

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02959

研究課題名(和文)ハザードマップにおける災害予測および避難情報伝達の機能向上に資する地理学的研究

研究課題名(英文) Geographical study toward enhancing ability of hazard maps for forecasting disaster and providing emergency information

研究代表者

鈴木 康弘 (Suzuki, Yasuhiro)

名古屋大学・減災連携研究センター・教授

研究者番号：70222065

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：ハザードマップは最近20年間に急速に整備されたが、2011年東日本大震災以降、大規模災害が起きるたびに問題が露呈している。具体的な問題としては、災害種ごとに定義や概念が異なる、「災害予測」と「避難情報提供」の機能が融合できていない、情報の空間解像度が不足し土地条件に対応しない、計算結果に偏重し予測の不確実性が考慮できない、境界線が明快に示せない、などがある。本研究では、1)ハザードマップの体系的整理、2)災害予測地図の高度化、3)緊急情報提供機能の高度化、4)防災地理教育への展開について検討し、今後の我が国のハザードマップ整備の総合的なあり方について地理学の立場から提言した。

研究成果の概要(英文)：Hazard maps have been rapidly developed over the past 20 years. However, since the 2011 Great East Japan Earthquake, many problems have come to light each time a large-scale disaster occurs. Specific problems include, (1) variations in the definitions and concepts for each disaster type, (2) unmerged functions of "disaster prediction" and "evacuation information provision" for hazard maps, (3) insufficient spatial resolution of information corresponding to actual land conditions, and (4) excessive dependence on calculation results, without consideration of uncertainty. This study therefore aims to 1) systematically organize hazard maps, 2) advance disaster prediction maps, 3) strengthen the emergency information provision function, 4) contribute to disaster prevention geographical education, and 5) propose a comprehensive method of hazard map development from the viewpoint of geography.

研究分野：自然地理学

キーワード：地形 ハザードマップ 自然災害 防災・減災

1. 研究開始当初の背景

ハザードマップは過去 20 年間に急速に整備されたが、2011 年東日本大震災以降、大規模災害が起きるたびに多くの問題が露呈している。これはそもそもハザードマップのあり方に関する十分な検討や体系化が図られないまま、行政側の一方的な都合で作成されてきた弊害でもある。具体的な問題としては、災害種ごとに定義や概念が異なる、ハザードマップに本質的に求められる「災害予測」と「避難情報提供」の機能が融合できていない、情報の空間解像度が不足し現実の土地条件に対応しない、計算結果に偏重し、予測の不確実性が考慮できない、境界線が明快に示せていない、などがある。

2. 研究の目的

本研究では、1)ハザードマップの体系的整理、2)災害予測地図の高度化(リアリティの向上)、3)避難等の情報提供機能の高度化、4)防災地理教育への展開について検討し、今後の我が国のハザードマップ整備の総合的なあり方について地理学の立場から提言する。

3. 研究の方法

本研究は、(1)現状のハザードマップの検証、(2)災害予測地図の高度化、(3)防災地図および避難情報伝達機能の高度化、(4)防災地理教育への展開、の 4 つを柱とする。多種の災害を同時に扱うことによりハザードマップの本質的課題が明らかとなり、他の事例を参考にすることで最適な改良案が提示できる。

4. 研究成果

4-1. ハザードマップと災害予測図の高度化 (1)2016 年熊本地震、2014 年神城断層地震から学ぶ地震ハザードマップの課題

2016 年と 2014 年の地震は、ともに活断層が引き起こした典型的な直下地震であった。活断層のごく近傍に震度 7 に相当する建物の激甚被害域を生じ、被害の大半はこの地域で起きたことから防災上極めて重要な現象であるが、事前のハザードマップに表記されていない。また強震動の成因も明らかではない。本研究はその状況を詳細に観察し、国際学会発表や論文につなげ、強震動分野に対しても強く問題提起を行った。そのことが平成 30 年度からの分野連携型の新たな科研(基盤 A:熊本地震から学ぶ活断層ハザードと防災教育-活断層防災学の構築を目指して)につながり、「活断層近傍の震度 7 のハザードマップ」作成が将来的に実現することになる。

(2)2015 年常総水害、2016 年小本川水害、2017 年九州北部豪雨災害等が提起したハザードマップの課題

これらの水害においてはハザードマップとしての地形分類図の有用性が再確認された。一方で「自然堤防」等の地形学用語が河川管理において誤用されていたため、「防災

における地形用語の重要性」を取り纏め、web 掲載ならびに雑誌「地理」にて公表した。

さらに、2015 年の水防法改正により、1000 年に一度の最大規模降雨を想定した洪水ハザードマップが作成されることになった。氾濫シミュレーションだけで表現するのではなく、地形分類図をベースとしたハザードマップの普及がいっそう重要となろう。

(3) 地形発達研究成果に基づく洪水ハザードマップ改良の可能性

2015 年鬼怒川破堤地形の UAV-Sfm-GNSS 測量、堆積物粒度分析を行い、破堤前後の侵食・堆積変化量を高精度空間解析し、以下を明らかにした。破堤箇所から遠方へ、a おぼり(クレバス)、b 侵食域、c 平衡域、d スプレッド堆積域、e 浮流物質薄層堆積域、が同心円状に配列する。c,d の境はイベント前地形の遷緩線、d,e の境は沖積微高地と後背湿地の境界線に一致する。a,b の侵食土砂量と d のスプレッド砂量はオーダーが一致する。一方、周辺の化石クレバス地形の掘削調査、GPR 探査、堆積物粒度分析、¹⁴C 年代測定等から、2015 年洪水と同様の微地形堆積物配列構造をもつこと、破堤の回復が a,b の流路化と d の前進を促し、沖積微高地を側方成長させたことを実証した。このことから上記知見を生かした微地形分類によるハザードマップ改良の可能性を指摘した。

(4) 2014 年御嶽山噴火等から学ぶハザードマップの現状と課題

本噴火は御嶽山において想定されていた水蒸気噴火であり、噴石により人的被害を生じた。噴火発生前に作成されていた火山防災マップに示された、想定火口位置・噴石予測到達範囲と実際の現象に矛盾は無かった。にもかかわらず被害が大きかった理由は、噴火発生が突然であり、火山防災マップが活用されるタイミングがなかったことによる。しかし噴火数週間前から火山性地震が多発し、噴火 10 分前には火山性微動が観測されていた。このような状況からリアルタイムハザードマップの必要性が指摘された。また、非居住地でありながら多数の訪問者がある地域において、火山防災マップの整備率が低いという問題が浮き彫りになった。

(5) 破局型噴火を想定した火山ハザードマップ

現行のハザードマップは、高頻度で起きる小規模な噴火しか対象とせず、低頻度の大規模な噴火は考慮できていない。q 2 3 日本列島では過去 12 万年間に VEI=7 クラス(噴出物体積 102 km³)の噴火が 9 回発生した。本研究ではこれら噴火による火砕流到達範囲、降下火山灰の層厚分布を GIS データとして整備し、将来同規模噴火が発生した場合の災害規模を試算した。いずれの場合でも火砕流到達範囲の人口は万人単位であり、最悪のシナ

リオでは火砕流による犠牲者は1,254~38万人、累計は1,947万人と算出された。今後、産業・インフラへの影響も評価し地図化を検討する必要がある。

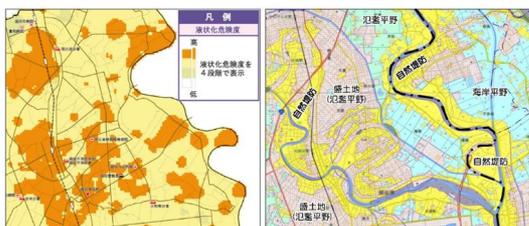
(6)2014年熊本地震、2011年霧島新燃岳噴火等から学ぶ土砂災害ハザードマップの現状と課題

2011年新燃岳噴火では、土石流による二次災害はほとんど発生しなかった。開析谷内での地形地質調査により、谷壁斜面での表面流による面的な物質移動、谷内での掃流による物質移動が確認され、発泡の良い軽石質火山灰の場合には激しい土石流は生じにくいことを明らかにした。火山地域において、地質及び新規噴出物の性状に応じた土砂災害ハザードマップを整備することが必要である。

2014年広島土砂災害の土石流災害において、被災範囲と警戒区域や予想範囲、土地利用などの関係を考察した。既存の土砂災害ハザードマップは実際の災害像をイメージさせにくい。土砂災害の発生源、到達域、微地形の状況、宅地開発の年代、地域防災単位等の表示が必要である。

(7)液状化ハザードマップの課題および高度化に向けた提案

現状の液状化ハザードマップの表示項目や種別を集計・類型化するとともに、代表的なハザードマップを評価した結果、作成手法やリスク表示法が統一されていないこと、液状化リスクが微地形や土地履歴等の土地条件と対応しない事例(図)が存在することが分かった。土地条件に応じた適切な地域区分及び地盤工学的的手法と地理学的手法を併用する必要性が明らかとなった。また、液状化は表層や浅部地盤条件ともかかわりが深く、これらを総合的に考慮することで、災害予測地図としての高度化が期待できる。一方、土地条件と関連付けた広域的な地盤情報整備や、リスク評価の根拠及び不確実性のユーザーへの伝達方法が今後の課題である。



(図：液状化ハザードマップ(左)が国土地理院土地条件図(右)と対応しない事例)

(8)長波長の撓曲地形が提起する地震ハザードマップの課題

立川や下北半島の活断層調査によって、活断層を正しく認定するためには、撓曲崖を正確に把握することが重要であることがわかった。とくに長波長の撓曲変形は認定しにくいので、傾斜変化を現地において詳細に確認

する必要がある。撓曲崖では、地震時に被害が集中することが予想される。面的に詳細な情報を得るためには、ドローンを用いて撮影した写真を解析することが最も有効な手段である。本研究では、高性能カメラを用いなくても、低高度で写真を撮影すれば10cm間隔の等高線図を作成することが可能であることを示した。軽量ドローンを活用することによって、比高の小さな撓曲崖をも認定することも容易となり、より実用的なハザードマップを作成できる。

(9)地質条件と災害の関係

2015年常総水害においては、溢水被害があった河畔砂丘と、破堤した堤体構成物質の粒度分析を行った結果、両者はほぼ同じ粒度組成を示した。そのことから、開発により不明瞭になった河畔砂丘の存在がハザードマップで重要な役割を果たしていると言える。

茨城県鹿行地区、埼玉県中川低地・加須低地において、液状化が発生した箇所は全て、小荒井・佐藤(2009)が示した浅層15mのN値10以下の泥層が層厚10m以上あった。液状化の発生した自然堤防の比高は全て2.5m以下であり、中埜ほか(2015)の液状化基準の変更に繋がる結果となった。

2014年神城断層地震で壊滅的被害が生じた白馬村堀之内地区において、建物被害、建物の築年数、空中写真判読による地形分類、表層地質、活断層分布、常時微動観測結果を検討した結果、背後に地すべり地形をもつ、Vs30の小さい箇所において昭和50年以前の建物が壊滅的被害を受けていたことから、浅層地盤の脆弱さが影響したと判断した。

4-2. 防災地図・避難情報提供機能の高度化

(1)緊急災害情報の高度化(プッシュ型情報発信)の現状と課題

避難情報伝達機能の高度化として、実際の災害時における有効性を高めるための改善策を、自治体の防災危機管理担当者、報道関係者、情報配信システム技術者と一緒に検討した。解決を目指した具体的な課題は、最近の豪雨の激化に伴う「市内全域避難勧告」の問題である。本来は危険地区に限定した勧告が必要だが、特別警報レベルでは地区の限定が間に合わない。これを経験した名古屋市と四日市市の担当者と、エリア限定でプッシュ型のハザード情報発信を検討した。現状においては防災アプリ開発が急速に進み、システム会社の対応は明確に定まっていないが、技術的課題を整理して実証実験を行える体制を確立することはできた。

(2)防災行政支援の3Dハザードマップの開発

名古屋市の防災部局と共同で、洪水ハザードマップをアナグリフ化して3Dで確認し、災害対策本部での有効性検証を開始した。アナグリフ化の技術的課題として、ハザードの強弱がアナグリフにした時に判読可能な色

調調整と、避難所等の記入方法を検討した。土砂災害マップについてとくに有効性が高いことも確認できた。

(3) 「水流がわかる津波マップ」の提案

以前作成した 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波遡上高分布図を、「水流がわかる津波マップ」に読み替えるプロトタイプを提案すべく、気仙沼市波路上地区について、震災当時の住宅地図を参照しながら住民や学校による記録誌を分析した。その結果、杉ノ下漁港付近では正面の御伊勢浜を注視していたところ側方の明戸浜からの津波に襲われた、内田付近では明戸浜から遡上した津波が迫った後に最寄りの海岸から遡上した、1960 年チリ地震津波とは異なる遡上が起きた、西側の河川を遡上して浸入するとの伝承に反して南方および南東方から浸入した、などの知見が得られた。この地区では、避難場所であった杉ノ下高台に津波が来襲したという問題もあった。こうしたことから津波については、浸入経路もしっかり考慮される必要がある。防災地理教材に向けて、浸水範囲と遡上高、浸入経路、避難場所の位置、かさ上げや防潮堤の状況、避難行動に関する体験談などが整理され、さらに土地勘がなくても地形や位置関係を理解できるマップを整備する必要がある。

4-3 . 防災教育への展開

(1) 「地理総合」の必修化における防災教育

2018 年 3 月に高等学校新学習指導要領が公表され、2022 年から「地理総合」が必修化される。その中で「自然災害と防災」は「地理総合」における大きな柱となり、中でもハザードマップは重要な位置を占める。本グループのメンバーを中心に中学校・高等学校用の防災教育教材として『わかる！取り組む！災害と防災』全 5 巻（古今書院）の企画に協力・執筆し、雑誌「地理」に「防災における地形用語の重要性」として解説を掲載した。2018 年 3 月の日本地理学会シンポジウムにおいては、ハザードマップや地形分類図の活用などの防災教育における重要性が指摘され、文科省や国交省との連携が期待される。

(2) 日本学術会議からの提言発信

本研究グループが核となり、提言「持続可能な社会づくりに向けた地理教育の充実」が 2017 年 8 月に纏められた。さらに 11 月にはシンポジウムが開催され、その内容は岩波書店「科学」2018 年 2 月特集号「これからの地理教育 - 持続可能な社会づくりのための教科へ」として纏められた。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 60 件)

鈴木康弘・渡辺満久・中田 高, 2016 年熊本地震における益城町市街地の地震断層

- 変動地形学的意義と建物被害への影響, 活断層研究, 48, 査読有, 2018, 13-34, 10.11462/afr.2018.48_13.

McLean Danielle, Suzuki Takehiko, (全 10 名, 4 番目), Integrating the Holocene tephrostratigraphy for East Asia using a high-resolution cryptotephra study from Lake Suigetsu (SG14 core), central Japan, Quaternary Science Reviews, 183, 査読有, 2018, 36-58, 10.1016/j.quascirev.2017.12.013.

宇根寛ほか 3 名, 地球科学が液状化防災に貢献するために, 地学雑誌, 127, 査読有, 2018, in press.

松本一希・須貝俊彦, 2014 年年広島豪雨による斜面崩壊を制約した地形条件—機械学習を利用した評価の試み, 地形, 39-1, 査読有, 2018, 15-28.

Ogami Takashi, Sugai Toshihiko, Effects of longitudinal valley slopes on runup of the 2011 Tohoku tsunami on the Sanriku coast, northeastern Japan, Quaternary International, 査読有, 2018, in press, 10.1016/j.quaint.2017.12.042.

鈴木康弘, 2016 年熊本地震の地震断層に関する課題, 活断層研究, 46, 査読有, 2017, 41-44, 10.11462/afr.2017.46_41.

渡辺満久・中田高・後藤秀昭, 変動地形学的特徴にもとづく立川断層南部の存在の再確認, 地震 第 2 輯, 70, 査読有, 2017, 81-87, 10.4294/zisin.2016-15.

Sugito N., Goto H. ほか 6 名, Surface fault ruptures associated with the 14 April foreshock (Mj 6.5) of the 2016 Kumamoto earthquake sequence, southwest Japan, Earth, Planets and Space, 68, 査読有, 2016, 170, 10.1186/s40623-016-0547-5.

石黒聡士・熊原康博・後藤秀昭・中田 高・松多信尚 ほか 5 名, UAV による空撮と SfM-MVS 解析による地表地震断層の地形モデル作成とその精度: 2014 年 11 月長野県北部の地震を例に (UAV 小特集: 最新法規から応用技術まで), 日本リモートセンシング学会誌, 36, 査読有, 2016, 107-116, 10.11440/rssj.36.107.

鈴木康弘・渡辺満久・中田高, 2016 年熊本地震を教訓とする活断層防災の課題と提言, 科学, 86, 査読無, 2016, 839-847.

鈴木康弘, 低頻度巨大災害を考える地理学的視点 - ハザードマップとレジリエンス -, 科学, 86, 査読無, 2016, 407-409.

杉戸信彦・松多信尚・石黒聡士ほか 4 名, 口絵 1: 2011 年東北地方太平洋沖地震「津波遡上高分布図」(宮城県気仙沼市本吉町付近), 地学雑誌, 124, 査読有, 2015, vii, 10.5026/jgeography.124.vii.

Suzuki, Y., Kumaki, Y., Sugai, T., and Sugito, N., Overview of Special Issue: “Geographical Investigation on the 2011

Great East Japan Earthquake Disaster, Focusing on the Regional Diversity of Tsunamis and Geo-hazards”, Journal of Geography, 124, 査読有, 2015, 147-150, 10.5026/jgeography.124.147.
杉戸信彦・谷口薫・松多信尚ほか 4 名, 白馬村北城新田および大出における神城断層の平均変位速度と活動時期の検討, 活断層研究, 43, 査読有, 2015, 109-118, 10.11462/afr.2015.43_109.
中埜貴元・宇根寛, 2014 年長野県北部の地震で出現した地表地震断層における地中レーザ浅部地下構造調査, 活断層研究, 43, 査読有, 2015, 133-148, 10.11462/afr.2015.43_133.

[学会発表](計 90 件)

鈴木康弘, 熊本地震が提起した活断層評価および地震防災の課題, JpGU-AGU 共同大会, 2017.

Suzuki, Y., Extremely Severe House Damage Confined to Narrow Zones along the Surface Fault Ruptures in Mashiki by 2016 Kumamoto Earthquake, Japan, American Geophysical Union, 2017.

黒木貴一, 自然災害調査に基づくハザードマップ精度向上の課題, 日本第四紀学会 2017 年大会, 2017.

Suzuki, T., Tephrochronological study of the long-term explosive eruption history in the Northeast Japan Arc, IAVCEI 2017 Scientific Assembly, 2017.

Hiroshi Une, Present situation and problems of liquefaction hazard maps, JpGU-AGU Joint Meeting, 2017.

Yohta Kumaki, Research on active faults in urbanized area of Mashiki Town by the City Bureau, MLIT and its significance, JpGU-AGU Joint Meeting, 2017.

宇根 寛, 自治体が整備する液状化ハザードマップの現状と課題, 日本地理学会春季学術大会, 2017.

松多信尚, 2014 年長野県神城断層地震に伴って白馬村蕨平に出現した地表地震断層の変動地形学的調査, 日本地球惑星科学連合大会, 2016.

鈴木毅彦, 航空レーザ測量による 2014 年の御嶽山噴火前後の地形変化, 日本地球惑星科学連合大会, 2016.

鈴木毅彦, テフラ研究の現状と課題, 日本第四紀学会シンポジウム 3「層序と年代基準」, 2016.

中埜貴元, SAR 干渉解析による平成 28 年(2016 年)熊本地震に伴う熊本市内の地表変位と地下構造との関係, 日本活断層学会秋季学術大会, 2016.

小荒井衛, 鬼怒川水害の地理空間情報解析, CSIS DAYS 2016「全国共同利用研究発表大会」, 2016.

Suzuki, Y., Lessons for active fault assessment learned from the destructive 2016 Kumamoto earthquakes in Japan, AGU Fall meeting, 2016.

鈴木康弘, 2016 年熊本地震が提起する地震災害予測および防災の課題, 日本地球惑星科学連合大会(招待講演), 2016.

小荒井衛, ハザードマップについての理学と工学の視点からの一考察, 日本地理学会春季学術大会, 2016.

Suzuki, Y., Detection of Surface Rupture and Deformation Associated with the 2014 Kamishiro Fault Earthquake in Central Japan by Differential LiDAR and Tectonic Geomorphological Survey, American Geophysical Union Fall Meeting, 2015.

Suzuki, T., Identification of early to middle Pleistocene widespread tephros from Northeast Japan in Kanto, Central Japan: tie point for the stratigraphy of tephros from whole of Japanese Islands, XIX INQUA Congress(国際学会), 2015.

Sugai, T., Holocene debris fan development along the foot of the Yoro thrust fault-scarp, central Japan and its usefulness for paleoseismic analysis, XIX INQUA congress, 2015.

中埜貴元, 2014 年長野県北部の地震に伴い出現した地表地震断層における地中レーザ探査, 日本地球惑星科学連合大会, 2015.

Une, H., Liquefaction Hazard Mapping using Micro-landform Classification Information, XIX INQUA Congress, 2015.

[図書](計 13 件)

鈴木康弘・奈良由美子・稲村哲也, 放送大学教育振興会, レジリエンスの諸相: 人類史的視点からの挑戦, 2018, 332p.

鈴木康弘・杉戸信彦・中林一樹・阪本真由美, 帝国書院, わかる! 取り組む! 災害と防災 1 地震, 2017, 64p.

山岡耕春・鈴木毅彦, 帝国書院, わかる! 取り組む! 災害と防災 3 火山, 2017, 47p.

松本 淳・坪木和久・久保純子・海津正倫・関根正人, 帝国書院, わかる! 取り組む! 災害と防災 4 豪雨・台風, 2017, 55p.

久保純子・宇根寛・坪木和久・西村浩一, 帝国書院, わかる! 取り組む! 災害と防災 5 土砂災害・竜巻・豪雪, 2017, 47p.

Hayashi, Y., Suzuki, Y., Sato, S. and Tsukahara, K., Elsevier, Disaster Resilient Cities: Concepts and Practical Examples, 2016, 191p.

Sugito, N., Y. Suzuki, and N. Matsuta, Elsevier, Understanding spatial variations of tsunami flooding, in Hayashi, Y., Y. Suzuki, S. Sato, and K. Tsukahara, eds., "Disaster Resilient

Cities: Concepts and Practical Examples,
2016, 206p.

佐竹健治・中田節也・熊木洋太ほか 12 名,
日本学術協力財団, 地殻災害の軽減と学
術・教育, 2016, 273p.

〔その他〕

ホームページ等

鈴木康弘 WEB SITE へようこそ

<http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/suzuki/index.html>

早稲田大学久保純子の頁：著者等

<http://www.f.waseda.jp/sumik/>

首都大学東京地理学教室

<http://www.comp.tmu.ac.jp/gmorph/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

鈴木 康弘 (SUZUKI, Yasuhiro)

名古屋大学・減災連携研究センター・教授
研究者番号：70222065

(2)研究分担者

鈴木 毅彦 (Suzuki, Takehiko)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授
研究者番号：60240941

(H28 年度は連携研究者)

久保 純子 (KUBO, Sumiko)

早稲田大学・教育・総合科学学術院・教授
研究者番号：90275967

(H29 年度は連携研究者)

須貝 俊彦 (SUGAI, Toshihiko)

東京大学・新領域創成科学研究科・教授
研究者番号：90251321

(H29 年度は連携研究者)

渡辺 満久 (WATANABE, Mitsuhiisa)

東洋大学・社会学部・教授

研究者番号：30222409

(H28 年度は連携研究者)

杉戸 信彦 (SUGITO, Nobuhiko)

法政大学・人間環境学部・准教授

研究者番号：50437076

(H28 年度は連携研究者)

中埜 貴元 (NAKANO, Takayuki)

国土地理院・地理地殻活動研究センター・
研究官

研究者番号：60511962

(H29 年度は連携研究者)

小荒井 衛 (KOARAI, Mamoru)

茨城大学・理学部・教授

研究者番号：50419876

(H29 年度は連携研究者)

(3) 連携研究者

山岡 耕春 (YAMAOKA, Kosyun)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：70183118

岡本 耕平 (OKAMOTO, Kohei)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：90201988

黒木 貴一 (KUROKI, Takahito)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：40325436

松多 信尚 (MATSUTA, Nobuhisa)

岡山大学・教育学部・教授

研究者番号：40578697

熊木 洋太 (KUMAKI, Yohta)

専修大学・文学部・教授

研究者番号：10415036

石黒 聡士 (ISHIGURO, Satoshi)

愛媛大学・法文学部・講師

研究者番号：90547499

宇根 寛 (UNE, Hiroshi)

国土地理院・地理地殻活動研究センター・
センター長

研究者番号：20415037

中島 秀敏 (NAKAJIMA, Hidetoshi)

国土地理院・関東地方測量部・部長

研究者番号：00742298

(4) 研究協力者

山口 勝 (Yamaguchi, Masaru)

NHK 放送文化研究所