

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03601

研究課題名（和文）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

研究課題名（英文）Active Fault Hazard and Disaster Education Learned from 2016 Kumamoto Earthquake

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） 34,000,000円

研究成果の概要（和文）：2016年熊本地震の発生とそれに伴う強震動の発生の双方について、事前予測可能性を検証した。日本政府は地震直後に両方とも予測可能であったとし、その周知が足らなかったことが被害軽減を妨げた要因だったと分析しているが、その妥当性には疑問があり再検証の必要がある。本研究の結果は1995年以降進めてきた日本の活断層地震対策の妥当性の検証と、今後の防災対策の軌道修正の必要性の検討につながる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果、2016年熊本地震は事前の予測を超える複雑な現象であったこと、布田川断層のスリップレートや活動履歴に関する事前情報には誤りがあり、「地震発生可能性がやや高い」とした事前の予測は十分な確度を有していなかったこと、強震動予測についても地震断層近傍の被害集中を説明できるモデルになっていないことが判明した。新たな地震発生予測モデルと強震動予測モデルの構築が望まれる。

研究成果の概要（英文）：We verified whether the 2016 Kumamoto earthquake was able to predict earthquake occurrence and strong ground motion with sufficient accuracy. The Japanese government claimed that both were successful immediately after the earthquake, and analyzed that the lack of awareness of the hazards hindered damage mitigation, however, this interpretation is questionable. The results of this study indicated the inadequacy of Japan's active fault earthquake countermeasures since 1995 and the necessity of reviewing disaster prevention measures in the future.

研究分野：変動地形学

キーワード：活断層 強震動 防災教育 熊本地震 ハザード リスクコミュニケーション 地震

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2016年熊本地震は、1995年兵庫県南部地震から21年後に起きた典型的な活断層地震であり、地震発生長期評価の当否を精査し、内陸直下地震対策のあり方を総点検するために重要な地震だった。それらを可とする行政機関もあるが、果たしてそう言えるか検証する必要がある。住民の防災意識や対策実施が十分でなかった状況の中で、地震断層の近傍に激甚な建物被害が集中したことは明らかである。

2. 研究の目的

本研究は、熊本地震が提起した、活断層評価の課題、地震断層近傍の被害発生要因とその予測可能性、活断層に関するリスクコミュニケーションを含む防災施策の課題、を総合的に検証することを目指した。活断層、強震動およびリスクコミュニケーションの専門家からなる3研究グループ体制で実施し、連携して被害軽減に資する活断層防災学の構築を目指した。

3. 研究の方法

活断層研究としては活断層評価の課題を明らかにするためのトレンチ掘削調査を実施し、独自のデータにより布田川断層帯の活動評価を行った。また被害分布を精査し、後述の強震動グループと共同で要因を考察した。強震動グループは独自に被害分析を行うとともに、各種の地盤条件との相関を考察した。さらに現状の強震動評価手法の限界を明らかにし、その改良に取り組んだ。リスクコミュニケーション研究グループは、住民アンケートを実施し、活断層に関する事前情報と防災意識の関連を中心に考察を行い、今後の地震防災の課題を明らかにした。さらに地理を中心とした防災教育教材への反映を目指した。

4. 研究成果

(1) 熊本地震と活断層評価の課題(その1:高木地区トレンチ調査)

平成28(2016)年4月16日に発生した熊本地震では、日奈久断層帯の高野白旗区間で右横ずれ変位を主体とする地震断層が生じた(Kumahara et al., 2022)。この付近は、布田川断層帯と日奈久断層帯の境界部にあたり、両断層帯の活動に伴って複雑な活動をしてきた可能性がある。そこで、御船町高木地区においてトレンチ掘削調査を行い、この地点における過去の活動を地層の変位と年代から明らかにした。地震断層に直交する溝を2列、地震断層に平行する溝を2列掘削し、口の字型の平面形状となるトレンチを掘削した。トレンチ壁面では9層の未固結な地層が認められた。地層の変形構造の違いと地層の年代に基づく、5,000年前以降、3つのイベント(イベント1【2016年熊本地震】、イベント2【2,251-1,561calBP】、イベント3【3,977-2,768calBP】)を認定した。

布田川断層帯では、熊本地震の一つ前の活動時期が約2,000年前であったことが多数の地点で示されており、イベント2の年代幅のなかに含まれる。また、高野白旗区間の山出地区でも約2,000年前にイベントが推定されており、本研究の調査地点と布田川断層帯がともに活動した可能性が高い。日奈久断層帯の活動時期は分に解らないが、イベント3の年代は既往研究と整合し、高野白旗区間の断層は日奈久断層帯と連動する可能性がある。壁面の地層の変形構造に基づく、イベント3は熊本地震と異なり、垂直変位を伴う大きな変位と見られる。布田川断層と連動する際と日奈久断層帯と連動した際とでは、変位の向きや量が異なる可能性が指摘できる。

(2) 熊本地震と活断層評価の課題(その2:大津地区トレンチ調査)

2016年熊本地震時に、断続的ではあるが、清正公道に沿って右ずれをともなう開口亀裂等の地変が生じた。鉛直変位は、東部で北上がり、西部で南上がりであった。大津町新小屋付近では、最大で10cmの鉛直変位(南側隆起)と、数cm程度の右ずれ変位が確認できた。さらにその西方では、南北幅1.6m、東西長3.5m以上の、右ずれ型のpull-apart basinが形成されていた。これらの地変の性状を明らかにするため、2019年1月と11月に、新小屋地区において、長さ・幅・深さともに2m程度のピットを複数掘削した(渡辺ほか、2019;渡辺・鈴木、2020)。

ピット壁面では、上位から、人工層、黒土層(約30cm)、アカホヤ火山灰を含む褐色風成層(約50cm)、下位の黒土層(約30cm)、暗褐色の風成層(20cm以上)と、清正公道を埋めた人工層が確認できた。地表で確認できた地変は、埋土と地山(黒土層と風成層)の境界に位置することもあるが、埋土とは全く無関係に断層面として地下へ連続していることが明らかになった。断層面は、黒土層の中ではやや不明瞭となるものの、火山灰の中では明瞭である。ピット底面では、走向がほぼ東西の大きな開口割れ目や鉛直の断層面があり、これに付随する多数の断層の収斂状況から、右ずれ変位を主体とする断層であると判断できる。

2016年熊本地震時に清正公道に沿って発生した地変は、埋土の側方流動等によって発生したものではないことは明らかである。右ずれ変位を主体とする断層があることが判明したので、これを清正公道断層と呼ぶ。清正公道断層に沿っては、その南北の地域より墓地や建造物の被害が甚大であり、ボルトで固定されていた清正公道石碑が倒壊し、地中に埋設された石柱が飛び出した例もあった。このように、清正公道断層に沿う細い帯状の地域では、周辺よりも強い揺れがあったことが示唆される(Watanabe et al., 2022)。清正公道断層は、2016年熊本地震を発生させた活断層に付随する断層であると考えられるが、このような地震断層であっても地表に近い浅

い部分で強震動を発生させる可能性が非常に高い。

(3) 熊本地震と活断層評価の課題（その3：南阿蘇東海大学トレンチ）

2016年熊本地震の際、東海大学南阿蘇キャンパスには明瞭な地表地震断層が出現し、本館の直下に達した。そのため建物は大きく大破した。2020年2月に長さ20m、深さ3mのトレンチ調査を実施し、地層の変形を確認した。その結果、以下のことが観察された。熊本県が震災遺構として保存している屋外の地表地震断層とは別に、もうひとつの断層トレースが本館事務室の床に現れている。後者は木造の集会室の建物直下で基礎杭を右横ずれさせる。両トレースを跨ぐ形で長さ20mのトレンチ溝を掘削したところ、地下への連続が確認された。トレンチ壁面には20条ほどの断層が確認され、そのうちの3~4条が2016年の地震時に地表へ達する変位を生じた。断層の走向はN60~70W、傾斜は60~80N。地層の年代として、 $9,080 \pm 30$ 、 $9,160 \pm 30$ 、 $9,470 \pm 30$ 、 $10,940 \pm 30$ 、 $11,020 \pm 30$ 、 $10,970 \pm 30$ が得られ、いずれも断層変位を受けていることから、約1万年間の活動の証拠と言える。また今回は地表に現れなかったことから今回以前の過去1万年間の活動の証拠と判断される。なおトレンチ下部でATは確認されるがAh火山灰等は確認されない。これはキャンパス建設工事の際に表層が削り取られたためであり、新期の地層を欠くために完新世における活動時期を具体的に特定することはできなかった。

(4) 地震断層近傍の被害集中とそれを説明する強震動発生モデルの検討

地表断層ごく近傍での建物被害分布に関しては、目視による航空写真の個別建物被害判読結果に、熊本地震の地表地震断層近傍の建物登記簿調査データによる建築年代情報を付加することで、木造建物の建築年代別の建物被害と地表地震断層との関係を分析した。その結果木造建物の旧耐震（1980年以前）、新耐震（1981年~1999年）、新耐震（2000年以降）ともに地表地震断層から100m以内において急激に倒壊率が増加する傾向がみられ、それぞれ20%、13%、5%程度であることが分かった（中村・他 2018）。

地盤モデルに関しては、より広域における強震動評価を実施するため、熊本平野の北部および阿蘇地域において、微動アレイ探査およびボーリングデータ等の収集・整理を行い、Senna et al. (2018)の浅部・深部統合地盤構造モデル作成範囲を拡張した。作成した地盤モデルの精度の検証として、地震観測記録のH/Vスペクトル比およびスペクトルインバージョン法によるサイト増幅特性等との比較を行い、地震観測記録と調和的な結果となっていることを確認している（先名・他 2021）。

強震動計算に関しては、詳細な地盤モデルを用いれば、広域な震度分布は地震調査研究推進本部の強震動予測手法（レシピ）で概ね再現できるものの、地表断層から2km程度以内のごく近傍で観測された強震動の説明には、従来の強震動計算で考慮されていなかった地震発生層より浅い断層のすべりを必要とすることが分かった。詳細な地表断層形状を取り入れた断層モデルによる強震動計算により断層近傍の変位分布の再現性が向上することを示しており（岩城・他 2020）、強震動予測における事前情報としての活断層情報の有用性を検討している。しかし、使用した断層モデルにおいて数kmの広がりを持つ強震動生成域や断層浅部の食い違いは地表断層から数100m~数km離れた位置に強い地震動を生じさせるものの、建物被害分布に見られる地表断層から100m程度以内の集中的な被害を断層モデルで説明するためには、それらに加えて断層内部でさらにスケールの小さい機構が必要であることが分かった。その機構として地表付近のごく近傍域のみに存在する断層内部領域で生じている地盤変形の影響を考えた。この地盤変形は、観測された地表断層の変位量の断層運動で生じた変位量からの欠損分と仮定すると、地表付近での断層運動による変位を一部打ち消す方向に働く力に相当すると考えることができる。この地盤変形に対応する力として断層ごく近傍の地表付近に体積的な変形を近似的に表現する外力をおき、断層モデルと組み合わせた線形の強震動計算による簡単な数値実験により、断層面全体に連続的な食い違い量を持つ断層モデルだけでは説明できない地表断層ごく近傍に集中した強い地震動を生成できることを示した（岩城・藤原 2021）。

(5) 強震動予測のための地震断層のモデル化

2016年熊本地震の野外調査による詳細な地表地震断層とその周囲100~200mの建物被害率の高いエリアの被害要因の検討のために、強震動計算のための断層モデルの断層面分解能を約100mとするためのツールの開発と断層モデル作成を行った。そのために、まず地震後のインバージョン結果に基づく地下の震源断層モデルと地表で観察された地表地震断層の分布をそれぞれ100m間隔の3次元点群化モデルで表現した。次に、それらの点群の接合・収斂について、浅部と深部は接合・収斂するがトレンチ掘削調査結果で示される断層傾斜角度は考慮しないモデルと、断層浅部の傾斜角度はトレンチ掘削調査結果に準拠するが深部とは必ずしも接合しないという2通りのモデルを提案した。これらのモデルを地表地震断層の分布形状と変位量分布を取り込んだ運動学的断層モデルの検討する研究チームへ受け渡すことで、断層のごく近傍域のみに影響を及ぼす非ダブルカップル型の震源モデルの考案と地表地震断層から100mオーダーでの顕著な被害集中域発生の議論（岩城・藤原, 2021）に一部寄与できた。

また、2016年熊本地震の震源断層の長さ約40km（Asano and Iwata）と2013年に地震本部より公表されていた布田川・日奈久断層帯の長期評価の中での布田川断層の断層長19kmを比較すると長期評価の値は過小評価であった。さらに、断層面が傾斜していることまで考慮すれば、例

例えば松田(1975)の地震規模予測式では観測事実に対してマグニチュードが過小であった。そこで、隈元(2021)では断層長さの不確かさの評価について、地表地震断層と地下の震源断層の長さの相違について模式的な考え方として、変動地形の認識論的な不確定性と地震規模の経験式に表れる偶然的な不確定性の双方に留意した対応が必要となることを述べた。次いで、大西ほか(2020)で断層面積に基づく方法と断層長さに基づく方法の中間的な性質のモデルとして、震源断層長さとするのタイプに基づく重回帰分析によって地震規模予測式を考案し、その重回帰式の係数は、大まかな地下の断層面の情報を地震規模評価へ反映するものとして、断層の力学と断層形状に関する一般的な理解とも整合することを示した。また、地震本部の強震動予測のレシピにおける長さや面積を説明変数にもつ経験式の結果の差は、地下の断層面の形状の考慮の程度に由来するものであり、地震のスケーリング則が異なるわけではないと結論付けた。

(6) 地震断層近傍の変動解析

これまで、熊本地震の地表地震断層は現地計測および空中写真判読等による詳細な観察が行われてきた。ところが、いずれも地震断層直近の評価に留まり、地震断層から離れた地域の地表変位は明らかになっていない。断層近傍では drag と呼ばれるたわみ変形が生じるといわれており、現地で確認された変位量は全変位の一部である可能性が指摘されている。そこで、LiDAR で観測された高密度点群データを用いて、地震に伴う広域的な地表変位分布を明らかにすることを目的に地表変位分析を実施した。

熊本県益城町を対象に、LiDAR 観測データから数値地形画像マッチング解析(3D-GIV)(Mukoyama 2011)を用いて地震に伴う水平変位および鉛直変位を算出した。3D-GIVとは、2時期のDEMから地形量を画像化し、画像マッチングの手法を応用して画像の濃淡パターンを追跡することにより3次元の移動ベクトルを求める手法である。地震前後の地形データについては、国土地理院が管理する2005年および2016年計測のLiDAR測量データを使用している。

GISソフトを使用して、地震断層の一般走向に対する測線を作成し、測線上の変位量データを抽出した。その結果、地震断層近傍の複数箇所において水平方向と鉛直方向の drag が生じていることが確認された。算出した走向方向の広域変位量は現地調査で計測された変位量より過大となっており、既知の変位量が過小評価であることがわかった。また、dragの幅は場所ごとに異なる特徴もみられた。変位方向に関して、既存の布田川断層では断層の両側で逆方向に変位しているのに対し、西南西方向へ分岐した地震断層では断層の両側で同方向に変位しており、見かけ上右横ずれになっていることが明らかになった。さらに、分岐断層北側の崖に沿って変位量が不連続となる箇所が続いており、新たな地震断層がみられる可能性が示唆された。

(7) 住民アンケート調査

平成28年熊本地震で深刻な被害を受けた益城町全世帯を対象にアンケート調査を実施した(2019年11月に郵送、回答数4,398、回答率33.6%)。アンケート項目は、属性13項目、熊本地震の被害等15項目、今後の自然災害への備え16項目、防災教育6項目で構成した。

回答者の65%が男性。年齢は60代が25.8%と最も多く、次いで70代が24.8%。熊本地震当時益城町に居住していたのは94.4%で5.6%は地震後益城町外から転居。回答者の居住年数は30年以上が45.8%、一戸建ての所有が83%と最も多かった。13.3%が回答者・家族に死者・重軽傷者があり、95.6%が全壊、大規模半壊、半壊、一部損壊等の建物被害を受けていた。28.9%が仮設住宅の入居経験があり、調査実施時点でも5.2%が仮設住宅に居住している。15.5%が熊本地震時の居住地以外に現在居住しており、45%が元の場所に戻りたいと回答した。しかし、そのうちの60%は戻れない・戻れるかわからないと回答した。

熊本地震以前に対策を実施していたのは23.9%で76.1%が「実施していない」と回答。うち15.5%が「実施しようと思ったがやらなかった」であった。対策を妨げた要因を複数回答で問うと「地震は実際に起きないと思った」が2342名、次いで「対策方法の具体的内容がわからない」664人、「対策費用の負担が大きい」487人。地震前の対策は「地震保険の加入」が560名、次いで「飲料水の備蓄」、「食料の備蓄」であった。「どのような情報や制度があれば対策が進んだか」という問いには「詳細な被害予測」、「対策方法の具体的内容」、「対策費用の補助制度」が挙げられ、地震後の対策は地震保険の加入のほか水・食料の備蓄、家具の固定等、全項目で増加した。

52.3%が「熊本地震前から布田川・日奈久断層を知っていた」と回答した。「新聞・テレビから(1,459人)」「知った人が最多で、次いで「人から聞いた(848人)」、「ハザードマップなどの地図(600人)」。現在、50.6%がハザードマップ等の確認を行っているが、防災対策等に活用しているのは27.9%。ハザードマップの活用方法を習った人は10.1%で、全体の43.2%が「地図から何を読み取ればいいのかかわからない」、26%が「記載内容が正しいとは限らない」と回答した。

熊本地震以前に大きな地震が発生する可能性については63.4%が「起こらないと思っていた」と回答。活断層の次の活動時期については48.8%が「まったくわからない」であり、活動時期は30年先から1000年以上先まで大きくばらついた。活断層上の土地利用については「活断層の位置が明らかであれば自主的または法律等で規制するべき」とあるという回答が87%であった。

(8) 放送大学における番組化

本研究の成果に基づいて、放送大学において「科学」からの招待状：熊本地震6年目の真実

と教訓」という番組を作成した。番組の中で、熊本地震の予測は必ずしも成功していなかったこと、前震と本震は別々の断層の連動ではなく、大規模な断層でよくある小規模な活動が大規模な活動へ発展した例であること、地震後の集中的調査によっても活断層の活動性の評価は容易ではなく、常に不確実性が残り、その中でどのように防災を進めるかを考えることが重要であることを主張した。またアンケート調査結果を紹介し、リスクコミュニケーションの重要性を解説した。奈良由美子が主任講師を務め、鈴木康弘、藤原広行、竹内裕希子が出演した。当番組は BS 放送の放送大学 (BS231ch) で、2023 年度まで年 10 回再放送される。

(9) 災害地理学・防災地理教育を視野に入れた研究

2016 年熊本地震は、高等学校社会科地理の教科書や資料集に記され、地表地震断層の掲載写真が活断層型地震の教育に活かされている。また、NHK 高校地理総合講座では、都市圏活断層図「熊本 (改訂版)」が紹介されている。ただし、活断層と建物被害との密接な分布関係 (鈴木ほか, 2018) は示していない。地震動を誘因とする地すべりや地盤液状化の研究成果も蓄積されているが、学校教育での扱いは限定的である。地理総合の限られた時間を有効活用する必要がある (須貝ほか 2022)。高校生 333 名からのアンケート調査回答を分析した結果、防災リテラシーを向上させるには郷土の自然環境への愛着を活かし、野外や博物館での体験を広げる教育が効果的であることが指摘された。自然の恵みと自然の猛威を俯瞰的に捉える視点 (たとえば、須貝・鈴木 2021) を育成し、未来の地域社会と地震防災の関係の長期的・多面的な理解を促す必要がある。学校教育の枠をこえた教育機会の創出と、活断層地形を含む地域の地形を対象とした空中写真・高精細 DEM 判読に基づく階層的な地形分類 (須貝 2020 など) の実践が要請される。

< 引用文献 >

- Kumahara ほか, Surface Ruptures Associated with the 2016 Kumamoto Earthquake Sequence in Southwest Japan. Springer, 2022
- 渡辺満久・鈴木康弘・中田 高・熊原康博, 2016 年熊本地震と清正公道に沿う被害、日本地理学会 2019 年度春季学術大会発表要旨集、2019
- 渡辺満久・鈴木康弘、清正公道に沿って現れた 2016 年熊本地震断層と地震被害、日本地理学会 2020 年春季学術大会、2020。
- Mitsuhsa Watanabe, Takashi Nakata, Yasuhiro Suzuki, Yasuhiro Kumahara, and Kei Tanaka, Surface Ruptures Along the Western Part of the Bungo Kaido Road, Y. Kumahara et al. Eds. Surface Ruptures Associated with the 2016 Kumamoto Earthquake Sequence in Southwest Japan, Springer, 2022, 213-218 .
- 中村洋光・藤原広行・門馬直一・内藤昌平, 熊本地震における地表断層近傍の建物倒壊分布、日本地震学会講演予稿集 2018 年度秋季大会予稿集、2018
- Shigeki Senna, Atsushi Wakai, Haruhiko Suzuki, Atsushi Yatagai, Hisanori Matsuyama, Hiroyuki Fujiwara: Modeling of the Subsurface Structure from the Seismic Bedrock to the Ground Surface for a Broadband Strong Motion Evaluation in Kumamoto Plain, JOURNAL OF DISASTER RESEARCH, 13(5), p.917-p.927, 2018.
- 先名重樹・若井淳・谷田貝淳・稲垣賢亮・松山尚典・藤原広行、熊本地方における浅部・深部統合地盤構造モデルの構築、日本地球惑星科学連合 2021 年大会、SSS11-P13, 2021.
- 岩城麻子・森川信之・前田宜浩・藤原広行、強震動予測レシビによる 2016 年熊本地震 (Mj7.3) の強震動シミュレーション、日本地震工学会第 15 回年次大会講演予稿集、2020
- 岩城麻子・藤原広行、2016 年熊本地震の地表断層ごく近傍の強震動について、日本地震学会 2021 年秋季大会予稿集、2021
- Asano, K. and Iwata, T., Revisiting the Source Rupture Process of the Mainshock of the 2016 Kumamoto Earthquake and Implications for the Generation of Near Fault Ground Motions and Forward Directivity Pulse, Bull. Seismo. Soc. Amer, 111, 2021, 2426-2440.
- 松田時彦, 活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震, 28, 1975, 269-283 .
- 隈元 崇, 地震規模の推定に用いる断層長さの不確かさの評価について, 日本地震工学会ニュースレター, 29, 2021, 8-9.
- 大西耕造・隈元 崇・大熊沙和子, 内陸地殻内地震のずれのタイプを考慮した地震規模評価手法の検討, 活断層研究, 53, 2020, 1-11 .
- Mukoyama, S., Estimation of ground deformation caused by the earthquake (M7.2) in Japan, 2008, from the geomorphic image analysis of high resolution LiDAR DEMs, Journal of Mountain Science, 8, 2, 2011, 239-245
- 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 巻, 2018, 13-34 .
- 須貝俊彦, 地形分類図の活用: 安心安全な社会づくりの基盤, 雑誌地理, 65 巻, 2020, 84-91 .
- 須貝俊彦, 鈴木康弘, 自然の恵みと猛威をどう教えるか, 科学, 91 巻, 2021, 461-464 .
- 須貝俊彦, 山野博哉, 南雲直子, 長谷川直子, 自然地理教育の実践から明らかになった課題とそれをふまえた環境防災教育への展望, 日本地理学会発表要旨集 2022 年度日本地理学会秋季学術大会, 2022, 37.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計45件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 18件）

1. 著者名 岩佐 佳哉、熊原 康博、後藤 秀昭、石村 大輔、細矢 卓志	4. 巻 2022-56
2. 論文標題 熊本県西原村小森におけるトレンチ掘削調査に基づく布田川断層帯の活動履歴	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 47～58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11462/afr.2022.56_47	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 岩佐 佳哉、濱 侃、中田 高、熊原 康博、後藤 秀昭、山中 蛍	4. 巻 57号
2. 論文標題 SLAM技術を用いた低価格モバイル3Dスキャナーによる地表地震断層の数値標高モデルの作成とその有効性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14866/ajg.2022s.0_108	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 後藤 秀昭	4. 巻 157(1)
2. 論文標題 DEMを用いた活断層研究の新展開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地質と調査	6. 最初と最後の頁 11-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 後藤 秀昭、山中 蛍、竹本 仁美	4. 巻 13
2. 論文標題 天然記念物に指定された2016年熊本地震の地表地震断層と火山域での横ずれ変位速度の時間的变化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 広島大学総合博物館研究報告	6. 最初と最後の頁 103～115
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15027/52006	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 奈良 由美子	4. 巻 25(3)
2. 論文標題 災害心理とリスクコミュニケーション - 災害レジリエンスを高めるために -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本難病看護学会誌	6. 最初と最後の頁 246-249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大西 耕造・隈元 崇・大熊 沙和子	4. 巻 53号
2. 論文標題 内陸地殻内地震のずれのタイプを考慮した地震規模評価手法の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 須貝 俊彦	4. 巻 65
2. 論文標題 地形分類図の活用 : 安心安全な社会づくりの基盤	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理	6. 最初と最後の頁 84-91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岩佐佳哉・熊原康博・後藤秀昭・中田 高	4. 巻 52
2. 論文標題 熊本県益城町堂園地区における2016年熊本地震の地表地震断層の詳細な分布と共役断層の活動履歴	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11462/afr.2020.52_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鈴木康弘	4. 巻 24
2. 論文標題 地理総合における自然地理の位置づけ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 学術の動向	6. 最初と最後の頁 28-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5363/tits.24.11_28	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 後藤秀昭	4. 巻 64-8
2. 論文標題 活断層図の作成と防災活用の課題	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊地理	6. 最初と最後の頁 54-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takeshi YAMASAKI and Yukiko TAKEUCHI	4. 巻 2019
2. 論文標題 Study on Implementation Issues of Kumamoto City Evacuation Management Plan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 CWMD Conference September 19-21	6. 最初と最後の頁 870-879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shunji OZERA and Yukiko TAKEUCHI	4. 巻 2019
2. 論文標題 Current Situation and Issues of Disaster Risk Reduction Principal System for Disaster Education in School	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 CWMD Conference September 19-21	6. 最初と最後の頁 880-888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 鈴木康弘・渡辺満久・中田 高	4. 巻 48
2. 論文標題 2016年熊本地震における益城町中心市街地の地震断層 - 変動地形学的意義と建物被害への影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 13-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11462/afr.2018.48_13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鈴木康弘	4. 巻 88
2. 論文標題 「持続可能な社会」について俯瞰的に考えるための自然地理.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 139-142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. SENNA, A. WAKAI, H. SUZUKI, A. YATAGAI, H. MATSUYAMA, AND H. FUJIWARA	4. 巻 13
2. 論文標題 MODELING OF THE SUBSURFACE STRUCTURE FROM THE SEISMIC BEDROCK TO THE GROUND SURFACE FOR A BROADBAND STRONG MOTION EVALUATION IN KUMAMOTO PLAIN	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 917-927
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/JDR.2018.P0917	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 隈元 崇・森 今日子・大西耕造	4. 巻 -
2. 論文標題 活断層データの精度に留意した強震動予測パラメータの推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第15回日本地震工学シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 0S2-02-04
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Inoue, N., Kitada, N. and Kumamoto, T.	4. 巻 11
2. 論文標題 Estimation of seismic source fault length of inland crustal earthquake from subsurface data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Integrating Science, Engineering and Policy	6. 最初と最後の頁 25-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yumiko NARA	4. 巻 126
2. 論文標題 Action research for improving the risk literacy of university students: Focusing on the effectiveness of risk communication using Crossroad game	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 2219-2227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2018.07.227	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 堤 浩之・五味雅宏・浅野公之・岩田知孝・遠田晋次・後藤秀昭・熊原康博・石村大輔・高橋直也・谷口薫・小俣雅志・郡谷順英	4. 巻 49
2. 論文標題 熊本県益城町寺中における2016年熊本地震断層のトレンチ調査	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 31-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11462/afr.2018.49_31	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計40件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 鈴木康弘・渡辺満久・中田 高・田中 圭・藤原広行・門馬直一・中村洋光・内藤昌平・先名重樹・岩城麻子
2. 発表標題 2016年熊本地震の地表断層に沿う建物被害集中の原因論
3. 学会等名 (一社)日本活断層学会2022年度秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 住谷侑也・岩佐佳哉・熊原康博
2. 発表標題 2016年熊本地震で生じた地表余効すべりの時系列変化
3. 学会等名 (一社)日本活断層学会2022年度秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 熊原康博・岩佐佳哉
2. 発表標題 地表地震断層の痕跡はどの程度残っているのか？ 6年経過した熊本地震の地震断層南部を事例にー
3. 学会等名 (一社)日本活断層学会2022年度秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Suzuki, Y.
2. 発表標題 Tectonic Geomorphology for Disaster Risk Reduction in a Quarter-Century Since the 1995 Kobe Earthquake in Japan
3. 学会等名 International Geographical Conference, Istanbul (On line) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩城麻子・藤原広行
2. 発表標題 2016年熊本地震の地表断層ごく近傍の強震動について
3. 学会等名 日本地震学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 先名 重樹・若井 淳・谷田貝 淳・稲垣 賢亮・松山 尚典・藤原 広行
2. 発表標題 熊本地方における浅部・深部統合地盤構造モデルの構築
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩城麻子・森川信之・前田宜浩・藤原広行
2. 発表標題 強震動予測レンピに基づく2016年熊本地震(Mj7.3)の強震動シミュレーション
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奈良由美子
2. 発表標題 レジリエンスとは - 東日本大震災10年 レジリエンス力とリスクマネジメントの諸問題
3. 学会等名 日本リスクマネジメント学会 第46回全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木康弘
2. 発表標題 ハザードマップの現状と課題
3. 学会等名 第26回日本災害医学会総会・学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩城麻子・森川信之・藤原広行・隈元崇・大熊祐里英・木村ひなた
2. 発表標題 2016年熊本地震(Mj7.3)の観測地表断層形状を反映した断層近傍地震動シミュレーション
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩城麻子・森川信之・前田宜浩・藤原広行
2. 発表標題 強震動予測レンジによる2016年熊本地震(Mj7.3)の強震動シミュレーション
3. 学会等名 日本地震工学会第15回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Suzuki, Y., M. Watanabe, and T. Nakata
2. 発表標題 Extremely strong ground motions associated with the 2016 Kumamoto earthquake: Special references to Mashiki and Ozu areas
3. 学会等名 HOKUDAN2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺満久・鈴木康弘
2. 発表標題 清正公道に沿って現れた2016年熊本地震断層と地震被害
3. 学会等名 日本地理学会2020年春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹内裕希子, 大瀬良俊二, 鈴木康弘, 奈良由美子, 須貝俊彦, 山口 勝
2. 発表標題 平成28年熊本地震3年半経過時点における住民の防災対策状況
3. 学会等名 日本地理学会2020年春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三原峻太郎, 竹内裕希子
2. 発表標題 詳細な活断層調査成果の防災教育教材への活用
3. 学会等名 令和元年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山中清奈, 竹内裕希子
2. 発表標題 リスクコミュニケーション促進を目的とした液状化ハザードマップ掲載内容の検討
3. 学会等名 令和元年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yumiko Nara
2. 発表標題 Practical Research and Education to Enhance Disaster Resilience of Citizens: Lessons from Japan's Disasters and Collaboration with Mongolia
3. 学会等名 International science conference on Strengthening Urban Disaster Resilience, Disaster Research Institute under National Emergency Management Agency, UN Office for Disaster Risk Reduction (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹内裕希子
2. 発表標題 熊本における防災教育の事例
3. 学会等名 日本教育方法学会第54回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryotaro MIHARA and Yukiko TAKEUCHI
2. 発表標題 Adaptation of Active Fault Survey Result After 2016 Kumamoto Earthquake to Disaster Education
3. 学会等名 Using the Japan Digital Archive in the Classroom, Harvard University
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kotaro IGATA, Naoto TANAKA, Yukiko TAKEUCHI
2. 発表標題 Toshitaka YAMA0, Study on Construction and Digital Archive System about 2016 Kumamoto Earthquake
3. 学会等名 Using the Japan Digital Archive in the Classroom, Harvard University
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩城麻子・前田宜浩・森川信之・藤原広行・早川俊彦
2. 発表標題 強震動評価のための地表に達する断層モデル：2016年熊本地震における検討
3. 学会等名 日本地震工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三原峻太郎・竹内裕希子
2. 発表標題 平成28年熊本地震後に得られた理学研究成果の防災教育教材への活用
3. 学会等名 土木学会西部支部
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Haruyama and Yukiko TAKEUCHI,
2. 発表標題 Voluntary Organization for Disaster Prevention after The Kumamoto Earthquake 2016
3. 学会等名 The 13th US-UC-KU-TU International Joint Seminar Shanghai (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内裕希子
2. 発表標題 熊本における防災教育の事例
3. 学会等名 第54回大会, 日本教育方法学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計13件

1. 著者名 国立大学法人熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター減災型社会システム部門編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 熊日出版	5. 総ページ数 164
3. 書名 『熊本地震の痕跡からの学び』	

1. 著者名 鈴木 康弘、竹内 裕希子、奈良 由美子、渡辺 満久	4. 発行年 2022年
2. 出版社 明石書店	5. 総ページ数 182
3. 書名 熊本地震の真実 - 語られない「8つの誤解」 -	

1. 著者名 Y. Kumahara, H. Kaneda, H. Tsutsumi, M. Watanabe, T. Nakata, Y. Suzuki, and K. Tanaka	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 241
3. 書名 Surface Ruptures Associated with the 2016 Kumamoto Earthquake Sequence in Southwest Japan (Advances in Geological Science)	

1. 著者名 Suzuki Y., In Nara Y., Inamura T. (eds)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 231
3. 書名 The Essence of Resilience Against Disaster: Requirements for Geographic Education	

1. 著者名 Suzuki, Y.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 82
3. 書名 Active Faults and Nuclear Regulation: Background to Requirement Enforcement in Japan	

1. 著者名 Yumiko NARA & Tetsuya INAMURA	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 231
3. 書名 Resilience and Human History: Multidisciplinary Approaches and Challenges for a Sustainable Future	

1. 著者名 Suzuki, Y	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 339
3. 書名 Active Fault and Earthquake Disasters, in Himiyama, Y., Satake, K., and Oki, T., eds. "Human Geoscience"	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	渡辺 満久 (Watanabe Mitsuhsa) (30222409)	東洋大学・社会学部・教授 (32663)	
研究分担者	後藤 秀昭 (Goto Hideaki) (40323183)	広島大学・文学研究科・准教授 (15401)	
研究分担者	竹内 裕希子 (Takeuchi Yukiko) (40447941)	熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・准教授 (17401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	隈元 崇 (Kumamoto Takashi) (60285096)	岡山大学・自然科学研究科・教授 (15301)	
研究分担者	熊原 康博 (Kumahara Yasuhiro) (60379857)	広島大学・教育学研究科・准教授 (15401)	
研究分担者	森川 信之 (Morikawa Nobuyuki) (60414413)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・マルチハザードリスク評価研究部門・主任研究員 (82102)	
研究分担者	中村 洋光 (Nakamura Hiromitsu) (60426004)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・マルチハザードリスク評価研究部門・主任研究員 (82102)	
研究分担者	奈良 由美子 (Nara Yumiko) (80294180)	放送大学・教養学部・教授 (32508)	
研究分担者	藤原 広行 (Fujiwara Hitoyuki) (80414407)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・マルチハザードリスク評価研究部門・総括主任研究員 (82102)	
研究分担者	須貝 俊彦 (Sugai Toshihiko) (90251321)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 (12601)	
研究分担者	先名 重樹 (Senna Shigeki) (90500447)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・マルチハザードリスク評価研究部門・主幹研究員 (82102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	中田 高 (Nakata Takashi)		
研究協力者	堤 浩之 (Tsutsumi Hiroyuki)		
研究協力者	松多 信尚 (Matsuta Nobuhisa)		
研究協力者	杉戸 信彦 (Sugito Nobuhiko)		
研究協力者	向山 栄 (Mukoyama Sakae)		
研究協力者	細矢 卓志 (Hosoya Takashi)		
研究協力者	山口 勝 (Yamaguchi Masaru)		
研究協力者	田中 圭 (Tanaka Kei)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------