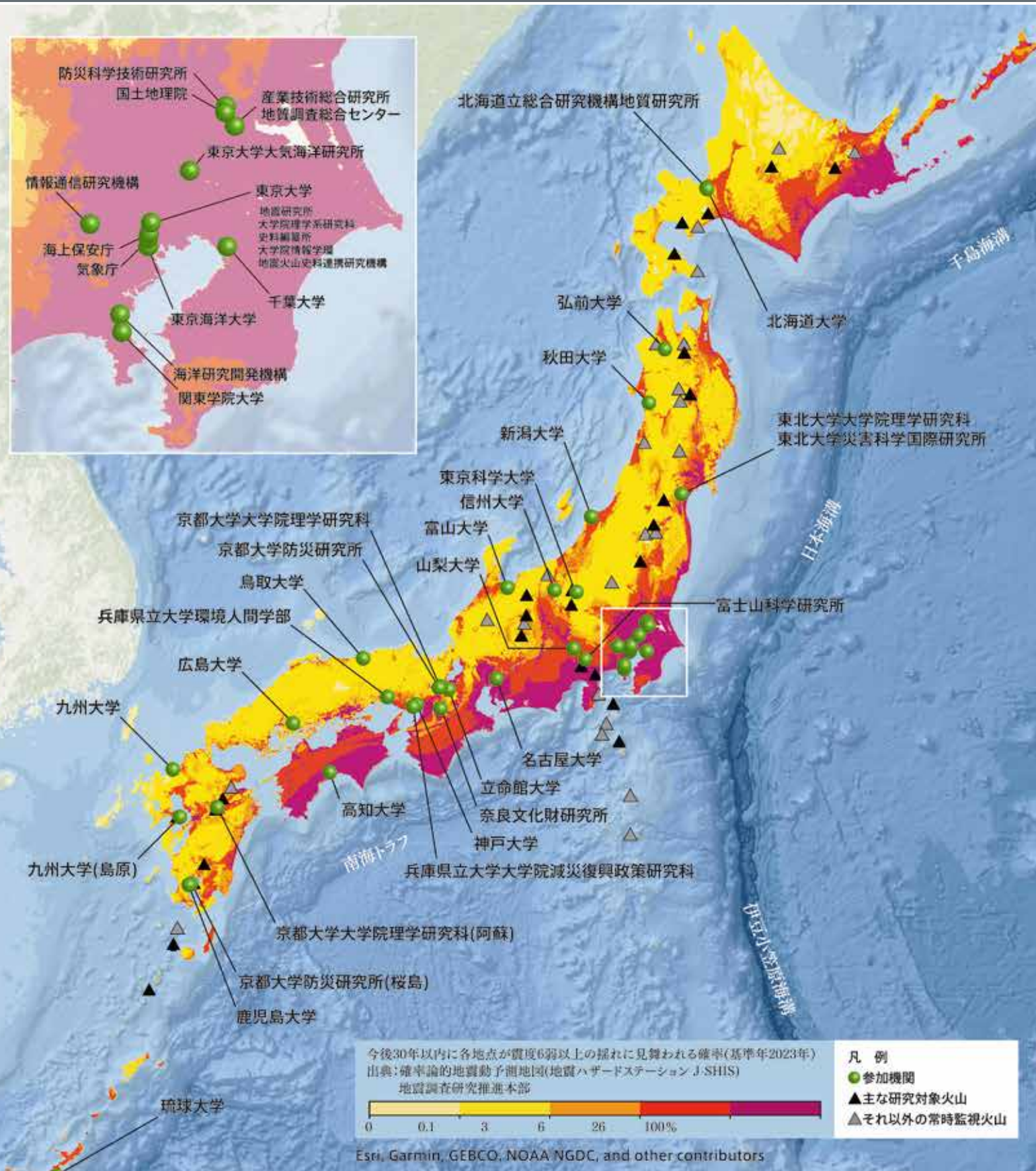


「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」(第3次)

—研究実施機関—



[The 3rd]
Earthquake and Volcano
Hazards Observation
and Research Program

[第3次]
災害の軽減に貢献するための
地震火山観測研究計画



災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）

地震や火山噴火による災害を軽減するためには、地震・火山現象の科学的理解を深め、災害発生機構を解明して、その成果に基づいて適切な対策をとる必要があります。そのために、「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)」では中長期的な方針を定め、地震・火山に関する研究成果を災害軽減につなげるために、「現象の解明」「現象の予測」「災害誘因の予測」「研究推進体制」の4つの柱を立て、理学、工学、人文科学、社会科学を含めた総合的な研究を行いました。第2次計画(R1～R5年度)では、「防災リテラシー」を新たな柱に加え、地震・火山に関する科学的理解を効果的に広めるための手法を研究しました。第3次計画(R6～R10年度)では、これまでの基本方針に沿った上で、分野横断で取り組む「総合研究」を新たに研究の柱として、合わせて6本の柱で研究を進めていきます。

文部科学省 科学技術・学術審議会 測地学分科会

地震火山観測研究計画部会

計画

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（第3次）」

1 地震・火山現象の解明のための研究

- (1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
- (2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
- (3) 地震発生過程の解明とモデル化
- (4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
- (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

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（重点研究）
- (2) 地震発生確率の時間更新予測
- (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

各分野が効果的に連携できるよう体制を充実・強化し、それぞれの地震・火山現象の理解と、発生予測に関する研究を推進するとともに、それらに基づく災害誘因予測やリスク評価等、災害軽減に資する実践的取組を展開

6 観測基盤と研究推進体制の整備

- (1) 観測研究基盤の開発・整備
- (2) 推進体制の整備
- (3) 関連研究分野との連携強化
- (4) 国際共同研究・国際協力
- (5) 社会への研究成果の還元と防災教育
- (6) 次世代を担う人材の育成

各研究課題が
相互に
連携・協力分野
横断3 地震・火山噴火の
災害誘因予測のための研究

- (1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
- (2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
- (3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
- (4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災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

実施体制

東京大学地震研究所

拠点間連携

京都大学防災研究所

地震火山観測研究推進協議会

計画参画機関を束ねる

戦略室
研究戦略を練る
推進室
研究推進を支える

企画部

予算委員会
予算案を確定する

8つの計画推進部会

A 地震
(現象解明)B 地震
(長期予測)C 地震
(中短期予測)

D 火山

E 史料
考古

F 災害誘因評価・即時予測

G 防災リテラシー

H 観測
研究基盤

- Gr1 南海トラフ沿いの巨大地震
- Gr2 首都直下地震
- Gr3 千島海溝沿いの巨大地震
- Gr4 内陸で発生する被害地震
- Gr5 大規模火山噴火
- Gr6 高リスク小規模火山噴火

6つの総合研究グループ
本パンフでは6ページから
総合研究グループを特集第1次計画パンフ：地震、火山、資料考古、防災の代表者インタビューを特集／第2次計画パンフ：8つの計画推進部会を特集 <https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/publications/>

地震火山観測研究推進協議会

本研究計画の目標の下で、大学、研究機関、行政機関等が連携・協力するための体制として「東京大学地震研究所」に「地震・火山観測研究推進協議会」を設置しています。これまでは、地震火山噴火予知研究協議会という名称でしたが、「予知」から「観測研究に基づく災害軽減」へと目的意識をより明確にし、関係機関全体で観測研究に取り組む意思を表現するために、R7.4から改称しました。

計画推進の中核機関としての東京大学地震研究所：
地震火山科学の共同利用・共同研究拠点の使命

東京大学 地震研究所 所長 / 東京大学 地震研究所 災害科学系研究部門 教授

古村 孝志 Takashi Frumura



東京大学地震研究所(地震研)は、地震火山現象の解明と災害の軽減を目的として1925年に設立されました。現在、地震研では地震・火山噴火とその根源である地球ダイナミクスを包括した研究を進めるとともに、先端的な観測機器や解析技術の開発を行っています。また、東京大学史料編纂所との協働による歴史地震の研究や、大学院情報学環総合防災情報研究センターとの連携による災害情報の研究など、分野の枠を越えた総合的な研究に力を入れています。さらに、海外の研究機関との共同研究や共同観測を通じて、地震火山災害の世界的課題解決に取り組んでいます。

地震研は、地震火山科学の全国共同利用・共同研究拠点として、研究設備や研究資料・データを整備し、共同研究や研究集会を公募して、コミュニティを支援しています。2013年より、自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点である京都大学防災研究所との拠点間連携を開始し、成果の社会貢献を強く意識した共同研究の公募を共に進めています。

地震研には、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の推進に向け、計画に参画する全国の大学と国の研究・行政機関が参画する「地震火山観測研究推進協議会」事務局(企画部)が設置され、その実務を地震火山研究連携センターが担っています。企画部では、研究計画の進捗状況を確認し、成果を取りまとめ、国への研究経費の概算要求を行います。さらに、大規模な地震・火山噴火の発生時には、関係機関と緊急調査観測のための調整を行っています。本センターは、令和6年度からの観測研究計画(第3次)の開始にあたり、概算要求により専任教授・准教授各1名を新たに配置して、研究成果の利活用と社会展開のための機能強化をはかりました。また、最新の地震・火山観測共有装置も概算要求により措置され、全国の観測研究に活用していただく予定です。

本年、地震研は創立100年を迎えます。研究コミュニティの皆様と協力して、使命達成に向けた一層の活動強化を図る所存です。

「総合知」により取り組む地震・火山研究

地震火山観測研究推進協議会 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

松本 聡 Satoshi Matsumoto



地震・火山噴火現象は複雑で予測が困難ですが、継続的な観測や解析、シミュレーションなどで近年多くの知見が得られてきています。地震火山観測研究推進協議会では、地震・火山噴火研究を現象解明から防災リテラシー向上まで広い分野にわたって進めています。すなわち、理学、工学、人文社会科学の研究者の参画を促進し、これまで個別であった研究をつなげ、災害軽減への見通しをもって研究を実施してきました。「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第3次)」では研究成果を防災・減災にさらに生かすため、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、発信していくことを目指しています。

これを実現するために従来取り組んできた、現象解明、活動予測、災害誘因予測、防災リテラシー向上についての4つの柱を横断するための総合研究を立ち上げ、社会的課題解決の道筋をつけようとしています。この総合研究での連携強化を通じた「総合知」で成果の創出、すなわち地震・火山の現象理解、予測研究、社

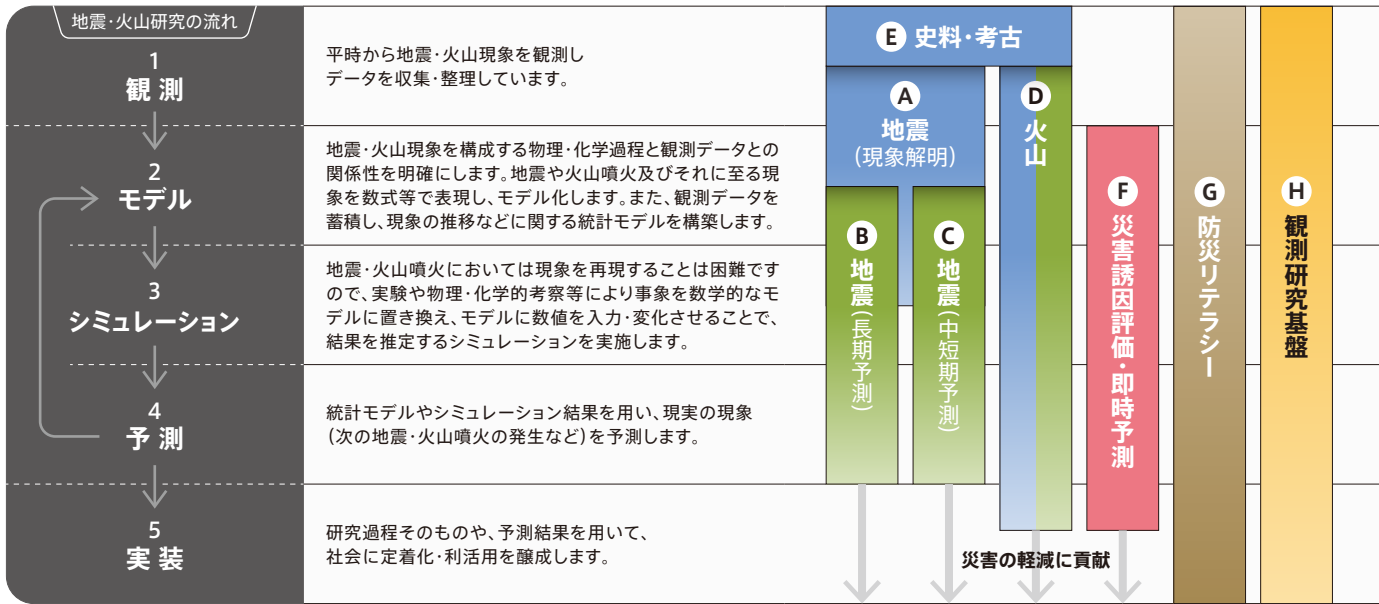
会への情報発信・共通理解醸成などの深化を一段と進めることができると考えています。

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を中心となって支えています。そのコミュニティの支えとなるのが協議会です。協議会は研究にかかわる機関のすべての代表で組織されていますが、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、地震火山研究連携センター(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。平時だけでなく突発的な災害時においても組織・研究者間での連携図り、情報共有や連携した研究を後押ししています。

近年、計画に関わる分野が増え、連携強化が求められるとともに次世代につなげる方向性を示すために、協議会の位置付けはますます重要になっています。

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。



A 地震(現象解明)計画推進部会 [観測→モデル→シミュレーションフェーズ担当]

地震や地殻変動などの観測などに基づき、地震が発生する場所の構造や応力などを明らかにします。また、観測データや岩石破壊の実験結果などを利用して、断層運動・地震発生の物理モデルを構築し、地震のシミュレーションを行い、地震発生の物理過程を解明します。

部会長	望月 公廣 (東京大学地震研究所)
副部会長	寺川 寿子 (名古屋大学大学院環境学研究科)
副部会長	安藤 亮輔 (東京大学理学系研究科)
副部会長	吉田 圭佑 (東北大学大学院理学研究科)

B 地震(長期予測) [モデル→シミュレーション→予測フェーズ担当]

観測データ、地質データ、史料などに基づき過去の地震発生履歴を明らかにし、地震の長期予測を高精度化します。
歪蓄積などの観測データや地震発生の物理モデルを利用した新たな地震発生長期予測手法を開発します。

部会長	西村 卓也 (京都大学防災研究所)
副部会長	後藤 和久 (東京大学理学系研究科)

C 地震(中短期予測) [モデル→シミュレーション→予測フェーズ担当]

地震や地殻変動の観測データを地震発生の物理モデルに取り込みシミュレーションを行うこと、また、地震活動などの観測データから統計的手法などにより地震の中短期予測手法を開発します。地震発生に先行する様々な現象の物理過程を解明します。

部会長	川方 裕則 (立命館大学総合科学技術研究機構)
副部会長	中谷 正生 (東京大学地震研究所)

D 火山 [観測→モデル→シミュレーション→予測→実装フェーズ担当]

地震や地殻変動などの地球物理データ、観測データに基づく火山体構造、火山ガスなどの地球化学データ、火山噴出物の分析など多様なデータを利用し、火山のマグマ供給系を解明するとともに、火山活動度の定量的評価手法を開発します。また、過去の噴火のデータなどに基づき噴火推移を予測するためのモデルを構築します。

部会長	山本 希 (東北大学大学院理学研究科)
副部会長	前野 深 (東京大学地震研究所)
副部会長	森 俊哉 (東京大学理学系研究科)
副部会長	伊藤 順一 (産業技術総合研究所地質調査総合センター)

E 史料・考古 [観測フェーズ担当]

地震や火山噴火は同じ場所で繰り返し発生するので、過去の履歴を知ることが将来発生する現象を予測するために重要です。地震計等による近代観測データは百数十年の蓄積しかないため、それ以前の地震・火山活動を解明するために、歴史資料や考古データを活用し、より長期にわたる地震・火山活動を解明します。

部会長	蝦名 裕一 (東北大学災害科学国際研究所)
副部会長	村田 泰輔 (奈良文化財研究所埋蔵文化財センター)

F 災害誘因評価・即時予測 [モデル→シミュレーション→予測→実装フェーズ担当]

想定される地震の断層モデルを改良することなどにより、地震動や津波といった災害誘因の予測を高度化します。また、観測や物理モデルなどに基づき、地震発生直後の地震動や津波の即時予測手法を開発し、火山噴火直後の火山灰予測手法を開発します。また、地震・火山に関する予測情報の適切な発信方法の研究を行います。

部会長	太田 雄策 (東北大学大学院理学研究科)
副部会長	為栗 健 (京都大学防災研究所)

G 防災リテラシー [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]

地震や火山噴火のメカニズムや災害発生過程の科学的理解を災害軽減につなげるために、防災担当者や国民が備えるべき地震・火山の科学的知見は何かを明らかにし、それらを効果的に理解してもらうための手法を開発します。

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

H 観測研究基盤 [観測・モデル・シミュレーション・予測・実装フェーズを支える]

地震・火山研究を進める上で欠かせない観測基盤を整備・維持し、これらを高度化するための技術開発を行います。また、得られたデータを多くの研究者が活用できるようにデータベースや解析ソフトウェアを整備します。

部会長	鶴岡 弘 (東京大学地震研究所)
副部会長	松島 健 (九州大学地震火山観測研究センター)

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。

6つの総合研究グループ

社会的影響が特に危惧される6つの対象に対し、計画推進部会の粋をこえて、研究分野を横断した総合的な研究を実施します。
地震・火山現象を理解し、災害の誘因予測・リスクの評価に取り組み、実践的取り組みを実施します。

Gr1 南海トラフ沿いの巨大地震 ①

プレート境界の固着状況の把握、通常地震からスロー地震に至る幅広い時間スケールの地震現象の解明などにより南海トラフ巨大地震想定震源域の状態を解明します。東大地震研と京大防災研の拠点間連携共同研究の枠組みも活用し、震源モデルに基づく地震動・津波予測、構造物の脆弱性を考慮したリスク評価、自治体や住民との連携を通じたリスクコミュニケーションの研究を進めます。

Gr2 首都直下地震 ②

太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込み複雑な構造となっている関東の地下で発生し得る地震の多様な震源像を明らかにし、地震の長期予測、地震動予測、被害想定等の科学的根拠となるデータやモデルを提示します。また、情報伝達手法や構造物の健全性判定手法等を開発し、首都直下地震による被害を軽減するための研究を進めます。

Gr3 千島海溝沿いの巨大地震 ③

津波堆積物に基づく過去の巨大地震の履歴や海陸の諸観測による地殻活動の把握などから、想定される震源像を明らかにします。ICT技術を活用した避難行動分析、地域特性に基づく防災教材に関する研究、北海道・三陸沖後発地震注意情報に関する社会調査を行い、防災リテラシーの向上に有効な手法を明らかにします。

Gr4 内陸で発生する被害地震 ④

伏在するものも含めた活断層の調査、歴史地震などの研究により内陸で発生する地震の履歴を明らかにし、想定震源像を提示します。地震活動等の観測データや地殻構造の解明などにより群発地震の発生メカニズムを明らかにし、地震活動推移の予測を目指します。震源モデルや浅部地盤構造調査等に基づく強震動発生メカニズム、構造物モニタリング調査により、リスク評価研究を行います。

Gr5 大規模火山噴火 ⑤

広域避難計画が立案途上である桜島・富士山を主対象として、マグマ供給系の解明、活動推移シナリオの構築、火山灰等の災害誘因の即時予測手法の開発、大規模噴火時の観測手法・通信手段の開発、広域避難時の自治体間連携や被災者の帰還・移住のための意思決定のあり方などを総合的に研究します。

Gr6 高リスク小規模火山噴火 ⑥

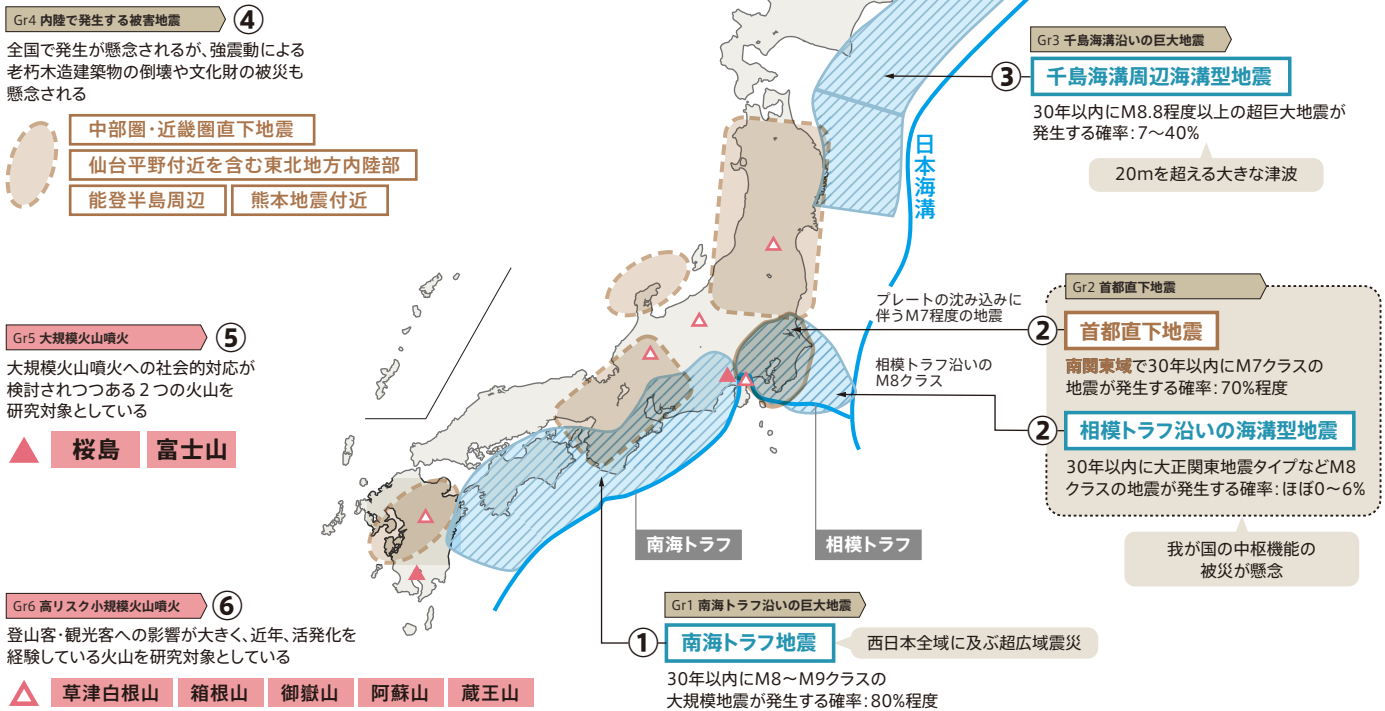
小規模噴火の履歴調査に基づく発生頻度の評価、各種観測を通じた危険性評価手法の開発・改良を行います。多くの火山では小規模噴火の発生履歴が不詳であり、火山ごとに噴火発生過程や土地利用状況が異なるため、火山ごとに異なる研究手法や対策が必要になります。観測情報・防災情報の発信・伝達のあり方を検討するため、地元自治体や地域住民を交えたシンポジウムを企画します。

主な研究フィールド

内閣府「想定される大規模地震」を参考に、地震調査研究推進本部の最新の長期評価などを利用して作成

キャプション凡例

直下型地震 海溝型地震 火山



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）

理学、工学、人文・社会科学を総合した「比較沈み込み帯防災科学」として地域間の比較研究を行うことで、課題・問題点を整理し、その解決方法を検討します。



南海トラフ沿いの巨大地震：南海駿河湾から日向灘沖にかけてのプレート境界（地球の表面を構成するプレート同士の境目）を震源域として、概ね100～150年間隔で繰り返し発生してきた大規模地震であり、今後いつどのくらいの規模で発生するかに関心が寄せられています。

研究のアプローチ

① プレート境界の固着状況の推定

「固着域（プレート境界が強く固着している場所）」が、あるタイミングで大きくずれて、強い地震や津波を引き起こします。固着域の状況を観測データから推定します。

② 滑り現象・変形現象の解明

ファスト地震（地下の断層が高速でずれ動いて起こる現象）からスロー地震（断層がゆっくり動く現象で、人間が気づくような揺れを発生させない）を広帯域（速い～ゆっくり震動まで広い周波数範囲）にわたってゆれを記録し、断層の滑り現象・変形現象に関する研究を行います。

課題を解くカギ1

循環型の体制

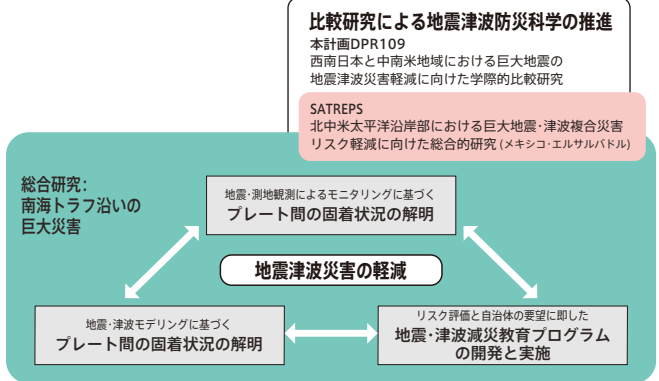
1.循環型プロジェクト(図1)

「地震モデル→地震・津波シナリオ→リスク評価・自治体連携」といった研究のインプットアウトプットを直線的に捉えるのではなく、研究過程で、三角構造で連携し、総合的に地震・津波災害の軽減を目指します。

2.拠点間連携共同研究の枠組み活用

地震・火山の研究者と防災に関する工学や社会科学等の研究者が協力して推進する東大地震研・京大防災研の拠点間連携共同研究を活用します。

図1:プロジェクトの概念図



首都直下地震

グループ長：加藤 愛太郎（東京大学 地震研究所）

地震の発生確率や規模の予測のほか、首都圏特有の問題を考慮した被害の予測、避難計画や復旧計画の作成に資する研究など、多角的な取組が必要です。



房総半島沖には、世界で唯一の「海溝・海溝・海溝型の三重会合点（陸側のプレートの下にフィリピン海プレートと太平洋プレートが沈み込んでいる）」が存在し、そのため関東地方には多くのタイプの地震が発生する。首都圏の災害軽減は日本の大きな課題です。

研究のアプローチ

① 震源域の絞り込み

関東地方は、2つの海洋プレートが陸の下に沈み込む場所であり、世界でも類を見ない複雑な地下構造を有しています。プレート同士がお互いに作用を及ぼしあうことでひずみが蓄積し、様々な場所が大地震の震源域になり得る可能性があります。これらを特定することで、長期予測・被害想定の根拠となるデータ・モデルの提示が可能になると期待されます。

② 今後の地震活動の活発化

相模トラフ沿いのプレート境界では、1703元禄関東地震(M8.5)や1923大正関東地震(M8.2)等、大規模地震が繰り返し発生しました。現時点で大正関東地震からすでに100年以上が経過しています。過去には約200年間隔で大地震が発生してきたため、今後、関東地方の地震活動が活発化する可能性が高いです。よって、地震活動および相模トラフ沿いにおけるプレート間の固着状況を、正確かつ迅速に把握し、次の大災害に備えることが重要です。

③ 過密地域特有の高い災害リスク

関東地域は暴露人口が突出して多い地域です。多くの機能が集中しており、また、社会経済活動の中核である首都圏は、災害への脆弱性が極めて高い状況です。強い揺れの事前予測の高度化により、社会の地震に対する事前準備を促進させることが必要と考えます。

図1:歴史地震・地質学的調査と現代観測との融合

出典：日記史料有感地震データベース（東京大学地震火山史料連携研究機構）

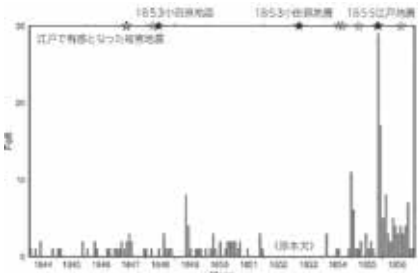
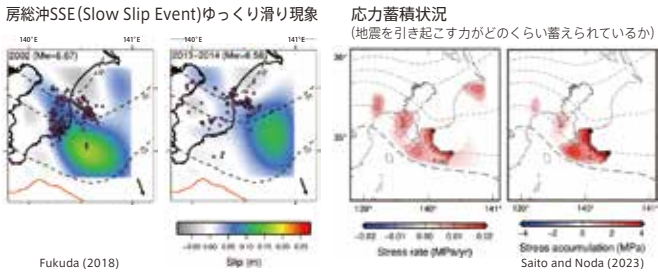


図2:測地データ解析によるプレート境界面の固着状況の解明



課題を解くカギ1

トピックス

1.歴史地震・地質学的調査と現代観測の融合(図1)

複雑な発生パターンで起きている過去の地震の活動履歴を、歴史地震や地質学的調査を取り入れ、過去のさかのぼって再調査します。長期的な地震活動の履歴がわかれば、それはそのまま長期評価の確率の反映することが可能になります。

2.流体分布の解明

能登半島地震を誘発したとされる深部流体（マントル起源）は、断層の滑りやすさに影響を与えます。茨城県南部のフィリピン海プレート上面では、スロースリップが定期的に起きていて、流体が関与している可能性が指摘されています。流体仮説を検証するための観測を実施します。

3.固着域の推定(図2)

研究の進展によって応力の蓄積状況の把握が可能となり、関東地震の固着域に対応する応力の増加域がわかるようになりました。大正関東地震では壊れなかった房総半島の沖合には、約320年前から応力が蓄積している固着域が推定されています。この固着域のすぐ深い側では、スロースリップが繰り返し起きていることが知られています。スロースリップ発生時には、応力が固着域へ集中するため、大地震の発生リスクが一時的に高まっている点に注意が必要です。

4.浅部地盤構造の把握

首都圏の詳細な地震波速度構造を推定し、関東平野特有の地震波の増幅特性を理解します。

課題を解くカギ2

古文書と観測の融合

建物ごとの被災記録が残っている箇所については、それらを古文書から拾い上げ、位置を特定し、現在の地震観測網による揺れのデータ(Supreme, MeSO-net)と検証します。(図3)

図3:被災記録と揺れやすさの比較研究

「歴史記録との比較」

建物ごとの被害記録が残っているため、それを検証し、現代の揺れの記録と比較する。

- 古文書
 - SUPREME
 - MeSO-net
- 宇佐美(1995)



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）

千島海溝では巨大地震の発生が切迫しており、甚大な被害となることが想定されています。千島海溝沿いの巨大地震に関する網羅的な研究を関連課題と連携して実施します。



千島海溝では概ね300-400年間隔で巨大な津波を伴う超巨大地震が繰り返し発生しています。前回の地震が1600年代前半で既に400年程度経過していることから、国は発生が切迫している可能性が高いと評価しており、津波による甚大な被害が想定されています。

研究のアプローチ

① 千島海溝と日本海溝の連動可能性評価(図1)

震動予測・津波波源モデルを再検討し、地下構造等の地域性を考慮した地震動事前予測手法の高度化を進めます。

1) 不確実性を考慮するハザード評価の検討

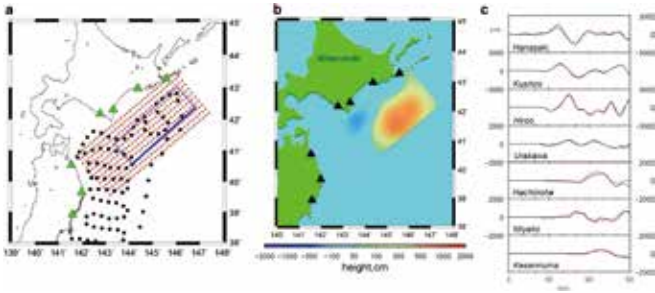
地震動や津波などの事前予測の不確実性を評価する手法を検討し、津波防災対策の更なる強化に向けた研究を実施します。

2) 地殻活動のモニタリング

海底地殻変動・海底地震観測などを行って、千島海溝の現在の地殻活動の状況を把握します。また、千島海溝の後発地震の特性や、日本海溝北部との連動可能性に関する調査を開始します。

図1:千島海溝地震の津波予測

データ同化とS-netを用いた津波即時予測システムの開発(Tanioka,2020)



② 地域社会への影響評価

経済的な被害を拡大させる社会インフラの被害予測手法の検討を行うとともに、巨大地震が引き起こす経済的な影響の評価や、事前復興計画などの復旧復興を加速させる対策の検討を行います。また、大津波警報や北海道三陸沖後発地震注意情報の伝え方や社会反応に関する調査を実施します。

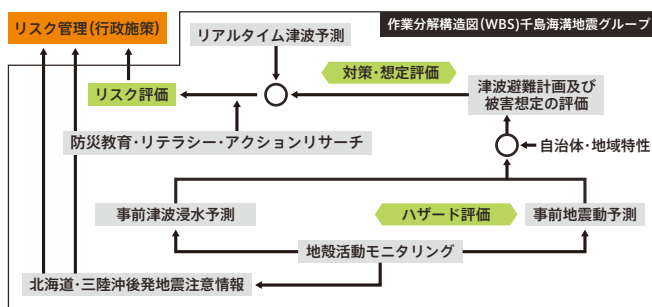
③ 津波避難計画や防災教育の支援

北海道特有の地理特性や冬季積雪等の気候条件、観光地での季節ごとの集客状況、ICT技術を用いた実地避難実験データなどを統合した地理空間情報解析による津波避難計画の評価や、地元で利用可能な地理教材の開発を通じて、津波防災力の強化を目指します。

④ Gr研究の進め方(図2)

防災対策の観点から研究成果のとりまとめや研究戦略の検討を行い、自治体や関係機関とも協力して、研究成果の実用化に向けた検討や、新たな研究シーズの調査を行います。

図2:総合研究グループにおける研究フローチャート



課題を解くカギ

地域特性

1.広域避難が前提

北海道は都市間が離れており、遠隔地から救助隊などの支援を行うことが欠かせません。また、津波等の広域災害の場合には、初期の段階から広域避難を想定する必要があります。広域の支援や避難には道路網が欠かせませんが、北海道の高規格道路の整備率は全国的に見て低い状態となっており、着実に整備を進めることが必要です。

2.プッシュ型支援が難しい

北海道は「島」ですので、本州からの支援部隊は津軽海峡を渡る必要があり、大規模災害時には、支援が滞る恐れがあります。北海道胆振東部地震のように大規模停電が発生すると、空路も遮断されるため、急性期の対応は道内のリソースで乗り切る必要があります。また、北海道の基幹産業である農業は大規模化が進んでおり、津波で港湾が被災すると資材供給が滞り経済的な影響が大きくなります。

COLUMN 高橋グループ長に聞く

北海道で進む巨大地震津波対策

Q1 千島海溝での過去の地震活動について教えてください

1993年1月釧路沖地震、7月北海道南西沖地震(奥尻)、1994年北海道東方沖地震、2003年十勝沖地震と、1990年代前半から立て続けにマグニチュード8クラスの地震が連発しました。しかし、その後は8クラスの地震は発生していません。

Q2 東日本大震災後の地震対策は？

2011年6月に北海道庁は、国に先んじて、太平洋側の津波想定見直しに着手し、翌2012年6月に最大クラスの津波浸水予測図を公表しました。この試みは、2011年3月東日本大震災の発生を受けて、北海道庁独自に行われたもので、全国で最も早く出された最大クラスの津波浸水想定でした。

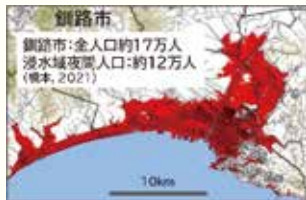
特措法改正前(～2022)の対策

2012年6月の北海道庁独自の最大規模津波浸水想定が大きく奏功

- ・国の津波想定手引き(2012.2)(津波法)制定前に想定を開始(2011.6)
- ・南海トラフ(2012.8)よりも早く最大規模浸水想定を公表(2012.6)
- ・自治体・国は道の浸水想定を参考に対策を進める
- ・特措法の改正は2022年のため、それ以前は2/3補助は利用できず緊防債・単費等を活用した施設整備等が進む

津波堆積物に基づいた津波浸水想定

北海道2021年国基準想定



釧路外環状道路開通(盛土)による面積減あり

北海道2012年独自想定



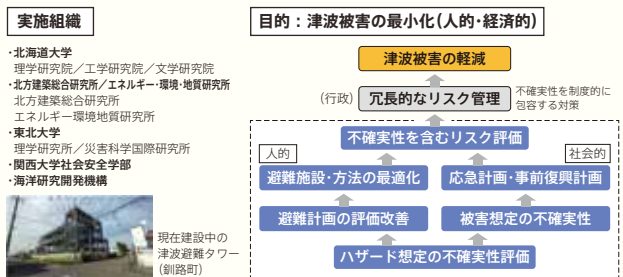
出典:北海道(2021)、橋本(2021)

Q3 最近の対策の状況は？

国は日本海溝・千島海溝の津波浸水想定を2020年に公表し、最終報告書を2022年3月に発表しました。また、2022年5月には地震津波対策の根拠である「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」の改正が行われ、国の補助率が嵩上げされたことなどから、地震津波対策が加速しました。

Q4 地震火山観測研究計画における対応は？

長期評価がでたあと、2019年に千島海溝総合研究グループを新設し、北海道大学を中心に「津波被害の最小化」を目標に、分野横断的に取り組む体制を整えました。



Q5 千島海溝沿いの巨大地震の被害の特徴は？

南海トラフと違ってゆれによる死者が少なく、ほとんどは津波による死者です。太平洋側では耐震化率も高く、建物による被害は小さいと予想されています。雪も積もることから元々建物の構造が強いです。一方で、冬季は寒冷積雪状態になるので、寒さ対策が大きな課題です。

Q6 研究と防災対策との関係は？

津波や地震動の事前評価は津波避難計画に直結する重要な情報です。自然現象ですから予測には限界がありますが、あらゆる可能性をつぶすことで、津波避難計画の信頼性を高めます。現地での避難実験から、人間行動の特性を考慮した確実な避難に向けた検討も進めています。

Q7 千島海溝研究の強みは何ですか？

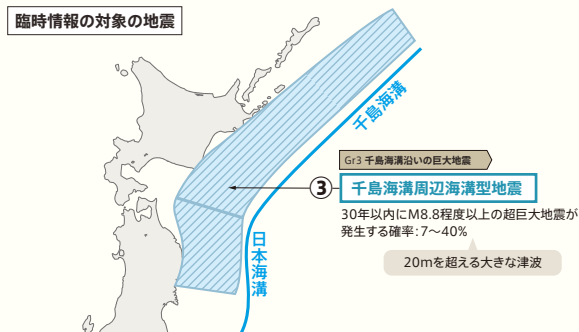
地震発生の長期評価に欠かせない津波堆積物が多く得られていることです。物的証拠に基づいた長期評価ですので信頼度は高いと考えています。M9クラス地震の切迫性が定量的に評価され、地震の準備過程からの調査研究が可能で、その結果を事前防災や地域防災力の向上に生かせる場所は、世界でも千島海溝しかありません。

Q8 千島海溝沿いの津波の脅威は？

千島海溝の巨大津波の想定は、調査で確認された津波堆積物に基づいていて、過去に実際に起こったことになります。明治以降に開発された釧路市の周辺は、高台のない低地に市街地が形成されており、津波避難が困難な地域があります。津波浸水は地震から20分程度で始まると予想されていますので、限られた時間での避難が必要です。最近では、津波避難タワーの整備が進んできていますので、避難困難地域は解消に向かっています。

Q9 南海トラフのような臨時情報はありますか？

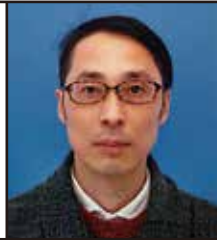
「北海道・三陸沖後発地震注意情報」があります。後発の地震に注意する情報を出す部分は基本的なコンセプトは同じです。ただ千島海溝では、南海トラフ臨時情報が出される1つの条件である、ゆっくりすべりの発生を検知する観測体制はありません。



内陸で発生する被害地震

グループ長：岡田 知己（東北大学大学院 理学研究科）

内陸の地震は、人間の生活圏の近くで発生するため被害が大きくなりやすい。陸域で発生する被害地震を本計画では新たな総合的研究の対象とします。



内陸地震は繰り返し間隔が非常に長く、過去の履歴がよく分かっていません。活断層は内陸地震の発生原因だが、地震の結果生じるものであり、全ての内陸地震が既知の活断層のみ起きるわけではなく、伏在した断層も存在します。海溝型地震と比べると発生確率が非常に低く、断層が部分的に破壊することで発生間隔が想定より短くなったり、小規模に留まる場合もあり、対策を難しくしています。

研究のアプローチ

① 内陸地震発生場・被害の理解

活断層や過去の大地震震源域周辺で総合的な調査を実施し、発生場や過程を明らかにします。史料・考古データの活用を含めて、対象領域内の長期的な地震活動と被害を解明します。

② 大規模地震の強震動予測・リスク評価

断層面全体をモデル化し「断層変位・地盤変形」「断層近傍での強震動」を同時に説明可能なモデルを提案します。DAS(光ファイバーを用いた弾性波計測方法)等を活用した超高密度地震観測や地盤構造探査等に基づき、災害誘因・リスク評価を高度化します。

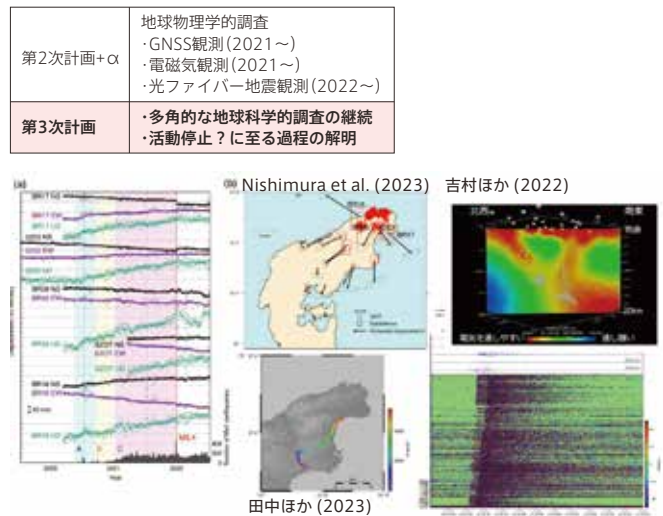
③ 群発地震の推移予測

R6能登半島地震では、群発地震が大規模地震につながりました。地震の発生する構造、地震活動・地殻変動の推移の理解やそれらに基づく物理・物質科学・数値モデル化を進め、中短期予測の可能性を検討します。

④ リスクコミュニケーションモデルの構築

地震学的モデルによる活動予測が難しい群発地震については、「発生」から「終息」まで、双方向・対話型で行う社会に対する説明方法を検討します。

図1:能登半島群発地震の発生過程の解明・市民との対話



課題を解くカギ

重点的な観測研究

1.名古屋大学(屏風山・恵那山断層帯、2016熊本地震)

地表地震断層や震源断層浅部の断層運動と、強震動および建物被害との関係を明らかにします。将来の活断層近傍の強震動予測を目指します。現在の強震動予測標準モデルからは逸脱しているとされる2016年熊本地震について推定手法の高度化を行い、屏風山・恵那山断層帯など他の活断層や地震に適用します。

2.京都大学防災研究所(能登半島、近畿三角帯)(図1)

能登半島 群発地震の発生過程の解明、研究成果に基づくリスクコミュニケーションを実施しモデル化します

近畿三角帯*「史料・考古学と地震観測・地殻変動観測等」により地震発生場の更なる理解を進めます

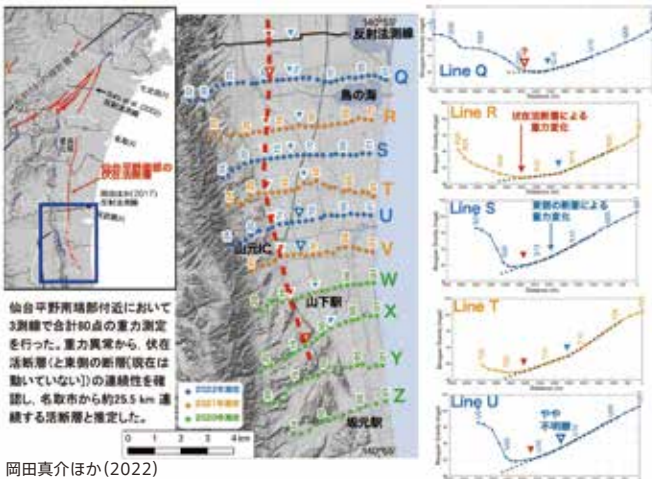
* 淡路一甲―比良、養老山地―伊勢湾、中央構造線による 琵琶湖を囲む地域

3.東北大学(仙台平野南部を始めとする東北地方内陸部)(図2)

仙台平野南部は人口集積地域であるが活断層の認定が非常に難しいエリアです。震度予想の共有に基づくリスク軽減対策が期待されています。多項目観測(地震・電磁気・測地・重力探査等)を実施し、シミュレーションや歴史地震研究を交えて、地震発生過程・地震像を明らかにします。

仙台平野に位置する「長町―利府線断層帯」や「双葉断層」およびそれらの周辺の地震活動を主な対象とします。

図2:伏在活断層



大規模火山噴火

グループ長：中道 治久（京都大学 防災研究所）

桜島と富士山を対象に、社会的影響が広範囲に及ぶ大規模噴火について、現象の解明から住民の避難・帰還まで総合的課題に取り組みます。



大規模火山噴火(総噴出量10億m³超)は1914年の桜島大正噴火以来発生していないが、日本は歴史的に幾度となく大規模な火山災害に見舞われています。大規模噴火は、低頻度でありながら、影響範囲が広範囲となり、災害対応が自治体の枠を超え広範囲で調整と対応が必要となります。

研究のアプローチ

① マグマ上昇と噴火発生メカニズムの解明

地下深くからマグマが上昇して、地表に出ることで噴火が引き起こされます。地震、地殻変動、電磁気、密度分布の解析などから、火山内部のマグマ供給系を調査します。

② 火山灰拡散による影響の予測

火山灰の拡散シミュレーションを活用し、噴火による影響範囲を予測します。予測結果は、より現実的な避難計画の立案に役立てられます。

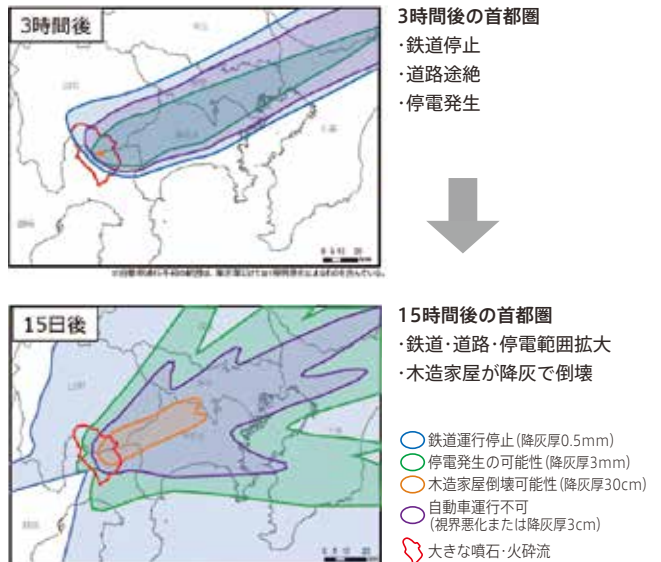
③ 広域避難計画と自治体間連携

最適な避難経路や避難先について自治体間で連携して決定できることを目指して、噴火の科学的シナリオに基づいた避難の意思決定支援システムの開発を進めます。

④ 火山防災のためのリスクコミュニケーション

住民が適切に行動するには、大規模噴火のリスクを住民に的確に伝えることが重要です。桜島において住民参加型ワークショップを実施し、災害時の行動指針を共有します。

図1:富士山噴火時 ライフラインや降灰の広域的影響



出典: R2.4 内閣府中央防災会議 防災対策実行会議 大規模噴火時の広域降灰対策検討WG(報告)に基づき作成

課題を解くカギ

社会的影響の大きい火山噴火

Q1 富士山の噴火予測は？

富士山は玄武岩質マグマによる噴火が卓越しているため、地下のマグマは粘性が低い。そのため、マグマの上昇速度が速いため、上昇時に発生する群発地震や顕著な地殻変動は短時間となりうるため、いち早くそれらを把握することが重要です。

Q2 桜島の噴火予測は？

大規模噴火に前駆する地震の規模と大規模噴火の規模は大きには比例することが分かっています。例えば、2015年の群発地震時に推定した変動源の体積変化量は桜島大正噴火の噴出量の4000分の1程度と評価しています。将来の大規模噴火がどの程度の規模になるかは、前駆現象としての地震と地殻変動を即時にモデリングすることである程度は把握できると期待されます。

図2:桜島の大規模噴火 桜島は過去に何度も大規模噴火を繰り返しています



出典:
(上) 小林哲夫・味喜大介・佐々木 寿・井口正人・山元孝広・宇都浩三(2013) 桜島火山地質図(第2版)・火山地質図, no.1, 産総研地質調査総合センター
(下) 桜島爆発絵図、幻の名画―安永八年鹿児島噴火図、桜島大爆発、鹿児島県立図書館所蔵

高リスク小規模火山噴火

グループ長：寺田 暁彦（東京科学大学総合研究院 多元レジリエンス研究センター 火山・地震研究部門）

水蒸気噴火は、規模が小さくても発生頻度が高いうえに予測が困難なため、登山・スキー客に対して致命的なリスクとなっています。このような小噴火の危険性を観測的に評価し、社会に有益な情報提供を行います。



火山の異常を捉えても噴火に社会対応が間に合わない、あるいは、警戒態勢を取ったのに噴火に至らない事例が数多く報告されています。活動の特徴や観測体制が火山により異なるばかりでなく、周辺の土地利用形態や災害に対する考え方も、火山により様々です。研究者、行政、観光事業者、および住民間でのリスクコミュニケーションを火山ごとに深める必要があります。

研究のアプローチ

① 多項目観測結果の統合

草津白根山、箱根山、御嶽山、阿蘇山、蔵王山などを主なテストフィールドとして、広い視野から研究を実施します。

1) 地球物理学的アプローチ

地震観測、山体の膨らみなどの地殻変動観測、地球電磁気学的な観測などを駆使して火山浅部の流体移動・蓄積を把握するほか、地下構造調査も併せて水蒸気噴火を起こす熱水の流れを理解しようとしています。

2) 化学的アプローチ（図1, P13参照）

火山ガスや湖水、河川水などを採取し、それを化学分析します。マグマの関与の程度や、地下温度変化の検出など、物理学的観測では難しい調査に取り組みます。

3) 地質学的アプローチ

噴火で降下してきた噴出物などを分析します。発生したばかりの噴火だけでなく、過去の噴火堆積物も調べて、当時、何が起きていたのかを理解します。これにより、将来の活動推移を予測します。

4) 新しい観測技術の開発

ドローンを用いた新しい観測手法の開発や、分析手法の高度化等を通じて、これまで得られなかった噴火直前の変化を詳細に捉えることを目指しています。

→4つの取り組みから得られる成果を火山ごとに集約します。それらの比較を通じ、火山ごとの個性をあぶりだし、現象理解を深めます。

② 社会とのつながり

1) アンケート

火山登山者を対象としたアンケート調査を実施します。効率の良い情報伝達手法を研究するとともに、登山者視点の意見も集約します。

2) 火山活発化指数(Volcano Unrest Index)の試行

複雑な火山活動を数値で表現します。行政関係者等へ、火山の現状を短い時間で分かりやすく説明するための方法を考えます。

3) 観光防災シンポジウム

火山災害に関わる行政、観光事業者、住民と研究者が共同でシンポジウムを開催し、相互理解を深めます。火山研究の現状を分かりやすく伝えるだけでなく、地域の方々の考え方に研究者が耳を傾けます。様々な火山で開催することで、各地域での経験を共有します。

課題を解くカギ

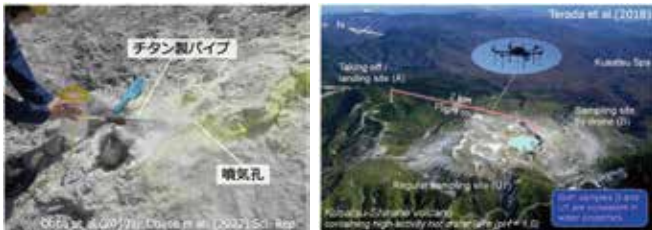
社会的理解の醸成

小規模噴火、すなわち水蒸気噴火の発生機構はまだよく理解されていないものの、前兆的な異常現象が観測されることが多いことが知られています。一方で、火山には強い個性があり、観測される異常も多様です。したがって、本グループでは画一的なモデルを当て嵌めるのではなく、多項目観測から得られた多様な研究成果に基づき、様々な分野の研究者が火山ごとに知恵を出し合う共同作業が重要です。

その一方で、火山を有する地域にも個性があります。火山に関する観測情報や研究成果を、適切な時期に、必要な方へ、誤解なく伝えるためには、各地域の個性を把握しておくことが望ましいです。本グループで実施するシンポジウムでは、研究成果を社会に伝えるだけでなく、地域の取り組みや声を聴く場と位置付けて、研究者と地域との相互理解を深めることを目指します。

図1：地上での火山ガス採取(草津白根山)

ドローンを使った上空からの湖水採取(草津白根山) 湖水の遠隔採取(ドローン)



・現地にて定期的に採取
・実験室にてH₂O、CO₂、H₂S、SO₂、H₂のほか、He、Ar、Neなどの希ガス同位体を分析
・プログラム飛行によるドローン自動遠隔採取
・噴火中でも、遠方から安全に観測を継続
・Cl、SO₄、Mgの各イオン、²Hや¹⁸O、³⁴S同位体

写真：東京科学大学草津白根火山観測所 テレメータ室



COLUMN 寺田グループ長に聞く

「化学」で予測された水蒸気噴火と火山観測所

1. 噴火前に火山ガス組成の変化を捉えた

火山環境下で形成される粘土鉱物を調べていた東京工業大学(当時)の研究者が、1960年頃から草津白根山において定期的に火山ガスを採取、分析していました。やがて、同火山の火山ガスの組成が大きく変化していることに気がしました。その変化は、マグマから放出される高温ガスの関与を疑わせるものであり、1974年11月、火山が活発化している可能性を気象庁火山噴火予知連絡会(当時)に報告しました。そして1976年3月、同火山にて水蒸気噴火が発生しました。この事例は、化学的手法で水蒸気噴火発生を予見した最初の例として有名です。

2. 地震観測だけでははっきりしなかった

火山ガスからの報告を受けて、数台の地震計等による臨時観測が行われました。しかし、過去の記録と比べて地震活動は活発とは言えない状態でした。水蒸気噴火は、噴火前に地震活動の活発化を伴わないことも多く、これは、マグマが地中を上昇してくるマグマ噴火とは対照的でした。化学的観測の成果は、予測の難しい水蒸気噴火の危険を観測的に評価する希望を与えるものでした。

3. 草津白根火山観測所の設置

草津白根山は、その後も水蒸気噴火を繰り返したため、第3次噴火予知計画(1984-88年)では「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山」に選定されました。そして1985年、化学的な火山研究施設として草津白根火山観測所が東京工業大学(当時)に設置されました。その後、地震、地殻変動、電磁気学などの観測設備を整備し、現在は化学と物理とを併せた多項目火山観測施設として、広い視点から火山現象解明および社会への情報提供に取り組んでいます。

参考：水蒸気噴火への理解

水蒸気噴火は、噴出物の中に新鮮なマグマ物質が認められず、噴出物のほとんどが既存の火山体からもたらされた岩石片などで構成される噴火のことです。多くの場合、地下に存在する高温の液体の水、すなわち熱水が、急激に水蒸気となることで膨張し周囲の岩石を吹き飛ばすことで起こります。

噴火の際は、①②③等が発生する可能性があります。

- ①火口から弾道を描いて飛来する岩塊(噴石)や噴煙と共に上昇した細かい火山灰や小石などが空中から降ってくる降灰
- ②火山灰や岩塊などの噴出物が地をほうよう流れ下る火砕流
- ③火口から熱水があふれて土砂と一緒に流れ下る火口噴出型ラハール(火口噴出型泥流)

火砕流はマグマ噴火に伴って発生するものに比べて低温ですが、巻き込まれると火傷をするぐらいの温度になることもあります。これら火砕流や火口噴出型泥流は、火口から離れた地点においても被害を及ぼすため、防災上注意すべき現象です。

及川輝樹(2020)第4章御嶽山噴火概要「噴火の歴史」。長野県御嶽山噴火災害対応記録集。

COLUMN 本計画をとりまく社会情勢

火山調査研究推進本部の誕生 (P15参照)

1. 日本は火山大国

日本は、地球を覆うプレートと呼ばれる岩盤が地球の中に沈んでいく沈み込み帯に位置しています。沈み込むプレートによって地下に水が運ばれ岩石が融けやすくなるため、日本列島の地下では常にマグマが生まれており、そのマグマが地表まで上昇すると火山噴火をひきおこします。世界中には約1500の活火山がありますが、日本にはその内の111個が集中しています。

2. 活動火山対策特別措置法(活火山法)の制定とその改正

1972年の桜島南岳噴火により被害が生じたことを契機として、1973年に活動火山対策特別措置法(活火山法)が制定されました。これは、火山噴火時の避難施設などの整備、火山灰除去、火山の研究観測体制強化などを定めたものです。2014年の御岳山噴火で多くの死者行方不明が出たことを受けて、2015年には火山防災協議会の設置を義務化するなどの改定が行われました。2024年には、富士山での新たな火口の発見や桜島での大規模噴火の可能性が指摘されたことを踏まえて更なる改定が行われました。

3. 火山調査研究推進本部の発足

2024年の活火山法改正には、我が国の火山調査研究を一元的に推進することを目的とした火山調査研究推進本部の設置が盛り込まれました。地震に関しては、1995年の阪神淡路大震災を受けて地震調査研究推進本部が発足し、地震調査研究を一元的に推進する体制が構築されていましたが、30年近く遅れて火山分野においてもようやく司令塔が作られたことになります。

4. 火山調査研究推進本部の発足

新たに発足した火山本部の役割として、以下の機能が掲げられています。

- ・観測、測量、調査及び研究の推進について総合的かつ基本的な施策を立案
- ・関係行政機関の火山に関する調査研究予算等の事務の調整
- ・総合的な調査観測計画を策定
- ・関係行政機関、大学等の調査結果等を収集、整理、分析し、総合的な評価を実施
- ・総合的な評価に基づく広報

本研究計画では、その成果が地震調査研究本部や新たに発足した火山調査研究推進本部で活用されるなど、社会実装につながることを目標としています。

地震・火山 研究の歴史

