

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画  
（仮称）の推進について（審議経過報告）

平成 25 年 7 月

科学技術・学術審議会

測地学分科会

# 目次

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. 現状の認識と長期的な方針</b> .....              | <b>1</b>  |
| 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 .....       | 1         |
| 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         |
| 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 .....     | 2         |
| 2-2. 地震・火山噴火の防災や減災につながる成果 .....           | 4         |
| 3. 観測研究計画の長期的な方針 .....                    | 5         |
| 3-1. 基本の方針 .....                          | 5         |
| 3-2. 課題への対応 .....                         | 6         |
| 3-3. 観測研究計画実施体制の整備と計画の推進 .....            | 9         |
| <b>II. 本計画策定の基本的な考えと計画の概要</b> .....       | <b>12</b> |
| 1. 本計画策定の基本的な考え .....                     | 12        |
| 2. 本計画の概要 .....                           | 13        |
| 2-1. 地震・火山現象の解明のための研究 .....               | 13        |
| (1) 地震・火山現象に関する史料, 考古データ, 地質データの収集と整理 ... | 13        |
| (2) 低頻度大規模地震・火山現象の解明 .....                | 13        |
| (3) 地震及び火山噴火の発生場の解明 .....                 | 13        |
| (4) 地震現象のモデル化 .....                       | 14        |
| (5) 火山現象のモデル化 .....                       | 14        |
| 2-2. 地震・火山噴火の予測のための研究 .....               | 14        |
| (1) 地震発生長期評価手法の高度化 .....                  | 14        |
| (2) モニタリングによる地震活動予測 .....                 | 15        |
| (3) 先行現象に基づく地震活動予測 .....                  | 15        |
| (4) 事象系統樹の高度化による火山噴火予測 .....              | 15        |
| 2-3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究 .....           | 15        |
| (1) 地震・火山噴火災害事例の研究 .....                  | 16        |
| (2) 地震・火山噴火災害発生機構の解明 .....                | 16        |
| (3) 地震・火山噴火災害誘因の事前評価手法の高度化 .....          | 16        |
| (4) 地震・火山噴火災害誘因の即時予測手法の高度化 .....          | 16        |
| (5) 地震・火山噴火災害軽減のための情報の高度化 .....           | 16        |
| 2-4. 研究を推進するための体制の整備 .....                | 17        |
| (1) 推進体制の整備 .....                         | 17        |
| (2) 研究基盤の開発・整備 .....                      | 17        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| (3)       | 関連研究分野との連携の強化.....                                | 18        |
| (4)       | 研究者，技術者，防災業務・防災対応に携わる人材の育成.....                   | 18        |
| (5)       | 社会との共通理解の醸成と災害教育.....                             | 18        |
| (6)       | 国際共同研究・国際協力.....                                  | 18        |
| <b>Ⅲ.</b> | <b>計画の実施内容.....</b>                               | <b>19</b> |
| 1.        | 地震・火山現象の解明のための研究.....                             | 19        |
| (1)       | 地震・火山現象に関する史料，考古データ，地質データの収集と整理 ...               | 19        |
| ア.        | 歴史資料の収集とデータベース化.....                              | 19        |
| イ.        | 考古データの収集・集成と分析.....                               | 19        |
| ウ.        | 地質データの収集と整理.....                                  | 19        |
| (2)       | 低頻度大規模地震・火山現象の解明.....                             | 20        |
| ア.        | 史料，考古データ，地質データ及び近代的観測データに基づく低頻度大規模地震・火山現象の解明..... | 20        |
| イ.        | プレート境界巨大地震.....                                   | 21        |
| (3)       | 地震及び火山噴火の発生場の解明.....                              | 21        |
| ア.        | プレート境界地震.....                                     | 22        |
| イ.        | 海洋プレート内部の地震.....                                  | 22        |
| ウ.        | 内陸地震と火山噴火.....                                    | 23        |
| (4)       | 地震現象のモデル化.....                                    | 24        |
| ア.        | 構造共通モデルの構築.....                                   | 24        |
| イ.        | 物理モデルの構築.....                                     | 24        |
| (5)       | 火山現象のモデル化.....                                    | 24        |
| ア.        | マグマ噴火を主体とする火山.....                                | 25        |
| イ.        | 熱水系の卓越する火山.....                                   | 25        |
| 2.        | 地震・火山噴火の予測のための研究.....                             | 26        |
| (1)       | 地震発生長期評価手法の高度化.....                               | 26        |
| (2)       | モニタリングによる地震活動予測.....                              | 26        |
| ア.        | プレート境界滑りの時空間発展.....                               | 27        |
| イ.        | 地殻ひずみ・応力の変動.....                                  | 27        |
| ウ.        | 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験.....                        | 28        |
| (3)       | 先行現象に基づく地震活動予測.....                               | 28        |
| (4)       | 事象系統樹の高度化による火山噴火予測.....                           | 28        |
| 3.        | 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究.....                         | 29        |
| (1)       | 地震・火山噴火災害事例の研究.....                               | 29        |
| (2)       | 地震・火山噴火災害発生機構の解明.....                             | 30        |
| (3)       | 地震・火山噴火災害誘因の事前評価手法の高度化.....                       | 30        |

|     |                                  |    |
|-----|----------------------------------|----|
| (4) | 地震・火山噴火災害誘因の即時予測手法の高度化 .....     | 30 |
| (5) | 地震・火山噴火災害軽減のための情報の高度化 .....      | 31 |
| 4.  | 研究を推進するための体制の整備 .....            | 31 |
| (1) | 推進体制の整備 .....                    | 32 |
| (2) | 研究基盤の開発・整備 .....                 | 33 |
| ア.  | 観測基盤の整備 .....                    | 33 |
| イ.  | 地震・火山現象のデータベースとデータ流通 .....       | 34 |
| ウ.  | 観測・解析技術の開発 .....                 | 35 |
| (3) | 関連研究分野との連携の強化 .....              | 36 |
| (4) | 研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成 ..... | 36 |
| (5) | 社会との共通理解の醸成と災害教育 .....           | 37 |
| (6) | 国際共同研究・国際協力 .....                | 38 |

## 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が必然である。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について従来から危惧され、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。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。
- ・ 歴史資料、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。
- ・ 発生間隔が数百年以上の低頻度であっても極めて甚大な災害をもたらす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、計画の期間が平成25年度末までと残りが短いこともあり、全ての問題点には対応はできていない。これらの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、防災分野だけでなく、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対しても正しく理解し、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共に、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（ぜいじゃく）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から始め、高感度の地震観測網や地殻変動観測網を全国に整備し、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共に、研究者も増加し、地震学は着実に進歩した。そのような状況で、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、同じ前兆現象が必ずしも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された。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向を大きく見直すことになった。

平成 11 年度から開始された「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繋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、それにより構築できる物理モデルと観測データに基づき、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、釜石沖の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、南海トラフで、ゆっくり滑りや低周波微動などの現象が世界に先駆けて発見され、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展して、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み、大地震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試行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、地震発生についての科学的知見は格段に増えたが、それに伴い、地震発生の複雑さも明らかになり、大地震発生予測の実現には至っていない。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の推進し、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、噴火の前駆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、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、人工衛星や有人・無人の航空機や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、脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進展した。近年では、火口近傍での広帯域地震観測、地殻変動観測、気圧変化の観測や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の解明、マグマ中の気泡の成長と爆発、それに伴う火山ガスの放出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。さらに、マグマの物性とマグマ上昇速度などと噴火規模・様式の関連が見られる例も見つかり、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導入している。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公共団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、火山噴火の理解は進んでいない。例えば、平成12年の三宅島噴火の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年の新燃岳の噴火規模・様式も予測できなかった。また、国立大学の法人化に伴い、大学における観測研究の縮小が危惧されることから、火山観測・監視体制の維持についての検討が必要であることが、外部評価で指摘された。

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比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比抵抗構造の解析により、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、震源での媒質の性質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が進展し、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。
- ・陸域の高密度な地震及びGNSS観測網に加え、震源域直上の海底地震観測や海底地殻変動観測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の断層での詳細な滑り分布や、本震発生に至る過程のかなりの部分が解明された。



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。この実績に基づき、政府により太平洋岸に海底観測網が敷設される計画である。
- ・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、海底観測やブ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。

- ・富士山の火山体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。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ものが期待されている。
- ・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。
- ・噴火履歴の解読や近年の地震・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（ふかん）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。災害科学とは、災害を引き起こす現象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現象を理解し、それらが引き起こす災害を知ることが災害科学の基礎となる。地震や火山噴火が引き起こす強震動、津波、火山灰や溶岩の流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（ぜいじゃく）性により災害が発生する。このような概念を念頭において研究を推進する。この際に、地震・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・火山噴火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も重要である。観測研究は、以上を踏まえ、防災、減災にも貢献できる研究として機能すべきであり、今が、これまで地震や火山噴火の発生予測により防災・減災に貢献するという考え方から、発生予測も含めた災害誘因の予測により防災・減災に貢献するという考え方へ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、「前もって知る」という意味から予言や警告という意味までの幅広い語感を持つ。そのため、最近の理学研究では、「予測」という言葉を使うことが多い。他方、災害科学においては、災害の発生を「前もって認知して、さらにそれに対応できるようにする」という意味での「予知」の必要性は大きい。これからの観測研究計画では、災害科学の観点から、後者の意味で「予知」と言う語を用いる。すなわち、地震や火山噴火によりどのような災害が起こるかを事前に知り、それに備えるために、災害発生の可能性をその原因となる地震や火山噴火発生に遡って予測し、防災・減災につなげることが、「災害予知」の基本である。

### 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)

外部評価で指摘された「実用科学」を、本計画では、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、火山灰や溶岩の流出など災害を起こす現象の予測を含めた災害予知の研究を推進する。

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限られた事象ではあるものの、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行う。その際、多様なデータ、手法、モデルを考慮して、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 リアルタイム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予知に役立つ研究成果を増やし、社会に貢献することを目指す。

#### （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の発生機構を理解し、この地震が隣接域の地殻活動に及ぼす影響を研究する。また、これまでに南海トラフで発生した巨大地震の特性を解明する。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、津波、噴火規模・様式などを想定して、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。自然現象としての通常地震と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、低頻度で発現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、国内外で発生する大規模な地震・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、歴史資料、考古学や地質学によるデータ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実時間で把握して、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、予測が確実に行える状況ではなく、予測の実現には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。個々の事象発現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大規模の地震・火山現象を理解するためには、史料、考古データ、地質データの利用が不可欠であり、歴史学や考古学、地質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の連携し、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。また、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・火山噴火災害に関する科学（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予知は、その手法が未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・火山噴火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、長期にわたる継続的な観測・調査と観測データ・資料の蓄積と総合的な解析を、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。

地震及び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・地盤などの環境や人間社会の持つ脆弱（ぜいじゃく）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及び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、防災学や工学、人文・社会科学などの関連研究分野との連携を図りつつ、災害科学を推進する。また、地震や火山噴火現象の推移を理解し、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。

低頻度の災害予知の研究をするためには、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。

## 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向で述べた考え方に従い、これまでの計画のように地震や火山噴火予知に基づき災害軽減に資するという方針から、本計画からは、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、国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として、地震・火山噴火の災害誘因の予測の研究を実施する。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、研究成果を地震や、津波及び火山噴火による災害の軽減につなげることを目指す。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も加わり計画を推進する。このような方向転換の最初の5か年として、計画を策定する。

本計画では、地震や火山噴火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、火砕流や溶岩流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の研究である。これらの観測研究を進めるためには、長期的な取組を行い、成果が防災・減災に効果的に利活用される必要があり、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ことを目指す。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、予知を目指した研究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



発展に着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、1.～4. の全て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起きる地震動、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、地質データも活用して、また、低頻度で大規模な現象に特に注目して、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、「地震及び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、歴史資料の解読・解釈、考古学的な発掘痕跡の集約、地質調査データの調査・分析を行う。近代的な観測データや現在の地震・火山関係の資料と対比・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

低頻度大規模地震・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、現在の地震学的・火山学的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、近い将来南海トラフで発生が懸念される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) 地震及び火山噴火の発生場の解明

過去の大地震の断層周辺の構造、マグマ溜まりや火道などの物理・化学的特性、また、それら周辺の応力・ひずみの時空間分布を明らかにするために、地震・地殻変動観測や電磁気探査などを実施する。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（じょうらん）が、地震活動や火山活動に及ぼす影響を調べる。得られた成果は、地震発生モデル化や火山現象のモデル化などに利用する。

#### (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うためには、プレート境界面や地下の地震波伝播速度などの構造モデル、さらに、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分布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に基づき、多くの研究で共通に利用可能な日本列島域の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の現象をよりよく説明できる断層物理モデルを構築する。これらの構造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や、プレート境界での多様な滑りを再現するシミュレーションに応用する。

#### (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、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、火山間の類似・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、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「地震発生の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」に関する研究を行う。また、可能性のある噴火現象の推移を俯瞰（ふかん）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」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、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活用し、さらに、近年の観測データや高性能計算機などを利用した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把握することが可能になってきた。これを利用して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、高性能計算機などを利用した数値シミュレーションと、観測データを比較する。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、地震活動等を利用し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。地震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。先行現象捕捉のための観測を行い、これまでに得られているデータも含めて、先行現象と地震の関係を統計的に評価する。様々な先行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（ふかん）的に理解してその予測を目指すために、歴史資料、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。これによって、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、社会的な要請に応えた地震・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、火山灰や溶岩の流出などの「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知見を有機的につなげ、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歴史資料、調査・観測記録から解明する「地震・火山噴火災害事例の研究」、災害誘因が自然や社会の脆弱（ぜいじゃく）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・火山噴火災害誘因の即時予測手法の高度化」，さらに，「地震・火山噴火災害軽減のための情報の高度化」の研究を行う。

#### (1) 地震・火山噴火災害事例の研究

強震動，津波，火山灰や溶岩の流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（ぜいじゃく）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歴史資料を含めて，長期的視野をもって明らかにする。歴史資料に基づき，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・火山噴火災害との関係を明らかにする。

#### (2) 地震・火山噴火災害発生機構の解明

地震発生・火山噴火による災害誘因が，災害素因に与える作用力，つまり，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（ぜいじゃく）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複合学術領域で構築する。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・火山噴火災害誘因の事前評価手法の高度化

地震・火山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，災害予知の研究を行う。

#### (4) 地震・火山噴火災害誘因の即時予測手法の高度化

地震や火山噴火に伴う地震動や津波，火山灰や溶岩の流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・高度化する研究を進める。

#### (5) 地震・火山噴火災害軽減のための情報の高度化

地震・火山噴火の予測は，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く確率を付与した予測情報，データの総合的判断に基づく定性的な情

報など、多様である。特に、決定論的あるいは確度の高い情報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」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、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・火山現象の理解とそれによる災害を軽減するためには、防災研究分野、人文・社会科学研究分野との連携を強化し、総合的かつ学際的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つことのできるような計画推進体制を作る。このために、社会の中の科学としての観点から、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実施計画を立案し、推進する。特に、地震調査研究推進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。

##### (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、行政官庁、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。これらの観点から、地震・火山噴火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などの科学技術まで幅広い知識が必要である。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は重要である。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、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情報など、広く災害情報の在り方についても検討する。

### (6) 国際共同研究・国際協力

大規模な地震・津波、火山噴火災害は、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・火山噴火災害の防止・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，地質データの収集と整理

歴史地震・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・火山噴火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. 歴史資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，地変や地下水異常などそれに付随する諸現象，及び，それによる災害に関する歴史資料の収集，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・火山噴火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。

- 大学は、マグマ噴火が想定される火山について、火山ガスデータの蓄積を行い、岩石学情報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

歴史資料、考古学的な発掘痕跡調査、地質調査データ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、津波の個々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、日本国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、稠密（ちゅうみつ）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する。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調査と津波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を比較検討し、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 3,000 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）地殻変動調査などで明らかにし、地震シナリオ構築に資する。



- 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、歴史資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、近代的観測記録のある昭和南海地震と文献資料との比較により、過去の南海トラフでの巨大地震の具体像を明らかにするとともに、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・メカニズム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、海底地震観測や海底地殻変動観測を実施し、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。また、海洋研究開発機構は、東北地方太平洋沖地震の大地震性滑りの理解のため、日本海溝域の海域で、海溝軸までの大滑りを伴った大地震の時空間的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も用いて、日本海溝の沈み込みプレート境界で起こる滑り現象の多様性の統一的説明を試みる。
- 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、これに基づき、歴史地震の震源域を推定する。また、プレート境界の大～巨大地震の詳細な破壊過程を分析・比較することにより、巨大地震の発生様式を解明する。以上の成果を利用して、南海トラフなどで今後発生すると予想される巨大地震の震源断層モデルを推定する。

#### (3) 地震及び火山噴火の発生場の解明

地震が発生するプレート境界やプレート内、あるいは、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

震発生に与える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を起こす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場の時空間変化と、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（ぜいじゃく）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。
- 海上保安庁は、海洋プレート内の変形や応力場の理解を進めるために、伊豆諸島海域に

において GNSS 連続観測を行う。

#### 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、地震、地殻変動、電磁気観測などを実施し、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。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活動と火山性地震活動や応力場との関係を明らかにする。火山体およびその周辺での、応力・ひずみなどの時空間変化を推定し、火山活動が、周辺断層の応力・ひずみ戴荷に与える影響を明らかにし、内陸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・マントルにおける岩相 - 水 - 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、内陸地震の载荷機構を調べる。大学は、有珠山、蔵王山、阿蘇山、霧島山、桜島などにおいて、火山周辺域の稠密（ちゅうみつ）な地震及び電磁気観測を実施し、レシーバ関数解析やトモグラフィ、散乱波解析、比抵抗構造解析などを行い、地殻深部から火山体浅部における流体分布を明らかにする。また、火山体およびその周辺での GNSS 観測、InSAR 解析、重力観測などにより、火山周辺域の応力の時空間変化を明らかにする。
- 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、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 M6～M7 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基本構造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・応力状態の定量的評価に必要な構造要素等を考慮しつつ、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. 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災害を引き起こす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，火山性地震活動，地盤変動などの火山現象，火山体の地震波速度や抵抗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を中心に進め，マグマ活動に見られる共通過程を抽出し，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，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てその機構の定量的理解を深める。また，水蒸気噴火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ってきた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、十分な精度を持つ観測から得られた地震先行現象を統計的に評価し、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の関係性を明らかにし、事象分岐論理の構築を進めて、噴火推移の予測を目指す。

### (1) 地震発生長期評価手法の高度化

史料、考古データ、地質データと近年の観測データと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メカニズム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パターンを再現できる複数のシナリオに対して、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、LiDAR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リアルタイム検出に努める。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活動、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、ゆっくり滑りと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、より長期にわたる発生履歴を解明し、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実時間で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、内陸余震観測等の稠密（ちゅうみつ）な観測によるデータから震源位置、メカニズム解、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、観測データに基づ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、余震活動やその他のクラスタリング効果を考慮して、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の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、現象と地震発生の相関を客観的に評価する。また、それぞれの先行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。岩石実験における最終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、観測データや火山噴出物特性と、噴火現象の分岐の関係を明らかにし、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・地球化学的観測研究の成果に加え、物理モデルを反映することにより、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。

### 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、火山灰や溶岩の流出などの「災害誘因」が、自然・社会の「災害素因」に働きかけ、その作用・影響が顕在化し被害をもたらすという視点から、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、社会科学などの知見を有機的につなげた複合領域を確立し、地震・火山噴火研究の成果を効果的に社会還元する。地震・火山噴火災害事例の研究や、地震・火山噴火災害発生機構の解明を進めるとともに、地震・火山噴火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について研究を実施し、防災・減災に資することを目指す。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（ぜいじゃく）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歴史資料に残る地震・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。歴史資料より、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・火山噴火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自然素因と社会素因に与える作用力、自然・社会素因が損傷、破壊、途絶などに与える影響、さらに、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複合領域で構築して研究を推進する。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、人口が稠密（ちゅうみつ）である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災害発生機構を多面的に分析するとともに、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、誘因の営力と被害の地理的分布との関係を調べ、脆弱（ぜいじゃく）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予測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、地質・地形的要因の調査・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予測手法の高度化を進める。

## (4) 地震・火山噴火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手法の高度化を図る。

- 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とともに、震源メカニズム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 データの準リアルタイム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）」などの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リスク・コミュニケーションの方法論を研究する。

- 大学は、不確定さを伴う地震の長期評価、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検討する。
- 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検討する。
- 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（ぜいじゃく）性との関係を明らかにする。
- 気象庁は、技術の進展や社会要請を踏まえ、津波警報、緊急地震速報、長周期地震動、噴火警報、降灰予報などの防災情報の改善を行うことにより、最新の研究成果を共有・活用し、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たせるように、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・発展を進め、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、防災研究分野、人文・社会科学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、地震調査研究推進本部（以下、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。
- 一方、学術的な災害研究関連組織との連携も強化する。本計画は、地震学と火山学を中核とし、防災学、工学、人文・社会科学の研究者が参加する複合分野として推進することから、その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ための体制を整える。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、全国の陸域及び海域に展開された地震・地殻変動・火山などの各種観測網から得られるデータをリアルタイムで流通させるシステムを運用し、超大容量・多項目のデータ流通のための通信方式等の開発を行う。
- 気象庁は、地震津波情報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。また、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一元的に処理するとともに、処理結果を大学、関係機関に提供し、地震活動等の研究、評価に資する。
- 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及び東海地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。陸域技術衛

星2号(ALOS-2)等を利用した SAR 干渉解析を定期的実施し、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、津波発生時には津波の状況を即時的に公表する。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リアルタイムで共有し、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(REGMOS)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、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。また、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、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。さらに、地殻活動・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、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。また、DGPS局のデータを利用して地殻変動を検出する。さらに、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。

#### 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、定常的な発震機構解析及び大地震時の震源過程解析を実施し、それらの成果の社会への還元を継続する。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 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リアルタイム基盤データを整備する。また、機動的な臨時観測の多項目のデータをリアルタイムで流通、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が、住民に利用されやすくするため、ワークショップの開催等により課題解決に努める。
- 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高機能化と精度向上、海底面の上下変動や傾斜を測定するセンサーの面的展開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開発、定常的な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、稠密（ちゅうみつ）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（ミューオン）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・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、地震・噴火発生場の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、GNSS－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、航空機搭載およ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、地震およ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。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とともに、鉛直成分だけでなく水平成分の地殻変動を推定する研究を行う。
- 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、海底地殻変動技術の開発、構築と運用、深海型のシステムの開発を行う。

### (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。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た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。

- 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、地質学の間での学際研究は、長期的な見通しをもって行われる必要がある。このため、過去の地震と噴火災害の史料、考古データを収集、集積し、地質データととも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・火山噴火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・火山噴火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分野であり、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、基礎学問分野だけでなく幅広い技術の習得を目指した、世代を超えた継続的な観測研究と人材育成を行う必要がある。さらに、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ものが防災・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もつ地震・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、化学などの基礎学問分野だけでなく、地学、歴史学、フィールド調査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ものが防災行政に携わるために、複数の教育・業務機関が連携し、研究成果を生かした教育活動を継続して、若手研究者・技術者を育成する。
- 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・社会科学分野も含めて提供する。

- 行政担当者や国民に、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。
- 大学などの関連機関は、自治体の行政担当者や地域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、防災情報の利活用を含む、地震・火山の防災知識の普及啓発を推進する。
- 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，火山噴火災害を，国際的な防災・研究機関と連携して研究する取り組みを強化する。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，それを用い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・火山噴火災害の防止・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い取り組みを行う。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及び北西太平洋津波情報センター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，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，中国史料を中心に東アジアにおける地震・火山噴火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。