防災リテラシー

「防災リテラシー」計画推進部会長　高橋　誠
（名古屋大学大学院環境学研究科）
副部会長　井ノ口　宗成
（富山大学都市デザイン学部）

地震・火山噴火現象の理解・予測を災害の軽減につなげるためには、地震・火山噴火といった自然現象に起因する災害誘因（外力）だけでなく、地形・地盤などの自然環境や、人間の持つ特性や社会の仕組みといった災害素因（自然素因と社会素因）を理解し、地震・火山噴火による災害の発生機構を総合的に解明することが必要であり、また、それらの研究成果を社会に対して適切に還元することが求められる。そのためには、社会が地震・火山噴火災害による被害の発生を抑止したり軽減したりするために必要とされる知識体系を明らかにすることが必要である。

現時点における研究成果に鑑みると、災害誘因としての自然事象に関する理解や予知・予測、災害誘因と災害素因との結び付きによって災害が発生する要因や機構に関する理解から、被害が発生した場合の対応にかかわる方策を得ることによって、災害の軽減を図ることが目指されている。とりわけ災害素因については、構造物や土地利用にとどまらず、人間の認知や行動、社会体制などにおける脆弱性の理解、災害シナリオの作成や災害情報の発信といった災害予防の側面に重点が置かれる。また、過去の地震・津波・火山災害事例を対象に、被害・応急・復旧・復興といった災害過程に沿った社会の回復力に焦点を当てた研究が行われている。一方、社会における防災リテラシーの実態やニーズに関する調査に基づいてその向上のために必要とされる知識要素を探り、教材や研修プログラムの開発につなげるような実践的な試みも行われている。

防災リテラシー部会は、基本部分を前計画における地震・火山災害部会から引き継ぎながら新たに設置された。防災・減災に対する社会の要請を意識し、理学・工学・人文社会科学の研究者が連携することによって、災害事例に基づき、災害の発生要因を災害誘因と災害素因とに関連づけて解明する研究を従前どおり推進する。また、マイクロジオデータやオープンサイエンスの手法なども活用し、産業界や行政機関、一般市民などのステークホルダーとの連携を深めつつ、社会における防災リテラシーの実態調査や災害軽減に効果的な知識体系要素の探求などを通して、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行うものである。

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

社会とのかかわりにおいて地震・火山噴火災害の発生機構を理解するためには、災害事象を、それが生じる場所や地域の歴史的・地理的特性と関連づけて分析することが重要である。近代以前の歴史災害の場合、現存する記録は限られており、その信頼性についての史料批判が不可欠である。本年度は、安政江戸地震（1855 年）に関する重要な史料として「安政大地震絵巻」（三康図書館所蔵）を取り上げ、昨年度検討した「江戸大地震之図」（東京大学史料編纂所所蔵）との比較によって、個々の絵が描写する場所や時間を

詳細に検討した。たとえば、谷中天王寺五重塔九輪落下の描写は後の実測図と照合することで地震の揺れに関する検討材料になりうることなど（図１）、絵巻の史料としての信頼性や可能性を明らかにした（東京大学史料編纂所［課題番号：UTH_02]）。

災害誘因としての場所限定性の強い津波については、安政東海地震津波（1858年）の被災地である浜名湖周辺の古地形復元と津波到達点の判定に取り組んだ。近世絵図に描かれた津波被害のようすを地理情報システム（GIS）上で分析するためには、その場所の地理的位置の同定（ジオコーディング）が不可欠である。浜名湖南東岸と北東岸について、現存する寺社や歴史的建造物などの位置をもとに、それぞれ「舞坂宿津波図」と「安政地震津波被害絵図」から街並みや古地形を復元するとともに浸水地点を判定した（図２）（東北大学災害科学国際研究所［課題番号：IRID05]）。

現代の地震・津波災害については、2011年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）を事例に被害から復興に至る地域社会の長期変動について調査し、震災後における避難・土地利用・防災施設を組み合わせた総合的防災政策の政策効果を検証した（図３）。その結果、三陸地域では、漁村の災害文化に対する過小評価と防災施設への依存、防潮堤計画と地域防災計画の分離、防災集団移転事業における避難道計画の不備などを指摘した。また仙台平野では、基幹産業である農業生産と防災集団移転中心の土地利用規制とのミスマッチ、長期にわたる広域的な交通障害による人口流出などによって生活基盤の脆弱化が進んでいることを明らかにした（名古屋大学［課題番号：NGY_06]）。

土地利用計画と防災政策とのバランスは重要な政策的課題であり、この点に焦点を当て、南海トラフ地震の発生が想定される和歌山県那智勝浦町を事例に事前復興と津波対策の取り組みについて調査し、想定される被害の大きさと対策とのギャップを指摘した。那智勝浦町では、津波リスクが十分に認知され、緊急避難対策や公共施設の事前移転計画が講じられているが、住宅移転計画の議論が進まない背景に、費用負担をめぐって合意形成を図ることが容易ではない上に、地籍調査が遅れているために土地所有者の把握が難しく（図４）、世界遺産周辺地域の開発規制などによって移転適地が大幅に不足している現状が明らかになった（兵庫県立大学［課題番号：HGY_02]）。

こうした土地や住宅の問題は地域による差異が大きく、災害の軽減を図るためには、地域の実情を調査し、より効果的な対策を考える必要がある。富山県を事例に国勢調査の「世帯構造等基本集計」から住宅の保有構造（持ち家と借家）と建物構造（木造と非木造）を調べた結果、それぞれ全国に比して持ち家と木造の比率が圧倒的に高いことがわかった（図５）。被災者生活再建支援の可否や程度は、罹災証明書に記載される「家屋の被災程度」によって変わるが、内閣府の指針では住家被害認定調査の方法が建物構造によって異なるため、富山県のような地方圏では、持ち家・木造住宅を想定したシステムを早急に整備する必要があることを指摘した（富山大学［課題番号：TYM_03]）。

災害は、場合によっては被災地域に長期にわたる影響を与える。防災教育における地震災害事例に関する研究成果の活用について、兵庫県を対象に調査した結果、阪神・淡路大震災（1995年兵庫県南部地震）は、学校における防災教育が本格的に導入されるきっかけとなり、地震発生のメカニズムや被害が兵庫県内の副読本すべてに掲載されているが、震災を経験した教員の高齢化により、被災経験を主題とした授業の実施機会が減少し、対照的に南海トラフ地震を主題とした教材利用が増えていることが明らかになった。一方、約95年前の1925年北但大震災の事例は、主な被災地であった豊岡市城崎町の学

校教育において現在も継続して活用されており、その要因として災害記憶の継承に対するコミュニティの役割が重要であることを指摘した（図６）（兵庫県立大学［課題番号：HYG_01]、Sakamoto，2021)。

（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

社会における防災リテラシーの実態の把握については、応急期を想定したシナリオに基づいて、個人レベルにおけるリスク認知や避難行動の量的分析に取り組んだ。

まず、北海道稚内市での避難実験から収集した避難移動履歴データを用いて、地震による津波と土砂災害との複合災害を想定して集団避難行動の空間分析を行った。その結果、津波のみの場合には避難時間に猶予が見られるが、複合災害の場合には時間的な猶予がほとんどなく、より迅速に避難を開始する必要性が明らかになった（図７）。また、参加者に避難実験結果をフィードバックした結果、特に避難行動速度と事前防災学習に関して参加者の意識に変化が見られ、津波からの避難を検討する際の基礎的な課題が明らかになった（北海道大学［課題番号：HKD_07])。

また認知科学のアプローチから、南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域在住の成人から得られたデータを分析した。その結果、避難するか否かを判断する上で参考にする情報・知識は、津波の特性や被害の予測、避難所の利用可能性や避難生活の見通し、居住地の位置や海抜、自治体やマスメディアなどの情報源といったカテゴリーに整理できるが、メディア情報に絞った場合、発信者・発信ツール・発信内容の３次元において、災害情報が被害の発生抑止・軽減に資する過程と、その個人差が捉えられることを仮説的に提示した（図８）（東北大学災害科学国際研究所［課題番号：IRID06])。

地震・火山噴火に関する一般市民の科学的知識レベルの向上は、緊急性の高い火山噴火災害の場合喫緊の課題であり、その際、地元のステークホルダーとどのように連携するかということが重要な検討項目である。

桜島は現在活動中の火山のうち人口 50 万以上の大都市に最も近接する火山であり、科学者と市民との共同によって観測から防災に至る一連の対応システムの構築が試みられている。2020 年６月４日噴火を受け、鹿児島市や気象庁と連携して火山防災勉強会を開催し、噴石飛散や噴火警戒レベルなどについて住民の認知度を調査した。その結果、桜島火山の噴火警戒レベルの意味や、噴石の飛散距離によって噴火警戒レベルが上がることに対する認知度はかなり高いものの、噴火警戒レベル５の基準である噴石の飛散距離はほとんど知られておらず（図９）、被害に直結する具体的な数値について認知度を上げる必要があることを指摘した（京都大学防災研究所［課題番号：DPRI13])。

一方、2014 年に深刻な御岳山噴火被害を経験した長野県木曽地域は、観光地に位置しながらも超過疎の問題を抱えており、大学と自治体とが共同して、地元地域の火山防災力の向上を図る担い手として火山マイスターの制度を整備してきた。本年度は、引き続き活動記録を蓄積するとともに、火山マイスターに対するインタビュー調査と結果の予察的な質的分析を行った（図 10)。そこで抽出された課題は、マイスター自身の知識レベルの問題というよりも、制度設計や具体的な運営、活動を取り巻く外的環境にかかわることが明らかになった（名古屋大学［課題番号：NGY_06])。

近年大規模な地震や火山噴火が発生した熊本県阿蘇地域では、研究者と国や地元行政機関などとが連携して、地震・火山観測の準リアルタイムデータ表示の設置とともに、ジ

オパークガイドの養成を通して防災リテラシーの向上を図る方策を展開してきた。とりわけ、阿蘇火山博物館を訪れる修学旅行生を対象としたガイドプログラム（防災教育プログラム）作成のため、熊本県観光統計表の教育旅行来熊者発地リストから上位都道府県を抽出し、そのニーズを把握するとともに、対象都道府県の防災マップの収集を開始した。また、都道府県自治体職員を主対象とした火山防災特別セミナーにおいて「高リスク・小規模噴火との共存」にかかわる講習を実践し、講習資料を整備した（図 11）（京都大学理学研究科［課題番号：KUS_03]）。

防災リテラシー向上のための研修プログラムの開発については、試行段階において、研修の対象や方法を明確化することが重要であり、本年度は、実務者（行政担当）を対象に、地震・火山研究者が「理解してほしいこと」に基づく座学部分の研修プログラムを試行的に作成した（図 12）。具体的には、研修項目ごとに学習目標を検討、地震研究者による研修スライドと指導上の留意点を作成、育成フレームにおける知識を評価するために確認テストの作成を実施した。併せて、Web 環境を活用したオンライン研修・オンデマンド研修・リアルタイム研修・ハイブリッド型研修、また構成要素として座学・動画・演習等の組み合わせといった研修方法について、自治体の業務手順に沿った研修プログラムにおいて検討した（新潟大学［課題番号：NGT_02]）。

最後に、オープンサイエンス手法（市民参画型科学、市民参画型データ収集・管理）を、サイエンスミュージアム「阿武山地震観測所」の運営による地震リテラシー向上、地震・津波避難訓練支援ツール「逃げトレ」の導入による市民参画型地震・津波訓練、自然災害に関する歴史資料の「みんなで翻刻」プロジェクト、内陸地震観測「満点計画・0.1満点計画」によるオープンサイエンス型地震学試行といった4つの取り組みに具体的に導入し、防災リテラシーの向上に対する可能性を検討した（図13）。とりわけ市民参加型であるがゆえに、感染症拡大の状況下において、研究者と市民、また市民同士の対面コミュニケーションに限界を抱える一方で、オンラインツールを用いた手法の可能性も明らかになった（図13）（京都大学防災研究所［課題番号：DPRI14］）。

これまでの課題と今後の展望

昨年度から開始された観測研究計画においては、地震・火山噴火現象の理解・予測を災害の軽減につなげるための災害科学の確立を目標として、防災・減災に対する社会の要請を意識しながら、全国の大学における理学・工学・人文社会科学の研究者が連携することによって、地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の研究と、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実施してきた。

具体的に、地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の研究においては、近世・近代の史料を批判的に検討し、被害の状況や社会の対応を分析した。また東日本大震災などの近年の災害を事例にしながら、災害復興や防災対策、防災教育などの社会対応の課題について検討した。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に関しては、災害の社会素因である脆弱性を個人レベルで評価・可視化する手法を開発するとともに、社会の防災リテラシーの水準を把握した。また、オープンサイエンスやリスクコミュニケーションなど新しい手法を取り入れ、行政機関や一般市民などと連携しながらリスク認知能力を涵養したり知識レベルの向上させたりする取り組みを開始し、具体的に研修プログラムを試作し実践した。

今後は、過去２年間における検討をさらに深化させながら理論構築を進めていくことが重要である。地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の研究においては、史料データベースといった歴史資料などに基づき過去の地震・津波・火山災害などの自然災害事例を蓄積し、当時の人々の対応や教訓、復興過程などについて総合的に検討する。また、災害誘因の事前評価と災害素因、とりわけ脆弱性概念とを結び付けて災害発生機構の理論を洗練させ、とりわけ災害の予測や予防、災害対応にかかわる知識要素を検討することよって防災リテラシーの体系化を図る。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においては、社会における防災リテラシーの実態やニーズの把握にさらに努めるとともに、前段にかかわる最新研究成果を取り入れながら、行政職員やボランティアなど、対象を絞った講習・研修プログラムの試行とフィードバックを重ねていくすることも必要である。その際、ジオマイクロデータやGISを利用した空間分析法の構築、地震・火山情報の配信システムの整備、オープンサイエンスやワークショップといった市民参加型リスクコミュニケーションなど、新しい手法の開発を継続させることが重要である。

成果リスト

蝦名裕一・今井健太郎・大林涼子・柄本邦明・都司嘉宣，2020，古絵図に基づく安政東海地震の浜名湖周辺における津波浸水域の分析，歴史地震，35，187-206.

蝦名裕一・森口周二・呉修一・菅原大助，2020，岩手県岩泉町における歴史地形と台風被害の関連性の解明，JpGU-AGU Joint Meeting，MIS28-07.

Goltz，J.，G. Nakano，H. Park，and K. Yamori，2020，Earthquake ground motion and human behavior: using DYFI data to assess behavioral response to earthquakes，Earthquake Spectra，doi:10.1177/8755293019899958.

Iguchi，M.，2020，Resilience to Volcano- and Landslide-Related Hazards，in Disaster Risk Reduction and Resilience: Disaster and Risk Research: GADRI Book Series，ed. by M. Yokomatsu and S. Hochrainer-Stigler，Springer，25-44，doi:10.1007/978-981-15-4320-3_3.

Iguchi，M.，2021，Chapter 18 Volcano emergency planning at Sakurajima volcano，in Forecasting and Planning for Volcanic Hazards，Risks，and Disasters: Hazards and Disasters Series Volume 2，ed. by P. Papale，Elsevier，635-668，doi:10.1016/B978-0-12-818082-2.00018-4.

加納靖之・杉森玲子・榎原雅治・佐竹健治，2021，歴史のなかの地震・噴火―過去がしめす未来，東京大学出版会，228pp.

工藤由佳・橋本雄一，2020，積雪寒冷都市における複合災害時の避難困難地域に関する空間分析―北海道留萌市の津波浸水想定域の事例，地理情報システム学会講演論文集，29，CD-ROM.

三好達也・橋本雄一，2020，新型コロナ禍における北海道のGISコミュニティ活動，地理情報システム学会講演論文集，29，CD-ROM.

室井研二，2020，臨海工業都市の災害―伊勢湾台風後のコミュニティと災害脆弱性，東海社会学会年報，12，15-31.

奥野祐介・塩崎大輔・橋本雄一，2020，疑似的津波集団避難に関する移動軌跡データ分析，地理情報システム学会講演論文集，29，CD-ROM.

小野塚仁海・橋本雄一，2020，携帯電話人口統計を援用した大規模停電を伴う地震災害の避難行動推定，地理情報システム学会講演論文集，29，CD-ROM.

Sakamoto, M., 2020, Disaster memories in museums and disaster recovery: disaster reduction institute and 1995 Hanshin-Awaji earthquake recovery, 7th World Conference on Earthquake Engineering, 10a-009, 1-10.

Sakamoto, M., 2021, Transferring historical disaster memories: the 1925 North Tajima earthquake, J. Disaster Res., 16(1), 163-169, doi:10.20965/jdr.2021.p0163.

塩﨑大輔・橋本雄一, 2020, 登記情報を用いたスキーリゾート地区における不動産の空間分析, 地理情報システム学会講演論文集，29，CD-ROM.

Sugiura, M., R. Nouchi, A. Honda, S. Sato, T. Abe, and F. Imamura, 2020, Survival-oriented personality factors are associated with various types of social support in an emergency disaster situation, PLoS One, 15(2), doi: 10.1371/journal.pone.0228875.

高橋誠, 2020, 海から遠いまち―伊勢湾台風被災地における土地利用変化と災害暴露性, 東海社会学会年報，12，32-45.

矢守克也・飯尾能久・城下英行，2021，地震学のオープンサイエンス―地震観測所のサイエンスミュージアム・プロジェクトをめぐって，実験社会心理学研究，60(2)，82-99.

Yamori, K., and Sugiyama, T., 2020, Development and social implementation of smartphone app Nige-Tore for improving tsunami evacuation drills: synergistic effects between commitment and contingency, Int. J. Disaster Risk Sci., 11, 751-761, doi:10.1007/s13753-020-00319-1.

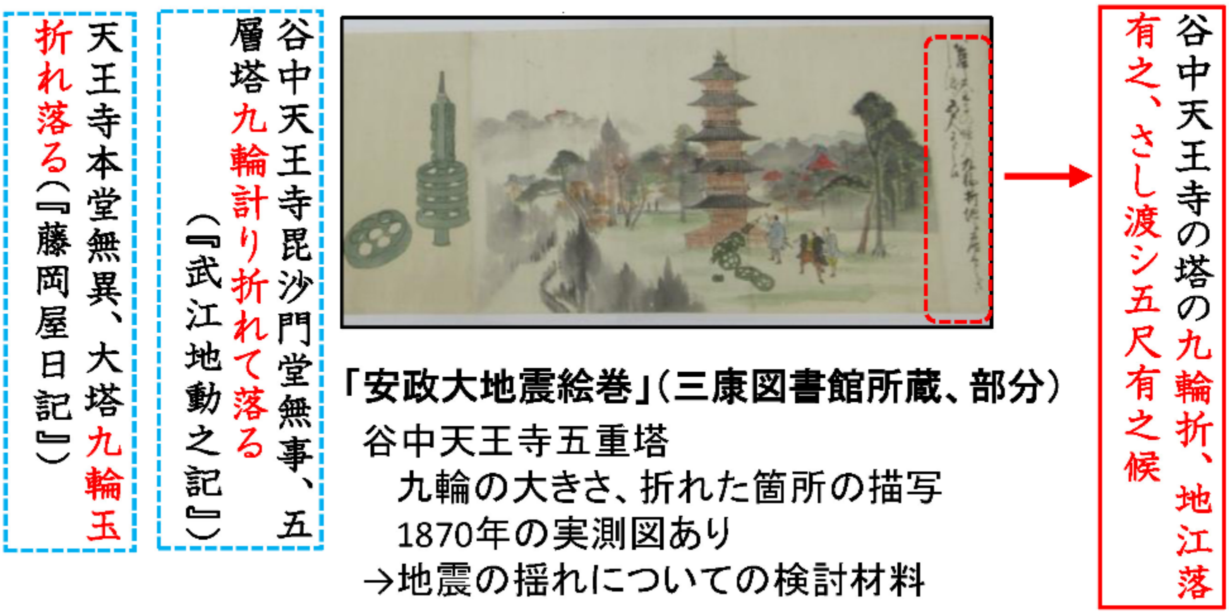

図１．安政江戸地震に関する「安政大地震絵巻」の描写と他の資料との照合（東京大学史料編纂所［課題番号：UTH_02]）

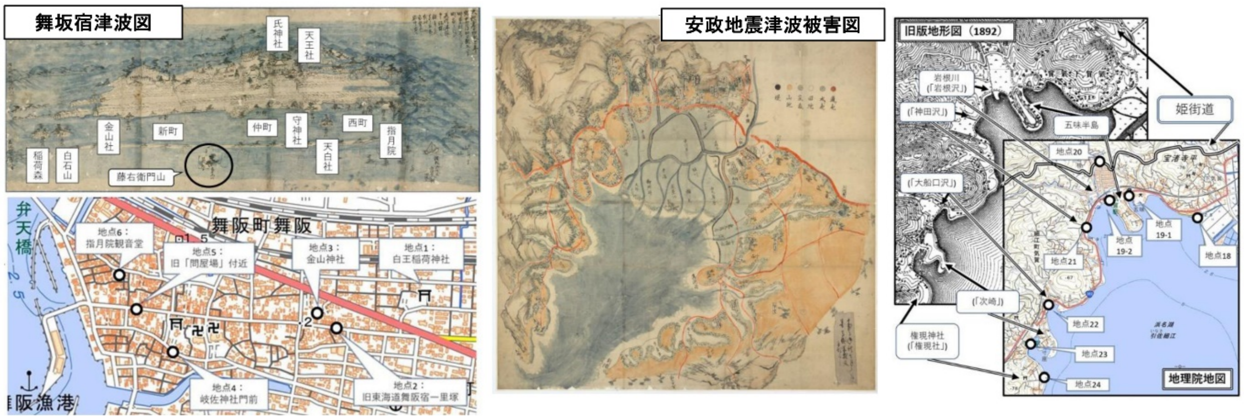

図２．絵図に見る浜名湖周辺の安政津波の被害と地理的位置の同定（東北大学災害科学国際研究所［課題番号：IRID05]）

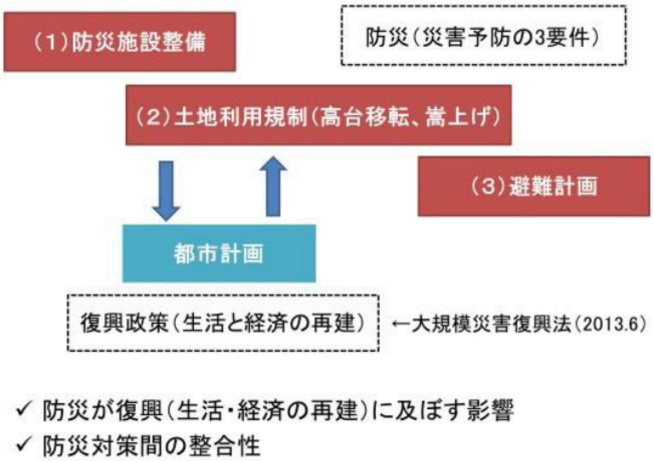

図３．東日本大震災後の復興事業と防災対策との関係（名古屋大学［課題番号：NGY_06]）

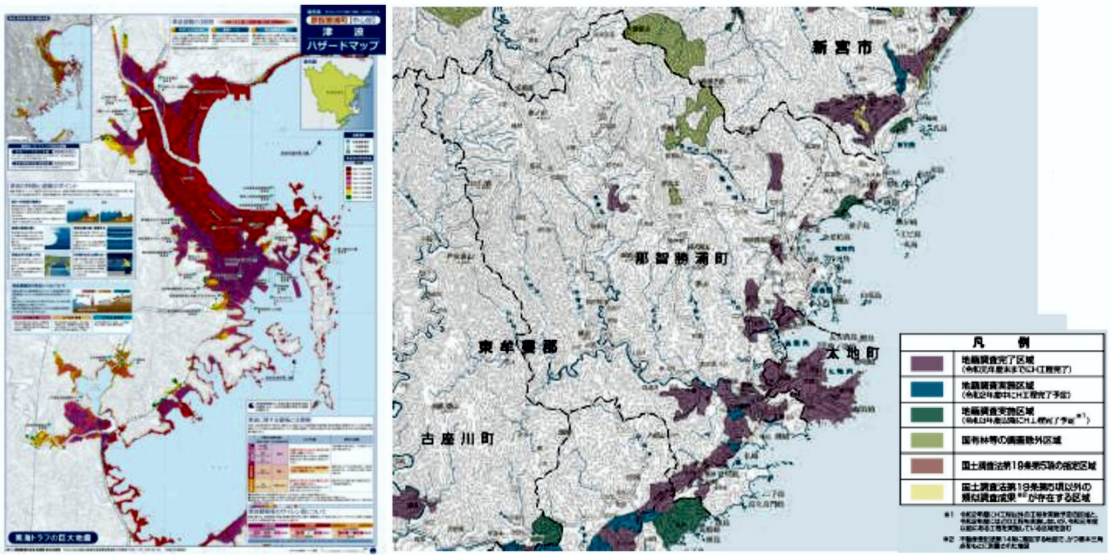

図４．那智勝浦町における津波危険地域（左）と地籍調査の進捗状況（右）（兵庫県立大学［課題番号：HGY_02]）

左図の赤色の区域が津波危険地域、右図の紫色の部分が地籍調査完了区域、無色の部分が未実施区域を示す。

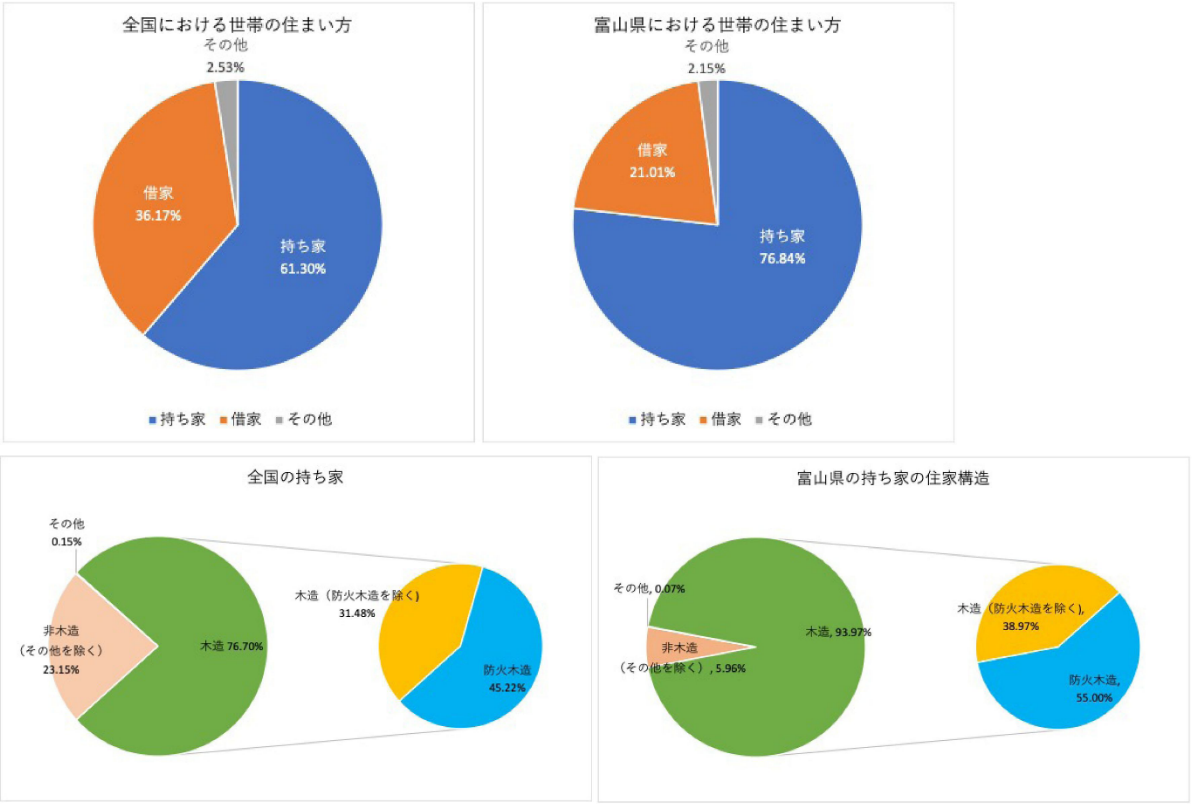

図５．全国と富山県における住宅の保有構造（上）と建物構造（下）（富山大学［課題番号：TYM_03]）

図６．1925 年北但大震災の災害記憶を継承する豊岡市のコミュニティの取り組み（兵庫県立大学［課題番号：HYG_01]）
左図：北但大震災についての学校の歴史記録
中図：寺院で執り行われる地震記念式典
右図：コミュニティで維持される地震記念碑

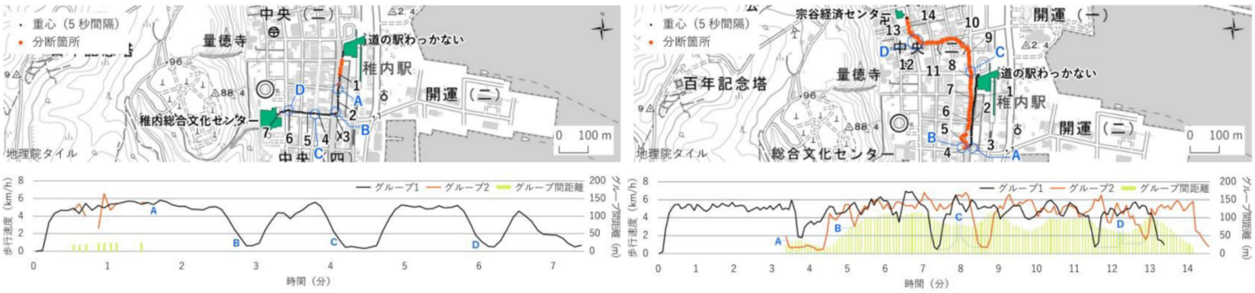

図７．津波（左）と複合災害（右）のシナリオにおける避難行動実験の空間分析結果（北海道大学［課題番号：HKD_07]）
上図：分断発生箇所
下図：平均歩行速度および分断発生時のグループ間距離

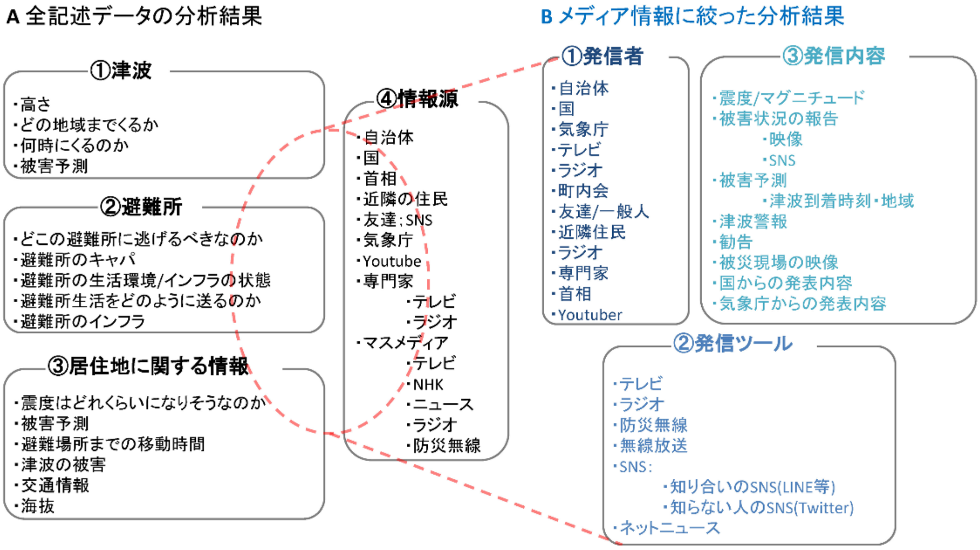

図８．避難するか否か判断する上で参考にする情報・知識の抽出結果（東北大学災害科学国際研究所［課題番号：IRID06]）

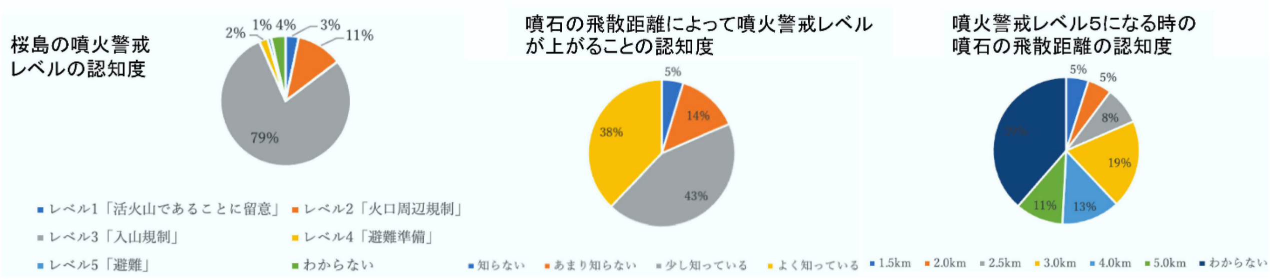

図９．桜島火山の噴火警戒レベル噴石の飛散距離に関する住民の認知度（京都大学防災研究所［課題番号：DPRI13］）

インタビュー項目

- マイスターになって変わったこと
- マイスターの活動が自分の仕事にどのように活かされているか？
- マイスターの活動が、地元や周りの人の火山防災意識向上に役立っていると感じるか？
- 今後どのように活動していきたいか？
- マイスターネットワークを通じて噴火経験をどのように継承していこうと考えているか？
- 今、活動する上で、困っていること。

＋新型コロナウイルス感染拡大の影響について、ビジターセンターの活用について

↓

- マイスター志望者、基礎講習受講者が減っている。マイスターの認知度が低い。
- マイスターのメリットが見えにくい
- 「特権」があればいいのではないか（例えば、規制区域に入れるなど）？
- 会議の時間が長い。
- 観光シーズンに行われるイベントに、（本業が忙しく）、参加できない。
- コロナウイルス感染拡大のため、活動ができず、実感がなかった。

図 10．御嶽山火山マイスターへのインタビュー調査から抽出した課題の予察的結果（名古屋大学［課題番号：NGY_06］）

図 11．阿蘇から他自治体の防災担当職員へ伝えるべき「高リスク・小規模噴火との共存の」に関する講習教材（部分）（京都大学理学研究科［課題番号：KUS_03］）

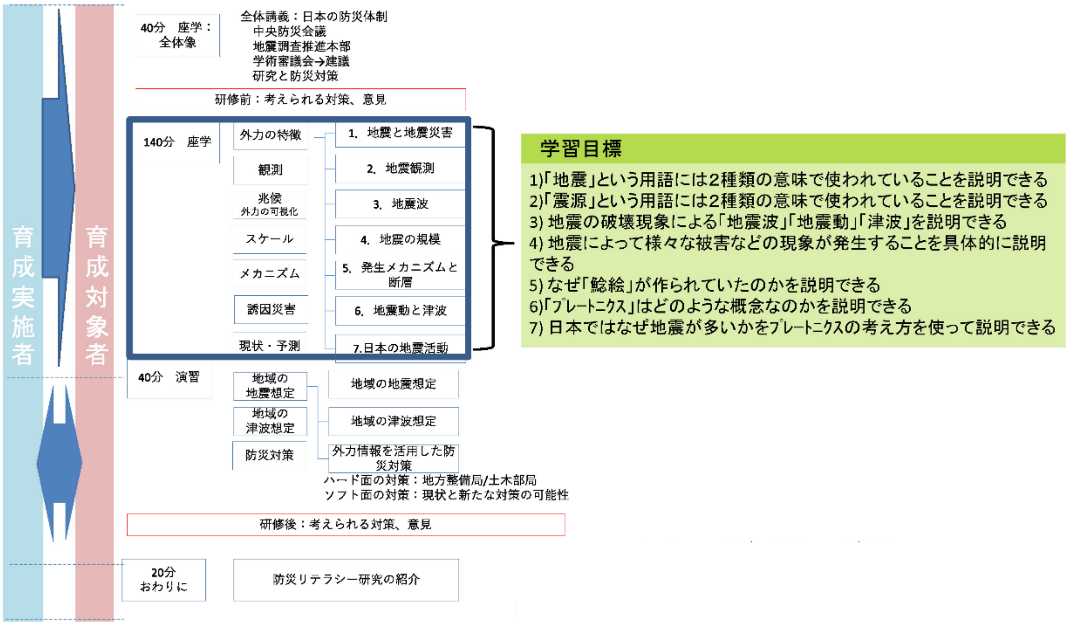

図 12. 防災リテラシー育成プログラム（地震）のプロトタイプと学習目標（新潟大学［課題番号：NGT_02]）

（1）サイエンスミュージアム「阿武山地震観測所」の運営による地震リテラシーの向上：

コロナ禍のため、サイエンスミュージアムでの活動がほぼ休止に追い込まれた。このため、本年度は、災害リテラシー向上の基盤施設としてのサイエンスミュージアムを、今後安定的に運用するための制度的基盤作りに専心した。その結果、本年度内に「特定非営利活動法人阿武山地震・防災サイエンスミュージアム」を発足させ、(a)地震観測、観測網の重要性を自治体関係者に理解してもらうためのプログラムの設定、(b)阿武山観測所内外でのアウトリーチ活動の推進母体とすることになった。

（2）地震・津波避難訓練「逃げトレ」の導入・運用：

南海トラフ地震の臨時情報発表時の事前避難を念頭に、津波避難訓練支援ソフト「逃げトレ」を改変し、避難訓練に参加した一般市民の行動データを事前避難の要不要の診断に活用するためのシステムのパイロット版を制作した。同時に、USGS のDYFI プロジェクトとの共同により、地震の体感データを広く市民から収集し、地震の被害状況の即時把握等につなげるシステムをオープンサイエンスとリンクさせるための研究も継続実施し、学術論文として成果を公表した。

（3）自然災害史料「みんなで翻刻」プロジェクトの推進：

過去の地震・津波災害の記録と推定される記述が含まれる歴史資料（古文書等）を市民参加で解読する作業を主とする「みんなで翻刻」のシステムを一昨年7月にリニューアルした。今年度、登録者数がこれまでに目標の半数以上の7300人に到達し、翻刻された文字数も昨年から700万字増えて1300万字に上った。海外で所蔵されている日本資料も追加するなど、順調にプロジェクトが進んでいる。歴史学、考古学との学際連携により、地震学を中心とする災害リテラシーの裾野の拡大に寄与している。

（4）内陸地震観測「満点計画・0.1満点計画」によるオープンサイエンス型地震学の試行：

稠密内陸地震観測研究である「満点計画」、「0.1満点計画」の中核を担う「満点地震計」による小中学生対象の防災授業、参画型観測活動を継続し、本年度も、リモートを交えすでに計8回実施した。のべ200人以上の児童・生徒が参加した。同時に、大阪府北部地震の後に、のべ100人の市民参画を得て展開した観測網から得られるデータの分析も継続中である。あわせて、これらの参加型観測研究が防災リテラシーの向上に及ぼす効果と可能性について検証中である。

図 13. オープンサイエンスによる防災リテラシー育成のにおける課題の抽出（例示）（京都大学防災研究所［課題番号：DPRI14］）

史料・考古

「史料・考古」計画推進部会長 榎原雅治
（東京大学史料編纂所）
副部会長　山中佳子
（名古屋大学大学院環境学研究科）

日本列島において近代的な観測機器による地震観測が開始されたのは明治時代前期以降であり、それ以前に発生した地震・火山噴火現象、またはそれらによる災害に関する知見を得るためには、歴史資料に基づく地震や火山噴火の情報が必要不可欠である。日本における地震火山関連の文献史料の収集・編纂とそれらを用いた地震や火山噴火の研究は、明治時代後期より実施されており、各種の地震史料集や火山噴火史料集が刊行されている。

本観測研究計画の「史料・考古」部会では、これまでに蓄積されてきた地震・火山噴火関連の文献史料データを電子化することによって一層の活用の便をはかるとともに、全国の考古遺跡に残された災害痕跡の情報を収集し、さらに文献史料と考古資料のデータの統合的な検索ができる体制を構築することをめざしている。この文献史料、考古資料のデータの収集と整理は、歴史学研究者と地震学研究者とで議論を継続しながら実施している。これによって、観測データのない近代以前の地震・火山噴火の実態についての信頼性の高い情報を提供し、地震・火山活動の研究や長期予測に資することとともに、これらのデータを活用した新たな研究手法の検討やその利用も重要な研究課題である。

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

史料や考古資料の分析に基づいて、近代的な機器観測が開始される前に発生した低頻度で大規模な地震・火山噴火やそれらによる災害を調査・研究することにより、今後発生するそれらの現象や災害の様相を予測し、その被害の軽減に貢献できると考えられる。近代的な機器観測が開始されたのは明治時代以降であり、百数十年から数百年の期間をおいて同一地域で発生する低頻度大規模地震や火山噴火の情報はほとんど取得されていない。しかし歴史学や考古学で用いられる史料や考古資料には、地震や火山噴火に関連した記述や災害痕跡が含まれている。このような史料や考古資料を地震学や火山学の研究に役立てるためには、従来のような史資料の収集・編纂のみに止まらず、観測データとの比較・検討を目的としたデジタルデータ化とデータベースの構築が必要になってくる。これによって、地震学や火山学の研究に史料や考古資料を活用する際の利便性が向上するだけでなく、信頼性の高い史料・考古データをデータベース化することで、歴史地震や火山噴火の研究における信頼性を高めていけると考える。

ア．史料の収集とデータベース化

・地震火山関連史料の収集・分析とデータベースの構築・公開

前年度に引き続き、既刊地震史料集の電子テキスト化を進めた。高精度 OCR によるテキスト化の方式を導入したことによって、作業効率、精度とも大幅に上がり、本年度は８

冊 7988 ページの電子テキスト化を達成した。これによって全体の 91％の工程を終了したことになる。 また、既刊史料集に収録されている史料の原典による校訂と未収録の史料記事の補充を進めた。現在、予定全９冊のうち３冊の校訂・データ修正を終えている。さらに３冊の校訂を終え、データを修正中である。また構築した地震史料データベースを利用しやすい形で公開するための検索方法を検討し、a．年月単位の地震史料数一覧表から検索する方法、b．『理科年表』掲載の地震から検索する方法、c．地震史料の所在地名から検索する方法を構築した（東京大学史料編纂所［課題番号：UTH_01］）。また史料データと考古データを統合的に分析することを可能とするために、既刊地震史料集のテキストデータベースの API を設計した（東京大学地震火山史料連携研究機構［課題番号：HMEV01］）。

宇佐美龍夫氏がこれまで収集し整理してきた史料に載っていた 24361 件すべての地震を１行１地震として整理した日本歴史地震総表 2020 が完成した。それぞれ有感だった地名も合せて載せられている。今年度はこれらを検索できるシステムを構築した。ユーザーのニーズを考えると、年月日からの検索だけでなく有感地域での検索も必要だろうと考えたが、日本歴史地震総表に載っている地名は史料の年代によっても異なり、ユーザーが入力するのはたやすくはない。そこですべての有感地点名が何県に存在するのかの対応表を作り、現在の県名から検索できるようにした。検索サイトは以下のとおり。http://wwwevrc.seis.nagoya-u.ac.jp/sohyo/（名古屋大学［課題番号：NGY_01］）。

・東北地方における地震・津波・火山情報に関する歴史資料の所在調査とデータ収集

今年度はかつての気仙郡今泉町（現在の陸前高田市気仙町）の住人吉田東岬（1840 生～1921 没）が記した『古新手鑑』の解読・分析をおこなった。『古新手鑑』は、『新収日本地震史料』に一部解読文が収録されているが、多くの部分が未翻刻のままであった。中扉には「仙台旧藩治宙定例御用手鑑」・「天変地異抜抜書」とあり、安政元年（1854）伊豆地震、安政２年（1855）江戸地震、安政３年（1856）八戸沖津波、安政４年（1857）冷害、安政５年（1858）彗星、明治 29 年（1896）三陸津波について記述されている。また明治三陸津波部分には、慶長 16 年（1611）地震津波の記述が加えられている。慶長 16 年（1611）慶長奥州地震津波については、気仙郡今泉・高田・浜田の三ヶ村で 100 余名の溺死者があったとし、この情報は気仙大肝入職の山田六郎兵衛から吉田氏に引き継がれた文書に基づいているとしている。安政３年（1856）八戸沖地震については、家屋への被害やけが人はないとしているが、「神崎前」や「八日町裏通り」、「鉄砲町」の道路などが津波に浸水したと記している。明治 29 年（1896）の明治三陸津波の記述では、気仙郡各地の死者について「戸籍面におゐての調」として、各村の死者数を記す。しかし、この死者数については、従来把握されていた岩手県警の調書や、山奈宗真の『大海嘯取調書』と死者数が大きく食い違う結果となった（表１参照）。現段階では、山奈の数値が「最も信頼がおける」とされているが、当時の戸籍を調べたとする『古新手鑑』の死者数の出現により、明治三陸津波の死者数は再検討される必要性が出てきた（東北大学災害科学国際研究所［課題番号：IRID01］）。

・史料を地震研究に活用する方法についての検討

北但馬地震は 1925 年５月 23 日 11 時 10 分頃に発生した M6.8 の内陸型地震であり、震

央は兵庫県円山川河口付近と考えられている。先行研究によると、起震断層や震央の直近では、家屋倒壊が瞬時に引き起こされることなどの理由で、人的被害が拡大する傾向にあるとされる。これにより人的被害の分布は、観測記録のない歴史地震の起震断層を特定するのに有効であるとする研究もある。本研究では発災直後に救援に出動した、旧海軍舞鶴要港部の史料を使用して、当時の状況を明らかにした。本地震における震央直近の地域では、建物倒壊が多数発生し、一部の集落では火災が拡大しているが、死亡率が低い地域が存在する。逆に震央から離れているが死亡率が非常に高い地域が存在する。史料からこれらの地域の被害発生プロセスを明らかにすると、地域の生業や建築様式の違い、火災の程度、救援の有無など、複数の要因が重層的に作用して人的被害を拡大・縮小させていることが明らかとなった。地震による人的被害の程度は単純に震央距離のみで説明できるものではないことの一例を示した。また本地震が発生した大正末期は、大正関東地震を教訓として、陸軍などそれまで難しかった師管や衛戍地を越えた軍隊の災害出動を準備していた時期にあたる。本地震における軍隊の出動記録を検討したところ、旧陸軍が演習を名目として衛戍地外に災害出動を行うなど、軍隊が迅速かつ柔軟に出動している事が明らかになった(東京大学地震火山史料連携研究機構[課題番号:HMEV01])。

中世の畿内以外での地震情報を収集するためには年代記が欠かせないが、その史料的価値については未解明な点が多い。本年度は『三国一覧合運図』龍谷大学本・東山文庫本、および『大唐日本王代年代記』(愛知学院大学 図書館所蔵)から同時代的に加筆された記事を抽出し、史料学的に検討した。その結果、龍谷大学本・東山文庫本は少なくとも観応２年（1351）以降、『大唐日本王代年代記』は文明７年（1475）以降の記事は同時代史料であることを確認した。すなわち、龍谷大学本の康安元年（1361）６月 22 日～永正 16 年(1516)３月 18 日の間の 20 件、東山文庫本の康安元年６月 22 日～明応７年(1498) ８月 25 日の間の６件、『大唐日本王代年代記』の明応２年（1493）10 月晦日～天正 13 年 11 月 29 日（1585 年１月 18 日）の間の４件の地震記事は信頼できることを明らかにした（新潟大学［課題番号：NGT_01]）。

・歴史災害研究のオープンサイエンス化に向けた検討

合宿形式の古文書解読のための勉強会（９月と３月の２回、各３日間、オンライン)、および定期的な勉強会を開催した。参加者の解読技術の向上をはかるとともに、これまで歴史地震研究に関わっていなかった研究者や学生、あるいは市民の方々に研究を普及する機会となった。近江八幡の商家当主の日記「市田家日記」にある地震の有感地点を日記原本の調査に基づいて特定した（服部・他，2020）。歴史地震研究におけるデジタルアーカイブの活用や人文情報学的手法の導入について検討した。欧州の歴史地震データベース（AHEAD、the European Archive of Historical Earthquake Data 1000-1899）で用いられているツールを活用して、歴史地震の震度データベースを試作した。市民参加型の歴史資料解読プロジェクト「みんなで翻刻」に、国立国会図書館等が所蔵する地震史料を追加した（東京大学地震研究所［課題番号：ERI_01]）。

イ．考古データの収集・集成と分析

・考古・文献資料からみた歴史災害情報の収集とデータベース構築・公開ならびにその地質考古学的解析

本年度は、①近畿エリア、九州エリア、中国エリア、関東エリアを中心に、近世地震・火山噴火記録と発掘調査資料とを細かく対比し、その実像解明に向けた調査研究、②近畿エリアを中心に史料に残されていない発掘調査から発見される過去の地震・火山噴火像の実態解明を進めることを大きな課題とした。①については、近畿エリアの地震痕跡と、九州エリアの火山噴火痕跡の調査で進展があった。近畿エリアの奈良盆地東縁断層と生駒断層周辺において、上位段丘や丘陵上の遺跡群で多くの地すべりや地割れによる遺跡の被災痕跡が、丘陵下や低湿地部で液状化による噴砂痕跡や建物群の不等沈下痕跡が数多く確認された（図１）。これらの多くは９世紀～11 世紀、15 世紀～16 世紀、17 世紀～18 世紀に集中しており、それぞれ『日本三代実録』、『後二条関白師通記』、『中右記』、『後愚昧記』、『嘉元記』、『三綱所日記』などに記録される地震に対応する可能性があり、現在その検証作業を進めている（図２）。またこれらの地震痕跡については、９世紀以前に発生した震度５弱以上の地震痕跡も多くみられる。史料そのものが少ない古代のものであり、古代の地震の解明のために重要な成果といえるだろう。

火山噴火災害については、桜島大規模火山噴火総合研究グループとの共同研究を中心に進んでいる。桜島、南九州市、鹿児島市、始良市、霧島市、曽於市、垂水市、志布志市の約４千遺跡について位置と層序の情報をとりまとめ、その中から火山噴火災害を中心に様々な災害痕跡を集成した（図３）。その結果、遺構内に認められる降下火山灰の一次堆積の情報から、これまでに認識されていなかった知見が得られ始めたり、火山噴火に先行する液状化や噴砂といった地震痕跡が見つかったりしている。例えば祇園之洲砲台跡や鹿児島紡績所跡（鹿児島市）など、近世末の遺跡の遺構を被覆する降下火山灰層の事例では、まず火山灰は大正３年（1914）の噴火であることがわかった。この火山噴火による被災は、これまで、火山灰堆積物の調査や降下火山灰シミュレーションから、桜島より東側のみに影響したと考えられていた。しかし当該火山灰は、桜島の西側に位置する２つの遺跡からも発見された。このような事例の集成は、災害シミュレーションの更新や深化を促進する効果があると考える（奈良文化財研究所［課題番号：NAB_01］）。

・縄文三陸地震津波の解明のための考古学的調査

縄文時代中期後期（4490-3220 calBP）の津波の研究を実施した。考古学では、岩手県南部５地点から導かれた 3800-3650BP イベント、および宮城県大谷海岸のコアから摘出された 3500BP イベントを、相原（2012）が縄文時代後期前葉の堀之内１式～加曾利 B1 式後半頃にあて、後期遺跡の減少傾向をこの津波の存在と関連付けて理解してきた。一方、近年の高田・他（2016）の津波堆積物研究では、縄文時代後期の時間幅のなかで 3800BP、3500BP、3300BP という複数の巨大津波が発生した可能性が指摘される。そうした動向をふまえつつ、齋藤・鈴木（2020）は新報告された遺跡と既報告の例を洗い直し、あらためて考古学の立場から津波の発生年代と頻度を提示している。分析の結果、ａ.縄文時代後期前葉の崎山弁天１式期と、ｂ.後期中頃の浜川目沢田式期の直後に海浜集落が衰退しており、三陸海岸ではこの両時期に巨大津波が発生している可能性が高いことを指摘するに至った。東京湾岸の貝塚遺跡でも、このａ・ｂの津波と同じ考古年代に貝塚遺跡が中断・衰退し、また日本海側（新潟）では b の時期に液状化を引き起こす大地震が発生している。この２回の津波が発生した頃が、関東地方や日本海側でも大地震・津波の発生する活動期であることは間違いなく、人類活動にも大きなダメージをあたえたことが判明した

（新潟大学［課題番号：NGT_01]）。

（２）低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

近代的な機器観測による観測データ取得開始以前に発生した地震・火山噴火について知るためには、歴史学や考古学で用いる史料や考古資料に基づいて、調査・研究を実施していく必要がある。これらの史料や考古資料をデータベース化し、位置情報や時間情報を付与して被害分布図等を作成することによって、近代的な機器観測に基づく観測データとの比較・検討が可能になる。このような被害分布図等を活用して、前近代に発生した低頻度大規模地震や火山噴火現象とそれらによる災害の実態を解明することは、長期的な災害対策の策定に寄与できると考える。

・多言語の地震火山関連史料による安政東海地震の発震時刻の検討

安政東海地震について記す史料には、地震が起きた時刻を嘉永７年 11 月４日（1855 年 12 月 23 日）の「五ツ時過」（午前８時過ぎ）とするものや、「四時少々前」（午前 10 時前）とするものなどがあり、日本の史料から推定される発震時には幅がある。このとき下田では、国境画定と開国をめぐって、ディアナ号に乗ってきたロシア使節と江戸幕府の役人との間で条約交渉が行われており、地震の約１ヶ月後には日米和親条約を批准する目的でアメリカ使節も来航したため、地震や津波についての情報は海外にも伝えられた。英語で記された当時の新聞記事のうちディアナ号の航海日誌との関連がみてとれるものでは、発震時を 9:15（上海、アメリカの新聞）、または 9:45（イギリスの新聞）としている。揺れが続いた時間についてもそれぞれ２～３分、約１分としている点で違いがある。ロシア語で記されたディアナ号の航海日誌原本の該当部分を確認したところ、発震時に関しては英語で at 9:45 となる記述があり、揺れは約１分と記されていた。その通りに伝えていたのはイギリスの新聞記事であったことになり、情報が伝わった経緯の違いや翻訳に伴う問題から、航海日誌とは異なる記述が生じたと考えられる。ただし、発震時については 15 分刻みで出来事を記す航海日誌の書き方をふまえると、9:45 ちょうどでなく、9:45 から 10:00 の間に地震が起きた、と理解するのが妥当である（有泉和子氏のご教示による）。安政東海地震に伴う津波はアメリカ西海岸にも到達したが、その記録の解析から導かれる発震 時は 9:46 となり（Kusumoto et al., 2020）、航海日誌の記述と重なる。また、地震当日の下田の日の出（6:48）と日の入り（16:38）の時刻から計算すると、「五ツ時」は 8:03、「四時」は 9:53 となり、「四時少々前」（「村垣淡路守公務日記」）に地震が起きたとする記述は航海日誌から知られる発震時と整合的であったといえる（東京大学地震火山史料連携研究機構［課題番号：HMEV01]）。

・1493 年 12 月７日・８日の地震の検討

京都の日記史料『後法興院記』『親長卿記』『御湯殿上日記』、奈良の日記史料『大乗院寺社雑事記』に記された明応２年 10 月 30 日（ユリウス暦 1493 年 12 月７日・８日）午前３時～５時頃に発生した「大地震」について、東海地方の年代記『大唐日本王代年代記』『常光寺王代記并年代記』の信頼できる地震記事との比較検討を行った。前者は現愛知県知多郡東浦町、後者は現静岡県浜松市で体験した記事である。その結果、ａ.明応２年 10 月 29 日午後７～９時頃に静岡県浜松市を含む地域で、また翌 30 日午前３～５時頃

に愛知県知多郡から京都・奈良を含む地域で「大地震」が感知されたこと、b.余震は、京都・奈良では 11 月３日まで記録されているのに対し、浜松を含む地域では 11 月５日まで毎日、その後も１～２日おきに４～５回、そして 12 月４日には再び「大地震」が感知されており、地震が高頻度で長期間続いたことを確認した（新潟大学［課題番号：NGT_01]）。1498 年の明応東海地震との関連でも注目されることであろう。

・文献史料を活用した火山の噴火履歴に関する検討

文禄５年閏７月（ユリウス暦1596年９月）の文献史料で、畿内や美濃に降下したとされる「長く白い毛」について検討した。これがいわゆるペレーの毛であることは火山学者によって指摘されているが、どこから噴出されたものであるかについては、江戸初期の史料によって浅間山であるとする説と、偏西風を考えると浅間山の噴出物が京都に届くことはないとする説がある。本課題では、当該日に鹿児島に滞在していた人物の日記から、この前後、九州は台風に見舞われていたと考えられることに注目した。この日記に記された鹿児島での天候記述に整合的な台風の事例を気象庁の公開する台風データベースで求めると、1996年の台風12号、2005年の台風14号が求められた。ついで気象庁の過去の気象データによって、これらの台風が九州通過中の京都および松本の風向や風速を検証すると、風速10メートル前後の東寄りの風が吹いていたことがわかった。これによって文禄５年閏７月に京都に降下したペレーの毛は浅間山から運ばれてきたものであった可能性が高いと考えられる（東京大学史料編纂所［課題番号：UTH_01]）。

・災害記憶を守り伝えるための実践

低頻度だが大規模な被害をもたらした地震・津波の経験の記録は、石造物の碑文として屋外の公開の場所に残されている場合が少なくない。しかし、その公開性を重視すれば、長期の風雨や日射などにさらされて石造物の経年劣化が進み、文字の判読が困難になっていくことは避けられない。一方で伝統的な拓本は石造物を汚損する可能性も指摘されている。そこで、照明方法の工夫とデジタル画像処理の技術によって、非接触、非汚損で石造物に刻まれた災害記憶の現状保存する方法を考案し、その実践を行った（図４）（公募研究，奈良文化財研究所［課題番号：KOBO18]）。

・有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析

有感地震記述に基づく地震活動解析には、（１）距離減衰式（等）の震度再現手法の構築とその検証、（２）日記等に記述されている有感地震記録の品質（均質性や完全性）調査ならびに（３）近年の震度データを用いた地震活動変化等の分析・調査が重要である。震度の計算に用いてきた、地表における計測震度の多次元距離減衰式のパラメータをアップデートした（Matsuura et al., 2018）。近年に発生した中規模以上の地震について距離減衰式と観測された震度分布の残差分布を整理した。Satake and Ishibe (2020)では、均質な地震活動推定へ向けて日記中の天気の記述を用い、『津軽藩御日記』と『榊原藩日記』ならびに気象庁震度データベースから過去 350 年間の江戸・東京の有感地震を整理した。その結果、1703 年元禄関東地震や 1923 年大正関東地震、1855 年安政江戸地震などの大地震発生後の余震活動に伴う顕著な有感地震回数の突出などの有感地震数の時間的変化が見出された。た勝浦市墨名観測点で有感となった地震の震源分布ならびに

震央距離に対する累積確率分布とスロースリップイベント（SSE）の発生履歴の検討から、顕著な大地震に伴わない有感地震回数の突出は、群発的活動の発生を示唆しており、史料中の有感地震記録からも群発的活動或いはSSEの発生を検出できる可能性が示された。（公募研究，地震予知総合研究振興会［課題番号：KOBO002］）

これまでの課題と今後の展望

前期観測研究計画の開始以来、既刊地震史料集の電子テキスト化と考古資料による災害痕跡情報の集約は史料・考古部会の最大の課題であったが、前者は次年度に完了できる見通しとなった。後者も文化庁の支援を受けて、全国の考古遺跡による災害痕跡情報を集約するシステムを整えることができた。既刊地震史料集を利用しやすくするための方策も講じることができた。それによって個別の地震の実態についての事例研究も提示することができた。

また、前期観測研究計画以来、地震学と歴史学・考古学の研究者の討議を重ねることによって、解明すべき課題、重点的に調査すべき課題が共有されてきたことは大きな成果である。史料調査も地震学的に必要と考えられる地域・時代に照準を合わせて実施している。

こうした成果を踏まえ、今後の課題としては、①既刊地震史料集中の地名に位置情報を付与して利便性を高めること、②それによって、文献史料と考古資料の横断検索を実現すること、③調査結果を分かりやすい形で公開すること、④史料情報の地震学、火山学への活用方法の検討、があげられる。

成果リスト

榎原雅治，2020，文禄５年豊後地震に関する文献史学からの検討，日本歴史，856，18-36.

蝦名裕一， 2020， 慶長奥州地震津波に関する史料の記述と伝承の継承， 第37回歴史地震研究会（オンライン伊賀大会）講演要旨集，6.

蝦名裕一，2020，『古新手鑑』にみる旧気仙郡の歴史津波，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，17-19.

五島朋子・中村亮一・石辺岳男・室谷智子・佐竹健治，2020，1092年（寛治六年八月三日）の地震津波は気象災害であった可能性，日本地震学会2020年度秋季大会予稿集，S10P-07.

原　直史，2020，文政11年再論，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，28-30.

原田和彦， 2020， 一八四七年善光寺地震における善光寺町の被害， 災害・復興と資料， 12， 64-72.

原田和彦，2020，江戸時代における上越地方の地震活動について―北信濃との関係から―，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，24-27.

服部健太郎・中西一郎・大邑潤三，2020，日記の筆者が地震動を感じた地点の時間変化：近江八幡「市田家日記」の場合，地震2，73，65-68，doi:10.4294/zisin.2019-10.

堀　健彦，2020，『震潮記』所載「宍喰浦荒図面」の基礎的考察―1854年南海地震津波被害を考えるために―，災害・復興と資料，12，38-48.

堀　健彦，2020，1854年南海地震による津波被害絵図について―紀伊国「津波之由来」所載絵図の検討―，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，31-32.

石辺岳男・松浦律子・古村美津子・赤塚真弓・田力正好・岩佐幸治・榎原雅治・佐竹健治，2020,

有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析に向けて，第37回歴史地震研究会（オンライン伊賀大会）講演要旨集，1.
岩橋清美・大邑潤三・加納靖之，2020，文理融合によって切り拓く歴史地震研究の現在－一八三〇年文政京都地震を事例にしてー，地方史研究，70(3)，75-79.
加納靖之・杉森玲子・榎原雅治・佐竹健治，2021，歴史のなかの地震・噴火――過去がしめす未来，東京大学出版会，260p.
片桐昭彦，2020，災害記録としての『常光寺王代記并年代記』，災害・復興と資料，12，8-19.
片桐昭彦，2020，『三国一覧合運図』にみる中世の地震と災害，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，14-16.
北村　繁，伊藤響平，弘前城に達する岩城山の山体崩壊堆積物，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，8-10.
Matsu'ura, R. S., H. Tanaka, M. Furumura, T. Takahama, and A. Noda, 2020, A new ground-motion prediction equation of Japanese instrumental seismic intensities reflecting source type characteristics in Japan, Bull. Seismol. Soc. Am., 110(6), 2661-2692.
村田泰輔，2020，災害痕跡データベースの構築－災害の軽減に向けた考古学の新たな挑戦－，學士會会報，942，57-70.
村田泰輔，2021，論説 災害痕跡データベースの構築・公開に向けて～考古学の新たな挑戦，地域防災，36，4-9.
村田泰輔・大澤正吾，2020，藤原宮下層運河SD1901Aの検討－第198次，奈良文化財研究所紀要2020，92-102.
村田泰輔，2020，5 地震痕跡，桑田訓也ほか「平城宮第一次大極殿院東方の調査－第612次」，奈良文化財研究所紀要2020，140-143.
中村　元，2020，1961年長岡地震に関する歴史資料と災害状況，災害・復興と資料，12，7-27.
中村　元，2020，1923年関東大震災時の新潟県刈羽郡における災害情報について，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，42-44.
大邑潤三，2020，1925年北但馬地震における震央付近の人的被害と救援活動―海軍史料の分析を中心に―，歴史地震，35，177-186.
大邑潤三，2020，特集デジタル・ヒストリーの諸実践：歴史災害研究におけるGIS活用の試み，クリオ，34，139-140.
大邑潤三，2020，「災害碑」という概念と分類方法の検討，歴史都市防災論文集，14，115-122.
齋藤瑞穂，2020，特論1714年信濃小谷地震と姫川の天然ダム，前近代歴史地震史料研究会（編）「歴史学による前近代歴史地震史料集２―近世以前地震家屋倒壊率・死亡者数基礎史料―」，新潟大学人文学部，109-118.
齋藤瑞穂，2020，縄文三陸地震津波への接近，考古学ジャーナル，738，50-53.
齋藤瑞穂，鈴木正博，2020，縄文三陸地震津波再々論―縄文時代後期の山田湾津波と復興，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，1-7.
Satake, K., and T. Ishibe, 2020, Toward homogeneous estimate of seismicity from historical materials: number of felt earthquakes in Tokyo since 1668, Seismol. Res. Lett., doi:10.1785/0220200060.
山村紀香・加納靖之，2020，1586年天正地震の震源断層推定の試み--液状化履歴地点における液状化可能性の検討から--，地震2，73，97-110，doi:10.4294/zisin.2019-7.

山中佳子・宇佐美龍夫，2020，歴史地震総表のWEB検索システムの構築，日本地震学会2020年度秋季大会予稿集，S10P-01.
矢田俊文，2020，俳人岡西惟中と一七〇七年宝永地震における大坂の被害数，災害・復興と資料，12，1-7.
矢田俊文，2020，1855年安政江戸地震被害の境界と1856年安政台風による多摩地域の被害，2020年歴史地震史料研究会講演要旨集，33-35.

表１．明治 29 年（1896）の明治三陸津波による史料ごとの被害者数の違い

村名	項目	山奈宗真	『古新手鑑』	村名	項目	山奈宗真	『古新手鑑』	村名	項目	山奈宗真	『古新手鑑』
唐丹村	全人口	2535	2793	赤崎村	全人口	3136	3112	小友村	全人口	778	2617
	死亡（合計）	1684	2135		死亡（合計）	455	455		死亡（合計）	211	203
吉浜村	全人口	1059	1065	大船渡村	全人口	1433	2346	米崎村	全人口	259	3813
	死亡（合計）	204	194		死亡（合計）	110	97		死亡（合計）	25	11
越喜来村	全人口	2395	2391	末崎村	全人口	1721	1881	高田町	全人口	111	3418
	死亡（合計）	460	430		死亡（合計）	676	620		死亡（合計）	22	19
綾里村	全人口	2251	2767	広田村	全人口	2092	3144	気仙村	全人口	1017	3816
	死亡（合計）	1269	1347		死亡（合計）	518	570		死亡（合計）	42	42

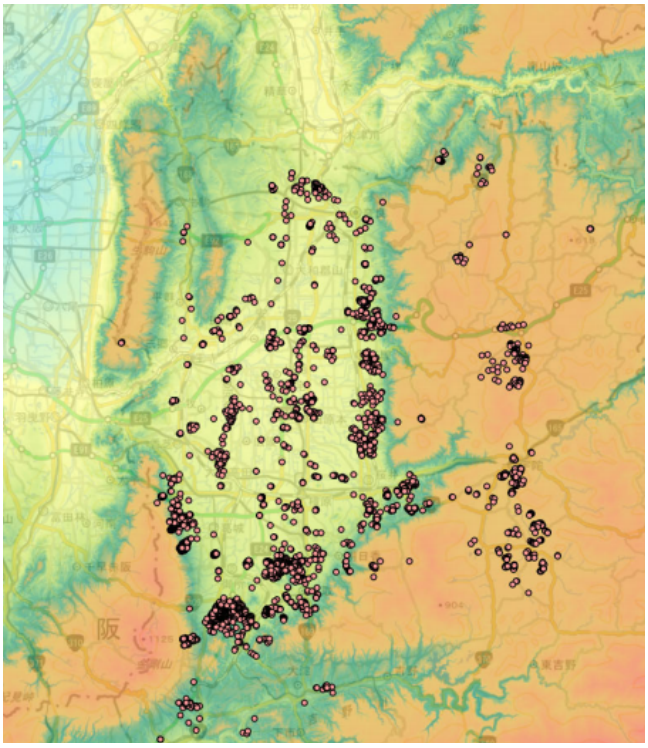

図１．奈良盆地において考古データから災害痕跡が明らかになった地点の分布（奈良文化財研究所［課題番号：NAB_01］）

奈良時代以降から平安時代までの間で歴史記録に残る主な大地震

美濃地震(天平17年)【745年】 宇佐美龍夫『日本被害地震総覧』2003、東京大学出版会

美濃・飛騨・信濃地震(天平宝字6年)【762年】 宇佐美龍夫『日本被害地震総覧』2003、東京大学出版会

京都地震(天長4年)【827年】 宇佐美龍夫『日本被害地震総覧』2003、東京大学出版会

信濃地震(承和8年)【841年】 宇佐美龍夫『日本被害地震総覧』2003、東京大学出版会

伊豆地震(承和8年)【841年】 萩原尊禮編『古地震』1982、東京大学出版会

奈良地震(斉衡2年)【855年】 『奈良六大寺大観第七巻』1968、岩波書店

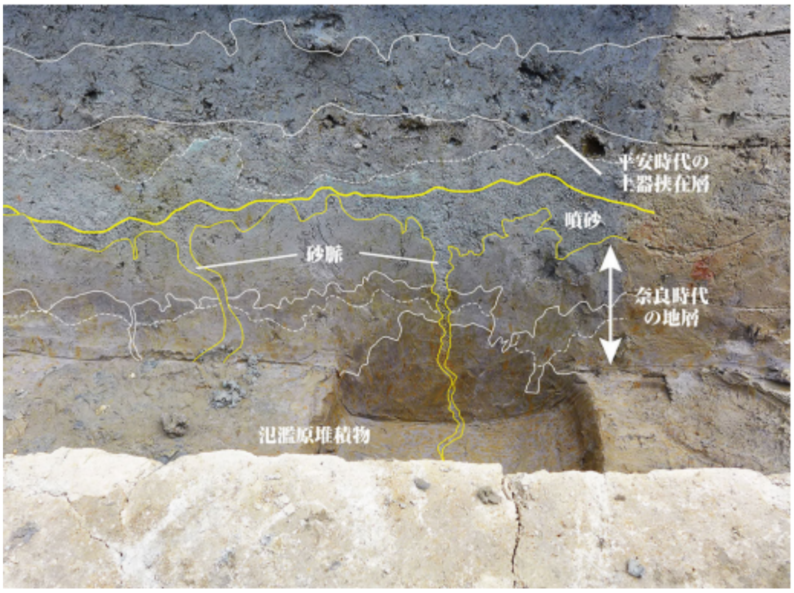

図２．平城宮の遺跡で見つかった古代の噴砂の痕跡の例（奈良文化財研究所［課題番号：NAB_01］）

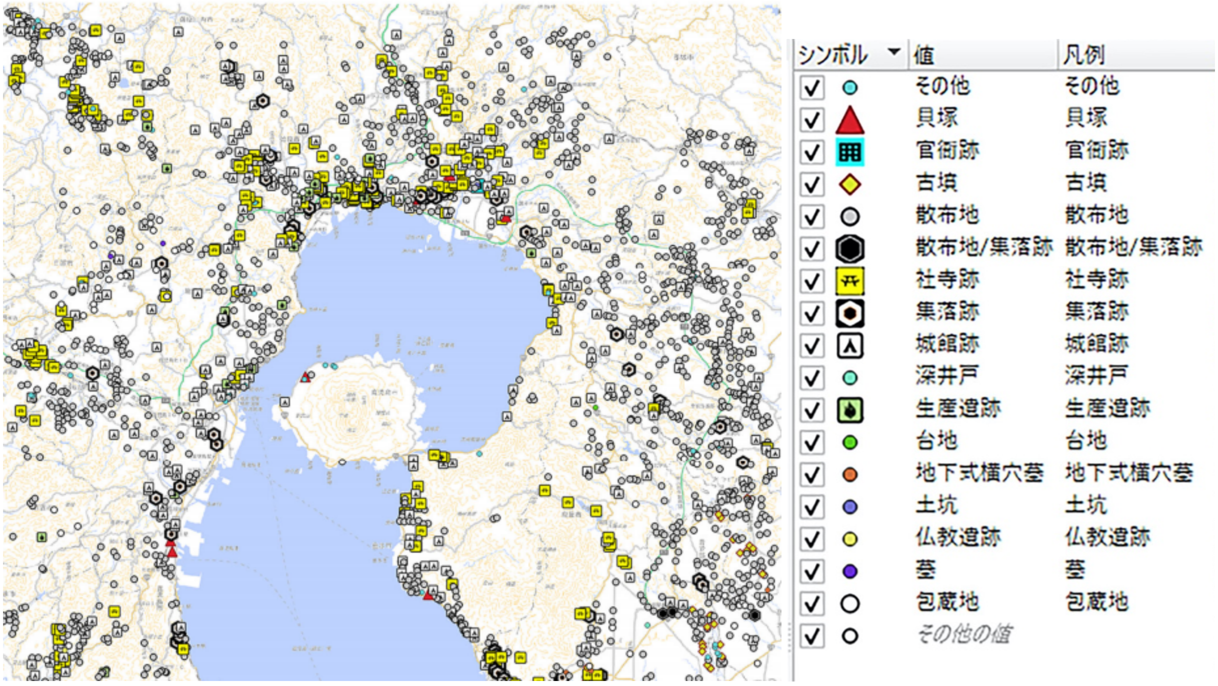

図３．考古学データによる桜島周縁地域の災害痕跡（奈良文化財研究所［課題番号：NAB_01］）

図４．安政東海地震の津波を記した碑文(左)とそのデジタル判読（三重県度会郡大紀町錦　金蔵寺)（公募研究，奈良文化財研究所［課題番号：KOBO18]）

観測研究基盤

「観測研究基盤」計画推進部会長　鶴岡　弘
（東京大学地震研究所）
副部会長　青山　裕
（北海道大学）

地震火山研究にとって重要・不可欠である観測データを安定的かつ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および海域の地震、地殻変動、津波、潮位、電磁気、重力等の観測基盤を維持すること（観測基盤の整備）、さらにこれらの観測データの解析技術等の開発・高度化（観測・解析技術の開発）を進展させること、観測データをリアルタイムに効率的に流通する基盤（地震・火山現象のデータ流通）を維持するとともに、観測データの公開や研究成果を共有するシステムの開発（地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開）を観測研究部会において引き続き粛々と進めている。以下に令和２年度の成果の概要をまとめた。

５．研究を推進するための体制の整備

（３）研究基盤の開発・整備

ア．観測基盤の整備

防災科学研究所は、陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS)及び首都圏地震観測網（MeSO-net）を安定して運用し、地震、低周波地震、超低周波地震、スロースリップイベントについてイベント検出および震源位置、震源メカニズム解、断層モデルの推定、余震活動の予測等を行った。さらにその活動状況のモニタリング結果をわかりやすく情報発信を行うとともに、地震調査委員会、地震予知連絡会等に随時提供を行った。2020年３月13日02時18分に石川県能登地方で発生した地震（Mj5.5）に関して、MOWLASの観測記録を用いた解析を行い、Hi-netデータの３成分合成地震波形エンベロープから、この地震後10日間のエネルギー輻射量（4 - 20 Hz）を推定した。地震発生から10日後の時点で、本震のエネルギー輻射量に対する余震からの積算エネルギー輻射量の割合は0.18 %であり、2007年能登半島地震（Mj6.9、2.3 %）や2016年熊本地震（Mj7.3、12.7 %）よりも小さいことが明らかとなった（防災科学技術研究所［課題番号：NIED05］）。気象庁は地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤の維持を継続し、関係機関の地震観測データの一元的処理結果の関係機関への提供を実施し、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会や地震調査委員会において報告を行った（気象庁［課題番号：JMA_09］）。国土地理院は、全国においてGNSS連続観測点を維持するとともに観測を継続し、さらに国際GNSS事業（IGS）へ参画し、観測データの提供を行った。加えて、最新のGPS衛星およびITRFに対応したGNSS連続観測（GEONET）の新しい解析ストラテジを開発した（国土地理院［課題番号：GSI_04］）。様々な汎用的な機器を用いた地殻変動観測システムの開発に関しては、近年普及し始めている廉価版のGNSS機器を用いたGNSS連続観測装置を開発し、令和３年２月に千葉県長生郡市の10箇所に装置を設置しGNSS連続観測を開始した（国土地理院［課題番号：GSI_08］）。さらに緊急解析により、国内外で発生した地震や火山活動に伴う地殻変動を検出した。西之島では、火山活動が活発した2019年12月以降、溶岩等によるとみ

られる地形や海岸線の変化の様子を検出した（図１）（国土地理院［課題番号：GSI_07］）。

大学は、観測データ流通網JDXnetの安定的な運用を継続し、スイッチの老朽化に対応するため、JDX-東大地震研間のスイッチの交換を実施した。柏にて接続された東京大学情報基盤センターの大規模並列計算機を利用したリアルタイム地震データ解析の開発を開始した（東京大学地震研究所［課題番号：ERI_19］）。高知大学においては、地震動観測記録のモニタリングを準リアルタイムで行うシステムを構築し、運用を行なった。あわせて、ごく浅層の地盤構造を常時モニタリングするため、サンプリング周波数500 Hzでの観測を実施するとともに、地震計設置位置下の地盤の固有周波数解析を常時行なった（高知大学［課題番号：KOC_01］）。

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た（気象庁［課題番号：JMA_10］、国土地理院［GSI_05］、海上保安庁［JCG_02］）。気象庁は、柿岡、女満別、鹿屋、父島での地磁気４成分観測、及びいわき北浦での全磁力精密連続観測を実施し、高精度の地磁気基準値を引き続き提供した（気象庁［課題番号：JMA_11］）。国土地理院は、重力測量について航空重力測量に必要な飛行場重力点の設置を、女満別、丘珠、鹿児島の各飛行場にて実施した（国土地理院［課題番号：GSI_06］）。山梨県富士山科学研究所は、河口湖周辺の水位観測を継続するとともに、富士北麓地域の水理地質構造についてはその概要を取りまとめる作業を行った（山梨県富士山科学研究所［課題番号：MFRI02］）。北海道立総合研究機構は、雄阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽、有珠山および北海道駒ヶ岳において地球物理学的・地球化学的モニタリングを継続し、火山活動の変化を捉えるためのデータの蓄積を行った（北海道立総合研究機構［課題番号：HRO_01］）。

気象庁は、全国の50活火山について、全国４カ所の火山監視・警報センターにおいて、地震計、空振計、GNSS、監視カメラ等による連続的な監視観測を継続した。令和２年度は、草津白根山に埋設型の地震計・傾斜計及び空振計を整備した。また、全国３箇所に監視カメラを増設した（気象庁［課題番号：JMA_12］）。

イ．観測・解析技術の開発

東京大学地震研究所は、光ファイバセンシング技術の一つであり、振動を計測する分散型音響センシング（DAS）を利用した地震観測を実施している。1996年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの予備の光ファイバーケーブルを活用して、2020年11月にはエアガンとDAS計測による構造調査を実施した。エアガンの発震は、海洋研究開発機構学術調査船白鳳丸KH20-11研究航海にて実施した。白鳳丸はエアガンを曳航しながら、海底ケーブル敷設ルート上を航行し、この間陸上局においてDAS計測を行った。DAS計測は、測定全長100 kmまたは80 km、チャンネル間隔5 mとして、エアガン発震時間帯を含む５日間の連続観測を行った（図２）（東京大学地震研究所［課題番号：ERI_22］）。

大学は、新たな無線通信帯域・技術を活用した地震火山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ている。東北大学においては、無線システムと接続を行う携帯系の通信の検討のため、情報通信研究機構のIoTゲートウェイと学術情報ネットワーク（Sinet）の広域データ収集基盤のプロジェクト申請を行い、動作確認を行った（東北大学大学院理学研究科［課題番号：THK_13］）．名古屋大学においては、小電力、小型・携帯テレメータ地震観測装置の改良開発を実施している。現ファームウエアは、未送信データを古い順で送るため

に通信状態が悪い場所でリアルタイム性が失われるという問題があり、指定期間のデータを優先して送信するコマンドを改良し、通信が切断した場合にも再接続を行うなどのエラー処理が適切に行われるようにした（名古屋大学［課題番号：NGY_08］）。
情報通信研究機構においては、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東西SARの開発を実施している。令和２年度においては、①機械学習をベースにした土地被覆分類に関する研究、②地表三次元イメージングによる地表構造物の分離抽出技術に関する研究、③次世代航空機搭載合成開口レーダーの研究開発を実施した（情報通信研究機構［課題番号：NICT01］）。

ウ．地震・火山現象のデータ流通

北海道大学は、地殻変動連続観測、およびGNSSデータサーバの運用を継続し、地殻変動等多項目データの一元的な流通とデータの蓄積などを行った。地殻変動連続観測では、新たに気象庁のひずみ計観測網の25観測点141チャネルの流通収集が開始された。また、産業技術総合研究所の超伝導重力計データのオフライン収録も開始した。データ提供機関の新規加入があったため協定書の改定を実施した。GNSSデータでは、1995年兵庫県南部地震時に実施された臨時観測データのアーカイブ作業を実施した（北海道大学［課題番号：HKD_08］）。
東京大学地震研究所は、現WINシステムにおける課題と次世代システムへの要望の集約を行っている。令和２年度においては、次世代の対話検測処理系システムについて試作を開始した。昨年度に行った検討をもとに、対話検測ソフトウェアのベース部分を作成した。これは複数のプラットフォーム上で動作し、波形表示と手動検測の最小限の機能を備えており、今後の機能拡張を可能とした（東京大学地震研究所［課題番号：ERI_24］）。高知大学においては、課題番号：ERI_24と連携し、新たな伝送プロトコルに関しては、前年度検討を行った現状システムの問題点の洗い出しをもとに、最低限必要な要件の洗い出しと拡張仕様として準備すべき項目について検討した（高知大学［課題番号：KOC_02］）。

エ．地震・火山現象のデータデースの構築と利活用・公開

東京大学地震研究所は、DOI等の永続的識別子付与と公開について、現状と克服すべき課題を整理するため、地球惑星科学連合大会や地球電磁気学会において、地震学分野でのデータ公開に関する取り組みについて報告した。関連分野での取り組みや今後の協力関係など、本研究課題を進めるために重要な情報が得られた。また、本計画に関連するデータ公開の状況や今後の予定についてアンケートを実施した（東京大学地震研究所［課題番号：ERI_18］）。
気象庁は、地震カタログ（震源、発震機構）を2019年８月分まで作成し、地震月報（カタログ編）として公開した。海域観測網の観測データを一元化処理業務へ取り組むためのシステム等の準備を進め、震源決定のルーチン業務を2020年９月から開始した。震源過程解析については，海外で発生したイベントについて、遠地実体波を用いて断層すべり分布を推定した結果を公開した（気象庁［課題番号：JMA_14］）。定常観測点の４地点（柿岡、女満別、鹿屋、父島）に、祓川を加えた５観測点における地磁気４成分連続観測データを月毎に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した。地磁気アナログ記録のデジタルデータ化は、

女満別（1966～1967年）、鹿屋（1967年）の地磁気アナログ記録をデジタル画像化したほか、女満別・鹿屋（1971～1972年）のデジタル画像を高時間分解能のデジタルデータへ変換した（気象庁［課題番号：JMA_13］）。常時観測火山に選定された全国の50活火山について、東京の火山監視・警報センター、札幌、仙台、福岡の地域火山監視・警報センター、及び鹿児島地方気象台において、地震計、空振計、GNSS等の観測データを常時収集するとともにデータの解析を行い、それらの成果の蓄積を進めた(気象庁[課題番号:JMA_15])。

産業技術総合研究所は、アジア太平洋地域の地震火山ハザード情報整備、国際標準化、データ共有・相互利用、国際的な連携の推進を目的として、アジア太平洋地域の研究機関と連携し、地震火山活動に関連する地質ハザード情報の取りまとめを進めている。令和２年度においては支笏、洞爺、濁川、大山、十和田、阿蘇、鬼界、屈斜路火山における大規模噴火の前駆活動と噴火推移をとりまとめた。その成果の一部をGSJ研究資料集として公開した。また、大規模噴火の前駆活動と噴火推移をとりまとめた大規模噴火データベースの構築を進めた。さらに、第四紀の火山噴出物の詳細情報をWebGISで閲覧できるようにした20万分の１日本火山図を作成し、一般公開を始めた（図３）。火砕流堆積物や岩屑なだれ堆積物などの第四紀火山噴出物の情報が詳細にわかるシステムとなり、多くのユーザーに利用された（産業技術総合研究所［課題番号：AIST11］）。

国土地理院は、令和２年度においては、「浅間山」の火山土地条件調査を実施し、「十勝岳」、「雌阿寒岳」、「浅間山」、「伊豆大島」の火山基本図及び数値データを整備した。令和元年度に調査を実施した、石狩低地東縁断層帯とその周辺「鵡川」、長岡平野西縁断層帯とその周辺「弥彦」、「三条」等の1:25,000活断層図を整備・公開した（国土地理院［課題番号：GSI_10, GSI_09］）。

データベースの方向性について検討をさらに実施し、現有の研究成果共有システムのさらなる活用で調整をおこなった。サーバーの運用体制やポリシーについて安定的な運用を実現する仕組みの検討を行った。

戦略室を主導として、研究成果共有システムの具体的な構築に向けた検討を進めた。具体的には格納を行う情報・データの検討を実施するとともに、コンテンツの整理を先行的に進めた。令和２年度においては、研究成果共有サーバ（evrss）へのデータ登録作業を開始した。地殻構造データベースとして前計画で整備された「日本列島周辺域のプレート境界面分布」、歴史史料データベースとして「日記史料有感データベース」へのリンク、地殻変動データベースとして「2003年十勝沖地震臨時GPS観測データ」と「地殻変動ブロマイド記録」へのリンク、成果論文データベースとして本計画に関連する成果論文一覧が格納された。地震活動解析ソフトウエアとして「XETAS」が登録された（東京大学地震研究所［課題番号：ERI_25］）。

これまでの課題と今後の展望

地震・火山・防災研究にとって不可欠である観測データを安定的かつ継続的に取得することの技術的な課題等はクリアできているが、観測データおよび解析結果等を有効に活用し研究を加速するための流通、データベース化、公開は時間とコストの問題もあり進捗についてはゆっくり進められているのが現状である。特にデータ公開については、昨今のセキュリティ事情も影響し、個々で進められる段階から集約化が求められている。一方クラウドも普及しつつあるが、大規模データベースを長期にわたり維持するという

観点からはまだまだ検証が必要と考えられる。来年度にむけては、これらの課題を解決し、研究成果共有システムをのさらなる構築が求められる。

成果リスト

Aoi, S., Y. Asano, T. Kunugi, T. Kimura, K. Uehira, N. Takahashi, H. Ueda, K. Shiomi, T. Matsumoto, and H. Fujiwara, 2020, MOWLAS: NIED observation network for earthquake, tsunami and volcano, Earth Planet. Space, 72, 126, doi:10.1186/s40623-020-01250-x.

Kurihara, S., M. Nakashima, T. Kodama, K. Iio, S. Ohmori, M. Handa,E. Kichiraku, K. Matsuo, H. Kawawa, and K. Ochi, 2020, The airborne gravity survey for development of a new precise gravimetric geoid model in Japan, AGU Fall Meeting 2020, 670012.

中川弘之・宮原伐折羅・宗包浩志，2020，精密単独測位（PPP-AR）を用いたGNSS定常解析システムの開発，国土地理院時報，133，77-86.

Bernard, B., Takarada, S., Andrade, S.D. and Dufresne, A., 2020, Terminology and strategy to describe large volcanic landslides and debris avalanches, in Volcanic debris avalanches -from collapse to hazards-, eds. Matteo, R., Dufresne, A. and Procter, J., (Springer), 51-73.

宝田晋治・Bandibas, J., 2020, 東・東南アジア地域の大規模火砕流，降下テフラ及びカルデラ，Proceedings of the International Meeting on Eruption History and Informatics, 2019-2, 115-118.

Takarada, S. and J. Bandibas, 2020, Volcanic hazards information and assessment systems, in Forecasting and Planning for Volcanic Hazards, Risks, and Disasters, ed. P. Papale, (Elsevier), 565-584.

Takarada, S. and H. Hoshizumi, 2020, Distribution and eruptive volume of Aso-4 pyroclastic density current and tephra fall deposits, Japan: a M8 super-eruption, Front. Earth Sci., 8:170, doi:10.3389/feart.2020.00170.

Arima, Y., S. Kojima, J. Uemoto, and T. Konno, 2020, Semi-supervised land cover classification using Pi-SAR2 observation data, Geoscience and Remote Sensing Symposium 2020, 2755-2758.

牛腸正則，児島正一郎，山田寛喜，ESPRIT-TomoSARを用いたマルチベースライン航空機SARデータの三次元イメージング，電子情報通信学会和文論文誌，J103-B，8，321-331.

Gocho, M., S. Kojima, and H. Yamada, 2020, Limitation of parallel assumption in repeat-pass InSAR using nonparallel orbits, IEICE Communications Express (ComEX), X9-B, 12, 586-592, doi:10.1587/comex.2020COL0013.

Gocho, M., and H. Yamada, 2020, A proposal for sparse deconvolution using ISTA with low computational complexity, 2020 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2020), G1-3, CD-ROM.

内山　高，2020，富士火山北麓および富士五湖の水文地質構造と水文学的特徴，地学雑誌，129，697-724，doi:10.5026/jgeography.129.697.

高橋　良・伊藤久敏，2020，岩石学的特徴とU-Pb年代に基づく函館市街地下の軽石堆積物の給源の検討，火山，65，69-82，doi:10.18940/kazan.65.3_69.

Shinohara, M., T. Yamada, K. Uehira, S. Sakai, H. Shiobara, and T. Kanazawa, 2021,

Development and operation of an Ocean Bottom Cable Seismic and Tsunami observation system (OBCST) in the source region of the Tohoku-oki earthquake, Earth Space Sci., 8(3), e2020EA001359, doi:10.1029/2020EA001359.
中川茂樹・加藤愛太郎, 2020, WINフォーマットデータをObsPyで読み込む新しいモジュール, 東京大学地震研究所技術研究報告, 印刷中.
Maeda, Y., Y. Yamanaka, T. Ito, and S. Horikawa, 2021, Machine learning based detection of volcano seismicity using the spatial pattern of amplitudes, Geophys. J. Int., 225(1), 416-444, doi:10.1093/gji/ggaa593.

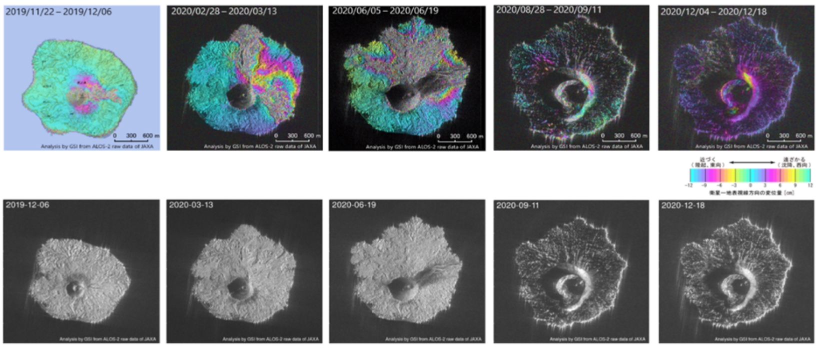

図１．西之島のSAR干渉解析結果（2019年11月22日～2020年12月18日）（国土地理院［課題番号：GSI_07］）
上段：干渉画像
下段：強度画像

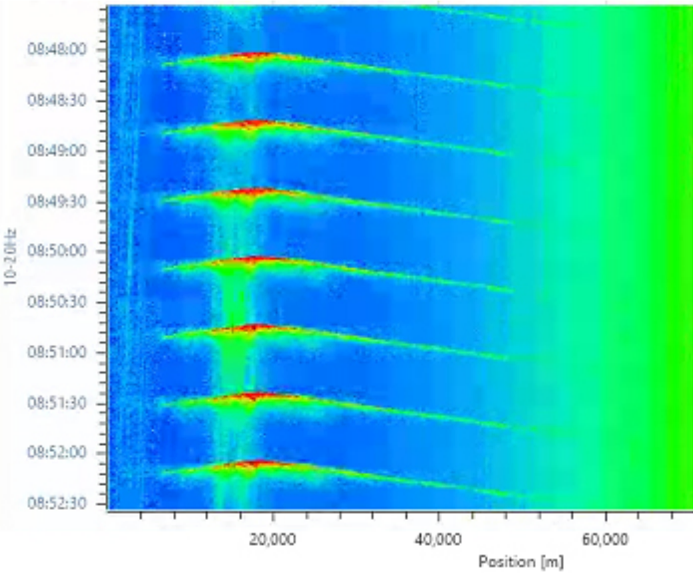

図２.DAS計測により記録されたエアガンの例(東京大学地震研究所[課題番号:ERI_22])
1996年に設置した三陸沖海底光ケーブル式地震津波観測システムの空き光ファイバーを用いて、敷設ルート上で発震されたエアガン観測を行った。横軸は陸上局からの距離、横軸は時間である。一定時間間隔で発震されるエアガンからの信号が明瞭に記録されている。

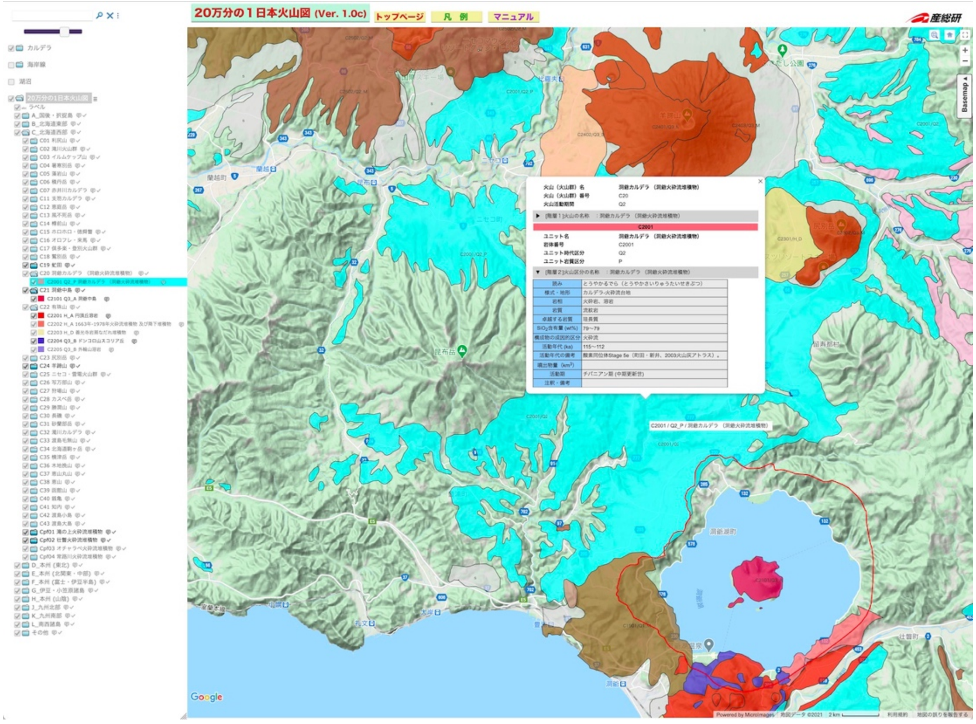

図３．20万分の１日本火山図の閲覧検索サイト(産業技術総合研究所[課題番号:AIST11])
第四紀火山噴出物の分布や詳細情報を表示できる。