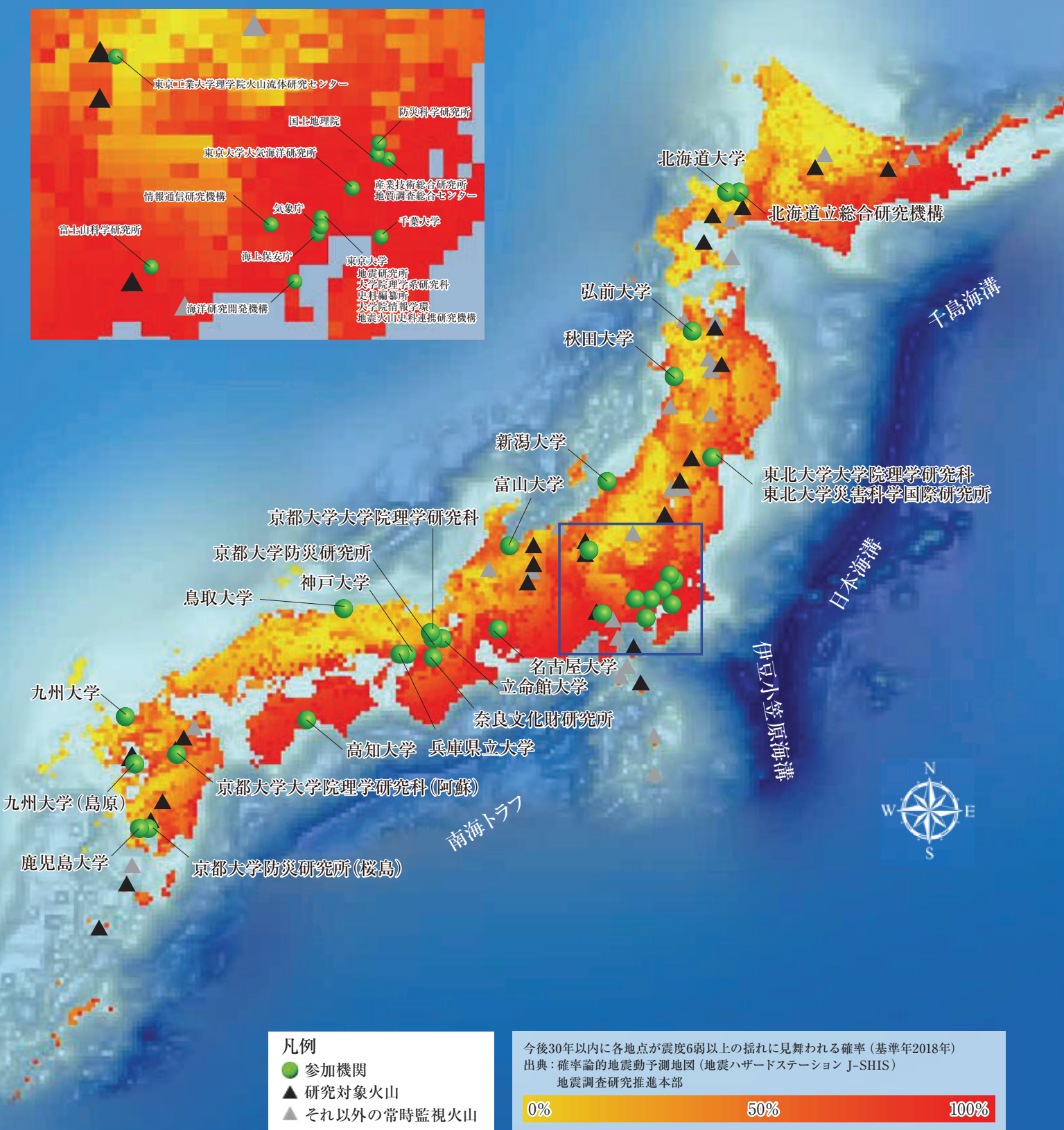


「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」(第2次)

—— 研究実施機関 ——



発行年月: 令和2年3月 初版発行
 発行者: 東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/index.htm>
 編集協力: (株)日経BPコンサルティング
 (株)パスコ
 (株)新建新聞社

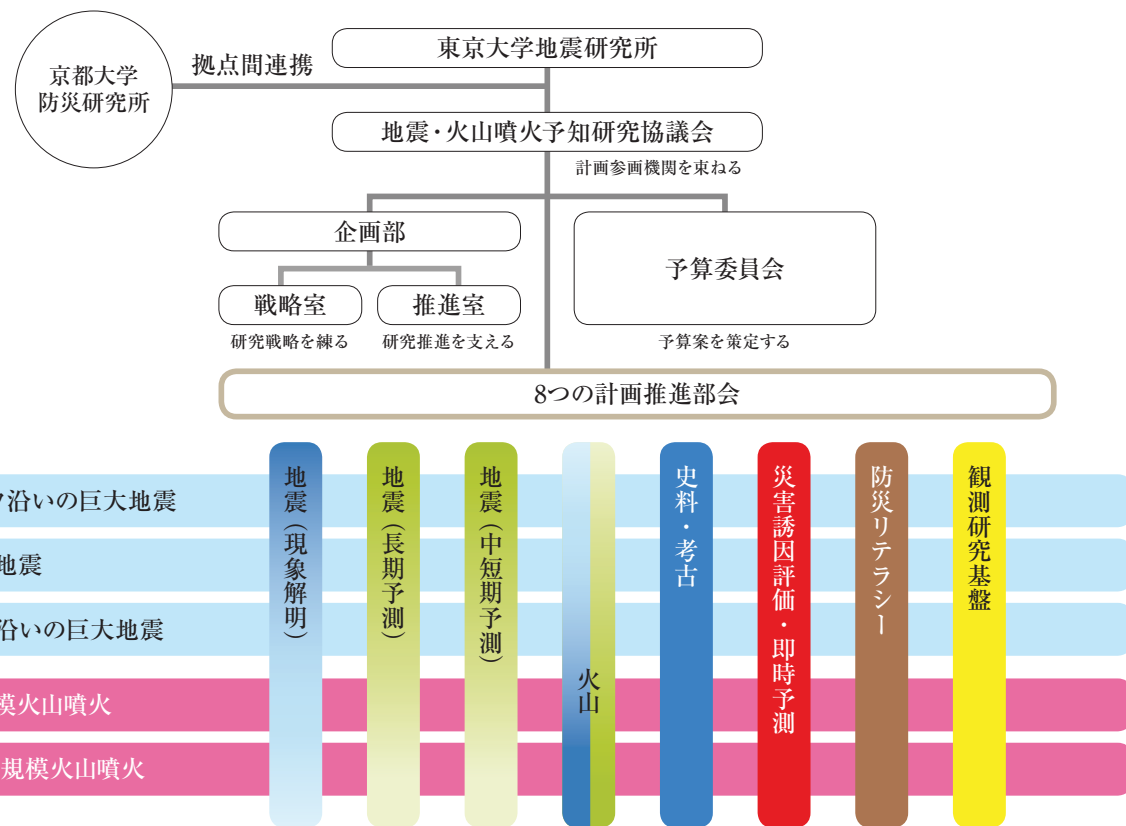
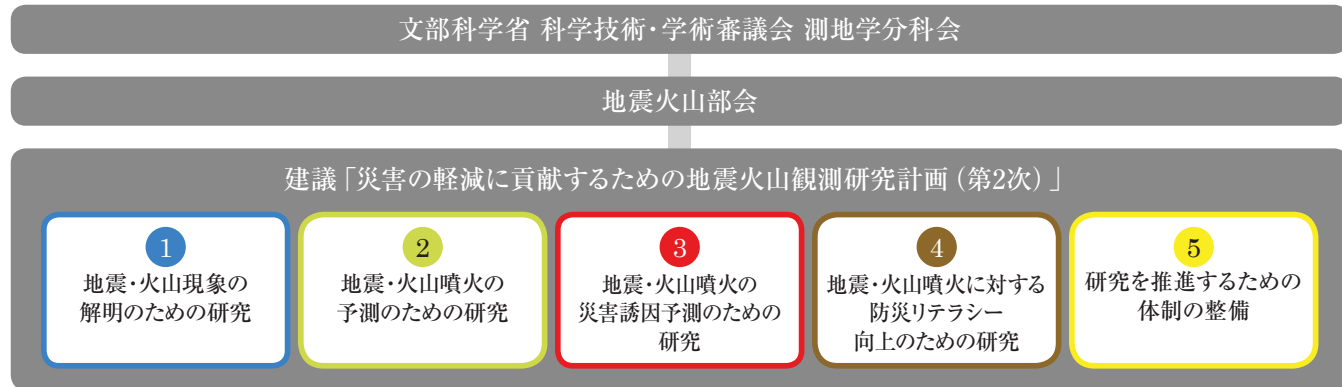
災害の軽減に貢献するための
地震火山
 観測研究計画 第2次



地震・火山噴火予知研究協議会(予知協)

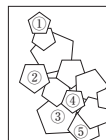
文部科学省 科学技術・学術審議会(文部科学大臣の諮問に応じて科学技術の総合的な振興や学術の振興に関する重要事項についての調査審議等を行う)で策定・建議された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」(平成31-令和5年度)を、大学、研究機関、行政機関等が連携・協力して実施するために、東京大学地震研究所に設置された組織です。

計画・実施体制



研究実施は、8つの「計画推進部会」を中心に進めています。加えて「災害が発生した場合に社会への影響が大きい地震・火山噴火」に対しては、観測研究計画の全部会が総力を挙げて取り組むために、5つの「総合研究グループ」を設置しています。なお、地震と火山噴火は、根源的な原因や研究手法に共通点が多く、研究成果は地震・火山テーマにかかわらず、全体に活用されています。

表紙の図・写真 ①1923年関東大震災:横浜赤レンガ敷地亀裂(提供:国立研究開発法人 防災科学技術研究所 自然災害情報室) ②1944年東南海地震、1946年南海地震の被災者体験談を基にした絵画(絵:阪野智啓画伯、藤田哲也画伯)(木村玲玖(2020)戦争に隠された「震度7」(新装版):1944東南海地震・1945三河地震、吉川弘文館) ③桜島の噴火の様子(国立大学法人 京都大学防災研究所 市川信夫撮影) ④御嶽山噴火後の緊急撮影による山頂付近の斜め写真(2014年9月28日撮影、提供:国土地理院) ⑤千島列島における過去の大地震の震源域(佐竹健治(2017)17世紀に千島・日本海溝で発生した巨大地震、東京大学地震研究所彙報、Vol. 92, pp. 31-47)



予知協の中核機関としての東京大学地震研究所: 地震・火山研究コミュニティの支え役

東京大学地震研究所(地震研)は、文部科学省の共同利用・共同研究拠点に認定されています。研究設備を全国の大学や研究機関の研究者に開放し、蓄積された研究資料・データを共有しています。

以前は各大学が研究を行い、予算要求をしていました。しかし2010年に共同利用・共同研究拠点に認定されてからは、地震・火山の研究に必要な研究インフラやデータを、研究コミュニティに属する誰もが使えるようになりました。そのコミュニティの一つが、地震・火山噴火予知研究協議会(予知協)にほかなりません。

予知協は、建議「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」にもとづいて研究を進めています。建議にもとづく研究成果は、全国の大学や研究機関で共有されることはもちろん、気象庁などの行政機関で活用されます。

阪神・淡路大震災の後にできた、政府の地震調査研究推進本部(地震本部)では、2019年に「地震調査研究の推進について」として今後10年の方針を立てました。その中でも、予知協の基礎研究が、国の調査研究にとって必要不可

欠なものであり、そのための連携強化が必要であるとしています。

この政府の方針で、これまで以上に我々の立場がはっきりしたと思っています。地震本部では、基盤的地震観測網の整備や地震活動の評価、長期予測、活断層の調査など、政策的な観点からトップダウンで研究を進めてきています。一方で、予知協は、研究者や研究機関が必要と考える課題に基づきボトムアップで研究を行う組織です。

地震研究所は、地震・火山現象を科学的に解明し、それらに起因する災害を軽減することを使命としています。この使命を果たすためには、地震・火山現象のみならず、その根源としての地球内部ダイナミクスまでも包括的に研究しています。この目標に資するために、予知協、ならびに予知協に入っていない方からの、共同利用・共同研究の提案を積極的に受け付けています。



東京大学地震研究所 所長 佐竹 健治

すべての学術分野が連携して取り組む地震・火山研究

予知協では、地震・火山噴火研究を分野横断で進めています。理学、工学、人文社会科学の研究者の参画を促進し、発生予知から災害誘因予測、防災リテラシー、リスクコミュニケーションまで、これまで個別であった研究に横串を通しました。研究成果を防災・減災に生かすには、理学研究者だけでなく、あらゆる分野の研究者が対策を考え、社会に発信していかなければなりません。

学術連携の必要性は以前からいわれていたものの、これまでは情報の流れが理学から工学へ、工学から社会科学へというように、一方通行でした。それが双方向に変わり、手を組んで一緒に研究する体制になってきました。

過去には、まず理学研究があり、その成果を工学の研究者に渡すという流れがありました。理学研究の成果に基づいて、工学の研究者が工学的な対応を立てて、次にそれを渡された社会科学の研究者が社会に発信すればいいのだと言われていたのです。しかし、こうした考え方は近年大きく変わりつつあります。

下流から上流へ、災害を軽減するためには、社会科学の

研究者には工学的な研究成果も必要であり、工学の研究者にも理学の研究成果が必要であるという流れが徐々に浸透してきました。現在は、さらにもう一歩進めて、流れをつくるのではなく、研究活動そのものを共働するべきという考え方になっています。

地震研は地震・火山に関する全国の大学や研究機関で構成するコミュニティの支え役であり、そのコミュニティの代表が予知協です。予知協は、平時だけでなく災害時においても、組織・研究者間で連携を行っています。計画に関わる分野が増えることで、予知協の位置付けはますます重要になっています。

予知協は、計画に係る立案と企画調整の中核的役割を担う企画部機能を有しています。企画部は、地震火山噴火予知研究推進センター(東大地震研)と連携し、コミュニティを支えるマネージャーの機能を実現しています。



地震・火山噴火予知研究協議会 議長 (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) 清水 洋

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）

「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）」の構造

災害を軽減するための観測研究計画

前計画「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（H26～30年度）」においては「現象を理解して予測する」ということに加えて「災害誘因の予測のための研究」に取り組むことになりました。災害誘因というのはハザード（外力＝災害を引き起こす力）を指しますが、社会に影響を与えるハザードは1つとは限りません。例えば「地震が発生したら「津波がくる」、「火山が噴火」したら「火山灰や火砕流が発生する」。これらは理学と工学の境界領域の研究ですが、そういった分野にも研究の裾野を広げました。

現計画「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）（H31～R5年度）」では、「現象の解明」「現象の予測」「災害誘因の予測」「研究推進体制」に加え「防災リテラシー向上のための研究」を新たな柱に据え、社会にどう発信していくかを研究するために、理学や工学の研究者だけでなく、人文社会科学の研究者にも参画を求めました。「研究者コミュニティは社会とどう向き合っていくべきか」ということを重視した研究計画になっています。

観測研究計画（第2次）の概要

現計画「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）」には、5つの研究の柱があります。

①**地震・火山現象の解明のための研究**は、地震や噴火の発生メカニズムを解明することを目指します。地震・火山噴火は、プレートテクトニクスという共通のバックグラウンドを持っています。地球の表面を覆うプレートという岩盤の運動により地震や火山噴火などの地学現象が引き起こされます。特に地震・火山噴火においては、両者の共通性を生かした基礎研究に力を入れています。

②**地震・火山噴火の予測のための研究**は、地震・火山噴火現象の科学的理解に基づき、これらの予測のための手法を研究します。地震については、長期から短期にわたる予測シミュレーションや先行現象の観測による予測を目指します。火山噴火研究においては、火山現象の時間変化を網羅的にまとめた噴火事象系統樹に物理・化学過程の研究成果を導入し、火山噴火の発生予測手法を開発します。

③**火山噴火の災害誘因予測のための研究**においては、地

震・火山噴火の発生予測ではなく、地震・火山噴火が引き起こす地震動・津波や火山噴出物などの災害誘因を予測し、社会に影響を与える被害の連鎖や影響を明らかにすることを目指します。また、甚大な人的被害を引き起こす可能性のある災害誘因の即時的予測手法の高度化を実施します。そして、災害誘因情報の発信方法について検討します。

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**においては、計画によって導き出された研究成果が、より被害の軽減につながるようにするために、どのように情報や知見を発信すべきか、国民にどのような理解枠組みを持ってもらうべきかを検討します。「防災リテラシーの研究」を通して、我々のコミュニティが社会とどう向き合っていくかを考えます。

⑤**研究を推進するための体制の整備**においては、「研究推進体制の整備」を実現し、データ共有のための「研究基盤の開発・整備」、さらに「国内外の関連分野との連携」「研究成果への理解醸成と人材育成」に取り組めます。

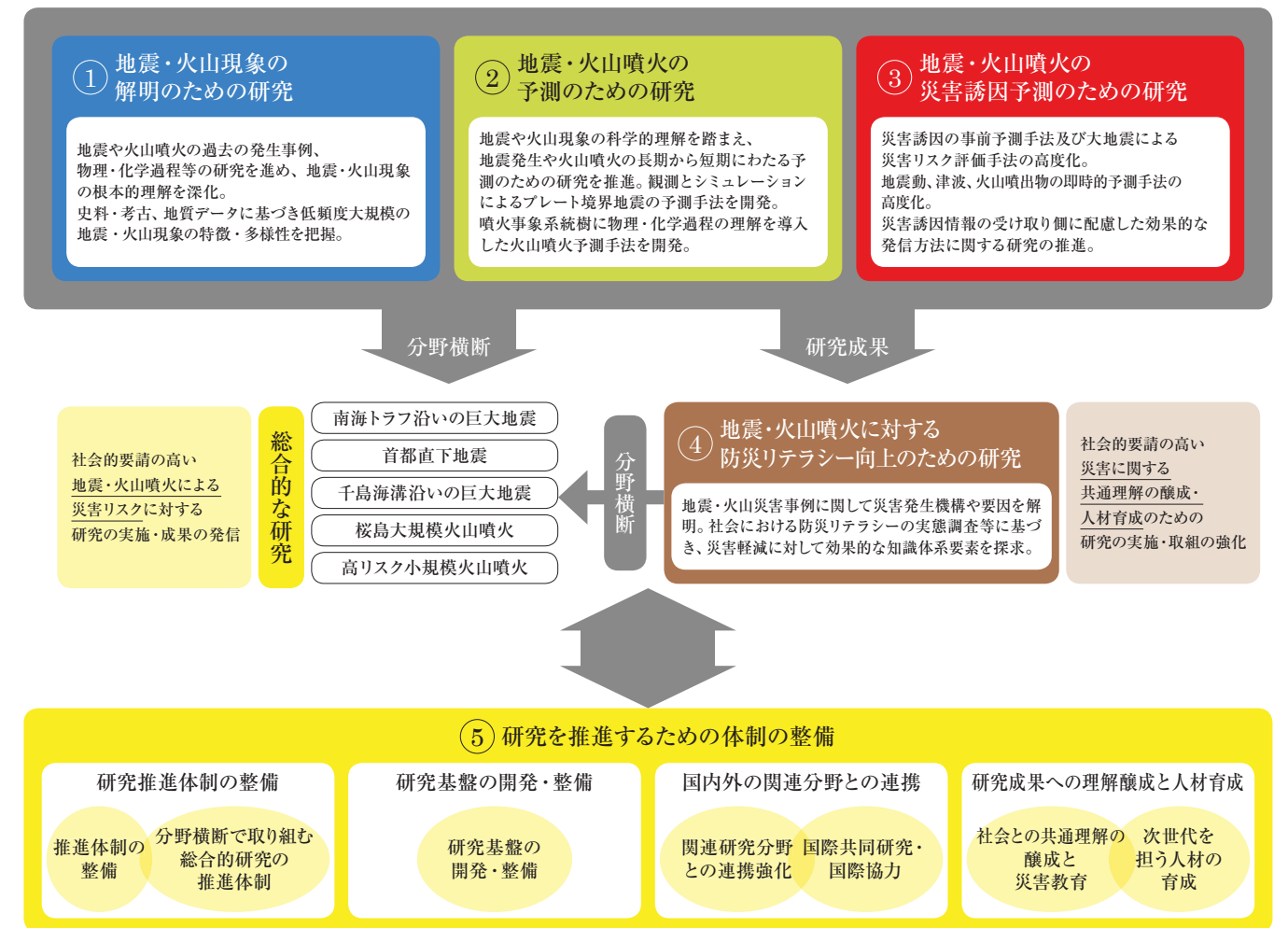
社会的要請の高い研究課題：「総合的な研究」

社会的要請の高い課題を5つの「総合研究」の対象として設定し、計画における「①現象の解明」「②現象の予測」「③災害誘因の予測」「④防災リテラシー」「⑤研究推進体制」の5本柱に取り組んでいる研究者が、これらの総合研究に分野横断で取り組んでいます。

南海トラフ沿いの巨大地震は、過去1400年間を見ると、南海トラフでは約100～200年の間隔で大地震が発生しており、近年では、昭和東南海地震（1944年）、昭和南海地震（1946年）が発生しました。これらが起きてから、70年以上が経過しており、次の大地震発生の可能性が高まっています。地震・津波が発生すると広域な地域に被害発生が想定されており、社会的な関心が高まっています。

首都直下地震は、30年以内の地震発生確率が、70%程度（南関東で発生するM7程度の地震）であり、首都圏に大きな直接的な被害をもたらす、首都圏のみならず日本全体に影響を及ぼすことが懸念されています。首都機能の途絶や経済被害の発生を軽減することは我が国の必須の課題です。

千島海溝沿いの巨大地震においては、北海道千島海溝で



マグニチュード(M)9級の巨大地震が想定され、20メートル以上の大津波が起きる恐れがあり、発生が切迫している可能性が高いと考えられています。発生すれば2011年東北地方太平洋沖地震のような大津波の発生が懸念されます。

桜島大規模噴火は、大正時代の大噴火レベルに匹敵するマグマを蓄積するまで、20年足らずで到達するのではないかと考えられています。大正噴火では、それまで離れていた大隅半島と陸続きとなるほど大きな影響がありました。現在も噴火が活発に起こっています。

高リスク小規模火山噴火は、2014年御嶽山噴火、2019年ニュージーランド・ホワイト山噴火のように、たとえ小規模な噴火であっても、人的被災の発生が想定される高リスクな火山が存在します。規模の小さい噴火は、大きな噴火に比較すると前兆現象が小さいことが多く、予測が難しいため、被害軽減にどう努めるかが課題です。

観測研究計画への期待

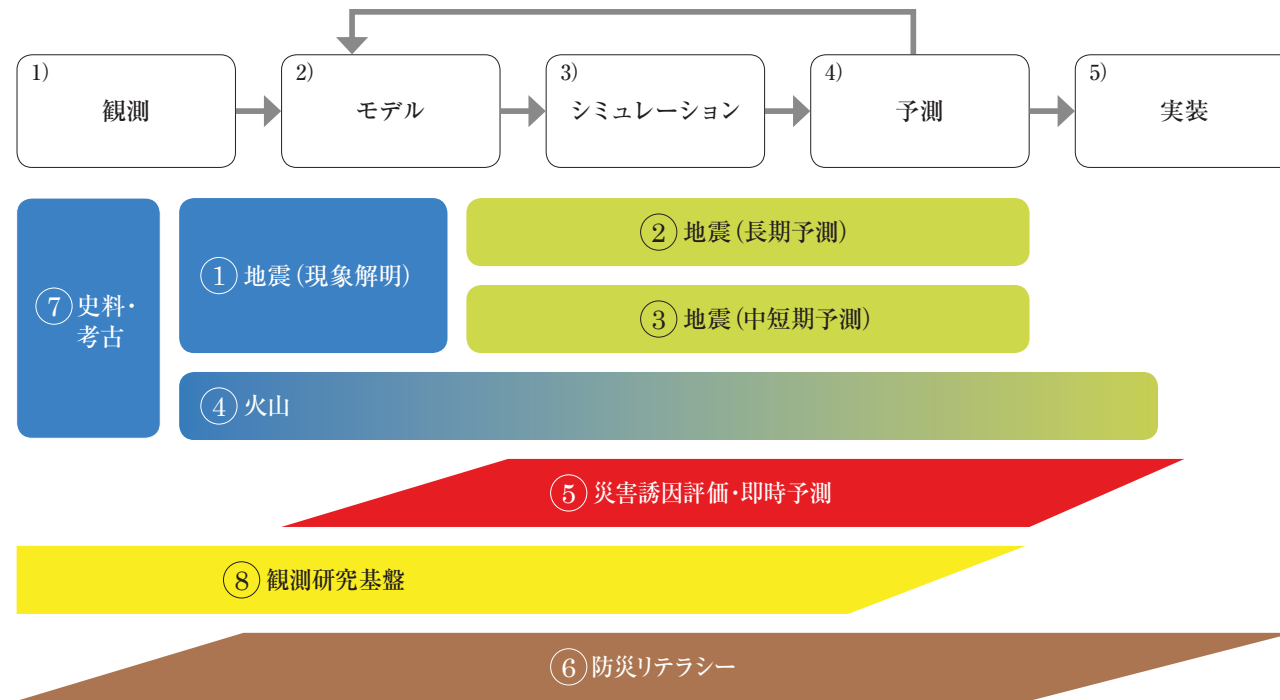
地震・火山噴火研究はこれまでも防災・減災に貢献するために、地震や火山噴火の発生予測を目指すという考え方で計画を推進してきました。「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究」は、平成26年度から開始され、平成31年度からは第2次計画が始まりました。これらは「国民の生命と暮らしを守るための災害科学」の一部として地震・火山の観測研究を推進するべきであるとの考えに基づき策定され、継続しています。

観測研究計画は、地震・火山噴火に係る基礎研究に対し、研究コミュニティがボトムアップで研究課題を積み上げ・整理する手法で策定されています。現在は社会的要請の高まりから、研究から得られた成果や知見を災害の軽減に役立つ形で総合的に発信することが強く求められています。

8つの計画推進部会

研究を効率的に推進するために、専門分野ごとに8つの計画推進部会を立ち上げています。
これらの計画推進部会は、地震・火山研究の流れに沿って、配置されています。

地震・火山研究の流れ



- 観測：地震・火山研究は、平時から地震・火山現象を観測しデータを収集・整理しています。
- モデル：地震・火山現象を構成する物理・化学過程と観測データとの関係性を明確にします。地震や火山噴火及びそれに至る現象を数式等で表現し、モデル化します。また、観測データを蓄積し、現象の推移などに関する統計モデルを構築します。
- シミュレーション：地震・火山噴火においては現象を再現することは困難ですので、実験や物理・化学的考察等により事象を数学的なモデルに置き換え、モデルに数値を入力・変化させることで、結果を推定するシミュレーションを実施します。
- 予測：統計モデルやシミュレーション結果を用い、現実の現象(次の地震・火山噴火の発生など)を予測します。
- 実装：研究過程そのものや、予測結果を用いて、社会に定着化・利活用を醸成します。

1 地震(現象解明)計画推進部会

地震活動や地震発生過程を観測し、データを収集して解析します。その結果から地震発生機構を解明し、地震が発生するまでの物理過程をモデル化します。
(観測→モデルフェーズ担当)

2 地震(長期予測)

観測データや地質データ、史料などから過去の地震発生履歴を解明し、地震の長期予測手法を開発します。さらに、観測データに基づき、歪(ひずみ)の蓄積状況などを推定し、数値シミュレーションを活用して、新たな長期予測手法の開発を目指します。
(モデル→シミュレーション→予測フェーズ担当)

3 地震(中短期予測)

モニタリングデータと地震発生の物理モデルを組み合わせ、地震の中短期予測の手法を開発します。さらに、地震活動などの観測データから、統計的手法を用い、地震の中短期予測を目指します。
(モデル→シミュレーション→予測フェーズ担当)

4 火山

観測や過去の噴出物の分析から、マグマ噴火、水蒸気噴火など様々な火山での噴火活動の中に、共通事象/差異のある事象を見つけ、差異のある事象に焦点を当て、研究を進めます。その結果を火山活動推移モデルにまとめ、噴火予測の高度化を目指します。
(観測→モデル→シミュレーション→予測→実装フェーズ担当)

5 災害誘因評価・即時予測

震源モデルに基づき、地震波や津波の発生・伝播過程、地表近くでの地震波の増幅、海岸近くでの津波の挙動を解明し、事前や地震発生直後の地震動や津波の予測手法、降灰の予測手法を開発します。またこれらの災害誘因予測情報を効果的に活用する方法を検討します。
(モデル→シミュレーション→予測フェーズ担当)

6 防災リテラシー

災害の軽減につなげるために、地震・火山研究の流れに沿って、観測研究計画の研究成果を活用し、国民1人1人に、科学的根拠に基づく「防災リテラシー」という理解枠組みの醸成を目指します。
(観測・モデル・シミュレーション・予測・実装フェーズを発信する)

7 史料・考古

地震・火山噴火は、同じ場所で繰り返し発生することがわかっています。実際に機材を用いて観測できない過去の地震・火山噴火について、歴史資料や遺跡などの考古資料を収集し、過去の記録や情報をデータベース化して分析します。
(観測フェーズ担当)

8 観測研究基盤

観測研究計画を安定的に実施するためには、観測データの利用環境整備と研究成果の蓄積、外部へのデータ公開が必要不可欠です。そのための観測研究基盤を研究・構築します。
(観測・モデル・シミュレーション・予測フェーズを支える)

各部会は、部会長・副部会長が、戦略室と連携しながら研究を進めています。

1 地震(現象解明)

部会長 飯高 隆
(東京大学地震研究所)
副部会長 望月 公廣
(東京大学地震研究所)
副部会長 岡田 知己
(東北大学大学院理学研究科)

2 地震(長期予測)

部会長 西村 卓也
(京都大学防災研究所)
副部会長 宍倉 正展
(産業技術総合研究所
地質調査総合センター
活断層・火山研究部門)

3 地震(中短期予測)

部会長 中谷 正生
(東京大学地震研究所)
副部会長 内田 直希
(東北大学大学院理学研究科)

4 火山

部会長 中道 治久
(京都大学防災研究所)
副部会長 前野 深
(東京大学地震研究所)

5 災害誘因評価・即時予測

部会長 太田 雄策
(東北大学大学院理学研究科)
副部会長 三宅 弘恵
(東京大学大学院情報学環)

6 防災リテラシー

部会長 高橋 誠
(名古屋大学大学院環境学研究科)
副部会長 木村 玲欧
(兵庫県立大学環境人間学部)

7 史料・考古

部会長 榎原 雅治
(東京大学史料編纂所)
副部会長 加納 靖之
(東京大学地震研究所)

8 観測研究基盤

部会長 鶴岡 弘
(東京大学地震研究所)
副部会長 青山 裕
(北海道大学大学院理学研究院)

5つの総合研究グループ

発生すると社会に対し大きな影響を与えることが想定される地震・火山現象について、計画推進部会の枠をこえて、研究分野を横断した総合的な研究を実施します。本計画では、5つの総合研究グループを立ち上げ、研究を推進します。

A 南海トラフ沿いの巨大地震

グループ長
伊藤 喜宏 (京都大学防災研究所)

津波を伴い広域に甚大な被害を及ぼす巨大地震を対象に、新しい長期予測手法を開発し、防災対策に資する情報発信を研究します。

① 長期予測手法の開発

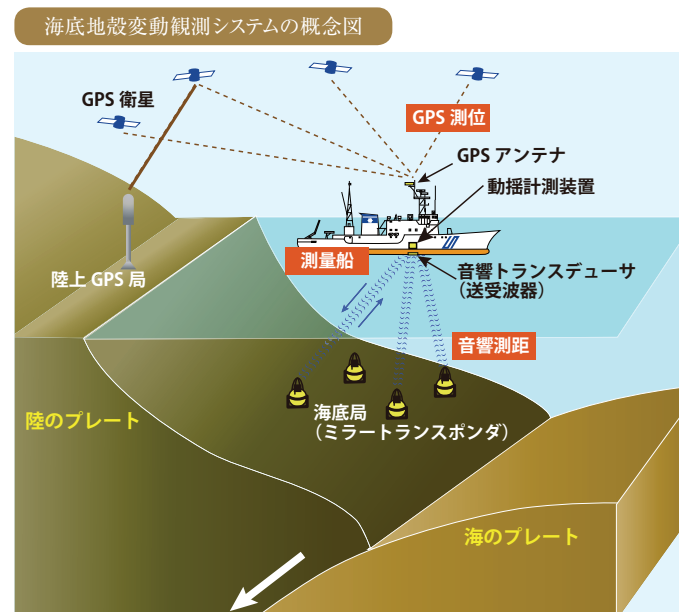
過去の大地震の発生履歴に加えて、測地データ、地震活動データ、数値シミュレーションなどのデータを総合的に検討します。

② 中短期予測手法の開発

数年単位の発生可能性について、陸域・海域の観測データなどを用いて地殻活動をモニタリングし、その評価手法の開発を目指します。

③ 防災対策に生きる情報発信

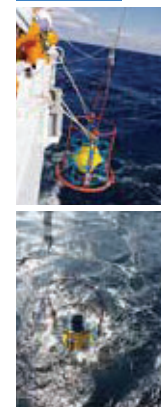
巨大地震発生の切迫度に関して、防災対策に資する発信方法の検討を行います。



南海トラフ沿いのプレート境界面の固着状況の詳細な空間分布がわかるようになった。

「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 (科学技術・学術審議会測地学分科会 地震火山部会 (2017))

海底局投入



写真提供：海上保安庁

B 首都直下地震

グループ長
酒井 慎一 (東京大学地震研究所)

我が国の首都機能や経済活動に深刻なダメージを与えることが想定される首都直下地震を対象に、多様な震源メカニズムの解明によって、地震動を高精度に予測します。

① 多様な震源メカニズムの解明

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します。

② 種々のデータを活用した地震動高精度予測

多様な震源モデルに対して、稠密観測データや地震史料の情報を反映し、複雑な地殻構造を用いた大規模数値シミュレーションを実施することで、新たな地震動予測手法を開発します。

③ 住民の多様性に対応した共通理解基盤の醸成

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共通理解基盤を醸成します。

C 千島海溝沿いの巨大地震

グループ長
高橋 浩晃 (北海道大学大学院理学研究院)

巨津波による十勝・釧路・根室に甚大な被害を及ぼす千島海溝沿いの地震を対象に、今回の研究計画で初めて総合研究として実施します。

① 東日本大震災クラスの津波発生

千島海溝沿いでは、東北地方太平洋沖地震と類似した巨大地震・津波が繰り返し発生しており、発生確率も上昇しています。そのため津波堆積物の調査によって、過去の巨大地震を解明します。

② 強震動・津波の事前評価・即時予測手法の高度化

強震動・津波の事前評価手法および即時予測手法の高度化を実施します。

③ 地域防災力の強化

地域特性に応じた津波避難方法の検討を行い、地域防災力の向上を目指します。

D 桜島大規模火山噴火

グループ長
井口 正人 (京都大学防災研究所)

活発な活動が50年以上続き、広域に影響を及ぼす大規模噴火も想定される桜島火山噴火を対象とし、火山活動推移モデルの高度化などによって、適切な住民避難の実現を目指します。

① 火山活動推移モデルの高度化

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し、火山噴火の包括的な把握を目指します。

② 噴火規模の予測への挑戦

噴火に先行する観測現象および噴火発生直後の噴出物の即時的な把握を行い、噴火規模と災害発生子測の研究を実施します。

③ 火山災害情報による避難と復旧活動

火山災害情報による住民避難の実現と、その後の交通網等の復旧などの対策に資する研究を行います。地域特性・社会環境を考慮した対策を検討します。

E 高リスク小規模火山噴火

グループ長
大湊 隆雄 (東京大学地震研究所)

火山の噴気地帯や山頂火口近傍に、観光スポットや施設が存在します。平成26年、御嶽山の水蒸気噴火による噴石等が、観光客等への人的被害を引き起こしました。このような観光客・登山客に被害をもたらす火山噴火を対象に、社会的要請に応え、水蒸気噴火についても災害リスクを低減するための研究を行います。

① 高リスク小規模噴火の

発生可能性が高い火山の特定

噴火災害に関する史料の収集や、地質・地形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を行います。

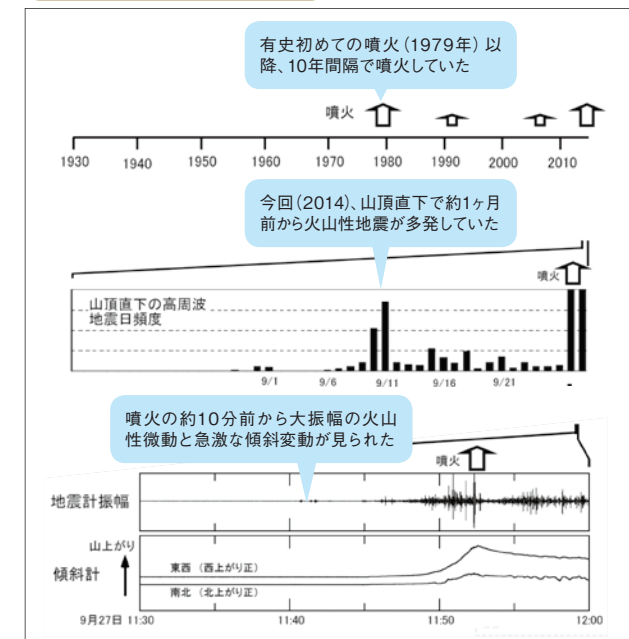
② 水蒸気噴火活動の解明

規模が小さく前兆現象もほとんど観測されなかった水蒸気噴火においても、前兆現象が観測されるようになってきました。これらを手がかりに、水蒸気噴火活動の解明に努めます。

③ 発生予測研究に基づく災害の軽減

災害誘因である噴石や土石流などの予測研究に基づき、災害情報の発信方法等を検討します。

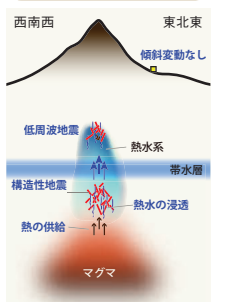
2014年9月御嶽山噴火の例



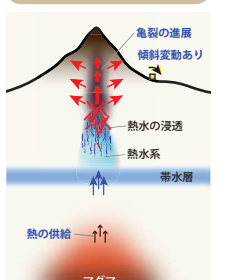
上段：100年スケール、中段：1ヶ月スケール、下段：1時間スケールで見た御嶽山の活動

左：火山噴火予知連絡会資料を基に作成、右：「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 (科学技術・学術審議会測地学分科会 地震火山部会 (2017))

2014年9月中旬



噴火10分前



2014年噴火の約10日前と約10分前の御嶽山の状態の模式図

拠点間連携共同研究

拠点間連携共同研究委員会委員長
松島 信一 (京都大学防災研究所)

地震や火山に関する科学的な理解を災害軽減に生かすために、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連携のもと、新たな研究課題を導出し、研究を推進します。

例えば、南海トラフ地震を対象に、震源や地震波伝播・地盤構造・建物被害などを総合的に研究することにより、これらのモデルの不確実性を考慮した上で、リスク評価手法の検討を行います。

その他、ばらつきのある被害リスク評価をふまえた防災計画の検討、定常的地震活動の震源および地震波速度構造の精度向上による地震波動場推定の高度化、不確実性を考慮した浅部地盤の非線形応答評価手法の検討、巨大地震による斜面災害発生箇所の事前予測方法の検討などの計画をあわせて推進しています。

研究推進にあたっては、東大地震研・京大防災研拠点間連携共同研究委員会によって運営されています。

前計画（平成26～30年度） 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画

（評価された事項） ●世界の地震学・火山学をリードする研究成果を生み出している。
●災害科学としての一歩を踏み出した。

（指摘された事項） ●理学・工学・人文社会科学分野とのより一層の連携強化を図り、
災害の軽減に貢献するための研究の一層の推進が必要である。

- ・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のニーズ把握とそれ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

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画に関する外部評価報告書」より

成果概要

1 地震・火山現象の解明のための研究

- 津波堆積物のデータに基づき、17世紀の北海道太平洋沖の巨大地震の震源モデルを提示。
- 2011年東北地方太平洋沖地震の地震波放射特性の空間的不均一性を解明。
- 南海トラフ巨大地震の震源域において、海底地殻変動観測によりプレート境界の固着状況の空間分布を推定。
- 首都直下地震について、房総半島沖のゆっくり滑りの解明。また、地震動による地滑り発生可能性の研究、史料に基づく江戸時代の大地震の研究、関東平野の地震波伝播特性の研究が進展。
- 測地観測データなどに基づき、2016年熊本地震の断層モデルを構築。
- 桜島火山について、地下のマグマ活動の高精度な把握に基づく火山活動の解明が進展。深部からのマグマの供給率と中長期的な噴火活動の様式や規模についての関連性を解明。2015年8月には新たな岩脈形成によりマグマが貫入したことを把握。
- マグマ噴火について、霧島新燃岳・口永良部島等における火山観測データに基づく研究成果に、マグマ火道流モデルや噴出物特性の分析結果を合わせることで、噴火のメカニズムや様式、またその推移について、定量的な検討も実施。

2 地震・火山噴火の予測のための研究

- 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動の観測データなどに基づき東北地方の粘弾性構造を解明。
- 観測データと物理モデルに基づくデータ同化手法開発の研究が進展。プレート境界における摩擦特性の推定や、滑りの推移予測実験などを実施。
- 2014年の口永良部島や御嶽山の噴火事例から、小規模な水蒸気噴火でも、噴火の数時間～数分程度前から急激な山体膨張が発現することを把握。
- 浅間山や有珠山、桜島など、噴火と観測量の関係が十分に得られている火山について、分岐判断に観測量を取り入れるなど噴火事象系統樹に応用。

3 地震・火山噴火の災害誘因子測のための研究

- 震源域の即時推定や沖合津波計の観測データに基づく津波の即時予測手法を開発し、2011年東北地方太平洋沖地震で観測されたデータにより検証。さらに、津波浸水域の即時予測手法を開発。
- GNSS観測等による火山灰噴出の即時把握、数値シミュレーションによる火山灰拡散予測に関する研究が進展。降灰による交通網への影響評価を実施。加えて、過去の噴火に至る過程の考察に基づく自治体の防災訓練を実施。
- 「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による拠点間連携共同研究を開始。理学と防災に関する工学・人文社会科学の連携により南海トラフ巨大地震のリスク評価研究等を実施。

4 研究を推進するための体制の整備

- 近代観測以前の地震・火山現象解明のため、歴史学や考古学の研究者と地震学・火山学の研究者との組織的な連携研究を開始。史料・考古データ、地質データの収集とデータベース化が進展。
- 地震学、火山学の成果を災害軽減につなげるために、防災に関する工学や人文社会科学との共同研究の必要性から、新たな機関の計画への参加が実現。地震・火山噴火予知研究協議会の改革など、新たな推進体制を構築。

予知協企画部の役割 分野の連携を強化して研究のベクトルを合わせる

よしだ しんご 部長
吉田 真吾

（東京大学地震研究所地震火山噴火予知研究推進センター教授）

にしむら たけし 戦略室長
西村 太志

（東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻教授）

Q. 部長の吉田先生から、企画部設置の経緯を教えてください。

吉田：地震予知研究協議会（予知協）に企画部が設置されたのは2000年。地震予知研究協議会は、1970年代からありましたが、あまり強い連携はなく、ヘッドクォーター的な組織はありませんでした。

2000年に予知協内に企画部と計画推進部会を設置して、計画推進部会が各研究分野をまとめ、企画部が全体をまとめる体制で、研究をリードして計画全体の成果をより強く意識するようになりました。計画推進部会などの研究計画に基づき企画部が予算要求を取りまとめ、東京大学本部との調整や文部科学省への説明を行っています。

企画部の設置当時に比べると、地震学・火山学に加え関連研究分野も参加するなど計画の規模が拡大しています。企画部の仕事も増えたことから、企画部を戦略室と推進室の2本体制にして、研究推進方針の検討と、外部との調整・予算要求関係とで分業することになりました。

Q. 西村先生は戦略室長ですが、どのような役割ですか？

西村：戦略室は研究計画の組み立てが重要な使命です。さまざまな研究分野の連携を強化・融合し、災害の軽減への貢献という最終成果につなげていくことが求められています。

予知協の研究者はおおまかに理学の地震系が5割、火山系が3割、あとの2割が工学、人文社会科学です。前期の5年計画では、最初はお互いの分野がわかりませんでしたが、一緒に進める中で、相互理解が進み、新たな研究成果も少しずつ生まれています。

たとえば、歴史学の研究者がまとめた歴史地震のデータは、長期の地震の理解に非常に有効なことがわかって

きました。また、理学の研究者がアウトプットしている情報は、そのままでは社会科学のインプットとしては使づらいこともわかってきました。地震や火山噴火の規模や発生時期などの予測情報を出すだけでなく、それを受け取った人々の適切な行動に結びつくことの重要性が社会科学の立場から指摘され、今期の計画の重要なテーマになっています。

Q. 多岐に渡る研究に一つの方向性を持たせるのは難しいそうです。

西村：地震・火山現象は類似の観測手法を用いて解明する点もありますが、現象や災害は大きく異なるので、それぞれのグループがあります。同じ地震現象についても、たとえば長期予測と中短期予測では地震へのアプローチが違う。そこで、科学的に深掘りし、絞り込んだ研究を行うために、計画推進部会を設けています。

ただ、これだけでは、理系と文系の研究者が融合しないので、総合研究グループという横串を通しました。地震で3つ、火山で2つ、具体的な対象を設定し、連携を意識しながら研究を進めています。

吉田：計画推進部会が考えて提案してきた研究分野ごとの計画を戦略室が全体計画として取りまとめます。この案をたたき台として科学技術・学術審議会が計画をさらに検討することになります。

Q. どのようにベクトルを合わせるのですか？

西村：ある程度共通認識をもった研究者によるボトムアップの研究を束ねて方向性をより明確にする、連携を図ってより効率的に研究が実施できるようにすることが必要です。毎年3月に研究者が一堂に集まって成果報告シンポジウムを開催し、部会ごとの研究成果の発表を行うほか、戦略室からのメッセージを伝えています。総合討論の際には、計画全体の目標を達成するための議論が中心になります。

Q. 最後に企画部の人選を教えてください。

吉田：推進室のメンバーは東大地震研の教員です。他機関から2～3年をめぐりに流動教員として地震研に来てもらい、東大の教員として企画部の仕事に参加しています。戦略室員は計画に参加する機関の中から、機関や研究分野のバランスを考えて選出されています。



右から、吉田部長、西村戦略室長。東京大学地震研究所1号館にて。

これまでの地震観測研究計画のあゆみ

地球の表面は何枚ものプレートと呼ばれる固い岩盤で覆われています。プレートは相互に運動するため、隣り合うプレートの境界付近では多くの地震が発生します。日本列島は4枚のプレートがぶつかり合う場所であるため多くの地震が発生し、歴史的な地震災害も数多く知られています。昔は地震の原因がわからなかったため、地震を起こすと考えられていた大ナマズを押さえつける要石などの信仰がありました。地震災害が多発する日本では、地震を科学的に解明することによって地震災害を軽減したいという願望は強く、世界で最初の地震学会は1880年（明治13年）に日本で設立されました。近代的な地震計が開発され、観測により地震活動の特徴はわかるようになってきましたが、地震の発生メカニズムの理解はなかなか進みませんでした。地震を発生させる原動力がプレートの相対運動であることがわかってきたのは1960年代です。同じ頃に断層運動の物理モデルや岩石破壊のメカニズムの理解も進み、現在でも通用する近代的な地震観測の基礎が築かれました。

前兆現象の捕捉により地震予知を目指す

地震発生の予知により災害を軽減することを目指して、1962年に「地震予知現状と推進計画」が地震学会の有志によりまとめられました。これを契機に国家プロジェクトとして地震予知に取り組む気運が高まり、測地学審議会（現在の科学技術・学術審議会測地学分科会）の建議に基づき1965年に地震予知計画が始まりました。この計画では、全国に高感度の地震観測点や地殻変動観測点を整備し、地震の前兆現象の検出を主とした地震予知の技術を構築することを目指しました。第7次計画（1994～1998年度）

までに、各地に微小地震観測網が整備され、プレート沈み込み帯の地震活動などについての世界的な研究成果が得られました。GNSSなどの宇宙測地や海底地震観測などの技術開発も行われ、地震活動や地殻変動が正確に把握できるようになり、地震現象の理解は確実に深まりました。しかし、地震の前兆現象には複雑性や多様性があり、その中に系統性が見出せるほどにはデータが蓄積されず、地震予知の実現への明確な見通しは得られませんでした。そのような中で、1995年兵庫県南部地震が発生し、阪神・淡路大震災をもたらしました。地震学研究者の間では、この地域では過去にも多くの大地震が発生していることは知られていましたが、住民には十分に理解されていませんでした。また、明瞭な前兆現象は観測されず、この地震を予知することはできませんでした。

基礎的研究を重視した「新たな観測研究計画」

1995年には地震調査研究推進本部が発足し、国の地震調査研究を一元的に推進することになりました。地震予知のための観測研究計画は、その基礎的研究の成果が、国の地震調査研究の推進に活用されることが重要な役割となりました。また、高感度地震観測網やGNSS観測網などの高密度・均質な基盤観測網が整備され、これらから得られた良質なデータは広く公開されて、多くの世界的な研究成果に結びつきました。これらの成果は、それまでの観測研究計画で培われた観測技術などを活用して得られたものです。

観測データに現れる前兆現象のみに基づく地震予知には限界があることから、1999年度に始まった「地震予知のための新たな観測研究計画」では、実験や理論などに基づき地震発生機構をモデル化

し、地震発生に至る一連の過程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に基づき、基礎的研究を重視した計画となりました。プレート運動によるエネルギーの蓄積から破壊の発生、断層運動によるエネルギーの解放までの物理モデルが構築され、一連の過程の数値シミュレーションが実現し、観測データとの比較が可能になりました。モデルと観測データから地震発生を支配する物理量を推定し、地震発生の数値予測モデルの構築を目指すことになったのです。

地震発生と火山噴火は、主にプレート運動に起因するという同じ科学的背景をもつ自然現象です。2009年度からは、地震予知と火山噴火予知の計画は「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」として統合された5年計画として実施されました。これにより、地震と火山の研究者が協力して、地震・火山活動の把握のために必要な観測網とデータがより有効に利用されることになりました。その結果、沈み込むプレート活動とマグマ上昇経路との関連性、マグマ貫入と地震活動への影響などの新しい成果も得られました。

計画の2年目にはマグニチュード9の2011年東北地方太平洋沖地震が発生し、東日本大震災がもたらされました。観測データが少ない超巨大地震の研究は、歴史記録などの利用が必要であり、それまでは十分に行われていなかったため計画の見直しを行い、超巨大地震に関する観測研究を推進することになりました。また、地震予知だけに限定せず、地震動や津波などの予測の高度化のための研究に取り組むことになりました。地震についての科学的理解や予測をより多くの方に理解し活用してもらうために、関連する研究分野と連携して「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」が2014年から開始されました。

これまでの火山観測研究計画のあゆみ

火山は古来より信仰の対象や、観光資源として私たちの生活の身近な存在として大切にされてきました。これはわが国に限ったことでなく、火山のある多くの国で共通しています。しかし、火山は時として大きな災厄をもたらします。日本では18世紀に1707年富士山宝永噴火、1739年樽前山噴火、1783年浅間山天明噴火、1792年雲仙岳噴火・眉山山体崩壊など、広域に被害をもたらすような大きな噴火が発生しました。しかし、これ以降、200年にわたってこの規模の火山噴火は発生していません。そのため、これらの大規模噴火災害に対する恐れを忘れがちです。火山災害を引き起こす大規模な火山噴火は低頻度ですが、一旦発生するとその被害はとてつもなく大きく、かつ広範囲に及ぶことがあります。我々は賢くそれに備える必要があります。

明治から戦後は観測所が拡大

火山噴火予知を目指す研究の大きな目的は、当初から現在まで、火山噴火の可能性や切迫度を事前に知り、研究成果をできるだけ被害の軽減に役立てることです。

日本における科学的な火山噴火の調査は、東京帝国大学の関谷清景教授が、460名以上が犠牲になった1888年の磐梯山噴火に伴う山体崩壊の現地調査を実施したことに始まります。

また、近代的な火山観測は、その22年後の1910年に、大森房吉教授が有珠山噴火の際に地震計で観測したのが始まりです。このとき、世界で初めて噴火に伴う火山性地震、火山性微動という現象が発見され、観測すれば火山噴火の予知が可能であるとの考えが芽生えました。

このように火山噴火予知のためには、観測がカギであるとの考えから、1911年に当時活発な活動をしていた浅間山に日

本で最初の火山観測所が設置されました（浅間山火山観測所）。次いで、1928年には阿蘇山火山観測所が設けられています。戦後は、伊豆大島観測所（1959年）、桜島火山観測所（1960年）、島原山火山観測所（1962年）、霧島山火山観測所（1964年）など、大学が火山観測所を設置して、火山観測体制が全国規模で、徐々に整えられるようになりました。

7次にわたる「火山噴火予知計画」

このような経緯のなかで、1974年に桜島火山が活発化し始めました。これをきっかけにして、文部省（現・文部科学省）の測地学審議会は「火山噴火予知計画」を建議し、第1次計画がスタートしました。噴火予知計画は2008年までの32年間に、ほぼ5年ごとに目標を変えながら、7次まで計画が実施されました。

最初に、観測網を整えなければということから、第1次計画（1974～1978年度）において、観測網整備を目標として掲げました。さらに、気象庁と大学等の研究機関が連絡を密にして、研究成果を気象庁の業務に反映させるために、気象庁に火山噴火予知連絡会が設置されました。

第2次計画（1979～1983年度）では、深部で起る現象を知ることが重要であるとの考えに基づき、火山直下だけでなく、火山のまわり数十キロ圏内などのもう少し広い範囲で観測網の広域化を図りました。

観測データの精度を高めるため観測機器の高度化をしたのが第3次計画（1984～1988年度）です。全ての火山に対し同レベルの観測はできなかったため、観測対象の火山を「重点研究対象」「監視強化対象」「その他」の3つに分類しました。

第4次計画（1989～1993年度）では、観測の「多項目化」や、さらに高密度・高精度化を図っています。多項目化とは、具体的にはそれまで地震活動しか観測して

いなかったものを、地殻変動や火山ガスも観測の対象にしました。また、地下の温度変化を知るために磁場の観測を開始するなど、観測項目を増やすことで、火山の状態を把握する能力を高めていきました。

第5次計画（1994～1998年度）では、「火山噴火予知のためには、噴火を引き起こすマグマ溜まりの場である火山体内部の構造を理解する必要がある」という考えから、火山体構造把握のための観測研究を推進しました。

次の第6次計画（1999～2003年度）では、噴火ポテンシャル（切迫度）を定量的に把握することを目標に研究を進めました。

第7次計画（2004～2008年度）は、大学の研究対象34火山を16にしています。これは集中して研究する火山を絞り、一方で残りの火山は気象庁の観測に任せることにしたのです。背景には国立大学の法人化があり、研究をより効率的に進めるため、選択と集中を図る必要がありました。

2008年度に終了する第7次計画まで、「火山噴火予知計画」は火山研究単独で進められました。2009年度から「地震及び火山噴火予知のための観測研究」となり、地震研究と火山研究の双方が互いに補完・連携して研究を進める体制となりました。その後、2011年に霧島山新燃岳噴火と東北地方太平洋沖地震が発生し、災害軽減の貢献に、より重点を置いて研究計画を立案することになりました。その結果、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」となったのです。

最近では、継続的に噴火を続けている桜島の観測状況から、大正噴火並の大規模噴火になる可能性が懸念されています。特に、2014年には御嶽山が噴火し、研究対象の火山を16から25に追加しました。人や社会に影響を与える火山は多く存在しますが、それを支える体制は必ずしも十分とは言えません。

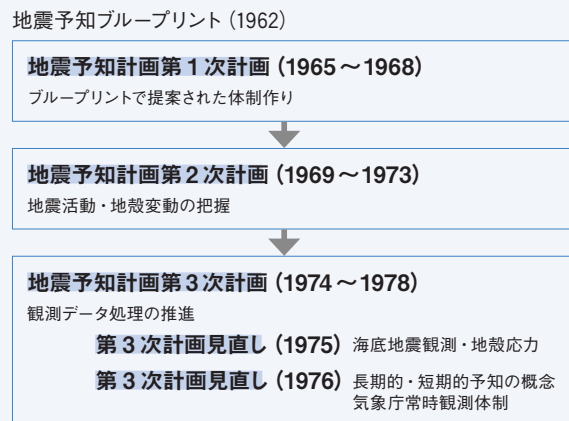
地震・火山 研究の歴史

地震研究の歴史

火山研究の歴史

1970

- 1965 松代群発地震
- 1968 十勝沖地震
- 1969 地震予知連絡会設置
- 1976 東海地震説の発表
- 1976 地震予知連絡会に東海地域判定会設置
- 1978 地震予知研究協議会が発足
- 1978 大規模地震対策特別措置法
- 1978 宮城県沖地震
- 1978 伊豆大島近海地震
- 1979 気象庁に地震防災対策強化地域判定会



1980

- 1983 日本海中部地震

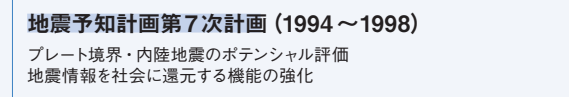


1990

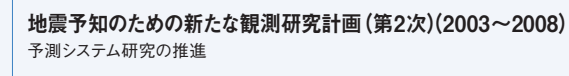
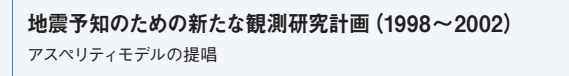
- 1989 伊豆半島東部群発地震
- 1993 北海道南西沖地震
- 1994 東京大学地震研究所が全国共同利用研究所に改組
- 1995 兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)**
- 1995 地震防災対策特別措置法
- 1995 地震調査研究推進本部設置

前兆現象の捕捉による
予知から予測システム
構築へ

パラダイム
シフト



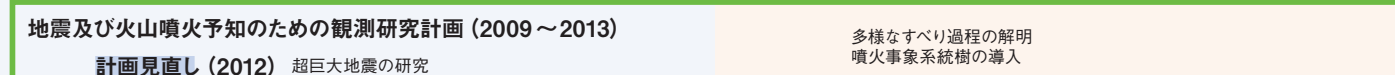
新地震予知研究計画～21世紀に向けたサイエンスプラン (1998)



2000

- 2004 新潟県中越地震

- 2006 地震予知研究協議会と火山噴火予知研究協議会が
地震・火山噴火予知研究協議会に統合



2010

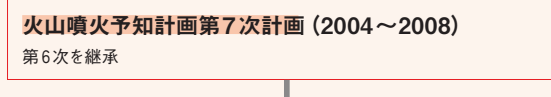
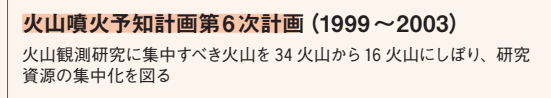
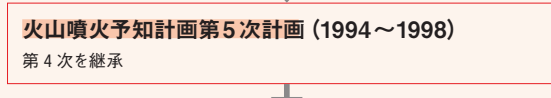
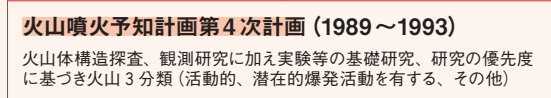
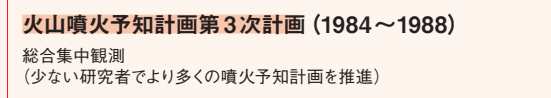
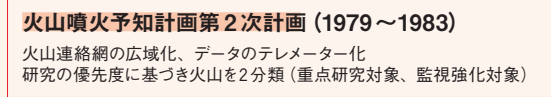
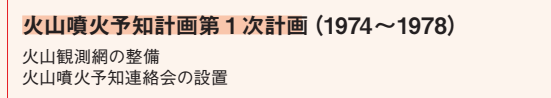
- 2010 東京大学地震研究所が共同利用・共同研究拠点に改組
- 2011 東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災)**

工学、歴史学、考古学、
人文社会科学研究者の
参画

パラダイム
シフト

- 2016 熊本地震
- 2017 気象庁に南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会を
設置

- 1973 「火山噴火予知計画」を建議



- 1910 有珠山噴火

- 1970 桜島火山活動の活発化・噴火の頻発**
- 1973 活動火山対策特別措置法
- 1974 火山噴火予知連絡会設置

- 1977 有珠山噴火 (山頂噴火)
- 1977 北海道大学有珠火山観測所設置
- 1979 阿蘇山噴火 (死者発生)
- 1979 御嶽山噴火 (中規模水蒸気噴火)

- 1983 三宅島噴火 (山腹割れ目噴火・溶岩流海に到達)
- 1984 気象庁本庁に地震火山部発足、
地震火山部地震火山業務課火山室に改組
- 1986 伊豆大島噴火
(山頂噴火から山腹噴火、全島避難)
- 1989 伊豆東部火山 (海底火山噴火)

- 1990 雲仙普賢岳噴火**
(91溶岩ドーム形成、火砕流で死者)
- 1990 気象庁火山室は廃止、
地震火山部地震火山業務課火山対策官を設置

- 2000 火山噴火予知研究協議会が発足

- 2000 有珠山噴火**
(平成新山形成、噴火予測情報の発表)
- 2000 三宅島噴火** (火口陥没、長期全島避難)

- 2004 国立大学法人化
- 2004 浅間山噴火 (小規模マグマ噴火)

国立大学の法人化により
火山観測網の高度化
が難しくなった

パラダイム
シフト

- 2011 霧島山新燃岳
(中規模マグマ噴火、農作物被害)
- 2011 東北地方太平洋沖地震

- 2014 御嶽山噴火** (登山客死者・行方不明者63名)
- 2014 口永良部島噴火 (15 マグマ噴火)
- 2015 活動火山対策特別措置法の改正
- 2015 火山防災協議会の設置義務