

次期観測研究計画 骨子案

地震・火山噴火予知研究協議会 企画部戦略室

地震・火山噴火予知研究協議会企画部戦略室は、現行計画のレビュー報告書や外部評価、次期計画シンポジウム（令和4年5月）、地震、火山、史料・考古、防災リテラシー分野ワーキング・グループによる議論等をもとに、次期観測研究計画で実施すべき内容について検討を行ってきた。本資料はその骨子素案である。

基本的な考え方

前建議をうけた、計画全体の基本的考え方

第2次となる現行計画では、第1次計画の地震・火山現象の解明と発生予測を目指す観測研究に加え、研究対象を災害誘因の予測に広げるという方針を維持しつつ、防災・減災への積極的貢献を目指して、地震・火山噴火に対する防災リテラシーの向上に関する研究を新たに開始した。従来からの参加分野である理学・工学系分野と第1次計画から新たに加わった人文・社会科学分野との分野間連携は現行計画を通じて一層強化されており、地震・火山現象の予測研究を行うだけでなく、その成果を活かして災害の軽減に貢献することこそが本研究計画の目的であるという意識は参加研究者間でほぼ定着した。しかしながら、地震・火山現象は多様であり、その発生予測や災害誘因の予測においては解決すべき課題が残されている。また、地震・火山現象やそれに起因する災害誘因の理解および予測を災害の軽減につながるための防災リテラシーの向上に関する研究は、ようやく緒についたものも多く、災害誘因の理解と防災リテラシー向上のための知識体系と向上手法の構築はまだ十分とは言えない。

次期計画においては、災害誘因としての地震・火山現象の理解と予測に関するこれまでの成果をさらに発展させる各種の研究を進める。特に、社会において成果が実際に利活用されてこそ災害の軽減につながることを踏まえ、長期的・俯瞰的視野を持ちながら、その達成を目指す必要がある。そのため、防災リテラシーの向上に関する研究にいっそう力を入れるべく、理学、工学、人文・社会科学の分野間が強く連携できる実施体制をつくる。

各大項目の内容

（解明・基盤的研究）地震・火山現象の発生予測や災害誘因予測を高度化するためには、それらの根本的理解が不可欠である。地震・火山現象は、長い時間スケールを持ち、複雑で多様な様相を示す自然現象であることから、史料・考古・地質等の長期間データの収集・分析と近年の観測に基づく発生事象の記載を通して地震・火山現象の多様性の把握をさらに進める必要がある。史料・考古・地質等の長期間データおよびモニタリングデータを活用して地震発生過程や火山活動・噴火機構および地震や火山噴火の発生場を解明しそのモデル化を行う研究が重要であり、次期計画においても引き続き基盤的研究として継続する必要がある。

(予測) 地震・火山現象の活動・推移の予測方法を構築するためには、それらの現象の科学的な理解をもとに進めること、が重要である。地震に関しては、観測データに基づく新たな長期予測手法の開発を継続して進める必要がある。また、物理モデルの構築や予測手法の開発も欠かせない。火山噴火の予測については、現行の火山活動推移モデル構築を更に進め、より定量的な評価を組み入れることが必要である。地震発生、火山噴火の予測は、いずれにおいても、これまでの研究によりいくつかの方法が提案されている。実際のデータを活用した予測の試行を通して、予測方法の有効性や信頼性の検証に踏み出すべき段階に近づいていると考えられる。

(災害誘因予測) 地震動や津波、火山からの降灰・火砕流・溶岩噴出、地震動や火山活動に起因する斜面崩壊などの災害誘因を事前あるいは即時的に評価する手法の開発は次期計画においても更なる予測精度やリアルタイム性の向上を目指した高度化を進める必要がある。特に大地震に関しては、現行計画で社会実装に近づきつつあるものもあり、その流れを加速していく必要がある。また、災害誘因の予測結果を実社会に向けた災害情報として効果的に発信するための研究も必要であろう。

(防災リテラシー・総合的研究) 地震火山現象に起因する災害に関する情報を、実際の災害軽減において効果的に活用するためには、社会の共通理解の醸成や情報伝達手法の向上に関する研究を欠かすことはできない。現行計画において開始された防災リテラシーの向上に関する研究や、分野横断型の総合的研究の仕組みを強化し、文理共同で本観測研究計画全体を発展させていくべきである。

(研究基盤) 地震・火山活動のモニタリングを通じて蓄積されたデータは未知の地震・火山現象の発見や発生過程の理解を進展させる上で大きく貢献しており、その根本的理解を深める上で必要不可欠な要素である。観測の継続およびデータ流通の強化やデータ利活用を進めるための環境整備を進める必要がある。その際、最新のセンサリング技術や情報科学の成果が活用できよう。また、本計画に参加する機関や研究者の研究分野は多岐にわたることから、効率的・効果的な研究実施体制を維持発展させるとともに、防災行政機関など関係各機関との情報交換や連携を図ることが必要である。

建議の大項目の構成、総合的研究等

以上の方針や研究背景に基づき、以下の項目に分けて、次期計画を推進する。

1. 「地震・火山現象の解明のための研究」
2. 「地震・火山噴火の予測のための研究」
3. 「地震・火山噴火による災害誘因予測のための研究」
4. 「地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究」
5. 「分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究」
6. 「研究を推進するための体制の整備」

分野横断として取り組む総合的研究に関しては、現行計画においては、発生した場合の社会的影響などを考慮して、南海トラフ地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島火山噴火、高リスク小規模噴火を実施してきた。このように地域を限定することで分野間連携が促進される一方で、そのほかの重要な現象や地域に目が配られないことが懸念される。次期計画においては、対象地域を限定しない総合的研究も開始すべきであり、内陸地震や大規模噴火などがその候補に挙げられる。

次期観測研究計画 構成案

四角内は各項目の概要説明である。項目名の※印のあとに、現行計画の目次と異なる点を簡単に記載した。また、箇条書きで挙げた研究課題は、各項目の研究内容をイメージするための例であり、あらかじめ採択することやそれ以外の研究課題を排除することを意図したものではない。

1. 地震・火山現象の解明のための研究

(1) 史料・考古・地質・地形データ等の収集と解析・統合 ※「地形データ」を新たに追加

現計画までに進めてきた史料・考古・地質データの収集と解析を着実に継続するとともに、データベースの改訂や機能拡充を行う。さらに、地形データも参照可能にするなど、これまで独立に整理されてきたデータベース間に連携機能を持たせて、より使いやすい形への発展も目指す。

ア. 史料の収集・分析とデータベース化 ※「分析」を新たに追加

- 既刊の地震・火山関連史料集のデータベース整備・改訂・機能拡充
- 既刊の史料集に収録されていない地震・火山関連史料の収集・調査
- 史料から得られる情報を地震現象の理解に活用する方法の検討
- 近世・近代の村絵図等から得られる地形情報の分析

イ. 考古データの収集・集成と分析

- 全都道府県の既存考古データからの災害痕跡考古資料の収集
- 災害痕跡データベースの作成・公開事業の拡充
- 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（南海トラフ沿いの巨大地震や桜島火山等）
- 災害痕跡DBと、史料から得られた地震・火山DBとの統合検索システムの構築

ウ. 地質・地形データの収集・集成と歴史学・考古学との連携

※ 現：地質データ等の収集・集成と分析

- 地質調査に基づく地震・津波・噴火の履歴解明
- 新しい観測技術による活断層の位置・形状・活動性の解明
- 既存の文献から得られる地震や火山噴火の地質情報を収集・整理し、地震学・火山学・歴史学・考古学が協働して信頼性の高い解釈を目指す研究

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

※ 現：低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

観測データのない過去の事象を扱える研究手法で、低頻度大規模現象の履歴を可能な限り明らかにするとともに、事象発生後の災害誘因となる現象を数値計算等により解明する。

- 史料・考古データの積極的活用（地震と火山いずれも）
- 地質学・岩石学・物質科学に基づく、カルデラ噴火の前後の推移に関する研究
- 海域観測に基づく、巨大地震の発生に関する研究
- 巨大地震に伴う揺れと津波に関する研究
- 大規模噴火に伴う津波や噴煙柱の生成等に関する研究

(3)地震発生過程の解明とモデル化 ※ 現建議のアとイを統合。元に戻す可能性もあり

観測に基づく地震発生メカニズムの基礎的理解と、現象を定量的に説明するモデルの高度化を行う。

- 地震・スロー地震発生に関わる物理・化学的素過程の研究
- 地震発生サイクルの全プロセスのモデル化や高度化
- 海域データに基づく地震発生帯モデルの高精度化と地震・津波の発生過程の理解
- プレート境界の固着・すべり状態の把握とその手法の高度化

(4)火山活動・噴火機構の解明とモデル化

※ 現：火山現象の解明とモデル化。現建議のアとイを統合。

現計画で重点的に取り組んだ火山活動推移モデル構築の研究を、他の火山にも広げ、予測の基礎とする。

- 多項目モニタリングの定量解析に基づく現象理解とモデル化
- 観測手法・解析手法の開発による観測困難地域の解消や観測精度向上
- 離島・海域火山の活動把握を目的とした衛星データの活用や、火山活動評価指標の抽出
- 岩石学や物質科学的アプローチによる、マグマ供給系や火道内過程の解明
- 数値計算や室内実験に基づく火山活動の理解
- 海底火山活動の地球物理観測・地質調査・地質資料の採取分析

(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。また、地震と火山の相互作用についてもこれまでの観測データや知見を活用しながらモデル化への進展を図る。

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

- プレート境界周辺の構造把握の高度化
- スラブ内断層挙動と水との関係の理解
- 海域における多様なプレート境界滑り現象の理解

- 南海トラフ地震に関する長期モニタリング・津波研究
- 海域観測による地震発生帯の実態把握
- 沈み込み帯プレート境界滑りのモデル化に貢献する海域稠密観測によるプレート間挙動の解明
- 国外の沈み込み帯における調査研究
- 海底活断層の調査研究

イ. 内陸地震

- 内陸地震域の地下構造不均質，地殻内流体，歪・応力集中機構の解明とモデル化
- 群発地震などの地震活動の推移予測に向けた理解の高度化
- 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻応答と内陸地震の発生
- 中央構造線のセグメント構造とプレート沈み込みの関係
- 内陸地震の比抵抗構造再調査とポテンシャル評価の有効性検証
- コミュニティ断層モデルの構築とデータ公開

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

- 噴火機構の解明やモデル化につなげるための地下構造探査
- 噴出物分析によるマグマ供給系や熱水系の構造解明

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化 ※「モデル化」を新たに付加

- 大地震後の地殻・上部マントル応答
- 地殻応力の時間変化モニタリングと，大地震と火山噴火の相互誘発
- 粘弾性構造を考慮した，マグマ溜まりや火道周辺の力学過程の理解
- 海溝から島弧・背弧一体化したプレート沈み込みプロセス理解
- 地殻・マントルにおける応力場・温度場，岩相・水・マグマの分布と物性，流動-変形場の定量化
- 南西諸島北部域における地震発生場の理解の深化

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点項目候補？）

史料・考古データに基づく過去の地震発生履歴，測地データ，地震活動データ，数値シミュレーション等に基づいた，新たな長期予測手法の開発を現計画の重点項目のひとつとして取り組んできた。次期計画ではこの取組を継続し，社会実装を目指してさらに発展させる。

ア. 海溝型巨大地震の長期予測

- 史料に基づく、巨大地震前後と定常的地震活動の把握
- GNSS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測の継続
- 東北沖地震前後の地震活動や地殻変動のモニタリングと、数値モデルによるその再現・予測
- 日本海溝・千島海溝の地震活動長期評価

イ. 内陸地震の長期予測

- 活断層などで発生する大規模地震のポテンシャル評価やシナリオ構築
- 島弧-海溝システム観測・モデリングによる陸側プレート内震源断層の長期評価
- 活動履歴の解明に基づく活断層の長期予測

(2)地震発生確率の時間更新予測

※ 現計画では（２）と（３）に別れていたのを単一の中項目に統合し、アとイとした物理シナリオや観測された地殻活動データに基づき、大地震の発生確率の推定手法を開発し、その有効性を検証する。

ア. 物理的シナリオに基づく予測と検証

※ 現：地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

- 沈込帯階層的構造の実態把握の高度化、物理学的知見に基づく統計的予測モデルの改良
- ゆっくりすべりによる巨大地震発生確率の試算

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証 ※ 現：先行現象に基づく地震発生の確率予測

- 電磁気的な地震先行現象の総合的研究
- 地震活動に基づく経験的推移予測
- 大地震前後の地震活動の予測

(3)火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点項目候補）

※ 現計画の（４）定量評価と（５）活動推移モデルを統合し全体を重点項目に

現計画で重点的に取り組んだ「火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測」を発展させるべく、次期では「定量的評価」と「予測の試行」を重点項目に位置付ける。

- 定量的モデルが提案された火山：観測データに基づいた予測試行、または過去のデータを用いたモデルの検証
- その前段階にある火山：モデルから予測すべき事象の定義、手順の明確化、あるいは検証を通じたモデルの改良
- 物理観測だけでなく、物質科学的モニタリングや地質情報による予測も対象
- 予測の基礎となる、火山活動不安定化事象の定量評価やその手法開発

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

地震動、津波、火山噴出物、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の事前評価手法の高度化に取り組む。

ア. 強震動の事前評価手法の高度化

- 広帯域強震動予測
- 建物被害に直結する震源域の強震動特性把握

イ. 津波の事前評価手法の高度化

- 津波堆積物及び現状のプレート間固着に基づく、津波の事前評価手法
- 津波の確率論的予測と不確実性の評価

ウ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

※ 現：大地震に起因する災害リスク評価手法。現計画ではウ

- 建物・人的被害の脆弱性評価を取り込んだ研究
- 土地利用と災害素因

エ. 地震動・火山活動に起因する斜面崩壊の事前評価手法

- 地震時の地すべりの事前予測手法の高度化
- 地震による土砂災害ハザードマップ作成の新手法

オ. 火山噴出物による災害誘因の事前評価手法の高度化

- 海域火山における山体崩壊や大規模噴火に伴う津波の事前評価手法
- 数値計算に基づく溶岩流・火山灰輸送の事前評価手法

(2)地震・火山噴火による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の災害誘因の即時的予測手法を開発・高度化する。

ア. 地震動の即時予測手法

- 地震動即時予測技術の高度化・社会実装

イ. 津波の即時予測手法

- 津波即時予測技術の高度化とその災害情報への変換・社会実装

ウ. 火山噴出物による災害誘因の即時予測手法

- 観測データに基づく統計モデルを用いた火砕流の予測
- 海域火山から噴出した軽石の漂着予測
- 降灰分布の即時的把握と予測

(3)地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を災害情報につなげる研究

不確かな災害誘因予測を効果的に災害情報につなげるための研究を継続する。リスク評価を災害情報につなげる研究も視野に入れる。

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

(1)地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

現計画で着手した防災リテラシー研究の成果を発展させるべく、次期計画では社会素因間の関係性、長期的な復旧・復興期にかかわる知識に関わる研究を推進する。

- 災害事例をもとにした社会素因と素因間の関係性の解明
- 災害誘因と社会に潜む脆弱性との関係の解明
- 災害誘因が社会素因に及ぼす影響予測とその対策の検討

(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

現計画で進めてきた実践的な防災リテラシーの研修プログラムの開発と効果検証を発展させるとともに、地域の行政機関やステークホルダーと共同した研究も実施する。

- 実効性のある防災対策に必要な知識要素の特定
- 実効性が特定された知識要素に対する教育・研修プログラムユニットの開発・改良・実践
- 政府の総合科学技術政策（国民の安全と安心）を実現するための防災リテラシー普及の科学的手法の開発
- 不確実性を含む予測情報を社会が有効に活用する方法論

5. 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

※ 大項目に格上げして分野間連携の体制を強化する

(1)南海トラフ沿いの巨大地震

現計画までに取り組んできた南海トラフ巨大地震の分野横断総合研究をさらに発展させる。次期計画では、リスク評価のスキームを具体化して提示することを目指す。

(2)首都直下地震

首都（大都市）直下地震の研究及び対策・対応について、現状の把握と課題の抽出を行い、長期評価や被害想定等の科学的な根拠を提示する。

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

千島海溝沿いの巨大地震に関する、地震動や津波のハザード情報と避難モデルの振れ幅の定量的な評価、リスクカーブ評価手法、後発地震の情報、日本海溝北部との連動などについて総合研究を実施する。

(4) 高リスク内陸地震 ※新設

内陸地震に伴う災害について、地殻内流体や応力の時空間変化と地震活動との関連性や、歴史地震の研究とその成果を考慮しつつ、予測に基づいたリスク評価を目指す。

(5) 大規模火山噴火 ※ 現：桜島大規模火山噴火

「大規模避難を要する噴火」や「日本列島の広域に影響が及ぶ噴火」の現象解明・予測・社会対応に関する研究を、いくつかの特定火山について総合的に取り扱う。

(6) 高リスク小規模火山噴火

観光客・登山者・地域住民への影響が主となる火山活動に関連した問題を分野横断的に取り扱う。

6. 研究を推進するための体制の整備

(1) 推進体制の整備

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。以下の組織間の緊密な連携の下で計画を進める。

測地学分科会

予知研究協議会

拠点間連携

地震予知連絡会，火山噴火予知連絡会

地震本部

(2) 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。

ア. 観測基盤の整備

- 海底地殻変動観測の継続・拡充・高度化

- 定常地震観測網の計画的な適正化による持続可能な観測体制への移行
- 潮位連続観測・SLR 観測

イ. 観測・解析技術の開発

- 海底地殻変動観測の高度化に向けた技術開発
- 災害発生時の迅速な状況把握のためのSAR技術及びその解析技術の高度化
- 光ファイバーセンシングによる観測・解析技術の開発
- 民間GNSS観測等の活用による高密度地殻変動モニタリング技術の開発
- 情報科学の知見を生かした新たな解析技術の開発と応用

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

- JVDNを通じた火山データの共有・流通
- JDXnet等による観測データ流通
- Beyond 5G への対応

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

- JVDNの活用
- 産総研の各種地質情報データベース
- 日本火山総覧等，気象庁のデータベース整備・更新への貢献
- 観測データの公開や研究成果を共有するシステムの充実と活用
- 海域火山データベースの整備
- オープンデータ，研究データ管理（RDM）

(3) 関連研究分野の連携強化

- 理学，工学，人文・社会科学の分野間連携の一層の推進
- 情報科学等，新たな研究分野との連携を通じた学際的研究の推進

(4) 国際共同研究・国際協力

- 南海トラフ巨大地震を中心とした国際研究
- 国際共同事業への参加
- 国際共同研究の継続
- 研究事例の共有のための国際交流，国際共同研究の検討・実施

(5) 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の，アウトリーチ活動の積極的・組織的展開

(6) 次世代を担う研究者，技術者，防災業務・防災対応に携わる人材の育成

- 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトとの連携
- 継続的な観測研究の推進を支える人材や、複合的問題の解決を目指す人材の育成
- キャリアパスの確保
- 若手研究者を対象とした競争的研究資金制度等の充実の必要性
- 専門知識をもった人材の防災行政への参与の重要性
- 成果報告会の開催を通じた専門的情報の提供