軽減に資するために、これらの国の研究者・技術者に対して地震学及び地震工学に関する研修（国際地震工学研修）を行い、地震学、地震工学、地震防災対策、津波防災の専門家の育成に努める。

(6) 研究成果の社会への還元

- 国民に対して、地震予知・火山噴火予知研究の成果を分かりやすく継続的に伝えることは、地震及び火山噴火に関する防災意識の向上に貢献し、防災・減災対策に有益である。同時に、研究成果の発信は、地震・火山噴火予知研究の重要性と本計画を推進することへの理解を得るためにも重要である。このため、本計画によって得られた研究成果を社会に分かりやすく伝えることに一層努力して取り組む。
- 地震に関しては、最新の科学的な知見や情報を基に、地震本部地震調査委員会が地震活動評価や地震発生可能性の長期評価及び強震動評価を行い、その結果を公表している。本計画の成果を、地震調査委員会の評価に適切に活用されるよう努める。東海地震予知について、気象庁は、関係機関の協力を得て観測された地殻活動の状況に応じて情報を発表している。本計画で得られた知見を地震防災対策強化地域判定会で

の議論に随時反映させる。

- 火山噴火に関しては、気象庁は、火山防災に関する情報を公表している。気象庁は、情報の質的向上を図るため、火山噴火予知連絡会及び関係機関の協力の下、防災対応を分かりやすく表現した噴火警戒レベルを導入する火山を順次増やす。また、海上保安庁は、引き続き、船舶の安全航行確保のため、航行警報による情報提供を行う。本研究計画の成果が、これらの防災情報の改善に寄与できるように努める。
- 研究成果の普及のためには、関係機関が連携して、計画全体として組織的な情報の発信に努める必要がある。例えば、ホームページ等の充実、講演会の開催、講師の派遣、パンフレットや解説書の発行、防災関係者との研究会や勉強会、さらに、マスメディアへの解説を積極的に行うなど、固体地球科学の分野についてアウトリーチ活動を幅広く強化し、研究成果に基づく正確な科学的な知見の普及活動を進めていくことが必要である。
- その際、より効果的な普及活動として、防災に関する各種説明会等と連携することにより、より大きな効果が得られることが期待される。また、このような直接的な普及活動以外にも、国や地方自治体の各種委員会等を通して研究成果が社会に生かされることも重要である。

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

(1) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震のような M9 クラスの地震（超巨大地震）やそれに起因する現象を予測するための基礎的な知見は少ない。このため、本見直しの計画では、まず超巨大地震の発生機構解明を目的とする観測研究を実施する。プレート境界では近年の我が国の研究によって、低周波微動・低周波地震やゆっくり滑りなど、多様な滑りとプレートの固着の形態が発見されている。これらの知見に基づいて、プレート境界で発生する超巨大地震の発生機構を理解する必要がある。
- これまで知られていた M8 クラスの巨大地震の発生サイクルと超巨大地震の発生サイクルの関係を理解することは、地震発生の準備過程を解明するために重要である。このためには、幅広い規模にわたる地震の発生サイクルや、サイクルの階層性についての研究を進める必要がある。このためには長期間にわたる歴史地震や地質学データなどの古地震学的な研究を推進する必要がある。

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の震源断層は、従来考えられていた複数の M8 クラスの巨大地震の震源断層領域を含み、地震時の滑り量も M8 クラスの巨大地震より一桁大きく、海溝軸近くの浅部の滑り量は特に大きかった。こうした超巨大地震の震源過程の詳細を明らかにすることは、M8 クラスの巨大地震の発生機構を理解するためにも重要である。なお、超巨大地震は甚大な被害を与えるが、極めてまれな現象である。一方、M8 クラスの巨大地震、内陸地震、スラブ内地震は、より発生頻度の高い被害地震となる可能性がある。これらの研究のバランスを取ることが重要である。
- 超巨大地震の発生を理解するためには、超巨大地震に先行して起きた各種現象を調査研究して超巨大地震の地震発生メカニズムや準備過程として進行する現象を理解する事が必要である。
- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震発生後は余震活動が活発であり、M7 クラスの余震も発生している。東北地方太平洋沖地震後にプレート境界がゆっくり滑ること等による余効的な地殻変動が東北地方の太平洋側沿岸部を中心に継続し、新たな大地震の発生の可能性もある。超巨大地震の発生に伴う日本列島の応力場の変化が原因と考えられる、日本列島の内陸や火山周辺で地震活動が活発になる現象が見られており、応力やひずみの再配分を明らかにするための観測研究が必要である。

ア. 超巨大地震の発生サイクルの解明

- 大学と産業技術総合研究所は、千島海溝沿い、日本海溝沿い、南海トラフ沿い、及び、世界の沈み込み帯の超巨大地震の発生サイクルを、地球物理学的、変動地形学的、古地震学的、地質学的手法を用いて解明する。
- 高性能計算（high-performance computing, HPC）等により、沈み込み帯で発生する地震に関する大規模シミュレーション等を行い、超巨大地震発生サイクルの解明を目指す。

イ. 超巨大地震の発生とその前後の過程の解明

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震に先行して発現した地震活動や地殻変動の特徴を調べ、地震発生の準備過程の推移として理解する。とりわけ、震源域を含むプレート境界付近における地震活動の時間的・空間的推移、地震数の規模依存性に関する理解を深め、直前の前震活動とゆっくり滑りの解明を進める。
- 大学は、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の震源過程を解明するために、海域で観測研究を実施する。海域での観測によって推定された数十メートルに及ぶ地震時滑りの実態解明とその特殊性や一般性についての理

解を深める。

- 大規模に進行している余効滑りを含む平成 23 年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動とそれに伴う応力の再配分に関する観測研究を進める。
- 余効滑りの時空間的变化と、地質学的研究による地殻上下変動の長期的収支の関係を解明するための水準測量等を含む観測研究を行う。
- 大学と産業技術総合研究所は、地球物理学的、変動地形学的、古地震学的、地質学的手法を用いて南海トラフ超巨大地震の発生履歴を解明する。

ウ. 超巨大地震に誘発された内陸地震や火山活動等の解明

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震とその余効的な地殻変動によって変化した日本列島全域の地殻とマンツルの応力状態を把握し、内陸地震発生や火山活動への影響を解明する。
- 大学等は、地殻活動の活発な内陸の活構造地域や火山地域等において、超巨大地震に起因した応力変化の影響を解明するために観測及び数値モデリングに基づく研究を実施する。

(2) 超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究

- 超巨大地震やそれに起因する現象を予測するための基礎的な知見は必ずしも多くないが、予測のためには地殻活動の現状把握のためのモニタリングを行う。
- 超巨大地震の発生可能性や頻度を予測するために、地形・地質学的手法など古地震学的手法を用いた地震発生履歴の調査を強化する必要がある。これらは、陸上での調査だけでなく、海底地形・地質の調査も重要である。これらの成果は、(1) 超巨大地震の発生機構の解明のための観測研究にも利用される。
- 超巨大地震は低頻度の現象であるため、その発生予測には、新しい統計的な手法を用いた低頻度現象の予測手法の開発を行う必要がある。同時に、歴史地震学、地質学などのデータを用いた低頻度現象の事象発生シナリオとその分岐確率を求める研究を始める必要がある。
- 超巨大地震に伴い発生する現象として津波がある。超巨大地震に伴う津波の予測手法を開発する研究を進める必要がある。

ア. 超巨大地震の震源域における地殻活動のモニタリング

- 陸域と海域の観測によって、平成 23 年東北地方太平洋沖地震震源域における地震活動などの地殻活動の

予測のための地震・地殻変動のモニタリングを行う。

- 防災科学技術研究所は、日本海溝海底地震津波観測網を整備し、日本海溝沿いの地震活動及び津波のモニタリングの強化を図る。
- 海洋研究開発機構は、沈み込み帯域での地殻活動、地殻構造調査研究を行う。
- 海上保安庁及び大学は、多項目・高精度な海底地殻変動観測によってプレート境界付近の地殻活動のモニタリングを行う。
- 気象庁は、関係機関の地震津波観測網のデータも併せて、地震活動及び津波のモニタリングを行う。

イ. 超巨大地震の長期評価手法

- 古地震学的手法等による地震発生サイクルの研究とそれに基づく巨大地震の発生可能性（地震発生ポテンシャル）と発生頻度の評価（長期評価）の高度化を図る。
- 超巨大地震のような低頻度の事象については、史料や地質データに基づいて、事象発生シナリオと分岐確率の評価の研究を始める。
- 大学は、まれにしか発生しない超巨大地震の長期評価を統計的手法に基づいて行う手法を開発して、全世界の地震データに基づいて検証する研究を行う。統計地震学的モデルと震源物理学的モデルに基づく数値実験的手法を統合した新しい手法を開発して、巨大地震発生の超過確率を評価する研究を行う。

ウ. 超巨大地震から発生する津波の予測

- 防災科学技術研究所は、日本海溝海底地震津波観測網を整備して津波予測の高度化に資する研究を進める。
- 大学及び気象庁は、陸上及び海域の観測データ、海底観測データを用いて即時的に超巨大地震によって発生する津波を予測するシステムの研究開発を行う。

(3) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発

- 超巨大地震の発生の準備過程、震源過程、余効滑りとそれに伴う地殻変動と地震活動を精度よく観測するためには、海溝軸付近の海底の地殻変動を観測するためには、この領域の地殻変動を陸域の観測から推定するだけでは精度が不足するため、海溝軸付近の深海底での観測が不可欠である。このため、既存の海底地殻変動の観測技術を高度化する技術開発が必要である。なお、新しい海底観測による研究を強化すると同時に、既存の陸上の地震・地殻変動観測網を維持する必要がある。
- 沈み込み帯で発生する超巨大地震の発生履歴の調査

研究は、沿岸域での古地震調査だけでは限界がある。海溝軸付近の深海底において、海底地形調査や地質調査を行うことができれば、超巨大地震の発生履歴の解明に貢献できる。このためには、深海底で高分解能の反射法地震探査や掘削調査等から地震活動履歴を明らかにすることのできる技術を開発する必要がある。

ア. 超巨大地震のための海底地殻変動観測技術

○大学は、深海型の海底地殻変動観測システムを開発する。

イ. 海底地形・堆積物調査技術

○プレート境界断層の活動履歴を解明するために、深海底で地形・地質学的調査に基づく古地震学的研究方法を開発する。

なお、超巨大地震に関する観測研究の最終的目標は、東日本大震災のような甚大な地震・津波災害の軽減に資することである。このため、断層運動と地震動の生成・伝搬から、地表での強震動、建物の揺れなどを、地震学、地震工学、地盤工学などの分野が連携して総合的に理解し、建物などの構造物の被害予測の研究を行うことが重要である。また、幅広い分野の知見を生かし、本研究で得られた観測研究の成果を、地震や火山噴火の災害軽減に役立てられるように、社会に対してより速やかに伝える必要がある。さらに、本計画推進への理解を得るため、本計画の方向性や内容についても、地球科学関連学界や広く社会に対して、より積極的に伝えていく十分な努力が必要である。発生頻度の低い超巨大地震・巨大噴火や津波予測に関する研究においては、世界の他の地域のデータを用いた研究を推し進めることが重要であり、国内の関係機関の協力はもちろん、国際共同研究や国際協力をより一層推進する必要がある。特に、米国や欧州などの地震や火山噴火の多い国との共同研究や、データの交換を進め、各国の地震火山のデータベースと国際的なデータベースとの整合性を図る必要がある。加えて、本研究に関する予算や人事面についてもメリハリを利かせた適切な措置を講じるとともに本計画の実施機関においても幅広く協力していくべきである。また、今後は地震調査研究推進本部が策定する調査観測計画に、本計画の研究成果が適切に反映されることを期待する。

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（建議）

2013 年 11 月 科学技術・学術審議会

I. 現状の認識と長期的な方針

1. 地震及び火山噴火予知のための観測研究に関する現状認識

プレート沈み込み帯に位置する我が国では、地震及び火山噴火が多発することは必然である。これまで、地震や火山噴火による災害が度々発生し、多くの国民の生命や暮らしが奪われるなど多大な被害を受けてきた。平成 7 年の阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）では、建造物崩壊や火災により 6400 人以上が犠牲となり、平成 23 年の東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）では、津波による死者・行方不明者が 2 万人近くに上った。平成 12 年の三宅島噴火では、約 4000 人の全島民が島外へ避難し、長期間にわたり不便な生活を強いられた。

特に、東北地方太平洋沖地震では、その震源域で大地震が発生する可能性が従来危惧され、これまで多くの調査研究が行われていた。しかし、その規模がマグニチュード 9 に達する超巨大地震となる可能性については、これまでの観測研究計画の中で追究されていなかった。これを受け、観測研究計画の問題点を以下のように総括し、超巨大地震に関する観測研究を強化するなどの計画の見直しを行い、平成 24 年 11 月に計画を建議した。

- ・プレート境界の巨大地震発生機構に関して限られたモデルに固執していた。
- ・観測環境の厳しい海溝付近の観測網を整備するには至っておらず、十分なデータがなかったためプレート境界での滑り特性を理解することができていなかった。
- ・史料、考古データや津波堆積物の地質学的調査研究などの広い研究分野の成果の活用が不十分であった。
- ・数百年間に一度という低頻度現象であっても、発生すれば極めて甚大な災害をもたらす大規模な地震や火山噴火の研究への取組が不足していた。
- ・行政機関等と協力して、地震や火山の研究成果を防災や減災に役立てることを十分に考慮した研究計画になっていなかった。

これらの問題点のうち、直ちに対応できることは、計画を見直した際に対処した。

しかし、平成 25 年度末までの限られた残りの計画期間では、全ての問題点に対応することは難しく、残された問題点を考慮に入れて、今後の計画を策定する必要がある。

また、「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、

特に、地震研究において、大地震の発生やそれに伴う巨大津波の発生の可能性を事前に国民に十分に伝えられなかったことが、大きな問題であると指摘された。その対応として、地震、火山分野だけでなく、防災分野や人文・社会科学分野を含めた研究体制で総合的かつ学際的に研究を推進することや、低頻度で大規模な自然現象についても正しく理解し、防災・減災に貢献できる体制にすることなどが必要であるとされた。また、地震学・火山学の現状を丁寧に説明するとともに、地方自治体等が適切な防災対策を取れるように、科学的見地から助言を与える取組なども必要とされた。

さらに、平成 24 年 10 月には、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の外部評価がまとめられ、地震や火山噴火による災害の多い我が国において、地震や火山に関する科学的な研究成果を防災・減災につなげていくことが重要であるとされた。学術的には、国際的に見ても重要な研究成果が挙げられていることは高く評価された。さらに、地震予知計画と火山噴火予知計画を統合して計画を進めることは有効であり、今後も一層統合に努めるべきであるとされた。しかし、東北地方太平洋沖地震の発生を踏まえて、以下の課題を改善すべきとし、40 年以上にわたる予知に関わる計画の抜本的見直しが必要であるという指摘を受けた。

- ・国民の命を守る実用科学としての地震・火山研究の推進・低頻度ながら大規模な地震及び火山噴火に関する研究の充実
- ・研究計画の中・長期的なロードマップの提示
- ・世界的視野での観測研究の一層の推進
- ・火山の観測・監視体制の強化
- ・研究の現状に関する社会への正確な説明
- ・社会要請を踏まえた研究と社会への関わり方の改善

これまでは自然現象としての地震・火山噴火の予知に基づいて災害軽減に貢献することを目標に計画を推進してきたが、今後はこの方針を転換し、以下のような考えに基づいて計画を推進する必要がある。すなわち、地震や火山噴火による災害は、地震や火山噴火が引き起こす地震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの外力（「災害誘因」）が、人の暮らす社会や自然環境の脆弱性（「災害素因」）へ作用することによって生じる。地震・火山災害を軽減するためには、災害を予測して、それに備えることが基本であることから、今後の計画は、災害誘因の予測に基づき災害の軽減に貢献することを最終的な目標と位置付ける。

以上を踏まえ、かつ以下に記述するこれまでの観測研究計画の経緯と成果に鑑みて、本計画を策定した。

2. 地震及び火山噴火予知のための観測研究のこれまでの経緯と成果

2-1 地震及び火山噴火予知のための観測研究のこれまでの経緯

全国の大学、行政機関、国の研究機関が連携し、地震予知のための観測研究計画を昭和 40 年から進めてきた。昭和 40 年度に開始された第 1 次計画から、平成 6 年度に開始された第 7 次計画まで、調査観測体制の整備を着実に進め、全国に整備した高感度の地震観測網や地殻変動観測網の観測データから地震の前兆現象を見つけ出すことにより、地震予知を目指すことに力を注いだ。計画の進捗に伴い、地震や地殻変動の観測データが蓄積されるとともに、研究者も増加し、地震学は着実に進歩したが、地震予知は実現できていなかった。そのような状況の下で、平成 7 年に阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）が発生し、それを契機に計画を総括した。その際、地震の前兆現象の発現様式は複雑かつ多様であり、その中に系統性が見いだせるほどにはデータが蓄積していない。また、同じ前兆現象が確実に発現するとは限らず、前兆現象のみに基づく地震予知には限界があると結論付けた。このため、地震の前兆現象の発見に重点を置いていた研究の方針を大きく転換することになった。

平成 11 年度に開始された「地震予知のための観測研究計画」では、地震の様々な特性を知り、その発生機構を知ることが地震予知の実現に着実につながるとの考え方に立ち、地震発生に関する基礎的研究を重視した。地震の発生機構を理解し、それに基づく物理モデルと観測データにより、地殻活動の推移予測を目指して計画を進めてきた。高感度・高密度の地震及び地殻変動観測網から得られるデータから、地震に先行する現象の観測事例が増加し、地震現象の理解は一層深まった。例えば、釜石沖で繰り返し発生するマグニチュード 5 クラスの地震は、その発生時期・規模の予測が可能な場合があることが明らかになった。さらに、世界に先駆けて、ゆっくり滑りや低周波微動などの現象が西南日本などで発見され、プレート境界滑りの多様性が明らかになった。それらの物理過程についても理解が進み、プレート境界における大地震の発生過程との関連についても研究が進展し、大地震の発生を含むプレート境界での多様な滑りの数値シミュレーションができるまでになっている。歴史地震研究においては、地震史料集の編纂が進み、江戸時代より前の地震・噴火史料のデータベース化が進んだ。さらに、考古データから地震災害を読み取る地震考古学という学術分野ができるなど大きな進展があった。

このように、計画開始当時に比べて、地震現象についての科学的知見は格段に増えたが、それに伴い地震現象の複雑さも明らかになり、大地震の発生予測の実現には

いまだ至っていない。また、東日本大震災では、歴史地震研究による成果を、十分には活用できなかった。

一方、昭和 49 年度に開始された火山噴火予知計画では、火山噴火予知の実用化を目標に、個々の火山の活動度の把握と、火山現象の理解に基づく火山噴火の仕組みの総合的理解を目指して計画が推し進められてきた。第 1 次計画以来、年次的に観測網の整備と実験観測を推進し、活動的火山における観測点の高密度化・高精度化と観測内容の多項目化が進んだ。その結果、観測網が整備された幾つかの火山については、噴火の先行現象の検知とそれに基づく噴火開始前の情報発信が可能になった。また、組織的な地質調査、系統的な岩石の化学分析や年代測定が実施された火山では、火山活動の長期予測と噴火ポテンシャル評価の基礎となる情報を得た。

地震や地殻変動の定常的観測や臨時観測のデータなどにより火山体の地下構造や周辺の応力場とマグマ蓄積の関係が明らかになった火山では、マグマ供給系・熱水系のモデル化が行われ、観測データから噴火に先立つマグマの移動を捉えることも可能になった。また、宇宙線（ミュオン）による火道透視技術や、人工衛星や航空機、ヘリコプターによるリモートセンシング技術が、噴火現象の理解や活動評価に有効であることが実証された。さらに、掘削試料や噴出物の解析及び火山ガス組成測定により、マグマの上昇や脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進んだ。近年では、火口近傍での広帯域地震観測、地殻変動観測、空気振動観測、火山ガスの連続測定により、火山性地震や微動の発生機構、爆発と火山ガス放出の関係についての研究が進み、火山噴火をマグマや揮発性成分の運動と関連させて議論できるようになった。近年、マグマの物性とマグマ上昇速度などと噴火規模・様式の関係が見られる例も見つかるとともに、火山噴火予知のために重要な知見が蓄積された。

火山監視体制の強化と噴火前に現れる地震活動や地殻変動に基づき、有珠山や三宅島などでは噴火発生の予知が実践された。また、これらの実績を踏まえて、気象庁は平成 19 年より、防災機関や住民が取るべき防災対策と連動した噴火警戒レベルを火山ごとに順次運用を開始している。さらに、火山噴火予知研究の成果を防災に役立てるため、大学及び関係機関は地方自治体等との連携を進めている。

しかし、噴火の規模や様式、活動推移の予測に成功するまでには、火山噴火現象の理解は進んでいない。例えば、平成 12 年の三宅島噴火の際、山頂カルデラ形成や火山ガスの長期噴出を活動初期には予測できなかった。また、平成 23 年の新燃岳噴火では、その噴火規模・様式を予測できなかった。また、国立大学の法人化に伴い、大学においては老朽化した火山観測網の更新や高度化

が進まず、観測研究の縮小が危惧される。外部評価では、この点を踏まえて火山観測・監視体制の維持についての検討が必要であると指摘された。

平成 21 年度からの計画では、地震予知研究と火山噴火予知研究が統合され、プレートの沈み込みという共通の地球科学的環境で発生する地震と火山噴火の相互作用の研究が始まるとともに、観測基盤の有効利用が進められた。

マグマの発生や地震発生に重要な役割を果たす沈み込む海洋プレート（スラブ）からマントルウェッジへの水の供給に関して、スラブの上方に地震波低速度で低抵抗の領域が日本列島の多くの地域で確認され、その実態が明らかになりつつある。また、広域の三次元地震波速度構造や低抵抗構造の調査により、上部マントルにおけるマグマの発生と上昇経路について理解が進んだ。さらに、伊豆大島で発生する火山性地震は、マグマの貫入と広域応力場による応力変化で発生し、震源での岩石の物性の違いによりその発生様式が異なることが明らかになりつつある。

2-2 地震・火山噴火の防災や減災につながる成果

これまでの研究の進捗により、多くの学術的成果が得られてきた。そのうち、地震や火山噴火の防災や減災に役立つと見込まれる成果を以下に挙げる。

地震予知研究では、地震の発生機構、断層モデル、地震波伝播過程などの研究や古地震の調査が進んだ。科学的な理解に基づき、地震発生の長期評価や、地震による強震動、津波の予測が行われるようになった。特に、以下に挙げる例は、地震の防災・減災に活用可能な成果である。

- ・地震動や津波の即時予測に関するこれまでの研究成果は、気象庁の緊急地震速報や津波警報などに活用されている。
- ・陸域の高密度の地震及び GNSS 観測網に加え、海域の地震観測や地殻変動観測網とそのデータ解析手法開発により、東北地方太平洋沖地震を始めとする多くの地震について、震源断層の詳細な滑り分布や、本震発生に至る過程の理解が深化した。特に、近年実用化された海底地殻変動観測の貢献は大きく、今後も、プレート境界のひずみ蓄積過程の解明や地震発生ポテンシャル評価などでの利用が期待されている。
- ・東北地方太平洋沖地震で発生した巨大津波は、海底に敷設したケーブル式津波計により沿岸到着の約 20 分前に捉えられていた。この観測システムはこれまでの観測研究計画で開発されたものであり、この実績に基づき、政府により太平洋岸に海底観測網の敷設が整備されつつある。

- ・陸域の GNSS 観測網の即時解析から、超巨大地震の規模を短時間で正確に把握できる手法が開発された。この手法の気象庁の津波警報等への活用も検討されている。
- ・上記の方法による地震規模の推定や、海底観測やパイによる沖合の津波計データを即時的に解析し、津波浸水域を高精度に推定する手法の開発が進められている。また、直近のデータを逐次的に処理し、津波浸水域の予測を高精度化する研究も進められている。さらに、これらの実用化についても進められている。

火山噴火予知研究では、多項目の地球物理学観測及び物質科学的調査に基づく火山活動のモニタリングの進展により、マグマ蓄積や火道浅部活動の理解が進み、噴火活動の評価が行われるようになった。それにより、以下に挙げるような火山の噴火規模や様式、その推移の予測に関する新たな研究成果が得られた。

- ・富士山の地下構造とその活動史の解明が進み、地殻の中・深部のマグマの混合により、マグマの多様性や噴火様式の違いが生じ得ることが明らかとなった。また、桜島でもマグマの成分が年代と共に変化し、それに伴い噴火様式も変化していることが明らかになった。このように、マグマ特性の物質科学的分析を進めることにより、火山噴火活動の予測などにつながることを期待されている。
- ・繰り返し発生する小規模な噴火現象の発生時間や規模、様式と、火口近傍で観測された山体膨張などの先行現象との間の相関が得られた。限られた事例ではあるものの、この関係は噴火規模や様式の予測に新たな経験則として利用できることが期待されている。
- ・噴火履歴の解釈や近年の地震・地殻変動データに基づき、三宅島や桜島、伊豆東部火山群、霧島山新燃岳などの火山について、火山噴火事象系統樹（噴火シナリオ）の高度化が図られた。噴火事象系統樹は、火山活動の推移を俯瞰的に理解して防災・減災対策を立てるときに役立てられ、地域防災計画の中で参考にされている。

地震研究と火山研究の連携では、伊豆半島東方沖におけるマグマの貫入による地殻変動と群発地震活動度の関係が明らかになり、火山活動が地震活動に及ぼす影響についての理解が進展すると同時に、その知見は気象庁の発表する「地震活動の見通しに関する情報」に応用された。

3. 観測研究計画の長期的な方針

3-1 基本的方針

地震・火山の観測研究計画は、国民の生命と暮らしを守るための災害科学の一部として、計画を推進すべきと

考える。地震・火山災害は、地震や火山噴火の発生により生じる強震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの災害誘因が、人の住む自然環境や社会環境に作用し、その脆弱性により発生する。地震や火山に関する災害科学とは、災害を引き起こす地震や火山噴火の発生から災害の発生や推移を総合的に理解し、その知見を防災・減災に生かすための科学であり、理学、工学、人文・社会科学などの研究分野が学際的かつ総合的に進める必要がある。一旦発災すると被害が甚大となる地震、津波、火山噴火による災害を軽減するためには、長期的展望に基づき、災害を起こす原因にまで遡った理解に基づく方策を探る必要がある。つまり、自然現象である地震や火山噴火を理解し、それらが引き起こす災害の姿を予あらかじめ知る必要がある。この際に、地震や火山噴火の発生の場所、規模、時期などの予測に始まり、災害の発生から地震や火山噴火現象の発展段階に応じて起こり得る災害の推移を予測することが重要である。観測研究計画は、以上を踏まえ、防災・減災にも貢献できる計画として機能すべきである。これまでは、地震や火山噴火の発生予測ができればおのずと防災・減災に貢献できるという考え方で計画が進められてきた。この考え方を見直し、地震・火山噴火の発生予測とともに地震・火山噴火による災害誘因の予測の研究も行い、それらの成果を活用することにより防災・減災へ貢献するという考え方へと移行する。今がまさにその転換点にあると認識する。

これまでの計画では、地震及び火山噴火「予知」という言葉を使用してきた。予知という言葉は、一般的には「予め（前もって）知る」ことに関して幅広い意味で用いられているため、地震や火山噴火に関する最近の理学研究では、定量性を念頭に置いた限定的な語感を持つ「予測」という言葉が好んで使われるようになってきている。しかしながら、理学、工学、人文・社会科学の研究分野の専門知を結集して、総合的かつ学際的に研究を進める災害科学においては、むしろ「前もって認知し、災害に備える」ことを幅広く捉えて「予知」という言葉を用いる方が妥当である。災害の根本原因である地震や火山噴火の発生と、それらが引き起こす災害誘因を共に予測して、地震や火山噴火による災害の軽減につなげることは重く、必要性も大きい。これからは、自然現象である地震や火山噴火の発生予測にとどまらず、災害の発生までを視野に入れた災害の予知を目指す学術研究として、計画を推進する必要がある。

3-2 課題への対応

新たに計画を策定するに当たり、現状認識に挙げた課題を以下のようにまとめた。

- ・国民の命を守る実用科学としての地震・火山研究を推

進すること、

- ・低頻度大規模現象について取り組むこと、その際、地震や火山噴火の発生間隔の長さや頻度の低さを考慮して、歴史学、考古学、地質学などの関連研究分野と協力して研究を推進するとともに、国外の事例も取り入れて研究すること、
- ・中長期的な視点で計画を策定すること、
- ・研究成果を防災・減災につなげるため防災学、人文・社会科学などの関連研究分野と協力して研究を推進すること、
- ・研究の社会への関わり方を改善すること。

(実用科学)

本計画では、外部評価で指摘された「実用科学」を、地震・火山研究の科学的知見を防災・減災に活用し、国民の生命と暮らしを守る災害科学として推し進めることと捉えた。そのため、自然現象である地震・火山現象の理解を深めつつ、地震や火山噴火の発生の予測を目指した研究を継続的にかつ着実に実施することに加えて、地震動や津波、火山灰や溶岩の噴出など災害を引き起こす現象の予測を含めた災害の予知に貢献する研究を推進する。

大地震の発生時期を予測することは現段階では難しいが、釜石沖の繰り返し地震や伊豆東部の群発地震の活動予測などの限られた事象ではあるが、地震発生予測に関連した新たな成果が生まれている。また、火口近傍での観測により、噴火規模の予測に結び付く可能性の高い新たな知見も得られている。このような事例を参考に、地震発生と火山噴火の予測を目指した研究を継続する。その際、多様なデータ、手法、モデルを取り入れ、地震・火山現象の物理・化学過程の理解に基づく地震発生や火山噴火の予測の研究を進めると同時に、十分な精度を持つ観測データや調査結果に裏付けられた経験則も、その適用範囲を考慮した上で活用する。

海底観測装置の開発や高度化、地域防災計画の参考にされた噴火事象系統樹（噴火シナリオ）など、これまでの観測研究計画の成果が社会に役立てられている例も多い。また、津波浸水域の高精度逐次予測、GNSS 即時処理による巨大地震震源域の即時推定などは、実用化に向けた研究が進んでいる。今後の計画では、ここで挙げられたような災害の予知に役立つ研究成果を増やし、社会に貢献する。

(低頻度・大規模現象)

巨大地震や大規模噴火現象は、発生頻度が低いため未解明な部分が多い。そのため、それらに起因する災害の軽減を図るためには、その発生機構の解明が必要である。東北地方太平洋沖地震という超巨大地震の発生機構を理解するとともに、この地震が隣接域の地殻活動に

及ぼす影響を研究することは、同じ地学的環境にある他の地域の防災・減災に資することが期待できる。これらの成果を後世に引き継ぐことが東日本大震災を経験した我々の大きな責務だと考える。また、これまでに南海トラフで発生した巨大地震の特性の解明に力を入れる。大規模噴火は近年日本では発生していないものの、史料、考古データ、地形・地質データからこれまで繰り返して発生してきたことは明らかである。歴史学、考古学、地質学、地形学などの研究者と連携し、近代的観測開始以前の地震や火山噴火の特性を理解する。また、日本以外の事例との比較が重要であるため、世界の他の地域のデータを用いた研究を推し進めることも重要であり、国際共同研究や国際協力をより一層推進する必要がある。その際、マグニチュード 8 クラスの巨大地震、内陸地震、スラブ内地震についても大きな被害をもたらす可能性があることから、計画の中でバランスを取りつつ研究を進める。

(中長期的な展望)

地震・火山噴火による災害を軽減するため、観測研究計画では次のような取組を中長期的な展望の下、体系的に実施する必要がある。

- (1) 地震や火山噴火が引き起こす災害が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せること、
- (2) 地震や火山噴火が、どこで、どのくらいの頻度・規模で発生し、それらによる地震動、地盤変形、津波、噴火規模・様式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、溶岩流などを予測することにより避難に役立てること、
- (4) 地震の発生や火山噴火の発生や推移を事前に予測することにより防災・減災対応を取ること。

(1) については、地震や火山噴火が引き起こす災害の特徴を科学的に解明して、その災害について、専門家と社会との共通理解を醸成する。自然現象として数十年に一度発生する程度の地震や火山噴火現象によって引き起こされる災害の理解は進められてきたが、低頻度で発生する巨大地震や大規模噴火の理解は不足し、その災害についての知見も限られている。今後 10 年程度、歴史学や考古学、地質学などに基づく地震、津波、火山災害の研究を系統的・組織的に推進し、国内外で発生した大規模な地震・噴火現象と災害事例を集積することにより低頻度大規模現象についても一定の知見が得られると期待される。

(2) では、観測データ、史料、考古学データ、地質学データ等に基づく地震の統計学的解析や火山噴火の活

動履歴の調査により、地震や火山噴火とそれによって引き起こされる災害の発生場所や規模・頻度を推定し、長期的な防災・減災対策の基礎的知見を得る。これまでも、地震・火山研究の成果に基づき地震発生の長期評価や地震による揺れの予測図（地震ハザードマップ）、降灰や溶岩流を予測した火山ハザードマップなどが作成され、防災行政や避難計画の策定などに貢献している。今後 10 年程度は、地震の統計的性質も考慮した大地震の長期予測手法の開発や、発生の繰り返し間隔や規模のゆらぎに関する理論的研究を進める。火山噴火に対しては、地質調査を着実に推進し、国内火山の詳細な噴火履歴の作成に努める。

(3) では、自然現象としての地震発生や火山活動を観測により即時的に把握して、地震動や津波、火砕流や降灰、溶岩流、噴石などを予測する。近年、地震発生による強い揺れや津波到来の即時的な予測が可能となり、緊急地震速報や津波警報などに活用されている。また、火山噴火に伴う噴石や降灰の予測手法の開発が、現在進められている。このような予測は、避難や防災行動に直接的に結び付き、その精度向上は短期的には最も効果が高いと思われる。そのため、今後 5 年間は、既に実用化されているものについてはその信頼性や精度の向上を図り、開発中のものは開発を効率的に進める。また、情報通信網等の社会基盤の発展や、社会の構造変化により、求められる情報が時代と共に変化することも考慮し、今後の災害情報の在り方についての研究も同時に進める。

(4) で示す地震や火山噴火の発生が予測できれば、防災・減災への応用範囲は広く、効果も大きいと考えられる。地震や火山噴火の発生前の現象を検知し、経験的な法則や理論的な裏付けのあるモデルを用いて、地震発生や火山噴火の予測を目指す。予測のためには観測データは不可欠であり、震源近傍や火口付近などでの観測を強化することが重要である。地震現象や火山噴火現象は非線形性が強く、これまでの研究の蓄積があるにも関わらず、予測が確実にできる状況ではなく、予測の実現には今後も息の長い取組が必要である。

プレート境界地震の短期予測については、断層摩擦滑りの物理モデルと観測データを統合して、地震を含めた断層滑りの時空間発展の予測をする研究を進める。そのために、観測、実験、理論研究により物理モデルを高度化することと、モニタリングデータの利用法の高度化を目指した研究を重視し、この計画の中で予測実験を試行する。内陸地震については、地震発生機構の物理モデルが確立していない。そのため、まず、モデル構築のための研究に集中し、モデルとデータを統合した予測の準備を行い、プレート境界地震と同じように予測のための研究を行うことを目指す。また、多様な観測から得られる

大地震の先行現象に関する経験則を利用した地震発生予測を試行するため、地震活動の変化などの先行現象の研究を進め、今後 10 年程度で先行現象についての統計評価を行う。

火山噴火予測では、観測データに現れる異常現象を基に噴火発生を予測する研究を中心に進める。起こり得る火山現象を網羅的に示した噴火事象の系統樹を活用し、火山活動の進行により発現する事象を支配している物理・化学過程を、観測データや火山噴出物や火山ガスの解析結果、理論的な研究成果から明らかにする。個々の事象が発現する機構の理解の積み重ねと、それに基づく事象分岐論理の解明により、予測の実現を目指す。噴火履歴に基づく噴火事象系統樹の作成と高度化を着実に進めるとともに、この計画期間中に、火山事象分岐の判定方法を加えた新たな噴火事象系統樹の原型（プロトタイプ）を作成する。その後も、基礎研究の成果を取り入れながら、実際の火山噴火活動の判断基準として試用し、高度化を進める。

(関連分野との協力)

前述のように、発生間隔が極めて長い低頻度で大規模な地震・火山現象を理解するためには、史料、考古データ、地形・地質データの利用が不可欠であり、歴史学、考古学、地質学や地形学などの研究者と連携した研究を開始する。また、観測研究計画が、災害科学に貢献すべきとの観点から、理学だけでなく、防災研究に関わる工学、社会科学の研究分野と連携し、災害誘因予測研究を行う。このような関連研究分野と連携して計画を推進するには、体制の整備も必要であり、その取組も行う。

(研究の社会への関わり方の改善)

地震や火山噴火が引き起こす災害がどのようなものがあるか、研究から得られた防災や減災に資する成果を、国民や関係機関に広く知らせることが、観測研究には求められている。そのため、過去の地震・火山災害事例や災害の発生機構に関する研究も実施する。また、それらを含めた地震や火山噴火に関する研究成果を、社会に分かりやすく伝えるための取組を行う。さらに、研究成果を生かした被害軽減のための災害情報の高度化についての研究も実施する。

3-3 観測研究計画実施体制の整備と計画の推進

国民の生命と暮らしを守る実用科学として、地震・火山災害に関する科学（災害科学）が活用され、防災・減災に効果的に役立つためには、地震発生・火山噴火の仕組みを理解する基礎研究、それらを予測する応用研究、さらに、防災・減災に役立てる方策を示す開発研究のそれぞれを体系的・組織的に進める必要がある。

東日本大震災を踏まえた科学技術・学術政策の在り方

の検討の中で、基礎研究、応用研究、開発研究のいずれの段階でも、研究者の内在的動機に基づく学術研究、政府が設定する目標などに基づく戦略研究、政府の要請に基づく要請研究の三つの方法によって進められるべきであることが指摘された。また、学術研究においても課題解決とともに自ら研究課題を探索し発見する行動が求められている。さらに、地震・火山噴火研究においては、人文・社会科学も含めた研究体制の構築、海外の地震・火山噴火多発国との連携強化、防災や減災に十分貢献できるような研究体制の見直しなどが指摘されている。(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 17 日)

観測研究計画は、地震や火山災害の軽減という社会の要請を踏まえた課題解決を目指し、全国の大学、研究開発法人、行政官庁が協力して推進する研究計画である。地震・火山の災害軽減に必要な災害の予知は、その手法がまだ確立していないので、研究者の創意工夫に基づいて体系的かつ継続的に推進する必要がある。そのため、学術的な基礎研究を主体として実施する観測研究の推進体制が必要である。また、成果を社会の防災・減災に効果的に役立てるためには、政府の地震・火山防災施策で設定する要請や目標を十分考慮し、防災・減災に貢献できる体制を構築する必要がある。

大規模な地震・火山噴火の発生間隔は人間の生活時間に比べて長いため、長期的かつ継続的に、観測・調査、観測データ・資料の蓄積、及び総合的な解析を地震・火山噴火研究全体として実施する体制が必要である。観測データ・資料及び研究成果のデータベースの構築などの研究基盤の開発・整備に努める一方、現在の技術では困難に見える観測や解析の新展開を図るため、新たな技術開発を行う。

地震・火山噴火などの自然現象に起因する災害誘因だけでなく、地形・地盤などの自然環境や人間社会の持つ脆弱さが災害素因となり、災害の大きさが決まる。本計画を災害科学の一部として捉えた場合、これまで実施してきた災害誘因としての地震・火山噴火研究に加えて、災害素因との関係を意識して研究を進めることが必要となる。このため、理学だけではなく、防災学に関連する工学、人文・社会科学などの関連研究分野との連携を図りつつ、計画を推進する。また、地震や火山噴火現象の推移を理解して予測するには、近代的な観測の実施期間が短すぎることから、歴史学、考古学などと連携して過去の事例を調査する歴史災害研究を行うことが不可欠である。ただし、過去の地震と噴火の史料、考古データを収集して歴史災害研究を行う組織が存在せず、後継者養成も行われていない状況は、従来から大きな問題となっていた。歴史災害に関する学際的研究は、これを解決す

る長期的な見通しをもって行われる必要がある。

長期的な展望の下に、防災力の高い社会に変えていくための研究と防災業務に携わる人材の養成を行う必要がある。若手研究者や防災業務を担当する人材の育成だけでなく、地震・火山の専門教育を受けたものが防災・科学技術に係る行政、企業、教育機関に携わる取組を強化し、地震・火山災害に強い国家の構築を支援する。

研究成果が適切に理解され、実際の防災・減災に活用されるため、その内容を分かりやすく社会に伝える組織的な活動が重要である。地震・火山科学が社会に発信する情報の在り方を含め、広く災害情報についても検討する。さらに、そのための人材の確保を図る必要がある。

低頻度の災害の予知を研究するためには、日本だけでなく海外の他の地域の事例を取り入れるなどの国際的な共同研究を行う必要がある。同時に、本計画の成果を海外、特にアジア諸国の地震・津波、火山災害の軽減に役立ててもらふことは、災害科学の先進国である我が国の責務である。そのような観点から国際共同研究・国際協力を実施する必要がある。

II. 本計画策定の基本的な考えと計画の概要

1. 本計画策定の基本的な考え

前章の観測研究計画の長期的な方針に従い、これまでの計画のように地震や火山噴火予知の実現により災害軽減に貢献するという方針から、次のように方針を転換する。すなわち、地震発生・火山噴火の予測を目指す研究を継続しつつも、計画の目標を広げ、地震・火山噴火による災害誘因の予測の研究も組織的・体系的に進め、国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として計画を推進する。つまり、地震や火山現象の理解にとどまらず、地震や火山噴火が引き起こす災害を知り、研究成果を地震、津波及び火山噴火による災害の軽減につなげる。そのため、地震学や火山学を中核とし、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の研究者が参加し、協働して計画を推進する。このような方向転換の最初の 5 年として、計画を策定する。

本計画では、地震・火山災害の根本原因から発災までを視野に捉え、以下の研究を連携させて計画を進める。すなわち、地震と火山噴火の仕組みを自然科学的に理解する研究、発災の原因である地震発生や火山噴火を科学的理解に基づき予測する手法の研究、地震動や津波、降灰、火砕流や溶岩噴出などの自然現象を事前に評価するとともに、それらの原因となる地震や火山噴火発生直後に即時的に予測する手法開発や災害情報の高度化に関する研究である。これらの観測研究を進め、その成果が防災・減災に効果的に活用されるためには、長期的な

取組が必要であり、そのために本計画の推進体制を整備する。

以上の方針に基づき、以下の項目に分けて、計画を推進する。

1. 「地震・火山現象の解明のための研究」では、地震・火山噴火予測や災害の予知の基礎とするために、地震や火山噴火の特性を解明し、地震や火山噴火が発生する場や地震・火山噴火現象の物理・化学過程を解明する。
2. 「地震・火山噴火の予測のための研究」では、多様なデータや考え方を取り入れ、地震や火山噴火の発生を予測する手法を開発する。物理・化学的過程に基づく演繹的手法や先行現象の観測事例に基づく帰納的手法を用いて、予測を目指す。
3. 「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」では、地震や火山噴火がどのように災害をもたらすかに照準を合わせて、地震・火山研究の成果を災害軽減に役立てる。地震学・火山学的な手法により災害を予測する研究を推進するとともに、これを災害軽減に結び付けるための研究を行う。
4. 「研究を推進するための体制の整備」では、関連機関、研究分野と連携を取りながら、計画の進捗状況を把握して研究を効果的に推進する体制を構築し、観測網やデータベースなどの研究基盤を整備・拡充する。研究者、技術者などの育成、国際共同研究、本計画の現状を知ってもらうための取組を組織的に行う。本計画の実施に当たり、優先度の高い地震・火山噴火については、特にこれらの項目を横断した実施計画を立てて推進する必要がある。例えば、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、本計画実施期間に災害科学の発展に著実に貢献できることや、発生した場合の社会への影響の甚大さを考慮して、上記 1. ～ 4. の全ての項目を含む総合的な研究として優先して推進する。

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・火山噴火現象を科学的に解明することは、それらの発生予測やそれに伴って生じる地震動、津波、火山灰、マグマの噴出などによる災害に備えるための基本として重要である。近代的観測データだけでなく史料、考古データ、地形・地質データ等も活用して、また、特に低頻度で大規模な現象に注目して、過去の地震や火山噴火の理解を進める「地震・火山現象に関する史料、考古データ、地質データ等の収集と整理」、「低頻度大規模地震・火山現象の解明」を行う。また、多項目の観測に基づき地震・火山噴火の発生場の理解を進め、地震・火山

現象の物理・化学過程の理解に基づくモデルを構築するため、「地震・火山噴火の発生場の解明」、「地震現象のモデル化」、「火山現象のモデル化」を行う。

(1) 地震・火山現象に関する史料、考古データ、地質データ等の収集と整理

地震・火山現象とそれに伴う災害を長い時間スケールにわたって正確に把握するために、史料の解読・解釈、考古データの集約・分析、地質調査データ等の調査・分析を行う。近代的な観測データや現在の地震・火山噴火に関する資料と対比・統合することを考慮して、データベース化を進める。

(2) 低頻度大規模地震・火山現象の解明

低頻度で大規模な地震・火山現象の発生過程や、それによる強震動、津波、噴火現象を理解するために、現在の地震学や火山学の知見と対比しながら、近代的観測データの解析や史料、考古データ、地形・地質データの解読・分析を進める。海外の事象も対象として事例を増やすとともに、最新のデータが得られている平成 23 年東北地方太平洋沖地震及びその津波の発生機構や余震・余効変動、近い将来発生が懸念される南海トラフでの巨大地震の予測及び災害軽減に資する研究を実施する。

(3) 地震・火山噴火の発生場の解明

過去の大地震の震源断層周辺の構造、マグマ溜まりや火道などの構造や物質科学的特性、震源域や火山周辺の応力・ひずみの時空間分布を明らかにし、地震発生や火山噴火現象のモデル化の研究を進めるため、地震・地殻変動観測や電磁気探査などを実施する。これにより、地震と火山の相互作用や、平成 23 年東北地方太平洋沖地震及びその余効変動による大きな応力場の擾乱が、地震活動や火山活動に及ぼす影響を調べる。

(4) 地震現象のモデル化

地震発生予測のためのシミュレーションや高精度の地震動・津波のシミュレーションを効率的に行い、地震発生機構の定量的な理解や、プレート境界での多様な滑りを再現するためには、プレート境界面深度や地震波速度などの構造モデル、地殻やマントルの変形特性やプレート境界面の摩擦特性の推定が必要である。このため、これまでに得られたデータや、新たな観測データを取得して、多くの研究で共通に利用可能な日本列島の標準構造モデルを構築する。さらに、摩擦構成則や複雑な破壊現象を考慮した現実をより良く説明できる断層物理モデルを構築する。

(5) 火山現象のモデル化

大規模な災害を引き起こす可能性があるマグマ噴火と、噴火としての規模は小さいが突然発生するために発災の危険性が高い水蒸気爆発や火山ガス噴出の発生を予測するため、多項目の観測データや火山噴出物の解析から、先行現象やそれに続く様々な火山現象を捉え、それらの諸現象の発生機構や、それぞれの現象の相関・因果関係を明らかにする。その際、火山の性質や噴火様式に着目し、火山ごとの噴火活動の類似・相違点を比較検討する。さらに、マグマの挙動についての理論的及び実験的研究の成果を取り入れて、観測された火山現象の物理・化学過程を明らかにし、そのモデル化を進める。

2-2 地震・火山噴火の予測のための研究

科学的理解に基づいた地震や火山噴火の予測を目指した研究を実施する。長期的な地震の防災・減災計画の基礎となる地震の規模や頻度の予測の高度化を目指した「地震発生長期評価手法の高度化」、観測データと物理・統計モデルに基づくプレート境界の地震発生や地殻活動の定量的理解と予測を試みる「モニタリングによる地震活動予測」、さらに、地震に先行すると報告されている現象の統計学的検証と発現過程理解に基づき地震発生の短期予測を目指す「先行現象に基づく地震活動予測」の研究を行う。また、可能性のある噴火現象の推移を俯瞰的視点でまとめるとともに、火山活動の事象分岐の論理を取り込み、噴火の発生、規模、様式、及び推移の予測を目指して「事象系統樹の高度化による火山噴火予測」の研究を行う。

(1) 地震発生長期評価手法の高度化

地震発生の長期評価は、計画的に地震災害に備えるのに有用であり、その信頼性や精度の向上は重要である。史料、考古データ、地質データなどに基づき推定された長期間の地震の繰り返し特性を理解し、さらに、近年の観測データや高性能計算機による数値シミュレーションなどを利用する手法を開発して、地震発生の長期評価手法の高度化を行う。

(2) モニタリングによる地震活動予測

観測網の充実により地殻活動の詳細を正確に把握することが可能になってきた。地殻活動予測を行うために、地震・火山噴火の発生場についての研究成果や、地震現象のモデル化の研究で開発された物理モデルに基づき、高性能計算機などにより数値シミュレーションを実施し、観測データと比較する。これにより、地殻内の状態を定量的に推定し、地殻活動予測を試みる。また、様々な地震発生予測モデルを用いて地震活動の予測を行い、

その予測の性能を評価する。

(3) 先行現象に基づく地震活動予測

地震発生に先行して発現する事象（地震の先行現象）が観測できれば、それを利用して地震の短期予測をすることは可能になるであろう。これまで地震の先行現象を観測したとの報告は多いが、内容は非常に多様であり、それらの系統性は必ずしも明瞭ではない。先行現象の捕捉を目指した観測を行い、これまでに得られているデータも含めて、観測された現象と地震の関係を統計的に評価する。様々な観測された現象と地震発生との関係について統計的な有意性を確かめつつ、その物理学的根拠を研究する。

(4) 事象系統樹の高度化による火山噴火予測

近い将来に火山災害が懸念される火山について、火山活動の推移を俯瞰的に理解してその予測を目指すために、史料、考古データ、地質調査、火山噴出物の解析、地球物理観測の研究成果を多角的に取り入れ、可能性のある火山活動や噴火現象を網羅してその時系列を整理した噴火事象系統樹を作成する。また、火山活動の活発化や噴火の発生、噴火発生後の噴火規模や様式の急激な変化の予測を行うため、これまでの火山学的知見や本計画の成果を基に、観測データの特徴、火山噴出物の解析などから、事象分岐の条件や論理を導き出す。これにより、火山噴火の予測を目指す。

2-3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

東日本大震災以降、社会の要請に応えた地震・火山噴火に関する研究の推進が強く望まれている。災害とは、地震・火山噴火という自然現象（根本的原因）が引き起こす地震動や津波、火山灰や溶岩の噴出などの「災害誘因」が、自然・社会の脆弱性である「災害素因」に働きかけ、その作用・影響が顕在化して被害が発生することである。地震・火山噴火研究の成果を効果的に社会還元するためには、理学、工学、人文・社会科学などの複合領域の専門知を有機的につなげ、地形・地盤・海岸線の形状などの自然素因や人口、社会基盤、経済などの社会素因への影響・被害という視点から、災害誘因の研究を推進する必要がある。このため、地震や火山噴火の発生から災害に至るまでの過程を史料や調査・観測記録から解明する「地震・火山噴火の災害事例の研究」、災害誘因が自然や社会の脆弱性などの災害素因に与える作用力とその波及効果を明らかにする「地震・火山噴火の災害発生機構の解明」、災害誘因の発生可能性を事前に評価する手法の高精度化を目指す「地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化」、災害誘因を地震・火山噴

火発生直後に即時的に予測する「地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化」、さらに、「地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化」の研究を行う。

(1) 地震・火山噴火の災害事例の研究

強震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの災害誘因が、地形・地盤など災害の自然素因と建造物などの脆弱性などの社会素因とどう結び付いて災害を出現させたかを、近代的な観測や調査データ、近代的観測開始以前の史料を含めて、長期的視点から明らかにする。近代的な観測・調査データや史料に基づき、地震・火山災害の特性を社会環境の時代的变化に留意して理解する。さらに、国内外の事例研究により社会の地域的特性と地震・火山災害との関係を明らかにする。

(2) 地震・火山噴火の災害発生機構の解明

地震発生・火山噴火によって生じる災害誘因が、社会の損傷・破壊などに与える影響、被害拡大や社会混乱の波及効果を理解し、災害発生機構の解明を進める。社会の地震・火山災害への脆弱性は、災害誘因、例えば、揺れの強さなどによって異なることに留意する。さらに、二次災害の抑止、被害の軽減化、社会混乱の防止などの防災・減災に資するための誘因研究の新たなモデルを総合的かつ学際的に構築する。特に、社会的影響の大きな首都圏などの大都市圏で想定される地震災害に関する研究を、重点的に推し進める。

(3) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

地震・火山噴火による災害対策に資するため、地震や火山噴火に伴う地震動、津波、地滑り、山体崩壊などを、地震や火山噴火前に高精度に評価する手法を開発する。そのために、本計画で得られる地震発生や火山噴火の理解や、構造モデルなどの最新の研究成果を利用して、災害の予知に資する研究を行う。

(4) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

地震・火山噴火に伴う地震動や津波、火山灰や溶岩の噴出などの災害誘因を、地震・火山噴火発生直後に高精度かつ即時的に予測するために、各種観測データの利用法や解析手法を開発し、高度化する研究を進める。

(5) 地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化

地震・火山噴火の予測に関する情報は、観測データに基づく決定論的あるいは確度の高い情報、長期的な活動履歴に基づき確率を算出した予測情報、データの総合的判断に基づく定性的な情報など、その性質は多様である。特に、決定論的あるいは確度の高い予測情報を発信する

ことは難しい場合が多い。このような不確実な予測情報を災害軽減のために有効に役立てるための方法を検討する。また、地震発生・火山噴火に関わる平常時の「災害啓発情報」、発災直前の「災害予測情報」、発災直後の「災害情報」、復旧・復興期の「災害関連情報」の内容や発表方法についても、災害素因の影響も考慮したリスク・コミュニケーションの方法論などに基づいて探求し、災害情報の高度化を進める。

2-4 研究を推進するための体制の整備

観測研究の成果が防災・減災に効果的に役立つためには、行政機関等の関連機関との連携の下に、適切な計画推進体制を整備する必要がある。さらに、長い時間スケールをもつ地震・火山現象の理解とその予測には、その基盤となる観測網の維持・拡充を進めるとともに、データの継続的取得と膨大なデータの効率的利用が重要である。発生すると甚大な被害をもたらす低頻度で大規模な地震・火山現象の理解を深め、それによる災害を軽減するためには、防災研究に関連する工学や人文・社会科学の研究分野との連携を強化し、総合的かつ学際的に研究を進める必要がある。また、長い時間間隔で発生する地震・火山研究の推進や研究成果が適切に利活用されるためには、長期的視点に立って継続的に人材を育成する必要がある。さらに、観測事例を増やすために国際的な共同研究を推進するとともに、国際交流を進め、各国の防災研究を学ぶことも必要である。

(1) 推進体制の整備

国民の生命と暮らしを守る実用科学としての地震・火山研究を実施し、成果が防災・減災に効果的に役立てられる計画として推進する体制を作る。このために、社会の中の科学としての観点から、本計画が地震・火山防災行政、自然災害研究の中でどのように貢献するべきかを十分に踏まえた上で実施計画を立案し、推進する。特に、地震調査研究推進本部（以下、地震本部）との一層の連携を図る。さらに、計画の進捗状況を把握し、計画の達成度を計画立案の趣旨に沿って評価し、計画実施に関する問題点と今後の課題の整理を行い、次の実施計画に反映させる体制を整備する。このために、各機関の実施計画に関する情報交換及び協力・連携方策の検討を行い、成果が効果的に利活用される仕組みを構築する。

(2) 研究基盤の開発・整備

防災情報の発表や、地震や火山活動の評価、防災・減災の基盤となる地震・火山研究に必要な観測データを取得するため、行政機関、研究開発法人や全国の大学が協力して、日本全土の陸域に展開されている地震や地

殻変動などの観測基盤を維持・拡充するとともに、近年新たに設置が進められている海域や火口近傍における観測体制を強化する。これらの観測網で取得される大量の地震・火山観測データを効率的に流通するためのシステムを維持・拡充する。本計画で得られる観測データ・調査資料などの基礎的資料や研究成果である構造モデル、解析結果やソフトウェアなどをデータベース化し、これらを研究者間で共有する仕組みを構築する。さらに、地震や火山噴火時に全国の研究者が連携して効率的に臨時観測を行うための体制を整える。新たな観測技術の開発や、地殻活動モニタリングなどの技術の高度化を行い、計画を推進する。

(3) 関連研究分野との連携の強化

本計画が災害科学の一部として機能すべきであるという観点から、理学だけではなく工学、人文・社会科学などの関連研究分野との連携を図る。近代的な観測の行われた期間は、地震や火山噴火現象の推移を理解して予測するには短すぎることから、過去の事例を調査する歴史災害研究を行うことが不可欠であり、歴史学や考古学との連携は重要である。また、成果が効果的に防災・減災に役立てられるようにするには、防災研究分野との連携も必要である。これらの観点から、地震・火山災害の軽減という課題を解決するための総合的かつ学際的研究を推進する体制を構築する。

(4) 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・火山噴火の発生予測の方法の構築とその検証には、世代を超えた継続的な観測研究の推進とそれを支える人材育成が不可欠である。また、物理学、化学のような基礎的な学術分野だけでなく、地質学、地形学、歴史学などのフィールド調査が重要な分野や数値計算技術、観測技術開発などの科学技術まで幅広い知識が必要であり、若手研究者の育成は極めて重要である。さらに、地震科学や火山科学の基礎知識を習得したものが防災・科学技術に関わる行政、企業、教育機関に携わることも重要である。このような観点から、複数の教育・行政機関が連携し、観測研究を生かした教育活動を継続して、若手研究者・技術者、防災業務、防災対応に携わる人材の育成を行う。

(5) 社会との共通理解の醸成と災害教育

関連機関が協力して、災害の根本原因である地震や火山噴火に関する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し、社会との共通理解の醸成をはかる。なお、その基礎として学校教育、社会教育などで、体系

的で創造的な防災教育を行う取組を強化する必要がある。また、地震や火山噴火に関して社会に発信する災害情報の在り方についても広い視点で検討する。

(6) 国際共同研究・国際協力

大規模な地震・津波、火山災害は、世界各地で発生することから、国際的な防災・研究機関と連携を強める。特に、低頻度の災害の研究を推進するためには、日本だけでなく海外の他の地域の事例も研究する必要があることから、国際的な共同研究を行う体制を整備する。さらに、災害科学の先進国である我が国の責務として、開発途上国における地震・火山災害の防止・軽減に貢献する体制の維持・整備を行う。

Ⅲ. 計画の実施内容

1. 地震・火山現象の解明のための研究

地震や火山噴火が引き起こす災害の予知の基本となる地震・火山現象の科学的理解の深化を目指す。過去の地震や火山噴火の事例、地震や火山噴火を引き起こす構造や応力場などの研究を進め、地震・火山現象の物理・化学過程を理解する。特に、発生すると甚大な被害をもたらす低頻度大規模の地震・火山現象は、発生間隔が長いことから史料・考古・地質データ等の収集から始め、近代的な観測データを統合して、その全体像を把握する。その際、事例を増やすために国際的な共同研究も推進する。また、地震や火山噴火の予測に利用するため、地震や火山噴火の発生場、地震発生過程、火山活動、火山噴火過程のモデル化を進める。

(1) 地震・火山現象に関する史料、考古データ、地質データ等の収集と整理

歴史地震・歴史噴火に関わる史料の収集・データベース化と校訂・解釈作業を進める。その際、広い意味での災害史データにも目を配り、史料の新たな収集を行う。地震・火山災害に関する考古データの集約は相対的に整備が遅れており、データベース化を進めつつデータ収集を強化する。さらに、地震・火山噴火現象に関係する過去の事象と現在の状況を把握するための地質データ等の調査・分析を進める。これまで独立に集められてきた史料、考古データ、地質データ等を系統的かつ体系的に整理し、近代的な観測データと対比・統合しやすいデータベースを構築する。

ア. 史料の収集とデータベース化

○大学は、過去の地震や火山噴火現象、それに関連する地変や地下水異常などの諸現象、それによる災害に関

する史料の収集、調査、解読などを進め、近代的な観測データとの対比可能なデータベースを構築する。また、世界の地震・火山災害史に関する国際共同研究を進める。特に、中国史料を中心に東アジアにおける地震・火山災害史料のデータを集積し、その解析を進める。

- 気象庁は、過去の火山噴火、これに伴う異常現象や先行現象などのデータの整備を図るとともに、国際的データベース作成にも寄与する。

イ. 考古データの収集・集成と分析

- 大学は、考古遺跡の発掘調査資料などを収集・分析し、地震や津波、火山噴火被害に関する検討を行うとともに、近代的な観測データとの統合を意図したデータベース化を行う。

ウ. 地質データ等の収集と整理

- 大学は、地質調査で確認された津波堆積物などの試料を収集・分析し、津波の浸水範囲について検討するとともに、近代的な観測データとの統合を含めたデータベース化を行う。
- 産業技術総合研究所は、地形・地質調査に基づく活断層や津波堆積物などの情報について、収集と整理を行い、データベース化及びその更新・維持を行う。
- 大学は、マグマ噴火が想定される火山について、火山ガスのデータの蓄積を行い、岩石学的知見と統合したデータの整理を行う。
- 産業技術総合研究所は、活動的火山の地質図整備を推進し、火山に関する基礎データの収集と整理を行い、データベースの更新・維持を行う。
- 海洋研究開発機構は、海底火山の噴火を予測する基礎データとして、伊豆・小笠原・マリアナ海洋性島弧の海底火山や海洋底の調査を実施する。さらに、他の海洋性島弧の試料解析を行い、地質・噴出物データの収集を行う。

(2) 低頻度大規模地震・火山現象の解明

史料、考古学的な発掘痕跡調査、地形・地質調査などのデータと近代的な観測データを対比・統合することによって、近代的な観測開始以前の地震、火山噴火、津波の具体像を明らかにする。大規模な地震や火山噴火について、海外で発生したものも含め、主に近代的観測データの解析に基づき発生機構を解明する。特に、高密度な観測データが記録された東北地方太平洋沖地震については、その発生機構や津波励起過程、余震・余効変動の解明を進める。また、南海トラフで発生したこれまでの巨大地震や現在の地殻活動について研究を進める。過

去の大規模現象については、観測データのある近代以降の現象を参考に、低頻度・大規模な地震・火山現象の特徴を抽出し、現象の理解を進める。

ア. 史料、考古データ、地質データ及び近代的観測データ等に基づく低頻度大規模地震・火山現象の解明

- 大学は、津波堆積物調査を含む地質学的・地形学的調査と津波の数値モデリングから、過去に発生したプレート境界型巨大地震の震源過程を解明する。また、南海トラフ沿いでの海溝型巨大地震の発生が懸念される東海・南海地域や首都直下地震の発生が懸念される関東地方などを対象地域として、史料、考古データ、地形・地質データなどのデータベースを用いて、地震動や津波、火山噴火による被害分布を基に、近代的な観測データやそれを用いた数値計算結果と比較検討し、過去の地震・津波・噴火の実像を解明する。
- 海洋研究開発機構は、千島海溝や琉球海溝を含む世界の沈み込み帯で、高分解能地下構造探査・深海掘削・地質学的調査により低頻度大規模地震の発生履歴を解明する。
- 産業技術総合研究所は、糸魚川―静岡構造線活断層系などにおいて、断層セグメントの連動履歴を解明することで古地震シナリオを構築し、地震規模予測及び長期予測の高度化について検討する。また、千島海溝から日本海溝、相模トラフ・南海トラフ、琉球海溝沿いで、過去約 3000 年間の巨大地震・巨大津波の履歴と規模を、津波堆積物調査や過去の地殻変動の調査などで明らかにし、地震シナリオ構築を目指す。
- 大学及び産業技術総合研究所は、カルデラ噴火について、支笏、始良、摩周、十和田及び鬼界カルデラなどを対象に、先行する噴火活動の規模・様式、引き続くカルデラ噴火の推移を、野外調査及びトレンチ・ボーリングのデータを基に調べる。また、カルデラ噴火に至るマグマ蓄積や噴火の周期性を、噴出物の物質科学的分析を時間軸に着目して行い、大規模噴火の発生過程を調べる。
- 大学は、山体崩壊現象について、磐梯山や雲仙岳を対象に、史料の解読及び地質調査を基に先行現象と崩壊過程を調べる。さらに、北日本の日本海東縁の火山体を対象として、大地震により誘発された可能性のある火山体崩壊現象の規模と頻度を地質学的手法により予察的に検討する。
- 大学は、昭和南海地震の観測記録と文献との比較によりその実体を詳細に解明し、その成果から過去に繰り返し発生した南海トラフでの巨大地震の具体像を類推し、繰り返し特性を解明する。
- 大学は、桜島大正噴火や磐梯山明治噴火などの顕著な

国内の噴火について、当時の地震記録と文献の調査を行う。また、桜島地震の規模・震源・発震機構を当時の地震記録から推定する。

イ. プレート境界巨大地震

- 大学、気象庁及び海上保安庁は、東北地方太平洋沖地震震源域や日本海溝及び南海トラフ沿いの海溝で、海底での地震及び地殻変動の観測を実施し、地震活動、余効変動、固着回復過程などの詳細を調べ、構造との関係を明らかにする。海洋研究開発機構は、東北地方太平洋沖地震の巨大な滑り現象の理解のため、地震時の海底地形及び海底下の変動を推定する。また、日本海溝周辺の海域で、海溝軸までの大滑りを伴った大地震の時空間分布を調べるとともに、高分解能地下構造調査と地質学的調査（採泥）を実施する。大学は、これらの結果を用いて、プレート境界での状態を模した環境下で摩擦実験を行い、多様な滑り現象が起こる条件を明らかにする。摩擦構成則の定式化に基づく数値シミュレーションを行い、日本海溝に沈み込むプレート境界で起こる滑り現象の多様性の統一的な説明を試みる。
- 大学は、日本海溝や南海トラフなどを対象に詳細な海底地形データを取得し、これを利用して、過去の地震の震源域を推定する。また、プレート境界の巨大地震の詳細な破壊過程を分析・比較することにより、その発生様式を解明する。以上の成果を利用して、南海トラフで今後発生すると予想される巨大地震も念頭に入れ、巨大地震の震源断層モデルを推定する。

(3) 地震・火山噴火の発生場の解明

大地震が発生するプレート境界やプレート内、活断層や火山の分布する内陸は、それぞれ地学的性質に違いがあるので、プレート境界、海洋プレート内部、内陸の三つに分類し、それぞれの場の特徴について研究を進める。プレート境界において、地震性滑りや非地震性滑りが生じる場を、構造調査や岩石実験、数値シミュレーションから調べ、地震発生に影響を及ぼすプレート境界の摩擦特性や応力の不均一性を調べる。アウターライズ地震やスラブ内地震が発生する海洋プレート内部の構造や応力場、温度場、水分布を、観測や室内実験などにより明らかにする。内陸地殻の非弾性変形、流体の存在、複数の断層の相互作用などに着目し、観測や岩石実験により内陸断層への応力集中機構を調べる。また、火山体やマグマ供給系の物理的構造を観測などにより調べる。火山近傍から広域までの応力の時空間変化と、火山活動や地震活動、及び両者の相互作用を調べる。

ア. プレート境界地震

- 大学、気象庁、防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、千島海溝や南海トラフから琉球海溝の国内の沈み込み域、ニュージーランドなどの海外の沈み込み帯において、プレート境界面の形状とプレート境界周辺の地下構造、並びに微小地震・低周波微動・ゆっくり滑りの発生域の分布とその周辺の構造を明らかにする。また、南海トラフなどにおける海底下深部掘削により地震発生帯の構成物質の試料を採取し、その分析に基づき摩擦特性を明らかにする。さらに、その際に作られた掘削孔に長期孔内観測システムを設置し、高精度で地殻変動を観測する。また、ゆっくり滑りの発生に伴う地震学的構造の変化、重力・電磁力場に現れる間隙流体圧の変化の検出を試み、ゆっくり滑りの発生機構の理解を深める。
- 海上保安庁は、和歌山県下里の観測所において人工衛星レーザー測距（SLR）観測を実施し、広域のプレート相対運動決定に資するデータを取得する。
- 防災科学技術研究所は、プレート境界型地震の震源モデルの精度向上のため、短周期地震波や津波の生成伝播過程の解明を進める。

イ. 海洋プレート内部の地震

- 大学及び海洋研究開発機構は、日本海溝の海側斜面における地震・地殻変動観測と構造探査を実施し、東北地方太平洋沖地震の影響で進行している太平洋プレート内の変形とそれに伴う応力変化を明らかにする。プレート内地震発生領域の地下構造を広域に推定する。また、沈み込んだ海洋プレート（スラブ）内部で発生する地震を詳細に解析し、スラブ内地震の震源分布と不均質構造の空間分解能向上を図る。さらに、大学は、比抵抗構造モデルの高度化や地殻熱流量の収集を進め、沈み込み帯下の温度構造・水分布モデルを構築する。室内実験により、スラブ中に存在する含水鉱物の脱水に伴う脆性変形過程を明らかにし、含水鉱物の脱水とマントル融解を考慮したスラブ内地震の発生過程を、数値シミュレーションと観測データの比較から明らかにする。
- 大学は、南関東（首都圏）下に沈み込んでいるフィリピン海プレートと太平洋プレート内部で発生する地震の発生機構を、観測、室内実験、数値シミュレーションを総合して解明する。

ウ. 内陸地震と火山噴火

- 大学は、多項目の高密度観測により、東北地方太平洋沖地震後のひずみ速度場の変動を観測・解析し、地震学的構造・比抵抗構造及び実験・物質科学的知見に

基づくシミュレーションと比較することにより、東北日本弧のレオロジー構造を定量的に明らかにする。また、精密な震源分布や発震機構解などを基にして、誘発地震域で見られる地震活動の移動現象と地殻流体との関係を明らかにする。

- 大学は、西南日本のひずみ集中帯などにおいて、高密度地震観測と電磁気観測などの実施と既存データの再解析により、断層の深部延長や断層両端部における不均質構造と、横ずれ断層への応力集中機構を説明できる物理モデルを構築する。また、断層強度の時間変化や、沈み込むフィリピン海プレートと島弧地殻・上部マントルの相互作用を調べる。
- 大学は、九州、本州、北海道域の活動的火山とその周辺地域において、高密度な地震、地殻変動、電磁気、重力などの観測を実施し、火山噴火発生場における地震学的構造、比抵抗構造、変形場、応力場、温度構造を推定する。これらと室内実験や野外調査などの結果と合わせることで、地殻深部から火山体浅部における流体分布など、マグマ供給系を明らかにする。また、火山周辺域で発生する低周波地震の発生機構や火山構造性地震活動と応力の時空間発展の関係を明らかにし、火山活動が、周辺断層の応力場に与える影響を評価し、地震と火山噴火の相互作用に関する研究を進める。
- 大学は、列島規模及び特定地域を対象に、地質・地球物理・地球化学的手法により、地殻・マントルにおける水やマグマ分布、応力場、流動変形場、温度構造を推定し、地殻流体やマグマ生成、地震・火山噴火発生場を理解する。また、断層破碎帯を通過した深部流体を含む温泉水などの溶存成分をモニタリングし、その時間変化と断層の応力状態との比較から、内陸地震の載荷機構を調べる。
- 国土地理院は、ひずみ集中帯などにおいて、GNSS・SAR 干渉解析・水準測量による高密度地殻変動観測を実施し、非地震時及び東北地方太平洋沖地震発生後の余効変動発生下における地殻変動を明らかにする。東北地方太平洋沖地震の粘弾性緩和に伴う地殻変動の数値シミュレーションを実施する。過去に発生したマグニチュード6～7クラスの地震について、断層モデルの推定と余効変動の解析を行う。

(4) 地震現象のモデル化

これまでの研究で得られた日本列島周辺のプレート境界面の形状や地震波速度構造、地震発生層の下限などの構造情報を整理し、それらを評価して、多くの研究者が利用できる標準的な構造共通モデルを構築する。また、構造についての情報が不足している領域での観測や、現

時点で未推定の粘弾性などの物理パラメータを得るための観測を実施し、共通モデルを補う。さらに、摩擦構成則や複雑な破壊現象を取り入れたより現実に近い断層物理モデルを構築する。これらの構造共通モデルと断層物理モデルを利用して、地震発生機構の定量的な理解を進め、地震やプレート境界での滑り過程を再現するシミュレーションに応用する。

ア. 構造共通モデルの構築

- 大学及び海洋研究開発機構は、日本列島全体及びその周辺域を対象領域とする構造共通モデルの構築を進める。東北地方太平洋沖地震後の地殻変動・地震活動などを支配するひずみ・応力状態の定量的な評価に必要な構造要素を考慮しつつ、沈み込むプレート境界、リソスフェア・アセノスフェア境界、モホ面、地震発生層の下限、震源断層の形状、日本列島下のマントル及び地殻の岩石・レオロジーモデルを構築する。

イ. 断層滑りと破壊の物理モデルの構築

- 大学は、プレート境界、活断層、その他の地震発生域における地球物理及び地球化学観測や野外観察、室内実験や数値シミュレーションなどを通じて、断層帯の微細構造や間隙流体の存在が断層強度や破壊過程に及ぼす物理・化学的影響を明らかにする。その上で、断層周辺の不均質構造と地震断層破壊との力学的相互作用や、断層帯の間隙流体と摩擦滑りとの非線形相互作用を取り入れた定量的な地震発生モデルを構築する。また、大学及び防災科学技術研究所は、各種実験に基づく摩擦構成則の改良や複数の素過程の相互作用を考慮した断層滑りモデルを構築し、地震発生モデルの高度化を進める。また、地震発生場における物理量分布の統計的性質と地震活動の特徴を比較し、大地震発生に至る過程における地震活動変化の特徴を明らかにする。さらに、粘弾性媒質中でのプレート境界地震と内陸地震を連成させた地震サイクルシミュレーションを行い、プレート境界地震と内陸地震との力学的相互作用について理解する。

(5) 火山現象のモデル化

大規模な災害を引き起こす可能性があるマグマ噴火や、噴火規模は小さいものの発生の予測が困難で災害を引き起こす可能性が高い水蒸気爆発や火山ガスの噴出を予測するため、火口近傍や火山周辺における多項目の観測や火山噴出物の解析から、先行現象とそれに続く噴火現象を把握し、それら諸現象のモデル化を行う。その際、火山の性質や噴火様式の共通性や相違に着目し、主にマグマ噴火を主体とする火山、及び水蒸気爆発の発生しや

すい熱水系が発達した火山に分けて、比較検討する。マグマの挙動についての理論的及び実験的研究の成果を取り入れて、両タイプの火山のモデル化を図る。

ア. マグマ噴火を主体とする火山

- 大学は、マグマ噴火を主体とする活動的火山である有珠山、浅間山、伊豆大島、桜島などを対象にして、火山性地震、地盤変動などの火山現象、火山体の地震波速度や比抵抗の構造とその時間変化、火山灰・火山ガスなどの成分変化を総合的に理解し、火山現象の定量化を行う。噴火に先行するマグマの蓄積・上昇過程と初期噴火発生後のマグマの移動と発泡・破碎などの過程の多様性を理解し、そのモデル化を行う。また、他の火山も含めて、海外の火山との比較研究を定量的な解析結果を中心に進め、マグマ活動に見られる共通性を抽出し、室内実験や数値計算の結果との比較から、より一般的化された噴火過程のモデル構築を目指す。
- 産業技術総合研究所は、桜島、伊豆大島、浅間山などにおいて、火山ガスや固形噴出物の分析・解析、電磁気観測に基づいてマグマ活動機構の解明とモデル化を行う。
- 気象庁及び国土地理院は、火山活動に伴う地殻変動源のモデル化及び即時推定と変動予測の研究を行う。
- 海上保安庁は、南方諸島及び南西諸島の海域火山において、航空機を使用した目視観測、熱画像撮影や磁気測量などの定期巡回監視を実施し、火山内部の磁氣的・熱的構造の異常や時間変化を求める。また、測量船を使用して海底地形調査、地殻構造探査や噴出物採取などの多項目にわたる観測を実施する。また、伊豆諸島海域において GNSS 連続観測を実施し、火山活動に伴う地殻変動を検出する。

イ. 熱水系の卓越する火山

- 大学は、熱水系の卓越する十勝岳、吾妻山、草津白根山、阿蘇山、口永良部島、焼岳などの火山を対象に、火口近傍を含む火山体周辺において地震観測、地殻変動観測や地球電磁気観測、物質科学的分析を行う。これらにより、火山熱水系の構造についての物理的・化学的特性や時空間変化を明らかにするとともに、火口浅部のマグマや火山性流体に関わる異常現象の検知事例を増やし、その機構の定量的な理解を深める。また、水蒸気爆発の履歴やマグマ噴火への移行について、物質科学的・地質学的手法による再検討を行い、熱水系が卓越する火山の中長期的活動を把握する。
- 大学は、海域火山の火山性流体の化学組成の特徴を明らかにし、海域火山の活動を評価する新たな手法の開発を目指す。

○気象庁は、雌阿寒岳、草津白根山などにおいて、全磁力の連続観測及び繰り返し測量を実施し、火山活動の消長に応じた空間的・時間的な磁場変動とその原因を客観的に評価する手法の開発を進める。

○産業技術総合研究所は、電磁気・熱及び地球化学観測に基づき熱水系の実態を明らかにするとともに、シミュレーション手法を活用して熱水系の時間変動を定量的に解析する。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

地震や火山噴火現象の科学的理解に基づき、地震発生や火山噴火、及び地震活動や火山活動の予測研究を行う。地震発生予測では、近年プレート境界の固着状況が明らかになり、観測と数値シミュレーションとの対比が可能になりつつあるプレート境界地震の長期評価に研究の重点を置く。中・短期的な予測を目指すため、観測データと数値シミュレーションの比較や統計学的な地震活動評価手法を開発する。また、地震に先行して発生した現象のうち、十分な精度を持つ観測から得られたものを統計的に評価し、その物理・化学過程の理解を進める。火山噴火予測では、幾つかの活動的な火山において、噴火履歴に基づいて、噴火事象系統樹を作成する。さらに、噴火規模・その推移の予測を目指して、観測や理論研究に基づき噴火事象の分岐過程と観測データとの関係を明らかにし、事象分岐論理の構築を進めて、火山噴火の規模、推移、様式の予測を目指す。

(1) 地震発生長期評価手法の高度化

史料、考古データ、地質データ等と近年の観測データとを統合して得られる地震発生の繰り返し特性の多様性を加味し、地震発生長期評価の高度化のための研究を行う。プレート境界で発生する大地震については、観測データから推定されるプレート固着状態を考慮した数値シミュレーション等により、新たな地震発生の長期評価手法の開発を行う。

○大学及び海洋研究開発機構は、超巨大地震や連動型地震などを含めた地震発生サイクルの数値モデリングを行い、地震再来間隔と規模に多様性が生じる発震機構を明らかにするとともに、南海トラフや日本海溝、千島海溝などにおける大地震の発生パターンとの比較を行う。さらに、実際の地震発生履歴に類似した発生のパターンを再現できる複数のシナリオを用意して、地殻変動や津波などの観測データとの比較等により、モデルと観測との整合性を評価する。

○大学は、航空レーザー測量による数値標高モデルを利用して、活断層とずれ量のマッピングを実施する。変動地形に基づき活断層で発生する大地震のモデルを

構築する手法を開発し、活断層の活動特性を推定する。

(2) モニタリングによる地震活動予測

物理モデルに基づく数値シミュレーションと地震活動や測地データ等の観測データを比較することにより、プレート境界滑りの時空間発展機構の包括的理解を目指す。さらに、プレート境界滑りを予測する手法を開発する。また、地殻ひずみ・応力の変動を、断層滑りや広域応力場を基に推定し、地震・火山現象に及ぼす影響を評価する。統計的モデルを用いて、地震活動の予測実験を行うとともに、その予測性能を評価する。

ア. プレート境界滑りの時空間発展

- 大学及び国土地理院は、海陸の地殻変動観測データから、マイクロプレート運動や背弧拡大の効果を考慮に入れて、プレート運動とプレート境界における固着状態の推定を行う。大学及び防災科学技術研究所は、日本列島及び世界で発生する小～中規模相似地震カタログを作成し、その活動度からプレート境界における固着状態の時空間変化を高精度にモニタリングする手法を開発する。海洋研究開発機構は、長期坑内計測を含む海底ケーブルネットワークを中心としたリアルタイム・モニタリングシステムを構築・運用し、海底でのプレート境界の固着状態の時空間変化の即時的な検出に努める。海上保安庁は、海底地殻変動等の観測を強化し、プレート境界の固着状態の把握に努める。
- 大学、気象庁及び産業技術総合研究所は、日本各地で発生する各種ゆっくり滑りとそれに誘発される群発地震、低周波地震、低周波微動の活動を観測し、これらの時空間発展を明らかにし、ゆっくり滑りを含む多様な滑り現象との相互作用の理解を進める。大学、気象庁、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所及び海洋研究開発機構は、これら滑り現象のモニタリングと数値シミュレーションに基づくプレート境界滑りのモデル構築や地震発生予測を試みる。また、大学は、過去のデータの再解析を行い、ゆっくり滑りの発生履歴を長期にわたって調査し、ゆっくり滑りと大地震の発生サイクルとの関係を明らかにする。
- 大学及び海洋研究開発機構は、数値シミュレーションと地殻活動データとの比較により、現在のプレート運動を説明できる摩擦パラメータ等を推定するデータ同化手法を開発する。さらに、大地震発生前後に観測される地殻変動場を、このデータ同化手法に準即時的に適用する技術の開発を進める。ゆっくり滑りや東北地方太平洋沖地震前後の地殻活動を対象として、データ同化手法の検証実験を行う。また、東北地方太平洋沖地震後の地殻活動や南海トラフのプレート境界滑りを

対象として、予測の試行を行う。

- 気象庁、防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、海陸の地震観測網等から得られるデータなどを逐次的に解析することによりプレート境界滑りの異常を検知する技術や、将来発生する海溝型巨大地震の切迫度を評価する手法の開発を進める。産業技術総合研究所は、過去の南海地震前の地下水変化のメカニズム解明の研究を進める。

イ. 地殻ひずみ・応力の変動

- 大学は、高密度な観測によるデータを利用して、内陸で発生する地震の高精度な震源位置、発震機構解、相似地震のカタログを作成し、地震活動と応力場などの関係を明らかにする。また、複雑な断層構造と地震活動の関係を調べる。大学及び産業技術総合研究所は、微小地震や深部低周波微動の解析から応力の時空間変動を推定する手法を開発する。
- 大学は、鉱山等において、震源ごく近傍での絶対応力・ひずみ変化を測定し、応力と地震活動の関係を調べる。

ウ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

- 大学は、統計モデルや物理モデルに基づいて現在と過去の地震活動を評価し、将来の地震活動を予測し、観測データに基いて予測の妥当性を評価・検証する定量的予測・検証実験を継続する。同時に、大地震や巨大地震の確率的予測の検証方法を検討する。なお、日本全体の地震活動予測とともに、首都圏を含む関東地域などの限定された地域での地震活動の予測・検証実験も行う。先行現象に基づく予測の検証実験にも取り組む。
- 地球規模の広域な地震活動や、世界の様々な地域の地震活動の予測・検証実験を行うために、国際的な地震活動予測可能性共同実験（Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability : CSEP）に継続して参加する。世界標準の地震発生予測モデルや検証方法の改善、実験方法の改良にも貢献する。
- 大学は、断層の空間分布や地震活動履歴、余震活動などを考慮して、地震サイクルの中の地震活動の特徴の変化を明らかにする。また、世界の多様な地震活動を再解析して、各地域の地震発生場の階層構造の特徴付けを行う。これらの特徴を、既存の確率論的地震活動モデルに取り入れる方法を開発して予測を試行する。

(3) 先行現象に基づく地震活動予測

これまで報告されている地震に先行して発生したとされる現象について、地震発生との関係の有意性を統計的

に評価する。また、先行現象と地震発生を結び付ける物理・化学過程を明らかにし、先行現象と地震発生に関連を科学的に検証することを目指す。

- 大学は、地震活動や電磁気現象などの大地震に先行すると報告されている種々の現象について、現象と地震発生との相関を客観的に評価する。また、それぞれの現象の予測能力を定量的に評価する手法を開発する。
- 大学は、中・短期的な地震活動変化の客観的検出に基づいた大地震発生の予測モデルを開発し、その統計的評価を行う。また、最近世界各地で発見され始めた極微小な地震からなる前震活動の検出例を増やし、その特徴を調査する。岩石実験における試料の破壊や不安定滑りに先行する微小破壊についても、新たな計測方法による実験のデータを用いて再検討し、大地震の前震活動との対応も考慮して、その特徴を明らかにする。
- 大学は、全国の放射線管理施設の協力の下、大気中ラドン濃度のデータを広範囲に収集・分析し、地震・火山噴火・ゆっくり滑り・地殻ひずみなどの活動と比較する。また、地震に伴う電磁気現象の観測を ULF, VLF, VHF 帯にわたり総合的に行い、さらに、衛星データも利用して、電磁気現象と地震発生との関係について統計的に検証するとともに、その発生メカニズムの追及のため地圏、大気圏、電離圏結合に関する観測研究を行う。地下水に現われる地震の先行現象の発生機構をモデル化し、観測によって検証する。

(4) 事象系統樹の高度化による火山噴火予測

これまで作成してきた幾つかの火山の噴火事象系統樹に、最新の噴火履歴の情報や、マグマ供給系の進化に関する知見を加え、噴火事象系統樹の高度化を行う。現在の火山学的知見及び本研究計画から得られる成果に基づいて、火山噴出物の特性や観測データと、噴火事象の分岐の関係からその機構を明らかにし、噴火予測に結び付く事象分岐論理を構築する。

- 大学及び産業技術総合研究所は、噴火履歴・推移、マグマ供給系の時間変遷、及び地球物理・地球化学観測研究の成果に加え、実験等で得られた物理モデルを導入することにより、これまでに作成されてきた噴火事象系統樹の高度化を目指す。また、浅間山、十勝岳及び阿蘇山の噴火事象系統樹を作成する。さらに、富士山や低頻度大規模噴火について噴火事象系統樹を試作し、データの整理と作成上の問題点を洗い出す。
- 大学は、火山噴火の発生や規模、様式、推移の予測や中長期的な火山活動の変化の予測を目指し、地震・地殻変動・電磁気現象などの地球物理学観測、火山ガスや火山噴出物の物質科学的解析、理論・実験研究の成果などから、噴火事象及び火山活動の事象分岐論

- 理を構築する。その際、海外の火山の例も参考にする。
- 防災科学技術研究所は、火山の噴火様式や推移予測、火山活動分岐判断のため、基盤的火山観測網によるデータの解析、噴火予測システムの開発、数値シミュレーション技術の開発、及び国際火山データベース WOVODat の運用により、火山活動分岐判断に資する研究を実施する。

3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

地震・火山噴火という自然現象が引き起こす地震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの「災害誘因」が、自然・社会の「災害素因」に働きかけ、その作用・影響が顕在化して災害が発生するという視点から、地震・火山噴火による災害誘因の自然素因への作用、社会素因への影響、社会的影響の波及効果を総合的に研究する。このため、理学、工学、人文学、社会科学などの専門知を有機的につなげた複合学術領域として研究を推進し、成果を効果的に社会還元する。地震・火山噴火の災害事例の研究や、地震・火山噴火の災害発生機構の解明を進めるとともに、地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法や即時予測手法についても研究を進める。また、災害軽減のための情報発信について研究を実施することにより、防災・減災に貢献する。特に、災害情報の高度化のためには、関連する多くの研究分野の研究者や行政機関と連携し、地震・火山現象や災害の基礎情報の啓発や予測情報の利用方法に関する研究も行う。

(1) 地震・火山噴火の災害事例の研究

強震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの災害誘因が、地形・地盤など災害の自然素因のみでなく、災害への曝露人口、建造物の脆弱性、社会の回復力などの社会素因とどう結び付いて災害を出現させたかを、近代的な観測や調査データ、近代観測開始以前の史料に残る地震・津波・噴火の記載に基づき長期的視野をもって明らかにする。近代的な観測・調査データや史料より、地震・火山災害の特性や地域性を明らかにし、データベース化を図るとともに、地震・火山噴火による災害と社会環境の関係を明らかにする。さらに、国内外の事例研究により社会の地域的特性と地震・火山災害との関係を明らかにする。

- 大学は、近代的な観測や調査データ、近代観測開始以前の史料データベースなどの解析から、歴史時代の地震・津波・火山噴火における対応や教訓などを多角的に分析するとともに、自然災害史の立場から今後の防災・減災施策に有用な知見を得る。また、地域特性を持つ過去の災害事例について、その災害誘因を明らかにする。

○我が国だけでなく、海外の災害の事例を収集して、異なる社会的環境での地震・火山噴火がもたらす災害誘因の影響を解明する。

(2) 地震・火山噴火の災害発生機構の解明

地震・火山噴火がもたらす災害誘因が災害素因に与える作用力だけでなく、自然環境や社会が受ける損傷、破壊などの影響、災害による経済機能の低下、被害拡大、社会混乱などの社会・経済的影響の波及効果を検証し、災害発生機構を解明する。それらの誘因と素因の関係において、二次災害の抑止、被害の軽減化、社会混乱の防止などの防災・減災に資するための誘因研究の新たなモデルを構築する。特に、社会的影響の大きな首都圏など大都市圏で想定される地震災害については、災害発生機構を重点的に解明する。

○大学は、強震動が増幅され、人口密度が高い場合が多い堆積平野・堆積盆地などを対象にして、地震災害の素因と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析し、災害を制御する要件を明らかにする。特に、首都圏や阪神圏などの大震災の可能性に関する研究を進める。

○大学は、誘因の原因となった地震や火山噴火と被害の地理的分布との関係を調べ、脆弱性概念と結び付けて災害要因（素因と誘因）を分析する。高知県、三重県、静岡県等、南海トラフの巨大地震被害が想定される地域を対象に住民の意識調査などを行い、地域の課題解決の筋道を見出す。

(3) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

断層破壊過程の推定や伝播過程の計算手法改良などにより、地震動と津波の事前評価手法の高度化を行う。火山噴火や山体崩壊による津波についても検討する。また、甚大な被害を及ぼす強震動や火山噴火が引き起こす地滑り現象の発生ポテンシャル評価と事前評価手法の高度化を行う。

○大学及び産業技術総合研究所は、過去のプレート境界型地震や内陸地震などによる強震動や長周期地震動・津波災害の発生要因の検証に基づいて、震源断層モデルや堆積盆地などの地下構造モデルの高度化を進めるとともに、それらに立脚した広帯域強震動・津波評価手法を研究する。

○大学は、地震動や火山噴火に伴って発生する地滑り現象について、地形・地質的要因の調査・分析、地震動観測、シミュレーションなどを行い、発生のポテンシャル評価と事前評価手法の高度化を進める。

(4) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

地震発生後の地震波・津波などの観測データや、それ

らから速やかに推定される震源特性を用いて、強震動と津波の即時予測手法の高度化を行う。火山噴火の特性の即時推定や、それらによる様々な災害の予知につながる方法を検討する。また、火山灰の監視技術の向上と、数値シミュレーションを用いた予測方法の高度化を図る。

○大学、気象庁及び国土地理院は、大地震の即時的規模・断層面推定と高精度津波即時予測のため、GNSS 観測データ、地震観測データ、沖合地震津波観測網の津波観測データ、津波が生成する磁場観測記録などを活用し、海陸の地殻変動を自動検知する技術を高度化する。また、発震機構や断層面上の滑り量分布や余震分布を早期に自動推定する手法を開発する。大学及び気象庁は、即時的地震、地殻変動、津波波形情報などにより、地震動や津波などを高速かつ高精度に予測する手法を開発する。

○大学は、定量的降灰予測に資する、爆発的噴火に伴う火山灰噴出率、噴煙柱の到達高度や粒子密度の時空間変化を、GNSS データの準即時的解析やレーダー観測、数値シミュレーションなどにより推定する方法を構築する。気象庁は、レーダーや衛星などを用いた噴煙などの観測手法の高度化、移流拡散モデルによる降灰・噴石の数値予測手法の高度化、地震・空振・地盤変動データを用いた噴火規模の把握方法の開発を行う。

(5) 地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化

平常時における「災害啓発情報（特に、地震・火山噴火に関わる科学的情報）」、発災直前の「災害予測情報」、発災直後の「災害情報（特に、地震・火山噴火がもたらす二次自然災害の可能性）」、復旧・復興期の「災害関連情報（特に、当該災害を受けて今後の災害発生の見通し）」など時には不確実さを伴う情報を災害軽減に有効に役立てるための方法を検討し、災害素因の影響も考慮したりスク・コミュニケーションの方法論を研究する。

○大学は、地震の長期評価、強震動ハザードマップなどの災害情報が災害軽減に有効に活用されるための情報コミュニケーション手法について研究する。

○大学は、桜島火山等をモデルケースとして、火山噴火事象系統樹及び火山活動の分岐論理を避難計画の立案・実施などの地域防災対策などに反映させる方策について研究する。

○大学は、地理空間情報を活用し、土地利用や人口、避難施設などの地域情報や住民の避難行動、災害関係の情報流通などを分析し、地域開発と災害に対する社会脆弱性との関係を明らかにする。

○気象庁は、最新の研究成果、技術の進展や社会要請等を踏まえて実施する津波警報、緊急地震速報、長周

期地震動に関する情報、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、研究の推進に資する。

4. 研究を推進するための体制の整備

観測研究の成果を国民の防災・減災に効果的に役立てられるように、行政機関等の関連機関との連携の下に、適切な計画推進体制を整備し、計画を推進する。地震火山現象の理解とその予測研究に必要な、基盤となる観測網の維持・拡充を進め、データを継続的に取得するとともに、膨大なデータを効率的に運用できる体制を検討する。発生すると甚大な被害をもたらす低頻度で大規模な地震・火山現象を十分に理解して災害の軽減を図るには、防災研究に関連する工学、人文・社会科学の研究分野との連携が不可欠であることから、総合的かつ学際的な研究を進める体制を構築する。また、長い時間間隔で発生する地震・火山噴火を対象とした研究の継続的な推進や研究成果の適切な利活用のために、長期的視点に立ち人材を育成する。さらに、観測事例を増やすために国際的な共同研究を推進するとともに、国際交流を進め、各国の防災研究を学ぶことにも努める。

(1) 推進体制の整備

社会の中の科学としての観点から、地震・火山防災行政、自然災害研究の中で本計画がどのように貢献すべきかを十分に踏まえた上で計画を推進する体制を整備する。計画の推進のためには、進捗状況の把握、計画の達成度の評価、計画実施に関する問題点と今後の課題の整理を常に行う必要がある。また、各機関の実行計画に関する情報交換及び協力・連携方策の検討を行い、成果が効果的に利活用される仕組みを構築することも重要である。以上の点を考慮し、計画を推進する体制を強化する。

- 地震・火山防災行政、防災研究全体の中で本計画がどのように貢献すべきかを十分に踏まえた上で実施計画を立案する。特に、地震本部の策定する「新たな地震調査研究の推進について」との整合性にも留意する。
- 地震火山部会は、学術的な研究の動向にも配慮しつつ、各年次の計画立案、進捗の把握、取りまとめを行い、毎年の研究成果を取りまとめて公表するとともに、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、成果について地震本部と情報交換し、「新たな地震調査研究の推進について」との整合性を確認する。なお、各年次の計画の立案にあっては、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。
- 本計画は、地震学と火山学を中核とし、防災学に関連

する工学や人文・社会科学の研究者が参加する総合的な学際研究として推進することから、学術的な災害研究関連組織との連携が不可欠であり、推進体制を一層強化する必要がある。そのためには、研究推進体制の抜本的改革を目指した制度設計を、大学の地震・火山噴火予知研究協議会を中核として行う。

- 「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とは、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、拠点間連携を図る。
- 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。

(2) 研究基盤の開発・整備

日本全国に展開される地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤を維持するとともに、近年新たな研究成果が得られている海域や火口近傍などにおける観測体制を強化する。観測データ等の基礎的資料、構造モデルやソフトウェアを含む研究成果、観測データの自動解析結果をデータベース化し、これらを共有することにより効率的に研究を進める。これらの観測網による大量の地震・火山観測データを効率的に流通させるためのシステムを構築する。また、関連機関が連携して効率的に臨時観測等を行う体制を整える。海域や火口近傍などの観測困難域において使用可能な観測機器開発を行うとともに、宇宙技術による地殻活動や地下状態のモニタリング技術の高度化を図る。

ア. 観測基盤の整備

- 防災科学技術研究所は、基盤的地震観測網について安定的な運用を継続するとともに、日本海溝海底地震津波観測網の整備・運用を行い、良質な観測データの取得・流通を図る。また、重点的に観測を強化すべき火山について観測施設の整備・運用を行う。これにより得られる観測データについては、全国の大学が運用

する観測網のデータとの共有化を進める。

- 大学は、全国の陸域、海域及び火山周辺に設置された地震・地殻変動などの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。
- 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、GNSS 連続観測（GEONET）による地殻変動連続観測を継続的に実施し、南海トラフ巨大地震の想定震源域において地殻変動連続観測、絶対重力観測、及び水準測量を行う。また、局所的な地殻変動を詳しく捉えるために水準測量、GNSS 測量、重力測量、自動測距・測角装置などによる観測を行う。全国を網羅する密度での地磁気の連続観測と富士山中腹における全磁力の連続観測を行う。陸域観測技術衛星 2 号（ALOS-2）等を利用した SAR 干渉解析を定期的に行い、地震・火山活動などに関連する地殻変動情報を整備・更新する。
- 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、地殻変動に伴う地盤の上下動を連続的に検知するとともに、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引き続き公表する。
- 国土地理院は、航空機 SAR により全国の活動的な火山の火口等の地形測量を実施し、活発な噴火の際には地形変化を明らかにする。また、地殻活動が活発化した地域等において GNSS 火山変動リモート観測装置による連続観測及び重力観測を行う。また、超長基線電波干渉法（VLBI）測量を実施し、国際地球基準座標系（ITRF）に基づいた位置基準を維持管理して、各観測局の位置情報の算出と日本列島の位置基準の高精度化を行う。
- 気象庁は、噴火警報等の情報の発表のため、火山噴火予知連絡会において選定された、火山防災のために監視・観測体制の充実などの必要な 47 火山について、監視観測を継続するとともに、それ以外の火山も含め、火山活動に変化が生じた場合などに、必要に応じて火山機動観測を実施し、関係機関の協力も得ながら監視体制の強化を行うことにより、研究の推進に資する。さらに、地殻の活動や火山活動を的確に検出す

るため地磁気の基準観測と、日本全域の全磁力分布の解析に資するための全磁力精密観測を継続する。

- 海上保安庁は、東北地方太平洋沖地震震源域や日本海溝及び南海トラフ沿いの海溝で、海底地殻変動観測を実施するとともに、プレート境界域等において海底変動地形等の調査を実施する。また、伊豆諸島海域において GNSS 連続観測を実施するとともに、DGPS 局のデータを利用して地殻変動を検出する。さらに、海域火山において航空機や無人測量船等などによる機動的観測や人工衛星によるリモートセンシング技術を活用した観測を実施し、船舶の安全航行確保のため、必要に応じて迅速に航行警報等による情報提供を行う。
- 産業技術総合研究所は、南海トラフ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。

イ. 地震・火山現象のデータベースとデータ流通

- 気象庁は、全国地震カタログを作成するとともに、発震機構解析及び大地震時の震源過程解析を実施し、それらの成果の公表を継続する。過去に遡った震源決定を行うとともに、大学等による検測値を取り込み、総合的な地震カタログの作成を継続する。
- 国土地理院は地殻活動総合解析システムのデータベース（水準測量、GNSS 連続観測（GEONET）、潮位観測）を維持・更新するとともに、ユーザーインターフェースの改良や機能拡張を行う。また、監視・観測体制の充実などが必要とされた火山を対象に、火山防災に資する基礎的な地理空間情報を整備する。さらに、全国活断層帯情報（都市圏活断層図）を整備する。GNSS 連続観測の観測点やデータの所在などの情報を一元的に得ることのできる GNSS データクリアリングハウスを維持管理し、GNSS データの流通に寄与する。
- 大学は、ひずみ・傾斜データ全国流通システムを GNSS データ等にも拡張し、震源・津波・火山噴火の即時推定などに利用できる基盤データを整備する。また、機動的な臨時観測で取得する多項目のデータを即時的に流通、処理、管理するシステムを開発する。さらに、過去に取得した地震、地殻変動、電磁気、火山ガスなどの観測データや、地震波速度構造モデルや解析ソフトウェアを含む本計画の研究成果をデータベース化し、計画参加者が共有できるシステムを構築する。
- 海上保安庁は、海域火山基礎情報図の作成を継続し、海域火山データベース等の高度化を図る。
- 産業技術総合研究所は、地震・火山に関するデータベー

スを引き続き更新・運用する。アジア・太平洋地域の地震・火山災害情報に関するデータベースを、住民が容易に利用できるようにするため、ワークショップの開催等により意見を集約し、課題解決に努める。

- 気象庁は、地磁気基準観測及び全磁力精密観測の成果を引き続きデータベース化し、迅速に公開するとともに、国際的なデータセンターに提供する。

ウ. 観測・解析技術の開発

- 大学は、海底に設置する広帯域地震計の精度向上、海底面の上下変動や傾斜を測定するセンサーを面的に展開する技術の実用化に向けた開発を行う。また、巨大地震の滑り域での観測を可能にする超深海域の測地観測の技術の開発や海域観測網の高度化を進める。
- 大学は、光技術等を利用し、地下深部の高温下において地震・地殻変動などを総合的に観測できる装置の開発を行う。また、高密度アレイ観測や臨時観測に利用できる小型のひずみセンサーの開発を行う。
- 大学は、噴火時に火口撮影や火山ガスの採取、各種観測を火口近傍で安全に実施する技術開発を行う。火山浅部の構造を高分解能で得られる宇宙線(ミュオン)を利用した観測装置の開発を進める。また、人工衛星を利用したリアルタイム火山観測システムの高度化を進める。
- 大学は、地震・火山噴火発生場におけるひずみの変化、地殻内流体の移動などによる微小な地震波速度構造の時間変化を捉えるための探査技術の開発を進める。
- 海上保安庁及び大学は、GPS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測の一層の高度化を進め、従来よりも短時間で2~3センチメートルの観測精度が得られるよう、効率的で安定した計測技術の開発を行う。
- 国土地理院は、電子基準点観測データの誤差特性を総合的に分析する手法を開発し、GNSS連続観測網の地殻変動情報を高度化する。GPS以外の測位衛星への対応を進めるとともに、急速に進行する地殻変動の時間推移を精度良く推定する技術開発を行う。
- 大学及び防災科学技術研究所は、宇宙航空研究開発機構と連携して航空機 SAR データの高度利用による火山活動モニタリング手法の開発を行う。
- 情報通信研究機構は、航空機搭載及び地上設置の先進的なリモートセンシング技術の開発をとおして、地震及び火山の被害状況把握やモニタリングの技術開発を行う。
- 国土地理院は、GNSS データを利用して SAR 干渉画像内に含まれる電離圏の影響による誤差を低減する手法の開発を行う。国土地理院及び防災科学技術研究所は、複数の SAR 画像を用いる干渉 SAR 時系列解析

の技術開発を行い、地殻変動計測の精度向上を図る。また、これまで計測できなかった衛星進行方向の地殻変動成分の計測技術について研究を行う。

- 海洋研究開発機構は、大学、宇宙航空研究開発機構と連携して、海底地殻変動観測技術の開発、構築と運用、深海型のシステムの開発を行う。
- 防災科学技術研究所は、火山ガス・温度等の把握を目的とした航空機搭載型光学センサーの観測・解析技術の開発を進める。また、気象災害に関する研究と連携し、噴煙災害予測の高度化を目的とした噴煙観測技術の開発を進める。

(3) 関連研究分野との連携の強化

本計画が災害科学の一部として機能すべきであるという観点から、理学だけではなく工学、人文・社会科学などの関連研究分野との相互理解に努め、連携を強化する。地震や火山噴火現象の推移を理解して予測するには、近代的な観測の行われている期間が短すぎることから、過去の事例を調査する歴史災害研究を行うことが重要であり、歴史学や考古学との連携を進める。また、成果が効果的に防災・減災に役立てられるように、防災研究分野との連携も進める。

- 近代的な観測の実施された期間を超える長期間の地震や火山噴火現象の推移を理解して、予測に役立てるとともに、歴史上重要な災害の研究を行うために、歴史学との連携を強化する。歴史学、考古学、地震学、火山学、地質学などとの学際研究は、長期的な見通しをもって行われる必要がある。このため、過去の地震と火山災害の史料、考古データを収集、集積し、地形・地質データと共に分析するために必要な歴史災害研究を行う組織の設立や研究者養成の方策を検討し、地震・火山災害軽減のための学際研究の推進に努める。
- 災害科学に貢献すべきであるという認識から、理学だけではなく工学、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。このために、実施計画の立案、実施、成果報告の各段階で、関係研究分野の研究者の参画の仕組みを構築する。
- 大学は、日本史史料の研究資源化に関する研究拠点と共同研究を始める。また、考古学との連携は新しい取組であり、全国の考古学の研究拠点である奈良文化財研究所と協力するなどし、考古学的な地震・火山噴火痕跡の調査・分析の方法について既存の学術領域を越えた議論を行い、そのデータ蓄積に着手する。

(4) 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・火山噴火の発生予測の方法の構築とその検証のために、長期的な視点に立った人材の育成が不可欠である。その際、基礎的な学術分野だけでなく、観測や地質調査のフィールドワーク技術等の幅広い技術を習得した人材を、世代を超えて継続的に育成する必要がある。さらに、地震・火山災害の軽減を効果的に進めるため、地震・火山の専門教育を受けた人材が防災・科学技術に係る行政・企業・教育機関に携わる必要がある。このような観点から、複数の教育・防災業務機関が連携し、観測研究を生かした教育活動を継続して、若手研究者、技術者や、防災業務・防災対応に携わる人材を育成する。

- 数十年から数百年を超える時間スケールを持つ地震・火山現象の理解と、地震・火山噴火の発生予測の方法の構築とその検証を行うために、継続的な人材育成を行う。その際、物理学、化学などの基礎的な学術分野だけでなく、観測や地質調査などのフィールド調査、観測機器の開発や数値計算技術などの幅広い技術が習得できるよう留意する。
- 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確保するため、若手の准教授、助教等のポストの確保や、ポストドクターの年齢制限等採用要件の柔軟な運用、民間企業等との共同研究を通じた就職先支援等の具体策を講じるよう努力する。また、若手研究者の研究資金を確保するため、国において、特に若手研究者を対象とした競争的研究資金制度等の充実を期待する。
- 地震・火山の専門教育を受けた者が防災行政に携わることは、地震・火山防災を進める上で有効である。全国の大学や関連する行政機関が連携し、計画の推進による成果を若手・技術者と共有し、防災行政に携わる人材を育成する。
- 本計画による地震や火山噴火の災害科学に関する成果を公表する成果報告会を毎年開催して、地球科学の専門家の研究推進や防災業務の改善に資する情報を提供する。

(5) 社会との共通理解の醸成と災害教育

国民や行政機関の担当者などに、防災・減災に関連する地震・火山現象の科学的知見や、現在の地震・火山の監視体制、予知や予測情報の現状を正しく認識してもらうため、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。その基礎として学校教育や社会教育などに、地震・火山噴火についての豊富で体系的な情報を、自然科学的知識のみでなく、災害史や防災学など人文・社会科学分野の

知識も含めて提供する。

- 行政機関の担当者や国民に、防災・減災に関連する地震・火山現象の科学的知見や、現在の地震・火山の監視体制、予知や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。
- 自治体の担当者や住民に公開講座や公開講義を実施しながら、地震・火山現象の科学的知見や監視体制、予測情報の現状を分かりやすく伝えるための活動を推進する。また、災害対策に必要な情報を火山情報に連動させて収集・統合させてリアルタイムで表示するシステムを利用し、地方自治体や住民に火山防災対策の重要性を伝える。
- 気象庁は、全国の気象台などで推進する地震・津波・火山に関する防災啓発活動において、専門家、関係機関、教育機関と連携し、防災担当者、国民、児童などに対して、監視体制等の現状、防災情報の利活用とともに、地震・火山の研究成果について社会に分かりやすく伝える。
- 地震予知連絡会は、議事公開、重点検討課題などの検討内容の Web 配信などを通じて、モニタリングによる地殻活動の理解の状況、関連する観測研究の現状を社会に伝える。また、地震活動の予測手法の現状を報告、検討することで、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、防災・減災に資する。

(6) 国際共同研究・国際協力

地球規模で発生する地震・津波、火山災害を、国際的な防災・研究機関と連携して研究する取組を強化する。日本だけでなく海外の他の地域の事例を研究する国際的な共同研究を行う仕組みを整備して国際交流を進め、各国の防災研究に学び、幅広い知見を得ることによって低頻度の災害の研究を行う。特に、欧米や地震・火山噴火が多発する国との共同研究やデータの交換を進め、国際的なデータベースの構築に協力し、それを生かした研究を推進する必要がある。さらに、開発途上国における地震・火山災害の防止・軽減に国際貢献するための体制の維持・整備を行う。

- 低頻度の災害の研究をするために、国際的な共同研究によって海外の他の地域の事例を研究する。同時に、災害の軽減という観点から、本計画の成果を海外、特にアジア諸国の地震・津波、火山災害の軽減に役立ててもらおう取組を行う。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ゆっくり滑りの発生メカニズムの解明を目指して、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継続的に実施する。

- 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、アジア太平洋地域 (キリバス、インドネシア、フィリピン) における GNSS 観測を継続して、現地機関への技術移転を行うとともに、これらの地域で発生する主な地震・火山噴火などに関連する地殻変動の検出を SAR 干渉解析により行う。
- 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、日本周辺のプレート運動を把握する。
- 大学は、海外の優れた地震・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。その際、本計画で構築するデータベースは、国際的な学術交流を促進するように、海外の学術データベースとの整合性にも十分配慮して設計する。
- 大学は、中国史料を中心に東アジアにおける地震・火山災害史料のデータを集積・研究するなど、東アジア及び世界の地震・火山災害に関する共同研究を進める。

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第 2 次) の推進について (建議)

2019 年 1 月科学技術・学術審議会

序文

我が国では、阪神・淡路大震災や東日本大震災のような巨大な災害をはじめ、平成 3 年の雲仙岳噴火災害、平成 26 年の御嶽山噴火災害、平成 28 年熊本地震による災害など、地震や火山噴火による災害にたびたび見舞われてきた。地震や火山噴火の発生は今後とも避けることはできないが、これらによる災害を軽減するためには、地震や火山についての科学的理解を進展させるとともに、これらが原因でもたらされる災害についても研究を進める必要がある。

科学技術・学術審議会では、研究者の内在的動機に基づく地震や火山に関する学術研究を推進し、この成果を活用することにより災害の軽減に貢献することを目標として、平成 25 年 11 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」(平成 26～30 年度の 5 か年計画)を建議し、関係機関においてこの計画に基づく観測研究が実施されてきた。

このたび、災害の軽減に貢献することを目標とする考え方をさらに推し進めるべく、平成 31 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 2 次)」を取りまとめた。

本計画では、地震や火山現象の解明と予測に関する理学的研究を地震・火山災害に科学的に対処するための基礎と位置づけて引き続き発展させるとともに、災害の軽減に貢献することを意識した研究を推進するという視点をより明確にし、関連研究分野との一層の連携強化や観測研究の成果を活用して災害軽減に役立てるための方策の研究等を進めていくこととしている。計画の推進にあたっては、政府の地震調査研究推進本部など、関連する組織やプロジェクトとの連携をさらに進めて、学術研究の成果をもって社会に積極的に貢献することを目指していく。

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

地震や火山噴火による災害に頻繁に見舞われてきた我が国では、こうした災害による被害の軽減を目指して、地震や火山噴火についての観測研究が進められてきた。地震や火山噴火の発生位置、規模、時期を精度良く予測することを目指して、昭和 40 年から地震予知計画が、

昭和 49 年から火山噴火予知計画が、複数次の 5 年計画として推進された。地震予知計画については、平成 7 年の阪神・淡路大震災を契機に総括し、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、それまでの方針を転換し、地震発生の物理過程の解明とモデル化に基づいて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」を平成 11 年度から開始した。この計画では、観測・実験事実や物理モデルに基づく地震発生モデルの構築が進められ、モデルと観測データの定量的な比較ができるまでになった。

火山噴火予知計画については、研究成果の蓄積により観測体制が整備され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。また、マグマ供給系・熱水系のモデル化やマグマの上昇・脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進展した。平成 21 年度からは、地震と火山噴火は海洋プレートが日本列島下に沈み込むという共通の地球科学的条件の下で発生するものであり、観測研究手法にも共通する部分があることから、地震予知と火山噴火予知の計画を統合し、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」を開始した。

このように、これまでの長年にわたる計画により、地震・火山観測体制の整備が進み、地震や火山噴火の発生機構など現象の理解は進んだが、信頼性の高い予測は簡単ではないことも明らかになっている。地震現象については、大地震の長期評価には大きな不確実性がともなうとともに、大地震の短期的な発生予測の実現には至っていない。火山現象についても、噴火の規模や様式、推移の予測はある程度経験則が成立する場合以外は依然として困難な状況である。

平成 23 年には東北地方太平洋沖地震が発生し、主に津波により、死者・行方不明者が約 2 万人にのぼるなどの大きな被害もたらされた。それまでの観測研究計画では、プレート境界大地震については多くの研究が行われていたが、我が国周辺においてマグニチュード 9 に達するような超巨大地震が発生する可能性は十分に検討されず、津波などの災害誘因の研究も不十分であった。この反省を踏まえて計画の見直しを行い、超巨大地震に関する当面の観測研究を推進することを主な内容とした計画を平成 24 年 11 月に建議した。しかしながら、5 年計画の 4 年目での見直しであったため、東日本大震災の発生で明らかになった課題の全てに対応することは難しく、抜本的な見直しは平成 26 年度からの計画に持ち越された。

平成 24 年 10 月に「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の外部評価がまとめられ、地震や火山噴火を科学的に理解し、適切な防災・減災につなげていくための観測研究に対する社会的な要請は極めて強いとさ

れた。一方で、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いないことが指摘され、国民の命を守る実用科学としての地震・火山観測研究の推進、低頻度大規模な地震及び火山噴火の研究の充実、計画の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。この外部評価結果や、地震・火山学分野だけでなく防災学分野や人文・社会科学分野を含めた総合的かつ学際的研究の必要性が指摘された「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）を受けて、平成 25 年 11 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」が建議され、平成 26 年度から実施されてきたところである。

1-2 地震火山観測研究計画の位置づけ

地震や火山噴火に関する新たな観測・解析手法の開発や、新たな地球科学現象の発見とモデル構築の多くは、研究者の自由な発想に基づく学術研究によって進展してきた。本計画は、このような研究者の内在的動機に基づく学術研究を推進し、その成果に基づき地震・火山噴火による災害の軽減に貢献することを目的としている。その実現のため、全国の大学、行政機関、国の研究機関等が連携して、本計画に基づく様々な観測研究を実施している。

一方、我が国の地震の調査研究は、阪神・淡路大震災後に設置された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。地震本部が推進する調査研究は、政府が設定する目標などに基づく戦略研究や政府の要請に基づく要請研究であり、既に確立している手法に基づいて実施され、成果についての見通しが立ちやすい内容となっている。こうした地震本部の調査研究の科学的・技術的な裏付けとなるのが、本計画による基礎的研究であり、地震本部の調査研究が今後も持続的に高度化されるためには、地震調査研究における課題を理解した上での学術研究が必要不可欠である。地震本部による「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（平成 21 年 4 月、平成 24 年 9 月改訂）では、地震の調査研究は、科学技術・学術審議会測地学分科会（以下、「測地学分科会」）での議論の上で策定されてきた本計画による基礎的研究の積み重ねに基づいて実施されており、基礎的研究の進展なしには達成できないと述べられている。今後の地震調査研究についても、本計画による基礎的研究の成果を取り入れて推進していくことが

必要とされており、地震調査研究の高度化のためには、本計画は極めて重要な役割を担っている。また、本計画

による基礎的研究の成果は気象庁による防災情報などにも活かされており、基礎的研究の成果をより有効に活用するために、地震本部や行政機関等との連携を一層強化することが重要である。

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、平成 28 年度より本計画の基礎的研究の成果等を科学的・技術的な裏付けとして、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」を実施している。今後も、こうした国等の施策と連携しながら計画を実施していくことが重要である。

2. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」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」の成果

平成 26 年度からの計画である「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」では、従来の地震や火山噴火の発生予測に重点を置く考え方から、地震・火山噴火の予測を目指す研究に加えて地震・火山噴火による災害誘因予測の研究も行い、国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として計画を推進するという方針転換を行った。この計画には、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学分野の研究者、近代観測以前の地震・火山噴火の解明のために歴史学・考古学分野の研究者が新たに参加し、従来からの地震学・火山学研究者との連携により、地震・火山現象の理解にとどまらず、地震・火山噴火による災害を知り、研究成果を災害の軽減につなげることを目指して実施されてきた。

計画開始以降、関連研究分野間の組織的な連携が進められ、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が拠点間連携共同研究を推進し、理工連携による南海トラフ巨大地震のリスク評価のための研究などを実施している。また、地震研究所と史料編纂所により、地震火山史料連携研究機構が東京大学に設置され、近代観測以前の地震・火山噴火を解明するため、歴史記録の網羅的な分析・データベース化を開始した。計画に参加する大学が連携して計画を推進するために設置されている東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会（以下、

「予知研究協議会」）には、平成 28 年度から行政機関や国立研究開発法人も含め、計画に参加する全ての機関が参加し、より強い連携の下で計画を推進する体制が整った。

地震・火山噴火に対する防災・減災に貢献するための基本となる地震・火山現象の解明と予測のための研究では着実に研究成果が得られている。南海トラフ沿いにおいて、海底地殻変動観測等によりプレート境界の固着状況の詳細が明らかになり、次の巨大地震の震源域推定に有用な成果が得られた。平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生前に、プレート境界でゆっくり滑りが発生し地震活動にも影響を及ぼした可能性が指摘されるなど、地震に先行して発生する現象の理解が進んだ。また、噴火の際の観測データや地質調査結果などに基づき、複数の火山について、起こりうる火山活動や噴火現象を時系列的にまとめた噴火事象系統樹の高度化が進み、噴火警戒レベルの設定や避難計画などの策定の際に科学的知見として活用されることが期待されている。新たに取り組んだ災害誘因予測の研究では、地震や火山噴火の発生直後に、地震や津波の規模、火山噴火の状況を実時間で把握し、さらに降灰の即時予測に役立てるための研究などが進展した。これらは、地震学・火山学の研究成果が災害軽減に直接的に貢献できる成果である。

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、総合的な研究を実施し、地震・火山に関する理学的研究成果を災害軽減につなげるための手法開発等の研究を異なる分野の研究者が連携して取り組んでいる。

平成 26 年度からの 5 か年計画の実施期間中、平成 26 年 9 月の御嶽山噴火や平成 28 年 4 月の熊本地震が発生し、大きな災害をもたらした。御嶽山噴火については、噴火直前に急激な山体膨張を観測し、比較的規模が小さい噴火であっても直前予測の可能性を示したほか、噴火前の火山活動の変化と応力場の関係が明らかになった。また、火山災害情報の在り方に関して住民への調査を行うなど、文理融合研究が実施された。熊本地震については、前震から本震に至るまでの過程が地震活動と地殻変動により詳細に解明されたほか、大きな被害をもたらした地滑りの発生過程の解明や避難行動に関する調査など、地震現象の解明研究のみではなく、地震による災害に関する研究が行われた。なお、御嶽山については、戦後最大の噴火災害をもたらしたことを受け、平成 26 年 11 月に「御嶽山の噴火を踏まえた今後の火山観測研究の課題と対応について」が測地学分科会地震火山部会によってまとめられ、今後の火山観測研究の体制や方向性、戦略が検討された。

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」における課題とその対応

地震学・火山学の研究成果を災害軽減につなげるために、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者と連携して推進するという方針転換後の最初の5か年計画である「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」のもとで、これまでに述べたように、分野連携で計画を推進するための様々な取組を行い、災害軽減につながる研究成果も出始めている。しかし、異なる研究分野の研究者が互いの研究について十分に理解するには時間がかかるため、異分野間の連携研究は萌芽的な内容が多いのも事実である。

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の実施状況等のレビュー報告書（平成29年1月）などの資料に基づいて、平成29年7月にまとめられた外部評価では、防災・減災に貢献するための基本となる地震・火山現象に関する基礎的知見を生み出し、社会的波及効果の期待できる研究成果もあらわれてきており、災害の軽減に貢献する方向へ方針転換したことは適切と評価された。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ていく必要があるとされた一方で、今後改善すべき点として、以下の指摘があった。

- ・災害の軽減に貢献することを意識した研究の一層の推進
- ・理学、工学、人文・社会科学の研究者間のより一層の連携強化
- ・研究目標と目標に対する達成度の明確化
- ・社会や他分野の研究者が本計画に求めるニーズの把握、ニーズに合致した研究の推進
- ・火山の観測研究を安定して実施する体制の整備

これらを踏まえ、次の5か年計画において、地震・火山研究を「国民の生命を守る実用科学」と位置づける考え方をさらに推進していく。関連研究分野の研究者間の連携を一層強化することにより、災害軽減につながる連携研究の成果を得ることを目指す。研究目標と目標に到達するまでの道筋を示すとともに、特に重点的に取り組む研究については、5年間の計画中に達成を目指す内容を明示する。地震・火山研究の成果を災害軽減に活かすためには、研究成果を社会に広めることが必要であることから、これを有効に実施するための文理融合研究を新たに始める。

3. 地震火山観測研究の長期的な方針

3-1 基本的方針

地震や火山噴火が多発する我が国において、地震、火山噴火及びこれらによる災害を科学的に解明することにより、災害軽減に貢献することを目指して、地震・火山

の観測研究計画を推進する。そのために、地震学、火山学を中核として、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者が連携して、地震・火山現象を解明し、それらの予測の高度化を進めるとともに、その成果を活用して災害軽減に役立てるための方策を研究する。

地震や火山噴火が、どこで、どの程度の頻度で発生し、その発生機構はどのようなものであるかを解明することは、これらによる災害に科学的に対処するために、最も基本的で重要なことである。そのため、地震・火山現象を観測し、実験的・理論的手法なども用いて、現象の解明を行う。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、災害軽減や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、おもに過去の地震の発生履歴に基づいて行われてきたところであり、地質データや史料・考古データをさらに活用して地震の発生履歴をより詳細に解明することにより、長期予測精度の改善のためのデータを蓄積する。加えて、これまでは十分に活用されていなかった観測データや地震発生時の物理モデルの利用により、長期予測の高度化を目指す。数週間から数日の時間スケールでの地震の短期予測については、中央防災会議防災対策実行会議南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループによる平成29年の報告「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について」にあるように、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く、大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言後に実施される現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできないのが実情である。しかし、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おり、断層滑り等の物理モデルの発展も相まって、観測される現象の物理的理解も深まっている。観測される現象の意味を明らかにし、それが大地震に発展する可能性を評価して、災害軽減に役立てるための研究を進めることは重要である。

火山噴火の長期予測は、地質データや史料の分析をもとに行われてきた。今後は、これまで調査が難しかった規模の小さな噴火についても本格的に研究対象とし、火山噴火のデータベースの充実をはかる。併せて、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、長年の研究観測計画により蓄積されてきた多項目観測データの分析を進める。噴火した事例のみならず、噴火には至らなかったものの、顕著な異常現象を捉えた事例についても比較研究を進める。さらに、マグマや火山性流体の挙動に関するモデル化を進め、火山活動の評価方法の構築や噴火発生を含む事象分岐の判断基準の構築を進める。また、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少なからずあることが明らかとなった。噴火発生メカニズムの解明とともに、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、火山噴火による噴石や火山灰、溶岩の噴出、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。災害軽減に貢献することを目標とする本計画では、地震・火山噴火の発生だけではなく、これらの災害誘因の予測研究を行うとともに、災害誘因と災害素因の相互作用も考慮して、災害が発生する過程を理解することが重要である。過去の事例や理論モデルなどに基づく地震・火山噴火の解明が進むほど、災害誘因の事前予測の確からしさや精度は向上すると考えられるため、地震・火山現象解明の研究成果を適切に取り入れることが重要である。また、地震動などの災害誘因の予測は構造物被害に関する研究などと組み合わせることにより被害予測に直結する。災害誘因の事前予測研究の成果を利用して、地震や火山噴火のリスク評価を改善するための研究を理工連携で取り組む。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早さの改善を目指す。また、災害誘因の予測情報は不確実性を含んでいるなど、災害軽減に活用するためには課題も多い。予測情報の有効な活用法の研究についても文理融合で取り組む。

これまでの研究により、地震や火山噴火についての理解は大きく進展し、地震本部や気象庁などから、地震や火山噴火に関して多くの情報が発表されるようになっていく。これらの情報をより一層活用し、地震学や火山学に基づく研究成果を災害軽減につなげるためには、地震や火山噴火に関する知見や情報を、いかに発信し、どのように活用してもらうかを研究することは極めて重要である。地震や火山に関する情報が適切な防災行動や防災

対応につながるには、情報の受け手にも地震や火山及びそれらに起因する災害についての理解が必要となるが、そのような理解を効果的に広める手法については十分に研究されていなかった。今後、このような防災リテラシー向上のための研究も本格的に進めていく。

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には、様々な手段を用いる必要がある。その手段には、比較的短い期間で進展が期待できるものから、短期間での実現は難しいが時間をかけて着実に進展させるべきものまであり、それぞれについて計画的に取り組むことが重要である。平成 26 年度からの「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」では、地震・火山災害の軽減のために、中長期的な展望の下、体系的に取り組む内容を次のように整理した。

- (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) 地震の発生や火山噴火の発生とその推移を事前に予測することにより有効な防災・減災対応を取ること。
- このような分類は今後も有効と考えられ、計画の進捗に伴い、それぞれの項目における具体的な内容を更新していくことが重要である。

(1) は、地震・火山噴火の発生や、それらが引き起こす災害を科学的に解明して、その理解に基づいて災害に備えることが、合理的な地震・火山災害対策の基本であるべきとの考えに基づいている。そのため、地震や火山噴火がどのように災害を引き起こしてきたかを歴史記録なども活用して明らかにし、これらに関するデータベースを構築・公開する。一般の国民、行政機関、報道機関等によって、地震・火山災害について理解すべき内容は必ずしも同一ではないと考えられるので、それぞれに対して効果的に理解してもらうための手法を研究し、その成果に基づき対応を促す取組が重要である。

(2) については、過去にどのような地震・火山噴火が発生したかを科学的に明らかにすることが基本である。近代的な観測機器によるデータは 100 年程度の蓄積しかないが、巨大地震や大規模噴火の発生間隔は少なくとも数十年を超えるため、史料・考古データ、地質データも

利用して、地震や火山噴火の発生履歴を明らかにし、過去に発生した災害も考慮して、長期的な災害対策の基礎とする。地震については、過去の発生履歴をより詳細に明らかにするとともに、地震の発生間隔や規模のゆらぎを考慮し、理論的研究の成果も併用して地震の長期予測の高度化を行う。火山噴火については、地質調査を着実に進め、小規模な噴火も含むデータベースを充実させるとともに、個々の火山の噴火の発生頻度や噴火活動の推移の特徴を明らかにし、災害発生の視点も加えて最適な観測体制の構築に役立てる。また、海底地殻変動観測を含む測地学的観測技術の近年の進展により、陸域の活断層やプレート境界でのひずみの蓄積状況や、火山直下のマグマ溜まりの活動状況等が把握できるようになってきているため、これらを地震や火山噴火の長期予測に利用する手法を開発する。さらに、その長期予測に基づいて災害誘因をより詳細に解明し、これらがどのような被害を引き起こしてきたか、また、今後どのような被害をもたらす可能性があるかについても検討する。

(3) では、地震発生による地震動や津波、火山噴火による溶岩流、火砕流、噴石、降灰、津波などの災害誘因を、地震や火山噴火の発生直後に観測されるデータに基づいて即時的に予測し、その予測情報を避難等の防災行動につなげることで災害軽減に貢献する。近年、地震動・津波・火山灰の即時予測手法の開発に取り組み、大きな進展が得られている。海底観測網の充実等により利用できる観測データも増えてきているため、即時予測手法の更なる高度化を進め、国や地方公共団体等での社会実装を目指した研究を進めていく。研究を進めるに際して、社会的ニーズの変化に対応した、最適な災害誘因の即時予測情報の内容や発信方法について、情報発信の実施機関とも連携しながら考えていくことが重要である。

(4) については、地震や火山噴火の発生や推移の予測ができれば、その情報に基づいて多くの防災対応を取ることができるため、災害の軽減には極めて効果的と考えられる。地震や火山噴火に先行して様々な現象の観測が報告されており、これらの観測データを蓄積し、その確からしさを統計的に評価し、先行現象の物理・化学過程について理論的・実験的な研究を推進する。これにより、地震・火山噴火発生予測に利用可能な現象を科学的に明確にして、中短期予測の実現を目指す。大地震の連続発生及びその後の地震活動の予測、火山活動の推移予測は長年の課題となっており、今後も継続的に研究を進め予測の高度化を目指す。

このように、地震学・火山学の成果を、関連分野の研究と連携させて、災害軽減につなげるための様々な取組を継続的に行うことが重要である。各分野における研究

の発展段階はまちまちであるため、研究成果を社会実装につなげることを考える段階にあるものもあれば、実用化までには長期的な取組が必要なものもある。特に、観測データを利用した地震発生の新たな長期予測、地殻活動モニタリングと物理モデルに基づく地震発生中短期予測、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、将来の社会実装に向けて着実に研究の進展が期待できることから、本計画の5年間に重点的に取り組む。

さらに、災害誘因と災害素因の相互作用により地震・火山災害が発生することを考慮して、本計画では災害科学として重要な対象を選定し、地震学・火山学の研究者と災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者の協力のもと総合的な研究に取り組むこととする。平成31年度からの5か年計画では、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を対象に総合的な研究を実施する。

3-3 観測研究計画実施体制の整備と計画の推進

地震や火山噴火により多くの災害に見舞われてきた我が国では、長期間にわたって地震・火山噴火に関する調査研究が行われているが、その中で本計画は体系的・組織的な基礎的研究と位置づけられる。地震・火山噴火の研究を継続的に高度化していくためには、研究者の内在的動機に基づく先端的な研究が重要である。一方、災害軽減に着実につながる研究成果を得るためには、研究者の知的好奇心にまかせるだけではなく、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い、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成果の社会実装について検討すべきである。また、災害は地震や火山噴火による地震動・津波・降灰などの災害誘因と自然・社会の災害素因との相互作用により発生するため、構造物や社会的脆弱性等の災害素因に関する研究を行う工学や人文・社会科学の研究者との連携も欠かせない。さらに、地震や火山噴火の予測に関する不確実性を含む情報を有効に利用して災害軽減に役立てるための研究や、地震や火山についての科学的な知見を広め社会との共通理解を醸成するための手法についての研究を行うためにも、関連研究分野の研究者との連携が必要である。

発生間隔が長い地震や火山噴火を解明・予測するには、長期にわたる観測研究が必要であり、そのため継続的な観測データの取得や地震学・火山学及び関連研究分野

の人材育成が重要である。行政機関、国立研究開発法人、大学等は、それぞれの役割や目的をもとに連携して観測を実施し、データの流通や共有により観測データを有効に活用するとともに最新の研究成果を共有しながら、協力して観測研究を進める必要がある。また、これら観測データは関連研究分野や海外の研究の進展にも貢献し、成果のフィードバックが期待されることから、適切なデータ公開に関しても検討を進める必要がある。研究、監視、防災対応をともに向上させ地震・火山災害から国民の生命と財産を守ることにつなげるためには、観測の維持及び更新、高精度観測技術の導入が必要である。また、近代的観測以前の地震や火山噴火を解明するためには、史料・考古データ、地質データの長期的保存や有効利用についても組織的な取組が必要である。人材育成については、大学において学生に地震学・火山学及び関連分野の幅広い知識や専門を深く追求する能力の習得を促すとともに、若手研究者のキャリアパス確保のため大学、行政機関、国立研究開発法人等が協力して取り組むことが重要である。火山調査研究においては、地震本部のような国が一元的に調査研究を推進する組織が存在せず、関係機関が連携して観測設備の維持及び高度化を行う体制の整備が進んでいない。特に、平成 16 年度の国立大学の法人化以降、大学の観測設備の多くでこの問題が深刻化している。一方で、活動火山対策特別措置法に基づき地方自治体が設置する火山防災協議会において、火山専門家は行政に助言をすることを期待され、火山調査研究とそれを支える研究基盤が一層重要になってきている。このことから、継続的な火山調査研究の推進と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の構築を目指す時期に来ている。

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 26 年度に開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」では、地震発生・火山噴火の予測を目指す研究を継続しつつ、研究対象を広げ、地震・火山噴火による災害誘因の予測に関する研究が組織的・体系的に進められた。地震学や火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの関連研究分野の研究者が計画に参加し、協働して計画が実施された。一方で、地震学・火山学と関連研究分野との共同研究は萌芽的なものが多いのが現状であった。

本計画では、上記の方針を踏襲しつつ、地震学・火山学と関連研究分野間の連携をより一層強化することで、地震や火山噴火による災害の軽減につながる研究を推進する。すなわち、地震・火山現象の根本的理解とそれら

の発生予測、地震動、津波とその浸水域、斜面崩壊、降灰、火砕流や溶岩噴出などの災害誘因の予測、災害情報の活用に関する研究を実施する。加えて、有効な防災対策を推進するためには、地震火山に関する国民の基本的な理解を深めることが欠かせないため、社会の共通理解の醸成を効果的に行うための手法開発に関する研究を新たに開始する。また、本計画で得られる研究成果及び技術が行政機関等で将来的に利活用されるように、関係各機関との緊密な連携を図るための体制を整備する。

以上の方針に基づき、以下の 5 つの項目に分けて計画を推進する。

- 1) 「地震・火山現象の解明のための研究」では、地震・火山現象の根本的な理解を深めるために、低頻度大規模現象を含む多様な地震・火山現象の特性を把握し、それらが発生する仕組みや発生する場を観測・理論・実験に基づいて解明する。
 - 2) 「地震・火山噴火の予測のための研究」では、多様な観測データや、活動履歴、地震・火山噴火の物理・化学過程の数理モデルに基づき、地震・火山噴火の発生予測手法や活動の推移予測手法を開発する。
 - 3) 「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」では、地震・火山噴火の解明・予測研究の成果を災害軽減に結びつけるために、震源過程・火山噴火現象の複雑さを考慮し、地震や火山噴火がもたらす災害誘因を事前及び発生後即時的に、高精度に予測する手法の開発を進める。同時に、災害誘因予測を災害情報につなげる研究にも取り組む。
 - 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」では、地震や火山噴火による災害事例に基づく災害発生機構の解明を行うとともに、地震・火山現象に関する社会の共通理解を促すための効果的な手法の確立を目指す。
 - 5) 「研究を推進するための体制の整備」では、参加機関や研究分野間の連携を強化し、研究を総合的・効率的に推進する体制を整備する。観測網、データ流通網、データベース、解析ソフトウェアなどの研究基盤を整備・拡充するとともに、新たな観測・解析技術の開発、国際共同研究の推進、社会との共通理解の醸成と災害教育、研究者・技術者などの人材の育成を組織的に行う。
- これらの中で、将来の社会実装を目指して重点的に取り組む研究、災害科学として分野横断で取り組む総合的研究を以下のように設定する。
- ・重点的に取り組む研究

本計画の 5 年間に、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重

点的に研究を実施する。専ら過去の大地震の発生履歴に頼っていた地震の長期評価手法に、地震・地殻変動等の観測データと物理・統計モデルを導入することにより、新たな長期予測手法を開発する。また、陸域及び海域における観測データ等を用いて地殻活動をモニタリングし、プレート境界の滑りの時空間変化や地震先行現象などに基づいて中短期の大地震の発生確率を計算する手法を開発し、実際のデータを利用した予測実験の試行をもとに手法の有効性を検証する。観測データや理論等による噴火推移の支配要因の理解に基づき、噴火の準備過程から噴火の発生、終息までを記述する火山活動推移モデルを開発し、これを利用した火山噴火予測の定量化を目指す。

・分野横断で取り組む総合的研究

本計画の実施にあたり、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については、地震学・火山学的な見地のみならず災害科学的な重要性も鑑みて、複数の実施項目を横断する総合的な研究として推進する。総合的な研究を通して、専門分野の枠を超えた学際連携を現状よりも一層進め、地震学・火山学の成果を災害の軽減につなげるための方策を提案する。

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・火山現象の根本的な理解なくして、それらの発生予測や災害誘因予測の高度化を成し遂げることは極めて困難である。ひとたび発生すれば甚大な広域災害をもたらされる低頻度で大規模な地震・火山噴火現象に注目して、長期間における地震・火山活動を把握する「地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析」を実施する。そして、それらのデータと近代的観測データとの比較研究や、低頻度大規模な現象の事例蓄積を通して、「低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明」の研究を進める。また、観測データの解析、数値シミュレーション、室内実験、物質科学的分析等に基づき、「地震発生過程の解明とモデル化」及び「火山現象の解明とモデル化」を行う。さらに、構造や、応力場、変形場などを明らかにすることにより、「地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化」を実施する。

(1) 地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析

地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析長期間における地震・火山現象とそれに伴う災害を正確に把握するために、史料・考古データ、地質データ等を収集して調査・分析を行うことで、デー

タベースを整備・拡充する。その際、種類の異なるデータ間の対比等を行うことで、各データの信頼度について検証する。

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

低頻度で大規模な地震・火山噴火現象の発生履歴、規模、場所を解明するために、史料・考古データ、地質データ等の分析を行う。加えて、近代的な観測データとの比較により過去の地震・火山現象をできる限り定量的に理解する。海外の事例も含め、低頻度大規模地震・火山噴火の特徴やその発生機構の理解を進める。特に、東北地方太平洋沖地震の震源域、南海トラフ沿い及び千島海溝沿いの巨大地震に関する研究を実施する。また、カルデラ噴火を含む低頻度・大規模噴火現象に関して、噴火準備段階からの活動の推移・履歴を把握するとともに、噴火の発生場所や発生時等の推定精度を上げる手法の開発・改良を進める。

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

断層滑りの多様性、地震時の動的破壊過程、複雑な断層系における断層間の力学的相互作用、地震活動の階層性等に関する研究を通して地震発生過程の解明を進める。また、地球物理・地球化学的観測、野外観察、海域・陸域の科学掘削、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、地震断層滑りの物理・化学モデルの構築を行う。

(4) 火山現象の解明とモデル化

多様な火山現象を理解するために、活火山周辺や火口近傍において多項目高密度の地球物理・地球化学的観測を実施し、火山下で進行する現象を時空間的に定量化する。さらに、火山噴出物の分析、マグマの流動・破碎・脱ガス・結晶化などの物理・化学的な実験及びマグマ上昇過程などの数値モデルによる理論解析を進める。深部マグマ溜まりから浅部へのマグマの上昇、浅部活動から噴火の発生を一連の過程と捉えて噴火規模や様式を定量的に理解し、火山活動や噴火機構のモデル化を進める。

(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

プレート境界域や海洋プレート内部及び内陸を含む地殻・マントル内の地震発生域及び火山地域において、地震波速度・減衰構造、地震活動、応力場、変形場、比抵抗構造、レオロジー構造等を明らかにすることで、地震や火山活動が発生する場のモデル化を進める。また、大地震によって火山噴火が誘発される可能性や火山活動

が地震活動へ及ぼす影響など、地震火山の相互作用に関する研究を進める。

2-2 地震・火山噴火の予測のための研究

地震発生や火山噴火の科学的な予測手法の構築に関する研究を実施する。長期的な地震・火山噴火発生履歴の解明や近代的観測研究により蓄積されつつある知見を最大限に活用し、「地震発生 of 新たな長期予測」及び「中長期的な火山活動の評価」を実施する。また、地震・地殻変動等のモニタリングデータの解析と、理論・実験等に基づく物理・統計モデルとの統合を通して、地震発生の予測を試みる「地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測」を行う。さらに、地震先行現象の統計的評価に基づき大地震の発生確率の計算手法の開発を進め「先行現象に基づく地震発生の確率予測」を行う。火山現象を網羅してその時系列を整理した噴火事象系統樹の高度化を進めるとともに、噴火の前兆から終息までを一連の活動として捉え、「火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測」に関する研究を実施する。

(1) 地震発生の新たな長期予測

史料・考古データ、地質データで得られる過去の大地震の発生履歴の解明に基づいて従来の長期評価の改善に資するとともに、観測データと物理・統計モデルに基づく新たな長期予測手法を開発する。海域のプレート境界地震に関しては、海域における地殻変動観測・地質調査研究等の推進により、長期間にわたる滑り遅れや地震モーメント蓄積量の空間分布を推定し、数値シミュレーション等に基づく大地震の発生予測手法を構築する。内陸地震に関しては、明治以降の測地データや地震活動データ等に基づく大地震の発生予測手法を開発し、活断層の活動履歴のみに基づく現行の手法と統合することで長期予測手法の高度化を図る。

(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

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、数理モデルの構築を通して、中短期の時間スケールで、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を用いて地震活動の予測を行い、統計的手法に基づいて予測性能を評価する。過去の多様な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、地震活動の予測手法の高度化につなげる。

(3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測

地震活動の変化や電離圏の状態など大地震の発生に

先行する現象の事例蓄積を継続するとともに、中短期の地震先行現象の統計的評価に基づき大地震の発生確率を推定する手法を開発する。また、地殻変動や地震活動のデータに限らず、電磁気学的データや地下水データを含む多様なデータに対して、機械学習等のデータ駆動科学の最新手法を取り入れることで、新たな先行現象の抽出及び統計的評価に着手する。さらに、これらの先行現象の発現メカニズムの解明も進める。

(4) 中長期的な火山活動の評価

火山噴火予測のためには、噴火発生のポテンシャルやマグマの蓄積状態などを評価する必要がある。長期的な時間スケールに関しては、史料や地質データ等に基づく噴火履歴のデータベースを活用し、火山ごとに噴火の特徴を明らかにする。また、階段ダイアグラムの高精度化や物質科学的解析に基づいて、噴火活動のポテンシャル評価を行う。数ヶ月から数年の中期的な時間スケールについては、多項目の地球物理学的・地球化学的なモニタリングにより火山の状態を把握することで、火山現象と噴火発生の関係を定量的に明らかにする。

(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

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、火山噴火に先行する現象、噴火発生、噴火規模や様式の時間変化、終息までを一連の現象として捉えた火山活動推移モデルを構築する。観測データや物質科学的解析及び数理モデルから推定された噴火ダイナミクスの支配要因に基づき、火山活動の推移を決定する条件を明らかにする。モデルの構築にあたっては、噴火未遂及びやや広域の地殻活動変化にも着目し、過去の観測記録や文献調査等も活用する。これにより火山噴火の予測精度の向上を図る。

2-3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

地震・火山噴火という自然現象が引き起こす地震動、津波、火山噴出物、斜面崩壊などの災害誘因が、自然や社会に潜在的に存在する脆弱性などの災害素因に働きかけ、これらの誘因と素因の組み合わせと相互作用の状態に応じて様々な規模の災害が発生する。そのため災害誘因予測の高度化は、災害の軽減に結びつく有効な手段の一つである。このような視点から、災害誘因や災害リスクを事前に高い精度で評価する手法を開発する「地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化」を行う。同時に、地震や火山噴火が発生した直後に、高精度かつ即時的に災害誘因を予測する手法を開発する「地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化」を実施する。

また、災害誘因予測を防災対策の推進に効果的に結びつけるために、「地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究」に取り組む。

(1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

地震動、津波、断層のずれ、火山噴出物、地震動や火山活動による斜面崩壊などの災害誘因を、地震や火山噴火の発生前に高精度に評価する手法を開発する。また、大地震等による災害リスク評価手法の高度化に取り組む。

(2) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

地震や火山噴火が発生した直後に、地震動、津波とその浸水域、火山噴出物などの災害誘因を高精度かつ即時的に予測する手法を開発する。また、地震・火山噴火による斜面崩壊や山体崩壊で発生する津波の即時予測手法についても検討する。

(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究

不確実で小さいという印象を与えがちな大地震・火山噴火の発生確率に関する情報や、地震・火山噴火発生可能性の相対的な高まりを示す情報を防災対策の推進につなげるために、切迫度に対する社会の認知等に着目した地震・火山情報の内容や発信方法について検討する。また、火山の状況を即時的に把握する手法の開発と、災害対応のために必要な災害誘因予測情報を効果的に提供する手法を検討する。さらに、火山周辺自治体や観光客等に対する災害情報の発信に関する研究を進める。

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、地震や火山現象に関する科学的な理解を深め、現象を予測するだけでは必ずしも十分ではなく、現象の理解・予測を災害の軽減につなげるための具体的な手法について検討する必要がある。そこで、地震・火山噴火による災害誘因の災害素因への作用に着目し、「地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明」に取り組む。また、地震や火山に関する科学的な理解や過去の災害事例、想定される地震・火山噴火により引き起こされる災害などについて、社会が利活用可能な要素・知識体系を整理することを目指す「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」を推進する。

(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

史料・考古データベースに基づき、時代性や地域性を考慮して地震・火山災害の特徴を明らかにし、今後の防災・減災施策や復興施策の検討に資する要素を抽出する。また、近年の地震や火山災害における事例を対象とし、暴露人口や建造物の脆弱性などの社会素因と災害誘因との関連性に焦点を絞り、災害の発生機構を明らかにする。災害からの復旧・復興過程に関して社会の回復力に着目した研究にも取り組む。

(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

将来発生が懸念される地震・火山災害に着目し、社会における防災リテラシーの実態を調査する。調査結果に基づき、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体系を明らかにすることを目指す。知識体系を明らかにする過程で、必要な知識要素を特定し、それらの要素を組み合わせることで、実践的な研修プログラムを構築する。さらに、特定の地域を対象として研修プログラムの効果を検証し、実効性を高める。

2-5 研究を推進するための体制の整備

本計画で得られる成果を災害の軽減に効果的に役立てられるように、計画の参加機関間で緊密な情報共有を図るとともに、計画の実施項目間の連携を強化して計画を推進する。その試みとして、分野横断で取り組む総合的研究を実施する。また、地震発生・火山噴火現象の解明とその予測研究を進める上で必要不可欠な、基盤的な観測網の維持・整備を行うとともに、観測データや構造共通モデル・解析ソフトウェアを含む研究成果をデータベース化し、これらを共有することにより効率的に研究を進める。同時に、観測困難地域での観測技術の開発及び高度化に取り組む。さらに、学際的に研究を進めるため関連分野との連携を強化するとともに、地震・火山噴火現象や災害に関する知見を広げるために国際的な共同研究を推進する。社会との共通理解の醸成のために、組織的なアウトリーチ活動を推進する。また、発生間隔の長い大規模な地震・火山噴火の継続的な研究の進展を図るため、世代を超えた長期的な視点に基づいて人材を育成する。

(1) 推進体制の整備

本計画の進捗状況の把握、研究成果の取りまとめを行うとともに、計画の実施項目間及び参加機関の連携を強化することで、効率的に計画を推進する。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・技術が災害軽減に貢献できるように、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る。安定的な火山観測及び火山研究のため、中長期的視点に立った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。地震学・火山学の成果を災害軽減に活用するために、拠点間連携共同研究をさらに発展させる。

(2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制

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については、それらが発生した場合の社会への影響に鑑み、地震・火山現象の理解を災害軽減につなげるために、研究分野横断による総合的な研究として実施する。これらの総合的な研究の対象はそれぞれ異なる特徴を持つものであり、ここで得られる知見を他の大地震や火山噴火に適用することで、より一層の災害軽減への貢献が期待される。

(3) 研究基盤の開発・整備

地震・火山現象の解明と予測のための研究を着実に進展させて、災害関連情報の迅速な発信や、地震・火山活動の評価の高度化につなげるため、行政機関、研究開発法人や全国の大学が協力して、国内の陸域及び海域に展開されている地震や地殻変動等の観測基盤を維持・整備するとともに、近年新たな研究成果が得られている海域や火口近傍等における観測体制を強化する。また、関連機関の連携により機動的な観測を実施するための体制を整備する。さらに、観測対象を広げるための新たな技術開発を進める。観測網で得られる大量のデータを効率的に流通、解析、可視化する技術の高度化を行なう。また、研究成果や観測データ等をデータベース化し、これらを迅速に共有し、相互利用できる仕組みを構築する。

(4) 関連研究分野との連携強化

地震・火山研究の成果を災害軽減に役立てるために、理学にとどまらず、工学、人文・社会科学などの関連研究分野間の相互理解に努め、連携をより一層強化する。また、低頻度大規模地震・火山噴火現象の規模、発生頻度、発生機構等を明らかにするために、近代観測以前の地震・火山現象の解明を目指し、引き続き歴史学・考古学と連携して計画を進める。さらに、進展の著しい数理学、情報科学、計算機・計算科学等の研究分野の成果を取り入れるために、これらの研究分野との連携を強化する。

(5) 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強化する。また、海外での国際共同研究を通じて観測研究事例を増やすことにより、低頻度で発生する大規模な地震・火山噴火現象の理解を促進する。さらに、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・整備を行う。

(6) 社会との共通理解の醸成と災害教育

地震・火山噴火現象と災害に関するアウトリーチ活動を積極的かつ組織的に展開する。

その際、研究成果のみならず研究の進捗や見通しについても説明を加える。また、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、研究成果や地震・火山災害に関する知識や災害軽減の対策に必要な知識体系等を社会に効果的に伝える。

(7) 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・火山噴火現象の理解、予測手法の高度化とその検証及び防災リテラシーの向上には、世代を超えた継続的な観測研究の進展を担う人材や、関連研究分野の推進を担う人材の育成が極めて重要である。そのためには、地震学、火山学、地質学、地形学、歴史学、災害科学、社会科学、数理科学、計算機科学、観測・調査技術開発などの幅広い分野において、地震・火山災害の軽減を志す若手研究者や技術者を育成することが欠かせない。さらに、地震・火山の専門教育を受けた人材が防災・科学技術に関わる行政・企業・教育に携わることも非常に重要である。このような観点から、複数の教育・研究開発法人・行政機関が連携し、観測研究を生かした教育活動を継続して、若手研究者・技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成を行う。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も活用し、次世代の火山研究者を育成する。

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。長期間にわたる過去の地震や火山噴火の発生事例、地震・火山現象の物理・化学過程や、構造、応力場、変形場などに関する研究を進め、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低頻度大規模の地震・火山噴火現象に関しては、新たな観測データ

の解析に加えて、史料・考古データ、地質データ等の収集・拡充を進めて事例を増やし近代的な観測データ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、地震発生過程と火山現象の解明・モデル化に加えて、地震発生及び火山活動を支配する場の解明・モデル化を進める。

(1) 地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析

地震・火山噴火現象に関係する過去の事象を理解し、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、地質の調査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、文献として信頼できる地震・火山活動関連史料を抽出し、信頼性の高い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 万冊以上に及ぶ考古遺跡の調査報告書から、地震・火山現象に関連する遺物や災害痕跡などの資料を収集し、データベース化を進める。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その過去の活動履歴・地震規模を解明し、データベースの整備を進める。また、地震に伴う地質学的な痕跡を調査し、データの収集、整理を行うとともに、津波堆積物等の識別手法の高度化と年代決定精度の向上をめざす。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を行い、地質・岩石学的データの収集・整理を行い、データベース化を進める。

ア. 史料の収集とデータベース化

- 大学は、既刊の地震・火山関連史料集のデータベースを構築する。データベース化にあたっては校訂作業をほどこして正確な情報を提供する。また、史料中に現れる地名に位置情報を与え、史料を地図表示できるようにして利便性を図る。
- 大学は、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する。特に、同一地点における有感地震記録の長期的な把握及び近代的な観測データのない明治初年の関係史料の発見に重点をおく。また、地震・火山関連史料を単体ではなく、史料群としての性格も把握することによって、史料から適切な理解を導き出せるように努める。
- 大学は、史料に記述された地震・火山現象に関連する言語表現が、どのような自然現象をとらえたものであるのか、各種史料の比較検討によって確定し、地震・火山活動の規模や態様を推定するための指標として活用することを目指す。また、史料から検出できる家屋

倒壊率を震度推定として適切に活用する方法について各種の事例から検討する。

- 大学は、近世・近代の村絵図、国絵図、地籍図等から得られる地理空間情報を分析して、地形の歴史的変遷を考察する。それによって、過去の地震災害の実態解明を進めるとともに、将来発生が懸念されている災害の被害軽減への活用を図る。

イ. 考古データの収集・集成と分析

- 奈良文化財研究所は、全都道府県の既存考古データを網羅するとともに、災害痕跡考古資料の収集とデータベース作成・公開事業をさらに拡充する。その上で、南海トラフ沿いの巨大地震などを念頭に、特定地域の災害考古資料の収集と災害履歴の再構築・分析を行う。
- 大学は、災害痕跡考古データベースと、文献史料から得られた地震・火山活動のデータベースを統合して検索することが可能なシステムを構築し、成果の活用を図る。

ウ. 地質データ等の収集・集成と分析

- 大学及び海洋研究開発機構は、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、津波をもたらした海溝型巨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、津波堆積物等の調査結果に基づき、津波による浸水履歴データベースの整備・更新を行う。また、地形・地質調査により、全国の活断層のセグメント区分の見直しや活動評価を進め、熊本地震後の調査などの最新知見に基づく活断層データベースの整備・更新を行う。さらに、複数セグメントにわたる連動型地震の履歴を解明し、地震の発生頻度や地震規模、破壊の多様性を明らかにする。
- 大学は、火山噴火の規模や継続時間、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、火山噴出物を用いて岩石・鉱物学的解析を行い、マグマ溜まりの深度や温度、含水量等の情報を得る。
- 産業技術総合研究所は、火山防災のために監視・観測体制の充実が必要な火山を対象として火山地質図の整備を推進する。また、全国の火山を対象として、噴出量や歴史記録を含めた噴火年代等の基礎的な地質情報を収集した火山データベースの整備・更新を行う。さらに、火山噴出物から噴火年代を高分解能で推定する年代測定手法を開発する。

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

史料・考古データ、地質データ等と近代的な観測データを対比・統合することによって、近代的な観測開始以前の現象の規模・発生場所を明らかにし、地震、津波、火山噴火の発生履歴を解明する。低頻度大規模地震については、海外で発生した事例も含め近代的観測データを解析し、その特徴を手掛りに史料・考古データ、地質データ等の分析を進める。特に、東北地方太平洋沖地震及び南海トラフ沿い・千島海溝沿いの巨大地震に関する研究を優先的に実施する。火山に関しては、カルデラ噴火を含む低頻度の大型噴火も対象とし、活動的火山の噴火履歴及びマグマの発達過程を高い精度で明らかにする。また、噴火推移・履歴の時空間解像度を上げるため、地質学的解析手法、岩石鉱物の微細組織解析及び年代学的手法の開発・改良を進める。

- 大学は、南海トラフ沿いの巨大地震・津波や西南日本内陸部など、過去に繰り返し大規模な地震が発生している地域について、海外所在の史料も含め新資料の発掘に努める。津波痕跡に関しては、津波堆積物の形成過程を分析することによって、現存する堆積物から過去の現象の規模を推定する手法の構築を目指す。
- 産業技術総合研究所は、日本列島周辺の各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地質学的調査により、発生履歴及び津波波源を解明し、震源断層モデルを構築する。
- 大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構及び産業技術総合研究所は、東北地方太平洋沖地震の震源域、南海トラフ沿いや千島海溝沿いにおける地震活動や中規模以上の地震の震源過程を調べ、巨大地震の発生との関連に関する研究を実施する。
- 大学は、低頻度大規模地震後の余効変動を理解するために、東北地方太平洋沖地震後の重力変化を追跡することにより、地下で進行している物質移動や密度変化の要因を明らかにする。
- 海洋研究開発機構は、日本海溝沿いや南海トラフ沿いにおいて、高精度な海底下 3 次元構造調査を実施し、海底震源断層の連続性やセグメント化に関する評価方法について検討する。
- 大学は、伊豆大島や霧島山等での爆発指数 (VEI) が 4～5 クラスの大規模噴火を対象として、地質調査や、噴出物に対する物質科学的解析、数値モデル解析を行い、マグマ供給系の実体を解明する。また、近代以降、海外で発生した大規模噴火について、古記録などをもとに噴火の先行現象や噴火推移、被害状況を整理する。
- 大学は、洞爺や阿蘇等のカルデラ火山を対象として、放射非平衡を利用した年代測定法などを適用し、カルデラ噴火に至るマグマの蓄積や分化の過程を解明す

る。また、鬼界カルデラ等の海底カルデラを対象として物質科学的研究を進める。

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

プレート間で生じる低速変形から高速滑りまでの多様な滑り過程を包括的に理解するために、スロー地震を含む地震活動の特徴や、スロー地震と通常の地震の発生メカニズムの類似性・関連性及び海域のプレート間の固着状態等を明らかにする。また、地震時の動的破壊過程や、複雑な断層系における断層間の相互作用による連鎖的な破壊現象、地震活動の階層性等に関するデータ解析や理論研究を実施する。さらに、地球物理・地球化学的観測や野外観察、科学掘削で採取された試料の解析、室内実験や数値シミュレーションなどの研究を通して、地震発生や下部地殻・上部マントルのレオロジー特性に与える地殻流体の効果や、滑りの多様性を生み出す断層面の摩擦特性及び断層破碎帯の微細構造等に関する理解を深め、地震断層滑りの物理・化学モデルを構築する。

ア. 地震発生機構の解明

- 大学、防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、陸域及び海域における長期間の観測により、プレート境界で発生する様々な時間スケールをもつ滑り現象を明らかにする。日本海溝沿いでは、東北地方太平洋沖地震発生後のプレート間の固着状態と、周辺の応力場の時空間変化を明らかにする。また、南海トラフ沿いでは、モニタリング手法の高度化を進めるとともに、プレート境界周辺の詳細な不均質構造を推定し、多様な滑り現象の発生機構を解明する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、地震・地殻変動観測に基づいて震源分布、地震波速度構造、ひずみ・応力場等を推定するとともに、室内実験や数値シミュレーションに基づいて、複雑な断層系における断層間の相互作用及び連鎖的な動的破壊過程についての理解を深める。
- 大学は、地震活動の階層性を定量化する手法を開発する。また、世界各地の沈み込み帯を対象とした国際共同研究を推進し、異なる地質学的環境における地震活動の階層性の特徴を明らかにする。
- 大学は、鉱山で得られた掘削コア等の分析と、震源のごく近傍で取得された観測データの解析から、応力と地震活動の関係を明らかにする。
- 大学及び海洋研究開発機構は、地球物理・地球化学的観測や室内実験、数値シミュレーション、野外観察に基づいて、地震発生及び下部地殻・上部マントルのレオロジー特性に及ぼす流体の影響や地殻流体の存在形態を明らかにする。

イ. 地震断層滑りのモデル化

- 大学及び海洋研究開発機構は、国内外の海域及び陸域の科学掘削で採取された試料や、地球物理・地球化学的観測、室内実験、数値シミュレーション、野外観察から得られた情報を統合して、断層面の摩擦特性の解明など地震断層滑りの物理・化学モデルの高度化に取り組む。
- 大学及び海洋研究開発機構は、応力载荷速度の変化などの様々な擾乱に対する断層滑りの応答を室内実験や理論により解明し、観測データと比較することで、断層滑りのダイナミクスを明らかにする。また、摩擦特性が不均一な断層における複雑な滑り及び地震サイクルの複雑性に関する理解を深める。
- 産業技術総合研究所は、地質調査に基づいて、岩石のレオロジーの空間的不均質が断層の滑り挙動に与える影響を評価する。また、断層破砕帯の微細構造解析及び室内実験に基づいて、断層の滑り機構・強度や脆性一塑性遷移領域におけるひずみの集中過程を明らかにする。

(4) 火山現象の解明とモデル化

噴火の推移や多様性を理解するためには、現象の発生源にできるだけ近づき、多項目観測を実施することが不可欠である。一方、地表付近の現象の理解には、深部からのマグマ供給過程の理解も重要である。そのため、活火山周辺や火口近傍において地球物理・地球化学的観測、火山噴出物や火山ガスの分析からなる多項目同時観測・採取・解析を行い、火山の深部から浅部で進行する様々な過程や噴火現象を時空間的に定量化する。また、火山現象はマグマの動きや状態の変化に支配されるため、マグマの流動・破砕・脱ガス・結晶化などの各素過程の物理・化学的な実験研究や、数理モデルによる理論解析を進め、マグマ溜まりや火道内過程のモデル化を行う。さらに、噴火様式の分岐条件や噴煙形成の支配因子を定量化し、多くの火山に適用することを念頭に置いて噴火機構モデルの一般化を目指す。

ア. 火山現象の定量化と解明

- 大学及び海洋研究開発機構は、霧島山、阿蘇山、伊豆大島等、海域を含む国内外の活動的な火山や最近噴火した火山を対象に、火山周辺や火口近傍における多項目観測、リモートセンシング観測、噴出物の物質科学分析を行い、噴火発生前、噴火継続中、噴火終息後の火山活動の推移やその多様性を把握する。これらの結果と素過程の理解に基づいて、マグマの蓄積、上昇、噴火を統一的に理解し、火山活動のモデル化を進める。また、新たな観測・分析手法の開発や既存の

手法の高度化にも取り組む。

- 防災科学技術研究所は、基盤的火山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、多様な火山現象の発生機構の解明や火山災害過程を把握するための研究開発を進める。また、火山体周辺や火口近傍において火山観測網を補完する機動的な調査観測を行うほか、遠隔で火山ガスや火山灰等の分析を行うモニタリング技術を開発し、火山現象の定量化を図る。
- 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観測を実施する。マグマ性の噴火を繰り返して大量の火山ガス放出を継続している火山においては、噴火活動推移の多様性をもたらす火山ガス放出過程のモデル化を行う。また、熱水の関与が見られる火山においては、熱水系とマグマ性ガスの相互作用を明らかにする。
- 産業技術総合研究所は、三宅島等のマグマ噴火を繰り返す火山を対象として、火山活動履歴に基づく活動推移の類型化を行う。また、桜島等を対象として、火山灰粒子の岩石・鉱物学的特徴の経時変化と、地球物理・地球化学的観測データを比較することで、爆発的・非爆発的噴火の分岐メカニズムの解明を行う。これと共に、噴火準備段階から噴火に至るまでのマグマ挙動の解明に向けて、噴火履歴に沿った噴出物の岩石・鉱物学的特徴の解明及び高温高压実験装置を用いた実験岩石学的研究を行う。特に、大規模カルデラ火山に対して、マグマ供給系の時間発達過程を解明することで、大規模噴火の準備過程や噴火の開始に関する研究を行う。

イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

- 大学及び防災科学技術研究所は、火道モデルや噴煙拡散等の数値モデル解析を行い、噴火に伴う諸現象とその推移、噴出量・噴出率などの物理パラメータ、マグマ供給系の実体とその時間変化を解明する。また、マグマ溜まりや火道内過程を支配するマグマの流動・脱ガス・結晶化などの各素過程に対する物理・化学的な実験を行い、噴火様式を支配するマグマの物質科学的性質を明らかにする。数値モデル解析の結果と素過程の理解に加えて、地球物理・地球化学的観測や物質科学分析の結果を組み合わせることにより、噴火機構及び噴火推移の理解を深める。

(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、内陸を含む地殻・マントル内の地震発生

域、火山地域に分けて、震源分布、構造、応力場、ひずみ場、流体分布等を観測により明らかにする。特に、プレート境界域においてはスロー地震活動等の滑りの多様性を明らかにし、内陸地震発生域においては、実験・物質科学的知見に基づくレオロジー構造モデルの構築や震源断層への応力载荷過程についての理解を深める。さらに、火山周辺地域に関しては、観測データの解析と物質科学的研究を統合し、熱水系及びマグマ供給系を含む火山体浅部からやや深部までの構造を明らかにする。

地震活動と火山活動の誘発・抑制現象の事例を引き続き蓄積するとともに、地震発生及び火山現象を支配する場の理解に加えて、室内実験、理論モデルを通して地震と火山活動の相互作用に関する研究を推進する。

海域から陸域までを包括した地震波速度・減衰構造、構造境界の分布の精緻化を進めるとともに、比抵抗構造、応力場、変形場などの情報を含めることにより、多くの研究者が利用できる標準的な構造共通モデルをより一層発展させ、地殻活動データ解析や地震発生数値シミュレーション、強震動の事前評価・即時予測手法、火山災害予測手法などの高度化につなげる。

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

○大学、海洋研究開発機構及び産業技術総合研究所は、日本周辺及びニュージーランドなどの海外の沈み込み帯において、プレート境界面の形状とプレート境界周辺の地下構造及び応力場、ならびに通常の地震活動とスロー地震活動の分布等を明らかにする。

○大学及び海洋研究開発機構は、長期孔内観測システムを含む海域における地殻変動観測を推進し、ゆっくり滑りや地震の発生等の地殻活動の現状を把握する。また、ゆっくり滑り発生領域及びその周辺の地震学的・電磁気学的構造の時間変化の検出を試み、ゆっくり滑りの発生場の理解を深める。

○大学及び海洋研究開発機構は、日本海溝アウターライズ域周辺の地震観測と構造探査を実施し、沈み込む前の海洋プレート内の地下構造や震源断層の分布、地震発生域における流体分布を推定する。また、地球化学的観測に基づいて、プレート境界周辺域の流体変動のモニタリングを行う。

○大学及び海洋研究開発機構は、日本海溝周辺や関東地方などの稠密な地震観測が行われている地域を対象に、スラブ内地震の震源域における不均質構造を高い空間分解能で推定する。さらに、スラブ中の含水鉱物の脱水やマンツルの主要構成岩石の相転移に着目して、スラブ内地震の発生機構の理解を深める。

イ. 内陸地震

○大学及び海洋研究開発機構は、東北地方太平洋沖地震後の地震活動・応力場・ひずみ場の時間変化を捉え、地震波速度・減衰構造、比抵抗構造及び室内実験・物質科学的知見に基づいて、レオロジー構造モデルの高度化を図る。

○大学は、東北地方太平洋沖地震前後の地殻応答シミュレーションを実施し、地震・地殻変動等の観測結果や古地震学的知見との比較により、内陸地震震源断層への応力载荷過程の解明を進める。また、誘発地震発生域などでは、地震活動及び発震機構解の特徴に基づいて地殻流体の時間発展を推定し、内陸地震の発生に及ぼす地殻流体の役割を分析し、内陸地震発生モデルの構築を目指す。

○大学は、西南日本のひずみ集中帯や島弧会合部などにおいて、高密度地震観測と電磁気観測などの実施に加えて、既存データの再解析により、内陸地震の震源断層周辺の不均質構造や変形場、流体分布を捉え、断層への応力载荷過程及び間隙流体が断層の強度低下に及ぼす影響を明らかにする。

○大学は、断層破碎帯における地球物理・地球化学的観測に基づいて、断層破碎帯の透水性及びその構造を推定する。また、地殻流体のモニタリング手法を開発する。

○国土地理院は、ひずみ集中帯などにおいて、GNSS・SAR 干渉解析・水準測量による高密度地殻変動観測を実施し、東北地方太平洋沖地震発生後の地殻変動を明らかにする。

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、草津白根山、蔵王山、御嶽山等、近年噴火したが地下構造の推定が不十分な火山、あるいは活発な火山活動に伴い顕著な地殻変動や地震活動が最近認められる火山を対象として、自然地震や雑微動を用いた地震学的解析や地下の比抵抗を求める MT 法により、地表から深さ 10 km 程度までの地下構造を推定する。将来噴火する可能性が高い火山についても、山体内部の構造や状態を把握するための基礎的観測を実施する。

○大学及び海洋研究開発機構は、鬼界カルデラ等において地球物理学的観測等を実施し、カルデラ噴火を引き起こした火山のマグマ供給系を明らかにする。

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解

○大学は、地震及び活火山の分布や地震学的構造、電磁気学的構造、応力場、温度場、地球化学的特性、

数値シミュレーションなどを組み合わせ、地震の発生しやすい領域とマグマなどの地殻流体の生成と蓄積が起きる領域との関係を明らかにする。これらの研究を基に地殻・マントルの変形場を理解し、地震発生と火山活動の相互作用の理解を目指す。

- 大学は、大地震によって火山噴火が誘発される現象や火山活動が地震活動や断層の動的破壊過程へ及ぼす影響など、観測の実施と過去のデータ解析を通して引き続き事例を蓄積する。

オ. 構造共通モデルの構築

- 大学及び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は、日本列島及びその周辺域を対象とする海域から陸域までを包括した地震波速度・減衰構造、構造境界の分布の精緻化を進めるとともに、比抵抗構造や応力場、変形場、震源断層の形状などの情報を含めた構造共通モデルの構築を進める。
- 大学は、陸域及び海域における地殻変動データに加えて、衛星重力データを用いて列島規模の広域粘弾性モデルを開発する。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

地震・火山現象の科学的な理解に基づき、地震発生や火山噴火の予測研究を進める。地震発生予測では、海域のプレート境界の固着状態や地震の発生履歴、数値シミュレーション等に基づいて、プレート境界地震の新たな長期予測手法を開発する。現行の活断層の活動履歴に基づく内陸地震の長期評価手法に対して、地殻変動や地震活動のデータを活用した新たな予測手法を提案する。また、地殻活動のモニタリングデータと物理モデルや統計モデルに基づく中短期的な地震発生予測手法を開発する。さらに、地震発生に先行する現象の発現メカニズムを解明するとともに、先行現象の統計的評価に基づいて大地震の発生確率を推定する手法を開発する。火山噴火予測では、多項目観測の継続を通じて、数ヶ月から数年スケールの火山活動の特性を明らかにすることで中期的な活動推移に対する定量的評価手法の研究を行う。噴火履歴データベースの活用や活火山下のマグマ生成率の推定により長期的な噴火ポテンシャルを評価する。また、噴火の準備段階、噴火、噴火の終息までの火山活動全体をそれぞれ独立した現象ではなく、相互に密接に関連する一連の活動と捉える火山活動推移モデルを構築する。推移モデルに現れる各事象の分岐条件をデータや理論に基づき明らかにすることにより、火山噴火の規模、推移、様式の予測精度の向上を目指す。

(1) 地震発生の新たな長期予測

海域のプレート境界で発生する巨大地震に関しては、史料・考古データ、地質データで得られる過去の地震の発生履歴や、陸域及び海域で得られている測地データに基づいて、プレート境界での滑りの時空間変化を定量的に把握することで、長期間の滑り遅れや地震モーメント蓄積量を推定し、数値シミュレーション等に基づいて巨大地震の発生予測手法を新たに構築する。内陸地震に関しては、測地データや地震活動データ、数値シミュレーション等に基づく新たな長期予測手法を開発し、現行の活断層の活動履歴に基づく長期評価手法と組み合わせることで長期予測手法の高度化のための研究を進める。また、従来の活断層評価などで想定されてきた内陸地震の震源断層モデルを近年の観測例に基づいて検証する。さらに、物理モデルに立脚した長期予測に向け、プレート境界とプレート内部を一つの力学的システムとして統合し、観測された地殻変動・応力状態を説明可能なレオロジー構造モデルを構築する。

ア. 海溝型巨大地震の長期予測

- 大学は、史料に記述された数百年間の有感地震の記録を活用して、大地震の発生前後の中・小規模の地震活動を抽出する。また、史料から推定された有感地震記録と、近代的な機器観測による中・小地震データとの比較を通して、大地震発生後の地震活動の特徴から大地震の規模推定を試みる。
- 大学及び海洋研究開発機構は、日本列島を含む広範な領域を対象とした3次元のレオロジー構造モデルを構築し、観測された地殻変動・応力状態を最も良く説明するプレート間の固着状態の時空間変化を推定する。
- 海上保安庁、大学及び海洋研究開発機構は、海溝沿いの巨大地震想定震源域や海溝軸近傍において、GNSS-音響測距結合方式等による海底地殻変動観測を実施し、プレート境界の固着状態を推定する。
- 防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、室内実験及び大規模シミュレーション等の成果に基づき、海溝型巨大地震の長期予測手法の高度化に資する地震発生モデルを構築する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、測地データや地震活動データ、大規模数値シミュレーション等に基づく新たな海溝型巨大地震の長期予測手法を開発する。

イ. 内陸地震の長期予測

- 大学は、測地データに基づいてひずみ集中域を特定することにより新たな内陸地震の長期予測手法を開発し、予測モデルを試作する。その際、定常的地震活動度や地震の規模別頻度分布などの地震活動データも

予測モデルに取り込む。

- 大学は、従来の活断層評価などで想定されてきた内陸地震の震源断層モデルを、地表地震断層の調査や地震波解析等から推定される震源過程の特徴に基づき検証する。また、プレート境界の固着状態や、断層セグメントの連鎖的破壊などの観測結果を取り入れた内陸地震の発生モデルを提案し、内陸地震の長期予測手法の高度化を図る。
- 大学は、大地震発生前に取得可能な広域応力場や断層の幾何学的形状、古地震履歴、応力蓄積率などを考慮した物理モデルを構築し、数値シミュレーションを実行することで、動的破壊過程を含む地震の規模や発生時期及びそのばらつきを予測する手法を検討する。
- 防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、室内実験及び大規模数値シミュレーション等の成果に基づき、内陸地震の長期予測手法の高度化に資する地震発生モデルを構築する。

(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

陸域及び海域における地震・地殻変動等の観測データと、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とを比較することにより、様々な時定数で特徴づけられるプレート境界滑りの時空間変化を推定し、その予測に基づい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の構築を目指す。また、地震活動の時空間変化を高精度かつ迅速に把握する手法を高度化するとともに、地震活動データを用いた統計モデルに基づいて地震活動の予測実験を行い、その予測性能を統計的に評価する。さらに、過去の多様な地震活動や地殻変動等の履歴を整理して地震活動事象系統樹を作成することで、地震活動予測の新たな手法の開発を進める。

ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測

- 大学、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、気象庁及び国土地理院は、日本各地で発生する様々なスロー地震活動を観測し、それらの時空間変化を明らかにすることで、滑り現象の多様性と相互作用の理解を深める。さらに、繰り返し地震・微小地震の検出や海底地殻変動観測などプレート境界滑り現象の時空間変化をモニタリングする手法を高度化し、滑り速度が異なる現象間の相互作用を明らかにする。そして、これらの滑り現象のモニタリングと数値シミュレーション等に基づいて、プレート境界大地震の発生可能性の時間的変化を評価する手法を開発する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、測地データや地震活

動データ等を用いて、プレート間の固着状態を逐次的にモニターする手法を開発し、固着状態の時空間変化に基づく地震発生予測手法の構築を目指す。

- 大学及び海洋研究開発機構は、データ同化手法を地殻変動観測データに適用することで、ゆっくり滑りの時空間発展を予測する手法を開発する。
- 気象庁、国土地理院、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所及び海洋研究開発機構は、陸域及び海域の地震観測網等から得られるデータを逐次的に解析することで、プレート境界滑りを評価する指標を見だし地殻活動の監視技術を高度化する。

イ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

- 大学は、地震活動の時空間変化を高精度かつ迅速に把握するための手法を開発する。逐次的に更新される地震活動データに地震活動の統計モデルを適用することで、地震発生確率の時空間変化を評価する手法を開発する。また、地表の荷重変化や潮汐等の応力擾乱に対する地震活動の応答を評価する。
- 大学は、地球規模の広域な地震活動や、世界の様々な地域の地震活動の予測・検証実験を行うために、国際的な地震活動予測可能性共同実験（CSEP）に継続して参加する。世界標準の地震発生予測モデルや検証方法の改善、実験方法の改良にも貢献する。
- 大学は、過去の観測データ・地震の発生履歴・文献資料等を収集し、海溝型巨大地震や内陸大地震の発生前・発生後の地殻活動等を整理することで、地震活動事象系統樹を作成する。さらに、大地震発生前後の特徴的な地震活動等の発現頻度等を把握し、地震発生予測手法の高度化に資する。

(3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測

地震活動や電磁気現象などの中短期の地震先行現象の統計的評価に基づき、大地震の発生確率を推定する手法を開発する。また、地震先行現象のうち、統計的評価がなされていないものについては事例を蓄積しつつ統計的評価に着手する。さらに、機械学習等のデータ駆動科学の最新手法を取り入れることで、新たな先行現象の抽出及び統計的評価を行う。理論や室内実験等により、先行現象の発現メカニズムの解明も進める。

- 大学は、従来から地震発生に先行する傾向があると示唆されている地震活動や電磁気現象などの現象に対して、過去のデータを用いて機械学習等のデータ駆動科学の最新手法を含む客観的手法で予測を行い、予測性能を統計的に評価する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、地震先行現象のうち物理的なメカニズムが推察されている現象について、

理論や室内実験に基づき、そのメカニズムから期待される予測能力向上への効果について検討する。

- 大学は、各種先行現象候補による客観的な手法に基づいた地震発生予測マップの作成と予測能力の定量的評価、類似する時間空間スケールをもつ先行現象による予測の合致度合の調査を実施する。また、海外の関連機関のデータも活用して国際共同研究を推進する。
- 大学は、地震波形データの解析と室内の岩石破壊実験等を活用して、主破壊に先行する微小破壊の活動様式や発生機構を明らかにし、大地震の発生確率評価への適用可能性について検討する。

(4) 中長期的な火山活動の評価

火山噴火の予測を高度化するためには、多項目の調査・観測によって噴火履歴や火山活動の状態を把握し、噴火発生のポテンシャルやマグマの蓄積状態などを評価する必要がある。過去の長期的な活動の評価に関しては、史料・地質データ等に基づいて作成される噴火履歴データベースを活用して、噴火様式や規模、マグマの種類を明らかにするとともに、マグマ供給系の長期的な時間変化を検討する。さらに、物質科学的解析に基づいて、マグマ供給系の長期的な時間変化を推定し噴火活動のポテンシャル評価に活用する。また、数ヶ月から数年の中期的時間スケールの評価に関しては、地表観測や衛星観測など様々な手法を駆使して火山性地震、山体・地殻変形、地震波速度、地磁気、熱、火山ガス等のモニタリングを行い、火山の状態を把握する。さらに、新たなモニタリング技術及び解析手法の開発も進める。得られた多項目データの解析結果を用いて、中期的時間スケールの様々な火山現象と噴火発生の関係を定量的に評価する。

ア. 火山噴火の長期活動の評価

- 大学及び産業技術総合研究所は、長期的な噴火活動のポテンシャル評価を実施するために、火山に関する地質データベース等を活用しつつ、各噴火の様式、規模、噴出物に対する物質科学的検討及びマグマ供給系の長期的な時間変化の検討を行う。
- 山梨県富士山科学研究所は、富士山を対象としてトレンチ調査を含む地質調査等を実施し、噴火年代、噴火推移、噴出量等の詳細な噴火データを収集する。それらの結果を基に噴火履歴の解明を進めることで、噴火事象系統樹の精緻化に取り組む。
- 大学及び海洋研究開発機構は、南海トラフや九州南方などの海域において地球物理・地球化学的観測を実施し、海底で発生する火山噴火、地震や海底地滑りなど、海底で起こる現象に起因する災害の発生ポテンシャル・発生リスクの評価を行う。

イ. モニタリングによる火山活動の評価

- 大学は、有珠山、十勝岳、吾妻山、阿蘇山等、数年から20年程度の間には噴火を含む火山活動の活発化が見られた国内外の火山を対象として、地震活動・地殻変動・比抵抗・地磁気・重力・熱・応力場等のモニタリングを行う。衛星画像によるリアルタイム火山観測システム等を活用し、観測網が十分に整備されていない火山も対象とする。各火山で得られた観測の特性とその変化を抽出して火山同士の比較研究を進め、異常現象の検知手法を含む火山活動の評価手法を開発する。
- 大学は、火山ガスによる火山活動モニタリング技術の高度化として、二酸化硫黄などの火山ガス放出量の測定に加え、ガス組成の測定を進め、火山内部の火山性流体挙動の解明を行う。また、アプローチの難しい離島火山や遠隔地の火山にも展開可能な火山ガスモニタリング技術の開発を行う。
- 気象庁は、全国の常時観測火山を中心に地震観測、GNSS・傾斜計・SAR干渉解析等による地殻変動観測、全磁力観測、火山ガス・噴気温度観測を実施すると共に、過去の観測データも含めた解析を行う。これらにより、火山の地殻変動や火山ガス放出のモデル化など火山体内の物理・化学過程、火山活動の活発化や噴火に至る過程の解明を進め、観測データを用いた火山活動評価の高度化を図る。特に伊豆大島については、地殻変動観測に加え、重力観測、地表放熱量観測を実施し、地下のマグマ・揮発性成分収支モデルを構築することで、火山活動評価手法の高度化を進める。
- 国土地理院は、GNSS・SAR干渉解析等の地殻変動観測を実施すると共に、火山活動評価の高度化のために、地殻変動源の詳細なモデル化を行い、その時間変化の推移も高精度に把握する。
- 北海道立総合研究機構は、雌阿寒岳や十勝岳等を対象として、地殻変動や重力観測、噴気や温泉に対する地球化学的モニタリングを行う。また、過去の観測データの再解析も含めて、地殻変動や地震活動のメカニズムを総合的に検討することにより、火山体に発達する熱水系構造を把握する。

(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

先行現象の発現、噴火の発生、噴火規模の拡大・様式の変化などの推移、終息までを一連の火山活動推移とするモデルを構築する。推移モデルの構築にあたっては、噴火事象系統樹をさらに発展させ、各事象に先行して現れる物質科学的・地球物理学的データの相違点や共通点の整理、数理モデルの高度化を進める。また、次の事象に至るまでの時間や観測事象の時間変化率などを新たな

指標として加える。さらに、地震活動の活発化や山体膨張等の先行現象が発現したにもかかわらず噴火に至らない噴火未遂現象や火山体から離れたやや広域の地殻活動変化にも着目し、過去の観測記録や文献調査等も活用する。火山活動推移モデルの基礎となる噴火事象系統樹については、その作成を継続すると共に作成手法の高度化と標準化を進める。

○大学は、火山活動推移モデルの構築を目指し、地球物理学的観測や物質科学的分析から得られる各種パラメータに基づいて噴火現象の分岐指標を整理し、分岐判定に対する論理的評価方法を開発するとともに、噴火準備過程から噴火終了までの火山活動推移の類型化を行う。特に、水蒸気噴火に対しては、浅部熱水系の時間発展に着目した数値シミュレーションと多項目観測データとを比較し、モデルの構築に活かす。

○大学は、桜島火山を対象として、火山ガス・マグマなどの火山性流体の貫入・噴出の量やその時間変化率などに着目し、噴火先行現象、噴火発生、噴火規模・様式の変化など、先行現象から噴火終息までの一連の活動推移をモデル化する。過去 20 年間の観測データ及び新たに取得する観測データの解析、過去の観測記録や文献調査による大正噴火・昭和噴火及び南岳活動期の物理量評価、噴出物の岩石・鉱物学的解析等を基に、大正噴火クラス (VEI=5) の大規模噴火の事象分岐条件も含め、火山活動推移モデルの構築を進め、火山噴火予測手法の高度化を進める。

○大学、産業技術総合研究所、山梨県富士山科学研究所及び防災科学技術研究所は、全国の主要な活火山を対象として、最新の調査結果及び先行研究の成果を基に、火山・噴火活動に関する事象系統樹を作成するとともに、山体構造や地質学的環境が火山活動に及ぼす影響のモデル化を行う。火山活動の活発化や噴火発生時には、現象の科学的解釈や今後進展しうる事象の分岐予測にこれらの成果を活用する。

3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

災害の発生は、地震・火山噴火という自然現象が引き起こす地震動、津波、火山噴出物、斜面崩壊などの災害誘因が、自然や社会に潜在的に存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。そのため、災害誘因を正確に予測することは、災害の軽減にとって重要である。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高精度に予測する手法を高度化する。災害誘因情報が情報の受け手側に配慮した災害情報として発信されない場合には、必ずしも防災対策に効果的に活用され

ない場合があるため、災害誘因情報を効果的に発信するために必要な研究を開始する。

(1) 地震・火山噴火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の高度化を行う。過去の巨大津波の知見とプレート境界の固着状態に関する情報を統合することで、津波の事前予測手法の高度化を進める。また、強震動、津波、地滑りなどに起因する災害リスクの評価手法の高度化に関する研究を実施する。地震動や火山活動に伴い発生する斜面崩壊については、地球物理的観測や地質調査、数値シミュレーション等により、その発生ポテンシャルの評価手法を開発する。さらに、噴火に先行する事象に基づいて火砕流の発生を事前に予測する手法や、火山灰堆積分布量から火山泥流(土石流)発生ポテンシャルを評価する手法を開発する。

ア. 強震動の事前評価手法

○大学は、短周期から長周期までの広帯域強震動予測の高度化のために、強震動の成因と影響を強震観測データに基づき把握し、プレート境界地震や地殻内・プレート内地震を対象に、断層運動の不確定性を考慮した震源断層モデル化手法に関する研究を行う。同時に、強震動の事前評価に使用されている既往の地下構造モデルに対して、中～大規模地震の実地震記録を対象とした地震動シミュレーションを行い、地下構造モデルの妥当性の検証と改善を進める。

○大学は、兵庫県南部地震時に確認された破壊伝播による大振幅地震波や、熊本地震時に観測された地震断層近傍における特異な長周期パルス波など、建物被害に直結する震源域での強震動特性を理解することで、将来発生する強震動の評価手法の高度化に向けた研究を進める。

○大学は、地表地震断層の滑り量・形状と浅部地盤構造を調査し、強震動の分布と被害分布との対応関係を明らかにすることで、断層のずれが地表に到達する場合の強震動生成モデルに関する研究を実施する。

イ. 津波の事前評価手法

○大学、産業技術総合研究所及び海洋研究開発機構は、津波堆積物等に基づく過去の超巨大津波の知見とプレート境界の固着状態を統合した津波の事前評価手法を開発する。

ウ. 大地震による災害リスク評価手法

- 大学及び海洋研究開発機構は、震源・深部地下構造・浅部地盤構造・強震動予測・構造物被害・リスク評価・情報伝達までを一貫して扱った研究を推進し、地滑り、津波、火災などの二次災害も含めた災害リスク評価手法の高度化に関する研究を行う。また、断層運動の不確定性を考慮することで、評価結果に幅をもたせた災害リスク評価手法を確立する。
- 大学は、人口密度が高く災害リスク評価において脆弱と捉えられている堆積平野・堆積盆地などを対象に、地震災害の素因と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析し、災害を軽減するための要件を明らかにする。
- 大学は、地震被害想定の不確実性を低減するために、震源断層モデルや地下構造モデルの精緻化、地域固有の構造物被害・リスク評価の高度化を地域の自治体と連携して進める。また、想定結果を広く住民に伝える手法についても地域の自治体と共に検討する。
- 北海道立総合研究機構は、積雪寒冷や暗夜条件下での津波による最大リスク評価手法に加えて、地域の人口や土地利用の経年変化を考慮した津波防災対策効果の評価手法を開発する。また、モデル地域において、住民や自治体と共に津波避難計画や津波防災地域づくり計画の作成に参画する。

エ. 地震動や火山活動による斜面崩壊の事前評価手法

- 大学は、大規模数値シミュレーションを活用し、短周期から長周期までの広帯域強震動による斜面崩壊等の自然環境への影響の事前評価手法を検討する。
- 大学は、火山灰層内部に滑り面を持つ斜面崩壊が近年の地震で多く見られたことを踏まえ、既往崩壊地及び近傍未崩壊斜面において、物理探査、掘削試料の土質試験、掘削坑内での物理観測を実施する。
- 大学は、地震動や火山活動などによる地滑り現象と地形・地質的要因の関連を、現地調査や室内試験、地震動観測などに基づいて明らかにし、地震動に伴う地滑り発生ポテンシャル評価と事前評価手法の高度化に関する研究を行う。

オ. 火山噴出物による災害誘因の事前評価手法

- 大学は、桜島等を対象として、噴火に前駆する地震及び地盤変動から火砕流発生予測、ならびにその規模を事前に評価する手法を開発する。また、遠隔観測及び地上観測から火山灰堆積分布量を推定して火山泥流（土石流）発生ポテンシャルを評価する手法を構築する。

(2) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

大地震によって引き起こされる強震動・津波・長周期地震動などを、地震・測地・津波等の陸域及び海域における単独もしくは複数の観測量に基づいて、即時的かつ高精度に推定する手法を開発する。さらに、地震・火山噴火による斜面崩壊や山体崩壊による津波の即時予測手法の開発に向けた研究に着手する。また、火山の遠隔観測及び地上観測により、火山灰・火砕流・溶岩流・火山泥流・土石流を即時的に予測する技術を開発する。

ア. 地震動の即時予測手法

- 大学は、高密度に配置された自治体震度計のデータを用いて地震動即時予測手法を高度化し、防災実務での利活用方法について検討する。
- 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を図り、強震動及び長周期地震動の即時予測の迅速化や精度向上のための研究を行う。

イ. 津波の即時予測手法

- 大学は、リアルタイム GNSS を用いて、断層滑りの不確実性を定量的に評価する断層即時推定手法の開発を行い、津波即時推定手法の高度化を進める。
- 大学は、震源過程など地震学的描像を必要としないデータ同化手法に基づく津波伝播の状況把握から、地震やそれ以外の災害誘因による津波を、可能な限り即時的かつ高精度に推定する手法の開発を行う。
- 気象庁及び海洋研究開発機構は、津波波源推定方法や海底・沿岸地形等のモデルの改良により、津波の発生・伝播・減衰に至る全過程を再現する津波モデルの高精度化を図るとともに、津波の実況監視に寄与するため、津波の発生・伝播の状況を迅速に把握する手法の開発を進める。

ウ. 火山噴出物による災害誘因の即時予測手法

- 大学は、火山噴火に伴う溶岩流出や火山灰噴出などの地表面現象を即時的に把握し、事象分岐判断に必要な噴出量・噴出率などの物理パラメータを迅速かつ高精度に推定するための手法開発を行う。噴火が切迫している火山については、噴火現象の即時把握や噴出物データの迅速な取得を可能とする機動的観測手法を検討し、実際の噴火発生の際には適用を試みる。
- 大学は、桜島等を対象として、火山地形と局所的気象要素を考慮することで、火山灰の堆積分布をより迅速かつ高精度に予測する手法を開発する。また、河川近傍の地球物理・水文観測に基づき、土石流量を即時的に把握する技術を開発する。

○気象庁は、気象レーダーや衛星観測の高度利用に基づいて、大気中への火山灰供給源モデルの改善や火山灰輸送予測の精度向上、噴煙の構造や火山灰などの物理パラメータを活用した火山灰データ同化システムと移流拡散モデルに基づく解析・予報サイクルのシステム導入のための研究を行う。

○防災科学技術研究所は、関係機関と協力し、噴火時の火山灰分布・噴出量を現地調査により迅速に把握し、降灰の各種インフラへの影響に関する実験結果等と組み合わせることで、事前評価と即時把握結果を災害情報として活用する方策の研究を実施する。

(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究

大地震や火山噴火の予測結果は確率で表されるが、往々にして誤差が大きく数値自体が小さいためにリスクが小さいという印象を与えがちである。また、大地震に先行する地殻活動の発現など、大地震の発生可能性が相対的に高まっていることを示す情報が得られたとしても、災害発生の切迫性を社会的に伝える方法はいまだ確立していない。一方、噴火の危険性が十分に理解されないまま火口や噴気地帯に観光客が近づくことにより、小規模な噴火が大きな被害に繋がりがねない観光地も少なくない。本質的に不確実性を含む災害誘因予測が、気象庁の防災情報等として適切に伝えられることで少しでも災害の軽減に生かされるよう、受け手側に配慮した地震・火山噴火情報のあり方を検討すると共に、防災担当者による火山噴火情報の活用を支援する方法に関する研究も進める。

○大学は、地震・火山噴火の予測情報に対する、住民・企業・地方公共団体などのユーザのニーズや活用実態の調査を通じて、被害軽減に繋がる地震・火山噴火情報のあり方に関する研究を行う。

○大学は、火山噴火活動について、火山噴火が切迫した段階や噴火中に刻々と変化する地殻変動をリアルタイムで把握するための自動処理システムを開発し、そこから得られる情報を準リアルタイム火山情報表示システムに組み込むための開発研究を行う。また、これらの情報を、地域の自治体や防災担当者が活用するための方策を検討する。

○大学は、火山噴火に関連して発生する土石流について、事前評価と即時予測結果を災害情報として活用する方策を検討する。さらに、災害情報に基づく避難行動や災害復旧に関する意思決定を支援するシステムを製作し、地域への効果的な情報伝達方法を検討する。

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・予測を災害の軽減につなげるためには、地震・火山現象に関する科学的な理解を深め、現象を予測するだけでは必ずしも十分ではなく、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する必要がある。そのために、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建物の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、社会における防災リテラシーの実態調査等を通して、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体系を解明する。それに基づいて、災害の軽減に結びつく効果的な知識要素を特定し、防災リテラシー向上に資する実践的な研修プログラムを開発する。

(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

史料・考古データ、地質データ等に基づく先史時代から現代に至るまでの災害事例のデータベースを活用するとともに、近年発生した地震・津波・火山災害の事例検証を通して、地震動・津波・火山噴出物などの災害誘因が、居住地の空間構造、コミュニティ構造、社会的脆弱性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、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、過去に起きた地震・津波・火山災害事例を対象に、災害からの復旧・復興過程に関して社会の回復力に焦点を当てた研究を進める。さらに、地震・火山研究で得られた知見の社会への発信に関しては、地域の行政機関やステークホルダーと連携する。

○大学は、過去に起きた地震・津波・火山災害事例を対象に、当時の社会情勢や周辺環境との関係を検討して被害の実態や人々の対応、復旧・復興過程を明らかにし、時代的・地域的な特性を導き出す。

○大学は、明治時代や江戸時代の史料をもとに古地形等を復元・可視化し、地形と災害被害の関連性を明らかにする。加えて、歴史的な地形変遷から将来の災害を予測し、災害予防と防災意識の啓発等への活用を図る。

○大学は、近年の地震災害に注目して、被害の地理的・社会的分布の分析と、コミュニティの社会的脆弱性や防災対策、リスク認知や防災意識などの検討を通して、地域的な災害発生機構を解明する。また、災害発生機構と防災リテラシーとの関連性を調査し、防災リテラシーを向上させるための方策を提案する。

○大学は、火山地域における災害軽減策に寄与するた

め、地域の行政機関やステークホルダーと連携して地震・火山研究の知見を整理し、社会へ適切に発信する手法について検討する。

- 気象庁は、地震・津波・火山噴火に関する地域の災害特性や過去の災害履歴等の把握に資するデータベースの整理を進めることで、地域の特性や災害リスクの認知、防災リテラシーの向上を図る。

(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を目的として、活動的な火山や想定巨大地震などを対象に社会の防災リテラシーの実態やニーズ調査を実施する。知識体系を明らかにする過程で、実効性のある防災対策に必要な知識要素を特定する。さらに、それらの知識要素を組み合わせることで構築した実践的な防災リテラシーの研修プログラムを、特定の地域において開発し、その効果を検証することで実効性を高める。また、マイクロジオデータやオープンサイエンスの手法を活用することで、社会の共通理解の醸成と防災リテラシーの向上を図る。

- 大学及び防災科学技術研究所は、活動的な火山や想定巨大地震に着目し、住民や行政に対し防災リテラシーの実態やニーズ調査を実施する。自然災害事例マップやモニタリング情報等を積極的に活用しながら、実効性のある防災対策に必要な知識体系を明らかにし、それに基づいて知識体系を構成する要素を特定する。それらの知識要素を組み合わせることで、実践的な研修プログラムを開発し、その効果を検証する。
- 大学は、地理空間情報、GIS、衛星測位データを統合して時空間データベースを構築し、避難行動に関するマイクロジオデータ等を収集して、防災・減災に関して社会的有効性の高い統合的な情報活用法を開発する。
- 大学は、一般市民と研究者とが共同して観測研究や災害軽減の取り組みを進める「オープンサイエンス」の手法により、防災リテラシーの向上に向けた研究を進める。

5. 研究を推進するための体制の整備

観測研究の成果を災害軽減に効果的に活かすためには、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ことが不可欠である。また、計画を災害科学の一部として推進することによって災害軽減という大きな目標を達成するためには、研究項目間の連携を強化し、分野を横断する総合的な研究の実施が効

果的である。地震・火山現象を解明して予測につなげるためには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、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が不可欠である。また、災害科学は総合科学であり、理学、工学、人文・社会科学、歴史学、考古学、数理科学、情報科学等との連携を強化し学際的に研究を進める必要がある。地震・火山噴火災害は地球規模の課題であり、国際的な視点に立って研究を実施することが肝要である。研究成果を効果的に災害軽減に活かすため、情報の受け手である社会における地震・火山災害の共通理解の醸成にも取り組む必要がある。これら多様な要求を満たすため、幅広い分野において、地震・火山災害の軽減を志す若手研究者や技術者を育成し、社会の様々な関連分野に地震・火山の専門教育を受けた人材を供給することが重要である。

(1) 推進体制の整備

本計画は、地震学・火山学の成果を災害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、総合的な学際研究として推進する。そのために、測地学分科会は行政や社会のニーズを踏まえた計画の推進に努め、計画の進捗状況を把握し、研究成果を取りまとめて研究者及び社会に還元する。本計画を効率的に推進するため、予知研究協議会は計画に参加する機関による情報交換等を通じて連携の強化を図る。また、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所による拠点間連携共同研究をさらに発展させ、地震学・火山学の成果の活用方法について組織的な研究を推進する。

- 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、毎年の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一方で、火山研究分野には地震研究分野における地震本部のような基礎研究と社会ニーズを組織的・計画的に結びつける機関がない。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ことを期待する。

- 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間での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。

(2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制

本計画における 1. ～ 5. の複数の項目間の連携を強化して、災害科学として重要な以下の対象について分野横断で総合的研究を実施する。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。予知研究協議会は、関連研究分野の連携をより一層促し総合的研究の円滑な推進のための体制を整える。

ア. 南海トラフ沿いの巨大地震

過去の大地震の発生履歴に加えて、測地データや地震活動データ、数値シミュレーション等に基づいて南海トラフ沿いの巨大地震の新たな長期予測手法を開発する。また、陸域及び海域における観測データ等を用いて地殻活動をモニタリングし、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構築を目指す。さらに、巨大地震発生の切迫度に対する社会の認知等に着目した地震情報の内容や発信方法に関する検討を行う。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をそれぞれ関係の深い研究領域において実施し、目的に応じて必要な情報が社会に向かって発信される構図の形成を目指すとともに、各研究領域間の連携を強化するために活発な情報交換を行う。また、拠点間連携共同研究や委託研究プロジェクト等との連携も考慮する。

イ. 首都直下地震

首都直下地震は、一旦発生すれば首都機能や我が国の経済活動全体に深刻なダメージを与える可能性が高い。想定される多様な震源について、発生メカニズムや発生可能性を評価する研究を進める。詳細な地盤構造や多様な震源モデルによる揺れの予測に、稠密観測データや地震史料の情報を反映し、新たな地震動予測手法の開発を目指す。また、複雑な地殻構造を用いた大規模数値シミュレーションに基づいて、地震動を高精度に予測する手法を高度化する。さらに、各項目の研究成果を有機的に結び付け、高度に集約化された社会環境下での防災リテラシー向上に資する総合的研究を実施する。

ウ. 千島海溝沿いの巨大地震

千島海溝沿いでは、東北地方太平洋沖地震と類似性した巨大地震が繰り返し発生しており、その発生の切迫性が地震本部により指摘されている。津波による大きな被害も予想されているところであり、これまでの研究成果を最大限に活用し、津波堆積物の調査や、地殻活動の現況把握に関する手法の高度化、強震動・津波の事前評価手法及び即時予測手法の高度化、地域防災力の向上を目指した総合的研究を実施する。

エ. 桜島大規模火山噴火

活発な噴火活動を 60 年以上続け、今後、大規模噴火の発生が予想される桜島を対象に、各研究項目間で緊密な連携と成果の共有を図り、住民避難を視野に入れた総合的研究を推進する。観測研究を通じて、マグマの動きとマグマ供給系への理解を深め火山活動推移モデルを高度化することで、噴火発生予測研究を進展させる。噴

火発生前の規模の予測と、噴火発生直後の噴出物の把握を即時的に行うことで災害予測研究を進める。災害予測に基づき、住民への情報伝達などの火山災害情報に関する研究と、避難や交通網の復旧などの対策に資する研究を行う。他の火山における類似研究と連携し、都市、中山間地域、離島などの地理的、社会的環境による対策の違いなど幅広い研究を目指す。

オ. 高リスク小規模火山噴火

火山では、噴気地帯や山頂火口近傍に、多くの観光客や登山客が訪れたり、観光施設が設けられていることが多く、平成 26 年の御嶽山噴火や平成 30 年の草津本白根山噴火のように、規模が小さくても人的・物的被害等が生ずる場合がある。また、小規模な噴火は発生頻度が相対的に高いことから、観光客や登山客等の災害リスクの低減という観点から重要な研究対象である。そこで、噴火災害に関する史料の収集、地質調査による水蒸気噴火等の噴火履歴調査、各種観測による活動把握、災害誘因である噴石や土石流などの予測研究、災害情報の発信に関する研究等を実施する。これらの成果を総合的に検討し、研究の課題や方向性を明らかにする。

(3) 研究基盤の開発・整備

地震・火山研究の推進、高度化にとって不可欠である観測データを安定的・継続的に取得するために、日本全国に展開されている陸域及び海域の地震、地殻変動、津波、潮位、電磁気等の観測基盤を維持するとともに、関連機関が連携して効率的に多項目観測や機動観測等を行う体制を整備・強化する。観測・解析技術の高度化として、地上観測が困難な地域での有人・無人航空機や宇宙技術による観測技術開発及び海域の地殻変動観測技術の高度化を進めるとともに、新たな通信手段の導入などを図り、これまで取得困難であったデータや従来と比べ高精度なデータを取得する。

観測データや解析結果等を有効に活用し研究を加速させるためには、それらの流通、データベース化、公開を進める必要がある。観測網によって取得された大量の地震・火山観測データを効率的に流通させるためのシステムを構築する。さらに、観測データ等の基礎的資料や、構造共通モデル・解析ソフトウェアを含む研究成果をデータベース化し、これらを共有することにより効率的に研究を進める。

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と連携し、同プロジェクトで構築が進められているデータネットワークも活用してデータの共有化を進め、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、重点的に強化すべき火山について観測施設の整備・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、業務遂行や我が国の地震・津波及び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、日本国内における火山、地盤沈下、斜面変動等による地殻・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臨時解析を実施する。打ち上げに向けて現在開発が進められている先進レーダー衛星(ALOS-4)に対応するため、解析手法やシステム構成の検討を進め、切れ目なく地殻・地盤変動の監視を継続する。

○大学は、全国の陸域、海域及び火山周辺に設置された地震・地殻変動などの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、地殻変動に伴う地盤の上下動を連続的に検知するとともに、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。あわせて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、航空重力測量により全国を網羅する標高基準の精度を上げ、GNSS測位によって容易に信頼性の高い標高が得られる環境を整備する。また、地上における重力の繰り返し観測及び地磁気の連続観測を行い、地震や火山活動の監視、現象の理解に資する基礎資料を整備する。
- 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、雌阿寒岳、十勝岳等の火山において、熱観測、噴気や温泉水に対する地球化学的観測、地殻変動観測、重力観測及び地下水位観測を継続し、火山活動の変化を把握する。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共に、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。

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を行うとともに、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。

- 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、地震や火山等の自然災害発生時における被災地の状況把握を詳細かつ迅速に行うための次世代航空機搭載 SAR の開発を行う。

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、全国規模のデータ流通及びデータ処理で広く用いられている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、データの効率的な公開と利用の促進をはかるため、観測で得られたデータについて、適切な引用や引用履歴の追跡を可能とする DOI 等の永続的な識別子をつけて公開することを検討し、実際に公開を進める。
- 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、火山地質図やデータベースとして公表する。また、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）等、アジア - 太平洋地域の大学・研究機関等と連携を進めることで、複数国に影響を及ぼすような規模の大きな地震・津波・火山ハザード情報の共有化を進める。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データベースの整備を進める。
- 国土地理院は、GNSS データの利活用のため、GNSS データクリアリングハウスに登録されている GNSS 連続観測局の所在変更が生じた場合、あるいは、GNSS 連続観測局が追加された場合には、データベースを随時更新する。また、現在公開している国土地理院と海上保安庁以外の機関が管理する GNSS 連続観測データの所在情報データベースについても整備する。
- 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。

(4) 関連研究分野との連携強化

理学にとどまらず、工学、人文・社会科学などの関連研究分野との相互理解に努め、それらの分野間の連携をより一層強化することは、地震・火山研究の成果を災害軽減に役立てるために不可欠な要素である。低頻度大規模地震・火山噴火現象の規模、発生頻度、発生機構等

を明らかにするためには、近代的な観測データが取得されていない期間のデータが必要である。そのために、歴史学・考古学等との連携をさらに進める。さらに、災害誘因予測と災害素因との相互作用に着目し、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学との連携を一層進展させる。進展の著しい数理学、情報科学、計算機・計算科学等の研究分野の成果を取り入れつつ、これらの研究分野との連携を強化する。

- 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・解析に関しては平成 29 年に東京大学に設置された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。

(5) 国際共同研究・国際協力

国内だけでなく海外で発生する地震・火山噴火やそれらによる災害の知見を幅広く集約し比較検討することは、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極めて重要である。そこで、国際的な防災・研究機関と連携して共同研究を進め、より多くの事例研究を実施する。特に、欧米や地震・火山噴火の発生頻度の高い諸外国との共同研究やデータ交換を進め、国際的なデータベースの構築に協力し、それを用いた研究も推進する。さらに、開発途上国における地震・火山災害の軽減に貢献するための体制の維持・整備を行い、国際的な科学技術協力プログラム等も利用して国際貢献を推進する。

- 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。
- 産業技術総合研究所は、アジア太平洋地域の研究機関と連携し、地震火山総合データベースとして、地震・活断層・津波・火山関連データの整備・更新を行うとともに、地震・火山現象に関する地質情報の国際的な共有化を進める。
- 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。

(6) 社会との共通理解の醸成と災害教育

社会との共通理解の醸成を図るために、地震・火山噴火現象及び地震・火山災害に関するアウトリーチ活動を積極的、かつ組織的に展開する。地震・火山噴火の予測研究の等身大の現状や、最新の研究成果、地震・火山災害に関する基本的な知識等を社会に効果的に伝えるための情報発信方法について検討する。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、本計画の取組みや成果を広く理解してもらうため、計画参加機関が連携して、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、噴火警報等の各種防災情報の改善のための検討で得られた知見や成果を広く共有する。
- 気象庁は、地域特性に応じた災害リスクの認知を高め、緊急時に情報が防災対応に活用されるよう、防災情報の読み解きに資する取組を行うとともに、地域特性や過去の災害履歴の関連自治体との認識共有、防災情報の利活用等のための関連自治体等を対象とした実践的な勉強会の実施、関連自治体等との緊急時の対応の振り返り等の取組を進める。また、住民に対するよりわかりやすい情報の提供・伝え方の工夫や周知広報など、地域の防災力向上に向けた取組を関係機関と連携して行う。
- 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。

(7) 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・火山噴火の現象の理解、被害発生予測手法の

高度化とその検証には、世代を超え継続的な観測研究の推進を支える人材の育成が極めて重要である。研究者、技術者、防災・災害対応実務に携わる人材の育成においては、地震学、火山学、地質学、地形学、歴史学、数理科学などの分野に加えて、それらの進歩を加速させる計算機科学、観測技術開発・地質調査技術開発、技術を社会に適応させるための社会科学などの幅広い分野における研究の進展と、若手研究者や技術者の育成が欠かせない。また、研究分野間の相互連携が必要であり、分野間連携を推進するための人材も重要である。さらに、地震・火山・防災の専門教育を受けた人材が防災・科学技術に係る行政・企業・教育に携わることも大切な点である。

- 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確保するため、若手の准教授、助教等のポストの確保や、ポストドクターの採用要件の柔軟な運用、民間企業等との共同研究を通じた就職先支援等の具体策を講じるよう努力する。また、若手研究者の研究資金を確保するため、国において、特に若手研究者を対象とした競争的研究資金制度等の充実を期待する。
- 地震・火山の専門教育を受けた者が防災行政に携わることは、地震・火山防災を進める上で有効である。全国の大学や関連する行政機関、自治体などが連携し、計画の推進による成果を共有し、防災行政に携わる人材を育成する。
- 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も連携し、次世代の火山研究者を育成する。
- 本計画による地震や火山噴火の災害科学に関する成果を公表する成果報告会を毎年開催して、地球科学の専門家の研究推進や、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。