

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）

平成25年11月8日  
科学技術・学術審議会

## 目 次

・ 現状の認識と長期的な方針	1
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．基本的方針	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
・ 本計画策定の基本的な考えと計画の概要	12
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
2 - 2．地震・火山噴火の予測のための研究	14
2 - 3．地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究	15
2 - 4．研究を推進するための体制の整備	16
・ 計画の実施内容	19
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， 地質データ等の収集と整理	19
ア．史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．地質データ等の収集と整理	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等に基づく 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・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	22
(4) 地震現象のモデル化	23
ア．構造共通モデルの構築	23
イ．断層滑りと破壊の物理モデルの構築	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	24

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	25
(1) 地震発生長期評価手法の高度化	25
(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	26
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	27
(3) 先行現象に基づく地震活動予測	27
(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・火山噴火の災害事例の研究	29
(2) 地震・火山噴火の災害発生機構の解明	29
(3) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化	30
(4) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化	30
(5) 地震・火山噴火の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	31
(2) 研究基盤の開発・整備	32
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	37

[ 用語解説 ]	39
----------	----

[ 参考資料 ]	55
----------	----

- ・ 科学技術・学術審議会委員名簿
- ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会委員名簿
- ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会委員名簿
- ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会次期研究計画検討委員会委員名簿
- ・ 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画に係る審議状況
- ・ 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 実施機関

[ 概要 ]	64
--------	----

## ・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，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・様式の間が見られる例も見つかかり，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展し、科学的な理解に基づき、地震発生<sup>は</sup>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<sup>あらがじ</sup>予め知る必要がある。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の意味は重く，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。

(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・減災に役立つ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、その手法がい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うことは、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。

## ・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か年として、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・減災に効果的に利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<sup>えき</sup>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域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もか

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。

## ・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、<sup>しこつ</sup>支笏、<sup>あいら</sup>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、<sup>ばんだい</sup>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て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、断層破砕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。

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<sup>めあかん</sup>、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の間関係を明らかにし、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、現象と地震発生の間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を行い、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 WOV0dat 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リスク・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る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つては、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ふ取組を行う。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、国際的な学术交流を促進するように、海外の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。

## 用語解説 及び 参考資料

## [用語解説]

### アウターライズ地震

海溝から沈み込もうとする海洋プレートがたわむことによって海溝軸近傍の外側（陸と反対側）に形成される高まり（アウターライズ）の付近で発生する地震。

### アセノスフェア

地球表面を覆う固い層（リソスフェア）の下に存在する，上部マントル中の流動性に富む層。

### アレイ観測

地震計等の観測機器を比較的狭い範囲に数多く並べて行う観測。地震計アレイ観測では，それぞれの地震計の波形を重ね合わせることによりノイズが除去されて微弱な信号を検出することや，観測点ごとの地震波の到着時間の差から地震波の到来方向を推定することができる。

### 移流拡散モデル

噴火によって噴出された火山灰や噴石の移動・拡散を予測するモデル。

### 演繹<sup>えき</sup>的手法

一般的・普遍的に当てはまるとされる理論や事例から，個別の事柄について考察する手法。

### 応力

物体内部での力の掛かり具合を示す，物体内部に考えた仮想的な面を通して及ぼされる単位面積当たりの力。震源域の応力が破壊強度より高くなったときに地震が発生すると考えられている。

### 応力場

物体内部の応力の向きや大きさの状態を応力場という。

### 海域火山基礎情報図

海域にある火山の地形，地質及び地磁気などの地球物理情報を盛り込んだ基本的な図面。

### 海溝型巨大地震

海溝沿いで発生する巨大な地震の総称。2011年東北地方太平洋沖地震も海溝型巨大地震である。

### 火砕流

高温の火山灰，軽石，火山ガスなどが混合し，それらが一体となって斜面を高速で流下する現象。

#### 活断層

過去に大地震を繰り返し発生させてきて，地表近傍まで食い違いを生じ，今後も同様の地震を発生させると考えられる断層。

#### 火道

地下のマグマ溜まりから地表へ至るまでのマグマの上昇経路のこと。火道でのマグマの脱ガスや上昇の仕方が噴火の様式を左右する。

#### カルデラ噴火

火山灰やマグマなどを大量に放出して，鍋状の地形（カルデラ）を形成する巨大な噴火。

#### 間隙流体

土や岩石中の粒子間のすきま（間隙）に入り込んだ水などの流体。この流体の圧力を間隙流体圧または間隙圧という。

#### 貫入（マグマの貫入）

マグマの圧力の急増等により，地殻内のマグマが周辺岩体を割って入り込むこと。

#### 帰納的手法

さまざまな事例の研究から，ものごとの一般化，普遍化を試みるやり方。

#### 基盤的地震観測網

地震調査研究推進本部の「地震に関する基盤的調査観測計画」（平成 9 年 8 月）に基づく，高感度地震計（防災科学技術研究所の Hi-net），広帯域地震計（防災科学技術研究所の F-net），強震計（防災科学技術研究所の K-NET と KiK-net）等。

#### 強震動

被害を及ぼす強い揺れを指し，各地点の揺れ方は，震源の大きさや断層の破壊の進行方向，地震波が伝わる経路，観測点の地盤の特性などによって大きく変わる。

#### 共同利用・共同研究拠点

文部科学省が，平成 20 年 7 月に科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会の報告を踏まえて学校教育法施行規則を改正し，国公私立大学を通じた，共同利用・共同研究を推進するシステムとして，新たに文部科学大臣によって設けられた認定制度。

## 緊急地震速報

地震の発生直後に、震源に近い地震計でとらえた観測データを直ちに解析し、各地での主要動の到達時刻や震度を予想し、可能な限り素早く知らせる地震動の予報・警報。

## 空振

噴火に伴って火山ガス等が火口から大気中に放出されるために発生する空気振動のこと。桜島や浅間山などで発生するブルカノ式噴火では、空振によって火口から 10km 以上も離れた家屋の窓ガラスが破壊されることがある。

## 群発地震

前震・本震・余震の区別がはっきりせず、ある地域に集中して多数発生するような地震群のこと。通常地震活動は、(前震 - )本震 - 余震という時間順で発生し、規模の大きな本震の後に余震が続く、余震の発生間隔は時間の経過とともに長くなってゆくが、群発地震の活動は、消長を繰り返しながらやがて収まっていく。

## ケーブル式津波計

海底での津波観測を行う一方式。複数の津波計を海底ケーブルでつなぎ、津波計からのデータは海底ケーブルにより陸上局まで伝送され、実時間でデータ取得ができる。

## 考古データ

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

## 構造探査

ダイナマイトなどの人工震源を用いて振動を発生させ、その振動をいろいろな地点で観測して、地震波の伝播速度や減衰などを調べることにより地下の構造を明らかにする調査手法。

## 広帯域地震計

主として周期約 100 秒から 0.1 秒までの地面の振動を観測できる周波数帯域の広い地震計。周期数秒より長い地面の揺れに対しては他の地震計に比べて感度が高い。

## 降灰予報

火山噴火により広範囲に降灰の影響が及ぶ恐れがある場合に、降灰が予想される範囲を示して発表される予報。気象庁が平成 20 年 3 月 31 日に運用を開始した。

## 国際地球基準座標系 (ITRF)

国際地球基準座標系 (International Terrestrial Reference Frame) は、GPS、

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

#### 国際レーザー測距事業（ILRS）

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

#### 古地震シナリオ

近代的な計測器を用いた地震観測が開始される以前に発生した地震の発生の推移を時系列的に整理したもの。

#### 固着回復

プレート境界では，プレート境界の固着領域に応力が集中し，地震の発生によって固着が解消されると考えられている。地震の発生後に，時間をかけてゆっくりと固着が再生することを，固着回復という。

#### 災害素因

災害誘因を受けた際に生じる被害・損失の規模，様態を左右する社会や構造物の脆弱性。

#### 災害誘因

災害をもたらす原因（加害力，外力）のこと。地震や火山噴火は災害誘因である地震動，津波，火山灰や溶岩の噴出などを引き起こす自然現象である。

#### 山体崩壊

山体が地震や火山噴火などによって大きな崩壊を起こす現象。

#### 事象分岐論理

ここでは，噴火事象の分岐とそれを決定する物理・化学過程の間にある法則的な連関のこと。

#### 地震・火山噴火予知研究協議会

地震及び火山噴火予知研究を行っている全国の大学・研究機関が，「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」（科学技術・学術審議会 平成 20 年 7 月 17 日

建議)で立案された研究を、連携と協力関係を強化して推進するために運営されている組織。

#### 地震学的構造

主に地震波の解析によって推定される、地震波速度構造や地震波減衰構造など。

#### 地震考古学

考古学の遺跡発掘調査で見つかる地震の痕跡(液状化跡、傾動など)の考察に基づいて、過去の地震の発生や被害などを明らかにしようとする学術分野。

#### 地震シナリオ

ある領域における地震の発生の推移を時系列的に整理したもの。

#### 地震調査研究推進本部

行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、この調査研究を一元的に推進するため、地震防災対策特別措置法に基づき総理府に設置(現・文部科学省に設置)された政府の特別の機関。

#### 地震発生過程

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

#### 地震発生サイクル

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

#### 地震発生層

地殻のうち地震の発生する深さの範囲。地殻深部になると高温になり、地震が発生しにくくなるため、場所により地下の温度が異なると、地震発生層の厚さも異なる。

#### 地震発生帯

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

#### 地震発生ポテンシャル

中長期的観点から地震発生の可能性(切迫性、規模など)を表現する指標。

#### 沈み込み帯

プレートの収束境界で、一方のプレートが他方のプレートの下へと沈み込む地帯。

冷たくて重い海洋プレートが、大陸プレートなどのより軽いプレートの下へ沈み込む。

#### 自然素因

災害素因のうち、地形・地盤条件など自然にかかわる素因。社会素因と対をなす。

#### 実験観測

課題を設定し、その解明のために、能動的な手法も含めて一定期間行う観測。

#### シミュレーション

実際の事象を、その事象を支配している法則に基づいてほぼ同様となるように組み立てた模擬空間で再現試行すること。コンピュータを用いた数値シミュレーションを指すことが多い。計画では、強震動や地震発生サイクル等のシミュレーションが行われる。

#### 社会素因

災害素因のうち、人口・建物・施設など人間・社会にかかわる素因。

#### 史料

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

#### 震源過程

地震は震源域内部で、ある種の破壊が発生することにより起こる。この破壊過程のことを震源過程という。

#### 震源断層

地震を起こした断層のことをいい、通常は地下にあり、大きな地震では複数の断層が連動して動くことがある。また、主要な断層面から枝分かれした断層を分岐断層という。

#### 震源特性

震源の持つ性質のことで、地震の規模、震源断層の形状、すべり量とその時間発展、破壊開始点の位置などのパラメータによって表わされる。

#### 人工衛星レーザー測距

軌道が正確に推定されている人工衛星に搭載したプリズムに対して、地上基地局からレーザー光線をパルス状に発射し、そのパルスの往復時間から衛星までの距離を高精度に計測する。それを繰り返すことによって、地上基地局の座標を高精度に推定する技術。1cm 程度若しくはそれより良い精度で地上局の座標が求められる。



SLR (Satellite Laser Ranging) ともいう。

### 水蒸気爆発

水が加熱されて起こる爆発的な噴火のこと。水蒸気と粉々になった岩石が火口から激しく放出される。水蒸気爆発では噴出物にマグマは含まれないが、引き続いてマグマを含む噴火に移行することがある。

### スラブ

マントル内部に沈み込んだ海洋プレート。

### スラブ内地震

スラブの内部で発生する地震。プレート境界地震が起こらないような深部で大地震が起こる場合がある。

### ぜい 脆性

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

### 絶対重力観測

基準となる点からの重力差（相対重力）ではなく、観測点における重力加速度を直接計測する観測。現在の絶対重力計は、真空中でプリズムなどの反射鏡からなる物体を、投げ上げもしくは自由落下により運動させて、重力加速度を計測する。測定精度は1マイクロガル（地上重力値の10億分の1）程度である。

### 先行現象

地震や火山噴火の発生前に震源域や火山の周辺で発生するさまざまな異常現象。土地の隆起・沈降、地震活動の変化、電磁気異常、地下水の変化などがある。前兆現象と呼ばれることもある。

### 全磁力

地球磁場の大きさ。磁場の観測量として、その長期的安定性が最も高い。磁気を帯びた鉱物の帯磁は、温度や応力によって変化するので、全磁力の変化は地下の温度、応力状態の変動を示唆する。

### 相似地震

互いに波形がよく似ている地震群のこと。ここでは、波形の相似性が極めて高い地震群のみについて「相似地震」と呼んでいる。このような地震群は、ほぼ同一の震源域で繰り返し発生したと考えられている。

## 素過程

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

## 即時予測

地震が発生した直後に観測されたデータを利用して、地震波や津波が特定の地域に到達する前に、該当地域の地震動や津波高等を予め推測すること。例として、緊急地震速報や津波警報が挙げられる。

## 脱ガス

マグマが地表に近づいた際に、圧力の低下のために、マグマ中に溶解していた水や炭酸ガスなどの成分（揮発性成分）がマグマから火山ガスなどとして分離し、周辺に拡散する現象。

## 脱水

温度や圧力の上昇に伴い、鉱物や岩石に含まれていた水が放出される現象。

## 断層セグメント

巨大な断層で地震が起こる場合には、断層全体がいちどに動くとは限らず、幾つかの区分に分かれた振る舞いをすることがある。このように、断層運動する際にまとまった振る舞いをする区分を断層セグメントと呼ぶ。

## 断層破碎帯

断層の運動で破碎された岩石によって構成されるある幅を持った帯状の領域のこと。

## 地殻

地球の固体部分を構成する大きな成層構造のうち、一番外側の層。地殻の内側はマントルと呼ばれている。地殻は海洋地殻と大陸地殻に分類され、海洋地殻は約6kmのほぼ均一な厚さであるのに対し、大陸地殻は平均的には30km程度の厚さであるが、場所によっては60-70kmにも及ぶ場所がある。

## 地殻活動

地震や火山噴火、およびそれを引き起こす地殻変動など、地殻内で発生する現象全般の総称。

## 地殻熱流量

地球内部から単位面積・時間あたりに地表に向けて流れてくる熱量。

#### 地殻流体

地殻の内部に含まれる水やマグマ等の流体。

#### 地震活動予測可能性共同実験 ( C S E P )

Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability の略。米国・欧州・ニュージーランド・日本を中心として実施している国際プロジェクトで、厳密な客観的手法で地震発生の予測実験を行い、その結果を統計学的に評価し、地震活動予測やその評価方法を確立するとともに、地震破壊過程の予測可能性の検証を目指している。

#### 地変

地盤の陥没や隆起などの異変。

#### 長期孔内観測システム

掘削された孔（ボアホール）の内部において、長期間にわたって地震動や地殻変動などを観測するために開発された、地震計、傾斜計、体積ひずみ計等のセンサーによって構成された観測システム。

#### 長期評価

主要な活断層で発生する地震や海溝型地震を対象に、史料や地形・地質データなどによる地震発生履歴をもとにして、地震の規模や一定期間内に地震が発生する確率を予測したものを「地震発生可能性の長期評価」(長期評価)と呼ぶ。

#### 長周期地震動

地震発生時に通常の震動とは異なり、数秒～数十秒周期でゆっくりと揺れる震動。一般に、マグニチュードの大きい地震ほどゆっくりとした揺れの成分を多く含む。長周期地震動の周期が超高層ビル等の固有周期と一致すると共振しやすく、場合によっては大きな被害につながる。

#### 超長基線電波干渉法

クエーサー（準恒星状天体）から放射される宇宙電波を数千 km 離れた複数の観測点で同時に受信し、その到達時間差から観測点間の距離や位置関係を測定する方法。VLBI (Very Long Baseline Interferometer) ともいう。

#### 津波計

海面の水位（潮位）の時間変化を測定し、津波による水位変化を検知する観測機器。

## 津波警報

地震発生後に津波による災害の起こるおそれがある場合に気象庁が発表する警報。各津波予報区の予想される津波の高さや到達予想時刻などの情報が併せて発表される。

## 津波堆積物

津波によって運ばれた砂や礫などが堆積したもの。これを調べることにより、過去の津波の発生年代や規模を推定することができる。

## 低周波地震

地震波の低周波成分が卓越し、相対的に高周波成分が弱い地震のこと。ここでは特に陸域の地殻深部やマントル最上部付近で発生する地震を指す。火山の深部に多いと言われていたが、最近は大い地震の震源域の深部付近にも見つかるようになった。地下の流体（マグマや水等）の挙動に関係していると考えられている。

## 低周波微動

同程度の振幅を有する通常の微小地震より低周波数成分に卓越する地震波が、場合によっては数日もの長い時間にわたって継続する現象のこと。低周波微小地震と似た現象だが、波の始まりが不明瞭でかつ長時間継続する特徴を有する。西南日本に沈み込むフィリピン海プレート境界面における巨大地震震源域の深部に沿って分布し、数カ月周期で発生する短期的ゆっくり滑りに同期する場合がある。

## データ同化

複雑な現象の高精度予測のために、数値シミュレーションの結果として得られる物理量が観測データをなるべく再現できるように、適切な初期値や境界値、各種パラメータを推定すること。

## トレンチ（トレンチ調査）

断層面を横切る方向に細長い溝を掘り、断面を観察して断層のずれ方や地層の年代を測定し、断層の動いた年代や周囲の環境を調べる調査。

## 内陸地震

プレートの運動の作用による力（ひずみ）は、プレート境界から離れた陸のプレートの内部である日本列島の内陸部にも働き、ひずみが蓄積して岩盤を破壊する地震が発生する。このような理由で発生した地震を内陸地震という。

## 熱水系

マグマから分離上昇した火山ガスが地下で凝縮したり、地下水と接触したりして生じる熱水の生成過程や移動経路などを指す。

## 粘弾性

加えられた力の大きさに変形量が比例する性質（弾性的性質）と変形速度が比例する性質（粘弾性的性質）を併せ持つ性質。地下深部の高温下の岩石は粘弾性的性質を持つと考えられている。地震などによって大きな力を受けた時、この力を緩和するようにマントル等が粘弾性的に変形する現象を粘弾性緩和という。

## ハザードマップ

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

## 発震機構

地震の起こり方。地震波の放射パターンなどから求められる震源断層の走向、傾斜角、滑り角を指す場合が多い。断層に働いていた力の方向を知る手がかりになる。

## 非地震性滑り

断層やプレート境界における、地震波を放出しないゆっくりとした滑り。その滑り量や滑り速度を指すこともある。

## ひずみ

岩盤（プレート）などが変形する際の、変形の大きさをひずみという。単位長さ当たりの変位で定義される、変形の度合いを表す物理量。

## ひずみ集中帯

測地観測や地形から推定される地殻のひずみが大きい領域。

## ひずみ速度場

単位時間あたりのひずみの変化率をひずみ速度と呼ぶ。ここでは、地殻のひずみ速度の空間分布のこと。

## 非線形

線形でないことを意味する。例えば、物体の変形の性質が線形であれば、物体の変形量は加えた力の大きさに比例し、複数の力を同時に加えたときの変形量はそれらを別々に加えた場合の足し合わせとなる。このような関係が成り立たない性質を非線形と呼び、変形量を評価するための数学的な取り扱いは複雑になる。

## 非弾性変形

外力によって変形した物質が、そのひずみを元に戻そうとする力を生じる性質を弾性といい、そのような性質でないものを非弾性という。非弾性で媒質が変形することを非弾性変形という。非弾性的性質には、力を加えると時間と共に変形が進行

してそれに呼応して力が緩和する粘性や、極めてゆっくりした変形だけが進み力が緩和しない塑性などの性質が含まれる。地殻の上部は主に弾性的性質を持つが、深部になると粘弾性的性質や塑性的性質を持つことが知られている。

#### 比抵抗

単位断面積，単位長さあたりの電気抵抗値。電気伝導度の逆数。

#### 不均質構造

地球内部の物性定数が，空間的に均質ではない状態（構造）。例えば，組成の違いや空隙の分布状態，流体の含有などによって，物性定数が変化する。応力場も不均一になり，特定の場所に応力集中が生じる可能性がある。

#### 物質科学的分析

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

#### プレート

地球表面は，地殻と十分に冷却して固くなっている最上部マントルとを合わせた，厚さ 100 km 程度の固い岩石の層で覆われている。この固い岩石の層は，いくつかのブロックに分割されている。それぞれの板状（球殻状）のブロックをプレートという。

#### プレート境界地震

プレートとプレートがその境界でずれ動いて発生する地震。震源断層がプレートの境界に一致する地震。

#### 噴火警戒レベル

火山活動の状況に応じて「警戒が必要な範囲」と住民や関係機関等の「とるべき防災対応」を 5 段階に区分した指標。噴火警戒レベルに応じた防災対応が地方自治体の地域防災計画等に定められた火山において，噴火警報・予報に付して発表される。気象庁が平成 19 年 12 月 1 日に運用を開始した。

#### 噴火警報

火山噴火に伴い，生命に危険を及ぼす火山現象の発生や危険が及ぶ範囲の拡大が予想される場合に，「警戒が必要な範囲」を明示して発表される警報。気象庁は，火山災害軽減のため，全国 110 の活火山を対象として，観測・監視・評価の結果に基づき噴火警報・予報を発表している。

#### 噴火事象系統樹

火山ごとに，複数の可能性のある噴火現象の時間的推移を分岐させて作成した，

噴火の推移を示す系統樹。

### 噴火シナリオ

火山ごとに、噴火で想定される現象の発生推移を時系列的に整理したもの。噴火の規模や現象発生パターンなどの分岐判断について示した噴火事象系統樹を指しているが、防災対応を目的としたより実効的なものを指すこともある。

### 噴火ポテンシャル評価

これまでの噴火の履歴や中長期的な観測結果から噴火の可能性（切迫性、規模など）を評価すること。

### 噴火様式

噴火時にマグマが地表に噴出する場合、噴火の様子はマグマの性質や破碎の程度などによって異なり、いくつかのタイプに識別される。その異なる噴火の様子を噴火様式という。

### 変動地形

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

### ボーリング

一般的には、掘削して孔をあけること。ボーリングによる調査は、地表からの孔を掘削により土壌の柱状試料を採取する手法。掘削する場所を適切に選定すれば、トレンチ調査に比べはるかに長い活動時期の地質試料を入手することができる。

### マグマ

岩石物質の高温溶融体。マグマが地下で結晶化したり、地殻物質を溶かし込んだりして、多様な組成のマグマができる（分化という）。マグマが上昇すると、マグマの中に溶解していた揮発性成分が気泡となる。火道での気泡の離脱の仕方により噴火の激しさが変化する。

### マグマ供給系

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

### マグマ溜まり

火山活動の源であるマグマが蓄積されているところ。火山やカルデラの直下にあると考えられているが、その正確な形状や内部構造は分かっていない。

## 摩擦構成則

断層面上の摩擦係数をすべり変位やすべり速度などの関数として記述したもの。

## マントル

地殻の下にある深さ約 2900 km までの固体層。その上部は、かんらん岩を主成分とする岩石で構成されている。

## マントルウェッジ

沈み込むプレートと陸域プレートに挟まれた陸側のマントル部分。この部分は、沈み込むプレートが数十度程度の角度で沈み込んでいるので、くさび状の形状をしている。

## ミュオン

宇宙線が大気中の原子核と反応して生成される二次宇宙線の一つで、地上に絶え間なく降り注いでいる素粒子。透過する物質の密度差によってミュオンの減衰が異なることを利用して、X線の透視撮影のように地殻内部の密度分布を調べる試みがなされている。

## モホ面

モホロビッチ不連続面の略。地殻とマントルの境界面である。この境界面を境にして地震波の速度が大きく変わるために、屈折波や反射波などによって容易に検出できる。

## 誘発地震

様々な現象が引き金となって発生する地震の総称。引き金となる要因としては、遠くで発生した地震や火山噴火、ダム貯水・地下への水の注入等が知られている。

## ゆっくり滑り

地震波を放射しない、断層面やプレート境界面でのゆっくりとした滑り。ここでは、継続時間が数か月以上のものを長期的ゆっくり滑り、それ以下のものを短期的ゆっくり滑りと呼ぶ。スロースリップ、スロースリップイベント(SSE)ともいう。

## 溶岩流

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

## よこ<sup>う</sup>余効変動

地震の後に震源域あるいはその周囲で発生する地殻変動。



## 横ずれ断層

断層面に沿って主として水平方向にずれた断層。断層を挟んで他方の岩盤を見たときに、右向きにずれていれば右横ずれ断層、左向きにずれていれば左横ずれ断層という。

## ラドン濃度

放射性元素ラドンの濃度。地震発生に先行して地下水や空気中のラドン濃度に変化する場合があることが報告されている。

## 陸域観測技術衛星 2 号 (ALOS-2)

災害状況把握、国土管理、資源管理等を目的とする、2013 年度に打ち上げ予定の国産衛星。地殻変動検出に適する L バンド (波長 23.6cm) の合成開口レーダ (SAR) を搭載する。

## リソスフェア

地球の地殻とマントル最上部の固い岩盤を併せた部分の総称。地球表層部を占め、ブロックに分かれて水平移動しているプレートに相当する。岩石圏ともいう。

## リモートセンシング技術

遠隔観測技術の総称。様々な波長の電波や光を用いて、対象物の地形、温度、物質などを測定する。人工衛星や航空機から測定することによって広い範囲を速く測定できる。

## レオロジー

物質の流動と変形に関する科学。地下深部での高温高圧下での流動や変形に関する岩石の振る舞いを指す。

## 歴史地震・歴史噴火

文献史料 (古文書、日記など) に記述されている歴史時代の地震や火山噴火、またそれらによる被害のこと。

## DGPS 局

GPS の信号を用いた相対測位方式である DGPS (Differential GPS) を実施するために設けられた基地局のこと。DGPS 局から発信される補正信号によって、観測局では即時的に 1~2m の測位精度が得られる。日本周辺海域では海上保安庁が航海用に DGPS 局網を運用している。

## GEONET

GNSS 連続観測システム (GNSS Earth Observation Network System) の略称で国土地理院が運用している。日本全国約 1300 点の観測点 (電子基準点等) とデータ

管理・解析処理を行う GEONET 中央局からなり，地殻変動監視と測定の基準点の役割を持つ。

## G N S S

全球測位衛星システム (Global Navigation Satellite System) の頭文字をとった略称。位置や時刻同期を目的とした電波を発射する衛星群及び地上の支援システム，並びに比較的簡単な受信機で電波を受信して自分の三次元的な地球上の位置を知る目的で使用する利用者群を総称して用いられる。アメリカ合衆国が構築した GPS は現在最も実用的な GNSS であるが，他にもロシアが運用中の GLONASS や，ヨーロッパ連合 (EU) が構築中の Galileo などのシステムがあり，これらを統合して利用することで精度や信頼性の向上が期待される。

## G P S 音響測距結合方式

海底の地殻変動を観測するための手法の一つ。海上の船舶やブイの位置を GPS (GNSS) によって精密に決定し，それらと海底に設置された基準点との距離を，海中音波を用いて測定することにより，海底の基準点の位置変化を測定する。

## G P S

Global Positioning System (汎地球測位システム) の略。地上高約 20,000 km の高度を航行する GPS 衛星からの電波を地上で受信し，三次元的な位置と時刻を正確に計測するシステム。地殻変動計測には干渉測位と呼ばれる電波の位相を用いた相対測位法が用いられる。

## S A R

Synthetic Aperture Radar (合成開口レーダー) の略。人工衛星や航空機などに搭載されたレーダーの移動により大型アンテナと同等の高い分解能を実現したレーダーシステム。SAR 干渉解析 (Interferometric SAR, InSAR) は，同じ場所を撮影した時期の異なる 2 回の画像の差をとる (干渉させる) ことにより地表面の変動を詳細にとらえる手法である。

## U L F , V L F , V H F 帯

電磁波の周波数帯域の区分。U L F は Ultra Low Frequency band (極超長波) の略で，300 Hz ~ 3 kHz までの周波数の電磁波を指す。V L F は Very Low Frequency band (超長波) の略で，3 ~ 30 kHz までの周波数を指す。V H F は Very High Frequency band (超短波) の略で，30 ~ 300 MHz までの周波数を指す。周波数の低い電磁波ほど地下深くまで信号が到達し，地下深部の情報を持っている。

## 第7期科学技術・学術審議会委員名簿

(50音順)

会長	野 依 良 治	独立行政法人理化学研究所理事長
会長代理	野間口 有	三菱電機株式会社相談役、独立行政法人産業技術総合研究所最高顧問
	秋 池 玲 子	株式会社ボストンコンサルティンググループパートナー&マネージング・ディレクター
	有 信 睦 弘	東京大学監事
	安 西 祐一郎	独立行政法人日本学術振興会理事長
	大 垣 眞一郎	東京大学名誉教授、公益財団法人水道技術研究センター理事長
	奥 野 正 寛	武蔵野大学政治経済学部教授、東京大学名誉教授
	甲 斐 知恵子	東京大学医科学研究所教授
	鎌 田 薫	早稲田大学総長
	北 岡 伸 一	国際大学学長、政策研究大学院大学教授
	桐 野 高 明	独立行政法人国立病院機構理事長
	小 池 勲 夫	琉球大学監事
	小 谷 元 子	東北大学大学院理学研究科教授、原子分子材料科学高等研究機構長
	佐 藤 勝 彦	自然科学研究機構長
	庄 田 隆	第一三共株式会社代表取締役会長
	高 橋 淑 子	京都大学大学院理学研究科教授
	柘 植 綾 夫	日本工学会会長
	中小路 久美代	京都大学学際融合教育研究推進センターデザイン学ユニット特定教授
	西 尾 章治郎	大阪大学大学院情報科学研究科特別教授・サイバーメディアセンター長
	羽 入 佐和子	お茶の水女子大学長
	濱 口 道 成	名古屋大学総長
	平 田 直	東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授
	平 野 眞 一	上海交通大学講席教授・平野材料創新研究所長、名古屋大学名誉教授
	藤 井 敏 嗣	NPO 法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長、東京大学名誉教授
	藤 垣 裕 子	東京大学大学院総合文化研究科教授
	本 間 さ と	北海道大学大学院医学研究科特任教授
	前 田 裕 子	株式会社ブリヂストングローバルイノベーション管掌付フェロー（本部長）
	山 脇 康	日本郵船株式会社顧問
	結 城 章 夫	山形大学長
	渡 辺 美代子	独立行政法人科学技術振興機構開発主監・研究開発戦略センターフェロー

(平成25年8月1日現在)

第7期科学技術・学術審議会 測地学分科会 委員名簿

(50音順)

(委員)

分科会長 藤井敏嗣 NPO法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長，東京大学名誉教授  
分科会長代理 平田直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授

(臨時委員)

今給黎哲郎 国土地理院測地観測センター長  
久家慶子 京都大学大学院理学研究科 准教授  
清水洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長 教授  
鈴木桂子 神戸大学大学院理学研究科 准教授  
中田節也 東京大学地震研究所 教授  
仲西理子 独立行政法人海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域 技術研究副主任  
橋田俊彦 気象庁地震火山部長  
藤谷徳之助 一般財団法人日本気象協会顧問  
日置幸介 北海道大学大学院理学研究院 教授  
松澤暢 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター長 教授

(平成25年5月15日現在)

第7期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会 委員名簿

(50音順)

(委員)

部会長 平田 直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授  
藤井 敏嗣 NPO法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長，東京大学名誉教授

(臨時委員)

青木 元 気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官  
井口 正人 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター長 教授  
浦塚 清峰 独立行政法人情報通信研究機構電磁波計測研究所統括  
小原 一成 東京大学地震研究所 教授  
小泉 尚嗣 独立行政法人産業技術総合研究所活断層・地震研究センター 総括研究主幹  
部会長代理 清水 洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長 教授  
関口 涉次 独立行政法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域長  
仲西 理子 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域 技術研究副主任  
畑中 雄樹 国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室長  
松澤 暢 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター長 教授  
松本 良浩 海上保安庁海洋情報部技術・国際課 地震調査官  
山岡 耕春 名古屋大学大学院環境学研究科 教授

(専門委員)

市原 美恵 東京大学地震研究所 助教  
加藤 尚之 東京大学地震研究所 教授  
田村 圭子 新潟大学危機管理室 教授  
西村 太志 東北大学大学院理学研究科 教授  
藤林 紀枝 新潟大学人文社会・教育科学系 教授  
三宅 弘恵 東京大学地震研究所 助教  
宮澤 理稔 京都大学防災研究所 准教授  
望月 公廣 東京大学地震研究所 准教授  
山中 佳子 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授  
山元 孝広 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門 総括研究主幹

(平成25年8月1日現在)

第7期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会  
次期研究計画検討委員会 委員名簿

(50音順)

(委員)

平田直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授  
藤井敏嗣 NPO 法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長，東京大学名誉教授

(臨時委員)

井口正人 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター長 教授  
今給黎哲郎 国土地理院測地観測センター長  
小泉尚嗣 独立行政法人産業技術総合研究所活断層・地震研究センター 総括研究主幹  
主査 末廣潔 一般社団法人 IODP-MI 代表  
関口涉次 独立行政法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域長  
仙石新 海上保安庁海洋情報部 技術・国際課長  
仲西理子 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域 技術研究副主任  
橋田俊彦 気象庁地震火山部長

(専門委員)

市原美恵 東京大学地震研究所 助教  
主査代理1 加藤尚之 東京大学地震研究所 教授  
田村圭子 新潟大学危機管理室 教授  
主査代理2 西村太志 東北大学大学院理学研究科 教授  
保立道久 東京大学名誉教授  
宮澤理稔 京都大学防災研究所 准教授

(平成25年6月18日現在)

## 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画に係る審議状況

平成 24 年 10 月 26 日（金） 17:00-19:30

測地学分科会（第 27 回）

- ・地震及び火山噴火予知のための観測研究計画に関する外部評価結果について報告（平成 24 年 10 月 26 日付け，主査：水谷仁（株式会社ニュートンプレス ニュートン編集長）
- ・地震及び火山に関する平成 26 年度からの 5 か年間の研究計画（以下，「次期研究計画」という）の方針について決定。

地震や火山噴火の発生の基本過程を科学的に理解し，適切な防災・減災につなげていくための観測研究は継続すべきである。その上で，外部評価委員から指摘のあった事項について可能な限り取り入れ検討する。

平成 24 年 11 月 12 日（月） 17:00-19:30

地震火山部会（第 10 回）

- ・測地学分科会の次期研究計画についての方針を受けて，次期研究計画に関する基本的考え方について決定。

測地学分科会の方針の基に，外部評価などから意見・提言のあった事を踏まえ，地震と火山噴火に関する研究が，どのように社会に役に立つのか，また，現行計画及び超巨大地震に関する研究だけでなく，これらの研究を少なくとも災害誘因（ハザード）という観点から評価できるようにすること。

- ・次期研究計画検討委員会の設置について決定。

平成 24 年 12 月 28 日（金） 10:00-13:00

次期研究計画検討委員会（第 1 回）

- ・次期研究計画に関して地震・火山噴火予知研究協議会を中心に検討された次期研究計画のたたき台（案）をもとに自由討議。

平成 25 年 1 月 10 日（木） 13:00-17:20

次期研究計画検討委員会（第 2 回）

- ・次期研究計画に関して地震・火山噴火予知研究協議会を中心に検討された次期研究計画のたたき台（案）をもとに自由討議。

平成 25 年 1 月 11 日（金）

- ・実施機関，測地学分科会 / 地震火山部会委員に次期研究計画の検討に関する調査を依頼。

平成 25 年 1 月 30 日（水） 10:00-11:40

測地学分科会（第 28 回）/地震火山部会（第 11 回）

- ・次期研究計画の策定に当たっては，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）や外部評価報告書での指摘事項を踏まえて検討を進めることを第 7 期測地学分科会において引き続き検討すべき課題として決定。

平成 25 年 2 月 26 日（火）10:00-12:00

測地学分科会（第 29 回）

- ・測地学分科会の当面の審議事項を「地震及び火山に関する平成 26 年度からの 5 か年間の研究計画」に決定。

平成 25 年 3 月 1 日（金） 10:00-11:55

地震火山部会（第 12 回）

- ・地震火山部会の当面の審議事項を以下のとおり決定。
  - ・地震及び火山噴火予知のための観測研究計画について
  - ・次期研究計画について

平成 25 年 3 月 13 日（水） 15:00-18:30

次期研究計画検討委員会（第 3 回）

- ・次期研究計画の骨子（たたき台案）に関して討議。

平成 25 年 4 月 15 日（月） 13:30-17:30

次期研究計画検討委員会（第 4 回）

- ・次期研究計画の全体の構成に関して自由討議。
- ・次期研究計画の骨子（案）に関して討議。

平成 25 年 5 月 1 日（水）

- ・実施機関，測地学分科会 / 地震火山部会委員に次期研究計画の検討に関する調査を依頼。

平成 25 年 5 月 10 日（金）

- ・人文・社会科学関連機関に次期研究計画の検討に関する調査を依頼。

平成 25 年 5 月 29 日（水）13:30-17:35

次期研究計画検討委員会（第 5 回）

- ・次期研究計画の現状認識及び今後の課題（案）に関して討議。

平成 25 年 6 月 13 日（木） 09:30-12:35

次期研究計画検討委員会（第 6 回）

- ・次期研究計画（案）に関して討議。



平成 25 年 6 月 25 日（火）16:30-19:15

次期研究計画検討委員会（第 7 回）

- ・次期研究計画（案）に関して討議。

平成 25 年 6 月 26 日（水）

- ・測地学分科会 / 地震火山部会委員に次期研究計画(案)に関する調査を依頼。

平成 25 年 7 月 8 日（月） 13:00-18:15

次期研究計画検討委員会（第 8 回）

- ・次期研究計画（素案）に関して，測地学分科会 / 地震火山部会委員からの意見も踏まえて討議。

平成 25 年 7 月 17 日（水） 13:00-18:00

地震火山部会（第 13 回）

- ・次期研究計画検討委員会で検討された次期研究計画（素案）に関して，討議。

平成 25 年 7 月 26 日（金） 10:00-12:00

測地学分科会（第 30 回）

- ・次期研究計画（審議経過報告）(案)について討議。計画名称は「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）」。

平成 25 年 8 月 2 日（金） 16:00-18:00

科学技術・学術審議会総会（第 44 回）

- ・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）について報告。

平成 25 年 8 月 22 日（木） 10:00-12:20

地震火山部会（第 14 回）

- ・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（中間まとめ）に関して，討議。

平成 25 年 8 月 29 日（木） 10:00-12:00

測地学分科会（第 31 回）

- ・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（中間まとめ）について討議し，了承。

平成 25 年 9 月 4 日（水）～ 10 月 3 日（木）

- ・「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（中間まとめ）」に関する意見公募を実施。
- ・「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（中間まと

め)に関して,日本学術会議第三部,地球電磁気・地球惑星圏学会,日本地震学会,日本火山学会,日本歴史学協会,自然災害研究協議会などの関連 18 学会等に対して意見照会を実施。

平成 25 年 10 月 21 日(月) 09:30-12:30

地震火山部会(第 15 回)

- ・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(案)に関して,意見公募,関連学会等からの意見を踏まえて討議。

平成 25 年 11 月 1 日(金) 15:30-16:40

測地学分科会(第 32 回)

- ・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(建議案)に関して討議し,了承。

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 実施機関

総務省	独立行政法人情報通信研究機構
文部科学省	国立大学法人等
	北海道大学大学院理学研究院
	弘前大学理工学部
	東北大学大学院理学研究科
	秋田大学大学院工学資源学研究科
	東京大学大学院理学系研究科
	東京大学地震研究所（共同利用・共同研究拠点）
	東京工業大学大学院理工学研究科
	東京工業大学火山流体研究センター
	名古屋大学大学院環境学研究科
	京都大学大学院理学研究科
	京都大学防災研究所（共同利用・共同研究拠点）
	鳥取大学大学院工学研究科
	高知大学理学部
	九州大学大学院理学研究院
	鹿児島大学大学院理工学研究科
	立命館大学総合理工学研究機構
	東海大学海洋研究所
	独立行政法人防災科学技術研究所
	独立行政法人海洋研究開発機構
経済産業省	独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター
国土交通省	国土地理院
	気象庁
	海上保安庁

# 概 要

## 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）の概要

地震・火山噴火の現象を理解し、地震と火山噴火の予知を目指すこれまでの方針から、それらに加え、災害を引き起こす地震動・津波・火山灰や溶岩の噴出などの予測にも力を注ぎ、地震・火山災害の発生・推移を総合的に研究することにより、防災・減災に貢献する災害科学の一部として計画を推進する方針に転換。

地震予知研究は昭和 40 年、火山噴火予知研究は昭和 49 年から、科学技術・学術審議会が建議する計画に沿って、全国の大学や関係機関が協力・連携して推進。平成 21 年度から両計画を統合して「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」を実施。平成 23 年東日本大震災を受け、平成 24 年に計画の見直しを実施。計画が平成 25 年度末で終了することから、平成 24 年に実施状況の総括的自己点検及び外部評価を実施。外部評価などの指摘を受けとめ、社会の要請を一層踏まえて計画を策定。

低頻度・大規模な地震・火山現象の解明や、地震・火山災害の事例研究、発生機構の解明、地震動、津波、降灰、溶岩流の事前評価と即時予測、体系的な災害情報発表方法の研究を新たに開始。そのため、地震学・火山学を中核に工学、人文・社会科学等を含む総合的かつ学際的に研究計画を推進。

### 1. 現状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

- ・ 我が国は世界有数の地震・火山国であり、これまで地震や火山噴火による災害が度々発生し、多数の被害を経験。
- ・ 東日本大震災（平成 23 年東北地方太平洋沖地震）について、その震源域でマグニチュード 9 に達する超巨大地震の発生の可能性を事前に追究できなかったことを反省し、計画の見直しを実施し、平成 24 年に建議。
- ・ 現行の計画が平成 25 年度までであることから、平成 24 年に実施状況について総括的自己点検評価、及び外部評価を実施。外部評価や「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）」などの指摘を踏まえ、また、これまでの計画の経緯と成果を鑑み、研究計画を策定。
- ・ 従来は、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への貢献を追求。今後は、地震・火山噴火による災害の発生を、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・自然環境の脆弱性（災害素因）への作用との認識し、地震・火山噴火の発生から、災害発生やその推移までを念頭に災害誘因の予測を行い、地震・火山災害の軽減に貢献する方針に転換。

#### 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

- ・ 地震予知研究は約 50 年間、火山噴火予知研究は約 40 年間、地震・火山噴火の災害軽減に資すべく継続的に実施。平成 21 年度から、両計画の統合的かつ効率的な進捗を目指して統合。これまでの成果は、以下の通り。

- ・ プレート境界での滑りの多様性を世界に先駆けて解明し、巨大地震の発生を含むプレート境界での滑り現象のシミュレーションの手掛かりを獲得。プレート境界の繰り返し地震の中で、発生時期・規模の予測が可能な事例を発見。
- ・ 高密度で多項目の観測や火山噴出物の高精度な解析より、噴火に至るまでの現象、マグマの移動、噴火発生や噴火後の過程の理解が進み、火山噴火機構の総合的理解が進展。噴火に先行する多数の観測事象が集積。
- ・ これまでの計画で開発された三陸沖のケーブル式地震・津波計は、平成 23 年の三陸大津波の襲来 20 分前に巨大津波を観測。その技術は、政府が設置を進める津波観測網へ応用。
- ・ これまでの成果に基づいた有珠山や三宅島などでの火山噴火予知の実践を踏まえ、住民の避難計画と連動した噴火警戒レベルを気象庁は順次運用開始。
- ・ 地震の発生予測や火山噴火の規模や様式、活動推移の予測手法は現時点では未確立であるが、予測につながる地震や火山現象に関する理解が一層深化した。

### 3. 観測研究計画の長期的な方針

- ・ 地震や火山噴火による災害の発生を、地震動、津波、降灰、溶岩流などの災害誘因が外力となり、社会・自然環境の脆弱性である災害素因への作用と認識。災害誘因を予測して、それに備えることが地震・火山噴火の災害軽減の基本。
- ・ 災害の根本原因である自然現象である地震や火山噴火の発生から、災害誘因の予測、災害発生とその推移を含めて総合的に理解し、それを防災・減災に生かす災害科学の一部として計画を推進。災害に備えることを念頭に、地震や火山噴火の発生とそれに伴う災害誘因から災害を<sup>あらかじめ</sup>予め知り（災害の予知）、それにより災害軽減に貢献することが目標。
- ・ 発生すると甚大な災害となる低頻度・大規模な地震・火山現象について、過去の事象や海外の事例を取り入れて研究を推進。歴史学・考古学・地質学などとの連携や国際共同研究を強化。
- ・ 成果を社会の防災・減災に効果的に役立てるため、政府の施策、行政機関との連携を強化。

## 本計画の策定の基本的な考えと計画の概要

### 1. 本計画の基本的な考え

- ・ 計画の目的が地震・火山災害の軽減への貢献であることを一層明確にし、地震や火山噴火の発生予測を目指す研究を継続しつつ、災害誘因予測研究を体系的・組織的に始め、国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として研究を推進。
- ・ これまでよりも広い知の結集が必要であることから、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・社会科学などの研究者も加わり、専門知を結集し、総合的かつ学際的な研究計画として推進。
- ・ 災害の根源である地震と火山噴火の仕組みを自然科学的に理解する「地震・火山現象の解明のための研究」、地震や火山噴火を科学的に予測する手法を研究する「地震・火山噴火の予測のための研究」、地震動、津波、火山灰や溶岩の噴出など災害の誘因となる自然現象の事前評価・即時予測を研究する「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」を実

施。長期的な取組で計画を推進し、成果が防災・減災に効果的に利活用される仕組みをつくるため「研究を推進するための体制の整備」を実施。

- ・ 東北地方太平洋沖地震，南海トラフ地震，首都直下地震，桜島火山等の優先度の高い地震や火山の研究については，上記の区分を横断して，総合的に実施。

## 2．本計画の概要

本計画の基本的な考えに沿って，以下の研究を実施。

### 2 - 1．地震・火山現象の解明のための研究

地震や火山噴火を科学的に理解するための基礎的な観測研究を推進。特に，低頻度で大規模な現象の理解のため，史料，考古データ，地質データ等も活用。

《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》

古い年代の地震・火山噴火に関する史料の解読・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。その成果のデータベース化。

《低頻度大規模地震・火山現象の解明》

観測データや史料，考古データ，地形・地質データの解析・分析から地震学・火山学の知見に基づき，低頻度・大規模の地震・火山現象解明の研究を推進。特に，東北地方太平洋沖地震，南海トラフ地震の発生機構に関する観測研究を推進。

《地震・火山噴火の発生場の解明》

地震及び火山噴火の発生場の構造，ひずみ・応力の時空間分布と地震・火山活動の関連を研究。特に，東北地方太平洋沖地震とその余効変動による影響に注目。

《地震現象のモデル化》

日本列島域の構造モデル，複雑な破壊現象を表現できる断層の物理モデルを構築。両者を利用し，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数値シミュレーション実験を推進。

《火山現象のモデル化》

多項目観測データや火山噴出物の解析から，噴火先行現象やそれに続く多様な火山現象の物理・化学過程を解明。マグマの発泡・脱ガス・破碎などに関する理論・実験研究の成果も取り入れ，火山現象の物理・化学過程のモデル化を推進。

### 2 - 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を踏まえて，地震発生や火山噴火，地震活動や火山活動の予測研究を推進。

《地震発生長期評価手法の高度化》

数値シミュレーションなどを利用した地震発生の長期評価手法を開発し，史料，考古・地質データなどから推定された地震の発生履歴に基づき，地震発生の長期評価手法を高度化。

#### 《モニタリングによる地震活動予測》

観測データと数値シミュレーションの結果を比較し，地殻内の応力やひずみなどの状態を評価し，地震発生や地殻活動の理解の深化を推進。地震活動の統計的性質に基づく地震活動の予測を行い，その性能を評価。

#### 《地震先行現象に基づく地震活動予測》

地震の先行現象の捕捉のための観測を実施。先行現象と地震発生の関係を統計的に評価。統計的に有意な先行現象は，その発生機構の物理・化学的な根拠を探究。

#### 《事象系統樹の高度化による火山噴火予測》

噴火履歴から，近い将来に噴火が懸念される火山の活動や噴火現象の時系列をまとめた噴火事象系統樹を作成。研究成果を利用して事象系統樹の分岐条件の導出とその判定法を探求し，火山噴火予測を試行。

### 2 - 3 . 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

防災・減災に貢献するために，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，調査・観測記録から理解し，地震動，津波，降灰などの災害誘因の予測の研究を推進し，災害を予め知って対応できる（災害の予知）ことを目指した研究を推進。

#### 《地震・火山噴火の災害事例の研究》

地震・火山噴火による災害の特性を，事例研究に基づいて把握。歴史記録から社会環境の時代的变化に留意して過去の地震・火山災害の特性を知り，地域特性も踏まえ，自然現象としての災害誘因と社会・自然環境としての災害素因を抽出。

#### 《地震・火山噴火の災害発生機構の解明》

地震・火山噴火による災害誘因が，自然・社会環境の脆弱性などの災害素因に与える作用力，波及効果を解明し，災害発生機構を探究。二次災害の抑止，社会混乱の防止などの新たな災害研究の分野を複合学術領域で構築。

#### 《地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化》

地震・火山噴火が引き起こす地震動，津波，地滑り，降灰，山体崩壊などの災害誘因の発生可能性を事前に評価する手法の高度化を目指す研究を推進。

#### 《地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化》

地震・火山噴火が引き起こす災害誘因を，地震・火山噴火発生直後に即時的に高精度に予測するための観測データの利用法や解析手法の高度化を目指す研究を推進。



### 《地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化》

確率表現の有無，確度の高低など様々な地震・火山噴火予測情報を，それに見合った活用法で災害軽減に役立てる方策を検討。災害啓発情報，災害予測情報，災害情報，災害関連情報などの高度化のための研究を推進。

## 2 - 4 . 研究を推進するための体制の整備

本計画を達成するための体制の整備。

### 《推進体制の整備》

- ・ 国民の生命と暮らしを守る災害科学として計画を実施し，成果が効果的に防災・減災に役立つような計画推進体制を構築。地震・火山防災行政の中で，どのように貢献するべきかを踏まえ，地震調査研究推進本部など関連機関との連携を強化。
- ・ 総合的かつ学際的に研究計画を推進することから，その進捗状況を把握，達成度の評価，問題点と今後の課題の整理などを行う計画推進体制を整備。

### 《研究基盤の開発・整備》

- ・ 行政官庁，研究機関，全国の大学が協力し，地震・火山の活動評価や研究に必要な観測基盤，データを効率的に処理・流通するシステムを維持・拡充。
- ・ 本計画で得られる成果をデータベース化し，研究者間で共有する仕組みを構築。
- ・ 新たな観測技術の開発，地殻活動モニタリング手法高度化などの研究を推進。

### 《関連研究分野との連携の強化》

- ・ 本計画が災害科学に貢献すべきという観点で，過去の地震・火山噴火の事例調査，災害の発生に至る過程の研究の推進のため，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強化。

### 《研究者・技術者・防災業務・防災対応に携わる人材の育成》

- ・ 関連機関が協力して，若手の研究者，技術者，防災・減災に関わる行政・企業・教育機関などで活躍する人材を育成。

### 《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，社会との共通理解の醸成のための取組を強化。地震・火山科学が社会に発信する情報を含め，災害情報の在り方について検討。

### 《国際共同研究・国際協力》

- ・ 大規模な地震，津波，火山噴火の災害は世界各地で発生し，海外の事例を研究する必要から，国際共同研究を促進する体制を整備。
- ・ 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を維持・整備。

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

## <背景>

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画(平成21~25年度)  
(平成20年7月建議) ・地震予知研究と火山噴火予知研究の統合

地震火山現象の解明のための観測研究

地震火山現象予測のための観測研究

新たな観測技術の開発

東北地方太平洋沖地震の発生を受けた研究計画の見直し(平成24年11月建議)

超巨大地震とそれに起因する現象解明・予測のための観測研究

超巨大地震の発生サイクル、震源過程、巨大津波の予測

外部評価 (平成24年10月)

個々の研究の中には、世界をリードする研究も含まれ、学術的には高く評価。

一方、改善すべき点として、以下が挙げられる。  
・国民の命を守る実用科学としての研究を推進  
・低頻度・大規模な地震・火山噴火研究の充実  
・中・長期的な研究目標の設定 など

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  
(平成25年1月建議)

・「社会のための、社会の中の科学技術」等の観点  
・地震研究等について、人文・社会科学も含めた研究体制の構築など総合的かつ学際的な推進など

## 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画

計画(平成26年~30年度)のポイント

長期的な視点に立ち、以下のように地震火山観測研究計画を**災害科学の一部として推進**する方針に転換。その最初の5年間と位置付ける。

- ・地震や火山噴火の現象を理解し、地震や火山噴火の発生を予測するほかに、地震動、津波、降灰、溶岩噴出などの**災害の直接的な原因(災害誘因)の発生・推移を予測し、防災・減災に貢献する計画。**
- ・これらの研究を実施するために、地震学・火山学を中核として、そのほかの理学、工学、人文・社会科学分野と連携し、**総合的かつ学際的研究**として推進。
- ・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、桜島火山に関して、下記の ~ の項目を含む**横断的な研究**として実施。

### 地震・火山現象の解明のための研究

地震や火山噴火を科学的に理解するための基礎的な観測研究を推進。特に、低頻度で大規模な現象の理解のため、史料、考古、地質データも活用。

- ・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
- ・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

### 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を踏まえ、地震発生や火山噴火、地震活動や火山活動の予測の研究を推進する。

- ・地震発生長期評価手法の高度化
- ・モニタリングによる地震活動予測
- ・先行現象に基づく地震活動予測
- ・事象系統樹の高度化による火山噴火予測

### 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

防災・減災に貢献することを目指し、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、地質調査、観測記録から理解し、地震動、津波、降灰などの災害誘因の予測の研究を推進。

- ・地震・火山噴火の災害事例の研究
- ・地震・火山噴火の災害発生機構の解明
- ・地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化
- ・地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化
- ・地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化

### 研究を推進するための体制の整備

推進体制の整備

研究基盤の開発・整備

人材の育成

関連研究分野との連携の強化

社会との共通理解の醸成と災害教育

国際共同研究・国際協力

計画の実施機関 文部科学省・総務省・経済産業省・国土交通省所管の大学・独立行政法人等