

資料 1 - 1

科学技術・学術審議会 測地学分科会（第40回）・  
地震火山部会（第32回）合同会議  
H31. 1. 11

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



## 序 文

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

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

このたび、災害の軽減に貢献することを目標とする考え方をさらに推し進めるべく、平成31年度からの5年間に実施する観測研究計画として「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」を取りまとめた。

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

削除: 付



# 目 次

## 序 文

### I. 現状の認識と長期的な方針

1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯と位置づけ
  - 1-1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯
  - 1-2. 地震火山観測研究計画の位置づけ
2. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の成果と課題
  - 2-1. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の成果
  - 2-2. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」における課題とその対応
3. 地震火山観測研究の長期的な方針
  - 3-1. 基本の方針
  - 3-2. 長期的方針に基づく当面の取組の方向性と進め方
  - 3-3. 観測研究計画実施体制の整備と計画の推進

### II. 本計画策定の基本的な考え方と計画の概要

1. 本計画策定の基本的な考え方
2. 本計画の概要
  - 2-1. 地震・火山現象の解明のための研究
  - 2-2. 地震・火山噴火の予測のための研究
  - 2-3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
  - 2-4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
  - 2-5. 研究を推進するための体制の整備

### III. 計画の実施内容

1. 地震・火山現象の解明のための研究
  - (1) 地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析
    - ア. 史料の収集とデータベース化
    - イ. 考古データの収集・集成と分析
    - ウ. 地質データ等の収集・集成と分析
  - (2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明
  - (3) 地震発生過程の解明とモデル化
    - ア. 地震発生機構の解明
    - イ. 地震断層滑りのモデル化

**(4) 火山現象の解明とモデル化**

- ア. 火山現象の定量化と解明
- イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

**(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化**

- ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
- イ. 内陸地震
- ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
- エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解
- オ. 構造共通モデルの構築

**2. 地震・火山噴火の予測のための研究**

**(1) 地震発生の新たな長期予測**

- ア. 海溝型巨大地震の長期予測
- イ. 内陸地震の長期予測

**(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測**

- ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測
- イ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

**(3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測**

**(4) 中長期的な火山活動の評価**

- ア. 火山噴火の長期活動の評価
- イ. モニタリングによる火山活動の評価

**(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測**

**3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究**

**(1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化**

- ア. 強震動の事前評価手法
- イ. 津波の事前評価手法
- ウ. 大地震による災害リスク評価手法
- エ. 地震動や火山活動による斜面崩壊の事前評価手法
- オ. 火山噴出物による災害誘因の事前評価手法

**(2) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化**

- ア. 地震動の即時予測手法
- イ. 津波の即時予測手法
- ウ. 火山噴出物による災害誘因の即時予測手法

**(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究**

**4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究**

**(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明**

**(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究**

## 5. 研究を推進するための体制の整備

### (1) 推進体制の整備

### (2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制

ア. 南海トラフ沿いの巨大地震

イ. 首都直下地震

ウ. 千島海溝沿いの巨大地震

エ. 桜島大規模火山噴火

オ. 高リスク小規模火山噴火

### (3) 研究基盤の開発・整備

ア. 観測基盤の整備

イ. 観測・解析技術の開発

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

### (4) 関連研究分野との連携強化

### (5) 国際共同研究・国際協力

### (6) 社会との共通理解の醸成と災害教育

### (7) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

## 用語解説





## I. 現状の認識と長期的な方針

### 1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯と位置づけ

#### 1-1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯

地震や火山噴火による災害に頻繁に見舞われてきた我が国では、こうした災害による被害の軽減を目指して、地震や火山噴火についての観測研究が進められてきた。地震や火山噴火の発生位置、規模、時期を精度良く予測することを目指して、昭和40年から地震予知計画が、昭和49年から火山噴火予知計画が、複数次の5か年計画として推進された。

地震予知計画については、平成7年の阪神・淡路大震災を契機に総括し、前兆現象の捕捉のみに基づく地震予知には限界があると結論づけ、それまでの方針を転換し、地震発生の物理過程の解明とモデル化に基づいて地殻活動の推移予測を目指す「地震予知のための新たな観測研究計画」を平成11年度から開始した。この計画では、観測・実験事実や物理モデルに基づく地震発生モデルの構築が進められ、モデルと観測データの定量的な比較ができるまでになった。

火山噴火予知計画については、研究成果の蓄積により観測体制が整備された火山においては噴火時期をある程度予測できるようになった。また、マグマ供給系・熱水系のモデル化やマグマの上昇・脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進展した。

平成21年度からは、地震と火山噴火は海洋プレートが日本列島下に沈み込むという共通の地球科学的条件の下で発生するものであり、観測研究手法にも共通する部分があることから、地震予知と火山噴火予知の計画を統合し、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」を開始した。

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

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

平成 24 年 10 月に「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の外部評価がまとめられ、地震や火山噴火を科学的に理解し、適切な防災・減災につなげていくための観測研究に対する社会的な要請は極めて強いとされた。一方で、それまでの計画では社会の防災・減災に十分に貢献できていないことが指摘され、国民の命を守る実用科学としての地震・火山観測研究の推進、低頻度大規模な地震及び火山噴火の研究の充実、計画の中長期的なロードマップの提示、社会要請を踏まえた研究と社会への関わり方の改善などが求められた。この外部評価結果や、地震・火山学分野だけでなく防災学分野や人文・社会科学分野を含めた総合的かつ学際的研究の必要性が指摘された「東日本大震災を踏まえた今後の科学技術・学術政策の在り方について（建議）」（平成 25 年 1 月）を受けて、平成 25 年 11 月に「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」が建議され、平成 26 年度から実施されてきたところである。

## 1-2. 地震火山観測研究計画の位置づけ

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

一方、我が国の地震の調査研究は、阪神・淡路大震災後に設置された政府の地震調査研究推進本部（以下、「地震本部」）の下で一元的に推進されている。地震本部が推進する調査研究は、政府が設定する目標などに基づく戦略研究や政府の要請に基づく要請研究であり、既に確立している手法に基づいて実施され、成果についての見通しが立ちやすい内容となっている。こうした地震本部の調査研究の科学的・技術的な裏付けとなるのが、本計画による基礎的研究であり、地震本部の調査研究が今後も持続的に高度化されるためには、地震調査研究における課題を理解した上での学術研究が必要不可欠である。地震本部による「新たな地震調査研究の推進について－地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策－」（平成 21 年 4 月、平成 24 年 9 月改訂）では、地震の調査研究は、科学技術・学術審議会測地学分科会（以下、「測地学分科会」）での議論の上で策定されてきた本計画による基礎的研究の積み重ねに基づいて実施されており、基礎的研究の進展なしには達成できないと述べられている。今後の地震調査研究についても、本計画による基礎的研究の成果を取り入れて推進していくことが必要とされており、地震調査研究の高度化のためには、本計画は極めて重要な役割を担っている。また、本計画による基礎的研究の成果は気象庁による防災情報などにも活かされており、基礎的研究の成果をより有効に活用するために、地震本部や行政機関等との連携を一層強化することが重要である。

火山の調査研究については、本計画で得られた火山活動や噴火機構、観測技術などに関する長年の基礎的な研究成果が、火山噴火予知連絡会における火山活動の評価、気象庁の火山監視業務や噴火警戒レベルの設定、活動火山対策特別措置法に基づいて地方自治体が設置する火山防災協議会における活用など、国や地方自治体の施策に活かされている。また、文部科学省は、平成 28 年度より本計画の基礎的研究の成果等を科学的・技術的な裏付けとして、我が国の火山観測研究をさらに飛躍させるとともに火山災害軽減への貢献を目指す「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」を実施している。今後も、こうした国等の施策と連携しながら計画を実施していくことが重要である。

## 2. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の成果と課題

### 2-1. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の成果

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

計画開始以降、関連研究分野間の組織的な連携が進められ、地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点である東京大学地震研究所と、自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点である京都大学防災研究所が拠点間連携共同研究を推進し、理工連携による南海トラフ巨大地震のリスク評価のための研究などを実施している。また、地震研究所と史料編纂所により、地震火山史料連携研究機構が東京大学に設置され、近代観測以前の地震・火山噴火を解明するため、歴史記録の網羅的な分析・データベース化を開始した。計画に参加する大学が連携して計画を推進するために設置されている東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会（以下、「予知研究協議会」）には、平成 28 年度から行政機関や国立研究開発法人も含め、計画に参加する全ての機関が参加し、より強い連携の下で計画を推進する体制が整った。

地震・火山噴火に対する防災・減災に貢献するための基本となる地震・火山現象の解明と予測のための研究では着実に研究成果が得られている。南海トラフ沿いにおいて、海底地殻変動観測等によりプレート境界の固着状況の詳細が明らかになり、次の巨大地震の震源域推定に有用な成果が得られた。平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生前に、プレート境界でゆっくり滑りが発生し地震活動にも影響を及ぼした可能性が指摘されるなど、地震に先行して発生する現象の理解が進んだ。また、噴火の際の観測データや地質調査結果などに基づき、複数の火山について、起こりうる火山活動や噴火現象を時系列的にまと

削除: すべて

めた噴火事象系統樹の高度化が進み、噴火警戒レベルの設定や避難計画などの策定の際に科学的知見として活用されることが期待されている。

新たに取り組んだ災害誘因予測の研究では、地震や火山噴火の発生直後に、地震や津波の規模、火山噴火の状況を実時間で把握し、さらに降灰の即時予測に役立てるための研究などが進展した。これらは、地震学・火山学の研究成果が災害軽減に直接的に貢献できる成果である。

東北地方太平洋沖地震、南海トラフの巨大地震、首都直下地震、桜島火山噴火については、総合的な研究を実施し、地震・火山に関する理学的研究成果を災害軽減につなげるための手法開発等の研究を異なる分野の研究者が連携して取り組んでいる。

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

## 2-2. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」における課題とその対応

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

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の実施状況等のレビュー報告書（平成 29 年 1 月）などの資料に基づいて、平成 29 年 7 月にまとめられた外部評価では、防災・減災に貢献するための基本となる地震・火山現象に関する基礎的知見を生み出し、社会的波及効果の期待できる研究成果もあらわれてきており、災害の軽減に貢献する方向へ方針転換したことは適切と評価された。災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究をより一層推進していく必要があるとされた一方で、今後改善すべき点として、以下の指摘があった。

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

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

### 3. 地震火山観測研究の長期的な方針

#### 3-1. 基本的方針

地震や火山噴火が多発する我が国において，地震，火山噴火及びこれらによる災害を科学的に解明することにより，災害軽減に貢献することを目指して，地震・火山の観測研究計画を推進する。そのために，地震学，火山学を中核として，災害や防災に関連する理学，工学，人文・社会科学などの分野の研究者が連携して，地震・火山現象を解明し，それらの予測の高度化を進めるとともに，その成果を活用して災害軽減に役立てるための方策を研究する。

地震や火山噴火が，どこで，どの程度の頻度で発生し，その発生機構はどのようなものであるかを解明することは，これらによる災害に科学的に対処するために，最も基本的で重要なことである。そのため，地震・火山現象を観測し，実験的・理論的手法なども用いて，現象の解明を行う。高品質のデータの解析による地震・火山噴火の発生過程や先行現象の把握や理解を進めるとともに，先端的な観測技術による新しい物理・化学的データの解析により発生機構や発生場の解明を進める。また，計算機技術を活用して地震発生や火山性流体の挙動のモデル化や観測データとの比較を進め，地震や火山現象の定量的な理解を進める。さらに，史料・考古データ，地質データを最大限利用して，長期間における地震や火山活動を理解する。

地震や火山噴火の予測精度の向上は，災害軽減や防災対策の立案に役立てられることが期待できるため，今後も重要な目標の一つである。数十年以上の時間スケールで地震の発生可能性を評価する長期予測は，おもに過去の地震の発生履歴に基づいて行われてきたところであり，地質データや史料・考古データをさらに活用して地震の発生履歴をより詳細に解明することにより，長期予測精度の改善のためのデータを蓄積する。加えて，これまでは十分に活用されていなかった観測データや地震発生の物理モデルの利用により，

長期予測の高度化を目指す。数週間から数日の時間スケールでの地震の短期予測については、中央防災会議防災対策実行会議南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループによる平成 29 年の報告「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について」にあるように、現時点においては、地震の発生時期や場所・規模を確度高く予測する科学的に確立した手法はなく、大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言後に実施される現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできないのが実情である。しかし、海底観測を含めた観測技術の進展と観測網の充実により、プレート境界等で発生している現象の把握は従来よりも高精度でなされるようになってきており、断層滑り等の物理モデルの発展も相まって、観測される現象の物理的理解も深まっている。観測される現象の意味を明らかにし、それが大地震に発展する可能性を評価して、災害軽減に役立てるための研究を進めることは重要である。

火山噴火の長期予測は、地質データや史料の分析をもとに行われてきた。今後は、これまで調査が難しかった規模の小さな噴火についても本格的に研究対象とし、火山噴火のデータベースの充実をはかる。併せて、数日から数週間の短期予測、あるいは数ヶ月から数年の中期予測については、長年の研究観測計画により蓄積されてきた多項目観測データの分析を進める。噴火した事例のみならず、噴火には至らなかったものの、顕著な異常現象を捉えた事例についても比較研究を進める。さらに、マグマや火山性流体の挙動に関するモデル化を進め、火山活動の評価方法の構築や噴火発生を含む事象分岐の判断基準の構築を進める。また、近年の観測網の充実により、規模の小さな噴火であっても、数時間から数分前に顕著な異常現象が捉えられる事例が少なからずあることが明らかとなった。噴火発生メカニズムの解明とともに、災害軽減に結びつく直前予測方法の構築を押し進めることも重要である。

地震の断層運動により生じる地震動や津波、火山噴火による噴石や火山灰、溶岩の噴出、津波などの災害誘因が、自然・社会の災害素因に働きかけることにより災害が発生する。災害軽減に貢献することを目標とする本計画では、地震・火山噴火の発生だけではなく、これらの災害誘因の予測研究を行うとともに、災害誘因と災害素因の相互作用も考慮して、災害が発生する過程を理解することが重要である。過去の事例や理論モデルなどに基づく地震・火山噴火の解明が進むほど、災害誘因の事前予測の確からしさや精度は向上すると考えられるため、地震・火山現象解明の研究成果を適切に取り入れることが重要である。また、地震動などの災害誘因の予測は構造物被害に関する研究などと組み合わせることにより被害予測に直結する。災害誘因の事前予測研究の成果を利用して、地震や火山噴火のリスク評価を改善するための研究を理工連携で取り組む。災害誘因の即時予測については、地震・火山現象解明の成果を利用するとともに、最新の観測システムの利用や計測・解析技術の開発により予測の精度や早さの改善を目指す。また、災害誘因の予測情報は不確実性を含んでいるなど、災害軽減に活用するためには課題も多い。予測情報の有効な活用法の研究についても文理融合で取り組む。

これまでの研究により、地震や火山噴火についての理解は大きく進展し、地震本部や気象庁などから、地震や火山噴火に関して多くの情報が発表されるようになってきている。これらの情報をより一層活用し、地震学や火山学に基づく研究成果を災害軽減につなげるためには、地震や火山噴火に関する知見や情報を、いかに発信し、どのように活用してもらうかを研究することは極めて重要である。地震や火山に関する情報が適切な防災行動や防災対応につながるには、情報の受け手にも地震や火山及びそれらに起因する災害についての理解が必要となるが、そのような理解を効果的に広める手法については十分に研究されていなかった。今後、このような防災リテラシー向上のための研究も本格的に進めていく。

### 3-2. 長期的方針に基づく当面の取組の方向性と進め方

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

- (1) 地震や火山噴火が引き起こす災害にはどのようなものがあるかを解明し、国民や関係機関に広く知らしめること、
- (2) 地震や火山噴火が、どこで、どの程度の頻度・規模で発生し、それらによる地震動、地盤変形、津波、噴火様式等がどのようなものかを想定して、長期的な防災・減災対策の基礎とすること、
- (3) 地震や火山噴火の発生直後に、地震動や津波、火砕流や降灰、溶岩流などの災害を予測することにより対策に役立てること、
- (4) 地震の発生や火山噴火の発生とその推移を事前に予測することにより有効な防災・減災対応を取ること。

このような分類は今後も有効と考えられ、計画の進捗に伴い、それぞれの項目における具体的な内容を更新していくことが重要である。

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

(2) については、過去にどのような地震・火山噴火が発生したかを科学的に明らかにす

ることが基本である。近代的な観測機器によるデータは 100 年程度の蓄積しかないが、巨大地震や大規模噴火の発生間隔は少なくとも数十年を超えるため、史料・考古データ、地質データも利用して、地震や火山噴火の発生履歴を明らかにし、過去に発生した災害も考慮して、長期的な災害対策の基礎とする。地震については、過去の発生履歴をより詳細に明らかにするとともに、地震の発生間隔や規模のゆらぎを考慮し、理論的研究の成果も併用して地震の長期予測の高度化を行う。火山噴火については、地質調査を着実に進め、小規模な噴火も含むデータベースを充実させるとともに、個々の火山の噴火の発生頻度や噴火活動の推移の特徴を明らかにし、災害発生の視点も加えて最適な観測体制の構築に役立つ。また、海底地殻変動観測を含む測地学的観測技術の近年の進展により、陸域の活断層やプレート境界でのひずみの蓄積状況や、火山直下のマグマ溜まりの活動状況等が把握できるようになってきているため、これらを地震や火山噴火の長期予測に利用する手法を開発する。さらに、その長期予測に基づいて災害誘因をより詳細に解明し、これらがどのような被害を引き起こしてきたか、また、今後どのような被害をもたらす可能性があるかについても検討する。

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

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

このように、地震学・火山学の成果を、関連分野の研究と連携させて、災害軽減につなげるための様々な取組を継続的に行うことが重要である。各分野における研究の発展段階はまちまちであるため、研究成果を社会実装につなげることを考える段階にあるものもあれば、実用化までには長期的な取組が必要なものもある。特に、観測データを利用した地震発生の新たな長期予測、地殻活動モニタリングと物理モデルに基づく地震発生中



短期予測、火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測については、将来の社会実装に向けて着実に研究の進展が期待できることから、本計画の5年間に重点的に取り組む。

さらに、災害誘因と災害素因の相互作用により地震・火山災害が発生することを考慮して、本計画では災害科学として重要な対象を選定し、地震学・火山学の研究者と災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者の協力のもと総合的な研究に取り組むこととする。平成31年度からの5か年計画では、南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火を対象に総合的な研究を実施する。

### 3-3. 観測研究計画実施体制の整備と計画の推進

地震や火山噴火により多くの災害に見舞われてきた我が国では、長期間にわたって地震・火山噴火に関する調査研究が行われているが、その中で本計画は体系的・組織的な基礎的研究と位置づけられる。地震・火山噴火の研究を継続的に高度化していくためには、研究者の内在的動機に基づく先端的な研究が重要である。一方、災害軽減に着実につながる研究成果を得るためには、研究者の知的好奇心にまかせるだけではなく、地震・火山災害軽減のための課題を整理した上で、研究成果が災害軽減につながるまでの道筋を明確に意識して研究を進める必要がある。そのためには、地震・火山災害軽減のための課題に直面している地震本部や行政機関等と連携し、課題の抽出や研究成果についての情報交換を行い、基礎研究の成果を発展させた応用研究・開発研究の可能性や成果の社会実装について検討すべきである。また、災害は地震や火山噴火による地震動・津波・降灰などの災害誘因と自然・社会の災害素因との相互作用により発生するため、構造物や社会的脆弱性等の災害素因に関する研究を行う工学や人文・社会科学の研究者との連携も欠かせない。さらに、地震や火山噴火の予測に関する不確実性を含む情報を有効に利用して災害軽減に役立てるための研究や、地震や火山についての科学的な知見を広め社会との共通理解を醸成するための手法についての研究を行うためにも、関連研究分野の研究者との連携が必要である。

発生間隔が長い地震や火山噴火を解明・予測するには、長期にわたる観測研究が必要であり、そのため継続的な観測データの取得や地震学・火山学及び関連研究分野の人材育成が重要である。行政機関、国立研究開発法人、大学等は、それぞれの役割や目的をもとに連携して観測を実施し、データの流通や共有により観測データを有効に活用するとともに最新の研究成果を共有しながら、協力して観測研究を進める必要がある。また、これら観測データは関連研究分野や海外の研究の進展にも貢献し、成果のフィードバックが期待されることから、適切なデータ公開に関しても検討を進める必要がある。研究、監視、防災対応をとともに向上させ地震・火山災害から国民の生命と財産を守ることにつなげるためには、観測の維持及び更新、高精度観測技術の導入が必要である。また、近代的観測以前の地震や火山噴火を解明するためには、史料・考古データ、地質データの長期的保存

や有効利用についても組織的な取組が必要である。人材育成については、大学において学生に地震学・火山学及び関連分野の幅広い知識や専門を深く追求する能力の習得を促すとともに、若手研究者のキャリアパス確保のため大学、行政機関、国立研究開発法人等が協力して取り組むことが重要である。

火山調査研究においては、地震本部のような国が一元的に調査研究を推進する組織が存在せず、関係機関が連携して観測設備の維持及び高度化を行う体制の整備が進んでいない。特に、平成 16 年度の国立大学の法人化以降、大学の観測設備の多くでこの問題が深刻化している。一方で、活動火山対策特別措置法に基づき地方自治体が設置する火山防災協議会において、火山専門家は行政に助言をすることを期待され、火山調査研究とそれを支える研究基盤が一層重要になってきている。このことから、継続的な火山調査研究の推進とそれを支える研究基盤の整備を、国全体として一元的に進める仕組みの構築を目指す時期に来ている。

## II. 本計画策定の基本的な考え方と計画の概要

### 1. 本計画策定の基本的な考え方

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

本計画では、上記の方針を踏襲しつつ、地震学・火山学と関連研究分野間の連携をより一層強化することで、地震や火山噴火による災害の軽減につながる研究を推進する。すなわち、地震・火山現象の根本的理解とそれらの発生予測、地震動、津波とその浸水域、斜面崩壊、降灰、火砕流や溶岩噴出などの災害誘因の予測、災害情報の活用に関する研究を実施する。加えて、有効な防災対策を推進するためには、地震火山に関する国民の基本的な理解を深めることが欠かせないため、社会の共通理解の醸成を効果的に行うための手法開発に関する研究を新たに開始する。また、本計画で得られる研究成果及び技術が行政機関等で将来的に利活用されるように、関係各機関との緊密な連携を図るための体制を整備する。

以上の方針に基づき、以下の5つの項目に分けて計画を推進する。

1. 「地震・火山現象の解明のための研究」では、地震・火山現象の根本的な理解を深めるために、低頻度大規模現象を含む多様な地震・火山現象の特性を把握し、それらが発生する仕組みや発生する場を観測・理論・実験に基づいて解明する。
2. 「地震・火山噴火の予測のための研究」では、多様な観測データや、活動履歴、地震・火山噴火の物理・化学過程の数理モデルに基づき、地震・火山噴火の発生予測手法や活動の推移予測手法を開発する。
3. 「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」では、地震・火山噴火の解明・予測研究の成果を災害軽減に結びつけるために、震源過程・火山噴火現象の複雑さを考慮し、地震や火山噴火がもたらす災害誘因を事前及び発生後即時的に、高精度に予測する手法の開発を進める。同時に、災害誘因予測を災害情報につなげる研究にも取り組む。
4. 「地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究」では、地震や火山噴火による災害事例に基づく災害発生機構の解明を行うとともに、地震・火山現象に関する社会の共通理解を促すための効果的な手法の確立を目指す。
5. 「研究を推進するための体制の整備」では、参加機関や研究分野間の連携を強化し、研究を総合的・効率的に推進する体制を整備する。観測網、データ流通網、データベース、解析ソフトウェアなどの研究基盤を整備・拡充するとともに、新たな観測・

解析技術の開発，国際共同研究の推進，社会との共通理解の醸成と災害教育，研究者・技術者などの人材の育成を組織的に行う。

これらの中で，将来の社会実装を目指して重点的に取り組む研究，災害科学として分野横断で取り組む総合的研究を以下のように設定する。

#### ・重点的に取り組む研究

本計画の5年間に，地震発生の新たな長期予測，地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測，火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測について重点的に研究を実施する。専ら過去の大地震の発生履歴に頼っていた地震の長期評価手法に，地震・地殻変動等の観測データと物理・統計モデルを導入することにより，新たな長期予測手法を開発する。また，陸域及び海域における観測データ等を用いて地殻活動をモニタリングし，プレート境界の滑りの時空間変化や地震先行現象などに基づいて中短期の大地震の発生確率を計算する手法を開発し，実際のデータを利用した予測実験の試行をもとに手法の有効性を検証する。観測データや理論等による噴火推移の支配要因の理解に基づき，噴火の準備過程から噴火の発生，終息までを記述する火山活動推移モデルを開発し，これを利用した火山噴火予測の定量化を目指す。

#### ・分野横断で取り組む総合的研究

本計画の実施に~~あたり~~，南海トラフ沿いの巨大地震，首都直下地震，千島海溝沿いの巨大地震，桜島大規模火山噴火，高リスク小規模火山噴火については，地震学・火山学的な見地のみならず災害科学的な重要性も鑑みて，複数の実施項目を横断する総合的な研究として推進する。総合的な研究を通して，専門分野の枠を超えた学際連携を現状よりも一層進め，地震学・火山学の成果を災害の軽減につなげるための方策を提案する。

削除: 当

## 2. 本計画の概要

### 2-1. 地震・火山現象の解明のための研究

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

(1) 地震・火山現象に関する史料・考古データ，地質データ等の収集と解析

長期間における地震・火山現象とそれに伴う災害を正確に把握するために、史料・考古データ、地質データ等を収集して調査・分析を行うことで、データベースを整備・拡充する。その際、種類の異なるデータ間の対比等を行うことで、各データの信頼度について検証する。

#### (2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

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

#### (3) 地震発生過程の解明とモデル化

断層滑りの多様性、地震時の動的破壊過程、複雑な断層系における断層間の力学的相互作用、地震活動の階層性等に関する研究を通して地震発生過程の解明を進める。また、地球物理・地球化学的観測、野外観察、海域・陸域の科学掘削、室内実験や数値シミュレーションなどを通して、断層面の摩擦特性や地殻流体の挙動等に関する理解を深め、地震断層滑りの物理・化学モデルの構築を行う。

#### (4) 火山現象の解明とモデル化

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

#### (5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

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

## 2-2. 地震・火山噴火の予測のための研究

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

### (1) 地震発生の新たな長期予測

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

### (2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

海陸統合の観測データを活用することでプレート境界の滑りの時空間変化を推定し、数理モデルの構築を通して、中短期の時間スケールで、大地震の発生確率や地震発生可能性の相対的な高まりを評価する手法を構築する。また、地震活動データに基づく地震発生予測モデルを用いて地震活動の予測を行い、統計的手法に基づいて予測性能を評価する。過去の多様な地震活動や地殻変動等の時間的推移を整理した地震活動事象系統樹を作成し、地震活動の予測手法の高度化につなげる。

### (3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測

地震活動の変化や電離圏の状態など大地震の発生に先行する現象の事例蓄積を継続するとともに、中短期の地震先行現象の統計的評価に基づき大地震の発生確率を推定する手法を開発する。また、地殻変動や地震活動のデータに限らず、電磁気学的データや地下水データを含む多様なデータに対して、機械学習等のデータ駆動科学の最新手法を取り

入れることで、新たな先行現象の抽出及び統計的評価に着手する。さらに、これらの先行現象の発現メカニズムの解明も進める。

#### (4) 中長期的な火山活動の評価

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

#### (5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

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

### 2-3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

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

#### (1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

地震動、津波、断層のずれ、火山噴出物、地震動や火山活動による斜面崩壊などの災害誘因を、地震や火山噴火の発生前に高精度に評価する手法を開発する。また、大地震等に

よる災害リスク評価手法の高度化に取り組む。

#### (2) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

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

#### (3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究

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

### 2-4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

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

#### (1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

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

#### (2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

将来発生が懸念される地震・火山災害に着目し、社会における防災リテラシーの実態を調査する。調査結果に基づき、社会が被害の発生を抑止、あるいは軽減する対策を考えるために必要な知識体系を明らかにすることを旨とする。知識体系を明らかにする過程で、必



要な知識要素を特定し、それらの要素を組み合わせることで、実践的な研修プログラムを構築する。さらに、特定の地域を対象として研修プログラムの効果を検証し、実効性を高める。

## 2-5. 研究を推進するための体制の整備

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

### (1) 推進体制の整備

本計画の進捗状況の把握、研究成果の取りまとめを行うとともに、計画の実施項目間及び参加機関の連携を強化することで、効率的に計画を推進する。行政機関や地震本部等の関係機関との技術的・制度的な連携を進め、本計画による研究成果・技術が災害軽減に貢献できるよう、災害・防災対策に係る社会ニーズを的確に把握することに努める。安定的な火山観測及び火山研究のため、中長期的視点に立った観測体制及び研究推進体制のあり方について検討を進める。地震学・火山学の成果を災害軽減に活用するために、拠点間連携共同研究をさらに発展させる。

### (2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制

南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火については、それらが発生した場合の社会への影響に鑑み、地震・火山現象の理解を災害軽減につなげるために、研究分野横断による総合的な研究として実施する。これらの総合的な研究の対象はそれぞれ異なる特徴を持つものであり、ここで得られる知見を他の大地震や火山噴火に適用することで、より一層の災害軽減への貢献が期待される。

### (3) 研究基盤の開発・整備

地震・火山現象の解明と予測のための研究を着実に進展させて、災害関連情報の迅速な

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

#### (4) 関連研究分野との連携強化

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

#### (5) 国際共同研究・国際協力

地震・火山災害は国内に限らず世界各地で発生することから、国際的な防災・研究機関との連携を強化する。また、海外での国際共同研究を通じて観測研究事例を増やすことにより、低頻度で発生する大規模な地震・火山噴火現象の理解を促進する。さらに、研究成果を活用し、開発途上国における地震・火山災害の軽減に貢献する体制の維持・整備を行う。

#### (6) 社会との共通理解の醸成と災害教育

地震・火山噴火現象と災害に関するアウトリーチ活動を積極的かつ組織的に展開する。その際、研究成果のみならず研究の進捗や見通しについても説明を加える。また、本計画の防災リテラシー向上のための研究成果を活用して、研究成果や地震・火山災害に関する知識や災害軽減の対策に必要な知識体系等を社会に効果的に伝える。

#### (7) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

地震・火山噴火現象の理解、予測手法の高度化とその検証及び防災リテラシーの向上には、世代を超えた継続的な観測研究の進展を担う人材や、関連研究分野の推進を担う人材の育成が極めて重要である。そのためには、地震学、火山学、地質学、地形学、歴史学、災害科学、社会科学、数理学、計算機科学、観測・調査技術開発などの幅広い分野において、地震・火山災害の軽減を志す若手研究者や技術者を育成することが欠かせない。さ

らに、地震・火山の専門教育を受けた人材が防災・科学技術に関わる行政・企業・教育に携わることも非常に重要である。このような観点から、複数の教育・研究開発法人・行政機関が連携し、観測研究を生かした教育活動を継続して、若手研究者・技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成を行う。火山分野においては、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトも活用し、次世代の火山研究者を育成する。

### Ⅲ. 計画の実施内容

#### 1. 地震・火山現象の解明のための研究

地震・火山災害を軽減するためには、地震・火山現象の根本的な理解を深めることが重要である。長期間にわたる過去の地震や火山噴火の発生事例、地震・火山現象の物理・化学過程や、構造、応力場、変形場などに関する研究を進め、地震や火山噴火が発生する仕組みを解明する。一旦発生すれば甚大な被害をもたらす低頻度大規模の地震・火山噴火現象に関しては、新たな観測データの解析に加えて、史料・考古データ、地質データ等の収集・拡充を進めて事例を増やし近代的な観測データとの比較研究を行うことで、その特徴や多様性を把握する。また、地震・火山噴火の発生予測やそれらが引き起こす災害誘因の予測を高度化するために、地震発生過程と火山現象の解明・モデル化に加えて、地震発生及び火山活動を支配する場の解明・モデル化を進める。

##### (1) 地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析

地震・火山噴火現象に関係する過去の事象を理解し、現在の状況の把握、ならびに将来の活動推移の予測に資するために、史料、考古資料、地質の調査から得られた情報を活用する。現存する膨大な史料の中から、文献として信頼できる地震・火山活動関連史料を抽出し、信頼性の高い史料データベースを構築する。考古情報については、これまでに公開されている10万冊以上に及ぶ考古遺跡の調査報告書から、地震・火山現象に関連する遺物や災害痕跡などの資料を収集し、データベース化を進める。

地質情報については、活断層の位置、形状に関する情報の取得とその過去の活動履歴・地震規模を解明し、データベースの整備を進める。また、地震に伴う地質学的な痕跡を調査し、データの収集、整理を行うとともに、津波堆積物等の識別手法の高度化と年代決定精度の向上をめざす。火山噴火に関しては、地形・地質調査により活動的火山の噴火堆積物等の基礎データを蓄積するとともに、海底火山や海洋底の調査を行い、地質・岩石学的データの収集・整理を行い、データベース化を進める。

##### ア. 史料の収集とデータベース化

○大学は、既刊の地震・火山関連史料集のデータベースを構築する。データベース化にあたっては校訂作業をほどこして正確な情報を提供する。また、史料中に現れる地名に位置情報を与え、史料を地図表示できるようにして利便性を図る。

○大学は、既刊の地震史料集に収録されていない地震・火山関連史料を収集する。特に、同一地点における有感地震記録の長期的な把握及び近代的な観測データのない明治初年の関係史料の発見に重点をおく。また、地震・火山関連史料を単体ではなく、史料群としての性格も把握することによって、史料から適切な理解を導き出せるように努める。

- 大学は、史料に記述された地震・火山現象に関連する言語表現が、どのような自然現象をとらえたものであるのか、各種史料の比較検討によって確定し、地震・火山活動の規模や態様を推定するための指標として活用することを目指す。また、史料から検出できる家屋倒壊率を震度推定として適切に活用する方法について各種の事例から検討する。
- 大学は、近世・近代の村絵図、国絵図、地籍図等から得られる地理空間情報を分析して、地形の歴史的変遷を考察する。それによって、過去の地震災害の実態解明を進めるとともに、将来発生が懸念されている災害の被害軽減への活用を図る。

#### イ. 考古データの収集・集成と分析

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

#### ウ. 地質データ等の収集・集成と分析

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

### (2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

史料・考古データ、地質データ等と近代的な観測データを対比・統合することによって、近代的な観測開始以前の現象の規模・発生場所を明らかにし、地震、津波、火山噴火の発

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

○大学は、南海トラフ沿いの巨大地震・津波や西南日本内陸部など、過去に繰り返し大規模な地震が発生している地域について、海外所在の史料も含め新資料の発掘に努める。津波痕跡に関しては、津波堆積物の形成過程を分析することによって、現存する堆積物から過去の現象の規模を推定する手法の構築を目指す。

○産業技術総合研究所は、日本列島周辺の各海溝沿いで発生する低頻度大規模地震について、津波堆積物や海岸地形など地質学的調査により、発生履歴及び津波波源を解明し、震源断層モデルを構築する。

○大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構及び産業技術総合研究所は、東北地方太平洋沖地震の震源域、南海トラフ沿いや千島海溝沿いにおける地震活動や中規模以上の地震の震源過程を調べ、巨大地震の発生との関連に関する研究を実施する。

○大学は、低頻度大規模地震後の余効変動を理解するために、東北地方太平洋沖地震後の重力変化を追跡することにより、地下で進行している物質移動や密度変化の要因を明らかにする。

○海洋研究開発機構は、日本海溝沿いや南海トラフ沿いにおいて、高精度な海底3次元構造調査を実施し、海底震源断層の連続性やセグメント化に関する評価方法について検討する。

○大学は、伊豆大島や霧島山等での爆発指数 (VEI) が4~5クラスの大規模噴火を対象として、地質調査や、噴出物に対する物質科学的解析、数値モデル解析を行い、マグマ供給系の実体を解明する。また、近代以降、海外で発生した大規模噴火について、古記録などをもとに噴火の先行現象や噴火推移、被害状況を整理する。

○大学は、洞爺や阿蘇等のカルデラ火山を対象として、放射非平衡を利用した年代測定法などを適用し、カルデラ噴火に至るマグマの蓄積や分化の過程を解明する。また、鬼界カルデラ等の海底カルデラを対象として物質科学的研究を進める。

### (3) 地震発生過程の解明とモデル化

プレート間で生じる低速変形から高速滑りまでの多様な滑り過程を包括的に理解するために、スロー地震を含む地震活動の特徴や、スロー地震と通常の地震の発生メカニズムの類似性・関連性及び海域のプレート間の固着状態等を明らかにする。また、地震時の動的破壊過程や、複雑な断層系における断層間の相互作用による連鎖的な破壊現象、地震活

動の階層性等に関するデータ解析や理論研究を実施する。さらに、地球物理・地球化学的観測や野外観察、科学掘削で採取された試料の解析、室内実験や数値シミュレーションなどの研究を通して、地震発生や下部地殻・上部マントルのレオロジー特性に与える地殻流体の効果や、滑りの多様性を生み出す断層面の摩擦特性及び断層破碎帯の微細構造等に関する理解を深め、地震断層滑りの物理・化学モデルを構築する。

#### ア. 地震発生機構の解明

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

#### イ. 地震断層滑りのモデル化

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

の滑り挙動に与える影響を評価する。また、断層破碎帯の微細構造解析及び室内実験に基づいて、断層の滑り機構・強度や脆性—塑性遷移領域におけるひずみの集中過程を明らかにする。

#### (4) 火山現象の解明とモデル化

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

##### ア. 火山現象の定量化と解明

- 大学及び海洋研究開発機構は、霧島山、阿蘇山、伊豆大島等、海域を含む国内外の活動的な火山や最近噴火した火山を対象に、火山周辺や火口近傍における多項目観測、リモートセンシング観測、噴出物の物質科学分析を行い、噴火発生前、噴火継続中、噴火終息後の火山活動の推移やその多様性を把握する。これらの結果と素過程の理解に基づいて、マグマの蓄積、上昇、噴火を統一的に理解し、火山活動のモデル化を進める。また、新たな観測・分析手法の開発や既存の手法の高度化にも取り組む。
- 防災科学技術研究所は、基盤的火山観測網やリモートセンシング技術等による多項目の火山観測データを活用し、多様な火山現象の発生機構の解明や火山災害過程を把握するための研究開発を進める。また、火山体周辺や火口近傍において火山観測網を補完する機動的な調査観測を行うほか、遠隔で火山ガスや火山灰等の分析を行うモニタリング技術を開発し、火山現象の定量化を図る。
- 産業技術総合研究所は、活動的な火山において火山ガスの観測を実施する。マグマ性の噴火を繰り返して大量の火山ガス放出を継続している火山においては、噴火活動推移の多様性をもたらす火山ガス放出過程のモデル化を行う。また、熱水の関与が見られる火山においては、熱水系とマグマ性ガスの相互作用を明らかにする。
- 産業技術総合研究所は、三宅島等のマグマ噴火を繰り返す火山を対象として、火山活動履歴に基づく活動推移の類型化を行う。また、桜島等を対象として、火山灰粒子の岩石・鉱物学的特徴の経時変化と、地球物理・地球化学的観測データを比較することで、爆発的・非爆発的噴火の分岐メカニズムの解明を行う。これと共に、噴火準備段階から噴火



に至るまでのマグマ挙動の解明に向けて、噴火履歴に沿った噴出物の岩石・鉱物学的特徴の解明及び高温高圧実験装置を用いた実験岩石学的研究を行う。特に、大規模カルデラ火山に対して、マグマ供給系の時間発達過程を解明することで、大規模噴火の準備過程や噴火の開始に関する研究を行う。

#### イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

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

#### (5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

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

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

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

#### ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

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

○大学及び海洋研究開発機構は、長期孔内観測システムを含む海域における地殻変動観

測を推進し、ゆっくり滑りや地震の発生等の地殻活動の現状を把握する。また、ゆっくり滑り発生領域及びその周辺の地震学的・電磁気学的構造の時間変化の検出を試み、ゆっくり滑りの発生場の理解を深める。

- 大学及び海洋研究開発機構は、日本海溝アウターライズ域周辺の地震観測と構造探査を実施し、沈み込む前の海洋プレート内の地下構造や震源断層の分布、地震発生域における流体分布を推定する。また、地球化学的観測に基づいて、プレート境界周辺域の流体変動のモニタリングを行う。
- 大学及び海洋研究開発機構は、日本海溝周辺や関東地方などの稠密な地震観測が行われている地域を対象に、スラブ内地震の震源域における不均質構造を高い空間分解能で推定する。さらに、スラブ中の含水鉱物の脱水やマンツルの主要構成岩石の相転移に着目して、スラブ内地震の発生機構の理解を深める。

#### イ. 内陸地震

- 大学及び海洋研究開発機構は、東北地方太平洋沖地震後の地震活動・応力場・ひずみ場の時間変化を捉え、地震波速度・減衰構造、比抵抗構造及び室内実験・物質科学的知見に基づいて、レオロジー構造モデルの高度化を図る。
- 大学は、東北地方太平洋沖地震前後の地殻応答シミュレーションを実施し、地震・地殻変動等の観測結果や古地震学的知見との比較により、内陸地震震源断層への応力载荷過程の解明を進める。また、誘発地震発生域などでは、地震活動及び発震機構解の特徴に基づいて地殻流体の時間発展を推定し、内陸地震の発生に及ぼす地殻流体の役割を分析し、内陸地震発生モデルの構築を目指す。
- 大学は、西南日本のひずみ集中帯や島弧会合部などにおいて、高密度地震観測と電磁気観測などの実施に加えて、既存データの再解析により、内陸地震の震源断層周辺の不均質構造や変形場、流体分布を捉え、断層への応力载荷過程及び間隙流体が断層の強度低下に及ぼす影響を明らかにする。
- 大学は、断層破碎帯における地球物理・地球化学的観測に基づいて、断層破碎帯の透水性及びその構造を推定する。また、地殻流体のモニタリング手法を開発する。
- 国土地理院は、ひずみ集中帯などにおいて、GNSS・SAR 干渉解析・水準測量による高密度地殻変動観測を実施し、東北地方太平洋沖地震発生後の地殻変動を明らかにする。

#### ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

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

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

#### エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解

○大学は、地震及び活火山の分布や地震学的構造、電磁気学的構造、応力場、温度場、地球化学的特性、数値シミュレーションなどを組み合わせ、地震の発生しやすい領域とマグマなどの地殻流体の生成と蓄積が起きる領域との関係を明らかにする。これらの研究を基に地殻・マントルの変形場を理解し、地震発生と火山活動の相互作用の理解を目指す。

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

#### オ. 構造共通モデルの構築

○大学及び防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所は、日本列島及びその周辺域を対象とする海域から陸域までを包括した地震波速度・減衰構造、構造境界の分布の精緻化を進めるとともに、比抵抗構造や応力場、変形場、震源断層の形状などの情報を含めた構造共通モデルの構築を進める。

○大学は、陸域及び海域における地殻変動データに加えて、衛星重力データを用いて列島規模の広域粘弾性モデルを開発する。

## 2. 地震・火山噴火の予測のための研究

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

条件をデータや理論に基づき明らかにすることにより、火山噴火の規模、推移、様式の予測精度の向上を目指す。

### (1) 地震発生の新たな長期予測

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

#### ア. 海溝型巨大地震の長期予測

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

#### イ. 内陸地震の長期予測

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

模別頻度分布などの地震活動データも予測モデルに取り込む。

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

## (2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

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

### ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測

- 大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所、~~気象庁及び国土~~  
~~地理院~~は、日本各地で発生する様々なスロー地震活動を観測し、それらの時空間変化を明らかにすることで、滑り現象の多様性と相互作用の理解を深める。さらに、繰り返し地震・微小地震の検出や海底地殻変動観測などプレート境界滑り現象の時空間変化をモニタリングする手法を高度化し、滑り速度が異なる現象間の相互作用を明らかにする。そして、これらの滑り現象のモニタリングと数値シミュレーション等に基づいて、プレート境界大地震の発生可能性の時間的変化を評価する手法を開発する。
- 大学及び海洋研究開発機構は、測地データや地震活動データ等を用いて、プレート間の固着状態を逐次的にモニターする手法を開発し、固着状態の時空間変化に基づく地震発生予測手法の構築を目指す。
- 大学及び海洋研究開発機構は、データ同化手法を地殻変動観測データに適用することで、ゆっくり滑りの時空間発展を予測する手法を開発する。

削除: 及び

- 気象庁, 国土地理院, 防災科学技術研究所, 産業技術総合研究所及び海洋研究開発機構は, 陸域及び海域の地震観測網等から得られるデータを逐次的に解析することで, プレート境界滑りを評価する指標を見だし地殻活動の監視技術を高度化する。

#### イ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

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

#### (3) 先行現象に基づく地震発生確率予測

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

- 大学は, 従来から地震発生に先行する傾向があると示唆されている地震活動や電磁気現象などの現象に対して, 過去のデータを用いて機械学習等のデータ駆動科学の最新手法を含む客観的手法で予測を行い, 予測性能を統計的に評価する。
- 大学及び海洋研究開発機構は, 地震先行現象のうち物理的なメカニズムが推察されている現象について, 理論や室内実験に基づき, そのメカニズムから期待される予測能力向上への効果について検討する。
- 大学は, 各種先行現象候補による客観的な手法に基づいた地震発生予測マップの作成と予測能力の定量的評価, 類似する時間空間スケールをもつ先行現象による予測の合致度合の調査を実施する。また, 海外の関連機関のデータも活用して国際共同研究を推進する。
- 大学は, 地震波形データの解析と室内の岩石破壊実験等を活用して, 主破壊に先行する微小破壊の活動様式や発生機構を明らかにし, 大地震の発生確率評価への適用可能性について検討する。

#### (4) 中長期的な火山活動の評価

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

##### ア. 火山噴火の長期活動の評価

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

##### イ. モニタリングによる火山活動の評価

- 大学は、有珠山、十勝岳、吾妻山、阿蘇山等、数年から20年程度の間には噴火を含む火山活動の活発化が見られた国内外の火山を対象として、地震活動・地殻変動・比抵抗・地磁気・重力・熱・応力場等のモニタリングを行う。衛星画像によるリアルタイム火山観測システム等を活用し、観測網が十分に整備されていない火山も対象とする。各火山で得られた観測の特性とその変化を抽出して火山同士の比較研究を進め、異常現象の検知手法を含む火山活動の評価手法を開発する。
- 大学は、火山ガスによる火山活動モニタリング技術の高度化として、二酸化硫黄などの火山ガス放出量の測定に加え、ガス組成の測定を進め、火山内部の火山性流体挙動の解明を行う。また、アプローチの難しい離島火山や遠隔地の火山にも展開可能な火山ガスモニタリング技術の開発を行う。

○気象庁は、全国の常時観測火山を中心に地震観測、GNSS・傾斜計・SAR 干渉解析等による地殻変動観測、全磁力観測、火山ガス・噴気温度観測を実施すると共に、過去の観測データも含めた解析を行う。これらにより、火山の地殻変動や火山ガス放出のモデル化など火山体内の物理・化学過程、火山活動の活発化や噴火に至る過程の解明を進め、観測データを用いた火山活動評価の高度化を図る。特に伊豆大島については、地殻変動観測に加え、重力観測、地表放熱量観測を実施し、地下のマグマ・揮発性成分収支モデルを構築することで、火山活動評価手法の高度化を進める。

○国土院は、GNSS・SAR 干渉解析等の地殻変動観測を実施すると共に、火山活動評価の高度化のために、地殻変動源の詳細なモデル化を行い、その時間変化の推移も高精度に把握する。

○北海道立総合研究機構は、雌阿寒岳や十勝岳等を対象として、地殻変動や重力観測、噴気や温泉に対する地球化学的モニタリングを行う。また、過去の観測データの再解析も含めて、地殻変動や地震活動のメカニズムを総合的に検討することにより、火山体に発達する熱水系構造を把握する。

#### **(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測**

先行現象の発現、噴火の発生、噴火規模の拡大・様式の変化などの推移、終息までを一連の火山活動推移とするモデルを構築する。推移モデルの構築にあたっては、噴火事象系統樹をさらに発展させ、各事象に先行して現れる物質科学的・地球物理学的データの相違点や共通点の整理、数理モデルの高度化を進める。また、次の事象に至るまでの時間や観測事象の時間変化率などを新たな指標として加える。さらに、地震活動の活発化や山体膨張等の先行現象が発現したにもかかわらず噴火に至らない噴火未遂現象や火山体から離れたやや広域の地殻活動変化にも着目し、過去の観測記録や文献調査等も活用する。火山活動推移モデルの基礎となる噴火事象系統樹については、その作成を継続すると共に作成手法の高度化と標準化を進める。

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

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



め、火山噴火予測手法の高度化を進める。

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

### 3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

災害の発生は、地震・火山噴火という自然現象が引き起こす地震動、津波、火山噴出物、斜面崩壊などの災害誘因が、自然や社会に潜在的に存在する脆弱性などの災害素因に働きかけることで引き起こされる。そのため、災害誘因を正確に予測することは、災害の軽減にとって重要である。災害誘因を事前に評価する手法及び大地震による災害リスク評価手法の高度化を進める。災害誘因のうち、地震動、津波、火山噴出物については発生後即時かつ高精度に予測する手法を高度化する。災害誘因情報が情報の受け手側に配慮した災害情報として発信されない場合には、必ずしも防災対策に効果的に活用されない場合があるため、災害誘因情報を効果的に発信するために必要な研究を開始する。

#### (1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

断層運動の不確定性や、破壊の伝播効果などによる強震動の特性、断層のずれが地表に到達する場合に生成される強震動の特徴などを従来の強震動評価手法に取り込むことで、強震動の事前評価手法の高度化を行う。過去の巨大津波の知見とプレート境界の固着状態に関する情報を統合することで、津波の事前予測手法の高度化を進める。また、強震動、津波、地滑りなどに起因する災害リスクの評価手法の高度化に関する研究を実施する。地震動や火山活動に伴い発生する斜面崩壊については、地球物理的観測や地質調査、数値シミュレーション等により、その発生ポテンシャルの評価手法を開発する。さらに、噴火に先行する事象に基づいて火砕流の発生を事前に予測する手法や、火山灰堆積分布量から火山泥流（土石流）発生ポテンシャルを評価する手法を開発する。

#### ア. 強震動の事前評価手法

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

- 大学は、兵庫県南部地震時に確認された破壊伝播による大振幅地震波や、熊本地震時に観測された地震断層近傍における特異な長周期パルス波など、建物被害に直結する震源域での強震動特性を理解することで、将来発生する強震動の評価手法の高度化に向けた研究を進める。
- 大学は、地表地震断層の滑り量・形状と浅部地盤構造を調査し、強震動の分布と被害分布との対応関係を明らかにすることで、断層のずれが地表に到達する場合の強震動生成モデルに関する研究を実施する。

#### イ. 津波の事前評価手法

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

#### ウ. 大地震による災害リスク評価手法

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

#### エ. 地震動や火山活動による斜面崩壊の事前評価手法

- 大学は、大規模数値シミュレーションを活用し、短周期から長周期までの広帯域強震動による斜面崩壊等の自然環境への影響の事前評価手法を検討する。
- 大学は、火山灰層内部に滑り面を持つ斜面崩壊が近年の地震で多く見られたことを踏まえ、既往崩壊地及び近傍未崩壊斜面において、物理探査、掘削試料の土質試験、掘削坑内での物理観測を実施する。
- 大学は、地震動や火山活動などによる地滑り現象と地形・地質的要因の関連を、現地調

査や室内試験，地震動観測などに基づいて明らかにし，地震動に伴う地滑り発生ポテンシャル評価と事前評価手法の高度化に関する研究を行う。

#### オ．火山噴出物による災害誘因の事前評価手法

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

### （２）地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

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

#### ア．地震動の即時予測手法

○大学は，高密度に配置された自治体震度計のデータを用いて地震動即時予測手法を高度化し，防災実務での利活用方法について検討する。  
○気象庁は，地震動の実況把握から地震動予測を行う時間発展型の手法の高度化を図り，強震動及び長周期地震動の即時予測の迅速化や精度向上のための研究を行う。

#### イ．津波の即時予測手法

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

#### ウ．火山噴出物による災害誘因の即時予測手法

○大学は，火山噴火に伴う溶岩流出や火山灰噴出などの地表面象を即時に把握し，事象分岐判断に必要な噴出量・噴出率などの物理パラメータを迅速かつ高精度に推定

するための手法開発を行う。噴火が切迫している火山については、噴火現象の即時把握や噴出物データの迅速な取得を可能とする機動的観測手法を検討し、実際の噴火発生の際には適用を試みる。

- 大学は、桜島等を対象として、火山地形と局所的気象要素を考慮することで、火山灰の堆積分布をより迅速かつ高精度に予測する手法を開発する。また、河川近傍の地球物理・水文観測に基づき、土石流量を即時的に把握する技術を開発する。
- 気象庁は、気象レーダーや衛星観測の高度利用に基づいて、大気中への火山灰供給源モデルの改善や火山灰輸送予測の精度向上、噴煙の構造や火山灰などの物理パラメータを活用した火山灰データ同化システムと移流拡散モデルに基づく解析・予報サイクルのシステム導入のための研究を行う。
- 防災科学技術研究所は、関係機関と協力し、噴火時の火山灰分布・噴出量を現地調査により迅速に把握し、降灰の各種インフラへの影響に関する実験結果等と組み合わせることで、事前評価と即時把握結果を災害情報として活用する方策の研究を実施する。

### **(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究**

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

- 大学は、地震・火山噴火の予測情報に対する、住民・企業・地方公共団体などのユーザーのニーズや活用実態の調査を通じて、被害軽減に繋がる地震・火山噴火情報のあり方に関する研究を行う。
- 大学は、火山噴火活動について、火山噴火が切迫した段階や噴火中に刻々と変化する地殻変動をリアルタイムで把握するための自動処理システムを開発し、そこから得られる情報を準リアルタイム火山情報表示システムに組み込むための開発研究を行う。また、これらの情報を、地域の自治体や防災担当者が活用するための方策を検討する。
- 大学は、火山噴火に関連して発生する土石流について、事前評価と即時予測結果を災害情報として活用する方策を検討する。さらに、災害情報に基づく避難行動や災害復旧に関する意思決定を支援するシステムを試作し、地域への効果的な情報伝達方法を検討する。

#### 4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

地震・火山現象の理解・予測を災害の軽減につなげるためには、地震・火山現象に関する科学的な理解を深め、現象を予測するだけでは必ずしも十分ではなく、地震・火山現象の理解・予測の研究成果を社会に適切に還元する必要がある。そのために、過去から近年までに発生した地震・火山災害の事例に対して、地震・火山噴火によって引き起こされる地震動や津波、降灰などの災害誘因が建物の脆弱性や暴露人口等の社会素因へ与える作用に焦点を当てながら、災害が発生した仕組みや要因を解明する。さらに、社会における防災リテラシーの実態調査等を通して、社会が被害の発生を抑止、あるいは軽減する対策を考えるために必要な知識体系を解明する。それに基づいて、災害の軽減に結びつく効果的な知識要素を特定し、防災リテラシー向上に資する実践的な研修プログラムを開発する。

##### (1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

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

- 大学は、過去に起きた地震・津波・火山災害事例を対象に、当時の社会情勢や周辺環境との関係を検討して被害の実態や人々の対応、復旧・復興過程を明らかにし、時代的・地域的な特性を導き出す。
- 大学は、明治時代や江戸時代の史料をもとに古地形等を復元・可視化し、地形と災害被害の関連性を明らかにする。加えて、歴史的な地形変遷から将来の災害を予測し、災害予防と防災意識の啓発等への活用を図る。
- 大学は、近年の地震災害に注目して、被害の地理的・社会的分布の分析と、コミュニティの社会的脆弱性や防災対策、リスク認知や防災意識などの検討を通して、地域的な災害発生機構を解明する。また、災害発生機構と防災リテラシーとの関連性を調査し、防災リテラシーを向上させるための方策を提案する。
- 大学は、火山地域における災害軽減策に寄与するため、地域の行政機関やステークホルダーと連携して地震・火山研究の知見を整理し、社会へ適切に発信する手法について検討する。
- 気象庁は、地震・津波・火山噴火に関する地域の災害特性や過去の災害履歴等の把握に

資するデータベースの整理を進めることで、地域の特性や災害リスクの認知、防災リテラシーの向上を図る。

## （２）地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

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

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

## 5. 研究を推進するための体制の整備

観測研究の成果を災害軽減に効果的に活かすためには、関連する諸機関との強い連携の下に適切に研究を実施する体制を整備することが不可欠である。また、計画を災害科学の一部として推進することによって災害軽減という大きな目標を達成するためには、研究項目間の連携を強化し、分野を横断する総合的な研究の実施が効果的である。地震・火山現象を解明して予測につなげるためには長期的視点に立った継続的な観測、観測対象を広げるための技術開発、得られたデータを蓄積し将来にわたって活用するためのデータベース構築が不可欠である。また、災害科学は総合科学であり、理学、工学、人文・社会科学、歴史学、考古学、数理学、情報科学等との連携を強化し学際的に研究を進める必要がある。地震・火山噴火災害は地球規模の課題であり、国際的な視点に立って研究を実施することが肝要である。研究成果を効果的に災害軽減に活かすため、情報の受け手である社会における地震・火山災害の共通理解の醸成にも取り組む必要がある。これら多様

な要求を満たすため、幅広い分野において、地震・火山災害の軽減を志す若手研究者や技術者を育成し、社会の様々な関連分野に地震・火山の専門教育を受けた人材を供給することが重要である。

### (1) 推進体制の整備

本計画は、地震学・火山学の成果を災害軽減に活用する観点から、地震学と火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野を含んだ、総合的な学際研究として推進する。そのために、測地学分科会は行政や社会のニーズを踏まえた計画の推進に努め、計画の進捗状況を把握し、研究成果を~~取り~~まとめ研究者及び社会に還元する。本計画を効率的に推進するため、予知研究協議会は計画に参加する機関による情報交換等を通じて連携の強化を図る。また、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所による拠点間連携共同研究をさらに発展させ、地震学・火山学の成果の活用方法について組織的な研究を推進する。

削除: と

○測地学分科会は、学術的な研究の動向にも配慮しつつ、各年次の全体計画の立案、進捗の把握、取りまとめを行い、毎年の研究成果を公表するとともに、3年次に計画全体の自己点検を行い、外部評価等を行う。また、計画進捗、成果についても地震本部と情報交換し、地震本部による地震調査研究の基本施策との整合性を確認する。なお、各年次の全体計画の立案にあっては、地震・火山防災行政、防災研究全体、特に地震本部の施策に本計画がどのように貢献すべきかを十分に踏まえるとともに、本計画の実施項目をそれぞれ独立して推進するのではなく、項目間の連携を強化し、総体的に計画を推進するように留意する。

○測地学分科会は、行政機関や地震本部等の関係機関との技術的・制度的な連携を進め、本計画による研究成果や観測・解析技術が災害軽減に貢献できるよう、災害・防災対策に係る行政や社会のニーズを踏まえた計画の推進に努める。

○活動火山対策特別措置法で火山専門家が各地の火山防災協議会に参加する仕組みが定められ、科学的な知見が現場の火山防災に実践的に活用されるようになってきている一方で、火山研究分野には地震研究分野における地震本部のような基礎研究と社会ニーズを組織的・計画的に結びつける機関がない。測地学分科会は、火山調査研究及びそれを支える研究基盤の整備を国全体として一元的に進める仕組みが、関係機関の協力のもと構築されることを期待する。

削除: 法律で

○予知研究協議会は、関係機関と緊密に連携して観測研究計画を協議し、計画の有効な推進を図る。そのため、予知研究協議会企画部を中心に観測研究計画を立案して測地学分科会に提案し、観測研究計画参加機関間での調整を行って観測研究の実施を推進する。

○各実施機関は、それぞれの機関の実施計画及びその進捗について、予知研究協議会において情報交換を行うなど、計画の実施項目間及び研究分野間の連携を強化して、効率的に計画を実施する。

- 「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」である東京大学地震研究所と「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」である京都大学防災研究所は、地震発生・火山噴火が災害誘因となる事象に関して共同研究を推進し、複合学術領域としての地震・火山噴火に関する災害科学の発展のために、拠点間連携を継続する。
- 地震予知連絡会は、地震活動・地殻変動などに関するモニタリング結果や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情報交換を行うことにより、モニタリング手法の高度化に資する役割を担う。
- 火山噴火予知連絡会は、火山活動の総合評価や、噴火警報・火山情報の質の向上に向けた技術的検討を通じて火山防災に資するとともに、研究成果・観測結果の情報交換、火山観測データの流通・共有の促進、活発化した火山における臨時観測に関する総合的な調整、研究成果の社会への発信などを通じて、火山噴火予知研究の推進に寄与する。

## **(2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制**

本計画における1.～5.の複数の項目間の連携を強化して、災害科学として重要な以下の対象について分野横断で総合的研究を実施する。なお、本計画実施中に地震・火山噴火による大きな災害が発生した場合は、必要に応じて測地学分科会での検討に基づき総合的研究の対象とする。予知研究協議会は、関連研究分野の連携をより一層促し総合的研究の円滑な推進のための体制を整える。

### **ア. 南海トラフ沿いの巨大地震**

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

### **イ. 首都直下地震**

首都直下地震は、一旦発生すれば首都機能や我が国の経済活動全体に深刻なダメージを与える可能性が高い。想定される多様な震源について、発生メカニズムや発生可能性を評価する研究を進める。詳細な地盤構造や多様な震源モデルによる揺れの予測に、稠密観



測データや地震史料の情報を反映し、新たな地震動予測手法の開発を目指す。また、複雑な地殻構造を用いた大規模数値シミュレーションに基づいて、地震動を高精度に予測する手法を高度化する。さらに、各項目の研究成果を有機的に結び付け、高度に集約化された社会環境下での防災リテラシー向上に資する総合的研究を実施する。

#### ウ. 千島海溝沿いの巨大地震

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

#### エ. 桜島大規模火山噴火

活発な噴火活動を60年以上続け、今後、大規模噴火の発生が予想される桜島を対象に、各研究項目間で緊密な連携と成果の共有を図り、住民避難を視野に入れた総合的研究を推進する。観測研究を通じて、マグマの動きとマグマ供給系への理解を深め火山活動推移モデルを高度化することで、噴火発生予測研究を進展させる。噴火発生前の規模の予測と、噴火発生直後の噴出物の把握を即時的に行うことで災害予測研究を進める。災害予測に基づき、住民への情報伝達などの火山災害情報に関する研究と、避難や交通網の復旧などの対策に資する研究を行う。他の火山における類似研究と連携し、都市、中山間地域、離島などの地理的、社会的環境による対策の違いなど幅広い研究を目指す。

#### オ. 高リスク小規模火山噴火

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

### (3) 研究基盤の開発・整備

地震・火山研究の推進、高度化にとって不可欠である観測データを安定的・継続的に取得するために、日本全国に展開されている陸域及び海域の地震、地殻変動、津波、潮位、

電磁気等の観測基盤を維持するとともに、関連機関が連携して効率的に多項目観測や機動観測等を行う体制を整備・強化する。

観測・解析技術の高度化として、地上観測が困難な地域での有人・無人航空機や宇宙技術による観測技術開発及び海域の地殻変動観測技術の高度化を進めるとともに、新たな通信手段の導入などを図り、これまで取得困難であったデータや従来と比べ高精度なデータを取得する。

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

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

#### **ア. 観測基盤の整備**

- 防災科学技術研究所は、陸海統合地震津波火山観測網の安定的運用を行うとともに、関連施設の更新を図る。また、重点的に強化すべき火山について観測施設の整備・運用を推進する。関係機関との観測データの共有や利用促進を図り、国内外の関係機関における研究、業務遂行や我が国の地震・津波及び火山に関する調査研究の進展に貢献する。
- 気象庁は、津波警報や地震情報等を適切に発表するため全国に展開している地震計及び震度計、東海地域を中心に展開しているひずみ計などの観測を継続するとともに、文部科学省と協力して、大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構など関係機関の地震観測データを合わせて一元的に処理し、その結果を大学、関係機関に提供することにより、研究の推進に資する。
- 国土地理院は、全国の GNSS 連続観測点を平均 20 キロメートル間隔の配置として維持し、観測を継続する。重点的な観測地域において観測点密度を考慮した観測体制の充実を目指す。また、GNSS の発展・最新の ITRF 座標系の実現等に伴い GEONET の解析手法の高度化を図る。
- 国土地理院は、衛星 SAR データを使用して日本全国の SAR 干渉解析を定常的に実施し、日本国内における火山、地盤沈下、斜面変動等による地殻・地盤変動を検出する。地震発生や火山活動活発化の際には臨時解析を実施する。打ち上げに向けて現在開発が進められている先進レーダー衛星 (ALOS-4) に対応するため、解析手法やシステム構成の

- 検討を進め、切れ目なく地殻・地盤変動の監視を継続する。
- 大学は、全国の陸域、海域及び火山周辺に設置された地震・地殻変動などの各種観測網から得られるデータを即時的に流通させるシステムを運用するとともに、大容量かつ多項目の観測データを確実に、かつ効率的に流通させるための通信方式等の開発を行う。また、長期的な観測の継続性を保つため、観測データの品質を評価するための基準作成を進める。
  - 大学は、大地震や火山噴火の発生時の迅速な機動的観測や、構造探査等の調査研究観測を実施できるように、必要な観測機材や人的資源を共有できる体制を整備する。
  - 気象庁、国土地理院及び海上保安庁は、潮位連続観測を継続し、地殻変動に伴う地盤の上下動を連続的に検知するとともに、津波の発生状況を把握・公表する。また、国土交通省の関係機関が所有する潮位データを集約して即時的に共有し、国土交通省防災情報提供センター等において公開する。
  - 産業技術総合研究所は、南海トラフ沿いの巨大地震発生予測のため、東海～紀伊半島～四国周辺で地下水等総合観測網を整備・運用する。また、気象庁にリアルタイムで観測データを提供する。さらに、観測データのグラフを公開して毎日更新する。
  - 気象庁は、地球電磁気学的観測による地殻活動及び火山活動の研究に資するため、精密な地磁気観測データを提供する。地磁気基準点において、数十年～100年スケールにわたる安定した地磁気観測を実施し、精密な磁場データを毎日リアルタイムで提供する。あわせて観測データの精度向上及び編集・解析作業の効率化を図る。
  - 国土地理院は、航空重力測量により全国を網羅する標高基準の精度を上げ、GNSS 測位によって容易に信頼性の高い標高が得られる環境を整備する。また、地上における重力の繰り返し観測及び地磁気の連続観測を行い、地震や火山活動の監視、現象の理解に資する基礎資料を整備する。
  - 国土地理院は、航空機 SAR を利用して全国の活動的な火山における火口等の観測を実施し、地形の情報を蓄積する。また、火山活動活発化の際には迅速に観測を行い、地形の変化を明らかにする。
  - 山梨県富士山科学研究所は、富士山における火山性地震のモニタリングを進めて火山性地震の発生状況を明らかにするとともに、重力の多点連続観測及び地下水観測の継続を通して、地殻流体の移動検出を目指す。
  - 北海道立総合研究機構は、雌阿寒岳、十勝岳等の火山において、熱観測、噴気や温泉水に対する地球化学的観測、地殻変動観測、重力観測及び地下水位観測を継続し、火山活動の変化を把握する。観測データは、気象庁や大学などと共有する。
  - 国土地理院は、国際 VLBI 事業と連携して VLBI 測量を、海上保安庁は、国際レーザー測距事業 (ILRS) と連携して SLR 観測を実施することで、国際測地基準座標系の構築に貢献し、測量の基準となる基準座標系を維持する。
  - 国土地理院は、地殻変動連続観測を継続すると共に、観測設備の安定的・継続的な運用

を行う。また、防災情報の発信への活用のため引き続き関係機関と潮位データの共有化を行う。活動的な火山においては、電子基準点を補完する GNSS 連続観測を実施する。南海トラフ沿いの地震に関しては水準測量を継続し、地震サイクル全過程の地殻変動データの収集を目指す。また、ひずみ集中帯などにおいて水準測量を実施する。

- 気象庁は、大学や防災科学技術研究所等関係機関の協力の下、火山噴火予知連絡会で監視・観測体制の充実等が必要とされた 50 火山において、常時観測を継続する。また、機動観測として、GNSS 繰り返し観測、熱観測、火山ガス観測等の調査観測を計画的に実施するとともに、火山活動に異常が認められた場合には、緊急観測を実施して火山活動の詳細を把握する。関係機関による新規観測点のデータのうち火山監視に必要と考えられる観測点についてはデータ交換の対象に追加する。

### イ. 観測・解析技術の開発

- 大学及び海洋研究開発機構は、海域での地震・地殻変動観測の高度化のため、超深海を含む海域で、陸上と同等な広帯域地震観測を機動的に行う技術の開発、海底面での水圧測定による上下変動観測と傾斜観測技術の実用化及び定常的な海域観測網の高度化等に引き続き取り組む。
- 大学は、火口域での連続多点地震観測手法の高度化や、精密に制御された人工電磁信号を利用した火山の 3 次元比抵抗構造を常時モニターするシステム、宇宙線を用いた観測手法などの新たな火山活動モニタリング手法の開発を進める。
- 大学は、新たな無線通信帯域・技術を活用したデータ伝送システムの開発及びこれを利用した地震・火山活動状況を高精度かつ迅速に把握可能なシステムの開発を進める。
- 大学は関連機関と協力し、火口近傍や離島など観測困難域での観測技術の高度化を進めるために、衛星技術やドローンなどの飛行体を用いた観測手法・観測装置を開発する。また、海域での観測手法の開発や、携帯電話通信網を利用した機動観測に適するテレメータ装置の開発、光技術の応用等を進める。
- 気象庁は、地震動・津波の即時予測の高精度化のため、地震動のデータ同化、津波予測における津波波源推定や海底・沿岸地形等のモデル要素の改良等、解析技術の高度化を進める。
- 国土地理院は、地殻変動を即時的・高時間分解能で把握可能な、電子基準点リアルタイム解析システムの高度化を行うとともに、地殻変動を高時間分解能で把握するための電子基準点キネマティック解析システムについて、解析結果の信頼性及び精度を向上させるための技術開発を行う。また、汎用低価格受信機を用いた地殻変動観測システムの開発を行う。さらに、得られた解析結果の精度向上や異常値を判定する仕組みを構築することで、より信頼性の高い災害関連情報の発信を図る。
- 海上保安庁、大学及び海洋研究開発機構は、日本近海の高圧型巨大地震の発生が想定される海域において GNSS-音響測距結合方式や海底間音響測距、海底圧力観測による海

- 底地殻変動観測を継続するとともに、観測・解析技術の高度化のための研究開発を行う。
- 防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、海域における地震・地殻変動観測データの解析を高度化するために、海域の不均質な地下構造を考慮した新たな解析手法を開発する。
  - 情報通信研究機構は、地震や火山等の自然災害発生時における被災地の状況把握を詳細かつ迅速に行うための次世代航空機搭載 SAR の開発を行う。

#### **ウ. 地震・火山現象のデータ流通**

- 大学は、GNSS や地殻変動連続観測など多項目観測データを全国に流通させるシステムを運用・高度化する。地殻変動研究の基盤となるデータの収集や共有のみならず、解析システムの構築・運用・高度化を行う。
- 大学は、全国規模のデータ流通及びデータ処理で広く用いられているプログラムの機能向上を図る。
- 防災科学技術研究所は、共同研究の促進、研究分野・組織間の連携強化、データの活用促進等に資することを目的として、大学や研究機関等が多項目の火山観測データを迅速に共有・利活用できるシステムを開発する。

#### **エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開**

- 大学は、データの効率的な公開と利用の促進をはかるため、観測で得られたデータについて、適切な引用や引用履歴の追跡を可能とする DOI 等の永続的な識別子をつけて公開することを検討し、実際に公開を進める。
- 気象庁は、総合的な地震カタログの作成と発震機構解析及び大地震時の震源過程解析を進め、それらの成果を公表する。海域観測網の地震波形データを一元化処理へ取り込み、地震波形の分析や震源決定等の処理の改善を進める。また、大学等の検測値を取り込んで過去にさかのぼった震源決定を行い、総合的な地震カタログに反映させる。
- 気象庁は、定常観測点及び調査観測点における地磁気 4 成分連続観測データを、継続して地磁気観測所データベースに登録、公開するとともに、定常観測点のデータを国際的なデータセンターに提供する。また、地磁気アナログデータのデジタルデータへの変換を継続して実施し、過去に遡ってより長期間のデータ解析が可能な環境を整備する。
- 気象庁は、常時観測を行っている 50 火山について常時観測データの収集、解析を行い、蓄積する。また、繰り返し観測などの機動観測により得られたデータや、火山活動に異常が認められた場合の緊急観測データも解析し、蓄積する。観測データの蓄積にあたっては活火山総覧改訂に活用できるようにデータベース化する。各種観測で得られた成果は、防災情報や防災資料の作成に利用するほか、気象庁 HP 等で公表する。地元自治体による災害対策の意志決定を支援するため、火山防災協議会に対する観測成果の共有を進める。

- 産業技術総合研究所は、日本国内の活断層・津波・火山に関する最新の知見に基づく地質情報の整備を行い、火山地質図やデータベースとして公表する。また、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）等、アジア-太平洋地域の大学・研究機関等と連携を進めることで、複数国に影響を及ぼすような規模の大きな地震・津波・火山ハザード情報の共有化を進める。また、微小地震の解析に基づき、高い空間分解能を有する全国規模の地殻応力データベースの整備を進める。
- 国土地理院は、GNSS データの利活用のため、GNSS データクリアリングハウスに登録されている GNSS 連続観測局の所在変更が生じた場合、あるいは、GNSS 連続観測局が追加された場合には、データベースを随時更新する。また、現在公開している国土地理院と海上保安庁以外の機関が管理する GNSS 連続観測データの所在情報データベースについても整備する。
- 国土地理院は、観測データをホームページで公開するとともに、地震予知連絡会、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会及び南海トラフ沿い地震防災対策強化地域判定会に適宜報告する。
- 国土地理院は、監視・観測体制の充実などが必要とされた火山を優先して、火山防災に資する基礎的な地理空間情報を整備する。また、地震災害の軽減に資するため、地形分類情報の整備を進めるほか、全国活断層帯情報（活断層図）を整備する。
- 海上保安庁は、火山噴火現象の把握及び船舶の航行安全確保のため、日本周辺の海域火山の航空機による定期巡回監視及び測量船による海域火山基礎情報の整備、海域火山データベースの整備及び公表を実施する。

#### （４）関連研究分野との連携強化

- 理学にとどまらず、工学、人文・社会科学などの関連研究分野との相互理解に努め、これらの分野間の連携をより一層強化することは、地震・火山研究の成果を災害軽減に役立てるために不可欠な要素である。低頻度大規模地震・火山噴火現象の規模、発生頻度、発生機構等を明らかにするためには、近代的な観測データが取得されていない期間のデータが必要である。そのために、歴史学・考古学等との連携をさらに進める。さらに、災害誘因予測と災害素因との相互作用に着目し、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学との連携を一層進展させる。進展の著しい数理科学、情報科学、計算機・計算科学等の研究分野の成果を取り入れつつ、これらの研究分野との連携を強化する。
- 低頻度大規模な地震や火山噴火現象を理解するために、歴史学、考古学、地質学との学際研究を通じて、過去の地震と火山災害の史料・考古データ、地質データ等の収集・拡充を継続して進める。史料の収集・解析に関しては平成 29 年に東京大学に設置された地震火山史料連携機構の機能も活用するなど、全国の関係機関と連携して効率的に研究を推進する。
  - 地震・火山噴火現象による災害誘因と社会や自然に内在する災害素因との相互作用に

着目した研究のため、理学だけではなく、情報科学や計算機・計算科学、工学、人文・社会科学などの関連研究分野との連携を図り、地震・火山災害軽減の課題を解決するための学際研究を進める。

- 地震発生、火山噴火、地震動、津波伝播などの大規模数値シミュレーションの更なる高度化のため、情報科学や計算機・計算科学との連携を図る。

### （５）国際共同研究・国際協力

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

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

ータを取得する。

- 産業技術総合研究所は、アジア太平洋地域の研究機関と連携し、地震火山総合データベースとして、地震・活断層・津波・火山関連データの整備・更新を行うとともに、地震・火山現象に関する地質情報の国際的な共有化を進める。
- 大学は、海外の卓越した地震・火山研究者や地震・火山噴火が多発する国の研究者を招聘する取組を行い、本計画の成果を積極的に海外に普及させるとともに、海外の優れた成果を取り込み、計画の効果的な推進を図る。

### **(6) 社会との共通理解の醸成と災害教育**

社会との共通理解の醸成を図るために、地震・火山噴火現象及び地震・火山災害に関するアウトリーチ活動を積極的、かつ組織的に展開する。地震・火山噴火の予測研究の等身大の現状や、最新の研究成果、地震・火山災害に関する基本的な知識等を社会に効果的に伝えるための情報発信方法について検討する。研究成果の情報発信にあたっては、研究の進捗や今後の見通しについても説明を加える。

- 行政機関の防災担当者や国民に、地震・火山現象の科学的知見や、現在の地震・火山の監視体制、予測情報の現状を知ってもらうため、関連機関が協力して、研究成果を社会に分かりやすく伝えるための取組を強化する。
- 大学は、住民、報道関係者、行政等の防災担当者などを対象とした公開講義やセミナーなどを開催し、地震・火山噴火予測研究の現状や地震・火山噴火の基礎的な理解を深めてもらうための取り組みを継続的に行う。予知研究協議会は、本計画の取り組みや成果を広く理解してもらうため、計画参加機関が連携して、パンフレットの発行等の組織的な取り組みを行う。
- 気象庁は、津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、噴火警報等の各種防災情報の改善のための検討で得られた知見や成果を広く共有する。
- 気象庁は、地域特性に応じた災害リスクの認知を高め、緊急時に情報が防災対応に活用されるよう、防災情報の読み解きに資する取組を行うとともに、地域特性や過去の災害履歴の関連自治体との認識共有、防災情報の利活用等のための関連自治体等を対象とした実践的な勉強会の実施、関連自治体等との緊急時の対応の振り返り等の取組を進める。また、住民に対するよりわかりやすい情報の提供・伝え方の工夫や周知広報など、地域の防災力向上に向けた取組を関係機関と連携して行う。
- 地震予知連絡会は、議事内容や重点検討課題、モニタリングにより把握された地殻活動の状況等を社会に発信する。また、地震活動の予測手法の現状を検討し、かつ報告することで、地震発生の予知・予測に関する研究の現状を社会に伝える。
- 火山噴火予知連絡会は、火山噴火予知に関する科学的知見やそれに基づく火山活動の総合評価、噴火警報・火山情報の質の向上に向けた取組などを、社会に分かりやすく発信し、各地の火山防災協議会にも提供して防災・減災に資する。



### **(7) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成**

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

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

## [ 用語解説 ]

### GSEP（地震活動予測可能性共同実験）

Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability の略。客観的かつ透明性のある地震予測検証実験を実行できる研究基盤環境を作り，その過程において地震の予測可能性を探るための国際研究計画。

### DOI

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

削除: 出来

### 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，地殻変動監視と測量の基準点の役割を持つ。

### GIS

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

### GNSS

全球測位衛星システム (Global Navigation Satellite System) の略。位置や時刻同期を目的とした電波を発射する人工衛星群，地上の支援システム及び電波の受信装置の総称。利用者は，受信機で電波を受信することで自分の 3 次元的な地球上の位置や正確な時刻を計測することができる（衛星測位データ）。米国が構築した GPS は現在最も実用的な GNSS であるが，他にもロシアの GLONASS や，欧州連合 (EU) の Galileo などのシステムがある。

削除: アメリカ合衆国

移動する物体の位置をデータサンプリング毎に 2~3cm の精度で決定していく手法をキネマティック（移動体）測位解析と言い，さらにそれを実時間（リアルタイム）で求める場合をリアルタイムキネマティック（RTK）測位解析と言う。

削除: ヨーロッパ

### GNSS-音響測距結合方式

→ 海底地殻変動観測 の項を参照。

### **GNSS データクリアリングハウス**

大量の情報やデータの中から必要な情報やデータを検索するシステム、あるいはそれを運用する機関のことをクリアリングハウスという。国土地理院では電子基準点やGNSS観測点に関する情報を閲覧できるGNSSデータクリアリングハウスを運用している。

<http://datahouse1.gsi.go.jp/>

### **ILRS (国際レーザー測距事業)**

International Laser Ranging Service の略。各国が協力して人工衛星レーザー測距 (SLR) 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。

### **ITRF 座標系 (国際地球基準座標系)**

International Terrestrial Reference Frame の略。GNSS、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。

### **MT 法**

物理探査の手法の一つで、電気伝導度など地下の電氣的性質を調査する手法。地表で電場と磁場を測定し、地表に入射する電磁場とそれによって地中で誘導される電磁場との関係を用いて、地中の比抵抗構造を算出する。地磁気地電流法 (Magnetotelluric method) とも呼ばれる。

### **SAR (合成開口レーダー)**

Synthetic Aperture Radar の略。人工衛星や航空機などに搭載されたアンテナが高速で移動すること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 干渉解析は、同じ場所を撮影した時期の異なる2枚の **SAR** 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。

### **SLR (人工衛星レーザー測距)**

Satellite Laser Ranging の略。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 程度もしくはそれより良い精度で地上局の座標が求められる。

## VEI

→ 爆発指数 (VEI) の項を参照。

## VLBI (超長基線電波干渉法)

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

## アウターライズ域

海溝で陸域下に沈み込もうとする海洋プレートがたわむことによって、海溝軸より海側 (外側) 近傍に海底の高まりが形成される。この領域をアウターライズ域という。

## 一元化処理

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

## 移流拡散モデル

物質や温度などの物理量が流れによって移動する現象と拡散する現象を同時に考慮したモデル。噴火によって噴出された火山灰や噴石の挙動のシミュレーションでも用いられる。

## 衛星 SAR

→ SAR の項を参照。

## 衛星画像

人工衛星で取得される画像。衛星画像の一つである赤外画像は、地球の地表面の温度によって変化し、火山の状況把握に有効である。

## 衛星重力データ

→ 重力観測 の項を参照。

## 衛星測位データ

→ GNSS の項を参照。

## 応力 (応力場)

岩盤等の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を応力という。震源域の応力が岩盤の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。

物体内部の応力の向きや大きさの空間的な分布の状態を応力場といい、その広域的な特徴のことを広域応力場という。

### **海溝型巨大地震**

→ プレート の項を参照。

### **(地震活動の) 階層性**

地震発生場には様々な長さスケールの不均質構造が含まれており、断層の滑りは複雑となるが、統計的にはフラクタル的性質を持つ。断層滑りが極小スケールから始まり、次第に大きなスケールの構造へと広がり、どこかで停止して最終的地震サイズが決まる。このような地震発生領域の構造を階層的構造といい、地震活動が階層性を示す要因と考えられている。

### **階段ダイアグラム**

噴火履歴調査で得られた噴火の規模と発生年代に基づいて、火山ごとの噴火の時代と噴出物積算量の関係を示した図。長期的な噴出率、噴出率変化の規則性、将来の噴火の規模や時期を議論する際に用いられる。

### **海底圧力観測**

→ 海底地殻変動観測 の項を参照。

### **海底間音響測距**

→ 海底地殻変動観測 の項を参照。

### **海底地殻変動観測**

海底の地殻変動を観測すること。稠密な GNSS 観測網が敷かれている陸上と比較して、海底における地殻変動観測は技術的に困難だったためこれまでほとんど実施されていなかったが、技術の向上により近年本格的に実施されるようになった。海底地殻変動観測には以下のような手法がある。

- ・GNSS-音響測距結合方式：海上の船舶やブイの位置を GNSS によって精密に決定し、それらと海底に設置された音響トランスポンダー（観測点）との距離を、音波を用いて測定することにより、海底の基準点の位置を推定する手法。
- ・海底間音響測距：海底の2点間において、音波を用いて距離を測定することにより地殻変動(相対変位)を連続的に観測する手法。

- ・海底圧力観測：海底の圧力変化を観測し，上下方向の変位を算出する手法。
- ・孔内観測：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手法。海洋研究開発機構では，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長期孔内観測システムを，南海トラフ沿いの海底で運用している。

## 海洋プレート

→ プレート の項を参照。

## 科学掘削

掘削により科学的に重要な岩石サンプルやデータを取得すること。掘削で得られる円筒状の地質資料を掘削コアという。深海底の掘削が国際深海科学掘削計画（IODP）のもと，世界各地で行われている。また，雲仙普賢岳で行われた科学掘削では火道のサンプルを得ることに成功した。

## 火砕流

高温の火山噴出物が，高温の火山ガスや取り込んだ空気とともに高速で火山体斜面を流下する現象。噴火によって火口から噴出した噴煙柱の崩壊や，溶岩ドームの崩落により発生し，火口から長距離にわたって流下して大きな被害を及ぼす。

## 火山ガス

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

## 火山性地震

マグマの動きや熱水の活動等に関連して，火山直下やその周辺で発生する地震。火山が噴火する際だけでなく，噴火していないときも発生する。

## 火山性流体

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

## 火山泥流

噴火に伴う火山噴出物が水分と一体となって流下する現象を火山泥流という。単に泥流とも呼ぶ。砂防の分野では，岩塊が卓越し水とともに流下する現象を土石流と呼ぶ。火口から

泥状物質が噴出され流れ下るもの、火山噴出物が堆積し多量の降雨により流れ下るもの、積雪地域で噴火が起こり多量の氷雪が溶けるために生じるものなど、成因は複数考えられる。

## 火山灰

→ 火山噴出物 の項を参照。

## 火山噴出物

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

（上記は、気象庁の説明文書に基づく。「噴石」に火山礫を含む定義もある。）

## 火山噴火予知連絡会

火山噴火予知計画（文部省測地学審議会（現文部科学省科学技術・学術審議会）の建議）により、関係機関の研究及び業務に関する成果及び情報の交換、火山現象についての総合的判断を行うこと等を目的として、昭和 49 年に設置された機関（事務局は気象庁）。年に 3 回開催する定例会では全国の火山活動について総合的に検討を行う。火山噴火などの異常時には、臨時に開催し、火山活動について検討を行う。

## 火山防災協議会

活動火山対策特別措置法に基づき、火山地域の都道府県及び市町村が設置する協議会。関係機関及び火山専門家等によって構成され、「噴火シナリオ」や「火山ハザードマップ」、「噴火警戒レベル」、「避難計画」等の一連の警戒避難体制について協議する。また、火山活動時には、関係者間の情報共有や避難勧告・指示、警戒区域の設定等に関する検討を行い、災害対策実施主体への助言を行う。

## 活断層

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

## 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。マグマの運動方程式やエネルギー保存則などに基づいて火道内のマグマ上昇過程を記述するモデルを火道モデルという。

### カルデラ噴火

火山灰やマグマなどを大量に放出して、輪郭が円形またはそれに近い大きな陥没地であるカルデラを形成する巨大な噴火。カルデラ形成噴火とも呼ばれる。

### 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。

### 含水鉱物の脱水

水を結晶構造中に含む鉱物が温度・圧力の上昇により分解して鉱物内の水を解放する現象のこと。

### 貫入（マグマ貫入）

地下のマグマが岩盤に割れ目をつくりながら入り込み移動する現象のこと。

### 機械学習

→ データ駆動科学 の項を参照。

### キネマティック解析

→ GNSS の項を参照。

### 基盤的火山観測網

→ 陸海統合地震津波火山観測網 の項を参照。

### 基盤的調査観測

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

削除: 付

### 規模別頻度分布

大きい地震ほど発生数が少ない。地震の発生日数はマグニチュードが増えるにつれて指数関数的に減ることが知られており，その関係はグーテンベルク・リヒター則（GR則）として知られる。横軸にマグニチュード，縦軸に地震発生数の対数を取ると，GR則は直線で表され，その傾きをb値という。



### **強震動**

被害を及ぼすような強い地震動（揺れ）のこと。

### **共同利用・共同研究拠点**

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

### **拠点間連携共同研究**

→ 共同利用・共同研究拠点 の項を参照。

### **掘削コア**

→ 科学掘削 の項を参照。

### **繰り返し地震**

発生場所（震源）、メカニズム、マグニチュードがほぼ同じで、概ね一定の時間間隔で繰り返し発生している地震のこと。

### **航空機 SAR**

→ SAR の項を参照。

### **航空重力測量**

→ 重力観測 の項を参照。

### **航空路火山灰情報センター**

火山灰による航空機の安全を確保する目的で、民間航空会社、航空関係機関、気象監視局などに火山灰の分布や拡散予測を含む航空路火山灰情報の提供を行う機関のこと。世界に9か所設置されており、日本においては気象庁が東京航空路火山灰情報センターとして情報を提供している。

### **構造境界**

→ 構造探査 の項を参照。

### **構造共通モデル**

地震や火山噴火を含む多様な地殻活動を定量的に理解することを目的として、これまで蓄積された日本列島の沈み込み構造に関する知見を統一的に集約し、統合的に構築した共通

モデル。

### **構造探査**

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

### **古地震学**

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について、史料や考古データ、遺跡に残された証拠などを用いて調査する学問。

#### **(プレート間の) 固着**

プレート境界面が密着し、ずれ運動がない状態のこと。

### **災害素因**

災害誘因を受けた際に生じる被害・損失の規模、様態を左右する、地形・地盤などの自然環境の脆弱性（自然素因）や、構造物・人間社会の脆弱性（社会素因）のこと。

### **災害誘因**

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

### **雑微動**

地震計によって常時観測される地面のわずかな揺れのこと。常時微動ともいう。雑微動を測定することにより、建物や地盤の揺れやすさの特徴を調べることができる。

### **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**

→ 噴火事象系統樹 の項を参照。

### **地震・火山噴火予知研究協議会（予知研究協議会）**

科学技術・学術審議会（測地学分科会）による建議に基づく地震及び火山噴火の観測研究に関して、関係機関の連携を緊密にして観測研究計画を協議し、研究の有効な推進を図ることを目的として東京大学地震研究所に設置されている組織。観測研究計画の各実施機関の代表が委員として参加する。

### **地震活動事象系統樹**

過去の多様な地震活動や地殻変動等の履歴を整理することで、地震現象の時間的推移を分岐させて作成した系統樹（イベントツリー）。

### **地震調査研究推進本部（地震本部）**

平成7年1月17日に発生した阪神・淡路大震災の経験を活かし、地震に関する調査研究の成果を社会に伝え、政府として一元的に推進するため、地震防災対策特別措置法に基づき平成7年7月に総理府（現在の所管は文部科学省）に設置された政府の特別の機関。

<https://www.jishin.go.jp/>

### **地震モーメント**

地震の規模を表す最も基本的な量。地震断層の面積と滑り量及び剛性率（岩盤の変形のしにくさを表す物性値）の積で計算される。

### **地震予知連絡会**

政府として地震予知の実用化を促進する旨の閣議了解（昭和43年5月）及び測地学審議会建議（昭和43年7月）を踏まえて、地震予知に関する調査・観測・研究結果等の情報の交換とそれらに基づく学術的な検討を行うことを目的に、昭和44年4月に発足した会議（事務局は国土地理院）。地震に関する観測研究を実施している関係機関や大学の委員で構成される。

### **沈み込み帯**

→ プレート の項を参照。

### **次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト**

平成26年の御嶽山の噴火等を踏まえ、火山災害の軽減に資する火山研究の推進、広く社会で活躍する火山研究人材の裾野を拡大するとともに、火山に関する広範な知識と高度な技能を有する火山研究者となる素養のある人材を育成することを目的として、文部科学省が平成28年度から実施している10か年（予定）のプロジェクト。

<http://www.kazan-pj.jp/>

## 社会素因

→ 災害素因 の項を参照。

## 社会的脆弱性

→ 災害素因 の項を参照。

## 重力観測

重力（重力加速度）を測定することによって、地球内部及び大気を含む地球全体の質量の分布や移動等を推定することができる。地表付近の重力値は約 980Gal（Gal は重力加速度の単位で  $\text{cm/s}^2$ ）であるが、測定点の緯度や標高によって異なる。また、地下の密度不均質による重力異常は数ミリ Gal の程度である。また、月や太陽の引力に伴う潮汐変化は数百マイクロ Gal、地殻変動や地下水移動、火山活動に伴う変化は数～数十マイクロ Gal 程度である。重力測定には、重力値が既知の基準点からの相対値のみを測定する相対重力測定と、自由落下する落体の運動を原子時計とレーザー干渉計を用いて観測することにより 10 桁以上の精度が得られる絶対重力測定がある。重力によるバネの伸縮を利用したスプリング式相対重力計は手提げ鞆程度の大きさであるため、航空機や船舶にも搭載され航空重力測定や船上重力測定が行われる。一方、低高度（400～500km）の同一軌道に 2 つの人工衛星を数 100km の間隔で配置し、互いの距離の時間変化から全球的な重力場を求める衛星重力ミッションも行われている（これにより得られたデータを衛星重力データという）。

削除: 秒

## （噴火の）準備過程

火山噴火は、火口から溶岩や火山ガスが地表に放出される現象である。噴火に至るまでには、地下深部で発生したマグマが、長い時間をかけてマントルや地殻内を上昇し、地殻浅部にマグマ溜まりとして蓄積される。さらに、内部の圧力が高まる等の理由で、マグマが地表へ移動できる条件が整い噴火に至る。このような噴火に至る前の一連のプロセスを準備過程と呼ぶ。

## 震源過程

地震は震源域において断層面が滑ることで生じるが、このとき断層面上で滑りが伝播する過程のことを震源過程という。断層面上の滑りの速度や方向の時空間変化を運動学的に表したものを指し、破壊や摩擦の物理法則と連続体力学を用いて断層の滑り伝播過程を動力学的に記述する「動的破壊過程」とは区別されることが多い。観測された地震波や地殻変動等のデータを説明できるような震源過程のモデルを震源断層モデルという。（震源断層モデルという言葉は、想定される地震の断層面の形状や滑り量、滑り方向を表す意味としても使われる。）

### **震源断層モデル**

→ 震源過程 の項を参照。

### **水準測量**

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

### **水蒸気噴火**

マグマなどの熱によって火山体内部または地表付近の水が気化され、水蒸気となって急激に噴出する現象のこと。噴火口付近の岩石が砕け、火山岩塊や細粒火山灰が飛散する。水蒸気噴火の場合、噴出物には新鮮なマグマは含まれない。

### **滑り遅れ**

地殻変動観測データなどから推定されるプレート境界の滑り量が、プレートの沈み込み量よりも少ない状況。滑り遅れによって、プレート間のひずみエネルギーが蓄積されている可能性が示唆される。

### **スラブ**

→ プレート の項を参照。

### **スロー地震**

通常の地震のように断層が急激にすべることなく、ゆっくりとすべることによって蓄積されたひずみエネルギーを解消させる現象。

### **脆弱性**

→ 災害素因 の項を参照。

### **脆性－塑性遷移領域**

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

### **(断層) セグメント**

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

### **先行現象**

地震や火山噴火の発生前に震源域や火山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**

ある場所における地球磁場の大きさ。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磁化(磁性の強さ)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。

### **前震**

本震の近傍で本震発生前に起きる地震活動のこと。

### **浅部熱水系**

→ 熱水系 の項を参照。

### **相転移**

物質が、温度や圧力などの外的条件の変化に伴ってその様相が変化すること。温度・圧力の変化により岩石の結晶構造・密度が変化するのも相転移の一種である。

### **素過程**

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

### **即時予測**

地震や火山噴火が発生した直後に観測されたデータを利用して、地震波・津波・火山灰などの災害誘因が特定の地域に到達する前に、該当地域の地震動・津波高・火山灰到達状況等を予め推測すること。

## **脱ガス**

→ マグマ の項を参照。

## **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，一定の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 6 km のほぼ均一な厚さであるのに対し，大陸地殻は平均的には 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**

→ 地殻変動 の項を参照。

## **地殻変動**

地殻内で発生する現象全般のことを総称して地殻活動といい，中でも地震発生に伴う断層運動や火山活動によって地表に生じた変位やひずみ，傾斜の変化のことを地殻変動という。

## **地殻流体**

地殻の内部に含まれる水やマグマ等の流体。地殻内で水は，岩盤の亀裂や岩石鉱物の粒界などに存在していると考えられている。特に，マグマの関連するものは火山性流体とも呼ばれる（→ 火山性流体 の項を参照）。

## **地磁気 4 成分連続観測**

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

## **地表地震断層**

地震時に連続的に現れる地表のずれのこと。

## **中央防災会議**

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

## **長期孔内観測システム**

→ 海底地殻変動観測 の項を参照。

## **(地震発生) 長期評価**

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

## **長周期地震動**

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

## **地理空間情報**

空間上の特定の位置を示す情報（当該情報に係る時刻に関する情報を含む）と、これに関連付けられた情報のこと。

## **津波堆積物**

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

## **津波波源**

津波が発生した領域、すなわち、津波の原因となる海底の隆起や沈降を起こした領域のこと。

## **定常的地震活動度**

元々存在する定常的な地震の活動度で、定常ポアソン過程に相当する。

## **データ駆動科学**

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

## **データ同化**

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

## **電子基準点**



→ GEONET の項を参照。

### **統計モデル**

過去の多数の観測データに基づき、ある現象の発生確率等を記述したモデルのこと。

### **島弧会合部**

プレートの沈み込み帯に形成される弧状に連なった列島のことを島弧と言い、隣接する島弧同士が会合する場所を島弧会合部と呼ぶ。東北日本弧と千島弧が衝突する北海道日高地方がその一例。

### **動的破壊過程**

→ 震源過程 の項を参照。

### **土石流**

→ 火山泥流 の項を参照。

### **トレンチ調査**

地質調査法の一つで、地表から溝状に掘り込み、地表では観測できない地層を新たに露出させ、断面を観察する手法。地震分野では過去の断層運動の年代や周囲の環境の調査、火山分野では過去の噴火史を調査するために有力な方法である。

### **熱水系**

マグマから分離上昇したり、マグマや高温の火山ガスが地下水と接触して生じる高温の水を熱水といい、熱水及び熱水が分布する亀裂や移動経路などを総称して熱水系という。火山の地下浅い部分に位置する熱水系（浅部熱水系）は、水蒸気噴火の発生と深い関わりがあると考えられている。

### **粘弾性**

加えられた力に応じて変形し力を除くと原形に戻る弾性的性質と、加えられている力に応じた速度で時間とともに変形が進行する粘性的性質を併せもつ性質。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。

### **爆発指数 (VEI)**

Volcanic Explosivity Index の略。火山噴出物の量や噴煙高度、噴火挙動の特徴から決められる、火山噴火の規模と爆発性を表す指標で、最小は 0 で最大は 8 である。国内では VEI が 5 以上の噴火は 1739 年以降発生しておらず、4 以上の噴火は 1929 年が最後である。近年

では、2011年の新燃岳噴火のVEIが3である。

### （火山噴火の）爆発性

→ 爆発的・非爆発的噴火 の項を参照。

### 爆発的・非爆発的噴火

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

### 暴露人口

地震や火山噴火が発生した時に、各震度に晒される地域や噴火活動に対応した要警戒地域において、潜在的に影響を受ける可能性がある人口。想定震度分布や噴火災害の要警戒地域と人口分布を重ね合わせることで、人的被災ならびに社会的な影響範囲を想定する際の指標となる数値として活用される。都市部や観光地においては、一般的に昼間人口と夜間人口の差が大きいことが知られており、地域や季節・時間によつての暴露人口を知ることは「地震や火山災害の脅威にさらされるいのちの数を見積もる」ことであり、対応のための重要な指標となる。

### 発震機構（解）

地震時の断層運動を断層面の向き（走向、傾斜角）と相対すべりの向き（すべり角）によって表現したものをいう。地震波の放射パターンなどから求められ、震源域の応力場を知る手がかりとなる観測データである。

### （マグマの）発達過程

→ マグマ の項を参照。

### 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い、単位長さ当たりの変位量で定義される。ひずみの空間的な分布の状態をひずみ場という。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をひずみ集中帯といい、大地震発生との関連に着目して研究が進められている。

## ひずみ集中帯

→ ひずみ の項を参照。

## 比抵抗（構造）

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

### （地下における）不均質構造

地下の特定の範囲において、地震波速度や密度などの物性定数が空間的に均質でない状態（構造）。例えば、組成の違いや空隙率の分布状態、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／解析）

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こと（分析／解析）。

## 物理探査

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

## プレート

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 100km 程度の複数の固い岩石の層（プレート）で覆われている。隣り合う 2 つのプレートの境界をプレート境界という。特に、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地帯を沈み込み帯といい、沈み込み始める境界線を海溝軸という。海洋プレートがマントル中に沈み込んだ部分をスラブという。

プレート境界で発生する地震はプレート境界地震、プレート内部で発生する地震はプレート内地震と呼ばれる。海溝型巨大地震はプレート境界地震の一種。

## プレート境界

→ プレート の項を参照。

## プレート境界地震、プレート内地震

→ プレート の項を参照。

## **(マグマの) 分化**

→ マグマ の項を参照。

## **噴火警戒レベル**

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

## **噴火警報**

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

## **噴火事象系統樹**

火山ごとに、可能性のある複数の噴火現象の時間的推移を網羅的に示したもの。示された複数の噴火推移のうち、どの道筋をたどるかの分かれ目を事象分岐という。

## **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砕の程度などによって異なり、いくつかのタイプに識別される。その異なる噴火の様子を噴火様式という。マグマの関与の度合いによる識別（マグマ噴火／マグマ水蒸気噴火／水蒸気噴火）、マグマの粘性及び噴火の激しさによる識別（ハワイ式噴火／ストロンボリ式噴火／ブルカノ式噴火／プリニー式噴火）などがある。水蒸気噴火やブルカノ式噴火、プリニー式噴火は爆発的であり、ハワイ式噴火は穏やかな非爆発的噴火であることが多い。

## **噴石**

→ 火山噴出物 の項を参照。

## **変形場**

地殻やマントルなどの地下構造が周囲からの応力を受けて、連続的に変形している領域。

## **防災リテラシー**

災害発生時に、自らの生命を守るための行動について、正しい判断を下し、適切に実行するための能力。

## 放射非平衡

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

## マイクロジオデータ

携帯電話の基地局情報、スマートフォンなどによる歩行者 1 人単位の GPS 位置情報、WEB 上の SNS などから収集できる情報など、従来の各種統計よりも時空間分解能がはるかに高いデータ。その有効活用方法が模索されている。

## マグマ（マグマの結晶化、上昇、発達、流動、破碎、脱ガス）

岩石物質が高温で熔融したもの。日本列島下では、主として沈み込むプレートが持ち込む水によりマントルが部分熔融することで生成する。

上昇途中では周囲の岩石と密度が釣り合う場所に滞留してマグマ溜まりを作る。マグマ溜まりに滞留する間に結晶化が進むことで組成が変化したり（結晶分化）、地殻内を上昇する途中で地殻物質を取り込むことで多様な組成のマグマができる（マグマの発達）。

マグマ溜まりの圧力が高まるとマグマは上昇を始める。上昇中はメルト中に溶け込んでいた揮発性成分が気泡となり（脱ガス）密度を下げるため、マグマの上昇が加速される。

マグマ中のケイ素の量により粘性が大きく異なり、ケイ素が少ない玄武岩質マグマは粘性が低いために流動性が高く、穏やかな噴火をしやすい。ケイ素が多い流紋岩質マグマは粘性が高く、爆発的噴火になりやすい。

火道内のマグマ中にあるガス成分が周辺岩体や噴気として系外へ排出されることを系外脱ガスという。系外脱ガスの量は噴火の爆発性を左右する。マグマ中の気泡の割合が増えると液体部分が細かくちぎれ、大小さまざまな破片になる。これをマグマの破碎という。最も細かく砕けたマグマが火山灰になる。

## 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。その存在位置、形状、内部構造、内容物の特性などの情報は、噴火現象の理解に欠かせないが、現状では、よく研究されている少

数の火山に限り、それらのごく一部が明らかにされているのみである。

### **マグマ噴火**

噴出物のほとんどがマグマ物質からなる噴火のこと。水蒸気噴火との対比で用いられる。

### **摩擦特性**

速度依存性やすべり量依存性などの摩擦の性質。摩擦特性は断層で生じる多様な滑り現象の解明において重要である。

### **マントル**

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

### **モデル（化）**

物理現象の時間変化を数式等で記述したり、諸要素の相互関係や因果関係を模式的に表現したもの。地震や火山の分野においても、様々な現象について、実際の物理現象を再現するモデルの構築（モデル化）が試みられている。構築したモデルを用いて未来時刻までシミュレーションを行うことで、将来発生する現象の予測が行われる。

### **誘発地震**

大地震の震源域から離れた場所で、大地震によって誘発されて発生する地震。

### **ゆっくり滑り**

断層面やプレート境界面で発生する非地震性すべりの一種で、非定常なゆっくりとした滑り。長いものでは継続時間が数年に及ぶものもある。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（溶岩）、地表に沿って流れる現象。

### **余効変動**

地震の後に震源域あるいはその周囲で発生する地殻変動。

### **リアルタイム GNSS**

→ GNSS の項を参照。

### **陸海統合地震津波火山観測網**

防災科学技術研究所が運用する、全国の陸域から海域までを網羅する地震・津波・火山の観測網の総称。略称はMOWLAS。陸域においては高感度地震観測網 (Hi-net)、全国強震観測網 (K-NET)、基盤強震観測網 (KiK-net)、広帯域地震観測網 (F-net)、基盤的火山観測網 (V-net)、海域においては日本海溝海底地震津波観測網 (S-net)、地震・津波観測監視システム (DONET) が運用されている。

### **リモートセンシング**

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

### **レオロジー**

物質の流動と変形に関する科学をレオロジーという。地震や火山の分野では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し、岩石にかかる応力と変形の大さや変形速度との関係をモデル化したものをレオロジー構造モデルという。

### **レオロジー構造モデル**

→ レオロジーの項を参照。