

1 (6) 地震・火山災害

「地震・火山災害」計画推進部会長 木村 玲欧（兵庫県立大学環境人間学部）
副部会長 三宅 弘恵（東京大学大学院情報学環）

地震・火山災害部会は、災害科学の確立に資するため「災害」現象の解明に焦点がおかれた部会で、本計画『災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画』において初めて設置された部会である。防災・減災に対する社会の要請を意識しながら、理学、工学、人文社会科学など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の実証、地震・火山噴火の災害発生機構の解明、地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化、研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成などを目指した研究を行うものである。

本研究計画を推進するにあたっては、地震・火山噴火などの自然現象に起因する災害誘因（外力: Hazard）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（脆弱性: Vulnerability）を解明することが必要である。災害は、災害誘因と災害素因との関係のものにその大きさや特徴が決定すると考えられているからである。

本研究計画を災害科学の一部として捉えた場合、これまで実施してきた災害誘因としての地震・火山噴火研究に加えて、災害素因との関係を意識して研究計画を推進することが必要となる。これは地震火山研究計画について災害誘因研究から災害素因研究へ移行することを意図しているわけではなく、災害の軽減に貢献するための総合的な災害科学の確立のためには、災害発生の要因である災害誘因・災害素因双方の解明が必要十分条件であることを意図している。

現時点における科学的研究成果を鑑みると、災害誘因については、自然現象そのものを消滅させることは不可能なため、現象・被害・影響の発生機構の解明や予知・予測といった現象の理解に研究の重きが置かれている。また災害素因については、構造物・ライフライン・情報システムなどのいわゆるハード面や、社会組織体制や人間行動などのいわゆるソフト面から、発生する被害・影響を小さくする（被害抑止）、そして防ぎきれずに発生した被害・影響をそれ以上大きくさせない（被害軽減）ことを目的とした研究が行われている。特に災害素因の研究について、防災研究もしくは、被害・影響の低減の観点から減災研究とも言われている。これらの研究を総合的な災害科学研究として推進するために、理学だけではなく、防災学・減災学に関連する建築学・土木工学・情報工学・農学などをはじめとする工学、心理学・社会学・福祉学・歴史学・法学・経済学・地理学などをはじめとする人文社会科学などの関連研究分野との連携を図りつつ、計画を推進するものである。

1. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震・火山噴火の災害事例の研究

地震・火山噴火の災害事例の研究について、本年度は史料データベースを解析しながら、室町時代後期の明応七年に、近畿地方で記録された有感地震と地震・災害対応につ

いて検討した。特に同時代に記された信憑性の高い日記史料のみを用いて分析した場合に、明応七年の六月十一日と八月二十五日に発生した二つの地震の特徴に関して、どのような可能性が提示できるか検討した。当時京都に居住していた公家の近衛政家が記した『後法興院記』の記録によると、畿内で記された日記史料にみられる有感地震の記録に基づいた検討の結果、余震回数や被害様相などの地理的データによって、同じように「大地震」と記されている明応七年六月十一日と同八月二十五日の地震であっても、個々に異なる性質を有している可能性を提示した。また室町時代後期の朝廷での地震対応は、古代以来の陰陽道に基づいて地震の発生要因を検討し、地震発生を次なる災いの予兆と捉えて、過去の先例について中国の古典を調査するという形式的な内容であった。そのため朝廷では、この勘文に基づいて何らかの具体的な対応が実行されたわけではなく、打ち続く有感地震を鎮めるために社寺に対して祈祷を命じる程度であった。このような朝廷での地震対応は、それ自体が先例を重視する形式的な内容ではあるが、古代より朝廷だけが実施できる半ば儀礼的な対応であったことを明らかにした(図1)(東京大学地震研究所[課題番号:1513])。

また過去の災害事例の状況をふまえた地震・火山噴火に係る知見の発信技術プロトタイプについての検討を実施した。地震学会において発表された10年分の研究題目を事例として、形態素解析を通じた名詞抽出ならびに出現実態の統計分析を行い、テキストマイニングを行うことで、研究内容のトレンド変化を追求した。研究題目をKHCoder内に実装されている茶笥を用いて形態素に分解した結果、53,587個の名詞が抽出され、異なり語数は5,512件となった。これに基づき、KHCoderの標準機能である上位150の抽出語リストを作成し、どのような名詞が頻出しているかを把握した。地震学研究の一般用語と想定される「地震」「地殻」「強震動」「断層」という研究対象や、「予測」「観測」という手法にかかる名詞が頻出語として確認された。単語間のつながりを表す「共起」に着目し、年度ごとに共起分析を実施し、共起ネットワークを作成した。年度ごとに比較したところ、気象庁が名称を付与するような大規模な地震が発生した場合、発生年もしくは翌年に、その地震に関する事例研究が中心となっていた。2年が経過すると、その事例研究に関する名詞の共起性が低くなり、継続性がないことが明らかとなった。一方で、事例研究から得られた新たな研究課題を表す名詞は継続的に用いられており、研究分野の拡張状況が共起ネットワークの変遷から確認できた。新しい観測データや現象、解析手法などが収集・発見・開発されれば、それを元とした研究が発生し、研究の流れに影響を与えるため、本研究で作成した共起ネットワークの変化から、一定の研究変遷を把握できることが提案できる(図2)(新潟大学[課題番号:2702])。

(2) 地震・火山噴火の災害発生機構の解明

地震の災害発生機構の解明について、堆積平野・堆積盆地における地震災害発生機構の解明を行うため、本年度は地震災害誘因の分析と地震災害発生機構の解明に向けた地下構造モデルの構築を行った。地震災害誘因の分析に関しては、国内の堆積平野において地震波干渉法を積極的に活用することにより、周期1秒までの首都圏の強震動シミュレーションに成功した。この成果は、観測とシミュレーションの応答分布の面的差分をとることで地下構造モデルの構築に役立てられる。また、国外の堆積盆地において、2015

年ネパール・ゴルカ地震およびその余震を対象として岩盤観測点の特徴を生かした分析を行い、カトマンズ盆地の地震動増幅特性を明らかにした。地震災害発生機構の解明に向けた地下構造モデルの構築に関しては、南海トラフ海域の付加体に対する構造インバージョンを実施し、計算結果が過大となる従来のS波速度や層厚を修正した新たな地下構造モデルを構築した（図3）（東京大学地震研究所[課題番号：1515]）。

また火山の災害発生機構の解明について、対策が未整備である「大量降灰」の災害に関して、噴火前に避難を終える事前広域避難について検討した。また、大規模噴火避難に関して住民の意向をアンケート調査したうえで、避難シミュレーションを行い、有効な避難施策を検討した。桜島周辺の大量降灰が予想される地域内の住民が全員車で最適避難した場合、避難終了までに最低でもどの程度の時間が必要かを見積もった。鹿児島市街地の降灰予測厚30cm以上の地域で、最適避難戦略（Daganzo, So, 2011）を用い、災害の中心地に近い高リスクの避難者を優先的に避難させるInF0戦略とし、下流ボトルネックを考慮した流入点における交通量制限による渋滞を排除した。また、道路ネットワーク表現は、巨視的交通流モデル、流体モデルの離散形とし、各矩形内の交通量を時間ごとに計算することで交通流を表現した。その結果、80万人の避難に約50時間かかることがわかった。したがって、この方法で全員を安全に避難させるためには50時間以上前に避難勧告などの情報を発表する必要がある。次に、実際住民がどのような避難意向を持っているのかを調べるためにアンケート調査を行ったところ、県内の降灰の少ない場所や他県に移動する長距離避難の意向をもつ住民は約20%であり、避難勧告がトリガーとなることがわかった。その結果、長距離避難の意向を持つ20%の住民が避難する場合は約5時間を要する結果となり、少なくとも5時間前に避難勧告を出す必要があることがわかった（図4）（京都大学防災研究所[課題番号：1914]）。

また「脆弱性」という概念について、これまでの課題研究で明らかになった「脆弱性は土地利用、災害対策、社会的凝集性、防災意識・災害文化の4つの次元で捉えることが妥当ではないか」という仮説のうちの一部について、南海トラフ巨大地震での震度は6弱～7弱、津波による浸水深度は1～3m程度が予想されている地域を対象として質的調査・量的調査による検証を行った。今年度は特に量的調査の実施・分析を行ったところ、1)自分が住んでいる場所の海拔と南海トラフ巨大地震の危険度認知（震度・津波到達時間・最大浸水深・倒壊率・液状化率・道路閉鎖・火災延焼）に学区間で有意差がなかったこと、2)危険度認知（建物倒壊・液状化・道路閉塞・火災延焼）はハザードマップの活用、防災訓練への参加、学区の行事への参加によっては改善されないことなどが明らかになった。特に「ハザードマップを活用しても、また防災訓練に参加しても、それが危険性認知の向上にストレートにつながるわけではない」という結果について、調査対象地域の背景・実情を質的調査によって明らかにしたところ「防災訓練をルーティンワークとして行うのではなく、住民各層に呼びかけ、工夫を凝らすことによって、危険度認知の向上が見込めるのではないか」という解決策が提案できることが明らかになった（図5）（名古屋大学[課題番号：1704]）。

(3) 地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化

地震の災害軽減のための情報の高度化について、災害の人文社会学的研究の側面から、

地理空間情報（G空間情報），GIS（地理情報システム），衛星測位（GPS，準天頂測位システムなど）の統合的活用方法の開発を行っている。今年度は，津波想定域人口が北海道で最大となる釧路市を対象とし，人口，土地利用，津波浸水想定だけではなく，避難施設と避難圏域に関するデータの収集と分析を行った。その際には避難施設や避難ルートなど，住民避難に関する地理空間情報も取り込み，空間データベースを構築した。この分析により，生活レベルのミクロな視点で，各自治体のもつ「災害に対する社会的脆弱性」に関する分析を行った。具体的には，本研究は積雪寒冷地における高齢者福祉施設の津波避難の現状と課題を運営面と移動面から明らかにした。その中で，釧路市の津波浸水想定が大幅に変わった東日本大震災以前と以後の津波避難対策の変化や，積雪期特有の津波避難の課題についても検討した。特に自治体から望まれる支援に関して考察すると，避難移動に関しては，歩行困難な高齢者が多いこととそれを介助する職員が不足することから自動車避難の検討が課題であり，待機時に関しては，体調管理や地域住民との関係性の維持のための職員不足から高齢者が集団待機することができる場所を予め確保することの検討が課題であることを提案した（図6）（北海道大学[課題番号：1006]）。

火山災害情報およびその伝達方法のあり方について，2014年9月27日の御嶽山噴火にともない，地域住民，観光客といった情報の受け手や，自治体職員等の情報伝達の担い手にとって有用な災害情報の内容や伝達方法のあり方について検討・提案を行っている。今年度は，昨年度に実施した火山災害情報のあり方についての住民向けアンケート（御嶽山の岐阜県側に位置する下呂市小坂地区（旧小坂町）の全1258世帯を対象に実施）の分析を進めるとともに，本調査結果を地域へ還元するための住民説明会を行い，さらに地区防災計画の策定を主な目的とした住民ワークショップを開催した。主な参加者は区長，組長，自主防災組織の関係者および行政関係者であり，ワークショップは平成28年11月から平成29年3月まで実施した。またアンケートに対する異なる火山間での回答の違いを整理するため，口之永良部島でのアンケート実施に向けた準備のため，復興状況も含めた現地視察を行った（名古屋大学[課題番号：1706]）。

（4）研究者，技術者，防災業務・防災対応に携わる人材の育成

地震予測を行う専門家が評価の不確実性を述べることによって，住民の地震リスク認知や専門家に対する信頼がどのように変化するかについて，2016年熊本地震の発生に伴って，益城町などで建物被害や避難状況の現地調査を緊急で行った。聞き取り調査では，4月14日の地震で避難したため，16日の地震による建物全壊で人的被害を受けることを免れた例があった。また，地震動予測における震源断層の想定に関する研究を行い，事前に震源断層の面積を予測することは困難であるが，地表地震断層の長さを予測することはある程度可能であることがわかった。我々の生活においてリスクとなるものとしては，地震や犯罪，環境汚染や食品など様々なものが存在する。地震予測が防災の実現へと結びつくためには，地震に対する人々のリスク認知の特徴を明らかにし，その特性に応じた地震予測を提示する必要がある。本年度は，主に犯罪に対する人々のリスク認知と地震に対する人々のリスク認知の比較を行うため，アンケート調査を実施した（図7）（東京大学地震研究所[課題番号：1517]）。

火山の災害軽減のための情報の高度化について，火山情報などの防災情報とリンクす

るインターネットを通して入手可能な関係機関の各種観測情報の準リアルタイムな収集と統合表示を通して、北海道内の地方公共団体が現況を総合的に把握し、的確な防災対応を行うための支援システムを構築を目指した研究を行っている。今年度は、既知の不具合を修正し、二次サーバー機能の実装や細かな修正を残して、当初に計画したクライアントプログラムの開発は完了した。また、セキュリティ対策のため導入した暗号化ファイルの編集や、WINデータ等を配信用のユーティリティプログラムを開発した。更にプログラムをパッケージ化し、それを配布するためのホームページを開設した。一方、4月に熊本地震が起これ、8月には北海道に被害をもたらした台風が相継いで来襲し、11月には倶多楽火山地獄谷で異常地熱活動など開発システムの有効性を問われる出来事がおこりその検証を行った。その中で、平時において「チラ見」は行われているものの担当者により使われ方が大きく異なるために、防災対応の有用なツールとしてシステムが根付くためには、二次サーバー機能の実装より、GUIの改良を進め、より使い易い、使い勝手の良いシステムとする必要がある。同時に緊急時に活用されるためには、担当者がシステムに習熟していることが重要な要素であり、平時における活用の掘り起こしを進めていくことの必要性が明らかになった（図8）（北海道大学[課題番号：1009]）。

これまでの課題と今後の展望

現行計画では、災害科学の確立に資するため「災害」現象の解明に焦点をあて、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の実証、地震・火山噴火の災害発生機構の解明、地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化、研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成などを目指した研究を実施してきた。

具体的には、地震・火山噴火の災害事例の研究において、近代観測開始以前の史料データベースなどを通して被害地震における地震対応についての検討および、過去の災害事例の状況をふまえた地震・火山噴火に係る知見の発信技術プロトタイプについて研究内容の意味ネットワークに着目をしたデジタル支援ツールの開発も行った。地震・火山噴火の災害発生機構の解明において、国内外の堆積平野・堆積盆地における強震記録データベースの増強をしたり、噴火災害においてとくに対策が未整備である「降灰被害」について避難計画策定のための想定を検討したり、脆弱性という概念的整理について東日本大震災を事例とした人文社会科学の検討を行った。地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化において、北海道を事例に地理空間情報・GIS・衛星測位を統合的に活用した避難支援システムの構築を行い、住民側の火山災害に対するリスク認知や情報ニーズについても社会調査などで明らかにした。研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成については、住民の地震リスク認知や専門家に対する信頼性についての検討および、GUIに特化した準リアルタイム火山情報の配信システムの構築と使用されるための課題を実証によって明らかにした。

今後は、この3年間の研究成果で明らかになった仮説などを検証させていきながら、体系化・理論構築を図っていくことが重要である。具体的には、地震・火山噴火の災害事例の研究においては、史料データベースや研究データベースなどの資料に基づき、地震・津波・火山災害などの自然災害の災害事例について更に収集を行い、当時の人々の

対応や教訓，復興過程，災害研究の全体像などについて検討を続け，複数災害間の検討などを進めている。地震・火山噴火の災害発生機構の解明においては，引き続き国内外の堆積平野・堆積盆地における強震記録データベースを増強し，地震災害誘因の自然素因への作用の解明と地下構造モデル化手法の国際展開を開始することや，脆弱性概念の検討についてはこれまでの研究によって明らかになった仮説の検討・検証を，量的調査・質的調査の実施とともに進めていく。地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化においては，整備を続けている地理空間情報データ等をもとに，GISに取り込んで空間データベースを構築し，町内会レベルもしくは個人レベルなど多様なレベルにおける避難に関する分析に進化させていくことや，火山災害における住民の火山災害情報の受けとり方について，火山間の比較などを通して総合的な検証をはじめめる。研究者，技術者，防災業務・防災対応に携わる人材の育成については，住民の災害リスク認知や専門家に対する信頼について調査分析を行い，火山情報の配信システムについて自治体等の活用実績をもとに受信者側のニーズについての検証を続けていくことが重要である。

成果リスト

- 阿部光樹・井ノ口宗成・加藤尚之・森田裕一・田村圭子・木村玲欧・中野敬介，形態素解析を用いた地震学研究の動向把握に資する研究 ～ 地震学会10年間の研究題目を事例として ～，信学技報，vol. 116，no. 422，ICTSSL2016-61，pp. 145-150，2017年1月。
- Bijukchhen, B., N. Takai, M. Shigefuji, M. Ichiyangi, and T. Sasatani, 2017, Strong-motion observation and damage assessment in rock and soil sites of Kathmandu, Nepal after April 25, 2015 Gokha earthquake, Proceedings of the 16th World Conference of Earthquake Engineering, Paper No. 1581.
- Guo, Y., K. Koketsu, and H. Miyake, 2016, Propagation mechanism of long-period ground motions for offshore earthquakes along the Nankai Trough: Effects of the accretionary wedge, Bull. Seismol. Soc. Am., 106, 1176-1197, doi:10.1785/0120150315.
- 橋本雄一編，2016，四訂版 GISと地理空間情報－ArcGIS10.3.1とダウンロードデータの活用－，古今書院，180pp.
- 橋本雄一，2016，地域の防災計画にGISを活かす，地理，61(4)，18-25.
- 橋本雄一，2016，学界展望－数理・計量・地理情報，人文地理，68，317-320.
- 橋本雄一，2016，オープンデータとGISを活用し地域防災力を強化する，測量，33(3)，4-5.
- 橋本雄一，2016，空間と情報の地理学，田山忠行（編）「空間に遊ぶ 人文科学の空間論」，北海道大学出版会，173-193.
- 橋本雄一，2016，災害とGIS，関 孝敏・松田光一（編）「北海道南西沖地震・津波と災害復興－激甚被災地 奥尻町の20年」，北海道大学出版会，237-257.
- 深田秀実・橋本雄一・沖 観行，2016，津波避難における個人行動シミュレーション分析の試み，日本災害情報学会第18回学会大会予稿集，A5-3，pp.46-47.
- Koketsu, K., 2016, Scientific aspects of the Tohoku earthquake and Fukushima nuclear accident, Geophysical Research Abstracts, Vol. 18, EGU2016-13645-1.
- Koketsu, K., 2016, “Strong Ground Motion Assessment Scheme for Specified Source Faults”

- and the Kumamoto earthquake, 11th Asian Seismological Commission General Assembly, Paper ID 90.
- Miyake, H., 2016, Long- and short-period characteristics of megathrust source models and ground motions (invited), UK-Japan Disaster Research Workshop: Cascading Risk and Uncertainty Assessment of Earthquake Shaking and Tsunami.
- Miyake, H., 2016, Strong motion observation during and after the 2014 Northern Nagano earthquake, 5th IASPEI/IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion, P213H.
- 西山昭仁・原田智也, 2016, 明応七年(1498)の畿内における地震記録の検討, 2016年 前近代歴史地震史料研究会講演要旨集, 6-7.
- 奥野祐介・塩崎大輔・橋本雄一, 2016, GNSSを用いた津波集団避難行動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, 25, CD-ROM.
- 大島弘光・宮村淳一・棚田俊収, 2016, 準リアルタイム火山防災情報表示システムの開発, 日本火山学会2016年度秋季大会講演予稿集, 63.
- Shigefuji, M., N. Takai, S. Bijukchhen, M. Ichiyangi, and T. Sasatani, 2017, Features of long-period ground motion on the Kathmandu valley for the 2015 Gorkha Nepal earthquake sequence, Proceedings of the 16th World Conference of Earthquake Engineering, Paper No. 4566.
- 塩崎大輔・橋本雄一, 2016, ニセコ町におけるICTを用いた除排雪車位置情報システムの運用と課題, 地理情報システム学会講演論文集, 25, CD-ROM.
- 塩崎大輔・橋本雄一, 2016, 地方自治体におけるICTを用いた除排雪車位置情報システムの課題, 情報処理学会研究報告「情報システムと社会環境」, 12, 1-6.
- Takahashi, M., Muroi, K. and Tanaka, S., eds., International Comparative Study on Mega-earthquake Disasters: Collection of Papers Vol.1 .
- Takai, T., M. Shigefuji, S. Bijukchhen, M. Ichiyangi, and T. Sasatani, 2017, Characteristics of strong ground motion in the Kathmandu valley during the 2015 Gorkha, Nepal earthquake, Proceedings of the 16th World Conference of Earthquake Engineering, Paper No. 4590.
- Viens, L., K. Koketsu, H. Miyake, S. Sakai, and S. Nakagawam, 2016a, Basin-scale Green's functions from the ambient seismic field recorded by MeSO-net stations, J. Geophys. Res. Solid Earth, 121, 2507-2520, doi:10.1002/2016JB012796.
- Viens, L., H. Miyake, and K. Koketsu, 2016b, Simulations of long-period ground motions from a large earthquake using finite rupture modeling and the ambient seismic field, J. Geophys. Res. Solid Earth, 121, 8774-8791, doi:10.1002/2016JB013466.



日記史料が残されている
場所は京都と奈良のみ。

●明応七年六月十一日の地震

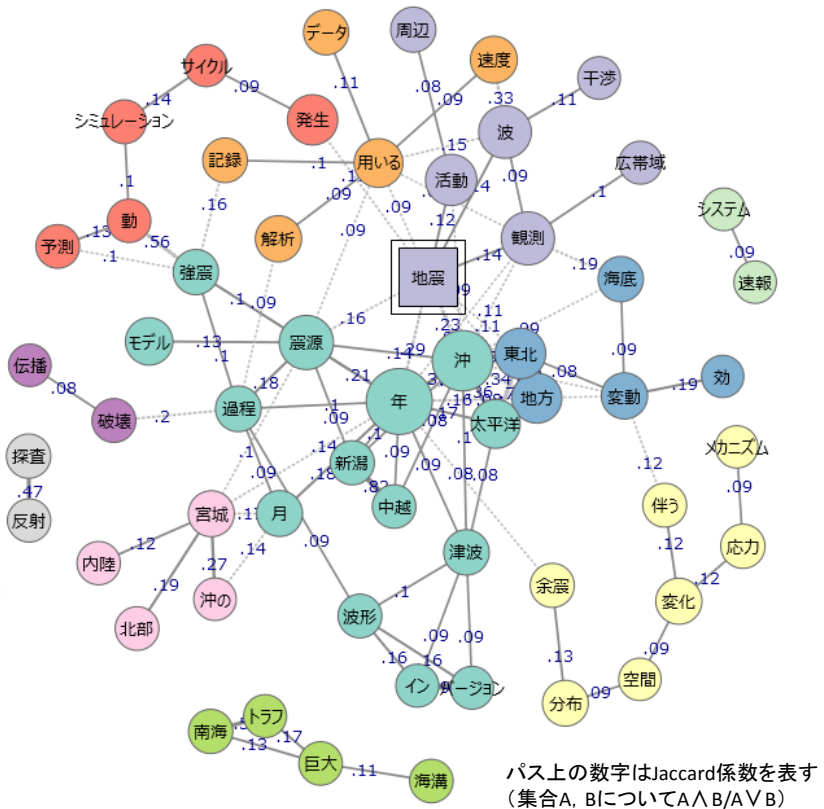
- ◆ 有感地震は一ヶ月程度で減少。
- ◆ 京都盆地や奈良盆地の周辺で目立った被害は確認できない。
- 京都盆地や奈良盆地の周辺よりも遠地で発生した中規模の地震であった可能性がある。

●明応七年八月二十五日の地震

- ◆ 有感地震は一ヶ月以上継続。
- ◆ 京都では六月十一日の地震より倍ほどの揺れであった。
- ◆ 奈良では小規模な被害があった。
- 京都盆地や奈良盆地の周辺よりも遠地で、奈良盆地よりも南方で発生した大規模な地震であった可能性がある。

図1. 明応七年(1498年)の地震の発生場所の検討(東京大学地震研究所[課題番号:1513])

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
地震	3479	南海	149	堆積	81
年	953	検討	147	火山	80
構造	889	動	141	歪	79
観測	751	海溝	140	試み	78
沖	748	変形	140	スロー	76
波	714	次元	138	浅い	76
断層	670	周波	135	南部	76
震源	628	放射	134	アレイ	75
地殻	545	北部	134	紀伊半島	74
推定	498	新潟	131	考慮	74
用いる	490	余震	131	付近	74
活動	448	境界	130	向ける	72
速度	396	減衰	129	被害	72
発生	390	時間	129	近傍	70
地方	387	イン	127	形状	70
東北	374	バージョン	126	比較	70
モデル	365	開差	125	イベント	69
変動	354	検出	125	干渉	69
解析	346	関係	122	結果	69
太平洋	305	地盤	121	列島	69
変化	304	調査	118	スペクトル	67
分布	303	弧	115	西南	67
津波	292	システム	109	震期	67
海底	273	特徴	109	測定	66
プレート	268	均質	107	適用	66
日本	263	フィリピン	106	動的	66
データ	262	スラブ	104	北海道	66
強震	242	見る	103	構築	65
周辺	235	日本	101	防災	65
過程	225	マントル	100	終	64
月	225	空間	100	考察	63
応力	220	広帯域	99	精度	63
地域	220	手法	99	遠隔	63
地震動	213	関東	95	メカニズム	62
変動	213	突如	95	異	62
調査	203	影響	94	転乱	61
宮城	201	研究	93	グリーン	60
破壊	186	内陸	93	効	60
予測	182	中越	92	深い	60
周期	181	沈む	91	東	60
記録	180	伝播	91	依存	58
深部	180	異常	90	沖の	58
特性	174	東海	88	水	58
評価	173	スリップ	86	計算	57
シミュレーション	166	重力	84	数値	56
基づく	163	摩擦	84	紀伊半島	56
海	161	活	83	応答	55
伴う	156	弾性	83	検証	55
地下	153	決定	82	微小	55
開数	149	震度	82	変形	54



パス上の数字はJaccard係数を表す
(集合A, Bについて $A \cap B / A \cup B$)

図2. 上位150の頻出語(左)と、「地震」を中心とした研究の共起ネットワーク(右)

(新潟大学[課題番号：2702])

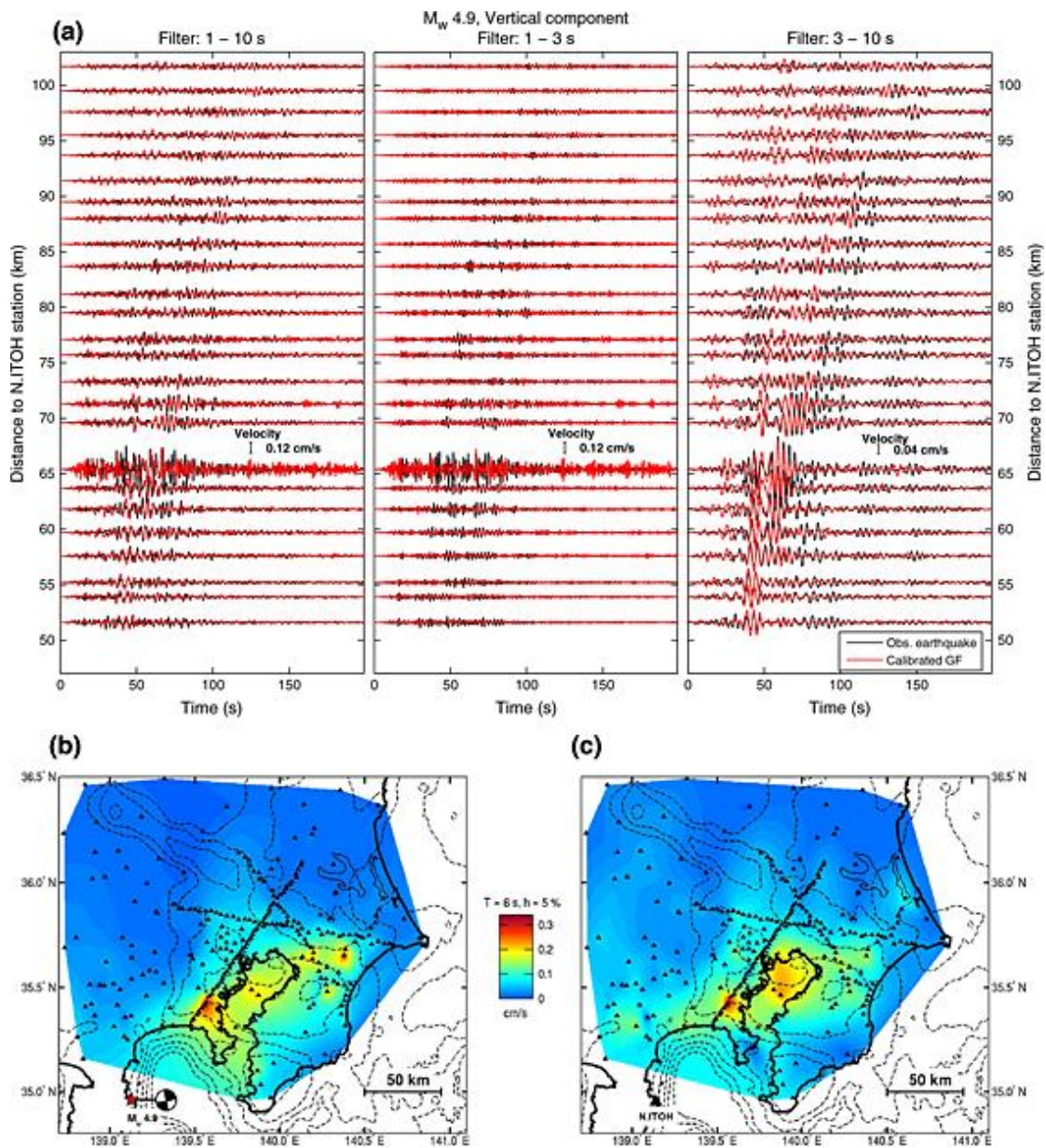


図 3. 地震波干渉法による首都圏の強震動シミュレーション (Viens et al., 2016a)
地震波干渉法を用いることにより、周期 1 秒までの強震動シミュレーションが可能となった。(a) 観測 (黒線) とシミュレーション (赤線) の速度上下動の波形比較。(b) 伊豆半島の中規模地震による MeSO-net および周辺観測点の観測地震動の擬似速度応答分布。(c) 地震波干渉法による同地震の強震動シミュレーションの擬似速度応答分布。Hi-net 伊東を仮想震源とした。(東京大学地震研究所[課題番号：1515])

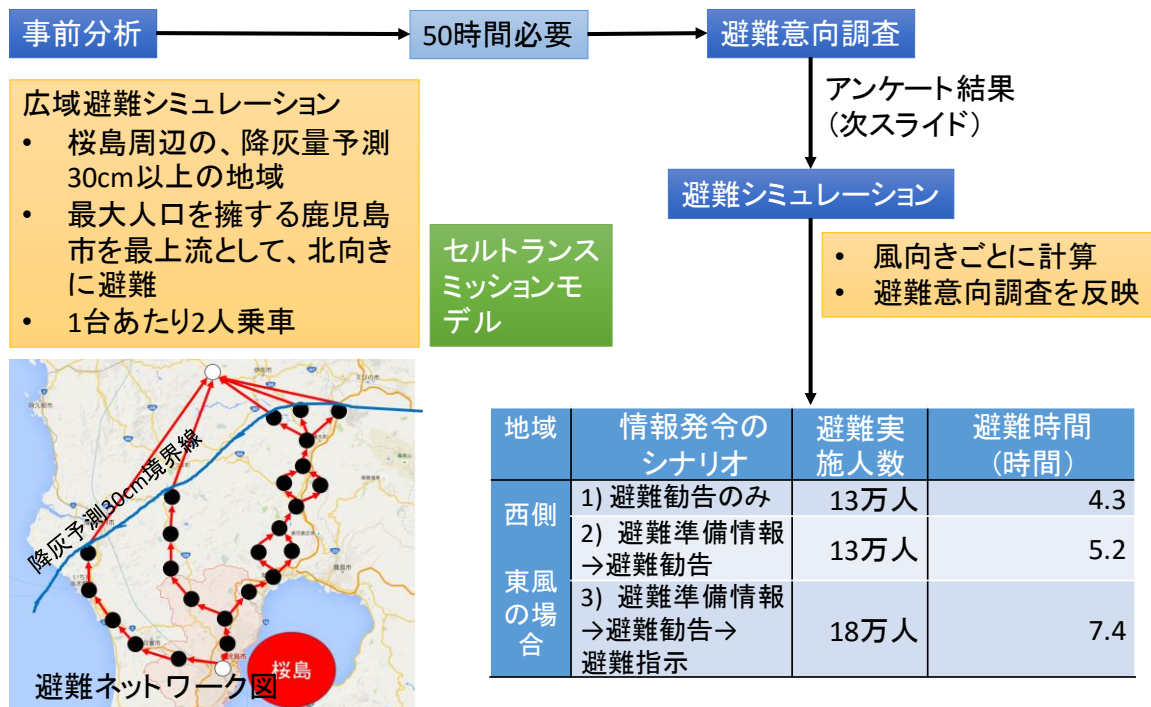


図 4. 桜島の大規模火山噴火を想定した事前広域避難計画のための方法論 (京都大学防災研究所 [課題番号: 1914])

質的調査による各学区の脆弱性

	道徳学区	星崎学区	柴田学区
土地利用	戦前開発の住宅地	村落+高度成長期後の住宅地	高度成長期に宅地+宅地開発
災害対策	河川堤防+ハザードマップ+防災訓練	河川堤防+ハザードマップ+防災訓練	河川堤防+ハザードマップ
社会的凝集性	地域住民組織と防災組織が相互浸透	強い地域住民組織と強い防災組織が協力	地域住民組織も防災組織も弱体化
災害文化	伊勢湾台風の集合的記憶活性化	伊勢湾台風経験の継承	伊勢湾台風経験の風化
脆弱性	比較的低い	両極化、村落は低く住宅地は高い	全体として高い、特に新住民層

まとめ

- 自然現象としてのハザードリスクは比較的よく認知されているが、全体として字面の知識に留まっている
- 身の危険に直接かかわるリスクの認知度は低く、災害への備えに結び付かない
- 社会的凝集性が高いコミュニティでは、個人の経験や活動がリスク認知度を上昇させる可能性がある



リスク認知度との関係

個人の経験・活動	リスクの認知度				
	震度	海拔	建物倒壊率	津波最大浸水深	津波到達時間
伊勢湾台風被災経験	○	○	○	○	○
ハザードマップ活用	○	○	—	○	○
防災訓練参加	○	○	—	—	—
学区行事参加	○	○	—	○	○

(○: カイ2乗検定による Prob. < 0.05)

脆弱性の異なる3学区間では個人のリスク認知度に有意な差異は見出しがたいが、社会的凝集性の高い2学区では(三層クロス分析)、個人の被災経験や防災活動とリスク認知度とに有意な関係がある(低い1学区では関係が不明瞭)



多変量解析: ロジスティック回帰分析等 (現在解析中)

今後の課題

- 量的データの充足: 他地域におけるデータ収集
- 質的調査の深化: アクションリサーチ等による要因分析

図 5. 量的調査・質的調査による「脆弱性」の検討 (名古屋大学 [課題番号: 1704])

分析手法：GISによるネットワーク
バッファ（NTB）分析
ネットワーク空間上で施設からの等距離帯を設定。冬季の歩行距離としては、路面凍結や積雪による道路幅減少など減速要因を考慮。

1. 冬季における避難距離の減少

- 積雪や路面凍結による歩道幅が減少
- 防寒対策の準備時間が発生

↓
各高齢者福祉施設の避難距離の減少

2. 冬季における他の課題

<避難移動における課題>

- 路面凍結や積雪による転倒
- 積雪による車椅子の使用不可

<避難先における課題>

- 防寒対策の必要性
- 寒さによる高齢者の体調悪化

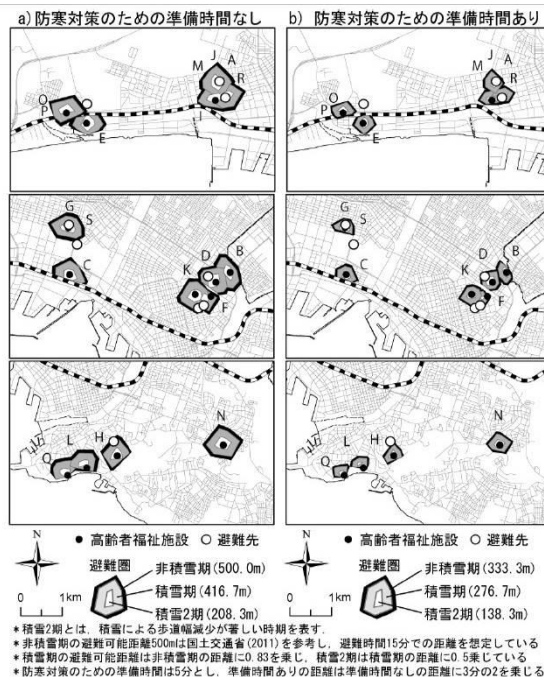
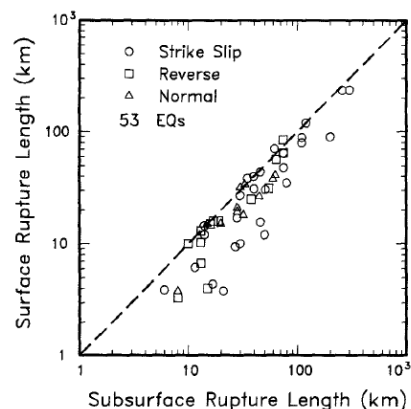


図 6. 積雪寒冷地域特有の災害時避難における課題（北海道大学[課題番号：1006]）

2016年4月の熊本地震は活断層で発生した固有地震であり、かつ事前に地震調査委員会の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」（以下、「予測手法」）による予測が行われていた初めての地震。2009年に確定した「予測手法」が初めてゼロから検証できることになった。「予測手法」の最初の部分には（ア）と（イ）、ふたつの選択肢がある。

<検証結果>

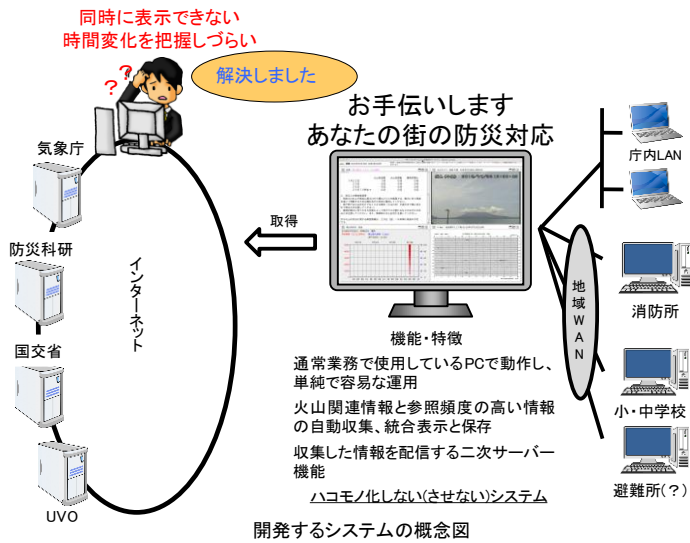
- 詳細な調査が行われたとしても、活断層や地震発生層の調査から将来の地震の震源断層の面積を精度よく推定することは困難であることが、熊本地震の実例で明らかになった（熊本県が1996年と1998年に詳細な調査を実施）。
- そのため、震源断層面積から予測を始める（ア）より、活断層調査で精度よく求まると言われる地表地震断層の長さなどから予測を始める（イ）の方が安定的である。
- 地震本部の全国地震動予測地図では活断層の地震に対して（イ）のみを用いているが、他機関では（ア）が用いられることが多い。震源断層には事前に地表に現れない部分が必ず存在するから（右図）、（ア）の方法による地震動予測は必ず過小評価になる。



Wells and Coppersmith (1994)

図 7. 住民の地震リスク認知や専門家に対する信頼に関する社会調査（東京大学地震研究所[課題番号：1517]）

目的：活動的な火山を有する地方自治体と共同して、インターネット上にある火山防災情報と関連情報の準リアルタイムな収集と統合表示により地方自治体における防災対応を支援するシステムの開発



- 最新バージョンで取得・表示可能な情報は、火山関係9が、気象関係が10、汎用掲示板を加えて総計で20種類
- システム導入機関は道内が22機関、道外が1機関。新設された十勝岳望岳台のシェルター内にシステム設置
- 庁内LANへの接続、自前PCや専用回線の導入など活用に向けた環境整備が進展。

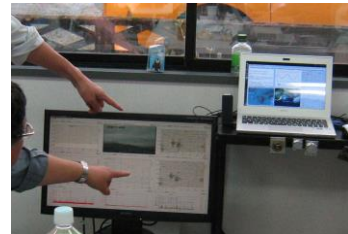


2016年10月19日にオープンした十勝岳望岳台の避難シェルター内に設置された開発システム

○ 主な活用事例

4月の熊本地震を始めに、8月に台風が北海道に來襲し、11月には倶多楽火山地獄谷で異常地熱活動の再開など開発システムの有効性を問われる事例が発生

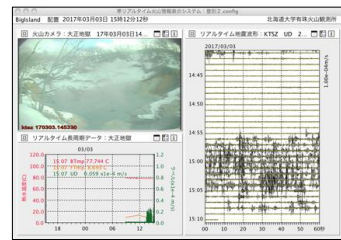
1. 想定外な緊急的な監視システム
熊本地震により機能喪失した阿蘇火山研究センターで地震等のモニターシステムに流用された。流用できた要因は被災から逃れた、復旧の早い低速な携帯電話回線に対応していたことであり、防災情報システムは災害に強いインフラのうえに構築する必要のあることを再認識させられた。
2. 8月に北海道に來襲し、被害をもたらした台風の防災対応
住民避難にまで至らなかった釧路市では町村合併で拡大した行政区内の気象監視に活用されたが、被害が発生した足寄町や、台風10号で大きな被害を受けた新得町では、防災対応に追われ、活用されなかった。人的資源に乏しい市町村では、切迫した条件下、また発災直後は防災対応に追われ、観測データによる状況把握の余裕がなくなることは想定されていた。その一方で、開発システムが目指した**統合表示の有効性**を裏付けるメールが釧路市から届いた。



阿蘇火山研究センターの大津仮事務所に東北大学の協力を得て設置されたシステム。ノートPCのディスプレイ(右上)には気象情報、外部ディスプレイ(左下)には火山カメラ画像、地震波形が表示されている。

plumeが無ければ気象庁のHPでそれぞれの観測地点の情報を確認しなければなりません、必要な地点を登録すると複数地点の状況が画面上で確認ができ、今回の台風における対応ではplumeの活躍に……

3. 観測データのリアルタイムな共有と監視
2016年11月の登別大正地獄の熱泥水噴騰活動の再開に際し、現地観光業者、現地の見えない登別市、室蘭地方気象台、札幌管区火山センターの間で観測データのリアルタイムな共有と監視に使用され、3(4)機関が共通の観測基盤に立った防災対応が行われた。これは、このシステム開発が目指した1つの利用形態である。



○ Todo

活用を更に進めるために、GUIの改良や要望に応じた改良を進めるほか、研究機関終了後のシステム運用について検討を始める。

図 8. 準リアルタイム火山情報表示システムの概要(上)と活用事例(下)(北海道大学[課題番号:1009])